

SIEMENS



手册集

本文档包含ET 200AL系统系列所有手册的汇编。使用屏幕左侧的书签进行导航。

SIMATIC

ET 200AL

ET 200AL 分布式 I/O 系统

版本

10/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS



系统手册

SIMATIC

ET 200AL

ET 200AL 分布式 I/O 系统

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL 分布式 I/O 系统

系统手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

系统概述

2

应用规划

3

安装

4

连接

5

组态

6

组态控制（选件处理）

7

调试

8

维护

9

技术数据

10

ET200AL 标准模块与安全相
关的关断

A

尺寸图

B

附件/备件

C

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本文档提供有关组态、安装、接线和调试 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的重要信息。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册中包含以下内容更改：

- ET200AL 标准模块与安全相关的关断 (页 123) 部分的更新
- 故障安全 I/O 模块的补充

所需基本知识

必须具备自动化技术的基本知识，才能理解本文档。

文档使用范围

本文档适用于 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统。

约定

请遵循下面所标注的注意事项：

说明

注意事项包含本文档所述产品以及产品处理需特别关注的重要信息。

特殊信息

说明

有关确保工厂操作安全的重要说明

具有安全相关特性的工厂要求操作员必须遵循特定的安全操作要求。供应商也必须遵循特定的产品监控措施。为此，我们将以个人通告形式发布有关产品开发和与（或可能与）系统操作相关的安全特性。

您应订阅相应通知以获取最新的信息，并及时对系统进行必要的修改。

登录“工业在线支持”打开下方链接，在相应网页中单击右侧的“更新邮件”：

- SIMATIC S7-300/S7-300F (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/13751>)
 - SIMATIC S7-400/S7-400H/S7-400F/FH (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/13828>)
 - SIMATIC WinAC RTX (F) (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/13915>)
 - SIMATIC S7-1500/SIMATIC S7-1500F (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/13716>)
 - SIMATIC S7-1200/SIMATIC S7-1200F (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/13683>)
 - 分布式 I/O (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/14029>)
 - STEP 7 (TIA Portal) (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/14667>)
-

说明

在安全模式下使用 F-CPU 和故障安全模块时，请遵循故障安全系统《SIMATIC 工业软件 SIMATIC Safety - 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/54110126/zh>)》中的相关说明。

回收和处置

为了确保旧设备的回收和处理符合环保要求，请联系经认证的电子废料处理服务机构。

其它支持

- 有关技术支持的信息，请参见“Siemens 工业在线支持 (页 6)”部分。
- 有关各种 SIMATIC 产品和系统的技术文档信息，请访问 Internet (<https://www.siemens.com/simatic-tech-doku-portal>)。
- 有关在线产品目录和在线订购系统，请参见“网上商城 (页 6)”部分。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**

提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。

- **应用示例**

提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。

- **服务**

介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。

- **论坛**

提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。

- **我的技术支持**

该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<https://www.siemens.com/automation/service&support>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet 提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

参见

网上商城 (<https://mall.industry.siemens.com>)

目录

前言	3
1 ET 200AL 文档指南	10
2 系统概述	14
2.1 什么是 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统?	14
2.2 什么是故障安全自动化系统和故障安全模块?	17
2.3 组件	19
3 应用规划	21
3.1 硬件配置	21
3.2 ET-Connection 的组态方式.....	23
3.2.1 ET 200AL 具有 ET-Connection.....	23
3.2.2 混合组态具有 ET-Connection 的 ET 200AL/ET 200SP	25
4 安装	28
4.1 基本知识	28
4.2 安装模块	29
5 连接	34
5.1 操作规则 and 规定	34
5.2 带有故障安全模块的 ET 200AL 的其它操作规则 and 规定.....	37
5.2.1 适用于故障安全模块的安全超低电压 (SELV、PELV)	37
5.2.2 故障安全模块的传感器和执行器要求	38
5.2.3 数字量输入/输出信号的串扰	40
5.3 在接地/非接地馈电上运行 ET 200AL.....	41
5.4 ET 200AL 的电气组态	45
5.5 将 ET 200AL 连接到功能性接地.....	50
5.5.1 在导电底座上安装 ET 200AL	50
5.5.2 在非导电底座上安装 ET 200AL 模块.....	51
5.6 连接 ET 200AL 的电缆.....	54
5.7 接线	55
5.8 ET 200AL 标记	61
5.8.1 出厂标记	61
5.8.2 可选标记	62
5.8.3 安装标识标签	63

6	组态	64
7	组态控制（选件处理）	69
7.1	组态控制	69
7.2	组态	72
7.3	创建控制数据记录	74
7.3.1	简介	74
7.3.2	ET 200AL 分布式 I/O 系统的控制数据记录	76
7.3.3	ET200AL 分布式 I/O 系统中的数据记录反馈	79
7.3.4	组态控制示例	80
7.4	在 CPU 的用户程序中传送控制数据记录	83
7.5	运行期间的行为	85
8	调试	86
8.1	PROFINET IO	86
8.1.1	在 PROFINET IO 上调试 ET 200AL	86
8.1.2	在 PROFINET IO 上启动	88
8.1.3	PROFenergy	89
8.2	PROFIBUS DP	91
8.2.1	在 PROFIBUS DP 上调试 ET 200AL	91
8.2.2	在 PROFIBUS DP 上启动	93
8.3	标识和维护数据	95
8.3.1	读取并输入 I&M 数据	95
8.3.2	I&M 数据的数据记录结构	97
9	维护	100
9.1	更换模块	100
9.2	固件更新	102
9.3	将接口模块复位为出厂设置 (PROFINET)	103
9.4	对 F 模块错误的反应	106
9.5	清洁模块	108

10	技术数据	109
10.1	标准与授权	109
10.2	电磁兼容性	115
10.3	运输和存储条件	117
10.4	机械和气候环境条件	118
10.5	有关绝缘、保护等级、防护等级和额定电压的详细信息	121
10.6	IP65/IP67 模块的安全相关符号	122
A	ET200AL 标准模块与安全相关的关断	123
B	尺寸图	127
C	附件/备件	128
C.1	附件/备件	128
C.2	电缆	135
C.3	引脚分配和线芯颜色	146
	术语表	148
	索引	159

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

系统概述

2.1 什么是 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统？

SIMATIC ET 200AL

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统是一个可扩展的、高度灵活的分布式 I/O 系统，用于通过现场总线将过程信号连接到上一级控制系统。

此系统为客户带来的好处

易于使用

- 接头采用不同颜色编码，轻松完成设备接线
- 所有接口采用 CAx 兼容标签标识
- 可通过 STEP 7 (TIA Portal) 快速组态与调试
- 组态支持客户化定制，通过集成组态控制

节能增效

- 集成 PROFIenergy

设计紧凑

- 高 IO 组态限制采用 30 mm 或 45 mm 的模块宽度，每个 ET 200AL 最多安装 32 个模块
- 高防护等级 IP65/IP67
- 适合温度从 -30 °C/-25 °C 到 +55 °C, 加速度可达 10g



灵活装配

- 所有位置轻松装配，即使狭小空间内
- 通过设计为电缆的背板总线将安装模块在空间上分开 (= ET 连接)
- 灵活连接 PROFINET、PROFIBUS 或集成在 SIMATIC ET 200SP 系统中
- 采用 M8 和 M12 连接工艺，连接传感器和执行器

标准通信

- PROFINET IO
- PROFIBUS DP
- IO-Link
- PROFIsafe

强大的工艺功能

- 模块带有计数功能
- 故障安全模块

图 2-1 ET 200AL 优势

应用领域

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统尤其适用于狭小空间、移动式应用中的装配和处理技术。借助其可扩展的结构，用户可以根据自己的现场需求精确自定义具体组态。

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的防护等级为 IP65/IP67。该 IO 模块适用于室内机器或装配线上的分布式应用。

设置

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统由以下组件构成：

- 接口模块 (PROFINET/PROFIBUS)
- 数字量和模拟量 I/O 模块：
- 通信模块

在接口模块后面，可以组态 2 条线路 (ET-Connection)，每个具有 16 个模块。

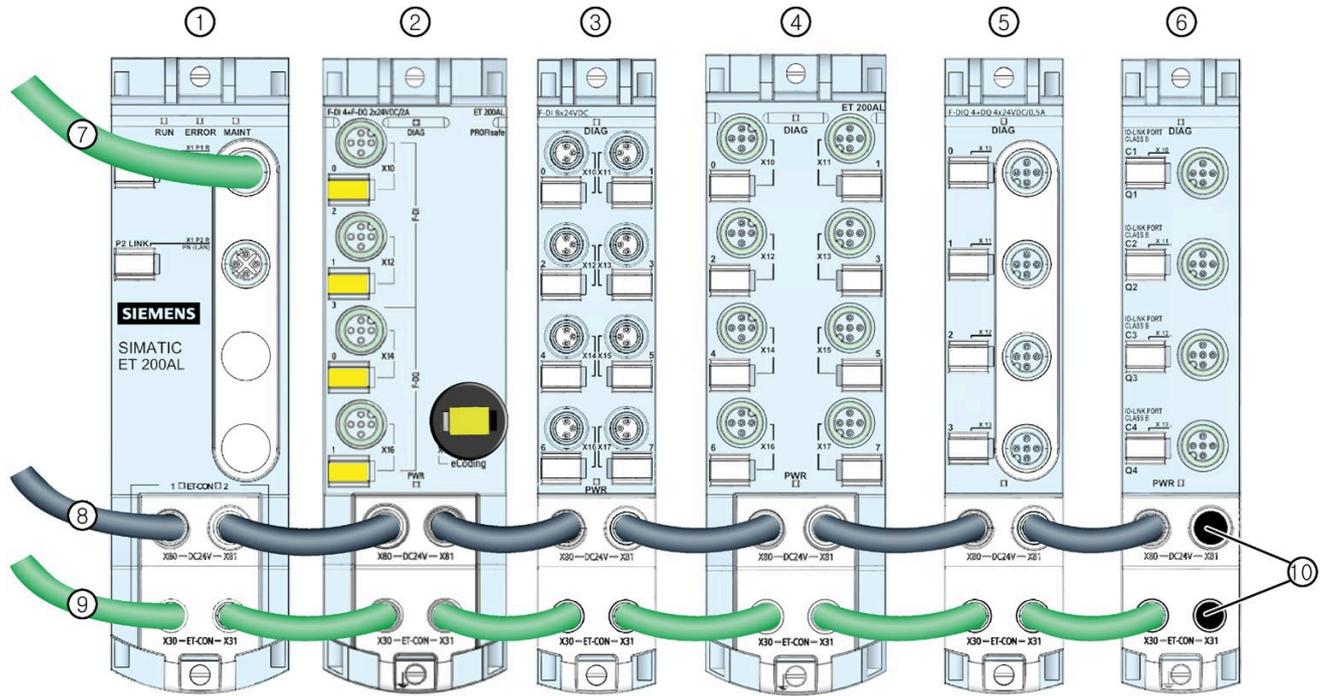
也可以在具有 BaseUnit BU-Send 和 BusAdapter BA-Send 1xFC 的 SIMATIC ET 200SP 分布式 I/O 系统上组态一条带有 16 个 I/O 模块的线路。

ET-Connection 背板总线被设计为一条电缆。使用该系统，模块间可留出最远 15 m 的空间距离。

2.1 什么是 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统？

组态示例

下图显示了带有 PROFINET 接口模块的 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态示例。



- ① 接口模块 (PROFINET)
- ② 故障安全数字量输入/数字量输出模块
- ③ 数字量输入/数字量输出模块
- ④ 数字量输出模块
- ⑤ 模拟量输入模块
- ⑥ 通信模块
- ⑦ PROFINET 电缆
- ⑧ 电源电缆
- ⑨ ET-Connection 电缆
- ⑩ 密封盖

图 2-2 ET 200AL 的组态示例

2.2 什么是故障安全自动化系统和故障安全模块？

故障安全自动化系统

故障安全自动化系统主要用于故障可能会影响人员和/或环境安全的应用中。因此，故障安全系统用于减少可能导致实际损失的危险或故障，其目的是确保将风险等级控制在容许的范围内。

F 系统用于在检测到故障时控制过程并提供安全工作状态。通过极高的诊断覆盖范围确保故障检测的全面性。检测到故障时，会采取适当的操作将受影响应用切换为安全状态。

F 系统提供通过详细的诊断和诊断消息提供改进的故障检测和故障定位功能。这是故障安全系统与标准系统最重要的区别。应考虑为本身就存在危险、并可能造成实际损失的应用使用故障安全系统。

Safety Integrated

Safety Integrated 是西门子自动化和驱动技术的集成安全解决方案。

针对安全系统，均采用久经验证的自动化技术与产品。Safety Integrated 包括完整的安全序列、各种传感器、执行器和故障安全模块以及控制器，通过标准现场总线进行安全通信。除了其实际功能外，驱动器和控制器还处理安全任务。

故障安全模块

故障安全模块（F 模块）和标准模块之间的主要差异是：故障安全模块的内部设计为两个通道。这意味着两个集成处理器互相监视，自动测试输入和输出电路，并在发生故障时将故障安全模块切换到安全状态。

F-CPU 根据安全型 PROFIsafe 总线规约与故障安全模块进行通信。

具有故障安全模块的 ET 200AL 的可能用途

利用具有故障安全模块的 ET 200AL，可以将采用安全技术的传统安装技术替换为 PLC 组件。这还包括取代急停开关、防护门监视和双手操作等开关设备。

ET 200AL 的故障安全模块支持与 STEP 7 Safety Advanced V17 或更高版本的选件包结合使用。

ET 200AL 的 F 模块可与 ET 200AL PROFINET 接口模块 (IM)、ET 200SP F-CPU 的直接 ET 连接或 ET 200SP IM 的直接 ET 连接结合使用（混合组态）。

2.2 什么是故障安全自动化系统和故障安全模块？

在 SIMATIC Safety F 系统中的使用方法

故障安全 ET 200AL 模块可与支持 PROFINET 和直接 ET 连接组态的 STEP 7 Safety Advanced V17 及更高版本以及 F-CPU 结合使用。

故障安全模块仅可在安全模式下使用。故障安全和非故障安全模块可合并到一个 ET 200AL ET 连接中。

可达到的安全等级

这些故障安全模块中集成有支持安全模式的诸多安全功能。

可以达到下表中的安全等级：

- 在 STEP 7 中进行的相应安全功能参数分配
- 故障安全和非故障安全 I/O 模块的特定组合
- 采用特定方式设置和接线传感器和执行器

表格 2-1 安全模式下，ET 200AL 可达到的安全等级

安全模式下的安全等级		
符合 IEC 61508	符合 ISO 13849-1	
SIL2	Cat.3	(PL) Performance Level d
SIL3	Cat.3	(PL) Performance Level e
SIL3	Cat.4	(PL) Performance Level e

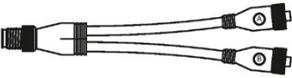
 警告
<p>安装的安全性能取决于各完整安全功能的设计与后续维护情况。</p> <p>SIMATIC 故障安全 CPU 和 ET 200AL 故障安全模块按照分类、规范和说明运行时，其具有的逻辑处理元件可达到认证的安全完整性等级。</p> <p>未遵循此规定可能造成损坏或导致操作无法预测，进而产生致命或严重的人身伤害和/或财产损失。</p> <p>未达到所需安全等级，需要选择工厂的所有组件，并按照接受的安全标准和实践构建和维护这些组件。</p>

2.3 组件

ET 200AL 分布式 I/O 系统的组件

下表显示并说明了 ET 200AL 分布式 I/O 系统的最重要组件的功能。

表格 2-2 ET 200AL 分布式 I/O 系统的组件

组件	功能	视图
用于 PROFINET IO 的接口模块	<ul style="list-style-type: none"> 此接口模块将 ET 200AL 分布式 I/O 系统与 IO 控制器相连 通过 ET-Connection 与 I/O 模块交换数据 	
用于 PROFIBUS DP 的接口模块	<ul style="list-style-type: none"> 此接口模块将 ET 200AL 分布式 I/O 系统与 DP 主站相连 通过 ET-Connection 与 I/O 模块交换数据 	
I/O 模块	<ul style="list-style-type: none"> I/O 模块构成与过程的接口 通过连接的传感器和执行器，记录和控制当前过程状态 	
eCoding 插头连接器	配有可重写电子存储器、用于存储模块特定的故障安全地址数据（例如 F 目标地址）的电子编码元件	
Y 型电缆	<p>Y 型电缆用于将多个执行器或传感器连接至输入或输出。Y 型电缆分为两种类型：</p> <ul style="list-style-type: none"> Y 型电缆：将模块的输入或输出连接至多个执行器或传感器。 反向 Y 型电缆：将 F 模块的多个故障安全输入或输出与一个或多个传感器和执行器相连 	
标识标签	<ul style="list-style-type: none"> 标识标签随模块提供，并可以印刷在机器上 可单独订购白色或黄色故障安全模块 	

2.3 组件

组件	功能	视图
总线电缆和 ET-Connection 的 M8 连接器	总线电缆在模块间建立总线连接	
电源电缆以及电源的 M8 连接器	电源电缆为模块供电	
剥线工具 ET-Connection	该剥线工具适用于剥线 ET-Connection 总线电缆	

应用规划

3.1 硬件配置

最大机械组态

下表列出了机械组态的规则。只要满足下面任一规则，即实现了最大组态。

表格 3-1 ET 200AL 接口模块的最大机械组态

特性	规则（最大）	
	接口模块，固件版本 V1.0.0 及以上版本	接口模块，固件版本 V1.0.1 及以上版本
组态中 ET 200AL I/O 模块的数量	32	
ET-Connection 的出口数量	2	
每个 ET-Connection 出口的 I/O 模块数	16	
每条 ET-Connection 线路的空间扩展	160 m	240 m
模块间的电缆长度	10 m	15 m

表格 3-2 ET 200SP 接口模块的最大机械组态

特性	规则（最大）	
	接口模块，固件版本 V3.0.0 及以上版本	接口模块，固件版本 V3.3.0 及以上版本
组态中 ET 200AL I/O 模块的数量	16	
ET-Connection 的出口数量	1	
ET-Connection 线路的空间扩展	160 m	240 m
模块间的电缆长度	10 m	15 m

3.1 硬件配置

表格 3-3 ET 200SP CPU 的最大机械组态

特性	规则（最大）
	CPU，固件版本 V2.0.0 及以上版本
组态中 ET 200AL I/O 模块的数量	16
ET-Connection 的出口数量	1
ET-Connection 线路的空间扩展	240 m
模块间的电缆长度	15 m

最大电气组态

一个电位组的可用 I/O 模块数受以下条件限制：

- 这些 I/O 模块的功率需求
- 通过这些 I/O 模块供电的组件的功率需求

I/O 模块的最大接入电流为 4 A，电源电压为 1L+（未接通），负载电压为 2L+（接通）。在达到最大馈电电流时，必须打开一个新的电位组。

参考

更多信息，请参见“连接 ET 200AL 的电缆 (页 54)”部分。

3.2 ET-Connection 的组态方式

3.2.1 ET 200AL 具有 ET-Connection

每个 ET 200AL 接口模块具有 2 个 ET-Connection 连接

从每个 ET-Connection 可以设置一条最多具有 16 个 ET 200AL I/O 模块的线路。

ET-Connection1

下图显示了 IP65/IP67 环境中具有一条 ET-Connection 线路的组态。

接口模块

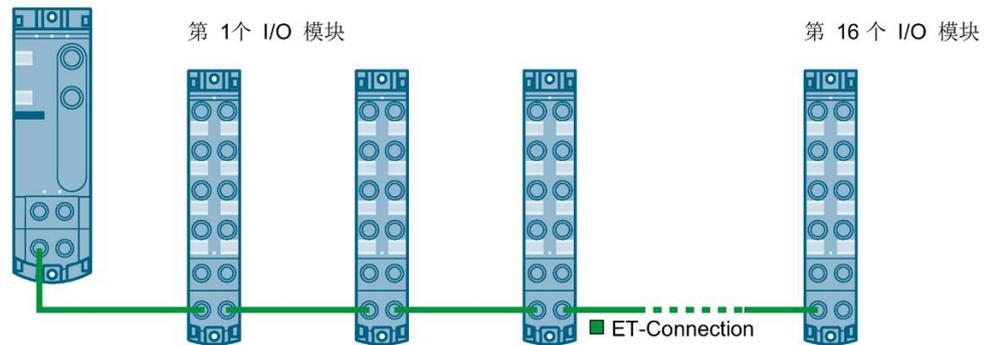


图 3-1 ET 200AL 具有 ET-Connection1

ET-Connection1 和 ET-Connection2

下图显示了 IP65/IP67 环境中具有两条 ET-Connection 线路的组态。

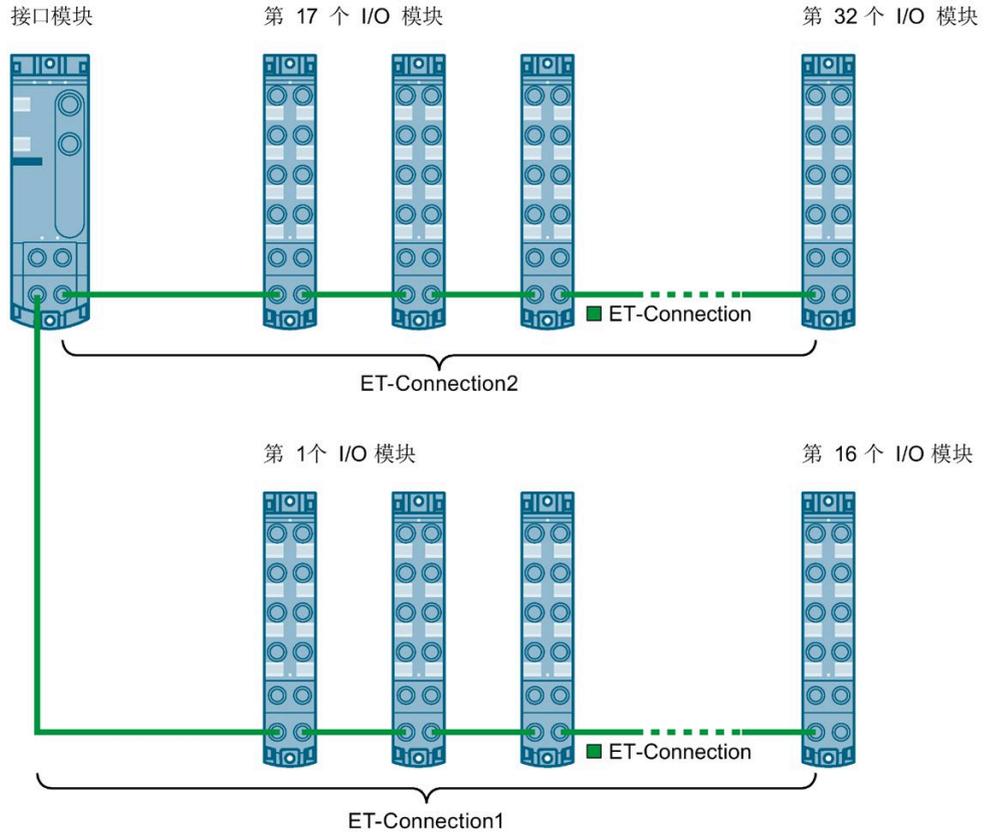


图 3-2 具有 ET-Connection1 和 ET-Connection2 的 ET 200AL

3.2.2 混合组态具有 ET-Connection 的 ET 200AL/ET 200SP

混合组态 ET 200AL 和 ET 200SP

可以将分布式 I/O 系统 ET 200AL (IP65/IP67) 的标准模块和故障安全 I/O 模块集成到分布式 I/O 系统 ET 200SP (IP20) 的组态中。可在 ET 200AL 分布式 I/O 系统中随意组合故障安全和非故障安全模块。

下图显示了 ET 200AL 和 ET 200SP 分布式 I/O 系统的模块组合。

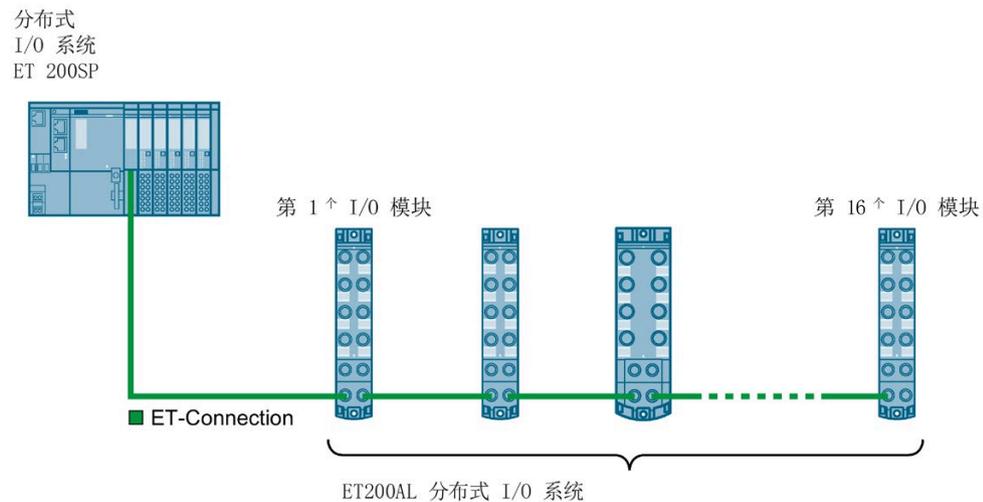


图 3-3 具有 ET-Connection 的 ET 200SP 和 ET 200AL 混合组态

要求

对于混合组态，需要至少具有以下组件：

- 接口模块或 CPU

说明

使用带有 F 模块的 F-CPU

在 ET 200AL 中使用故障安全模块时，还必须使用故障安全 CPU。

- BaseUnit BU-Send，带有 BusAdapter BA-Send 1xFC
- ET-Connection 电缆预装在一侧
- 电源电缆预装在一侧

3.2 ET-Connection 的组态方式

规则

创建混合组态时，必须遵守以下规则：

- ET 200SP 分布式 I/O 系统的总线长度最大为 1 m
(不含接口模块，但包含 BU-Send、BA-Send 1×FC 和服务模块)。
- 最多有 16 个 ET 200AL I/O 模块可以连接到 ET-Connection。
- 两个模块间 ET-Connection 的总线电缆最大长度为 15 m。

规则

下表简要列出了 ET 200AL I/O 模块与 ET 200SP 组合使用时的功能概况。

功能	混合组态		
	ET 200SP		ET Connection 上的 ET 200AL I/O 模块
	IM	CPU	
等时同步模式	●	--	--
组态控制	●	●	●
共享设备	●	●	●
PROFenergy	● ¹	--	● ¹
系统冗余 S2	● ²	--	● ²

1) 故障安全 I/O 模块 F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A, 4xM12 不支持 PROFenergy

2) 带有 IM 155-6 PN/3 HF 和 IM 155-6 PN/2 HF V4.2 或更高版本

有关混合组态的详细信息，敬请访问这里

(<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/100300517>)。

操作步骤

具体顺序，请观看视频 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95886672>)

要创建一个多层组态，请按以下步骤操作：

1. BaseUnit BU-Send 直接安装在 ET 200SP 接口模块或 ET 200SP CPU 的右侧。
2. 然后为 ET 200SP 分布式 I/O 系统和服务模块安装其它 BaseUnit/I/O 模块。
3. 通过总线电缆，将 ET-Connection 连接到 BusAdapter BA-Send 1×FC 中，然后安装在 BaseUnit BU-Send 上。
4. 使用 BaseUnit BU-Send 拧紧 BusAdapter BA-Send 1×FC（拧紧一圈扭矩为 0.2 Nm）。请使用带有 3 到 3.5 mm 刀片的螺丝刀来执行此操作。
5. 将 ET-Connection（带有 M8 插头）的总线电缆的另一端连接到第一个 ET 200AL I/O 模块（插座 X30 ET-Connection IN）。
6. 将电源电压 (24 V DC) 连接到 ET 200AL I/O 模块（X80 插头）。

安装

4.1 基本知识

简介

ET 200AL 分布式 I/O 系统的所有模块都设计了 IP65/IP67 防护等级。这表示可以在用户设备中直接安装此系统。

安装位置

可以将 ET 200AL 分布式 I/O 系统安装在任意位置。

最小间隙

在环境温度为 50 °C 或更高时，请确保安装的模块与相邻模块或其它设备至少间隔 1 cm。

安装规则

安装模块时，不需要遵守任何特别规则。

说明

模块的安装

仅在断开电源电压时安装 ET 200AL 分布式 I/O 系统。

4.2 安装模块

简介

ET 200AL 分布式 I/O 系统的模块设计为安装在表面坚固的平面上。

由于模块中具有轴对称钻孔，用户可以选择使用四爪螺母将模块固定在铝型材上。

下图显示了可以安装模块的铝型材。

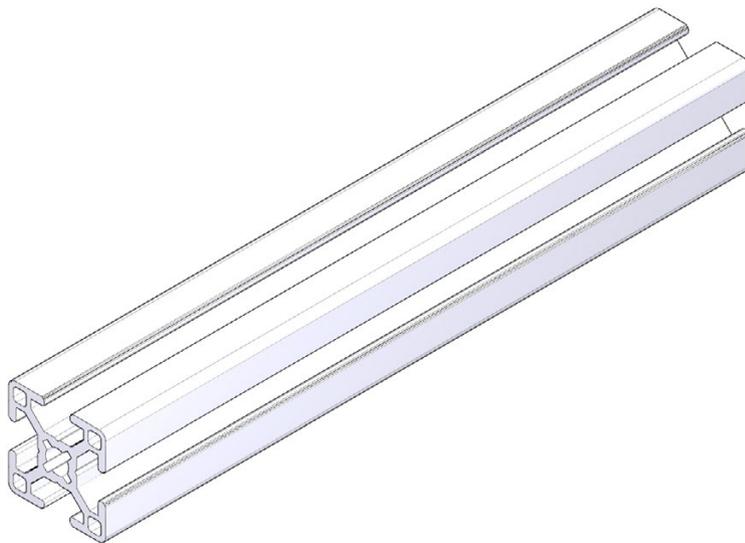


图 4-1 铝型材

所需工具

在安装时，需要螺丝刀或内六角扳手。

所需的螺钉

下表显示并说明了安装模块所需的螺钉类型。

表格 4-1 推荐的螺钉

螺钉类型	说明
符合 DIN EN ISO 1207 / DIN EN ISO 1580 标准的 M4 沉头螺钉	螺钉长度必须至少为 30 mm。 如需使用垫圈，则可使用 DIN EN ISO 7089/DIN EN ISO 7090 垫圈。
符合 DIN EN ISO 4762 的 M4 内六角螺钉	

4.2 安装模块

模块的钻孔

ET 200AL 分布式 I/O 系统的所有模块采用统一的钻孔模式。

- 所有模块外壳都是轴对称的。
- 对于所有模块，顶部和底部钻孔间的距离都是相同的。

安装接口模块和 45 mm I/O 模块（正面）

具体顺序，请观看视频 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95886672>)

接口模块与 45 mm I/O 模块的顶部和底部都有连接点。

要安装接口模块或 45 mm 的 I/O 模块，请按以下步骤操作：

1. 钻出 2 个直径为 4.5 mm，间隔 149.6 mm 的紧固孔。
2. 用螺钉将接口模块或 45 mm I/O 模块固定到两个紧固点上（紧固扭矩为 1.2 Nm）。

下图显示了紧固 IM 157-1 PN 接口模块和 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 45 mm I/O 模块的尺寸。

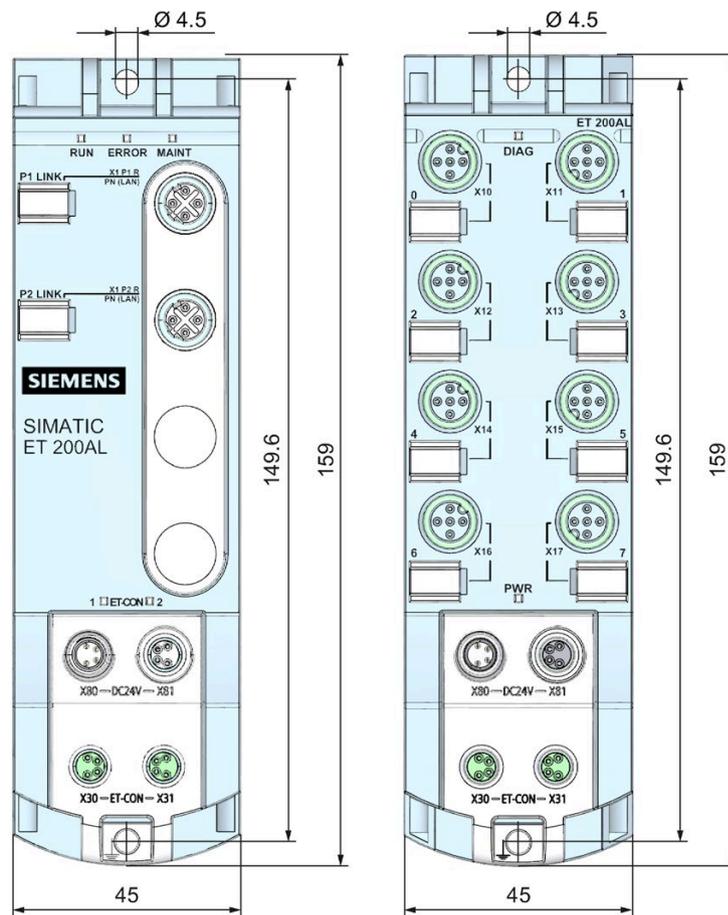


图 4-2 接口模块和 45 mm I/O 模块的安装尺寸

安装 30 mm I/O 模块（正面或侧面）

具体顺序，请观看视频 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95886672>)

30 mm I/O 模块的顶部和底部都有连接点。也可以将 30 mm I/O 模块固定在侧面。在侧面固定时，必须使用自带的垫片。

要安装 30 mm 的 I/O 模块，请按以下步骤操作：

- 1. 钻出 2 个直径为 4.5 mm，间隔 149.6 mm 的紧固孔。
- 2. 使用自带的垫片将 I/O 模块在顶部和底部固定到侧面（与紧固表面相邻的一面）。
- 3. 用螺钉将 I/O 模块固定到两个紧固点上（紧固扭矩为 1.2 Nm）。

下图以 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 I/O 模块为例，显示了 30 mm I/O 模块的紧固尺寸。

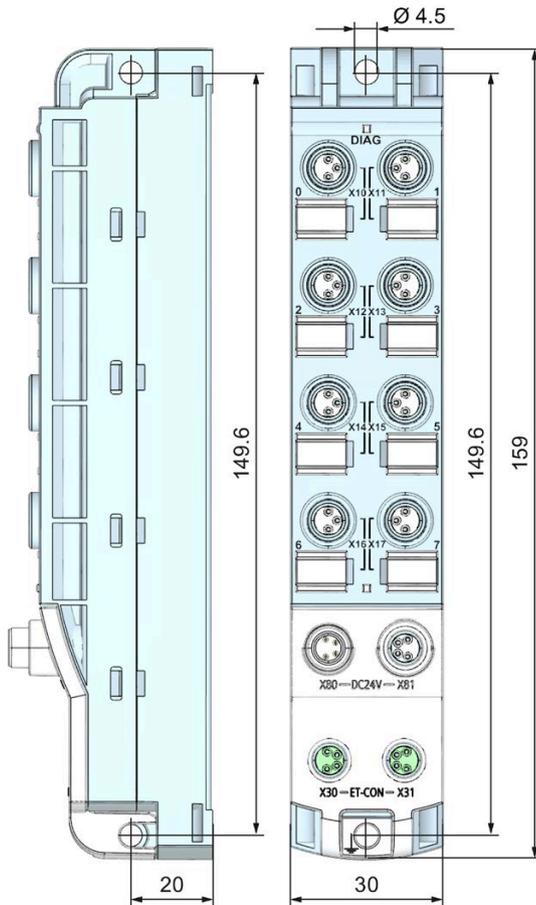


图 4-3 30 mm I/O 模块的安装尺寸

电缆扎带固定

ET 200AL 分布式 I/O 系统的所有模块都有针对电缆扎带的集成连接点。连接点位于模块的全部四个角上。

下图显示了左上角针对用于紧固电缆的 2.5 mm 宽电缆扎带的连接点。

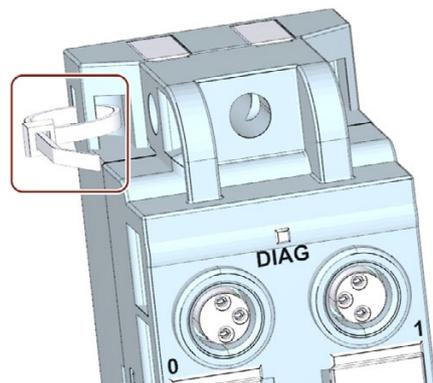


图 4-4 左上角针对电缆扎带的连接点

连接

5.1 操作规则 and 规定

简介

根据应用领域的不同，ET 200AL 分布式 I/O 系统作为设备和系统的一个组件，要求用户遵守特定的规则 and 规定。

本部分概要说明了在设备 or 系统中集成 ET 200AL 分布式 I/O 系统时要遵循的一些最重要的规则。

具体应用

请遵守适用于具体应用的安全 and 事故预防规定（如，机器指令）。

紧急停止设备

符合 IEC 60204 标准（对应于 DIN VDE 113）的紧急停止设备必须在设备 or 系统的所有操作模式下都保持有效。

排除系统危险状况

不允许出现危险工厂状态。

即使在以下情况中，也需确保不出现危险系统状态：

- 发生电压骤降 or 断电时
- 电压骤降 or 断电后工厂重新启动时
- 与 PROFINET 的通信中断后 ET 200AL 分布式 I/O 系统重新启动时

必要时，可强制执行急停。

在“急停”解锁后，不允许执行不受控 or 未定义的启动操作。

电缆 and 电线

确保使用的电缆（包括连接器）经批准可以在至少 70 °C 的温度下连续工作。

外部熔断器 / 开关

要满足具体应用中的电缆和设备保护标准要求，必需安装外部熔断器和开关。

SELV/PELV 电源的线路电压

下面描述了对于线路电压必须关注的方面（有关更多信息，请参见“有关绝缘、保护等级、防护等级和额定电压的信息（页 121）”部分）：

- 对于不带多极断路器的固定设备或系统，在建筑物安装中必须使用断路器装置（多极）。
- 对于负载电流电源，组态的额定电压范围必须与当地的线路电压相匹配。
- 对于 ET 200AL 分布式 I/O 系统的所有电源电路，线路电压与额定值的波动/偏离值必须在允许的容差范围内。

24 V DC 电源

下面说明了对于 24 V DC 电源需要注意哪些方面：

- 对于建筑物：
在因过压引起的危险情况下，必须采取针对外部避雷的避雷措施（例如，使用避雷元件）。
- 对于 24 V DC 电源线路和信号线路：
在因过压引起的危险情况下，必须采取针对外部避雷的避雷措施（例如，使用避雷元件。有关更多信息，请参见功能手册《设计防干扰型控制器 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59193566>)》）。

5.1 操作规则 and 规定

- 对于 24 V DC 电源：
确保低压的安全（电气）隔离 (SELV/PELV)，符合标准 IEC 61010-2-201 或 IEC 60950-1。
必须使用 UL/IEC 认证的 24 V DC/4 A 熔断器（触发器特性为 B 类或 C 类）保护所有馈入电压的安全。
- 如果故障安全模块使用 28.8 V DC 以上的电压连续运行，则可能导致人员受伤和设备损坏。

 警告
<p>如果故障安全模块使用 28.8 V DC 以上的电压连续运行，则可能导致人员受伤和设备损坏。</p> <p>“电磁兼容性”部分中规定的来自某些源阻抗的瞬变（例如根据 EN 61000-4-2、61000-4-4 和 61000-4-5）可作用于该电压，而不会造成中断操作或导致损坏。</p> <p>请在技术规范中规定的电压参数范围内运行故障安全模块，这将避免不可接受的温度升高和热损坏导致模块无法实现其功能。</p>

发生电源中断时的电源要求

为确保符合 IEC 61131-2 的规定，仅可使用电源故障桥接时间至少为 20 ms 的电源装置/电源。同时，还需满足产品标准中有关电压中断的具体要求（如，EN 298 标准中的“燃烧器”要求为 30 ms）。有关电源组件的最新信息，请访问 Internet。

防止外部电气影响

下面描述了对于预防电气影响和/或故障，必须关注的方面：

- 对于集成了 ET 200AL 分布式 I/O 系统的所有设备或系统，必须确保设备或系统功能性接地，以引导电磁干扰。
- 对于电源线、信号线和总线，必须确保正确铺设这些线缆并且正确安装。
- 对于信号线和总线，必须确保断路或绕线不会导致设备或系统出现未定义的状态。

参考

更多信息，请参见功能手册“设计防干扰型控制器 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59193566>)”。

5.2 带有故障安全模块的 ET 200AL 的其它操作规则 and 规定

5.2.1 适用于故障安全模块的安全超低电压 (SELV、PELV)



警告

故障安全模块必须在安全超低电压 (SELV、PELV) 下运行。

更多关于安全超低电压 (SELV、PELV) 的信息, 可参见相应电源的数据表。

故障安全模块的额定工作电压为 24 V DC。容差范围为 20.4 V DC 到 28.8 V DC。

在从 28.8 V DC 到 35 V DC 的过电压范围内, F 模块以故障安全方式进行响应, 钝化输入和输出。对于超过 35 V DC 的过电压, F 模块会永久断电。

请使用不超过 $U_m = 35$ V DC 的电源装置, 即使在发生故障时也是如此。更多信息, 请参见发生内部错误时数据表中有关过电压保护的信息。也可以采用适当的方法来限制电压, 例如使用过电压保护器。

能够以任何形式提供电能的系统组件都必须满足此条件。

系统中使用的所有附加电路 (24 V DC) 都使用安全超低电压 (SELV、PELV)。请参见相关数据表或与制造商联系。

带有外部电源的传感器和执行器也可连接到 F 模块上, 但需确保由安全特低电压 (SELV、PELV) 为这些组件进行供电。24 V DC 数字量模块的过程信号不得超过发生故障时的故障电压 U_m 。



警告

即使在发生故障时, 也不能超过接口模块的电源 (总线电压) 和负载电压间允许的电位差。

为了满足此要求, 外部的直接电气连接是单向的。这样可防止电位差在个别电源处引起电压增加, 而电压增加会导致超过故障电压 U_m 。

抗浪涌电压

为达到燃烧器控制的产品标准 (EN 298), 接线必须配有外部保护装置, 以免因闪电导致耦合浪涌电压。更多相关信息, 请参见功能手册“设计防干扰型控制器

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59193566>)”。

5.2.2 故障安全模块的传感器和执行器要求

对于传感器和执行器的常规要求

对于传感器和执行器的安全相关使用，请注意以下重要信息：

 警告
请注意，带有传感器和执行器的仪表要承担很大的 安全责任 。另请牢记，传感器和执行器的寿命通常不会达到 IEC 61508:2010 中定义的检验间隔（没有显著安全损失的情况下，间隔为 20 年）。
安全功能发生危险故障的概率和发生危险故障的严重度必须符合 SIL 定义的上限。可在 F 模块技术规范中的“故障安全性能特性”下找到 F 模块达到的值的列表。
要达到所需的安全级别，需要使用合适的合格传感器和执行器。

其它传感器要求

一般规则：要达到 SIL3/Cat.3/PLe，只需使用一个单通道传感器。不过，要使用单通道传感器达到 SIL3/Cat.3/PLe，传感器自身必须达到 SIL3/Cat.3/PLe；否则传感器必须连接到两个通道才能达到此安全级别。

要达到 SIL3/Cat.4/PLe，传感器必须连接到两个通道。

 警告
在故障安全输入模块上检测到故障后，将向 F-CPU 输出“0”值。因此需要确保按照这种方式实现传感器，以确保在传感器处于“0”状态时安全程序的反应可靠。
示例：急停传感器必须在其安全程序中使相应执行器在状态为“0”（急停按钮被按下）时关闭。

传感器信号的持续时间要求

 警告
<p>遵守对于传感器信号的以下要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 为确保通过带有输入的故障安全模块正确检测传感器信号，需要确保传感器信号以最短持续时间输出。 • 要实现可靠的脉冲检测，要求两次信号变化之间的时间间隔（脉冲持续时间）必须大于 PROFIsafe 监视时间。

带有输入的 F 模块的可靠检测

对于带有输入的 F 模块，传感器信号的最短持续时间取决于组态的输入延时、传感器电源的短路测试参数以及为 1oo2 评估组态的误差特性。信号时间必须大于所组态应用的最大响应时间。有关计算最大响应时间的信息，请参见相应 F 模块的“响应时间”部分。

传感器信号的最大允许切换频率取决于最小持续时间。

对于执行器的附加要求

故障安全输出模块以固定间隔测试输出。F 模块将暂时关闭激活的输出，并在需要时开启取消激活的输出。您可以使用参数分配测试脉冲的最大持续时间（暂时禁用期和暂时激活期）。

在此测试期间，为实现快速响应，高速执行器可能会暂时脱离或被激活。如果过程不容许这样做，应相应设置暂时激活测试或暂时禁用测试的脉冲持续时间或使用具有足够延时的执行器。

 警告
<p>如果执行器的开关电压高于 24 V DC（例如，230 V AC），则故障安全输出模块的输出和承载更高电压的器件的输出必须进行电气隔离（根据 IEC 60664-1）。对于继电器和接触器通常如此。对于半导体开关设备，必须特别注意此方面。</p>

传感器和执行器的技术规范

请参见故障安全模块的手册以了解有助于选择传感器和执行器的技术规范。

5.2.3 数字量输入/输出信号的串扰

如果故障安全数字量输出信号和故障安全数字量输入信号通过一根电缆进行路由传输，则 F-DQ 通道可能发生回读错误。

原因：容性串扰

在输出或输入的传感器电源的位模式测试期间，因线路耦合电容而引起的输出驱动的急剧变化可能会导致与其它未激活的输出或输入通道形成串扰。这种情况可能会导致这些通道中的回读电路产生响应。如果检测到交叉电路/短路，将导致安全断开。

补救措施：

- 用于故障安全 DQ 模块和非故障安全 DQ 模块的独立电缆
- F-DQ 通道和 F-DI 通道各自使用单独的电缆
- 在输出中使用耦合继电器或二极管
- 如果安全级别要求允许禁用传感器电源测试，请禁用。

原因：磁串扰

请注意，连接到 F-DQ 通道的感性负载会对强磁场进行电容耦合。

补救措施：

- 可在空间上将感性负载与磁场隔断或采用屏蔽层来抵抗磁场。
- 将回读时间组态为 50 ms 或更高。

5.3 在接地/非接地馈电上运行 ET 200AL

简介

下面提供了有关接地输入电源上 ET 200AL 分布式 I/O 系统的整体组态 (TN-S 网络) 的信息。讨论的具体主题包括：

- 符合 IEC 60364 (对应于 DIN VDE 0100) 和 IEC 60204 (对应于 DIN VDE 0113) 标准的切断设备、短路和过载保护
- 负载电流电源和负载电路
- ET 200AL 分布式 I/O 系统的电源电压

接地性供电

在接地输入电源中，电源系统的中性导线接地。火线和地面或设备接地部分之间的单个接地故障会导致保护性设备跳闸。

电源电压

ET 200AL 分布式 I/O 设备采用 SELV/PELV 电源电压 1L 供电+。所提供的 SELV/PELV 负载电压 2L+ 可开关，具体取决于应用。

- 1L+：电源电压 (非开关式)
- 2L+：负载电压 (开关式)

安全电气隔离 (SELV/PELV)

运行 ET 200AL 分布式 I/O 系统时，主要设备/电源模块需带有安全电气隔离 SELV/PELV。这些电源/电源模块必须符合 IEC 61010-2-201 要求。

SELV/PELV 电路的接线必须与非 SELV/PELV 电路的接线进行分隔。或者，所有导线的绝缘材料尺寸需满足高压要求。

注意
在潮湿环境中运行
在潮湿环境中运行时，其它 SELV/PELV 电压限制条件需符合 IEC 61010-2-201 要求。

5.3 在接地/非接地馈电上运行 ET 200AL

使用接地参考电位组态 ET 200AL

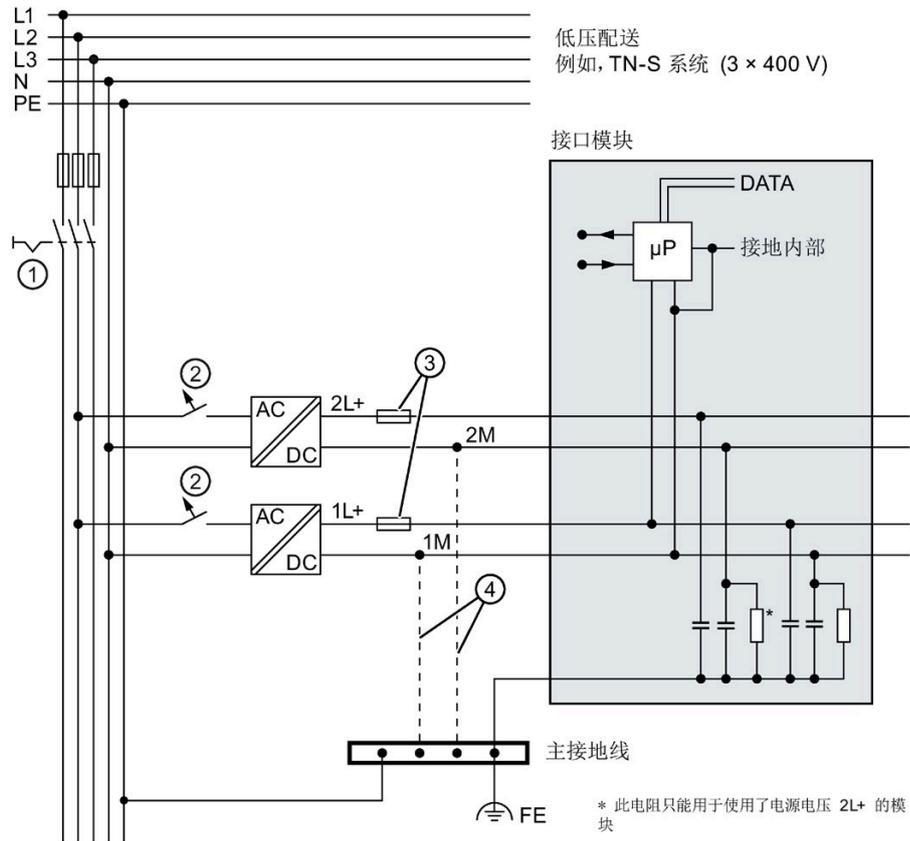
在使用接地参考电位组态 ET 200AL 分布式 I/O 系统时，干扰电流会导入到功能性接地。这些连接必须在外部连接（1M 和 FE 之间的连接）。

使用非接地参考电位组态 ET 200AL

在使用非接地参考电位组态 ET 200AL 分布式 I/O 系统时，干扰电流通过内部 RC 网络导入到功能性接地（1M 和 FE 之间无外部连接）。

完整组态的 ET 200AL

下图以接口模块为例，显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整电气组态。



- ① 主开关
- ② 短路和过电压保护
- ③ 保护电缆的熔断器（4 A 时自动断开电路）
- ④ 在使用非接地参考电位组态 ET 200AL 分布式 I/O 系统时，1M、2M 和 FE 之间无连接。

图 5-1 电气组态

组件和保护措施

在安装整个设备时指定各种组件和保护措施。组件的类型和所需保护措施的强制等级取决于适用于设备安装的 IEC 规定。

下表列出了上图中所示的电气组态组件，并与 IEC 规定进行了相应比较。

表格 5-1 电气组态的组件

	引用的插图	IEC 60364 (DIN VDE 0100)	IEC 60204 (DIN VDE 0113)
控制器、传感器和执行器的切断元件	①	主开关	隔离开关
短路/过载保护	②	单极电路保护 使用断路器 (24 V DC/4 A) 保护所有接入的 电源电缆。	使用接地辅助电路的单 极进行保护
电缆保护	③	保护电缆和电线避免过 电流	-

绝缘监视

在以下情况下，必须提供绝缘监视。

- 在使用非接地参考电位组态 ET 200AL 分布式 I/O 系统时
- 在由于发生错误，可能出现危险系统状况时

5.4 ET 200AL 的电气组态

电气隔离

在对 ET 200AL 分布式 I/O 系统进行电气组态时，以下组件之间存在电气隔离：

- 负载电压 2L+ 和所有其它开关部件
- 接口模块的通信接口 (PROFINET/PROFIBUS) 和所有其它开关部件
- ET-Connection 和所有其它开关部件

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统的模块的电位条件。

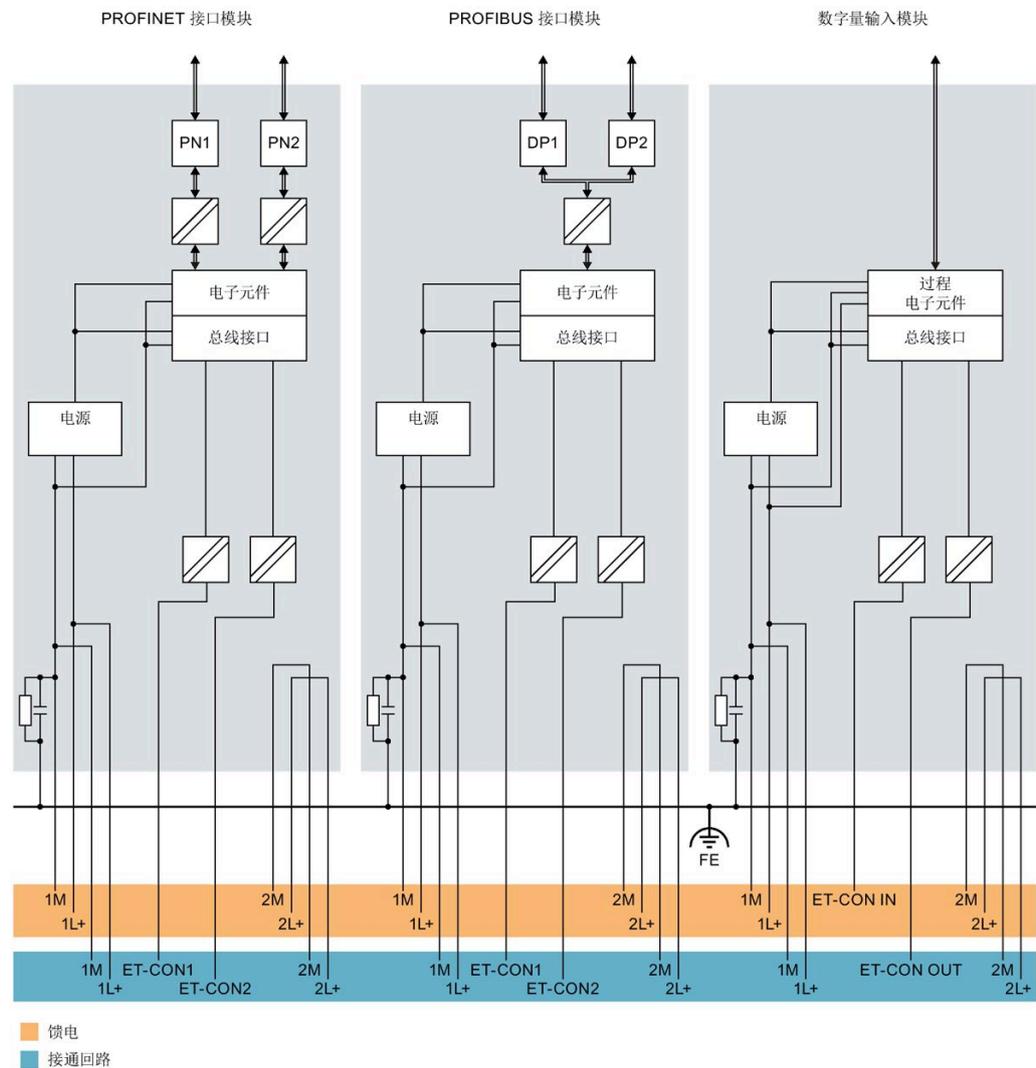


图 5-2 ET 200AL 分布式 I/O 系统的电位条件（第 1 部分）

5.4 ET 200AL 的电气组态

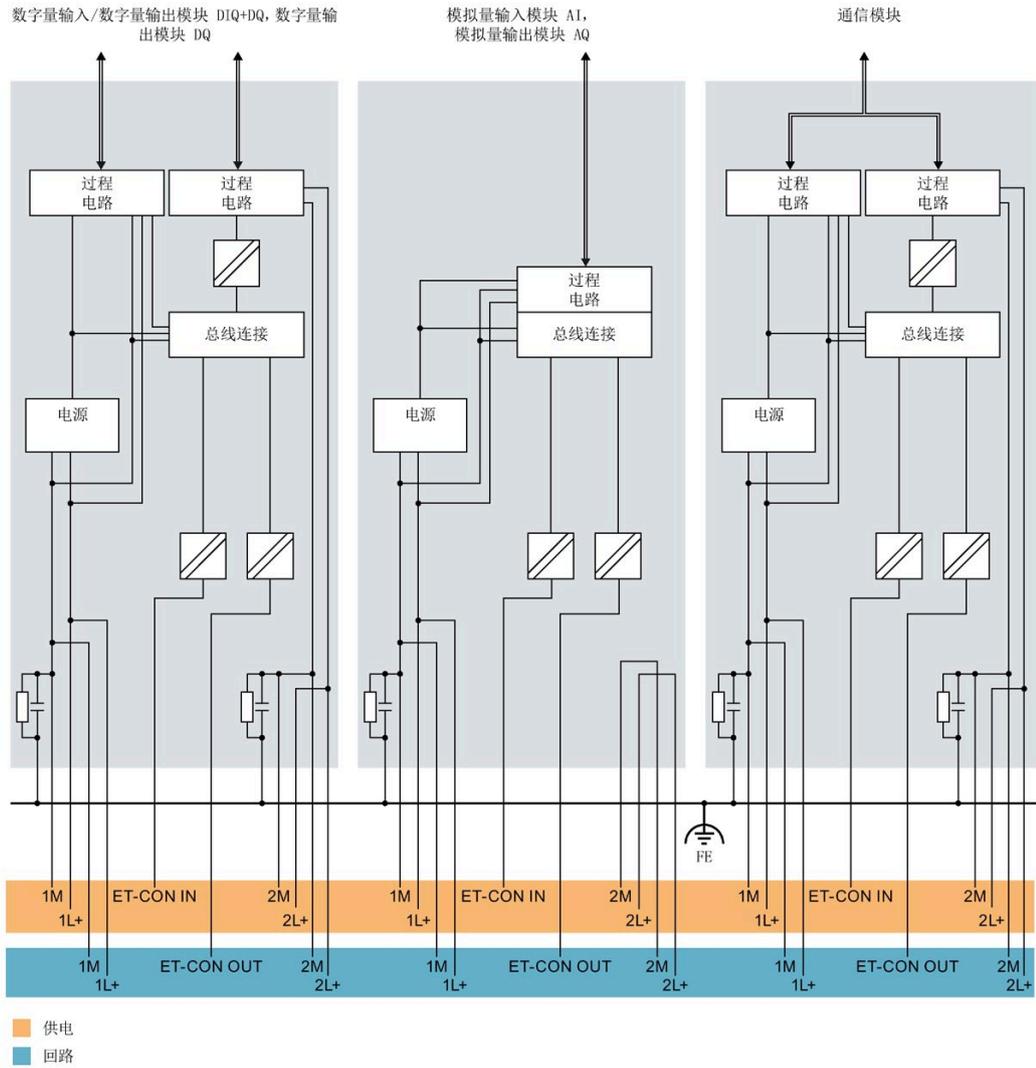


图 5-3 ET 200AL 分布式 I/O 系统的电位条件 (第 2 部分)

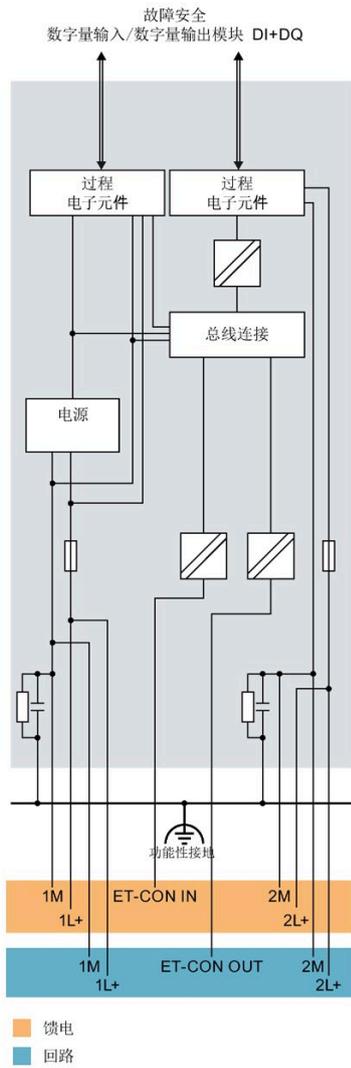


图 5-4 ET 200AL 分布式 I/O 系统的电位条件 (第 3 部分)

数字量输出与数字量输入的连接

注意

注意电位组

当数字量输出连接到数字量输入时，请注意电位组。根据具体组态，1M 和 2M 可能已连接，导致 1L+ 和 2L+ 之间的电气隔离被消除。补偿电流可能会损坏数字量模块。



警告

注意安全相关关断的电位组

当数字量输出连接到数字量输入时，请注意电位组。根据具体组态，1M 和 2M 可能已连接，导致 1L+ 和 2L+ 之间的电气隔离被消除。
如果电气隔离消失，则不允许安全相关关断。

电缆保护

根据 IEC 60364 标准，可能需要保护电缆，即必须始终从外部保护接入的线路。

必须使用 UL/IEC 认证的 24 V DC/4 A 熔断器（触发器特性为 B 类或 C 类）保护所有馈入电压的安全。

组态的电源

分布式 I/O 系统 ET 200AL 支持以下两种电压组：1L+（电源电压）和 2L+（负载电压）

以所需的电压为组态的所有模块供电时，可能还需要另一个馈电。组态不同的电位组时，由于电压下降，电源电压 1L+ 和 2L+ 不足以为所有模块供电，因而可能需要对其进行更新。需要在所选的电压馈入点之间实现功率平衡。

说明

打开和关闭 1L+ 与 2L+

与负载电压 2L+ 相反，电源电压 1L+ 的操作开关影响模块的重新启动。

下图显示了模块具有新电压馈入时的组态。不同的电位组使用了灰色背景。

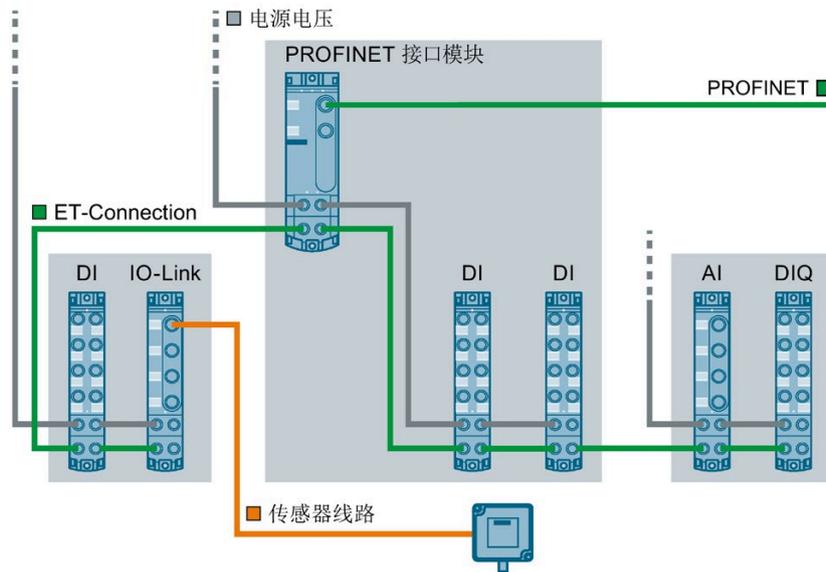


图 5-5 电源接线

参考

更多信息，请参见“连接 ET 200AL 的电缆 (页 54)”部分中的电气组态和电压下降信息。

5.5 将 ET 200AL 连接到功能性接地

简介

必须将 ET 200AL 分布式 I/O 系统连接到功能性接地 (FE)

什么是功能性接地？

所有 ET 200AL 模块均提供功能性接地连接。此连接用于抑制对干扰的敏感度，但不用于保护目的。使用功能性接地连接，可以直接与系统点或屏蔽点建立电气连接。这样可以直接将 EMC 干扰导入地面。通过引导 EMC 干扰，可以增强整个模块的抗干扰能力。

下图显示了 ET 200AL 模块上用于标识功能性接地连接的符号。

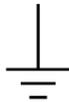


图 5-6 功能性接地

5.5.1 在导电底座上安装 ET 200AL

要求

用于安装模块的导电底座

所需工具

要连接到功能性接地，需要以下工具：

- 螺丝刀

需要的附件：

要连接到功能性接地，需要以下附件：

- 2 个 M4 紧固螺钉。

安装

要使用导电安装底座将 ET 200AL 分布式 I/O 系统的模块连接到功能性接地，请按以下步骤操作：

1. 钻出两个紧固孔。
2. 以 1.2 Nm 的扭矩用 M4 紧固螺钉拧紧模块。

说明

用导电安装底座接地

在导电的接地底座上固定 ET 200AL 分布式 I/O 系统的模块时，底部的紧固螺钉提供与接地电位的导电连接。

请确保模块和地下导体以及地下导体和功能性接地之间有低阻抗连接。

参考

有关安装模块的更多信息，请参见“安装模块 (页 29)”部分。

5.5.2 在非导电底座上安装 ET 200AL 模块

要求

用于安装模块的导电底座

所需工具

要连接到功能性接地，需要以下工具：

- 螺丝刀
- 剥线工具
- 压接工具

5.5 将 ET 200AL 连接到功能性接地

需要的附件：

要在非导电紧固底座上连接到功能性接地，需要以下附件：

- 2 个 M4 紧固螺钉。
- 适用于 M4 螺钉的电缆接头
- 最小横截面为 4 mm² 的接地电缆（铜质编织电缆）

安装

要将 ET 200AL 分布式 I/O 系统的模块连接到功能性接地，请按以下步骤操作：

1. 钻出两个紧固孔。
2. 剥去接地电缆的外皮。
3. 将电缆接头固定到接地电缆上。
4. 以 1.2 Nm 的扭矩用 M4 紧固螺钉拧紧模块和电缆接头。

下图以 IM 157-1 PN 接口模块为例显示了如何连接功能性接地。

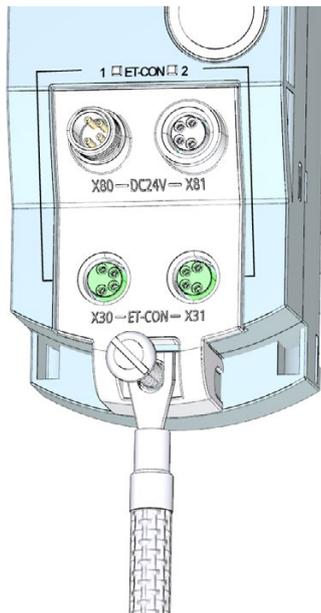


图 5-7 连接功能性接地

说明**用非导电安装底座接地**

请确保在模块和功能性接地之间存在低阻抗连接。

参考

有关安装模块的更多信息，请参见“安装模块 (页 29)”部分。

5.6 连接 ET 200AL 的电缆

电缆长度对电源电压的影响

对组态进行连线时，必须考虑电缆长度对 ET 200AL 分布式 I/O 系统的电源电压的影响。

 **小心**

注意最大输入电流

对于每个电源（1L+、2L+），最大输入电流为 4A。

如果超出了最大输入电流，并且不符合要求的电缆横截面，增大的输入电流会导致电缆绝缘层和触点过热，从而导致模块受损。

下图以横截面为 0.5 mm² 的铜质电缆为例，显示了 4 个电流强度的取决于电缆长度的电压下降。

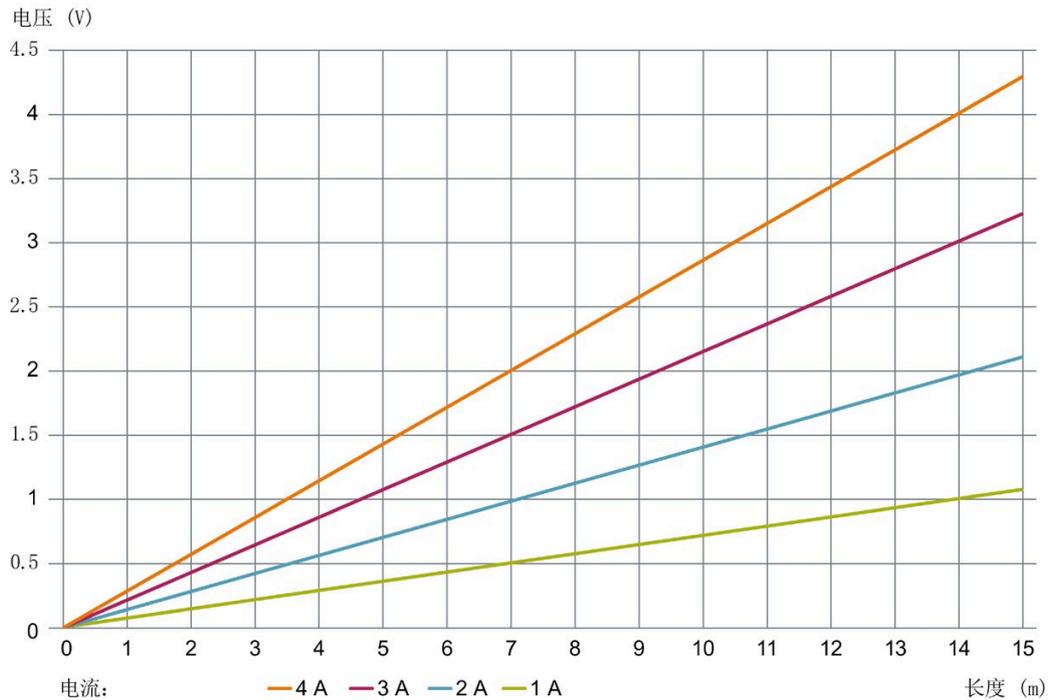


图 5-8 使用横截面为 0.5 mm² 的电缆时的电压下降

要估计 ET 200AL 分布式 I/O 系统的电压下降，必须添加不同电缆的电压下降。对于使用的每个模块，必须另外添加约为 0.1 V 的电压下降。

示例

如果使用横截面为 0.5 mm² 的 7 米长电源电缆，则在负载电流为 3 A 时，电源下降约为 1.5 V。

5.7 接线

连接

将所有电缆连接到模块的前端：

- 将电源电压和 ET-Connection 连接到 4 针 M8 圆型插座和 M8 圆型连接器
- 将信号线连接到 3 针 M8 或 4/5 针 M12 圆形插座
- 将现场总线连接到 4/5 极 M12 圆型插座和 M12 圆型连接器

说明

颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

要求

请在切断电源电压的情况下，对模块进行接线。

所需工具

如果未使用预装电缆，则需要以下工具：

- 剥线工具
- 用于连接接线插头的螺丝刀
- ET-Connection 中的 Stripping Tool

5.7 接线

连接电源电压时所需的附件

需要以下附件：

- 电缆
 - 4 针预装电源电缆，或
 - 4 线制柔性铜缆（导线横截面积：0.25 到 0.5 mm²）
- 4-针 M8 连接插头

连接 ET-Connection 所需的附件

需要以下附件：

- ET-Connection 电缆
- 4-针 M8 连接插头

说明

ET-Connection 电缆

连接 ET-Connection 时仅使用自带的电缆。

连接 M8 插头

要连接 M8 插头，请按以下步骤操作：

1. 将连接器插入到模块上相应的圆型插座中。
请确保连接器与插座之间正确锁定。
2. 以 0.4 Nm 的扭矩使用滚花螺钉拧紧连接器。

下图以 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 数字量输入/数字量输出模块为例显示了 M8 插头的连接。

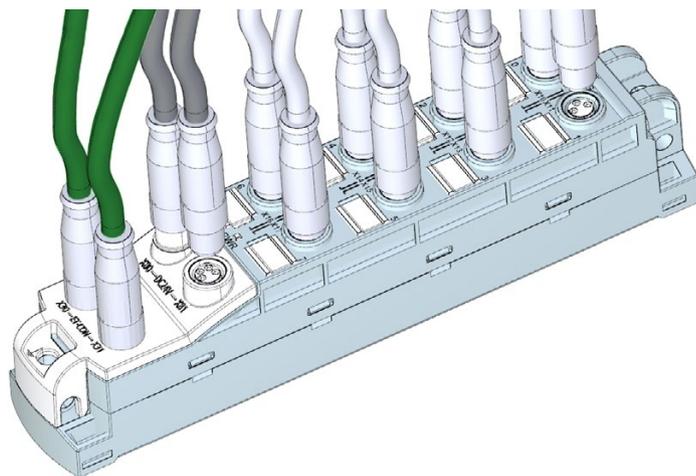


图 5-9 连接 M8 插头

连接 M12 插头

要连接 M12 插头，请按以下步骤操作：

1. 将连接器插入模块上相应的圆型插座。
确保连接器和插座间有正确的锁定（螺母和弹簧）。
2. 使用滚花螺钉，以 1 Nm 的扭矩拧紧连接器。

下图以 AI 4xU//RTD 4xM12 模拟量输入模块为例显示了 M12 插头的连接。

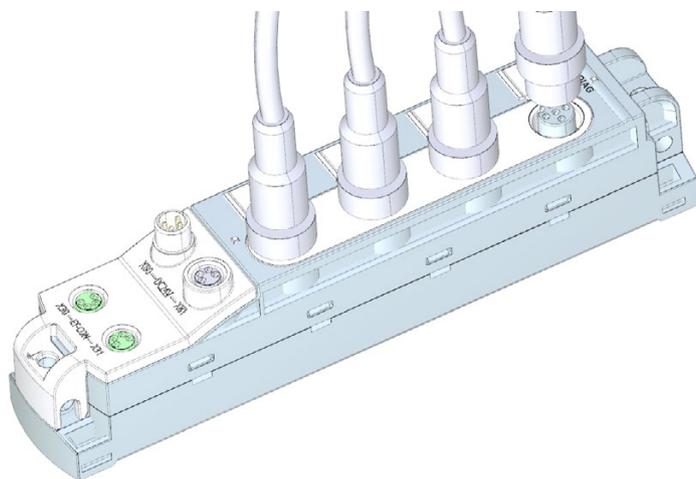


图 5-10 连接 M12 插头

插座的引脚分配

有关插座的引脚分配，请参见《接口模块

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/14246/man>)》和《I/O 模块

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/14247/man>)》手册中有关引脚分配和模块侧面部分。

Y 型电缆

通过 Y 型电缆，可将两个执行器或传感器连接至输入或输出端。

I/O 设备的每个插座都需要占用两个通道时，建议使用 Y 型电缆。Y 型电缆会将这两个通道分别分配给两个圆形连接器。

- Y 型电缆 (6ES7194-6KA00-0XA0) 可通过一根电缆连接 2 个执行器或传感器，以实现输入的双重连接（也称为故障安全输入）或输出的双重连接
- Y 型电缆 (6ES7194-6KB00-0XA0) 可通过一根电缆连接 2 个传感器，以实现双重连接 F-DI。仅适用于 F-DI 模块。

有关连接的详细信息，请参见相应的产品用户手册。

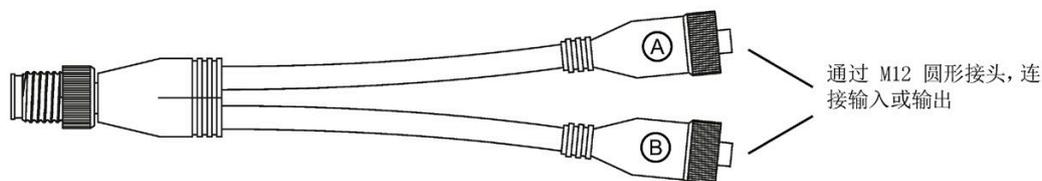
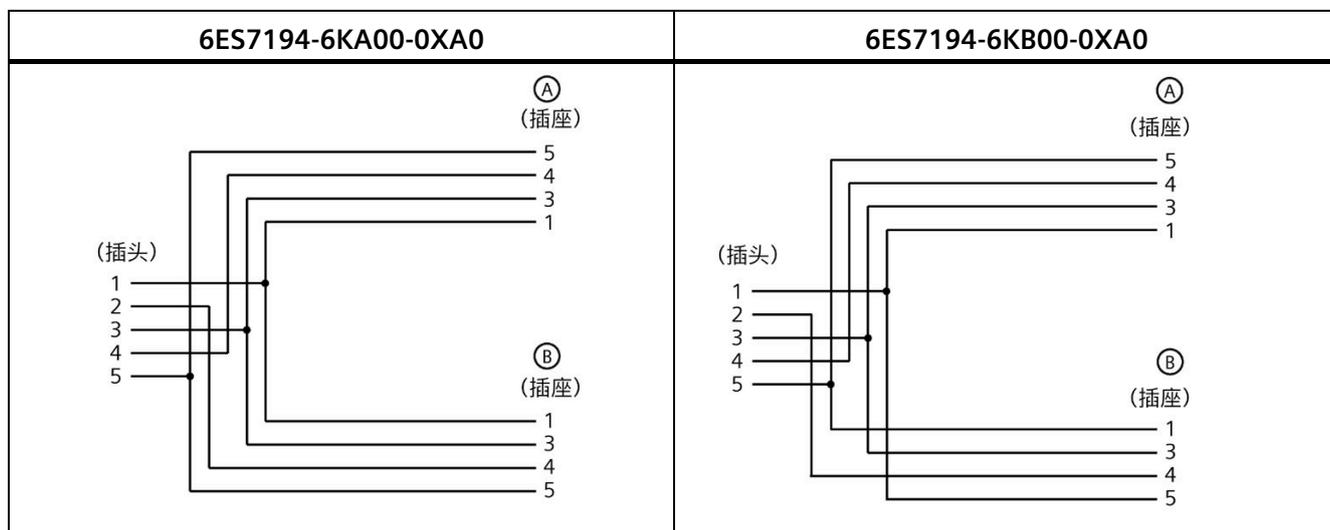


图 5-11 Y 型电缆

下图显示了 Y 型电缆的接线。

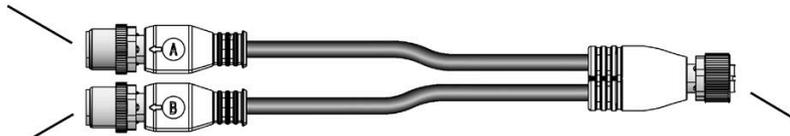


反向 Y 型电缆

使用反向 Y 型电缆，只需一根电缆便可将故障安全输入和故障安全输出连接至 I/O 设备（例如带互锁装置的西门子 SIRIUS 安全位置开关）。

有关连接的详细信息，请参见相应的产品用户手册。

将 M12 圆形连接器拧入分布式 I/O 设备上的故障安全输入



将 M12 圆形连接器拧入分布式 I/O 设备上的故障安全输入

通过 M12 圆形连接器进行连接（例如连接到西门子 SIRIUS 安全位置开关）

图 5-12 反向 Y 型电缆

下图显示了 Y 型电缆的接线。

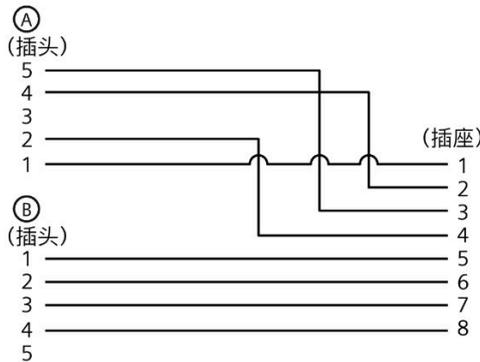


图 5-13 Y 型电缆 6ES7194-6KC00-0XA0

密封未用的插座

为保证 IP65 或 IP67 防护等级，用密封盖将所有未用的插座密封起来。

附件/备件的产品编号

有关产品编号的信息，请参见“附件/备件 (页 128)”部分的附录。

5.8 ET 200AL 标记

5.8.1 出厂标记

简介

为了方便定向，ET 200AL 分布式 I/O 系统使用各种标记进行标识，在组态和连接模块时可以提供帮助。

接口标记

模块的接口在出厂时已做好了标记。

下表列出了接口的标记。

表格 5-2 接口标记

接口	标记
PROFINET IO 接口	X1 P1 R 和 X1 P2 R
PROFIBUS DP 接口	X1 DP1 和 X1 DP2
I/O 输入与输出接口	X10 到 X17
ET-Connection 接口（接口模块）	X30 (ET-CON1) 和 X31 (ET-CON2)
ET-Connection 接口（I/O 模块）	X30 (ET-CON IN) 和 X31 (ET-CON OUT)
电源接口	X80 (IN) 和 X81 (OUT)

说明

颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

引脚分配

各个接口的引脚分配在出厂时已用激光刻在每个模块的侧面上。

5.8.2 可选标记

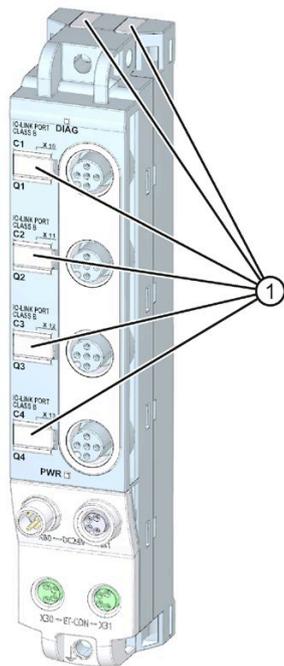
简介

除了出厂标记外，也可对 ET 200AL 分布式 I/O 系统上的接口和模块进行贴标和/或标记。

标识标签

标识标签以标签条的形式随每个模块提供，并可以印刷在机器上。一个标签条有 10 个标识标签，尺寸为 10 x 5 mm，采用 RAL9016 颜色。标识标签可以插入到每个模块的指定位置。标识标签用于标记通道、模块和插槽。

下图以 IO-Link Master CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块为例显示了所有可以使用标识标签的位置。



① 标识标签

图 5-14 可选标记

5.8.3 安装标识标签

简介

本部分说明如何安装或除去标识标签。

所需工具

需要刀口宽度为 3 mm 的螺丝刀（仅用于除去标识标签）。

安装标签步骤

要安装标识标签，请按以下步骤操作：

1. 使用商用标记系统印刷标识标签。
2. 将标识标签按出标签盒。
3. 将标识标签粘贴到自带的开孔，如图可选标记 (页 62) 中所示。

对所有模块同样安装标识标签。

除去标签的步骤

要除去标识标签，请按以下步骤操作：

1. 使用螺丝刀仔细拉出标识标签。

对所有模块同样除去标识标签。

组态

简介

可以使用 STEP 7 或其它制造商的组态软件为 ET 200AL 分布式 I/O 系统（接口模块和 I/O 模块）组态和分配参数。

要求

表格 6-1 组态软件和要求

组态软件	要求	安装信息
STEP 7 Safety (TIA Portal) V17 及以上版本, 适用于以下模块： <ul style="list-style-type: none"> F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A 4xM12 	<ul style="list-style-type: none"> 符合 PROFINET 要求的 F-CPU（具有 CP 扩展模块） 符合 PROFIsafe 要求的 F-PLC 控制器, 2.6.X (RIOforFA safety profile) 或 PROFIsafe 2.4 	STEP 7 在线帮助
STEP 7 (TIA Portal) V14 及以上版本, 适用于以下模块： <ul style="list-style-type: none"> DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 AQ 4XU/I, 4XM12 	<ul style="list-style-type: none"> PROFINET IO、PROFIBUS DP： 软件支持包 HSP 0194 及以上版本 	
以下模块支持 STEP 7 (TIA Portal) V13 SP1 或更高版本 <ul style="list-style-type: none"> DI 8x24VDC 4xM12 DI 16x24VDC 8xM12 	<ul style="list-style-type: none"> PROFINET IO、PROFIBUS DP： 软件支持包 HSP 0155 及以上版本 	
以下模块支持 STEP 7 (TIA Portal) V13 SP1 或更高版本 <ul style="list-style-type: none"> DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 	<ul style="list-style-type: none"> PROFINET IO、PROFIBUS DP： 软件支持包 HSP 0156 及以上版本 	

组态软件	要求	安装信息
以下模块支持 STEP 7 (TIA Portal) V13 SP1 或更高版本 <ul style="list-style-type: none"> • IM 157-1 PN • IM 157-1 DP • DI 8x24VDC 8xM8 • DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 • AI 4xU/I/RTD 4xM12 • CM 4xIO-Link 4xM12 	<ul style="list-style-type: none"> • 无, 集成在 STEP 7 中 	
STEP 7 V5.5 SP4 及以上版本, 适用于以下模块: <ul style="list-style-type: none"> • IM 157-1 PN • IM 157-1 DP 	<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET IO : 软件支持包 HSP 0259 及以上版本 • PROFIBUS DP : 软件支持包 HSP 0258 及以上版本 	
STEP 7 V5.5 SP4 及以上版本, 适用于所有 IO 模块	<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET IO、PROFIBUS DP : 软件支持包 HSP 0260 及以上版本 	
STEP 7 (TIA Portal) V13 Update 3 及以上版本	<ul style="list-style-type: none"> • PROFINET IO GSD 文件: GSDML-Vx.y-Siemens-ET200AL-"Date in format yyyyymmdd".xml (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/92346477) 例如: GSDML-V2.31-Siemens-ET200AL-20140507.xml 	
第三方软件	<ul style="list-style-type: none"> • PROFIBUS DP GSD 文件: siem81A9.gsg (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/92346281) 	
		制造商文档

组态 ET 200AL 分布式 I/O 系统

请参见 STEP 7 在线帮助或组态软件制造商的相关文档。

组态 - PROFINET 最大组态

每个 ET-Connection 连接占用组态中的一个插槽。ET-Connection1 和 ET-Connection2 的插槽在 PROFINET GSD 文件中静态指定。ET-Connection1 始终占用插槽 1，而 ET-Connection2 始终占用插槽 18。

ET-Connection1 和 ET-Connection2 的固定插槽分配具有以下优点：

- 可以扩展 ET-Connection1 和 ET-Connection2 而不用承担很高的工作负载
- 可以实现透明的组态控制
- 可以简化诊断报警与故障诊断

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统模块的最大组态。

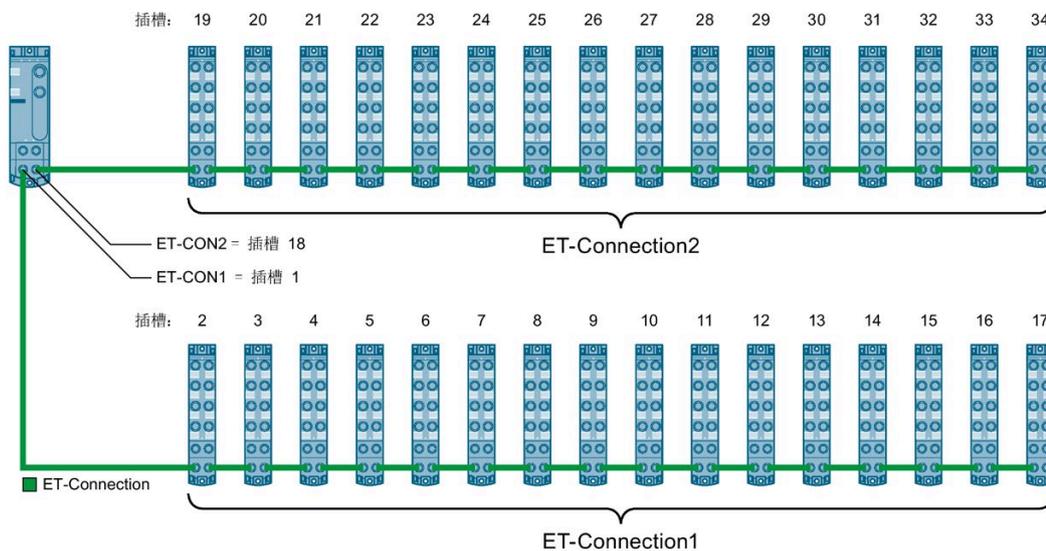


图 6-1 PROFINET 最大组态

参考

有关该主题的更多信息，请参见“组态控制（选件处理）（页 69）”部分。

组态 - PROFIBUS 最大组态

每个 ET-Connection 连接占用组态中的一个插槽。ET-Connection1 的插槽在 PROFIBUS GSD 文件中静态定义。ET-Connection1 通常固定安装在插槽 1 中。而插槽 18 上通常会插入 ET-Connection2 的拓扑模块。在 ET-Connection1 的组态中，相应插槽中无需插入占位模块。

ET-Connection1 和 ET-Connection2 的固定插槽分配具有以下优点：

- 可以扩展 ET-Connection1 和 ET-Connection2 而不用承担很高的工作负载；对于 ET-Connection1，需要除去占位插槽，可以放入 I/O 模块（ET-Connection2 不需要占位插槽）
- 在 ET-Connection1 或 ET-Connection2 上组态的模块不得超过允许的数目。
- 可以实现透明的组态控制
- 可以简化诊断报警与故障诊断

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统模块的最大组态。

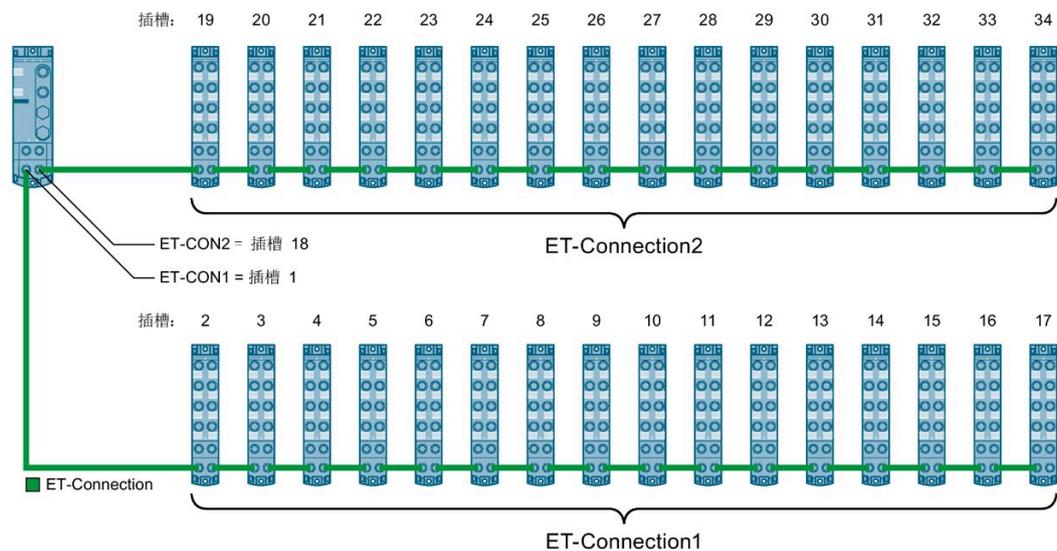


图 6-2 PROFIBUS 最大组态

分配 PROFIsafe 地址

F 目标地址永久存储在故障安全 ET 200AL I/O 模块的 eCoding 插头连接器中。

说明

分配 PROFIsafe 地址时，必须通过电压 1L+ 为 F 模块供电。

说明

与组态控制相结合时，请遵循以下几点：

必须先将 PROFIsafe 地址分配给指定插槽中的 F 模块，才能将组态控制与 F 模块一起使用。

因此，每个 F 模块必须插入到为其组态的插槽中。实际组态可能不同于设定的组态。

有关 PROFIsafe 地址分配的更多信息，请参见 SIMATIC Safety - 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)“手册。

参考

有关该主题的更多信息，请参见“组态控制（选件处理）（页 69）”部分。

组态控制（选件处理）

7.1 组态控制

简介

通过组态控制（选件处理），可在一个项目执行不同的标准机器组态级别，而无需更改硬件配置或用户程序。

组态控制的操作原理

通过组态控制，可基于 ET 200AL 分布式 I/O 系统的一个组态，设置不同的标准设备组态。

- 在项目中组态为全站组态方式（最大组态）。全站组态方式中包含模块化标准设备组件所需的所有模块。
- 在项目的用户程序中包含各种站组态方式，可用于标准设备的不同组态级别以及站组态方式的选择。例如，站组态方式仅使用全站组态方式中的部分模块，且这些模块不按照所组态的顺序插入。
- 标准设备制造商将根据标准设备的组态级别选择一种站组态方式。他们不会更改项目或下载修改的组态。

7.1 组态控制

可使用编程的控制数据记录通知 CPU/接口模块：与全站组态方式相比，哪些模块缺失或插入了不同的插槽中。如果将带有组态控制的模块移动到另一个插槽中，则该模块的参数分配将保持不变。

通过组态控制，可以灵活切换集中/分布式组态。但前提条件是，这种站组态方式源自全站组态方式。

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统相应站组态方式中，标准设备的三种组态方式。

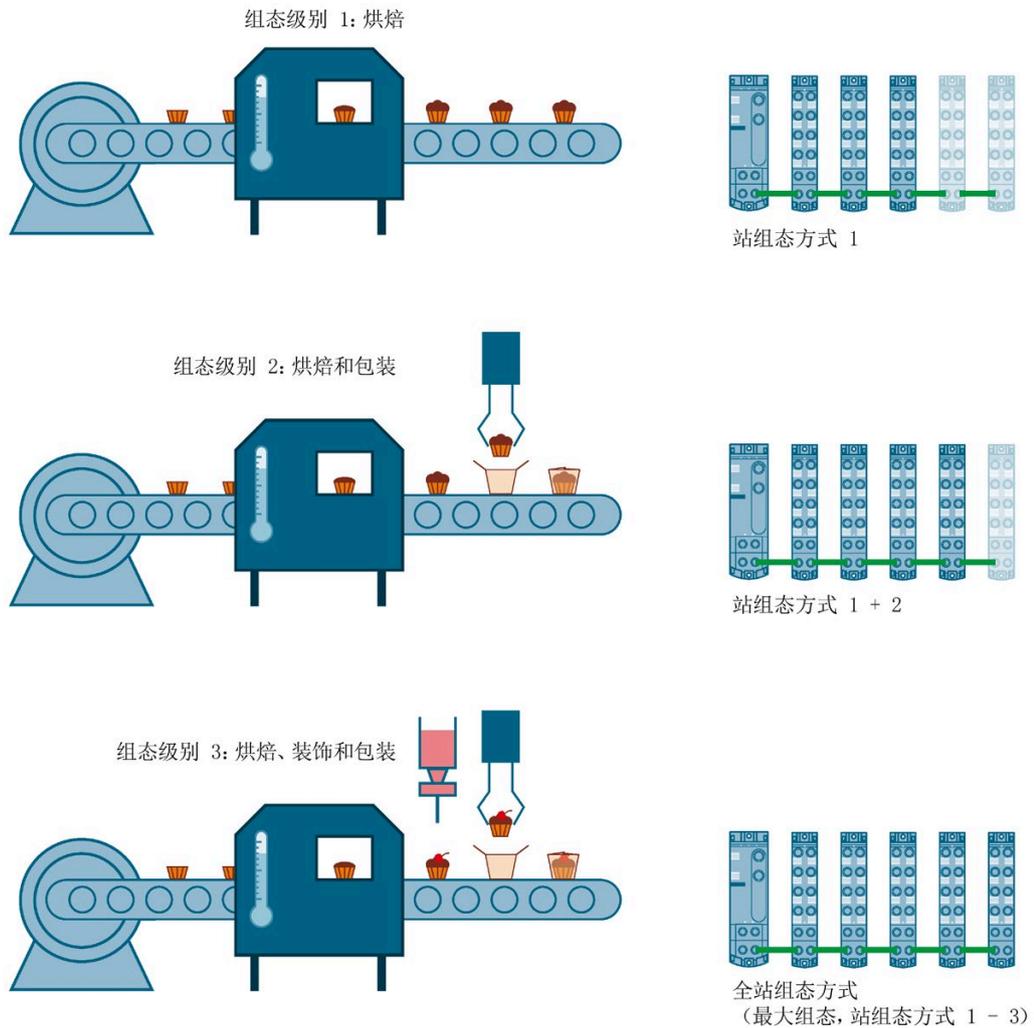


图 7-1 标准设备的各种组态级别，与 ET 200AL 分布式 I/O 系统中的站组态方式相对应。

优势

- 单个 STEP 7 项目中采用所有站组态方式，可极大简化项目的处理与调试过程。
- 易于维护、版本管理与升级。
- 节省了大量硬件设备：仅需安装设备当前站组态方式中所需的 I/O 模块。
- 在构建、调试和生成标准设备文档时，具有极大的成本降低潜力。

操作步骤

要设置组态控制，请按既定顺序执行以下操作：

步骤	操作步骤	请参见...
1	在 STEP 7 中启用组态控制	“组态 (页 72)”部分
2	创建控制数据记录	“创建控制数据记录 (页 74)”部分
3	传送控制数据记录	“在 CPU 的用户程序中传送控制数据记录 (页 83)”部分

用于组态控制的库

用于组态控制的库可从 Internet 上下载 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/29430270>)。该库中包含 ET 200AL 分布式 I/O 系统中各种数据类型的控制数据记录结构。凭借这些数据类型，自动化解决方案的实施更为灵活经济高效。

7.2 组态

要求

通过 PROFINET IO :

- 组态软件, 如 STEP 7 Professional V13 及以上版本
- IM 157-1 PN
- 在 STEP 7 中, 已将接口模块分配给一个 IO 控制器

通过 PROFIBUS DP :

- 组态软件, 如 STEP 7 Professional V13 及以上版本
- IM 157-1 DP
- 在 STEP 7 中, 已将接口模块分配给一个 DP 主站
- 激活参数“预设的组态与实际组态不匹配时操作”(Operation if preset configuration does not match actual configuration)。

参数“预设的组态与实际组态不匹配时操作”位于 STEP 7 中接口模块属性的“模块参数 > 启动”(Module parameters > Start-up) 下方。

说明

禁用参数“预设组态与实际组态不匹配时启动”(Startup if preset configuration does not match actual configuration)

如果 I/O 模块缺失、插入的 I/O 模块不正确或多余, 且禁用了参数“预设组态与实际组态不匹配时启动”(Startup if preset configuration does not match actual configuration), 则 ET 200AL 分布式 I/O 系统不会启动。

此时, 将生成诊断“插槽 x 处无模块”(Slot x no module) 或“插槽 x 处模块错误”(Slot x wrong module)。

在这种状态下, 如果 IM 157-1 DP 接口模块未启动, 则该接口模块上的 RUN 和 ERROR LED 指示灯将呈红色闪烁。所有 I/O 模块上的 DIAG LED 指示灯也将呈绿色闪烁。

说明

与组态控制相结合时, 请遵循以下几点 :

必须先将 PROFIsafe 地址分配给指定插槽中的 F 模块, 才能将组态控制与 F 模块一起使用。

因此, 每个 F 模块必须插入到为其组态的插槽中。实际组态可能不同于设定的组态。

具体操作步骤

组态接口模块时，启用参数“允许通过用户程序重新组态设备”(Allow to reconfigure the device via the user program)。

- 参数“通过用户程序启用设备重新组态”(Enable reconfiguration of device via user program) 位于接口模块属性的“模块参数 > 组态控制”(Module parameters > Configuration control) 中。



图 7-2 以 IM 157-1 PN 为例，启用组态控制

7.3 创建控制数据记录

7.3.1 简介

具体操作步骤

在以下示例中，说明了如何在 STEP 7 (TIA Portal) 中创建一个组态控制的控制数据记录：

要创建组态控制的控制数据记录，请按以下步骤操作：

1. 为 ET 200AL 接口模块创建一个包含控制数据记录结构的 PLC 数据类型。

有关控制数据记录的结构，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统的控制数据记录 (页 76)”部分。

CTR_REC								
	Name	Data type	Default value	A...	W...	V...	S...	Comment
1	Block_Lenght	USInt	76	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Block_ID	USInt	196	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Version	USInt	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Subversion	USInt	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	ET-Connection1	Struct		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET-Connection1 slots 2-17
6	Topology module	USInt	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET-Connection1 topology module
7	Reserved 1	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Slot 2	USInt	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot
9	Reserved 2	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Slot 3	USInt	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot
11	Reserved 3	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Slot 4	USInt	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot
13	Reserved 4	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Slot 5	USInt	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot
15	Reserved 5	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		USInt	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot

图 7-3 创建控制数据记录 196

2. 创建一个全局数据块。

3. 在数据块中，创建一个以上所创建 PLC 数据类型的数组。

下图显示了 ET200AL 接口模块中包含控制数据记录的数据块。在此示例中，该数据块包含 3 个控制数据记录。

ConfDB									
	Name	Data type	Start value	R...	A...	V...	S...	Comment	
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	Option	Int	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selection of record	
3	ConfigControl	Array[0..2] of "CTR_REC"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	ConfigControl[0]	"CTR_REC"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	ConfigControl[1]	"CTR_REC"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	Block_Lenght	USInt	36	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4+number of slots	

图 7-4 用于组态控制的数据块

4. 在该控制数据记录的“起始值”(Start value) 列中，输入模块所在的插槽。

ConfDB									
	Name	Data type	Start v..	R...	...	...	...	Comment	
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	Option	Int	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selection of record	
3	ConfigControl	Array[0..2] of "CTR_REC"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	ConfigControl[0]	"CTR_REC"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	Block_Lenght	USInt	76	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	Block_ID	USInt	196	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	Version	USInt	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	Subversion	USInt	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9	ET-Connection1	Struct		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET-Connection1 slots 2-17	
10	Topology ...	USInt	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET-Connection1 topology module	
11	Reserved 1	USInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
12	Slot 2	USInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot	
13	Reserved 2	USInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14	Slot 3	USInt	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot	
15	Reserved 3	USInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16	Slot 4	USInt	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	assigned "real" slot	

图 7-5 插槽分配

7.3 创建控制数据记录

规则

请遵循以下规则：

- 接口模块将忽略控制数据记录中全站组态方式未包含的插槽条目。
- 控制数据记录中必须包含站组态方式中到最后一个插槽的所有条目。
- 在控制数据记录中，在站组态方式中每个插槽只能使用一次。
- 站组态方式中的每个插槽，只能分配给全站组态方式中的一个插槽。
- 接口模块（插槽 0）不是一个组态控制元素，而是用于对组态控制进行控制。
- 该拓扑模块通常需要包含在数据记录中：
 - 拓扑模块 ET-Connection 1 通常位于插槽 1 中。
 - 拓扑模块 ET-Connection 2 通常位于插槽 18 中。

7.3.2 ET 200AL 分布式 I/O 系统的控制数据记录

插槽分配

说明

拓扑模块 ET-Connetion1 和 ET-Connection2

在组态控制过程中，拓扑模块 ET-Connection1 和 ET-Connection2 应视为实际模块。

限制条件：ET-Connetion1 通常位于插槽 1 中，而 ET-Connection2 通常位于插槽 18 中。

下表列出了 ET 200AL 接口模块中各模块所在的插槽：

表格 7-1 插槽分配

模块	插槽	注释
拓扑模块 ET-Connection1	1	拓扑模块 ET-Connection 1 通常位于插槽 1 中。
I/O 模块 ET-Connection1	2-17	-
拓扑模块 ET-Connection2	18	拓扑模块 ET-Connection2 通常位于插槽 18 中。
I/O 模块 ET-Connection2	19-34	-

控制数据记录

要对 ET 200AL 分布式 I/O 系统进行组态控制，应定义包含有模块插槽分配的控制数据记录 196 V2.1。下表列出了控制数据记录的结构，并提供了各个元素的说明。

表格 7-2 组态控制：控制数据记录 196 的结构

字节	元素	代码	说明
0	块长度	4 + (插槽数 × 2)	标头
1	块 ID	196	
2	版本	2	
3	子版本	1	
4	插槽拓扑模块 ET-Connection1	1 拓扑模块 ET-Connection 1 通常位于插槽 1 中。	控制元素 包含有关模块所在插槽的信息。 基于以下规则，可确定相应字节中需输入的值： <ul style="list-style-type: none"> • 如果该模块包含在站组态方式中，则输入该模块的插槽号。 • 如果该模块未包含在站组态方式中，则输入 0。
5	预留		
6	主站的插槽 2	站选项中的插槽分配	
7	预留		
:	:	:	
38	插槽拓扑模块 ET-Connection2	18 拓扑模块 ET-Connection2 通常位于插槽 18 中。	
39	预留		
40	全站组态方式中的插槽 19	站选项中的插槽分配	
41	预留		
:	:	:	
4 + ((最大插槽数 - 1) × 2)	主站的最大插槽	站选项中的插槽分配	
5 + ((最大插槽数 - 1) × 2)	预留		

组态控制和共享设备的组合应用 (PROFINET)

共享设备中的组态控制功能仅适用于控制接口模块的 IO 控制器的 I/O 模块。未分配给任何控制器或其它控制器的 I/O 模块，其操作特性与未激活组态控制的站类似。

在控制数据记录中，只能更改已分配给 IO 控制器的那些模块所在的插槽。

如果模块分配给其它 IO 控制器或未分配 IO 控制器，则无法在控制数据记录中更改模块插槽。接口模块不会检查控制数据记录 196 中的这些插槽是否存在。接口模块假定这些模块按照一对一方式进行分配。

组态控制和 PROFIenergy 的组合应用 (PROFINET)

在 ET 200AL 分布式 I/O 系统中，可组合使用组态控制与 PROFIenergy 功能。

创建数据记录 3 时，需确保当前正使用站组态方式中的插槽。请勿使用全站组态方式中所组态的插槽。

示例：在使用组态控制的 IM 157-1 PN DQ 模块中，设置 PROFIenergy 功能。在全站组态方式中，将 DQ 模块的插槽组态为 5。在站组态方式中，将 DQ 模块的插槽组态为 2。要为该模块设置 PROFIenergy 功能，需使用数据记录 3 中的插槽 2。

有关 PROFIenergy 的更多信息，请参见设备手册《IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254863>)》。

7.3.3 ET200AL 分布式 I/O 系统中的数据记录反馈

工作原理

反馈数据记录可提供有关模块分配的精度信息，以检测控制数据记录中的分配错误。反馈数据记录通过单独的数据记录 197 V2.0 进行映射。

反馈数据记录

仅当对组态控制进行组态后，才支持反馈数据记录且反馈数据记录通常为不含接口模块时的最大组态限值（即，34 个插槽）。可以部分读取反馈数据记录。

表格 7-3 反馈数据记录

字节	元素	代码	说明
0	块长度	66	标头
1	块 ID	197	
2	版本	2	
3		0	
4	插槽 1 的状态	0/1	状态 = 1 : <ul style="list-style-type: none"> 主站中的模块插在站选项中 在控制数据记录中，将插槽标记为不可用。 状态 = 0 : <ul style="list-style-type: none"> 模块已移除 站选项中插入的模块不正确*
5	预留	0	
6	状态插槽 2	0/1	
7	预留	0	
:	:	:	
70	插槽 34 的状态	0/1	
71	预留	0	

* 如果将该插槽标记为不可用，则不能使用。

说明

反馈数据记录中的数据通常与所有模块相匹配。因此，在共享设备组态中，这与相关模块分配到哪个 IO 控制器无关。

只要未发送控制数据记录，则在编译数据记录 197 时采用一对一的模块分配方式（主站 → 站选项）。

错误消息

如果发生错误，RDREC 指令将通过 STATUS 块参数返回以下错误消息：

表格 7-4 错误消息

错误代码	含义
80B1H	长度无效；数据记录 197 中的长度信息不正确。
80B5H	组态控制未组态
80B8H	参数错误 以下事件会造成参数错误： <ul style="list-style-type: none"> • 标头中的块 ID 不正确（不是 197） • 标头中的版本标识符无效 • 预留位被置位 • 站组态方式中，同一根插槽在全站组态方式中分配给多个插槽

7.3.4 组态控制示例

简介

对于设计为系列产品的设备，通常存在多种方式/功能版本。有可能在一个工厂内采用不同的运行模式。

执行某个功能时，可能需要对模块进行组合操作。通过组态控制（选件处理），可激活或禁用这些功能或对组态进行扩展。

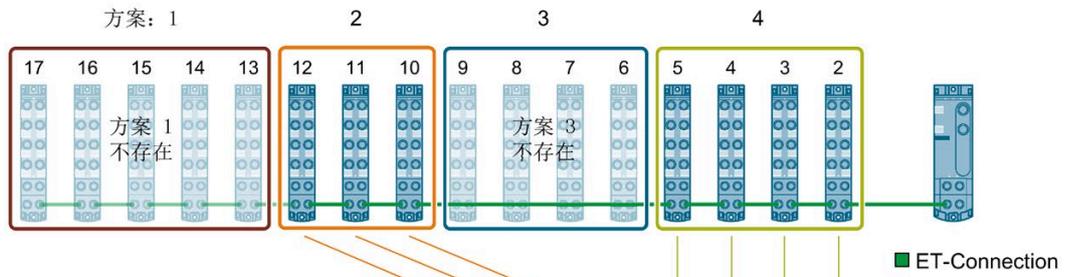
在以下示例中，说明了如何生成站组态方式中的控制数据记录。在本示例中，全站组态方式中则包含有一个 IM 157-1 PN 接口模块和 15 个 I/O 模块。

站组态方式中相关的控制数据记录

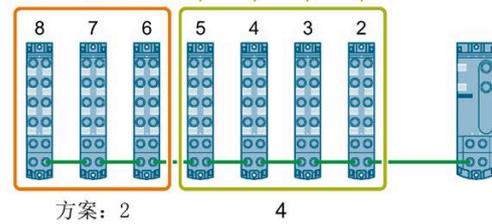
站组态方式 2 和 4 中的组态与全站组态方式中的不同，如下所示：

- 组态方式 1 和 3 中的模块不存在。

预期组态 / 全站组态方式



实际组态/
站组态方式



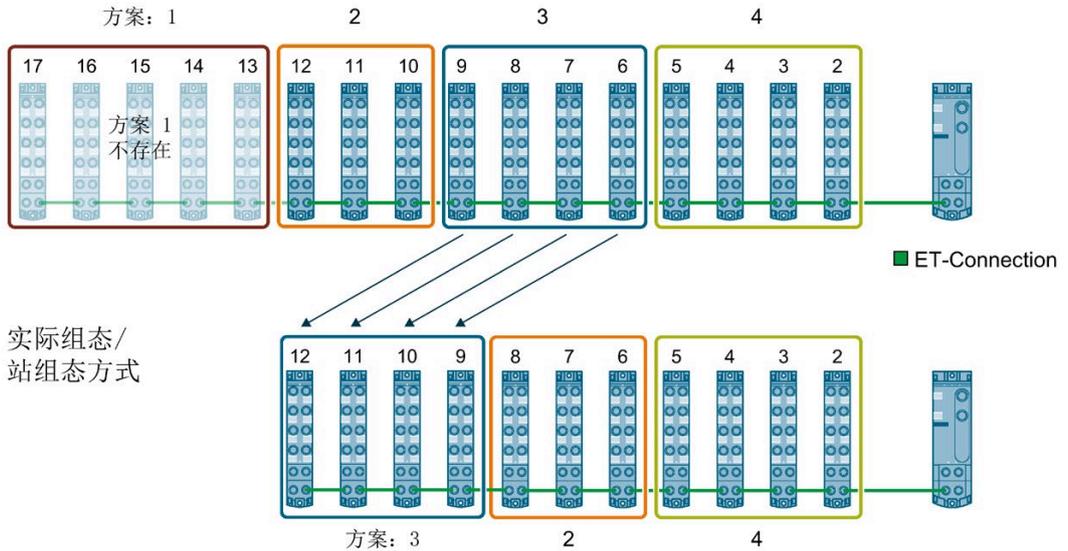
9	ET-Connection1	Struct		ET-Connection1 slots 2-17
10	Topology ...	USInt	1	ET-Connection1 topology module
11	Reserved 1	USInt	0	
12	Slot 2	USInt	2	assigned "real" slot
13	Reserved 2	USInt	0	
14	Slot 3	USInt	3	assigned "real" slot
15	Reserved 3	USInt	0	
16	Slot 4	USInt	4	assigned "real" slot
17	Reserved 4	USInt	0	
18	Slot 5	USInt	5	assigned "real" slot
19	Reserved 5	USInt	0	
20	Slot 6	USInt	0	assigned "real" slot
21	Reserved 6	USInt	0	
22	Slot 7	USInt	0	assigned "real" slot
23	Reserved 7	USInt	0	
24	Slot 8	USInt	0	assigned "real" slot
25	Reserved 8	USInt	0	
26	Slot 9	USInt	0	assigned "real" slot
27	Reserved 9	USInt	0	
28	Slot 10	USInt	6	assigned "real" slot
29	Reserved 10	USInt	0	
30	Slot 11	USInt	7	assigned "real" slot
31	Reserved 11	USInt	0	
32	Slot 12	USInt	8	assigned "real" slot
33	Reserved 12	USInt	0	
34	Slot 13	USInt	0	assigned "real" slot
35	Reserved 13	USInt	0	
36	Slot 14	USInt	0	assigned "real" slot
37	Reserved 14	USInt	0	
38	Slot 15	USInt	0	assigned "real" slot
39	Reserved 15	USInt	0	
40	Slot 16	USInt	0	assigned "real" slot
41	Reserved 16	USInt	0	
42	Slot 17	USInt	0	assigned "real" slot
43	Reserved 17	USInt	0	

图 7-6 示例：在 STEP 7 中，站组态方式 2 和 4 的硬件配置及相应的控制数据记录

通过站组态方式进行扩展

下图显示了任何在后期使用站组态方式 3 对站组态方式 2 和 4 的组态进行扩展。组态方式 3 中的模块将添加到现有模块中。

预期组态 / 全站组态方式



10	ET-Connection1	Struct		ET-Connection1 slots 2-17
11	Topology module	USInt	1	ET-Connection1 topology module
12	Reserved 1	USInt	0	
13	Slot 2	USInt	2	assigned "real" slot
14	Reserved 2	USInt	0	
15	Slot 3	USInt	3	assigned "real" slot
16	Reserved 3	USInt	0	
17	Slot 4	USInt	4	assigned "real" slot
18	Reserved 4	USInt	0	
19	Slot 5	USInt	5	assigned "real" slot
20	Reserved 5	USInt	0	
21	Slot 6	USInt	9	assigned "real" slot
22	Reserved 6	USInt	0	
23	Slot 7	USInt	10	assigned "real" slot
24	Reserved 7	USInt	0	
25	Slot 8	USInt	11	assigned "real" slot
26	Reserved 8	USInt	0	
27	Slot 9	USInt	12	assigned "real" slot
28	Reserved 9	USInt	0	
29	Slot 10	USInt	6	assigned "real" slot
30	Reserved 10	USInt	0	
31	Slot 11	USInt	7	assigned "real" slot
32	Reserved 11	USInt	0	
33	Slot 12	USInt	8	assigned "real" slot
34	Reserved 12	USInt	0	
35	Slot 13	USInt	11	assigned "real" slot

图 7-7 示例：在 STEP 7 中，站组态方式 2 到 4 的硬件配置及相应的控制数据记录

详细的应用示例

有关 S7-1500 中组态控制的详细应用示例，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/29430270>)，关键字为“基于库的 ET 200SP (PROFINET) 和 S7-1500 应用示例”。

7.4 在 CPU 的用户程序中传送控制数据记录

具体操作步骤

使用 WRREC 指令（写入数据记录），将创建的控制数据记录 196 传送到接口模块中。

指令 WRREC 的参数

下面说明必须在组态控制上下文中为其提供具体值的 WRREC 指令的各个参数。有关 WRREC 指令的其它信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

ID	接口模块的硬件标识符 如果在网络视图或设备视图中选择该接口模块，则该模块的硬件标识符将显示在巡视窗口的“系统常量”(System constants) 选项卡中。使用系统常量“<接口模块的名称> Head”的值。
INDEX	数据记录编号：196（十进制）
RECORD	要传输的控制数据记录。 有关控制数据记录的结构，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统的控制数据记录 (页 76)”部分。

在用户程序中选择站组态方式

为确保 CPU 了解待执行的站组态方式，需设置用户程序，以选择不同的控制数据记录。例如，通过引用数值元素的 Int 变量进行选择。请注意，用于选择控制数据记录的变量必须位于保持性存储区域中。如果该变量不具有保持性，则将在 CPU 启动时初始化，且无法选择站组态方式。

有关控制数据记录传送到接口模块时的特殊要求

- 启用组态控制时，如果没有控制数据记录，则表示 ET 200AL 站尚未准备就绪，无法运行。如果未传送有效的控制数据记录，CPU 将认为 I/O 模块故障，并使用替换值进行操作。接口模块将继续进行数据交换。
- 控制数据记录将永久性地存储在接口模块中。注：
 - 如果组态无更改，则在重新启动过程中无需重写控制数据记录 196。
 - 如果将更改后的组态写入控制数据记录中，则将导致分布式 I/O 系统中的站故障。系统将删除原数据记录 196，并新的数据记录 196 进行永久性保存。该站随后将使用修改后的组态重新启动。

错误消息

发生错误时，WRREC 指令将通过 STATUS 块参数返回以下错误信息：

表格 7-5 错误消息

错误代码	含义
80B1H	长度无效；数据记录 196 中的长度信息不正确。
80B2H	无效插槽：所组态的插槽尚未分配
80B5H	未分配组态控制参数。
80B8H	参数错误 引发参数错误的原因包括： <ul style="list-style-type: none"> • 标头中的块 ID 错误（不等于 196） • 标头中的版本标识符无效 • 预留位被置位 • 全站组态方式中分配的插槽，在站组态方式中无效 • 站组态方式中，同一根插槽在全站组态方式中分配给多个插槽 • 子模块层级上的共享设备：超出了所定义的限值
80C5H	DP 从站或模块不可用。指示由于系统原因，数据记录尚未确认。

在写入控制数据记录 196 时，如果收到错误代码 80A2H、80B2H 或 80C5H，则需检查系统是否已接受相应组态，而无需考虑错误代码。

7.5 运行期间的行为

全站组态方式与站组态方式不同的影响

对于在线显示以及诊断缓冲区中的显示（模块正常或模块有故障），始终会使用主站而不使用不同的站选项。

示例：一个模块输出诊断数据。此模块组态在主站的插槽 4 中，但实际则插在站选项的插槽 3 中（缺少模块；请参见下面的示例）。在线视图（全站组态方式）中显示插槽 4 中的模块错误。在实际组态中，插槽 3 中的模块将通过 LED 指示灯指示发生错误。

对模块不存在的响应

如果模块在控制数据记录中记录为不存在，那么自动化系统将会执行以下操作：

- 指定为不在控制数据记录中显示的模块不提供诊断功能，其状态始终为“正常”(OK)。值状态为正常。
- 对不存在的输出进行直接写访问，或者对不存在的输出过程映像进行写访问：仍然无效；不显示任何访问错误。
- 对不存在的输入进行直接读访问，或者对不存在的输入过程映像进行读访问：提供值“0”；不显示任何访问错误。
- 将数据记录写入不存在的模块：仍然无效；不显示任何错误。
- 从不存在的模块读取数据记录：RDREC 指令中输出参数 STATUS 将返回值 80A3H“CM 常规错误”。

调试

8.1 PROFINET IO

8.1.1 在 PROFINET IO 上调试 ET 200AL

简介

分布式 I/O 系统的调试取决于系统组态。以下步骤描述了如何在 IO 控制器上调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统。

PROFINET IO 上 ET 200AL 分布式 I/O 系统的要求

说明

执行测试

用户必须确保工厂安全。因此，必须执行完整功能测试和必需的安全检查，然后才能对设备进行最终调试。

另外，计划的测试还需要包含任何可预见错误的测试。这样可以避免人员或设备在运行过程中发生危险状况。

操作步骤

下表列出的章节/文档说明了需要执行的操作。

表格 8-1 PROFINET IO 上 ET 200AL 分布式 I/O 系统的要求

步骤	操作步骤	请参见...
1	安装 ET 200AL 接口模块	“安装 (页 28)”部分
2	ET 200AL 接口模块连线	“连接 (页 34)”部分
3	组态 ET 200AL 接口模块	“组态 (页 64)”部分

步骤	操作步骤	请参见...
4	为 ET 200AL 接口模块接通电源电压	"IM 157-1 PN 接口模块 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254863)"手册
5	ET 200AL 接口模块自动切换到 RUN 模式	-

参考

有关分配 PROFINET IO 参数的更多信息，请参见“使用 STEP 7 V14 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/49948856>)”功能手册。

8.1.2 在 PROFINET IO 上启动

工作原理

下图以流程图的形式说明了 ET 200AL 分布式 I/O 系统如何在 PROFINET IO (= IO 设备) 上启动。

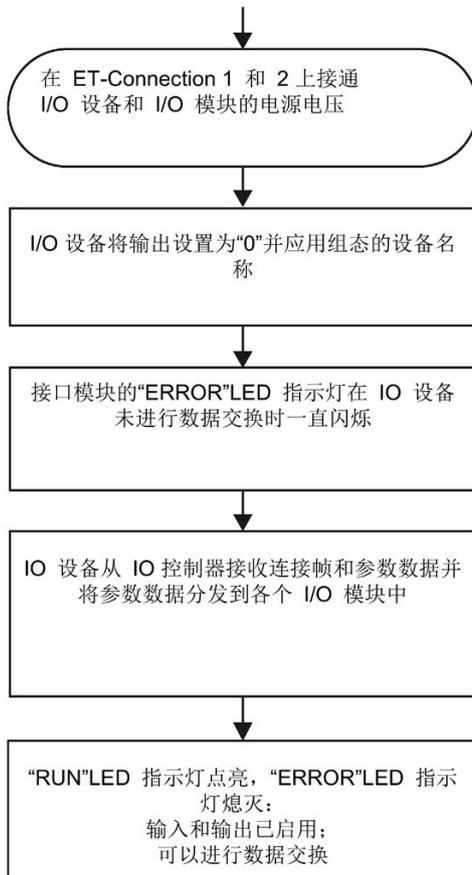


图 8-1 ET 200AL 分布式 I/O 系统在 PROFINET IO 上启动

下图说明了如何在 ET 200AL PROFIBUS 接口模块后启动 ET 200AL I/O 模块。

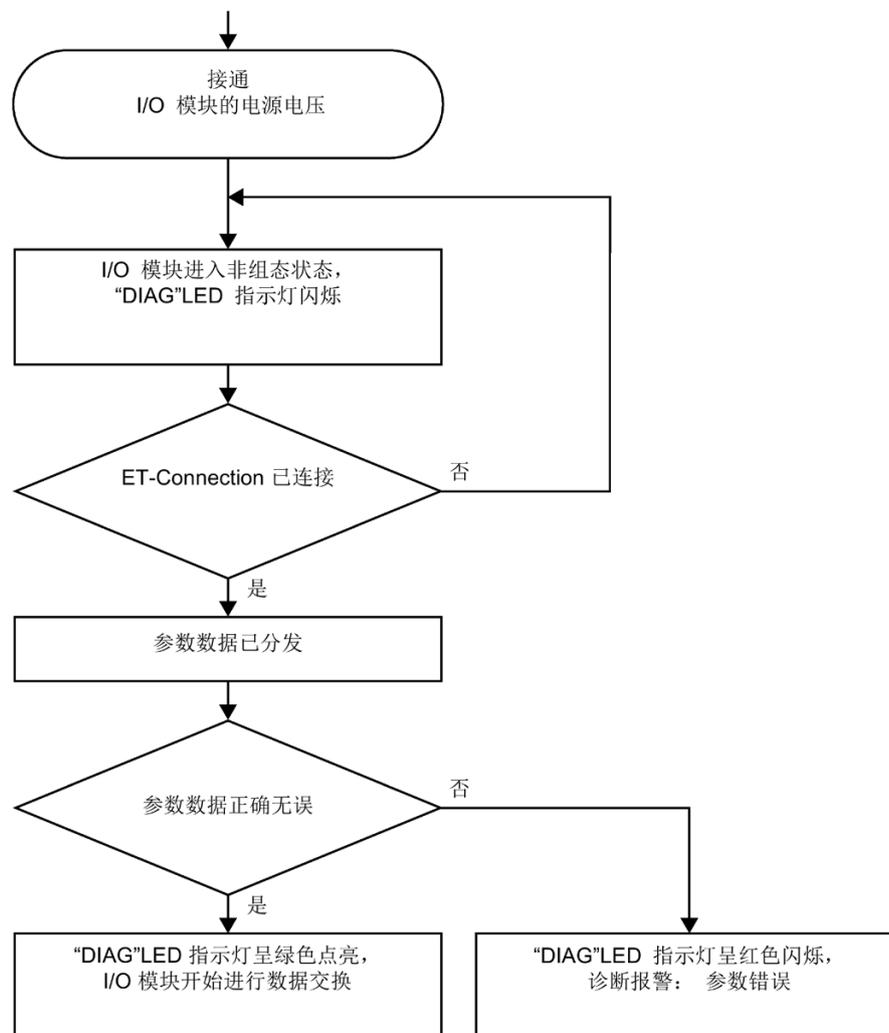


图 8-2 启动 ET 200AL I/O 模块

8.1.3 PROFIenergy

说明

故障安全 I/O 模块 F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A 4xM12 不支持 PROFIenergy。

在停产期间，PROFIenergy（用于 PROFINET）可以使用 PROFIenergy 命令降低设备的能耗。

更多信息

有关更多信息，请参见 Internet (<https://www.profibus.com>) 上的通用应用规范 PROFIenergy、PROFINET 的技术数据以及下列文档：

- “IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254863>)”手册
- I/O 模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/14247/man>)手册
- “PROFINET 系统说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/19292127>)”系统手册
- 功能手册《使用 STEP 7 V14 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/49948856>)》中的以下部分：通过 PROFIenergy 实现节能
- 使用 PROFIenergy 实现关断机制的应用指南。
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/96837137>)
- 使用 SIMATIC S7 (STEP 7 V5.5 及以上版本) 实现节能减排
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/41986454>)
- 使用 SIMATIC S7 和 SIMATIC HMI (TIA Portal) 实现节能减排
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58235225>)
- 使用 SIMATIC S7 库实现 PROFIenergy 快速组态。
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478388>)
- 有关 PROFIenergy 函数块 (“PE_START_END”- FB 815、“PE_CMD”- FB 816) 的更多信息，请参见 STEP 7 V5.5 SP2 及更高版本在线帮助中的系统函数/系统函数块帮助。

8.2 PROFIBUS DP

8.2.1 在 PROFIBUS DP 上调试 ET 200AL

简介

分布式 I/O 系统的调试取决于系统组态。以下步骤描述了如何在 DP 主站上调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统。

PROFIBUS DP 上 ET 200AL 分布式 I/O 系统的要求

说明

执行测试

用户必须确保工厂安全。因此，必须执行完整功能测试和必需的安全检查，然后才能对设备进行最终调试。

另外，计划的测试还需要包含任何可预见错误的测试。这有助于避免人员或设备在运行期间出现危险。

操作步骤

下表列出的章节/文档说明了需要执行的操作。

表格 8-2 PROFIBUS DP 上 ET 200AL 分布式 I/O 系统的要求

步骤	操作步骤	请参见...
1	安装 ET 200AL 接口模块	“安装 (页 28)”部分
2	在 ET 200AL PROFIBUS 接口模块上设置 PROFIBUS DP 地址	“IM 157-1 DP 接口模块 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89255073)”手册中的“设置 PROFIBUS DP 地址和终端电阻”部分
3	ET 200AL 接口模块连线	“连接 (页 34)”部分
4	组态 ET 200AL 接口模块	“组态 (页 64)”部分
5	为 ET 200AL 接口模块接通电源电压	“IM 157-1 DP 接口模块 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89255073)”手册
6	ET 200AL 接口模块自动切换到 RUN 模式	-

8.2.2 在 PROFIBUS DP 上启动

工作原理

下图以流程图的形式说明了 ET 200AL 分布式 I/O 系统如何在 PROFIBUS DP (= DP 从站) 上启动。

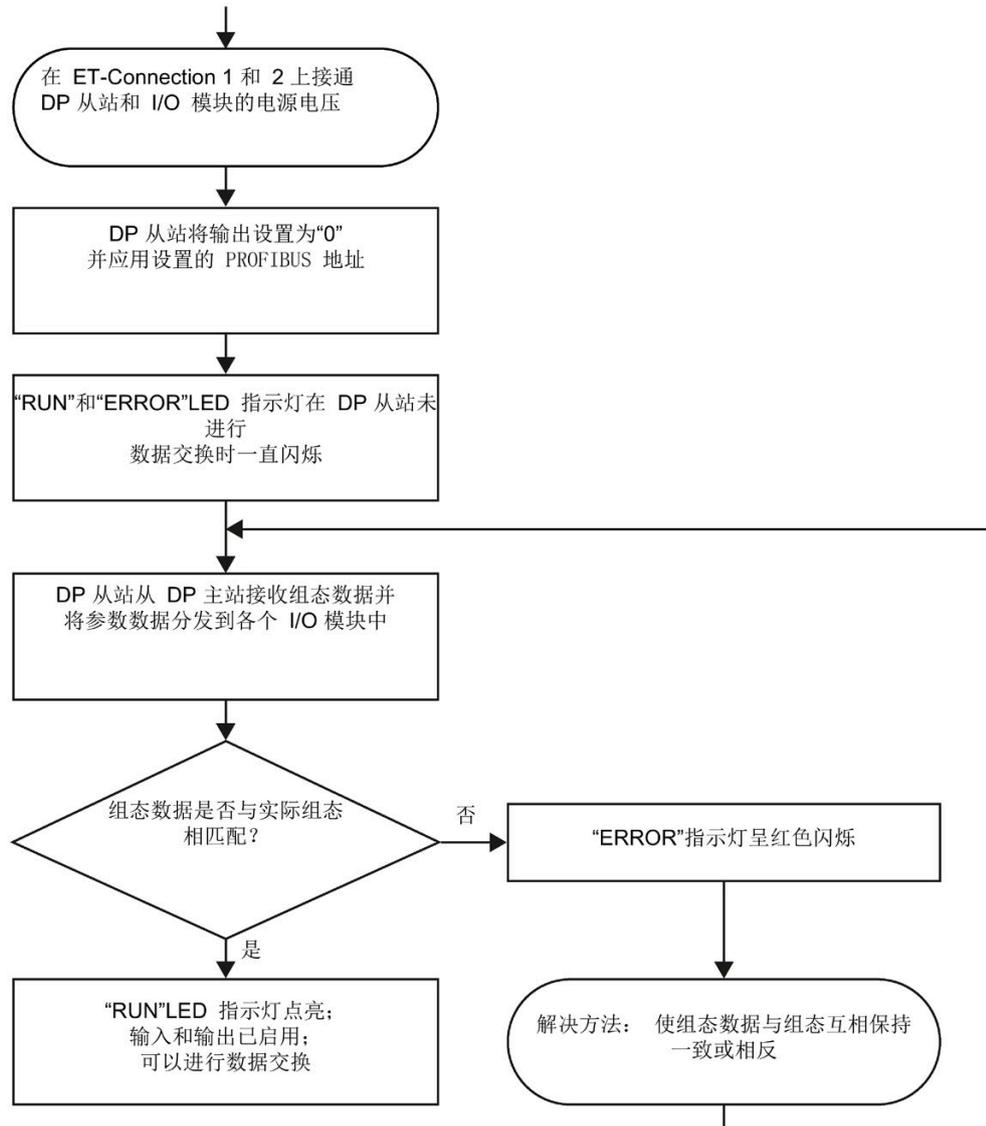


图 8-3 在 PROFIBUS DP 上启动 ET 200AL 分布式 I/O 系统

下图以流程图的形式说明了如何在 ET 200AL PROFIBUS 接口模块后启动 ET 200AL I/O 模块。

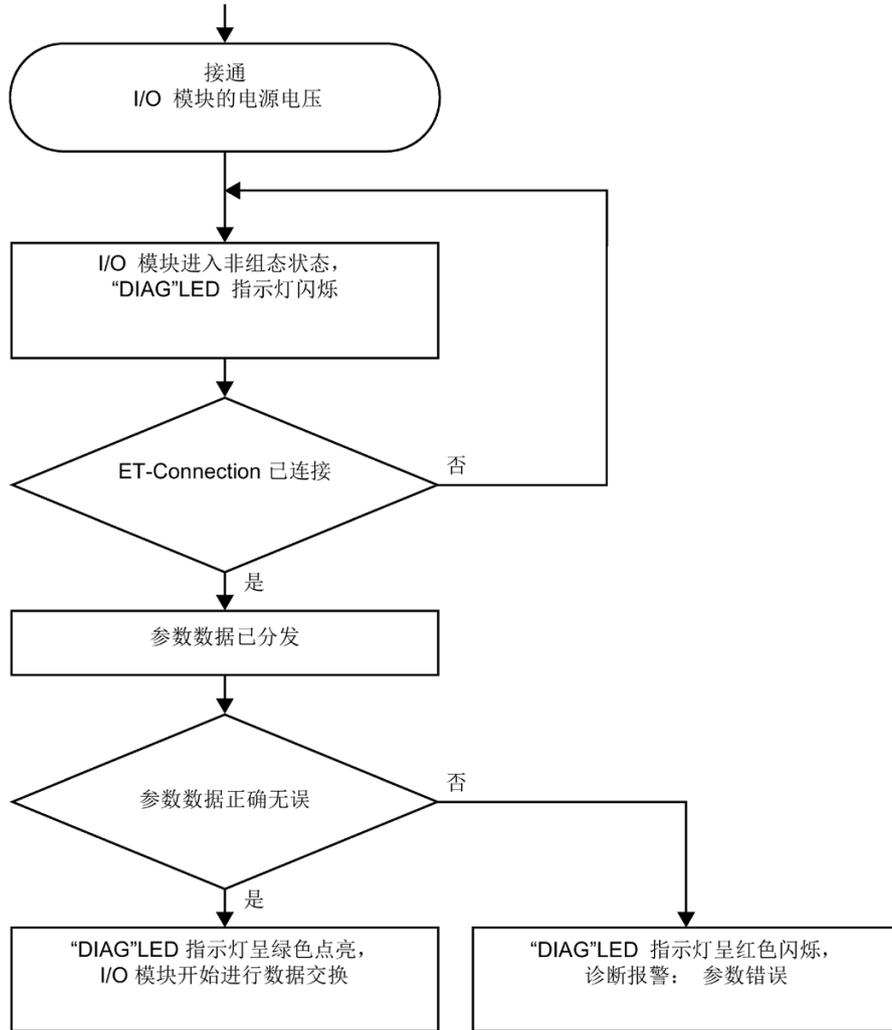


图 8-4 启动 ET 200AL I/O 模块

8.3 标识和维护数据

8.3.1 读取并输入 I&M 数据

简介

I&M 标识数据是保存在接口模块上的只读（I 数据）或读/写（M 数据）信息。

标识数据 (I&M0)：模块的制造商信息（只读信息），有时会印刷在模块外壳上。例如，订货号、序列号和固件版本。

维护数据 (I&M1、2、3)：设备特定信息，如，安装位置。维护数据在组态过程中创建并且可写入模块中。

ET 200AL 分布式 I/O 系统的所有模块均支持标识数据（I&M0 到 I&M3）。

I&M 标识数据可用于以下操作：

- 检查设备组态
- 查找系统中的硬件变更
- 纠正系统中的错误

使用 I&M 标识数据，可以在线明确识别模块。

在 STEP 7 中，标识数据显示在“模块状态 - IM 157”(Module status - IM 157) 和“属性...”(Properties...) 选项卡中（请参见 STEP 7 在线帮助）。

读取 I&M 数据的方式

可通过以下方式读取 I&M 数据：

- 通过用户程序
- 通过 STEP 7 或 HMI 设备

通过用户程序读取 I&M 数据的步骤

要在用户程序中读取接口模块的 I&M 数据，可使用“RDREC”指令。

使用 STEP 7 读取 I&M 数据的步骤

要求：必须在线连接接口模块。

1. 在项目导航的“分布式 I/O”(Distributed I/O) 中，选择 I/O 设备或 DP 从站，如“IM 157-1 PN”。
2. 选择：I/O 设备/DP 从站 > 在线和诊断 > 标识和维护(IO device/DP slave > Online & Diagnostics > Identification & Maintenance)。

使用 STEP 7 输入维护数据的步骤

在 STEP 7 中指定默认的模块名称。用户可输入以下数据：

- 设备标识 (I&M1)
- 位置标识符 (I&M1)
- 安装日期 (I&M2)
- 更多信息 (I&M3)
- 签名 (I&M4)，仅适用于 PROFINET

要输入数据，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 硬件网络编辑器的设备视图中，选择接口模块。
2. 在“常规”(General) 下的属性中，选择“标识和维护”(Identification & Maintenance) 区域并输入数据。

在加载硬件配置期间，还会加载 I&M 数据。

参考

有关 ET 200SP I&M 数据（混合组态）的更多信息，请参见系统手册《ET 200SP 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58649293>)》。

8.3.2 I&M 数据的数据记录结构

读取 I&M 数据记录（通过 PROFINET IO 进行分配）

可以通过选择**读取数据记录**（“RDREC”指令）直接访问特定标识数据。从相关的数据记录索引下获取相应的标识数据。

下表列出了数据记录结构的原理。

表格 8-3 I&M 标识数据的数据记录基本结构

内容	长度（字节）	编码（十六进制）
标头信息		
BlockType	2	I&M0 : 0020H I&M1 : 0021H I&M2 : 0022H I&M3 : 0023H I&M4 : 0024 H
BlockLength	2	I&M0 : 0038H I&M1 : 0038H I&M2 : 0012H I&M3 : 0038H I&M4 : 0038 H
BlockVersionHigh	1	01
BlockVersionLow	1	00
标识数据		
标识数据 (请参见下表)	54 54 16 54 54	I&M0/索引| AFF0H I&M1/索引| AFF1H I&M2/索引| AFF2H I&M3/索引| AFF3H I&M4/索引| AFF4H

8.3 标识和维护数据

下表列出了 I&M 标识数据的数据记录结构。

表格 8-4 I&M 标识数据的数据记录结构

标识数据	访问	默认值	说明
标识数据 0：（数据记录索引 AFF0 十六进制）			
VendorIDHigh	读取（1 个字节）	00H	此处是所存储的制造商名称（42D = SIEMENS AG）。
VendorIDLow	读取（1 个字节）	2AH	
Order_ID	读取（20 个字节）	6ES7157-1AB00-0AB0	模块（例如，PROFINET 接口模块）的订货号
IM_SERIAL_NUMBER	读取（16 个字节）	-	序列号（特定于设备）
IM_HARDWARE_REVISION	读取（2 个字节）	1	相应的硬件版本
IM_SOFTWARE_REVISION	读取	固件版本	提供有关模块固件版本的信息
• SWRevisionPrefix	（1 个字节）	V	
• IM_SWRevision_Functional_Enhancement	（1 个字节）	00 - FFH	
• IM_SWRevision_Bug_Fix	（1 个字节）	00 - FFH	
• IM_SWRevision_Internal_Change	（1 个字节）	00 - FFH	
IM_REVISION_COUNTER	读取（2 个字节）	0000H	提供有关模块上组态更改的信息（未使用）
IM_PROFILE_ID	读取（2 个字节）	0000H	常规设备
IM_PROFILE_SPECIFIC_TYPE	读取（2 个字节）	0005H	接口模块
IM_VERSION	读取	0101H	提供有关标识数据版本的信息（0101H = 版本 V1.1）
• IM_Version_Major	（1 个字节）		
• IM_Version_Minor	（1 个字节）		
IM_SUPPORTED	读取（2 个字节）	001EH	提供有关现有标识数据的信息（I&M1 到 I&M4）

标识数据	访问	默认值	说明
维护数据 1：（数据记录索引 AFF1 十六进制）			
IM_TAG_FUNCTION	读/写（32 个字节）	-	在此处输入在设备范围内唯一的模块标识号。
IM_TAG_LOCATION	读/写（22 个字节）	-	在此处输入模块的安装位置。
维护数据 2：（数据记录索引 AFF2 十六进制）			
IM_DATE	读/写（16 个字节）	YYYY-MM-DD HH:MM	在此处输入模块的安装日期。
维护数据 3：（数据记录索引 AFF3 十六进制）			
IM_DESCRIPTOR	读/写（54 个字节）	-	输入用于描述模块的注释。

通过数据记录 255 读取 I&M 数据记录（通过 PROFIBUS DP 进行分发）

模块支持通过 DR 255 对标识数据进行标准访问（索引 65000 到 65003）。有关 DS 255 数据结构的更多信息，请参见“配置文件指南 - 订货号 3.502”中的技术规范。

维护

9.1 更换模块

更换模块

不允许在运行过程中更换模块。



警告

可能导致物理损坏

如果在连接了电源的情况下卸下/插入模块，会导致系统进入未定义的状态。从而可能会对 ET 200AL 分布式 I/O 系统造成物理损坏。

请仅在断开电源的情况下卸下或更换模块。

在组态系统时始终遵守要求的标准和安全规定。



警告

混合使用 ET-Connection1 和 ET-Connection2

在连接模块时，始终确保正确连接。

如果在连接模块时混合使用 ET-Connection1 和 ET-Connection2 的线路，会导致系统进入未定义的状态。

ET-Connection 的行为

在运行期间，可能需要更换模块，例如因为模块出现故障。如果 I/O 模块在 ET-Connection 线路中发生故障，线路中故障 I/O 模块前面的其它部分仍然处于活动状态。在更换 I/O 模块后，ET-Connection 线路会自行启动。

操作步骤

要更换模块，请按以下步骤操作：

1. 断开待更换模块的电源电压。
2. 完全断开所有连接到模块的电缆。
3. 拧松模块的固定螺钉。
4. 更换模块。

说明

“新增”模块

只能用同类型的模块更换卸下的模块。

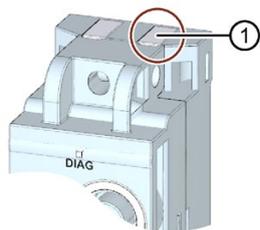
5. 以 1.2 Nm 的扭矩拧紧模块。
6. 连接所有电缆。
7. 再次接通电源电压。

警告

注意模块的插槽号

在连接 ET 200AL I/O 模块时如果混用这些模块，会造成人身伤害并导致机器损坏。在实际/目标比较期间，ET 200AL 分布式 I/O 系统无法区分相同类型的模块。我们建议您使用插槽号明确标识 ET 200AL I/O 模块。

下图显示了关于用插槽号标识 ET 200AL I/O 模块的建议。



- ① 插槽号标识建议

图 9-1 插槽号

结果

断开的 I/O 模块及所有下游 I/O 模块会自行重新启动。

9.2 固件更新

简介

在操作过程中，可能需要更新固件（例如，由于功能扩展）。
使用固件更新来更新接口模块和 I/O 模块的固件。

说明

短暂总线中断

在执行 ET 200AL I/O 模块的固件更新时，由于 I/O 模块重启，ET-Connection 将短暂中断。所有下位 ET 200AL I/O 模块都将报告一个插拔中断。

固件更新的选项

可采用以下方式运行固件更新：

- 通过 STEP 7 V5.5 及以上版本在线更新¹
- 通过 STEP 7 TIA Portal V13 或更高版本在线执行
- 在 SIMATIC CPU 或具有故障安全模块的 SIMATIC F-CPU 上运行的嵌入式 Web 服务器。
- SIMATIC Automation Tool (SAT)

¹⁾ 不适合与故障安全 ET 200AL I/O 模块结合使用

参考

有关具体过程的更多信息，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/88778936>) 上的常见问题解答以及 STEP 7 的在线帮助。

9.3 将接口模块复位为出厂设置 (PROFINET)

简介

在复位为出厂设置时，将接口模块恢复到其出厂设置。这意味着在接口模块内部保存的所有信息都将被删除。

复位为出厂设置后的结果

下表概述了复位为出厂设置后存储器对象的内容。

表格 9-1 复位为出厂设置后的结果

存储器对象	内容
IP 地址	已删除 (复位时可组态：“保留 IP 地址”(Retain IP address)/“删除 IP 地址”(Delete IP address))
设备名称	已删除
MAC 地址	不删除
标识数据 (I&M0)	不删除
维护数据 (I&M1、2、3、4)	删除 (可选)
固件版本	不删除

说明

可能发生下游站故障

将接口模块复位为出厂设置会导致线路中的下游站发生故障。

说明

复位为出厂设置时 I/O 模块的替换值操作

复位为出厂设置时，站中的 I/O 模块变为非组态状态，即未输入任何输入数据并且未输出任何输出数据。

9.3 将接口模块复位为出厂设置 (PROFINET)

复位方式

可通过以下两种方式将接口模块复位为出厂设置：

- 通过 STEP 7 (TIA Portal) 在线执行
- 通过 STEP 7 V5.5 或更高版本在线执行

要求

需要建立在线连接以将接口模块复位为出厂设置。

使用 STEP 7 (TIA Portal) 进行复位的步骤

将 PG/PC 连接到 ET 200AL 分布式 I/O 系统的 PROFINET IO 接口。

确保存在与要复位到出厂设置的接口模块的在线连接。

1. 打开接口模块的在线和诊断视图。
2. 在“功能”(Functions) 文件夹中，选择“复位为出厂设置”(Reset to factory settings) 组。
3. 如果要保留 IP 地址，则需选择“保留 IP 地址”(Retain IP address) 单选按钮；如果要删除 IP 地址，则选择“复位 IP 地址”(Reset IP address) 单选按钮。
4. 单击“复位”(Reset) 按钮。
5. 在确认提示窗口中，单击“确定”(OK)。

结果：该接口模块将执行“复位为出厂设置”，模块上的 RUN LED 指示灯将呈黄色闪烁。当 RUN LED 指示灯呈黄色亮起时，接口模块已复位为出厂设置，并处于 STOP 运行模式。“复位为出厂设置”事件进入诊断缓冲区。

通过 STEP 7 V5.5 或更高版本进行复位的步骤

将 PG/PC 连接到 ET 200AL 分布式 I/O 系统的 PROFINET IO 接口。

确保存在与要复位到出厂设置的接口模块的在线连接。

1. 打开 SIMATIC Manager。
2. 选择可访问的设备。
3. 选择接口模块。
4. 浏览“菜单 > 选项 > 编辑以太网设备 > 复位为出厂设置 > 复位”(Menu > Options > Edit Ethernet devices > Reset to factory settings > Reset)。

结果：该接口模块将执行“复位为出厂设置”，模块上的 RUN LED 指示灯将呈黄色闪烁。当 RUN LED 指示灯呈黄色亮起时，接口模块已复位为出厂设置，并处于 STOP 运行模式。“复位为出厂设置”事件进入诊断缓冲区。

参考

有关这些步骤的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

9.4 对 F 模块错误的反应

安全状态（安全机制）

安全机制的基本原理是所有过程变量都存在安全状态。

说明

对于数字量 F 模块，该安全状态为值“0”。安全状态应用于传感器和执行器。

F 系统的错误响应和启动

由于安全功能的原因，在以下情况下，必须将安全状态的值而不是过程值（故障安全模块的钝化）连接到故障安全通道：

- 当 F 系统启动时
- 在 F-CPU 和 F 模块之间通过 PROFIsafe 安全协议进行的安全相关通信中检测到错误（通信错误）时
- 检测到 F-I/O 错误或通道错误（例如断线或不一致错误）时

检测出的错误会写入到 F-CPU 的诊断缓冲区中，并报告给 F-CPU 中的安全程序。

F 模块不能将错误保存为持久数据。如果系统断电然后重新启动，则系统启动时将再次检测所有未决的错误。但可将错误保存到安全程序中。



警告

如果通道设为“禁用”，则没有诊断或错误处理响应。

对于在 STEP 7 中设置为“禁用”的通道，在发生通道错误时不会触发任何诊断消息或错误处理。甚至在该通道间接受到通道组错误（“通道激活/取消激活”参数）影响时也不触发。

F 系统故障排除

要更正 F 系统中的错误，请按 IEC 61508-1:2010 第 7.15.2.4 部分和 IEC 61508-2:2010 第 7.6.2.1 e 部分中的说明进行操作。

按照以下步骤操作：

1. 运行诊断并修复错误。
2. 重新验证安全功能。
3. 在维护报告中记录

F 模块的故障安全值

对于带有输入的 F 模块，钝化期间 F 系统将提供安全程序的故障安全值 (0)。在 F-DI 中使用故障安全值而不是过程数据。

对于带有输出的 F 模块，钝化期间 F 系统会将故障安全值 (0) 传送给故障安全输出。使用故障安全值而不是安全程序的输出值。故障安全输出会断电。即使 F-CPU 进入 STOP 工作模式，也会执行此过程。

无法设置故障安全值的参数。

在涉及的通道或涉及的 I/O 模块的所有通道的依赖关系中，会使用故障安全值：

- 使用的 F 系统
- 发生的错误类型
 - F-I/O 中的错误
 - 通道故障
 - 通信错误

重新集成故障安全模块或通道

F 系统自动从故障安全值转换为过程值，或者由用户在安全程序中确认后转换。有关错误的详细列表，请参见 F 模块设备手册或 STEP 7 在线帮助。

重新集成后的操作步骤：

- 对于带有输入的 F 模块，将再次向安全程序提供 F-DI 端未决的过程数据。
- 对于带有输出的 F 模块，会再次将安全程序提供的输出值传送到 F-DQ。

有关钝化和重新集成的其它信息

有关钝化和重新集成 F-I/O 模块的其它信息，请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程”(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)手册。

带有输入的 F 模块对通信错误的响应

带有输入的 F 模块对通信错误的响应与对其它错误的响应不同。

如果检测到通信错误，则仍在 F 模块的输入中设置当前过程值。不会钝化任何通道。当前过程值在 F-CPU 中钝化。

9.5 清洁模块

处于连线状态时，ET 200AL 模块遵守 IP65/IP67 防护等级，不需要任何清洁。如果必须清洁模块，请使用干燥或微湿的布。在用液体清洁时，请注意遵守 IP65/67 防护等级。

技术数据

简介

有关系统的技术数据，请参见以下部分：

- ET 200AL 分布式 I/O 系统应遵循和满足的标准和测试值。
- 测试 ET 200AL 分布式 I/O 系统时遵守的测试条件。

模块的技术数据

有关各个模块的技术数据，请参见各模块的手册。如果本文档中的数据与产品手册中的有所出入，则以产品手册中的技术数据为准。

参考

有关这些标记和认证的证书，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com>)。

10.1 标准与授权

当前有效的标志和授权

说明

ET 200AL 分布式 I/O 系统组件的详细信息

最新有效标志和认证将印刷在 ET 200AL 分布式 I/O 系统的组件上。

CE 标志



ET 200AL 分布式 I/O 系统满足下列指令的要求和保护目标，并遵守欧盟官方公报刊载的用于可编程逻辑控制器的欧洲统一标准 (ES)：

- 2014/30/EU“电磁兼容性”（EMC 指令）
- 2011/65/EU“电气和电子设备中特定有害物质的使用限制”（RoHS 指令）

ET 200AL 分布式 I/O 系统的故障安全模块符合以下 EU 指令的安全要求和安全目标，并遵循欧盟官方公报刊载的可编程控制器统一 EU 标准 (EN)。

- 2014/30/EU“电磁兼容性”（EMC 指令）
- 2006/42/EC“机器指令和补充指令 95/16/EC”
- 2011/65/EU“电气和电子设备中特定有害物质的使用限制”（RoHS 指令）

EU 符合性声明可从以下主管部门获得，具体地址如下所示：

SIEMENS AG
Digital Industries
DI FA TI COS TT
P.O.Box 1963
D-92209 Amberg, Germany

同样，也可在 Internet 上的“客户支持”页面的“符合性声明”中找到这些文件。

UL 认证



美国安全检测实验室公司，符合

- UL 61010-1 和 UL 61010-2-201
- CSA C22.2 No. 61010-1 和 CSA C22.2 No. 61010-2-201（过程控制设备）

下表列出了经认证可用于 UL50/NEMA250 Enclosure Type 4X Indoor use only, watertight 应用的模块：

表格 10-1 符合 UL50/NEMA250 Enclosure Type 4X, Indoor use only, watertight 标准的已发行模块

说明	订货号
接口模块 ET 200AL	
IM157-1 PN 接口模块	6ES7157-1AB00-0AB0
IM 157-1 DP 接口模块	6ES7157-1AA00-0AB0
数字量输入 (DI)	
DI 8x24VDC, 8xM8	6ES7141-5BF00-0BA0
DI 8x24VDC, 4xM12	6ES7141-5AF00-0BA0
DI 16x24VDC, 8xM12	6ES7141-5AH00-0BA0
数字量输出 (DQ)	
DQ 8x24VDC/2A, 8xM12	6ES7142-5AF00-0BA0
数字量输入/输出 (DI/DQ)	
DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A, 8xM8	6ES7143-5BF00-0BA0
DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A, 4xM12	6ES7143-5AF00-0BA0
DIQ 16x24VDC/0.5A, 8xM12	6ES7143-5AH00-0BA0
模拟量输入 (AI)	
AI 4xU/I/RTD, 4xM12	6ES7144-5KD00-0BA0
模拟量输出 (AQ)	
AQ 4xU/I, 4xM12	6ES7145-5ND00-0BA0
通信模块	
CM 4xIO-LINK, 4xM12	6ES7147-5JD00-0BA0



下表列出了经认证可用于 UL50/NEMA250 Enclosure Type 1 应用的模块：

表格 10-2 符合 UL50/NEMA250 Enclosure Type 1 标准的已发行模块

说明	订货号
DI/DQ	
F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A 4xM12	6ES7146-5FF00-0BA0

RCM，澳大利亚/新西兰符合性声明



ET 200AL 分布式 I/O 系统满足 EN 61000-6-4:2007 通用标准 – 工业环境用辐射标准的要求。

韩国证书 KCC-REM-S49-ET200



请注意，本设备的射频干扰符合 A 级限制。本设备可用于所有区域，但住宅区例外。

이 기기는 업무용(A 급) 전자파 적합기기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기 바라며 가정 외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

欧亚关税同盟的标志



EAC (欧亚符合性)
俄罗斯、白俄罗斯和哈萨克斯坦的关税同盟
关税同盟 (TR CU) 技术要求的符合性声明

IEC 61131-2

ET 200AL 分布式 I/O 系统符合 IEC 61131-2 标准的要求和条件（可编程逻辑控制器，第 2 部分：设备要求和测试）。

IEC 61010-2-201

ET 200AL 分布式 I/O 系统符合 IEC 61010-2-201 标准的要求和条件。

PROFINET 标准

接口模块 IM 157-1 PN 基于标准 IEC 61158 类型 10。

PROFIBUS 标准

接口模块 IM 157-1 DP 基于标准 IEC 61158 类型 3。

船级社认证

船级社：

- ABS (美国船级社)
- BV (法国船级社)
- CCS (中国船级社)
- Class NK (日本船级社)
- DNV-GL (挪威船级社 - 德国劳氏船级社)
- LRS (英国劳氏船级社)

说明

有关对电源电压的要求有所提高，ET 200AL 分布式 I/O 系统的故障安全模块 F DI 4+F DQ 2x24VDC/2A 4xM12 不支持指定的船级社认证。

IO-Link 标准

通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12 基于标准 IEC 61131-9。

工业用途

ET 200AL 分布式 I/O 系统适合在工业环境中使用。它符合针对此种用途的以下标准：

- 干扰辐射要求 EN 61000-6-4：2007 + A1：2011
- 抗干扰要求 EN 61000-6-2：2005

在混合区域使用

在特定的先决条件下，可在混合区域中使用 ET 200AL 分布式 I/O 系统。混合区域包含住宅区和不会对住宅区造成严重影响的商业运营场所。

如果在混合区域使用 ET 200AL 分布式 I/O 系统，必须确保射频干扰强度符合 EN 61000-6-3 通用标准的限制等级。为遵循这些限制，在混合区域中使用时可采取的相应措施如下：

- 在接地的控制柜/控制箱中安装 ET 200AL 分布式 I/O 系统
- 在电源线中使用滤波器

还需要进行额外的验收测试。

在住宅区使用

说明

ET 200AL 分布式 I/O 系统不适合用于住宅区

ET 200AL 分布式 I/O 系统不适合用于住宅区。如果在住宅区使用 ET 200AL 分布式 I/O 系统，则可能会影响广播和电视信号的接收。

在工业燃烧器和燃烧环境中使用

ET 200AL 分布式 I/O 系统的故障安全模块 F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A 4xM12 满足以下标准的要求和条件：

- EN 298（用于燃烧器以及燃烧气态和液态燃料的设备的自动燃烧器控制系统）
- EN 50156-1（用于熔炉和辅助设备的电气设备）
- EN 50156-2（用于熔炉和辅助设备的电气设备）

参考

有关这些标记和认证的证书，请访问 Internet 上的“服务和支持 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/>)”。

10.2 电磁兼容性

定义

电磁兼容性（EMC）是指电气设备不影响其电磁环境并在其中正常运转的能力。

ET 200AL 分布式 I/O 系统的 I/O 设备符合欧盟的 EMC 法律要求。这项要求是指 ET 200AL 分布式 I/O 系统的 I/O 设备应符合电气组态的规范与规定。

脉冲型干扰变量

下表列出了分布式 I/O 系统对于脉冲型干扰变量的电磁兼容性。

表格 10-3 脉冲型干扰变量

脉冲型干扰变量	测试条件	对应的严重等级
符合 IEC 61000-4-2 的静电放电。	空气放电：± 8 kV	3
	接触放电：± 4 kV	2
符合 IEC 61000-4-4 标准的短脉冲（快速瞬态干扰值）。	± 2 kV（电源线）	3
	± 2 kV（PROFIBUS-/PROFINET 线路）	4
	± 1 kV（信号线 < 30 m）	3
	± 1 kV（ET-Connection）	3
高能电涌符合 IEC 61000-4-5 标准。		
• 非对称耦合	± 2 kV（24 V DC 电源线） 带防护装置	3
	± 0.5 kV（24 V DC 电源线） 不带防护装置	1
	± 2 kV（PROFIBUS/PROFINET 线路） 不带防护装置	3
• 对称耦合	± 1 kV（24 V DC 电源线） 带防护装置	3
	± 0.5 kV（24 V DC 电源线） 不带防护装置	2

10.2 电磁兼容性

正弦干扰变量

下表列出了分布式 I/O 系统对于正弦干扰变量的电磁兼容性。

表格 10-4 射频辐射

RF 辐射符合 IEC 61000-4-3 标准 电磁 RF 电场, 调幅		对应的严重等级
80 MHz 到 1000 MHz	10 V/m	3
1.4 GHz 到 6 GHz	3 V/m	2
80% AM (1 kHz)		

表格 10-5 射频耦合 (信号与电源线)

符合 IEC 61000-4-6 标准的射频耦合	对应的严重等级
0.15 MHz 到 80 MHz	3
10 V _{rms} 未调制	
80% AM (1 kHz)	
150 Ω 源阻抗	

射频辐射干扰

下表列出了符合 55016 标准的电磁场的干扰辐射：限制等级 A, 组 1。

表格 10-6 电磁场的干扰辐射

频率	干扰辐射	测量距离
30 MHz 到 230 MHz	<40 dB (μV/m) Q	10 m
230 MHz 到 1000 MHz	<47 dB (μV/m) Q	10 m
1 GHz 到 3 GHz	<76 dB (μV/m) P	3 m
3 GHz 到 6 GHz	<80 dB (μV/m) P	3 m

24 V 电源连接

下表列出了符合 EN 55016 标准的低压测量范围。

表格 10-7 电源的干扰辐射

频率	干扰辐射
0.15 MHz 到 0.5 MHz	79 dB (μV) Q 66 dB (μV) M
0.5 MHz 到 30 MHz	73 dB (μV) Q 60 dB (μV) M

10.3 运输和存储条件

运输和存储条件

ET 200AL 分布式 I/O 系统的模块对运输和存储条件的要求高于 IEC 61131-2 标准规范。下表列出了这些模块采用原包装进行传输和存储的条件。

表格 10-8 运输和存储条件

条件类型	允许的范围
自由落体	≤0.3 m
温度	-40 °C 到 +70 °C
温度变化	20 K/h
大气压	1140 hPa 到 660 hPa (相当于高度 -1000 m 到 3500 m)
相对湿度	5% 到 95%

10.4 机械和气候环境条件

运行条件

ET 200AL 分布式 I/O 系统适合在不受气候影响的固定场所使用。

- 运行条件高于 IEC 61131-2 标准要求
 - 类别 OTH2

有关各操作条件的具体数值，请参见手册中的技术规范或访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/109742718/zh>)。

机械环境条件下的相关测试

下表列出了机械环境条件的测试类型和测试范围。

表格 10-9 机械环境条件下的相关测试

测试条件	测试标准	值
振动	振动测试，依照 IEC 60068-2-6 标准	振动类型：变化率为 1 倍频程/分钟的频率扫描。 5 Hz 到 9.1 Hz，等幅 15 mm 9.1 Hz 到 150 Hz，恒定加速度 10g 振动持续时间：在 3 个垂直对齐的坐标轴上，每个坐标轴进行 10 次频率扫描
抗冲击性	冲击测试，依照 IEC 60068-2-27 标准	冲击类型：半正弦波 冲击强度：峰值为 30g，持续 18 ms 冲击方向：在 3 个互相垂直的坐标轴上，在每个坐标轴的 +/- 方向各进行 3 次冲击

气候环境条件

下表列出了气候环境条件的测试类型和测试范围。

表格 10- 10 气候环境条件

环境条件	应用领域	注释
温度	-25 °C 到 55 °C	所有安装位置
温度变化	10 K/h	-
相对湿度	从 5% 到 100%	有结露
大气压	1140 hPa 到 795 hPa	相当于高度 -1000 m 到 2000 m
污染物浓度	ANSI/ISA-71.04 severity level G1; G2; G3	-

下表列出了允许温度为 -30 °C 的功能版本的模块。

表格 10- 11 扩展温度范围至 -30 °C

说明	订货号	最低功能版本
接口模块 ET 200AL		
IM 157-1 DP 接口模块	6ES7157-1AA00-0AB0	FS02
数字量输入 (DI)		
DI 8x24VDC, 8xM8	6ES7141-5BF00-0BA0	FS03
DI 8x24VDC, 4xM12	6ES7141-5AF00-0BA0	FS03
DI 16x24VDC, 8xM12	6ES7141-5AH00-0BA0	FS03
数字量输出 (DQ)		
DQ 8x24VDC/2A, 8xM12	6ES7142-5AF00-0BA0	FS03
数字量输入/输出 (DI/DQ)		
DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A, 8xM8	6ES7143-5BF00-0BA0	FS03
DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A, 4xM12	6ES7143-5AF00-0BA0	FS03
DIQ 16x24VDC/0.5A, 8xM12	6ES7143-5AH00-0BA0	FS03

10.4 机械和气候环境条件

说明	订货号	最低功能版本
模拟量输入 (AI)		
AI 4xU/I/RTD, 4xM12	6ES7144-5KD00-0BA0	FS04
AI 4xU/I/RTD, 4xM12	6ES7144-5KD50-0BA0	FS01
模拟量输出 (AQ)		
AQ 4xU/I, 4xM12	6ES7145-5ND00-0BA0	FS03
故障安全模块		
F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A, 4xM12	6ES7146-5FF00-0BA0	FS01
通信模块		
CM 4xIO-LINK, 4xM12	6ES7147-5JD00-0BA0	FS05

10.5 有关绝缘、保护等级、防护等级和额定电压的详细信息

绝缘

根据 IEC 61010-2-201 的要求设计绝缘装置。

说明

这些带有 24 V DC 电源电压 (SELV/PELV) 的模块，已通过 707 V DC 的电位隔离测试（型式试验）。

污染等级（根据 IEC 61010-2-201）

- 保护等级 III

电压中断的严重程度

ET 200AL 分布式 I/O 系统中 I/O 设备的电压中断严重等级为 PS1 (5 ms)。

污染等级 / 过电压类别遵循 IEC 61010-2-201 标准要求

- 污染等级：3
- 过电压类别：II

防护等级 IP65 和 IP67

对于 ET 200AL 分布式 I/O 系统的所有模块，符合 IEC 60529 的防护等级 IP65 和 IP67：

- 1.代码编号：防尘和全面的接触保护
- 2.代码编号：防水
 - IP65：所有角度防水喷射保护
(水流不得造成任何损坏性影响)
 - IP67：防暂时性淹没保护
(流入外壳的水量不得达到有害级别)

额定工作电压

下表列出了 ET 200AL 分布式 I/O 系统的标称电压和相应的容差。

表格 10- 12 额定工作电压

额定电压 (SELV/PELV)	容差范围
24 V DC	20.4 V 到 28.8 V DC

10.6 IP65/IP67 模块的安全相关符号

下表列出了 IP65/67 模块、模块包装或随附文档中的符号说明。

符号	含义
	常规警告符号 小心/注意 必须阅读该产品文档。在该产品文档中，介绍了各种潜在风险类型以及风险的识别和预防措施等信息。
	指定的安全符号适用于 具有防爆认证 的设备。 必须阅读该产品文档。在该产品文档中，介绍了各种潜在风险类型以及风险的识别和预防措施等信息。
	阅读本产品文档中的相关信息。 ISO 7010 M002
	确保设备仅由专业电气工程师进行安装。 IEC 60417 No. 6182
 CABLE SPEC.	请注意，连接的电源线必须根据预期的最低和最高环境温度进行设计。
 EMC	请注意，设备必须按照 EMC 规则进行构建和连接。
 230V MODULES	请注意，230 V 设备可能会暴露于危险的电压中。 ANSI Z535.2
 24V MODULES	请注意，防护等级 III 的设备只能按照标准的 SELV/PELV 提供保护性的低电压。 IEC 60417-1-5180 “III 类设备”
 INDOOR USE ONLY INDUSTRIAL USE ONLY	请注意，该设备仅被批准用于工业领域，且仅可用于室内。

ET200AL 标准模块与安全相关的关断

简介

下图说明了 ET 200AL 标准模块的故障安全停机。

在下图显示的组态中，以 ET 200AL 标准模块的 2L+ 和 2M 电源运行的数字量输出均切换到了安全断开状态。该步骤实现了安全等级 SIL2/cat. 3/PLd。

工作原理

上位安全继电器（例如，3SK1）断开 2L+ 和 2M 电源。这会将所有通过 2L+ 和 2M（开关型）电源运行的数字量输出切换到安全状态。连接到 1L+ 和 1M（非开关型）电源的数字量输出并不用于功能性切换，因此无法安全关断。

在由 1L+ 和 2L+ 供电的输出之间不存在相互作用。

此时，也可将仅在电源 1L+ 和 1M（非交换机）处操作的 I/O 模块集成到分布式 I/O 系统架构中。这些 I/O 设备必须作为无反作用模块启用。发生断路时，这些 I/O 模块不受影响，将由电源 2L+ 和 2M（交换机）进行供电。下图以使用 DI、AI 和 AQ 模块的示例进行了说明。

方框图

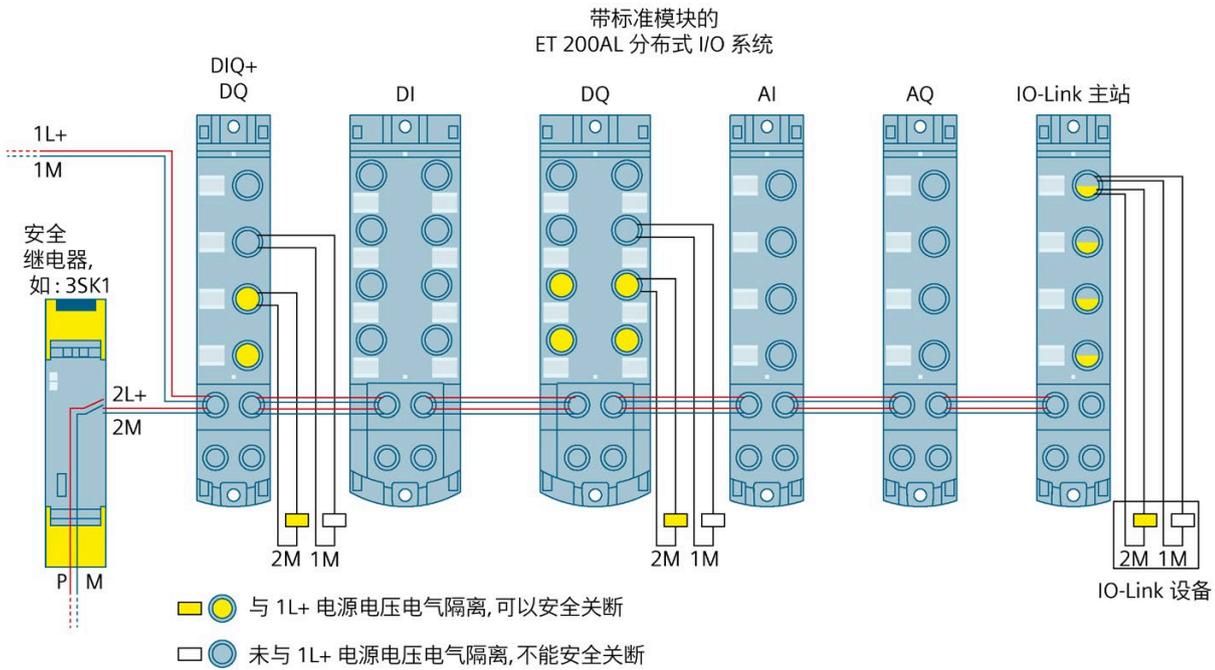


图 A-1 具有安全继电器的上位安全电路

警告

注意安全相关关断的电位组

当数字量输出连接到数字量输入时, 请注意电位组。根据具体组态, 1M 和 2M 可能已连接, 导致 1L+ 和 2L+ 之间的电气隔离被消除。如果电气隔离消失, 则不允许安全相关关断。

说明

安全电气隔离

电压高于 SELV/PELV 时, 保持安全电气隔离。

说明

IO-Link 主站的安全相关关断

对于带有 IO-Link 端口 B 类的 IO-Link 主站，附加电源（PIN 2 和 PIN 5）可提供安全相关关断。

端口上的其他信号无反作用。

请注意，要使用安全相关的脱扣功能，IO-Link 设备需具有相应的安全特性。

上位安全电路的限制条件

ET 200AL 标准模块不带任何安全功能。因此，通过安全继电器执行安全功能，将系统转入安全状态。

根据安全等级，通过继电器输出调整安全继电器的操作检查间隔时间。

如果上位安全电路未提供控制安全功能的电源，则可采取以下措施。

通过相应的安全措施，全面检查上位安全电路（如 3SK1）未检测到的严重安全功能错误。该“诊断”由受控过程间接执行。

安全相关过程数据的技术规范：

- 功能安全
- 通过故障安全输入读取（如，F-DI）
- 使用故障安全处理单元（如，F-CPU）发布命令
- 通过故障安全输出（如，F-DQ）的输出，控制安全功能

电源要求

操作时需连接 SELV/PELV 电源，限制 L+ 和 M (24 V) 电压过载。该措施可同时防止电源端出错。

电源的选择，根据关断设备和 ET 200AL 系统相应操作指南中的具体要求。

有关安全 SELV/PELV 的更多信息，请参见所用电源的数据表。

常见问题解答

有关安全相关关断的最新信息，敬请访问常见问题解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/39198632>)。

在常见问题解答中，可了解有关支持安全相关关断的 SIMATIC 标准模块。

申请德国技术监督组织报告（报告编号 SN89858T）

用户可申请德国技术监督组织报告的副本，地址如下所示：

SIEMENS AG
Digital Industries
DI FA TI COS TT
P.O.Box 1963
D-92209 Amberg, Germany

尺寸图

分布式 I/O 系统提供 2 种模块宽度。

下图显示了模块的高度和宽度。模块的深度范围从 40 mm 到 46 mm。有关各个模块的详细尺寸信息，请参见接口模块

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/14246/man>)和 I/O 模块

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/14247/man>)手册的“尺寸图”部分。

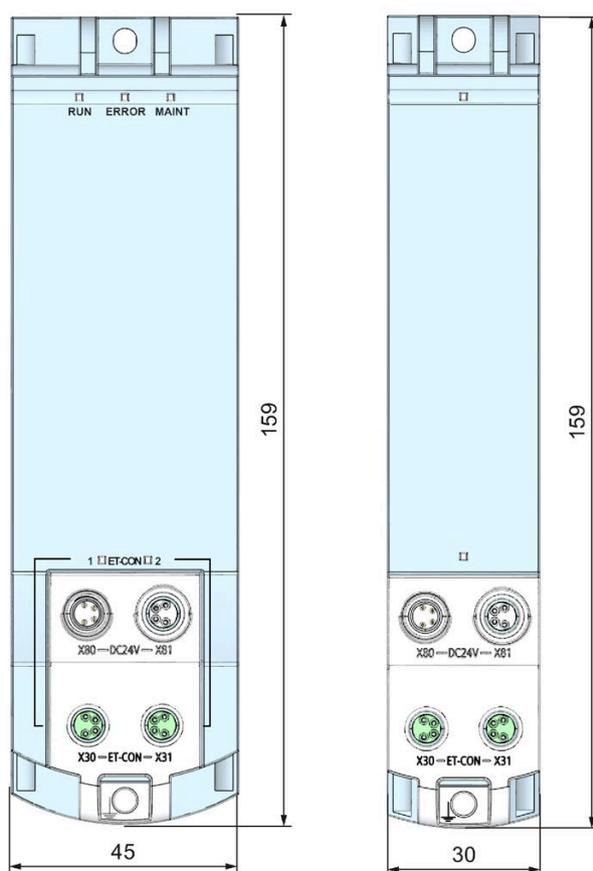


图 B-1 模块尺寸图（前视图）

附件/备件

C.1 附件/备件

ET 200AL 分布式 I/O 系统的附件

表格 C-1 ET-Connection 的附件

名称	长度	订货号	
电缆		标准	PUR
ET-Connection M8 总线电缆, 两端预装配有 2 个 M8 连接器 (4 针、屏蔽)	0.19 m	6ES7194-2LH02-0AA0	6ES7194-2MH02-0AA0
	0.3 m	6ES7194-2LH03-0AA0	6ES7194-2MH03-0AA0
	1.0 m	6ES7194-2LH10-0AA0	6ES7194-2MH10-0AA0
	2.0 m	6ES7194-2LH20-0AA0	6ES7194-2MH20-0AA0
	5.0 m	6ES7194-2LH50-0AA0	6ES7194-2MH50-0AA0
	10.0 m	6ES7194-2LN10-0AA0	6ES7194-2MN10-0AA0
	15.0 m	6ES7194-2LN15-0AA0	6ES7194-2MN15-0AA0
ET-Connection M8 总线电缆, 两端预装配有 2 个 M8 连接器 (斜式、4 针、屏蔽)	0.3 m	6ES7194-2LH03-0AB0	6ES7194-2MH03-0AB0
	1.0 m	6ES7194-2LH10-0AB0	6ES7194-2MH10-0AB0
	2.0 m	6ES7194-2LH20-0AB0	6ES7194-2MH20-0AB0
	5.0 m	6ES7194-2LH50-0AB0	6ES7194-2MH50-0AB0
	10.0 m	6ES7194-2LN10-0AB0	6ES7194-2MN10-0AB0
	15.0 m	6ES7194-2LN15-0AB0	6ES7194-2MN15-0AB0
ET-Connection M8 总线电缆, 一端预装配有 1 个 M8 连接器 (4 针、屏蔽)	2.0 m	6ES7194-2LH20-0AC0	6ES7194-2MH20-0AC0
	5.0 m	6ES7194-2LH50-0AC0	6ES7194-2MH50-0AC0
	10.0 m	6ES7194-2LN10-0AC0	6ES7194-2MN10-0AC0
	15.0 m	6ES7194-2LN15-0AC0	6ES7194-2MN15-0AC0
ET-Connection M8 总线电缆的连接电缆, 两端装配有 2 个 M8 插座 (4 针、屏蔽)	0.2 m	6ES7194-2LH02-0AD0	6ES7194-2MH02-0AD0
连接器			
ET-Connection M8 连接器 (4 针、屏蔽)		6ES7194-2AB00-0AA0	

表格 C-2 电源附件

名称	长度	订货号	
电缆		标准	PUR
M8 电源电缆，预装在 M8 连接器和 M8 插座的两端（4 针）	0.19 m	6ES7194-2LH02-1AA0	6ES7194-2MH02-1AA0
	0.3 m	6ES7194-2LH03-1AA0	6ES7194-2MH03-1AA0
	1.0 m	6ES7194-2LH10-1AA0	6ES7194-2MH10-1AA0
	2.0 m	6ES7194-2LH20-1AA0	6ES7194-2MH20-1AA0
	5.0 m	6ES7194-2LH50-1AA0	6ES7194-2MH50-1AA0
	10.0 m	6ES7194-2LN10-1AA0	6ES7194-2MN10-1AA0
	15.0 m	6ES7194-2LN15-1AA0	6ES7194-2MN15-1AA0
M8 电源电缆，预装在 M8 连接器和斜式 M8 插座的两端（4 针）	0.3 m	6ES7194-2LH03-1AB0	6ES7194-2MH03-1AB0
	1.0 m	6ES7194-2LH10-1AB0	6ES7194-2MH10-1AB0
	2.0 m	6ES7194-2LH20-1AB0	6ES7194-2MH20-1AB0
	5.0 m	6ES7194-2LH50-1AB0	6ES7194-2MH50-1AB0
	10.0 m	6ES7194-2LN10-1AB0	6ES7194-2MN10-1AB0
	15.0 m	6ES7194-2LN15-1AB0	6ES7194-2MN15-1AB0
M8 电源电缆，预装在 M8 插座的一端（4 针）	2.0 m	6ES7194-2LH20-1AC0	6ES7194-2MH20-1AC0
	5.0 m	6ES7194-2LH50-1AC0	6ES7194-2MH50-1AC0
	10.0 m	6ES7194-2LN10-1AC0	6ES7194-2MN10-1AC0
	15.0 m	6ES7194-2LN15-1AC0	6ES7194-2MN15-1AC0
连接器			
M8 电源连接器（引脚插头、4 针）		6ES7194-2AA00-0AA0	
M8 电源连接器（插座、4 针）		6ES7194-2AC00-0AA0	

C.1 附件/备件

表格 C-3 M12 连接器

名称		订货号
X1 DP1 (引脚) 的非预装连接器		
带有插座的 PROFIBUS M12 插头连接器 180°		6GK1905-0EB00
带有插座的 PROFIBUS M12 插头连接器 FastConnect 180°		6GK1905-0EB10
带有插座的 PROFIBUS M12 斜式插头连接器		3RK1902-1DA00
X1 DP2 (插座) 的非预装连接器		
带有引脚插头的 PROFIBUS M12 插头连接器 180°		6GK1905-0EA00
带有引脚插头的 PROFIBUS M12 插头连接器 FastConnect 180°		6GK1905-0EA10
带有引脚插头的 PROFIBUS M12 斜式插头连接器		3RK1902-1BA00
X1 P1R PN (LAN) 和 X1 P2R PN (LAN) 插座的非预装连接器		
采用 FastConnect 连接技术的 PROFINET M12 D 编码插头连接器, 180	1 个/包	6GK1901-0DB10-6AA0
	8 个/包	6GK1901-0DB10-6AA8
采用 FastConnect 技术的 PROFINET M12 D 编码插头连接器, 180°	1 个/包	6GK1901-0DB20-6AA0
	8 个/包	6GK1901-0DB20-6AA8
PROFINET M12 D 编码斜式插头连接器		3RK1902-2DA00

表格 C-4 非预装电缆 M12

名称	订货号
X1 DP1 和 X1 DP2 的非预装电缆	
PROFIBUS FC 电缆	
FC 标准电缆	6XV1830-0EH10
FC 拖缆	6XV1830-3EH10
FC 食品电缆 (PE 护套)	6XV1830-0GH10
FC 加强型电缆 (PUR 护套)	6XV1830-0JH10
FC FRNC 电缆 (FRNC 护套)	6XV1830-0LH10
FC 地下电缆	6XV1830-3FH10
吊挂电缆 GP (PVC 护套)	6XV1830-3GH10
FC 软电缆 GP (PUR 护套)	6XV1831-2K
X1 P1R PN (LAN) 和 X1 P2R PN (LAN) 的非预装连接器	
PROFIBUS FC 电缆	
FC 标准电缆	6XV1840-2AH10
FC TP 拖缆	6XV1840-3AH10
FC TP 拖缆 GP	6XV1870-2D
FC TP 海缆	6XV1840-4AH10
FC TP 绞缆	6XV1870-2F
FC TP 柔性电缆 GP (PVC 护套)	6XV1870-2B
FC TP FRNC 电缆 (FRNC 护套)	6XV1871-2F
FC TP 食品电缆 (PE 护套)	6XV1871-2L
FC TP 吊挂电缆 GP (PVC 护套)	6XV1871-2S

表格 C-5 非预装电缆 M12

名称	订货号	
X1 DP1 和 X1 DP2 的预装电缆		
PROFIBUS M12 连接电缆, 拖缆, 两端预装配有 PROFIBUS M12 连接器, 180° (一端为插座, 一端为引脚)	0.3 m	6XV1830-3DE30
	0.5 m	6XV1830-3DE50
	1.0 m	6XV1830-3DH10
	1.5 m	6XV1830-3DH15
	2.0 m	6XV1830-3DH20
	3.0 m	6XV1830-3DH30
	5.0 m	6XV1830-3DH50
	10.0 m	6XV1830-3DN10
	15.0 m	6XV1830-3DN15
PROFIBUS M12 连接电缆, 拖缆, 两端预装配有 PROFIBUS M12 连接器, 斜式 (一端为插座, 一端为引脚)	1.5 m	6XV1830-3DH15-OSB0
	2.0 m	6XV1830-3DH20-OSB0
	3.0 m	3RK1902-1NB30
	5.0 m	3RK1902-1NB50
	10.0 m	3RK1902-1NC10
	15.0 m	6XV1830-3DN15-OSB0
X1 P1R PN (LAN) 和 X1 P2R PN (LAN) 的预装电缆		
PROFINET M12 连接电缆, 拖缆, 两端预装配有 M12 连接器, 180° (引脚)	0.3 m	6XV1870-8AE30
	0.5 m	6XV1870-8AE50
	1.0 m	6XV1870-8AH10
	1.5 m	6XV1870-8AH15
	2.0 m	6XV1870-8AH20
	3.0 m	6XV1870-8AH30
	5.0 m	6XV1870-8AH50
	10.0 m	6XV1870-8AN10
	15.0 m	6XV1870-8AN15

名称		订货号
PROFINET M12 连接电缆, 拖缆, 两端预装配有 M12 连接器, 斜式 (引脚)	0.3 m	6XV1870-8AE30-0SB0
	0.5 m	6XV1870-8AE50-0SB0
	1.0 m	6XV1870-8AH10-0SB0
	1.5 m	6XV1870-8AH15-0SB0
	2.0 m	6XV1870-8AH20-0SB0
	3.0 m	3RK1902-2NB30
	5.0 m	3RK1902-2NB50
	10.0 m	3RK1902-2NC10
	15.0 m	6XV1870-8AN15-0SB0
PROFINET M12 连接电缆, 拖缆, 两端预装配有 PROFIBUS M12 连接器, 斜式 (一端为引脚, 一端开放)	3.0 m	3RK1902-2HB30
	5.0 m	3RK1902-2HB50
	10.0 m	3RK1902-2HC10
PROFINET M12 连接电缆, 拖缆, 预装配有 M12 连接器, 180° (引脚), 另一端连接 RJ45 插头 145°	2.0 m	6XV1871-5TH20
	3.0 m	6XV1871-5TH30
	5.0 m	6XV1871-5TH50
	10.0 m	6XV1871-5TN10
	15.0 m	6XV1871-5TN15

表格 C-6 Y 型电缆

说明		订货号
SIMATIC DP, 适用于分布式 I/O 的 Y 型电缆, 使用一根电缆双连 I/O, 5 针, M12	0.2 m	6ES7194-6KA00-0XA0
SIMATIC DP, Y 型电缆, 用于故障安全 ET 200 分布式 I/O, IP 65/67, 用于连接单通道传感器 (1oo1 评估), 5 针, M12	0.2 m	6ES7194-6KB00-0XA0
SIMATIC DP, Y 型电缆, 用于故障安全 ET 200 分布式 I/O, IP 65/67, 用于通过 8 针 M12 插座对 F-DQ 和 F-DI 通道进行通用连接	0.2 m	6ES7194-6KC00-0XA0

C.1 附件/备件

表格 C- 7 其它附件

名称	订货号
标识标签 10 x 5 mm, RAL9016, 边框上共有 200 个标签, 每个边框 40 个	6ES7194-2BA00-0AA0
标识标签 10 x 5 mm, RAL1018, 黄色, 边框上共有 200 个标签, 每个边框 40 个	6ES7194-2BB00-0AA0
标识标签 10 x 7 mm, 黄色, 边框上共有 816 个标签, 每个边框 48 个 (用于 eCoding 插头连接器)	6ES7194-6HA00-0AA0
模块 IP67 的 M8 密封盖	3RK1901-1PN00
模块 IP67 的 M12 密封盖	3RX9802-0AA00
带有引脚插头的 PROFIBUS M12 总线连接插头, 5 个	6GK1905-0EC00
Stripping Tool, 适用于 ET-Connection	6ES7194-2KA00-0AA0
Stripping Tool, 适用于 PROFINET	6GK1901-1GA00
Stripping Tool, 适用于 PROFIBUS	6GK1905-6AA00
eCoding 插头连接器, 存储 F 模块的 F 目标地址和 F 源地址	6ES7194-6KB01-0AA0

在线目录

有关 ET 200AL 分布式 I/O 系统的其它产品编号, 请访问 Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 上的在线产品目录和在线订购系统。

C.2 电缆

ET-Connection 标准电缆和 PUR 电缆

ET-Connection 电缆提供以下版本和长度：

- 总线电缆（4 线制），预装在 2 个 M8 连接器的两端（4 极、屏蔽）
 - 可选长度：0.19 m、0.3 m、1 m、2 m、5 m、10 m、15 m
- 总线电缆（4 线制），预装在 2 个 M8 连接器的两端（斜式、4 极、屏蔽）
 - 可选长度：0.3 m、1 m、2 m、5 m、10 m、15 m
- 总线电缆（4 线制），预装在 1 个 M8 连接器的一端（4 极、屏蔽）
 - 可选长度：2 m、5 m、10 m、15 m

下表列出了总线电缆 ET-Connection 标准型的技术特性。

表格 C- 8 ET-Connection 电缆

常规信息	
产品型号名称	ET-CONNECTION 总线电缆
功能	用于连接防护等级为 IP65/IP67 的 ET-CONNECTION 设备
防护等级和防护类别	
IP65	√
IP67	√
环境条件	
安装时的环境温度	
最小值	-30 °C
最大值	80 °C
存储/运输温度	
存储/运输时的环境温度	
最小值	-40 °C
最大值	80 °C
电缆	
电缆名称	2Y(ST)CY 1x4x0.5/1.0-100-GN

C.2 电缆

常规信息	
电线数量	4
屏蔽设计	层叠铝板，表面覆盖有镀锡铜线组成的屏蔽层
内部导线的外直径	0.5 mm
电线绝缘层的外直径	1.0 mm
电缆护套的外直径	5 mm
弯曲次数	1000000；拖链可耐受 1 百万次弯曲，弯曲半径为 100 mm，速度为 4 m/s，加速度为 4 m/s ²
允许的弯曲半径	
一次弯曲最小值	20 mm
多次弯曲最小值	40 mm
恒定弯曲	100 mm
电缆护套的颜色	绿色
数据线绝缘层的颜色	白色、黄色、蓝色、橙色
单位长度的重量	34 kg/km
机械/材料	
电缆出口类型	180° 电缆出口 90° 电缆出口（使用斜式连接器）
连接器数量	1 或 2
连接器外壳材料	金属
电线绝缘材料	PE
电缆护套材料	PVC
材料特性，无卤	-
材料特性，无硅	√

* = 适用长达 10 m 的电缆。

下表列出了总线电缆 ET-Connection, PUR 电缆的技术特性。

表格 C-9 连接 ET-Connection, PUR 电缆的电缆

常规信息	
产品型号名称	总线电缆 ET-CONNECTION, PUR 电缆
功能	用于连接防护等级为 IP65/IP67 的 ET-CONNECTION 设备
防护等级和防护类别	
IP65	√
IP67	√
环境条件	
安装时的环境温度	
最小值	-30 °C
最大值	80 °C
存储/运输温度	
存储/运输时的环境温度	
最小值	-40 °C
最大值	80 °C
电缆	
电缆名称	2Y(ST)C11Y 2x2x0.5/1.0-100-GN
电线数量	4
屏蔽设计	层叠铝板, 表面覆盖有镀锡铜线组成的屏蔽层
内部导线的外直径	0.5 mm
电线绝缘层的外直径	1.0 mm
电缆护套的外直径	5 mm
弯曲次数	1000000* ; 拖链可耐受 1 百万次弯曲, 弯曲半径 100 mm, 速度 4 m/s, 加速度 4 m/s ²
允许的弯曲半径	
一次弯曲最小值	20 mm
多次弯曲最小值	40 mm
恒定弯曲	100 mm

常规信息	
电缆护套的颜色	绿色
数据线绝缘层的颜色	白色、黄色、蓝色、橙色
单位长度的重量	34 kg/km
机械/材料	
电缆出口类型	180° 电缆出口 90° 电缆出口（使用斜式连接器）
连接器数量	1 或 2
连接器外壳材料	金属
电线绝缘材料	PE
电缆护套材料	PUR
材料特性, 无卤	√
材料特性, 无硅	√

* = 适用长达 10 m 的电缆。

ET-Connection 标准型电缆和 PUR 电缆的连接电缆

可使用连接电缆，连接两根 ET-Connection 电缆。

ET-Connection 连接电缆的典型应用：

- 通过连接多个预装配的 ET-Connection 电缆，延长各电缆的长度。
- 对 ET-Connection 电缆的断点进行选择性连接（用于在诸如拖缆等应用中，快速更换电缆和电缆部件）。

两个模块之间最多可使用两根连接电缆。

使用连接电缆时，ET-Connection 电缆的最大长度将限制为 10 m。

ET-Connection 连接电缆可分为以下几种类型：

- ET-Connection M8 总线电缆的连接电缆，两端装配有 2 个 M8 插座，4 极，屏蔽，长度 0.2 m

下表列出了 ET-Connection 标准型的连接电缆技术特性。

表格 C- 10 ET-Connection 的连接电缆

常规信息	
产品型号名称	总线电缆 ET-CONNECTION 的连接电缆，长度 0.2 m
功能	用于连接两个总线电缆 ET-CONNECTION
防护等级和防护类别	
IP65	√
IP67	√
环境条件	
安装时的环境温度	
最小值	-30 °C
最大值	80 °C
存储/运输温度	
存储/运输时的环境温度	
最小值	-40 °C
最大值	80 °C
电缆	
电缆名称	2Y(ST)CY 1x4x0.5/1.0-100-GN
电线数量	4
屏蔽设计	层叠铝板，表面覆盖有镀锡铜线组成的屏蔽层
电缆长度	0.2 m
内部导线的外直径	0.5 mm
电线绝缘层的外直径	1.0 mm
电缆护套的外直径	5 mm
允许的弯曲半径	
一次弯曲最小值	20 mm
多次弯曲最小值	40 mm
恒定弯曲	100 mm
电缆护套的颜色	绿色

常规信息	
数据线绝缘层的颜色	白色、黄色、蓝色、橙色
单位长度的重量	34 kg/km
机械/材料	
电缆出口类型	180° 电缆出口
连接器外壳材料	金属
电线绝缘材料	PE
电缆护套材料	PVC
材料特性, 无卤	-
材料特性, 无硅	√

下表列出了 ET-Connection, PUR 电缆的连接电缆技术特性。

表格 C- 11 ET-Connection, PUR 电缆的连接电缆

常规信息	
产品型号名称	总线电缆 ET-CONNECTION, PUR 的连接电缆, 长度 0.2 m
功能	用于连接两个总线电缆 ET-CONNECTION
防护等级和防护类别	
IP65	√
IP67	√
环境条件	
安装时的环境温度	
最小值	-30 °C
最大值	80 °C
存储/运输温度	
存储/运输时的环境温度	
最小值	-40 °C
最大值	80 °C
电缆	
电缆名称	2Y(ST)C11Y 2x2x0.5/1.0-100-GN

常规信息	
电线数量	4
屏蔽设计	层叠铝板，表面覆盖有镀锡铜线组成的屏蔽层
电缆长度	0.2 m
内部导线的外直径	0.5 mm
电线绝缘层的外直径	1.0 mm
电缆护套的外直径	5 mm
允许的弯曲半径	
一次弯曲最小值	20 mm
多次弯曲最小值	40 mm
恒定弯曲	100 mm
电缆护套的颜色	绿色
数据线绝缘层的颜色	白色、黄色、蓝色、橙色
单位长度的重量	34 kg/km
机械/材料	
电缆出口类型	180° 电缆出口
连接器外壳材料	金属
电线绝缘材料	PE
电缆护套材料	PUR
材料特性, 无卤	√
材料特性, 无硅	√

C.2 电缆

连接标准电源和 PUR 电缆的电缆

电源电缆提供以下版本和长度：

- 电源电缆（4 线制），预装在一个 4 极 M8 引脚连接器/插座连接器的两端
 - 可选长度：0.19 m、0.3 m、1 m、2 m、5 m、10 m、15 m
- 电源电缆（4 线制），预装在一个 4 极 M8 斜式引脚连接器/插座连接器的两端
 - 可选长度：0.3 m、1 m、2 m、5 m、10 m、15 m
- 电源电缆（4 线制），预装配在 1 个 M8 插座的一端
 - 可选长度：2 m、5 m、10 m、15 m

下表列出了电源电缆（标准型）的技术特性

表格 C- 12 电源电缆

常规信息	
产品型号名称	POWER CABLE M8
功能	用于连接 ET 200AL 的 24 V DC 电源
防护等级和防护类别	
IP65	√
IP67	√
环境条件	
安装时的环境温度	
最小值	-30 °C
最大值	80 °C
存储/运输温度	
存储/运输时的环境温度	
最小值	-40 °C
最大值	80 °C
电缆	
电缆名称	4 Li9Y 0.50 mm ² Y
电线数量	4
内部导线的外直径	0.8 mm
电线绝缘层的外直径	1.46 mm

常规信息	
电缆护套的外直径	5.2 mm
弯曲次数	2500000；拖链可耐受 2.5 百万次弯曲，弯曲半径为 52 mm，速度为 3 m/s ² ，加速度为 10 m/s ²
允许的弯曲半径	
一次弯曲最小值	26 mm
多次弯曲最小值	52 mm
恒定弯曲	52 mm
电缆护套的颜色	灰色
电源线绝缘层的颜色	白色、褐色、蓝黑色
单位长度的重量	44 kg/km
机械/材料	
电缆出口类型	180° 电缆出口 90° 电缆出口（使用斜式连接器）
连接器数量	1 或 2
连接器外壳材料	塑料
电线绝缘材料	PP
电缆护套材料	PVC
材料特性，无卤	-
材料特性，无硅	√

下表列出了电源电缆，PUR 电缆的技术特性

表格 C- 13 电源电缆, PUR 电缆

常规信息	
产品型号名称	电源电缆 M8, PUR 电缆
功能	用于连接 ET 200AL 的 24 V DC 电源
防护等级和防护类别	
IP65	√
IP67	√
环境条件	
安装时的环境温度	
最小值	-30 °C
最大值	80 °C
存储/运输温度	
存储/运输时的环境温度	
最小值	-40 °C
最大值	80 °C
电缆	
电缆名称	LIF9Y11YFHF 4x0.50 mm ²
电线数量	4
内部导线的外直径	1 mm
电线绝缘层的外直径	1.46 mm
电缆护套的外直径	5.1 mm
弯曲次数	2000000；拖链可耐受 2 百万次弯曲，弯曲半径 51 mm，速度 5 m/s，加速度 5 m/s ²
允许的弯曲半径	
一次弯曲最小值	26 mm
多次弯曲最小值	51 mm
恒定弯曲	51 mm
电缆护套的颜色	灰色
电源线绝缘层的颜色	白色、褐色、蓝黑色
单位长度的重量	44 kg/km

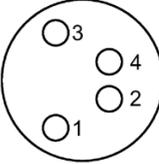
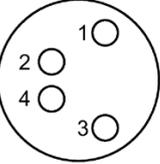
常规信息	
机械/材料	
电缆出口类型	180° 电缆出口 90° 电缆出口（使用斜式连接器）
连接器数量	1 或 2
连接器外壳材料	塑料
电线绝缘材料	PP
电缆护套材料	PE-PUR
材料特性, 无卤	√
材料特性, 无硅	√

C.3 引脚分配和线芯颜色

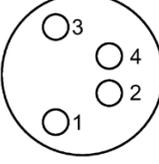
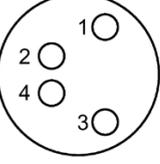
ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 C- 14 ET-Connection（接口模块）的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET- Connection1)	X31 插座 (ET- Connection2)		X30	X31
1	RXP	RXP	黄色		
2	TXP	TXP	白色		
3	TXN	TXN	蓝色		
4	RXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

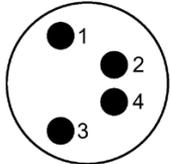
表格 C- 15 ET-Connection（I/O 模块）的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的引脚分配。

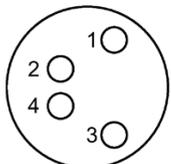
表格 C-16 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	连接器的前视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的引脚分配。

表格 C-17 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

术语表

1oo1 评估

传感器评估类型 - 在 1oo1 评估中，传感器通过一个通道连接到 F 模块。

1oo2 评估

传感器评估类型 - 在 1oo2 评估中，为两个输入通道分配一个双通道传感器或两个单通道传感器。在内部比较输入信号对等或是非对等。

CRC

循环冗余校验

CRC 签名

通过包含在安全帧中的 CRC 签名来验证安全帧中过程值的有效性、已分配地址参考的精确性和安全相关的参数。

eCoding 插头连接器

eCoding 插头连接器存储 I/O 模块 F 源和 F 目标的外部地址。eCoding 插头连接器可简化模块更换过程。

ET-Connection

背板总线通过其进行连接。这使得安装的总线参与方可以相距几米远。

F 监视时间

PROFIsafe 监视时间

F 系统

故障安全系统

F-CPU

F-CPU 是中央处理单元，具有可用于 SIMATIC Safety 的故障安全功能。标准用户程序也可在 F-CPU 中运行。

F-I/O

SIMATIC S7 中可用的故障安全输入和输出的统一名称，用于在 SIMATIC Safety F 系统中进行集成。可用的 F-I/O 模块：

- ET 200eco 的故障安全 I/O 模块
- S7-300 故障安全信号模块 (F-SM)
- ET 200S 的故障安全模块
- ET 200SP 的故障安全模块
- ET 200 MP 的故障安全模块
- ET 200AL 的故障安全模块
- 故障安全 DP 标准从站
- 故障安全 PA 现场设备
- 故障安全 IO 设备

GSD 文件

通用站描述，此文件采用 XML 格式，包含 PROFINET 或 PROFIBUS 设备组态时所需的所有属性。

I/O 模块

可与 CPU 或接口模块一起运行的所有模块。

M 开关

ET 200AL F 模块的每个故障安全数字量输出均包括一个 P 开关 DO-P_x（源电流）和一个 M 开关 DO-M_x（漏电流）。负载连接在 P 开关和 M 开关之间。这两个开关始终处于激活状态以便将电压供给负载。

P 开关

M 开关

PELV

Protective Extra Low Voltage = 保护性超低电压

Performance Level

Performance Level (PL) 基于 ISO 13849-1 或 EN ISO 13849-1 标准

PROFINET

PROcess Field NETwork, 继 PROFIBUS 和工业以太网后的开放式工业以太网标准。一种跨制造商的通信、自动化和工程组态模型, 由 PROFIBUS International e.V. 定义为一种自动化标准。

PROFINET IO

用于在 PROFINET 范围内实现模块化、分布式应用的通信机制。

PROFINET IO 控制器

用于寻址已连接 I/O 设备的设备 (如, 分布式 I/O 系统)。这意味着: IO 控制器将与指定的 I/O 设备交换输入和输出信号。IO 控制器通常对应于运行自动化程序的 CPU。

PROFINET IO 设备

可分配给一个或多个 IO 控制器的分布式现场设备 (例如, 分布式 I/O 系统、阀终端、变频器、开关)。

PROFIsafe

用于在安全程序和故障安全系统中的 F-I/O 模块之间进行通信的安全相关的 PROFINET I/O 总线规约。

PROFIsafe 地址

PROFIsafe 地址 (代码名称, 基于 IEC 61784-3-3:2010) 用于保护标准寻址机制, 如 IP 地址。PROFIsafe 地址由 F 源地址和 F 目标地址组成。因此, 每个故障安全模块都有两个地址部分, F 源地址和 F 目标地址。

PROFIsafe 地址必须在硬件和网络编辑器中进行组态。

PROFIsafe 监视时间

F-CPU 和 F-I/O 之间与安全相关的通信的监视时间。

RIOforFA-Safety

使用 PROFIsafe 进行工厂自动化的远程 IO；F-I/O 的配置文件

SELV

Safety Extra Low Voltage = 安全超低电压

TIA Portal

TIA Portal

TIA Portal 是充分发挥全集成自动化性能的关键。此软件优化运行、机器和过程序列。

安全操作停止 (Safe Operating Stop, SOS)

SOS 功能（安全操作停止）可避免意外运动。

安全程序

安全相关的用户程序。

安全方向 (Safe Direction, SDI)

SDI 功能（安全方向）可监视运动方向。

安全功能

集成在 F-CPU 和 F-I/O 中的机制，允许 F-CPU 和 F-I/O 可以在故障安全系统 SIMATIC Safety 中使用这些功能。

根据 IEC 61508:2010 的规定：安全功能由安全系统实现，以在出现特定故障时保持或强制系统安全状态。

安全级别

安全级别 (Safety Integrity Level) SIL 符合 IEC 61508:2010。Safety Integrity Level 越高，预防系统故障以及管理系统故障和硬件故障的措施越严格。

故障安全模块支持在安全模式下的操作，可达安全级别 SIL3。

安全模式

F-I/O 的操作模式，支持使用安全帧进行安全相关的通信。

→ 故障安全模块 ET 200AL 仅针对安全模式设计。

安全限制转速 (Safely Limited Speed, SLS)

SLS 功能 (安全限制转速) 可监视在两个方向计算出的转速。

安全相关的通信

用于交换故障安全数据的通信。

安全帧

在安全模式中，数据在 F-CPU 和 F-I/O 之间以安全帧进行传送。

安全状态

在 F 系统中，安全概念的基本原理是存在适用于所有过程变量的安全状态。例如，对于数字量 F-I/O，安全状态是值“0”。

标识数据

保存在模块中且可供用户用来检查工厂组态并查找硬件变更的信息。

标准模式

F-I/O 的操作模式，可通过安全帧进行标准通信，但不能进行安全相关的通信。

ET 200AL 故障安全模块仅针对安全模式设计。

参考电位

可以通过观察和/或测量相关电路电压的电位。

参数分配

参数分配是指将参数从 IO 控制器传送到 IO 设备。

传感器

传感器用于以数字量和模拟量信号形式精确检测路径、位置、速度、转速和质量等数据。

传感器评估

有两种类型的传感器评估：

1oo1 评估 - 读取传感器信号一次

1oo2 评估 - 由同一个 F 模块读入传感器信号两次，并进行内部比较

钝化

如果 F-I/O 模块检测到故障，则将受影响的通道或所有通道切换至安全状态，即该 F-I/O 模块的通道被钝化。F-I/O 模块将检测到的故障报告给 F-CPU。

钝化带有输入的 F-I/O 的通道时，F 系统提供安全程序的故障安全值，而不是故障安全输入处未决的过程值。

钝化带有输出的 F-I/O 的通道时，F 系统将故障安全值 (0) 返回给故障安全输出，而不是安全程序提供的输出值。

访问保护

必须防止对故障安全系统进行危险的、未经授权的访问。通过分配两个密码（分别针对故障安全 CPU 和安全程序）

实现对 F 系统的访问保护。

非对等传感器

非对等传感器是一个双路开关，可通过两个通道连接到故障安全系统中 F-I/O 的两个输入上（适用于传感器信号的 1oo2 评估）。

分布式 I/O 系统

带有按分布式方式进行组态的输入和输出模块的系统，距离对其进行控制的 CPU 较远。

固件更新

在功能增强后，将模块（接口模块、I/O 模块等）的固件升级至最新的固件版本（更新）。

故障安全

技术系统能够在发生特定故障时保持安全状态或立即切换到其它安全状态。

故障安全模块

集成了安全功能的 ET 200AL 模块，可用于安全相关的操作（安全模式）。

故障安全系统

故障安全系统 (F 系统) 在发生特定故障时保持安全状态或立即使用其它安全状态。

故障响应时间

F 系统的最大故障响应时间是指，从故障发生到所有受影响的故障安全输出进行安全响应之间的时间间隔。

对于整个 F 系统：最大故障响应时间是指 指从任意一个 F-I/O 发生故障到相关故障安全输出进行安全响应之间的时间间隔。

对于数字量输入：最大故障响应时间是指从故障发生到背板总线上生成安全响应之间的时间间隔。

对于数字量输出：最大故障响应时间是指从故障发生到数字量输出处生成安全响应之间的时间间隔。

监视时间

PROFIsafe 监视时间

检测测试间隔

在此期间之后，必须强制组件进入故障安全状态，即，使用未使用的组件替换该组件或证明其无故障。

接地

接地即意味着任意点的电位都为零。

单个设备中不能接受任何危险触点电压（甚至是在发生故障的情况下）的所有互连的不活动部件。

接地

接地即意味着任意点的电位都为零。

单个设备中不能接受任何危险触点电压（甚至是在发生故障的情况下）的所有互连的不活动部件。

接口模块

分布式 I/O 系统中的模块。接口模块通过现场总线将分布式 I/O 系统连接到 CPU (I/O) 控制器并提供用于/来自 I/O 模块的数据。

可用性

可用性是系统在特定的时间点正常工作的概率。通过冗余可提高系统的可用性，例如，在同一个测量点处使用多个传感器。

连接插头

设备与电缆间的物理连接。

模块故障

模块故障可以是外部故障（例如，缺少负载电压），也可以是内部故障（例如，处理器故障）。内部故障始终需要更换模块。

容错时间

过程的容错时间是一段时间间隔，在此期间可以不管该过程，而不会对操作人员的生命和肢体产生危害或对环境造成破坏。

在此容错时间内，任何类型的 F 系统控制都可执行，即 F 系统可能会错误地控制其过程或者根本不控制过程。容错时间取决于过程类型，必须视各自情况而定。

冗余，安全性增强

使用多个组件可以通过比较来查找硬件故障；例如，故障安全模块中的 1oo2 评估。

冗余，可用性增强

在硬件故障时，为了保持组件的功能性而使用组件的多个实例。

设备

可通过总线发送、接收或放大数据的设备，例如，通过 PROFINET IO 传递数据的 IO 设备。

通道

在 IEC 61508 术语中，通道是支持安全功能的单个信号/逻辑路径。以上 1oo1 和 1oo2 的定义中使用过的“通道”一词就是此含义。在本手册的大多数使用情况中，“通道”一词是指一个可能以 1oo1 或 1oo2 形式实现的过程值。

通道故障

通道特定的故障，例如断路或短路。

在通道特定的钝化中，故障消除后，受影响的通道自动重新集成，或者必须将故障安全模块移除后再重新插入。

通道号

通道号用于唯一标识模块的输入和输出，并用于分配通道特定的诊断消息。

通道特定的钝化

使用该类型的钝化，则发生通道故障时仅钝化受影响的通道。发生模块故障时，将钝化故障安全模块的所有通道。

通道组

模块的通道被编在一个通道组中。STEP 7 中的某些参数只能分配给通道组，而不能分配给各个通道。

误差分析

在故障安全应用中使用对等/非对等误差分析，可阻止两个功能相同的信号因存在时间差异而导致出错。检测到两个相关输入信号的电平不同时（对于非对等测试：相同电平），则启动误差分析。进行检查以确定在指定的时间（称为误差时间）过后，差异（如果是非对等测试：相同电平）是否在超出指定时间后消失，即差异时间。如果未消失，则说明存在差异错误。

误差分析将比较故障安全输入模块中的 1oo2 传感器评估的两个输入信号。

误差时间

误差分析的可组态时间。如果设置的误差时间过长，则将导致故障检测时间和故障响应时间发生不必要的延长。如果误差时间设置得太短，则会由于在实际没有错误时检测到误差错误，而不必要地降低可用性。

应答时间

在应答时间内，F-I/O 确认由 F-CPU 指定的心跳信号标记。应答时间包含在整个故障安全系统的监视时间和响应时间计算中。

暂时禁用期

暂时禁用期发生在关闭测试期间和整个位模式测试期间。故障安全输出模块将测试相关的零信号切换到处于激活状态的输出。然后暂时禁用输出（暂时禁用期）。一个响应足够慢的载体执行器对此无响应，仍处于激活状态。

诊断

对错误、故障和报警进行检测、定位、分类、显示和进一步评估的监视功能。将在系统操作过程中自动运行。它通过缩短调试时间和停机时间，极大提高了系统的可用性。

执行器

例如，执行器可以是接通负载设备的功率继电器，也可以直接作为负载（如，直接控制的电磁阀）。

值状态

输入信号的二进制附加信息。该附加信息指定输入信号是否有效。示例：如果检测到断线或抖动监视已响应，则输入信号的值无效。在这种情况下，会在自动功能中触发异常处理（例如使用安全替换值）。

重新集成

故障消除后，必须重新集成 F-I/O（消除钝化）。系统将自动执行重新集成（从故障安全值转换为过程值），或仅当用户在安全程序中进行确认后执行重新集成。

对于故障安全输入模块，重新集成后安全程序可再次使用故障安全输入中未决的过程值。对于故障安全输出模块，故障安全系统将安全程序中的输出值再次传送给故障安全输出。

总线

连接所有设备的公共传输路径；具有两个定义的端点。

组态

各个模块的系统化设置（设计）。

索引

2

24 V DC 电源, 35

E

eCoding 插头连接器, 19

EMC, 115

ET 200AL

应用领域, 15

组态示例, 16

ET 200AL 标准模块

安全相关的关断, 123

ET-Connection

行为, 100

连接器, 20

总线电缆, 20

剥线工具, 20

I

I/O 模块, 19

M

M12 插头, 58

M8 插头, 57

P

PELV, 41

PROFenergy, 89

PROFINET IO, 86

S

SELV, 41

SIMATIC ET 200AL, 14

T

TN-S 电网, 41

Y

Y 型电缆, 19

G

工具, 29

K

开关, 35

W

无线电干扰, 114

Q

气候环境条件, 119

R

认证, 109

CH

尺寸图

模块, 127

Y

引脚分配, 58, 62

SH

示例

ET 200AL 组态, 16

ZH

正弦干扰变量, 116

G

功能性接地, 50

D

电气隔离, 45

电线, 34

电缆, 34

ET connection, PUR 电缆的路径电缆, 138

ET-Connection 的 PUR 电缆, 137

ET-Connection 的连接电缆, 138, 139

ET-Connection, PUR 电缆的连接电缆, 140

用于 ET-Connection, 135, 135

用于电源, 142

用于电源, PUR 电缆, 142

适用于 ET connection, PUR 电缆, 135

电缆扎带, 33

电缆长度, 54

电缆保护, 48

电源

电源电缆, 20

连接器, 20

电磁兼容性, 115

Y

用途

工业环境, 114

住宅区, 114

混合区域, 114

J

机械环境条件, 118

G

过电压类别, 121

W

污染等级, 121

A

安全电气隔离, 41

安全继电器, 123

安装, 29

I/O 模块, 32

接口模块, 31

安装位置, 28

SH

设置, 15

F

防护等级, 121

Y

运输和存储条件, 117

J

技术数据

标准与授权, 109

K

抗冲击性, 118

L

连接

M12 插头, 58

M8 插头, 57

导电底座, 51

非导电底座, 52

连接电缆, 54

X

系统状况, 34

系统组态

非接地参考电位, 42

保护措施, 44

接地参考电位, 42

Y

应用, 34

W

完整组态, 43

F

附件, 128

H

环境条件

气候型, 119

机械, 118

F

非接地性供电, 41

G

固件更新, 102

供电

非接地, 41

接地, 41

B

备件, 128

C

参考电位

非接地, 42

接地, 42

X

线路电压, 35

Z

- 组件, 19
- 组态, 64
 - 电源, 48
 - 连接到功能性接地, 50
- 组态方式
 - ET-Connection1, 23
 - ET-Connection1 和 ET-Connection2, 24
 - 混合组态, 25
- 组态软件, 64
- 组态控制, 69

B

- 标记
 - 工厂标记, 61
 - 可选, 62
 - 接口, 61
- 标识标签, 19, 62
 - 安装, 63
 - 除去, 63
- 标识数据, 95
- 标准, 109

X

- 选件处理, (?????????)

B

- 保护措施, 44
- 保护等级, 121

M

- 脉冲型干扰变量, 115

C

- 测试电压, 121

J

- 绝缘, 121
- 绝缘监视, 44

Z H

- 振动, 118

J

- 紧急停止设备, 34

Z

- 钻孔, 30

S H

- 射频辐射干扰, 116

D

- 调试, 86, 91
 - 在 PROFIBUS DP 上启动, 93
 - 经由 PROFINET IO 启动, 88

J

- 接口模块, 19
 - PROFIBUS DP, 19
 - PROFINET IO, 19
- 接线, 55
- 接地性供电, 41

W

维护, 100
维护数据, 95

CH

插座, 60
插槽号, 101

Z

最大组态
 电气, 22
 机械, 21
最小间隙, 28

D

短脉冲, 115

J

静电放电, 115

R

熔断器, 35

D

德国技术监督组织报告, 126

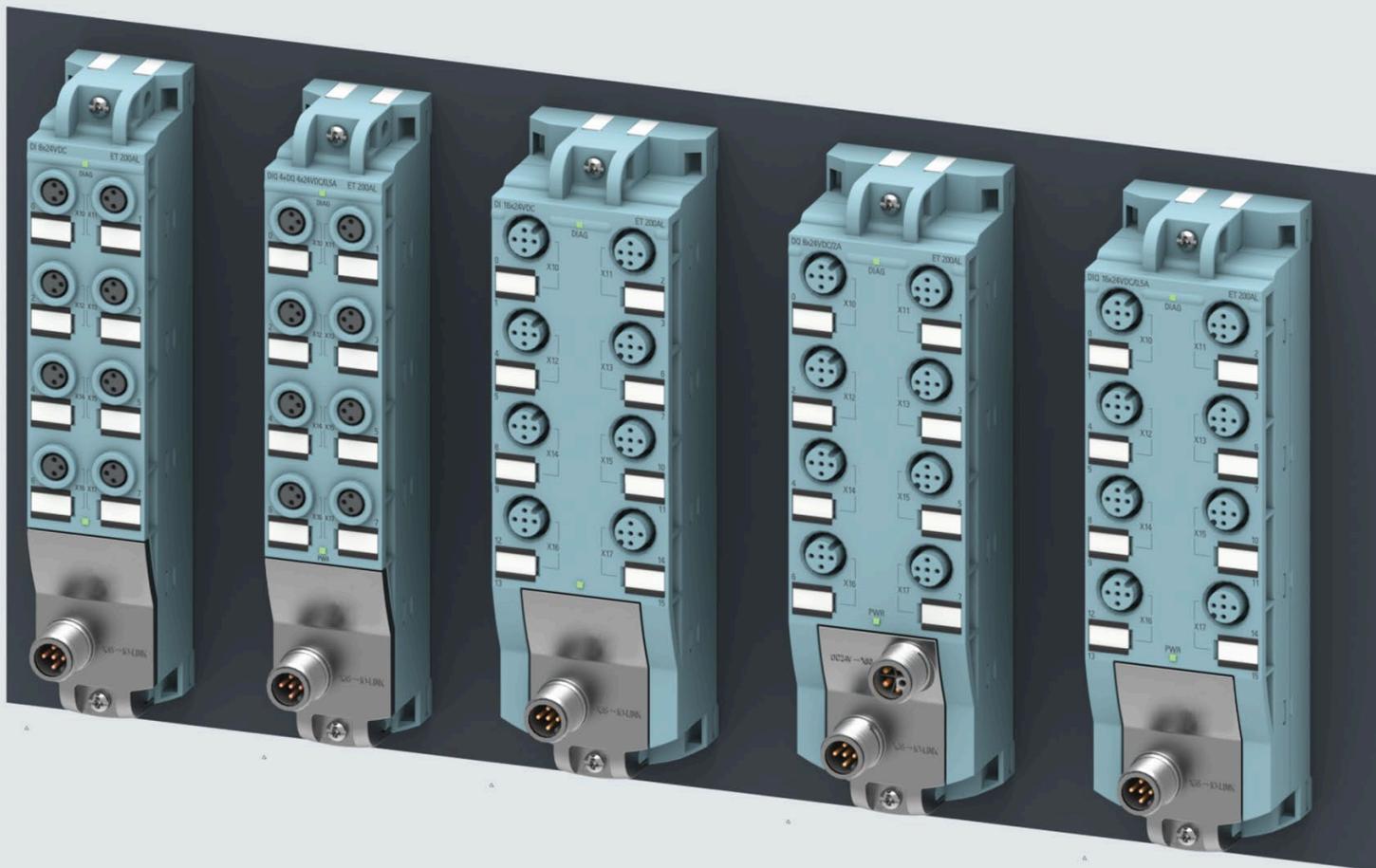
E

额定电压, 121

L

螺钉, 29

SIEMENS



系统手册

SIMATIC

ET 200AL

IO-Link I/O 模块

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL IO-Link I/O 模块

系统手册

前言

ET 200AL IO-Link I/O 模块文
档指南

1

系统概述

2

应用规划

3

安装

4

连接

5

组态

6

调试

7

维护

8

技术数据

9

ET 200AL IO-Link 模块的安
全相关关断

A

尺寸图

B

附件/备件

C

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本文档提供有关组态、安装、接线和调试 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的 IO-Link I/O 模块的重要信息。

所需基本知识

必须具备自动化技术的基本知识，才能理解本文档。

文档使用范围

本文档适用于 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的 IO-Link I/O 模块。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本文档包含以下更改/新增内容：

- 对“ET 200AL IO-Link 模块的安全相关关断 (页 67)”部分的补充：

约定

请遵循下面所标注的注意事项：

说明

说明中包含与以下内容有关的重要信息：

- 文档中所述的产品
 - 产品处理
 - 文档中为避免造成损坏而应特别注意的部分。
-

回收和处置

要环保地回收和处理电子废料，请联系具有电子废料处理资质的公司。根据国家/地区的适用规定处理废旧设备。

其它支持

- 有关技术支持的信息，请参见“Siemens 工业在线支持 (页 5)”部分。
- 有关在线产品目录和在线订购系统，请参见“网上商城 (页 5)”部分。
- 有关各种 SIMATIC 产品和系统的技术文档信息，请访问 Internet (<http://www.siemens.com/simatic-tech-doku-portal>)。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**

提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。

- **应用示例**

提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。

- **服务**

介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。

- **论坛**

提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。

- **我的技术支持**

该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 和信息和下载中心提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

目录

	前言	3
1	ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南	8
2	系统概述	12
2.1	系统概述	12
2.2	什么是 ET 200AL IO-Link I/O 模块？	13
2.3	组件	15
3	应用规划	16
3.1	硬件配置	16
3.2	IO-Link I/O 模块的组态	17
4	安装	19
4.1	基本知识	19
4.2	安装模块	20
5	连接	25
5.1	操作规则 and 规定	25
5.2	接地/未接地供电系统上 IO-Link I/O 模块的操作	27
5.3	IO-Link I/O 模块的电气组态	33
5.4	将 IO-Link I/O 模块连接到功能性接地	34
5.4.1	将 IO-Link I/O 模块安装在导电表面上	35
5.4.2	将 IO-Link I/O 模块安装在非导电表面上	36
5.5	接线	38
5.6	IO-Link I/O 模块的标记	42
5.6.1	出厂标记	42
5.6.2	可选标记	43
5.6.3	安装标识标签	44
6	组态	45
6.1	要求	45
6.2	IODD 和端口组态工具 - S7-PCT	46
7	调试	49
7.1	IO-Link I/O 模块的启动	49

8	维护	50
8.1	更换模块	50
8.2	固件更新	52
8.3	复位模块	53
8.4	维护/清洁模块	55
9	技术数据	56
9.1	标准与授权	57
9.2	电磁兼容性	60
9.3	运输和存储条件	62
9.4	机械和气候环境条件	63
9.5	有关绝缘、保护等级、防护等级和额定电压的详细信息	64
9.6	IP65/IP67 模块的安全相关符号	66
A	ET 200AL IO-Link 模块的安全相关关断	67
B	尺寸图	71
C	附件/备件	72
C.1	附件/备件	72
C.2	经 UL 认证的电缆	75
	术语表	79
	索引	82

ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册详细描述了分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的组态、安装、接线和调试。

设备信息

设备手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC IO-Link 系统的常规主题的详细说明。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

ET 200AL 手册集

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持”- CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

用户可以选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持”- CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SIMATIC S7-PCT

端口组态工具 (“PCT”) 是一款基于 PC 的软件，用于为 Siemens IO-Link 主站模块和来自其它制造商的 IO-Link 设备分配参数。

IO-Link 设备使用标准化的设备描述 “IODD” (由相应的设备制造商提供) 进行集成。S7-PCT 支持 IODD V1.0 和 V1.1。

在 STEP 7 中，通过 IO-Link 主站的硬件配置来调用 S7-PCT。但如果未在 SIMATIC 控制器上使用 IO-Link 主站或者未使用 STEP 7，也可以“独立”启动 S7-PCT。

有关 IO-Link 的更多信息，敬请访问 Internet (<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/io-link.html>)。

系统概述

2.1 系统概述

简介

与最低现场级设备进行向下持续通信时，要求传感器和执行器具有较强的功能与性能。传感器和执行器的性能较高时，设备和工厂的运行将更为高效。

在传感器/执行器级，通过标准接口（数字量，模拟量）只能交换实际过程值。如今，传感器和执行器中集成有智能功能，可完美应用于复杂程度不断提升的各种应用中。不仅如此，还需要根据具体需求对通信接口进行量身定制。

定义

IO-Link 是一种创新型点到点通信接口，适用于符合 IEC 61131-9 标准的传感器/执行器应用领域。

IO-Link 包含以下系统组件：

- IO-Link 主站
- IO-Link 设备
- 3 线制或 5 线制非屏蔽标准电缆
- 对 IO-Link 进行组态和分配参数的工程组态工具

2.2 什么是 ET 200AL IO-Link I/O 模块？

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块属于 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统。

可在任何 IP20 或 IP67 防护等级的 IO-Link 主站上运行 IO-Link I/O 模块。

客户获益



图 2-1 ET 200AL IO-Link 的优势

2.2 什么是 ET 200AL IO-Link I/O 模块？

应用领域

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统特别适合以下应用领域：

- 空间有限
- 移动应用
- 装配和处理技术

借助其可扩展的结构，用户可以根据自己的现场需求精确自定义具体组态。

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的防护等级为 IP65/IP67。I/O 模块适用于在室内机器或装配线上进行分布式使用。

可根据机器要求以最佳方式调整布线。将线型拓扑（如 PROFINET IO 和 ET 连接）与 IO-Link 的星型拓扑组合使用可简化实施过程。

组态

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的 IO-Link I/O 模块可在任何 IO-Link 主站上运行。

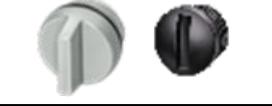
使用配有 M12 连接插头的电缆进行通信和供电。

2.3 组件

IO-Link I/O 模块的组件

下表列举并说明了 ET 200AL 分布式 I/O 系统的 IO-Link I/O 模块各组件的功能。

表格 2-1 IO-Link I/O 模块的组件

组件	功能	视图
IO-Link I/O 模块	<ul style="list-style-type: none"> I/O 模块构成与过程的接口 通过连接的传感器和执行器，记录和控制当前过程状态 	
标识标签	<ul style="list-style-type: none"> 标识标签随模块提供，并可以印刷在机器上 可单独订购 	
M12-A 连接电缆	<ul style="list-style-type: none"> 将 IO-Link I/O 模块连接到主站 连接传感器和执行器 	
电源连接电缆 M12-L	<ul style="list-style-type: none"> 连接额外的负载电压 	
M8 和 M12 密封盖	<ul style="list-style-type: none"> 用于密封未用接头 使用过程中保持 IP 防护等级 	
Y 型电缆	<ul style="list-style-type: none"> 将 2 个执行器或传感器连接到同一个插座 当 2 个执行器或传感器连接到同一个插座时，可确保达到 IP 防护等级要求 	

应用规划

3.1 硬件配置

IO-Link I/O 模块的基本组态

使用 M12-A 编码插头将 IO-Link I/O 模块连接到主站的 IO-Link 端口。

IO-Link 设备与 IO-Link 主站之间的最大电缆长度为 20 m。

通过 IO-Link 主站为 IO-Link I/O 模块供电。

可以将每个 IO-Link 端口上的一个 IO-Link I/O 模块连接到 IO-Link 主站。

对于具有高功率需求的 I/O 模块，可以使用 M12-L 电源连接器提供额外的电源电压。

有关最大馈入电流的信息，请参见相应设备手册中的模块技术规范部分或访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>)。

3.2 IO-Link I/O 模块的组态

每个 ET 200AL IO-Link I/O 模块 都配有一个 M12 A 编码插头，用于连接 IO-Link 主站。

IO-Link I/O 模块连接一个 IP65/67 IO-Link 主站时，请注意使用所需的端口类别（类型 A 或类型 B）。具体的技术规范，请参见相应的设备手册或访问 Internet。

PROFINET IO

下图显示了 IO-Link 连接 PROFINET IO 网络时的组态。PROFINET IO 的线形拓扑结构中增加了 IO-Link 的星形拓扑结构。

说明

组态方式

在其它网络中，IO-Link I/O 模块也可用作 IO-Link 主站。

连接示例

下图所显示的连接示例中，S7-1500 IO-Link 主站的防护等级为 IP20。

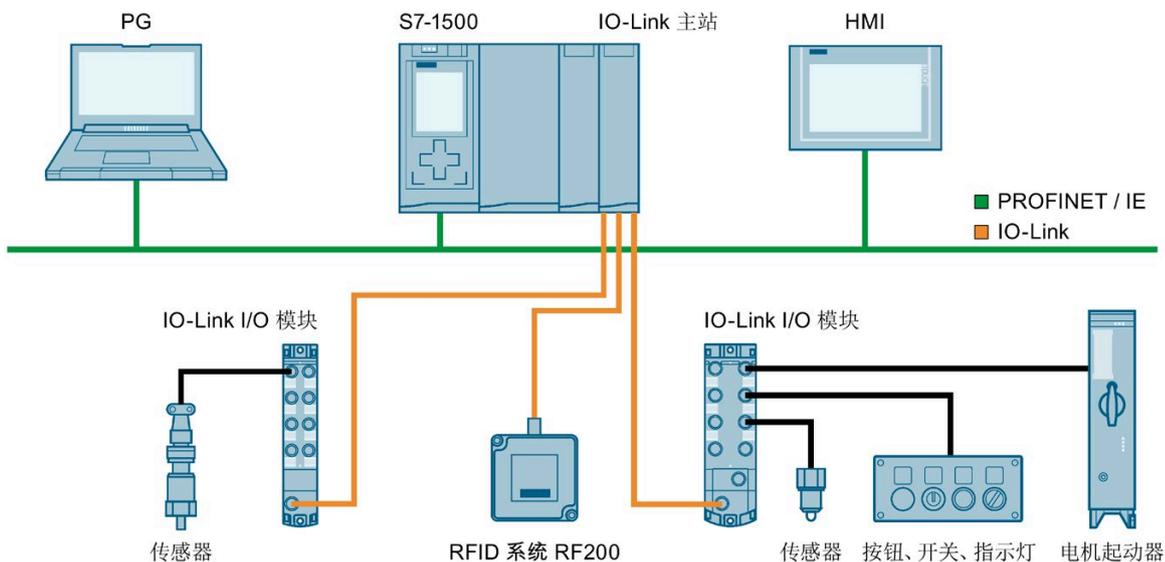


图 3-1 带有 IP20 IO-Link 主站的组态

3.2 IO-Link I/O 模块的组态

下图所显示的连接示例中，ET 200ecoPN IO-Link 主站的防护等级为 IP65/67。

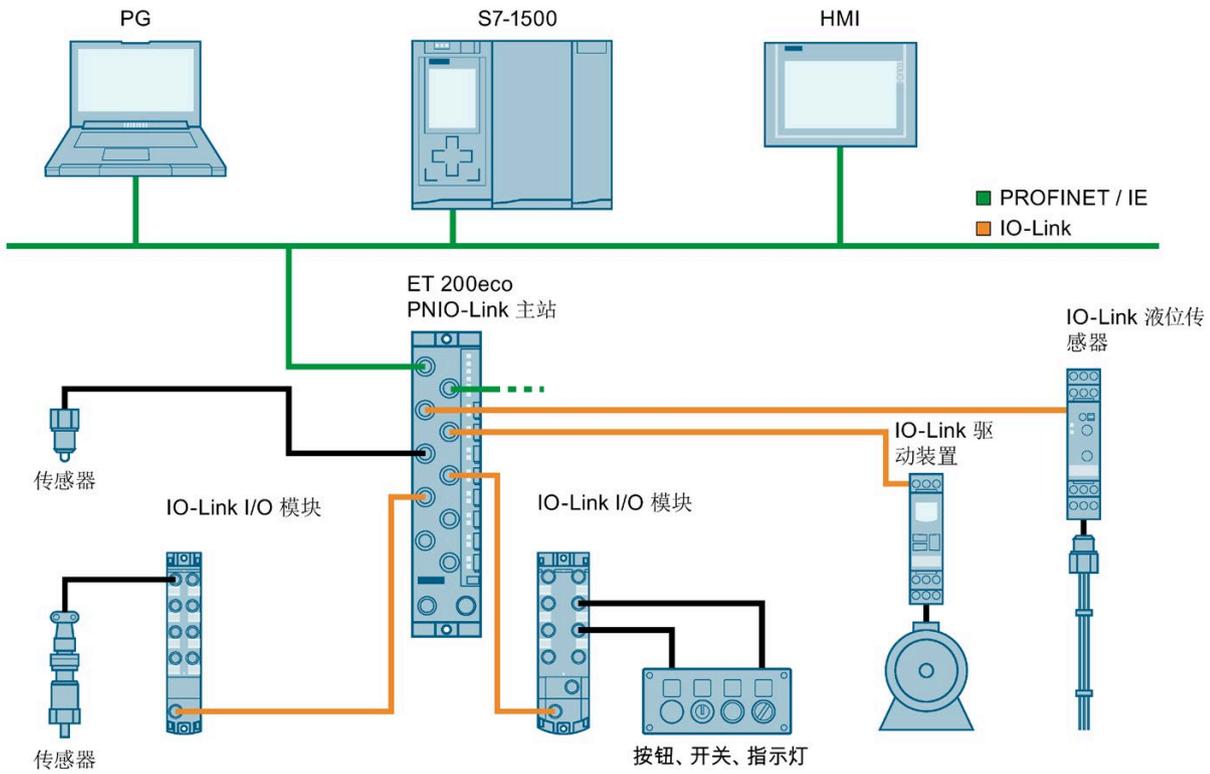


图 3-2 带有 IP65/67 IO-Link 主站的组态

安装

4.1 基本知识

简介

IO-Link I/O 模块的防护等级为 IP65/IP67。这表示可以在用户设备中直接安装模块。

安装位置

可将 IO-Link I/O 模块安装在任意安装位置。

最小间隙

安装时与相邻模块或其它设备至少保持 2 cm 的间隙。保持最小间隙是为了更方便地安装连接器。

安装规则

安装模块时，不需要遵守任何特别规则。

说明

模块的安装

仅限在电源电压已断开连接的情况下安装 IO-Link I/O 模块。

4.2 安装模块

简介

IO-Link I/O 模块需要安装在水平、稳定的表面上。

由于模块中具有轴对称钻孔，用户可以选择使用四爪螺母将模块固定在铝型材上。

下图显示了可以安装模块的铝型材。

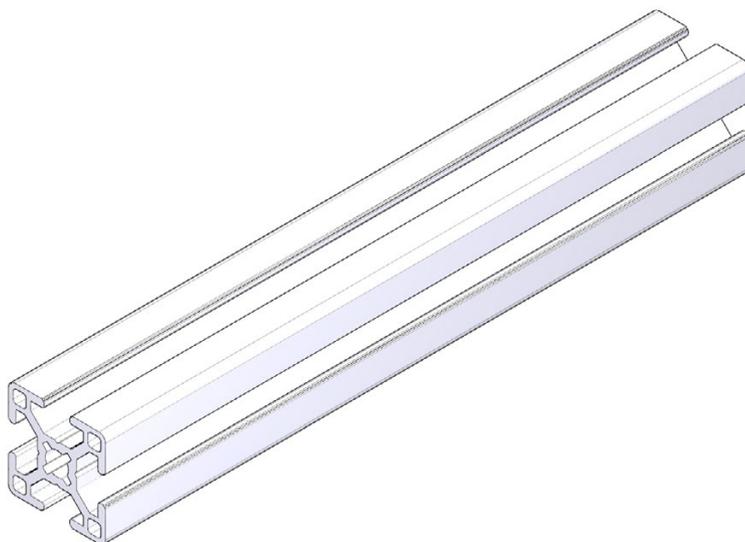


图 4-1 铝型材

所需工具

在安装时，需要螺丝刀或内六角扳手。

所需的螺钉

下表显示并说明了安装模块所需的螺钉类型。

表格 4-1 推荐的螺钉

螺钉类型	说明
符合 DIN EN ISO 1207 / DIN EN ISO 1580 标准的 M4 沉头螺钉	螺钉长度必须至少为 30 mm。 如需使用垫圈，则可使用 DIN EN ISO 7089/DIN EN ISO 7090 垫圈。
符合 DIN EN ISO 4762 的 M4 内六角螺钉	

模块的钻孔

所有 IO-Link I/O 模块都采用统一的钻孔图。

- 所有模块外壳都是轴对称的。
- 对于所有模块，顶部和底部钻孔间的距离都是相同的。

安装 30 mm 宽的 I/O 模块（正面或侧面）

具体顺序，请观看视频 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95886672>)

30 mm I/O 模块的顶部和底部有紧固点。30 mm 宽的 I/O 模块也可固定在侧面。在侧面固定时，必须使用自带的垫片。

请按照以下步骤安装 30 mm 宽的 I/O 模块：

1. 钻两个直径为 4.5 mm、间距为 149.6 mm 的紧固孔。
2. 使用自带的垫片将 I/O 模块在顶部和底部固定到侧面（与紧固表面相邻的一面）。
3. 用螺钉将 I/O 模块固定到两个紧固点上（紧固扭矩为 1.2 Nm）。

4.2 安装模块

下图以 IO-Link I/O 模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 为例，显示了 30 mm 宽的 I/O 模块的紧固尺寸。

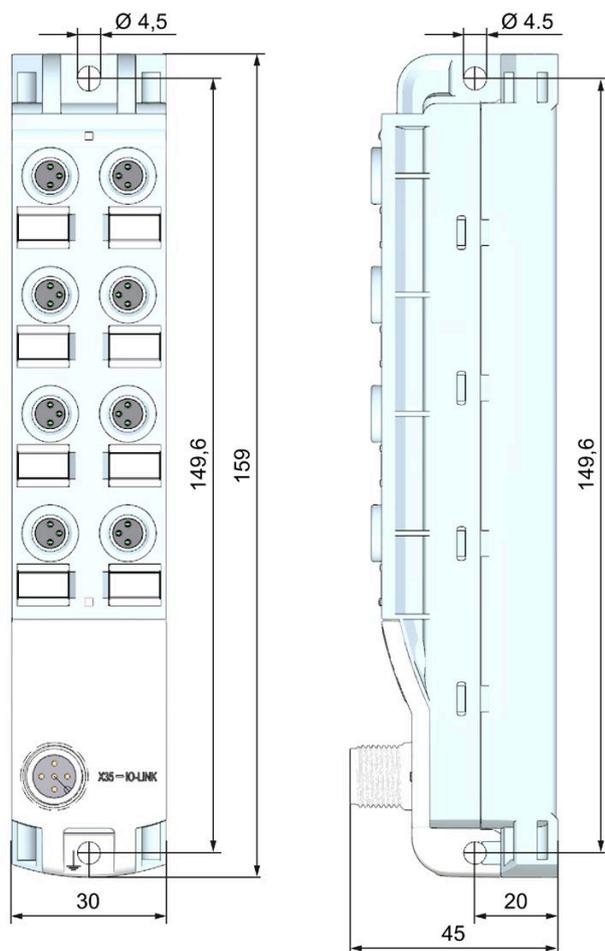


图 4-2 30 mm 宽的 I/O 模块的安装尺寸

安装 45 mm I/O 模块（正面安装）

具体顺序，请观看视频 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95886672>)

45 mm 宽的 I/O 模块顶部和底部有紧固点。

请按照以下步骤安装 45 mm 宽的 I/O 模块：

1. 钻两个直径为 4.5 mm、间距为 149.6 mm 的紧固孔。
2. 用螺钉将 I/O 模块固定到两个紧固点上（紧固扭矩为 1.2 Nm）。

下图以 IO-Link I/O 模块 DI 8x24VDC M12-L 8xM12 为例显示了紧固尺寸。

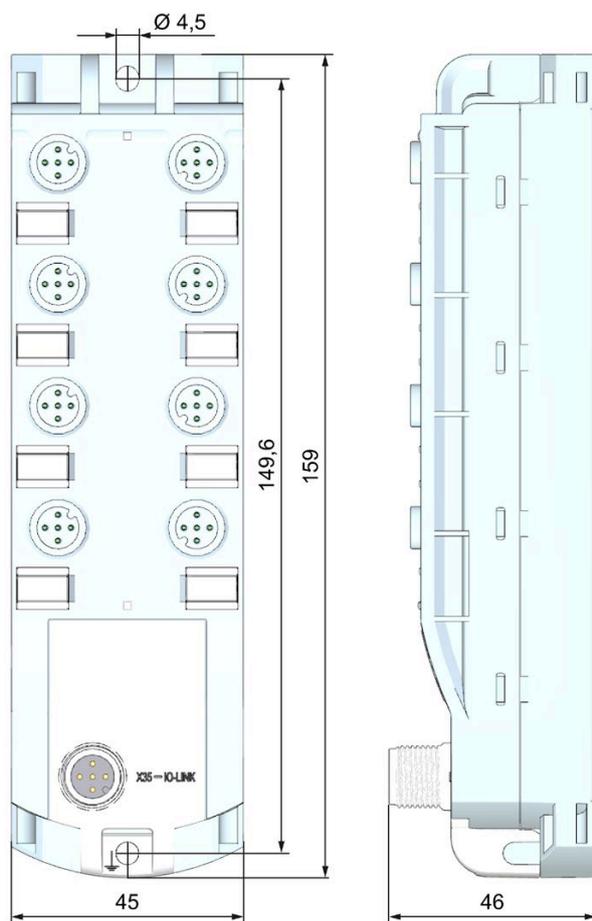


图 4-3 45 mm I/O 模块的安装尺寸

电缆扎带固定

所有 IO-Link I/O 模块都集成了电缆扎带紧固点。紧固点位于模块的全部四个角上。

下图显示了左上角针对用于紧固电缆的 2.5 mm 电缆扎带的紧固点。

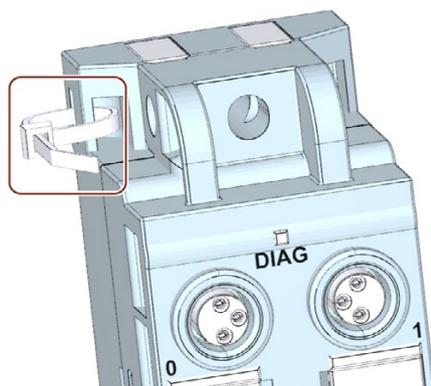


图 4-4 左上角针对电缆扎带的紧固点

连接

5.1 操作规则 and 规定

简介

作为系统的组成部分，IO-Link I/O 模块必须遵守应用领域的特殊规则。

本部分概要说明了在设备或系统中集成 IO-Link I/O 模块时必须遵循的一些最重要的规则。

具体应用

请遵守具体应用的相关安全和事故预防规定，例如机器指令。

紧急停止设备

符合 IEC 60204-1 标准（对应于 DIN VDE 0113-1）的急停设备必须在系统的所有操作模式下都保持有效。

排除系统危险状况

任何情况下不得出现危险运行状态，尤其是以下情况：

- 发生电压骤降或断电后系统重启
- IO-Link I/O 模块在 IO-Link 通信中断后启动

必要时，强制执行急停。

在“急停”解锁后，不允许执行不受控或未定义的启动操作。

电缆和电线

请注意，所用电缆（包括插头）应获得批准可在温度持续超出 IO-Link I/O 模块工作温度 30 °C 的条件下使用。

所用电缆和导线的规格必须符合所用电源电压的最低要求。

外部熔断器/开关

要满足具体应用中的电缆和设备保护标准要求，必需安装外部熔断器和开关。

线路电压

对于线路电压，请注意以下几点：

- 对于不带多极断路器的固定设备或系统，在建筑物安装中必须使用断路器装置（多极）。
- 对于负载电流电源，组态的额定电压范围必须与当地的线路电压相匹配。
- 对于 IO-Link I/O 模块的所有电路，电源电压和负载电压与额定值的波动/偏离值必须在允许的容差范围内。

更多信息，请参见“有关绝缘、保护类别、防护等级和额定电压的规范（页 64）”部分。

24 V 电源

对于 24 V 电源，请注意以下几点：

- 对于建筑物：
在因过压引起的危险情况下，必须采取针对外部避雷的避雷措施（例如，使用避雷元件）。
- 对于 24 V DC 电源线路和信号线路：
在因过压引起的危险情况下，必须采取针对外部避雷的避雷措施（例如，使用避雷元件。有关更多信息，请参见功能手册《设计防干扰型控制器 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59193566>)》）。
- 对于 24 V DC 电源：
确保按照 IEC 61010-2-201 或 IEC 60950-1 标准提供超低电压 (SELV/PELV) 的电气保护隔离。
1L+ 通过 IO-Link 主站供电。遵循所用 IO-Link 主站的要求。
2L+ 通过 B 类端口或 M12-L 电源连接器连接。使用通过 UL 或 IEC 认证的熔断器保护 2L+（触发特性为 B 类或 C 类）。该熔断器必须符合电缆横截面积要求，且不得超过 IO-Link I/O 模块的最大总电流。有关模块特定的规范，可参见设备手册和访问 Internet。

说明

潮湿环境

如果在潮湿环境中使用 IO-Link I/O 模块，还应采取其它限制，以实现 SELV/PELV。

防止外部电气影响

下面描述了对于预防电气影响和/或故障，必须关注的方面：

- 为了防止出现电磁干扰，请将 I/O 设备连接到功能性接地。
- 请务必正确安装和连接电源、信号和 IO-Link 电缆。
- 组态工厂/系统时，应确保错误不会引发未定义的状态。
 - 断线/断路
 - 电缆中的交叉电路

参考

更多信息，请参见功能手册“设计防干扰型控制器

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59193566>)”。

5.2 接地/未接地供电系统上 IO-Link I/O 模块的操作

简介

下文中介绍了有关接地供电系统（TN-S 系统）中 IO-Link I/O 模块的整体组态信息。有关 TN-S 系统的声明涉及连接到 TN-S 系统的上游 24 V DC 电源。

IO-Link I/O 模块和 IO-Link 主站共同构成一个单元。组态时必须注意以下事项。

- 通过 IO-Link 主站 A 类端口提供 IO-Link 电压
- 通过 IO-Link 主站 B 类端口提供 IO-Link 电压
- 通过 M12-L 电源连接器为具有高功率需求的模块提供电压

讨论的具体主题包括：

- 符合 IEC 60364（对应于 DIN VDE 0100）和 IEC 60204（对应于 DIN VDE 0113）标准的切断设备、短路和过载保护
- 负载电流电源和负载电路
- IO-Link I/O 模块的电源电压

5.2 接地/未接地供电系统上 IO-Link I/O 模块的操作

接地馈电

在接地输入电源中，电源系统的中性导线接地。火线和地面或设备接地系统组件之间的接地故障会导致保护性设备跳闸。

电源电压

为 IO-Link 主站提供 SELV/PELV 1L+ 电源电压。

SELV/PELV 2L+ 负载电压通过 B 类端口的 M12-A 连接器或通过 M12-L 电源连接器提供。可根据应用接通 SELV/PELV 2L+ 负载电压。

- 通过 M12-A 连接器 A 类端口提供 IO-Link 1L+ 电源电压（未接通）。
- 通过 M12-A 连接器 B 类端口或 M12-L 电源连接器提供 IO-Link 2L+ 负载电压（已接通）。

安全电气隔离 (SELV/PELV)

具有安全电气隔离的电源组/电源模块 SELV/PELV 是运行 IO-Link I/O 模块所必需的。这些电源组/电源模块必须符合 IEC 61010-2-201 的要求。

SELV/PELV 电路的接线必须与非 SELV/PELV 电路的接线分隔开。或所有导线的绝缘材料额定值都必须满足高压需求。

注意
在潮湿环境中运行
在潮湿环境中运行时，SELV/PELV 适用不同的电压限制（符合 IEC 61010-2-201）。

组态参考电位接地的 IO-Link I/O 模块

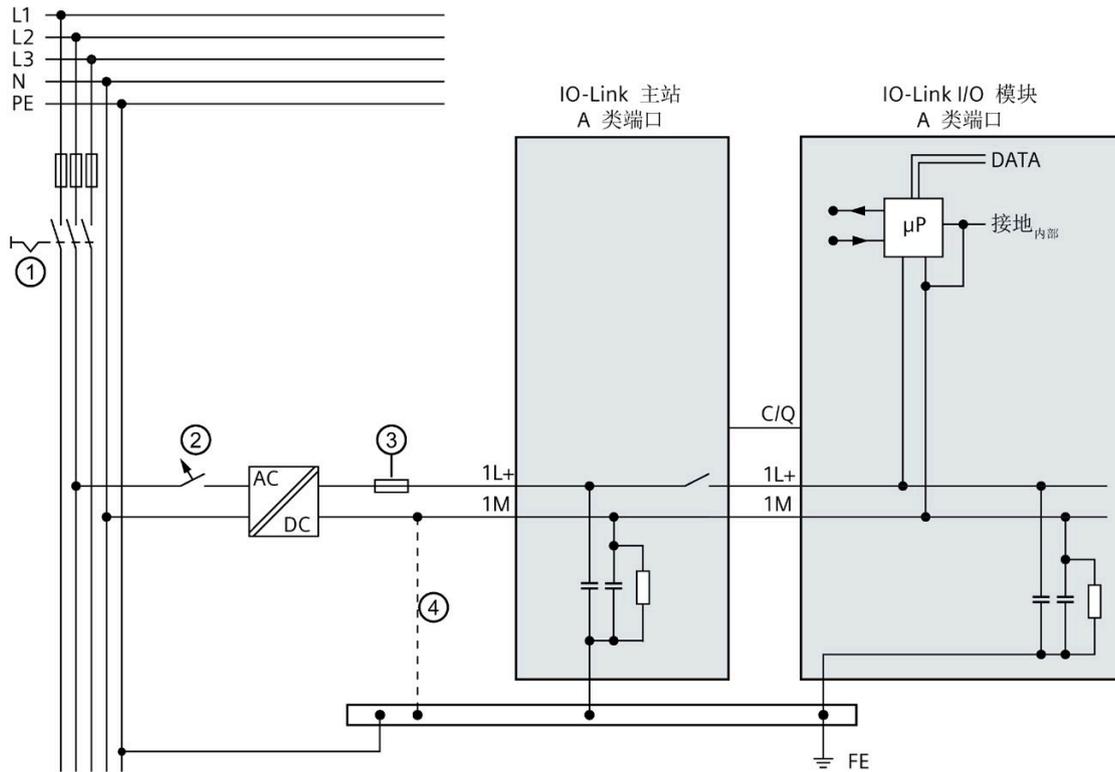
组态参考电位接地的 IO-Link I/O 模块时，出现的任何干扰电流都会释放到功能性接地。这些连接必须在外部进行。因此，需要在 1M 或 2M 与功能性接地之间建立连接。

组态参考电位未接地的 IO-Link I/O 模块

组态参考电位未接地的 IO-Link I/O 模块时，出现的任何干扰电流都会通过内部 RC 网络释放到功能性接地。因此，无需在 1M、2M 和功能性接地之间建立外部连接。

IO-Link I/O 模块的整体组态

下图以采用 A 类端口的 IO-Link 主站上使用 A 类端口的 IO-Link I/O 模块为例介绍了整体电气组态。

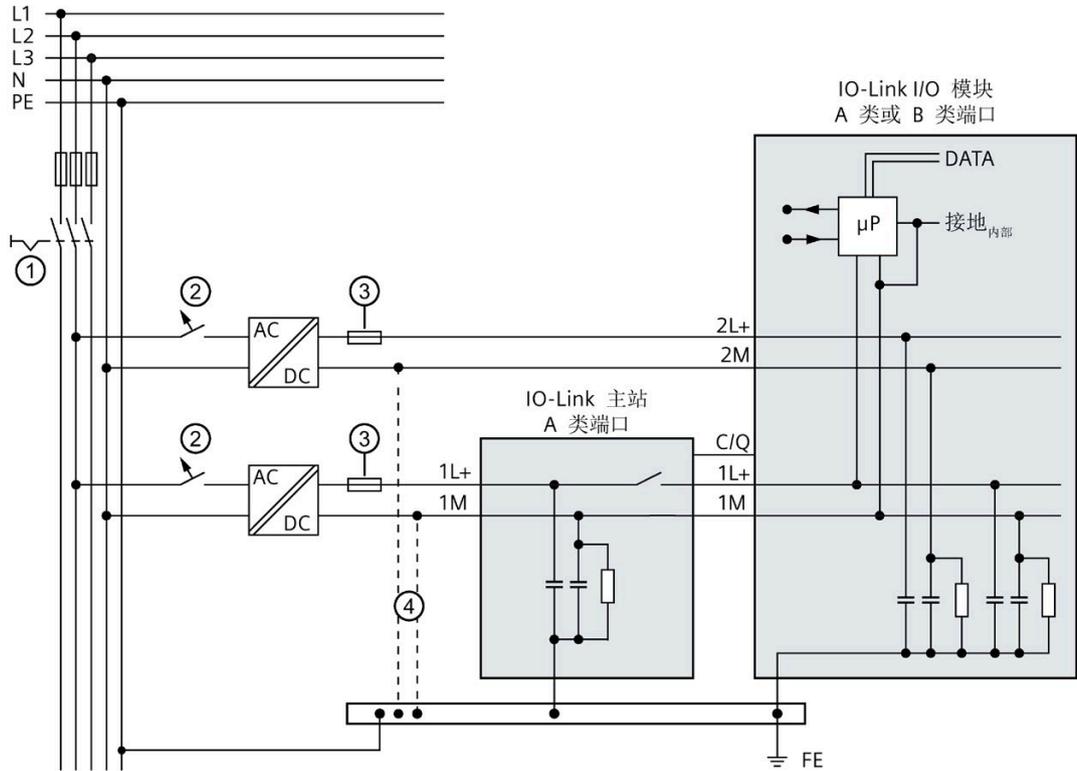


- ① 主开关
- ② 短路和过电压保护
- ③ 电缆保护熔断器
- ④ 在参考电位未接地的 IO-Link 系统组态中，省略了 1M 与功能性接地之间的连接。

图 5-1 采用 A 类端口的 IO-Link I/O 模块的电气组态

5.2 接地/未接地供电系统上 IO-Link I/O 模块的操作

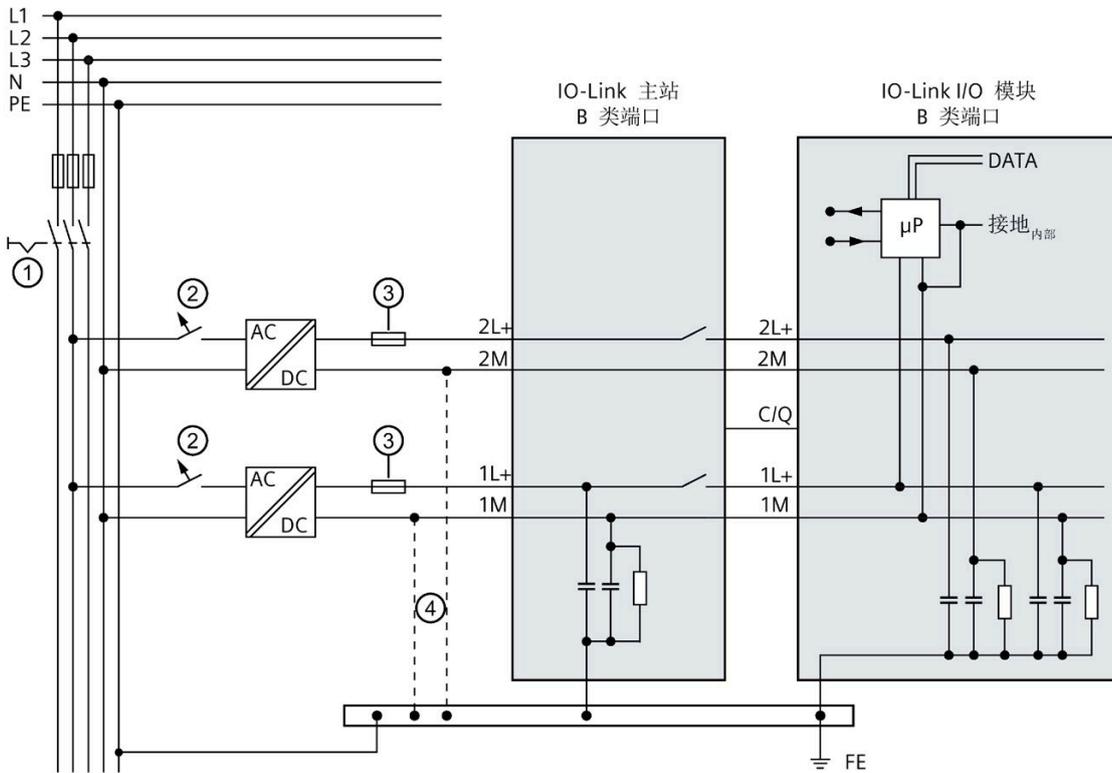
下图以采用 A 类端口的 IO-Link 主站上使用 A 类或 B 类端口的 IO-Link I/O 模块为例介绍了整体电气组态。



- ① 主开关
- ② 短路和过电压保护
- ③ 电缆保护熔断器
- ④ 在参考电位未接地的 IO-Link 系统组态中，省略了 1M、2M 与功能性接地之间的连接。

图 5-2 采用 A 类端口的 IO-Link 主站上使用 A 类或 B 类端口的 IO-Link I/O 模块的电气组态。

下图以采用 B 类端口的 IO-Link 主站上使用 B 类端口的 IO-Link I/O 模块为例介绍了整体电气组态。



- ① 主开关
- ② 短路和过电压保护
- ③ 电缆保护熔断器
- ④ 在参考电位未接地的 IO-Link 系统组态中，省略了 1M、2M 与功能性接地之间的连接。

图 5-3 采用 B 类端口的 IO-Link 主站上使用 B 类端口的 IO-Link I/O 模块的电气组态。

组件和保护措施

在安装整个设备时指定各种组件和保护措施。组件的类型和所需保护措施的强制等级取决于适用于设备安装的 IEC 规定。

下表列出了上图中所示的电气组态组件，并与 IEC 规定进行了相应比较。

表格 5-1 电气组态的组件

	引用的插图	IEC 60364 (DIN VDE 0100)	IEC 60204 (DIN VDE 0113)
控制器、传感器和执行器的切断元件	①	...第 460 部分： 主开关	...第 1 部分： 隔离开关
短路/过载保护	②	...第 725 部分： 电路的单极保护	...第 1 部分： 接地次级电路的单极保护
电缆保护	③	...第 430 部分： 电缆和导线的过电流保护 使用断路器保护所有接入的电源电缆。	...第 1 部分： 过电流保护

绝缘监视

在以下情况下，必须提供绝缘监视：

- 组态参考电位未接地的 IO-Link 系统时
- 在由于发生错误，可能出现危险系统状况时

5.3 IO-Link I/O 模块的电气组态

电气隔离

在 IO-Link I/O 模块的电气组态中，以下各项之间存在电气隔离：

- IO-Link 1L+：未接通电源电压（电子设备/传感器/负载电源）：
与 2L+（负载电压电源）电气隔离
- 通过 B 类端口或 M12-L 电源连接器提供 2L+：已接通电源电压（负载电压电源）：
与所有其它电路组件电气隔离
可以切断而不影响 IO-Link 1L+

数字量输出与数字量输入的连接

注意

注意电位组

当数字量输出连接到数字量输入时，请注意电位组。根据具体组态，1M 和 2M 可能已连接，导致 1L+ 和 2L+ 之间的电气隔离被消除。补偿电流可能会损坏数字量模块。

警告

注意安全相关关断的电位组

当数字量输出连接到数字量输入时，请注意电位组。根据具体组态，1M 和 2M 可能已通过此电位组连接，导致 1L+ 和 2L+ 之间的电气隔离被消除。
如果电气隔离消失，则不允许安全相关关断。

电缆保护

根据 DIN VDE 0100，需要应用电缆保护。因此，必须始终在外部保护电源线。

保护 24 V DC 电源线以防短路和过载。

选择符合以下标准的保护设备：

- 适用于 24 V DC 电源电压
- 适用于电缆横截面和安装类型
- 适用于其它条件，例如温度

5.4 将 IO-Link I/O 模块连接到功能性接地

组态的电源

ET 200AL 分布式 I/O 系统提供多达两个电压组。

- 通过 IO-Link 提供 1L+（电源电压/未接通）
- 通过 B 类端口或 M12-L 电源连接器提供 2L+（负载电压/已接通）

说明

通过 B 类端口或 M12-L 电源连接器连接和断开 1L+ IO-Link、2L+

与通过 B 类端口或 M12-L 电源连接器提供的负载电压 2L+ 不同，在运行期间连接和断开电源电压 1L+ 会使模块重启。

5.4 将 IO-Link I/O 模块连接到功能性接地

简介

必须将 IO-Link I/O 模块连接到功能性接地。

什么是功能性接地？

所有 IO-Link I/O 模块都有功能性接地连接。此连接用于抑制对干扰的敏感度，但不用于保护目的。使用功能性接地连接，可以与系统点或屏蔽点建立电气连接。电磁干扰通过此连接直接释放到地。通过释放电磁干扰，可以增强整个模块的抗干扰能力。

下图显示了用于标记 IO-Link I/O 模块上功能性接地连接的符号。

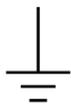


图 5-4 功能性接地

5.4.1 将 IO-Link I/O 模块安装在导电表面上

要求

用于安装模块的导电表面

所需工具

要连接到功能性接地，需要以下工具：

- 螺丝刀或内六角螺钉（规格 3）

需要的附件：

要连接到功能性接地，需要以下附件：

- 2 个 M4 紧固螺钉

安装

要在导电的安装表面上将 IO-Link I/O 模块连接到功能性接地，请按以下步骤操作：

1. 钻出两个紧固孔。有关模块的尺寸，请参见尺寸图 (页 71) 部分。
2. 以 1.2 Nm 的扭矩用 M4 紧固螺钉拧紧模块。

说明

在导电的安装表面上接地

在导电的接地表面上安装 IO-Link I/O 模块时，底部的紧固螺钉会与接地电位建立导电连接。

请确保模块与导电表面之间以及导电表面与功能性接地之间存在低阻抗连接。

参考

有关安装模块的更多信息，请参见“安装模块 (页 20)”部分。

5.4 将 IO-Link I/O 模块连接到功能性接地

5.4.2 将 IO-Link I/O 模块安装在非导电表面上

要求

用于安装模块的非导电表面

所需工具

要连接到功能性接地，需要以下工具：

- 螺丝刀或内六角螺钉（规格 3）
- 剥线工具
- 压接工具

需要的附件：

要在非导电安装表面上连接到功能性接地，需要以下附件：

- 2 x 4 mm 固定螺钉
- 适用于 4 mm 螺钉的电缆接头
- 最小横截面为 4 mm² 的接地电缆（铜质编织电缆）

安装

要将 IO-Link I/O 模块连接到功能性接地，请按以下步骤操作：

1. 钻出两个紧固孔。
2. 剥去接地电缆的外皮。
3. 将电缆接头固定到接地电缆上。
4. 以 1.2 Nm 的扭矩用 4 mm 紧固螺钉拧紧模块和电缆接头。

下图显示了如何连接功能性接地。

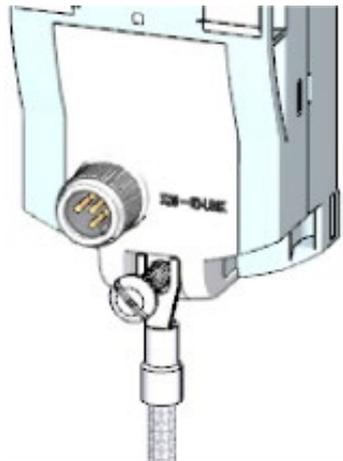


图 5-5 连接功能性接地

说明

在不导电的安装表面上接地

请确保在模块和功能性接地之间存在低阻抗连接。

参考

有关安装模块的更多信息，请参见“安装模块 (页 20)”部分。

5.5 接线

连接

将所有电缆连接到模块的前端：

- 将 IO-Link 连接到 5 极 M12 连接器（A 编码）
- 将信号线连接到 3 极 M8 插座或 4/5 极 M12 插座中（A 编码）
- 将额外的负载电压连接到 5 极 M12 插头（L 编码）

要求

请在切断电源电压的情况下，对模块进行接线。

所需工具

如果未使用预装电缆，则需要以下工具：

- 剥线工具
- 用于连接接线插头的螺丝刀

连接 IO-Link 所需的附件

需要以下附件：

- 电缆
 - M12、4 极或 5 极预装电缆，或
 - 3、4 或 5 芯柔性铜缆（芯线横截面积：0.25 到 0.5 mm²）
- 5 极 M12-A 编码连接插座

连接额外负载电压所需的附件

需要以下附件：

- M12-L 编码、4 极或 5 极预装电缆
- 4 芯或 5 芯柔性铜缆（芯线横截面积：0.5 到 2.5 mm²）
- 4 极或 5 极 M12-L 编码插座

连接 M8 连接器

要连接 M8 连接器，请按以下步骤操作：

1. 将插头插入模块上相应的圆形插座。
确保插头和插座之间正确对齐。
2. 以 0.4 Nm 的扭矩使用滚花螺钉拧紧连接器。

下图以 IO-Link 数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8. 为例显示了 M8 插头的连接。

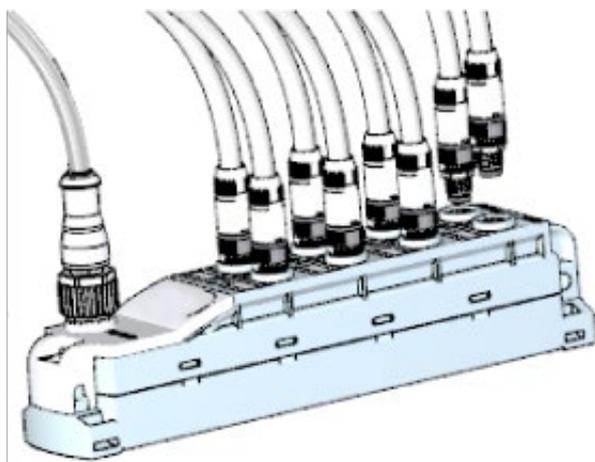


图 5-6 连接 M8 连接器

连接 M12 连接器

要连接 M12 连接器，请按以下步骤操作：

1. 将插头插入模块上相应的圆形插座。
确保插头和插座（凹槽和弹簧）之间正确对齐。
2. 使用滚花螺钉，以 1 Nm 的扭矩拧紧连接器。

下图以 IO-Link 数字量输入模块 DI 16x24VDC 8xM12. 为例显示了 M12 插头的连接。

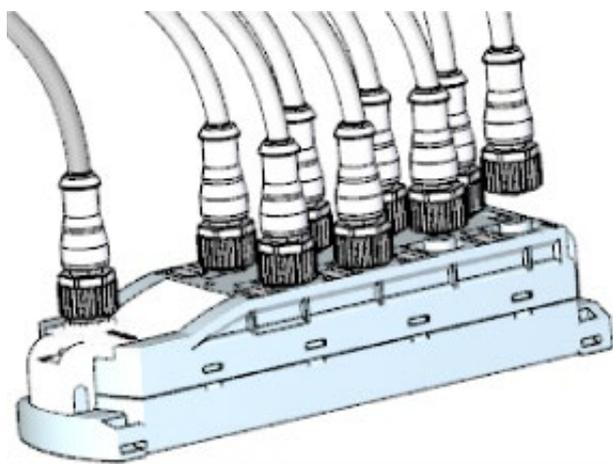


图 5-7 连接 M12 连接器

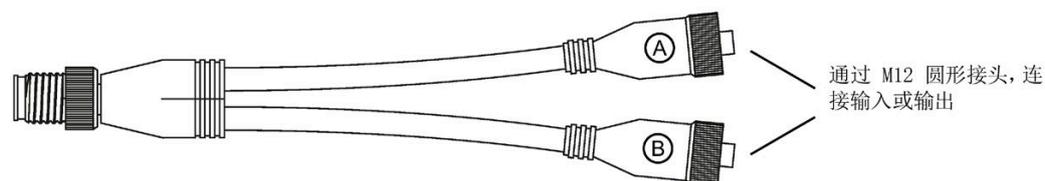
插座的引脚分配

有关插座的引脚分配，请参见《I/O 模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/14247/man>)》设备手册中有关引脚分配和模块侧面的部分。

Y 型电缆

通过 Y 型电缆，可将两个执行器或传感器连接至输入或输出端。

如果 I/O 模块的每个插座占用两个通道，建议使用 Y 型电缆。Y 型电缆会将这两个通道分别分配给两个圆形连接器。



下图显示了 Y 型电缆的接线。

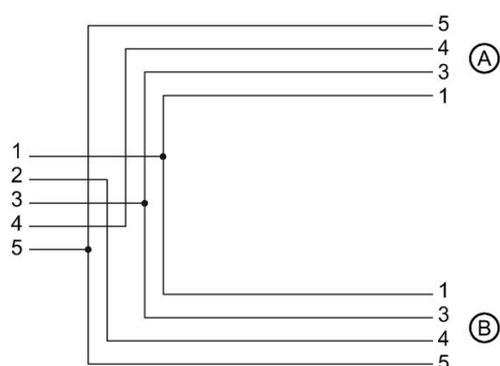


图 5-8 接线 Y 型电缆

密封未用的插座

为保证 IP65 或 IP67 防护等级，用密封盖将所有未用的插座密封起来。

附件/备件的产品编号

有关产品编号的信息，请参见“附件/备件 (页 72)”部分的附录。

参见

接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/14246/man>)

5.6 IO-Link I/O 模块的标记

5.6.1 出厂标记

简介

为了方便定向，IO-Link I/O 模块使用各种标记进行标识，在组态和连接该模块时可以提供帮助。

接口标记

模块的接口在出厂时已做好了标记。

下表列出了接口的标记。

表格 5-2 接口标记

接口	标记
IO-Link	X35 (IO-Link)
I/O 输入与输出接口	X10 ... X17
附加电源	X80 (DC24V)

引脚分配

各个接口的引脚分配在出厂时已用激光刻在每个模块的侧面上。

5.6.2 可选标记

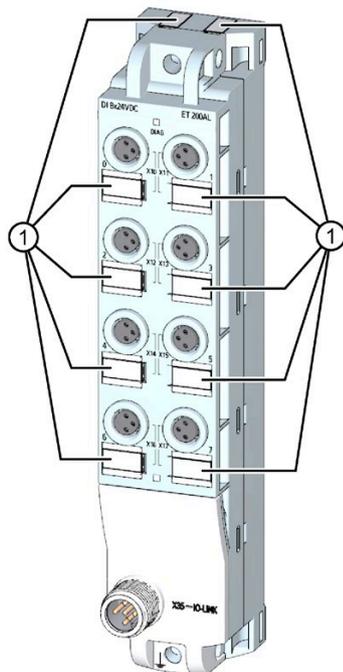
简介

除了出厂标记外，也可选择对 IO-Link I/O 模块上的接口和模块进行贴标或标记。

标识标签

标识标签以标签条的形式随每个 IO-Link I/O 模块提供，并可以印刷在机器上。一个标签条有 10 个标识标签，尺寸为 10 x 5 mm，采用 RAL9016 颜色。标识标签可以插入到每个模块的指定位置。标识标签用于标记通道和模块。

下图以 IO-Link 数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8 为例显示了所有可以使用标识标签的位置。



① 标识标签

图 5-9 可选标记

5.6.3 安装标识标签

简介

本部分说明如何安装或除去标识标签。

所需工具

需要刀口宽度为 3 mm 的螺丝刀（仅用于除去标识标签）。

安装标签步骤

要安装标识标签，请按以下步骤操作：

1. 使用商用标记系统印刷标识标签。
2. 将标识标签按出标签盒。
3. 将标识标签粘贴到自带的开孔，如图可选标记 (页 43) 中所示。

对所有模块同样安装标识标签。

除去标签的步骤

要除去标识标签，请按以下步骤操作：

1. 使用螺丝刀仔细拉出标识标签。

对所有模块同样除去标识标签。

组态

6.1 要求

简介

IO-Link I/O 模块的组态和参数分配通过以下软件执行：

- STEP 7 (TIA Portal)
- S7-PCT
- IO-Link 主站制造商的 IO-Link 组态软件

要求

请遵循所用 IO-Link 主站组态软件的软件要求。

表格 6-1 硬件要求

硬件	要求
IO-Link 主站	自 IO-Link V1.1 起

6.2 IODD 和端口组态工具 - S7-PCT

设备描述 IODD

每台设备都有一个电子设备描述 IODD 文件 (IO Device Description)。IODD 中包含大量的系统集成信息：

- 通信属性
- 设备参数（值范围和默认值）
- 标识、过程和诊断数据
- 设备数据
- 文本描述
- 设备映像
- 制造商徽标

所有制造商的所有设备的 IODD 结构均相同。在主站制造商提供的 IO-Link 组态工具（西门子为 S7-PCT）中，IODD 的结构通常相同。这样，可确保所有 IO-Link 设备的处理方式均相同，而与制造商无关。

IODDfinder

IODDfinder 是一种跨供应商的 IO-Link 统一数据库。

该数据库中包含设备制造商的最新 IODDs，可作为信息与下载平台。

IODDfinder 可从 Internet (<https://ioddfinder.io-link.com>) 下载。

IO-Link 组态工具

需要组态工具来组态整个 IO-Link 系统。主站制造商的 IO-Link 组态工具可用于读取 IODDs。

IO-Link 组态工具的主要任务包括：

- 为主站端口分配设备
- 在主站的地址范围内，分配端口地址
- 指定 IO-Link 设备的参数

可在所连设备上执行诊断。

这意味着 IO-Link 组态工具支持以透明方式表示到现场级的 IO-Link 系统。

西门子推出的 S7-PCT，用于对 IO-Link 系统进行工程组态。

有关相关的设备描述文件、软件和功能手册，敬请访问 SIOS (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109737170>)。

带有 IO-Link I/O 模块 IO-Link 的 S7-PCT

下图显示带有 IO-Link I/O 模块 IO-Link 的 S7-PCT 部分内容以及包含的设备信息。

Ports | Addresses | Status | I&M | Commands

General Master Info

Product Name: ET 200eco PN; 4 IO-L; 4xM12 V1.1
 Article Number: 6ES7 148-6JD00-0AB0
 Comment:

Port Info

Column Filter

Port	Autosense	Mode	Name	IO-Link Version	Inspection Level	Backup Level
1	<input checked="" type="checkbox"/>	IO-Link	ET 200AL DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12	V1.1	Type compatible	Backup&Restore
2	<input type="checkbox"/>	IO-Link	ET 200AL DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8	V1.1	Type compatible	Backup&Restore
3	<input type="checkbox"/>	IO-Link	ET 200AL DI 16x24VDC 8xM12	V1.1	Type compatible	Backup&Restore
4	<input type="checkbox"/>	IO-Link	ET 200AL DI 8x24VDC 8xM8	V1.1	Type compatible	Backup&Restore

Details

Vendor Name: SIEMENS AG
 Vendor URL: <http://www.siemens.com/io-link>

Device Name: ET 200AL DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12
 Description: IO-Link Digital input/output module DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12, Device Family SIMATIC IO Module, Release Date 2020-04-09

Article Number: 6ES7 143-5AH00-0BL0
 IO-Link File Name: Siemens-ET200AL-DIQ16_8xM12-20200409-IO-Link1.1.xml

Replaceable Device IDs:
 Compatibility: The device is only compatible with the IO-Link revision 1.1.
 Comment:



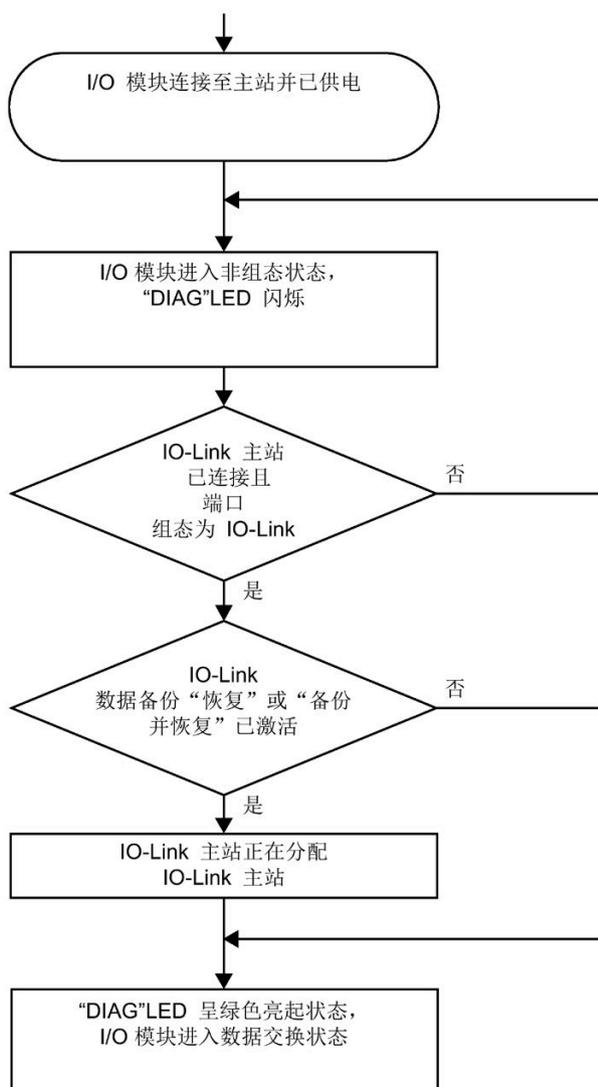

图 6-1 带有设备 IO-Link 的 S7-PCT 以及包含的设备信息

调试

7.1 IO-Link I/O 模块的启动

工作原理

下图给出了在 IO-Link Master 上启动 IO-Link I/O 模块的流程图。



施加 2L+ 电压后,“PWR”LED 呈绿色亮起状态。

图 7-1 ET 200AL IO-Link I/O 模块的启动

8.1 更换模块

更换 IO-Link I/O 模块

不允许在运行过程中更换模块。



可能导致财产损失

如果在连接了电源的情况下卸下/插入模块，会导致系统进入未定义的状态。

IO-Link I/O 模块可能会损坏。

请仅在断开电源的情况下卸下或更换模块。

在组态系统时始终遵守要求的标准和安全规定。

如果使用主站的恢复功能，则在更换模块后，主站会自动将保存的参数提供给新模块。更换模块时可选择以下设置：

- “备份并恢复”(Backup&Restore)
主站端口设置为“备份并恢复”(Backup&Restore)。由于主站已使用备份功能保存了最新的参数更改，因此新模块可像被替换的模块一样工作。
- “恢复”(Restore)
主站端口设置为“恢复”(Restore)。新模块将应用上次备份时保存在主机中的参数设置。

操作步骤

要更换 IO-Link I/O 模块，请按以下步骤操作：

1. 确保没有电流流经输出。
2. 完全断开所有连接到 IO-Link I/O 模块的电缆。
3. 拧松模块的固定螺钉。
4. 更换 IO-Link I/O 模块。

说明

“新”IO-Link I/O 模块

只能用同类型的模块更换卸下的 IO-Link I/O 模块。

5. 用螺钉以 1.2 Nm 的扭矩拧紧 IO-Link I/O 模块。
6. 连接所有电缆。
7. 再次接通电源电压。

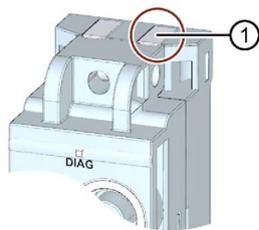


警告

注意模块的设备编号

在连接 IO-Link I/O 模块时如果混用这些模块，会造成人身伤害并导致财产损失。
建议使用设备编号明确标识 IO-Link I/O 模块。

下图显示了关于使用设备编号标记 IO-Link I/O 模块的建议。



- ① 关于设备编号标记的建议

图 8-1 设备编号

结果

停用的 IO-Link I/O 模块会自动再次启动。设置数据备份后，IO-Link 主站会将参数设置加载到模块中。

8.2 固件更新

简介

在操作过程中，可能需要更新固件（例如，由于功能扩展）。

使用固件更新，对模块固件进行更新。

说明

更新期间的 STOP 状态

为 IO-Link I/O 模块执行固件更新时，模块在更新过程中将进入 STOP 状态。

要求

要执行固件更新，需要使用支持 IO-Link 固件更新传输机制的 IO-Link 主站。

固件更新选项

可以选择通过 S7-PCT 在线执行固件更新。

参考

更多关于操作步骤的信息，请参见 S7-PCT 中的“帮助 > 帮助主题”(Help > Help topics) 选项卡。在搜索字段中输入“固件”(Firmware)，然后按 Enter 键确认。

8.3 复位模块

简介

通过“恢复出厂设置”(Restore Factory Setting), IO-Link I/O 模块会设为交付状态。同时, 在 IO-Link I/O 模块内部保存的所有信息都将被删除。

复位选项

可在 S7-PCT 中复位 IO-Link I/O 模块。
可通过两种不同方式进行复位。

- “应用程序复位”
- “恢复出厂设置”

“应用程序复位”后的结果

“应用程序复位”命令会将应用程序特定的参数复位为默认值。模块的识别参数保持不变。
执行该命令后不会重新启动模块, 通信也不会中断。

“恢复出厂设置”后的结果

“恢复出厂设置”命令将产生三种不同的操作, 具体操作取决于 IO-Link 主站上的数据备份设置。

- “无”(None) :
加载 IO-Link I/O 模块的默认参数。IO-Link I/O 模块执行重启。
- “恢复”(Restore) :
加载备份时保存的参数。IO-Link I/O 模块执行重启。
- “备份并恢复”(Backup&Restore) :
加载“恢复出厂设置”命令之前 IO-Link I/O 模块中的参数。IO-Link I/O 模块执行重启。

要求

必须存在在线连接才能复位 IO-Link I/O 设备。

使用 S7-PCT 的步骤

将 PG/PC 连接到 IO-Link 主站的 PROFINET IO 或 PROFIBUS DP 接口，或者连接到系统。

确保存在与 IO-Link I/O 口模块的在线连接。

1. 在项目树中选择一个 IO-Link I/O 模块。
2. 在工作区中选择“参数”(Parameters) 选项卡。
3. 在“参数 > 参数数据 > 系统命令”(Parameters > Parameter Data > System command) 下，单击所需按钮：
 - “应用程序复位”
 - “恢复出厂设置”

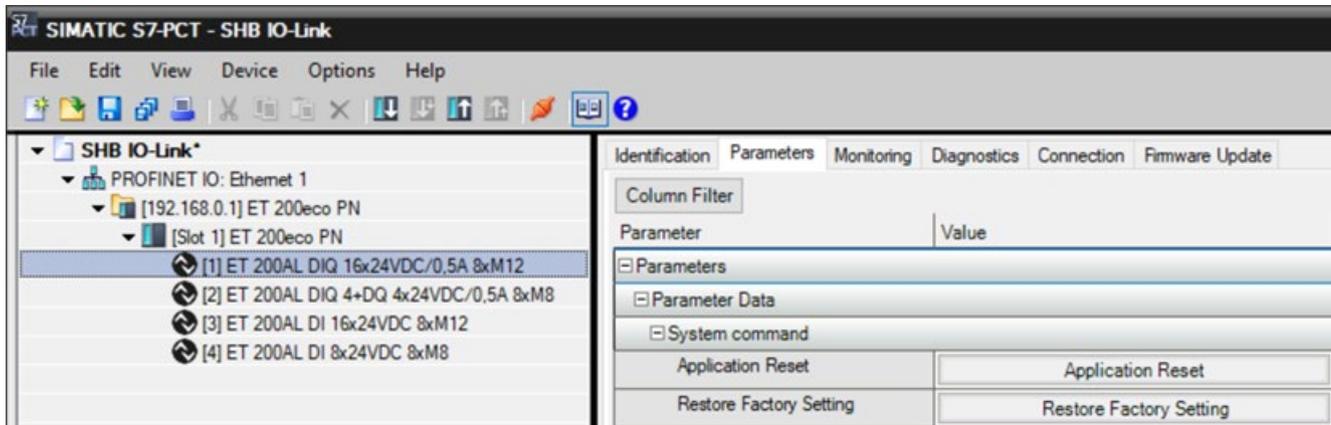


图 8-2 复位模块

结果：IO-Link I/O 模块复位。

参考

更多关于操作步骤的信息，请参见 S7-PCT 在线帮助。

8.4 维护/清洁模块

维护

IO-Link I/O 模块无需维护。

说明

维修

只能由制造商对 IO-Link I/O 模块进行维修。

清洁

接线后，IO-Link I/O 模块符合防护等级 IP65/IP67 的要求，且不需要进行任何清洁。
如果要清洁模块，请使用干布或湿布。在用液体清洁时，请注意遵守 IP65/67 防护等级。

技术数据

简介

有关 IO-Link I/O 模块的技术数据，请参见以下部分：

- IO-Link I/O 模块应遵循和满足的标准和测试值。
- 测试 IO-Link I/O 模块所依照的测试标准

模块的技术数据

有关各个模块的技术数据，请参见各模块的手册。如果本文档中的数据与产品手册中的有所出入，则以产品手册中的技术数据为准。

参见

SIOS (<https://support.industry.siemens.com>)

9.1 标准与授权

当前有效的标志和授权

说明

IO-Link I/O 模块各组件的规范

IO-Link I/O 模块上印有当前有效的标记和认证信息。

CE 标志



ET 200AL IO-Link I/O 模块满足以下指令的要求和保护目标。模块符合欧洲共同体官方期刊上发布的针对可编程逻辑控制器的统一欧洲标准 (EN)：

- 2014/30/EU“电磁兼容性” (EMC 指令)
- 2011/65/EU“电气和电子设备中特定有害物质的使用限制” (RoHS 指令)

EU 符合性声明可从以下责任机构获得，并保存在以下地址：

SIEMENS AG
Digital Industries
DI FA TI COS TT
P.O.Box 1963
D-92209 Amberg, Germany

同样，也可在 Internet 上的“客户支持”页面的“一致性声明”中下载这些文件。

UL 认证



美国安全检测实验室公司，符合

- UL 61010-1 和 UL 61010-2-201
- CSA C22.2 第 61010-1 号和 CSA C22.2 第 61010-2-201 号 (过程控制设备)

RCM，澳大利亚/新西兰符合性声明



ET 200AL IO-Link I/O 模块满足 EN 61000-6-4:2007 的要求。

9.1 标准与授权

韩国证书 KCC-REM-S49-ET200



请注意，本设备的射频干扰符合 A 级限制。本设备可用于所有区域，但住宅区例外。

이 기기는 업무용(A 급) 전자파 적합기기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기
바라며 가정 외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

欧亚关税同盟的标志



EAC (欧亚符合性)

俄罗斯、白俄罗斯和哈萨克斯坦的关税同盟

关税同盟 (TR CU) 技术要求的符合性声明

IEC 61010-2-201

ET 200AL 分布式 I/O 系统符合 IEC 61010-2-201 的要求和条件。

IEC 61131-2

ET 200AL IO-Link I/O 模块满足 IEC 61131-2 的要求和条件。

IEC 61131-9

ET 200AL IO-Link I/O 模块满足 IO-Link 标准 IEC 61131-9 的要求和条件。

船级社认证

船级社：

- ABS (美国船级社)，即将发布
- BV (法国船级社)
- CCS (中国船级社)，即将发布
- Class NK (日本船级社)，即将发布
- DNV-GL (挪威船级社 - 德国劳氏船级社)，即将发布
- LRS (劳氏船级社)，即将发布

工业用途

ET 200AL IO-Link I/O 模块经过专门设计，适用于工业环境。为此，需满足以下标准的要求：

- 干扰辐射要求 EN 61000-6-4
- 抗扰性要求 EN 61000-6-2

在混合区域使用

在某些情况下，ET 200AL IO-Link I/O 模块可用于混合环境中。混合区域包含住宅区和不会对住宅区造成严重影响的商业运营场所。

如果在混合区域使用 ET 200AL IO-Link I/O 模块，必须确保射频干扰辐射符合 EN 61000-6-3 的限制。为遵循这些限制，在混合区域中使用时可采取的相应措施如下：

- 在电源线中使用滤波器

还需要进行额外的验收测试。

在住宅区使用

说明

ET 200AL IO-Link I/O 模块不适合在居民生活区内使用

ET 200AL IO-Link I/O 模块不适合在居民生活区内使用。在居民生活区内使用 ET 200AL IO-Link I/O 模块可能会影响无线电和电视接收。

参考

有关这些标记和认证的证书，请访问 Internet 上的“服务和支持 (<http://www.siemens.com/automation/service&support>)”。

9.2 电磁兼容性

定义

电磁兼容性 (EMC) 是指电气设备不影响其电磁环境并在其中正常运转的能力。

ET 200AL IO-Link I/O 模块符合欧盟单一市场的 EMC 法律要求。前提条件是 ET 200AL IO-Link I/O 模块符合电气组态的相关要求和准则。

脉冲型干扰变量

下表显示了 ET 200AL IO-Link I/O 模块对于脉冲型干扰变量的电磁兼容性。

表格 9-1 脉冲型干扰变量

脉冲型干扰变量	测试条件	符合严重等级要求
符合 IEC 61000-4-2 的静电放电。	空气放电：± 8 kV	3
	接触放电：±4 kV	2
符合 IEC 61000-4-4 标准的短脉冲（快速瞬态干扰值）。	±2 kV（电源线）	3
	±1 kV（信号线 <30 m）	3

正弦干扰变量

表格中列出了 ET 200AL IO-Link I/O 模块对于正弦型干扰变量的电磁兼容性。

表格 9-2 射频辐射

RF 辐射符合 IEC 61000-4-3 标准 电磁 RF 电场, 调幅		符合严重等级 要求
80 ... 1000 MHz	10 V/m	3
1.4 ... 6 GHz	3 V/m	2
80% AM (1 kHz)		

表格 9-3 射频耦合 (信号与电源线)

符合 IEC 61000-4-6 标准的射频耦合	符合严重等级 要求
0.15 ... 80 MHz	3
10 V _{rms} 未调制	
80% AM (1 kHz)	
150 Ω 源阻抗	

射频辐射干扰

下表列出了符合 EN 55011 标准的电磁场的干扰辐射：限制等级 A, 组 1。

表格 9-4 电磁场的干扰辐射

频率	干扰辐射	测量距离
30 ... 230 MHz	<40 dB (μV/m) Q	10 m
230 ... 1000 MHz	<47 dB (μV/m) Q	10 m
1 GHz 到 3 GHz	<76 dB (μV/m) P	3 m
3 GHz 到 6 GHz	<80 dB (μV/m) P	3 m

9.3 运输和存储条件

24 V 电源连接

下表列出了符合 EN 55016 标准的低压测量范围。

表格 9-5 电源的干扰辐射

频率	干扰辐射
0.15 ... 0.5 MHz	89 dB (μV) Q
	76 dB (μV) M
0.5 ... 30 MHz	83 dB (μV) Q
	70 dB (μV) M

9.3 运输和存储条件

运输和存储条件

ET 200AL IO-Link I/O 完全符合 IEC 61131-2 标准中的运输与储存条件要求。下表列出了这些模块采用原包装进行传输和存储的条件。

表格 9-6 运输和存储条件

条件类型	允许的范围
自由落体	≤0.3 m
温度	-40 °C 到 +70 °C
温度变化	20 K/h
大气压	1140 到 660 hPa (相当于海拔高度 -1000 m 到 3500 m)
相对湿度	5 到 95%

9.4 机械和气候环境条件

运行条件

ET 200AL IO-Link I/O 模块可在任何气候环境中进行平稳操作。

- 操作条件完全符合标准要求 IEC 61131-2:
 - Class OTH2

有关具体的操作条件值，请参见设备手册中的技术规范或访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/109742718/zh>)。

机械环境条件下的相关测试

下表列出了机械环境条件下各种测试的类型和范围。

表格 9-7 机械环境条件下的相关测试

测试条件	测试标准	值
振动	振动测试，依照 IEC 60068-2-6 标准	振动类型：变化率为 1 倍频程/分钟的频率扫描。 5 Hz 到 9.1 Hz，等幅 15 mm 9.1 Hz 到 150 Hz，恒定加速度 5 g 振动持续时间：在 3 个垂直对齐的坐标轴上，每个坐标轴进行 10 次频率扫描
抗冲击性	冲击测试，依照 IEC 60068-2-27 标准	冲击类型：半正弦波 冲击强度：峰值为 30g，持续 18 ms 冲击方向：在 3 个互相垂直的坐标轴上，在每个坐标轴的 +/- 方向各进行 3 次冲击

9.5 有关绝缘、保护等级、防护等级和额定电压的详细信息

气候环境条件

下表列出了气候环境条件的测试类型和测试范围。

表格 9-8 气候环境条件

环境条件	应用领域	注释
温度	-30 °C 到 55 °C	所有安装位置
温度变化	10 K/h	-
相对湿度	5 到 100%	有结露
大气压	1140 到 795 hPa	相当于海拔高度 -1000 m 到 2000 m
污染浓度	ANSI/ISA-71.04 severity level G1; G2; G3	-

9.5 有关绝缘、保护等级、防护等级和额定电压的详细信息

绝缘

根据 IEC 61010-2-201 的要求设计绝缘装置。

说明

对于电源电压为 24 V DC (SELV/PELV) 的模块，需使用 707 V DC 进行电气隔离测试（型式试验）。

防护等级（根据 IEC 61010-2-201）

- 保护等级 III

直流供电设备的严重等级

IO-Link I/O 设备满足严重等级 PS1 的要求。

污染等级/过电压类别符合 IEC 61131 标准

- 污染等级 3
- 过电压类别：II

防护等级 IP65 和 IP67

对于所有 ET 200AL IO-Link I/O 模块，符合 IEC 60529 的防护等级 IP65 和 IP67：

- 1.代码编号：防尘和全面的接触保护
- 2.代码编号：防水
 - IP65：所有角度防水喷射保护
水流不得造成任何损坏性影响。
 - IP67：防暂时性淹没保护
流入外壳的水量不得达到有害级别。

额定工作电压

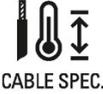
下表列出了 ET 200AL IO-Link I/O 模块的额定工作电压和相应的容差。

表格 9-9 额定工作电压

额定电压 (SELV/PELV)	容差范围
1L+	18 到 30 V DC
2L+	20.4 到 28.8 V DC

9.6 IP65/IP67 模块的安全相关符号

下表列出了 IP65/67 模块、模块包装或随附文档中的符号说明。

符号	含义
	常规警告符号 小心/注意 必须阅读该产品文档。在该产品文档中，介绍了各种潜在风险类型以及风险的识别和预防措施等信息。
	指定的安全符号适用于 具有防爆认证 的设备。 必须阅读该产品文档。在该产品文档中，介绍了各种潜在风险类型以及风险的识别和预防措施等信息。
	阅读本产品文档中的相关信息。 ISO 7010 M002
	确保设备仅由专业电气工程师进行安装。 IEC 60417 No. 6182
	请注意，连接的电源线必须根据预期的最低和最高环境温度进行设计。
	请注意，设备必须按照 EMC 规则进行构建和连接。
	请注意，230 V 设备可能会暴露于危险的电压中。 ANSI Z535.2
	请注意，防护等级 III 的设备只能按照标准的 SELV/PELV 提供保护性的低电压。 IEC 60417-1-5180 “III 类设备”
	请注意，该设备仅被批准用于工业领域，且仅可用于室内。

ET 200AL IO-Link 模块的安全相关关断

简介

以下结构描述了如何以故障安全方式关断 ET 200AL IO-Link 模块。

在下图显示的组态中（以使用安全关断设备 3SK1 为例），所有连接到 ET 200AL IO-Link 模块的 2L+ 和 2M 电源（24 V 开关型）的数字量输出均切换到了安全断开状态。该步骤实现了安全等级 SIL2/类别 3/PL d。

工作原理

上位安全关断设备（如 3SK1）断开与电源 2L+ 和 2M 的连接。在 2L+ 和 2M（24 V 开关型）上工作的 ET 200AL IO-Link 模块的数字量输出均切换到安全状态。

有两种方法可以将 2L+ 和 2M 电源电压连接到 IO-Link 模块。

- 通过 IO-Link 主站 B 类端口
- 通过 M12-L 插头提供电源电压

方框图

带 IO-Link 模块的 ET 200AL 分布式 I/O 系统

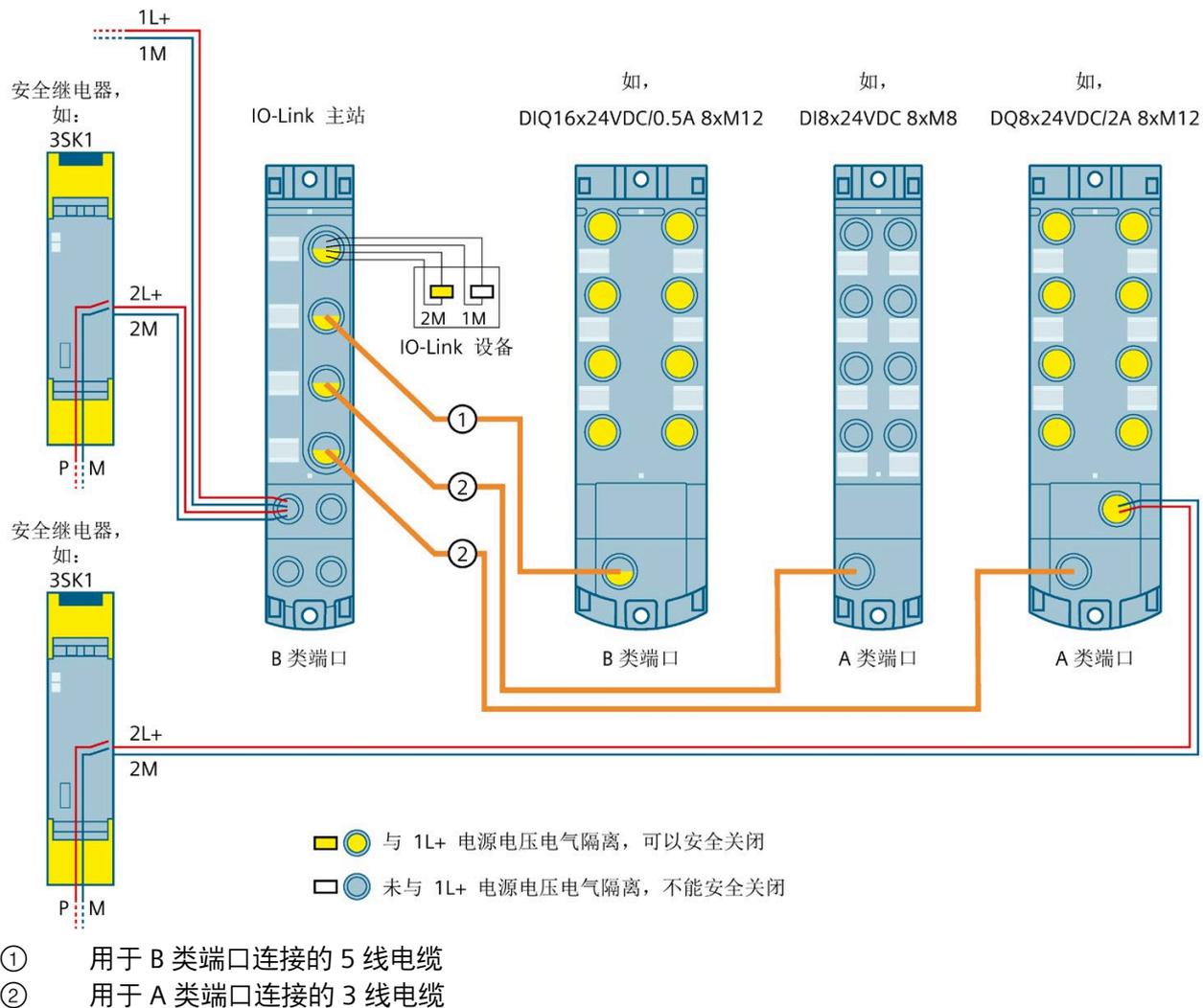


图 A-1 输出的上位安全电路

警告

注意安全相关关断的电位组

当数字量输出连接到数字量输入时，请注意电位组。根据具体组态，1M 和 2M 可能已通过此电位组连接，导致 1L+ 和 2L+ 之间的电气隔离被消除。如果电气隔离消失，则不允许安全相关关断。

说明**安全电气隔离**

电压高于 SELV/PELV 时，保持安全电气隔离。

说明**IO-Link 主站选择**

如果通过 IO-Link 主站执行安全相关关断，请确保主站具有适当的安全特性。

说明**IO-Link 电缆**

使用 3 线电缆连接采用 B 类端口的 IO-Link 主站和采用 A 类端口的 IO-Link 设备。

上位安全电路的限制条件

ET 200AL IO-Link 模块不执行任何安全功能。因此，通过安全继电器执行安全功能，将系统转入安全状态。

根据安全等级，通过继电器输出调整安全继电器的操作检查间隔时间。

如果上位安全电路未提供控制安全功能的电源，则可采取以下措施。

通过相应的安全措施，全面检查上位安全电路（如 3SK1）未检测到的严重安全功能错误。该“诊断”由受控过程间接执行。

安全相关过程数据的技术规范：

- 功能安全
- 通过故障安全输入读取（如，F-DI）
- 使用故障安全处理单元（如，F-CPU）发布命令
- 通过故障安全输出（如，F-DQ）的输出，控制安全功能

电源要求

操作时需连接 SELV/PELV 电源，限制 L+ 和 M (24 V) 电压过载。该措施可同时防止电源端出错。

电源的选择，根据关断设备和 ET 200AL 系统相应操作指南中的具体要求。

有关安全 SELV/PELV 的更多信息，请参见所用电源的数据表。

常见问题解答

有关安全相关关断的最新信息，敬请访问常见问题解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/39198632>)。

在常见问题解答中，可了解有关支持安全相关关断的 SIMATIC 标准模块。

申请德国技术监督组织报告（报告编号 SN89858T）

用户可申请德国技术监督组织报告的副本，地址如下所示：

SIEMENS AG
Digital Industries
DI FA TI COS TT
P.O.Box 1963
D-92209 Amberg, Germany

尺寸图

IO-Link I/O 模块有两种模块宽度。

下图显示了模块的高度和宽度。模块的深度介于 40 mm 和 45 mm 之间。有关各模块尺寸的信息，请参见 IO-Link I/O 模块设备手册中的“尺寸图”部分。

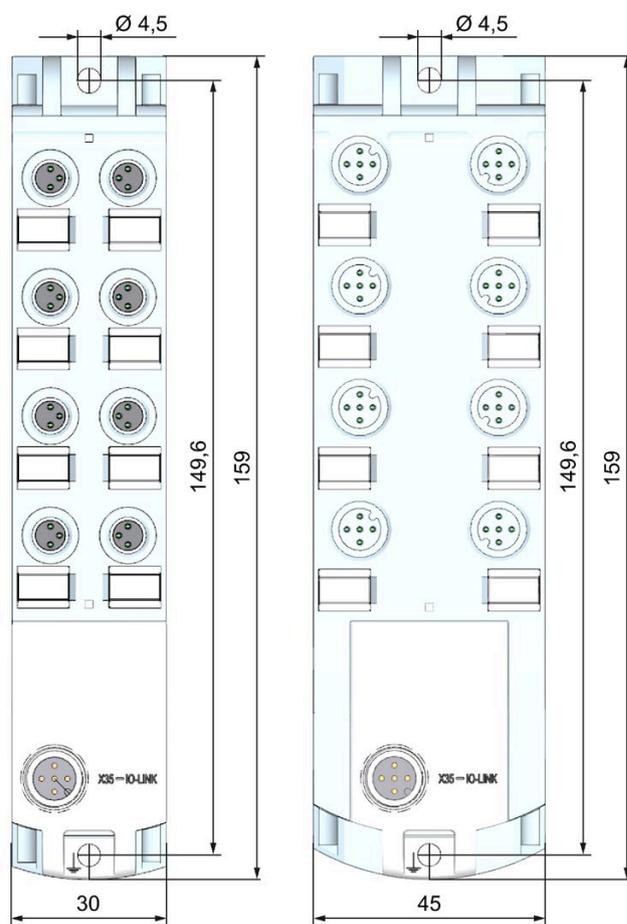


图 B-1 模块尺寸图（前视图）

附件/备件

C.1 附件/备件

ET 200AL IO-Link I/O 模块的附件

表格 C-1 用于连接 IO-Link 主站的附件

名称	长度	订货号
预装电缆		
M12 连接电缆, A 编码 ET 200 带有 M12 插头和 M12 插座的预装电缆, A 编码, 5 极, 5 x 0.25	0.5 m	6XV1801-2CE50
	1.0 m	6XV1801-2CH10
	1.5 m	6XV1801-2CH15
	2.0 m	6XV1801-2CH20
	3.0 m	6XV1801-2CH30
	5.0 m	6XV1801-2CH50
	10.0 m	6XV1801-2CN10
	15.0 m	6XV1801-2CN15

表格 C-2 2L+ 电源附件 DQ 8x24VDC/2A 8xM12

名称	长度	订货号
预装电缆		
M12 连接电缆, L 编码	0.5 m	6XV1801-6DE50
适用于 ET 200 电源的电源连接电缆 M12-180/M12-180 带有 M12 插头和 M12 插座的预装电缆, L 编码, 4 极	1.0 m	6XV1801-6DH10
	1.5 m	6XV1801-6DH15
	2.0 m	6XV1801-6DH20
	3.0 m	6XV1801-6DH30
	5.0 m	6XV1801-6DH50
	10.0 m	6XV1801-6DN10
	15.0 m	6XV1801-6DN15
可现场组装的电缆和插座		
电源 M12 电缆连接器 PRO ; 带有母头触点插件的 M12 连接器, 4 极, L 编码		6GK1906-0EB00
能源电缆 4 x 1.5 ; 电力电缆 (4 线制) , 按米计, 未组装		6XV1801-2B

表格 C-3 双重连接

名称	长度	订货号
SIMATIC DP, 适用于分布式 I/O 的 Y 型电缆, 使用一根电缆双连 I/O, 5 极, M12	0.2 m	6ES7194-6KA00-0XA0

表格 C-4 其它附件

名称	订货号
标识标签 10 x 5 mm, RAL9016, 边框上共有 200 个标签, 每个边框 40 个	6ES7194-2BA00-0AA0
模块 IP67 的 M8 密封盖	3RK1901-1PN00
模块 IP67 的 M12 密封盖	3RX9802-0AA00

在线目录

有关 ET 200AL IO-Link I/O 模块的其它产品编号，请参见 Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 上的在线产品目录和在线订购系统。

C.2 经 UL 认证的电缆

PHOENIX CONTACT 提供的经 UL 认证的电缆

结合制造商 PHOENIX CONTACT 指定的电缆，SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的 IO-Link I/O 模块符合 UL 认证的要求。

表格 C-5 用于连接 IO-Link 主站的附件

描述	长度	名称	订货号
电缆：预装 1.5 mm²			
M12 连接电缆，A 编码 传感器/执行器电缆，5 极，PUR 无卤素，黑灰色 RAL 7021，屏蔽式，M12 直式插头，编码：A，连接至 M12 直式插座，编码：A	0.3 m	SAC-5P-M12MS/ 0,3-PUR/M12FS SH	1500884
	0.6 m	SAC-5P-M12MS/ 0,6-PUR/M12FS SH	1500897
	1.5 m	SAC-5P-M12MS/ 1,5-PUR/M12FS SH	1500907
	3.0 m	SAC-5P-M12MS/ 3,0-PUR/M12FS SH	1500910
电缆：插座 - 开口端 1.5 mm²			
M12 连接电缆，A 编码 传感器/执行器电缆，5 极，PUR 无卤素，黑灰色 RAL 7021，屏蔽式，自由电缆端，连接至 M12 直式插座，编码：A	1.5 m	SAC-5P-1,5-PUR/M12FS SH	1682935
	3.0 m	SAC-5P-3,0-PUR/M12FS SH	1682948
	5.0 m	SAC-5P-5,0-PUR/M12FS SH	1682951
	10.0 m	SAC-5P-10,0-PUR/M12FS SH	1500758

C.2 经 UL 认证的电缆

表格 C-6 DI/DQ 连接附件

描述	长度	名称	订货号
电缆：预装 0.25 mm²			
M8 连接电缆，直式 传感器/执行器电缆，3 极，PUR 无卤素，黑灰色 RAL 7021，M8 直式插头，连接至 M8 直式插座	0.3 m	SAC-3P-M 8MS/ 0,3-PUR/M 8FS	1681907
	0.6 m	SAC-3P-M 8MS/ 0,6-PUR/M 8FS	1681910
	1.5 m	SAC-3P-M 8MS/ 1,5-PUR/M 8FS	1681923
	3.0 m	SAC-3P-M 8MS/ 3,0-PUR/M 8FS	1681936

表格 C-7 用于附加电源的附件

描述	长度	名称	订货号
电缆：预装 2.5 mm²			
M12 连接电缆，L 编码 电力电缆，4 极，PUR 无卤素，黑灰色 RAL 7021，M12 直式插头，编码：L，连接至 M12 直式插座，编码：L	0.3 m	SAC-4P-M12MSL/0,3- PUR/FSL	1425081
	0.6 m	SAC-4P-M12MSL/0,6- PUR/FSL	1425082
	1.5 m	SAC-4P-M12MSL/1,5- PUR/FSL	1425083
	3.0 m	SAC-4P-M12MSL/3,0- PUR/FSL	1425084
电缆：插座 - 开口端 2.5 mm²			
M12 连接电缆，L 编码 电力电缆，4 极，PUR 无卤素，黑灰色 RAL 7021，M12 直式插座，编码：L，连接至自由 电缆端	5.0 m	SAC-4P-5,0-PUR/M12FSL	1425075
	10.0 m	SAC-4P-10,0-PUR/M12FSL	1425076

描述	长度	名称	订货号
电缆：预装 1.5 mm²			
M12 连接电缆, L 编码 电力电缆, 4 极, PUR 无卤素, 黑灰色 RAL 7021, M12 直式插头, 编码: L, 连接至 M12 直式插座, 编码: L	0.3 m	SAC-4P-M12MSL/0,3-105/FSL	1425041
	0.6 m	SAC-4P-M12MSL/0,6-105/FSL	1425042
	1.5 m	SAC-4P-M12MSL/1,5-105/FSL	1425043
	3.0 m	SAC-4P-M12MSL/3,0-105/FSL	1425044
电缆：插座 - 开口端 1.5 mm²			
M12 连接电缆, L 编码 电力电缆, 4 极, PUR 无卤素, 黑灰色 RAL 7021, M12 直式插座, 编码: L, 连接至自由电缆端	5.0 m	SAC-4P-5,0-105/M12FSL	1425035
	10.0 m	SAC-4P-10,0-105/M12FSL	1425036

C.2 经 UL 认证的电缆

西门子提供的经 UL 认证的电缆

结合西门子制造商指定用于连接 DI/DQ 的电缆，SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 设备的 IO-Link I/O 模块符合 UL 认证的要求。

表格 C-8 DI/DQ 连接附件

名称	长度	订货号
预装配的电缆和连接器		
适用于 ET 200 电源的电源连接电缆 M12-180/M12-180，带有 M12 插头和 M12 插座的预装电缆，A 编码，5 极	0.3 m	6XV1801-5DE30
	0.5 m	6XV1801-5DE50
	1.0 m	6XV1801-5DH10
	1.5 m	6XV1801-5DH15
	2.0 m	6XV1801-5DH20
	3.0 m	6XV1801-5DH30
	5.0 m	6XV1801-5DH50
	10.0 m	6XV1801-5DN10
	15.0 m	6XV1801-5DN15
适用于 ET 200 电源的电源连接电缆 M12-90/M12-90，带有 M12 插头和 M12 插座的预装电缆，A 编码，5 极	0.3 m	6XV1801-5GE30
	0.5 m	6XV1801-5GE50
	1.0 m	6XV1801-5GH10
	1.5 m	6XV1801-5GH15
	2.0 m	6XV1801-5GH20
	3.0 m	6XV1801-5GH30
	5.0 m	6XV1801-5GH50
	10.0 m	6XV1801-5GN10
	15.0 m	6XV1801-5GN15
适用于 ET 200 电源的牢固电源连接电缆 M12-180/M12-180，带有 M12 插头和 M12 插座的预装电缆，A 编码，5 极	1.0 m	6XV1801-5AH10
	2.0 m	6XV1801-5AH20
	3.0 m	6XV1801-5AH30
	5.0 m	6XV1801-5AH50

术语表

C/Q

IO-Link 通信信号/开关信号

IO-Link

最低现场级执行器和传感器的通信标准。

IO-Link I/O 模块

连接到 IO-Link 主站并通过 IO-Link 连接进行操作的 I/O 模块。

IO-Link 设备

通过 IO-Link 电缆连接到 IO-Link 主站的分布式现场设备。

IO-Link 主站

IO-Link 主站是一个模块，它通过现场总线连接到 CPU（IO 控制器），并通过 IO-Link 电缆连接到 IO-Link 设备。它会为 IO-Link 设备准备数据，并可备份和恢复参数。

PELV

Protective Extra Low Voltage = 超低电压已连接至保护接地端

PROFINET

PROcess Field NETwork，继 PROFIBUS 和工业以太网后的开放式工业以太网标准。一种跨制造商的通信、自动化和工程组态模型，由 PROFIBUS International e.V. 定义为一种自动化标准。

PROFINET IO

用于在 PROFINET 范围内实现模块化、分布式应用的通信机制。

PROFINET IO 控制器

用于寻址已连接 I/O 设备的设备（如，分布式 I/O 系统）。这意味着：IO 控制器将与指定的 I/O 设备交换输入和输出信号。IO 控制器通常对应于运行自动化程序的 CPU。

PROFINET IO 设备

分布式现场设备，可分配给一个或多个 IO 控制器（例如，分布式 I/O 系统、阀端子、变频器 and 交换机）。

S7-PCT

S7-Port Configuration Tool = 用于组态 IO-Link 设备的西门子程序。

SELV

Safety Extra Low Voltage

TIA Portal

TIA Portal

TIA Portal 是充分发挥全集成自动化性能的关键。此软件优化运行、机器人和过程序列。

标识数据

保存在模块中且可供用户用来检查工厂组态并查找硬件变更的信息。

参考电位

可以通过观察和/或测量相关电路电压的电位。

参数分配

参数分配是指将参数从 IO-Link 主站传送到 IO-Link I/O 模块。

分布式 I/O 系统

带有按分布式方式进行组态的输入和输出模块的系统，距离对其进行控制的 CPU 较远。

固件更新

将 IO-Link I/O 模块的固件升级到最新固件版本，例如在功能扩展后。

接地

接地即意味着任意点的电位都为零。

单个设备中不能接受任何危险触点电压（甚至是在发生故障的情况下）的所有互连的不活动部件。

接地

接地即意味着任意点的电位都为零。

单个设备中不能接受任何危险触点电压（甚至是在发生故障的情况下）的所有互连的不活动部件。

连接插头

设备与电缆间的物理连接。

设备

可通过总线发送、接收或放大数据的设备，例如，通过 PROFINET IO 传递数据的 IO 设备。

诊断

对错误、故障和报警进行检测、定位、分类、显示和进一步评估的监视功能。将在系统操作过程中自动运行。它通过缩短调试时间和停机时间，极大提高了系统的可用性。

索引

2

24 V DC 电源, 26

E

EMC, 60

ET 200AL

应用领域, 14

ET 200AL IO-Link 模块

安全相关关断, 67

I

IODD

设备描述, 46

IO-Link

定义, 12

组态工具, 47

M

M12 连接器, 40

M8 连接器, 39

P

PELV, 28

S

SELV, 28

SIMATIC ET 200AL, 13

T

TN-S 电网, 27

G

工具, 20

K

开关, 25

W

无线电干扰, 59

Q

气候环境条件, 64

R

认证, 57

CH

尺寸图

模块, 71

Y

引脚分配, 40, 42

Z H

正弦干扰变量, 61

G

功能性接地, 34

D

电气隔离, 33
电线, 25
电缆, 25
电缆扎带, 24
电磁兼容性, 60

Y

用途
 工业环境, 59
 住宅区, 59
 混合区域, 59

J

机械环境条件, 63

A

安全电气隔离, 28
安装, 20
 I/O 模块, 21
 接口模块, 23
安装位置, 19

S H

设备编号, 51

F

防护等级, 65

Y

运输和存储条件, 62

J

技术数据
 标准与授权, 57

K

抗冲击性, 63

L

连接
 M12 连接器, 40
 M8 连接器, 39
 导电表面, 35
 非导电表面, 37

X

系统状况, 25
系统组态
 非接地参考电位, 28
 保护措施, 32
 接地参考电位, 28

Y

应用, 25

W

完整组态, 29

F

附件, 72

H

环境条件

气候型, 64

机械, 63

F

非接地馈电, 28

G

固件更新, 52

供电

未接地, 28

接地, 28

B

备件, 72

C

参考电位

未接地, 28

接地, 28

X

线路电压, 26

Z

组件, 15

组态, 14, 45

功能性接地, 34

电源, 34

组态方式

PROFINET IO, 17

组态软件, 45

B

标记

可选, 43

出厂, 42

接口, 42

标识标签, 15, 43

安装, 44

除去, 44

标准, 57

保护措施, 32

保护等级, 64

M

脉冲型干扰变量, 60

C

测试电压, 64

J

绝缘, 64

绝缘监视, 32

Z H

振动, 63

J

紧急停止设备, 25

Z

钻孔, 21

S H

射频辐射干扰, 61

D

调试

在 PROFIBUS DP 上启动, 49

J

接口模块

接线, 38

接地馈电, 28

W

维护, 50

C H

插座, 41

Z

最小间隙, 19

D

短脉冲, 60

J

静电放电, 60

D

端口类别

类型 A, 17

类型 B, 17

R

熔断器, 25

D

德国技术监督组织报告, 70

E

额定电压, 65

L

螺钉, 20

SIEMENS



手册

SIMATIC

ET 200SP/ET 200AL

混合组态

版本

11/2020

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200SP/ET 200AL 混合组态

设备手册

前言	1
文档指南	2
产品概述	3
应用规划	4
安装	5
连接	6
组态	7
技术规范	8

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

目录

1	前言	4
2	文档指南	6
3	产品概述	11
3.1	BaseUnit BU-Send	11
3.1.1	产品概述	11
3.2	BusAdapter BA-Send 1xFC	13
3.2.1	特性	13
3.2.2	接线和电路示意图	16
3.2.3	通过 LED 指示灯进行诊断	17
4	应用规划	19
5	安装	23
6	连接	25
6.1	连接 BaseUnit BU-Send	25
7	组态	30
8	技术规范	34
8.1	BaseUnit BU-Send 技术规范	34
8.2	BusAdapter BA-Send 1xFC 技术规范	35

前言

本文档用途

本手册是对系统手册《ET 200SP 分布式 I/O 系统》和《ET 200AL 分布式 I/O 系统》的补充。

在这些系统手册中，介绍了与此类系统相关的诸多功能。

本手册和系统/功能手册中介绍的信息将为您进行系统调试提供技术支持。

约定

CPU：下文中使用的术语“CPU”既可指代 S7-1500 自动化系统的 CPU，也可指代 ET 200SP 和 ET 200AL 分布式 I/O 系统的 CPU/接口模块。

STEP 7：在本文档中，将使用“STEP 7”指代组态与编程软件“STEP 7 (TIA Portal)”的所有版本。

另请注意下列注意事项：

说明

这些注意事项包含有关本文档所述的产品、使用该产品或应特别关注的文档部分的重要信息。

回收和处置

为了确保旧设备的回收和处理符合环保要求，请联系经认证的电子废料处理服务机构，并根据所在国家的相关规定进行回收处理。

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

SIMATIC SIMATIC ET 200SP 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200SP 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200SP 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、Web 服务器、运动控制和 OPC UA。

相关文档，可从 Internet (<http://w3.siemens.com/mcmsg/industrial-automation-systems-simatic/en/manual-overview/tech-doc-et200/Pages/Default.aspx>) 免费下载。

产品信息中记录了对这些手册的更改和补充信息。

相关产品信息，可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73021864>) 免费下载。

手册集 ET 200SP

手册集中包含 SIMATIC ET 200SP 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/84133942>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet (<http://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/sc/ww/zh/sc/2054>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet (<http://w3.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/tia-selection-tool>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet 上下载。

参见

我的文档管理器 (<http://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)

产品概述

3.1 BaseUnit BU-Send

3.1.1 产品概述

订货号

6ES7193-6BN00-0NE0

视图



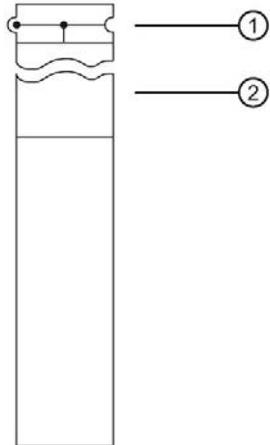
图 3-1 BaseUnit BU-Send

3.1 BaseUnit BU-Send

特性

BaseUnit 适用于 BusAdapter BA-Send 1xFC

电路示意图



- ① 背板总线
- ② BA-Send 1xFC 扩展模块

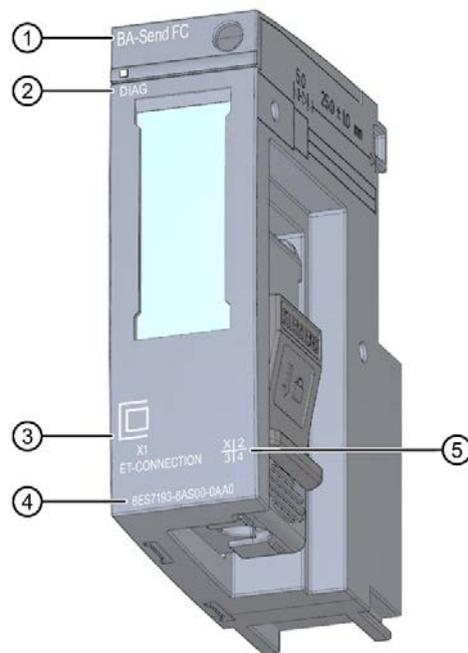
3.2 BusAdapter BA-Send 1xFC

3.2.1 特性

订货号

6ES7193-6AS00-0AA0

模块视图



- ① 模块类型和名称
- ② 用于诊断的 LED 指示灯
- ③ ET-Connection 接口
- ④ 订货号
- ⑤ 功能版本

图 3-2 BusAdapter BA-Send 1xFC 的视图

3.2 BusAdapter BA-Send 1xFC

特性

该模块具有下列技术特性：

- BusAdapter 用于直接连接 ET-Connection
- 通过 ET-Connection 将接口模块与 ET 200AL I/O 模块进行连接
- 支持所有 ET 200AL I/O 模块

该模块支持以下功能：

- 标识数据 I&M 0 到 3 参见系统手册“ET 200SP 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58649293>)”。

最大组态

- 16 个 ET 200AL I/O 模块
- BusAdapter BA Send 和第一个 ET 200AL I/O 模块之间以及两个 ET 200AL I/O 模块之间的总线电缆长度为 15 m。
- 支持的功能：

功能	混合组态		
	ET 200SP		ET-Connection 上的 ET 200AL I/O 模块
	IM	CPU	
等时同步模式	⑥	--	--
组态控制	⑥	⑥	⑥
共享设备	⑥	⑥	⑥
PROFenergy	⑥	--	⑥
系统冗余 S2	● ¹	--	● ¹

1) 带有 IM 155-6 PN/3 HF 和 IM 155-6 PN/2 HF V4.2 或更高版本

附件

以下组件必须单独订购：

- 标签条
- 参考标识标签
- ET-Connection 的剥线工具
- ET-Connection 的总线电缆

另请参见

有关附件和其它组件的更多信息，请参见系统手册《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)》，以及《ET 200SP 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58649293>)》系统手册的“附件/备件”部分。

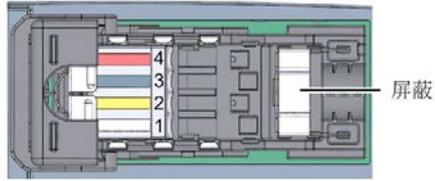
3.2 BusAdapter BA-Send 1xFC

3.2.2 接线和电路示意图

BusAdapter BA-Send 1xFC 的 ET-Connection

下表列出了 BusAdapter BA-Send 1xFC 的信号名称和引脚分配标识。

表格 3-1 BusAdapter BA-Send 1xFC 的 ET-Connection 引脚分配

视图	信号名称		说明
端口 1  BusAdapter BA1xFC 的 PROFINET IO	1	TD	发送数据 +
	2	RD	接收数据 +
	3	TD_N	发送数据 -
	4	RD_N	接收数据 -

电路示意图

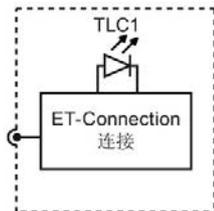


图 3-3 BA-Send 1xFC 电路图

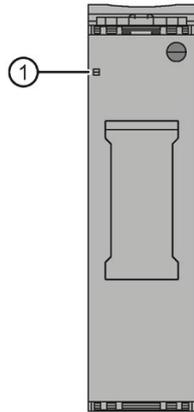
更多信息

有关连接接口模块和附件的更多信息，请参见《ET 200SP 分布式 I/O 系统》系统手册。

3.2.3 通过 LED 指示灯进行诊断

LED 指示灯

下图显示了总线适配器 BA-Send 1xFC 的 LED 指示灯（状态和故障指示灯）。



① DIAG（绿色/红色）

图 3-4 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和故障指示灯的含义。

3.2 BusAdapter BA-Send 1xFC

DIAG LED 指示灯

表格 3-2 状态和故障指示灯 DIAG

DIAG LED 指示灯	含义	解决方法
□ 灭	BusAdapter BA-Send 1xFC 的 ET-Connection 接口与 ET 200AL 之间无连接。	检查总线电缆是否已断开。
	CPU/接口模块不支持 BA-Send 1xFC。	运行固件更新。
■ 亮	BusAdapter BA-Send 1xFC 的 ET-Connection 接口与 ET 200AL 之间有连接。	---
⚠ 闪烁	ET-Connection 设备有（至少）一条诊断报警。所有 ET-Connection 总线节点的组错误。	检查 ET-Connection 设备。
	设定的组态与 ET-Connection 的实际组态不符。	检查 ET-Connection 的组态，以确定模块是否缺失或发生故障，或者是否连接了未组态的模块。

应用规划

具有 ET-Connection 的 ET 200SP 和 ET 200AL 混合组态

可以将 ET 200AL 分布式 I/O 系统 (IP65/IP67) 的 I/O 模块集成到 ET 200SP 分布式 I/O 系统 (IP20) 的组态中。

下图显示了 ET 200AL 和 ET 200SP 分布式 I/O 系统的模块组合。

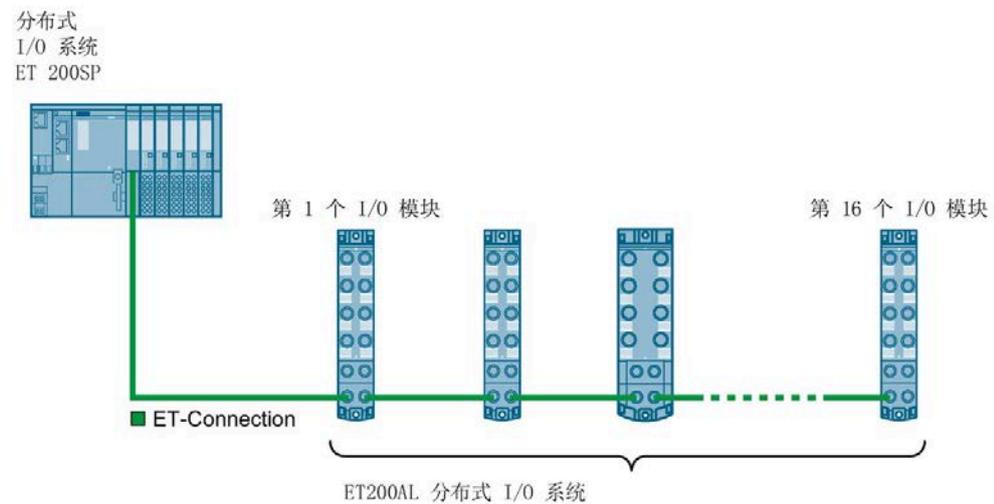


图 4-1 具有 ET-Connection 的 ET 200SP 和 ET 200AL 混合组态

要求

以下组件支持混合组态：

- 接口模块
 - IM 155-6 PN HF (V3.0 及更高版本)
 - IM 155-6 PN/2 HF
 - IM 155-6 PN/3 HF
 - IM 155-6 PN ST (V3.1 及更高版本)
 - IM 155-6 DP HF (V3.0 及更高版本)
 - IM 155-6 MF HF
- CPU
 - CPU 1510SP-1 PN (V2.0 或更高版本)
 - CPU 1510SP F-1 PN (V2.0 或更高版本)
 - CPU 1512SP-1 PN (V2.0 或更高版本)
 - CPU 1512SP F-1 PN (V2.0 或更高版本)
 - CPU 1515SP PC
 - CPU 1515SP PC F
 - CPU 1515SP PC T
 - CPU 1515SP PC2
 - CPU 1515SP PC2 F
 - CPU 1515SP PC2 T
 - CPU 1515SP PC2 TF
- BaseUnit BU-Send，带有 BusAdapter BA-Send 1xFC
- ET-Connection 电缆
- 电源电缆

规则

装配混合组态时，必须遵守以下规则：

- ET 200SP 分布式 I/O 系统的总线长度不得超过 1 m
(不含接口模块，包括 BU-Send/BA-Send 1xFC 和服务模块)
- 最多有 16 个 ET 200AL I/O 模块可以连接到 ET-Connection。
- BA-Send 和第一个模块间或两个模块间，ET-Connection 的总线电缆最大长度为 15 m。

下表列出了不同 IM 或 CPU 固件版本支持的最大总线电缆长度。

IM/CPU	最长 10 m	最长 15 m
IM 155-6 PN HF	V3.0 或更高版本	V3.3 或更高版本
IM 155-6 PN ST	V3.1 或更高版本	V3.3 或更高版本
IM 155-6 DP HF	V3.0 或更高版本	--
CPU 1510SP-1 PN	V2.0 或更高版本	
CPU 1510SP F-1 PN		
CPU 1512SP-1 PN		
CPU 1512SP F-1 PN		

操作步骤

要装配多层组态，请按照以下步骤操作：

1. 切断 ET 200SP 分布式 I/O 系统的电源电压。
2. 将 BaseUnit BU-Send 安装在紧挨 ET 200SP CPU/接口模块的右侧。
当 BaseUnit BU-Send 位于 ET 200SP CPU 旁边时，CPU 和 BU-Send 之间可插入一个 CM DP 和一个以太网 CP（或最多 2 个以太网 CP）。
3. 然后为 ET 200SP 分布式 I/O 系统和服务模块安装其它 BaseUnit/I/O 模块。
4. 通过总线电缆，将 ET-Connection 连接到 BusAdapter BA-Send 1xFC 中，然后安装在 BaseUnit BU-Send 上。
5. 使用 BaseUnit BU-Send 拧紧 BusAdapter BA-Send 1xFC（拧紧一圈扭矩为 0.2 Nm）。
要执行此操作，请使用带有 3 到 3.5 mm 刀片的螺丝刀。

6. 将 ET-Connection（带有 M8 连接器）的总线电缆的另一端连接到第一个 ET 200AL I/O 模块（X30 插座 ET-Connection IN）。
7. 将电源电压 (24 V DC) 连接到 ET 200AL I/O 模块（X80 连接器）。

说明

ET 200AL I/O 模块的固件更新

在运行 ET 200AL I/O 模块的固件更新时，ET-Connection 会被模块的重启短暂地中断。所有下游 ET 200AL I/O 模块都会对拉出/插入中断进行报告。

说明

在运行过程中插入 BusAdapter BA-Send 1xFC 将导致接口模块重新启动。

安装

简介

要通过 ET-Connection 将 ET 200AL I/O 模块连接到 ET 200SP，需要具有 BusAdapter BA-Send 1xFC 的 BaseUnit BU-Send。

要求

- 安装导轨已装好。
- 接口模块已安装。

所需的工具

3 至 3.5 mm 螺丝刀（仅用于卸下 BusAdapter）

安装 BaseUnit BU-Send

要安装 BaseUnit BU-Send，请按照以下步骤操作：

1. 将 BaseUnit BU-Send 安装到 CPU/接口模块的右侧。
2. 向后旋转 BaseUnit，直至听到安装导轨脱口装置锁定就位的声音。
3. 向左移动 BaseUnit，直至听到其在 CPU/接口模块上锁定就位的声音。

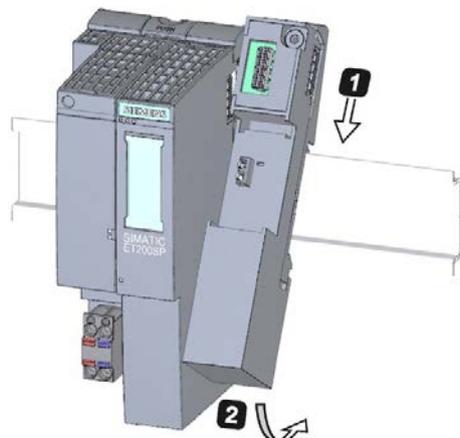


图 5-1 安装 BU-Send

4. 仅在连接了 ET-Connection 的总线电缆后安装 BusAdapter BA-Send 1xFC（请参见“连接”部分）。

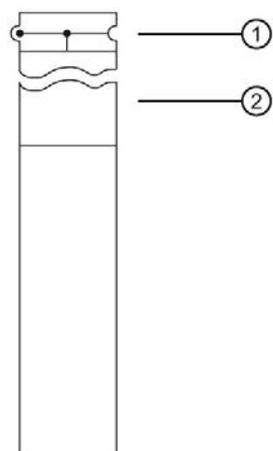
连接

6.1 连接 BaseUnit BU-Send

引脚分配

BaseUnit BU-Send 只有一个用于扩展模块的插槽。没有其它可用连接。

电路示意图

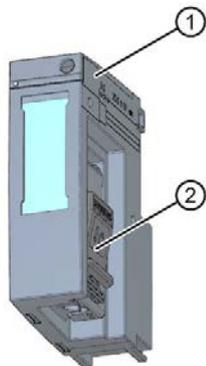


- ① 背板总线
- ② BA-Send 1xFC 扩展模块

图 6-1 BU-Send 电路示意图

简介

可使用 ET-Connection，通过 BusAdapter BA-Send 1xFC 连接 ET 200AL I/O 模块。



- ① BusAdapter BA-Send 1xFC
- ② ET-Connection 总线电缆的连接元件

图 6-2 BusAdapter BA-Send 1xFC

所需的工具

带有 3 到 3.5 mm 刀片的螺丝刀

需要的附件

使用 ET-Connection 的总线电缆作为 BusAdapter BA-Send 1xFC 和 ET 200AL I/O 模块间的连接电缆。

对于 ET-Connection (6ES7194-2KA00-0AA0)，我们建议使用带有绿色刀片匣的 Stripping Tool (6GK1901-1B...)。这可保证快速而安全地进行剥线。

总线电缆提供以下规格：

ET-Connection M8 总线电缆，一端预装配有 1x M8 连接器（4 极、屏蔽）

- 长度 2 m: 6ES7194-2LH20-0AC0
- 长度 5 m: 6ES7194-2LH50-0AC0
- 长度 10 m: 6ES7194-2LN10-0AC0
- 长度 15 m: 6ES7194-2LN15-0AC0

ET-Connection M8 总线电缆，PUR 电缆，一端预装配有 1x M8 连接器（4 极、屏蔽）

- 长度 2 m: 6ES7194-2MH20-0AC0
- 长度 5 m: 6ES7194-2MH50-0AC0
- 长度 10 m: 6ES7194-2MN10-0AC0
- 长度 15 m: 6ES7194-2MN15-0AC0

操作步骤

要连接 BusAdapter BA-Send 1xFC，请按以下步骤操作：

1. 如下所示，在开口端剥开总线电缆的护套：

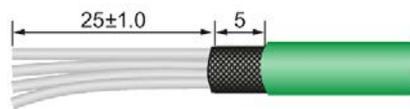


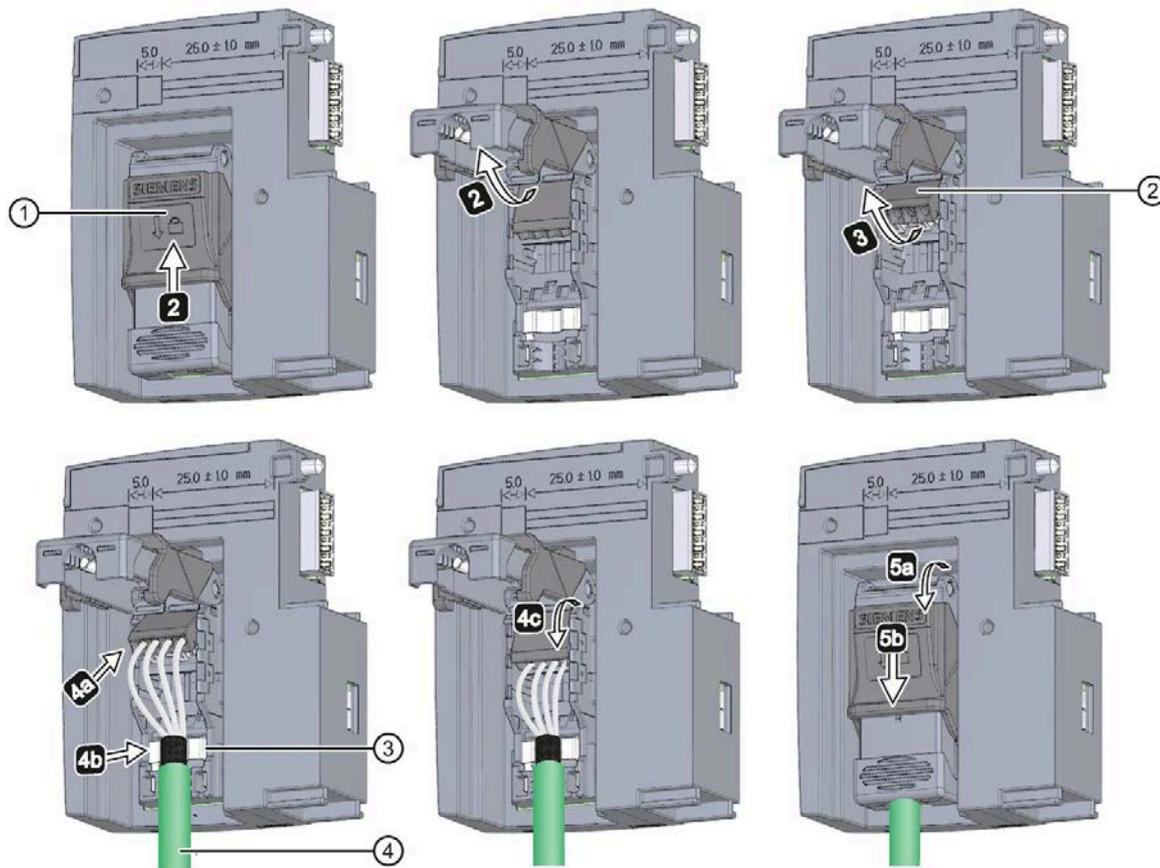
图 6-3 连接电缆

使用 ET-Connection 的 Stripping Tool 执行此操作。相关设置显示在工具上。

2. 向后拉动 BusAdapter BA-Send 1xFC 的滑锁并打开连接元件的外盖。
3. 将电缆通道尽可能地抬高一些。
4. 将总线电缆的未剥开的单芯电线（符合印刷颜色编码）尽可能地插入到电缆通道中，并将电缆通道尽可能地向下按压。
5. 合上连接元件的外盖并向前推动滑锁。

6.1 连接 BaseUnit BU-Send

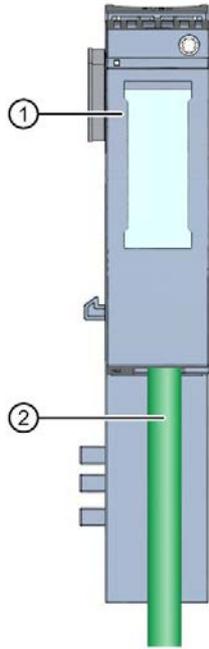
6. 使用 BaseUnit BU-Send 插入并拧紧 BusAdapter BA-Send 1xFC（拧紧一圈扭矩为 0.2 Nm）。要执行此操作，请使用带有 3 到 3.5 mm 刀片的螺丝刀。
7. 将总线电缆的 M8 连接器连接到第一个 ET 200AL I/O 模块（插座 X30 ET-Connection IN）。有关 ET 200AL I/O 模块连线的更多信息，请参见 ET 200AL 分布式 I/O 系统的系统手册。



- | | |
|--------|-----------------------|
| ① 滑锁 | ③ 屏蔽端子 |
| ② 电缆通道 | ④ ET-Connection 的总线电缆 |

图 6-4 BusAdapeter BA-Send 1xFC 的连接

安装的 BusAdapter BA-Send 1xFC



- ① BusAdapter BA-Send 1xFC
- ② ET-Connection 的总线电缆

图 6-5 安装的 BusAdapter BA-Send 1xFC

组态

简介

混合组态允许通过 ET-Connection，将最多 16 个 ET 200AL I/O 模块连接到 ET 200SP。下图显示了 ET-Connection 的组态以及插槽的分配。

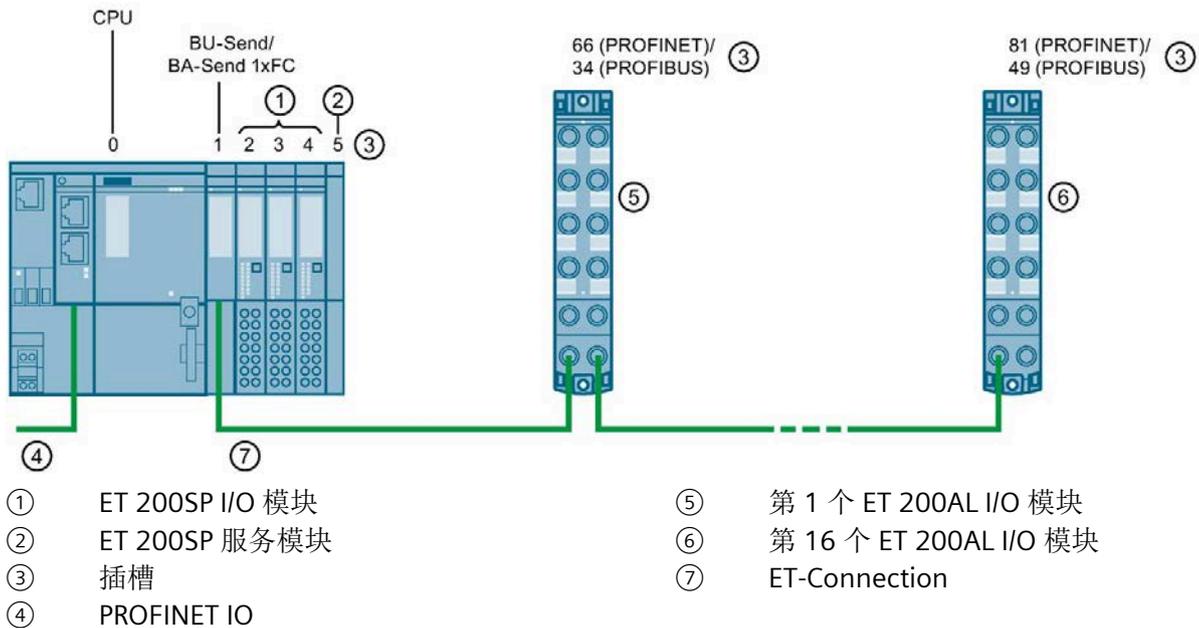


图 7-1 混合组态

有关连接 ET-Connection、电源电压、执行器和传感器的更多信息，请参见 ET 200AL 系统手册。

使用 CPU 进行组态

在 CPU 组态中，带有 CM CP 模块或以太网 CP 的 CPU 右侧可直接安装最多 2 个插槽。此外，还支持组合使用，即 CM DP 模块和一个以太网 CP 或两个以太网 CP。

BU-Send 和 BA-Send 通常需要安装到紧挨 CM/CP 的右侧。

规则

组态时请遵守以下规则：

- 对于混合组态，最大组态如下所示：
 - ET 200SP 模块占用 31 个插槽（IM 155-6 DP HF 和 IM 155-6 PN ST）
 - ET 200SP 模块占用 63 个插槽（IM 155-6 PN HF 和 CPU）
 - ET 200AL I/O 模块占用 16 个插槽
 - BU-Send/BA-Send 1xFC 占用 1 个插槽
 - 服务模块占用 1 个插槽。
- 在混合组态中，ET 200SP I/O 模块可占用最多 31 个插槽（IM 155-6 DP HF 和 IM 155-6 PN ST）/63 个插槽（IM 155-6 PN HF 和 CPU）。
- 服务模块也可以安装在 BU-Send/BA-Send 1xFC 的右侧。
- 支持的功能：

功能	混合组态		
	ET 200SP		ET-Connection 上的 ET 200AL I/O 模块
	IM	CPU	
等时同步模式	●	--	--
组态控制	●	●	●
共享设备	●	●	●
PROFenergy	●	--	●
系统冗余 S2	● ¹	--	● ¹

¹⁾ 带有 IM 155-6 PN/3 HF 和 IM 155-6 PN/2 HF V4.2 或更高版本

组态

组态时请注意以下几点：

- 必须组态 BU-Send/BA-Send 1xFC 和服务模块。不存在 BU-Send/BA-Send 1xFC 的参数。
- 组态中模块的排列方式：
 - 插槽 1 中，在接口模块的下游组态 BU-Send/BA-Send 1xFC 模块。将 ET 200SP 模块安装在该模块后方。
 - ET 200AL I/O 模块从插槽 66 (PROFINET)/67 (CPU)/34 (PROFIBUS) 开始组态。
- 模块的布局表示预设的组态，并且独立于组态控制。
- 系统冗余 S2 功能不适用于混合组态。

组态示例

下面显示了一个混合组态示例：

硬件配置

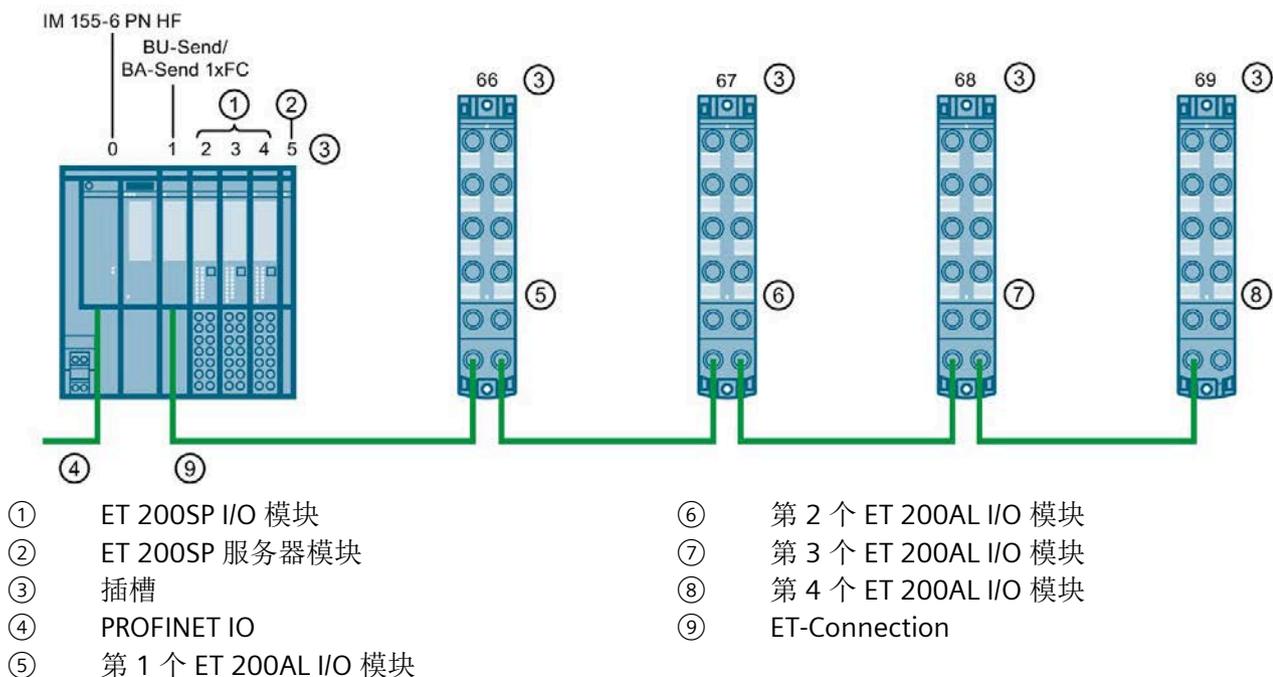


图 7-2 混合组态

组态组态示例

表格 7-1 概述

混合组态	模块	插槽
ET 200SP	IM 155-6 PN HF	0
	BA-Send 1xFC	1
	DI 16x24VDC ST	2
	DI 16x24VDC ST	3
	DI 16x24VDC ST	4
	服务模块	5
ET 200AL	DI 8x24VDC 8xM8	66
	DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8	67
	AI 4xU/I/RTD 4xM12	68
	CM 4xIO-Link 4xM12	69

说明

使用 PROFIBUS GSD 文件进行组态

使用 PROFIBUS GSD 文件进行组态时，必须组态服务器模块与第一个带有 BU 盖板的 ET 200AL I/O 模块之间的间隙。

技术规范

8.1 BaseUnit BU-Send 技术规范

BaseUnit BU-Send 的技术规范

商品编号	6ES7193-6BN00-0NE0
一般信息	
硬件功能状态	FS04 以上版本
环境要求	
运行中的环境温度	
<ul style="list-style-type: none"> • 水平安装, 最小值 • 水平安装, 最大值 • 垂直安装, 最小值 • 垂直安装, 最大值 	-30 °C 60 °C -30 °C 50 °C
参考海平面的运行高度	
<ul style="list-style-type: none"> • 最大海拔安装高度 	2 000 m; 根据需要: 安装高度高于 2000 m
尺寸	
宽度	20 mm
高度	117 mm
深度	35 mm
重量	
重量, 约	30 g

8.2 BusAdapter BA-Send 1xFC 技术规范

BusAdapter BA-Send 1xFC 的技术规范

商品编号	6ES7193-6AS00-0AA0
一般信息	
产品类型标志	BA-Send 1xFC
硬件功能状态	FS05 以上版本
接口	
PROFINET IO 支持的协议	
导线长度	
- 铜导线	15 m; IM 固件 V3.3 以上位于总线适配器 BA-Send 和第一个 ET 连接总线成员之间和其他所有总线成员之间
ET 连接	
• ET 连接器接口数量	1
• FC (FastConnect)	是
环境要求	
运行中的环境温度	
• 水平安装, 最小值	-30 °C
• 水平安装, 最大值	60 °C
• 垂直安装, 最小值	-30 °C
• 垂直安装, 最大值	50 °C
参考海平面的运行高度	
• 最大海拔安装高度	2 000 m; 根据需要: 安装高度高于 2000 m
尺寸	
宽度	20 mm
重量	
重量, 约	44 g

SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

接口模块 IM 157-1 DP (6ES7157-1AA00-0AB0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL IM 157-1 DP (6ES7157-1AA00-0AB0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数

4

中断、错误消息、诊断和系
统报警

5

技术数据

6

尺寸图

A

循环时间

B

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 ET 200AL 文档指南	6
2 产品概述	10
2.1 特性	10
2.2 操作员控制和显示元件	13
2.3 功能	14
2.3.1 PROFIBUS DP	14
2.3.2 组态控制 (选项处理)	15
3 接线	16
3.1 端子和方框图	16
3.2 引脚分配	17
3.3 组态 PROFIBUS DP 地址和终端电阻	19
4 参数	23
4.1 参数	23
4.2 参数说明	24
5 中断、错误消息、诊断和系统报警	26
5.1 状态和错误指示灯	26
5.2 中断	29
5.2.1 评估中断	29
5.2.2 触发诊断中断	29
5.2.3 触发硬件中断	29
5.2.4 触发插入/移除模块中断	30
5.2.5 数据记录的结构	30
5.3 报警	39
5.3.1 诊断报警	39
5.3.2 从站诊断	41
5.3.3 站状态 1 到 3	42
5.3.4 主站 PROFIBUS 地址	43
5.3.5 制造商 ID	44
5.3.6 标识符相关的诊断	44
5.3.7 模块状态	45
5.3.8 通道诊断	46

6 技术数据47

A 尺寸图.....51

B 循环时间52

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7157-1AA00-0AB0

模块视图

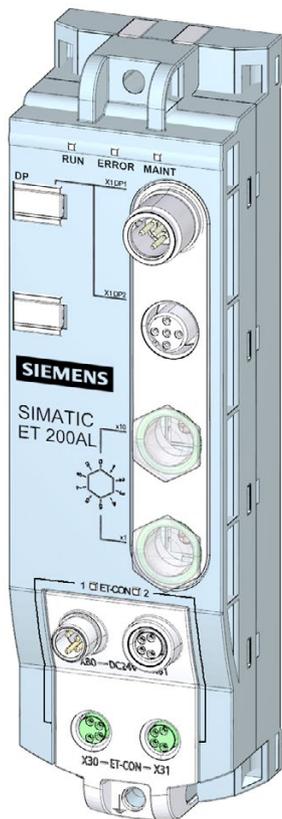


图 2-1 IM 157-1 DP 接口模块的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 将 ET 200AL 分布式 I/O 系统与 PROFIBUS DP 相连
- 24 V DC 电源电压
- 可以用作 DP1 从站
- 直接数据交换（数据交换广播）
- 支持 2 条 ET-Connection 线路
- 尺寸：45 x 159 mm

有关该模块支持的功能，请参见“功能 (页 14)”一章。

最大组态

该模块具有以下最大组态：

- 244 个字节的输入数据
- 244 个字节的输出数据
- 32 个 I/O 模块，每条 ET-Connection 线路最多可以连接 16 个 I/O 模块

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

2.1 特性

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

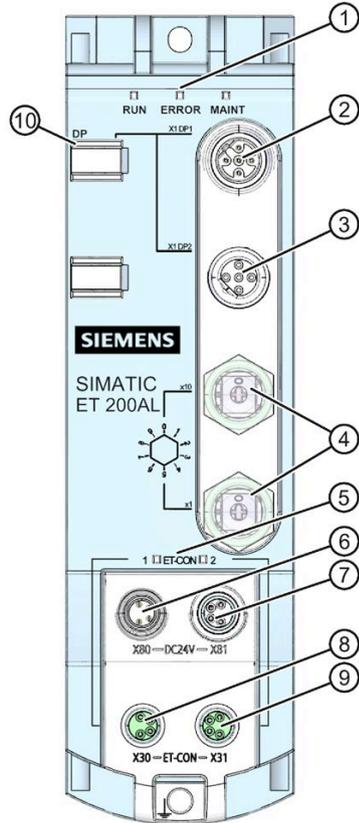
- 连接器
- 电缆
- Stripping Tool, 用于 PROFIBUS
- Stripping Tool, 用于 ET-Connection
- M8 密封盖
- M12 密封盖

另请参见

有关附件和其它组件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了接口模块 IM 157-1 DP 的操作员控制和显示元件。



- ① RUN、ERROR、MAINT：当前运行状态和诊断状态的 LED 指示灯
- ② X1 DP1：第 1 个 PROFIBUS 接口
- ③ X1 DP2：第 2 个 PROFIBUS 接口
- ④ 用于设置 PROFIBUS 地址的旋转编码
- ⑤ ET-CON1、ET-CON2：ET-Connection 的 LED 指示灯
- ⑥ X80：用于馈入电源电压的连接器（功率输入）
- ⑦ X81：用于接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑧ X30：用于 ET-Connection1
- ⑨ X31：用于 ET-Connection2
- ⑩ DP：PROFIBUS 接口当前运行状态的 LED 指示灯

图 2-2 操作员控制和显示元件

2.3 功能

2.3.1 PROFIBUS DP

简介

接口模块支持以下 PROFIBUS DP 功能：

- 用作 DPV0 和 DPV1 从站
- 标识数据 I&M0 到 I&M3
- 固件更新
- 通过用户程序进行组态控制

PROFIBUS DP

PROFIBUS DP 接口用于连接到 CPU。使用 PROFIBUS DP，可以设置扩展的子网。

PROFIBUS 是独立于制造商的开放式通信系统 SIMATIC NET 中的蜂窝和局域网。

PROFIBUS 的物理结构由基于屏蔽双绞线电缆的电气网络实现，或由基于光纤的光学网络实现。

通过 PROFIBUS DP 进行的数据传输提供了一个标准化接口（EN 50170 第 2 卷），用于在 SIMATIC S7 和现场设备（DP 从站）之间传输过程输入和过程输出数据。

通过 PROFIBUS DP 进行传输的特点是在 DP 主站和 DP 从站之间进行循环数据交换。

参考

可以在 STEP 7 在线帮助和“使用 STEP 7 V13 组态 PROFIBUS

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193579>)”功能手册中找到更多有关 PROFIBUS DP 的信息。

2.3.2 组态控制（选项处理）

特性

通过组态控制可以对分布式 I/O 系统进行进一步扩展或提供更多选项。使用组态控制意味着可以提前组态分布式 I/O 系统的最大预设组态，并在后期通过用户程序进行灵活调整。

参考

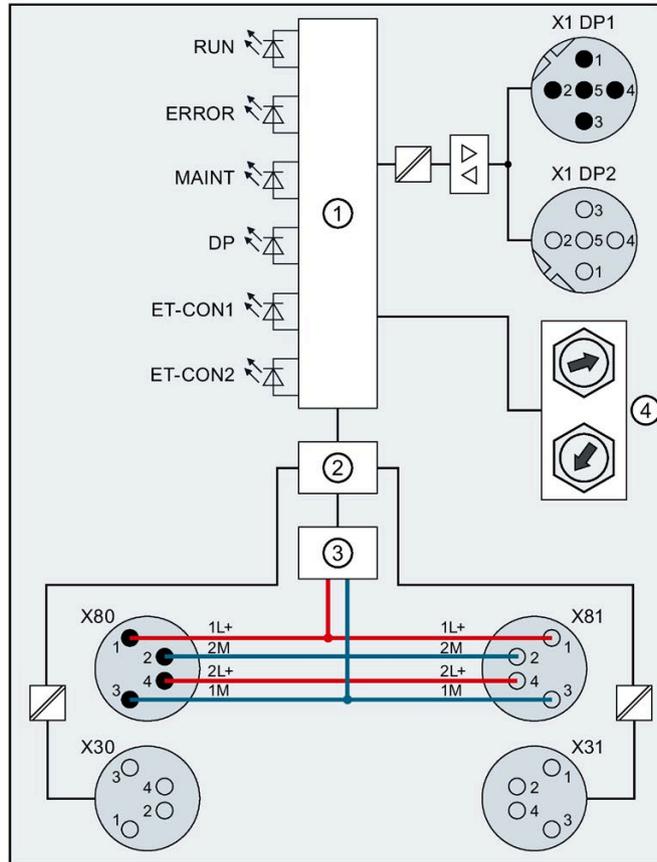
有关组态控制的更多信息，请参见

- 系统手册《ET 200AL 分布式 I/O 系统》
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254965>)
- Internet 上的应用合集
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/29430270>)
- STEP 7 在线帮助。

接线

3.1 端子和方框图

下图显示了接口模块 IM 157-1 DP 的端子和方框图。



①	电子元件	1L+	电源电压 1L+ (未接通)
②	ET-Connection 接口	1M	1M 接地 (未接通)
③	内部电源电压	2L+	负载电压 2L+ (接通)
④	用于设置 PROFIBUS 地址的旋转编码	2M	2M 接地 (接通)
X1 DP1	1. PROFIBUS 接口	RUN	运行状态 LED 指示灯 (绿色)
X1 DP2	2. PROFIBUS 接口	ERROR	诊断状态 LED 指示灯 (红色)
X80	馈入电源电压	MAINT	诊断状态 LED 指示灯 (黄色)
X81	接通电源电压回路	DP	PROFIBUS LED 指示灯 (绿色)
X30	ET-Connection 的馈电	ET-CON1, ET-CON2	ET-Connection LED 指示灯 (绿色)
X31	接通 ET-Connection 回路		

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

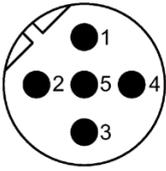
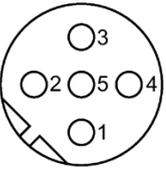
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

PROFIBUS 的插座引脚分配

下表列出了 PROFIBUS 连接器和连接插座的引脚分配。

表格 3-1 PROFIBUS 的引脚分配

引脚	分配		连接器的前视图 X1 DP1	插座的前视图 X1 DP2
	X1 DP1 连接器 (馈入)	X1 DP2 插座 (接通回路)		
1	-	正电源 P5V*		
2	数据电缆 A			
3	数据参考电位 M5*			
4	数据电缆 B			
5	功能性接地 FE			
屏蔽	功能性接地 FE			

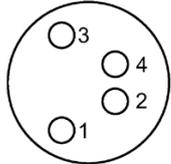
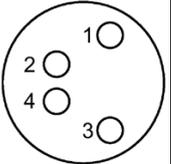
* 电压只能用于为外部终端电阻供电。不允许通过连接到下一个连接器接通电压回路。

3.2 引脚分配

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

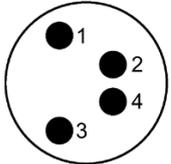
表格 3-2 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的导线颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET-Connection1)	X31 插座 (ET-Connection2)		X30	X31
1	RXP	RXP	黄色		
2	TXP	TXP	白色		
3	TXN	TXN	蓝色		
4	RXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

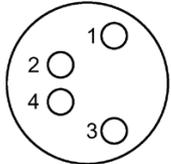
表格 3-3 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的导线颜色分配	连接器的前视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-4 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的导线颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

3.3 组态 PROFIBUS DP 地址和终端电阻

特性

使用 PROFIBUS 地址可指定在 PROFIBUS DP 上的哪个地址对 ET 200AL 分布式 I/O 系统进行寻址。

为 ET 200AL 分布式 I/O 系统组态 PROFIBUS DP 地址，并且外壳前面有一个旋转编码开关。

要求

下列要求适用：

- 每个地址在 PROFIBUS DP 上只分配一次。
- 组态的 PROFIBUS DP 地址必须与组态软件中定义的 PROFIBUS 地址匹配。
- 仅当 IM 157-1 DP 接口模块通电/断电后，PROFIBUS DP 地址更改才会生效。

3.3 组态 PROFIBUS DP 地址和终端电阻

需要的工具

需要使用以下工具来组态 PROFIBUS DP 地址：

- 14 mm 套筒扳手
- 2.5 mm 螺丝刀

设置 PROFIBUS DP 地址

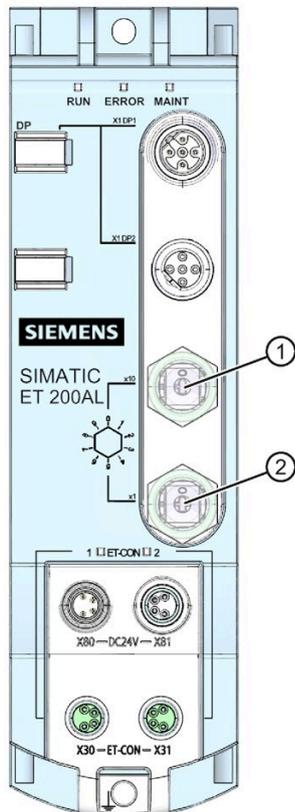
可组态的 PROFIBUS DP 地址为 1 到 99。

请按以下步骤操作来组态 PROFIBUS DP 地址：

1. 从旋转编码开关取下两个 M12 密封盖
(需要时使用 14 mm 套筒扳手)。
2. 使用旋转编码开关上的螺丝刀组态所需的 PROFIBUS DP 地址。
 - 顶部旋转编码开关：十位数
 - 底部旋转编码开关：个位数
3. 重新拧上两个 M12 密封盖以保护旋转编码开关（扭矩：0.5 到 0.8 Nm）。

4. 关闭电源电压并重新开启（POWER OFF/POWER ON）。

下图显示了用于组态 PROFIBUS DP 地址的旋转编码开关。



- ① 用于设置 PROFIBUS DP 的旋转编码开关（十位数）
- ② 用于设置 PROFIBUS DP 地址的旋转编码开关（个位数）

图 3-2 设置 PROFIBUS 地址

下表显示了如何设置 PROFIBUS 地址 26 作为一个示例。

表格 3-5 设置 PROFIBUS 地址

	十位数	位置 2
	个位数	位置 6

连接 PROFIBUS DP 的终端电阻

端接在 PROFIBUS DP 区段的两端，意味着位于该区段的第一个和最后一个设备上，用于实现电路阻抗。对于插座和连接器，有两种不同的终端电阻可用于此用途。

下图显示了终端电阻的典型用法。

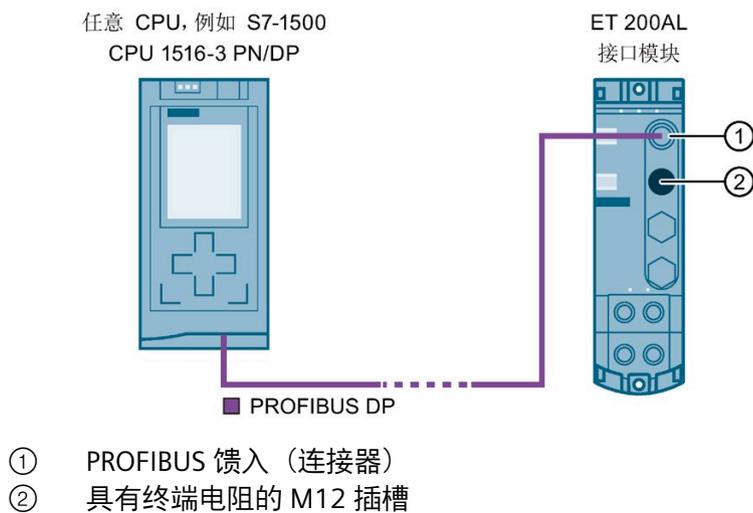


图 3-3 终端电阻

参数

4.1 参数

下表列出了接口模块 IM 157-1 DP 的参数。

表格 4-1 参数

参数	取值范围	默认值 ²	有效范围
组态控制 ¹	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	ET 200AL
如果预设组态不匹配实际组态则启动	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	ET 200AL
诊断中断	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	启用	ET 200AL
硬件中断	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	启用	ET 200AL
拉出/插入模块中断	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	启用	ET 200AL

¹ 请注意，在使用组态控制时，将始终激活“如果预设组态不匹配实际组态则启动”(Startup if preset configuration does not match actual configuration) 参数。

² 在默认启动时应用默认值。如果 DP 主站未指定其它参数，接口模块 IM 157-1 DP 将使用这些参数启动。

4.2 参数说明

组态控制

可使用该参数在 ET 200AL 分布式 I/O 系统中启用组态控制功能。

说明

组态控制

只有同时将参数“如果预设组态不匹配实际组态则启动”(Startup if preset configuration does not match actual configuration) 设置为“是”(YES)，才能使用“组态控制”功能。

说明

组态启用

如果组态启用，则 ET 200AL 分布式 I/O 系统需要在用户程序中设置一个控制数据记录 196，从而允许 ET 200AL 分布式 I/O 系统对 I/O 模块进行操作。

更多信息，请参见“组态控制（选项处理）”部分。

如果预设组态不匹配实际组态则启动

启用的参数

如果预设组态与实际组态不同，则 DP 主站和 ET 200AL 分布式 I/O 系统之间进行数据交换。

禁用的参数

如果预设组态与实际组态不同，则 DP 主站和 ET 200AL 分布式 I/O 系统之间不进行数据交换。

说明

每条 ET-Connection 线路的实际组态中有超过 16 个 I/O 模块

预设组态与实际组态不匹配的参数对于每条 ET-Connection 线路的 16 个 I/O 模块有效。每条线路最多识别 16 个 I/O 模块。其它 I/O 模块无法识别。不会为这些 I/O 模块发出诊断报警。实际系统中第 16 个 I/O 模块后的所有 I/O 模块都不会被组态（DIAG LED 指示灯呈绿色闪烁），并且不参与数据交换。

诊断中断

可通过该参数启用或禁用诊断中断。

硬件中断

可通过该参数启用或禁用硬件中断。

拉出/插入模块中断

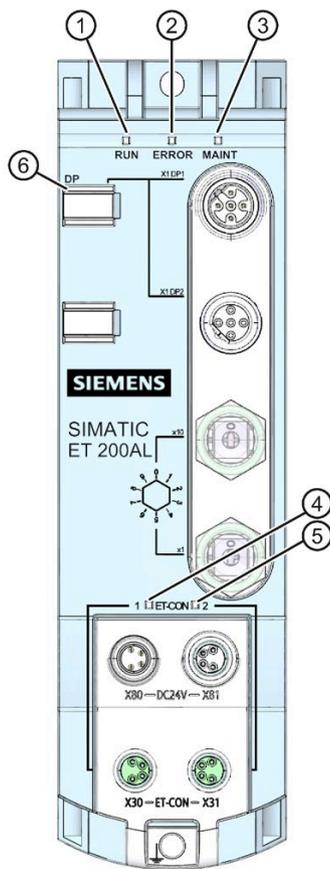
可通过该参数启用或禁用拉出/插入模块中断。

中断、错误消息、诊断和系统报警

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯

下图显示了接口模块 IM 157-1 DP 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|---------|------|
| ① | RUN | (绿色) |
| ② | ERROR | (红色) |
| ③ | MAINT | (黄色) |
| ④ | ET-CON1 | (绿色) |
| ⑤ | ET-CON2 | (绿色) |
| ⑥ | DP | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 39)”部分。

LED 指示灯 RUN、ERROR 和 MAINT

表格 5-1 RUN、ERROR、MAINT LED 状态和错误指示灯

LED 指示灯			含义	解决方案
RUN	ERROR	MAINT		
□ 灭	□ 灭	□ 灭	接口模块上的电源电压缺失或过低	检查接口模块上的电源电压或接通电源。
■ 亮	■ 亮	■ 亮	启动期间的 LED 指示灯测试：3 个 LED 指示灯同时点亮约 0.25 秒。	-
⚡ 闪烁	□ 灭	□ 灭	接口模块已禁用。	使用组态软件或用户程序激活接口模块。
			接口模块未组态。	使用组态软件组态接口模块。
			ET 200AL 启动。	-
			正在为 ET 200AL 分配参数。	-
■ 亮	不相关	不相关	ET 200AL 正在与 DP 主站进行数据交换。	-
不相关	⚡ 闪烁	不相关	组错误和组错误通道	评估诊断并消除该错误。
			预设的组态与 ET 200AL 的实际组态不匹配。	检查 ET 200AL 的组态，确定是否缺失模块或模块发生故障，或者是否将未组态的模块连接到了 ET-CON1 或 ET-CON2。
			I/O 模块中的参数分配错误	评估 STEP 7 或 STEP 7 (TIA portal) 中的模块状态指示灯并纠正相应 I/O 模块中的错误。
不相关	不相关	■ 亮	要求维护。	执行维护

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯			含义	解决方案
RUN	ERROR	MAINT		
 闪烁	 闪烁	 闪烁	硬件或固件故障。 ¹	更换接口模块。
 闪烁	不相关	不相关	正在加载固件 (正在写入固件更新时, 所有 LED 指示灯保持当前状态)	---

¹ DP LED 指示灯熄灭

DP LED 指示灯

表格 5-2 DP LED 状态指示灯

DP LED 指示灯	含义	解决方案
 灭	PROFIBUS 设备的 PROFIBUS 接口与通信伙伴 (例如 DP 主站) 之间无连接。	检查到 DP 主站的总线电缆是否断开。
 亮	PROFIBUS 设备的 PROFIBUS 接口与通信伙伴 (例如 DP 主站) 之间无连接。	-

LED 指示灯 ET-CON1 和 ET-CON2

表格 5-3 ET-CON1 和 ET-CON2 LED 状态指示灯

LED 指示灯		含义	解决方案
ET-CON1	ET-CON2		
 灭		ET-Connection 处无 I/O 模块或模块无电压。	检查 ET-Connection 或 I/O 模块电源的接线
 亮		ET-Connection 处存在与至少一个 IO 模块的数据通信。	-

5.2 中断

5.2.1 评估中断

简介

在任何情况下，DP 从站都可通过特定的过程状态/错误并根据诊断帧中的相应信息创建一个中断块（DPV1 中断机制）。无论怎样，DP 从站的诊断状态都将显示在标识符相关的诊断、模块状态和通道诊断中。

DPV1 模式下的中断

ET 200AL 分布式 I/O 系统支持以下中断：

- 诊断中断
- 硬件中断
- 拉出/插入模块中断

5.2.2 触发诊断中断

如果对到达或离去事件（如，I/O 模块的通道断路）进行了相应的组态，并且设置了“启用：诊断中断”(Enable:diagnostics interrupt)，则接口模块将触发诊断中断。

CPU 中断用户程序执行并处理诊断中断 OB (OB 82)。触发中断的事件将输入到诊断中断 OB 的启动信息中。

5.2.3 触发硬件中断

发生硬件中断时，CPU 将中断用户程序的执行并处理硬件中断 OB，如 OB 40。触发中断的事件将输入到硬件中断 OB 的启动信息中。

说明

诊断“硬件中断丢失”（从 I/O 模块）

请勿将硬件中断用于工艺性目的（例如，周期性生成硬件中断）。

如果硬件中断负载过高，则硬件中断会丢失，具体取决于 I/O 模块的数目和通信负载。

5.2 中断

5.2.4 触发插入/移除模块中断

发生插入/移除模块中断时，CPU 将中断用户程序的执行并处理插入/移除模块中断 OB (OB 83)。触发了中断的事件将输入到插入/移除 OB 的启动信息中。

对于所有后续 I/O 模块，还会触发拉出/插入 OB (OB 83)，因为 ET-Connection 和/或电源都会中断。

5.2.5 数据记录的结构

定义

从站诊断的中断部分指示了中断类型和导致触发中断的事件。中断部分由 62 个字节组成，其中包括一个中断标头。

在诊断帧中的位置

中断位置位于通道诊断之后。

数据记录

模块的诊断数据位于数据记录 0 和 1 中：

- 数据记录 0 包含用于描述分布式 I/O 系统当前状态的诊断数据的 4 个字节。数据记录 0 是 OB 82 标头信息的一部分（本地数据字节 8 到 11）。
- 数据记录 1 包含 4 个字节的诊断数据，这些诊断数据也保存在数据记录 0 中。

下图显示了数据记录 0 的结构。

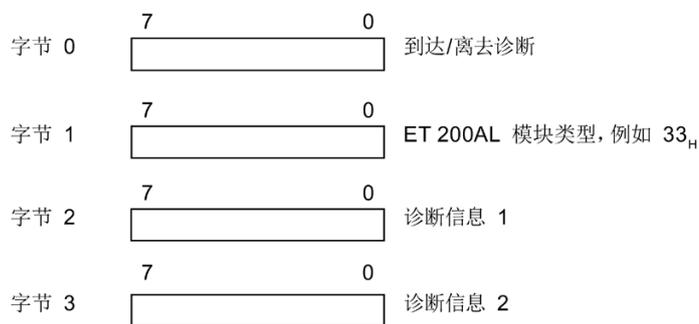


图 5-2 数据记录 0 的结构

下图显示了数据记录 1 的结构。

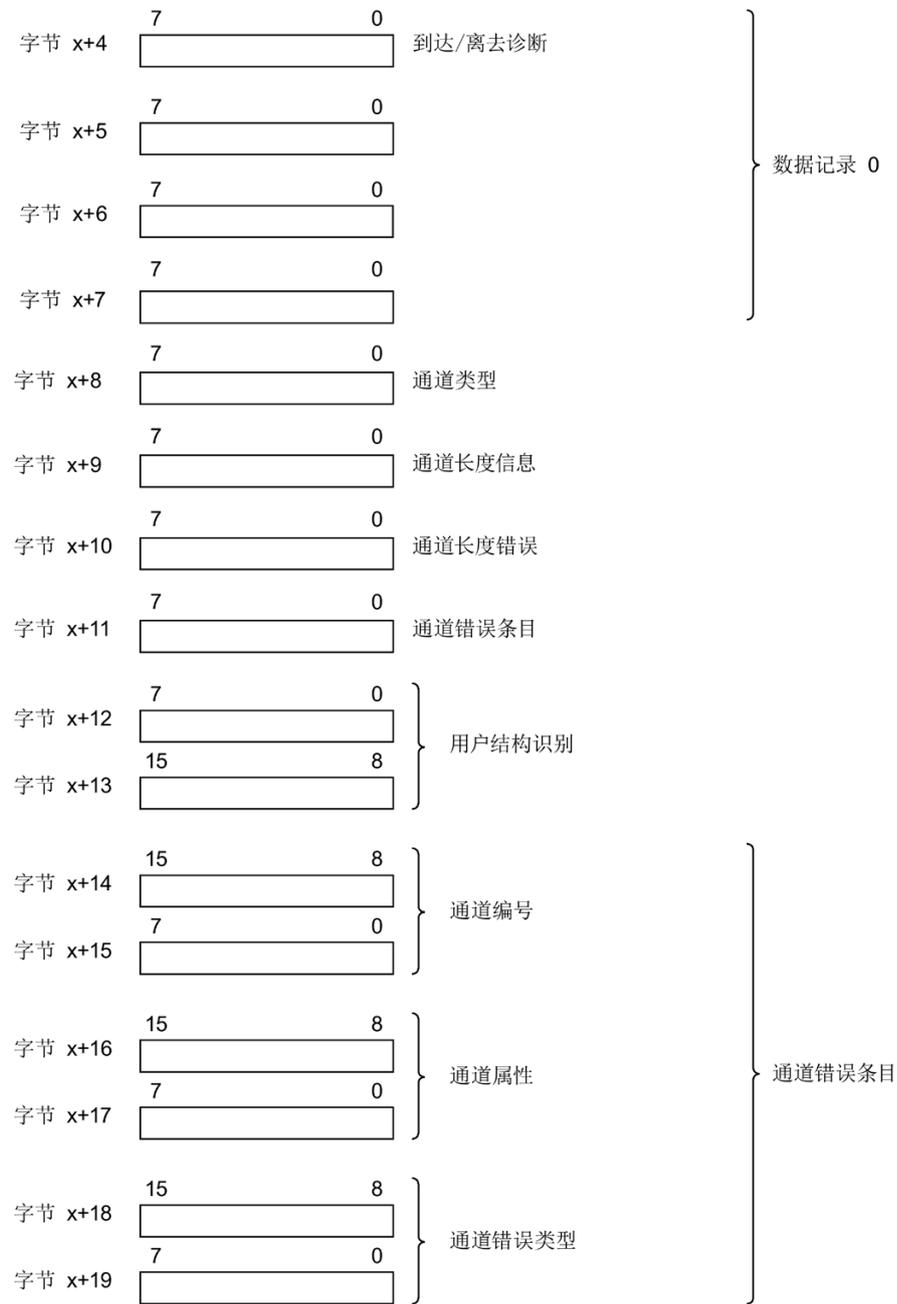


图 5-3 数据记录 1 的结构

5.2 中断

读取数据记录

可以选择通过 SFC 59 (RD_REC) 或 SFB 52 (RDREC) 读取数据记录 0 和 1。数据记录 1 的数据长度最多可达 240 个字节。在这种情况下，数据记录 1 最多包含 38 个通道故障条目。

请注意本章节中的下图。

内容

中断信息的内容取决于中断类型：

- 当发生诊断中断时，诊断数据记录 1（最多 58 个字节）将作为中断状态信息（从字节 $x+4$ 处开始）发送。
- 硬件中断的中断状态信息长度为 4 个字节。

中断的结构

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统中中断部分的结构。

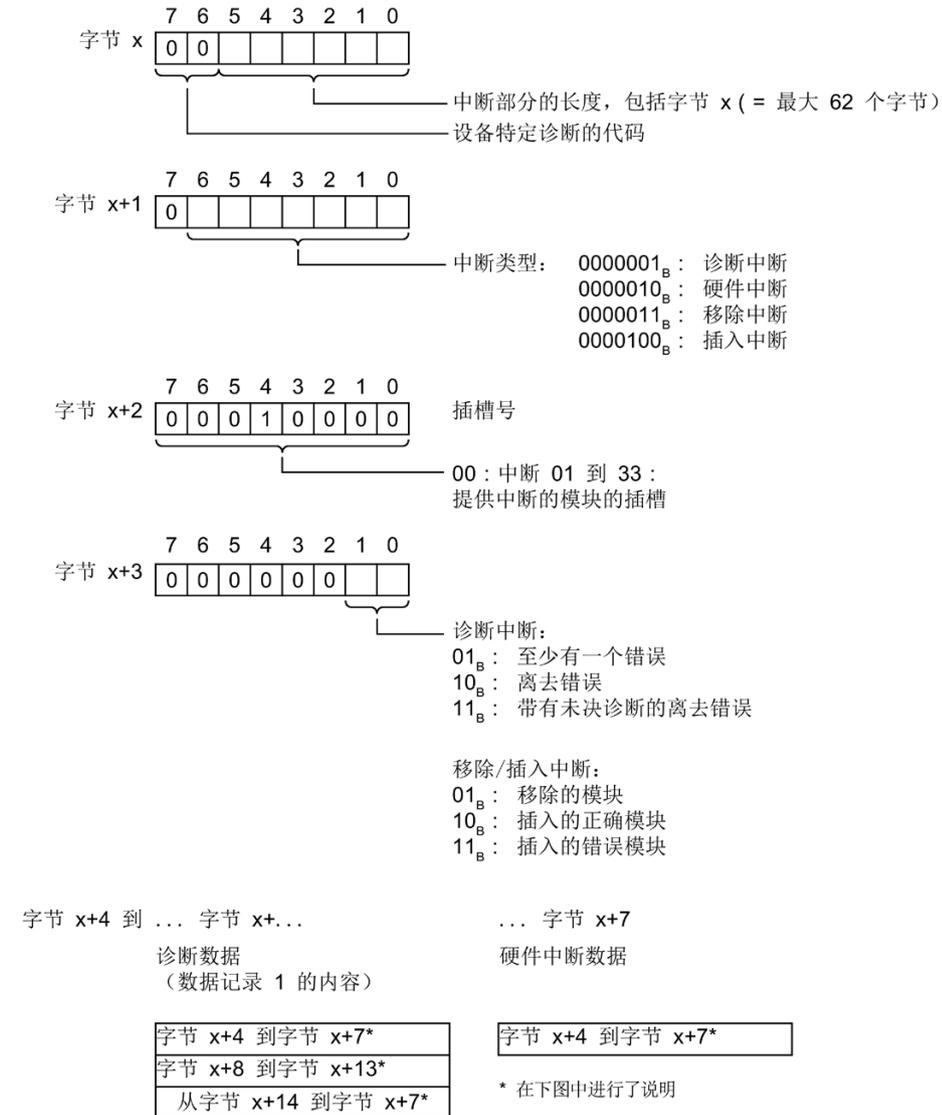


图 5-4 中断部分的中断状态的结构

5.2 中断

诊断中断，字节 x+4 到 x+7

下图显示了字节 x+4 到 x+7 的诊断中断结构。

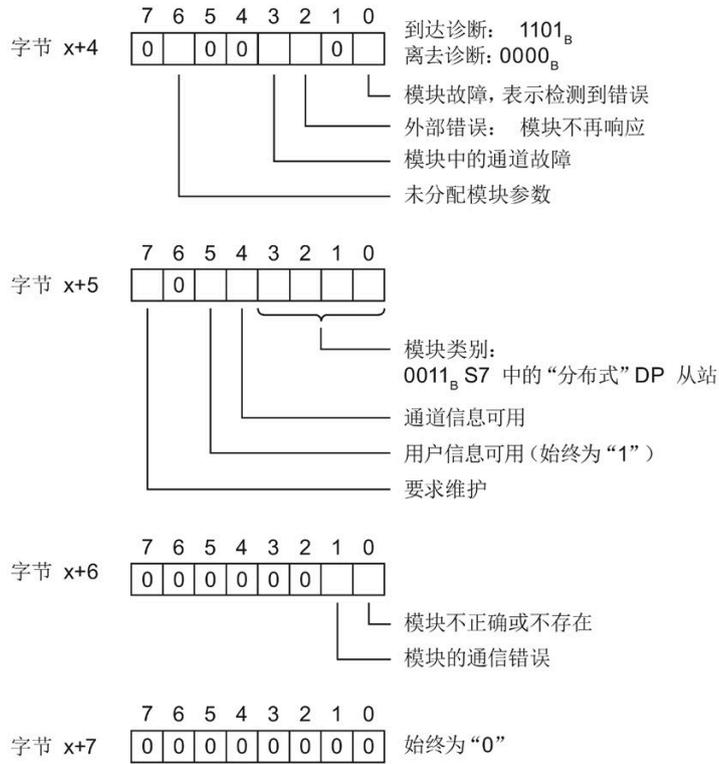


图 5-5 诊断中断字节 x+4 到 x+7 的结构

诊断中断，从字节 x+8 开始

下图显示了从字节 x+8 开始的诊断中断结构。

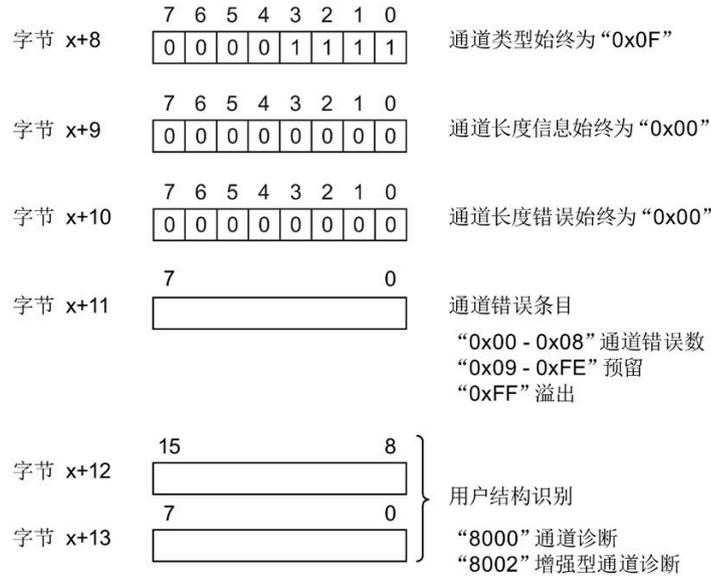


图 5-6 结构从字节 x+8 开始

模块的诊断中断，从字节 x+14 开始

通道错误条目从字节 x+14 开始。通道故障条目的长度为 6 个字节，可以重复 8 次，从字节 x+14 开始。

如果使用 SFB 或 SFC 读取通道故障，则可以有 38 个通道诊断。

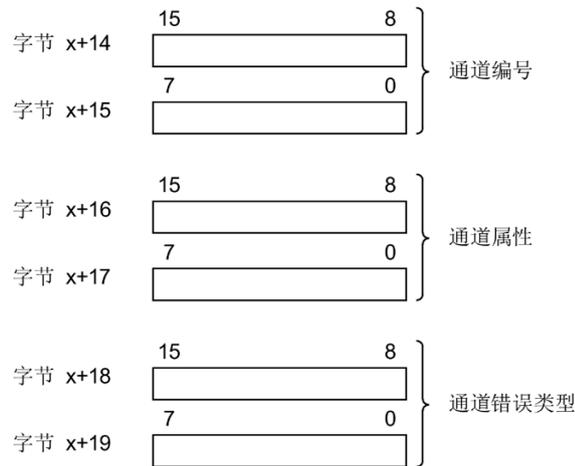


图 5-7 从字节 x+14 开始的结构

5.2 中断

下表列出了通道的错误条目。

	说明	
通道编号	0 ... 63: 通道错误的通道条目 0x8000 : 整个子模块	
通道属性	位 0 到 7	00H : 任意数据类型 01H : 位 02H : 2 位 03H : 4 位 04H : 字节 05H : 字 06H : 双字 07H 到 FFH : 预留
	位 8	0: 通道 1: 通道组
	位 9, 10	00H : 诊断 01H : 要求维护 02H : 需要维护 03H : 预留
	位 11, 12	00H : 通道无错误 01H : 到达的诊断 02H : 离去的诊断 03H : 离去的诊断, 但是该通道上的其它诊断也处于未决状态。
	位 13 到 15	00H : 预留 01H : 输入通道 02H : 输出通道 03H : 输入/输出通道
通道错误类型	设备手册的“诊断报警”部分提供了详细说明。	

诊断中断的示例

下图显示了诊断中断的一个示例。

示例：

I/O 模块 AI 4xU/I/RTD 报告通道 1 上发生诊断中断
“超出上限”

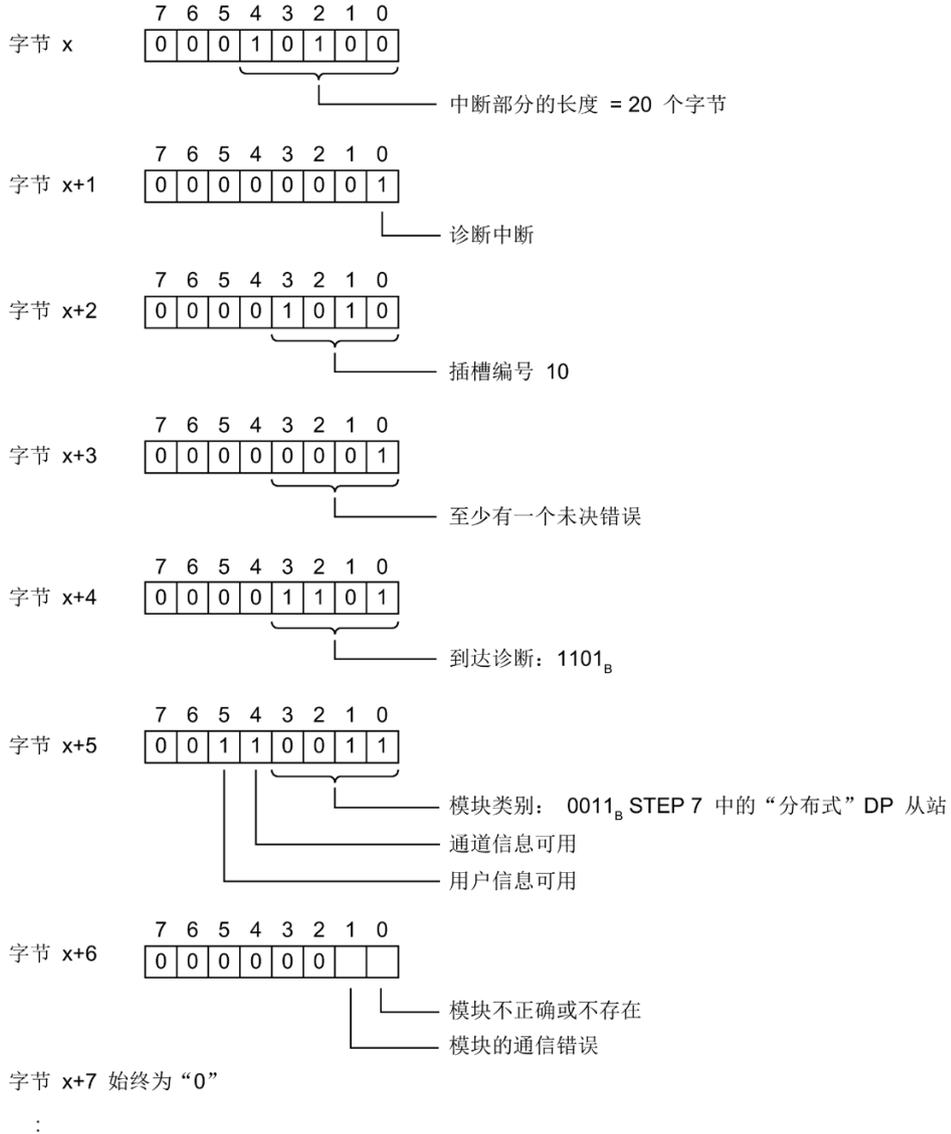


图 5-8 诊断中断的示例 (第 1 部分)

5.2 中断

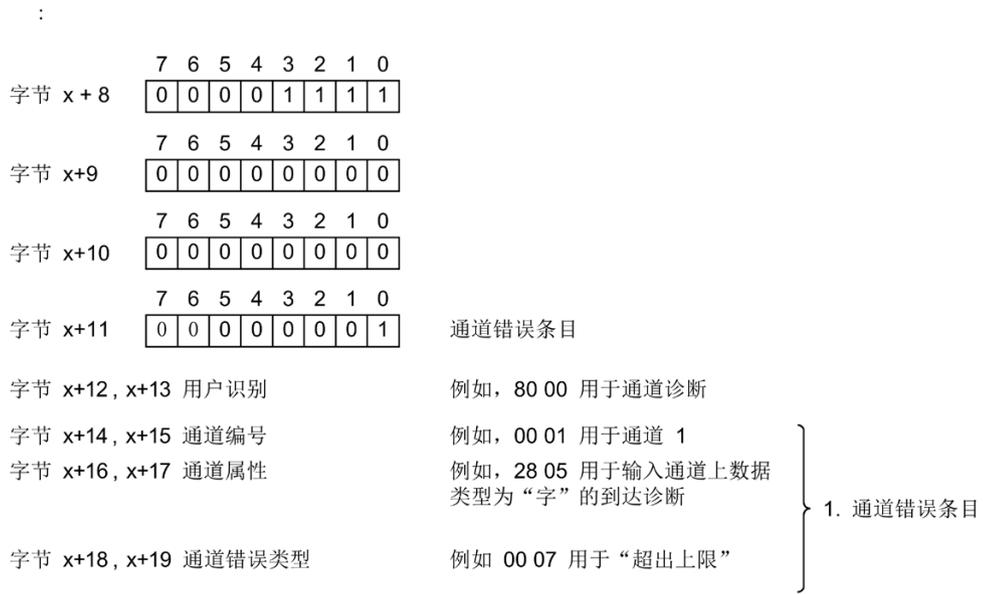


图 5-9 诊断中断的示例 (第 2 部分)

数字量和模拟量输入模块的硬件中断, 字节 x+4 到 x+7

下图显示了硬件中断的结构。

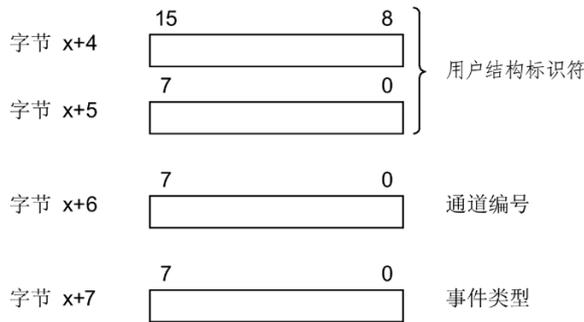


图 5-10 硬件中断从字节 x+4 开始的结构

说明

字节 x+4

可以在触发硬件中断的模块的设备手册中找到事件类型。

5.3 报警

5.3.1 诊断报警

DPV1 模式中诊断报警后的操作

错误将输入到诊断帧的通道诊断中：

- 在 DPV1 模式下，诊断可报告为诊断中断。
- 在诊断报警后，该信息
 - 将作为诊断中断块输入到诊断帧中（始终仅一个中断）。
 - 存储在 CPU 的诊断缓冲区中。
- 接口模块的 ERROR LED 指示灯闪烁。
- 调用 OB 82。如果 OB 82 不可用，CPU 则切换为 STOP 模式。
- 确认诊断中断（随后可以使用新的中断）。

诊断帧的长度

- 在带有 IM157-1 DP 接口模块（DVP1 模式）的 ET 200AL 分布式 I/O 系统中，最大帧长度为 244 个字节。
- 最小帧长度为 6 个字节。

5.3 报警

读取诊断数据

表格 5-4 通过 STEP 7 读取诊断

DP 主站的自动化系统	应用场合	参见...
SIMATIC S7/M7	纯文本格式的从站诊断，位于 STEP 7 界面上的“DP 从站诊断”(DP Slave Diagnostics) 选项卡中	STEP 7 在线帮助中的“硬件诊断”(Hardware diagnostics)
	"DP NRM_DG"指令 (SFC 13) 读取从站诊断信息 (保存在用户程序的数据区)	SFC：请参见 STEP 7 在线帮助
	"RD_REC"指令 (SFC 59) 读取 S7 诊断数据的数据记录 (保存在用户程序的数据区)	请参见“系统和标准功能”参考手册
	"RDREC"指令 (SFC 52) 从 DP 从站中读取数据记录	SFB：请参见 STEP 7 在线帮助 (系统函数/函数块)
	""RALRM"指令 (SFC 54) 接收中断 OB 的中断	SFB：请参见 STEP 7 在线帮助 (系统函数/函数块)

5.3.2 从站诊断

下图显示了从站诊断的结构。

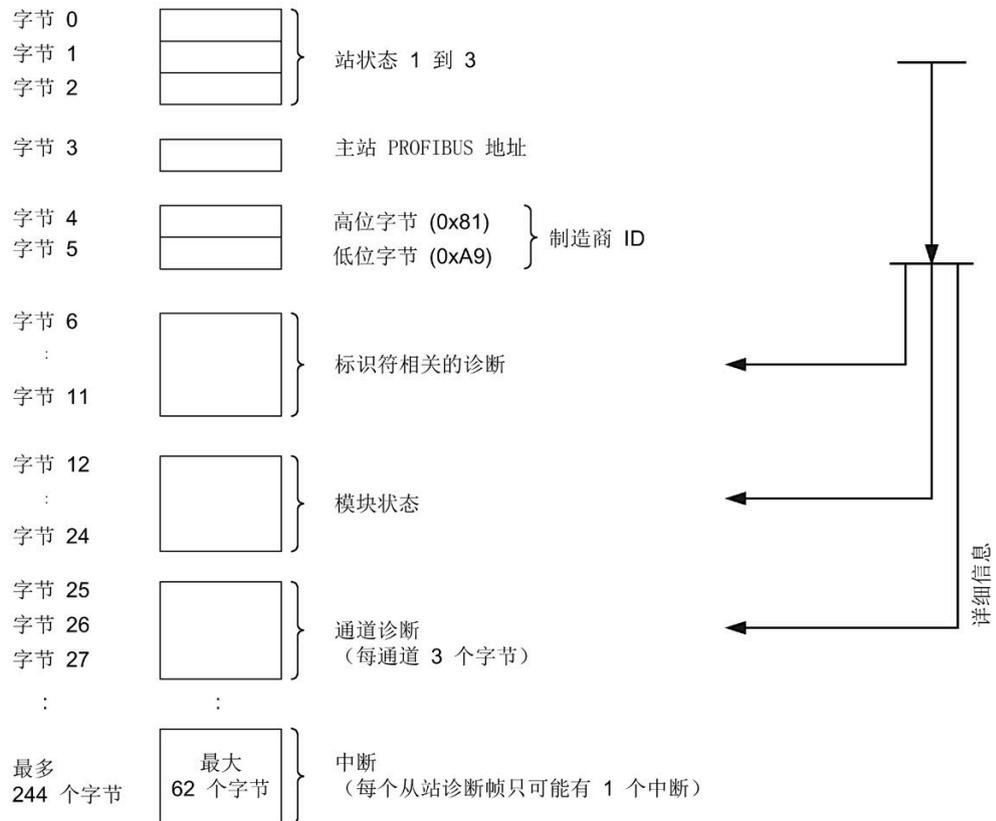


图 5-11 从站诊断的结构

说明

在 DPV1 模式下，诊断帧的长度根据 IM 157-1 DP 设置的不同在 6 个和 244 个字节间变化（取决于参数分配）。

通过 SFC 13 的 RET_VAL 参数，可以在 STEP 7 中识别最后收到的诊断帧的长度。

5.3 报警

5.3.3 站状态 1 到 3

下表显示了站状态 1 到 3 并概述了 DP 从站的状态。

站状态 1 的结构 (字节 0)

表格 5-5 站状态 1 的结构 (字节 0)

位	含义	原因/解决方案
0	1: DP 从站对 DP 主站无响应。	<ul style="list-style-type: none"> DP 从站上设置的 PROFIBUS 地址是否正确？ 是否连接了总线连接器？ DP 从站是否已连接至电源？ RS485 中继器是否已正确组态？
1	1: DP 从站尚未准备好，无法交换数据。	<ul style="list-style-type: none"> 请稍候；DP 从站正在启动。
2	1: 从 DP 主站传输到 DP 从站的组态数据与 DP 从站的组态不匹配。	<ul style="list-style-type: none"> 是否已在组态软件中输入了正确的站类型或正确的 DP 从站组态？
3	1: 可进行外部诊断。（组诊断显示）	<ul style="list-style-type: none"> 评估 ID 特定的诊断、模块状态和/或通道诊断。消除了所有错误之后，位 3 即复位。上述诊断的字节中有新诊断报警时，将再次置位该位。
4	1: DP 从站不支持所需功能（例如，通过软件更改 PROFIBUS 地址）。	<ul style="list-style-type: none"> 检查组态。
5	1: DP 主站无法解释 DP 从站的响应。	<ul style="list-style-type: none"> 检查总线组态。
6	1: DP 从站类型与软件组态不匹配。	<ul style="list-style-type: none"> 是否已在组态软件中输入了正确的站类型？
7	1: 其它 DP 主站（不是当前具有对 DP 从站的访问权限的 DP 主站）已为 DP 从站分配了参数。	<ul style="list-style-type: none"> 例如，如果使用编程设备或其它 DP 主站访问 DP 从站，则该位始终为 1。 为 DP 从站分配参数的 DP 主站的 PROFIBUS 地址位于“主站 PROFIBUS 地址”诊断字节中。

站状态 2 的结构（字节 1）

表格 5-6 站状态 2 的结构（字节 1）

位	含义	
0	1:	需要重新分配 DP 从站的参数。
1	1:	诊断报警未决。在解决问题之前，DP 从站不会运行（静态诊断报警）。
2	1:	DP 从站上该位始终为“1”。
3	1:	已为该 DP 从站激活看门狗。
4	1:	DP 从站已接收到控制命令“FREEZE”。 ¹
5	1:	DP 从站已接收到控制命令“SYNC”。 ¹
6	0:	该位始终为“0”。
7	1:	已禁用 DP 从站，即已将其从正在进行的处理中移除。
¹ 仅当其它诊断报警也发生变更时，才更新该位。		

站状态 3 的结构（字节 2）

表格 5-7 站状态 3 的结构（字节 2）

位	含义	
0 到 6	0:	这些位始终设置为“0”。
7	1:	<ul style="list-style-type: none"> 未决的诊断报警数超过 DP 从站可存储的数目。 DP 主站无法将 DP 从站发送的所有诊断报警都输入（通道）诊断缓冲区中。

5.3.4 主站 PROFIBUS 地址

以下地址是存储在诊断字节中的 Master PROFIBUS 地址：

- 将参数分配给 DP 从站的 DP 主站 PROFIBUS 地址。
- 可以对 DP 从站进行读写访问的 DP 主站 PROFIBUS 地址。

存储在从站诊断字节 3 中的主站 PROFIBUS 地址。

5.3 报警

5.3.5 制造商 ID

制造商 ID 包含一个指定 DP 从站类型的代码。

下表显示了制造商 ID 的结构（字节 4 和 5）。

表格 5-8 制造商 ID 的说明

字节 4	字节 5	制造商 ID
81H	A9H	IM 157-1 DP 接口模块

5.3.6 标识符相关的诊断

与标识符相关的诊断将指示 ET 200AL 分布式 I/O 系统的模块是否存在错误。与标识符相关的诊断从字节 6 开始，包括 6 个字节。

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统中 IM 157-1 DP 接口模块的与标识符相关诊断的结构。

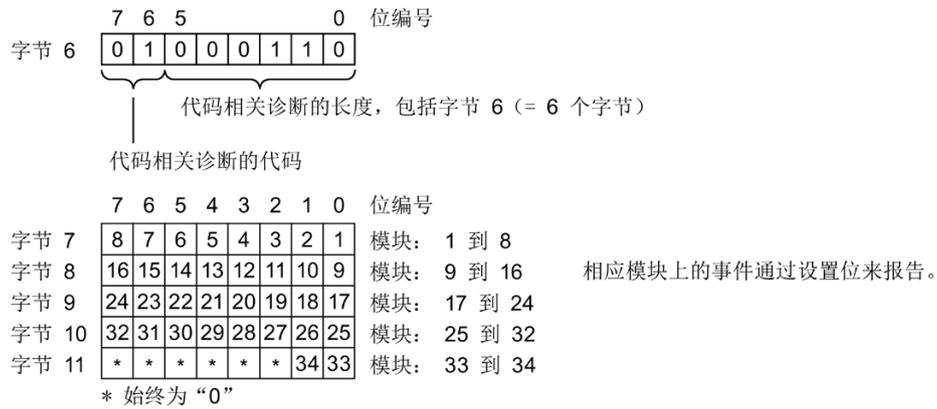


图 5-12 标识符相关诊断的结构

5.3.7 模块状态

模块状态指示已组态模块的状态，并提供关于与组态有关的与标识符相关的诊断的详细信息。模块状态从与标识符相关的诊断后开始，并由 13 个字节组成。

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统中 IM 157-1 DP 接口模块的模块状态结构。

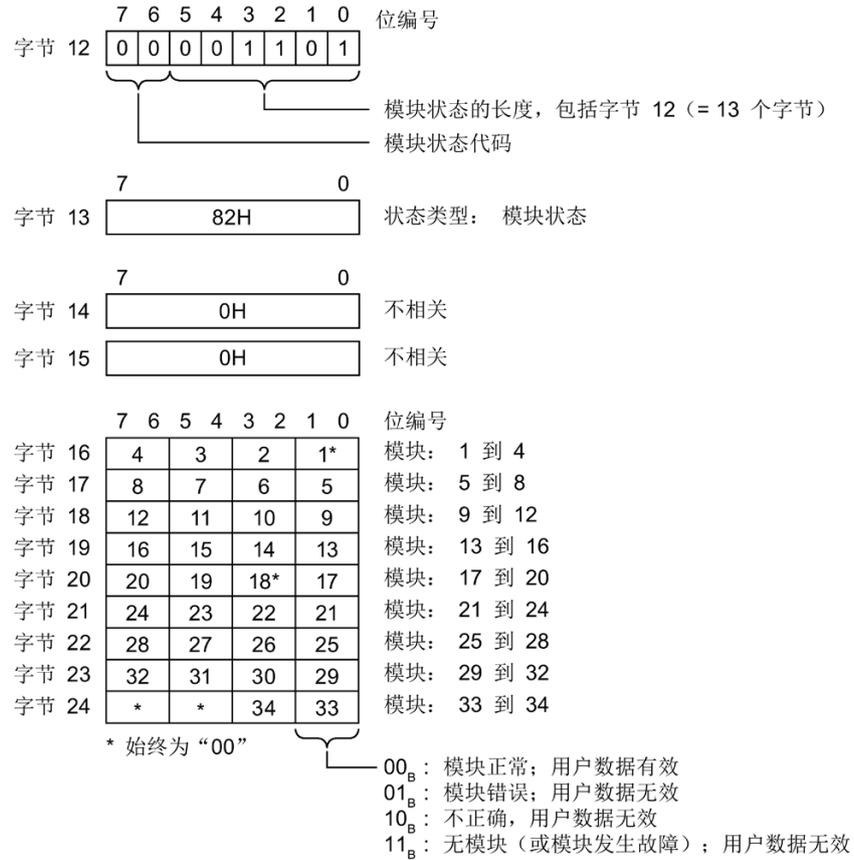


图 5-13 模块状态的结构

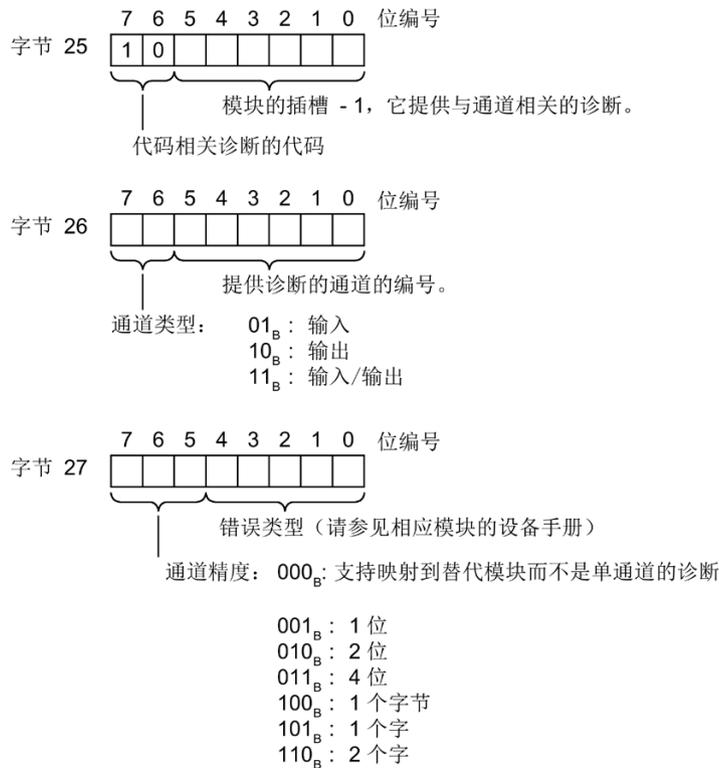
5.3 报警

5.3.8 通道诊断

功能

通道诊断将提供有关模块中的通道错误的信息和标识符相关诊断的详细信息。通道诊断从模块状态后开始。通道诊断不影响模块状态。

下图显示了 ET 200AL 分布式 I/O 系统中 IM 157-1 DP 接口模块的通道诊断结构。



字节 28 到 30 下一个通道相关的诊断报警 (分配给字节 25 到 27)

最多 109 个字节在 DPV1 模式下

图 5-14 通道诊断的结构

IM 157-1 DP 接口模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7157-1AA00-0AB0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7157-1AA00-0AB0
一般信息	
产品类型标志	IM 157-1 DP
硬件功能状态	FS02
固件版本	V1.0.x
制造商标记 (VendorID)	81A9H
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V13 SP1 以上
• STEP 7 可组态 / 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 3 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
配置控制	
通过数据组	是的
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损毁

商品编号	6ES7157-1AA00-0AB0
输入电流	
耗用电流 (额定值)	50 mA
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
功率损失	
功率损失, 典型值	1.7 W
地址范围	
每个站点的地址空间	
• 每个站点的地址空间, 最大值	244 byte
接口	
PROFIBUS 接口数量	1
1. 接口	
接口类型	PROFIBUS DP
物理接口	
• RS 485	是的
• M12 端口	是的; 2x M12 B 编码
协议	
• PROFIBUS DP 从站	是的
物理接口	
RS 485	
• 传输速率, 最大值	12 Mbit/s
PROFIBUS DP	
服务	
– SYNC 能力	是的
– FREEZE 功能	是的
– 直接数据交换 (横向连接)	是的
– DPV0	是的
– DPV1	是的

商品编号	6ES7157-1AA00-0AB0
报警/诊断/状态信息	
诊断功能	是的
报警	
• 诊断报警	是的
诊断显示 LED	
• RUN LED	是的; 绿色 LED
• ERROR LED	是的; 红色 LED
• MAINT LED	是的; 黄色 LED
• DP 连接显示	是的; 绿色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
在 PROFIBUS DP 和所有其他电路之间	是的
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽

商品编号	6ES7157-1AA00-0AB0
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	46 mm
重量	
重量, 约	211 g

尺寸图

A

下图给出了 IM 157-1 DP 接口模块前视图和侧视图的尺寸图。

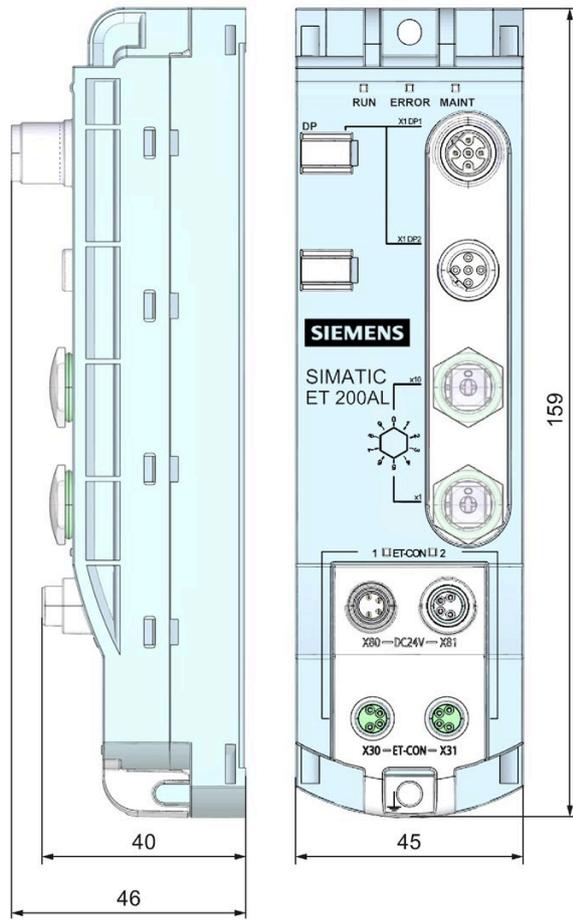


图 A-1 尺寸图

循环时间

B

下图显示了 ET-Connection 上基于 I/O 模块数的循环时间。

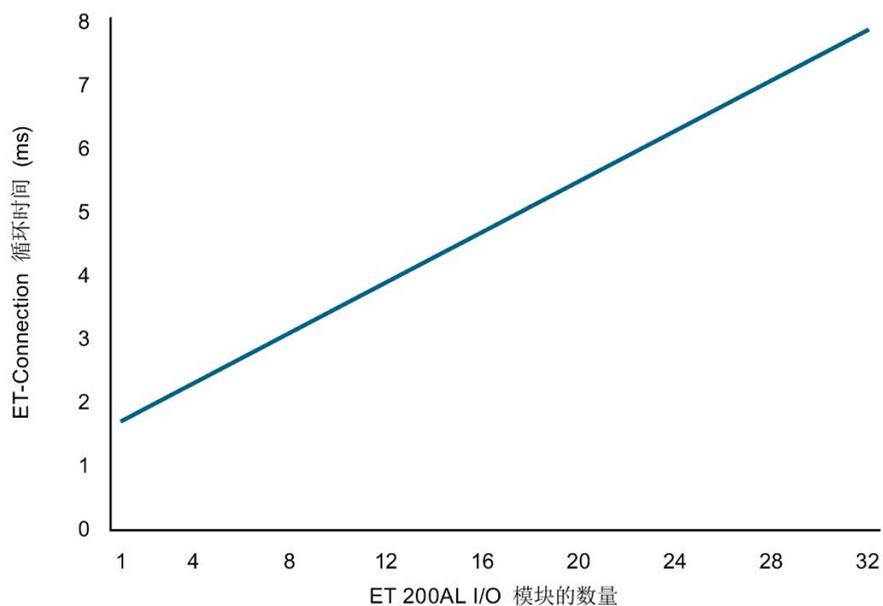


图 B-1 循环时间

此循环时间独立于 PROFIBUS 传输率。

SIEMENS



系统手册

SIMATIC

ET 200AL

接口模块 IM 157-1 PN
(6ES7157-1AB00-0AB0)

版本

05/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL IM 157-1 PN (6ES7157-1AB00-0AB0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数

4

中断、错误消息、诊断和系
统报警

5

技术数据

6

尺寸图

A

循环时间

B

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本文档包含以下更改/新增内容：

- 对“循环时间 (页 45)”部分的补充
- “技术数据 (页 40)”部中的调整

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 ET 200AL 文档指南	7
2 产品概述	11
2.1 特性	11
2.2 操作员控制和显示元件	14
2.3 功能	15
2.3.1 PROFINET IO	15
2.3.2 PROFlenergy	18
2.3.2.1 什么是 PROFlenergy?	18
2.3.2.2 工作原理	20
2.3.2.3 参数分配	22
2.3.2.4 PROFlenergy 控制数据记录	24
2.3.3 组态控制（选项处理）	25
3 接线	26
3.1 端子和方框图	26
3.2 引脚分配	27
4 参数	30
4.1 参数	30
4.2 参数说明	30
5 中断、错误消息、诊断和系统报警	31
5.1 状态和错误指示灯	31
5.2 中断	34
5.2.1 评估中断	34
5.2.2 触发诊断中断	35
5.2.3 触发硬件中断	35
5.2.4 触发插入/移除模块中断	35
5.3 报警	36
5.3.1 诊断报警	36
5.3.2 维护事件	37
5.3.3 通道诊断	38
5.3.4 PROFINET IO 上 ET 200AL 的无效组态状态	38
5.3.5 IO 控制器停止和 IO 设备的恢复	39

6	技术数据.....	40
A	尺寸图	44
B	循环时间.....	45

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7157-1AB00-0AB0

模块视图

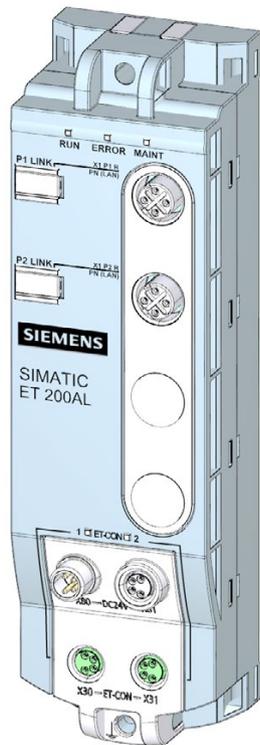


图 2-1 IM 157-1 PN 接口模块的视图

2.1 特性

特性

该模块具有下列技术特性：

- 连接 ET 200AL 分布式 I/O 系统和 PROFINET IO
- 24 V DC 电源电压
- 支持 2 条 ET-Connection 线路
- 尺寸：45 x 159 mm

有关该模块支持的功能，请参见“功能 (页 15)”一章。

最大组态

该模块具有以下最大组态：

- 1430 个字节的输入数据
- 1430 个字节的输出数据
- 32 个 I/O 模块，每条 ET-Connection 线路最多可以连接 16 个 I/O 模块

说明

- 在共享设备组态中，共享设备中所有控制器的 I/O 总数据量。
 - 如果两个以上（最多四个）的控制器共享一个设备，I/O 数据的最大数量将限制为每个控制器 360 个字节（含用户数据标识符）。
-

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

其它组件

以下组件可以作为备件订购:

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购:

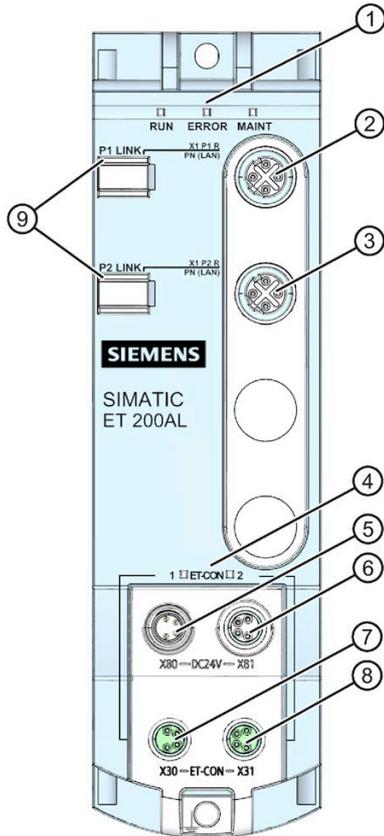
- 连接器
- 电缆
- Stripping Tool, 用于 PROFINET
- 适用于 ET-Connection 的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

另请参见

有关附件和其它组件的更多信息, 请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了接口模块 IM 157-1 PN 的操作员控制和显示元件。



- ① RUN、ERROR、MAINT：当前运行状态和诊断状态的 LED 指示灯
- ② X1 P1 R：第 1 个 PROFINET 接口
- ③ X1 P2 R：第 2 个 PROFINET 接口
- ④ ET-CON1、ET-CON2：ET-Connection 的 LED 指示灯
- ⑤ X80：用于馈入电源电压的连接器（功率输入）
- ⑥ X81：用于接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑦ X30：用于 ET-Connection1
- ⑧ X31：用于 ET-Connection2
- ⑨ P1 LINK、P2 LINK：PROFINET 接口当前运行状态的 LED 指示灯

图 2-2 操作员控制和显示元件

2.3 功能

2.3.1 PROFINET IO

简介

接口模块支持以下 PROFINET IO 功能:

- 集成了一个 2 端口交换机
- 所支持的以太网服务: ping、arp、网络诊断 (SNMP)/MIB-2、LLDP
- 端口诊断
- 禁用端口
- 实时通信
- 等时同步实时通信
- 最小更新时间 250 μ s
- 介质冗余 (MRP)
- 支持有计划复制的介质冗余 (MRPD)
- 通过拓扑组态进行设备更换
- 不通过拓扑组态进行设备更换
- 共享设备
- 标识数据 I&M0 到 I&M4
- 通过 PROFINET IO 进行固件更新
- 通过 PROFINET IO 复位为出厂设置
- PROFIenergy
- 组态控制 (选项处理)
- 值状态 (I/O 模块)

要求

下表列出了使用 IM 157-1 PN 接口模块的 PROFINET IO 功能的软件要求。

表格 2-1 PROFINET IO 功能的软件要求

PROFINET IO 的功能	组态软件	
	STEP 7 (TIA Portal) V13 或更高版本 (具有 GSD 文件)	STEP 7 V5.5 SP4 或更高版本 (具有 GSD 文件) / 第三方软件 ²
实时通信	X	X
等时同步实时通信	X	X
更换设备时无需编程设备	X	X
介质冗余	X	X
共享设备	X ¹	X

¹ 将 S7-1500 CPU 用作控制器来使用与 STEP 7 (TIA Portal) 共享的设备。

² 第三方系统：取决于第三方系统的功能范围

实时通信

PROFINET IO 传输方式，基于采用生产者-消费者模型的循环数据交换。

等时同步实时通信

同步传输方式用于在 PROFINET 设备之间循环交换 IRT 数据。发送时钟内的预留带宽可供 IRT 数据使用。预留带宽可确保以预留的同步间隔传输 IRT 数据，同时不受其它更高网络负载（如：TCP/IP 通信或其它实时通信）的影响。

IRT 需要进行拓扑组态。

说明

IO 控制器作为同步主站与 IRT 进行通信

因此，建议在组态 IRT 通信时，将 IO 控制器也作为同步主站操作。

否则，组态了 IRT 和 RT 的 IO 设备在同步主站发生故障时也可能发生故障。

更换设备时无需编程设备

可以轻松更换具有该功能的 IO 设备。无需向 PG 分配设备名。

更换的 IO 设备由 IO 控制器来分配设备名称，而不是通过编程设备。为此，IO 控制器将使用所组态的拓扑和由 IO 设备定义的相邻关系。为此，所有相关设备都必须支持 LLDP 协议 (Link Layer Discovery Protocol)。所组态的目标拓扑必须与实际拓扑一致。

已在另一个组态中使用的 IO 设备在重复使用前必须复位为出厂设置。

介质冗余

该功能用于保障通信和设备的可用性。冗余传输线路（环网拓扑结构）可确保在一个传输段发生故障时，可以使用另一条通信路径。

共享设备

共享设备是一个可向最多四个 IO 控制器提供数据的 IO 设备。

“共享设备”功能允许 IO 设备的模块或子模块在不同的 IO 控制器中进行划分。这充分体现了灵活的自动化理念。例如，可以将多个邻近的 I/O 模块组合到一个 IO 设备中。

作为共享设备运行时，在建立或终止与 IO 控制器的附加通信关系时，IO 数据的更新可能会有短暂的延时。

更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助和手册，以及功能手册《使用 STEP 7 V14 组态 PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)》。

使用固定连接装置进行接线

如果在 STEP 7 中组态了端口的固定连接设置，那么还必须禁用“自动协商/自动跨接”(Autonegotiation/Autocrossover)。通过禁用“自动协商/自动跨接”(Autonegotiation/Autocrossover)，可以加快通信路径的建立。

2.3 功能

更换 IM 157-1 PN

如果将接口模块更换为已被使用的接口模块，则必须使用“复位为出厂设置”(Reset to factory settings) 将此 IO 设备复位到出厂状态。

有关“复位为出厂设置”的更多信息，请参见系统手册《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)》中的“将接口模块 (PROFINET) 复位为出厂设置”部分。

参考

有关 PROFINET IO 功能的更多信息，请参见功能手册《使用 STEP 7 V14 组态 PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)》和 STEP 7 在线帮助。

2.3.2 PROFlenergy

2.3.2.1 什么是 PROFlenergy?

简介

PROFlenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFlenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

通过 PROFINET IO 控制器用户程序中的特殊命令关闭 PROFINET 设备。无需其它硬件：PROFlenergy 命令由 PROFINET 设备进行编译。

提供 PROFlenergy 功能并支持所需控制数据记录的设备将具有 PE-Entity — 这些控制数据记录的接入点。该 PE-Entity 表示自身在接口模块上没有 PE-Entity 的 I/O 模块。而对于带有 PE-Entity 的 I/O 模块，则可以直接进行寻址。

对于 ET 200AL 分布式 I/O 系统，PE-Entity 由 PROFINET 接口模块专门提供。

操作步骤

要组态 PROFlenergy，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中创建参数数据记录，索引 3。
2. 使用指令 "WRREC" - SFB 53 将参数数据记录传输到接口模块。
3. 创建包含有控制 PROFlenergy 命令的函数块的用户程序 ("PE_START_END" - FB 815、"PE_CMD" - FB 816)。
4. 将用户程序传输到 CPU 中。

更多信息

更多信息，请参见 Internet (<http://www.profibus.com>) 上的通用应用规范 PROFlenergy、PROFINET 的技术规范以及下列文档：

- 系统手册《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)》
- 设备手册《I/O 模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/14247/man>)》
- “PROFINET 系统说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/19292127>)”系统手册
- 功能手册《使用 STEP 7 V14 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/49948856>)》中的以下部分：通过 PROFlenergy 实现节能
- 使用 PROFlenergy 实现关断机制的应用指南。 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/96837137>)
- 使用 SIMATIC S7 (STEP 7 V5.5 及以上版本) 实现节能减排 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/41986454>)
- 使用 SIMATIC S7 和 SIMATIC HMI (TIA Portal) 实现节能减排 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58235225>)
- 使用 SIMATIC S7 库实现 PROFlenergy 快速组态。 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478388>)
- 有关 PROFlenergy 函数块 ("PE_START_END" - FB 815、"PE_CMD" - FB 816) 的更多信息，请参见 STEP 7 V5.5 SP2 及更高版本在线帮助中的“系统函数/系统函数块”。

2.3 功能

2.3.2.2 工作原理

“暂停”控制和“暂停”行为

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFlenergy 命令 “Start_Pause” 或 “End_Pause” 发送给模块。然后模块对 PROFlenergy 命令的内容进行解释，并再次关闭或接通电源。在这种情况下，ET 200AL 接口模块是 ET 200AL 分布式 I/O 系统中具有 PROFlenergy 功能的 I/O 模块的 PE-Entity。

在暂停期间，可以使用其它 PROFlenergy 命令调用设备信息。可以使用这些命令，在适当的时候传送 “Start_Pause” / “End_Pause” 命令。

说明

完整的 PROFlenergy 序列中包含有命令 “Start_Pause” 和 “End_Pause”。在编程期间应始终按照此顺序进行执行。

LED 指示灯

PROFlenergy 对 LED 指示灯通常无任何影响。有关例外情况，请参见 I/O 模块的设备手册。

对出错的响应

暂停模式设置为 “PE_MODE_PROCEED” 的所有通道报告的错误与生产操作中的相同。

以下规则适用于切换到暂停模式而不是 “PE_MODE_PROCEED” 的通道：

- 将报告与切换到 “暂停” 模式无关的所有错误。
- 如果在 “暂停” 期间发现错误，则将继续报告这些错误。
- 但不会显示由切换到 “暂停” 而产生的所有错误消息。
- 以下适用于 “暂停” 期间无法识别错误的情况：
 - 在保持 “暂停” 状态之前，错误状态已标记为 “未决”。
 - “暂停” 结束后，将报告到达和离去的错误。

说明

切换到 “暂停” 和结束 “暂停” 状态，将报告一个错误。

更多信息

有关诊断的更多信息，请参见 I/O 模块设备手册。

硬件中断

结束“暂停”状态将导致再次检测到硬件中断。

一些操作条件下的“暂停”行为

在以下情况下将结束“暂停”状态：

表格 2-2 结束“暂停”

结束“暂停”	说明
接口模块的电源电压 1L+ 故障。 <ul style="list-style-type: none"> • 停止控制器时¹ • 控制器发生故障时（连接中断）¹ • 进行固件更新时 • 复位为出厂设置时 • 禁用 IO 设备时¹ 	退出“暂停”状态，并可通过重新发送 PROFIenergy 参数分配，后跟“Start_Pause”命令，重新激活。
I/O 模块已拔出和插入	
站停止时 ¹ <ul style="list-style-type: none"> • 卸下 I/O 模块 	退出“暂停”状态，PROFIenergy 参数分配仍适用于 I/O 模块；通过“Start_Pause”命令可重新激活“暂停”。
I/O 模块的电源电压 1L+ 发生故障	
使用数据记录 128，在操作过程中已更改 I/O 模块的参数设置	

¹ 替换值操作已激活。

2.3 功能

2.3.2.3 参数分配

参数分配

为 PROFIenergy 分配参数时，请注意以下几点：

- 可通过参数数据记录（版本 2），索引 3 为 PROFIenergy 分配参数。接口模块将 PROFIenergy 参数分发给 I/O 模块。
- 启动之前的“暂停”之后，可立即对其它暂停行为进行参数分配。可通过命令“Start_Pause”激活以下暂停所需的状态。
- 参数分配可按照所需的频率进行编写。
- 接口模块将检查分发给 I/O 模块的参数，并通过返回值返回写入作业的执行结果。如果返回值为一个负数，则表示有一个或多个 I/O 模块没有接受参数数据记录。在这种情况下，I/O 模块将根据上一次使用到达命令“Start_Pause”进行 PROFIenergy 参数分配的情况进行响应。“Start_Pause”/“End_Pause”命令则可以按计划使用一个正数返回值进行执行。
- 如果 I/O 模块或站发生故障，则必须使用参数数据记录重复参数分配。
- ET 200AL 分布式 I/O 系统支持组态“暂停”操作。如果其它“暂停”的响应不同，则需重新执行分配参数。

说明

结果：I/O 模块对 PROFIenergy 的响应（关闭）与插槽有关，这意味着插槽上所有通道的行为都将一致。

参数数据记录

在 PROFIenergy 的参数数据记录中，可以指定由 PROFIenergy 命令控制的 I/O 模块（插槽）。

下表列出了 PROFIenergy 的参数数据记录内容，索引 3；用户也可以自己创建这些内容并传输到接口模块中。

表格 2-3 PROFIenergy 的参数数据记录（版本 V2），索引 3

字节	元素		代码	说明
0	版本		02D	无法修改
1	块的数量		01D 到 34D	插槽 1 到 34，取决于分布式 I/O 系统 ET 200AL 的组态
2	块 1	插槽号	00D	未分配
			01D 到 34D	具有 PROFIenergy 功能的 I/O 模块插槽
3		模式	0D: PE_MODE_PROCEED, 在“暂停”时处理 1D: PE_MODE_SHUTDOWN, 在“暂停”时关闭 ¹ 3D: PE_MODE_LAST_VALUE, 将保留上一个输出或测量值 4D: PE_MODE_SUBST_VALUE, 替换值“0” ²	
:	:	:	:	
64	块 32	插槽号	参见块 1	
65		模式		

¹ 特定行为取决于所用的 I/O 模块（如，带有数字量输入模块时，传感器电源将关段、输出没有电源以及使用模拟量输出模块进行供电）

² 模拟量输出模块（如，输出范围 0 mA 到 20 mA，± 20 mA）或者数字量输出模块的值为“0”。

错误消息

下表显示了反馈数据记录会返回的错误消息（如果需要）：

表格 2-4 错误消息

错误代码	含义	
80B1H	长度错误	检查数据记录的长度
80E0H	头信息中存在错误	检查数据记录头信息
80E1H	参数错误 <ul style="list-style-type: none"> • 至少有一个 I/O 模块不支持 PROFlenergy 功能 • 参数值编码错误 	检查数据记录中的内容并在开始“暂停”之前更正参数分配错误。如果未更正参数分配错误，则将导致 I/O 模块关闭的错误行为。

2.3.2.4 PROFlenergy 控制数据记录

PROFlenergy 控制数据记录

PROFlenergy 的控制数据记录，索引 80A0H，支持 IM 157-1 PN 接口模块的以下服务：

表格 2-5 PROFlenergy 的控制数据记录

服务	服务 ID	含义
启动暂停 ¹	01H	执行所组态的暂停行为，禁用所有相关诊断数据
结束暂停	02H	退出暂停
查询模式	03H	读取支持的模式 <ul style="list-style-type: none"> • 请求列出节能模式 • 请求获取模式（节能模式数据）
PEM 状态	04H	读取 PROFlenergy 状态
PE_Identify	05H	读取支持的 PROFlenergy 服务

¹ ET 200AL 分布式 I/O 系统的最短（可组态）暂停时间为 10 s。

2.3.3 组态控制（选项处理）

特性

通过组态控制可以对分布式 I/O 系统进行进一步扩展或提供更多选项。使用组态控制意味着可以提前组态分布式 I/O 系统的最大预设组态，并在后期通过用户程序进行灵活调整。

参考

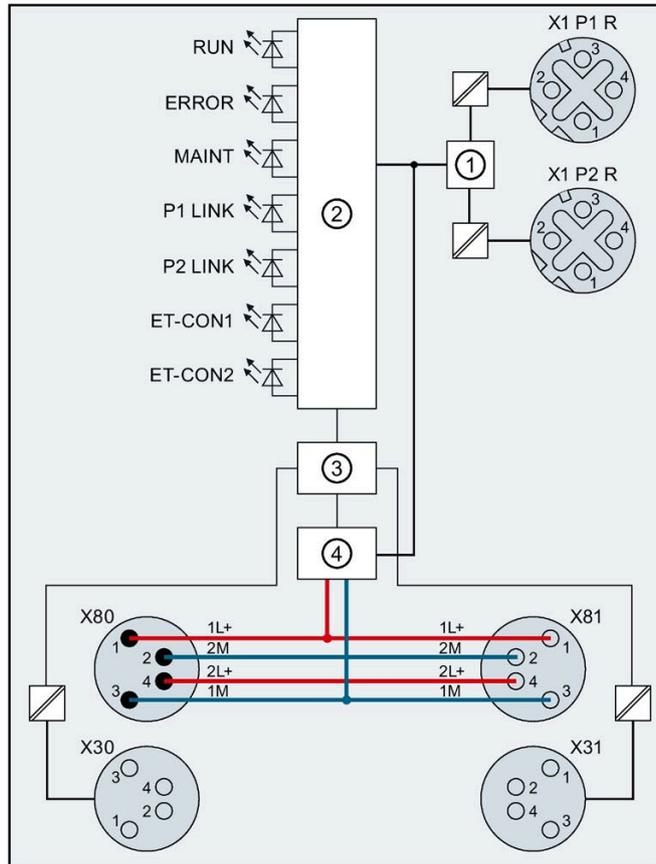
有关组态控制的更多信息，请参见

- 系统手册《ET 200AL 分布式 I/O 系统》
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254965>)
- Internet 上的应用合集
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/29430270>)
- STEP 7 在线帮助。

接线

3.1 端子和方框图

下图显示了接口模块 IM 157-1 PN 的端子和方框图。



①	交换机	1L+	电源电压 1L+ (未接通)
②	电子元件	1M	1M 接地 (未接通)
③	ET-Connection 接口	2L+	负载电压 2L+ (接通)
④	内部电源电压	2M	2M 接地 (接通)
X1 P1 R	1. PROFINET 接口	RUN	运行状态 LED 指示灯 (绿色)
X1 P2 R	2. PROFINET 接口	ERROR	诊断状态 LED 指示灯 (红色)
X80	馈入电源电压	MAINT	诊断状态 LED 指示灯 (黄色)
X81	接通电源电压回路	P1 LINK, P2 LINK	PROFINET LED 指示灯 (绿色)
X30	ET-Connection 的馈电	ET-CON1, ET-CON2	ET-Connection LED 指示灯 (绿色)
X31	接通 ET-Connection 回路		

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

PROFINET 的插座引脚分配

下表列出了 PROFINET 的 2 个插座的引脚分配。

表格 3-1 PROFINET 的插座引脚分配

引脚	分配		插座的前视图	
	X1 P1 R 插座	X1 P2 R 插座	X1 P1 R	X1 P2 R
1	TXP	RXP		
2	RXP	TXP		
3	TXN	RXN		
4	RXN	TXN		
屏蔽	功能性接地 FE			

说明

引脚分配

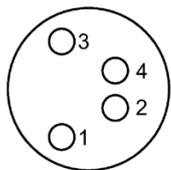
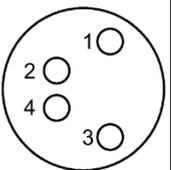
如果在 STEP 7 中禁用“自动协商”功能，必须注意 X1 P1 R 和 X1 P2 R 引脚分配的不同。

3.2 引脚分配

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

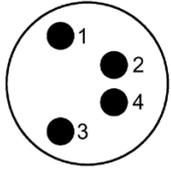
表格 3-2 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的导线颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET-Connection1)	X31 插座 (ET-Connection2)		X30	X31
1	RXP	RXP	黄色		
2	TXP	TXP	白色		
3	TXN	TXN	蓝色		
4	RXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的引脚分配。

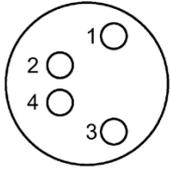
表格 3-3 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的导线颜色分配	连接器的前视图
	X80 连接器（功率输入）		
1	电源电压 1L+（未接通）	棕色	
2	2M 接地（接通）	白色	
3	1M 接地（未接通）	蓝色	
4	负载电压 2L+（接通）	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的引脚分配。

表格 3-4 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的导线颜色分配	插座的前视图
	X81 插座（功率输出）		
1	电源电压 1L+（未接通）	棕色	
2	2M 接地（接通）	白色	
3	1M 接地（未接通）	蓝色	
4	负载电压 2L+（接通）	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。



PROFINET IO

具有 PROFINET 接口的模块只能在以下条件下运行：

所有连接的设备必须配备 SELV/PELV 电源。

参数

4.1 参数

下表列出了接口模块 IM 157-1 PN 的参数。

表格 4-1 参数（GSD 文件）

参数	取值范围	默认值	有效范围
组态控制	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	ET 200AL

4.2 参数说明

组态控制

可使用该参数在 ET 200AL 分布式 I/O 系统中启用组态控制功能。

说明

如果组态启用，则 ET 200AL 分布式 I/O 系统需要在用户程序中设置一个控制数据记录 196，从而允许 ET 200AL 分布式 I/O 系统对 I/O 模块进行操作。

参考

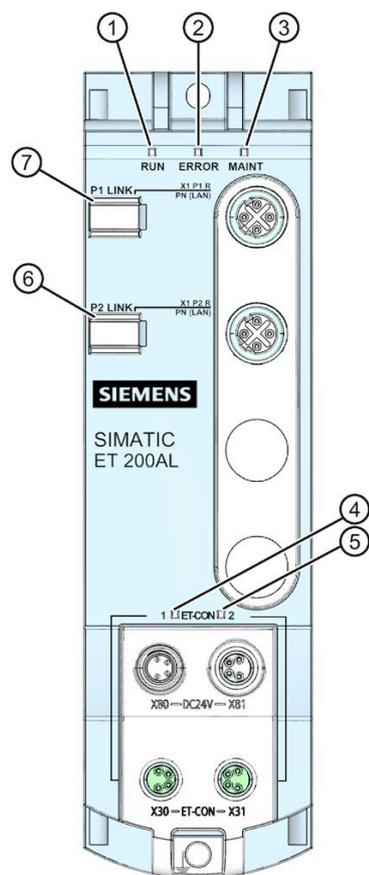
更多信息，请参见“组态控制（选项处理）”部分和 STEP 7 在线帮助。

中断、错误消息、诊断和系统报警

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯

下图显示了接口模块 IM 157-1 PN 上的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|---------|------|
| ① | RUN | (绿色) |
| ② | ERROR | (红色) |
| ③ | MAINT | (黄色) |
| ④ | ET-CON1 | (绿色) |
| ⑤ | ET-CON2 | (绿色) |
| ⑥ | P2 LINK | (绿色) |
| ⑦ | P1 LINK | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 36)”部分。

LED 指示灯 RUN、ERROR 和 MAINT

表格 5-1 RUN、ERROR、MAINT LED 状态和错误指示灯

LED 指示灯			含义	解决方案
RUN	ERROR	MAINT		
□ 灭	□ 灭	□ 灭	接口模块上电源电压缺失或不足。	检查接口模块上的电源电压或接通电源。
■ 亮	■ 亮	■ 亮	启动期间的 LED 指示灯测试：3 个 LED 指示灯同时点亮约 0.25 秒。	---
⚠ 闪烁	□ 灭	□ 灭	接口模块已禁用。	使用组态软件或用户程序激活接口模块。
			接口模块未组态。	使用组态软件组态接口模块。
			ET 200AL 启动。	---
			正在为 ET 200AL 分配参数。	---
■ 亮	不相关	不相关	ET 200AL 正与 IO 控制器进行数据交换。	---
不相关	⚠ 闪烁	不相关	组错误	评估诊断并消除该错误。
			预设的组态与 ET 200AL 的实际组态不匹配。	检查 ET 200AL 的组态，确定是否缺失模块或模块发生故障，或者是否将未组态的模块连接到了 ET-CON1 或 ET-CON2。
			I/O 模块中的参数分配错误	评估 STEP 7 或 STEP 7 (TIA portal) 中的模块状态指示灯并纠正相应 I/O 模块中的错误。
不相关	不相关	■ 亮	维护	请参见“维护事件 (页 37)”部分

LED 指示灯			含义	解决方案
RUN	ERROR	MAINT		
 闪烁	 闪烁	 闪烁	已运行“节点闪烁测试”（PROFINET 接口的 P1 LINK 和 P2 LINK LED 指示灯也会闪烁）。	---
			硬件或固件缺陷（PROFINET 接口的 P1 LINK 和 P2 LINK LED 指示灯不闪烁）。	更换接口模块。
 闪烁	不相关	不相关	正在加载固件 （正在写入固件更新时，所有 LED 指示灯保持当前状态）	---

LED 指示灯 P1 LINK 和 P2 LINK

表格 5-2 P1 LINK 和 P2 LINK LED 状态指示灯

LED 指示灯		含义	解决方案
P1 LINK	P2 LINK		
	 灭	PROFINET 设备的 PROFINET 接口与通信伙伴（例如 IO 控制器）之间无连接。	检查连接交换机或 IO 控制器的总线电缆是否断开。
	 亮	PROFINET 设备的 PROFINET 接口与通信伙伴（例如 IO 控制器）之间无连接。	-
	 闪烁	已运行“节点闪烁测试”（RUN、ERROR 和 MAINT LED 指示灯也会闪烁）。	-

5.2 中断

LED 指示灯 ET-CON1 和 ET-CON2

表格 5-3 ET-CON1 和 ET-CON2 LED 状态指示灯

LED 指示灯		含义	解决方案
ET-CON1	ET-CON2		
□	灭	ET-Connection 处无 I/O 模块或模块无电压。	检查 ET-Connection 或 I/O 模块电源的接线
■	亮	ET-Connection 处存在与至少一个 IO 模块的数据通信。	-

5.2 中断

5.2.1 评估中断

简介

在发生错误时，IO 设备会触发中断。根据所用的 I/O 控制器判断中断。

使用 I/O 控制器判断中断

ET 200AL 分布式 I/O 系统支持以下中断：

- 诊断中断
- 硬件中断
- 拉出/插入模块中断

在发生中断的情况下，将在 IO 控制器的 CPU 中自动调用中断 OB。

并根据 OB 编号和启动信息提供相关的错误原因和错误类别信息。

可以使用指令“RALRM”（读取更多中断信息）在错误 OB 中获取有关错误事件的详细信息。

系统诊断

在 STEP 7 (TIA Portal) 中，更新后的系统诊断可用于 S7-1500 自动化系统的模块（IO 控制器 CPU S7-1500）和 ET 200AL（IO 设备）。可以在 S7-1500 CPU 的显示屏、CPU Web 服务器和 HMI 设备中显示相应消息，而无需循环执行用户程序。

有关系统诊断的更多信息，请参见“诊断

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192926>)”功能手册。

5.2.2 触发诊断中断

如果对到达或离去事件（如，I/O 模块的通道断路）进行了相应的参数分配，则接口模块将触发诊断中断。

CPU 将中断用户程序的处理并处理诊断中断 OB (OB 82)。触发中断的事件将输入到诊断中断 OB 的启动信息中。

5.2.3 触发硬件中断

发生硬件中断时，CPU 将中断用户程序的执行并处理硬件中断 OB（如 OB 40）。触发中断的事件将输入到硬件中断 OB 的启动信息中。

说明

诊断“硬件中断丢失”（从 I/O 模块）

避免循环创建硬件中断。

如果硬件中断负载过高，则硬件中断会丢失，具体取决于 I/O 模块的数目和通信负载。

5.2.4 触发插入/移除模块中断

发生插入/移除模块中断时，CPU 将中断用户程序的执行并处理插入/移除模块中断 OB (OB 83)。触发了中断的事件将输入到插入/移除 OB 的启动信息中。

对于所有后续 I/O 模块，还会触发拉出/插入 OB (OB 83)，因为 ET-Connection 和/或电源都会中断。

5.3 报警

5.3 报警

5.3.1 诊断报警

诊断报警后的操作

同时可以有多个诊断报警。诊断报警启动的操作：

- 接口模块的 ERROR LED 指示灯闪烁。
- 将诊断数据报告为 IO 控制器 CPU 的诊断中断，可以通过数据记录读取。
- 将到达的诊断报警保存在 I/O 控制器的诊断缓冲区内。
- 调用 OB 82。如果 OB 82 不可用，I/O 控制器将转入 STOP 模式。

有关该主题的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

读取诊断数据

表格 5-4 通过 STEP 7 读取诊断

带有 IO 控制器的自动化系统	应用场合	参见...
SIMATIC S7	在 STEP 7 的在线和诊断视图中，诊断将以纯文本形式显示	STEP 7 在线帮助 <ul style="list-style-type: none"> • STEP 7 V13 及更高版本功能手册“使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856)” • STEP 7 V5.5 及更高版本系统手册“PROFINET 系统说明 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/19292127)”
	"RDREC"指令 (SFB 52) 从 IO 设备读取数据记录	
	"RALRM"指令 (SFB 54) 从 IO 设备接收报警	

有关 PROFINET IO 数据记录的其它信息

有关诊断数据记录的结构以及编程示例，请参见编程手册“从 PROFIBUS DP 到 PROFINET IO (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/19289930>)”和“应用示例 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/24000238>)”。

错误原因和故障排除

诊断报警的错误原因和更正措施在 I/O 模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89013554>)设备手册的“中断、错误和系统消息”部分进行了介绍。

5.3.2 维护事件

触发维护事件

接口模块的 PROFINET IO 接口支持按照 IEC 61158-6-10 标准诊断和维护 PROFINET IO。其目标是尽早发现和更正潜在的故障中断。

对于接口模块，在必须检查或更换网络组件时，会向用户通知维护事件。

CPU 会中断用户程序执行并处理诊断块 OB 82。触发维护事件的事件会输入到 OB 82 的启动信息中。

在发生以下事件的情况下，接口模块会将维护事件发送到更高级的诊断系统中：

表格 5-5 触发维护事件

维护报警	事件	报警/含义
要求维护 MAINT LED 指示灯亮起。	同步丢失	<ul style="list-style-type: none"> 未接收到同步帧。 在参数分配后或操作期间，同步主站在超时期限内未接收到任何同步消息。 连续的同步帧出现在允许的限期外（抖动）。

STEP 7 (TIA Portal) 中的系统报警

维护信息在 STEP 7 (TIA Portal) V12 SP1 及更高版本中生成，具有以下系统报警：

- 要求维护 - 在设备视图或硬件配置中通过每个端口旁边的黄色扳手图标  来指示。

有关该主题的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

5.3 报警

5.3.3 通道诊断

功能

通道相关的诊断将提供模块中通道故障的相关信息。

在 IO 诊断数据记录中，通道故障被映射为通道诊断数据。

可以使用指令“RDREC”(SFB 52) 读取数据记录。

诊断数据记录的结构

ET 200AL 分布式 I/O 系统支持的数据记录基于 PROFINET IO 标准 - 应用层服务定义 V2.2。

可以通过 Internet (<http://www.profibus.com>) 从 PROFIBUS 用户组织的主页免费下载该标准。

制造商特定的诊断数据记录的结构

可以通过块版本区分这些诊断数据记录的结构。以下 BlockVersion 适用于 IM 157-1 PN 接口模块：

表格 5-6 制造商特定的诊断数据记录的结构

IM 157-1 PN 接口模块	块版本
6ES7157-1AB00-0AB0	W#16#0101

5.3.4 PROFINET IO 上 ET 200AL 的无效组态状态

无效的组态状态

如果模块数量超出了组态的最大限值，则系统将忽略超出限额的模块。因此，不会进行数据交换。

5.3.5 IO 控制器停止和 IO 设备的恢复

SIMATIC IO 控制器的 STOP 状态

如果 IO 控制器在 STOP 状态下收到来自 IO 设备的诊断，这些诊断将不会导致在启动 IO 控制器后启动组织块。必须使用 OB 100 中的“RDREC”指令读取 E00CH 数据记录。

SIMATIC IO 设备的返回

如果要读取站返回后发生的诊断，则必须使用 OB 86 中的“RDREC”指令读取 E00CH 数据记录。

IM 157-1 PN 接口模块的技术规范

下表列出了截止到 2021 年 5 月的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7157-1AB00-0AB0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7157-1AB00-0AB0
一般信息	
产品类型标志	IM 157-1 PN
硬件功能状态	E01
固件版本	V1.0.x
产品功能	
<ul style="list-style-type: none"> I&M 数据 	是的; I&M0 至 I&M4
附带程序包的	
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本 	STEP 7 V13 SP1 以上
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 可组态/ 已集成, 自版本 	V5.5 SP4 Hotfix 3 以上
<ul style="list-style-type: none"> PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上 	GSDML V2.3.1
配置控制	
通过数据组	是的
电源电压	
负载电压 1L+	
<ul style="list-style-type: none"> 额定值 (DC) 	24 V
<ul style="list-style-type: none"> 允许范围, 下限 (DC) 	20.4 V
<ul style="list-style-type: none"> 允许范围, 上限 (DC) 	28.8 V
<ul style="list-style-type: none"> 反极性保护 	是的; 防止损毁

商品编号	6ES7157-1AB00-0AB0
输入电流	
耗用电流（额定值）	100 mA
来自负载电压 1L+（非开关式电压）	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
功率损失	
功率损失, 典型值	2.9 W
地址范围	
每个站点的地址空间	
• 每个站点的地址空间, 最大值	1 430 byte
接口	
PROFINET 接口数量	1
1. 接口	
物理接口	
• M12 端口	是的; 2x M12 D 编码
• 集成开关	是的
协议	
• PROFINET IO 设备	是的
• 开放式 IE 通讯	是的
M12 端口	
• 传输模式	PROFINET, 100 Mbit/s, 全双工(100BASE-TX)
• 10 Mbit/s	是的; 适用于以太网服务
• 100 Mbit/s	是的; PROFINET, 100 Mbit/s, 全双工(100BASE-TX)
• 自动协商	是的
• 自动交叉	是的

商品编号	6ES7157-1AB00-0AB0
协议	
PROFINET IO 设备	
服务	
- IRT	是的; 250 μs、500 μs、1 ms、2 ms、4 ms、8 ms、16 ms、32 ms、64 ms、128 ms
- PROFIenergy	是的
- 共享设备	是的
- 共享设备中的 IO 控制器的最大数量	4
冗余模式	
气液冗余	
- MRP	是的
- MRPD	是的
开放式 IE 通讯	
• TCP/IP	是的
• SNMP	是的
• LLDP	是的
报警/诊断/状态信息	
诊断功能	是的
报警	
• 诊断报警	是的
诊断显示 LED	
• RUN LED	是的; 绿色 LED
• ERROR LED	是的; 红色 LED
• MAINT LED	是的; 黄色 LED
• LINK TX/RX 连接显示	是的; 2x 绿色 LED

商品编号	6ES7157-1AB00-0AB0
电位隔离	
在负载电压之间	是的
在 PROFINET 和所有其他电路之间	是的
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
<ul style="list-style-type: none"> 性能等级符合 ISO 13849-1 类别符合 ISO 13849-1 SILCL 符合 IEC 62061 	PL d 3 类 SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
<ul style="list-style-type: none"> 最小值 最大值 	-25 °C 55 °C
连接技术	
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
<ul style="list-style-type: none"> ET 连接 	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	263 g

尺寸图

A

下图给出了 IM 157-1 PN 接口模块前视图和侧视图的尺寸图。

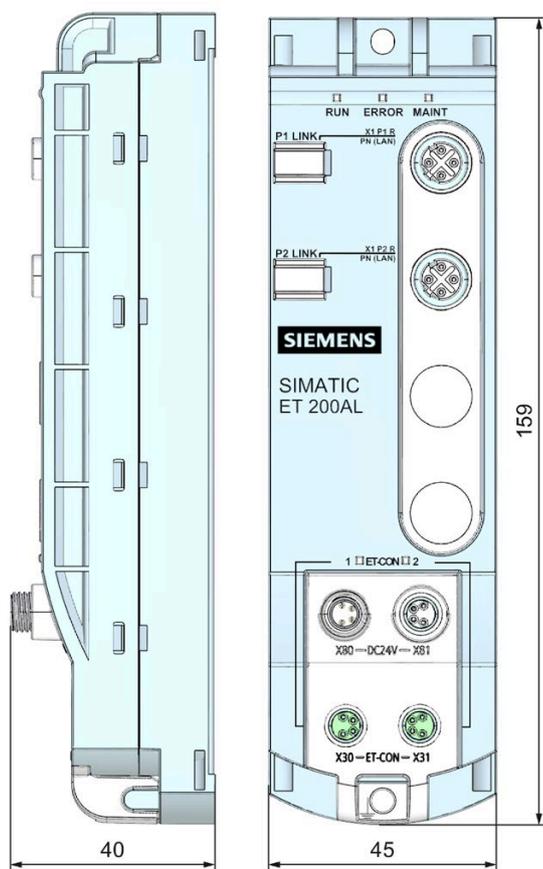


图 A-1 尺寸图

循环时间

下图显示了 ET-Connection 上基于 I/O 模块数的循环时间，PN 发送时钟为 0.5 ms。

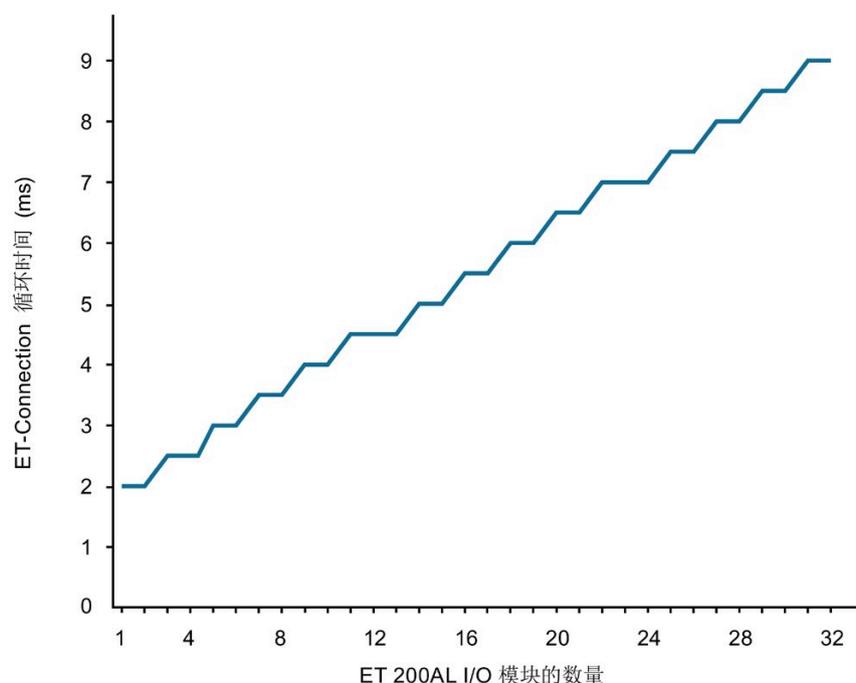


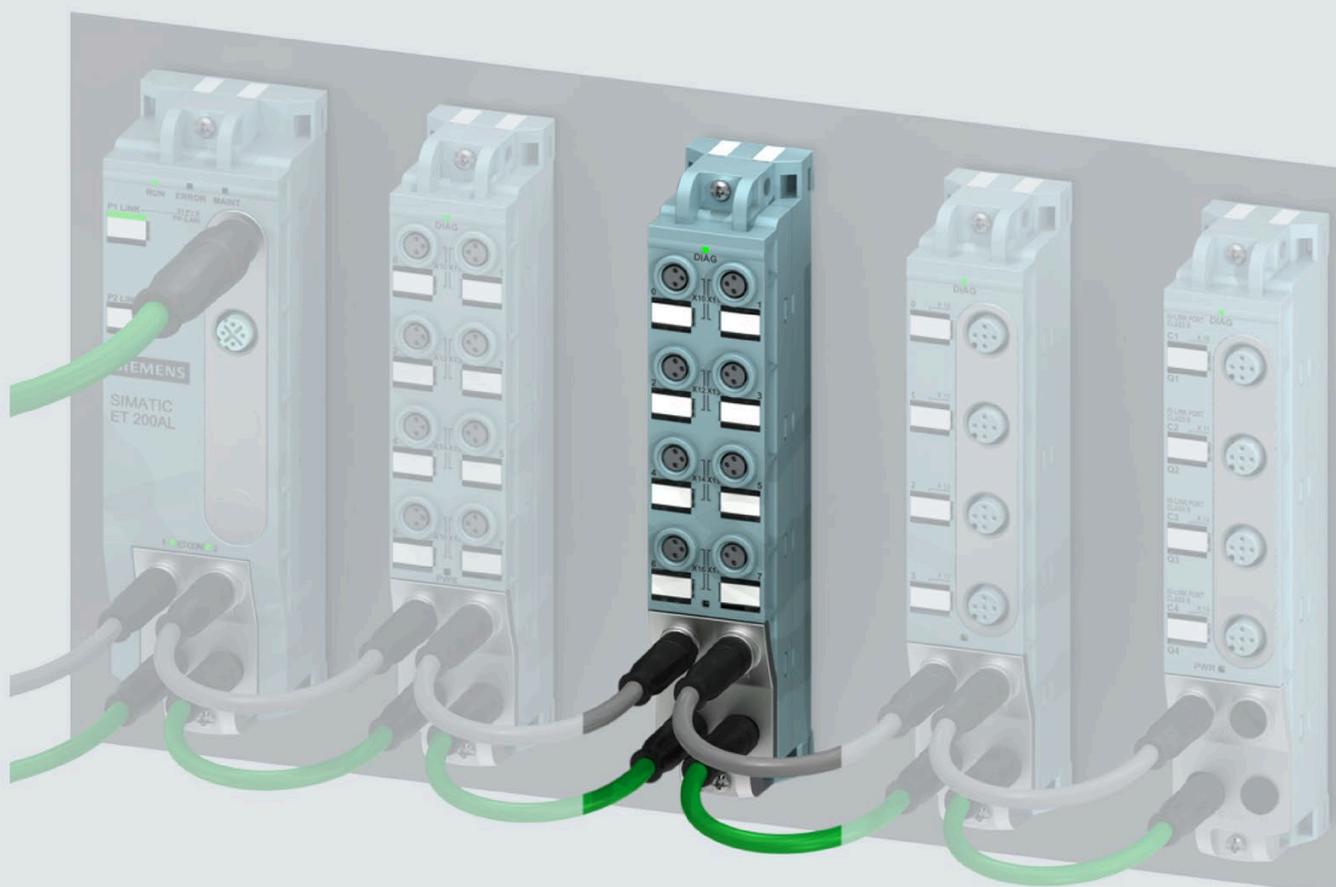
图 B-1 循环时间

ET-Connection 循环时间与 PROFINET 发送时钟同步。这意味着 I/O 模块的输入数据通过 ET-Connection 传输到 PROFINET 而不会有额外的延时（接口模块中的等待时间）。来自 PROFINET 的输出数据也会通过 ET-Connection 传输到 I/O 模块而不会有额外的延时。因此，基于 I/O 模块数的 ET-Connection 循环时间始终是所组态的 PROFINET 发送时钟的整数倍。

上图显示了 0.5 ms 发送时钟的趋势。对于更大的发送时钟，趋势变化会根据发送时钟渐变。

当使用大量具有较大 I/O 数据组态 (>32 字节) 的 IO-Link 主站时，ET-Connection 的循环时间可能会略有增加。

SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8
(6ES7141-5BF00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL
DI 8x24VDC 8xM8
(6ES7141-5BF00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术数据

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自自带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL 文档指南	5
2	产品概述	9
	2.1 特性	9
	2.2 操作员控制和显示元件	11
3	接线	12
	3.1 端子和方框图	12
	3.2 引脚分配	13
4	参数/地址空间	16
	4.1 参数	16
	4.2 参数说明	16
	4.3 地址空间	16
5	中断/诊断报警	18
	5.1 状态和错误显示	18
	5.2 中断	20
	5.3 诊断报警	20
6	技术数据	21
7	PROFenergy	25
	7.1 暂停功能	25
	7.2 数字量输入模块的特性	26
A	尺寸图	28

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7141-5BF00-0BA0

模块视图

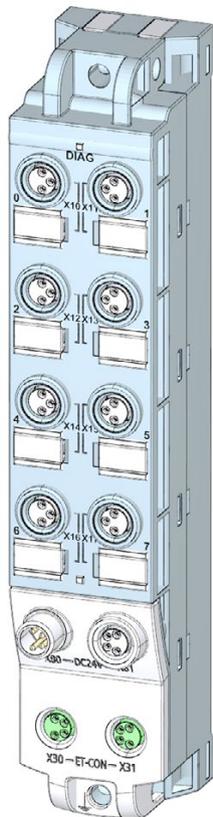


图 2-1 数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8 的视图

2.1 特性

特性

该模块具有下列技术特性：

- 8 个数字量输入
- M8 插座用于连接传感器
- 24 V DC 电源电压
- 可以为每个模块设置可组态诊断
- 典型输入延时 3 ms
- 适用于开关以及接近开关
- 尺寸为 30 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- Stripping Tool，用于 ET-Connection
- M8 密封盖

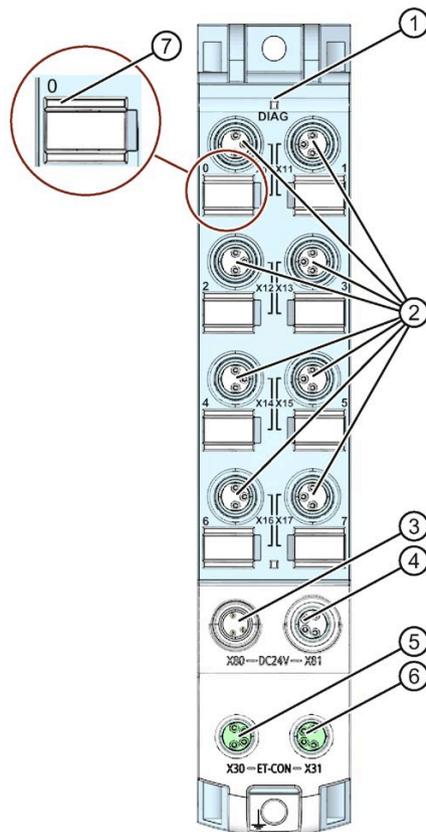
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8 的操作员控制和显示元件。



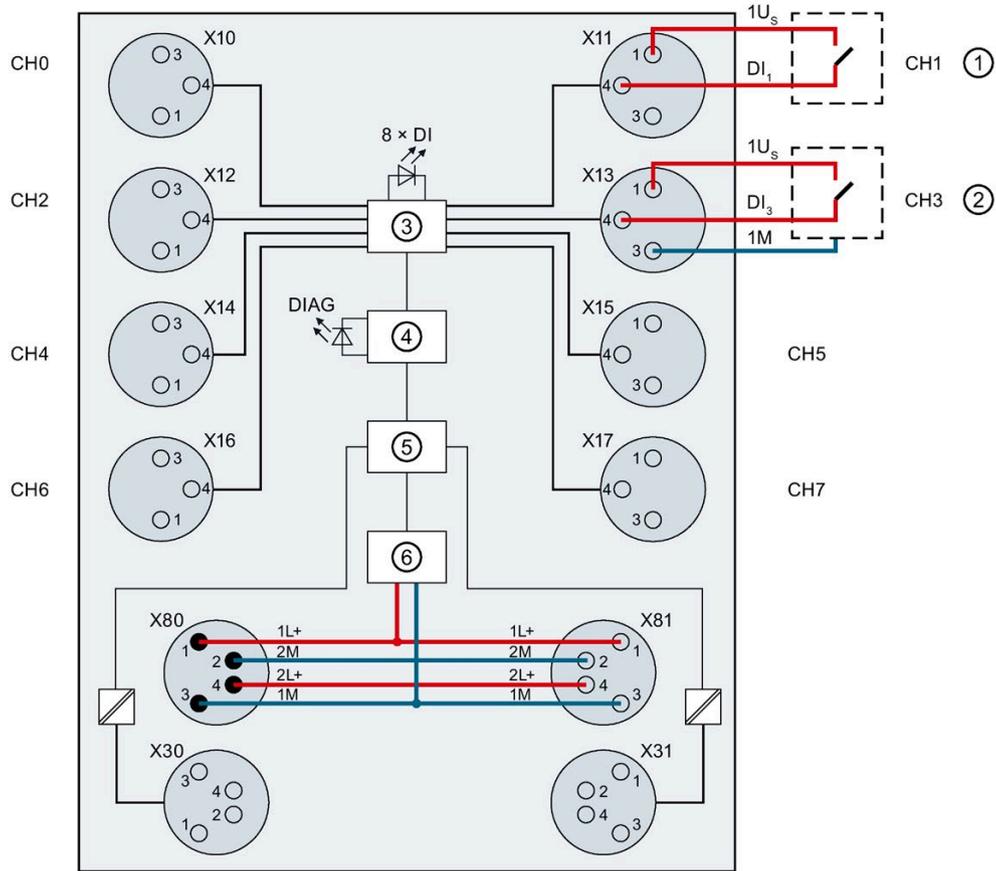
- ① DIAG：用于指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 至 X17：用于输入信号的插座
- ③ X80：用于馈入电源电压的连接器（功率输入）
- ④ X81：用于接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑤ X30：用于 ET-Connection IN
- ⑥ X31：用于 ET-Connection OUT
- ⑦ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 2 线制和 3 线制连接信号输出的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|------------------|-----------------|---------------------------|
| ① | 2 线制连接 | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ② | 3 线制连接 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ③ | DI 电路 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ④ | 小型控制器 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑤ | ET-Connection 接口 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑥ | 内部电源电压 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| X10 到 X17 | 通道 0 到 7 | 1Us | 24 V 编码器电源 |
| X80 | 馈入电源电压 | DI _n | 输入信号 |
| X81 | 接通电源电压回路 | DI | 通道状态 LED 指示灯 (0 到 7) (绿色) |
| | | DIAG | LED 诊断状态 (红色/绿色) |

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

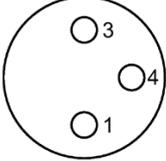
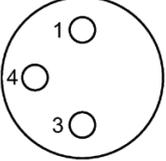
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

数字量输入的插座引脚分配

下表列出了数字量输入连接的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入的引脚分配

引脚	分配	插座的前视图	
		X10, X12, X14, X16	X11, X13, X15, X17
1	24 V 编码器电源 1Us (来自 1L+ 未接通)		
3	编码器电源接地 1M		
4	输入信号 DI ₀ : 连接器 X10 输入信号 DI ₁ : 连接器 X11 输入信号 DI ₂ : 连接器 X12 输入信号 DI ₃ : 连接器 X13 输入信号 DI ₄ : 连接器 X14 输入信号 DI ₅ : 连接器 X15 输入信号 DI ₆ : 连接器 X16 输入信号 DI ₇ : 连接器 X17		

注意

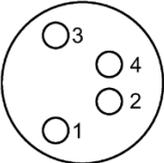
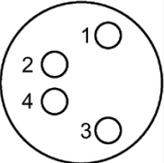
24 V 编码器电源 1Us

仅使用数字量输入模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器供电。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

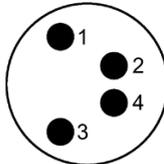
表格 3-2 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

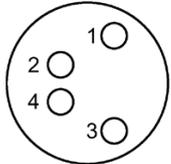
表格 3-3 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜 色分配	连接器的前视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-4 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8 的参数。

表格 4-1 参数

参数	取值范围	默认值	范围
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	模块

4.2 参数说明

诊断：接地短路

如果编码器电源发生接地短路，则启用该诊断。

4.3 地址空间

下图显示了带有值状态（质量信息，QI）的数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8 的地址空间分配。如果正在使用 PROFINET 并且启用了值状态，值状态的地址将可用。值状态不可用于 PROFIBUS。

在过程映像输入（PII）中分配

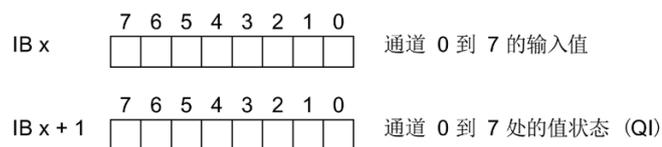


图 4-1 地址空间

数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8 的组态选项

可使用以下组态选项：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

评估值状态

如果启用了数字量输入模块的值状态，那么将占用输入地址空间中另外 1 个字节。该字节中的位 0 到 7 都将分配给一个通道，并提供有关数字输入值有效性的信息。

位 = 1：通道上无错误。

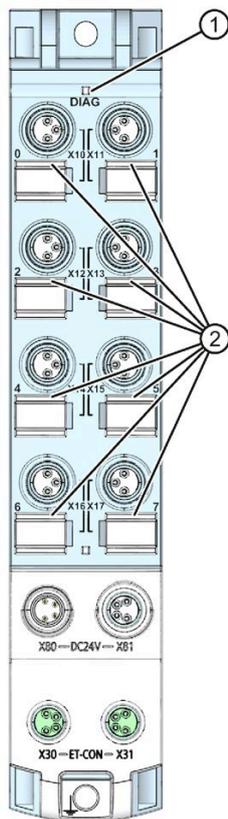
位 = 0：通道上有错误。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 DI 8x24VDC 8xM8 数字量输入模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- ① 诊断状态 (DIAG) (红色/绿色)
- ② 通道状态 (0 到 7) (绿色)

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 20)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

5.2 中断

DI 8x24VDC 8xM8 数字量输入模块支持诊断中断。

诊断中断

在发生以下情况时该数字量输入模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路

5.3 诊断报警

为每个诊断事件发出一个诊断报警，同时数字量输入模块上的 DIAG LED 指示灯呈红色闪烁。例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-3 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	1H	编码器电源接地短路	排除短路故障

技术数据

DI 8x24VDC 8xM8 数字量输入模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7141-5BF00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7141-5BF00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	DI 8x24 V DC
硬件功能状态	FS03
固件版本	V1.0.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V13 SP1 以上
• STEP 7 可组态 / 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 3 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 传感器供电输出端反极性进行

商品编号	6ES7141-5BF00-0BA0
输入电流	
耗用电流 (额定值)	25 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	8
24 V 传感器供电	
• 短路保护	是的; 每个模块, 电子的
• 输出电流, 最大值	0.7 A; 所有编码器的总电流
功率损失	
功率损失, 典型值	1.9 W
数字输入	
数字输入端数量	8
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
– 最高可达 55 °C, 最大值	8
输入电压	
• 额定值 (DC)	24 V
• 对于信号“0”	-30 至 +5 V
• 对于信号“1”	+11 至 +30V
输入电流	
• 对于信号“1”, 典型值	3.2 mA

商品编号	6ES7141-5BF00-0BA0
输入延迟（输入电压为额定值时）	
对于标准输入端	
– 从“0”到“1”时，最小值	1.2 ms
– 从“0”到“1”时，最大值	4.8 ms
– 从“1”到“0”时，最小值	1.2 ms
– 从“1”到“0”时，最大值	4.8 ms
导线长度	
• 未屏蔽，最大值	30 m
传感器	
可连接传感器	
• 双线传感器	是的
– 允许的闭路电流（双线传感器）最大值	1.5 mA
报警/诊断/状态信息	
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 传感器供电依据 M；模块式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和背板总线之间	是的
• 在通道和电子元件电源电压之间	不
绝缘	
绝缘测试，使用	707 V DC（测试类型）

商品编号	6ES7141-5BF00-0BA0
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M8, 3 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	145 g

PROFenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

后继部分对数字量输入模块的特定操作进行了说明。

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册“IM 157-1 PN 接口模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254863>)”中的“PROFenergy”部分和功能手册“使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)”中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/41986454>)。

7.2 数字量输入模块的特性

要求

在使用内部编码器电源时还可使用 PROFenergy 功能。

显示

通道状态 LED 指示灯直接受插座信号电平的影响。
如果编码器电源关闭，会导致通道状态 LED 指示灯也熄灭。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“短路”报警。
- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 U_S¹ 暂停替代值 : 0_B 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 U_S¹ 暂停替代值 : 上一个输入值 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 U_S¹ 暂停替代值 : 所组态的暂停替代值 值状态“不良”

¹ 由于只使用一个编码器电源 U_S 为所有通道供电，如果 PE_MODE_PROCEED 中未组态通道，则“暂停”时只能关断传感器电源。

尺寸图

下图给出了 DI 8x24VDC 8xM8 数字量输入模块前视图和侧视图的尺寸图。

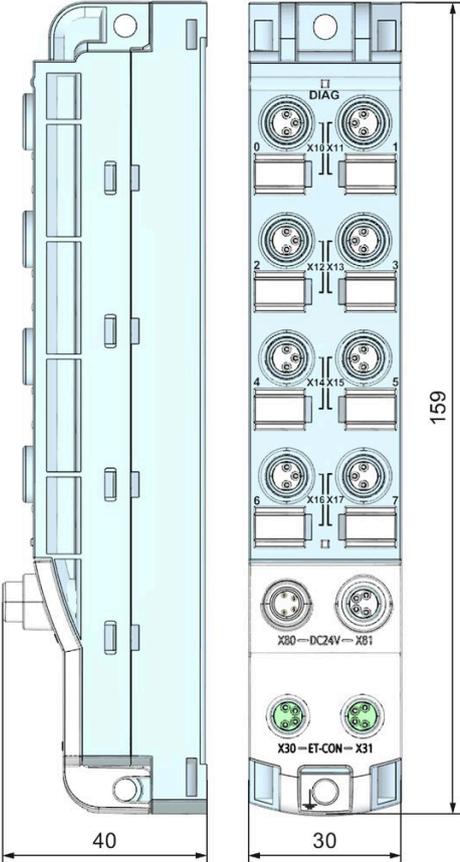
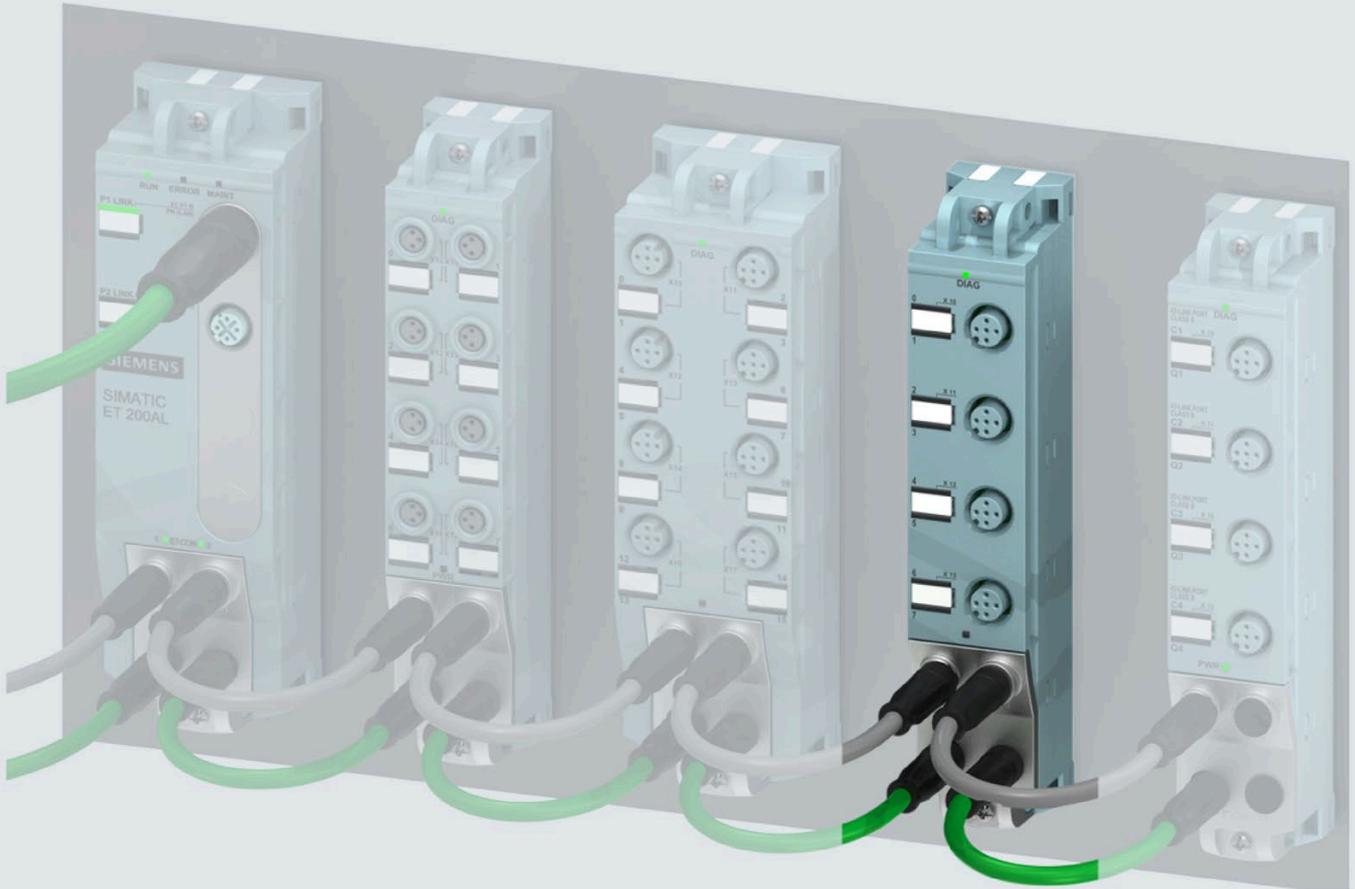


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入模块 DI 8x24VDC 4xM12
(6ES7141-5AF00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL DI 8x24VDC 4xM12 (6ES7141-5AF00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL 文档指南	5
2	产品概述	9
	2.1 特性	9
	2.2 操作员控制和显示元件	11
3	接线	12
	3.1 端子和方框图	12
	3.2 引脚分配	13
4	参数/地址空间	16
	4.1 参数	16
	4.2 参数说明	16
	4.3 地址空间	17
5	中断/诊断报警	18
	5.1 状态和错误显示	18
	5.2 中断	20
	5.3 诊断报警	20
6	技术规范	21
	6.1 技术数据	21
7	PROFenergy	27
	7.1 暂停功能	27
	7.2 数字量输入模块的特性	28
A	尺寸图	30

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7141-5AF00-0BA0

模块视图

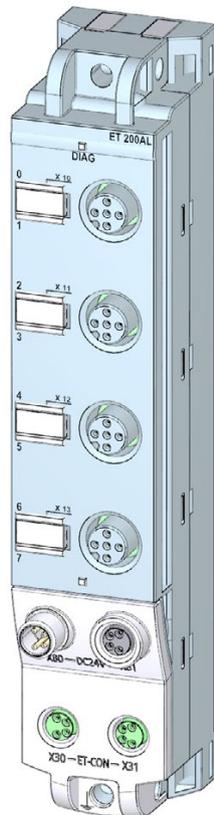


图 2-1 数字量输入模块 DI 8x24VDC 4xM12 的视图

2.1 特性

特性

该模块具有下列技术特性：

- 8 个数字量输入
- 使用 M12 插座连接传感器
- 24 V DC 电源电压
- 可以为每个模块设置可组态诊断
- 典型输入延时 3 ms
- 适用于开关以及接近开关
- 尺寸为 30 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- ET-Connection 中的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

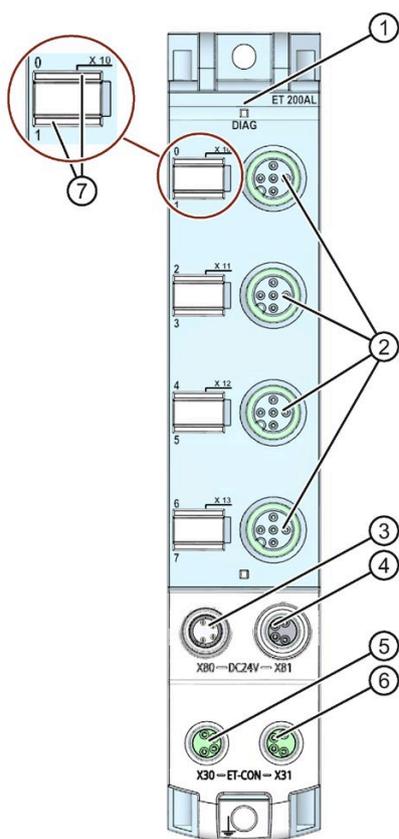
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了 DI 8x24VDC 4xM12 数字量输入模块的操作员控制和显示元件。



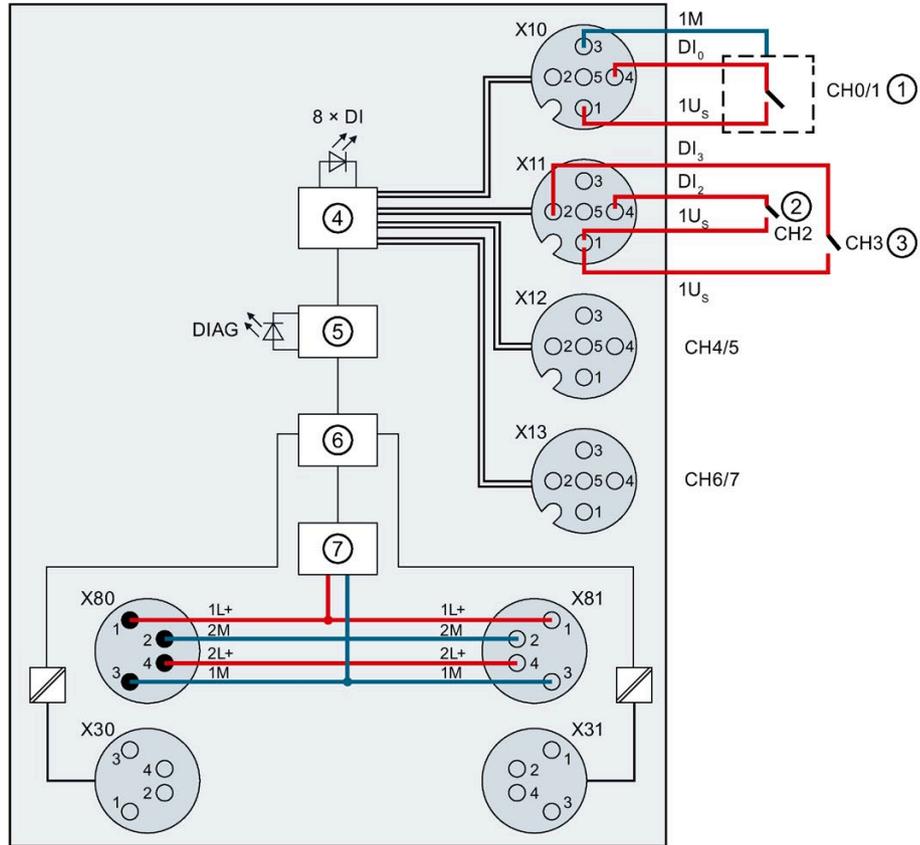
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X13：用于输入信号的插座
- ③ X80：电源电压供电的连接器（功率输入）
- ④ X81：接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑤ X30：ET-Connection IN 的插座
- ⑥ X31：ET-Connection OUT 的插座
- ⑦ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 2 线制和 3 线制连接中信号输入的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|------------------|-----------------|---------------------------|
| ① | 3 线制连接 | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ② | 2 线制连接 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ③ | 2 线制连接 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ④ | DI 电路 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑤ | 小型控制器 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑥ | ET-Connection 接口 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑦ | 内部电源电压 | 1U _s | 24 V 编码器电源 |
| X10 到 X13 | 通道 0 到 7 | DI _n | 输入信号 |
| X80 | 馈入电源电压 | DI | 通道状态 LED 指示灯 (0 到 7) (绿色) |
| X81 | 接通电源电压回路 | DIA | LED 诊断状态 (红色/绿色) |
| | | G | |

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

数字量输入的插座引脚分配

下表列出了连接数字量输入时 4 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图
	数字量输入的插座 X10 到 X13	
1	24 V 编码器电源 1Us (来自 1L+ 未接通)	
2	输入信号 DI ₁ : 连接器 X10 输入信号 DI ₃ : 连接器 X11 输入信号 DI ₅ : 连接器 X12 输入信号 DI ₇ : 连接器 X13	
3	编码器电源接地 1M	
4	输入信号 DI ₀ : 连接器 X10 输入信号 DI ₂ : 连接器 X11 输入信号 DI ₄ : 连接器 X12 输入信号 DI ₆ : 连接器 X13	
5	功能性接地 FE	

注意

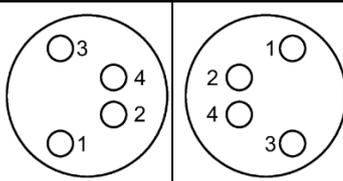
24 V 编码器电源 1Us

仅使用数字量输入模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器供电。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

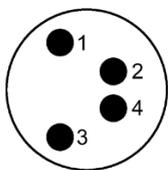
表格 3-2 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

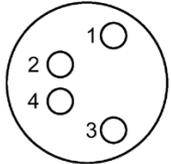
表格 3-3 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜 色分配	连接器的正视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-4 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的正视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了 DI 8x24VDC 4xM12 数字量输入模块的参数。

表格 4-1 参数

参数	取值范围	默认值	范围
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块

4.2 参数说明

诊断：接地短路

如果编码器电源发生接地短路，则启用该诊断。

4.3 地址空间

下图显示了数字量输入模块 DI 8x24VDC 4xM12 的地址空间分配，带有值状态（质量信息，QI）。

如果值状态由 PROFINET 接口模块进行组态，则该值状态的地址空间将由模块进行分配。

在过程映像输入（PII）中分配

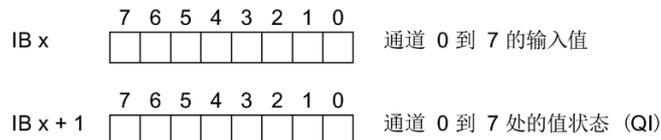


图 4-1 地址空间

数字量输入模块 DI 8x24VDC 4xM12 的组态方式

支持以下组态方式：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

评估值状态

如果启用了数字量输入模块的值状态，那么将占用输入地址空间中另外 1 个字节。该字节中的位 0 到 7 将分配给一个通道并返回数字量输入值的有效性信息。

位 = 1：通道上无错误。

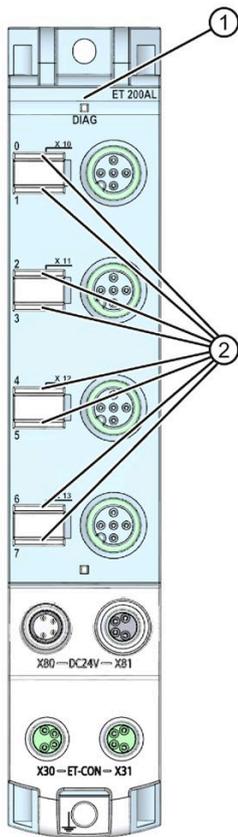
位 = 0：通道上有错误。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 DI 8x24VDC 4xM12 数字量输入模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- ① 诊断状态 (DIAG) (红色/绿色)
- ② 通道状态 (0 到 7) (绿色)

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的纠正措施，请参见“诊断报警 (页 20)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时，所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

5.2 中断

DI 8x24VDC 4xM12 数字量输入模块支持诊断中断。

诊断中断

在发生以下情况时该数字量输入模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路

5.3 诊断报警

为每个诊断事件发出一个诊断报警，同时数字量输入模块上的 DIAG LED 指示灯呈红色闪烁。例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-3 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	1H	编码器电源接地短路	排除短路故障

技术规范

6.1 技术数据

DI 8x24VDC 4xM12 数字量输入模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7141-5AF00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7141-5AF00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	DI 8x24 V DC
硬件功能状态	FS03
固件版本	V1.0.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V13 SP1 以上
• STEP 7 可组态/ 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 7 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版 以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版 以上	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 传感器供电输出端反极性进行

6.1 技术数据

商品编号	6ES7141-5AF00-0BA0
输入电流	
耗用电流 (额定值)	25 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	4
24 V 传感器供电	
• 短路保护	是的; 每个模块, 电子的
• 输出电流, 最大值	0.7 A; 所有编码器的总电流
功率损失	
功率损失, 典型值	1.9 W
数字输入	
数字输入端数量	8
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
– 最高可达 55 °C, 最大值	8
输入电压	
• 额定值 (DC)	24 V
• 对于信号“0”	-30 至 +5 V
• 对于信号“1”	+11 至 +30V
输入电流	
• 对于信号“1”, 典型值	3.2 mA
输入延迟 (输入电压为额定值时)	
对于标准输入端	
– 从“0”到“1”时, 最小值	1.2 ms
– 从“0”到“1”时, 最大值	4.8 ms
– 从“1”到“0”时, 最小值	1.2 ms
– 从“1”到“0”时, 最大值	4.8 ms

商品编号	6ES7141-5AF00-0BA0
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m

6.1 技术数据

商品编号	6ES7141-5AF00-0BA0
传感器	
可连接传感器	
<ul style="list-style-type: none"> • 双线传感器 – 允许的闭路电流（双线传感器）最大值 	<p>是的</p> <p>1.5 mA</p>
报警/诊断/状态信息	
报警	
<ul style="list-style-type: none"> • 诊断报警 	是的; 可参数化
诊断	
<ul style="list-style-type: none"> • 短路 	是的; 传感器供电依据 M ; 模块式
诊断显示 LED	
<ul style="list-style-type: none"> • 通道状态显示 • 用于模块诊断 	<p>是的; 绿色 LED</p> <p>是的; 绿色/红色 LED</p>
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
<ul style="list-style-type: none"> • 在通道之间 • 在通道和背板总线之间 • 在通道和电子元件电源电压之间 	<p>不</p> <p>是的</p> <p>不</p>
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
<ul style="list-style-type: none"> • 性能等级符合 ISO 13849-1 • 类别符合 ISO 13849-1 • SILCL 符合 IEC 62061 	<p>PL d</p> <p>3 类</p> <p>SILCL 2</p>
环境要求	
运行中的环境温度	
<ul style="list-style-type: none"> • 最小值 	-30 °C

商品编号	6ES7141-5AF00-0BA0
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极

6.1 技术数据

商品编号	6ES7141-5AF00-0BA0
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	145 g

PROFenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。该过程本身会节约大部分能量且 PROFINET 设备自身功率较小，因而具有较大的节能潜力。在 PROFenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

后继部分对数字量输入模块的特定操作进行了说明。

7.2 数字量输入模块的特性

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册《IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254863>)》中的“PROFenergy”部分和功能手册《使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/49948856>)》中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/41986454>)。

7.2 数字量输入模块的特性

显示

通道状态 LED 指示灯直接受插座信号电平的影响。
如果编码器电源关闭，会导致通道状态 LED 指示灯也熄灭。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“短路”报警。
- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7- 1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 • 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 • 关断编码器电源 U _S ¹ • 暂停替代值：0 _B • 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 • 关断编码器电源 U _S ¹ • 暂停替代值：上一个输入值 • 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 • 关断编码器电源 U _S ¹ • 暂停替代值：所组态的暂停替代值 • 值状态“不良”

¹ 由于只使用一个编码器电源 U_S 为所有通道供电，如果 PE_MODE_PROCEED 中未组态通道，则“暂停”时只能关断传感器电源。

尺寸图

A

下图显示了 DI 8x24VDC 4xM12 数字量输入模块尺寸图（正视图和侧视图）。

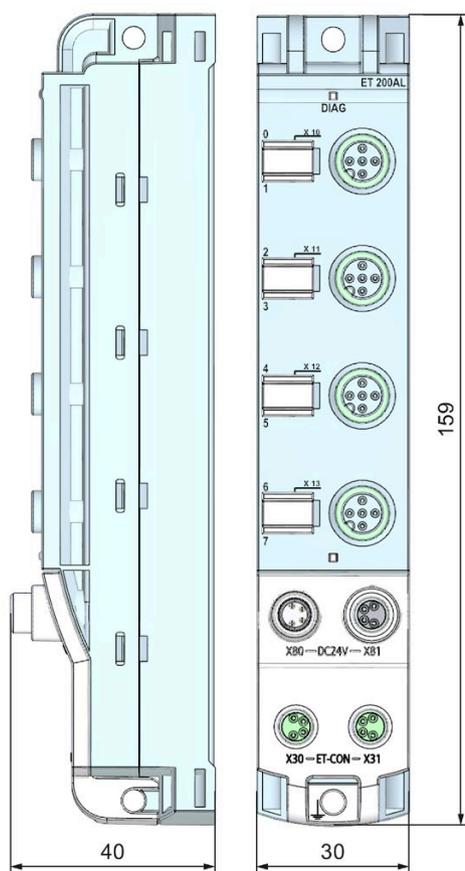
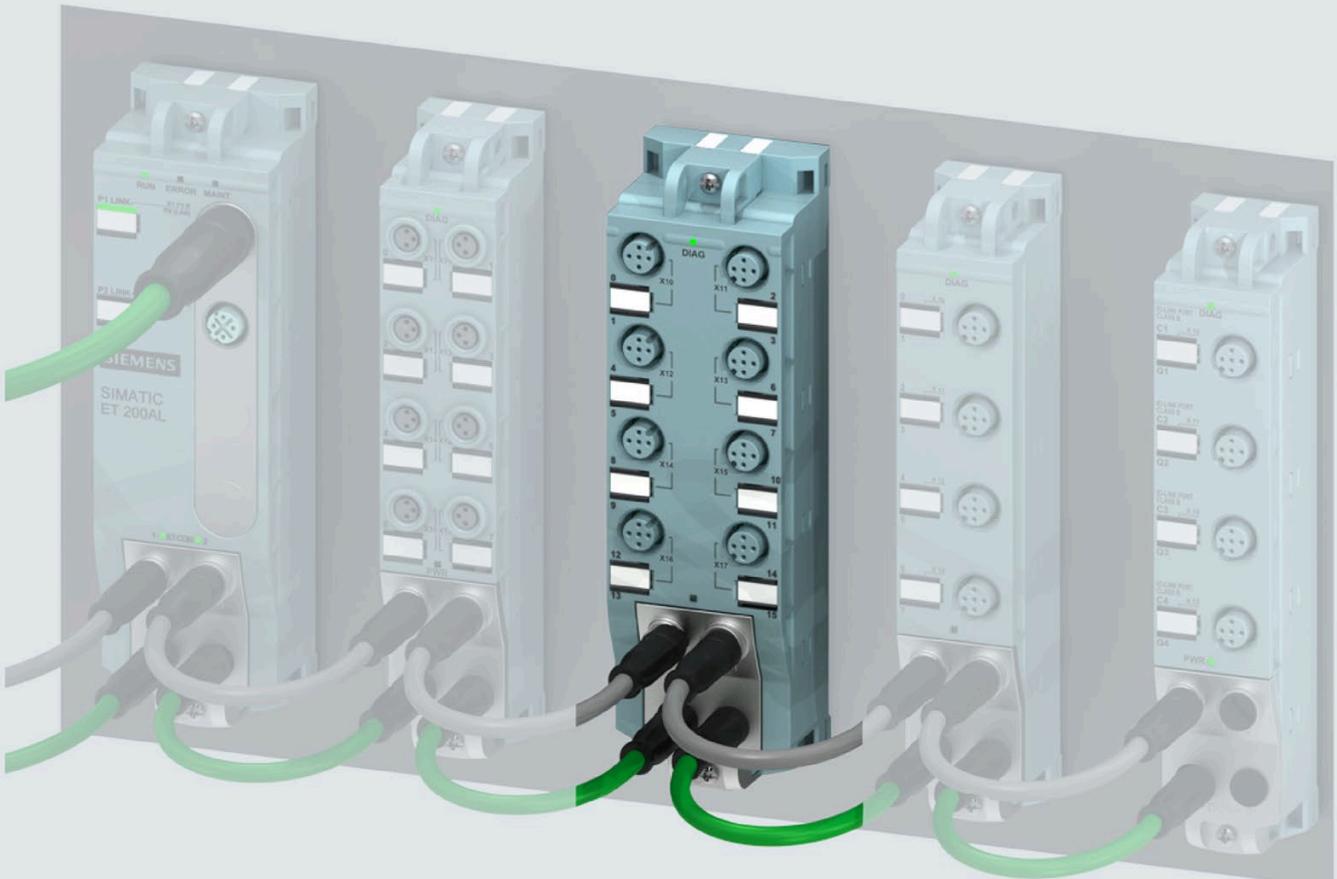


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入模块 DI 16x24VDC 8xM12
(6ES7141-5AH00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL DI 16x24VDC 8xM12 (6ES7141-5AH00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL 文档指南	5
2	产品概述	9
	2.1 特性	9
	2.2 操作员控制和显示元件	11
3	接线	12
	3.1 端子和方框图	12
	3.2 引脚分配	13
4	参数/地址空间	16
	4.1 参数	16
	4.2 参数说明	16
	4.3 地址空间	16
5	中断/诊断报警	18
	5.1 状态和错误显示	18
	5.2 中断	19
	5.3 诊断报警	20
6	技术规范	21
	6.1 技术数据	21
7	PROFenergy	25
	7.1 暂停功能	25
	7.2 数字量输入模块的特性	26
A	尺寸图	28

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7141-5AH00-0BA0

模块视图

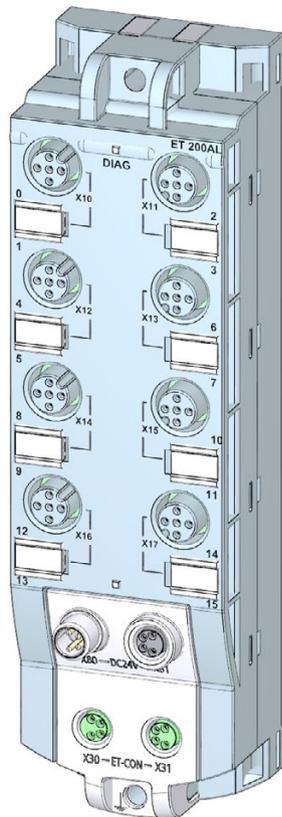


图 2-1 数字量输入模块 DI 16x24VDC 8xM12 的视图

2.1 特性

特性

该模块具有下列技术特性：

- 16 个数字量输入
- 使用 M12 插座连接传感器
- 24 V DC 电源电压
- 可以为每个模块设置可组态诊断
- 典型输入延时 3 ms
- 适用于开关以及接近开关
- 尺寸为 45 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- ET-Connection 中的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

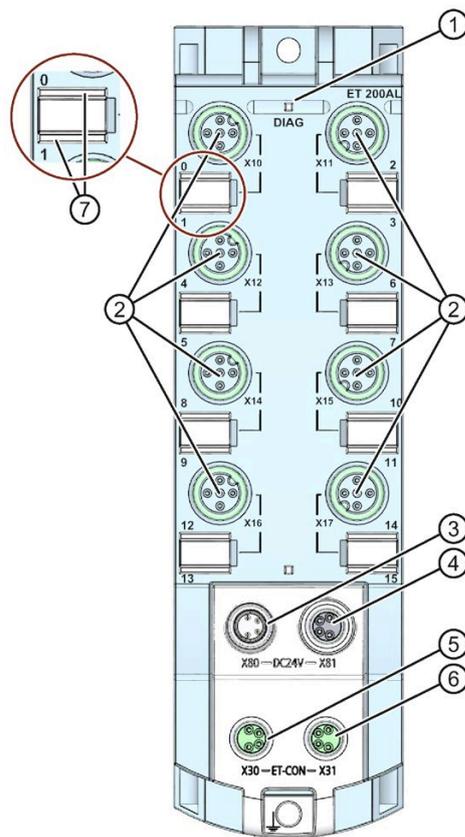
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)“系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了 DI 16x24VDC 8xM12 数字量输入模块的操作员控制和显示元件。



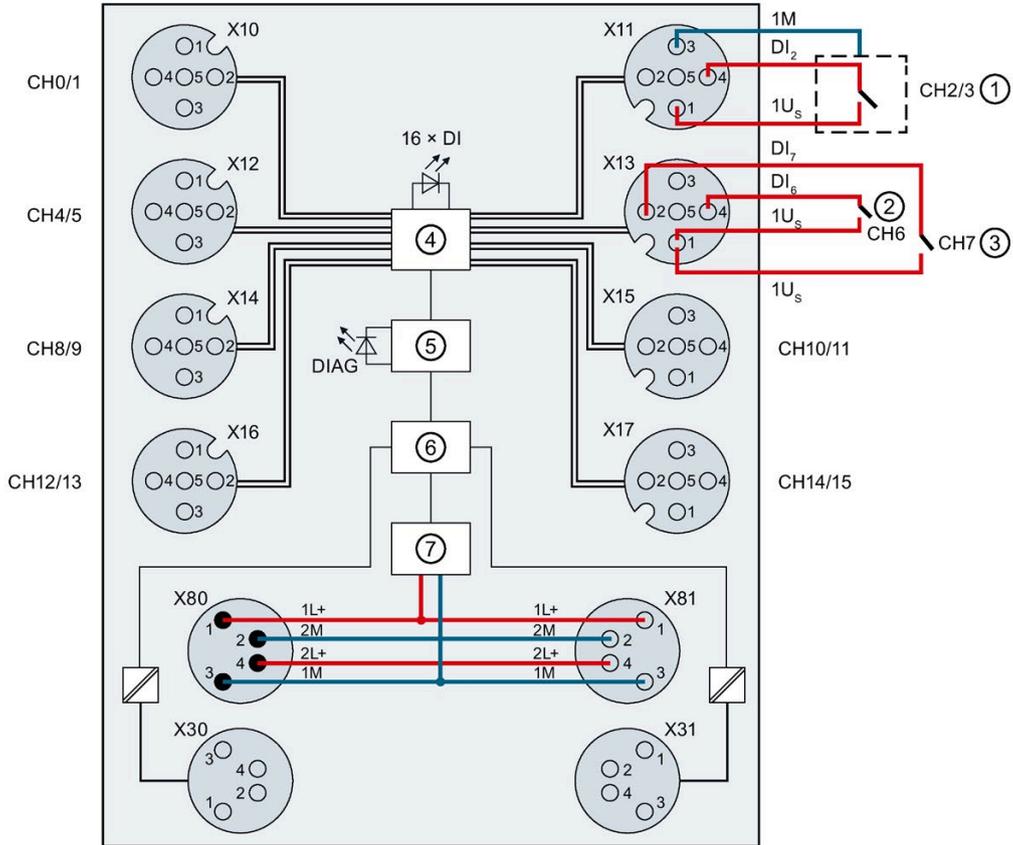
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X17：用于输入信号的插座
- ③ X80：电源电压供电的连接器（功率输入）
- ④ X81：接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑤ X30：ET-Connection IN 的插座
- ⑥ X31：ET-Connection OUT 的插座
- ⑦ 通道状态 LED 指示灯 0 到 15

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 2 线制和 3 线制连接中信号输入的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|------------------|-----------------|-------------------------------|
| ① | 3 线制连接 | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ② | 2 线制连接 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ③ | 2 线制连接 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ④ | DI 电路 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑤ | 小型控制器 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑥ | ET-Connection 接口 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑦ | 内部电源电压 | 1Us | 24 V 编码器电源 |
| X10 到 X17 | 通道 0 到 7 | DI _n | 输入信号 |
| X80 | 馈入电源电压 | DI | 通道状态 LED 指示灯 (0 到 15)
(绿色) |
| X81 | 接通电源电压回路 | DIAG | LED 诊断状态 (红色/绿色) |

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

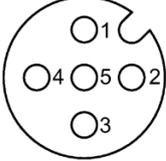
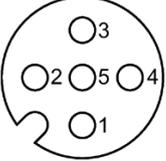
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

数字量输入的插座引脚分配

下表列出了数字量输入连接的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12, X14, X16	X11, X13, X15, X17
1	24 V 编码器电源 1Us (来自 1L+ 未接通)		
2	输入信号 DI ₁ : 连接器 X10 输入信号 DI ₃ : 连接器 X11 输入信号 DI ₅ : 连接器 X12 输入信号 DI ₇ : 连接器 X13 输入信号 DI ₉ : 连接器 X14 输入信号 DI ₁₁ : 连接器 X15 输入信号 DI ₁₃ : 连接器 X16 输入信号 DI ₁₅ : 连接器 X17		
3	编码器电源接地 1M		
4	输入信号 DI ₀ : 连接器 X10 输入信号 DI ₂ : 连接器 X11 输入信号 DI ₄ : 连接器 X12 输入信号 DI ₆ : 连接器 X13 输入信号 DI ₈ : 连接器 X14 输入信号 DI ₁₀ : 连接器 X15 输入信号 DI ₁₂ : 连接器 X16 输入信号 DI ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

注意
<p>24 V 编码器电源 1Us</p> <p>仅使用数字量输入模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器供电。</p>

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 3-2 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET-Connection IN)	X31 插座 (ET-Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

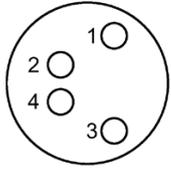
表格 3-3 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	连接器的正视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-4 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的正视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了 DI 16x24VDC 8xM12 数字量输入模块的参数。

表格 4-1 参数

参数	取值范围	默认值	范围
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	模块

4.2 参数说明

诊断：接地短路

如果编码器电源发生接地短路，则启用该诊断。

4.3 地址空间

下图显示了数字量输入模块 DI 16x24VDC 8xM12 的地址空间分配，带有值状态（质量信息，QI）。

如果值状态由 PROFINET 接口模块进行组态，则该值状态的地址空间将由模块进行分配。

过程映像输入 (PII) 中的分配



图 4-1 地址空间

数字量输入模块 DI 16x24VDC 8xM12 的组态方式

支持以下组态方式：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

评估值状态

如果启用了数字量输入模块的值状态，则将占用输入地址空间中另外 2 个字节。这些字节中的位 0 到 7 将分配给一个通道并返回数字量输入值的有效性信息。

位 = 1：通道上无错误。

位 = 0：通道上有错误。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 DI 16x24VDC 8xM12 数字量输入模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。

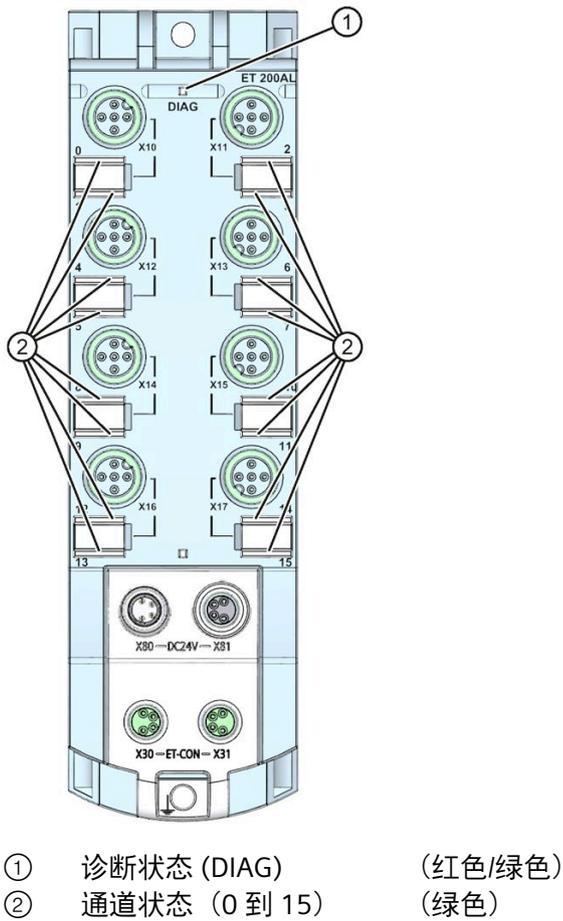


图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的纠正措施，请参见“诊断报警 (页 20)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时，所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

DI 16x24VDC 8xM12 数字量输入模块支持诊断中断。

5.3 诊断报警

诊断中断

在发生以下情况时该数字量输入模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路

5.3 诊断报警

为每个诊断事件发出一个诊断报警，同时数字量输入模块上的 DIAG LED 指示灯呈红色闪烁。例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-3 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	1H	编码器电源接地短路	排除短路故障

技术规范

6.1 技术数据

DI 16x24VDC 8xM12 数字量输入模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7141-5AH00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7141-5AH00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	DI 16x24 V DC
硬件功能状态	FS03
固件版本	V1.0.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V13 SP1 以上
• STEP 7 可组态 / 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 7 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 传感器供电输出端反极性进行

6.1 技术数据

商品编号	6ES7141-5AH00-0BA0
输入电流	
耗用电流 (额定值)	30 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	8
24 V 传感器供电	
• 短路保护	是的; 每个模块, 电子的
• 输出电流, 最大值	1.4 A; 所有编码器的总电流
功率损失	
功率损失, 典型值	2.7 W
数字输入	
数字输入端数量	16
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
– 最高可达 55 °C, 最大值	16
输入电压	
• 额定值 (DC)	24 V
• 对于信号“0”	-30 至 +5 V
• 对于信号“1”	+11 至 +30V
输入电流	
• 对于信号“1”, 典型值	3.2 mA

商品编号	6ES7141-5AH00-0BA0
输入延迟（输入电压为额定值时）	
对于标准输入端	
- 从“0”到“1”时，最小值	1.2 ms
- 从“0”到“1”时，最大值	4.8 ms
- 从“1”到“0”时，最小值	1.2 ms
- 从“1”到“0”时，最大值	4.8 ms
导线长度	
• 未屏蔽，最大值	30 m
传感器	
可连接传感器	
• 双线传感器	是的
- 允许的闭路电流（双线传感器）最大值	1.5 mA
报警/诊断/状态信息	
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 传感器供电依据 M；模块式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和背板总线之间	是的
• 在通道和电子元件电源电压之间	不
绝缘	
绝缘测试，使用	707 V DC（测试类型）

6.1 技术数据

商品编号	6ES7141-5AH00-0BA0
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	184 g

PROFlenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFlenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFlenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFlenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

后继部分对数字量输入模块的特定操作进行了说明。

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册“IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254863>)”中的“PROFenergy”部分和功能手册“使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/49948856>)”中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/41986454>)。

7.2 数字量输入模块的特性

显示

通道状态 LED 指示灯直接受插座信号电平的影响。
如果编码器电源关闭，会导致通道状态 LED 指示灯也熄灭。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“短路”报警。
- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 U_S¹ 暂停替代值 : 0_B 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 U_S¹ 暂停替代值 : 上一个输入值 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 U_S¹ 暂停替代值 : 所组态的暂停替代值 值状态“不良”

¹ 由于只使用一个编码器电源 U_S 为所有通道供电，如果 PE_MODE_PROCEED 中未组态通道，则“暂停”时只能关断传感器电源。

尺寸图

A

下图显示了 DI 16x24VDC 8xM12 数字量输入模块尺寸图（正视图和侧视图）。

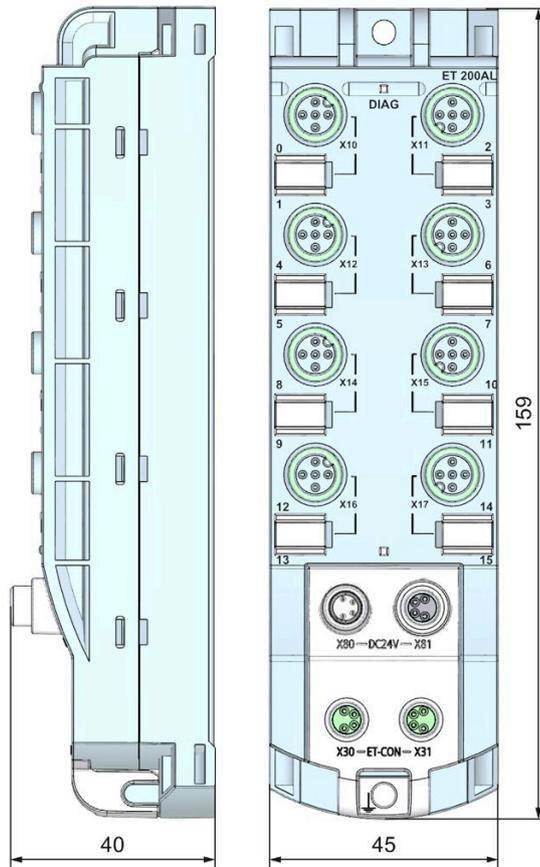


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入/输出模块
DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8
(6ES7143-5BF00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 (6ES7143-5BF00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术数据

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自自带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL 文档指南	5
2	产品概述	9
	2.1 特性	9
	2.2 操作员控制和显示元件	12
3	接线	13
	3.1 端子和方框图	13
	3.2 引脚分配	14
4	参数/地址空间	17
	4.1 参数	17
	4.2 参数说明	18
	4.3 地址空间	19
5	中断/诊断报警	21
	5.1 状态和错误显示	21
	5.2 中断	23
	5.3 诊断报警	24
6	技术数据	25
7	PROFenergy	30
	7.1 暂停功能	30
	7.2 DI 操作模式	31
	7.3 DQ 操作模式	33
A	尺寸图	34

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7143-5BF00-0BA0

模块视图

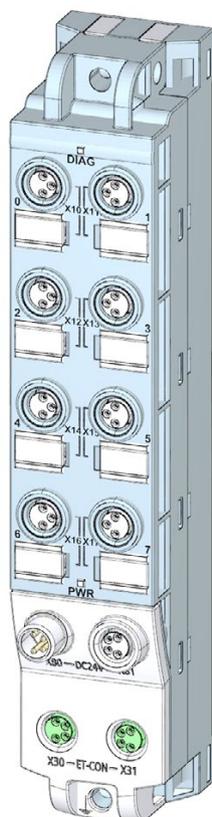


图 2-1 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 4 个数字量输入或数字量输出和 4 个数字量输出，具体取决于参数分配情况
 - DIQ 信号连接到 1L+（未接通）
 - DQ 信号连接到 2L+（已接通）
- M8 插座用于连接传感器和执行器
- 数字量输入：
 - 24 V DC 电源电压
 - 可以为每个模块设置可组态诊断
 - 典型输入延时 3 ms
 - 适用于开关以及接近开关
- 数字量输出：
 - 额定负载电压 24 V DC
 - 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
 - 每个输出的输出电流为 0.5 A
 - 可以为每个模块设置可组态诊断
- 尺寸为 30 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- Stripping Tool，用于 ET-Connection
- M8 密封盖

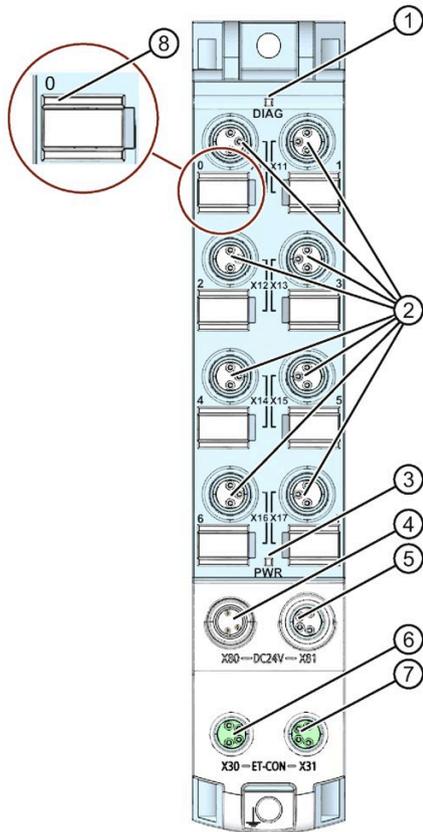
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 的操作员控制和显示元件。



- ① DIAG：用于指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 至 X17：输入/输出信号的插座
- ③ PWR：负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ④ X80：用于馈入电源电压的连接器（功率输入）
- ⑤ X81：用于接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑥ X30：用于 ET-Connection IN
- ⑦ X31：用于 ET-Connection OUT
- ⑧ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 2 线制和 3 线制连接的信号输入以及信号输出的引脚分配。

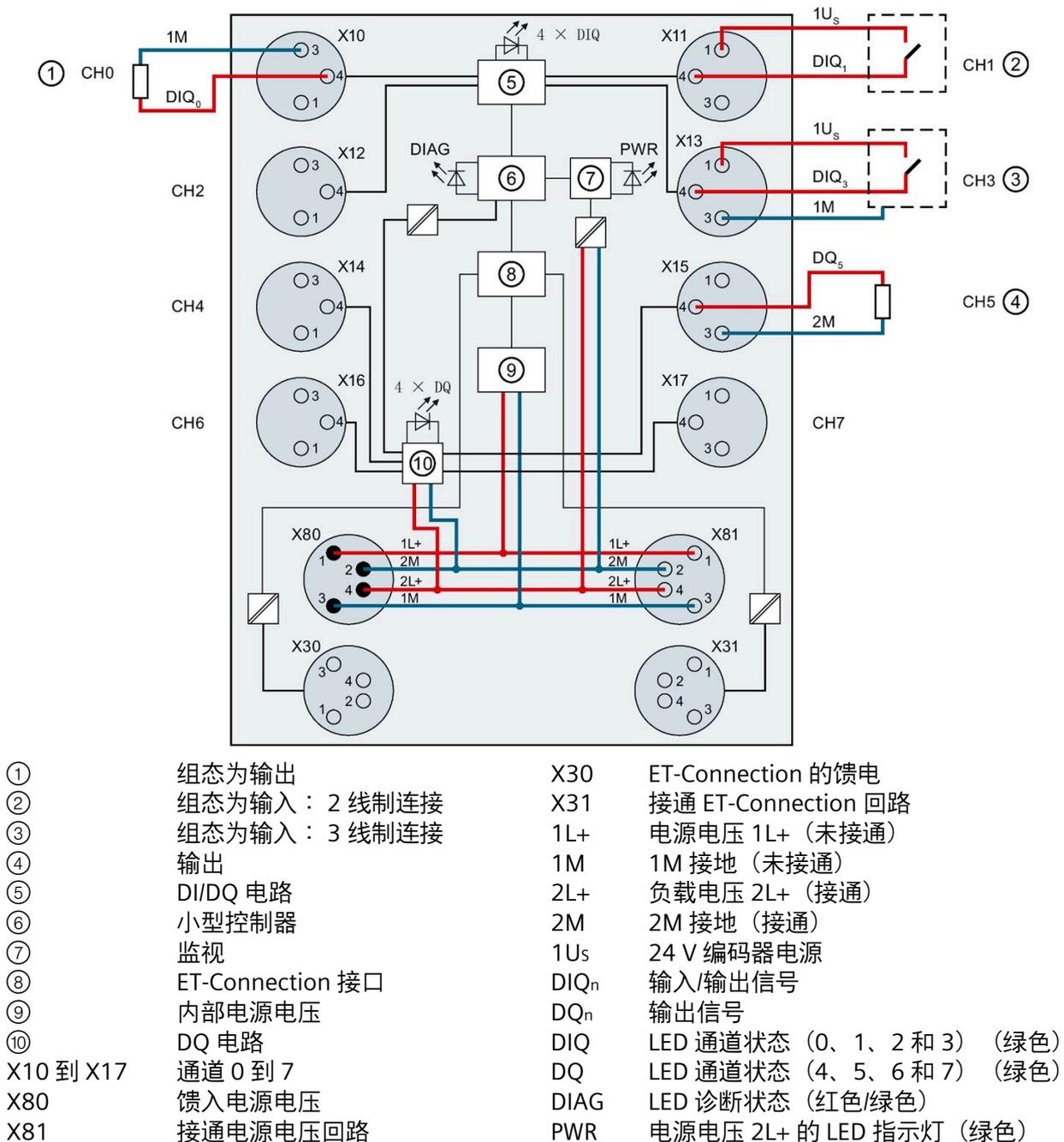


图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

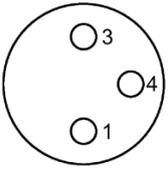
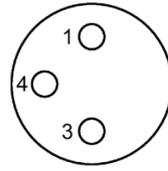
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

数字量输入/数字量输出的插座引脚分配

下表列出了用于连接数字量输入/数字量输出的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入/数字量输出的引脚分配

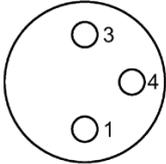
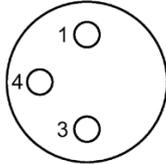
引脚	分配	插座的前视图	
		X10, X12	X11, X13
1	24 V 编码器电源 1Us (来自 1L+ 未接通)		
3	编码器电源接地 1M		
4	输入/输出信号 DIQ ₀ : 连接器 X10 输入/输出信号 DIQ ₁ : 连接器 X11 输入/输出信号 DIQ ₂ : 连接器 X12 输入/输出信号 DIQ ₃ : 连接器 X13		

注意

24 V 编码器电源 1Us

仅使用数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器供电。

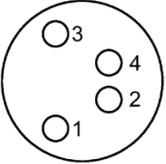
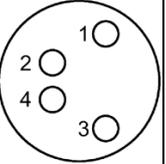
表格 3-2 数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的前视图	
		X14, X16	X15, X17
1	未分配		
3	接地 2M		
4	输出信号 DQ ₄ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₅ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₆ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₇ : 连接器 X17		

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 3-3 ET-Connection 的引脚分配

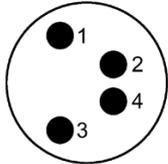
引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

3.2 引脚分配

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

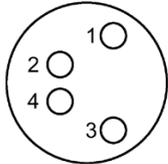
表格 3-4 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	连接器的前视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-5 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意
<p>ET-Connection/电源电压</p> <p>遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。 混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。</p>

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 的参数。

表格 4-1 参数

参数	取值范围	默认值	范围
诊断：负载电压 2L+ 缺失	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块 (编码器电源或 输出接地短路)
可自由分配的通道 0 ... 3	<ul style="list-style-type: none"> • DI • DQ 	DI	通道
对 CPU/主站 STOP 模式的响应	<ul style="list-style-type: none"> • 停止 • 保留上一个值 • 输出替代值 	停止	模块 (数字量输出)
通道 0 ... 7 替代值	<ul style="list-style-type: none"> • 0 • 1 	0	通道 (数字量输出)

4.2 参数说明

4.2 参数说明

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

如果编码器电源或输出发生接地短路，则启用该诊断。

可自由分配的通道 n

通过此参数可以将要使用的通道设置为输入或输出。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

使用此参数设置数字量输入/

数字量输出模块对 CPU/主站 STOP 模式的响应：

- 停止：数字量输出将断电。
- 保持上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：模块输出组态的替代值。

通道 0 ... 7 替代值

可以通过此参数设置数字量输出的替代值。

4.3 地址空间

下图显示了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 的地址空间分配，带有值状态（质量信息，QI）。

如果值状态由 PROFINET 接口模块进行组态，则该值状态的地址空间将由模块进行分配。

在过程映像输入（PII）中分配



在过程映像输出（PIQ）中分配



图 4-1 地址空间 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8

说明

通道的参数分配

前 4 个通道的参数可以自由分配。

通道 0 到 3 组态为输入时，输出数据中的相应值将不触发任何响应。

通道 0 到 3 组态为输出时，过程映像中的输入值将为 0。

数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 的组态方式

支持以下组态方式：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

4.3 地址空间

评估值状态

如果启用了数字量输入/数字量输出模块的值状态，那么将占用输入地址空间中另外 2 个字节。输入的值状态分配给输入字节 $x + 1$ 中的位 0 到 3。输出的值状态分配给输入字节 $x + 2$ 中的位 0 到 7。该附加信息用于提供有关数字值或通道状态有效性的信息。

位 = 1：通道上无错误。

位 = 0：通道上有错误。

如果该通道组态为输入，则意味着：

- 传感器电源接地短路
- 参数错误

如果该通道组态为输出，则意味着：

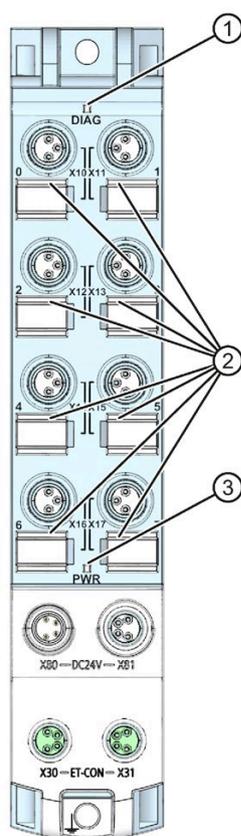
- 输出接地短路
- 参数错误
- 通道 4 到 7：负载电压 2L+ 缺失

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 7) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 24)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时，所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

PWR LED 指示灯

表格 5-3 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

5.2 中断

DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 数字量输入/数字量输出模块支持诊断中断。

诊断中断

在发生以下情况时该数字量输入/数字量输出模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路
- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低

5.3 诊断报警

5.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输入/数字量输出模块上的 DIAG LED 指示灯红色闪烁。

例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-4 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路*	1H	编码器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 排除短路故障
		输出接地短路	
负载电压 2L+ 缺失**	11H	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> 检查电源电压 检查模块
<p>* 如果编码器电源发生接地短路，则通常输出诊断报警“短路”。即使所有通道都组态为输出，也会输出该报警。</p> <p>** 如果使用 ET 200AL 模块连接 ET 200SP 分布式 I/O 系统，则将显示诊断报警“负载电压缺失”。</p>			

说明

通道类型

在诊断事件中，数字量输入/数字量输出模块通常标记为一个混合模块（通道类型“输入/输出”。即使将该数字量输入/数字量输出模块专门组态为输出模块，也同样如此。

技术数据

DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 数字量输入/数字量输出模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7143-5BF00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7143-5BF00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	DIQ 4+DQ 4x24 V DC/0.5 A
硬件功能状态	FS03
固件版本	V1.0.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V13 SP1 以上
• STEP 7 可组态 / 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 3 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 反接编码器供电输出端, 负载增加

商品编号	6ES7143-5BF00-0BA0
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏: 增加负载
输入电流	
耗用电流 (额定值)	40 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	4
24 V 传感器供电	
• 短路保护	是的; 每个模块, 电子的
• 输出电流, 最大值	0.7 A; 所有编码器的总电流
功率损失	
功率损失, 典型值	2.5 W
数字输入	
数字输入端数量	4; 可设置为 DIQ
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
- 最高可达 55 °C, 最大值	4
输入电压	
• 额定值 (DC)	24 V
• 对于信号“0”	-3 至 +5V
• 对于信号“1”	+11 至 +30V
输入电流	
• 对于信号“1”, 典型值	3.2 mA

商品编号	6ES7143-5BF00-0BA0
输入延迟（输入电压为额定值时）	
对于标准输入端	
- 从“0”到“1”时，最小值	1.2 ms
- 从“0”到“1”时，最大值	4.8 ms
- 从“1”到“0”时，最小值	1.2 ms
- 从“1”到“0”时，最大值	4.8 ms
导线长度	
• 未屏蔽，最大值	30 m
数字输出	
数字输出端数量	8; 4 DQ 固定，4 DIQ 可参数化
• 在组件中	4; 每 4 个输出端对应 2 个负载组
短路保护	是的; 各通道，电子
• 响应阈，典型值	0.7 A
感应式关闭电压的限制	2L+ (-47 V)
输出端的通断能力	
• 照明负载时的最大值	5 W
负载电阻范围	
• 下限	48 Ω
• 上限	4 kΩ
输出电压	
• 对于信号“1”，最小值	L+ (-0.8 V)
输出电流	
• 对于信号“1”的额定值	0.5 A
• 针对信号“0”的剩余电流，最大值	0.5 mA
开关频率	
• 电阻负载时的最大值	100 Hz
• 电感负载时的最大值	0.5 Hz
• 照明负载时的最大值	1 Hz

商品编号	6ES7143-5BF00-0BA0
输出端的总电流	
• 每个组的最大电流	2 A
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m
传感器	
可连接传感器	
• 双线传感器	是的
– 允许的闭路电流 (双线传感器) 最大值	1.5 mA
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道, 可参数化
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 输出端符合 M ; 传感器依据 M 供电 ; 模块式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
• 用于负载电压监控	是的; 绿色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间, 分组点数	4; DIQ 通道与 DQ 通道电位隔离
• 在通道和背板总线之间	是的
• 在通道和电子元件电源电压之间	不; DIQ 通道非电位隔离, DQ 通道与电源电压 1L+ 电位隔离
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)

商品编号	6ES7143-5BF00-0BA0
防护等级和防护类别	
防护等级 IP	IP65/67
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
<ul style="list-style-type: none"> 性能等级符合 ISO 13849-1 类别符合 ISO 13849-1 SILCL 符合 IEC 62061 	PL d 3 类 SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
<ul style="list-style-type: none"> 最小值 最大值 	-30 °C 55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M8, 3 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
<ul style="list-style-type: none"> ET 连接 	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	145 g

PROFenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

后继部分对数字量输入模块的特定操作进行了说明。

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册“IM 157-1 PN 接口模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254863>)”的“PROFenergy”部分和功能手册“使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)”中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/58235225>)。

7.2 DI 操作模式

显示

通道状态 LED 指示灯直接受插座信号电平的影响。
如果编码器电源关闭，会导致通道状态 LED 指示灯也熄灭。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“短路”报警。
- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> • 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> • 关断电源电压 U_S¹ • 暂停替代值 : 0_B • 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> • 关断电源电压 U_S¹ • 暂停替代值 : 上一个输入值 • 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> • 关断电源电压 U_S¹ • 暂停替代值 : 所组态的暂停替代值 • 值状态“不良”

¹ 由于只使用一个编码器电源 U_S 为所有通道供电，如果所有通道都组态为关闭，则“暂停”时只能关断传感器电源。

7.3 DQ 操作模式

显示

插座信号电平将直接影响通道状态 LED 指示灯的显示。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-2 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 • 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 • 暂停替代值：0 _B • 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 • 暂停替代值：保留上一个输出值 • 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 • 暂停替代值：将所组态的暂停替代值作为输出值 • 值状态“不良”

尺寸图

下图给出了 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 数字量输入/数字量输出模块前视图和侧视图的尺寸图。

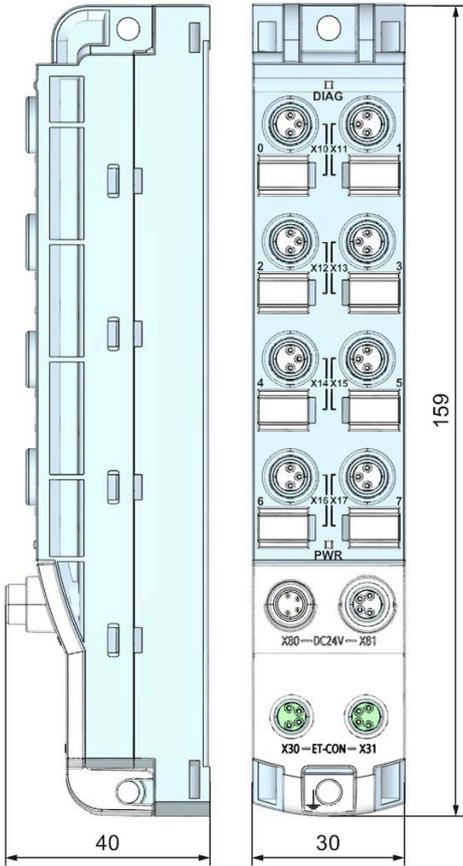
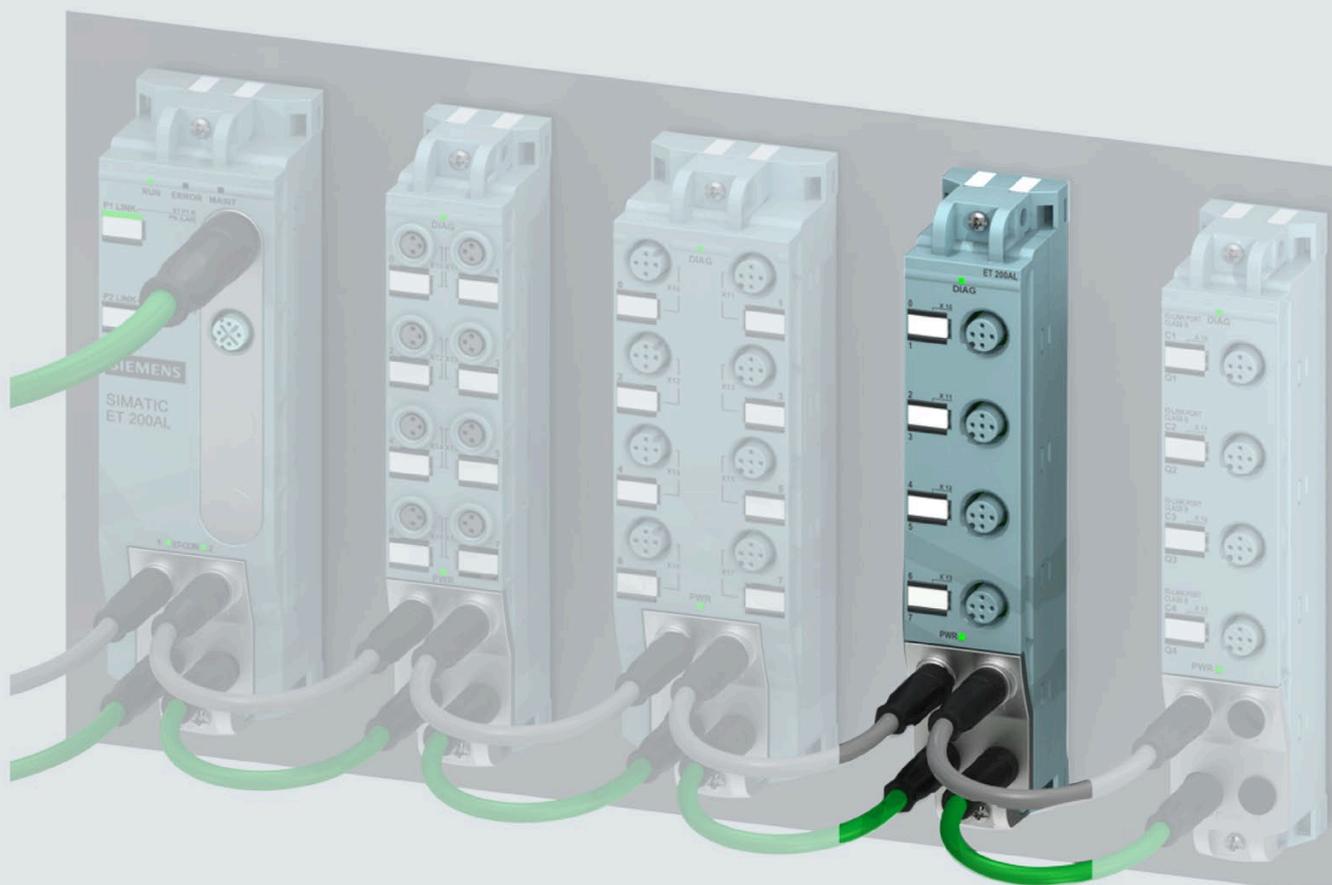


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入/输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A
4xM12 (6ES7143-5AF00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 (6ES7143-5AF00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL 文档指南	5
2	产品概述	9
	2.1 特性	9
	2.2 操作员控制和显示元件	12
3	接线	13
	3.1 端子和方框图	13
	3.2 引脚分配	14
4	参数/地址空间	17
	4.1 参数	17
	4.2 参数说明	18
	4.3 地址空间	19
5	中断/诊断报警	21
	5.1 状态和错误显示	21
	5.2 中断	23
	5.3 诊断报警	24
6	技术规范	25
	6.1 技术数据	25
7	PROFenergy	30
	7.1 暂停功能	30
	7.2 DI 操作模式	31
	7.3 DQ 操作模式	33
A	尺寸图	34

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7143-5AF00-0BA0

模块视图

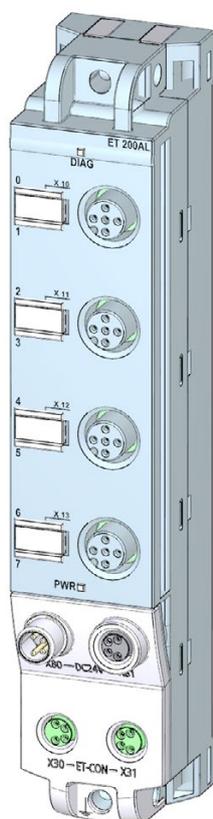


图 2-1 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 4 个数字量输入或数字量输出和 4 个数字量输出，具体取决于参数分配情况
 - DIQ 信号连接到 1L+（未接通）
 - DQ 信号连接到 2L+（已接通）
- M12 插座，用于连接传感器和执行器
- 数字量输入：
 - 24 V DC 电源电压
 - 可以为每个模块设置可组态诊断
 - 典型输入延时 3 ms
 - 适用于开关以及接近开关
- 数字量输出：
 - 额定负载电压 24 V DC
 - 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
 - 每个输出的输出电流为 0.5 A
 - 可以为每个模块设置可组态诊断
- 尺寸为 30 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- ET-Connection 中的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

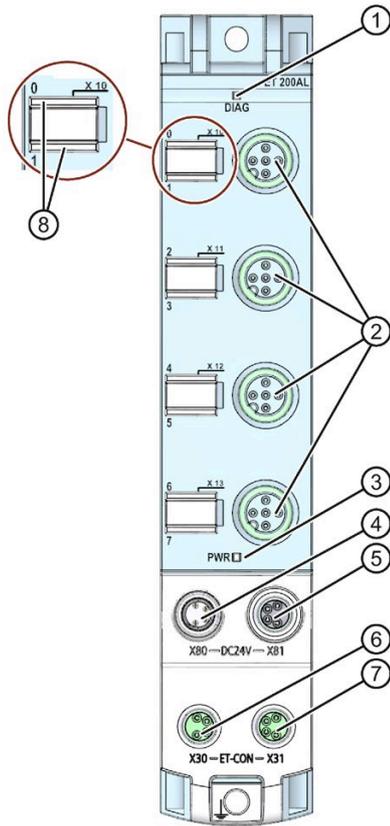
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 的操作员控制和显示元件。



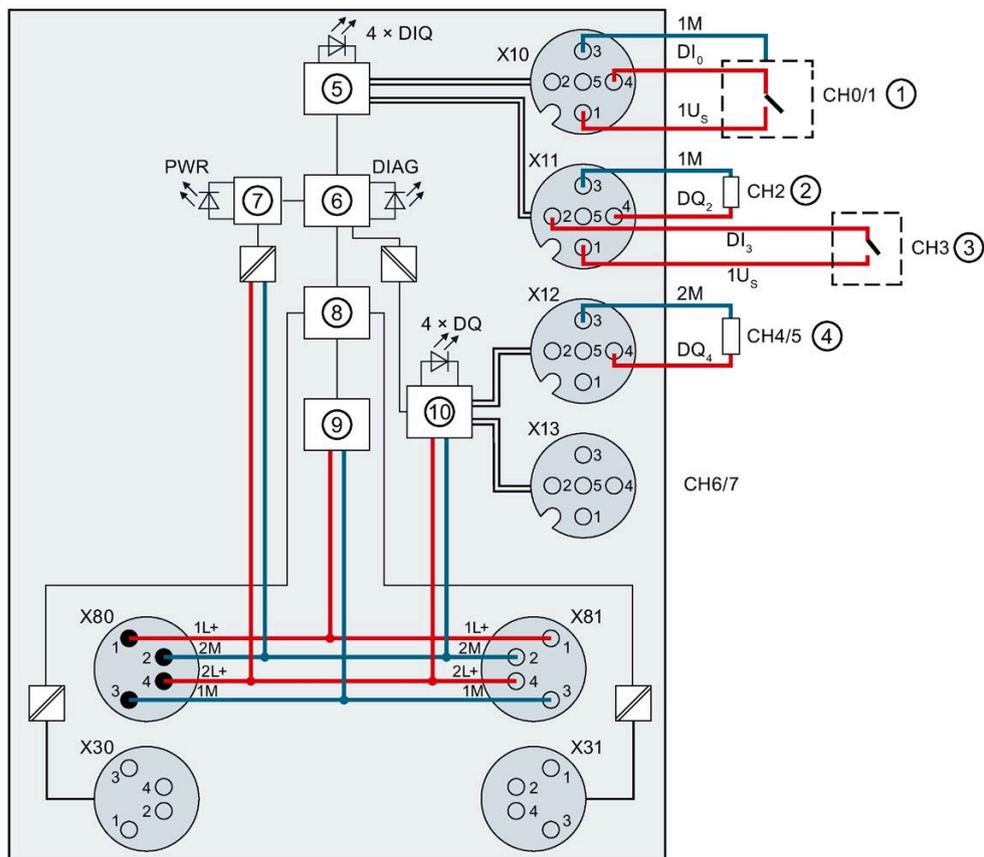
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X13：输入/输出信号的插座
- ③ PWR：负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ④ X80：电源电压供电的连接器（功率输入）
- ⑤ X81：接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑥ X30：ET-Connection IN 的插座
- ⑦ X31：ET-Connection OUT 的插座
- ⑧ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 2 线制和 3 线制连接中信号输入与信号输出的引脚分配。



①	组态为输入：3 线制连接	X30	ET-Connection 的馈电
②	组态为输出	X31	接通 ET-Connection 回路
③	组态为输入：2 线制连接	1L+	电源电压 1L+ (未接通)
④	输出	1M	1M 接地 (未接通)
⑤	DI/DQ 电路	2L+	负载电压 2L+ (接通)
⑥	小型控制器	2M	2M 接地 (接通)
⑦	监视	1U _s	24 V 编码器电源
⑧	ET-Connection 接口	DIQ _n	输入/输出信号
⑨	内部电源电压	DQ _n	输出信号
⑩	DQ 电路	DIQ	LED 通道状态 (0、1、2 和 3) (绿色)
X10 到 X13	通道 0 到 7	DQ	LED 通道状态 (4、5、6 和 7) (绿色)
X80	馈入电源电压	DIAG	LED 诊断状态 (红色/绿色)
X81	接通电源电压回路	PWR	电源电压 2L+ 的 LED 指示灯 (绿色)

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

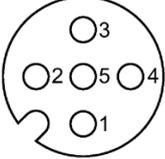
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

数字量输入/数字量输出的插座引脚分配

下表列出了用于连接数字量输入/数字量输出时 4 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入/数字量输出的引脚分配

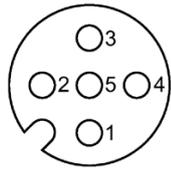
引脚	分配	插座的正视图
	数字量输入/数字量输出的插座 X10 和 X11	X10, X11
1	24 V 编码器电源 1Us (来自 1L+ 未接通)	
2	输入/输出信号 DIQ ₁ : 连接器 X10 输入/输出信号 DIQ ₃ : 连接器 X11	
3	编码器电源接地 1M	
4	输入/输出信号 DIQ ₀ : 连接器 X10 输入/输出信号 DIQ ₂ : 连接器 X11	
5	功能性接地 FE	

注意

24 V 编码器电源 1Us

仅使用数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器供电。

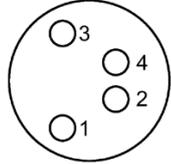
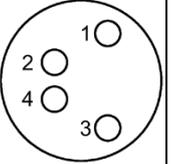
表格 3-2 数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图
	数字量输出的 X12 和 X13 插座	
1	未分配	
2	输出信号 DQ ₅ : 连接器 X12 输出信号 DQ ₇ : 连接器 X13	
3	接地 2M	
4	输出信号 DQ ₄ : 连接器 X12 输出信号 DQ ₆ : 连接器 X13	
5	功能性接地 FE	

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 3-3 ET-Connection 的引脚分配

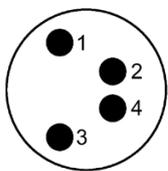
引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

3.2 引脚分配

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

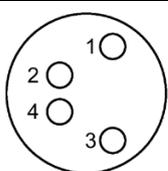
表格 3-4 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	连接器的正视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-5 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的正视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意
<p>ET-Connection/电源电压</p> <p>遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。</p> <p>混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。</p>

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 的参数。

表格 4-1 参数

参数	取值范围	默认值	范围
诊断：负载电压 2L+ 缺失	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块 (编码器电源或 输出接地短路)
可自由分配的通道 0 ... 3	<ul style="list-style-type: none"> • DI • DQ 	DI	通道
对 CPU/主站 STOP 模式的响应	<ul style="list-style-type: none"> • 停止 • 保留上一个值 • 输出替代值 	停止	模块 (数字量输出)
通道 0 ... 7 替代值	<ul style="list-style-type: none"> • 0 • 1 	0	通道 (数字量输出)

4.2 参数说明

4.2 参数说明

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

如果编码器电源或输出发生接地短路，则启用该诊断。

可自由分配的通道 n

通过此参数可以将要使用的通道设置为输入或输出。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

使用此参数设置数字量输入/

数字量输出模块对 CPU/主站 STOP 模式的响应：

- 停止：数字量输出将断电。
- 保持上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：模块输出组态的替代值。

通道 0 ... 7 替代值

可以通过此参数设置数字量输出的替代值。

4.3 地址空间

下图显示了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 的地址空间分配，带有值状态（质量信息，QI）。

如果值状态由 PROFINET 接口模块进行组态，则该值状态的地址空间将由模块进行分配。

在过程映像输入（PII）中分配



在过程映像输出（PIQ）中分配

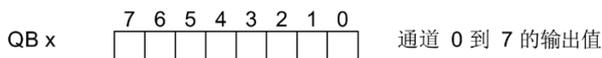


图 4-1 地址空间

说明

通道的参数分配

前 4 个通道的参数可以自由分配。

通道 0 到 3 组态为输入时，输出数据中的相应值将不触发任何响应。

通道 0 到 3 组态为输出时，过程映像中的输入值将为 0。

数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 的组态方式

支持以下组态方式：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

4.3 地址空间

评估值状态

如果启用了数字量输入/数字量输出模块的值状态，那么将占用输入地址空间中另外 2 个字节。输入的值状态分配给输入字节 $x + 1$ 中的位 0 到 3。输出的值状态分配给输入字节 $x + 2$ 中的位 0 到 7。该附加信息用于提供有关数字值或通道状态有效性的信息。

位 = 1：通道上无错误。

位 = 0：通道上有错误。

如果该通道组态为输入，则意味着：

- 传感器电源接地短路
- 参数错误

如果该通道组态为输出，则意味着：

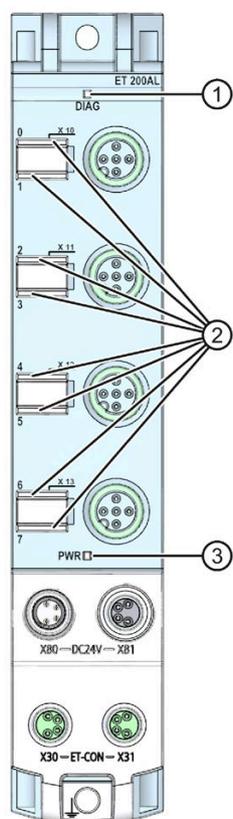
- 输出接地短路
- 参数错误
- 通道 4 到 7：负载电压 2L+ 缺失

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了数字量输入/
数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 7) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的补救措施，请参见“诊断报警 (页 24)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时，所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

PWR LED 指示灯

表格 5-3 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

5.2 中断

DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 数字量输入/数字量输出模块支持诊断中断。

诊断中断

在发生以下情况时该数字量输入/数字量输出模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路
- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低

5.3 诊断报警

5.3 诊断报警

每个诊断事件会输出一个诊断报警，同时数字量输入/数字量输出模块上的 DIAG LED 指示灯红色闪烁。

例如，可从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-4 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路*	1H	编码器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 排除短路故障
		输出接地短路	
负载电压 2L+ 缺失**	11H	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> 检查电源电压 检查模块
<p>* 如果编码器电源发生接地短路，则通常输出诊断报警“短路”。即使所有通道都组态为输出，也将输出该报警。</p> <p>** 如果使用 ET 200AL 模块连接 ET 200SP 分布式 I/O 系统，则将显示诊断报警“负载电压缺失”。</p>			

说明

通道类型

，在诊断事件中，数字量输入/数字量输出模块始终标记为一个混合模块（通道类型“输入/输出”。即使将该数字量输入/数字量输出模块专门组态为输出模块也同样如此。

技术规范

6.1 技术数据

DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 数字量输入/数字量输出模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7143-5AF00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7143-5AF00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	DIQ 4+DQ 4x24 V DC/0.5 A
硬件功能状态	FS03
固件版本	V1.0.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V13 SP1 以上
• STEP 7 可组态 / 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 7 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSDML V2.3.1

商品编号	6ES7143-5AF00-0BA0
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 反接编码器供电输出端, 负载增加
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏: 增加负载
输入电流	
耗用电流 (额定值)	40 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	4
24 V 传感器供电	
• 短路保护	是的; 每个模块, 电子的
• 输出电流, 最大值	0.7 A; 所有编码器的总电流
功率损失	
功率损失, 典型值	2.5 W
数字输入	
数字输入端数量	4; 可设置为 DIQ
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
– 最高可达 55 °C, 最大值	4

商品编号	6ES7143-5AF00-0BA0
输入电压	
<ul style="list-style-type: none"> • 额定值 (DC) • 对于信号“0” • 对于信号“1” 	<p>24 V</p> <p>-3 至 +5V</p> <p>+11 至 +30V</p>
输入电流	
<ul style="list-style-type: none"> • 对于信号“1”，典型值 	3.2 mA
输入延迟（输入电压为额定值时）	
对于标准输入端	
<ul style="list-style-type: none"> - 从“0”到“1”时，最小值 - 从“0”到“1”时，最大值 - 从“1”到“0”时，最小值 - 从“1”到“0”时，最大值 	<p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p> <p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p>
导线长度	
<ul style="list-style-type: none"> • 未屏蔽，最大值 	30 m
数字输出	
数字输出端数量	8; 4 DQ 固定, 4 DIQ 可参数化
<ul style="list-style-type: none"> • 在组件中 	4; 每 4 个输出端对应 2 个负载组
短路保护	是的; 各通道, 电子
<ul style="list-style-type: none"> • 响应阈, 典型值 	0.7 A
输出端的通断能力	
<ul style="list-style-type: none"> • 照明负载时的最大值 	5 W
负载电阻范围	
<ul style="list-style-type: none"> • 下限 • 上限 	<p>48 Ω</p> <p>4 kΩ</p>
输出电压	
<ul style="list-style-type: none"> • 对于信号“1”，最小值 	L+ (-0.8 V)

商品编号	6ES7143-5AF00-0BA0
输出电流	
• 对于信号“1”的额定值	0.5 A
• 针对信号“0”的剩余电流, 最大值	0.5 mA
开关频率	
• 电阻负载时的最大值	100 Hz
• 电感负载时的最大值	0.5 Hz
• 照明负载时的最大值	1 Hz
输出端的总电流	
• 每个组的最大电流	2 A
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m
传感器	
可连接传感器	
• 双线传感器	是的
– 允许的闭路电流 (双线传感器) 最大值	1.5 mA
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道, 可参数化
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 输出端符合 M; 传感器依据 M 供电; 模块式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
• 用于负载电压监控	是的; 绿色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的

商品编号	6ES7143-5AF00-0BA0
通道的电势分离	
<ul style="list-style-type: none"> 在通道之间, 分组点数 在通道和背板总线之间 在通道和电子元件电源电压之间 	4; DIQ 通道与 DQ 通道电位隔离 是的 不; DIQ 通道非电位隔离, DQ 通道与电源电压 1L+ 电位隔离
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
<ul style="list-style-type: none"> 性能等级符合 ISO 13849-1 类别符合 ISO 13849-1 SILCL 符合 IEC 62061 	PL d 3 类 SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
<ul style="list-style-type: none"> 最小值 最大值 	-30 °C 55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
<ul style="list-style-type: none"> ET 连接 	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	145 g

PROFenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

后继部分对数字量输入模块的特定操作进行了说明。

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册“IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254863>)”的“PROFenergy”部分和功能手册“使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/49948856>)”中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/41986454>)。

7.2 DI 操作模式

显示

通道状态 LED 指示灯直接受插座信号电平的影响。
如果编码器电源关闭，会导致通道状态 LED 指示灯也熄灭。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“短路”报警。
- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 • 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 • 关断电源电压 U_S ¹ • 暂停替代值 : 0 _B • 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 • 关断电源电压 U_S ¹ • 暂停替代值 : 上一个输入值 • 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 • 关断电源电压 U_S ¹ • 暂停替代值 : 所组态的暂停替代值 • 值状态“不良”

¹ 由于只使用一个编码器电源 U_S 为所有通道供电，如果所有通道都组态为关闭，则“暂停”时只能关断传感器电源。

7.3 DQ 操作模式

显示

插座信号电平将直接影响通道状态 LED 指示灯的显示。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-2 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 • 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 • 暂停替代值：0 _B • 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 • 暂停替代值：保留上一个输出值 • 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 • 暂停替代值：将所组态的暂停替代值作为输出值 • 值状态“不良”

尺寸图

下图显示了 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 4xM12 数字量输入/数字量输出模块尺寸图（正视图
和侧视图）。

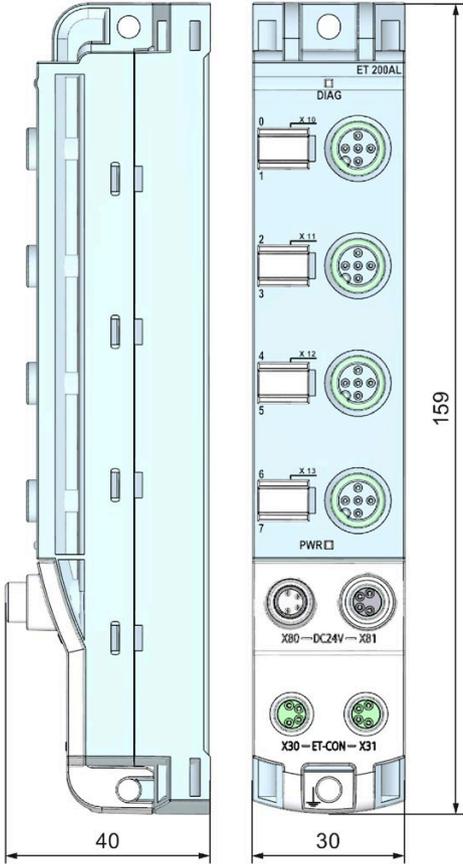
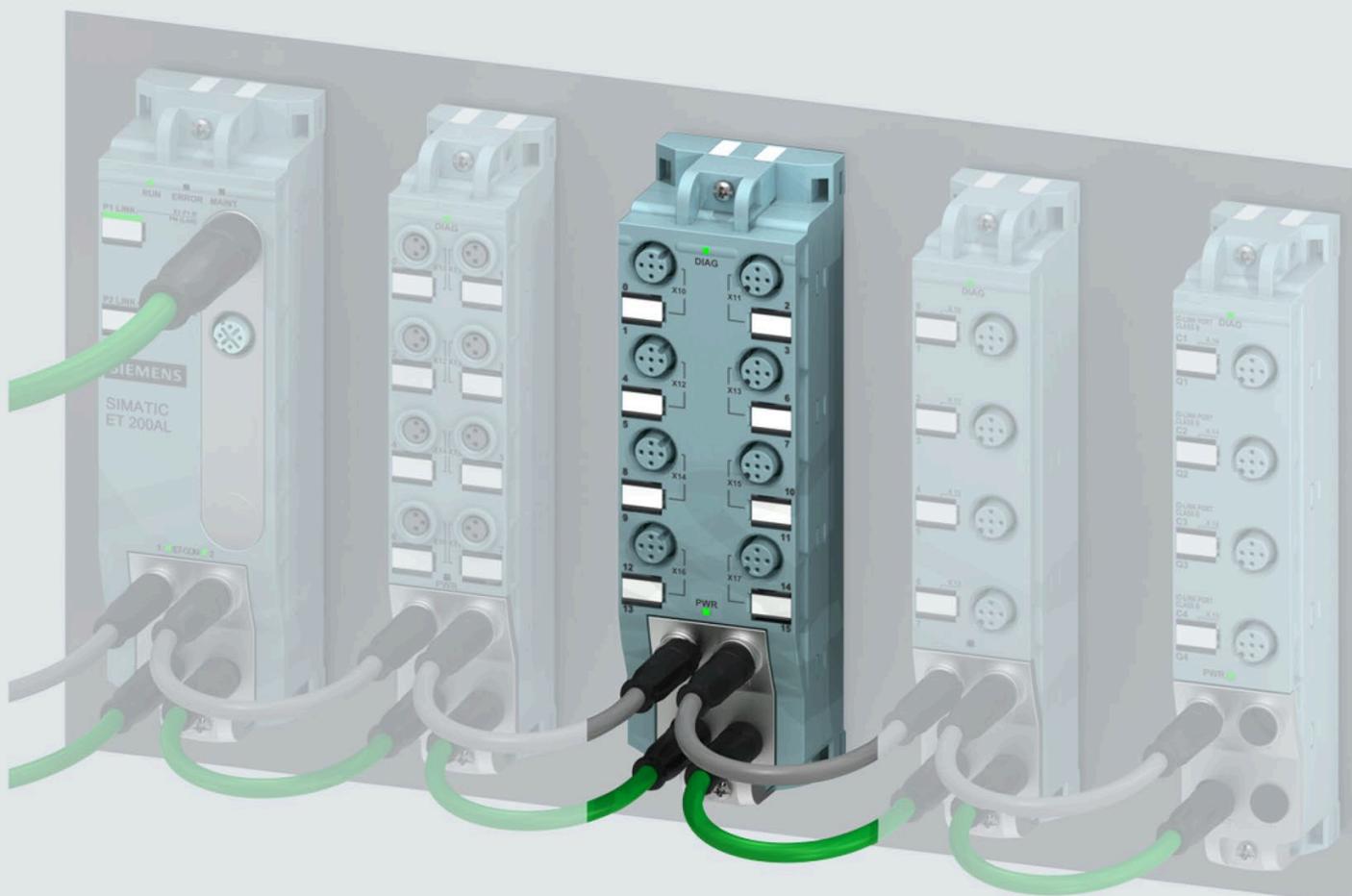


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入/数字量输出模块
DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12
(6ES7143-5AH00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 (6ES7143-5AH00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

数字量输入/输出的组态模式

3

计数

4

技术规范

5

PROFenergy

6

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施，将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的合格人员进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 ET 200AL 文档指南	7
2 产品概述	11
2.1 特性	11
2.2 操作员控制和显示元件	14
3 数字量输入/输出的组态模式	15
3.1 概述	15
3.2 接线	16
3.2.1 端子和方框图	16
3.2.2 引脚分配	17
3.3 参数/地址空间	27
3.3.1 参数	27
3.3.2 参数说明	28
3.3.3 地址空间	29
3.4 中断/诊断报警	33
3.4.1 状态和错误显示	33
3.4.2 中断	35
3.4.3 诊断报警	36
4 计数	37
4.1 组态方式 2xCount	40
4.1.1 接线	40
4.1.1.1 端子和方框图	40
4.1.1.2 引脚分配	41
4.1.2 参数/地址空间	46
4.1.2.1 参数	46
4.1.2.2 参数说明	49
4.1.2.3 控制接口的分配	54
4.1.2.4 控制接口的说明	55
4.1.2.5 反馈接口的分配	56
4.1.2.6 反馈接口的说明	57
4.1.3 中断/诊断报警	60
4.1.3.1 状态和错误显示	60
4.1.3.2 中断	62
4.1.3.3 诊断报警	63

4.2	组态方式 4xCount	64
4.2.1	接线	64
4.2.1.1	端子和方框图	64
4.2.1.2	引脚分配	65
4.2.2	参数/地址空间	69
4.2.2.1	参数	69
4.2.2.2	参数说明	71
4.2.2.3	控制接口的分配	75
4.2.2.4	控制接口的说明	76
4.2.2.5	反馈接口的分配	77
4.2.2.6	反馈接口的说明	79
4.2.3	中断/诊断报警	81
4.2.3.1	状态和错误显示	81
4.2.3.2	中断	83
4.2.3.3	诊断报警	84
4.3	计数示例	85
5	技术规范	91
6	PROFenergy	97
6.1	暂停功能	97
6.2	数字量输入的特性	98
6.3	数字量输出的特性	100
6.4	计数器数字量输入的特性	101
A	尺寸图	103

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7143-5AH00-0BA0

模块视图

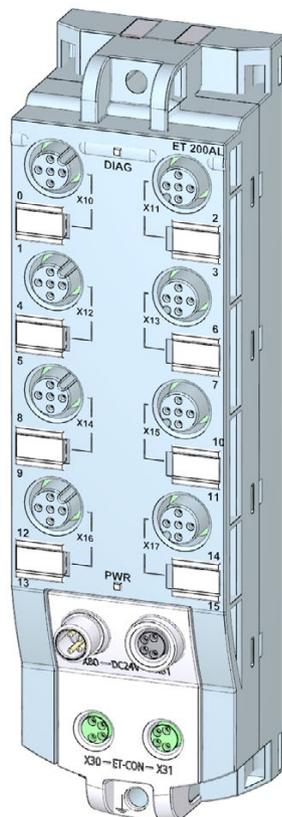


图 2-1 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 16 个数字量输入或数字量输出，具体取决于组态和参数分配
 - 8 个 DIQ 信号连接到 1L+（未接通）
 - 8 个 DQ 信号连接到 2L+（已接通）
- M12 插座，用于连接传感器和执行器
- 数字量输入：
 - 24 V DC 电源电压
 - 适用于开关和接近开关
 - 输入延时可组态
 - 每个模块均可设置为诊断可组态
- 数字量输出：
 - 额定负载电压 24 V DC
 - 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
 - 每个输出的输出电流为 0.5 A
 - 每个模块均可设置为诊断可组态
- 计数器：
 - 组态方式 2xCount 或 4xCount，带 2 或 4 个计数器
 - 计数频率 2 kHz
 - 计数宽度 32 位
 - 计数方向可设置，或可通过方向输入进行控制
 - GATE 功能可通过控制接口或控制输入进行控制
 - 每个模块均可设置为诊断与硬件中断可组态
 - 输入延时可组态
- 尺寸为 45 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- ET-Connection 中的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

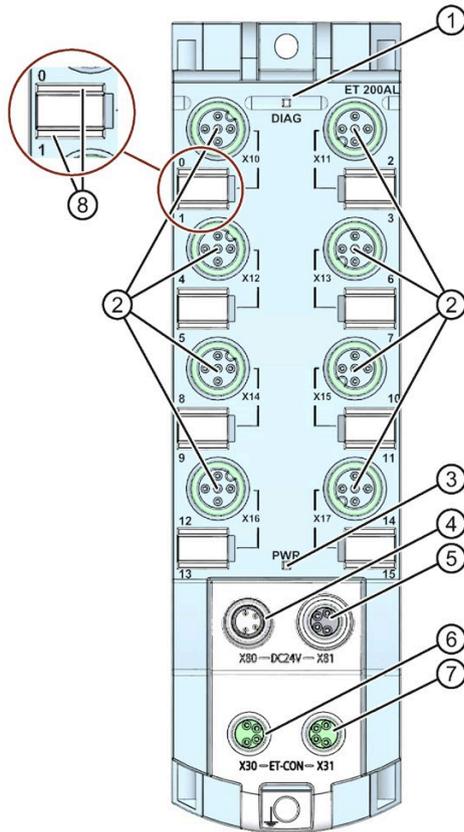
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的操作员控制和显示元件。



- ① DIAG : 指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X17 : 输入/输出信号的插座
- ③ PWR : 负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ④ X80 : 电源电压供电的连接器 (功率输入)
- ⑤ X81 : 接通电源电压回路的插座 (功率输出)
- ⑥ X30 : ET-Connection IN 的插座
- ⑦ X31 : ET-Connection OUT 的插座
- ⑧ 通道状态 LED 指示灯 0 到 15

图 2-2 操作员控制和显示元件

数字量输入/输出的组态模式

3.1 概述

简介

使用数字量输入和输出的组态模式，可根据应用将模块的各通道组态为输入或输出。

通过相应的组态模式，可指定各通道的用途：

- DIQ：
通过相应的参数分配，可将各通道用作输入或输出。
- DIQ，带有值状态：
通过相应的参数分配，可将各通道用作输入或输出。此外，值状态可提供有关数字值和通道状态的有效性信息。
- DQ16：
所有通道（0 到 15）均组态为输出。
- DI8/DQ8：
通道 0 到 7 组态为输入；通道 8 到 15 组态为输出。
- DIQ MIX：
通道 0、2、4、6、8、10、12、14 和 16 固定组态为输出，通道 1、3、5、7、9、11、13 和 15 固定组态为输入。

说明

项目工程组态模式 DIQ MIX

请注意，在通过 GSD 文件进行组态并与接口模块 IM 157-1 PN 和 IM 157-1 DP 连接时，只能使用组态模式 DIQ MIX。

优势

与 DIQ 组态模式相比，在 DQ16、DI8/DQ8 和 DIQ MIX 组态模式下，模块占用的地址空间显著降低。

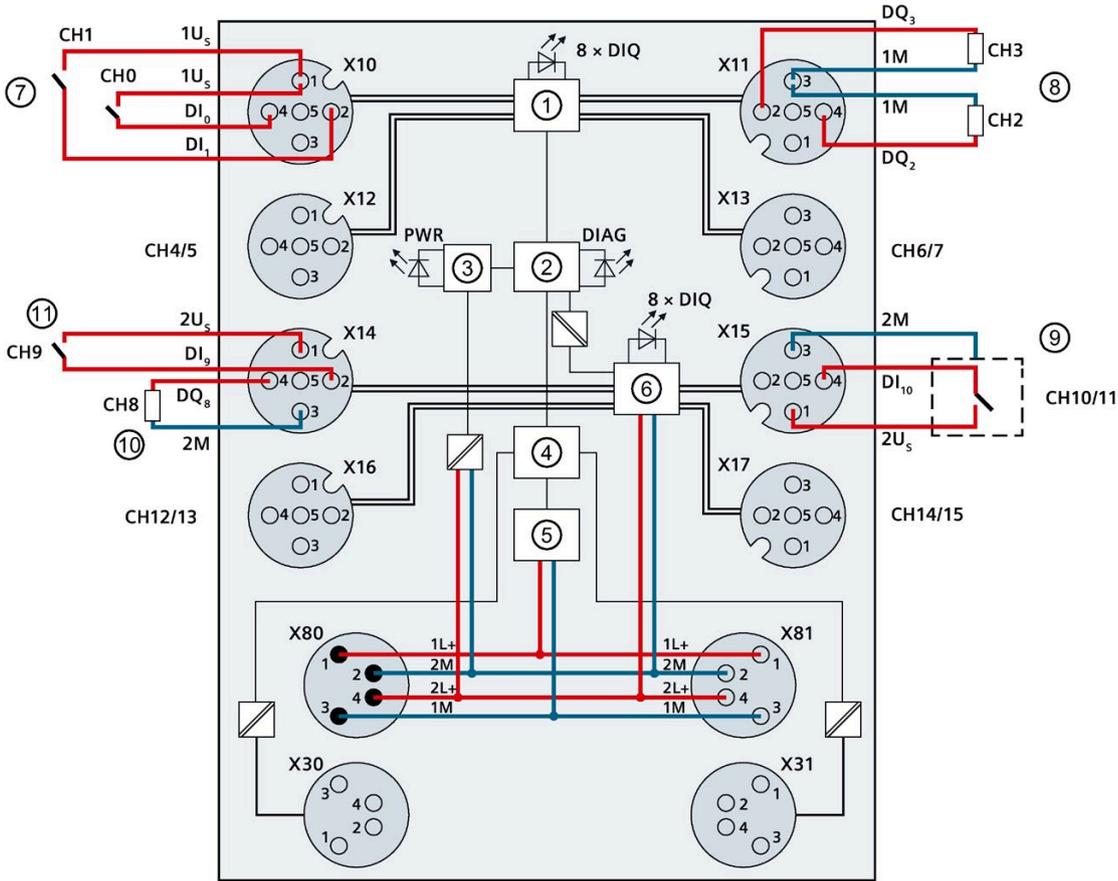
所需空间减少的优势在于，之前分配的地址空间现在可分配给其它进程。

3.2 接线

3.2 接线

3.2.1 端子和方框图

下图举例说明了在数量量输入和输出组态模式中，2 线制和 3 线制连接中信号输入和信号输出的引脚分配。



- | | | | |
|---|--------------------|------------------|----------------------------|
| ① | DI/DQ 电路 (1L+ 未接通) | X81 | 电源电压回路 |
| ② | 微型控制器 | X30 | ET-Connection 的供电 |
| ③ | 监视 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ④ | ET-Connection 接口 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ⑤ | 内部电源电压 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑥ | DI/DQ 电路 (2L+ 接通) | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑦ | 已设置为输入：2 线制连接 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑧ | 已设置为输出 | 1Us | 24 V 编码器电源 |
| ⑨ | 已组态为输入：3 线制连接 | 2Us | 24 V 编码器电源 |
| ⑩ | 已组态为输出 | DIQ _n | 输入/输出信号 |
| ⑪ | 已组态为输入：2 线制连接 | DIQ | 通道状态 LED 指示灯 (0 到 15) (绿色) |

X10 到 X17	通道 0 到 15	DIA	诊断状态 LED 指示灯 (红色/绿色)
		G	
X80	供电电源电压	PWR	电源电压 2L+ 的 LED 指示灯 (绿色)

图 3-1 数字量输入和输出组态模式的接线图与方框图

3.2.2 引脚分配

说明

颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

注意

24 V 编码器电源 1Us/2Us

只能通过数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 和 2Us 为编码器进行供电。

3.2 接线

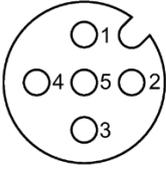
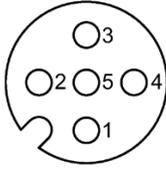
组态模式 DIQ 和 DIQ 中的数字量输入/数字量输出的插座引脚分配和值状态

下表列出了连接数字量输入/数字量输出的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入/数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12	X11, X13
1	24 V 编码器电源 1U _s (由 1L+ 供电, 未接通)		
2	输入/输出信号 DIQ ₁ : 连接器 X10 输入/输出信号 DIQ ₃ : 连接器 X11 输入/输出信号 DIQ ₅ : 连接器 X12 输入/输出信号 DIQ ₇ : 连接器 X13		
3	接地 1M		
4	输入/输出信号 DIQ ₀ : 连接器 X10 输入/输出信号 DIQ ₂ : 连接器 X11 输入/输出信号 DIQ ₄ : 连接器 X12 输入/输出信号 DIQ ₆ : 连接器 X13		
5	功能性接地 FE		

表格 3-2 数字量输入/数字量输出的引脚分配

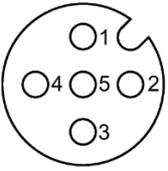
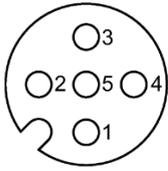
引脚	分配	插座的正视图	
		X14、X16	X15、X17
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
2	输入/输出信号 DIQ ₉ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₁ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₃ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₅ : 连接器 X17		
3	接地 2M		
4	输入/输出信号 DIQ ₈ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₀ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₂ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

3.2 接线

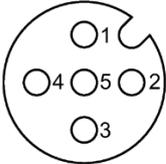
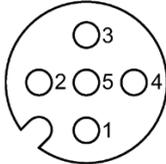
组态模式 DQ16 中数字量输入/数字量输出的插座引脚分配

下表列出了组态模式 DQ16 中连接数字量输入/数字量输出的 8 个插座的引脚分配。
在此组态模式下，插座引脚 2 和 4 始终分配给输出信号。

表格 3-3 数字量输入/数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12	X11, X13
1	24 V 编码器电源 1Us (由 1L+ 供电, 未接通)		
2	输出信号 DQ ₁ : 连接器 X10 输出信号 DQ ₃ : 连接器 X11 输出信号 DQ ₅ : 连接器 X12 输出信号 DQ ₇ : 连接器 X13		
3	接地 1M		
4	输出信号 DQ ₀ : 连接器 X10 输出信号 DQ ₂ : 连接器 X11 输出信号 DQ ₄ : 连接器 X12 输出信号 DQ ₆ : 连接器 X13		
5	功能性接地 FE		

表格 3-4 数字量输入/数字量输出的引脚分配

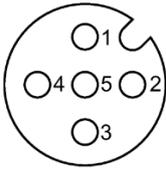
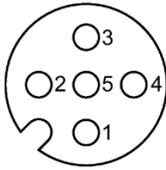
引脚	分配	插座的正视图	
		X14、X16	X15、X17
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
2	输出信号 DQ ₉ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₁₁ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₁₃ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₁₅ : 连接器 X17		
3	接地 2M		
4	输出信号 DQ ₈ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₁₀ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₁₂ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

3.2 接线

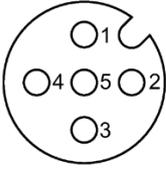
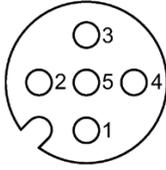
组态模式 DI8/DQ8 中数字量输入/数字量输出的插座引脚分配

下表列出了组态模式 DI8/DQ8 中连接数字量输入/数字量输出的 8 个插座的引脚分配。在此组态模式下，插座 X10 至 X13 的引脚 2 和 4 始终分配给输入信号，插座 X14 至 X17 的引脚 2 和 4 始终分配给输出信号。

表格 3-5 数字量输入/数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12	X11, X13
1	24 V 编码器电源 1Us (由 1L+ 供电, 未接通)		
2	输入信号 DI1 : 连接器 X10 输入信号 DI3 : 连接器 X11 输入信号 DI5 : 连接器 X12 输入信号 DI7 : 连接器 X13		
3	接地 1M		
4	输入信号 DI6 : 连接器 X10 输入信号 DI2 : 连接器 X11 输入信号 DI4 : 连接器 X12 输入信号 DI6 : 连接器 X13		
5	功能性接地 FE		

表格 3-6 数字量输入/数字量输出的引脚分配

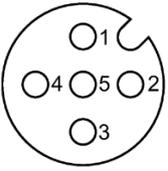
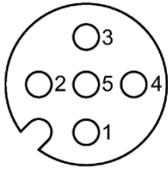
引脚	分配	插座的正视图	
		X14、X16	X15、X17
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
2	输出信号 DQ ₉ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₁₁ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₁₃ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₁₅ : 连接器 X17		
3	接地 2M		
4	输出信号 DQ ₈ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₁₀ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₁₂ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

3.2 接线

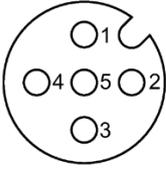
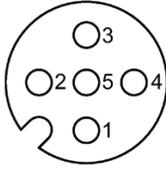
组态模式 DIQ MIX 中数字量输入/数字量输出的插座引脚分配

下表列出了组态模式 DIQ MIX 中连接数字量输入/数字量输出的 8 个插座的引脚分配。
在此组态模式下，插座引脚 2 始终分配给输入信号，引脚 4 始终分配给输出信号。

表格 3-7 数字量输入/数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12	X11, X13
1	24 V 编码器电源 1Us (由 1L+ 供电, 未接通)		
2	输入信号 DI ₁ : 连接器 X10 输入信号 DI ₃ : 连接器 X11 输入信号 DI ₅ : 连接器 X12 输入信号 DI ₇ : 连接器 X13		
3	接地 1M		
4	输出信号 DQ ₀ : 连接器 X10 输出信号 DQ ₂ : 连接器 X11 输出信号 DQ ₄ : 连接器 X12 输出信号 DQ ₆ : 连接器 X13		
5	功能性接地 FE		

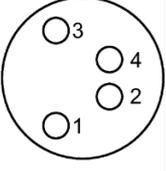
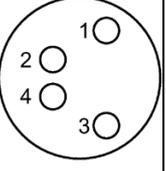
表格 3-8 数字量输入/数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X14、X16	X15、X17
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
2	输入信号 DI ₉ : 连接器 X14 输入信号 DI ₁₁ : 连接器 X15 输入信号 DI ₁₃ : 连接器 X16 输入信号 DI ₁₅ : 连接器 X17		
3	接地 2M		
4	输出信号 DQ ₈ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₁₀ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₁₂ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 3-9 ET-Connection 的引脚分配

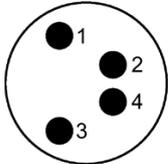
引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET-Connectio n OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

3.2 接线

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

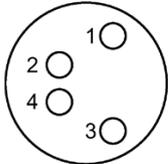
表格 3-10 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆线芯的颜色分配	连接器的正视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-11 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆线芯的颜色分配	插座的正视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意
<p>ET-Connection/电源电压</p> <p>遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。</p> <p>混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。</p>

3.3 参数/地址空间

3.3.1 参数

下表列出了数字量输入和输出组态模式中 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 数字量输入 / 输出模块的参数。

表格 3- 12 参数

参数	值范围	默认值	适用范围
诊断：负载电压 2L+ 缺失	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块 (编码器电源或 输出接地短路)
对 CPU/主站 STOP 模式的响应	<ul style="list-style-type: none"> • 关断 • 保留上一个值 • 输出替代值 	关断	模块 (数字量输出)
可任意组态的通道*	<ul style="list-style-type: none"> • DI • DQ 	DI	通道
替代值通道	<ul style="list-style-type: none"> • 0 • 1 	0	通道 (数字量输出)
输入延时**	<ul style="list-style-type: none"> • 0.05 ms • 0.1 ms • 0.4 ms • 0.8 ms • 1.6 ms • 3.2 ms • 12.8 ms • 20 ms 	3.2 ms	通道 (数字量输入)

* = 只能在 DIQ 或带有值状态组态模式的 DIQ 中设置。

** = 在 DQ16 模式中不可用。通道 8 到 15 的输入延时只能组态为 1.6 ms 或更高值。

3.3 参数/地址空间

3.3.2 参数说明

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

编码器电源或输出接地短路时，启用该诊断。

可任意分配的通道

通过该参数，可设置将该通道操作为输入或输出。
该参数只能在 DIQ 或带有值状态组态模式的 DIQ 中设置。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

通过该参数，可设置 CPU/主站转入 STOP 模式后特定通道的响应，这些通道组态为数字量输入/输出模块的输出：

- 取消激活：将关断数字量输出的电源。
- 保留上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：该模块将输出所组态的替代值。

替代值通道

通过该参数，可设置数字量输出的替代值。

输入延时

该参数可用于避免信号故障。仅当信号发生更改且持续时间超出设置的输入延时时间时，才能检测到。

该参数在 DQ16 模式下无法设置。

3.3.3 地址空间

根据所选择的组态模式，DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 数字量输入/输出模块在过程映像输入 (PII) 或过程映像输出 (PIQ) 中占用的字节数量不同。

下图显示了地址空间的不同分配方式。

说明

通道的参数分配

在数字量输入和输出组态模式中，根据具体组态，可对所有通道进行用户组态，或采用固定组态

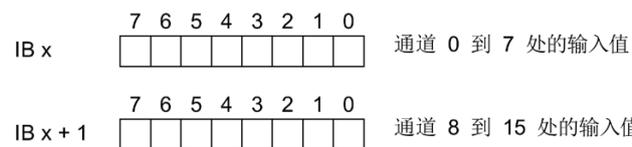
如果将通道组态为输入，则输出数据中的相应值不会触发任何响应。

如果将通道组态为输出，则过程映像中的输入值为 0。

DIQ 组态模式，不带值状态

下图显示了在不带值状态的 DIQ 组态模式（质量信息，QI）中，DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 数字量输入 / 输出模块的地址空间分配。

过程映像输入 (PII) 中的分配



过程映像输出 (PIQ) 中的分配

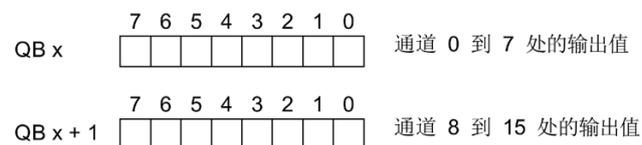


图 3-2 不带值状态的 DIQ 组态模式中的地址空间

3.3 参数/地址空间

DIQ 组态模式，带有值状态

下图显示了在带有值状态的组态方式 DIQ（质量信息，QI）中，数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的地址空间分配。

如果值状态由 PROFINET 接口模块进行组态，则该值状态的地址空间将由模块进行分配。

过程映像输入 (PII) 中的分配



过程映像输出 (PIQ) 中的分配

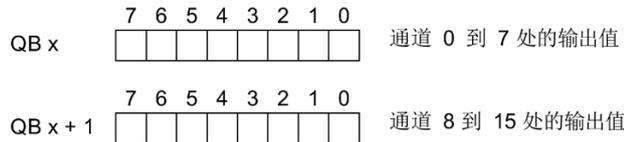


图 3-3 带有值状态的 DIQ 组态模式中的地址空间

组态模式 DQ16

在 DQ16 组态模式中，固定的参数分配可显著减少地址空间。

过程映像输出 (PIQ) 中的分配

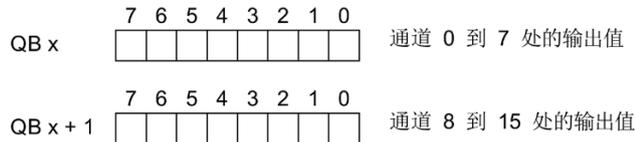


图 3-4 DQ16 组态模式中的地址空间

DI8/DQ8 组态模式

在 DI8/DQ8 组态模式中，为特定分配固定的参数可显著减少地址空间。



图 3-5 DI8/DQ8 组态模式中的地址空间

组态模式 DIQ MIX

在 DIQ MIX 组态模式中，固定的通道参数分配可显著减少地址空间。



图 3-6 DIQ MIX 组态模式中的地址空间

3.3 参数/地址空间

评估值状态

如果数字量输入/数字量输出模块启用了值状态，则将占用输入地址空间中另外 4 个字节。这些输入的值状态将分配给输入字节 $x + 2$ 和 $x + 3$ 。输出的值状态将分配给输入字节 $x + 4$ 和 $x + 5$ 。该附加信息用于提供有关数字值或通道状态有效性的信息。

位 = 1 : 通道上无错误。

位 = 0 : 通道上有错误。

如果将该通道组态为输入，则意味着：

- 编码器电源接地短路；
- 参数错误；
- 通道 8 到 15 : 负载电压 2L+ 缺失

如果将该通道组态为输出，则意味着：

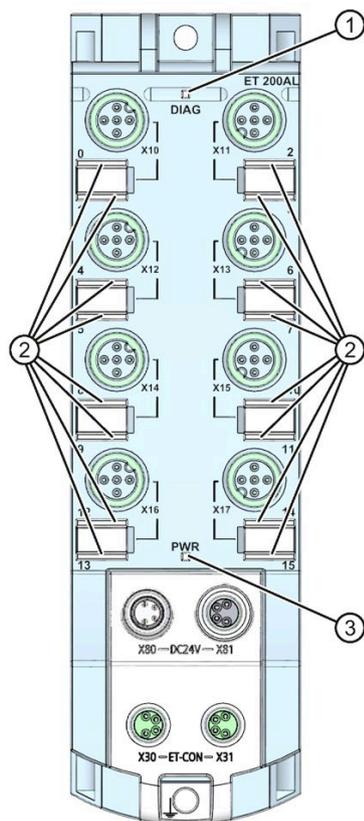
- 输出接地短路；
- 参数错误；
- 通道 8 到 15 : 负载电压 2L+ 缺失

3.4 中断/诊断报警

3.4.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了数字量输入模块/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 15) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 3-7 LED 指示灯

3.4 中断/诊断报警

LED 指示灯的含义

下表列出了状态和错误指示灯的不同含义。有关诊断报表的补救测量的相关信息，请参见“诊断报警 (页 36)”章节。

DIAG LED 指示灯

表格 3- 13 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 3- 14 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

PWR LED 指示灯

表格 3- 15 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

3.4.2 中断

组态方式 DIQ 中的数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 支持诊断中断。

诊断中断

发生以下事件时，该数字量输入/数字量输出模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路；
- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低
- 参数分配错误

3.4 中断/诊断报警

3.4.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输入/数字量输出模块上的 LED DIAG 指示灯红色闪烁。

例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 3-16 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路 ¹	1H	编码器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 排除短路故障
		输出接地短路	
参数分配错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配
负载电压 2L+ 缺失 ²	11H	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> 检查电源电压 检查模块

1：如果编码器电源发生接地短路，则通常输出诊断报警“短路”。即使所有通道都组态为输出，也会输出该报警。

2：如果使用 ET 200AL 模块连接 ET 200SP 分布式 I/O 系统，则将显示诊断报警“负载电压缺失”。

说明

通道类型

在诊断事件中，数字量输入/数字量输出模块通常标记为一个混合模块（通道类型“输入/输出”。即使将该数字量输入/数字量输出模块专门组态为输出模块或输入模块，也同样如此。

计数

计数功能

计数是指对事件数量进行检测和求和。模块各计数器用于检测编码器信号和脉冲，并相应地对其进行评估，例如：

- 用于对常规事件进行计数直到最大限值
- 用于包括重复计数过程的应用

通过数字量输入/数字量输出模块上计数器的数字量输入，可对计数过程进行控制。通过与用户程序无关的比较结果，可将该计数器的数字量输出精准控制为所定义的计数器值。

通过下文介绍的功能，可对相应计数器的特性进行参数设置。

计数器限值

计数器值用于定义系统可使用的计数值范围。计数器限值可以组态，并且可在运行期间通过用户程序进行修改。

可调整的最大计数限值为 $2^{31}-1$ ，可调整的最小计数限值为 -2^{31} 。

超出计数限值时，可选择继续计数或停止计数（自动门停止）。发生计数值上溢或下溢时，系统将置位反馈接口中的一个相应事件位。计数值将跳转为其它相应的计数限值。

起始值

可在计数器限值内组态起始值。运行期间可以通过用户程序修改起始值。

加载值

除了进行参数设置，还可通过控制接口中的加载值对计数特性进行影响。根据控制字节中包含的加载请求位序列 (LD_SLOT)，可将加载值 (SLOT) 加载为当前计数值、起始值、比较值或计数限值。

如果重新对该模块进行参数设置，则系统将自动覆盖已加载的值。因此，在重新进行参数设置后，必要时需再次通过控制接口对值进行调整。

比较值

指定一个比较值，不使用用户程序直接控制相关的计数输出。
在运行过程中，可通过用户程序对比较值进行参数设置和更改。

门控制

软件门和硬件门一同构成了内部门。仅当内部门打开时，模块才计数。
通过数字量输入 DI₄ 和 DI₆，可从外部控制硬件门。而通过用户程序，则可控制软件门。
通过参数设置，可在 2xCount 组态方式中激活并使用硬件门。

计数方向

计数方向可通过特定计数器的方向指定，也可在计数器的参数分配中指定。
通过数字量输入 DI₅ 和 DI₇，可控制计数方向。通过参数设置，可在 2xCount 组态方式中激活并使用方向输入。

组态方式的概述

下表列出了组态方式 2xCount 和 4xCount 中的通道特性。

此时，可使用 DI₀ 和 DI₂（组态方式 2xCount）进行计数，也可通过 DI₀、DI₂、DI₄ 和 DI₆ 进行计数（组态方式 4xCount）。

表格 4-1 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的组态方式

特性	组态方式		
	2xCount (页 40)	4xCount (页 64)	
计数器数量	2	4	
计数器宽度, 最大计数频率	32 位, 2 kHz	32 位, 2 kHz	
计数器输入	通道 0、2	通道 0、2、4、6	
计数输出	通道 1、3	通道 1、3、5、7	
门停止/启动的输入 ¹	通道 4、6	-	
计数方向的输入 ¹	通道 5、7	-	
可任意设置的通道数量	8	8	
可设置的输入延时 ²	0.05 ms 到 20 ms	0.05 ms 到 20 ms	
过程数据的长度	输入	14 个字节	26 个字节
	输出	14 个字节	26 个字节

¹ : 通过参数分配，还可用作默认的数字量输入，即“的数字量输入无功能”。

² : 通道 8 到 15 的输入延时只能设置为 1.6 ms 或更高值。

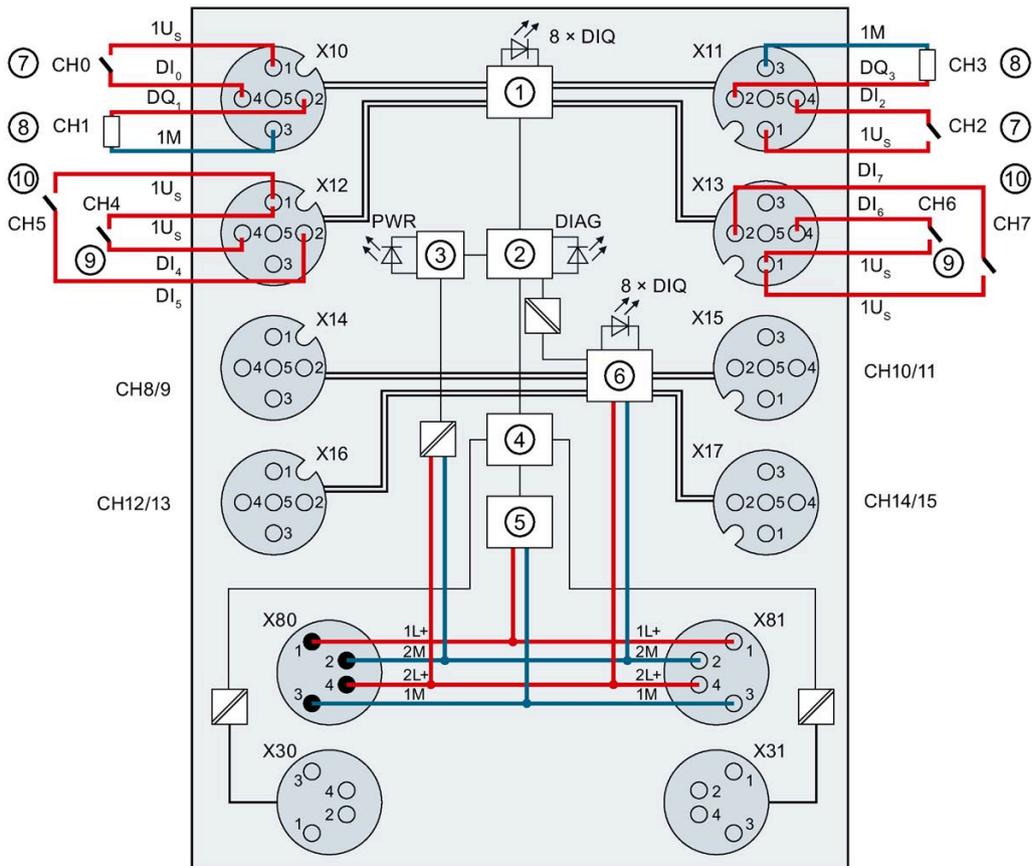
4.1 组态方式 2xCount

4.1 组态方式 2xCount

4.1.1 接线

4.1.1.1 端子和方框图

下图举例说明了组态方式 Count (2xCount) 中计数器的引脚分配。有关通道 8 到 15 可任意分配时的连接示例，请参见“组态方式 DIQ”章节中的“端子和方框图 (页 16)”部分。



- | | | | |
|---|-------------------------|------------------|---------------------|
| ① | DI/DQ 电路 (1L+ 未接通) | X81 | 电源电压回路 |
| ② | 微型控制器 | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ③ | 监视 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ④ | ET-Connection 接口 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ⑤ | 内部电源电压 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑥ | DI/DQ 电路 (2L+ 接通) | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑦ | 输入计数器计数 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑧ | 计数器的 DQ | 1Us | 24 V 编码器电源 |
| ⑨ | 门启动/停止 (电平控制) 或数字量输入无功能 | DIQ _n | 输入/输出信号 |

⑩	计数方向或数字量输入无功能	DIQ	通道状态 LED 指示灯 (0 到 15) (绿色)
X10 到 X17	通道 0 到 15	DIA	诊断状态 LED 指示灯 (红色/绿色)
		G	
X80	馈入电源电压	PWR	电源电压 2L+ 的 LED 指示灯 (绿色)

图 4-1 组态方式 2xCount 的接线图与方框图

4.1.1.2 引脚分配

说明

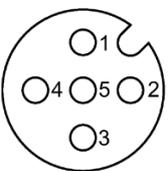
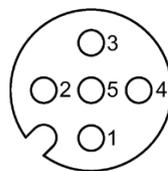
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

计数通道和数字量输入 / 输出的插座引脚分配

下表列出了连接计数通道的 4 个插座的引脚分配。

表格 4-2 计数通道的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10、X12	X11、X13
1	24 V 编码器电源 1Us (由 1L+ 供电, 未接通)		
2	计数器 0 的计数输出 : 连接器 X10 计数器 1 的计数输出 : 连接器 X11 计数器 0 的计数方向或 输入信号 DI5 : 连接器 X12 计数器 1 的计数方向或 输入信号 DI7 : 连接器 X13		
3	接地 1M		
4	计数器 0 的计数输入 : 连接器 X10 计数器 1 的计数输入 : 连接器 X11 计数器 0 的计数方向或 输入信号 DI4 : 连接器 X12 计数器 1 的计数方向或 输入信号 DI6 : 连接器 X13		
5	功能性接地 FE		

注意

24 V 编码器电源 1Us

只能通过数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器进行供电。

下表列出了连接数字量输入/数字量输出的 4 个插座的引脚分配。

表格 4-3 数字量输入/数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X14、X16	X15、X17
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
2	输入/输出信号 DIQ ₉ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₁ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₃ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₅ : 连接器 X17		
3	接地 2M		
4	输入/输出信号 DIQ ₈ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₀ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₂ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

注意

24 V 编码器电源 2Us

只能通过数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 2Us 为编码器进行供电。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 4-4 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET- -Connection IN)	X31 插座 (ET-Connectio n OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

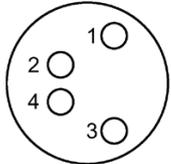
表格 4-5 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆线芯的颜 色分配	连接器的正视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 4-6 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆线芯的颜色分配	插座的正视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

4.1 组态方式 2xCount

4.1.2 参数/地址空间

4.1.2.1 参数

在数字量输入/数字量模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的组态方式 2xCount 中，通道 0 到 7 由计数功能使用。通道 8 到 15 可任意设置参数。

下表列出了该模块的常规参数。

表格 4-7 常规参数

参数	值范围	默认值	适用范围
诊断：负载电压 2L+ 缺失	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	模块
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	模块 (编码器电源或 输出接地短路)
CPU/主站转入 STOP 模式时的特性 (通道 8 到 15)	<ul style="list-style-type: none"> 关断 保留上一个值 输出替代值 	关断	模块 (数字量输出)

下表列出了计数器 0 和计数器 1 的参数。

表格 4-8 计数器 0 和计数器 1 的参数

参数	值范围	默认值	适用范围
计数器 0 (DI0)、计数器 1 (DI2) 的计数特性			
输入延时 DI	<ul style="list-style-type: none"> 0.05 ms 0.1 ms 0.4 ms 0.8 ms 1.6 ms 3.2 ms 12.8 ms 20 ms 	0.05 ms	计数器

参数	值范围	默认值	适用范围
计数方向 ¹	<ul style="list-style-type: none"> 加计数 减计数 	加计数	计数器
边沿选择	<ul style="list-style-type: none"> 上升沿 下降沿 	上升沿	计数器
超过计数限值时的特性	<ul style="list-style-type: none"> 停止计数 继续计数 	停止计数	计数器
比较值	- 2147483648...214748 3647	10	计数器
起始值 ²	- 2147483648...214748 3647	0	计数器
计数值上限	- 2147483648...214748 3647	2147483647	计数器
计数器下限 ²	- 2147483648...214748 3647	0	计数器
计数器 0 (DQ1)、计数器 1 (DQ3) 的特性			
特性 DQ	<ul style="list-style-type: none"> 计数值位于比较值和计数值上限之间 计数值位于比较值和计数值下限之间 	计数值位于比较值和计数值上限之间	计数器
硬件中断 DQ	<ul style="list-style-type: none"> 未激活 发生了 DQ 比较事件 	未激活	计数器
CPU/主站转入 STOP 模式时的 DQ 特性	<ul style="list-style-type: none"> 继续执行 输出替代值 	继续执行	计数器
替代值 DQ	<ul style="list-style-type: none"> 0 1 	0	计数器

参数	值范围	默认值	适用范围
计数器 0 (DI4)、计数器 1 (DI6) 的特性			
特性 DI	<ul style="list-style-type: none"> • 数字量输入无功能 • 门启动/停止 (电平控制) 	数字量输入无功能	计数器
计数器 0 (DI5)、计数器 1 (DI7) 的特性			
特性 DI	<ul style="list-style-type: none"> • 数字量输入无功能 • 计数方向 	数字量输入无功能	计数器
输入延时 DI	<ul style="list-style-type: none"> • 0.05 ms • 0.1 ms • 0.4 ms • 0.8 ms • 1.6 ms • 3.2 ms • 12.8 ms • 20 ms 	3.2 ms	计数器

¹ : DI5/DI7 设置为方向输入时忽略。

² : 不能通过 GSD 文件进行参数设置

下表列出了可任意分配的通道 8 到 15 的参数。

表格 4-9 可任意分配的通道 8 到 15 的参数

参数	值范围	默认值	适用范围
可任意分配的通道	<ul style="list-style-type: none"> • DI • DQ 	DI	通道
替代值通道	<ul style="list-style-type: none"> • 0 • 1 	0	通道 (数字量输出)
输入延时	<ul style="list-style-type: none"> • 1.6 ms • 3.2 ms • 12.8 ms • 20 ms 	3.2 ms	通道 (数字量输入)

参见

引脚分配 (页 41)

4.1.2.2 参数说明

常规参数

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

编码器电源或输出接地短路时，启用该诊断。

CPU/主站转入 STOP 模式时的特性（通道 8 到 15）

通过该参数，可设置数字量输出在 CPU/主站转入 STOP 模式时的响应。

可任意分配的通道 8 到 15 的特性 DQ：

- 禁用：将关断数字量输出的电源。
- 保留上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：数字量输出将输出一个所组态的替代值。

参数计数功能

输入延时 DI

该参数可用于抑制信号故障。仅当信号更改的持续未决时间大于设置的输入延时时间时，才能检测到。

说明

影响计数频率

在设置输入延时时间时，应考虑到计数器频率的值较高时可能会自动降低。要达到最大计数频率 2 kHz，需选择一个小于 0.4 ms 的输入延时。

计数方向

通过该参数，可选择计数的执行方向：

- 加计数
- 减计数。

说明

如果将 DI₅ 或 DI₇ 参数设置为相应计数器中的方向输入，则该参数无效。

边沿选择

通过该参数，可选择进行计数的边沿：

- 上升沿：
相应的计数器将在计数器输入的所有上升沿进行计数。
- 下降沿：
相应的计数器将在计数器输入的所有下降沿进行计数。

说明

如果将 DI₅ 或 DI₇ 参数设置为相应计数器中的方向输入，且在运行过程中计数方向发生改变，则系统将自动调整计数边沿（变更为相反边沿）。

超过计数限值时的特性

通过该参数，可选择加计数过程中超出计数上限时的特性，或减计数过程中超出计数下限时的特性：

- 停止计数：
超出计数限值后，内部门将关闭。计数过程将停止。计数器值将置位为反向计数的计数限值。要再次开始计数，则需关闭软件门后再重新打开。
- 继续计数：
超出计数限值后，计数器值将置位为反向计数的计数限值并继续计数。

比较值

通过该参数，可指定比较值。

公式：

- 计数值下限 \leq 比较值 \leq 计数值上限

起始值

通过该参数，可指定起始值。

公式：

- 计数值下限 \leq 起始值 \leq 计数值上限

计数值上限

通过该参数，可指定计数值的上限。

公式：

- 计数值下限 \leq 计数值上限 $\leq 2147483647 (2^{31} - 1)$

计数值下限

通过该参数，可指定计数值的下限。

公式：

- 计数值上限 $>$ 计数值下限 $\geq -2147483648 (-2^{31})$

特性 DQ

通过参数“特性 DQ”，可选择设置计数输出的计数器值

当前计数值满足设置的条件时，系统将设置相关的计数输出。

即，满足以下条件时，计数输出处的信号状态将置位为“1”：

- 计数值位于比较值和计数值上限之间
比较值 \leq 计数值 \leq 计数值上限

或

- 计数值位于比较值和计数值下限之间
计数值下限 \leq 计数值 \leq 比较值

硬件中断 DQ

通过该参数, 可指定“发生了 DQ 比较事件”事件是否生成一个硬件中断。

CPU/主站转入 STOP 模式时的 DQ 特性

通过该参数, 可设置计数器的计数输出在 CPU/主站转入 STOP 模式时计数器中计数输出的响应。

特性 DQ :

- 继续执行计数输出的信号状态将继续由比较条件控制。
- 输出替代值 : 计数输出将输出一个所组态的替代值。

说明

CPU/主站转入 STOP 模式时的计数值

无论计数输出选择何种反应方式, 计数值在 CPU/主站转入 STOP 模式期间将继续基于输入边沿发生改变。即, 计数继续进行。

替代值 DQ

通过该参数, 可设置参数“CPU/主站转入 STOP 模式时的 DQ 特性”(Behavior at CPU/master STOP for DQ) 选择“输出替代值”(Output substitute value) 时计数器中数字量输出的替代值。

特性 DI (门控制)

通过该参数, 可选择为数字量输入指定计数功能, 或将该功能用作标准数字量输入 :

- 门启动/停止 :
数字量输入将影响计数器 0 或计数器 1 的内部门。数字量输入处的信号为“1”时, 计数器的硬件门将打开。数字量输入处的信号为“0”时, 计数器的硬件门将关闭。
- 数字量输入无功能 :
该数字量输入未分配任何计数功能。该输入将用作一个标准数字量输入。

特性 DI (方向控制)

通过该参数, 可选择为数字量输入指定计数功能, 或将该功能用作标准数字量输入 :

- 计数方向 :
该数字量输入将根据具体的执行过程, 反向计数器 0 或计数器 1 的计数方向。数字量输入处的信号为“0”时, 计数器执行加计数。数字量输入处的信号为“1”时, 计数器减计数。
- 数字量输入无功能 :
该数字量输入未分配任何计数功能。该输入将用作一个标准数字量输入。

可任意分配的通道 8 到 15 的参数

可任意分配的通道

通过该参数, 可将该通道设置为用作输入或输出。

输入延时通道

该参数可用于抑制信号干扰。仅当信号更改的持续未决时间大于设置的输入延时时间时, 才能检测到。

替代值通道

通过该参数, 可设置数字量输出的替代值。

参见

反馈接口的分配 (页 56)

4.1.2.3 控制接口的分配

在用户程序中，通过控制接口对计数器和模块中设置为输出的通道 8 到 15 的特性进行影
响。

下图显示了组态方式 2xCount 中过程映像输出内的模块地址分配。

在计数器 0 处，x 表示输出字节 QB 2；在计数器 1 处，需为该输出字节添加 6 个字节。
位数字量输入/数字量输出模块分配不同起始地址时，字节顺序将相应发生改变。

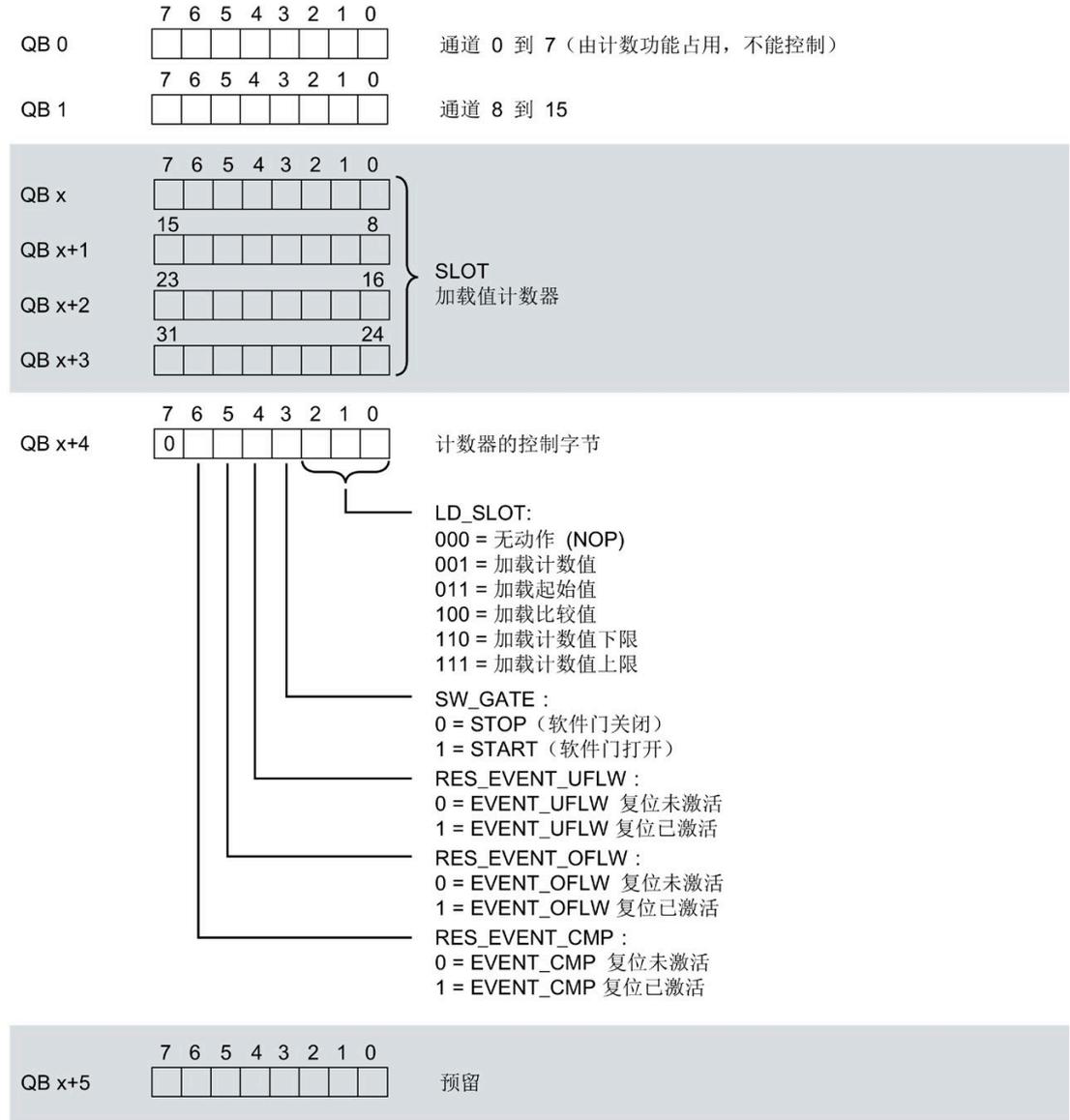


图 4-2 组态方式 2xCount 中地址空间的控制接口

说明

通道的参数分配

将所有通道均用作输入时，输出数据中的相应值不会触发任何响应。

此时，无法通过用户程序对计数输出进行控制。

4.1.2.4 控制接口的说明

表格 4-10 控制位的说明

控制位	说明
SLOT	在这些字节中，可指定相应计数器的加载值。通过加载请求 LD_SLOT，可将预定义的值加载到计数器中。
LD_SLOT	通过该加载请求，可控制待加载 SLOT 中指定的计数器值。 LD_SLOT 发生更改后，计数器将立即执行相应的动作。 如果通过加载请求 LD_SLOT = 011 _b 打开软件门，则每个计数过程都将从 SLOT 中定义的起始值开始计数。 如果指定一个不同的加载请求并打开软件门，则计数过程启动时将使用当前的计数值继续计数。 在硬件门进行参数设置时以及软件门关闭之前，以上两种状况仅可能发生。
SW_GATE	通过该位，可打开和关闭相应计数器的软件门。 软件门和硬件门一同构成了内部门。仅当内部门打开时，模块才计数。 0 表示：软件门关闭 1 表示：软件门打开
RES_EVENT_UFLW	通过该位，可触发相应计数器的反馈位 EVENT_UFLW 中存储的事件复位操作。
RES_EVENT_OFLW	通过该位，可触发相应计数器的反馈位 EVENT_OFLW 中存储的事件复位操作。
RES_EVENT_CMP	通过该位，可触发相应计数器的反馈位 EVENT_CMP 中存储的事件复位操作。

4.1 组态方式 2xCount

4.1.2.5 反馈接口的分配

反馈接口

用户程序将通过反馈接口接收模块的当前值和状态信息。

下图显示了组态方式 2xCount 中过程映像输入内的模块地址分配。

在计数器 0 处, x 表示输入字节 IB 2 ; 在计数器 1 处, 需为该输出字节添加 6 个字节。位数字量输入/数字量输出模块分配不同起始地址时, 字节顺序将相应发生改变。

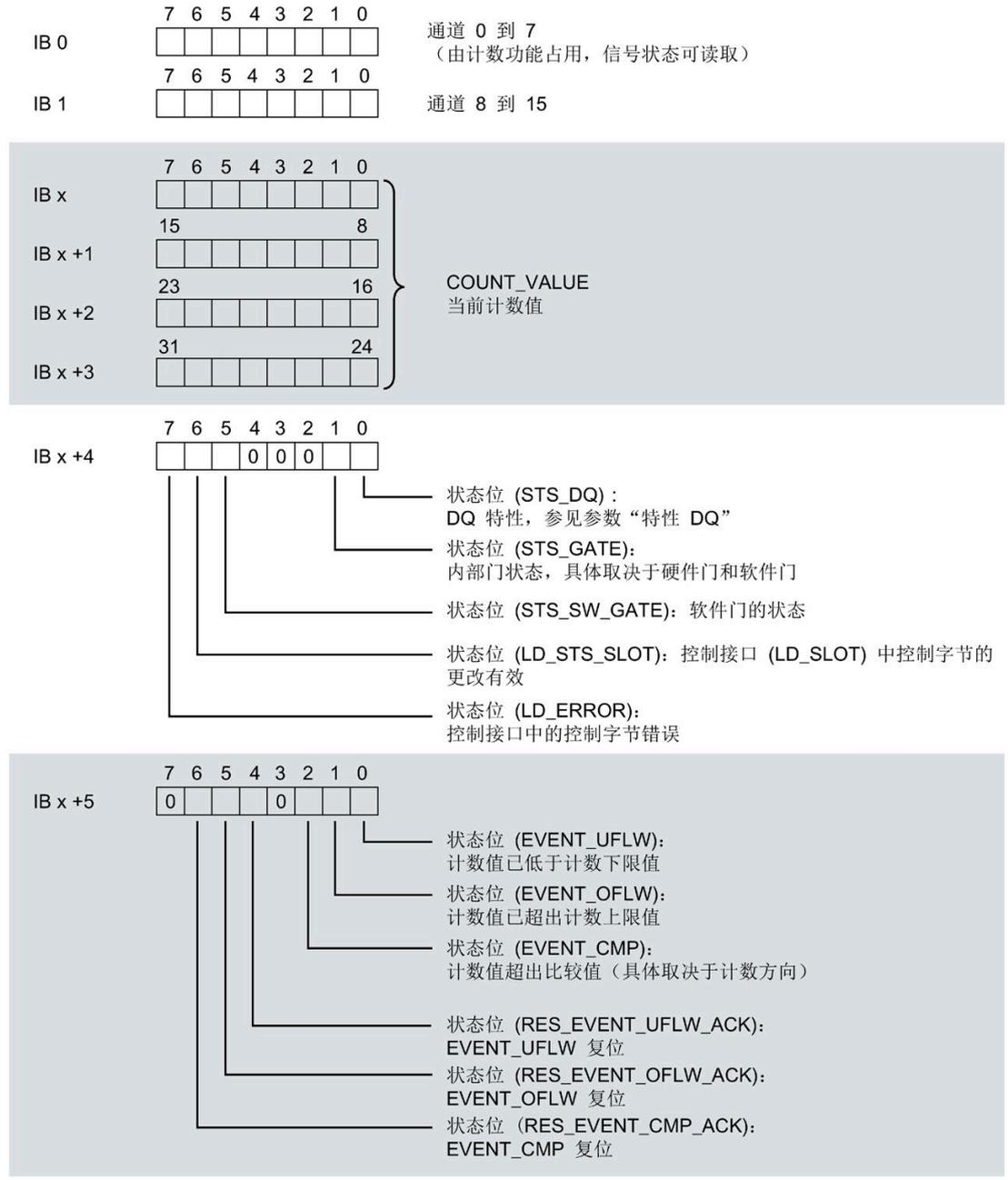


图 4-3 组态方式 2xCount 中地址空间的反馈接口

4.1.2.6 反馈接口的说明

表格 4-11 反馈位的说明

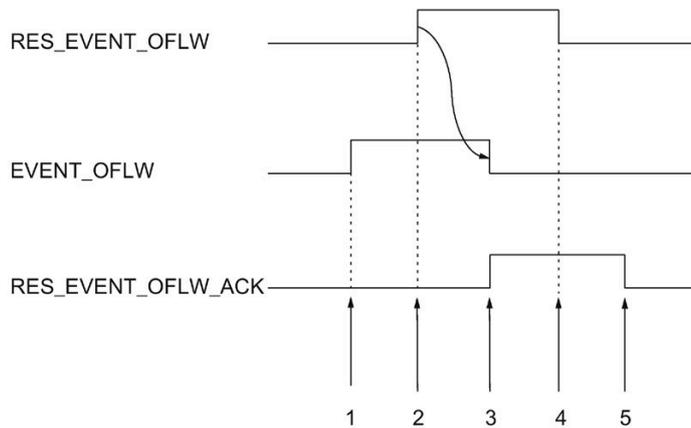
反馈位	说明
COUNT_VALUE	该值用于为相应计数器提供当前计数值。
STS_DQ	该位将返回计数输出的当前信号状态。
STS_GATE	<p>软件门和硬件门一同构成了内部门。该位用于表示相应计数器内部门的状态。仅当内部门打开时，模块才计数。</p> <p>0 表示：内部门已关闭 / 计数器不计数 1 表示：内部门打开 / 计数器计数</p> <p>注： 在断开/接通电源或发生参数更改后，已更改计数器中的所有值将重新传送到模块中。在此过程中，相应计数器的内部门将关闭，计数值置位为起始值。关闭并打开相应的软件门，重新启动计数过程。</p> <p>注： 使用 PROFIBUS 接口模块时，CPU/主站将在通信断开/重新连接后自动生成“上升沿”信号。计数过程将继续进行。</p>
STS_SW_GATE	<p>该位用于显示软件门的状态。</p> <p>0 表示：软件门关闭 1 表示：软件门打开</p>
LD_STS_SLOT	该位通过相应计数器的状态更改（切换）指示控制接口的加载是否成功。
LD_ERROR	<p>该位用于指示加载控制接口的过程中相应计数器是否发生错误。加载值未接受。</p> <p>满足以下某个条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 计数值下限 > 计数值 • 计数值下限 > 起始值 • 计数值下限 > 比较值 • 计数值 > 计数值上限 • 起始值 > 计数值上限 • 比较值 > 计数值上限 • 计数值下限 ≥ 计数值上限 • LD_SLOT 中的加载请求无效

反馈位	说明
EVENT_UFLW	该位用于显示相应计数器是否发生下溢（值低于计数值下限）。 通过 RES_EVENT_UFLW 确认，可复位该状态。
EVENT_OFLW	该位用于显示相应计数器是否发生上溢（值超过计数值上限）。 通过 RES_EVENT_OFLW 确认，可复位该状态。
EVENT_CMP	该位用于显示相应计数器是否发生使用该比较值的比较事件。 通过 RES_EVENT_CMP 确认，可复位该状态。 如果将计数值置位为起始值，则不置位 EVENT_CMP 位。
RES_EVENT_UFLW_ACK	该位用于显示相应计数器是否激活事件位 EVENT_UFLW 的复位操作。
RES_EVENT_OFLW_ACK	该位用于显示相应计数器是否激活事件位 EVENT_OFLW 的复位操作。
RES_EVENT_CMP_ACK	该位用于显示相应计数器是否激活事件位 EVENT_CMP 的复位操作。

全部确认原则

根据全部确认原则，确认存储的各个位。

下图举例说明了发生上溢时全部确认原则的操作过程。



- ① 反馈位 EVENT_OFLW 将设置为溢出位的一个存储事件。
- ② 设置控制位 RES_EVENT_OFLW，启动 EVENT_OFLW 复位操作。
- ③ 识别到 EVENT_OFLW 复位操作时，反馈位 RES_EVENT_OFLW_ACK 将置位。
- ④ 复位控制位 RES_EVENT_OFLW。
- ⑤ 复位反馈位 RES_EVENT_OFLW_ACK。

图 4-4 确认原则

说明

启动对事件位的复位操作时，需等待相应反馈位的结果。之后，可执行其它复位操作。

说明

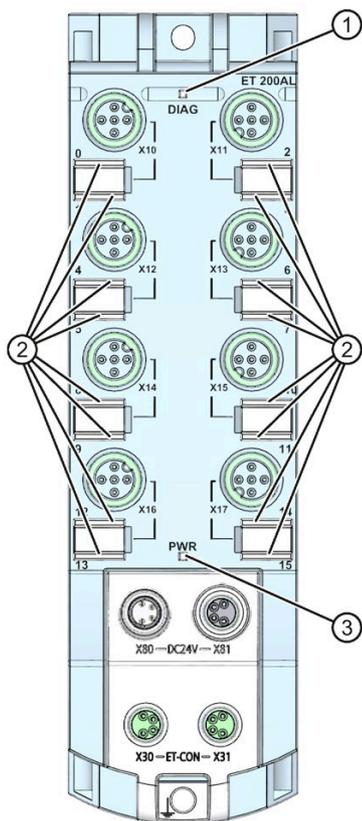
打开软件门或硬件门（0 到 1 转换），将复位所有的事件位。

4.1.3 中断/诊断报警

4.1.3.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了数字量输入模块/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 15) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 4-5 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表列出了状态和错误指示灯的不同含义。有关诊断报表的补救测量的相关信息，请参见“诊断报警 (页 63)”章节。

DIAG LED 指示灯

表格 4- 12 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 4- 13 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

PWR LED 指示灯

表格 4- 14 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

4.1 组态方式 2xCount

4.1.3.2 中断

组态方式 2xCount 中的数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 支持诊断中断和硬件中断。

诊断中断

发生以下事件时，该数字量输入/数字量输出模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路；
- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低
- 参数分配错误

硬件中断

发生以下事件时，模块将生成硬件中断：

- 发生了 DQ 比较事件

有关错误事件的详细信息，请参见指令“RALRM”（读取更多中断信息）的硬件中断组织块以及 STEP 7 在线帮助。

在组织块的起始信息中，输入触发硬件中断的模块通道。下图显示了本地数据中地址为 8 的双字各个位的分配。

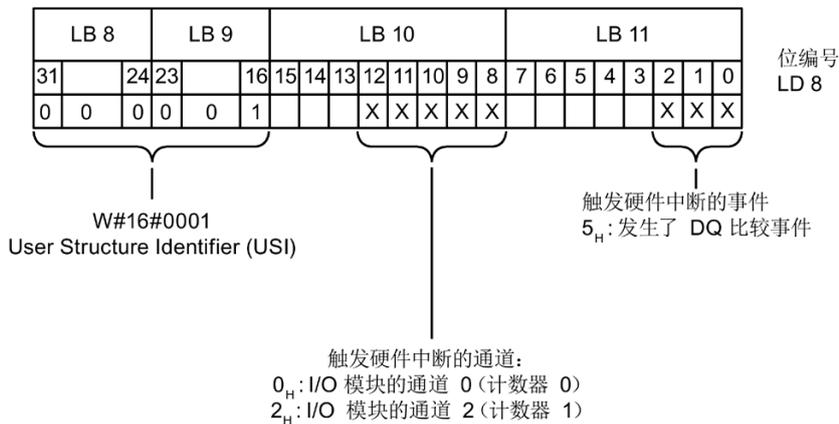


图 4-6 组态方式 2xCount 中组织块的启动信息

4.1.3.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输入/数字量输出模块上的 LED DIAG 指示灯红色闪烁。

例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 4- 15 诊断报警及其含义和纠正措施

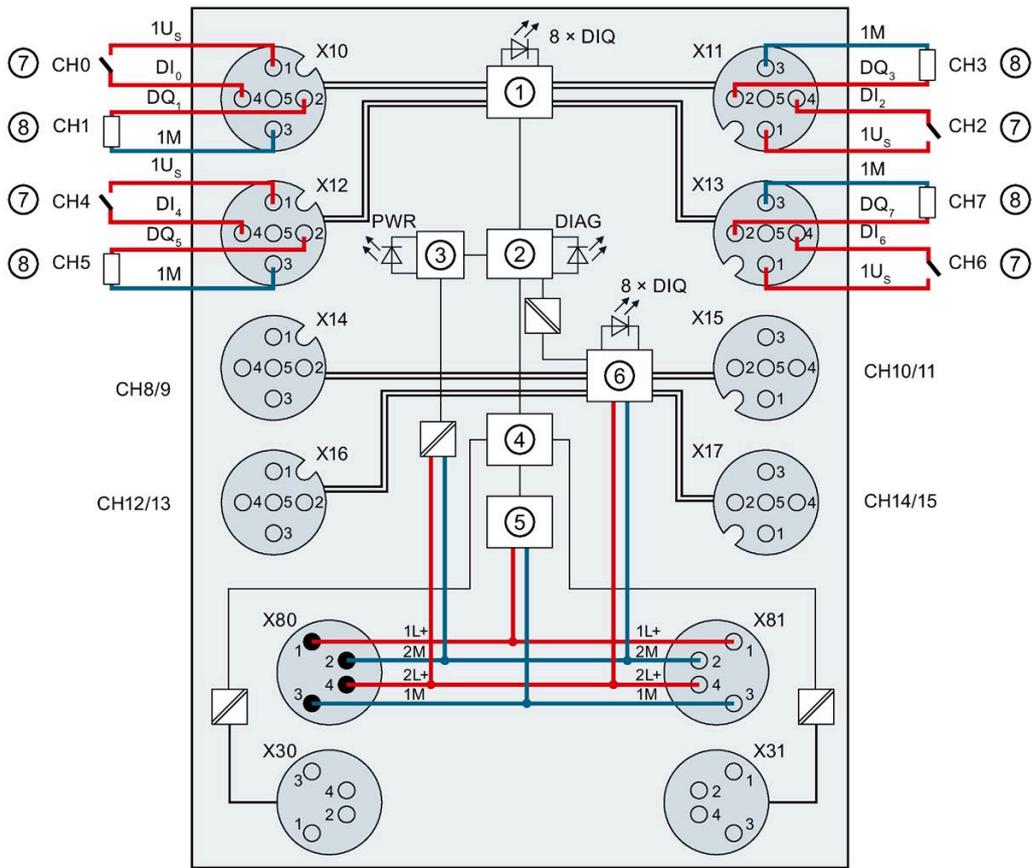
诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路 ¹	1H	编码器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 排除短路故障
		输出接地短路	
参数分配错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配
负载电压 2L+ 缺失 ²	11H	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> 检查电源电压 检查模块
硬件中断丢失	16H	由于未决的硬件中断过多，至少一个硬件中断无法发送。	修正程序或过程
<p>¹ 如果编码器电源发生接地短路，则通常输出诊断报警“短路”。即使所有通道都组态为输出，也会输出该报警。</p> <p>² 如果使用 ET 200AL 模块连接 ET 200SP 分布式 I/O 系统，则将显示诊断报警“负载电压缺失”。</p>			

4.2 组态方式 4xCount

4.2.1 接线

4.2.1.1 端子和方框图

下图举例说明了组态方式 Count (4xCount) 中计数器的引脚分配。有关通道 8 到 15 可任意分配时的连接示例，请参见“组态方式 DIQ”章节中的“端子和方框图 (页 16)”部分。



- | | | | |
|-----------|--------------------|------------------|----------------------------|
| ① | DI/DQ 电路 (1L+ 未接通) | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ② | 微型控制器 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ③ | 监视 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ④ | ET-Connection 接口 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑤ | 内部电源电压 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑥ | DI/DQ 电路 (2L+ 接通) | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑦ | 输入计数器计数 | 1Us | 24 V 编码器电源 |
| ⑧ | 计数器的 DQ | DIQ _n | 输入/输出信号 |
| X10 到 X17 | 通道 0 到 15 | DIQ | 通道状态 LED 指示灯 (0 到 15) (绿色) |

X80	馈入电源电压	DIA	诊断状态 LED 指示灯 (红色/绿色)
		G	
X81	电源电压回路	PWR	电源电压 2L+ 的 LED 指示灯 (绿色)

图 4-7 组态方式 4xCount 的接线图与方框图

4.2.1.2 引脚分配

说明

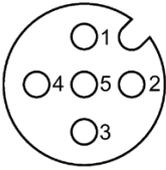
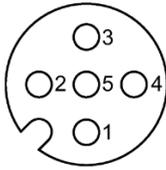
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

计数通道和数字量输入 / 输出的插座引脚分配

下表列出了连接计数通道的 4 个插座的引脚分配。

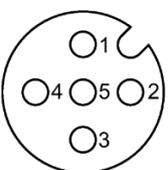
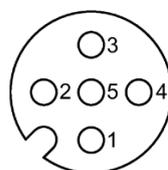
表格 4-16 计数通道的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10、X12	X11、X13
1	24 V 编码器电源 1Us (由 1L+ 供电, 未接通)		
2	计数器 0 的计数输出 : 连接器 X10 计数器 1 的计数输出 : 连接器 X11 计数器 2 的计数输出 : 连接器 X12 计数器 3 的计数输出 : 连接器 X13		
3	接地 1M		
4	计数器 0 的计数输入 : 连接器 X10 计数器 1 的计数输入 : 连接器 X11 计数器 2 的计数输入 : 连接器 X12 计数器 3 的计数输入 : 连接器 X13		
5	功能性接地 FE		

注意
24 V 编码器电源 1Us 只能通过数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器进行供电。

下表列出了连接数字量输入/数字量输出的 4 个插座的引脚分配。

表格 4-17 数字量输入/数字量输出的引脚分配

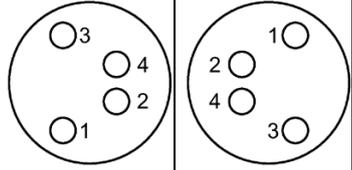
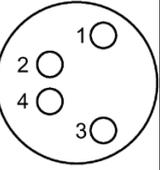
引脚	分配	插座的正视图	
		X14、X16	X15、X17
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
2	输入/输出信号 DIQ ₉ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₁ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₃ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₅ : 连接器 X17		
3	接地 2M		
4	输入/输出信号 DIQ ₈ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₀ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₂ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

注意
24 V 编码器电源 2Us 只能通过数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 2Us 为编码器进行供电。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

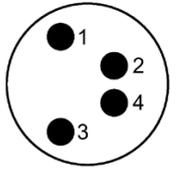
表格 4-18 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET- -Connection IN)	X31 插座 (ET-Connectio n OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

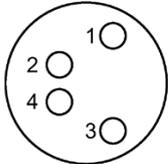
表格 4-19 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆线芯的颜 色分配	连接器的正视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 4- 20 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆线芯的颜色分配	插座的正视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

4.2.2 参数/地址空间

4.2.2.1 参数

在数字量输入/数字量模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的组态方式 4xCount 中，通道 0 到 7 由计数功能使用。通道 8 到 15 可任意设置参数。

下表列出了该模块的常规参数。

表格 4-21 常规参数

参数	值范围	默认值	适用范围
诊断：负载电压 2L+ 缺失	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	模块
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	模块 (编码器电源或 输出接地短路)
CPU/主站转入 STOP 模式时的特性 (通道 8 到 15)	<ul style="list-style-type: none"> 关断 保留上一个值 输出替代值 	关断	模块 (数字量输出)

下表列出了计数器 0 到计数器 3 的参数。

表格 4-22 计数器 0 到计数器 3 的参数

参数	值范围	默认值	适用范围
计数器 0 (DI0)、计数器 1 (DI2)、计数器 2 (DI4) 和计数器 3 (DI6) 的计数特性			
输入延时 DI	<ul style="list-style-type: none"> 0.05 ms 0.1 ms 0.4 ms 0.8 ms 1.6 ms 3.2 ms 12.8 ms 20 ms 	0.05 ms	计数器

参数	值范围	默认值	适用范围
计数方向	<ul style="list-style-type: none"> 加计数 减计数 	加计数	计数器
边沿选择	<ul style="list-style-type: none"> 上升沿 下降沿 	上升沿	计数器
超过计数限值时的特性	<ul style="list-style-type: none"> 停止计数 继续计数 	停止计数	计数器
比较值	- 2147483648...2147 483647	10	计数器
起始值 ¹	- 2147483648...2147 483647	0	计数器
计数值上限	- 2147483648...2147 483647	2147483647	计数器
计数值下限 ¹	- 2147483648...2147 483647	0	计数器
计数器 0 (DQ1)、计数器 1 (DQ3)、计数器 2 (DQ5) 和计数器 3 (DQ7) 的特性			
特性 DQ	<ul style="list-style-type: none"> 计数值位于比较值和计数值上限之间 计数值位于比较值和计数值下限之间 	计数值位于比较值和计数值上限之间	计数器
硬件中断 DQ	<ul style="list-style-type: none"> 未激活 发生了 DQ 比较事件 	未激活	计数器
CPU/主站转入 STOP 模式时的 DQ 特性	<ul style="list-style-type: none"> 继续执行 输出替代值 	继续执行	计数器
替代值 DQ	<ul style="list-style-type: none"> 0 1 	0	计数器

¹ : 不能通过 GSD 文件进行参数设置

下表列出了可任意分配的通道 8 到 15 的参数。

表格 4- 23 可任意分配的通道 8 到 15 的参数

参数	值范围	默认值	适用范围
可任意分配的通道	<ul style="list-style-type: none"> • DI • DQ 	DI	通道
替代值通道	<ul style="list-style-type: none"> • 0 • 1 	0	通道 (数字量输出)
输入延时	<ul style="list-style-type: none"> • 1.6 ms • 3.2 ms • 12.8 ms • 20 ms 	3.2 ms	通道 (数字量输入)

参见

引脚分配 (页 65)

4.2.2.2 参数说明

常规参数

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

编码器电源或输出接地短路时，启用该诊断。

CPU/主站转入 STOP 模式时的特性（通道 8 到 15）

通过该参数，可设置数字量输出在 CPU/主站转入 STOP 模式时的响应。

可任意分配的通道 8 到 15 的特性 DQ：

- 禁用：将关断数字量输出的电源。
- 保留上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：数字量输出将输出一个所组态的替代值。

参数计数功能

输入延时 DI

该参数可用于抑制信号故障。仅当信号更改的持续未决时间大于设置的输入延时时间时，才能检测到。

说明

影响计数频率

在设置输入延时时间时，应考虑到计数器频率的值较高时可能会自动降低。要达到最大计数频率 2 kHz，需选择一个小于 0.4 ms 的输入延时。

计数方向

通过该参数，可选择计数的执行方向：

- 加计数
- 减计数。

边沿选择

通过该参数，可选择进行计数的边沿：

- 上升沿：
相应的计数器将在计数器输入的所有上升沿进行计数。
- 下降沿：
相应的计数器将在计数器输入的所有下降沿进行计数。

超过计数限值时的特性

通过该参数，可选择加计数过程中超出计数上限时的特性，或减计数过程中超出计数下限时的特性：

- 停止计数：
超出计数限值后，内部门将关闭。计数过程将停止。计数器值将置位为反向计数的计数限值。要再次开始计数，则需关闭软件门后再重新打开。
- 继续计数：
超出计数限值后，计数器值将置位为反向计数的计数限值并继续计数。

比较值

通过该参数，可指定比较值。

公式：

- 计数值下限 \leq 比较值 \leq 计数值上限

起始值

通过该参数，可指定起始值。

公式：

- 计数值下限 \leq 起始值 \leq 计数值上限

计数值上限

通过该参数，可指定计数值的上限。

公式：

- 计数值下限 \leq 计数值上限 $\leq 2147483647 (2^{31} - 1)$

计数值下限

通过该参数，可指定计数值的下限。

公式：

- 计数值上限 $>$ 计数值下限 $\geq -2147483648 (-2^{31})$

特性 DQ

通过参数“特性 DQ”，可选择设置计数输出的计数器值

当前计数值满足设置的条件时，系统将设置相关的计数输出。

即，满足以下条件时，计数输出处的信号状态将置位为“1”：

- 计数值位于比较值和计数值上限之间
比较值 \leq 计数值 \leq 计数值上限

或

- 计数值位于比较值和计数值下限之间
计数值下限 \leq 计数值 \leq 比较值

硬件中断 DQ

通过该参数，可指定“发生了 DQ 比较事件”事件是否生成一个硬件中断。

CPU/主站转入 STOP 模式时的 DQ 特性

通过该参数, 可设置计数器的计数输出在 CPU/主站转入 STOP 模式时计数器中计数输出的响应。

特性 DQ :

- 继续执行计数输出的信号状态将继续由比较条件控制。
 - 输出替代值 : 计数输出将输出一个所组态的替代值。
-

说明

CPU/主站转入 STOP 模式时的计数值

无论计数输出选择何种反应方式, 计数值在 CPU/主站转入 STOP 模式期间将继续基于输入边沿发生改变。即, 计数继续进行。

替代值 DQ

通过该参数, 可设置参数“CPU/主站转入 STOP 模式时的 DQ 特性”(Behavior at CPU/master STOP for DQ) 选择“输出替代值”(Output substitute value) 时计数器中数字量输出的替代值。

可任意分配的通道 8 到 15 的参数

可任意分配的通道

通过该参数, 可将该通道设置为用作输入或输出。

输入延时通道

该参数可用于抑制信号干扰。仅当信号更改的持续未决时间大于设置的输入延时时间时, 才能检测到。

替代值通道

通过该参数, 可设置数字量输出的替代值。

4.2.2.3 控制接口的分配

在用户程序中，通过控制接口对计数器和模块中设置为输出的通道 8 到 15 的特性进行影

响。

下图显示了组态方式 4xCount 中过程映像输出内的模块地址分配。在计数器 0 处，x 表示输出字节 QB 2；在计数器 1 到 3 处，需为该输出字节分别添加 6、12 和 18 个字节。

位数字量输入/数字量输出模块分配不同起始地址时，字节顺序将相应发生改变。

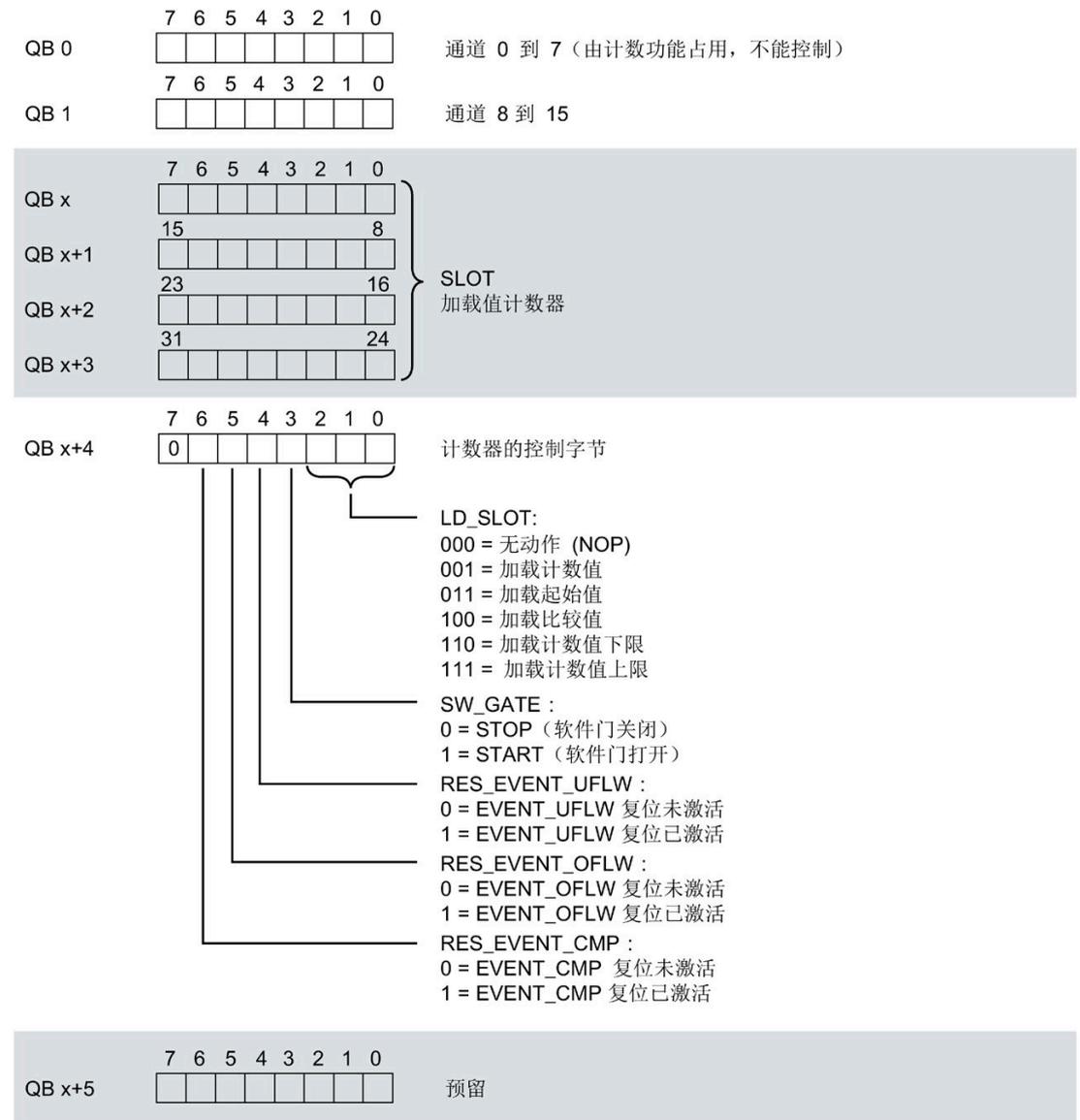


图 4-8 组态方式 4xCount 中地址空间的控制接口

说明

通道的参数分配

将所有通道均用作输入时，输出数据中的相应值不会触发任何响应。

此时，无法通过用户程序对计数输出进行控制。

4.2.2.4 控制接口的说明

表格 4-24 控制位的说明

控制位	说明
SLOT	在这些字节中，可指定相应计数器的加载值。通过加载请求 LD_SLOT，可将预定义的值加载到计数器中。
LD_SLOT	通过该加载请求，可控制待加载 SLOT 中指定的计数器值。 LD_SLOT 发生更改后，计数器将立即执行相应的动作。 如果通过加载请求 LD_SLOT = 011 _B 打开软件门，则每个计数过程都将从 SLOT 中定义的起始值开始计数。 如果指定一个不同的加载请求并打开软件门，则计数过程启动时将使用当前的计数值继续计数。 在软件门关闭之前，以上两种状况仅可能发生。
SW_GATE	通过该位，可打开和关闭相应计数器的软件门。仅当软件门打开时，模块才计数。 0 表示：软件门关闭 1 表示：软件门打开
RES_EVENT_UFLW	通过该位，可触发相应计数器的反馈位 EVENT_UFLW 中存储的事件复位操作。
RES_EVENT_OFLW	通过该位，可触发相应计数器的反馈位 EVENT_OFLW 中存储的事件复位操作。
RES_EVENT_CMP	通过该位，可触发相应计数器的反馈位 EVENT_CMP 中存储的事件复位操作。

4.2.2.5 反馈接口的分配

反馈接口

用户程序将通过反馈接口接收模块的当前值和状态信息。

下图显示了组态方式 4xCount 中过程映像输入内的模块地址分配。

在计数器 0 处, x 表示输入字节 IB 2 ; 在计数器 1 到 3 处, 需为该输入字节分别添加 6、12 和 18 个字节。

位数字量输入/数字量输出模块分配不同起始地址时, 字节顺序将相应发生改变。

4.2 组态方式 4xCount

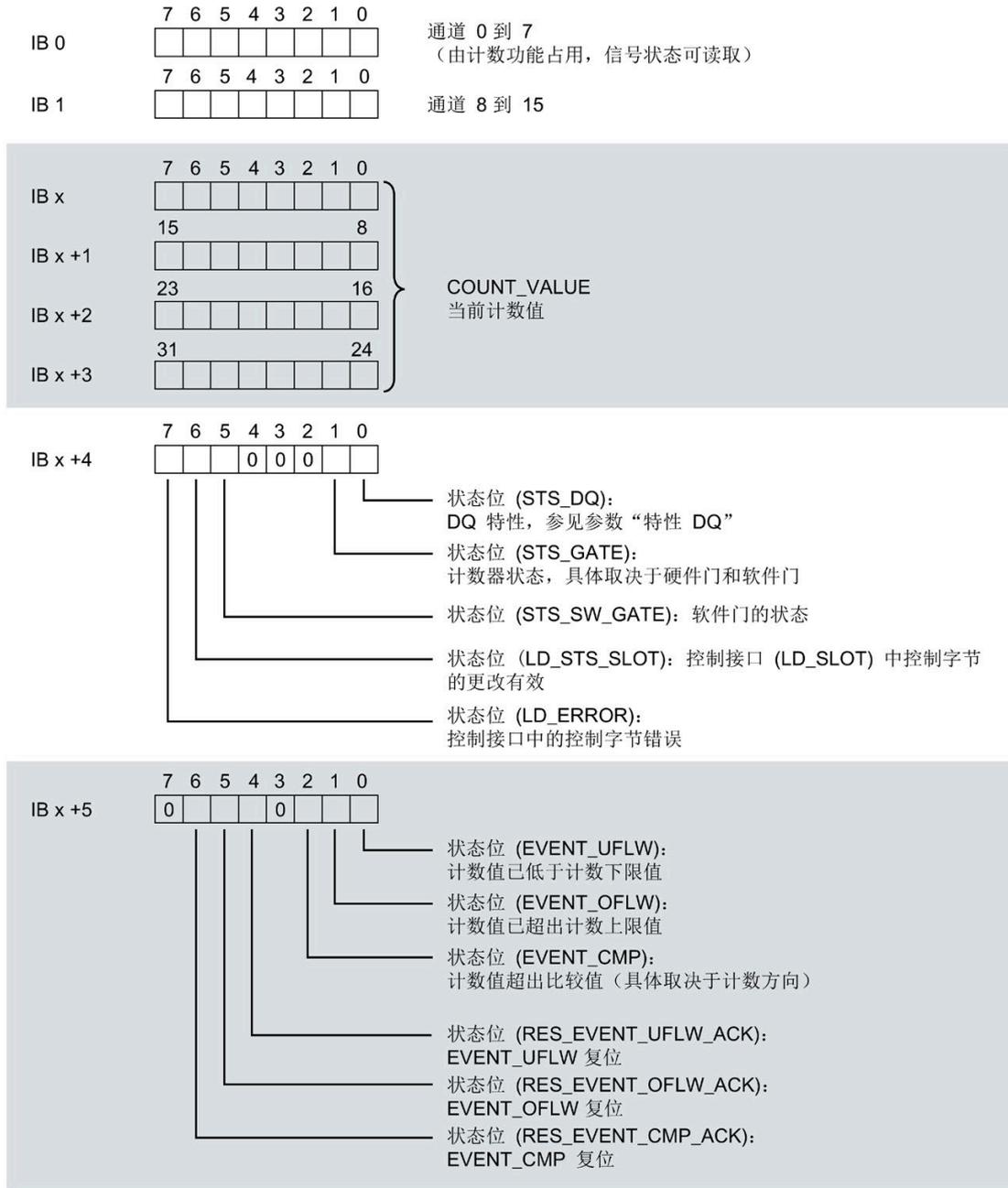


图 4-9 组态方式 4xCount 中地址空间的反馈接口

4.2.2.6 反馈接口的说明

表格 4-25 反馈位的说明

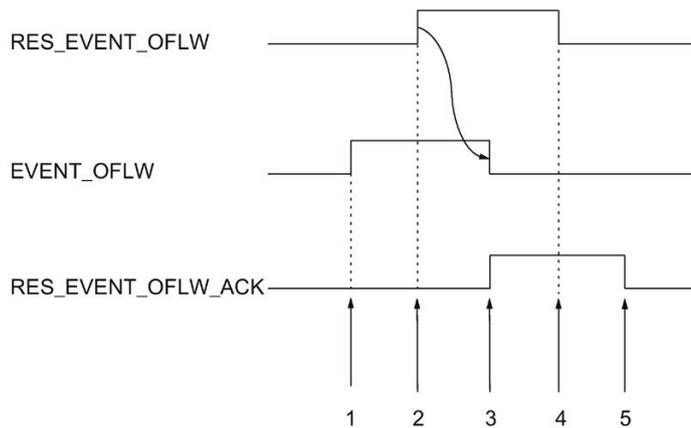
反馈位	说明
COUNT_VALUE	该值用于为相应计数器提供当前计数值。
STS_DQ	该位将返回计数输出的当前信号状态。
STS_GATE	<p>该位用于表示相应计数器内部门的状态。仅当内部门打开时，模块才计数。</p> <p>0 表示：内部门已关闭 / 计数器不计数 1 表示：内部门打开 / 计数器计数</p> <p>注： 在断开/接通电源或发生参数更改后，已更改计数器中的所有值将重新传送到模块中。在此过程中，相应计数器的内部门将关闭，计数值置位为起始值。关闭并打开相应的软件门，重新启动计数过程。</p> <p>注： 使用 PROFIBUS 接口模块时，CPU/主站将在通信断开/重新连接后自动生成“上升沿”信号。计数过程将继续进行。</p>
STS_SW_GATE	<p>该位用于显示软件门的状态。</p> <p>0 表示：软件门关闭 1 表示：软件门打开</p>
LD_STS_SLOT	该位通过相应计数器的状态更改（切换）指示控制接口的加载是否成功。
LD_ERROR	<p>该位用于指示加载控制接口的过程中相应计数器是否发生错误。 加载值未接受。</p> <p>满足以下某个条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 计数值下限 > 计数值 • 计数值下限 > 起始值 • 计数值下限 > 比较值 • 计数值 > 计数值上限 • 起始值 > 计数值上限 • 比较值 > 计数值上限 • 计数值下限 ≥ 计数值上限 • LD_SLOT 中的加载请求无效
EVENT_UFLW	<p>该位用于显示相应计数器是否发生下溢（值低于计数值下限）。</p> <p>通过 RES_EVENT_UFLW 确认，可复位该状态。</p>

反馈位	说明
EVENT_OFLW	该位用于显示相应计数器是否发生上溢（值超过计数值上限）。 通过 RES_EVENT_OFLW 确认，可复位该状态。
EVENT_CMP	该位用于显示相应计数器是否发生使用该比较值的比较事件。 通过 RES_EVENT_CMP 确认，可复位该状态。 如果将计数值置位为起始值，则不置位 EVENT_CMP 位。
RES_EVENT_UFLW_ACK	该位用于显示相应计数器是否激活事件位 EVENT_UFLW 的复位操作。
RES_EVENT_OFLW_ACK	该位用于显示相应计数器是否激活事件位 EVENT_OFLW 的复位操作。
RES_EVENT_CMP_ACK	该位用于显示相应计数器是否激活事件位 EVENT_CMP 的复位操作。

全部确认原则

根据全部确认原则，确认存储的各个位。

下图举例说明了发生上溢时全部确认原则的操作过程。



- ① 反馈位 EVENT_OFLW 将设置为溢出位的一个存储事件。
- ② 设置控制位 RES_EVENT_OFLW，启动 EVENT_OFLW 复位操作。
- ③ 识别到 EVENT_OFLW 复位操作时，反馈位 RES_EVENT_OFLW_ACK 将置位。
- ④ 复位控制位 RES_EVENT_OFLW。
- ⑤ 复位反馈位 RES_EVENT_OFLW_ACK。

图 4-10 确认原则

说明

启动对事件位的复位操作时，需等待相应反馈位的结果。之后，可执行其它复位操作。

说明

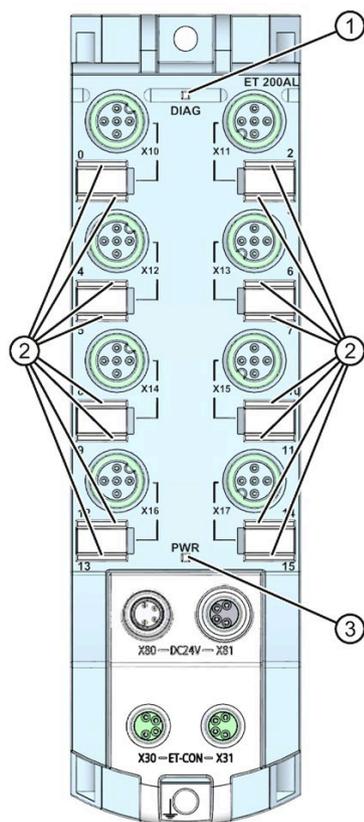
打开软件门或硬件门（0 到 1 转换），将复位所有的事件位。

4.2.3 中断/诊断报警

4.2.3.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了数字量输入模块/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 15) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 4-11 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表列出了状态和错误指示灯的不同含义。有关诊断报表的补救测量的相关信息，请参见“诊断报警 (页 84)”章节。

DIAG LED 指示灯

表格 4-26 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 4-27 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

PWR LED 指示灯

表格 4- 28 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

4.2.3.2 中断

组态方式 4xCount 中的数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 支持诊断中断和硬件中断。

诊断中断

发生以下事件时，该数字量输入/数字量输出模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路；
- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低
- 参数分配错误

硬件中断

发生以下事件时，模块将生成硬件中断：

- 发生了 DQ 比较事件

有关错误事件的详细信息，请参见指令“RALRM”（读取更多中断信息）的硬件中断组织块以及 STEP 7 在线帮助。

在组织块的起始信息中，输入触发硬件中断的模块通道。下图显示了本地数据中地址为 8 的双字各个位的分配。

4.2 组态方式 4xCount

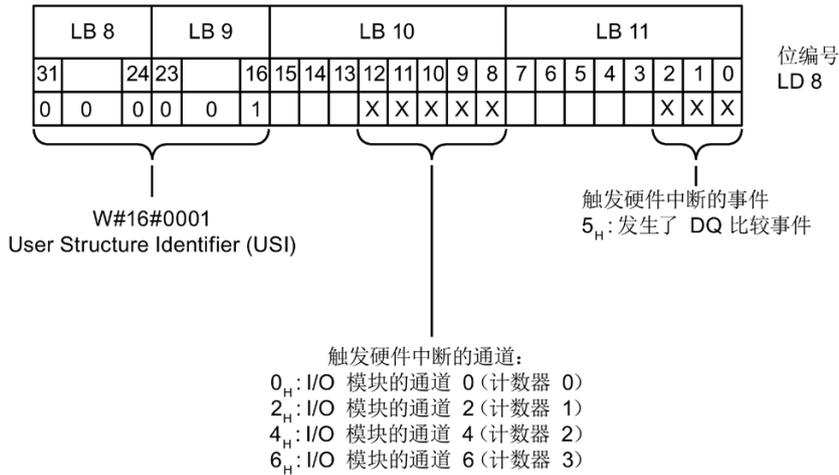


图 4-12 组态方式 4xCount 中组织块的启动信息

4.2.3.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输入/数字量输出模块上的 LED DIAG 指示灯红色闪烁。

例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 4-29 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路 ¹	1H	编码器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 排除短路故障
		输出接地短路	
参数分配错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配
负载电压 2L+ 缺失 ²	11H	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> 检查电源电压 检查模块
硬件中断丢失	16H	由于未决的硬件中断过多，至少一个硬件中断无法发送。	修正程序或过程

¹ 如果编码器电源发生接地短路，则通常输出诊断报警“短路”。即使所有通道都组态为输出，也会输出该报警。

² 如果使用 ET 200AL 模块连接 ET 200SP 分布式 I/O 系统，则将显示诊断报警“负载电压缺失”。

4.3 计数示例

下文介绍了有关计数器行为示例以及如何指定这种行为。可以在参数分配中指定计数器的属性。

在以下示例中，需使用边界条件：

- 将位 SW_GATE 置位为“1”时，计数过程开始。
- 在达到计数限值前，如果复位 SW_GATE 位，则计数过程停止。
置位 SW_GATE 位，重新启动计数过程。
计数过程将基于控制接口中的值重新启动计数过程。

仅当硬件门未使用时（组态方式 2xCount），这些边界条件才适用。

特性 DQ - 计数值位于比较值和计数值上限之间（加计数方向）

在下文中，介绍了计数输出的具体特性，带有参数分配“置位输出 DQ：计数值位于比较值和计数值上限之间”。

如果当前值位于比较值和计数值上限之间，则将计数输出置位为“1”。
通过该参数设置，可启用一个硬件中断。硬件中断将在计数输出的上升沿处生成。

下图举例说明了上文中介绍的参数设置对计数输出信号状态的影响。

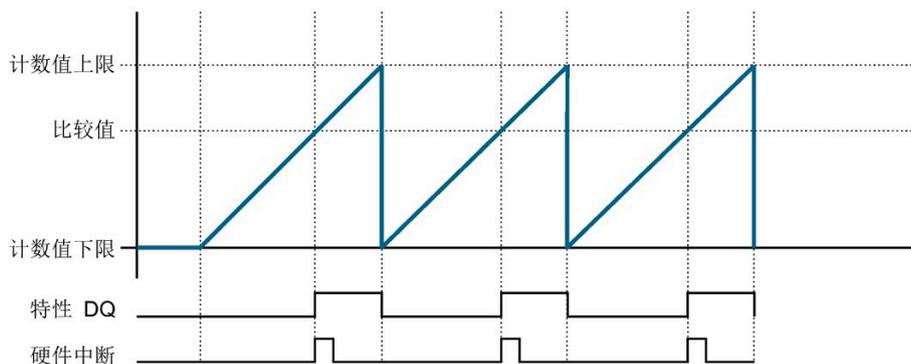


图 4-13 特性 DQ 和硬件中断

特性 DQ - 计数值位于比较值和计数值下限之间（减计数方向）

在下文中，介绍了计数输出的具体特性，带有参数分配“置位输出 DQ：位于比较值和计数值下限之间”。

如果当前值位于比较值和计数值下限之间，则将计数输出置位为“1”。

通过该参数设置，可启用一个硬件中断。硬件中断将在计数输出的上升沿处生成。

下图举例说明了上文中介绍的参数设置对计数输出信号状态的影响。

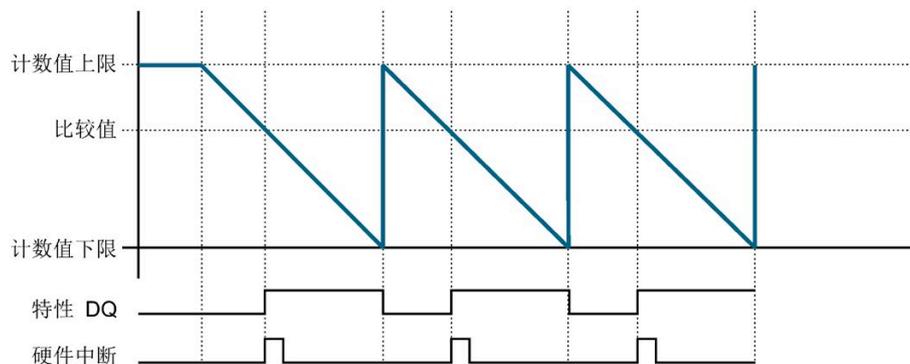


图 4-14 特性 DQ 和硬件中断

通过门控制启动和停止计数过程（加计数方向，组态方式 2xCount）

在下文中，介绍了控制输入参数设置为“特性 DI：门控制”和“超过计数限值时的特性：停止计数”时，计数器的特性。

如果通过控制输入将硬件门置位为“1”，则计数过程启动。如果将硬件门置位为“0”，则计数过程停止。

请注意，如果在打开硬件门时关闭软件门，则计数过程也将停止。

硬件门和软件门一同构成内部门。仅当内部门打开时，模块才计数。

下图举例说明了停止计数原则中，超出计数限值时门控制处计数器的特性。

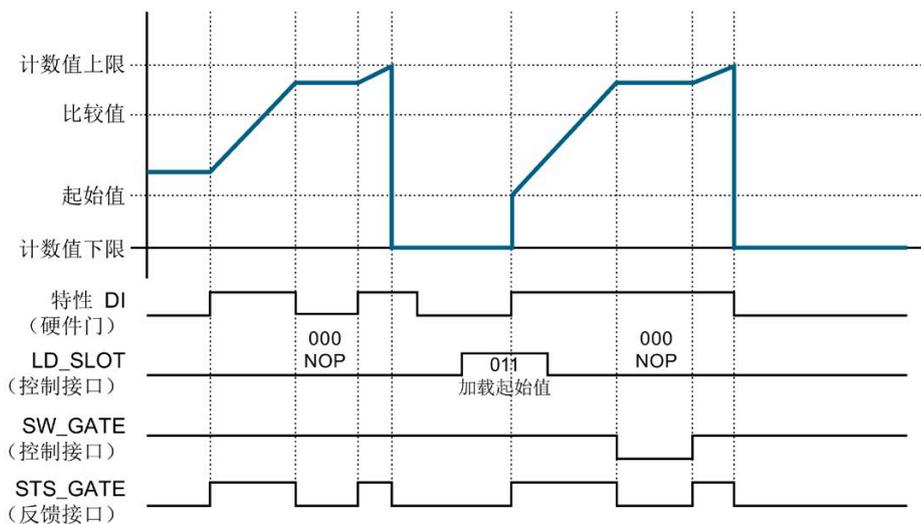


图 4-15 门控制与原则：停止计数

通过计数输入改变计数方向和停止计数（组态方式 2xCount）

在下文中，介绍了控制输入参数设置为“特性 DI：计数方向”和“超过计数限值时的特性：停止计数”时，计数器的特性。

如果将计数器的数字量输入设置为方向输入，则可通过该输入处的信号对计数方向进行更改。

无论参数设置如何，计数器总是在方向输入置位为信号状态“0”时执行加计数，或者在信号状态为“1”时执行减计数。

如果通过方向输入处的信号改变来改变计数方向，那么也会切换边沿检测（上升沿/下降沿）。

下图举例说明了停止计数原则中，超出计数限值时计数器中计数方向变更的特性。

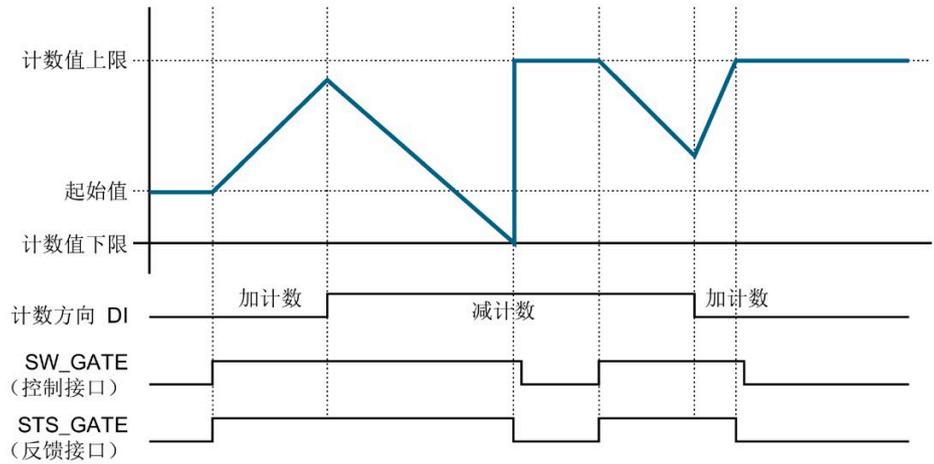


图 4-16 计数方向的变更与原则：停止计数

超过计数限值时的特性 - 停止计数（加计数方向）

在下文中，介绍了参数“超过计数限值时的特性：停止计数”在加计数方向上的影响。要控制计数器，需使用控制接口中控制字节的各个位。具体参见组态方式 2xCount（“控制接口的分配 (页 54)”部分）和组态方式 4xCount（“控制接口的分配 (页 75)”部分）。

在控制接口的控制字节中，输入位串 011。通过加载请求 ((LD_SLOT)，该位串将加载位于加载值 (SLOT) 中定义的值，并作为计数器的起始值。

超出计数上限后，计数过程将中止（停止计数），同时计数值跳转到计数值下限值。位 STS_GATE 将在反馈接口中复位，位 EVENT_OFLW 将置位。

下图举例说明了超出计数上限时停止计数的原理，计数方向为加计数。特性“特性 DQ”置位为“计数值位于比较值和计数值上限之间”。

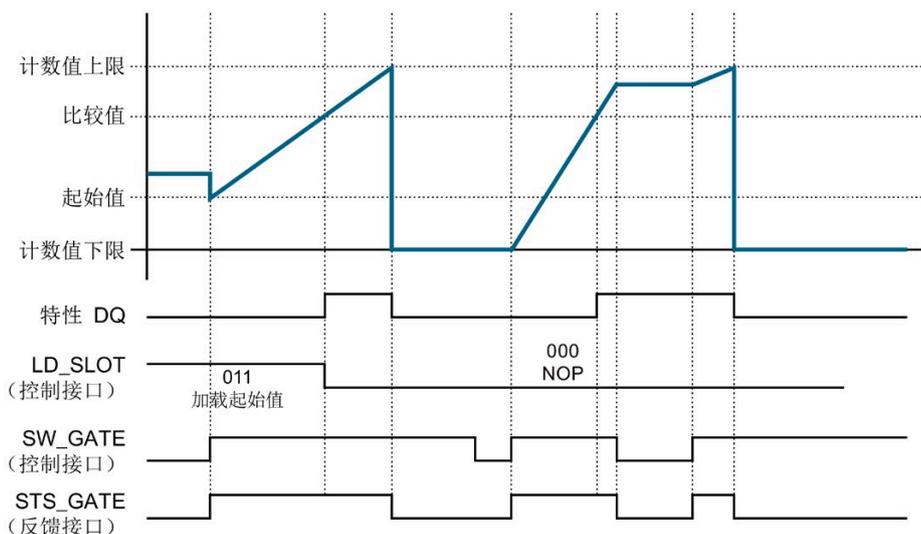


图 4-17 原理：停止计数（加计数方向）

有关发生上溢时计数器特性的更多信息，请参见“反馈接口的说明 (页 57)”部分。

超过计数限值时的特性 - 继续计数（减计数方向）

在下文中，介绍了参数“超过计数限值时的特性：继续计数”的影响。要控制计数器，需使用控制接口中控制字节的各个位。具体参见组态方式 2xCount（“控制接口的分配 (页 54)”部分）和组态方式 4xCount（“控制接口的分配 (页 75)”部分）。

超出计数值下限后，计数值将跳转到计数值的上限并继续计数。

超出计数限值时，系统不会复位 STS_GATE 位。

下图举例说明了超出计数下限停止计数的原理，计数方向为减计数。

特性“特性 DQ”置位为“计数值位于比较值和计数值上限之间”。

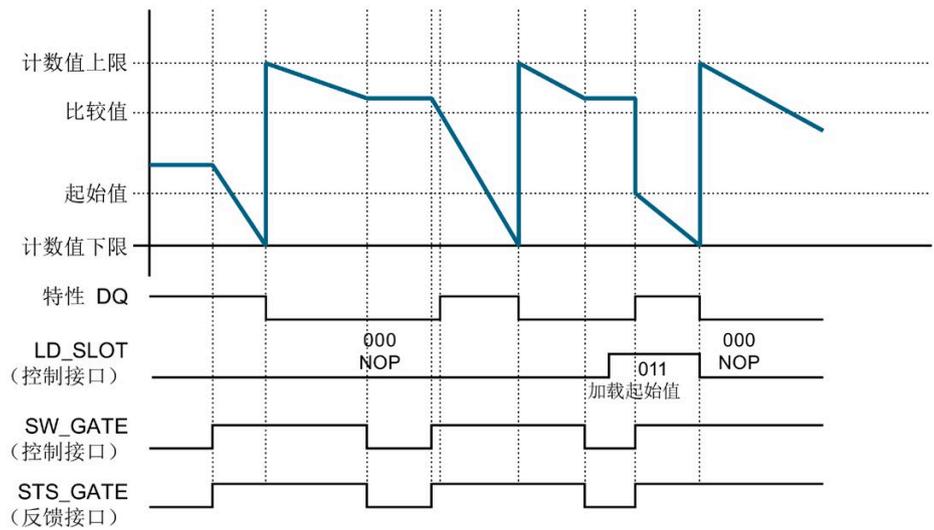


图 4-18 原理：继续计数（减计数方向）

参考

有关计数功能的常规信息，请参见“计数 (页 37)”部分。

有关引脚分配、参数、控制和反馈接口更多信息，请参见“组态方式 2xCount (页 40)”和“组态方式 4xCount (页 64)”部分。

技术规范

DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 数字量输入/数字量输出模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7143-5AH00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7143-5AH00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	DIQ 16x24 V DC/0.5 A
硬件功能状态	FS03
固件版本	V1.2.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V14 以上
• STEP 7 可组态 / 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 7 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSDML V2.3.1
运行模式	
• DI	是的
• 计数器	是的
• DQ	是的

商品编号	6ES7143-5AH00-0BA0
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏 ; 反接编码器供电输出端, 负载增加
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏 ; 反接编码器供电输出端, 负载增加
输入电流	
耗用电流 (额定值)	75 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	8
24 V 传感器供电	
• 短路保护	是的; 每个负载电压, 电子的
• 输出电流, 最大值	1.4 A; 所有实际值编码器的总电流, 每个负载电压最多 0.7 A
功率损失	
功率损失, 典型值	4 W
数字输入	
数字输入端数量	16; 可设置为 DIQ
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的

商品编号	6ES7143-5AH00-0BA0
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
- 最高可达 55 °C, 最大值	16
数字输入端功能, 可设置参数	
• 未指定的数字输入端	是的
• 计数器	是的
- 数量, 最大值	4
- 计数频率, 最大值	2 kHz
- 计数宽度	32 bit; 包括符号在内
- 计数方向, 正向/反向	是的
输入电压	
• 额定值 (DC)	24 V
• 对于信号“0”	-3 至 +5V
• 对于信号“1”	+11 至 +30V
输入电流	
• 对于信号“1”, 典型值	3 mA
输入延迟 (输入电压为额定值时)	
对于标准输入端	
- 可参数化	是的
- 从“0”到“1”时, 最小值	0.05 ms; 1.6 ms, 针对 8 至 15 通道
- 从“0”到“1”时, 最大值	20 ms
- 从“1”到“0”时, 最小值	0.05 ms; 1.6 ms, 针对 8 至 15 通道
- 从“1”到“0”时, 最大值	20 ms
用于技术功能	
- 可参数化	是的
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m

商品编号	6ES7143-5AH00-0BA0
数字输出	
数字输出端数量	16; 可设置为 DIQ
• 在组件中	8; 每 8 个输出端对应 2 个负载组
短路保护	是的; 各通道, 电子
• 响应阈, 典型值	0.7 A
感应式关闭电压的限制	L+ (-53 V)
数字输出端功能, 可设置参数	
• 比较值转换	是的
• 未指定的数字输出端	是的
输出端的通断能力	
• 照明负载时的最大值	5 W
负载电阻范围	
• 下限	48 Ω
• 上限	4 kΩ
输出电压	
• 对于信号“1”, 最小值	L+ (-0.8 V)
输出电流	
• 对于信号“1”的额定值	0.5 A
• 针对信号“0”的剩余电流, 最大值	0.5 mA
开关频率	
• 电阻负载时的最大值	100 Hz
• 电感负载时的最大值	0.5 Hz
• 照明负载时的最大值	1 Hz
输出端的总电流	
• 每个组的最大电流	4 A
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m

商品编号	6ES7143-5AH00-0BA0
传感器	
可连接传感器	
<ul style="list-style-type: none"> • 双线传感器 – 允许的闭路电流（双线传感器） 最大值 	<p>是的</p> <p>1.5 mA</p>
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道, 可参数化
报警	
<ul style="list-style-type: none"> • 诊断报警 	是的; 可参数化
诊断	
<ul style="list-style-type: none"> • 短路 	是的; 输出端符合 M ; 传感器依据 M 供电 ; 模块式
诊断显示 LED	
<ul style="list-style-type: none"> • 通道状态显示 • 用于模块诊断 • 用于负载电压监控 	<p>是的; 绿色 LED</p> <p>是的; 绿色/红色 LED</p> <p>是的; 绿色 LED</p>
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
<ul style="list-style-type: none"> • 在通道之间, 分组点数 • 在通道和背板总线之间 • 在通道和电子元件电源电压之间 	<p>8</p> <p>是的</p> <p>不; 8 个通道非电位隔离, 8 个通道与电源电压 1L+ 电位隔离</p>
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
防护等级和防护类别	
防护等级 IP	IP65/67
环境要求	
运行中的环境温度	
<ul style="list-style-type: none"> • 最小值 • 最大值 	<p>-30 °C</p> <p>55 °C</p>

商品编号	6ES7143-5AH00-0BA0
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	195 g

PROFlenergy

6.1 暂停功能

简介

PROFlenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFlenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFlenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 固件更新
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

在以下章节中，将介绍带有计数功能的数字量输入/数字量输出模块的特性。

6.2 数字量输入的特性

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册《IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254863>)》中的“PROFenergy”部分和功能手册《使用 STEP 7 V14 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/49948856>)》中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/41986454>)。

6.2 数字量输入的特性

显示

通道状态 LED 指示灯直接受插座信号电平的影响。
如果编码器电源关闭，会导致通道状态 LED 指示灯也熄灭。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“短路”报警。
- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 6-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 • 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 • 关断编码器电源 U _s ¹ • 暂停替代值 : 0 _B • 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 • 关断编码器电源 U _s ¹ • 暂停替代值 : 上一个输入值 • 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 • 关断编码器电源 U _s ¹ • 暂停替代值 : 所组态的暂停替代值 • 值状态“不良”

¹ 带有两个编码器电源 : 1U_s 用于通道 0 到 7, 2U_s 用于通道 8 到 15。“暂停”期间, 仅当 PE_MODE_PROCEED 中未组态任何通道时, 才能关断电源。

6.3 数字量输出的特性

显示

插座信号电平将直接影响通道状态 LED 指示灯的显示。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 6-2 模式参数

元素	代码	说明
模式	0 _D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 • 值状态“良好”
	1 _D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 • 暂停替代值：0 _B • 值状态“不良”
	3 _D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 • 暂停替代值：保留上一个输出值 • 值状态“不良”
	4 _D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 • 暂停替代值：将所组态的暂停替代值作为输出值 • 值状态“不良”

6.4 计数器数字量输入的特性

显示

通道状态 LED 指示灯直接受插座信号电平的影响。
如果编码器电源关闭，会导致通道状态 LED 指示灯也熄灭。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“短路”报警。
- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

说明

计数器的通道

计数器中所有通道都必须具有相同的 PROFlenergy 特性。
如果设置了替代值特性，则计数器中所有通道的这一特性均相同。
如果计数器中所有通道的 PROFlenergy 特性并不相同，则模块将拒绝接受 PROFlenergy 参数设置。

有关计数通道分配的详细信息，组态方式 2xCount 请参见“引脚分配 (页 41)”部分；组态方式 4xCount，请参见“引脚分配 (页 65)”部分。

6.4 计数器数字量输入的特性

模式参数

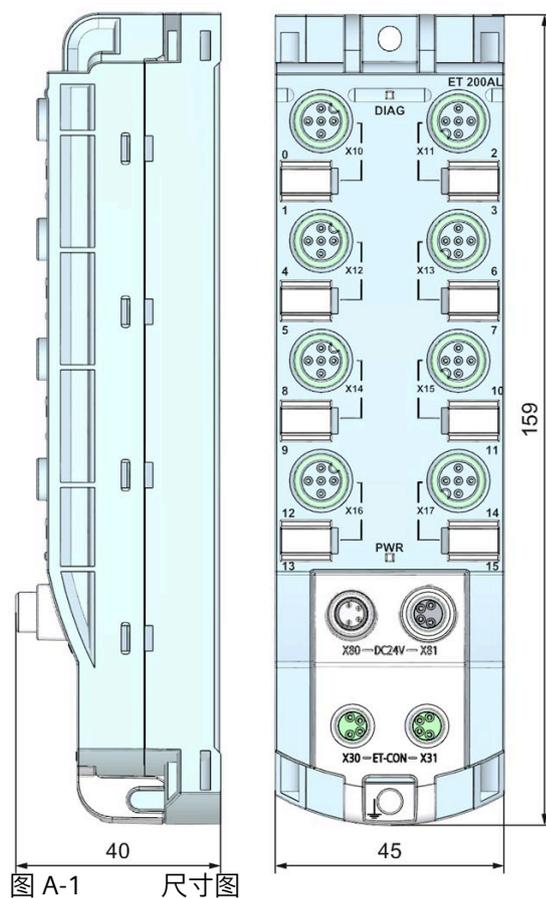
下表列出了“模式”参数。

表格 6-3 模式参数

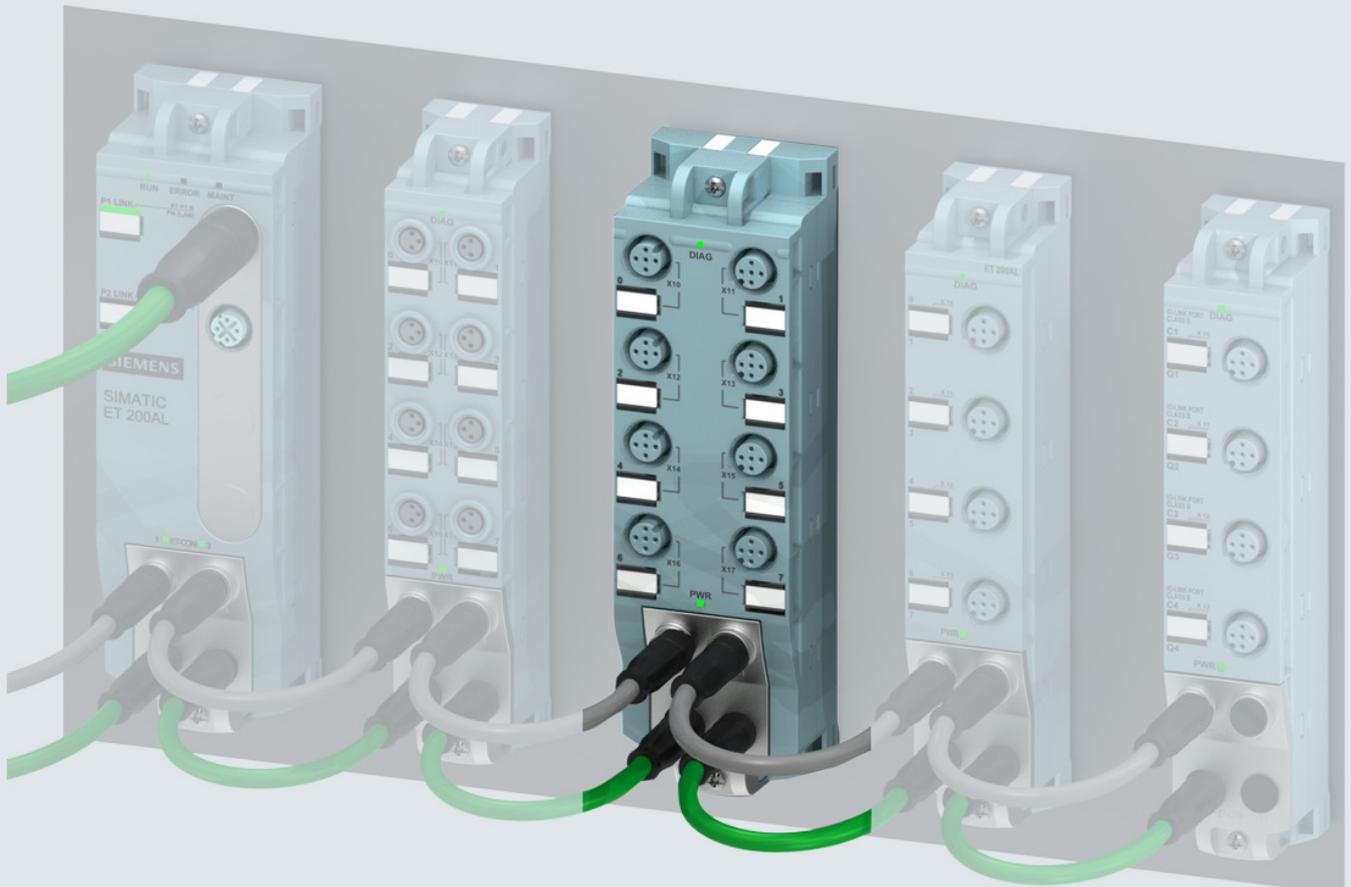
元素	代码	说明
模式	0D : PE_MODE_PROCEED	计数器运行常规计数模式。 具体的计数输出取决于计数值。
	1D : PE_MODE_SHUTDOWN	计数值将不再更新。 计数输出将置位为 0。
	3D : PE_MODE_LAST_VALUE	计数值将不再更新（该输入不提供任何边沿）。 由于计数不再更新，因此计数输出为上一个值。
	4D : PE_MODE_SUBST_VALUE	计数值将不再更新（该输入不提供任何边沿）。 计数输出将置位为设置的替代值，而不考虑当前的计数值。

尺寸图

下图显示了 DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12 数字量输入/数字量输出模块尺寸图（正视图和侧视图）。



SIEMENS



设备手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12
(6ES7142-5AF00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 (6ES7142-5AF00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL 文档指南	5
2	产品概述	9
	2.1 特性	9
	2.2 操作员控制和显示元件	12
3	接线	13
	3.1 端子和方框图	13
	3.2 引脚分配	14
4	参数/地址空间	17
	4.1 参数	17
	4.2 参数说明	18
	4.3 地址空间	19
5	中断/诊断报警	20
	5.1 状态和错误显示	20
	5.2 中断	22
	5.3 诊断报警	22
6	技术规范	23
	6.1 技术数据	23
7	PROFenergy	27
	7.1 暂停功能	27
	7.2 数字量输出模块的特性	28
A	尺寸图	30

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7142-5AF00-0BA0

模块视图

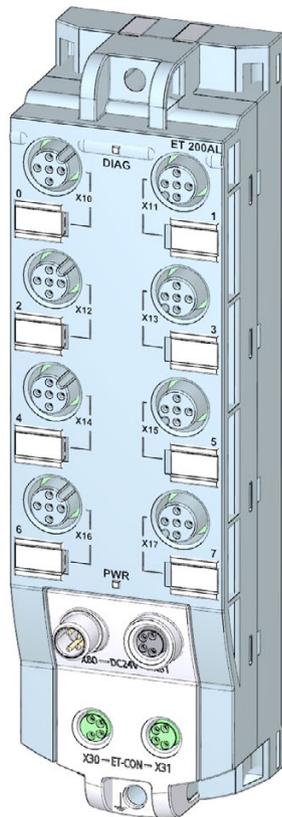


图 2-1 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的视图

2.1 特性

特性

该模块具有下列技术特性：

- 8 个数字量输出
 - 通道 0 到 3, 连接 1L+ (未接通)
 - 通道 4 到 7, 连接 2L+ (接通)
- 使用 M12 插座连接执行器
- 额定负载电压 24 V DC
- 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
- 每个输出的输出电流为 2 A
- 可以为每个模块设置可组态诊断
- 尺寸为 45 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态 (质量信息)
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- ET-Connection 中的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

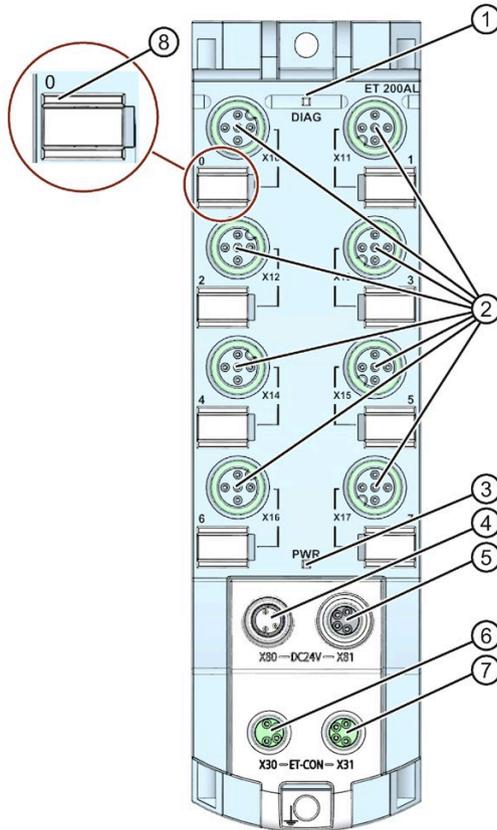
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的操作员控制和显示元件。



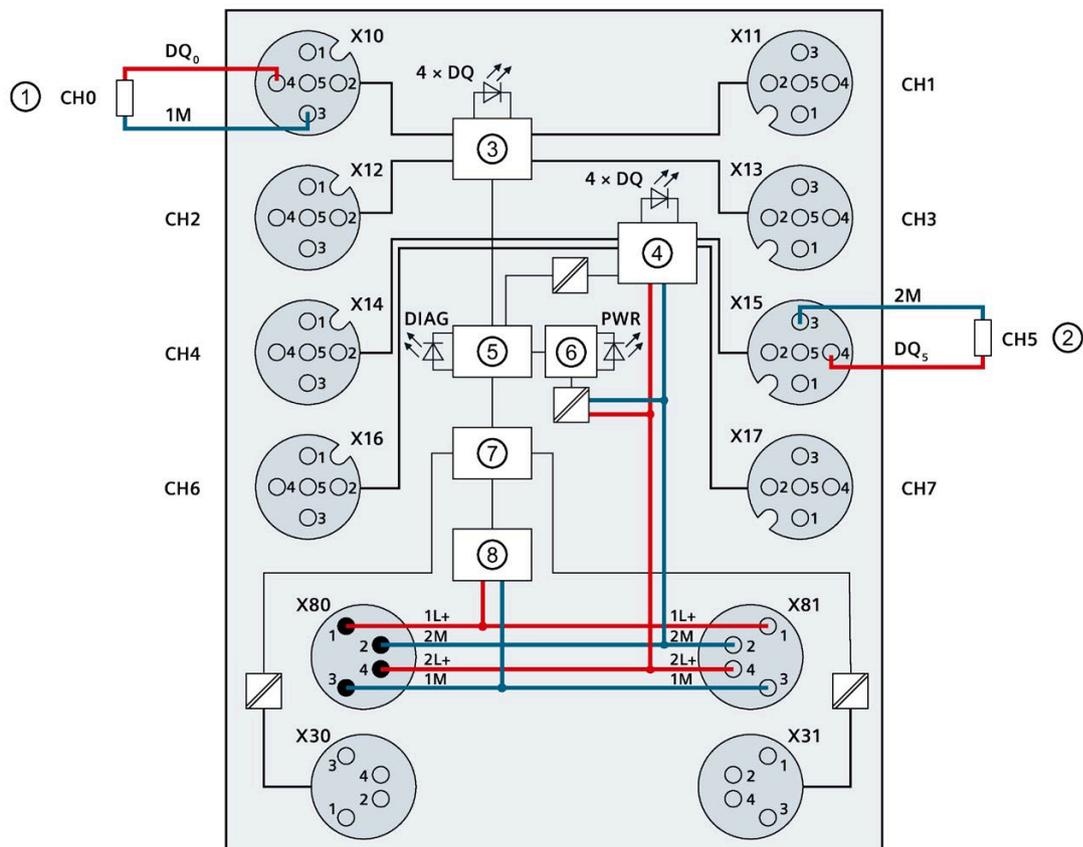
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X17：输出信号的插座
- ③ PWR：负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ④ X80：电源电压供电的连接器（功率输入）
- ⑤ X81：接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑥ X30：ET-Connection IN 的插座
- ⑦ X31：ET-Connection OUT 的插座
- ⑧ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了信号输出的引脚分配。



- | | | | |
|-----|------------------|-----------------|---------------------------|
| ① | 输出到 1L+ | X10 到 X17 | 通道 0 到 7 |
| ② | 输出到 2L+ | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ③ | DQ 电路 1L+ | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ④ | DQ 电路 2L+ | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ⑤ | 小型控制器 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑥ | 监视 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑦ | ET-Connection 接口 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑧ | 内部电源电压 | 1Us | 24 V 编码器电源 |
| X80 | 供电电源电压 | DQ _n | 输出信号 |
| X81 | 接通电源电压回路 | DQ | 通道状态 LED 指示灯 (0 到 7) (绿色) |

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

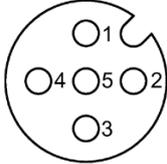
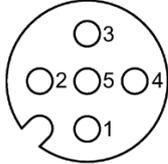
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

数字量输出插座的引脚分配

下表列出了连接数字量输出的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12, X14, X16	X11, X13, X15, X17
1	未分配		
2	未分配		
3	X10 到 X13 : 接地 1M X14 到 X17 : 接地 2M		
4 *	输出信号 DQ ₀ : 连接器 X10 输出信号 DQ ₁ : 连接器 X11 输出信号 DQ ₂ : 连接器 X12 输出信号 DQ ₃ : 连接器 X13 输出信号 DQ ₄ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₅ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₆ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₇ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

* 输出 DQ₀ 到 DQ₃ 将连接到 1L+ ; 输出 DQ₄ 到 DQ₇ 将连接 2L+。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 3-2 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

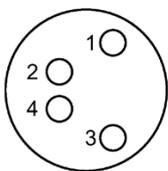
表格 3-3 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜 色分配	连接器的正视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-4 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的正视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的参数。

表格 4-1 参数

参数	取值范围	默认值	范围
诊断：负载电压 2L+ 缺失	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块
诊断：接地短路	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块 (输出接地短路)
对 CPU/主站 STOP 模式的响应	<ul style="list-style-type: none"> • 停止 • 保留上一个值 • 输出替代值 	停止	模块
通道 0 ... 7 替代值	<ul style="list-style-type: none"> • 0 • 1 	0	通道

4.2 参数说明

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

启用输出接地断路诊断。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

通过该参数，可设置模块的数字量输出在 CPU/主站转入 STOP 模式时的响应：

- 停止：数字量输出将断电。
- 保持上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：模块输出组态的替代值。

通道 0 ... 7 替代值

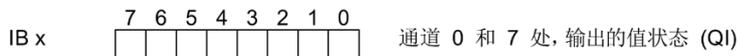
可以通过此参数设置数字量输出的替代值。

4.3 地址空间

下图显示了数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的地址空间分配，带有值状态（质量信息，QI）。

如果值状态由 PROFINET 接口模块进行组态，则该值状态的地址空间将由模块进行分配。

过程映像输入 (PII) 中的分配



过程映像输出 (PIQ) 中的分配

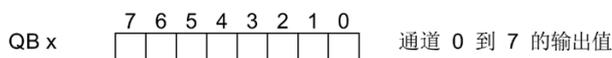


图 4-1 地址空间

数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的组态方式

支持以下组态方式：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

评估值状态

如果启用了数字量输出模块的值状态，则将占用输入地址空间中另外 1 个字节。输出的值状态分配给输入字节 x 中的位 0 到 7。该附加信息用于提供有关数字值或通道状态有效性的信息。

位 = 1：通道上无错误。

位 = 0：通道上有错误。

即，

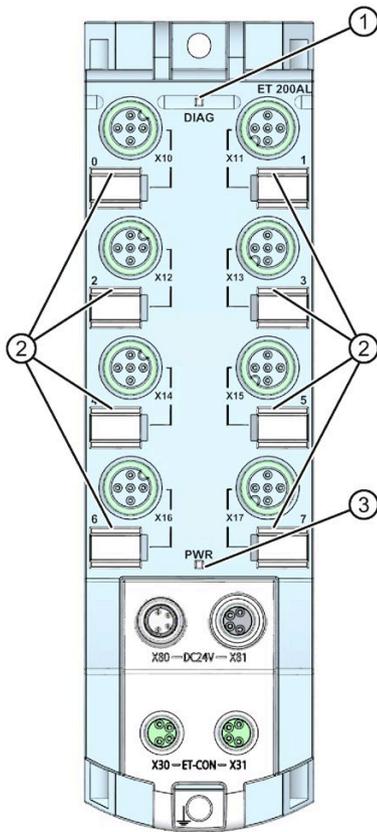
- 输出接地短路
- 参数错误
- 通道 4 到 7：负载电压 2L+ 缺失

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 7) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的补救措施，请参见“诊断报警 (页 22)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

PWR LED 指示灯

表格 5-3 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

5.2 中断

DQ 8x24VDC/2A 8xM12 数字量输出模块支持诊断中断。

诊断中断

发生以下事件时，该数字量输出模块将生成诊断中断：

- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低

5.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输出模块上的 DIAG LED 指示灯红色闪烁。例如，可从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-4 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	1H	输出接地短路	• 排除短路故障
负载电压 2L+ 缺失*	11H	负载电压 2L+ 缺失或过低	• 检查电源电压 • 检查模块
* 如果使用 ET 200AL 模块连接 ET 200SP 分布式 I/O 系统，则将显示诊断报警“负载电压缺失”。			

技术规范

6.1 技术数据

DQ 8x24VDC/2A 8xM12 数字量输出模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7142-5AF00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7142-5AF00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	DQ 8x24 V DC/2 A
硬件功能状态	FS03
固件版本	V1.0.x
产品功能	
<ul style="list-style-type: none"> I&M 数据 	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本 	STEP 7 V13 SP1 以上
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 可组态 / 已集成, 自版本 	V5.5 SP4 Hotfix 7 以上
<ul style="list-style-type: none"> PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上 	GSD, 修订版 5 以上
<ul style="list-style-type: none"> PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上 	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
<ul style="list-style-type: none"> 额定值 (DC) 	24 V
<ul style="list-style-type: none"> 允许范围, 下限 (DC) 	20.4 V
<ul style="list-style-type: none"> 允许范围, 上限 (DC) 	28.8 V
<ul style="list-style-type: none"> 反极性保护 	是的; 防止损坏: 增加负载

商品编号	6ES7142-5AF00-0BA0
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏: 增加负载
输入电流	
耗用电流 (额定值)	40 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
功率损失	
功率损失, 典型值	4 W
数字输出	
数字输出端数量	8
• 在组件中	4; 每 4 个输出端对应 2 个负载组
短路保护	是的; 各通道, 电子
• 响应阈, 典型值	2.8 A
输出端的通断能力	
• 照明负载时的最大值	10 W
负载电阻范围	
• 下限	12 Ω
• 上限	4 k Ω
输出电压	
• 对于信号“1”, 最小值	L+ (-0.8 V)
输出电流	
• 对于信号“1”的额定值	2 A
• 针对信号“1”的允许范围, 最大值	2 A; 电感负载中符合 IEC 60947-5-1, DC-13 / AC-15
• 针对信号“0”的剩余电流, 最大值	0.5 mA

商品编号	6ES7142-5AF00-0BA0
开关频率	
<ul style="list-style-type: none"> 电阻负载时的最大值 电感负载时的最大值 照明负载时的最大值 	<p>100 Hz</p> <p>0.1 Hz; 25 °C 时 0.25 Hz</p> <p>1 Hz</p>
输出端的总电流	
<ul style="list-style-type: none"> 每个组的最大电流 	4 A; 电感负载时每组最多 2 个通道
导线长度	
<ul style="list-style-type: none"> 未屏蔽, 最大值 	30 m
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道, 可参数化
报警	
<ul style="list-style-type: none"> 诊断报警 	是的; 可参数化
诊断	
<ul style="list-style-type: none"> 短路 	是的; 输出端依据 M ; 模块式
诊断显示 LED	
<ul style="list-style-type: none"> 通道状态显示 用于模块诊断 用于负载电压监控 	<p>是的; 绿色 LED</p> <p>是的; 绿色/红色 LED</p> <p>是的; 绿色 LED</p>
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
<ul style="list-style-type: none"> 在通道之间, 分组点数 在通道和背板总线之间 在通道和电子元件电源电压之间 	<p>4</p> <p>是的</p> <p>不; 4 个通道非电位隔离, 4 个通道与电源电压 1L+ 电位隔离</p>
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本

商品编号	6ES7142-5AF00-0BA0
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	192 g

PROFlenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFlenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFlenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFlenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

有关数字量输出模块的特性将在后续章节详细说明。

7.2 数字量输出模块的特性

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册《IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254863>)》中的“PROFenergy”部分和功能手册《使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/49948856>)》中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/41986454>)。

7.2 数字量输出模块的特性

显示

插座信号电平将直接影响通道状态 LED 指示灯的显示。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在“暂停”期间，无法检测到“短路”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0d : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> 值状态“良好”
	1d : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> 暂停替代值 : 0_B 值状态“不良”
	3d : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> 暂停替代值 : 保留上一个输出值 值状态“不良”
	4d : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> 暂停替代值 : 将所组态的暂停替代值作为输出值 值状态“不良”

尺寸图

A

下图显示了 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 数字量输出模块尺寸图（正视图和侧视图）。

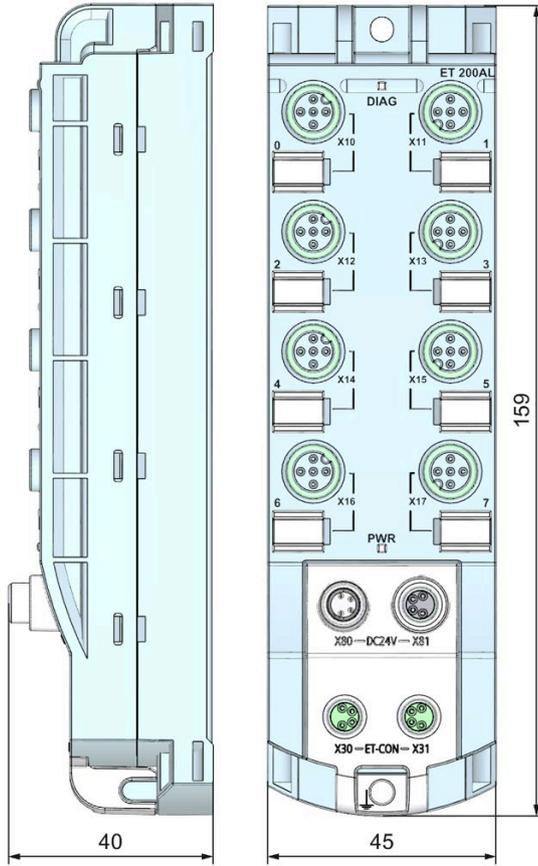


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



系统手册

SIMATIC

ET 200AL

模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12
(6ES7144-5KD00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL 模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12 (6ES7144-5KD00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术数据

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

模拟值表示

B

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)》系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册对“技术数据 (页 42)”章节中的内容进行了以下更改：

约定

另请注意以下标记的注意事项：

说明

注意事项包含本文档所述产品以及产品处理需特别关注的重要信息。

参见

端子和方框图 (页 14)

参数 (页 23)

ET 200AL 文档指南 (页 6)

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 ET 200AL 文档指南	6
2 产品概述	10
2.1 特性	10
2.2 操作员控制和显示元件	13
3 接线	14
3.1 端子和方框图	14
3.2 引脚分配	16
4 参数/地址空间	22
4.1 测量类型和测量范围	22
4.2 参数	23
4.3 参数说明	29
4.4 地址空间	33
5 中断/诊断报警	34
5.1 状态和错误指示灯	34
5.2 中断	36
5.3 诊断报警	39
6 技术数据	42
7 PROFenergy	48
7.1 暂停功能	48
7.2 模拟量输入模块的响应	49
A 尺寸图	51
B 模拟值表示	52
B.1 电压测量范围内模拟值的表示	52
B.2 电流测量范围内模拟值的表示	53
B.3 电阻型传感器的模拟值表示	54
B.4 电阻型温度计的模拟值表示	55

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体情况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7144-5KD00-0BA0

模块视图

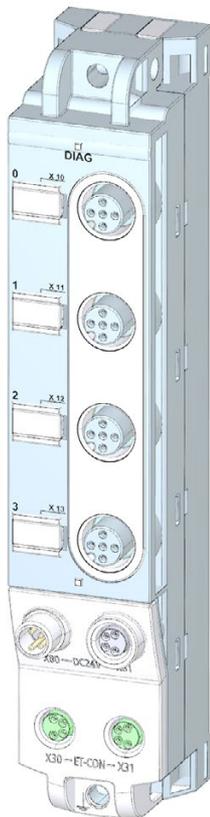


图 2-1 模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12 的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 4 个模拟量输入
- M12 插座用于连接传感器
- 可以为每个通道设置测量类型：
 - 电压
 - 电流（2/4 线制变送器）
 - 电阻（2/3 线制连接）
 - 电阻型温度计 (RTD)（2/3 线制连接）
- 精度 16 位
- 尺寸为 30 x 159 mm
- 可以为每个通道设置可组态诊断
- 可按通道设置超限时的硬件中断
（每个通道设置 2 个上限和 2 个下限）

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFlenergy

说明

启动期间的过程值

只要 I/O 模块未收到参数，此 I/O 模块就会返回过程值 7FFF_H。

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- Stripping Tool，用于 ET-Connection
- M8 密封盖
- M12 密封盖

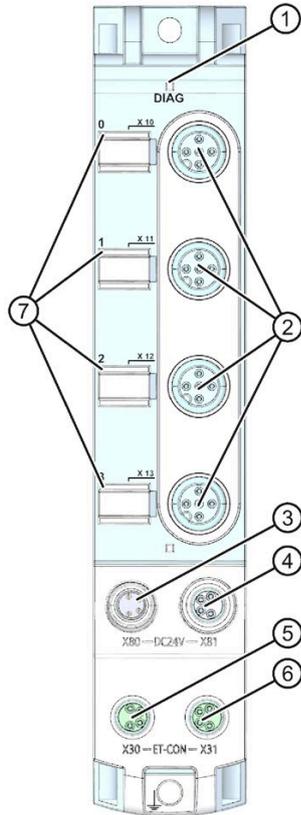
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12 的操作员控制和显示元件。



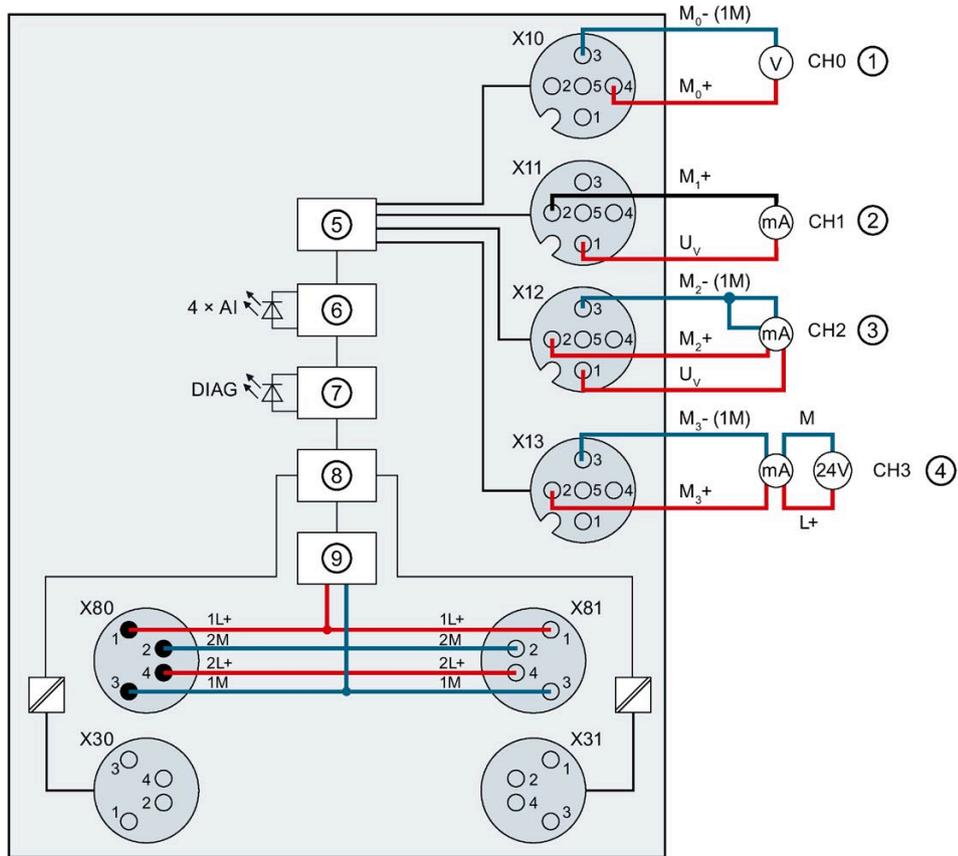
- ① DIAG：用于指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 至 X13：用于输入信号的插座
- ③ X80：用于馈入电源电压的连接器（功率输入）
- ④ X81：用于接通电源电压回路的插座（功率输出）
- ⑤ X30：用于 ET-Connection IN
- ⑥ X31：用于 ET-Connection OUT
- ⑦ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 3

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

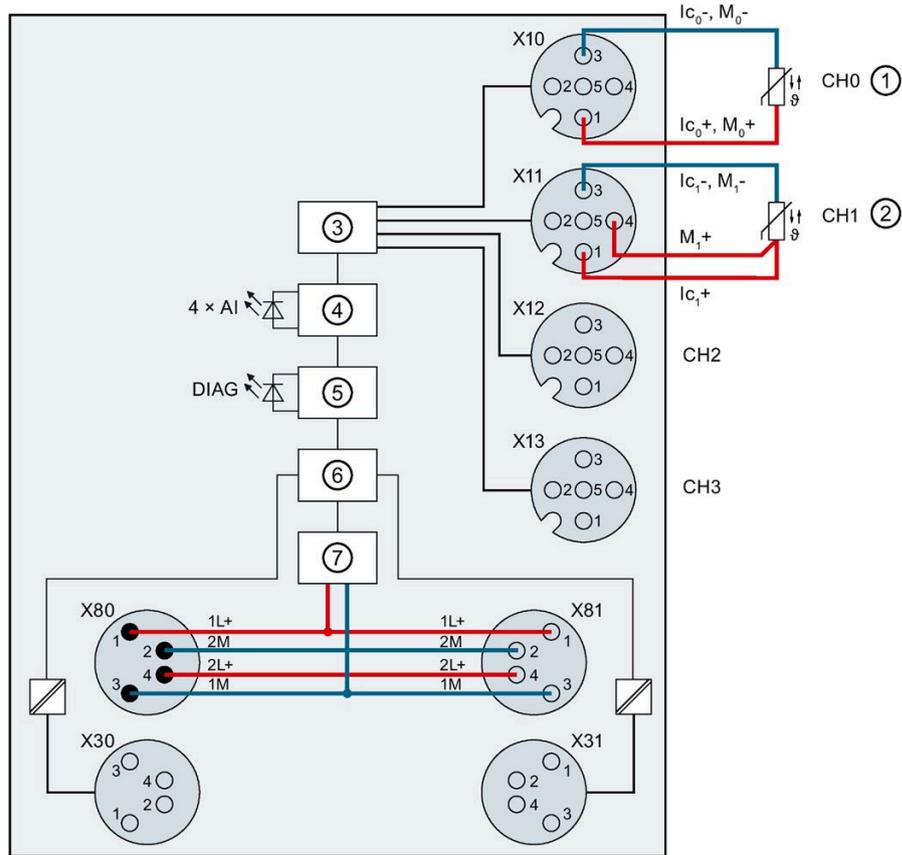
下图举例说明了电压测量和电流测量的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|---------------------|------------------|---------------------------|
| ① | 电压测量 | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ② | 电流测量 (2 DMU) | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ③ | 电流测量 (4 DMU, 含内部电源) | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ④ | 电流测量 (4 DMU, 含外部电源) | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑤ | 多路复用器 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑥ | 模数转换器 (ADC) | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑦ | 小型控制器 | M _n + | 测量正输入, 通道 n |
| ⑧ | ET-Connection 接口 | M _n - | 测量负输入, 通道 n |
| ⑨ | 内部电源电压 | U _v | 24 V 编码器电源 |
| X10 到 X13 | 通道 0 到 3 | AI | LED 通道状态 (0、1、2 和 3) (绿色) |
| X80 | 馈入电源电压 | DIAG | LED 诊断状态 (红色/绿色) |
| X81 | 接通电源电压回路 | | |

图 3-1 电压和电流测量的端子和方框图

下图举例说明了电阻型温度计的引脚分配。



①	RTD/R 2 线制连接	X30	ET-Connection 的馈电
②	RTD/R 3 线制连接	X31	接通 ET-Connection 回路
③	多路复用器	1L+	电源电压 1L+ (未接通)
④	模数转换器 (ADC)	1M	1M 接地 (未接通)
⑤	小型控制器	2L+	负载电压 2L+ (接通)
⑥	ET-Connection 接口	2M	2M 接地 (接通)
⑦	内部电源电压	Mn+	测量正输入, 通道 n
X10 到 X13	通道 0 到 3	Mn-	测量负输入, 通道 n
X80	馈入电源电压	Icn+, Icn-	电流输出、电流馈入、RTD/R 通道 n
X81	接通电源电压回路	AI	LED 通道状态 (0、1、2 和 3) (绿色)
		DIAG	LED 诊断状态 (红色/绿色)

图 3-2 电阻型温度计的端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

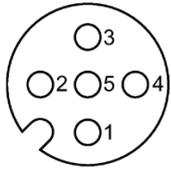
颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

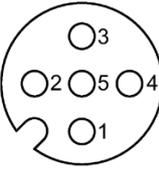
模拟量输入的插座引脚分配

下表列出了用于连接模拟量输入的 4 个插座的引脚分配。

表格 3-1 模拟量输入的插座引脚分配（电压测量）

引脚	分配	插座的前视图
	X10 到 X13 - 模拟量输入的插座 (电压测量)	
1	24 V 编码器电源 1Us (由 1L+ 供电, 未接通)	
2	预留	
3	编码器电源接地 1M	
4	测量输入 M ₀₊ : 连接器 X10 测量输入 M ₁₊ : 连接器 X11 测量输入 M ₂₊ : 连接器 X12 测量输入 M ₃₊ : 连接器 X13	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

表格 3-2 模拟量输入的插座引脚分配（电流测量）

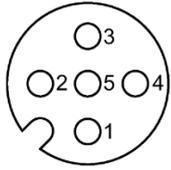
引脚	分配	插座的前视图
	模拟量输入的 X10 到 X13 插座 (电流测量)	
1	24 V 编码器电源 1Us (由 1L+ 供电, 未接通)	
2	测量输入 M ₀₊ : 连接器 X10 测量输入 M ₁₊ : 连接器 X11 测量输入 M ₂₊ : 连接器 X12 测量输入 M ₃₊ : 连接器 X13	
3	编码器电源接地 1M	
4	预留	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

注意**编码器电源接测量输入短路**

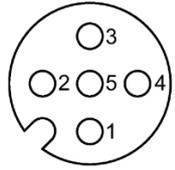
在电流测量操作模式下, 编码器电源到测量输入之间短路将导致输入通道损坏。

3.2 引脚分配

表格 3-3 模拟量输入的插座引脚分配 (RTD/R 2 线制连接)

引脚	分配	插座的前视图
	模拟量输入的 X10 到 X13 插座 (RTD/R 2 线制连接)	
1	测量电缆 Ic0+, M0+ : 连接器 X10 测量电缆 Ic1+, M1+ : 连接器 X11 测量电缆 Ic2+, M2+ : 连接器 X12 测量电缆 Ic3+, M3+ : 连接器 X13	
2	预留	
3	测量电缆 Ic0-, M0- : 连接器 X10 测量电缆 Ic1-, M1- : 连接器 X11 测量电缆 Ic2-, M2- : 连接器 X12 测量电缆 Ic3-, M3- : 连接器 X13	
4	预留	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

表格 3-4 模拟量输入的插座引脚分配 (RTD/R 3 线制连接)

引脚	分配	插座的前视图
	模拟量输入的 X10 到 X13 插座 (RTD/R 3 线制连接)	
1	恒定电流电缆 I_{C0+} : 连接器 X10 恒定电流电缆 I_{C1+} : 连接器 X11 恒定电流电缆 I_{C2+} : 连接器 X12 恒定电流电缆 I_{C3+} : 连接器 X13	
2	预留	
3	测量电缆 I_{C0-} , M_{0-} : 连接器 X10 测量电缆 I_{C1-} , M_{1-} : 连接器 X11 测量电缆 I_{C2-} , M_{2-} : 连接器 X12 测量电缆 I_{C3-} , M_{3-} : 连接器 X13	
4	测量输入 M_{0+} : 连接器 X10 测量输入 M_{1+} : 连接器 X11 测量输入 M_{2+} : 连接器 X12 测量输入 M_{3+} : 连接器 X13	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

注意**通道上传感器的错误连接**

如果在 I/O 模块上组态了电流或电压测量类型，则会损坏连接的电阻型温度计。

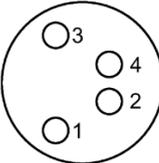
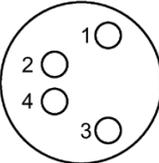
说明**用于 RTD 测量的耦合器插头**

对于 RTD 测量，请使用带镀金触点的耦合器插头。其他材料会产生接触电阻，从而导致不正确的测量值。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

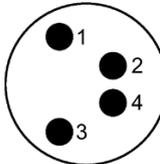
表格 3-5 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

供电电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了供电电源电压的连接器的引脚分配。

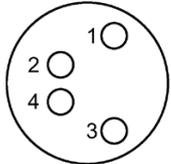
表格 3-6 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜 色分配	连接器的前视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-7 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 测量类型和测量范围

下表列出了可组态的测量范围。

表格 4-1 测量类型和测量范围

测量类型	测量范围	温度系数	精度
禁用	–	–	–
电压	1 V 到 5 V 0 V 到 10 V	–	最多 16 位
电流（4 线制变送器）	0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA	–	最多 16 位
电流（2 线制变送器）	4 mA 到 20 mA	–	最多 16 位
电阻 （3 线制连接） 电阻 （2 线制连接）	150 Ω、300 Ω	–	最多 15 位
电阻型温度计 （3 线制连接） 电阻型温度计 （2 线制连接）	Pt 100 气候型范围/ Pt 100 标准型范围	Pt 0.003850、 Pt 0.003916、 Pt 0.003902、 Pt 0.003920、 Pt 0.003851 EN 60751	最多 16 位（包括 符号）
	Ni 100 气候型范围/ Ni 100 标准型范围	Ni 0.006180、 Ni 0.006720	最多 16 位（包括 符号）

4.2 参数

模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12 的参数

下表列出了可设置的参数。可设置的参数的有效范围取决于组态的类型。可进行以下组态：

- PROFINET IO 上的分布式操作
- PROFIBUS DP 上的分布式操作

注意

编码器与参数的匹配

模拟量输入的默认设置为电压测量（1 V 到 5 V）。

确保所连接的编码器与所选的参数相匹配。

参数不正确会导致损坏所连接的编码器。

下表列出了使用 GSD 文件组态时模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12 的 PROFINET 和 PROFIBUS 参数。

各种缩写在下表中进行了说明：

4-DMU	4 线制变送器
2-DMU	2 线制变送器
R-3L	3 线制变送器电阻
R-2L	2 线制变送器电阻
RTD-3L	3 线制变送器电阻型温度计
RTD-2L	2 线制变送器电阻型温度计

4.2 参数

表格 4-2 可组态的参数及其默认值

参数	取值范围	默认值	PROFINET IO GSD 文件	PROFIBUS DP GSD 文件
温度单位	<ul style="list-style-type: none"> • 摄氏度 • 华氏 • 开氏 	摄氏度	模块	模块
测量类型/测量范围通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 1 V 到 5 V • 0 V 到 10 V • 0 mA 到 20 mA (4-DMU) • 4 mA 到 20 mA (4-DMU) • 4 mA 到 20 mA (2-DMU) • R-3L 150 Ω • R-3L 300 Ω • R-2L 150 Ω • R-2L 300 Ω 	1 V 到 5 V	通道	通道

参数	取值范围	默认值	PROFINET IO GSD 文件	PROFIBUS DP GSD 文件
测量类型/测量范围通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • RTD-3L Pt100 3851 气候型 EN 60751 • RTD-3L Pt100 3851 标准型 EN 60751 • RTD-3L Pt100 3916 气候型 • RTD-3L Pt100 3916 标准型 • RTD-3L Pt100 3902 气候型 • RTD-3L Pt100 3902 标准型 • RTD-3L Pt100 392 气候型 • RTD-3L Pt100 392 标准型 • RTD-3L Pt100 3850 气候型 • RTD-3L Pt100 3850 标准型 • RTD-2L Pt100 3851 气候型 • RTD-2L Pt100 3851 标准型 • RTD-2L Pt100 3916 气候型 • RTD-2L Pt100 3916 标准型 • RTD-2L Pt100 3902 气候型 • RTD-2L Pt100 3902 标准型 • RTD-2L Pt100 392 气候型 • RTD-2L Pt100 392 标准型 • RTD-2L Pt100 3850 气候型 • RTD-2L Pt100 3850 标准型 • RTD-3L Ni100 618 气候型 • RTD-3L Ni100 618 标准型 • RTD-3L Ni100 672 气候型 • RTD-3L Ni100 672 标准型 • RTD-2L Ni100 618 气候型 • RTD-2L Ni100 618 标准型 • RTD-2L Ni100 672 气候型 • RTD-2L Ni100 672 标准型 	1 V 到 5 V	通道	通道
滤波通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 无 • 弱 • 中等 • 强 	无	通道	通道

4.2 参数

参数	取值范围	默认值	PROFINET IO GSD 文件	PROFIBUS DP GSD 文件
干扰频率抑制	<ul style="list-style-type: none"> • 3600 Hz • 60 Hz • 50 Hz • 16.67 Hz 	50 Hz	通道	模块
接地短路通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	通道
断路通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	通道
诊断： 上溢/下溢	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	---	模块
诊断： 下溢通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	---
诊断： 上溢通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	---
硬件中断上限 1 通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	---
硬件中断下限 1 通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	---
硬件中断上限 2 通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	---
硬件中断下限 2 通道 n	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	---
上限 1 通道 n	取值范围取决于测量类型。 下表列出了测量类型所允许的取值范围 （最小值/最大值）。		通道	---
下限 1 通道 n			通道	---
上限 2 通道 n			通道	---
下限 2 通道 n			通道	---

说明

未使用的通道

在参数分配中“禁用”未使用的输入可以缩短模块循环时间。

禁用的输入始终返回值 7FFF_H。

下表列出了测量类型所允许的取值范围。

表格 4-3 硬件中断的测量范围

测量类型	测量范围	下限	上限	默认值		单位
				下限	上限	
电压	1 V 到 5 V	0.297	5.703	1	5	V
		-4863	32510	0	27648	十进制
	0 V 到 10 V	-1.758	11.758	0	10	V
		-4863	32510	0	27648	十进制
电流	0 mA 到 20 mA	-3.51	23.51	0	20	mA
		-4863	32510	0	27648	十进制
	4 mA 到 20 mA	1.19	22.81	4	20	mA
		-4863	32510	0	27648	十进制
电阻	150 Ω	0.01	176.37	0.01	150	Ω
		1	32510	1	27648	十进制
	300 Ω	0.01	352.75	0.01	300	Ω
		1	32510	1	27648	十进制
电阻型温度计	Pt100 气候型	-144.99	154.99	-120	130	°C
		-14499	15499	-12000	13000	十进制
		-228.99	310.99	-184	266	F
		-22899	31099	-18400	26600	十进制
	Ni100 气候型	-104.99	154.99	-60	130	°C
		-10499	15499	-6000	13000	十进制
		-156.99	310.99	-76	266	F
		-15699	31099	-7600	26600	十进制

4.2 参数

测量类型	测量范围	下限	上限	默认值		单位
	Pt100 标准型	-242.9	999.9	-200	850	°C
		-2429	9999	-2000	8500	十进制
		-405.3	1831.9	-328	1562	F
		-4053	18319	-3280	15620	十进制
		30.3	1273.1	73.2	1123.2	K
		303	12731	732	11232	十进制
	Ni100 标准型	-104.9	294.9	-60	250	°C
		-1049	2949	-600	2500	十进制
		-156.9	562.9	-76	482	F
		-1569	5629	-760	4820	十进制
		168.3	568.1	213.2	523.2	K
		1683	5681	2132	5232	十进制

4.3 参数说明

温度单位

可以使用此参数设置要用来测量温度的温度单位。

测量类型/测量范围通道 n

可以使用此参数设置要用于获取测量值的测量类型或测量范围。

说明

未使用的通道

在参数分配中“禁用”未使用的通道可以缩短模块循环时间。

禁用的通道始终返回值 7FFF_H。

温度系数（对于 RTD，电阻型温度计）

温度系数取决于材料的化学成分。在欧洲，每个传感器类型只使用一个值（默认值）。

温度系数的校正因子（ α 值）指定温度升高 1°C 时特定材料电阻的更改量。

其它值则是便于设置传感器特定的温度系数以及提高准确度。

4.3 参数说明

滤波通道 n

通过滤波，可以过滤掉干扰。滤波系数越大，滤波效果越好。在技术上，可以采用数字过滤器进行过滤。滤波可设为 4 个级别。滤波系数 k 等于模块循环次数。滤波器的时间常量是滤波系数 k 与 I/O 模块循环时间的乘积。滤波系数越大，滤波器的时间常量就越大。

滤波时间 = 模块循环次数 (k) x 模块循环时间。

下图显示了滤波模拟值接近 100% 时所经历的模块循环次数，具体取决于对滤波的组态。这适用于模拟量输入处的所有信号更改。

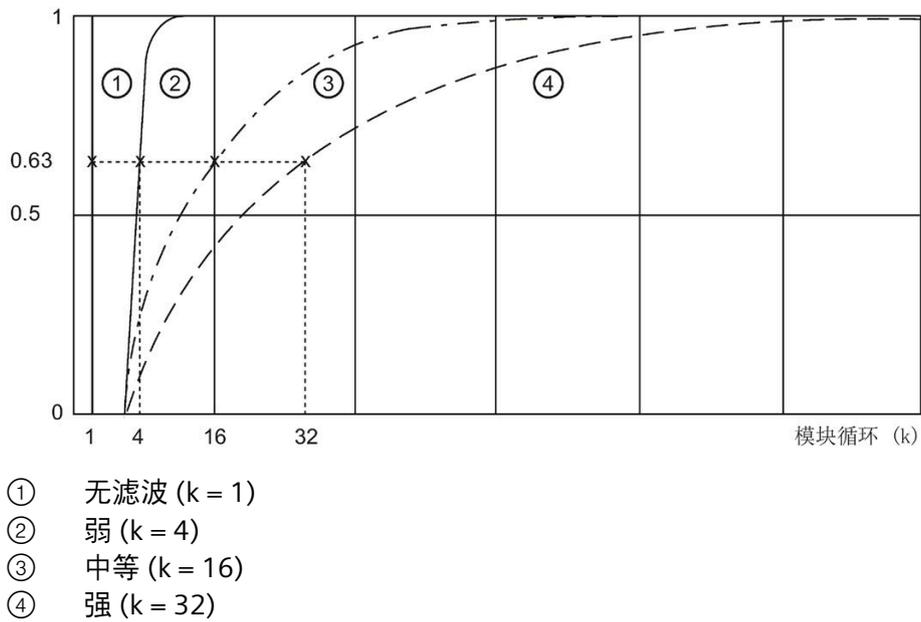


图 4-1 滤波

干扰频率抑制通道 n

此参数抑制影响模拟量输入模块的干扰，这类干扰由使用的交流电压网络的频率引起。

交流电压网络的频率可能会对测量值产生负面影响，尤其是在低压范围内使用热电偶进行测量时。通过该参数，用户指定设备中起主要作用的线路频率。

诊断：接地短路通道 n

如果编码器电源发生接地短路，则启用该诊断。

诊断：断路通道 n

如果模拟量输入模块无电流和/或电流过小，无法在所组态的输入处进行测量，则启用该诊断。

说明**断路诊断**

不可能对模拟量输入通道的所有测量范围和测量类型都进行断路诊断。

下表列出了在测量范围 1 到 5，4 到 20 mA 中发生断路时必须遵守的规则：

表格 4-4 断路参数

参数	事件	测量值	说明
启用断路 ¹	断路	7FFF _H	断路诊断
禁用断路 ¹ 启用下溢	断路	8000 _H	超出下限后的测量值 诊断报警超出下限
禁用断路 ¹ 禁用下溢	断路	8000 _H	超出下限后的测量值
¹ 断路检测和超出测量范围检测的测量范围限制： <ul style="list-style-type: none"> • 1 V 到 5 V：0.296 V 时 • 4 mA 到 20 mA：1.185 mA 时 			

4.3 参数说明

下表列出了可以对测量类型 RTD/R 进行的断路诊断。

表格 4-5 RTD/R 诊断

诊断：断路	诊断：上溢	诊断：下溢*	事件	过程数据	每个通道的诊断报警
激活	禁用	禁用	断路	0x7FFF	断路
禁用	禁用	激活	断路	0x7FFF	-
禁用	激活	禁用	断路	0x7FFF	超出上限
禁用	激活	激活	断路	0x7FFF	超出上限
禁用	禁用	禁用	断路	0x7FFF	-

* 此列不适用于电阻测量类型。

诊断：下溢通道 n

如果测量值低于范围下限，则启用该诊断。

诊断：上溢通道 n

如果测量值超出范围上限，则启用该诊断。

诊断：上溢/下溢（仅限 PROFIBUS）

如果测量值超出范围上限或低于范围下限，则启用该诊断。

启用该诊断会影响所有通道。

硬件中断上限/下限 1 或 2 通道 n

如果超出上限 1/2 或低于下限 1/2，则启用硬件中断。

要求：必须将一个 OB 4x 分配给 CPU/设备。

有关硬件中断结构的更多信息，请参见“中断 (页 36)”部分。

上限/下限 1 或 2 通道 n

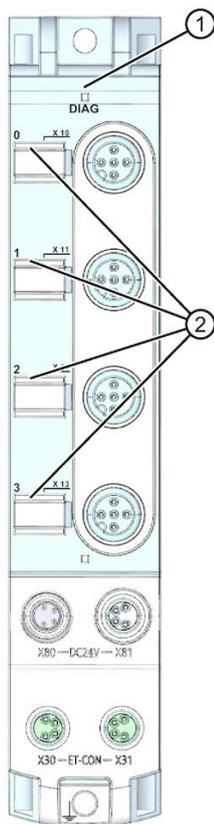
指定当超过上限或低于下限时将触发硬件中断的阈值。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯

下图显示了模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- ① 诊断状态 (DIAG) (红色/绿色)
- ② 通道状态 (0、1、2、3) (绿色)

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 39)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态的 LED 指示灯

表格 5-2 LED 状态指示灯 0、1、2 和 3

LED 指示灯 0、1、2 和 3	含义
□ 灭	<ul style="list-style-type: none"> 通道已禁用 通道已激活但参数分配不正确 GSD 可能有参数错误
■ 亮	<ul style="list-style-type: none"> 通道已激活并且参数分配正确

5.2 中断

5.2 中断

模拟量输入模块 AI 4xU/I/RTD 4xM12 支持以下诊断和硬件中断。

诊断中断

下表列出了模拟量输入模块为其返回诊断中断的事件，具体取决于参数分配情况。

表格 5-3 诊断中断

测量类型	测量范围	诊断				
		接地短路	断路	下溢 ¹	上溢 ¹	下溢/ 上溢 ²
电压	1 V 到 5 V	√	√	√	√	√
	0 V 到 10 V	√	-	√	√	√
电流	2-DMU 4 mA 到 20 mA	√	√	√	√	√
	4-DMU 0 mA 到 20 mA	√	-	√	√	√
	4-DMU 4 mA 到 20 mA	√	√	√	√	√
电阻	150 Ω	-	√	-	√	√
	300 Ω	-	√	-	√	√
电阻型温度 计	PT100	-	√	√	√	√
	Ni100	-	√	√	√	√

1 此列适用于使用 PROFINET GSD 文件进行的组态：

2 此列适用于使用 PROFIBUS GSD 文件进行的组态：

硬件中断

在发生以下情况时模拟量输入模块将生成硬件中断：

- 超出下限 1
- 超出上限 1
- 超出下限 2
- 超出上限 2

有关事件的详细信息，请参见“RALRM”（读取其它中断信息）指令的硬件中断组织块以及 STEP 7 在线帮助。

该组织块的启动信息说明了模拟量输入模块在哪个通道上触发硬件中断。

说明

超出两个限值

如果同时超出了两个限值，始终首先发出限值 1 的信号，然后再发出限值 2 的信号。

下图显示了本地数据中地址为 8 的双字的各个位的分配。

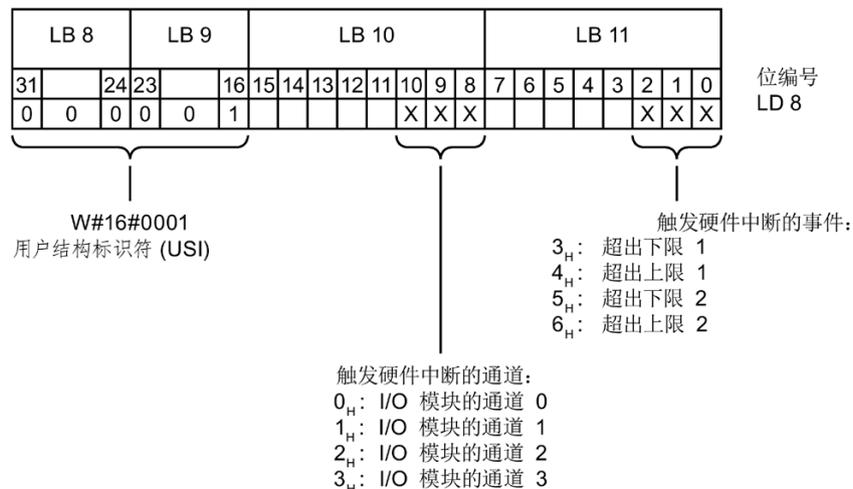


图 5-2 组织块的启动信息

5.2 中断

附加中断信息的结构

表格 5-4 USI 结构 = W#16#0001

数据块名称	内容	注释	字节
USI (用户结构标识符)	W#16#0001	I/O 模块的硬件中断的附加中断信息	2
触发硬件中断的通道紧随其后。			
通道	B#16#00 到 B#16#03	触发事件的通道的编号	1
触发硬件中断的错误事件紧随其后。			
事件	B#16#03	超出下限 1	1
	B#16#04	超出上限 1	
	B#16#05	超出下限 2	
	B#16#06	超出上限 2	

5.3 诊断报警

为每个诊断事件输出一个诊断报警，同时模拟量输入模块上的 DIAG LED 指示灯呈红色闪烁。例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

下表列出了所设置的测量范围的诊断报警。

表格 5-5 诊断报警 - 用于测量范围：1 V 到 5 V、2-DMU 4 mA 到 20 mA 和 4-DMU 4 mA 到 20 mA

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	1H	编码器电源接地短路	更正模块与编码器之间的相互关系
断路	6H	模块与传感器之间断路	连接电缆
		通道未连接（断开）	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用诊断 • 连接通道 • 禁用通道
超出上限	7H	值超出上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
超出下限	8H	值低于下限。	更正模块与传感器之间的相互关系
错误	9H	值显著低于下限/高于上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
参数错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配
硬件中断丢失	16H	由于存在过多的未决硬件中断，因此至少无法报告一个硬件中断。	更改程序或过程

5.3 诊断报警

表格 5-6 诊断报警 - 用于测量范围：0 V 到 10 V 和 4-DMU 0 mA 到 20 mA

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	1H	编码器电源接地短路	更正模块与编码器之间的相互关系
超出上限	7H	值超出上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
超出下限	8H	值低于下限。	更正模块与传感器之间的相互关系
错误	9H	值显著低于下限/高于上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
参数错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配
硬件中断丢失	16H	由于存在过多的未决硬件中断，因此至少无法报告一个硬件中断。	更改程序或过程

表格 5-7 诊断报警 - 用于测量范围：150 Ω 和 300 Ω

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
断路	6H	编码器电路的阻抗过高	使用其它类型的编码器或更改接线方式，例如，使用横截面积较大的电缆
		模块与传感器之间断路	连接电缆
		通道未连接（断开）	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用诊断 • 连接通道 • 禁用通道
超出上限	7H	值超出上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
参数错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配
硬件中断丢失	16H	由于存在过多的未决硬件中断，因此至少无法报告一个硬件中断。	更改程序或过程

说明

测量型电阻（3 线制连接）

测量型电阻（3 线制连接）未检测到 M+ 电缆发生断路。在这种情况下将输出不正确的测量值。

表格 5- 8 诊断报警 - 用于测量范围：Pt100 和 Ni100

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
断路	6H	编码器电路的阻抗过高	使用其它类型的编码器或更改接线方式，例如，使用横截面积较大的电缆
		模块与传感器之间断路	连接电缆
		通道未连接（断开）	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用诊断 • 连接通道 • 禁用通道
超出上限	7H	值超出上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
超出下限	8H	值低于下限。	更正模块与传感器之间的相互关系
参数错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配
硬件中断丢失	16H	由于存在过多的未决硬件中断，因此至少无法报告一个硬件中断。	更改程序或过程

模拟量输入模块 AI 4xU//RTD 4xM12 的技术数据

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7144-5KD00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7144-5KD00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	AI 4x U//RTD
硬件功能状态	FS04
固件版本	V1.0.x
产品功能	
<ul style="list-style-type: none"> I&M 数据 	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本 	STEP 7 V13 SP1 以上
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 可组态/ 已集成, 自版本 	V5.5 SP4 Hotfix 3 以上
<ul style="list-style-type: none"> PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上 	GSD, 修订版 5 以上
<ul style="list-style-type: none"> PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上 	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
<ul style="list-style-type: none"> 额定值 (DC) 	24 V
<ul style="list-style-type: none"> 允许范围, 下限 (DC) 	20.4 V
<ul style="list-style-type: none"> 允许范围, 上限 (DC) 	28.8 V
<ul style="list-style-type: none"> 反极性保护 	是的; 防止损毁

商品编号	6ES7144-5KD00-0BA0
输入电流	
耗用电流 (额定值)	35 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	4
24 V 传感器供电	
• 短路保护	是的; 各通道, 电子
• 输出电流, 最大值	0.5 A; 每个通道, 所有通道的最大总电流为 1 A
功率损失	
功率损失, 典型值	1.5 W
模拟输入	
模拟输入端数量	4
• 电流测量时	4
• 电压测量时	4
• 测量电阻/电阻型热电偶时	4
电压输入允许的输入电压 (毁坏限制), 最大值	30 V
电流输入允许的输入电流 (毁坏限制), 最大值	50 mA
循环时间 (所有通道) 最小值	8 ms
温度测量的技术单位, 可调节	是的; 摄氏度/华氏度/开尔文
输入范围 (额定值), 电压	
• 0 至 +10 V	是的
– 输入电阻 (0 至 10 V)	10 M Ω
• 1 V 至 5 V	是的
– 输入电阻 (1 V 至 5 V)	10 M Ω

商品编号	6ES7144-5KD00-0BA0
输入范围（额定值）， 电流	
• 0 至 20 mA	是的
– 输入电阻（0 至 20 mA）	50 Ω
• 4 mA 至 20 mA	是的
– 输入电阻（4 mA 至 20 mA）	50 Ω
输入范围（额定值）， 电阻温度计	
• Ni 100	是的; 标准/气候
– 输入电阻 (Ni 100)	10 MΩ
• Pt 100	是的; 标准/气候
– 输入电阻 (Pt 100)	10 MΩ
输入范围（额定值）， 电阻	
• 0 至 150 欧姆	是的
– 输入电阻（0 至 150 欧姆）	10 MΩ
• 0 至 300 欧姆	是的
– 输入电阻（0 至 300 欧姆）	10 MΩ
导线长度	
• 屏蔽, 最大值	30 m
输入端的模拟值构成	
测量原理	集成
集成和转换时间/每通道分辨率	
• 带有过调制的分辨率（包括符号在内的位数）， 最大值	16 bit
• 可参数化的集成时间	是的; 各个通道
• 积分时间 (ms)	0,3 / 16,7 / 20 / 60
• 对于干扰频率 f1（单位 Hz）的干扰电压抑制	3600 / 60 / 50 / 16.7
• 转换时间（每个通道）	2 / 18 / 21 / 61 ms

商品编号	6ES7144-5KD00-0BA0
测量值滤波 <ul style="list-style-type: none"> • 可参数化 • 等级：无 • 等级：弱 • 等级：中等 • 等级：强 	是的 是的; 1x 循环时间 是的; 4x 循环时间 是的; 16x 循环时间 是的; 32x 循环时间
传感器	
信号传感器连接 <ul style="list-style-type: none"> • 用于电压测量 • 对于作为两线制测量变送器时的电流测量 • 对于作为四线制测量变送器时的电流测量 • 对于利用两线制接口进行的电阻测量 • 对于利用三线制接口进行的电阻测量 	是的 是的 是的 是的 是的
误差/精度	
线性错误（与输入范围有关）， (+/-)	0.025 %
温度错误（与输入范围有关）， (+/-)	0.01 %/K
输入端之间的串扰， 最大值	-70 dB
25 °C 时起振状态下的重复精度（与输入范围有关）， (+/-)	0.01 %
整个温度范围内的操作错误限制 <ul style="list-style-type: none"> • 电压， 与输入范围有关， (+/-) • 电流， 与输入范围有关， (+/-) • 电阻， 与输入范围有关， (+/-) • 热电阻， 与输入范围有关， (+/-) 	0.35 % 0.45 % 0.25 % 0.25 %

商品编号	6ES7144-5KD00-0BA0
基本错误限制 (25 °C 时的操作错误限制)	
• 电压, 与输入范围有关, (+/-)	0.25 %
• 电流, 与输入范围有关, (+/-)	0.25 %
• 电阻, 与输入范围有关, (+/-)	0.15 %
• 热电阻, 与输入范围有关, (+/-)	0.15 %
故障电压抑制 $f = n \times (f1 \pm 0.5 \%)$, $f1 =$ 干扰频率	
• 串联干扰 (干扰峰值 < 输入范围的额定值), 最小值	40 dB
报警/诊断/状态信息	
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
• 极限值报警	是的; 可参数化
诊断	
• 断线	是的; 4 mA 至 20 mA 和 1 V 至 5 V 时
• 短路	是的; 传感器供电符合各个通道接地电位
• 溢出/下溢	是的
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和背板总线之间	是的
• 在通道和电子元件电源电压之间	不
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
防护等级和防护类别	
防护等级 IP	IP65/67

商品编号	6ES7144-5KD00-0BA0
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS02 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	168 g

PROFenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

下面说明了模拟量输入模块的具体响应。

更多信息

有关使用 PROFlenergy 的更多信息，请参见手册“IM 157-1 PN 接口模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254863>)”中的“PROFlenergy”部分和功能手册“使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)”中的“通过 PROFlenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/41986454>)。

7.2 模拟量输入模块的响应

要求

在使用内部编码器电源时还可使用 PROFlenergy 功能。

显示

PROFlenergy 不会影响通道状态 LED 指示灯的显示。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在启动“暂停”时关断传感器电源，不会发出“断路”报警。
- 在“暂停”期间，无法识别“断路”、“短路”、“超出上限”和“超出下限”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。
- 硬件中断不发出信号。

7.2 模拟量输入模块的响应

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> 值状态“良好”
	1D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 Us¹ 暂停替代值：7FFFH 值状态“不良”
	3D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 Us¹ 暂停替代值：上一个输入值 值状态“不良”
	4D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> 关断编码器电源 Us¹ 暂停替代值：所组态的暂停替代值 值状态“不良”

¹ 编码器电源 Us 仅用于电流和电压测量类型，并且只能在这些测量类型中禁用。

尺寸图

A

下图给出了 AI 4xU//RTD 4xM12 模拟量输入模块前视图和侧视图的尺寸图。

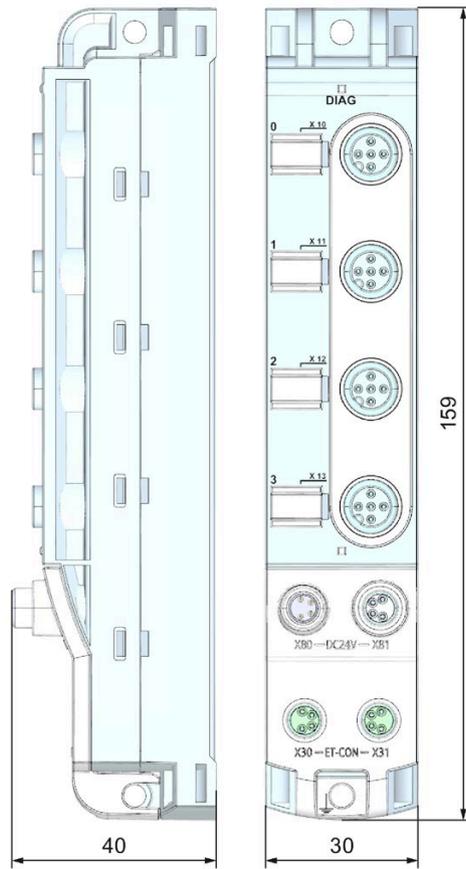


图 A-1 尺寸图

模拟值表示

B.1 电压测量范围内模拟值的表示

表格 B-1 电压测量范围 (1 V 到 5 V 及 0 V 到 10 V)

值		电压测量范围		范围
十进制	十六进制	1 V 到 5 V	0 V 到 10 V	
32767	7FFF	>5.704 V	>11.759 V	上溢
32511	7EFF	5.704 V	11.759 V	超出范围
27649	6C01			
27648	6C00	5 V	10 V	额定范围
20736	5100	4 V	7.5 V	
1	1	1 V + 144.7 μ V	0 V + 361.7 μ V	
0	0	1 V	0 V	
-1	FFFF			低于范围
-4864	ED00	0.296 V	-1.759	
-32768	8000	< 0.296 V	< -1.759	下溢

B.2 电流测量范围内模拟值的表示

表格 B-2 电流测量范围 (0 mA 到 20 mA 及 4 mA 到 20 mA)

值		电流测量范围		范围
十进制	十六进制	0 mA 到 20 mA	4 mA 到 20 mA	
32767	7FFF	>23.52 mA	>22.81 mA	上溢
32511	7EFF	23.52 mA	22.81 mA	超出范围
27649	6C01			
27648	6C00	20 mA	20 mA	额定范围
20736	5100	15 mA	16 mA	
1	1	723.4 nA	4 mA + 578.7 nA	
0	0	0 mA	4 mA	
-1	FFFF			低于范围
-4864	ED00	-3.52 mA	1.185 mA	
-32768	8000	< -3.52 mA	< 1.185 mA	下溢

B.3 电阻型传感器的模拟值表示

电阻型传感器

表格 B-3 150 Ω 和 300 Ω 的电阻型传感器

值		电阻型传感器范围		范围
十进制	十六进制	150 Ω	300 Ω	
32767	7FFF	>176.38 Ω	>352.77 Ω	上溢
32511	7EFF	176.38 Ω	352.77 Ω	超出范围
27649	6C01			
27648	6C00	150 Ω	300 Ω	额定范围
20736	5100	112.5 Ω	225 Ω	
1	1	5.43 m Ω	10.85 m Ω	
0	0	0 Ω	0 Ω	
-1	FFFF	(实际不会出现负值)		低于范围 ¹
:	:			
-4864	ED00			
-32768	8000			下溢 ¹

¹ 未正确连接传感器时

B.4 电阻型温度计的模拟值表示

表格 B-4 Pt 100 标准型电阻型温度计

以 °C 表示的 Pt x00 标准型 (1 位数字 = 0.1°C)	值		以 °F 表示的 Pt x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 °F)	值		以 K 表示的 Pt x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 K)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
>1000.0	32767	7FFF	>1832.0	32767	7FFF	>1273.2	32767	7FFF	上溢
1000.0	10000	2710	1832.0	18320	4790	1273.2	12732	31BC	超出范围
: 850.1	: 8501	: 2135	: 1562.1	: 15621	: 3D05	: 1123.3	: 11233	: 2BE1	
850.0	8500	2134	1562.0	15620	3D04	1123.2	11232	2BE0	额定范围
: -200.0	: -2000	: F830	: -328.0	: -3280	: F330	: 73.2	: 732	: 2DC	
-200.1	-2001	F82F	-328.1	-3281	F32F	73.1	731	2DB	低于范围
: -243.0	: -2430	: F682	: -405.4	: -4054	: F02A	: 30.2	: 302	: 12E	
<-243.0	-32768	8000	<-405.4	-32768	8000	<30.2	32768	8000	下溢

模拟值表示

B.4 电阻型温度计的模拟值表示

表格 B- 5 Pt 100 气候型电阻型温度计

以 °C 表示的 Pt x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °C)	值		以 °F 表示的 Pt x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °F)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制	
>155.00	32767	7FFF	>311.00	32767	7FFF	上溢
155.00	15500	3C8C	311.00	31100	797C	超出范围
:	:	:	:	:	:	
130.01	13001	32C9	266.01	26601	67E9	额定范围
130.00	13000	32C8	266.00	26600	67E8	
:	:	:	:	:	:	低于范围
-120.00	-12000	D120	-184.00	-18400	B820	
-120.01	-12001	D11F	-184.01	-18401	B81F	超出范围
:	:	:	:	:	:	
-145.00	-14500	C75C	-229.00	-22900	A68C	下溢
<-145.00	-32768	8000	<-229.00	-32768	8000	

表格 B- 6 Ni 100 标准型电阻型温度计

以 °C 表示的 Ni x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 °C)	值		以 °F 表示的 Ni x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 °F)	值		以 K 表示的 Ni x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 K)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
>295.0	32767	7FFF	>563.0	32767	7FFF	>568.2	32767	7FFF	上溢
295.0	2950	B86	563.0	5630	15FE	568.2	5682	1632	超出范围
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
250.1	2501	9C5	482.1	4821	12D5	523.3	5233	1471	额定范围
250.0	2500	9C4	482.0	4820	12D4	523.2	5232	1470	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	超出范围
-60.0	-600	FDA8	-76.0	-760	FD08	213.2	2132	854	

以 °C 表示	值		以 °F 表示	值		以 K 表示	值		范围
-60.1	-601	FDA7	-76.1	-761	FD07	213.1	2131	853	低于范围
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
-105.0	-1050	FBE6	-157.0	-1570	F9DE	168.2	1682	692	
<-105.0	-32768	8000	<-157.0	-32768	8000	<168.2	32768	8000	下溢

表格 B-7 Ni 100 气候型电阻型温度计

以 °C 表示的 Ni x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °C)	值		以 °F 表示的 Ni x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °F)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制	
>155.00	32767	7FFF	>311.00	32767	7FFF	上溢
155.00	15500	3C8C	311.00	31100	797C	超出范围
:	:	:	:	:	:	
130.01	13001	32C9	266.01	26601	67E9	
130.00	13000	32C8	266.00	26600	67E8	额定范围
:	:	:	:	:	:	
-60.00	-6000	E890	-76.00	-7600	E250	
-60.01	-6001	E88F	-76.01	-7601	E24F	低于范围
:	:	:	:	:	:	
-105.00	-10500	D6FC	-157.00	-15700	C2AC	
<-105.00	-32768	8000	<-157.00	-32768	8000	下溢

SIEMENS



系统手册

SIMATIC

ET 200AL

模拟量输入模块 AI 4xRTD/TC 4xM12
(6ES7144-5KD50-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL 模拟量输入模块 AI 4xRTD/TC 4xM12 (6ES7144-5KD50-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

尺寸图

A

模拟值表示

B

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施，将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的合格人员进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。

由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)》系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册对“技术数据 (页 46)”章节中的内容进行了以下更改：

约定

另请注意以下标记的注意事项：

说明

注意事项包含本文档所述产品以及产品处理需特别关注的重要信息。

安全性信息

Siemens

为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 ET 200AL 文档指南	6
2 产品概述	11
2.1 特性	11
2.2 操作员控制和显示元件	14
3 接线	15
3.1 端子和方框图	15
3.2 引脚分配	17
4 参数/地址空间	23
4.1 测量类型和测量范围	23
4.2 参数	24
4.3 参数说明	32
4.4 动态参考温度的数据记录结构	37
4.5 地址空间	39
5 中断/诊断报警	41
5.1 状态和错误指示灯	41
5.2 中断	43
5.3 诊断报警	45
6 技术规范	46
6.1 技术数据	46
A 尺寸图	53
A.1 尺寸图	53
B 模拟值表示	54
B.1 电压测量范围内模拟值的表示	54
B.2 电阻型传感器的模拟值表示	55
B.3 热敏电阻的模拟值表示	56
B.4 热电偶的模拟值表示	59

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助为用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。

该工具是 SIMATIC Selection Tool

的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool, 可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作 (作为批量操作), 而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能 :

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络, 识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址 (IP、子网、网关) 和站名称 (PROFINET 设备)
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能 :

- 通过拓扑总览功能, 自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查, 快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7144-5KD50-0BA0

模块视图

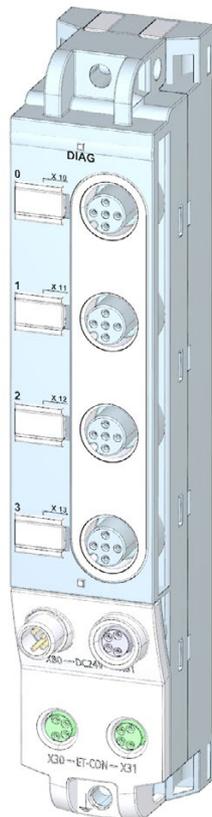


图 2-1 模拟量输入模块 AI 4xRTD/TC 4xM12 的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 4 个模拟量输入
- M12 插座用于连接传感器
- 可以为每个通道设置测量类型：
 - 测量电压：±80 mV
 - 电阻测量：0-150 Ohm, 0-300 Ohm (2/3/4 线制连接)
 - 热电阻测量：Pt/Ni100、Pt/Ni1000 (2/3/4 线制连接)
 - 热电偶测量：B、C、E、J、K、L、N、R、S、T、U 型
- 可连接隔离式/非隔离式热电偶
- 精度 16 位
- 尺寸 30 x 159 x 40 mm
- 精度符合 AMS2750E 要求
- 可以为每个通道设置可组态诊断
- 可按通道设置超限时的硬件中断
(每个通道设置 2 个上限和 2 个下限)
- 补偿基准结温度具有多种方法

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态 (质量信息)

说明

启动期间的过程值

只要 I/O 模块未收到参数，此 I/O 模块就会返回过程值 7FFF_H。

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- Stripping Tool, 适用于 ET-Connection
- M8 密封盖
- M12 密封盖

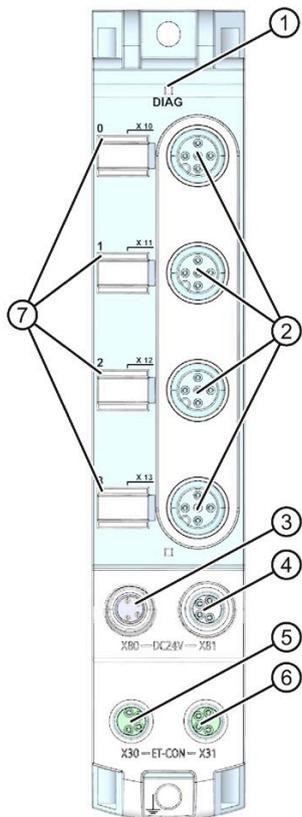
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了模拟量输入模块 AI 4xRTD/TC 4xM12 的操作员控制和显示元件。



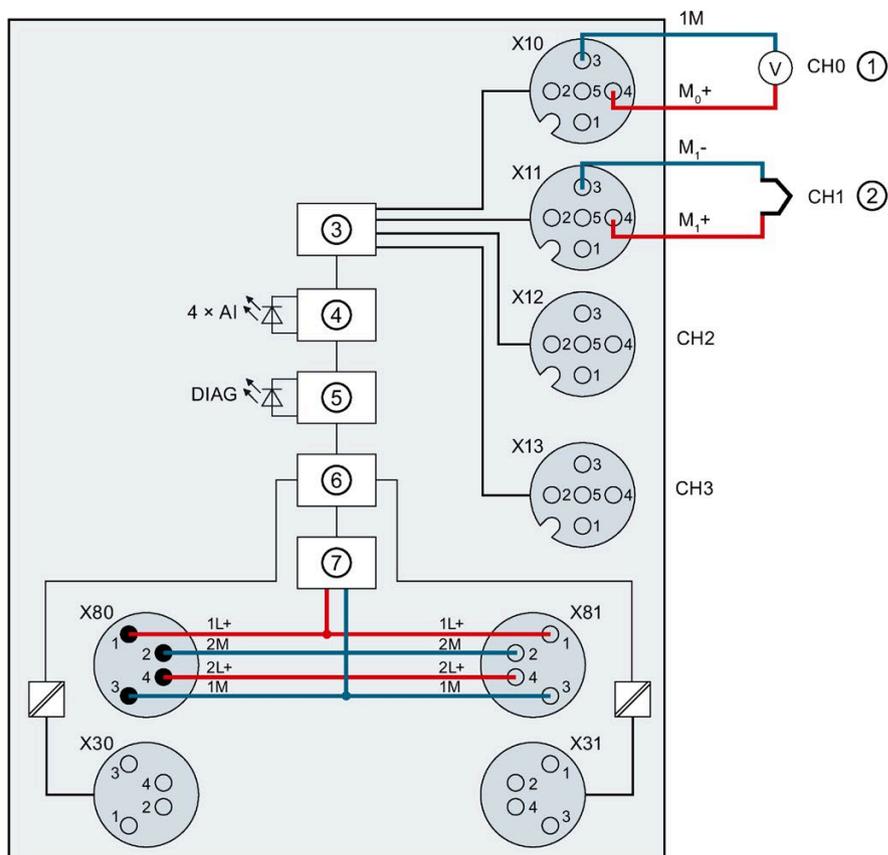
- ① DIAG : 指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 至 X13 : 用于输入信号的插座
- ③ X80 : 电源电压供电的连接器 (功率输入)
- ④ X81 : 接通电源电压回路的插座 (功率输出)
- ⑤ X30 : ET-Connection IN 的插座
- ⑥ X31 : ET-Connection OUT 的插座
- ⑦ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 3

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了电压测量和热电偶测量的引脚分配。

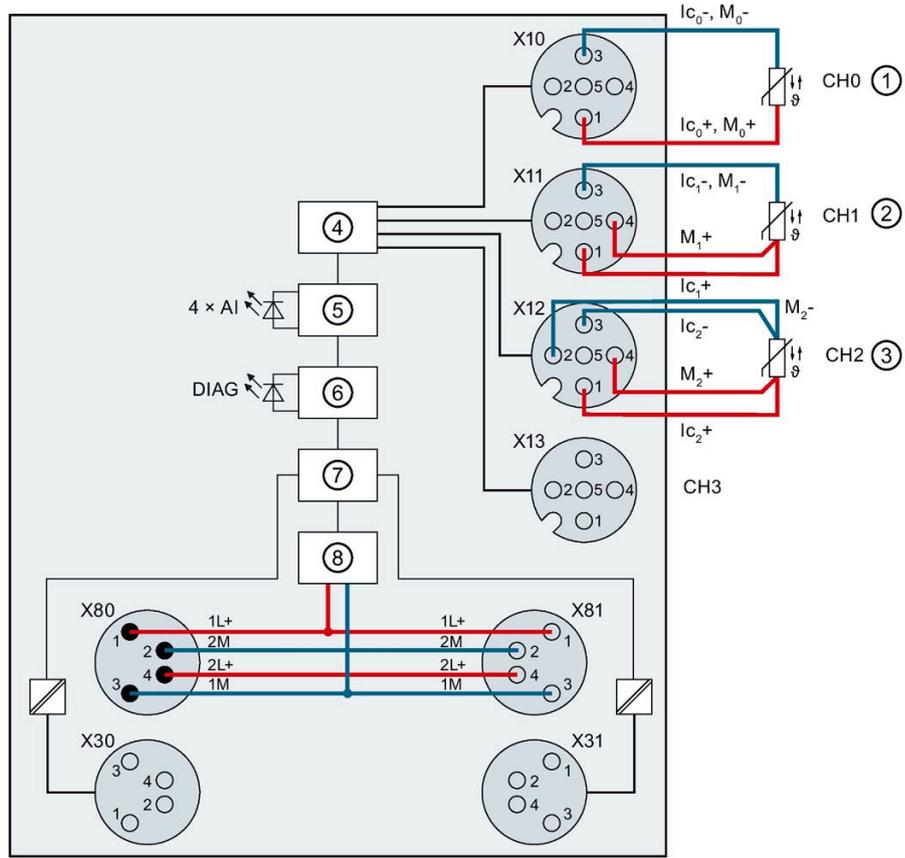


①	电压测量	X30	ET-Connection 的馈电
②	热电偶测量	X31	接通 ET-Connection 回路
③	多路复用器	1L+	电源电压 1L+ (未接通)
④	模数转换器 (ADC)	1M	1M 接地 (未接通)
⑤	微型控制器	2L+	负载电压 2L+ (接通)
⑥	ET-Connection 接口	2M	2M 接地 (接通)
⑦	内部电源电压	M _n +	测量正输入, 通道 n
X10 bis	通道 0 到 3	M _n -	测量负输入, 通道 n
X13			
X80	馈入电源电压	AI	通道状态 LED 指示灯 (0、1、2 和 3) (绿色)
X81	接通电源电压回路	DIAG	LED 诊断状态 (红色/绿色)

图 3-1 电压和热电偶测量示例

3.1 端子和方框图

下图举例说明了热敏电阻和电阻测量的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|------------------|-------------------|-------------------------------|
| ① | RTD/R 2 线制连接 | X30 | ET-Connection 的馈电 |
| ② | RTD/R 3 线制连接 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ③ | RTD/R 4 线制连接 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ④ | 多路复用器 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ⑤ | 模数转换器 (ADC) | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ⑥ | 微型控制器 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑦ | ET-Connection 接口 | M _n + | 测量正输入, 通道 n |
| ⑧ | 内部电源电压 | M _n - | 测量负输入, 通道 n |
| X10 到 X13 | 通道 0 到 3 | I _{Cn} + | 电流输出、电流馈入、RTD/R 通道 n |
| | | I _{Cn} - | |
| X80 | 馈入电源电压 | AI | 通道状态 LED 指示灯 (0、1、2 和 3) (绿色) |
| X81 | 接通电源电压回路 | DIAG | LED 诊断状态 (红色/绿色) |

图 3-2 电阻和热电阻测量示例

3.2 引脚分配

说明

颜色编码

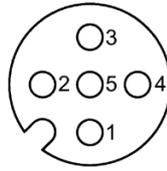
模块的 ET-Connection

和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

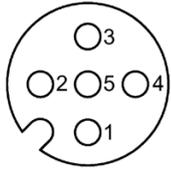
模拟量输入的插座引脚分配

下表列出了用于连接模拟量输入的 4 个插座的引脚分配。

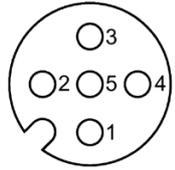
表格 3-1 热电偶的引脚分配 + 电压测量

引脚	分配	插座的正视图
	X10 ... X13 - 模拟量输入的插座 (热电偶)	
1	预留	
2	预留	
3	测量输入 M ₀₋ : 连接器 X10 测量输入 M ₁₋ : 连接器 X11 测量输入 M ₂₋ : 连接器 X12 测量输入 M ₃₋ : 连接器 X13	
4	测量输入 M ₀₊ : 连接器 X10 测量输入 M ₁₊ : 连接器 X11 测量输入 M ₂₊ : 连接器 X12 测量输入 M ₃₊ : 连接器 X13	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

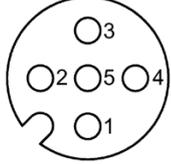
表格 3-2 模拟量输入的引脚分配 (RTD/R 2 线制连接)

引脚	分配	插座的正视图
	X10 ... X13 - 模拟量输入插座 (RTD/R 2 线制连接)	
1	测量电缆 Ic0+, M0+ : 连接器 X10 测量电缆 Ic1+, M1+ : 连接器 X11 测量电缆 Ic2+, M2+ : 连接器 X12 测量电缆 Ic3+, M3+ : 连接器 X13	
2	预留	
3	测量电缆 Ic0-, M0- : 连接器 X10 测量电缆 Ic1-, M1- : 连接器 X11 测量电缆 Ic2-, M2- : 连接器 X12 测量电缆 Ic3-, M3- : 连接器 X13	
4	预留	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

表格 3-3 模拟量输入的引脚分配 (RTD/R 3 线制连接)

引脚	分配	插座的正视图
	X10 ... X13 - 模拟量输入插座 (RTD/R 3 线制连接)	
1	恒定电流电缆 I_{C0+} : 连接器 X10 恒定电流电缆 I_{C1+} : 连接器 X11 恒定电流电缆 I_{C2+} : 连接器 X12 恒定电流电缆 I_{C3+} : 连接器 X13	
2	预留	
3	测量电缆 I_{C0-} , M_{0-} : 连接器 X10 测量电缆 I_{C1-} , M_{1-} : 连接器 X11 测量电缆 I_{C2-} , M_{2-} : 连接器 X12 测量电缆 I_{C3-} , M_{3-} : 连接器 X13	
4	测量输入 M_{0+} : 连接器 X10 测量输入 M_{1+} : 连接器 X11 测量输入 M_{2+} : 连接器 X12 测量输入 M_{3+} : 连接器 X13	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

表格 3-4 模拟量输入的引脚分配 (RTD/R 4 线制连接)

引脚	分配	插座的正视图
	X10 ... X13 - 模拟量输入插座 (RTD/R 4 线制连接)	
1	恒定电流电缆 I_{C0+} : 连接器 X10 恒定电流电缆 I_{C1+} : 连接器 X11 恒定电流电缆 I_{C2+} : 连接器 X12 恒定电流电缆 I_{C3+} : 连接器 X13	
2	测量线路 M_{0-} : 连接器 X10 测量线路 M_{1-} : 连接器 X11 测量线路 M_{2-} : 连接器 X12 测量线路 M_{3-} : 连接器 X13	
3	恒定电流电缆 I_{C0-} : 连接器 X10 恒定电流电缆 I_{C1-} : 连接器 X11 恒定电流电缆 I_{C2-} : 连接器 X12 恒定电流电缆 I_{C3-} : 连接器 X13	
4	测量输入 M_{0+} : 连接器 X10 测量输入 M_{1+} : 连接器 X11 测量输入 M_{2+} : 连接器 X12 测量输入 M_{3+} : 连接器 X13	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

说明

用于 RTD 测量的耦合器插头

对于 RTD

测量, 请使用带镀金触点的耦合器插头。其他材料会产生接触电阻, 从而导致不正确的测量值。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

表格 3-5 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

供电电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了供电电源电压的连接器的引脚分配。

表格 3-6 电源电压连接器的引脚分配

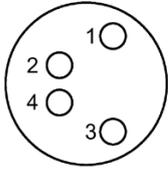
引脚	分配	电源电缆的线芯颜 色分配	连接器的前视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

3.2 引脚分配

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-7 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 测量类型和测量范围

下表列出了可组态的测量范围。

表格 4-1 测量类型和测量范围

测量类型	测量范围	温度系数	精度
禁用	–	–	–
电压	+/- 80 mV	–	最多 16 位
<ul style="list-style-type: none"> • 电阻 (2 线制连接) • 电阻 (3 线制连接) • 电阻 (4 线制连接) 	<ul style="list-style-type: none"> • 150 Ω • 300 Ω 	–	最多 15 位
<ul style="list-style-type: none"> • 热敏电阻 (2 线制连接) • 热敏电阻 (3 线制连接) • 热敏电阻 (4 线制连接) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pt 100 气温范围 • Pt 100 标准范围 • Pt 1000 气温范围 • Pt 1000 标准范围 	<ul style="list-style-type: none"> • Pt 0.003851 (EN 60751) • Pt 0.003916 • Pt 0.003902 • Pt 0.00392 • Pt 0.00385 	最多 16 位 (包括符号)
	<ul style="list-style-type: none"> • Ni 100 气温范围 • Ni 100 标准范围 • Ni 1000 气温范围 • Ni 1000 标准范围 	<ul style="list-style-type: none"> • Ni 0.00618 • Ni 0.00672		最多 16 位 (包括符号)
热电偶	类型 : B、C、E、J、K、L、N、R、S、T、U	–	最多 16 位 (包括符号)

4.2 参数

4.2 参数

模拟量输入模块 AI 4xRTD/TC 4xM12 的参数

在 STEP 7 中进行模块的参数分配时，可通过各种参数指定模块的特性。下表列出了可组态的参数。可组态参数的有效范围取决于组态的类型。可进行以下组态：

- 采用 PROFINET IO 的分布式模式
- 采用 PROFIBUS DP 的分布式模式
- ET 200SP CPU 的集中操作

注意
<p>编码器与参数的匹配</p> <p>模拟量输入的默认设置为电压测量 (± 80 mV)。 确保所连接的编码器与所选的参数相匹配。</p>

模拟量输入模块的参数和预设。

下表列出了使用 GSD 文件组态时模拟量输入模块 AI 4xRTD/TC 4xM12 的 PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 参数。

表格 4-2 可组态的参数及默认值 (GSD)

参数	取值范围	默认值	组态软件的有效范围, 例如 STEP 7 (TIA Portal)	
			PROFINET IO GSD 文件	PROFIBUS DP GSD 文件
温度单位	<ul style="list-style-type: none"> • 摄氏度 • 华氏度 • 开氏度 	摄氏度	模块	模块
测量类型/范围	• 禁用	电压 ±80 mV	通道	通道
	• 电压 ±80 mV			

参数	取值范围	默认值	组态软件的有效范围, 例如 STEP 7 (TIA Portal)	
	电阻 (2、3、4 线制连接) <ul style="list-style-type: none"> • 150 Ω • 300 Ω 			
	热敏电阻 (2、3、4 线制连接) <ul style="list-style-type: none"> • Pt 100 气温范围 • Pt 1000 气温范围 • Pt 100 标准范围 • Pt 1000 标准范围 • Ni 100 气温范围 • Ni 1000 气温范围 • Ni 100 标准范围 • Ni 1000 标准范围 			
	热电偶 <ul style="list-style-type: none"> • 类型 B • 类型 N • 类型 E • 类型 R • 类型 S • 类型 J • 类型 L • 类型 T • 类型 K • 类型 U • 类型 C 			

4.2 参数

参数	取值范围	默认值	组态软件的有效范围, 例如 STEP 7 (TIA Portal)	
温度系数	<ul style="list-style-type: none"> Pt 0.003851 (EN 60751) Pt 0.003916 Pt 0.003902 Pt 0.00392 Pt 0.00385 Ni 0.00618 Ni 0.00672 	Pt 0.003851 (EN 60751)	通道	通道
基准结	<ul style="list-style-type: none"> 固定参考温度 动态参考温度 内部基准结 无补偿 	内部基准结	通道	通道
固定参考温度	-2290 ... 3276	0	通道	模块
滤波	<ul style="list-style-type: none"> 无 弱 中等 强 	无	通道	通道
干扰频率抑制	<ul style="list-style-type: none"> 60 Hz (16.6 ms) 50 Hz (20 ms)¹ 16.6 Hz (60 ms) 	50 Hz (20 ms) ¹	通道	通道
诊断： 基准结	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	通道
诊断： 断路	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	通道
诊断 上溢/下溢诊断	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	---	通道
诊断： 下溢	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	---

参数	取值范围	默认值	组态软件的有效范围, 例如 STEP 7 (TIA Portal)	
诊断 : 上溢	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	---
导线电阻 [mΩ] ²	0 ... 50000 mΩ	0	通道	---
硬件中断, 上限 1	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	---
硬件中断, 下限 1	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	---
硬件中断, 上限 2	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	---
硬件中断, 下限 2	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	通道	---
上限 1	取值范围取决于测量类型。 表 4-3 硬件中断的测量值列出了测量类型所允许的取值范围 (最小值/最大值)。	27648	通道	---
下限 1		0	通道	---
上限 2		27648	通道	---
下限 2		0	通道	---

¹ 干扰频率抑制 : 在 50 Hz 的滤波中会自动包含 400 Hz 时的噪音。

² 仅适用于 2 线制连接

说明

未使用的通道

在参数分配中“禁用”未使用的输入可以缩短模块循环时间。

禁用的输入始终返回值 7FFF_H。

4.2 参数

硬件中断的值范围

下表列出了测量类型所允许的硬件中断取值范围。

表格 4-3 硬件中断的值范围

测量类型	测量范围	下限	上限	单位
电压	± 80 mV	-94.071	94.068	mV
		-32511	32510	十进制
电阻	150 Ω	0.01	176.38	Ω
		2	32510	十进制
	300 Ω	0.01	352.76	Ω
		1	32510	十进制
热敏电阻	Pt 100 标准型	-242.9	999.9	°C
		-2429	9999	十进制
	Pt 1000 标准型	-405.3	1831.9	F
		-4053	18319	十进制
	Pt 100 气候型	30.3	1273.1	K
		303	12731	十进制
	Pt 1000 气候型	-144.99	154.99	°C
		-14499	15499	十进制
	Ni 100 标准型	-228.99	310.99	F
		-22899	31099	十进制
	Ni 100 气候型	-104.9	294.9	°C
		-1049	2949	十进制
	Ni 1000 标准型	-156.9	562.9	F
		-1569	5629	十进制
	Ni 1000 气候型	168.3	568.1	K
		1683	5681	十进制
	Ni 100 气候型	-104.99	154.99	°C
		-10499	15499	十进制
	Ni 1000 气候型	-156.99	310.99	F

测量类型	测量范围	下限	上限	单位
		-15699	31099	十进制
热电偶	类型 B	-119.9	2069.9	°C
		-1199	20699	十进制
		-183.9	3276.5	F
		-1839	32765	十进制
		153.3	2343.1	K
		1533	23431	十进制
	类型 N	-269.9	1549.9	°C
		-2699	15499	十进制
		-453.9	2821.9	F
		-4539	28219	十进制
		3.3	1823.1	K
		33	18231	十进制
	类型 E	-269.9	1199.9	°C
		-2699	11999	十进制
		-453.9	2191.9	F
		-4539	21919	十进制
		3.3	1473.1	K
		33	14731	十进制
	类型 R、S	-169.9	2018.9	°C
		-1699	20189	十进制
		-273.9	3276.5	F
		-2739	32765	十进制
		103.3	2292.1	K
		1033	22921	十进制
类型 J	-209.9	1449.9	°C	
	-2099	14499	十进制	
	-345.9	2641.9	F	
	-3459	26419	十进制	

4.2 参数

测量类型	测量范围	下限	上限	单位
		63.3	1723.1	K
		633	17231	十进制
	类型 L	-199.9	1149.9	°C
		-1999	11499	十进制
		-327.9	2101.9	F
		-3279	21019	十进制
		73.3	1423.1	K
		733	14231	十进制
	类型 T	-269.9	539.9	°C
		-2699	5399	十进制
		-453.9	1003.9	F
		-4539	10039	十进制
		3.3	813.1	K
		33	8131	十进制
	类型 K	-269.9	1621.9	°C
		-2699	16219	十进制
		-453.9	2951.5	F
		-4539	29515	十进制
		3.3	1895.1	K
		33	18951	十进制
	类型 U	-199.9	849.9	°C
		-1999	8499	十进制
		-327.9	1561.9	F
		-3279	15619	十进制
73.3		1123.1	K	
733		11231	十进制	
类型 C	-119.9	2499.9	°C	
	-1199	24999	十进制	
	-183.9	3276.5	F	

测量类型	测量范围	下限	上限	单位
		-1839	32765	十进制
		153.3	2773.1	K
		1533	27731	十进制

热电偶的“固定参考温度”参数

只有在参数“基准结”(Reference junction) 中选择“固定参考温度”(Fixed Reference Temperature) 时，才能设置参数“固定参考温度”(Fixed reference temperature)。

下表给出了热电偶“参考温度”的取值范围。

表格 4-4 热电偶“参考温度”的取值范围。

温度单位	温度		十进制	
	最小	最大	最小	最大
摄氏度	-145.0	155	-1450	1550
华氏度	-229.0	311.0	-2290	3110
开氏度	128.2	327.6	1282	3276

4.3 参数说明

4.3 参数说明

温度单位

可以使用此参数设置要用来测量温度的温度单位。

测量类型/范围

可以使用此参数设置要用于获取测量值的测量类型或测量范围。

说明

未使用的通道

在参数分配中“禁用”未使用的通道可以缩短模块循环时间。

禁用的通道始终返回值 7FFF_H。

温度系数（对于 RTD）

温度系数取决于材料的化学成分。在欧洲，每个传感器类型只使用一个值（默认值）。

温度系数的校正因子（ α 值）指定温度升高 1°C 时特定材料电阻的更改量。

其它值则是便于设置传感器特定的温度系数以及提高准确度。

基准结

如果测量点与参比端（连接点处热电偶的空闲端）之间有温度差，空闲端之间会产生热电压。热电压的大小取决于：

- 测量点与空闲端之间的温度差
- 热电偶材料组合的类型。

由于热电偶始终检测温度差，因此必须确定参比端的温度才能确定测量点的温度。

下表列出了可通过参数“基准结”进行参数化的补偿类型。

表格 4-5 “基准结”参数的可参数化补偿类型

补偿类型	说明
固定参考温度	<p>特性</p> <p>在这种补偿类型中，参比端的温度将存储为一个固定值。</p> <p>工作原理</p> <p>参比端温度在参数“固定参考温度”中指定。</p> <p>可能的取值范围显示在“表格 4-4 热电偶“参考温度”的取值范围。(页 31)”部分中。</p> <p>所组态的参比端温度适用于为此补偿类型选择的模块的所有通道。</p> <p>接线</p> <p>使用铜缆将热电偶从参比端处连接到端子 3 和 4。</p> <p>如果在 AI 4xRTD/TC 4xM12 的 M12 连接器处直接检测参比端的温度，也可直接连接热电偶或使用补偿线进行连接。</p>
动态参考温度	<p>特性</p> <p>采用此类补偿方式时，可通过其它站中的外部模块对参比端温度进行测量。</p> <p>工作原理</p> <p>通过调用 SFB 53，使用数据记录 192 - 195 将参比端温度从 CPU 传输到 AI 4xRTD/TC 4xM12 电子模块。</p> <p>为此类补偿选择的每个通道都可以通过用户程序分配各自的参比端温度。更多信息，请参见“动态参考温度的数据记录结构(页 37)”部分。</p> <p>接线</p> <p>使用铜缆将热电偶从参比端处连接到端子 3 和 4。</p> <p>如果在 AI 4xRTD/TC 4xM12 的 M12 连接器处直接检测参比端的温度，也可直接连接热电偶或使用补偿线进行连接。</p>

4.3 参数说明

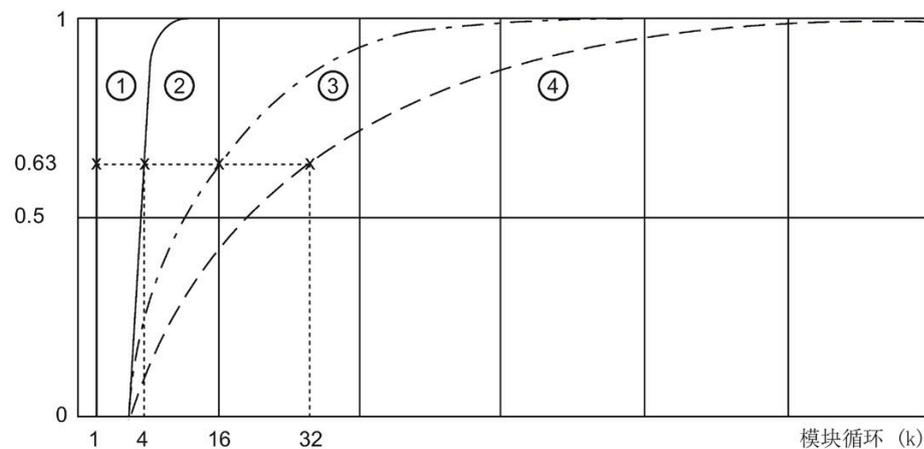
补偿类型	说明
内部基准结	<p>特性</p> <p>对于该补偿类型，将通过集成在 AI 4xRTD/TC 4xM12 电子模块中的内部温度传感器确定参比端温度。</p> <p>注：应考虑对环境温度变化的响应时间。</p> <p>工作原理</p> <p>参比端温度可通过内部温度传感器检测。</p> <p>采用这种补偿方式的所有 AI 4xRTD/TC 4xM12 通道都将收到相同的参比端温度。</p> <p>接线</p> <p>可直接将热电偶连接到 AI 4xRTD/TC 4xM12 上，也可以通过补偿线进行连接。</p>
无补偿	<p>特性</p> <p>对于该补偿类型，将在 AI 4xRTD/TC 4xM12 电子模块外部测量热电偶的参比端温度。例如，可以为此将一个补偿箱连接到热电偶。</p> <p>工作原理</p> <p>此类补偿的参比端温度被指定为 0 °C。</p> <p>可以使用补偿箱实现这一点。每个热电偶都需要一个单独的补偿箱。</p> <p>接线</p> <p>使用铜缆将补偿箱连接到 AI 4xRTD/TC 4xM12。</p> <p>注：基准结温度不超过 50 °C 时，B 型热电偶无需补偿箱。</p>

滤波

通过滤波，可以过滤掉干扰。滤波系数越大，滤波效果越好。在技术上，可以采用数字过滤器进行过滤。滤波可设为 4 个级别。滤波系数 k 等于模块循环次数。滤波器的时间常量是滤波系数 k 与 I/O 模块循环时间的乘积。滤波系数越大，滤波器的时间常量就越大。

滤波时间 = 模块循环次数 (k) × 模块循环时间。

下图显示了滤波模拟值接近 100% 时所经历的模块循环次数，具体取决于对滤波的组态。这适用于模拟量输入处的所有信号更改。



- ① 无滤波 ($k = 1$)
- ② 弱 ($k = 4$)
- ③ 中等 ($k = 16$)
- ④ 强 ($k = 32$)

图 4-1 滤波

干扰频率抑制

此参数抑制影响模拟量输入模块的干扰，这类干扰由使用的交流电压网络的频率引起。

交流电压网络的频率可能会对测量值产生负面影响，尤其是在低压范围内使用热电偶进行测量时。通过该参数，用户指定设备中起主要作用的线路频率。

诊断：基准结

如果需要为正在运行的 TC 通道确定基准结的参考温度，则启用基准结诊断。

4.3 参数说明

诊断：断路

如果模拟量输入模块无电流和/或电流过小，无法在所组态的输入处进行测量，则启用该诊断。

说明

断路诊断

对于模拟量输入通道，不可能对测量类型电压 $\pm 80\text{ mV}$ 进行断路诊断。

下表列出了断路时可执行的诊断。

表格 4-6 RTD/R 诊断

诊断：断路	诊断：上溢	下溢诊断	事件	过程数据	每个通道的诊断报警
启用	禁用	禁用	断路	0x7FFF	断路
禁用	禁用	启用	断路	0x7FFF	-
禁用	启用	禁用	断路	0x7FFF	超出上限
禁用	启用	启用	断路	0x7FFF	超出上限
禁用	禁用	禁用	断路	0x7FFF	-

诊断：上溢/下溢（仅限 PROFIBUS）

如果测量值超出范围上限或低于范围下限，则启用该诊断。

诊断：下溢

如果测量值低于范围下限，则启用该诊断。

诊断：上溢

如果测量值超出范围上限，则启用该诊断。

导线电阻

测量型电阻和热敏电阻的参数（2 线制连接）。

此参数用于在不妨碍传感器接线的情况下补偿导线电阻。

硬件中断上限/下限 1 或 2

如果超出上限 1/2 或低于下限 1/2, 则启用硬件中断。

要求: 必须将一个 OB 4x 分配给 CPU/设备。

有关硬件中断结构的更多信息, 请参见“中断 (页 43)”部分。

上限/下限 1 或 2

指定当超过上限或低于下限时将触发硬件中断的阈值。

参见

参数 (页 24)

4.4 动态参考温度的数据记录结构

WRREC 指令用于通过数据记录 192 到 195 将基准结温度传送到模块。

有关 WRREC 指令的说明, 请参见 STEP 7 在线帮助。

如果已经为“基准结”参数设置了“动态参考温度”值, 模块将至少每 5 分钟需要一条新数据记录。如果模块在此时间内未收到新数据记录, 它将生成“参考通道错误”诊断消息。

分配数据记录和通道

通道的分配:

- 数据记录 192 对应通道 0
- 数据记录 193 对应通道 1
- 数据记录 194 对应通道 2
- 数据记录 195 对应通道 3

4.4 动态参考温度的数据记录结构

动态参考温度数据记录 192 的结构

下图举例说明了数据记录 192 对应通道 0 的结构。数据记录 193 到 195 的结构相同。

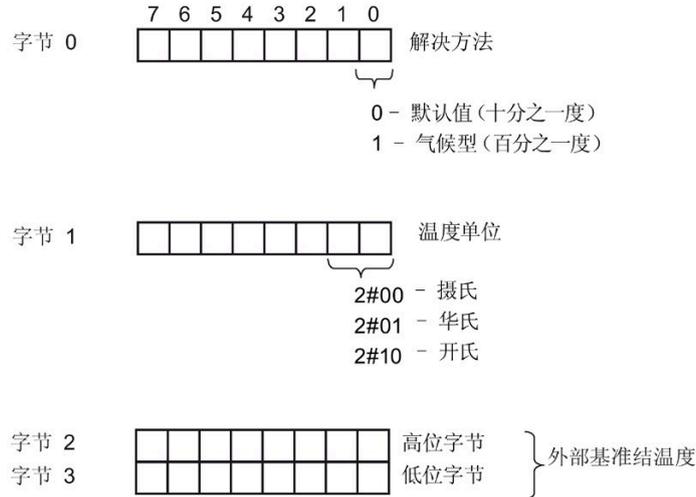


图 4-2 数据记录 192 的结构

固定温度补偿的有效值

可选值必须位于所允许的值范围内。温度补偿有效值的精度为十分之一度。

表格 4-7 通过数据记录进行温度补偿的有效值

温度单位	十进制	十六进制
摄氏 (默认值)	-1450 ... 1550	FA56H ... 60EH
华氏 (默认值)	-2290 ... 3110	F70EH ... C26H
开氏 (默认值)	1282 ... 3276	502H ... CCCH
摄氏 (气候型)	-14500 ... 15500	C75CH ... 3C8CH
华氏 (气候型)	-22900 ... 31100	A68CH ... 797CH
开氏 (气候型)	12820 ... 32760	3214H ... 7FF8H

说明

数据记录 DS 192 - DS 195

内容的灵活性使用户可对每个通道使用一个单独的基准结。还可以通过用户程序以各通道使用同一基准结的方式对各通道进行组合。为此，需要在数据记录中为运行在同一基准结温度的所有通道指定相同温度值。

更多信息

有关通过数据记录对基准结进行温度补偿的更多信息，请参见“功能手册SIMATIC 模拟值的处理 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/67989094>)”。

4.5 地址空间

下图显示了带有值状态（质量信息，QI）的 AI 4xRTD/TC 4xM12 模拟量输入模块的地址空间分配。如果正在使用 PROFINET 并且启用了值状态，值状态的地址将可用。值状态不可用于 PROFIBUS。

过程映像输入（PII）中的分配

		引脚分配				通道	
		连接器	U/TC	RTD/R 2 线制连接	RTD/R 3 线制连接		RTD 4 线制连接
EB x	7 6 5 4 3 2 1 0	X10	Pin 3, 4	Pin 1, 3	Pin 1, 3, 4	Pin 1, 2, 3, 4	0
EB x + 1							
EB x + 2							
EB x + 3							
EB x + 4		X11	Pin 3, 4	Pin 1, 3	Pin 1, 3, 4	Pin 1, 2, 3, 4	1
EB x + 5							
EB x + 6							
EB x + 7							
EB x + 8	7 6 5 4 3 2 1 0	X12	Pin 3, 4	Pin 1, 3	Pin 1, 3, 4	Pin 1, 2, 3, 4	2
		X13	Pin 3, 4	Pin 1, 3	Pin 1, 3, 4	Pin 1, 2, 3, 4	3

通道 0 至 3 的值状态 (QI)

EB x + 8	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	0	0	0				

图 4-3 地址空间

AI 4xRTD/TC 4xM12 模拟量输入模块的组态选项

可使用以下组态选项：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

4.5 地址空间

评估值状态

如果启用了模拟量模块的值状态，那么将占用输入地址空间中另外 1 个字节。该字节中的位 0 到 3 都将分配给一个通道，并提供有关模拟值有效性的信息。值状态独立于诊断的组态情况。

位 = 1 :

- 通道上无错误。

位 = 0 :

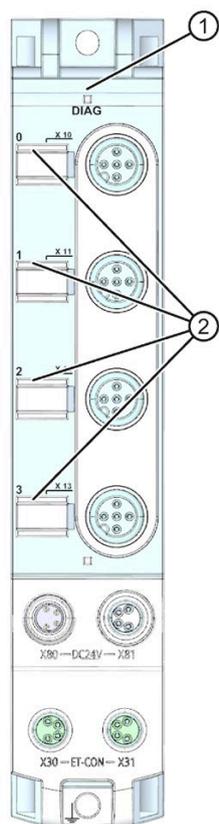
- 通道已禁用
- 错误接线
- 通道的应用值不正确

中断/诊断报警

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯

下图显示了 AI 4xRTD/TC 4xM12 模拟量输入模块的 LED 显示（状态和错误显示）。



- ① 诊断状态 (DIAG) (红色/绿色)
- ② 通道状态 (0、1、2、3) (绿色)

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的纠正措施，请参见“诊断报警 (页 45)”部分。

5.1 状态和错误指示灯

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 未分配模块参数 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接到 ET 连接和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	已分配模块参数且进行了模块诊断

通道状态的 LED 指示灯

表格 5-2 LED 状态指示灯 0、1、2 和 3

LED 指示灯 0、1、2 和 3	含义
□ 灭	<ul style="list-style-type: none"> 通道已禁用 通道已激活但参数分配不正确 GSD 可能有参数错误
■ 亮	<ul style="list-style-type: none"> 通道已激活并且参数分配正确

5.2 中断

AI 4xRTD/TC 4xM12 模拟量输入模块支持诊断和硬件中断。

诊断中断

下表列出了模拟量输入模块为其返回诊断中断的事件，具体取决于参数分配情况。

表格 5-3 诊断中断

测量类型	诊断						
	断路	超出上限	超出下限	错误	参数分配 错误	参考通道 错误	硬件中断 丢失
电压	-	√	√	√	√	-	√
电阻	√	√	-	√	√	-	√
热敏电阻	√	√	√	√	√	-	√
热电偶	√	√	√	√	√	√	√

硬件中断

在发生以下情况时模拟量输入模块将生成硬件中断：

- 超出下限 1
- 超出上限 1
- 超出下限 2
- 超出上限 2

有关事件的详细信息，请参见“RALRM”（读取其它中断信息）指令的硬件中断组织块以及 STEP 7 在线帮助。

该组织块的启动信息说明了模拟量输入模块在哪个通道上触发硬件中断。

说明

两个限值出现上限违例

如果同时超出了两个限值，始终首先发出限值 1 的信号，然后再发出限值 2 的信号。

5.2 中断

下图显示了本地数据中地址为 8 的双字的各个位的分配。

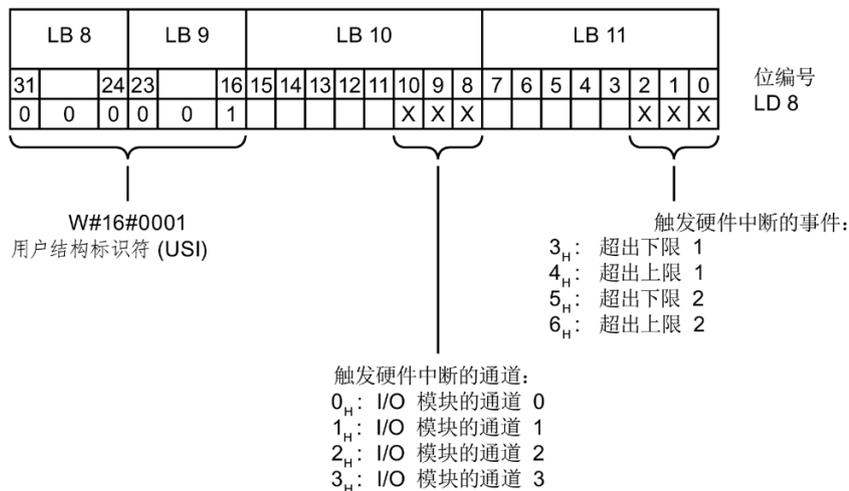


图 5-2 组织块的启动信息

附加中断信息的结构

表格 5-4 附加中断信息的结构

数据块名称	内容	注释	字节
USI (用户结构标识符)	W#16#0001	I/O 模块的硬件中断的附加中断信息	2
触发硬件中断的通道紧随其后。			
通道	B#16#00 到 B#16#03	触发事件的通道的编号	1
触发硬件中断的错误事件紧随其后。			
事件	B#16#03	超出下限 1	1
	B#16#04	超出上限 1	
	B#16#05	超出下限 2	
	B#16#06	超出上限 2	

5.3 诊断报警

系统可为每个诊断事件输出一个诊断报警。模拟量输出模块上的 DIAG LED 指示灯红色闪烁。诊断报警显示在 CPU 的诊断缓冲区中。可通过用户程序评估错误代码。

下表列出了所设置的测量范围的诊断报警。

表格 5-5 诊断报警、其含义以及补救措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
断路	6H	模块与传感器之间断路	连接电缆
		通道未连接（断开）	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用诊断 • 连接通道 • 禁用通道
超出上限 ¹	7H	值超出上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
		断路 ²	请参见“断路”
超出下限 ¹	8H	值低于下限。	更正模块与传感器之间的相互关系
错误	9H	值显著低于下限/高于上限。	更正模块与传感器之间的相互关系
参数错误	10H	<ul style="list-style-type: none"> • 模块无法评估通道参数 • 模块参数分配错误 	更正参数分配（断路诊断仅设置为允许的测量范围）。
参考通道错误	15H	未定期在 5 分钟内正确收到数据记录 192 ... 195。	写入数据记录 192 ... 195
硬件中断丢失	16H	由于未决的硬件中断过多，至少一个硬件中断信号无法发送。	更改程序或过程

¹ 报警取决于已组态的测量范围。

² 对于已禁用“断路”诊断的电阻和热敏电阻测量范围，这将由“超出上限”诊断来报告。

技术规范

6.1 技术数据

AI 4xRTD/TC 4xM12 模拟量输入模块的技术数据

下表列出了自出版日起的技术规范。有关每日更新的技术规范数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7144-5KD50-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7144-5KD50-0BA0
一般信息	
产品类型标志	AI 4xRTD/TC
硬件功能状态	FS01
固件版本	V1.0.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V16 及以上版本
• STEP 7 可组态/ 已集成, 自版本	V5.5 SP4 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSDML V2.34
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损毁

商品编号	6ES7144-5KD50-0BA0
输入电流	
耗用电流 (额定值)	25 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
功率损失	
功率损失, 典型值	0.6 W
模拟输入	
模拟输入端数量	4
• 电压测量时	4
• 测量电阻/电阻型热电偶时	4
• 测量热电偶时	4
电压输入允许的输入电压 (毁坏限制), 最大值	15 V
电阻传感器的恒定测量电流, 典型值	230 ... 300 μ A
循环时间 (所有通道) 最小值	90 ms
温度测量的技术单位, 可调节	是的; 摄氏度/华氏度/开尔文
输入范围 (额定值), 电压	
• -80 mV 至 +80 mV	是的; 包括符号在内 16 位
– 输入电阻 (-80 mV 至 +80 mV)	10 M Ω
输入范围 (额定值), 热电偶	
• 类型 B	是的; 包括符号在内 16 位
– 输入电阻 (类型 B)	10 M Ω
• 类型 C	是的; 包括符号在内 16 位
– 输入电阻 (类型 C)	10 M Ω
• 类型 E	是的; 包括符号在内 16 位
– 输入电阻 (类型 E)	10 M Ω
• 类型 J	是的; 包括符号在内 16 位
– 输入电阻 (类型 J)	10 M Ω
• 类型 K	是的; 包括符号在内 16 位
– 输入电阻 (类型 K)	10 M Ω

商品编号	6ES7144-5KD50-0BA0
<ul style="list-style-type: none"> • 类型 L <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (类型 L) • 类型 N <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (类型 N) • 类型 R <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (类型 R) • 类型 S <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (类型 S) • 类型 T <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (类型 T) • 类型 U <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (类型 U) 	<p>是的; 包括符号在内 16 位</p> <p>10 MΩ</p>
<p>输入范围 (额定值) , 电阻温度计</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ni 100 <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (Ni 100) • Ni 1000 <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (Ni 1000) • Pt 100 <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (Pt 100) • Pt 1000 <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (Pt 1000) 	<p>是的; 标准/气候</p> <p>10 MΩ</p> <p>是的; 标准/气候</p> <p>10 MΩ</p> <p>是的; 标准/气候</p> <p>10 MΩ</p> <p>是的; 标准/气候</p> <p>10 MΩ</p>
<p>输入范围 (额定值) , 电阻</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 至 150 欧姆 <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (0 至 150 欧姆) • 0 至 300 欧姆 <ul style="list-style-type: none"> - 输入电阻 (0 至 300 欧姆) 	<p>是的</p> <p>10 MΩ</p> <p>是的</p> <p>10 MΩ</p>

商品编号	6ES7144-5KD50-0BA0
热电偶 (TC)	
温度补偿	
- 可参数化	是的
- 内部温度补偿	是的
- 使用补偿盒进行的外部温度补偿	是的
- 动态参考温度值	是的
- 固定的参考温度	是的
导线长度	
• 屏蔽, 最大值	30 m
输入端的模拟值构成	
测量原理	集成
集成和转换时间/每通道分辨率	
• 带有过调制的分辨率 (包括符号在内的位数), 最大值	16 bit
• 可参数化的集成时间	是的; 各个通道
• 积分时间 (ms)	16.7 / 20 / 60
• 基本转换时间, 包含积分时间 (ms)	18 / 21 / 61 ms
- 断线监测的额外转换时间	4 ms
- 电阻测量的额外转换时间	2 ms
• 对于干扰频率 f_1 (单位 Hz) 的干扰电压抑制	60 / 50 / 16.7
测量值滤波	
• 可参数化	是的
• 等级: 无	是的; 1x 循环时间
• 等级: 弱	是的; 4x 循环时间
• 等级: 中等	是的; 16x 循环时间
• 等级: 强	是的; 32x 循环时间

商品编号	6ES7144-5KD50-0BA0
传感器	
信号传感器连接	
• 对于利用两线制接口进行的电阻测量	是的
• 对于利用三线制接口进行的电阻测量	是的
• 对于利用四线制接口进行的电阻测量	是的
误差/精度	
线性错误（与输入范围有关）， (+/-)	0.025 %
温度错误（与输入范围有关）， (+/-)	0.01 %/K
输入端之间的串扰， 最大值	-70 dB
25 °C	0.01 %; Pt1000 时 0.02 %
时起振状态下的重复精度（与输入范围有关）， (+/-)	
内部补偿的温度故障	±4 °C
整个温度范围内的操作错误限制	
• 电压， 与输入范围有关， (+/-)	0.35 %
• 电阻， 与输入范围有关， (+/-)	0.25 %
• 热电阻， 与输入范围有关， (+/-)	0.25 %
• 热电偶， 与输入范围有关， (+/-)	TC 型 E、J、K、N、C、U、L : 0.35 % ; TC 型 R、S、T : 0.4 % ; TC 型 B : 0.45 %
基本错误限制（25 °C 时的操作错误限制）	
• 电压， 与输入范围有关， (+/-)	0.25 %
• 电阻， 与输入范围有关， (+/-)	0.15 %
• 热电阻， 与输入范围有关， (+/-)	0.15 %
• 热电偶， 与输入范围有关， (+/-)	0.25 %
故障电压抑制 $f = n \times (f1 \pm 0.5 \%)$, $f1 =$ 干扰频率	
• 串联干扰（干扰峰值 < 输入范围的额定值）， 最小值	40 dB

商品编号	6ES7144-5KD50-0BA0
报警/诊断/状态信息	
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
• 极限值报警	是的; 可参数化
诊断	
• 断线	是的; 不针对 ± 80 mV
• 溢出/下溢	是的
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和背板总线之间	是的
• 在通道和电子元件电源电压之间	不
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
防护等级和防护类别	
防护等级 IP	IP65/67
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
适用于符合 AMS2750 标准的应用程序	是的; 符合性声明, 参见在线支持文档 109757262
适用于符合 CQI-9 标准的应用程序	是的; 基于 AMS 2750 E
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2

6.1 技术数据

商品编号	6ES7144-5KD50-0BA0
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	168 g

尺寸图

A.1 尺寸图

下图给出了 AI 4xRTD/TC 4xM12 模拟量输入模块前视图和侧视图的尺寸图。

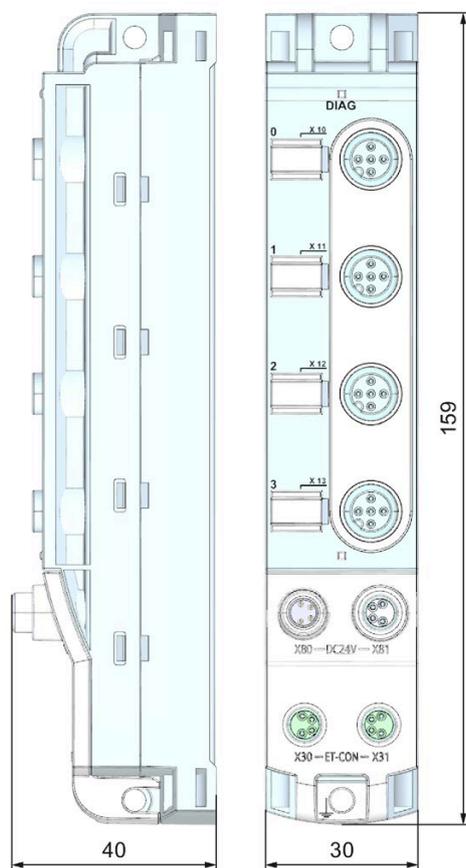


图 A-1 尺寸图

模拟值表示

B.1 电压测量范围内模拟值的表示

下表列出了电压测量范围的十进制和十六进制值（代码）。

表格 B-1 电压测量范围 ± 80 mV

值		电压测量范围	范围
十进制	十六进制	± 80 mV	
32767	7FFF	> 94.1 mV	上溢
32511	7EFF	94.1 mV	超出上限
27649	6C01		
27648	6C00	80 mV	额定范围
20736	5100	60 mV	
1	1	2.89 μ V	
0	0	0 mV	
-1	FFFF	-2.89 μ V	
-20736	AF00	-60 mV	
-27648	9400	-80 mV	
-27649	93FF		低于下限
-32512	8100	-94.1 mV	
-32768	8000	< -94.1 mV	下溢

B.2 电阻型传感器的模拟值表示

电阻型传感器

下表列出了电阻型传感器的十进制和十六进制值（代码）。

表格 B-2 150 Ω 和 300 Ω 的电阻型传感器

值		电阻型传感器范围		范围
十进制	十六进制	150 Ω	300 Ω	
32767	7FFF	>176.38 Ω	>352.77 Ω	上溢
32511	7EFF	176.38 Ω	352.77 Ω	超出上限
27649	6C01			
27648	6C00	150 Ω	300 Ω	额定范围
20736	5100	112.5 Ω	225 Ω	
1	1	5.43 m Ω	10.85 m Ω	
0	0	0 Ω	0 Ω	

说明

2 线制连接出现负值

以下情况可能出现负值：

- 组态的导线补偿 > 导线电阻和电阻的总和
- 输入和组态的导线补偿中出现短路

出现负值时，将生成值 7FFF_H。相关通道中将发出诊断消息“超出上限”(Violation of high limit)。

B.3 热敏电阻的模拟值表示

下表列出了热敏电阻的十进制和十六进制值（代码）。

表格 B- 3 Pt 100、Pt 1000 标准型热敏电阻

以 °C 表示的 Pt x00 标准型 (1 位数字 = 0.1°C)	值		以 °F 表示的 Pt x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 °F)	值		以 K 表示的 Pt x00 标准 (1 位数字 = 0.1 K)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
>1000. 0	32767	7FFF	>1832. 0	32767	7FFF	>1273. 2	32767	7FFF	上溢
1000.0 : 850.1	10000 : 8501	2710 : 2135	1832.0 : 1562.1	18320 : 15621	4790 : 3D05	1273.2 : 1123.3	12732 : 11233	31BC : 2BE1	超出上限
850.0 : -200.0	8500 : -2000	2134 : F830	1562.0 : -328.0	15620 : -3280	3D04 : F330	1123.2 : 73.2	11232 : 732	2BE0 : 2DC	额定范围
-200.1 : -243.0	-2001 : -2430	F82F : F682	-328.1 : -405.4	-3281 : -4054	F32F : F02A	73.1 : 30.2	731 : 302	2DB : 12E	低于下限
<-243.0	-32768	8000	<-405.4	-32768	8000	<30.2	32768	8000	下溢

表格 B-4 Pt 100、Pt 1000 气候型热敏电阻

以 °C 表示的 Pt x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °C)	值		以 °F 表示的 Pt x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °F)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制	
>155.00	32767	7FFF	>311.00	32767	7FFF	上溢
155.00	15500	3C8C	311.00	31100	797C	超出上限
:	:	:	:	:	:	
130.01	13001	32C9	266.01	26601	67E9	额定范围
130.00	13000	32C8	266.00	26600	67E8	
:	:	:	:	:	:	低于下限
-120.00	-12000	D120	-184.00	-18400	B820	
-120.01	-12001	D11F	-184.01	-18401	B81F	低于下限
:	:	:	:	:	:	
-145.00	-14500	C75C	-229.00	-22900	A68C	下溢
<-145.00	-32768	8000	<-229.00	-32768	8000	

模拟值表示

B.3 热敏电阻的模拟值表示

表格 B-5 Ni 100、Ni 1000 标准型热敏电阻

以 °C 表示的 Ni x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 °C)	值		单位为 °F 的 Ni x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 °F)	值		以 K 表示的 Ni x00 标准型 (1 位数字 = 0.1 K)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 295.0	32767	7FFF	> 563.0	32767	7FFF	> 568.2	32767	7FFF	上溢
295.0	2950	B86	563.0	5630	15FE	568.2	5682	1632	超出上限
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
250.1	2501	9C5	482.1	4821	12D5	523.3	5233	1471	
250.0	2500	9C4	482.0	4820	12D4	523.2	5232	1470	额定范围
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
-60.0	-600	FDA8	-76.0	-760	FD08	213.2	2132	854	
-60.1	-601	FDA7	-76.1	-761	FD07	213.1	2131	853	低于下限
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
-105.0	-1050	FBE6	-157.0	-1570	F9DE	168.2	1682	692	
<-105.0	-32768	8000	<-157.0	-32768	8000	< 168.2	32768	8000	下溢

表格 B-6 Ni 100、Ni 1000 气候型热敏电阻

以 °C 表示的 Ni x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °C)	值		以 °F 表示的 Ni x00 气候型 (1 位数字 = 0.01 °F)	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制	
>155.00	32767	7FFF	>311.00	32767	7FFF	上溢
155.00	15500	3C8C	311.00	31100	797C	超出上限
:	:	:	:	:	:	
130.01	13001	32C9	266.01	26601	67E9	
130.00	13000	32C8	266.00	26600	67E8	额定范围
:	:	:	:	:	:	
-60.00	-6000	E890	-76.00	-7600	E250	

以 °C 表示的 Ni	值		以 °F 表示的 Ni	值		范围
-60.01	-6001	E88F	-76.01	-7601	E24F	低于下限
:	:	:	:	:	:	
-105.00	-10500	D6FC	-157.00	-15700	C2AC	
<-105.00	-32768	8000	<-157.00	-32768	8000	下溢

B.4 热电偶的模拟值表示

下表列出了热电偶的十进制和十六进制值（代码）。

表格 B-7 热电偶类型 B

以 °C 表示的类型 B	值		以 °F 表示的类型 B	值		以 °K 表示的类型 B	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 2070.0	32767	7FFF	> 3276.6	32767	7FFF	> 2343.2	32767	7FFF	上溢
2070.0	20700	50DC	3276.6	32766	7FFE	2343.2	23432	5B88	超出上限
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
1820.1	18201	4719	2786.6	27866	6CDA	2093.3	20933	51C5	
1820.0	18200	4718	2786.5	27865	6CD9	2093.2	20932	51C4	额定范围
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
0.0	0	0000	32.0	320	0140	273.2	2732	0AAC	
-0.1	-1	FFFF	31.9	319	013F	273.1	2731	0AAB	低于下限
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
-120.0	-1200	FB50	-184.0	-1840	F8D0	153.2	1532	05FC	
< -120.0	-32768	8000	< -184.0	-32768	8000	< 153.2	-32768	8000	下溢

模拟值表示

B.4 热电偶的模拟值表示

表格 B-8 热电偶类型 C

以 °C 表示的 类型 C	值		以 °F 表示的 类型 C	值		以 K 表示的 类型 C	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 2500.0	32767	7FFF	> 3276.6	32767	7FFF	> 2773.2	32767	7FFF	上溢
2500.0 : 2315.1	25000 : 23151	61A8 : 5A6F	3276.6 : 2786.6	32766 : 27866	7FFE : 6CDA	2773.2 : 2588.3	27732 : 25883	6C54 : 651B	超出上限
2315.0 : 0.0	23150 : 0	5A6E : 0000	2786.5 : 32.0	27865 : 320	6CD9 : 0140	2588.2 : 273.2	25882 : 2732	651A : 0AAC	额定范围
-0.1 : -120.0	-1 : -1200	FFFF : FB50	31.9 : -184.0	319 : -1840	013F : F8D0	273.1 : 153.2	2731 : 1532	0AAB : 05FC	低于下限
< -120.0	-32768	8000	< -184.0	-32768	8000	< 153.2	-32768	8000	下溢

表格 B-9 热电偶类型 E

以 °C 表示的 类型 E	值		以 °F 表示的 类型 E	值		以 K 表示的 类型 E	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 1200.0	32767	7FFF	> 2192.0	32767	7FFF	> 1473.2	32767	7FFF	上溢
1200.0 : 1000.1	12000 : 10001	2EE0 : 2711	2192.0 : 1832.1	21920 : 18321	55A0 : 4791	1473.2 : 1273.3	14732 : 12733	398C : 31BD	超出上限
1000.0 : -270.0	10000 : -2700	2710 : F574	1832.0 : -454.0	18320 : -4540	4790 : EE44	1273.2 : 3.2	12732 : 32	31BC : 0020	额定范围
< -270.0	-32768	8000	< -454.0	-32768	8000	< 3.2	-32768	8000	下溢

表格 B-10 热电偶类型 J

以 °C 表示的 类型 J	值		以 °F 表示的 类型 J	值		以 K 表示的 类型 J	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 1450.0	32767	7FFF	> 2642.0	32767	7FFF	> 1723.2	32767	7FFF	上溢
1450.0	14500	38A4	2642.0	26420	6734	1723.2	17232	4350	超出上限
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
1200.1	12001	2EE1	2192.1	21921	55A1	1473.3	14733	398D	
1200.0	12000	2EE0	2192.0	21920	55A0	1473.2	14732	398C	额定范围
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
-210.0	-2100	F7CC	-346.0	-3460	F27C	63.2	632	0278	
< -210.0	-32768	8000	< -346.0	-32768	8000	< 63.2	-32768	8000	下溢

表格 B-11 热电偶类型 K

以 °C 表示的 类型 K	值		以 °F 表示的 类型 K	值		以 K 表示的 类型 K	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 1622.0	32767	7FFF	> 2951.6	32767	7FFF	> 1895.2	32767	7FFF	上溢
1622.0	16220	3F5C	2951.6	29516	734C	1895.2	18952	4A08	超出上限
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
1372.1	13721	3599	2501.7	25017	61B9	1645.3	16453	4045	
1372.0	13720	3598	2501.6	25016	61B8	1645.2	16452	4044	额定范围
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
-270.0	-2700	F574	-454.0	-4540	EE44	3.2	32	0020	
< -270.0	-32768	8000	< -454.0	-32768	8000	< 3.2	-32768	8000	下溢

模拟值表示

B.4 热电偶的模拟值表示

表格 B-12 热电偶类型 L

以 °C 表示的 类型 L	值		以 °F 表示的 类型 L	值		以 K 表示的 类型 L	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 1150.0	32767	7FFF	> 2102.0	32767	7FFF	> 1423.2	32767	7FFF	上溢
1150.0 : 900.1	11500 : 9001	2CEC : 2329	2102.0 : 1652.1	21020 : 16521	521C : 4089	1423.2 : 1173.3	14232 : 11733	3798 : 2DD5	超出上限
900.0 : -200.0	9000 : -2000	2328 : F830	1652.0 : -328.0	16520 : -3280	4088 : F330	1173.2 : 73.2	11732 : 732	2DD4 : 02DC	额定范围
< -200.0	-32768	8000	< -328.0	-32768	8000	< 73.2	-32768	8000	下溢

表格 B-13 热电偶类型 N

以 °C 表示的 类型 N	值		以 °F 表示的 类型 N	值		以 K 表示的 类型 N	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 1550.0	32767	7FFF	> 2822.0	32767	7FFF	> 1823.2	32767	7FFF	上溢
1550.0 : 1300.1	15500 : 13001	3C8C : 32C9	2822.0 : 2372.1	28220 : 23721	6E3C : 5CA9	1823.2 : 1573.3	18232 : 15733	4738 : 3D75	超出上限
1300.0 : -270.0	13000 : -2700	32C8 : F574	2372.0 : -454.0	23720 : -4540	5CA8 : EE44	1573.2 : 3.2	15732 : 32	3D74 : 0020	额定范围
< -270.0	-32768	8000	< -454.0	-32768	8000	< 3.2	-32768	8000	下溢

表格 B-14 热电偶 R 和 S

以 °C 表示的 类型 R、S	值		以 °F 表示的 类型 R、S	值		以 K 表示的 类型 R、S	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 2019.0	32767	7FFF	> 3276.6	32767	7FFF	> 2292.2	32767	7FFF	上溢
2019.0 : 1769.1	20190 : 17691	4EDE : 451B	3276.6 : 3216.3	32766 : 32163	7FFE : 7DA3	2292.2 : 2042.3	22922 : 20423	598A : 4FC7	超出上限
1769.0 : -50.0	17690 : -500	451A : FE0C	3216.2 : -58.0	32162 : -580	7DA2 : FDBC	2042.2 : 223.2	20422 : 2232	4FC6 : 08B8	额定范围
-50.1 : -170.0	-501 : -1700	FE0B : F95C	-58.1 : -274.0	-581 : -2740	FDBB : F54C	223.1 : 103.2	2231 : 1032	08B7 : 0408	低于下限
< -170.0	-32768	8000	< -274.0	-32768	8000	< 103.2	< 1032	8000	下溢

表格 B-15 热电偶类型 T

以 °C 表示的 类型 T	值		以 °F 表示的 类型 T	值		以 K 表示的 类型 T	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 540.0	32767	7FFF	> 1004.0	32767	7FFF	> 813.2	32767	7FFF	上溢
540.0 : 400.1	5400 : 4001	1518 : 0FA1	1004.0 : 752.1	10040 : 7521	2738 : 1D61	813.2 : 673.3	8132 : 6733	1FC4 : 1AAD	超出上限
400.0 : -270.0	4000 : -2700	0FA0 : F574	752.0 : -454.0	7520 : -4540	1D60 : EE44	673.2 : 3.2	6732 : 32	1AAC : 0020	额定范围
< -270.0	-32768	8000	< -454.0	-32768	8000	< 3.2	-32768	8000	下溢

B.4 热电偶的模拟值表示

表格 B- 16 热电偶类型 U

以 °C 表示的 类型 U	值		以 °F 表示的 类型 U	值		以 K 表示的 类型 U	值		范围
	十进制	十六进制		十进制	十六进制		十进制	十六进制	
> 850.0	32767	7FFF	> 1562.0	32767	7FFF	> 1123.2	32767	7FFF	上溢
850.0	8500	2134	1562.0	15620	2738.0	1123.2	11232	2BE0	超出上限
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
600.1	6001	1771	1112.1	11121	2871	873.3	8733	221D	
600.0	6000	1770	1112.0	11120	2870	873.2	8732	221C	额定范围
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
-200.0	-2000	F830	-328.0	-3280	F330	73.2	732	02DC	
< -200.0	-32768	8000	< -328.0	-32768	8000	< 73.2	-32768	8000	下溢

SIEMENS



系统手册

SIMATIC

ET 200AL

模拟量输出模块 AQ 4xU/I 4xM12
(6ES7145-5ND00-0BA0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL 模拟量输出模块 AQ 4xU/I 4xM12 (6ES7145-5ND00-0BA0)

设备手册

前言

ET 200AL 文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术数据

6

PROFenergy

7

尺寸图

A

模拟值表示

B

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施，将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的合格人员进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。

由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG

的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

前言

本文档用途

本手册是对《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)》系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

与之前版本相比的更改

与前一版本相比，本手册对“技术数据 (页 28)”章节中的内容进行了以下更改：

约定

请注意下列注意事项：

说明

注意事项包含本文档所述产品以及产品处理需特别关注的重要信息。

参见

ET 200AL 文档指南 (页 6)

安全性信息

Siemens

为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL 文档指南	6
2	产品概述	11
2.1	特性	11
2.2	操作员控制和显示元件	13
3	接线	14
3.1	端子和方框图	14
3.2	引脚分配	15
4	参数/地址空间	18
4.1	输出范围	18
4.2	参数	19
4.3	参数说明	21
4.4	地址空间	22
5	中断/诊断报警	24
5.1	状态和错误指示灯	24
5.2	中断	26
5.3	诊断报警	27
6	技术数据	28
7	PROFenergy	34
7.1	暂停功能	34
7.2	模拟量输出模块的响应	35
A	尺寸图	37
B	模拟值表示	38
B.1	电压输出范围内的模拟值表示	39
B.2	电流输出范围内的模拟值表示	42

ET 200AL 文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助为用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。

该工具是 SIMATIC Selection Tool

的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool, 可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作 (作为批量操作), 而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能 :

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络, 识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址 (IP、子网、网关) 和站名称 (PROFINET 设备)
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能 :

- 通过拓扑总览功能, 自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查, 快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7145-5ND00-0BA0

模块视图

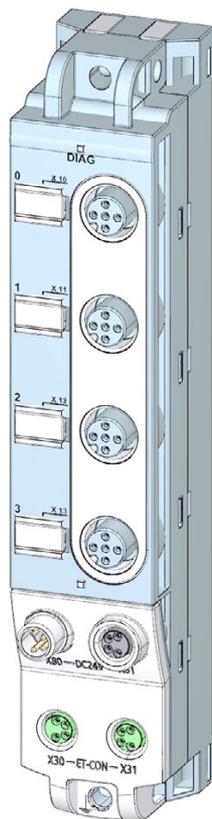


图 2-1 模拟量输出模块 AQ 4xU/I 4xM12 的视图

2.1 特性

特性

该模块具有下列技术特性：

- 4 个模拟量输出
- 使用 M12 插座连接执行器
- 可为每个通道设置电压输出
- 可为每个通道设置电流输出
- 精度：16 位
- 尺寸为 30 x 159 mm
- 可以为每个通道设置可组态诊断

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）
- PROFIenergy

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- 适用于 ET-Connection 的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

另请参见

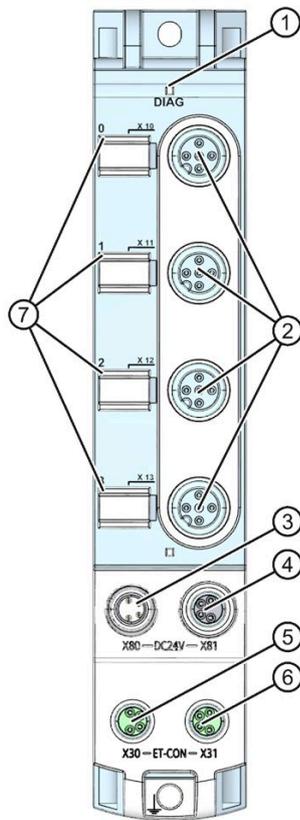
有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了模拟量输出模块

AQ 4xU/I 4xM12 的操作员控制和显示元件。



- ① DIAG : 诊断状态 LED 指示灯
- ② X10 至 X13 : 输出信号的插座
- ③ X80 : 电源电压供电的连接器 (功率输入)
- ④ X81 : 接通电源电压回路的插座 (功率输出)
- ⑤ X30 : ET-Connection IN 的插座
- ⑥ X31 : ET-Connection OUT 的插座
- ⑦ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 3

图 2-2 操作员控制和显示元件

X30 ET-Connection 的馈电

图 3-1 电压和电流输出的端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

颜色编码

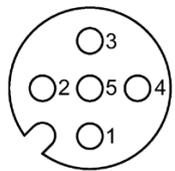
模块的 ET-Connection

和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

模拟量输出的插座引脚分配

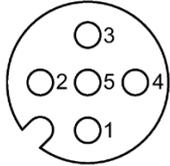
下表列出了连接模拟量输出的 4 个插座的引脚分配。

表格 3-1 模拟量输出的插座引脚分配（电压输出）

引脚	分配	插座的前视图
	X10 到 X13 - 模拟量输出的插座（电压输出）	
1	24 V 执行器电源 1U _A (由非开关式 1L+ 供电)	
2	电压输出（正极）QV ₀₊ ：连接器 X10 电压输出（正极）QV ₁₊ ：连接器 X11 电压输出（正极）QV ₂₊ ：连接器 X12 电压输出（正极）QV ₃₊ ：连接器 X13	
3	执行器电源 1M 接地	
4	电压输出（负极）QV ₀₋ ：连接器 X10 电压输出（负极）QV ₁₋ ：连接器 X11 电压输出（负极）QV ₂₋ ：连接器 X12 电压输出（负极）QV ₃₋ ：连接器 X13	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

3.2 引脚分配

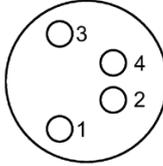
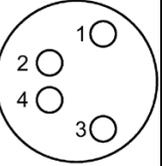
表格 3-2 模拟量输出的插座引脚分配（电流输出）

引脚	分配	插座的前视图
	X10 到 X13 - 模拟量输出的插座（电流输出）	
1	24 V 执行器电源 1UA (由非开关式 1L+ 供电)	
2	电流输出（正极）QI0+：连接器 X10 电流输出（正极）QI1+：连接器 X11 电流输出（正极）QI2+：连接器 X12 电流输出（正极）QI3+：连接器 X13	
3	执行器电源 1M 接地	
4	电流输出（负极）QI0-：连接器 X10 电流输出（负极）QI1-：连接器 X11 电流输出（负极）QI2-：连接器 X12 电流输出（负极）QI3-：连接器 X13	
5	功能性接地 FE	
屏蔽	功能性接地 FE	

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

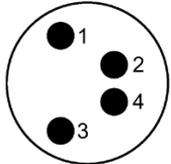
表格 3-3 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

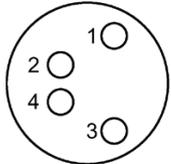
表格 3-4 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	连接器的前视图
	X80 连接器 (功率输入)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-5 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。

混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 输出范围

下表列出了可组态的输出类型与范围。

输出类型和输出范围

表格 4-1 输出类型和输出范围

输出类型	输出范围
已禁用	-
电压	+/- 10 V 0 V 到 10 V 1 V 到 5 V
电流	+/- 20 mA 0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA

有关输出范围、上溢、过冲范围等表格信息，请参见附录“模拟值表示 (页 38)”。

4.2 参数

模拟量输出模块 AQ 4xUI 4xM12 的参数

下表列出了可设置的参数。可设置的参数的有效范围取决于组态的类型。可进行以下组态：

- PROFINET IO 上的分布式操作
- PROFIBUS DP 上的分布式操作

可进行以下参数设置：

表格 4-2 可组态的参数及其默认值

参数	取值范围	默认值	PROFINET IO GSD 文件	PROFIBUS DP GSD 文件
输出类型/范围	<ul style="list-style-type: none"> • 已禁用 • 电压 $\pm 10\text{ V}$ • 电压 0 V 到 10 V • 电压 1 V 到 5 V • 电流 $\pm 20\text{ mA}$ • 电流 0 mA 到 20 mA • 电流 4 mA 到 20 mA 	电流 4 mA 到 20 mA	通道	通道
诊断：执行器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块	模块*
诊断：接地短路 (输出型电压)	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	
诊断：断路 (输出型电流)	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	模块
诊断：下溢	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	模块
诊断：上溢	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道	模块

4.2 参数

参数	取值范围	默认值	PROFINET IO GSD 文件	PROFIBUS DP GSD 文件
对 CPU/主站 STOP 模式的响应	<ul style="list-style-type: none"> 关断 保留上一个值 输出替代值 	关断	通道	模块
替代值	参见“参数说明 (页 21)”部分。	0	通道	通道

* 通过 PROFIBUS GSD

文件进行组态，可使用模块范围内的参数“诊断：接地短路”激活或取消激活两种短路诊断（“诊断：执行器电源接地短路”和“电压输出”诊断：接地短路”。这两种诊断方式无法单独调整。

短路检测

对于电压输出类型，可组态接地短路诊断。输入值较小（介于 0.1 V 到 +0.1 V 之间）时，无法确保短路检测。

断路检测

电流输出类型可组态断路诊断。输入值较小（介于 -0.2 mA 到 +0.2 mA 之间）时，无法确保断路检测。

4.3 参数说明

通道 n 的输出类型/范围

通过该参数，可设置通道用于控制执行的输出类型或输出范围。

说明

未使用的通道

“禁用”参数分配中未使用的通道，可显著改善模块的功耗。

禁用的通道通常返回值“无电压或电流”(no voltage or current)。

诊断：执行器电源接地短路

如果执行器电源发生接地短路，则启用该诊断。

诊断：接地短路

如果输出发生接地短路，则启用该诊断。

诊断：断路

如果连接执行器的线路断路，则启用该诊断。

诊断：下溢

如果输出值超出范围下限、低于最低输出值或发生下溢，则启用该诊断。

诊断：上溢

如果输出值超出上限，则启用该诊断。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

调整 CPU/主站转入 STOP 模式时模块的响应：

- 关断：模拟量输出无电流。
- 保留上一个值：模拟量输出的上一个值保持激活。
- 输出替代值：通道将输出所组态的替代值。

4.4 地址空间

替代值

通过该参数，可设置模拟量输出的替代值。

下表列出了替代值允许的值范围。

表格 4-3 输出范围的允许的替代值

输出类型	输出范围	有效替换值
电流	±10 V	-32512 到 32511
	0 V 到 10 V	0 到 32511
	1 V 到 5 V	-6912 到 32511
电压	±20 mA	-29031 到 29030
	0 mA 到 20 mA	0 到 29030
	4 mA 到 20 mA	-692 到 29376

4.4 地址空间

下图显示了带有值状态（质量信息 (QI)）的 AQ 4xU/I 4xM12 模拟量输出模块的地址空间分配。

如果值状态由 PROFINET 接口模块组态，则该值状态的地址空间将由此模块占用。

过程映像输出 (PIQ) 中的分配

	7 6 5 4 3 2 1 0	连接器	引脚分配		通道
			U	I	
QB x		X10	引脚 2,4	引脚 2,4	0
QB x+1		X11	引脚 2,4	引脚 2,4	1
QB x+2		X12	引脚 2,4	引脚 2,4	2
QB x+3		X13	引脚 2,4	引脚 2,4	3
QB x+4					
QB x+5					
QB x+6					
QB x+7					

过程映像输入 (PII) 中的分配

	7	6	5	4	3	2	1	0
QB x	0	0	0	0				

通道 0 和 3 处的值状态 (QI)

图 4-1 地址空间

模拟量输出模块 AQ 4xU/I 4xM12 的组态方式

可使用以下组态选项：

- 组态 1：不带值状态
- 组态 2：带有值状态

评估值状态

如果启用了模拟量输出模块的值状态，则系统将占用输入地址空间中另外 1 个字节。该字节中的位 0 到 3 将分配给一个通道，并返回模拟值或通道状态的有效性信息。

位 = 1：通道上无错误。

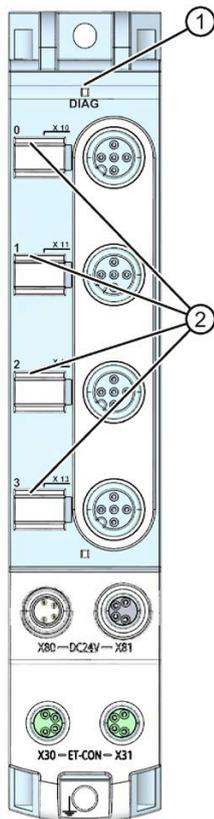
位 = 0：通道上有错误。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯

下图中显示了 AQ 4xU/I 4xM12 模拟量输出模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- ① 诊断状态 (DIAG) (红色/绿色)
- ② 通道状态 (0、1、2、3) (绿色)

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的纠正措施，请参见“诊断报警 (页 27)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时, 所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	模块参数已分配, 但未进行诊断
⚡ 闪烁	模块参数已分配, 且执行了诊断

通道状态的 LED 指示灯

表格 5-2 LED 状态指示灯 0、1、2 和 3

LED 指示灯 0、1、2 和 3	含义
□ 灭	<ul style="list-style-type: none"> 通道已禁用 通道已激活但参数分配不正确 GSD 可能有参数错误
■ 亮	<ul style="list-style-type: none"> 通道已激活并且参数分配正确

5.2 中断

5.2 中断

模拟量输出模块 AQ 4xU/I 4xM12 支持诊断中断。

诊断中断

发生以下事件时，模块将生成诊断中断：

- 执行器电源短路
- 短路（电压）
- 断路（电流）
- 超出上限
- 超出下限
- 参数分配错误

5.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时模拟量输出模块上的 DIAG LED 指示灯红色闪烁。例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

下表列出了所有测量范围的诊断报警。

表格 5-3 诊断报警

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
接地短路	1H	<ul style="list-style-type: none"> • 执行器电源接地短路 • 输出接地短路 	更正过程接线
断路	6H	执行器电路阻抗过高	使用其它类型的执行器或更改接线方式。如，使用横截面积较大的电缆
		模块与传感器之间断路	连接电缆
		通道未连接（断开）	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用诊断 • 连接通道 • 禁用通道
超出上限	7H	用户程序设置的输出值超出了有效的额定范围/过冲范围	更正输出值
超出下限	8H	用户程序设置的输出值超出了有效的额定范围/下限	更正输出值
参数分配错误	10H	模块参数分配错误	更正参数分配

模拟量输出模块 AQ 4xU/I 4xM12 的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。有关每日更新的技术规范数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7145-5ND00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7145-5ND00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	AQ 4xU/I
硬件功能状态	FS04 以上版本
固件版本	V1.0.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V14 以上
• STEP 7 可组态/ 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 7 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏 ; 执行器供电输出端极性反接

商品编号	6ES7145-5ND00-0BA0
输入电流	
耗用电流 (额定值)	110 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
执行器电源	
输出端数量	4
短路保护	是的; 每个模块, 电子的
输出电流	
• 额定值	测 1 A 总电流时不高于 45 °C, 测 0.5 A 总电流时不高于 55 °C
功率损失	
功率损失, 典型值	2.6 W
模拟输出	
模拟输出端数量	4
电压输出, 短路保护	是的
电压输出, 短路电流, 最大值	24 mA
电流输出, 空载电压, 最大值	15 V
循环时间 (所有通道), 最大值	1 ms
输出范围, 电压	
• 0 至 10 V	是的; 15 位
• 1 V 至 5 V	是的; 14 位
• -10 V 至 +10 V	是的; 包括符号在内 16 位
输出范围, 电流	
• 0 至 20 mA	是的; 15 位
• -20 mA 至 +20 mA	是的; 包括符号在内 16 位
• 4 mA 至 20 mA	是的; 14 位

商品编号	6ES7145-5ND00-0BA0
执行器连接 <ul style="list-style-type: none"> • 对于两线制接口电压输出 • 对于四线制接口电压输出 • 对于两线制接口电流输出 • 对于四线制接口电流输出 	是的 是的 是的 是的
负载电阻（在额定输出范围内） <ul style="list-style-type: none"> • 电压输出端的最小值 • 电压输出端的电容负载, 最大值 • 电流输出端的最大值 • 电流输出端的电感负载, 最大值 	1 kΩ 1 μF 500 Ω 1 mH
外部应用电压和电流的毁坏限制 <ul style="list-style-type: none"> • 相对于 MANA 的输出端电压 	16 V
导线长度 <ul style="list-style-type: none"> • 屏蔽, 最大值 	30 m
输出端的模拟值构成	
集成和转换时间/每通道分辨率 <ul style="list-style-type: none"> • 带有过调制的分辨率（包括符号在内的位数）, 最大值 	16 bit
起振时间 <ul style="list-style-type: none"> • 对于电阻负载 • 对于电容负载 • 对于电感负载 	1 ms 1 ms 1 ms

商品编号	6ES7145-5ND00-0BA0
误差/精度	
输出波纹（与输出范围有关，带宽 0 至 50 kHz）， (+/-)	0.02 %
线性错误（与输出范围有关）， (+/-)	0.1 %
温度错误（与输出范围有关）， (+/-)	0.005 %/K
输出端之间的串扰，最大值	-70 dB
25 °C	0.03 %
时起振状态下的重复精度（与输出范围有关）， (+/-)	
整个温度范围内的操作错误限制	
• 电压，与输出范围有关， (+/-)	0.25 % 从 55 °C 至 -25 °C 并且 0.35 % 低于 -30 °C
• 电流，与输出范围有关， (+/-)	0.25 %
基本错误限制（25 °C 时的操作错误限制）	
• 电压，与输出范围有关， (+/-)	0.15 %
• 电流，与输出范围有关， (+/-)	0.15 %
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道，可参数化
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 断线	是的; 各个通道，仅限电流输出类型
• 短路	是的; 执行器供电时模块式，电压类输出时为通道式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED

商品编号	6ES7145-5ND00-0BA0
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和背板总线之间	是的
• 在通道和电子元件电源电压之间	不
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
防护等级和防护类别	
防护等级 IP	IP65/67
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS04 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
• ET 连接	M8, 4 针, 已屏蔽

商品编号	6ES7145-5ND00-0BA0
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	175 g

PROFenergy

7.1 暂停功能

简介

PROFenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 进行固件更新时
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

在下文中，将介绍模拟量输出模块的具体响应。

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册《IM 157-1 PN 接口模块 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/89254863>)》中的“PROFenergy”部分和功能手册《使用 STEP 7 V14 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/49948856>)》中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/41986454>)。

7.2 模拟量输出模块的响应

显示

通道状态 LED 指示灯不受 PROFenergy 影响。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到暂停模式“PE_MODE_SHUTDOWN”的所有通道：

- 在“暂停”期间中，无法检测到“断路”和“短路”错误。
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警为未决状态。
 - “暂停”状态结束后，系统将立即报告到达和离去的错误。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在“暂停”期间，可检测到“断路”和“短路”错误。系统将报告这些错误。
- 超出输出范围时，如果选择的暂停替代值错误，则将导致发送消息“超出上限”或“超出下限”。通道处有效的暂停替代输出值需介于输出范围的上下限之间。

7.2 模拟量输出模块的响应

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 7-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0D : PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 • 值状态“良好”
	1D : PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 • 执行器电源 U _A 关断 • 输出无电流 • 值状态“不良”
	3D : PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 • 暂停替代值：上一个输出值： • 值状态“不良”
	4D : PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 • 暂停替代值：所组态的暂停替代值 • 值状态“不良”

- ¹ 由于所有通道只通过一个执行器电源 U_A 进行供电，如果将所有通道参数设置为关断，则在“暂停”期间仅关断该执行器的电源。

尺寸图

下图显示了 AQ 4xU/I 4xM12 模拟量输出模块尺寸图（正视图 and 侧视图）。

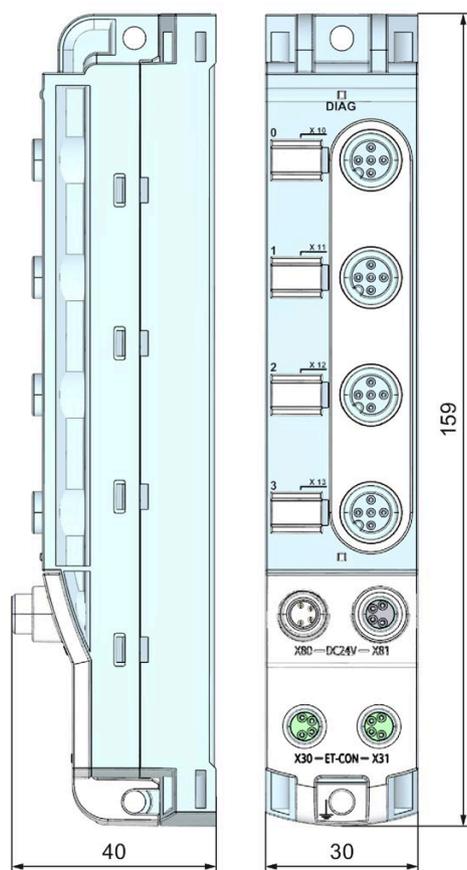


图 A-1 尺寸图

模拟值表示

在附录中，介绍了模拟量输出模块 AQ 4xU/I 4xM12 支持的所有输出范围的模拟值。

测量值精度

所有输出值进行模拟值数字化的额定范围都相同。输出的模拟值为二进制补码形式的定点数。

表格 B-1 模拟值的精度

以位表示的精度 (包括符号)	值		模拟值	
	十进制	十六进制	高位字节	低位字节
16	1	1H	符号 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1

B.1 电压输出范围内的模拟值表示

下表列出了各种电压输出范围的十进制和十六进制值（代码）表示。

表格 B-2 电压输出范围 +/-10 V

值			电压输出范围	范围
	十进制	十六进制	$\pm 10\text{ V}$	
118.5149%	32767	7FFF	11.76 V	最大输出值
	32512	7F00		
117.589%	32511	7EFF	11.76 V	超出范围
	27649	6C01		
100%	27648	6C00	10 V	额定范围
75%	20736	5100	7.5 V	
0.003617%	1	1	361.7 μV	
0%	0	0	0 V	
	-1	FFFF	-361.7 μV	
-75%	-20736	AF00	-7.5 V	
-100%	-27648	9400	-10 V	
	-27649	93FF		
				低于范围
-117.593%	-32512	8100	-11.76 V	最小输出值
	-32513	80FF	-11.76	
-118.519%	-32768	8000		

B.1 电压输出范围内的模拟值表示

表格 B-3 电压输出范围 (0 V 到 10 V)

值			电压输出范围	范围
	十进制	十六进制	0 V 到 10 V	
118.519%	32767	7FFF	11.76 V	最大输出值
	32512	7F00		
117.589%	32511	7EFF	11.76 V	超出范围
	27649	6C01		
100%	27648	6C00	10 V	额定范围
75%	20736	5100	7.5 V	
0.003617%	1	1	361.7 μ V	
0%	0	0	0 V	
	-1	FFFF	0 V	最小输出值
-118.519%	-32768	8000		

表格 B-4 电压输出范围 (1 到 5 V)

值			电压输出范围	范围
	十进制	十六进制	1 V 到 5 V	
118.519%	32767	7FFF	5.70 V	最大输出值
	32512	7F00		
117.589%	32511	7EFF	5.70 V	超出范围
	27649	6C01		
100%	27648	6C00	5 V	额定范围
75%	20736	5100	4 V	
0.003617%	1	1	1 V + 144.7 μ V	
0%	0	0	1 V	
	-1	FFFF	1 V - 144.7 μ V	低于范围
-25%	-6912	E500	0 V	
	-6913	E4FF	0 V	最小输出值
-118.519%	-32768	8000		

B.2 电流输出范围内的模拟值表示

下表列出了各种电流输出范围的十进制和十六进制值（代码）表示。

表格 B-5 电流输出范围 (+/-20 mA)

值			电流输出范围	范围
	十进制	十六进制	± 20 mA	
118.5149%	32767	7FFF	21 mA	最大输出值
	29031	7167		
105%	29030	7166	21 mA	超出范围
	27649	6C01	20 mA + 723.4 nA	
100%	27648	6C00	20 mA	额定范围
75%	20736	5100	15 mA	
0.003617%	1	1	723.4 nA	
0%	0	0	0 mA	
	-1	FFFF	-723.4 nA	
-75%	-20736	AF00	-15 mA	
-100%	-27648	9400	-20 mA	
	-27649	93FF	-20 mA + 723.4 nA	低于范围
-105%	-29031	8E99	-21 mA	
	-29032	8E98	-21 mA	最小输出值
-118.519%	-32768	8000		

表格 B-6 电流输出范围 (0 到 20 mA)

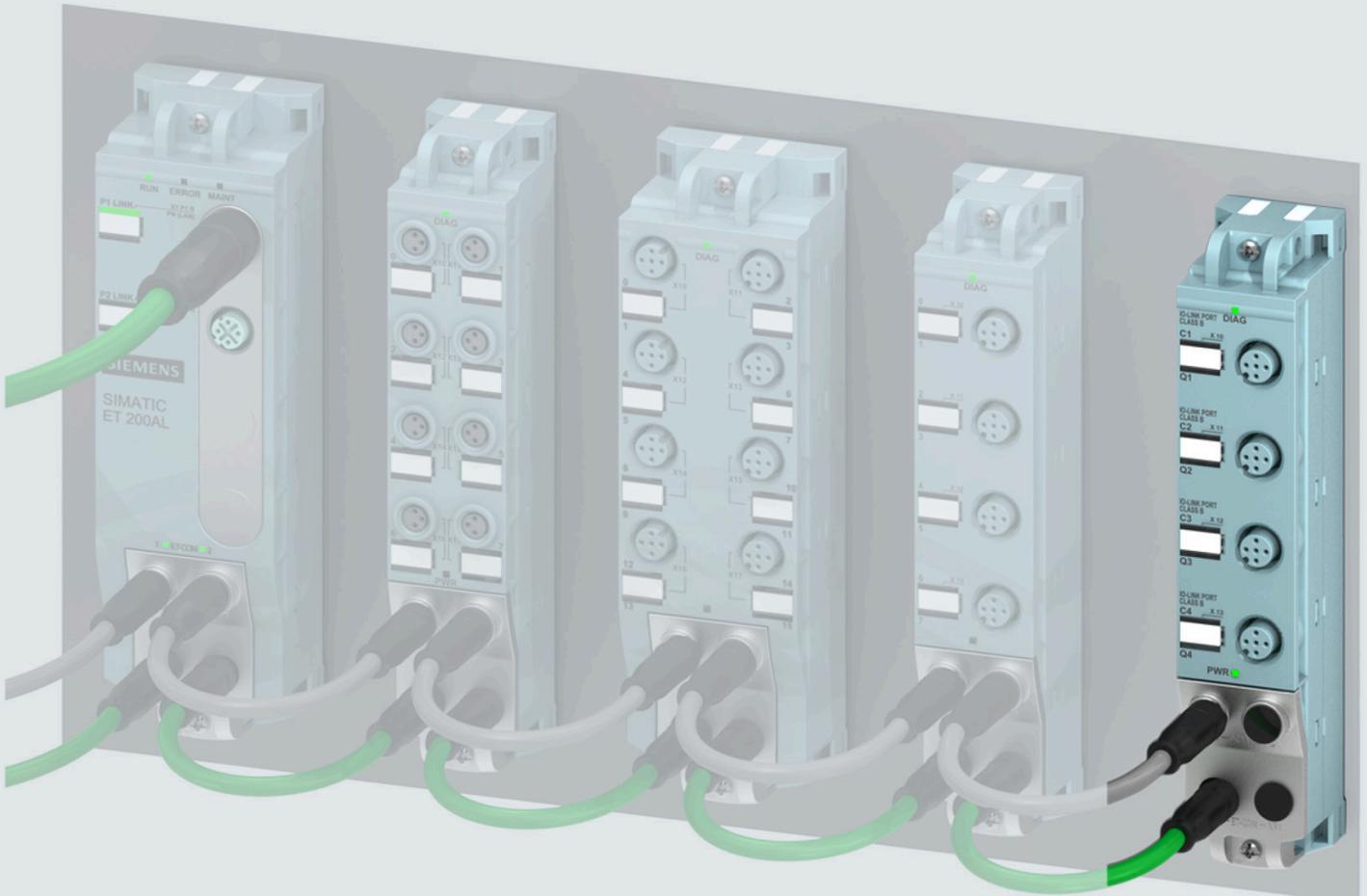
值			电流输出范围	范围
	十进制	十六进制	0 mA 到 20 mA	
118.5149%	32767	7FFF	21 mA	最大输出值
	29031	7167		
105%	29030	7166	21 mA	超出范围
	27649	6C01	20 mA + 723.4 nA	
100%	27648	6C00	20 mA	额定范围
75%	20736	5100	15 mA	
0.003617%	1	1	723.4 nA	
0%	0	0	0 mA	
	-1	FFFF	0 mA	最小输出值
-118.519%	-32768	8000		

B.2 电流输出范围内的模拟值表示

表格 B-7 电流输出范围 (4 到 20 mA)

值			电流输出范围	范围
	十进制	十六进制	4 mA 到 20 mA	
118.5149%	32767	7FFF	21 mA	最大输出值
	29377	72C1		
106.25%	29376	72C0	21 mA	超出范围
	27649	6C01	20 mA + 578.7 nA	
100%	27648	6C00	20 mA	额定范围
75%	19008	4A40	16 mA	
0.003617%	1	1	4 mA + 578.7 nA	
0%	0	0	4 mA	
	-1	FFFF	3.9995 mA	低于范围
-2.5%	-692	FD4C	3.6 mA	
	-693	FD4B	3.6 mA	最小输出值
-118.519%	-32768	8000		

SIEMENS



手册

SIMATIC

ET 200AL

通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12
(6ES7147-5JD00-0BA0)

版本

04/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

ET 200AL CM 4xIO-Link 4xM12 (6ES7147-5JD00-0BA0)

设备手册

前言

文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

诊断报警

5

技术数据

6

更换模块

7

PROFInergy

8

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册的补充。在本文档中，介绍了与 ET 200AL 分布式 I/O 系统相关的各种功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统提供技术支持。

约定

请注意下列注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案仅构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在必要时并采取适当安全措施（例如，使用防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

此外，需遵循西门子发布的有关安全措施指南。更多关于可执行的工业安全措施的信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果所用的产品版本不再支持，或未更新到最新版本，则会增加客户遭受网络攻击的风险。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 文档指南	5
2 产品概述	9
2.1 特性	9
2.2 操作员控制和显示元件	13
2.3 功能	14
2.4 将通信模块复位为出厂设置	14
3 接线	15
3.1 端子和方框图	15
3.2 引脚分配	16
4 参数/地址空间	19
4.1 参数	19
4.2 参数说明	21
5 诊断报警	26
5.1 状态和错误指示灯	26
5.2 诊断报警	29
6 技术数据	31
7 更换模块	35
8 PROFIenergy	36
8.1 暂停功能	36
8.2 DI 操作模式	38
8.3 DQ 操作模式	40
8.4 IO-Link 操作模式	42
A 尺寸图	44

文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术数据。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

手册集 ET 200AL

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持” - 文档

在“我的技术支持”中的“文档”区域，用户可以使用整个手册或部分手册生成自己的手册。也可以将手册导出为 PDF 文件或后期可编辑的其它格式。

有关“我的技术支持” - 文档，敬请访问 Internet
(<http://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<http://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/sc/ww/zh/sc/2054>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中的设备。

该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

TIA Selection Tool 可从 Internet (<http://w3.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/tia-selection-tool>) 上下载。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对不同的 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作，而无需打开 TIA Portal。

常规功能概述：

- 网络浏览和创建一个表格列示网络中可访问的设备。
- 通过 LED 指示灯闪烁或 HMI 显示定位设备
- 将地址（IP、子网、网关）下载到设备中
- 将 PROFINET 名称（站名称）下载到设备中
- 将 CPU 设置为 RUN 或 STOP 模式
- 将 CPU 中的时间设置为 PG/PC 的当前时间
- 将新程序下载到 CPU 或 HMI 设备中
- 从 CPU 中下载、下载到 CPU 或从 CPU 中删除配方数据
- 从 CPU 中下载，或从 CPU 中删除数据日志数据
- 通过备份文件，备份/恢复 CPU 和 HMI 设备中的数据
- 从 CPU 中下载服务数据
- 读取 CPU 的诊断缓冲区
- 复位 CPU 存储器
- 将设备复位为出厂设置
- 将固件更新下载到设备中

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

使用 SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析），可在调试过程中快速分析系统网络状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，分别扫描 PROFINET 网络和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速测试系统接线和模块组态。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7147-5JD00-0BA0

模块视图

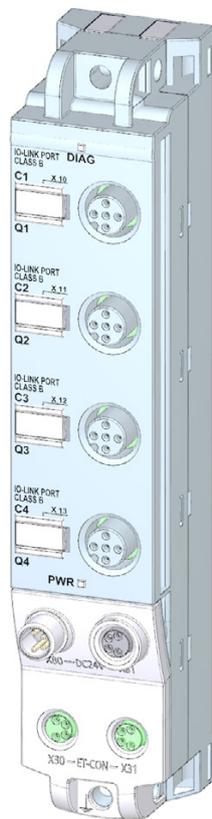


图 2-1 CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- IO-Link 主站符合 IO-Link 规范 V1.1
- 4 个 B 类端口
- 4 个 M12 连接器
- SIO 模式（标准 IO 模式）
- 支持的数据传输速率：
 - COM1 (4.8 kBd)
 - COM2 (38.4 kBd)
 - COM3 (230.4 kBd)
- 组态限值：
 - 每个端口最多 33 个字节的输入数据和 32 个字节的输出数据
 - 每个模块最多 132 个字节的输入数据和 128 个字节的输出数据
- 更换 IO-Link 设备时自动备份设备参数
（仅适用于 V1.1 设备）
- 适合连接采用 3 线制和 5 线制连接方式的 IO-Link 设备
- 可以为每个通道设置可组态诊断
- 尺寸为 30 x 159 mm

该模块支持以下功能：

表格 2-1 模块功能与版本的相关性

功能	模块的固件版本
固件更新	V1.0 或更高版本
标识和维护数据 (I&M)	V1.0 或更高版本
PROFenergy	V1.0 或更高版本
基于 S7-PCT (V3.2 及更高版本) 进行 IO-Link 端口组态	V1.0 或更高版本
在不使用 S7-PCT 情况下进行 IO-Link 端口组态	V1.1 或更高版本
使用“IO_LINK_MASTER”函数块进行主站备份	V1.1 或更高版本
端口限定符信息 (PQI)	V1.1 或更高版本
每个模块支持的 I/O 数据 > 32 个字节	V1.2 或更高版本

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

2.1 特性

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- ET-Connection 的 Stripping Tool
- M8 密封盖
- M12 密封盖

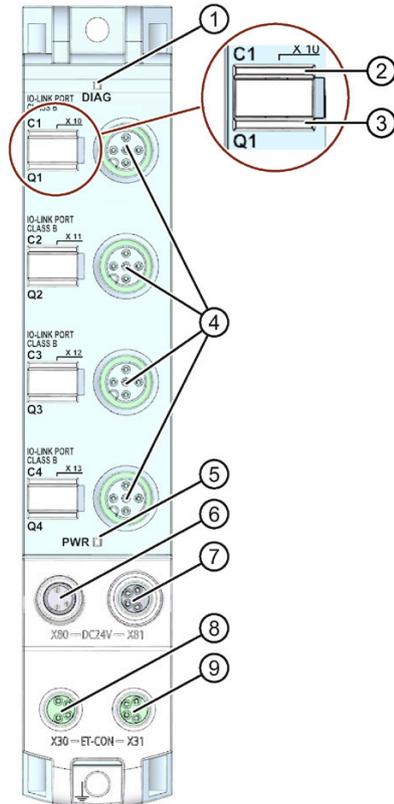
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了 CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块的操作员控制和显示元件。



- ① DIAG: 模式和诊断状态的 LED 指示灯
- ② C1 至 C4: 端口状态的 LED 指示灯
- ③ Q1 至 Q4: SIO 模式下通道状态的 LED 指示灯
- ④ X10 至 X13: 用于设备连接的插座
- ⑤ PWR: 负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ⑥ X80: 用于馈入电源电压的连接器 (功率输入)
- ⑦ X81: 用于接通电源电压回路的插座 (功率输出)
- ⑧ X30: 用于 ET-Connection IN 的插座 ET-Connection IN
- ⑨ X31: 用于 ET-Connection OUT 的插座 ET-Connection OUT

图 2-2 操作员控制和显示元件

2.3 功能

IO-Link 是 IO-Link 主站与 IO-Link 设备之间的点对点连接。在 IO-Link 主站上，可通过成熟可靠的三线连接技术、使用非屏蔽标准电缆连接 IO-Link 设备以及传统传感器/执行器。IO-Link 可向下兼容传统的数字量传感器和执行器。其开关状态通道和数据通道的设计采用成熟可靠的 24 V DC 技术。

参考

有关 IO-Link 系统的更多信息，请参见“IO-Link 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/65949252>)”功能手册。

2.4 将通信模块复位为出厂设置

复位为出厂设置的影响

使用“复位为出厂设置”功能可通过 S7-PCT 将 CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块的参数分配恢复为出厂状态。

执行“复位为出厂设置”后，CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块的参数分配如下所示：

- 端口将处于 DI 模式
- 端口映射到相应地址 0.0 到 0.3
- 将禁用 PortQualifier
- I&M 数据 1 ... 3 被删除

说明

将删除设备参数，并恢复为出厂状态。

卸下的 CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块应在复位为出厂设置后放入库存。

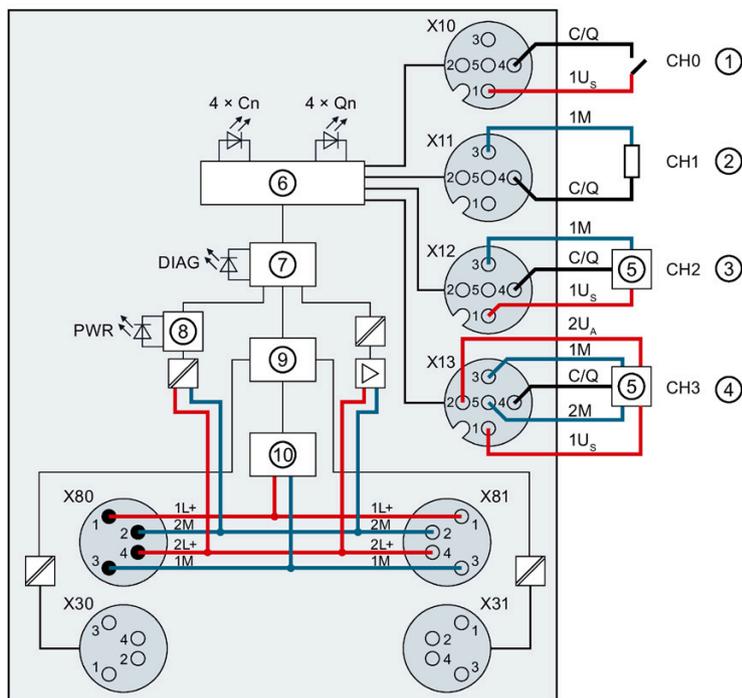
操作步骤

要执行“复位为出厂设置”，请按 S7-PCT 在线帮助中的步骤操作。

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 A 类端口（类型 A）和 B 类端口（类型 B）的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|-------------------|-----------------|------------------------|
| ① | SIO 输入 | X31 | 接通 ET-Connection 回路 |
| ② | SIO 输出 | 1L+ | 电源电压 1L+（未接通） |
| ③ | A 类端口（类型 A） | 1M | 1M 接地（未接通） |
| ④ | B 类端口（类型 B） | 2L+ | 负载电压 2L+（接通） |
| ⑤ | IO-Link 设备 | 2M | 2M 接地（接通） |
| ⑥ | IO-Link 开关 | 1Us | 24 V 编码器电源 |
| ⑦ | 小型控制器 | 2U _A | 24 V 执行器电源 |
| ⑧ | 监视 | 1M | 编码器电源接地 |
| ⑨ | ET-Connection 接口 | 2M | 执行器电源接地 |
| ⑩ | 内部电源电压 | C/Q | 端口 n |
| X10 到 X13 | 通道 0 到 3 | Cn | LED 通道状态（绿色） |
| X80 | 馈入电源电压 | Qn | SIO 模式下的 LED 指示灯状态（绿色） |
| X81 | 接通电源电压回路 | DIA | LED 诊断状态（红色/绿色） |
| X30 | ET-Connection 的馈电 | G | |
| | | PWR | 电源电压 2L+ 的 LED 指示灯（绿色） |

图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

说明

颜色编码

模块的 ET-Connection 和电源的插座都已用颜色编码。这些颜色与所附电缆的颜色相对应。

IO-Link 插座的引脚分配

说明

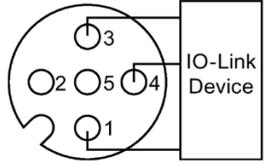
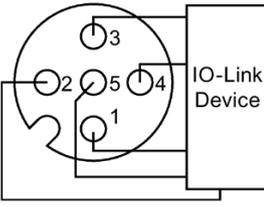
B 类端口

对于 B 类端口，IO-Link 接口的引脚分配符合 IO-Link 规范。B 类端口非常适合连接具有附加电源的执行器（如阀终端）。

而在将具有 A 类端口的设备（如传感器）连接至通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12 时，应使用 3 线连接电缆（兼容 A 类端口）。

下表列出了用于连接 IO-Link 的 4 个插座的引脚分配。

表格 3-1 IO-Link 的引脚分配

引脚	分配	插座的前视图
	X10 至 X13 - IO-Link 插座	
1	24 V 编码器电源 1U _s （来自 1L+）	<p>A 类端口（类型 A）*</p>  <p>B 类端口（类型 B）</p> 
2	24 V 执行器电源 2U _A （来自 2L+）	
3	编码器电源接地 1M	
4	端口 1 (C/Q): 连接器 X10 端口 2 (C/Q): 连接器 X11 端口 3 (C/Q): 连接器 X12 端口 4 (C/Q): 连接器 X13	
5	执行器电源 2M 接地	
* 在将 IO-Link 插座用于 A 类端口时，不能对引脚 2 和 5 施加任何信号。		

M12 连接器采用 IO-Link 规范中的 B 类端口设计型式。引脚 2 和引脚 5 用于连接附加电源。

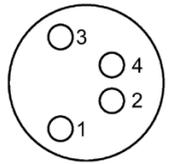
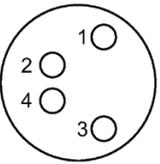
通过 3 线制连接电缆可随意连接具有不同端口类型（类型 A 和 B）的设备（分配引脚 1、3 和 4）。

注意
24 V 编码器电源 1Us 对于设备电源，仅使用通信设备提供的 24 V 1Us 编码器电源。

ET-Connection 的插座引脚分配

下表列出了 ET-Connection 连接的 2 个插座的引脚分配。

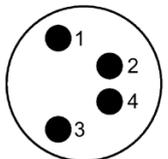
表格 3-2 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		ET-Connection 总线电缆的线芯 颜色分配	插座的前视图	
	X30 插座 (ET- Connection IN)	X31 插座 (ET- Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

用于馈入电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了用于馈入电源电压的连接器的引脚分配。

表格 3-3 电源电压连接器的引脚分配

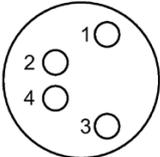
引脚	分配	电源电缆的线芯颜 色分配	连接器的前视图
	X80 连接器（功率输入）		
1	电源电压 1L+（未接通）	棕色	
2	2M 接地（接通）	白色	
3	1M 接地（未接通）	蓝色	
4	负载电压 2L+（接通）	黑色	

3.2 引脚分配

用于接通电源电压回路的插座引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配。

表格 3-4 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源电缆的线芯颜色分配	插座的前视图
	X81 插座 (功率输出)		
1	电源电压 1L+ (未接通)	棕色	
2	2M 接地 (接通)	白色	
3	1M 接地 (未接通)	蓝色	
4	负载电压 2L+ (接通)	黑色	

注意

ET-Connection/电源电压

遵守 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的正确接线方式。
混合使用 ET-Connection 连接器和电源电压连接器会损坏模块。

参数/地址空间

4.1 参数

参数

下表列出了通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12. 的常规参数

表格 4-1 常规参数

参数	值范围	默认值	范围
诊断			
诊断：电源电压 2L+ 缺失	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块
诊断端口 1	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道
诊断端口 2	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道
诊断端口 3	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道
诊断端口 4	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	通道
组态			
输入/输出类型	请参见参数说明 (页 25)部分的表格	32I/32O	模块
在不使用 S7-PCT 情况下进行端口组态	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	禁用	模块
端口限定符信息 (PQI)	<ul style="list-style-type: none"> • 禁用 • 启用 	启用	模块

4.1 参数

下表列出了固件版本为 V1.1 的通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12 的端口参数。

表格 4-2 端口参数

参数	值范围	默认值
端口组态		
操作模式	<ul style="list-style-type: none"> IO-Link 自动启动 IO-Link 手动 DI DQ 禁用 	IO-Link 自动启动
输入数据长度 (无 PQI)	取决于模块的总长度*	取决于模块的总长度*
输出数据长度	取决于模块的总长度*	取决于模块的总长度*
供应商 ID**	所连接 IO-Link 设备的供应商 ID	0
设备 ID**	所连接 IO-Link 设备的设备 ID	0
测试精度/数据 存储**	<ul style="list-style-type: none"> 相同类型 (V1.0) (无备份与恢复) 类型兼容 (V1.1) (无备份与恢复) 类型兼容 (V1.1) (支持备份与恢复) 类型兼容 (V1.1) (支持恢复) 	类型兼容 (V1.1) (支持备份与恢复)

* 需确保不超出所有端口输入或输出数据的最大长度。

示例:

已选择 64I/64O 组态, 且已为第一个端口分配 16 个字节的输入数据。

此时, 还可将共 48 个字节的数据分配给剩余的 3 个端口。

** 仅当使用“IO-Link 手动”端口模式时才有效。

4.2 参数说明

诊断：电源电压 2L+ 缺失

如果电源电压 2L+ 缺失或不足，则启用诊断。

诊断端口

此参数启用所选端口的诊断功能。

具体的诊断功能可能取决于所用的 IO-Link 设备。有关诊断中断的更多信息，请参见所用 IO-Link 设备的说明。

输入/输出类型

此参数设置模块的输入和输出数据的最大长度。

在不使用 S7-PCT 情况下进行端口组态

此参数为模块发布在不使用 S7-PCT 情况下进行端口组态。

端口限定符信息

此参数发布端口限定符信息 (PQI)。

PQI 提供有关端口和 IO-Link 的设备状态的信息。

操作模式

此参数确定所选端口应使用的操作模式。

可从以下选项中选择：

- IO-Link 自动启动
- IO-Link 手动
- DI
- DQ
- 禁用

IO-Link 自动启动

所连接 IO-Link 设备自动启动（即插即用功能）IO-Link 设备立即准备好进行工作。

4.2 参数说明

IO-Link 手动

所连接 IO-Link 设备未自动启动。

必须在 STEP 7 中存储所连接 IO-Link 设备的供应商 ID 和设备 ID。

还可以选择以下数据存储检查严重级别：

- 恢复相同类型 (V1.0)，不带备份与恢复
- 兼容类型 (V1.1)，不带备份与恢复
- 兼容类型 (V1.1)，带备份与恢复
- 兼容类型 (V1.1)，带恢复

可在 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109748852>) 上找到供应商 ID 和设备 ID。

数字量输入 (DI)

该端口用作一个标准数字量输入。

数字量输出 (DQ)

该端口用作一个标准数字量输出。

禁用

端口已禁用。

通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12 的组态选项

CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块支持 I/O 数据的变量地址空间。

下表列出了所支持的 I/O 数据地址空间的组态选项概览：

表格 4-3 通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12 的组态方式

模块组态/ 支持 I/O 数据的地址空间	固件版本为 V1.0 的 IO-Link 主站	固件版本为 V1.1 的 IO-Link 主站	IO-Link 主站, 固件版本 V1.2
1 字节输入/1 字节输出	X		
2 字节输入/2 字节输出	X		
4 字节输入/4 字节输出	X	X*	√*
8 字节输入/0 字节输出		√	√
8 字节输入/8 字节输出	√	√	√
12 字节输入/8 字节输出		√	√
16 字节输入/16 字节输出	√	√	√
20 字节输入/16 字节输出		√	√
32 字节输入/32 字节输出	√	√	√
36 字节输入/32 字节输出			√
48 字节输入/48 字节输出			√
52 字节输入/48 字节输出			√
64 字节输入/64 字节输出			√
68 字节输入/64 字节输出			X
80 字节输入/80 字节输出			X
84 字节输入/80 字节输出			X
96 字节输入/96 字节输出			X
100 字节输入/96 字节输出			X
112 字节输入/112 字节输出			X
116 字节输入/112 字节输出			X
128 字节输入/128 字节输出			X
132 字节输入/128 字节输出			X

* 采用这种组态时，不传送端口限定符信息。

4.2 参数说明

端口组态

可通过以下两种方式，使用固件版本为 V1.1 及更高版本的 CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块调试所连接 IO-Link 设备和 IO-Link 主站的 IO-Link 端口：

- 在不使用 S7-PCT 情况下进行端口组态
- 使用 S7-PCT 进行端口组态

在不使用 S7-PCT 情况下进行端口组态

要求

已为 STEP 7 中的 IO-Link 主站组态，启用“在不使用 S7-PCT 情况下进行端口组态”(Port configuration without S7-PCT) 复选框。

操作步骤

直接在 STEP 7 中组态 IO-Link 主站：

- 诊断的启用
- 每个端口的 I/O 数据长度的组态
- 端口限定符信息 (PQI) 的启用
- 端口模式：
 - 工作在“IO-Link 自动启动”模式下（默认）
 - 工作在“IO-Link 手动”模式下
 - 用作 DI
 - 用作 DQ
 - 禁用

使用 S7-PCT 进行端口组态

要求

在 STEP 7 中组态 IO-Link 主站时，已取消选择“不使用 S7-PCT 进行端口组态”(Port configuration without S7-PCT) 复选框。

操作步骤

使用 V3.2 及更高版本的端口组态工具 S7-PCT 组态 IO-Link 主站的端口组态。

端口限定符信息 (PQI)

可以启用固件版本为 V1.1 及更高版本的 IO-Link 主站的端口限定符信息 (PQI)。

说明

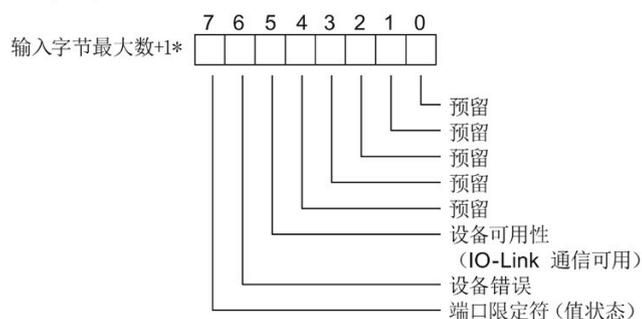
端口限定符信息 (PQI)

如果已启用端口限定符信息 (PQI)，则始终以 1 字节发送此信息，同时发送 IO-Link 设备的输入数据。

下图列出了 PQI 字节的结构。

通过将相应位设置为“1”，启用一个参数。

端口限定符信息 (PQI)



* PQI 字节始终位于端口的最后一个输入字节之后。

图 4-1 PQI 字节的结构

参考

更多信息，请参见“IO-Link 系统

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/65949252>)”功能手册。

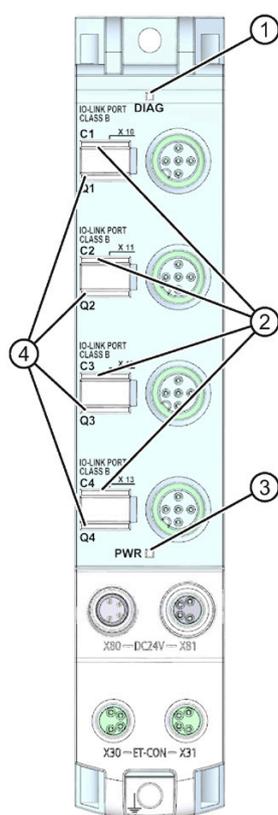
4.3

诊断报警

5.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯

下图显示了 CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块的 LED 指示灯。



- | | | |
|---|----------------------|---------|
| ① | 诊断 (DIAG) | (绿色/红色) |
| ② | 端口状态/IO-Link 状态 (Cn) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |
| ④ | SIO 模式下的通道状态 (Qn) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 33)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 模块参数未分配 (接通电源电压 1L+ 后) 正在加载固件 (在执行固件更新时，所有 LED 指示灯都保持当前状态) 未连接 ET-Connection 和/或现场总线
■ 亮	已分配模块参数并且没有处于诊断状态
⚡ 闪烁	已分配模块参数并且处于诊断状态

LED Cn

用于 IO-Link 模式下的 IO-Link 端口。

表格 5-2 C1、C2、C3 和 C4 LED 状态指示灯

C1、C2、C3 或 C4 LED 指示灯	含义
□ 灭	端口已禁用或处于 SIO 模式
⚡ 闪烁	端口处于 IO-Link 模式，设备未连接或 端口未与组态的设备连接
■ 亮	端口处于 IO-Link 模式，设备未连接

5.1 状态和错误指示灯

PWR LED 指示灯

表格 5-3 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

LED Qn

用于 SIO 模式下的 IO-Link 端口。

表格 5-4 Q1、Q2、Q3 和 Q4 LED 状态指示灯

Q1、Q2、Q3 和 Q4 LED 指示灯	含义
□ 灭	在 SIO 模式下过程信号 = 0, 已禁用或处于 IO-Link 模式
■ 亮	在 SIO 模式下过程信号 = 1

5.2 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出诊断报警，并且通信模块上的 DIAG LED 指示灯以红色闪烁。例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-5 错误类型

诊断报警	错误代码	含义 (IO-Link 错误代码)	IO-Link 主站	IO-Link 设备
短路	1H	• IO-Link 设备上的过程电缆短路 (1804H)	√	
		• IO 设备短路 (7710H)		√
欠压	2H	• 电源电压过低 (5111H、5112H)		√
过压	3H	• 电源电压过高 (5110H)		√
过热	5H	• 主站的温度过高 (1805H)	√	
		• 设备的温度过高 (4000H、4210H)		√
断路	6H	• 未连接 IO-Link 设备 • IO-Link 设备的信号线断路 • 因其它错误，IO-Link 设备无法通信 (1800H)	√	
上溢	7H	• 超出过程变量范围上限 (8C10H)		√
		• 超出测量范围上限 (8C20H)		
下溢	8H	• 超出过程变量范围下限 (8C30H)		√
错误	9H	• 此处未列出的所有 IO-Link 错误代码都属于该 PROFIBUS DP 错误		√
参数分配错误	10H	• 设备错误 (1802H) • 供应商 ID 和设备 ID 未定义 (1817H) • 超出 IO-Link 设备的过程数据长度 (1818H) • 未组态循环时间 (1819H) • IO-Link 主站无法组态 (1882H、1883H) • 存储器错误 (1886H) • 超出过程数据长度 (1887H) • PQI 不受支持 (1889H)	√	
		• 设备组态错误 (6320H、6321H、6350H)		√

5.2 诊断报警

诊断报警	错误代码	含义 (IO-Link 错误代码)	IO-Link 主站	IO-Link 设备
电源电压缺失	11H	<ul style="list-style-type: none"> 设备电压缺失时, 24 V 编码器电源 1Us(1L+) (1806H) 设备电压过低时 (<20 V), 24 V 编码器电源 1Us(1L+) (1807H) 负载电压 2L+ (接通) 缺失 (1888H) 设备电压缺失时, 24 V 执行器电源 2 UA (2L+) (180EH) 	√	
熔断器故障	12H	<ul style="list-style-type: none"> 设备的熔断器故障 (5101H) 		√
安全关闭	19H	<ul style="list-style-type: none"> 严重错误 (必须更换主站) (1880H) 	√	
外部故障	1AH	<ul style="list-style-type: none"> 数据备份出错 (1809H、180AH、180BH、180CH、180DH) IO-Link 设备上同时存在 6 个以上的未决错误 (1808H) 电子编码元件发生不一致错误 (1885H) 超出过程数据长度 (1887H) 	√	

技术数据

CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块的技术数据

下表列出了自 2021 年 3 月起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，
敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7147-5JD00-0BA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7147-5JD00-0BA0
一般信息	
产品类型标志	CM 4x IO-LINK
硬件功能状态	FS05
固件版本	V1.2.x
产品功能	
• I&M 数据	是的; I&M0 至 I&M3
附带程序包的	
• STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本	STEP 7 V13 SP1 以上
• STEP 7 可组态/ 已集成, 自版本	V5.5 SP4 Hotfix 3 以上
• PROFIBUS 版本 GSD 版 / GSD 修订版 以上	GSD, 修订版 5 以上
• PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版 以上	GSDML V2.3.1
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V

商品编号	6ES7147-5JD00-0BA0
<ul style="list-style-type: none"> 允许范围, 下限 (DC) 允许范围, 上限 (DC) 反极性保护 	<p>20.4 V</p> <p>28.8 V</p> <p>是的; 防止损坏: 增加负载</p>
输入电流	
耗用电流 (额定值)	40 mA; 无负载
来自负载电压 1L+ (非开关式电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
传感器供电	
输出端数量	4
24 V 传感器供电	
<ul style="list-style-type: none"> 短路保护 输出电流, 最大值 	<p>是的; 每个模块, 电子的</p> <p>1.4 A; 所有端口的总电流</p>
功率损失	
功率损失, 典型值	2.6 W
IO-Link	
端口数量	4
<ul style="list-style-type: none"> 可同时间控制 	4
IO-Link 协议 1.0	是的
IO-Link 协议 1.1	是的
传输速率	4.8 kBaud (COM1);38.4 kBaud (COM2), 230 kBaud (COM3)
过程数据大小, 每个端口的输入	32 byte
过程数据大小, 每个模块的输入	132 byte
过程数据大小, 每个端口的输出	32 byte
过程数据大小, 每个模块的输出	128 byte
用于设备参数的存储器大小	2 kbyte; 适用于每个端口
主站备份	可利用功能块 IO_LINK_MASTER
不使用 S7-PCT 进行组态	可行, 自动启动/手动功能
未屏蔽导线长度, 最大值	20 m

商品编号	6ES7147-5JD00-0BA0
运行模式	
<ul style="list-style-type: none"> • IO-Link • DI • DQ 	<p>是的</p> <p>是的</p> <p>是的; 最大 100 mA</p>
IO-Link 设备连接	
<ul style="list-style-type: none"> • 端口类型 A • 端口类型 B 	<p>是的; 通过 3 芯电缆</p> <p>是的; 设备额外供电: 所有端口的总电流为 1.6 A</p>
报警/诊断/状态信息	
报警	
<ul style="list-style-type: none"> • 诊断报警 	是的; 可参数化
诊断	
<ul style="list-style-type: none"> • 电源电压监控 • 断线 • 短路 	<p>是的</p> <p>是的</p> <p>是的</p>
诊断显示 LED	
<ul style="list-style-type: none"> • 通道状态显示 • 用于模块诊断 • 用于负载电压监控 	<p>是的; 绿色 LED</p> <p>是的; 绿色/红色 LED</p> <p>是的; 绿色 LED</p>
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
<ul style="list-style-type: none"> • 在通道之间 • 在通道和背板总线之间 • 在通道和电子元件电源电压之间 	<p>不</p> <p>是的</p> <p>不</p>
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本

商品编号	6ES7147-5JD00-0BA0
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
<ul style="list-style-type: none"> 性能等级符合 ISO 13849-1 类别符合 ISO 13849-1 SILCL 符合 IEC 62061 	<p>PL d</p> <p>3 类</p> <p>SILCL 2</p>
环境要求	
运行中的环境温度	
<ul style="list-style-type: none"> 最小值 最大值 	<p>-30 °C</p> <p>55 °C</p>
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极
用于电源电压的电气连接规格	M8, 4 极
ET 连接	
<ul style="list-style-type: none"> ET 连接 	M8, 4 针, 已屏蔽
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	145 g

更换模块

更换模块时需要了解哪些信息？

更换通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12 时，必须再次传输 IO-Link 参数设置（主站/设备），可以使用 S7-PCT 传送 IO-Link 组态，或使用“主站备份”功能进行保存。

主站备份

“IO_LINK_MASTER”函数块可用于读取所有相关的 IO-Link 设备和 IO-Link 主站参数。这些参数可永久性地保存在某个中央位置，如，IO 控制器中的某个数据块内。

通过函数块“IO_LINK_MASTER”，可恢复 IO-Link 主站中存储的 IO-Link 设备和 IO-Link 端口状态。

因此，可通过主站备份中存储的值，对 IO-Link 端口和 IO-Link 主站进行组态。

在更换 IO-Link 主站后，通常需要进行参数恢复。

说明

可用性

请注意，主站备份功能仅适用于 IO-Link 标准 V1.1 及以上版本指定的 IO-Link 设备。

有关“主站备份”和“主站恢复”功能的信息，请参见功能手册《IO-Link 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/65949252>)》中“自动化系统集成”章节内的“主站备份”部分。

参考

有关更换模块的更多信息，请参见系统手册“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”中的“模块”部分。

有关更换 IO-Link 主站的更多信息，请参见 S7-PCT 在线帮助。

PROFlenergy

8.1 暂停功能

简介

PROFlenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行协调，而无需考虑制造厂商或设备类型。这样是为了确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力，在这种情况下，过程本身会节约大部分能量；PROFINET 设备自身也能节约一部分电力。在 PROFlenergy 中，将这一操作状态称为“暂停”。

开始和结束暂停

开始和结束暂停时，可以启用或禁用系统的暂停功能；IO 控制器将 PROFlenergy 命令“Start_Pause”或“End_Pause”发送给模块。

“Start_Pause”命令用于开始暂停。

而“End_Pause”命令用于结束暂停。

下列条件也会结束暂停：

- 在 RUN 中重新组态
- 控制器发生故障时
- 固件更新
- 站停止时
- 通过以下方式重新启动接口模块：
 - 断电/通电接口模块
 - 断电/通电 I/O 模块
 - 终止 ET-Connection1 或 ET-Connection2

后继部分对通信模块的特定操作进行了说明。

更多信息

有关使用 PROFenergy 的更多信息，请参见手册“IM 157-1 PN 接口模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254863>)”中的“PROFenergy”部分和功能手册“使用 STEP 7 V13 组态 PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)”中的“通过 PROFenergy 实现节能”部分。

还可以从 Internet 下载应用示例

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/41986454>)。

8.2 DI 操作模式

显示

如果未连接外部电源电压，关断 1Us 和 2Ua 电源电压的同时也会关闭相应通道状态 LED Qn。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在“暂停”期间，无法检测到“负载电压 2L+”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 8-1 模式参数

元素	代码	说明
模式	0D: PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> 值状态“良好”
	1D: PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> 电源电压 1Us 和 2UA 关断 暂停替代值: 0B 值状态“不良”
	3D: PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> 电源电压 1Us 和 2UA 关断 暂停替代值: 上一个输入值 值状态“不良”
	4D: PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> 电源电压 1Us 和 2UA 关断 暂停替代值: 所组态的暂停替代值 值状态“不良”

说明

电源电压 1Us 和 2UA

每个模块的电源电压 1Us 和 2UA 都可单独关闭。

如果所有通道需要在暂停时都关闭且在 PE_MODE_PROCEED 中未分配通道时，应关断所有电源电压。

8.3 DQ 操作模式

显示

通道状态 LED 指示灯 Qn 将显示输出值。

对出错的响应

“PE_MODE_PROCEED”上处于暂停模式的所有通道都会将其诊断状态报告为生产模式。

以下情况适用于切换到其它暂停模式的所有通道：

- 在“暂停”期间，无法检测到“负载电压 2L+ 缺失”错误：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 8-2 模式参数

元素	代码	说明
模式	0d: PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> • 值状态“良好”
	1d: PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> • 电源电压 1Us 和 2U_A 关断 • 暂停替代值: 0_B • 值状态“不良”
	3d: PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> • 暂停替代值: 保留上一个输出值 • 值状态“不良”
	4d: PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> • 暂停替代值: 将所组态的暂停替代值作为输出值 • 值状态“不良”

说明

电源电压 1Us 和 2UA

每个模块的电源电压 1Us 和 2UA 都可单独关闭。

如果所有通道均需在暂停时关闭，则应关闭电源电压。

8.4 IO-Link 操作模式

显示

关闭电源电压 1Us 的同时还将关闭相关的端口状态 LED 指示灯 Cn。

对出错的响应

暂停模式中所有设置为“PE_MODE_PROCEED”和“PE_MODE_LAST_VALUE”的所有通道报告的错误与生产操作中相同。

以下情况适用于切换到其它暂停模式（“PE_MODE_SHUTDOWN”和“PE_MODE_SUBST_VALUE”）的所有通道（端口）：

- 在开始“暂停”时关闭电源电压 U_{sn} （端口）不会产生“断路”和“短路”报警。
- 在“暂停”期间无法检测到错误（IO-Link 设备无通信）：
 - 在保持“暂停”状态之前，错误报警已经处于未决状态。
 - “暂停”结束后，将更新错误状态并相应地报告到达/离去错误。

模式参数

下表列出了“模式”参数。

表格 8-3 模式参数

元素	代码	说明
模式	0D: PE_MODE_PROCEED	在“暂停”时继续 <ul style="list-style-type: none"> 值状态“良好”
	1D: PE_MODE_SHUTDOWN	在“暂停”时关断 <ul style="list-style-type: none"> 电源电压 1Us 和 2UA 关闭¹ 暂停替代值（输入）：0B 值状态“不良”
	3D: PE_MODE_LAST_VALUE	“暂停”时的上一个值 <ul style="list-style-type: none"> 暂停替代值：上一个输入值 值状态“不良”
	4D: PE_MODE_SUBST_VALUE	“暂停”时的替代值 <ul style="list-style-type: none"> 电源电压 1Us 和 2UA 关闭¹ 暂停替代值（输入）：0B 值状态“不良”

¹ 关断已分配端口的电源电压 1Us。结果：不再为 IO-Link 设备供电。

说明

电源电压 1Us 和 2UA

每个模块的电源电压 1Us 和 2UA 都可单独关闭。

如果所有通道均需在暂停时关闭，则应关闭电源电压。

尺寸图

下图给出了 CM 4xIO-Link 4xM12 通信模块前视图和侧视图的尺寸图。

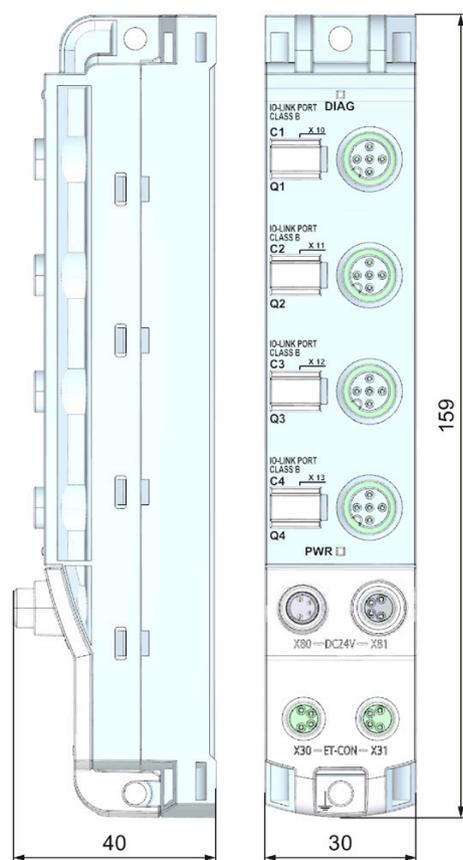
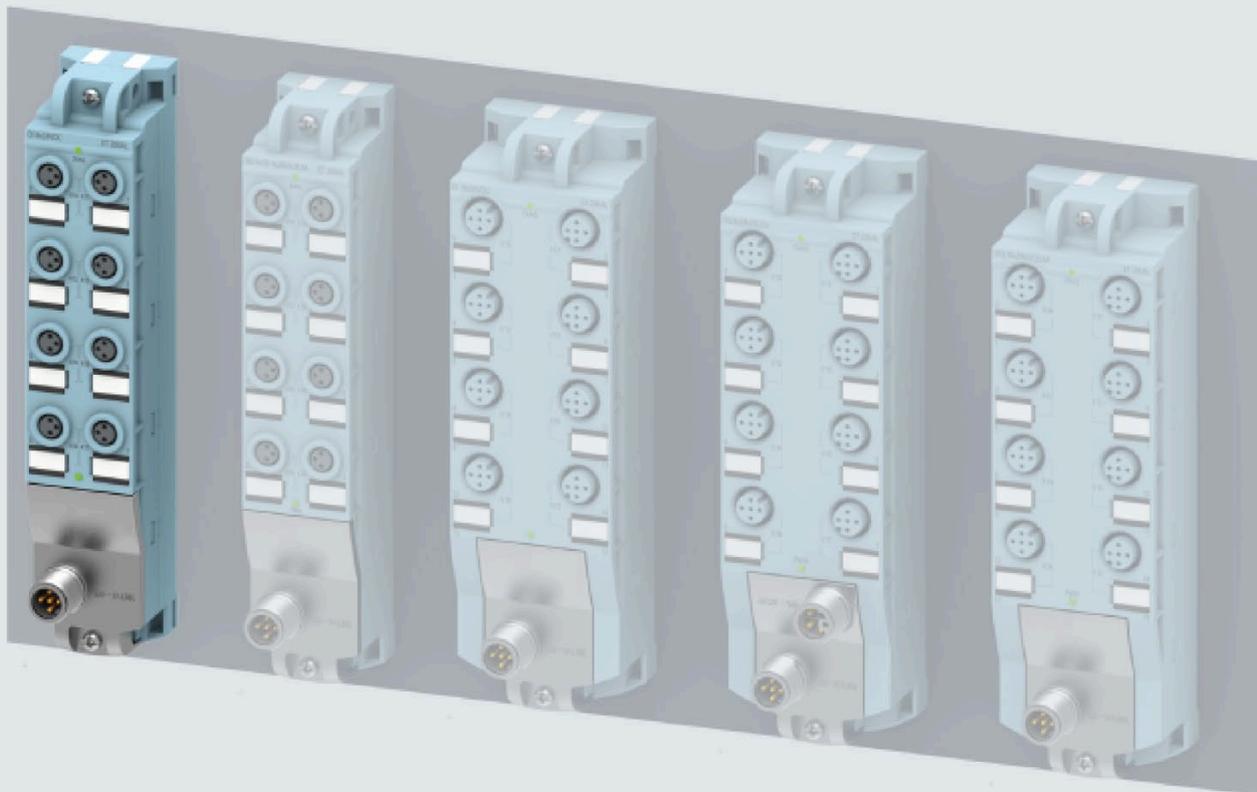


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



手册

SIMATIC

ET 200AL

IO-Link 数字量输入模块 8x24VDC 8xM8
(6ES7141-5BF00-0BL0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL IO-Link 数字量输入模块 DI 8x24VDC 8xM8 (6ES7141-5BF00-0BL0)

设备手册

前言

ET 200AL IO-Link I/O 模块文
档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术数据

6

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

IO-Link 模块 AL 前言

本文档用途

本手册是对系统手册《ET 200AL IO-Link (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)》的补充。其中介绍了通常与分布式 I/O 系统 ET 200AL IO-Link I/O 模块相关的功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL IO-Link I/O 模块提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册中包含以下内容更改：

- 前言部分的补充参数 (页 16)。

约定

请同时遵循以下所标注的注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南.....	6
2	产品概述	10
2.1	特性	10
2.2	操作员控制和显示元件	12
3	接线	13
3.1	端子和方框图	13
3.2	引脚分配	14
4	参数/地址空间	16
4.1	参数	16
4.2	参数说明	16
4.3	地址空间	16
4.4	IODD 参数	17
5	中断/诊断报警	18
5.1	状态和错误显示	18
5.2	中断	20
5.3	诊断报警	20
6	技术数据	21
A	尺寸图	25

ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册详细描述了分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的组态、安装、接线和调试。

设备信息

设备手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC IO-Link 系统的常规主题的详细说明。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

ET 200AL 手册集

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持”- CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

用户可以选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持”- CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SIMATIC S7-PCT

端口组态工具 (“PCT”) 是一款基于 PC 的软件，用于为 Siemens IO-Link 主站模块和来自其它制造商的 IO-Link 设备分配参数。

IO-Link 设备使用标准化的设备描述“IODD” (由相应的设备制造商提供) 进行集成。S7-PCT 支持 IODD V1.0 和 V1.1。

在 STEP 7 中，通过 IO-Link 主站的硬件配置来调用 S7-PCT。但如果未在 SIMATIC 控制器上使用 IO-Link 主站或者未使用 STEP 7，也可以“独立”启动 S7-PCT。

有关 IO-Link 的更多信息，敬请访问 Internet

(<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/io-link.html>)。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7141-5BF00-0BLO

模块视图

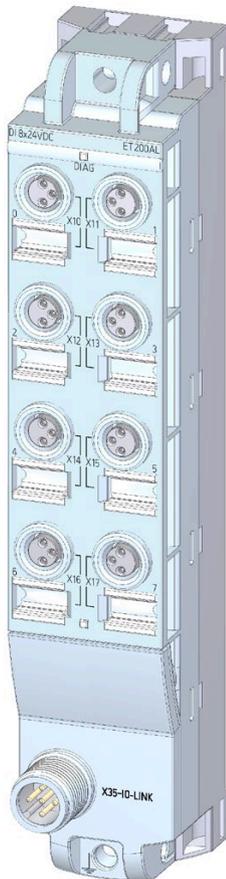


图 2-1 DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 8 个数字量输入
- M8 插座用于连接传感器
- 24 V DC 电源电压
- 可以为每个模块设置可组态诊断
- 典型输入延时 3 ms
- 适用于开关以及接近开关
- 尺寸为 30 x 159 mm

IO-Link 和电源的接口：

- M12 连接器（A 编码）
- A 类 IO-Link 端口（类型 A）
- 模块电子设备电源和传感器电源

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- IO-Link 配置文件：通用配置文件

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- M8 密封盖

另请参见

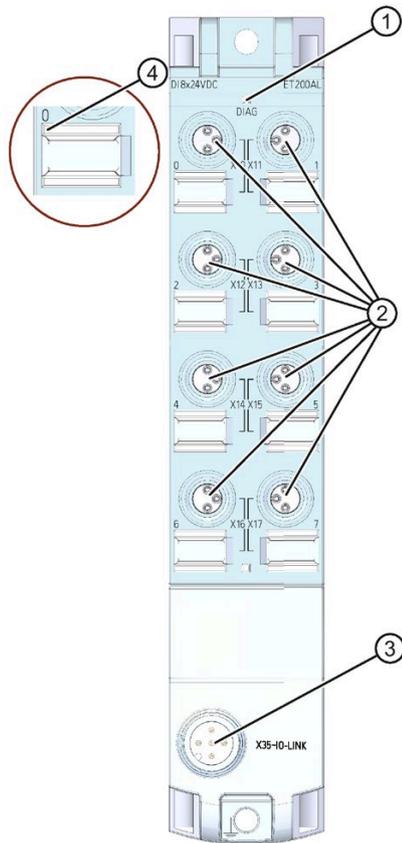
有关附件的更多信息，请参见 Hotspot 文本“ET 200AL 分布式 I/O 系统”IO-Link IO 模块系统手册中的“附件/备件”部分。

参见

ET 200AL 系统手册 (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了 DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块的操作员控制和显示元件。



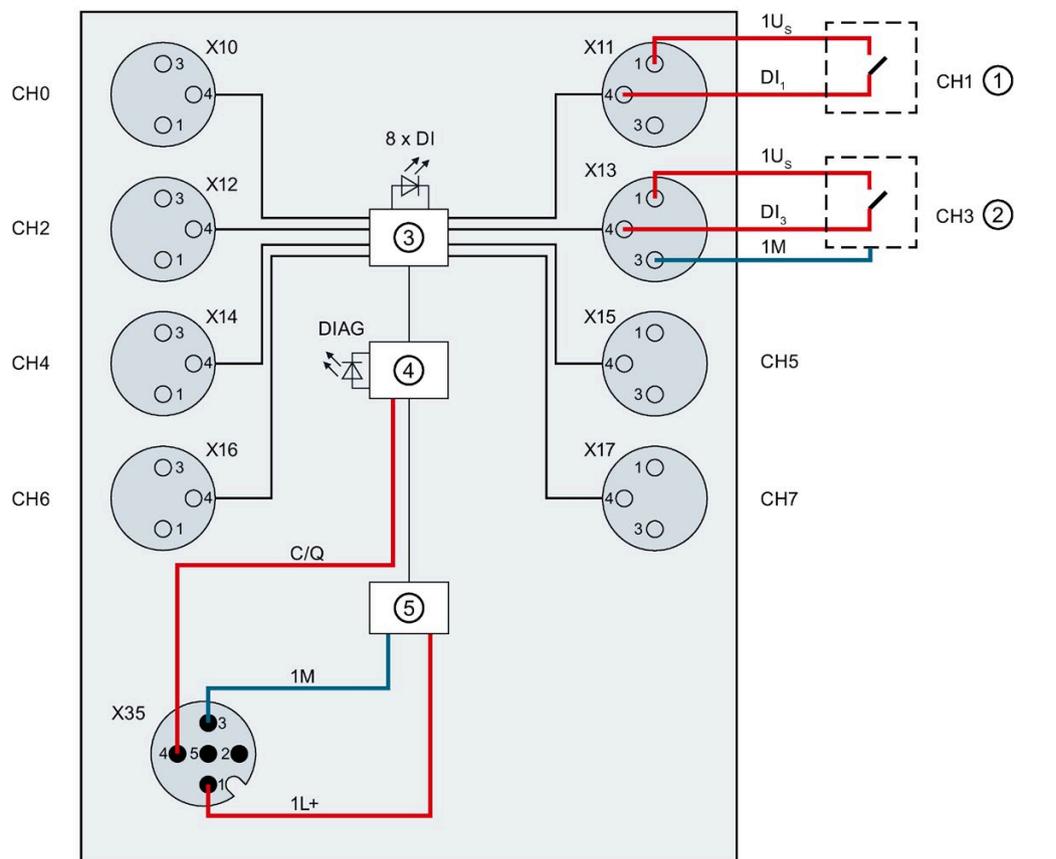
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 至 X17：用于输入信号的插座
- ③ X35：IO-Link 接口
- ④ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 2 线制和 3 线制连接信号输出的引脚分配。



①	2 线制连接	1L+	电源电压 1L+ (未接通)
②	3 线制连接	1M	1M 接地 (未接通)
③	DI 电路	1Us	24 V 编码器电源
④	微型控制器	DIn	输入信号
⑤	内部电源电压	DI	通道状态 LED 指示灯 (0 到 7) (绿色)
X10 到 X17	通道 0 到 7	DIAG	LED 诊断状态 (红色/绿色)
X35	IO-Link 接口		

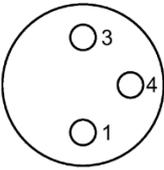
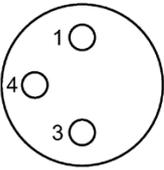
图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

数字量输入的插座引脚分配

下表列出了数字量输入连接的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入的引脚分配

引脚	分配	插座的前视图	
		X10、X12、 X14、X16	X11、X13、 X15、X17
1	24 V 编码器电源 1Us (来自 1L+ 未接通)		
3	编码器电源接地 1M		
4	输入信号 DI0 : X10 输入信号 DI1 : X11 输入信号 DI2 : X12 输入信号 DI3 : X13 输入信号 DI4 : X14 输入信号 DI5 : X15 输入信号 DI6 : X16 输入信号 DI7 : X17		

注意

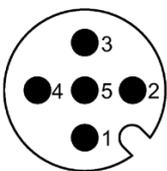
24 V 编码器电源 1Us

仅使用数字量输入模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器供电。

IO-Link 连接器的引脚分配

下表列出了用于 IO-Link 连接的连接器的引脚分配。IO-Link 接口符合 A 类端口的规范。

表格 3-2 IO-Link 接口的引脚分配

引脚	分配	连接器的正视图 (A 类端口)
	X35	
1	1L+	
2	未分配	
3	接地 1M	
4	转换或通信电缆 (C/Q)	
5	未分配	

说明

请注意，模块只能按照标准的 SELV/PELV 提供保护性的低电压。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了 DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块的参数。

表格 4-1 参数

参数	值范围			默认值	范围	ISDU 索引 (十进制)	ISDU 子索引 (十进制)
	值	十进制	十六进制				
诊断：接地短路	禁用	0	0	禁用	模块	131	1
	启用	255	FF				

4.2 参数说明

诊断：接地短路

如果编码器电源发生接地短路，则启用该诊断。

4.3 地址空间

下图显示了 DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块的地址空间分配。

过程映像输入 (PI1) 中的分配

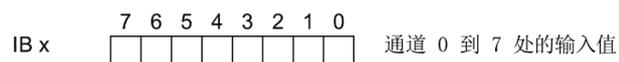


图 4-1 IO-Link DI 8x24VDC 8xM8 地址空间

4.4 IODD 参数

设备描述 IODD

电子设备描述（即 IODD 文件 (IO Device Description)）可用于 DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块。IODD 提供了丰富的系统集成信息：

- 通信属性
- 设备参数（值范围和默认值）
- 标识、过程和诊断数据
- 设备数据
- 文本描述
- 设备映像
- 制造商徽标

所有制造商的所有设备均具有相同的 IODD 结构。在主站制造商提供的 IO-Link 组态工具（西门子为 S7-PCT）中，IODD 的结构通常相同。这样，可确保所有 IO-Link 设备的处理方式均相同，而与制造商无关。

IODDfinder

IODDfinder 是一种跨供应商的 IO-Link 统一数据库。

该数据库中包含设备制造商的最新 IODD，可作为信息与下载平台。

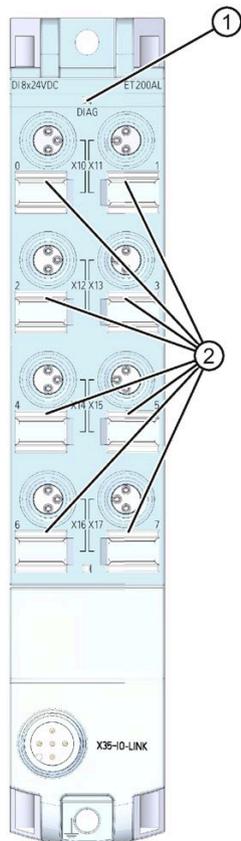
IODDfinder 可从 Internet (<https://ioddfinder.io-link.com>) 下载。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|--------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 7) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 20)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> IO-Link 主站无数据交换，原因可能是断路 正在加载固件
■ 亮	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，无模块诊断。
⚡ 闪烁	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，有模块诊断。

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

5.2 中断

DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块支持诊断中断。

诊断中断

在发生以下情况时该 IO-Link 数字量输入模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路

5.3 诊断报警

为每个诊断事件发出一个诊断报警，同时数字量输入模块上的 DIAG LED 指示灯呈红色闪烁。例如，从 CPU 的诊断缓冲区中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-3 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	0x7710	编码器电源接地短路	• 排除短路故障

说明

传感器电源短路

传感器电源短路会导致 IO-Link 主站执行断路诊断。特性取决于使用的 IO-Link 主站的技术规范。

DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/pv/6ES7141-5BF00-0BLO/td?dl=de>)。

商品编号	6ES7141-5BF00-0BLO
一般信息	
产品类型标志	DI 8x24 V DC
硬件功能状态	FS01
固件版本	V1.0.x
制造商标记 (VendorID)	42
设备标记 (DeviceID)	229379
附带程序包的	
• IODD 数据	是
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 由 IO-Link 主站的 1Us+ 供电
• 允许范围, 下限 (DC)	18 V
• 允许范围, 上限 (DC)	30 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 传感器供电输出端反极性进行
输入电流	
耗用电流 (额定值)	15 mA; 无负载
传感器供电	
输出端数量	8; 由 IO-Link 主站的 1Us+ 供电

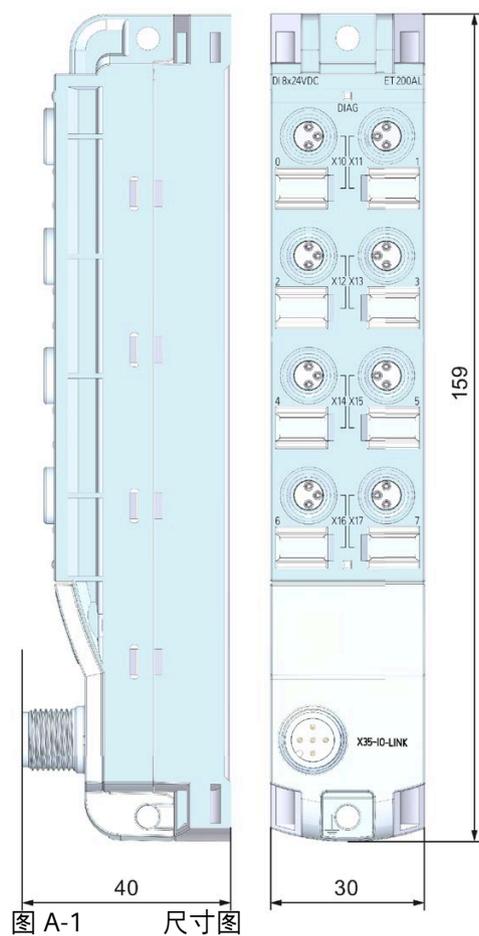
商品编号	6ES7141-5BF00-0BL0
24 V 传感器供电	
<ul style="list-style-type: none"> • 短路保护 • 输出电流, 最大值 	<p>是的; 每个模块, 电子的</p> <p>0.7 A; 所有编码器的总电流 (取决于 IO-Link 主站由 1Us+ 供电)</p>
功率损失	
功率损失, 典型值	1.5 W
数字输入	
数字输入端数量	8
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
<ul style="list-style-type: none"> - 最高可达 55 °C, 最大值 	8
输入电压	
<ul style="list-style-type: none"> • 额定值 (DC) • 对于信号“0” • 对于信号“1” 	<p>24 V</p> <p>-30 至 +5 V</p> <p>+11 至 +30V</p>
输入电流	
<ul style="list-style-type: none"> • 对于信号“1”, 典型值 	3 mA
输入延迟 (输入电压为额定值时)	
对于标准输入端	
<ul style="list-style-type: none"> - 从“0”到“1”时, 最小值 - 从“0”到“1”时, 最大值 - 从“1”到“0”时, 最小值 - 从“1”到“0”时, 最大值 	<p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p> <p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p>
导线长度	
<ul style="list-style-type: none"> • 未屏蔽, 最大值 	30 m
传感器	
可连接传感器	
<ul style="list-style-type: none"> • 双线传感器 - 允许的闭路电流 (双线传感器) 最大值 	<p>是的</p> <p>1.5 mA</p>

商品编号	6ES7141-5BF00-0BL0
IO-Link	
IO-Link 协议 1.1	是的
传输速率	38.4 kB (COM2)
循环时间, 最小值	2.1 ms
过程数据大小, 每个模块的输入	1 byte
过程数据大小, 每个模块的输出	0 byte
支持的 IO-Link 协议	通用配置文件
未屏蔽导线长度, 最大值	20 m
IO-Link 设备连接	
• 端口类型 A	是的
报警/诊断/状态信息	
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 传感器供电依据 M ; 模块式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
电位隔离	
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和电子元件电源电压之间	不
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
防护等级和防护类别	
防护等级 IP	IP65/67
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C

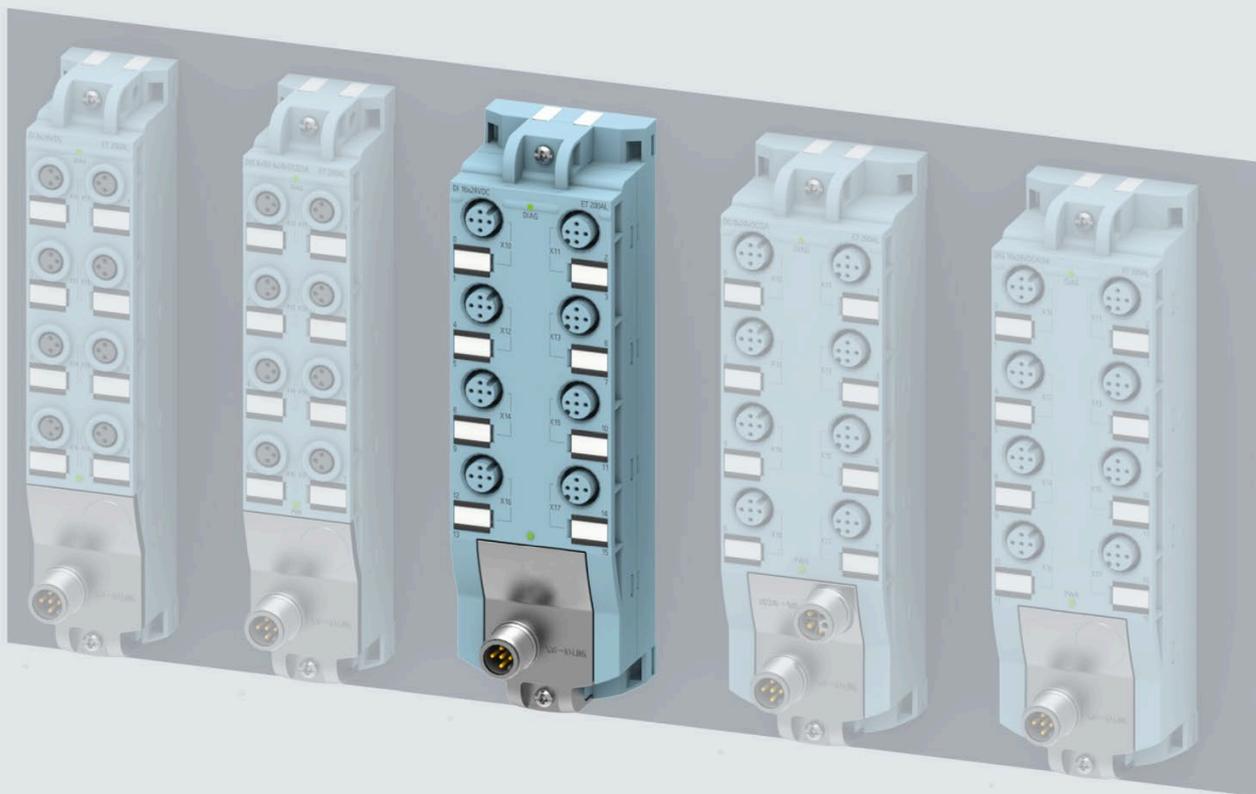
商品编号	6ES7141-5BF00-0BLO
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	124 g

尺寸图

下图显示了 DI 8x24VDC 8xM8 IO-Link 数字量输入模块尺寸图（正视图和侧视图）。



SIEMENS



手册

SIMATIC

ET 200AL

IO-Link 数字量输入模块 DI 16x24VDC 8xM12
(6ES7141-5AH00-0BL0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL IO-Link 数字量输入模块 DI 16x24VDC 8xM12 (6ES7141-5AH00-0BL0)

设备手册

前言

ET 200AL IO-Link I/O 模块文
档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

AL IO-Link 模块前言

本文档用途

本手册是对系统手册《ET 200AL IO-Link (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)》的补充。本手册中介绍了通常与分布式 I/O 系统 ET 200AL IO-Link I/O 模块相关的功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL IO-Link I/O 模块提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册中包含以下内容更改：

- 对部分“参数 (页 16)”进行补充

约定

请同时遵循以下所标注的注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南.....	6
2	产品概述	10
	2.1 特性	10
	2.2 操作员控制和显示元件	12
3	接线	13
	3.1 端子和方框图	13
	3.2 引脚分配	14
4	参数/地址空间	16
	4.1 参数	16
	4.2 参数说明	16
	4.3 地址空间	16
	4.4 IODD 参数	17
5	中断/诊断报警	18
	5.1 状态和错误显示.....	18
	5.2 中断	20
	5.3 诊断报警	20
6	技术规范	21
A	尺寸图.....	25

ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册详细描述了分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的组态、安装、接线和调试。

设备信息

设备手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC IO-Link 系统的常规主题的详细说明。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

ET 200AL 手册集

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持”- CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

用户可以选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持”- CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SIMATIC S7-PCT

端口组态工具 (“PCT”) 是一款基于 PC 的软件，用于为 Siemens IO-Link 主站模块和来自其它制造商的 IO-Link 设备分配参数。

IO-Link 设备使用标准化的设备描述“IODD” (由相应的设备制造商提供) 进行集成。S7-PCT 支持 IODD V1.0 和 V1.1。

在 STEP 7 中，通过 IO-Link 主站的硬件配置来调用 S7-PCT。但如果未在 SIMATIC 控制器上使用 IO-Link 主站或者未使用 STEP 7，也可以“独立”启动 S7-PCT。

有关 IO-Link 的更多信息，敬请访问 Internet

(<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/io-link.html>)。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7141-5AH00-0BLO

模块视图

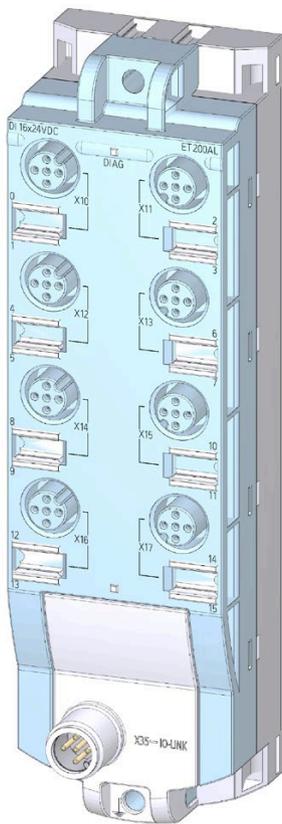


图 2-1 DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 16 个数字量输入
- 使用 M12 插座连接传感器
- 24 V DC 电源电压
- 可以为每个模块设置可组态诊断
- 典型输入延时 3 ms
- 适用于开关以及接近开关
- 尺寸为 45 x 159 mm

IO-Link 和电源的接口：

- M12 连接器 (A 编码)
- A 类 IO-Link 端口
- 模块电子设备的电源
- 编码器电源

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- IO-Link 配置文件：通用配置文件

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

- 连接器
- 电缆
- M12 密封盖

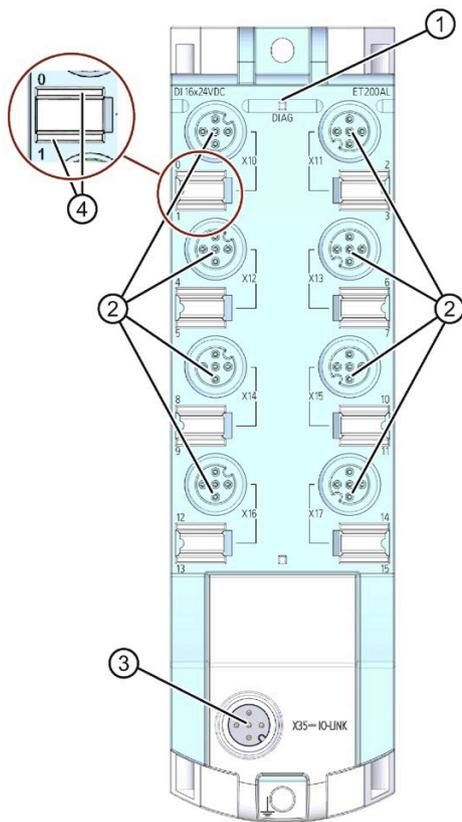
另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统

(<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)“IO-Link I/O 模块系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了 DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块的操作员控制和显示元件。



- ① DIAG : 指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X17 : 用于输入信号的插座
- ③ X35 : IO-Link 接口
- ④ 通道状态 LED 指示灯 0 到 15

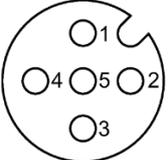
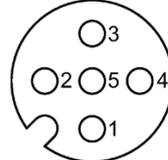
图 2-2 操作员控制和显示元件

3.2 引脚分配

数字量输入的插座引脚分配

下表列出了数字量输入连接的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12, X14, X16	X11, X13, X15, X17
1	24 V 编码器电源 1Us (来自 1L+ 未接通)		
2	输入信号 DI1 : 连接器 X10 输入信号 DI3 : 连接器 X11 输入信号 DI5 : 连接器 X12 输入信号 DI7 : 连接器 X13 输入信号 DI9 : 连接器 X14 输入信号 DI11 : 连接器 X15 输入信号 DI13 : 连接器 X16 输入信号 DI15 : 连接器 X17		
3	编码器电源接地 1M		
4	输入信号 DI0 : 连接器 X10 输入信号 DI2 : 连接器 X11 输入信号 DI4 : 连接器 X12 输入信号 DI6 : 连接器 X13 输入信号 DI8 : 连接器 X14 输入信号 DI10 : 连接器 X15 输入信号 DI12 : 连接器 X16 输入信号 DI14 : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

注意

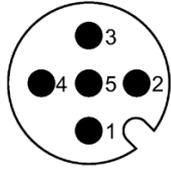
24 V 编码器电源 1Us

仅使用数字量输入模块提供的 24 V 编码器电源 1Us 为编码器供电。

IO-Link 连接器的引脚分配

下表列出了用于 IO-Link 连接的连接器的引脚分配。IO-Link 接口符合 A 类端口的规范。

表格 3-2 IO-Link 接口的引脚分配

引脚	分配	连接器的正视图 (A 类端口)
	X35	
1	1L+	
2	未分配	
3	接地 1M	
4	转换或通信电缆 (C/Q)	
5	未分配	

说明

请注意，模块只能按照标准的 SELV/PELV 提供保护性的低电压。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了 DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块的参数。

表格 4-1 参数

参数	值范围			默认值	范围	ISDU 索引 (十六进制)	ISDU 子索引 (十六进制)
	值	十进制	十六进制				
诊断：接地短路	禁用	0	0	禁用	模块	131	1
	启用	255	FF				

4.2 参数说明

诊断：接地短路

如果编码器电源发生接地短路，则启用该诊断。

4.3 地址空间

下图显示了 DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块的地址空间分配。

过程映像输入 (PII) 中的分配

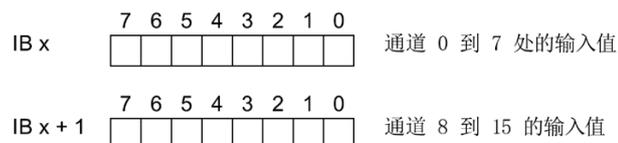


图 4-1 IO-Link DI 16x24VDC 8xM12 地址空间

4.4 IODD 参数

设备描述 IODD

电子设备描述（即 IODD 文件 (IO Device Description)）可用于 DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块。IODD 提供了丰富的系统集成信息：

- 通信属性
- 设备参数（值范围和默认值）
- 标识、过程和诊断数据
- 设备数据
- 文本描述
- 设备映像
- 制造商徽标

所有制造商的所有设备均具有相同的 IODD 结构。在主站制造商提供的 IO-Link 组态工具（西门子为 S7-PCT）中，IODD 的结构通常相同。这样，可确保所有 IO-Link 设备的处理方式均相同，而与制造商无关。

IODDfinder

IODDfinder 是一种跨供应商的 IO-Link 统一数据库。

该数据库中包含设备制造商的最新 IODD，可作为信息与下载平台。

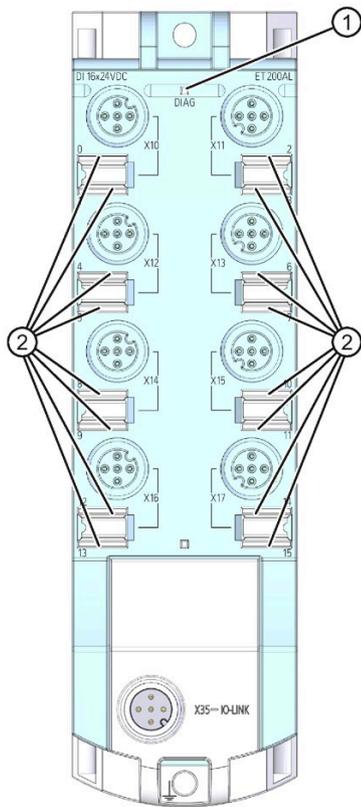
IODDfinder 可从 Internet (<https://ioddfinder.io-link.com>) 下载。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- ① 诊断状态 (DIAG) (红色/绿色)
- ② 通道状态 (0 到 15) (绿色)

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的纠正措施，请参见“诊断报警 (页 20)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> IO-Link 主站无数据交换，原因可能是断路 正在加载固件
■ 亮	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，无模块诊断。
⚡ 闪烁	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，有模块诊断。

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

5.2 中断

DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块支持诊断中断。

诊断中断

在发生以下情况时该数字量输入模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路

5.3 诊断报警

为每个诊断事件发出一个诊断报警，同时数字量输入模块上的 LED DIAG 指示灯呈红色闪烁。例如，从 IO-Link 主站的状态中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-3 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	0x7710	编码器电源接地短路	排除短路故障

说明

传感器电源短路

传感器电源短路会导致 IO-Link 主站执行断路诊断。特性取决于使用的 IO-Link 主站的技术规范。

DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7141-5AH00-0BLO/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7141-5AH00-0BLO
一般信息	
产品类型标志	DI 16x24 V DC
硬件功能状态	FS01
固件版本	V1.0.x
制造商标记 (VendorID)	42
设备标记 (DeviceID)	229380
附带程序包的	
• IODD 数据	是
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 由 IO-Link 主站的 1Us+ 供电
• 允许范围, 下限 (DC)	18 V
• 允许范围, 上限 (DC)	30 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 传感器供电输出端反极性进行
输入电流	
耗用电流 (额定值)	20 mA; 无负载
传感器供电	
输出端数量	8; 由 IO-Link 主站的 1Us+ 供电

商品编号	6ES7141-5AH00-0BL0
24 V 传感器供电	
<ul style="list-style-type: none"> • 短路保护 • 输出电流, 最大值 	<p>是的; 每个模块, 电子的</p> <p>0.7 A; 所有编码器的总电流 (取决于 IO-Link 主站由 1Us+ 供电)</p>
功率损失	
功率损失, 典型值	2.4 W
数字输入	
数字输入端数量	16
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
<ul style="list-style-type: none"> - 最高可达 55 °C, 最大值 	16
输入电压	
<ul style="list-style-type: none"> • 额定值 (DC) • 对于信号“0” • 对于信号“1” 	<p>24 V</p> <p>-30 至 +5 V</p> <p>+11 至 +30V</p>
输入电流	
<ul style="list-style-type: none"> • 对于信号“1”, 典型值 	3 mA
输入延迟 (输入电压为额定值时)	
对于标准输入端	
<ul style="list-style-type: none"> - 从“0”到“1”时, 最小值 - 从“0”到“1”时, 最大值 - 从“1”到“0”时, 最小值 - 从“1”到“0”时, 最大值 	<p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p> <p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p>
导线长度	
<ul style="list-style-type: none"> • 未屏蔽, 最大值 	30 m
传感器	
可连接传感器	
<ul style="list-style-type: none"> • 双线传感器 - 允许的闭路电流 (双线传感器) 最大值 	<p>是的</p> <p>1.5 mA</p>

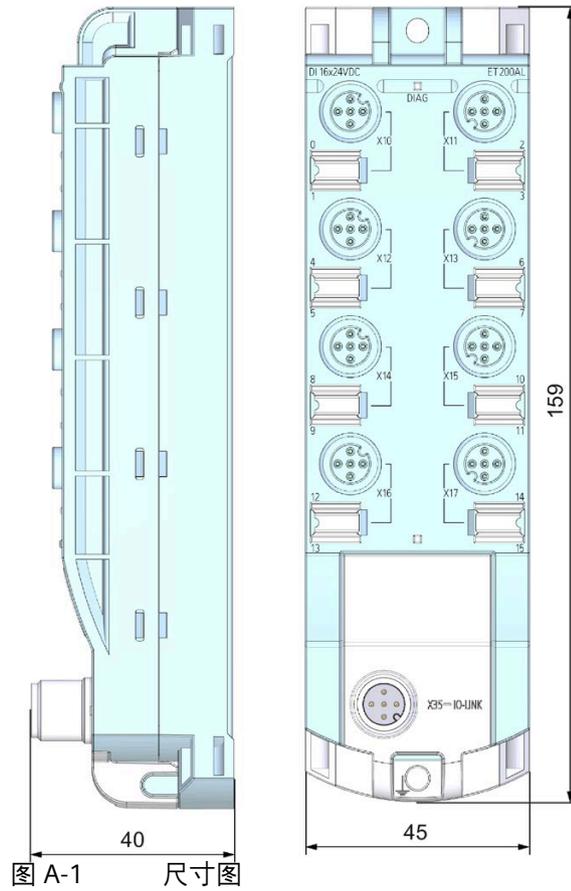
商品编号	6ES7141-5AH00-0BL0
IO-Link	
IO-Link 协议 1.1	是的
传输速率	38.4 kB (COM2)
循环时间, 最小值	2.5 ms
过程数据大小, 每个模块的输入	2 byte
过程数据大小, 每个模块的输出	0 byte
支持的 IO-Link 协议	通用配置文件
未屏蔽导线长度, 最大值	20 m
IO-Link 设备连接	
• 端口类型 A	是的
报警/诊断/状态信息	
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 传感器供电依据 M ; 模块式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
电位隔离	
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和电子元件电源电压之间	不
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)
防护等级和防护类别	
防护等级 IP	IP65/67
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C

商品编号	6ES7141-5AH00-0BL0
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	155 g

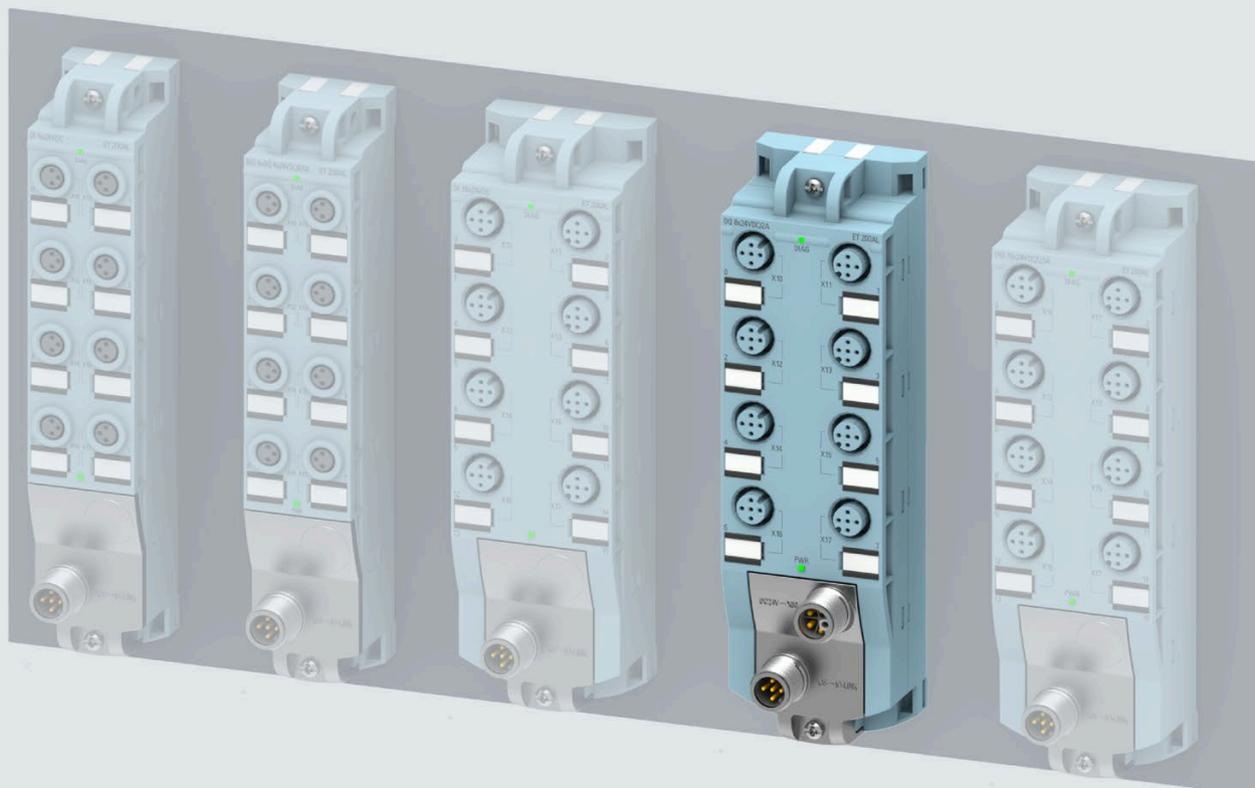
尺寸图

A

下图显示了 DI 16x24VDC 8xM12 IO-Link 数字量输入模块尺寸图（正视图和侧视图）。



SIEMENS



手册

SIMATIC

ET 200AL

IO-Link 数字量输出模块 8x24VDC/2A 8xM12
(6ES7142-5AF00-0BLO)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 (6ES7142-5AF00-0BL0)

设备手册

前言

ET 200AL IO-Link I/O 模块文
档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自自带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

IO-Link 模块 AL 前言

本文档用途

本手册是对系统手册《ET 200AL IO-Link (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)》的补充。其中介绍了通常与分布式 I/O 系统 ET 200AL IO-Link I/O 模块相关的功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL IO-Link I/O 模块提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册中包含以下内容更改：

- 前言部分的补充参数 (页 17)。
- 技术规范 (页 23) 部分的更新

约定

请同时遵循以下所标注的注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南.....	6
2 产品概述	10
2.1 特性	10
2.2 操作员控制和显示元件	13
3 接线	14
3.1 端子和方框图	14
3.2 引脚分配	15
4 参数/地址空间	17
4.1 参数	17
4.2 参数说明	18
4.3 地址空间	18
4.4 IODD 参数	19
5 中断/诊断报警	20
5.1 状态和错误显示.....	20
5.2 中断	22
5.3 诊断报警	22
6 技术规范	23
A 尺寸图.....	28

ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册详细描述了分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的组态、安装、接线和调试。

设备信息

设备手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC IO-Link 系统的常规主题的详细说明。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

ET 200AL 手册集

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持”- CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

用户可以选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持”- CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SIMATIC S7-PCT

端口组态工具 (“PCT”) 是一款基于 PC 的软件，用于为 Siemens IO-Link 主站模块和来自其它制造商的 IO-Link 设备分配参数。

IO-Link 设备使用标准化的设备描述“IODD” (由相应的设备制造商提供) 进行集成。S7-PCT 支持 IODD V1.0 和 V1.1。

在 STEP 7 中，通过 IO-Link 主站的硬件配置来调用 S7-PCT。但如果未在 SIMATIC 控制器上使用 IO-Link 主站或者未使用 STEP 7，也可以“独立”启动 S7-PCT。

有关 IO-Link 的更多信息，敬请访问 Internet (<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/io-link.html>)。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7142-5AF00-0BL0

模块视图

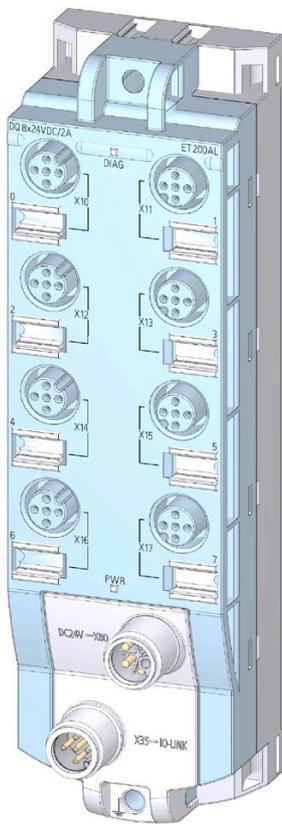


图 2-1 IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 8 个数字量输出
 - 通道 0 到 7, 连接 2L+ (接通)
- 使用 M12 插座连接执行器
- 额定负载电压 24 V DC
- 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
- 每个输出的输出电流为 2 A
- 可以为每个模块设置可组态诊断
- 尺寸为 45 x 159 mm
- 电源 2L+ 的接口

IO-Link 和电源的接口：

- A 编码 M12 连接器
- A 类 IO-Link 端口
- 模块电子元件的电源

输出的负载电压电源

- L 编码 M12 连接器

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- IO-Link 配置文件：通用配置文件

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

2.1 特性

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

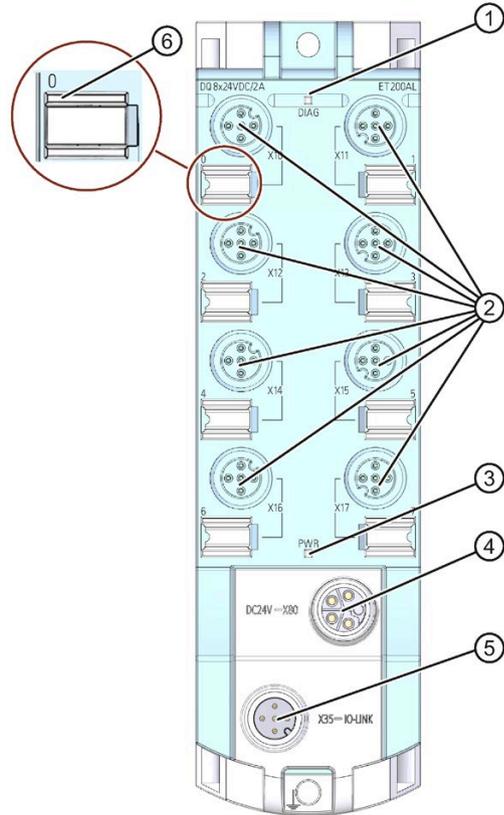
- 连接器
- 电缆
- M12 密封盖

另请参见

有关附件的更多信息，请参见《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)》IO-Link I/O 模块系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了数字量输出模块 IO-Link DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的操作员控制和显示元件。



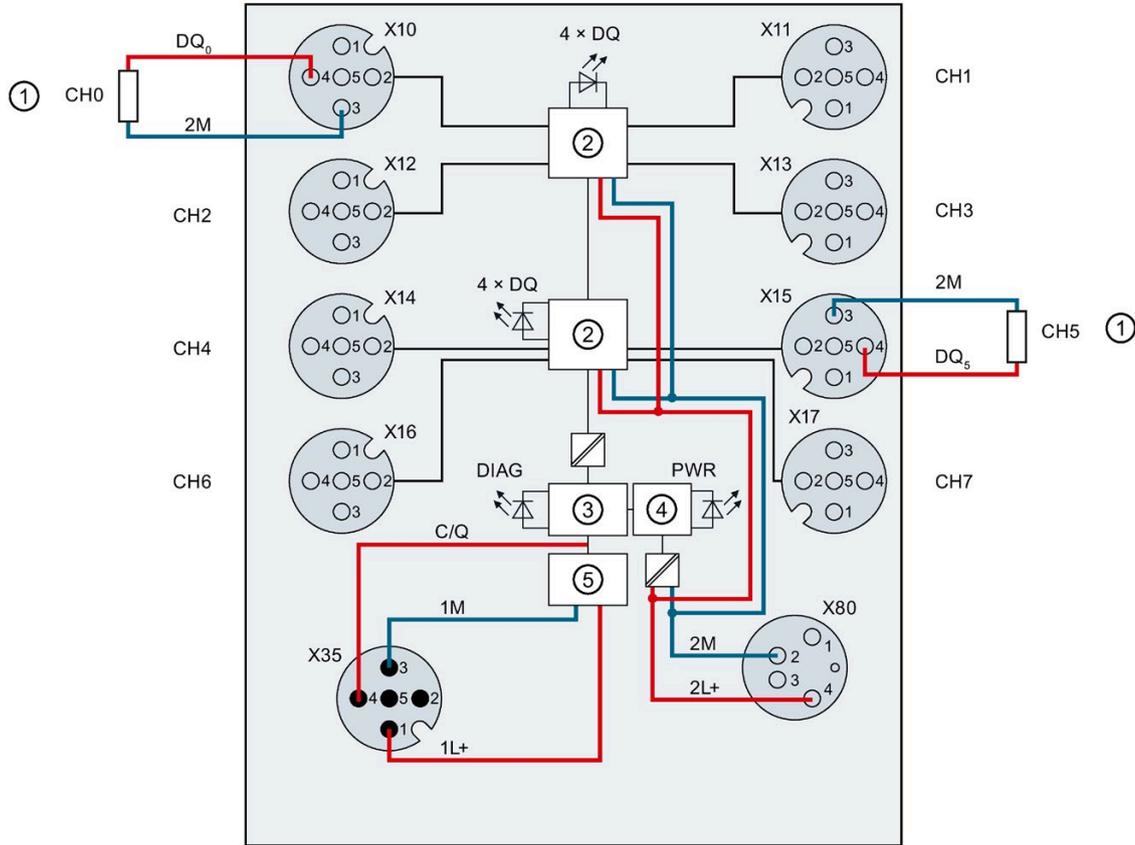
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X17：输出信号的插座
- ③ PWR：负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ④ X80：电源电压供电的连接器（功率输入）
- ⑤ X35:IO-Link 接口
- ⑥ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了信号输出的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|------------------|-----------------|---------------------------|
| ① | 输出到 2L+ | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ② | DQ 电路 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ③ | 微型控制器 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ④ | 监视 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑤ | 内部电源电压 | DQ _n | 输出信号 |
| X10 到 X17 | 通道 0 到 7 | DQ | 通道状态 LED 指示灯 (0 到 7) (绿色) |
| X35 | IO-Link 接口 | DIAG | 诊断状态 LED 指示灯 (红色/绿色) |
| X80 | 用于电源电压供电的连接器 2L+ | PWR | 电源电压 2L+ LED 指示灯 (绿色) |

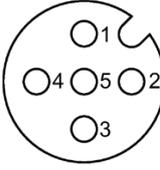
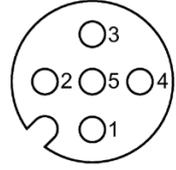
图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

数字量输出插座的引脚分配

下表列出了连接数字量输出的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输出的引脚分配

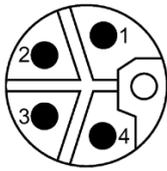
引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12, X14, X16	X11, X13, X15, X17
1	未分配		
2	未分配		
3	接地 2M		
4	输出信号 DQ ₀ : 连接器 X10 输出信号 DQ ₁ : 连接器 X11 输出信号 DQ ₂ : 连接器 X12 输出信号 DQ ₃ : 连接器 X13 输出信号 DQ ₄ : 连接器 X14 输出信号 DQ ₅ : 连接器 X15 输出信号 DQ ₆ : 连接器 X16 输出信号 DQ ₇ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

3.2 引脚分配

供电电源电压 2L+ 的连接器的引脚分配

下表列出了供电电源电压 2L+ 的连接器的引脚分配。

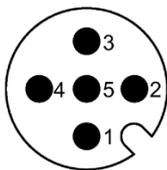
表格 3-2 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	连接器的正视图
	X80	
1	未分配	
2	接地 2M	
3	未分配	
4	2L+	

IO-Link 连接器的引脚分配

下表列出了用于 IO-Link 的连接器的引脚分配。根据 A 类端口，IO-Link 接口对应于相应规范。

表格 3-3 IO-Link 接口的引脚分配

引脚	分配	连接器的正视图 (A 类端口)
	X35	
1	1L+	
2	未分配	
3	接地 1M	
4	转换或通信电缆 (C/Q)	
5	未分配	

说明

请注意，只能按照标准的 SELV/PELV 提供保护性的低电压。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了 IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的参数。

表格 4-1 参数

参数	值范围			默认值	范围	ISDU 索引 (十进制)	ISDU 子索引 (十进制)
	值	十进制	十六进制				
诊断：负载电压 2L+ 缺失	禁用	0	0	禁用	模块	131	1
	启用	25 5	FF				
诊断：接地短路	禁用	0	0	禁用	模块 (输出接地短路)	131	2
	启用	25 5	FF				
对 CPU/主站 STOP 模式的响应	关断	0	0	关断	模块	131	3
	保留上一个值	2	2				
	输出替代值	3	3				
替换值通道	0	0	0	0	通道	131	4 ... 11
	1	25 5	FF				

4.2 参数说明

4.2 参数说明

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

启用输出接地断路诊断。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

通过该参数，可设置模块的数字量输出在 CPU/主站转入 STOP 模式时的响应：

- 停止：数字量输出将断电。
- 保持上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：模块输出组态的替代值。

替代值通道

可以通过此参数设置数字量输出的替代值。

4.3 地址空间

下图显示了 IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的地址空间分配。

过程映像输出 (PIQ) 中的分配

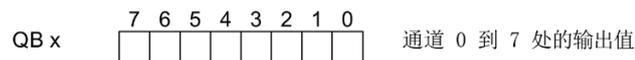


图 4-1 IO-Link DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的地址空间

4.4 IODD 参数

设备描述 IODD

IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 提供有一个电子设备描述 IODD 文件 (IO Device Description)。IODD 提供了丰富的系统集成信息：

- 通信属性
- 设备参数 (值范围和默认值)
- 标识、过程和诊断数据
- 设备数据
- 文本描述
- 设备映像
- 制造商徽标

所有制造商的所有设备均具有相同的 IODD 结构。在主站制造商提供的 IO-Link 组态工具 (西门子为 S7-PCT) 中, IODD 的结构通常相同。这样, 可确保所有 IO-Link 设备的处理方式均相同, 而与制造商无关。

IODDfinder

IODDfinder 是一种跨供应商的 IO-Link 统一数据库。

该数据库中包含有设备制造商的最新 IODD, 可作为信息与下载平台。

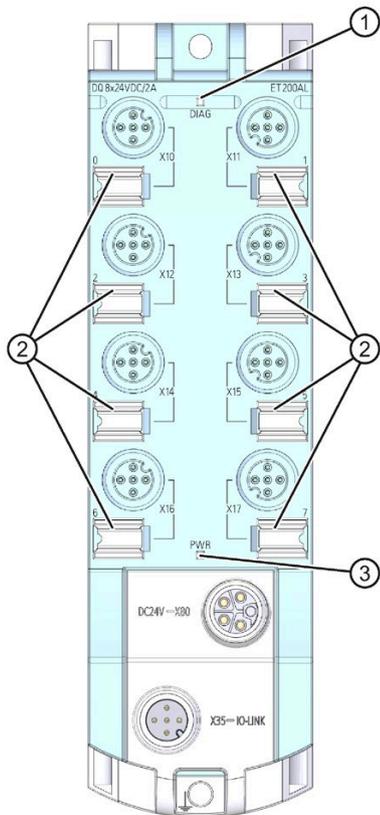
IODDfinder 可从 Internet (<https://ioddfinder.io-link.com>) 下载。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 7) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的补救措施，请参见“诊断报警 (页 22)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 不与 IO-Link 主站进行数据交换（例如断线） 正在加载固件
■ 亮	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，未进行模块诊断
⚡ 闪烁	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，并进行模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

PWR LED 指示灯

表格 5-3 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

5.2 中断

IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 支持诊断中断。

诊断中断

发生以下事件时，该数字量输出模块将生成诊断中断：

- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低

5.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输出模块上的 LED DIAG 指示灯呈红色闪烁。例如，可通过 IO-Link 主站的状态读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-4 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路	0x7711	输出接地短路	排除短路故障
负载电压 2L+ 缺失	0x5112	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> • 检查电源电压 • 检查模块

技术规范

IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7142-5AF00-0BLO/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7142-5AF00-0BLO
一般信息	
产品类型标志	IO-Link DQ 8x24VDC/2A
硬件功能状态	FS01
固件版本	V1.0.x
附带程序包的	
• IODD 数据	是
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 由 IO-Link 主站的 1Us+ 供电
• 允许范围, 下限 (DC)	18 V
• 允许范围, 上限 (DC)	30 V
• 反极性保护	是的; 防止损毁
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 通过 M12 L 加密型连接器供电
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏: 增加负载
输入电流	
耗用 电流 (额定值)	12 mA; 无负载
来自负载电压 2L+, 最大值	8 A; 最大值

商品编号	6ES7142-5AF00-0BLO
功率损失	
功率损失, 典型值	3.6 W
数字输出	
数字输出端数量	8
短路保护	是的; 各通道, 电子
• 响应阈, 典型值	2.8 A
输出端的通断能力	
• 照明负载时的最大值	10 W
负载电阻范围	
• 下限	12 Ω
• 上限	4 k Ω
输出电压	
• 对于信号“1”, 最小值	L+ (-0.8 V)
输出电流	
• 对于信号“1”的额定值	2 A (45 °C) ; 1 A (55 °C)
• 针对信号“1”的允许范围, 最大值	2 A; 电感负载中符合 IEC 60947-5-1, DC-13 / AC-15
• 针对信号“0”的剩余电流, 最大值	0.5 mA
开关频率	
• 电阻负载时的最大值	100 Hz
• 电感负载时的最大值	0.1 Hz; 25 °C 时 0.25 Hz
• 照明负载时的最大值	1 Hz
输出端的总电流	
• 每个模块的最大电流	8 A
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m

商品编号	6ES7142-5AF00-0BLO
IO-Link	
IO-Link 协议 1.1	是的
传输速率	38.4 kB (COM2)
循环时间, 最小值	2.1 ms
过程数据大小, 每个模块的输入	0 byte
过程数据大小, 每个模块的输出	1 byte
支持的 IO-Link 协议	通用配置文件
未屏蔽导线长度, 最大值	20 m
IO-Link 设备连接	
• 端口类型 A	是的
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道, 可参数化
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 输出端依据 M; 模块式
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
• 用于负载电压监控	是的; 绿色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和电子元件电源电压之间	是的
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)

商品编号	6ES7142-5AF00-0BLO
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极, A 加密型
IO-Link 电缆的电气连接规格	M12, 5 极, A 加密型
用于电源电压的电气连接规格	M12, 4 极, L 型加密
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	45 mm
重量	
重量, 约	168 g

降额曲线

下图显示了符合规定安装间隙时，依据环境温度变化的负载电流的额定值降低情况。

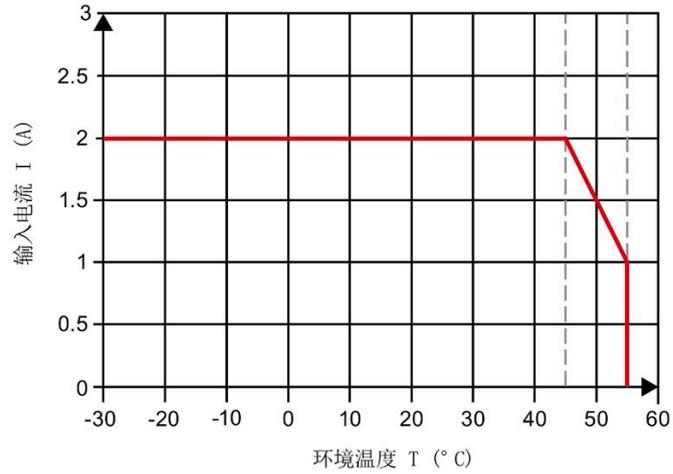


图 6-1 IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的降额曲线

尺寸图

下图显示了 IO-Link 数字量输出模块 DQ 8x24VDC/2A 8xM12 的尺寸图（正视图和侧视图）。

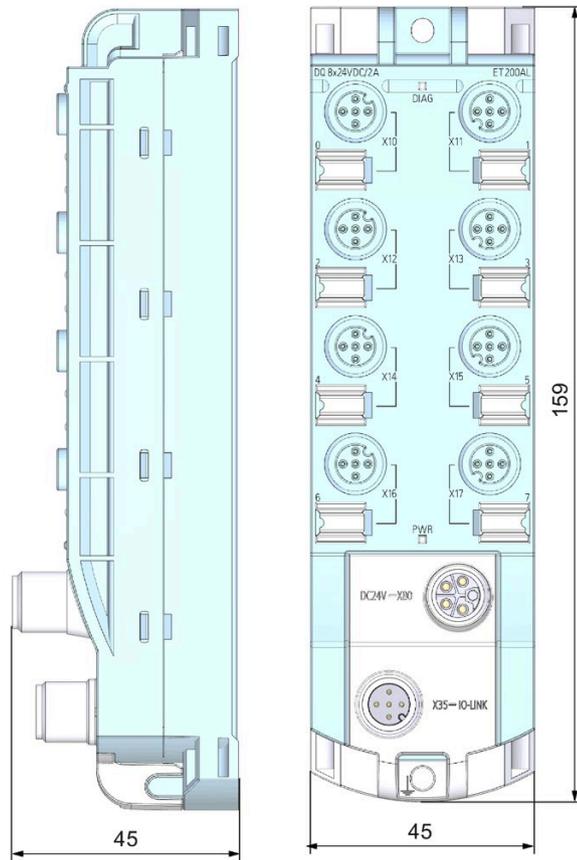
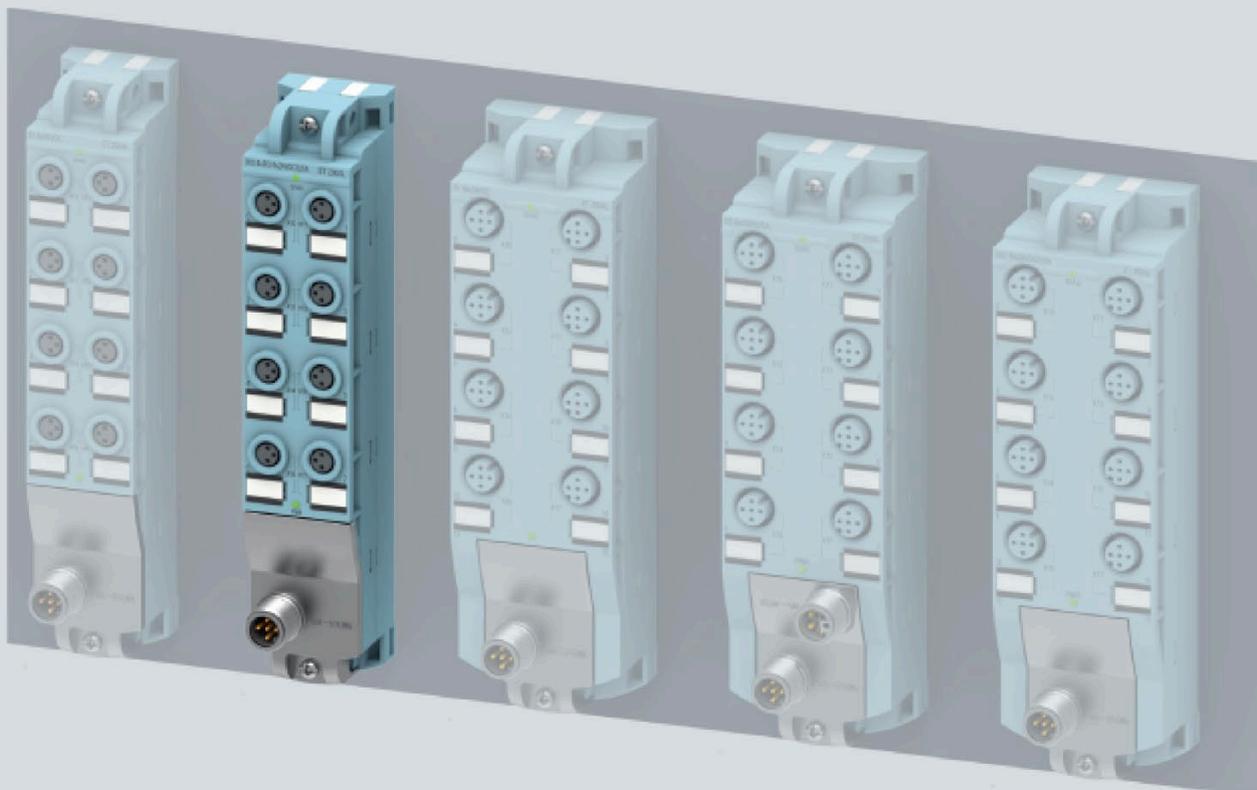


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



手册

SIMATIC

ET 200AL

IO-Link 数字量输入/输出模块
DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8
(6ES7143-5BF00-0BL0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 (6ES7143-5BF00-0BL0)

设备手册

前言

ET 200AL IO-Link I/O 模块文
档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术数据

6

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对系统手册《ET 200AL IO-Link (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)》的补充。其中介绍了通常与分布式 I/O 系统 ET 200AL IO-Link I/O 模块相关的功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL IO-Link I/O 模块提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册中包含以下内容更改：

- 前言部分的补充参数 (页 17)。
- 技术数据 (页 24) 部分的更新

约定

请同时遵循以下所标注的注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南.....	6
2	产品概述	10
2.1	特性	10
2.2	操作员控制和显示元件	13
3	接线	14
3.1	端子和方框图	14
3.2	引脚分配	15
4	参数/地址空间	17
4.1	参数	17
4.2	参数说明	18
4.3	地址空间	18
4.4	IODD 参数	19
5	中断/诊断报警	20
5.1	状态和错误显示	20
5.2	中断	22
5.3	诊断报警	23
6	技术数据	24
A	尺寸图	29

ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册详细描述了分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的组态、安装、接线和调试。

设备信息

设备手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC IO-Link 系统的常规主题的详细说明。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

ET 200AL 手册集

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持”- CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

用户可以选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持”- CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SIMATIC S7-PCT

端口组态工具 (“PCT”) 是一款基于 PC 的软件，用于为 Siemens IO-Link 主站模块和来自其它制造商的 IO-Link 设备分配参数。

IO-Link 设备使用标准化的设备描述 “IODD” (由相应的设备制造商提供) 进行集成。S7-PCT 支持 IODD V1.0 和 V1.1。

在 STEP 7 中，通过 IO-Link 主站的硬件配置来调用 S7-PCT。但如果未在 SIMATIC 控制器上使用 IO-Link 主站或者未使用 STEP 7，也可以“独立”启动 S7-PCT。

有关 IO-Link 的更多信息，敬请访问 Internet

(<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/io-link.html>)。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7143-5BF00-0BL0

模块视图

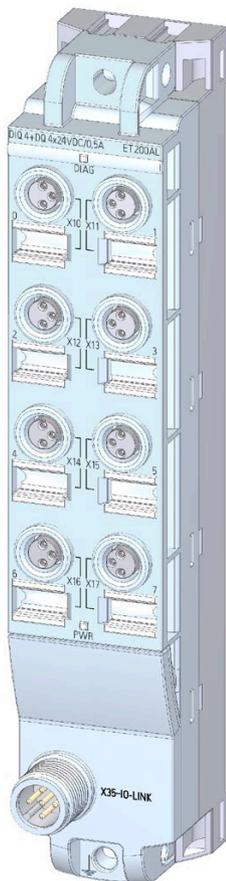


图 2-1 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 4 个数字量输入或数字量输出和 4 个数字量输出，具体取决于参数分配情况
 - DIQ 信号连接到 2L+（已接通）
 - DQ 信号连接到 2L+（已接通）
- M8 插座用于连接传感器和执行器
- 数字量输入：
 - 24 V DC 电源电压
 - 可以为每个模块设置可组态诊断
 - 典型输入延时 3 ms
 - 适用于开关以及接近开关
- 数字量输出：
 - 额定负载电压 24 V DC
 - 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
 - 每个输出的输出电流为 0.5 A
 - 可以为每个模块设置可组态诊断
- 尺寸为 30 x 159 mm
- IO-Link 和电源的接口：
 - M12 连接器（A 编码）
 - B 类 IO-Link 端口
 - 模块电子设备的电源
 - 编码器电源和输出端的负载电压电源

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- IO-Link 配置文件：通用配置文件

2.1 特性

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签
- 垫片

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

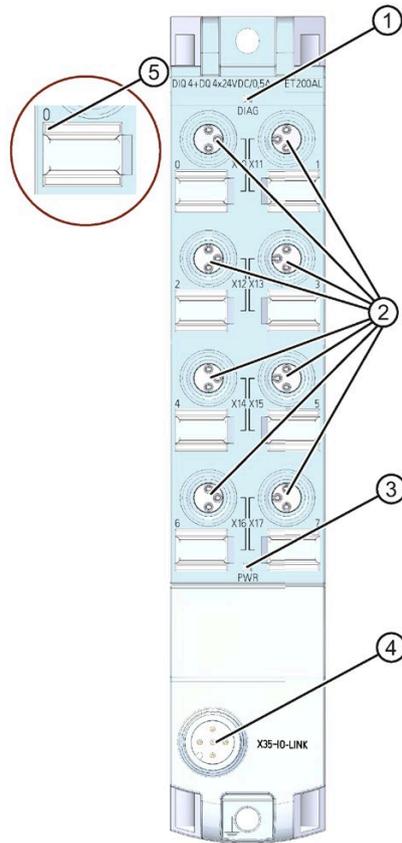
- 连接器
- 电缆
- M8 密封盖

另请参见

有关附件的更多信息，请参见“ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)”IO-Link I/O 模块系统手册中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块的操作员控制和显示元件。



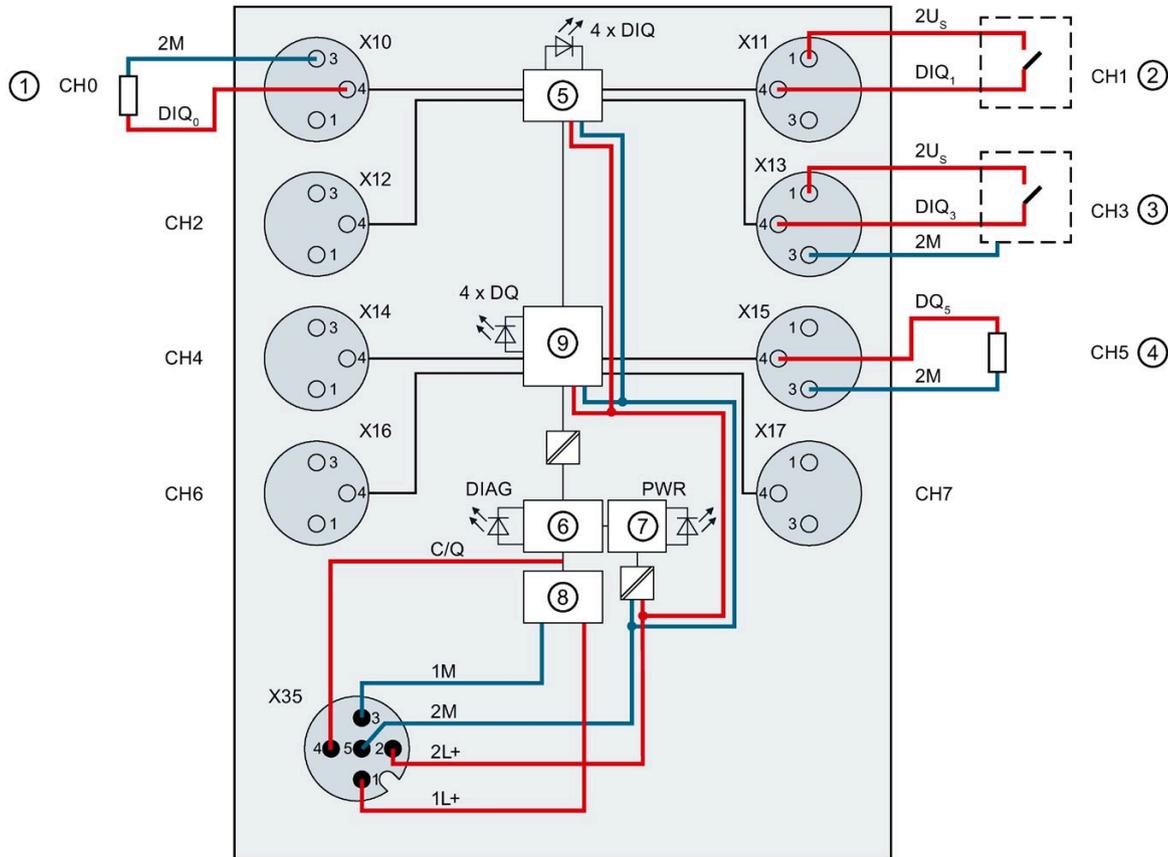
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 至 X17：输入/输出信号的插座
- ③ PWR：负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ④ X35：IO-Link 接口
- ⑤ 通道状态的 LED 指示灯 0 到 7

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了 2 线制和 3 线制连接的信号输入以及信号输出的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|-------------------|------------------|---------------------------|
| ① | 组态为输出 | 1L+ | 电源电压 1L+ (未接通) |
| ② | 组态为输入：2 线制连接 | 1M | 1M 接地 (未接通) |
| ③ | 组态为输入：3 线制连接 | 2L+ | 负载电压 2L+ (接通) |
| ④ | 输出 | 2M | 2M 接地 (接通) |
| ⑤ | DI/DQ 电路 (2L+ 接通) | 2Us | 24 V 编码器电源 |
| ⑥ | 微型控制器 | DIQ _n | 输入/输出信号 |
| ⑦ | 监视 | DQ _n | 输出信号 |
| ⑧ | 内部电源电压 | DIQ | LED 通道状态 (0、1、2 和 3) (绿色) |
| ⑨ | DQ 电路 (2L+ 接通) | DQ | LED 通道状态 (4、5、6 和 7) (绿色) |
| X10 到 X17 | 通道 0 到 7 | DIA | LED 诊断状态 (红色/绿色) |
| | | G | |
| X35 | IO-Link 接口 | PWR | 电源电压 2L+ 的 LED 指示灯 (绿色) |

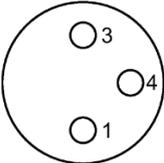
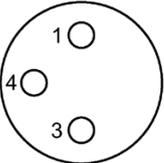
图 3-1 端子和方框图

3.2 引脚分配

数字量输入/数字量输出的插座引脚分配

下表列出了用于连接数字量输入/数字量输出的 8 个插座的引脚分配。

表格 3-1 数字量输入/数字量输出的引脚分配

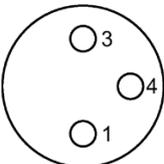
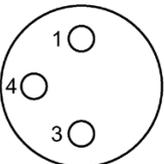
引脚	分配	插座的前视图	
		X10, X12	X11, X13
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
3	接地 2M		
4	输入/输出信号 DIQ ₀ : X10 输入/输出信号 DIQ ₁ : X11 输入/输出信号 DIQ ₂ : X12 输入/输出信号 DIQ ₃ : X13		

注意

24 V 编码器电源 2Us

只能通过数字量输入/数字量输出模块提供的 24 V 编码器电源 2Us 为编码器进行供电。

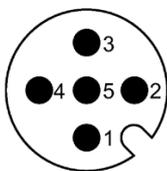
表格 3-2 数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的前视图	
		X14, X16	X15, X17
1	n.c.		
3	接地 2M		
4	输出信号 DQ ₄ : X14 输出信号 DQ ₅ : X15 输出信号 DQ ₆ : X16 输出信号 DQ ₇ : X17		

IO-Link 连接器的引脚分配

下表列出了用于 IO-Link 连接器的连接器的引脚分配。IO-Link 接口符合 B 类端口的规范。

表格 3-3 IO-Link 接口的引脚分配

引脚	分配	连接器的正视图 (B 类端口)
	X35	
1	1L+	
2	2L+	
3	接地 1M	
4	转换或通信电缆 (C/Q)	
5	接地 2M	

说明

请注意，模块只能按照标准的 SELV/PELV 提供保护性的低电压。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出了 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块的参数。

表格 4-1 参数

参数	值范围			默认值	范围	ISDU 索引 (十进制)	ISDU 子索引 (十进制)
	值	十进制	十六进制				
诊断：负载电压 2L+ 缺失	禁用	0	0	禁用	模块	131	1
	启用	25 5	FF				
诊断：接地短路	禁用	0	0	禁用	模块 (编码器电源 或 输出接地短路)	131	2
	启用	25 5	FF				
可自由分配的通道 0 ... 3	DI	0	0	DI	通道	131	3 ... 6
	DQ	25 5	FF				
对 CPU/主站 STOP 模式的响应	关断	0	0	关断	模块 (数字量输出)	131	7
	保留上一个值	2	2				
	输出替代值	3	3				
替换值通道	0	0	0	0	通道 (数字量输出)	131	8 ... 15
	1	25 5	FF				

4.2 参数说明

4.2 参数说明

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

如果编码器电源或输出发生接地短路，则启用该诊断。

可自由分配的通道 n

通过此参数可以将要使用的通道设置为输入或输出。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

使用此参数设置数字量输入/
数字量输出模块对 CPU/主站 STOP 模式的响应：

- 停止：数字量输出将断电。
- 保持上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：模块输出组态的替代值。

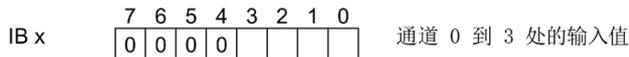
替换值通道

可以通过此参数设置数字量输出的替代值。

4.3 地址空间

下图显示了 IO-Link DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 的地址空间分配。

过程映像输入 (PII) 中的分配



过程映像输出 (PIQ) 中的分配

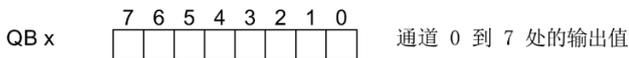


图 4-1 IO-Link DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 的地址空间

说明

通道的参数分配

前 4 个通道的参数可以自由分配。

通道 0 到 3 组态为输入时，输出数据中的相应值将不触发任何响应。

通道 0 到 3 组态为输出时，过程映像中的输入值将为 0。

4.4 IODD 参数

设备描述 IODD

电子设备描述（即 IODD 文件 (IO Device Description)）可用于 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0.5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块。IODD 提供了丰富的系统集成信息：

- 通信属性
- 设备参数（值范围和默认值）
- 标识、过程和诊断数据
- 设备数据
- 文本描述
- 设备映像
- 制造商徽标

所有制造商的所有设备均具有相同的 IODD 结构。在主站制造商提供的 IO-Link 组态工具（西门子为 S7-PCT）中，IODD 的结构通常相同。这样，可确保所有 IO-Link 设备的处理方式均相同，而与制造商无关。

IODDfinder

IODDfinder 是一种跨供应商的 IO-Link 统一数据库。

该数据库中包含设备制造商的最新 IODD，可作为信息与下载平台。

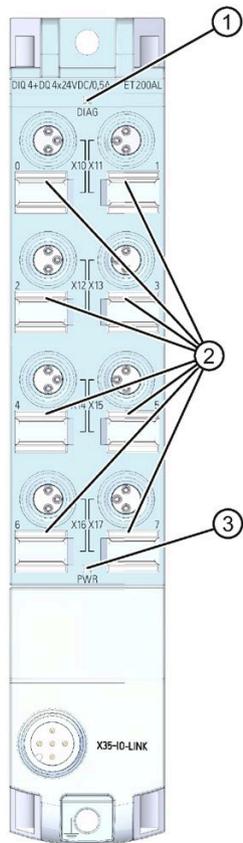
IODDfinder 可从 Internet (<https://ioddfinder.io-link.com>) 下载。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 7) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表说明了状态和错误指示灯的含义。要了解诊断报警的更正措施，请参见“诊断报警 (页 23)”部分。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> IO-Link 主站无数据交换，原因可能是断路 正在加载固件
■ 亮	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，无模块诊断。
⚡ 闪烁	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，有模块诊断。

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0 或未激活
■ 亮	过程信号 = 1

5.2 中断

PWR LED 指示灯

表格 5-3 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

5.2 中断

DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块支持诊断中断。

诊断中断

在发生以下情况时该数字量输入/数字量输出模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路
- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低

5.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输入/数字量输出模块上的 DIAG LED 指示灯红色闪烁。

例如，从 IO-Link 主站的端口状态中读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-4 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路 ¹	0x7710	编码器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> 排除短路故障
	0x7711	输出接地短路	
负载电压 2L+ 缺失	0x5112	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> 检查电源电压 检查模块
¹ = 如果编码器电源发生接地短路，则通常输出诊断报警“短路”。即使所有通道都组态为输出，也会输出该报警。			

DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/pv/6ES7143-5BF00-0BLO/td?dl=de>)。

商品编号	6ES7143-5BF00-0BLO
一般信息	
产品类型标志	DIQ 4+DQ 4X24VDC/0.5A, 8xM8
硬件功能状态	FS01
固件版本	V1.0.x
附带程序包的	
• IODD 数据	是
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 由 IO-Link 主站的 1Us+ 供电
• 允许范围, 下限 (DC)	18 V
• 允许范围, 上限 (DC)	30 V
• 反极性保护	是的; 防止损毁
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 由 IO-Link 主站的 2UA+ 供电
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 反接编码器供电输出端, 负载增加
输入电流	
耗用电流 (额定值)	15 mA; 无负载
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值

商品编号	6ES7143-5BF00-0BL0
传感器供电	
输出端数量	8; 由 IO-Link 主站的 2UA+ 供电
24 V 传感器供电	
<ul style="list-style-type: none"> • 短路保护 • 输出电流, 最大值 	<p>是的; 每个模块, 电子的</p> <p>0.7 A; 所有编码器的总电流 (取决于 IO-Link 主站由 2UA+ 供电)</p>
功率损失	
功率损失, 典型值	2.3 W
数字输入	
数字输入端数量	4; 可设置为 DIQ
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
<ul style="list-style-type: none"> - 最高可达 55 °C, 最大值 	4
输入电压	
<ul style="list-style-type: none"> • 额定值 (DC) • 对于信号“0” • 对于信号“1” 	<p>24 V</p> <p>-3 至 +5V</p> <p>+11 至 +30V</p>
输入电流	
<ul style="list-style-type: none"> • 对于信号“1”, 典型值 	3 mA
输入延迟 (输入电压为额定值时)	
对于标准输入端	
<ul style="list-style-type: none"> - 从“0”到“1”时, 最小值 - 从“0”到“1”时, 最大值 - 从“1”到“0”时, 最小值 - 从“1”到“0”时, 最大值 	<p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p> <p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p>
导线长度	
<ul style="list-style-type: none"> • 未屏蔽, 最大值 	30 m

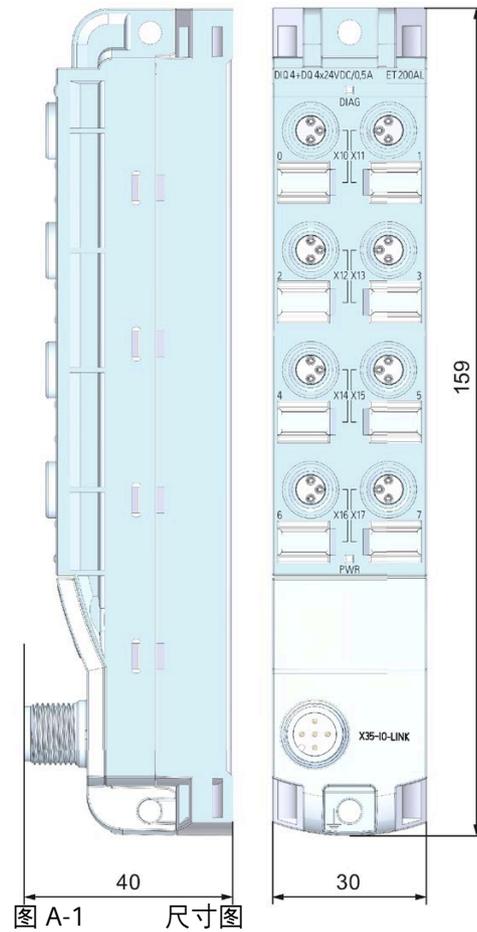
商品编号	6ES7143-5BF00-0BLO
数字输出	
数字输出端数量	8; 4 DQ 固定, 4 DIQ 可参数化
短路保护	是的; 各通道, 电子
• 响应阈, 典型值	0.7 A
感应式关闭电压的限制	2L+ (-50 V)
输出端的通断能力	
• 照明负载时的最大值	5 W
负载电阻范围	
• 下限	48 Ω
• 上限	4 kΩ
输出电压	
• 对于信号“1”, 最小值	L+ (-0.8 V)
输出电流	
• 对于信号“1”的额定值	0.5 A
• 针对信号“0”的剩余电流, 最大值	0.5 mA
开关频率	
• 电阻负载时的最大值	100 Hz
• 电感负载时的最大值	0.5 Hz
• 照明负载时的最大值	1 Hz
输出端的总电流	
• 每个模块的最大电流	4 A
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m
传感器	
可连接传感器	
• 双线传感器	是的
– 允许的闭路电流 (双线传感器) 最大值	1.5 mA

商品编号	6ES7143-5BF00-0BLO
IO-Link	
IO-Link 协议 1.1	是的
传输速率	38.4 kB (COM2)
循环时间, 最小值	2.4 ms
过程数据大小, 每个模块的输入	1 byte
过程数据大小, 每个模块的输出	1 byte
支持的 IO-Link 协议	通用配置文件
未屏蔽导线长度, 最大值	20 m
IO-Link 设备连接	
• 端口类型 B	是的
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道, 可参数化
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 输出接地; 编码器接地; 逐个模块
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
• 用于负载电压监控	是的; 绿色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和电子元件电源电压之间	是的
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)

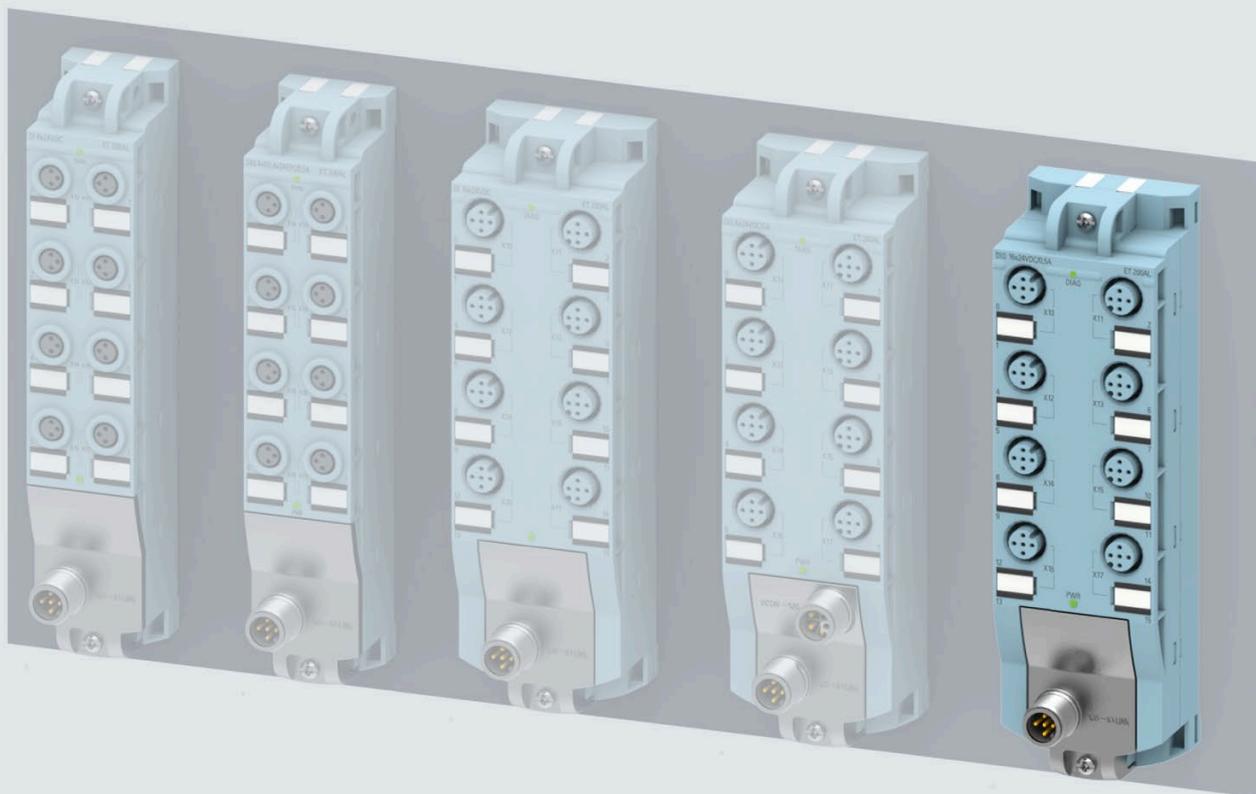
商品编号	6ES7143-5BF00-0BLO
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M8, 3 极
IO-Link 电缆的电气连接规格	M12, 5 极, A 加密型
尺寸	
宽度	30 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	125 g

尺寸图

下图显示了 DIQ 4+DQ 4x24VDC/0,5A 8xM8 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块尺寸图（正视图和侧视图）。



SIEMENS



手册

SIMATIC

ET 200AL

数字量输入/数字量输出模块
IO-Link DIQ 16x24VDC/0.5A 8xM12
(6ES7143-5AH00-0BL0)

版本

08/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

ET 200AL IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 (6ES7143-5AH00-0BL0)

设备手册

前言

ET 200AL IO-Link I/O 模块文
档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

中断/诊断报警

5

技术规范

6

尺寸图

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施， 可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

IO-Link 模块 AL 前言

本文档用途

本手册是对系统手册《ET 200AL IO-Link (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109773203>)》的补充。其中介绍了通常与分布式 I/O 系统 ET 200AL IO-Link I/O 模块相关的功能。

本手册以及系统和功能手册中介绍的信息将为您调试 ET 200AL IO-Link I/O 模块提供技术支持。

相对于先前版本的变更

与前一版本相比，本手册中包含以下内容更改：

- 前言部分的补充参数 (页 17)。
- 技术规范 (页 25) 部分的更新

约定

请同时遵循以下所标注的注意事项：

说明

表示应该特别关注的重要产品信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

	前言	3
1	ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南.....	6
2	产品概述	10
2.1	特性	10
2.2	操作员控制和显示元件	13
3	接线	14
3.1	端子和方框图	14
3.2	引脚分配	15
4	参数/地址空间	17
4.1	参数	17
4.2	参数说明	18
4.3	地址空间	19
4.4	IODD 参数	20
5	中断/诊断报警	21
5.1	状态和错误显示.....	21
5.2	中断	23
5.3	诊断报警	24
6	技术规范	25
A	尺寸图.....	30

ET 200AL IO-Link I/O 模块文档指南

SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的文档分为 3 个部分。
这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册详细描述了分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200AL IO-Link I/O 模块的组态、安装、接线和调试。

设备信息

设备手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关 SIMATIC IO-Link 系统的常规主题的详细说明。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742667>) 免费下载。

ET 200AL 手册集

手册集中包含 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>) 下载。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持”- CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

用户可以选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持”- CAx 数据，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET 网络分析服务) 可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SIMATIC S7-PCT

端口组态工具 (“PCT”) 是一款基于 PC 的软件，用于为 Siemens IO-Link 主站模块和来自其它制造商的 IO-Link 设备分配参数。

IO-Link 设备使用标准化的设备描述“IODD” (由相应的设备制造商提供) 进行集成。S7-PCT 支持 IODD V1.0 和 V1.1。

在 STEP 7 中，通过 IO-Link 主站的硬件配置来调用 S7-PCT。但如果未在 SIMATIC 控制器上使用 IO-Link 主站或者未使用 STEP 7，也可以“独立”启动 S7-PCT。

有关 IO-Link 的更多信息，敬请访问 Internet (<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/io-link.html>)。

产品概述

2.1 特性

产品编号

6ES7143-5AH00-0BLO

模块视图

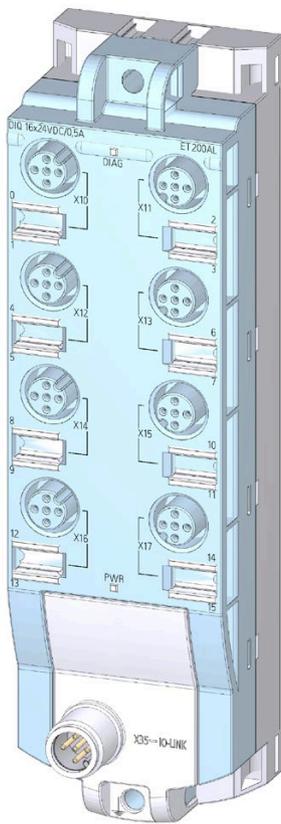


图 2-1 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 的视图

特性

该模块具有下列技术特性：

- 16 个数字量输入或数字量输出，具体取决于组态和参数分配
 - 16 个 DIQ 信号，连接到 2L+（已接通）
- M12 插座，用于连接传感器和执行器
- 数字量输入：
 - 24 V DC 电源电压
 - 适用于开关和接近开关
 - 典型输入延时 3 ms
 - 每个模块均可设置为诊断可组态
- 数字量输出：
 - 额定负载电压 24 V DC
 - 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
 - 每个输出的输出电流为 0.5 A
 - 每个模块均可设置为诊断可组态
- 尺寸为 45 x 159 mm
- IO-Link 和电源的接口：
 - A 编码 M12 连接器
 - 模块电子元件的电源
 - B 类 IO-Link 端口
 - 编码器电源和输出的负载电压电源

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- IO-Link 配置文件：通用配置文件

附件

以下组件包含在模块的产品包装内：

- 标识标签

2.1 特性

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 标识标签

以下组件可以作为附件订购：

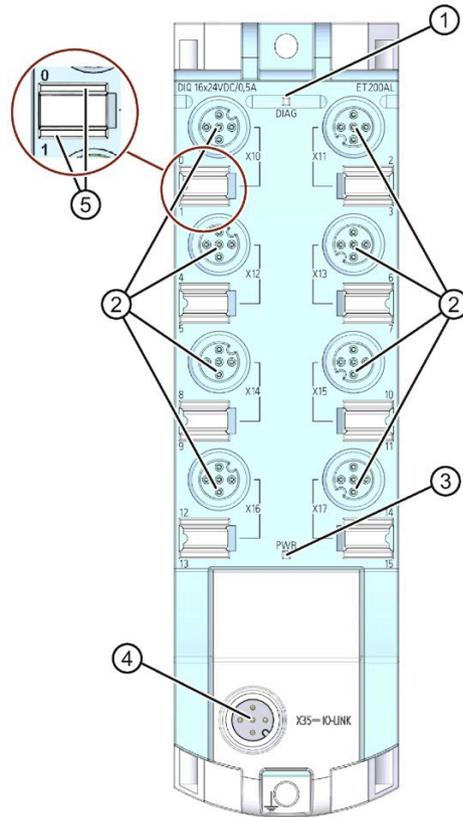
- 连接器
- 电缆
- M12 密封盖

另请参见

有关附件的更多信息，请参见 IO-Link I/O 模块系统手册《ET 200AL 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)》中的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控制和显示元件

下图显示了 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 的操作员控制和显示元件。



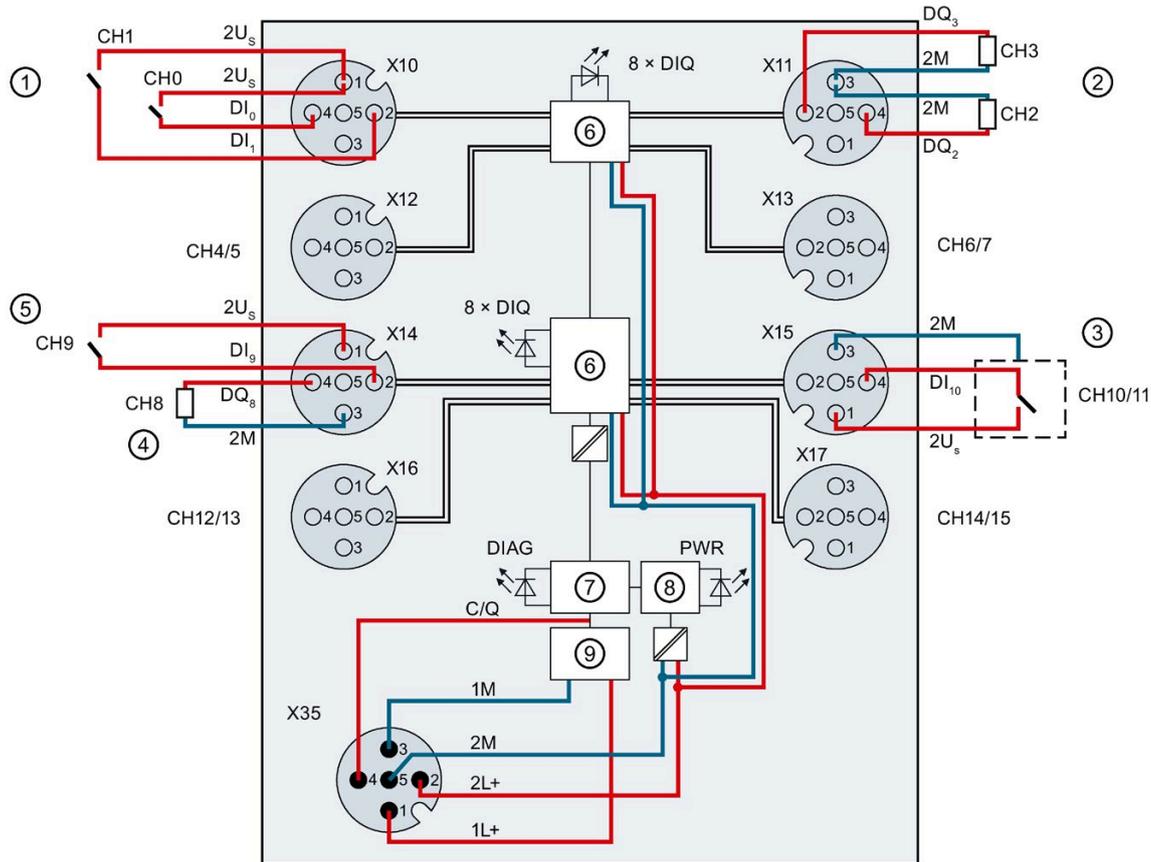
- ① DIAG：指示诊断状态的 LED 指示灯
- ② X10 到 X17：输入/输出信号的插座
- ③ PWR：负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ④ X35：IO-Link 接口
- ⑤ 通道状态 LED 指示灯 0 到 15

图 2-2 操作员控制和显示元件

接线

3.1 端子和方框图

下图举例说明了在数量输入和输出组态模式中，2 线制和 3 线制连接中信号输入和信号输出的引脚分配。



- | | | | |
|-----------|------------------|------------------|--------------------------|
| ① | 已组态为输入：2 线制连接 | 1L+ | 电源电压 1L+（未接通） |
| ② | 已组态为输出 | 1M | 1M 接地（未接通） |
| ③ | 已组态为输入：3 线制连接 | 2L+ | 负载电压 2L+（接通） |
| ④ | 已组态为输出 | 2M | 2M 接地（接通） |
| ⑤ | 已组态为输入：2 线制连接 | 2Us | 24 V 编码器电源 |
| ⑥ | DI/DQ 电路（2L+ 接通） | DIQ _n | 输入/输出信号 |
| ⑦ | 微型控制器 | DIQ | 通道状态 LED 指示灯（0 到 15）（绿色） |
| ⑧ | 监视 | DIAG | 诊断状态 LED 指示灯（红色/绿色） |
| ⑨ | 内部电源电压 | PWR | 电源电压 2L+ 的 LED 指示灯（绿色） |
| X10 到 X17 | 通道 0 到 15 | | |
| X35 | IO-Link 接口 | | |

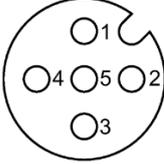
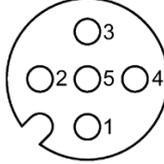
图 3-1 数字量输入和输出组态模式的接线图与方框图

3.2 引脚分配

数字量输入/数字量输出的插座引脚分配

下表列出了连接数字量输入/数字量输出的 8 个插座的引脚分配。

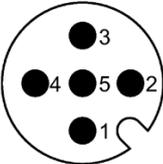
表格 3-1 数字量输入/数字量输出的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图	
		X10, X12, X14, X16	X11, X13, X15, X17
1	24 V 编码器电源 2Us (由 2L+ 供电, 已接通)		
2	输入/输出信号 DIQ ₁ : 连接器 X10 输入/输出信号 DIQ ₃ : 连接器 X11 输入/输出信号 DIQ ₅ : 连接器 X12 输入/输出信号 DIQ ₇ : 连接器 X13 输入/输出信号 DIQ ₉ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₁ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₃ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₅ : 连接器 X17		
3	接地 2M		
4	输入/输出信号 DIQ ₀ : 连接器 X10 输入/输出信号 DIQ ₂ : 连接器 X11 输入/输出信号 DIQ ₄ : 连接器 X12 输入/输出信号 DIQ ₆ : 连接器 X13 输入/输出信号 DIQ ₈ : 连接器 X14 输入/输出信号 DIQ ₁₀ : 连接器 X15 输入/输出信号 DIQ ₁₂ : 连接器 X16 输入/输出信号 DIQ ₁₄ : 连接器 X17		
5	功能性接地 FE		

IO-Link 连接器的引脚分配

下表列出了用于 IO-Link 的连接器的引脚分配。

表格 3-2 IO-Link 接口的引脚分配

引脚	分配	连接器的正视图 (B 类端口)
	X35	
1	1L+	
2	2L+	
3	接地 1M	
4	转换或通信电缆 (C/Q)	
5	接地 2M	

说明

请注意，只能按照标准的 SELV/PELV 提供保护性的低电压。

参数/地址空间

4.1 参数

下表列出的参数来自 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12.

表格 4-1 参数

参数	值范围			默认值	范围	ISDU 索引 (十进制)	ISDU 子索引 (十进制)
	值	十进制	十六进制				
诊断：负载电压 2L+ 缺失	禁用	0	0	禁用	模块	131	1
	启用	255	FF				
诊断：接地短路	禁用	0	0	禁用	模块 (编码器电源或 输出接地短路)	131	2
	启用	255	FF				
可自由分配的通道 0 ... 7	DI	0	0	DI	通道	131	3 ... 10
	DQ	255	FF				
可自由分配的通道 8 ... 15	DI	0	0	DQ	通道	131	11 ... 18
	DQ	255	FF				
对 CPU/主站 STOP 模 式的响应	关断	0	0	关断	模块 (数字量输出)	131	19
	保留上一个值	2	2				
	输出替代值	3	3				
替换值通道	0	0	0	0	通道 (数字量输出)	131	20 ... 35
	1	255	FF				

4.2 参数说明

4.2 参数说明

诊断：负载电压 2L+ 缺失

如果负载电压 2L+ 缺失或不足，则启用该诊断。

诊断：接地短路

编码器电源或输出接地短路时，启用该诊断。

可任意分配的通道

通过该参数，可将该通道设置为用作输入或输出。

对 CPU/主站 STOP 模式的响应

通过该参数，可设置 CPU/主站转入 STOP 模式后特定通道的响应，这些通道组态为数字量输入/输出模块的输出：

- 取消激活：将关断数字量输出的电源。
- 保留上一个值：数字量输出的上一个值保持激活状态。
- 输出替代值：该模块将输出所组态的替代值。

替代值通道

通过该参数，可设置数字量输出的替代值。

4.3 地址空间

下图显示了 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 的地址空间分配。



图 4-1 地址空间 IO-Link DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12

4.4 IODD 参数

设备描述 IODD

DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块提供一个电子设备描述 IODD 文件 (IO Device Description)。IODD 提供了丰富的系统集成信息：

- 通信属性
- 设备参数（值范围和默认值）
- 标识、过程和诊断数据
- 设备数据
- 文本描述
- 设备映像
- 制造商徽标

所有制造商的所有设备均具有相同的 IODD 结构。在主站制造商提供的 IO-Link 组态工具（西门子为 S7-PCT）中，IODD 的结构通常相同。这样，可确保所有 IO-Link 设备的处理方式均相同，而与制造商无关。

IODDfinder

IODDfinder 是一种跨供应商的 IO-Link 统一数据库。

该数据库中包含有设备制造商的最新 IODD，可作为信息与下载平台。

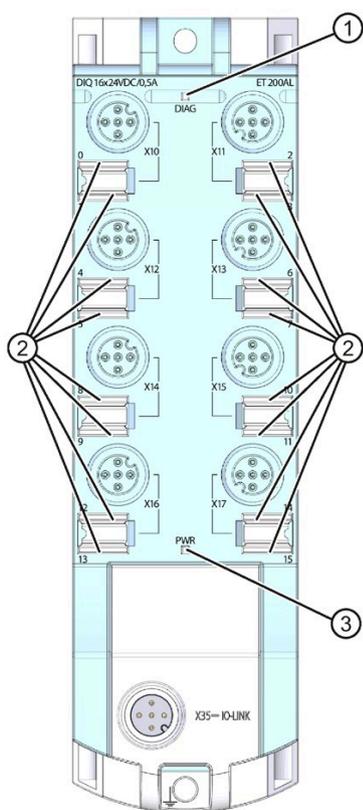
IODDfinder 可从 Internet (<https://ioddfinder.io-link.com>) 下载。

中断/诊断报警

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯

下图显示了 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）。



- | | | |
|---|----------------|---------|
| ① | 诊断状态 (DIAG) | (红色/绿色) |
| ② | 通道状态 (0 到 15) | (绿色) |
| ③ | 负载电压 2L+ (PWR) | (绿色) |

图 5-1 LED 指示灯

5.1 状态和错误显示

LED 指示灯的含义

下表列出了状态和错误指示灯的不同含义。有关诊断报表的补救测量的相关信息，请参见“诊断报警 (页 24)”章节。

DIAG LED 指示灯

表格 5-1 DIAG LED 错误指示灯

DIAG LED 指示灯	含义
□ 灭	电源电压 1L+ 缺失
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> 未与 IO-Link 主站进行数据交换 (例如断线) 正在加载固件
■ 亮	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，未进行模块诊断
⚡ 闪烁	模块当前正与 IO-Link 主站交换数据，并进行模块诊断

通道状态 LED 指示灯

表格 5-2 通道状态的 LED 指示灯

通道状态 LED 指示灯	含义
□ 灭	过程信号 = 0
■ 亮	过程信号 = 1

PWR LED 指示灯

表格 5-3 PWR LED 状态指示灯

PWR LED 指示灯	含义
□ 灭	负载电压 2L+ 缺失或过低
■ 亮	负载电压 2L+ 存在

5.2 中断

IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 的诊断中断。

诊断中断

发生以下事件时，该数字量输入/数字量输出模块将生成诊断中断：

- 编码器电源接地短路；
- 输出接地短路
- 负载电压 2L+ 缺失或过低

5.3 诊断报警

5.3 诊断报警

对于每个诊断事件，都会发出一个诊断报警，同时数字量输入/数字量输出模块上的 LED DIAG 指示灯红色闪烁。

例如，可通过 IO-Link 主站的状态读取诊断报警。可通过用户程序评估错误代码。

表格 5-4 诊断报警及其含义和纠正措施

诊断报警	错误代码	含义	解决方法
短路 ¹	0x7710	编码器电源接地短路	<ul style="list-style-type: none"> • 排除短路故障
	0x7711	输出接地短路	
负载电压 2L+ 缺失 ²	0x5112	负载电压 2L+ 缺失或过低	<ul style="list-style-type: none"> • 检查电源电压 • 检查模块

¹：如果编码器电源发生接地短路，则通常输出诊断报警“短路”。即使所有通道都组态为输出，也会输出该报警。

²：如果使用 ET 200AL 模块连接 ET 200SP 分布式 I/O 系统，则将显示诊断报警“负载电压缺失”。

技术规范

IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 的技术规范

下表列出了自出版日起的技术规范。如需获取包含每日更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/pv/6ES7143-5AH00-0BLO/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7143-5AH00-0BLO
一般信息	
产品类型标志	DIQ 16X24VDC/0.5A, 8XM12
硬件功能状态	FS01
固件版本	V1.0.x
附带程序包的	
• IODD 数据	是
电源电压	
负载电压 1L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 由 IO-Link 主站的 1Us+ 供电
• 允许范围, 下限 (DC)	18 V
• 允许范围, 上限 (DC)	30 V
• 反极性保护	是的; 防止损毁
负载电压 2L+	
• 额定值 (DC)	24 V; 由 IO-Link 主站的 2UA+ 供电
• 允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
• 允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
• 反极性保护	是的; 防止损坏; 反接编码器供电输出端, 负载增加
输入电流	
耗用电流 (额定值)	20 mA; 无负载
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值

商品编号	6ES7143-5AH00-0BL0
传感器供电	
输出端数量	8; 由 IO-Link 主站的 2UA+ 供电
24 V 传感器供电	
<ul style="list-style-type: none"> • 短路保护 • 输出电流, 最大值 	<p>是的; 每个模块, 电子的</p> <p>0.7 A; 所有编码器的总电流 (取决于 IO-Link 主站由 2UA+ 供电)</p>
功率损失	
功率损失, 典型值	4 W
数字输入	
数字输入端数量	16; 可设置为 DIQ
输入特性符合 IEC 61131, 类型 3	是的
可同时控制的输入端数量	
所有安装位置	
<ul style="list-style-type: none"> - 最高可达 55 °C, 最大值 	16
输入电压	
<ul style="list-style-type: none"> • 额定值 (DC) • 对于信号“0” • 对于信号“1” 	<p>24 V</p> <p>-3 至 +5V</p> <p>+11 至 +30V</p>
输入电流	
<ul style="list-style-type: none"> • 对于信号“1”, 典型值 	3 mA
输入延迟 (输入电压为额定值时)	
对于标准输入端	
<ul style="list-style-type: none"> - 从“0”到“1”时, 最小值 - 从“0”到“1”时, 最大值 - 从“1”到“0”时, 最小值 - 从“1”到“0”时, 最大值 	<p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p> <p>1.2 ms</p> <p>4.8 ms</p>
导线长度	
<ul style="list-style-type: none"> • 未屏蔽, 最大值 	30 m

商品编号	6ES7143-5AH00-0BLO
数字输出	
数字输出端数量	16; 可设置为 DIQ
短路保护	是的; 各通道, 电子
• 响应阈, 典型值	0.7 A
感应式关闭电压的限制	2L+ (-50 V)
输出端的通断能力	
• 照明负载时的最大值	5 W
负载电阻范围	
• 下限	48 Ω
• 上限	4 kΩ
输出电压	
• 对于信号“1”, 最小值	L+ (-0.8 V)
输出电流	
• 对于信号“1”的额定值	0.5 A
• 针对信号“0”的剩余电流, 最大值	0.5 mA
开关频率	
• 电阻负载时的最大值	100 Hz
• 电感负载时的最大值	0.5 Hz
• 照明负载时的最大值	1 Hz
输出端的总电流	
• 每个模块的最大电流	4 A
导线长度	
• 未屏蔽, 最大值	30 m
传感器	
可连接传感器	
• 双线传感器	是的
– 允许的闭路电流 (双线传感器) 最大值	1.5 mA

商品编号	6ES7143-5AH00-0BL0
IO-Link	
IO-Link 协议 1.1	是的
传输速率	38.4 kB (COM2)
循环时间, 最小值	3 ms
过程数据大小, 每个模块的输入	2 byte
过程数据大小, 每个模块的输出	2 byte
支持的 IO-Link 协议	通用配置文件
未屏蔽导线长度, 最大值	20 m
IO-Link 设备连接	
• 端口类型 B	是的
报警/诊断/状态信息	
可接入替代值	是的; 各个通道, 可参数化
报警	
• 诊断报警	是的; 可参数化
诊断	
• 短路	是的; 输出接地; 编码器接地; 逐个模块
诊断显示 LED	
• 通道状态显示	是的; 绿色 LED
• 用于模块诊断	是的; 绿色/红色 LED
• 用于负载电压监控	是的; 绿色 LED
电位隔离	
在负载电压之间	是的
通道的电势分离	
• 在通道之间	不
• 在通道和电子元件电源电压之间	是的
绝缘	
绝缘测试, 使用	707 V DC (测试类型)

商品编号	6ES7143-5AH00-0BL0
标准、许可、证书	
适用于安全关断标准组件	是的; FS01 以上版本
安全关断标准组件可达到的最大安全等级	
• 性能等级符合 ISO 13849-1	PL d
• 类别符合 ISO 13849-1	3 类
• SILCL 符合 IEC 62061	SILCL 2
环境要求	
运行中的环境温度	
• 最小值	-30 °C
• 最大值	55 °C
连接技术	
输入端和输出端的电气连接规格	M12, 5 极, A 加密型
IO-Link 电缆的电气连接规格	M12, 5 极, A 加密型
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
深度	40 mm
重量	
重量, 约	157 g

尺寸图

下图显示了 IO-Link 数字量输入/数字量输出模块 DIQ 16x24VDC/0,5A 8xM12 尺寸图（正视图 and 侧视图）。

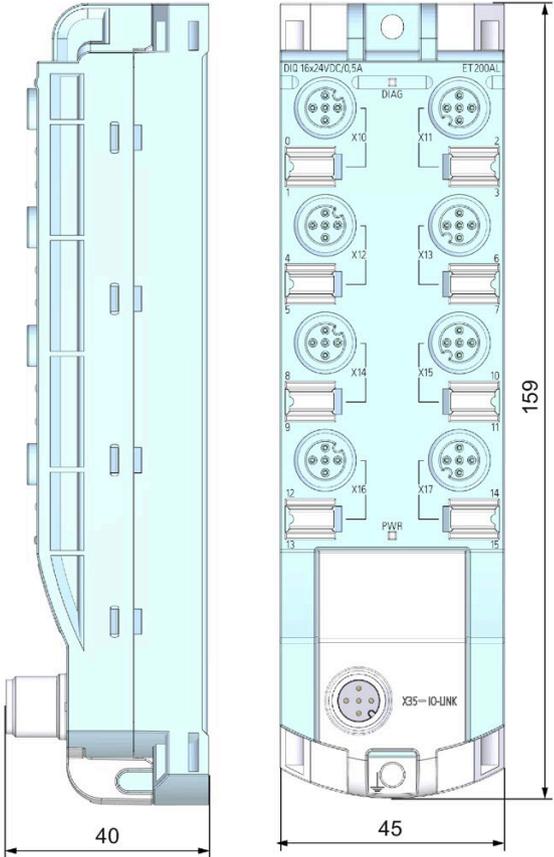


图 A-1 尺寸图

SIEMENS



SIMATIC

ET 200AL

数字量 I/O 模块 F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A, 4xM12

(6ES7146-5FF00-0BA0)

手册

版本

2021年5月

Answers for industry.

SIMATIC

ET 200AL

数字量 I/O 模块 F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A, 4xM12 (6ES7146- 5FF00-0BA0)

设备手册

前言

文档指南

1

产品概述

2

接线

3

参数/地址空间

4

F-I/O 模块的应用

5

中断/诊断消息/诊断

6

技术规范

7

尺寸图

A

响应时间

B

负载切换

C

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施，将会导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的合格人员进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。

由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG

的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

本手册是对系统手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>) 《ET 200AL 分布式 I/O 系统》的补充。其中介绍了通常适用于 ET 200AL 分布式 I/O 系统的功能。可以使用本手册、系统手册和功能手册中的信息调试 ET 200AL 分布式 I/O 系统。

 警告
最新版本的编程与操作手册《 <i>SIMATIC Safety - 组态和编程</i> 》是组态和编程方面的功能安全相关信息的权威来源。
手册之间存在差异时，西门子确定编程与操作手册《 <i>SIMATIC Safety - 组态和编程</i> 》作为权威和/或原始来源。
必须注意编程与操作手册《 <i>SIMATIC Safety - 组态和编程</i> 》中的所有警告。可在 Internet (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126) 上找到该手册的最新版本。

约定

请注意以下标记的注意事项：

说明

指出应特别注意的重要产品信息。

安全性信息

Siemens

为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

目录

前言	3
1 文档指南	6
2 产品概述	8
2.1 属性	8
2.2 操作员控件和显示元件.....	11
2.3 故障安全数字量输入	12
2.4 故障安全数字量输出	13
3 接线	14
3.1 端子图和方框图	15
3.2 引脚分配	16
3.3 连接 M12 E 型插头	18
4 参数/地址空间	20
4.1 组态模块 I/O 属性	20
4.2 参数	21
4.3 参数说明	23
4.3.1 F 参数.....	23
4.3.2 DI 参数	24
4.3.3 DQ 参数.....	28
4.4 地址空间	32
5 F-I/O 模块的应用	33
5.1 数字量输入应用	34
5.1.1 应用 1 和 2：单通道传感器 1oo1 评估	36
5.1.2 应用 3 和 4：对等传感器 1oo2 评估.....	39
5.1.3 应用 5 和 6：3 线制非对等传感器电路的 1oo2 评估	41
5.1.4 应用 7 和 8：4 线制非对等传感器电路的 1oo2 评估	44
5.2 数字量输出应用	46
5.2.1 应用 1：直连 SIL 级执行器接线.....	48
5.2.2 应用 2：外部接触器接线：独立的 P 和 M 控制接触器.....	49
5.2.3 应用 3：外部接触器接线：P 和 M 之间的并联接触器.....	49
5.2.4 应用 4：外部接触器接线：每个接触器的独立输出通道	50
5.3 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的应用模式示例	51
6 中断/诊断消息/诊断	57
6.1 对故障的响应	57
6.2 故障诊断概述	60
6.3 启动时执行诊断	61

6.4	通过 LED 指示灯进行诊断.....	62
6.4.1	状态和错误指示灯.....	62
6.5	故障类型、原因和纠正措施.....	65
7	技术规范.....	70
7.1	规范.....	70
A	尺寸图.....	74
A.1	尺寸图.....	74
B	响应时间.....	75
B.1	最大响应时间.....	75
B.2	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入的响应时间参数.....	75
B.3	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出的响应时间参数.....	76
C	负载切换.....	78
C.1	连接容性负载.....	78
C.2	感性负载的切换.....	79

文档指南

SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档编排为三个区域。



基本信息

系统手册和入门指南中详细介绍了 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助提供组态和编程支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要说明，如属性、端子接线图、特性和技术规范。

常规信息

功能手册中详细介绍了有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的常规主题，例如诊断、通信、运动控制和 Web 服务器。

请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109742667>) 免费下载文档。

ET 200AL 手册集

手册集包含有关 SIMATIC ET 200AL 分布式 I/O 系统的完整文档，这些文档整合到一个文件中。

有关手册集的信息，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95242965>)。

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，用户数据已自动填入支持请求表，用户可随时查看所提出的最新技术服务请求。

只需注册一次，即可使用“我的技术支持”的全部功能。

有关“我的技术支持”的信息，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

应用示例

应用示例提供各种工具的使用支持以及自动化任务解决方案示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/sc/ww/zh/sc/2054>)。

TIA Selection Tool

利用 TIA Selection Tool，可为全集成自动化 (TIA) 选择、组态和订购设备。

此工具是 SIMATIC Selection Tool 的后续产品，将自动化技术的已知组态程序合并到一个工具中。

利用 TIA Selection Tool，可通过产品选择或产品组态生成完整的订单表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/us/en/view/109767888>)。

安全技术支持

西门子提供全面的在线支持帮助用户使用安全技术：

- 安全评估工具 - 帮助用户确定所需的安全等级
- 功能示例 - 指导用户实现安全应用
- 西门子培训 (SITRAIN) 课程 - 提供有关安全标准和产品的培训
- SIMATIC STEP 7 Safety Advance F-执行时间、F-运行时间、F-监视和响应时间 Excel 文件 (RT_calculator) - 帮助用户计算最大系统响应时间

有关安全评估工具的信息，敬请访问 Internet (<http://www.siemens.com/safety-evaluation-tool>)。

有关功能示例的信息，敬请访问 Internet (<http://www.siemens.com/safety-functional-examples>)。

有关 SITRAIN 课程的信息，敬请访问 Internet (<http://www.siemens.com/sitrain-safetyintegrated>)。

有关 RT_calculator 的信息，敬请访问 Internet (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49368678/133100>)。

产品概述

2.1 属性

订货号

6ES7146-5FF00-0BA0

模块视图



图 2-1 F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A, 4xM12 故障安全 I/O 模块的视图

属性

模块具有下列技术特性：

- 四个故障安全数字量输入和两个故障安全数字量输出（用于传感器和执行器连接的 M12 插座）
- 一个 E 型连接（用于 E 型插头的 M12 插座）
- 两个电源端口，即馈电端口和回路端口，其中包含逻辑和输入电源 (1L+) 及输出电源 (2L+) (M8 模块电源电压端口)
- 两个 ET-Connection 通信端口 (M8 插座)
- 故障安全数字量输入：
 - 额定值为 24 V DC
 - 两个防短路传感器电源
 - 可使用外部传感器电源
 - 每个通道均可设置为诊断可组态
 - 可组态的输入延时
 - 适用于开关和三/四线制接近开关
- 故障安全数字量输出：
 - 额定负载电压为 24 V DC
 - 适用于电磁阀、直流接触器和指示灯
 - 每个输出的输出电流为 2.0 A
 - 每个通道均可设置为诊断可组态
- 尺寸为 45 x 159 mm

该模块支持以下功能：

- 固件更新
- 标识和维护数据 I&M0 到 I&M3
- 值状态（质量信息）

模块在安全模式下可达到以下最高安全级别：

安全模式下可达到的最高安全级别	1 通道输入	2 通道输入	输出通道
性能等级符合 EN ISO 13849-1	类别3, 性能等级 d	类别4, 性能等级 e	类别4, 性能等级 e
SIL, 符合 IEC 61508	SIL 2	SIL 3	SIL 3

附件

模块包内包含以下组件：

- 识别标签（黄色）
- E 型插头（用于存储应用程序的 PROFIsafe 地址）

其它组件

以下组件可以作为备件订购：

- 识别标签（黄色）
- E 型插头

以下组件可以作为附件订购：

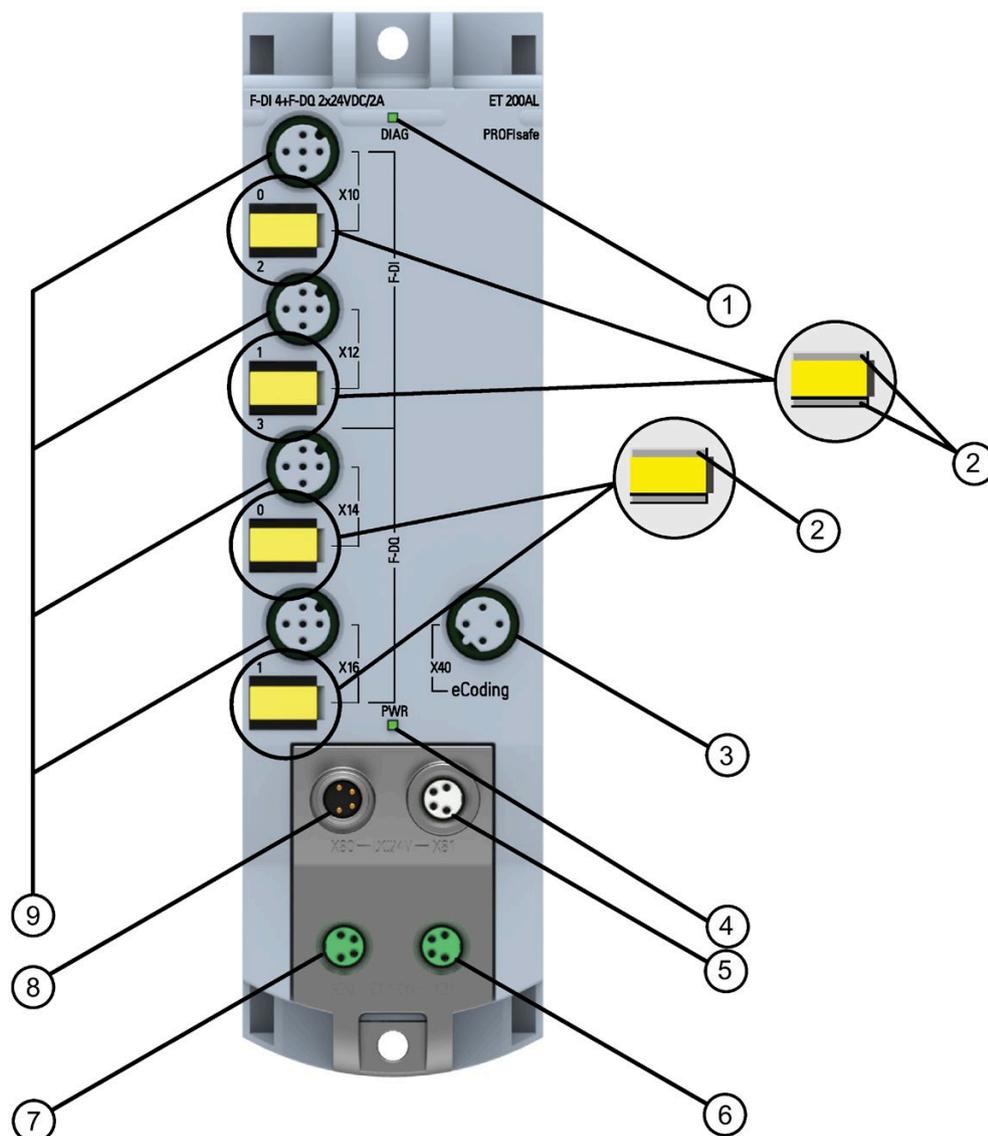
- 连接器
- 电缆
- 用于 ET 连接的剥线工具
- M8 密封帽
- M12 密封帽

另请参见

有关附件的更多信息，请参见系统手册
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>) 《ET 200AL 分布式 I/O 系统》的“附件/备件”部分。

2.2 操作员控件和显示元件

下图显示了 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的操作员控件和显示元件。



- ① DIAG:诊断状态的 LED 指示灯
- ② 通道状态的 LED 指示灯
- ③ X40:E 型插头连接
- ④ PWR:负载电压 2L+ 的 LED 指示灯
- ⑤ X81:接通电源电压回路的插座 (电源输出)
- ⑥ X31:ET-Connection OUT 的插座
- ⑦ X30:ET-Connection IN 的插座
- ⑧ X80:用于馈入电源电压的连接器 (电源输入)
- ⑨ X10 至 X16 : 输入/输出信号的插座

图 2-2 操作员控件和显示元件

2.3 故障安全数字量输入

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的数字量输入可连接到 24 V DC 传感器/开关和 3/4 线制接近开关（例如，BERO：西门子系列非接触式传感器），并具有 EN 61131-2 类型 1 输入额定值。

故障安全模块有两个 0.5 A 传感器电源输出，可以为外部传感器（输入）供电。除“1oo2, 2 通道 3 线制非对等”应用模式外，所有 1oo1 和 1oo2 应用模式都使用 V_{S1} 传感器电源为通道 0 到 1 供电，使用 V_{S2} 传感器电源为通道 2 到 3 供电。“1oo2, 2 通道 3 线制非对等”应用模式使用 V_{S1} 传感器电源为所有四个输入供电，而不使用 V_{S2} 传感器电源。

输入和测试电路

故障安全数字量输入包括四个输入通道（F-DI x.0 到 x.3）。可将这些通道组态为四个 1oo1 输入（SIL 2/类别3/性能等级 d）、两个 1oo2 输入（SIL 3/类别3 或类别4/性能等级 e）或 1oo1 和 1oo2 输入的组合。

连接	输入通道对
X10	0 和 2
X12	1 和 3

故障安全数字量输入使用两个微控制器来实现安全功能。一个微控制器监视输入 0 和 1，另一个微控制器监视输入 2 和 3。相应的通道 (0, 2) 和 (1, 3) 形成 1oo2 通道组。组中编号较低的通道称为主要输入，其它通道称为次要输入。通道组中双输入的第一个输入以 1oo2 组态传送信号。例如，如果在 1oo2 组态中连接 F-DI 0.0 和 F-DI 0.2，并将 STEP 7 组态为使用 1oo2 传感器评估，则在关闭或打开两个电路时，仅在 F-DI 0.0 输入处报告信号状态。

将通道组组态为 1oo2 时，两个微控制器必须在组态的时间内检测到相同的输入变化。否则，两个微控制器将检测到差异错误。

如果使用传感器电源输出为传感器供电，则可以启用短路测试。短路测试通过周期性关闭传感器输出并验证相关输入是否关闭来检查 24 V DC 是否短路。

由于短路测试会在不同时间关闭两个传感器输出，因此测试还将检查“1oo2, 双通道对等”和“1oo2, 双通道 4 线制非对等”应用模式下的其它电路是否短路。

各微控制器之间彼此为处理输入电路提供内部测试脉冲以验证感测电子元件对“1”和“0”输入是否有响应。

参见

ET200AL 分布式 I/O 系统的附件
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>)

2.4 故障安全数字量输出

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的数字量输出用于故障安全应用，适合于各种执行器，例如：

- 电磁阀
- 直流接触器
- 指示灯

两个数字量输出具有 P 和 M 开关，可以连接到 24 V DC 执行器，最大额定电流为 2.0 A。两个数字量输出使用最大电流为 4.0 A 的负载电压 2L+。这意味着两个数字量输出使用的总电流不得超过 3.96 A，因为 2L+ 电源使用的电流约为 40 mA。

输出

故障安全数字量输出由两个输出通道（F-DQ x.0 至 x.1）组成。可以将每个输出用于 SIL 3 应用程序。

连接	输出通道
X14	0
X16	1

每个输出包含两个开关：

- P 开关将 24 V DC 正极 (L+) 连接至负载。
- M 开关将负载连接到 M 或 24 V DC 回路。

两个开关都必须导通，以使电流流向负载。

故障安全数字量输出使用两个微控制器来实现安全功能。一个微控制器控制 P 开关，而另一个微控制器控制 M 开关。P 开关的状态会反馈到另一个微控制器（即控制 M 开关的微控制器）。同样，M 开关的状态会反馈到另一个微控制器（即控制 P 开关的微控制器）。微控制器使用反馈来验证输出开关是否正常运行并处于命令状态。

必须组态“最大回读时间”(Maximum readback time)，该时间指定输出电压响应开关变化时所允许的时间延迟。

故障安全数字量输出会定期测试每个 P 开关和 M 开关以验证每个开关是否仍能正常工作并可独立控制。组态的“最大回读时间”(Maximum readback time)

还可以设置“关断”测试脉冲的持续时间。必须组态“接通测试的最大回读时间”(Maximum readback time switch on test)，以设置“接通”测试脉冲的持续时间。选择的持续时间应足够短，以免影响负载。

当输出 PV 关闭时，模块可以检测到断线或负载缺失。如果启用了断线诊断，则必须按照 PM 组态对负载进行接线，否则将发生断线诊断（请参见 5.2 数字量输出应用 (页 46)一节中的应用 1、3 或 4）。



存在与连接主电源的带电电线接触的风险。

如果未采取适当的预防措施，可能会造成死亡或严重的人身伤害以及机械和设备损坏。

在连接故障安全模块前务必切断电源和负载电压。

3.1 端子图和方框图

下图举例说明了采用 4 线制连接的信号输入和信号输出的引脚分配：

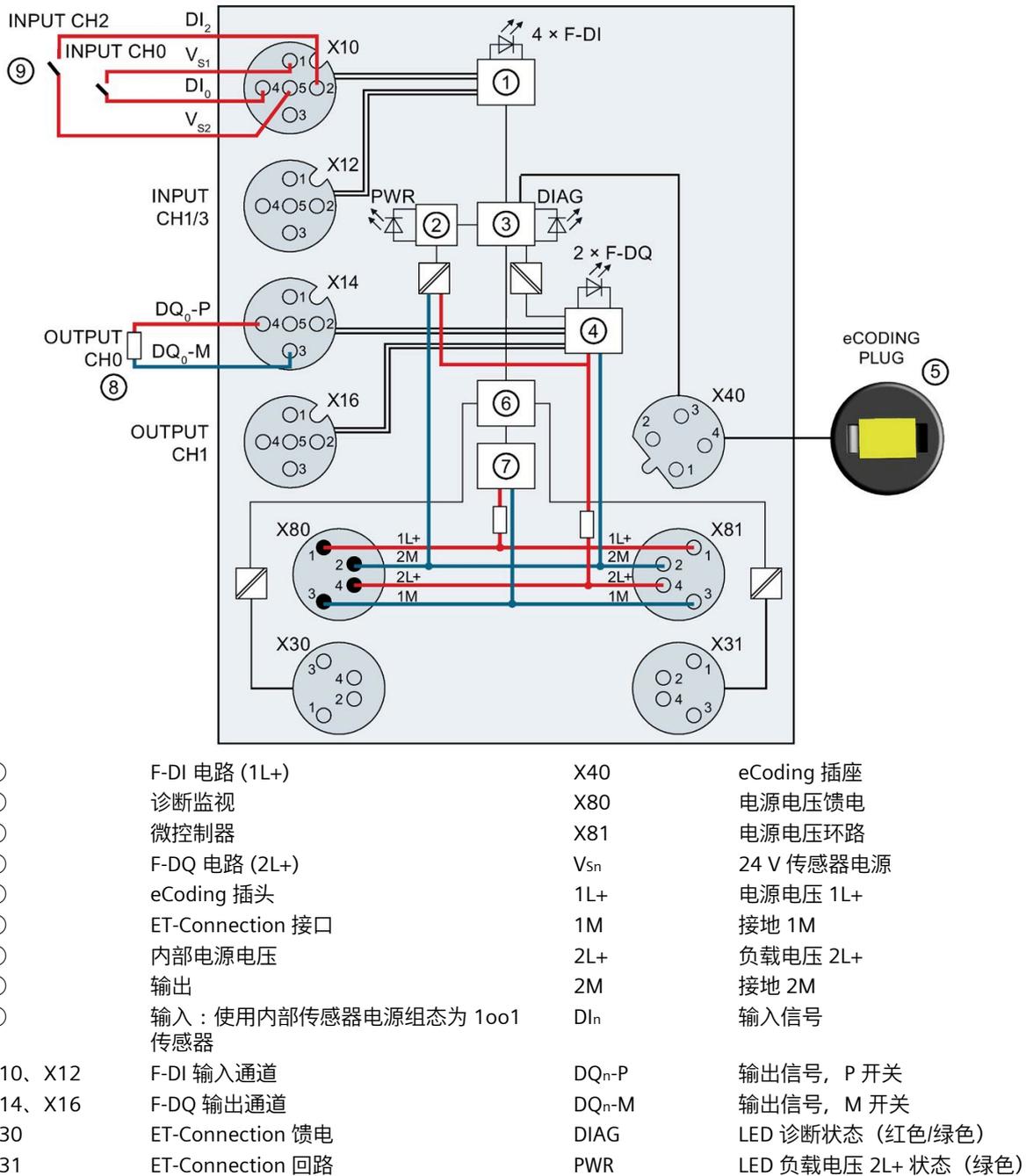


图 3-1 端子图和方框图

3.2 引脚分配

说明

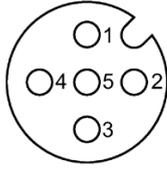
颜色编码

ET-Connection 的插座与模块电源采用颜色编码。这些颜色对应于所提供电缆的颜色。

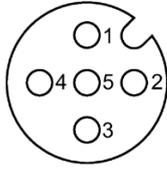
故障安全数字量输入/输出的插座的引脚分配

下表列出了用于连接故障安全数字量输入/数字量输出的四个插座的引脚分配：

表格 3-1 故障安全数字量输入插座的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图
	X10 和 X12 - 故障安全数字量输入的插座	
1	24 V DC 传感器电源 V _{S1}	
2	输入信号 DI ₂ : 连接器 X10 输入信号 DI ₃ : 连接器 X12	
3	传感器电源接地 1M	
4	输入信号 DI ₀ : 连接器 X10 输入信号 DI ₁ : 连接器 X12	
5	24 V DC 传感器电源 V _{S2}	

表格 3-2 故障安全数字量输出插座的引脚分配

引脚	分配	插座的正视图
	X14 和 X16 - 故障安全数字量输出的插座	
1	未分配	
2	未分配	
3	输出信号 DQ ₀ -M : 连接器 X14 输出信号 DQ ₁ -M : 连接器 X16	
4	输出信号 DQ ₀ -P : 连接器 X14 输出信号 DQ ₁ -P : 连接器 X16	
5	功能性接地 FE	

ET-Connection 插座的引脚分配

下表列出了用于 ET-Connection 连接的两个插座的引脚分配：

表格 3-3 ET-Connection 的引脚分配

引脚	分配		用于 ET-Connection 的总线电缆的电线颜色分 配	插座的正视图	
	X30 插座 (ET-Connection IN)	X31 插座 (ET-Connection OUT)		X30	X31
1	TXP	RXP	黄色		
2	RXP	TXP	白色		
3	RXN	TXN	蓝色		
4	TXN	RXN	橙色		
屏蔽	功能性接地 FE		-		

供电电源电压的连接器的引脚分配

下表列出了供电电源电压的连接器的引脚分配：

表格 3-4 电源电压连接器的引脚分配

引脚	分配	电源线电缆的电线颜色分 配	连接器的正视图
	X80 连接器（电源输入）		
1	电源电压 1L+	褐色	
2	接地 2M	白色	
3	接地 1M	蓝色	
4	负载电压 2L+	黑色	

用于接通电源电压回路的插座的引脚分配

下表列出了用于接通电源电压回路的插座的引脚分配：

表格 3-5 电源电压插座的引脚分配

引脚	分配	电源线电缆的电线颜色分 配	插座的正视图
	X81 插座（功率输出）		
1	电源电压 1L+	褐色	
2	接地 2M	白色	
3	接地 1M	蓝色	
4	负载电压 2L+	黑色	

3.3 连接 M12 E 型插头

说明

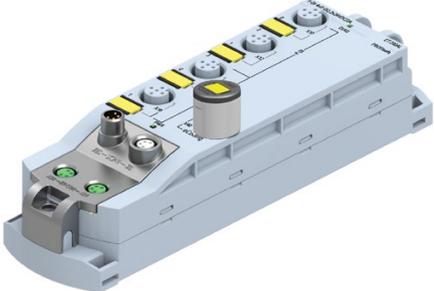
ET-Connection/电源电压

将电源电压电缆装入 ET-connection 插座，如果将 ET-connection 电缆装入电源电压回路插座中可能会导致模块损坏。

注意 ET-Connection 和电源电压的 M8 插座的接线是否正确。

3.3 连接 M12 E 型插头

E 型插头 (6ES7194-6KB01-0AA0) 会存储向 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块分配的 PROFIsafe 地址：

E 型插头 (侧视图)	带 E 型插头的 F-DI 4/F-DQ 2 (正视图)	带 E 型插头的 F-DI 4/F-DQ 2 (侧视图)
		

E 型插头存储以下信息：

- PROFIsafe 源地址
- PROFIsafe 目标地址
- 地址有效性信息

E 型插头占用 X40 M12 插座，使用 B 型插头。E 型插头有助于模块更换。

E 型插头存储已分配的 PROFIsafe 源和目标地址。在 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块设置期间，“分配 PROFIsafe 地址选项”(Assign PROFIsafe address option) 在 STEP 7 中处于选中状态。模块根据在启动参数设置期间向模块提供的 PROFIsafe 参考地址来检查 E 型插头中存储的 PROFIsafe 地址。

将 E 型插头插入 I/O M12 插座或将 I/O M12 电缆插入 X40 插座时，保护机制可以防止损坏 E 型插头或 I/O 通道。

以 1 Nm 的扭矩将 E 型插头安装到 X40 的 M12 插座中。不要将 E 型插头拧得过紧，否则会损坏螺纹。



如果在连有电源的情况下卸下/插入 E 型插头，会导致系统进入未定义状态。

如果没有采取适当的预防措施，可能会导致死亡或严重人身伤害以及故障安全模块和相关机器/设备的损坏。

仅在断开电源时，才可卸下或更换 E 型插头。组态系统时请务必遵守所需的标准和安全准则。

说明

在更换 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块时，将故障模块的 E 型插头转移至更换模块，以保留 E 型插头中存储的 PROFIsafe 地址。否则，使用 STEP 7 对替换模块中的 PROFIsafe 地址进行组态。确保 E 型插头未意外插入除目标 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块之外的模块中。

参数/地址空间

所有连接的故障安全 I/O 必须通过 STEP 7 Safety 组态软件组态其操作特性。用户有责任确保故障安全自动化系统中没有未组态的模块。

F 参数

F 模块使用前，必须为其分配 PROFIsafe 地址（F 目标地址和 F 源地址），具体操作如下：

- 在 F-CPU 中可通过“集中式 F 源地址”(Central F-source addresses) 参数定义 F 源地址。
- 系统将为每个 F 模块自动分配项目的硬件配置内唯一的 F 目标地址。在硬件配置中，可手动更改 F 目标地址分配。

有关 F 参数（如 F 监视时间）、PROFIsafe 地址分配（F 源地址和 F 目标地址）、F 参数签名（带或不带地址）和 F-I/O DB 的更多信息，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126/en>) 上的编程与操作手册《SIMATIC 工业软件, SIMATIC Safety - 组态和编程》。

4.1 组态模块 I/O 属性

为了组态故障安全模块 I/O 特性，请遵循以下步骤：

1. 选择故障安全 I/O 设备的图像（“设备视图”或“设备概览”上），并查看模块的“属性”(Properties) 选项卡。
2. 在“属性”(Properties) 视图中，选择“常规”(General) 选项卡。
3. 在左侧的属性树中选择一个属性类别，然后在右侧的属性字段中设置值。
4. 将硬件配置成功编译和下载到以下 CPU 之一后，会自动将新的组态设置送入 I/O 模块中：
 - ET 200pro F
 - ET 200SP F
 - S7-1200 F
 - S7-1500 F
 - 上一代 S7-300 F 和 S7-400 F

4.2 参数

下表列出了 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的参数：

通道	取值范围	默认值	RUN 模式下重新进行 参数分配	范围
F 参数				
手动分配 F 监视时间	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	否	模块
F 监视时间	1 到 65535 ms	150 ms	否	模块
F 源地址	1 到 65534	1 (始终禁用)	否	模块
F 目标地址	1 到 65534	65534 (始终启用)	否	模块
F 参数签名 (带地址)	0 到 65535	始终禁用	否	模块
F 参数签名 (无地址)	0 到 65535	始终禁用	否	模块
通道故障后的行为	<ul style="list-style-type: none"> 钝化通道 钝化整个模块 	钝化通道 (始终启用)	否	模块
通道故障后的重新集成	<ul style="list-style-type: none"> 可调整 所有通道 自动 所有通道 手动 	所有通道手动 (始终启用)	否	模块
F-I/O DB 手动分配编号	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	否	模块
F-I/O DB 编号	<ul style="list-style-type: none"> 如果禁用了 DB 手动分配编号, 则为 固定值 如果启用了 DB 手动分配编号, 则该 值可由用户编辑 	固定值	否	模块
F-I/O DB 名称	-	始终禁用	否	模块
DI 参数				
传感器电源				
短路测试	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	启用	否	通道
短路测试时间间隔	<ul style="list-style-type: none"> 12.8 ms 25.6 ms 51.2 ms 102.4 ms 204.8 ms 409.6 ms 819.2 ms 	25.6 ms	否	通道

4.2 参数

通道	取值范围	默认值	RUN 模式下重新进行 参数分配	范围
短路测试持续时间	<ul style="list-style-type: none"> 1.6 ms 3.2 ms 6.4 ms 12.8 ms 	1.6 ms	否	通道
通道 n、n+2				
传感器评估	<ul style="list-style-type: none"> 1oo1 评估 1oo2 评估： <ul style="list-style-type: none"> 2 通道对等 2 通道 - 3 线制非对等 2 通道 - 4 线制非对等 	1oo2 评估, 双通道对等	否	通道
误差行为	<ul style="list-style-type: none"> 提供值 0 提供上一个有效值 	提供值 0	否	通道
误差时间	5 ms 到 30 s	5 ms	否	通道
误差错误后重新集成	<ul style="list-style-type: none"> 无需测试 0 信号 需要测试 0 信号 	无需测试 0 信号	否	通道
通道 n				
激活	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	启用	否	通道
输入滤波器	<ul style="list-style-type: none"> 0.8 ms 1.6 ms 3.2 ms 6.4 ms 12.8 ms 	6.4 ms	否	通道
通道故障确认	<ul style="list-style-type: none"> 自动 手动 	手动	否	通道
传感器电源	<ul style="list-style-type: none"> 内部 外部 	内部	否	通道
DQ 参数				
最大测试时间	<ul style="list-style-type: none"> 100 s 1000 s 	1000 s	否	通道
通道 n				
断线	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	禁用	否	通道

通道	取值范围	默认值	RUN 模式下重新进行 参数分配	范围
激活	<ul style="list-style-type: none"> 禁用 启用 	启用	否	通道
通道故障确认	<ul style="list-style-type: none"> 自动 手动 	手动	否	通道
最大回读时间	1.0 ms 到 400.0 ms	2.0 ms	否	通道
接通测试的最大回读时间	0.5 ms 到 5.0 ms	1.0 ms	否	通道
禁用关断测试 (最高 SIL 2, 类别3, 性能等级 d)	<ul style="list-style-type: none"> 关断测试已禁用 关断测试已启用 	关断测试已启用	否	通道

4.3 参数说明

4.3.1 F 参数

有关 F 参数的信息，请参见《SIMATIC Safety – 组态和编程》手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)。

通道故障后的行为

该参数用于指定通道故障时钝化整个 F 模块，或仅钝化发生故障的通道。

- “钝化整个模块”(Passivate the entire module)
- “钝化通道”(Passivate channel)

通道故障后的重新集成

通过该参数，可选择故障后重新集成故障安全模块的方式。

在 S7-300/400 F-CPU 中使用

在 S7- 300/400 F-CPU 中使用故障安全模块时，该参数通常设置为“可调整”(Adjustable)。在故障安全模块的 F-I/O DB 中，进行相应设置。

在 ET 200pro、ET 200SP 和 S7-1200/1500 F-CPU 中使用

在 ET 200pro、ET 200SP 和 S7-1200/1500 F-CPU 中使用故障安全模块时，在故障安全模块的 STEP 7 对话框中设置该参数：

- “可调整”(Adjustable)
- “所有通道自动”(All channels automatically)
- “所有通道手动”(All channels manually)

如果将参数“通道故障后的行为”(Behavior after channel fault) 设置为“钝化通道”(Passivate channel)，则通过分配参数“可调整”(Adjustable) 可为每个通道指定不同的重新集成方式。通过通道参数“通道故障确认”(Channel failure acknowledge)，可指定相应通道的重新集成方式。

如果将参数“通道故障后的行为”(Behavior after channel fault) 设置为“钝化整个模块”(Passivate the entire module)，则所有通道选择的重新集成方式相同。

4.3.2 DI 参数

短路测试

可以为设置了“内部传感器电源”(Internal sensor supply) 的 F 模块的通道启用短路检测。

短路测试仅对不具备自有电源的简单开关有用。对于带有电源的开关，例如，3/4 线制接近开关，无法进行短路测试。

短路测试会短暂地关闭传感器电源。失效时间时长等于组态的“短路测试持续时间”(Duration of short-circuit test)。

如果检测到短路，则会将故障报告至 F-CPU 并钝化输入。

将检测下列短路情况：

- 输入到 L+ 短路
- 当另一个通道发出 1 信号时，其输入的短路情况
- 通道输入与另一通道传感器电源之间的短路
- 两个通道传感器电源之间的短路

如果禁用短路测试，则必须对线路进行短路和跨接测试，或者选择也使用误差检测跨接的连接类型（误差、非对等）。

在短路测试的执行时间（短路测试持续时间 + 短路测试后传感器的启动时间）内，短路测试开始前输入的最后一个有效值将传递到 F-CPU 中。因此，激活短路测试会影响相应通道或通道对的响应时间。

短路测试的误差时间变化

如果过程输入在短路测试执行过程中发生变化，则将检测到误差时间短于组态的误差时间。

误差时间变化的元素定义如下：

- **Tdisc** = 组态的误差时间
- **Tsct** = 组态的短路测试持续时间
- **Tfilter** = 组态的输入滤波器时间
- **Tda** = 实际误差时间，即两次过程信号变化之间的时间，可能检测为故障

检测到的误差时间范围如下：

- **If Tfilter < Tsct:** {Tdisc - (Tfilter + Tsct)} <= Tda <= Tdisc
- **If Tfilter >= Tsct:** {Tdisc - (2 x Tsct)} <= Tda <= Tdisc

组态的误差时间应考虑这种变化，以避免意外钝化。

短路测试时间间隔

选中“短路测试”(Short-circuit test)

复选框后，可以指定执行短路测试的频率（间隔）。该间隔定义了两个连续传感器电源关断测试脉冲之间的时间间隔。

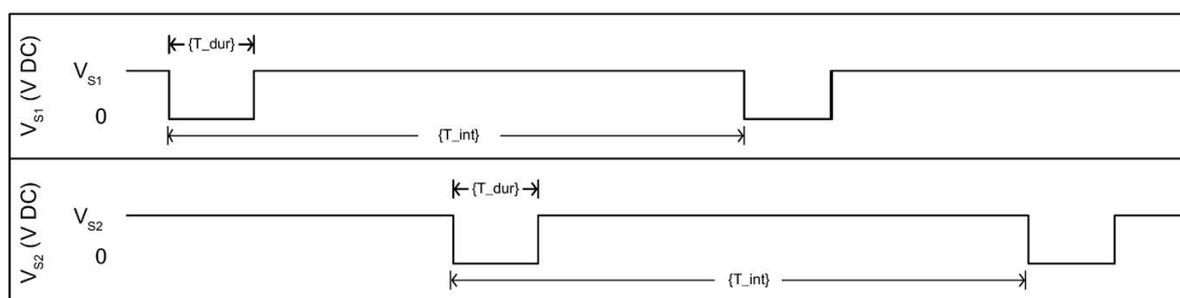
此值是传感器电源的关闭脉冲之间的时间。

说明

脉冲之间的间隔必须至少是脉冲持续时间的八倍。

短路测试在 V_{S1} 和 V_{S2}

上独立进行，允许模块电路检测两个传感器电源之间的短路情况，具体如下：



V_{Sn} V_{S1} 或 V_{S2} 传感器电源 (V DC)

T_{int} 传感器电源关闭脉冲之间的短路测试间隔（时间间隔）(ms)

T_{dur} 短路测试关闭脉冲持续时间 (ms)

短路测试持续时间

选中“短路测试”(Short-circuit test)

复选框后，可以指定施加于传感器电源的测试脉冲的持续时间。

该值是测试期间电源保持关闭状态的时间。短路测试关闭脉冲必须足够长，使外部传感器和接线能够相应并为输入提供“0”。

传感器评估

可以指定“通道 n”输入是单独运行 (1oo1) 还是与其同伴通道“n+2”输入成对运行 (1oo2)。

定义信号评估和接线定义。这些选项与各种应用模式的接线示例相对应。

1oo1 评估：一个传感器通过一个单通道连接到模块。

4.3 参数说明

1oo2 评估：以下任意情况将占用两个输入通道：

- **2 通道对等（带对等信号）：**在一个通道对中，一个双通道对等传感器或两个单通道对等传感器连接到两个通道。
- **2 通道 - 3 线制非对等：**在一个通道对中，一个双通道非对等传感器连接到两个通道。
- **2 通道 - 4 线制非对等：**在一个通道对中，一个双通道非对等传感器或两个单通道非对等传感器连接到两个通道。

如果选择 1oo2，则必须分配误差特性。

有关连接模式的插图，请参见“数字量输入应用 (页 34)”。

当将通道组选为 1oo2 时，STEP 7 (TIA Portal)

启用组中第一个通道的参数并彻底禁用组中第二个通道的参数。第二个通道从第一个通道的参数值中获取其参数值。当将通道组选为 1oo1 时，STEP 7 (TIA Portal)

启用两个通道中的所有参数。

说明

对 1oo2 输入数据的安全程序访问

对于 1oo2 评估，两个成对输入通道（例如，F-DI 0 和 F-DI 2）连接到一个或两个传感器上。在通道对的低编号通道（以 F-DI 0 为例）的输入地址处，F-DI 执行差异分析并将结果发送至安全程序。

误差行为

对于已组态的误差时间，1oo2

输入组态允许两个信号之间存在逻辑差异（无误差）。在两个相关输入通道的误差期间，分配提供给 F-CPU 中安全程序的值，表示误差时间正在运行。请按照如下方式分配误差特性：

- “提供上一个有效值”(Supply last valid value)
- “提供值 0”(Supply value 0)

说明

添加更多输入误差时间时，传感器-执行器的响应时间会增加

如果两个信号在逻辑状态下不一致，则误差时间会直接加到 1oo2

评估的最大响应时间。如果选择了“提供值 0”(Supply value 0) 选项，则 F-DI

不会延迟从“1”到“0”的转换，但可延迟“0”到“1”的转换。如果选择了“提供上一个有效值”(Supply last valid value) 选项，则 F-DI

可以延迟从“1”到“0”的转换，也可以延迟从“0”到“1”的转换。误差时间受传感器规格、安装公差和接线的影响。为了获得最佳响应时间，请选择能够提供可靠正常运行的最小误差时间。有关详细信息，请参见“响应时间 (页 75)”。

误差时间

由于传感器、触点和接线存在差异，1oo2 输入组态中的两个信号不会同时完全改变。可以组态转换过程中信号间不匹配的最大预期持续时间。

误差错误后重新集成

可以指定是否必须先在 1oo2 输入上检测到零状态，然后才可以清除先前声明的差异。

“需要测试 0 信号”

如果已分配“需要测试 0 信号”，则误差错误不会被视为已更正，直到 0 信号同时出现在两个相关输入通道上，并持续至少 100 ms。

如果使用非对等传感器，则表示“传感器评估”已设置为“1oo2 评估，非对等”，此时通道对中编号较小的通道处必须再次出现 0 信号。

“无需测试 0 信号”

如果已分配“不需要测试 0 信号”，则当两个相关输入通道间的误差消失时，认为误差错误已更正。

激活

可以启用相应的通道以在安全程序中进行信号处理。

如果禁用通道，则不再将通道诊断报告至已禁用通道的 F-CPU。当禁用所有输出通道时，不必为 2L+ 供电，并将暂停 2L+ 欠压报告。

输入滤波器

模块过滤数字量输入以消除触点颤动和短时间内的噪音。该参数指定滤波时间的持续时间。

通道故障确认

控制通道是在故障清除后自动重新集成还是需要用户在用户程序中进行确认（手动）。有关重新集成的过程，请参见“对故障的响应 (页 57)”。

说明

“F 参数”的组态：“通道故障后的重新集成”参数可用于确定用户是否可以修改“通道故障确认”参数的选择。

传感器电源

可指定是从模块的集成传感器电源（内部）还是从外部电源（外部）为传感器提供 24 V DC 电源。

对选择外部电源的任何通道都不执行短路测试。

4.3 参数说明

4.3.3 DQ 参数

最大测试时间

可以将 F-DQ DC 输出故障的位模式测试时间间隔数值指定为 100 秒或 1000 秒。

功能位模式测试应用于输出开关。这些测试检测 P- 或 M- 输出开关故障和接线故障。可以检测到对其它信号或电源轨短路。未检测到接线端子和负载之间开路。

如果在通道上检测到错误，则测试间隔将缩短为 60 秒。如果在任何输出通道上都不再检测到错误，则再次使用组态的测试间隔。

将持续性故障报告给故障安全 CPU，并钝化受影响的通道。

断线

可启用或禁用断线测试。仅当通道处于关闭状态（过程值为“0”）时，才会检测到断线。

激活

可以启用相应的通道以在安全程序中进行信号处理。

如果禁用通道，则不再将通道诊断报告至已禁用通道的 F-CPU。

说明

当禁用所有输出通道时，不必为 2L+ 供电，并将暂停 2L+ 欠压报告。

通道故障确认

控制通道是在故障清除后自动重新集成还是需要用户在用户程序中进行确认（手动）。有关重新集成的过程，请参见“对故障的响应 (页 57)”。

说明

“F 参数”的组态：“通道故障后的重新集成”参数可用于确定用户是否可以修改“通道故障确认”参数的选择。

最大回读时间

最大回读时间是用户组态的参数，该参数可指定在不产生错误的情况下，因过程值更改而允许输出达到新状态（ON 或 OFF）的最大时间。此外，这是在位模式测试期间施加的诊断测试脉冲的最大宽度，用于验证输出处于接通状态时是否可以关闭。关断脉冲的时间应尽可能长，但要确保足够短以使执行器不发出响应。

通过“最大回读时间”(Maximum readback time) 参数，可以设置用于验证在过程值更改后通道输出开关状态是否符合预期的最大时间。

如果在“最大回读时间”到期时未达到预期的输出开关状态（由 P 回读和 M 回读报告），则钝化输出通道。

对输出应用测试模式时，不会将任何新过程值切换到输出通道。因此，如果“最大回读时间”(Maximum readback time) 较长，则会增加 F 模块的响应时间。

**警告****可能无法对高频信号进行短路（跨接）检测**

在所组态的“最大回读时间”(Maximum readback time) 内，无法检测频率大于 $1/(2 \times \text{所组态的“最大回读时间”})$ Hz 的信号短路（跨接电路）情况（50:50 的采样率）。

必须考虑到具体应用和产品标准的相应要求。

无论输出通道的频率如何，均可识别出同一模块的输出短路（跨接电路）。

用户可以调整最大回读时间来改变可以检测到的信号的频率。

当安全程序将输出信号从“1”变为“0”时，该参数还将影响信号为“1”的短路检测（跨接电路）。

设置参数“最大回读时间”

由于组态的最大回读时间会增加故障的响应时间，因此建议将“最大回读时间”设置为尽可能小，但需确保输出通道不会钝化。

有关执行器所需的回读时间，请参见“连接容性负载 (页 78)”中的图表。

如果执行器的电容未知，则需要通过尝试确定和错误数量确定“最大回读时间”的值。而且由于执行器会受到自身部件的差异和外部各种因素的影响，也需要采取以上方式来确定时间长度。

请按以下步骤操作：

- 设置“最大回读时间”(Maximum readback time)，确保可以正确回读输出通道，但不会引起执行器响应。
- 进行验证时，最短周期中所用的过程值“0”与参数“最大测试周期”(maximum test period) 相对应。执行从“1”到“0”的过程值改变。
- 如果输出通道被钝化，则表示对于相连接的容性负载而言，“最大回读时间”值过小。在所组态的“最大回读时间”内，无法进行放电。增加“最大回读时间”。

如果已将“最大回读时间”设为最大值

400 ms，但输出通道仍被钝化，说明发生外部故障或者所连接的电容量超出了所允许的范围。

关断测试

暂时禁用测试是输出位模式测试序列中出现的关断测试。

在输出通道上禁用关断测试时，参数“最大回读时间”(Maximum readback time) 仅与过程值更改相关。

在暂时禁用测试中，当输出通道处于激活状态时（输出信号为“1”），其中一个输出通道开关将暂时断开。因此，通过输出的电流会短时间中断。如果执行器的执行速度非常慢，则无法对此进行响应，将保持为通电状态。

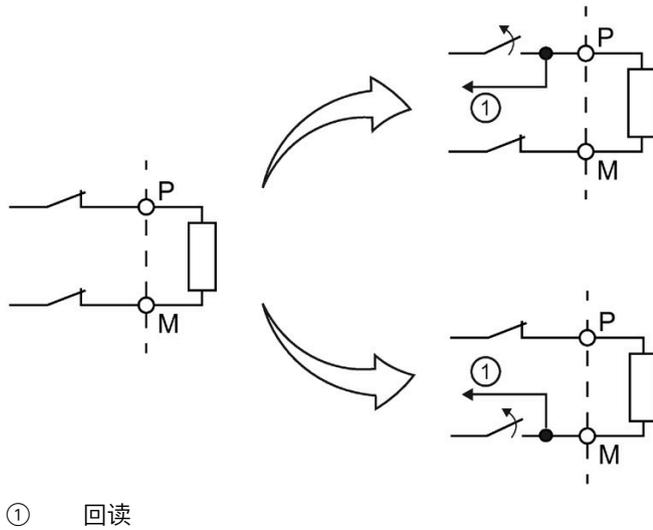


图 4-1 暂时禁用测试 (PM 开关) 的工作原理

关断测试的测试脉冲

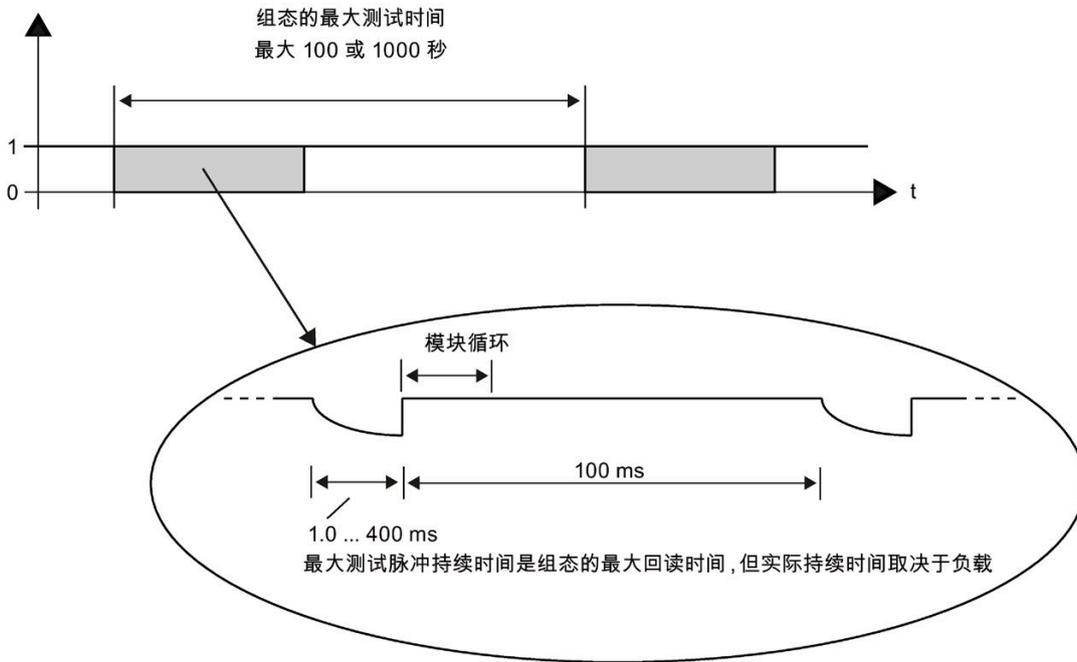


图 4-2 关断测试的测试脉冲

可以将输出位模式测试序列之间的时间组态为 100 秒或 1000 秒。每个输出位模式测试序列都包含多个测试脉冲。两个测试脉冲间的时间间隔至少为 100 ms。

接通测试的最大回读时间

可以组态接通测试的最大回读时间参数，以指定在位模式测试步骤中当前处于关闭状态的通道的 P 开关或 M 开关可接通的最长时间。此行为测试通道上的 P 开关和 M 开关，确保一次仅接通一个开关。除非系统出现故障（例如，执行器对地短路），否则在 P 或 M

开关接通测试期间都不会为执行器上电。在单一故障条件下（模块的内部或外部），应用于关闭状态下通道 P 开关或 M

开关的测试脉冲可反复为执行器上电。必须选择该参数，以便此类脉冲的持续时间足够短而使执行器发出响应，进而不会对受控设备产生危险影响。

禁用关断测试（最高 SIL 2，类别3，性能等级 d）

选中此复选框可禁用通道关断测试。

为防止执行器对关断测试产生不必要的反应，可以在 F 模块输出端禁用关断测试。例如，意外响应可能是磁驱动器的短暂断电。

不符合负载曲线的容性负载（请参见“切换负载（页 78）”）可能会在过程值变更或接通测试时（即使关断测试已禁用）导致输出钝化。

禁用关断测试时，最高只能达到 SIL 2/类别3/性能等级 d。



警告

因可能存在未检测到的故障，而导致 SIL 2/类别3/性能等级 d 额定值降低和失去输出控制
禁用关断测试时，接通超过 1 年的输出可能无法关闭。

SIL 2/类别3/性能等级 d 要求相应输出每年至少有一次从“1”到“0”的信号变化。

确保“0”信号的持续时间至少为 2 秒。仅关闭 F 模块的电源电压或负载电压并再次接通并不能满足要求。



警告

通道间的跨接电路检测丢失

使用“禁止关断测试”功能时，系统不会检测信号为“1”通道间的跨接电路。

必须考虑到具体应用和产品标准的相应要求。

此外，还必须考虑产品标准中有关错误检测时间的相关要求。

4.4 地址空间

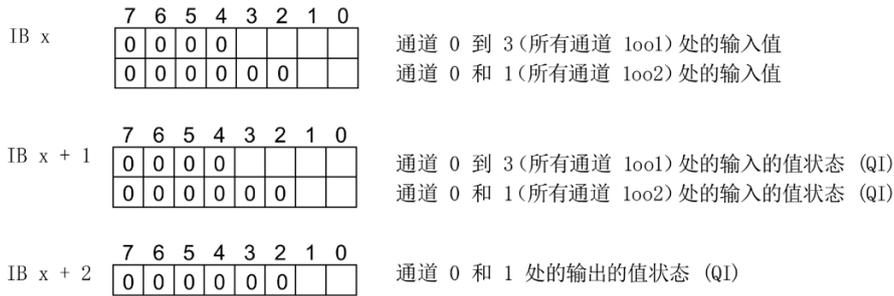
说明

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块使用的 I 和 Q 存储器数比模块上输入端和输出端所需的物理数量更多。额外的字节存储 PROFI-safe 安全状态和数据完整性信息。F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块需要的输入 (I) 字节和输出 (Q) 字节的数量取决于故障安全 CPU 使用了哪种 PROFI-safe 规约。

模块	PROFI-safe 规约	所需输入 (I) 字节	所需输出 (Q) 字节
F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A, 4xM12	V2.4 (使用 S7-300/S7-400)	7	5
	V2.6 (支持 ET 200pro、ET 200SP 和 S7-1200/1500)	8	6

下图显示了带有值状态 (质量信息 (QI)) 的 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的地址空间分配情况。

过程映像输入 (PII) 中的分配



过程映像输出 (PIQ) 中的分配

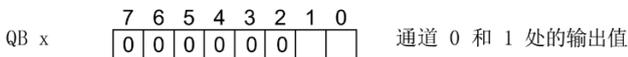


图 4-3 地址空间

评估值状态

值状态位提供有关数字值或通道状态有效性的信息：

- 位 = 1：相应过程值有效
- 位 = 0：通道被钝化

F-I/O 模块的应用

PLC

系统的故障率极低，因此仅占自动化系统发生危险故障的总概率的一小部分。传感器和执行器发生危险故障的概率通常远远大于 PLC 系统每小时发生危险故障的概率 (PFH)/按需发生危险故障的概率 (PFD)。使用以下方法来计算 PFD 和 PFH 等定量安全性的估计值：

- 标准数据表
- 符合国际标准的计算方法，具体包括以下标准：
 - IEC 61508
 - ISO 13849
 - IEC 61131-6

值基于以下假设：

- 连续满额定负载
- 标称电压
- 设备环境温度为 55 °C

布线系统中的问题也可能是导致故障的重要原因。

为实现各项安全功能的目标安全性能等级，请执行以下操作：

- 选择合适的架构。
- 选择适当额定值的传感器和执行器。
- 提供符合安全功能相关要求的安全程序：
- 提供诊断和验证测试以保持传感器和执行器的额定值。
- 利用接线安装规范、诊断和验证测试来确保接线完整性。
- 生成并控制针对安装生命周期的操作和维护步骤。

ET 200AL、ET 200pro、ET 200SP 和 S7-1200/1500

故障安全系统提供了高层级的内部诊断覆盖。外部电路、传感器和执行器的诊断覆盖率取决于使用 PLC 系统功能和其它措施时的设计选择。

根据说明，各故障安全 PLC 组件的 PFH/PFD

均假定产品的生命周期内不进行现场验证测试。传感器和执行器通常需要常规验证测试以保持预期的安全性能。

每个安全功能的响应时间取决于每个组件的响应时间，包括传感器、PLC 系统和执行器。有关 PLC 组件间的延迟时间的更多信息，请参见“最大响应时间 (页 75)”。必须选择 PLC 参数和外部组件响应时间才能实现总的响应时间目标。

除了从安全请求输入到安全执行器响应的总延迟外，用户也必须考虑以下与时间相关的因素。有关确切信息，请参见“最大响应时间 (页 75)”：

- 为了确保安全响应，来自输入传感器的安全需求信号将持续足够长的时间，以便安全程序可以发现该信号。组态的过滤时间、误差解决时间和短路测试持续时间都会影响所需信号持续时间的确定情况。
- F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块数字量输出会定期测试每个 P 开关和 M 开关以验证每个开关是否仍能正常工作并可独立控制。关断测试脉冲持续时间可以与组态的“最大回读时间”一样长。接通测试脉冲持续时间可以与组态的“接通测试的最大回读时间”一样长。对于给定的输出，接通测试脉冲一次只提供给 P 或 M 开关之一，但在出现单一故障时，这可为负载供电。执行器不应在“最大回读时间”持续时间内对关断信号做出响应，也不应在“接通测试的最大回读时间”持续时间内对接通信号做出响应。
- F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块数字量输出预计将完成并确认从 ON 到 OFF 输出状态的所有命令转换。用户程序将过程输出值从“1”改为“0”后，在超过输出组态的“最大回读时间”前，请勿将“0”改回“1”。受影响的输出在命令“0”状态钝化，该状态持续时间太短而无法确认。



警告

安装的安全性能取决于每个完整安全功能的设计和持续维护。

用户按照额定值、规格和说明使用 ET 200pro、ET 200SP 和 S7-1200/1500 故障安全 CPU 以及 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块时，上述模块作为逻辑处理组件可提供经过认证的安全完整性等级。

不遵守这些准则可能会造成损坏或引起不可预测的操作，从而可能导致死亡或严重的人身伤害和/或财产损失。

必须选择安装的所有组件，并根据公认的安全标准和规范完成设计和维护，以达到所需的安全等级。

5.1 数字量输入应用

这里所示的应用模式应与概述中介绍的 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的功能结合到一起进行考量。请参见“故障安全数字量输入 (页 12)”。

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块数字量输入的主要功能包括以下项：

- 输入为 24 V DC 额定输入，符合类型 1 输入的 IEC 61131-2 要求。
- 将每个通道组态为 1oo1 或组态为 1oo2 通道组的一部分。相应的通道 (x.0, x.2) 和 (x.1, x.3) 形成 1oo2 通道组。组中编号较低的通道称为主要输入，其它通道称为次要输入。在此限制内，可以按任意顺序分配 1oo1 和 1oo2。
- 短路测试需要使用内部传感器电源。对于除 1oo2 (2 通道 - 3 线制非对等) 之外的所有评估和传感器互联，为输入 x.0 到 x.1 使用 V_{S1} 并为输入 x.2 到 x.3 使用 V_{S2} 。对于 1oo2 (2 通道 - 3 线制非对等) 评估和传感器互联，为输入 x.0 到 x.3 使用 V_{S1} ，但不使用 V_{S2} 。

- 若启用短路测试，将使用相同的参数组态 V_{S1} 和 V_{S2} 。为内部传感器电源组态的所有通道都应接受相同的短路测试。组态测试持续时间（关断时长）和测试间隔（暂时禁用测试之间的间隔时间）。
- 模块为 F-DI 通道执行以下短路功能：
 - 监视传感器电源，以检测短路或过载。
 - 每次通电时循环一次传感器电源，以保证控制和回读运行正常。在此基础上，即使被禁用，在通电时也可以确保传感器电源的运行完整性。
 - 在输入短路测试期间监视回读。
- 组态误差时间来识别 1oo2 输入之间不可接受的差异。
- 为每个通道或每个 1oo2 对组态滤波时间。

如果诊断外部布线故障或根据标准通过适当的布线、保护和导线检测测试来排除故障，则可以在 1oo1 组态中达到类别 3：

- 每个 F-DI 输入都包括足够的诊断和冗余组件，以使任何单一内部故障都不会导致危险故障。
- 借助内部容错功能，额定值适中的单个传感器可以达到类别 3。
- 除非采取额外措施，否则单个传感器与单个输入之间的外部接线极易受到单一错误危险故障的影响。

如果诊断外部布线故障或根据标准通过合适的布线、保护和导线检测测试来排除故障，则可以在 1oo2 组态中达到类别 4：

- 对于 1oo2 评估，在合理数量的累积内部故障内，一对 F-DI 输入不会遭受危险的内部故障。
- 具备合适额定值的外部配对传感器或等效冗余可以达到类别 4。
- 除非采取额外措施，否则两个传感器与两个输入点的双外部接线极易受到错误危险故障积累的影响。

故障安全数字量输入只有在选择 1oo2 评估时，才视为达到 SIL 3/PL e 认证。

用于达到完整性安全等级 (SIL)/类别/性能等级 (PL) 的输入架构

以下是满足相应安全要求必须达到的最低条件：

表格 5-1 完整性安全等级 (SIL)/类别/性能等级 (PL) 要求

应用	传感器电源 ¹	传感器评估	通道连接	传感器连接类型	可达到的 SIL/类别/性能等级	
					无短路检测	有短路检测
1	内部	1oo1 评估	单输入	1 通道	2/3/d	
2	外部					
3	内部	1oo2 评估	双输入	2 通道 对等	3/3/e	3/4/e
4	外部				3/3/e	
5	内部			2 通道 - 3 线制 非对等	3/3/e	3/4/e
6	外部				3/3/e	
7	内部			2 通道 - 4 线制 非对等	3/3/e	3/4/e
8	外部				3/3/e	

¹ F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块使用 M12 I/O 连接，适用于柜外式 IP67 应用（完全密封）。如果需要使用外部电源，可切断 M12 电缆，并将外部电源连接至密闭的外壳内或密闭的传感器内。对于外部电源，不要连接 M12 电缆上的引脚 1 接线 (Vs1) 或引脚 5 接线 (Vs2)。此操作可防止传感器电源（可能由于其它通道被组态为内部而接通）对外部 24 V DC 短路。此外，请将外部 24 V DC 连接至密封的外壳内或密封的传感器内。

有关连接器引脚分配的更多信息，请参见“引脚分配” (页 16)。

5.1.1 应用 1 和 2：单通道传感器 1oo1 评估

F-DI 应用模式 1

此应用模式以 1oo1 评估方式使用单通道传感器，如下图所示。使用内部传感器电源时，可以成功执行短路检测。

说明

若要将 F-DI 应用模式 1 结合到 SIL 2 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。



图 5-1 F-DI 应用模式 1：内部传感器电源（所示为单通道传感器的 1oo1 评估）

在 F-DI 应用模式 1 中需使用 Y 型电缆 (6ES7194-6KB00-0XA0) 以 1oo1 评估方式连接两个单通道传感器，具体如下：

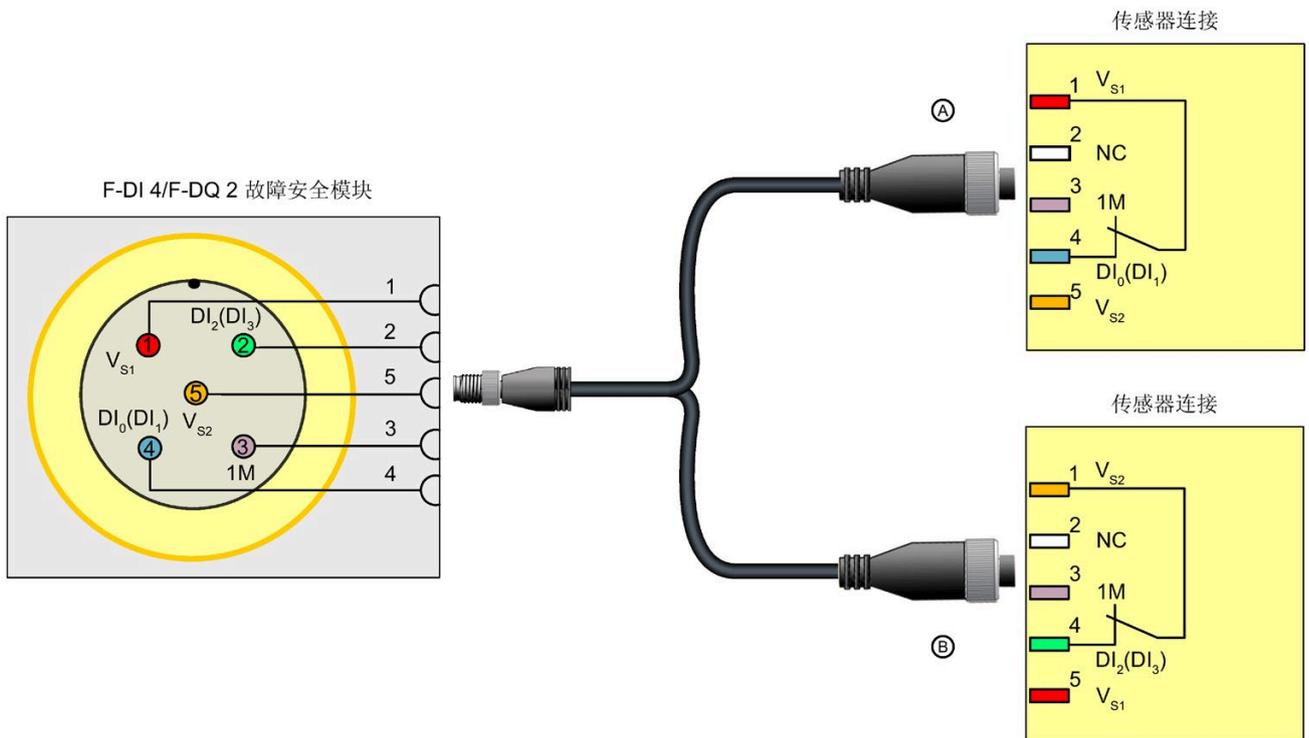


图 5-2 F-DI 应用模式 1：内部传感器电源（所示为两个单通道传感器的 1oo1 评估）

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo1 评估
传感器电源	内部
短路测试	启用

F-DI 应用模式 2

此应用模式以 1oo1 评估方式使用单通道传感器。当使用外部传感器电源时，模块不对通道做短路测试评估。

说明

若要将 F-DI 应用模式 2 结合到 SIL 2 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。

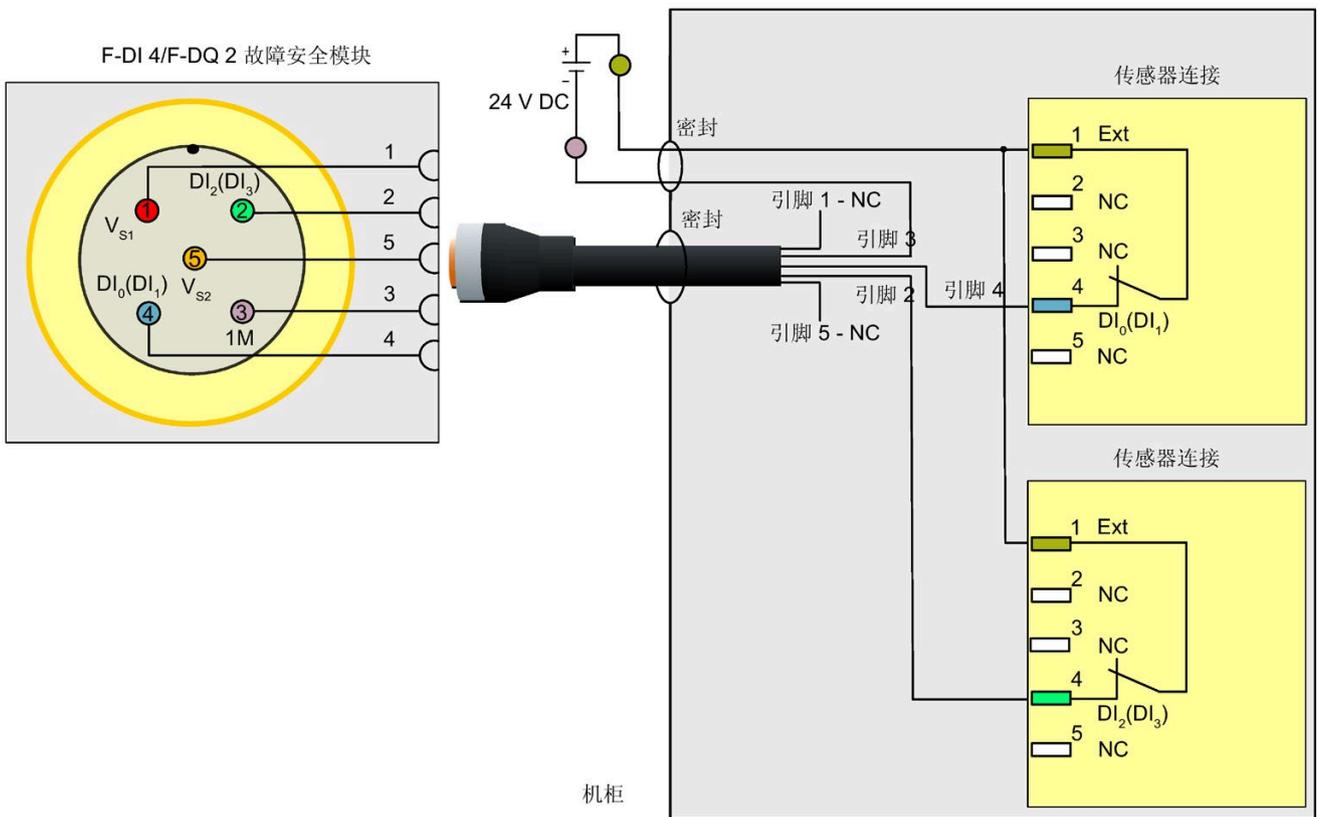


图 5-3 F-DI 应用模式 2：外部传感器电源（所示为两个单通道传感器的 1oo1 评估）

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo1 评估
传感器电源	外部

5.1.2 应用 3 和 4 : 对等传感器 1oo2 评估

F-DI 应用模式 3

此应用模式按 1oo2 表决使用双通道传感器或两个单通道传感器进行误差评估。使用内部传感器电源时，可以成功执行短路检测。

说明

若要将 F-DI 应用模式 3 结合到 SIL 3 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。



图 5-4 F-DI 应用模式 3 : 内部传感器电源 (所示为双通道传感器的 1oo2 评估)

在 F-DI 应用模式 3 中需使用 Y 型电缆 (6ES7194-6KB00-0XA0), 具体如下 :

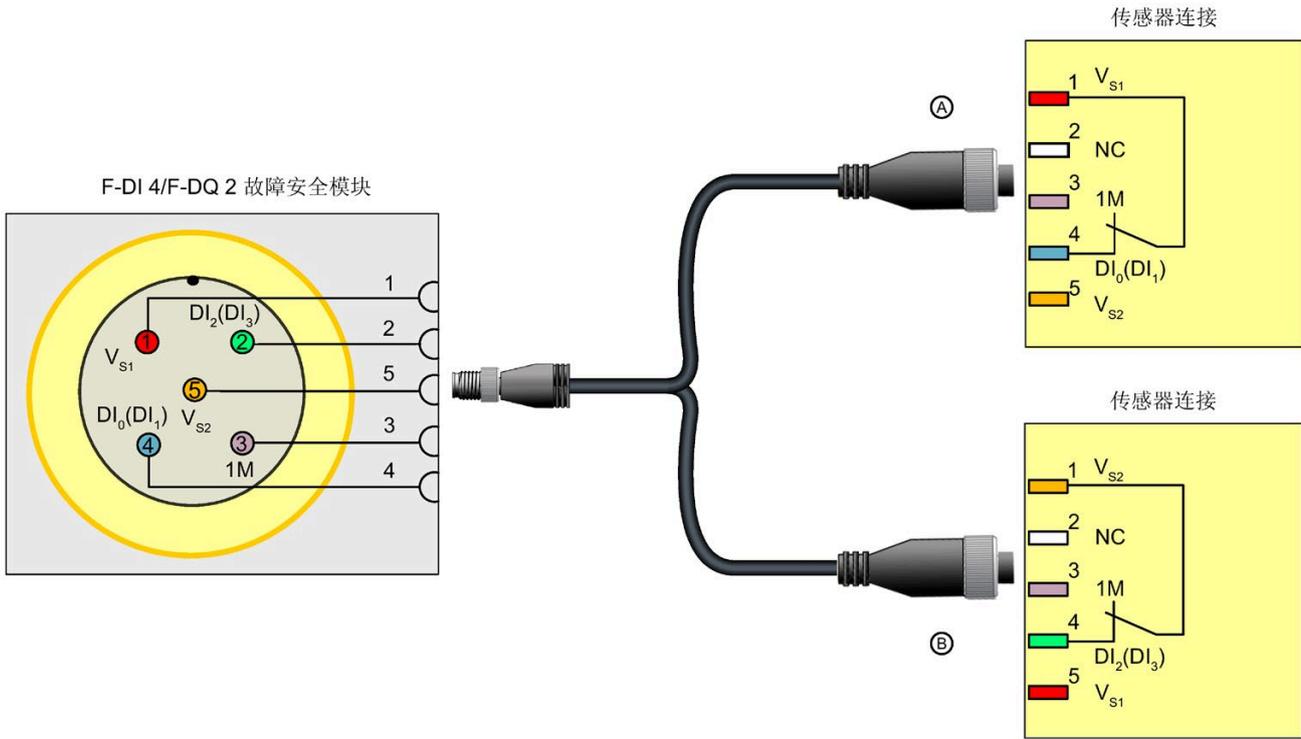


图 5-5 F-DI 应用模式 3：内部传感器电源（所示为两个单通道传感器的 1oo2 评估）

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo2 评估, 双通道对等
传感器电源	内部
短路测试	启用

F-DI 应用模式 4

此应用模式按 1oo2 表决使用双通道传感器或两个单通道传感器进行误差评估。当使用外部传感器电源时，模块不对通道做短路测试评估。

说明

若要将 F-DI 应用模式 4 结合到 SIL 3 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。

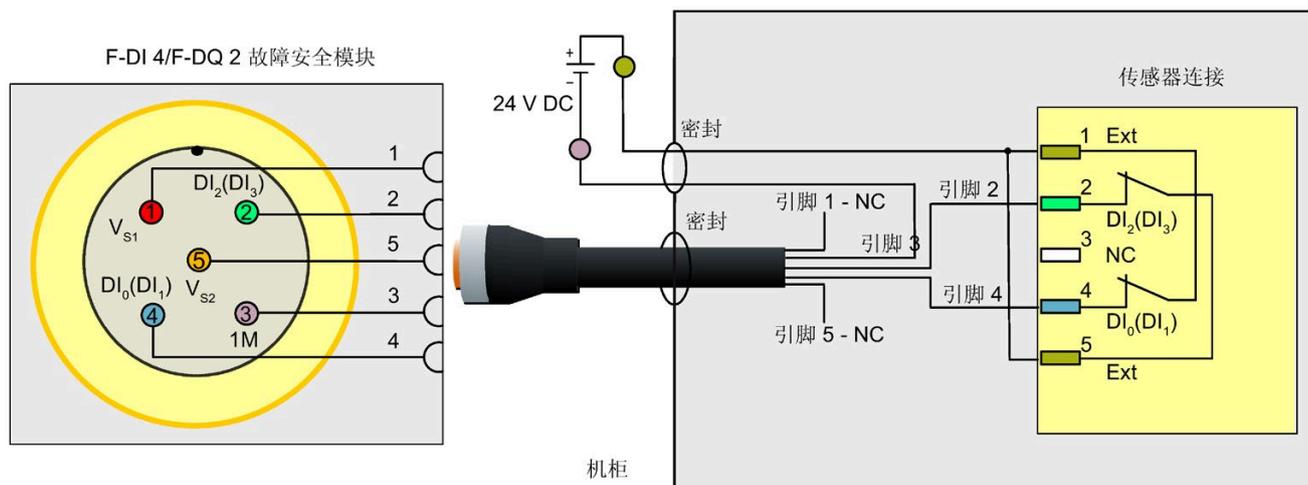


图 5-6 F-DI 应用模式 4：外部传感器电源（所示为双通道传感器的 1oo2 评估）

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo2 评估, 双通道对等
传感器电源	外部

5.1.3 应用 5 和 6：3 线制非对等传感器电路的 1oo2 评估

F-DI 应用模式 5

此应用模式按 1oo2

表决使用具有两个非对等输出的双通道传感器或两个单通道传感器进行误差评估。使用内部传感器电源时，可以成功执行短路检测。此应用模式使用下列引脚：

- 引脚 2（通道 2 和 3）是非对等组态的反相输入
- 引脚 4（通道 0 和 1）是非对等组态的反相输入

说明

若要将 F-DI 应用模式 5 结合到 SIL 3 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。



图 5-7 F-DI 应用模式 5：内部传感器电源（所示为具有非对等输出的双通道传感器的 1oo2 评估）

在应用模式 5 中需使用 Y 型电缆 (6ES7194-6KA00-0XA0)，具体如下：

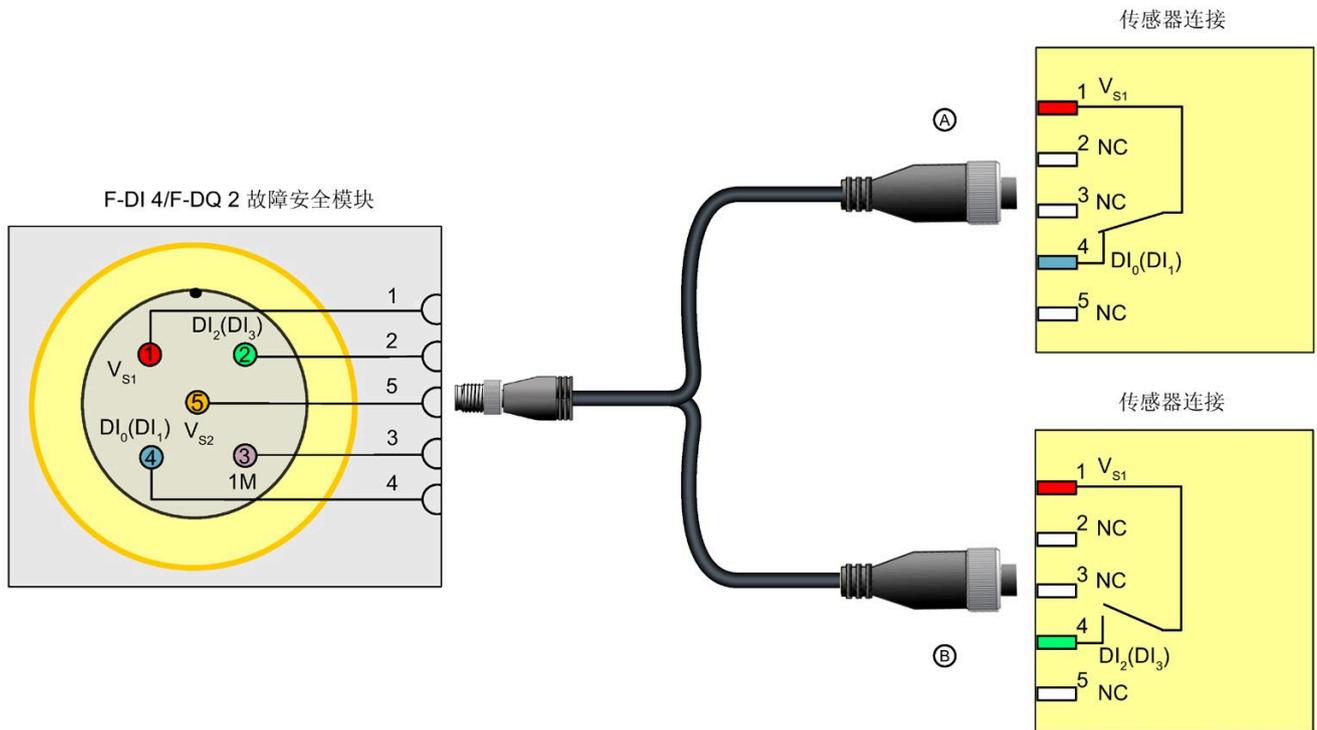


图 5-8 F-DI 应用模式 5：内部传感器电源（所示为两个具有非对等输出的单通道传感器的 1oo2 评估）

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo2 评估, 2 通道 - 3 线制非对等
传感器电源	内部
短路测试	启用

F-DI 应用模式 6

此应用模式按 1oo2

表决使用具有两个非对等输出的双通道传感器或两个单通道传感器进行误差评估。当使用外部传感器电源时，模块不对通道做短路测试评估。此应用模式使用下列引脚：

- 引脚 2（通道 2 和 3）是非对等组态的反相输入
- 引脚 4（通道 0 和 1）是非对等组态的反相输入

说明

若要将 F-DI 应用模式 6 结合到 SIL 3 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。

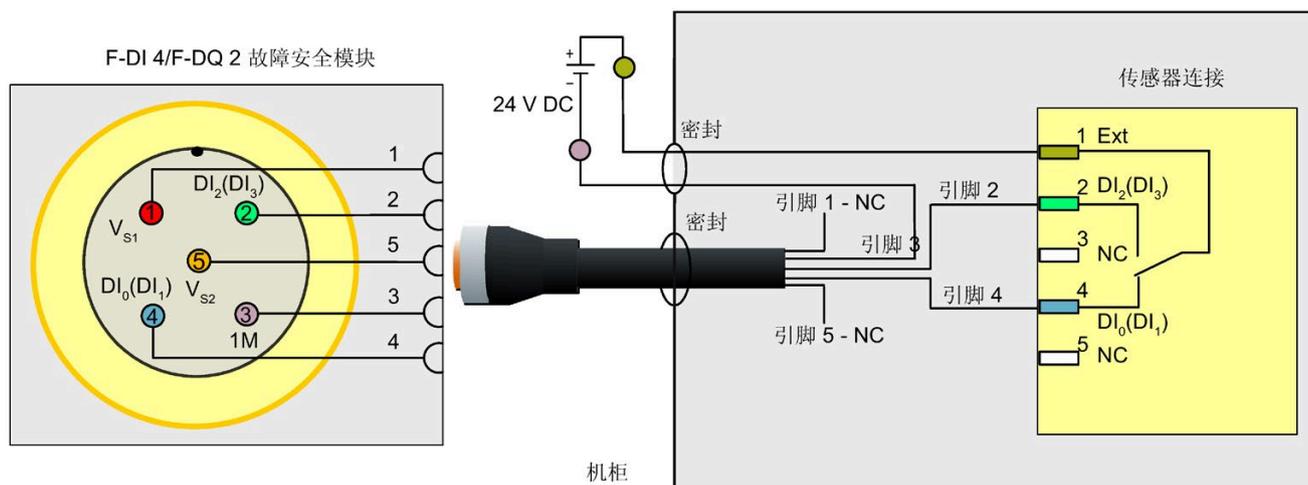


图 5-9 F-DI 应用模式 6：外部传感器电源（所示为具有非对等输出的双通道传感器的 1oo2 评估）

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo2 评估, 2 通道 - 3 线制非对等
传感器电源	外部

5.1.4 应用 7 和 8 : 4 线制非对等传感器电路的 1oo2 评估

F-DI 应用模式 7

此应用模式按 1oo2 表决使用采用非对等组态（4 线制连接）的双通道传感器或两个单通道传感器进行误差评估。使用内部传感器电源时，可以成功执行短路检测。此应用模式使用下列引脚：

- 引脚 2（通道 2 和 3）是非对等组态的反相输入
- 引脚 4（通道 0 和 1）是非对等组态的反相输入

说明

若要将 F-DI 应用模式 7 结合到 SIL 3 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。



图 5-10 F-DI 应用模式 7：内部传感器电源（所示为具有非对等输出的双通道传感器的 1oo2 评估）

在应用模式 7 中需使用 Y 型电缆 (6ES7194-6KB00-0XA0)，具体如下：

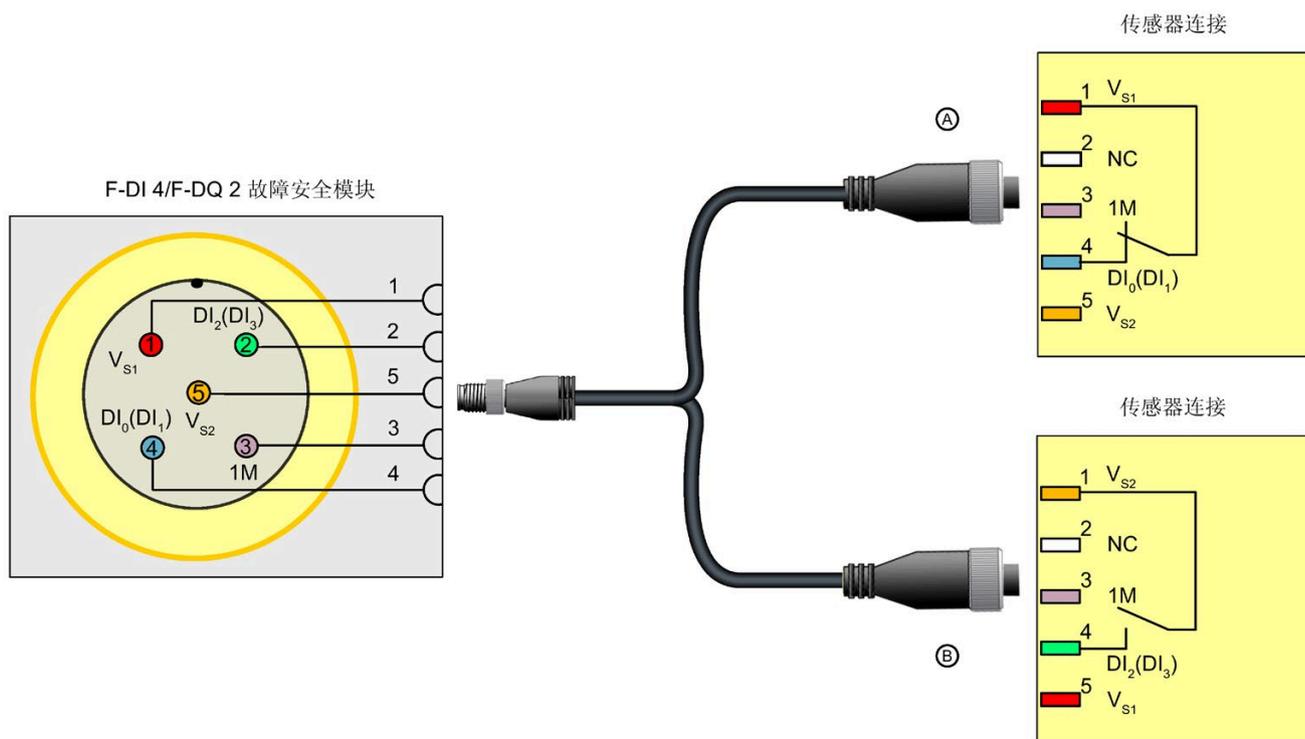


图 5-11 F-DI 应用模式 7：内部传感器电源（所示为两个具有非对等输出的单通道传感器的 1oo2 评估）

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo2 评估, 2 通道 - 4 线制非对等
传感器电源	内部
短路测试	启用

F-DI 应用模式 8

此应用模式按 1oo2

表决使用具有两个非对等输出的双通道传感器或两个单通道传感器进行误差评估。当使用外部传感器电源时，模块不对通道做短路测试评估。此应用模式使用下列引脚：

- 引脚 2（通道 2 和 3）是非对等组态的反相输入
- 引脚 4（通道 0 和 1）是非对等组态的反相输入

说明

若要将 F-DI 应用模式 8 结合到 SIL 3 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。

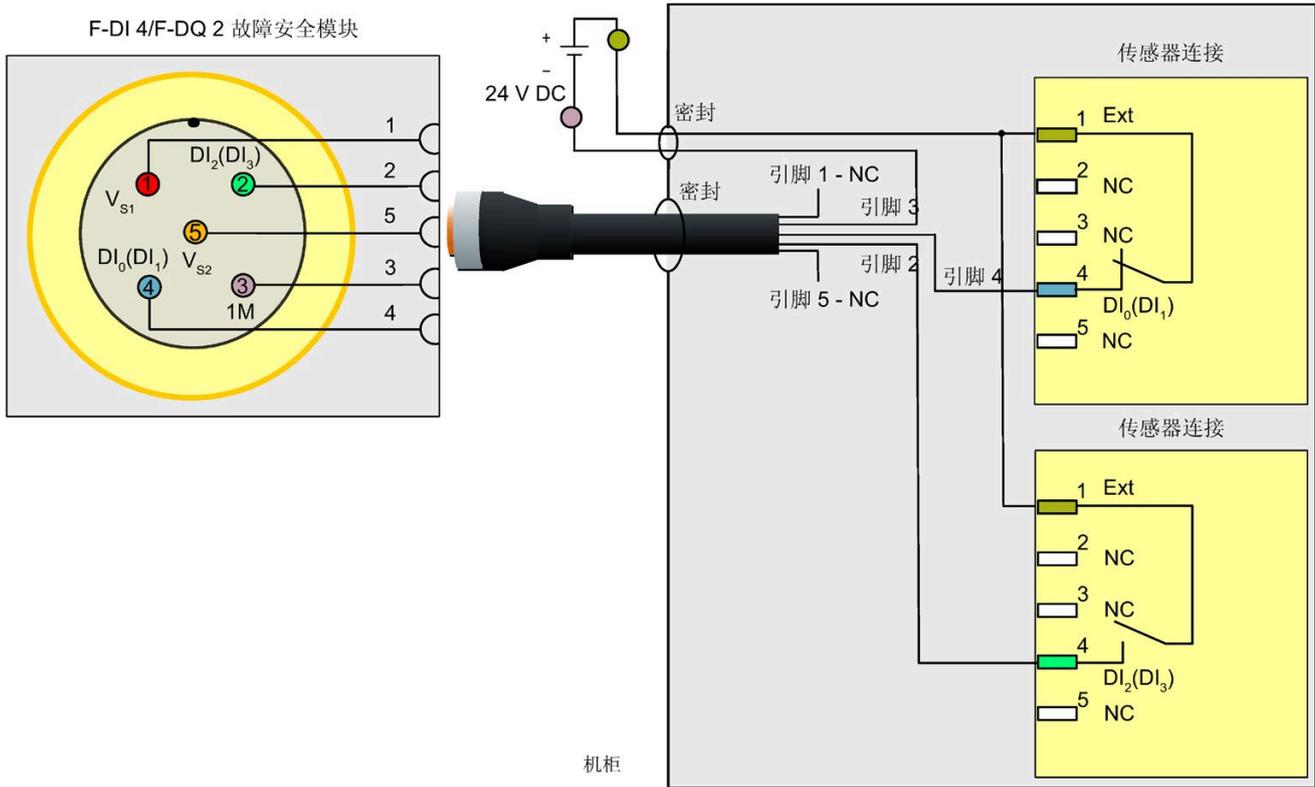


图 5-12 F-DI 应用模式 8 : 外部传感器电源 (所示为具有非对等输出的两个单通道传感器的 1oo2 评估)

参数分配

参数名称	参数值
传感器评估	1oo2 评估, 2 通道 - 4 线制非对等
传感器电源	外部

5.2 数字量输出应用

这里所示的应用模式应与概述中介绍的 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的功能结合到一起进行考量。请参见“故障安全数字量输出”(页 13)。

F-DI 4/F-DQ 2

故障安全模块数字量输出的主要功能包括以下项，以下各项适用于每个输出通道：

- 故障安全模块分别控制 P 输出和 M 输出的电流。
- 回读 P 和 M 输出上的电压以确认正确的状态。
- 使用短开关脉冲定期对 P 和 M 输出进行测试，以确认控制。

确保完成以下步骤：

- 组态回读时间，该回读时间应足够长，以允许通道的外部电压对过程值的变化以及位模式测试中应用的测试模式作出响应。但是，将回读时间组态得过长会导致负载在关断测试期间对应用的测试模式产生物理响应。
- 验证数据表中描述的内部电流限制是否足够与 24 V DC 电源一起使用。要考虑是否需要额外的电流限制或熔断。请参见系统手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/89254965>) 《ET 200AL 分布式 I/O 系统》中的“规范”和“连接”部分。

模块按 1oo2 交叉诊断控制所有输出通道。

除非禁用了关断测试，否则显示的所有应用都能够达到 SIL 3/类别4/性能等级 e。

要达到类别4，请确保满足以下条件：

- 已启用关断测试。
- 外部接触器带有感测触点，可达到 SIL 额定等级。
- 回读感测触点并确认程序中的外部接触器响应时，诊断在限制范围内。西门子建议将 F-DI 输入用于感测触点和其它安全诊断输入。

用于达到完整性安全等级 (SIL)/类别/性能等级 (PL) 的输出架构

以下是满足相应安全要求必须达到的最低条件：

表格 5-2 完整性安全等级 (SIL)/类别/性能等级 (PL) 要求

应用	执行器连接类型	可达到的 SIL/类别/性能等级	
		关断测试已禁用	关断测试已启用
1	直连 SIL 级执行器	2/3/d	3/4/e
2	外部接触器：独立的 P 和 M 控制接触器	2/3/d	3/4/e
3	外部接触器：P 和 M 之间的并联接触器	2/3/d	3/4/e
4	外部接触器：每个接触器的独立输出通道	2/3/d	3/4/e

有关连接器引脚分配的更多信息，请参见“Pin assignment (页 16)”。

有关启用和禁用关断测试的更多信息，请参见“DQ 参数 (页 28)”中的“禁用关断测试 (最高 SIL 2, 类别 3, 性能等级 d)”。

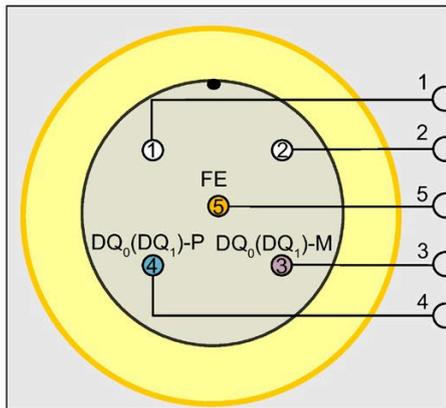
5.2.1 应用 1：直连 SIL 级执行器接线

此模块支持应用模式 1，即在一个通道上的 P 和 M 输出之间直接连接负载。当对负载断电时，两个开关都断开。

说明

如果各通道都未组态为禁用关断测试，则该组态可达到 SIL 3/类别4/性能等级 e。

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块



执行器连接

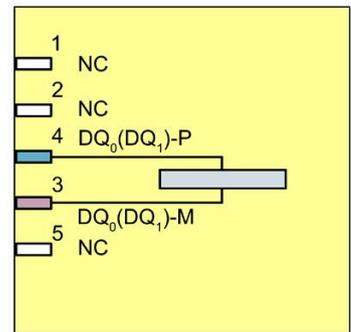


图 5-13 F-DQ 应用模式 1

5.2.2 应用 2：外部接触器接线：独立的 P 和 M 控制接触器

该模块支持应用模式

2，此模式中模块使用两个继电器的串联常开触点控制负载。一个继电器的线圈连接一个通道的 P 输出和 M。另一个继电器的线圈连接同一通道的 M 输出和 L+。

说明

若满足下列条件，该组态可达到 SIL 3/类别4/性能等级 e：

- CPU 使用独立的数字量输入检查继电器状态（反馈）。
- 对接线进行了充分保护，可防止 P 输出对 L+ 短路以及 M 输出对 M 短路。如果两种故障同时发生，CPU 将无法关闭执行器。
- 没有为任何一个输出禁用关断测试。

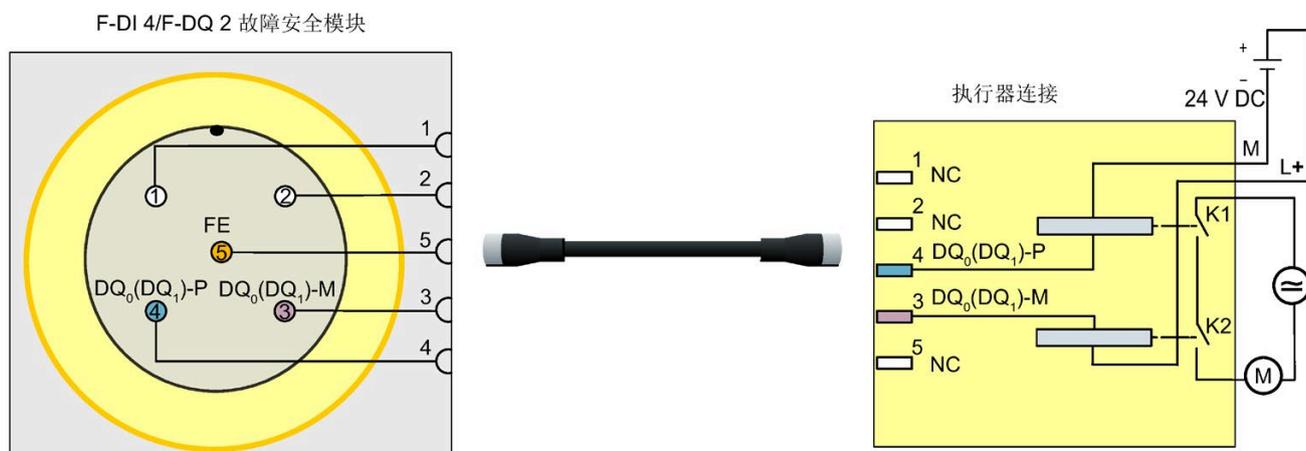


图 5-14 F-DQ 应用模式 2

5.2.3 应用 3：外部接触器接线：P 和 M 之间的并联接触器

该模块支持应用模式

3，此模式中模块使用两个继电器的串联常开触点控制负载。将两个继电器的线圈并联在一个通道的输出上。

说明

如果CPU

使用独立的数字量输入检查继电器状态（反馈），以及各通道都未组态为禁用关断测试，则该组态可达到 SIL 3/类别 4/性能等级 e。

应用模式 3 是在安全相关应用中使用继电器控制执行器的首选方式。应用模式 3 可以避免出现应用模式 2 中提到的关于 P 和 M 输出短路的问题。

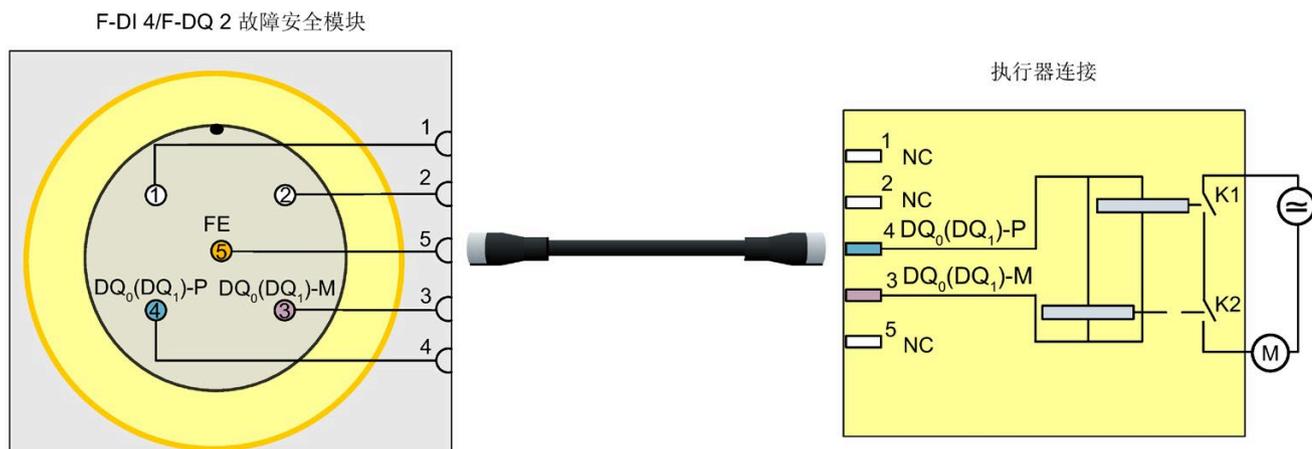


图 5-15 F-DQ 应用模式 3

5.2.4 应用 4：外部接触器接线：每个接触器的独立输出通道

该模块支持应用模式

4，此模式中模块使用两个继电器的串联常开触点控制负载。将两个继电器的线圈并联连接在两个通道的输出上。在安全程序中，向两个输出通道写入相同的过程值（ON 或 OFF）。

说明

如果 CPU

使用单独的数字量输入检查继电器状态（反馈），并且各通道都未组态为禁用关断测试，则该组态可达到 SIL 3/类别 4/性能等级 e。

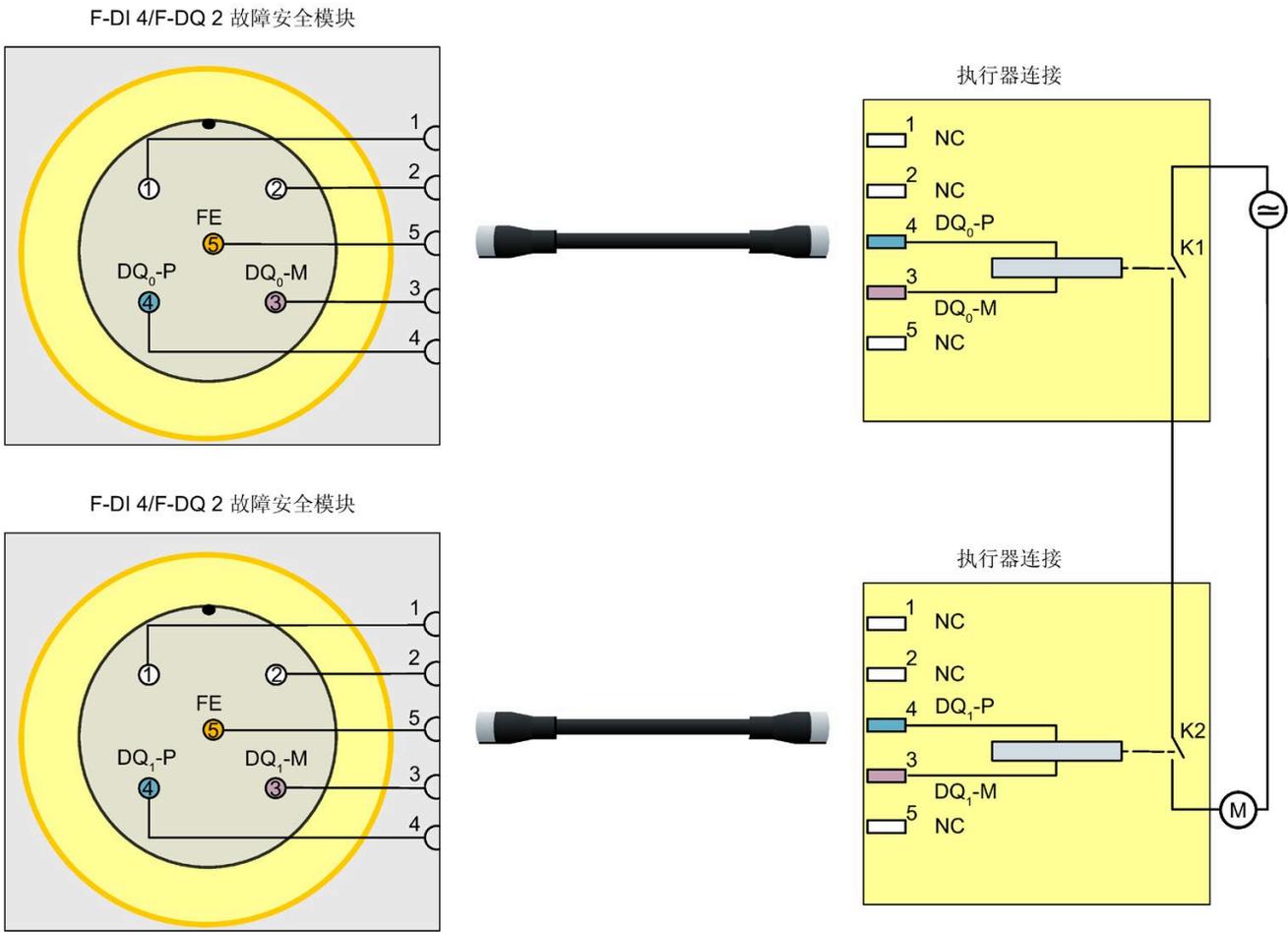


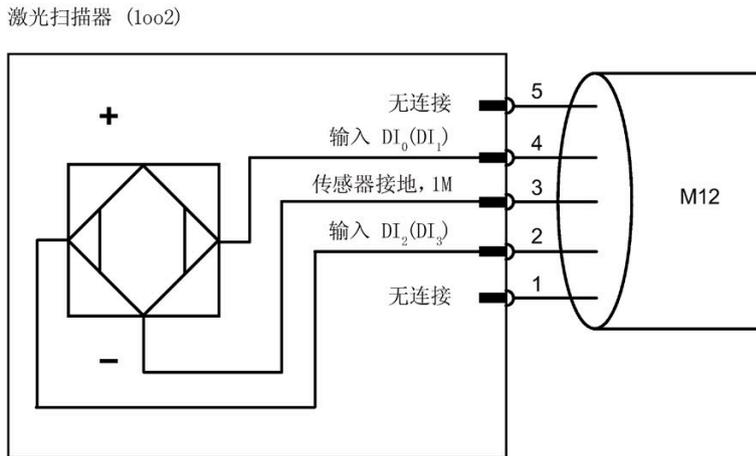
图 5-16 F-DQ 应用模式 4

5.3 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的应用模式示例

可将现场设备连接至 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块，如下所示。

激光扫描器 (1oo2 评估)

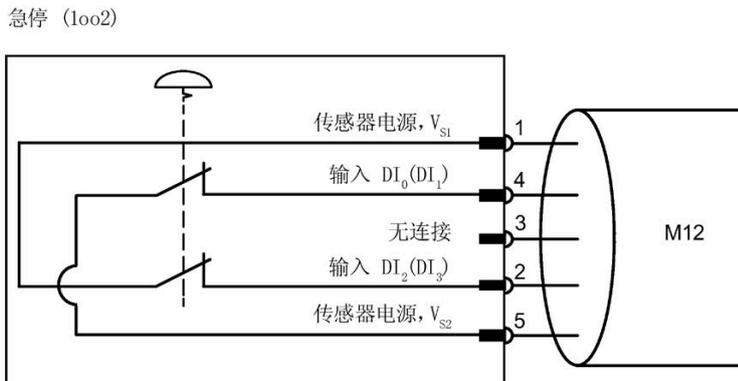
对于激光扫描仪的输出信号开关设备 (OSSD) 传感器，使用 F-DI 应用模式 4 按 1oo2 评估方式将激光扫描仪输出信号开关设备连接至 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块：



或者，使用 F-DI 应用模式 3 禁用两个传感器电源的参数“短路测试”(Short-circuit test)。

ESTOP (急停) (1oo2 评估)

对于急停，使用 F-DI 应用模式 3 按 1oo2 评估方式将急停设备连接至 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块：

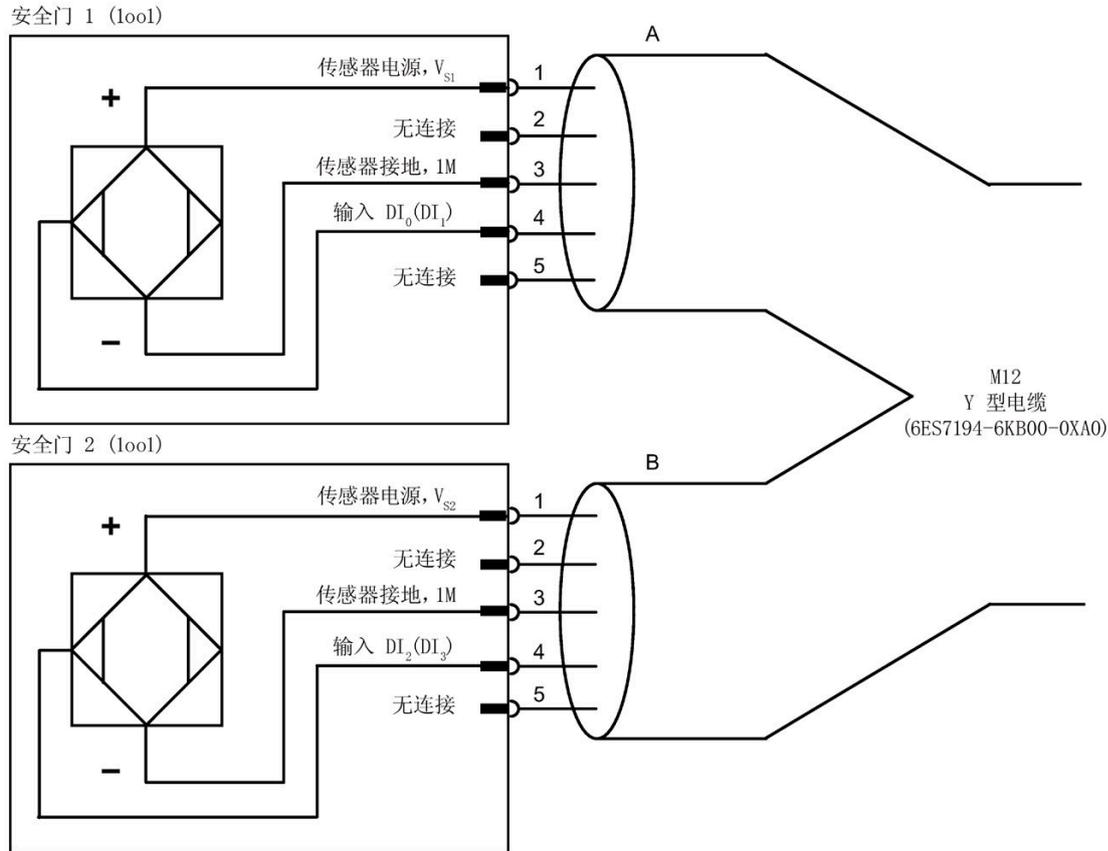


或者，在需要对 ESTOP 设备进行非对等评估的情况下，使用 F-DI 应用模式 5 或 7。

安全门 (1oo1 或 1oo2 评估)

对于安全门，可以按以下步骤之一进行操作：

- 在 F-DI 应用模式 1 下使用故障安全 Y 型电缆 (6ES7194-6KB00-0XA0) 按 1oo1 评估方式将两个单通道传感器连接至 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的一个输入连接。
- 采取 F-DI 应用模式 3 (1oo2 评估) 在相同安全门处使用两个单通道传感器。



或者，在 F-DI 应用模式 5 下使用故障安全 Y 型电缆 (6ES7194-6KA00-0XA0) 按 1oo2 评估方式连接同一安全门处的两个非对等单通道传感器。

互锁型安全位置开关 (1oo2 评估)

使用 F-DI 应用模式 3 和 F-DQ 应用模式 1 将互锁型安全位置开关连接至 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块。

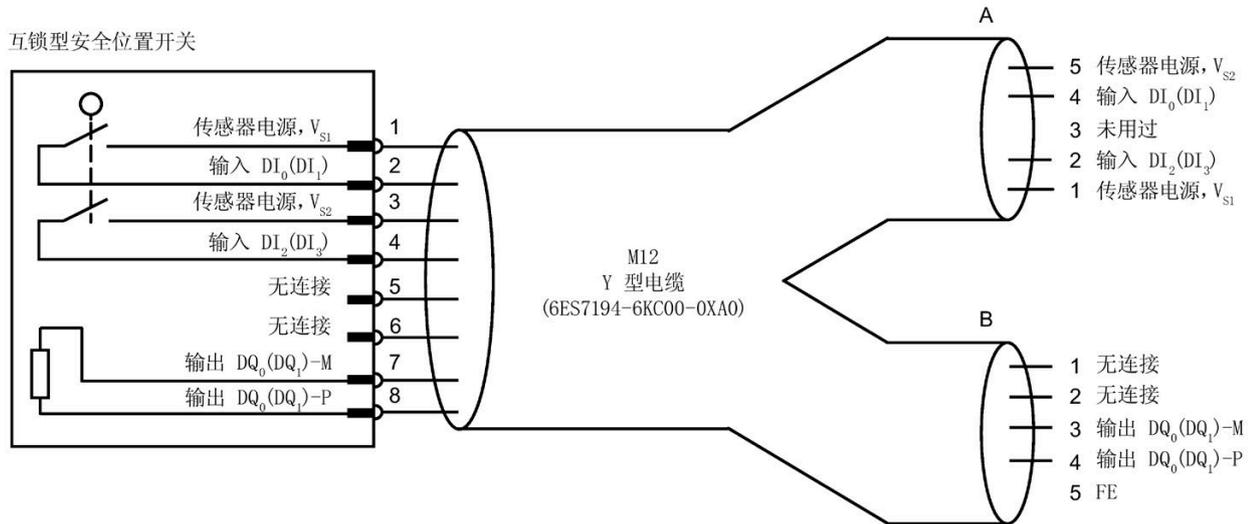
对于互锁型安全位置开关使用倒置 Y 型电缆 (6ES7194-6KC00-0XA0)。倒置 Y 型电缆旨在将故障安全模块 F 输入和 F 输出正确连接至安全位置开关。

说明

如果各输出通道都未组态为禁用关断测试，则该组态可达到 SIL 3/类别4/性能等级 e。

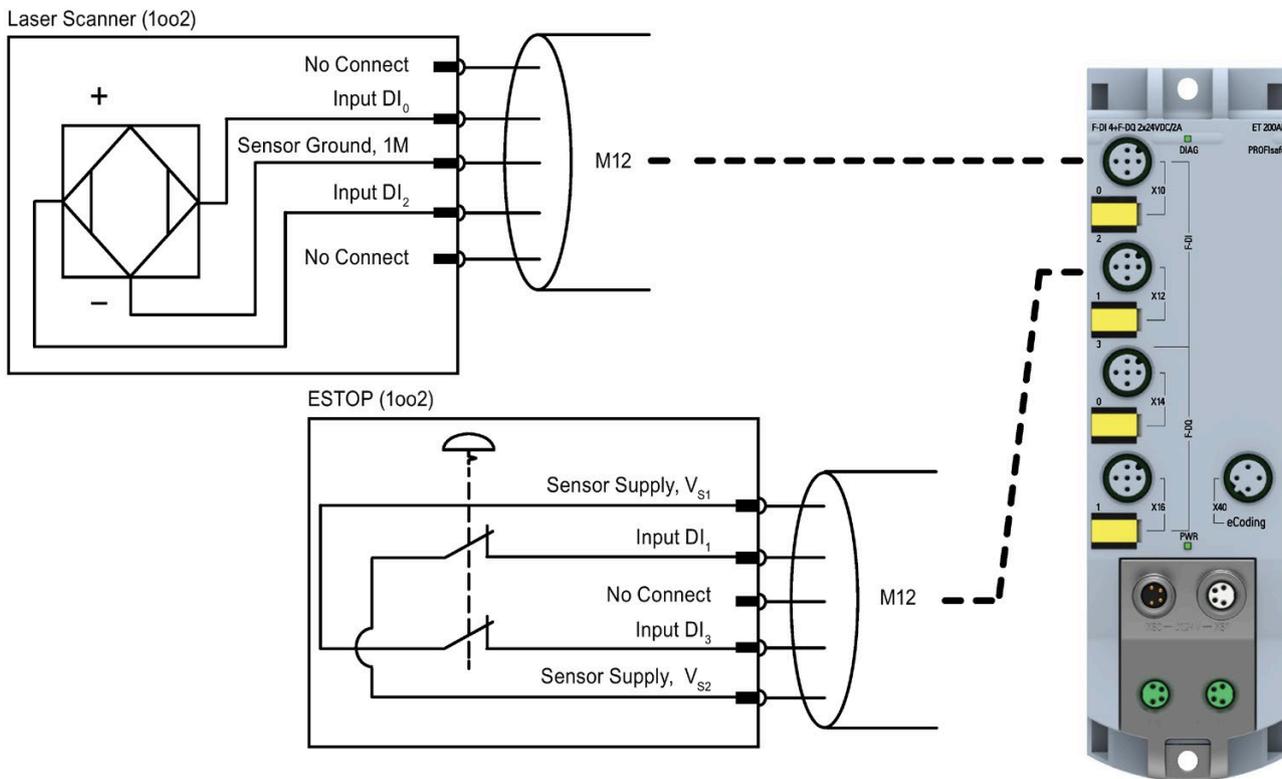
说明

若要将此应用结合到 SIL 3 等级应用中，需确保传感器为适当的合格设备。在 SIRIUS 文档中定义了 SIL 3 或 SIL 2 的系统性能能力准则。有关更多信息，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/43920150/en>) 上的《工业控件，检测设备 SIRIUS 3SE5/3SF1/3SE66/3SE67 位置开关组态手册》。

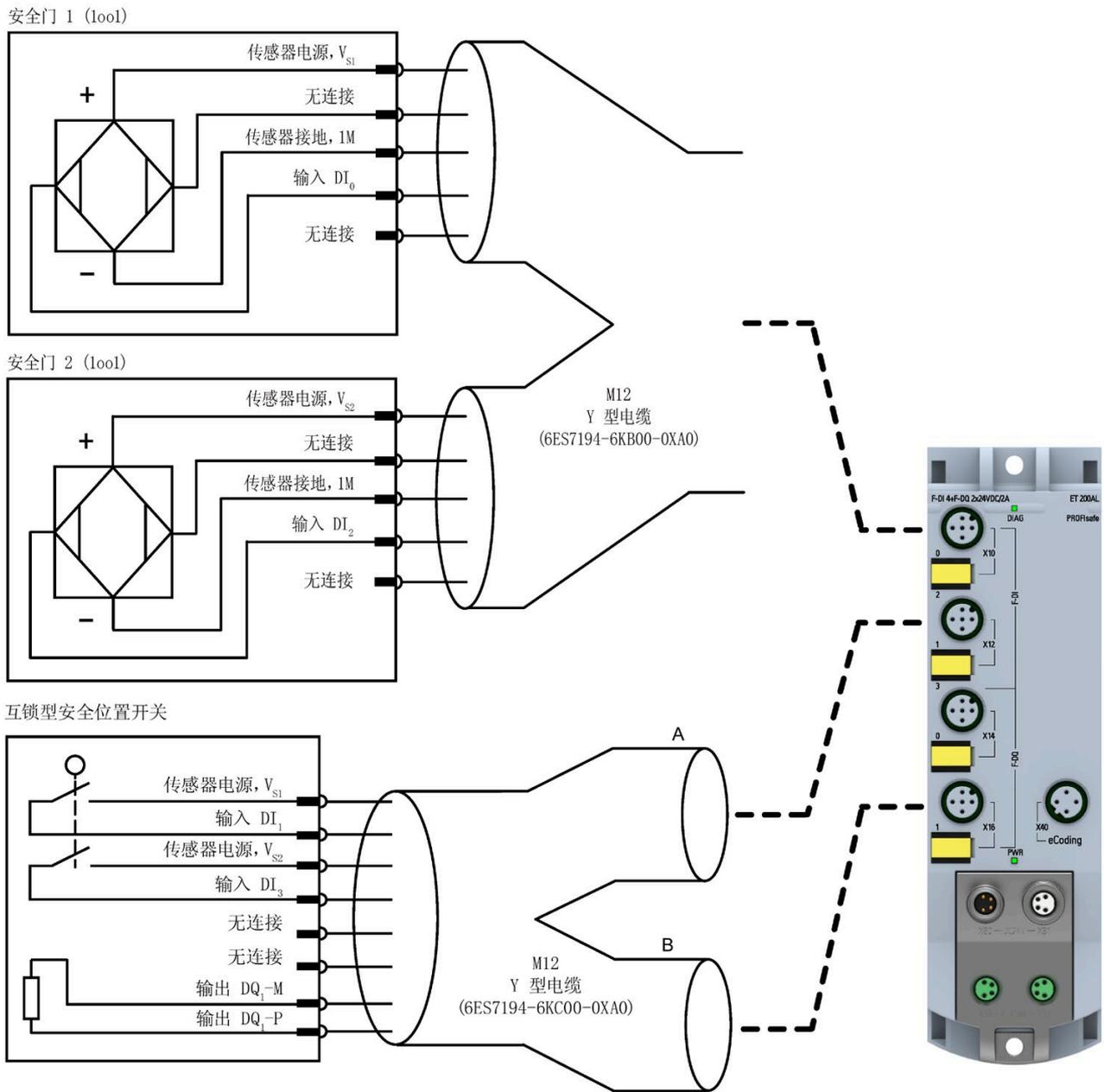


将设备连接到 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块

下图所示示例为现场设备连接到 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的输入和输出插座的情况。



5.3 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的应用模式示例



中断/诊断消息/诊断

6.1 对故障的响应

对故障安全系统启动和故障的响应

故障安全概念基于对所有过程变量安全状态的标识。值“0”（断电）表示数字量故障安全模块的安全状态。这适用于传感器和执行器。

安全功能要求在以下情况下将安全状态值而不是过程值应用于故障安全通道（故障安全模块或通道的钝化）：

- 当故障安全系统启动时
- 如果检测到模块故障，例如 RAM 或处理器故障
- 如果故障安全 CPU 和故障安全模块之间通过 PROFIsafe 安全协议进行安全相关的通信时检测到错误（通信错误）
- 如果模块通道出现故障（例如，短路和误差错误）

故障安全 CPU 会将检测到的系统故障相关信息输入到诊断缓冲区中。

自动模式措施和 PROFIsafe 协议可确保在系统检测到故障的情况下设置安全状态。

故障安全模块重启后不会保留错误。当系统断电然后重新启动时，模块将再次检测所有仍存在的故障。永久失效故障对此是个例外，例如“持续过电压”。

故障安全模块的故障安全值

如果数字量输入通道钝化，则故障安全系统通常为安全程序提供安全状态值（“0”），而不是提供适用于故障安全输入的过程值。

当在故障安全模块数字量输出中钝化数字量输出通道后，故障安全系统通常将安全状态值“0”而不是由安全程序提供的输出值发送到故障安全输出。输出通道将断电。

在 CPU STOP 模式下，若已断电，钝化安全状态值和输出状态值始终为“0”。不能为钝化或 STOP 模式选择或编程默认的“接通”状态。

当检测到特定于通道的诊断故障时，将钝化应用于各个通道。可能影响整个模块的故障会导致所有通道钝化。

说明

在“F-DI 4/F-DQ 2 属性 > F 参数 > 通道发生故障后的行为”(F-DI 4/F-DQ 2 Properties > F-parameters > Behavior after channel fault) 字段中，如果选择“钝化整个模块”(Passivate the entire module)，则单通道发生故障时将导致所有通道钝化。

6.1 对故障的响应

PROFIsafe 消息超时（超过 F 监视时间）会导致所有模块通道钝化。

表格 6-1 模块信号类型和钝化结果

模块信号类型	钝化结果
故障安全数字量输入	<ul style="list-style-type: none"> 对每个通道进行测试评估，以便对有缺陷的输入进行通道级钝化。 如果 1oo1 组态的通道出现故障，可能仅钝化受影响的通道或所有通道（取决于组态）。对于 1oo2，将钝化 1oo2 组态中通道组的两个输入。
故障安全数字量输出	<ul style="list-style-type: none"> 对每个通道进行测试评估，以便对有缺陷的输出进行通道级钝化。 对通道的两个开关分别执行诊断评估。根据组态情况，一个开关的故障检测可能导致仅受影响通道钝化或所有通道钝化。

对故障安全系统中的故障的响应

应为系统准备维护程序，以确保在检测到的故障得到控制并进行记录后恢复操作。

执行以下步骤：

1. 诊断和修复故障
2. 重新验证安全功能
3. 在维护报告中记录

重新集成故障安全模块

成功进行诊断、确定故障已清除后，可重新集成通道或模块。

可以将重新集成组态为自动或手动。可在设备组态中基于通道进行选择。模块范围错误（例如 PROFIsafe 通信错误或电源电压错误）始终手动进行重新集成。致命诊断错误需要通过成功诊断重启，以实现重新集成。

自动

清除故障后，选择自动进行重新集成的通道将立即重新集成。

手动

清除故障后，选择手动进行重新集成的通道将在程序中进行确认。

该模块的“ACK_REQ”位是正确的，表明可进行重新集成。“ACK_REQ”位为 True 后，程序可将“ACK_REI”位置 1，以便重新集成该模块中所有已准备好重新集成的通道。

还可以使用“ACK_GL”指令的“ACK_REI_GLOB”输入确认 F 运行系统组中的所有故障。

高压事件后重新集成

高温、高压或过大的电流应力可能损坏电子元件，虽然组件看起来继续按预期运行，但可靠性会降低。钝化不会消除高环境温度或高外加电压可能造成的损坏效应。过高的电流会在保护设备激活之前便损坏固态开关输出。PFD 和 PFH

可靠性计算假设故障安全模块在其指定的操作参数下运行。当模块已经由于高压事件而钝化时，尽管模块似乎可以正常工作并通过所有诊断，但未来发生危险故障的概率可能会增加。



警告

可能会在仍存在一些模块诊断无法轻易检测的故障时重新集成通道或模块。

重新集成存在故障的系统可能造成意外的机械操作或过程操作，进而导致人员死亡或严重伤害和/或设备损坏。

报告任何错误后，应执行本章中以及适用于您系统的安全标准中归纳的步骤，以确保在重新集成之前完全了解并更正故障。

有关模块故障的准确列表，请参见“故障类型、原因以及纠正措施 (页 65)”。

重新集成时，将发生以下情况：

- 对于故障安全模块数字量输入，会再次为安全程序提供在故障安全输入上待处理的过程值。
- 对于故障安全模块数字量输出，安全程序中所提供的输出值将会被再次传送给故障安全输出。

安全维修时间

用于 PFH 和 PFD 计算的维修时间为 100 小时。

钝化的目的是在发生单一故障时提供安全功能的安全状态。当通道已钝化且仍有能量供通道使用时，可能出现其它故障导致安全功能发生危险故障的情况。应在 100 小时内维修故障或使钝化的通道停止运行，以此响应钝化，从而保持系统的安全完整性等级。

未对失效的故障安全 I/O 进行诊断并且在无警告情况下发生危险故障。

如果有任何错误存在超过 100 小时，则整个模块都会钝化，且只能通过重启恢复。

如果不可能在 100

小时内修复，应通过物理隔离或断开电路停止钝化故障安全输出，使能源供应不会因故障安全模块中的故障而应用于负载。要使处于运行状态的 PLC 系统中的输入通道停止工作，需将任何对已钝化故障安全输入的引用从任何处于运行状态且会激活安全功能输出的 F-CPU 安全程序逻辑中移除。

通过通道或模块钝化的方式保持安全状态的时长不得超过 100 小时。

在任何情况下都不应当依赖于组态缺乏或失效来保持安全状态。

 警告
<p>意外激活带有故障安全输出的 F-I/O 模块</p> <p>如果故障安全输出钝化的时间长于安全维修时间 (> 100 小时)，且故障仍未得到修复，则需要注意 F 输出可能因二次故障而被意外激活。这将使 F 系统处于危险状态。</p> <p>即使发生此类硬件故障的概率极低，仍必须通过采用相应的物理电路措施或其它组织级措施来防止故障安全输出意外激活。一种可能的措施是将受影响 F 模块的电源断开。对于采用定义的设计和降低风险原则的操作，通常需要采取标准化的措施。对于所有其它情况，必须定义和批准必要的措施。</p>

有关钝化和重新集成的其它信息

有关故障安全模块访问的详细信息，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126/en>) 上的编程与操作手册《SIMATIC Safety - 组态和编程》。

6.2 故障诊断概述

通过诊断操作检测可能影响安全相关 I/O 完整性的故障。故障可存在于故障安全模块、与 CPU 的通信或外部电路中。诊断信息将分配给单个通道或分配给整个故障安全模块。

大多数诊断操作无需用户选择即可进行。可组态以下诊断选项：

- 可以启用使用数字量输入传感器电源的短路测试。短路测试的间隔和持续时间可组态。
- 24 V DC 数字量输出的回读次数可组态。
- 安全通信中的故障或待运行安全程序的故障的超时间隔可组态。
- 可以禁用数字量输出的关断测试（最高 SIL 2，类别3，性能等级 d）。

有关这些选项的完整介绍，请参见“参数/地址空间 (页 20)”。

诊断操作的安全关键型和有效型措施用于在检测到故障后钝化 I/O。如果通过 LED 显示屏和诊断消息报告状态和诊断结果，会受到电子装置或软件中单点故障的影响。这些报告是作为维护和调试辅助工具提供的。仔细观察和解释报告。

如果存在单一故障，则任何或所有 LED 指示都可能是错误的。不应仅依靠是否存在红色或绿色 LED 指示灯来制定安全决策。

如果存在单一故障，则可能无法传送诊断消息，或者数字事件 ID 或文本消息可能是错误的。不应仅依靠诊断报告是否存在或者诊断报告的内容来制定安全决策。



通过 LED 和文本消息显示的诊断和状态报告容易出现单点故障错误。

依靠这些报告的信息来确定系统或 I/O 点处于安全控制状态，可能导致死亡、严重的人身伤害或财产损失。

如果对故障安全系统的完整性有疑问，则应采取其它措施（例如受限访问或断电）来控制维护和调试活动中的危险情况。

6.3 启动时执行诊断

每个故障安全模块在启动时会执行自我诊断，确保电子设备和软件达到测试要求，然后才会允许模块参与过程控制。如果测试不成功，则该模块将钝化个别通道或所有通道。

除了内部测试外，某些测试还会在端子上产生信号变化。

上电时从故障安全 CPU 接收到组态参数后，F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块会根据“最大回读时间”和“接通测试的最大回读时间”组态参数定义的内容执行 P 和 M 开关的数字量输出测试。P 和 M 开关开启测试按顺序排列，以便在正常或检测到单个故障时，不会出现整个 PM 电路应用到负载上的情况。

F-DI 4/F-DQ 2

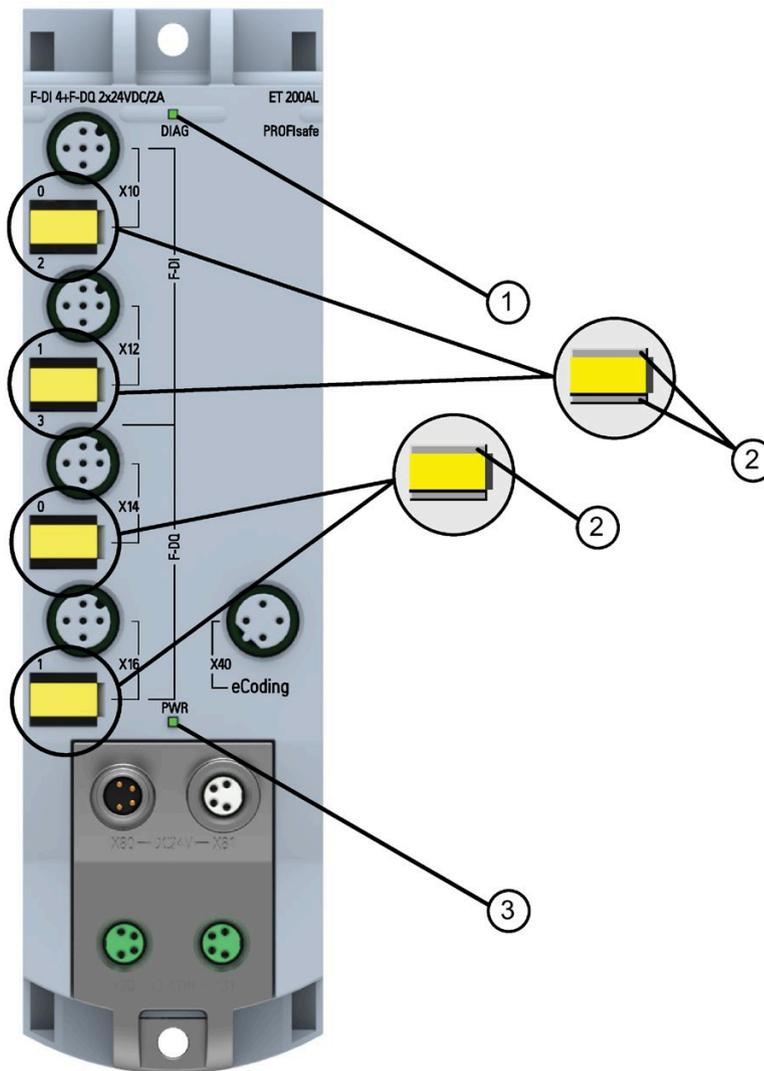
故障安全模块在启动时执行传感器电源数字量输入测试，包括开启和关闭脉冲，无论是否已在组态中启用传感器电源或短路测试。如果组态中包括短路测试，则在上电后从故障安全 CPU 接收到参数后，模块还将根据组态的参数执行短路测试。

6.4 通过 LED 指示灯进行诊断

6.4.1 状态和错误指示灯

LED 指示灯

下图显示了 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的 LED 指示灯（状态和错误指示灯）：



- ① 诊断状态 (DIAG (红色/绿色))
- ② 每个通道的通道状态和通道错误 (红色/绿色) (F-DI 0 - 3、F-DQ 0 和 1)
- ③ 负载电压 2L+ 状态 (PWR (绿色))

图 6-1 LED 指示灯

LED 指示灯的含义

下表列出了状态和错误指示灯的含义。有关诊断报警的补救措施，请参见故障类型、原因和纠正措施 (页 65)部分。

PWR LED 指示灯

表格 6-2 PWR LED 指示灯的含义

PWR	含义
□ 熄灭	负载电压 2L+ 缺失或电源电压 1L+ 过低或不存在
■ 绿色点亮	负载电压 2L+ 可用

DIAG LED

表格 6-3 DIAG LED 指示灯的含义

DIAG LED	含义
□ 熄灭	无电源电压 1L+
⚡ 闪烁绿色	尚未接收到组态/参数设置，且未进行模块诊断
⚡ 交替闪烁 红色/绿色	模块级可重新集成的故障（例如以下问题）已解决，正在等待重新集成： <ul style="list-style-type: none"> • 过压 • 欠压 • PROFI-safe CRC 错误 • PROFI-safe 超时错误
■ 绿色点亮	已分配模块参数但没有进行模块或通道诊断
⚡ 闪烁红色	<ul style="list-style-type: none"> • 模块诊断和/或一个或多个通道诊断 • 模块的硬件和/或固件版本不一致

1oo1 输入通道的通道 LED 指示灯

表格 6-4 1oo1 输入通道的通道 LED 指示灯的含义

DIAGInput LED 指示灯	含义
□ 熄灭	过程信号 = 0
■ 绿色点亮	过程信号 = 1

6.4 通过 LED 指示灯进行诊断

DIAGInput LED 指示灯	含义
■ 亮红色	通道故障或影响通道的模块故障
⏏ 交替闪烁 红色/绿色	故障已解决, 等待重新集成

1oo2 输入通道的通道 LED 指示灯

表格 6-5 1oo2 输入通道的通道 LED 指示灯的含义

主要输入 LED	次要输入 LED	含义
□ 熄灭	□ 熄灭	过程信号 = 0 (等效)
■ 绿色点亮	■ 绿色点亮	过程信号 = 1 (等效)
□ 熄灭	■ 绿色点亮	过程信号 = 0 (非等效)
■ 绿色点亮	□ 熄灭	过程信号 = 1 (非等效)
■ 亮红色	■ 亮红色	通道故障或影响通道的模块故障
⏏ 交替闪烁 红色/绿色	⏏ 交替闪烁 红色/绿色	故障已解决, 等待重新集成

输出通道的通道 LED 指示灯

表格 6-6 输出通道的通道 LED 指示灯的含义

输出 LED 指示灯	含义
□ 熄灭	过程信号 = 0 或通道已禁用
■ 绿色点亮	过程信号 = 1
■ 亮红色	通道故障或影响通道的模块故障
⏏ 交替闪烁 红色/绿色	故障已解决, 等待重新集成

6.5 故障类型、原因和纠正措施

下表“故障类型、原因和纠正措施”列出了 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的消息。这些消息显示在 TIA Portal 中的“在线和诊断 > 诊断 > 诊断缓冲区”(Online & diagnostics > Diagnostics > Diagnostic buffer) 下。当突出显示诊断缓冲区中的单个文本行时，将显示该文本项的事件 ID，以及生成消息的模块标识和位置。可能需要展开窗口以查看所有信息。

表格 6-7 故障类型、原因和纠正措施

事件 ID	诊断消息	F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块	说明	可能的原因	纠正措施 ¹
16x0001	短路	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出	在 P 端子或 M 端子处于非预期电位的位置检测到通道问题	<ul style="list-style-type: none"> 输出短路 不同信号的通道之间短路 输出过载 组态的“接通测试的最大回读时间”值过小 输出到 M 短路 输出驱动器有故障 	<ul style="list-style-type: none"> 消除短路 消除过载 允许的情况下，增加“接通测试的最大回读时间” 更换故障安全模块
16x0005	过热	模块	<ul style="list-style-type: none"> 微控制器过热 I/O 过热 	由于模块箱内的温度超出上限值而关闭	检查环境温度。消除故障后，关闭电源后再接通
16x0006	断线	模块	断线故障。当以下各项均为真时，模块可检测断线： <ul style="list-style-type: none"> 通道使用 PM 负载进行接线 PV=0 已启用断线诊断 	输出已激活： <ul style="list-style-type: none"> 没有负载连接到 PM 输出 在输出应用模式 2 下连接输出 检测到的负载过小 	<ul style="list-style-type: none"> 改变输出负载特性 取消激活未使用的通道 禁用故障通道的断线诊断
16x0009	硬件版本不匹配	模块	<ul style="list-style-type: none"> 模块检测到硬件不匹配 DIAG LED 呈红色闪烁 		更换模块
16x0010	参数化故障（无效参数）	模块	模块接收到新参数后，将检查是否存在参数故障。检测到无效参数后，模块将保持已组态状态并向故障安全 CPU 发出拒绝故障参数的信号。模块 LED 会立即指示此故障。	<ul style="list-style-type: none"> i-参数 CRC 错误 i-参数无效（例如：选项无效、参数超出范围、不支持所选功能和保留字段的值错误） 由 PROFIsafe 驱动程序检测的所有 PROFIsafe 参数化问题 	纠正参数分配

6.5 故障类型、原因和纠正措施

事件 ID	诊断消息	F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块	说明	可能的原因	纠正措施 ¹
	参数化故障 (地址分配故障)	模块	<ul style="list-style-type: none"> 检测到指示硬件故障的地址分配故障后, 模块将进入严重错误状态。 如果 F 参数提供的地址验证信息不同于先前分配给模块的地址验证信息, 则模块将执行此故障响应 	<ul style="list-style-type: none"> 指示将不正确的 F 地址分配给了一个或多个模块 缺失 E 型插头 	<ul style="list-style-type: none"> 重新插入 E 型插头 使用 STEP 7 (TIA Portal) 重新分配 PROFIsafe F 地址 更换 E 型插头
16x0040	安全目标地址不匹配 (F_Dest_Add)	模块	PROFIsafe 驱动程序检测到目标地址不匹配。在接收新参数后进行检查。	<ul style="list-style-type: none"> 使用其他插头更换了 E 型插头 E 型插头故障 作为硬件配置的一部分, 下载了错误的 F 源地址 	<ul style="list-style-type: none"> 使用 STEP 7 (TIA Portal) 重新分配 PROFIsafe F 地址 更换 E 型插头 更正硬件配置中的 F 目标地址并重新下载
16x0041	安全目标地址无效 (F_Dest_Add)	模块	PROFIsafe 驱动程序检测到无效的目标地址。在接收新参数后进行检查。	<ul style="list-style-type: none"> 使用其他插头更换了 E 型插头 E 型插头故障 	<ul style="list-style-type: none"> 使用 STEP 7 (TIA Portal) 重新分配 PROFIsafe F 地址 更换 E 型插头
16x0042	安全源地址无效 (F_Source_Add)	模块	PROFIsafe 驱动程序检测到源地址不匹配或无效源地址。在接收新参数后进行检查。	<ul style="list-style-type: none"> 使用其他插头更换了 E 型插头 E 型插头故障 作为硬件配置的一部分, 下载了错误的 F 源地址 	<ul style="list-style-type: none"> 使用 STEP 7 (TIA Portal) 重新分配 PROFIsafe F 地址 更换 E 型插头 更正硬件配置中的 F 源地址并重新下载
16x004B	iParameters 不一致 (iParCRC 错误)	模块	F 模块的固件检测到 CRC 错误。	<ul style="list-style-type: none"> F-CPU 与 F 模块之间的通信中断 出现了超高电磁干扰 	<ul style="list-style-type: none"> 检查 F 模块与 F-CPU 间的 PROFINET 通信 消除电磁干扰 关闭和接通站的电源 使用 STEP 7 (TIA Portal) 重新分配 PROFIsafe F 地址
16x004D	PROFIsafe 通信错误 (CRC)	模块	数据消息帧中的传输错误: 数据不一致 (CRC (循环冗余校验) 错误)。在接收新输出电报后进行检查。	故障安全 CPU 和故障安全模块之间发生通信干扰 (例如, 由于电磁干扰超出限值或发生状态监视错误)	<ul style="list-style-type: none"> 检查通信连接 消除干扰

事件 ID	诊断消息	F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块	说明	可能的原因	纠正措施 ¹
16x004E	PROFIsafe 通信故障 (超时)	模块	超出了数据消息帧的监视时间 (超时)。在接收新输出电报后进行检查。	超出了 F 监视时间。传输错误：超时 (超出看门狗时间 1 或 2)	<ul style="list-style-type: none"> 调整 F 监视时间 检查安全程序和所有其它 CPU 活动是否过度执行或有过多要求： <ul style="list-style-type: none"> 中断 以太网通信 OB 调度冲突 长程序路径
16x004F	通道故障确认	模块	组态为手动确认的通道已准备好重新集成	需要手动确认	手动确认通道故障的纠正结果，以便可以重新集成
16x0100	模块故障	模块	严重内部错误	故障安全模块有故障	更换故障安全模块
16x0103	已触发看门狗	模块	模块通信处理器中的看门狗定时器超时	故障安全模块有故障	更换故障安全模块
16x0105	对 L+ 短路	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出	输出对 P 短路。故障安全模块检测到 P 端子意外处于 L+ 电位的通道问题。	<ul style="list-style-type: none"> 对 L+ 短路 不同信号的通道之间短路 输出驱动器有故障 组态的“最大回读时间”值过小 	<ul style="list-style-type: none"> 消除短路 增加回读时间 更换故障安全模块
16x0106	接地短路	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出	故障安全模块检测到 M 开关输出端子意外处于 M 电位的通道问题	<ul style="list-style-type: none"> 输出到 M 短路、输出对地短路或输出到其它通道短路 输出驱动器有故障 组态的“最大回读时间”值过小 	<ul style="list-style-type: none"> 消除短路 增加回读时间 更换故障安全模块
16x011B	当前固件无效/不一致	模块	总线 ASIC 固件和故障安全控制器固件不一致。	使用不适合该模块的更新文件 (错误的订货号或硬件版本) 执行了固件更新操作	<ul style="list-style-type: none"> 应通过适当的更新文件重新进行固件更新操作 更换故障安全模块
16x013E	诊断事件队列上溢	模块	发生了诊断事件队列上溢。由于缓冲区已满，新发生的诊断事件无法进入队列以传输到 CPU。	如果通道错误发生和消失速度很快 (如误差错误)，则可能会发生这种情况	检查诊断缓冲区以查看发生了什么错误，然后解决该错误
16x0300	偏差故障，通道状态 0/0	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	外部偏差故障：采用 1oo2 非对等组态的通道状态 0/0	<ul style="list-style-type: none"> 过程信号出错，传感器可能发生故障 组态的误差时间过短 	<ul style="list-style-type: none"> 检查过程信号，如有必要，更换传感器
16x0301	偏差故障，通道状态 0/1	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	外部偏差故障：采用 1oo2 对等组态的通道状态 0/1	<ul style="list-style-type: none"> 短路 传感器机械激活或 	<ul style="list-style-type: none"> 检查组态的误差时间 检查接线

6.5 故障类型、原因和纠正措施

事件 ID	诊断消息	F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块	说明	可能的原因	纠正措施 ¹
16x0302	偏差故障, 通道状态 1/0	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	外部偏差故障: 采用 1oo2 对等组态的通道状态 1/0	对准超出公差范围	<ul style="list-style-type: none"> 检查两个传感器是否已安装并对准, 以便可以同时激活
16x0303	偏差故障, 通道状态 1/1	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	外部偏差故障: 采用 1oo2 非对等组态的通道状态 1/1		
16x0306	内部传感器电源对 P 短路	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	模块提供的传感器电源电压对 P 短路	<ul style="list-style-type: none"> 传感器电源对 P 短路 组态的短路测试持续时间太短 传感器电源有故障 	<ul style="list-style-type: none"> 消除短路 增加短路测试持续时间 更换故障安全模块
16x0307	过载或内部传感器电源接地短路	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	内部传感器电源电压对 M 断路、接地短路或传感器电源负载过大	<ul style="list-style-type: none"> 短路 传感器电源负载过大 传感器电源有故障 	<ul style="list-style-type: none"> 消除短路 减小传感器电源负载 更换故障安全模块
16x030D	F 地址存储器不可访问	模块	无法访问存储 F 地址的存储器	<ul style="list-style-type: none"> E 型插头缺失 E 型插头故障 	<ul style="list-style-type: none"> 将 E 型插头安装到模块的 X40。 更换故障的 E 型插头
16x030E	无可用的有效 F 地址	模块	故障安全地址无效 (F 地址和 CRC 不一致)	<ul style="list-style-type: none"> 未为 E 型插头分配 PROFI-safe 地址 E 型插头故障 	<ul style="list-style-type: none"> 分配 PROFI-safe 地址 更换 E 型插头
16x0311	频率过高	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出	切换频率超出限制; 回读不及时	安全程序的过程值变化过快, 模块无法响应	更改安全程序逻辑, 以确保两次输出更改之间的时间间隔更长
16x0312	温度过低	模块	<ul style="list-style-type: none"> 微控制器温度过低 I/O 温度过低 	由于模块箱内的温度低于下限值而关闭	<ul style="list-style-type: none"> 检查环境温度 消除故障后, 关闭电源后再接通
16x0313	输入电路中发生故障	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	读取电路/测试电路中的内部故障	<ul style="list-style-type: none"> 模块数字量输入在输入的位模式测试期间检测到故障 EMI 或模块硬件故障 	<ul style="list-style-type: none"> 如果是间歇性故障, 则可能是干扰所致, 排除干扰 如果是持续性故障, 或在排除干扰后再次出现, 则更换故障安全模块

事件 ID	诊断消息	F-DI 4/F-DQ 2 故障安全 模块	说明	可能的原因	纠正措施 ¹
16x031C	输入对 P 短路	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入	输入对 P 短路故障	<ul style="list-style-type: none"> 外部接线或传感器输入信号到 L+ 短路 为内部传感器电源组态的输入（启用了短路检测）连接到了外部 L+ 输入故障 	<ul style="list-style-type: none"> 检查/纠正外部短路 按照组态进行接线 更换故障安全模块
16x031E	回读故障	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出	模块检测到未达到预期端子电压的通道问题	<ul style="list-style-type: none"> 组态的“最大回读时间”或“接通测试的最大回读时间”值过小 输出开关故障 	<ul style="list-style-type: none"> 增加回读时间 如果输出未响应，则更换故障安全模块
16x0320	过载	F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出	输出驱动器的过载情况导致通道钝化	输出过载	消除过载故障
16x0321	电源或负载电压过高	模块	超出了电源电压 (1L+) 或负载电压 (2L+) 最大值	电源或负载电压设置过高	调整电源或负载电压
16x0322	电源或负载电压过低	模块	超出了电源电压 (1L+) 或负载电压 (2L+) 最小值	电源或负载电压设置过低	调整电源或负载电压

¹ 排除故障后，将故障安全模块从钝化状态重新集成到安全程序中（恢复到正常状态）。

电磁干扰和诊断报告

电磁干扰可能导致通信错误、干扰外部和内部信号测量以及引起处理错误。如果错误报告与可识别的设备故障、接线问题、编程或组态错误无明显关系，请考虑电磁干扰的来源以及可能在安装中引入电磁干扰的安装和接线问题。典型的问题来源包括对感性负载的抑制能力差，以及由于过多的负载浪涌电流而导致电压骤降。

7.1 规范

6ES7146-5FF00-0BA0	
常规信息	
产品型号名称	F-DI 4+F-DQ 2x24VDC/2A, 4xM12
硬件功能状态	FS01
固件版本	V1.0.x
产品功能	
I&M 数据	√; I&M0 到 I&M3
工程组态方式	
STEP 7 TIA Portal 可组态/可集成的版本及更高版本	Step 7 V17 或更高版本
操作模式	
DI	是
DQ	是
电源电压	
负载电压 1L+	
额定电压 (DC)	24 V
允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
反极性保护	是, 防止毁坏
负载电压 2L+	
额定电压 (DC)	24 V
允许范围, 下限 (DC)	20.4 V
允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
反极性保护	是; 防止毁坏; 输出极性相反, M 开关和 2L+ 之间连接的负载将导通
输入电流	
电流损耗 (额定值)	55 mA (1L+)/40 mA (2L+); 无负载
来自负载电压 1L+ (不可切换电压)	4 A; 最大值
来自负载电压 2L+, 最大值	4 A; 最大值
编码器电源	
输出数目	2
24 V 编码器电源	
短路保护	是; 每个负载电压, 电子装置 (响应阈值 0.7 A 到 1.7 A)
最大输出电流	1 A; 所有编码器的总电流, 每个负载电压最大值 0.5 A; 最大压降为 2.0 V
功率损耗	
典型功率损耗	4.7 W
数字量输入	

6ES7146-5FF00-0BA0	
数字量输入的数量	4
输入特性符合 IEC 61131	类型 1
可同时控制的输入数目	
所有安装位置	
最高 55 °C, 最大值	4
输入电压	
额定电压 (DC)	24 V
信号为“0”时	-30 至 +5 V
信号为“1”时	+15 至 +30 V
输入电流	
信号为“1”时的典型值	4.85 mA
输入延时 (在输入额定电压时)	
标准输入	
是否可设置参数	是
“0”到“1”时的最小值	0.8 ms
“0”到“1”时的最大值	12.8 ms
“1”到“0”时的最小值	0.8 ms
“1”到“0”时的最大值	12.8 ms
电缆长度	
最大非屏蔽电缆长度	30 m
数字量输出	
数字量输出的数量	2
每组个数	2
短路保护	是；每个通道，电子装置
典型响应阈值	10 A；在 M 开关处测量，P 开关阈值较高
开路检测	是；每个通道，仅在输出关闭时检测
过载保护	是
典型响应阈值	3.4 A；在 P 开关处测量
感性关闭电压的限制	P 开关：-26 V DC 相对于 2M, M 开关：+48 V DC 相对于 2M
输出的分断能力	
灯负载时的最大值	10 W
负载阻抗范围	
下限	12 Ω
上限	2 kΩ
输出电流	
信号为“1”时的额定值	2 A
信号为“0”时的最大剩余电流	0.5 mA
开关频率	
阻性负载时的最大值	30 Hz
感性负载时的最大值	0.1 Hz
灯负载时的最大值	10 Hz
输出的总电流	
每组电流最大值	4 A

6ES7146-5FF00-0BA0	
电缆长度	
最大非屏蔽电缆长度	30 m
编码器	
可连接的编码器	
2 线制传感器	不可连接
允许的最大静态电流 (2 线制传感器)	0.5 mA
中断/诊断/状态信息	
可连接替换值	不可连接
报警	
诊断报警	是；参数可设置
诊断	
监视电源电压	是
断路检查	是；关闭时输出
短路检查	是；输入、输出、编码器电源
LED 诊断指示灯	
通道状态指示灯	√；绿色 LED 指示灯
通道诊断	√；红色 LED 指示灯
模块诊断	√；绿色/红色 LED 指示灯
负载电压监控	√；绿色 LED 指示灯
电位分离	
负载电压之间	是
电位分离通道	
通道之间，每组通道数	4 个 DI 通道与 2 个 DQ 通道隔离
通道与背板总线之间	是
通道与电子设备的电源之间	DI 通道未与电源电压 1L+ 隔离，DQ 通道与电源电压 1L+ 隔离
绝缘	
绝缘测试	707 V DC (型式测试)
防护等级和类别	
IP 防护等级	IP65/67
标准、许可和认证	
安全模式下可实现的最高安全级别	
性能等级符合 ISO 13849-1	PLd (DI 单通道)，PLe (DI 双通道、DQ)
安全类别符合 ISO 13849-1	类别3 (DI 单通道)，类别4 (DI 双通道、DQ)
SIL 符合 IEC 61508	SIL 2 (DI 单通道)，SIL 3 (DI 双通道、DQ)
故障发生率 (使用寿命为 20 年且维修时间为 100 小时)	
低要求模式：PFDavg 符合 SIL2	< 1.0E-03 DI 单通道；< 禁用关断测试的 1.0E-03 DQ
低要求模式：PFDavg 符合 SIL3	< 1.0E-05 DI 双通道；< 启用关断测试的 2.0E-05 DQ
高要求/连续模式：PFH 符合 SIL2	< 1.0E-08 1/h DI 单通道；< 禁用关断测试的 1.0E-07 1/h DQ
高要求/连续模式：PFH 符合 SIL3	< 1.0E-09 1/h DI 双通道；< 启用关断测试的 1.0E-08 1/h DQ
环境条件	

6ES7146-5FF00-0BA0	
操作时的环境温度	
最小值	-30 °C
最大值	55 °C
连接方法	
输入和输出的电气连接设计	M12, 5 针
电源电压的电气连接设计	M8, 4 针
ET 连接	
ET 连接	M8, 4 针, 屏蔽
尺寸	
宽度	45 mm
高度	159 mm
厚度	40 mm
重量	
约重	220 g

尺寸图

A.1 尺寸图

下图显示了 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的尺寸图（正视图和侧视图）。所有尺寸的单位均为 mm

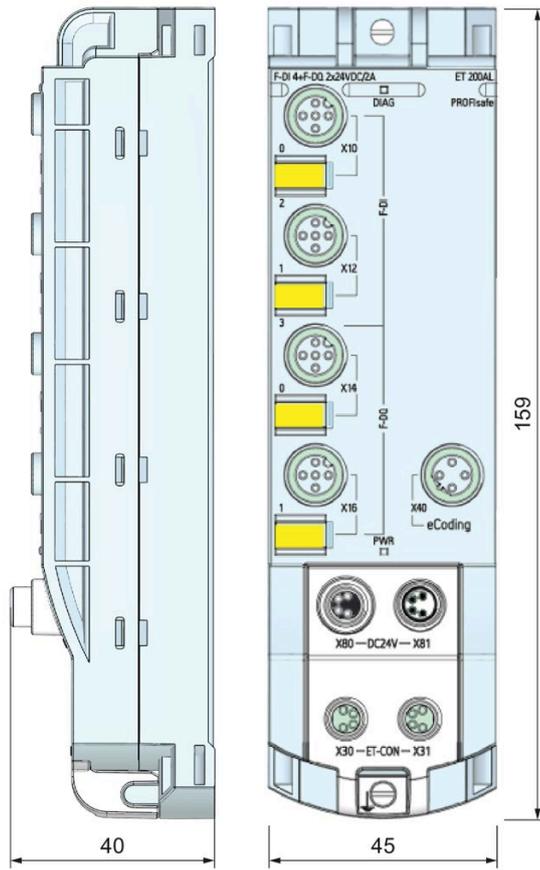


图 A-1 尺寸图

响应时间

B.1 最大响应时间

本节将介绍 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的响应时间。该响应时间包含在计算得出的 F 系统响应时间内。

故障安全数字量输出响应时间的定义

响应时间是指从安全消息帧自 ET-Connection 进入开始到数字量输出处发生信号变化为止所经历的时间。

计算所需时间

最长周期时间 : $T_{\text{cycle}} = 23 \text{ ms}$

最大确认时间（设备确认时间） : $T_{\text{dat}} = 18 \text{ ms}$

可在 STEP 7 中分配“最大回读时间”(Maximum readback time) 和“接通测试的最大回读时间”(Maximum readback time switch on test) 设置。

计算系统的最大响应时间

您可以使用“SIMATIC STEP 7 Safety Advanced : F-执行时间、F-运行时间、F-监视和响应时间 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49368678/133100>)”Excel 文件 (RT_calculator)

计算最大系统响应时间。使用已组态的各个故障安全模块时间参数和附录中的模块特性参数确定系统的最大响应时间。

含数据传输延迟

上文给出的 T_{cycle} 参数值包括故障安全模块在与 PLC I/O 总线交互时获取和发送 PROFIsafe 消息的时间。安全故障 CPU 中安全 FB 的执行时间包括 PROFIsafe 消息在安全故障模块位置和安全故障 CPU 之间移动的物理传输延时时间。没有可以包含在计算中的单独传输延迟参数。

B.2 F-DI 4/F-DQ 2 数字量输入的响应时间参数

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块数字量输入的设备确认最大响应时间

1oo1 评估 :

$$T_{\text{WCDT}_j} = T_{\text{filter}} + T_{\text{sct}} + 2 \times T_{\text{cycle}}$$

$$T_{\text{OFDT}_j} = T_{\text{WCDT}_j} + T_{\text{scf}}$$

B.3 F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出的响应时间参数

1oo2 评估：

$$T_{WCDT_i} = T_{filter} + T_{sct} + 2 \times T_{cycle}$$

$$T_{OFDT_i} = T_{WCDT_i} + \text{MAX}(T_{scf}, T_{dis})$$

其中：

T_{cycle}	故障安全模块的内部循环时间
T_{dis}	<p>误差时间：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1oo2 通道已组态的“误差时间”从“0”变为“1” 1oo2 通道已组态的“误差时间”从“1”变为“0”，并且为误差行为组态“提供上一个有效值”选项 1oo2 通道的“0”从“1”变为“0”，并且为误差行为组态“提供值 0”选项 <p>应该在外部传感器延迟中包括传感器输入之间的预期误差时间。组态的 T_{dis} 会作为故障安全模块数字量输入的延时计入 T_{OFDT_i}，使通道因故障案例差异时间延长而钝化。</p> <p>该参数可以在 RT_calculator 中单独列出。如果将 T_{dis} 作为单独的项目输入，则不要在输入 RT_calculator 的 T_{OFDT_i} 值中包含 T_{dis}。</p>
T_{filter}	通道已组态的“输入滤波器”时间
T_{OFDT_i}	一个故障延时时间：故障安全模块的数字量输入将通道报告为钝化的最大响应时间
T_{scf}	<p>短路故障持续时间的延时：</p> <ul style="list-style-type: none"> 在高要求或持续模式下运行并且根据短路测试达到所需的完整性安全等级时，组态的“短路测试间隔” 如果未根据短路测试进行组态以达到所需的完整性安全等级，则为“0”
T_{sct}	<p>短路测试持续时间的延时：</p> <ul style="list-style-type: none"> 如果未组态短路测试，则为“0” 1oo2 通道的“0”从“1”变为“0”，并且为误差行为组态“提供值 0”选项 如果组态了短路测试，则为“短路测试的持续时间”+“输入滤波器”的时间 <p>(确认：如果组态了短路测试，则在“T_{WCDT_i}”的方程式中，“输入滤波器”可能出现两次。)</p>
T_{WCDT_i}	最差情况下的延迟时间：从数字量输入的信号跳变到故障安全 CPU 的请求的安全消息帧可靠工作之间的最大响应时间

术语“故障安全模块的最大响应时间”的“2 x T_{cycle} ”允许其它输入延时在循环刚刚开始时结束。故障安全模块的数字量输入将在下一个循环中处理并报告发生变更的输入数据。

B.3 F-DI 4/F-DQ 2 数字量输出的响应时间参数

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块数字量输出的最大响应时间

$$T_{WCDT_q} = T_{rb} + \text{MAX}(T_{rb}, T_{rb_swon}) + 2 \times T_{cycle}$$

$$T_{OFDT_q} = T_{WCDT_q}$$

如果禁用关断测试，相应输出处的过程值从“1”变为“0”时才能检测到通道故障。如果禁用关断测试并且给定通道的过程值为“1”，则相应的输出开关不会受到各种安全措施的控制。

其中：

T _{cycle}	故障安全模块的内部循环时间
T _{OFDT_q}	一个故障延时时间：模块数字量输出在检测到通道或模块故障时切断输出的最大响应时间
T _{rb}	为通道组态的“最大值回读时间”
T _{rb_swon}	为通道组态的“最大值回读时间接通测试”
T _{wCDT_q}	最差情况下的延迟时间：故障安全模块的数字量输出 DC 从收到来自故障安全 CPU 中安全程序的安全消息帧到数字量输出发生信号跳变的最大响应时间

术语“ $2 \times T_{\text{cycle}}$ ”允许在循环刚刚开始后将新过程值从故障安全 CPU 发送出去。故障安全模块的数字量输出处理变更后的输出请求并将新数据应用于下一个循环的输出切换。

在安全故障模块的数字量输出命令输出切换变更后，负载上的实际电压可能会在已组态回读时间结束后才能实现。如果正在进行位模式测试，则在适用的回读时间结束后才会将新的过程值应用于切换。

F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块数字量输出的允许最大关闭时间

故障安全模块的数字量输出预计会首先完成并确认所有的 ON 到 OFF 跳变，然后再接收从 OFF 跳变至 ON 的新命令。若过程值“0”存在的时间短于 T_{wCDT_q}，会导致通道钝化。

负载切换

C.1 连接容性负载

如果 F-DI 4/F-DQ 2

故障安全模块与需要低电流且带有电容的负载进行互连，则可能导致检测到短路或过载。原因：
：在位模式测试组态的回读时间内，电容可能无法完全放电。

负载电容可以延迟电压响应，F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块数字量输出的 P 开关和 M 开关可以反映出来。对于 P 和 M 之间电容为 C 且并联负载电阻为 R 的容性负载，“最大回读时间”需要处于 2.0 到 2.5 的负载时间常数 ($R * C$) 范围内。当在位模式测试期间短暂地使通电的负载断电时，这将允许在足够的时间内将明显的电压变化反映出来。如果生成的“最大回读时间”对于应用来说太长，则可以通过在负载两端增加并联电阻来减小该时间常数，从而减小实现的 $R * C$ 时间常数。

或者，也可以在 P 输出端和负载（电容和电阻）之间添加二极管，以便切断输出时，P 输出端电容将不会有电压。通常情况下，带有输入电容并具有反向电压保护的电源会将此二极管内置于电源中。通过已添加的二极管，可以将“最大回读时间”大幅度缩短至电源/电容的保持时间的一部分。“最大回读时间”缩短后，负载可在位模式测试期间正常运行（负载保持接通）。

负载电路与地面、M 和

P 之间的杂散电容会增加“接通测试的最大回读时间”所需的时间。在位模式测试期间，当模块诊断程序“接通”断电负载的 P 或 M 开关时，会将负载两侧向 L+ 或 M 驱动，同时受到杂散电容的限制。这种影响通常很小。

“接通测试的最大回读时间”设置值应足够大，以使负载电路电压产生反应，但又应足够短，以便在负载的一侧错误地接通 P 或 M 开关的情况下，测试相反的开关不会导致负载产生机械反应。

串联电阻低的容性负载（包括带有输入电容的电源）可能具有较大的浪涌电流。如果容性负载较大，则应增加串联电阻以减小浪涌电流，从而降低在正常负载开关开启时，发生熔断器断开或检测到过电流故障的风险。

C.2 感性负载的切换

以下图表显示了只使用 F-DI 4/F-DQ 2

故障安全模块数字量输出的内部抑制电路时所允许的最大感性负载和切换频率。应配备带有外部抑制电路的更大或切换更为频繁的感性负载，避免 F-DI 4/F-DQ 2

故障安全模块数字量输出开关过早出现故障。外部抑制以小于内部抑制阈值的电压传导负载电流，以避免内部抑制过载。

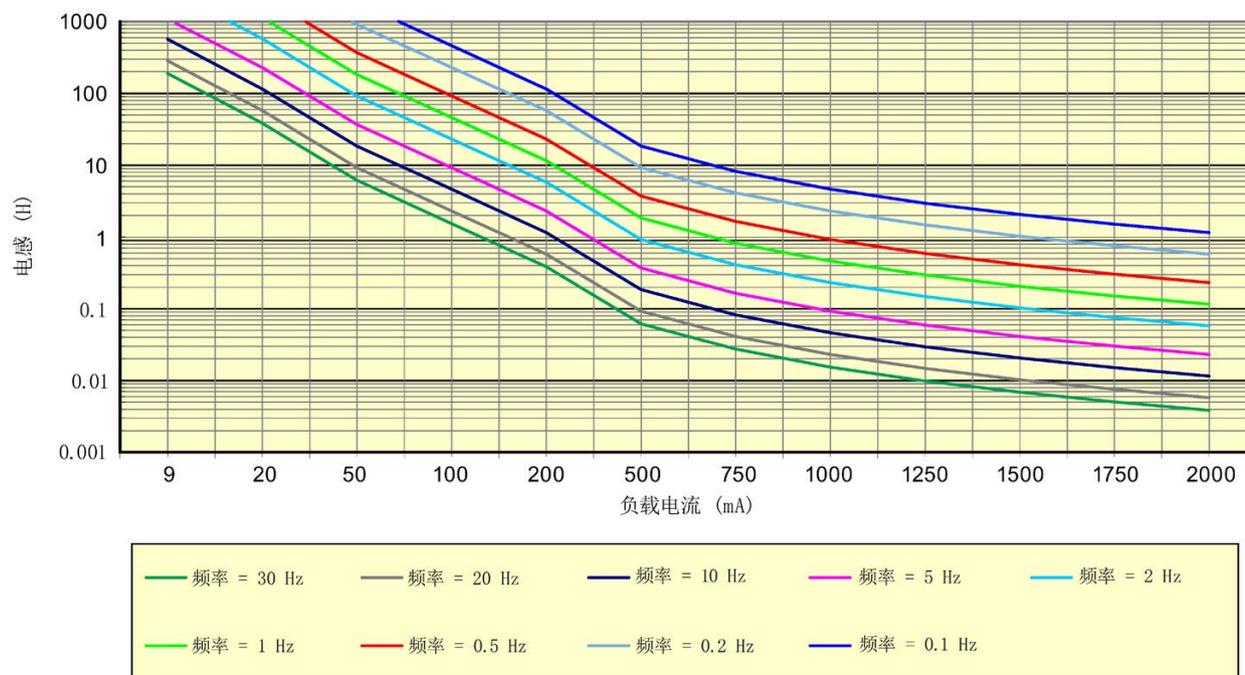


图 C-1 根据负载电流和切换频率，切换 F-DI 4/F-DQ 2 故障安全模块的感性负载



警告

未经抑制的感性负载可能会导致故障。

可能导致以下故障：

- 未经抑制的感性负载可能会导致故障安全模块数字量输出过早出现“始终保持接通”故障。
- 不受抑制的感性负载开关会给 PLC 系统带来 EMI 危险，需要对安全功能进行正确处理。

如果未采取适当的预防措施，可能会造成死亡或严重的人身伤害以及机械和设备损坏。

应使用带有感性负载的抑制器电路，以限制控制输出关闭时的电压上升，并限制切换感性负载时产生的电气噪声。

SIEMENS

SIMATIC

ET200

F-DI 4 + F-DQ 2x24 VDC/2A, 4xM12 的产品信息

产品信息

简介

简介

本产品信息适用范围

本产品信息包含关于《ET 200AL 系统手册》文档的修订和更正。任何不确定之处，以本产品信息中的内容为准。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

对与 S7-300 F-CPU 一起使用的模块循环上电

问题说明

当 ET 200AL F-DI 4 + F-DQ 2 模块与 S7-300 F CPUs (PROFIsafe V2.4) 一起使用时，在某些电源循环情况下，可能会导致模块在错误状态下上电。如果系统在 RUN 状态下工作，并且出现以下两种条件之一，则可能发生此问题：

- 模块单独循环上电
- 模块和接口模块 (IM) 同时循环上电

如果发生问题

请执行下列操作之一以使模块恢复正常运行：

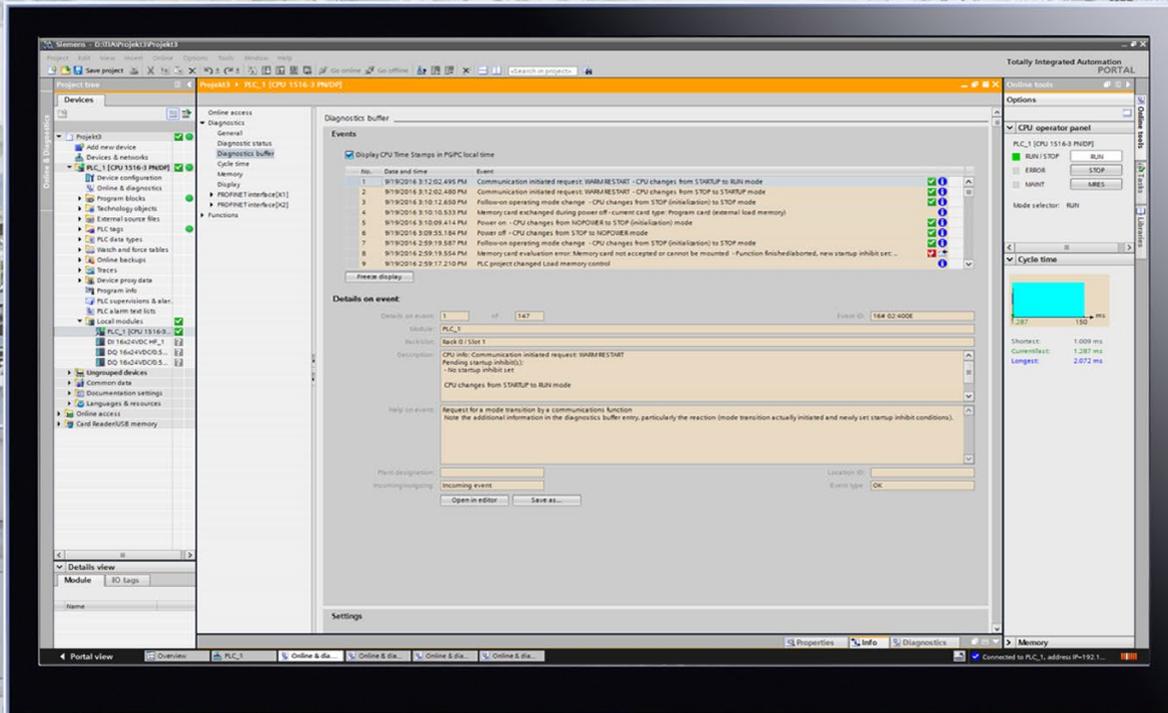
- 单独对 IM 循环上电
- 单独对 CPU 循环上电
- 使用 STEP7 (TIA Portal) 或 Step 7 Classic 将硬件组态下载到 F-CPU 中

避免问题的步骤

通过确保在系统处于 RUN 状态的情况下对模块循环上电，可以避免该问题：

- 在对模块循环上电的同时，也对 CPU 和 IM 循环上电，或者
- 模块完成循环上电后，对 CPU 和/或 IM 单独循环上电

SIEMENS



功能手册

SIMATIC

S7-1500, ET 200MP, ET 200SP,
ET 200AL, ET 200pro

诊断

版本

11/2019

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

S7-1500、ET 200MP、 ET 200SP、ET 200AL、ET 200pro 诊断

功能手册

前言

功能手册文档指南

1

系统诊断的概述

2

快速指南

3

系统诊断的设置和判断

4

通过用户程序进行系统诊断

5

报警

6

S7-1500R/H 冗余系统的诊断

7

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自自带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 © 的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档的用途

本功能手册简要介绍了自动化系统 SIMATIC S7-1500、基于 SIMATIC S7-1500 的 CPU 1513pro-2 PN 和 1516pro-2 PN 以及分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 的诊断功能。

本文档中包含以下内容：

- 举例说明了系统诊断的统一性和一致性
- 简要介绍了建立系统诊断信息的选项

所需基本知识

要理解本功能手册中的内容，需要具备以下知识：

- 自动化技术领域的基本知识
- SIMATIC 工业自动化系统的基本知识
- 操作 STEP 7 和 WinCC 的基本知识
- 应用 Microsoft Windows 操作系统的基本知识

本文档的适用范围

本文档是 S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统以及 CPUs 1513pro-2 PN 和 1516pro-2 PN 所有产品的基本文档，也是这些产品文档的基础。

与 2018 年 10 月版相比，2019 年 11 月版《诊断功能手册》中新增的内容

新增内容		客户收益	信息出处
更改的内容	更新 S7-1500R/H 冗余系统的限制条件	S7-1500R/H 冗余系统中包含各种 SIMATIC S7-1500 自动化系统中的常用功能。	“S7-1500R/H 冗余系统的诊断 (页 100)”部分

与 2016 年 9 月版相比，2018 年 10 月版《诊断功能手册》中新增的内容

新增内容		客户收益	信息出处
新增内容	S7-1500R/H 冗余系统的诊断说明	简要介绍了有关 S7-1500R/H 冗余系统的诊断特性。	“S7-1500R/H 冗余系统的诊断 (页 100)”部分
更改的内容	在功能手册中扩展了 S7-1500R/H 冗余系统的内容	S7-1500R/H 冗余系统中包含各种 SIMATIC S7-1500 自动化系统中的常用功能。	冗余系统 S7-1500R/H 系统手册 https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754833

与 2014 年 6 月版相比，2016 年 9 月版《诊断功能手册》中新增的内容

新增内容		客户收益	信息出处
新增内容	扩展了 Web 服务器的功能	<ul style="list-style-type: none"> • 新增以下信息： <ul style="list-style-type: none"> - 专有技术保护或 PLC 程序防拷贝保护 - 程序/通信负载和循环时间 - F 运行组的 F 集体签名、循环时间和运行时间 (F-CPU) • 通过 Web 服务器监视工艺对象 (TO) 的状态、错误、工艺报警和当前值。 • 通过 Web 服务器读取、查看和保存跟踪数据，清晰了解设备与项目信息。直接进行诊断与维护而无需使用 STEP 7。 • Web 服务器界面可设置 4 种附加语言。 	“通过 Web 服务器查看诊断信息 (页 50)”部分， 《Web 服务器 http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560 》功能手册 《使用跟踪和逻辑分析器功能 https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/64897128 》功能手册
	扩展了不同项目语言的分配	显示设备的用户界面语言中，可为注释和报警文本指定多达 3 种不同的项目语言。	“使用报警编辑器编辑报警 (页 81)”部分

新增内容		客户收益	信息出处
更改的内容	扩展了功能手册的范围，包括 CPU 1516pro-2 PN	SIMATIC S7-1500 CPU 中常见的功能现可支持 CPU 1516pro-2 PN（防护等级 IP65、IP66 和 IP67）。	《CPU 1516pro-2 PN 操作指南 (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109482416)》
	增加了安全事件	介绍了诊断缓冲区内可注册为安全事件的事件类型，并可为这些事件组态组报警。	“CPU 诊断缓冲区 (页 43)”部分
	详细说明了值状态的影响	介绍了影响值状态位的因素，可在组态时加以注意。	“采用过程映像输入进行系统诊断 (页 75)”部分
	增加了组态的程序报警最大限制的注意事项。		“使用指令 “Program_Alarm”创建报警 (页 79)”部分。

约定

STEP 7: 在本文档中，“STEP 7”是指组态与编程软件“STEP 7 V12 (TIA Portal) 及以上版本”。

在本文档中，使用例图对所介绍的设备进行了说明。这些示例图可能与所提供的设备略有不同。

请特别关注以下注意事项：

说明

注意事项中包含有关产品、产品操作或文档中应特别关注部分的重要信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**
提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。
- **应用示例**
提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。
- **服务**
介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。
- **论坛**
提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。
- **我的技术支持**
该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<https://support.industry.siemens.com>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

目录

前言	3
1 功能手册文档指南	10
2 系统诊断的概述	12
2.1 系统诊断的特性	12
2.2 创新型系统诊断的优势	14
3 快速指南	15
3.1 通过 CPU 显示屏	16
3.2 使用 STEP 7	18
4 系统诊断的设置和判断	23
4.1 组态系统诊断的报警	23
4.2 系统诊断的显示方式	25
4.2.1 设备上的诊断信息	26
4.2.1.1 LED 指示灯	26
4.2.1.2 CPU 的显示屏	28
4.2.2 使用 STEP 7 查看诊断信息	30
4.2.2.1 诊断符号说明	30
4.2.2.2 可访问的设备（无需项目）	32
4.2.2.3 设备与网络	34
4.2.2.4 在线与诊断	37
4.2.2.5 巡视窗口中的“诊断”选项卡	40
4.2.2.6 CPU 诊断缓冲区	43
4.2.2.7 “在线工具”任务卡	47
4.2.2.8 在 STEP 7 中组态 I/O 模块的设置	48
4.2.3 通过 Web 服务器查看诊断信息	50
4.2.4 采用 HMI 诊断视图查看诊断信息	61
4.2.4.1 组态系统诊断	62
4.2.4.2 各种 HMI 诊断视图	64
4.2.4.3 插入系统诊断指示器	68
4.2.4.4 将按钮组态为系统诊断指示器	70
5 通过用户程序进行系统诊断	73
5.1 用户程序中的系统诊断选项	73
5.2 采用过程映像输入进行系统诊断	75

6	报警	78
6.1	使用指令“Program_Alarm”创建报警	79
6.2	使用报警编辑器编辑报警	81
6.3	程序报警的显示	84
6.4	使用指令“Get_AlarmState”输出报警状态	85
6.5	程序报警的编程示例	85
6.5.1	任务	85
6.5.2	示例 1: 无相关值的程序报警	86
6.5.3	示例 2: 有相关值的程序报警	91
6.5.4	显示报警	99
7	S7-1500R/H 冗余系统的诊断	100
7.1	“在线和诊断视图”	102
7.2	“在线工具”任务卡	105
7.3	项目树、设备视图和网络视图中的诊断视图	109
7.4	RUN-Redundant 系统状态下的诊断	114
7.5	RUN-Solo 系统状态下的限制条件	120
7.6	通过用户程序进行系统诊断	121
	术语表	122
	索引	126

功能手册文档指南

SIMATIC S7-1500 自动化系统、基于 SIMATIC S7-1500 的 CPU 1516pro-2 PN 和分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 与 ET 200AL 的文档分为 3 个部分。这样，用户可以根据具体需求快速访问自己所需的特定信息。



基本信息

在系统手册和入门指南中，对 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统的组态、安装、接线和调试进行了详细介绍。对于 CPU 1516pro-2 PN，可参见相应的操作说明。STEP 7 在线帮助则为用户提供有关组态和编程方面的技术支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术数据。

常规信息

功能手册中包含有关常规主题的介绍，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器、OPC UA 等等。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742705>) 免费下载。

产品信息数据表中记录了对这些手册的更改和补充。

有关产品信息，敬请访问 Internet:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/68052815>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73021864>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/99494757>)

手册集

手册集中包含系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

可以在 Internet 上找到手册集:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/86140384>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/84133942>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95242965>)

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/sc/ww/zh/sc/2054>)。

系统诊断的概述

2.1 系统诊断的特性

简介

在 SIMATIC 系统中，术语“系统诊断”是指设备和模块诊断。

所有 SIMATIC 产品都集成有诊断功能，用于快速检测系统故障并进行排除故障。这些组件可自动指出操作中可能发生的故障，并提供详细的相关信息。使用工厂级的诊断功能，可将意外停机时间降至最低。

在 SIMATIC 系统中，可对运行中的工厂的以下状态进行监视：

- 设备故障/恢复
- 插入/移除事件
- 模块故障
- I/O 访问错误
- 通道故障
- 参数分配错误
- 外部辅助电源故障

SIMATIC 系统诊断的特性

- 在硬件中，集成为标准功能
- 整个系统范围内，而无任何总线限制
- 自动确定错误源
- 以纯文本格式自动输出错误原因
- 对所有组件进行工厂级诊断
- 归档和记录报警
- 可组态报警

从现场层到管理层一致的诊断

通过各种诊断方式，全方位地显示工厂中所有自动化组件统一一致的维护信息。以统一的形式显示系统工厂范围的系统状态（模块和网络状态、系统错误报警）。

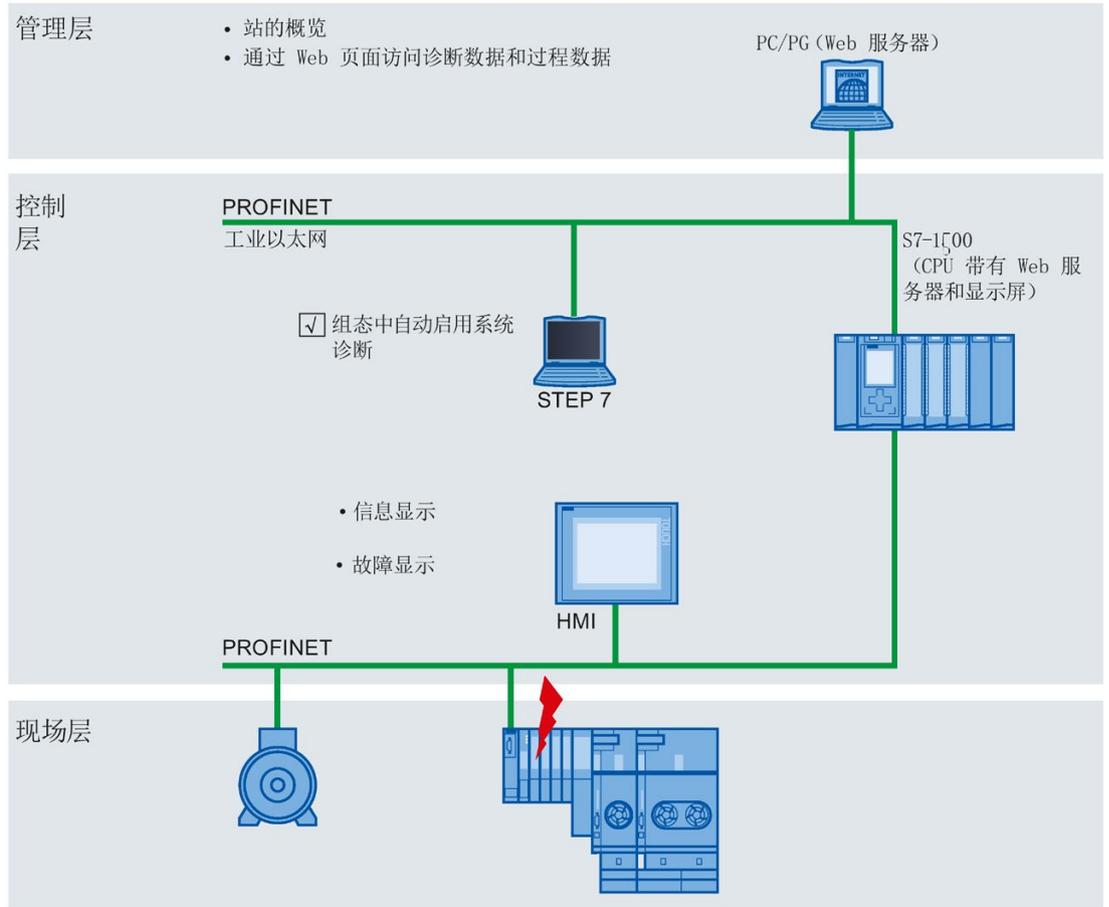


图 2-1 工厂内系统诊断的概述

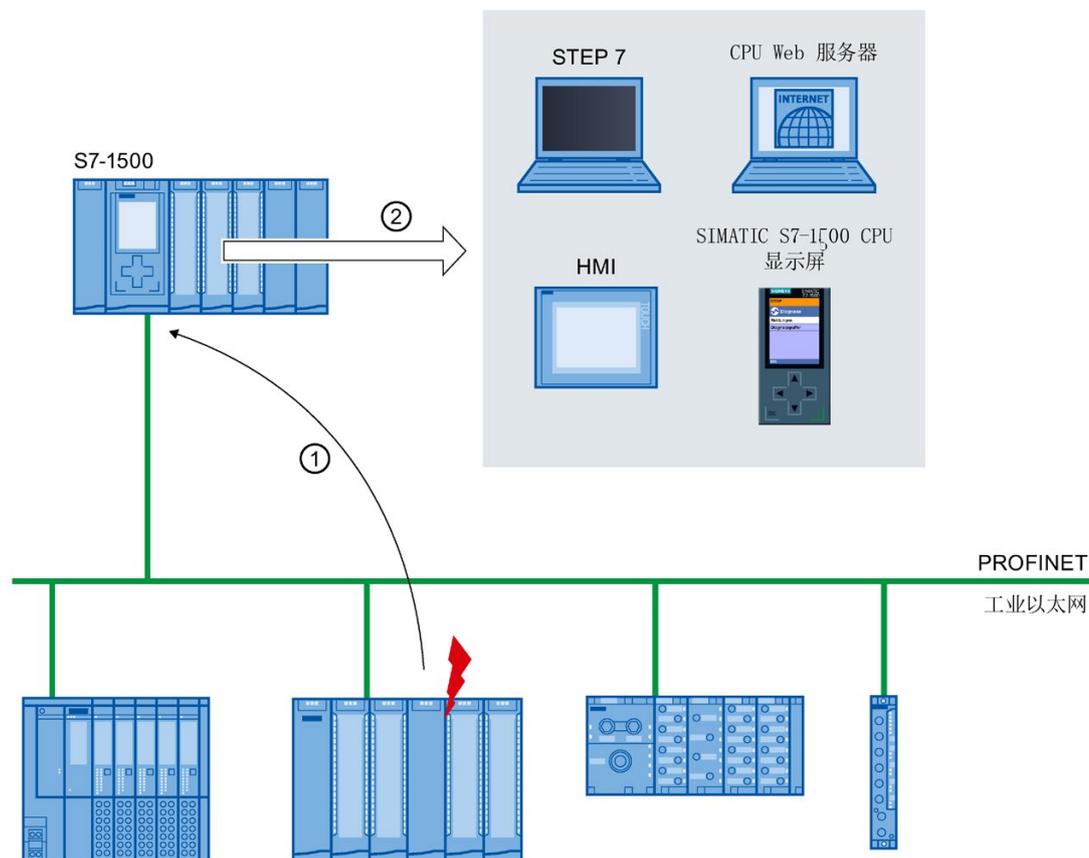
2.2 创新型系统诊断的优势

STOP 模式下也可进行系统诊断

系统诊断功能集成在 CPU 的固件中，可独立于循环用户程序执行。这意味着，在 CPU 处于 STOP 操作模式时也可以执行。即便处于 STOP 模式，也可立即检测到故障并发送到上位 HMI 设备、Web 服务器和 SIMATIC S7-1500 CPU 显示屏中。这样可确保系统诊断与工厂的实际状态始终保持一致。

统一的显示理念

使用一个统一的显示机制，在系统中的所有客户端上显示诊断信息。无论采用何种显示设备，显示的系统诊断信息都相同。



- | 步骤 | 说明 |
|----|-------------------------------|
| ① | 设备检测到一个错误，并将诊断数据发送给指定的 CPU。 |
| ② | CPU 通知所连接的显示设备，并更新所显示的系统诊断信息。 |

图 2-2 系统诊断的顺序

快速指南

简介

在本文档的后续章节中，将介绍进行系统诊断的不同方式。所介绍的诊断方式均可独立地使用。

在本章节中，将简要介绍快速获取初始诊断信息的基本步骤。

说明

SIMATIC 系列设备一般都可进行系统诊断。

3.1 通过 CPU 显示屏

通过 SIMATIC S7-1500 CPU 显示屏，可快速、直接地读取诊断信息。同时还可以通过显示屏中的不同菜单显示状态信息。

要求

- 已创建了一个项目。
- 该项目已经下载到 CPU。

通过 SIMATIC S7-1500 CPU 显示屏确定诊断信息

要通过显示屏读取诊断信息，请按以下步骤操作：

1. 选择显示屏上的“诊断”(Diagnostics) 菜单。
2. 在“诊断”(Diagnostics) 菜单中，选择“诊断缓冲区”(Diagnostics buffer) 命令。



图 3-1 SIMATIC S7-1500 CPU 显示屏

结果

诊断事件将按照发生的顺序显示在诊断缓冲区中。



图 3-2 在 SIMATIC S7-1500 CPU 显示屏中，显示诊断缓冲区

说明

自动更新诊断信息

可通过以下方式设置自动更新诊断信息：“显示 > 诊断信息刷新”(Display > DiagnosticRefresh)。

更多信息

有关报警组态的信息，请参见“组态系统诊断的报警 (页 23)”部分。

3.2 使用 STEP 7

使用 STEP 7，可快速访问详细的诊断信息。

要求

- 已创建了一个项目。
- 该项目已经下载到 CPU。
- 发生了一个错误。
- 编程设备必须能够通过接口连接到 CPU。

使用 STEP 7 确定诊断信息

要通过 STEP 7 确定诊断信息，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中打开相应的项目。
2. 打开 STEP 7 的主视图。
3. 选择“在线与诊断”(Online & Diagnostics) 功能页面。
4. 选择“在线状态”(Online status) 操作。

将打开“选择设备”(Select device) 对话框。该对话框为项目中所组态设备的映像。



图 3-3 在 Portal 视图中选择在线连接的设备

5. 激活待建立在线连接设备的“转至在线”(Go online) 选项按钮。

6. 单击“转至在线”(Go online) 按钮。
7. “转至在线”(Go online) 对话框随即打开。

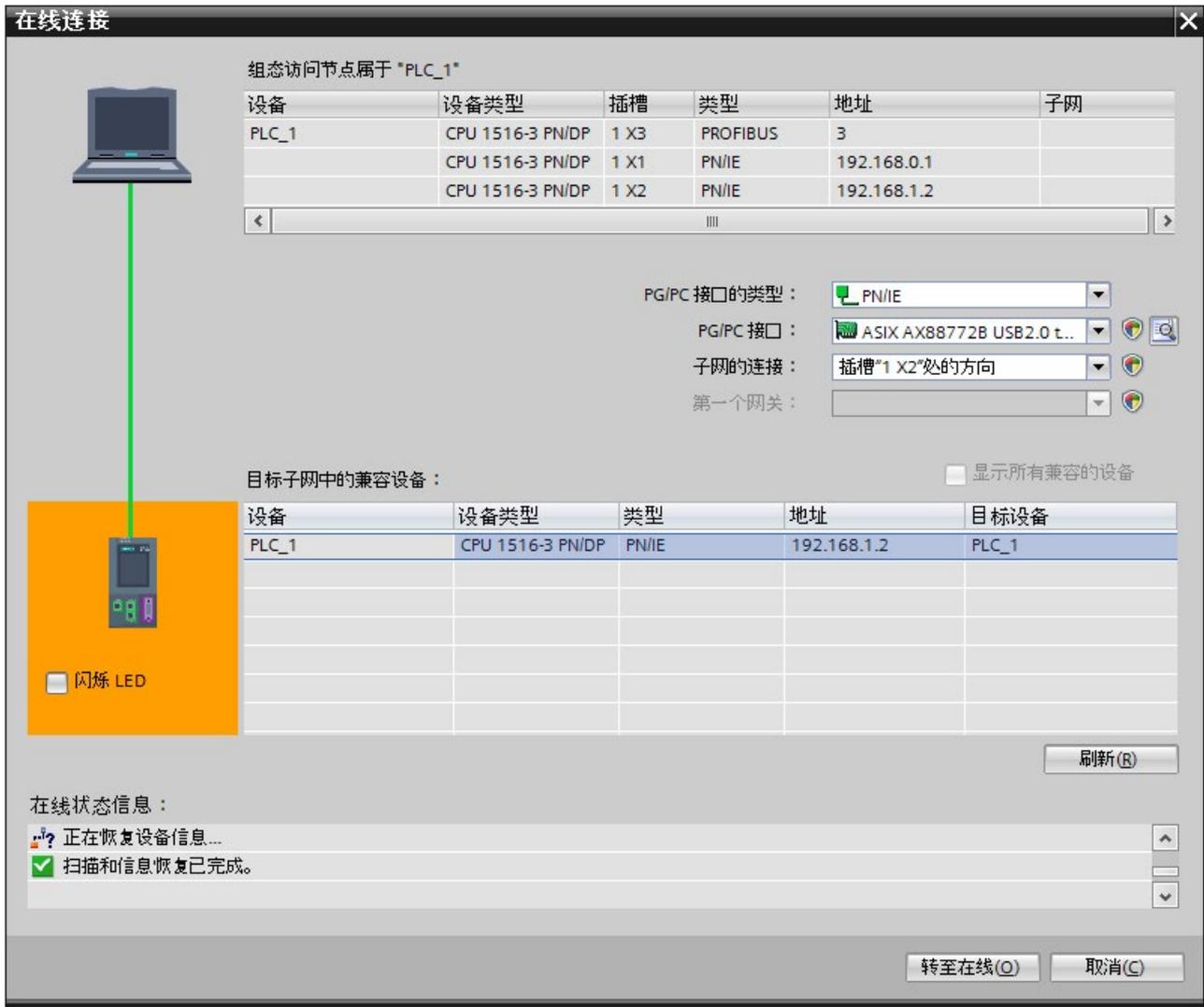


图 3-4 建立在线连接

8. 对接口进行相应设置。

9. 单击“转至在线”(Go online) 按钮。

将打开 STEP 7 的项目视图。网络视图随即在工作区中打开。

通过项目树中的符号，可提供与故障模块有关的初始信息。

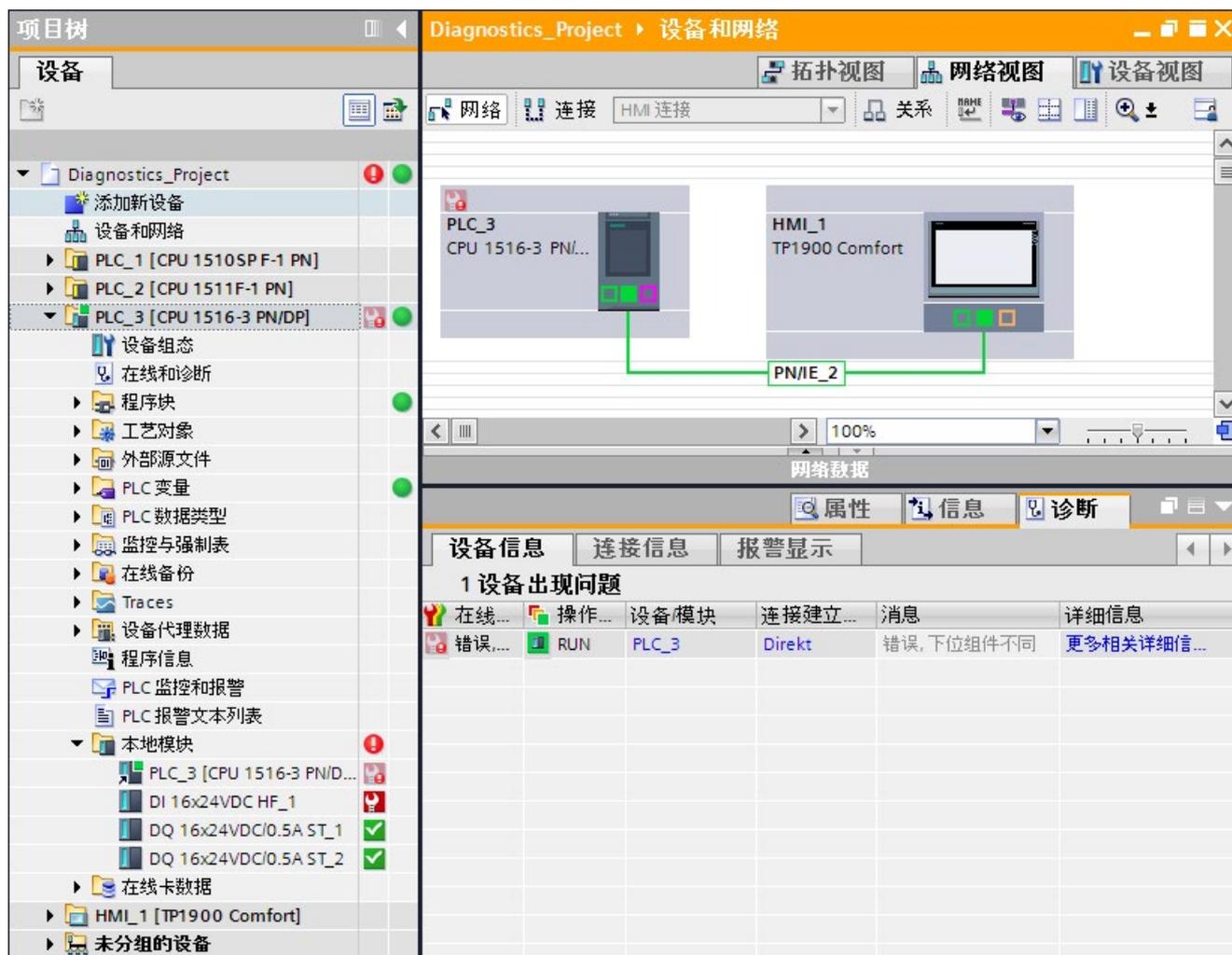


图 3-5 网络视图中的故障显示

10. 双击显示有报警消息的设备，直接访问故障模块，在本示例中为 CPU。

CPU 的设备视图随即在工作区中打开。在该视图中，可以直接查看发生错误的模块。

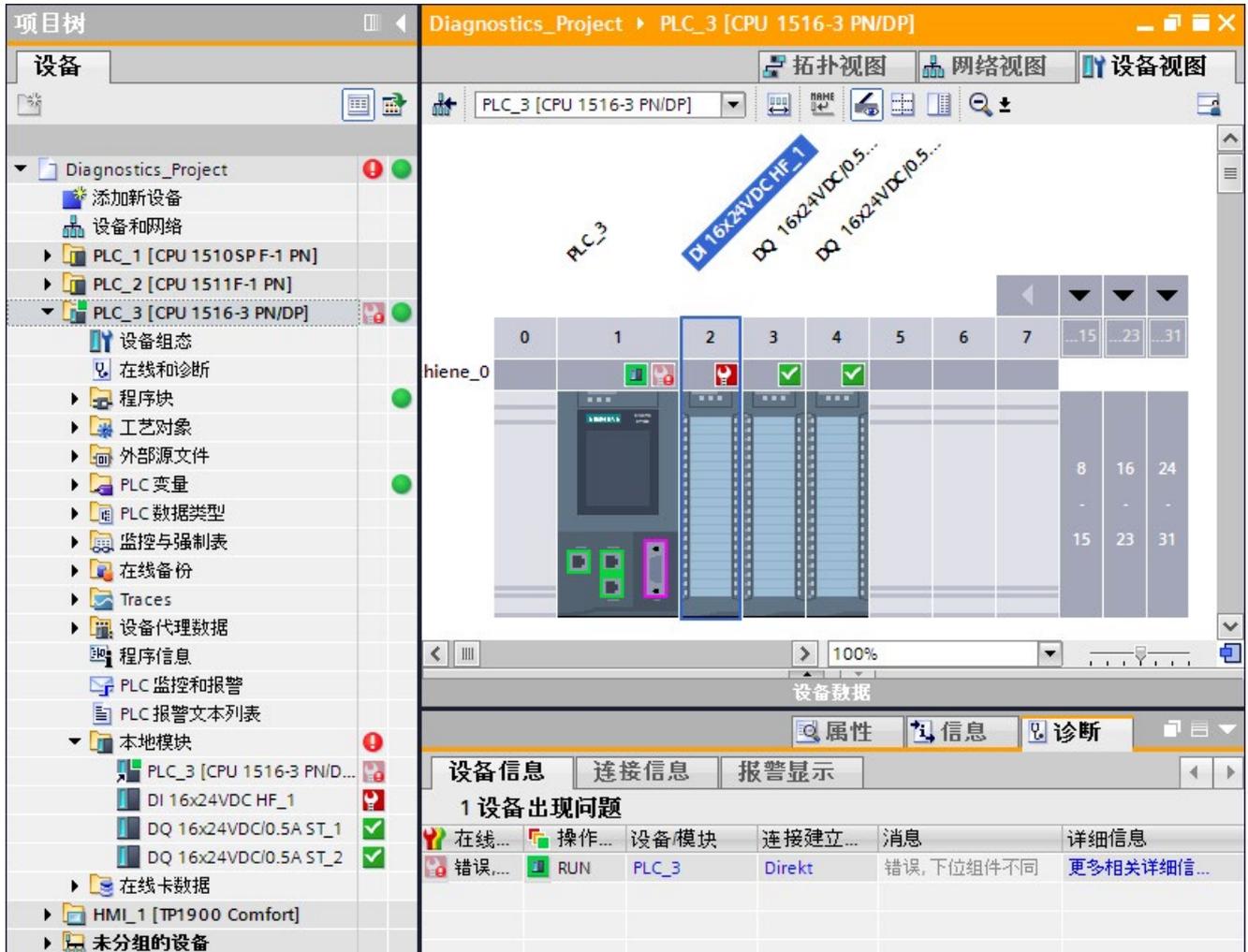


图 3-6 在设备视图中显示故障模块

11. 在巡视窗口中打开“诊断”(Diagnostics) 选项卡和子选项卡“设备信息”(Device information)，查看详细的错误描述信息。

结果

单击“详细信息”(Details) 列表中的链接，可转至设备的在线与诊断视图以及诊断缓冲区。并将按照事件发生的顺序，显示所有诊断事件的详细信息。

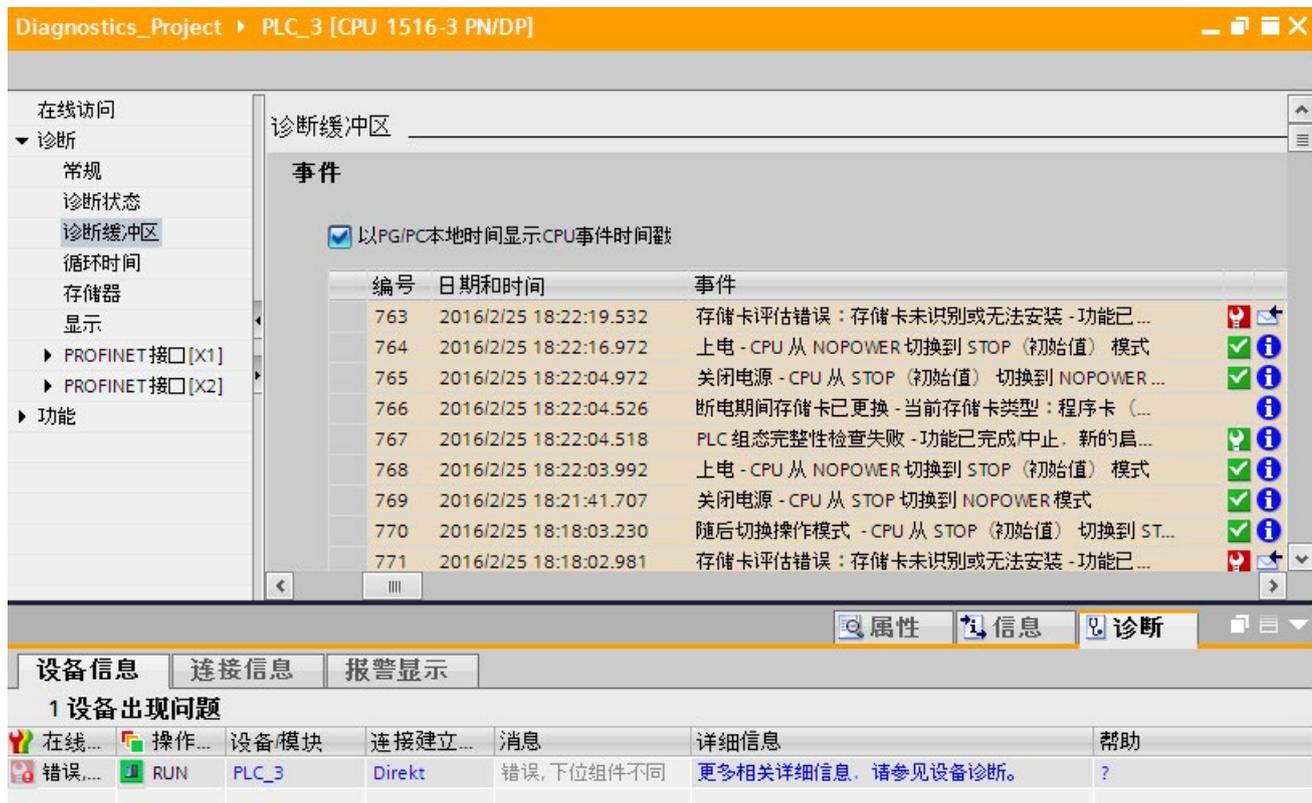


图 3-7 诊断缓冲区，带有详细的错误描述

说明

符号及其含义

有关诊断符号说明 (页 30) 中各个符号的含义，请参见图例和 STEP 7 在线帮助。

系统诊断的设置和判断

简介

SIMATIC 系列设备通常支持系统诊断功能。

在每个 CPU 的属性中，都可以指定是否在显示设备上接收系统诊断的报警信息。报警消息将显示在 SIMATIC S7-1500 CPU 的显示屏、CPU Web 服务器和 HMI 设备中。系统默认启用报警功能。如果不希望在显示设备中接收到系统诊断的报警信息，则可禁用报警发送功能。

4.1 组态系统诊断的报警

在进行系统诊断时，可使用预定义的报警文本。

要求

- STEP 7 已打开。
- 项目已打开。

4.1 组态系统诊断的报警

操作步骤

要在 STEP 7 中设置项目的系统诊断报警，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中打开“公共数据”(Common data) 文件夹。
2. 双击“系统诊断设置”(System diagnostics settings) 条目。

现在，可以进行报警设置。默认情况下，将启用系统诊断功能。SIMATIC S7-1500 产品系列的 CPU 不能禁用系统诊断功能。

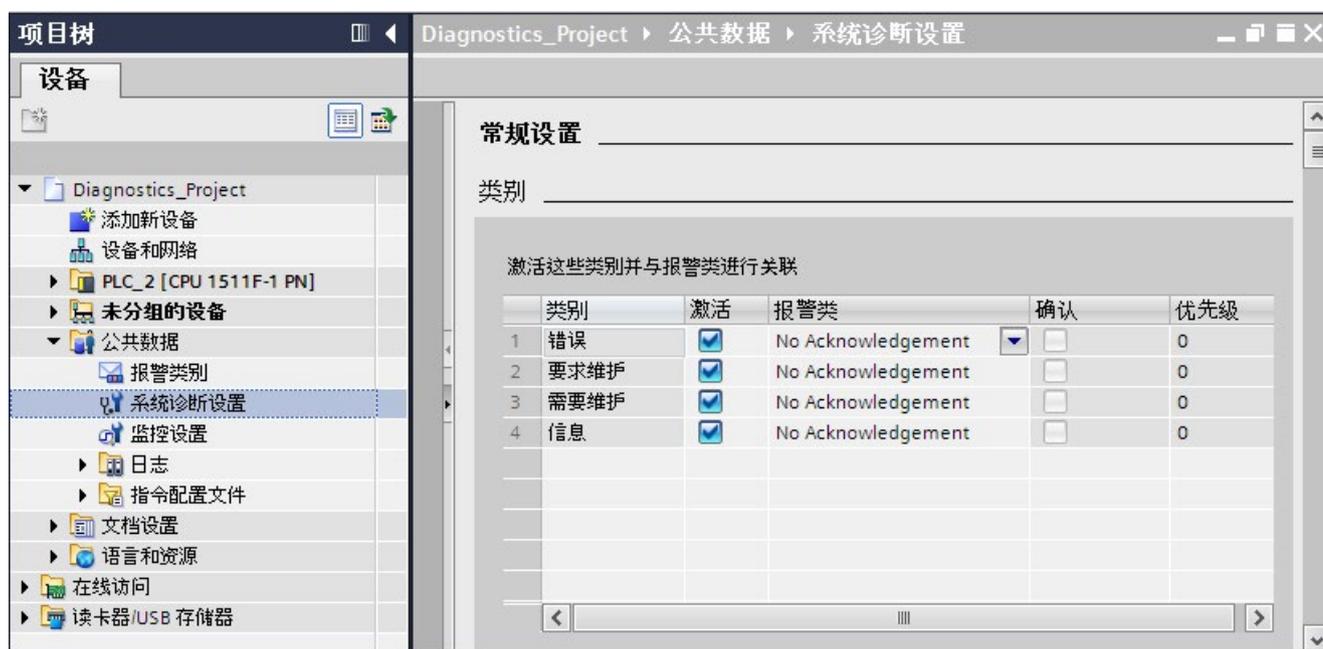


图 4-1 系统诊断和报警设置的属性

3. 在设置中，指定待显示的报警类别以及是否需要进行确认。

系统默认选中“激活”(Activation) 列中的各个复选框。禁用所有复选框时，仍然可以通过“信息报告”(Info Report) 功能更新 HMI 系统诊断视图中的各个状态。

结果

在 STEP 7 中，组态了项目的系统诊断报警。

该设置将与项目一同保存，仅在编译硬件配置并下载到相关组件之后才有效。

与其它事件相同，维护事件（要求维护、需要维护）也将加载 CPU 的报警缓冲区中。

4.2 系统诊断的显示方式

示例

在本章节中，将通过一个诊断示例说明系统诊断的不同显示方式。在本示例中，SIMATIC S7-1500 产品系列的 CPU 通过 PROFINET 连接 ET 200S 分布式 I/O 系统和一个 HMI 精智面板。

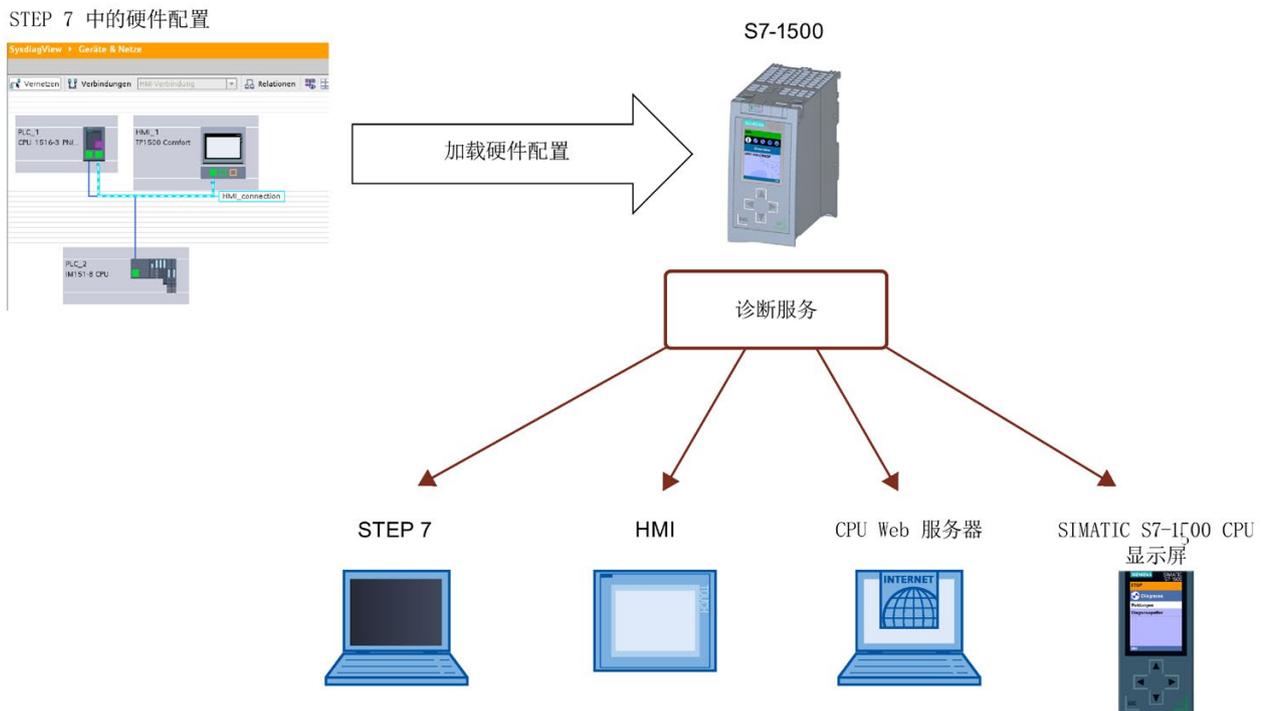


图 4-2 系统诊断的显示方式

在后续章节中，将举例说明如何使用不同的显示方式显示诊断信息。

- 使用硬件上的 LED 指示灯 (页 26)
- 通过 CPU 显示屏进行本地错误分析 (页 28)
- 使用 STEP 7 V12 (页 30)
- 通过 Web 服务器进行远程诊断 (页 50)
- 通过 HMI 诊断视图显示系统诊断 (页 61)

4.2 系统诊断的显示方式

4.2.1 设备上的诊断信息

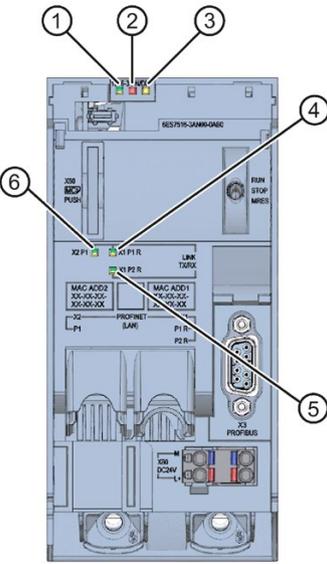
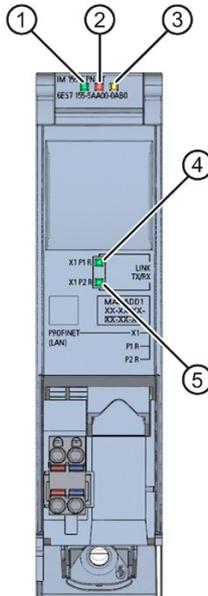
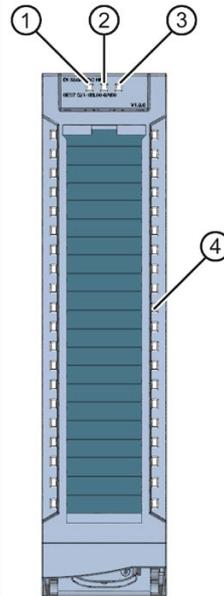
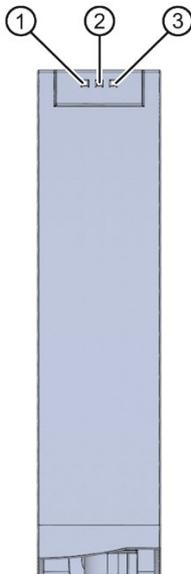
4.2.1.1 LED 指示灯

概述

诸如 CPU、接口模块和模块的所有硬件组件，都可以通过 LED 指示灯指示有关操作模式和内部/外部错误的信息。通过 LED 指示灯进行诊断是确定错误的原始工具。

下图为一些模块上 LED 指示灯布局的示例。

表格 4-1 模块上的 LED 指示灯

	CPU 1516-3 PN/DP	IM 155-5 PN ST	DI 32x24VDC HF	PS 25W 24VDC
				
①	RUN/STOP LED 指示灯 (双色 LED 指示灯: 绿色/ 黄色)	RUN LED 指示灯 (双色 LED 指示灯: 绿色/黄色)	RUN LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 绿色)	RUN LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 绿色)
②	ERROR LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 红 色)	ERROR LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 红色)	ERROR LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 红色)	ERROR LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 红色)
③	MAINT LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 黄 色)	MAINT LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 黄色)	无功能	MAINT LED 指示灯 (单色 LED 指示灯: 黄色)
④	X1 P1 (双色 LED 指示灯: 绿色/ 黄色)	X1 P1 (单色 LED 指示灯: 绿色)	LED CHx 指示灯 (双色 LED 指示灯: 绿色/红色)	
⑤	X1 P2 (双色 LED 指示灯: 绿色/ 黄色)	X1 P2 (单色 LED 指示灯: 绿色)		
⑥	X2 P1 (双色 LED 指示灯: 绿色/ 黄色)			

4.2 系统诊断的显示方式

更多信息

根据设备的不同，各 LED 指示灯的含义、LED 指示灯的不同组合以及发生故障时指示的补救措施都可能不同。关于具体说明，请参见模块手册。

4.2.1.2 CPU 的显示屏

简介

S7-1500 自动化系统中的每个 CPU 都带有一个前面板，在面板上安装有显示屏和操作按键。在 CPU 显示屏中，可通过各种菜单显示不同的状态信息。通过操作键，可以在菜单之间进行切换。



图 4-3 显示屏 - 诊断画面

显示方式

在 SIMATIC S7-1500 CPU 显示屏中，可显示以下诊断信息：

- CPU 操作状态

“诊断”(Diagnostics) 菜单

- 错误与报警文本（系统诊断报警）
- 诊断缓冲区中输入的信息
- 监控表
- 有关用户程序循环时间的信息
- CPU 存储器的使用情况

“模块”(Modules) 菜单

- 有关模块与网络的信息
- 带诊断符号的详细设备视图
- 订货号、CPU 型号和集中式 I/O 模块
- 集中式和分布式模块的模块状态
- 当前所安装固件的相关信息

更多信息

有关“SIMATIC S7-1500 CPU 显示屏的功能与操作”主题的更多信息，请参见《S7-1500 自动化系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792>)》文档。

有关各种选项、培训课程和 CPU 菜单命令仿真的详细信息，请参见《SIMATIC S7-1500 显示屏仿真器 (http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/interactive-manuals/getting-started_simatic-s7-1500/disp_tool/start_zh.html)》。

4.2 系统诊断的显示方式

4.2.2 使用 STEP 7 查看诊断信息

4.2.2.1 诊断符号说明

模块和设备的诊断符号

在 STEP 7 中与设备建立在线连接时，需确定设备及其下位组件（如果适用）的诊断状态，以及设备的操作模式。下表列出了可用的符号及其含义。

表格 4-2 模块和设备的诊断符号

符号	含义
	正在建立到 CPU 的连接。
	无法通过所设置的地址访问 CPU。
	组态的 CPU 和实际 CPU 型号不兼容。 例如：现有的 CPU 315-2 DP 与组态的 CPU 1516-3 PN/DP 不兼容。
	在建立与受保护 CPU 的在线连接时，未指定正确密码而导致密码对话框终止。
	无故障
	需要维护
	要求维护
	错误
	模块或设备被禁用。
	无法从 CPU 访问模块或设备（这里是指 CPU 下面的模块和设备）。
	由于当前的在线组态数据与离线组态数据不同，因此诊断数据不可用。
	组态的模块或设备与实际的模块或设备不兼容（这里是指 CPU 下面的模块或设备）。
	已组态的模块不支持显示诊断状态（这里是指 CPU 下的模块）。
	连接已建立，但是模块状态尚未确定或未知。
	下位组件中的硬件错误：至少一个下位硬件组件发生硬件故障（在项目树中仅显示为一个单独的符号）。

进行状态比较的符号

右下方的诊断符号可以与其它小符号（用于指示在线/离线比较的结果）组合在一起。下表列出了可用的比较符号及其含义。

表格 4-3 进行状态比较的符号

符号	含义
	下位组件中的硬件错误：在线和离线版本至少在一个下位硬件组件中不同（仅在项目树中）。
	下位组件中的软件错误：在线和离线版本至少在一个下位软件组件中不同（仅在项目树中）。
	对象的在线和离线版本不同
	对象仅在线存在
	对象仅离线存在
	对象的在线和离线版本相同

CPU 和 CP 的操作模式符号

下表列出了可用的符号及其相应的操作状态。

表格 4-4 CPU 和 CP 的操作模式符号

符号	操作模式
	RUN
	STOP
	STARTUP
	DEFECTIVE
	未知操作模式
	已组态的模块不支持显示操作模式。

4.2 系统诊断的显示方式

事件表

对于每个诊断事件，都会在表中显示以下信息：

- 条目的顺序号
第一个条目包含最近发生的事件。
- 诊断事件的日期和时间
如果未显示日期和时间，则表示模块中未集成时钟。
- 事件的短名称以及 CPU 的响应（如果适用）
- 到达/离去状态相关信息的符号

下表列出了可用的符号及其含义。

表格 4-5 事件表中的符号

符号	含义
	到达事件
	离去事件
	离去事件与到达事件无关
	用户自定义诊断事件

更多信息

有关各个符号的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

4.2.2.2 可访问的设备（无需项目）

可访问的设备

可访问的设备是指通过接口直接连接或通过子网连接到 PG/PC 上的所有接通电源的设备。即使没有离线项目，在这些设备也可以显示诊断信息。

要求

- STEP 7 已打开。
- Portal 视图或项目视图已打开。

操作步骤

要在没有离线项目时显示特定设备的诊断信息，请按以下步骤操作：

1. 与相应 CPU 建立连接
2. 在“在线”(Online) 菜单中，选择“可访问的设备”(Accessible devices) 命令。

将打开“可访问的设备”(Accessible devices) 对话框。

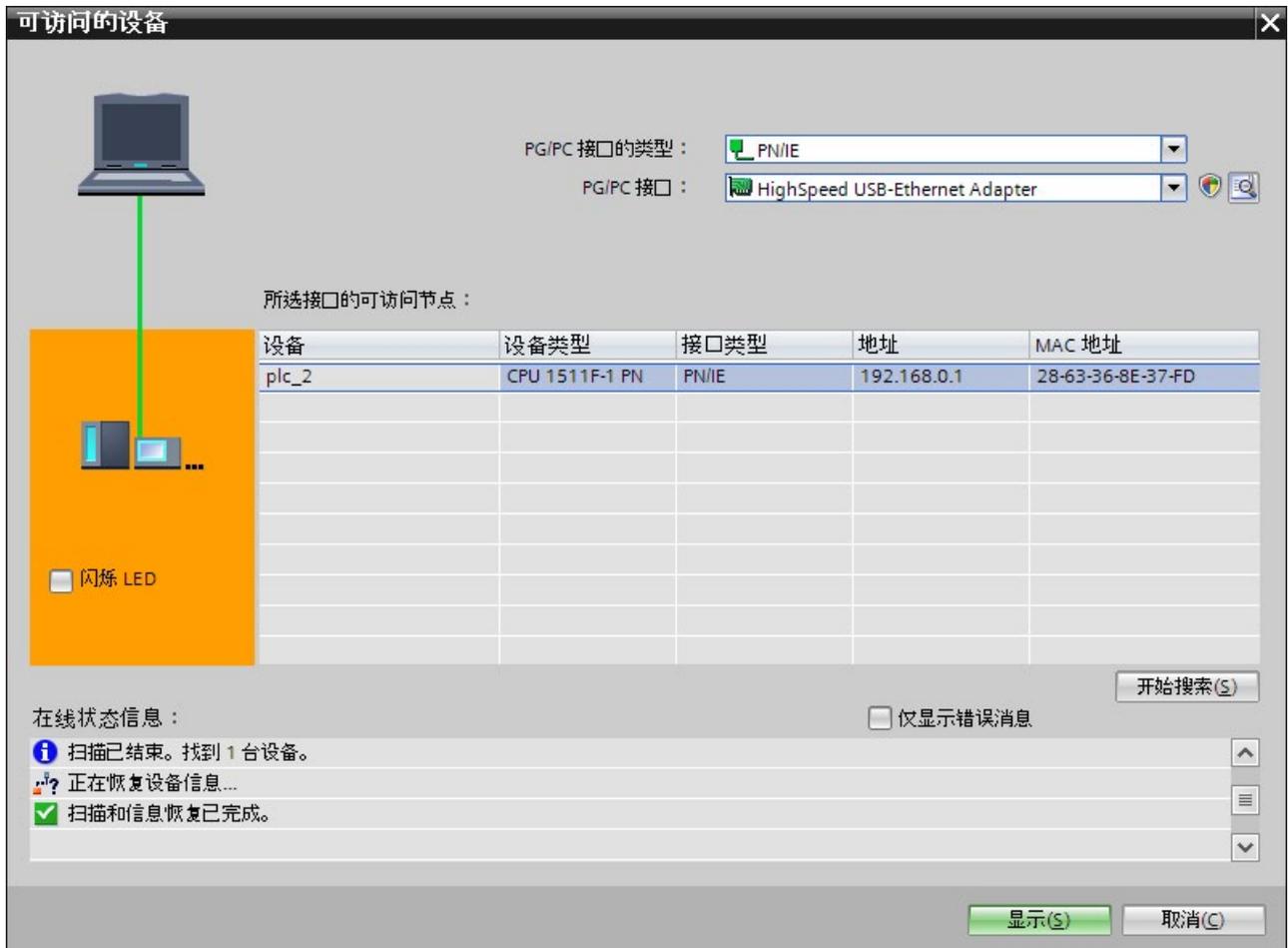


图 4-4 “可访问的设备”(Accessible devices) 对话框

3. 对接口进行相应设置。
4. 在“所选接口的可访问节点”(Accessible nodes of the selected interface) 中，选择相应的设备。
5. 单击“显示”(Display) 按钮，确认该对话框。

4.2 系统诊断的显示方式

结果

项目树中显示该设备。双击“在线与诊断”(Online & Diagnostics)，将在工作区中显示诊断信息。

此时，可查看有关诊断状态、循环时间、存储器使用率和诊断缓冲区的信息。



图 4-5 项目树中的设备

4.2.2.3 设备与网络

设备与网络 - 转至在线

可以在设备视图或网络视图中查看自动化系统当前状态的总览图。

在设备视图中可执行以下任务：

- 设备组态和参数分配
- 模块组态和参数分配

在网络视图中可执行以下任务：

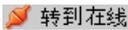
- 设备组态和参数分配
- 网络设备

要求

- STEP 7 已打开。
- 项目已经打开。
- 项目视图已打开。

操作步骤

要查看自动化系统当前状态的总览图，请按以下步骤操作：

1. 在工作区中打开“网络视图”(Network view)。
2. 选择 CPU。
3. 单击工具栏中的“转至在线”(Go online)  按钮。

将打开“转至在线”(Go online) 对话框。

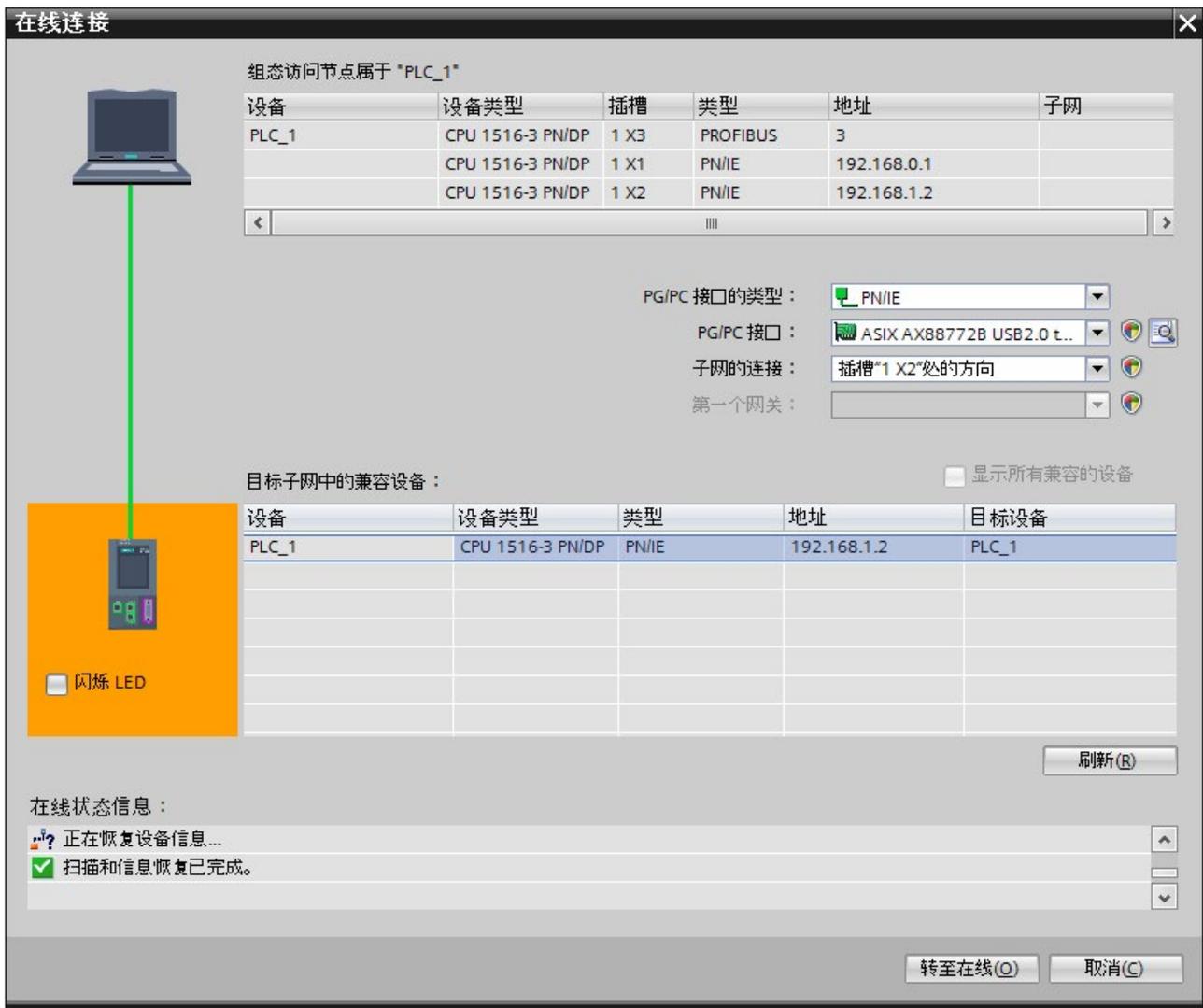


图 4-6 转至在线

4. 对接口进行相应设置。

4.2 系统诊断的显示方式

5. 在“目标子网中兼容的设备”(Compatible devices in the target subnet) 中选择相应的设备。
6. 单击“连接”(Connet) 按钮，确认对话框。
在线模式已启动。

结果

在工作区的网络视图中，将显示带有诊断信息的已连接设备。此时，可以查看自动化设备当前状态的总览图。

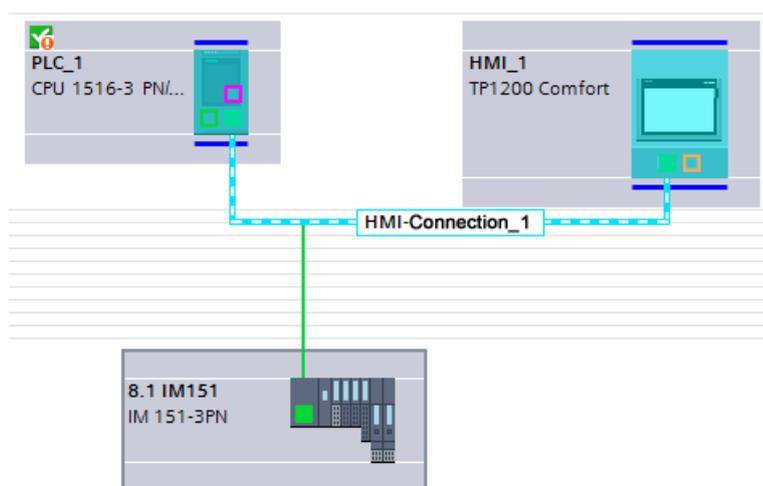


图 4-7 带有诊断信息的 CPU

双击该设备，将转至“设备视图”(Device view)。将在该视图中显示各个模块的诊断信息。

说明

符号及其含义

有关各个符号的含义，请参见“诊断符号说明 (页 30)”和 STEP 7 在线帮助中的图例。

4.2.2.4 在线与诊断

在线模式

在线模式中，PG/PC 与一个或多个设备之间存在一条在线连接。根据设备属性，在线模式中的诊断选项和功能不同。

- 诊断
 - 模块的常规信息
 - 诊断状态
 - 循环时间
 - 存储器
 - 诊断缓冲区
 - 显示
 - 接口信息（例如 IP 参数、端口信息等）
- 功能
 - 分配 IP 地址
 - 设置 CPU 的时间和日期
 - 固件更新（例如 PLC，显示屏）
 - 分配设备名称
 - 复位为出厂设置
 - 格式化存储卡
 - 保存服务数据

4.2 系统诊断的显示方式

要建立一个在线连接，必须至少安装有一个 PG/PC 接口并通过以太网电缆与一个设备进行物理连接。项目树中设备右边的符号将指示该设备当前的在线状态。

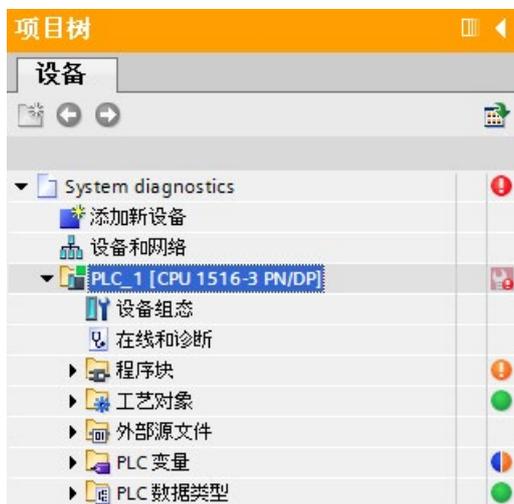


图 4-8 网络视图（部分）

要求

- STEP 7 已打开。
- 项目已打开。
- 项目视图已打开。

操作步骤

要显示故障设备的总览视图，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中选择受影响的设备文件夹。
2. 选择快捷菜单命令“在线与诊断”(Online & Diagnostics)。
将启动待诊断模块的在线与诊断视图。

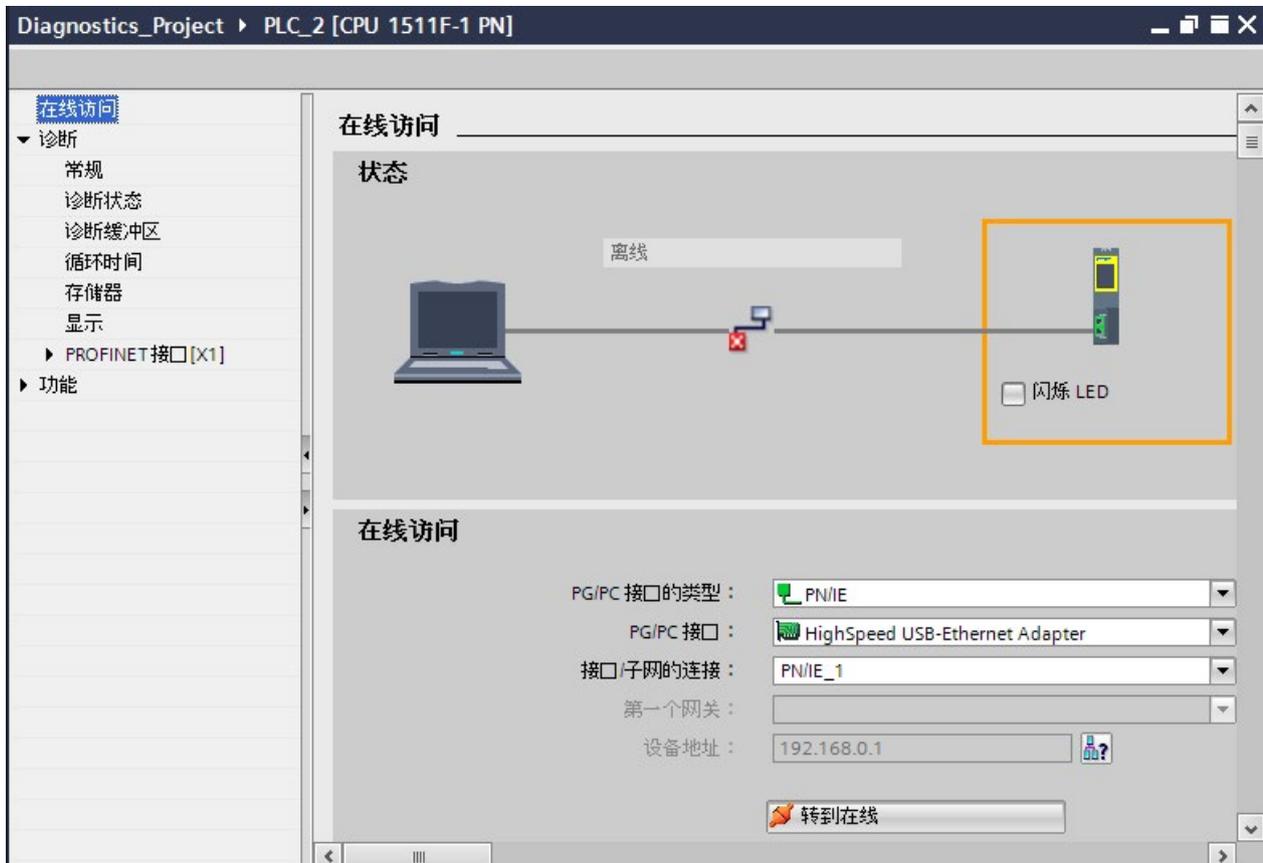


图 4-9 设置在线访问

3. 对接口进行相应设置。
在此，可以修改之前成功建立的在线连接的接口访问设置。
4. 单击“转至在线”(Go online) 按钮。
此时，在线连接已经建立。

结果

可在巡视窗口的区域导航中“诊断”(Diagnostics) 部分的“属性”(Properties) 选项卡中，查看每个设备的详细诊断信息。

4.2 系统诊断的显示方式

4.2.2.5 巡视窗口中的“诊断”选项卡

巡视窗口中的“诊断”选项卡

巡视窗口中的“诊断”（Diagnostics）选项卡中包含与诊断事件和已组态报警事件等有关的信息。

1 设备出现问题						
在线...	操作模式	设备/模块	连接建立方式 ...	消息	详细信息	帮助
错误	RUN	PLC_2	直接	错误	更多相关详细信息, 请参见设备...	?

图 4-10 巡视窗口中“设备信息”选项卡中的诊断信息

说明

符号及其含义

有关诊断符号说明 (页 30) 中各个符号的含义, 请参见图例和 STEP 7 在线帮助。

子选项卡“设备信息”

通过该选项卡, 可以大概了解当前或之前建立在线连接的故障设备。下表列出了故障设备的以下诊断信息:

- 在线状态: 诊断符号与文字形式的在线状态
- 操作模式: 符号与文字形式的操作模式
- 设备/模块: 受影响设备或模块的名称。
- 通过以下方式建立连接: 用于指定与故障设备建立连接的路径。
- 报警: 对前一系列中的条目进行解释说明, 必要时将显示一个报警。
- 详细信息: 该链接可打开设备的在线和诊断视图, 并将其置于最顶层。如果尚未与该设备建立在线连接, 则打开“转至在线”(Go online) 对话框。
- 帮助: 该链接将显示故障的更多信息。

说明

通信和访问错误

在设备信息的“诊断”(Diagnostics) 选项卡中, 不会报告有关用户程序的错误 (例如, 通信错误、访问错误)。要查看该错误信息, 必须从在线与诊断视图中读取 CPU 的诊断缓冲区。单击“详细信息”(Details) 列中的链接, 可打开诊断缓冲区。

子选项卡“连接信息”

在“连接信息”(Connection information) 选项卡中，将显示连接的详细诊断信息。

如果一个活动的在线连接至少连接到一个相关连接的端点，则将只显示“连接信息”(Connection information) 选项卡。

如果在连接表中已选择了一个连接，则该选项卡中将包含以个组：

- 连接的详细信息
- 连接的地址详细信息

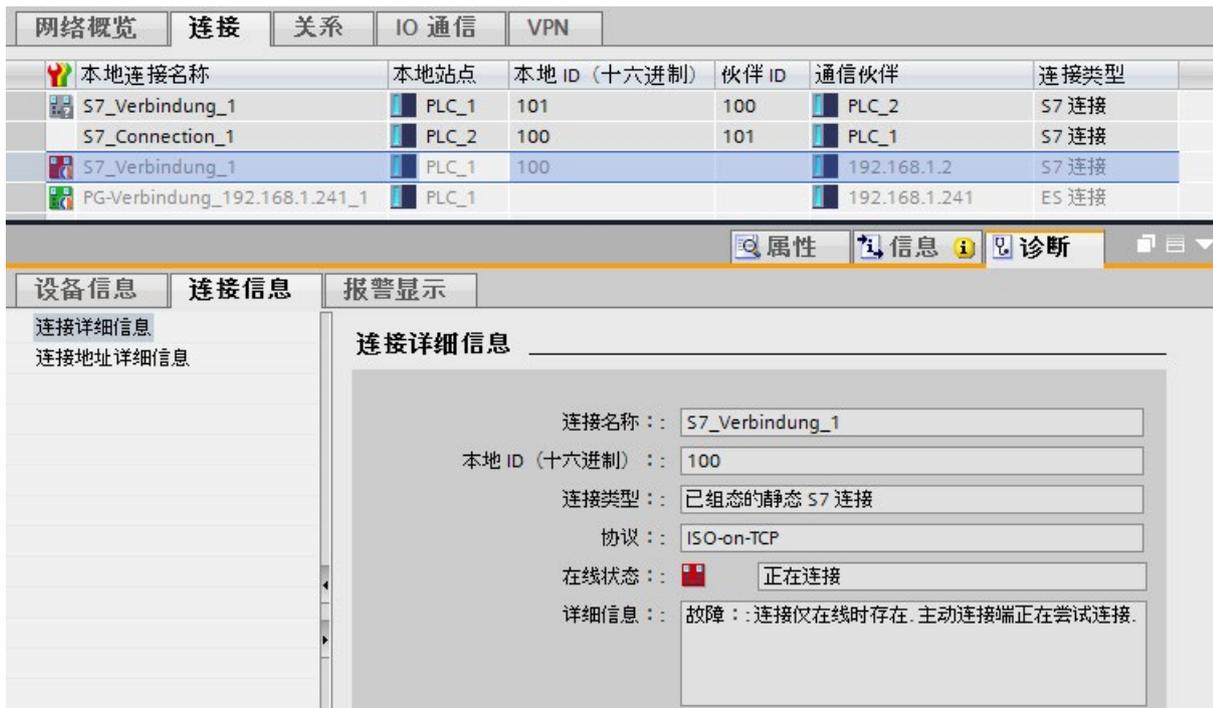


图 4-11 “连接信息”选项卡和打开的连接概览

如果在网络视图中选中一个模块，则选项卡中还将包含以下组：

- 连接资源

子选项卡“报警显示”

系统诊断报警通过“报警显示”（Alarm display）选项卡输出。

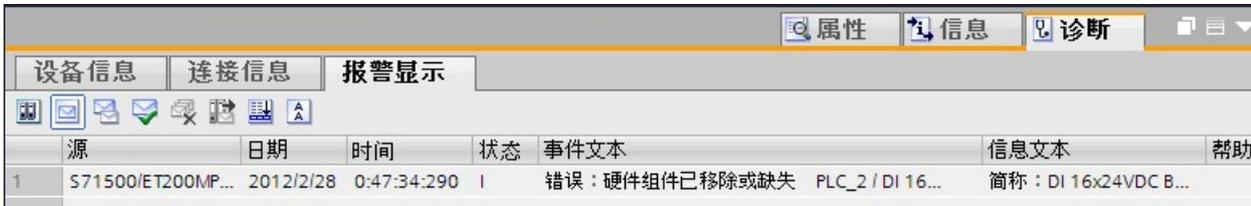


图 4-12 “报警显示”选项卡

要在 STEP 7 中接收报警，请按以下步骤操作：

1. 打开项目视图。
2. 在项目树中选择所需的 CPU。
3. 选择快捷菜单命令“转至在线”(Go online)，在线连接相应的 CPU。
4. 在项目树中重新选择所需的 CPU，然后选择快捷菜单命令“接收报警”(Receive alarms)。

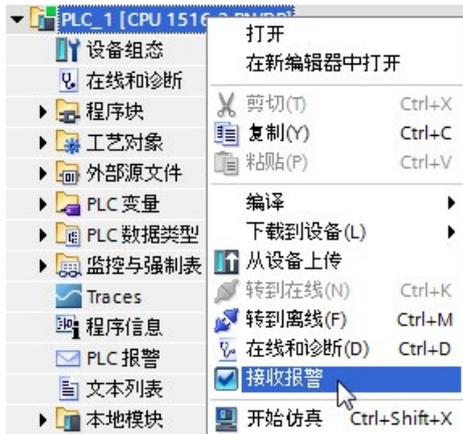


图 4-13 接收报警

5. 此时，将在报警显示中显示报警信息。默认情况下，将启用“归档视图”(Archive view)。
6. 单击“激活报警”(Active alarms) 图标 , 显示最新的报警消息。

4.2.2.6 CPU 诊断缓冲区

定义

每个 CPU 和一些其它模块都有自己的诊断缓冲区，在缓冲区中将按事件的发生顺序输入所有诊断事件的详细信息。

CPU 诊断缓冲区中的信息可显示在所有显示设备中（STEP 7、SIMATIC HMI 设备、SIMATIC S7-1500 Web 服务器以及 CPU 显示屏）。

诊断事件

诊断缓冲区中包含有以下条目：

- 模块上的内部和外部错误
- CPU 中的系统错误
- 操作模式的转换（例如，从 RUN 转换为 STOP）
- 用户程序中的错误
- 移除/插入模块
- 安全事件

复位 CPU 的存储器时，诊断缓冲区中的数据将存储在保持性存储器中。通过诊断缓冲区，即便在很长时间之后，仍可对错误或事件进行评估，确定转入 STOP 模式的原因或者跟踪一个诊断事件的发生并对进行相应处理。

操作步骤

要在 STEP 7 中显示 CPU 的诊断缓冲区，请按以下步骤操作：

1. 选择相应的 CPU。
2. 选择快捷菜单命令“在线与诊断”(Online & Diagnostics)。

将在工作区中，打开“在线访问”(Online access) 视图。

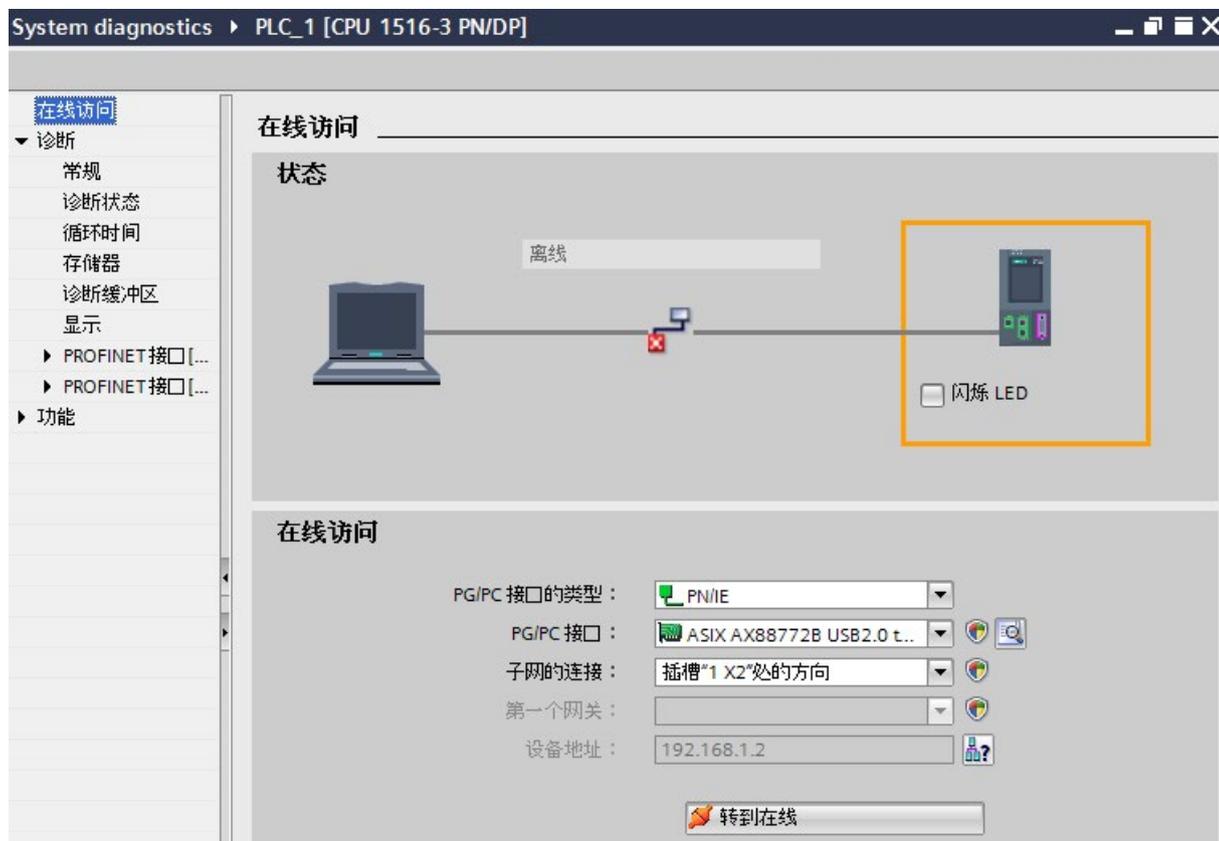


图 4-14 建立在线访问

3. 对接口进行相应设置。

4. 单击  转到在线。
5. 选择“诊断缓冲区”(Diagnostics) 区域。

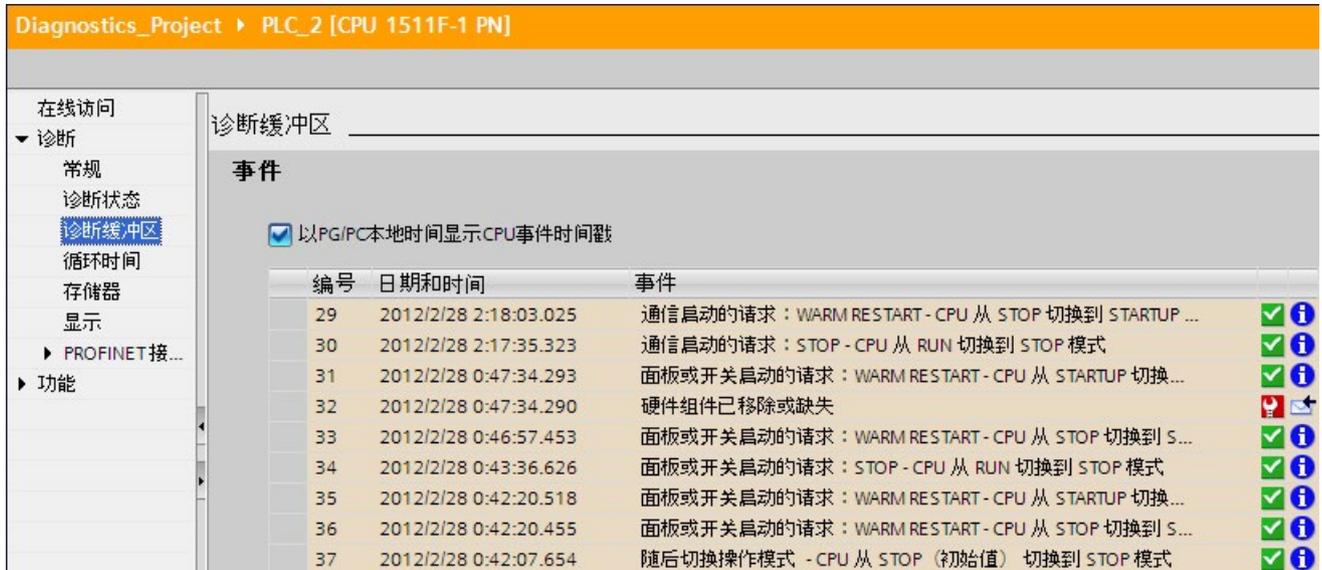


图 4-15 STEP 7 中的诊断缓冲区

说明

过滤事件

在设置“诊断缓冲区”(Diagnostics buffer) 时，可以诊断缓冲区中的记录进行过滤处理，仅显示特定类型的事件。即，某些特殊事件可分别显示，如“CPU 和内部组态事件”或“连接诊断事件”。

安全事件

以下安全事件（事件类型）将记录到诊断缓冲区中。

- 使用正确或错误的密码转至在线
- 检测到通信数据遭到篡改
- 检测到存储卡中的数据遭到篡改
- 检测到固件更新文件遭到篡改
- 将更改的保护等级（访问保护）下载到 CPU 中
- 启用或禁用密码合法性（通过指令或 CPU 显示屏）
- 由于超出了所允许的并行访问尝试次数，在线访问遭到拒绝
- 现有的在线连接未激活而导致超时
- 使用正确或错误的密码登录 Web 服务器
- 创建 CPU 的备份
- 恢复 CPU 组态（恢复）

为防止诊断缓冲区被大量相同的安全事件“淹没”，可设置相应参数，将这些事件作为组报警保存在诊断缓冲区中。在每个间隔（监视时间）时间内，CPU 仅为每种事件类型生成一个组报警。

为安全事件组态组报警

要为安全事件组态组报警，请按以下步骤操作：

1. 单击网络视图中的 CPU 图标。
CPU 的属性随即显示在巡视窗口中。
2. 浏览到“保护 > 安全事件”(Protection > Security event) 区域。
3. 单击“安全事件”(Security event)。
4. 选择“出现大量消息时汇总安全事件”(Summarize security events in case of high message volume) 选项，启用安全事件的组报警功能。
5. 设置间隔时间（监视时间），默认值为 20 秒。

4.2.2.7 “在线工具”任务卡

“在线工具”任务卡中的在线视图

要在 STEP 7 中显示“在线工具”(Online tools) 任务卡的在线视图，需满足以下要求：

- 在线连接到 CPU。
- 在拓扑视图、网络视图或设备视图中，已选择所需的 CPU。

“在线工具”(Online tools) 任务卡可提供 CPU 状态、循环时间和存储器使用率等信息。

- 在“CPU 的操作面板”(CPU Operator Panel) 窗格中，显示有当前状态的 LED 指示灯以及 CPU 的模式选择开关。
- 在“循环时间”(Cycle time) 窗格中，显示循环时间图，并在该图的下方以绝对值形式显示测量的循环时间。
- 在“存储器”(Memory) 窗格中，显示有相应 CPU 的当前存储器使用情况。空闲的存储空间将显示为棒图和数值形式（百分比）。

在“装载存储器”(Load memory) 中，显示有在线项目数据（程序代码、数据块、硬件配置等）以及 SIMATIC 存储卡中的其它所有数据（如，配方、数据日志、HMI 备份或非 SIMATIC 文件）。这些其它数据通过 CPU 的 Web 服务器或通过资源管理器（如，PDF 文件）离线复制到存储卡中。



图 4-16 “在线工具”任务卡

4.2.2.8 在 STEP 7 中组态 I/O 模块的设置

在 STEP 7 中，也可以对 I/O 模块进行系统诊断的设置。所需组态的参数取决于 I/O 模块。

该设置为可选设置。

要求

- STEP 7 已打开。
- 项目已打开。
- 项目视图已打开。
- 已组态了带有 I/O 模块的设置。

操作步骤

要在 STEP 7 中设置 I/O 模块的系统诊断，请按以下步骤操作：

1. 在设备视图中选择相应的 I/O 模块。
2. 在巡视窗口中，打开“属性”(Properties) 选项卡。
3. 选择“输入”(Inputs) 区域。

此时，可以对 I/O 模块的系统诊断进行设置。如果选择“断路”(Wire break)，则在操作过程中会对发生断路的通道进行标记。

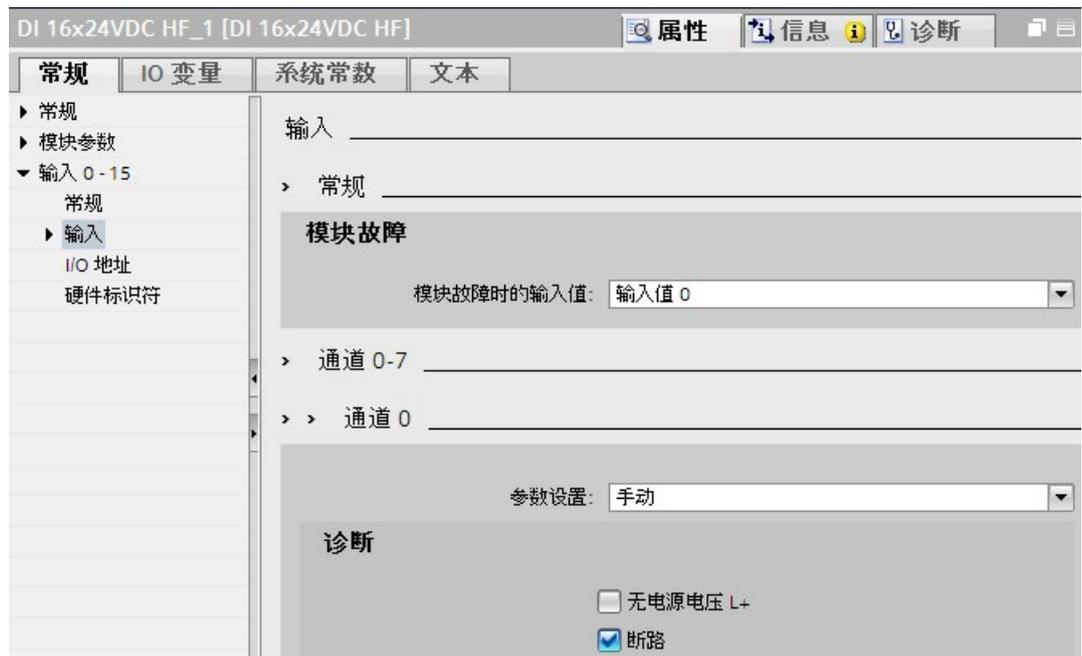


图 4-17 数字量输入模块的 I/O 设置

4. 保存该硬件配置。
5. 将新的硬件配置下载到 CPU。

更多信息

有关 I/O 模块参数分配的更多信息，请参见相关模块的文档。

4.2.3 通过 Web 服务器查看诊断信息

通过 CPU 的 Web 服务器进行系统诊断

SIMATIC 系列的 CPU 中集成有一个 Web 服务器，可通过 PROFINET 显示系统诊断信息。在任何终端设备（如，PC 或智能手机）中，均可通过 Internet 浏览器访问 CPU 中的模块数据、用户程序数据和诊断数据。这意味着，访问 CPU 无需安装 STEP 7。

除了标准网站，该 Web 服务器还可提供所谓的基本网站，其内容经过精简，可满足低分辨率的小屏幕显示要求。

下图以 CPU 1516-3 PN/DP 为例显示了 Web 服务器的起始页面：



图 4-18 Web 服务器，起始页面

集成的 Web 服务器可提供有以下诊断选项：

- 起始页面，包含有 CPU 的常规信息
- 诊断信息
- 诊断缓冲区中的内容
- 模块信息
- 报警
- 通信的相关信息
- PROFINET 拓扑结构
- 运动控制诊断
- 跟踪

在 STEP 7 中组态 Web 服务器

要激活 Web 服务器，请按以下步骤操作：

要求

- 已经打开 STEP 7。
- 已经为项目添加了 CPU。
- 已经打开项目视图。

操作步骤

1. 打开网络视图。
2. 选择 CPU。
3. 在巡视窗口中，打开“属性”(Properties) 选项卡。

- 在“常规”(General) 区域中，选择“Web 服务器”(Web server) 条目。

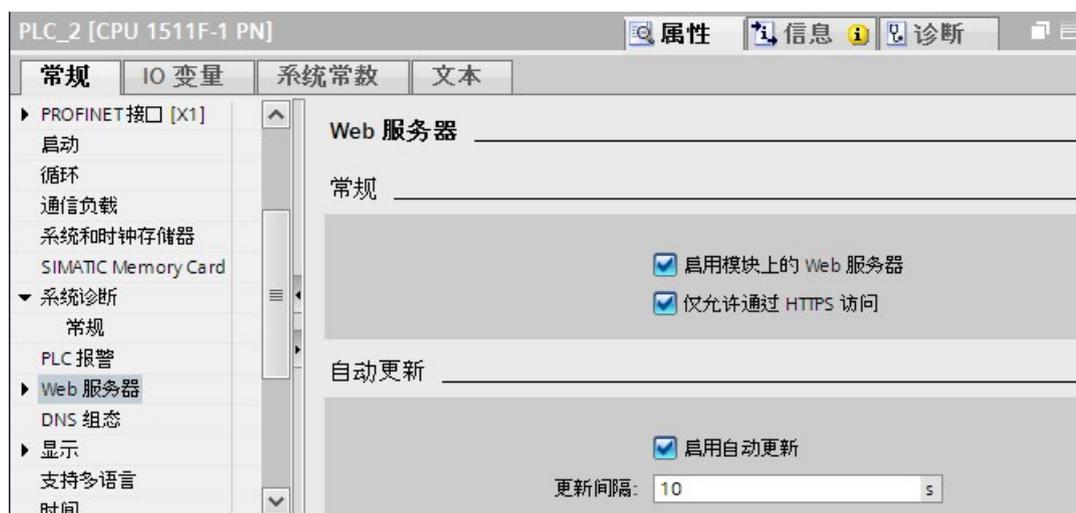


图 4-19 激活 Web 服务器

- 选中“激活模块上的 Web 服务器”(Activate web server on this module) 复选框。
- “仅允许通过 HTTPS 进行访问”：激活 Web 服务器的使用安全传输协议“HTTPS”时，在 CPU 中需要一个有效的 Web 服务器证书。

<p>注意</p> <p>使用 Web 服务器的完整功能</p> <p>执行以下任务时，CPU 中需要具有有效 CA 签名的 Web 服务器证书：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 受密码保护用户的用户管理 ● 以 CSV 文件格式保存和下载诊断信息 ● 使用以下安全相关功能： <ul style="list-style-type: none"> – 备份和恢复 CPU 组态 <p>要使用 Web 服务器的完整功能，建议创建一个 CA 签名的服务器证书并指定给 CPU。</p> <p>要创建 CA 签名的 Web 服务器证书，必须在 STEP 7 的全局安全设置中启用证书管理器，并在 CPU 属性中将该 CA 签名服务器证书分配给 Web 服务器。</p> <p>有关使用 Web 服务器证书的更多信息，请参见《Web 服务器功能手册 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560)》中的“组态 Web 服务器”部分。</p> <p>有关证书颁发机构 (CA) 证书、设备证书（最终实体证书）、“公钥基础设施”(PKI) 和证书管理的详细信息，请参见《通信功能手册 (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/59192925)》和 STEP 7 在线帮助，关键字“安全通信”。</p>
--

7. 在所组态 CPU 的默认设置中，激活自动更新。
8. 此外，还需激活相应接口的 Web 服务器，通过这些接口可访问 Web 服务器。
为此，在巡视窗口中打开“属性”(Properties) 选项卡，在“常规”(General) 导航区域中选择条目“Web 服务器”(Web server)。在“接口概览”(Overview of interfaces) 区域中，为相应的接口选中“启用 Web 服务器访问”(Enabled web server access) 复选框。
9. 编译组态并加载到 CPU 中。

访问 Web 服务器

要访问 Web 服务器，请按以下步骤操作：

1. 通过 PROFINET 连接显示设备（PG/PC、HMI、移动终端设备）和 CPU 或通信模块。
如果使用 WLAN，则需在显示设备中激活 WLAN 并建立与接入点（如，SCALANCE W788-1RR 或 SCALANCE W784-1）的连接，通过该接入点与 CPU 连接。
2. 在显示设备上打开 Web 浏览器。
3. 在 Web 浏览器的“地址”(Address) 字段中，按照以下格式输入 CPU 接口的 IP 地址，该接口与客户端相连：<http://a.b.c.d> 或 <https://a.b.c.d>（如，<https://192.168.3.141>）。CPU 的简介页面随即打开。
4. 使用时，需为每台显示设备再次安装 CA 证书。有效的 CA 证书可从“简介”(Intro) Web 页面的“下载证书”(Download certificate) 中下载。有关证书的安装说明，请参见 Web 浏览器的帮助系统以及“服务与支持”
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/103528224>”网页中的常见问题与解答，条目 ID 103528224。
5. 单击“下一步”(NEXT) 链接，转至 Web 服务器页面。

说明

管理访问权限

在 STEP 7 中，可在“Web 服务器 > 用户管理”(Web server > User management) 中创建用户、定义访问权限并指定密码。只有具有访问权限的用户才能访问这些选项。

有关管理访问权限的更多信息，请参见《Web 服务器功能手册

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560>》中的“组态 Web 服务器”部分。

“诊断”(Diagnostics) 选项

在“诊断”(Diagnostics) Web 页面中，将显示以下选项卡的更多信息：

- 标识
在该选项卡中，包含 CPU 的特性（序列号、订货号、硬件和固件版本等）。
- 程序保护
在该选项卡中，包含有关 PLC 程序是否具有专有技术保护或防拷贝保护信息。
- 存储器
在该选项卡中，包含当前所用存储器中的当前值。
- 运行系统信息
在该选项卡中，包含有关程序/通信负载和循环时间的当前信息。
- 故障安全（仅 F CPU）
F-CPU 的安全程序中包含一个或两个 F 运行组。在该选项卡中，包含相应的循环时间（F 监控时间）和运行时间。



图 4-20 Web 服务器，“诊断”(Diagnostics) Web 页面

诊断选项“诊断缓冲区”

在浏览器的“诊断缓冲区”(Diagnostics buffer) Web 页面中，将显示诊断缓冲区中的数据。

诊断缓冲区				
诊断缓冲区条目 1-50				
编号	时间	日期	状态	事件
1	10:45:20:907	13.11.2014	进入的事件	Mode transition from STARTUP to RUN
2	10:45:20:905	13.11.2014	进入的事件	Request for Automatic warm restart
3	10:45:20:873	13.11.2014	进入的事件	Parameter assignment error
4	10:45:20:856	13.11.2014	进入的事件	Parameter assignment error
5	10:45:20:834	13.11.2014	进入的事件	Mode transition from STOP to STARTUP
6	10:45:16:805	13.11.2014	进入的事件	Distributed I/Os: end of the synchronization with a DP ...
7	10:44:57:159	13.11.2014	进入的事件	All modules are ready for operation
8	10:42:36:635	13.11.2014	进入的事件	Module monitoring time started
9	10:42:36:467	13.11.2014	进入的事件	Power on backed up
10	10:42:36:321	13.11.2014	进入的事件	Power failure

详细信息: 1	事件标识号: 16#4302
---------	----------------

```

Mode transition from STARTUP to RUN
Startup information:
- Startup with modified system configuration
- Difference between setpoint and actual configuration
- Time for time stamp at the last backed up power on
- Single processor operation
Current/last startup type:
- Automatic warm restart after backed up power on
Permissibility of certain startup types:
- Manual warm restart permitted
- Automatic warm restart permitted
Last valid operation or setting of automatic startup type at power on:
- Automatic warm restart after backed up power on
Previous operating mode: STARTUP (warm restart)
Requested operating mode: RUN
Incoming event
    
```

图 4-21 Web 服务器，“诊断缓冲区”(Diagnostics buffer) Web 页面

4.2 系统诊断的显示方式

诊断选项“模块信息”

在 Web 浏览器的“模块信息”(Module information) Web 页面中，通过符号和注释指示设备的状态。

模块将显示在“模块信息”(Module information) Web 页面的“名称”(Name) 列中，且带有一个链接。此时，可按照层级顺序查找故障的模块。

插槽	状态	名称	订货号	I 地址	O 地址	注释
0	✓	IM155-5PNST 详细信息	6ES7155-6AA00-0BN0			
1	✓	PS 1505 25Wx24 VDC 详细信息	6ES7505-5KA00-0AB0			
2	✓	DI 16x24VDC HF 详细信息	6ES7521-1BH00-0AB0	2		
3	✗	DQ 16x24VDC/0.5A ST 详细信息	6ES7522-1BH00-0AB0		5	

PN device 3 on PN system 100 Slot 3: Module removed
Name: IM155-5PNST Module: DQ 16x24VDC/0.5 ST
I/O address: Q5

图 4-22 Web 服务器，“模块信息”Web 页面

诊断选项“消息”

在 Web 浏览器的“消息”(Messages) Web 页面中，显示消息缓冲区的数据。如果具有相应权限，则可通过 Web 服务器对消息进行确认。

消息号	日期	时间	消息文本	状态	确认
31	2016/07/14	11:22:58.721	错误: 由于类型不匹配, 硬件组件不可用 PLC_1 / DI 16/DQ 16x24VDC/0.5A BA_1	进入的	<input type="button" value="确认报警"/>
35	2016/07/14	11:23:22.313	CPU 状态消息: CPU 不处于 RUN 状态 当前 CPU 的操作模式: RUN PLC_1 / PLC_1	离开的	<input type="button" value="确认报警"/>

有关消息编号的详细信息: 31
简称: DI 16/DQ 16x24VDC/0.5A BA 订货号: 6ES7 523-1BL00-0AA0

进入的事件

图 4-23 Web 服务器，“消息”(Messages) Web 页面

诊断选项“通信”

在“通信”(Communication) Web 页面中，包含有以下选项卡的详细信息：

- 参数
在此选项卡中，将显示所选 CPU 的 PROFINET 和以太网接口汇总信息。
- 统计信息
在此选项卡中，将显示有关数据传输的信息。
- 资源
在此选项卡中，将显示有关连接资源的使用情况的信息。
- 连接
在此选项卡中，将显示有关通信连接的状态信息。



图 4-24 Web 服务器，“通信”(Communication) Web 页面

4.2 系统诊断的显示方式

“拓扑”诊断选项

在“拓扑结构”(Topology) Web 页面中，显示有关 PROFINET IO 系统中 PROFINET 设备的拓扑结构组态和状态信息。

拓扑					
PLC 1 [X1]					
图形视图		表格视图		状态预览	
端口			伙伴端口		
状态	名称	模块类型	端口	名称	端口
	CPU 1516-3PN/DP	CPU 1516-3PN/DP	port-001	SCALANCE-X-204IRT	port-001
	IM155-6PN-2	IM 155-6PN ST			
	IM155-5PN	IM 155-5PN ST			
			port-001	SCALANCE-X-204IRT	port-004
			port-002	cpux6-7-1xet200mp	port-002
	SCALANCE-X-204IRT	SCALANCE-X-204IRT	port-001	CPU1516-3PN/DP	port-001
			port-002		
			port-003		
			port-004	IM155-5PN	port-001
	SCALANCE-X-208	SCALANCE-X-208			
	cpux6-7-1xet200mp		port-002	IM155-5PN	port-002

图 4-25 Web 服务器，“拓扑结构”(Topology) Web 页面

“运动控制诊断”(Motion Control Diagnostics) 诊断选项

Web 服务器可显示已组态工艺对象 (TO) 的状态、错误、工艺报警和当前值。

在“运动控制诊断”(Motion Control Diagnostics) Web 页面中，通过以下视图中显示有关已组态工艺对象的详细信息。

- 诊断

在该视图中，将显示所组态工艺对象的一览表、选定工艺对象的状态和错误消息以及选定轴的运动状态相关值与限值。

- 服务概述

在该视图中，将显示多个工艺对象的诊断信息以及选择需显示工艺对象的过滤器选项。



图 4-26 Web 服务器，“运动控制诊断”(Motion Control diagnostics) Web 页面

“跟踪”(Trace) 诊断选项

通过 Web 服务器可读取、查看和保存跟踪信息，从而了解诊断和维护时所需的设备和项目信息。

跟踪和逻辑分析器功能 Web 页面包含多个区域。在下图中，显示了首次调用“跟踪”(Trace) Web 页面时，Web 服务器中用户界面的划分示例：

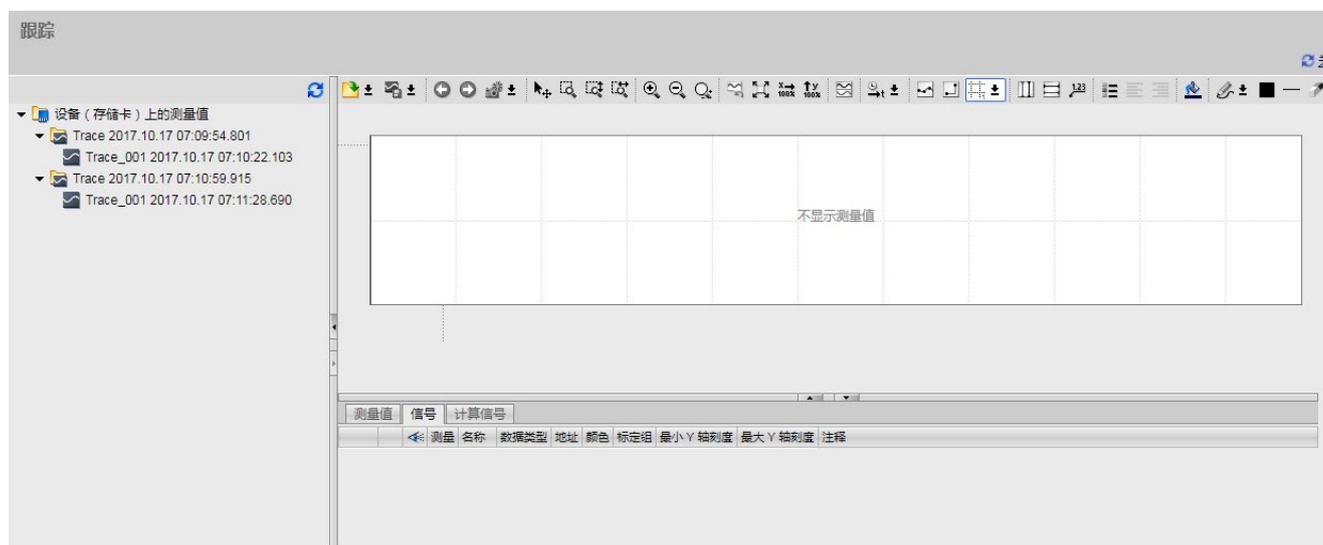


图 4-27 Web 服务器，“跟踪”(Trace) 主页（无测量）

更多信息

有关本主题的更多信息，请参见“Web 服务器功能手册 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560>)”。

有关跟踪功能的更多信息，请参见《使用跟踪和逻辑分析仪功能 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/64897128>)》功能手册。

4.2.4 采用 HMI 诊断视图查看诊断信息

系统诊断的对象

仅当使用精智面板和 WinCC RT Advanced 时，才能使用 HIM 诊断视图中的所有功能。精简系列面板则无法使用所有的系统诊断功能。

HMI 设备上的系统诊断包括 2 个对象。

系统诊断视图

系统诊断视图显示工厂中全部可访问设备的当前状态。可直接找到错误原因和相关设备。您可以访问在 STEP 7 硬件和网络编辑器中组态的所有具有诊断功能的设备。

系统诊断窗口

系统诊断窗口是一个操作元素和显示对象。

系统诊断窗口的功能与系统诊断视图的功能完全相同。由于系统诊断窗口在“全局画面”(Global screen) 中进行组态，因此，您还可以执行一些操作，例如，指定该对象能否在 WinCC Runtime 中关闭。

说明

精简系列面板的兼容性

使用精简系列面板时，只能使用“系统诊断视图”对象。

精简系列面板不支持“系统诊断窗口”对象或图形符号“系统诊断指示器”。

4.2 系统诊断的显示方式

4.2.4.1 组态系统诊断

简介

在项目可添加系统诊断视图或系统诊断窗口，从而了解工厂内所有可用的设备。
系统诊断窗口与系统诊断视图的工作方式相似，但它仅能在全局画面中使用。

要求

- 项目中至少已经设置了一个 CPU。
- 已在项目中设置了一个 HMI 设备（例如，精智面板）。
- CPU 和 HMI 设备已经通过 HMI 连接彼此连接在一起。
- 已经（为系统诊断视图）创建了 1 个画面。
- 全局画面已经打开（用于系统诊断窗口）。
- 巡视窗口已打开。

操作步骤

执行如下操作来组态系统诊断：

1. 双击“工具”(Tools) 任务卡中的“系统诊断视图”(System diagnostics view) 对象。该对象已添加到该画面中。



图 4-28 添加系统诊断视图

2. 在巡视窗口中，选择“属性”(Properties) 选项卡。
3. 选择区域“列”(Columns)。

4. 在 WinCC Runtime 的设备视图中，启用所需的列，例如：
 - 状态
 - 名称
 - 操作模式
 - 插槽
 - 地址
5. 启用详细视图中需查看的 WinCC Runtime 列信息，例如：
 - 状态
 - 名称
 - 操作模式
 - 设备标识
 - 地址
6. 根据需要，可以更改“列”(Columns) 中的列标题。
7. 选择“显示”(Display) 区域。
8. 启用“列设置 > 可移动列”(Column settings > Columns moveable)，在 WinCC Runtime 中移动列。
9. 要在 WinCC Runtime 中关闭系统诊断窗口，可在巡视窗口内的“属性”(Properties) 选项卡中，选择“属性 > 窗口 > 可关闭”(Properties > Window > Closable)。

4.2 系统诊断的显示方式

结果

系统诊断视图已添加到该画面中。整个工厂的诊断状态显示在 WinCC Runtime 中的系统诊断视图中。

状态	名称	工作状态	插槽	类型	订单号	地址
	Rack_1					
	PLC_1				36979	
	CP 443-1				53939	
	DI_1				5363	
	DI_2				22323	
	PS_1				39283	

图 4-29 画面中的系统诊断视图

系统诊断窗口已添加到全局画面中。如果工厂中存在错误消息，则系统诊断窗口将进行响应并显示受影响的设备。

4.2.4.2 各种 HMI 诊断视图

简介

系统诊断视图和系统诊断窗口中提供了三种不同的视图。

- 设备视图
- 详细视图
- 分布式 I/O 视图（仅适用于 PROFIBUS 和 PROFINET 系统）

设备视图

设备视图以表格形式显示某一层的所有可用设备。通过双击某个设备，可打开下位设备或详细视图。第一列中的符号提供与设备当前状态有关的信息。

状态	名称	工作状态	插槽	类型	订单号	地址
	S7-1500 sta...			S7-1500...		32*
	CPU proxy_1		1	CPU 151...	6ES7 516...	49*
	DQ32		2	DQ32	6ES7 522...	258*
	DI32		3	DI32	6ES7 521...	259*

图 4-30 设备视图

4.2 系统诊断的显示方式

详细视图

详细视图显示有关所选设备和任何未决错误的详细信息。在详细视图中检查数据是否正确。



图 4-31 详细视图

分布式 I/O 视图

分布式 I/O 视图仅适用于分布式 I/O 系统。在分布式 I/O 视图中，显示 PROFIBUS/PROFINET 子网中的设备状态。

在该视图中，每个元素都将显示设备名称、设备类型和 IP 地址或 PROFIBUS 地址。

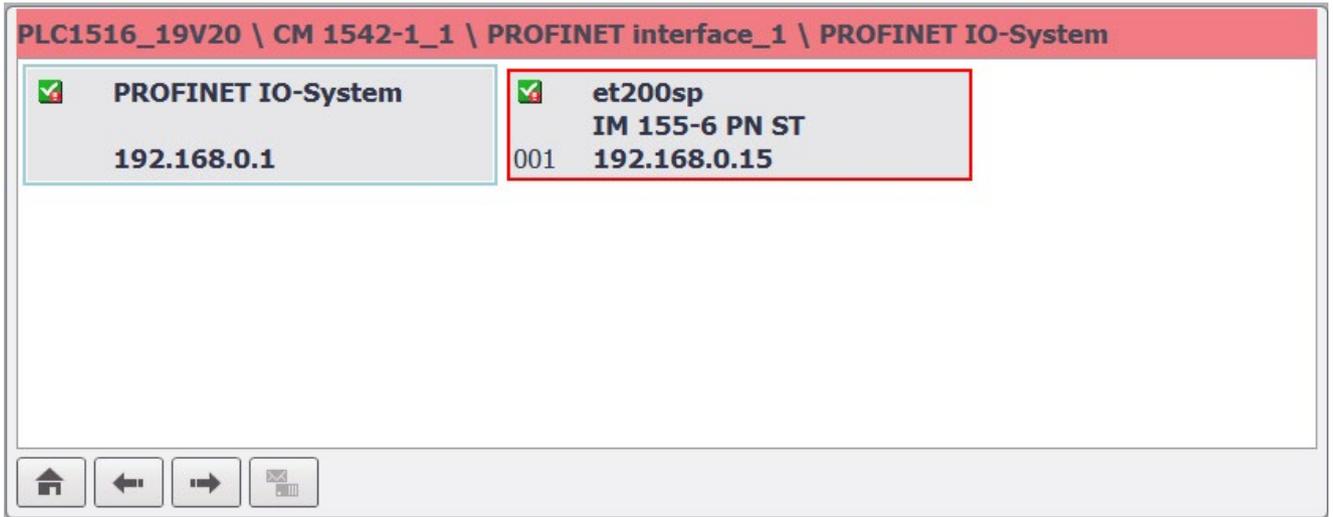


图 4-32 分布式 I/O 视图

浏览按钮

按钮	功能
	打开下位设备或详细视图（如果没有下位设备）。
	打开上位设备或设备视图（如果没有上位设备）。
	打开设备视图。

4.2 系统诊断的显示方式

4.2.4.3 插入系统诊断指示器

简介

系统诊断指示器是库中一个预定义图形符号，可对工厂中的错误发出警报。

该库对象可显示两种不同状态：

- 无错误
- 错误

要求

- 已在项目中设置了一个 HMI 设备（如，精智面板）。
- 打开“库”(Libraries) 任务卡。
- 全局库“Buttons and Switches > DiagnosticsButtons”已打开。
- 已打开一个画面。
- 已经在全局画面中设置了系统诊断窗口。

操作步骤

1. 在库中选择“DiagnosticsIndicator”对象。
2. 将库对象拖放到工作区域中要插入对象的位置。
随即添加库对象。

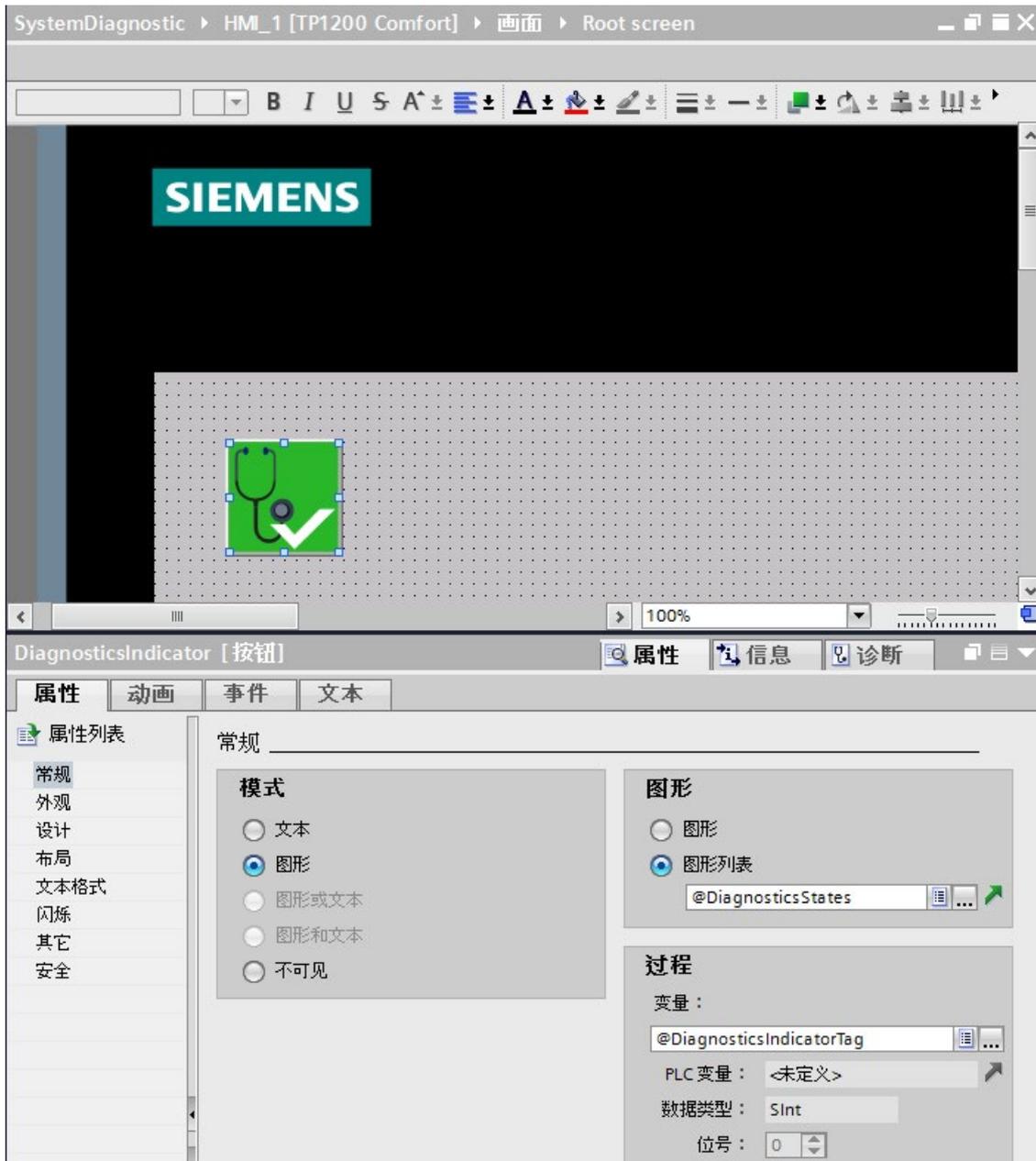


图 4-33 在工作区中插入库对象

4.2 系统诊断的显示方式

3. 选择库对象。
4. 在巡视窗口中，打开“事件”(Events) 选项卡。
为“单击”(Click) 事件预设“ShowSystemDiagnosticsWindow”。

结果

向项目中添加了系统诊断指示器，并将其连接至系统诊断视图。

如果 WinCC Runtime 输出了错误消息，则系统诊断指示器将改变其外观。在单击系统诊断指示器时，将打开系统诊断窗口。系统诊断窗口显示了受影响设备的详细视图。

为系统诊断窗口组态访问保护

为系统诊断指示器组态访问保护，以防止对系统诊断窗口进行非授权访问。

1. 在画面中选择“DiagnosticsIndicator”对象。
2. 在巡视窗口中，打开“属性”(Properties) 选项卡。
3. 在“运行系统安全”(Security in Runtime) 区中，选择一个授权。

在 WinCC Runtime 中单击系统诊断指示器时，将打开一个登录对话框。除非具有所需的权限，否则系统诊断窗口不会打开。

4.2.4.4 将按钮组态为系统诊断指示器

简介

可以组态一个“图形”(Graphic) 模式的按钮来指示工厂中的错误，而不需要使用库中的“DiagnosticsIndicator”对象。

要求

- 至少已创建一个 CPU。
- 已在项目中设置了一个 HMI 设备（例如，精智面板）。
- 打开“工具”(Tools) 任务卡。
- 已通过表示状态的两个不同图形创建了一个位图形列表。
- 已打开一个画面。
- 已创建了一个系统诊断视图。

操作步骤

要将一个按钮组态为系统诊断指示器，请按以下步骤操作：

1. 双击“工具”(Tools) 任务卡中的“按钮”(Button) 对象。此时，画面中添加了一个按钮。
2. 启用巡视窗口中的“属性”(Properties) 选项卡和“常规”(General) 区中的“图形”(Graphic) 模式。
3. 选择位图形列表作为图形列表。
4. 在巡视窗口中选择“属性”(Properties) 选项卡，在“常规”(General) 区域中的“变量”(Tag) 下选择变量 @DiagnosticsIndicatorTag。
5. 通过在巡视窗口中，选择“事件”(Events) 选项卡，可为按钮分配一个功能。
6. 选择“单击”(Click) 事件。
7. 单击表中的“添加函数”(Add function)。
8. 选择“EnableSystemDiagnosticsView”。
9. 选择系统诊断视图。

结果

接口已成功组态，可用于响应 CPU 的错误事件如果系统运行期间出现错误事件，则该按钮将会发生改变。

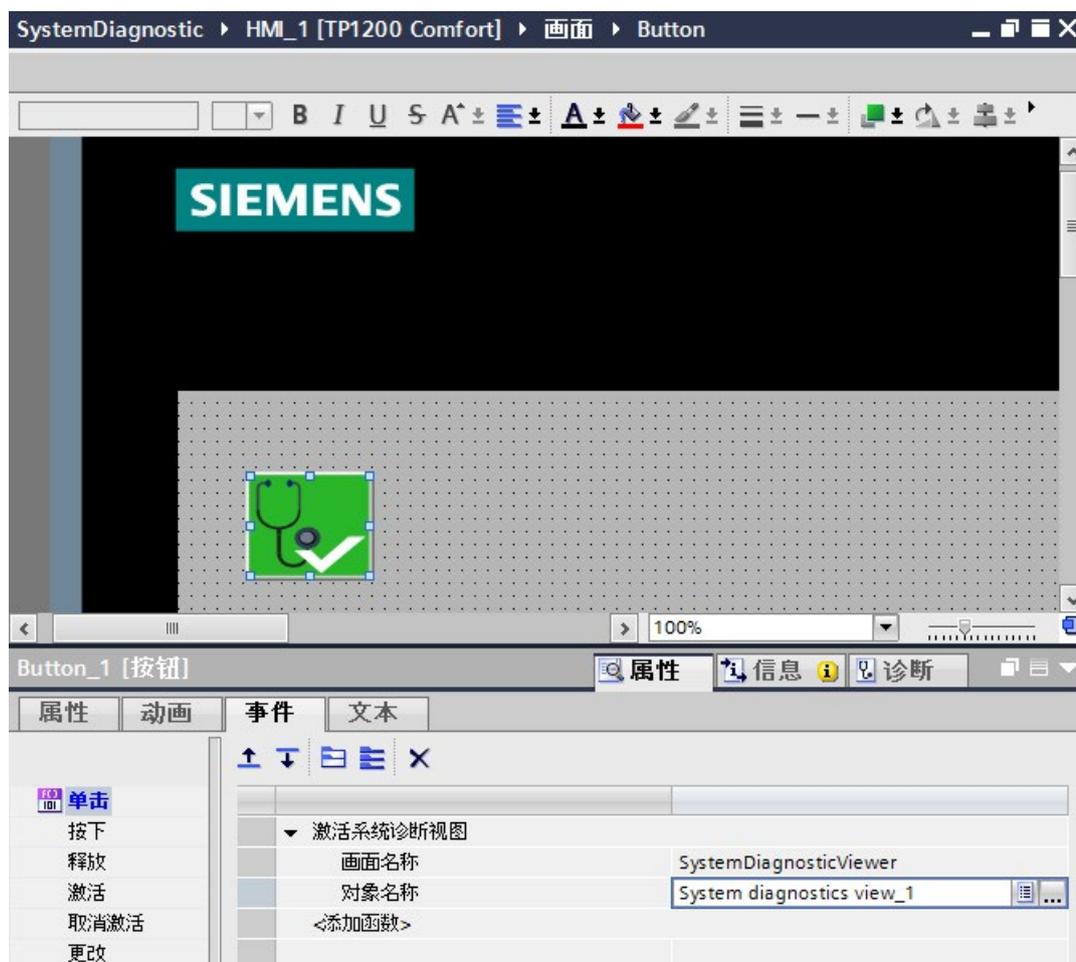


图 4-34 组态的按钮

该按钮有 2 个状态。

- 错误
单击该按钮，打开系统诊断视图。系统诊断视图将显示受影响设备的详细视图。
- 无错误
单击该按钮，打开系统诊断视图。系统诊断视图将显示设备视图。

通过用户程序进行系统诊断

5.1 用户程序中的系统诊断选项

简介

在用户程序中，可组态对诊断报警的响应。如，指定发生特定诊断报警时关停设备。

指令

诊断信息采用了独立于供应商的数据记录结构。以下指令可用于确定某个设备的系统诊断：

表格 5-1 确定系统诊断的指令

指令	说明
RDREC	<ul style="list-style-type: none"> 读取可能包含错误信息的 DP 从站/IO 设备组件（模块或子模块）的数据记录 异步执行，即执行过程可以跨多个调用
RALRM	<ul style="list-style-type: none"> 调用诊断中断 OB (OB 82) 时，读取 OB 的起始信息 提供错误原因和位置信息
DPNRM_DG	<ul style="list-style-type: none"> 读取 DP 从站的当前诊断数据（DP 标准诊断）
GEN_DIAG	<ul style="list-style-type: none"> 生成诊断信息 为生成诊断信息，采用其逻辑地址来标识模块或子模块
Gen_UsrMsg	<ul style="list-style-type: none"> 生成在诊断缓冲区中输入的报警
GET_DIAG	<ul style="list-style-type: none"> 提供诊断信息 为提供诊断信息，选择模块或子模块
GET_Name	<ul style="list-style-type: none"> 读取 IO 设备的名称
T_DIAG	<ul style="list-style-type: none"> 提供与某个连接有关的诊断信息和状态信息 异步执行，即执行过程可以跨多个调用
RD_SINFO	<ul style="list-style-type: none"> 读取还没完全处理的最后调用 OB 和最后启动的启动 OB 的起始信息 提供常规错误信息
LED	<ul style="list-style-type: none"> 读取模块上 LED 指示灯的状态
Get_IM_Data	<ul style="list-style-type: none"> 读取 CPU 的信息和维护数据 异步执行，即执行过程可以跨多个调用
DeviceStates	<ul style="list-style-type: none"> 输出一个 IO 系统所有设备的状态
ModuleStates	<ul style="list-style-type: none"> 输出一台设备所有模块的状态

更多信息

在线帮助

在 STEP 7 在线帮助中，包含以下信息：

- 有关系统诊断指令的更多信息
- 用户程序中评估诊断信息的更多方式（如，通过“RDREC”、“RALRM”、“GET_DIAG”指令）
- 有关 SIMATIC ProDiag 的信息。启用该功能时，可对 SIMATIC S7-1500 和 SIMATIC HMI 有的放矢地进行快速设备诊断：
 - 适用于不同 SIMATIC 组件的标准诊断机制
 - 诊断功能无需再进行额外的组态操作
 - 减小了 PLC 存储空间的负载与程序的运行时间

详细信息，请参见在线帮助中的“通过 ProDiag 监控设备和工厂”(Supervising machinery and plants with ProDiag) 部分。

手册

有关在用户程序中评估诊断信息的更多信息，请参见以下手册：

- 《PROFINET 功能手册
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)》
- 编程手册《从 PROFIBUS DP 到 PROFINET IO
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/19289930>)》。
- 相应的模块手册

应用示例

有关详细的应用示例与更多文档和示例项目，敬请访问“服务与支持”网站：

- SIMATIC S7-1200 和 S7-1500 的诊断概述
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109752283>)

常见问题与解答

有关在 SIMATIC S7-1500 用户程序中进行通道诊断的更多信息，请参见“服务与支持”(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109480387>)网站中的常见问题与解答，条目号 109480387。

5.2 采用过程映像输入进行系统诊断

简介

除了事件驱动型系统诊断之外，SIMATIC 系列的输入和输出模块也可通过过程映像输入提供诊断信息。

此前介绍的系统诊断可与程序执行异步执行。为了在发生故障时正确地处理输入和输出数据，某些模块使用值状态 (QI = Quality Information) 进行评估。

值状态的评估要求

与过程映像输入相关的诊断信息与用户数据同步传输。评估通道值状态时，请在 STEP 7 的 I/O 模块属性中选中“值状态”(Value status) 复选框。

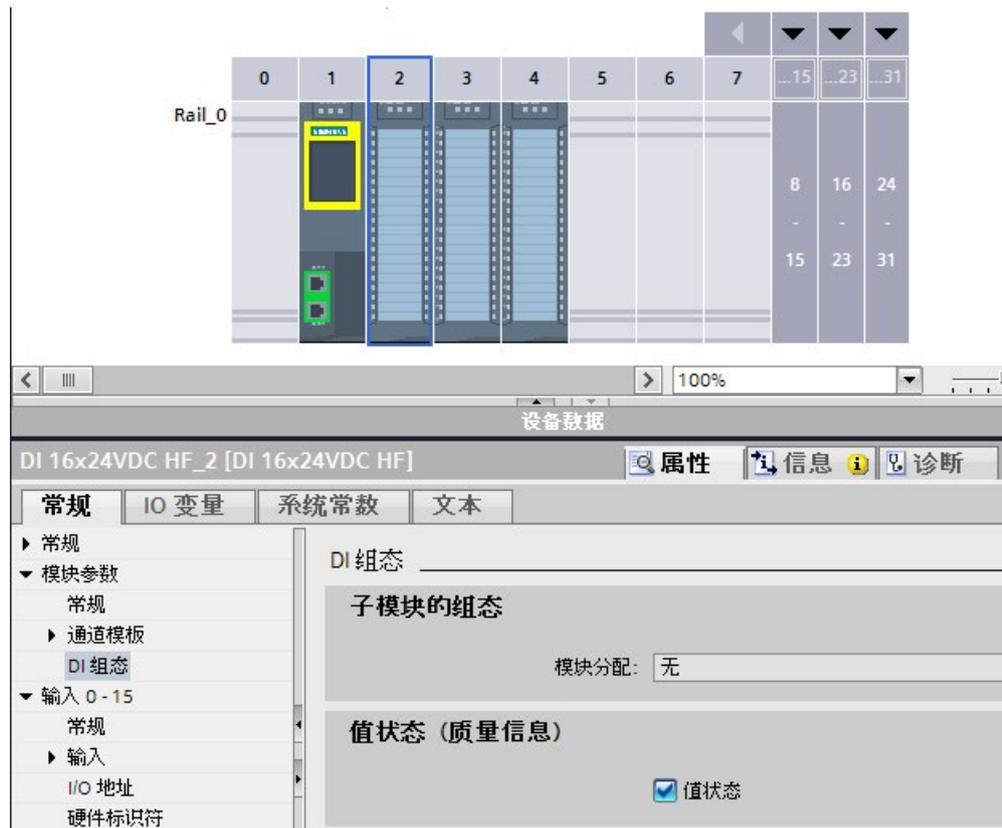


图 5-1 启用值状态

值状态评估

如果已启用了某个 I/O 模块的值状态，则除用户数据外，该模块还可提供值状态信息。该信息可直接用于过程映像输入，并通过简单的二进制操作进行调用。

每个通道均唯一性地分配有值状态中的一个位。值状态中的位指示用户数据中读入值的有效性。

表格 5-2 示例：某个数字量输入模块出现断路时用户数据的评估

	用户数据中的位	值状态中的位	用户数据中的值
故障通道	逻辑 0	0	无效
无故障通道	逻辑 0（实际值）	1	有效

值状态的影响

受以下任何一个因影响时，激活通道的值状态为“无效”(Invalid)：

- 通道诊断未决（无需考虑是否为该通道组态了诊断，如断路）
- 输出通道：激活了“对 CPU STOP 模式的响应”(Reaction to CPU STOP) 功能（由于 CPU 转入 STOP 模式，连接中断）
- 紧凑型 CPU 的板载数字量 I/O 的输出通道：如果将某个通道用于工艺功能，则该通道将返回值状态 0（“无效”）。此时，系统将不再检查输出值是否正确。
- 激活了 PROFIenergy 功能。即，启用了休眠功能（“继续操作模式”下除外）

使用非故障安全模块时，需注意：某个激活的通道无效时，也将导致其它所有已激活通道的值状态置位为“无效”(Invalid)。因此，建议用户禁用所有未连接或未使用的通道。

示例：某个模拟量输入模块的输入通道的值状态评估

下述示例所示为通过用户程序，对某个模拟量输入模块的输入通道的值状态进行基本评估。通过一个通道测量气缸直径，并计算其周长。

- 如果值状态指示通道无错误，则可计算周长。
- 如果值状态指示通道有错误，则输出值“0”，作为周长替代值。

下图显示了用户程序中的值状态评估。

Perimeter				
	Name	Data type	Default value	Comment
1	Input			
2	Diameter	Real	0.0	Tag for analog input channel
3	QualityInformation	Bool	false	Tag for QI of analog input channel
4	Output			
5	Perimeter	Real	0.0	Tag for result of calculation
6	InOut			
7	Static			
8	Temp			
9	Constant			
10	PI	Real	3.14	Constant for pi
11	SubstituteValue	Real	0.0	Constant for substitute value


```

1 IF #QualityInformation = true           //Validity check of diameter
2
3   THEN                                 //Program run, if quality information is positive
4     #Perimeter := #Diameter * #PI;     //Calculation of perimeter
5
6   ELSE                                 //Program run, if quality information is negative
7     #Perimeter := #SubstituteValue;    //Substitute value assigned to perimeter

```

图 5-2 示例：用户程序中的值状态评估

更多信息

根据 I/O 模块的不同，在过程映像输入中为各值状态预留的地址也不同。在所用模块的手册中，介绍了有关地址分配与排列的特定信息。

报警

简介

通过报警，可显示自动化系统中的执行事件并快速检测错误，从而实现准确定位和清除，进而显著降低工厂停机时间。

因此在输出报警前，需要对其进行组态。

用户可以创建、编辑和编译事件相关报警及其文本和属性，并在显示设备中显示。

使用 STEP 7，可通过指令“Program_Alarm”在用户程序中创建程序报警，并在 STEP 7 的报警编辑器对相应属性和报警文本进行编辑。

报警状态通过指令“Get_AlarmState”进行输出。

程序报警的优势

与 HMI 离散量报警等其它报警方法相比，程序报警具有以下优势：

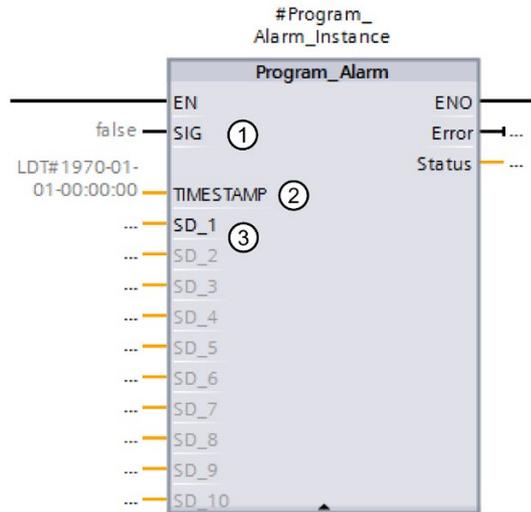
- 使用 STEP 7 集中进行工程组态：对于 CPU，只需组态程序报警一次。程序报警会自动从 CPU 传送到所有登录的 HMI 设备。
- 系统确认：一台 HMI 设备上的程序报警确认会由 CPU 自动更新到其它 HMI 设备。
- CPU 事件时间戳
- 多个非时间同步 HMI 设备的报警具有相同时间戳

6.1 使用指令“Program_Alarm”创建报警

指令“Program_Alarm”

通过 STEP 7，可使用指令“Program_Alarm”创建程序报警。

下图显示了带有重要输入变量的“Program_Alarm”指令。



- ① 该指令可监视 SIG 块输入的信号，在 SIG 参数出现信号变化时生成程序报警。当信号从 0 变为 1 时，该指令将生成一个到达的报警；信号从 1 变为 0 时，则生成一个离去的程序报警。在程序执行时，将同步触发程序报警。
- ② 当自动化系统中发生报警事件时，会自动生成时间戳，并随报警一同传送。
- ③ 在参数 SD_i (1 ≤ i ≤ 10) 处，最多可以为程序报警附加 10 个相关值。在 SIG 参数发生信号变化时，将获取相关值并将该值分配给程序报警。
相关值用于显示报警中的动态内容。
例如：储罐中的温度 <相关值 1> 为 <相关值 2> °C。
有关相关值的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

图 6-1 指令“Program_Alarm”

说明

指令“Program_Alarm”只能在函数块 (FB) 中进行调用。

程序报警的最大长度为 256 个字节（含相关值和文本列表中的文本）。

相关值的最大长度为 512 个字节。文本列表不受影响。

SIMATIC S7-1500 产品系列的 CPU 可为文本列表提供以下存储空间：

- CPU 1510-x 到 CPU 1513-x: 2.25 MB
- CPU 1515-x 到 CPU 1516-x: 4.5 MB
- CPU 1517-x 到 CPU 1518-x: 6.75 MB

可组态的程序报警的数量取决于所用的 CPU。例如，使用 CPU 1515-2 PN 时，最多支持 10000 个程序报警。相关信息，请参见相应 CPU 设备手册中的“可组态的报警数量”部分。

可同时激活的“Program_Alarms”数量取决于所用的 CPU。例如，使用 1515-2 PN CPU 时，最多可同时激活 600 个程序报警。相关信息，请参见相应 CPU 设备手册中的“预留的用户中断数量”部分。

有时，无法在一个循环内输出同时激活的所有程序报警。此时，可查询每个“Program_Alarm”的状态。必要时，可再次激活该指令。同时激活/发送多个“Program_Alarms”时，循环时间将略微增加。

在 64 位操作系统中，STEP 7 项目中可组态的程序报警最多为 40000 个。

更多信息

有关创建程序报警的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“创建和编辑报警”。

6.2 使用报警编辑器编辑报警

简介

在 STEP 7 中，可在程序编辑器或报警编辑器中编辑所创建的报警。

有关在程序编辑器中编辑报警的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“创建和编辑报警”部分。

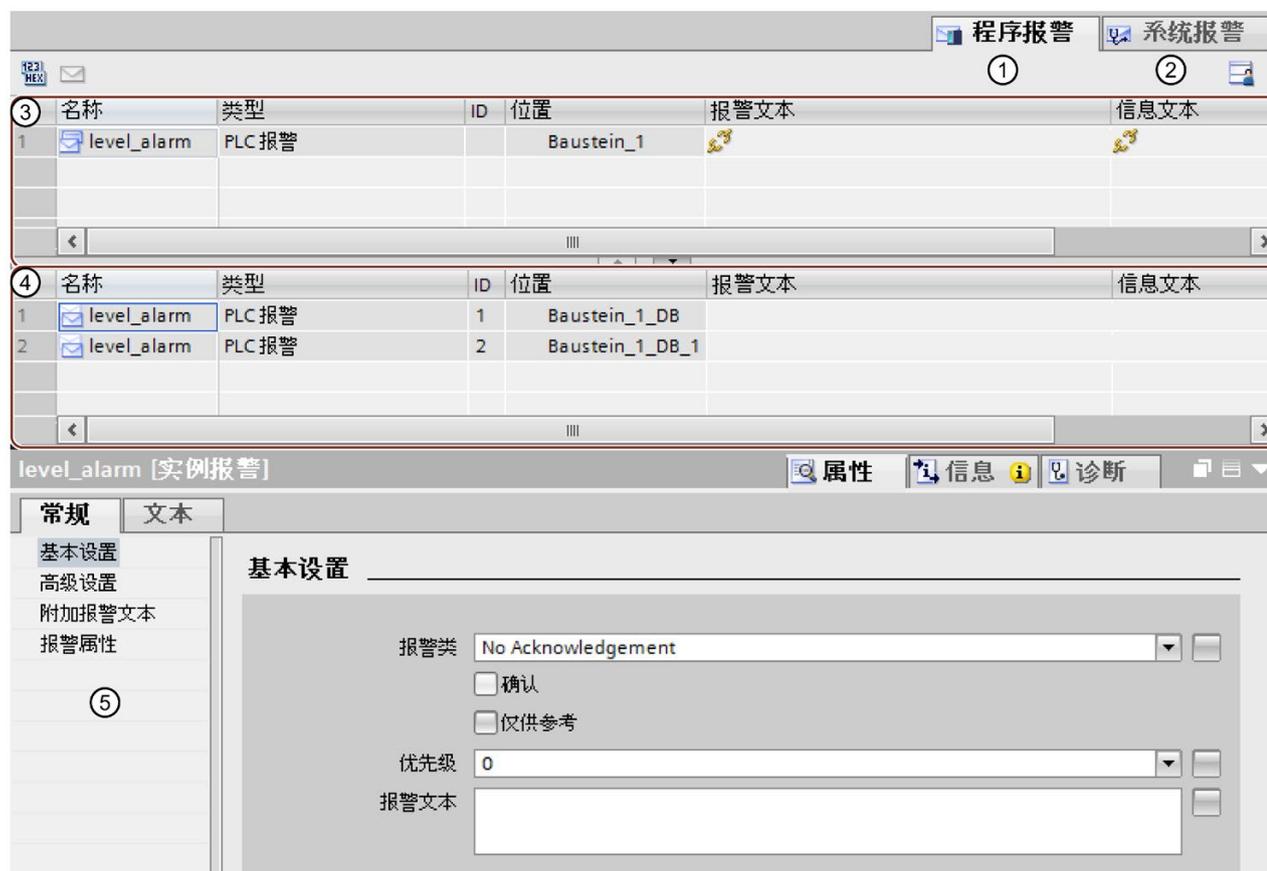
使用报警编辑器编辑报警

用户可使用报警编辑器编辑报警文本，指定报警的属性，如报警类别或优先级。

1. 在项目树中，双击“PLC 监控与报警”(PLC supervisions & alarms)。选择“报警”(Alarms)选项卡。报警编辑器随即打开。
2. 在相应的列中，输入所需文本和属性。

6.2 使用报警编辑器编辑报警

下图显示了报警编辑器的布局。



- ① “程序报警”(Program alarms) 选项卡：在此，对程序报警进行编辑。
- ② “系统报警”(System alarms) 选项卡：系统报警只能查看，不能编辑。要编辑这些系统报警，需切换到设备视图（“转至设备”(Go to device) 菜单命令），并在设备视图的巡视窗口中进行修改。
- ③ “类型报警”(Type alarms) 区域：
此处显示使用指令“Program_Alarm”在函数块中创建的类型报警。类型报警可用作背景报警的模板(④)。
对于由此获得的背景报警，将自动包含对类型报警进行的任何输入。
有关类型报警的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“报警类型及报警”。
- ④ “背景报警”(Instance alarms) 区域：
如果将一个背景数据块分配给一个消息块（例如 OB、FB、FC 中的调用），则会根据类型报警模板，自动生成背景报警，并分配报警编号。
指定背景的背景报警可以修改。
有关背景报警的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“报警类型及报警”。
- ⑤ 巡视窗口中选定的类型报警和背景报警的属性。

图 6-2 报警编辑器的布局

在表格或巡视窗口中，可以输入或修改所需的参数、文本和属性。

多语言报警

通过将不同项目语言分配给显示设备的界面语言，可使用多种语言显示程序报警。

说明

待分配的项目语言必须激活，且相应的文本（翻译）需包含在该项目中。项目语言选择位于项目树的“语言和资源”(Languages & Resources) 中。

要创建多语言版本的程序报警文本，请按以下步骤操作：

1. 在程序编辑器的巡视窗口中，打开“属性”(Properties) 选项卡和下一级“文本”(Texts) 选项卡。
2. 在指定的项目语言中输入相应文本。
3. 在 CPU 的巡视窗口中打开“属性”(Properties) 选项卡，并在“常规”(General) 区域导航中选择“显示”(Display) 命令。在“多语言”(Multilingual) 中，为显示设备的每种界面语言指定一个已激活的项目语言。用户界面语言最多可指定 3 种不同的项目语言。将所有分配的项目语言加载到 CPU 中。

更多信息

有关文本和属性的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“文本与属性”。

有关文本列表的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“报警文本列表”。

6.3 程序报警的显示

使用指令“Program_Alarm”创建的程序报警可自动显示在显示设备上。

可选择以下报警显示方式：

- STEP 7
- HMI
- CPU 的 Web 服务器
- CPU 的显示屏

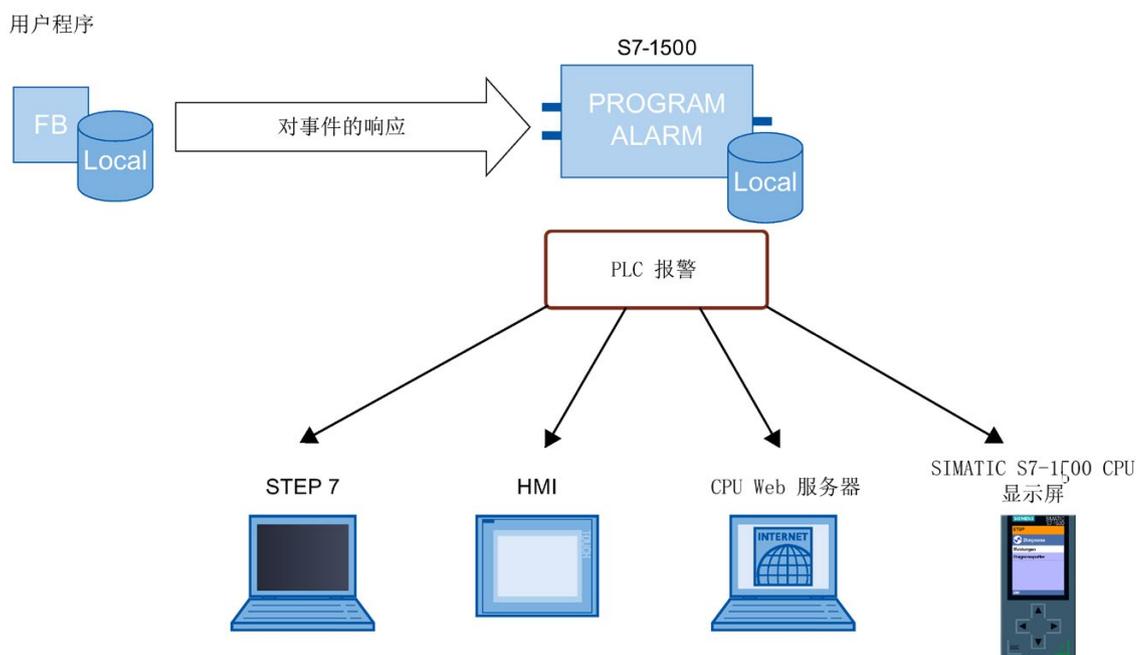


图 6-3 程序报警的显示

多语言报警

通过将不同项目语言分配给界面语言，可使用多种语言显示程序报警。请参见“使用报警编辑器编辑报警 (页 81)”部分。

6.4 使用指令“Get_AlarmState”输出报警状态

指令“Get_AlarmState”

使用指令“Get_AlarmState”，可输出程序报警的报警状态。报警状态的输出始终是指使用指令“Program_Alarm”创建的程序报警。

通过输入参数“Alarm”，可以选择程序报警。通过输入参数“Alarm”，还可指定指令“Program_Alarm”的背景数据块。

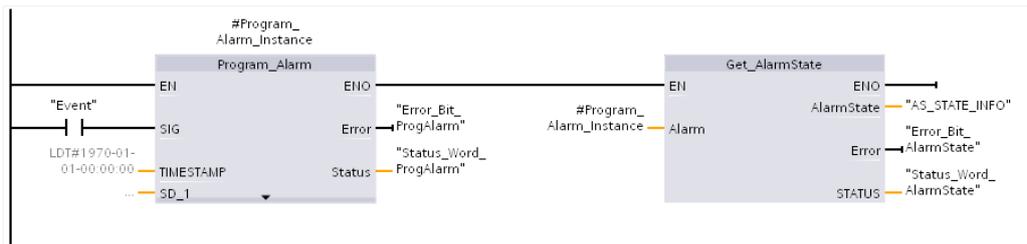


图 6-4 调用 Get_AlarmState

更多信息

有关指令“Get_AlarmState”的更多评估信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

6.5 程序报警的编程示例

6.5.1 任务

简介

该章节使用两个示例，阐述了使用指令“Program_Alarm”创建的程序报警的基本组态。这两个示例使用不同的方法解决了相同问题。示例 1 使用的是相关值。示例 2 是将相关值分配给程序报警，以引用一个文本列表。

示例：储罐的最小/最大加注液位

储罐中将加注一种液体。使用两个传感器对加注液位进行监视。

当储罐中的液位低于最小加注液位时，将输出“加注液位低”报警。

当储罐中的液位超过最大加注液位时，将输出“加注液位高”报警。

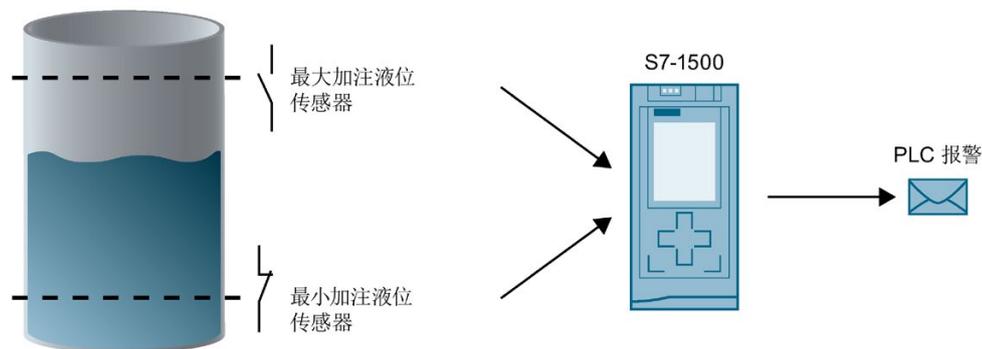


图 6-5 示例：加注液位报警

6.5.2 示例 1：无相关值的程序报警

简介

在本示例中，将创建最小和最大加注液位的程序报警。

工作原理

当储罐中的液位超过最大加注液位时，将输出一个带报警文本的程序报警，提示液位过高。

当储罐中的液位低于最小加注液位时，将输出一个带报警文本的程序报警，提示液位过低。

步骤

对于该示例，需执行以下步骤：

1. 定义信号采集变量
2. 创建函数块
3. 创建程序报警
4. 调用函数块
5. 编辑报警文本

定义信号采集变量

下表列出了本示例中所用的变量。在标准变量表中，定义这些变量。标准变量表位于项目树的“PLC 变量”(PLC tags) 中。

表格 6-1 加注液位的报警变量

名称	数据类型	说明
max	BOOL	最大加注液位变量 如果“max” = 1，则表示超过最大加注液位。
min	BOOL	最小加注液位变量 如果“min” = 1，则表示低于最小加注液位。

下图显示了包含有“max”和“min”变量的标准变量表。

	名称	数据类型	地址	保持	在 HMI ...	可从 HMI ...
1	max	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	min	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<添加>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

图 6-6 定义变量

创建函数块

要创建函数块，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，打开“程序块”(Program blocks) 文件夹。
2. 双击“添加新块”(Add new block)，
“添加新块”(Add new block) 对话框随即打开。
3. 选择“函数块”(Function block) 按钮。



图 6-7 创建函数块

4. 输入新块的名称。
5. 选择 SCL 语言。
6. 单击“确认”(OK)，确认输入。

结果：已创建一个函数块。

创建程序报警

要为示例程序创建程序报警，请按以下步骤操作：

1. 选择在项目树中“程序块”(Program blocks) 文件夹中创建的函数块 (FB)， 双击该函数块并打开。
2. 将调用指令“Program_Alarm”插入该函数块的指令部分。指令“Program_Alarm”位于“扩展指令 > 报警”(Extended instructions > Alarms) 下的“指令”(Instructions) 任务卡中。

将打开“调用选项”(Call options) 对话框。

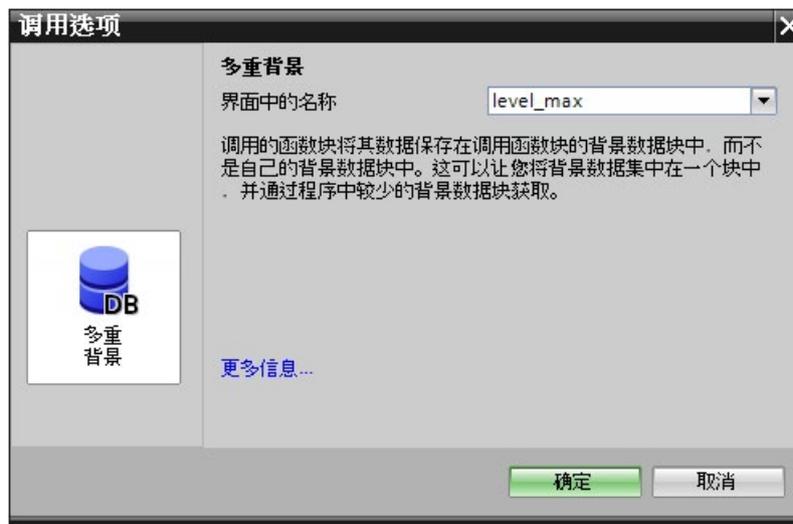


图 6-8 调用 Program_Alarm

3. 输入“level_max”作为名称，并单击“确定”(OK) 确认调用选项。

结果：指令“Program_Alarm”的输入变量将显示在指令部分。

4. 在指令“Program_Alarm”的 SIG 输入变量中输入最大加注液位变量。

```
#level_max(SIG:="max");
```

SIG: SIG 输入变量的信号发生变化时，指令“Program_Alarm”将生成一个程序报警。

5. 插入指令“Program_Alarm”的另一调用。

“调用选项”(Call options) 对话框打开。

6. 输入“level_min”作为名称，并单击“确定”(OK) 确认调用选项。

结果：指令“Program_Alarm”的输入变量将显示在指令部分。

7. 在指令“Program_Alarm”的 SIG 输入变量中输入最小加注液位变量。

```
#level_min(SIG:="min");
```

结果：已创建两个类型报警。

调用函数块

要在用户程序中调用函数块，请按以下步骤操作：

1. 在“程序块”(Program blocks) 文件夹中，选择想调用函数块的循环 OB（例如 OB1），双击并打开该循环 OB。
2. 在“程序块”(Program blocks) 文件夹中，选择想调用的函数块。
3. 将该函数块拖放到循环 OB 的指令部分中。
“调用选项”(Call options) 对话框随即打开。



图 6-9 调用函数块

4. 单击“确定”(OK) 按钮，确认调用选项。

结果：已在用户程序中调用了报警块，并创建了一个背景报警。

编辑报警文本

要编辑报警文本，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，双击“PLC 监控与报警”(PLC supervisions & alarms)。选择“报警”(Alarms)选项卡。报警编辑器随即打开。
2. 选择最大加注液位的类型报警。
3. 在“报警文本”(Alarm text) 列中输入最大加注液位的报警文本。
4. 选择最小加注液位的类型报警。
5. 在“报警文本”(Alarm text) 列中输入最小加注液位的报警文本。

名称	类型	ID	位置	报警文本	信息文本
level_max	PLC 报警		Baustein_1	level too high	
level_min	PLC 报警		Baustein_1	level too low	

名称	类型	ID	位置	报警文本	信息文本
level_min	PLC 报警	2	Baustein_1...	level too low	

图 6-10 编辑报警文本

结果：已创建两个类型报警的报警文本。

更多信息

有关多语言文本的创建方式，请参见“使用报警编辑器编辑报警 (页 81)”部分的“多语言报警”。

6.5.3 示例 2：有相关值的程序报警

简介

在本示例中，将创建一个最小和最大加注液位的共享程序报警。将分配给程序报警一个相关值。程序报警使用该相关值，来访问文本列表条目，并输出最小和最大加注液位的单独报警文本。

工作原理

超出最小和最大加注液位时，会输出程序报警。

将指令“Program_Alarm”的相关值 1 分配给最大加注液位变量。该相关值引用带条目“0”和“1”的文本列表。

报警文本输出具有以下情况：

- 相关值为“0”：对于超低加注液位，输出带报警文本的文本列表的条目“0”。
- 相关值为“1”：对于过高加注液位，输出带报警文本的文本列表的条目“1”。

步骤

对于该示例，需执行以下步骤：

1. 定义信号采集变量
2. 创建函数块
3. 创建程序报警
4. 调用函数块
5. 创建文本列表
6. 编辑报警文本

定义信号采集变量

下表列出了本示例中所用的变量。在标准变量表中，定义这些变量。标准变量表位于项目树的“PLC 变量”(PLC tags) 中。

表格 6-2 加注液位的报警变量

名称	数据类型	说明
max	BOOL	最大加注液位变量 如果“max” = 1，则表示超过最大加注液位。
min	BOOL	最小加注液位变量 如果“min” = 1，则表示低于最小加注液位。

下图显示了包含有“max”和“min”变量的标准变量表。

	名称	数据类型	地址	保持	在 HMI ...	可从 HMI ...
1	max	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	min	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<添加>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

图 6-11 定义变量

创建函数块

要创建函数块，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，打开“程序块”(Program blocks) 文件夹。
2. 双击“添加新块”(Add new block)，
“添加新块”(Add new block) 对话框随即打开。

3. 选择“函数块”(Function block) 按钮。



图 6-12 创建函数块

- 4. 输入新块的名称。
- 5. 选择 SCL 语言。
- 6. 单击“确认”(OK)，确认输入。

结果：已创建一个函数块。

创建程序报警

要为示例程序创建程序报警，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中的“程序块”(Program blocks) 文件夹中，选择创建的函数块 (FB)。
2. 将调用指令“Program_Alarm”插入该函数块的指令部分。指令“Program_Alarm”位于“扩展指令 > 报警”(Extended instructions > Alarms) 下的“指令”(Instructions) 任务卡中。
“调用选项”(Call options) 对话框随即打开。

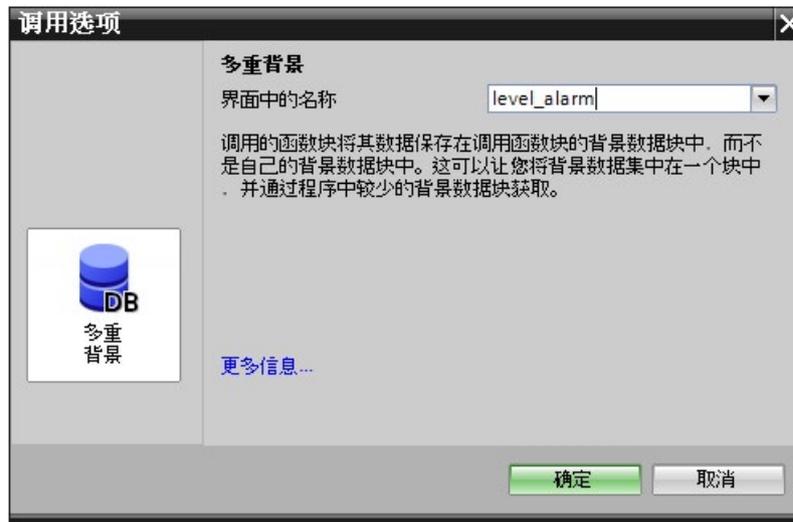


图 6-13 调用 Program_Alarm

3. 输入“level_alarm”作为名称，并单击“确定”(OK) 确认调用选项。

结果：指令“Program_Alarm”的输入变量将显示在指令部分。

4. 在指令“Program_Alarm”的 SIG 输入变量中输入最小和最大加注液位变量的“异或”运算结果，并在输入变量 SD_1 中输入最大加注液位变量。

```
#level_alarm(SIG:="min"XOR"max",SD_1:="max");
```

SIG: SIG 输入变量的信号发生变化时，指令“Program_Alarm”将生成一个程序报警。

SD_1: 输入变量的信号发生变化时，将采集相应的值并分配给程序报警。

结果：已创建一个类型报警。

调用函数块

要在用户程序中调用函数块，请按以下步骤操作：

1. 在“程序块”(Program blocks) 文件夹中，选择想调用函数块的循环 OB（例如 OB1），双击并打开该循环 OB。
2. 在“程序块”(Program blocks) 文件夹中，选择想调用的函数块。
3. 将该函数块拖放到循环 OB 的指令部分中。
“调用选项”(Call options) 对话框随即打开。



图 6-14 调用函数块

4. 单击“确定”(OK) 按钮，确认调用选项。

结果：已在用户程序中调用了报警块，并创建了一个背景报警。

创建文本列表

要为例程序创建文本列表，请按以下步骤操作：

1. 双击程序树中的“文本列表”(Text lists) 命令。
文本列表编辑器打开。
2. 在文本列表区域中，双击“<添加>”(Add)。
将添加一个新的文本列表。
3. 将该文本列表命名为“level_textlist”。
4. 在 level_textlist 的文本列表条目区域中，双击“<添加>”(Add)。
在文本列表“level_textlist”中，将添加一个新的文本列表条目。
5. 在“条目”(Entry) 栏位中输入最大加注液位的报警文本。

6. 在文本列表中添加另一条目。
7. 在“条目”(Entry) 栏位中输入最小加注液位的报警文本。

文本列表			
名称	选择	注释	
level_textlist	Decimal		
<新建>			

level_textlist 的文本列表条目			
起始范围	结束范围	条目	
0	0	level too low	
1	1	level too high	
<新建>			

图 6-15 创建文本列表

结果：已创建报警文本的文本列表。

编辑报警文本

要编辑示例程序的报警文本，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，双击“PLC 监控与报警”(PLC supervisions & alarms)。选择“报警”(Alarms) 选项卡。报警编辑器随即打开。
2. 选择为该示例创建的类型报警。
3. 单击“报警文本”(Alarm text) 栏位。

4. 打开快捷菜单并选择命令“插入一个动态参数（文本列表）”(Insert a dynamic parameter (text list))。

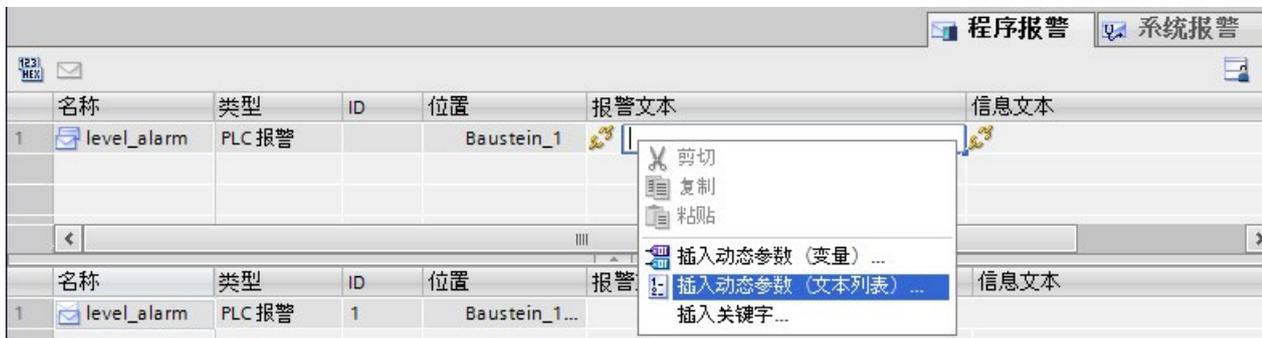


图 6-16 编辑报警文本

以下对话框打开。

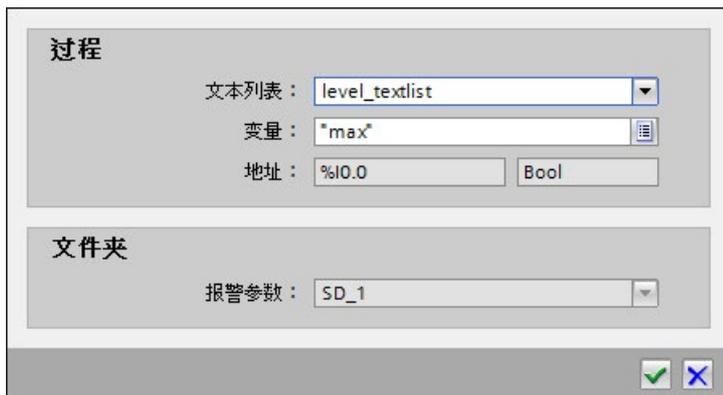


图 6-17 插入一个动态参数（文本列表）

5. 选择文本列表“level_textlist”和变量“max”。单击“确定”(OK) 按钮，确认选择。

结果：现在，已创建了报警类型的报警文本。

变量“max”（相关值 1）为 0 时，输出报警文本“液位过低”(level too low)。

变量“max”（相关值 1）为 1 时，输出报警文本“液位过高”(level too high)。

更多信息

有关多语言文本的创建方式，请参见“使用报警编辑器编辑报警 (页 81)”部分的“多语言报警”。

6.5.4 显示报警

在 Web 服务器中显示报警

下图显示了上述两个示例的报警在 Web 服务器中的显示。



消息

诊断缓冲区条目 1-50

消息号	日期	时间	消息文本	状态	确认
1	22.07.2016	08:23:24.644	level too high	进入的	确认报警

图 6-18 在 Web 服务器中显示报警

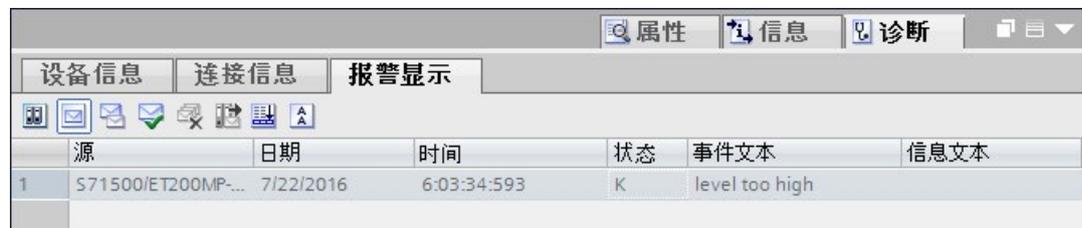
在 STEP 7 中显示报警

说明

在 STEP 7 中显示报警

要在 STEP 7 中显示报警，应启用 CPU 快捷菜单中的“接收报警”(Receive alarms) 选项。

下图显示了上述两个示例的报警在 STEP 7 中的显示。



属性 信息 诊断

设备信息 连接信息 报警显示

源	日期	时间	状态	事件文本	信息文本
1	S71500/ET200MP-...	7/22/2016	6:03:34:593	K	level too high

图 6-19 在 STEP 7 中显示

S7-1500R/H 冗余系统的诊断

S7-1500R/H 诊断

S7-1500R/H 冗余系统的诊断与标准 S7-1500 的基本相同。可通过以下方式进行显示：

- 通过 STEP 7
- 通过 HMI 设备
- 通过 CPU 的显示屏

CPU 通过 LED 指示灯，指示相关的操作状态以及内部和外部错误等信息。

在下文中，介绍了 S7-1500R/H 冗余系统的诊断特性。此外，当前使用的功能手册与 STEP 7 在线帮助中的信息也同样适用于 S7-1500R/H 冗余系统。

STEP 7 中的诊断信息

可按以下方式执行硬件诊断：

- 通过“在线与诊断”(Online and Diagnostics) 视图
- 通过“在线工具”(Online Tools) 任务卡
- 通过巡视窗口中的“诊断 > 设备信息”(Diagnostics > Device Information) 区域
- 通过诊断图标，如，在设备视图和项目树中

STEP 7 中的诊断视图与在线连接和系统状态相关

S7-1500R/H 冗余系统的诊断视图部分取决于：

- PG/PC 当前所连接的 CPU
- 冗余系统当前的系统状态

下表为一个概览表，通过示例，对 S7-1500R/H 诊断视图进行简要说明。

表格 7-1 诊断视图与在线连接和系统状态相关

STEP 7 中的诊断视图	可进行在线连接的 CPU	系统状态	章节中的示例
冗余系统的在线数据和诊断	主 CPU 或备用 CPU	RUN-Redundant	“在线和诊断视图 (页 102)”
主 CPU 的在线数据和诊断 以下内容不显示： • 备用 CPU 中的在线数据和诊断	主 CPU	RUN-Solo 或 STOP	“在线和诊断视图 (页 102)” 和
备用 CPU 的在线数据和诊断 以下内容不显示： • 主 CPU 中的在线数据和诊断 • 分布式 I/O 的在线数据和诊断	备用 CPU	RUN-Solo 或 STOP	“RUN-Solo 系统状态下的限制条件 (页 120)”
“在线工具”(Online Tools) 任务卡中 3 个操作员面板的显示	主 CPU 或备用 CPU	不相关	“在线工具”任务卡 (页 105)
“在线工具”(Online Tools) 任务卡中的主 CPU (系统) 的循环时间和存储器	主 CPU 或备用 CPU	RUN-Redundant	
“在线工具”(Online Tools) 任务卡中主 CPU 的循环时间和存储器	主 CPU	RUN-Solo 或 STOP	
“在线工具”(Online Tools) 任务卡中备用 CPU 的循环时间和存储器	备用 CPU	RUN-Solo 或 STOP	
通过“在线工具”(Online Tools) 任务卡对主 CPU 的存储器进行复位	主 CPU	STOP	
通过“在线工具”(Online Tools) 任务卡对备用 CPU 的存储器进行复位	备用 CPU	RUN-Solo 或 STOP	
“报警显示”(Alarm display) 选项卡：主 CPU 中的报警	主 CPU	不相关		“项目树、设备视图和网络视图中的诊断视图 (页 109)”
“报警显示”(Alarm display) 选项卡：备用 CPU 中的报警	备用 CPU	不相关	

STEP 7 中的诊断视图	可进行在线连接的 CPU	系统状态	章节中的示例
分布式 I/O 的诊断	主 CPU 或备用 CPU	RUN-Redundant	“RUN-Redundant 系统状态下的诊断 (页 114)”
分布式 I/O 的诊断	主 CPU	RUN-Solo	“RUN-Solo 系统状态下的限制条件 (页 120)”

可访问的设备

对于标准 S7-1500 系统，STEP 7 中可显示以下信息：

- 从 PG/PC/P 可访问的所有设备
- 冗余系统中设备的诊断信息，如 R/H CPU 中的信息

具体操作步骤，请参见“可访问的设备（无项目）(页 32)”部分。

7.1 “在线和诊断视图”

简介

冗余系统或冗余系统的各 CPU 均可打开“在线和诊断”(Online and Diagnostics) 视图。

冗余系统在线与诊断

“在线访问”：

在 S7-1500R/H 冗余系统中，将显示 PG/PC 与 CPU 间是否存在在线连接。在附加说明“在线（通过主 CPU）”(Online (via Primary CPU)) 或“在线（通过备用 CPU）”(Online (via Backup CPU)) 中，还将指示“在线”连接 CPU 的角色。

如果启用“接收报警”(Receive alarms)，则可接收到在线连接 CPU 中发出的诊断事件的异步报警。该显示与标准 CPU 中的表示相对应。



图 7-1 “在线与诊断”视图：冗余系统 S7-1500R/H

“诊断”：

“诊断”中将概览显示冗余系统的以下信息：

- 系统状态
- 配对状态
- CPU 的操作状态
- 清晰区分主 CPU 和备用 CPU



图 7-2 “在线与诊断”视图：S7-1500R/H 系统的诊断状态

主 CPU 或备用 CPU 的在线与诊断

冗余系统的 CPU“在线和诊断”视图与标准 CPU 的显示相同。

在 RUN-Redundant 系统状态下，主 CPU 和备用 CPU 将显示冗余系统的在线数据，而与哪个 CPU 建立在线连接无关。

在非冗余模式下，PG / PC 将显示建立有在线连接 CPU 的数据，即主 CPU 或备用 CPU。

选择该 CPU，在项目树中显示在线数据。



图 7-3 “在线与诊断”视图：CPU（RUN-Redundant 系统状态）

参考资料

有关操作状态和系统状态的更多信息，请参见《冗余系统 S7-1500R/H 系统手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754833>)》。

7.2 “在线工具”任务卡

简介

如果冗余系统中某 CPU 建立了在线连接，则“在线工具”(Online Tools) 任务卡中将显示该冗余系统的在线信息。

对于 S7-1500R/H 冗余系统，“在线工具”(Online Tools) 中将显示：

- 三个窗格的操作员面板
- 循环时间
- 存储器

R/H 系统操作员面板

在冗余系统中，“R/H 系统操作员面板”(R/H system operator panel) 中窗格将显示：

- 主 CPU 上 LED 指示灯的当前状态
- 系统状态
- 清晰区分主 CPU 和备用 CPU，及其当前的操作状态

通过“R/H 系统转入 STOP 状态”(STOP R/H-System) 按钮，可将 S7-1500R/H 系统切换为系统状态 STOP。

说明

转入 RUN-Redundant 系统状态

请注意，使用 R/H 系统操作员面板，无法将 S7-1500R/H 切换为 RUN-Redundant 系统状态。在相应 CPU 的操作员面板中，将各 CPU 的操作状态切换为 RUN 后，即可转入 RUN-Redundant 系统状态。

CPU 操作员面板

在两个“CPU 操作员面板”(CPU operator panel) 窗格中，将分别显示冗余系统中相应的 CPU:

- CPU、主 CPU 或备用 CPU 的角色
- LED 指示灯的当前状态
- CPU 的操作状态

使用“RUN / STOP”按钮，可更改相应 CPU 的操作状态。

在以下情况下，可使用“MRES”按钮对 CPU 的存储器进行复位:

- 该 CPU 进行在线连接
- CPU 处于 STOP 操作状态。

实际 CPU 的开关位置显示在“模式选择开关”(Mode selector) 下。

示例

下图举例说明了“在线工具”(Online Tools) 任务卡中的 RUN-Solo 系统状态。主 CPU 为 RUN 操作状态，备用 CPU 为 STOP 操作状态。



图 7-4 “在线工具”任务卡：操作面板（RUN-Solo 系统状态）

循环时间和存储器

在 RUN-Redundant 系统状态下，“循环时间”(Cycle time) 和“存储器”(Memory) 窗格中将显示主 CPU 的当前值。在冗余模式下，主 CPU 的循环时间与系统的循环时间相同。

在 RUN-Solo 系统状态下，窗格中将显示建立有在线连接的 CPU 的当前值。

该显示与标准 CPU 中的表示相对应。



图 7-5 “在线工具”任务卡：主 CPU 的循环时间和存储器

参考资料

有关操作状态和系统状态的更多信息，请参见《冗余系统 S7-1500R/H 系统手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754833>)》。

7.3 项目树、设备视图和网络视图中的诊断视图

项目树中冗余系统的附加图标

表格 7-2 STEP 7 中项目树下冗余系统的图标

项目树中的图标	含义
	S7-1500R/H 系统的文件夹标识符： RUN-Redundant 系统状态
	S7-1500R/H 系统的文件夹标识符： RUN-Solo 系统状态
	S7-1500R/H 系统的文件夹标识符： STARTUP 系统状态
	S7-1500R/H 系统的文件夹标识符： STOP 系统状态
	主 CPU 的文件夹标识符： RUN 操作状态
	备用 CPU 的文件夹标识符： RUN 操作状态
	主 CPU 的文件夹标识符： STARTUP 操作状态
	备用 CPU 的文件夹标识符： STARTUP 操作状态
	主 CPU 的文件夹标识符： STOP 操作状态
	备用 CPU 的文件夹标识符： STOP 操作状态
	冗余系统 CPU 的文件夹标识符： “通过通信伙伴在线”：冗余系统中的另一个 CPU 在线连接 PG/PC。

示例：项目树、设备视图和网络视图中的诊断视图

下面显示了 S7-1500R/H 系统的一个诊断视图示例。

该组态示例中包含两个 S7-1517H-3 PN CPU 和一个作为 PROFINET IO 设备的接口模块 IM 155-6 PN HF。PLC_1 是主 CPU（RUN 操作状态）。PLC_2 是备用 CPU（STOP 操作状态）。硬件配置和用户程序均已加载到主 CPU 中。

系统通过 PLC_1（主 CPU）进行在线连接，并处于 RUN-Solo 系统状态。

项目树中的系统视图

系统处于 RUN-Solo 系统状态 。PLC_1 为 RUN 操作状态 ，PLC_2 为 STOP 操作状态 。

由于系统处于 RUN-Solo 系统状态，因此将显示以下信息：

- 对于系统，因下层组件故障，要求维护 
- 对于 PLC_1，要求维护 

对于 PLC_2，由于 PG/PC 与 PLC_1 在线连接，因此显示通过通信伙伴进行在线连接 。



图 7-6 诊断示例：冗余系统项目树 (RUN-Solo)

系统的网络视图

在网络视图中，显示 H-CPU 或 IO 设备无故障。

由于系统未处于 RUN-Redundant 系统状态，因此指示系统下位组件要求维护。

网络视图中既不显示冗余系统的操作状态，也不显示系统状态。

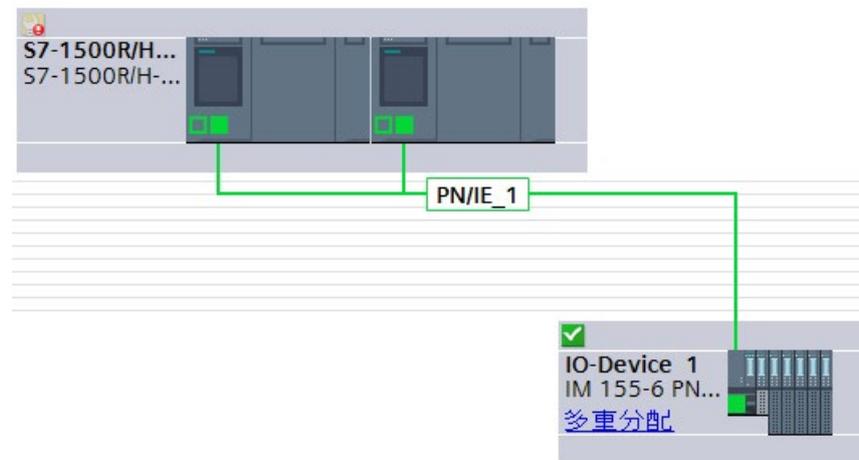


图 7-7 诊断示例：冗余系统的网络视图 (RUN-Solo)

双击该系统，即可访问两个 CPU 的设备视图。

系统的设备视图

在设备视图中，可基于 PLC_1 上方的图标确定 CPU 的操作状态：

- 绿色图标：PLC_1 处于 RUN 操作状态。
- 黄色的要求维护图标（扳手）：PLC_2 处于 STOP 操作状态。

PLC_2 指示可通过通信伙伴 (PLC_1) 建立在线连接。

有关系统故障的更多详细信息，请参见“设备信息”中的“诊断”选项卡。这些设备信息可指示 PLC_1 要求维护和 RUN 操作状态。

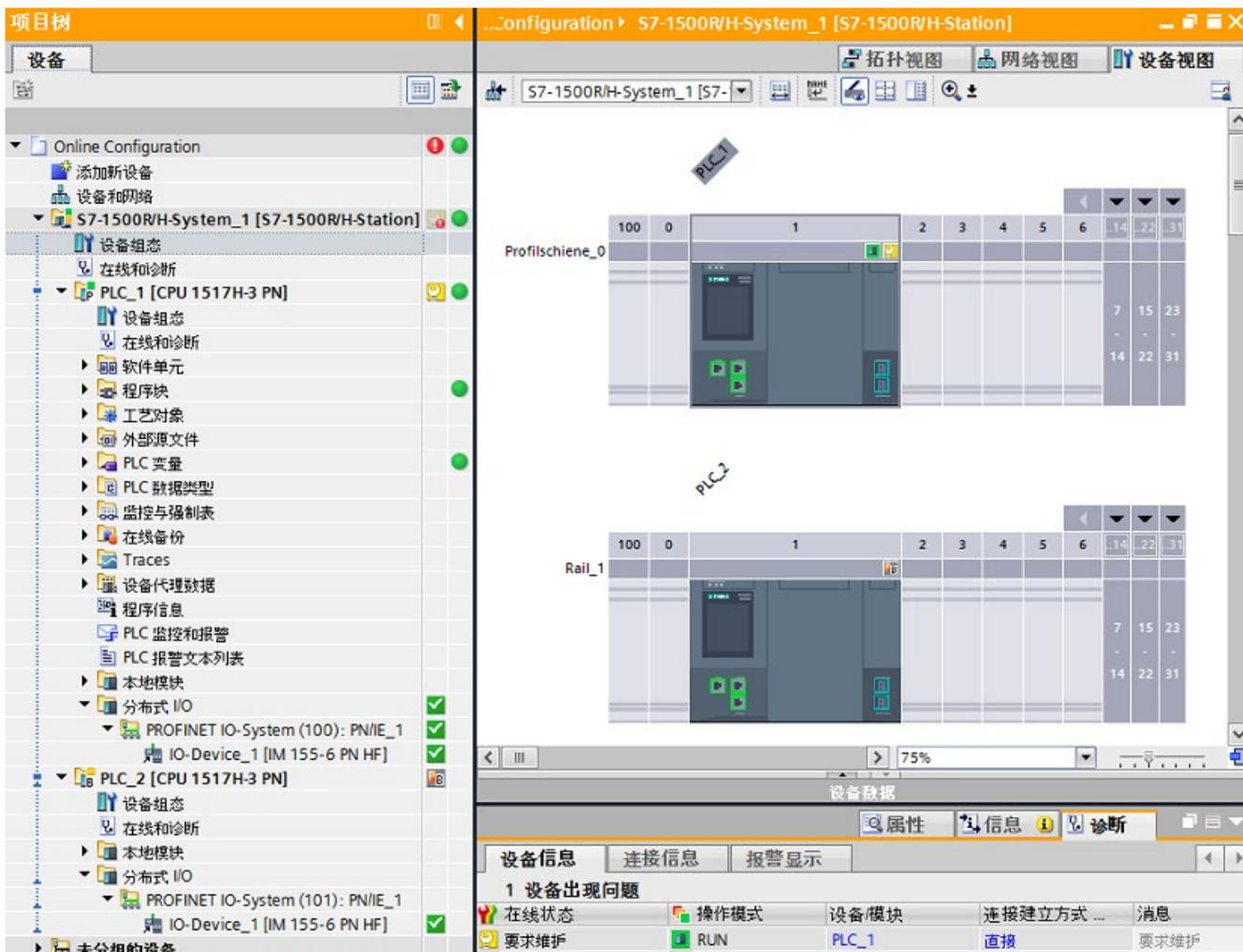


图 7-8 诊断示例：冗余系统的设备视图 (RUN-Solo)

系统的报警显示

在 RUN-Solo 系统状态下，可通过“报警显示”(Alarm display) 选项卡（本示例中为 PLC_1）显示在线连接的 CPU 的报警。

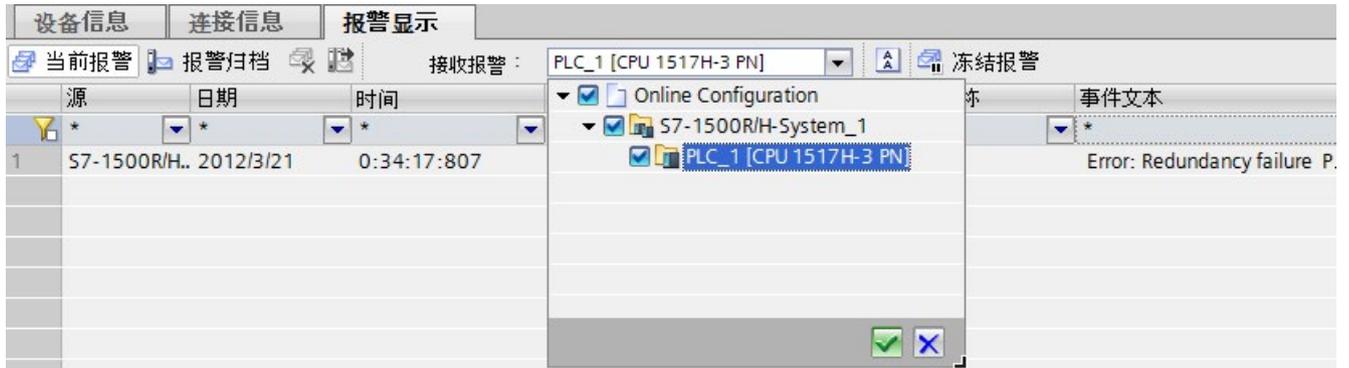


图 7-9 诊断示例：冗余系统的报警显示 (RUN-Solo)

IO 设备的设备视图

IO 设备是一个接口模块 IM 155-6 PN HF，带有两个 I/O 模块和一个服务模块。设备视图中显示模块无故障。

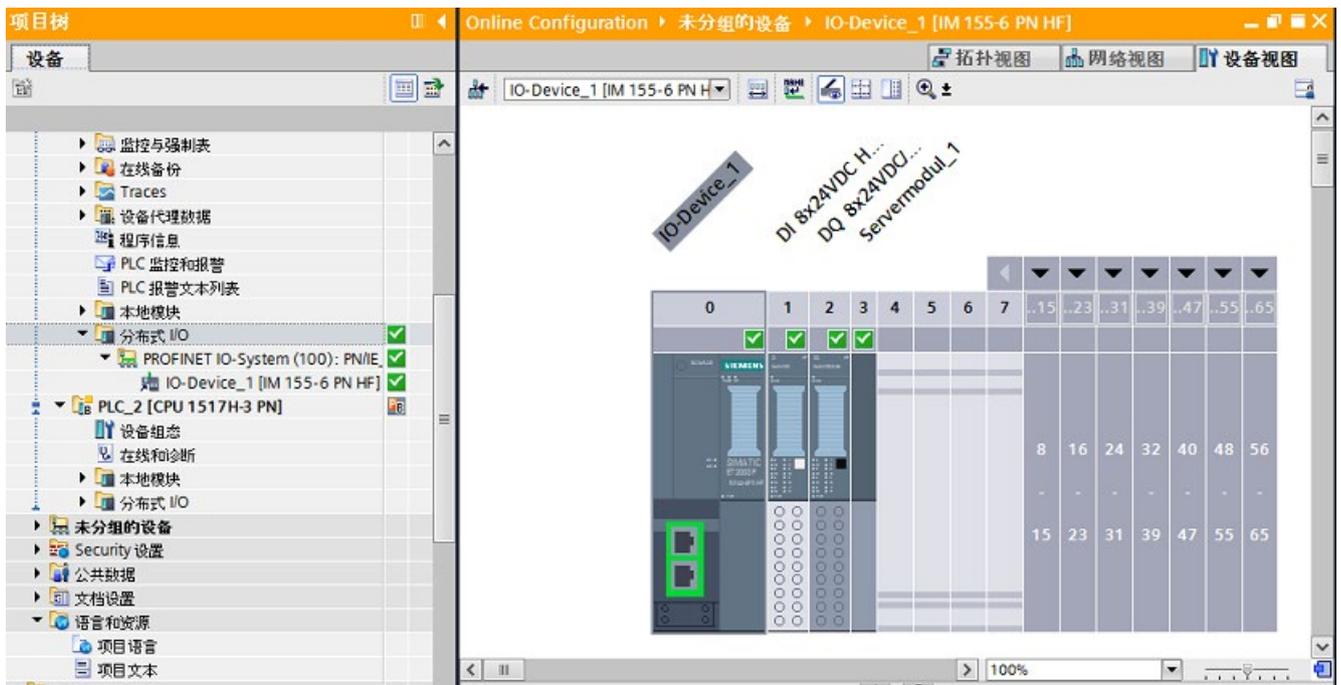


图 7-10 诊断示例：IO 设备的设备视图

7.4 RUN-Redundant 系统状态下的诊断

冗余模式下的诊断视图

主 CPU 和备用 CPU 均处于 RUN-Redundant 操作状态。

在 RUN-Redundant 系统状态下，主 CPU 和备用 CPU 将显示冗余系统的在线数据，而与哪个 CPU 建立在线连接无关。

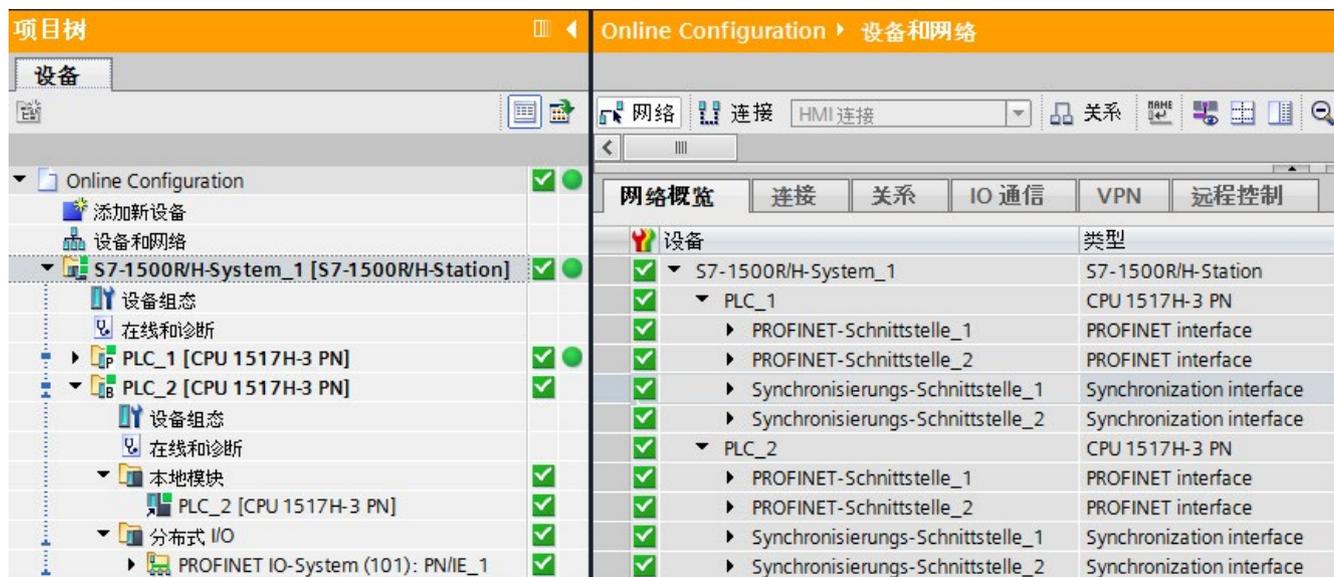
系统将对两个 CPU 间的诊断进行同步（诊断条目，诊断事件）。

“报警显示”(Alarm display) 选项卡会显示冗余系统的报警。

更多信息，请参见“项目树、设备视图和网络视图中的诊断视图 (页 109)”

RUN-Redundant 系统状态下无错误

如果在 RUN-Redundant 系统状态下未检测到任何错误，则项目树和网络视图中的所有诊断图标均显示未“无故障”.



设备	类型
✓ S7-1500R/H-System_1	S7-1500R/H-Station
✓ PLC_1	CPU 1517H-3 PN
✓ PROFINET-Schnittstelle_1	PROFINET interface
✓ PROFINET-Schnittstelle_2	PROFINET interface
✓ Synchronisierungs-Schnittstelle_1	Synchronization interface
✓ Synchronisierungs-Schnittstelle_2	Synchronization interface
✓ PLC_2	CPU 1517H-3 PN
✓ PROFINET-Schnittstelle_1	PROFINET interface
✓ PROFINET-Schnittstelle_2	PROFINET interface
✓ Synchronisierungs-Schnittstelle_1	Synchronization interface
✓ Synchronisierungs-Schnittstelle_2	Synchronization interface

图 7-11 诊断示例：RUN-Redundant 项目树中无故障

RUN-Redundant 系统状态下存在故障

冗余系统中的多数错误不会导致冗余丢失。保持 RUN-Redundant 系统状态，例如，IO 设备中的某个模块故障。诊断视图与标准 S7-1500 系统中的类似。

在 RUN-Redundant 系统状态表，可限制系统冗余。例如，在断开 S7-1500H 中两条冗余连接中的一条时。有关冗余应用的更多信息，请参见《冗余系统 S7-1500R/H 系统手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754833>)》。

下文中将介绍冗余系统 S7-1500H 中的特殊示例：

S7-1500H 示例 1:

冗余 S7-1500H 系统 CPU 与 IO 设备间的 PROFINET 环网断开。

通过 CPU 上的 LINK TX / RX LED 指示灯评估诊断结果

TX/RX X1 P1 LED 指示灯未点亮。即，

- 相应 PROFINET 接口上的 P1 端口与通信伙伴间没有以太网连接

STEP 7 中的诊断

CPU 的诊断缓冲区指示 PROFINET 环网断开。

项目树中的诊断将显示：

- S7-1500H 系统中下层组件要求维护
- PLC_1 和 PLC_2 的下位组件要求维护
- PLC_2 本地模块的下位组件要求维护

网络视图中的诊断结果指示 PLC_2 中 PROFINET 接口受影响的端口处出错。



图 7-12 诊断示例：RUN-Redundant 系统状态，PROFINET 环网断开

可通过 CPU 的显示屏上的“诊断”(Diagnostics) 菜单进行诊断评估，与标准 CPU 中的相同。更多信息，请参见“CPU 的显示屏 (页 28)”部分。

S7-1500H 示例 2:

冗余 S7-1500H 系统 CPU 中的同步模块已移除。

通过 CPU 上的 X3 和 X4 LED 指示灯评估诊断结果

PLC_2 CPU 上的 X3 LED 指示灯未点亮。即，

- 在 H-Sync 接口 X3 处，同步模块上的冗余连接断开。

或

- H-Sync 接口 X3 处没有同步模块。

STEP 7 中的诊断

CPU 的诊断缓冲区指示：

- 仅一条冗余连接
- 同步模块发生故障的 CPU

项目树中的诊断将显示：

- S7-1500H 系统中下层组件要求维护
- PLC_1 和 PLC_2 的下位组件要求维护
- PLC_1 和 PLC_2 本地模块的下位组件要求维护

在网络视图中诊断指示：

- PLC_1 中 Synchronisationsmodul_1 的 Synchronisationsschnittstelle_2 错误
- PLC_2 中 Synchronisationsmodul_1 的 Synchronisationsschnittstelle_1 不可访问

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a project named 'Projekt DLiRR_Diag'. The left pane shows the project tree with the following structure:

- Projekt DLiRR_Diag
 - 添加新设备
 - 设备和网络
 - S7-1500R/H-System_1 [S7-1500R/H-...]
 - 设备组态
 - 在线和诊断
 - PLC_1 [CPU 1517H-3 PN]
 - 设备组态
 - 在线和诊断
 - 软件单元
 - 程序块
 - 工艺对象
 - 外部源文件
 - PLC 变量
 - PLC 数据类型
 - 监控与强制表
 - 在线备份
 - Traces
 - 设备代理数据
 - 程序信息
 - PLC 监控和报警
 - PLC 报警文本列表
 - 本地模块
 - PLC_1 [CPU 1517H-3 PN]
 - 分布式 I/O
 - PLC_2 [CPU 1517H-3 PN]
 - 设备组态
 - 在线和诊断
 - 本地模块
 - PLC_2 [CPU 1517H-3 PN]
 - 分布式 I/O

The right pane shows the '网络概览' (Network Overview) view with the following table of components and their status:

设备	类型
S7-1500R/H-System_1	S7-1500R/H-Station
PLC_1	CPU 1517H-3 PN
PROFINET-Schnittstelle_1	PROFINET-Schnittstelle
PROFINET-Schnittstelle_2	PROFINET-Schnittstelle
Synchronisationsschnittstelle_1	Synchronisationsschnittstelle
Synchronisationsschnittstelle_2	Synchronisationsschnittstelle
Synchronisationsmodul_1	Synchronisationsmodul
PLC_2	CPU 1517H-3 PN
PROFINET-Schnittstelle_1	PROFINET-Schnittstelle
Port_1	Port
Port_2	Port
PROFINET-Schnittstelle_2	PROFINET-Schnittstelle
Synchronisationsschnittstelle_1	Synchronisationsschnittstelle
Synchronisationsmodul_1	Synchronisationsmodul
Synchronisationsschnittstelle_2	Synchronisationsschnittstelle
ET 200SP-Station_1	ET 200SP-Station
IO-Device_1	IM 155-6 PN HF

图 7-13 诊断示例：RUN-Redundant 系统状态，同步模块故障

在显示器上评估诊断结果

在示例 2 中，CPU PLC_2 的显示屏中显示如下所示：



- 在“总览”(Overview) 命令菜单中：在下一页的较低位置处将显示一条消息。
- 在“诊断”(Diagnostics) 菜单命令中：在下一页的较低位置处将显示一条消息。
- 在“模块”(Modules) 菜单命令中：发生错误。

要对显示信息进行评估，请按以下步骤操作：

1. 使用菜单命令“概述>冗余”(Overview > Redundancy)，导航到“配对状态”(Pairing state)。
2. 将显示以下配对状态：单配对 (X4)。

即，在 H-Sync 接口 X4 处进行了冗余连接，但 X3 处未进行冗余连接。
3. 使用“诊断”(Diagnostics) 菜单命令，导航到“报警”(Alarms) 处。
4. 查看报警详细信息（评估诊断缓冲区）。

S7-1500H 示例 3:

S7-1500H 中的一条冗余连接断开。

通过 CPU 上的 X3 和 X4 LED 指示灯评估诊断结果

CPU PLC_1 上的 LED X4 指示灯未点亮。即，

- 在 H-Sync 接口 X4 处，同步模块上的冗余连接断开。
- 或
- 在 H-Sync 接口 X4 处，未连接同步模块。

STEP 7 中的诊断

CPU 的诊断缓冲区指示：

- 仅一条冗余连接
- CPU 和同步模块的光纤规范错误

项目树中的诊断将显示：

- S7-1500H 系统中下层组件要求维护
- PLC_1 和 PLC_2 的下位组件要求维护
- PLC_1 和 PLC_2 本地模块的下位组件要求维护

在网络视图中诊断指示：

- PLC_1 中 Synchronisationsmodul_1 的 Synchronisationsschnittstelle_2 错误
- PLC_2 中 ynchronisationsmodul_1 的 Synchronisationsschnittstelle_1 错误

设备	类型
S7-1500R/H-System_1	S7-1500R/H-Station
PLC_1	CPU 1517H-3 PN
PROFINET-Schnittstelle_1	PROFINET-Schnittstelle
PROFINET-Schnittstelle_2	PROFINET-Schnittstelle
Synchronisationsschnittstelle_1	Synchronisationsschnittstelle
Synchronisationsschnittstelle_2	Synchronisationsschnittstelle
Synchronisationsmodul_1	Synchronisationsmodul
PLC_2	CPU 1517H-3 PN
PROFINET-Schnittstelle_1	PROFINET-Schnittstelle
Port_1	Port
Port_2	Port
PROFINET-Schnittstelle_2	PROFINET-Schnittstelle
Synchronisationsschnittstelle_1	Synchronisationsschnittstelle
Synchronisationsmodul_1	Synchronisationsmodul
Synchronisationsschnittstelle_2	Synchronisationsschnittstelle
ET 200SP-Station_1	ET 200SP-Station
IO-Device_1	IM 155-6 PN HF

图 7-14 诊断示例：RUN-Redundant 系统状态，冗余连接失败

在显示器上评估诊断结果

按照例 2 所示，对 CPU PLC_2 的显示进行分析：

7.5 RUN-Solo 系统状态下的限制条件

主 CPU 处于 RUN 操作状态。备用 CPU 处于 STOP 操作状态、关断、故障或不可用。

RUN-Solo 系统状态下的限制条件

主 CPU 将记录分布式 I/O 的诊断状态。

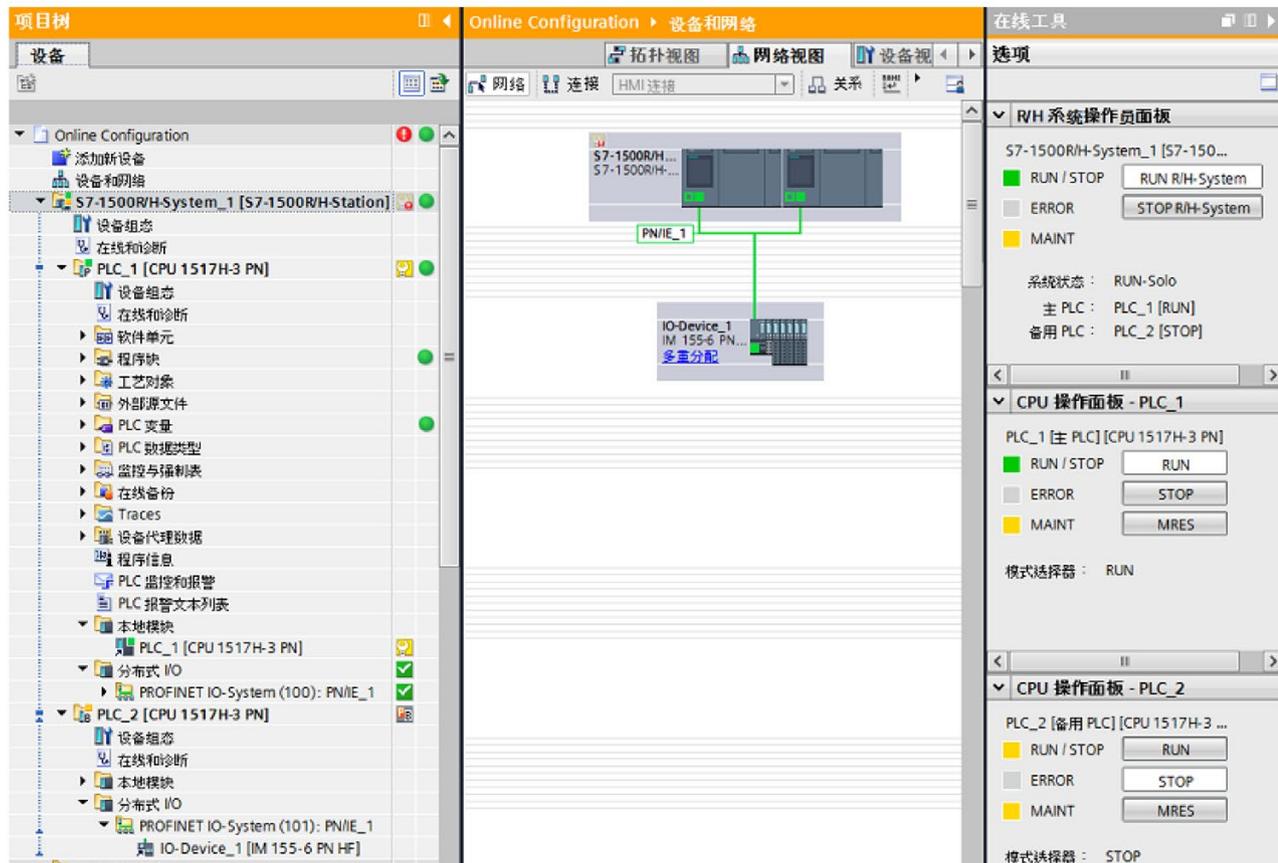


图 7-15 RUN-Solo 系统状态下主 CPU 和备用 CPU 的诊断

备用 CPU 的诊断

备用 CPU 具有以下限制条件：

- 只当备用 CPU 进行在线连接时，备用 CPU 的诊断信息才可用。
- 备用 CPU 进行在线连接时，只能通过备用 CPU 的操作员面板进行存储器复位。

参考资料

可通过 CPU 的显示屏上的“诊断”(Diagnostics) 菜单进行诊断评估，与标准 CPU 中的相同。更多信息，请参见“CPU 的显示屏 (页 28)”部分。

7.6 通过用户程序进行系统诊断

指令

有关确定系统诊断的指令，请参见“用户程序中的系统诊断选项 (页 73)”部分。

以下诊断指令不能用于 S7-1500R/H 冗余系统：

- DPNRM_DG：读取 DP 从站的诊断数据

组织块

有关适用于 S7-1500R/H 的组织块的说明，请参见《S7-1500R/H 冗余系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754833>)》系统手册。

术语表

CPU 的固件

在 SIMATIC 中，对 CPU 固件和用户程序进行了区分。

固件是嵌入在电子设备中的一种软件。即，固件与硬件功能永久关联。固件通常存储在闪存（如，EPROM、EEPROM 或 ROM）中，用户无法进行替换也无法通过特殊方法或手段进行替换。

用户程序：请参见术语表条目“用户程序”

HMI 设备

人机界面 (HMI)，用于显示和控制自动化过程的设备。

HMI 诊断视图 (WinCC)

HMI 诊断视图是 WinCC 中的一个对象。HMI 诊断视图只能与精智面板和 WinCC Advanced RT 一起使用。

I/O 模块

分布式 I/O 的设备，用作控制器和过程之间的接口。

PLC

可编程逻辑控制器 (PLC)：CNC 的组件，机床制造商用于协调 NC 要求（部分程序）、机床操作员输入以及当前机床状态之间的相互作用。

PROFIBUS

自动化技术领域现场总线的通信标准

PROFINET

PROcess FieId NETwork 即开放式工业以太网标准，用于进一步开发 PROFIBUS 和工业以太网。这种由 PROFIBUS 国际组织推出的跨制造商的通信、自动化和工程组态模型，已定义为一种自动化标准。

Web 服务器

通过以太网进行数据交换的软件/通信服务。**Web** 服务器通过标准传输协议（HTTP、HTTPS）将文档传输到 **Web** 浏览器。文档可以是静态文档，也可以是由 **Web** 服务器根据 **Web** 浏览器的请求由不同内容组成的动态文档。

WinCC

Windows 控制中心 (Windows Control Center): 一种基于 PC 的过程可视化系统

WinCC Runtime

基本 WinCC 软件的组件

按钮 (WinCC)

WinCC 中的对象，用于指示设备故障

报警

因系统事件或状态而发送给操作员的消息。

备用 CPU

S7-1500R/H 冗余系统中，某 CPU 的角色。如果 R/H 系统处于 RUN-Redundant 系统状态，则主 CPU 将对过程进行控制。备用 CPU 将同步处理用户程序，并在主 CPU 发生故障时接管过程控制。

操作状态

操作状态是指在特定时间点某个单 CPU 的操作特性。

SIMATIC 标准系统的 CPU 具有三种操作状态：STOP、STARTUP 和 RUN。

S7-1500R/H 的主 CPU 则具有 STOP、STARTUP、RUN、RUN-Syncup 和 RUN-Redundant 五种操作状态。备用 CPU 具有 STOP、SYNCUP 和 RUN-Redundant 三种操作状态。

存储器复位

将 CPU 中的存储器设置为初始状态的操作步骤。

工业以太网

在工业环境中构建以太网的指南。与标准以太网的主要区别在于各个组件的机械强度、载流能力和抗干扰能力。

全局画面 (WinCC)

在系统诊断窗口中打开的面面就是一个全局画面。

冗余系统

如果系统中的重要自动化组件可用于多个单元（冗余），则该系统将标识为冗余系统。如果冗余组件发生故障，过程控制仍将保持。

设备

具有网络连接的模块称为设备。设备安装在机架中，并在机架中与其它模块进行互连。

通道故障

单个通道中发生与通道有关的错误。例如，带有输入的 I/O 发生断路或短路

同步模块

同步模块用于在 S7-1500H 冗余系统的 CPU 间提供冗余连接。每个 CPU 需要两个同步模块，并通过光纤电缆进行连接。

拓扑结构

网络结构。常见的结构有：

- 线性总线型拓扑结构
- 环形拓扑结构
- 星形拓扑结构
- 树形拓扑结构

系统诊断

在 SIMATIC 系统中，术语“系统诊断”是指设备和模块诊断。系统诊断可用于监视系统中以下组件的状态：电源、设备、I/O。

系统诊断指示器 (WinCC)

系统诊断指示器是库的一个预定义图形符号，在设备出错时将发出警报。；这种图形符号有两种显示状态：无错误、有错误

系统状态

S7-1500R/H 冗余系统的系统状态取决于主 CPU 和备用 CPU 的操作状态。术语“系统状态”用于快速标识两个 CPU 同时发生的操作状态。S7-1500R/H 冗余系统具有 STOP、STARTUP、RUN-Solo、SYNCUP 和 RUN-Redundant 五种系统状态。

用户程序

在 SIMATIC 中，对 CPU 固件和用户程序进行了区分。

用户程序中包含用于控制一个设备或过程的所有指令、声明和数据。用户程序可分配给可编程模块（例如，CPU 和 FM），并可由更小的单元构成。

固件：请参见术语表中的条目“CPU 的固件”

诊断缓冲区

CPU 中的缓冲存储区，用于按照发生的顺序存储诊断事件。

值状态

值状态用于描述一个特定的信号状态。现场设备会不断更新并循环传输值状态，它与测得值一起将作为质量声明。

主 CPU

S7-1500R/H 冗余系统中，某 CPU 的角色。如果 R/H 系统处于 RUN-Redundant 系统状态，则主 CPU 将对过程进行控制。备用 CPU 将同步处理用户程序，并在主 CPU 发生故障时接管过程控制。

子网

网络的一部分，其参数必须与各设备进行同步（例如，通过 PROFINET）。子网中包括总线组件和所连接的所有站。子网可以通过网关连接，形成一个网络。

索引

C

- CPU 的显示屏
 - 状态信息, 28
 - 显示方式, 28
 - 输入方式, 28

H

- HMI
 - 系统诊断视图, 61
 - 系统诊断窗口, 61
- HMI 诊断视图
 - 分布式 I/O 视图, 64
 - 设备视图, 64
 - 视图, 64
 - 详细视图, 64
- HMI 诊断视图
 - WinCC Advanced RT, 61
 - 精智面板, 61

I

- I/O 模块
 - 设置, 48
 - 输入, 48

L

- LED 指示灯的布局, 26

R

- RUN-Redundant 系统状态
 - 诊断, 114
- RUN-Solo 系统状态
 - 诊断, 120

S

- S7-1500H, 116
- S7-1500R/H
 - 诊断, 100
 - 组织块, 121
 - 指令, 121

W

- Web 服务器
 - HTTPS, 51
 - Web 页面, 50
 - 访问, 53
 - 运动控制诊断, 58
 - 报警, 56
 - 证书, 51
 - 诊断, 54
 - 诊断缓冲区, 55
 - 拓扑结构, 58
 - 组态, 51
 - 浏览器, 50
 - 集成 Web 服务器, 50
 - 跟踪, 60
 - 模块信息, 56
 - 激活, 51

R

冗余连接, 118
 冗余系统, 102
 冗余模式
 诊断, 114

K

可访问的设备
 S7-1500R/H, 102
 诊断状态, 32
 离线项目, 32

Y

用户程序
 诊断报警的响应, 73
 指令, 73

Z H

主 CPU, 104, 120

D

动态化
 对象外观, 70

G

过程映像输入, 75
 用户数据, 75
 质量信息, 75
 值状态, 75

Z

在线工具
 CPU 操作面板, 47

S7-1500R/H, 105

在线视图, 47
 存储器, 47
 存储器使用率, 47
 任务卡, 47
 循环时间, 47

在线与诊断
 S7-1500R/H, 102
 在线访问, 37
 在线模式, 37
 信息, 37
 操作, 37

T

同步模块, 116

A

安全事件, 46

S H

设备与网络
 当前状态, 34
 转至在线, 34
 设备信息
 在线状态, 40
 操作模式, 40
 设置选项, 23

B

报警
 在报警编辑器中编辑, 81
 多语言, 83

报警显示

- 归档视图, 42
- 有效报警, 42

X

系统诊断

- 优势, 14
- 报警设置, 24
- 按钮, 70
- 显示理念, 14
- 特性, 12
- 系统诊断视图, 61
 - 系统诊断指示器, 68
 - 组态, 62
- 系统诊断指示器
 - 系统诊断窗口, 68
 - 按钮用作系统诊断指示器, 70
 - 插入, 68
- 系统诊断窗口, 61
 - 全局画面, 62
 - 组态, 62

K

库

- 系统诊断指示器, 68

Y

应用示例

- SIMATIC S7-1200 和 S7-1500 的诊断概述, 74

K

快速指南, 15

- 使用 STEP 7, 18
- 使用显示屏, 16

Z H

诊断缓冲区

- 诊断事件, 43
- 保持性存储器, 43

B

- 备用 CPU, 104, 120

C H

常见问题与解答

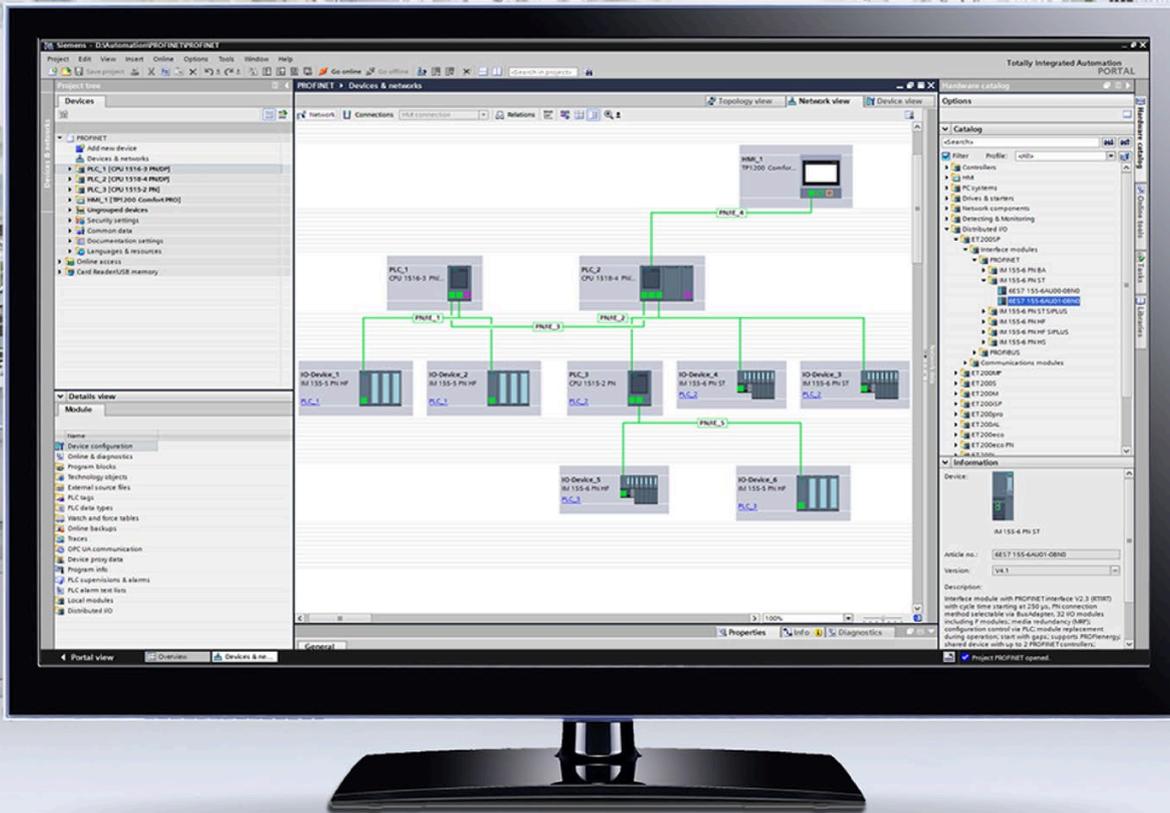
- 下载证书, 53
- 在用户程序中进行通道诊断, 74

F

符号

- 用于比较, 31
- 用于操作模式, 31
- 对于软件诊断, 31
- 对于硬件诊断, 30

SIEMENS



功能手册

SIMATIC

S7-1500, ET 200MP, ET 200SP,
ET 200AL, ET 200pro

通信

版本

05/2021

support.industry.siemens.com

SIMATIC

S7-1500、ET 200MP、ET 200SP、 ET 200AL、ET 200pro、 ET 200eco PN 通信

功能手册

前言

功能手册文档指南

1

产品概述

2

通信服务

3

PG 通信

4

HMI 通信

5

开放式用户通信

6

S7 通信

7

点到点连接

8

OPC UA 通信

9

通过 DHCP 寻址

10

路由

11

连接资源

12

诊断和故障排除

13

与冗余系统 S7-1500R/H 进行
通信

14

使用 CP 1543-1 确保工业以
太网安全

15

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自自带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档的用途

在本功能手册中，简要介绍了 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP、ET 200AL、ET 200pro 和 SIMATIC Drive Controller 系统中的通信选件、CPU、通信模块、处理器和 PC 系统。本功能手册主要介绍了基于连接的异步通信。

本文档中包含以下内容：

- 通信服务概述
- 通信服务的特性
- 设置通信服务的用户操作概述

所需基本知识

要理解本功能手册中的内容，需要具备以下知识：

- 自动化技术的基本知识
- 工业自动化系统 SIMATIC 的知识
- 有关如何使用 STEP 7 (TIA Portal) 的基本知识

本文档的适用范围

本文档是 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP、ET 200AL 和 ET 200pro 系统中所有产品的基础性文档。产品文档基于本文档。

与 11/2019 版相比，《通信功能手册》版本 05/2021 中新增的内容

新增内容	客户收益	信息出处
改进了 SIMATIC PG/HMI 通信的安全性	<ul style="list-style-type: none"> 允许根据单独证书唯一标识每个 PLC 通过加密通信提供额外的保密性 通过单独密码保护组态数据 	PG/HMI 间安全通信 (页 102)
新 PLC 安全机制的安全向导	<ul style="list-style-type: none"> 一次操作即可快速、轻松地组态 PLC 的新安全机制 支持信息可为自己的应用选择合适的设置 	保护机密的组态数据 (页 65)
通过 OPC UA 进行证书管理 全球发现服务器 (GDS)	<ul style="list-style-type: none"> 运行期间进行证书更新 支持 CRL 证书管理的访问保护 	通过全球发现服务器 (GDS) 实现证书管理 (页 203)
将 CPU 报警传送到 OPC UA 客户端	<ul style="list-style-type: none"> 利用订阅功能，客户端可订阅来自 CPU 的 OPC UA 服务器的 CPU 报警作为“报警和条件”。 包含相关值的程序消息由 OPC UA 服务器提供 待确认的报警可通过 OPC UA 客户端进行确认（可禁用） 报警突发显示为“过载”，可通过刷新方法重新加载客户端 	提供 OPC UA 服务器报警 (页 307)

新增内容	客户收益	信息出处
通过 DHCP 动态分配网络组态	使用以下功能在 IT 管理型网络中部署 CPU： <ul style="list-style-type: none"> • 无需额外手动组态网络接口即可将 CPU 连接到现有网络 • 根据 RFC 2131 向 DHCPv4 服务器请求 CPU 网络参数（IP 地址和子网掩码、默认 IP 路由器地址和其它可选网络参数，如 DNS 和 NTP 服务器地址） 	通过 DHCP 寻址 (页 392)
使用 DNS 进行基于名称的寻址	<ul style="list-style-type: none"> • 可通过 DHCP 从 CPU 获取 DNS 服务器地址 • 对于通过 OPC UA 或（安全）OUC 实现的应用，CPU 可从 DHCP 服务器获取主机名和域名 • CPU 可将已组态的主机名或域名传送到与 DNS 服务器关联的 DHCP 服务器，以实现动态匹配（动态 DNS） • CPU 的 NTP 客户端可通过名称对 NTP 服务器进行寻址 • 可通过新增的“CommConfig”指令写入 IP 地址参数、DNS 服务器、主机名和域名等网络参数 	DHCP 与 DNS (页 396)

与 10/2018 版相比, 《通信功能手册》版本 11/2019 中新增的内容

新增内容	客户收益	信息出处
IP 转发	轻松实现控制级到现场级的访问, 以便对设备进行组态和参数分配, 例如通过 PDM 或 Web 浏览器。	IP 转发 (页 412)
OPC UA 服务器扩展	<p>对于 V2.8 及更高固件版本的 S7-1500 CPU 以及 TIA Portal 版本 V16, 通过对应的运行系统许可证可以有效利用集成的 OPC UA 服务器的以下扩展功能:</p> <ul style="list-style-type: none"> 改进的诊断功能: OPC UA 服务器通过诊断缓冲区中的消息、TIA Portal“在线和诊断”(Online & Diagnostics) 区域中的 OPC UA 类别以及改进的连接资源显示接收关于 OPC UA 服务器状态的信息。 下载特性: 在 RUN 模式下, 仅当新下载的数据会影响 OPC UA 服务器数据管理的情况下, OPC UA 服务器才会在下载期间从 TIA Portal 执行重启。 服务器接口建模: 现在可以在 TIA Portal 中为服务器接口建模或导入 OPC UA 配套规范, 并将其映射到 PLC 数据管理。 	“OPC UA 通信 (页 167)”部分

与 12/2017 版相比, 《通信功能手册》版本 10/2018 中新增的内容

新增内容	客户收益	信息出处
与冗余系统 S7-1500R/H 进行通信的描述	有关与冗余系统 S7-1500R/H 进行通信的详细信息	“与冗余系统 S7-1500R/H 进行通信 (页 441)”部分
在功能手册中扩展了 S7-1500R/H 冗余系统的内容	S7-1500R/H 冗余系统中包含各种 SIMATIC S7-1500 自动化系统中的常用功能。	《冗余系统 S7-1500R/H 系统手册 (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754833)》

与 09/2016 版相比，《通信功能手册》版本 12/2017 中新增的内容

新增内容	客户收益	信息出处
OPC UA 配套规范	通过 OPC UA 配套规范，可独立于制造商统一指定方法。使用这些指定的方法，可轻松地将不同制造商的设备集成到工厂和生产过程中。	“OPC UA 服务器接口组态 (页 264)”部分
通过 CPU 接口建立与邮件服务器的安全连接	可直接与邮件服务器建立安全连接，而无需额外安装硬件装置。	“通过电子邮件实现 OUC (页 98)”部分
通过 Modbus TCP 进行安全通信	在 Modbus TCP 客户端与 Modbus TCP 服务器之间，可建立 TCP 安全连接。	“通过 Modbus TCP 进行 OUC 安全连接 (页 96)”部分

与 12/2014 版相比，《通信功能手册》版本 09/2016 中新增的内容

新增内容	客户收益	信息出处
OPC UA 服务器	OPC UA 是一种独立于操作系统的统一数据通信标准。 OPC UA 可在各种自动化系统中集成各种安全防护机制，例如在应用层中，进行合法用户的数据交换。 OPC UA 服务器可提供大量数据： <ul style="list-style-type: none"> • 客户端可访问的 PLC 变量值 • 这些 PLC 变量的数据类型 • OPC UA 服务器及 CPU 信息 这样，客户端可了解变量管理的概览信息而且可对这些值进行读写。	“OPC UA 通信 (页 167)”部分
开放式用户安全通信	与其它设备进行数据安全交换。	“开放式用户安全通信 (页 79)”部分
STEP 7 中的证书处理	在 STEP 7 中，可管理以下应用的证书： <ul style="list-style-type: none"> • OPC UA 服务器 • 开放式用户安全通信 • CPU 的 Web 服务器 	“使用 STEP 7 管理证书 (页 51)”部分
取消激活 CPU 的 SNMP 功能	可以取消激活 CPU 的 SNMP 功能。在某些情况下需要执行该功能。例如，网络中的安全规则不允许使用 SNMP 时。	“禁用 SNMP (页 114)”部分

约定

STEP 7: 在本文档中，“STEP 7”是指组态与编程软件“STEP 7 V12 (TIA Portal) 及以上版本”。

“S7-1500 CPU”也指 CPU 变型 S7 1500F、S7 1500T、S7 1500TF、S7 1500C、S7-1500R/H、S7 1500pro、ET200S、S7 1500 软件控制器以及 SIMATIC Drive Controller。

本文档中包含所述设备的相关图片。这些图可能与所提供的设备略有不同。

请特别关注以下注意事项：

说明

这些注意事项中包含有关产品、产品操作和文档中应特别关注部分的重要信息。

参见

安全通信要求 (页 65)

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问

(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为

(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**

提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。

- **应用示例**

提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。

- **服务**

介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。

- **论坛**

提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。

- **我的技术支持**

该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<http://www.siemens.com/automation/service&support>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

目录

前言	3
1 功能手册文档指南	16
2 产品概述	21
3 通信服务	26
3.1 通信方式概述	26
3.2 以太网通信的通信协议和端口号	29
3.3 连接资源概览	34
3.4 建立连接	34
3.5 数据的一致性	38
3.6 安全通信	41
3.6.1 安全通信的基础知识	41
3.6.1.1 安全通信的基础知识	41
3.6.1.2 通过加密确保数据机密	45
3.6.1.3 通过签名确保数据的真实性和完整性	47
3.6.1.4 使用 STEP 7 管理证书	51
3.6.1.5 证书管理示例。	55
3.6.1.6 示例：基于 TLS 的 HTTP	61
3.6.2 安全通信要求	65
3.6.2.1 保护机密的组态数据	65
3.6.2.2 有关保护机密 PLC 组态数据的实用信息	68
3.6.2.3 更改密码	70
3.6.2.4 重置密码	72
3.6.2.5 通过 SIMATIC 存储卡分配密码	74
3.6.2.6 备份和恢复 CPU 时的特殊功能	75
3.6.2.7 有关避免错误和错误处理的提示	76
3.6.2.8 更换部件方案的规则	78
3.6.3 开放式用户安全通信	79
3.6.3.1 S7-1500 CPU（作为 TLS 客户端）与外部 PLC（TLS 服务器）之间的安全 OUC	79
3.6.3.2 S7-1500 CPU（作为 TLS 服务器）与外部 PLC（TLS 客户端）之间的安全 OUC	82
3.6.3.3 两个 S7-1500 CPU 之间的安全 OUC	86
3.6.3.4 通过 CP 接口进行安全 OUC 连接	90
3.6.3.5 通过 Modbus TCP 进行 OUC 安全连接	96
3.6.3.6 通过电子邮件实现 OUC	98
3.6.4 PG/HMI 间安全通信	102
3.6.4.1 基于标准化安全机制的 PG/HMI 通信	102
3.6.4.2 PG/HMI 间安全通信的其它设置	103

3.6.4.3	PG 与 CPU 之间基于证书的通信的提示	105
3.6.4.4	从下载到运行就绪的 CPU 行为	106
3.6.4.5	使用 HMI 安全通信	109
3.6.4.6	在 TIA Portal 中使用传统的 PG/PC 通信	111
3.6.4.7	兼容性相关信息	112
3.7	SNMP	114
3.7.1	禁用 SNMP	114
3.7.2	示例：禁用 CPU 1516-3 PN/DP 的 SNMP 功能	115
4	PG 通信	118
5	HMI 通信	121
6	开放式用户通信	123
6.1	开放式用户通信概述	123
6.2	开放式用户通信协议	124
6.3	开放式用户通信的指令	127
6.4	通过域名进行寻址的开放式用户通信	132
6.5	通过 TCP、ISO-on-TCP、UDP 和 ISO 建立开放式用户通信	135
6.6	建立 FDL 通信	140
6.7	建立与 Modbus TCP 的通信	144
6.8	通过电子邮件建立通信	147
6.9	通过 FTP 建立通信	148
6.10	建立和终止通信关系	151
7	S7 通信	152
8	点到点连接	161
9	OPC UA 通信	167
9.1	需了解的 OPC UA 知识	167
9.1.1	OPC UA 和工业 4.0	167
9.1.2	OPC UA 的常规特性	168
9.1.3	S7-1200/S7-1500 CPU 的 OPC UA	171
9.1.4	访问 OPC UA 应用程序	173
9.1.5	节点寻址	177
9.1.6	需了解的 OPC UA 客户端知识	181
9.1.7	数据类型映射	186

9.2	OPC UA 的信息安全	189
9.2.1	安全设置	189
9.2.2	ITU X.509 证书	191
9.2.3	OPC UA 证书	195
9.2.4	创建自签名证书	196
9.2.5	用户自己生成 PKI 密钥对和证书.....	197
9.2.6	消息的安全传送	200
9.2.7	通过全球发现服务器 (GDS) 实现证书管理.....	203
9.2.7.1	通过 GDS 实现自动化证书管理	203
9.2.7.2	推送功能的组态限制	206
9.2.7.3	设置和下载 GDS 参数	207
9.2.7.4	GDS 调试.....	208
9.2.7.5	推送证书管理的地址模型	213
9.2.7.6	地址模型中的 CertificateGroups	217
9.3	将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器.....	219
9.3.1	关于 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器的有效信息	219
9.3.1.1	S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器.....	219
9.3.1.2	OPC UA 服务器的端点	222
9.3.1.3	OPC UA 服务器运行期间的行为	225
9.3.2	组态对 PLC 变量的访问.....	228
9.3.2.1	管理读写权限	228
9.3.2.2	管理整个 DB 的读写权限.....	230
9.3.2.3	协调 CPU 变量的读写权限.....	231
9.3.2.4	CPU 变量的一致性	234
9.3.2.5	访问 OPC UA 服务器数据	236
9.3.2.6	MinimumSamplingInterval 属性	237
9.3.2.7	将 OPC UA 导出为 XML 文件	238
9.3.3	组态 OPC UA 服务器	239
9.3.3.1	启用 OPC UA 服务器	239
9.3.3.2	访问 OPC UA 服务器	241
9.3.3.3	OPC UA 服务器的常规设置	243
9.3.3.4	服务器的订阅设置	245
9.3.3.5	处理客户端和服务证书	247
9.3.3.6	使用 STEP 7 生成服务器证书.....	254
9.3.3.7	用户认证	258
9.3.3.8	具有 OPC UA 功能权限的用户和角色	259
9.3.3.9	服务器的诊断设置	262
9.3.3.10	OPC UA 的许可证	263
9.3.4	OPC UA 服务器接口组态	264
9.3.4.1	什么是服务器接口?	264
9.3.4.2	使用 OPC UA 配套规范.....	266
9.3.4.3	为配套规范创建服务器接口	274
9.3.4.4	创建用户自定义服务器接口	280
9.3.4.5	配套规范的数据类型	286

9.3.4.6	OPC UA XML 文件的规则	291
9.3.4.7	为引用命名空间创建服务器接口	293
9.3.4.8	基于 FB 类型和 UDT 的本地数据映射生成 OPC UA 节点	295
9.3.4.9	使用服务器接口时组态限制的注意事项	299
9.3.5	在 OPC UA 服务器上提供方法	301
9.3.5.1	关于服务器方法的有用信息	301
9.3.5.2	使用服务器方法的边界条件	305
9.3.6	提供 OPC UA 服务器报警	307
9.3.6.1	有关报警的实用信息	307
9.3.6.2	OPC UA 事件	313
9.3.6.3	OPC UA 条件和 OPC UA 报警	316
9.3.6.4	激活报警和条件	318
9.3.6.5	订阅 OPC UA 服务器的事件	319
9.3.6.6	OPC UA 报警和条件支持的方法	321
9.3.6.7	处理 OPC UA 报警和条件的存储器限制	326
9.3.7	使用诊断选项	329
9.3.7.1	OPC UA 服务器诊断	329
9.3.7.2	服务器状态转换诊断	331
9.3.7.3	会话状态转换诊断	333
9.3.7.4	检查安全事件	334
9.3.7.5	远程客户端请求失败	335
9.3.7.6	订阅诊断	337
9.3.7.7	汇总诊断	340
9.4	将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端	343
9.4.1	概述和要求	343
9.4.2	有关客户端指令的重要信息	344
9.4.3	可同时使用的客户端指令数	347
9.4.4	OPC UA 示例组态	348
9.4.5	创建客户端接口	350
9.4.6	在线确定服务器接口	361
9.4.7	使用多语言文本	366
9.4.8	结构的访问规则	368
9.4.9	使用连接参数分配	369
9.4.9.1	创建和组态连接	369
9.4.9.2	S7-1500 CPU 的客户端证书处理	375
9.4.9.3	用户认证	378
9.4.9.4	使用组态连接	380
9.5	提示和建议	388
9.5.1	订阅规则	388
9.5.2	面向用户程序的规则	389
9.5.3	OPC UA 通信的模板副本	390

10	通过 DHCP 寻址	392
10.1	DHCP 的地址分配原则	394
10.2	DHCP 与 DNS	396
10.3	激活 DHCP	401
10.4	组态客户端 ID	402
10.5	通过 DHCP 获取 DNS 服务器的地址	404
10.6	通过 DHCP 获取 NTP 服务器的地址	404
10.7	通过 DHCP 获取主机和域名	405
11	路由	406
11.1	S7-1500 CPU 的路由机制概述	406
11.2	S7 路由	407
11.3	IP 转发	412
11.4	数据记录路由	419
11.5	基于 IP 的应用程序的虚拟接口	421
12	连接资源	425
12.1	站中的连接资源	425
12.2	连接资源的分配	429
12.3	连接资源的显示	433
13	诊断和故障排除	437
13.1	连接诊断	437
13.2	紧急地址	440
14	与冗余系统 S7-1500R/H 进行通信	441
14.1	系统 IP 地址	442
14.2	对 Snycup 状态的响应	448
14.3	主/备份 CPU 切换响应	448
14.4	冗余系统 S7-1500R/H 的连接资源	449
14.5	与冗余系统 S7-1500R/H 进行 HMI 通信	450
14.5.1	通过系统 IP 地址进行 HMI 连接	450
14.6	与冗余系统 S7-1500R/H 进行开放式用户通信	453
14.6.1	与冗余系统 S7-1500R/H 建立开放式用户通信连接	453

15	使用 CP 1543-1 确保工业以太网安全.....	459
15.1	防火墙.....	460
15.2	日志记录	461
15.3	NTP 客户端	461
15.4	SNMP	462
15.5	VPN	462
	术语表.....	463
	索引	476

功能手册文档指南

SIMATIC S7-1500 自动化系统、基于 SIMATIC S7-1500 的 CPU 1513/1516pro-2 PN 和分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 与 ET 200AL 的文档分为 3 个部分。用户可根据具体需求，快速访问自己所需的特定信息。



基本信息

在《系统手册》和《入门指南》中，对 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统的组态、安装、接线和调试进行了详细介绍。对于 CPU 1513/1516pro-2 PN，可参见相应的操作说明。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关常规主题的详细介绍，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器、OPC UA 等等。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742705>) 免费下载。

产品信息数据表中记录了对这些手册的更改和补充。

有关产品信息，敬请访问 Internet:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/68052815>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73021864>)

手册集

手册集中包含系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

可以在 Internet 上找到手册集:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/86140384>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/84133942>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95242965>)

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维图纸、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA 选型工具

通过 TIA 选型工具，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。

该工具是 SIMATIC 选型工具的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA 选型工具，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA 选型工具，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC 自动化工具

通过 SIMATIC 自动化工具，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA 博途。

SIMATIC 自动化工具支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- 运行/停止模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC 自动化工具可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测性的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 项目，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

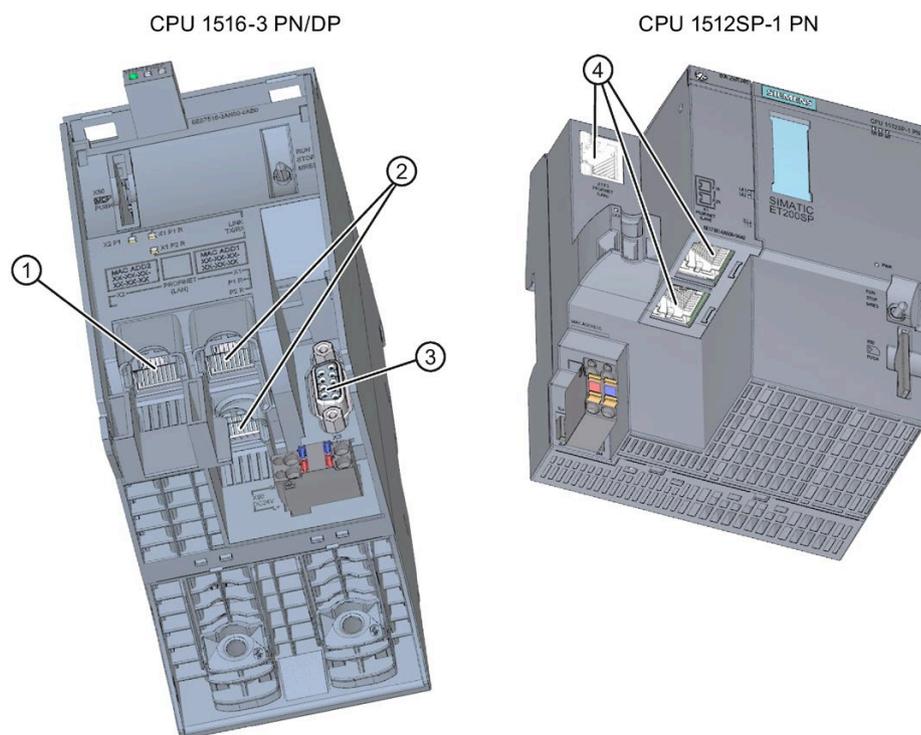
SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

产品概述

基于 S7-1500, , ET 200MPET 200SPET 200pro 和 ET 200AL 系统的 CPU、通信模块和处理器以及 PC 系统，可通过 PROFINET, PROFIBUS 和点到点的连接进行通信连接。

CPU、通信模块和通信处理器

PROFINET 和 PROFIBUS DP 接口集成在 S7-1500 CPU 中。例如，CPU 1516-3 PN/DP 上带有 2 个 PROFINET 接口和 1 个 PROFIBUS DP 接口。使用通信模块 (CM) 和通信处理器 (CP) 时，可支持其它 PROFINET 和 PROFIBUS DP 接口。

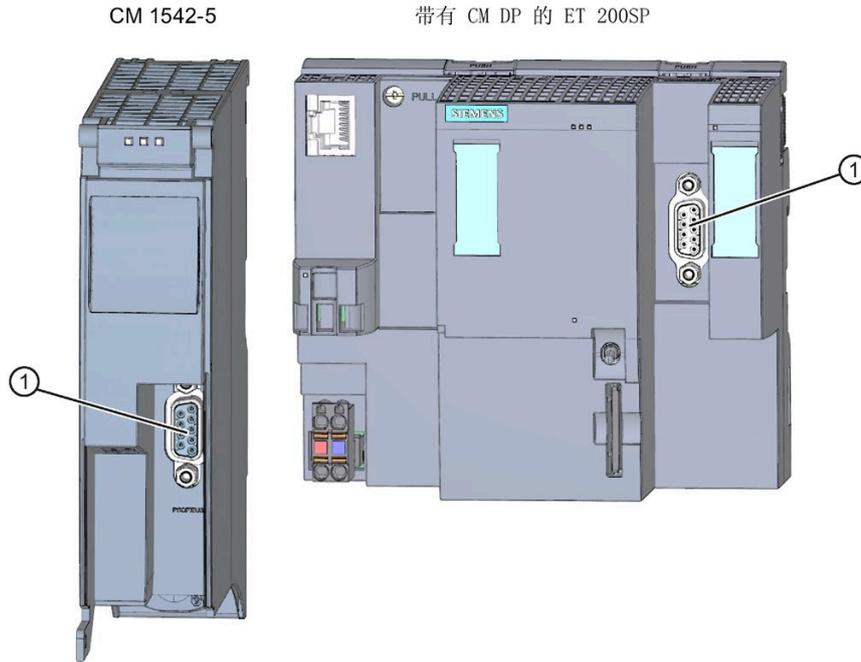


- ① PROFINET 接口 (X2)，带一个端口
- ② PROFINET 接口 (X1)，带双端口交换机
- ③ PROFIBUS DP 接口 (X3)
- ④ PROFINET 接口 (X1)，带 3 端口交换机

图 2-1 CPU 1516-3 PN/DP 和 CPU 1512SP-1 PN 的接口

通信模块的接口

通信模块 (CM) 接口对 CPU 的接口进行了扩展 (例如, 使用通信模块 CM 1542-5 时, S7-1500 自动化系统将增加一个 PROFIBUS 接口)。

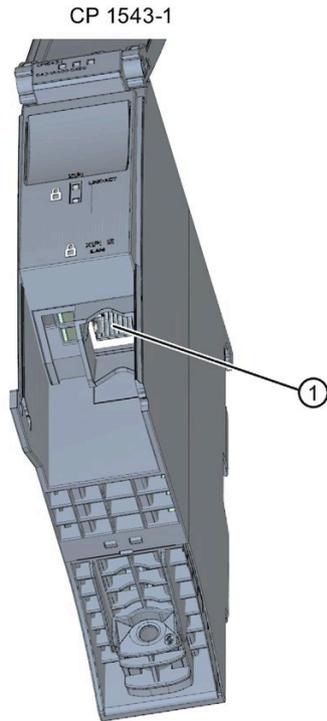


① PROFIBUS DP 接口

图 2-2 CM 1542-5 和 CM DP 的 PROFIBUS DP 接口 (连接至 ET 200SP CPU)

通信处理器的接口

通信处理器 (CP) 接口为 CPU 中集成接口所提供的功能提供了附加功能。CP 支持一些特殊功能。例如，CP 1543-1 支持工业以太网安全功能，可通过其工业以太网接口确保工业以太网安全。



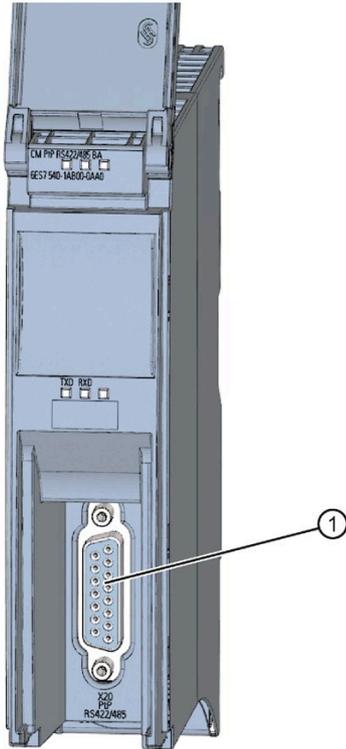
① 工业以太网接口

图 2-3 CP 1543-1 的工业以太网接口

进行点到点连接的通信模块接口

点到点连接通信模块可通过 RS 232-、RS 422- 和 RS 485 接口进行通信，如 Freeport 或 Modbus 通信。

CM PtP RS422/485 BA

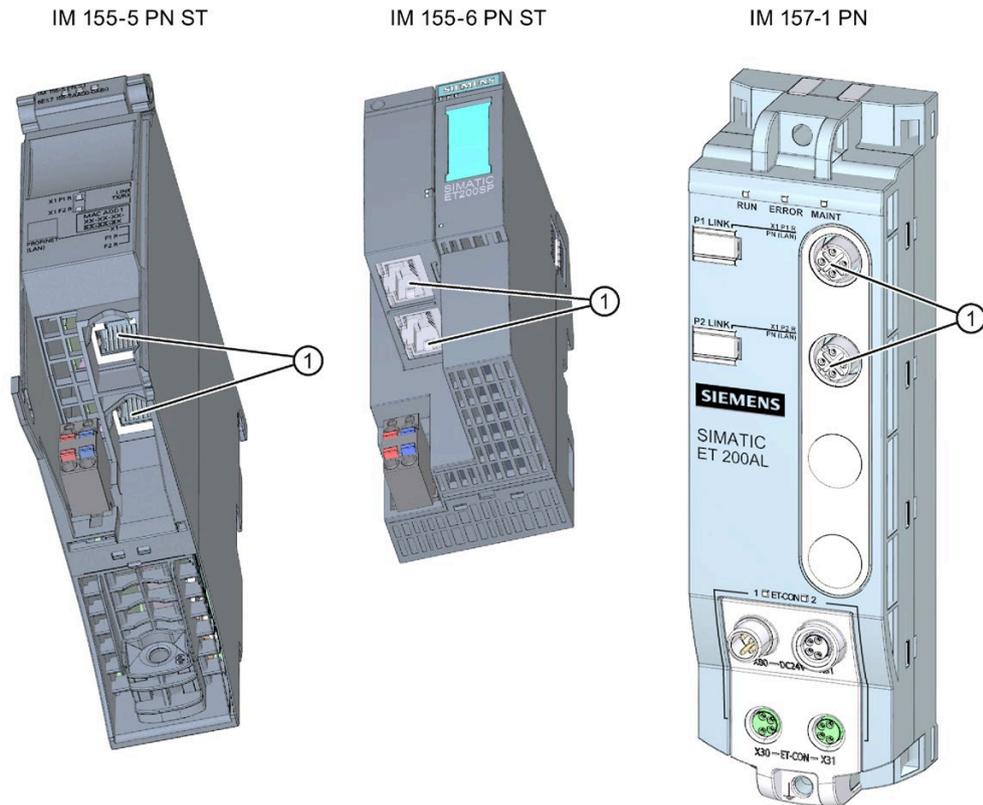


① 点到点连接接口

图 2-4 CM PtP RS422/485 BA 中点到点连接的接口示例。

接口模块上的接口

通过 ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 接口模块 (IM) 上的 PROFINET 和 PROFIBUS DP 接口，可将分布式 I/O ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 连接到上位 I/O 控制器或 DP 主站的 PROFINET 或 PROFIBUS 中。



① PROFINET 接口，带双端口交换机

图 2-5 PROFINET 接口 IM 155-5 PN ST (ET 200MP)、IM 155-6 PN ST (ET 200SP) 和 IM 157-1 PN (ET 200AL)

通信服务

下文中所介绍的通信服务，将使用系统中 CPU、通信模块和处理器的接口和通信机制进行通信。

通信服务

3.1 通信方式概述

通信方式概述

在执行自动化任务时，可使用以下通信方式。

表格 3-1 通信方式

通信方式	功能	接口:		
		PN/IE ¹	DP	串行
PG 通信 ²	调试、测试、诊断	√	√	-
HMI 通信 ²	操作员监控	√	√	-
通过 TCP/IP 协议实现开放式通信 ²	基于 TCP/IP 协议，通过 PROFINET/工业以太网进行数据交换 指令： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TSEND/TRCV • TCON • T_DISCON 	√	-	-
基于 ISO-on-TCP 进行开放式通信 ²	基于 ISO-on-TCP 协议，通过 PROFINET/工业以太网进行数据交换 指令： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TSEND/TRCV • TCON • T_DISCON 	√	-	-
通过 UDP 实现开放式通信 ²	基于 UDP 协议，通过 PROFINET/工业以太网进行数据交换 指令： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TUSEND/TURCV • TCON • T_DISCON 	√	-	-

通信方式	功能	接口:		
		PN/IE ¹	DP	串行
基于 ISO 进行开放式通信（仅适用于带有 PROFINET/工业以太网接口的 CP）	基于 ISO 协议，通过 PROFINET/工业以太网进行数据交换 指令： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TSEND/TRCV • TCON • T_DISCON 	√	-	-
基于 FDL 进行开放式通信（仅适用于 CM 1542-5 固件版本 V2.0 及以上版本）	基于 FDL 协议，通过 PROFIBUS 进行数据交换 指令： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TSEND/TRCV • TUSEND/TURCV • TCON • T_DISCON 	-	√	-
OPC UA 服务器 ³	通过 OPC UA 客户端进行数据交换	√	-	-
基于 Modbus TCP 进行通信	基于 Modbus TCP 协议，通过 PROFINET 进行数据交换 指令： <ul style="list-style-type: none"> • MB_CLIENT • MB_SERVER 	√	-	-
电子邮件	通过电子邮件发送过程报警 指令： <ul style="list-style-type: none"> • TMAIL_C 	√	-	-
FTP（仅适于带有 PROFINET/工业以太网接口的 CP）	基于 FTP（文件传输协议）进行文件管理和文件访问时，CP 既可以作为 FTP 客户端也可以作为 FTP 服务器 指令： <ul style="list-style-type: none"> • FTP_CMD 	√	-	-
Fetch/Write（仅适于带有 PROFINET/工业以太网接口的 CP）	通过 TCP/IP、ISO-on-TCP 和 ISO 执行服务器服务 通过 Fetch/Write 的特殊指令	√	-	-

3.1 通信方式概述

通信方式	功能	接口:		
		PN/IE ¹	DP	串行
S7 通信	通过 PROFINET/PROFIBUS, 使用 S7 协议进行数据交换。 指令: <ul style="list-style-type: none"> • PUT/GET • BSEND/BRCV • USEND/URCV 	√	√	-
点到点串行连接	基于 Freeport、3964(R)、USS 或 Modbus 协议, 进行点到点数据交换 通过 PtP、USS 或 Modbus RTU 的特定指令	-	-	√
Web 服务器	通过 HTTP(S) 进行数据交换, 如诊断	√	-	-
SNMP (简单网络管理协议)	基于标准 SNMP 协议, 通过对 IP 网络组件进行参数设置, 可对 IP 网络进行监控和故障识别	√	-	-
时间同步	通过 PN/IE 接口: CPU 作为 NTP 客户端 (网络时间协议)	√	-	-
	通过 DP 接口: CPU/CM/CP 作为时间主站或时间从站	-	√	-

¹ IE - 工业以太网

² 遵守 S7-1500R/H 的特殊特性

³ 仅通过 CPU 的内部 PROFINET 接口和激活了“通过通信模块访问 PLC”功能的以太网接口 CP 1543 1。

有关 S7-1500R/H 的信息

有关与冗余系统 S7-1500R/H 通信可能性的信息, 请参见“与冗余系统 S7-1500R/H 进行通信 (页 441)”部分。

更多信息

- 应用示例：与 SIMATIC 控制器进行 CPU-CPU 通信（概要）
有关该应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/20982954>)。
- 在该常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/102420020>) 中，介绍了如何通过 S7-1500 中的 CP1543-1 组态获取/写入通信。
- 有关获取/写入服务的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。
- 有关 PtP 连接的更多信息，请参见功能手册《CM PtP - 点到点连接组态 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/59057093/0/zh>)》。
- 有关 Web 服务器的功能介绍，请参见功能手册《Web 服务器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560>)》。
- 有关 SNMP 标准协议的信息，敬请访问 Internet
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/15166742>) 中的服务与支持页面。
- 有关时间同步的信息，请参见“常见问题与解答
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/86535497>)”。

3.2 以太网通信的通信协议和端口号

在本章节中，简要介绍了通过 PN/IE 接口进行通信时支持的协议和端口号。在各种协议中，分别指定了地址参数、相应的通信层以及通信角色和通信方向。

基于这些信息，可将自动化系统所有的安全保护措施与相应的协议进行匹配（如，防火墙）。由于安全措施仅限于以太网或 PROFINET 网络，因此下表中不包含任何 PROFIBUS 协议。

说明

使用的端口号

指定的端口号为 S7-1500 CPU 所用的标准端口号。由于支持各种不同的通信协议和通信连接，因此也可使用其它端口号。

下表列出了 S7-1500 CPU 和 S7 1500 通信模块中使用的不同层和协议。

3.2 以太网通信的通信协议和端口号

下表列出了 S7-1500 CPU、ET 200SP CPU 和 CPU 1513/1516pro 2 PN 支持的协议。

S7-1500 软件控制器也支持下表中所列协议，以太网接口将基于这些协议分配给相应的软件控制器。

表格 3-2 S7-1500 CPU 和软件控制器的通信层和协议（通过 CPU 的 PROFINET 接口）

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	说明
PROFINET 协议				
DCP 发现和基本组态协议	不相关	(2) Ethertype 0x8892 (PROFINET)	可访问的设备 PROFINET 发现和组态	PROFINET 通过 DCP 发现 PROFINET 设备并提供基本设置。
LLDP 链路层发现协议	不相关	(2) Ethertype 0x88CC (LLDP)	PROFINET 链路层发现协议	PROFINET 通过 LLDP 发现和管理 PROFINET 设备间的相邻关系。 LLDP 使用特定的多播 MAC 地址：01-80-C2-00-00-0E
MRP 介质冗余协议	不相关	(2) Ethertype 0x88E3 (IEC 62493-2-2010)	PROFINET 介质冗余	MRP 通过环形拓扑结构对冗余传输路径进行控制。 MRP 使用标准的多播 MAC 地址：
PTCP 精确、透明的时钟协议	不相关	(2) Ethertype 0x8892 (PROFINET)	PROFINET 基于 IEEE 1588 进行时钟发送和时间同步	PTCP 提供 RJ45 端口之间的延时测量，并随后发送时钟同步和时间同步。 PTCP 使用标准的多播 MAC 地址：
PROFINET IO 数据	不相关	(2) Ethertype 0x8892 (PROFINET)	PROFINET IO 数据循环传输	PROFINET IO 帧用于基于以太网在 PROFINET IO 控制器和 IO 设备之间对 IO 数据进行循环传输。
PROFINET 上下文管理器	34964	(4) UDP	不带 RPC 的 PROFINET 连接	PROFINET 上下文管理器可作为一个端点映射器，用于建立应用关联 (PROFINET AR)。
面向连接的通信协议				
SMTP 简单邮件传输协议	25	(4) TCP	简单邮件传输协议	SMTP 用于发送电子邮件。
SMTPS（通过 TLS 进行 SMTP 连接）	465	(4) TCP	SMTP 安全连接	SMTP 用于通过安全连接发送电子邮件。
使用 STARTTLS 进行 SMTP 连接	25 587	(4) TCP	使用 SMTP 命令“STARTTLS”进行简单邮件传输协议	“使用 STARTTLS 进行 SMTP 连接”用于通过安全连接发送电子邮件。
HTTP 超文本传输协议	80	(4) TCP	超文本传输协议	HTTP 用于与 CPU 内部 Web 服务器通信。

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	说明
ISO-on-TCP (基于 RFC 1006 标准)	102	(4) TCP	ISO-on-TCP 协议	ISO-on-TCP (基于 RFC 1006 标准) 适用于与远程 CPU 或软件控制器进行面向消息的数据交换。 S7 与 ES、HMI、OPC Server 等通信。
NTP 网络时间协议	123	(4) UDP	网络时间协议	NTP 用于同步 CPU 系统时间与 NTP 服务器时间。
SNMP 简单网络管理协议	161 162 (陷阱)	(4) UDP	简单网络管理协议	SNMP 由 SNMP 管理器用于读取和设置网络管理数据 (SNMP 管理的对象)。
HTTPS 安全超文本传输协议	443	(4) TCP	安全超文本传输协议	HTTPS 用于通过安全套接层 (SSL) 与 CPU 内部的 Web 服务器通信。
Modbus TCP Modbus 传输控制协议	502	(4) TCP	Modbus/TCP 协议	Modbus/TCP 由用户程序中的 MB_CLIENT/MB_SERVER 指令使用。
OPC UA 开放式平台通信 统一架构	4840	(4) TCP	基于 TCP/IP 协议	从企业级到现场级的通信标准。
OUC ¹ 开放式用户通信 和 OUC 安全连接	1 到 1999 使用范围有限 ² 2000 到 5000 (建议) 5001 到 49151 使用范围有限 ²	(4) TCP (4) UDP	开放式用户通信 (TCP/UDP) 安全的开放式用户通信 (TLS)	OUC 指令可用于建立连接、终止连接并基于套接层传输数据。
IGMPv2 Internet 组管理协议	不相关	(3) 网络层	Internet 组管理协议	多播组的组织网络协议
预留	49152 到 65535	(4) TCP (4) UDP	-	如果应用程序未确定本地端口号, 将使用动态端口区域激活连接端点。

¹ 注: 基于开放式通信, 可直接访问 UDP/TCP。用户必须遵守 IANA (Internet Assigned Numbers Authority, 互联网数字分配机构) 的端口限制/定义。

² 请勿将其它协议已用端口分配给 OUC。

3.2 以太网通信的通信协议和端口号

下表列出了 S7-1500 软件控制器支持的协议，通过以太网接口分配给 Windows 系统。

表格 3-3 S7-1500 软件控制器的通信层和协议（通过 Windows 端的以太网接口）

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	说明
PROFINET 协议				
DCP 发现和基本 组态协议	不相关	(2) Ethertype 0x8892 (PROFINET)	可访问的设 备 PROFINET 发 现和组态	PROFINET 通过 DCP 发现 PROFINET 设备并提供基本设置。
面向连接的通信协议				
SMTP 简单邮件传 输协议	25	(4) TCP	简单邮件传 输协议	SMTP 用于发送电子邮件。
HTTP 超文本传输 协议	可调节 ¹	(4) TCP	超文本传输 协议	HTTP 用于与 CPU 内部的 Web 服务器进行数据通信。为了避免与 Windows 系统中其它 Web 服务器冲突，可更改端口号。 如果要使用 Web 服务器访问，必须在 Windows 防火墙中激活该端口。
ISO-on-TCP (基于 RFC 1006 标 准)	102	(4) TCP	ISO-on-TCP 协议	ISO-on-TCP（基于 RFC 1006）适用于与 PG/PC 或 HMI 进行 S7 通信。
OUC ² 开放式用户 通信 和 OUC 安全连 接	1 到 1999 使用范围 有限 ^{3,4}	(4) TCP (4) UDP	开放式用户 通信 (TCP/UDP) 安全的开放 式用户通信 (TLS)	OUC 指令可用于建立连接、终止连接并基于套接层传输数据。 如果要使用 OUC，则必须在 Windows 防火墙中激活该端口。
	2000 到 5000 (建议) ⁴			
	5001 到 49151 使用范围 有限 ^{3,4}			
IGMPv2 Internet 组管 理协议	不相关	(3) 网络层	Internet 组管 理协议	多播组的组织网络协议
预留	49152 到 65535	(4) TCP (4) UDP	-	如果应用程序无法确定本地端口号，则可使用动态端口范围主动连接端点。 如果需使用此类通信，则需在 Windows 防火墙中激活这些端口。

- 1 Windows 分配的接口的默认设置：81
- 2 注：基于开放式用户通信，可直接访问 UDP/TCP。用户必须遵守 IANA (Internet Assigned Numbers Authority, 互联网数字分配机构) 的端口限制/定义。
- 3 请勿将其它协议已用端口分配给 OUC。
- 4 请勿将其它 Windows 应用已用端口分配给 OUC。

除 S7-1500 通信模块（如 CP 1543-1）表格已列示的协议之外，下表中列出了支持的更多协议。

表格 3-4 S7-1500 通信模块的层和协议

协议	端口号	(2) 链路层 (4) 传输层	功能	说明
PROFINET/工业以太网协议				
面向连接的通信协议				
FTP 文件传输协议	20（数据） 21（控制）	(4) TCP	文件传输协议	FTP 用于传输文件（仅与 CP 1543-1 连接）。
SecureFTP 文件传输协议	20（数据） 21（控制）	(4) TCP	文件传输协议	SecureFTP 用于通过 TSL 连接传输文件（仅与 CP 1543-1 连接）。
DHCP 主机动态配置协议	68	(4) UDP	主机动态配置协议	DHCP 用于在启动 IE 接口时从 DHCP 服务器检索 IP 地址套件。
安全 NTPv3 网络时间协议	123	(4) UDP	网络时间协议	安全 NTP 用于同步 CP 1543-1 内部系统时钟与 NTP 服务器。
SNMP 简单网络管理协议	161 162（陷阱）	(4) UDP	简单网络管理协议	SNMPv3 允许 CP 1543-1 通过认证从 SNMPv3 代理读取网络管理数据 (MIB)。

有关 S7-1500 MFP 的特殊注意事项：

端口 111：S7-1500 MFP 通过端口 111 与 NFS 服务进行内部通信。

3.3 连接资源概览

连接资源

某些通信服务需要进行连接。连接需要占用所用 CPU、CP 和 CM 中的资源（例如，CPU 操作系统中的存储区域）。大多数情况下，每个 CPU/CP/CM 都将占用一个连接。在 HMI 通信中，每个 HMI 连接最多需要 3 个连接资源。

具体可用的连接资源，取决于所用的 CPU、CP 和 CM，且不得超出自动化系统中定义的上限。

站中的可用连接资源

站中最大的可用资源数量取决于 CPU。

每个 CPU 都会为 PG、HMI 和 Web 服务器通信预留一定数量的连接资源。此外，还会为 SNMP、电子邮件连接、HMI 和 S7 通信以及开放式通信等其它通信服务提供资源。

何时占用连接资源？

连接资源的占用时间，取决于连接建立、自动连接、编程或组态的方式（参见“建立连接 (页 34)”部分）。

更多信息

有关连接资源占用以及连接资源在 STEP 7 中显示的更多信息，请参见“连接资源 (页 425)”部分。

3.4 建立连接

自动连接

如果将 PG/PC 接口物理连接到 CPU 的接口，并通过 STEP 7 中的“转至在线”(Go online) 对话框进行了接口分配，则 STEP 7 将自动建立连接（例如，PG 或 HMI 连接）。

建立编程连接

在 STEP 7 的程序编辑器中，可根据所选 CPU 使用相应的通信指令（如 TSEND_C）建立编程连接。

指定连接参数（在巡视窗口、指令属性中）时，通过用户界面使得操作更为方便快捷。

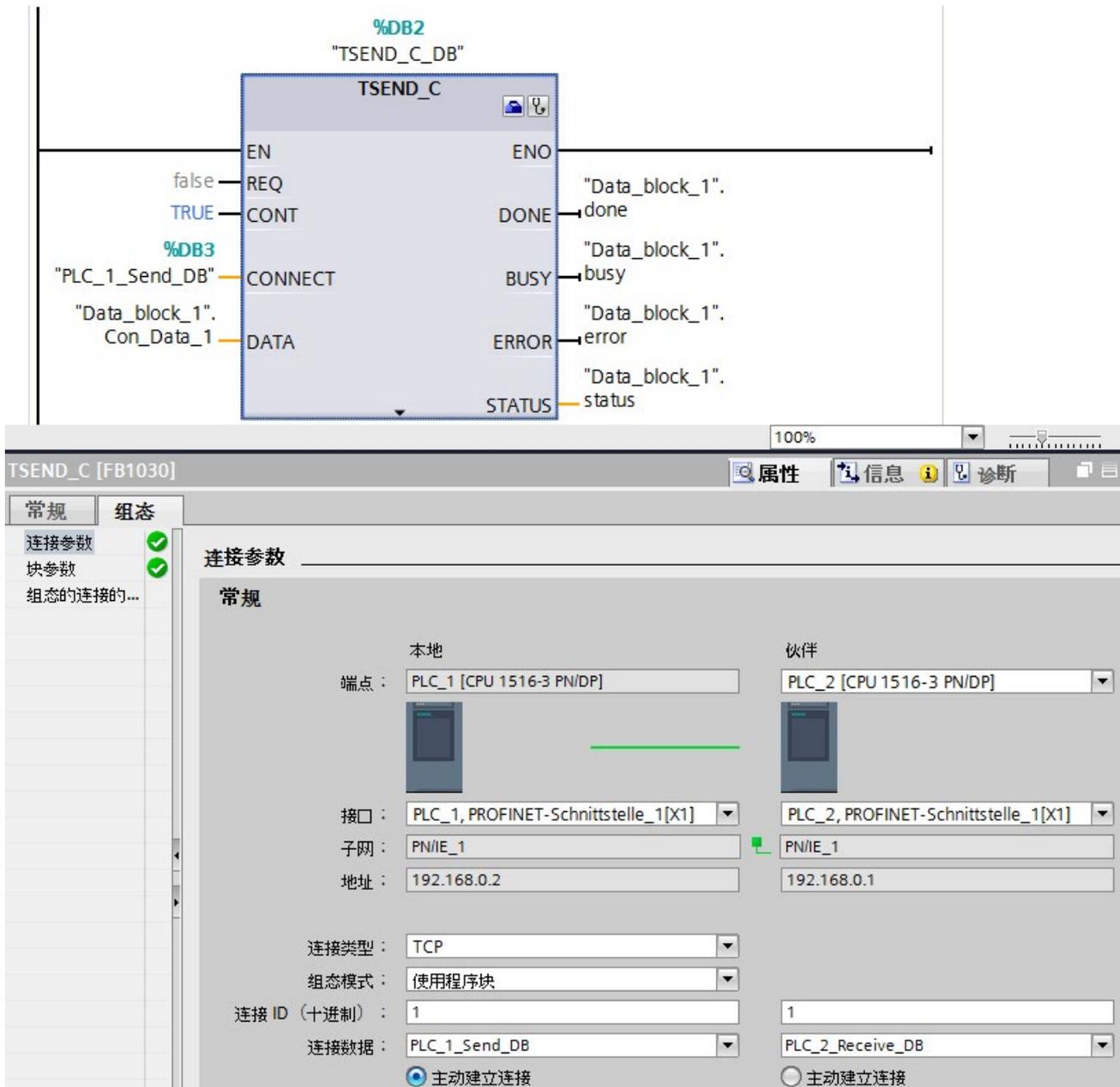


图 3-1 通过编程建立连接

3.4 建立连接

建立组态连接

根据所选的 CPU 或软件控制器，可在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & networks) 编辑器中的网络视图内建立组态的连接。

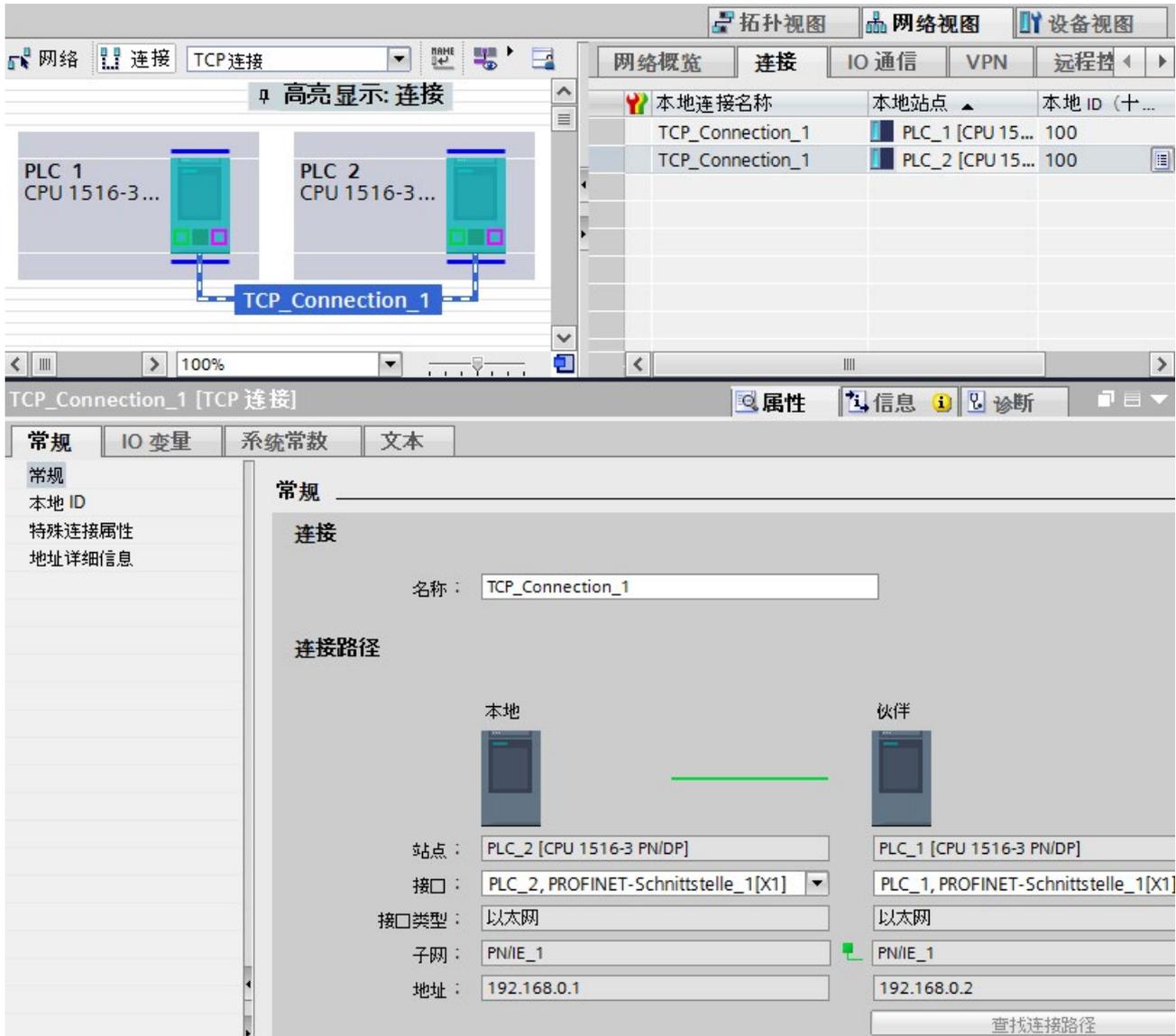


图 3-2 通过组态建立连接

对 CPU 连接资源的影响

通常，可以选择通过组态建立连接或者通过编程建立连接。如果选择通过编程建立连接，则将在数据传输结束后释放连接资源。与路由连接类似，编程的连接仍无法保证，也就是说，仅当资源可用时才会建立这类连接。建立组态的连接时，下载组态后资源处于可用状态，直至组态再次更改。因此，相应资源将预留，通过所组态的连接进行连接建立。在 CPU 巡视窗口中的“连接资源”(Connection resources) 表格中，简要列示了已使用的连接资源和仍然可使用的连接资源。

如何建立连接？

表格 3-5 建立连接

连接	自动连接	通过编程建立连接	通过组态建立连接
编程设备连接	√	-	-
HMI 连接	√	-	√
Web 通信	√	-	-
OPC UA 服务器通信	√	-	-
OPC UA 客户端通信	-	√	-
通过 TCP/IP 连接实现开放式通信	-	√	√
通过 ISO-on-TCP 连接实现开放式通信	-	√	√
通过 UDP 连接实现开放式通信	-	√	√
通过 ISO 连接实现开放式通信	-	√	√
通过 FDL 连接实现开放式通信	-	√	√
通过 Modbus TCP 连接进行通信	-	√	-
电子邮件连接	-	√	-
FTP 连接	-	√	-
S7 连接*	-	-	√

*请注意，对于 S7-1500 CPU，必须在 CPU 的属性中启用 PUT/GET 通信。有关该主题的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

更多信息

有关连接资源占用以及连接资源在 STEP 7 中显示的更多信息，请参见“连接资源(页 425)”部分。

3.5 数据的一致性

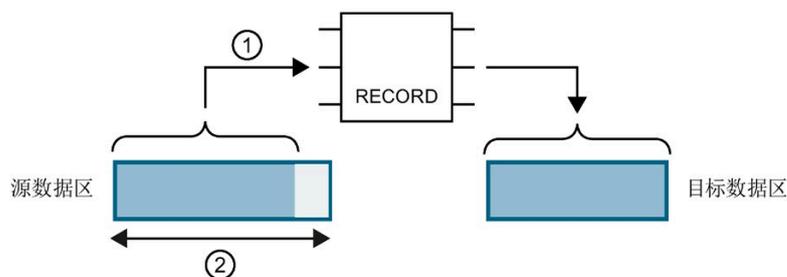
定义

在数据传输中，数据一致性至关重要。因此在组态通信任务时，必需注意。否则，可能导致故障发生。

同步运行中无法修改的数据区又称为一致性数据区。即，在超出一致性数据区所允许最大空间的连续数据区中，可同时包含新数据和旧数据。

一个通信指令中断时（如，由高优先级的硬件中断 OB 进行中断），将导致不一致现象。这会导致数据区域传输中断。如果 OB 中的用户程序对通信指令尚未处理的数据进行了更改，则每次传输的数据将不同：

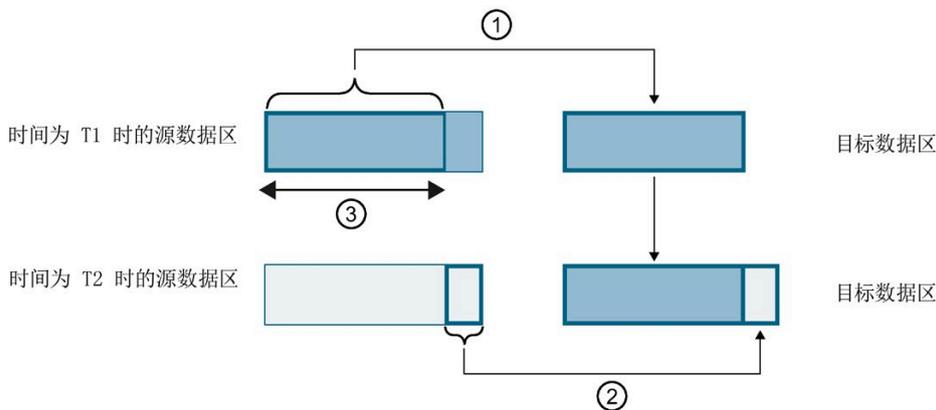
下图显示的数据区空间小于一致性数据区允许的最大空间。此时，可确保进行数据访问时，用户程序不会中断数据区域的传输，从而有效避免了数据变更。



- ① 源数据区小于一致性数据区允许的最大空间 (②)。该指令将数据一同传输到目标数据区中。
- ② 一致性数据区的最大空间

图 3-3 数据的一致性传输

下图显示的数据区空间大于一致性数据区允许的最大空间。在这种情况下，数据会因传输中断而发生更改。将该数据区传输到多个地方时，也可能会发生传输中断。如果因传输中断而导致数据更改，则每次传输的数据将不同。

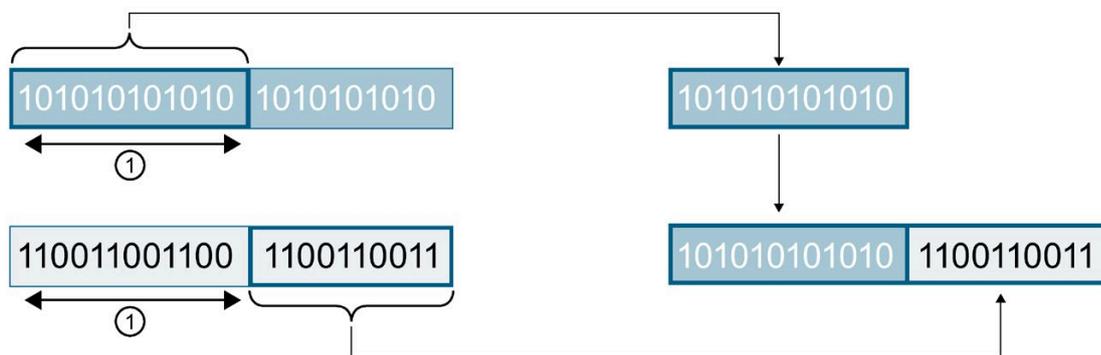


- ① 源数据区大于一致性数据区允许的最大空间 (③)。在 T1 时刻，该指令仅将源数据区中大小与一致性数据区相同的数据量传送到目标数据区中。
- ② 在 T2 时刻，该指令将源数据区中其余的数据传输到目标数据区中。传输完成时，目标数据区中包含不同时刻传输的数据。此时，如果源数据区中的数据发生变更，则会导致数据不一致。
- ③ 一致性数据区的最大空间

图 3-4 传输的数据量超出了一致性数据的最大数量

数据不一致的示例

下图举例说明了数据过程中数据的变更。目标数据区中包含不同时刻传输的数据。



- ① 一致性数据区的最大空间

图 3-5 示例：在数据传输过程中，数据发生变更

S7-1500 中，系统特定的一致性数据的最大数量：

如果遵循系统中所指定的一致性数据的最大数量，则不会产生不一致现象。在程序循环过程中，S7-1500 最多可将块中 512 个字节的通信数据一致性地复制到或传出用户存储器。超出该数据区时，将无法确保数据的一致性。如果要定义确保数据的一致性，则 CPU 内用户程序中的通信数据长度不能超过 512 个字节。之后，即可在 HMI 设备上通过 Read/Write 变量对这些数据进行一致性访问。

如果需一致性传输的数据量超出了系统指定的数据最大量，则需在应用程序中使用特殊措施确保数据的一致性。

确保数据一致性**通过指令访问公共数据：**

如果在用户程序中通过一些通信指令访问公共数据（如 TSEND/TRCV），则可使用诸如“DONE”等参数对该数据区进行访问。因此，在用户程序中使用指令进行数据传输，可确保通信过程中数据区中数据的一致性。

说明**用户程序中采取的具体措施**

要确保数据一致性，可将待传输数据复制到一个单独的数据区（如，全局数据块）中。用户程序继续传输源数据时，可通过通信指令将一致性地传输单独数据区中存储的数据。在复制过程中，系统将使用相应的不可中断型指令，如 UMOVE_BLK 或 UFILL_BLK。这些指令可确保高达 16 KB 的数据一致性。

使用 PUT/GET 指令或通过 HMI 通信进行 Write/Read 操作：

使用 PUT/GET 指令进行 S7 通信或通过 HMI 通信进行 Write/Read 操作时，编程或组态中需考虑一致性数据区的大小。将 S7-1500 用作服务器时，用户程序没有可用于数据传输的指令。在用户程序运行过程中，可通过 PUT/GET 指令进行数据交换，对 S7-1500 进行更新。但在循环执行用户程序时，不支持对数据进行一致性传输。待传送数据区的长度应小于 512 个字节。

更多信息

- 有关通信模块所支持的一致性数据最大数量，请参见设备手册中的相应技术规范。
- 有关数据一致性的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的指令说明。

3.6 安全通信

3.6.1 安全通信的基础知识

3.6.1.1 安全通信的基础知识

在 STEP 7 (TIA Portal) V14 及更高版本和固件版本 V2.0 及更高版本的 S7-1500 CPU 中，设计了大量的安全通信选项。

“S7-1500 CPU”是指 S7-1500F、S7-1500T、S7-1500C 系列 CPU 和 S7-1500pro CPU 和 ET200SP CPU。

在后续版本中，其它组件也将支持安全通信（OUC 安全通信）。具体信息，请参见后续章节。

在 S7-1200 CPU 固件版本 V4.4 及以上版本中，还支持安全通信（OUC 安全通信）。

要求

- 支持带有 DT TCON_IP_V4_SEC 或 SDT TCON_QDN_SEC 结构的连接描述 DB 的 CPU，包括以下 CPU：
 - S7-1200（固件版本 V4.4 及以上版本）
 - S7-1500（固件版本 V2.0 及以上版本）
 - 也可通过以下 CP：
 - CP 1243-1（固件版本 V3.2 及以上版本）
 - CP 1243-8 IRC（固件版本 V3.2 及以上版本）
 - CP 1543-1（固件版本 V2.0 及以上版本）
 - CP 1545-1
 - CP 1543SP-1
- CP 1242-7 GPRS V2 不支持安全通信。

公钥基础结构 (PKI)

“安全”(secure) 属性用于识别以 Public Key Infrastructure (PKI) 为基础的通信机制（例如，RFC 5280，用于 Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List Profile）。Public Key Infrastructure (PKI) 是一个可签发、发布和检查数字证书的系统。PKI 通过签发的数字证书确保计算机通信安全。如果 PKI 采用非对称密钥加密机制，则可对网络中的消息进行数字签名和加密。

在 STEP 7 (TIA Portal) 中组态用于安全通信的组件，将使用一个非对称密钥加密机制，使用一个公钥 (Public Key) 和一个私钥 (Private Key) 进行加密。并使用 TLS (Transport Layer Security) 作为加密协议。TLS 是 SSL (Secure Sockets Layer) 协议的后继协议。

安全通信的目的

安全通信可用于实现以下目标：

- 机密性
即，数据安全/窃听者无法读取。
- 完整性
即，接收方接收到的消息与发送方发送的消息完全相同，未经更改。消息在传送过程中未经更改。
- 端点认证
即，端点通信伙伴确实是声称为参与通信的本人。对伙伴方的身份进行检查。

在过去，这些目标通常仅与 IT 和计算机网络相关。但如今，包含有敏感数据的工业设备和控制系统也开始面临相同的信息安全高风险。这是因为，这些设备它们同样实现了网络互联，因而必须满足严格的数据交换安全要求。

在过去，往往会采用单元保护机制，通过防火墙或 VPN 连接保护自动化单元安全（如，使用安全模块），而如今同样如此。

但是，通过企业内部网或公共网络以加密形式将数据传送到外部计算机变得越来越重要。

安全通信的通用原则

无论采用何种机制，安全通信都基于 Public Key Infrastructure (PKI) 理念，包含以下组成部分：

- 非对称加密机制：
 - 使用公钥或私钥对消息进行加密/解密。
 - 验证消息和证书中的签名。

发送方/认证机构通过自己的私钥对消息/证书进行签名。接收方/验证者使用发送方/认证机构的公钥对签名进行验证。
- 使用 X.509 证书传送和保存公钥。
 - X.509 证书是一种数字化签名数据，根据绑定的身份对公钥进行认证。
 - X.509 证书中还包含有公钥使用的详细说明或使用限制。例如，证书中公钥的生效日期和过期日期。
 - X.509 证书中还包含证书颁发方的安全相关信息。

在后续的章节中，将简要介绍在 STEP 7 (TIA Portal) 中管理证书和编写 secure Open User Communication (sOUC) 通信指令等所需的基本知识。

使用 STEP 7 进行安全通信：

在 STEP 7 V14 及其更高版本中，提供了安全通信的组态和操作所需的 PKI。

示例：

- 基于 TLS (Transport Layer Security) 协议，将 Hypertext Transfer Protokoll (HTTP) 转换成 Hypertext Transfer Protokoll Secure (HTTPS)。由于 HTTPS 中集成了 HTTP 和 TLS 协议，因此在相应的 RFC 中，又称为“HTTP over TLS”。在该浏览器中，可清楚地查看到所用的协议为 HTTPS：浏览器地址栏中 URL 为“https://”，而非“http://”。在大多数浏览器中，这类的安全连接将突出显示。
- 将 Open User Communication 转换为 secure Open User Communication。这种通信方式的底层协议同样为 TLS。
- 电子邮件服务提供商同样支持基于“Secure SMTP over TLS”协议进行访问，从而提高电子邮件通信的安全性。

下图显示了通信层中的 TLS 协议。

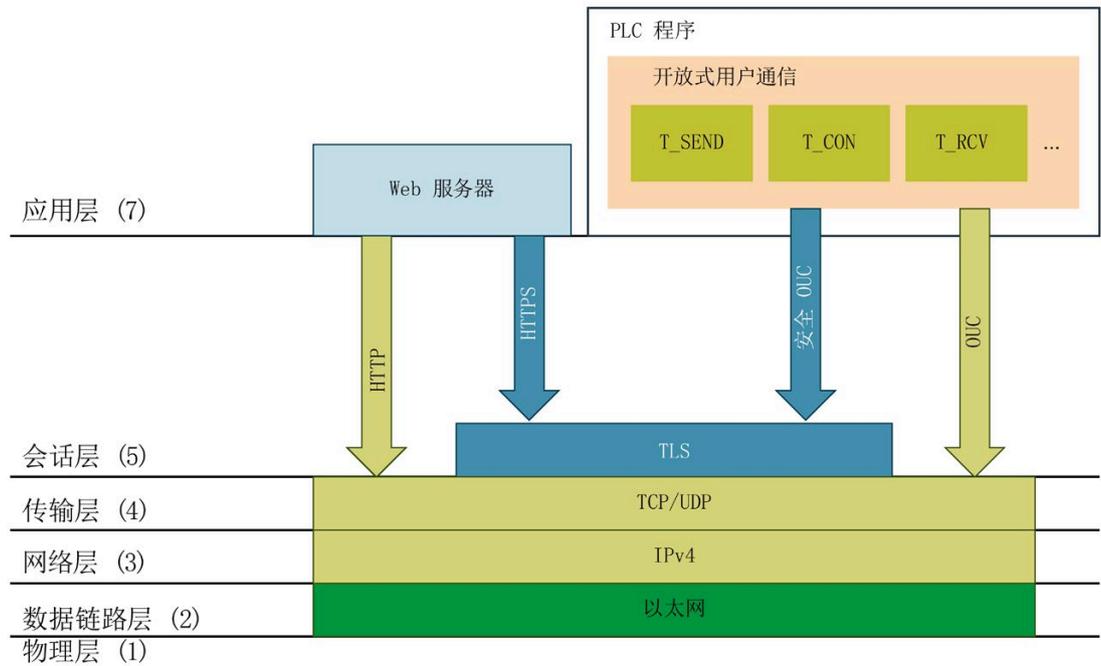


图 3-6 通信层中的 TLS 协议。

采用 OPC UA 的安全通信

固件版本 V2.0 及更高版本的 S7-1500 CPU 中，具有 OPC UA 服务器功能。OPC UA Security 中也涉及使用 X.509 数字证书进行认证、加密以及数据完整性检查，并且同样采用 Public Key Infrastructure (PKI)。根据应用的具体要求，端点安全可选择不同安全等级。我们将在一个单独章节中对 OPC UA 服务器功能进行介绍。

PG/HMI 间安全通信

在 V17 及以上版本中集成有最新型控制器和最新型 HMI 设备，TIA Portal、STEP 7 和 WinCC 的主要组件可实现创新型 PG/PC 和 HMI 标准安全通信（简称为 PG/HMI 通信）。

参见

将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器 (页 219)

3.6.1.2 通过加密确保数据机密

消息加密是数据安全的一项重要措施。在通信过程中，即使加密的消息被第三方截获，这些潜在的侦听者也无法访问所获取的信息。

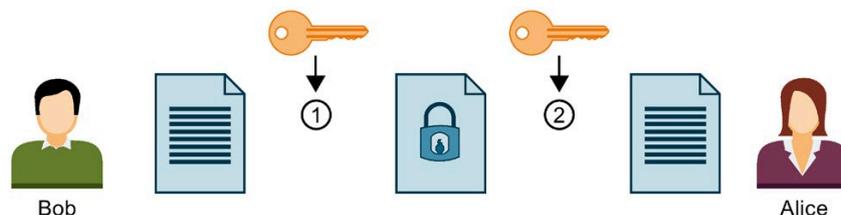
在进行消息加密时，采用了大量的数学处理机制（算法）。

所有算法都通过一个“密钥”参数，对消息进行加密和解密。

- 算法 + 密钥 + 消息 => 密文
- 密文 + 密钥 + 算法 => (明文) 消息

对称加密

对称加密的关键在于，两个通信伙伴都采用相同的密钥对消息进行加密和解密，如下图所示：Bob 使用的加密密钥与 Alice 使用的解密密钥相同。即，我们常说的双方共享一个密钥，可通过该密钥对消息进行加密和解密。



- ① Bob 采用对称密钥对消息进行加密
- ② Alice 采用对称密钥对加密后的消息进行解密

图 3-7 对称加密

该过程类似于一个公文箱，发送方和接收方使用同一把钥匙打开或锁上该公文箱。

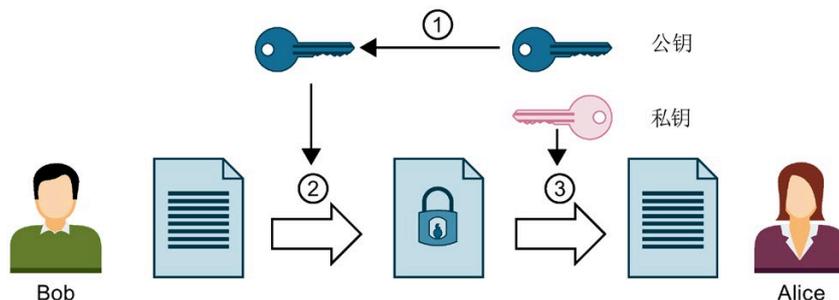
- 优势：对称加密算法（如，AES、Advanced Encryption Algorithm）的速度较快。
- 缺点：如何将密钥发送给接收方，而不会落到其他人手中？此为密钥分发问题。如果截获的消息数量足够大，则可推算出所用的密钥，因此必须定期更换。

如果通信伙伴比较多，则需分发的密钥数量巨大。

非对称加密

在非对称加密技术中使用一对密钥：一个公钥和一个私钥。与 PKI 一同使用时，又称为公钥加密系统，简称 PKI 加密系统。通信伙伴（下图中的 Alice）拥有一个私钥和一个公钥。公钥对所有人公开。即，任何通信伙伴都可以获得该公钥。拥有公钥的通信伙伴可对发送给 Alice 的消息进行加密。即下图中的 Bob。

Alice 的私钥为她自己所有而不公开，用于对发送给她的密文进行解密。



- ① Alice 将其公钥提供给 Bob。无需采取防范措施即可实现该过程：只要确定采用的是 Alice 的公钥，所有人都可以发消息给 Alice。
- ② Bob 使用 Alice 的公钥对消息进行加密。
- ③ Alice 使用私钥对 Bob 发送的密文进行解密。由于仅 Alice 拥有私有且未公开，因此只有她才能对该消息进行解密。通过私钥，Alice 可以对使用她所提供的公钥加密的消息进行解密，而不仅仅只是 Bob 的消息。

图 3-8 非对称加密

该系统与邮箱类似，所有人都可以向邮箱发送消息，但只有拥有密钥的人才能删除这些消息。

- 优势：使用公钥加密的消息，仅私钥拥有者才能进行解密。由于在解密时需要使用另一密钥（私钥），而且加密的消息数量庞大，因此很难推算出解密密钥。这意味着，公钥无需保持机密性，而这与对称密钥不同。

另一大优点在于，公钥的发布更为方便快捷。在非对称密钥系统中，接收方将公钥发送到发送方（消息加密方）时无需建立专用的安全通道。与对称加密过程相比，密钥管理工作量相对较少。

- 缺点：算法复杂（如，RSA，以三位数学家 Rivest、Shamir 和 Adleman 的名字的首字母命名），因此性能低于对称加密机制。

实际通信中的加密过程

在实际通信过程中（如，与 CPU Web 服务器通信和开发式用户安全通信），通常在相关的应用层之后使用 TLS 协议。例如，应用层采用的协议为 HTTP 或 SMTP，详细信息见前文所述。

例如，TLS (Transport Layer Security) 混合采用非对称加密和对称加密（混合加密）机制确保数据通过 Internet 进行安全传输，并支持以下子协议：

- TLS Handshake Protocol, 对通信伙伴进行身份验证，并在非对称加密的基础上对数据传输所需的算法和密钥进行协商
- TLS Record Protocol 采用对称加密机制对用户数据加密以及进行数据交换。

无论是非对称加密还是对称加密，这两种数据安全加密机制在安全性方面没有明显差异。数据安全等级取决于设置的参数，如所选密钥的长度等等。

加密使用不当

通过位串，无法指定公钥的身份。欺瞒者可使用他们自己的公钥声明为其他人。如果第三方使用该公钥将其认作是指定的通信伙伴，则将导致机密信息被窃取。之后，欺瞒者再使用自己的密钥对这些本消息进行解密，虽然这些消息本不应发送给他们。最终，导致敏感信息泄露，落入他人之手。

为了有效预防此类错误的发生，该通信伙伴必须确信与正确的通信伙伴进行数据通信。此类信任关系是通过 PKI 中的数字证书建立的。

3.6.1.3 通过签名确保数据的真实性和完整性

由能够截获服务器与客户端之间的通信并将自身伪装成客户端或服务器的程序实施的攻击称为中间人攻击。如果未能检测到这些程序的真实身份，则将造成诸如 S7 程序、CPU 中设定值等重要信息泄漏，进而导致设备或工厂遭受攻击。可使用数字证书避免此类攻击。

在安全通信过程中，所用的数字证书符合 International Telecommunication Union (ITU) 的 X.509 标准。该证书用于检查（认证）程序、计算机或组织机构的身份。

如何通过证书建立信任关系

X.509 证书主要用于将带有证书的数据身份（如，电子邮件地址或计算机名称）与公钥中的身份绑定在一起。身份可以是个人、计算机，也可以是机器设备。

证书由证书颁发机构（Certificate Authority, CA）或证书主体签发。而 PKI 系统则指定了用户信任证书颁发机构及其所签发证书的规则。

证书认证过程：

1. 要获取一份证书，需要向与证书颁发机构相关联的注册机构提交一份证书申请。
2. 证书颁发机构将基于既定标准对该申请和申请人进行评估。
3. 如果可以清晰识别申请人的身份，则证书颁发机构将签发一份已签名的证书进行确认。申请人现成为证书主体。

在下图中，对这一过程进行了简要说明。但不涉及 Alice 对该数字签名的检查过程。

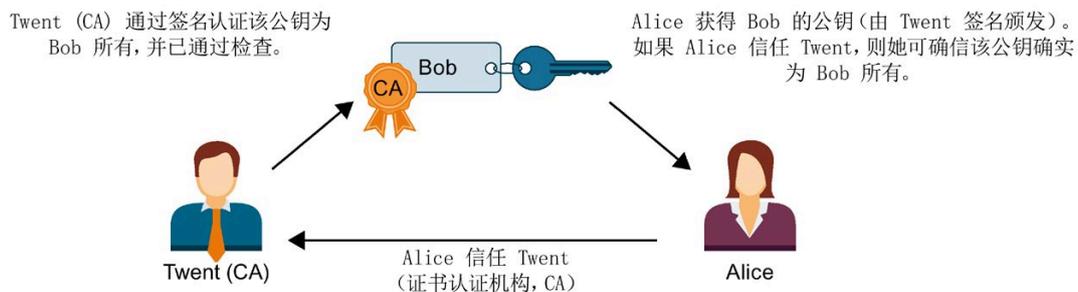


图 3-9 由证书颁发机构对证书进行签名

自签名证书

自签名证书指，由证书主体而非独立的证书颁发机构签名的证书。

示例：

- 用户也可以自己创建证书并签名，对发送给通信伙伴的消息进行加密。在上述示例中，Bob（而非 Twent）可以使用私钥对自己的证书进行签名。之后，Alice 将使用 Bob 的公钥检查该签名是否与 Bob 的公钥相匹配。该过程可用于简单的工厂内部数据加密通信。
- 例如，根证书是一种由证书颁发机构 (CA) 签署的自签名证书，其中包含证书颁发机构的公钥。

自签名证书的特性

自签名证书的证书主体“CN”(Common Name of Subject) 和“Issuer”属性相同：用户已完成对证书的签名。字段“CA”(Certificate Authority) 需设置为“False”；自签名证书不得用于对其它证书进行签名。

自签名证书未包含在 PKI 系统中。

证书内容

符合 X.509 V3 标准（同样用于 STEP 7 和 S7-1500 CPU）要求的证书通常包含以下元素：

- 公钥
- 证书主体（即，密钥持有者）的详细信息。如，Common Name (CN) of Subject。
- 各种属性，如序列号和有效期等等
- 证书颁发机构 (CA) 的数字签名，用于证实信息的正确性。

除此之外，还包含以下扩展详细：

- 指定公钥的使用范围(Key Usage)，如签名或密钥加密。
如在安全的开放式用户通信中，使用 STEP 7 创建一个新的证书，则可从可能的用途列表中选择相应的条目，例如“TLS”。
- 指定 Subject Alternative Name (SAN)，用于与 Web 服务器进行安全通信 (HTTP over TLS)，以确保 Web 浏览器地址栏中的证书同样属于该 URL 所指定的 Web 服务器。

如何生成并验证签名

非对称密钥可用于证书的验证：在“MyCert”证书示例中，介绍了具体的“签名”与“验证签名”过程。

生成签名：

1. “MyCert”证书的签发者使用一个特定的哈希函数（例如，SHA-1, Secure Hash Algorithm），根据证书数据生成一个哈希值。
该 HASH 值是一个长度固定的位串。HASH 值长度固定的优势在于，签名的时间始终相同。
2. 之后，证书的签发者再使用由这种方式生成的 HASH 值和私钥，生成一个数字签名。通常采用 RSA 签名机制。
3. 数字签名将保存在证书中。此时，证书已签名。

验证一个签名：

1. “MyCert”证书的认证方将获得签发者签发的证书和公钥。
2. 使用签名时所用的哈希算法（例如，SHA-1），根据证书数据生成一个新的哈希值。
3. 最后，再将由证书签发者公钥确定的 HASH 值与签名算法进行比较，对签名进行检查。
4. 如果签名通过检查，则表示证书主体的身份以及完整性（即，证书内容的可靠性和真实性）均通过验证。拥有该公钥（即，证书颁发机构的证书）的任何人均可对该签名进行检查，并确认该证书确实由该证书颁发机构签发。

下图显示了 Alice 如何采用 Twent（代表证书颁发机构，CA）证书中的公钥，验证 Bob 的公钥签名。因此，在验证时仅需检查证书颁发机构所颁发证书的可用性。验证会在 TLS 会话中自动执行。

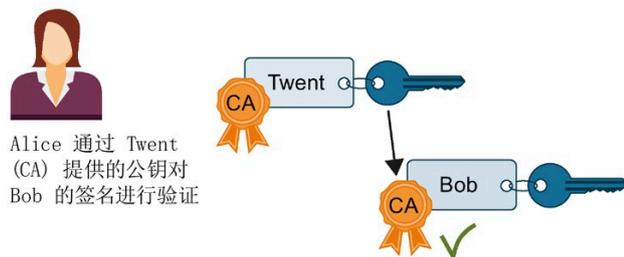


图 3-10 使用证书颁发机构的证书公钥对证书进行验证

签名消息

在上文中介绍的签名与验证机制，同样使用 TLS 会话对消息进行签名和验证。

如果发送方基于一条消息生成一个哈希值并使用私钥对该哈希值进行签名，之后将其添加到原始消息中，则消息接收方即可对消息的完整性进行检查。接收方使用发送方的公钥对该 HASH 值进行解密，并将其与所收到消息中的 HASH 进行比较。如果这两个值不同，则表示该消息在传送过程中被篡改。

Root 证书的证书链

PKI 证书通常按层级进行组织：层级顶部由根证书构成。Root 证书并非由上一级证书颁发机构签名。Root 证书的证书主体与证书的签发者相同。根证书享受绝对信任。它们构成了信任“点”，因此可作为接收方的可信证书。此类证书存储在专门存储受信证书的区域。

基于该 PKI，Root 证书可用于对下级证书颁发机构颁发的证书（即，所谓的中间证书）进行签名。从而实现从 Root 根证书到中间证书信任关系的传递。由于中间证书可对诸如 Root 证书之类的证书进行签名，因此这两种证书均称为“CA 证书”

这种证书签名层级可通过多个中间证书进行延伸，直至最底层的实体证书。最终实体证书即为待识别用户的证书。

验证过程则反向贯穿整个层级结构：综上所述，先通过签发者的公钥确定证书签发者并对其签名进行检查，之后再沿着整条信任链确定上一级证书签发者的证书，直至到达根证书。

结论：无论组态何种安全通信类型，每台设备中都必需包含一条到 Root 证书的中间证书链（即证书路径），对通信伙伴的最低层实体证书进行验证。

3.6.1.4 使用 STEP 7 管理证书

STEP 7 V14 及更高版本与 S7-1500-CPU 固件版本 V2.0 及更高版本一同使用时，支持 Internet PKI (RFC 5280)。因此 S7-1500 CPU 可与同样支持 Internet PKI 的设备进行数据通信。

如，可使用 X.509 证书验证上文中所介绍的证书。

STEP 7 V14 及更高版本采用的 PKI 与 Internet PKI 类似。例如，证书吊销列表 (CRL) 不受支持。

创建或分配证书

对于具有安全特性的设备（如，S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及以上版本），可在 STEP 7 中根据不同应用创建特定的证书。

在 CPU 巡视窗口的以下区域内，可创建新的证书或选择现有的证书：

- “Web 服务器 > 安全”(Web server > Security) - 用于生成和分配 Web 服务器证书。
- “保护和安全 > 连接机制”(Protection & Security > Connection mechanisms) - 用于生成或分配 PLC 通信证书（TIA Portal V17 及以上版本的 PG/HMI 间安全通信）。
- “保护和安全 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager)- 用于生成和分配所有类型的证书。生成证书时，将预设开放式用户安全通信的 TLS 证书。
- “OPC UA > 服务器 > 安全”(OPC UA > Server > Security) - 用于生成或分配 OPC UA 服务器证书。

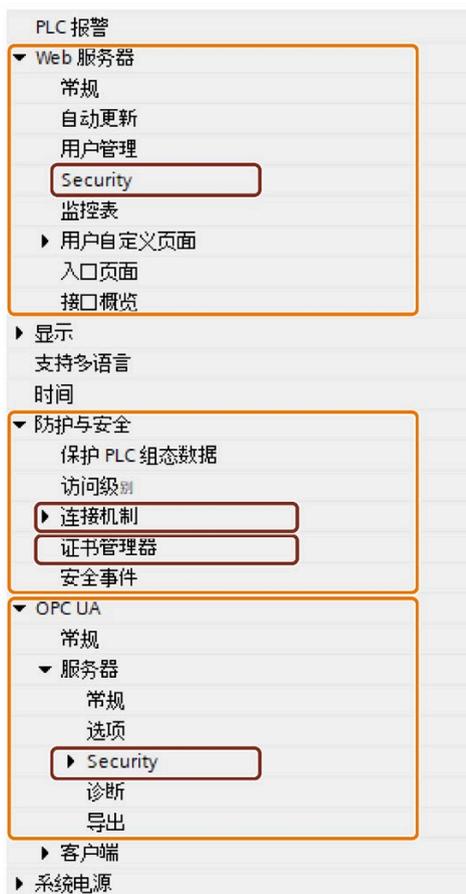


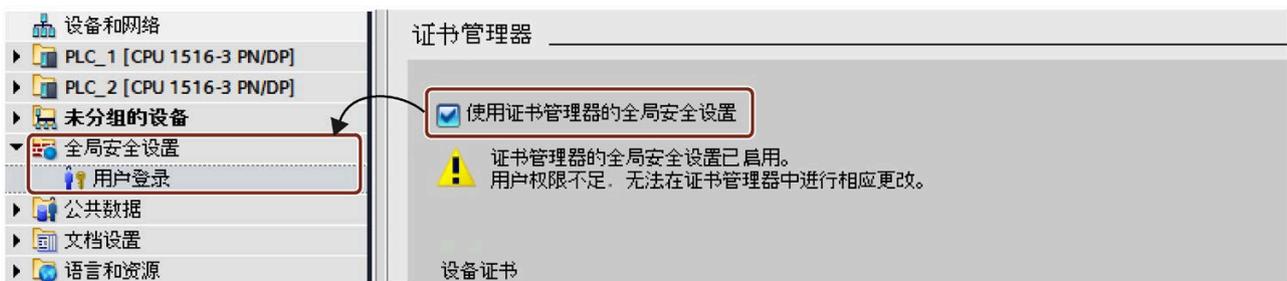
图 3-11 STEP 7 中 S7-1500 CPU 的安全设置

“保护与安全 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager) 区域的特性

在巡视窗口中，只有该区域内才能进行全局（即，项目级）和局部（即，设备特定）证书管理器切换（选项“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for certificate manager)）。该选项确定了您是否有权访问项目中的所有证书。

- 如果在全局安全设置中未使用证书管理器，则只能访问 CPU 的局部证书存储器。例如，无法访问所导入的证书或 Root 证书。如果没有这些证书，则可用功能将受到限制。例如，只能生成自签名证书。
- 如果在全局安全设置中使用证书管理器并以管理员身份登录，则有权访问全局（项目级）证书存储器。例如，可为 CPU 分配所导入的证书，也可创建由项目 CA（项目的证书颁发机构）签发与签名的证书。

下图显示了在 CPU 的巡视窗中激活“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for the certificate manager) 选项后，项目树中的“全局安全设置”(Global security settings) 显示。



双击项目树中全局安全设置下的“用户登录”(User login) 并进行登录时，则将显示“证书管理器”(Certificate manager) 行。

双击“证书管理器”(Certificate manager) 行，则可访问项目中的所有证书。这些证书分别位于选项卡“CA”（证书颁发机构）、“设备证书”(Device certificates) 和“可信证书与 Root 证书颁发机构”(Trusted certificates and root certificate authorities) 内。



私钥

生成设备证书和服务器证书（最终实体证书）时，STEP 7 将生成私钥。私钥的加密存储的位置，取决于证书管理器中是否使用全局安全设置：

- 如果使用全局安全设置，则私钥将以加密形式存储在全局（项目级）证书存储器中。
- 如果未使用全局安全设置，则私钥将以加密形式在局部（CPU 特定的）证书存储器中。

解密数据时所需的私钥将显示在全局安全设置中证书管理器中“设备证书”(Device certificates) 选项卡的“私钥”(Private key) 列中。

下载硬件配置时，同时会将设备证书、公钥和私钥下载到 CPU 中。

注意**启用“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for the certificate manager) 选项 - 后果**

“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for certificate manager) 选项会影响之前所用的私钥：如果创建证书时未使用证书管理器中的全局安全设置，而且更改了使用该证书管理器的选项，则将导致私钥丢失且证书 ID 发生变更。系统会发出警告，提示您注意这种情况。因此，在开始组态项目时，需指定证书管理器选项。

3.6.1.5 证书管理示例。

如前文所述，每种类型的安全通信都需要使用证书。在以下章节中，将举例说明如何通过 STEP 7 进行证书管理，以满足开放式用户安全通信的要求。

不同通信伙伴所用的设备往往不同。为各个通信伙伴提供所需证书的相应操作步骤也各不相同。通常需使用 S7-1500 CPU 或 S7-1500 软件控制器，固件版本 V2.0 及以上版本。

基本规则为：

建立安全连接（“握手”）时，通信伙伴通常仅传送最终实体证书（设备证书）。

因此，验证已传送设备证书所需的 CA 证书必须位于相应通信伙伴的证书存储器中。

说明

在 CPU 中，需设置当前的日期/时间。

使用安全通信（如，HTTPS、安全 OUC、OPC UA）时，需确保相应模块为当前时间和当前日期。否则，模块会将所用的证书评估为无效，且无法进行安全通信。

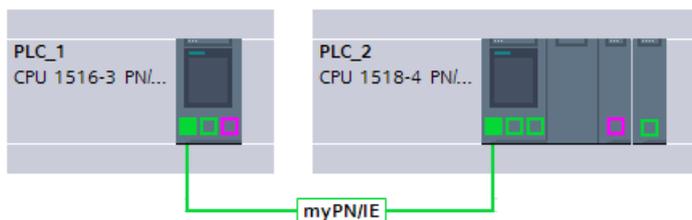
两个 S7-1500 CPU 之间安全的开放式用户通信

两个 S7-1500 CPU（PLC_1 和 PLC_2）之间通过开放式用户安全通信进行数据交换。

使用 STEP 7 生成所需的设备证书，然后将其分配给 CPU，如下所述。

STEP 7 项目证书颁发机构（项目的 CA）用于对设备证书进行签名。

在用户程序中根据证书 ID 对证书进行引用（TCON 通信指令组合相关的系统数据类型，例如 TCON_IPV4_SEC）。在生成或创建证书时，STEP 7 将自动分配证书 ID。



操作步骤

STEP 7 自动将所需的 CA 证书与硬件配置一同加载到通信伙伴的 CPU 中，确保两个 CPU 中满足证书验证需求。因此，用户只需生成相应 CPU 的设备证书，其余操作将由 STEP 7 完成。

1. 在“保护和安全”(Protection & Security) 区域中，标记 PLC_1 并激活“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for certificate manager) 选项。
2. 在项目树的“全局安全设置”(Global security settings) 区域中，以 user 身份进行登录。对于新项目，首次登录时的身份为“Administrator”。
3. 返回“保护与安全”(Protection & Security) 区域的 PLC-1 中。在“设备证书”(Device certificates) 表格中，单击“证书主体”(Certificate subject) 列的一个空行，添加新的证书。
4. 在下拉列表中，选择一个证书并单击“添加”(Add) 按钮。
“创建证书”(Create Certificate) 对话框随即打开。
5. 保留该对话框中的默认设置。这些设置专用于开放式用户安全通信（用途：TLS）。

提示：补充证书主体的默认名称（此时，为 CPU 名称。为了便于区分，需管理大量设备证书时，建议保留系统默认的 CPU 名称。

示例：PLC_1/TLS 变为 PLC_1-SecOUC-Chassis17FactoryState。

6. 编译组态。

设备证书和 CA 证书是组态的一部分。

7. 对于 PLC_2，重复以上操作步骤。

在下一个操作步骤中，需创建用户程序进行数据交换，并加载组态和该程序。

使用自签名证书而非 CA 证书

创建设备证书时，可选择“自签名”(Self-signed) 选项。即使在未登录，也可创建自签名证书进行全局安全设置。但不建议执行该操作。这是因为，采用这种方式创建的证书不会保存在全局证书存储器中，也无法直接分配给伙伴 CPU。

如上文所述，选择证书的主体名称时需小心谨慎，以确保为设备指定的证书正确无误。

对于自签名证书，无法通过 STEP 7 项目的 CA 证书进行验证。要确保自签名证书可通过验证，需要将通信伙伴的自签名证书加入每个 CPU 的可信伙伴设备列表中。为此，必须激活选项“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for certificate manager)，并以 user 身份登录全局安全设置。

要将通信伙伴的自签名证书添加到 CPU 中，请按以下步骤操作：

1. 选择 PLC_1，并导航到“保护与安全”(Protection & Security) 区域中的“伙伴设备证书”(Certificates of partner devices) 表格处。
2. 在“设备证书”(Device certificates) 表格中，单击“证书主体”(Certificate subject) 列的一个空行，添加新的证书。
3. 在下拉列表中选择该通信伙伴的自签名证书，并进行确认。

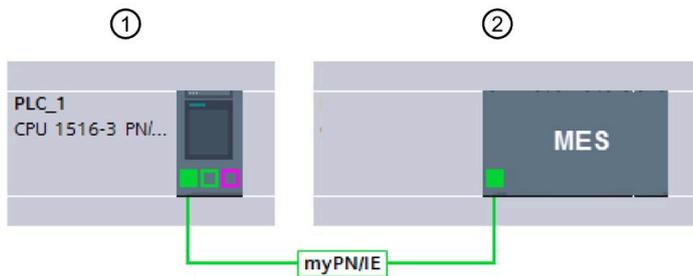
在下一个操作步骤中，需创建用户程序进行数据交换，并加载组态和该程序。

S7-1500 CPU（作为 TLS 客户端）与外部设备（作为 TLS 服务器）之间的开放式用户安全通信

两个设备将通过 TLS 连接或 TLS 会话进行数据交换（如，配方、生产数据或质量数据）：

- S7-1500 CPU (PLC_1) 作为 TLS 客户端；该 CPU 采用开放式用户安全通信
- 外部设备（如，制造执行系统 (MES)）作为 TLS 服务器

S7-1500 CPU 作为 TLS 客户端，与 MES 系统建立 TLS 连接/会话。



- ① TLS 客户端
- ② TLS 服务器

验证 TLS 服务器时，S7-1500 CPU 需要具有 MES 系统的 CA 证书：用于验证证书路径的 Root 证书和中间证书（如果适用）。

需要将这些证书导入 S7-1500 CPU 的全局证书存储器中。

要导入通信伙伴的证书，请按照以下步骤进行操作：

1. 打开项目树中全局安全设置下的证书管理器。
2. 选择待导入证书的相应表格（可信证书和 Root 证书颁发机构）。
3. 右键单击该表，打开快捷菜单。单击“导入”(Import)，导入所需证书或所需 CA 证书。

导入证书时，系统将为该证书指定一个证书 ID，并在下一步操作中将其指定给一个模块。

4. 选择 PLC_1，并导航到“保护与安全”(Protection & Security) 区域中的“伙伴设备证书”(Certificates of partner devices) 表格处。
5. 单击“证书主体”(Certificate subject) 列中的空行，添加所导入的证书。
6. 在下拉列表中选择该通信伙伴所需的 CA 证书，并进行确认。

MES 系统还需要提供 CPU 的设备证书，用于对该 CPU 进行验证（即，TLS 客户端）。此时，MES 系统中应包含该 CPU 的 CA 证书。如果要將证书导入 MES 系统，则需先从 CPU 的 STEP 7 项目中导出该 CA 证书。请按以下步骤操作：

1. 打开项目树中全局安全设置下的证书管理器。
2. 选择待导出证书的匹配表（CA 证书）。
3. 右键单击所选择的证书，打开快捷菜单。
4. 单击“导出”(Export)。
5. 选择证书的导出格式。

在下一个操作步骤中，需创建用户程序进行数据交换，并加载组态和该程序。

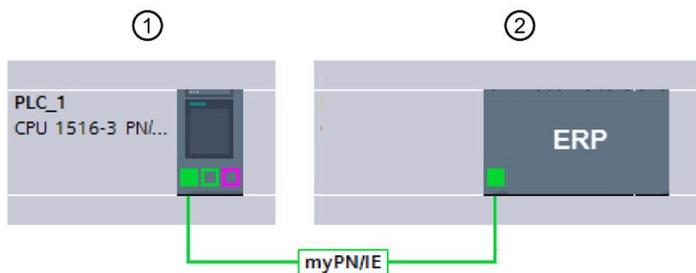
S7-1500 CPU（作为 TLS 服务器）和外部设备（作为 TLS 客户端）之间安全的开放式用户通信

如果將 S7-1500 CPU 用作 TLS 服务器，并且外部设备（如，ERP 系统（企业资源规划系统））建立了 TLS 连接/会话，则需要具有以下证书：

- 对于 S7-1500 CPU，需使用私钥生成一个设备证书（服务器证书），并随硬件配置一同下载到 S7-1500 CPU 中。生成服务器证书时，需使用选项“由证书颁发机构签名”(Signed by certificate authority)。

密钥交换需要使用私钥，如示例“基于 TLS 的 HTTP”的图所示。

- 对于 ERP 系统，需先导出 STEP 7 项目中的 CA 证书，然后再将其导入/加载到 ERP 系统中。基于 CA 证书，ERP 系统在建立 TLS 连接/会话时将检查从 CPU 传送到 ERP 系统的 S7-1500 服务器证书。



- ① TLS 服务器
- ② TLS 客户端

图 3-12 S7-1500 CPU 与 ERP 系统间的 OUC 安全通信

相关操作步骤，请参见上文介绍。

与邮件服务器进行开放式用户安全通信 (SMTP over TLS)

S7-1500 CPU 可使用通信指令 TMAIL-C 与邮件服务器建立安全连接。

系统数据类型 TMail_V4_SEC 和 TMail_QDN_SEC 可确定电子邮件服务器的伙伴端口，并通过“SMTP over TLS”协议访问电子邮件服务器。

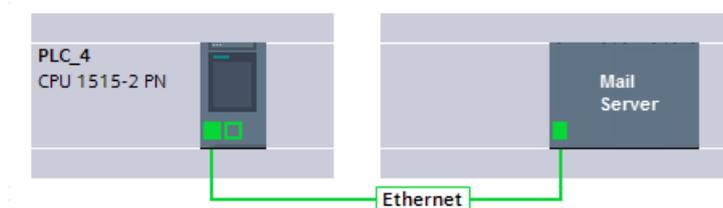


图 3-13 S7-1500 CPU 与邮件服务器间的 OUC 安全通信

要建立安全的邮件连接，则需将电子邮件服务器（提供方）的根证书和中间证书导入 S7-1500 CPU 的全局证书存储器中。基于这些证书，CPU 在建立 TLS 连接 / 会话时将检查由邮件服务器发送的服务器证书。

要导入邮件服务器的证书，请按以下步骤操作：

1. 打开项目树中全局安全设置下的证书管理器。
2. 选择待导入证书的相应表格（可信证书和 Root 证书颁发机构）。
3. 右键单击该表，打开快捷菜单。单击“导入”(Import)，导入所需证书或所需 CA 证书。

导入证书后，系统将为该证书指定一个证书 ID，并在下一步操作中将其指定给一个模块。

4. 选择 PLC_1，并导航到“保护与安全”(Protection & Security) 区域中的“伙伴设备证书”(Certificates of partner devices) 表格处。
5. 单击“证书主体”(Certificate subject) 列中的空行，添加所导入的证书。
6. 在下拉列表中选择该通信伙伴所需的 CA 证书，并进行确认。

在下一个操作步骤中，需创建该 CPU 中电子邮件客户端功能的用户程序，并加载组态与该程序。

3.6.1.6 示例：基于 TLS 的 HTTP

下图显示了如何使用后以下机制在 S7-1500 CPU 的 Web 浏览器和 Web 服务器之间建立安全通信。

首先需要在 STEP 7 中更改“仅允许 HTTPS 访问”(Permit access only through HTTPS) 选项。在 STEP 7 V14 及以上版本中，可能会影响 S7-1500 CPU（固件版本 V2.0 及以上版本）中 Web 服务器的服务器证书：服务器证书将在 STEP 7 的以上版本及更改版本中生成。

此外，在该示例中还显示了 PC 的 Web 浏览器端如何基于加密的 HTTPS 连接所调用 CPU 的 Web 服务器网站。

S7-1500 CPU（固件版本 V2.0 及以上版本）中 Web 服务器证书的应用

对于固件版本 V2.0 及以下版本的 S7-1500 CPU，设置 Web 服务器属性时，若无特殊要求，需设置为“只允许通过 HTTPS 访问”(Permit access only with HTTPS)。

对于此类 CPU，无需进行证书处理；CPU 将自动为 Web 服务器生成所需证书。

对于固件版本 V2.0 及更高版本的 S7-1500 CPU，STEP 7 会为 CPU 生成服务器证书（最终实体证书）。在 CPU 的属性中为 Web 服务器分配服务器证书（“Web 服务器 > 安全”(Web server > Security)）。

由于服务器证书名称通常为系统预设，因此无需任何更改即可轻松完成 Web 服务器的组态：如果激活 Web 服务器，将默认启用“仅允许 HTTPS 访问”(Permit access only with HTTPS) 选项，则 STEP 7 将在编译过程中使用默认名称生成一个服务器证书。

无论您是否在全局安全设置中使用证书管理器：STEP 7 中包含生成服务器证书所需的全部信息。

此外，还需确定服务器证书的相关特性。如，名称或有效期等。

说明

在 CPU 中，需设置当前的日期/时间。

使用安全通信（如，HTTPS、安全 OUC、OPC UA）时，需确保相应模块为当前时间和当前日期。否则，模块会将所用的证书评估为无效，且无法进行安全通信。

加载 Web 服务器证书

加载硬件配置时，系统将自动加载 STEP 7 生成的服务器证书。

- 如果在全局安全设置中使用证书管理器，则项目的证书颁发机构（CA 证书）对 Web 服务器的服务器证书进行签名。在加载过程中，项目的 CA 证书也将自动加载。
- 如果未在全局安全设置中使用证书管理器，则 STEP 7 会生成服务器证书作为自签名证书。

通过 CPU 的 IP 地址对 CPU 的 Web 服务器进行寻址时，每次 CPU 中以太网接口的 IP 地址发生更改时，都必须生成新的服务器证书并加载（最终实体证书）。这是由于 CPU 的身份随 IP 地址一同更改。根据 PKI 规则，该身份必须进行签名。

如果使用域名（如，“myconveyer-cpu.room13.myfactory.com”）而非 IP 地址对 CPU 进行寻址，则可避免这一问题。为此，需通过 DNS 服务器对该 CPU 的域名进行管理。

为 Web 浏览器提供一份 Web 服务器的 CA 证书

在 Web 浏览器中，通过 HTTPS 访问 CPU 网站时，需安装该 CPU 的 CA 证书。如果未安装证书，则将显示一条警告消息，不建议访问该页面。要查看该页面，需显式“添加例外情况”。

有效的 Root 证书，可从 CPU Web 服务器“简介”(Intro) Web 页面的“下载证书”(Download certificate) 中下载。

在 STEP 7 中，可采用另一种方式：使用证书管理器，将项目的 CA 证书导出到 STEP 7 中的全局安全设置中。之后，再将 CA 证书导入浏览器中。

安全通信的过程

下图简要说明了通信的建立方式（“握手”），并着重介绍了通过 HTTP over TLS 进行数据交换时所用的密钥协商过程。

该过程可适用于基于 TLS 的所有通信方式。即，也可适用于开放式用户安全通信（请参见“安全通信的基本知识”）。

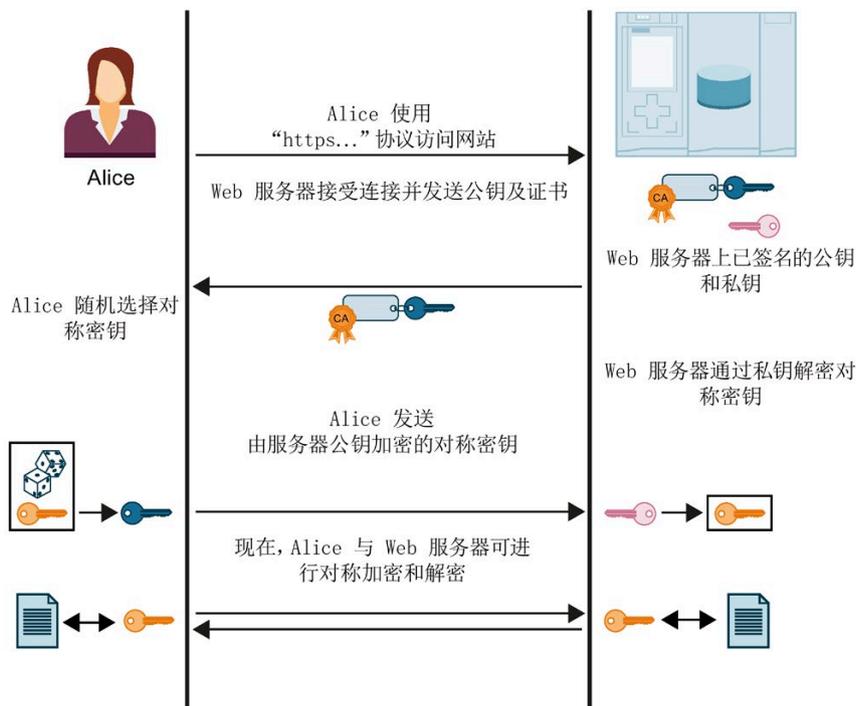


图 3-14 基于 HTTPS 的通信握手

在本示例图中并不涉及 Alice 端（浏览器端）对 Web 服务器所发送证书的验证措施。Alice 是否信任收到的 Web 服务器证书、信任该 Web 服务器的身份并接受数据交换，具体取决于验证结果。

验证 Web 服务器可靠性的操作步骤如下所示：

1. Alice 必须获得所有相关颁发机构的公钥。即，必须拥有整个证书链，才能对该 Web 服务器证书（即，Web 服务器的最终实体证书）进行验证。

Alice 的证书存储器中通常包含所需的根证书。安装 Web 浏览器时，将自动安装所有可信的 Root 证书。如果 Alice 没有 Root 证书，则必须从证书颁发机构下载并安装到浏览器的证书颁发机构中。证书颁发机构还可以是该 Web 服务器所处的设备。

可通过以下几种方式获得中间证书：

- 服务器以消息签名方式将所需的中间证书连同最低层实体证书一并发送给 Alice。这样，Alice 即可对证书链的完整性进行验证。
- 在这些证书中，通常包含证书签发者的 URL。Alice 可通过这些 URL 加载所需的中间证书。

在 STEP 7 中进行证书处理时，通常假设已将所需的中间证书和 Root 证书导入项目中，并已分配给模块。

2. Alice 使用这些证书的公钥，对证书链中的签名进行验证。
3. 对称密钥需已经生成并传送到 Web 服务器中。
4. 如果采用域名寻址 Web 服务器，则 Alice 还必须根据 RFC 2818 中定义的 Internet PKI 规范验证该 Web 服务器的身份。由于该 Web 服务器的 URL（此时，为“Fully Qualified Domain Name”(FQDN)）将保存到 Web 服务器的最终实体证书中，因此 Alice 可对该 Web 服务器的身份进行验证。如果字段“Subject Alternative Name”中的证书项与浏览器地址栏中的一致，则通过验证。

之后，即可通过对称密钥进行数据交换，如上图所示。

3.6.2 安全通信要求

3.6.2.1 保护机密的组态数据

基于证书的协议需要私钥才能正常发挥作用，并且私钥必须获得妥善保护，如有关安全通信的基本信息中所述。

在 STEP 7 V17 及以上版本中，可通过密码保护这些密钥和其它需保护的数据：保护机密 PLC 组态数据的密码。

如果已采取相应措施保护 TIA Portal 项目和 CPU 组态防止未经授权的访问，则可以不使用密码。

无论是否分配密码：TIA Portal 都会生成用于保护机密 PLC 组态数据的密钥信息。此密码对安全通信过程没有影响。但是，用于保护机密 PLC 组态数据的密码的复杂度决定了私钥受到保护的程

度。提供密钥信息是进行安全通信（例如，基于 TLS 的 PG/HMI 间安全通信）的先决条件：只有此密钥信息可用时，CPU 才能处理安全通信所需的证书。

下图显示了所描述的关系。

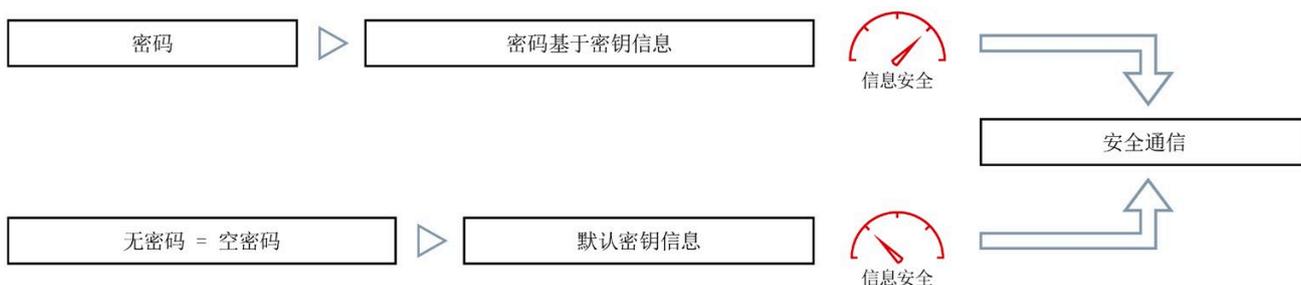


图 3-15 修改机密组态数据的上下文

安全设置向导

将硬件目录中的 CPU 添加到 TIA Portal 中支持 PG/HMI 安全通信的项目时，该 CPU 的安全设置向导随即启动。

在该向导中，将逐步完成以下 CPU 设置：

- 保护机密 PLC 组态数据的密码
- PG/PC 和 HMI 通信模式
- 访问等级

在向导中，将这些设置逐一进行详细说明。最后，在总览中再次统一显示所有设置。

在 TIA Portal 的网络视图中更换模块，该向导也将启动。与替换下来的 CPU 不同，新 CPU 支持 PG/HMI 安全通信。

向导中的所有设置都将应用到巡视窗口（CPU 属性）中。

通过 CPU 属性中“保护与安全”(Protection & Security) 区域内的“开始”(Start) 按钮，可随时启动该向导。

要求

- TIA Portal 版本 V17 及以上版本
- CPU 支持 PG/HMI 间安全通信（S7-1500 CPU 固件版本 V2.9 及以上版本）
- CPU 尚未下载，或使用选项“删除用于保护机密 PLC 组态数据的密码”(Delete password for protection of confidential PLC configuration data) 将 CPU 复位为出厂设置

操作步骤

1. 在网络视图或设备视图中打开 CPU 属性。
2. 导航至区域“保护与安全 > 保护 PLC 组态数据”(Protection & Security > Protection of the PLC configuration data)。

结果：首先启用“保护机密 PLC 组态数据”(Protect confidential PLC configuration data) 选项，然后用于输入密码的空白字段以红色突出显示。

3. 通过“设置”(Set) 按钮组态密码（推荐）或禁用“保护机密 PLC 组态数据”(Protect confidential PLC configuration data) 选项。
4. 完成组态并创建用户程序。
5. 下载到 CPU。

下载硬件配置时，系统将要求用户重新输入一次密码。

背景：在 TIA Portal 中使用已组态的密码来生成密钥信息，以保护机密组态数据。出于安全原因，密码和密钥信息均未保存在项目中。为了将密钥信息传送到 CPU，在下载硬件配置时会重新生成密钥信息，因此，此时必须重新输入一次密码。

也可在 PG/HMI 与 CPU 之间建立基于证书的通信

由于 TIA Portal 版本 V17 及以上版本和 CPU 固件版本 V2.9 (S7-1500) 或 V4.5 (S7-1200) 中的 PG/HMI 通信同样基于证书，因此在调试过程中，系统将提示用户接受服务器证书。

密码管理的提示和规则

- 在密码管理器中管理密码。
- 使用 TIA Portal 的密码策略验证设置来检查新输入的密码是否符合要求，并防止使用简单密码，例如：
 - 在项目树中，导航至区域“<项目名称> > 安全设置 > 设置”(“<Project name> > Security settings > Settings)，然后选择“密码策略”(Password policies) 区域。
 - 例如，指定密码必须包含的最少字符数或最少特殊字符数。
- 无需为系统或计算机中的每个 CPU 分配不同的密码。如果满足要求，可以为一组 CPU 定义相同的密码。在更换部件方案中，该策略也具有优势：如果将组密码分配给更换的 CPU，则可减少更换 CPU 的工作量。

请注意，如果其中一个 CPU 的密码发生泄露，则采用相同密码的所有 CPU 都面临风险。

- 由于除组态之外，还需将保护机密 PLC 组态数据的密码也传送到新（替换）CPU 中，因此密码的定义也会影响部件的更换方案（参见“更换部件方案的规则（页 78)”）。
- 使用 **S7-1500R/H CPU** 时，加载过程中仅将机密 PLC 组态数据的密码加载到其中一个 CPU 中。为确保同步过程正常运行且伙伴 CPU 正常运行，同步前需通过“在线与诊断”(Online and Diagnostics) 编辑器将该密码传送到伙伴 CPU 中：
 - 在“在线和诊断”(Online and diagnostics) 视图中，可指定区域“保护机密 PLC 组态数据的密码”(Password to protect confidential PLC configuration data)。
 - 输入所需密码，并单击“设置”(Set) 按钮。

如果输入的密码正确，则伙伴 CPU 可使用受保护的 PLC 组态数据并启动同步过程。

参见

有关保护机密 PLC 组态数据的实用信息 (页 68)

3.6.2.2 有关保护机密 PLC 组态数据的实用信息

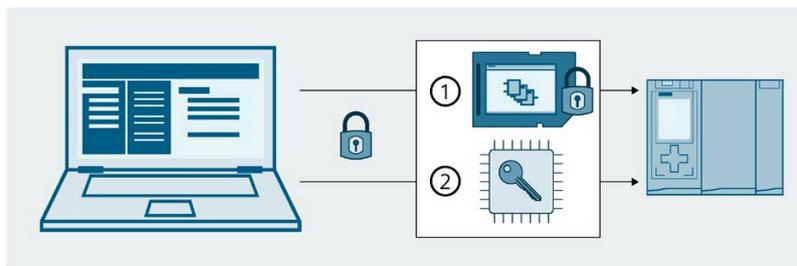
受安全标准保护的安全通信概念包括以下组成部分：

- 基于密码的密钥信息，用于保护机密组态数据（例如，证书、密码的私钥）。
- 保障参与者（例如，编程设备和 CPU）之间通信的标准化日志 (TLS)。

“保护机密组态数据”原则

下图简要显示了如何保护标准 S7-1500 CPU 等设备的机密组态数据：首次下载时，两个组件项目和密钥信息将放在不同的存储区中。该项目位于装载存储器（存储卡）中，密钥信息位于 CPU 的存储区中。

对于具有不同存储概念的其他目标系统（例如 S7-1200 CPU、软件控制器），实现方式取决于相应的存储概念，但存储原理相同。



- ① 具有密码保护的机密组态数据的项目（此处：在装载存储器中，即存储卡中）
- ② 使用受保护机密组态数据的密钥信息（通过密码生成）（此处：在 CPU 的存储区中）

图 3-16 保护机密组态数据的原理

两个存储区可提高安全性

涉及的组件像两个匹配的拼图一样彼此相关：项目绑定到下载的密钥信息，下载的密钥信息绑定到组态期间分配的密码。

项目和密钥信息必须匹配，否则 CPU 将无法启动。

两个独立存储区的原理也适用于不带存储卡的 S7-1200 CPU 和 S7-1500 CPU 版本，例如软件控制器或 PLCSim/PLCSim Advanced。在不带存储卡的版本中，使用两个单独的分区，以便可以独立管理两个信息项。

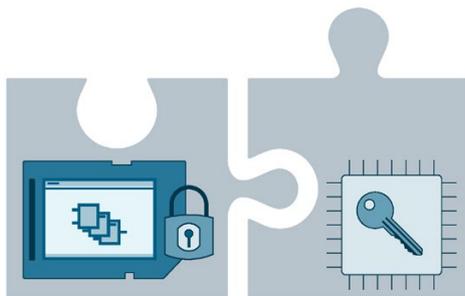


图 3-17 两个独立存储区的原理

3.6 安全通信

3.6.2.3 更改密码

具体操作步骤取决于是否已下载 CPU。如果 CPU 已下载，则包含密钥信息，可以通过该密钥信息使用受密码保护的 PLC 组态数据。

更改密码 - 尚未下载组态

只要尚未将组态下载到 CPU 中，就可以直接更改输入的密码或取消激活密码保护。

要求

- CPU 尚未下载。

操作步骤

1. 在网络视图或设备视图中打开 CPU 属性。
2. 导航至区域“保护与安全 > 保护 PLC 组态数据”(Protection & Security > Protection of the PLC configuration data)。
3. 单击“更改”(Change) 按钮或禁用选项“保护机密 PLC 组态数据”(Protect confidential PLC configuration data)。
4. 在对话框中输入之前的有效密码。如果要更改密码，还需输入新密码并确认新密码。

只要尚未将组态下载到 CPU 中，CPU 便处于配置阶段（参见“从下载到运行就绪的 CPU 行为 (页 106)”），可以使用组态的密码下载任何有效的组态。

更改密码 - 组态已下载

如果 CPU 已经下载组态，并且该组态受到机密 PLC 组态数据所用密码的保护，则必须首先将 CPU 复位为出厂设置，并删除 CPU 中机密 PLC 组态数据的密码，或直接在线删除密码，然后进行设置。

要求

- 具有对 CPU 的写访问权限
- CPU 必须处于 STOP 模式。

操作步骤

1. 在网络视图选择 CPU。
2. 在快捷菜单中，选择“在线和诊断”(Online & Diagnostics) 命令。
3. 如果还更改存储卡上的项目，即重新下载组态：
 - 在打开的在线和诊断视图选择“复位为出厂设置”(Reset to factory settings) 区域。
 - 激活选项“删除保护机密 PLC 组态数据的密码”(Delete password to protect confidential PLC configuration data)。为了避免 CPU 重复启动，还需选择“格式化存储卡”(Format memory card) 选项。
 - 然后使用更改后的组态和所需的密码下载项目。
4. 如果无需更改存储卡上的项目，即仅设置密码：
 - 在“在线和诊断”(Online and diagnostics) 视图中，指定区域“保护机密 PLC 组态数据的密码”(Password for the protection of confidential PLC configuration data)。
 - 单击“删除”(Delete) 按钮。如果“删除”(Delete) 按钮不可用，则表示尚未在 CPU 中设置密码。
 - 输入所需密码，然后单击“设置”(Set) 按钮。

如果输入了正确的密码，则 CPU 可以使用受保护的 PLC 组态数据。

没有对 CPU 的写访问权限

如果没有对装载存储器的写访问权限（读访问级别），请先从 CPU 上移除存储卡或从外部（例如在计算机中）删除存储卡，然后再使用选项“删除用于保护机密 PLC 组态数据的密码”(Delete password to protect confidential PLC configuration data) 复位为出厂设置。

说明

通过 CPU 模式选择开关复位为出厂设置

通过模式选择开关恢复 CPU 的出厂设置时，还会删除 CPU 的 IP 地址，但不会删除用于保护机密 PLC 组态数据的密码。

参见

更换部件方案的规则 (页 78)

3.6.2.4 重置密码

可以重置机密 PLC 组态数据的保护。例如，若希望更改密码，但不再记得当前密码，则必须使用此操作。

密码丢失 - 尚未下载组态

首次通过 TIA Portal 下载 CPU 时必须输入密码，否则无法使用该 CPU 的 CPU 组态。要在 CPU 属性中更改密码，还必须输入先前有效的密码。如果忘记密码，请执行以下操作：

要求

- CPU 尚未下载。

操作步骤

1. 在网络视图或设备视图中打开 CPU 属性。
2. 导航至区域“保护与安全 > 保护 PLC 组态数据”(Protection & Security > Protection of the PLC configuration data)。

3. 单击“复位”(Reset)。

请注意，CPU 的证书（例如 Web 服务器、OPC UA 服务器、PG/PC 通信和 HMI 通信的证书）在复位后无法再继续使用，必须重新创建和分配。

- 如果证书管理器中使用全局安全设置，则必须通过证书管理器重新分配证书。
- 如果证书管理器中未使用全局安全设置，则必须重新创建和分配证书。

4. 确认重置密码。

保护机密 PLC 组态数据的选项仍处于激活状态。

删除密码 – 组态已下载

如果 CPU 已经下载组态，并且该组态受到机密 PLC 组态数据所用密码的保护，则为了下载新项目，请在线删除机密 PLC 组态数据的密码，然后指定新密码。

要求

- 具有对 CPU 的写访问权限
- CPU 必须处于 STOP 模式。

操作步骤

1. 在网络视图中选择 CPU。
2. 在快捷菜单中，选择“在线和诊断”(Online & Diagnostics) 命令。
3. 在区域“保护机密 PLC 组态数据的密码”(Password to protect confidential PLC configuration data) 中，单击“删除”(delete) 按钮。
如果“删除”(Delete) 按钮不可用，则表示尚未在 CPU 中设置密码。

注意

删除机密组态数据的密码

如果删除密码，而下载的项目需要相应的密码，则该项目在没有密码的情况下无法继续工作。

4. 如需要，可通过“设置”(Set) 按钮输入新密码。
5. 重启 CPU。

参见

更改密码 (页 70)

3.6.2.5 通过 SIMATIC 存储卡分配密码

如果要在不使用 TIA Portal 的情况下将用于保护机密 PLC 组态数据的密码传送到 CPU，可以使用 SIMATIC 存储卡来实现此功能。

SIMATIC 存储卡适用于以下用途：

- 准备一个新的 CPU

如果再次设置 CPU，则组态时应设置用于保护机密 PLC 组态数据的密码。完成此组态后，可以使用包含所需项目的另一个 SIMATIC 存储卡。

（S7-1200 CPU：具有传送作业的“传送”卡也可用于在 CPU 上安装程序）。

- CPU 具有用于保护机密 PLC 组态数据的密码，但该密码与项目不匹配

如果密码不相同，则可使用 CPU 中的存储卡设置正确的密码。

（S7-1200 CPU：配有 SIMATIC“传送”卡或 SIMATIC“程序”卡）。

- 在 CPU 中重置用于保护机密 PLC 组态数据的密码

准备处置旧 CPU 或为 CPU 准备新项目。

要求

- TIA Portal 版本 V17 及以上版本

基本操作步骤

1. 创建具有“设置密码”作业的 SIMATIC 存储卡

该操作按照特殊模式创建文件夹和文件结构，并将用于保护机密 PLC 组态数据的密码以纯文本形式写入到 SIMATIC 存储卡的特殊文件中。参见以下描述。

2. 将准备好的 SIMATIC 存储卡插入 CPU 中并接通 CPU 电源。

PLC 读取密码并对其进行处理，然后将结果存储在内部存储器中。任何现有数据都将被覆盖。

3. 移除 SIMATIC 存储卡并重启 CPU。

结果 (S7-1500)：CPU 读取 SIMATIC 存储卡时，LED 指示灯的闪烁方式与固件更新时相同。CPU 设置密码时，RUN/STOP LED 指示灯闪烁。该过程成功完成后，RUN/STOP LED 指示灯呈黄色亮起且 MAINT LED 指示灯呈黄色闪烁。

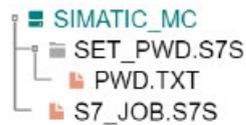
操作结果以成功或错误消息的形式显示在诊断缓冲区中。如果无法设置密码，则错误 LED 指示灯将与其它 LED 指示灯一起闪烁。

创建具有“设置密码”作业的 SIMATIC 存储卡

1. 在根目录中创建一个名为“SET_PWD.S7S”的文件夹。
2. 在该文件夹中创建一个名为“PWD.TXT”的文本文件，其中仅包含文本形式的密码。
3. 在存储卡的根目录中创建一个名为“S7_JOB.S7S”的文本文件，其中包含内容“SET_PWD”。

此文件作为“作业文件”，用于分配保护 PLC 的机密 PLC 组态数据的密码。

4. SIMATIC 存储卡上的文件结构显示如下：



说明

SIMATIC 存储卡的安全存储

将 SIMATIC 存储卡存储在只有授权人员才能访问的安全位置。

规则和建议

- 设置密码必须在安全的环境中进行。
- 文本文件“PWD.TXT”的内容定义用于保护机密 PLC 组态数据的密码。该密码必须与 CPU 组态中分配的密码匹配。
- 要重置 PLC 的现有密码，文本文件“PWD.TXT”必须为空，即文件大小为 0 字节。
- 使用任意文本编辑器来创建文本文件。推荐的文本格式为“UTF-8”。
- 文件夹名称和文件名不区分大小写。但是，密码本身区分大小写。
- 不要在末尾处输入 CR/LF 字符（PWD.TXT 或 S7_JOB.S7S）。

3.6.2.6 备份和恢复 CPU 时的特殊功能

在 TIA Portal 中，可备份 CPU 的功能组态以便后期访问。即，之后可恢复最初备份的状态。备份后用户便可以下载修改后的组态，例如，测试产品增强功能，更改程序以在系统中进行故障排除，或者可以在测试的基础上更换组件。然后，可恢复该 CPU 最初备份的组态。

备份组态。

在备份 CPU（TIA Portal 中的“在线”(Online) 菜单，“从在线设备下载备份”(Load backup from online device)）时，也会备份用于保护机密 PLC 组态数据的密码。

恢复备份

恢复 CPU 的备份时（TIA Portal 中的菜单“在线”(Online)，对标记的备份执行命令“下载到设备”(Download to device)），只有满足以下条件，CPU 才能与 PG/PC 或 HMI 进行通信：

- 恢复保护机密 PLC 组态数据时使用密码保护的组态后，该 CPU 中必需包含此密码。
否则，CPU 无法访问该组态数据，因此无法启动。

补救措施

如果发生上述错误（即保护机密 PLC 组态数据的密码与备份不匹配），则必须删除保护 CPU 中机密 PLC 组态数据的密码，然后设置正确的密码。重新启动 CPU 后，备份功能恢复正常。

参见

更改密码 (页 70)

3.6.2.7 有关避免错误和错误处理的提示

以下说明列出了一些可能导致 CPU 错误消息的用例。

诊断缓冲区提供信息

用于保护机密组态数据的密码与下载的组态不匹配时，CPU 会检测到该问题。诊断缓冲区中的消息指示可能的原因和补救措施，通常可以作为问题的解决方案。

典型的“陷阱”

为了避免或纠正错误，请注意以下情况：

- 组态已下载？
无论是否使用密码保护机密组态数据：如果没有下载的组态，CPU 便不会退出配置阶段。
- 正在尝试下载包含组态密码的 CPU，而 CPU 已经收到另一个密码。
例如：CPU 已更换为库存中的另一个 CPU。更换的 CPU 件并未完全复位（通过选项“删除用于保护机密 PLC 组态数据的密码”(Delete password for protection of confidential PLC configuration data) 复位为出厂设置）。
补救措施：
 - 准备更换 CPU 时，始终使用适当的设置（密码已删除）。
 - 对于要下载的组态，使用已下载的组态中所使用的密码。
 - 也可能下载了错误的项目/CPU 组态。检查正确的 CPU 组态是否可用。
 - 使用在线功能“设置用于保护机密 PLC 组态数据的密码”(Set password to protect confidential PLC configuration data) 删除密码或设置为与 CPU 组态相同的密码。然后重启设备。
- 如果 CPU 组态不使用密码，而已下载的组态需要用户自定义密码，则仍会发生错误。
补救措施：
 - 使用在线功能“设置用于保护机密 PLC 组态数据的密码”(Set password to protect confidential PLC configuration data) 删除密码或设置为与 CPU 组态相同的密码。然后重启设备。

3.6.2.8 更换部件方案的规则

分配用于保护机密 PLC 组态数据的密码也会对更换部件方案产生影响。

更换部件方案的规则

请遵守以下更换部件方案的规则：

通过 TIA Portal 组态更换的 CPU

- 更换 CPU 不应具有组态或用于保护机密 PLC 组态数据的密码。
优势：无论是否组态了密码，都可以将项目下载到更换 CPU 中，而无需进行任何其它准备工作。
- 如果已组态更换 CPU，则必须将 CPU 复位为出厂设置，同时设置以下选项：
 - “删除保护机密 PLC 组态数据的密码”(Delete password for protection of confidential PLC configuration data)
 - “格式化存储卡”

通过存储卡向更换 CPU 提供组态数据

- 如果未向项目中的 CPU 分配用于保护机密 PLC 组态数据的密码，则可以将旧 CPU 的存储卡插入到全新未使用的 CPU 中，而无需采取任何其它操作。
如果更换 CPU 组态了保护机密 PLC 组态数据的密码，则必须首先使用“删除保护机密 PLC 组态数据的密码”(Delete password for protection of confidential PLC configuration data) 选项将该 CPU 复位为出厂设置。
- 如果已为一组 CPU 分配了相同的密码，则还可以通过 TIA Portal 或适用的存储卡将组密码分配给更换 CPU（参见“保护机密的组态数据 (页 65)”）。
此时，可将包含有当前项目的存储卡插入 CPU 中并直接进行处理，而无需任何密码相关操作。
- 如果为项目中的每个 CPU 分配不同的密码，则在使用更换 CPU 时，需要先使用在线和诊断编辑器为各 CPU 设置有效密码（“设置保护机密 PLC 组态数据的密码”(Set password for protection of confidential PLC configuration data) 区域，具体参见“更改密码 (页 70)”）。

参见

通过 SIMATIC 存储卡分配密码 (页 74)

3.6.3 开放式用户安全通信

3.6.3.1 S7-1500 CPU（作为 TLS 客户端）与外部 PLC（TLS 服务器）之间的安全 OUC

在以下章节中，将介绍如何通过 TCP 建立 S7-1500 CPU（作为 TLS 客户端）与 TLS 服务器之间的开放式用户通信。

建立 S7-1500 CPU（作为 TLS 客户端）与 TLS 服务器之间的安全 TCP 连接

S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及以上版本支持通过域名系统 (DNS) 进行寻址的安全通信。

要通过域名进行 TCP 安全通信，则需手动创建一个 TCON_QDN_SEC 系统数据类型的数据块，并分配参数，之后在 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令中直接调用该数据块。

要求：

- 在 CPU 中，设置当前的日期和时间。
- 网络中包含至少一台 DNS 服务器。
- 已为 S7-1500 CPU 组态至少一台 DNS 服务器。
- TLS 客户端和 TLS 服务器具有所需的全部证书。

3.6 安全通信

要建立与 TLS 服务器的 TCP 安全连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个 TCON_QDN_SEC 数据类型的变量。

在以下示例中，显示了一个全局数据块“Data_block_1”，其中，定义了数据类型 TCON_QDN_SEC 的变量“DNS ConnectionSEC”。

Data_block_1				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	DNS Connection SEC	TCON_QDN_SEC		
3	ConnPara	TCON_QDN		parameter of the TCP connection
4	Interfaceld	HW_ANY	0	not relevant
5	ID	CONN_OUC	5	connection reference / identifier
6	ConnectionType	Byte	11	type of connection: 16#0B=11=TCP/IP, 16#13=...
7	ActiveEstablished	Bool	true	active/passive connection establishment
8	RemoteQDN	String[254]	'plc_1.factory127.'	fully or partially qualified domain name of rem...
9	RemotePort	UInt	4000	remote UDP / TCP port number
10	LocalPort	UInt	0	local UDP / TCP port number
11	ActivateSecureConn	Bool	true	activate the security functionality of that conn...
12	TLSServerReqClientCert	Bool	false	Just for server side: The TLS server requests a...
13	ExtTLSCapabilities	Word	16#0	Bit 0: Just for client side: validate given IPv4 ad...
14	TLSServerCertRef	UDInt	7	for Server side: Reference to own X.509 V3 se...
15	TLSClientCertRef	UDInt	0	for Client side: add id of own X.509 V3 client c...

图 3-18 数据类型 TCON_QDN_SEC

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在 "RemoteQDN"中输入 TLS 服务器全限定的域名 (FQDN)。

4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可建立非安全的 TCP 或 UDP 连接。
 - “ExtTlSCapabilities”：如果输入值 1，则客户端将通过验证服务器端 X.509-V3 证书中的 subjectAlternateName，验证该服务器的身份。验证过程将由该指令执行。
 - “TLSServerCertRef”：X.509-V3 证书（通常为 CA 证书）的 ID，TLS 客户端使用该 ID 验证 TLS 服务器的身份。如果该参数为 0，则 TLS 客户端将使用客户端证书中心当前加载的所有 (CA) 证书对服务器的身份进行验证。

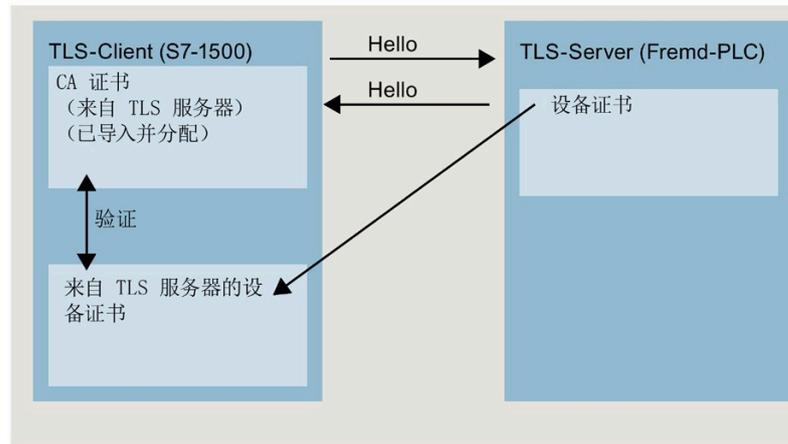


图 3-19 从作为 TLS 客户端的 S7-1500 的角度处理证书

- “TLSClientCertRef”：自身 X.509-V3 证书的 ID。

3.6 安全通信

- 5. 在程序编辑器中，创建一个 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令。
- 6. 将 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_QDN_SEC 数据类型的变量进行互连。

在以下示例中，TCON 指令的 CONNECT 参数已与变量“DNS connectionSEC”（数据类型 TCON_QDN_SEC）互连。

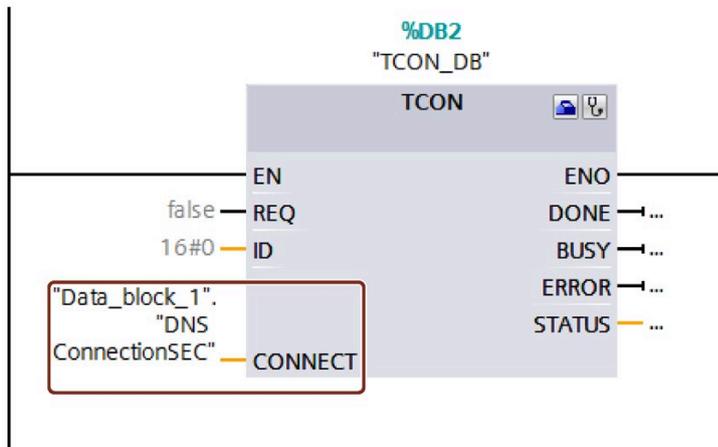


图 3-20 TCON 指令

更多信息

有关 TCON_QDN_SEC 系统数据类型的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

有关安全通信的更多信息，请参见“安全通信 (页 41)”部分。

3.6.3.2 S7-1500 CPU（作为 TLS 服务器）与外部 PLC（TLS 客户端）之间的安全 OUC

在以下章节中，将介绍如何通过 TCP 建立 S7-1500 CPU（作为 TLS 服务器）与 TLS 客户端之间的开放式用户通信。

通过通信伙伴的域名建立 TCP 安全连接。

S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及以上版本支持通过域名系统 (DNS) 进行寻址的安全通信。

要通过域名进行 TCP 安全通信，则需手动创建一个 TCON_QDN_SEC 系统数据类型的数据块，并分配参数，之后在 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令中直接调用该数据块。

要求：

- 在 CPU 中，设置当前的日期和时间。
- 网络中包含至少一台 DNS 服务器。
- 已为 S7-1500 CPU 组态至少一台 DNS 服务器。
- TLS 客户端和 TLS 服务器具有所需的全部证书。

要建立与 TLS 客户端的安全 TCP 连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个 TCON_QDN_SEC 数据类型的变量。

在以下示例中，显示了一个全局数据块“Data_block_1”。其中，定义了数据类型为 TCON_FDL_SEC 的变量“DNS ConnectionSEC”。

Data_block_1				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	DNS Connection SEC2	TCON_QDN_SEC		
3	ConnPara	TCON_QDN		parameter of the TCP connection
4	Interfaceld	HW_ANY	0	not relevant
5	ID	CONN_OUC	8	connection reference / identifier
6	ConnectionType	Byte	11	type of connection: 16#0B=11=TCP/IP, 16#13=...
7	ActiveEstablished	Bool	false	active/passive connection establishment
8	RemoteQDN	String[254]	"	fully or partially qualified domain name of rem...
9	RemotePort	UInt	0	remote UDP / TCP port number
10	LocalPort	UInt	2010	local UDP / TCP port number
11	ActivateSecureConn	Bool	true	activate the security functionality of that conn...
12	TLSServerReqClientCert	Bool	false	Just for server side: The TLS server requests a...
13	ExtTLSCapabilities	Word	16#0	Bit 0: Just for client side: validate given IPv4 ad...
14	TLSServerCertRef	UDInt	5	for Server side: Reference to own X.509 V3 se...
15	TLSCClientCertRef	UDInt	0	for Client side: add id of own X.509 V3 client c...

图 3-21 TCON_QDN_SEC_Server

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在“ID”中输入 TCP 连接的本地 ID。

- 4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可建立非安全的 TCP 或 UDP 连接。
 - “TLSServerReqClientCert”：TLS 客户端需具有 X.509-V3 证书。
 - “TLSServerCertRef”：自身 X.509-V3 证书的 ID。

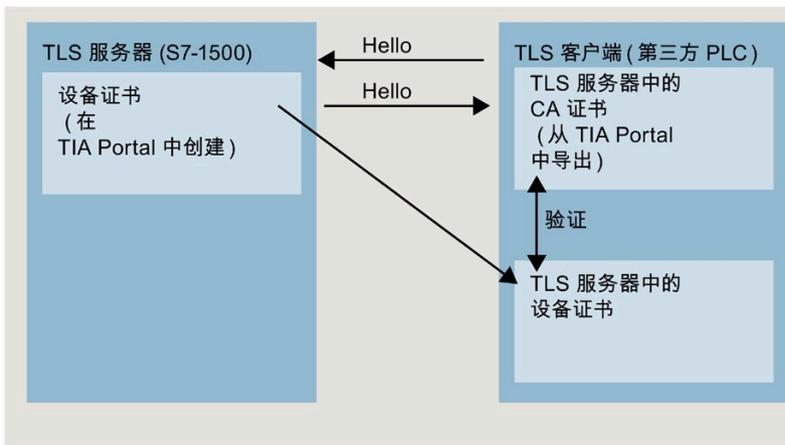


图 3-22 从作为 TLS 服务器的 S7-1500 的角度处理证书

- “TLSCliantCertRef”：X.509-V3 证书（或 X.509-V3 证书组）的 ID，TLS 服务器使用该 ID 验证 TLS 客户端的身份。如果该参数为 0，则 TLS 服务器将使用服务器证书中心当前加载的所有 (CA) 证书对客户端的身份进行验证。

5. 在程序编辑器中，创建一个 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令。
6. 将 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_QDN_SEC 数据类型的变量进行互连。

在以下示例中，TCON 指令的 CONNECT 参数已与变量“DNS connectionSEC”（数据类型 TCON_QDN_SEC）互连。

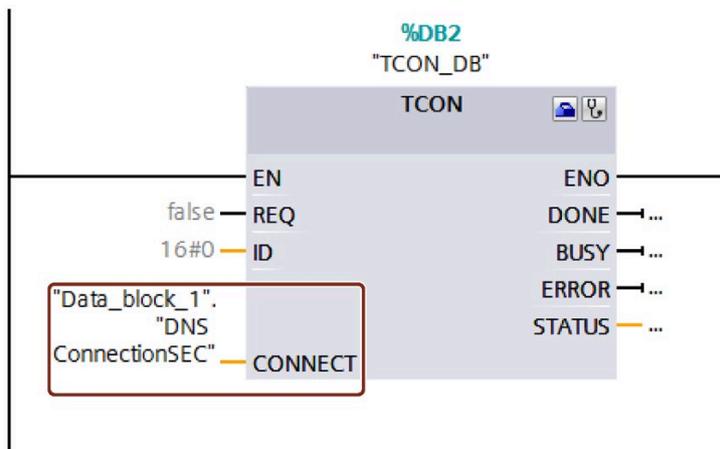


图 3-23 TCON 指令

更多信息

有关 TCON_QDN_SEC 系统数据类型的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

有关安全通信的更多信息，请参见“安全通信 (页 41)”部分。

3.6.3.3 两个 S7-1500 CPU 之间的安全 OUC

在以下章节中，介绍如何通过 TCP 在两个 S7-1500 CPU 之间建立开放式用户安全通信。在此过程中，一个 S7-1500 CPU 用作 TLS 客户端（主动建立连接）而另一个 S7-1500 CPU 则用作 TLS 服务器（被动建立连接）。

建立两个 S7-1500 CPU 之间的安全 TCP 连接

要在两个 S7-1500 CPU 之间建立 TCP 安全通信，则需为每个 CPU 手动创建 TCON_IP_V4_SEC 系统数据类型的数据块，并分配相应参数，之后在 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令中直接调用该数据块。

要求：

- 在 CPU 中，设置当前的日期和时间。
- 两个 S7-1500 CPU 的固件版本为 V2.0 及以上版本
- TLS 客户端和 TLS 服务器具有所需的全部证书。

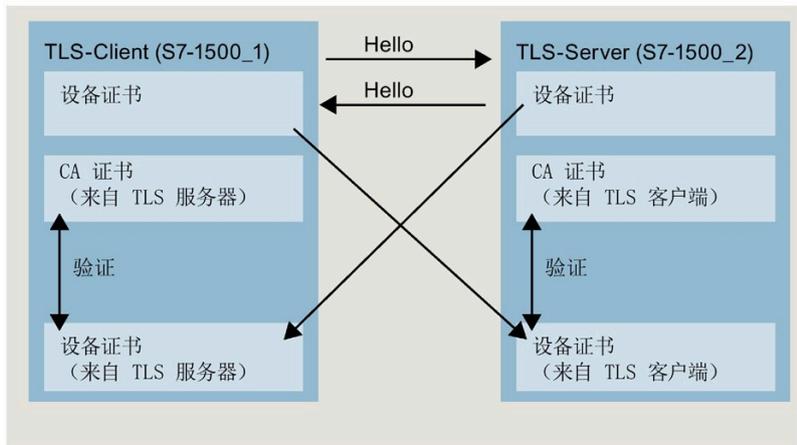


图 3-24 两个 S7-1500 CPU 之间安全 OUC 的证书处理过程

TLS 客户端的设置

要在 TLS 客户端中建立安全的 TCP 连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个数据类型为 TCON_IP_V4_SEC 的变量。

以下示例中显示了全局数据块“Data_block_1”，其中，定义了数据类型为 TCON_IP_V4_SEC 的变量“SEC 连接 1 TLS 客户端”(SEC connection 1 TLS-Client)。

Data_block_1				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	SEC connection 1 TLS-Client	TCON_IP_V4_SEC		
3	ConnPara	TCON_IP_v4		parameter of the TCP connection
4	Interfaceld	HW_ANY	72	HW-identifier of IE-interface submodule
5	ID	CONN_OUC	10	connection reference / identifier
6	ConnectionType	Byte	11	type of connetion: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=TCP/IP)
7	ActiveEstablished	Bool	true	active/passive connection establishment
8	RemoteAddress	IP_V4		remote IP address (IPv4)
9	ADDR	Array[1..4] of Byte		IPv4 address
10	ADDR[1]	Byte	192	IPv4 address
11	ADDR[2]	Byte	168	IPv4 address
12	ADDR[3]	Byte	1	IPv4 address
13	ADDR[4]	Byte	100	IPv4 address
14	RemotePort	UInt	4711	remote UDP/TCP port number
15	LocalPort	UInt	4711	local UDP/TCP port number
16	ActivateSecureConn	Bool	true	activate the security functionality of that connection in general
17	TLSServerReqClientCert	Bool	false	Just for server side: The TLS server requests a client certificate
18	ExtTlSCapabilities	Word	16#0	Bit 0: Just for client side: validate given IPv4 address against the
19	TLSServerCertRef	UDInt	1	for Server side: Reference to own X.509 V3 server certificate; for
20	TLSClientCertRef	UDInt	5	for Client side: add id of own X.509 V3 client certificate; for Sen

图 3-25 IP_V4_SEC_Client

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在“RemoteAddress”中输入 TLS 服务器的 IPv4 地址。

说明

连接参数接口 ID

请注意，可为数据类型为 TCON_IP_V4_SEC 的接口 ID 输入值“0”。在这种情况下，CPU 会自行搜索合适的本地 CPU 接口。

3.6 安全通信

4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可建立非安全的 TCP 或 UDP 连接。
 - “TLSServerCertRef”：输入值“2”（引用 TIA Portal 项目 (SHA256) 的 CA 证书），或输入值“1”（引用 TIA Portal 项目 (SHA1) 的 CA 证书）。如果使用不同的 CA 证书，则需在证书管理器的全局安全设置中输入相应的 ID。
 - “TLSClientCertRef”：自身 X.509-V3 证书的 ID。
5. 在程序编辑器中，创建一个 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令。
6. 将 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_IP_V4_SEC 数据类型的变量进行互连。

TLS 服务器的设置

要在 TLS 服务器中建立安全的 TCP 连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个数据类型为 TCON_IP_4_SEC 的变量。

以下示例中显示了全局数据块“Data_block_1”，其中，定义了数据类型为 TCON_IP_V4_SEC 的变量“SEC 连接 1 TLS 服务器”(SEC connection 1 TLS-Server)。

Data_block_1				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	SEC connection 1 TLS-Server	TCON_IP_V4_SEC		
3	ConnPara	TCON_IP_v4		parameter of the TCP connection
4	Interfaceld	HW_ANY	120	HW-identifier of IE-interface submodule
5	ID	CONN_OUC	10	connection reference / identifier
6	ConnectionType	Byte	11	type of connction: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=TCP/IP)
7	ActiveEstablished	Bool	false	active/passive connection establishment
8	RemoteAddress	IP_V4		remote IP address (IPv4)
9	ADDR	Array[1..4] of Byte		IPv4 address
10	ADDR[1]	Byte	192	IPv4 address
11	ADDR[2]	Byte	168	IPv4 address
12	ADDR[3]	Byte	1	IPv4 address
13	ADDR[4]	Byte	10	IPv4 address
14	RemotePort	UInt	4711	remote UDP/TCP port number
15	LocalPort	UInt	4711	local UDP/TCP port number
16	ActivateSecureConn	Bool	true	activate the security functionality of that connection in general
17	TLSServerReqClientCert	Bool	true	Just for server side: The TLS server requests a client certificate
18	ExtTLSCapabilities	Word	16#0	Bit 0: Just for client side: validate given IPv4 address against the
19	TLSServerCertRef	UDInt	6	for Server side: Reference to own X.509 V3 server certificate; for
20	TLSClientCertRef	UDInt	1	for Client side: add id of own X.509 V3 client certificate; for Serv

图 3-26 IP_V4_SEC_Server

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在“RemoteAddress”中输入 TLS 客户端的 IPv4 地址。
4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可建立非安全的 TCP 或 UDP 连接。
 - “TLSServerReqClientCert”：TLS 客户端需具有 X.509-V3 证书。输入值“true”。
 - “TLSServerCertRef”：自身 X.509-V3 证书的 ID。
 - “TLSClientCertRef”：输入值“2”（引用 TIA Portal 项目 (SHA256) 的 CA 证书），或输入值“1”（引用 TIA Portal 项目 (SHA1) 的 CA 证书）。如果使用不同的 CA 证书，则需在证书管理器的全局安全设置中输入相应的 ID。
5. 在程序编辑器中，创建一个 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令。
6. 将 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_IP_V4_SEC 数据类型的变量进行互连。

在以下示例中，TSEND_C 指令的 CONNECT 参数将与变量“SEC connection 1 TLS client”（数据类型 TCON_IP_4_SEC）进行互连。

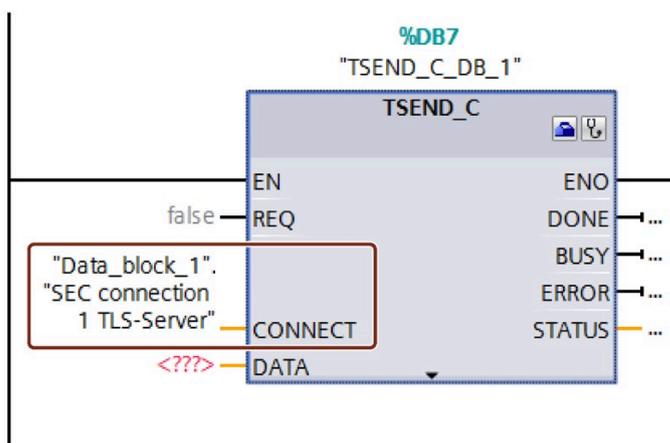


图 3-27 TSEND_C

更多信息

有关 TCON_IP_4_SEC 系统数据类型的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

有关安全通信的更多信息，请参见“安全通信 (页 41)”部分。

3.6.3.4 通过 CP 接口进行安全 OUC 连接

在以下章节中，将介绍通过 CP 接口进行开放式用户安全通信时应注意的特殊事项。至少一个站为 S7-1500 站，并包含以下模块：

- S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及以上版本（S7-1500 软件控制器除外）
- CP 1543-1 固件版本 V2.0 及以上版本，或 CP 1543SP-1 V1.0 及以上版本

该 CP 在 S7-1500 站中将作为 TLS 客户端（主动建立连接）或 TLS 服务器（被动建立连接）。

通过 CP 接口进行安全通信的基本操作步骤与概念，与通过 S7-1500 CPU 接口进行安全通信的类似。在此，必须将证书分配给作为 TLS 服务器或 TLS 客户端的 CPU，而非其它 CPU。因此，也可使用其他角色和操作步骤。在下文中，将对此进行详细介绍。

管理 CP 的证书

以下规则普遍适用：在入全局安全设置中，需登录证书管理器。生成自签名的证书时，需登录全局安全设置。需要具有足够的用户权限（管理员权限，或具有“安全组态”权限的“标准”用户）。

在 CP 中，可在“安全 > 安全属性”(Security > Security properties) 部分生成或分配证书。在此部分中，可登录全局安全设置。

操作步骤：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选中该 CP 并在巡视窗口中选择“安全 > 安全属性”(Security > Security properties) 部分。
2. 单击“用户登录”(User logon) 按钮。
3. 使用用户名和密码进行登录。
4. 启用“激活安全功能”(Activate security functions) 选项。

系统将初始化相应的安全属性。

5. 单击“设备证书”(Device certificates) 表格的第一行，生成一个新的证书或选择现有的设备证书。
6. 如果通信伙伴也是一个 S7-1500 站，则需按照上述操作，使用 STEP 7 为通信伙伴或该 S7-1500 CPU 指定一个设备证书。

示例：通过 CP 接口，在两个 S7-1500 CPU 之间建立 TCP 安全连接

要在两个 S7-1500 CP 之间建立 TCP 安全通信，需为每个 CPU 手动创建 TCON_IP_V4_SEC 系统数据类型的数据块，并分配相应参数，之后在 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令中直接调用该数据块。

要求：

- 这两个 S7 1500 CPU 的固件版本为 V2.0 及以上版本如果使用 CP 1543SP-1：固件 V1.0 及以上版本。
- 这两个 CP（如 CP 1543-1）的固件版本必须 V2.0 及以上版本
- TLS 客户端和 TLS 服务器具有所需的全部证书。
 - 必须为该 CP 生成设备证书（最终实体证书）并存储在该 CP 的证书存储器中。如果通信伙伴是一个外部设备（如，MES 或 ERP 系统），则需确保该设备上包含有设备证书。
 - 对通信伙伴设备证书进行签名的 root 证书（CA 证书）也必须位于该 CP 的证书存储器中，或位于外部设备的证书存储器中。如果使用中间证书，则必须确保所验证设备中的证书路径完整。设备将通过这些证书验证通信伙伴的设备证书。
- 这些通信伙伴需通过 IPv4 地址进行寻址，而不能通过域名进行寻址。

下图显示了两个通信伙伴通过 CP 1543-1 进行通信时，设备中的不同证书。此外，在该图中还显示了建立连接时设备证书的传输（“Hello”）。

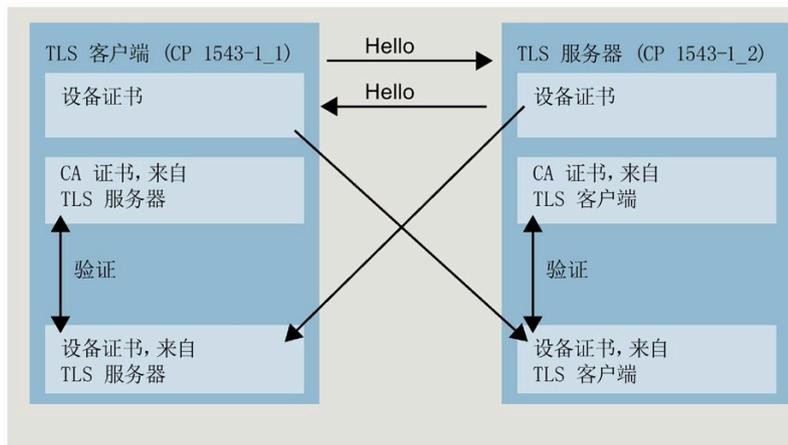


图 3-28 通过 CP 接口，在两个 S7-1500 CPU 之间进行 OUC 安全连接的证书处理操作。

TLS 客户端的设置

要在 TLS 客户端中建立安全的 TCP 连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个数据类型为 TCON_IP_4_SEC 的变量。为此，需在“数据类型”(Data type) 字段中输入字符串“TCON_IP_V4_SEC”。

以下示例中显示了全局数据块“Data_block_1”，其中，定义了数据类型为 TCON_IP_V4_SEC 的变量“SEC 连接 1 TLS 客户端”(SEC connection 1 TLS-Client)。

该接口 ID 的值为本地 CP（TLS 客户端）中 IE 接口的硬件标识符。

Data_block_1				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	SEC connection 1 TLS-Client	TCON_IP_V4_SEC		
3	ConnPara	TCON_IP_v4		parameter of the TCP connection
4	Interfaceld	HW_ANY	258	HW-identifier of IE-interface submodule
5	ID	CONN_OUC	10	connection reference / identifier
6	ConnectionType	Byte	11	type of connetion: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=TCP/IP)
7	ActiveEstablished	Bool	true	active/passive connection establishment
8	RemoteAddress	IP_V4		remote IP address (IPv4)
9	ADDR	Array[1..4] of Byte		IPv4 address
10	ADDR[1]	Byte	192	IPv4 address
11	ADDR[2]	Byte	168	IPv4 address
12	ADDR[3]	Byte	1	IPv4 address
13	ADDR[4]	Byte	100	IPv4 address
14	RemotePort	UInt	4711	remote UDP/TCP port number
15	LocalPort	UInt	4711	local UDP/TCP port number
16	ActivateSecureConn	Bool	true	activate the security functionality of that connection in general
17	TLSServerReqClientCert	Bool	false	Just for server side: The TLS server requests a client certificate
18	ExtTLSCapabilities	Word	16#0	Bit 0: Just for client side: validate given IPv4 address against th
19	TLSServerCertRef	UDInt	1	for Server side: Reference to own X.509 V3 server certificate; fo
20	TLSClientCertRef	UDInt	5	for Client side: add id of own X.509 V3 client certificate; for Sen

图 3-29 IP_V4_SEC_Client

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在“RemoteAddress”中输入 TLS 服务器的 IPv4 地址。

4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可建立非安全的 TCP 或 UDP 连接。
 - “TLSServerCertRef”：输入值“2”（引用 TIA Portal 项目 (SHA256) 的 CA 证书），或输入值“1”（引用 TIA Portal 项目 (SHA1) 的 CA 证书）。如果使用不同的 CA 证书，则需在证书管理器的全局安全设置中输入相应的 ID。
 - “TLSClientCertRef”：自身 X.509-V3 证书的 ID。
5. 在程序编辑器中，创建一个 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令。
6. 将 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_IP_V4_SEC 数据类型的变量进行互连。

TLS 服务器的设置

要在 TLS 服务器中建立安全的 TCP 连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个数据类型为 TCON_IP_4_SEC 的变量。

以下示例中显示了全局数据块“Data_block_1”，其中，定义了数据类型为 TCON_IP_V4_SEC 的变量“SEC 连接 1 TLS 服务器”(SEC connection 1 TLS-Server)。

该接口 ID 的值为本地 CP（TLS 服务器）中 IE 接口的硬件标识符。

Data_block_1				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	SEC connection 1 TLS-Server	TCON_IP_V4_SEC		
3	ConnPara	TCON_IP_v4		parameter of the TCP connection
4	InterfaceId	HW_ANY	260	HW-identifier of IE-interface submodule
5	ID	CONN_OUC	10	connection reference / identifier
6	ConnectionType	Byte	11	type of connction: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=TCP/IP)
7	ActiveEstablished	Bool	false	active/passive connection establishment
8	RemoteAddress	IP_V4		remote IP address (IPv4)
9	ADDR	Array[1..4] of Byte		IPv4 address
10	ADDR[1]	Byte	192	IPv4 address
11	ADDR[2]	Byte	168	IPv4 address
12	ADDR[3]	Byte	1	IPv4 address
13	ADDR[4]	Byte	10	IPv4 address
14	RemotePort	UInt	4711	remote UDP/TCP port number
15	LocalPort	UInt	4711	local UDP/TCP port number
16	ActivateSecureConn	Bool	true	activate the security functionality of that connection in general
17	TLSServerReqClientCert	Bool	true	Just for server side: The TLS server requests a client certificate
18	ExtTLSCapabilities	Word	16#0	Bit 0: Just for client side: validate given IPv4 address against the
19	TLSServerCertRef	UDInt	6	for Server side: Reference to own X.509 V3 server certificate; for
20	TLSClientCertRef	UDInt	1	for Client side: add id of own X.509 V3 client certificate; for Serv

图 3-30 IP_V4_SEC_Server

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在“RemoteAddress”中输入 TLS 客户端的 IPv4 地址。

4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可建立非安全的 TCP 或 UDP 连接。
 - “TLSServerReqClientCert”：TLS 客户端需具有 X.509-V3 证书。输入值“true”。
 - “TLSServerCertRef”：自身 X.509-V3 证书的 ID。
 - “TLSClientCertRef”：输入值“2”（引用 TIA Portal 项目 (SHA256) 的 CA 证书），或输入值“1”（引用 TIA Portal 项目 (SHA1) 的 CA 证书）。如果使用不同的 CA 证书，则需在证书管理器的全局安全设置中输入相应的 ID。
5. 在程序编辑器中，创建一个 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令。
6. 将 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_IP_V4_SEC 数据类型的变量进行互连。

上传设备作为新站

在将带有证书的组态进而组态的开放式用户安全通信作为新站上传到 STEP 7 项目中时，与 CPU 的证书不同，CP 的证书不会上传。在将设备加载为新站后，在 CP 的设备证书表格中不会包含更多证书。

上传后，需再次对证书进行组态。否则，重新加载组态将导致 CP 之前存在的证书删除，无法进行安全通信。

通过 CPU 和 CP 接口的 OUC 安全连接（操作相似）

- 连接资源：
OUC 和安全 OUC 之间无差别。编程的 OUC 安全连接将使用诸如 OUC 连接之类的连接资源，而不考虑与该站通信的 IE/PROFINET 接口。
- 连接诊断：
OUC 和 OUC 安全连接诊断之间无差别。
- 将带有 OUC 安全连接的项目加载到 CPU 中：
如果还需加载证书，则只能在 CPU STOP 模式下进行。
建议：加载到设备 > 硬件和软件 (Load to device > Hardware and software)。原因：需确保带有安全 OUC 的程序、硬件配置和证书一致。
证书随硬件配置一同加载。因此，加载过程中需要停止 CPU 的运行。仅当所需的证书位于模块中时，才能在 RUN 模式下重新加载使用其它 OUC 安全连接的块。

3.6 安全通信

3.6.3.5 通过 Modbus TCP 进行 OUC 安全连接

要进行 Modbus TCP 安全连接，需手动创建一个 TCON_IP_V4_SEC 或 TCON_QDN_SEC 系统数据类型的数据块，分配相应参数并在 MB_Server 或 MB_CLIENT 指令中直接调用该数据块。

要求：

- S7-1500 CPU 固件版本 V2.5 或更高版本
- Modbus 客户端（TLS 客户端）可通过网络中的 IP 通信访问 Modbus 服务器（TLS 服务器）。
- TLS 客户端和 TLS 服务器具有所需的全部证书。

与 Modbus TCP 服务器建立 Modbus TCP 安全连接的示例

在下文章节中，介绍如何通过 Modbus TCP 在 Modbus TCP 客户端与 Modbus TCP 服务器之间建立开放式用户安全通信。

要在 Modbus TCP 客户端（TLS 客户端）与 Modbus TCP 服务器（TLS 服务器）之间建立安全连接并设置邮件服务器的 Ipv4 地址，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个 TCON_IP_V4 SEC 数据类型的变量。

Data_block_1				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	SEC_ModbusTCP_1	TCON_IP_V4...		
3	ConnPara	TCON_IP_v4		parameter of the TCP connection
4	Interfaceld	HW_ANY	64	HW-identifier of IE-interface submodule
5	ID	CONN_OUC	15	connection reference / identifier
6	ConnectionType	Byte	11	type of connection: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=TCP/IP)
7	ActiveEstablished	Bool	true	active/passive connection establishment
8	RemoteAddress	IP_V4		remote IP address (IPv4)
9	ADDR	Array[1..4] of B...		IPv4 address
10	ADDR[1]	Byte	192	IPv4 address
11	ADDR[2]	Byte	168	IPv4 address
12	ADDR[3]	Byte	10	IPv4 address
13	ADDR[4]	Byte	100	IPv4 address
14	RemotePort	UInt	502	remote UDP/TCP port number
15	LocalPort	UInt	502	local UDP/TCP port number
16	ActivateSecureConn	Bool	true	activate the security functionality of that connection in general
17	TLSServerReqClientCert	Bool	false	Just for server side: The TLS server requests a client certificate
18	ExtTLSCapabilities	Word	0	Bit 0: Just for client side: validate given IPv4 address against the subjectAlt
19	TLSServerCertRef	UDInt	2	for Server side: Reference to own X.509 V3 server certificate; for Client side:
20	TLSClientCertRef	UDInt	7	for Client side: add id of own X.509 V3 client certificate; for Server side: add

图 3-31 TCON_IP_V4_SEC

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在“MailServerAddress”中输入邮件服务器的 IPv4 地址。
4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。例如，在“TLSServerCertRef”中输入通信伙伴的 CA 证书的证书 ID。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可设置一个 Modbus TCP 非安全连接。
 - “TLSServerCertRef”：对 Modbus TCP 服务器中 X.509 V3 (CA) 证书的引用，TLS 客户端使用该信息对 Modbus TCP 服务器进行身份验证。
5. 在程序编辑器中，创建一个 MB_CLIENT 指令。
6. 将 MB_Client 指令的 CONNECT 参数与 TCON_IP_4_SECC 数据类型的变量进行互连。

3.6 安全通信

3.6.3.6 通过电子邮件实现 OUC

通过 CPU 接口建立与邮件服务器的安全连接

要建立与邮件服务器的安全通信，需手动创建一个 TMAIL_V4_SEC 或 TMAIL_QDN_SEC 系统数据类型的数据块，分配参数并在 TMAIL_C 指令中直接调用该数据块。

要求：

- TMAIL_C 指令，版本 V5.0 或更高版本
- STEP 7 V15 及更高版本
- S7-1500 CPU V2.5 及更高版本
- 已经为 CPU（TLS 客户端）分配了邮件服务器（TLS 服务器）的所有 CA 证书，且组态已下载到 CPU 中。
- 在 CPU 中，设置当前的日期和时间。

与邮件服务器建立安全连接的操作过程

与邮件服务器建立安全连接时，可选择以下两种操作过程：

- SMTPS：客户端尝试与邮件服务器立即建立 TLS 连接（“握手”过程）如果邮件服务器不支持 TLS，则不建立连接。
- STARTTLS：客户端与邮件服务器建立 TCP 连接。客户端将发送一个请求，“更新”当前通过 TCP 连接与 TLC 安全连接的连接。如果邮件服务器支持 TLS，则客户端将发生该命令建立安全连接。为此，邮件服务器将使用 SMTP 命令“STARTTLS”。之后，客户端将建立与邮件服务器的安全连接。优势：如果邮件服务器不支持 TLS，则客户端和邮件服务器之间可进行非安全通信。

在块参数“MAIL_ADDR_PARAM”的数据类型中设置“远程端口”(Remote Port)，可定义进行通信的进行。

表格 3-6 SMTPS 和 STARTTLS 进程的端口号

进程	端口
SMTPS:	465 ¹
STARTTLS:	任意端口 (≠465) ²

1 指令 TMAIL_C 仅在 465 端口采用 SMTPS 通信协议。其它所有端口将使用 STARTTLS 通信协议。

2 根据 RFC，邮件服务器使用端口 25，而 STARTTLS 安全连接则使用端口 587。RFC 不建议 SMTP 使用其它端口号，否则无法确保与邮件服务器的通信成功。

示例：通过 IPv4 与邮件服务器建立安全连接

在以下章节中，将介绍如何使用 TMAIL_C 通信指令与 IPv4 邮件服务器建立安全连接。

要通过邮件服务器的 IP4 地址建立安全连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个 TMAIL_V4_SEC 数据类型的变量。

在以下示例中，显示了一个全局数据块“MailConnDB”，其中，定义了数据类型为 TMAIL_V4_SEC 的变量“MailConnectionSEC”。

MailConnDB				
Name	Datentyp	Startwert	Kommentar	
▼ Static				
▼ MailConnectionSEC	TMail_V4_SEC			
InterfaceId	HW_ANY	"Local-CP_1543-1_1~Ethernet-Schnittstelle_1"	Use HW-identifier of the IE-interface to specify the	
ID	CONN_OUC	100	connection reference / identifier	
ConnectionType	Byte	16#20	type of connection 16#20=32=TMail_V4 or TMail_V4_SEC	
ActiveEstablished	Bool	true	active / passive connection establishment	
WatchDogTime	Time	T#5000ms	watchdog time to monitor SMTP server association	
▼ MailServerAddress	IP_V4		IPv4 address of mail server	
▼ ADDR	Array[1..4] of Byte		IPv4 address	
ADDR[1]	Byte	144	IPv4 address	
ADDR[2]	Byte	145	IPv4 address	
ADDR[3]	Byte	2	IPv4 address	
ADDR[4]	Byte	20	IPv4 address	
UserName	String[254]	'myName'	user name which is necessary to login into the mail server	
PassWord	String[254]	'myPW'	user password which is necessary to login into the mail server	
▼ From	EMAIL_ADDR		source mail address	
LocalPartPlusAt...	String[64]	'Mustermann@'	local part of e-mail address plus "@" sign	
FullQualifiedD...	String[254]	'siemens.com'	full qualified domain name part of e-mail address	
RemotePort	UInt	587	remote TCP port number	
ActivateSecureConn	Bool	TRUE	activate the security functionality of that connection	
ExtTLSCapabilities	Byte	16#0	for further capability extensions of the TLS handshake	
TLSServerCertRef	UDInt	7	Reference to the X.509 V3 (CA-) certificate of the mail server	

图 3-32 数据类型 TMAIL_V4_SEC

3. 在“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。例如，在“MailServerAddress”中输入邮件服务器的 IPv4 地址。

说明

连接参数接口 ID

请注意，在数据类型 TMAIL_V4_SEC 中，如果指令 TMAIL_C 的指令版本为 V5.0 或更高版本，则需在接口 ID 中输入值“0”。此时，CPU 将自行搜索适用的本地 CPU 接口。

3.6 安全通信

4. 在“起始值”(Start value) 列中，设置安全通信的参数。例如，在“TLSServerCertRef”中输入通信伙伴的 CA 证书的证书 ID。
 - “ActivateSecureConn”：激活该连接的安全通信。如果该参数的值为 FALSE，则忽略后面的安全参数。此时，可建立非安全的 TCP 或 UDP 连接。
 - “TLSServerCertRef”：对电子邮件服务器中 X.509 V3 (CA) 证书的引用，供 TLS 客户端用来对邮件服务器进行身份验证。
5. 在程序编辑器中，创建一个 TMAIL_C 指令。
6. 将 TMAIL_C 指令的 MAIL_ADDR_PARAM 参数与 TMAIL_V4_SEC 数据类型的变量进行互连。

在以下示例中，TMAIL_C 指令的 MAIL_ADDR_PARAM 参数已与“MailConnectionSEC”变量（TMAIL_V4_SEC 数据类型）进行互连。

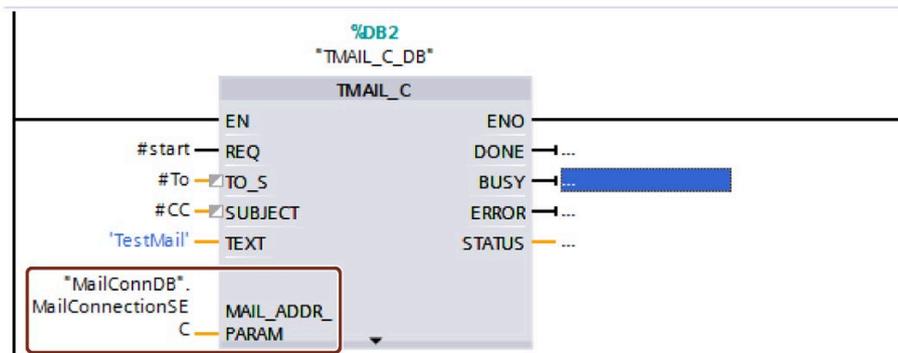


图 3-33 TMAIL_C 指令

通过通信模块接口与邮件服务器建立安全连接

要通过一个通信模块与邮件服务器建立安全通信，则需手动创建一个系统类型为 TMAIL_V4_SEC、TMAIL_QDN_SEC 或 TMAIL_V6_SEC 的数据块，分配参数并在 TMAIL_C 指令中直接调用该数据块。

要求：

- TMAIL_C 指令，版本 **V4.0**
- S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及以上版本，通信模块 CP 1543-1 固件版本 V2.0 及以上版本
- ET 200SP CPU 固件版本 V2.0 及以上版本，通信模块 CP 1542SP-1 (IRC) 固件版本 V1.0 及以上版本
- 已将邮件服务器的所有 CA 证书分配给 CP (TLS 客户端)，而且已将组态下载到 CPU 中。
- 在 CPU 中，设置当前的日期和时间。

有关如何通过通信模块的接口与邮件服务器建立安全连接的信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

应用示例

通过本应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/46817803>)，介绍了如何使用 S7-1500 或 S7-1200 站的 CP 与电子邮件服务器建立安全连接，以及通过默认应用程序“TMAIL_C”从 S7 CPU 发送电子邮件。

更多信息

有关系统数据类型 TMail_V4_SEC 和 TMAIL_QDN_SEC 的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

有关安全通信的更多信息，请参见“安全通信 (页 41)”部分。

3.6.4 PG/HMI 间安全通信

3.6.4.1 基于标准化安全机制的 PG/HMI 通信

在 V17 及以上版本中集成有最新型控制器和最新型 HMI 设备，TIA Portal、STEP 7 和 WinCC 的主要组件可实现创新型 PG/PC 和 HMI 标准安全通信（简称为 PG/HMI 通信）。

具体涉及以下 CPU 系列：

- S7-1500 控制器系列固件版本 V2.9 及以上版本
- S7-1200 控制器系列固件版本 V4.5 及以上版本
- 软件控制器固件版本 V21.9 及以上版本
- SIMATIC 启动控制器固件版本 V2.9 及以上版本
- PLCSim 和 PLCSim Advanced 版本 V4.0

HMI 组件经更新以支持 PG/HMI 间安全通信：

- 使用 WinCC 精简版、精智版和高级版组态的面板或 PC
- 安装有 WinCC 专业版运行系统的 PC
- WinCC Unified PC 和精智面板

还更新了 V6.1 及以上版本的 SINAMICS RT SW 和 V17 及以上版本的 STARTDRIVE。

PG/HMI 通信的特性

PG 通信和 HMI 通信最显著的一个特点是简单：在安装 TIA Portal 的编程设备和 CPU 之间建立在线连接（例如，以下载程序）只需几步简单的操作。此在线连接基于公认的 SIMATIC 通信标准，可满足机密性和完整性等方面的要求。

在将机器和系统集成到开放 IT 环境过程中，必须确保编程设备/HMI 设备与 CPU 之间的通信不仅要有效保护敏感数据的完整性和机密性，同时还要确保其符合公认的安全标准，从而能够应对未来的挑战。

在 TIA Portal 版本 V14 中，基于用户程序的“开放式用户通信”过程已扩展为“安全的开放式用户通信”机制。同时还建立了其它基于证书的通信机制（HTTPS、Secure SMTP over TLS 或 OPC UA）。在 TIA Portal 版本 V17 及以上版本中，还对 PG/HMI 通信进行了升级：在此，TLS（传输层安全）协议用于采用标准化安全机制的 PG/HMI 间安全通信。

更改的内容

用于提高安全性的附加可选密码

上述设备的组态形式中最显著的变化是能够分配密码以保护相应 CPU 的敏感组态数据。敏感组态数据包括诸如私钥等数据，基于证书的协议正常运行（安全通信）需要私钥，对于 TIA Portal V17 及以上版本，PG/HMI 通信也需要私钥。在 TIA Portal 中输入密码时，可以使用策略设置来检查已分配的密码。这样，可确保企业遵循既定的密码策略。

如果计算机或系统已采用其它类似保护，而无需实施基于西门子工业深度防御机制的保护措施，则无需进行密码分配。如果已采取相应措施保护 TIA Portal 项目和 CPU 组态防止未经授权访问，则可以不使用密码。



警告

如果不使用密码，则私钥仅获得弱保护

请注意，如果未使用密码来保护受信任的组态数据，则安全通信所需证书的私钥仅获得弱保护。

PG/HMI 与 CPU 之间基于证书的通信

由于 PG/HMI 通信基于证书，因此调试过程中要求接受服务器证书。

通过其它参数分配选项，可以确定 CPU 运行期间的行为：例如，可以指定 CPU 允许连接到不支持 PG/HMI 间安全通信的设备。

维护/更换部件方案

为了在更换部件方案中更换 CPU 时不发生故障，必须遵守特定的规则（参见“更换部件方案的规则（页 78）”）。

参见

保护机密的组态数据 (页 65)

3.6.4.2 PG/HMI 间安全通信的其它设置

除了分配用于保护机密 PLC 组态数据的密码外，还提供其它设置选项以确定 CPU 运行期间的行为。

PG/PC 和 HMI 通信模式

可以设置 CPU 与编程设备和 HMI 设备的通信方式:

- 仅通过 PG/HMI 间安全通信
- 通过 PG/HMI 间安全通信和先前使用的 PG/HMI 通信 (简称为“传统的 PG/HMI 通信”)。

操作步骤

1. 在 CPU 属性中, 导航至区域“保护与安全 > 连接机制”(Protection & Security > Connection mechanisms)。
2. 选择要使用的选项。

选择证书或生成新证书

如果选择用于 PG/HMI 通信的连接机制, 则可以选择符合条件的 PLC 通信证书来保护连接, 或者由 TIA Portal 生成证书。如果已分配密码或已取消激活保护机密 PLC 组态数据的选项 (即未设置密码), 则“保护与安全 > 连接机制”(Protection & Security > Connection mechanisms) 中已预先设置了具有适当设置和有效默认名称的证书。

操作步骤

如果要通过 TIA Portal 生成新证书, 或者要选择其它现有证书:

1. 在“PLC 通信证书”(PLC communication certificate) 字段中, 单击三个点以展开该字段。
2. 选择所需证书, 或单击“添加”(Add) 按钮。
3. 添加证书时, 将显示一个包含证书设置选项的对话框。
用于设置“TLS 服务器”, 可以更改其它参数 (例如名称、哈希算法)。

应用证书管理的通用规则。例如, 如果要生成 CA 证书, 则必须选择“证书管理器的全局设置”(Global settings for the certificate manager) 选项。此外, 也可选择生成自签名 PLC 证书。

参见

使用 STEP 7 管理证书 (页 51)

3.6.4.3 PG 与 CPU 之间基于证书的通信的提示

基于证书的 PG/PC 通信（PG/PC 间安全通信）意味着 CPU 的通信伙伴（安装了 TIA Portal 的编程设备）必须信任 CPU 的设备证书，才能下载连接。

简而言之，从 TIA Portal 的角度来说，可使用以下方式信任 CPU 的证书：

- 安装了 TIA Portal 的编程设备已具有 CPU 的设备证书，例如，已在项目中创建或导入证书。此时，将系统自动运行证书检查，而无任何提示。
- 安装了 TIA Portal 的编程设备不具有 CPU 的设备证书，例如，CPU 通过“可访问站”(Accessible stations) 确定，而在项目中不可用。此时，TIA Portal 将询问 TIA Portal 用户该证书是否可信。只有通过大量的工作才能做出判断，因为 CPU 不在眼前，因此无法立即鉴定真伪。
- 安装了 TIA Portal 的编程设备具有 CA 证书（证书颁发机构），并且 TIA Portal 可通过网络访问的所有 CPU 都具有该 CA 证书颁发的设备证书。

该解决方案的优势：即使通信伙伴的设备证书在 TIA Portal 中不可用，TIA Portal 仍可以自动检查设备证书。

下文将详细介绍 CA 证书（证书颁发机构）解决方案。

要求

可以使用 TIA Portal 的证书颁发机构创建 CPU 的设备证书，并使用现有 CA 证书为设备证书签名。还可以在 TIA Portal 中导入并使用另一个证书颁发机构。

必须启用证书管理器的全局安全策略。只有完成此设置，才能生成 CA 签名的证书。

另请参见“使用 STEP 7 管理证书 (页 51)”

导出编程设备的 CA 证书

要在创建和分配证书后导出相应的 CA 证书，请按照以下步骤进行操作：

1. 打开项目树中全局安全设置下的证书管理器。
2. 针对要导出的证书，选择“CA 证书”(CA certificates) 表。
3. 单击右键，打开所选证书的快捷菜单。
4. 单击“导出”(Export)。
5. 选择证书的导出格式和存储位置。

在 TIA Portal 中存储 CA 证书

为确保安装了 TIA Portal 的编程设备能够识别导出的证书从而启用自动证书检查，请按照以下步骤进行操作：

1. 将上一步骤中导出的 CA 证书复制到以下目录：

C:\ProgramData\Siemens\Automation\Certstore\Trusted

2. 启动 TIA Portal。

在巡视窗口的“信息”(Info) 选项卡中，每个 CA 证书对应显示一条消息，说明该 CA 证书是否可以成功传输到 TIA Portal 的 CA 存储区。

如果出错，并不输出详细原因。

向 TIA Portal 证书吊销列表 (CRL) 添加设备证书

如果出现关联的密钥不再安全等情况，可以选择将设备证书单独添加到证书吊销列表 (CRL)。

当 TIA Portal 与设备证书位于证书吊销列表中的 CPU 建立连接时，TIA Portal 中将出现一个对话框，询问是否仍要信任该证书。如果拒绝，将无法建立连接。

要向证书吊销列表中添加设备证书，请按照以下步骤操作：

1. 将设备证书复制到以下目录：

C:\ProgramData\Siemens\Automation\Certstore\CRL

2. 启动 TIA Portal。

在巡视窗口的“信息”(Info) 选项卡中，每个证书对应显示一条消息，说明该证书是否可以成功传输到 TIA Portal 的 CRL 存储区。

如果出错，并不输出详细原因。

参见

证书管理示例。(页 55)

3.6.4.4 从下载到运行就绪的 CPU 行为

为确保 CPU 与编程设备或 HMI 设备之间的通信安全，必须首先具有证书。用于生产运行的证书仅在项目下载到 CPU 之后发布。

为了保障初始下载过程的安全，CPU 首先创建一个自签名证书。下文介绍了建立连接的不同阶段。

关于初始建立连接并进而下载到 CPU 的要求

- CPU 中未设置保护机密 PLC 组态数据的密码。

如果该 CPU 已设置并因此设置有一个保护机密 PLC 组态数据的密码，则该密码必需与待加载项目的密码相匹配。

- 具有 CPU 组态（包括机密 PLC 组态数据的密码）和用户程序的项目可供使用。
- CPU 处于 STOP 模式。
- 编程设备和 CPU 直接互连并且位于受保护的环境中；即，可以识别要下载的 CPU，并控制 CPU 与编程设备之间的连接。

建立到 CPU 的初始连接 - 配置阶段

用于下载 CPU 而建立的第一个连接采用 PG/HMI 间安全通信并由 TLS 程序提供安全保障。

但 CPU 可使用制造商的设备证书（如果有），或使用自签名的证书建立连接。在该阶段中，此 CPU 仅能有限范围内使用。在此阶段中，CPU 将等待基于密码的密钥信息。即，保护机密 PLC 组态数据的密码。在下文中，此阶段也称为配置阶段。诊断缓冲区中的消息指示 CPU 处于配置阶段。

项目下载到 CPU 中后，CPU 会接收项目数据：

- 硬件配置，包括用于安全通信（OPC UA、HTTPS、安全 OUC、PG/HMI 间安全通信）的已组态证书
- 用户程序

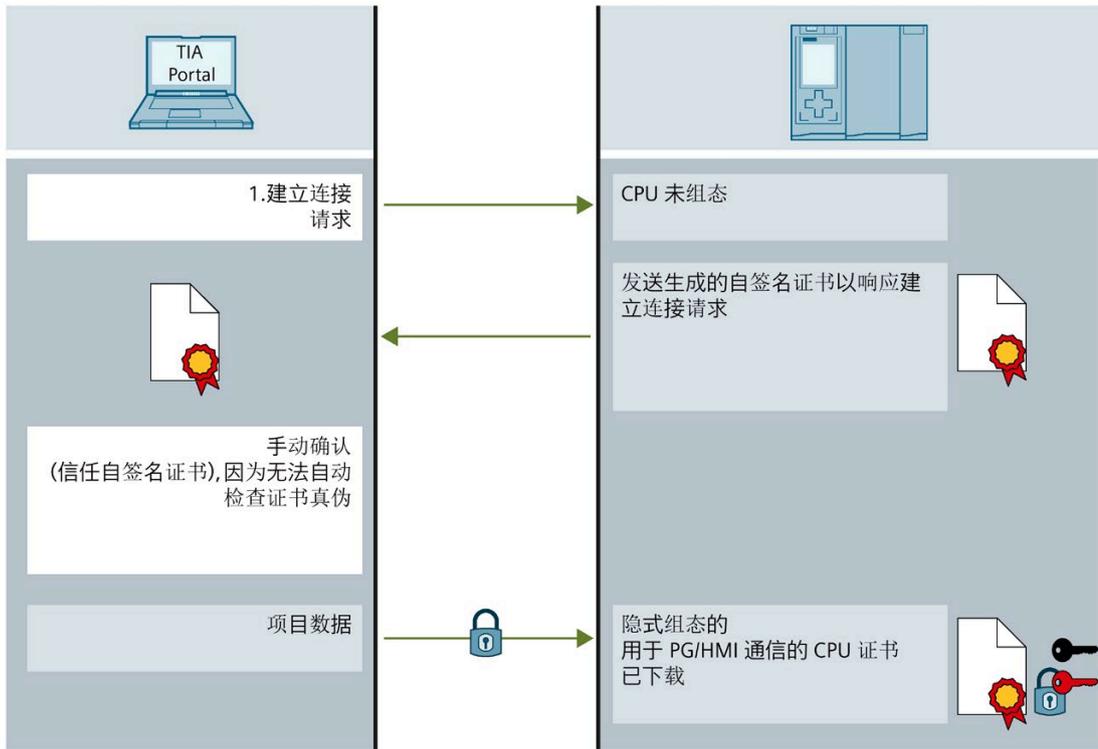


图 3-34 连接建立、配置阶段

配置阶段结束

TIA Portal 不会在项目中存储机密 PLC 组态数据的密码本身或通过密码生成的密钥信息。

因此，首次下载项目或下载新项目时，会在对话框中请求输入密码，并将该密码作为密钥信息传送到 CPU。只有在执行此步骤之后，CPU 才能使用受保护的 PLC 组态数据 - 这样便可完成配置阶段，CPU 才能开始运行。

如果未使用密码保护机密 PLC 组态数据，则首次下载 CPU 时无需输入密码。此时，对 PG/HMI 数据通信无影响；但需注意，机密的 PLC 组态数据（如，私钥）几乎无任何保护，无法防止未经授权的访问。

PG/HMI 通信启动

当 CPU 已下载并收到用于 PG/HMI 间安全通信的 CPU 证书后，编程设备将再次连接 - 此时基于下载的 CA 证书。

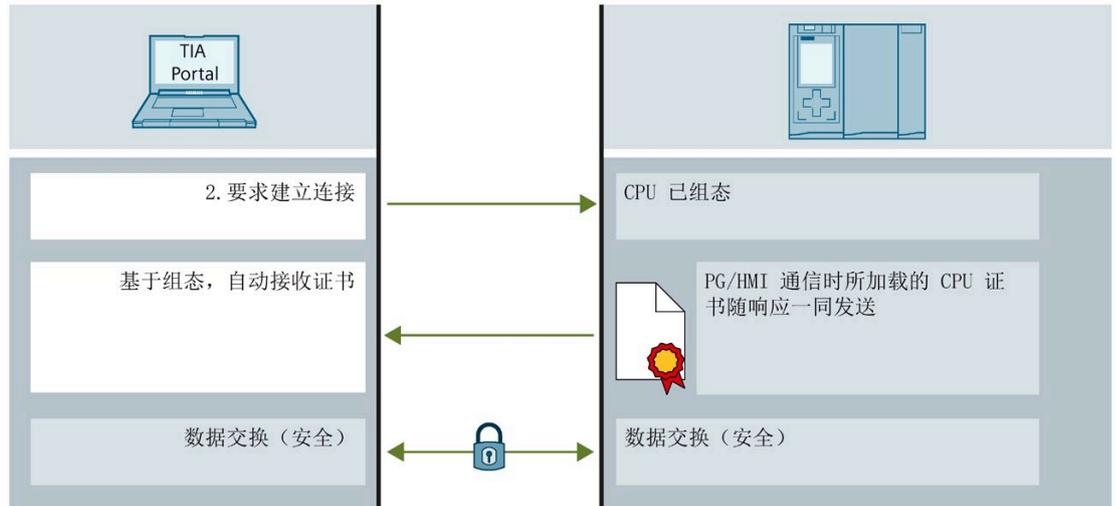


图 3-35 PG/HMI 通信启动

3.6.4.5 使用 HMI 安全通信

在 TIA Portal V17 及以上版本中，如果 CPU 和 HMI 设备均满足 HMI 安全通信要求，则可使用这种通信方式。

要使用 HMI 安全通信，HMI 设备可在建立通信连接时通过 CPU 发送的 PLC 通信证书对该 CPU 进行身份验证，确定该 CPU“可信”。仅当满足以上条件时，才能进行 HMI 安全通信。

在本章节中，将介绍各 HMI 设备将 PLC 通信证书手动标记为“可信”的具体措施。

要求

- CPU 和 HMI 设备支持 HMI 安全通信。
- 当前项目位于 CPU 中（TIA Portal V17 及更高版本）。

组态 HMI 安全通信

1. 组态 HMI 设备的报警视图。

说明

如果报警视图缺失，则无法设备连接错误。

2. 组态 CPU 中所需的安全设置。选择 PLC 通信证书，保护 HMI 连接安全；或通过 TIA Portal 生成一个 PLC 通信证书。
3. 组态 CPU 与 HMI 设备间的 HMI 连接。
4. 将项目下载到 CPU 和 HMI 设备中。在项目传送过程中，系统将 PLC 通信证书传送到 CPU 和 HMI 设备中。必要时，还将传输 CA（证书颁发机构）证书。

将 PLC 通信证书设置为可信

连接建立时，CPU 将该 PLC 通信证书传送到 HMI 设备中。

- 如果该 PLC 通信证书在 HMI 设备中的状态已标记为“可信”，则 CPU 与 HMI 设备间将自动建立一条 HMI 安全通信。
- 如果该 PLC 通信证书在 HMI 设备中的未标记为“可信”，则在 HMI 设备的报警视图中将显示一条消息指示该 CPU 不可信，并提供一个错误代码。

此时，需在 HMI 设备上将该 PLC 通信证书标记为“可信”。

根据 HMI 设备类型，执行以下操作步骤。

第二代精简面板

1. 在 Start Center 中，选择“Settings > Internet Settings > Certificate store”。
2. 在“Available certificates in Device”列表中，选择该 CPU 的 PLC 通信证书。
3. 按下“Trust”。
4. 重新启动 HMI 运行系统软件。

Unified 系列精智面板

1. 打开“控制面板”(Control Panel)。
2. 选择“Security > Certificates”。
3. 在“Certificate store”选择列表中，选择条目“Other Certificates”。
4. 在“Other certificates”列表中，选择该 CPU 的 PLC 通信证书。

5. 按下“Trust”。
6. 重新启动 HMI 运行系统软件。

精智面板，第二代移动面板

1. 通过 Windows CE 桌面图标“My Device”，打开文件管理器。
2. 浏览到目录“\flash\simatic\SystemRoot\OMS\Untrusted”。该 CPU 的 PLC 通信证书位于该目录中。
3. 将该 CPU 的 PLC 通信证书复制到目录“\flash\simatic\SystemRoot\OMS\Trusted”中。
4. 重新启动 HMI 运行系统软件。

如果该 PLC 通信证书在 HMI 设备中的状态已标记为“可信”，则可建立 HMI 安全通信。更多信息，请参见 HMI 设备的操作说明。

3.6.4.6 在 TIA Portal 中使用传统的 PG/PC 通信

在 TIA Portal V17 及以上版本中，TIA Portal 支持与 S7-1200/S7-1500 CPU 固件版本 V4.5/V2.9 及以上版本自动进行“安全”通信。即，连接伙伴自动将各自的连接机制设置为所支持的最高安全连接方式。

仅在特定条件下（参见“兼容性相关信息（页 112）”），才会回退为原 PG/PC 通信方式，即“传统的 PG/PC 通信”。

如果 CPU 的通信性能较差，而高安全性会影响该 CPU 传输速率。此时可能无需采用较高安全性。

要求

- CPU 间未建立在线连接。
- 如果对 CPU 进行在线访问，则需禁用“仅支持 PG/PC 和 HMI 安全通信”(Only permit secure PG/PC and HMI communication) 选项（“连接机制”(Connection mechanisms) 区域中的 CPU 参数）。
- 通信伙伴位于受保护环境，如调试阶段。

设置传统的 PG/PC 通信

1. 在“在线”(Online) 菜单中, 选择命令“仅使用传统的 PG/PC 通信”(Use only Legacy PG/PC communication)。
2. 选择该菜单命令前的复选框。

结果: TIA Portal V17 以下版本均建立在线连接。

在会话期间, 该设置始终有效。项目打开时, “仅使用传统的 PG/PC 通信”(Use only Legacy PG/PC communication) 选项未设置。

启用“仅使用传统的 PG/PC 通信”(Use only Legacy PG/PC communication) 选项时的特性

- CPU 中保护机密 PLC 组态数据的密码无法在线指定、修改或删除。需要禁用“仅使用传统的 PG/PC 通信”(Use only Legacy PG/PC communication) 选项才能使用上述功能。
- 设置为仅支持 PG/PC 和 HMI 安全通信的 CPU 无法在线访问。

3.6.4.7 兼容性相关信息

下文中介绍了不同 TIA Portal 版本与不同 CPU 固件版本间的相互关系以及对 PG/HMI 连接类型的影响。

使用 TIA Portal V17 以下版本创建的项目

例如, 如果使用 TIA Portal V16 创建适用于 S7-1500 CPU (例如, 版本 V2.8) 的项目, 也可以将使用 TIA Portal V17 实现的相应组态下载到 S7-1500 CPU V2.9 中, 例如, 在备件方案中 - 与 S7-1500 CPU V2.8 上的组态具有相同的行为。

对于使用 TIA Portal V17 以下版本创建并传送到存储卡的项目, 在 S7-1500 CPU V2.9 中也可以正常运行。

但是, 使用 TIA Portal V17 及以上版本打开项目, 通过更换设备来更新 CPU 的固件版本, 并借此将其保存为固件版本为 V2.9 及以上版本的 CPU 后, 就会立即应用保护机密 PLC 组态数据的概念 (参见“有关保护机密 PLC 组态数据的实用信息 (页 68)”)。不可再使用低于 TIA Portal V17 的版本编辑该项目。

PG/HMI 和 CPU 的连接方式不同

如前几节所述，在 V17 及以上版本中，PG/HMI 设备与 CPU（最新版本）之间的安全 PG/HMI 连接的优势在于采用标准化通信程序 TLS（传输层安全）。

可以选择将 V2.9 CPU 连接到装有 TIA Portal V17 或更高版本的最新编程设备，此外，还可以连接到装有早期运行系统版本的 HMI 设备：设备会相应地自动调整其连接机制。为了能够更好地区分这两种连接机制，我们将先前的程序简称为“传统方式”（基于 S7 通信的升级版）。

概括地说（此处“PG”代表装有 TIA Portal 的编程设备）：

- PG/HMI 和 CPU 随 V17（或后续版本）提供：使用 TLS 程序。
- PG/HMI 的版本为旧版本 (< V17)：使用传统方式 - 前提是已取消激活 CPU 属性中的选项“仅允许 PG/PC 和 HMI 间安全通信”(Only allow secure PG/PC and HMI communication)。
- CPU 随 V17（或更高版本）提供，连接的多个 PG/HMI 来自 V17（或更高版本）和以前的版本：使用 TLS + 传统方式 - 前提是已取消激活 CPU 属性中的选项“仅允许 PG/PC 和 HMI 间安全通信”(Only allow secure PG/PC and HMI communication)。

当 CPU 状态改变时

如果 CPU 状态因 PG/HMI 间安全通信相关事件而发生改变，则诊断缓冲区会向用户提供相关信息。

示例：

- 成功下载包含已组态密码的组态后，诊断缓冲区将报告 CPU 正在从配置阶段切换为安全模式（TLS 程序）。
- 已将装有 TIA Portal V17 的 PG 连接到 CPU V2.9。将自动建立 PG/HMI 间安全通信（TLS 程序）。

3.7 SNMP

3.7.1 禁用 SNMP

网络管理协议 SNMP（简单网络管理协议），采用多种服务和工具对网络拓扑机构进行检测和诊断。

有关 S7-1500 CPU 和 S7-1200 CPU 可接收的 SNMP 请求，请参见“常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/79993228>)”。

在 SNMP 中，采用传输协议 UDP。SNMP 可识别两种网络组件：SNMP 管理器和 SNMP 客户端。SNMP 管理器用于对网络节点进行监视；SNMP 客户端则收集各个网络节点的各种网络特定信息，并以结构化的形式存储在 MIB（管理信息库）中。各种服务和工具将基于这些数据详细的网络诊断。

在某些特定条件下，需要禁用 SNMP。示例：

- 网络中的安全规则不允许使用 SNMP。
- 用户可使用自己的通信指令，定制相应的 SNMP 解决方案。

如果禁用设备的 SNMP 功能，则无法再使用网络拓扑的各种诊断选项（例如，在 PRONETA 工具或 CPU 的 Web 服务器中）。

禁用 SNMP

要禁用 S7 1500 CPU 中某个集成接口的 SNMP 功能，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中，创建一个包含数据记录 B071H 结构的数据块。

– 下表列出了数据记录 B071H 的结构：

字节	元素	代码	说明
0 到 1	块 ID	F003H	标头 该数据记录的长度从字节 4“版本”开始计算。
2 到 3	块长度	8	
4	版本	01 H	
5	子版本	00 H	
6 到 7	预留	-	-
8 到 11	SNMP 控制器	禁用/启用 SNMP	如果要禁用 SNMP，请输入 值 0。 如果要启用 SNMP，请输入 值 1。

2. 通过 WRREC 指令，可将启动 OB (OB100) 中的数据记录 B071H 传送到 CPU 中。
并将 CPU 中集成的接口作为硬件 ID。

3.7.2 示例：禁用 CPU 1516-3 PN/DP 的 SNMP 功能

任务

如果网络中的安全规则不允许使用 SNMP，则需禁用 CPU 1516-3 PN/DP 的 SNMP 功能。

要求

- CPU 1516-3 PN/DP，固件版本 V2.0
- STEP 7 V14 及以上版本

解决方法

首先，创建一个包含数据记录 B071H 结构的数据块。下图显示了数据块“Deactivate SNMP”。数据块“Deactivate SNMP”中不仅包含数据记录 B071H，还包含用于传输该数据记录的其它变量。变量“snmp_deactivate”用于触发 WRREC 作业。该变量应放置在保持性存储区中，以便启动 OB (OB100) 也可使用该值。

Deactivate SNMP								
	Name	Data type	Start value	R...	A...	W...	V...	Comment
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	snmp_deactivate	Bool	TRUE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tag for deactivation
3	snmp_record	Struct		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Data record 16#B071
4	BlockID	UInt	16#F003	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	BlockLenght	UInt	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Version	USInt	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Subversion	USInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Reserved	UInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	SNMPControl	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	snmp_done	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	snmp_error	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	snmp_status	DWord	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

图 3-36 示例：禁用 SNMP 的数据块

通过 WRREC 指令（写数据记录），可将启动 OB (OB100) 中的数据记录 B071H 传送到 CPU 1516-3 PN/DP 中。

在以下程序代码中，在 REPEAT UNTIL 循环中使用 WRREC 指令传输数据记录 B071H。

```

ORGANIZATION_BLOCK "Startup"
TITLE = "Complete Restart"
{ S7_Optimized_Access := 'TRUE' }
VERSION : 0.1
BEGIN
  REPEAT
    "WRREC_DB_1"
    (REQ := "Deactivate SNMP".snmp_deactivate,
     //Transfer data record
     INDEX:=16#B071,
     //Data record number for SNMP deactivation
     ID:"Local~PROFINET_interface_1",
     //any integrated PROFINET Interface
     DONE => "Deactivate SNMP".snmp_done,
     ERROR => "Deactivate SNMP".snmp_error,
     STATUS => "Deactivate SNMP".snmp_status,
     RECORD := "Deactivate SNMP".snmp_record)
     //Data record
  UNTIL "Deactivate SNMP".snmp_done OR "Deactivate
SNMP".snmp_error
  END_REPEAT;
END_ORGANIZATION_BLOCK
    
```

使用程序代码

有关完整的程序代码，请访问[这里](#)。

要在项目中用于该程序代码，请按以下步骤操作：

1. 使用快捷键 Ctrl+A 和 Ctrl+C，将完整的程序代码复制到剪贴板中。
2. 打开文本编辑器（如，“Editor”）。
3. 使用快捷键 Ctrl+V，将剪贴板中的内容粘贴到文本编辑器中。
4. 将文档另存为 scl 文件，如 SNMP_DEACT.scl。
5. 在 STEP 7 中打开项目。
6. 将该 scl 文件作为外部资源导入。
有关导入外部源文件的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。
7. 生成启动 OB 和数据块。（右键单击该 scl 文件，选择快捷菜单：“从源生成块”(Generate blocks from source)）

重新启用 SNMP

只需对以上程序代码进行少量改动，即可启用 SNMP。

在用户程序中，将变量 "Deactivate SNMP".snmp_record.SNMPControl 的值赋值为“1”：
`"Deactivate SNMP".snmp_record.SNMPControl := 1;`

SNMP 将在 CPU 下一次启动时重新启用。

PG 通信

特性

使用 PG 进行通信时，CPU 或其它具备通信功能的模块可在工程师站进行数据交换（例如，PG、PC）。可以通过 PROFIBUS 和 PROFINET 子网进行数据交换。此外，还支持 S7 子网之间的网关。

PG 通信具有装载程序和组态数据、运行测试以及评估诊断信息所需的功能。这些功能集成在具有通信功能的模块的操作系统中。

说明

自 TIA Portal 版本 V17 起，支持将 TLC（传输层安全）协议用于 PG/HMI 间通信，以确保采用标准化安全机制的 PG/PC 与 CPU 之间数据交换的安全性。

有关详细信息，请参见以下章节：

- 安全通信要求 (页 65)
 - PG/HMI 间安全通信 (页 102)
-

要求

- 编程设备/PC 与具有通信功能的模块进行物理连接。
- 如果需要通过 S7 路由来访问具有通信功能的模块，则必须在参与的站（S7 路由器和端点）中装载硬件组态。

在线连接步骤

若要实现编程设备通信，必须建立与 CPU 的在线连接：

1. 在 STEP 7 的项目树中选择 CPU。
2. 选择“在线 > 转至在线”(Online > Go online) 菜单命令。

3. 在“转至在线”(Go online) 对话框中，针对在线连接进行以下设置：
 - 在“编程设备/PC 接口类型”(Type of PG/PC interface) 下拉列表中，选择接口类型（如 PN/IE）。
 - 在“PG/PC 接口”(PG/PC interface) 下拉列表中，选择待建立在线连接的 PG/PC 接口（如，工业以太网卡）。
 - 从“连接到接口/子网”(Connection to interface/subnet) 下拉列表，选择用于将编程设备/PC 物理连接的接口或 S7 子网。
 - 如果可以通过 S7 路由器（网关）访问具有通信功能的模块，请从“第一网关”(1st gateway) 下拉列表选择用于连接相关子网的 S7 路由器。

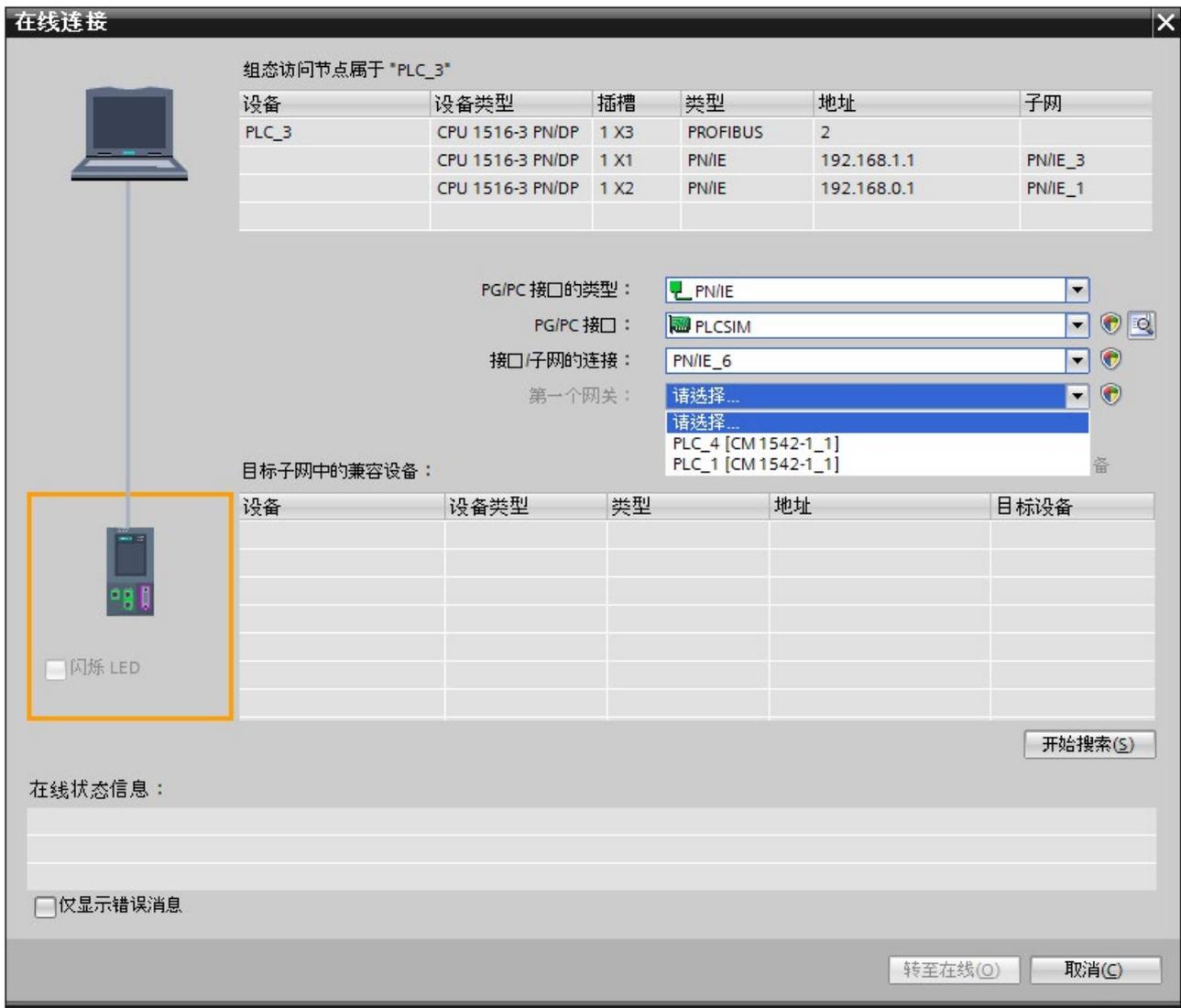


图 4-1 建立 PG 通信

4. 单击“开始搜索”(Start search)。

PG 通信可寻址的所有设备随后都将显示在表格“目标子网中的兼容设备”(Compatible devices in target subnet) 中。

5. 在表格“目标子网中的兼容设备”(Compatible devices in the target subnet) 中，选择相应的 CPU，并通过“转至在线”(Go online) 进行确认。

更多信息

有关“转至在线”(Go online) 的信息，请参见 STEP 7 的在线帮助。

HMI 通信

特性

基于 HMI 通信，CPU 可通过 PROFINET 或 PROFIBUS DP 接口与一个或多个 HMI 设备（如，HMI 精简面板/精智面板/移动面板）进行数据交换，进行操作员监控。通过 HMI 连接进行数据交换。

如果要设置与 CPU 之间的多个 HMI 连接，可使用：

- CPU 的 PROFINET 和 PROFIBUS DP 接口
- 带相关接口的 CP 和 CM

说明

自 TIA Portal 版本 V17 起，支持将 TLC（传输层安全）协议用于 PG/HMI 间通信，以确保采用标准化安全机制的 PG/PC 与 CPU 之间数据交换的安全性。

有关详细信息，请参见以下章节：

- 安全通信要求 (页 65)
 - PG/HMI 间安全通信 (页 102)
-

建立 HMI 通信的操作步骤

拖放标签时，例如，将标签从全局数据块中拖入 HMI 画面或 HMI 标签表时，STEP 7 会自动建立 HMI 连接。此外，也可手动建立 HMI 连接。

要建立 HMI 连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7“设备与网络”(Devices & networks) 编辑器的网络视图中，可以在 CPU 的当前组态中组态 HMI 设备。
2. 选择“连接”(Connections) 按钮，并从下拉列表中选择“HMI 连接”(HMI connection)。
3. 在连接的断点（HMI 设备和 CPU）之间拖出一条线。端点将使用颜色突出显示。如果所需的 S7 子网尚不存在，则系统将自动创建。

4. 在“连接”(Connections) 选项卡中，选择 HMI 连接所在的行。

在“属性”(Properties) 选项卡的“常规”(General) 区域中，将显示 HMI 连接的属性，其中一些属性可以更改。

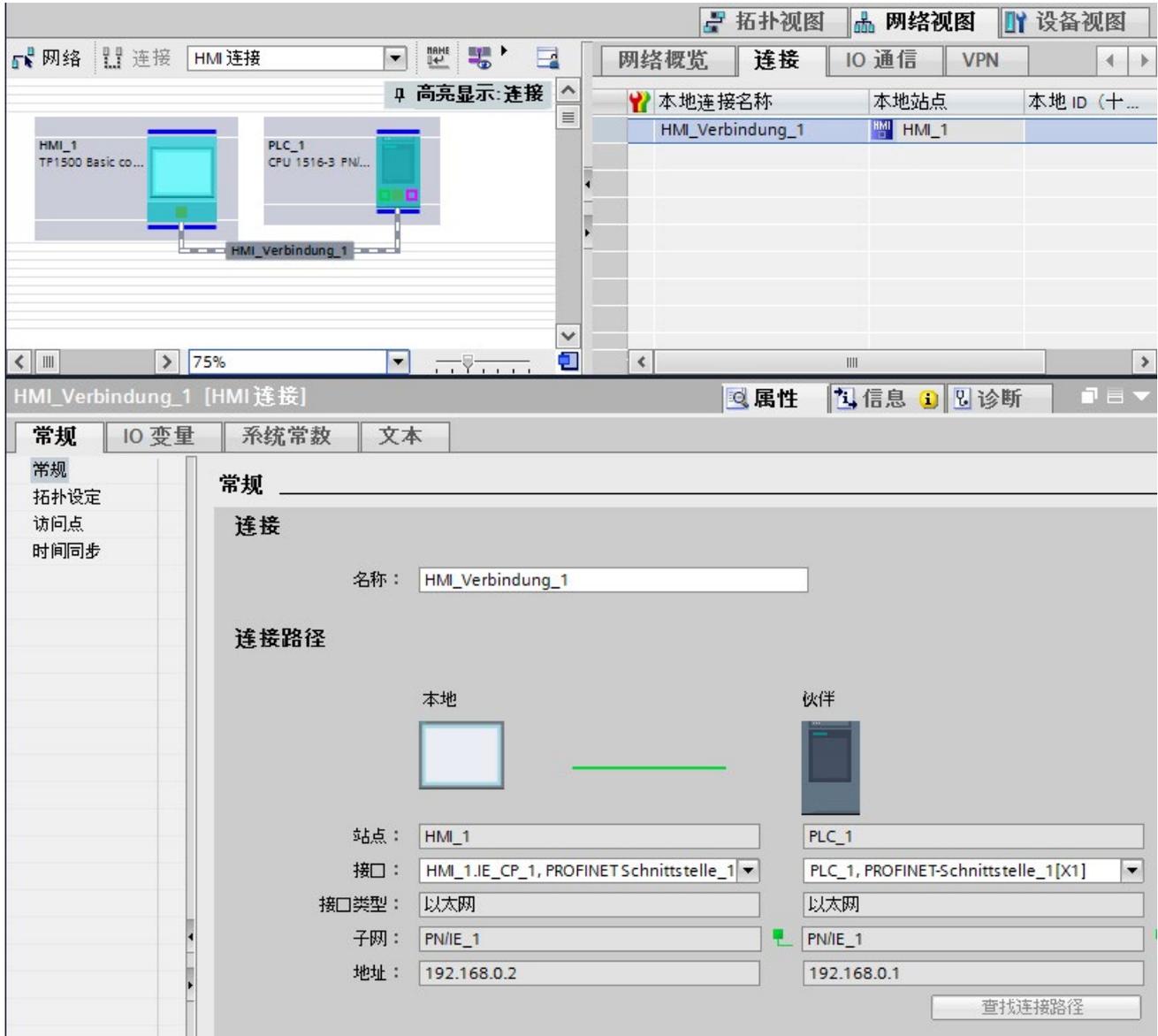


图 5-1 建立 HMI 通信

- 5. 将硬件配置下载到 CPU。
- 6. 将硬件配置下载到 HMI 设备。

更多信息

有关 HMI 的 S7 路由的信息，请参见“S7 路由 (页 407)”部分。

有关设置 HMI 连接的信息，请参见 STEP 7 的在线帮助。

开放式用户通信

6.1 开放式用户通信概述

开放式用户通信的特性

通过开放式用户通信（也称为“开放式通信”），CPU 可以与具有通信功能的其它模块进行数据交换。开放式用户通信具有以下功能及特性：

- 开放式标准（通信伙伴可以是两个 SIMATIC CPU，也可以是 SIMATIC CPU 和适当的第三方设备）。
- 通过各种协议（在 STEP 7 中称为“连接类型”）进行通信
- 可传输的数据结构上具有高度灵活性。因此，通信设备只要支持这些连接类型，都可以进行开放式数据交换。
- 安全通信：要保护自动化系统的安全，可通过“开放式用户通信”进行安全数据交换。使用“开放式用户安全通信”时，将对发送的数据进行签名并加密，另请参见“开放式用户安全通信 (页 79)”。
- 开放式用户通信适用于各种自动化系统中，具体参见相应手册中的技术规范。

示例：

- CPU 的以太网接口（S7-1500、ET 200SP CPU、S7-1500 软件控制器、CPU 1513/1516pro 2 PN）
- 通信模块的以太网接口（例如 CP 1543-1、CM 1542-1、CP 1543SP-1）

有关“开放式用户安全通信”的信息，请参见“安全通信 (页 41)”部分。

有关 S7-1500R/H 的信息

有关与 S7-1500R/H 冗余系统进行开放式用户通信的信息，请参见“与冗余系统 S7-1500R/H 进行通信 (页 441)”部分。

6.2 开放式用户通信协议

开放式用户通信协议

以下协议适用于开放式通信：

表格 6-1 开放式通信的传输协议

传输协议	所用接口
TCP, 符合 RFC 793 标准	PROFINET/工业以太网
ISO-on-TCP, 符合 RFC 1006 (Class 4) 标准	PROFINET/工业以太网
ISO, 符合 ISO/IEC 8073 标准	工业以太网 (仅 CP 1543-1)
UDP, 符合 RFC 768 标准	PROFINET/工业以太网
FDL	PROFIBUS

表格 6-2 开放式通信的应用协议

应用协议	所用传输协议
Modbus TCP	TCP, 符合 RFC 793 标准
电子邮件	TCP, 符合 RFC 793 标准
FTP	TCP, 符合 RFC 793 标准

TCP、ISO-on-TCP、ISO、UDP

在进行数据传输之前，这些协议（UDP 除外）首先会建立与通信伙伴的传输连接。如需防止数据丢失，则可使用面向连接的协议。

采用 UDP 协议时，可以：

- 通过 CPU 的 PROFINET 接口或 CP 1543-1 的工业以太网接口，向 PROFINET 上的一个设备进行单播或向所有设备进行广播。
- 通过 CPU* 的 PROFINET 接口或 CP 1543-1 的 PROFINET/工业以太网接口向多播组的所有接收方进行多播。

* CPU 固件版本 V2.0 及以上版本，PROFINET 接口最多支持 5 个多播组

最大用户数据长度：有关支持的最大用户数据长度，请参见相应设备手册的技术规范。

通过 PROFIBUS 进行通信的协议：FDL

通过 FDL 连接（现场总线数据链路）的数据传输适用于将相关数据块传送到 PROFIBUS 通信伙伴。这些通信伙伴基于符合 EN 50170 标准（第 2 卷）的 FDL 服务 SDA（需要确认的数据发送）对数据进行发送及接收。两个伙伴具有同样的权限；即，每个伙伴都可进行基于事件的发送和接收操作。

基于符合 EN 50170（第 2 卷）标准的 FDL 服务 SDN（无需确认的数据发送）时，可通过 FDL 执行以下操作：

- 通过 CM 1542-5 的 PROFIBUS 接口，向 PROFIBUS 上的所有设备进行广播
- 通过 CM 1542-5 的 PROFIBUS 接口，向一个多播组中的所有接收方进行多播

Modbus TCP

Modbus 协议是一种基于主站/从站架构的通信协议，采用线形拓扑结构。在 Modbus TCP（传输控制协议）中，数据作为 TCP/IP 数据包进行传输。

只有用户程序中的相关指令才能对通信进行控制。

电子邮件和 FTP

例如，可使用邮件来发送数据块内容的附件（如过程数据）。

可以使用 FTP 连接（FTP = 文件传输协议）与 S7 设备之间双向传输文件。

通信由客户端用户程序中的指令控制。

应用示例：SIMATIC S7-1500 CPU 的 MQTT 发布方

“消息队列遥测传输” (MQTT) 是一种 TCP/IP 层级的简单通信协议。该协议适用于在功能较少的设备间进行消息交换，以及通过非可靠网络进行数据传输。

在本应用示例中，通过一个函数块在 SIMATIC S7-1500 中实施 MQTT 协议。

有关该应用示例，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109772284>)。

用于 SYSLOG 消息的块库

Syslog 是 UDP/IP 级别的简单结构化二进制配置文件。支持应用向 Syslog 服务器发送消息、警告或错误状态。Syslog 主要用于进行计算机系统管理和安全监视，并已成为协议领域的标准。

“LSyslog”库为用户提供了在 S7-1500 中使用 Syslog 协议的解决方案。除了该库之外，还提供了一个应用示例，向用户展示如何在控制器中生成 Syslog 消息并将它们发送到 Syslog 服务器。

有关块库“LSyslog”和相关应用示例，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/51929235>)。

6.3 开放式用户通信的指令

简介

通过以下方式，可基于相应的连接（如，TCP 连接）建立开放式用户通信：

- 通过编程通信伙伴的用户程序
- 通过在 STEP 7 的硬件和网络编辑器中组态连接

无论是通过编程建立连接还是通过组态建立连接，都需要在通信双方的用户程序中使用相应的指令发送和接收数据。

通过用户程序建立连接

如果通过编程建立连接，则需在用户程序中使用相应的指令建立和终止连接。

在某些应用领域中，与通过硬件配置建立通信连接相比，通过用户程序静态建立通信连接的优势更为明显。必要时，只需一个特定的应用程序指令即可建立连接。如果选择通过编程建立连接，则将在数据传输结束后还将释放连接资源。

每个通信连接中都需要一个数据结构，用于保存建立连接的参数（例如，TCP 中的系统数据类型“TCON_IP_v4”）。

系统数据类型 (SDT) 由系统提供，这种数据类型预定义的结构不能更改。

各个协议都有自己的数据结构（见下表）。这些参数将保存在系统数据类型（如，TCON_IP_v4）的数据块中（“连接描述 DB”）。

可通过以下两种方式创建带该数据结构的数据块：

- 建议：在对 TSEND_C、TRCV_C 和 TCON 指令的连接进行参数分配期间，在程序编辑器中的属性中自动创建数据块。
- 手动创建这种数据块，进行参数分配并直接写入指令中进行以下连接时所需：
 - OUC 安全连接
 - 通过 DNS 进行连接
 - 电子邮件
 - FTP

可以在“连接描述 DB”中修改连接的参数。

该常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58875807>)介绍了如何编程 TCON 指令来建立连接，实现两个 S7-1500 CPU 之间的开放式用户通信。

6.3 开放式用户通信的指令

通过编程建立连接时的协议、系统数据类型和可用指令

下表列出了开放式用户通信的通信协议以及相对应的系统数据类型和指令。

表格 6-3 通过编程建立连接的指令

协议	系统数据类型	指令
TCP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_QDN • TCON_IP_v4 	建立连接并通过以下指令收/发数据： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C 或
ISO-on-TCP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_RFC 	<ul style="list-style-type: none"> • TCON, TSEND/TRCV 或
ISO, 符合 ISO/IEC 8073 (Class 4) 标准	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_ISOative¹ • TCON_Configured 	<ul style="list-style-type: none"> • TCON, TUSEND/TURCV (可通过 TDISCON 终止连接)
UDP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_v4 • TADDR_Param • TADDR_SEND_QDN • TADDR_RCV_IP 	建立连接并通过以下指令收/发数据： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TUSEND/TURCV/TRCV (可通过 TDISCON 终止连接)
FDL ¹	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_FDL 	建立连接并通过以下指令收/发数据： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C 或 • TCON, TSEND/TRCV 或 • TCON, TUSEND/TURCV (可通过 TDISCON 终止连接)
Modbus TCP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_v4 • TCON_QDN • TCON_Configured 	<ul style="list-style-type: none"> • MB_CLIENT • MB_SERVER

协议	系统数据类型	指令
电子邮件	<ul style="list-style-type: none"> • TMAIL_v4 • TMAIL_v6 • TMAIL_FQDN 	<ul style="list-style-type: none"> • TMAIL_C
FTP ²	<ul style="list-style-type: none"> • FTP_CONNECT_IPV4³ • FTP_CONNECT_IPV6³ • FTP_CONNECT_NAME³ 	<ul style="list-style-type: none"> • FTP_CMD

¹ 此协议仅适用于 CM 1542-5

² 此协议仅适用于 CP 1543-1

³ 用户自定义数据类型

下表列出了开放式用户安全通信的各种不同连接方式以及相对应的系统数据类型和指令。

OUC 安全连接	系统数据类型	指令
S7-1500 CPU 作为 TLS 客户端时，与第三方 PLC (TLS 服务器) 进行 TCP 安全连接 S7-1500 CPU 作为 TLS 服务器时，与第三方 PLC (TLS 客户端) 进行 TCP 安全连接	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_QDN_SEC 	<ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TCON、TSEND/TRCV
在两个 S7-1500 站之建立 TCP 安全连接	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_V4_SEC¹ 	
与邮件服务器建立安全连接 ²	<ul style="list-style-type: none"> • TMAIL_V4_SEC • TMAIL_QDN_SEC 	<ul style="list-style-type: none"> • TMAIL_C (V5.0 或更高版本)
建立 Modbus TCP 安全连接	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_V4_SEC¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • MB_Client
	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_QDN_SEC 	<ul style="list-style-type: none"> • MB_Server

¹ 同样适用于 CP 1543-1

² CP1543-1 也可使用 TMAIL_C (V4.0) 与邮件服务器建立安全连接

通过连接组态建立连接

通过连接组态建立连接时，需要在 STEP 7 的硬件和网络编辑器中指定连接的地址参数。

6.3 开放式用户通信的指令

数据发送和接收指令与通过编程建立连接的相同：

表格 6-4 通过组态建立连接的发送/接收指令

协议	通过组态建立连接的数据发送/接收
支持的指令：	
TCP	通过以下指令发送/接收数据：
ISO-on-TCP	• TSEND_C/TRCV_C 或
ISO, 符合 ISO/IEC 8073 (Class 4) 标准	• TSEND/TRCV 或 • TUSEND/TURCV
UDP	通过以下指令发送/接收数据：
	• TSEND_C/TRCV_C 或 • TUSEND/TURCV
FDL	通过以下指令发送/接收数据：
	• TSEND_C/TRCV_C 或 • TSEND/TRCV 或 • TUSEND/TURCV
Modbus TCP	不支持
电子邮件	不支持
FTP	不支持

开放式通信的其它指令

通过用户程序中建立的连接以及通过组态建立的连接，可使用以下指令：

- T_RESET: 终止和建立连接
- T_DIAG: 检查连接

开放式用户通信的基本示例

有关快速处理开放式用户通信指令的各种函数块 (FB)， 敬请访问西门子在线支持。相关函数块及其示例， 敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109747710>)。

更多信息

STEP 7 在线帮助中介绍了：

- 用户数据类型和系统数据类型
- 开放式通信的指令
- 连接参数

有关连接资源的分配和释放的信息，请参见“连接资源的分配 (页 429)”部分。

参见

开放式用户安全通信 (页 79)

6.4 通过域名进行寻址的开放式用户通信

自固件版本 V2.0 起，S7-1500 CPU、ET 200SP CPU 和 CPU 1513/1516pro-2 PN 支持通过域名系统 (DNS) 寻址的开放式用户通信。CPU 中集成有 DNS 客户端。在通过 DNS 进行通信的情况下，可使用域名作为 IP 地址的别名来对通信伙伴进行寻址。对于通过 TCP 和 UDP 进行的开放式通信，可通过域名对通信伙伴进行寻址。

通过 DNS 进行通信时，要求网络中必须存在至少一台 DNS 服务器。

对于分配给 S7-1500 软件控制器的所有接口，该款软件控制器支持通过 DNS 进行通信。

通过 DNS 建立通信

CPU 的 DNS 客户端需至少确定一个 DNS 服务器的 IPv4 地址，才能确保 CPU 可通过其域名与通信伙伴建立连接。CPU 最多支持 4 个不同的 DNS 服务器。

要通过域名建立 S7-1500 CPU 通信，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图选择 CPU。
2. 在巡视窗口中，导航至“属性 > 常规 > 高级组态 > DNS 组态”(Properties > General > Advanced configuration > DNS configuration)。
3. 在表格“服务器列表”(Server list) 的“DNS 服务器地址”(DNS server addresses) 列中，输入 DNS 服务器的 IPv4 地址。
最多可输入 4 个 DNS 服务器的 IPv4 地址。



图 6-1 输入 DNS 服务器地址（以 CPU 1516-3 PN/DP 为例）

通过通信伙伴的域名建立 TCP 连接。

要通过域名进行 TCP 通信，需要手动创建 TCON_QDN 系统数据类型的数据块，然后分配相应参数并在指令中直接调用该数据块。TCON、TSEND_C 和 TRCV_C 指令支持系统数据类型 TCON QDN：

要通过通信伙伴的域名建立 TCP 连接，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个 TCON_QDN 数据类型的变量。

在以下示例中，显示了一个全局数据块“Data_block_1”。其中，定义了数据类型 TCON_QDN 的变量“DNS Connection1”。

Data_block_1				
	Name	Datentyp	Startwert	Kommentar
1	Static			
2	DNS Connection1	TCON_QDN		
3	Interfaceld	HW_ANY	0	not relevant
4	ID	CONN_OUC	16#0	connection reference / identifier
5	ConnectionType	Byte	16#0B	type of connection: 16#0B=11=TCP/IP, 16#13=19=UDP
6	ActiveEstablished	Bool	false	active/passive connection establishment
7	RemoteQDN	String[254]	"	fully or partially qualified domain name of remote partner
8	RemotePort	UInt	0	remote UDP / TCP port number
9	LocalPort	UInt	0	local UDP / TCP port number

图 6-2 数据类型 TCON_QDN

3. 在数据类型为 TCON_QDN 的变量中，编程 TCP 连接（如，全限定的域名 (FQDN)）的参数。

6.4 通过域名进行寻址的开放式用户通信

- 4. 在程序编辑器中，创建一个 TCON 指令。
- 5. 将 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_QDN 数据类型的变量进行互连。

在以下示例中，TCON 指令的 CONNECT 参数已与变量“DNS connection1”（数据类型 TCON_QDN）互连。

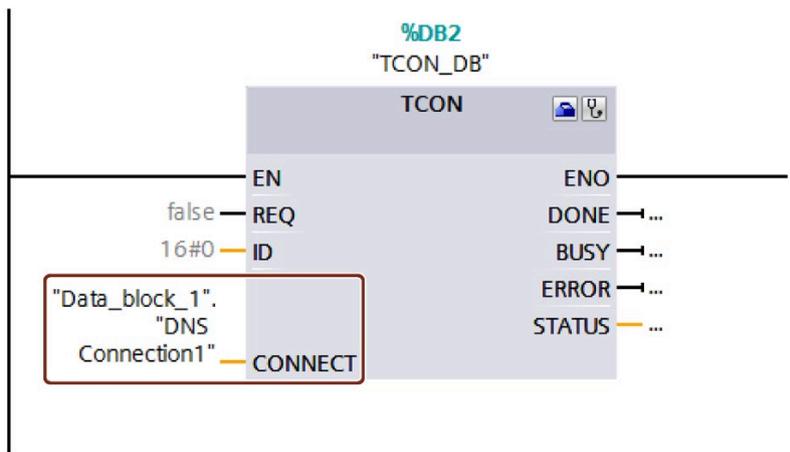


图 6-3 TCON 指令

基于通信伙伴的域名对 UDP 连接进行寻址

对于 S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及以上版本，通过 UDP 发送数据时，可通过全限定域名 (FQDN) 进行寻址。使用参数 ADDR 中的指令 TUSEND 时，可引用 TADDR_SEND_QDN 类型的结构。

接收方可返回 IPv4 地址或 IPv6 地址。使用参数 ADDR 中的指令 TURCV 时，可引用 TADDR_RCV_IP 类型的结构。只有这种结构才能包含两种 IP 地址类型。

说明

网路负载

与 TCP 协议不同，UDP 通信协议不是面向连接的。在块参数 REQ 的每个跳变沿，TUSEND 或 TURCV 命令都会执行一次 DNS 服务器查询。这将导致网络负载或 DNS 服务器上的负载过高。

更多信息

有关系统数据类型 TCON_QDN、TADDR_SEND_QDN 和 TADDR_RCV_IP 的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

有关基于通信伙伴的域名建立 TCP 安全连接的信息，请参见“开放式用户安全通信 (页 79)”部分。

6.5 通过 TCP、ISO-on-TCP、UDP 和 ISO 建立开放式用户通信

组态 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令的连接

要求：已在程序编辑器中，创建了 TSEND_C、TRCV_C 或 TCON 指令。

1. 在程序编辑器中，选择开放式用户通信的 TCON、TSEND_C 或 TRCV_C 块。
2. 在巡视窗口中，打开“属性 > 组态”(Properties > Configuration) 选项卡。
3. 选择“连接参数”(Connection parameters) 组。在选择连接伙伴之前，只显示伙伴端点的空下拉列表。其它所有输入选项均禁用。

同时显示一些已知的连接参数：

- 本地端点的名称
- 本地端点的接口
- 本地端点的 IPv4 地址

6.5 通过 TCP、ISO-on-TCP、UDP 和 ISO 建立开放式用户通信

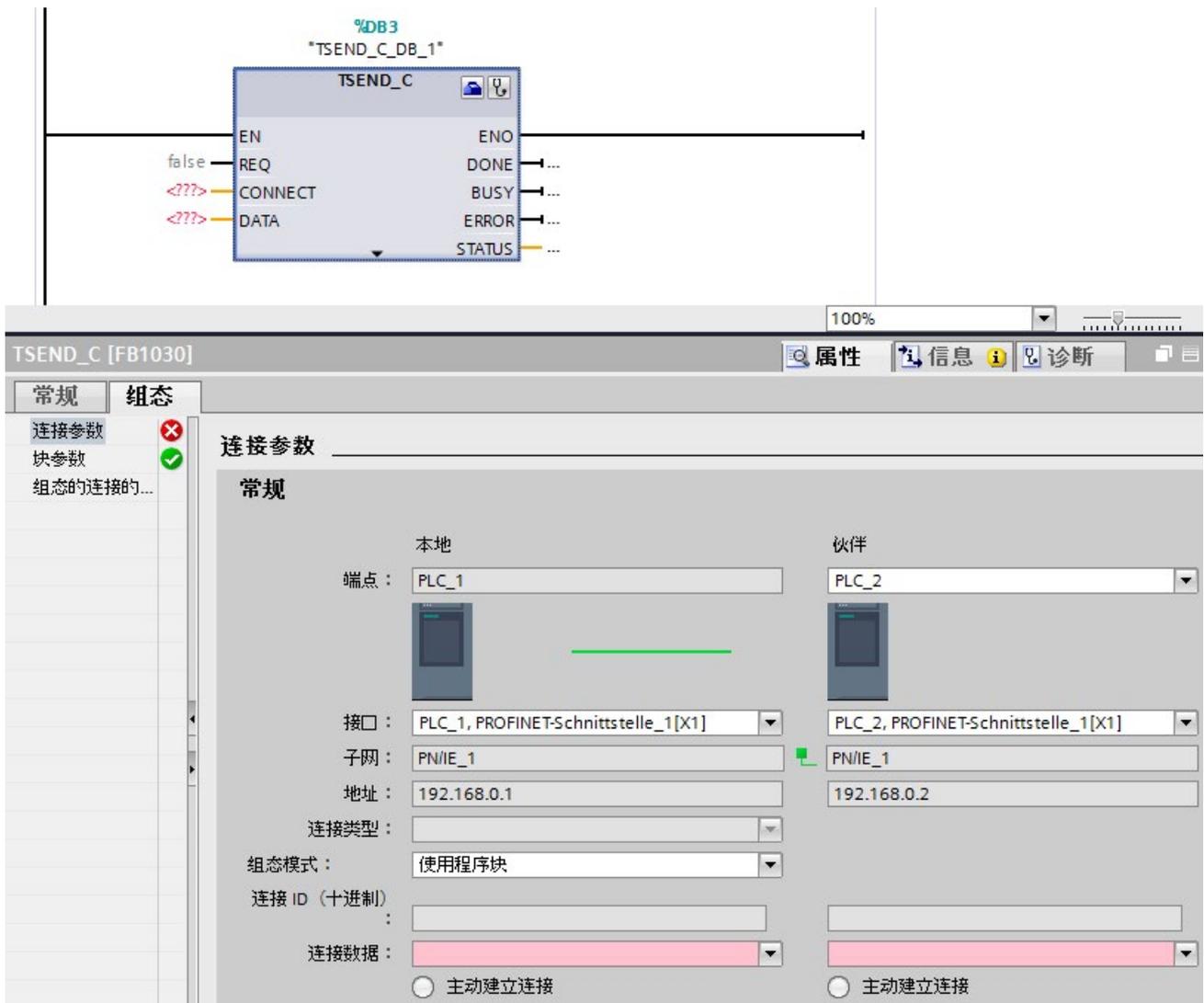


图 6-4 TSEND_C 的连接参数

- 4. 从伙伴端点的下拉列表框中，选择一个连接伙伴。可以选择项目中未指定的设备或 CPU 作为通信伙伴。之后，系统将自动输入一些特定的连接参数。

用户需要设置以下参数：

- 伙伴端点的名称
- 伙伴端点的接口
- 伙伴端点的 IPv4 地址

如果连接伙伴已联网，则显示子网名称。

- 5. 在“组态类型”(Configuration type) 下拉列表中，选择使用程序块或使用组态的连接。

6. 在“连接数据”(Connection data) 下拉列表中选择现有连接描述 DB，或者对于已组态的连接，在“连接名称”(Connection name) 下选择现有连接。也可以新建连接描述 DB 或已组态的连接。之后，仍可以选择其它连接描述 DB 或已组态的连接，或者更改连接描述 DB 的名称，以创建新的数据块：
 - 也可以在所选 TCON、TSEND_C 或 TRCV_C 指令的 CONNECT 输入参数互连中查看所选的数据块。
 - 如果已使用 TCON、TSEND_C 或 TRCV_C 指令的 CONNECT 参数为连接伙伴指定了连接描述 DB，则可使用此 DB 或创建一个新 DB。
 - 如果编辑下拉列表中所显示的数据块的名称，则会生成一个新数据块用于该连接，新数据块使用更改的名称，但结构和内容不变。
 - 更改的数据块名称在通信伙伴系统中必须唯一。
 - 连接描述 DB 必须具有结构 TCON_Param、TCON_IP_v4 或 TCON_IP_RFC，具体取决于 CPU 类型和连接。
 - 无法为未指定的伙伴选择数据块。

在选择或创建连接描述 DB 或已组态的连接后确定并输入其它值。

以下适用于指定的连接伙伴：

- ISO-on-TCP 连接类型
- 默认值为 1 的连接 ID
- 由本地伙伴方创建的主动连接建立
- TSAP ID
对于 S7-1200/1500: E0.01.49.53.4F.6F.6E.54.43.50.2D.31

以下适用于未指定的连接伙伴：

- TCP 连接类型
- 伙伴端口 2000

以下适用于带有指定连接伙伴的已组态连接：

- TCP 连接类型
- 默认值为 257 的连接 ID
- 由本地伙伴方创建的主动连接建立
- 伙伴端口 2000

6.5 通过 TCP、ISO-on-TCP、UDP 和 ISO 建立开放式用户通信

以下适用于带有未指定连接伙伴的已组态连接：

- TCP 连接类型
- 本地端口 2000

7. 输入连接伙伴所需的连接 ID。不能为未指定的伙伴分配任何连接 ID。

说明

必须为已知连接伙伴的连接 ID 输入一个唯一值。连接参数的设置不会检查连接 ID 的唯一性。因此，在创建新连接时，不会输入连接 ID 的默认值。

8. 从相关的下拉列表中选择所需的连接类型。根据连接类型设定详细地址信息的默认值。可选择以下通信协议：

- TCP
- ISO-on-TCP
- UDP
- ISO（仅适用于组态模式“使用已组态的连接”(Use configured connection)）

可以编辑地址详细信息中的输入框。根据所选的协议，可以编辑端口（TCP 和 UDP）或 TSAP（ISO-on-TCP 和 ISO）。

9. 使用“主动连接建立”(Active connection establishment) 复选框来设置 TCP、ISO 和 ISO-on-TCP 的连接建立特性。用户可以决定主动建立连接的通信伙伴。

连接组态将立即检查更改后的值是否存在输入错误，然后将值输入连接描述数据块中。

说明

只有在将伙伴端点的程序段下载到硬件后，两个通信伙伴之间才能进行开放式用户通信。要实现功能完整的通信，应确保在设备上不仅装载了本地 CPU 的连接描述，而且还装载了伙伴 CPU 的连接描述。

组态 TSEND/TRCV 的连接

如果要在开放式通信中使用 TSEND/TRCV 指令，则需先组态一个连接（如，TCP 连接）。

要组态 TCP 连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & networks) 编辑器的网络视图中，组态通信伙伴。
2. 单击“连接”(Connections) 按钮，然后从下拉列表中选择“TCP 连接”(TCP connection) 连接类型。
3. 使用拖放操作，互连通信伙伴（通过接口或本地端点）。如果所需的 S7 子网尚不存在，则系统将自动创建。

还可以设置与未指定伙伴的连接。

4. 从网络视图中选择已创建的连接。
5. 在“属性”(Properties) 选项卡的“常规”(General) 区域中，设置连接的属性（例如，连接名称和将使用的通信伙伴接口）。

如果要连接一个未指定的伙伴，则需设置该伙伴的地址。

本地 ID（用户程序中的连接参考）位于“本地 ID”(Local ID) 区域中。

6. 在项目树中，选择用于 1 个 CPU 的“程序块”(Program blocks) 文件夹。双击文件夹，打开文件夹中的 OB1。将打开程序编辑器。
7. 从“指令”(Instructions) 任务卡中“通信”(Communication) 区域内的“开放式通信”(Open communication) 中，选择所需的指令（如 TSEND）并拖放到 OB1 中的程序段中。
8. 通过该指令的 ID 参数，指定要用于数据传输的已组态连接的本地 ID。
9. 互连 TSEND 指令的“DATA”参数和数据块中的用户数据。
10. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

按照以上步骤，通过接收指令 TRCV 建立与伙伴 CPU 的连接，并将下载到该 CPU 上。

使用 CP 1543-1 进行 ISO 连接时的注意事项

使用“ISO 连接”(ISO connection) 连接类型时，如果要通过 MAC 地址进行寻址，则需在 CP 的属性中选中复选框“使用 ISO 协议”(Use ISO protocol)。



图 6-5 选择 CP 1543-1 ISO 协议

更多信息

STEP 7 在线帮助介绍了：

- 开放式通信的指令
- 连接参数

该常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109479564>)介绍了指令 TSEND_C 和 TRCV_C 在 S7-1500 中的行为。

6.6 建立 FDL 通信

要求

- 组态软件：STEP 7 Professional V14
- 连接的端点：CPU S7-1500 固件版本 V2.0 或更高版本，带有通信模块 CM 1542-5 固件版本 V2.0

建立组态的 FDL 连接

要在 STEP 7 中建立组态的 FDL 连接，请按以下步骤操作：

1. 在程序编辑器中，创建一个 TSEND_C 指令。
2. 在巡视窗口中，选择该 TSEND_C 指令并转至“属性 > 常规 > 连接参数”(Properties > General > Connection parameters)。
3. 在端点下，选择伙伴端点。选择以下两个伙伴端点中的一个：
 - CPU S7-1500，带有 CM 1542-5
 - 未指定
4. 在“组态类型”(Configuration type) 中，选择“使用组态的连接”(Use configured connection)。
5. 在“连接类型”(Connection type) 中，选择“FDL”。
6. 在“接口”(Interface) 中，选择以下接口：
 - “本地”(Local)：CM 1542-5 的 PROFIBUS 接口
 - “指定的伙伴”(Specified partner)：CM 1542-5 的 PROFIBUS 接口
7. 在“连接数据”(Connection data) 中，选择“设置<新>”(setting <new>)。

下图显示了 STEP 7 中 FDL 连接的完整组态。

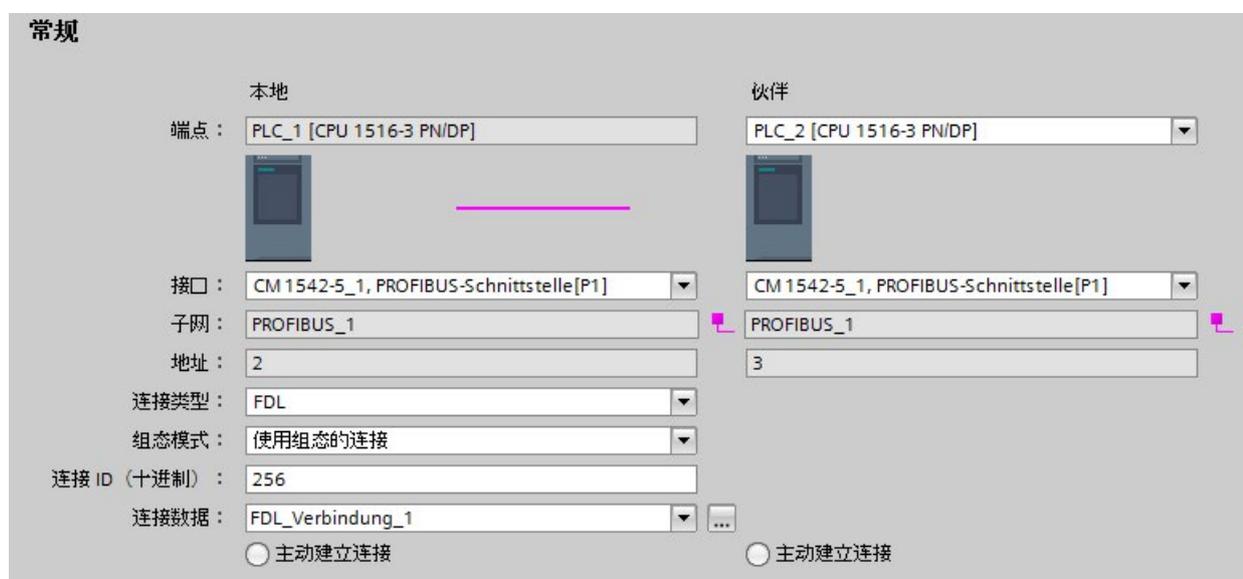


图 6-6 组态 FDL 连接

6.6 建立 FDL 通信

在用户程序中建立 FDL 连接

要通过 FDL 进行数据通信，在任何情况下都需要手动创建 TCON_FDL 系统数据类型的数据块、分配相应参数，并在指令中直接调用该数据块。请按以下步骤操作：

1. 在项目树中，创建一个全局数据块。
2. 在该全局数据块中，定义一个 TCON_FDL 数据类型的变量。

在以下示例中，显示了一个全局数据块“FDL_connection”。其中，变量“FDL_connection”的数据类型为 TCON_FDL。

FDL_connection										
	名称	数据类型	启动值	...	...	...	...	...	监控	注释
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	FDL_connection	TCON_FDL		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	InterfaceId	HW_ANY	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		HW identifier of PB interface submodule
4	ID	CONN_OUC	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		connection reference / identifier
5	ConnectionType	Byte	16#15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		type of connection: 21= FDL connection
6	ActiveEstablished	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		active/passive connection establishment
7	ServiceId	Byte	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		service id: 0 – default, 1 – SDA, 2 – SDN
8	RemotePBAddress	Byte	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		remote Profibus partner address
9	LocalPBAddress	Byte	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		local Profibus partner address
10	RemoteLSAP	Byte	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		remote PB link-layer service access point
11	LocalLSAP	Byte	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		local PB link-layer service access point

图 6-7 编程 FDL 连接

3. 在数据类型为 TCON_FDL 的变量中，编程 FDL 连接的参数（如，PROFIBUS 地址）。

4. 在程序编辑器中，创建一个 TCON 指令。
5. 将 TCON 指令的 CONNECT 参数与 TCON_FDL 数据类型的变量进行互连。

在以下示例中，TCON 指令的 CONNECT 参数已互连到变量“FDL_Connection”（数据类型 TCON_FDL）。

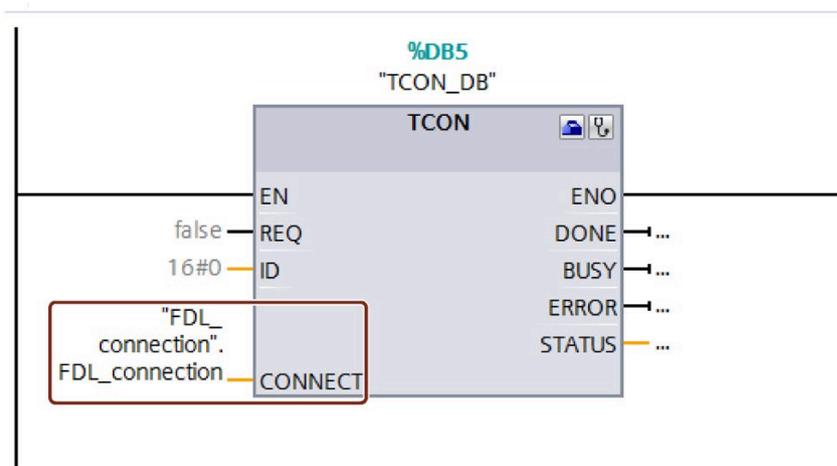


图 6-8 示例：FDL 连接的 TCON 指令

6.7 建立与 Modbus TCP 的通信

通过用户程序建立 Modbus TCP 连接

使用指令 MB_CLIENT 或 MB_SERVER，可以在程序编辑器中分配参数。

通过 Modbus TCP 建立通信的操作步骤

MB_CLIENT 指令作为 Modbus TCP 客户端通过 TCP 连接进行通信。通过该指令，可以在客户端和服务器之间建立连接、向服务器发送 Modbus 请求并接收相应的 Modbus 响应。通过该指令，还可控制 TCP 连接的设置。

MB_SERVER 指令作为 Modbus TCP 服务器通过 TCP 连接进行通信。该指令将处理 Modbus 客户端的连接请求、接收并处理 Modbus 请求并发送响应。也可用于控制 TCP 连接的设置。

要求：客户端可通过网络中的 IP 通信访问服务器。

1. 在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & Networks) 编辑器的网络视图中，组态带有 CPU 的 S7-1500 自动化系统。
2. 在项目树中，选择“程序块”(Program blocks) 文件夹。双击该文件夹，打开文件夹中的 OB1。将打开程序编辑器。
3. 从“指令”(Instructions) 任务卡中“通信”(Communication) 区域内的“其它”(Other) 中的“MODBUS TCP”，选择所需的指令（如 MB_CLIENT）并拖放到 OB1 的程序段中。

4. 分配 MB_CLIENT 或 MB_SERVER 指令的参数。请遵守以下规则：

必须为每个 MB_CLIENT 连接指定 IPv4 服务器地址。

每个 MB_CLIENT 或 MB_SERVER 连接都必须使用一个数据结构为 TCON_IP_v4、TCON_QDN 或 TCON_Configured 的唯一背景数据块。

每个连接都需要一个唯一的连接 ID。而且该连接 ID 与背景数据块组合成对，对于每个连接而言均唯一。

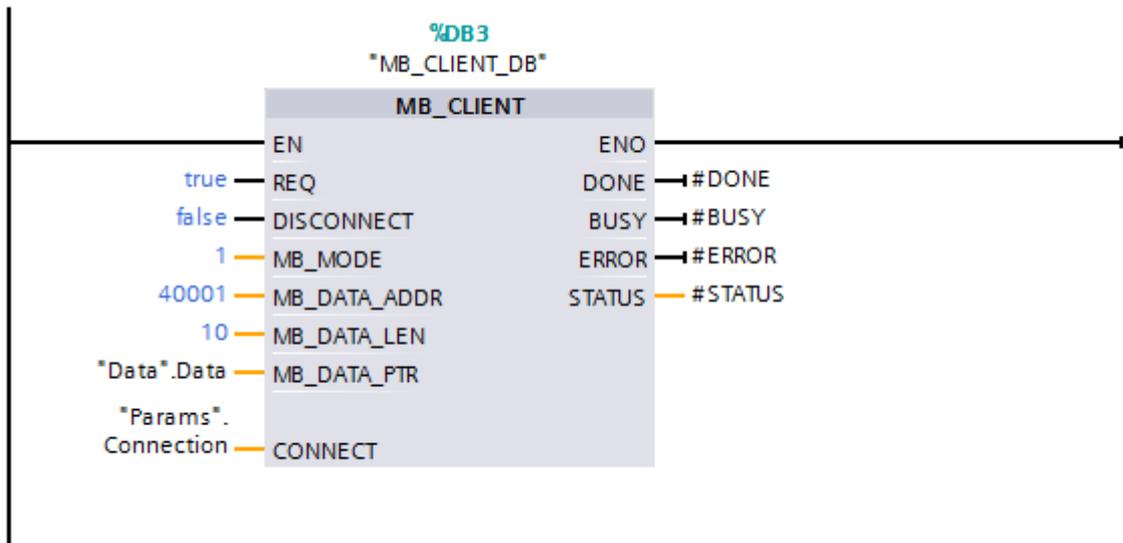


图 6-9 MB_CLIENT

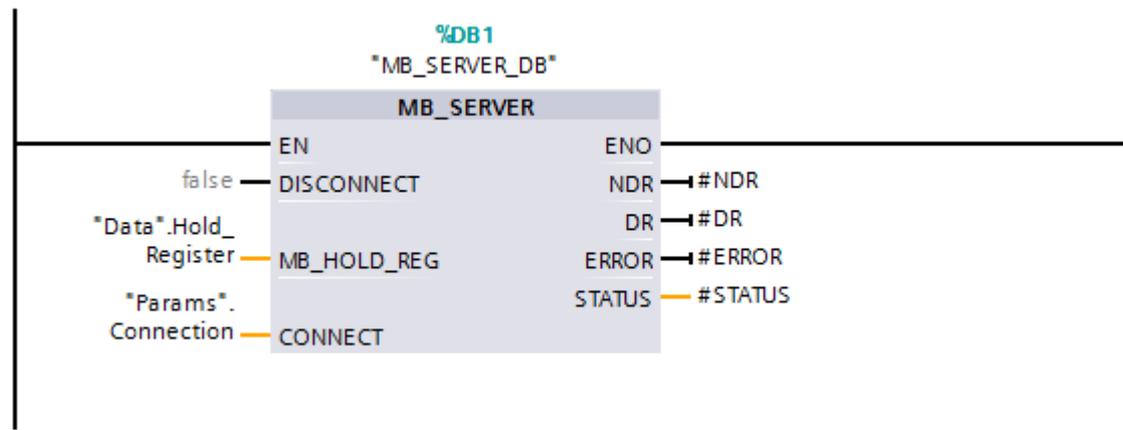


图 6-10 MB_SERVER

5. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

通过 Modbus TCP 进行冗余通信

使用 MB_RED_CLIENT 或 MB_RED_SERVER 指令基于 Modbus TCP 为冗余通信分配参数：

指令 MB_RED_CLIENT：可使用指令“MB_RED_CLIENT”在客户端和服务器之间建立冗余连接、发送 Modbus 请求、接收响应并控制 Modbus TCP 客户端的连接终止。

指令 MB_RED_SERVER：“MB_RED_SERVER”指令将处理 Modbus TCP 客户端的连接请求、接收并处理 Modbus 请求并发送响应。CPU 可以用于：

- 处理多个服务器连接并
- 在同一个服务器端口同时接受多个来自不同的客户端的多个连接。

更多关于 MB_RED_CLIENT 或 MB_RED_SERVER 的信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

Modbus TCP 服务器作为连接到 Modbus RTU 的网关

如果将 Modbus TCP 服务器用作连接 Modbus RTU 协议的网关，则使用静态参数 MB_UNIT_ID 对串行网络中的从站设备进行寻址。MB_UNIT_ID 参数与 Modbus RTU 协议中的从站地址字段相对应。在此情况下，MB_UNIT_ID 参数会将请求转发到正确的 Modbus RTU 从站地址。

用户无需编程网关功能。

MB_UNIT_ID 参数位于与 MB_CLIENT 指令相关的背景数据块中。

有关 MB_UNIT_ID 参数的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

参考

- 本常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/94766380>)介绍了如何对两个 S7-1500 CPU 之间的 Modbus TCP 通信进行编程和组态。
- 本常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/102020340>)介绍了如何对 S7-1500 CPU 和 S7-1200 CPU 之间的 Modbus TCP 通信进行编程和组态。

6.8 通过电子邮件建立通信

通过用户程序建立电子邮件连接

在通过电子邮件进行通信时，需要手动创建相关系统数据类型的数据块并分配参数和直接调用指令。在下文中，将介绍具体的操作步骤。

建立通过电子邮件进行通信的步骤

CPU 可以发送电子邮件。通过 TMAIL_C 指令，从 CPU 的用户程序发送电子邮件。

要求：可通过 IPv4 网络访问 SMTP 服务器。

1. 在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & Networks) 编辑器的网络视图中，组态带有 CPU 的 S7-1500 自动化系统。
2. 为 TMAIL_C 指令分配参数。如，在“主题”(Subject) 中输入电子邮件的主题。
3. 在一个全局数据块中，创建类型为 TMAIL_v4、TMAIL_v6（仅 CP 1543-1）或 TMAIL_FQDN（仅 CP 1543-1）的变量。
4. 在该变量的“起始值”(Start value) 列中，设置 TCP 连接的连接参数。在“MailServerAddress”中，输入邮件服务器的 IPv4 地址（TMAIL_v4）

说明

连接参数接口 ID

请注意，在指令版本 V5.0 或更高版本的指令 TMAIL_C 中，可为数据类型为 TMAIL_V4_SEC 的接口 ID 输入值“0”。此时，CPU 将自行搜索适用的本地 CPU 接口。

将该变量连接到 TMAIL_C 指令的 MAIL_ADDR_PARAM 参数。

5. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

更多信息

STEP 7 在线帮助中介绍了：

- 系统数据类型
- 开放式通信的指令
- 连接参数

6.9 通过 FTP 建立通信

通过用户程序建立 FTP 连接

在通过 FTP 进行通信时，必须手动创建相关系统数据类型的数据块，并分配参数和直接调用指令。在下文中，将介绍具体的操作步骤。

FTP 客户端和服务器的功能

CPU 可以将文件发送到 FTP 服务器，也可以从 FTP 服务器接收文件。S7-1500 中只能通过 CP 1543-1 进行 FTP 通信。该 CP 既可以作为 FTP 服务器，也可以作为 FTP 客户端，或者可以同时作为服务器和客户端。FTP 客户端可以是第三方系统/PC。

在 STEP 7 中对 CP 进行相应的组态后，FTP 服务器才能正常运行。

使用 FTP 的客户端功能，可以建立和终止 FTP 连接、传输以及删除服务器上的文件。若要使用 FTP 客户端功能，请使用 FTP_CMD 指令。

设置 FTP 服务器功能的步骤

要求：可通过 IPv4 网络访问 FTP 服务器。

1. 在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & Networks) 编辑器的设备视图中，组态带有 CPU 和 CP 1543-1 的 S7-1500 自动化系统。

同时，需要在“连接机制”(Connection mechanisms) 部分的“保护”(Protection) 区域导航下 S7-1500 CPU 的硬件配置内选择选项“允许借助 PUT/GET 通信从远程伙伴 (PLC、HMI、OPC...) 访问”(Permit access with PUT/GET communication from remote partner (PLC, HMI, OPC, ...))。

2. 在“FTP 组态”(FTP configuration) 中的 CP 属性内，进行以下设置：

- 选择复选框“使用 FTP 服务器传送 S7 CPU 数据”(Use FTP server for S7 CPU data)。
- 指定要存储 FTP DB 的 CPU、数据块和文件名称。



图 6-11 设置 FTP 组态

3. 将硬件配置下载到 CPU。

设置 FTP 客户端功能的步骤

要求：可通过 IPv4 网络访问 FTP 服务器。

1. 在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & Networks) 编辑器的设备视图中，组态带有 CPU 和 CP 1543-1 的 S7-1500 自动化系统。

同时，需要在“连接机制”(Connection mechanisms) 部分的“保护”(Protection) 区域导航下 S7-1500 CPU 的硬件配置内选中复选框“允许借助 PUT/GET 通信从远程伙伴 (PLC、HMI、OPC...) 访问”(Permit access with PUT/GET communication from remote partner (PLC, HMI, OPC, ...))。

2. 在 CPU 的用户程序中调用 FTP_CMD 指令。
3. 在指令 FTP_CMD 中设置 FTP 服务器的连接参数。
4. 创建一个全局数据块，并在此数据块内创建一个 FTP_CONNECT_IPV4、FTP_CONNECT_IPV6 或 FTP_CONNECT_NAME 类型的变量。
5. 将数据块内的变量与 FTP_CMD 指令互连。
6. 要连接 FTP 服务器，需要在 DB 中指定以下参数：
 - 进行 FTP 访问的相关数据类型 (FTP_CONNECT_IPV4、FTP_CONNECT_IPV6 或 FTP_CONNECT_NAME) 的用户名、密码和 IP 地址
7. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

应用示例

- 应用示例：与 S7-1500 和 CP 1543-1 进行 FTP 通信有关应用示例，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/103550797>)。
- 应用示例：与 S7-1200/1500 进行的 FTP 客户端通信有关的应用示例，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/81367009>)。

更多信息

STEP 7 在线帮助中介绍了：

- 系统数据类型
- 开放式通信的指令
- 连接参数

6.10 建立和终止通信关系

建立和终止通信

下表显示了如何建立和终止开放式通信中的通信。

表格 6-5 建立和终止通信

设置连接	建立通信	终止通信
通过用户程序	<p>将用户程序下载到 CPU 之后：通信被动方将通过调用 TSEND_C/TRCV_C 或 TCON 建立本地通信访问。通信主动方则通过调用 TSEND_C/TRCV_C 或 TCON 开始建立连接。如果无法建立连接，则将向用户程序中的指令发送一条正反馈。</p> <p>在终止与 T_RESET 指令的连接后，将会重新建立连接。</p> <p>如果连接中止，则通信主动方将尝试重新建立连接。仅当事先与 TCON 成功建立了连接时，才会这样。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 使用 TSEND_C/TRCV_C、TDISCON 和 T_RESET 指令 • 将 CPU 从 RUN 模块切换到 STOP 模式时 • CPU 断电/通电
通过组态建立连接时	<p>将连接组态和用户程序下载到 CPU 之后。</p>	<p>删除 STEP 7 中的连接组态并将更改后的组态下载到 CPU 中。</p>

在两端组态 S7 连接

在两端同时组态 S7 连接时，将同时在两个通信伙伴中组态和下载所组态的 S7 连接参数。

S7 通信的指令

与 S7-1500 进行 S7 通信时，可以使用以下指令：

- PUT/GET

可使用指令“PUT”，将数据写入一个远程 CPU。使用指令“GET”从远程 CPU 读取数据。PUT 和 GET 指令是单向指令，也就是说，只需在一个通信伙伴中有该指令即可。通过连接组态，可方便地设置 PUT 和 GET 指令。

说明

PUT/GET 指令的数据块

使用 PUT/GET 指令时，只能使用进行绝对寻址的数据块。不能使用进行符号寻址的数据块。

用户还必须在“保护”(Protection) 区域启用此服务以保护 CPU 组态。

本常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/82212115>) 提供了有关如何组态和编程 S7 指令以及 GET 和 PUT 通信指令，从而在两个 S7-1500 CPU 之间进行数据交换的信息。

- BSEND/BRCV

指令“BSEND”可将数据发送到类型为“BRCV”的远程伙伴指令。指令“BRCV”从类型为“BSEND”的远程伙伴指令接收数据。可通过指令对 BSEND/BRCV 进行 S7 通信，以实现安全数据传输。

- USEND/URCV

指令“USEND”可将数据发送到类型为“URCV”的远程伙伴指令。指令“URCV”从类型为“USEND”的远程伙伴指令接收数据。无论通信伙伴的处理时间如何，用户都可通过 USEND/URCV 指令对进行 S7 通信，以实现快速的非安全数据传输，例如，传输操作和维护消息。

在从站模式下，通过 PROFIBUS DP 接口进行 S7 通信

在 STEP 7 中的通信模块（如 CM 1542-5）PROFIBUS DP 接口属性中，有一个“测试、调试和路由”(Test, commissioning, routing) 复选框。通过该复选框，可以确定将 DP 从站上的 PROFIBUS DP 作为 PROFIBUS 上的主动设备或被动设备。

- 选中复选框：该从站将作为 PROFIBUS 上的主动设备。
- 禁用复选框：DP 从站将作为 PROFIBUS 上的被动设备。只能为该 DP 从站建立一端组态的 S7 连接。



图 7-1 “测试、调试和路由”(Test, commissioning, routing) 复选框

组态 PUT/GET 指令的 S7 连接

可以创建 S7 连接并在指定 PUT/GET 指令的连接参数时分配这些连接的参数。分配连接参数时，会立即检查更改的值有无输入错误。

要求：PUT 或 GET 指令是在程序编辑器中创建的。

要使用 PUT/GET 组态 S7 连接，请按以下步骤操作：

1. 在程序编辑器中，选择调用 PUT 或 GET 指令。
2. 在巡视窗口中，打开“属性 > 组态”(Properties > Configuration) 选项卡。

- 选择“连接参数”(Connection parameters) 组。在选择连接伙伴之前， 只显示伙伴端点的空下拉列表。其它所有输入选项均禁用。

同时显示一些已知的连接参数：

- 本地端点的名称
- 本地端点的接口
- 本地端点的 IPv4 地址

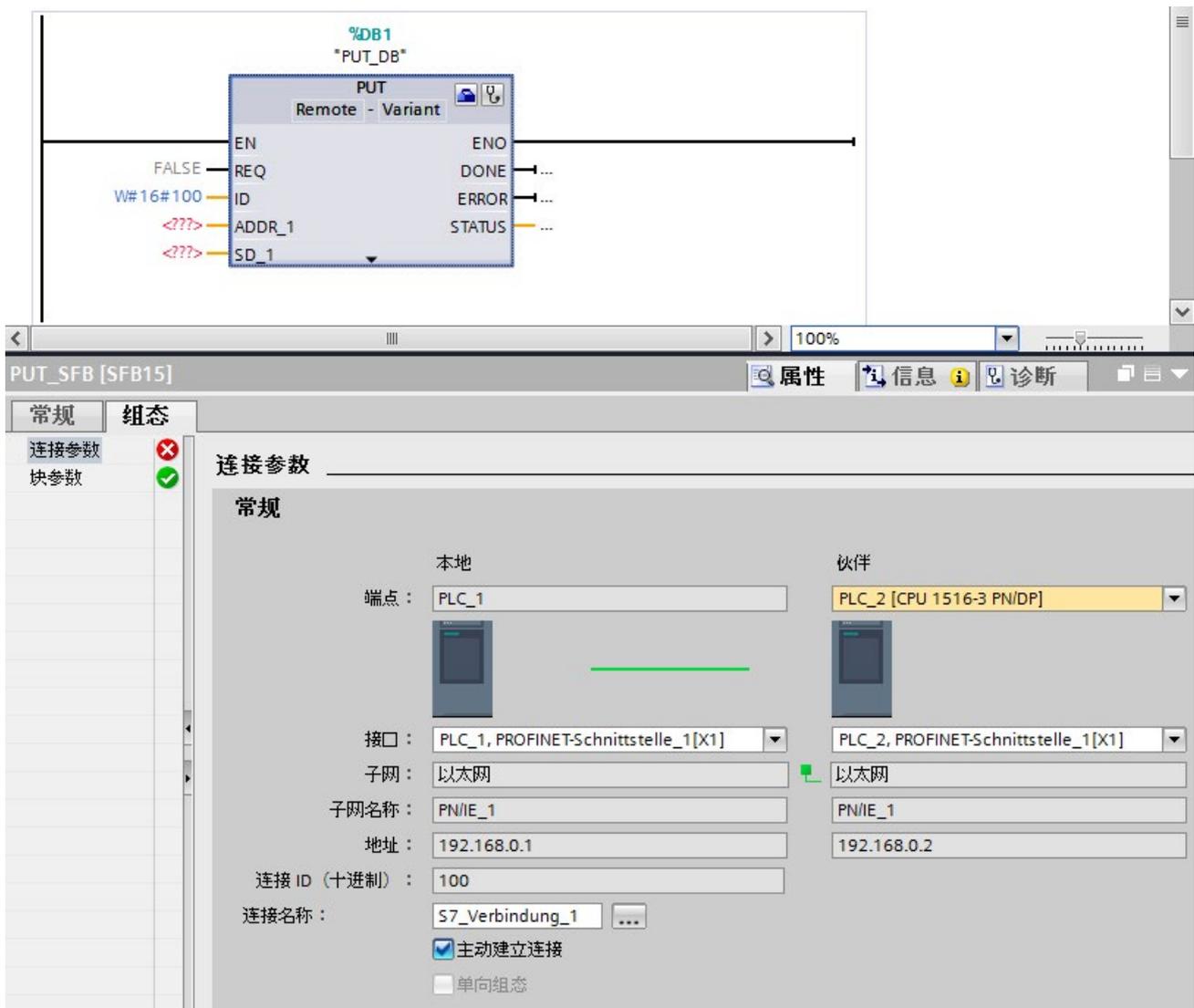


图 7-2 PUT 指令的连接组态

4. 从伙伴端点的下拉列表框中，选择一个连接伙伴。可以选择项目中未指定的设备或 CPU 作为通信伙伴。

选择连接伙伴后，会自动输入以下参数：

- 伙伴端点的名称
 - 伙伴端点的接口。如果有多个接口，则可根据需要更改接口。
 - 伙伴端点的接口类型
 - 两个端点的子网名称
 - 伙伴端点的 IPv4 地址
 - 用于通信的连接的名称。
5. 如果需要，请在“连接名称”(Connection name) 输入框中更改连接名称。如果要创建新的连接或编辑现有连接，则可单击连接名称输入框右侧的“选择连接”(Select connection) 按钮。

说明

仅当已将伙伴端点的硬件配置和程序部分加载到硬件中后，两个通信伙伴之间的 PUT 和 GET 指令才能运行。要实现功能完整的通信，应确保在设备上不仅装载了本地 CPU 的连接描述，而且还装载了伙伴 CPU 的连接描述。

组态 BSEND/BRCV 的 S7 连接

例如，如果要使用 BSEND/BRCV 指令进行 S7 通信，首先需要组态 S7 连接。

要组态 S7 连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & networks) 编辑器的网络视图中，组态通信伙伴。
2. 选择“连接”(Connections) 按钮，并从下拉列表中选择“S7 连接”(S7 connection) 条目。
3. 使用拖放操作，互连通信伙伴（通过接口或本地端点）。如果所需的 S7 子网尚不存在，则系统将自动创建。

还可以设置与未指定伙伴的连接。

4. 在选项卡“连接”(Connections) 中，选择 S7 连接所在的行。
5. 在“属性”(Properties) 选项卡的“常规”(General) 区域中，设置 S7 连接的属性（例如，连接名称和将使用的通信伙伴接口）。

若要建立与未指定的伙伴间的 S7 连接，请设置该伙伴的地址。

可在“本地 ID”(Local ID) 区域中找到本地 ID（用户程序中的 S7 连接参考）。

6. 在项目树中，选择用于 1 个 CPU 的“程序块”(Program blocks) 文件夹。双击文件夹，打开文件夹中的 OB1。将打开程序编辑器。
7. 在程序编辑器中，如果在一端组态 S7 连接，则在通信伙伴的用户程序中调用相关的指令进行 S7 通信；如果在两端组态，则在通信伙伴的用户程序中调用。例如，从“指令”(Instructions) 任务卡中的“通信”(Communication) 区域内，选择 BSEND 和 BRCV 指令，并将其拖放到 OB1 的一个程序段中。
8. 通过该指令的 ID 参数，指定要用于数据传输的已组态连接的本地 ID。
9. 指定指令的参数，以标识待读取/写入的数据以及数据的来源和目的地。
10. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

通过 CP 1543-1 进行 S7 通信

如果通过 CP 1543-1 的工业以太网接口建立 S7 通信，则可以在 S7 连接属性的“常规”(General) 区域中选择数据传输的传输协议：

- 选中“TCP/IP”复选框（默认选中）：ISO-on-TCP (RFC 1006)：在 S7-1500 CPU 间进行 S7 通信
- 禁用“TCP/IP”复选框：ISO 协议 (ISO/IEC 8073)：使用 MAC 地址进行寻址

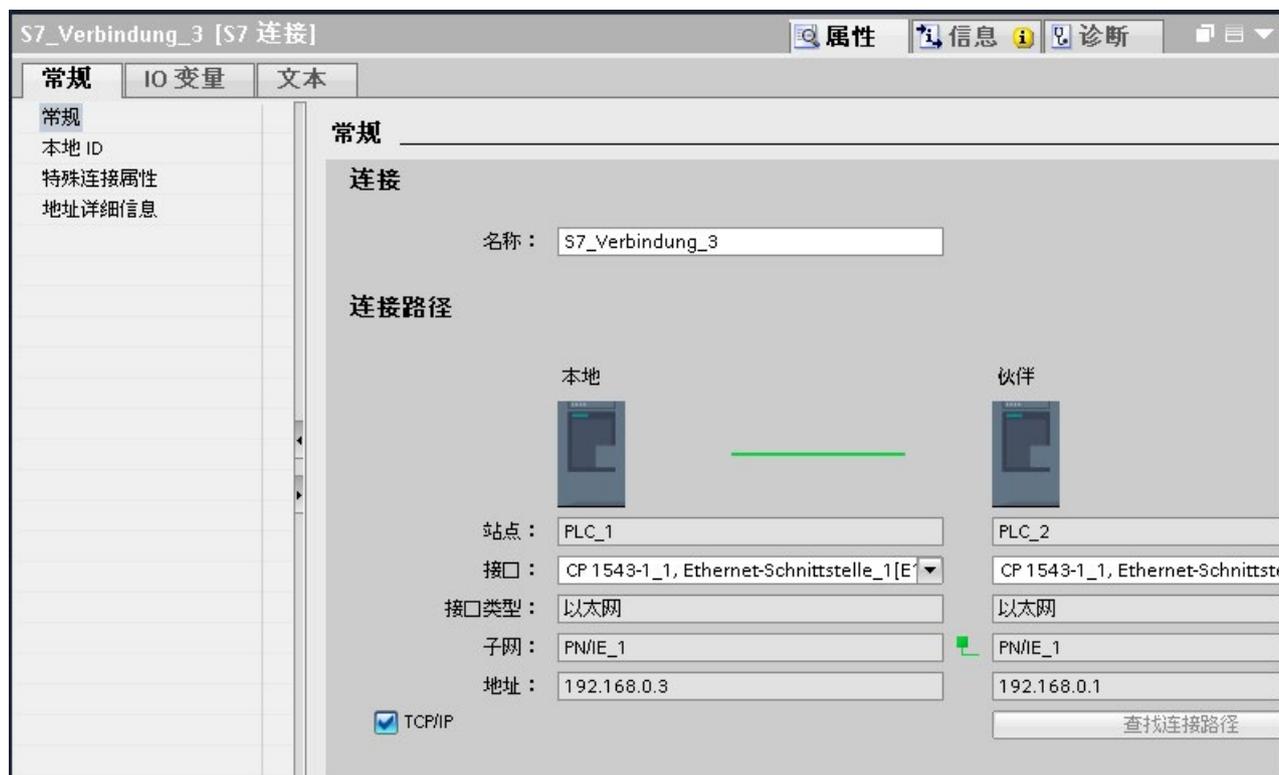


图 7-3 选择 CP 1543-1 的传输协议

建立不同 S7 子网间 S7 连接的步骤

可通过各种 S7 子网（PROFIBUS、PROFINET/工业以太网）建立 S7 连接（S7（页 407）路由）。

1. 在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & networks) 编辑器的网络视图中，组态通信伙伴。
2. 选择“网络”(Network) 按钮。
3. 通过拖放操作，连接 S7 子网（PROFIBUS、PROFINET/工业以太网）中的相应接口。

4. 选择“连接”(Connections) 按钮，并从下拉列表中选择“S7 连接”(S7 connection) 条目。
5. 在本例中，通过拖放操作将左侧 S7 子网 (PROFIBUS) 中的 PLC_1 连接到右侧 S7 子网 (PROFINET) 中的 PLC_3。

已组态 CPU 1 和 CPU 3 之间的 S7 连接。

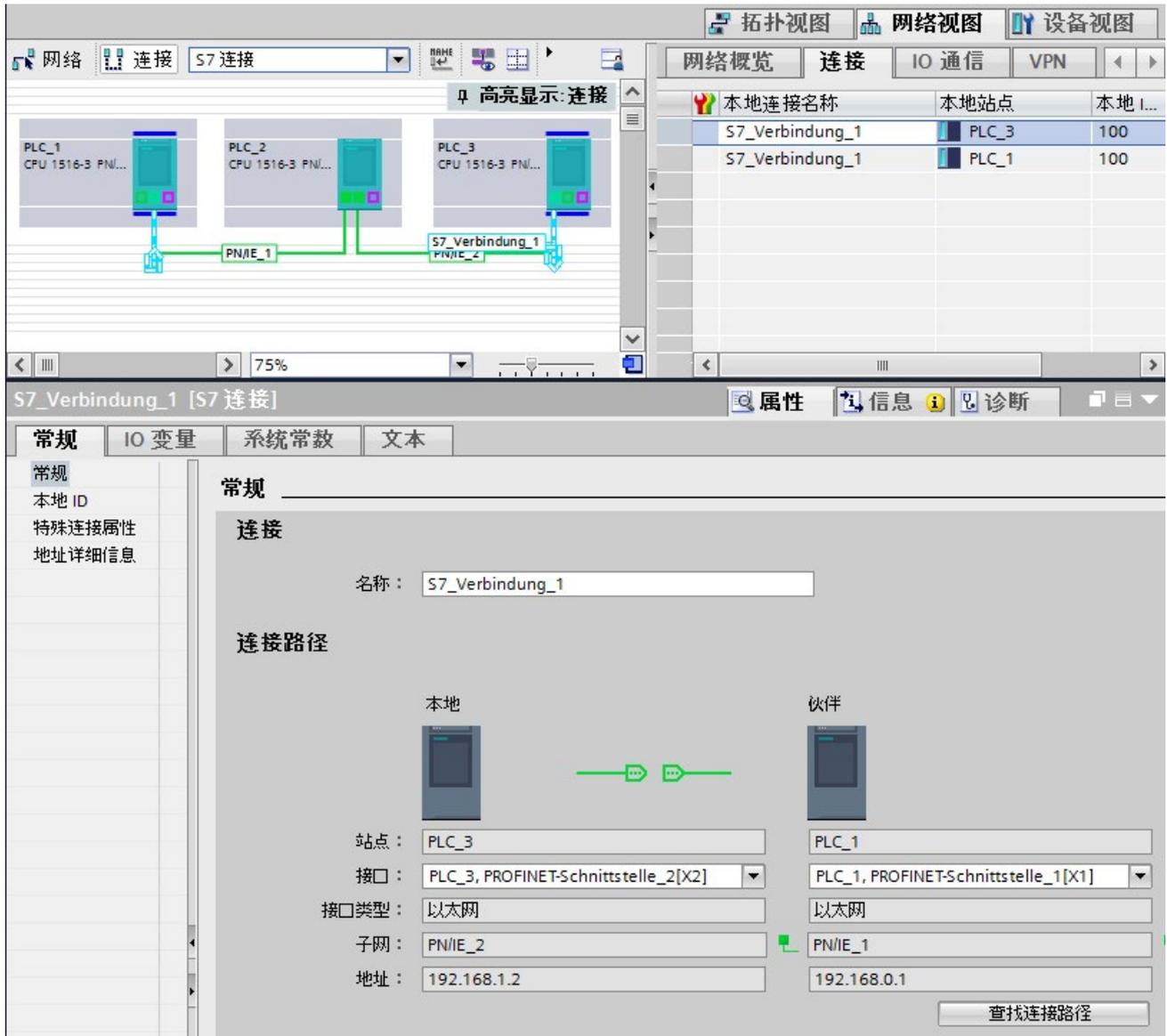


图 7-4 通过不同子网进行 S7 连接

ET 200SP 开放式控制器作为 S7 连接的路由器

如果将 "PROFINET onboard [X2]" 接口分配给 SIMATIC PC 站的 CPU 1515SP PC (F)，CPU 1515SP PC (F) 便可用作 S7 连接的路由器。如果 CP 接口设置为“无，或其它 Windows 设置”(None, or a different Windows setting)，则开放式控制器无法用作路由的 S7 连接的路由器。

如果 CPU 1515SP PC (F) 分配的接口从“SIMATIC PC 站”(SIMATIC PC station) 更改为“无，或其它 Windows 设置”(None, or a different Windows setting)，则 CPU 1515SP PC (F) 路由的现有 S7 连接将失效。由于 PLC 现在不再处理此连接的路由功能，因此在编译 CPU 1515SP PC (F) 时，将不会显示与无效连接相关的消息。在编译连接的端点时，将仅显示路由的无效 S7 连接。

路由的 S7 连接所需的接口必须在 CPU 1515SP PC (F) 上明确指定。可以在“PROFINET 内置 [X2] > 接口分配”(PROFINET onboard [X2] > Interface assignment) 下的属性中编辑 CPU 1515SP PC (F) 的接口分配。

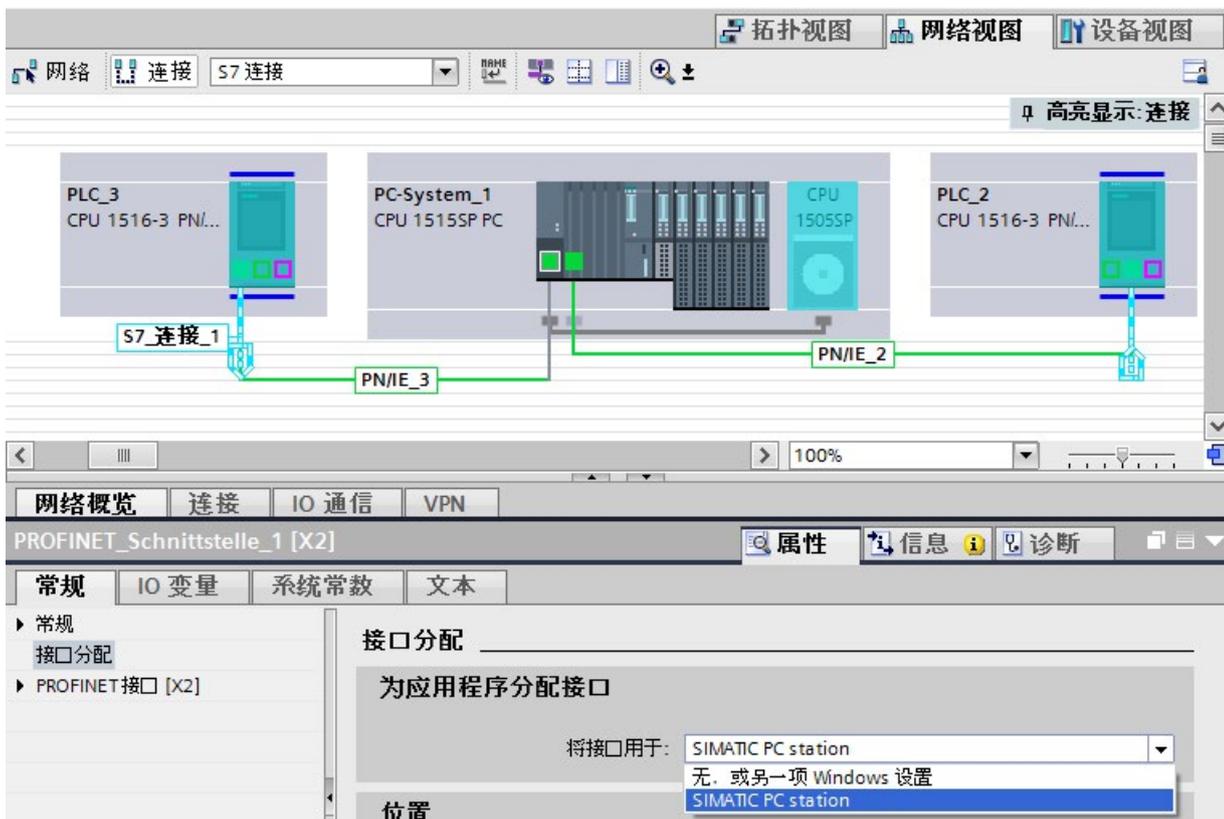


图 7-5 S7 路由 PC 站

更多信息

有关 S7 连接组态和如何在用户程序中使用 S7 通信指令的详细信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

点到点连接

功能

通过带有串口（RS232、RS422 或 RS485）的通信模块 (CM)，可建立 S7-1500、ET 200MP 和 ET 200SP 的点到点连接。

- S7-1500/ET 200MP:
 - CM PtP RS232 BA
 - CM PtP RS422/485 BA
 - CM PtP RS232 HF
 - CM PtP RS422/485 HF
- ET 200SP:
 - CM PtP

通过点到点连接，通信模块与具有通信能力的第三方系统或设备之间可以进行双向数据交换。进行点到点通信时，需要至少两个通信伙伴。通过 RS422 和 RS485，可以在两个以上通信伙伴间进行通信。

点到点连接的通信协议

- Freeport 协议（也称为 ASCII 协议）
- 3964(R) 程序
- RTU 格式的 Modbus 协议（RTU：远程终端设备）
- USS 协议（通用串行接口协议）

根据 ISO/OSI 参考模型，这些协议将使用不同层：

- Freeport: 使用第 1 层（物理层）
- 3964 (R)、USS 和 Modbus:使用第 1 层和第 2 层（物理层和数据链路层。因此，与 Freeport 相比，传输的可靠性更高）。USS 和 Modbus 还另外使用第 4 层。

Freeport 协议的特性

- 通过一个可选择的结束条件（例如，超出字符延时时间、收到结束字符、收到一定数量的数据），接收方可以识别出数据传输是否结束。
- 但发送方无法识别接收方所接收到的发送数据有无错误。

3964 (R) 程序的特性

- 发送数据时，将添加一些控制字符（起始、结束和块校验字符）。请确保这些控制字符不作为数据包含在帧中。
- 可通过这些控制字符建立和终止连接。
- 如果发生传输错误，则将自动重新传输数据。

通过 Freeport 或 3964 (R) 通信进行数据交换

待发送的数据将存储在相应 CPU 数据块的用户程序（发送缓冲区）中。通信模块上的接收缓冲区将用于存储接收数据。检查接收缓冲区的属性，必要时进行调整。必须创建用于在 CPU 中接收的数据块。

在 CPU 的用户程序中，可通过“Send_P2P”和“Receive_P2P”指令在 CPU 和 CM 间进行数据传输。

建立 Freeport 或 3964 (R) 通信的步骤

1. 在 STEP 7 的硬件和网络编辑器的设备视图中，组态一个带有 CPU 和 CM 的 S7-1500 组态。
2. 在 STEP 7 的设备视图中，选择 CM 的接口。
3. 在 STEP 7 巡视窗口的“属性 > 常规”(Properties > General) 下，分配接口的参数（例如连接通信、消息发送组态）。
4. 在“通信 > 通信处理器”(Communication > Communications processor) 下的“指令”(Instructions) 任务卡中，选择“Send_P2P”或“Receive_P2P”指令，并将指令拖放到用户程序中（例如拖入 FB）。
5. 根据组态，指定这些指令的参数。
6. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

或者：通信模块的动态参数分配

在某些类型的应用中，动态建立通信连接更有优势。即，通过一个特定的应用中的程序建立通信。

这种应用的典型示例有串行计算机生产商。为了用户更为便捷地使用用户接口，这些制造商可以按照特定的操作要求对通信服务进行调整。

Freeport 的通信指令

一共有 3 条指令可在用户程序中动态组态 Freeport 通信。以下情况适用于所有 3 条指令：之前有效的组态数据将被覆盖，但不会在目标系统中永久保存。

- “Port_Config”指令可用于对通信模块的相关端口进行程序控制的组态。
- “Send_Config”指令可用于对相关的端口进行动态组态。例如，传输的时间间隔和中断（串行传输参数）。
- “Receive_Config”指令可用于对相关的端口进行动态组态。例如，消息传输的开始和结束条件（串行接收参数）

3964 (R) 通信的指令

一共有 2 种指令可在用户程序中动态组态 3964 (R) 通信。以下情况适用于这些指令：之前有效的组态数据将被覆盖，但不会在目标系统中永久保存。

- “Port_Config”指令可用于对通信模块的相关端口进行程序控制的组态。
- “P3964_Config”指令可用于对协议的参数进行动态组态。

USS 协议的特性

- 一种简单的串行数据传输协议，采用半双工模式并通过循环帧进行数据传输，为驱动技术量身定制。
- 根据主站/从站模式进行数据传输。
 - 主站可以访问驱动器的功能，并可以控制驱动器，读取状态值，对驱动器参数进行读/写操作。

通过 USS 通信进行数据交换

该通信模块将作为主站。主站可以向最多 16 个驱动器连续发送帧（任务帧），并将收到每个所寻址驱动器的响应帧。

在以下条件下，驱动器发送一个响应帧：

- 接收到的帧无错误
- 驱动器在此帧中寻址

如果不满足以上这些条件，或者在广播帧中对驱动器进行寻址，则驱动器将不发送响应帧。

如果主站在一定的处理时间（响应延时时间）之后从驱动器接收到一条响应帧，则主站与相应的驱动器之间存在连接。

建立 USS 通信的步骤

1. 在 STEP 7 的硬件和网络编辑器的设备视图中，组态一个带有 CPU 和 CM 的 S7-1500 组态。
2. 在项目树中，选择“程序块”(Program blocks) 文件夹。双击该文件夹，打开文件夹中的 OB1。将打开程序编辑器。
3. 从“指令”(Instructions) 任务卡的“通信”(Communication) 区域中的“通信处理器”(Communications processor) 文件夹，根据当前的任务选择 USS 通信的指令，并将其拖放到 OB1 的一个程序段中：
 - 使用“USS_Port_Scan”指令，可通过 USS 程序段进行通信。
 - “USS_Drive_Control”指令为驱动器准备发送数据并评估驱动器的响应数据。
 - “USS_Read_Param”指令可用于读出驱动器的参数。
 - “USS_Write_Param”指令可用于更改驱动器的参数。
4. 根据组态，指定这些指令的参数。
5. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

Modbus 协议 (RTU) 的特性

- 采用串行、异步传输的通信方式，传输速率高达 115.2 kbps，半双工。
- 根据主站/从站模式进行数据传输。
- Modbus 主站可发送向 Modbus 从站进行读写操作的作业：
 - 读取输入、定时器、计数器、输出、存储位、数据块
 - 写入输出、存储位、数据块
- 还可以向所有从站进行广播。

通过 Modbus 通信 (RTU) 进行数据交换

通信模块可以作为 Modbus 主站，也可以作为 Modbus 从站。Modbus 主站可与一个或多个 Modbus 从站进行通信（具体数量取决于物理接口）。只允许 Modbus 主站通过对 Modbus 从站进行显式寻址，向 Modbus 主站返回数据。从站将检测数据传输是否终止，并进行确认。如果发生错误，将向主站发送一个错误代码。

建立 Modbus 通信 (RTU) 的步骤

1. 在 STEP 7 的硬件和网络编辑器的设备视图中，组态一个带有 CPU 和 CM 的 S7-1500 组态。
2. 在项目树中，选择“程序块”(Program blocks) 文件夹。双击该文件夹，打开文件夹中的 OB1。将打开程序编辑器。
3. 从“指令”(Instructions) 任务卡的“通信”(Communication) 区域中的“通信处理器”(Communications processor) 文件夹，根据当前的任务选择 Modbus 通信的指令，并将其拖放到 OB1 的一个程序段中：
 - “Modbus_Comm_Load”指令将对 Modbus 通信的 CM 端口进行组态。
 - “Modbus_Master”指令可用于调用 Modbus 主站的功能。
 - “Modbus_Slave”指令可用于调用 Modbus 从站的功能。
4. 根据组态，指定这些指令的参数。
5. 将硬件配置和用户程序下载到 CPU。

更多信息

- 有关通过点到点连接进行通信的更多详细信息以及串行数据传输的基本知识，请参见功能手册《CM PtP 通信模块 - 点到点连接的组态 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59057093>)》。
- 有关如何在用户程序中使用点到点连接指令的说明，请参见 STEP 7 在线帮助。
- 有关带有串行接口的通信模块的信息，请参见特定的通信模块手册。

OPC UA 通信

9.1 需了解的 OPC UA 知识

9.1.1 OPC UA 和工业 4.0

信息与数据交换的统一标准

工业 4.0 是指在企业层级对 IT 系统中的大量生产数据进行统一应用、评估和分析。借助工业 4.0，生产与企业层级间的数据交换正在迅速增长。但为确保成功执行，信息与数据交换应采用统一的标准。

标准 OPC 仅支持 Windows 操作系统。为了应对这一限制条件，OPC Foundation 研发出了 OPC UA（OPC 统一架构）标准。

由于 OPC UA 标准独立于特定的操作系统，并采用安全传送机制和数据语义描述，因此尤其适合于跨层级的数据交换。机器数据（受控变量，测量值或参数）也可采用这种方式传输。

这一概念比较重要的一点是允许同时进行 OPC UA 通信和实时通信，从而实现对时间要求严格的机器级数据传送。

OPC UA 具有极高的可扩展性，因此可以在传感器、控制器和 MES 或 ERP 系统之间实现一致的信息交换。

OPC UA 不仅可进行数据传递，而且还可传递与数据有关的信息（数据类型），因此可对该数据进行机器解析访问。

OPC UA 主题页

有关 OPC UA 最重要的文章和链接概览，请访问西门子工业在线支持网站。

OPC UA 主题页 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109770435>)

9.1 需了解的 OPC UA 知识

9.1.2 OPC UA 的常规特性

OPC UA 和 PROFINET

可以同时使用 OPC UA 和 PROFINET。这两种协议使用相同的网络基础设施。

独立于操作系统报警

OPC UA 标准并不特定于某个平台，并且针对高性能应用使用优化的基于 TCP 的二进制协议。

OPC UA 支持诸如 Window、Linux、Apple OS X、实时操作系统或移动操作系统（Android 或 iOS）。

独立于特定的传输层

OPC UA 目前支持以下传输机制和协议：

- 通过 TCP/IP，将消息作为二进制流直接传输
- 通过 TCP/IP 和 HTTP 采用 XML 形式传送消息。由于这种传输机制仅支持慢速传输，因此极少使用。S7-1500 CPU 不支持该传输机制。

所有 OPC UA 应用均支持二进制数据交换（基于 OPC UA 技术规范）。

简单的客户端/服务器机制

OPC UA 服务器可在网络中提供大量信息，如有关 CPU、OPC UA 服务器、数据和数据类型的信息。OPC UA 客户端访问这些信息。

支持多种编程语言

OPC 基金会已推出了不同编程语言版本的 OPC UA 标准：虽然已停止对 ANSI C 和 Java 的堆栈进行维护，但仍可以使用 .NET、ANSI C 和 Java 的堆栈。

OPC 基金会提供了 .NET 协议栈，并以开源软件的形式提供了示例程序。请参见“Github (<https://github.com/opcfoundation>)”。

许多公司提供 Software Development Kits (SDK)。这类开发软件包内含有 OPC Foundation 的协议栈以及其它有助于简化解决方案开发过程的功能。

使用 SDK 的优点：

- 供应商支持
- 经测试的软件
- 详细的文档
- 明确的许可证条件（对于销售解决方案很重要）

易于扩展

OPC UA 可用于不同性能等级的设备：

- 传感器
- 嵌入式系统
- 控制器
- PC 系统
- 智能手机
- 运行 MES 或 ERP 应用程序的服务器。

设备的性能等级因配置文件而异。利用不同的 OPC UA 配置文件，可以针对超小型简单设备以及极高性能的设备调整 OPC UA。

OPC UA 行规描述的是服务器和客户端必须支持的功能和服务。此外，可以选择提供行规中未要求的其它功能/服务。

OPC UA 配置文件与 PROFINET 配置文件不同；后者从供应商中立的软件接口意义上为安装和系统定义附加的跨供应商属性和行为。

Nano Embedded Device 2017 Server Profile

对于功能极为有限的超小型设备，可以采用 OPC 基金会的“Nano Embedded Device 2017 Server Profile”。其作用相当于核心服务器，并定义了 OPC UA TCP 二进制协议作为所需的传输行规。通过该行规无需 UA 安全性即可建立连接，但不支持订阅或方法调用。该配置文件可根据需要支持诊断对象和变量。

其它行规基于“Nano Embedded Device 2017 Server Profile”进行创建，需要使用更多资源，可提供更多功能。

Micro Embedded Device 2017 Server Profile

此行规提供的功能有限；且需要至少两个并行连接。此外，该文件支持订阅/数据监视功能，但不支持 UA 安全性和方法调用。

- S7-1200 基本控制器支持“Micro Embedded Device 2017 Server Profile”。S7-1200 还支持 UA 安全性。

Embedded 2017 UA Server Profile

该配置文件专为搭载 50 MB 以上 RAM 和更高性能处理器的设备而开发。它基于 Micro Embedded Device Server 配置文件。此外，它还需要 UA 安全性和方法调用。

此外，服务器必须使其使用的类型模型（数据类型、引用类型、变量类型等）可用。

- S7-1500 高级控制器支持“Embedded 2017 UA Server Profile”。

标准和全局发现配置文件

“OPC UA Specification Part 7”定义附加配置文件：

- “Standard 2017 UA Server Profile”，适用于基于 PC 的 OPC UA 服务器
- 2 个全局配置文件，“Global Discovery Server 2017 Profile”和“Global Discovery and Certificate Management 2017 Server Profile”，涵盖了全局发现服务器所需的服务和信息模型

类型-实例概念

OPC UA 为命名空间提供了一个完全互连的（全网状网络）面向对象的信息模型，包括对象描述的元数据。可以通过相互之间引用实例及其类型来生成任何对象结构。由于服务器会公开其实例和类型系统，因此客户端可以浏览此网络并获取所需的全部信息。无论是实例还是类型定义，都在运行过程中使用。

关于如何处理对类型的引用的过程或概念会随着时间的推移而得到优化。这些优化会体现在 OPC UA 规范的新版本中（例如 V1.03 => V1.04）。

PLC 变量映射

OPC UA 服务器中的信息（如，PLC 变量）可建模为节点，通过引用相互连接。服务器会在地址空间显示语义，也可以通过客户端获取（在导航时）。这样，即可通过 OPC UA 客户端从一个节点浏览另一个节点，查找可读取、监视或写入的内容。

集成信息安全机制

OPC UA 可在不同层级应用信息安全机制：

- 仅当 OPC UA 客户端和 OPC UA 服务器均通过 X.509-v3 证书进行注册并接受对方的证书时，服务器与客户端之间才能建立安全连接（应用层的信息安全）。可以使用多种安全策略，包括服务器和客户端之间的非安全连接（安全策略：“不安全”）。
- 服务器可以随时向用户请求以下信息，以便进行授权访问（身份验证）：
 - 用户证书（不可在 STEP 7 中组态）
 - 用户名和密码
 - 无用户认证

信息安全机制为可选项且可以组态。

参见

OPC 基金会 (<https://opcfoundation.org>)

9.1.3 S7-1200/S7-1500 CPU 的 OPC UA

在 OPC UA 中，一个系统作为服务器运行，并为其它系统（客户端）提供数据和已有信息。

举例来说，OPC UA 客户端可对 OPC UA 服务器上的数据进行读写访问。OPC UA 客户端可调用 OPC UA 服务器中的方法。

可通过客户端在线访问此数据，包括关于性能和诊断的信息。在 OPC UA 术语中，此功能称为“Browse”。使用“Subscription”功能无需对变量进行定期读取；通过此功能，服务器可通知客户端值的更改情况。

系统可同时为客户端和服务器。

S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器

自固件版本 2.0 起，S7-1500 CPU 配备 OPC UA 服务器。

以下章节将介绍如何组态 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器才能使数据和方法可用于 OPC UA 客户端，以便客户端可对 CPU 上的 PLC 变量进行读访问和写访问以及可以调用服务器方法。

以下章节还将介绍如何将配套规范集成到 OPC UA 服务器的地址空间中。

S7-1200 CPU 的 OPC UA 服务器

自固件 V4.4 起，S7-1200 CPU 配备 OPC UA 服务器。

OPC UA 服务器组态通常与在 S7-1500 CPU 中的组态一样；功能范围和数量限值受所支持“Micro Embedded Device 2017 Server Profile”的限制。与 S7-1500 CPU 不同的是，“Registered Read”和“Registered Write”功能不可用。

自固件版本 V4.5 起，S7-1200 CPU 支持服务器方法以及结构化数据类型（结构和数组）。

更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端

自固件版本 V2.6 起，S7-1500 CPU 额外配备 OPC UA 客户端。

以下部分将介绍如何使用标准化指令（PLCopen 函数块）创建用户程序，该程序在 OPC UA 客户端中提供以下功能：

- 从 OPC UA 服务器读取数据
- 向 OPC UA 服务器写入数据
- 调用 OPC UA 服务器的方法

STEP 7 (TIA Portal) 提供客户端接口编辑器并为 OPC UA 连接分配参数，以帮助用户创建用户程序。

指令（“指令 > 通信 > OPC UA”(Instructions > Communication > OPC UA)）的帮助中详细介绍了作为客户端的 S7-1500 CPU 的 OPC UA 指令。

用于测试用途的 OPC UA 客户端

以下说明使用了几种不同的 OPC UA 客户端来说明 OPC UA 客户端的使用情况：

- Unified Automation 的“UaExpert”。可免费使用的功能丰富的客户端：
下载 UaExpert 的链接 (<https://www.unified-automation.com/downloads/opc-ua-clients.html>)
- OPC Foundation 的“UA Sample Client”。在 OPC Foundation 注册的用户可免费使用该客户端：
下载 OPC Foundation 示例客户端的链接 (<https://opcfoundation.org>)

工业在线支持中的应用示例

西门子工业在线支持提供了免费的应用示例，其中包含用于各种应用的客户端 API。用户可使用此接口的函数创建与其应用相匹配的自有 OPC UA 客户端。为了简化对 API 的处理，我们提供了高级 .NET helper 类。

客户端 API 基于 OPC 基金会的 .NET OPC UA 协议栈。

该应用程序示例说明了如何建立服务器与客户端之间的连接等。其中还介绍了对 PLC 变量的读取和写入。

下载链接：SIMATIC S7-1500 OPC UA 服务器的 OPC UA .NET 客户端 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/109737901>)

9.1.4 访问 OPC UA 应用程序

下文介绍了通过同一站中的 CP 对包含 OPC UA 应用程序的 S7-1500 CPU（客户端或服务器）进行访问的可能情况。此外，还介绍了将这些访问方式与“IP 转发”功能相结合，以通过 S7-1500 站访问另一个 IP 子网的设备。

可以在巡视窗口的 CPU 属性“高级组态”(Advanced configuration) 区域中找到所有相关设置。

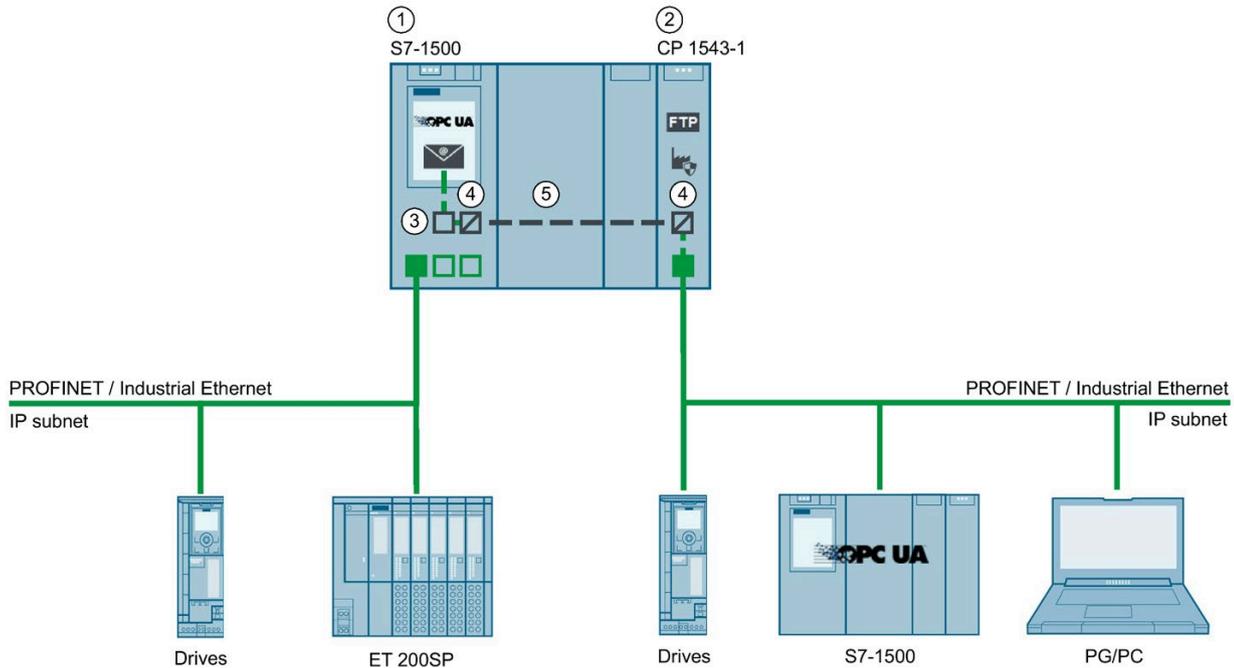
需满足以下要求才能通过 CP 接口访问 CPU 中的 OPC UA 应用程序：

- S7-1500 CPU（S7-1500 R/H 除外）固件版本 V2.8 及以上版本
- CP 1543-1 固件版本 V2.2 或更高版本

原理：通信模块访问接口

对于 CPU 应用程序（如 OPC UA），必须组态虚拟接口 (W1) 才能通过 CP 接口对其进行访问。之后可以通过此虚拟接口的 IP 地址参数访问基于 IP 的应用程序。

原理图如下所示。



- ① CPU S7-1500 固件 V2.8 或更高版本（例如 CPU 1515-2 PN）
- ② CP 1543-1（固件 V2.2 或更高版本）
- ③ 虚拟接口 (W1)
- ④ 背板总线上的 PROFINET/工业以太网协议转换，或 PROFINET/工业以太网上的背板总线
- ⑤ 背板总线

图 9-1 原理：通信模块访问接口

示例：CPU 中 OPC UA 客户端对 OPC UA 服务器的访问

CPU 中 OPC UA 客户端对 OPC UA 服务器访问时，以下 S7-1500 站接口可用：

- S7-1500 CPU 的本地 PROFINET 接口
- CP 1543-1 的以太网接口（固件版本 V2.2 及更高版本）

下图显示了可能的组态示例：该 CPU 可能具有 OPC UA 客户端角色，CP 子网中的设备可能具有 OPC UA 服务器角色。

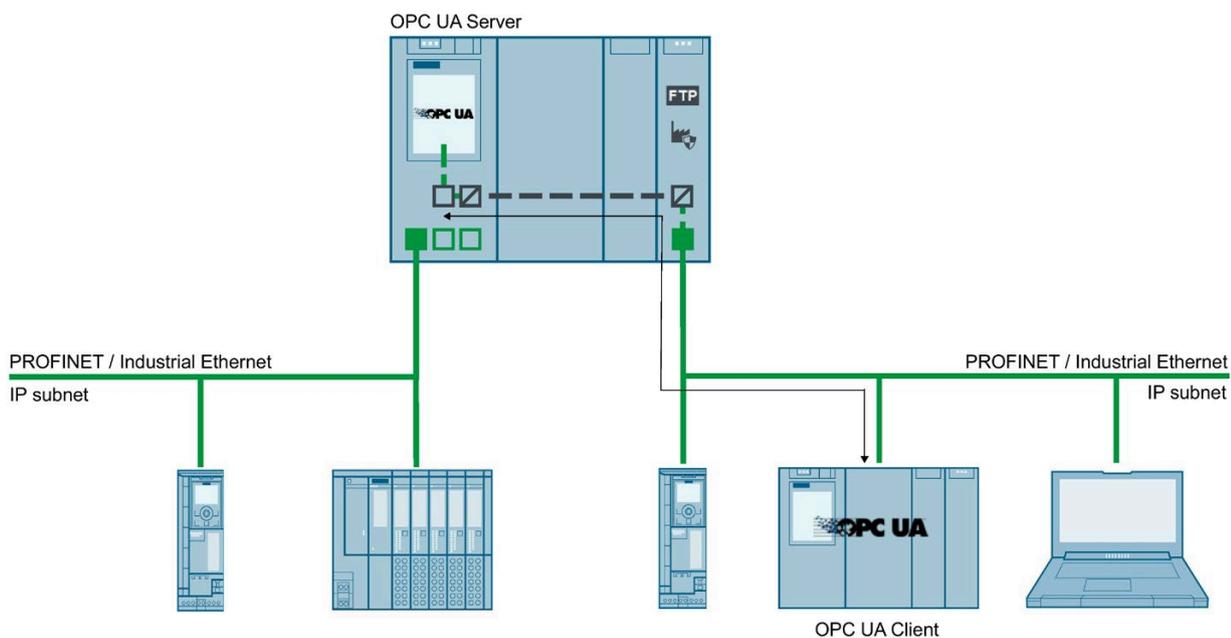


图 9-2 示例：CPU 中 OPC UA 客户端对 OPC UA 服务器的访问

示例：激活 IP 转发功能的 S7-1500 CPU 中 OPC UA 客户端对 OPC UA 服务器的访问

OPC UA 客户端和 OPC UA 服务器也可以通过 S7-1500 CPU 互连，在这种情况下，S7-1500 CPU 用作 IP 转发器。此组态方式可以对现有系统进行灵活扩展。

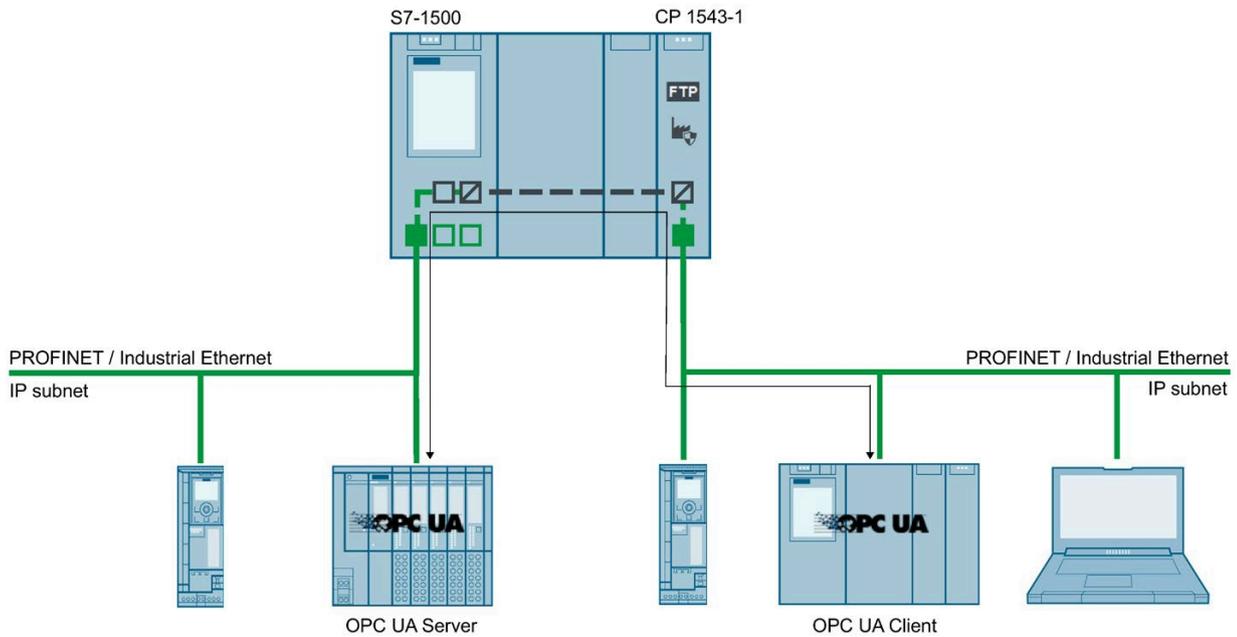


图 9-3 示例：激活 IP 转发功能的 S7-1500 CPU 中 OPC UA 客户端对 OPC UA 服务器的访问

更多信息

有关采用 IP 转发功能时通过虚拟接口的访问方式信息，请参见后续章节。

- IP 转发 (页 412)
- 基于 IP 的应用程序的虚拟接口 (页 421)

9.1.5 节点寻址

节点是 OPC UA 的基本元素，它们相当于面向对象编程中的对象。举例来说，可为用户数据（变量）或其它元数据使用节点。节点用于建立同样包含类型模型和类型定义的 OPC UA 地址空间的模型。

节点 ID (NodeId)

OPC UA 地址空间内的节点由一个 NodeId（节点标识符）进行唯一标识。

NodeId 由一个标识符、标识符类型和一个命名空间索引构成。使用命名空间可避免命名时发生冲突。

OPC 基金会定义了大量节点，用于提供指定 OPC UA 服务器的有关信息。这些节点可以在 OPC Foundation 的命名空间中找到且索引为 0。

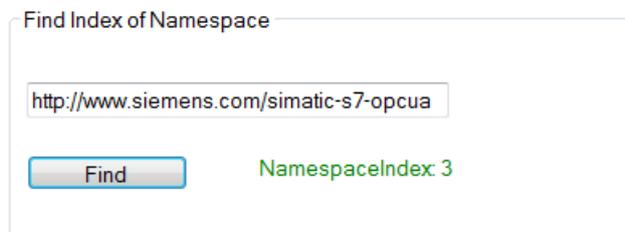
OPC Foundation 还定义有数据类型和变量类型。

命名空间 (Namespace)

除了上述 OPC 基金会命名空间之外，还要关注用于访问 CPU 数据的命名空间：S7-1500 OPC UA 服务器的所有变量或方法都包括在标准服务器接口的命名空间 (Namespace)“<http://www.siemens.com/simatic-s7-opcua>”中。

系统默认，该命名空间的索引为 3。如果在服务器中插入其它命名空间或删除现有的某个命名空间，则索引将随之更改。因此 OPC UA 客户端需要在读取或写入其数值之前向服务器请求命名空间（例如“<http://www.siemens.com/simatic-s7-opcua>”）的当前索引。

下图举例说明了此类请求的结果。



Identifier

Identifier 对应于引号内的 PLC 变量名称。在 STEP 7 中，引号是唯一不能用作名称的符号。引号可避免发生命名冲突。

在以下示例中介绍了如何读取“StartTimer”变量的值：



Identifier 可包含多个组成部分。各个组成部分之间以句点进行分隔。

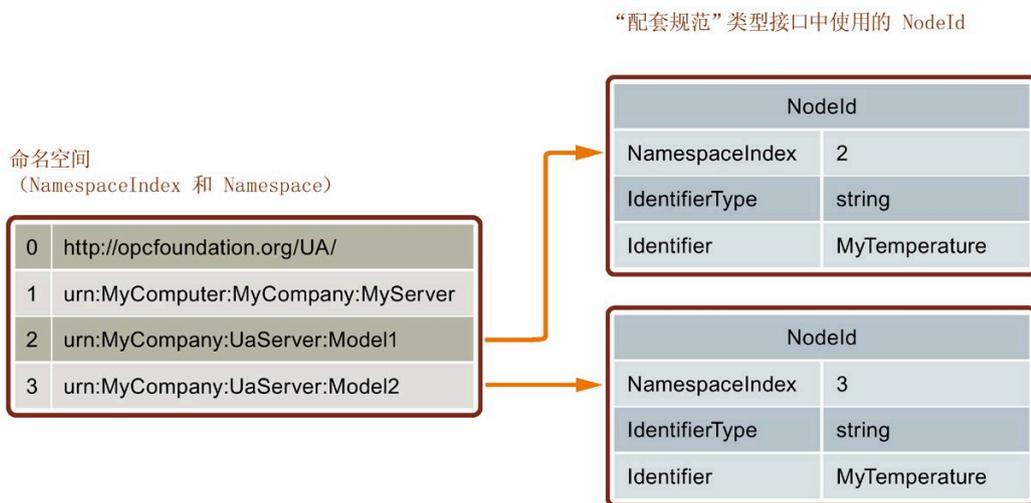
下图举例说明了“MyDB”数组数据块的完整读取。该数据块包含带十个整数值的数组。全部十个值应一次性读取。因此，需在数组范围中输入“0:9”。



NodId、标识符和命名空间示例

下图说明了 NodId、标识符和命名空间之间的相互关系：两个节点使用相同标识符但属于不同命名空间时不会出现问题。

STEP 7 (TIA Portal) 可通过服务器接口轻松导入命名空间。



OPC UA 服务器地址空间中的 PLC 变量

下图所示为示例程序的 PLC 变量在 OPC UA 服务器地址空间中所处的位置（摘自 UA 客户端）：

“MyDB”数据块是一个全局数据块。因此，该数据块位于节点“DataBlocksGlobal”下。

“StartTimer”是一个内存变量，存储在“Memory”节点下。



图 9-4 OPC UA 服务器地址空间中的 PLC 变量

OPC UA 服务器地址空间中的方法

如果通过用户程序实现某个方法，则在 OPC UA 服务器的地址空间中采用以下形式（请参见在 OPC UA 服务器上提供方法 (页 301)）：

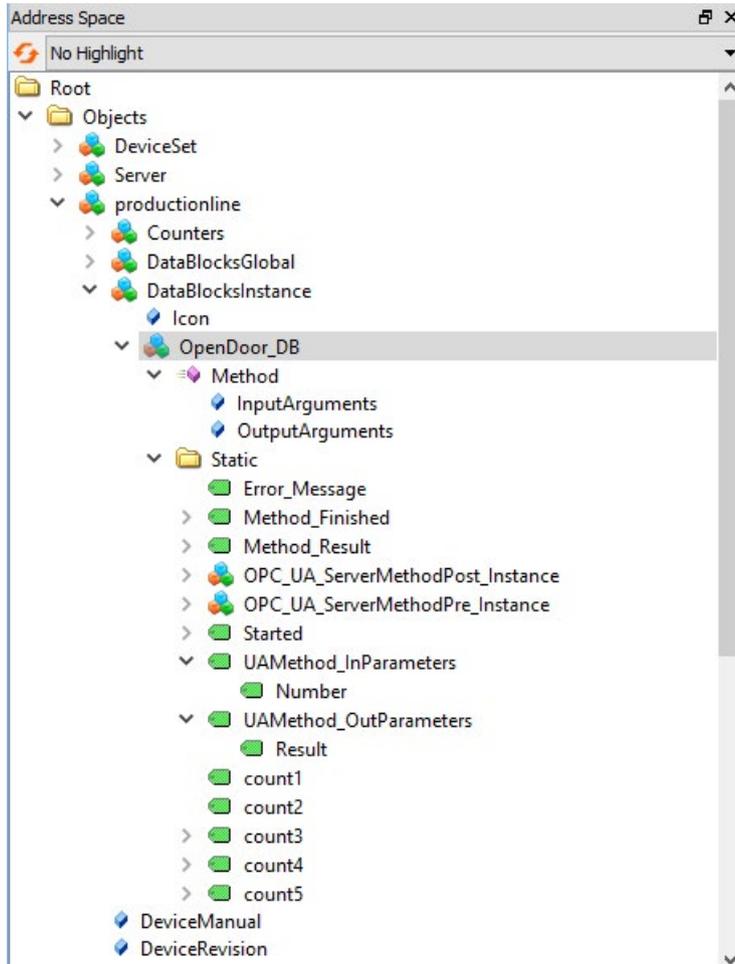


图 9-5 OPC UA 服务器地址空间中的方法

9.1.6 需了解的 OPC UA 客户端知识

OPC UA 客户端的基本知识

OPC UA 客户端程序可用于执行以下操作：

- 从 OPC UA 服务器进行信息访问（如 S7-1500 CPU）：读/浏览访问、写访问、订阅
- 通过 OPC UA 服务器执行方法

但是，OPC UA 客户端仅可访问为此目的启用的数据（请参见“管理读写权限 (页 228)”）。

要建立与 OPC UA 服务器的连接，需通过服务器的端点（请参见“OPC UA 服务器的端点 (页 222)”）。

从 OPC UA 服务器读取信息

如果存在与服务器端点的连接，则可使用客户端的导航功能：从既定的起始点（“根”节点）开始，浏览服务器的地址空间。

该过程提供了以下信息：

- 启用的 PLC 变量、数据块和数据块元素
- 这些 PLC 变量、数据块和 DB 元素的命名空间索引及标识符
- PLC 变量和 DB 元素的数据类型
- 数组中的元素数量（读取和写入数组时需要）

此外，还可读取有关 OPC UA 服务器自身的信息，以及基于 OPC Foundation 中“OPC UA for Devices”标准的 S7-1500 信息（如，序列号和固件版本）

从服务器中读取数据和写入服务器中的数据

现在，您已明确 PLC 变量的命名空间、标识符和数据类型。这表示，用户现在可专门读取各个 PLC 变量和 DB 元素，以及整个数组和结构。

有关读取布尔变量和数组数据块的示例，请参见“寻址节点 (页 177)”部分。

有关访问结构的规则，请单击此处 (页 368)。

基于浏览服务器地址空间时所读取的信息（索引、标识符和数据类型），还可通过 OPC UA 客户端将这些值传输到 S7-1500 中。在以下示例中，介绍了如何覆盖数组数据块“MyDB”中的前三个值。

The screenshot shows a software interface for writing data to an OPC UA array data block. It includes the following elements:

- Index:** A text input field containing the number "3".
- Array Datablock of Int16:** A text input field containing the string "MyDB"."THIS".
- Array Range (for instance 0:9):** A text input field containing the range "0:2".
- Values:** A list box containing the numbers "1", "2", and "3".
- Write:** A blue button with the text "Write".
- Status Code:** A text input field containing the string "Good".

对于“Array Range”，可指定待覆盖的数组元素。状态代码“Good”用于指示数据传输已成功。不过，您只能向 S7-1500 写入值，而不能写入这些值的时间戳。时间戳为只读。

通过注册提高访问速度

Registered Read/Write 有助于对数据进行重复的优化访问 – 具有最高性能。注册变量节点时，OPC UA 服务器会创建一个直接引用所注册节点的数字 Identifier（数字 NodeId）。对于客户端对此数字 Identifier 的读取或写入作业，服务器不必将任何字符串解析为 Identifier，并且可以通过优化的方式访问所请求的变量。

该 Identifier 仅适用于当前会话。会话连接中断/丢失时，需重新查询。

在以下示例中，首先在服务器上注册一个“StartTimer”变量。之后，将使用快速功能“RegisteredWrite”对该值进行设置。

Index	Boolean Variable		Value		Status Code	
<input type="text" value="3"/>	<input starttimer\""="" type="text" value="\"/>	<input type="button" value="Register"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="True"/>	<input type="button" value="Write"/>	<input type="text" value="Good"/>
<input type="button" value="Unregister"/>						

在相同模式中，也可使用函数“RegisteredRead”。在重复读出数据时，该函数优势彰显。但在具体应用中，则建议使用 Subscription 进行代替。

建议：由于注册需要等待一段时间，因此建议在将注册信息保存在 OPC UA 客户端的启动程序中。

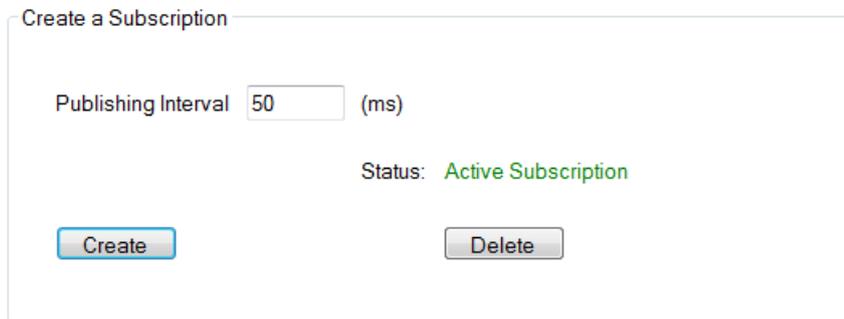
请注意 S7-1500 CPU 属性中可设置的注册节点最大数目，同时客户端需也需符合该数目的要求。具体信息，请参见“OPC UA 服务器的常规设置 (页 243)”。

订阅

术语“Subscription”是一个函数，该函数仅传输 OPC UA 服务器上已注册 OPC UA 客户端中的变量。数值发生变更后，OPC UA 服务器仅向 OPC UA 客户端发送一条有关已注册变量的消息 (monitored Items)。通过对这些变量进行监视，OPC UA 客户端无需再进行固定采样 (Polling)，这有助于降低网络负荷。

要使用该功能，需创建一个 Subscription。为此，需在 UA 客户端中指定“发布间隔”(Publishing Interval)，并单击“创建”(Create) 按钮。发布时间间隔是服务器在通知 (data change notification) 中向客户端发送新值的时间间隔。

在下面的示例中，已创建了一个订阅：客户端将每隔 50 ms 接收一条包含新值的消息（发布间隔为 50 ms）。



防止服务器过载

可通过“最小发布时间间隔”(Minimum publishing interval) 设置 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器，确保不会提供客户端请求的极短发送时间间隔。请参见“服务器的订阅设置 (页 245)”。

示例：如上所述，客户端想要以 50 ms 的发布时间间隔进行操作。但是，这样短的发布时间间隔会导致网络负荷和服务器负荷较高。因此，应将服务器的“最短发布时间间隔”(Minimum publishing interval) 设置为 1000 ms。并将那些订阅需要较短发布时间间隔的客户端“减速”为 1000 ms，从而防止服务器过载。

订阅范围内的采样和传输 (Sampling & Publishing) 属于通信过程，与其它通信过程 (TCP/UDP/Web 服务器通信...) 一样，均由 CPU 按优先级 15 进行处理。优先级较高的 OB 会中断通信。如果设置的采样和传输时间间隔过短，该设置会导致通信负荷过高。因此，在满足应用需求的前提下，应尽可能选择较大的时间间隔。

有关变量一致性的信息，请参见“CPU 变量的一致性 (页 234)”。

监视 PLC 变量

Subscription 创建后，系统将通知服务器该功能待监视的变量。在以下示例中，将“Voltage”变量添加到订阅中。

Index	LREAL Variable	Sampling Interval		Value
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="Voltage"/>	<input type="text" value="-1"/>	<input type="button" value="Add and Monitor"/>	<input type="text" value="2,21426504t"/>
Queue Size	Deadband			
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0.1"/>			

在“Voltage”变量中，包含 S7-1500 CPU 检测的电压值。

采样间隔（“Sampling Interval”）包含一个负值 (-1)。该值决定了将为采样间隔使用 OPC UA 服务器的默认设置。默认设置由订阅的传输间隔（“Publishing Interval”）定义。如果要设置最小的可行采样间隔，请选择数值“0”。

在本示例中，该队列的长度设置为“1”：每隔 50 ms，从 CPU 中仅读取一个值，并在该值发生变更后发送到 OPC UA 客户端。

在本示例中，“死区”(Deadband) 参数设置为“0.1”：值的更改值需要达到 0.1 V；只有这样，发送方才会向客户端发送新值。若值的更改幅度小于该值，则服务器不会发送。例如，可使用该参数禁用信号噪声：没有实际意义的过程变量的轻微变化。

9.1.7 数据类型映射

SIMATIC 和 OPC UA 数据类型

SIMATIC 数据类型通常与 OPC UA 数据类型不对应。

S7-1500 CPU 将 SIMATIC 变量（SIMATIC 数据类型）提供给自己 OPC UA 服务器作为 OPC UA 数据类型。随后，OPC UA 客户端可以通过服务器接口访问这些 OPC UA 数据类型的变量。

客户端可以从这样的变量中读取属性“DataType”，并在 SIMATIC 中重建原始数据类型。

示例

一个变量的 SIMATIC 数据类型为“COUNTER”。在表中可读取 COUNTER → UInt16。现在了解到不需要进行转换；COUNTER 值以 UInt16 数据类型通过该线路发送。

客户端将通过属性“DataType”检测该变量实际上是否为 SIMATIC 数据类型“COUNTER”，并基于此信息，重新构建该数据类型。

表格 9-1 SIMATIC 和 OPC UA 数据类型

SIMATIC 数据类型	OPC UA 数据类型性
BOOL	Boolean
BYTE	BYTE → Byte
WORD	WORD → UInt16
DWORD	DWORD → UInt32
LWORD	LWORD → UInt64
SINT	SByte
INT	Int16
DINT	Int32
LINT	Int64
USINT	Byte
UINT	UInt16
UDINT	UInt32
ULINT	UInt64
REAL	Float
LREAL	Double

SIMATIC 数据类型	OPC UA 数据类型性
S5TIME	S5TIME → UInt16
TIME	TIME → Int32
LTIME	LTIME → Int64
DATE	DATE → UInt16
TIME_OF_DAY (TOD)	TOD → UInt32
LTIME_OF_DAY (LTOD)	LTOD → UInt64
DATE_AND_TIME (DT)	DT → Byte[8]
LDT	DateTime
DTL 特殊说明：只能使用 OPC UA 客户端完整描述该结构。该结构中的各元素仅支持只读访问（如“YEAR”）	映射为结构
CHAR	CHAR → Byte
WCHAR	WCHAR → UInt16
STRING (代码页或 1252 或 Windows-1252)	STRING → String
WSTRING (UCS-2; 通用编码字符集)	String
TIMER	TIMER → UInt16
COUNTER	COUNTER → UInt16

数组

OPC UA 通常采用数组访问方式进行读写操作，即带有下标和长度。一个单变量实际上就是一各特殊的数组（下标为 0，长度为 1）。只是在该线路上重复发送此数据类型。对于变量，“DataType”属性指示基本数据类型。属性“ValueRank”和“ArrayDimensions”用于显示当前是否使用数组进行处理以及该数组的大小。

基于数组的数据类型

一些 SIMATIC 数据类型的 OPC UA 值映射到字节数组中。这些数据类型的数组随后会映射为二维数组。

示例：SIMATIC 数据类型 DATE_AND_TIME (DT) 在 OPC UA 侧映射到 8 字节数组 (Byte[8])，见上表。定义 SIMATIC 数据类型 DATE_AND_TIME (DT) 的数组时，会将其视为二维数组。

这会影响 OPC-UA_NodeAdditionalInfo 和 OPC-UA_NodeAdditionalInfoExt 系统数据类型的使用，例如：

对于上述数据类型，必须为多维数组使用系统数据类型 OPC-UA_NodeAdditionalInfoExt，而不是 OPC-UA_NodeAdditionalInfo。

结构

结构作为 ExtensionObject 进行传送。S7-1500 服务器使用二进制表示来在线路上传输 ExtensionObjects；各结构元素相继出现。在前面的是数据类型的 NodeId；客户端使用其来建立结构。

对于 OPC UA 规范 V1.03 及以下版本，要实现该目的，客户端需读取、解码和解析完整的 DataTypeDictionary（除非已通过 XML 导入功能离线学习此库）。

从 OPC UA V1.04 开始，DataTypeDescription 属性也可用于此目的，即可以更快速轻松地进行读取和解析。客户端仅在第一次访问期间或之前一次性确定结构设置，随后会在会话期间使用此信息。

特殊 SIMATIC 数据类型

上表中不存在以及无法定义为结构或 PLC 数据类型元素的 SIMATIC 数据类型不受 OPC UA 客户端支持。

举例来说，此类数据类型有“ANY”或“POINTER”指针、函数块“Block_FB”、函数“Block_FC”或硬件数据类型“REMOTE”。

如果选择不受支持的数据类型，则将生成一条错误消息。

更多信息

有关基本数据类型、数组和结构映射的更多详细信息，请参见 OPC UA 规范第 6 部分“映射”（参见 OPC UA BINARY）。

对于 SIMATIC S7-1500 OPC UA 服务器中的数组与数据类型 DTL 和 LDT，必须考虑哪些因素？常见问题解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109766726>)

9.2 OPC UA 的信息安全

9.2.1 安全设置

寻址风险

OPC UA 支持过程和生产层级中的不同系统之间以及这些系统与控制与企业层级中的系统之间的数据交换。

这同样将导致信息安全风险。因此，OPC UA 提供了一系列安全防护机制：

- OPC UA 服务器和客户端的身份验证。
- 检查用户的身份。
- 在 OPC UA 服务器和客户端间，对已签名/加密的数据进行交换。

仅在绝对有必要的情况下，才应绕过这些安全策略：

- 调试过程中
- 在没有外部以太网连接的独立项目中

例如，如果 OPC Foundation 的“UA Sample Client”端点选择了“无”(None)，则程序将发出一条明确的警告消息：

Warning: Selected Endpoint has no security.

STEP 7 编译项目时，还会检查用户是否考虑保护设置选项，并会警告用户可能存在的风险。还包括采用“不安全”(no security) 设置的 OPC UA 安全策略，该设置对应于端点“无”(None)。

说明

禁用不需要的安全策略

如果在 S7-1500 OPC UA 服务器的安全通道设置中启用了所有安全策略，即采用端点“无”(None)（不安全），则服务器和客户端之间还可能不存在非安全数据通信（既未签名也未加密）。S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器还会向设置为“无”(None)（不安全）的客户端发送公用证书。某些客户端会检查该证书。但不会强制客户端向服务器发送证书。客户端的身份可能仍保持未知。无论后续为哪种安全设置，每个 OPC UA 客户端随后都可以连接到服务器。

组态 OPC UA 服务器时，请确保只选择与您的设备或工厂的安全概念兼容的安全策略。应禁用所有其它安全策略。

建议：使用“Basic256Sha256 - 签名和加密”(Basic256Sha256 - Sign and Encrypt) 设置，说明服务器只接受 Sha256 证书。安全策略“Basic128Rsa15”和“Basic256”默认取消激活，不能用作端点。请选择安全策略较高的端点。

附加安全规则

- 仅在特殊情况下，使用端点“无”(None)。
- 仅在特殊情况下，使用“访客身份验证”。
- 如果确实有必要，则仅允许通过 OPC UA 访问 PLC 变量和 DB 元素。
- 在 S7-1500 OPC UA 客户端的设置中使用可信客户端列表，以仅允许对特定客户端进行访问。

9.2.2 ITU X.509 证书

OPC UA 的多个层级中，都集成有安全机制。其中，数字证书至关重要。仅当 OPC UA 服务器接受 OPC UA 客户端的数字证书并将其归类为可信时，客户端才能与服务器建立安全连接。

请参见“处理客户端和服务器证书 (页 247)”部分。

与此同时，客户端还必须检查并信任服务器的证书。服务器和客户端必须显示自己的身份，并证明该身份与声明的相同。即，服务器和客户端必须证明自己的身份。例如，客户端和服务器的相互验证可有效防止中间人攻击。

“中间人”攻击

“中间人”可能会出现在服务器和客户端之间。中间人是一种程序，会截获服务器与客户端之间的通信并将自身伪装为客户端或服务器，以获取 S7 程序的相关信息或设置 CPU 的值，进而对设备或工厂进行攻击。

OPC UA 使用的数字证书符合国际电信联盟 (ITU) 的 X.509 标准，可识别（认证）一个程序、计算机或机构的身份。

X.509 证书

X.509 证书包含以下信息：

- 证书的版本号
- 证书的序列号
- 证书颁发机构对证书进行签名的算法。
- 证书颁发机构的名称
- 证书有效期的起始和结束时间
- 由证书颁发机构签名证书的程序、个人或机构名称。
- 程序、个人或机构的公钥。

因此，X509 证书将身份（程序、个人或机构的名称）与该程序、个人或机构的公钥关联在一起。

在连接建立期间检查

客户端与服务器建立连接时，设备将基于证书检查全部所需信息以确保其完整性，如签名、有效期、应用程序名称 (URN)，对于固件版本 V2.5，还会检查客户端证书中客户端的 IP 地址。

说明

此外，还会检查证书中存储的有效期。因此必须设置 CPU 时钟，且日期/时间必须在有效期内，否则将无法进行通信。

签名和加密

要检查证书是否篡改，则需对证书进行签名。

可通过以下几种方式进行操作：

- 在 TIA Portal 中，可生成证书并为证书签名。如果您已对项目进行保护，并以具有可进行安全设置的功能权限的用户身份登录，则可以使用全局安全设置。通过全局安全设置可访问证书管理器，由此也可访问 TIA Portal 的证书颁发机构 (CA)。
- 还可通过其它选项创建证书并为证书签名。在 TIA Portal 中，可将证书导入到全局证书管理器中。

- 联系一家证书颁发机构 (CA) 并对证书进行签名。

此时，认证颁发机构将核实您的身份，并通过该证书颁发机构的私钥对您的证书进行签名。为此，需向证书颁发机构发送一个 CSR（证书签名请求）。

- 自行创建证书并对其进行签名。

例如，为实现上述过程，您应使用 OPC 基金会的“Opc.Ua.CertificateGenerator”程序。还可使用 OpenSSL。

更多信息，请参见“用户自己生成 PKI 密钥对和证书 (页 197)”。

有用信息：证书类型

- 自签名证书

每个设备都可生成并签署自己的证书。应用示例：通信节点数量有限的静态组态。

不能从自签名证书派生新的证书。但是，需要将所有自签名证书从伙伴设备加载到 CPU（需要在 STOP 模式下执行）。

- CA 证书：

所有证书都由证书颁发机构生成和进行签名。应用示例：动态添加设备。

只需将证书从证书颁发机构下载到 CPU。证书颁发机构可以生成新的证书（添加伙伴设备无需在 CPU STOP 模式下）。

签名

如下所述，通过该签名，可验证消息的完整性和来源。

首先，发送方根据纯文本信息（纯文本消息）生成 HASH 值。之后，再通过私钥对该 HASH 值进行加密，并将该纯文本消息连同加密后的 HASH 值一同发送到接收方。验证签名时，接收方需要一个发送方的公钥（包含在发送方的 X509 证书中）。接收方基于发送方的公钥，对接收到的 HASH 值进行解密。然后，接收方再根据接收到的纯文本消息生成自己的 HASH 值（HASH 过程包含在发送方的证书中）。接收方对这两个 HASH 值进行比较：

- 如果两个 HASH 值相同，则表示从发送方接收到的纯文本消息未经更改并未被篡改。
- 如果两个 HASH 不匹配，则表示到达接收方的纯文本消息发生了更改。纯文本消息在传送过程中被篡改或受损。

加密

加密数据可防止非经授权的读取。X509 证书不加密；这些证书为公开证书，任何人都可查看。

在加密过程中，发送方将使用接收方的公钥对纯文本消息进行加密。为此，发送方需要接收方的 X509 证书。这是因为，该证书中包含接收方的公钥。接收方使用自己的私钥对消息进行解密。只有接收方才能对该消息进行解密：只有他们才拥有相应的私钥。因此，任何时候私钥都不得泄露。

安全通道

OPC UA 使用客户端与服务器的私钥和公钥建立安全连接，即安全通道。建立安全连接后，客户端和服务端将生成一个只有它们才了解的内部密钥，它们使用此密钥对消息进行签名和加密。较非对称加密过程（私钥和公钥）过程，对称加密过程（共享密钥）的运行速度要快得多。

参见

创建自签名证书 (页 196)

OPC UA 证书 (页 195)

安全通信 (页 41)

通过 TIA Portal 使用证书

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109769068>)

9.2.3 OPC UA 证书

使用 OPC UA 的 X509 证书

OPC UA 可使用各种类型的 X.509 证书在客户端与服务器之间建立连接:

- OPC UA 应用程序证书

这类 X.509 证书用于标识软件实例、客户端或服务器软件的安装。在“机构名称”(Organization name) 属性中, 可输入该软件使用方的名称。

说明

即使安全设置为“无”(None) (不安全), S7-1500 的 OPC UA 服务器也会使用应用程序证书。这可保证与 OPC UA V1.1 及更早版本的兼容性。

- OPC UA 软件证书

X-509 证书用于标识客户端或服务器软件的特定版本。这些证书中包含有关属性, 用于说明通过 OPC 基金会 (或认可的测试实验室) 认证时的软件版本。在“机构名称”(Organization name) 属性中, 可输入该软件的研发或销售方名称。

说明

STEP 7 不支持软件证书。

- OPC UA 用户证书

该 X.509 证书用于标识特定用户, 例如从 OPC UA 服务器检索过程数据的用户。如果用户可通过密码自行认证或组态为匿名访问, 则无需使用该证书。

说明

STEP 7 不支持用户证书。

所述证书属于最底层实体证书: 这些证书用于识别个人、机构、公司或软件实例 (安装) 等信息。

9.2.4 创建自签名证书

使用客户端的证书生成器

很多 OPC UA 客户端应用程序或 SDK 都集成到示例应用程序中，允许用户通过此应用程序为客户端生成证书。

通常可在介绍 OPC UA 客户端应用程序的上下文中找到证书生成的说明。

在线支持的示例客户端

SIMATIC S7-1500 OPC UA 服务器的 OPC UA .NET 客户端

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109737901>)会在程序首次启动过程中在 Windows 证书商店中创建客户端应用程序的自签名软件证书。本示例的文档介绍了处理这些证书的步骤。

使用 TIA Portal 的证书生成器

如果使用的 OPC UA 客户端未生成客户端证书，可通过 STEP 7 创建自签名证书。

为此，请执行以下操作步骤：

1. 在 CPU 特性中，双击“保护和安全 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager) 下的“<新增>”(Add new)，
2. 单击“添加”(Add)。
3. 在“创建新证书”(Create a new certificate) 对话框中，为“使用”(Usage) 选择“OPC UA 客户端”(OPC UA client) 选项。
4. 单击“确定”(OK)。

在“主题备用名称”(Subject Alternative Name) 字段中，STEP 7 将自动输入所生成证书的 URI。在使用 OPC 基金会的 .NET 堆栈生成程序特定的证书时，将调用该字段（如“ApplicationUri”）。在其它证书生成工具中，该基金会的名称可能不同。

参见

S7-1500 CPU 的客户端证书处理 (页 375)

9.2.5 用户自己生成 PKI 密钥对和证书

只有在使用无法自行创建 PKI 密钥对和客户端证书的 OPC UA 客户端时，才会涉及此部分内容。此时，可通过 OpenSSL 生成一个私钥和一个公钥，生成一个 X.509 证书，并对该证书进行签名。

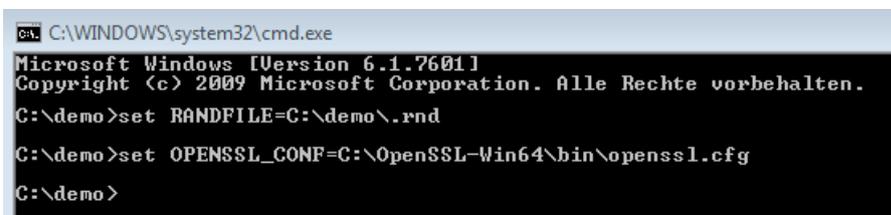
使用 OpenSSL

OpenSSL 属于传输层安全工具，可用来创建证书。您还可以使用其它工具，例如 XCA，一款密钥管理软件，该软件具有图形用户界面，改进了已颁发证书的总览功能。

要在 Windows 系统中使用 OpenSSL，请按以下步骤操作：

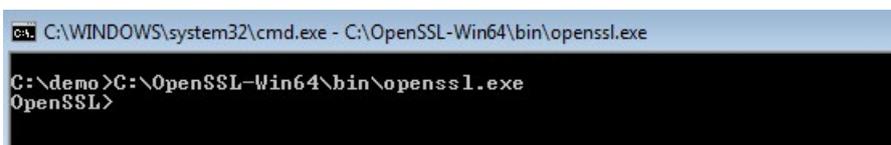
1. 在 OpenSSL 系统中，安装 Windows。如果操作系统为 64 位，则 OpenSSL 将安装在“C:\OpenSSL-Win64”目录中。OpenSSL-Win64 作为开源软件，可从不同的软件提供商处下载。
2. 创建一个目录，如“C:\demo”。
3. 打开命令提示符。为此，单击“Start”，并在搜索栏中输入“cmd”或“command prompt”。右键单击结果列表中的“cmd.exe”，并以管理员身份运行该程序。Windows 将打开命令提示符。
4. 切换到“C:\demo”目录。为此，可输入以下命令：“cd C:\demo”。
5. 设置以下网络变量：
 - set RANDFILE=c:\demo\.rnd
 - set OPENSSL_CONF=C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.cfg

下图显示了包含以下命令的命令提示符窗口：



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
C:\demo>set RANDFILE=C:\demo\.rnd
C:\demo>set OPENSSL_CONF=C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.cfg
C:\demo>
```

6. 现在，启动 OpenSSL。如果 OpenSSL 已安装在 C:\OpenSSL-Win64 目录中，则可输入：C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.exe。下图显示的命令提示符窗口中包含以下命令：



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.exe
C:\demo>C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.exe
OpenSSL>
```

7. 生成私钥。将密钥保存到“myKey.key”文件。在本示例中，密钥的长度为 1024 位；为了实现更高的 RSA 安全性，实际长度采用 2048 位。输入以下命令：“genrsa -out myKey.key 2048”（在本示例中为“genrsa -out myKey.key 1024”）。下图显示了包含该命令的命令行以及 OpenSSL 输出结果：

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.exe
C:\demo>C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.exe
OpenSSL> genrsa -out myKey.key 1024
Generating RSA private key, 1024 bit long modulus
.....+++++
.....+++++
e is 65537 (0x10001)
OpenSSL>
    
```

8. 生成一个 CSR (Certificate Signing Request)。为此，可输入以下命令：“req -new -key myKey.key -out myRequest.csr”。在该命令的执行过程中，OpenSSL 将查询有关证书的信息：
 - 国家/地区名称：如，“DE”为德国，“FR”为法国
 - 州或省名称：例如“Bavaria”。
 - 位置名称：如，“Augsburg”
 - 机构名称：输入公司的名称。
 - 机构单位名称：如，“IT”
 - 公共名称：如，“OPC UA client of machine A”
 - 电子邮件地址：

说明

针对固件版本为 V2.5、作为服务器的 S7-1500 CPU 的注意事项

客户端程序的 IP 地址需存储在 S7-1500 CPU 版本 V2.5（仅针对此版本）所创建证书的“主题备用名称”(Subject Alternative Name) 字段中；否则 CPU 将不接受该证书。

输入的信息将添加到证书中。下图显示了包含该命令的命令行以及 OpenSSL 输出结果：

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.exe
OpenSSL> req -new -key myKey.key -out MyRequest.csr
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name <2 letter code> [AU]:
    
```

该命令将在包含有 Certificate Signing Request (CSR) 的 C:\demo 目录中创建一个文件；在本示例中，为“myRequest.csr”。

使用 CSR

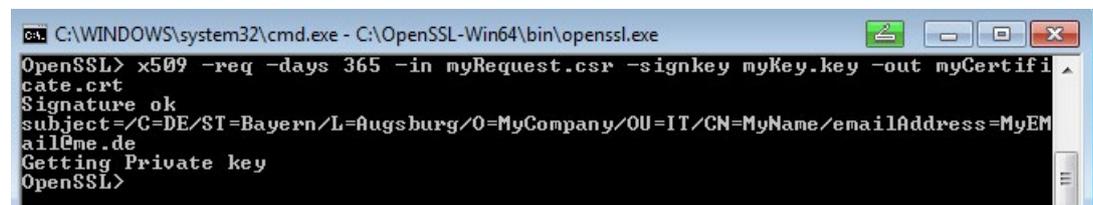
可通过以下两种方式使用 CSR:

- 将 CSR 发送到证书颁发机构 (CA): 读取特定证书颁发机构的信息。证书颁发机构 (CA) 将检查用户的身份和信息 (认证), 并使用该证书颁发机构的私钥对该证书进行签名。如, 接收已签名的 X.509 证书, 并将该证书用于 OPC UA、HTTPS 或 Secure OUC (secure open user communication) 中。通信伙伴将使用该证书颁发机构的公钥检查该证书是否确实由 CA 机构颁发 (即, 该证书颁发机构已确定您的信息)。
- 用户对 CSR 进行自签名: 使用用户的私钥。该选项将在下一个操作步骤中介绍。

自签名证书

输入以下命令, 生成一个证书并对自签名 (自签名证书): “x509 -req -days 365 -in myRequest.csr -signkey myKey.key -out myCertificate.crt”。

下图显示了包含以下命令和 OpenSSL 的命令行窗口:



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - C:\OpenSSL-Win64\bin\openssl.exe
OpenSSL> x509 -req -days 365 -in myRequest.csr -signkey myKey.key -out myCertificate.crt
Signature ok
subject=/C=DE/ST=Bayern/L=Augsburg/O=MyCompany/OU=IT/CN=MyName/emailAddress=MyEmail@me.de
Getting Private key
OpenSSL>
```

该命令将生成一个 X.509 证书, 其中包含通过 CSR 传送的属性信息 (在本示例中, 为 “myRequest.csr”), 例如有效期为一年 (-days 365)。该命令还将使用私钥对证书进行签名 (在本示例中为 “myKey.key”)。通信伙伴可使用公钥 (包含在证书中) 检查您是否拥有属于该公钥的私钥。这样还可以防止公钥被攻击者滥用。

通过自签名证书, 用户可确定自己证书中的信息是否正确。此时, 无需依靠任何机构即可检查信息是否正确。

参见

S7-1500 CPU 的客户端证书处理 (页 375)

9.2.6 消息的安全传送

使用 OPC UA 建立安全连接

OPC UA 将在客户端与服务器之间建立安全连接。OPC UA 将检查通信伙伴的身份。OPC UA 使用基于 ITU（国际电信联盟）X.509-V3 标准的证书对客户端和服务器进行认证。例外：使用安全策略“不安全”(No security) 时，将不建立安全连接。

消息的安全模式

OPC UA 使用以下安全策略确保消息安全：

- 不安全

所有消息均不安全。要使用该安全策略，则需与服务器建立安全策略为“无”(None) 的端点连接。

- 签名

所有消息均已签名。系统将对所接收消息的完整性进行检查。检测篡改行为。要使用该安全策略，则需与端点安全策略为“签名”(Sign) 的服务器建立连接。

- 签名和加密

对所有消息进行签名并加密。系统将对所接收消息的完整性进行检查。检测篡改行为。而且，攻击者无法读取消息内容（保护机密）。要使用该安全策略，则需与端点安全策略为“签名并加密”(SignAndEncrypt) 的服务器建立连接。

安全策略还可根据所使用的算法命名。示例：“Basic256Sha256 -签名和加密”表示：端点进行安全连接，支持一系列 256 位哈希和 256 位加密算法。

所需层级

下图显示了建立连接时通常所需的三个层：传输层、安全通道和会话。

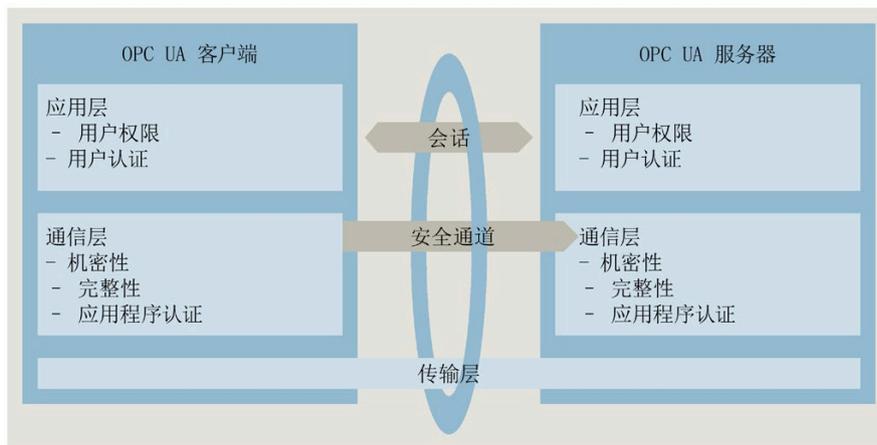


图 9-6 所需层级：传输层、安全通道和会话

- 传输层：

该层用于发送和接收消息。OPC UA 在此使用优化的基于 TCP 的二进制协议。传输层是后续安全通道的基础。

- 安全通道

安全层从传输层接收数据，再转发到会话层中。安全通道将待发送的会话数据转发到传输层中。

在“签名”(Sign) 安全模式中，安全通道将对待发送的数据（消息）进行签名。接收消息时，安全通道将检查签名以检测是否存在篡改的情况。

采用安全策略“签名并加密”(SignAndEncrypt) 时，安全通道将对待发送数据进行签名并加密。安全通道将对接收到的数据进行解密，并检查签名。

采用安全策略“不安全”(No security) 时，安全通道将直接传送该消息包而不进行任何更改（消息将以纯文本形式接收和发送）。

- 会话

会话将安全通道的消息转发给应用程序，或接收应用程序中待发送的消息。此时，应用程序即可使用这些过程值或提供这些值。

建立安全通道

建立安全通道，如下所示：

1. 服务器接收到客户端发送的请求时，开始建立安全通道。该请求将签名或签名并加密，甚至以纯文本形式发送，具体取决于所选服务器端的安全模式。在“签名”(Sign) 和“签名并加密”(Sign & Encrypt) 安全模式中，客户端将随该请求一同发送一个机密数（随机数）。
2. 服务器将验证客户端的证书（包含在请求中，未加密）并检验该客户端的身份。如果服务器信任此客户端证书，
 - 则会对消息进行解密并检查签名（“签名并加密”(Sign & Encrypt)），
 - 仅检查签名（“签名”(Sign)），
 - 或不对消息进行任何更改（“不安全”(No security)）
3. 之后，服务器会向客户端发送一个响应（与请求的安全等级相同）。响应中还包含服务器机密。客户端和服务器根据客户端和服务器的机密数计算对称密钥。此时，安全通道已成功建立。

对称密钥（而非客户端与服务器私钥和公钥）可用于对消息进行签名和加密。

建立会话

执行会话，如下所示：

1. 客户端将 CreateSessionRequest 发送到服务器后，开始建立会话。该消息中包含一个仅能使用一次的随机数 Nonce。服务器必须对该随机数 (Nonce) 进行签名，证明自己为该私钥的所有者。此私钥属于该服务器建立安全通道时所用证书。该消息（及所有后续消息）将基于所选服务器端点的安全策略（所选的安全策略）进行加密。
2. 服务器将发送一个 CreateSession Response 响应。该消息中包含有服务器的公钥和已签名的 Nonce。客户端将检查已签名的 Nonce。
3. 如果服务器通过测试，则客户端将向该服务器发送一个 SessionActivateRequest。该消息中包含用户认证时所需的信息：
 - 用户名和密码，或
 - 用户的 X.509 证书（STEP 7 不支持），或
 - 无数据（如果组态为匿名访问）。
4. 如果用户具有相应的权限，则服务器将返回客户端一条消息 (ActivateSessionResponse)。激活会话。

OPC UA 客户端与服务器已成功建立安全连接。

建立与 PLCopen 函数块的连接。

PLCopen 规范针对 OPC UA 客户端定义了一系列 IEC 61131 函数块。指令 UA_Connect 可根据上述模式启动安全通道和会话。

9.2.7 通过全球发现服务器 (GDS) 实现证书管理

9.2.7.1 通过 GDS 实现自动化证书管理

在 S7-1500 CPU 固件版本 V2.9 或更高版本的 OPC UA 服务器中，支持诸如全球发现服务器 (GDS) 可使用的证书管理服务。

通过 GDS 推送管理功能，S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器上的 OPC UA 证书、信任列表和证书吊销列表 (CRL) 可自动进行更新。证书管理自动化意味着当证书到期后以及对 CPU 执行新的下载操作后，无需再手动重新组态 CPU。此外，使用 GDS 推送管理功能还可以在 CPU 处于 STOP 和 RUN 操作状态时传送更新后的证书和列表。

证书管理信息模型在 OPC UA 第 12 部分（OPC 10000-12：OPC 统一架构，第 12 部分：发现和全球服务）中指定。

以下章节概括介绍了全球发现服务以及 TIA Portal V17/CPU 固件版本 V2.9 及更高版本支持的自动化证书更新功能。

发现服务器

要连接到 OPC UA 服务器，OPC UA 客户端需要其端点的相关信息，如端点 URL 和安全策略。如果网络中提供大量可用服务器，则发现服务器可负责处理对该服务器信息的搜索和管理。

- OPC UA 服务器注册使用发现服务器。
- OPC UA 客户端向发现服务器请求获取可访问的服务器列表，然后连接到所需 OPC UA 服务器。

全球发现服务器 (GDS)

OPC UA GDS 理念一方面可组态跨子网发现服务，另一方面为证书集中管理提供接口。

全球发现服务器 (GDS) 提供的机制可实现对以下组件的集中管理：

- CA 签名证书和自签名证书
- 受信任列表和证书吊销列表 (CRL)

因此，GDS 提供中央证书管理的接入点，并接管 OPC UA 网络中安全服务器的任务。

GDS 主要用于通过相应的 CRL 来管理 CA 签名证书：

- 首次创建 OPC UA 应用程序证书
- 定期更新受信任列表和 CRL
- 续订 OPC UA 应用程序证书

证书管理

证书管理的任务是自动管理和分发 OPC UA 应用的证书和受信任列表。

在该上下文中，有以下两种不同的角色：

- 证书管理器 - 提供证书管理功能的 OPC UA 应用
- 证书接收方 - 从证书管理器接收证书、信任列表和 CRL 的 OPC UA 应用程序。

证书管理分为以下两种模式：拉取管理和推送管理。

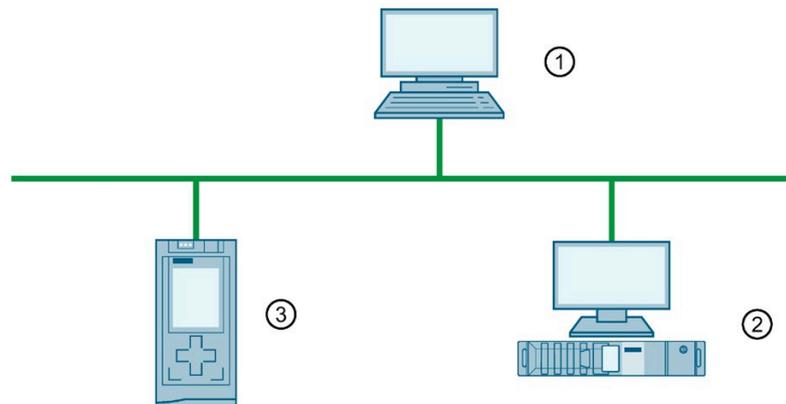
- 采用拉取管理模式时，OPC UA 应用作为 GDS 服务器的客户端运行，并使用证书管理方法来请求获取证书更新和信任列表更新。
- 采用推送管理模式时，OPC UA 应用作为服务器运行，并提供将 OPC UA GDS 用作 OPC UA 客户端的方法。充当证书管理器的 GDS 用此等方法传送（“推送”）证书和受信任列表更新，有关概念说明，请参见下文中的自动证书更新。

目前，仅 S7-1500 CPU 固件版本 V2.9 及以上版本的 OPC UA 才支持推送管理。

通过推送管理，无法将 CPU 中 OPC UA 客户端指令的证书传送到 CPU 中。

使用 GDS 的系统组态

下图显示了与提供证书管理功能的 GDS 相关的各个设备的任务示例。



- ① 根 CA - 为系统颁发证书的设备（此等证书也可通过其它方式传送，例如通过电子邮件方式）
- ② 安装有证书管理器的 OPC UA GDS，可创建或签名设备证书、管理信任列表和证书吊销列表 (CRL)，以及将证书和列表写入设备中（推送功能）。对于推送功能，此设备需要 OPC UA 客户端功能。
- ③ 装有 OPC UA 应用的设备，接收“推送”的证书和列表

STEP 7 版本 V17 及更高版本的自动证书更新概念

GDS 和证书管理器通常合并到一个应用中，但下图中以两个独立的组件显示。

“普通的”OPC UA 客户端之类的设备也可以用作证书管理器，但它们需要支持 Bytestring 数据类型才能传送证书，例如，固件版本为 V2.9 以及更高版本的 S7-1500 CPU 作为 OPC UA 客户端或者具有 GDS 插件的 UA Expert 工具 (Unified Automation)。

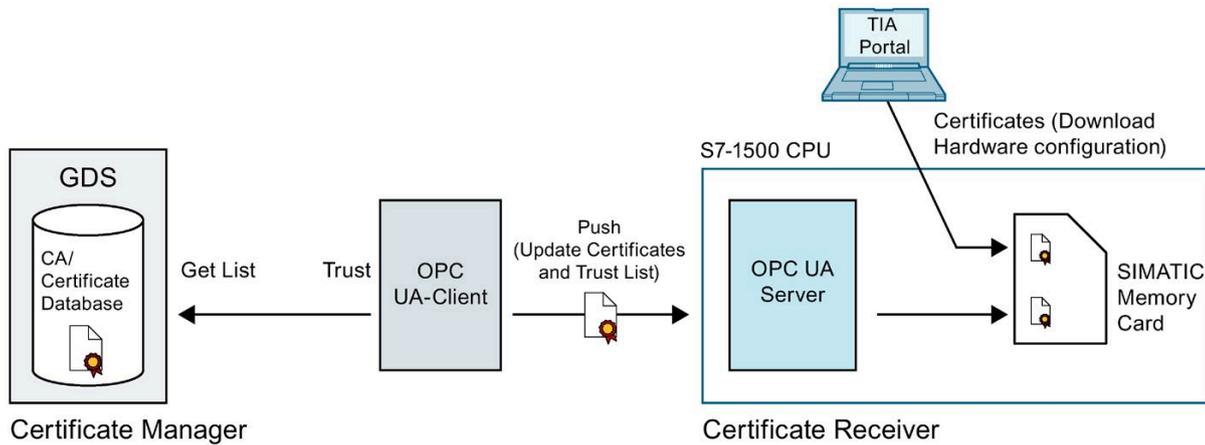
S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器作为证书接收方，可提供 OPC UA 客户端证书读取和写入信任列表和 CRL 时所需的标准方法与属性。

S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器上下文的侧重点是介绍如何使用推送功能为 CPU 提供证书，并与常规方法（通过下载硬件配置）进行了比较。

下图显示了 S7-1500 CPU 固件版本 V2.9 或更高版本中 OPC UA 证书与列表的传输方式：

- 或是在 CPU 处于 STOP 模式时，通过加载硬件配置来更新；证书是硬件配置的组成部分。
- 或是在 CPU 处于 RUN 或 STOP 模式时，通过 GDS 推送方法来更新。

两种方法不能同时使用。



参见

OPC UA 证书 (页 195)

9.2.7.2 推送功能的组态限制

推送功能的证书数量

对于 OPC UA 推送功能，固件类型为 V2.9 的 S7-1500 CPU（无论何种类型）的组态限制均为 62 个受信任列表条目。

证书吊销列表条目 (CRL) 的计数与受信任证书列表条目的计数方式一样。

推送功能的元素大小（例如证书）

最多 4096 个字节

示例

希望授予最多 62 个 OPC UA 客户端对 OPC UA 服务器的访问权限，并相应填写受信任列表。

在受信任列表中添加“证书吊销列表”条目时，最多只能信任 61 个客户端证书。

不能通过将硬件配置下载到 CPU 来传输更多的 OPC UA 证书。

提示

为了尽可能减少所需证书的数量，建议您通过同一个 CA 对 OPC UA 客户端证书进行签名。

在这种情况下，作为 OPC UA 服务器的 CPU 仅需要相应的 CA 证书和 CRL。通过这些元素，OPC UA 服务器随后可以验证由 CA 签名的所有客户端证书。即，无需将每个客户端证书逐一添加到受信任列表中。

9.2.7.3 设置和下载 GDS 参数

下文介绍了证书更新的所需设置。

要求

- STEP 7 (TIA Portal) V17 或更高版本
- S7-1500 CPU 固件版本 V2.9 或更高版本
- 已设置 CPU 的时间/日期（通常应用于基于证书的通信）
- 已启用 OPC UA 服务器。
- 至少必须组态一个采用“签名并加密”安全策略的端点。伙伴必须使用此端点。
- 已为经过身份验证的用户组态足够的功能权限
用户必须拥有具备“管理证书”功能权限的角色。

该功能权限具有以下要求：

- 必须在项目树中启用**项目保护**：项目树：“安全设置 > 设置 > 项目保护”(Security settings > Settings > Project protection)。
- 在 CPU 设置的“CPU UA > 常规”(OPC UA > General) 区域中，必须启用以下常规用户管理设置：“通过项目安全设置启用其它用户管理”(Enable additional user management via project security settings)

“具有 OPC UA 功能权限的用户和角色 (页 259)”部分介绍了如何设置功能权限。

激活 GDS

满足上述要求后，仍必须启用 GDS：

1. 在巡视窗口（CPU 参数）中，转到“OPC UA > 服务器 > 常规”(OPC UA > Server > General) 区域。
2. 启用“启用全球发现服务（推送）”(Enable Global Discovery Services (Push)) 选项。

确定使用的证书存储区

使用 GDS 进行管理的证书与通过 TIA Portal (STEP 7) 下载的证书不在同一存储区中。启用 GDS 后, CPU 的 OPC UA 服务器同样使用证书存储区中的证书, 这些证书在运行过程中进行管理。

1. 在 CPU 设置中, 转到“OPC UA > 服务器 > 安全 > 证书”(OPC UA > Server > Security > Certificates) 区域。
2. 选择“使用在运行期间由证书管理服务器管理的证书”(Use certificates managed by certificate management server during runtime) 选项。

另一种方式则使用从 TIA Portal 下载到 CPU 中的证书, 这些证书在 CPU 处于 STOP 模式时进行组态。该证书存储区中的证书或信任列表无法在运行时更新。

下载到 CPU

将组态下载到 CPU 之前, 可删除由 GDS 管理的证书。确认删除后, 下载完成时将进入配置阶段 (参见调试部分)。

下载 CPU 之外的存储卡 (读卡器) 时, 始终会删除该证书存储区。

如果激活全球发现服务 (推送) 但未推送任何证书, 则 OPC UA 服务器上没有任何证书、信任列表或 CRL。

参见

GDS 调试 (页 208)

9.2.7.4 GDS 调试

OPC UA 规范第 12 部分对证书管理期间的配置阶段和运行阶段进行了区分定义。

在配置阶段, GDS 或 OPC UA 客户端为 OPC UA 服务器的客户端提初始信任列表和 CRL。在此阶段中, CPU 的 OPC UA 服务器接受提供的所有客户端证书和列表; 与 OPC UA 服务器的“受信任的客户端”设置类似, 在运行过程中接受所有客户端证书。服务器只能通过这种方式与未知客户端建立连接。例如, 客户端无法通过现有证书或信任列表进行身份验证, 而只能在接收相应的客户端证书或相应的信任列表后餐呢个进行验证。

配置阶段有信息安全水平低的特点; 因此, 配置阶段将通过点亮维护 LED 以及在相应的诊断缓冲区中记录条目 (需要维护) 的方式加以指示。

在运行阶段中, 现有的 CRL 将进行更新 (举例而言), 并且证书和信任列表也将更新。通信在此阶段中是安全的。

要求

在配置阶段，只有具备足够功能权限的授权用户才能建立连接。用户必须拥有具备“管理证书”功能权限的角色。

另请参见“设置和下载 GDS 参数 (页 207)”。

配置阶段的规则

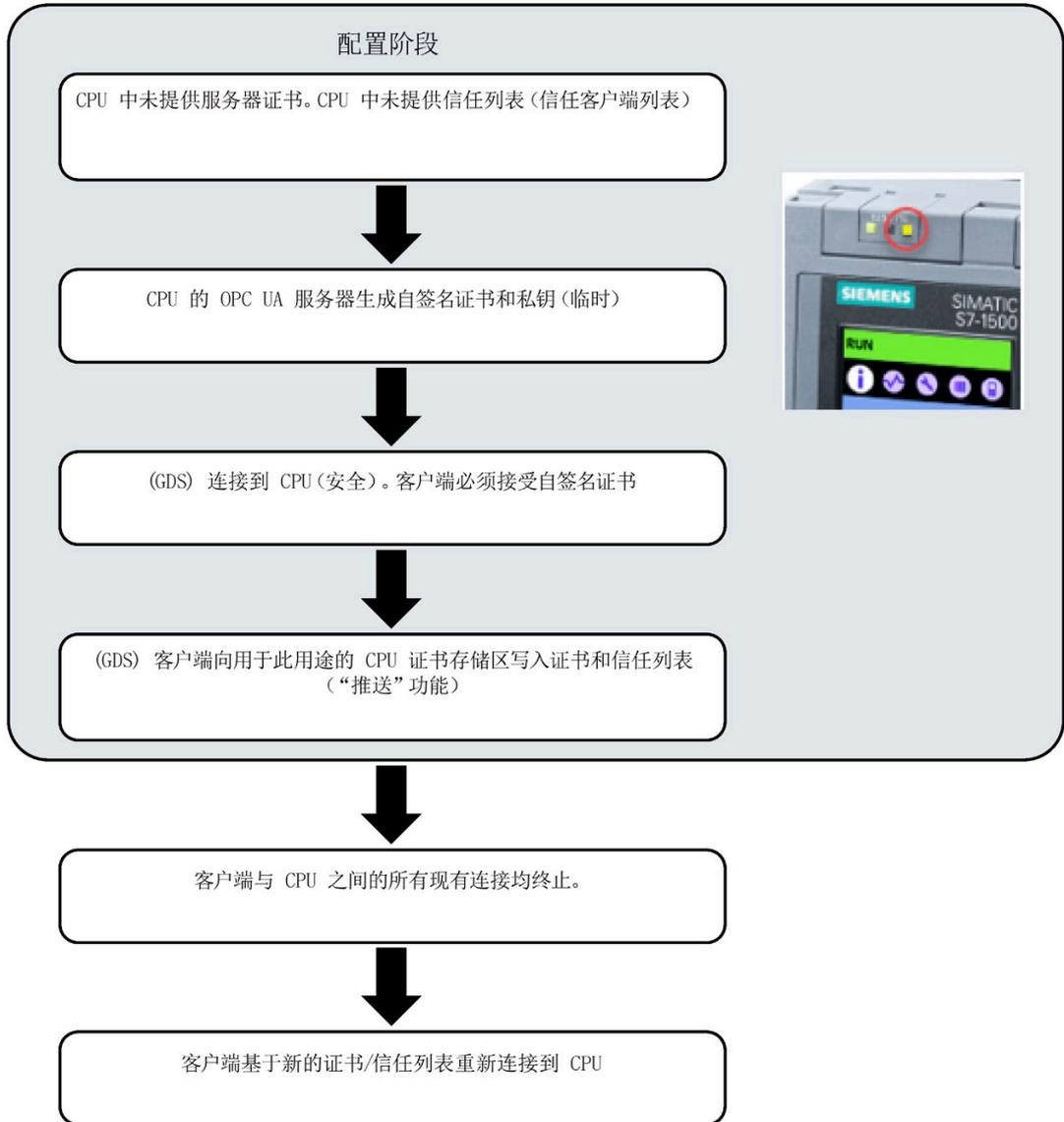
在配置阶段，CPU 的 OPC UA 无法对发起连接建立动作的 OPC UA 客户端进行身份验证。因此，必须遵循以下规则：

- 提供安全环境，例如仅限调试人员访问 CPU。检查彼此通信的设备是否为正确的设备。
- 限制此阶段的时间。

CPU 通过点亮维护 LED 以及在相应的诊断缓冲区中记录条目（需要维护）的方式指示其处于配置阶段。

配置阶段的顺序

配置阶段的顺序如下所述。



进入配置阶段

OPC UA 服务器启动后，CPU 会在满足下面其中一个条件时自动进入配置阶段：

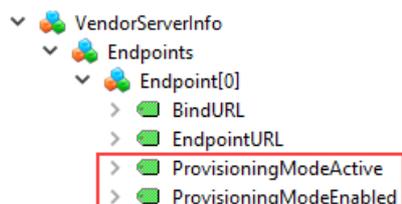
- OPC UA 服务器证书是 CPU 生成的初始自签名证书，尚未替换为有效的服务器证书。
- 信任列表（可信任客户端列表）为空。

CPU 生成的 OPC UA 服务器证书包含 OPC UA 服务器最重要的参数，并且除非已存在有效的服务器证书，否则将在每次接通电源后启动 OPC UA 服务器时重新生成（包括私钥在内）。出于此原因，OPC UA 服务器可能在接通电源后需要更长的启动时间。

在硬件配置已下载后，可在运行时更新的证书，其证书存储区将在下载时删除，或者证书将得到保留，具体取决于设置。换言之，如果 GDS 处于激活状态并且证书存储区已删除，CPU 将在下载硬件配置后进入配置阶段。

配置阶段诊断

除了维护 LED 点亮之外，GDS 地址模型还有两个节点可提供信息，指示 CPU 的 OPC UA 服务器是否处于配置阶段：



只有在 GDS 的要求得到满足后（端点安全已签署并加密，另外也已具备管理员功能权限），用户才能出于诊断目的使用图中标记的两个节点。

ProvisioningModeEnabled: 表示支持配置阶段

ProvisioningModeActive: 表示 CPU 的 OPC UA 服务器处于配置阶段。

配置阶段结束

在满足以下条件时，CPU 将自动结束配置阶段：

- CPU 在配置阶段生成并自签名的证书已由有效的服务器证书覆盖。该有效的服务器证书既可以是自签名证书，也可以是 CA 签名证书。
- CPU 中的信任列表不为空，即，存在用于检查客户端证书的 CA 证书，或者存在可信赖的 OPC UA 客户端的客户端证书。

如果 OPC UA 客户端传送 CA 签名证书并且另外也将 CA 证书添加到信任列表中，则 CPU 的 OPC UA 服务器可自动接受 OPC UA 客户端发送的由同一 CA 签名的所有其它证书。

请求有效服务器证书

有效的服务器证书需要通过以下步骤才能抵达 CPU 的 OPC UA 服务器：

1. 证书管理器（OPC UA 客户端）调用“CreateSigningRequest”方法，从而通过证书签名请求 (CSR) 请求服务器证书。
2. 此 CSR 必须由证书颁发机构 (CA) 签署。
3. CSR 在经签署后必须再传送回 CPU 的 OPC UA 服务器并用作服务器证书。

在客户端具有所需的“管理证书”功能权限时，CPU 的 OPC UA 服务器会支持此方法。

“CreateSigningRequest”方法允许用于以下变体：

- 更新证书，但不创建新的密钥对（使用已有的内部 CPU 密钥）
- 更新证书，并创建新的密钥对（CPU 内部）

此外，也可以使用外部创建的密钥对来生成证书。

<p>注意</p> <p>关于生成证书的推荐过程</p> <p>应避免传送私钥；私钥不得离开设备。</p> <p>因此，我们建议在生成证书时不创建新密钥对，或在 CPU 内创建密钥对。</p>
--

创建证书但不创建密钥对

- “CreateSigningRequest”方法会返回证书签名请求 (CSR)，即包含关于服务器特定信息（例如应用程序名称和 URL）的文件 (*.csr)。
- 在 CPU 之外，必须对该 CSR 进行验证并由证书颁发机构 (CA) 进行签名，最后将其作为服务器证书返回。
- 随后，必须使用“UpdateCertificate”方法将服务器证书传送（“推送”）到 CPU。

在这种情况下，密钥不会离开 CPU。

使用内部创建的密钥对创建证书

此过程与上一节介绍的方法类似，唯一的区别是除了生成 CSR 之外，还会生成一个密钥对。在“CreateSigningRequest”方法的参数中指定将生成密钥对。

在此过程中，私钥不能离开 CPU。

生成新的密钥对会给 CPU 带来很大负载。CPU 会在通信负载的预留区内以更低的优先级处理此请求，且需要的时间较长。此时间的长短取决于 CPU 的性能。

由于在密钥生成过程的较长时间内将完全利用所设通信负载的空间部分，因此在设置“通信用扫描循环负载”(Scan cycle load due to communication) 空间部分时，应确保不会超出最大循环时间并且预留空间充足。为此，使用 CPU 的 Web 服务器页面“诊断 > 运行时间信息”(Diagnostics > Runtime information)。此页面显示当前程序/通信负载和用户程序循环时间的信息。就更改后的通信负载对循环时间的影响，用户可通过控制器获得帮助。

使用外部创建的密钥对创建证书

借助诸如可以生成其它密钥的工具来生成证书。

证书和密钥通过“UpdateCertificate”方法传送到 CPU。

由于安全性低，此过程不推荐。

注意

为不同的目标系统使用不同的密钥

对于生产系统，始终使用新生成的密钥。如对项目进行仿真和测试（例如，通过 PC 上的 PLCSIM Advanced 进行），在任何情况下都不得将作为仿真用途的密钥用于生产系统。应通过设置相应的权限来限制对 PC 式控制器的访问。

9.2.7.5 推送证书管理的地址模型

OPC UA 规范第 12 部分 (OPC 10000-12: Discovery, Global Services) 定义了 OPC UA 服务器的方法和属性，例如允许 GDS 或 OPC UA 客户端更新服务器上的证书和信任列表（“推送证书管理”）。这些方法和属性也包含在 OPC UA 服务器的地址模型中。

下文介绍了 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器的地址模型中的相关部分。

要求

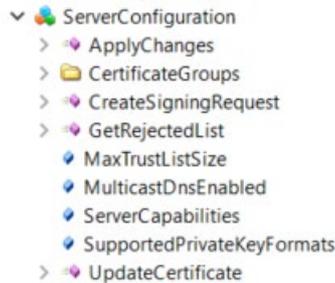
为了使相关方法和属性对 GDS 推送功能可见，必须满足以下要求：

- GDS 已启用
- 设定的安全策略支持通过签名和加密（签名并加密））确保数据的完整性和机密性。
- 使用运行系统功能权限“管理证书”进行访问

GDS 推送功能的地址模型

GDS 推送功能的地址模型相当于 OPC UA 规范的“Information Model for Push Certificate Management”OPC 10000-12: Discovery, Global Services。

“ServerConfiguration”节点下方的结构如下所示：



用于访问地址模型的方法和属性

下文简要介绍了这些方法和属性，并介绍了 S7-1500 CPU 特定地址模型的特殊功能和限制。上文列出的 OPC UA 规范包含一般说明。

此概述表下方给出了有关各个方法的详细说明。

方法/属性（变量）	说明
CreateSigningRequest	此方法用于生成以 OPC UA 服务器私钥进行签名的 PKCS#10 编码证书请求。
UpdateCertificate	此方法用于为 OPC UA 服务器更新服务器证书。
ApplyChanges	此方法用于，在已设置“ApplyChangesRequired”属性的情况下，在执行之前执行过的方法时，应用安全相关更改。 注 如果证书因“ApplyChanges”而更改，CPU 将中断此证书所担保的连接/会话。 背景： 作为担保连接基础的证书不再有效。
GetRejectedList	此方法会返回被 OPC UA 服务器拒绝的证书列表。 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器目前不会存储被拒绝的证书。此方法返回一个空数组 RejectedList。

方法/属性（变量）	说明
ServerCapabilities	S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器不支持该变量。
SupportedPrivateKeyFormats	此变量用于指定允许使用的私钥格式。对于 S7-1500 CPU，仅允许使用“PEM”（字符串数组）
MaxTrustListSize	此变量用于指定信任列表的最大大小。
MulticastDnsEnabled	此变量用于指定是否支持组播 DNS。对于 S7-1500 CPU，该值为“False”。
CertificateGroups	该对象（目录）用于组织 OPC UA 服务器所支持的所有证书组。这些证书组包含运行期间可动态更新的对象。每个证书组包含一个信任列表，还包含一个或多个分配给 OPC UA 应用的证书。 有关 CertificateGroups 对象的结构以及此对象中提供的方法和属性的详细信息，请参见下一节。

CreateSigningRequest

该方法具有以下参数：

参数	数据类型	说明
[in] certificateGroupId	NodeId	CertificateGroup 对象的 NodeId。CPU 目前仅支持一个证书组 (DefaultApplicationGroup)。
[in] certificateTypeId	NodeId	请求的证书类型。 允许使用的证书类型列表由证书组的“CertificateTypes”变量指定。 目前只允许使用“RsaSha256ApplicationCertificateType”证书类型。
[in] subjectName	字符串	证书请求中请求的主题名称。如果未指定，则使用证书的当前主题名称。
[in] regeneratePrivateKey	布尔型	True: 服务器生成新私钥。该密钥会一直保存到调用签名证书匹配的 UpdateCertificate 方法为止。 False: 服务器使用既有私钥。
[in] nonce	ByteString	用于生成新私钥的额外随机数（参见 regeneratePrivateKey）。长度必须至少为 32 字节。
[out] certificateRequest	ByteString	PKCS #10 - DER 编码证书请求。

方法结果代码

结果代码	说明
Bad_InvalidArgument	certificateTypeId、certificateGroupId 或 subjectName 无效。
Bad_UserAccessDenied	当前用户不具备所需的功能权限。

UpdateCertificate

应用:

- 通过 CreateSigningRequest 生成证书。未提供私钥。
- 新私钥和新证书在服务器之外生成。两者均通过 UpdateCertificate 进行更新。
- 证书通过现有证书的私钥生成并签名。未提供私钥。

参数	数据类型	说明
[in] certificateGroupId	NodeId	CertificateGroup 对象的 NodeId。CPU 目前仅支持一个证书组 (DefaultApplicationGroup)。
[in] certificateTypeId	NodeId	请求的证书类型。允许使用的证书类型列表由证书组的 "CertificateTypes" 变量指定。目前只允许使用 "RsaSha256ApplicationCertificateType" 证书类型。
[in] certificate	ByteString	替换现有证书的 DER 编码证书。
[in] issuerCertificates	ByteString	颁发机构证书
[in] privateKeyFormat	字符串	私钥格式。目前仅支持 PEM。如果未指定 privateKey: 零或空字符串。
[in] privateKey	ByteString	按 privateKeyFormat 中指定的格式进行编码的私钥。
[out] applyChangesRequired	布尔型	指示使用新证书前必须调用 "ApplyChanges" 方法。

方法结果代码

结果代码	说明
Bad_InvalidArgument	certificateTypeId 或 certificateGroupId 无效。
Bad_CertificateInvalid	证书无效或格式不受支持。
Bad_NotSupported	私钥无效或格式不受支持。
Bad_UserAccessDenied	当前用户不具备所需的功能权限。
Bad_SecurityChecksFailed	验证证书完整性时出错。

应用更改

该方法没有参数。

方法结果代码

结果代码	说明
Bad_UserAccessDenied	当前用户不具备所需的功能权限。

GetRejectedList

该方法具有以下参数：

参数	数据类型	说明
[out] certificates	ByteStrings	被拒绝的 DER 编码证书列表。 由于不会存储被拒绝的证书，此方法目前返回一个空列表（空数组）。

方法结果代码

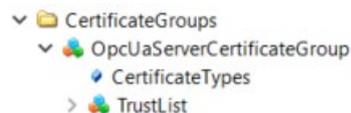
结果代码	说明
Bad_UserAccessDenied	当前用户不具备所需的功能权限。

9.2.7.6 地址模型中的 CertificateGroups

运行期间可更新的 OPC UA 服务器的证书和信任列表位于地址模型中的“CertificateGroups”对象 - 对于 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器，有一个名为“OpcUaServerGroup”的证书组。

地址模型中的 CertificateGroup

下图显示了“ServerConfiguration”节点下方“CertificateGroups”对象的结构。



可在 STEP 7 (TIA Portal) 中更改“OpcUaServerGroup”组的 Display Name：

1. 在巡视窗口（CPU 属性）中，转到“OPC UA > 服务器 > 证书”(OPC UA > Server > Certificates) 区域。
2. 选择“使用在运行期间由证书管理服务管理的证书”(Use certificates managed by certificate management server during runtime) 选项。
3. 更改下表中证书组的组名称 (DisplayName)。允许 7 位 ASCII 格式的 1-64 字符。

“CertificateTypes”节点

“CertificateTypes”变量指定分配给服务器应用程序的证书类型的 NodeId。

目前仅支持“RsaSha256ApplicationCertificateType”。

“TrustList”节点

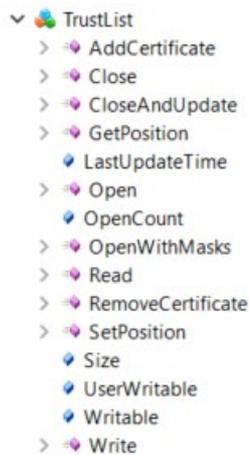
信任列表对象的节点（TrustList 文件）定义了 OPC UA 文件类型（二进制编码流），其中包含有关证书和 CRL 的信息。此信息可在存储卡的“pki store\trusted\issuer”目录中读取和更新。该节点提供用于读取和更新的方法和属性。

节点是 OPC UA 数据类型“TrustListDataType”的实例，其结构如下：

参数	数据类型	说明
specifiedLists	TrustListsMasks	该位掩码用于显示包含信息的列表。
trustedCertificates	ByteStrings	受信任应用程序证书和 CA 证书的列表。
trustedCrls	ByteStrings	“trustedCertificates”列表中证书的 CRL。
issuerCertificates	ByteStrings	验证 CA 签名证书所需的 CA 证书列表。
issuerCrls	ByteStrings	“issuerCertificates”列表中 CA 证书的 CRL。

“TrustList”节点的结构

“TrustList”节点的结构如下所示：



“TrustList”节点的方法和属性

下方是“TrustList”下的各节点的描述，此等节点是对 Object Type "FileType" 方法的补充。TrustList Type 由 FileType 派生而来（参见 OPC 10000-5: OPC 统一架构，第 5 部分：信息模型）。

方法/属性（变量）	说明
LastUpdateTime	此变量用于显示上次更新时间。
OpenWithMasks	此方法允许客户端仅读取部分 TrustList。
CloseAndUpdate	此方法用于关闭 TrustList 文件并应用更改。
AddCertificate	此方法用于将单个证书添加到 TrustList。
RemoveCertificate	此方法用于从 TrustList 中移除单个证书。

方法说明

OPC UA 规范第 12 部分“发现和全局服务”中介绍了上述方法及其结果代码、属性和 TrustList 对象类型。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

9.3.1 关于 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器的有效信息

9.3.1.1 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器

S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及以上版本均配有 OPC UA 服务器。除 S7-1500 标准 CPU 之外，这一特性同样适用于 S7-1500F、S7-1500T、S7-1500C、S7-1500pro CPU、ET 200SP CPU、SIMATIC S7-1500 软件控制器和 PLCSIM Advanced。

约定：“S7-1500 CPU”同样包括上述的 CPU 类型。

S7-1500 CPU OPC UA 服务器的基本知识

S7-1500 CPU 上所有集成的 PROFINET 接口，均可用于访问该 CPU 的 OPC UA 服务器。

在以下条件中，不能借助 CP 通过自动化系统的背板总线直接访问 CPU 的 OPC UA 服务器：

- 通过 TIA Portal V16 或更高版本进行组态
 - S7-1500 CPU 固件版本 2.8 或更高版本以及 CP 1543-1 固件版本 V2.2 或更高版本
- 有关组态的信息，请参见“访问 OPC UA 应用程序 (页 173)”。

不能借助 CM 通过自动化系统的背板总线直接访问 CPU 的 OPC UA 服务器。

通过客户端进行访问时，服务器将以节点形式保存启用的 PLC 变量和其它信息（请参见“组态对 PLC 变量的访问 (页 228)”）。这些节点相互连接并形成网络。OPC UA 将定义该网络的接入点（已知节点），可导航到下级节点。

通过 OPC UA 客户端，可对 PLC 程序中的变量值执行读取、监视或写入，并调用服务器中可用的方法。在固件版本 V2.5 及以上版本中，可执行这些方法。具体信息，请参见“关于服务器方法的有用信息 (页 301)”。

节点类别

OPC UA 服务器将基于节点提供相应的信息。节点可以是一个对象、变量、方法或属性。

在以下示例中，显示了 S7-1500 CPU 中 OPC UA 服务器的地址空间（摘自 Unified Automation 的 OPC UA 客户端“UaExpert”）。

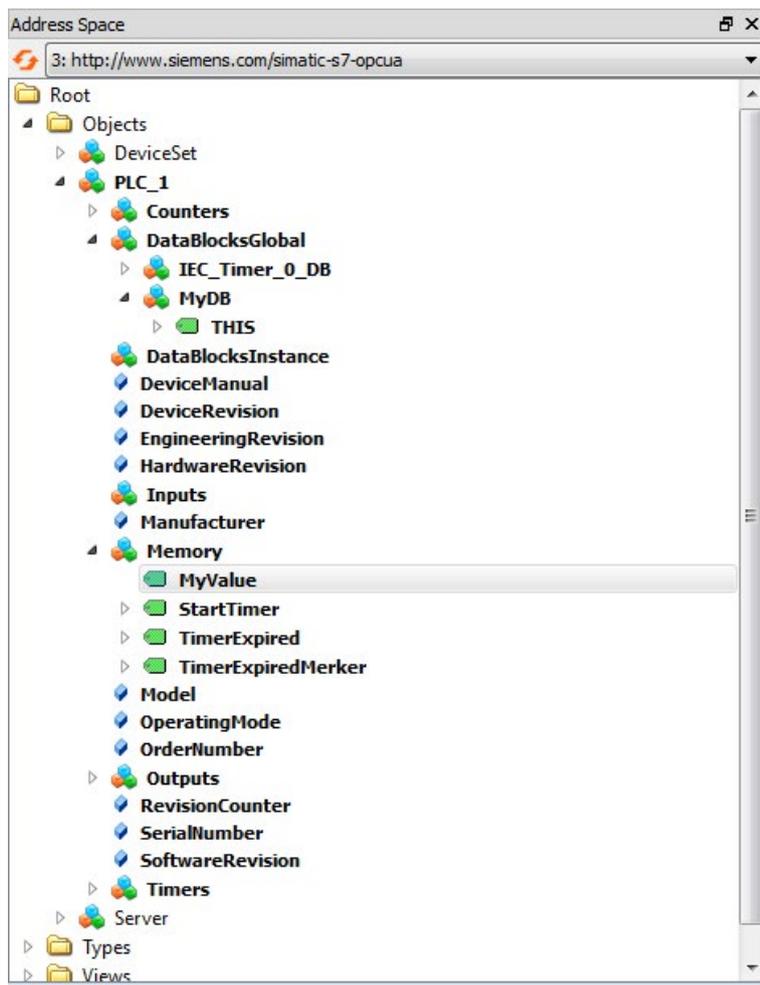


图 9-7 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器地址空间示例

在上图中，已选择“MyValue”变量（以灰色突出显示）。

此变量位于节点类别为“Object”的“Memory”节点下。

“Memory”位于“PLC_1”节点下（也是一个 Object）。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

地址空间

节点通过引用进行连接（如，引用“HasComponent”）。即，节点与子节点之间为层级关系。通过引用，这些节点将构成一个网络。该网络可以为树形结构等。

因此，节点网络也可称为地址空间。可从根节点开始，访问地址空间中的所有节点。

9.3.1.2 OPC UA 服务器的端点

在 OPC UA 服务器的端点，将定义连接的安全级别。基于所用或期望的安全级别，在端点处需执行相应的连接设置。

不同的安全设置

建立安全连接之前，OPC UA 客户端会询问服务器采用哪些安全设置进行连接。服务器将返回服务器提供的所有安全设置（端点）的列表。

端点结构

端点由以下几部分组成：

- OPC 的标识符：“opc.tcp”
- IP 地址：192.168.178.151（在本示例中）
- OPC UA 的端口号：4840（标准端口）

端口号可组态。

- 消息的安全设置（消息安全模式）：“无”(None)、*“签名”(Sign)*、SignAndEncrypt。
- 加密和 HASH 程序 (Security Policy)：无，Basic128Rsa15、Basic256、Basic256Sha256（在本示例中）。

下图显示了 OPC Foundation 的“UA Sample Client”。

客户端已与 S7-1500 CPU 中 OPC UA 服务器的端点“opc.tcp://192.168.178.151:4840 - [SignAndEncrypt: Basic256Sha256:Binary]”建立了安全连接：该端点的安全设置为“SignAndEncrypt:Basic256Sha256”。

说明

选择安全策略尽可能严格的端点

根据具体应用，为端点选择相应的安全策略，并在 OPC UA 服务器上禁用较不严格的安全策略。

S7-1500 CPU OPC UA 服务器为确保端点最为安全 (Basic256Sha256)，要求具有 Sha256 证书。

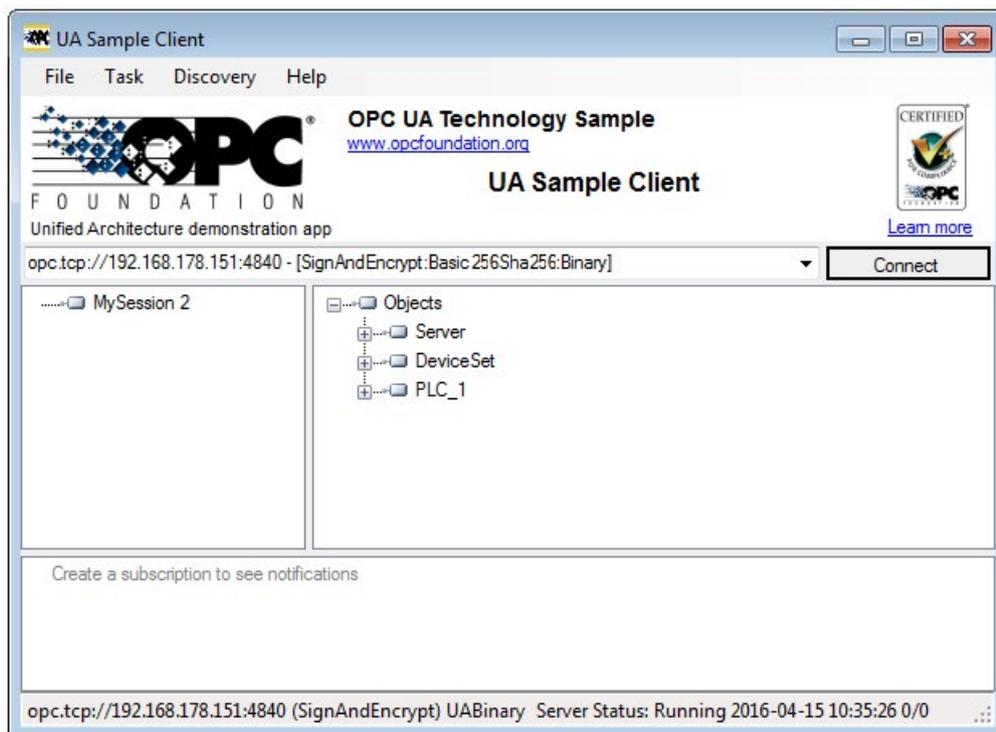


图 9-8 OPC 基金会的“UA Sample Client”程序

仅当 OPC UA 客户端符合服务器端点的安全策略时，才能与服务器端点建立连接。

OPC UA 服务器提供的信息

OPC UA 服务器可提供大量信息：

- 客户端可能访问的 DB 元素以及 PLC 变量的值。
- 这些 PLC 变量和 DB 元素的数据类型。
- 有关 OPC UA 服务器和 CPU 的信息。

因此，客户端可了解并读取相应的特定信息，无需具备之前的 PLC 程序和 CPU 数据。读取 PLC 变量时，无需询问 PLC 程序的研发人员。所有相关信息均存储在服务器中（如，PLC 变量的数据类型）。

OPC UA 服务器信息的显示

可通过以下几种方式：

- 在线：已在 OPC UA 服务器运行期间显示了所有可用信息。为此，请导航到（浏览）该服务器的地址空间。
- 离线：可导出基于 OPC 基金会的 XML 架构的 XML 文件。

在 STEP 7 V15.1 及以上版本中，不导出用户创建的服务器方法（函数块实例通过 OPC UA 客户端调用），参见“在 OPC UA 服务器上提供方法 (页 301)”。

- 离线并使用 Openness API：在程序中，可通过 TIA Portal 的 API（应用程序编程接口）访问导出 OPC UA 可读取的所有 PLC 变量的功能。需要安装有 .NET Framework 4.0；请参见 TIA Portal Openness，使用脚本实现 SIMATIC 项目自动化 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109477163>)。
- 如果您熟知相关语法和 PLC 编程，则可直接访问 OPC UA 服务器，而无需先了解相关信息。

9.3.1.3 OPC UA 服务器运行期间的行为

运行过程中的 OPC UA 服务器

激活服务器并将项目下载到 CPU 后，S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器会启动。

此处介绍了如何激活 OPC UA 服务器。

CPU STOP 操作状态的行为

即使 CPU 切换到“STOP”模式，已激活的 OPC UA 服务器仍然保持运行状态。OPC UA 服务器会继续响应来自 OPC UA 客户端的请求。

服务器响应的详细信息：

- 如果用户请求 PLC 变量的值，则会获得 CPU 切换到或被设置为“STOP”模式之前的最新值。
- 如果用户向 OPC UA 服务器写入值，则 OPC UA 服务器将接受这些值。

但是，由于用户程序不是在“STOP”模式下执行的，所以 CPU 不会处理这些值。

尽管如此，OPC UA 客户端仍可从 CPU 的 OPC UA 服务器读取 STOP 模式下所写入的值。

在重新启动过程中，CPU 将在开始执行 PLC 变量时覆盖 STOP 模式下所写入的值。

- 调用某个服务器方法时，系统将因为服务器方法（用户程序）当前未运行而输出错误消息 16#00AF_0000 (BadInvalidState)。
- 操作模式转换 (STOP > RUN or RUN > STOP) 时，与 OPC UA 服务器的连接保持激活。
例外：加载 OPC UA 相关数据，具体请参见下一章节。

下载到 CPU 可能会影响 OPC UA 服务器

如果在 OPC UA 服务器运行时加载 CPU，则可能需要根据加载的对象停止并重新启动服务器。在这种情况下，活动连接会中断，必须在服务器重新启动后重新建立连接。

重新启动的持续时间主要取决于以下参数：

- 数据结构的范围
- OPC UA 地址空间中可见的变量数
- 关于根据 OPC UA 规范 (<= V1.03) 向下兼容数据类型定义的设置（启用 TypeDictionary）
- 有关通信负载和最短循环时间设置的更多信息，请单击此处 (页 388)

对于 V2.8 以下的 CPU 固件版本，每次下载到 CPU 时 OPC UA 服务器都会停止，之后再重新启动。

自固件版本 V2.8 起，OPC UA 服务器的行为已得到如下优化：

- 在 CPU 的 STOP 操作状态下载对象时，OPC UA 服务器仍始终停止，之后再重新启动。在这种情况下，STEP 7 不会显示警告。
- 在 CPU 的 RUN 操作状态下载对象时，OPC UA 服务器仅在加载的对象与 OPC UA 相关或者可能与之相关的情况下才会停止。由于 OPC UA 数据发生修改，OPC UA 服务器会在重新初始化后再重新启动。

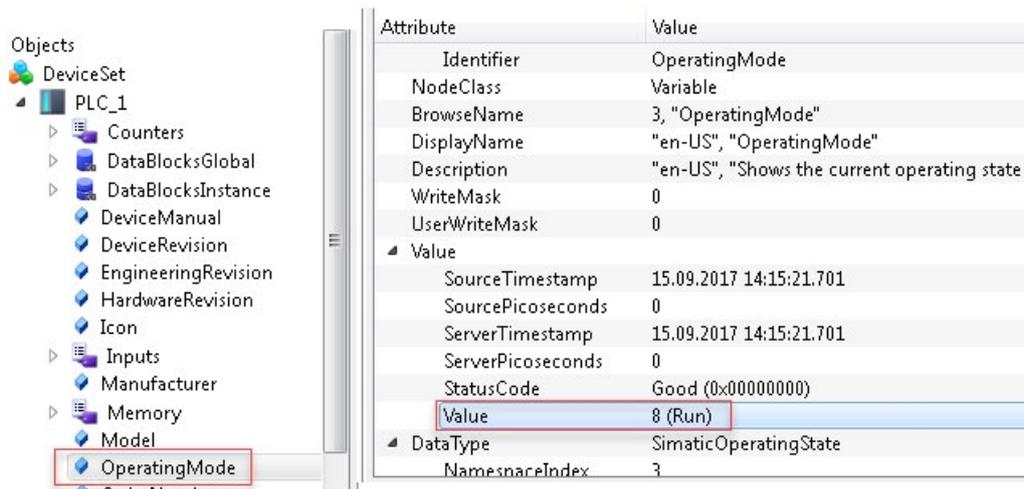
在将 OPC-UA 相关对象加载到 CPU 并停止 OPC UA 服务器之前，STEP 7 会在加载预览对话框中显示警告。随后，用户可以决定是在完成下载操作后重新启动服务器，还是取消下载操作。这类警告仅在 OPC UA 服务器运行时显示。如果 OPC UA 服务器未启用，修改后的 OPC UA 数据对下载过程没有影响。

示例

- 只需要向程序中添加其他代码模块。
数据块以及输入、输出、标记、时间或计数器均不受影响。
加载期间的反应：正在运行的 OPC UA 服务器不中断。
- 需要加载新数据模块并将数据模块标记为非 OPC-UA 相关：
加载期间的反应：正在运行的 OPC UA 服务器不中断。
- 需要覆盖数据模块。
加载期间的反应：显示警告，提示您服务器即将重启。
背景：STEP 7 无法确定更改是否与 OPC-UA 数据相关。

通过 OPC UA 服务器读取 CPU 的操作模式

通过 OPC UA 服务器可读出 CPU 模式，如下图所示：



The screenshot shows the SIMATIC Manager interface. On the left, the 'Objects' tree is expanded to 'PLC_1' > 'Model' > 'OperatingMode'. On the right, the 'Attribute Value' table displays the following data:

Attribute	Value
Identifier	OperatingMode
NodeClass	Variable
BrowseName	3, "OperatingMode"
DisplayName	"en-US", "OperatingMode"
Description	"en-US", "Shows the current operating state"
WriteMask	0
UserWriteMask	0
Value	
SourceTimestamp	15.09.2017 14:15:21.701
SourcePicoSeconds	0
ServerTimestamp	15.09.2017 14:15:21.701
ServerPicoSeconds	0
StatusCode	Good (0x00000000)
Value	8 (Run)
DataType	SimaticOperatingState
NamespaceIndex	3

图 9-9 通过 OPC UA 服务器读取 CPU 的操作模式

除了 CPU 的操作模式，还可读取手册 (DeviceManual) 或固件版本 (HardwareRevision) 中的信息。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

9.3.2 组态对 PLC 变量的访问

9.3.2.1 管理读写权限

启用 OPC UA 的 PLC 变量和 DB 变量

如果 OPC UA 启用了 PLC 变量（默认设置），则 OPC UA 客户端对 PLC 变量和 DB 变量具有读写权限。对于已启用的变量，已选中复选框“可从 HMI/OPC UA 访问”(Accessible from HMI/OPC UA)。

可在 TIA Portal 的设置中更改默认设置：“选项”(Options) 菜单中的命令“设置 > PLC 编程 > 常规”(Settings > PLC programming > General)。“块接口/数据块元素”(Block interface/data block elements) 区域中包含相应选项。

以下为数组数据块的示例：

MyDB				
名称	数据类型	可从 HMI/OPC UA 访问	从 HMI/OPC UA 可写	在 HMI 工程组态中可见
MyDB	Arr...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[0]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[1]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[2]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[3]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[4]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[5]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[6]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[7]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[8]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MyDB[9]	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

图 9-10 启用 OPC UA 变量的 PLC 变量和 DB 变量

OPC UA 客户端可一次性完整读取该数组（请参见“节点寻址(页 177)”）。同时，该数组中的所有元素都将激活“从 HMI/OPC UA 可访问”(Accessible from HMI/OPC UA) 和“从 HMI/OPC UA 可写入”(Writable from HMI/OPC UA) 复选框。

结果：OPC UA 客户端既可以对这些元素进行读操作，也可以对其进行写操作。

撤消写入权限

如果要对一个变量进行写保护，则可取消选中该变量的“从 HMI/OPC UA 可写”(Writable from HMI/OPC UA) 选项。这将取消 OPC UA 客户端和 HMI 设备的写入权限。

结果：OPC UA 客户端和 HMI 设备仅具备读权限。OPC UA 客户端将无法为该变量赋值，因此也无法影响 S7 程序的执行。

撤消读写权限

要对变量进行读写保护，可禁用该变量的“从 HMI/OPC UA 可访问”(Accessible from HMI/OPC UA) 选项（不选中该复选框）。这样，OPC UA 服务器将从地址空间中删除该变量。OPC UA 客户端无法再访问该 CPU 变量。

结果：OPC UA 客户端和 HMI 设备无法对该变量进行读取和写入。

结构的读写权限

如果移除某结构组件的读写权限，则无法将该结构或数据块作为一个整体进行写入或读取。

如果移除某个 PLC 数据类型 (UDT) 中各组件的读写权限，则将同时移除该数据类型的所有数据块的相应权限。

在 HMI 工程组态中可见

“在 HMI 工程组态中可见”(Visible in HMI Engineering) 选项将影响西门子的工程组态工具。如果禁用选项“在 HMI 工程组态中可见”(Visible in HMI Engineering)（未勾选），则无法在 WinCC (TIA Portal) 对该变量进行组态。

该选项不会对 OPC UA 产生任何影响。

规则

- 如果与其它系统（控制器、嵌入式系统或 MES）进行通信时需要，则只能在 STEP 7 中对 PLC 变量和数据块变量进行读取访问。
而不应启用其它 PLC 变量。
- 如特定的 PLC 变量和数据块变量确实需要写入权限，则只允许通过 OPC UA 进行写入访问。
- 如果为数据块的所有元素复位“可通过 HMI/OPC UA 访问”(Accessible from HMI/OPC UA) 选项，则 OPC UA 客户端的数据块不再显示在 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器地址空间中。
- 还可以阻止集中访问整个数据块（请参见管理整个 DB 的读写权限(页 230)）。此设置会“否决”DB 编辑器中组件的设置。

参见

协调 CPU 变量的读写权限 (页 231)

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

9.3.2.2 管理整个 DB 的读写权限

隐藏 OPC UA 客户端的 DB 或 DB 内容

可通过 OPC UA 客户端轻松阻止对整个数据块的访问。

利用此选项，相应 DB 的数据（包括函数块的示例 DB）对 OPC UA 客户端保持隐藏。

在模式设置中，数据块可通过 OPC UA 客户端进行读写。可在 TIA Portal 的设置中更改此默认设置：“选项”(Options) 菜单中的命令“设置 > PLC 编程 > 常规”(Settings > PLC programming > General)。“新块的默认设置”(Default settings for new blocks) 区域中包含相应选项。

操作步骤

要对 OPC UA 客户端完全隐藏某一数据块或避免通过 OPC UA 客户端对数据块进行写访问，请按以下步骤操作：

1. 在项目树中选择要保护的数据块。
2. 选择“特性”(Properties) 快捷菜单。
3. 选择“属性”(Attributes) 区域。
4. 根据需要选中/清除“DB 可从 OPC UA 访问”(DB Accessible from OPC UA) 复选框。



图 9-11 隐藏 OPC UA 客户端的 DB 或 DB 内容

说明

对 DB 编辑器中设置的影响

如果使用此处描述的 DB 属性隐藏 DB，则 DB 编辑器中组件的设置将不再相关；不能再访问或写入单个组件。

提示：使用所有程序块的总览图

如果使用多个数据块，则可以使用“程序块”(Program blocks) 文件夹的详细总览图有选择的激活或禁用 OPC UA 可访问性。

请按以下步骤操作：

1. 在项目树中选择“程序块”(Program blocks) 文件夹。
2. 在“视图”(View) 菜单中，选择“总览图”(Overview) 命令。
3. 选择“详细信息”(Details) 选项卡。

将显示块及其属性的总览图。

4. 确保选中“可通过 OPC UA 访问的数据块”(Data block accessible via OPC UA) 列。
5. 仅选择要通过 OPC UA 访问的数据块。

	名称	数据块从 OPC UA 可访问	注释
Projekt761	添加新块	<input type="checkbox"/>	
PLC_1 [CPU 1518-4 PN/DP]	Main [OB1]	<input type="checkbox"/>	
软件单元	myPrivateDB1 [DB1]	<input checked="" type="checkbox"/>	OPC UA relevant
程序块	myPrivateDB2 [DB1]	<input type="checkbox"/>	local data
工艺对象	myPrivateDB3 [DB1]	<input checked="" type="checkbox"/>	OPC UA relevant

图 9-12 程序块概述

9.3.2.3 协调 CPU 变量的读写权限

信息模型 (OPC UA XML) 中读写权限的定义

在 OPC UA 信息模型中，属性“AccessLevel”调节对变量的访问权限。

AccessLevel 按位定义：

位 0 = CurrentRead，位 1 = CurrentWrite。位组合的含义如下：

- AccessLevel = 0: 无访问权
- AccessLevel = 1: 只读
- AccessLevel = 2: 只写
- AccessLevel = 3: 读+写

读写权限（读+写）的分配示例

```
<UAVariable NodeId="ns=3;s="Data_block_2".&quot;Static_1&quot;"
BrowseName="3:Static_1"
ParentNodeId="ns=3;s="Data_block_2&quot;"
DataType="INT"
AccessLevel="3">
  <DisplayName>Static_1</DisplayName>
```

STEP 7 中读写权限的定义

定义变量时，使用“从 HMI/OPC UA 可访问”(Accessible from HMI/OPC UA) 和“从 HMI/OPC UA 可写”(Writable from HMI/OPC UA) 特性来指定访问权限。

读写权限的分配示例

Name	Data type	Accessible from HMI/OPC UA	Writable from HMI/OPC UA
Static_1	Int	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<Add new>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

图 9-13 读写权限的分配示例

读写权限之间的交互

如果已导入 OPC UA 服务器接口，并且在此 OPC UA XML 文件中设置了 AccessLevel 属性，则通过以下规则定义读写权限：各个设置的最不广泛访问权限适用。

示例

- OPC UA 服务器接口中的 AccessLevel = 1（只读）
- 在 PLC 变量表中选择了“从 HMI/OPC UA 可访问”(Accessible from HMI/OPC UA) 和“从 HMI/OPC UA 可写”(Writable from HMI/OPC UA)。

结果：该变量为只读。

规则

如果需要写权限：

- AccessLevel = 2 或 3
- 启用“从 HMI/OPC UA 可写”(Writable from HMI/OPC UA)

如果需要读权限：

- AccessLevel = 1（AccessLevel 3 也可以，但是具有误导性。该设置表示 OPC UA 客户端具有读写权限）
- 启用“从 HMI/OPC UA 可访问”(Accessible from HMI/OPC UA)，禁用“从 HMI/OPC UA 可写”(Writable from HMI/OPC UA)

如果不授予读写权限（无访问权限）：

- AccessLevel = 0
- 禁用“从 HMI/OPC UA 可访问”(Accessible from HMI/OPC UA)

要阻止所有访问权限，需满足两个条件之一。在这种情况下，请检查 OPC UA 服务器接口中的变量实际上是否完全需要。

访问表

如果要通过 OPC UA 进行访问，必须设置“从 HMI/OPC UA 可访问”(Accessible from HMI/OPC UA)。如果要允许 OPC UA 客户端写入变量/DB 元素，必须设置“从 HMI/OPC UA 可写”(Writable from HMI/OPC UA)。

请参见下表了解实现的访问权限。

表格 9-2 访问表

OPC UA XML	STEP 7 (TIA Portal)，例如变量表		实现的访问权限
	从 HMI/OPC UA 可访问	从 HMI/OPC UA 可写	
0	x	x	无访问权
x	0	x	无访问权
1	启用	x	只读
2	启用	禁用	无访问权
3	启用	禁用	只读
2	启用	启用	只写
3	启用	启用	读+写

(x = 无关)

参见

CPU 变量的一致性 (页 234)

管理读写权限 (页 228)

9.3.2.4 CPU 变量的一致性

“AccessLevelEx”属性会扩展访问特性

自固件版本 V2.6 起，S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器不仅支持“AccessLevel”属性（参见“协调 CPU 变量的读写权限 (页 231)”），还支持“AccessLevelEx”属性，该属性除了提供已介绍的用于读取权限和写入权限的位之外，还提供关于 OPC UA 变量一致性的信息。新属性自 OPC UA 规范的版本 V1.04 起引入（第 3 部分，地址空间模型）。

读取一致性特性

在 OPC UA 服务器的 OPC UA 信息模型中，属性“AccessLevel”定义访问权限。

AccessLevel 按位定义；此时，相关位为：

- 位 0 = CurrentRead
- 位 1 = CurrentWrite
- 位 2 到 7 与 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器无关

关于读取和写入权限的部分中介绍了位组合的含义：

还添加了下列用于表示一致性的位：

- 位 8 = NonatomicRead；如果不能一致地读取变量，此位会置位。对于变量的读取一致性，位 8 = 0。
- 位 9 = NonatomicWrite；如果不能一致地写入变量，此位会置位。对于变量的写入一致性，如果未批准写入权限的情况，位 9 = 0。

示例

OPC UA 变量（结构体）可读取且可写入，但读取和访问权限不一致。

因此：位 0、1、8 和 9 会置位：AccessLevelEx = “771”(1+2+256+512)。

另一结构体为只读。

因此：位 0 和 8 会置 1，位 1 和位 9 不会置位：AccessLevelEx = “257”(1+0+256+0)。

服务器中属性的处理

“AccessLevelEx”属性仅可用于 OPC UA 服务器。该属性不存在于节点集文件（XML 导出文件）中。

但导出的属性“AccessLevel”包含“AccessLevelEx”中的信息，请参见下一部分。

导出

对标准 SIMATIC 服务器接口执行 XML 导出时，服务器会将“AccessLevel”属性（与 V1.03 相比，V1.04 中将该属性扩展为 32 位）设为“AccessLevelEx”属性的值。

导入

导入节点集文件时（例如来自服务器接口导出），S7-1500 CPU 会按照其自身对已导入数据类型一致性的估算来设置属性“AccessLevelEx”，请参见下一部分。会忽略导入的值。

服务器接口中数据类型的一致性

对于以下数据类型，会在服务器接口节点处确保 S7-1500 CPU 程序循环中变量的一致性（OPC UA 语言使用中的“原子性”）：

- BOOL、BYTE、WORD、DWORD、LWORD
- SINT、INT、LINT、DINT、USINT、UINT、ULINT、UDINT
- REAL、LREAL
- DATE、LDT、TIME、LTIME、TIME_OF_DAY、LTIME_OF_DAY、S5TIME
- CHAR、WCHAR
- 基于上述数据类型的系统数据类型和硬件数据类型也保持一致。

示例：HW_ANY，源自 UINT (UInt16)。

提示：如果浏览 S7-1500 CPU 的地址空间（例如使用 OPC UA 客户端 UaExpert），可在“类型 BaseDataType > 枚举/数字/字符串”(Types > BaseDataType > Enumeration/Number/String) 下找到一致的数据类型。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

以下数据类型的变量不一致”（OPC UA 的语言使用中为“nonatomic”）：

- SIMATIC 结构体通常不一致。这意味着所有变量（例如包含未知结构或 UDT 数据类型）均不一致。
- DTL、IEC_Counter、IEC_TIMER 等系统数据类型是源自结构体的数据类型。

提示：如果浏览 S7-1500 CPU 的地址空间（例如使用 OPC UA 客户端 UaExpert），可在“类型 BaseDataType > 结构体”(Types > BaseDataType > Structure) 下找到基于结构体的数据类型。

9.3.2.5 访问 OPC UA 服务器数据

符合应用程序的高性能

OPC UA 设计用于在较短的时间内传送大量数据。如果将数组和结构作为一个整体进行读写访问，而非对单个 PLC 变量进行访问，则可显著提高系统性能。

这是最快的访问数组的方式。因此，需将 OPC UA 客户端数据组合到数组中。

关于通过 OPC UA 客户端访问 OPC UA 服务器的建议

- 对于一次性或不频繁的数据访问，请使用标准的读/写访问。
- 对于少量数据的循环访问（循环间隔最长约为 5 秒），请使用订阅。

优化 OPC UA 服务器中的最短发布时间间隔设置和最小采样时间间隔设置。

- 如果定期访问某些特定变量（重复访问），则可使用函数“RegisteredRead”和“RegisteredWrite”。

通过增加通信循环负载值，可增大 PLC 上的通信负载。确保更改设置后应用程序仍能正常工作。

创建数组 DB 的操作步骤

在全局数据块中或某个函数块的背景数据块中，可创建数组或创建一个数组 DB。以下章节中，将介绍如何创建一个数组 DB。

要创建带数组的数据块（数组数据块），请按照以下步骤进行操作：

1. 在项目树中选择带 OPC UA 服务器的 CPU。
2. 双击“程序块”(Program blocks)。
3. 双击“添加新块”(Add new block)。
4. 单击“数据块”(Data block)。
5. 为数据块选择一个唯一名称，并接受已输入的名称。
6. 从“类型”(Type) 下拉列表中选择“数组 DB”(Array DB) 条目。
7. 从“数组数据类型”(Array data type) 下拉列表中选择数组各个元素的数据类型。
8. 在“数组限值”(Array limit) 中，输入数组的上限。
9. 单击“确定”(OK)。

9.3.2.6 MinimumSamplingInterval 属性

变量的 MinimumSamplingInterval 属性

除了“Value”、“DataType”和“AccessLevel”之外，在表示服务器地址空间的 XML 文件中还可为变量设置“MinimumSamplingInterval”属性。

该属性用于指定服务器采样变量值的速度。

S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器按以下方式处理 MinimumSamplingInterval 的值：

- 负值和大于 4294967 的值会设为 -1；这表示：最低采样率无法确定。服务器未指定可以对变量值进行采样的速度。
- 小数会舍入到小数点后三位。

9.3.2.7 将 OPC UA 导出为 XML 文件

生成 OPC UA 导出文件

OPC 基金会已经指定了一种基于 XML 的标准格式来描述信息模型。这种格式支持预先将 OPC UA 服务器的信息模型提供给客户端，或者可将信息模型下载到 OPC UA 服务器。这种格式的文件称为节点集文件，因为它将信息模型描述为一组节点。

可通过 STEP 7 (TIA Portal) 轻松将作为服务器的 S7-1500 CPU 的标准 SIMATIC 信息模型导出到 OPC UA XML 文件（节点集文件）；包括为 OPC UA 启用的所有 PLC 变量和方法。

可使用 OPC UA XML 文件对 OPC UA 客户端进行离线组态；其结构符合 OPC UA 规范规定，并用作标准 SIMATIC 服务器接口。

要创建和导出 OPC UA XML 文件，请按以下步骤操作：

1. 选择 CPU。单击该 CPU 符号（如，在网络视图中）。
2. 单击 CPU 属性中的“常规 > OPC UA > 服务器 > 导出”(General > OPC UA > Server > Export)。
3. 单击“导出 OPC UA XML 文件”(Export OPC UA XML file)。
4. 选择导出文件的保存目录。
5. 为该文件设置一个新名称，或保留之前输入的原名称。
6. 单击“保存”(Save)。

说明

自 STEP 7 (TIA Portal) V15.1 起，服务器方法与其输入和输出参数共同包含在 OPC UA 导出文件（节点集）中。

单独导出所有数组元素

如果在“OPC UA > 服务器 > 导出”(OPC UA > Server > Export) 下的 CPU 属性中选择了“将所有数组元素作为单独节点导出”(Export all array elements as separate nodes) 选项，则 OPC UA XML 文件包含数组的所有元素，每个元素都作为单独的 XML 元素。此外，数组本身也会在 XML 文件的 XML 元素中分别进行说明。

如果数组包含的数组元素很多，则 XML 文件包含的信息非常多。

提示信息

有关将导出文件转换为 CSV 格式的转换器，请访问以下常见问题与解答，并从中获取可通过 OPC UA 访问的 CPU 变量列表。

可在 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109742903>) 上找到常见问题与解答。

9.3.3 组态 OPC UA 服务器

9.3.3.1 启用 OPC UA 服务器

要求

- 如果使用安全通信证书（如 HTTPS、Secure OUC、OPC UA），请确保相关模块采用**当前时钟和当前日期**。否则，模块将所用的证书评估为无效，且无法进行安全通信。
- 已获得操作 OPC UA 功能的运行系统许可证，请参见“OPC UA 的许可证 (页 263)”。

调试 OPC UA 服务器

出于安全方面的考虑，默认情况下未启用 CPU 的 OPC UA 服务器：OPC UA 客户端不具备 S7-1500 CPU 的读写访问权限。

要激活 CPU 的 OPC UA 服务器，请按照以下步骤进行操作：

1. 选择 CPU。单击该 CPU 符号（如，在网络视图中）。
2. 单击 CPU 属性中的“OPC UA > 服务器”(OPC UA > Server)。
3. 激活 CPU 的 OPC UA 服务器。
4. 确认安全说明。
5. 转至 CPU 属性，选择“运行系统许可证”(Runtime licenses)，并设置所获得的 OPC UA 服务器的运行系统许可证。
6. 编译项目。
7. 将项目下载到 CPU。

CPU 的 OPC UA 服务器现在启动。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

设置始终存储

如果服务器已启用且进行了相应设置，则再禁用服务器时，设置不会丢失。依旧会保存这些设置，并在再次启用服务器时提供这些设置。

应用程序名称

应用程序名称即为 OPC UA 应用程序的名称，会应用于服务器及其客户端。该名称显示在“OPC UA > 常规”(OPC UA > General) 下：

- 应用程序名称的默认设置为：“SIMATIC.S7-1500.OPC-UA.Application:PLC_1”。
- 默认名称由“SIMATIC.S7-1500.OPC-UA.Application:”以及“常规 > 产品信息 > 名称”(General > Product information > Name) 中选择的 CPU 名称组成（本示例中为“PLC_1”）。
- OPC UA 服务器将使用该应用程序名称向通信伙伴（OPC UA 客户端）标识自己的身份。例如，OPC UA 客户端使用发现服务检测可访问的服务器时。
- 连接到 OPC UA 服务器时，显示的应用程序名称为该 CPU 的 OPC UA 客户端。即，CPU 将自动输入该应用程序名称并作为指令“OPC-UA_Connect”的“ApplicationName”（指令“OPC-UA_Connect”参数“SessionConnectInfo”处的类型变量“OPC-UA_SessionConnectInfo”）。

在编程“OPC-UA_Connect”指令时，需为“ApplicationName”指定一个空字符串。例如，诊断时，可使用该应用名称标识客户端及其会话 (SessionNames)。

如果已激活服务器，则还可使用在项目中有意义的其它名称以及满足项目要求的其它名称（例如，满足全球唯一性要求的名称）。

以下示例源自 UaExpert:



更改应用程序名称

要更改应用程序名称，请按以下步骤操作：

1. 选择 CPU。单击该 CPU 符号（如，在网络视图中）。
2. 单击 CPU 属性中的“OPC UA > 常规”(OPC UA > General)。
3. 输入一个有意义的名称。

请注意，还要在证书上输入应用程序名称（主题备用名称），并且更改应用程序名称后可能需要再次生成现有证书。

9.3.3.2 访问 OPC UA 服务器

服务器地址

可通过 CPU（固件 V2.0 及更高版本）上所有集成的 PROFINET 接口访问 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器。

在以下情况中，不能借助 CP 通过自动化系统的背板总线直接访问 CPU 的 OPC UA 服务器：

- 使用 TIA Portal 版本 V16 或更高版本、S7-1500 CPU 固件版本 2.8 或更高版本以及 CP 1543-1 固件版本 V2.2 或更高版本进行组态。

有关组态的信息，请参见“访问 OPC UA 应用程序 (页 173)”。

不能借助 CM 通过自动化系统的背板总线直接访问 CPU 的 OPC UA 服务器。

使用 SIMATIC S7-1500 软件控制器时，可以通过分配给软件 PLC 的 PROFINET 接口对 OPC UA 服务器进行访问。

以下应用示例介绍了软件控制器的其它访问选项：通过软件控制器 V2.5 或更高版本的虚拟以太网接口建立的内部和外部 OPC UA 连接

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109760541>)。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

可用于与 CPU 的 OPC UA 服务器建立连接的 URL (Uniform Resource Locator) 示例：

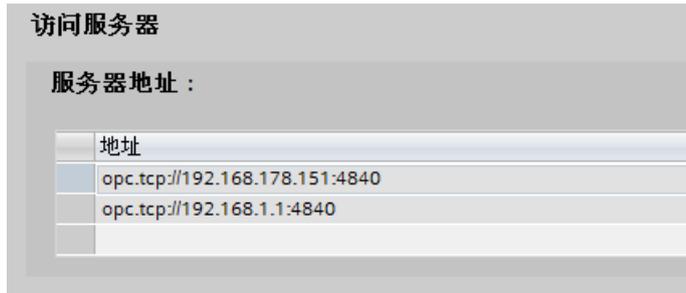


图 9-14 服务器地址的显示

URL 的结构如下所示：

- 协议标识符“opc.tcp://”
- IP 地址
 - 192.168.178.151
用于从以太网子网 192.168.178 访问 OPC UA 服务器的 IP 地址。
 - 192.168.1.1
用于从以太网子网 192.168.1 访问 OPC UA 服务器的 IP 地址。
- TCP 端口号
 - 默认值：4840（标准端口）
可以在“OPC > UA > 服务器 > 端口”(OPC > UA > Server > Port) 下更改端口号。

动态 IP 地址

在以下示例中，未指定 PROFINET 接口 [X2] 的 IP 地址。

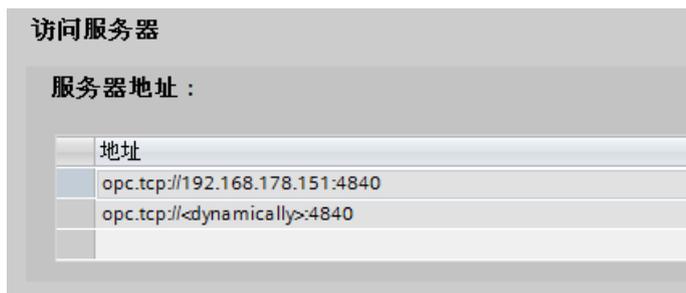


图 9-15 使用动态 IP 地址显示服务器地址

在表格中，将显示占位符“<dynamically>”。

之后，可通过 CPU 显示屏等在设备上设置该 PROFINET 接口的 IP 地址。

激活 SIMATIC 服务器标准接口

如果选择了“启用 SIMATIC 服务器标准接口”(Enable standard SIMATIC server interface) 选项，则 CPU 的 OPC UA 服务器将基于西门子在自定义命名空间中的规定为客户端提供已启用的 PLC 变量和服务器方法。

默认设置中会选择此选项。

保留该选项为选中状态，以便 OPC UA 客户端可自动连接该 CPU 的 OPC UA 服务器并进行数据交换。

如果未选择该选项，则需通过在项目树中输入“OPC UA 通信”(OPC UA communication) 条目，添加服务器接口。之后，该接口将用作 OPC UA 服务器接口，请参见“OPC UA 服务器接口组态 (页 264)”。

说明

即使 SIMATIC 服务器标准接口取消激活，设备常规信息仍可读取

即使禁用 SIMATIC 服务器标准接口，OPC UA 客户端仍可读取该 CPU 中 OPC UA 服务器的常规设备信息。

相关设备信息示例：DeviceManual、DeviceRevision、OrderNumber。但此时，该应用程序的所有对象对客户端均不可见。

如果要保护该设备信息不可见，则需禁用该 CPU 的 OPC UA 服务器。

9.3.3.3 OPC UA 服务器的常规设置

OPC UA 的 TCP 端口

OPC UA 默认使用 TCP 端口 4840。但用户可选用其它端口，此时，可选择 1024 到 49151 的所有端口。此时，需确保与其它应用程序不冲突。OPC UA 客户端在建立连接时必须使用选定的端口。

在以下示例中，选择端口 48400：



图 9-16 OPC UA 的 TCP 端口

有关 S7-1500 CPU 支持的协议和使用的端口号概述，请参见“以太网通信的通信协议和端口号 (页 29)”部分。

会话设置

- 会话最大超时

在该字段中指定在不进行数据交换的情况下 OPC UA 服务器关闭会话之前的最大时长。

允许值在 1 到 600000 秒之间。

- 最大 OPC UA 会话数

在该字段中指定 OPC UA 服务器启动并同时操作的最大会话数。

最大会话数取决于 CPU 的性能。每个会话都会占用资源。

最大注册节点数

在该字段中指定 OPC UA 服务器注册的最大节点数。

最大注册节点数取决于 CPU 的容量，并会在组态字段内容时显示（将光标放在字段中）。每次注册都会占用资源。

说明

即使尝试注册的节点数超过所组态的最大注册节点数，也不会出现错误消息

即使客户端在运行期间尝试注册的节点数超过所组态的最大注册节点数，S7-1500 CPU 的服务器也只会注册所组态的最大数量的节点。从所组态的最大可注册节点数开始，服务器会向客户端返回未更改的常规字符串节点 ID，由此这些节点会失去通过注册所获得的速度优势。客户端不会接收到错误消息。

组态时，应考虑可注册的最大节点数（例如，使用 CPU 的技术数据），以确保预留足够的节点。

更多信息

有关进行 TCP 和 UDP 数据传输时各服务所用端口，以及使用路由器和防火墙时的需注意的各事项详细信息，请参见“常见问题与解答

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/8970169>)”。

根据 OPC UA 规范（V1.03 及以下版本）定义向下兼容数据类型

通过 OPC UA 规范 (<= V1.03) 中定义的相关机制，可通过 TypeDictionaries 从服务器中读取用户自定义结构 (UDT) 的数据类型定义。

在 CPU 的 OPC UA 服务器特性中，可设置 CPU 是否会根据 OPC UA 规范（V1.03 及以下版本）为标准 SIMATIC 服务器接口生成这些向下兼容的数据类型定义。

由于 TypeDictionaries 比较复杂，而且会生成大量需要在客户端进行解译的 OPC UA XML 文件（服务器接口），因此可使用 OPC UA 规范 V1.04（“DataTypeDefinition”属性）中的一个较为简单的解决方案。如果客户端支持 OPC UA 规范（V1.04 或更高版本），请禁用此选项。

根据 OPC UA 规范（V1.04 及更高版本）定义数据类型的优势：

- 服务器启动更快
- 内存利用率更高
- “浏览”(Browse) 功能的速度更快

9.3.3.4 服务器的订阅设置

使用订阅替代循环查询

通过对 PLC 变量进行值监视，也可实现循环查询（轮询）。使用 Subscription：如果 PLC 变量的值发生变化，服务器将通知客户端。参见“OPC UA 客户端”。

一台服务器通常监控大量的 PLC 值。因此，服务器定期向客户端发送包含 PLC 变量新值的通知。

订阅的优势：

- 服务器启动更快
- 内存利用率更高

服务器发送通知的频率

创建 Subscription 时，OPC UA 客户端可设定变量值发生变化时，新值发送的时间间隔。要限制 OPC UA 的通信载荷，可设置消息的最短时间间隔。为此，可使用最短发布时间间隔参数和最短采样时间间隔的参数。

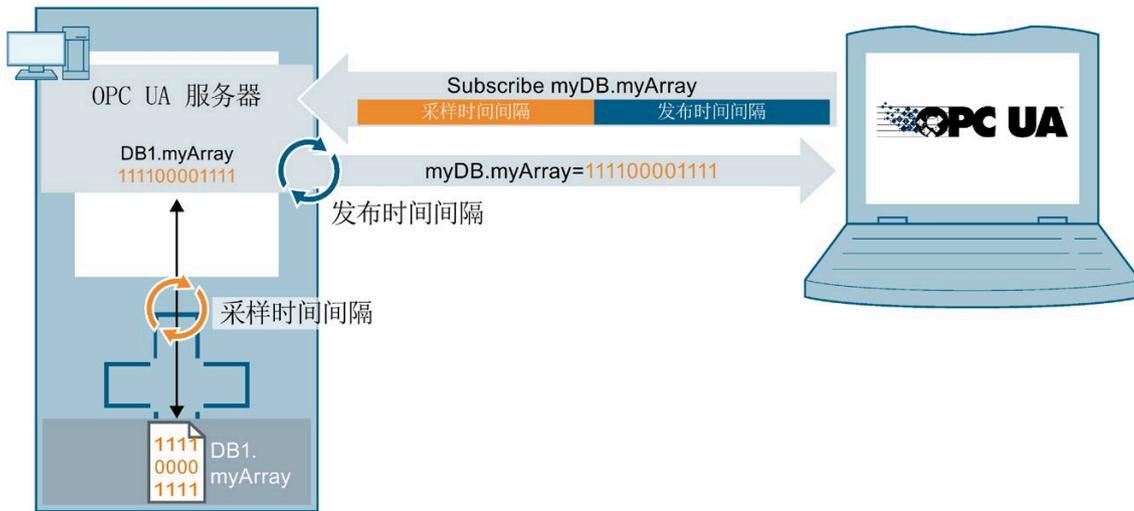


图 9-17 订阅原理

最短发布时间间隔

在“最短发布时间间隔”(Minimum publishing interval) 中，可设置变量值发生改变时服务器通过新值向客户端发送消息的时间间隔。

在下图中“最短采样时间间隔”为 250 ms。输入 200 ms 作为“最短发布时间间隔”。

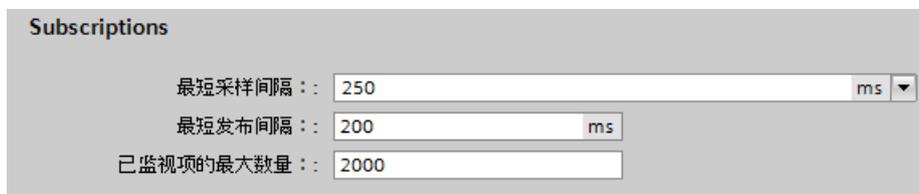


图 9-18 订阅设置

在本示例中，数值更改后，如果 OPC UA 客户端请求更新，则 OPC UA 服务器将按照 200 ms 的时间间隔发送新消息。

如果 OPC UA 客户端要求的更新频率为 1000 ms，则 OPC UA 服务器每隔 1000 ms (1 秒) 仅发送一条带有新值的消息。

如果 OPC UA 客户端要求的更新频率为 100 ms，则服务器每隔 200 ms 也只发送一条消息 (最短发布时间间隔)。

最短采样时间间隔

在“最短采样时间间隔”(Minimum sampling interval) 中，可设置 OPC UA 服务器记录 CPU 变量值并与以前值相比较检查是否发生变更的时间间隔。

如果所选择的采样时间间隔小于发布时间间隔，且 OPC UA 客户端请求对特定 PLC 变量进行高速采样，则在每个发布时间间隔内将测量两个或更多变量值。

此时，OPC UA 服务器将值变更写入队列中，并在发布间隔时间结束后，将所有值更改发送到客户端。在发布间隔时间内，如果发生的值更改次数过多且超出队列容量，则 OPC UA 服务器将覆盖最旧的值（具体取决于订阅数据的客户端的设置“Discard Policy”，此时，需激活选项“Discard Oldest”）。最新值将发送到客户端。

所监视元素（所监视条目）的最大数量

在该字段中，指定该 CPU 的 OPC UA 服务器可同时监视值更改的最大元素数量。

监视会占用资源。可监视元素的最大数量取决于所用的 CPU。

更多信息

有关 S7-1500 CPU（固件 V2.0 和 V2.1）中 OPC UA 服务器有关订阅、采样间隔和发布时间间隔等的系统限值信息，请参见“常见问题与解答

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109755846>)”。

使用订阅时，可通过某些错误状态代码确定该错误的具体信息。有关 OPC UA 客户端各状态代码的原因及补救措施等信息，请参见 STEP 7 (TIA Portal) 在线帮助中的错误代码列表或以下“常见问题与解答

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109755860>)”。

参见

订阅规则 (页 388)

订阅诊断 (页 337)

9.3.3.5 处理客户端和服务器证书

仅当 OPC UA 服务器可向 OPC UA 客户端证明身份时，才能建立服务器与客户端之间的安全连接。服务器证书可用于证实身份。

OPC UA 服务器的证书

激活 OPC UA 服务器并确认安全提示后，STEP 7 会自动为服务器生成证书，并将其保存在 CPU 的局部证书目录中。可以使用 CPU 的局部证书管理器查看并管理此目录（导出或删除证书）。

下图所示为包含 OPC UA 服务器自动生成的证书的 CPU 局部证书管理器：



图 9-19 CPU 的本地证书管理器

或者，您还可以自行生成服务器证书。

在建立连接时，服务器证书将从服务器传送到客户端。客户端将检查该证书。

客户端用户将确定是否信任该服务器证书。

此时，客户端用户需确定是否信任该服务器证书。如果信任该服务器证书，则客户端将服务器证书存储在包含可信服务器证书的目录中。

在以下示例中，显示了客户端“UA Sample Client”的对话框。如果用户单击“是”(Yes)按钮，则客户端将信任此服务器证书：

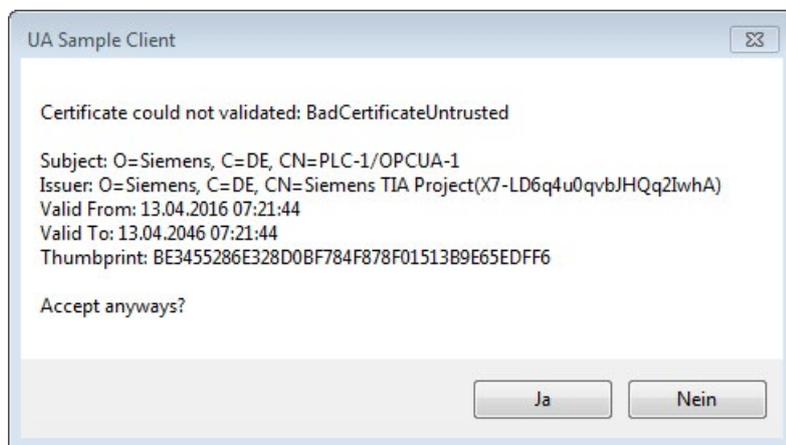


图 9-20 “UA Sample Client”客户端的对话框

客户端证书来自哪里？

S7-1500 的客户端

如果使用 S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端（已启用 OPC UA 客户端），可使用 STEP 7 V15 及更高版本为这些客户端创建证书。

1. 在项目树中，选择将用作客户端的 CPU。
2. 双击“设备组态”(Device configuration)。
3. 在该 CPU 的属性中，单击“保护和安全性 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager)。
4. 在“设备证书”(Device certificates) 表格中，双击“<新增>”(Add new)。

在 STEP 7 中，将打开一个对话框。

5. 单击“添加”(Add) 按钮。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

6. 从“使用”(Usage) 列表选择“OPC UA 客户端”(OPC UA client) 条目。

注：

必须在“主题备用名称 (SAN)”(Subject Alternative Name (SAN)) 中输入用于访问系统中 CPU 的 IP 地址。

因此，在生成客户端证书之前，需要对 CPU 的 IP 接口进行组态。

7. 单击“确定”(OK)。

此时，STEP 7 将在“设备证书”(Device certificates) 表格中显示该客户端证书。

8. 右键单击该行，并在快捷菜单中选择“导出证书”(Export certificate) 条目。

9. 选择该客户端证书的目标存储目录。

其它制造商的客户端

如果使用来自制造商或 OPC 基金会的 UA 客户端，则会在安装期间或在首次调用程序时自动生成客户端证书。需要在 STEP 7 中通过全局证书管理器导入这些证书，并将其用于相应的 CPU（如前文所示）。

用户自己编程 OPC UA 客户端时，可生成相应的证书；请参见“客户端的实例证书”部分。也可通过工具生成证书（如，使用 OpenSSL 或 OPC 基金会的证书生成器）：

- 使用 OpenSSL 时的操作步骤：“用户自己生成 PKI 密钥对和证书”。
- 使用 OPC 基金会的证书生成器时：“创建自签名的证书”。

向服务器宣布客户端证书

您需要向服务器发送客户端证书，以允许建立安全连接。

为此，请执行以下操作步骤：

1. 选择服务器本地证书管理器中的“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for certificate manager) 选项。这会使全局证书管理器可用。

可以在用作服务器的 CPU 的特性“保护和安全性 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager) 下找到此选项。

如果项目未受保护，请在 STEP 7 的项目树中选择“安全设置 > 设置”(Security settings > Settings)，然后单击“保护此项目”(Protect this project) 按钮并登录。

“全局安全设置”(Global security settings) 菜单项随即显示在 STEP 7 项目树的“安全设置”(Security setting) 下。

2. 双击“全局安全设置”(Global security settings)。

3. 双击“证书管理器”(Certificate manager)。

STEP 7 将打开全局证书管理器。
4. 单击“受信任证书”(Trusted certificates) 选项卡。
5. 在此选项卡的空白区域（而非证书上）中，右键单击鼠标。
6. 选择快捷菜单中的“导入”(Import) 命令。

将显示用于导入证书的对话框。
7. 选择服务器信任的客户端证书。
8. 单击“打开”(Open)，导入证书。

客户端证书现已包含在全局证书管理器中。

请留意刚刚导入的客户端证书 ID。
9. 单击用作服务器的 CPU 的特性中的“常规”(General) 选项卡。
10. 单击“OPC UA > 服务器 > 安全 > 安全通道”(OPC UA > Server > Security > Secure Channel)。
11. 在“安全通道”(Secure Channel) 对话框中向下滚动至“受信客户端”(Trusted clients) 部分。
12. 双击表中空行的“<新增>”(add new)。随即会在该行中显示浏览按钮。
13. 单击该按钮。
14. 选择已导入的客户端证书。
15. 单击带有绿色复选标记的按钮。
16. 编译项目。
17. 将组态加载到 S7-1500 CPU。

结果:

服务器现已信任此客户端。如果还将服务器证书视为受信证书，则服务器和客户端之间可建立安全连接。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

自动接受客户端证书

如果选择选项“运行时自动接受所有客户端证书”(Automatically accept all client certificates during runtime) (位于“受信客户端”(Trusted clients) 列表下)，则服务器会自动接受所有客户端证书。

注意
调试后的设置
为了避免安全风险，在调试后，需再次取消选中“运行过程中自动接受客户端证书”(Automatically accept client certificates during runtime) 选项。

组态服务器的安全设置

下图显示了适合对消息进行签名和加密的服务器安全设置。



图 9-21 组态服务器的安全设置

默认情况下，服务器证书创建时使用 SHA256 签名。并启用以下安全策略：

- 无
不安全端点

说明

禁用不需要的安全策略

如果在 S7-1500 OPC UA 服务器的安全通道设置中启用了所有安全策略（默认设置），即采用端点“无”(None)（不安全），则服务器和客户端之间还可能非安全数据通信（既未签名也未加密）。由于选择“不安全”(No security)，客户端的身份仍然未知。无论后续为哪种安全设置，每个 OPC UA 客户端随后都可以连接到服务器。

组态 OPC UA 服务器时，请确保只选择与您的设备或工厂的安全概念兼容的安全策略。应禁用所有其它安全策略。

建议：如果可能，请使用“Basic256Sha256”设置。

- **Basic128Rsa15 - 签名**
不安全端点，支持一系列使用哈希算法 RSA15 和 128 位加密的算法。
该端点通过签名确保数据的完整性。
- **Basic128Rsa15 - 签名和加密**
安全端点，支持一系列使用哈希算法 RSA15 和 128 位加密的算法。
该端点通过签名和加密确保数据的完整性。
- **Basic256Rsa15 - 签名**
安全端点，支持一系列使用哈希算法 RSA15 和 256 位加密的算法。
该端点通过签名确保数据的完整性。
- **Basic256Rsa15 - 签名和加密**
安全端点，支持一系列使用哈希算法 RSA15 和 256 位加密的算法。
该端点通过签名和加密确保数据的完整性。
- **Basic256Sha256 - 签名**
端点进行安全连接，支持一系列 256 位哈希和 256 位加密算法。
该端点通过签名确保数据的完整性。
- **Basic256Sha256 - 签名和加密**
安全端点，支持一系列 256 位哈希和 256 位加密算法。
该端点将通过签名与加密机制确保数据的完整性和保密性。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

要启用安全设置，请单击相关行的复选框。

说明

如果设置为“Basic256Sha256 - 签名”(Basic256Sha256 -Sign) 和“Basic256Sha256 - 签名并加密”(Basic256Sha256 -Sign & Encrypt)，则 OPC UA 服务器和 OPC UA 客户端必须使用“SHA256”签名的证书。

对于“Basic256Sha256-签名”(Basic256Sha256 -Sign) 和“Basic256Sha256-签名并加密”(Basic256Sha256 -Sign & Encrypt) 设置，STEP 7 中的证书颁发机构将使用“SHA256”自动对证书进行签名。

“不安全”安全策略和通过用户名和密码进行身份验证

可执行以下组合设置：

“不安全”安全策略和通过用户名和密码进行身份验证

- S7-1500 的 OPC UA 服务器支持该组合设置。OPC UA 客户端可连接并加密认证数据，反之亦然。
- S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端也支持该组合设置：但在运行时，仅当通过电缆发送加密的认证数据时才能连接！

参见

使用 STEP 7 生成服务器证书 (页 254)

9.3.3.6 使用 STEP 7 生成服务器证书

在下文中，将介绍使用 STEP 7 生成新证书的操作过程，以及各种证书的不同应用方式。STEP 7 将基于启动以下对话框时的 CPU 属性区域，设置应用目标。在本示例中，为“OPC UA 客户端和服务端”(OPC UA Client & Server)。

建议：要使用 OPC UA 服务器的所有安全功能，则需使用全局安全设置。

在 CPU 特性的“保护和安全性 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager) 下启用全局安全设置。

用户自定义的服务器证书

如果您激活 S7-1500 的 OPC UA 服务器，则 STEP 7 会自动为该服务器生成证书（请参见“激活 OPC UA 服务器 (页 239)”）。在该过程中，STEP 7 使用证书参数的默认值。如果要更改参数，请按照以下步骤进行操作：

1. 单击 CPU 属性中“常规 > OPC UA > 服务器 > 安全 > 安全通道 > 服务器证书”(General > OPC UA > Server > Security > Secure channel > Server certificate) 下的“浏览”(Browse) 按钮。随即会显示一个对话框，用于显示局部可用的证书。
2. 单击“添加”(Add) 按钮。
3. 将显示用于生成新证书的对话框（如下图所示）。已输入示例的值：

创建一个新证书

CA

选择新证书的签名方式：

自签署

由证书颁发机构签名

CA 名称： 1: Siemens TIA Project(pmaV1z-yY00'FbuNN

证书参数

输入新证书的参数：

使用者的公共名称： PLC-1/OPCUA-1-6

签名： sha256RSA

有效起始日期： 十月 11, 2017 11:17:49 上午

有效截止日期： 十月 11, 2037 12:00:00 上午

用途： OPC UA 服务器

使用者备用名称 (SAN)：

类型	值
URI	urn:SIMATIC.S7-1...
IP	192.168.0.1
IP	192.168.1.1
新增	

确定 取消

图 9-22 用户自定义的服务器证书

4. 必要时，可根据公司或客户的安全规范使用其它参数。

用于生成证书的字段的说明

- CA

选择证书是自签名，还是由 TIA Portal 的一个 CA 证书进行签名。有关这些证书，请参见“带 OPC UA 的证书”部分。如果要生成由 TIA-Portal 的一个 CA 证书签名的证书，项目必须受保护，而且您必须以具有全部所需功能权限的用户身份登录。更多相关信息，请参见“TIA Portal 中用户管理的基本知识”。

- 证书持有者

在默认设置中，通常包括项目名称和“\OPCUA-1”。在本示例中，项目名称为“PLC1”。在 CPU 属性的“常规 > 项目信息 > 名称”(“General > Project information > Name) 下设置项目名称。保留默认设置，或者在“证书持有者”(Certificate holder) 下为 OPC-UA 服务器输入其它更有意义的名称。

- 签名

在此处选择对服务器证书进行签名时要使用的哈希和加密过程。下列条目可用：

- “sha1RSA”、
- “sha256RSA”。

- 生效日期

在此处输入服务器证书开始生效的日期和时间。

- 截止日期

在此处输入服务器证书有效终止的日期和时间。确保证书的有效期不仅为一年或几年。在本示例中，证书的有效期为 30 年。不过，出于安全方面的考虑，应该以更短的时间间隔更新证书。如果有效期较长，您便有机会决定何时为对系统执行保养等作业的合适时机。

- 用途

默认设置为“OPC UA 客户端和服务端”(OPC UA client & server)。保留 OPC UA 服务器的默认设置。在 STEP 7 中，可从多个位置调用“创建新证书”(Create a new certificate) 对话框。例如，如果在 CPU 的 Web 服务器中调用此对话框，则需在“使用”(Usage) 下输入“Web 服务器”(Web server)。“用途”(Usage) 下拉列表中包含以下条目：

- “OPC UA 客户端”(OPC UA client)
- “OPC UA 客户端和服务端”(OPC UA client & server)
- “OPC UA 服务器”(OPC UA server)
- “TLS”
- “Web 服务器”(Web server)

- 主题备用名称 (SAN)

在上述示例中输入以下内容：“URI:urn:SIMATIC.S7-1500.OPC-UAServer:PLC1,IP:192.168.178.151,IP:192.168.1.1”。必须正确输入此 URI，因为将根据所传达的应用程序描述对其进行检查。

以下条目也将有效：“IP: 192.168.178.151, IP: 192.168.1.1”。注意，在此处输入可用于访问 CPU 的 OPC UA 服务器的 IP 地址。

请参见“访问 OPC UA 服务器 (页 241)”。

借此，OPC UA 客户端可验证是否要与 S7-1500 的 OPC UA 服务器真正建立连接，或验证实际上是否攻击者在尝试将另一台 PC 的篡改值发送至 OPC UA 客户端。

9.3.3.7 用户认证

用户认证方式

对于 S7-1500 的 OPC UA 服务器，可设置 OPC UA 客户端中用户访问服务器时需通过的认证。

可通过以下几种方式：

- **访客认证**

用户无需证明其身份（匿名访问）。OPC UA 服务器不会检查客户端用户的授权。

如需使用这种认证方式，则可在“OPC UA > 服务器 > 安全 > 用户认证”(OPC UA > Server > Security > User authentication) 中选择“启用访客认证”(Enable guest authentication) 选项。

说明

为增加安全性，应只允许访问支持用户认证的 OPC UA 服务器。

- **用户名和密码认证**

用户必须证明其身份（非匿名访问）。OPC UA 服务器将检查客户端用户是否具备访问服务器的权限。并通过用户名和正确的密码进行身份验证。

如需采用这种用户认证方式，则可在“OPC UA > 服务器 > 安全 > 用户认证”(OPC UA > Server > Security > User authentication) 中选择“启用用户名和密码认证”(Enable user name and password authentication) 选项。

取消激活访客认证。

在“用户管理”(User management) 表中输入用户。

此时，可单击条目“<新增用户>”(Add new user)。系统将会创建一个新的用户并自动命名。用户可对该用户名进行编辑并输入密码。最多可添加 21 个用户。

- **通过项目的安全设置进行额外的用户管理**

“通过项目的安全设置启用额外用户管理”(Enable additional user administration via the security settings of the project) 选项位于通用 OPC UA 设置 (CPU 属性: “OPC UA > 常规”(OPC UA > General)) 下。如果选择此选项, 打开项目的用户管理也会用于对 OPC UA 服务器进行用户认证: 随后, 当前项目中的相同用户名和密码同样在 OPC UA 中生效。

要激活项目的用户管理, 请按以下步骤操作:

- 在项目树中单击“安全设置 > 设置”(Security settings > Settings)。
- 单击“保护此项目”(Protect this project) 按钮。
- 输入用户名和密码。
- 在“安全设置 > 用户和角色”(Security settings > Users and roles) 下输入其它用户。

如果组态项目中的其它 OPC UA 服务器, 还应选择“通过项目的安全设置启用额外用户管理”(Enable additional user administration via the security settings of the project) 选项。随后不需要重复输入用户名和密码。

参见

用户认证 (页 378)

具有 OPC UA 功能权限的用户和角色 (页 259)

9.3.3.8 具有 OPC UA 功能权限的用户和角色

用户认证的以下选项使用集中项目设置 (针对项目用户):

- 针对服务器:

用于组态 CPU 特性 (“OPC UA > 服务器 > 安全 > 用户认证”(OPC UA > Server > Security > User authentication))。选项: “通过项目的安全设置启用额外用户管理”(Enable additional user administration via the security settings of the project)

- 针对客户端:

用于组态客户端接口 (“安全”(Security) 下的“组态”(Configuration) 选项卡)。选项: “用户 (TIA Portal - 安全设置)”(User (TIA Portal - security settings))

要求

在编辑安全设置之前, 项目必须受保护, 且您必须以具有足够权限的身份 (例如作为管理员) 登录。

项目树中“安全设置”(Security setting) 下的设置

在项目树的“安全设置”(Security setting) 下访问受保护项目中的集中用户设置和角色。在这里集中定义包含用户名、密码和功能权限的用户。可以在其它位置直接使用这些设置。



图 9-23 设置用户和角色

重用集中安全设置

在其它位置进行重用的示例：

- 针对 OPC UA 服务器用户管理的用户选择

借助此设置，可以通知服务器具有哪个用户名和哪个密码的哪个客户端（用户）可以访问服务器。

- 针对 OPC UA 客户端认证的用户选择

借助此设置，可以通知客户端用于服务器客户端认证的用户名和密码。

客户端和服务器的设置必须对应：客户端登录所使用的用户名和密码必须已在服务器上设置，并被分配所需权限。

服务器和客户端的功能权限

还必须为 S7-1500 CPU 上客户端功能的用户和服务器功能的用户启用相应的客户端或服务器功能权限。仅集中保存用户名和密码远远不够。

以下为此类型权限使用的说明示例：

1. 例如，在“安全设置 > 用户和角色”(Security settings > Users and roles) 下的“角色”(Roles) 选项卡中定义新角色（名称为“PLC-opcua-role-all-inclusive”）。

提示：选项卡可能被信息窗口“尚未检查当前状态...”(The current status has not yet been checked...) 覆盖。在这种情况下，请先关闭信息窗口。

2. 在“功能权限类别”(Function rights categories) 部分中，导航到运行系统权限，然后导航到 CPU 功能权限，选择要设置其功能权限的 CPU。

3. 可在“功能权限”(Function rights) 部分中找到以下功能权限:

– **OPC UA 服务器访问**

此功能权限适用于 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器。只有选择此选项时，角色为“PLC-opcua-role-all-inclusive”的用户才可在运行时将证书、CRL 或受信任列表传送到 CPU（推送功能）。自动化证书处理需要用到此功能权限，例如在 GDS（全球发现服务）上下文中。

– **管理证书**

此功能权限适用于 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器。只有启用此选项时，角色为“PLC-opcua-role-all-inclusive”的用户才可在运行时将证书、CRL 或受信任列表传送到 CPU（推送功能）。自动化证书处理需要用到此功能权限，例如在 GDS（全球发现服务）上下文中。

– **OPC UA 客户端的用户认证**

此功能权限适用于 S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端（具有客户端指令）。只有选择此选项时，角色为“PLC-opcua-role-all-inclusive”的用户才能使用用户名和密码进行身份验证，以与服务器建立会话。

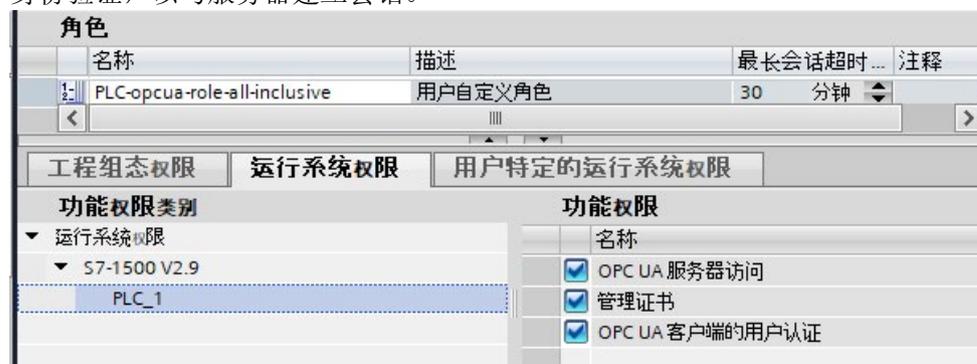


图 9-24 设置功能权限

4. 仍需将“PLC-opcua-role-all-inclusive”角色分配给相关用户（项目树中“安全设置”(Security settings) 下的“用户”(Users) 选项卡）。

说明

具有 OPC UA 功能权限的用户的“会话持续时间”

用户组态表中“会话持续时间”(Session duration) 列中的值未评估 CPU 的 OPC UA 运行系统权限。

因此，用户不会在特定时间过后就自动注销。为此使用 OPC UA 特有的机制，例如参数“最大会话超时”(Max. session timeout) (“OPC UA > 服务器 > 设置”(OPC UA > Server > Settings) 区域)。

9.3.3.9 服务器的诊断设置

诊断

可以在 CPU 设置中指定 OPC UA 服务器的诊断范围。

要更改诊断范围，请导航至“OPC UA > 服务器 > 诊断”(OPC UA > Server > Diagnostics) 区域。



图 9-25 OPC UA 服务器的诊断设置

默认设置

默认设置是一种诊断行为，这种行为支持最重要的诊断，而不会明显增加通信负载。

当 OPC UA 服务器也使用订阅时（仅在调试阶段有必要使用）启用对订阅的诊断。

原因：大量诊断活动会在 CPU 中产生较高的通信负载，并可能抑制其它重要消息。或者，诊断量过大可能导致重要消息在大量消息中消失或被忽略。

更多信息

有关上述设置的含义和作用的更多信息，请参见此处 (页 329)。

9.3.3.10 OPC UA 的许可证

运行系统许可证

运行 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器需要使用许可证。所需的许可证类型取决于相应 CPU 的性能。将许可证类型分为以下几类：

- SIMATIC OPC UA S7-1500 小型（CPU 1511、CPU 1512、CPU 1513、ET 200SP CPU、CPU 1515SP PC 需要使用这种类型）
- SIMATIC OPC UA S7-1500 中型（适用于 CPU 1515、CPU 1516、软件控制器 CPU 1507、CPU 1516pro-2PN）
- SIMATIC OPC UA S7-1500 大型（CPU 1517、CPU 1518 需要使用这种类型）

所需许可证类型显示在“属性 > 常规 > 运行许可证 > OPC-UA > 所需许可证类型”(Properties > General > Runtime licenses > OPC-UA > Type of required license) 下：



图 9-26 OPC UA 服务器运行系统许可证

若要确认购买所需许可证，请按照以下步骤进行操作：

1. 单击 CPU 属性中的“运行许可证 > OPC UA”(Runtime licenses > OPC UA)。
2. 在“购买的许可证类型”(Type of purchased license) 下拉列表中，选择所需的许可证。

9.3.4 OPC UA 服务器接口组态

9.3.4.1 什么是服务器接口？

定义

服务器接口将 CPU 的 OPC UA 地址空间的节点合并到一个单元中，以便为 OPC UA 客户端提供该 CPU 的特定视图。

每个服务器接口都会在 CPU 的 OPC UA 服务器中定义一个或多个命名空间。

STEP 7 (TIA Portal) 根据以下服务器接口类型加以区分：

- 配套规范

例如，对于此类服务器接口，可以使用工作组创建的配套规范。

工作组通常由 OPC 基金会成员以及其它共同制定特定用途（例如与 RFID 设备或注塑机进行数据交换）的 OPC UA 信息模型的工业组织组成。

该信息模型在 OPC UA 非的地址空间中以 OPC UA 节点的形式实现。OPC UA 客户端可访问这些 OPC UA 节点。

例如，还可以使用服务器接口类型“配套规范”在 SiOME 中下载公司内部信息模型。

如果在项目中实施某一配套规范，则会将该配套规范的具体规范作为服务器接口应用到项目中。

对于“配套规范”类型的服务器接口，可以导入配套规范使用的多个命名空间。

有关配套规范的更多信息，请参见此处 (页 266)。

有关 SiOME 的更多信息，请参见此处

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109755133>)。

- 当配套规范引用从属规范中的类型定义时，将引用命名空间用于此目的。导入引用命名空间，如同实际的配套规范一样。

请参见“为配套规范创建服务器接口 (页 274)”。

- 自 TIA Portal V17 起，如果希望 OPC UA 客户端可以访问该 CPU 中 FB 或 UDT 内的实例数据，可自动分配这些实例数据。用户只需将 FB 类型或 UDT 映射到已导入的引用命名空间的适用 OPC UA 数据类型。为了实现此映射，请在对话框中启用选项“基于本地数据映射生成 OPC UA 节点”(Generate OPC UA nodes based on the local data mapping)，以创建配套规范/引用命名空间类型的 OPC UA 服务器接口。

请参见“基于 FB 类型和 UDT 的本地数据映射生成 OPC UA 节点 (页 295)”

- 关于用户自定义服务器接口：

对于这种类型的服务器接口，会将 OPC UA 服务器的 OPC UA 节点合并到一个单元中。

为此，请使用项目规范、机器或设备要求作为基础。

有关用户自定义服务器接口的更多信息，请参见此处 (页 280)。

以注塑机作为配套规范的示例

本例中，服务器接口包含以下元素：

- OPC UA 节点，可通过 OPC UA 客户端读取该元素，以接收关于该注塑机的信息（可读 PLC 变量中）
- OPC UA 节点，可通过 OPC UA 客户端写入该元素，以将数值传送到注塑机（可写 PLC 变量中）
- OPC UA 节点，可通过 OPC UA 客户端调用该元素，以启动注塑机功能（通过服务器方法）。

该服务器接口会启用可用于控制注塑机的 CPU 默认视图。

对于注塑机，配套规范“OPC UA specifications for plastics and rubber machines”（之前为“Euromap”）定义了可用作服务器接口中的整个系列的 OPC UA 节点。

CPU 的其它 OPC UA 节点不包含在此服务器接口中。这样可以更好地提供概览。

用户自定义服务器接口示例

CPU 应控制工件的生产。当生产作业从更高级的控制系统到达时，会开始生产。

生产作业通过服务器方法传送：控制系统通过调用 CPU 中的服务器方法将信息传送到工件上。该服务器方法也会启动生产。

控制系统（即连接的 OPC UA 客户端）应当只能看到这一种服务器方法。因此，应在 CPU 中创建一个用户自定义服务器接口并将服务器方法分配给该服务器接口。仅可为 OPC UA 客户端启用该服务器接口，因此 CPU 视图仅限于这一种功能。

9.3.4.2 使用 OPC UA 配套规范

简介

OPC UA 普遍适用：例如，标准本身不指定 PLC 变量的命名方式。由个人用户（应用程序开发人员）编写和命名可通过 OPC UA 调用的服务器方法。

针对设备和部门的信息建模和标准化

对于同类应用，应使用“OPC UA 工具包”来标准化设备或机器接口。

许多不同的机构和工作组已经推动标准化，并制定了一系列配套规范。

这些规范定义了：

- 用于描述典型设备或机器的对象、方法和变量。
- 用于指定对象的命名空间。

机器通常由功能或技术单元构成，然后对这些单元进行标准化。

配套规范为机器和工厂操作员提供了标准化接口的优势。例如，符合 AutoID 规范的所有 RFID 阅读器均可采用相同的方式集成。这意味着，无论制造商如何，符合 AutoID 规范的所有 RFID 阅读器均可由 OPC UA 客户端以相同方式寻址。

配套规范的另一个示例是，注塑机械部门的 Euromap 77 配套规范。

以下部分以 Euromap 77 为例详细介绍了如何在 STEP 7 (TIA Portal) 中应用配套规范，以及创建必要的 PLC 变量。

说明

EUROMAP 和 OPC 基金会成立联合工作组“OPC UA 塑料和橡胶机械”。

既有 EUROMAP 推荐标准 EUROMAP 77 (data exchange between injection moulding machines and MES)、82.1 (temperature control devices) 和 83 (general definitions) 等同于中立机构 OPC 基金会发布的标准 OPC 40077、40082-1 和 40083。

其中一个重大更改为，对命名空间进行了更改。例如，EUROMAP 77 的新命名空间为：最新为：“<http://opcfoundation.org/UA/PlasticsRubber/IMM2MES/>”。

在以下示例中，仍使用之前的有效标识和引用。

Euromap 77 示例（新：OPC 40077）

Euromap 77 或后续标准 OPC 40077 对注塑机与上位 MES（制造执行系统）之间的数据交换进行标准化。这样，MES 便能以相同的方式连接所有下一级注塑机。

标准化数据接口有助于将注塑机整合到工厂中。

使用配套规范：概述

在 OPC UA XML 文件“Opc_Ua.EUROMAP77.NodeSet2.xml”中对 Euromap 77 进行了介绍。

说明

Euromap 77、Euromap 83 和 OPC UA for Devices (DI)

对于候选版本 2，一些 Euromap 定义已经从 Euromap 77 转移到 Euromap 83（最新为 OPC 40083）。因此，还需要导入 Euromap 83 的 OPC UA 服务器接口。

“OPC UA for Devices”是普遍适用的信息模型，用于组态硬件和软件组件。此信息模型还是其它配套标准的基础，因此也要导入。

以下部分提供了 OPC UA XML 文件：

Euromap77 (<http://www.euromap.org/euromap77>)

Euromap83 (<http://www.euromap.org/euromap83>)

OPC UA for Devices (<https://opcfoundation.org/UA/schemas/DI/>)

这些 XML 文件定义了符合 Euromap 77 的注塑机的 OPC UA 接口。

使用 Euromap 77：概述

要使用 Euromap 77，请按以下步骤操作：

1. 使用 SiOME 程序创建“IMM_MES_InterfaceType”类型的实例，生成 XML 文件。

有关如何继续操作的信息，请参见下文中的“步骤 1：在 SiOME 中创建实例”。

2. 在 STEP 7 (TIA Portal) 中，创建对应于“IMM_MES_InterfaceType”类型实例的 PLC 变量和服务器方法（在步骤 1 中创建）。

有关如何继续操作的信息，请参见下文中的“步骤 2：在 STEP 7 中创建 PLC 变量”。

有关 OPC UA 节点以及相应 PLC 变量的示例，请参见“为配套规范创建服务器接口 (页 274)”。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

3. 在 STEP 7 (TIA Portal) 中，添加配套规范类型的新服务器接口，并导入在步骤 1 中创建的 XML 文件。

“为配套规范创建服务器接口 (页 274)”部分介绍了如何继续操作。

4. 将新服务器接口的 OPC UA 节点分配给在步骤 2 中创建的相应的 PLC 变量。

“为配套规范创建服务器接口 (页 274)”部分介绍了如何继续操作。

步骤 1: 在 SiOME 中创建实例

以下部分介绍了如何使用免费程序“SiOME” (“西门子 OPC UA 建模编辑器”)。

利用 SiOME，可创建描述服务器接口的 OPC UA XML 文件 (信息模型)。

有关 SiOME 的下载链接和相关说明，敬请访问此处的链接

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109755133>)。

STEP 7 中的操作步骤

要使用新的服务器接口，请将该服务器接口导入到 STEP 7 项目，请参见“为配套规范创建服务器接口 (页 274)”。

项目加载到 CPU 中后，新的服务器接口可供 OPC UA 客户端使用。

SiOME 1.7.3 中的操作步骤

说明

以下说明介绍了 SiOME 1.7.3 中的操作步骤。

SiOME 的后续版本更易于在用户程序中创建相应的数据块、结构、变量或方法。使用拖放操作，可以将数据从 SiOME 传输到 TIA Portal (用户程序)。在这种情况下，变量等已经正确映射，对于方法，相应的 FB 元素已经在用户程序中正确生成。

使用上面列出的下载链接下载最新的 SiOME 版本，并按照下载中随附文档的说明进行操作。

以下说明介绍了 SiOME 1.7.3 中的操作步骤。

要使用 Euromap 77，请创建包含“IMM_MES_InterfaceType”实例的 XML 文件。

对象类型必须实例化，以便在 OPC UA 服务器的地址空间中显示特定机器的信息模型。

对象类型“IMM_MES_InterfaceType”是 Euromap 77 的根对象类型。“IMM”代表“Injection Moulding Machine”。

请按以下步骤操作：

1. 从 Euromap 网站下载文件“Opc_Ua.EUROMAP77.NodeSet2.xml”和“Opc_Ua_EUROMAP83_NodeSet2.xml”（见上文）。

2. 从 OPC 基金会的网站上下载文件“Opc.Ua.Di.NodeSet2.xml”。

“Opc.Ua.Di.NodeSet2.xml”文件包含 Euromap 77 使用的类型定义。

3. 启动 SiOME。

4. 首先导入命名空间“<http://opcfoundation.org/UA/DI/>”。

为此，请单击“Information model”区域中的“Import XML”按钮。



图 9-27 SiOME 中的“导入 XML”(Import XML) 按钮

SiOME 会为打开的文件显示对话框。

5. 要导入文件，请选择文件“Opc.Ua.Di.NodeSet2.xml”，然后单击“打开”(Open)。

结果：SiOME 会导入 XML 文件，并在“Namespaces”区域中显示命名空间“<http://opcfoundation.org/UA/DI/>”。

标准命名空间“<http://opcfoundation.org/UA/>”始终可在 SiOME 中使用，不需要导入。

6. 现在导入命名空间“<http://www.euromap.org/euromap83/>”

为此，请再次单击“Information model”区域中的“Import XML”按钮。

选择文件“Opc_Ua.EUROMAP83.NodeSet2.xml”。

结果：SiOME 会导入 XML 文件，并在“Namespaces”区域中显示命名空间“<http://www.euromap.org/euromap83/>”。

7. 现在导入命名空间“<http://www.euromap.org/euromap77/>”

为此，请再次单击“Information model”区域中的“Import XML”按钮。

选择文件“Opc_Ua.EUROMAP77.NodeSet2.xml”。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

8. 为项目创建自己的命名空间。

为此，请右键单击“Namespaces”区域中的“OPC UA Modelling Editor Project”或“Namespaces”，并选择“Add Namespace”。

SiOME 打开“Add Namespace”对话框。

9. 输入新命名空间的名称。

本示例中使用的是命名空间“YourCompany.org”。

SiOME 现在还会显示新的命名空间：

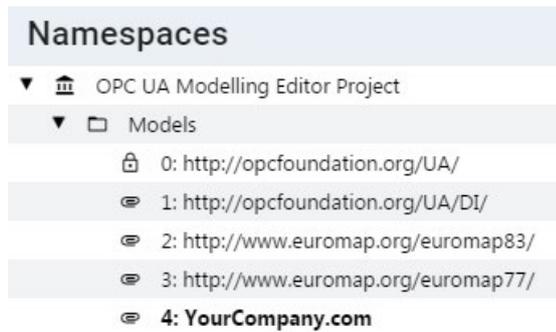


图 9-28 SiOME 中命名空间的显示

10. 通过配套规范 Euomap 77 的根对象类型 IMM_MES_InterfaceType 创建实例。

为此，在“Information model”区域中，右键单击“DeviceSet”目录并选择“Add Instance”。

SiOME 会显示“Add Instance”对话框。

11. 对于“Name”，请为实例输入一个有意义的名称。

在本例中，请输入“IMM_Manufacturer_01234”。

对于“TypeDefinition”，请选择“IMM_MES_InterfaceType”。

该对象类型是 Euomap 77 的根对象类型：如果生成该对象类型的实例，则在 OPC UA 服务器的地址空间中使用一次 Euomap 77。

- 单击“确定”(OK)。

SiOME 会在“Information model”区域的“DeviceSet”下显示新实例“IMM_Manufacturer_01234”：

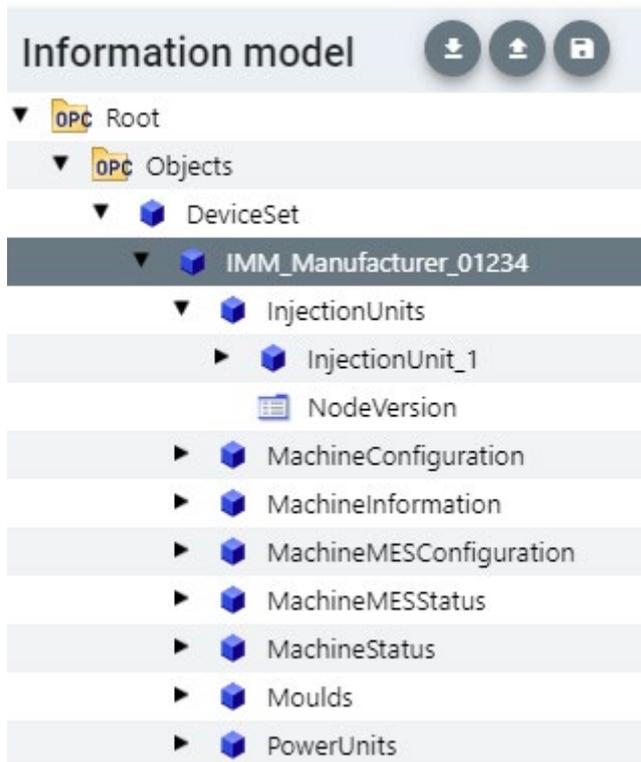


图 9-29 显示信息模型

- 创建“InjectionUnitType”数据类型的实例。

为此，请右键单击“Information model”区域中的“InjectionUnits”目录，并选择“Add Instance”。

SiOME 会显示“Add Instance”对话框。

对于“Name”，请为实例输入一个有意义的名称。

在本例中输入“InjectionUnit_1”。

对于“TypeDefinition”，请选择“InjectionUnitType”。

单击“确定”(OK)。

- 在“Moulds”目录中创建“MouldType”对象类型的新实例“Mould_1”。
- 在“PowerUnits”目录中创建“PowerUnitType”对象类型的新实例“PowerUnit_1”。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

- 16. 保存该 XML 文件。

为此，请单击“Information model”区域中的“Quick save”按钮。



图 9-30 SiOME 中的“快速保存”(Quick save) 按钮

- 17. 导出该 XML 文件。

为此，请单击“Information model”区域中的“Export XML”按钮。



图 9-31 SiOME 中的“导出 XML”(Export XML) 按钮

SiOME 会显示“导出 XML”(Export XML) 对话框。

- 18. 将所有命名空间保持激活状态并单击“确定”(OK)。

SiOME 显示“另存为”(Save as) 对话框。

- 19. 选择一个有意义的名称并保存导出的文件。

本例中，将 XML 文件命名为“IMM_Manufacturer_01234”。

结果:

现已创建使用一次配套规范“Euromap 77”（包含一个实例）的 XML 文件。

步骤 2: 在 STEP 7 中为 Euromap 77 实例创建 PLC 变量。

对于 Euromap 77，必须在用户程序中提供 PLC 变量和服务器方法，并分配“IMM_MES_InterfaceType”类型的实例。

要为“IMM_MES_InterfaceType”类型的实例创建 PLC 变量，请按以下步骤操作：

1. 创建用户自定义数据类型 (UDT)

下图以用户自定义数据类型“InjectionUnit”的开头为例。

该数据类型的结构与“IMM_MES_InterfaceType”类型中的“InjectionUnit”相同。

请务必使用与 OPC UA 数据类型兼容的 SIMATIC 数据类型（参见下文的“数据类型映射”）。

InjectionUnit					
	Name	Data type	Default value	Accessible from HMI/OPC UA	Writable from HMI/OPC UA
	BarrelId	String	''	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Index	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	InProduction	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	IsPresent	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

图 9-32 在 STEP 7 中创建 UDT

2. 将新的全局数据块添加到 STEP 7 项目中。

在本例中，将数据块命名为“IMM_Manufacturer_01234”，以指代相应制造商和序列号的注塑机。

3. 在该数据块中创建一个新元素。

在本例中，将该元素命名为“InjectionUnit_1”

4. 为该元素分配新的用户自定义数据类型“InjectionUnit”。**结果**

在 STEP 7 项目中，已为“IMM_Manufacturer_01234”数据块中的 Euromap 77 创建一个变量。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

9.3.4.3 为配套规范创建服务器接口

有关配套规范的基本信息，请参见“使用 OPC UA 配套规范 (页 266)”。此部分还详细探讨了提供注塑机模型的 Euromap 77 配套规范的优点。

举例来说，利用这一配套标准，S7-1500 CPU 可控制注塑机，并为 OPC UA 客户端（比如上一级 MES 系统）提供接口来访问注塑机的功能和变量。

“配套标准”类型的 OPC UA 服务器接口会将客户端的访问限制为上一级系统（MES 系统）等必需的几个功能和变量。

以下说明介绍了如何在 STEP 7 (TIA Portal) 中创建仅包含 Euromap 77 配套规范的服务器接口。

如果要使 OPC UA 客户端可访问注塑机管理所需变量或方法以外的其它变量或方法，只需创建另一 OPC UA 服务器接口即可。通过这种方式，可清晰地排列作为 OPC UA 服务器的 CPU 的功能。

为配套规范创建服务器接口

要通过 STEP 7 (TIA Portal) 为配套规范创建服务器接口，请执行以下操作：

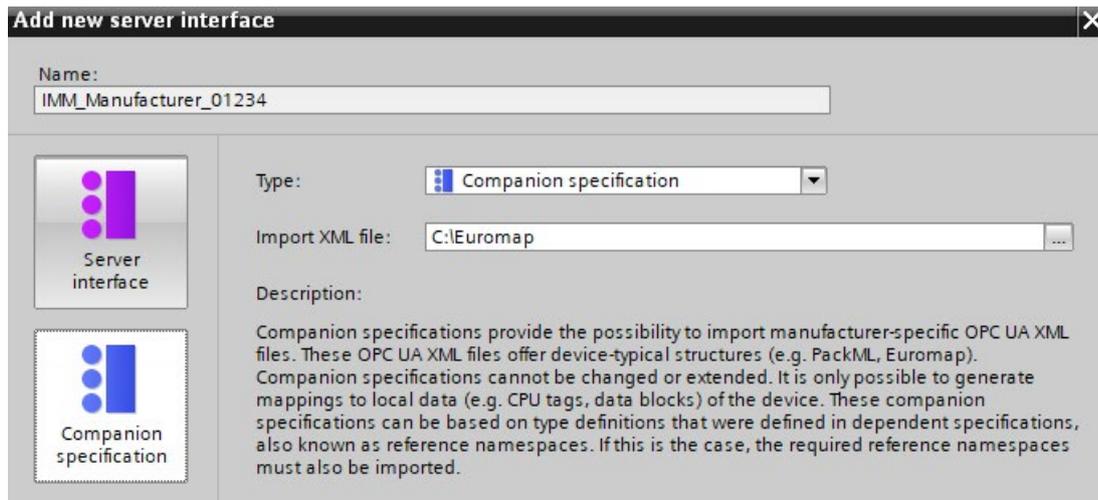
1. 选择要作为 OPC UA 服务器使用的 CPU。
2. 在项目树中，单击“OPC UA 通信 > 服务器接口”(OPC UA communication > Server interfaces)。
3. 双击“添加新服务器接口”(Add new server interface)。
4. 要选择此类型的服务器接口，请单击“配套规范”(Companion specification)。

新服务器接口的一般名称会输入到对话框中，例如“Server_Interface_1”。

5. 更改新服务器接口的名称，使其在项目中具有说明性含义。

按照 Euromap 77 规定，名称应采用以下结构：“IMM_<Manufacturer>_<Serial number>”。

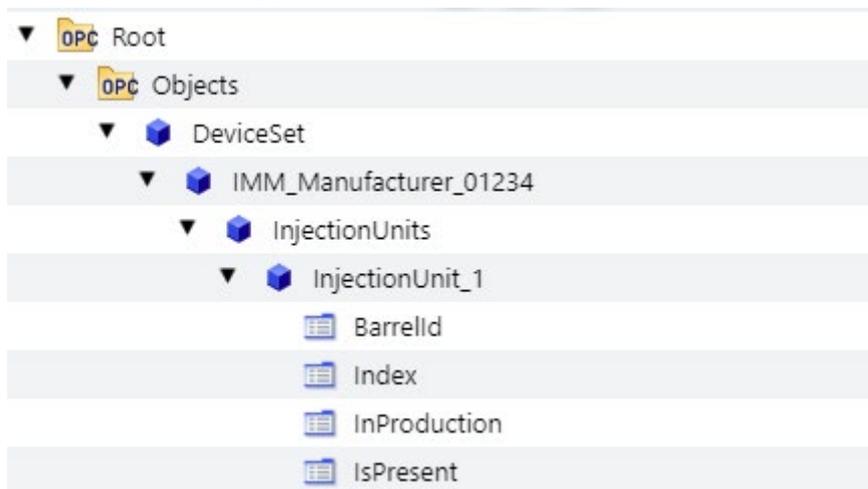
示例使用的名称为“IMM_Manufacturer_01234”。



6. 在“导入 XML 文件”(Import XML file) 字段中，选择描述信息模型的 XML 文件。

“使用 OPC UA 配套规范 (页 266)”部分介绍了如何使用 SiOME 工具创建此类 XML 文件。

下图显示了信息模型的一部分：“IMM_MANUFACTURER_0123456”是由 Euromap 77 定义的“IMM_MES_InterfaceType”类型的实例（应用）。“InjectionUnit_1”是 Euromap 77 的“InjectionUnitType”类型的实例。



7. 单击“确定”(OK)。

STEP 7 (TIA Portal) 将导入所选 XML 文件中描述的信息模型。

如果在已导入 XML 文件中使用 STEP 7 (TIA Portal) 中尚不存在、且不包含在已导入 XML 文件中的类型定义，则会出错。

本例中导入的 XML 文件使用在以下命名空间 (Namespaces) 中定义的类型定义：

- http://opcfoundation.org/UA/DI/
- http://www.euromap.org/euromap83/
- http://www.euromap.org/euromap77/

提示：STEP 7 在 OPC UA 接口编辑器的下方区域（“属性”(Properties) 选项卡）中显示缺少的命名空间。

为此，在项目树中选择服务器接口（这里选择的是 IMM_Manufacturer_01234），并在巡视窗口中选择“命名空间”(Namespaces) 区域。选择缺少的命名空间。

如果 STEP 7 项目中缺少一个或多个命名空间，可为每个命名空间创建“引用命名空间”类型的新服务器接口。

“为引用命名空间创建服务器接口 (页 293)”部分介绍了相应的操作步骤。

如果所有引用命名空间均可用，STEP 7 显示的表格不含任何错误：

DeviceSet	Object
IMM_Manufacturer_01234	Object
InjectionUnits	Object
InjectionUnit_1	Object
TemperatureZones	Object
BarrelId	String
Index	UInt32
InProduction	Boolean
IsPresent	Boolean

- 将 OPC UA 元素从表格的右侧区域（OPC UA 元素）拖放到表格的左侧部分（OPC UA 服务器接口），从而将相应的 OPC UA 元素（本地 PLC 变量）分配给 Euromap 77 的相应 OPC UA 节点。

下图显示了将本地数据（PLC 变量）分配给 Euromap 77 的 OPC UA 节点的部分：

OPC UA-Server-Schnittstelle				
Name	Node type	Local data	Data type	
▼ DeviceSet	Object			
■ ▼ IMM_Manufacturer_01234	Object			
■ ▼ InjectionUnits	Object			
■ ▼ InjectionUnit_1	Object			
■ ▼ TemperatureZones	Object			
■ NodeVersion	String			
■ BarrelId	String	"IMM_Manufacturer_01234"."InjectionUnit_1"."BarrelId"		String
■ Index	UInt32	"IMM_Manufacturer_01234"."InjectionUnit_1"."Index"		UDInt
■ InProduction	Boolean	"IMM_Manufacturer_01234"."InjectionUnit_1"."InProduction"		Bool
■ IsPresent	Boolean	"IMM_Manufacturer_01234"."InjectionUnit_1"."IsPresent"		Bool

注意

在 OPC UA 服务器接口的节点上检查 CPU 本地数据的映射

当服务器接口中存在无效的分配（映射）时，它们可造成错误的读取和写入操作。检查分配并运行一致性检查。

关于服务器接口的信息

用于组态 OPC UA 服务器接口的编辑器采用表格结构，可提供以下信息：

- **名称**

本例中，顶级节点（根节点）名为“IMM_Manufacturer_01234”。如果客户端在服务器的地址空间中进行浏览，该节点是所有下级节点的容器。该节点的 `BrowseName` 和 `DisplayName` 取决于为服务器接口分配的名称。

举例来说，在这种情况下，该名称代表作为整体的注塑机。这是此处使用的 `Euromap 77` 配套规范的实例名称。按照配套规范，实例名称应以“IMM”开头，后接注塑机制造商名称；机器序列号添加到结尾处。这样便可唯一地标识机器。

其它所有（下级）节点的名称均由规范定义（上例中由 `Euromap 77` 定义）。不得更改这些节点名称。这样可确保所有注塑机的统一视图符合规范的规定。

- **节点类型**

OPC UA 节点的类型。类型由所用配套规范指定。

以下情况下，STEP 7 会将表格中的一个节点类型标为彩色：

- 导入的 XML 文件中不包含该节点类型的定义，或者
- 定义类型的命名空间在 STEP 7 中不可用。

在这种情况下，为缺失的命名空间或所缺失命名空间中的每一个创建类型为“引用命名空间”的服务器接口。

缺少的命名空间位于服务器接口属性的“命名空间”(Namespaces) 下。

- **本地数据**

STEP 7 会显示分配给 OPC UA 节点的数据块：CPU 从该数据块中读取 OPC UA 节点的值。

如果数据块以彩色突出显示（例如，在一致性检查之后），则指定的数据块在 CPU 中不可用。

在这种情况下，需要创建 CPU 中缺失的（用户程序）数据块，并为其提供值。

- **数据类型**

CPU 中 PLC 变量（例如数据块的元素）的 SIMATIC 数据类型，会通过该数据类型读取 OPC UA 节点的值（`UAVariable` 类型）或向该数据类型分配值。

生成本地数据

如果服务器接口的节点尚未分配（“映射”）CPU 的本地数据，则可选择为所有节点或者选定的节点生成本地数据。系统将自动映射新创建的本地数据。

对于未映射的所有节点，可单击“生成本地数据”(Generate local data) 按钮；对于单个节点，可选择相应节点并单击“生成本地数据”(Generate local data) 快捷菜单，自动生成本地数据。

“生成本地数据”(Generate local data) 按钮：

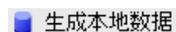


图 9-33 “生成本地数据”(Generate local data) 按钮：

生成的节点只能映射本地数据。即，无对象、无文件夹、无方法或方法无输入/输出参数。

单击该按钮或选择快捷菜单后，必须在后续对话框中选择在新数据块中或现有数据块中创建本地数据。

一致性检查

可选择检查服务器接口。

STEP 7 (TIA Portal) 会检查是否已为服务器接口 PLC 变量（数据块）的 OPC UA 节点分配兼容的 SIMATIC 数据类型。

要检查服务器接口的一致性，请单击 OPC UA 服务器接口编辑器工具栏中的以下图标：

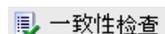


图 9-34 “一致性检查”(Consistency check) 按钮

导出接口

可选择以 XML 文件格式导出 OPC UA 服务器接口。该 XML 文件包含服务器接口引用的所有数据类型定义。

要导出 OPC UA 服务器接口，请单击 OPC UA 服务器接口编辑器工具栏中的以下图标：

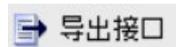


图 9-35 “导出接口”(Export interface) 按钮

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

9.3.4.4 创建用户自定义服务器接口

简介

说明基于以下示例：

生产单元“Cell_1”周围的防护围栏。围栏配有门“Gate_1”。

S7-1500 CPU 控制整个生产单元，还控制通过 Gate_1 进入生产单元的权限。

机器人将药物装入生产单元的盒子中，然后将盒子堆放在货盘上。

用于自动化物料运输的自驾车辆将货盘移动到中央仓库，从而通过 Gate_1。

CPU 发布一个服务器接口，无人驾驶运输系统可通过该接口安排 Gate_1 打开。

该服务器接口包含用于打开门的服务器方法“smOpenGate”和用于指示门状态（打开或关闭）的变量“Gate_1_State”。

创建用户自定义服务器接口

要创建服务器接口，请按以下步骤操作：

1. 选择已使用并组态为 OPC UA 服务器的 CPU。
2. 单击“OPC UA 通信 > 服务器接口”(OPC UA communication > Server interfaces)。
3. 双击“添加新服务器接口”(Add new server interface)。

STEP 7 会显示以下对话框。

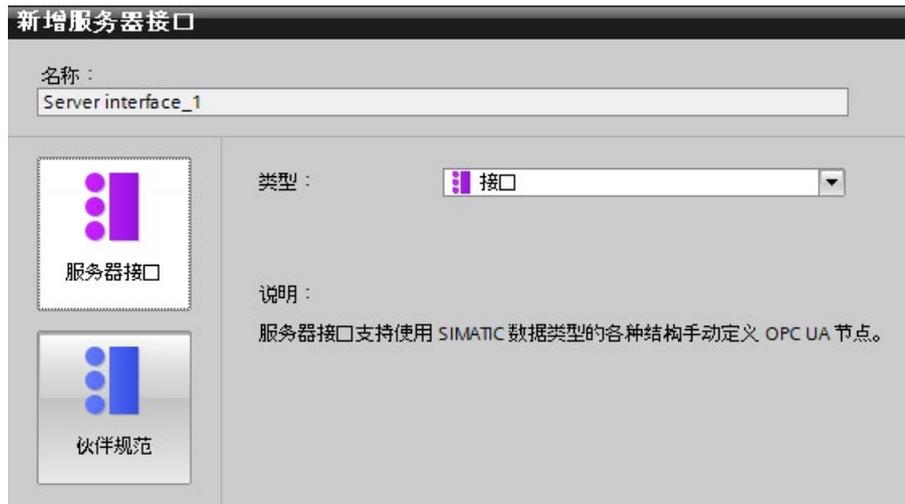


图 9-36 添加服务器接口

4. 更改新服务器接口的名称，使其在项目中具有说明性含义。
本示例中，将 STEP 7 建议的名称“Server-interface_1”改为“Cell_1”。
5. 单击“服务器接口”(Server interface)，然后单击“确定”(OK)。
6. 单击“OPC UA 元素”(OPC UA elements) 区域中“程序块”(Program blocks) 前面的三角形。
STEP 7 会显示以下表格供用户编辑：

OPC UA server interface				OPC UA elements		
	Browse Name	Node type	Local data		Project data	Data type
1	Cell_1	Interface		1	Software units	
2	<Add new>			2	Program blocks	
				3	Cell_1 [DB1]	Cell_1
				4	Robot_1 [DB2]	Robot_1
				5	smOpenGate_DB [DB3]	smOpenGate_DB
				6	Technology objects	
				7	PLC tags	

图 9-37 编辑服务器接口

该编辑器分为两个区域。

– OPC UA 服务器接口

左侧是服务器接口“Cell_1”的根节点。

该接口目前仍为空。尚未向该服务器接口添加任何 OPC UA 元素。

– OPC UA 元素

右侧为 OPC UA 元素。

OPC UA 元素是到目前为止在 STEP 7 项目中创建的对象，具有属性“可从 HMI/OPC UA 访问”(Accessible from HMI/OPC UA)。

可将这些 OPC UA 元素添加到新的服务器接口“Cell_1”。

7. 将 OPC UA 元素拖放到新服务器接口的“<新增>”(<Add new>) 行中。

说明

以下规则普遍适用：如果将数据块或工艺对象存储在表格的左侧区域，则 STEP 7 (TIA Portal) 会在服务器接口中创建一个对象。数据块的元素作为单独的节点排列在该对象下方。

如果将结构存储在表格的左侧区域，STEP 7 会为结构整体创建一个节点，并会为结构的各个元素创建节点。

这一点同样适用于数组：同样，STEP 7 会为数组整体创建一个节点，并会为数组的各个元素创建节点。

将方法放在表格的左侧区域时，STEP 7 会创建一个节点；将显示已插入方法的参数以供参考。

在本示例中，将“Gate_1_State”变量从右侧区域拖到左侧区域的“<新增>”(<Add new>) 位置。

然后，将服务器方法拖到左侧区域。

服务器方法位于右侧区域的“smOpenGate_DB [DB3]”数据块中。

STEP 7 (TIA Portal) 将显示如下对话框：

Name	Node type	Local data	Project data	Data type
Cell_1	Interface		1 Software units	
Gate_1_State	BOOL	"Cell_1"."Gate_1_State"	2 Program blocks	
Method	Method	"smOpenGate_DB".Method	3 Cell_1 [DB1]	Cell_1
<Add new>			4 Gate_1_State	Bool
			5 Robot_1 [DB2]	Robot_1
			6 smOpenGate_DB [DB3]	smOpenGate
			7 Method	Method
			8 Static	
			9 Technology objects	
			10 PLC tags	

图 9-38 向服务器接口添加 OPC UA 元素

注意

在 OPC UA 服务器接口的节点上检查 CPU 本地数据的映射

当服务器接口中存在无效的分配（映射）时，它们可造成错误的读取和写入操作。检查分配并运行一致性检查。

限制 OPC UA 服务器的视图

通过选择 OPC UA 元素可限制 OPC UA 服务器的视图以及 OPC UA 客户端的选项。

在该示例的服务器接口中，缺少“Robot_1”数据块，因为工业卡车不需要访问机器人的服务器方法和变量。

在这种情况下，最好在 S7-1500 CPU 的 OPC UA 属性中禁用标准服务器接口（SIMATIC 命名空间），以便无法通过其它任何方式访问过滤的节点。

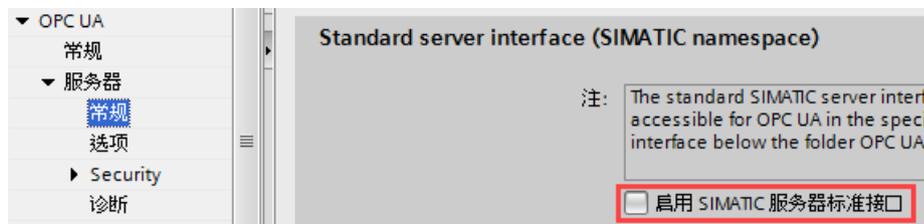


图 9-39 禁用标准服务器接口

还可在服务器接口的属性中禁用每个已组态 OPC UA 服务器接口的可见性，从而避免客户端在接口运行期间使用该服务器接口。

- 为此，请选择服务器接口并右键单击“属性”(Properties) 命令。

举例来说，可通过此选项集中定义多个服务器接口，并且仅启用和下载所需服务器接口。

定义了服务器接口后，可将其拖动到项目树的其它 CPU 中。



图 9-40 禁用服务器接口可见性

关于服务器接口的信息

“OPC UA 服务器接口”(OPC UA Server Interface) 对话框采用表格结构，可提供以下信息：

请注意，最初并不会显示所有列。可右键单击表格的标题行确定显示的列。

现在该行时，可在巡视窗口（“OPC UA 属性”区域）中显示该节点的 OPC UA 属性，如节点 ID、节点类别、节点类型及描述。

- **BrowseName**

用户自定义服务器接口的语言中立名称位于最顶端 (BrowseName)。可任意选择该名称。

已添加到服务器接口的各个 OPC UA 节点的名称 (BrowseNames) 位于接口名称下方。

不能在该对话框中更改 OPC UA 节点的名称。名称来自 STEP 7 项目。

可将 OPC UA 节点从表中删除。这意味着该节点不再属于服务器接口，并且不再对 OPC UA 客户端可见。

- **DisplayName**

与 BrowseName 类似。但名称可进行翻译并以相应的语言显示（若可用）。

- **节点 ID**

OPC UA 节点的 NodeId，例如 `http://Server-Node_1; i=1`

- **节点类型**

OPC UA 节点的可指定为 BOOL、BYTE、INT 等。

这些节点类型是由 Siemens 定义的，而不是 OPC 基金会定义的。例如，OPC 基金会为 BOOL 使用布尔型节点类型。BOOL 直接由布尔型派生而来。

不能在此对话框中更改指定的节点类型：如果要使用其它节点类型，必须在 STEP 7 项目中更改相应 PLC 变量的类型。

- **数据类型**

指定 STEP 7 项目中使用的 SIMATIC 数据类型，例如布尔型、字节型、整型等。

- **访问等级**
 - 如果 OPC UA 节点为变量（UAVariable 类型），则节点只能是可读 (RD) 或可读写 (RD/WR) 节点。
 - 如果 OPC UA 节点为方法（UAMethod 类型），则该节点始终可调用。
- **本地数据**

CPU 中 SIMATIC 数据类型的数据块，会通过该数据块读取 OPC UA 节点的值（UAVariable 类型）或向该数据块写入值。

生成本地数据

如果服务器接口的节点尚未分配（“映射”）CPU 的本地数据，则可选择为所有节点或者选定的节点生成本地数据。系统将自动映射新创建的本地数据。

对于未映射的所有节点，可单击“生成本地数据”(Generate local data) 按钮；对于单个节点，可选择相应节点并单击“生成本地数据”(Generate local data) 快捷菜单，自动生成本地数据。

“生成本地数据”(Generate local data) 按钮：

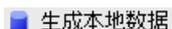


图 9-41 “生成本地数据”(Generate local data) 按钮：

生成的节点只能映射本地数据。即，无对象、无文件夹、无方法或方法无输入/输出参数。

单击该按钮或选择快捷菜单后，必须在后续对话框中选择在新数据块中或现有数据块中创建本地数据。

一致性检查

可选择检查服务器接口。

在一致性检查过程中，STEP 7 会检查服务器接口的 OPC UA 节点是否分别分配给合适的 OPC UA 元素（相同数据类型），或者使用的元素是否仍存在于 CPU 中。

要检查服务器接口的一致性，请单击 OPC UA 服务器接口编辑器工具栏中的以下图标：

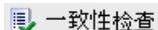


图 9-42 “一致性检查”(Consistency check) 按钮

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

导出接口

可选择以 XML 文件格式导出 OPC UA 服务器接口。该 XML 文件包含服务器接口引用的所有数据类型定义。

要导出 OPC UA 服务器接口，请单击 OPC UA 服务器接口编辑器工具栏中的以下图标：

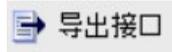


图 9-43 “导出接口”(Export interface) 按钮

参见

OPC UA 通信的模板副本 (页 390)

9.3.4.5 配套规范的数据类型

数据类型的映射

下表显示了各个 OPC UA 数据类型的兼容 SIMATIC 数据类型。

根据下图所示，指定数据类型（SIMATIC 数据类型 - OPC UA 数据类型）。系统不支持其它分配方式。STEP 7 不会检查是否遵循该规则，因此也不会预防分配错误。用户需确保所做的选择和数据类型分配符合规则。

例如，所列出的数据类型，也可用作自定义服务器方法中输入和输出参数结构 / UDT 的元素（UAMethod_InParameters 和 UAMethod_OutParameters）。

表格 9-3 数据类型的映射

SIMATIC 数据类型	OPC UA 数据类型性
BOOL	Boolean
SINT	SByte
INT	Int16
DINT	Int32
LINT	Int64
USINT	Byte
UINT	UInt16
UDINT	UInt32
ULINT	UInt64
REAL	Float

SIMATIC 数据类型	OPC UA 数据类型性
LREAL	Double
LDT	DateTime
WSTRING	String
DINT	Enumeration (Encoding Int32) 和所有派生的数据类型
所需的用户自定义数据类型 (UDT, user-defined data type) 用户创建的自定义数据类型必须以 "Union_" 为前缀, 如 "Union_MyDatatype"。请参见表格下方的示例。 在 UDT 中, 第一个元素 (Selector) 的数据类型必须为 "UDINT"。	UNION 和所有派生的数据类型

所需的 UNION 用户自定义数据类型

下图显示了数据类型为 "Union_MyDatatype" 的变量 "MyVariable"。

此 SIMATIC 数据类型对应于数据类型为 UNION 的 OPC UA 变量。

下图显示了声明示例: 当 Selector = 1 时, Union 取 ByteArray; 当 Selector = 2 时, Union 取 WString。

名称	数据类型
▼ Static	
■ Selector	UDInt
■ ▶ ByteArray	Array[0..1] of Byte
■ WString	WString[42]

使用其它 OPC UA 基本数据类型

除了“映射数据类型”部分列出的 OPC UA 数据类型以及 SIMATIC 端对应的数据类型之外，还可使用以下 OPC UA 基本数据类型：

- OpcUa_NodeId
- OpcUa_QualifiedName
- OpcUa_Guid
- OpcUa_LocalizedText
- OpcUa_ByteString
- OpcUa_XmlElement

在应用程序中使用上文中所示基本数据类型的变量时，应满足以下要求：基本数据类型需用作复杂数据类型，且结构与相应的 OPC UA 基本数据类型完全相同。

- OpcUa_NodeId 和 OpcUa_QualifiedName 可用作系统数据类型；因此，这些数据类型不仅可用于单个变量，也可用作结构中的元素。
- 对于其余基本类型，需基于 OPC UA 规范创建一个 PLC 数据类型，之后再将其用作某个结构中的元素，以便使用 Typedictionary 对这些元素的数据类型进行解析。在下文中，介绍了每个基本数据类型所对应的 PLC 数据类型。例如，在“EUInformation”示例中，使用了数据结构 UDT“LocalizedText”。“EUInformation”中包含有关 EngineeringUnits 的信息。有关 EUInformation 数据结构的实现示例，请参见 PLC 数据类型说明的结尾处。

系统数据类型“OPC-UA-NodeId”

在下表中，列出了 OPC UA 基本数据类型“OpcUa_NodeId”各个参数的含义。OPC-UA-NodeId 用于标识 OPC UA 服务器中的节点。

参数	S7 数据类型	含义
NamespaceIndex	UINT	OPC UA 服务器中，节点的命名空间索引。例如，节点可以是一个变量。
Identifier	WSTRING[254]	节点（对象或变量）的名称取决于标识符类型： <ul style="list-style-type: none"> • 数字标识符：节点使用一个数字进行标记，如“12345678”。 • 字符串标识符：节点使用一个名称进行标记，如“MyTag”。不区分大小写。
IdentifierType	UDINT	标识符的类型 <ul style="list-style-type: none"> • 0：数字标识符 • 1：字符串标识符 • 2：GUID • 3：Opaque

系统数据类型“OPC-UA-QualifiedName”

请参见下表中系统数据类型“OPC-UA-QualifiedName”的结构：

名称	S7 数据类型	含义
NamespaceIndex	UINT	名称的命名空间索引。
Name	WSTRING[64]	节点或变量的名称。

UDT“Guid”

对于基本数据类型“Guid”，创建以下 PLC 数据类型。示例中使用的默认值也可设置为不同值。

Guid			
	Name	Data type	Default value
1	Data1	UDInt	16#11223344
2	Data2	UInt	16#5566
3	Data3	UInt	16#7788
4	Data4	ULInt	16#99AABBCCDDEEFF11

图 9-44 “Guid”UDT

UDT“LocalizedText”

为基本数据类型“LocalizedText”创建以下 PLC 数据类型：

LocalizedText			
	Name	Data type	Default value
1	EncodingByte	Byte	16#3
2	Locale	WString[5]	WSTRING#'de-DE'
3	Text	WString[255]	WSTRING#'Text'

图 9-45 “LocalizedText”UDT

EncodingByte 用于指示可用的字段（Locale 或 Text）：

编码字节	含义
0	字段 Locale 和 Text 为空
1	字段 Locale 中有内容，字段 Text 为空
2	字段 Locale 为空，字段 Text 中有内容
3	字段 Locale 和 Text 中均有内容

UDT“ByteString”

为基本数据类型“ByteString”创建以下 PLC 数据类型：例如，创建一个包含有 12 个元素的 ByteString 数组：

ByteString			
	Name	Data type	Default value
1	ByteString	Array[0..11] of Byte	
2	ByteString[0]	Byte	16#0
3	ByteString[1]	Byte	16#0
4	ByteString[2]	Byte	16#0
5	ByteString[3]	Byte	16#0
6	ByteString[4]	Byte	16#0
7	ByteString[5]	Byte	16#0
8	ByteString[6]	Byte	16#0
9	ByteString[7]	Byte	16#0
10	ByteString[8]	Byte	16#0
11	ByteString[9]	Byte	16#0
12	ByteString[10]	Byte	16#0
13	ByteString[11]	Byte	16#0

图 9-46 “ByteString”UDT

UDT“XmlElement”

XmlElement 是一种序列化的 XML 段（UTF 8 字符串）。

为基本数据类型“XmlElement”创建以下 PLC 数据类型：

XmlElement			
	Name	Data type	Default value
1	XmlElement	WString	WSTRING#"

图 9-47 “XmlElement”UDT

示例：UDT 为“LocalizedText”的 EUIInformation 的结构

▼ Velocity	*EUIInformation*		
■ NamespaceUri	WString[255]	WSTRING#'http://yourorganization.org'	Identifies the organization (company, standards organization) that defines the EUIInformation
■ UnitId	DInt	1	Identifier for programmatic evaluation. -1 is used if a unitId is not available.
■ ▼ DisplayName	*LocalizedText*		
■ Encoding...	Byte	16#3	
■ Locale	WString[5]	WSTRING#'en-EN'	
■ Text	WString[255]	WSTRING#'m/s'	
■ ▼ Description	*LocalizedText*		
■ Encoding...	Byte	16#3	
■ Locale	WString[5]	WSTRING#'en-EN'	
■ Text	WString[255]	WSTRING#'meter per second'	

图 9-48 示例：UDT 为“LocalizedText”的 EUIInformation 的结构

9.3.4.6 OPC UA XML 文件的规则

将已导出 OPC UA XML 文件导入到 S7-1500 CPU

导入来自 S7-1500 的 OPC UA XML 导出的服务器接口时，请注意以下信息。

说明

对于命名空间“<http://www.siemens.com/simatic-s7-opcua>”，导入被阻止

不能将命名空间为“<http://www.siemens.com/simatic-s7-opcua>”的服务器接口导入到 S7-1500 CPU，因为该命名空间为 S7-1500 CPU（标准 SIMATIC 服务器接口）预留，不可导入。

如果要导入命名空间为“<http://www.siemens.com/simatic-s7-opcua>”的服务器接口，请打开要导入的服务器接口（OPC UA XML 文件）并在相关位置更改命名空间。然后可以导入更改后的文件。

OPC UA XML 文件的完整性

OPC UA XML 文件用于说明服务器的地址空间。例如，在调整应用程序后，用户可根据 OPC UA Companion 规范导入这些文件，在调整应用程序后作为服务器接口与硬件配置一同加载到 S7-1500 CPU 中进行测试。



系统不会对导入的 OPC UA XML 文件进行检查

由于 STEP 7 不会检查这些文件的完整性，因此需确保这些 OPC UA XML 文件防止未经授权的篡改。

建议

对服务器的地址空间进行控制或调整时，为了将风险降至最低，可执行以下操作步骤：

1. 保护项目（项目导航：“安全设置 > 设置”(Security settings > Settings)）。
2. 对地址空间进行扩展或调整前，导出相应的服务器接口。
3. 修改该 OPC UA XML 文件。
4. 再次将该文件导入为服务器接口。

9.3.4.7 为引用命名空间创建服务器接口

配套规范和引用的命名空间

配套规范中定义了一系列 OPC UA 对象类型（以及其它定义）。这些对象类型是分别在命名空间中定义的，以确保对象类型名称（类型定义）的唯一性。

要在项目中使用配套规范，请创建该配套规范对象类型的实例。

为此，对象定义必须在 STEP 7 项目中可用。如果不可用，则必须导入对象定义。要导入命名空间的所有定义，请在 STEP 7 中为每个命名空间创建“引用命名空间”类型的服务器接口。

说明

EUROMAP 和 OPC 基金会成立联合工作组“OPC UA 塑料和橡胶机械”。

既有 EUROMAP 推荐标准 EUROMAP 77（注塑机和 MES 之间的数据交换）、82.1（温度控制设备）和 83（通用类型定义）等同于中立机构 OPC 基金会发布的标准 OPC 40077、40082-1 和 40083。不过，下面列出的示例仍使用之前的有效标识和引用。

示例 Euromap 77 (最新为 OPC 40077)

已为配套规范 Euromap 77（最新为 OPC 40077）添加一个服务器接口。

该服务器接口使用 OPC UA DI 以及 Euromap 83 和 Euromap 77 在其相应命名空间中定义的对象类型。

因此，除了“配套规范”类型的服务器接口 Euromap 77 之外，还应在 STEP 7 中为以下命名空间分别创建“引用命名空间”类型的附加服务器接口。

- <http://opcfoundation.org/UA/DI/>
- <http://www.euromap.org/euromap83/>
- <http://www.euromap.org/euromap77/>

以下说明介绍了具体操作步骤。

为引用命名空间创建服务器接口

要为引用命名空间创建服务器接口，请执行以下操作：

1. 选择要作为 OPC UA 服务器使用的 CPU。
2. 单击“OPC UA 通信 > 服务器接口”(OPC UA communication > Server interfaces)。
3. 双击“添加新服务器接口”(Add new server interface)。

STEP 7 (TIA) 现在会显示“添加新服务器接口”(Add new server interface) 对话框。

新服务器接口的一般名称会输入到对话框中，例如“Server_Interface_1”。

4. 为新的服务器接口分配一个描述性名称。

在本例中，选择名称“Opc.Ua.Di”或明确引用命名空间“http://opcfoundation.org/UA/DI/”的类似名称。

必须先导入该命名空间。其中包含基本定义（例如 UAObjectType“DeviceType”）。

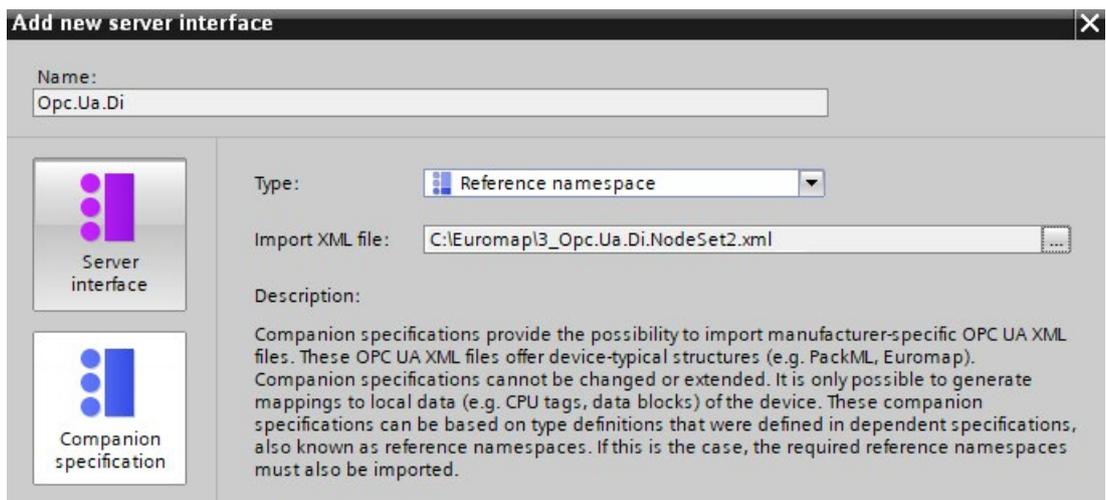
5. 对于“导入 XML 文件”(Import XML file)，选择包含“http://opcfoundation.org/UA/DI/”命名空间定义的 XML 文件。

本例中选择“Opc.Ua.Di.NodeSet2.xml”文件。要下载该文件，请访问此处：

[\(https://opcfoundation.org/UA/schemas/DI/\)](https://opcfoundation.org/UA/schemas/DI/)

Opc.Ua.Di.NodeSet2.xml (<https://opcfoundation.org/UA/schemas/DI/>)

下图显示了对话框及条目：



6. 单击“确定”(OK)。

STEP 7 (TIA) 现在会生成新的服务器接口。

服务器接口位于 STEP 7 (TIA Portal) 项目导航的“OPC UA 通信 > 服务器接口 > 命名空间引用”(OPC UA Communication > Server interfaces > Namespace references) 下方。

如果配套规范使用其它命名空间，则为每个命名空间添加新的服务器接口。

为 Euromap77 添加其它服务器接口

对于 Euromap 77，仍需要以下命名空间：

- <http://www.euromap.org/euromap83/>
- <http://www.euromap.org/euromap77/>

先为命名空间“<http://www.euromap.org/euromap83/>”添加一个服务器接口。

该命名空间包含 Euromap 77 的基本定义，因此需要先在此处使用。该命名空间的所有定义均包含在 XML 文件“Opc_Ua.EUROMAP83NodeSet2.xml”中，可从 Euromap 网站 (www.euromap.org/en/euromap83) 下载此文件。

然后为命名空间“<http://www.euromap.org/euromap77/>”添加一个服务器接口。该命名空间的所有定义均包含在 XML 文件“Opc_Ua.EUROMAP77.NodeSet2.xml”中，同样可从 Euromap 网站 (www.euromap.org/en/euromap77) 下载此文件。

9.3.4.8 基于 FB 类型和 UDT 的本地数据映射生成 OPC UA 节点

自 TIA Portal V17 起，如果希望 OPC UA 客户端可以访问该 CPU 中 FB 或 UDT 内的实例数据，可自动分配这些实例数据。

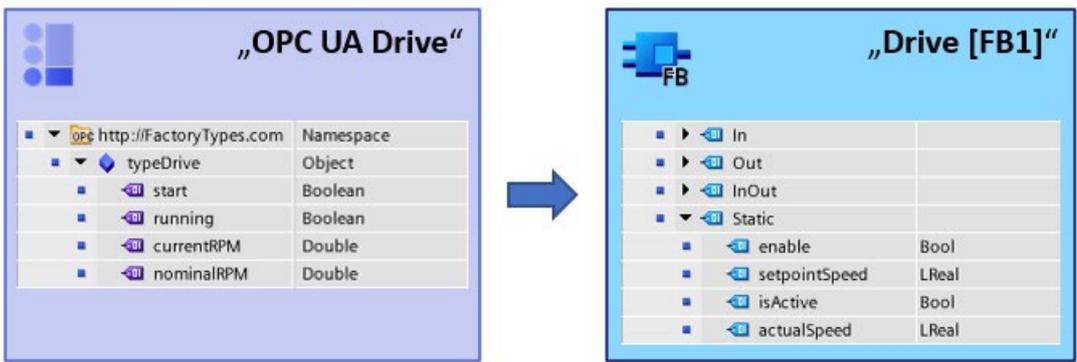
用户只需将 FB 类型或 UDT 映射到已导入的引用命名空间的适当 OPC UA 数据类型即可。基于 STEP 7 (TIA Portal) 中创建的这些映射，编译时在服务器接口中为每个 FB 实例或为每个 UDT 用途生成所需的节点。

如果用户扩展程序并添加更多 FB 实例或 UDT 用途，或者如果添加既有实例或予以删除，都无需为服务器接口的调整工作担忧：STEP 7 将在编译程序时自动调整服务器接口。

示例

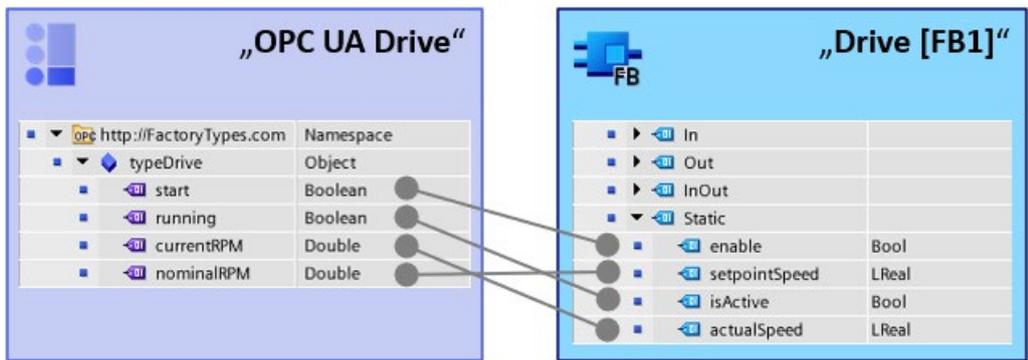
- 用户在 CPU 的用户程序中创建函数块 (FB)，并在 FB 接口的“静态”区域中定义构成此 FB“存储器”的参数。此参数的实例（值）将可由 OPC UA 客户端访问。
- 用户创建 OPC UA 数据类型（例如，通过 SiOME 创建）并采用与 FB 接口静态区域中参数的数据类型相对应的元素。元素的顺序无关紧要。之后，将引用节点集文件（引用命名空间）导入为一个引用命名空间。

下图显示的是元素的分配情况，其中比较了引用命名空间视图（服务器接口）和 OPC UA 元素视图（程序）。



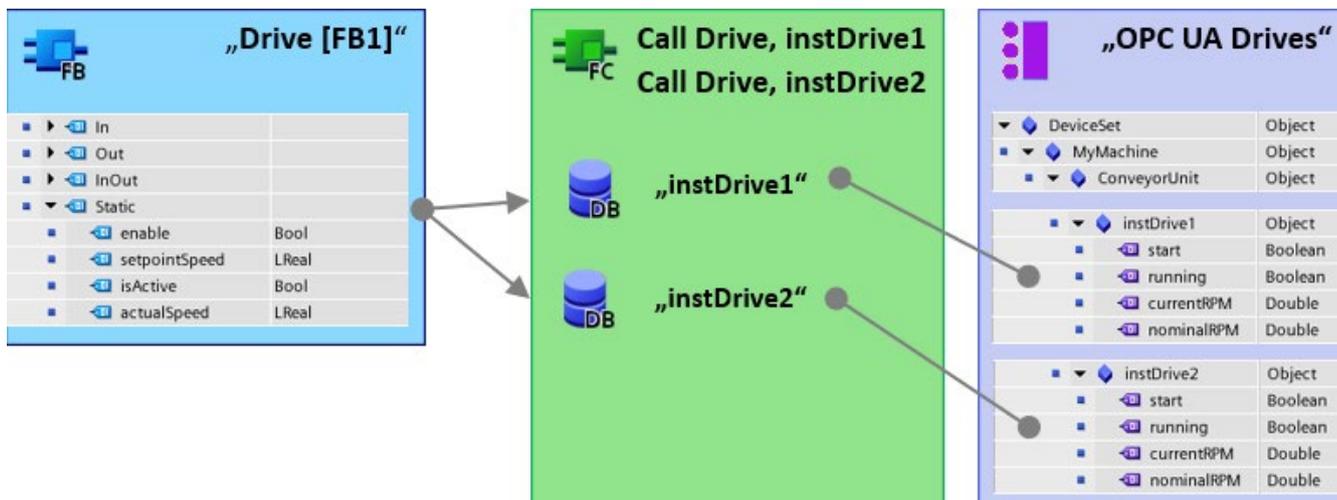
数据类型的映射（FB 接口 - OPC UA 接口）：原理

下图显示了 CPU 用户程序的元素分配与 OPC UA 服务器接口的元素分配。元素的顺序无需互相匹配。



在服务器接口中自动生成 OPC UA 服务器实例：原理

下图显示了项目的编译。用户程序的示例也将在服务器接口中生成。



通过在 FB 类型信息/UDT 类型信息和 OPC UA 类型信息之间建立映射，STEP 7 能够在服务器接口中以节点形式创建程序中存在的所有实例。用户可以选择创建一个新的服务器接口并连同生成这些节点，也可选择在既有的服务器接口中生成这些节点。



规则

- 只有 FB 接口“静态”区域中的 FB 元素可映射到 OPC UA 类型描述。
- 在映射数据类型时，对象通常需选择同一个 FB 接口中或同一 UDT 中的 OPC UA 元素。不允许从不同的 FB 或 UDT 映射对象。

要求

- 所用的 FB 类型（在 FB 的“静态”区域中定义）必须组态为“OPC UA 可访问”(Accessible for OPC UA)。
- 所用的 UDT 必须组态为“OPC UA 可访问”(Accessible for OPC UA)。
- 节点集文件（XML 文件）中包含有 OPC UA 数据类型定义，而且该数据类型定义与用户程序中所定义的 FB 类型或 UDT 相匹配。
- 用户程序及 FB 实例和 UDT 用途可用。

操作步骤

要将数据类型从引用命名空间映射到 FB 类型或 UDT 数据类型，按以下步骤操作：

1. 选择要作为 OPC UA 服务器使用的 CPU。
2. 将预先准备且包含类型定义的文件集（XML 文件）导入为引用命名空间（参见“AUTOHOTSPOT”）。
 - 在“添加新服务器接口”(Add new server interface) 对话框中，启用选项“基于本地数据映射生成 OPC UA 节点”(Generate OPC UA nodes based on the local data mapping)。
只有在启用此选项后，才能通过将 FB 类型或 UDT 拖动到 OPC UA 类型描述来映射它们。
3. 双击刚生成的“引用命名空间”类型的服务器接口的图标。

用于在 OPC UA 服务器接口和 OPC UA 元素之间进行映射的编辑器将打开。在编辑器的属性区域的“本地数据映射”(Mapping of local data) 区域中，已启用选项“基于本地数据映射生成 OPC UA 节点”(Generate OPC UA nodes based on the local data mapping)。否则，请立即启用该选项。

编辑“接口名称”(Interface name) 字段；为进行此操作，单击字段右侧的三个点。

选择一个既有的服务器接口或创建一个新的服务器接口（“添加”(Add) 按钮）。

在添加时，新的服务器接口将创建。如果选择既有服务器接口，则可编辑特性（“编辑”(Edit) 按钮）。

4. 将既有 FB 类型或 UDT 分配到服务器接口的节点（引用命名空间），方法为：将 OPC UA 元素（编辑器右侧）拖到服务器接口的相应节点上（引用命名空间，“本地数据”(Local data) 列）。

OPC UA 服务器接口			OPC UA 元素	
Browse name	节点类型	本地数据	项目数据	数据类型
FactoryTypes4	Reference node set		1 软件单元	
OPC http://automationcompa...	Namespace		2 程序块	
Drive	Drive		3 Drive	Drive
start	Boolean	"Drive"."enable"	4 Static	enable Bool
running	Boolean	"Drive"."isActive"	5 setpointSpeed	LReal
currentRPM	Double	"Drive"."actualSpeed"	6 isActive	Bool
nominalRPM	Double	"Drive"."setpointSpeed"	7 actualSpeed	LReal
OPC http://automationcompa...	Namespace		8 PLC数据类型	
OPC http://automationcompa...	Namespace		9	

5. 编译项目。

在编译后，新生成的实例节点将出现在服务器接口中。STEP 7 为每个背景数据块都创建一个对象。生成的元素将位于每个此等对象之下。

同样地，STEP 7 也会为在实例化 UDT 时所创建的每个全局数据块创建一个对象。

创建用户程序及 FB 类型或 UDT

关于如何创建 FB 和 UDT 在此将不再赘述；就此目的，请参见有关创建用户程序的说明，举例而言，可声明块接口和声明 PLC 数据类型 (UDT)。

一致性检查

一致性检查（编辑器的“一致性检查”(Consistency check) 按钮）还将检查数据类型的映射并更新编辑器相应列中数据类型的显示。

9.3.4.9 使用服务器接口时组态限制的注意事项

使用 OPC UA 服务器接口时，必须遵循依据 S7-1500 CPU 性能等级的以下对象的限制：

- 服务器接口数
- OPC UA 节点数
- 加载对象数据量
- 如果方法已执行：服务器方法或服务器方法实例的数量

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

OPC UA 服务器接口和方法的组态限制

下表列出了 S7-1500 CPU 的组态限制；编译和加载组态时也必须考虑到这些限制（有关 CPU 的最新技术规范，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/td>)）。

违反组态限制会导致出现错误消息。

表格 9-4 OPC UA 服务器接口的组态限制

技术规范值	CPU 1510SP (F) CPU 1511 (C/F/T/TF) CPU 1512C CPU 1512SP (F) CPU 1513 (F)	CPU 1505 (S/SP/SP F/SP T/SP TF) CPU 1515 (F/T/TF) CPU 1515 SP PC (F/T/TF) CPU 1516 (F/T/TF)	CPU 1507S (F) CPU 1517 (F/T/TF) CPU 1518 (F)
使用已导入的配套规范（信息模型）			
最大 OPC UA 服务器接口数：			
• “配套规范”类型	10	10	10
• “引用命名空间”类型	20	20	20
• “服务器接口”类型	10	10	10
• 用户自定义服务器接口中的最大 OPC UA 节点数	1000	5000	30000
• 可加载 OPC UA 服务器接口的最大大小	1024 KB	5120 KB	8192 KB
方法提供			
可使用的服务器方法或服务器方法实例的最大数量（指令 OPC-UA_ServerMethodPre、OPC-UA_ServerMethodPost）	20	50	100

9.3.5 在 OPC UA 服务器上提供方法

9.3.5.1 关于服务器方法的有用信息

提供用于服务器方法的用户程序

在 S7-1500 CPU（自固件版本 V2.5 起）的 OPC UA 服务器中，可以选择通过用户程序提供方法。例如，OPC UA 客户端可使用这些方法，通过 S7-1500 CPU 的方法调用启动生产作业。

OPC UA 方法是“远程过程调用”的实现，为不同通信节点之间的交互提供了有效机制。该机制提供作业确认和反馈值，因此用户无需再编程握手机制。

例如，使用 OPC UA 方法，可以持续传输数据，而无需触发位/握手或触发控制器上的特定操作。

OPC UA 方法的工作原理

通常，OPC UA 方法的工作原理与运行系统中由外部 OPC UA 客户端调用的受专有技术保护函数块的原理类似。

OPC UA 客户端仅“监视”已定义的输入和输出。函数块、方法或算法的内容对外部 OPC UA 客户端保持隐藏。OPC UA 客户端接收成功执行的反馈以及函数块（方法）返回的值，或者，如果执行不成功，则会收到错误消息。

作为程序员，对 OPC UA 方法运行的程序环境负有责任并具有完全控制权。

编程方法和运行行为的规则

- 确保 OPC UA 方法返回的值与 OPC UA 客户端提供的输入值一致。
- 遵守分配参数名称和结构的规则以及允许的数据类型（请参见 OPC UA 服务器指令的说明）。
- 运行期间的行为：对于每个实例，OPC UA 服务器均接受一次调用。在调用已由用户程序处理或已超时之前，方法实例不可用于其它 OPC UA 客户端。

实现用户程序（作为服务器方法）的基本步骤如下。

服务器方法的实现

用于实现服务器方法的程序（函数块）的结构如下：

1. 使用 OPC-UA_ServerMethodPre 查询服务器方法调用

先在用户程序中（即服务器方法中）调用“OPC-UA_ServerMethodPre”指令。

该指令将执行以下任务：

- 通过该指令询问 CPU 的 OPC UA 服务器是否已通过 OPC UA 客户端调用服务器方法。
- 如果已调用方法，并且服务器方法具有输入参数，服务器方法现在会接收到输入参数。

服务器方法的输入参数来自调用 OPC UA 客户端。

2. 编辑服务器方法

在这部分服务器方法中，用户提供实际用户程序。

选项与其它任何用户程序中的选项相同（例如访问其它函数块或全局数据块）。

如果服务器方法使用输入参数，则可使用这些参数。

仅当 OPC UA 客户端已调用服务器方法时，才可执行服务器方法的这一部分。

成功执行方法后，如果方法具有输出参数，需要设置服务器方法的输出参数。

3. 使用 OPC-UA_ServerMethodPost 响应服务器方法

要完成服务器方法，应调用“OPC-UA_ServerMethodPost”指令。

使用参数通知“OPC-UA_ServerMethodPost”指令是否已处理用户程序。

如果用户程序已成功执行，则会通过相关参数通知 OPC UA 服务器。OPC UA 服务器随后会将服务器方法的输出参数发送到 OPC UA 客户端。

无论用户程序是由“OPC-UA_ServerMethodPre”和“OPC-UA_ServerMethodPost”指令处理还是在下一个周期继续执行，始终以成对的形式调用这两个指令。

有关实现服务器方法的示例，请参见 STEP 7 在线帮助。

集成服务器方法

下图显示了 OPC UA 客户端 (A) 如何调用服务器方法“Cool”:

CPU 在循环用户程序 ⑥ 中执行服务器方法“Cool”的实例“Cool1”。

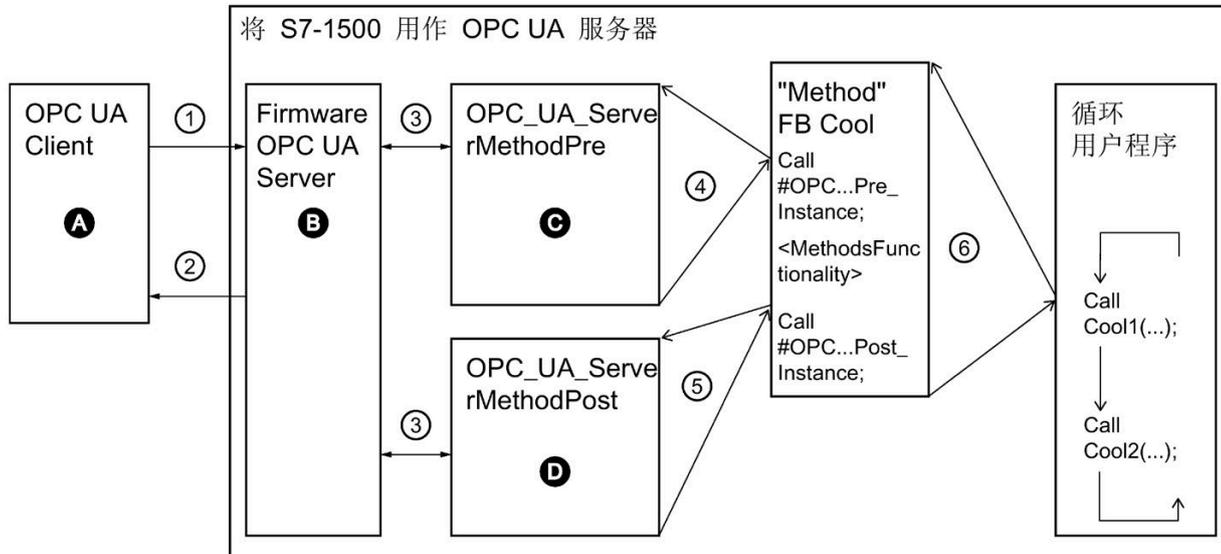
CPU 首先使用指令“OPC-UA_ServerMethodPre”查询 ④ OPC UA 客户端是否调用了服务器方法“Cool”①。

- 如果尚未调用服务器方法，则程序执行将通过 ④ 和 ⑥ 直接返回至循环用户程序。在“Cool1”之后，CPU 恢复循环用户程序。
- 如果已调用服务器方法，则该信息将通过 ④ 返回至服务器方法“Cool”。实际功能现在会在 Cool 服务器方法中执行，请参见图中的“<方法功能>”(<Method Functionality>)。然后服务器方法使用指令“OPC-UA_ServerMethodPost”⑤ 通知固件 (B) 该指令已执行 ③。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

固件通过 ② 将该信息返回至调用 OPC UA 客户端 (A)。

在“Cool1”之后，CPU 恢复循环用户程序。



- A** 服务器方法的调用以及“完成”(Done) 信息（方法已完成）的管理
- ① 服务器方法的异步调用
- ② 调用方法的异步“完成”(Done) 信息（方法已完成）
- B** 等待 OPC UA 客户端调用，管理队列中的调用，将“完成”(Done) 信息从循环用户程序转发到 OPC UA 客户端
- ③ 在 OPC UA 服务器与用户程序的方法实例之间的数据传输
- C** 检查方法是否已调用。
如果已调用，将输入数据从 OPC UA 服务器转发到用户程序的方法实例，并为方法实例反馈方法已调用（“已调用”）
- ④ 同步调用指令 OPC-UA-ServerMethodPre（作为多重实例），说明来自 OPC UA 服务器的输入数据的存储区域。
返回值指示 OPC UA 客户端是否调用了方法。
- ⑤ 检查方法是已完成还是仍处于活动状态（“忙”）。
- D** 检查方法是否已完成。
如果已完成，则会将方法实例的输出数据转发到 OPC UA 服务器，并通知方法实例方法已完成。通知 OPC UA 服务器。
- ⑥ 使用所需实例和过程参数调用方法 FB（在本例中为：FB Cool）

图 9-49 示例：调用“Cool”服务器方法

关于服务器指令的信息

“指令 > 通信 > OPC UA 服务器”(Instructions > Communication > OPC UA > OPC UA server) 的帮助中详细介绍了“OPC-UA_ServerMethodPre”和“OPC-UA_ServerMethodPost”。

参见

使用服务器方法的边界条件 (页 305)

9.3.5.2 使用服务器方法的边界条件

支持的数据类型

提供服务器方法时，请遵循以下规则：

- 根据下图所示，指定数据类型（SIMATIC 数据类型 - OPC UA 数据类型）。系统不支持其它分配方式。

STEP 7 不会检查是否遵循该规则，因此也不会预防分配错误。用户需确保所做的选择和数据类型分配符合规则。

例如，所列出的数据类型，也可用作自定义服务器方法（UAMethod_InParameters 和 UAMethod_OutParameters）中输入和输出参数结构/数组/UDT 的元素。

SIMATIC 数据类型	OPC UA 数据类型性
BOOL	Boolean
SINT	SByte
INT	Int16
DINT	Int32
LINT	Int64
USINT	Byte
UINT	UInt16
UDINT	UInt32
ULINT	UInt64
REAL	Float
LREAL	Double
LDT	DateTime
WSTRING	String

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

SIMATIC 数据类型	OPC UA 数据类型性
DINT	Enumeration (Encoding Int32) 和所有派生的数据类型
所需的用户自定义数据类型 (UDT, user-defined data type) 用户创建的自定义数据类型必须以 "Union_" 为前缀, 如 "Union_MyDatatype"。 在 UDT 中, 第一个元素 (Selector) 的数据类型必须为 "UDINT"。	UNION 和所有派生的数据类型

支持的服务器方法数和参数数量

在用户程序中执行服务器方法时, 使用的方法数量取决于 CPU 类型, 具体见下表 (有关 CPU 的最新技术数据, 敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/td>))。

技术规范值	CPU 1510SP (F) CPU 1511 (C/F/T/TF) CPU 1512C CPU 1512SP (F) CPU 1513 (F)	CPU 1505 (S/SP/SP F/SP T/SP TF) CPU 1515 (F/T/TF) CPU 1515 SP PC (F/T/TF) CPU 1516 (F/T/TF)	CPU 1507S (F) CPU 1517 (F/T/TF) CPU 1518 (F)
可使用的服务器方法最大数量或服务器方法实例的最大数量 (OPC-UA_ServerMethodPre, OPC-UA_ServerMethodPost 指令)	20	50	100
各方法中参数的最大数量 (可组态的超过指定数量的参数并加载到 CPU 中, 但 OPC UA 客户端无法调用该方法)。	20	20	20

超出时的错误消息

如果超出服务器方法的最大数量, 则指令 OPC-UA_ServerMethodPre 或 OPC-UA_ServerMethodPost 将报告错误代码 0xB080_B000 (TooManyMethods)。

使用带有嵌套数组的结构化数据类型

如果结构化数据类型 (Struct/UDT) 中包含一个数组, 则 OPC UA 服务器无法提供该数组的长度信息。

如果将该结构用作服务器方法的输入或输出参数, 则需确保调用该方式时使用的嵌套数组长度正确。

如果长度错误, 则该方法调用失败且错误代码为 "BadInvalidArgument"。

9.3.6 提供 OPC UA 服务器报警

9.3.6.1 有关报警的实用信息

通过报警可以快速检测自动化系统中的过程控制错误，并准确定位和清除这些错误。这有助于大幅缩短工厂停机时间。OPC UA 信息模型“Alarms & Conditions”提供不限平台的标准化消息处理方式。

自固件版本 V2.9 起，S7-1500 CPU 的 OPC UA 支持 OPC UA 信息模型“报警和条件”。通过这种方式，OPC UA 服务器可支持访问控制报警。

下面部分将介绍 SIMATIC 中可用的哪些报警类型是 OPC UA 服务器的 OPC UA 接口所支持的。

下文中还介绍了 S7-1500 CPU 中 OPC UA 服务器的报警和条件组态；OPC UA 与报警和条件模型的架构；以及与 CPU 报警系统的 SIMATIC 控制器报警相比，使用 OPC UA 服务器地址空间的报警时，需考虑的特殊事项。

将报警转换到 OPC UA Alarms & Conditions 的基础

Alarms and Conditions 信息模型在“OPC 10000-9: OPC Unified Architecture Part 9: Alarms & Conditions”规范中指定。

SIMATIC 中的控制器报警

S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器支持下列控制器报警，这些报警均可供 S7-1500 CPU 使用。用户可按常规方式对这些报警进行组态和编程，无需额外考虑在 OPC UA 客户端上使用这些报警的规则。

OPC UA Alarms and Conditions 所带来的额外优势是，这些报警类型不仅可通过 HMI 设备、Web 浏览器、CPU 显示屏或 TIA Portal 显示，而且也可在支持 OPC UA 报警和条件的所有 OPC UA 客户端中显示。

- ProDiag 的 PLC 监控报警

只需执行几个组态步骤，即可在程序中快速集成监控功能，且无需更改程序代码。由于仅监控单个的操作数且无需额外编程，因此监控的组态与 TIA Portal 的编程语言无关。

- 系统诊断报警

与配置相关的模块事件以 CPU 硬件配置的方式提供，并可通过连接的显示设备加以评估。这些事件只能在报警编辑器中查看，不能编辑。

- 程序报警（Program_Alarm 指令）

为报告程序同步事件，程序报警一次分配到一个块中。这些报警在程序编辑器中创建，在报警编辑器 (TIA Portal) 中编辑。

- GRAPH 报警

对于 GRAPH 函数块，用户还可启用报警；例如用于互锁、监控和 GRAPH 警告（步时间监视）。

有关报警类型的重要信息

在报警行为的差异上，下列特性有重要意义：

- 报警是否有状态（例如，报警当前是处于进入还是离开状态，是否有相应的时间戳）？
- 报警是否需要确认？

如果这些特性均不适用，也就是说报警没有任何状态且无需确认，那么报警的作用仅是就已经发生的事件提供相关信息（“发后即忘”）。具体是将报警缓存起来以备后用，还是仅用于显示目的，这取决于接收报警的设备。

报警类别决定确认行为

本部分将介绍程序报警的设置选项。用户还可为系统诊断报警和 PLC 监控报警（例如，ProDiag 监控设置）设置报警行为 - 有关详细信息，请参见链接中的附加信息。

有关程序报警的设置选项，可在报警编辑器中找到（在项目树中双击“PLC 监控和报警”(PLC supervisions and alarms)，并选择“报警”(Alarms) 选项卡）。

对于 S7-1500 CPU，用户可在此通过报警类别设置是否需要确认报警。除了确认行为之外，在创建新报警类别时，还可定义此报警类别下报警的默认优先级。

报警是否有状态可在报警类型或其它位置通过“仅供参考”(Information only) 选项设置；选择此选项后，将按照“发后即忘”的方式处理报警。

这里就报警编辑器中的设置提供了一个示例，其中包括不同的报警类别（项目树中的“PLC 监控和报警”(PLC supervisions and alarms)）：

- 第一行“Program_Alarm”：不需要确认，仅供参考（“发后即忘”）。
- 第二行“Program_Alarm_1”：需要确认并有状态，也就是说，其中包含信息，可指示报警是处于进入还是离开状态。
- 第三行“Program_Alarm_2”：不需要确认但有状态，也就是说，其中包含信息，可指示报警是处于进入还是离开状态。

报警类型								
名称	类型	ID	位置	报警文本	信息文本	报警类别	确认	仅供参考
 Program_Alarm	PLC 报警		AlarmType	myText	myINFO	No Acknowledgement ▾	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
 Program_Alarm_1	PLC 报警		AlarmType			Acknowledgement	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Program_Alarm_2	PLC 报警		AlarmType			No Acknowledgement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

报警在 TIA Portal 中的显示方式

在运行时，用户可选择在 TIA Portal 中显示报警：报警画面的位置就在报警编辑器之下（“诊断”(Diagnostics) 选项卡 > “报警画面”(Alarm display) 选项卡）。

以下内容适用于状态和确认行为：

- 在单击“当前报警”(Current alarms) 按钮时，将显示最近进入、离开或确认的报警。这里仅显示带有状态且需要确认的报警。用户也可在此视图对需要确认的报警（蓝色字体）进行确认，确认时可使用快捷菜单，也可使用“确认”(Acknowledge) 按钮。
- 如要了解时间顺序（例如，报警进入，得到确认，然后离开），则需要单击“报警归档”(Alarm archive) 按钮。属于此报警的三个事件将逐个列出，但仅限于此视图。有关当前状态的信息，只能通过“当前报警”(Current alarm) 视图查看。
- 信息报告（具有“仅供参考”(Information only) 特性的报警）仅会显示在“报警归档”(Alarm archive) 视图中。由于这些报警仅会触发一次并且不会加以缓存，因此它们不会出现在“当前报警”(Current alarms) 视图中。
- PLC 监控也会显示在报警画面中。
- 系统报警通常都属于“无需确认”(No Acknowledgement) 报警类别，且会选中“仅供参考”(Information only) 选项。这些报警会记录在 CPU 的诊断缓冲区中，允许就一个有限时间段进行系统报警序列的分析。相比之下，诊断缓冲区中另外也记录的操作状态变化则具有状态，也就是说，会反映 CPU 是否或者何时进入 STOP 状态，以及是否或者何时再退出此状态（例如，进入 RUN 状态）。此信息通过状态“进入/离开”(incoming/outgoing) 显示。



由 OPC UA 服务器提供控制器报警

当 OPC UA 客户端需要接收 S7-1500 CPU 的报警时，此客户端需要订阅 OPC UA 事件 (MonitoredEventItems)。

就此目的，S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器地址空间包含相应的节点，这些节点会通知事件的发生（“事件通知者”(Event-Notifiers)），并会创建订阅，以便 OPC UA 客户端能够接收报警。

为了完整起见，这里也提及服务器地址空间中所含的同样用于此目的其它类型定义，即，“类型”(Types) 下的节点。借助“BaseEventType”和“ConditionType”下的类型定义，可确保 SIMATIC 报警所用的字段也将在 OPC UA 服务器中提供。

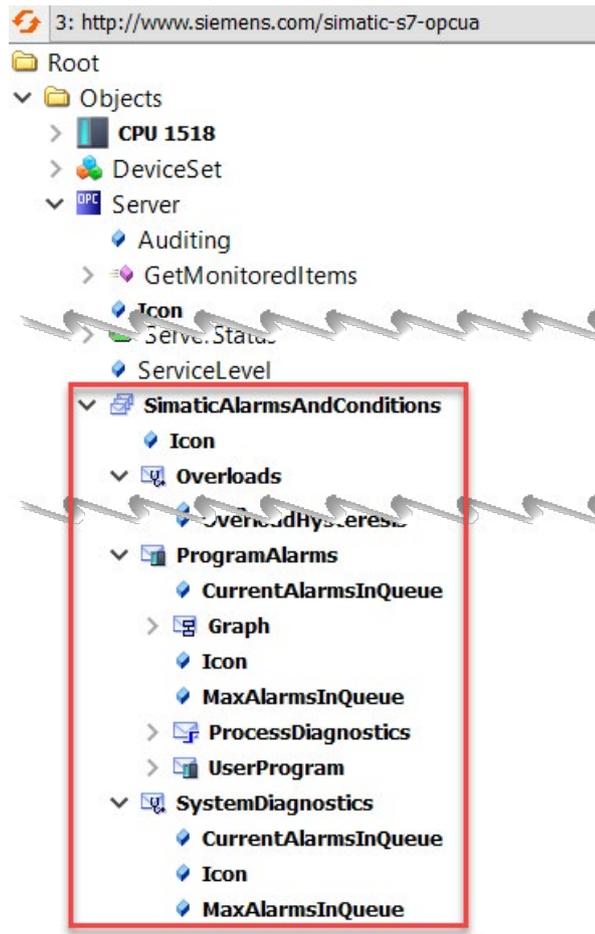
在激活 OPC UA 报警和条件（硬件配置中的 CPU 特性）之后，S7-1500 CPU 的 OPC UA 地址空间也会进而反映出不同报警类型（控制器报警），如上文所述：

- ProcessDiagnostics
对应于 ProDiag 的 PLC 监控报警
- SystemDiagnostics
对应于系统诊断报警
- UserProgram
对应于程序报警
- Graph
对应于 GRAPH 报警

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

通过为订阅选择节点，用户就决定了 OPC UA 客户端将接收的报警类型。例如，“服务器”(Server) 节点支持接收所有报警，而“UserProgram”节点仅可接收程序报警。

有关 OPC UA 模型“报警和条件”的详情将在下一选择中提供，而具体上与“过载”(Overloads) 节点相关的信息，请参见：处理 OPC UA 报警和条件的存储器限制 (页 326)。



有关报警类型的更多信息

这里将不会更多地介绍控制器报警的概念和组态选项。有关报警组态、报警显示和相关指令（如“Progam_Alarm”）的信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

9.3.6.2 OPC UA 事件

这里将就 OPC UA 中报警处理的基本概念进行展开说明，其中也将介绍“事件”的概念。这里将沿用 OPC UA 规范的各个部分中所使用的术语。

事件的特性

在 OPC UA 服务器的地址模型中，自 CPU 固件版本 V2.9 起，用户不仅可选择通过节点访问 PLC 变量（读、写）以及选择使用不同的方法，同时还可通过节点接收事件和报警。按 OPC UA 术语，这些都称为“事件”。

事件包含事件文本（消息）、时间戳（时间）和事件源（源节点）。

服务器事件所提供的具体信息取决于事件的类型。OPC UA 在其规范的第 5 部分定义了 BaseEventType (Information Model)。

其它提供不同报警行为的事件类型均由 BaseEventType 派生而来。不同事件类型的类型信息在 OPC UA 服务器的地址空间中可见（“类型”(Types) 文件夹）。其适用场合的示例包括，“Conditions”和“Alarms”的事件类型，这些将在下一部分中介绍。

OPC UA 规范定义了就 BaseEventType 和派生的 EventTypes 而言，事件的哪些特性（字段）是强制的，哪些是可选的。

下图显示了 BaseEventType 的层级结构。

下面部分显示了专用 EventTypes 是如何从作为派生层级根源的 BaseEventType 而得来的。借助 SIMATIC 特定的派生可带来的优势包括，对于在 SIMATIC 中通过报警形式提供的和在 HMI 设备上显示的信息，也可由 OPC UA 客户端在 OPC UA 服务器的地址空间中进行订阅。

事件本身不以地址空间中的节点形式提供。事件的触发只能源自于那些会就事件的发生进行通知的节点或对象（即，具有“事件通知者”(Event-Notifiers) 特性的节点或对象）。这些节点通常也称为事件信号传送对象。只有具备此特性的节点可指定为一个订阅中的 EventMonitoredItem，进而支持在客户端中接收相应事件。

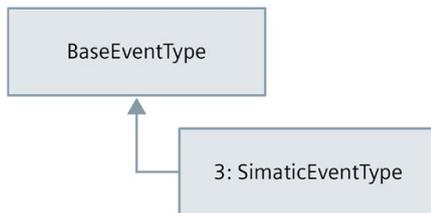
可触发 S7-1500 CPU 事件的节点示例包括：“服务器”(Server)、服务器下的“SimaticAlarmsAndConditions”对象，以及再下方的三个对象，即 ProcessDiagnostics、SystemDiagnostics 和 UserProgram。对于这些对象，将在 CPU 的 OPC UA 服务器的地址空间中设置“EventNotifier”属性。

SimaticEventType 的定义

下图显示了直接由 BaseEventType 派生而来的类型“SimaticEventType”。

BaseEventType 是 OPC UA 事件的基本类型定义。

可基于 BaseEventType 直接或间接定义 OPC UA 的所有事件类型。



“SimaticEventType”类型在 SIMATIC 命名空间中定义 (<http://www.siemens.com/simatic-s7-opcua>)。

SimaticEventType 具有 BaseEventType 的所有特性，同时也具有作为 SIMATIC 报警现场结构映像的特殊特性。

SimaticEventType 事件字段描述

对于类型为“仅供参考”(Information only) 的报警，下表包含 SimaticEventType 字段的信息。对 OPC UA 而言为可选且 CPU 的 OPC UA 服务器也不使用的字段将予以忽略。有关各字段的总体描述，另请参见规范 OPC 10000-5: OPC 统一架构，第 5 部分：信息模型（版本 1.04）。

BrowsePath	DataType	说明
EventId	ByteString	事件的唯一事件 ID
EventType	NodeId	事件类型的节点 ID
Time	UtcTime	事件的时间戳（事件发生）
ReceiveTime	UtcTime	OPC UA 事件生成时的时间戳。
Message	LocalizedText	事件文本
Severity	UInt16	报警的优先级从 SIMATIC (0..16)，一直到对于 OPC UA 的范围 1..1000，请参见下表。 优先级表示的是，就事件而言需要收到响应的紧急程度。
3:AdditionalText_01	LocalizedText	其它可选文本 1
...
3:AdditionalText_09	LocalizedText	其它可选文本 9
3:AssociatedValue_01	3:SimaticAssociatedAlarmValue	可选关联值 1（不适用于系统诊断）
...

BrowsePath	DataType	说明
3:AssociatedValue_10	3:SimaticAssociatedAlarmValue	可选关联值 10（不适用于系统诊断）
3:InfoText	LocalizedText	信息文本
3:ID	UInt16	报警编号 - 由系统分配的在 CPU 中唯一的编号 (ID)，可以识别报警。
3:DisplayClass	UInt16	显示类别（供 HMI 设备使用。决定特定 HMI 设备上显示的事件。
3:GroupID	UInt8	供统一确认用的报警确认组。

优先级分配 (SIMATIC) - 严重程度 (OPC UA)

下表显示的是，在 SIMATIC 环境中可为报警分配的 17 个优先级与在 S7-1500 CPU 中 OPC UA 服务器的 1000 级 Severity 之间的映射关系。

具体分配取决于制造商。其它设备可能使用不同的分配方式。

OPC 范围	优先级 0..16 (SIMATIC)	严重程度 1..1000 (OPC UA)
高 (667 – 1 000)	16	1000
	15	930
	14	860
	13	790
	12	720
中 (334 – 666)	11	650
	10	600
	9	550
	8	500
	7	450
	6	400
	5	350
低 (1 – 333)	4	300
	3	225
	2	150
	1	75
	0	1

9.3.6.3 OPC UA 条件和 OPC UA 报警

在前面部分就事件所做说明的基础上，下文将更进一步，介绍 OPC UA Conditions 和 OPC UA Alarms 的基本概念。同样，这里也将沿用 OPC UA 规范的各个部分中所使用的术语。

Conditions 的特性

理解的先决条件是 OPC UA 中“Events”的概念。

在 OPC UA 中，如果事件报警对象在能够发出 Events 之外还可提供状态信息，那么就涉及到 Conditions。Conditions 代表的是系统或系统组件的一种状态。基本状态为“enabled”和“disabled”，同时也可以定义其它状态。

反过来，相关的 OPC UA 客户端也会通过事件 (Condition Events) 这一途径获得状态变更通知。

Condition 的一个示例是状态信息，例如，设备需要维护。

Alarms 的特性

但 ConditionType 的特性不足以完全映射 OPC UA 服务器中 SIMATIC 报警的特征。

在从 BaseEventType 派生而来的 ConditionType 基础上，OPC UA 可定义进一步派生的事件类型，例如 AcknowledgeableConditionType 和 AlarmConditionType。

AcknowledgeableConditionType 可为 ConditionType 特性补充“是否可确认”的特征 (AckedState)。

而 AlarmConditionType 又进一步在 ConditionType 和 AcknowledgeableConditionType 特性基础上增添了“ActiveState”特征。按 SIMATIC 中的表述方法，这是一个进入的报警。ActiveState 传递信号，指示 Condition 所反映的情形当前已存在或已发生。

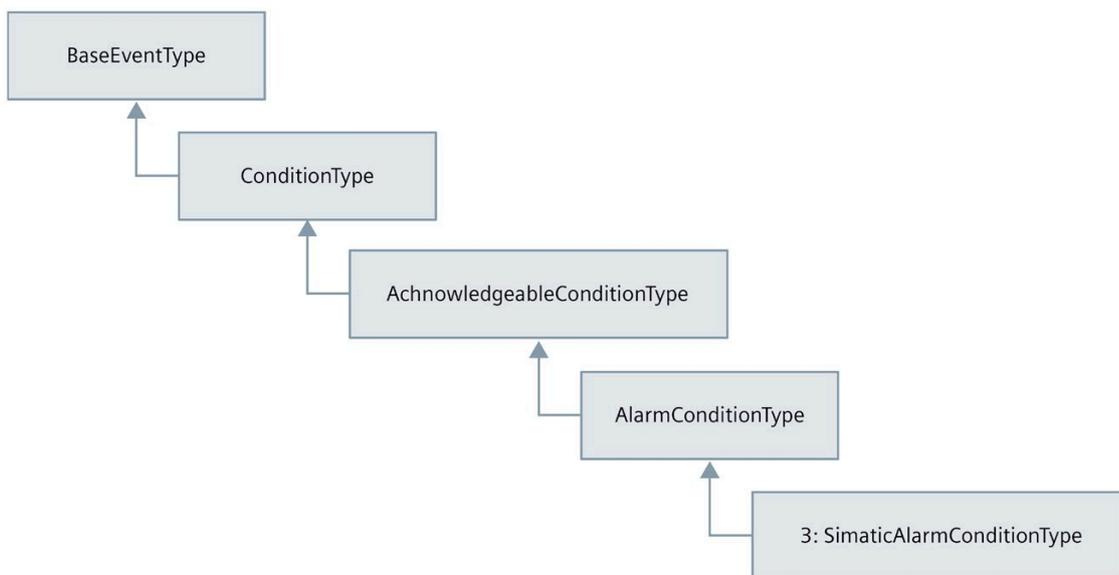
示例：温度已超出限值。如果未设置“ActiveState”，则反映此条件的情形将不再存在，而这通常称为“常态”。按 SIMATIC 中的表述方法，这对应的是离开的报警。

OPC UA 中也会定义其它状态，例如 SilenceState 和 ShelvingState，但这些状态不涉及与 SIMATIC 报警系统的映射，因此这里将不再做更多说明。

SimaticAlarmConditionType 从 AlarmConditionType 衍生而来，其中包含用于映射 SIMATIC 消息的状态和确认情况的所有事件字段。

SimaticAlarmConditionType 的定义

下图显示了“SimaticAlarmConditionType”类型的事件是如何在 OPC UA 的“BaseEventType”基础上一步步扩展而来的。



SimaticAlarmConditionType 事件字段说明

下表就带有状态且支持确认的报警提供了有关 SimaticAlarmConditionType 的各个字段的信息，这些将补充诸如 SimaticEventType 等的事件字段。对 OPC UA 而言为可选且 CPU 的 OPC UA 服务器也不使用的字段将予以忽略。有关各字段的说明，另请参见规范 OPC 10000-9：OPC 统一架构，第 9 部分：报警和条件（版本 1.04）。

BrowsePath	Data Type	说明
ConditionClassId	NodeId	可以是 SystemConditionClassType、ProcessConditionClassType 或 BaseConditionClassType 的节点 ID
ConditionClassName	LocalizedText	ConditionClassId 的显示名称
Retain	布尔型	指示对于 OPC UA 客户端而言报警仍然相关（在报警仍处于未决状态并且尚未确认时设置）。
Comment	LocalizedText	<ul style="list-style-type: none"> 通过“AddComment”或“Acknowledge”方法输入的最新注释。 在服务器重启之后和在未输入任何注释的情况下，为 ZERO。
Comment.SourceTimeStamp	UtcTime	注释字段上次更改的时间戳

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

BrowsePath	DataType	说明
AckedState	LocalizedText	“已确认”(Acknowledged) 或“未确认”(Unacknowledged)
AckedState.Id	布尔型	在已确认时设置
AckedState.Transition Time	UtcTime	报警得到确认的时间。 如果未确认或不可确认，则为 ZERO。
ActiveState	LocalizedText	“激活”(Active) 或“未激活”(Inactive)
ActiveState.Id	布尔型	在“激活”(Active) 时设置

9.3.6.4 激活报警和条件

要求

- S7-1500 CPU 固件版本 V2.9 或更高版本
- 根据许可证规范与 CPU 属性中的设置，购买了 OPC UA 运行系统许可证。

操作步骤

为通过 OPC UA 报警和条件激活报警，按以下步骤操作：

1. 在 CPU 特性中，转到“OPC UA > 服务器 > 常规”(OPC UA > Server > General) 区域。
2. 选择“为 OPC UA 服务器启用报警和条件”(Enable Alarms and Conditions on the OPC UA server) 选项。
可触发事件的相应类型和对象只有在此选项已激活时，才会在地址空间显示出来。
3. 必要时，还需激活选项“允许 OPC UA 客户端确认消息”(Allow message acknowledgment by OPC UA client)。
此时，所有连接的 OPC UA 客户端都可通过“确认”(Acknowledge) 方法确认需要确认的报警。



建议：激活诊断“远程 OPC UA 客户端请求失败”

如果 OPC UA 服务器的存储空间不足，则无法生成 OPC UA 报警；OPC UA 客户端可能发生消息丢失。

因此，应激活诊断“远程 OPC UA 客户端请求失败”(Requests of a remote OPC UA client failed)，对该状态进行诊断：CPU 属性 > OPC UA > 服务器 > 诊断 (OPC UA > Server > Diagnostics)。

除此之外，还应激活选项“消息量较大时汇总诊断”(Summarize diagnostics in case of high message volume)

一旦存储空间充足，OPC UA 客户端应调用 ConditionRefresh 条件，接收该报警系统的当前状态。

参见

OPC UA 报警和条件支持的方法 (页 321)

远程客户端请求失败 (页 335)

9.3.6.5 订阅 OPC UA 服务器的事件

通过“服务器”节点订阅所有事件

OPC UA 服务器通过“Server”节点及其下级节点提供事件。当 OPC UA 客户端订阅“Server”节点时，这些客户端将接收此 OPC UA 服务器的所有事件和报警。

“Server”节点位于“对象”(Objects) 文件夹的“Root”之下。

OPC UA 服务器会将 OPC UA 客户端所使用的事件类型通知给这些客户端（在地址空间中的“Root > Types > EventTypes”之下）。

事件过滤选项

OPC UA 客户端可选择并仅订阅“服务器”(Server) 节点下的特定节点，进而仅订阅特定的事件类型，例如，仅订阅“UserProgram”节点。借此可减少从 OPC UA 服务器到程序报警的事件数量。

另一种过滤方式是选择事件字段，即 OPC UA 术语中所谓的“Select 语句”。

这意味着在订阅过程中，OPC UA 客户端除了事件报警对象之外还对事件字段进行选择（例如，“UserProgram”节点）。用户可通过浏览相应字段名称的方式选择事件字段。

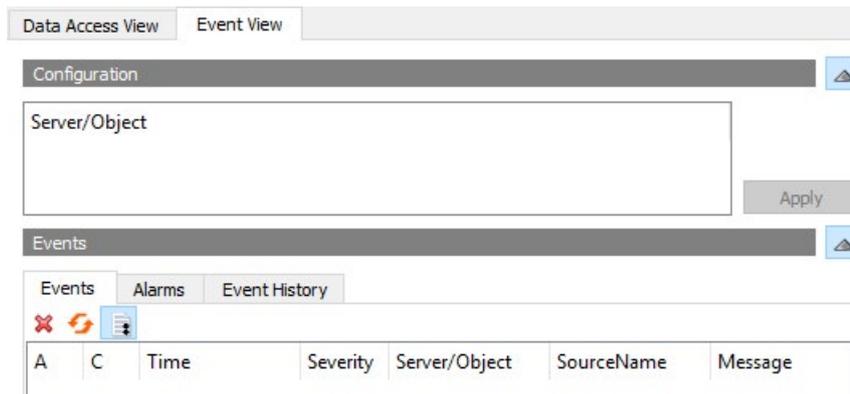
OPC UA 另外也定义所谓的“Where 语句”。事件过滤器中的 Where 语句用于进一步限定 OPC UA 服务器为所选对象提供的事件数量，例如，可按严重程度范围进行过滤。

示例客户端 UaExpert

UaExpert OPC UA 客户端示例显示了如何能通过订阅方式接收 OPC UA 服务器的事件。以下是有关所示事件/报警的最重要的信息：

- 事件视图是在数据访问视图之外的一个单独的事件视图。
- “Configuration”区域包含所选的事件信号传送对象，以及 Select 语句的字段。目前，在 UaExpert 中不支持组态 Where 语句。
- 在“Events”区域中，“Events”选项卡：对应于“报警归档”(Alarm archive) 按钮已激活的 TIA 报警视图；其中也将显示离开的报警和“仅供参考”(Information only) 类别的事件，因为 UaExpert 会在后台对其进行缓冲并支持进行显示。这些事件在“报警”(Alarms) 选项卡中不可见。
- 在“Events”字段中，“Alarms”选项卡：对应于“当前报警”(Current alarms) 按钮已激活的 TIA 报警画面；其中将显示报警及其状态，例如，“激活”(active)（对应于“进入”(incoming)），并且这些报警也可通过快捷菜单进行确认。离开的报警将不会再在此视图中显示。

在事件区域的各个列中提供一系列事件字段，例如，事件文本 (Message) 以及报警是否已确认 (A=Acknowledged)。



CPU 的 OPC UA 服务器针对报警显示提供的特殊功能

下面再一次汇总了 OPC UA 报警和条件的报警画面在反映当前状态上所提供的特殊功能。

主题	说明
注释	通过 OPC UA，用户可通过“AddComment”途径或“Acknowledge”方法为报警添加注释。此注释在服务器重启后将不复存在。
而未决报警在服务器重启后将不会丢失	OPC UA 服务器支持“ConditionRefresh”方法，借此可在下载新数据块之后（需要重启服务器并重新建立连接）或在其它此类情况下，将系统当前状态提供给 OPC UA 客户端。

9.3.6.6 OPC UA 报警和条件支持的方法

举例而言，OPC UA 规范第 9 部分 (OPC 10000-9: Alarms & Conditions) 定义了如何借助 OPC UA 服务器让 OPC UA 客户端能够对状态变化做出响应的方法。

下文将介绍 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器支持的这些方法及其特殊功能。

要求

欲使用报警和条件功能的相应方法，需要满足以下各项：

- 报警和条件已激活
- 对于“Acknowledge”方法，必须在服务器一侧允许由 OPC UA 客户端确认报警。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

OPC UA 报警和条件支持的方法

下文将简要介绍各个方法，以及因实施 S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器而带来的特殊功能和限制。

各方法在类型空间中可见。

上文列出的 OPC UA 规范包含一般说明。

此概述表下方给出了有关各个方法的详细说明。

方法	说明
Acknowledge	此方法用于确认以 EventId 唯一标识的报警对象。
ConditionRefresh	此方法用于请求对所有报警对象进行更新（用 SIMATIC 语言表述：更新所有未决报警）。订阅之下所有受监视的项都将更新。 对于 CPU 中 OPC UA 服务器的未决报警对象，其同步情况将在诸如以下之类的情形下加以指示： <ul style="list-style-type: none"> • 首次连接或恢复连接（通信中断后） • HMI 设备操作员屏幕的屏幕切换
AddComment	此方法用于为报警对象添加注释。

调用“Acknowledge”和“AddComment”方法

在 OPC UA 中调用方法时将用到 MethodId 和 ObjectId。

对于报警对象，ObjectId 是报警对象实例的节点 ID。

由于 Simatic 报警和条件的地址模型不提供报警对象的实例，OPC UA 规范在此情况下规定，OPC UA 客户端使用 ConditionId 来作为 ObjectId。

有关如何通过事件过滤器的 SelectClause 中的 SimpleAttributeOperands 来确定 ConditionId 的更多信息，另请参见 OPC UA 规范第 9 部分 (OPC 10000-9: Alarms & Conditions)：

Name	Type	Description
SimpleAttributeOperand		
typeId	NodeId	NodeId of the ConditionType Node
browsePath[]	QualifiedName	empty
attributeId	IntegerId	Id of the NodeId Attribute

Acknowledge

Acknowledge 方法 (MethodId:i=9111) 有以下参数:

参数	数据类型	说明
[in] EventId	ByteString	EventId 用于标识特定的事件通知。 只有 AckedState.Id 字段具有值“False”的事件可通过“Acknowledge”方法确认。
[in] comment	LocalizedText	操作员或其他人员就确认给出的注释文本。 另请参见“AddComment”方法的补充说明。

方法结果代码

结果代码	说明
Good	方法已成功执行。
BadNotSupported	方法无法调用, 因为由 OPC UA 客户端确认报警和条件的选项已在 OPC UA 的 CPU 特性中遭到禁用。
BadConditionBranchAlreadyAcked	确认已经完成。
BadNodeldUnknown	方法调用时使用的 ConditionId 有误 (参见 ObjectId 说明)。
BadEventIdUnknown	方法调用时使用的 EventId 有误。

ConditionRefresh

ConditionRefresh 方法 (MethodId:i=3875) 有以下参数:

参数	数据类型	说明
[in] SubscriptionId	UInt32	有待更新的订阅的 SubscriptionId。

方法结果代码

结果代码	说明
Bad_SubscriptionIdInvalid	SubscriptinId 无效。
Bad_RefreshInProgress	“ConditionRefresh”当前正在运行。
Bad_UserAccessDenied	“ConditionRefresh”方法运行所在的会话背景有误。这意味着此订阅属于另一个会话。

说明

ConditionRefresh2 方法

ConditionRefresh2 方法可在订阅中专门同步一个受监视项 (MonitoredItem)，而 S7-1500 CPU 的 OPC UA 不支持此方法。在这种情况下，OPC UA 服务器将返回结果代码 “Bad_MethodInvalid”。转而使用方法“ConditionRefresh”。

AddComment

用户可以为 SimaticAlarmConditionType 类型的 Alarms- 对象添加注释，因为 OPC UA Alarms and Conditions 强制要求支持注释。

注释保存在“Comment”事件字段。

以下时间戳事件字段属于注释：

- “Comment.SourceTimestamp”，注释传送到 CPU 的时间
- “Time”，修改 Alarms 对象的时间

在调用“AddComment”方法时，“Time”和“Comment.SourceTimestamp”相同。

CPU 的 OPC UA 服务器针对报警和条件注释提供的特殊功能

AddComment 方法 (MethodId:i=9029) 有以下参数：

参数	数据类型	说明
[in] EventId	ByteString	EventId 用于标识做状态报告之用的事件通知。
[in] comment	LocalizedText	用于注释指定 Alarms 对象的文本。

方法结果代码

结果代码	说明
Good	方法已成功执行。
BadNodeIdUnknown	方法调用时使用的 ConditionId 有误（参见 “Acknowledge”和“AddComment”方法调用说明）。
BadEventIdUnknown	方法调用时使用的 EventId 有误。

CPU 的 OPC UA 服务器针对报警和条件注释提供的特殊功能

用户可以通过 `AddComment` 方法为“`SimaticAlarmConditionType`”类型的报警对象添加注释。在调用 `Acknowledge` 方法时也将设置注释。“`AddComment`”方法可多次调用。

- 注释保存在“`Comment`”事件字段。“`Comment.SourceTimestamp`”指示注释上一次设置的时间。
- “`Time`”时间戳标记的是，报警对象上一次的修改时间。

在调用“`AddComment`”方法时，“`Time`”和“`Comment.SourceTimestamp`”相同。

在调用“`Acknowledge`”方法时，两个时间戳可能不同，因为确认不是同步进行的。

支持注释是 OPC UA 报警和条件的强制要求。SIMATIC 报警系统没有相应报警注释的信息。因此，一些特殊功能必须加以考虑：

- 只有一个注释：
某报警对象只有一个注释，因此在有多个方法连续进行调用时，既有注释始终都会受到覆盖。
- 使用寿命和时间戳：
注释仅存储在当前报警对象中。如果报警对象不复存在（例如，在服务器重启之后），相应的注释也将同样消失。相应的“`Comment`”和“`Comment.SourceTimestamp`”事件字段将受到复位（归零）。
“`Time`”事件字段也将设置，就像是方法调用“`AddComment`”从未存在过一般。示例：如果对未确认的 Alarms 报警对象添加注释，“`Time`”事件字段将收到此注释变更的时间。在服务器重启后，“`Time`”事件字段不会显示注释设置的时间，而是会显示相应 Event 到达的时间。

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

9.3.6.7 处理 OPC UA 报警和条件的存储器限制

S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器根据产品的不同而对“报警和条件”功能有各异的有限存储器容量（参见 CPU 规范）。

供有两个存储器池，分别存储不同类别的报警：

- 仅适用于 ProgramAlarms 的存储器池（对应于与程序相关的报警源（生产者），例如基于 Program_Alarm、ProDiag、Graph 的程序报警）
- 仅适用于 SystemDiagnostics 的存储器池（对应于系统诊断报警）

在不利的条件下（例如，报警激增），CPU 无法将所有来自 SIMATIC 报警区域的所有未决报警（ProgramAlarms 或 SystemDiagnostics）提供给 OPC UA 报警和条件系统。但此时报警将不会丢失。

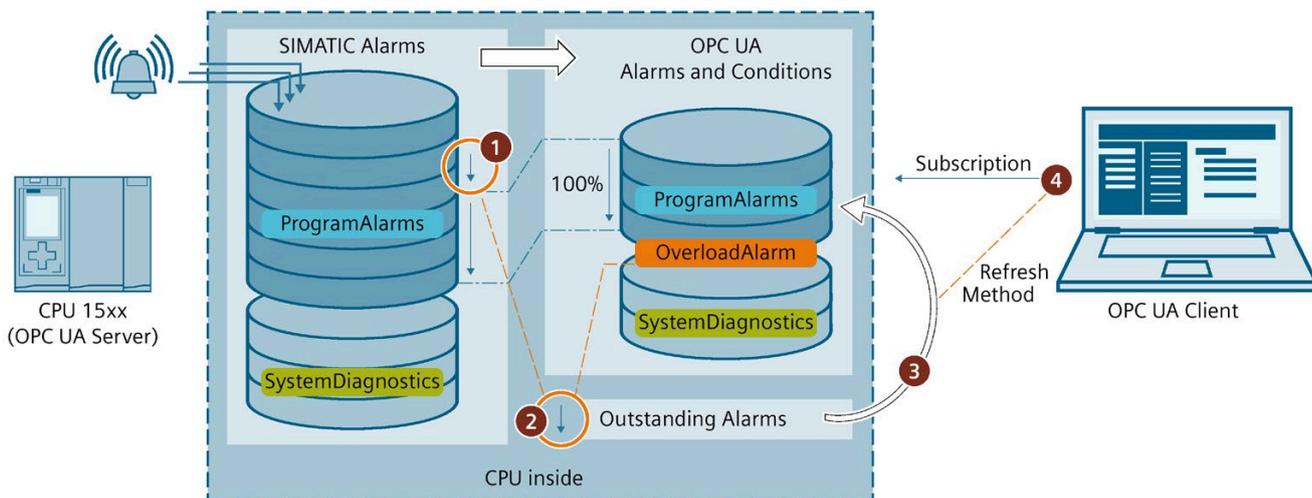
用户可以在用户程序中就此过载事件做出响应。根据具体应用，用户可使用“ConditionRefresh”方法来将“未能进入 OPC UA 报警和条件系统”的报警再提供给 OPC UA 报警和条件系统。

要求

- 报警和条件已激活
- 事件订阅已在 OPC UA 客户端中设置

原理

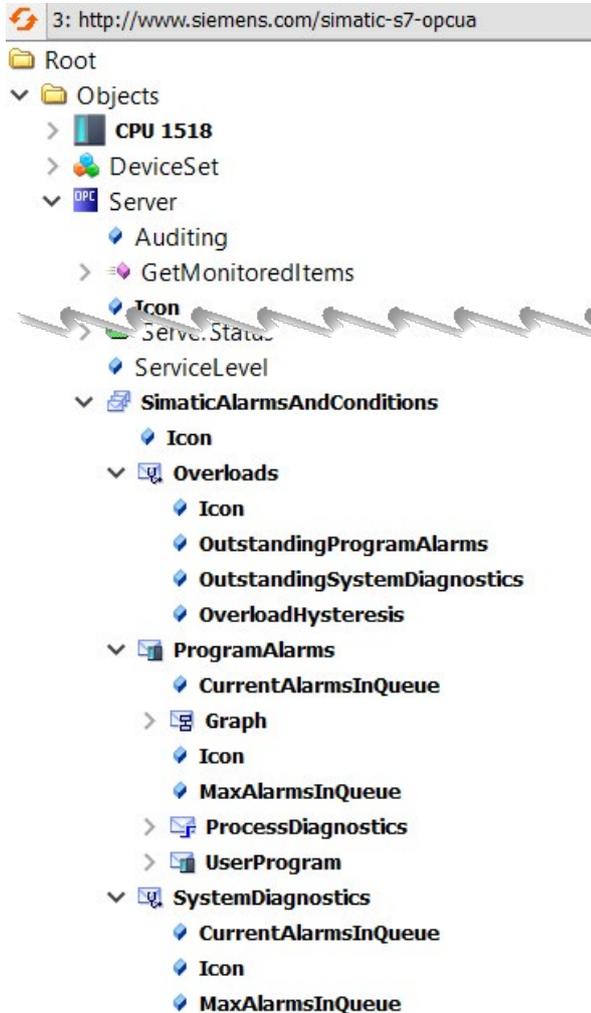
下图显示了一个简化的过程，即，会将 ProgramAlarms 临时存储下来，并另寻时间来再次提供给 OPC UA 报警和条件系统。说明中提到的节点在以下地址模型图片中可见。



- ① 活动报警的数量过多，无法通过 OPC UA 报警和条件访问全部报警
- ② 过载报警 (Overloads) 已触发。过载报警在发生以下情况之前保持激活：
 - 对于 OPC UA 报警和条件系统，没有更多报警处于未决状态 ($\text{OutstandingProgramAlarms} = 0$)；
 - OPC UA 报警和条件系统的报警数量 $<$ 已清除滞后的 OPC UA 报警数量最大值 ($= \text{MaxAlarmsInQueue} - \text{OverloadHysteresis}$)
 因过载情况而在 OPC UA 报警和条件系统中不可用的报警由 CPU 作为“OutstandingAlarms”进行缓冲。
- ③ 在 OPC UA 客户端执行 ConditionRefresh 方法时，不仅相关订阅的所有报警对象都将同步，而且 OPC UA 报警和条件的未确认报警 (OutstandingAlarms) 也将传送到报警和条件存储区中（但前提是未达到报警的最大数量）。“最早”的报警将最先传送。在此之后，这些报警的每个订阅（不仅限于调用 ConditionRefresh 方法的 OPC UA 客户端）都将收到已传送的报警。
- ④ OPC UA 客户端通过“过载”(Overloads) 节点的信息控制未决报警的处理。

报警和条件的地址模型

下图显示了 OPC UA 报警和条件地址模型的节点。



特殊功能

- 在未决报警转出或得到确认后，将不再经由 ConditionRefresh 方法进入 OCP UA 报警和条件系统区域。于是，它们将对 OPC UA 报警和条件“不可见”，进而也无法由所连的 OPC UA 客户端获取。这会影响到报警进行过程的统计评估以及其它类似方面。
- 为避免在报警数量围绕最大值上下波动时致使过载报警出现较高的报警频率，触发报警的限值要高于取消报警的限值：此差值显示在“OverloadHysteresis”节点中。
 示例：最大报警数量：200，OverloadHysteresis：3。
 过载报警的数量在达到 200 时就开始触发，但只有在下降到 197 以下时才会取消。如果报警数量再次增加，仍需超过 200 才会触发报警。

9.3.7 使用诊断选项

9.3.7.1 OPC UA 服务器诊断

OPC UA 服务器在线诊断

S7-1500 CPU OPC UA 服务器可通过标准 OPC UA 客户端（如 UaExpert）进行在线诊断。

诊断信息分为以下几部分：

- 服务器诊断
- 会话诊断：
- 订阅诊断

9.3 将 S7-1500 用作 OPC UA 服务器

举例来说，在服务器的地址空间中，以下节点提供诊断信息：

- **ServerDiagnosticsSummary**: 服务器诊断汇总
 - CurrentSessionCount: 活动会话数量
 - SecurityRejectedSessionCount: 因客户端与服务器之间的端点安全设置不匹配而被拒绝的会话数
- **SessionsDiagnosticsSummary**: 会话诊断汇总
 - ActualSessionTimeout: 设置会话在连接断开等情况下的持续时间。
- **SubscriptionsDiagnosticsArray**: 为每个会话的每个订阅包含一个元素的数组

The image shows two parts of the OPC UA server diagnostic information. On the left is a tree view of the 'Server' namespace, with 'ServerDiagnosticsSummary' selected. On the right is a table showing the detailed attributes and values for this node.

Attribute	Value																																						
NodeId	NodeId																																						
NamespaceIndex	0																																						
IdentifierType	Numeric																																						
Identifier	2275 [Server_ServerDiagnostics_ServerDiagn...																																						
NodeClass	Variable																																						
BrowseName	0, "ServerDiagnosticsSummary"																																						
DisplayName	""; "ServerDiagnosticsSummary"																																						
Description	""; "A summary of server level diagnostics."																																						
WriteMask	0																																						
UserWriteMask	0																																						
Value	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Attribute</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SourceTimestamp</td> <td>02.07.2018 14:56:32.192</td> </tr> <tr> <td>SourcePicoseconds</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ServerTimestamp</td> <td>02.07.2018 14:56:32.192</td> </tr> <tr> <td>ServerPicoseconds</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>StatusCode</td> <td>Good (0x00000000)</td> </tr> <tr> <td>Value</td> <td>ServerDiagnosticsSummaryDataType</td> </tr> <tr> <td>ServerViewCount</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>CurrentSessionCount</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>CumulatedSessionCount</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>SecurityRejectedSessionCount</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>RejectedSessionCount</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>SessionTimeoutCount</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>SessionAbortCount</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>CurrentSubscriptionCount</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>CumulatedSubscriptionCount</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>PublishingIntervalCount</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>SecurityRejectedRequestsCount</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>RejectedRequestsCount</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Attribute	Value	SourceTimestamp	02.07.2018 14:56:32.192	SourcePicoseconds	0	ServerTimestamp	02.07.2018 14:56:32.192	ServerPicoseconds	0	StatusCode	Good (0x00000000)	Value	ServerDiagnosticsSummaryDataType	ServerViewCount	0	CurrentSessionCount	1	CumulatedSessionCount	1	SecurityRejectedSessionCount	0	RejectedSessionCount	0	SessionTimeoutCount	0	SessionAbortCount	0	CurrentSubscriptionCount	1	CumulatedSubscriptionCount	1	PublishingIntervalCount	0	SecurityRejectedRequestsCount	0	RejectedRequestsCount	0
Attribute	Value																																						
SourceTimestamp	02.07.2018 14:56:32.192																																						
SourcePicoseconds	0																																						
ServerTimestamp	02.07.2018 14:56:32.192																																						
ServerPicoseconds	0																																						
StatusCode	Good (0x00000000)																																						
Value	ServerDiagnosticsSummaryDataType																																						
ServerViewCount	0																																						
CurrentSessionCount	1																																						
CumulatedSessionCount	1																																						
SecurityRejectedSessionCount	0																																						
RejectedSessionCount	0																																						
SessionTimeoutCount	0																																						
SessionAbortCount	0																																						
CurrentSubscriptionCount	1																																						
CumulatedSubscriptionCount	1																																						
PublishingIntervalCount	0																																						
SecurityRejectedRequestsCount	0																																						
RejectedRequestsCount	0																																						

图 9-50 服务器诊断

SessionsDiagnosticsSummary 节点还显示在会话中访问服务器的客户端应用程序的特性。

Attribute	Value
SourceTimestamp	02.07.2018 14:50:29.789
SourcePicoseconds	0
ServerTimestamp	02.07.2018 14:50:29.789
ServerPicoseconds	0
StatusCode	Good (0x00000000)
Value	SessionDiagnosticsDataType
SessionId	Nodestd
NamespaceIndex	1
IdentifierType	Numeric
Identifier	2244991016
SessionName	urn:md1r67uc:UnifiedAutomation:UaExpert
ClientDescription	ApplicationDescription
ApplicationUri	urn:md1r67uc:UnifiedAutomation:UaExpert
ProductUri	urn:UnifiedAutomation:UaExpert
ApplicationName	"" , "Unified Automation UaExpert"
ApplicationType	1 (Client)
GatewayServerUri	
DiscoveryProfileUri	
DiscoveryUrls	String Array[0]
ServerUri	
EndpointUri	opc.tcp://192.168.0.1:4840

图 9-51 客户端应用程序属性会话诊断

客户端与服务器的连接诊断

要诊断客户端中程序运行期间的连接状态，请使用以下指令：

OPC-UA_ConnectionGetStatus：读取连接状态。

9.3.7.2 服务器状态转换诊断

关于服务器状态的信息

OPC UA 服务器的状态发生变化时，S7-1500 CPU 固件版本 V2.8 及以上版本会在诊断缓冲区中创建一个条目。

诊断缓冲区显示新的状态。

同时显示状态变化的原因，例如下载到 CPU、POWER OFF - POWER ON 转换，来自伙伴（客户端）的用户程序指令或服务请求。

要求

在 CPU 的 OPC UA 属性中，选择“OPC UA 服务器状态改变”(Change of OPC UA server status) 选项。

说明

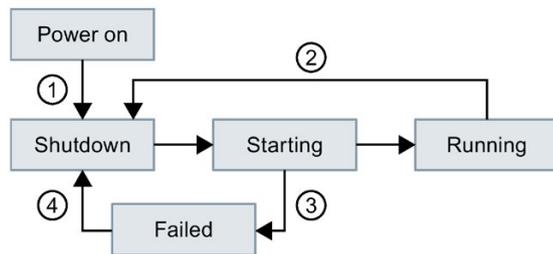
选中此选项后，CPU 也会在启动后使设置为最低优先级的安全策略进入诊断缓冲区。

示例

如果 CPU 的 OPC UA 服务器因为下载过程而关闭，然后使用有效的新组态启动，则诊断缓冲区显示新的服务器状态，例如“关闭 => 启动 => 运行”。

如果 OPC UA 服务器因为下载过程而关闭，并且服务器因为类型字典过大而无法启动，则诊断缓冲区最后显示状态“已失败”（“关闭 => 启动 => 已失败”）。

服务器状态和状态转换



- ①、④ 如果 OPC UA 相关数据可能受到影响，则上电或加载到 RUN 状态。
- ② OPC UA 服务器停用时加载硬件配置。服务器仍然关闭。
OPC UA 服务器激活且 OPC UA 数据错误时加载硬件配置（例如因结构过多导致类型字典变得过大）。在这种情况下，服务器无法启动（参见 ③）。
- ③ OPC UA 服务器因组态故障等问题无法启动。

图 9-52 服务器状态和状态转换

服务器状态说明

下面介绍了 OPC UA 服务器可呈现的各个状态。

服务器状态	说明
关闭	初始状态 <ul style="list-style-type: none"> • 上电后 • OPC UA 服务器激活或停用时加载硬件配置后。 • 加载 OPC UA 相关数据后
启动	服务器中的 OPC UA 地址空间已初始化。
正在运行	OPC UA 服务器运行（OPC UA 服务器的正常生产状态）。
已失败	错误状态。OPC UA 服务器因组态故障等问题无法启动。

9.3.7.3 会话状态转换诊断

关于会话状态的信息

OPC UA 会话的状态发生变化时，S7-1500 CPU 固件版本 V2.8 及以上版本会在诊断缓冲区中创建一个条目。

诊断缓冲区显示新的状态。也将显示相应的会话 ID。

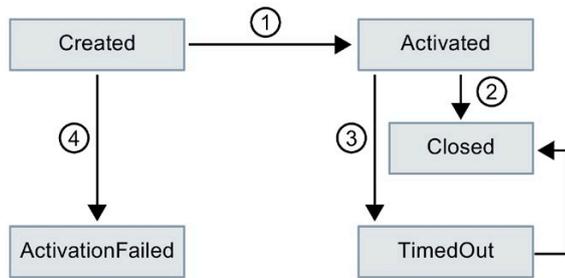
要求

已在 CPU 的 OPC UA 属性中选择“会话状态改变”(Change of session states) 选项（OPC UA > 服务器 > 诊断）。

示例

连接建立时客户端传输的认证数据不正确（例如密码不正确）。“ActivationFailed”会话的新状态以及相应的会话 ID 会进入诊断缓冲区。

订阅状态和状态转换



- ① 客户端连接到服务器、使用正确的认证数据登录（正确的凭证）。
- ② 客户端正确关闭连接。
- ③ 客户端不再发送消息；会话以超时结束。
- ④ 客户端连接到服务器、使用不正确的认证数据登录。

图 9-53 会话状态和状态转换

9.3.7.4 检查安全事件

如果 CPU 诊断在 OPC UA 通信期间检测到安全事件，可使该事件进入诊断缓冲区。

要求

- 固件版本为 V2.8 及以上版本的 S7-1500 CPU
- “检查安全事件”(Check for security events) 选项已激活（CPU 属性中的“OPC UA > 服务器 > 诊断”(OPC UA > Server > Diagnostics)）。

诊断中检测到安全事件

S7-1500 CPU 对以下 OPC UA 相关的安全事件执行诊断：

- 客户端证书无效（例如语法或语义错误、签名错误、当前日期不在有效期内）
- 用户名/密码登录失败（数据已停用或不正确）
- 客户端要使用特定的安全策略或特定的消息安全模式；服务器不支持该安全策略或请求的安全模式。
- 客户端未按照规范（OPC UA 规范）建立连接（例如未预期的 SecureChannelID/SessionID/客户端 Nonce）

示例

如果试图破坏通信（例如通过会话拦截、中间人攻击等），服务器会通过分析检测到此情况。

9.3.7.5 远程客户端请求失败

固件版本为 V2.8 及以上版本的 S7-1500 CPU 会在诊断缓冲区中为以下事件创建条目：

- 不良客户端请求（不正确使用）
- 出现服务错误
- 超出 OPC UA 服务器的 CPU 特定上限

错误客户端请求示例

例如，当客户端寻址一个不存在的节点（变量）或请求不存在的资源时，则会发生请求错误。

此时，导致错误的相应服务以及相应会话 ID 都会进入诊断缓冲区。

服务故障

如果服务自身发生故障，服务器会返回 ServiceFault。此时，状态代码（不良...）以及相应会话 ID 都会进入诊断缓冲区。

超出限值示例

如果服务请求超出 CPU 特定的限值，例如会话数、监视项数目、订阅数等，该诊断会进入诊断缓冲区，与消息共同指示所超出的限值。

例外：如果汇总诊断时消息频繁出现，则引发该错误的限值不会进入诊断缓冲区。您会收到已超出支持的组态限值的常规信息。

导致错误的服务的可能条目

根据使用的客户端应用程序，从客户的角度来看，可通过不同方式触发对服务器的请求，例如，可通过具有图形用户界面的在线工具触发，也可以通过客户端程序中的指令触发。

OPC UA 采用面向服务的架构，遵循请求-响应范例，因此相应的客户端应用程序会将请求转换为 OPC UA 中定义的服务请求。

这些服务的名称按照其用途来定义和分组，另请参见 opcfoundation.org。

如果未正确使用，则作为导致错误的服务，可在诊断缓冲区中准确找到这些服务的名称及相应的会话 ID。

下表列出了 OPC UA 提供的服务。

发现服务集

FindServers

GetEndpoints

会话服务集

CreateSession

ActivateSession

CloseSession

Cancel

视图服务集

Browse

BrowseNext

TranslateBrowsePathsToNodeIds

RegisterNodes

UnregisterNodes

属性服务集

Write

Read

方法服务集

调用

监视项服务集

CreateMonitoredItems

ModifyMonitoredItems

DeleteMonitoredItems

SetMonitoringMode

SetTriggering

订阅服务集

CreateSubscription

ModifySubscription

DeleteSubscriptions

Publish

Republish

SetPublishingMode

9.3.7.6 订阅诊断

有关订阅的信息

订阅状态发生变化时，固件版本为 V2.8 及以上版本的 S7-1500 CPU 可在在诊断缓冲区中创建一个条目。

诊断缓冲区会显示新状态；但以下状态除外：“KeepAlive”。

要求

在 CPU 的 OPC UA 属性中，已选择“订阅：状态改变”(Subscriptions: Change of status) 选项（OPC UA > 服务器 > 诊断）。

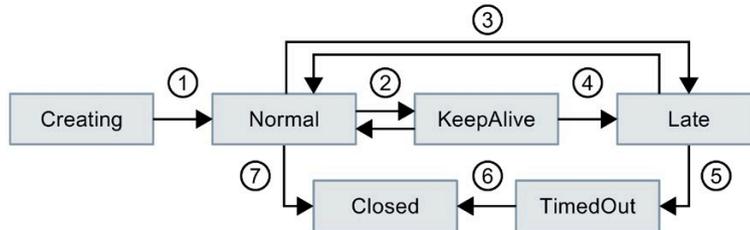
示例

OPC UA 客户端已连接作为 OPC UA 服务器的 S7-1500 CPU，并在服务器中生成订阅。

在 CPU 的 OPC UA 属性中，已选择订阅对应的选项。

“Creating”和“Normal”状态以及相应的订阅 ID 会依次进入诊断缓冲区。

订阅状态和状态转换



- ① 订阅已生成，随后变为活动状态。
- ② 由于进入诊断缓冲区的条目可能过多（具体视数据量而定），状态更改不会进入诊断缓冲区中。
- ③ 参见表中对“Late”的说明；例如，没有要从客户端发送的请求。
- ④ 已达到最大 KeepAlive 值。
- ⑤ 参见表中对“TimedOut”的说明。
- ⑥ 已达到最大订阅使用期。
- ⑦ 客户端已删除订阅。

图 9-54 订阅状态和状态转换

订阅状态说明

OPC UA 服务器中的订阅可能有以下状态：

状态	含义
Creating	客户端已请求在服务器中订阅；服务器创建订阅。
Normal	在服务器中创建了订阅，且订阅处于活动状态。
Closed	客户端已删除订阅。
KeepAlive	受监视项的状态长时间未更改。这些状态转换不会进入诊断缓冲区。
Late	客户端已生成具有最小采样和发布间隔的订阅。受监视项的数量在这段时间内未传送到客户端。 客户端不再传送要发送的请求（由于故障等原因）。
TimedOut	客户端已请求订阅。 仅当客户端的发送请求（发布请求）数量足够多时，服务器才会允许订阅（发送发布响应）。 如果客户端停止发送订阅请求，订阅会在特定时间后进入“TimedOut”状态。

订阅：采样时间存在错误

对于固件版本为 V2.5 及以上版本的 SIMATIC S7-1500 CPU，如果在对项目进行采样时发生 CPU 过载，则在使用订阅时，OPC UA 服务器可传送状态代码“GoodOverload”。

对于固件版本为 V2.8 及以上版本的 SIMATIC S7-1500 CPU，OPC UA 服务器还会使该事件进入诊断缓冲区。

要求

在 CPU 的 OPC UA 属性中，已选择“订阅：采样时间存在错误”(Subscription: Sampling time errors) 选项（OPC UA > 服务器 > 诊断）。

无错订阅

如果 OPC UA 订阅多个元素（比如变量），SIMATIC S7-1500 的 OPC UA 服务器必须以指定间隔（采样间隔）检查元素的值是否更改。这种检查称为“采样”，需要一定的时间，具体时长取决于项目数量和数据类型。采样完成并接收到发布请求后，服务器会向客户端发送元素。

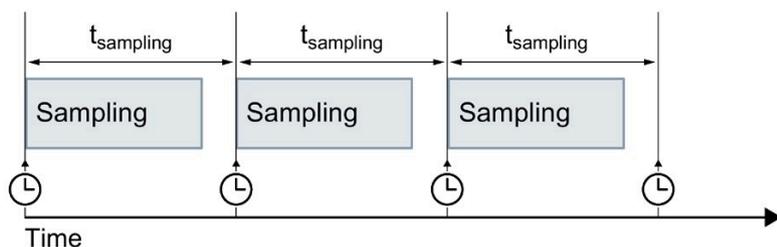
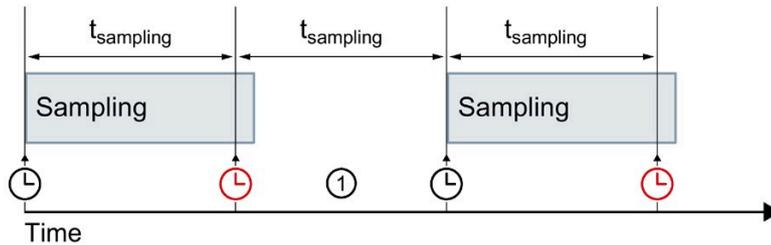


图 9-55 无错订阅

订阅存在错误

如果队列中的元素过多，可能会出现通信堆栈过载的情况。CPU 无法以给定的采样间隔检查所有的元素，因此必须跳过下一采样作业。

在这种情况下，CPU 会为每个元素发送状态码“GoodOverload”(0x002F0000)，即使未对元素进行检查时也是如此。状态码符合 IEC 61131-3 要求，其含义如下：“由于资源限制，采样速度减慢”。



① 跳过采样作业

图 9-56 订阅存在错误

另请参见 FAQ 109763090

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109763090>)。

参见

服务器的订阅设置 (页 245)

9.3.7.7 汇总诊断

为防止诊断缓冲区被大量相同的 OPC UA 诊断“淹没”，自 STEP 7 V16 服务包 1 开始，可设置相应参数，使这些诊断作为组报警进入到诊断缓冲区中。在每个间隔（监视时间）内，CPU 仅为每个 OPC UA 诊断生成一个组报警。

以下部分介绍了 CPU 对诊断的分组标准以及消息量较大时过程的运行方式。

要求

在 CPU 的 OPC UA 属性中，激活“消息量较大时汇总诊断”(Summarize diagnostics in case of high message volume) 选项 (“OPC UA > 服务器 > 诊断”(OPC UA > Server > Diagnostics), “汇总诊断”(Summarize diagnostics) 区域)。

示例

OPC UA 客户端使用服务器无法处理的采样率（过载）使作为 OPC UA 服务器的 S7-1500 CPU 重复“过载”。

激活“消息量较大时汇总诊断”(Summarize diagnostics in case of high message volume) 设置。

一条消息会出现在该诊断选项的诊断缓冲区中。该消息会提示无法达到该采样率；后接组态间隔内此类事件的数量。

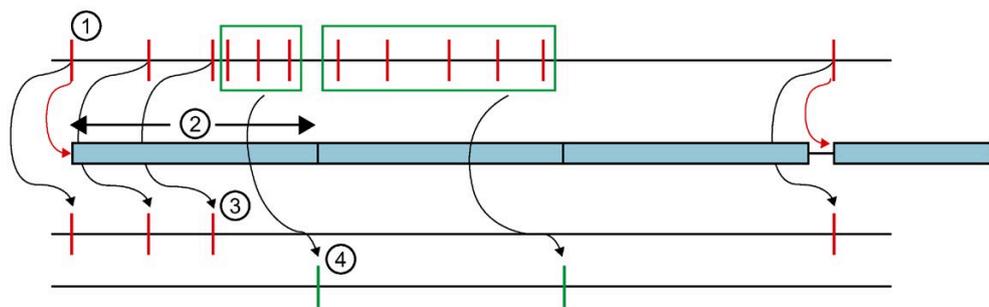
可概括的 OPC UA 诊断

下列诊断各自形成自己的组（类型）。来自同一组的诊断事件通过“消息量较大时汇总诊断”(Summarize diagnostics in case of high message volume) 设置合并在一起：

- OPC UA 服务使用错误
- OPC UA 服务错误
- 订阅状态已更改
- 无法达到采样率（订阅、过载）
- OPC UA 安全检查失败
- 超出 OPC UA 服务器的组态限值

工作原理

CPU 在诊断缓冲区内输入一种事件类型的前三个事件。随后会忽略该组的所有后续诊断。
 在监视时间（间隔）结束时，CPU 生成组报警，在该组中输入过去的时间间隔内的诊断和该诊断的频率。如果这些诊断在随后的时间间隔内也有出现，CPU 将仅为每个后续的时间间隔生成一个组报警。
 诊断激增会在诊断缓冲区中留下以下模式：三个单独的消息，后跟一系列组报警。此系列可以包含两个、三个或更多的组报警，具体取决于选定的监视时间和诊断激增的持续时间。



- ① 一组（一种类型）的诊断结果，例如“无法达到采样率”。
- ② 间隔（监视时间）：在诊断事件首次发生（或重复发生）时，监视时间开始（或重新开始）计时。
- ③ 单个报警：来自同一组的前三个诊断事件会立即进入诊断缓冲区。从第四个诊断事件开始，CPU 仅会生成组报警。如果该组的一个诊断事件在至少暂停一个间隔后发生，CPU 将在诊断缓冲区中输入单个报警并对监视时间重新计时。
- ④ 组报警：在三个诊断事件后，CPU 仅生成一个组报警作为此间隔内所有附加诊断事件的汇总。如果这些诊断事件在随后的时间间隔内也有出现，CPU 将仅为每个后续的时间间隔生成一个组报警。

图 9-57 诊断摘要

9.4 将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端

9.4.1 概述和要求

利用 STEP 7 (TIA Portal) 版本 V15.1 及更高版本，可为可读取 OPC UA 服务器中 PLC 变量的 OPC UA 客户端分配参数并进行编程。此外，还可以将 PLC 变量的新值传送到 OPC UA 服务器。另外还可以在用户程序中调用 OPC UA 服务器提供的方法。为此，在用户程序中使用 OPC UA 客户端的指令。

OPC UA 客户端的指令基于“符合 IEC61131-3 规范的 PLCopen OPC UA 客户端”。

PLCopen 规范

可利用这些标准化指令在用户程序中开发 OPC UA 客户端函数，该函数可在 S7-1500 CPU 中执行。

此外，只需稍作调整便可在其它制造商生产的控制器中运行该用户程序（如果这些制造商也实施了 OPC UA 规范“符合 IEC61131-3 规范的 PLCopen OPC UA 客户端”）。

STEP 7 中便捷的编辑器

为了对 OPC UA 客户端的指令进行参数分配，TIA Portal 中提供了便捷的编辑器 连接参数分配 (页 239)。

自版本 V15.1 起，STEP 7 还增加了用于客户端接口的编辑器 (页 350)。

本节将介绍这些编辑器的操作方法。

首先会介绍如何使用接口编辑器创建和组态新接口，因为需要使用此类型的接口进行后续的连接参数分配。

我们通过举例的方式让说明更易于理解，请参见“示例说明 (页 348)”。

要求

- 必须具有 OPC UA 的运行系统许可，并且已在 STEP 7 中组态该许可“CPU 属性 > 运行系统许可证”(CPU Properties > Runtime Licenses)。
- S7-1500 CPU 的客户端已激活。

要使用 S7-1500 CPU 的客户端，必须启用该客户端：

1. 在 CPU 特性中选择“OPC UA > 客户端”(OPC UA > Client)。
2. 选择“启用 OPC UA 客户端”(Enable OPC UA client) 选项。

如果未启用客户端，则不会建立连接。收到指令（例如“OPC-UA_Connect”）的相应错误消息。

有关同样应用于服务器和客户端的应用程序名称的信息，请参见此处 (页 239)。

概述

要使用编辑器和连接参数分配，请执行以下步骤：

1. 首先指定一个客户端接口为该客户端接口添加要访问的 PLC 变量和 PLC 方法接口（“第一步 (页 350)”）。
2. 接下来组态与 OPC UA 服务器的连接（第二步 (页 369)）。
3. 最后使用为 OPC UA 客户端指令组态的连接（第三步 (页 380)）。

9.4.2 有关客户端指令的重要信息

利用标准化 OPC UA 客户端指令，用户能够控制以下任务与作为 OPC UA 客户端的 S7-1500 CPU 的通信。

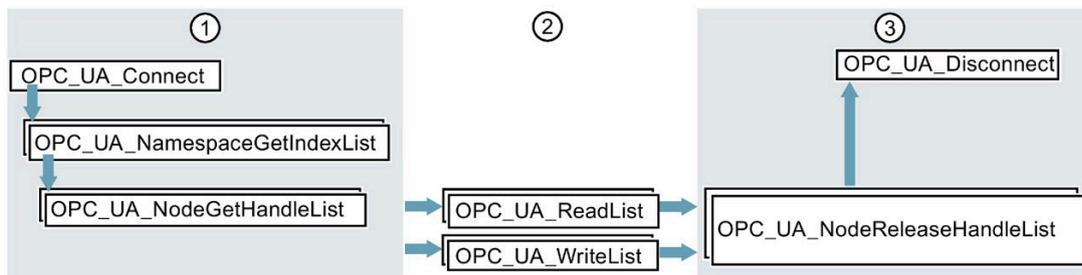
- 读取/写入 OPC UA 服务器的变量
- 调用 OPC UA 服务器中的方法

使用可选指令可确定以下信息：

- OPC UA 客户端与 OPC UA 服务器之间连接的状态
- 地址空间层级已知的节点的节点 ID

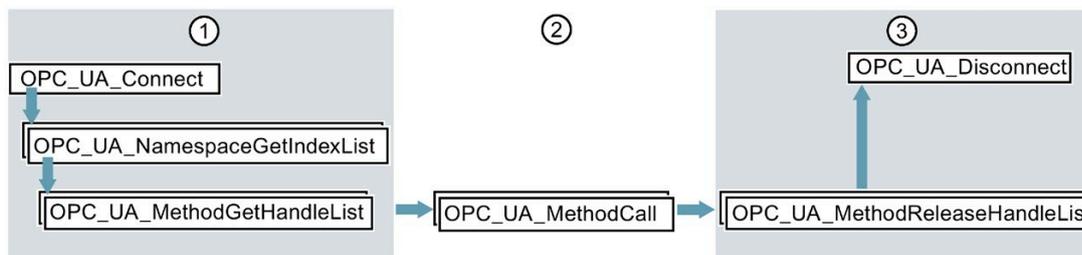
OPC UA 通信的标准化顺序

通信顺序以及指令顺序按照下图所示的模式进行。



- ① 用于准备读取和写入操作的指令
- ② 读取和写入指令
- ③ 完成读取或写入操作后用于进行“清理”的指令

图 9-58 读取或写入操作的运行顺序

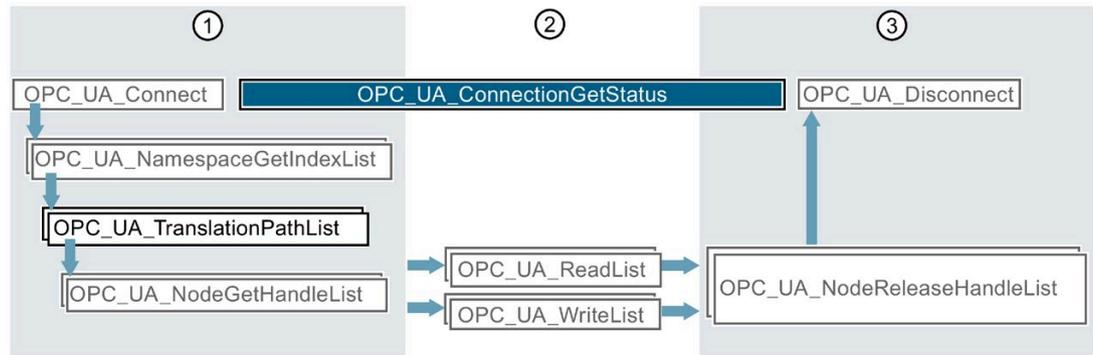


- ① 用于准备方法调用的指令
- ② 方法调用
- ③ 完成方法调用后用于进行“清理”的指令

图 9-59 OPC UA 服务器中方法调用的运行顺序

可选指令（读取连接状态/读取地址空间层级已知的节点的节点 ID）

- OPC-UA_ConnectionGetStatus
- OPC-UA_TranslatePathList



- ① 用于准备通过插入的指令执行读写操作的指令，可用于请求 OPC UA 服务器节点的 NodeID 等信息。
- ② 可与其它指令共同确定连接建立与终止之间的连接状态。
- ③ 用于进行“清理”的指令

图 9-60 可选指令的运行顺序

STEP 7 中便捷的编辑器

参考部分（STEP 7 信息系统）详细介绍了 OPC UA 客户端指令为了对指令进行参数分配，TIA Portal 中提供了便捷的编辑器 – 连接参数分配 (页 369)。

建议先为第一个程序草稿进行连接参数分配，根据需要使用附加指令并手动优化程序。

有关客户端指令的信息

“指令 > 通信 > OPC UA 客户端”(Instructions > Communication > OPC UA > OPC UA client) 的帮助中详细介绍了客户端指令。

在线支持中的应用示例

此应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109762770>) 为用户提
供 S7 用户块“OpcUaClient”，该块汇总了 OPC UA 指令的最重要功能，加快项目实施并简
化编程。示例中的 OPC UA 服务器是一个 S7-1500 控制器，带有简单的过程值仿真程序。

S7 用户块执行以下操作：

- 建立和终止与服务器的连接
- 诊断连接以及在连接终止后自动重新连接
- 注册读取
- 注册写入
- 注册方法调用

9.4.3 可同时使用的客户端指令数

OPC UA 客户端指令的 SIMATIC 错误代码

同时使用 OPC UA 客户端指令时，将应用以下限值（有关 CPU 的最新技术规范，敬请访问
Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/ps/td>)）：

表格 9-5 OPC UA 客户端指令的结构数量

OPC UA 指令	最大数量 CPU 1510SP (F) CPU 1511 (C/F/T/TF) CPU 1512C CPU 1512SP (F) CPU 1513 (F)	最大数量 CPU 1505 (S/SP/SP F/SP T/SP TF) CPU 1515 (F/T/TF) CPU 1515 SP PC (F/T/T F) CPU 1516 (F/T/TF)	最大数量 CPU 1507S (F) CPU 1517 (F/T/TF) CPU 1518 (F)
OPC_UA_Connect	4	10	40
OPC_UA_NamespaceGetIn dexList	4*	10*	40*
OPC_UA_NodeGetHandleLi st	4*	10*	40*
OPC_UA_MethodGetHandl eList	4*	10*	40*
OPC_UA_TranslatePathList	4*	10*	40*

9.4 将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端

OPC UA 指令	最大数量 CPU 1510SP (F) CPU 1511 (C/F/T/TF) CPU 1512C CPU 1512SP (F) CPU 1513 (F)	最大数量 CPU 1505 (S/SP/SP F/SP T/SP TF) CPU 1515 (F/T/TF) CPU 1515 SP PC (F/T/TF) CPU 1516 (F/T/TF)	最大数量 CPU 1507S (F) CPU 1517 (F/T/TF) CPU 1518 (F)
OPC-UA_ReadList	总计 20 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）	总计 50 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）	总计 200 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）
OPC-UA_WriteList	总计 20 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）	总计 50 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）	总计 200 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）
OPC-UA_MethodCall	总计 20 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）	总计 50 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）	总计 200 个（每个连接最多 5 个；参见 OPC-UA_Connect）
OPC-UA_NodeReleaseHandleList	4*	10*	40*
OPC-UA_MethodReleaseHandleList	4*	10*	40*
OPC-UA_Disconnect	4*	10*	40*
OPC-UA_ConnectionGetStatus	4*	10*	40*

* 每个连接最多 1 个

可用的 OPC UA 客户端接口最大数量

如果通过连接参数分配创建 OPC UA 客户端接口，则客户端接口的最大数量将限制为 40 个。

如果在项目树“OPC UA 通信”(OPC UA communication) 区域内，通过双击“新增客户端接口”(Add new client interface) 符号，创建 OPC UA 客户端接口，

则 OPC UA 客户端接口的最大数量与是否将该 CPU 用作 OPC UA 服务器无关。

9.4.4 OPC UA 示例组态

以下部分介绍了如何使用客户端接口编辑器和连接参数分配。

说明基于特定示例：两个 S7-1500 CPU 在系统中运行：一个 CPU 用作 OPC UA 客户端，另一个用作 OPC UA 服务器。

其它制造商生产的控制器、传感器和 IT 系统当然也可用作 OPC UA 客户端或服务器。特别值得一提的是，在不同系统之间进行数据交换（互操作性）是 OPC UA 的主要优点。

使用示例说明连接参数分配：

工厂在生产线上生产坯件。

会使用以下控制器：

1. S7-1511 CPU 用作生产线的控制器。

在本示例中，该控制器名为“**Productionline**”。

控制器的 OPC UA 服务器已启用。

在本示例中，该 CPU 的 IP 地址为 192.168.1.1。

该 CPU 通过 OPC UA 服务器发布以下变量的值：

– NewProduct

变量的数据类型为“**BOOL**”。

该 PLC 变量的值为 **TRUE** 时，生产线已加工一个坯件。

坯件准备好被拾取。

– ProductNumber

该变量包含坯件的标识号。

变量的数据类型为“**Int**”。

– Temperature

该变量包含在生产坯件过程中记录的温度值。

变量为包含“**Real**”数据类型的元素的数组。

此外，该 CPU 提供以下可写变量：

– ProductionEnabled

变量通过 OPC UA 客户端进行设置。

变量的数据类型为“**BOOL**”。

如果数值设为 **TRUE**，说明生产线已释放，可生产坯件。

此外，该 CPU 还通过 OPC UA 服务器提供以下方法：

– OpenDoor。

通过此方法，OPC UA 客户端可安排打开生产线检修门。

9.4 将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端

2. S7-1516 CPU 控制着与其它生产线的交互。

在本示例中，该 CPU 的名称为“Supervisor”。

该 CPU 的 OPC UA 客户端已启用。

利用 OPC UA，该 CPU 可读取 NewProduct 和 ProductNumber 变量、设置 ProductionEnabled 变量，并可调用 OpenDoor 方法。

在本示例中，该 CPU 的 IP 地址为 192.168.1.2。

下图显示了 TIA Portal 网络视图中的示例：



图 9-61 在网络视图中分配连接参数的示例

9.4.5 创建客户端接口

自版本 V15.1 起，TIA Portal 增加了用于客户端接口的编辑器。

将要从 OPC UA 服务器读取或写入的所有 PLC 变量分组到客户端接口中。

此外，客户端接口包含 OPC UA 服务器提供的以及要通过用户程序（作为 OPC UA 客户端）调用的所有方法。

如果创建客户端接口，STEP 7 还会创建数据块，用于对与 OPC UA 服务器进行数据读写操作要使用的连接进行参数分配。

客户端接口的最大数量

最多可以创建 40 个客户端接口。

用户客户端接口的编辑器

要创建客户端接口，请按以下步骤操作：

1. 在 TIA Portal 中选择项目视图。
2. 在“设备”(Devices) 区域，选择要作为 OPC UA 客户端使用的 CPU。
3. 单击“OPC UA 通信 > 客户端接口”(OPC UA communication > Client interfaces)。
4. 双击“添加新客户接口”(Add new client interface)。

STEP 7 会创建新客户接口并在编辑器中显示。



图 9-62 添加 OPC UA 客户端接口

STEP 7 将新接口命名为“Client interface_1”。如果“Client interface_1”已存在，新接口会接收名称“Client interface_2”，以此类推。

此外，STEP 7 还会创建下列数据块：

– Client_Interface_1_Configuration

数据块已包含 OPC UA 客户端指令需要的所有系统数据类型。

组态与 OPC UA 服务器的连接时，会填充该数据块。

在客户端接口的特性中组态连接，参见“OPC UA 示例组态 (页 348)”。

– Client_Interface_1_Data

要从 OPC UA 服务器读取或写入的 PLC 变量以及要在 OPC UA 服务器中调用的方法对应的数据块。

在用户程序中使用该数据块。

该数据块当前仍为空。

9.4 将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端

5. 为新客户端接口选择一个描述性名称。

在本示例中，选择“Productionline”。

此操作还会将关联数据块的名称改为：

- Productionline_Data
- Productionline_Configuration

6. 要导入 OPC UA 服务器接口，请单击编辑器右上方的“导入接口”(Import interface) 按钮。

这样便可导入描述 OPC UA 服务器接口的 XML 文件。

或者：要在线确定已连接 OPC UA 服务器的服务器接口，请参见“在线确定服务器接口 (页 361)”。

7. STEP 7 会显示一个对话框，可通过该对话框选择 XML 文件。

该 XML 文件描述 OPC UA 服务器的地址空间。

OPC UA 服务器的地址空间包含由 OPC UA 服务器发布的所有 PLC 变量和服务器方法。

OPC UA 客户端可访问该地址空间：

- 读取 PLC 变量
- 写入 PLC 变量
- 调用服务器方法

OPC UA 服务器的地址空间可分为一个或多个服务器接口。

要创建服务器接口，请参见：为配套规范创建服务器接口 (页 274)。

8. 在该客户端接口创建一个**读取列表**。

为此，请执行以下操作步骤：

- 单击编辑器左侧部分的“添加新读取列表”(Add new read list)。

STEP 7 将添加一个名为“ReadList_1”的新列表。

本示例中，将该名称更改为“ReadListProduct”。

- 现在将从该 OPC UA 服务器读取的 PLC 变量添加到新读取列表中。

在本示例中，将“NewProduct”和“ProductNumber”变量添加到“ReadListProduct”读取列表中。

在编辑器右侧区域选择“NewProduct”变量（“OPC UA 服务器接口”）。将“NewProduct”变量拖动到编辑器中间部分的“ReadProduct”读取列表中。对“ProductNumber”变量采用相同的操作步骤。

下图显示了编辑器的右侧部分。

OPC UA 服务器接口			
节点名称	节点类型	访问级别	节点 ID
Productionline	Object		http://www.siem...
DataBlocksGlobal	Folder		http://www.siem...
Data_for_OPC_UA_Clients	Object		http://www.siem...
NewProduct	Boolean	RD	http://www.siem...
ProductNumber	Int16	RD	http://www.siem...
Temperature	Array of Float	RD	http://www.siem...
Data_from_OPC_UA_Clients	Object		http://www.siem...
ProductionEnabled	Boolean	RD/WR	http://www.siem...
DataBlocksInstance	Folder		http://www.siem...
OpenDoor_DB	Object		http://www.siem...
InOuts	Folder		http://www.siem...
Static	Folder		http://www.siem...
Method	Method		http://www.siem...

图 9-63 OPC UA 服务器接口中的读取列表

或者：

选择新读取列表时，还可将编辑器的右侧部分（“OPC UA 服务器接口”）拖动到类型为 Object 或 Folder 的节点处，然后再将其拖动到编辑器左侧部分的“添加新读取列表”(Add new read list) 中。新读取列表随即包含已移动节点的所有 PLC 变量。

在本示例中，选择包含“NewProduct”和“ProductNumber”变量的对象“Data_for OPC UA Clients”。STEP 7 生成新的读取列表“Data_for OPC UA Clients”。此外，对象还包含“Temperature”变量。将“Temperature”变量从读取列表中删除。因此本例中不应读取这些变量。

在“ReadListProduct”中更改读取列表的名称。

下图显示了读取列表的内容：

ReadListProduct			
节点名称	节点类型	访问级别	节点 ID
NewProduct	BOOL	RD	http://www.siemens.com
ProductNumber	INT	RD	http://www.siemens.com

图 9-64 读取列表

说明

读取和写入列表并不支持所有节点类型。

S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端不支持可通过 OPC UA 服务器接口实现的所有 OPC UA 数据类型（节点类型）。举例来说，如果将不受支持的节点类型放在读取列表或写入列表中，则会出现相应的错误信号。在这种情况下，不能将相应节点包含在读取或写入列表中。

有关支持的类型，请参见“数据类型映射 (页 186)”

9. 如果要将新值分配给 PLC 变量，则在该客户端接口创建一个**写入列表**。

为此，请执行以下操作步骤：

- 单击编辑器左侧部分中的“添加新写入列表”(Add new write list)。

STEP 7 将添加一个名为“ReadList_1”的新列表。

在本示例中，将该名称更改为“WriteListStatus”。

- 现在添加新写入列表，其中包含要为其分配新值的所有 OPC UA 服务器变量。

在本示例中，将“WriteListStatus”变量添加到写入列表“ProductionEnabled”中。

选择编辑器右侧区域（“OPC UA 服务器接口”）的变量。将变量拖动到编辑器中间部分的写入列表中。

或者：

创建新写入列表时，还可在编辑器的右侧部分（“OPC UA 服务器接口”）选择类型为 Object 或 Folder 的节点，然后再将其拖动到编辑器左侧部分的“添加新写入列表”(Add new write list) 中。

新写入列表随即包含相关节点的所有变量。

在本示例中，选择包含“ProductionEnabled”变量的对象“Data_from OPC UA Clients”。STEP 7 会生成新的写入列表“Data_from OPC UA Clients”。在“WriteListStatus”中更改名称。

下图显示了写入列表的内容：

WriteListStatus			
节点名称	节点类型	访问级别	节点 ID
 ProductionEnabled	BOOL	RD/WR	http://www.siemens...

图 9-65 写入列表

10. 如果要调用该 OPC UA 服务器的方法，应生成新方法列表。

为此，请执行以下操作步骤：

- 在编辑器左侧部分中，单击“添加新方法列表”(Add new method list)。

STEP 7 将添加一个名为“Method List_1”的新列表。

在本示例中，将该名称更改为“MethodListOpenDoor”。

- 现在将 OPC UA 服务器的方法添加到新方法列表中。

在本示例中，将方法“OpenDoor”添加到方法列表“MethodListOpenDoor”中。

选择编辑器右侧区域（“OPC UA 服务器接口”）的方法。将方法拖动到编辑器中间部分的方法列表中。

或者：

生成新方法列表时，还可在编辑器的右侧部分（OPC UA 服务器接口）选择方法（类型为 Object 的节点），然后再将其拖动到编辑器左侧部分的“添加新方法列表”(Add new method list) 中。新方法列表随即包含相关节点的方法。

下图显示了方法列表的内容：

MethodListOpenDoor			
节点名称	节点类型	访问级别	节点 ID
▶ Method			http://www.siemens...

图 9-66 方法列表

如果要调用 OPC UA 服务器的另一方法，必须创建新方法列表。每个方法列表仅包含一种方法。

另请参见“关于服务器方法的有用信息 (页 301)”。

11. 编译项目。

为此，请选择项目并单击工具栏中的以下按钮：



STEP 7 会编译项目并更新属于“Productionline”客户端接口的数据块。

说明

编译过程中，STEP 7 会覆盖属于客户端接口的数据块中的所有数据。因此，不应手动向这些数据块添加内容，也不能进行更正。

说明

重命名节点 (DisplayNames)

在读取列表、写入列表和方法列表中，可通过快捷菜单重命名节点。该名称为 OPC UA 语言用例中的“DisplayName”。

如果重命名方法列表节点，且该节点已用于方法调用“OPC-UA_MethodCall”的已编程块中，项目编译会出现一致性错误：编译过程中，会生成方法的 UDT 以及已更改的名称。对程序中所用方法的引用随后不再正确。

要更正一致性错误，可在客户端接口中撤消对方法名称的更改，也可以浏览至方法调用并再次在“特性 > 块参数”(Properties > Block parameters) (“组态”(Configuration) 选项卡) 下分配相关参数。

客户端接口的数据块

以下数据块属于“Productionline”客户端接口：

- **Productionline_Configuration**

用于组态的数据块。

在本示例中，该数据块名为“Productionline_Configuration”。

数据块已包含 OPC UA 客户端指令需要的所有系统数据类型。

此外，数据块还包含与 OPC UA 服务器的连接参数分配常规默认值。

如果要进行连接参数分配，将该数据块填入数值。

- **ProductionLine_Data**

在客户端接口编辑器中输入的用于 PLC 变量的数据块。

在本示例中，该数据块名为“Productionline_Data”。

下图显示了数据块。

Static	
▼ ReadListProduct	Struct
▼ Variable	"Productionline.ReadListProduct"
NewProduct	Bool
ProductNumber	Int
▼ NodeStatusList	Array[0..1] of DWord
NodeStatusList[0]	DWord
NodeStatusList[1]	DWord
▼ TimeStamps	Array[0..1] of LDT
TimeStamps[0]	LDT
TimeStamps[1]	LDT
▼ WriteListStatus	Struct
▼ Variable	"Productionline.WriteListStatus"
ProductionEnabled	Bool
▼ NodeStatusList	Array[0..0] of DWord
NodeStatusList[0]	DWord
▼ MethodListOpenDoor	Struct
▼ MethodStatusList	Array[0..0] of DWord
MethodStatusList[0]	DWord
▼ MethodResultList	Array[0..0] of DWord
MethodResultList[0]	DWord
▼ Method	Struct
▼ Inputs	"Productionline.MethodListOpendoor.Method.Inputs"
Number	Int
▼ Outputs	"Productionline.MethodListOpendoor.Method.Outputs"
Result	Int

图 9-67 “Productionline_Dat”数据块

在用户程序中使用“Productionline_Data”数据块并访问“NewProduct”和“ProductNumber”PLC 变量的读取值。下一章节将通过示例对此进行说明。

读取和写入客户端接口的 PLC 变量

示例：读取“ProductNumber”值

例如，在 SCL 程序中写入：

```
#MyLocalVariable :=  
"Productionline_Data".ReadListProduct.Variable.ProductNumber;
```

举例来说，可使用该语句将生产线中刚生产出的坯件编号分配给局部变量“#MyLocalVariable”。

要求：

- 存在与控制着生产线的 CPU 的 OPC UA 服务器的连接。
- OPC UA 客户端已读取当前值。

为此，应检查读取值是否有效：

- 检查 "Productionline_Data".ReadListProduct.NodeStatusList[1] 中的值是否等于 0。
- 可选：检查从 OPC UA 服务器发送该值的时间。该值在 "Productionline_Data".Product.TimeStamps[1] 中。如果未请求时间戳，通信负荷会降低。

示例：写入“ProductEnabled”值

使用数据块将 PLC 变量（本示例中为“ProductionEnabled”）的新值传送到 OPC UA 服务器。

进行下列分配后，可启用示例工厂中的生产线：

```
"Productionline_Data".WriteListStatus.Variable.ProductionEnabled  
:= TRUE;
```

但只有满足以下要求时才能成功：

- 存在与控制着生产线的 CPU 的 OPC UA 服务器的连接。
- 当前值将通过 OPC UA 客户端写入

一致性检查

最后，检查读取/写入列表或方法列表的一致性。

1. 选择要检查的列表。
2. 单击“OPC UA 客户端接口”(OPC UA client interface) 区域上方的“一致性检查”(Consistency check) 按钮。

绿色复选标记指示将变量或方法分配给服务器接口的相应元素时不存在错误。



可假定客户端与服务器间的数据交换以及方法调用在运行时未出错。

一旦出错，将在巡视窗口中显示一个列表。通过该列表，可跳转到相应的错误处。

一致性检查期间，STEP 7 会检查：

- 在相应列表中使用的元素是否同样存在于服务器中。
- 所用的数据类型是否匹配？
- 对于方法：方法变量的数量、名称、顺序和数据类型是否匹配？

9.4.6 在线确定服务器接口

可通过 STEP 7 (TIA Portal) 在线确定 OPC UA 服务器的接口。这样便可提供可通过 OPC UA 客户端读取或设置（写入）已连接 OPC UA 服务器的哪些变量的相关信息，还可提供 OPC UA 服务器的哪些服务器方法可用于 OPC UA 客户端的相关信息。

如果离线操作，可通过 OPC UA XML 文件创建 OPC UA 服务器的接口。服务器的地址空间在 OPC UA XML 文件中进行描述，请参见“将 OPC UA 导出为 XML 文件 (页 238)”。

确定在线服务器接口

要在线确定服务器接口，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 项目树中，选择组态为 OPC UA 客户端（本例为 Supervisor）的 CPU。
2. 选择客户端接口（本例中为“OPC UA 通信 > 客户端接口 > Productionline”(OPC UA communication > Client interfaces > Productionline)）。

如果尚未创建客户端接口，请双击“添加新客户接口”(Add new client interface)。

3. 双击所选客户端接口。

会显示客户端接口的编辑器。



图 9-68 客户端接口编辑器

4. 在编辑器左侧部分，单击“添加新读取列表”(Add new read list)、“添加新写入列表”(Add new write list) 或“添加新方法列表”(Add new method list)。
5. 在编辑器的右侧部分，选择“在线 []”(Online []) 作为“服务器数据源”(Source of server data) 的数据源：



6. 单击“在线访问”(Online Access) 按钮。

STEP 7 会显示“连接到 OPC UA 服务器”(Connect to OPC UA server) 对话框。



图 9-69 “连接到 OPC UA 服务器”(Connect to OPC UA server) 对话框

提示：首次与 OPC UA 服务器建立在线连接时，可使用“在线访问”(Online access) 按钮。断开后重新连接时，可选择“在线”(Online) 选择框旁的“连接到在线服务器”(Connect To Online Server) 按钮。

在右上方输入要在线确定其服务器接口的 OPC UA 服务器的 IP 地址。

7. 单击“查找已选服务器”(Find selected server)。

STEP 7 会与 OPC UA 服务器建立连接，并会确定服务器保持在就绪状态的所有安全设置（服务器端点）。

STEP 7 会以列表形式显示端点：



图 9-70 发现包含所有服务器端点的 OPC UA 服务器

8. 单击将 STEP 7 连接到 OPC UA 服务器时要使用的端点。

9. 是否要使用安全连接？

- 如果选择了一个安全端点，则为“证书位置”(Certificate location) 选择条目“TIA Portal”。

在“证书（客户端）”(Certificate (Client)) 下，为当前运行 STEP 7 (TIA Portal) 的 PC 选择客户端证书。

如果不存在用于此 PC 的客户端证书，可在 TIA Portal 中生成客户端证书。

要为 PC 生成证书，请按以下步骤操作：

- 单击“证书（客户端）”(Certificate (Client)) 输入字段中的按钮。
- 单击“添加”(Add)。
- 对于“证书所有者”(Certificate owners)，输入“STEP 7 (TIA Portal)”。
- 在“使用”(Usage) 处选择“OPC UA 客户端”(OPC UA client) 条目。
- 对于“主题备用名称 (SAN)”(Subject Alternative Name (SAN))，在“值”(Value) 下输入当前运行 STEP 7 (TIA Portal) 的 PC 的 IP 地址。覆盖已输入的 IP 地址。
- 如果您的 PC 使用其它 IP 地址，也请输入该地址。如果 PC 未使用其它 IP 地址，请删除已输入的另一 IP 地址。
- 单击“确定”(OK)。
- 如果尚未选择安全端点，则请保留默认值（“无”(None)）。

10. 希望以何种身份登录？

- 如果要以访客身份登录 OPC UA 服务器，则为“用户认证”(User authentication) 应用默认设置。
- 如果要使用用户名和密码登录，请选择“用户名和密码”(User name and password)。使用组态 OPC UA 服务器期间在 CPU 特性的“常规 > OPC UA > 服务器 > 安全 > 用户认证 > 用户管理”(General > OPC UA > Server > Security > User authentication > User management) 下存储的用户名和密码。

11. 单击“转至在线”(Go online) 按钮。

建立安全连接时，会显示一条消息，提示必须接受服务器证书才能建立安全连接。在消息窗口中，可通过链接显示关于服务器证书的其他详细信息。

标准 Windows 窗口仅提供关于服务器证书的信息。如果单击按钮来安装服务器证书，则服务器证书不会保存在 TIA Portal 的证书存储器中，也就是说，下一次尝试建立连接时，系统会再次提示用户接受服务器证书。

STEP 7 随即会与 OPC UA 服务器建立连接，并会再次显示客户端接口编辑器。

在编辑器的右侧部分中，STEP 7 会显示 OPC UA 服务器的最上级地址空间：



12. 单击“Objects”旁的黑色小三角形。

STEP 7 现在还会显示 Objects 以下的等级。

13. 单击“Productionline”旁的黑色小三角形。

STEP 7 现在还会显示 Productionline 以下的等级。

14. 现在打开其它等级较低的文件夹：

OPC UA 服务器接口		
节点名称	节点类型	访问级别
▶ Server	Object	
▶ DeviceSet	Object	
▼ Productionline	Object	
▶ Counters	Object	
▼ DataBlocksGlobal	Object	
▶ Icon	ImagePNG	RD
▼ Data_from OPC-UA_Clients	Object	
▶ ProductionEnabled	Boolean	RD/WR
▼ Data_for OPC-UA_Clients	Object	
▶ ProductNumber	Int16	RD
▶ Temperature	Array of Float	RD
▶ NewProduct	Boolean	RD
▼ DataBlocksInstance	Object	
▶ Icon	ImagePNG	RD
▶ OpenDoor_DB	Object	
▶ DeviceManual	String	RD

图 9-71 OPC UA 服务器接口在线视图

参见

数据类型映射 (页 186)

创建客户端接口 (页 350)

9.4.7 使用多语言文本

在客户端接口编辑器中，还要导入可在 OPC UA XML 文件（信息模型）中以不同语言显示的文本。多语言显示为可选功能，可针对各节点提供的语言进行不同定义。

在 XML 文件中，可为不同语言准备以下字段：

- 显示名称
- 说明

OPC UA XML 文件中的多语言文本示例

举例来说，在下方的 XML 文件中，会使用“默认”文本和多个可本地化文本输入显示语言和描述。

- 默认文本是不含本地化信息的第一个条目。
- 本地化文本是“Locale=”后的文本加语言代码，例如“it-IT”代表意大利语。

```
<UAVariable NodeId="ns=3;i=6070" BrowseName="3:EngineeringRevision" ParentNodeId="ns=3;i=1002"
DataType="String">
  <DisplayName>EngineeringRevision</DisplayName>
  <DisplayName Locale="en-US">EngineeringRevision</DisplayName>
  <DisplayName Locale="de-DE">Revisionsstand</DisplayName>
  <Description>Revision Level of the engineering environment.</Description>
  <Description Locale="en-US">Revision Level of the engineering environment.</Description>
  <Description Locale="de-DE">Revisionsstand der Engineeringumgebung.</Description>
  <Description Locale="fr-FR">Niveau de révision de l'environnement d'ingénierie.</Description>
  <Description Locale="it-IT">Livello di revisione dell'ambiente di ingegneria.</Description>
<References>
  <Reference ReferenceType="HasTypeDefinition">i=68</Reference>
  <Reference ReferenceType="HasModellingRule">i=78</Reference>
</References>
</UAVariable>
```

图 9-72 OPC UA XML 文件中的多语言文本示例

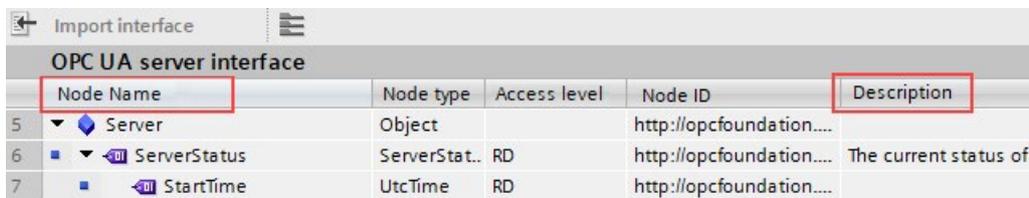
多语言文本显示

导入服务器接口时，可用的多语言文本会保存在内部，并会与项目一起下载到 CPU。

客户端编辑器会在“节点名称”(Name of the node) 列（对应于“DisplayName”）和“说明”(Description) 列（对应于“Description”）中显示 OPC UA XML 文件中的文本。

以下级联规则可确定显示节点所用的语言：

- 如果节点包含使用当前所用编辑语言的文本，则文本还会以该编辑语言显示。
（设置编辑语言：在项目树中，选择“语言 & 资源 > 项目语言”(Languages & resources > Project language) 区域。
- 如果节点不包含采用编辑语言的文本，但定义了默认文本（无语言代码），则会显示默认文本。
- “节点名称”(Name of the node) 列：如果未定义默认文本，但存在采用其它任何语言的文本，则会以第一种可用语言显示 DisplayName 文本。此规则不适用于说明文本。
- 如果上述条件无一满足，则不会显示文本。



OPC UA server interface					
	Node Name	Node type	Access level	Node ID	Description
5	Server	Object		http://opcfoundation....	
6	ServerStatus	ServerStat..	RD	http://opcfoundation....	The current status of
7	StartTime	UtcTime	RD	http://opcfoundation....	

图 9-73 多语言文本的显示

更改编辑语言时，已导入接口中的多语言文本也会按照上述规则更改。

随后可通过拖放操作应用相应列表（读取列表、写入列表、方法列表）中的节点。

不能更改列表中的语言（读取列表、写入列表、方法列表）。

以 PLC 数据类型中的注释形式应用显示的说明文本

编译程序时，STEP 7 会自动为每个读取列表、写入列表以及每个方法的输入或输出创建 PLC 数据类型 (UDT)。这些 UDT 均为各节点包含一个元素。

UDT 会根据上述规则以注释形式应用说明文本。STEP 7 仅会以一种语言创建注释，正如 OPC UA 服务器接口中的文本仅会以一种语言显示。

9.4.8 结构的访问规则

在下文中，将详细介绍访问结构时的相应规则。读取和写入 OPC UA 服务器中整个结构的值时，需遵循这些规则。

S7-1500 CPU 的客户端如何访问结构

S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端并不使用 TypeDictionaries 和 DataTypeDefinition 属性（服务器通过这些属性对结构进行解析）进行结构访问。

在运行系统中，OPC UA 客户端用于检查结构化元素的这些选项使用受限。

结构的访问规则

如果使用客户端接口组态读取和写入列表（连接参数设置），并将 PLC 数据类型分配给该服务器导入的或在线选定的地址模型，则在运行系统中可正常对结构进行读写访问。

通过客户端接口进行的组态可自动确保客户端和服务端结构元素的顺序和数据类型相匹配。

建议：将 S7-1500 CPU（作为服务器）更新为最新固件版本（例如 V2.0 > V2.5.2 或更高版本）。

在运行系统中，OPC UA 客户端仅检查传输值的总长度，而不会进行更为详细的检查。

将 OPC UA 结构分配给 PLC 变量或 DB 变量时，需遵循映射规则（参见“数据类型映射（页 186）”）。系统不支持未执行的数据类型（如 OPC UA 字节字符串）。

正确分配结构元素的示例

在所导入的节点集文件（XML 导出）中，结构定义如下所示：

opcUaStruct	Object
allOk	Boolean
myOPCstruct1	myOPCUAstruct
varA	Int64
VarB	Byte
nestedStructZ	"myOPCUAstruct"."nestedStructZ"
varD	Float
varE	Double
varC	Double
DeviceManual	String

该结构与读取列表中的顺序、分配的数据类型，节点集文件中相应节点相匹配。

▼ myOPCstruct1	myOPCUAstruct
■ varA	LINT
■ VarB	USINT
▼ nestedStructZ	*myOPCUAstruct*.nestedStructZ*
■ varD	REAL
■ varE	LREAL
■ varC	LREAL

如果在服务器上更改该结构（如，交换变量 A 和变量 B），而客户端的读取列表保持不变，则将发生分配错误：

- 数据的总长度保持不变（仅顺序更改）
- 客户端和服务器的结构组态不同！



警告

客户端和服务器的结构组态不同时，不显示任何错误消息

如果客户端的结构与服务器的不匹配，则在编译过程中该错误可能不会生成任何错误，在运行时也不会出错。

请确保不在运行时中更改所组态的结构分配。必要时，可在读取和写入列表中对分配进行重新组态！

9.4.9 使用连接参数分配

9.4.9.1 创建和组态连接

利用 OPC UA 客户端的指令，可创建与 OPC UA 服务器交换数据的用户程序。为此需要使用一系列系统数据类型。

为了简化对这些系统数据类型的操作，从 STEP 7 (TIA Portal) 版本 V15.1 开始，可对 OPC UA 客户端进行连接参数分配。

可以选择是否使用连接参数分配，并不强制要求使用。还可以手动创建所需系统数据类型。

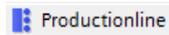
我们通过举例的方式让说明更易于理解，请参见“示例说明 (页 348)”。

打开连接参数分配

要组态与 OPC UA 服务器的连接，请按以下步骤操作：

1. 在“OPC UA 通信”(OPC UA communication) 区域，双击要在项目树中为其分配参数的客户端接口。

对于示例组态：双击“ProductionLine”客户端接口。



“创建客户端接口 (页 350)”部分介绍了如何创建客户端接口。

2. 如果选项卡尚未显示，请单击“特性”(Properties) 选项卡（巡视窗口）。

STEP 7 现在显示 OPC UA 客户端指令的连接参数分配。

“常规”(General) 选项卡会打开。

3. 单击“组态”(Configuration) 选项卡并设置与 OPC UA 服务器的连接。

设置连接参数

1. 为会话选择一个描述性名称。在本示例中，将选择名称“OPC UA Connection to ProductionLine”。
2. 在“地址”(Address) 字段中，输入用户程序（作为 OPC UA 客户端运行）要与之建立连接的 OPC UA 服务器的 IP 地址。在示例组态中，控制生产线的 CPU 的 IP 地址为“192.168.1.1”。将与该 CPU 的 OPC UA 服务器建立连接。为此，需要在“地址”(Address) 字段中输入 IP 地址。在这种情况下，OPC UA 服务器会使用默认端口 4840。

或者，也可以在“地址”(Address) 字段中输入有效的 DNS 名称。DNS 名称的长度限制为 242 个字符。

如果地址无效，则会显示错误消息：“输入有效地址”(Enter a valid address)。

如果“地址”(Address)、“端口”(Port) 和“路径”(Path) 字段的字符串长度超过 254 个字符，也会显示错误消息。

3. 在 OPC UA 服务器中输入路径，可限制对该路径的访问。该信息可选。但如果指定了服务器路径，则某些服务器仅建立一条连接。

指定某个路径时，系统将在客户端接口内组态 DB 的“ServerEndpointUrl”条目中输入该路径。该条目由组件“OPC 示意前缀”(OPC Schematic Prefix)、“IP 地址”(IP address)、“端口号”(Port number)和“服务器路径”(Server path) 组成，例如：“opc.tcp://192.168.0.10:4840/example/path”。

下图显示了 OPC UA 服务器的 IP 地址条目：

	客户端	服务器
会话名称：	OPC UA connection to Productionline	
设备：	Supervisor [CPU 1516-3 PN/DP]	未指定的设备
地址：		192.168.1.1
端口：		4840
路径 (可选)：		
服务器地址：		opc.tcp://192.168.1.1:4840
会话超时：	30	s
监视时间：	5	s

图 9-74 连接参数

4. 如果 OPC UA 服务器不使用标准端口 4840，则必须在此插入端口号。

例如，如果要与之建立连接的 OPC UA 服务器使用该端口号，则在字段中输入数字 65535。

5. 此外，还接受会话超时（30 秒）和监视时间（5 秒）的默认设置。

设置安全参数

1. 单击“组态”(Configuration) 选项卡中的“安全”(Security) 区域。

此区域包含与 OPC UA 服务器的连接的所有安全设置。

可进行以下设置：

“常规”(General) 区域

安全模式：

从下拉列表中选择与 OPC UA 服务器的连接必须达到的安全模式。

如果服务器不满足所选模式的要求，将不建立连接。

可进行以下设置：

- 不安全：无安全连接！
- 签名：OPC UA 服务器和 OPC UA 客户端对数据传输进行签名（所有消息）：因此可检测到修改。
- 签名并加密：OPC UA 服务器和 OPC UA 客户端对数据传输进行签名和加密（所有消息）：

安全策略：

设置将为消息签名和加密使用的加密技术。

可进行以下设置：

- 不安全
- Basic128Rsa15
- Basic256
- Basic256Sha256

要组态安全连接，必须注意以下事项：

- 需要为客户端使用证书才能建立安全连接。
- 需要让服务器知晓该客户端证书。

相关操作步骤，请参见“处理客户端和服务器证书 (页 247)”部分“OPC UA 客户端的证书”下的内容。

“证书”(Certificates) 区域

客户端证书:

证书确认 OPC UA 客户端的真实性。

要选择证书，请单击以下符号：



STEP 7 会显示证书列表。

选择已让服务器知晓的证书。

单击带有绿色复选标记的符号。



或者创建新证书。此时，可单击“添加”(Add) 符号。

如果创建新证书，必须让服务器知晓该证书。

“用户认证”(User authentication) 区域

可为用户身份认证进行以下设置：

- 访客
- 用户名和密码
- 用户 (TIA Portal - 安全设置)

更多信息，请参见“具有 OPC UA 功能权限的用户和角色 (页 259)”。

设置语言

String 类型的 UA 变量可通过 OPC UA 进行本地化，也就是说，文本（UA 变量的值）能够以不同的语言形式提供给服务器。例如，本地化文本可用于 DisplayName（节点名称）和 Description（说明）。

例如，在“组态”(Configuration) 选项卡的“语言”(Languages) 区域，可通过以下操作改变服务器返回文本的语言：

在“语言”(Languages) 区域中，输入连接建立期间服务器传送到客户端的语言数。

在第一行中输入的语言或与之关联的本地 ID（“语言代码”）是客户端的首选语言。

- 如果服务器能够以请求的语言提供 UA 变量，则会将该变量传送到客户端。
- 如果服务器不能以请求的语言提供 UA 变量，则会检查能否以在第二行中输入的语言（第一替代语言）提供 UA 变量。
- 服务器会逐个检查列表中的各条目，如果服务器既不能提供请求的语言，也不能提供替代语言，则将提供默认语言。

更多信息

与 OPC UA 服务器的连接发生故障的原因。常见问题解答

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109766709>)

参见

S7-1500 CPU 的客户端证书处理 (页 375)

9.4.9.2 S7-1500 CPU 的客户端证书处理

客户端证书来自何处？

如果使用 S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端（OPC UA 客户端已启用），则可按照以下章节中的详细介绍，使用 STEP 7 V15.1 及更高版本为这些客户端创建证书。

如果使用来自制造商或 OPC 基金会的 UA 客户端，则会在安装期间或在首次调用程序时自动生成客户端证书。在 STEP 7 中，需要通过全局证书管理器导入这些证书，并在相应的 CPU 中使用。

如果自行编写 OPC UA 客户端程序，则可以通过程序生成证书。也可通过工具生成证书（如，使用 OpenSSL 或 OPC 基金会的证书生成器）：

- 有关使用 OpenSSL 的操作步骤，请参见此处：“用户自己生成 PKI 密钥对和证书 (页 197)”。
- 有关使用 OPC 基金会的证书生成器的步骤，请参见此处：“创建自签名证书 (页 196)”。

S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端证书

仅当 OPC UA 服务器将 OPC UA 客户端证书归类为可信任证书时，服务器与客户端之间才能建立安全连接。

因此，需要让服务器知晓该客户端证书。

在以下章节中，将介绍最初如何为 S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端生成证书，并提供给服务器。

1. 生成并导出客户端证书

要进行安全连接，需生成一个客户端证书，如果服务器和客户端位于不同项目中，还需要导出该证书。

如果客户端和服务器位于相同项目中，则无需导出客户端以及进行后续导入。

要求

CPU 的 IP 接口已组态，IP 地址可用。

背景：在“主题备用名称 (SAN)”(Subject Alternative Name (SAN)) 中，输入用于访问系统中该 CPU 的 IP 地址。

创建 OPC UA 客户端接口

为 S7-1500 CPU 生成客户端证书的最简单方法是组态一个客户端接口。

为选择或生成客户端证书而提供的客户端接口的组态，参见“创建和组态连接 (页 369)”。

或者可按以下方法生成客户端证书：

1. 在项目树中，选择将用作客户端的 CPU。
2. 双击“设备组态”(Device configuration)。
3. 在该 CPU 的属性中，单击“保护和安全性 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager)。
4. 在“设备证书”(Device certificates) 表格中，双击“<新增>”(Add new)。

在 STEP 7 中，将打开一个对话框。

5. 单击“添加”(Add) 按钮。
6. 从“使用”(Usage) 列表选择“OPC UA 客户端”(OPC UA client) 条目。
7. 单击“确定”(OK)。

此时，STEP 7 将在“设备证书”(Device certificates) 表格中显示该客户端证书。

8. 如果服务器位于另一项目中：右键单击此行，并从快捷菜单中选择“导出证书”(Export certificate)。
9. 选择该客户端证书的目标存储目录。

2. 向服务器通告该客户端证书

用户需要将该客户端证书发送至服务器，以便允许建立安全连接。

为此，请执行以下操作步骤：

1. 如果客户端是在另一项目中组态的，并且已在该项目中创建并导出客户端证书：

- 选择服务器本地证书管理器中的“使用证书管理器的全局安全设置”(Use global security settings for certificate manager) 选项。这会使全局证书管理器可用。

可以在用作服务器的 CPU 的特性“保护和安全性 > 证书管理器”(Protection & Security > Certificate manager) 下找到此选项。

- 如果项目未受保护，请在 STEP 7 的项目树中选择“安全设置 > 设置”(Security settings > Settings)，然后单击“保护此项目”(Protect this project) 按钮并登录。

“全局安全设置”(Global security settings) 菜单项随即显示在 STEP 7 项目树的“安全设置”(Security setting) 下。

- 双击“全局安全设置”(Global security settings)。

- 双击“证书管理器”(Certificate manager)。

STEP 7 将打开全局证书管理器。

- 单击“设备证书”(Device certificates) 选项卡。
- 在此选项卡的空白区域（而非证书上）中，右键单击鼠标。
- 选择“导入”(Import) 快捷菜单。

将显示用于导入证书的对话框。

- 选择服务器信任的客户端证书。
- 单击“打开”(Open)，导入证书。

客户端证书现已包含在全局证书管理器中。请留意刚刚导入的客户端证书 ID。

2. 单击用作服务器的 CPU 的特性中的“常规”(General) 选项卡。

3. 单击“OPC UA > 服务器 > 安全 > 安全通道”(OPC UA > Server > Security > Secure Channel)。

4. 在“安全通道”(Secure Channel) 对话框中向下滚动至“受信客户端”(Trusted clients) 部分。

5. 双击表中空行的“<新增>”(add new)。随即会在该行中显示浏览按钮。

6. 单击该按钮。

7. 选择准备好的客户端证书。

9.4 将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端

8. 单击带有绿色复选标记的按钮。
9. 编译项目。
10. 将组态加载到 S7-1500 CPU（服务器）。

结果

服务器现已信任此客户端。如果还将服务器证书视为受信证书，则服务器和客户端之间可建立安全连接。

9.4.9.3 用户认证

在 S7-1500 的 OPC UA 客户端，可设置 OPC UA 客户端访问服务器时所需的认证方式。为此，必须在所请求的 S7-1500 CPU 项目树的“OPC UA 通信 > 客户端接口”(OPC UA communication > Client interfaces) 中选择相应的客户端接口，然后在巡视窗口的“属性 > 组态 > 信息安全”(Properties > Configuration > Security) 中选择用户认证方式。

用户认证方式

可通过以下几种方式进行用户认证：

- **访客**

此类用户无需进行身份验证（匿名访问）。CPU 将为该用户创建一个匿名会话，同时 OPC UA 服务器也不会对该客户端用户进行身份验证。

- **用户名和密码**

此类用户需证明身份验证（非匿名访问）。OPC UA 服务器将检查客户端用户是否具备访问服务器的权限。并通过用户名和正确的密码进行身份验证。客户端接口无法检查这些输入，即所有值都将接受为有效值。

说明

STEP 7 会将用户名和密码以未加密形式存储在数据块/背景数据块中。建议：使用用户认证“用户（TIA Portal - 安全设置）”(User (TIA Portal - security settings))。

- **用户（TIA Portal - 安全设置）**

通过在项目中所输入的用户名列表中输入一个用户名进行验证。在项目树中的用户管理中，通过“安全设置 > 用户和角色”(Security Settings > Users and roles) 查看当前项目中已注册的用户名称。此外，也可输入其它用户名。

用户可输入该项目用户管理中未列出的名称，或将该字段保留为空。仅当运行过程中相应的用户名出处不同（如，通过 HMI 或来自不同的 OPC UA 客户端）时，才需执行该操作。

“不安全”安全策略和通过用户名和密码进行身份验证

可执行以下组合设置：

“不安全”安全策略和通过用户名和密码进行身份验证

- S7-1500 的 OPC UA 服务器支持该组合设置。OPC UA 客户端可连接并加密认证数据，反之亦然。
- S7-1500 CPU 的 OPC UA 客户端也支持该组合设置：但在运行时，仅当通过电缆发送加密的认证数据时才能连接！

结果：使用以下组态，无法在运行时中建立连接。

- S7-1500 用作 OPC UA 客户端
- 当安全策略设置为“不安全”(="none") 时，不支持认证数据加密的 OPC UA 服务器。

9.4 将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端

参见

具有 OPC UA 功能权限的用户和角色 (页 259)

9.4.9.4 使用组态连接

简介

本节介绍了如何为 OPC UA 指令使用组态连接（第三步）。

要求

- 已创建客户端接口，并已向该接口添加 PLC 变量和 PLC 方法，参见（“第一步 (页 350)”）。
- 已组态与 OPC UA 服务器的连接（第二步 (页 369)）。

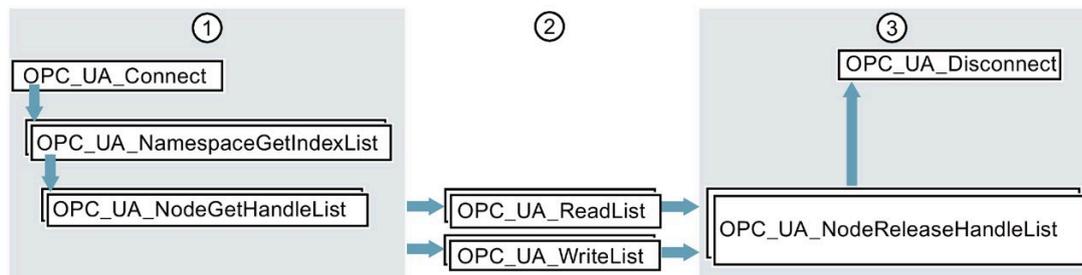
概述

要从 OPC UA 服务器读取数据或向 OPC UA 服务器写入数据，请使用以下指令：

- OPC-UA_Connect
- OPC-UA_NamespaceGetIndexList
- OPC-UA_NodeGetHandleList
- OPC-UA_ReadList or OPC-UA_WriteList
- OPC-UA_NodeReleaseHandleList
- OPC-UA_Disconnect

OPC UA 指令的顺序

下图显示了使用 OPC UA 指令读取或写入 PLC 变量时这些指令在用户程序中的调用顺序：



- ① 用于准备读取和写入操作的指令
- ② 读取和写入指令
- ③ 完成读取或写入操作后用于进行“清理”的指令
如果随后立即调用“OPC-UA_Disconnect”，则可省略“OPC-UA_NodeReleaseHandleList”指令。

图 9-75 读取和写入操作的调用顺序

如果使用的是客户端接口以及与 OPC UA 服务器的已组态连接，则 STEP 7 (TIA Portal) 会自动提供这些指令的参数。

下一节中介绍了具体操作步骤。

使用客户端接口和已组态连接

要使用已组态 OPC UA 连接，请按以下步骤操作：

1. 在 TIA Portal 中打开用户程序。
2. 通过拖放的方式将“**UA_Connect**”指令移入程序编辑器。

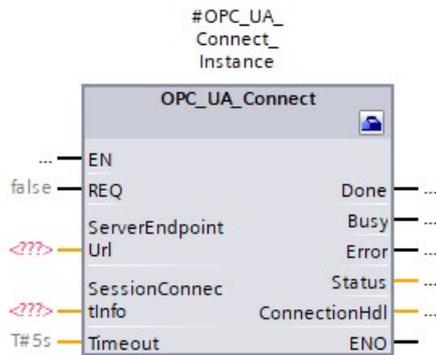
该指令将出现在 TIA Portal 中的“指令 > 通信 > OPC UA”(Instructions > Communication > OPC UA) 下方。

3. 选择指令的调用选项。

示例使用多重实例。

STEP 7 会在程序编辑器中显示指令。

函数块图 (FBD) 编程语言编辑器使用以下显示：



梯形逻辑 (LAD) 编程语言编辑器采用相似的方式显示指令。

4. 单击 FBD 或 LAD 编辑器中的工具箱符号。

该符号位于指令标题中。



如果使用 STL 或 SCL 编辑器： 点击实例名称第一个字符下方的小绿方块：

`#OPC-UA_Connect_Instance`

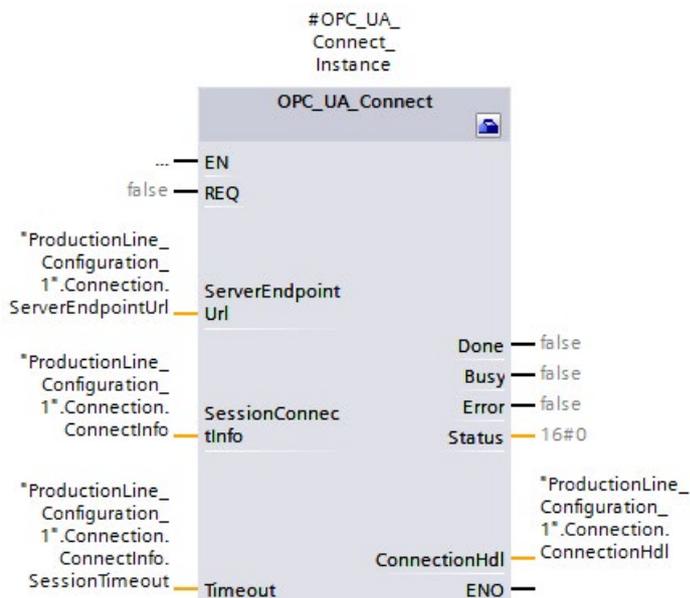
示例 (页 348)使用“#OPC-UA_Connect_Instance”作为实例名称。

STEP 7 会在单独的对话框中显示特性。

5. 对于“客户端接口”(Client interface), 选择要为指令使用的客户端接口。

在本示例中, 选择“ProductionLine”客户端接口。

STEP 7 现在通过 OPC-UA-Connect 指令的参数与“ProductionLine”客户端接口互连。



在 OPC UA 客户端示例 (页 348)中, 使用“ProductionLine”作为接口与 OPC UA 服务器“ProductionLine”进行数据交换。

6. 通过拖放的方式将“UA_NamespaceGetIndexList”指令移入程序编辑器。

该指令将出现在 TIA Portal 中的“指令 > 通信 > OPC UA”(Instructions > Communication > OPC UA) 下方。

选择“多重实例”(Multi-instance) 调用选项。

如果编辑器尚未打开, 请单击工具箱符号 (LAD 和 FBD) 或实例名称下方的小绿框 (STL 和 SCL)。

选择要使用的客户端接口 (示例中为“ProductionLine”)。

STEP 7 现在自动与“OPC-UA-NamespaceGetIndexList”指令的所有参数互连:

9.4 将 S7-1500 CPU 用作 OPC UA 客户端

7. 通过拖放的方式将“**UA_NodeGetHandleList**”指令移入程序编辑器。

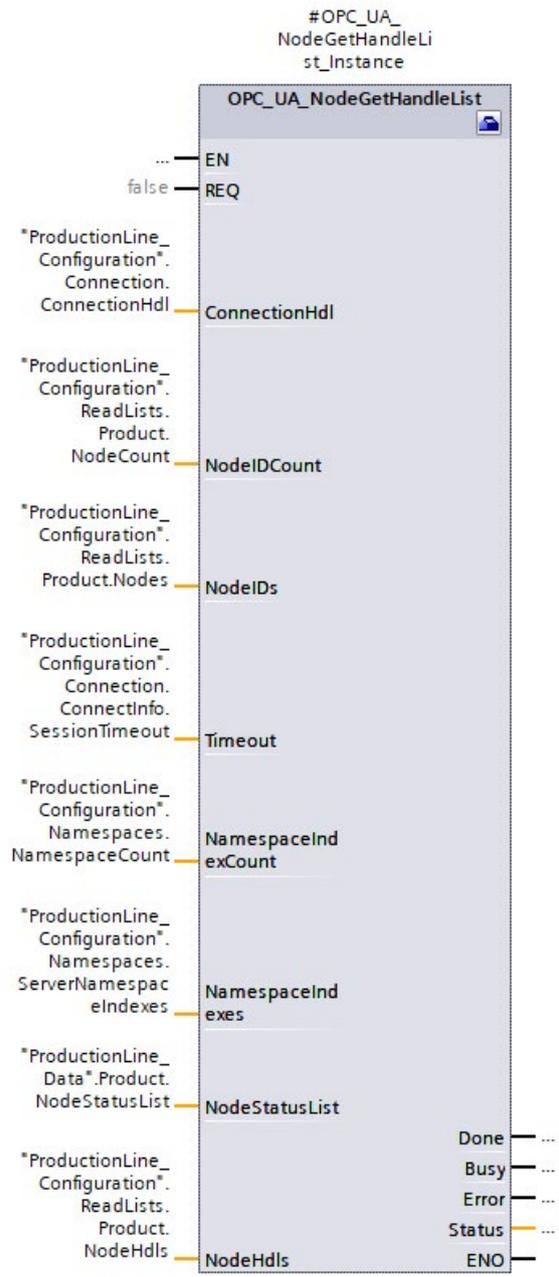
选择“多重实例”(Multi-instance) 调用选项。

如果编辑器尚未打开，请单击工具箱符号（LAD 和 FBD）或实例名称下方的小绿框（STL 和 SCL）。

选择要使用的客户端接口。在本示例中，使用“ProductionLine”客户端接口。

在“数据访问 > 读取/写入列表”(Data access > Read/Writelist) 中，选择需使用的读取列表（本示例中为读取列表“Product”）。

STEP 7 现在自动与“OPC-UA_NodeGetHandleList”指令的所有参数互连：



如果要将数据写入到 OPC UA 服务器，请在“数据访问 > 读取/写入列表”(Data access > Read/Writelist) 下选择要使用的写入列表（示例中为“ProductionStatus”写入列表）。

8. 通过拖放的方式将“**UA_ReadList**”指令移入程序编辑器。

选择“多重实例”(Multi-instance) 调用选项。

如果编辑器尚未打开，请单击工具箱符号（LAD 和 FBD）或实例名称下方的小绿框（STL 和 SCL）。

选择要使用的客户端接口。示例使用“ProductionLine”客户端接口。

在“数据访问 > 读取/写入列表”(Data access > Read/Writelist) 中，选择需使用的读取列表（本示例中为“Product”读取列表）。

STEP 7 现在自动与“OPC-UA_ReadList”指令的所有参数互连。

如果要将数据写入到 OPC UA 服务器，请使用“**OPC-UA_Write**”指令，并在“数据访问 > 写入列表”(Data access > Writelist) 下选择要发送到服务器的变量列表（示例中为“ProductionStatus”写入列表）。

9. 如果要将其它读取列表或写入列表用作用户程序中受程序控制的列表，请通过拖放操作将“**UA_NodeReleaseHandleList**”指令移入程序编辑器。

选择要使用的客户端接口。

现在选择要发布的读取列表或写入列表。由于重新注册比较耗时，请仅释放很少使用的读取或写入列表。

然后使用“**UA_NodeGetHandleList**”指令重复执行第 7 步开始的步骤。

10. 通过拖放的方式将“**UA_Disconnect**”指令移入程序编辑器。

选择“多重实例”(Multi-instance) 调用选项。

如果编辑器尚未打开，请单击工具箱符号（LAD 和 FBD）或实例名称下方的小绿框（STL 和 SCL）。

选择要使用的客户端接口。在本示例中，使用“ProductionLine”客户端接口。

STEP 7 现在自动与“OPC-UA_Disconnect”指令的所有参数互连。

支持的指令

对于下列指令，如果使用的是客户端接口以及与 OPC UA 服务器的已组态连接，则 STEP 7 会自动提供参数。

- OPC-UA_Connect
- OPC-UA_NamespaceGetIndexList
- OPC-UA_NodeGetHandleList
- OPC-UA_MethodGetHandleList
- OPC-UA_MethodReleaseHandleList
- OPC-UA_ReadList
- OPC-UA_WriteList
- OPC-UA_MethodCall
- OPC-UA_NodeReleaseHandleList
- OPC-UA_Disconnect

9.5 提示和建议

9.5.1 订阅规则

以下规则适用于订阅部分：

- 根据不同的采样和发布时间间隔对订阅分组，并将被监视的元素（变量）分配到这些组中。

示例：创建一个发布时间间隔较长（如 5 秒）的订阅和一个发布时间间隔较短（如 0.1 秒）的订阅。

- 禁用不需要的订阅。

原因：“已禁用”订阅模式可以降低资源消耗。

- 需注意相应 S7-1500 CPU 可监视的订阅项目的最大数量。

在相应 CPU 的技术规范中，可以找到该信息。此信息基于 1 秒的采样/发布时间间隔。

更多信息，请参见“FAQ 109755846

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109755846>)”。

- 针对 OPC UA 客户端和 OPC UA 服务器，选择相同的采样和发布时间间隔。
- 避免将数组和结构作为订阅的元素（如果过程允许）。

原因：即使数组/结构中有一个值发生变化，也需要传送整个结构，从而产生不必要的通信负载。

- 偶尔发生与所需的采样率不兼容的情况，S7-1500 CPU 的 OPC UA 服务器根据 OPC UA 规范使用“GoodOverload”错误代码进行确认，另请参见 TIA Portal 帮助。不同的 OPC UA 客户端以不同的方式处理不等于“0”的“Good”错误代码。请注意此行为，必要时根据上述措施降低通信负载。

参见

服务器的订阅设置 (页 245)

9.5.2 面向用户程序的规则

OPC UA 的用户程序

以下规则适用于用户程序：

- 如果您的应用程序允许，并且通信负载过高，应该设置周期性 OB 的最小时间。

优势：

- 周期时间多数情况下是不变的
- 整个过程中 CPU 可以分配更多的时间处理通信任务

提示：使用指令“Runtime_Info”；模式 21 或模式 25（参见 TIA Portal 帮助）分析 CPU 利用率（例如通信）。

- 减少可以通过 OPC UA/HMI 访问的变量或数据块的数量。默认情况下，创建变量 /DB/IDB 时，来自 OPC UA/HMI 的所有变量都可以访问。在运行状态下加载时，此措施可以改进性能。

提示：通过在 TIA Portal 中使用详细对象显示，可以轻松将非 OPC-UA 相关数据块标记为“无法从 OPC UA 访问”(not accessible from OPC UA)。

- 只有通过 OPC UA 方法才能实现一致的数据传输，不受简单数据类型的限制。如果使用其他 OPC UA 功能（订阅、读写），必须确保应用中的数据一致性。
- OPC UA 提供“RegisterNodes”服务对相同的变量进行重复读写。服务器可使用该服务准备对变量的优化访问。作为 OPC UA 客户端的 S7-1500 的指令“OPC-UA_NodeGetHandleList”可隐式调用该服务，使服务器准备好进行优化访问（在 OPC UA 用法“注册的读写”中）。

在 TIA Portal 中调用详细的对象显示

要调用详细的对象显示，请执行以下步骤：

1. 在门户视图中切换到“PLC 编程”(PLC Programming) 门户。
2. 选择“显示所有对象”(Show all objects):
3. 在选择窗口中切换到“详细信息”(Details) 选项卡。
4. 在“DB 从 OPC UA 可访问”(DB accessible from OPC UA) 列中，禁用各个对象的 OPC UA 可访问性。

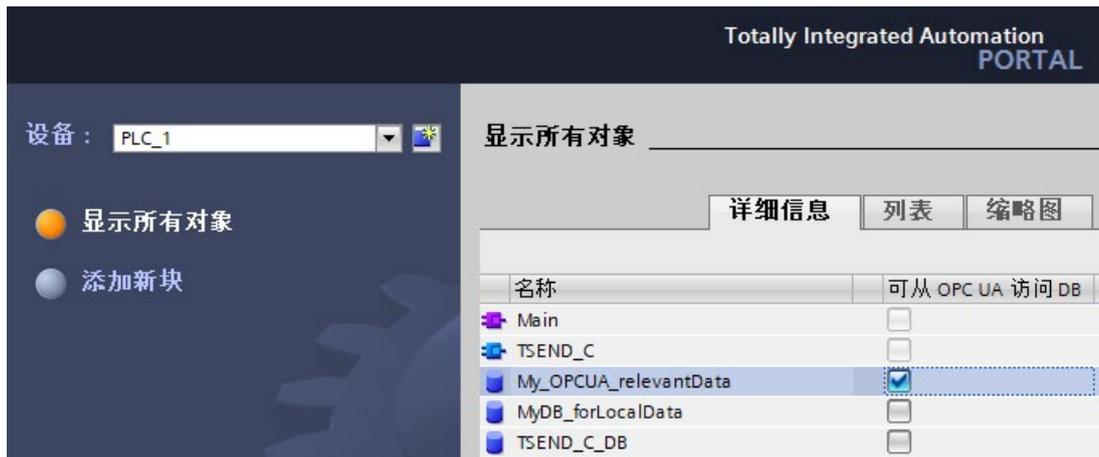


图 9-76 在 TIA Portal 中调用详细的对象显示

9.5.3 OPC UA 通信的模板副本

OPC UA 接口的模板副本

要多次使用的 OPC UA 服务器和 OPC UA 客户端的接口可存储在项目库或全局库中。项目库中的模板副本只能在项目中使用。在全局库中创建模板副本时，模板副本可用于不同的项目中。

支持 OPC UA 的 CPU 根据 OPC UA 服务器的 3 种接口类型加以区分：

- 标准 OPC UA 服务器接口
- 配套规范接口
- 命名空间引用

将 OPC UA 接口添加到项目树的“OPC UA 通信”(OPC UA Communication) 下方时，每个接口类型都会获得自己的符号。模板副本会使用相同符号。

创建单个模板副本或包含多个接口的模板副本。

基于选择创建多个模板副本

选择一个或多个元素并使用它们来创建各个模板副本

1. 在“库”(Libraries) 任务卡中打开库。
2. 选择所需的元素。
3. 使用拖放操作，将这些元素移到“模板副本”(Master copies) 文件夹或“模板副本”(Master copies) 的任意子文件夹中。

基于选择创建模板副本

选择多个元素并创建包含所有选中元素的单个模板副本。

1. 将要创建为模板副本的元素复制到剪贴板中。
2. 右键单击“模板副本”(Master copies) 文件夹或库中的任意一个子文件夹。
3. 在快捷菜单中，选择“作为单个模板副本粘贴”(Paste as a single master copy) 命令。

如果多个接口从 OPC UA 服务器或 OPC UA 客户端添加到模板副本，库中的标签和符号也会相应地更改。

会显示带“+”的符号，而不是简单的符号。

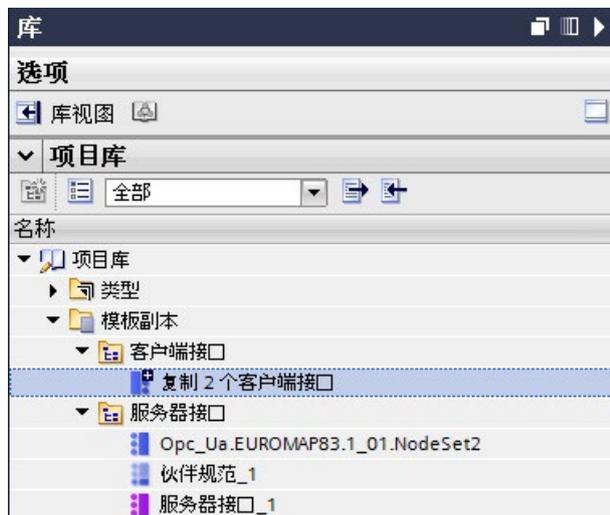


图 9-77 在 STEP 7 中创建复制模板

参见

创建用户自定义服务器接口 (页 280)

通过 DHCP 寻址

为了提供面向未来的高效灵活的自动化解方案，制造领域中越来越多的组件开始支持 IT 标准。凭借全球以太网标准、集成通信和多功能性，具有 IT 支持的自动化解方案成为可满足用户需要的经济型解方案。借助 S7-1500 CPU 通信选项的功能扩展，可以在使用系统或机器时获得更高的自由度。通过使用 IT 技术提高自动化的效率。对于固件版本为 V2.9 及以上版本的 S7-1500 CPU，通过 DHCP 的引入以及 DNS 的扩展，可以在设计自动化解方案时实现更高的灵活性。

对于 S7-1500 CPU 的接口，可以设置为通过 DHCPv4 服务器（以下称为 DHCP 服务器）获取地址参数，例如 IP 地址以及子网掩码。

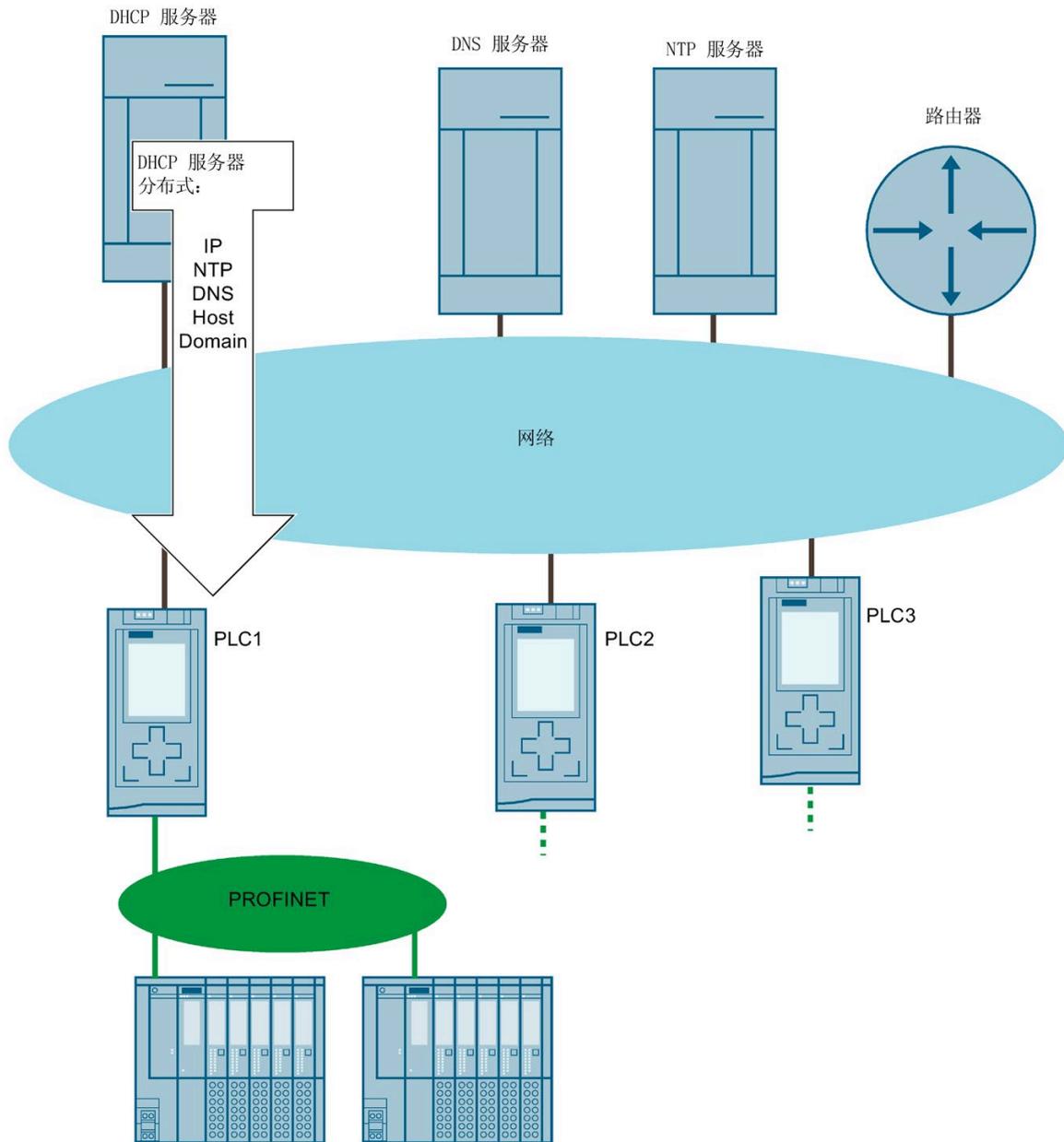


图 10-1 DHCP 概述

应用范围

- 在管理型 IT 环境中使用 S7-1500 CPU
- 在模块化制造结构中添加新设备

10.1 DHCP 的地址分配原则

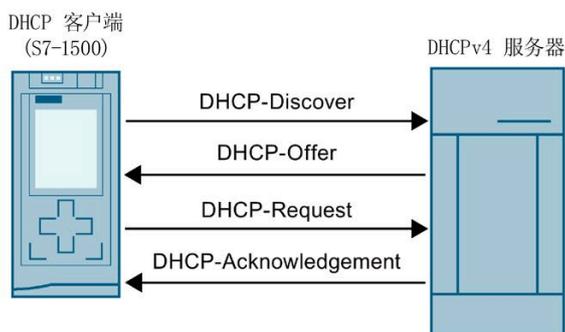
组态要求

必须满足以下要求，S7-1500 CPU 的 PROFINET 接口才可以通过 DHCP 服务器获取 IP 地址参数：

- 已组态通过 DHCP 服务器进行地址分配。
激活 DHCP (页 401)
- 没有为该接口组态 PROFINET IO 通信。

DHCP 地址分配原则

将项目下载到 CPU 中，此过程将立即开始，或者已组态 DHCP 地址分配功能的 CPU 接通并启动后，DHCP 分配过程便会开始：



DHCP Discover	DHCP 客户端通过广播搜索合适的 DHCP 服务器。DHCP 客户端使用组态的客户端 ID 或 MAC 地址作为 DHCP 服务器上的身份标识。
DHCP Offer	DHCP 服务器向 DHCP 客户端提供 IP 地址参数（IPv4 地址、子网掩码、可选的默认路由器），并在必要时提供其它数据（选项）。
DHCP Request	DHCP 客户端请求 DHCP offer 中提供的 IP 地址参数和选项。 S7-1500 CPU 的 DHCP 客户端始终接受满足要求的 DHCP 服务器的第一个 DHCP offer（IP 地址以及子网掩码）。
DHCP Acknowledgment	DHCP 服务器确认并传输 DHCP offer 中提供的 IP 地址参数和选项。 DHCP 服务器还向 DHCP 客户端发出通知，指明可以使用地址参数的时间（租用时间）。

图 10-2 DHCP 的地址分配原则

IP 地址参数和选项存储在 CPU 的装载存储器中。CPU 常规复位或重新启动后，将通过 DHCP 重新获得 IP 地址参数和选项。

DHCP 地址分配选项

对于 S7-1500 CPU，可以组态通过 DHCP 服务器获得以下选项：

- 最多四个 DNS 服务器的地址
通过 DHCP 获取 DNS 服务器的地址 (页 404)
- 最多四个 NTP 服务器的地址
通过 DHCP 获取 NTP 服务器的地址 (页 404)
- 主机和域名
通过 DHCP 获取主机和域名 (页 405)

如有必要，DHCP 服务器还提供路由器地址（默认网关）。

S7-1500 CPU 可以使用 DHCP 地址参数的时间

除地址参数外，DHCP 服务器还会向 S7-1500 CPU（DHCP 客户端）发出通知，指明租用时间。租用时间定义 CPU 可以使用地址参数的时间。

租用时间到期后，CPU 返还分配的地址参数。CPU 通过内部时间监视功能来监视租用时间。

在租期到期前的特定时间点，CPU 可以选择延长租用时间：

- 续租：租用时间过半时：CPU 联系原始 DHCP 服务器，并要求延长租用时间。原始 DHCP 服务器可以确认现有租用时间或分配新的租用时间。使用新的租用时间，重置 CPU 中的时间监视。
- 重新绑定：租用时间已消耗 7/8：CPU 通过广播联系所有可用的 DHCP 服务器，并要求延长租用时间。DHCP 服务器可以确认现有租用时间或分配新的租用时间。使用新的租用时间，重置 CPU 中的时间监视。

如果在重新绑定过程中 DHCP 服务器发出否定响应，或没有 DHCP 服务器进行响应，则 CPU 将在租用时间耗尽后返还地址参数。

如果在租用时间到期后 CPU 已返回地址参数，则 CPU 将使用新的 DHCP Discover 来启动新的 DHCP 寻址周期。

参见

组态客户端 ID (页 402)

10.2 DHCP 与 DNS

自 STEP 7 V17 起，S7-1500 CPU 支持在基于名称的通信 (DNS) 中使用主机名和域地址参数。

对于特定的通信服务，通过主机名和域组成的完整名称执行基于名称的寻址具有实用价值：

- 可使用完整名称对 CPU 进行寻址，例如，通过 OPC UA 的开放式用户通信。在通过 DHCP 服务器动态分配 IP 地址时，始终可以通过 DNS 名称进行唯一寻址。
- S7-1500 CPU 的证书可能包含完整名称，例如，用于 OPC UA 通信、Web 服务器、安全通信。
 - 只有在 STEP 7 中为 S7-1500 CPU 组态主机名和域时，才能在项目的设备证书中输入完整名称作为使用者替代名称 (SAN)。
 - 通过 DHCP 获得主机名和/或域后，或者通过用户程序分配主机名和/或域后，完整名称将不会存储在项目的设备证书中。

为 CPU 设置 DNS 组态的方式取决于在网络中分配主机名和域的方式。

- 主机名和域的集中分配

例如，通过组态的 DNS 服务器在网络中集中分配主机名和域。在 STEP 7 中，组态 CPU 通过 DHCP 获取主机名和域。

在以下组态中，仅在 S7-1500 CPU 中组态了客户端 ID。在分配 DHCP 地址时，DHCP 服务器将主机名和域选项返回给 CPU。

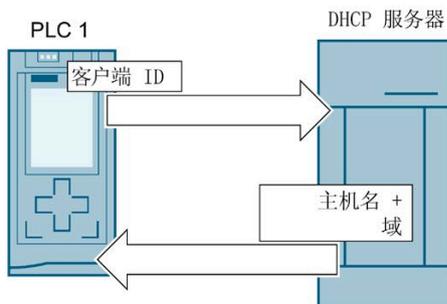


图 10-3 通过 DHCP 获取主机和域名

对于此组态，必须首先在 STEP 7 中激活主机名和域组态。然后，组态通过 DHCP 获取主机和域名。

通过 DHCP 获取主机和域名 (页 405)

- 主机名和域的本地分配

可以在 STEP 7 中组态主机名和域，或者在用户程序中分配主机名和域。

说明

通过 DHCP 获取的数据的有效性

如果在用户程序中更改主机名和/或域，则通过 DHCP 获取的所有数据（IP 套件、主机名、域、NTP 服务器和 DNS 服务器）都会失效，并且会从 DHCP 服务器再次获取。因此，仅应在紧急情况下而不是运行期间更改主机名和/或域。

如果接口的 IP 地址发生变更，则所有连接都会中断。

在以下组态中，除了客户端 ID 外，还在 S7-1500 CPU 中组态了主机名和域。在分配 DHCP 地址时，CPU 将客户端 ID 以及主机名和域提供给 DHCP 服务器。DHCP 服务器接收要更新的信息，例如带有 CPU 地址数据的 DNS 服务器。

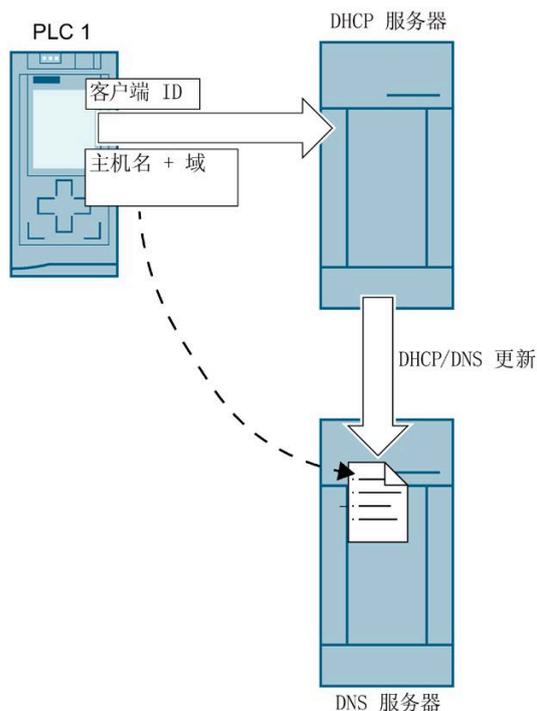


图 10-4 组态主机和域名

对于此组态，必须首先在 STEP 7 中激活主机名和域组态。然后在 STEP 7 中组态主机名和域。

- 域的集中分配和主机名的本地分配。
 - 在 STEP 7 中组态 CPU 通过 DHCP 获取域。
 - 可以在 STEP 7 中组态主机名，或者通过用户程序分配主机名。

在以下组态中，除了客户端 ID 外，还在 S7-1500 CPU 中组态了主机名。在分配 DHCP 地址时，CPU 将客户端 ID 以及主机名提供给 DHCPv4 服务器。DHCP 服务器将域选项提供给 CPU。

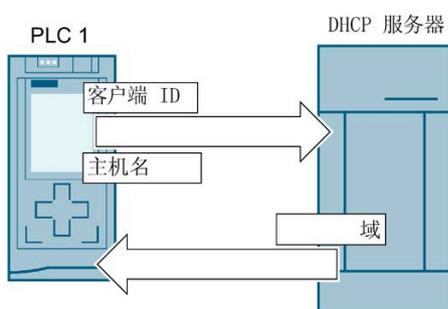


图 10-5 组态主机名，通过 DHCP 获取域名

对于此组态，必须首先在 STEP 7 中激活主机名和域组态。然后在 STEP 7 中组态主机名，并组态通过 DHCP 获取域。

要求

- 已经在 S7-1500 CPU 的至少一个接口中激活了 DHCP 地址分配。

组态主机和域名

要在 STEP 7 中激活主机名和域组态，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > 主机和域名 > 主机和域名组态”(Advanced configuration > Host and domain name > Host and domain name configuration)。
3. 选中“启用主机名和域”(Enable host name and domain) 复选框。

在 STEP 7 中组态主机名。

要在 STEP 7 中组态主机名，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > 主机和域名 > 主机和域名组态 > 主机名”(Advanced configuration > Host and domain name > Host and domain name configuration > Host name)。
3. 对于“主机名组态：”(Host name configuration:)，从下拉列表中选择“在项目中设置主机名”(Set host name in the project)。
4. 在“主机名：”(Host name:) 下输入主机名。
 - 输入所需的主机名。
 - 如果选中“主机名与设备名称相同”(Host name identical to device name) 复选框，则 STEP 7 会自动将设备名称分配为主机名。

只有在 STEP 7 中组态主机和域名后，“全名：”(Full name:) 下才会显示全名。

在用户程序中分配主机名

要在用户程序中分配主机名，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > 主机和域名 > 主机和域名组态 > 主机名”(Advanced configuration > Host and domain name > Host and domain name configuration > Host name)。
3. 在“主机名组态：”(Host name configuration:) 下，从下拉列表中选择“在设备上直接设置主机名（例如，PLC 程序、显示屏）”(Set hostname directly on the device (e.g. PLC program, display))。
4. 在用户程序中调用指令“CommConfig”。DATA 参数必须指向用于定义主机名的 UDT“Conf_Hostname”。

有关“CommConfig”指令和 UDT“Conf-Hostname”的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

在 STEP 7 中组态域

要在 STEP 7 中组态域，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > 主机和域名 > 主机和域名组态 > 域”(Advanced configuration > Host and domain name > Host and domain name configuration > Domain)。
3. 对于“域组态：”(Domain configuration:)，从下拉列表中选择“在项目中设置域”(Set domain in the project)。
4. 在“域：”(Domain:) 下输入所需的域。

只有在 STEP 7 中组态主机和域名后，“全名：”(Full name:) 下才会显示全名。

在用户程序中分配域

要在用户程序中分配域，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > 主机和域名 > 主机和域名组态 > 域”(Advanced configuration > Host and domain name > Host and domain name configuration > Domain)。
3. 在“主机名组态：”(Hostname configuration:) 下，从下拉列表中选择“在设备上直接设置域（例如，PLC 程序、显示屏）”(Set domain directly on the device (for example PLC program, display))。
4. 在用户程序中调用指令“CommConfig”。DATA 参数必须指向用于指定域名的 UDT“Conf_Domainname”。

有关“CommConfig”指令和 UDT“Conf-Domainname”的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

主机名、域和客户端 ID 的最大长度规则

请注意以下最大长度（以字节为单位）。一个字节对应一个字符：

- 主机名：最多 63 个字节
- 域：最多 252 个字节
- 客户端 ID：最多 254 个字节
- 主机 + 域名：最多 254 个字节
- 主机 + 域名 + 客户 ID：最多 260 个字节

仅在必须将主机名和域发送到 DHCP 服务器时适用。

10.3 激活 DHCP

要求

- S7-1500 CPU 固件版本 V2.9 或更高版本

操作步骤

要为 S7-1500 CPU 的 PROFINET 接口激活 DHCP，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中，选择 S7-1500 CPU 的 PROFINET 接口。
2. 在接口属性中，导航至“以太网地址 > Internet 协议版本 4 (IPv4)”(Ethernet addresses > Internet Protocol Version 4 (IPv4))。
3. 选择选项“DHCP 服务器的 IP 地址”(IP address of DHCP server)。

结果

接口设置完毕，该接口现在可以通过 DHCP 服务器获取 IP 地址。

在 S7-1500 CPU 上，将“使用 MAC 地址作为客户端 ID”(Use MAC address as client ID) 设置为 DHCP 的操作模式。有关如何调整客户端 ID 的信息，请参见“组态客户端 ID (页 402)”。

10.4 组态客户端 ID

客户端 ID

S7-1500 CPU 始终使用客户端 ID（DHCP 选项 61）向 DHCP 服务器标识自己的身份。客户端 ID 具体取决于接口。

对于客户端 ID，S7-1500 CPU 支持以下两种操作模式：

- 使用 MAC 地址作为客户端 ID：使用 CPU 的 MAC 地址作为 DHCP 客户端的客户端 ID。注意，如果在此操作模式下执行 CPU 的设备更换，则 MAC 地址以及客户端 ID 会更改。
- 用户自定义客户端 ID：使用此选项，可以在 STEP 7 的组态中指定客户端 ID。此外，还可以选择在运行期间修改客户端 ID，例如，在用户程序中使用“CommConfig”指令执行修改。

如果在此操作模式下执行 CPU 的设备更换，则会为新 CPU 分配已组态的客户端 ID。

要求

- 接口已激活 DHCP 地址分配。

组态客户端 ID

要在 STEP 7 中组态客户端 ID，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中，选择 S7-1500 CPU 的 PROFINET 接口。
2. 在接口属性中，导航至“以太网地址 > Internet 协议版本 4 (IPv4) > DHCP 服务器的 IP 地址”(Ethernet addresses > Internet Protocol Version 4 (IPv4) > IP address of DHCP server)。
3. 对于“操作模式：”(Operating mode:)，从下拉列表中选择所需的操作模式：
 - 使用 MAC 地址作为客户端 ID（默认设置）
 - 用户自定义客户端 ID

如果选择了选项“使用 MAC 地址作为客户端 ID”(Use MAC address as client ID)，则操作步骤已完成。对于“用户自定义客户端 ID”(User-defined client ID)，继续执行步骤 4。

4. 为“客户端 ID”(Client ID) 输入有效的客户端 ID。
 - 在此区域中允许使用 7 位 ASCII 字符串 (0x21 到 0x7e)。
 - 某些 DHCP 服务器需要加一个前导“0” (如, 某些 SCALANCE 设备)。这时, 需在客户端 ID 前输入“\0”。
 - 也可以将字段留空。在这种情况下, 必须选中“可以在运行系统中更改客户端 ID”(Client ID can be changed at runtime) 复选框。
5. 为了在运行系统中对用户自定义客户端 ID 进行修改, 需选中“可以在运行系统中更改客户端 ID”(Client ID can be changed at runtime) 复选框。

在运行系统中更改客户端 ID

可以使用“CommConfig”指令通过用户程序更改客户端 ID。调用该指令。DATA 参数必须指向 UDT“Conf_ClientId”或 UDT“Conf_ClientId_Opaque”。必须在 UDT 中指定客户端 ID。

如果在 STEP 7 的组态中将用户自定义客户端 ID 留空, 则 CPU 将使用 MAC 地址作为客户端 ID, 直到第一次修改此客户端 ID。

说明

通过 DHCP 获取的数据的有效性

如果使用“CommConfig”更改 ClientId, 则通过 DHCP 获取的所有数据都将失效: IP 套件、域名、NTP 服务器和 DNS 服务器。因此, 仅应在紧急情况下而不是运行期间更改 ClientId。

有关“CommConfig”指令及 UDT“Conf_ClientId”和“Conf_ClientId_Opaque”的更多信息, 请参见 STEP 7 在线帮助。

10.5 通过 DHCP 获取 DNS 服务器的地址

要求

- 已经在 S7-1500 CPU 的至少一个接口中激活了 DHCP 地址分配。

通过 DHCP 从 DNS 服务器获取地址

要通过 DHCP 获取最多 4 个 DNS 服务器的地址，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > DNS 组态 > 服务器列表”(Advanced configuration > DNS configuration > Server list)。
3. 对于“通过 DNS 解析名称：”(Name resolution via DNS:)，从下拉列表中选择“远程设置 DNS 服务器（例如 DHCP）”(Set DNS server remotely (e.g. DHCP))。

结果：如果 DHCP 服务器提供来自 DNS 服务器的地址作为选项，则 CPU 最多使用 4 个地址。

10.6 通过 DHCP 获取 NTP 服务器的地址

要求

- 已经在 S7-1500 CPU 的至少一个接口中激活了 DHCP 地址分配。

通过 DHCP 从 NTP 服务器获取地址

要通过 DHCP 获取最多四个 NTP 服务器的地址，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航到“时钟 > 时间同步 > NTP 模式”(Time of day > Time synchronization > NTP mode)。
3. 对于“时间同步：”(Time synchronization:)，从下拉列表中选择“远程设置 NTP 服务器（例如 DHCP）”(Set NTP server remotely (e.g. DHCP))。

结果：如果 DHCP 服务器提供来自 NTP 服务器的地址作为选项，则 CPU 最多使用 4 个地址。

10.7 通过 DHCP 获取主机和域名

要求

- 已经在 S7-1500 CPU 的至少一个接口中激活了 DHCP 地址分配。
- 已在 STEP 7 中激活了主机名和域组态。

通过 DHCP 获取主机名

要通过 DHCP 获取主机名，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > 主机和域名 > 主机和域名组态 > 主机名”(Advanced configuration > Host and domain name > Host and domain name configuration > Host name)。
3. 对于“主机名组态：”(Host name configuration:)，从下拉列表中选择“远程设置主机名（例如 DHCP）”(Set host name remotely (e.g. DHCP))。

结果：如果 DHCP 服务器提供主机名作为选项，则 CPU 使用该主机名。

通过 DHCP 获取域

要通过 DHCP 获取域，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 中选择 S7-1500 CPU。
2. 在 CPU 的属性中，导航至“高级组态 > 主机和域名 > 主机和域名组态 > 域”(Advanced configuration > Host and domain name > Host and domain name configuration > Domain)。
3. 对于“域组态：”(Domain configuration:)，从下拉列表中选择“远程设置域（例如 DHCP）”(Set domain remotely (e.g. DHCP))。

结果：如果 DHCP 服务器提供域作为选项，则 CPU 使用该域。

路由

11.1 S7-1500 CPU 的路由机制概述

下表列出了 S7-1500 CPU 路由机制的概要信息。

路由机制	说明	应用	部分
S7 路由	S7 路由就是跨 S7 子网传输数据。可以跨越几个 S7 子网将信息从发送方传送到接收方。	下载用户程序 加载硬件配置 执行测试和诊断函数	S7 路由 (页 407)
IP 转发	IP 转发是一种在两个已连接 IP 子网之间转发 IP 数据包的设备功能。	轻松实现控制级到现场级的访问，以便对设备进行组态和参数分配，例如通过 PDM 或 Web 浏览器。 简化远程访问设备的集成，例如，在远程维护或固件更新期间进行诊断。	IP 转发 (页 412)
数据记录路由	可以通过 PROFINET，从工程师站将数据发送到多个网络中的现场设备。由于工程师站使用标准化的记录对现场设备寻址且这些记录通过 S7 设备来路由，因此使用“数据记录路由”这个术语来表示这种路由。	例如，在使用不同厂商的现场设备时，可使用数据记录路由。为进行组态和诊断，将使用标准数据记录 (PROFINET) 来寻址现场设备。	数据记录路由 (页 419)

11.2 S7 路由

S7 路由的定义

S7 路由就是跨 S7 子网传输数据。可以跨越几个 S7 子网将信息从发送方传送到接收方。S7 路由器提供从一个 S7 子网到一个或多个其它子网的网关。S7 路由器具有连接至相应 S7 子网的接口。S7 路由可通过各种 S7 子网 (PROFINET/工业以太网和/或 PROFIBUS) 实现。

S7 路由的要求

- 在 STEP 7 的项目中已对网络中可访问的所有设备进行了组态和下载。
- S7 路由中涉及的所有设备必须接收有关可通过特定 S7 路由器访问的 S7 子网的信息。由于 CPU 扮演着 S7 路由器的角色，这些设备通过将硬件配置下载到 CPU 来获取路由信息。

在具有多个连续 S7 子网的拓扑中，必须按照以下顺序进行下载：首先，将硬件配置下载到同一 S7 子网中作为 PG/PC 的 CPU；然后，按照 S7 子网自近到远的顺序，逐一下载到 S7 子网的 CPU。

- 必须将用于通过 S7 路由器建立连接的 PG/PC 分配给与其物理连接的 S7 子网。可以根据菜单命令“在线诊断 > 在线访问 > 连接到接口/子网(Online & Diagnostics > Online accesses > Connection to interface/subnet)，将该 PG/PC 指定为 STEP 7 中的 PG/PC。
- 对于类型为 PROFIBUS 的 S7 子网：CPU 必须组态为 DP 主站。如果要组态为 DP 从站，则必须选中 DP 从站上 DP 接口属性内的“测试、调试、路由”(Test, commissioning, routing) 复选框。
- 从 STEP 7 V13 SP1 起，支持 HMI 连接的 S7 路由。

说明

防火墙和 S7 路由

如果发送方位于与防火墙相邻的 S7 子网之外，则防火墙在 S7 路由过程中无法识别该发送方的 IP 地址。

有关支持“S7 路由”功能的设备概览，请参见本常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/584459>)。

用于在线连接的 S7 路由

通过 PG/PC，可访问 S7 子网以外的设备。如，可执行以下操作：

- 下载用户程序
- 下载硬件配置
- 执行测试和诊断功能

在下图中，CPU 1 为 S7 子网 1 和 S7 子网 2 间的 S7 路由器。

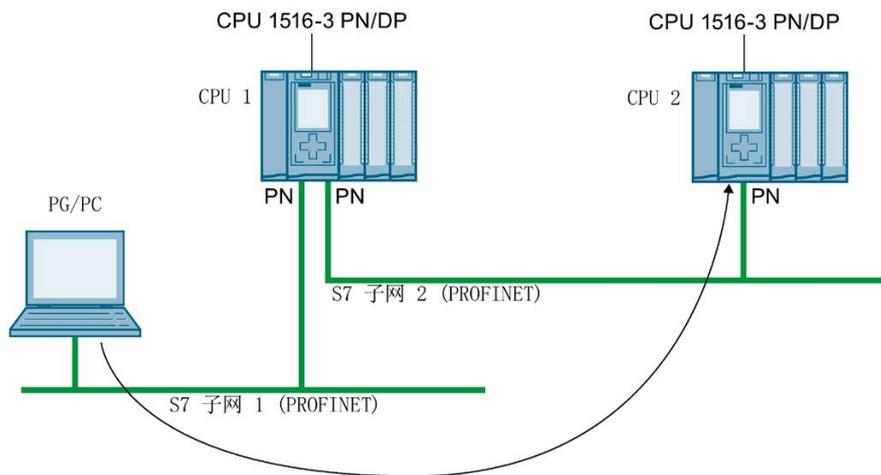


图 11-1 S7 路由：PROFINET - PROFINET

下图举例说明了从 PG 通过 PROFINET 访问 PROFIBUS 的过程。CPU 1 是 S7 子网 1 和 S7 子网 2 间的 S7 路由器；CPU 2 是 S7 子网 2 和 S7 子网 3 间的 S7 路由器。

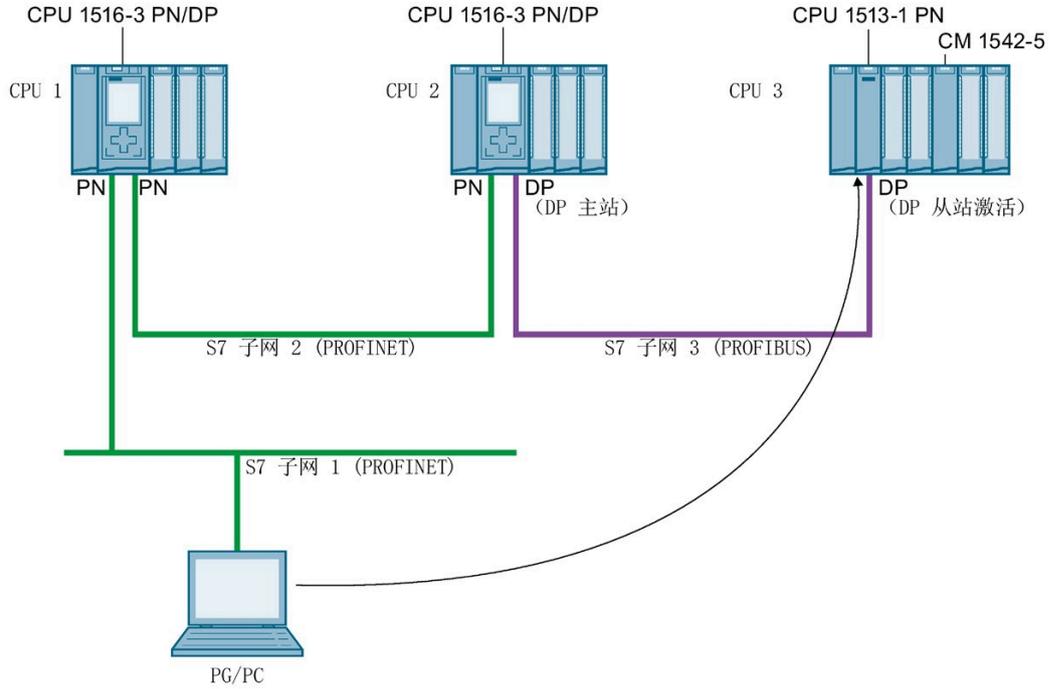


图 11-2 S7 路由：PROFINET - PROFIBUS

用于 HMI 连接的 S7 路由

可通过不同的子网（PROFIBUS、PROFINET 或工业以太网），在 HMI 与 CPU 间建立 S7 连接。在下图中，CPU 1 为 S7 子网 1 和 S7 子网 2 间的 S7 路由器。

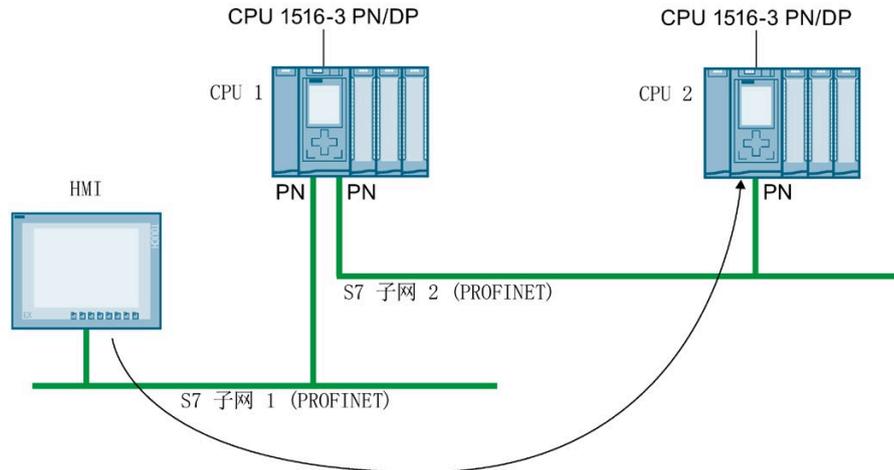


图 11-3 通过 HMI 连接实现的 S7 路由

用于 CPU-CPU 通信的 S7 路由

可通过不同的子网（PROFIBUS、PROFINET 或工业以太网），在 CPU 间建立 S7 连接。有关连接建立的具体操作步骤，请参见“S7 通信 (页 152)”部分中的示例。

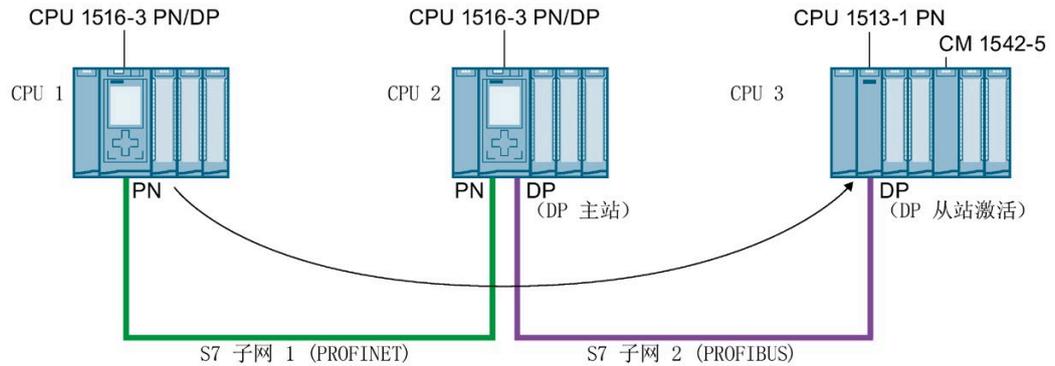


图 11-4 通过 CPU-CPU 通信实现的 S7 路由

使用 S7 路由

对于 CPU，在 STEP 7 的“转至在线”(Go online) 对话框中，选择 PG/PC 接口和 S7 子网。S7 路由将自动执行。

S7 路由的连接数量

有关 S7 路由器（CPU、CM 或 CP）上 S7 路由的连接数量，请参见相关 CPU/CM/CP 手册中的技术规范。

S7 路由：应用示例

下图举例说明了如何使用 PG 对系统进行远程维护。这里，两个 S7 子网之间通过调制解调器进行连接。

可以在 STEP 7 的“在线访问”(Online access) 或“转至在线”(Go online) 中组态一个通过 TeleService 的远程连接。

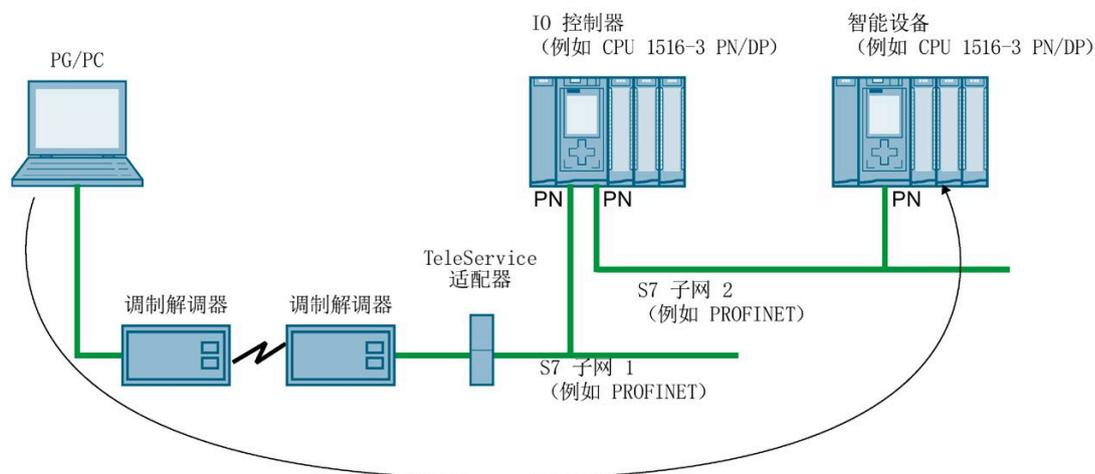


图 11-5 使用 TeleService 对设备进行远程维护

更多信息

- 有关 S7 路由的连接资源分配，请参见“连接资源的分配 (页 429)”部分。
- 有关设置 TeleService 连接的信息，请参见 STEP 7 的在线帮助。
- 有关 S7 路由和 TeleService 适配器的更多信息，可通过以下链接访问 Internet。
 - 设备手册《工业软件工程组态工具 TS Adapter 的 IE 基础知识 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/ch/51311100>)》
 - TS Adapter (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/10805406/133100>) 的下载内容

参见

HMI 通信 (页 121)

11.3 IP 转发

通过 IP 转发功能转发 IP 数据包

IP 转发是一种在两个已连接 IP 子网之间转发 IP 数据包的设备功能。

启用/禁用 STEP 7 中的 IP 转发功能。如果启用 IP 转发，则 S7-1500 CPU 会将已接收但未发送到 CPU 的 IP 数据包转发到本地连接的 IP 子网或已组态的路由器。

下图显示了编程设备访问 HMI 设备中数据的方式：编程设备和 HMI 设备位于不同的 IP 子网中。IP 子网与 CPU 的两个接口 X1 和 X2 相连。

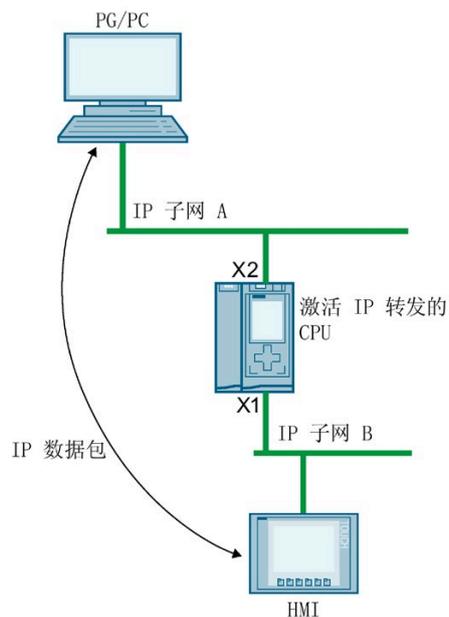


图 11-6 编程设备通过 IP 转发访问 HMI

应用范围

- 从控制级轻松访问现场级，以便对现场设备进行组态和参数分配，例如通过 PDM 或 Web 浏览器
- 简化远程访问设备的集成，例如，在远程维护或固件更新期间进行诊断

使用 IP 转发的要求

- S7-1500 CPU 固件版本 V2.8 及更高版本
- 以太网接口的数量：
 - CPU 至少具有两个以太网接口。
 - 或者 CPU 具有一个以太网接口，而由固件版本 V2.2 及更高版本的 CP 1543-1 提供另一个以太网接口。在这种情况下，必须在 CPU 中为 CP 启用“通过通信模块访问 PLC”(Access to PLC via communication module) 功能。
- IP 转发已启用。
- 在每个参与设备中沿 IP 数据包的传出和返回路径组态适当的标准网关/路由。

IP 路由表

如果启用 IP 转发，则 CPU 会对已接收但未发送到其自身的 IP 数据包进行转发。CPU 转发 IP 数据包的方式在其内部 IP 路由表中定义。

CPU 会通过已下载硬件配置的以下信息自动创建 IP 路由表。

- 以太网接口的 IP 组态
- 已组态的路由器

带有 IP 转发的组态示例

下图显示了带有所需 IP 地址设置和路由器设置的组态示例。

- IP 子网 192.168.4.0 上的 PC 与 IP 子网 192.168.2.0 上的 HMI 设备进行通信。
- 在 CPU 的以太网接口 X3 上组态路由器的 IP 地址（“标准网关”）；在下图中，它是指定为“IP 路由器”的设备。

在 STEP 7 中，在“以太网地址 > IP 协议”(Ethernet Addresses > IP Protocol) 下的接口属性中组态路由器。

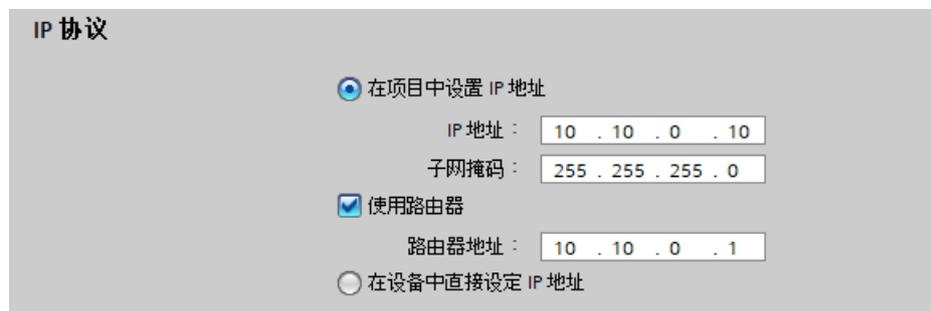


图 11-7 组态路由器

11.3 IP 转发

- 对于 PC、IP 路由器、IO 设备和 HMI 设备，还需输入标准网关的 IP 地址或相应的路由。

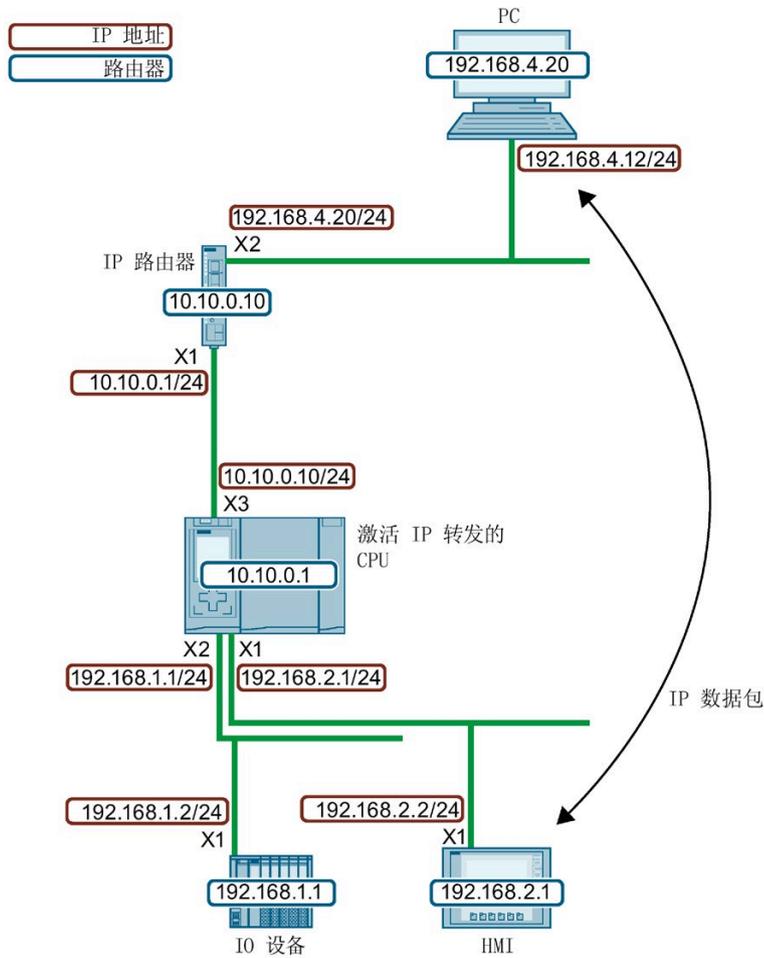


图 11-8 示例组态

此示例组态为 CPU 生成以下 IP 路由表。

表格 11-1 CPU 的 IP 路由表

网络目标	接口	网关
0.0.0.0/0	10.10.0.10	10.10.0.1
192.168.1.0/24	192.168.1.1	-
192.168.2.0/24	192.168.2.1	-
10.10.0.0/24	10.10.0.10	-

对于 PG/PC 和 HMI 设备之间的 IP 通信，需要同时在 PC 和 IP 路由器中设置到 HMI 设备 IP 子网的附加 IP 路由。在 HMI 设备中，将 CPU 接口 X1 的 IP 地址组态为标准网关。

例如，在 Windows 计算机中，通过命令提示符使用命令“route add <目标 IP 子网> mask <子网掩码> <网关>”设置附加 IP 路由。但是，需要特定权限才能完成此操作。针对本示例，输入如下提示：

- “route add 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.4.20”

在 IP 路由器中，可以设置附加路由，例如，通过 Web 接口。针对本示例，设置如下路由：

- 目标 IP 子网：192.168.2.0
- 子网掩码：255.255.255.0
- 网关：10.10.0.10

限制

对于 S7-1500 CPU，您无法为其组态路由器（“标准网关”）以外的任何其它 IP 路由。网络目标是连接的 IP 子网，或者只能通过一个可组态的路由器访问网络目标。由于 S7-1500 CPU 不支持附加 IP 路由，因此，无法构建双向 IP 路由器级联。

在以下组态中，您可以在 CPU 中组态“路由器 1”或“路由器 2”。以组态“路由器 1”为例。在这种情况下，无法组态“路由器 2”。PC 和 HMI 设备之间的 IP 通信无法实现，因为两个方向上的路由不连续。

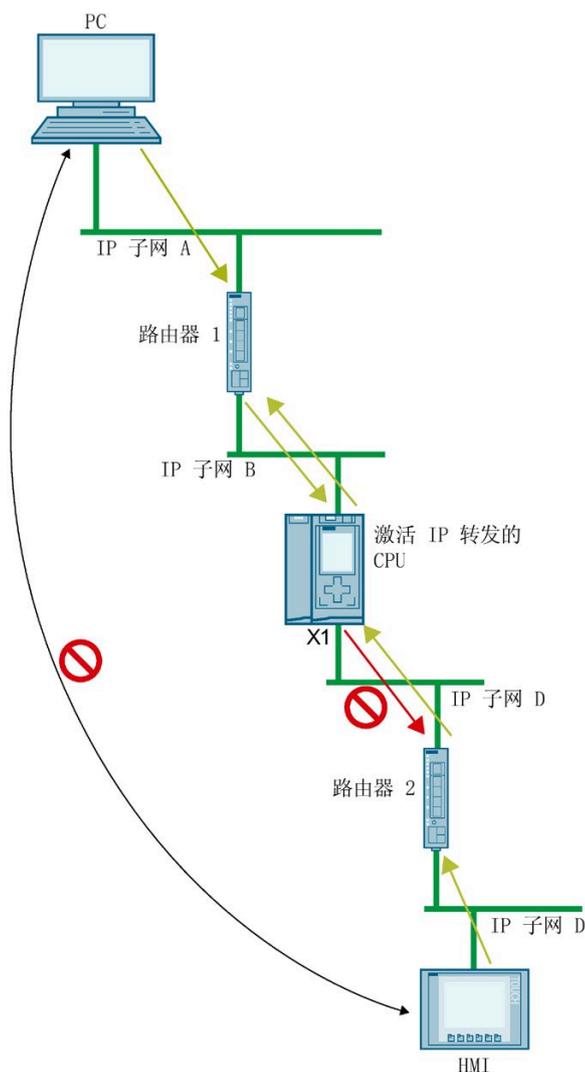


图 11-9 不支持的 IP 路由器级联

通过 CP 接口进行的 IP 转发

通过 CP 接口也可以进行 IP 转发。在这种情况下，必须在 CPU 中为 CP 激活“通过通讯模块访问 PLC”(Access to PLC via communication module) 功能。

STEP 7 的在线帮助中介绍了如何启用“通过通讯模块访问 PLC”(Access to PLC via communication module) 功能。

通过 X1 或 X2 接口访问 CPU 1518 4 PN/DP MFP 的 C/C++ Runtime

如果为 CPU 1518 4 PN/DP 激活 PN/DP MFP IP 转发，则不仅可以通过 X1 和 X2 接口访问 X3 接口 IP 子网中的设备，还可以访问 C/C++ Runtime。通过 CPU 1518 4 PN/DP MFP 的 C/C++ Runtime，可以访问接口 X1、X2 和 X3 的 IP 子网中的所有设备。

条件：

- 已针对 CPU 1518 4 PN/DP MFP 启用了 IP 转发。
- C/C++ Runtime 的 IP 地址和 X3 接口的 IP 地址位于同一 IP 子网中。
- 在 C/C++ Runtime 中，输入到 X1 和 X2 接口 IP 子网的路由。
在 C/C++ Runtime 中使用以下命令输入路由： "Route add-net <目标 IP 子网> mask <子网掩码> gw <网关>

下图显示了 PC 通过接口 X2 访问 CPU 1518-4 PN/DP MFP 的 C/C++ Runtime 的组态。

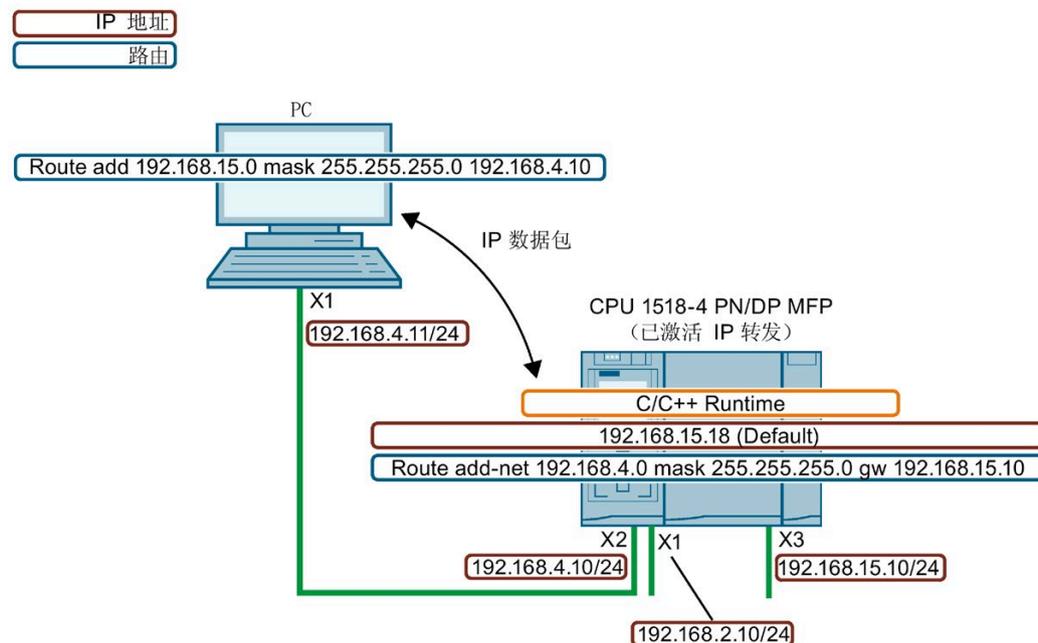


图 11-10 通过接口 X2 访问 C/C++ Runtime

进行 IP 转发时考虑网络安全

如果激活 CPU 的 IP 转发，则可以对实际只能由 CPU 访问和控制的设备启用“外部”访问。因此，这些设备通常无法防止攻击。

下图显示了如何保护自动化系统以防止未授权的访问。

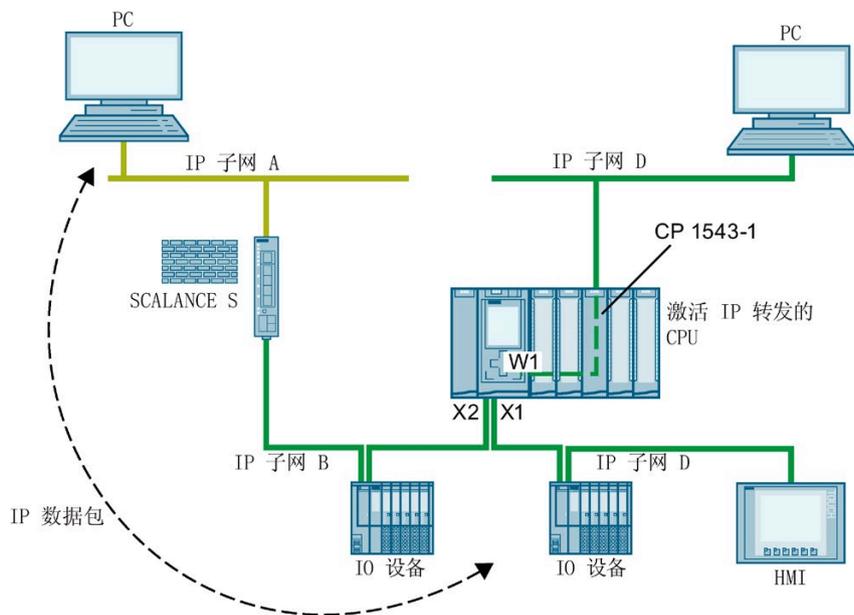


图 11-11 IP 转发的网络安全

- CPU 通过接口 X1 和 X2 直接靠近 CPU 的深绿色 IP 子网 B 和 C 内的所有设备。
- 已在 CPU 中组态 SCALANCE S 路由器。CPU 通过路由器访问远程浅绿色 IP 子网 A 中的设备。
- 已在 CPU 中为 CP 1543 启用“通过通信模块访问 PLC”(Access to PLC via communication module) 功能。CPU 通过 W1 接口访问 IP 子网 D 内的所有设备。

如果在 CPU 中启用了 IP 转发，则 IP 子网 A 中的设备可以访问 IP 子网 B、C 和 D 中 CPU 附近的任何设备。

保护自动化系统和连接的设备以防止来自外部的未授权访问。

使用防火墙分隔 CPU 相关的 IP 子网和远程 IP 子网。例如，使用集成了防火墙的 SCALANCE S 安全模块。

此应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/22376747>)将介绍如何使用 SCALANCE S602 V3 和 SCALANCE S623 安全模块保护带防火墙的自动化单元。

启用/禁用 IP 转发

要启用 IP 转发，请执行以下操作：

1. 在 STEP 7 (TIA Portal) 的网络视图中选择 CPU。
2. 在巡视窗口的 CPU 属性中，浏览至“常规 > 高级组态 > IP 转发”(General > Advanced Configuration > IP forwarding)。
3. 在“组态 IPv4 转发”(Configuration IPv4 Forwarding) 区域中，选中“为此 PLC 的接口激活 IPv4”(Activate IPv4 for interfaces of this PLC) 复选框。

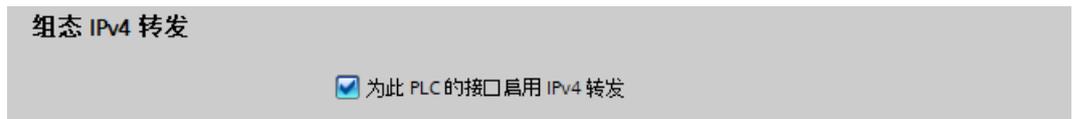


图 11-12 启用 IP 转发

结果：已针对 S7-1500 CPU 的所有接口启用 IP 转发。

通过清除“为此 PLC 的接口启用 IPv4 转发”(Enable IPv4 forwarding for interfaces of this PLC) 复选框来禁用 IP 转发。

11.4 数据记录路由

数据记录路由的定义

可以通过 PROFINET，从工程师站将数据发送到多个网络中的现场设备。由于工程师站使用标准化的记录对现场设备寻址且这些记录通过 S7 设备来路由，因此使用“数据记录路由”这个术语来表示这种路由。

通过数据记录路由发送的数据包括使用的现场设备（从站）的参数分配，以及设备的特定信息（如，设定值、限值等）。

例如，在使用不同厂商的现场设备时，可使用数据记录路由。为进行组态和诊断，将使用标准数据记录 (PROFINET) 来寻址现场设备。

使用 STEP 7 实现数据记录路由

通过借助于 TCI 接口（工具调用接口）调用设备工具（如 PCT）并传递调用参数，可使用 STEP 7 执行数据路由。设备工具使用的通信路径也可供 STEP 7 用来与现场设备通信。

除了在 STEP 7 PC 上安装 TCI 工具外，这种路由不需要其它组态。

示例：通过 Port Configuration Tool (PCT) 实现的数据记录路由

可以使用端口组态工具 (PCT) 来组态 ET200 的 IO Link 主站，并向连接的 IO Link 设备分配参数。子网通过数据记录路由器来连接。例如，数据记录路由器可以是 CPU、CP、IM 或 IO Link 主站。

有关 PCT 支持的数据记录路由器的配置，请参见本常见问题与解答 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/87611392>)。

下图显示了通过 PCT 实现数据记录路由的组态示例。

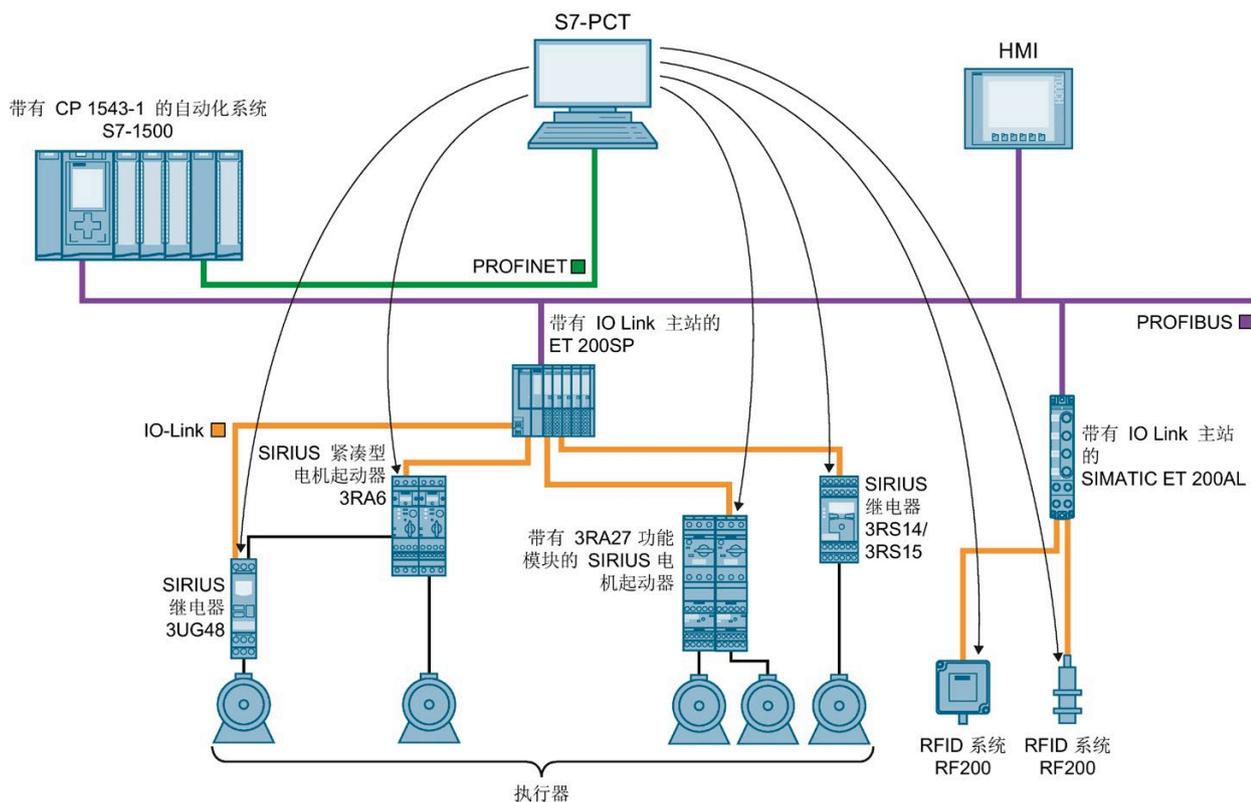


图 11-13 通过 PCT 实现数据记录路由的组态示例

更多信息

- 在本常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/7000978>) 中，介绍了“正常”路由与数据记录路由之间的差异。
- 有关 CPU、CP 或 CM 是否支持数据记录路由，请参见相关手册。
- 有关数据记录路由的连接资源分配的信息，请参见“连接资源分配 (页 429)”部分。
- 有关使用 STEP 7 进行组态的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

11.5 基于 IP 的应用程序的虚拟接口

从固件版本 2.8 起，S7-1500 CPU 可以选择通过其本地 (PN) 接口或通过同一站中通信处理器的接口访问其基于 IP 的应用程序（例如 OPC UA）。通信伙伴可通过虚拟接口访问基于 IP 的应用程序，可在 V16 及以上版本的 TIA Portal 中组态该接口。虚拟接口称为 W1（根据 IEC 81346-2）。

虚拟接口的特性

虚拟接口不是具有传统接口常用属性的完全可诊断接口。由于通过背板总线实现的内部连接不代表 S7 子网，并且没有任何端口，因此虚拟接口不会在诊断视图中显示。因此，无法建立通过网络电缆实现的物理连接。

将显示虚拟接口的 IP 地址（例如，在 TIA Portal 中、在 CPU 的显示中），并且可以对该地址进行组态。

例如，可以通过虚拟接口 W1 使用以下基于 IP 的服务：

- OPC UA（客户端和服务端）
- 编程的 OUC 连接
- S7 通信（ES/HMI 访问和 PUT、GET 等用于 S7 通信的指令）

激活的接口可在组态了基于 IP 的连接的对话框中使用。

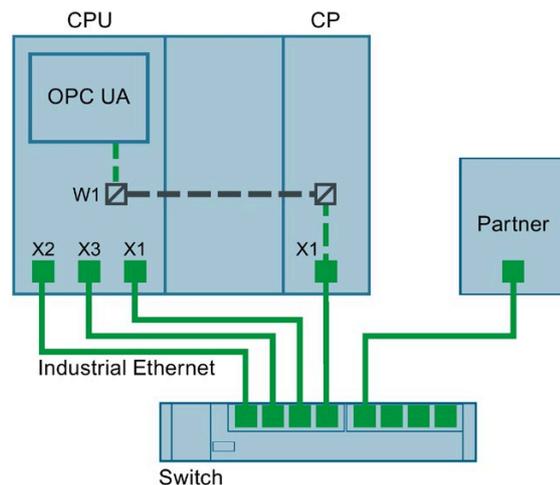


图 11-14 虚拟接口的原理

与传统接口相比，虚拟接口有以下限制：

- 无法通过虚拟接口访问 Web 服务器。
- 无法通过带有 TIA Portal 的已连接编程设备进行在线备份。
- 如果 CPU 和通信伙伴通过虚拟接口连接，则无法通过 LLDP（链路层发现协议）交换数据。
- S7 路由服务不使用虚拟接口 W1。

要求

要通过 CP 的以太网接口访问 CPU 服务，必须满足以下要求：

- S7-1500 CPU 固件 V2.8 或更高版本
- CP 1543-1 固件 V2.2 或更高版本

R/H CPU 不支持此功能，因为 R/H CPU 不支持 CP。

虚拟接口 W1 的组态

在固件 V2.8 及更高版本的 S7-1500 CPU 的属性中，在“高级组态 > 通过通信模块访问 PLC”(Advanced Configuration > Access to PLC via communication module) 下，可将插入的通信模块分配给虚拟接口 W1。之后，即可使用该接口对 CPU 进行外部访问。如果未插入 CP，或者插入的 CP 不支持对 CPU 进行访问，则选项保持为空。



图 11-15 在 CPU 属性中选择 CP

选择 CP 后，将显示虚拟接口的规格和参数。可在此处编辑 IP 协议和 PROFINET 参数的设置。

- 与 CP 一样，IP 子网可以自由选择。通过虚拟接口的子网掩码和 IP 地址可以输入 IP 子网。
- 输入虚拟接口的 IP 子网时，请注意，不要使用与 CPU 本地接口所用子网相同的 IP 子网。

输入 IP 地址后，该地址将显示在服务器地址列表中 OPC UA 服务器的属性对话框中。这些设置为 CPU 提供了新的虚拟接口 W1，可通过该接口利用通信模块访问 OPC UA 服务器等 CPU 服务。通过该接口可进行相应的连接和 S7 通信（例如 HMI 和 BSEND、BRCV）。OPC UA 服务器不允许选择特定接口（通过 IP 地址选择），只能全部选择或全部不选。

说明

虚拟接口的 IP 地址不会作为 W1 列于设备显示中当前显示的本地接口 (Xn) 下，但会在“设置”(Settings) 部分中的“地址”(Addresses) 下可用。未插入 CP 或者未激活虚拟接口时，也会显示虚拟接口。如果没有可用的 IP 套件，则 IP 地址和子网掩码为 0.0.0.0。

如果通过显示画面、T_CONFIG 指令或在线的方式更改虚拟接口的已组态和加载的 IP 地址参数，则在 CPU 重新启动后，已加载的组态将再次激活。

CP 上的组态更改

更改分配的通信模块可能会影响虚拟接口的组态：

- 在 CPU 的属性中：
 - 分配不同 CP：该组态用于新 CP。
 - 取消选择已分配的 CP：取消激活虚拟接口 W1 且组态丢失。如果再次分配 CP，则必须再次执行组态。
- 在设备上：
 - 移动 CP：如果 CP 只是移动到设备的其它插槽，则组态仍有效。
 - 拆卸 CP：如果 CP 已删除或移动到其它设备，则会保留组态。在 CPU 的下拉列表中，CP 显示为缺失，编译组态时会出现错误。可以取消选择缺失的 CP 或将其分配给另一个 CP。

11.5 基于 IP 的应用程序的虚拟接口

在诊断和系统常量中显示

虚拟接口 W1 显示在诊断视图中的“在线和诊断”(Online & Diagnostics) 下。虚拟接口的硬件 ID 显示在 CPU 属性的系统常量中。

通信模块中的设置

内部 CP 的防火墙设置不会影响通过虚拟接口进行数据通信。即，通信模块的安全功能无法保护数据通过虚拟接口进行通信。

注意
连接到非安全网络
如果将 CP 连接到非安全网络，则绝对有必要在 CP 和非安全网络之间连接其它防火墙。例如，将安全模块 SCALANCE S602 V3 和 SCALANCE S623 与集成防火墙一起使用。

连接资源

12.1 站中的连接资源

简介

某些通信服务需要进行连接。将占用自动化系统（站）中的连接资源。CPU、通信处理器 (CP) 和通信模块 (CM) 可为站提供所需的连接资源。

站中的连接资源

可用连接资源取决于所使用的 CPU、CP 和 CM，且不得超过单个站的最大可用连接资源数量。

站中最大的可用资源数量取决于 CPU。

预留的连接资源

每个 CPU 都会为 PG、HMI 和 Web 服务器通信预留一定数量的连接资源。这样可确保无论多少个通信服务使用连接资源时，PG 与 CPU 间始终保留至少一条在线连接。

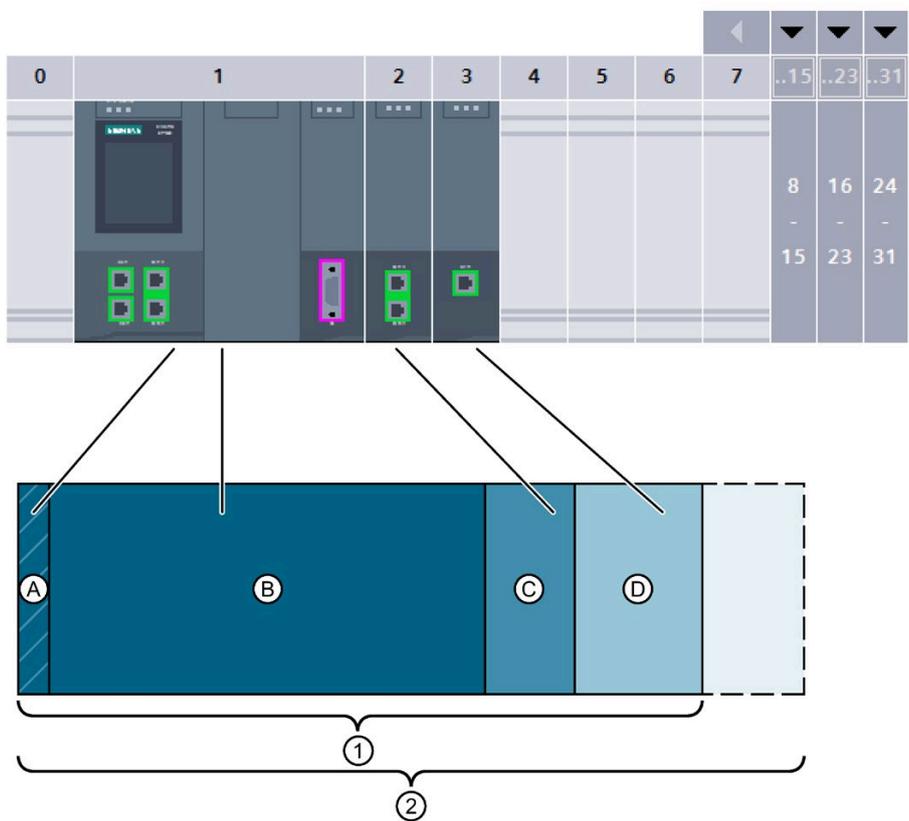
12.1 站中的连接资源

动态连接资源

此外，存在动态资源。最大连接资源数量减去预留的连接资源数量，即为动态连接资源的最大数量。

将使用 PG 通信、HMI 通信、S7 通信、开放式用户通信、Web 通信、OPC UA 客户端/服务器通信和动态连接资源池中的其它通信等通信服务。

下图举例说明了各个组件如何使连接资源用于 S7-1500 站。



- ① 站的可用连接资源的分配
 - A 站中预留的连接资源
 - A + B CPU 1518 的连接资源
 - C 通信模块 CM 1542-1 的连接资源
 - D 通信处理器 CP 1543-1 的连接资源
- ② 在采用 CPU 1518、CM 1542-1 和 CP 1543-1 的组态示例中，该站通信资源的最大数量

图 12-1 站中的连接资源

站中连接资源的数量

表格 12-1 某些 CPU 型号所支持的连接资源最大数量

站中的连接资源	1511 1511C	1512C 1513	1515	1516	1517	1518
站中连接资源的最大数	96	128	192	256	320	384
预留	10					
动态	86	118	182	246	310	374
CPU 中的连接资源	64	88	108	128	288	320
插入 CM/CP 时，可额外使用的连接资源最大数	32	40	84	128	32	64
CM 1542-1 可额外使用的连接资源数量	64					
CP 1543-1 可额外使用的连接资源	118					
CM 1542-5 可额外使用的连接资源数量	40					
CP 1542-5 可额外使用的连接资源	16					

CPU 或通信模块所支持的连接资源数在设备手册的“技术参数”中指定。

示例

在 CPU 1516-3 PN/DP 组态中，包含一个 CM 1542-1 通信模块和一个 CP 1542-5 通信处理器。

- 站中连接资源的最大数：**256**
- 可用的连接资源：
 - CPU 1516-3 PN/DP：128
 - CM 1542-1：64
 - CP 1542-5:16
 - 总计：**208**

在该设置中，可使用 208 个连接资源。添加其它通信模块后，该站最多可额外支持 48 个连接资源。

12.1 站中的连接资源

预留的连接资源

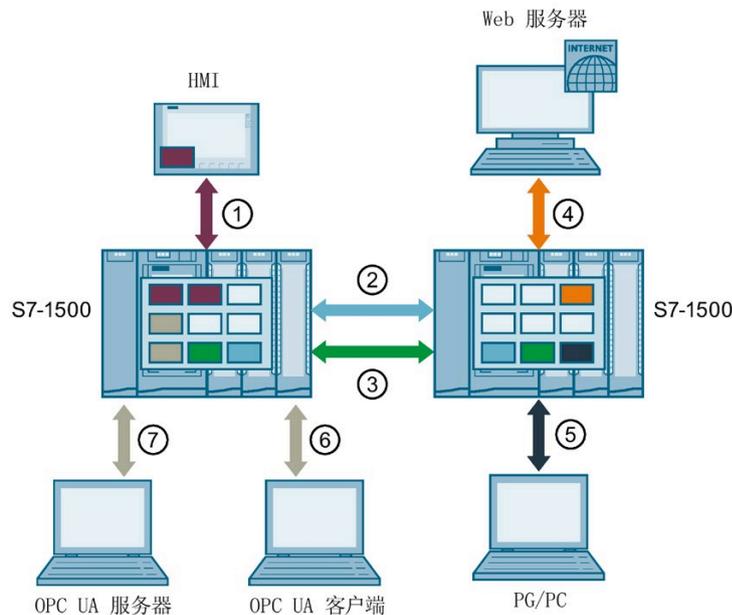
为带有 S7-1500 CPU 的站、ET 200SP CPU 和基于 S7-1500 的 ET 200pro CPU，预留了 10 个连接资源

- 4 个连接资源，用于 STEP 7 所需的 PG 通信，如进行测试和诊断或将数据下载到 CPU 中
- 4 个连接资源，用于 STEP 7 中所组态的第一个 HMI 连接的 HMI 通信
- 2 个连接资源，用于与 Web 服务器进行通信

12.2 连接资源的分配

概览 - 连接资源的分配

下图描述了不同连接方式中 S7-1500 资源的分配。



- ① HMI 通信：见下文。
- ② 开放式用户通信：开放式用户通信连接会占用每个端点的一个连接资源。
- ③ S7 通信：S7 通信连接会占用每个端点的一个连接资源。
- ④ Web 通信：Web 服务器连接会占用站中至少一个连接资源。占用的连接数取决于具体的浏览器。
- ⑤ PG 通信：PG 通信连接会占用站中一个连接资源。
- ⑥ OPC UA 客户端/服务器通信：服务器连接资源分配，见下文
- ⑦ OPC UA 客户端/服务器通信：客户端连接资源分配，见下文

- HMI 通信的连接资源
- 开放式用户通信的连接资源
- S7 通信的连接资源
- Web 通信的连接资源
- PG 通信的连接资源
- 用于 OPC UA 服务器通信的连接资源

图 12-2 连接资源的分配

HMI 通信的连接资源

进行 HMI 通信时，站中所占用的连接资源数量取决于所使用的 HMI 设备。

表格 12-2 不同 HMI 设备占用的连接资源的最大数

HMI 设备	各 HMI 连接占用的站中连接资源的最大数
精简面板	1
精智面板	2 ¹
RT Advanced	2 ¹
RT Professional	3

¹ 如果未使用系统诊断或报警组态，每个 HMI 连接仅占用该站的一个连接资源。

示例：已组态 CPU 1516-3 PN/DP 的以下 HMI 连接：

- 至 HMI TP700 Comfort 的两个 HMI 连接。（每个连接占用 2 个连接资源）
- 至 HMI KTP1000 Basic 的一个 HMI 连接。（1 个连接资源）

CPU 中的 HMI 通信总共占用 5 个连接资源。

用于 OPC UA 客户端通信的连接资源

CPU 的 OPC UA 客户端与 OPC UA 服务器建立的每条连接都将占用站中的一个连接资源。

建立和关闭 OPC UA 连接时，OPC UA 客户端会临时占用额外的连接资源。根据 RFC 793，此连接资源在等待大约 60 秒后再次释放。

说明

因存在临时连接资源而导致资源不足

在下列情况下将缺少连接资源：

- CPU 的 OPC UA 客户端同时建立或关闭几个连接。
- 对于 OPC UA 客户端通信的永久和临时连接资源，站中可用连接资源的数量不足。

请始终确保站中的可用连接资源充足，以便建立和终止 OPC UA 连接。

措施：

- 计划针对 OPC UA 客户端连接预留足够的可用资源。
- 如有必要，依次建立或关闭 OPC UA 连接。

路由的连接资源

如果要在 S7 子网中进行数据传输（“S7 路由”），则需在两个 CPU 之间建立一条 S7 连接。S7 子网将通过网关（即，S7 路由器）进行连接。在 S7-1500 中，CPU、CM 和 CP 可作为 S7 路由器。

以下信息说明了 S7 连接中的路由数据情况：

- 在两个端点上，路由的连接各占用一个连接资源。STEP 7 在“连接资源”(Connection resources) 表中显示这些连接资源。
- 在 S7 路由器中，S7 路由将占用两个特定的连接资源。STEP 7 不会在“连接资源”(Connection resources) 表中显示 S7 路由的专用连接资源。S7 路由时所需的连接资源数量取决于 CPU。有关 S7 路由所需的连接资源数量，请参见 CPU 技术规范中的“S7 路由的连接数量”。

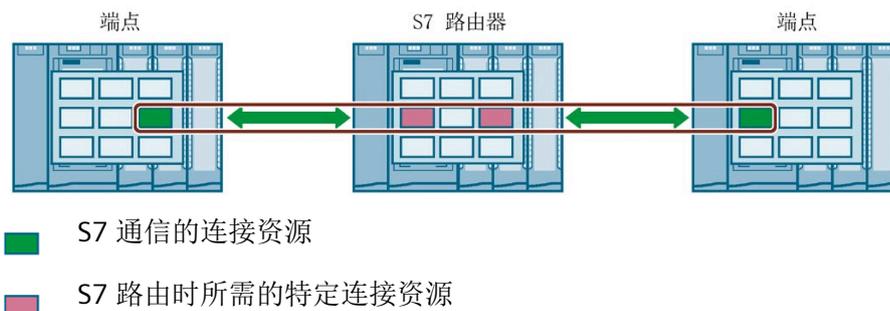


图 12-3 S7 路由的连接资源

数据记录路由还可以跨 S7 子网进行数据传输，通过 PROFIBUS 从连接到 PROFINET 的工程师站将数据传输到各种现场设备。

数据记录路由功能与 S7 路由功能类似，每一个数据记录路由器也会占用两个用于 S7 路由的特定连接资源。

说明

数据记录路由的连接资源

进行数据记录路由时，数据记录路由器会占用两个用于 S7 路由的特定连接资源。数据记录连接和分配的连接资源都不会显示在连接资源表中。

何时占用连接资源？

连接资源的占用时间取决于连接的建立方式（参见“建立连接 (页 34)”部分）。

- **通过编程设置连接：**

在用户程序中调用连接建立指令（TSEND_C/TRCV_C 或 TCON）时，将立即占用连接资源。

通过对 TSEND_C/TRCV_C 指令的 CONT 参数进行相应设置或调用 TDISCON 指令，可在数据传输后终止连接并释放连接资源。连接终止时，CPU/PI/CM 中的连接资源将再次可用。

- **已组态连接（如 S7 连接）：**

如果在 STEP 7 中组态了一个连接，则在硬件配置下载到 CPU 时将立即占用连接资源。

通过组态的连接完成数据传输后，连接不会终止。该连接资源为永久性占用。要再次释放该连接资源，则需在 STEP 7 中删除所组态的这一连接，并将修改后组态下载到 CPU 中。

- **PG 连接：**

在 STEP 7 中，在线连接 PG 与 CPU 时，将会立即占用连接资源。

- **Web 服务器：**

只要在浏览器中打开 CPU 的 Web 服务器，就占用 CPU 中的连接资源。

- **OPC UA 服务器**

与该 CPU 的 OPC UA 服务器建立的每一个连接都将占用站中的一个连接资源。连接终止时，该连接资源立即释放。

- **OPC UA 客户端**

CPU 的 OPC UA 客户端与 OPC UA 服务器建立的每条连接都将占用站中的一个连接资源。OPC UA 连接建立时，OPC UA 客户端将临时占用一个额外的连接资源。根据 RFC 793，OPC UA 连接终止后，该连接资源将等待约 60 秒钟时间才释放。

监视连接资源的最大数

离线

在组态连接时，STEP 7 将监视连接资源的占用情况。如果超出了连接资源的最大数量，则 STEP 7 将发出一条相应的警告消息。

在线

CPU 将监视自动化系统中连接资源的使用情况。如果用户程序中创建的连接数量超出了自动化系统可提供的数量，则 CPU 将确认该指令建立连接并显示相应错误。

S7-1500 和 S7-300 比较

有关 S7-1500 和 S7-300 通信资源管理方法的比较，请参见本“常见问题解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109747092>)”。

12.3 连接资源的显示

在 STEP 7 中显示连接资源（离线视图）

在硬件配置中，可显示自动化系统的连接资源。这些连接资源将显示在 CPU 属性中的巡视窗口内。

连接资源						
	① 站资源			② 模块资源		
	预留	动态	动态	模块资源	模块资源	模块资源
最大资源数：	10	246	246	128	64	118
	最大	已组态	已组态	已组态	已组态	已组态
PG 通信：	4	-	-	-	-	-
HMI 通信：	4	4	6	6	0	4
S7 通信：	0	-	7	4	3	0
开放式用户通信：	0	-	13	8	5	0
Web 通信：	2	-	-	-	-	-
OPC UA 客户端/服务器通信：	0	-	-	-	-	-
其它通信：	-	-	0	0	0	0
使用的总资源：	4	26	26	18	8	4
可用资源：	6	220	220	110	56	114

图 12-4 示例：预留和可用的连接资源（离线视图）

① 站特定连接资源

在“站特定的连接资源”列中，显示有关站中已用和可用的连接资源信息。

12.3 连接资源的显示

在本示例中，自动化系统中最多可使用 256 个站特定的连接资源。

- 10 个预留的连接资源中，4 个已使用，其余 6 个可用。
已使用的资源分别为：
 - 4 个连接资源，用于 HMI 通信
- 246 个动态连接资源。其中，26 个已使用，其余 220 个可用。
已使用的资源划分为：
 - 6 个连接资源，用于 HMI 通信
 - 7 个连接资源，用于 S7 通信
 - 13 个连接资源，用于开放式用户通信

由于 CPU、CP 和 CM 中可用连接资源的最大数 (= 310 个连接资源) 超出了站的限值 256 个，将在动态站资源列中显示一个三角形警告标志。

说明

超出可用的连接资源数

STEP 7 通过一个警告表示超出站特定的连接资源数量。要确保 CPU、CP 和 CM 中连接资源的充分利用，可使用具有较大站特定连接资源数量的 CPU，也可减少通信连接的数量。

② 模块特定的连接资源

在模块特定的连接资源列中，显示有关自动化系统中的 CPU、CP 和 CM 的使用资源的信息：

在此，将按照模块而非接口分别显示。

在本示例中，CPU 支持最多 128 个连接资源；其中 18 个已使用，其余 110 个仍可用。
已使用的资源将划分为：

- 6 个连接资源，用于 HMI 通信
- 4 个连接资源，用于 S7 通信
- 8 个连接资源，用于开放式用户通信

在 STEP 7 中显示连接资源（在线视图）

如果已在线连接 CPU，在“连接信息”(Connection information) 下还可查看当前正在使用的资源数量。

	站资源				模块资源		
	预留		动态		CPU 1516-3 PN/DP (RO/S1)		
	最大	已组态	已用	已组态	已用	已组态	已用
最大资源数：	10	10		194	194	86	86
PG 通信：	4	-	4	-	0	-	0
HMI 通信：	4	4	4	4	4	8	8
S7 通信：	0	-	0	72	68	34	34
开放式用户通信：	0	-	0	118	118	45	45
Web 通信：	2	-	0	-	0	-	0
OPC UA 客户端/服务器通信：	0	-	0	-	0	-	0
其它通信：	-	-	0	0	0	0	0
使用的总资源：		4	8	194	190	82	82
可用资源：		6	0	0	4	4	4

图 12-5 连接资源 - 在线

除离线视图外，“连接资源”(Connection resources) 表格的在线视图也包含有正在使用的连接资源列。因此，在线视图中会显示自动化系统中**所有**已使用的连接资源，而不考虑采用的连接方式。

在“其它通信”(Other communication) 行中，将为与外部设备通信而分配的连接资源。该表格将自动进行更新。

说明

如果路由的 S7 连接经过某一 CPU，则该 CPU 所需的连接资源不出现在连接资源表中。

显示 HMI 的连接资源

有关 HMI 连接中可用的连接资源和具体分配，请参见巡视窗口中离线视图（HMI 设备）内的“连接资源”(Connection resources) 属性。



图 12-6 连接资源 - HMI 通信

在连接资源区域中，将显示以下信息：

- 为 HMI 通信和 HTTP 通信预留的 HMI 连接资源数量
- HMI 离线时，进行 HMI 离线通信和 HTTP 通信可使用的连接资源数量

如果超出 HMI 设备可用的最大连接资源数量，则 STEP 7 将输出一条相关消息。

- “每个 HMI 连接所用的 PLC 资源最大数量”。该参数是一个系数，将乘与离线使用的 HMI 连接数量。乘积结构为 CPU 中已占用的 HMI 资源数量。

在 Web 服务器中显示连接资源

除了可在 STEP 7 中显示连接资源，也可在浏览器中显示 Web 服务器的相关资源页面。

有关在 Web 服务器中显示连接资源的信息，请参功能手册《Web 服务器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560>)》。

诊断和故障排除

13.1 连接诊断

在线视图中的连接表

在 STEP 7 的“设备与网络”(Devices & networks) 编辑器中选择一个 CPU 后，将在连接表的在线视图中显示连接的状态。

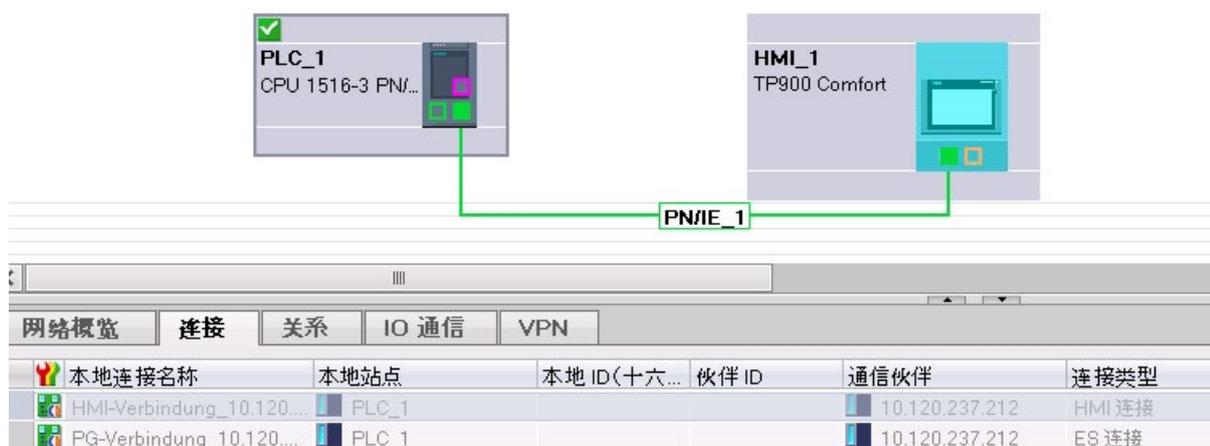


图 13-1 连接表的在线视图

在连接表中选择连接之后，可在“连接信息”(Connection information) 选项卡中查看详细诊断信息。

13.1 连接诊断

“连接信息”(Connection information) 选项卡：连接的详细信息

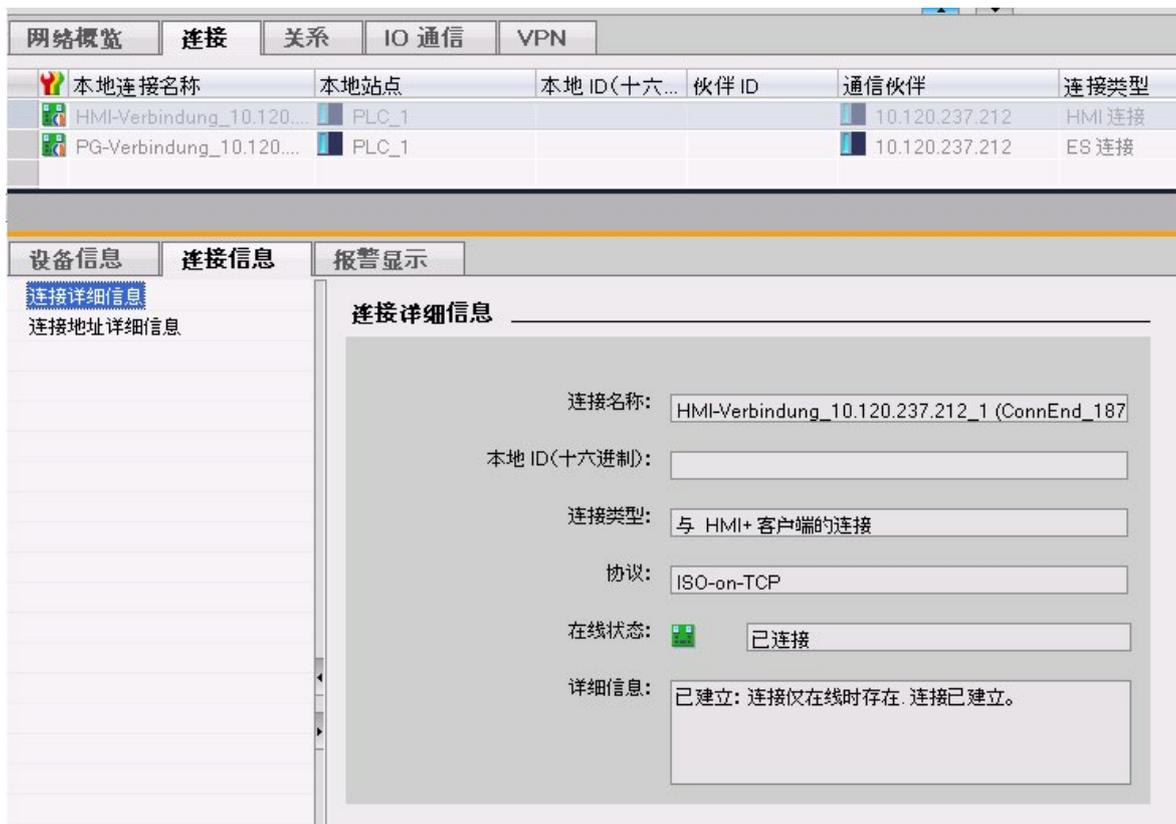


图 13-2 连接诊断 - 连接的详细信息

“连接信息”(Connection information) 选项卡：地址详细信息

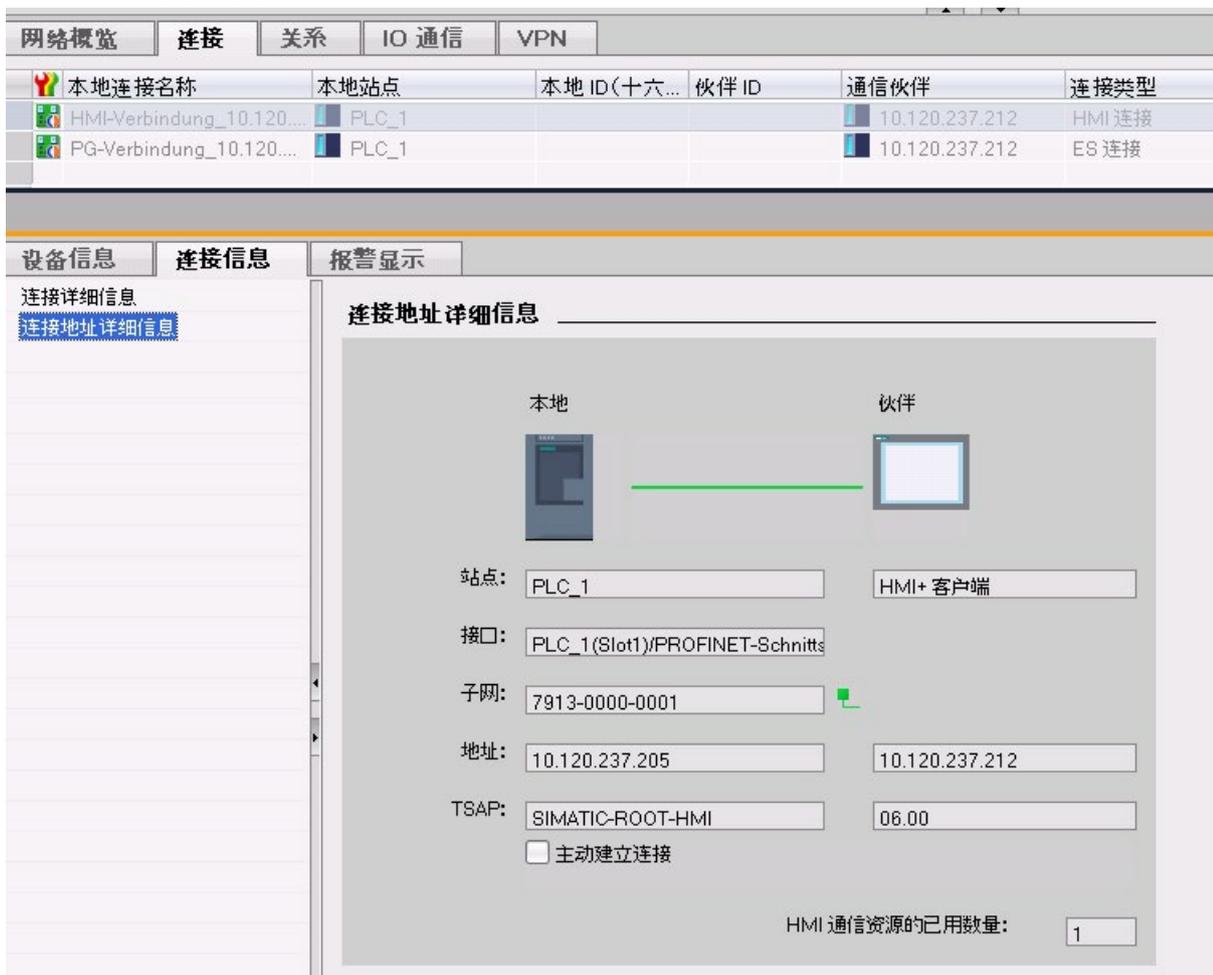


图 13-3 连接诊断 - 地址的详细信息

通过 Web 服务器进行诊断

通过 CPU 的集成 Web 服务器并使用 Web 浏览器，可以从 CPU 分析诊断信息。

在“通信”(Communication) 网页中，可在各个选项卡中查看通过 PROFINET 进行通信的以下信息：

- 有关 CPU 的 PROFINET 接口的信息（例如，地址、子网、物理属性）。
- 有关数据传输质量的信息（例如，正确发送/接收的数据包数量）。
- 有关分配的/可用的连接资源的信息。
- “连接状态”(Connections status) 页面类似于 STEP 7 中的视图，还通过详细视图提供所有连接的概览。

用户程序中的诊断

在编程 T_DIAG 指令时，可使用用户程序来评估有关 CPU 的已组态和已编程连接的诊断信息。

更多信息

有关 Web 服务器的功能介绍，请参见功能手册《Web 服务器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560>)》。

13.2 紧急地址

如果无法通过 IP 地址访问 CPU，可以为 CPU 设置临时紧急地址（紧急 IP）。可以通过此紧急地址重新建立与 CPU 的连接，以便加载具有有效 IP 地址的设备组态。

可以设置紧急地址，而不受 CPU 的保护等级限制。

何时需要紧急地址？

下列情况下无法访问 CPU：

- PROFINET 接口的 IP 地址已被分配两次。
- 子网掩码设置错误。

要求

- 在 STEP 7 的设备组态中，已为 IP 协议选择“在项目中设置 IP 地址”(Set IP address in the project)。
- CPU 处于 STOP 模式。

使用紧急地址恢复有效的设备组态

1. 使用 DCP 工具设置 CPU 接口的紧急地址。例如，SIMATIC Automation Tool 有一个 DCP 命令“定义 IP 地址”(Define IP address)。CPU 的维护 LED 灯亮起。诊断缓冲区还显示以太网接口的紧急地址已激活。
2. 将具有有效 IP 地址的 STEP 7 项目加载到 CPU 中。
3. 关闭 CPU 并再次打开。
将重置紧急地址。

结果

CPU 以有效的 IP 地址启动。

与冗余系统 S7-1500R/H 进行通信

简介

S7-1500R/H 冗余系统的基本通信功能与 S7-1500 标准系统的相同。

在本章节中，将介绍与 S7-1500R/H 冗余系统进行通信时的特殊功能与限制条件。

S7-1500R/H 冗余系统的通信方式

- 通过 TCP/IP、UDP、ISO on-TCP 和 Modbus/TCP 建立开放式用户通信
- S7 在通信中作为服务器
- HMI 通信和 PG 通信
- PG/HMI 安全通信（另请参见 PG/HMI 间安全通信 (页 102)）
- SNMP
- 通过 NTP 进行时间同步

S7-1500R/H 冗余系统通信的限制条件

- 开放式用户通信：
 - 不支持所组态的连接
 - 不支持开放式用户安全通信
 - 电子邮件：S7-1500R/H CPU 支持版本低于 V5.0 的“TMAIL_C”指令。不支持自 V5.0 起的版本。
 - 不支持“TCON_Param”的连接描述
- 不支持 OPC UA
- 不支持在 S7 通信作为客户端
- 不支持 Web 服务器
- PG 通信：不能同时访问两个 CPU。可访问主 CPU 或备份 CPU。
- S7-1500R/H 的 CPU 不支持集中插入的通信模块。

14.1 系统 IP 地址

14.1 系统 IP 地址

S7-1500R/H 冗余系统的系统 IP 地址

除了各 CPU 的设备 IP 地址之外，S7-1500R/H 冗余系统分配以下系统 IP 地址：

- 两个 CPU 上 PROFINET 接口 X1 的系统 IP 地址（系统 IP 地址 X1）
- 两个 CPU 上 PROFINET 接口 X2 的系统 IP 地址（系统 IP 地址 X2）

通过系统 IP 地址，可与其它设备（例如，HMI 设备、CPU 和 PC）通信。这些设备通常通过系统 IP 地址与冗余系统的主 CPU 进行数据通信。这样，可确保在冗余操作中原来的主 CPU 发生故障后，通信伙伴可在 RUN-Solo 系统状态下与新的主 CPU（之前的备用 CPU）进行数据通信。

每个系统 IP 地址都有一个虚拟 MAC 地址

用户可在 STEP 7 中启用该系统 IP 地址。

与设备 IP 地址相比，系统 IP 地址的优势

- 通信伙伴专与主 CPU 进行通信。
- 即使主 CPU 故障，仍可通过系统 IP 地址与 S7-1500R/H 冗余系统进行数据通信。

应用

系统 IP 地址适用于以下应用中：

- 与 S7-1500R/H 冗余系统进行 HMI 通信可以使用 HMI 设备控制或监视冗余 S7-1500R/H 系统上的过程。
- 与 S7-1500R/H 冗余系统进行开放式用户通信：
 - 另一个 CPU 或某 PC 中应用程序访问 S7-1500R/H 冗余系统的数据。
 - S7-1500R/H 冗余系统访问一个不同的设备可建立 TCP、UDP 和 ISO-on-TCP 连接。
- IP 转发：如果使用系统 IP 地址作为通过 S7-1500R/H 冗余系统进行 IP 路由的网关/默认路由，则即使其中一个 CPU 出现故障，也会转发 IP 数据包。

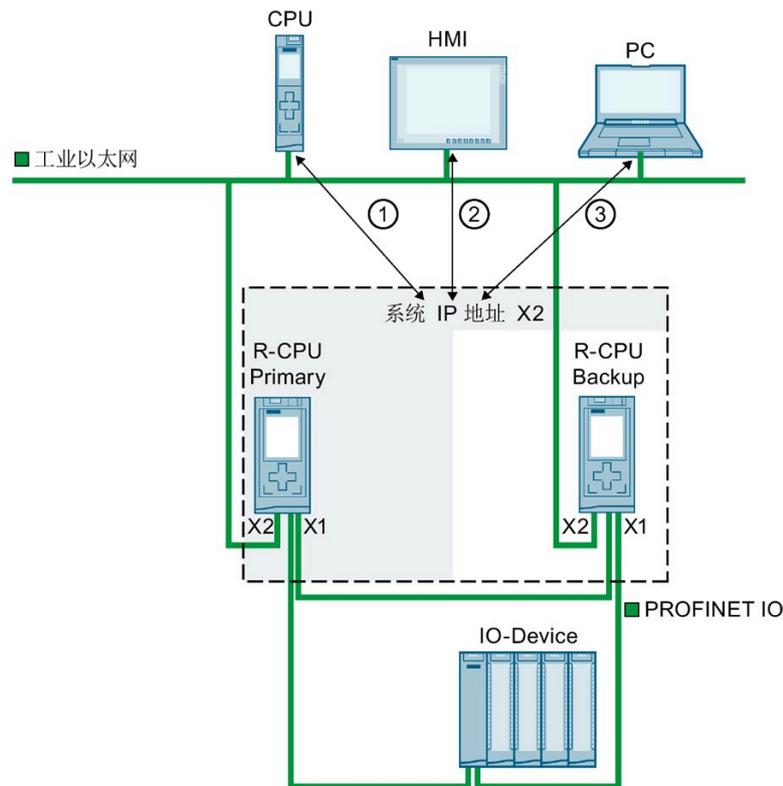
要求

- 通信伙伴接口通过同一个接口（如 X2）连接两个 CPU。
- S7-1500R/H 系统接口的系统 IP 地址已启用。

通过系统 IP 地址 X2 进行通信

如果 S7-1500R/H 冗余系统的 CPU 上配有两个 PROFINET 接口，则可使用 PROFINET 接口 X2 与其它设备进行数据通信。

下图显示的组态中，通信伙伴通过冗余系统 S7-1500R/H CPU 的相应 PROFINET 接口 X2 连接。



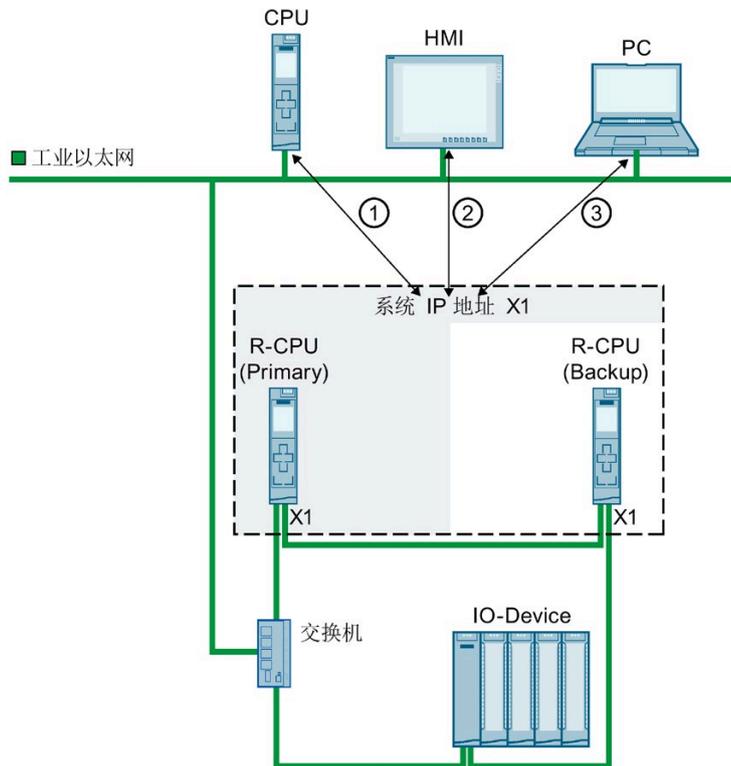
- ① 另一个 CPU 与 S7-1500R/H 冗余系统间的开放式用户通信
- ② 与 S7-1500R/H 冗余系统进行 HMI 通信
- ③ S7-1500R/H 冗余系统与某个 PC 间的开放式用户通信

图 14-1 示例：通过系统 IP 地址 X2 与 S7-1515R 冗余系统进行通信

14.1 系统 IP 地址

通过系统 IP 地址 X1 进行通信

在下图显示的组态中，通信伙伴与 S7-1500R/H 冗余系统中 PROFINET 环网的交换机相连接。PROFINET 环网通过两个 CPU 上相应的 PROFINET 接口 X1 与通信伙伴相连接。由于 CPU 1513R 只有一个 PROFINET 接口，因此，PROFINET 环网连接只能通过系统 IP 地址 X1 进行数据通信。

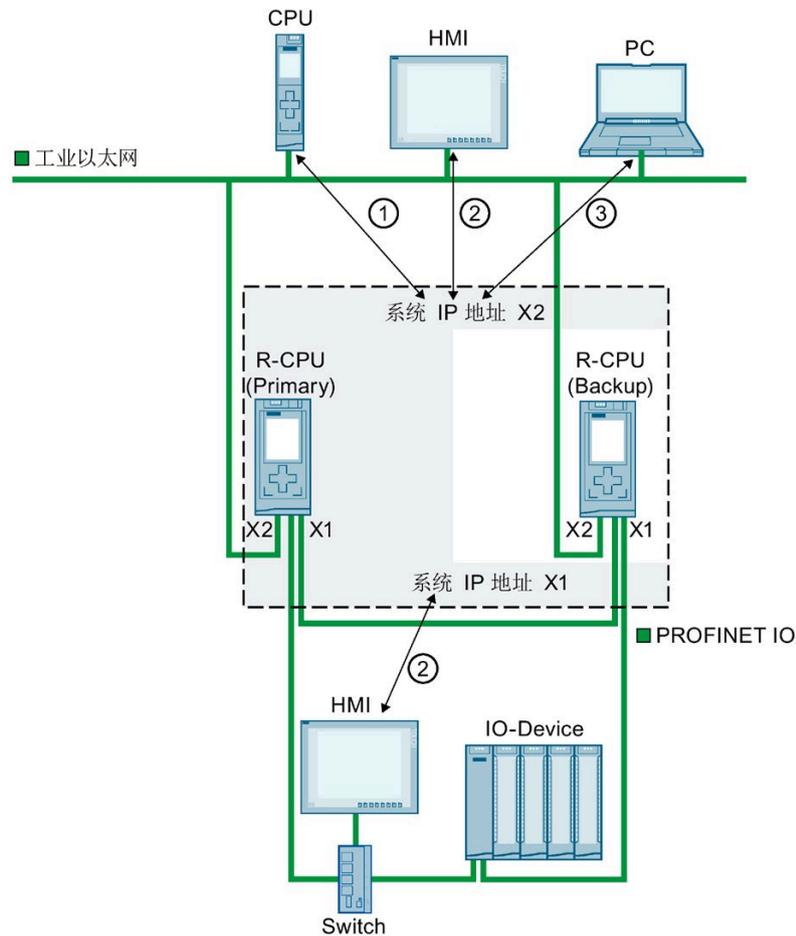


- ① S7-1500R/H 冗余系统与某个 PC 间的开放式用户通信
- ② 与 S7-1500R/H 冗余系统进行 HMI 通信
- ③ S7-1500R/H 冗余系统与某个 PC 间的开放式用户通信

图 14-2 示例：通过系统 IP 地址 X1 与 S7-1513R 冗余系统进行通信

通过系统 IP 地址 X1 和 X2 进行通信

如果冗余系统 S7-1500R/H 的 CPU 包含两个 PROFINET 接口（X1 和 X2），则可使用任意一个 PROFINET 接口的系统 IP 地址。与 CPU 上接口 X1 相连的 PROFINET 设备通过系统 IP 地址 X1 进行通信。与 CPU 上接口 X2 相连的 PROFINET 设备通过系统 IP 地址 X2 进行通信。



- ① S7-1500R/H 冗余系统与一个不同 PC 间的开放式用户通信
- ② 与 S7-1500R/H 冗余系统进行 HMI 通信
- ③ S7-1500R/H 冗余系统与某个 PC 间的开放式用户通信

图 14-3 示例：通过系统 IP 地址 X1 和 X2 与 S7-1515R 冗余系统进行通信

14.1 系统 IP 地址

通过系统 IP 地址进行 IP 转发

如果使用系统 IP 地址作为通过 S7-1500R/H 冗余系统进行 IP 路由的网关/默认路由，则即使其中一个 CPU 出现故障，也会转发 IP 数据包。

在下图中，PC 连接到 S7-1500R CPU 的两个 X2 接口。在 PC 中输入系统 IP 地址 X2 作为网关，以获取到 HMI 设备的路径。HMI 设备通过交换机连接到冗余系统 S7-1500 的 PROFINET 环网。在 HMI 设备中，系统 IP 地址 X1 组态为路由器。

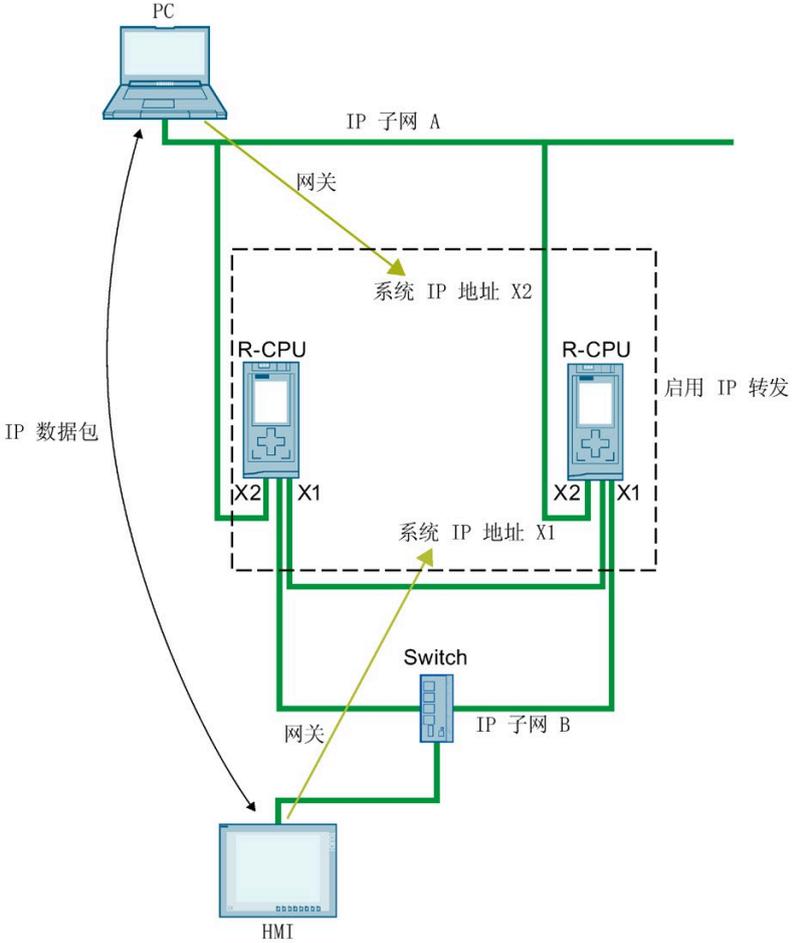


图 14-4 示例：通过系统 IP 地址进行 IP 转发

启用系统 IP 地址

要求：

- STEP 7 V15.1 或更高版本
- S7-1500R/H 冗余系统，带有两个 CPU，如 CPUs 1513R-1PN

如果 S7-1500R/H 冗余系统的 CPU 配有两个 PROFINET 接口（X1 和 X2），则这两个 PROFINET 接口可使用一个系统 IP 地址。在以下章节中，将介绍了如何启用接口 X1 的系统 IP 地址。

要为 S7-1500R/H 冗余系统启用系统 IP 地址，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，在两个 CPU 中选择一个 CPU 上的接口 X1。
2. 在巡视窗口中，在“切换通信的系统 IP 地址”(System IP address for switched communication) 区域中选择“属性 > 常规 > 以太网”(Properties > General > Ethernet addresses)。
3. 选中“启用切换通信的系统 IP 地址”(Enable the system IP address for switched communication) 复选框。

STEP 7 将自动创建一个系统 IP 地址。



图 14-5 组态 IP 地址

4. 必要时，可调整该系统 IP 地址。
5. 如有需要，可更改虚拟 MAC 地址。为此，应为“虚拟 MAC 地址”中的最后一个字节分配一个项目内唯一的值（值范围 01H 到 FFH）。

说明

虚拟 MAC 地址的唯一性

冗余系统 S7-1500R/H 为每个系统 IP 地址使用地址范围 00-00-5E-00-01-00 到 00-00-5E-00-01-00 中的 MAC 地址。该地址范围也用于 VRRP（虚拟冗余协议）。

如果使用支持 VRRP 的设备（如交换机），则需确保 MAC 地址在以太网广播域中的唯一性。

结果：两个 CPU 上 PROFINET 接口 X1 的系统 IP 地址 X1 已启用。

14.2 对 Ssyncup 状态的响应

14.2 对 Ssyncup 状态的响应

SYNCUP 系统状态下通过系统 IP 地址的通信连接的响应

- HMI、PG 连接和 S7 连接临时关闭。在 SYNCUP 组态下，短时间内无法与 S7-1500R/H 冗余系统建立连接。
- 所有现有的开放式用户通信连接均中断：
 - 在 SYNCUP 后，冗余系统中的 CPU 将作为主动连接伙伴重新建立连接。
 - 在 SYNCUP 后，S7-1500R/H 冗余系统将重新建立连接端点，从而建立被动连接。
- 系统将停止 TSEND 和 TRCV 指令中正在运行的实例处理过程。块参数 STATUS 将返回 80C4H（暂时性通信错误）。

14.3 主/备份 CPU 切换响应

主 CPU 与备用 CPU 切换过程中，通过系统 IP 地址的通信连接响应

- 系统将停止 TSEND 和 TRCV 指令当前正在运行的实例并返回状态 80C4H（暂时性通信错误）。
- 新的主 CPU 将重新建立之前与 S7-1500R/H 冗余系统的成功连接。
- 新的主 CPU 将重新建立连接端点，从而建立被动连接。

说明

延长了连接中断的持续时间

如果远程系统在主 - 备用 CPU 切换后未主动传送数据，可能需要由远程系统执行连接监视（例如 TCP-Keep-Alive 或应用程序），直至可以重新建立连接为止。

14.4 冗余系统 S7-1500R/H 的连接资源

S7-1500R/H 冗余系统的最大连接资源数

S7-1500R/H 冗余系统支持最大数量的连接资源。

所用 CPU 将确定冗余系统的最大资源数量：

- CPU 1513R: 最多 88 个连接资源
- CPU 1515R: 最多 108 个连接资源
- CPU 1517H: 最多 288 个连接资源

连接资源的分配

通信连接会占用 S7-1500R/H 冗余系统中的通信资源。

冗余系统 S7 1500R/H 的每条通信连接都会占用 S7 1500R/H 站中的连接资源。

S7-1500R/H 站中包含 S7-1500R/H 冗余系统的两个 CPU 的硬件设置。

根据所使用的 IP 地址，通信连接还将占用 S7-1500R/H 冗余系统中一个或两个 CPU 的连接资源。S7-1500R/H 站也可用于建立通信连接。

下表根据所使用的 IP 地址列出了各 CPU 中通信连接占用的连接资源。

连接方式...	站的连接资源	冗余 ID 为 1 的 CPU 的连接资源	冗余 ID 为 2 的 CPU 的连接资源
系统 IP 地址	√	√	√
冗余 ID 为 1 的 CPU 的设备 IP 地址	√	√	-
冗余 ID 为 2 的 CPU 的设备 IP 地址	√	-	√

14.5 与冗余系统 S7-1500R/H 进行 HMI 通信

在 STEP 7 中显示已占用的连接资源

要求：在线连接到 S7-1500R/H 冗余系统

有关在线显示连接资源的信息，请参见巡视窗口中的“诊断 > 连接信息”(Diagnostics" > "Connection information)。STEP 7 通常会显示所选 CPU 与 S7-1500R/H 站的连接资源。

连接资源

	站资源						模块资源	
	预留			动态			CPU 1517H-3 PN (R0/S1)	
	最大	已组态	已用	已组态	已用	已组态	已用	
最大资源数：	10	10		150	150	160	160	
PG 通信：	4	-	2	-	0	-	2	
HMI 通信：	4	0	0	0	0	0	0	
S7 通信：	0	-	0	0	0	0	0	
开放式用户通信：	0	-	0	0	0	0	0	
Web 通信：	2	-	0	-	0	-	0	
其它通信：	-	-	0	0	0	0	0	
使用的总资源：		0	2	0	0	0	2	
可用资源：		10	8	150	150	160	158	

图 14-6 在 STEP 7 中显示 S7-1500R/H 冗余系统的连接资源

14.5 与冗余系统 S7-1500R/H 进行 HMI 通信

14.5.1 通过系统 IP 地址进行 HMI 连接

要求

- S7-1500R/H 冗余系统，如 CPU 1513R-1PN
- 系统 IP 地址已启用
- 带有 PROFINET 接口的 HMI 设备

操作步骤

要与 S7-1500R/H 冗余系统建立 HMI 连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 HMI 设备的 PROFINET 接口。
2. 使用拖放操作，在 HMI 设备的 PROFINET 接口与 S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET 接口之间绘制一条线。

HMI 设备与 S7-1500R/H 冗余系统将连接在一起。

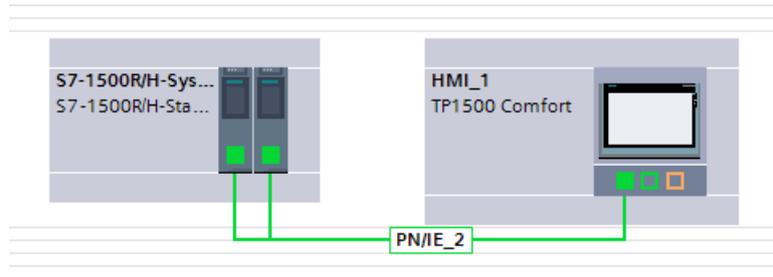


图 14-7 联网 HMI 设备与 S7-1500R/H 冗余系统

3. 在功能表中，单击“连接”(Connections) 图标。该操作将激活连接模式。
4. 使用拖放操作，在 HMI 设备的 PROFINET 接口与 S7-1500R/H 冗余系统的 CPU 间画一条线。

“连接伙伴”(Connection partners) 列表随即打开。



图 14-8 与 S7-1500R/H 冗余系统建立 HMI 连接

5. 在“连接伙伴”(Connection partners) 列表中，选择 S7-1500R/H 冗余系统。

结果：在 HMI 设备和 S7-1500R/H 冗余系统间建立了一条 HMI 连接。HMI 连接将使用该系统 IP 地址。HMI 设备始终与主 CPU 相连。

将 HMI 连接更改为设备 IP 地址

要将 HMI 连接永久地更改为所选择的 CPU，则需取消选择 HMI 连接属性中的“使用切换通信的系统 IP 地址”(Use system IP address for switched communication) 复选框。HMI 连接之后将使用该 PROFINET 接口的设备 IP 地址。如果该 CPU 发生故障，则与该 CPU 的 HMI 连接将永久失效。

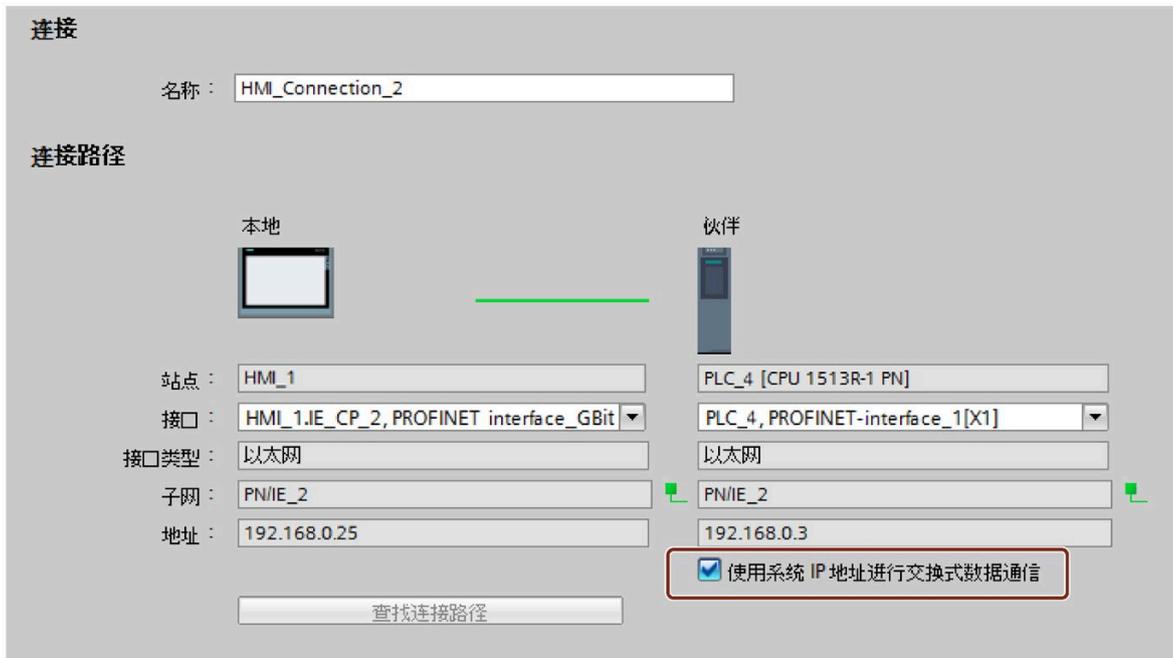


图 14-9 HMI 连接的属性

说明

自动建立 HMI 连接

将一个变量从 S7-1500R/H 冗余系统拖放到 HMI 画面或 HMI 变量表中时，STEP 7 将自动建立一条 HMI 连接。系统默认，HMI 设备的 PROFINET 接口与冗余 ID 为 1 的 CPU 的 PROFINET 接口 X1 间存在这样一条 HMI 连接。该连接使用 PROFINET 接口 X1 的设备 IP 地址。

在 HMI 连接属性中，可将 HMI 连接更改为一个系统 IP 地址。

14.6 与冗余系统 S7-1500R/H 进行开放式用户通信

下表列出了 S7-1500R/H 冗余系统中可使用的开放式用户通信协议以及相应的系统数据类型和指令。

表格 14-1 协议、系统数据类型以及 S7-1500R/H 冗余系统进行开放式用户通信时使用的指令

协议	系统数据类型	指令
TCP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_QDN • TCON_IP_v4 	建立连接并通过以下指令收/发数据： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C 或
ISO-on-TCP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_RFC 	<ul style="list-style-type: none"> • TCON, TSEND/TRCV 或 • TCON, TUSEND/TURCV (可通过 TDISCON 终止连接)
UDP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_v4 • TADDR_Param • TADDR_SEND_QDN • TADDR_RCV_IP 	建立连接并通过以下指令收/发数据： <ul style="list-style-type: none"> • TSEND_C/TRCV_C • TUSEND/TURCV/TRCV (可通过 TDISCON 终止连接)
Modbus TCP	<ul style="list-style-type: none"> • TCON_IP_v4 • TCON_QDN 	<ul style="list-style-type: none"> • MB_CLIENT • MB_RED_CLIENT • MB_SERVER • MB_RED_SERVER

14.6.1 与冗余系统 S7-1500R/H 建立开放式用户通信连接

简介

S7-1500R/H 冗余系统可通过开放式用户通信与其它设备进行通信。

在用户程序中可通过“TSEND_C”之类的指令建立连接。S7-1500R/H 冗余系统不支持所组态的连接。

用户可通过设备 IP 地址建立连接，也可通过 PROFINET 接口的系统 IP 地址建立连接。

通过冗余系统 S7 1500R/H 的系统 IP 地址进行开放式用户通信

如果通过系统 IP 地址建立连接，则通常与主 CPU 进行通信。

建议：始终使用系统 IP 地址进行开放式用户通信。

通过冗余系统 S7 1500R/H 的设备 IP 地址进行开放式用户通信

在冗余模式下，冗余系统可通过任何一个设备 IP 地址建立/终止连接和发送/接收数据。

如果通过设备 IP 地址建立连接，则通过相应的 CPU 进行通信。如果该 CPU 发生故障，则通过该 CPU 的设备 IP 地址进行的所有通信都将失败。

通过系统 IP 地址建立连接

以下说明了如何通过冗余系统 S7 1500R/H 的 PROFINET 接口的系统 IP 地址与其它 CPU 建立连接。

在 S7-1500R/H 冗余系统的用户程序中，可通过 TSEND_C 指令建立连接。在其它 CPU 的用户程序中，创建相应的 TRCV_C 指令。

在此，我们将以 S7-1500R/H 冗余系统与 CPU 1516-3PN/DP 间的 TCP 连接为例，进行详细说明。

要求

- 冗余系统 S7 1500R/H，例如，2 个 CPU 1513 1PN
- PROFINET 接口 X1 的系统 IP 地址已启用。
- CPU 1516-3PN/DP
- CPU 1513R 的 PROFINET 接口 X1 与 CPU 1516-3 PN/DP 的 PROFINET 接口 X2 位于同一子网中。

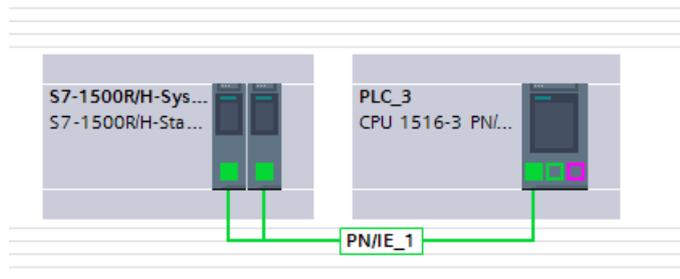


图 14-10 TCP 连接的组态示例

S7-1500R/H 冗余系统内用户程序中的 TSEND_C 指令

要与其它 CPU 建立 TCP-连接，请按以下步骤操作：

1. 在用户程序中，创建一个“TSEND_C”指令。

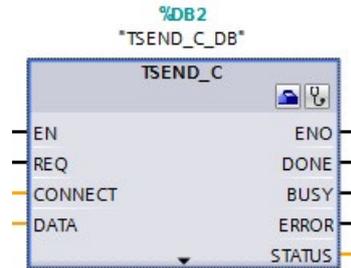


图 14-11 S7-1500R/H: “TSEND_C”指令

2. 选择“TSEND_C”指令。

14.6 与冗余系统 S7-1500R/H 进行开放式用户通信

- 在巡视窗口中，浏览到“属性 > 组态 > 连接参数”(Properties > Configuration > Connection parameters)。

在左侧，S7-1500R/H 冗余系统为该连接的本地端点：

- “接口”(Interface): X1 为当前接口。
- “子网:”(Subnet:): 如果接口 X1 分配给 S7 子网，则 STEP 7 中会显示该 S7 子网的名称。
- 选择复选框“使用 H 系统的地址”(Use address of the H-system)。S7-1500R/H 冗余系统的系统 IP 地址位于“地址”(Address) 中。

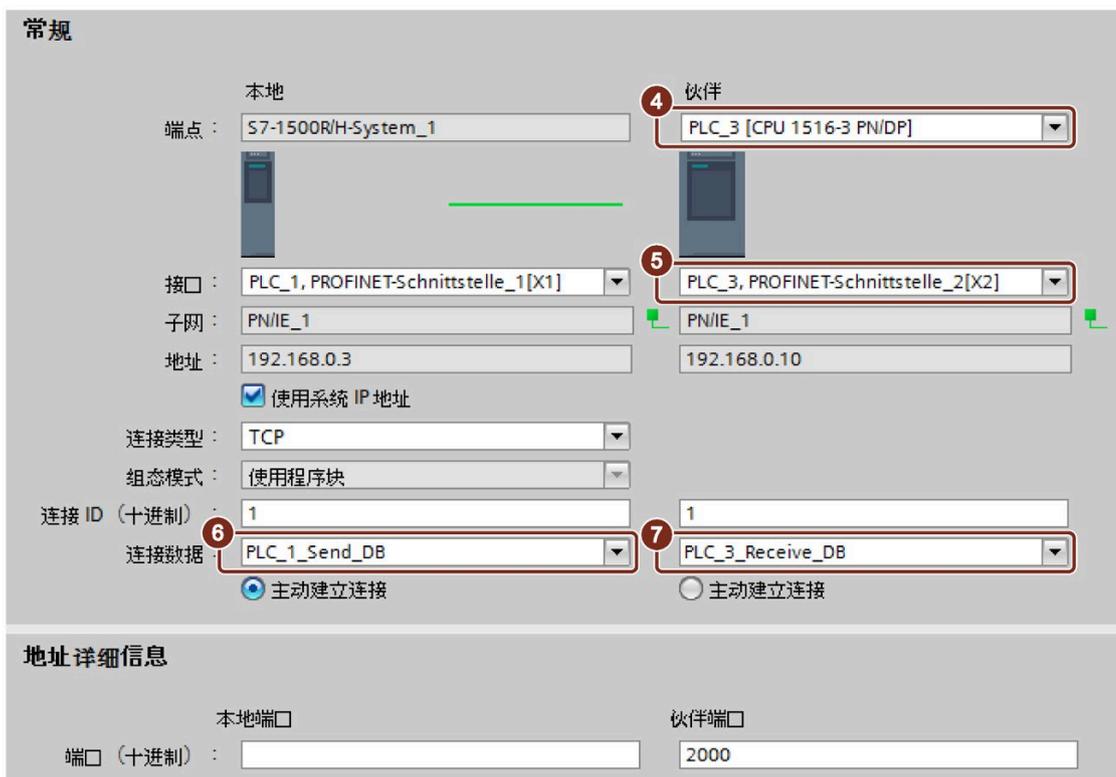


图 14-12 S7-1500R/H: 在 STEP 7 中为指令“TSEND_C”分配参数:

- 在“端点:”(End point:) 下方的“伙伴”(Partner) 中，选择 CPU 1516-3 PN/DP 作为通信伙伴。
- 在“接口:”(Interface:) 下方的“伙伴”(Partner) 中，选择 CPU 1516-3 PN/DP 的 PROFINET 接口 X2。

6. 在“连接数据”(Connection data) 下的“本地”(Local) 中，选择设置“<新建>”(<new>)。STEP 7 将在 S7-1500R/H 冗余系统的用户程序中为连接数据创建一个数据块，例如“PLC_1_Send_DB”。
“TCP”默认设置为该连接类型。
7. 在“连接类型”(Connection type) 下的“伙伴”(Partners) 中，选择设置“新建”(NEW)。STEP 7 将在其它 CPU 的用户程序中为连接数据创建一个数据块，例如“PLC_3_Receive_DB”。

CPU 1516 3PN/DP 用户程序中的 TRCV_C 指令

在 CPU 1516-3PN/DP 的用户程序中创建一个 TRCV_C 指令并按照以下方式分配参数：

常规	
本地	伙伴
端点： PLC_3 [CPU 1516-3 PN/DP]	S7-1500R/H-System_1 [S7-1500R/H-Station]
接口： PLC_3, PROFINET-Schnittstelle_2[X2]	PLC_1, PROFINET-Schnittstelle_1[X1]
子网： PN/IE_1	PN/IE_1
地址： 192.168.0.10	192.168.0.3
连接类型： TCP	<input checked="" type="checkbox"/> 使用系统 IP 地址
组态模式： 使用程序块	
连接 ID (十进制)： 1	1
连接数据： PLC_3_Receive_DB	PLC_1_Send_DB
<input type="radio"/> 主动建立连接	<input checked="" type="radio"/> 主动建立连接
地址详细信息	
本地端口	伙伴端口
端口 (十进制)： 2000	

图 14-13 S7-1500-3PN/DP：在 STEP 7 中为指令“TRCV_C”分配参数：

通过设备 IP 地址建立连接

要通过两个 CPU 中一个 CPU 的设备 IP 地址建立 OUC 连接：

- 选择 S7-1500R/H 冗余系统中所需的 PROFINET 接口。
- 取消选择“使用 H 系统的地址”(Use address of H-system) 复选框。

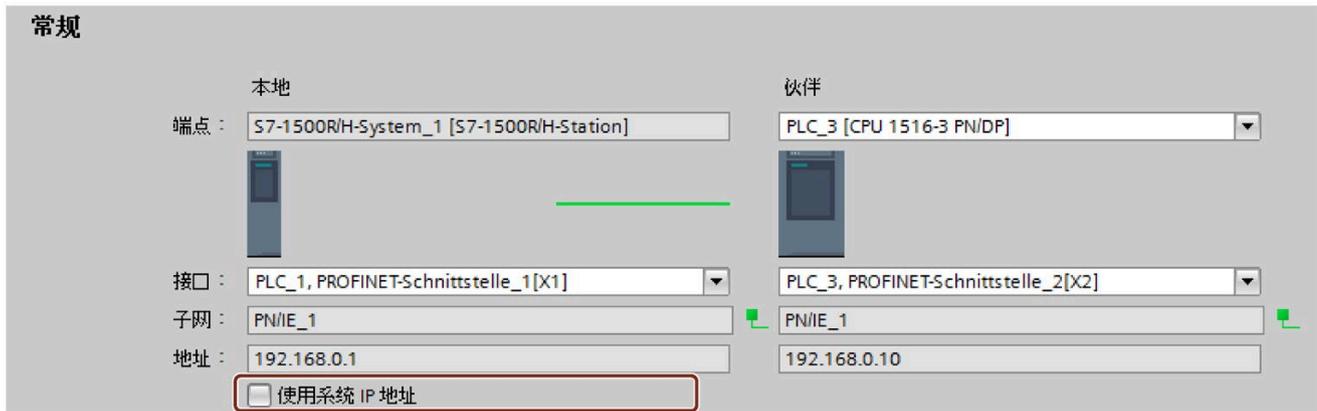


图 14-14 通过设备 IP 地址建立 OUC 连接

参考

有关系统状态的更多信息，请参见系统手册《S7-1500R/H (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109754833>)》。

参见

PROFINET 功能手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/49948856>)

使用 CP 1543-1 确保工业以太网安全

全方位保护 - 工业以太网安全的任务

通过工业以太网安全，可以对以太网中的单个设备、自动化单元或网段进行保护。此外，还可以通过组合其它不同的安全措施，对数据传输提供如下保护：

- 数据侦听
- 数据操纵
- 未经授权的访问

安全措施

- 防火墙
 - 全状态数据包检测型 IP 防火墙（第 3 层和第 4 层）
 - 符合 IEEE 802.3 标准的以太网“非 IP”帧的防火墙（第 2 层）
 - 带宽限制
 - 全局防火墙规则

防火墙将保护 CP 1543-1 内网段中的所有网络节点。例外：如果使用“通过通信模块访问 PLC”功能通过 CP 的接口访问 CPU，则防火墙不会保护此连接。

- 日志记录

在监视过程中，事件将存储在日志文件中，可通过组态工具进行读取或者自动发送到 Syslog 服务器中。
- HTTPS

对网站传输进行加密，例如在过程控制期间。
- FTPS（显式模式）

对文件传输进行加密。
- 安全 NTP

对时间同步和传输进行保护

15.1 防火墙

- **SNMPv3**
对网络分析信息的传输进行安全保护，以防窃听。
- **VPN 组**
通过组态，可将 CP 1543-1 及其它安全模块整合到 VPN 组中。在 VPN 组 (VPN) 的所有安全模块之间建立 IPsec 隧道。这些安全模块的所有内部节点可通过此隧道互相进行安全通信。
- **对设备和网段进行保护**
防火墙与 VPN 组的保护功能可应用于单个设备、多个设备或整个网段的操作。

更多信息

有关工业安全的最重要内容的链接，请参见该常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/92651441>)。

15.1 防火墙

防火墙的任务

防火墙的目的是保护网络和站点免受外部的影响和干扰。这意味着，只能与之前指定的通信伙伴进行通信。

可通过 IPv4 地址、IPv4 子网、端口号或 MAC 地址等信息对数据流进行过滤。

可以为以下协议层组态防火墙功能：

- 全状态数据包检测型 IP 防火墙（第 3 层和第 4 层）
- 符合 IEEE 802.3 标准的以太网“非 IP”帧的防火墙（第 2 层）

防火墙的规则

在防火墙规则中将介绍允许或禁止传输的数据包以及传输的方向。

15.2 日志记录

功能

安全模块可以通过诊断和日志功能进行测试和监视。

- 诊断功能

包括各种可在线使用的系统和状态功能。

- 记录功能

记录系统和安全事件。根据事件类型的不同，记录的信息将包含在 CP 1543-1 的易失性或非易失性的本地缓冲区中。此外，也可以存储在网络服务器中。

只能通过网络连接对这些功能进行参数分配和评估。

通过日志功能记录事件

通过日志设置，指定待记录的事件。在此，可组态以下记录方式：

- 本地日志记录

通过这种记录方式，可以将事件记录在 CP 1543-1 的本地缓冲区中。并通过安全组态工具的在线对话框访问和显示这些记录，并在服务站中进行归档。

- 网络 Syslog

使用网络 Syslog，可以记录到网络中的 Syslog 服务器上。使用这种方式时，将根据日志设置中的组态信息对事件进行记录。

15.3 NTP 客户端

功能

要检查证书时间的有效性以及日志条目的时间戳，则需在 CPU 上对 CP 1543-1 中的日期和时间进行维护。时间可以与 NTP 同步。CP 1543-1 通过自动化系统的背板总线将同步的时间转发到 CPU。这样 CPU 还可以在执行程序时接收时间事件的同步时间。

可通过安全型或非安全型 NTP 服务器对时间进行自动设置和定期同步。最多可为 CP 1543-1 分配 4 个 NTP 服务器。但不能混合使用非安全型和安全型 NTP 服务器的组态。

15.4 SNMP

15.4 SNMP

功能

与 CPU 类似，CP 1543-1 也可基于简单网络管理协议 (SNMP) 传输管理信息。为此，需在 CP/CPU 上安装一个“SNMP 代理”，用于接收和响应 SNMP 查询。有关具有 SNMP 功能设备的属性信息保存在 MIB（管理信息库）文件中，需要具有相应权限才能访问。

在使用 SNMPv1 安全措施时，还将发送“社区字符串”。“社区字符串”类似于一个密码，与 SNMP 查询一起发送。在“社区字符串”正确时，发送请求的信息。在此字符串不正确时，丢弃该请求。

在使用 SNMPv3 安全措施时，将对数据进行加密传输。为此，需要选择一种认证方法或者一种认证和加密方法。

可选择：

- 认证算法：无、MD5、SHA-1
- 加密算法：无、AES-128、DES

用户也可取消激活 CP/CPU 的 SNMP 应用。如果网络的安全准则不允许使用 SNMP 或需使用用户自己的 SNMP 解决方案时，则可取消激活 SNMP。

有关取消激活 CPU 中 SNMP 功能的信息，请参见“禁用 SNMP (页 114)”部分。

15.5 VPN

功能

对于保护内部网络的安全模块，可借助 VPN（虚拟专用网络）隧道，通过非安全外部网络实现安全的数据连接。

该模块采用 IPsec 协议（IPsec 隧道模式）建立隧道。

在 STEP 7 中，可向安全模块分配 VPN 组。在 VPN 组的所有模块之间会自动建立 VPN 隧道。在该过程中，一个项目中的某个模块可能同时属于多个不同的 VPN 组。

术语表

CA 根证书

→ 另请参见“根证书”

CM

→ 通信模块

CP

→ 通信处理器

CPU

中央处理单元 (CPU) - S7 自动化系统的核心模块，带有控制和算术逻辑运算单元、存储器、操作系统以及编程设备的接口。

DP 从站

PROFIBUS 上分布式 I/O 中的从站，采用 PROFIBUS DP 协议且符合 EN 50170 标准的第 3 部分。

→ 另请参见“DP 主站”

DP 主站

在 PROFIBUS DP 中，分布式 I/O 中的主站符合 EN 50170 标准的第 3 部分。

→ 另请参见“DP 从站”

FETCH/WRITE

使用 TCP/IP、ISO-on-TCP 和 ISO 协议的服务器服务，用于访问 S7 CPU 的系统存储区。可以从 SIMATIC S5 或第三方设备/PC 进行访问（客户端功能）。FETCH：直接读取数据；WRITE：直接写入数据。

Freeport 协议

可任意编程的 ASCII 协议；使用该协议可通过点到点连接进行数据传输。

FTP

文件传输协议 (FTP) 是一种网络协议，用于通过 IP 网络进行文件传输。FTP 用于在服务器与客户端间进行文件的上传或下载。FTP 目录可以创建并读取，也可以重命名或删除。

HMI

人机界面 (HMI)，用于显示和控制自动化过程的设备。

IE

→ 工业以太网

IM

→ 接口模块

IO 控制器、PROFINET IO 控制器

PROFINET 系统中的中央设备，通常为典型的可编程逻辑控制器或 PC。IO 控制器将建立与 IO 设备的连接，与这些设备进行数据交换，并对系统进行监控。

IO 设备、PROFINET IO 设备

PROFINET 系统中分布式 I/O 内的设备，通过 IO 控制器（例如，分布式 I/O、阀岛、变频器 and 交换机）进行监控。

IP 地址

用作采用 Internet 协议 (IP)、PC 网络中唯一地址的二进制数。根据该二进制数，可对这些设备进行唯一寻址和单独访问。使用可分离网络部分或主机部分结构的子网掩码来分析 IPv4 地址。例如，一个 IPv4 地址的文本表示由 4 个十进制数字组成，值范围为 0 到 255。这些十进制数使用句点进行分隔。

IPv4 子网掩码

二进制掩码，用于将 IPv4 地址（二进制数）划分为“网络部分”和“主机部分”。

ISO 协议

以太网中对消息或数据包进行数据传输的通信协议。该协议面向硬件、速度快、支持动态数据长度，ISO 协议适用于大中型数据传输。

ISO-on-TCP 协议

支持 S7 路由功能的通信协议，用于在以太网中对数据包进行数据传输，支持网络寻址，ISO-on-TCP 协议适用于大中型数据传输，并支持动态数据长度。

MAC 地址

所有以太网设备在全球范围内都唯一的设备标识码。MAC 地址由制造商分配，其中 3 字节为供应商 ID，另外 3 字节（以连续数字表示）为设备 ID。

Modbus RTU

远程终端单元 (**Remote Terminal Unit**)；基于主站/从站架构的开放式串行接口通信协议。

Modbus TCP

传输控制协议 (**Transmission Control Protocol**)；基于主站/从站架构的开放式以太网通信协议。数据以 TCP/IP 数据包的形式传输。

NTP

网络时间协议 (**Network Time Protocol, NTP**) 规定了由工业以太网建立的自动化系统中同步时钟的标准。NTP 采用适用于 Internet 的 UDP 传输协议。

OPC UA

OPC Unified Automation 协议由 OPC 基金会制定，用于在机器间进行数据通信。

PG

→ 编程设备

PNO

→ PROFIBUS 用户组织

PROFIBUS

过程现场总线 (**Process Field Bus**) - 欧洲现场总线标准。

PROFIBUS DP

支持 DP 协议且符合 EN 50170 的 PROFIBUS。DP 即为分布式 I/O，可进行快捷实时的周期性数据交换。从用户程序的角度来看，分布式 I/O 与集中式 I/O 的寻址方式完全相同。

PROFIBUS 地址

连接到 PROFIBUS 上的设备的唯一标识符。PROFIBUS 地址通过帧形式发送，用于寻址一个设备。

PROFIBUS 设备

该设备上至少有 1 个 PROFIBUS 接口为电气接口（如 RS-485）或光纤接口（如聚合物光纤）。

PROFIBUS 用户组织

该技术委员会致力于 PROFIBUS 和 PROFINET 标准的定义和开发。

PROFINET

基于组件的开放式工业通信系统，以分布式自动化系统的以太网为基础。这种通信技术由 PROFIBUS 用户组织推出。

PROFINET 接口

模块的 PROFINET 接口具备通信功能（如 CPU、CP），带有 1 个或多个端口。出厂前已为该接口分配有 MAC 地址。接口地址与 IP 地址和设备名称（来自各个组态）一起使用，可确保在网络中唯一识别 PROFINET 设备。该接口可以是电气接口、光学接口或者是无线接口。

PROFINET 设备

始终带有一个 PROFINET 接口（电气、光学或无线）的设备。

PROFINET IO

IO 即为输入/输出，分布式 I/O 可进行快速实时的周期性数据交换。从用户程序的角度来看，分布式 I/O 与集中式 I/O 的寻址方式完全相同。

PROFINET IO 作为 PROFIBUS 和 PROFINET International 基于以太网的自动化标准，它定义了跨厂商的通信、自动化系统和工程组态模式。

借助 PROFINET IO，实现一种允许所有设备随时访问网络的交换技术。因此，通过多个设备的并行数据传输，可以更为高效地使用网络。数据的并行发送和接收通过交换式以太网的全双工操作来实现。

PROFINET IO 基于交换式以太网的全双工操作，其带宽为 100 Mbps。

PtP

点到点 (PtP)，是两个（只能是两个）通信伙伴间进行双向数据交换的接口和/或传输协议。

RS232、RS422 和 RS485

串行接口标准。

RTU

Modbus RTU (RTU: 远程终端设备 (RTU))，用于传输二进制格式的数据，具有较高的数据吞吐率。在对数据进行评估之前，必须将其转换为一种可读取的格式。

S7 路由

通过作为 S7 路由器的一个或多个网络节点，可以在不同 S7 子网中的 S7 自动化系统、S7 应用或 PC 站之间进行通信。

SDA 服务

发送数据，需要进行确认。SDA 是一种基本服务。通过这种该服务，发起方（例如，DP 主站）可以向其它设备发送一条消息，并在之后接收从接收方发回的确认消息。

SDN 服务

发送数据，无需进行确认。该服务主要用于向多个站发送数据，但无需进行确认。该服务适用于发送同步任务和状态消息。

SNMP

简单网络管理协议 (**SNMP**)，使用无线 UDP 传输协议。SNMP 的工作模式与客户端/服务器的非常类似。SNMP 管理器对网络节点进行监视。SNMP 代理收集各网络节点中的各种网络特定信息，并以一种以结构化的形式将这种信息存储在管理信息库 (**Management Information Base**) 中。网络管理系统可以使用该信息进行详细的网络诊断。

TCP/IP

传输控制协议/因特网协议 (**TCP / IP**)，一种面向连接的网络协议，通常作为异构网络中数据传输的标准。

UDP

用户数据报协议 (**UDP**)，适用于快速简单数据传输的通信协议，无需进行确认。TCP/IP 中未定义错误检查机制。

USS

通用串行接口协议 (**USS**)，根据主站/从站原理定义了一种通过一根串行总线进行通信的访问方式。

Web 服务器

通过因特网进行数据交换的软件/通信服务。Web 服务器通过标准传输协议 (HTTP、HTTPS) 将文档传输到 Web 浏览器。文档可以是静态文档，也可以是由 Web 服务器根据 Web 浏览器的请求从不同的数据源动态生成的文档。

备用 CPU

如果 R/H 系统为 RUN-Redundant 系统状态，则主 CPU 将对过程进行控制。备用 CPU 将同步处理用户程序，并在主 CPU 发生故障时接管过程控制。

编程设备

编程设备实质上是一种适用于工业应用的紧凑型便携式 PC。它们通过用于可编程逻辑控制器的特定硬件和软件组态进行识别。

操作系统

使用和操作计算机软件。操作系统将对诸如内存、输入和输出设备等资源进行管理，并控制程序的执行。

操作状态

操作状态是指在特定时间点某个单 CPU 的操作特性。

SIMATIC 标准系统的 CPU 具有三种操作状态：STOP、STARTUP 和 RUN。

S7-1500R/H 冗余系统的主 CPU 则具有 STOP、STARTUP、RUN、RUN-Syncup 和 RUN-Redundant 五种操作状态。备用 CPU 具有 STOP、SYNCUP 和 RUN-Redundant 三种操作状态。

从站

现场总线系统中的分布式设备，只有在主站提出请求后才能与主站进行数据交换。

→ 另请参见“DP 从站”

点到点连接

通过通信模块上的串行接口，在两个通信伙伴（只能是两个）间进行双向数据交换。

端口

用于将设备连接到 PROFINET 的物理连接器。PROFINET 接口具有一个或多个端口。

服务器

可提供某些特定服务的设备或（广义上的）对象，并根据客户端的请求执行这些服务。

根证书

该证书为一个证书颁发机构的证书：它使用其私钥对最终实体证书和中间 CA 证书进行签名。

这种证书的“主体”(Subject) 与“颁发者”(Issuer) 属性必须相同。该证书颁发机构对自己的证书进行签名。

字段“CA”必须设置为“True”。

TIA Portal V14 包含一个这样的 CA 根证书：

如果要在 TIA Portal 中组态 S7-1500 的 OPC UA 服务器，则 TIA Portal 将为该 OPC UA 服务器生成一个最终实体证书并使用私钥对该证书进行签名。

该最终实体证书的签名可通过 TIA Portal 的公钥进行验证。该公钥位于 TIA Portal 的 CA 根证书中。

工业以太网

在工业环境中以太网络的构建指南。它与标准以太网的最大区别在于各组件的机械性能的鲁棒性和抗干扰性。

过程映像 (I/O)

CPU 将输入和输出模块中的值传送到该存储区域内。循环程序开始时，CPU 将过程映像输出作为信号状态传送到输出模块中。CPU 随后将输入模块的信号状态读取到过程映像输入中。随后 CPU 执行用户程序。

环形拓扑

网络中的所有设备彼此连接形成一个环。

交换机

用于连接局域网 (LAN) 中多个终端或网段的网路组件。

接口模块

分布式 I/O 系统中的模块。接口模块通过现场总线将分布式 I/O 系统连接到 CPU (IO 控制器/DP 主站) 并提供用于 I/O 模块的数据。

客户端

一种网络设备，需要网络中的其它设备（服务器）将为其提供服务。

路由器

具有唯一标识符（名称和地址）的网络节点，用于将子网连接在一起，以便将数据传输到网络中唯一标识的网络通信节点。

切换通信

除了各 CPU 的设备 IP 地址之外，S7-1500R/H 冗余系统还支持以下系统 IP 地址：

- 两个 CPU 上 PROFINET 接口 X1 的系统 IP 地址（系统 IP 地址 X1）
- 两个 CPU 上 PROFINET 接口 X2 的系统 IP 地址（系统 IP 地址 X2）

通过系统 IP 地址，可与其它设备（如，HMI 设备、CPU、PG/PC）进行通信。这些设备通常基于系统 IP 地址与冗余系统的主 CPU 进行数据通信。这样，可确保在冗余操作中原来的主 CPU 发生故障后，通信伙伴可在 RUN-Solo 系统状态下与新的主 CPU（之前的备用 CPU）进行数据通信。

冗余系统

冗余系统具有多个（冗余）重要自动化组件实例。如果冗余组件发生故障，过程控制仍将保持。

设备

通用术语，适用于：

- 自动化系统（例如 PLC、PC）
- 分布式 I/O 系统
- 现场设备（例如 PLC、PC、液压设备、气动设备）以及
- 有源网络组件（例如交换机、路由器）
- PROFIBUS 的网关、AS Interface 或其它现场总线系统

设备证书

此类证书由证书颁发机构 (CA) 签名。

最终实体证书的签名则使用证书颁发机构的公钥进行验证。

“主体”(Subject) 属性不得与“颁发者”(Issuer) 属性相同。

例如，“主体”(Subject) 包含 OPC UA 应用程序证书等的程序名称。

“颁发者”(Issuer) 则是对证书进行签名的证书颁发机构。

字段“CA”必须设置为“False”。

时间同步

可以将一个单源标准系统时间传送给系统中的所有设备，以便这些设备可根据该标准时间设置自己的时钟。

树形拓扑结构

具有分支结构的一种网络拓扑结构：每个总线节点上连接有 2 或更多个总线节点。

双工

数据传输系统，分为全双工和半双工。

半双工：使用一个通道交替地进行数据交换（可交替地发送或接收数据，但不能同时进行）。

全双工：使用 2 个通道同时双向地进行数据交换（可双向同时发送和接收数据）。

双绞线

使用双绞线电缆连接的快速以太网基于 IEEE 802.3u 标准 (100 Base-TX)。传输介质是阻抗为 100 欧姆的 2x2 屏蔽双绞线电缆 (22 AWG)。这种电缆的传输特性必须符合类别 5 的要求。

终端设备与网络组件之间的最大连接长度不得超过 100 m。带有 RJ-45 连接插头的连接器基于 100Base-TX 标准而设计。

通信处理器

执行其它通信任务的模块，可实现诸如区域安全之类的特殊应用。

通信模块

自动化系统中执行通信任务的模块，作为 CPU（例如 PROFIBUS）的接口扩展并具有附加通信功能 (PtP)。

网络

网络由 1 或多个相互连接的子网组成，可以包含任意数量的设备。各个网络可以彼此独立共存。

系统状态

S7-1500R/H 冗余系统的系统状态取决于主 CPU 和备用 CPU 的操作状态。术语“系统状态”用于快速标识两个 CPU 上同时出现操作状态。S7-1500R/H 冗余系统具有 STOP、STARTUP、RUN-Solo、SYNCUP 和 RUN-Redundant 五种系统状态。

现场设备

→ 设备

线性总线形拓扑结构

一种网络拓扑结构，各种设备都连接到一个总线上。

协议

有关在两个或更多通信伙伴之间进行通信所遵循的规则协议。

信息安全

为防止以下各项丢失而采取的所有措施的统称

- 对数据进行未经授权的访问而导致机密性缺失
- 因数据操作而导致的完整性缺失
- 因数据破坏而导致的可用性缺失

一致性数据

这些数据属于一个整体，在传输时不能分开。

以太网

基于帧的局域网 (LAN)，采用国际标准技术。其中对电缆类型、物理层的信号发送、数据包的格式以及介质访问控制的协议进行定义。

以太网适配器

电子线路器件，用于将计算机接入以太网。以便在以太网中进行数据交换/通信。

用户程序

在 SIMATIC 中，对 CPU 操作系统和用户程序做了区分。用户程序中包含用于控制一个系统或过程的所有指令、声明和数据。用户程序可分配给可编程模块（例如，CPU 和 FM），并可由更小的单元构成。

指令

用户程序中最小的独立单元，并根据结构、功能或目的分为单个的用户程序部分。一条指令可代表处理器重的一个操作过程。

中间 CA 证书

此为证书颁发机构的证书，使用根证书颁发机构的私钥进行签名。

中间证书颁发机构使用自己的私钥对最终实体证书进行签名。

最终实体证书的签名则使用中间证书颁发机构的公钥进行验证。

中间 CA 证书的“主体”(Subject) 与“颁发者”(Issuer) 属性不得相同：该证书颁发机构毕竟不对自己的证书进行签名。

字段“CA”必须设置为“True”。

主 CPU

如果 R/H 系统为 RUN-Redundant 系统状态，则主 CPU 将对过程进行控制。备用 CPU 将同步处理用户程序，并在主 CPU 发生故障时接管过程控制。

主站

通信/PROFIBUS 子网的上一层主动参与者。主站有权访问总线（令牌），并能请求和发送数据。

→ 另请参见“DP 主站”

子网

网络的一部分，子网的参数必须与设备（例如，PROFINET 中的）相匹配。子网中包含总线组件和所有连接的站。通过网关或路由器，子网可以进行互连从而构成一个网络。

自动化系统

可编程逻辑控制器，用于对过程工程组态行业和制造技术的过程链进行开环和闭环控制。自动化系统可包含各种组件和集成系统功能，具体取决于自动化任务。

自签名证书

对于这些证书，用户使用自己的私钥对其进行签名，并作为最终实体证书。

最终实体证书的签名通过用户的公钥进行验证。

自签名证书的“主体”(Subject) 与“颁发者”(Issuer) 属性必须相同：用户已完成对自己证书的签名。

字段“CA”必须设置为“False”。

例如，用户可将自签名证书用作 OPC UA 客户端的应用程序证书。

有关基于 OPC 基金会证书生成器生成自签名证书的具体步骤，请参见“这里 (页)”。

总线

一种传输介质，用于连接多个设备。可通过电缆或光缆以串行或并行方式进行数据传输。

最终实体证书

→ 另请参见“设备证书”

索引

3

3964(R) 程序, 161

A

Advanced Encryption Algorithm, 45
AES, 45

B

BRCV, 153
BSEND, 153

C

CM, 21
CP, 21

F

FDL, 125
Freeport 协议, 161
FTP, 26, 125, 147, 148

G

GDS, 203, 207
GET, 153

H

Handshake Protocol, 47
HMI 通信, 26, 121

I

IM, 25
IP 地址, 紧急地址 (临时), 440
IP 转发, 412
ISO, 26, 124
ISO-on-TCP, 124, 135

M

Modbus TCP, 125
Modbus 协议 (RTU), 161

N

NTP, 26, 461

O

OPC UA
DB 变量, 228
GDS, 203, 207
NodId, 177
OpenSSL, 197
PLC 变量, 228
X.509 证书, 195
安全设置, 222
安全连接, 200
安全通道, 200
证书生成器, 196
层模型, 201
命名空间, 177
标识符, 178
信息安全机制, 189
签名和加密, 192

简介, 173
 端点, 222
 OPC UA 服务器
 TCP 端口, 243, 245
 XML 导出文件, 238
 订阅, 244
 认证, 258
 生成服务器证书, 248
 发布时间间隔, 246
 地址空间, 179
 自定义服务器证书, 255
 安全设置, 252
 寻址, 241
 运行系统许可证, 262, 263
 应用程序名称, 240
 采样时间间隔, 247
 性能, 236
 性能提升, 236
 读写权限, 228
 调试, 239
 基本知识, 220
 OPC UA 客户端
 认证, 379
 证书, 375
 基本知识, 181
 OpenSSL, 197

P

PCT, 420
 PG 通信, 26, 118
 Private Key, 43
 Public Key, 43
 PUT, 153

R

Record Protocol, 47
 RFC 5280, 43

S

S7 通信, 26, 152, 431
 S7 路由, 407
 连接资源, 431
 Secure Socket Layer, 47
 SNMP, 26, 462
 SSL, 47
 Syslog, 461

T

TCON, 127
 TCP, 26, 124, 135
 TDISCON, 127
 TLS, 47
 Transport Layer Security, 47
 TRCV, 127
 TRCV_C, 127
 TSEND, 127
 TSEND_C, 127

U

UDP, 26, 124, 135
 URCV, 153
 USEND, 153
 USS 协议, 161

W

Web 服务器, 26

X

X.509, 43

G

工业以太网安全, 459

K

- 开放式用户通信
 - 协议, 124
 - 指令, 127
 - 特性, 123
- 开放式用户通信协议, 124
- 开放式通信
 - 连接组态, 135
 - 建立 FTP, 148
 - 建立 TCP、ISO-on-TCP、UDP 连接, 135
 - 建立电子邮件, 147

R

- 日志记录, 461

Z H

- 中间人攻击, 48

S H

- 申请方, 48

D

- 电子邮件, 26, 125, 147

X

- 写入, 26

D

- 对称加密, 45

Z

- 自签名证书, 48

Q

- 全球发现服务器 (GDS), 203, 207

A

- 安全通信, 43
- 安全措施, 459
 - NTP, 461
 - SNMP, 462
 - 日志记录, 461
 - 防火墙, 460

D

- 导出 OPC UA 文件, 238

F

- 防火墙, 460

L

- 连接
 - 开放式用户通信的指令, 127
 - 诊断, 437
- 连接诊断, 437
- 连接资源
 - HMI 通信, 430
 - S7 路由, 431
 - 占用, 432
 - 站特定的, 433
 - 概述, 34, 425
 - 数据记录路由, 431
 - 模块特定, 434
- 连接资源的占用, 432

S H

- 时间同步, 26

X

系统数据类型, 128

Z H

证书主体, 48

证书颁发机构, 48

F

非对称加密, 46

服务器证书, 255

J

建立连接, 34

CP 1543-1 的 ISO 连接, 140

通过组态, 139

建立和终止通信, 151

D

点到点连接, 26, 161

X

信息安全, 459

H

获取, 26

G

根证书, 51

T

通过 PUT/GET 指令进行通信

创建和组态连接, 154

通信

HMI 通信, 121

PG 通信, 118

S7 通信, 152

S7 路由, 407

开放式用户通信, 123

开放式通信, 123

建立和终止, 151

点到点连接, 161

通信协议, 124

数据记录路由, 419

通信方式

概述, 26

通信处理器, 21

通信处理器的接口, 23

通信服务

连接资源, 34

通信接口, 22

通信模块, 21

通信模块的接口

点到点连接, 24

J

接口模块, 25

Z

最终实体证书, 51

Q

签名, 49

S H

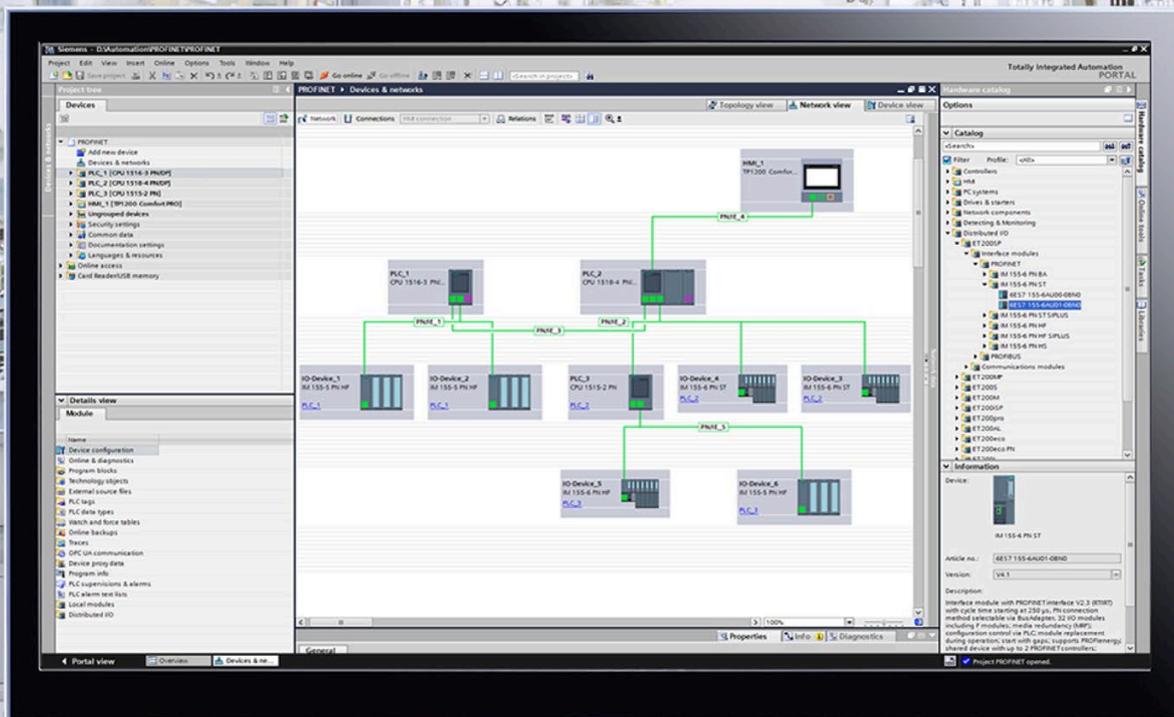
数字证书, 48

数据一致性, 38

数据记录路由, 419

数据的一致性, 38

SIEMENS



功能手册

SIMATIC

PROFINET

使用 STEP 7 组态 PROFINET

版本

05/2021

support.industry.siemens.com

SIEMENS

SIMATIC

PROFINET
使用 STEP 7 组态 PROFINET

功能手册

前言

功能手册文档指南

1

说明

2

参数分配/寻址

3

诊断与维护

4

功能

5

S7-1500R/H 冗余系统的
PROFINET

6

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号®的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档的用途

本功能手册简要介绍了使用 SIMATIC STEP 7 V17 组态 PROFINET 通信系统的相关信息。

STEP 7 V17 已集成到高性能的图形化全集成自动化门户 (TIA Portal) 中，TIA Portal 是所有自动化软件工具的集成平台。

该功能手册可帮助您对 PROFINET 系统进行规划。本手册涉及以下主题范围：

- PROFINET 基础知识
- PROFINET 诊断
- PROFINET 功能

所需的基本知识

要理解本手册中的内容，需要具备以下知识：

- 自动化技术的基本知识
- 工业自动化系统 SIMATIC 的知识
- 基于 Windows 的计算机知识
- 了解 STEP 7 (TIA Portal) 的使用

范围

本文档是 PROFINET 环境中所有 SIMATIC 产品的基本文档。产品文档基于本文档。

各个示例基于 S7-1500 自动化系统的功能。

与 2018 年 11 月版相比，2021 年 5 月版《PROFINET 功能手册》中新增的内容

功能	客户收益	此信息出处
MRP 互连	MRP 互连过程属于 MRP 的扩展。MRP 互连可在 PROFINET 网络中实现两个或多个环网与 MRP 的冗余耦合。MRP 互连具有以下好处：设置冗余网络拓扑时将不受环网中最多运行 50 台设备的限制。对采用环网冗余的更大型拓扑进行监视。	“MRP 互连 (页 196)”部分 “与冗余系统 S7-1500R/H 进行 MRP 互连 (页 326)”部分
启用/禁用智能设备	可以使用“D_ACT_DP”指令在智能设备 CPU 的用户程序中本地禁用或启用智能设备功能。	“在智能设备 CPU 的用户程序中启用/禁用智能设备 (页 151)”部分

与 2018 年 10 月版相比，2019 年 11 月版《PROFINET 功能手册》中新增的内容

功能	客户收益	此信息出处
直接数据交换	在直接数据交换的情况下，S7-1500 CPU 将 I/O 区域中的循环用户数据提供给一个或多个伙伴。 “直接数据交换”功能可在多个 S7-1500 CPU 之间实现确定性等时同步 IO 通信。	“直接数据交换 (页 241)”部分
交换 S1 设备	通过 CPU 的“交换 S1 设备”功能，可以在 S7-1500R/H 冗余系统中操作标准 IO 设备。	“交换 S1 设备 (页 310)”部分

与 2017 年 12 月版相比，2018 年 10 月版《PROFINET 功能手册》中新增的内容

与先前版本（2017 年 12 月版）相比，本手册（2018 年 10 月版）中包含了以下新功能：

功能	应用	客户收益：
S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET IO	在 S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET IO 系统中，即使一个 CPU 出现故障，IO 通信也能继续进行。	S7-1500R/H 冗余系统可提供高度的可靠性和系统可用性。对重要的自动化组件进行冗余组态，可大幅降低生产停机的可能性以及因组件故障而造成的不利影响。

与版本 09/2016 相比，《PROFINET 功能手册》版本 12/2017 中的新增内容

与先前版本（2016 年 9 月版）相比，本手册（2017 年 12 月版）中新增了以下功能介绍：

功能	应用	客户收益：
为 PROFINET IO 设备指定路由器	可为每个 IO 设备指定一个路由器的 IP 地址。通过路由器，可从 IP 子网之外对该 IO 设备进行访问。	之前，只能在 IO 控制器上为 PROFINET IO 接口指定一个路由器。IO 设备将继承 IO 控制器接口的设置。 现在，路由器地址的设置可独立于 IO 控制器设置。即，即使 IO 控制器端尚未设置路由器地址，也可在 IO 设备端设置一个路由器地址；或设置与控制器端不同的路由器地址。
通过硬件检测组态 IO 设备	可检测现有的 IO 设备，并输入项目中。	STEP 7 将 IO 设备及其所有模块和子模块一同插入项目中。IO 设备的实际订货号和固件版本与组态的相同。 因此，可大幅减少所需的项目规划工作量。
资产管理	用户可对可 PROFINET 设备的非 PROFINET 组件（资产）进行统一管理。PROFINET 设备可通过标准化的数据记录对资产的标识数据进行评估。	基于新型的 PROFINET 标准化服务，可对 PROFINET 设备的所有硬件和固件组件进行统一管理。例如，可根据应用程序的性能评估范围进行设备数据过滤。
智能设备的资产管理数据记录	资产管理的特定应用：对于上位 IO 控制器而言，智能设备中插入的模块即为资产。智能设备中的用户程序对资产管理数据记录进行编译。IO 控制器则可通过该数据记录读取智能设备模块的标识数据。	参见“资产管理”。

与版本 12/2014 相比，《PROFINET 功能手册》版本 09/2016 中新增的内容

与先前版本（2014 年 12 月版）相比，本手册（2016 年 9 月版）中新增了以下功能介绍：

功能	应用	客户收益：
第 2 个 PROFINET 接口上支持 PROFINET IO	在 CPU 上可运行另一个 PROFINET IO 系统或连接更多的 IO 设备。	可在工厂使用某种类型的现场总线。CPU 可作为智能设备，通过第二条线路与上位控制器（PROFINET/以太网）进行快速可靠的数据交换。
IRT 的数据周期时间大幅降低（低至 125 μs）	可实现 IO 通信中对 IO 处理性能要求极高的高端应用。	由于发送时钟低至 125 μs，因此可在一根电缆上进行 PROFINET IO 通信和标准通信。
MRPD：支持有计划帧复制的介质冗余	PROFINET IO IRT 可用于实现对可靠性和精度（等时模式）要求极高的应用中。	由于环网支持从两个方向发送循环 IO 数据，因此在环网中断时也可保持与 IO 设备的通信。不仅如此，较短的更新时间还可避免设备故障。因此，可实现比 MRP 更高的可靠性。
提高了 PROFINET 的性能	适用于对速度与发送时钟要求较高的应用，尤其适用于具有较高性能要求的应用中。	带宽应用更高效，响应时间更短。
限制流入网络的数据量	可限制标准以太网通信中的最大网络负载。	可平滑传入数据的波峰。 可按需共享剩余带宽。

约定

STEP 7：在本文档中，“STEP 7”是指组态与编程软件“STEP 7 V12 (TIA Portal) 及更高版本”。

在本文档中包含有所述设备的相关图片，这些图可能与实际的设备略有不同。

请特别关注以下注意事项的相关信息：

说明

在注意事项中包含有关产品、产品操作或文档中应特别关注部分的重要信息。

安全性信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业信息安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业信息安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在有必要连接时并仅在采取适当安全措施（例如，防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将该等系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

关于可采取的工业信息安全措施的更多信息，请访问
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业信息安全 RSS 源，网址为
(<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**

提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。

- **应用示例**

提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。

- **服务**

介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。

- **论坛**

提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。

- **我的技术支持**

该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<https://support.industry.siemens.com>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 和信息和下载中心提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

目录

前言	3
1 功能手册文档指南	14
2 说明	19
2.1 PROFINET 简介	19
2.1.1 PROFINET 术语	21
2.1.2 基本的通信术语	24
2.1.3 PROFINET 接口	27
2.1.4 SIMATIC 中 PROFINET 设备型号的实现	31
2.2 设置 PROFINET	32
2.2.1 有源网络组件	33
2.2.2 布线技术	36
2.2.3 无线设计	38
2.2.3.1 基本知识	38
2.2.3.2 装配的提示信息	40
2.2.4 网络安全性	41
2.2.4.1 基本知识	41
2.2.4.2 网络组件和软件	43
2.2.4.3 应用示例	44
3 参数分配/寻址	46
3.1 将 IO 设备分配给 IO 控制器	47
3.2 设备名称和 IP 地址	48
3.2.1 设备名称	50
3.2.2 IP 地址	51
3.2.3 分配设备名称和 IP 地址	55
3.2.4 通过通信表指定设备名称	60
3.2.5 允许在设备上直接更改设备名称和 IP 地址	64
3.3 通过硬件检测组态 IO 设备	66
3.4 为 PROFINET IO 设备指定路由器	68

3.5	组态拓扑结构	72
3.5.1	STEP 7 中的拓扑视图	74
3.5.2	在拓扑视图中互连端口	77
3.5.3	互连端口 — 巡视窗口	78
3.5.4	通过离线/在线比较自动分配设备	79
3.5.5	将在线识别出来的端口互连手动地应用到项目中。	80
3.5.6	将在线识别出的设备手动包含在项目中	81
3.5.7	通过高级离线/在线比较自动分配设备	82
4	诊断与维护	83
4.1	PROFINET IO 的诊断机制	83
4.1.1	PROFINET IO 中的诊断级别	85
4.2	通过 LED 进行诊断	87
4.3	通过 S7-1500 CPU 显示屏进行诊断	88
4.4	通过 Web 服务器进行诊断	92
4.5	通过 STEP 7 在线诊断	96
4.6	扩展的维护概念	99
4.7	网络拓扑诊断	101
4.8	用户程序中的诊断	102
4.8.1	诊断数据和组态数据记录	102
4.8.2	在用户程序中评估诊断	105
4.9	维护	107
4.9.1	I&M 数据（标识和维护）	107
4.9.2	将 I&M 数据加载到 PROFINET IO 设备和模块中	107
4.9.3	资产管理	109
4.9.3.1	有关 PROFINET 资产管理的更多信息	109
4.9.3.2	资产管理记录的内容和结构	111
4.9.3.3	智能设备的资产管理数据记录	118
5	功能	123
5.1	连接其它总线系统	123
5.1.1	连接 PROFINET 和 PROFIBUS	125
5.1.2	通过 IE/PB Link 将 DP 从站连接到 PROFINET IO 系统	126

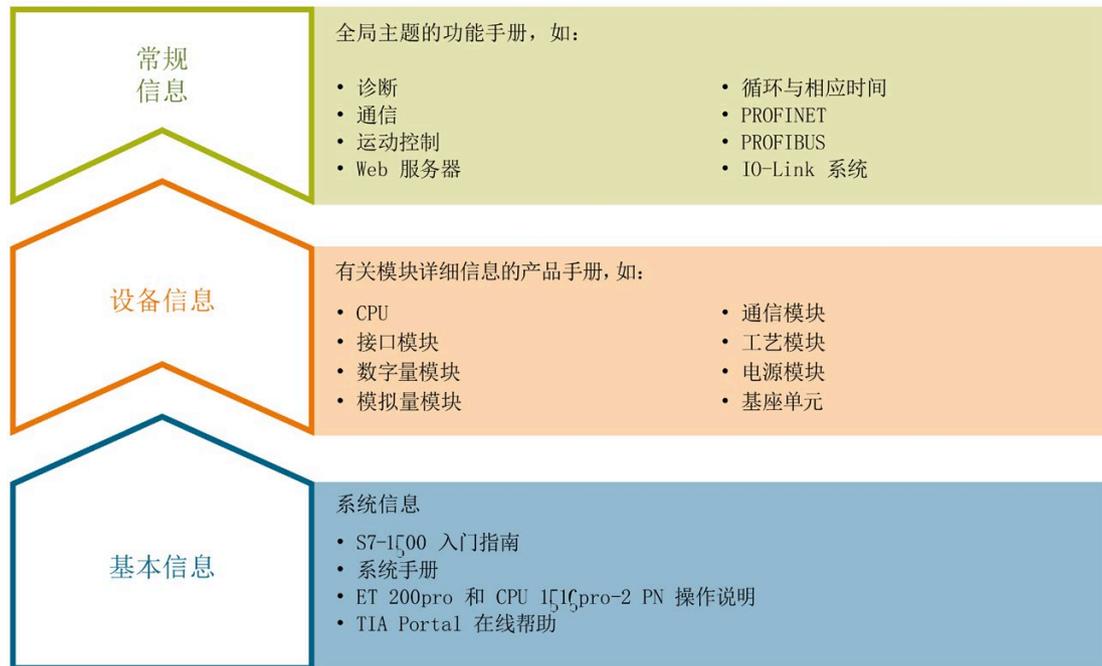
5.2	智能 IO 设备（智能设备）	129
5.2.1	智能设备功能	129
5.2.2	智能设备的性能和优势	130
5.2.3	智能设备的特性	131
5.2.4	上层 IO 系统与下层 IO 系统之间的数据交换	134
5.2.5	组态智能设备	136
5.2.6	程序示例	139
5.2.7	诊断和中断特性	142
5.2.8	带有智能设备的 PROFINET IO 系统的拓扑规则	145
5.2.9	使用智能设备时的边界条件	148
5.2.10	组态智能设备的 PROFIenergy	148
5.2.11	在智能设备 CPU 的用户程序中启用/禁用智能设备	151
5.3	共享设备	157
5.3.1	共享设备的相关信息	157
5.3.2	组态共享设备	161
5.3.3	将智能设备组态为共享设备	165
5.3.4	模块内部共享输入/共享输出 (MSI/MSO)	175
5.4	介质冗余性（环形拓扑）	182
5.4.1	介质冗余协议 (MRP)	183
5.4.2	组态介质冗余	186
5.4.3	支持有计划帧复制的介质冗余（MRPD；不适用于 S7-1500R/H）	189
5.4.4	多环网	192
5.4.5	MRP 互连	196
5.5	实时通信	200
5.5.1	引言	200
5.5.2	RT	201
5.5.3	IRT	202
5.5.4	比较 RT 和 IRT	205
5.5.5	使用 IRT 组态 PROFINET IO	205
5.5.6	设置发送时钟的带宽使用量	209
5.5.7	优选 PROFINET 的设置建议	210
5.5.8	限制流入网络的数据量	214
5.6	可进行性能升级的 PROFINET	215
5.6.1	动态帧封装	216
5.6.2	分段	218
5.6.3	快速转发	219
5.6.4	高性能 IRT 的组态	220
5.6.5	高性能 IRT 的示例组态	225

5.7	等时同步模式	226
5.7.1	什么是等时同步模式?	226
5.7.2	使用等时同步模式	227
5.7.3	PROFINET IO 上同步的时间顺序	229
5.7.4	组态等时同步模式	231
5.7.4.1	简介	231
5.7.4.2	在 PROFINET IO 上组态等时同步模式	232
5.7.4.3	设置应用程序循环和延时时间	234
5.7.5	编程等时同步模式	236
5.7.5.1	编程的基本要素	236
5.7.5.2	根据的 IPO 模型进行的程序执行	237
5.7.5.3	根据 OIP 模型执行程序	239
5.8	直接数据交换	241
5.8.1	简介	241
5.8.2	在两个 S7-1500 CPU 之间组态直接数据交换	244
5.8.3	在多个 IO 控制器之间组态直接数据交换	248
5.9	设备更换无需使用移动介质	253
5.9.1	“无需可移动介质的设备更换/PG”功能	254
5.9.2	无需可移动介质更换 IO 设备	256
5.9.3	允许覆盖 PROFINET 设备名称	257
5.10	标准机器项目	260
5.10.1	可多次使用的 IO 系统	261
5.10.1.1	应了解可多次使用的 IO 系统的哪些方面	261
5.10.1.2	组态可多次使用的 IO 系统	265
5.10.1.3	本地修改可多次使用的 IO 系统	268
5.10.2	IO 系统的组态控制	271
5.10.2.1	有关 IO 系统的组态控制的信息	271
5.10.2.2	将 IO 设备组态为可选	274
5.10.2.3	在程序中启用可选 IO 设备	275
5.10.2.4	灵活组态 IO 设备顺序	282
5.10.2.5	自定义 IO 设备在程序中的排列	285
5.10.2.6	系统行为与规则	288
5.11	通过 PROFIenergy 实现节能	290
5.12	扩展系统	292
5.12.1	组态扩展系统	295
5.13	加快启动速度	297
5.13.1	用于加速 IO 设备启动速度的选项	297
5.13.2	优先化启动	299
5.13.3	组态“优先化启动”	300
5.13.4	优化端口设置	302
5.13.5	优化端口布线	303
5.13.6	用户程序的具体措施	304

6	S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET	305
6.1	S7-1500R/H 冗余系统中的介质冗余	306
6.2	H-Sync 转发.....	306
6.3	系统冗余 S2.....	308
6.4	交换 S1 设备.....	310
6.5	使用 S2 系统冗余的 IO 设备与标准 IO 设备之间的主要区别.....	313
6.6	安装指南	313
6.7	组态 S7-1500R/H 冗余系统上的 PROFINET IO	314
6.8	将 IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统	320
6.9	在 S7-1500R/H 冗余系统的组态中，进行介质冗余 (MRP) 组态	324
6.10	与冗余系统 S7-1500R/H 进行 MRP 互连	326
	术语表.....	329
	索引	345

功能手册文档指南

SIMATIC S7-1500 自动化系统、基于 SIMATIC S7-1500 的 CPU 1513/1516pro-2 PN 和分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 与 ET 200AL 的文档分为 3 个部分。用户可根据具体需求，快速访问自己所需的特定信息。



基本信息

在《系统手册》和《入门指南》中，对 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统的组态、安装、接线和调试进行了详细介绍。对于 CPU 1513/1516pro-2 PN，可参见相应的操作说明。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术规范。

常规信息

功能手册中包含有关常规主题的详细介绍，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器、OPC UA 等等。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742705>) 免费下载。

产品信息数据表中记录了对这些手册的更改和补充。

有关产品信息，敬请访问 Internet:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/68052815>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73021864>)

手册集

手册集中包含系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

可以在 Internet 上找到手册集:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/86140384>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/84133942>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95242965>)

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维图纸、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/ae>)。

TIA 选型工具

通过 TIA 选型工具，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。

该工具是 SIMATIC 选型工具的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA 选型工具，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA 选型工具，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109767888/en>)。

SIMATIC 自动化工具

通过 SIMATIC 自动化工具，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA 博途。

SIMATIC 自动化工具支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- 运行/停止模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC 自动化工具可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测性的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 项目，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

说明

2.1 PROFINET 简介

什么是 PROFINET IO?

在全集成自动化 (TIA) 框架内，PROFINET IO 是对以下几个方面在逻辑上的进一步发展：

- PROFIBUS DP, 已有的现场总线和
- 工业以太网

PROFINET IO 基于 PROFIBUS DP 20 年的成功经验，并综合了常用的用户操作和以太网技术中的新理念。这确保将 PROFIBUS DP 集成到 PROFINET 领域中。

PROFINET IO 作为 PROFIBUS/PROFINET 国际组织基于以太网的自动化技术标准，定义了一种跨供应商的通信、自动化系统和工程组态模型。

PROFINET 的目标

PROFINET 的目标：

- 基于工业以太网（开放式以太网标准）的工业联网
- 工业以太网和标准以太网组件的兼容性
- 使用工业以太网设备带来的高稳定性。工业以太网设备适用于工业环境（温度、抗扰度等）。
- 使用诸如 TCP/IP、http 的 IT 标准。
- 实时功能
- 无缝集成其它现场总线系统

在 SIMATIC 中实现 PROFINET

按如下方式在 SIMATIC 中实现 PROFINET:

- 我们已通过 **PROFINET IO** 实现了 SIMATIC 中现场设备之间的通信。
- 安装技术和网络组件都作为 SIMATIC NET 产品提供。
- 远程维护和网络诊断中使用了以太网标准协议和过程（例如：SNMP = 简单网络管理协议，用于网络参数分配和诊断）。

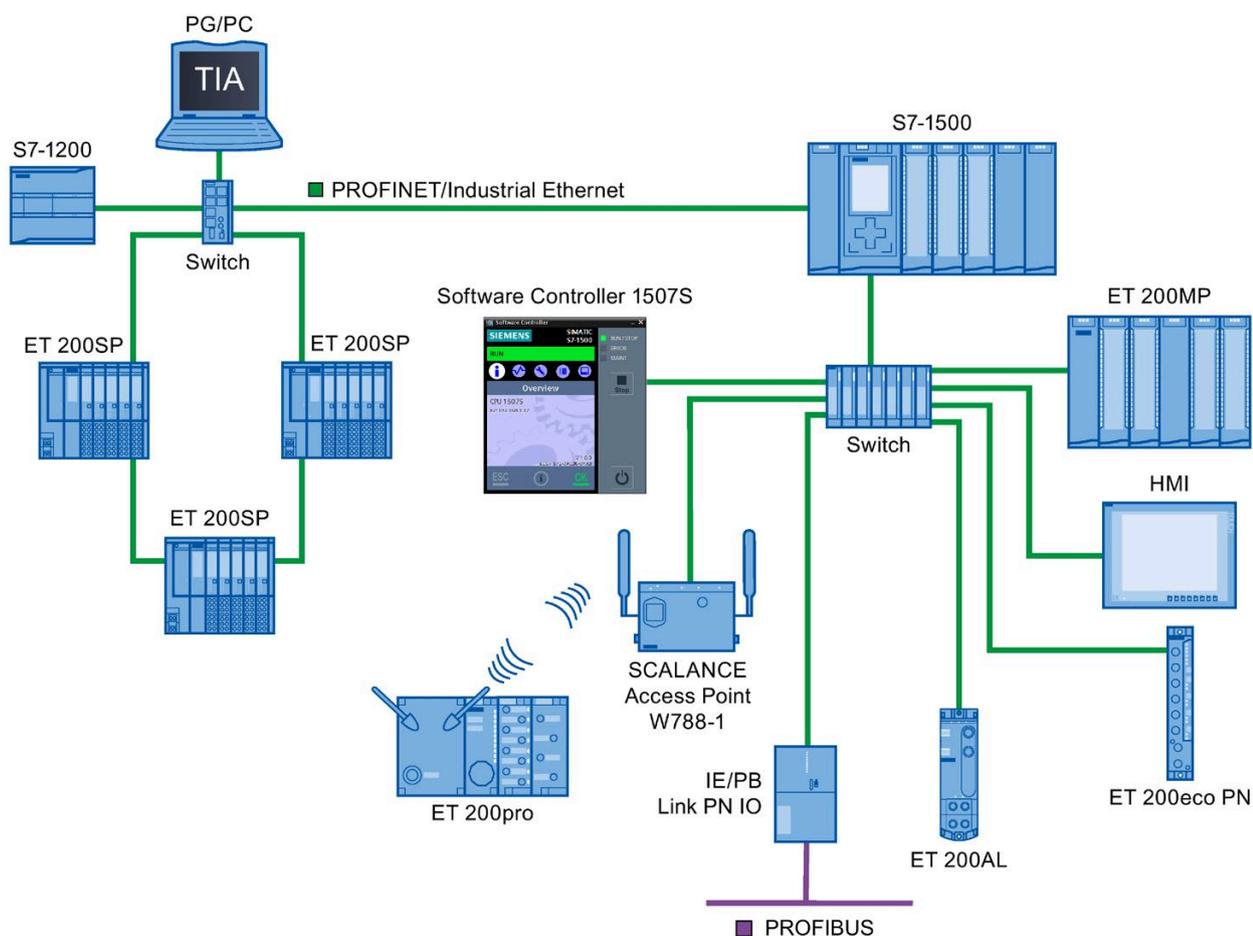


图 2-1 PROFINET 组态概览

STEP 7

STEP 7 工程组态工具可用于设置和组态自动化解决方案。STEP 7 基于所有总线系统提供一个统一的应用视图。

PROFIBUS & PROFINET International 在 Internet 上提供的相关文档

有关大量 PROFINET 主题的文档，请访问“PROFIBUS & PROFINET International”PROFIBUS 用户组织（该组织还对 PROFINET 负责）的 Internet 地址 (<http://www.profibus.com>)。

更多信息，敬请访问 Internet (<http://www.siemens.com/profinet>)。

重要文档及其链接概览

有关重要的 PROFINET 应用示例、常见问题与解答和其它文章，敬请访问“工业在线支持”网络中的常见问题与解答

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/108165711>)。

2.1.1 PROFINET 术语

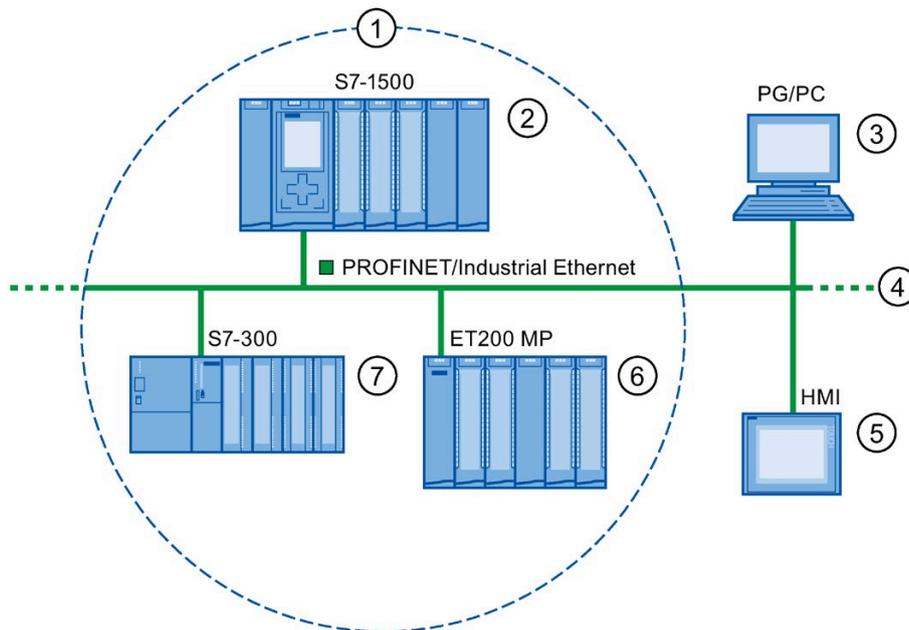
定义：PROFINET 环境中的设备

在 PROFINET 环境中，“设备”是以下内容的统称：

- 自动化系统（例如 PLC、PC）
- 分布式 I/O 系统
- 现场设备（例如，液压设备、气动设备）
- 有源网络组件（例如交换机、路由器）
- PROFIBUS 的网关、AS-Interface 或其它现场总线系统

PROFINET IO 设备

下图显示了 PROFINET 中最重要设备的常用名称。可以在该图下的表格中找到 PROFINET IO 环境中各个组件的名称。

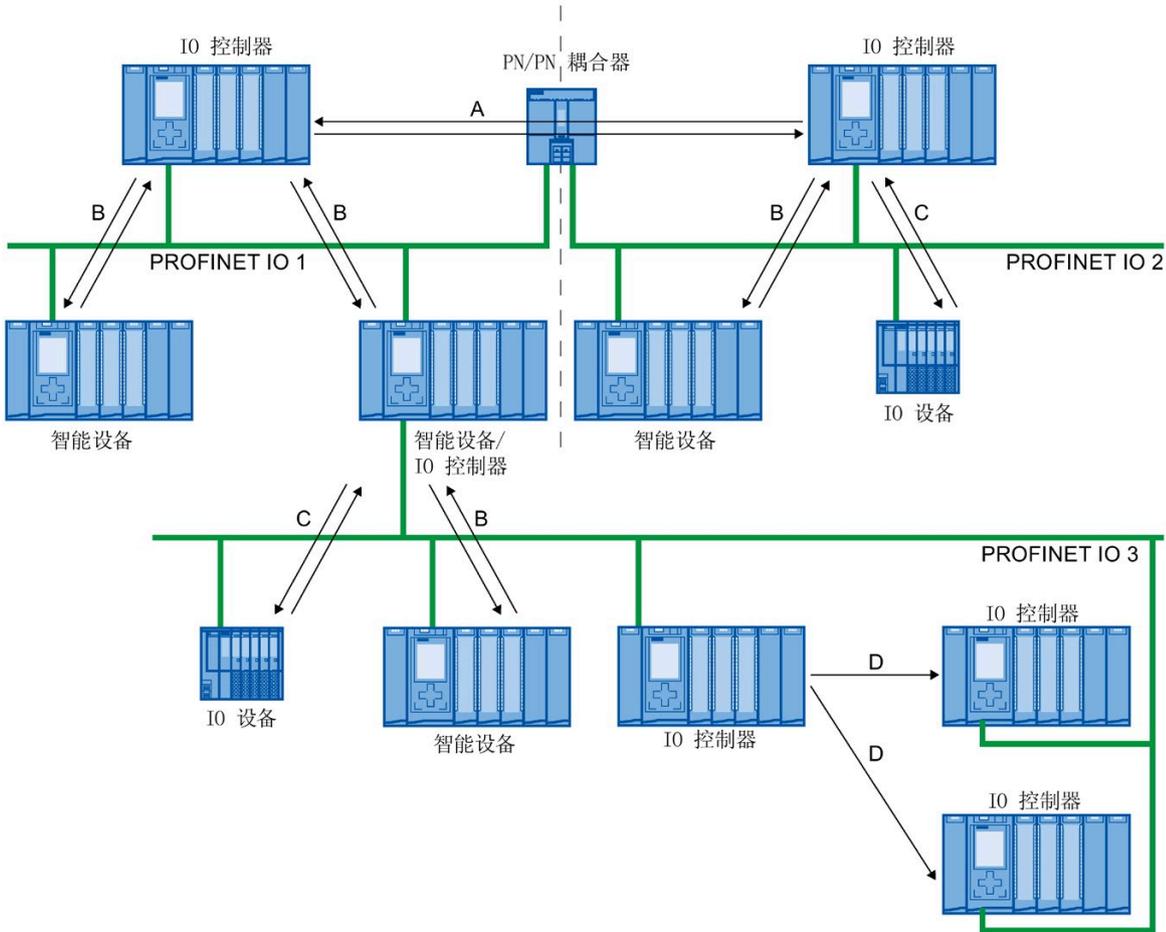


编号	PROFINET	说明
①	PROFINET IO 系统	
②	IO 控制器	用于对连接的 IO 设备进行寻址的设备。这意味着：IO 控制器与现场设备交换输入和输出信号。
③	PG/PC (PROFINET IO 监控器)	用于调试和诊断的 PG/PC/HMI 设备。
④	PROFINET/工业以太网	网络基础结构。
⑤	HMI (人机界面)	用于操作和监视功能的设备。
⑥	IO 设备	分配给其中一个 IO 控制器 (例如, 具有集成 PROFINET IO 功能的 Distributed IO、阀终端、变频器和交换机) 的分布式现场设备。
⑦	智能设备	智能 IO 设备。

图 2-2 PROFINET 设备

经由 PROFINET IO 的 IO 通信

通过 I/O 通信，经由 PROFINET IO 来读取和写入分布式 I/O 设备的输入和输出。下图提供了经由 PROFINET IO 的 I/O 通信概述。



- A IO 控制器与 IO 控制器之间经由 PN/PN 耦合器的通信
- B IO 控制器与智能设备之间的通信
- C IO 控制器与 IO 设备之间的通信
- D S7-1500-CPU 之间的直接数据交换

图 2-3 经由 PROFINET IO 的 IO 通信

经由 PROFINET IO 的 IO 通信

表格 2-1 经由 PROFINET IO 的 IO 通信

以下设备之间的通信	说明
IO 控制器和 IO 设备之间	IO 控制器循环地将数据发送至其 PROFINET IO 系统的 IO 设备并从这些设备接收数据。
IO 控制器和智能设备之间	在 IO 控制器和智能设备的 CPU 中的用户程序之间循环传输固定数量的数据。 IO 控制器不会访问智能设备的 I/O 模块，但会访问已组态的地址范围，即传输范围，这可能在智能设备的 CPU 的过程映像内或外。如果将过程映像的某些部分用作传输范围，就不能将这些范围用于实际 I/O 模块。 通过过程映像或通过直接访问，使用加载操作和传输操作可进行数据传输。
IO 控制器和 IO 控制器之间 (PN/PN 耦合器)	在 IO 控制器的 CPU 中的用户程序之间循环传输固定数量的数据。需要将一个 PN/PN 耦合器作为附加硬件使用。 IO 控制器共同访问已组态的地址范围，即传输范围，这可能在 CPU 的过程映像内或外。如果将过程映像的某些部分用作传输范围，就不能将这些范围用于实际 I/O 模块。 通过过程映像或通过直接访问，使用加载操作和传输操作可进行数据传输。 可在两个 PROFINET IO 系统之间通过 PN/PN 耦合器进行 I/O 通信。
S7-1500-CPU 和 S7-1500-CPU (直接数据交换)	在直接数据交换的情况下，S7-1500 CPU 将 I/O 区域中的循环用户数据提供给一个或多个伙伴。 直接数据交换基于 IRT 和等时同步模式下的 PROFINET。 通过传送区进行数据交换。

参见

通信 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192925>)

网络安全性 (页 41)

功能 (页 123)

2.1.2 基本的通信术语

PROFINET 通信

PROFINET 通信是通过工业以太网进行的。支持以下传输类型：

- 工程组态数据和诊断数据及中断的非循环传输
- 用户数据的循环传输

PROFINET-IO 通信以实时方式进行。

有关实时通信的更多信息，请参见“实时通信 (页 200)”章节。

透明数据访问

PROFINET 通信支持访问来自工厂不同级别的过程数据。现在，通过使用工业以太网，标准通信机制和信息技术（例如 OPC/XML）可在自动化工程组态中与标准协议（例如 UDP/TCP/IP 和 HTTP）一起使用。这允许公司管理级别直接透明地访问自动化系统中控制级和生产级数据。

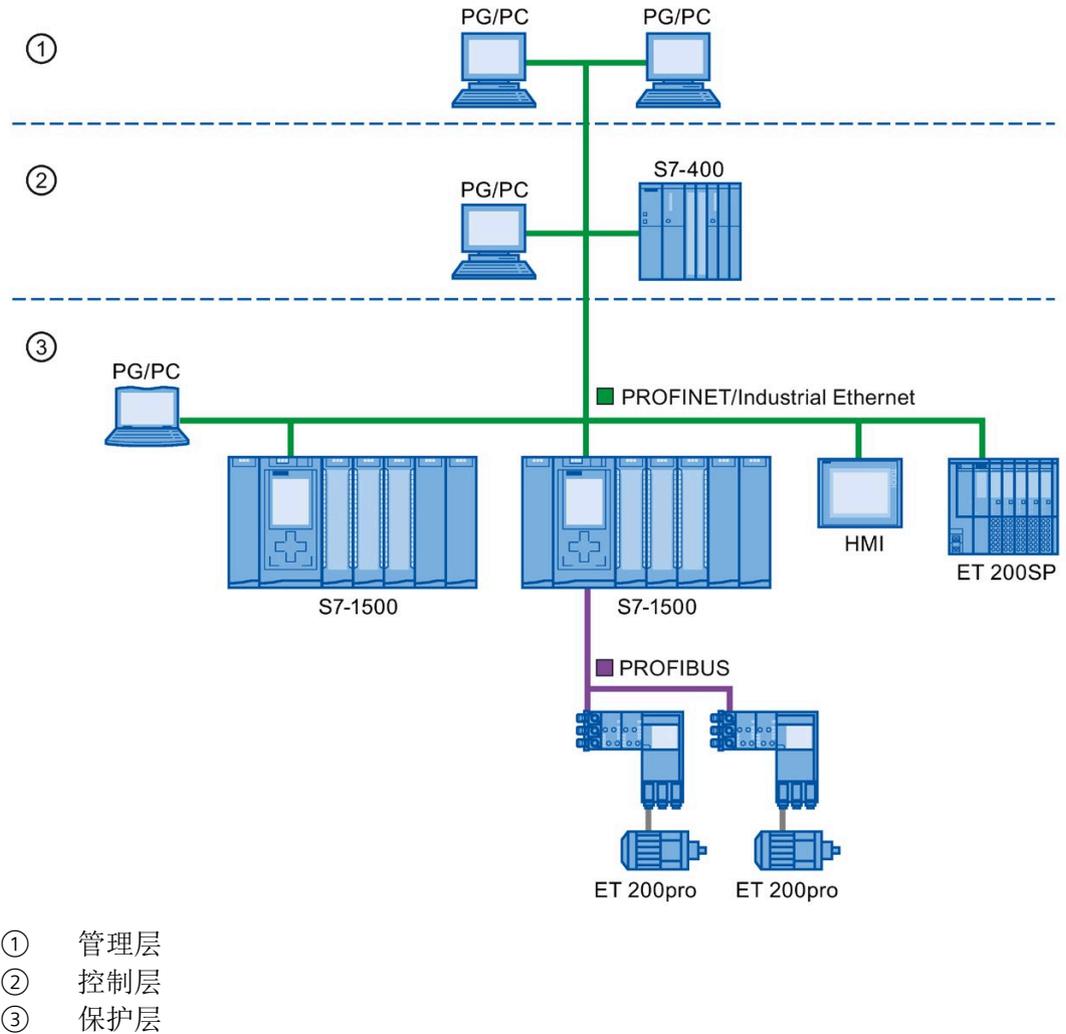


图 2-4 访问过程数据

更新时间

更新时间即是时间间隔。IO 控制器与 IO 设备/智能设备之间在该时间间隔内，通过 IO 系统循环交换数据。可以为每个 IO 设备单独组态更新时间，并定义将输出数据从 IO 控制器发送到 IO 设备（输出模块/子模块）的时间间隔，以及将输入数据从 IO 设备发送到 IO 控制器的时间间隔（输入模块/子模块）。

STEP 7 为 PROFINET IO 系统的每个 IO 设备自动在默认设置中计算更新时间，并且考虑了数据交换量和设置发送时钟。

有关更新时间的更多信息，请参见“实时通信 (页 200)”部分。

看门狗时间

看门狗时间是 IO 控制器或 IO 设备允许的且不含接收 IO 数据的时间。如果在看门狗时间内 IO 控制器没有为 IO 设备提供数据，IO 设备将检测缺失的帧并输出替换值。这种情况将作为站故障报告给 IO 控制器。

在 STEP 7 中，看门狗时间是更新时间的整数倍，可由用户进行设置。

发送时钟

两个连续通信周期之间的时间段。发送时钟是数据交换期间允许的最短时间间隔，因此也是可为更新时间设置的最小值。

更新时间和发送时钟之间的关系

计算出的更新时间是发送时钟的整数倍（1、2、4、8...，512）。因此，可能出现的最小更新时间取决于可设置的 IO 控制器的最小发送时钟以及 IO 控制器和 IO 设备的效率。根据发送时钟的大小，可以只提供一部分整数倍时钟（STEP 7 通过预选择来保证这一点）。

下表以 CPU 1516-3 PN/DP 为例说明了可设置的更新时间与发送时钟之间的依存关系。更新时间应满足 PROFINET 标准 IEC 61158 的要求。

表格 2-2 以下内容适用实时通信：

发送时钟	更新时间	整数倍
250 μ s	250 μ s 到 128 ms	1、2、...、512
500 μ s	500 μ s 到 256 ms	1、2、...、512
1 ms	1 ms 至 512 ms	1、2、...、512
2 ms	2 ms 至 512 ms	1、2、...、256
4 ms	4 ms 至 512 ms	1、2、...、128

更多信息

有关实时通信的信息，请参见“实时通信 (RT) (页 201)”部分。

2.1.3 PROFINET 接口

概述

SIMATIC 产品系列的 PROFINET 设备具有一个或多个 PROFINET 接口（以太网控制器/接口）。PROFINET 接口具有一个或多个端口（物理连接选件）。

如果 PROFINET 接口具有多个端口，则设备具有集成交换机。

对于一个接口上带有两个端口的 PROFINET 设备，可将系统组态为线形或环形拓扑结构。而一个接口中带有三个或更多端口的 PROFINET 设备则适合设置为树形拓扑结构。

在下文中介绍了 STEP 7 中 PROFINET 接口的命名属性和规则以及其表示方式。

2.1 PROFINET 简介

属性

网络中的每个 PROFINET 设备均通过其 PROFINET 接口进行唯一标识。为此，每个 PROFINET 接口具有：

- 一个 MAC 地址（出厂默认值）
- 一个 IP 地址
- PROFINET 设备名称

接口和端口的标识和编号

使用以下字符来标识适用于 PROFINET 系统中的所有模块和设备的接口和端口：

表格 2-3 PROFINET 设备的接口和端口的标识

元素	符号	接口编号
接口	X	按升序从数字 1 开始
端口	P	按升序从数字 1 开始 (对于每个接口)
环网端口	R	

标识示例

以下三个示例说明了标识 PROFINET 接口的规则：

表格 2-4 标识 PROFINET 接口的示例

示例标签	接口编号	端口编号
X2 P1	2	1
X1 P2	1	2
X1 P1 R	1	1（环网端口）

STEP 7 的拓扑概览中 PROFINET 接口的表示

在 STEP 7 拓扑概览中可找到 PROFINET 接口。IO 控制器和 IO 设备的 PROFINET 接口在 STEP 7 中如下表示：

拓扑概览							
端口互连 比较离线/在线							
设备/端口	插槽	伙伴站	伙伴设备	伙伴接口	伙伴端口	电缆数据	
▼ S7300/ET200M-Station_1							
▼ PLC_1	2						
PROFINET-Interface 1	2 X2						
Port_1	2 X2 P...	ET 200eco-Stati...	Device_1	PROFINET-Interf...	Port_1	<100m (0.6 μs)	
Port_2	2 X2 P...				任何伙伴		
▼ ET 200eco-Station_1							
▼ IO-Device_1	0						
PROFINET-Interface	0 X1						
Port_1	0 X1 P1	S7300/ET200M-...	PLC_1	PROFINET-Interf...	Port_1	<100m (0.6 μs)	
Port_2	0 X1 P2				任何伙伴		
8 DI DC24V 4xM12	1						

- 编号 说明**
- ① STEP 7 中 IO 控制器的 PROFINET 接口
 - ② STEP 7 中 IO 设备的 PROFINET 接口
 - ③ 这些行表示 PROFINET 接口。
 - ④ 这些行表示 PROFINET 接口的“端口”。

图 2-5 STEP 7 中 PROFINET 接口的表示

具有集成交换机的 PROFINET 接口的示意图

以下示意图显示了适用于所有 PROFINET 设备的带集成交换机的 PROFINET 接口及其端口。

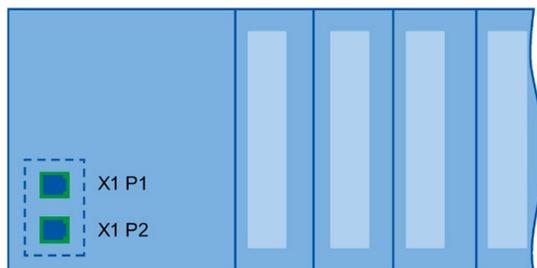


图 2-6 带集成交换机的 PROFINET 接口

2.1 PROFINET 简介

PROFINET 接口的功能差异

PROFINET 接口可以提供不同的功能。PROFINET 接口功能包括识别、组态、诊断和通信服务（例如，开放式通信）。另外还提供了具有 PROFINET IO 功能和网络安全功能的 PROFINET 接口。

下表列出了 CPU 1516-3 PN/DP（固件版本 V2.0 及更高版本）应用示例的不同之处。其中，两个 PROFINET 接口的功能不同。

表格 2-5 CPU 1516-3 PN/DP（固件版本 V2.0 及更高版本）中，各 PROFINET 接口的不同之处

PROFINET 接口 (X1)	PROFINET 接口 (X2)
2 个具有 PROFINET IO 功能的端口：	1 个具有 PROFINET IO 功能的端口：
识别、组态和诊断	
PG 通信	
HMI 通信	
S7 通信	
时间同步	
Web 服务器	
开放式通信	
OPC UA 服务器	
IO 控制器	
智能设备	
RT	
IRT	-
等时同步模式	-
介质冗余	-
优先化启动	-

有关 PROFINET 接口功能的其它信息

可以在特定 PROFINET 设备的文档中找到有关 PROFINET 设备接口的数量和功能的信息。

PROFINET 通信服务信息，请参见《通信功能手册 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192925>)》。

有关保护网络避免遭受危险攻击的组件，请参见“网络安全性 (页 41)”部分。

有关 PROFINET IO 的功能信息，请参见“功能 (页 123)”部分。

2.1.4 SIMATIC 中 PROFINET 设备型号的实现

插槽和模块

PROFINET 设备可具有模块化和紧凑的结构。模块化 PROFINET 设备由可插入模块的插槽组成。模块具有用于读取和输出过程信号的通道。紧凑型设备具有相同设计且可包含模块，但不能进行实际扩展，即不能插入模块。

下图对此进行了说明。

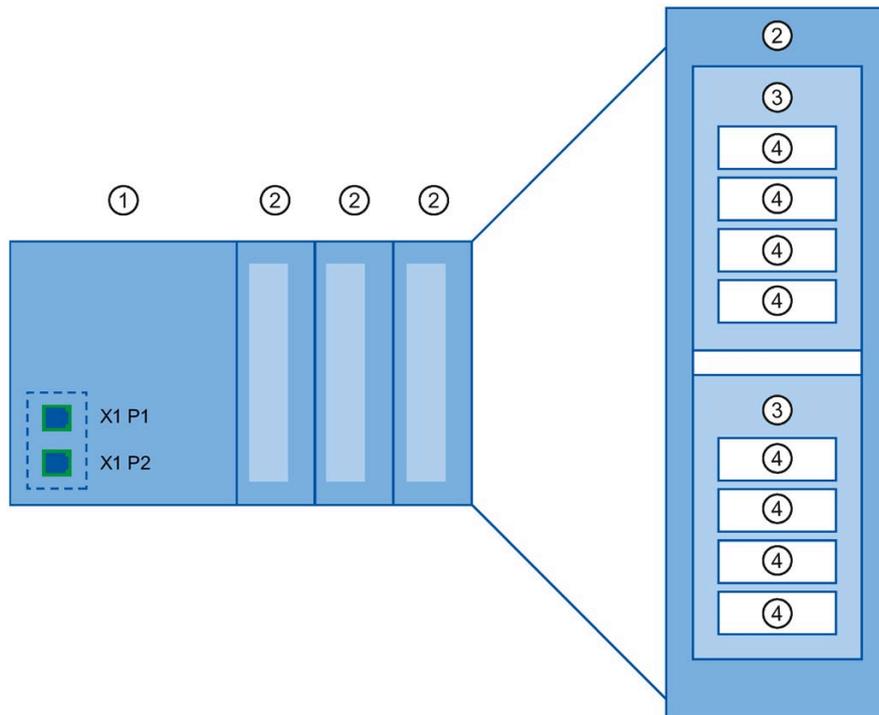


图 2-7 PROFINET 设备的组态

编号	说明
①	带有总线接口的插槽
②	带模块的插槽
③	带子模块的子插槽
④	通道

一个模块可包含多个子模块。

STEP 7 的设备视图中 PROFINET 设备型号的表达

下图基于分布式 I/O 系统 ET 200MP 的示例，显示了 STEP 7 的设备视图中 PROFINET 设备型号：

设备概览						
模块	机架	插槽	I 地址	Q 地址	类型	
▼ IO-Device_1	0	1			IM 155-5 PN ST	
▼ PROFINET-Schnittstelle	0	1 X1			PROFINET 接口	
Port_1	0	1 X1 P1			Port	
Port_2	0	1 X1 P2			Port	
DI 32x24VDC HF_1	0	2	16...19		DI32 x 24VDC HF	
DQ 32x24VDC/0.5A ST_1	0	3		0...3	DQ32 x 24VDC / 0.5A ST	

图 2-8 STEP 7 的设备视图中的 PROFINET 设备型号

2.2 设置 PROFINET

本章内容

本章节介绍了有关构建通信网络的背景信息。

- 最重要的无源网络组件的概述 一些可以转发信号但无法不会主动影响信号的网络组件。例如，电缆、连接器等。
- 最重要的有源网络组件的概述 一些可以主动影响信号的网络组件。例如，交换机、路由器等。
- 最常见的网络结构（拓扑）的概述

工业网络的物理连接

可通过两种不同的物理方式在工业系统中对 PROFINET 设备进行联网：

- 连接的线路
 - 通过铜质电缆使用电子脉冲
 - 通过光纤电缆使用光纤脉冲
- 使用电磁波通过无线网络进行无线连接

SIMATIC 中的 PROFINET 设备基于快速以太网和工业以太网，因此其布线技术十分适用于工业用途。

- **快速以太网**

可以使用快速以太网以 100 Mbps 的速度传输数据。为此，该传输技术使用 100 Base-T 标准。

- **工业以太网**

工业环境中以太网的结构。

它与标准以太网的最大区别在于各个组件的机械载流能力和抗扰性。

2.2.1 有源网络组件

简介

下列有源网络组件可用于 PROFINET：

- 交换机
- 路由器

交换式以太网

PROFINET IO 基于交换式以太网，支持全双工操作且带宽为 100 Mbps。因此，在多个设备间进行数据并行传输时，网络的应用效率显著提高。PROFINET IO 帧的处理优先级更高。

交换机

交换机是用于连接局域网 (LAN) 中多个终端设备或网段的网路组件。

如果设备需要与 PROFINET 上的其它设备进行数据通信时，则需先连接交换机端口。之后，还需将其它通信设备（包括交换机）连接到该交换机的其它端口。通信设备与交换机之间采用点到点连接方式。

交换机负责接收和分发帧。交换机“记住”所连接的 PROFINET 设备或其它交换机的以太网地址，并且只转发那些用于连接的 PROFINET 设备或交换机的帧。

交换机类型

交换机具有两种型号：

- 集成到 PROFINET 设备的交换机
对于带有多个端口（两个以上）的 PROFINET 设备，可使用集成交换机（例如，CPU 1516-3 PN/DP）来连接设备。
- 独立交换机（例如，SCALANCE 系列交换机）

交换机选型指南

要使用 PROFINET RT 性能等级的通信 RT，需使用符合“PROFINET 一致性等级 A”或更高等级的交换机。所有 SCALANCE 系列交换机都满足这些要求。

如果要使用其它 PROFINET 功能（例如，拓扑识别、诊断、不通过可移动介质/编程设备进行设备交换），必须使用符合“PROFINET 一致性等级 B”或更高等级的交换机。

要使用 PROFINET IRT 性能等级的通信，需使用符合“PROFINET 一致性等级 C”的交换机。对于 SCALANCE 系列交换机，请在产品目录中查找“IRT PROFINET IO 交换机”。

要选择合适的交换机，建议使用 Internet (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/39134641>) 上的 SIMATIC NET Selection Tool。

SCALANCE 系列交换机

如果要使用 PROFINET 的全部功能，请使用 SCALANCE 系列交换机。它们已经过优化，可用于 PROFINET IO 中。

在 SCALANCE X 设备系列中，包含有带有电气/光学端口或同时带有这两种端口的交换机。例如，SCALANCE X202-2IRT 带有两个电气端口和两个光学端口，并支持 IRT 通信。

从 SCALANCE X200 开始，可使用 STEP 7 对作为 PROFINET IO 设备的 SCALANCE X 设备系列的地址进行组态、诊断与地址切换。

路由器

路由器将独立网段（例如，管理层和控制层）彼此连接。其数据量必须根据各网段的服务来协调。路由器还负责分隔两个网络并充当网络间的中介。从而减轻网络负荷。

SCALANCE X300 及 SCALANCE X 以上型号都提供了路由功能。

路由器两端的通信设备仅在通过前台启用它们之间通过路由器进行通信时才能互相通信。

例如，如果您要直接从 SAP 访问生产数据，应使用路由器将工厂中的工业以太网和办公区域中的以太网连接。

说明

如果设备需要在网络间进行通信，则必须设置路由器，使其允许进行这种通信。

有关使用 STEP 7 进行路由的信息，请参见功能手册《通信 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192925>)》。

2.2 设置 PROFINET

2.2.2 布线技术

PROFINET 电缆

电气电缆和光纤电缆都可用于 PROFINET。电缆类型取决于数据传输需求和环境条件。

预制双绞线的简单方法

安装 PROFINET 系统时，可在现场将双绞线切割为所需的长度，使用剥线工具（用于工业以太网）剥去双绞线的表皮，然后使用 cut-and-clamp 技术安装工业以太网 FastConnect RJ-45 插头。有关安装的更多信息，请参见“SIMATIC NET 工业以太网网络手册” (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8763736>) 中的安装指示信息。

说明

在每条以太网路径中，两个交换机之间最多支持 4 对插入式连接。

预制光纤电缆的简单方法

FastConnect FO 布线系统可用于简便、快速和无差错地预制光纤电缆。玻璃光纤电缆包括：

- 用于 SC 和 BFOC 插头的 FC FO 端接套件（劈线工具、Kevlar 剪刀、缓冲夹、废光纤容器）
- FC BFOC 插头
- FC SC 双工插头
- FO FC 标准电缆
- FO FC 拖曳电缆

预制 POF 和 PCF 电缆的简单方法

以下专用工具提供了一种准备 POF / PCF 电缆以及安装 SC RJ POF 插头的简单、安全的方式：

- POF 电缆
预制示例：IE 端接套件 SC RJ POF 插头
- PCF 电缆
预制示例：IE 端接套件 SC RJ PCF 插头

PROFINET 的传输介质概述

下表汇总了带有集成交换机或外部交换机以及可能传输介质的 PROFINET 接口的技术规格。

表格 2-6 PROFINET 的传输介质

物理属性	连接方法	电缆类型/传输介质 标准	传输速率/ 模式	最大分段长度 (两个设备 间)	优势
电气	RJ45 连接器 ISO 60603-7	100Base-TX 2x2 双绞对称屏蔽铜质 电缆, 满足 CAT 5 传输 要求 IEEE 802.3	100 Mbps, 全 双工	100 m	简单经济的电缆连接
光学	SCRJ 45 ISO/IEC 61754-24	100Base-FX POF 光纤电缆 (塑料光 纤, POF) 980/1000 μm (纤芯直 径/外径) ISO/IEC 60793-2	100 Mbps, 全 双工	50 m	电位存在较大差异时 使用 对电磁辐射不敏感 线路衰减低 可将网段的长度显著 延长 ¹
		覆膜玻璃光纤 (聚合体 覆膜光纤, PCF) 200/230 μm (纤芯直 径/外径) ISO/IEC 60793-2	100 Mbps, 全 双工	100 m	
	BFOC (Bayonet 光纤连接 器) 及 SC (用户连接 器) ISO/IEC 60874	单模玻璃纤维光纤电缆 10/125 μm (纤芯直径/ 外径) ISO/IEC 60793-2	100 Mbps, 全 双工	26 km	
		多模玻璃纤维光纤电缆 50/125 μm 及 62.5/125 μm (纤芯直 径/外径) ISO/IEC 9314-4	100 Mbps, 全 双工	3000 m	
电磁波	-	IEEE 802.11 x	取决于所用的扩 展符号 (a、g、 h 等)	100 m	灵活性更高 联网到远程、难以访 问的设备时成本较低

¹ 仅适用于光缆

参见

PROFINET 接口 (页 27)

SIMATIC NET 工业以太网装配指南

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/27069465>)

PROFINET 安装向导 (<http://www.profibus.com/nc/download/installation-guide/downloads/profinet-installation-guide/display/>)

2.2.3 无线设计

2.2.3.1 基本知识

什么是工业无线 LAN?

除了符合 IEEE 802.11 标准的数据通信外，SIMATIC NET 工业无线 LAN 也提供大量的增强功能，这些功能为工业客户带来大量优势。IWLAN 尤其适用于需要可靠无线通信的高要求工业应用。这是由于它具有以下特征：

- 在工业以太网连接中断时自动漫游（强制漫游）
- 通过采用单一无线网络可靠地处理过程关键数据（例如报警消息）和非关键通信（例如服务和诊断），因而节约了成本。
- 可以高效地连接到远程环境中难以访问的设备
- 可以预测数据流量（确定的）并确定响应时间
- 循环监视无线链路（链路检查）

工业无线 LAN 的目标和优势

无线数据传输已实现以下目标：

- 通过无线接口将 PROFINET 设备无缝集成到现有总线系统中
- 可以灵活使用 PROFINET 设备以完成各种与生产相关的任务
- 根据客户要求灵活组态系统组件以进行快速开发
- 通过节省电缆来最大限度降低维护成本

应用示例

- 与移动用户（例如移动控制器和设备）、传送线、生产带、转换站以及旋转机之间的通信
- 通信网段的无线耦合，用于在铺设线路非常昂贵的区段（例如公共街道、铁路沿线）进行快速调试或节约成本的联网
- 栈式卡车、自动引导车系统和悬挂式单轨铁路系统

下图说明了 SIMATIC 设备系列无线网络的多种可能的应用和组态。

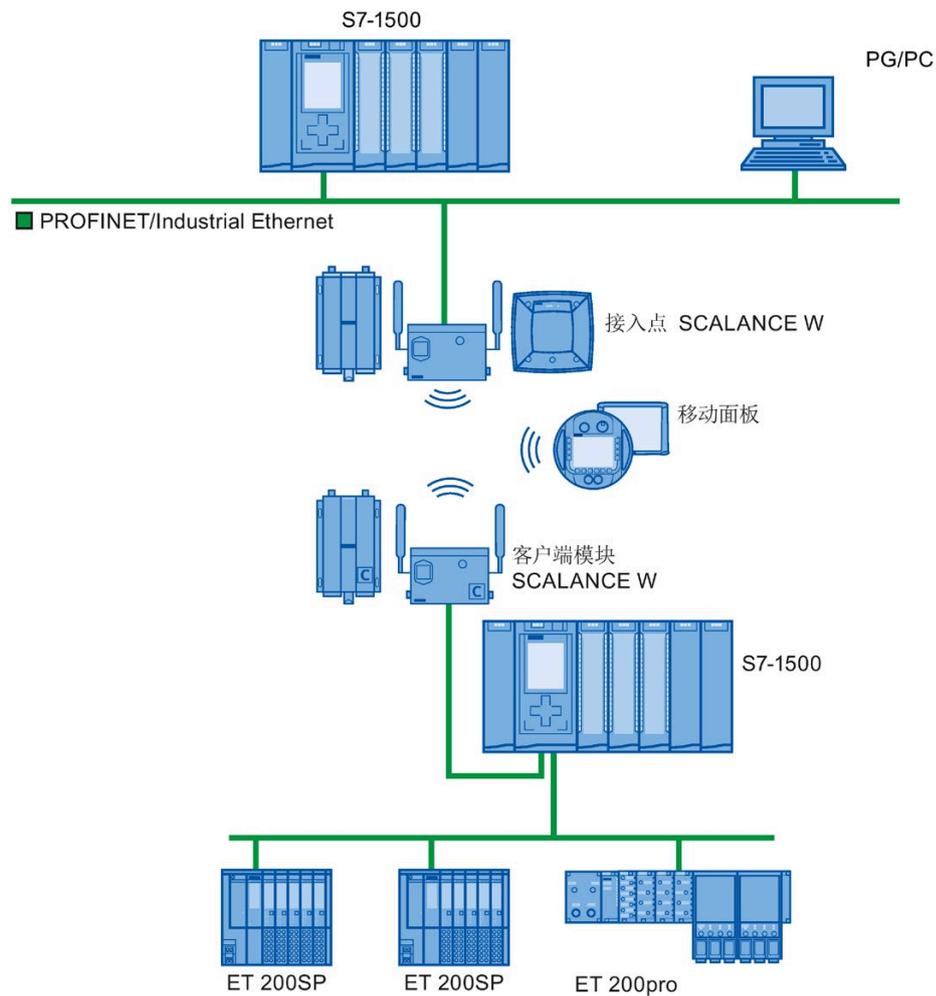


图 2-9 使用工业无线 LAN 的应用示例

数据传输速率

在不允许全双工的情况下，工业无线 LAN 的总数据传输速率为 11 Mbps 或 54 Mbps。

范围

使用 SCALANCE W（接入点），可以在室内和室外建立无线网络。可以安装多个接入点，以创建大型无线网络，在该大型网络中，可以将移动用户从一个接入点无缝地传送到另一个接入点（漫游）。

除无线网络外，也可以跨越远距离（数百米）建立工业以太网网段的点对点连接。在这种情况下，射频场的范围和特性取决于所使用的天线。

说明

范围

范围可能由于空间因素、使用的无线标准、数据速率以及发送和接收方的天线而极其狭小。

2.2.3.2 装配的提示信息

无线网络，SCALANCE 设备系列

通过 PROFINET，还可以使用工业无线局域网（IWLAN）技术建立无线网络。因此，建议使用 SCALANCE W 设备系列。

STEP 7 中的更新时间

如果使用工业无线 LAN 建立 PROFINET，则可能必须为无线设备增加更新时间。IWLAN 接口的性能低于有线数据网络的性能：多个通信站必须共享有限的传输带宽。对于有线解决方案，所有通信设备均可使用 100 Mbps。

可以在 STEP 7 中 IO 设备巡视窗口的“实时设置”部分中找到“更新时间”参数。



图 2-10 STEP 7 中的更新时间

更多信息

有关 SCALANCE W 工业无线 LAN 组件的更多信息，请参见手册《SIMATIC NET SCALANCE W-700 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/42784493>)》。

有关有线数据传输的更多信息，请参见手册《SIMATIC NET 双绞线和光纤网络 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8763736>)》。

有关无线数据传输的更多信息，请参见手册《工业 WLAN 组态的基本知识 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/9975764>)》。

还可参见“Internet (<http://www.profibus.com/nc/download/installation-guide/downloads/profinet-installation-guide/display/>)”上 PROFIBUS 用户组织提供的“PROFINET 安装准则”。帮助设置 PROFINET 自动化解决方案的各种文档如下：

- PROFINET 规划指南
- PROFINET 安装指南
- PROFINET 调试指南
- 其它 PROFINET 设置文档

2.2.4 网络安全性

2.2.4.1 基本知识

简介

在工业环境中，数据安全性和访问保护（安全性）的主题变得越来越重要。整个工业系统的联网、公司内部的垂直集成和各级联网不断增多，以及远程维护等新技术的采用，都大大提高了对保护工业设备的更高要求。

用于办公环境的数据安全性解决方案不能简单地照搬到工业应用场合中，以防止在敏感系统和生产网络中进行操纵。

要求

工业环境中特定的通信需求（例如实时通信）导致要满足更多的安全性要求：

- 防止自动化单元之间的交互
- 保护网段
- 防止故障和未经授权访问
- 网络安全性的可伸缩性
- 不得影响网络结构

安全性的定义

为防止以下情况而采取的所有措施的统称：

- 因对数据进行未经授权的访问而导致泄密
- 因数据操作而导致数据不完整
- 因数据毁坏（例如，通过故障组态和拒绝服务攻击）而导致的不可用性

威胁

外部操纵和内部操纵均会导致威胁。数据安全性的丧失并不总是因有意的行为而引起的。

以下情况可导致内部威胁：

- 技术错误
- 操作员错误
- 程序缺陷

除了这些内部威胁之外，还存在外部威胁。外部威胁与办公环境中熟知的威胁没有任何实质区别：

- 软件病毒和蠕虫
- 木马程序
- “中间人”攻击
- 密码窃取
- 拒绝服务

保护措施

以下是在工业环境中防止操纵和丢失数据安全性的最重要的预防措施：

- 对设备进行物理访问保护
- 通过防火墙过滤和控制数据流量
- 虚拟专用网络 (VPN) 用于在公共网络（例如 Internet）上交换私有数据。

最常用的 VPN 技术是 IPsec。IPsec（Internet Protocol Security, Internet 协议安全性）是一个安全性协议集，用作调解级别的 IP 协议的基础，并允许通过潜在不安全 IP 网络进行安全通信。

- 在受保护的自动化单元中进行分段

这一防护措施用于通过安全模块来保护较低级别的网络设备。一组受保护的设备构成一个受保护的自动化单元。

- 设备的认证（标识）

安全模块使用认证过程在安全（加密）通道上互相标识。因此，未经授权的实体无法访问受保护的网段。

- 对数据通信进行加密

通过对数据通信进行加密来确保数据的机密性。为每个安全模块提供一个包含加密密钥的 VPN 证书。

2.2.4.2 网络组件和软件

防止未经授权的访问

可以使用以下解决方案将工业网络连接至 Intranet 和 Internet，以防止内部和外部威胁：

- 通信处理器，例如 SIMATIC CP 1543-1
- SCALANCE X-300 和 SCALANCE S - SIMATIC NET 产品系列的数据安全性组件
- PC 上使用的 SOFTNET 安全性客户端

功能

这些产品均有多种功能，例如：

- 轻松将现有网络与集成的防火墙集成而无需组态。
- 在受保护的自动化单元中进行分段
- 设备的认证（标识）
- 对数据通信进行加密

2.2 设置 PROFINET

2.2.4.3 应用示例

办公和生产级别的数据安全性

下图包含一个应用示例，该示例具有使用 SCALANCE S 和安全性客户端创建的公司不同级别的受保护区域。受保护区域以浅色突出显示。

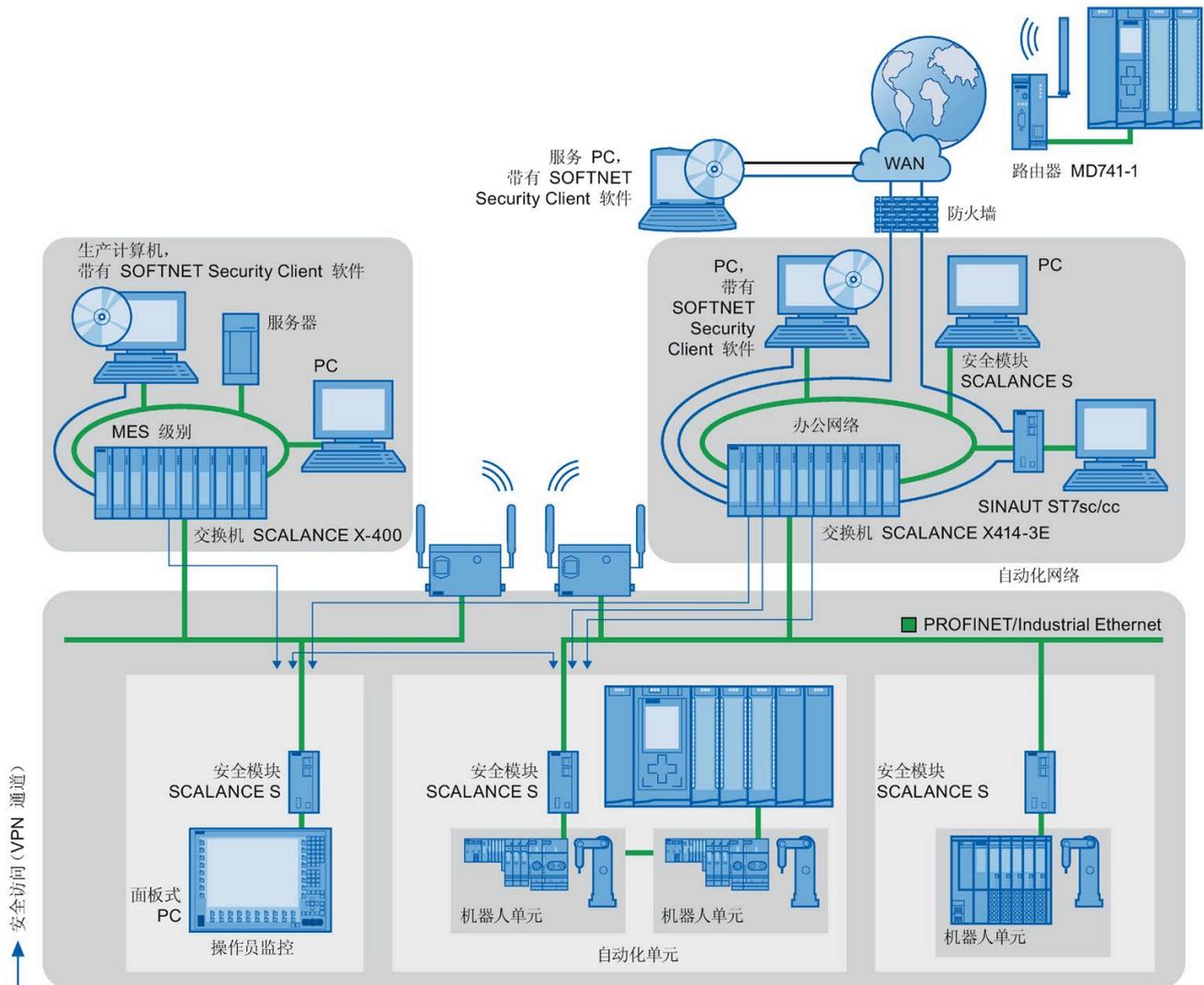


图 2-11 包含 SCALANCE S 安全性模块和 SOFTNET 安全性客户端的网络组态

更多信息

可以在以下位置中找到有关 PROFINET 中安全性标准组态的更多信息：

- PROFINET 安全性指南。这些指南位于 Internet (<http://www.profinet.com>) 上 PROFIBUS 用户组织的主页上。
- 工业以太网安全性 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/56577508>) 手册
- SCALANCE S 和 SOFTNET 安全性客户端 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/21718449>) 手册

可以在 Industrial Security 网站 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>) 上找到有关工业安全性概念、功能和新闻的常规信息。

参数分配/寻址

设置自动化系统需要对各硬件组件进行组态、分配参数和互连。在 STEP 7 中，此任务所需的操作可在设备、拓扑以及网络视图中执行。

组态

“组态”意指对设备、拓扑或网络视图中的设备和模块进行排列、设置和联网。

将给各模块自动分配一个 I/O 地址。这些 I/O 地址可以随后进行修改。

CPU 将 STEP 7 中的预设组态与系统当前的实际组态进行比较。这样可以检测可能的错误并直接进行报告。

STEP 7 的在线帮助中详细介绍了设备的具体组态步骤。

分配参数

“分配参数”意指设置所用组件的属性。将同时组态硬件组件和数据通信的设置。

在 STEP 7 中，可以为以下设置 PROFINET“分配参数”：

- 设备名称和 IP 地址参数
- 端口互连和拓扑
- 模块属性/参数

这些参数将加载到 CPU 并在 CPU 启动期间传送给相应的模块。使用备件可非常轻松地更换模块，这是因为针对 SIMATIC CPU 分配的参数在每次启动时会自动加载到新模块中。

根据项目需求调整硬件

如果想要设置、扩展或更改自动化项目，则需要组态硬件。为此，需要向结构中添加硬件组件、将它们与现有的组件相连并根据任务要求修改硬件属性。

自动化系统和模块的属性是预设的，因此在很多情况下，都无需再为其分配参数。

但在下列情况下需要进行参数分配：

- 想要更改模块的默认参数设置。
- 想要使用特殊功能。
- 想要组态通信连接。

3.1 将 IO 设备分配给 IO 控制器

PROFINET IO 系统

PROFINET IO 系统由一个 PROFINET IO 控制器和其分配的 PROFINET IO 设备组成。这些设备在网络或拓扑视图中就位后，STEP 7 会为其分配默认值。最初只需考虑将 IO 设备分配给 IO 控制器。

要求

- 已处于 STEP 7 的网络视图中。
- 已放置一个 CPU（例如，CPU 1516-3 PN/DP）。
- 已放置一个 IO 设备（例如，IM 155-6 PN ST）。

操作步骤

要将 IO 设备分配给 IO 控制器，请按照以下步骤进行操作：

1. 将鼠标指针移动到 IO 设备的接口上。
2. 按住鼠标左键。
3. 移动鼠标指针。

指针此时将使用联网符号来指示“联网”模式。与此同时，可以看到指针上出现锁型符号。指针移到有效目标位置上时，该锁型符号才消失。

4. 现在，将指针移动到 IO 控制器的接口上。执行该操作时，鼠标左键可以一直保持按下状态，也可以松开鼠标左键。
5. 现在松开鼠标左键或再次按住它（取决于上一个动作）。

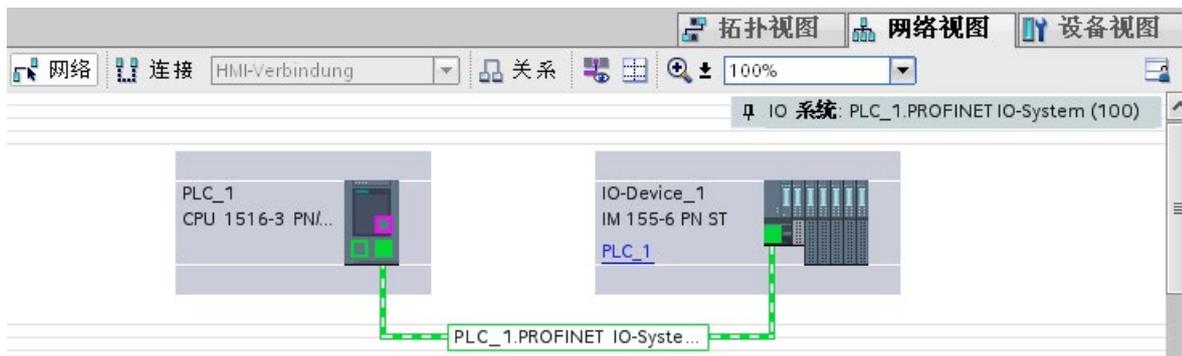


图 3-1 在 STEP 7 的网络视图将 IO 设备分配给 IO 控制器

3.2 设备名称和 IP 地址

结果

将 IO 设备分配给 IO 控制器。

检查分配情况

可以在网络视图的表格区域中的“IO 通信”(IO communication) 选项卡中找到通信关系概述。该表是上下文关联的表格，可在图形区域中进行选择：

- 接口选择显示了相应接口的 I/O 通信。
- 接口选择显示了 CPU 的所有 I/O 通信（包括 PROFIBUS）。
- 站接口选择（如上图所示）显示了整个站的 I/O 通信。

有关 S7-1500R/H 的信息

有关将带有系统冗余 2 的 IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统的具体操作步骤，请参见“将 IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统 (页 320)”部分。

3.2 设备名称和 IP 地址

简介

为了使 PROFINET 设备可作为 PROFINET 上的节点进行寻址，以下内容必须满足：

- 唯一的 PROFINET 设备名称
- 相关 IP 子网中的唯一 IP 地址

STEP 7 在硬件和网络编辑器中排列 PROFINET 设备期间分配设备名称。IP 地址通常由 STEP 7 自动分配，并根据设备名称分配给设备。

可以手动更改名称和 IP 地址。

在 STEP 7 中

可以在巡视窗口中 PROFINET 接口的属性中的“以太网地址”(Ethernet addresses) 下找到设备名称和 IP 地址。

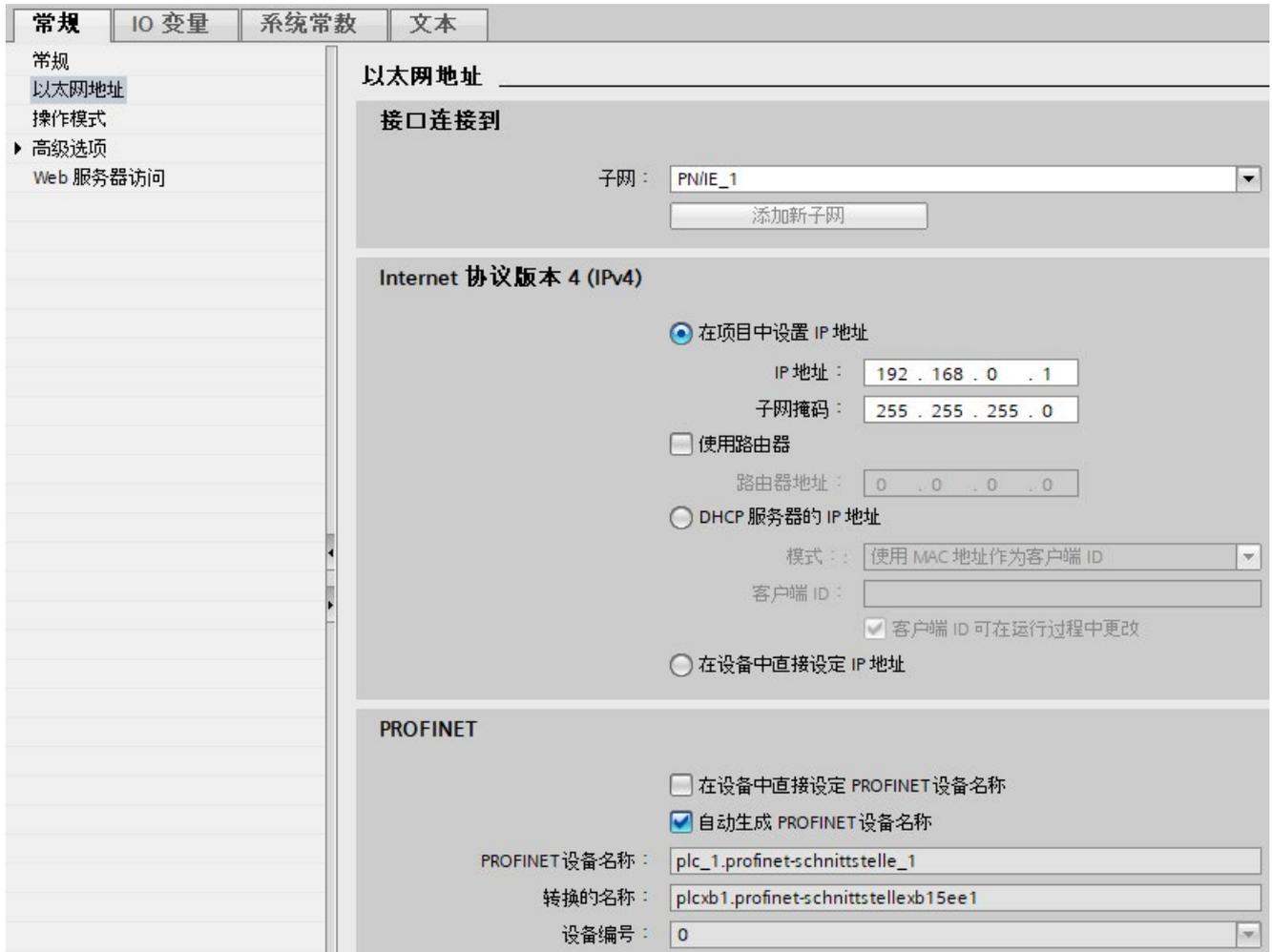


图 3-2 STEP 7 中的设备名称和 IP 地址

以下各部分中描述了分配和更改设备名称以及 IP 地址的功能。

3.2 设备名称和 IP 地址

3.2.1 设备名称

设备名称

IO 设备必须具有设备名称，才可通过 IO 控制器寻址。在 PROFINET 中，使用名称比使用复杂的 IP 地址更为简单，因此，将选择使用名称。

为具体的 IO 设备分配设备名称可与设置 DP 从站的 PROFIBUS 地址进行比较。

出厂时，IO 设备没有设备名称。在 IO 控制器对 IO 设备进行寻址前（如，在启动过程中传输组态数据或循环交换用户数据），必须先为设备分配一个设备名称。如，通过 PG/PC 为 IO 设备指定设备名称。

具有可移动存储介质插槽的 IO 设备允许将设备名称直接写入编程设备的可移动存储卡介质中。

使用无需可移动介质的设备更换某设备时，IO 控制器会根据拓扑组态来分配设备名称（请参见组态拓扑结构 (页 72) 部分）。

结构化的设备名称

在 STEP 7 中组态 PROFINET、S7-1200、S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 等设备时，默认自动为其分配设备名称。这些名称由 CPU 名称或接口模块名称构成。对于具有多个 PROFINET 接口的设备，接口的名称有所增强，例如，“plc_1.profinet-interface_2”或“io-device_1”。

可以使用 DNS 命名惯例结构化设备名称。

这些命名惯例是由“在应用程序中实现国际化域名” (IDNA) 定义的。据此，设备名称应为小写字母。

“域名系统”(DNS) 是一种分布式数据库 (<http://iana.org>)，可管理 Internet 上的名称空间。为了结构化名称，将使用句点 (“.”)。从左向右以升序显示其层级。

...<子域名>.<域名>.<顶级域名>

例如，如果名称不符合 DNS，则该名称将由 STEP 7 转换为“plcxb1.profinet-schnittstelllexb2022c”或“io-devicexb15b32”。

设备编号

除设备名称之外，在分配 IO 设备时，STEP 7 还分配设备编号（从“1”开始）。

设备编号显示在巡视窗口的 PROFINET 接口属性内 PROFINET 区域中的“以太网地址”(Ethernet addresses) 下。



图 3-3 设备编号

使用该设备编号可在用户程序中识别 IO 设备（例如，使用指令“LOG2GEO”）。

3.2.2 IP 地址

IP 地址

要将 PROFINET 设备寻址为工业以太网中的设备，需确保该设备的 IP 地址在该网络中唯一。IP 地址通常由 STEP 7 自动分配，并根据设备名称分配给设备。如果是一个独立网络，则可使用 STEP 7 建议的 IP 地址和子网掩码。如果网络为公司现有以太网网络的一部分，则应向网络管理员获取这些数据。

组态 IP 地址

基于 Internet 协议 V4 (IPv4)，IP 地址由 4 个 0 到 255 间的十进制数组成。这些十进制数使用句点进行分隔（如，192.162.0.0）。

IP 地址由以下几个部分组成：

- 网络地址
- 设备的地址（IO 控制器/IO 设备的 PROFINET 接口）

3.2 设备名称和 IP 地址

生成 IP 地址

在 STEP 7 中分配 IO 设备的 IP 地址。IO 设备在由 IO 控制器进行参数分配的过程中接收其 IP 地址。

此外，对于某些 IO 设备（如，SCALANCE X、S7-300 CP），则不在 IO 控制器启动期间获得 IP 地址，而是在此之前在设备上设置 IP 地址（请参见“允许在设备上直接更改设备名称和 IP 地址(页 64)”）。

IO 设备的 IP 地址始终与 IO 控制器的子网掩码相同，并通过 IO 控制器的 IP 地址按升序进行分配。必要时，可以手动更改 IP 地址。

对于具有多个 PROFINET 接口的设备（例如，CPU 1516-3 PN/DP），IP 地址必须位于不同的子网中。

说明

通过 DHCP 服务器分配 IP 地址

自 STEP 7 V17 开始，可以为 PROFINET 接口选择“来自 DHCP 服务器的 IP 地址”(IP address from DHCP server) 选项。选择该选项，可以由 DHCP 服务器为 PROFINET 接口分配 IP 地址。

如果为 PROFINET 接口组态了“来自 DHCP 服务器的 IP 地址”(IP address from DHCP server) 选项，则该接口不再支持 PROFINET IO 功能。

有关 DHCP 服务器分配 IP 地址的更多信息，请参见“通信 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192925>)”功能手册。

默认路由器

如果必须通过 TCP/IP 或 UDP 将数据转发给本地网络之外的伙伴时，则需使用默认路由器。

在 STEP 7 中，默认路由器的名称为 Router。在 CPU 的巡视窗口中，可通过“IP 协议”(IP protocol) 部分的“使用路由器”(Use router) 复选框激活路由器的使用。系统默认，STEP 7 将该本地 IP 地址分配给默认路由器。

在 IO 控制器中 PROFINET 接口内设置的路由器地址将自动传送到所组态的 IO 设备中。

子网掩码

子网掩码中设置的位决定 IP 地址中包含网络地址的部分。

通常，应该遵循以下原则：

- 网络地址通过将 IP 地址与子网掩码进行“与”运算获得。
- 设备地址通过将 IP 地址与子网掩码进行“与非”运算获得。

子网掩码的示例

子网掩码：255.255.0.0（十进制）= 11111111.11111111.00000000.00000000（二进制）

IP 地址：192.168.0.2（十进制）= 11000000.10101000.00000000.00000010（二进制）

含义：IP 地址的前两个字节（即 192.168）用于确定网络。后两个字节（即 0.2）用于对设备进行寻址。

IP 地址与默认子网掩码之间的关系

有关 IP 地址范围与“默认子网掩码”的分配存在具体的规定。IP 地址中的第一个十进制数字（从左边起）确定默认子网掩码的结构，“1”值（二进制）的个数如下：

IP 地址（十进制）	IP 地址（二进制）	地址类	默认子网掩码
0 到 126	0xxxxxxx.xxxxxxxx... .	A	255.0.0.0
128 到 191	10xxxxxx.xxxxxxxx.. .	B	255.255.0.0
192 到 223	110xxxxx.xxxxxxxx.. .	C	255.255.255.0

说明

第一个十进制小数点的值范围

224 和 255 之间的值也可以用作 IP 地址的第一个十进制数字（地址类别 D 等）。但由于对这些值不进行地址检查，因此不建议使用该方法。

3.2 设备名称和 IP 地址

屏蔽其它子网

可使用子网掩码添加更多结构并为被指定了地址类别 A、B 或 C 之一的子网形成“专用”子网。这通过将子网掩码的其它低位部分设置为“1”实现。每将一个位设置为“1”，“专用”网络的数目就会加倍，而它们包含的设备数将减半。在外部，此网络将继续以单个网络的方式运行。

示例：

对于地址类别为 B 的子网（如，IP 地址 129.80.xxx.xxx），将默认子网掩码更改为：

掩码	十进制	二进制
默认子网掩码	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
子网掩码	255.255.128.0	11111111.11111111.10000000.00000000

结果：

地址在 129.80.001.000 到 129.80.127.254 之间的所有设备都位于一个子网中，地址在 129.80.128.000 到 129.80.255.254 之间的所有设备位于另一个子网中。

在用户程序中读取 IP 地址

在 S7-1500 CPU 的用户程序中，可读取 PROFINET 设备的 IP 地址。相关信息，请参见“常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/82947835>)”。

3.2.3 分配设备名称和 IP 地址

首次为 IO 控制器分配 IP 地址和子网掩码

可选择以下分配方式：

- **使用 PG/PC：**

将 PG/PC 连接至相关 PROFINET 设备所在的同一网络。PG/PC 的接口必须设置为 TCP/IP 模式。在下载过程中，首先通过“可访问的设备”(Accessible devices) 下载对话框显示所有可用的设备。在下载包含组态 IP 地址（IP 地址持久地保存）的硬件组态之前，通过 MAC 地址选择目标设备，然后分配 IP 地址。

- **使用 S7-1500 CPU 的显示屏：**

S7-1500 CPU 带有一个前盖板，上面有一个显示屏和一些操作按键。可以使用该显示屏来分配或更改 IP 地址。要设置 IP 地址，请通过菜单项“设置”>“地址”>“X1 (IE/PN)”>“参数”(Settings > Addresses > X1 (IE/PN) > Parameters) 在显示屏上浏览。

- **使用存储卡：**

如果 PROFINET 设备配备了存储卡（MMC 卡/SIMATIC 存储卡），请将此卡插入到 PG/PC 中并将硬件组态与组态的 IP 地址一起保存在该存储卡上。然后将该存储卡插入到 PROFINET 设备中。插入后，PROFINET 设备会自动应用该 IP 地址。

如果使用“在设备中直接设置 IP 地址”(IP address is set directly at the device) 选项将组态保存到存储卡中，则需在插入存储卡后使用其它方式指定 IP 地址（参见“允许在设备上直接更改设备名称和 IP 地址 (页 64)”部分）。

为“设备更换无需可移动介质/PG”分配设备名称和 IP 地址

对于无需可移动介质的设备（如，ET 200MP、ET 200SP）和支持“设备更换无需可移动介质/PG”的设备（如，ET 200S），IO 控制器无需设备名称，可直接从设置的拓扑结构相邻关系以及 PROFINET 实际设备指定的实际相邻关系中识别该设备。然后 IO 控制器为 PROFINET 设备分配组态的名称，并将 PROFINET 设备加入到用户数据通信中。（另请参见“设备更换无需使用移动介质 (页 253)”）。

3.2 设备名称和 IP 地址

使用可移动介质 PG 更换 IO 设备时的 IP 地址分配

以下内容包含在可编程逻辑控制器的存储卡中：

- 在 IO 控制器上：设备名称和 IP 地址
- 在 IO 设备上：设备名称

从 PROFINET 设备拔下存储卡并将其插入其它含可移动介质的 PROFINET 设备（例如，ET 200S）时，会将特定于设备的信息和设备名称加载到设备中。

如果由于设备或模块故障而必须彻底更换 IO 设备，则 IO 控制器将自动分配参数并组态新换的设备或模块。然后将重新开始用户数据的循环交换。除此之外，在 IO 设备开启之前，必须将名称有效的存储卡从故障的 IO 设备中拆下，并将它添加到新换的设备中。

如果 PROFINET 设备中发生错误，则该存储卡允许用户在不使用 PG/PC 的情况下更换模块。还可以将设备数据从 PG/PC 直接传输到该存储卡。

操作步骤：在 PROFINET 接口的属性中更改设备名称

可以在 PROFINET 接口的属性中更改 PROFINET 名称。移植时，如果 PROFINET 设备未接收到系统之前自动生成的名称，则可通过该操作更改设备名称。

1. 在 STEP 7 的硬件和网络编辑器的网络视图或设备视图中，选择 PROFINET 设备的 PROFINET 接口。
2. 在巡视窗口中，转至 PROFINET 区域中的“以太网地址”(Ethernet addresses)。
3. 清除“自动生成 PROFINET 设备名称”(Generate PROFINET device name automatically) 复选框。
4. 在相应域中输入新的 PROFINET 设备名称。



图 3-4 在属性中更改 PROFINET 设备的设备名称

其它方法：在网络视图中更改 PROFINET 设备的设备名称

要求：已选中“自动生成 PROFINET 设备名称”(Generate PROFINET device name automatically) 复选框。

1. 在 STEP 7 中，在网络视图的表格区域中选择“网络概览”(Network overview) 选项卡。
2. 在“设备”(Device) 列中，在相关 PROFINET 设备的行中改写该名称。

在网络视图的图形区域中也会相应地更改该名称。

设备	类型	子网地址	子网	主站系统
▼ S7-1500-Station_1	S7-1500-Station			
▼ PLC_1	CPU 1516-3 PN/DP			
▶ PROFINET-Schnittstelle_1	PROFINET-Schnittstelle	192.168.0.1	PN/IE_2	▼ PROFINET IO-System
▶ PROFINET-Schnittstelle_2	PROFINET-Schnittstelle	192.168.1.1	PN/IE_1	
DP-Schnittstelle_1	DP-Schnittstelle	2	not connected	
▼ S7-1500-Station_2	S7-1500-Station			

图 3-5 在 STEP 7 中更改 PROFINET 设备的设备名称

3.2 设备名称和 IP 地址

操作步骤：更改 IP 地址

要更改 IP 地址，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的硬件和网络编辑器的网络视图或设备视图中，选择 PROFINET 设备的 PROFINET 接口。
2. 在巡视窗口中，转至“IP 协议”(IP protocol) 区域中的“以太网地址”(Ethernet addresses)。
3. 检查是否选中“在项目中设置 IP 地址”(Set IP address in the project) 选项。
4. 在相应域中输入新的 IP 地址。



图 3-6 在 STEP 7 中更改 PROFINET 设备的 IP 地址

将已组态的设备名称下载到 IO 设备

要将所组态的设备名称加载到 IO 设备中，请按以下步骤操作：

1. 将 PG/PC 连接至相关 IO 设备所在的网络。PG/PC 的接口必须设置为 TCP/IP 模式。
2. 在 STEP 7 中，根据 MAC 地址在“可访问设备”(Accessible devices) 对话框中选择相应的 IO 设备。
3. 单击“分配名称 (Assign name)”，将已组态设备名称下载至 IO 设备。

IO 控制器将根据其设备名称识别 IO 设备，并自动为其分配组态的 IP 地址。

识别 PROFINET 设备

要从控制柜中的多个相同设备中清晰识别某个设备，则可闪烁 PROFINET 设备对应的 LED 指示灯。

为此，在 STEP 7 中选择菜单命令“在线 > 可访问的设备...”(Online > Accessible devices...)。在“可访问的设备”(Accessible devices) 对话框中，设置用于连接设备的“PG/PC”接口。STEP 7 将自动搜索可访问的设备并显示在“目标子网中的可访问设备”(Accessible devices in target subnet) 表格内。选择所需的 PROFINET 设备并单击“闪烁 LED 指示灯”(Flash LED) 按钮。此时，PROFINET 设备将基于 MAC 地址进行识别。

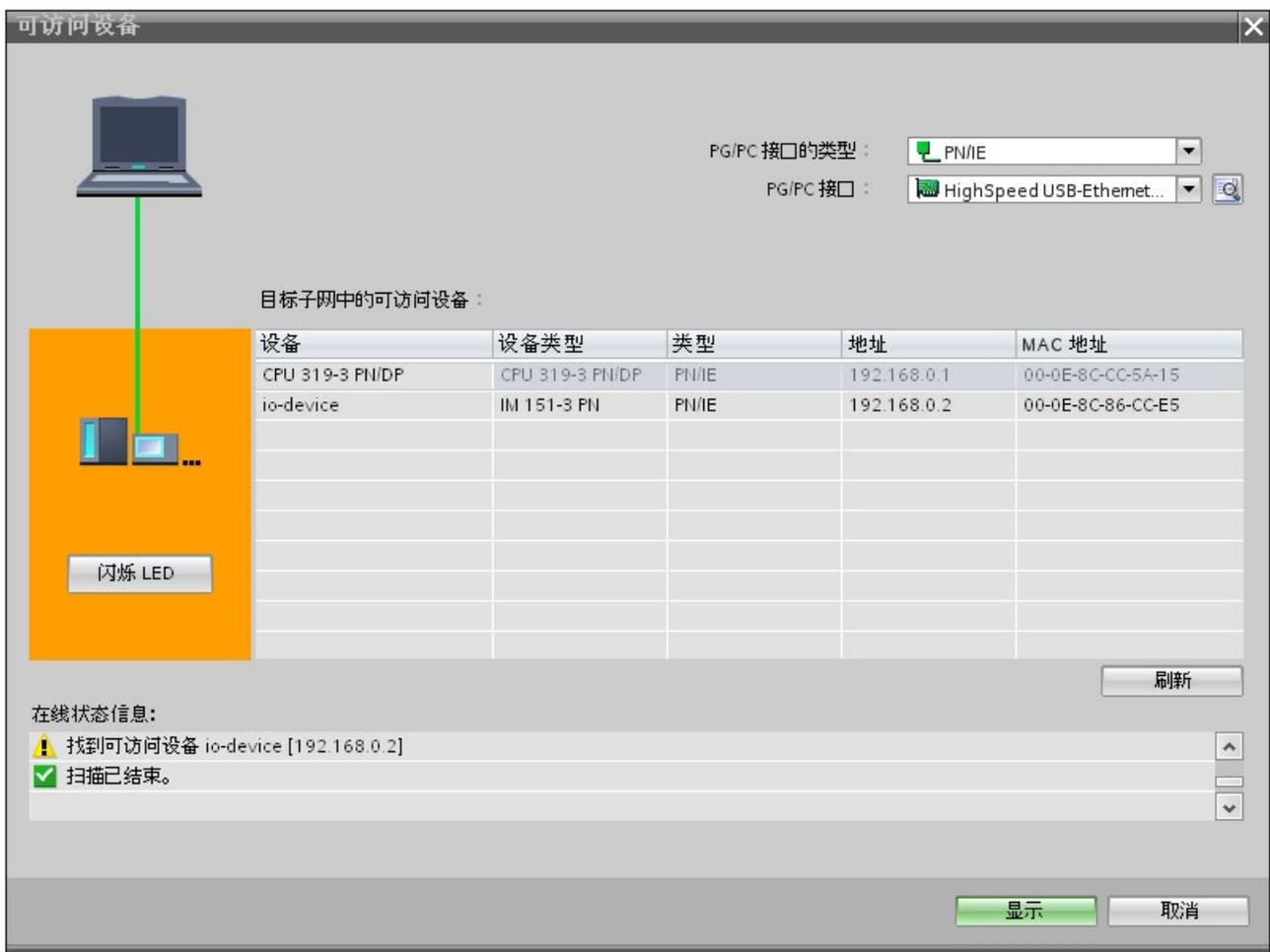


图 3-7 “可访问设备”(Accessible devices) 对话框

使用其它方法为 IO 设备分配 IP 地址

如果多个 IO 设备（如 SCALANCE X、S7-300 CP）都不在启动过程中由 IO 控制器分配 IP 地址，则采用其它方式分配 IP 地址。更多信息，请参见 SIMATIC 设备系列中相应 PROFINET 设备的手册。

3.2 设备名称和 IP 地址

更多信息

有关 S7-1500 CPU 显示器的运行和功能的详细说明，请参见系统手册《S7-1500, ET 200MP (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792>)》。

3.2.4 通过通信表指定设备名称

简介

离线组态的 PROFINET IO 设备名称可在线指定给相应设备。为此，可使用网络视图表格区域中的“I/O 通信”(I/O communication) 表，也可同时为多个设备指定设备名称。

“在线分配”(Online assignment) 选项卡

在 I/O 通信表格中，可查看选项卡“离线组态”(Offline configuration)和“在线分配”(Online assignment)。在“在线分配”(Online assignment) 选项卡中，可将离线分配的 PROFINET 设备名称在线分配给相应 IO 设备。为此，可点击按钮“检查设备”(Check devices) “立即分配”(Assign now)。



网络概览 | 连接 | IO 通信 | VPN						
离线组态 NAME 在线分配						
分配设备名称: 检查设备 现在分配						
伙伴 1	↔	伙伴 2	设备类型	项目地址	项目中的 PROFINET 设备名称	
1	▼	IO-Device_1				
2	▼	PROFINET-IF-IOD	IM 155-6 PN HF	192.168.0.2	io-device_1	
3	↔	IE1	PLC_1	CPU 1512SP-1 PN	192.168.0.1	plc_1
4	▼	PLC_1				
5	▼	PROFINET-IF-IOC	CPU 1512SP-1 PN	192.168.0.1	plc_1	
6	↔	X1	IO-Device_1	IM 155-6 PN HF	192.168.0.2	io-device_1

图 3-8 通过通信表指定设备名称

“在线分配”(Online assignment) 选项卡中，表格中所显示的对象取决于过滤器功能的设置。如果只显示所选择的对象，则将根据网络视图中的选择显示符合条件的对象。

- PROFINET 子网：使用连接的设备及其 PROFINET 接口
- 所有相关的 IO 系统设备及其 PROFINET 接口
- 同步域：所有相关设备及其 PROFINET 接口
- 设备：设备以及所有 PROFINET 接口
- 其它子网或接口如 MPI 或 PROFIBUS) 则不显示

如果在过滤器功能中设置为显示所有设备，则将显示带有 PROFINET 接口的所有设备，而不会考虑这些设备通过 PROFINET 子网连接或是已包含在 IO 系统中。不带 PROFINET 接口的设备（如仅带 DP 或 MPI 接口），则不显示。

基本步骤

要指定 PROFINET 设备名称，则需先检测 IO 设备是否在线。并基于这一过程快速判断该设备的 MAC 地址是否已知，进而执行以下两步基本操作：

1. 检测到 IO 设备是否在线
2. 将组态的 PROFINET 设备名称指定给在线的 IO 设备

要求

- 当前位于网络视图中。
- 在线连接到该设备。

3.2 设备名称和 IP 地址

操作步骤（第一步）

要根据 I/O 通信表检测 IO 设备是否在线，请按以下步骤操作：

1. 可选：在“MAC 地址”(MAC address) 列中，输入已知的 MAC 地址。每输入完一个有效条目后，还需选中相关行的“分配设备”(Assign device) 复选框。

说明

可以不同的格式，输入、插入或导入 MAC 地址。输入单元格后，系统将自动调整格式。系统支持以下输入，并可转化为指定格式：

- “08:00:06:BA:1F:20”
- “08 00 06 BA 1F 20”
- “080006BA1F20”

在本示例中，所输入的格式将自动转换为“08-00-06-BA-1F-20”。

2. 单击“检测设备”，将启动 IO 设备的在线检查。
3. 在对话框窗口中设置 PG/PC 接口，然后单击“开始”(Start) 按钮。

中间结果

检查完成后，表格中会显示每个设备的检查结果。查找到的在线数据将自动填充到表格中，并选中那些输入有或在线查找到 MAC 地址行中的“分配设备”(Assign device)复选框。检查结果将在“状态”(Status) 列中显示为不同的图标。

状态	含义
	设备匹配且类型兼容
	设备匹配但类型不兼容
	设备不匹配
	设备无法访问 (MAC 地址未知)
	可分配 (MAC 地址已知)

说明

如果 MAC 地址存在且与查找到的设备数据相匹配，但未在线查找到 PROFINET 设备名称，则显示图标“可分配”(Ready for assignment)。

可随时根据这些设备的 MAC 地址，重新更新这些设备的检测数据。为此，只需指定 MAC 地址。这些设备的状态将立即更新，而无需对这些设备进行重新检测。

操作步骤（第二步）

通过批量操作，为所有在线设备指定离线组态的 PROFINET 设备名称。

1. 单击“立即分配”(Assign now) 按钮。

说明

该批量操作不可逆。在弹出的对话框窗口中，将显示这一消息通知。

2. 单击对话框中的“开始”(Start) 按钮，开始指定 PROFINET 的设备名称。

结果

离线组态的 PROFINET 设备名称将指定给在线设备。该操作将应用于所在行中选定“分配设备”(Assign device) 复选框、MAC 地址存在且状态为“可分配”(Ready for assignment) 的所有设备。

3.2 设备名称和 IP 地址

导入和导出数据

通过导入和导出按钮，可导入或导出 I/O 通信表中的数据进行在线分配：

- 进行导出时，表格中当前显示的数据将导出为一个 CSV 文件。使用表格中的过滤器功能，可快速选择待导出的数据。
- 进行数据导入时，系统将 CSV 文件中的数据写入表格中。如果这些数据与表格中的现有数据冲突，则可选择覆盖现有数据或停止导入过程。

3.2.5 允许在设备上直接更改设备名称和 IP 地址

简介

在现场，需要频繁调试机器设备或直接集成到现有系统架构中而不通过 STEP 7。在系列机床加工等所有领域中更是如此。此时，可使用其它 IP 地址分配方式。

操作步骤

1. 在 STEP 7 的“硬件和网络”(Hardware and Network) 编辑器的网络视图或设备视图中，选择 IO 控制器的 PROFINET 接口。
2. 在巡视窗口中浏览到“以太网地址”(Ethernet addresses)。
3. 在“IP 协议 (IP protocol)”区域中，选择选项“在设备中直接设置 IP 地址”(IP address is set directly at the device)。
4. 在“PROFINET”区域中，选择复选框“在设备中直接设置 PROFINET 设备名称”(PROFINET device name is set directly at the device)。

The screenshot shows the configuration interface for an IP protocol and PROFINET settings. The top section is titled "Internet 协议版本 4 (IPv4)". It contains three radio button options: "在项目中设置 IP 地址" (selected), "DHCP 服务器的 IP 地址", and "在设备中直接设定 IP 地址". The "在项目中设置 IP 地址" option has input fields for "IP 地址" (192.168.0.1) and "子网掩码" (255.255.255.0). The "使用路由器" checkbox is unchecked, with a "路由器地址" field (0.0.0.0). The "DHCP 服务器的 IP 地址" option has a "模式" dropdown set to "使用 MAC 地址作为客户端 ID" and an empty "客户端 ID" field. The "在设备中直接设定 IP 地址" option is selected. The bottom section is titled "PROFINET" and contains two checked checkboxes: "在设备中直接设定 PROFINET 设备名称" and "自动生成 PROFINET 设备名称". Below these are input fields for "PROFINET 设备名称" (plc_2.profinet-schnittstelle_1), "转换的名称" (plcxb2.profinet-schnittstellexb199e0), and a "设备编号" dropdown set to 0.

图 3-9 设置设备名称和设备的 IP 地址

说明

网关

如果操作 PROFINET 设备时启用选项“允许在设备上直接更改设备名称/IP 地址”(Allow adaption of the device name/IP address directly on device)，则 PROFINET 设备无法用作 S7 路由的网关。

3.3 通过硬件检测组态 IO 设备

IP 地址和设备名称的分配方式

除了在巡视窗口的“以太网地址”(Ethernet addresses) 部分分配已知地址和设备名称之外，还可通过其它方式分配 IP 地址和设备名称：

- 在用户程序中通过指令“T_CONFIG”进行分配。
- 通过“下载到设备”(Extended download to device) 对话框，将组态下载到目标系统时分配。
- 通过 Primary Setup Tool (PST) 进行分配。
- 通过 PRONETA (“PROFINET 网络分析”) 调试与诊断工具进行分配
- 通过 SIMATIC Automation Tool 进行分配

更多信息

有关指令“T_CONFIG”以及如何下载到目标系统的信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

Primary Setup Tool (PST) 可从 Internet 上免费下载

(<http://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109776941omaticio.n.siemens.com/CN/view/zh/14929629>)。在该网页上，还可查看 PST 认证的的设备列表。

3.3 通过硬件检测组态 IO 设备

简介

在 STEP 7 V15 及以上版本中，可检测实际现有的 IO 设备并导入项目中。

通过“硬件检测”功能，可在 STEP 7 中查找到该 IO 设备。检测到的设备可导入到项目中。

STEP 7 将插入 IO 设备及其所有模块和子模块。

要求

- STEP 7 (TIA Portal) V15 及以上版本
- 必须通过 IP 技术性访问 IO 设备

操作步骤

要在 STEP 7 中检测一个或多个现有的 IO 设备并添加到项目中，请按以下操作步骤：

1. 在 STEP 7 中，浏览到“在线 > 硬件检测”(Online > Hardware detection)。
2. 单击“网络中的 PROFINET 设备”(PROFINET devices from network...)。
STEP 7 打开“PROFINET 设备的硬件检测”(Hardware detection of PROFINET devices) 窗口。
3. 在“PG/PC 接口”(PG/PC interface) 中，选择编程设备的接口。
4. 单击“开始搜索”(Start search)。
STEP 7 将开始硬件检测。硬件检测完成后，STEP 7 将显示检测到的 IO 设备。
5. 单击 IO 设备前相应的复选框，选择待添加到项目中的 IO 设备。
6. 单击“添加设备”(Add devices)。
之后，将打开一个窗口，显示硬件检测成功或失败。

硬件检测的结果

如果硬件检测成功，则 STEP 7 将 IO 设备及其所有模块和子模块一同插入项目中。

通过硬件检测组态的 IO 设备如下所示：

- 通过“硬件检测”执行的模块组态，与从产品目录中插入的相同。
- MAC 地址：STEP 7 将所检测 IO 设备的 MAC 地址导入项目中。
- IP 设置：
 - 如果所检测到的 IO 设备已设置有 IP 地址，则 STEP 7 将 IP 地址导入项目中。
 - 如果所检测到的 IO 设备没有 IP 地址，则 STEP 7 将在项目中自动分配一个 IP 地址。
- PROFINET 设备名称：
 - 如果所检测到的 IO 设备已设置有 PROFINET 设备名称，则 STEP 7 将 PROFINET 设备名称导入项目中。
 - 如果所检测到的 IO 设备没有 PROFINET 设备名称，则 STEP 7 将在项目中自动分配一个 PROFINET 设备名称。
- 通过“硬件检测”所组态的 IO 设备，没有分配 IP 子网和 IO 控制器。

3.4 为 PROFINET IO 设备指定路由器

简介

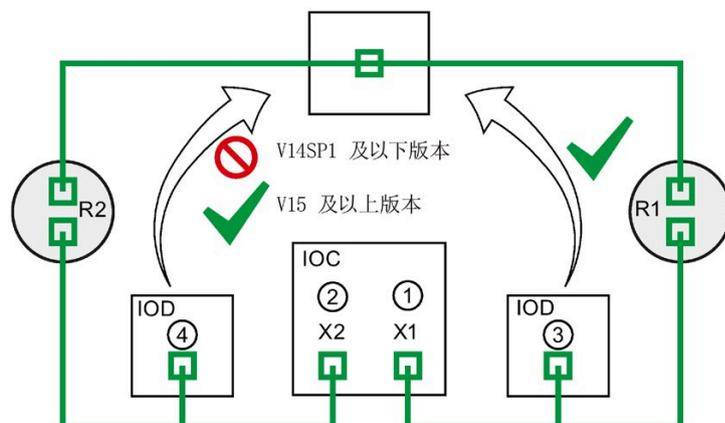
PROFINET 设备与一个 IP 地址位于本地 IP 子网之外的节点进行通信时，通常需要使用一个路由器（又称为“标准网关”）。如果 PROFINET 设备将 IP 包发送到本地 IP 子网之外的某个 IP 地址处，则该 IP 包将先发送到所组态的路由器处。之后，路由器将检查该 IP 地址。如果该地址位于本地子网之外，则路由器将该 IP 包转发到下一个路由器中。IP 包将路由到下一个路由器中，直至到达目标地址。

与所有 S7-1500 CPU 相同，具有多个 PROFINET 接口的 S7-1500 CPU 也可组态路由器 IP 地址。但具有限制条件，即 PROFINET 接口处只能输入路由器的 IP 地址。

而不能在 CPU 的其它 PROFINET 接口处组态路由器的 IP 地址。与该 PROFINET 接口连接的 IO 设备将应用此地址。在 STEP 7 V14 SP1 及以下版本中，这些 IO 设备无法访问不同 IP 子网中的设备。

在 STEP 7 V15 及以上版本中，可单独为 IO 设备指定路由器的地址，而不考虑 IO 控制器中的设置。例如，在以下情况中，可在 IO 设备上设置路由器的地址：

- 相关 IO 控制器的接口尚未设置路由器的 IP 地址。
- 在 CPU 中，已为一个不同的接口设置了路由器地址。



- ① 在 PROFINET X1 处组态路由器 R1
- ② 如果在 X1 处组态了路由器，则 X2 处不能组态路由器。
- ③ 由于在 X1 处组态了一个路由器，因此 IO 设备将使用路由器 R1 的 IP 地址。该 IO 设备可从其它 IP 子网访问。
- ④ 在 STEP 7 V15 及以上版本中，可在 IO 设备上设置路由器 R2 的 IP 地址，而无需考虑接口 X2 处的设置。该 IO 设备可从其它 IP 子网访问。

图 3-10 为 IO 设备指定路由器

有关“用户路由器”设置的更多信息

在 PROFINET 接口（以太网地址）设置的“IP 协议”(IP protocol) 部分，可组态路由器及其该路由器 IP 地址的应用方式。

规则

如果要为 IO 控制器的 PROFINET 接口组态一个路由器，请遵循以下规则：

- PROFINET IO 设备仅支持一个路由器，而与接口的数量无关。
- 只能为一个 PROFINET 接口组态路由器。所有分配给该 PROFINET 接口的 IO 设备均使用此 IO 控制器中所组态的路由器。
- 该 CPU 的其它 PROFINET 接口不能再组态路由器。其它 PROFINET 接口将 IP 地址“0.0.0.0”作为路由器，并传送到所连接的 IO 设备中。

在 STEP 7 V15 及以上版本中，可组态 IO 设备的路由器使用方式。即，IO 设备可与本地 IP 子网之外的节点进行通信，而与 IO 控制器中 PROFINET 接口的设置无关。

3.4 为 PROFINET IO 设备指定路由器

组态示例：为 IO 设备组态一个路由器

在以下示例中，显示了如何在 IO 设备中组态一个路由器，以便 IO 设备可访问上层网络中的 IP 地址。

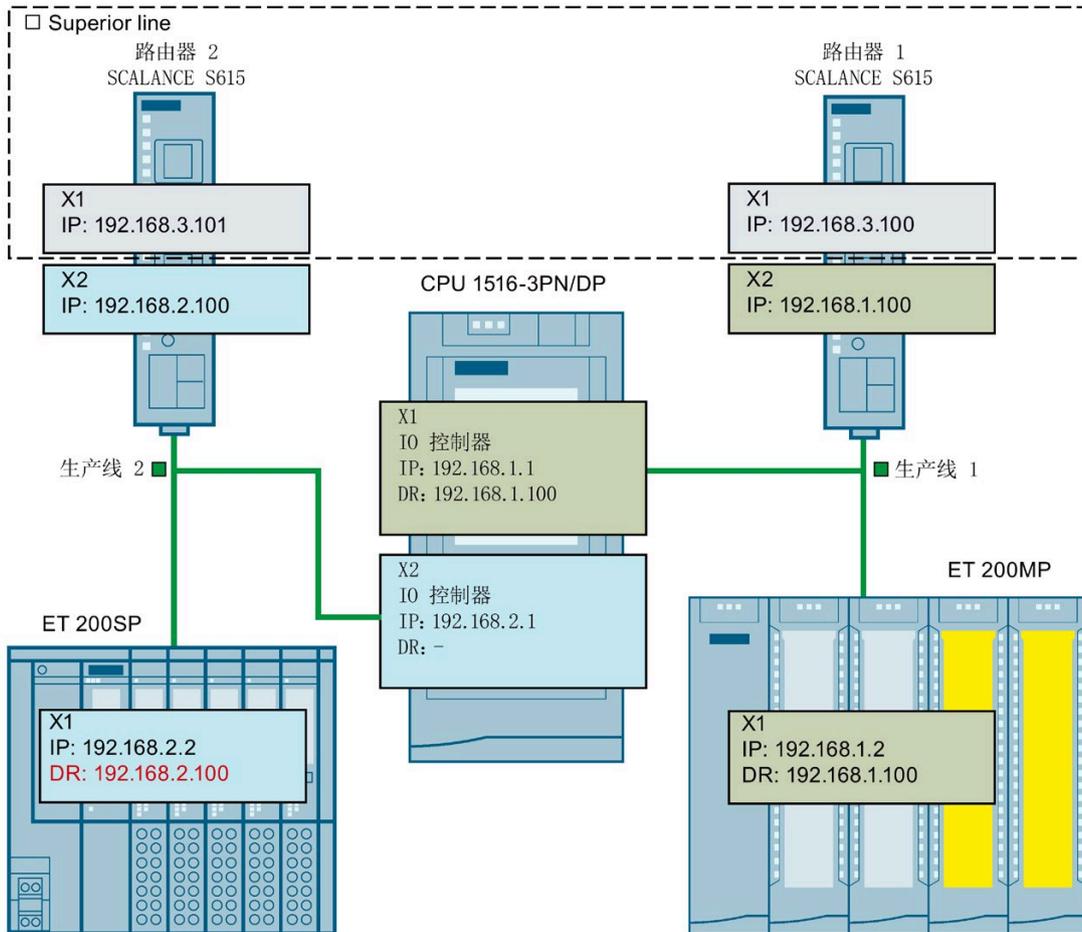


图 3-11 组态示例：为 IO 设备组态一个路由器

使用一个 CPU 1516-3PN / DP，且 IO 控制器中该 CPU 的两个 PROFINET 接口 X1 和 X2 均运行在操作模式中。将 PROFINET 接口 X1 连接到子网“生产线 1”中。将 PROFINET 接口 X2 连接到子网“生产线 2”中。两个子网“生产线 1”和“生产线 2”将通过一个路由器分别与上层网络“上级线路”相连接。

对于 PROFINET X1，将路由器“Router 1”的 IP 地址组态为 192.168.1.100。

子网“生产线 1”中的 IO 设备 (ET 200SP) 将使用该 IO 控制器的路由器。

由于已为 CPU 的 PROFINET 接口 X1 组态了一个路由器，因而 PROFINET 接口 X2 不允许再组态路由器。

因此，PROFINET 接口 X2 的数据无法通过路由器传送到子网“生产线 2”中的 IO 设备中。

要将子网“生产线 2”中的 IO 设备连接到上层网络“上级线路”中的节点，则需将 IO 设备路由器“Router 2”的 IP 地址组态为 192.168.2.100。

组态 IO 控制器的路由器

要求：在 PROFINET 接口处，启用选项“在项目中设置 IP 地址”(Set IP address in the project)。

要在 STEP 7 中为 IO 控制器组态一个路由器，请执行以下操作步骤：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择该 IO 控制器的 PROFINET 接口。
2. 在巡视窗口中，导航到“属性 > 常规 > 以太网地址”(Properties > General > Ethernet addresses)。
3. 在“IP 协议”(IP protocol) 字段中，选择“使用路由器”(Use router) 复选框。
4. 在“路由器地址”(Router address) 中，输入该路由器的 IP 地址。

为 IO 设备组态一个路由器

要求：

- STEP 7 V15 及以上版本
- CPU 1500 固件版本 V2.5 及以上版本
- IO 设备已分配给 IO 控制器的 PROFINET 接口。IO 控制器的 PROFINET 接口已启用选项“在项目中设置 IP 地址”(Set IP address in the project)。

要在 STEP 7 中为 IO 设备组态一个路由器，请执行以下操作步骤：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择该 IO 设备的 PROFINET 接口。
2. 在巡视窗口中，导航到“属性 > 常规 > 以太网地址”(Properties > General > Ethernet addresses)。
3. 取消选择“使用 IO 控制器同步路由器设置”(Synchronize router settings with IO controller) 复选框。
4. 选择“使用路由器”(Use router) 复选框。
5. 在“路由器地址”(Router address) 中，输入该路由器的 IP 地址。

3.5 组态拓扑结构

简介

当将 IO 设备分配给一个 IO 控制器时，并未指定端口彼此连接的方式。

使用 RT 不需要进行端口互连，但端口互连可提供以下优势：

- 端口互连会分配一个设定拓扑。根据在线/离线比较，可以对支持该功能的所有设备执行设定值/实际值比较。
- 可以使用“设备更换无需可移动介质”功能。

端口互连是使用 IRT 的基本要求。

下面给出了用于建立 PROFINET 网络的各种方式概述。

线形



所有通信设备连接在一个线形总线型拓扑结构上。

在 PROFINET 中，线形总线型拓扑结构通过已集成在 PROFINET 设备中的交换机来实现。因此，PROFINET 中的线形总线型拓扑结构仅仅是树形或星形拓扑结构的一种特殊形式。

如果一个连接元件（例如交换机）发生故障，则通过该故障连接元件建立的通信无法再进行下去。然后网络被分成 2 个子区段。

线形总线型拓扑结构需要的接线工作最少。

星形



如果将通信设备连接到具有两个以上 PROFINET 端口的交换机，将会自动创建星形网络拓扑结构。

与其它结构不同，星形结构中的单个 PROFINET 设备发生故障不会自动导致整个网络发生故障。仅当交换机发生故障时部分通信网络才会发生故障。

树形



如果将若干星形结构互连，则可获得树形网络拓扑结构。

环形



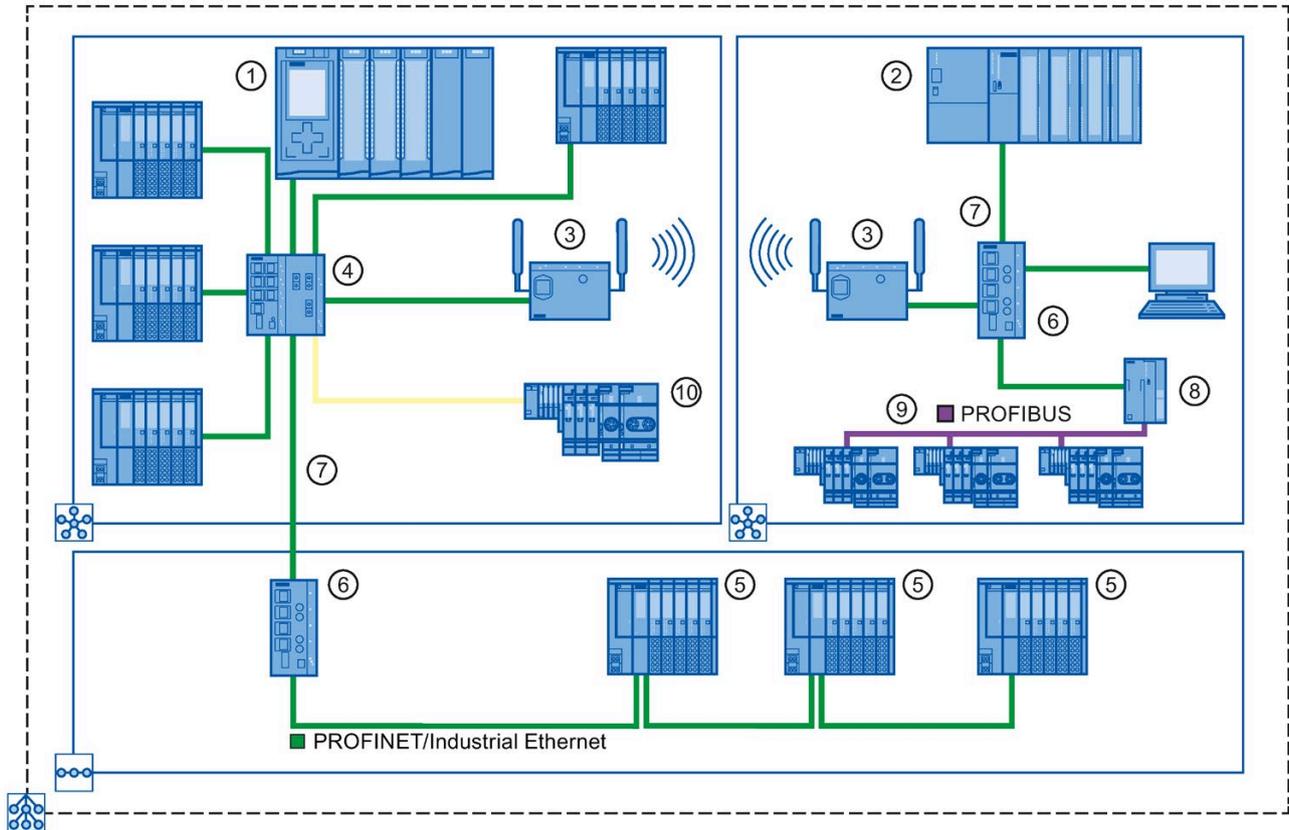
为了提高网络的可用性，请使用环形结构。原则上，应通过“冗余管理器”将线形总线型拓扑结构连接到环网。

冗余管理器的任务由外部交换机 SCALANCE X（这是一个支持介质冗余协议 MRP 的 CPU，例如 CPU 1516-3 PN/DP，或是一个 CP，例如 CP 343-1 Lean）来管理。

如果网络出现中断，冗余管理器可确保在环网中通过备用网络连接重定向数据。

拓扑示例

以下示例显示了不同拓扑结构的组合。



- | 编号 | 含义 |
|---|-----------------------------------|
| ① | S7-1500 作为 IO 控制器 |
| ② | S7-300 作为 IO 控制器 |
| ③ | 带有 SCALANCE W 的工业 WLAN |
| ④ | 带有七个电气端口和三个光学端口的 SCALANCE X 307-3 |
| ⑤ | 带有集成 2 端口交换机的 ET 200SP |
| ⑥ | 带有四个电气端口的 SCALANCE X 204 |
| ⑦ | PROFINET/工业以太网 |
| ⑧ | IE/PB-Link PN IO |
| ⑨ | PROFIBUS DP |
| ⑩ | 带有两个光学端口的 ET 200S |
|  | 星形拓扑结构 |
|  | 线形总线型拓扑结构 |
|  | 几种拓扑结构组合在一起，形成树形拓扑结构。 |

图 3-12 组合拓扑

3.5 组态拓扑结构

更多信息

严格按照 PROFIBUS 用户组织的 PROFINET 安装准则 (<http://www.profibus.com/nc/download/installation-guide/downloads/profinet-installation-guide/display/>)设计 PROFINET 拓扑结构。

更多详细信息，请参见 SIMATIC NET 双绞线和光纤网络 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8763736>)手册。

基本信息，请参见与 SIMATIC 通信 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/1254686>)手册。

3.5.1 STEP 7 中的拓扑视图

简介

拓扑视图是硬件和网络编辑器的三个工作区中的一个。在此，可执行以下任务：

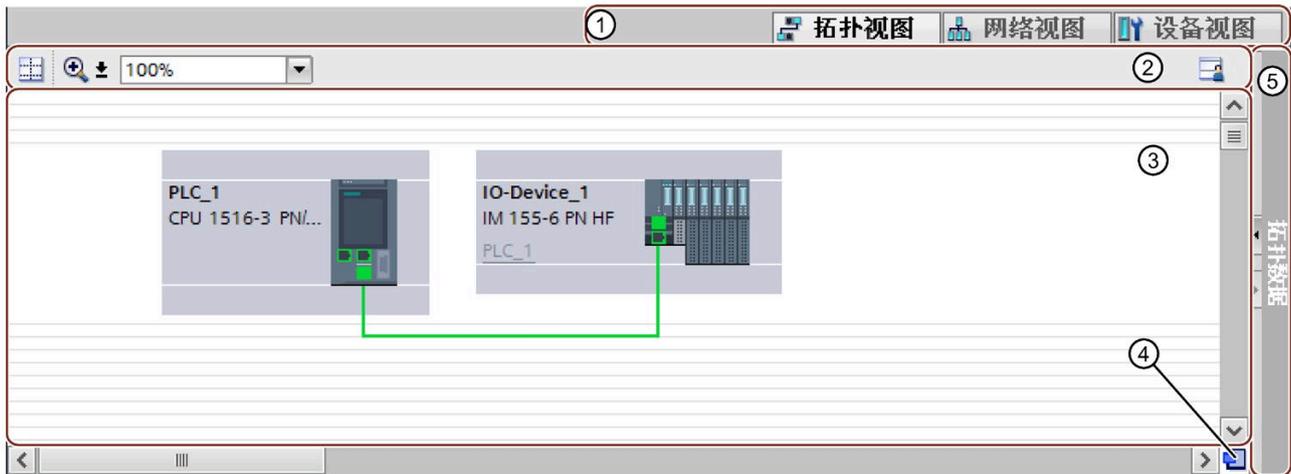
- 显示以太网拓扑结构
- 组态以太网拓扑结构
- 标识出设置的拓扑结构与实际拓扑结构（在线）间的差异，并将这种差异降至最低

STEP 7 的拓扑视图包含一个图形区域和一个表格区域。

图形区域

拓扑视图的图形区域显示 PROFINET 设备及其相应端口和端口连接。在此，可添加更多 PROFINET 设备。

下图显示了拓扑视图的图形区域。



- ① 选择器：设备视图/网络视图/拓扑视图
- ② 工具栏
- ③ 拓扑视图的图形区域
- ④ 总览导航
- ⑤ 选择器，用于选择拓扑视图中的表格区域

图 3-13 拓扑视图的图形区域

总览导航

单击总览导航，可在图形区域总览所创建的对象。按住鼠标按键，可快速导航到指定对象处并在图形区域中显示。

3.5 组态拓扑结构

表格区域

- 拓扑结构概览：在表格中显示以太网或 PROFINET 设备及其相应端口和端口连接。该表格与网络视图中的网络总览表相对应。
- 拓扑结构比较：在此，可通过离线/在线比较或高级离线/在线比较，将设备及端口互连自动导入 STEP 7 中。



- ① 用于选择拓扑视图的图形区域的选择器
- ② 选择器：设备视图/网络视图/拓扑视图
- ③ 选择器：拓扑结构概览/拓扑结构比较：
- ④ 拓扑视图的表格区域

图 3-14 拓扑视图的表格区域

3.5.2 在拓扑视图中互连端口

要求

正在查看拓扑视图的图形视图。

操作步骤

要在拓扑视图中互连端口，请按以下步骤操作：

1. 将鼠标指针放在要互连的端口上。
2. 按住鼠标左键。
3. 移动鼠标指针。

指针此时将使用联网符号来指示“互连”模式。与此同时，可以看到指针上出现锁型符号。指针移到有效目标位置上时，该锁型符号才消失。

4. 现在，将鼠标指针拖到目标端口。执行该操作时，鼠标左键可以一直保持按下状态，也可以松开鼠标左键。
5. 现在松开鼠标左键或再次按住它（取决于上一个动作）。

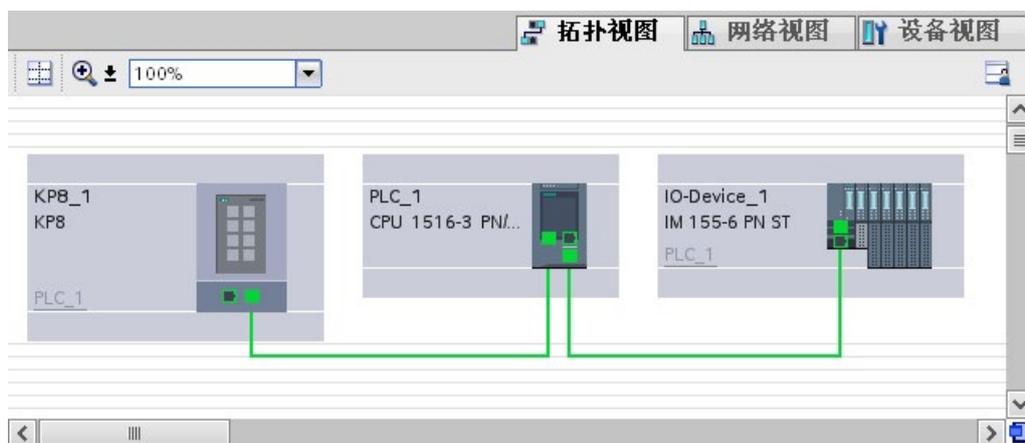


图 3-15 在拓扑视图中互连端口

结果

已经创建了一个端口互连。

3.5.3 互连端口 — 巡视窗口

在巡视窗口中互连端口

要互连端口，请按以下步骤操作：

1. 在设备或网络视图中，选择 PROFINET 设备或 PROFINET 接口。
2. 在巡视窗口中，浏览到端口属性“端口互连”(Port interconnection)。

如果选择的是 PROFINET 接口，该设置在巡视窗口中的位置为：“属性 > 常规 > 高级选项 > 端口 [...] > 端口互连”(Properties > General > Advanced Options > Port [...] > Port Interconnection)。

3. 在“本地端口”(Local port) 部分，可以在本地端口处找到该设置。例如，当使用光纤电缆时，在此设置电缆名称。

在“伙伴端口”(Partner port) 区域中，选择“伙伴端口”(Partner port) 下拉列表以显示可用伙伴端口并作出选择。

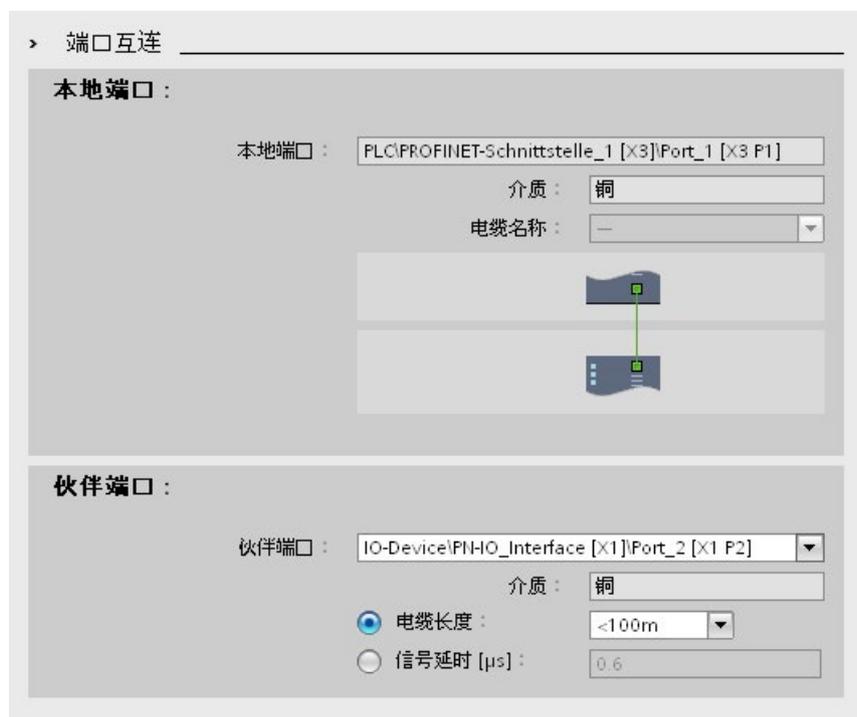


图 3-16 在 STEP 7 的巡视窗口中互连端口

如果 PROFINET 接口已断开连接，该操作会自动将其连接。在子网属性中，可以设置该子网是否能够用于联网。

3.5.4 通过离线/在线比较自动分配设备

概述

在进行离线/在线比较时，将已组态的拓扑与实际的当前拓扑进行比较。尽可能地在在线识别的设备将自动分配给所组态的设备。

启动可用性检测

首次启动可用性检测时，可单击“拓扑比较”(Topology comparison) 选项卡中的工具栏内的“离线/在线比较”(Compare offline/online) 按钮。

单击“更新”(Update) 按钮，将重新启动可用性检测。

说明

可用性检测可能需要几秒钟时间。在此期间，不允许用户输入。

自动分配 PNIO 设备

在线识别的 PNIO 设备将自动分配给一个组态的设备，前提条件是这两个设备的以下属性相互匹配：

- 订货号
- 类型
- PROFINET 设备名称

3.5 组态拓扑结构

不自动分配

在以下情况下，不会进行自动分配：

- 在线找不到与所组态设备相匹配的设备。（此时，拓扑比较表中“在线拓扑”(Online topology) 区域中的相应列为空。）

此时，应将所组态设备添加到系统中或从组态中删除该已组态设备。

- 在线识别出的设备可分配给一个组态的设备，但这两个设备的端口互连不同。

此时，可参见“将在线识别出来的端口互连手动地应用到项目中。(页 80)”。

- 在线识别出的设备无法分配给某个组态的设备。（此时，拓扑比较表中“离线拓扑”(Offline topology) 区域的相应列为空）。

此时，可参见“将在线识别出的设备手动包含在项目中(页 81)”。

3.5.5 将在线识别出来的端口互连手动地应用到项目中。

要求

在拓扑视图中已进行了离线/在线比较。比较之后，至少将一个在线识别出的设备自动分配给了所组态设备，但在互连上存在差异。

操作步骤

要手动使用项目中在线识别出的一个或多个端口互连，请执行以下步骤：

1. 选择“端口互连”所在行。
2. 如果可能，通过多选功能选择其他角色。
3. 在快捷菜单，选择“应用 > 使用选中的条目”(Apply > Use selected)。
“动作”(Action)列中相应表格单元内的内容将变更为“应用”(Apply)。
4. 如果因错误导致项目中待包含的端口互连过多，则：
通过多选功能，选择因错误待包含在项目中的端口互连所在行。
在快捷菜单中，选择“复位 > 复位选中的条目”(Reset > Reset selected)。
“动作”(Action)列中相应表格单元内的内容将变更为“无操作”(No action)。
5. 单击“同步”(Synchronize) 按钮。

结果

相应设备在线识别出的端口互连包含在项目中。对于每个端口，将通过诊断图标“相同的拓扑信息”(Identical topology information) 来指示应用成功。

说明

对于在线识别出的设备，如果识别出其它端口互连而且这些端口互连与项目中当前的端口互连存在差别，那么使用项目中的这些端口互连则意味着：使用那些在线识别出的端口互连来替换项目中之前存在的端口互连。对于在线识别出的设备，如果没有检测到任何端口互连，那么在项目中使用则意味着删除项目中与此设备相关的所有端口互连。

3.5.6 将在线识别出的设备手动包含在项目中

要求

在拓扑视图中已进行了离线/在线比较。比较之后，至少有一个在线识别出的设备无法分配给任何已组态设备。

操作步骤

要手动使用项目中在线识别出的一个或多个设备，请执行以下步骤：

1. 对于无在线伙伴的已组态设备，将鼠标指针移动到在线拓扑的“设备/端口”(Device/port) 列。
2. 从该下拉列表框中选择要分配给已组态设备的设备。
3. 根据需要，可对没有在线伙伴的其它已组态设备，重复以上步骤。

结果

将所选的已在线识别出的设备从表格结尾处上移。执行此操作后，该设备位于刚才将其分配给的已组态设备所在的行。

3.5 组态拓扑结构

3.5.7 通过高级离线/在线比较自动分配设备

概述

在高级离线/在线比较中，除 DCP 之外，还采用了 ICMP 协议对不支持 DCP 协议的设备进行检测。

自动分配由 ICMP 检测到的设备

由 ICMP 检测到的设备无类型信息。

对于无源设备，也没有订货号信息。因此，仅当组态数据中不包含分配的订货号且离线和在线 IP 地址相匹配时，才能对无源设备进行自动分配。

如果使用交换机，则当离线与在线的订货号、IP 地址和 PROFINET 设备名称均匹配，也可进行自动分配。

诊断与维护

4.1 PROFINET IO 的诊断机制

全集成诊断概念

所有 SIMATIC 产品都集成有诊断功能，用于检测和排除故障。这些组件可自动指出操作中可能发生的故障，并提供详细的相关信息。

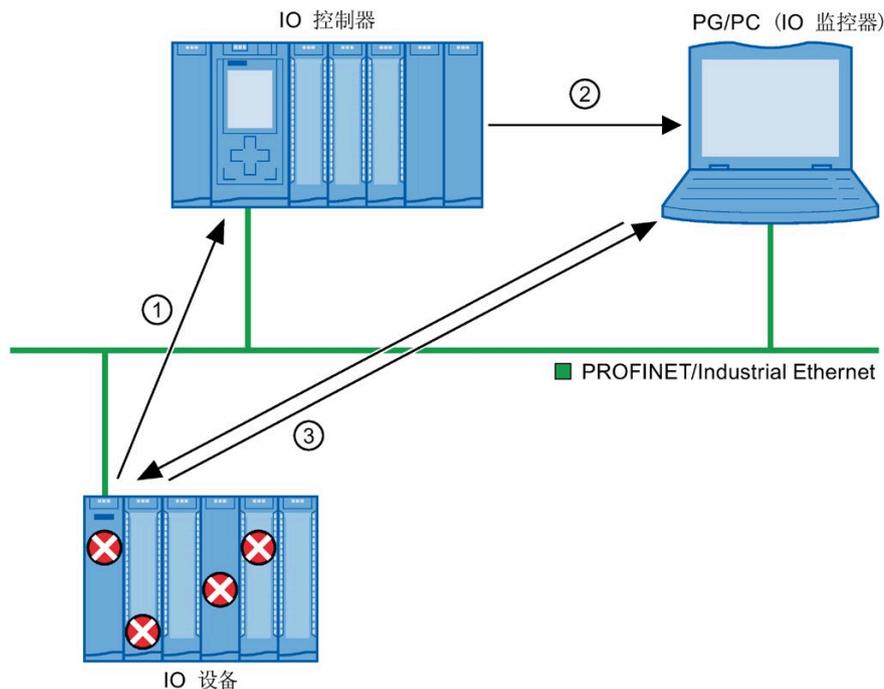
同时发生的每个单独错误或若干错误将从 IO 设备传送到 IO 控制器。如果需要 IO 设备的完整状态（含所有未决错误），则可直接从 IO 设备读取状态。

在以下章节中，将介绍有关通过 PROFINET IO 使用诊断的基本信息。有关 S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 的系统诊断的详细说明，请参见《诊断 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192926>)》功能手册。

4.1 PROFINET IO 的诊断机制

通过 PG/PC 或 HMI 设备访问 IO 设备的状态

如果已通过 STEP 7 或 HMI 设备由 PG/PC 连接到工业以太网，则可在线调用诊断信息。在下图中，对此进行了简要说明。



编号 说明

- ① IO 设备检测到一个错误，并将诊断数据发送给指定的 IO 控制器。
- ② IO 控制器会通知编程/HMI 设备，并更新所显示的系统诊断信息。
- ③ 在 STEP 7 中，可从 IO 设备直接读取“可访问设备”(Accessible devices) 的站状态（与 IO 控制器无关）。仅当编程设备已连接工业以太网时，才能执行以上操作。即，可在调试或服务过程中（甚至 IO 控制器未运作时）访问诊断信息。

图 4-1 对 PG/PC 或 HMI 设备进行 PROFINET IO 诊断

4.1.1 PROFINET IO 中的诊断级别

原理

IO 设备会将出现的所有错误消息发送到 IO 控制器。诊断信息的范围和容量，取决于诊断数据评估的级别以及所使用的 PROFINET 设备。

诊断级别

可以评估不同级别的诊断数据。例如，通过诊断级别 4 选择通道的编号和类型。

下图显示了 PROFINET IO 的诊断级别。

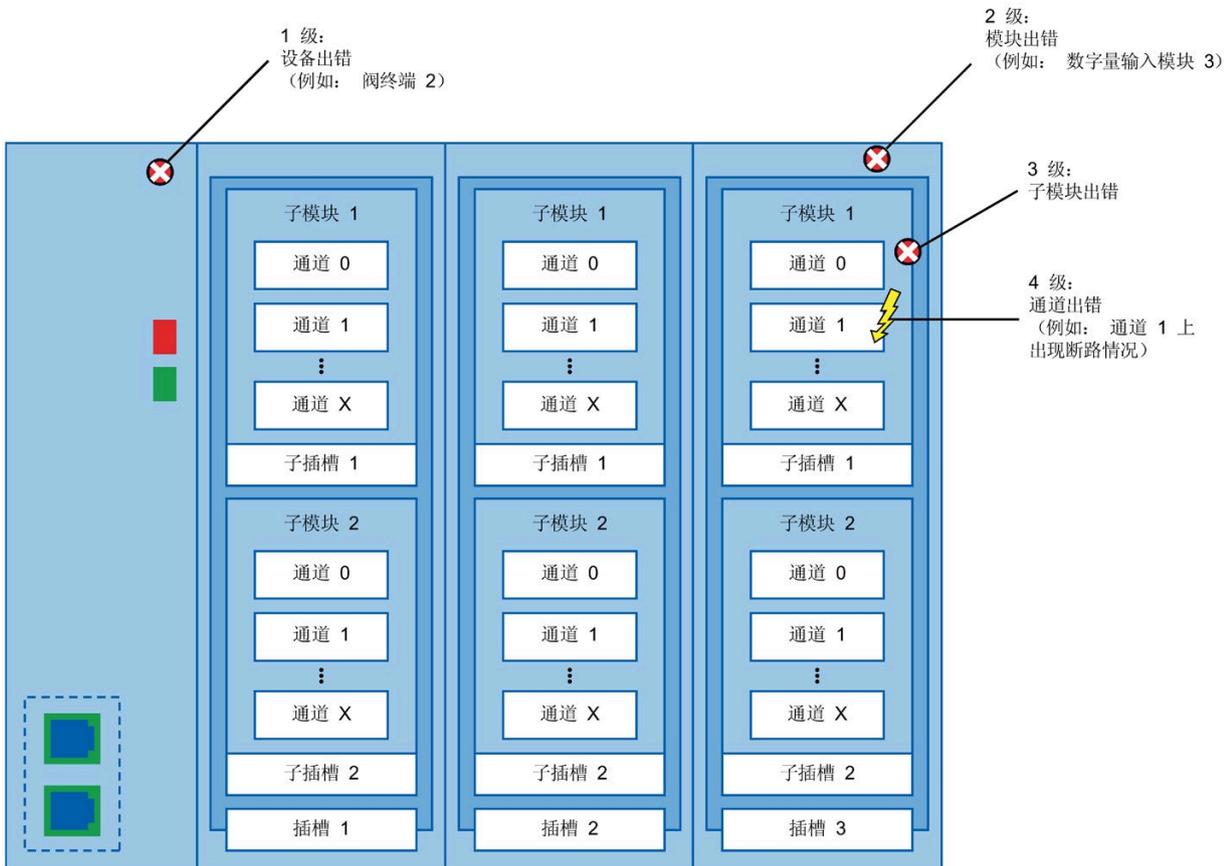
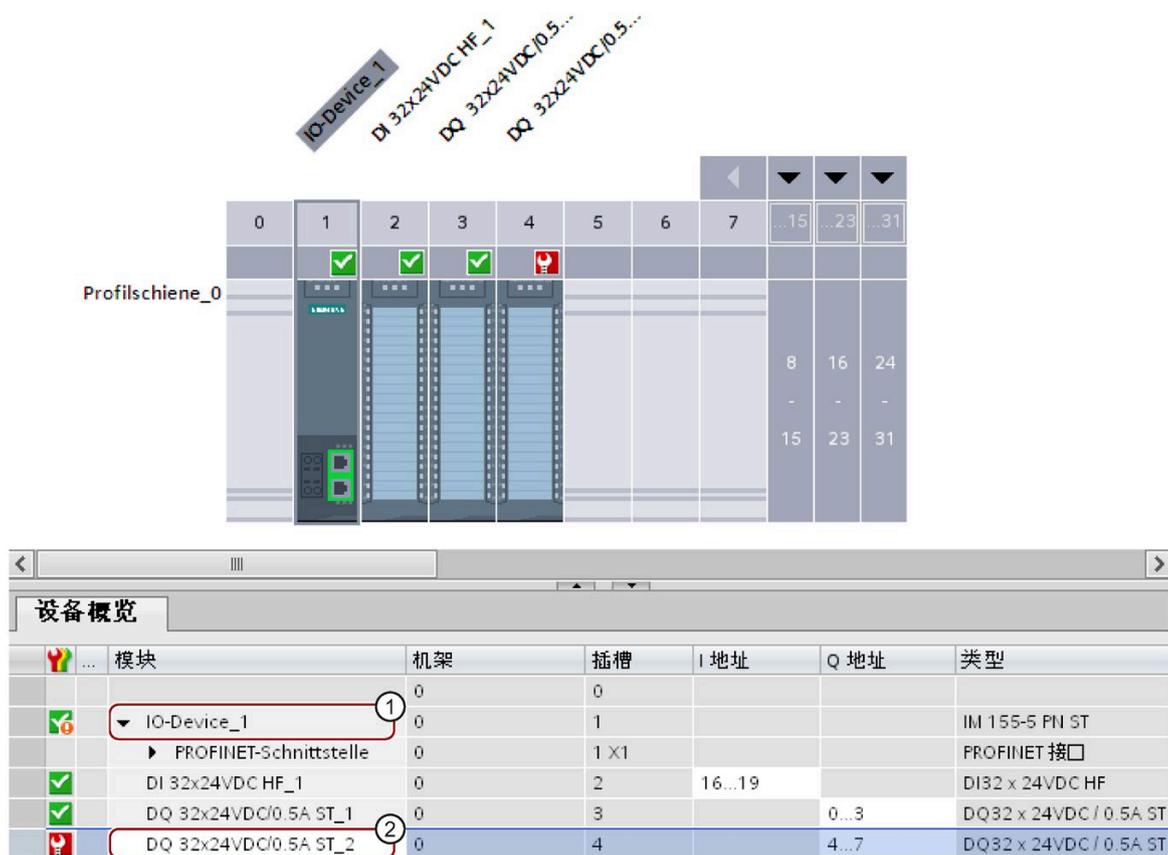


图 4-2 PROFINET IO 的诊断级别

4.1 PROFINET IO 的诊断机制

STEP 7 的设备视图中诊断级别的表示形式

下图以分布式 I/O 系统 ET 200MP 为例，显示了 STEP 7 的设备视图中 PROFINET 设备型号：



- 编号 说明
- ① 1 级: 设备错误
 - ② 2 级: 模块错误

图 4-3 STEP 7 的设备视图中的诊断级别

支持 PROFINET 高级诊断的 PROFINET 节点

有关支持 PROFINET 高级诊断的 PROFINET 节点以及必须组态的 PROFINET 节点的概览信息，请参见“常见问题与解答

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/23678970>)”。

4.2 通过 LED 进行诊断

PROFINET 上的诊断 LED 指示灯

SIMATIC 设备 PROFINET 接口的每个端口都有一个 LED 指示灯。

下表汇总了 S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统中这些 LED 指示灯的含义。

表格 4-1 S7-1500、ET 200MP、ET 200SP、ET 200AL：PROFINET 上的诊断 LED 指示灯

LED 指示灯图形	含义	S7-1500	ET 200MP	ET 200SP	ET 200AL
		LINK/TX/RX LED 指示灯		LK LED 指示灯	P1 Link LED 指示灯 P2 Link LED 指示灯
 LED 指示灯熄灭	PROFINET 设备的 PROFINET 接口与通信伙伴之间没有以太网连接。 当前未通过 PROFINET 接口收发任何数据。	√	√	√	√
 LED 指示灯绿色点亮	PROFINET 设备的 PROFINET 接口与通信伙伴之间存在以太网连接。	√	√	√	√
 LED 指示灯绿色闪烁	正在执行“LED 指示灯闪烁测试”。	√	√	√	√
 LED 指示灯黄色闪烁	当前正在通过 PROFINET 设备的 PROFINET 接口，从以太网上的通信伙伴发送或接收数据。	√	√	-	-

更多信息

可以在相关模块文档中找到该模块的所有 LED 指示灯的详细说明，其中包含错误原因以及补救措施。

4.3 通过 S7-1500 CPU 显示屏进行诊断

显示屏

S7-1500 CPU 带有一个显示屏和一些操作按键。通过 CPU 的显示屏，可在不同菜单中显示控制与状态信息。使用操作键，可在菜单中进行浏览并进行各种设置。

通过显示屏进行诊断

在显示屏上，可对以下各种指示进行分析：

- 错误和报警文本（系统诊断，报警消息）
- 集中式和分布式模块的模块状态

在 CPU 1516-3 PN/DP 显示屏的以下示例中，可以看到在诊断图标上有一条警告并在模块图标上有一个感叹号。



图 4-4 显示屏概览

模块状态

要显示模块状态，可通过菜单项“模块 > PROFINET I/O (X1) > 站 > 插槽 > 状态 > 模块状态”(Module > PROFINET I/O (X1) > Station > Slot > Status > Module status) 在显示屏上浏览。

模块状态指示模块中出现故障。“下位状态”是下面的诊断级别中的模块状态。在本示例中，该状态为“良好”(good)。即，故障不在较低诊断级别子模块或通道中，而是在模块中。



图 4-5 显示模块状态

4.3 通过 S7-1500 CPU 显示屏进行诊断

错误和报警文本

可以在显示屏上显示相关自动化系统的诊断缓冲区条目和报警消息。

要显示 CPU 的诊断缓冲区条目，可通过菜单项“诊断 > 诊断缓冲区”(Diagnostics > Diagnostics buffer) 在显示屏上浏览。



图 4-6 显示诊断缓冲区

要显示自动化系统的报警消息，可通过菜单项“诊断 > 报警 > 报警文本”(Diagnostics > Alarms > Alarm text) 在显示屏上浏览。

说明

更新报警显示屏

在显示屏上当前读取的 CPU 状态为静态显示，因此不会自动刷新。报警显示屏将在退出并重新打开后更新。

使用以下菜单项，可以设置自动地更新诊断信息：“显示 > 诊断信息刷新”(Display > DiagnosticRefresh)。



图 4-7 报警显示屏



图 4-8 报警消息显示屏

更多信息

有关显示屏的操作和功能说明，请参见“SIMATIC S7-1500 显示屏仿真器 (http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/interactive-manuals/getting-started_simatic-s7-1500/disp_tool/start_de.html)”。

4.4 通过 Web 服务器进行诊断

4.4 通过 Web 服务器进行诊断

S7 系列 CPU 中集成有 Web 服务器，可提供各种强大的功能。

可使用以下诊断选项：

- 起始页面，包含有 CPU 的常规信息
- 诊断信息
- 诊断缓冲区中的内容
- 模块信息
- 报警
- 通信相关信息
- PROFINET 拓扑结构
- 运动控制诊断
- 跟踪
- 诊断缓冲区的内容
- 模块状态
- PROFINET 系统的实际拓扑
- PROFINET 系统的设定拓扑（组态方面）

设定拓扑和实际拓扑 - 图形视图

显示设定和实际拓扑的要求：

- 在 STEP 7 硬件和网络编辑器的拓扑编辑器中已组态 PROFINET 端口。
- 已通过 STEP 7 将整个项目加载到 CPU 中。

下图举例说明了图形视图。

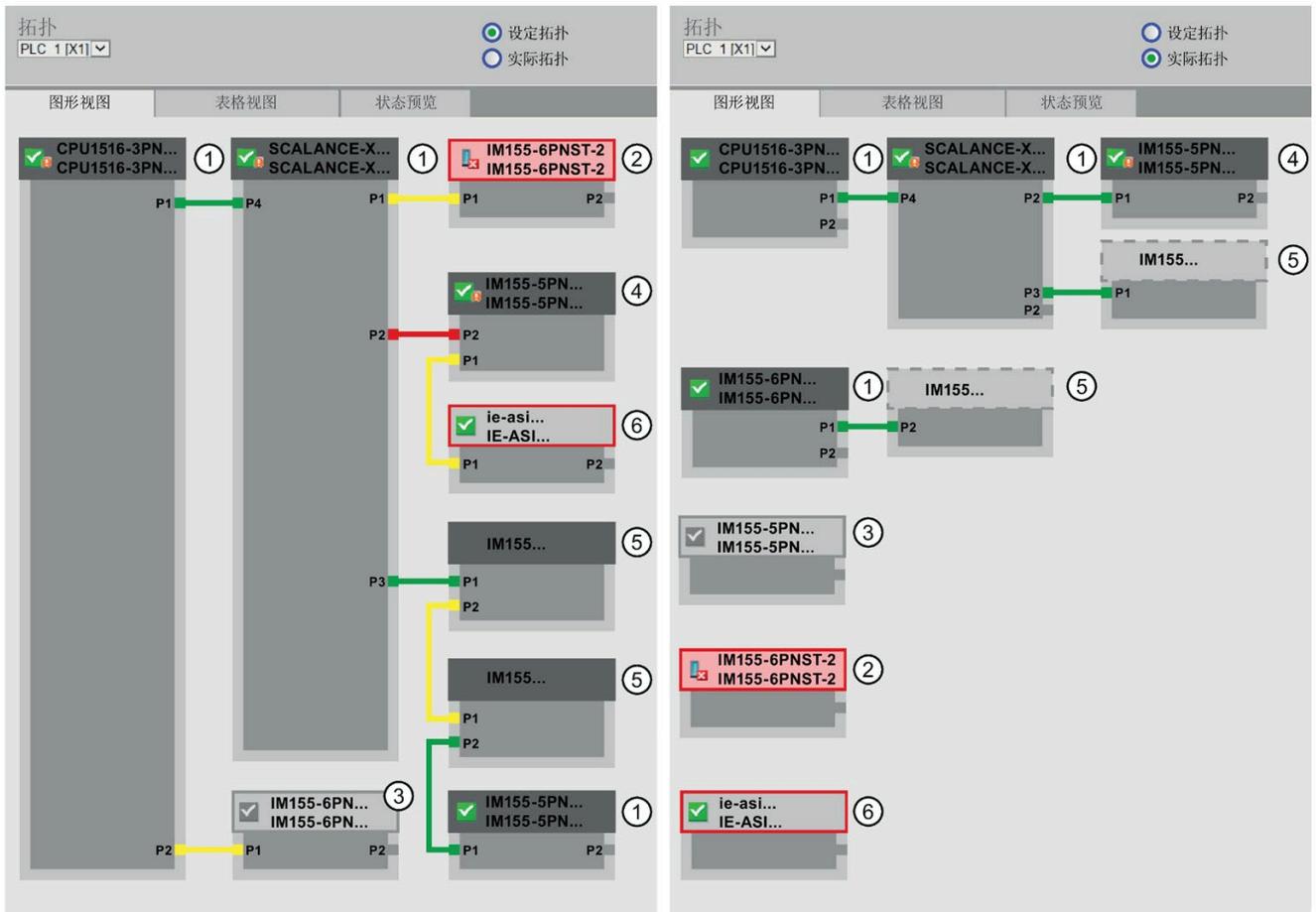


图 4-9 拓扑 - 通过 Web 服务器显示的图形视图

4.4 通过 Web 服务器进行诊断

设定/实际拓扑中有色连接的含义：

表格 4-2 设定/实际拓扑中有色连接的含义：

连接	含义	
	设定拓扑	实际拓扑
绿色	当前实际连接与已组态的设定连接匹配。	检测到连接
红色	当前实际连接与组态的设定连接不匹配（例如，端口已互换）。	-
黄色	无法对连接进行诊断。原因： <ul style="list-style-type: none"> • 与 IO 设备的通信已中断（例如，拔下了电缆）。 • 连接到无源组件 • 连接到其它 IO 控制器或 PROFINET 系统的 PROFINET 设备。 	-

① 已组态且可访问的 PROFINET 设备

已组态且可访问的 PROFINET 设备以暗灰色显示。连接将显示用于连接站 PROFINET 设备的端口。

① 已组态且不可访问的 PROFINET 设备

已组态且不可访问的 PROFINET 设备以粉色（带红色边框）显示（例如，设备发生故障，电缆断开连接）。

③ 取消激活的设备

全部已取消激活且已组态的 PROFINET 设备以浅灰色显示。

④ 已互换的端口

已互换的端口在设定拓扑视图中标记为红色。当前连接的端口显示在实际拓扑中，已组态的设定连接显示在设定拓扑中。

⑤ 其它 PROFINET IO 系统的 PROFINET 设备

- 在设定拓扑中：

当另一个 PROFINET IO 系统的 PROFINET 设备与已组态且可访问的 PROFINET 设备 ① 直接相邻并且也可供访问时，它将显示一个绿色连接（如果端口已互换，则为红色连接）。当另一个 PROFINET IO 系统的 PROFINET 设备不可访问时，将显示一个黄色连接线。

隶属于不同 PROFINET IO 系统的两个 PROFINET 设备之间的连接无法识别并且始终以黄色显示。

- 在实际拓扑中：

仅当另一个 PROFINET IO 系统的 PROFINET 设备与已组态的 PROFINET 设备直接相邻时，才会显示该 PROFINET 设备。该 PROFINET 设备以浅灰色显示并且将显示虚线。

对于其它 PROFINET IO 系统的 PROFINET 设备，设备顶部上**不会**显示状态。

⑥ 表示错误相邻关系

无法完全或正确读出其相邻关系的设备将以浅灰色（带有红色边框）显示。

更多信息

还可提供实际拓扑的表格视图和项目中 PROFINET 设备的状态概述。

有关这些视图、额外的拓扑示例以及有关 Web 服务器运行和功能的详细信息，请参见 Web 服务器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560>) 手册。

4.5 通过 STEP 7 在线诊断

对于 PROFINET，可通过 STEP 7 中的以下选项来评估诊断。

- 在线与诊断 - 设备与网络
- 在线与诊断 - PROFINET 端口诊断

在线与诊断网络视图

在硬件和网络编辑器中（通过双击“设备与网络”(Devices & networks) 从“项目树”(Project tree) 启动），通过单击“转至在线”(Go online) 按钮，可以获得系统当前状态的概述。它还显示了组态信息（例如未组态的模块）。此选项还以类似的格式在拓扑视图中提供。

网络视图（在线）的示意图：

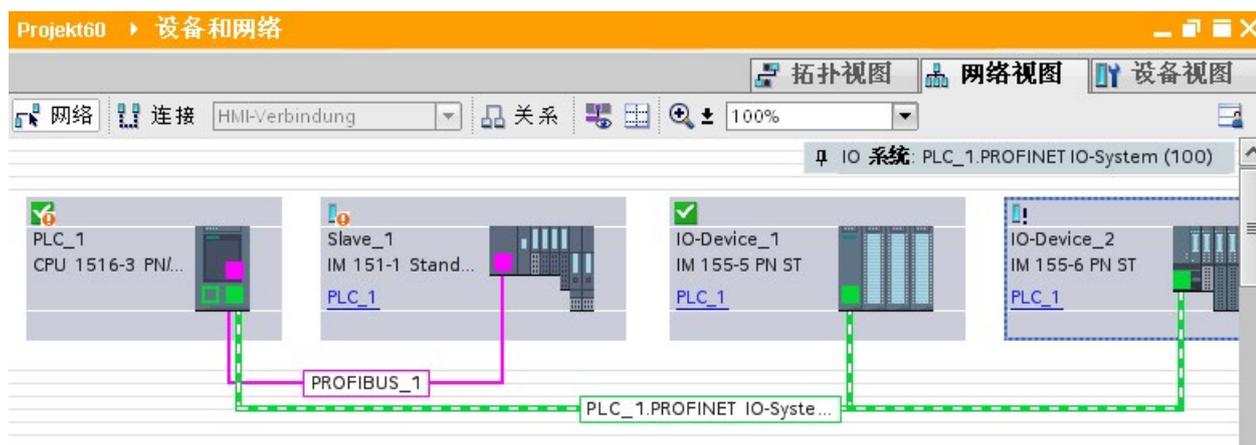


图 4-10 在线与诊断网络视图

在线与诊断设备视图

在 STEP 7 中，可以显示发生故障的模块的概述。要执行此操作，请选择菜单命令“在线 > 在线与诊断”(Online > Online & diagnostics)。连接后，您可以在项目树中看到可访问设备的状态。

双击显示有报警消息的设备，直接访问故障模块，将在工作区中打开设备视图。在报告故障的设备的设备视图中，可以直接看到哪些模块中发生该故障。

在巡视窗口中打开“诊断”(Diagnostics) 选项卡和子选项卡“设备信息”(Device information)，查看详细的错误描述信息。

设备视图（在线）的示意图：



图 4-11 在线与诊断设备视图

PROFINET 端口诊断

如果在 PROFINET 设备的“在线与诊断”(online & diagnostics) 设备视图的“诊断”(Diagnostics) 区域中选择“PROFINET 接口 > 端口”(PROFINET interface > Ports)，则表格中会列出 PROFINET 接口的端口。

该表提供有关 PROFINET 接口的端口的以下信息。

- 名称
- 状态
- 设置
- 操作模式

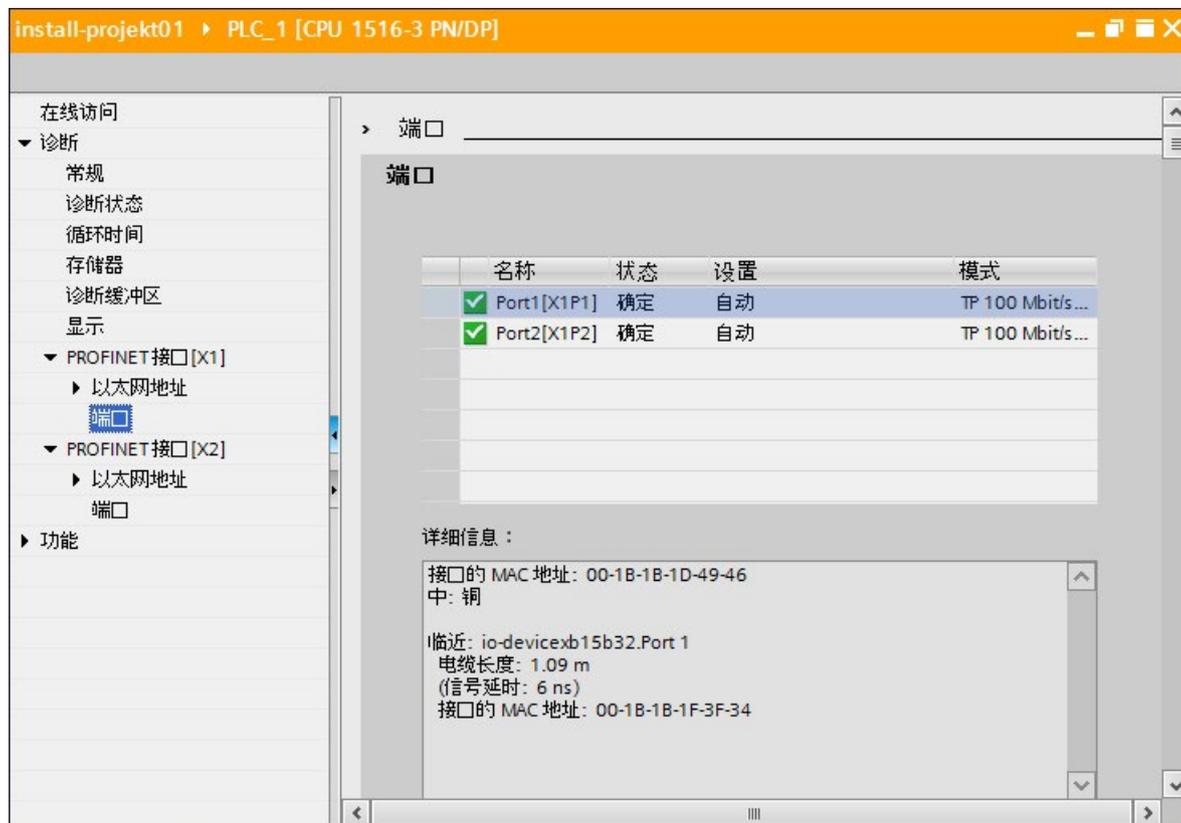


图 4-12 STEP 7 中的 PROFINET 端口诊断

更多信息

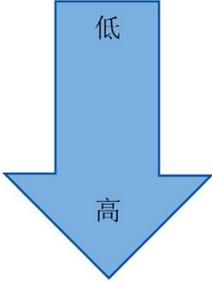
有关 S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 的系统诊断的信息，请参见“诊断”(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192926>)“功能手册和 STEP 7 的在线帮助。

4.6 扩展的维护概念

扩展的维护概念

可连接集成 SIMATIC 设备交换机的 PROFINET 接口支持四个级别的诊断概念，符合 PROFINET V2.3 或更高版本的规范且具有以下状态：

表格 4-3 诊断状态的分类

诊断状态	符号	错误严重性
良好	绿色对勾 	
需要维护	绿色扳手 	
要求维护	黄色扳手 	
差	红色扳手 	

诊断概念的目的是尽早检测出并消除潜在故障，以避免损坏故障。

除良好（无故障）和差（故障）状态信息外，还为 PROFINET 设备定义了其它状态信息。

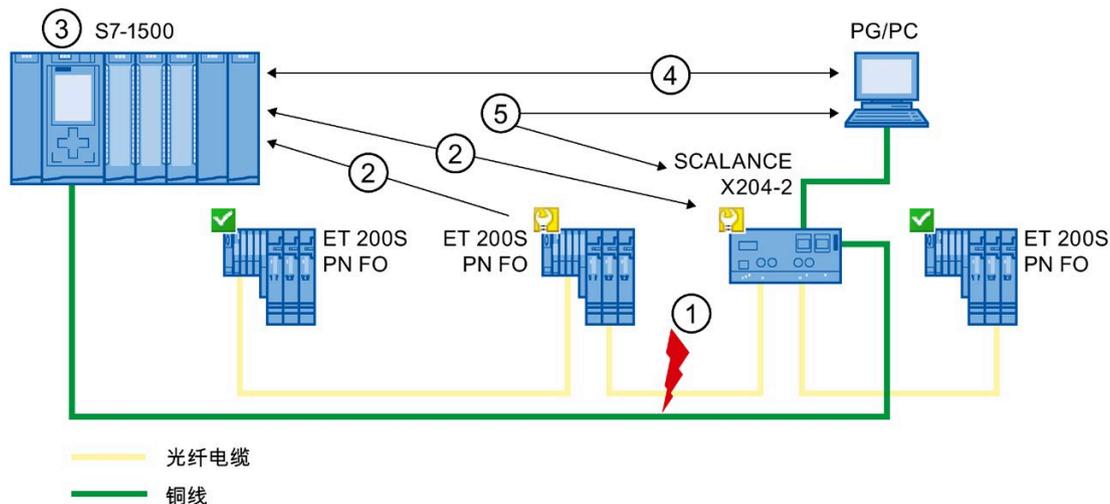
生成的维护信息带有以下系统报警：

- 需要维护（用绿色扳手表示）
- 要求维护（用黄色扳手表示）

可为大多数常用参数定制生成这两个系统报警所需的时间。

示例：PROFINET 电缆要求维护

下图显示了如何交换诊断信息（例如当由于老化而导致光缆上的传输质量降低时）。在此示例中，在已经对需要维护进行诊断后，再考虑示例场景。



- | 编号 | 说明 |
|----|--|
| ① | 光纤电缆的系统预留降至 0 dB 以下。 |
| ② | ET 200S PN FO 和交换机都向 IO 控制器发送要求维护报警。 |
| ③ | 基于这些中断，IO 控制器将检测来自交换机和 IO 设备的要求维护需求。在 IO 控制器中更新模块信息数据，并调用相应的错误 OB。注意：为了能够在 IO 控制器中启动错误 OB，必须在所涉及 IO 控制器的 STEP 7 中选择“如果发生通信错误则调用用户程序” (Call the user program if communication errors occur) 属性。 |
| ④ | 在 STEP 7（位于 PG/PC 上）中，将使用黄色扳手符号指示 IO 设备和交换机上的“要求维护”消息。 |
| ⑤ | STEP 7 也可以直接从交换机读出详细信息。 |

图 4-13 PROFINET 电缆要求维护

4.7 网络拓扑诊断

可用性

作为一个开放式标准，您可以使用任何基于 SNMP 的系统或软件解决方案在 PROFINET 中进行诊断。

网络诊断

网络管理协议 SNMP（简单网络管理协议）使用无线 UDP 传输协议。该协议由两个网络组件组成，类似于客户端/服务器模型。SNMP 管理器监视网络节点，而 SNMP 客户端收集各网络节点中的各种网络特定信息，并以结构化形式将其存储在 MIB（管理信息库）中。网络管理系统可以使用该信息运行详细的网络诊断。

MIB

MIB（管理信息库）是设备的数据库。SNMP 客户端在设备上访问该数据库。S7 设备系列支持以下标准 MIB：

- MIB II，在 RFC 1213 中进行标准化
- LLDP-MIB，在国际标准 IEC 802.1AB 中进行标准化
- LLDP-PNIO-MIB，在国际标准 IEC 61158-6-10 中进行标准化

可在此产品说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109770525>) 中找到适用于 ET 200 接口模块和带 PROFINET 接口的耦合器的 MIB。

检测网络拓扑

LLDP（连接层发现协议）是用于检测最相邻设备的协议。LLDP 支持设备发送自身相关信息并接受来自其相邻设备的信息。该信息将保存到 LLDP MIB 中，例如，可使用 SNMP 进行查询。网络管理系统可以使用该信息确定网络拓扑。

使用 SNMP（简单网络管理协议）

SNMP 可以作以下用途：

- 由用户使用 SIMATIC NET OPC 服务器将网络诊断集成到中央 HMI/SCADA 系统中
- 由机器的 IT 管理员和工厂操作员使用标准网络管理系统监视其工业以太网网络。
- 通过 IT 管理，使用标准网络管理系统来监视自动化网络以及办公网络。

4.8 用户程序中的诊断

在 SIMATIC NET 环境中使用 SNMP

可通过常规的标准 Internet 浏览器监视和操作 SIMATIC NET 系列中兼容 SNMP 的设备。该管理系统（被称为基于 Web 的管理）提供了大量设备特定的信息（例如网络统计信息、冗余电源的状态）。

4.8 用户程序中的诊断

4.8.1 诊断数据和组态数据记录

诊断机制

IO 设备在检测到故障（例如 IO 模块断路）时会将诊断中断输出到 IO 控制器。此中断在用户程序中调用相应的组织块（诊断中断 OB82），以对故障生成已定义的（已编程的）响应，并传递诊断数据记录。

PROFINET IO 中的诊断数据记录

有两种不同类型的诊断数据记录：

1. 通道诊断数据记录

如果通道处于错误状态和/或触发了中断，就会生成通道诊断数据记录。

如果无故障，则返回长度为 0 的诊断数据记录。

2. 供应商特定的诊断数据记录

供应商特定的诊断数据记录的结构和大小取决于供应商的设置。

有关供应商特定的诊断数据记录的信息，请参见相应的设备手册。

诊断数据记录的寻址级别

通过以下寻址级别评估诊断数据和组态数据：

- 设备级别
- AR（应用关联）
- API（应用程序进程标识符）
- 插槽
- 子插槽

每个寻址级别都有一组可用的诊断数据记录和组态数据记录（例外：设备级别始终为 0xF80c）。在十六进制表示法中，通过数据记录编号的首字母来区别各数据记录组。

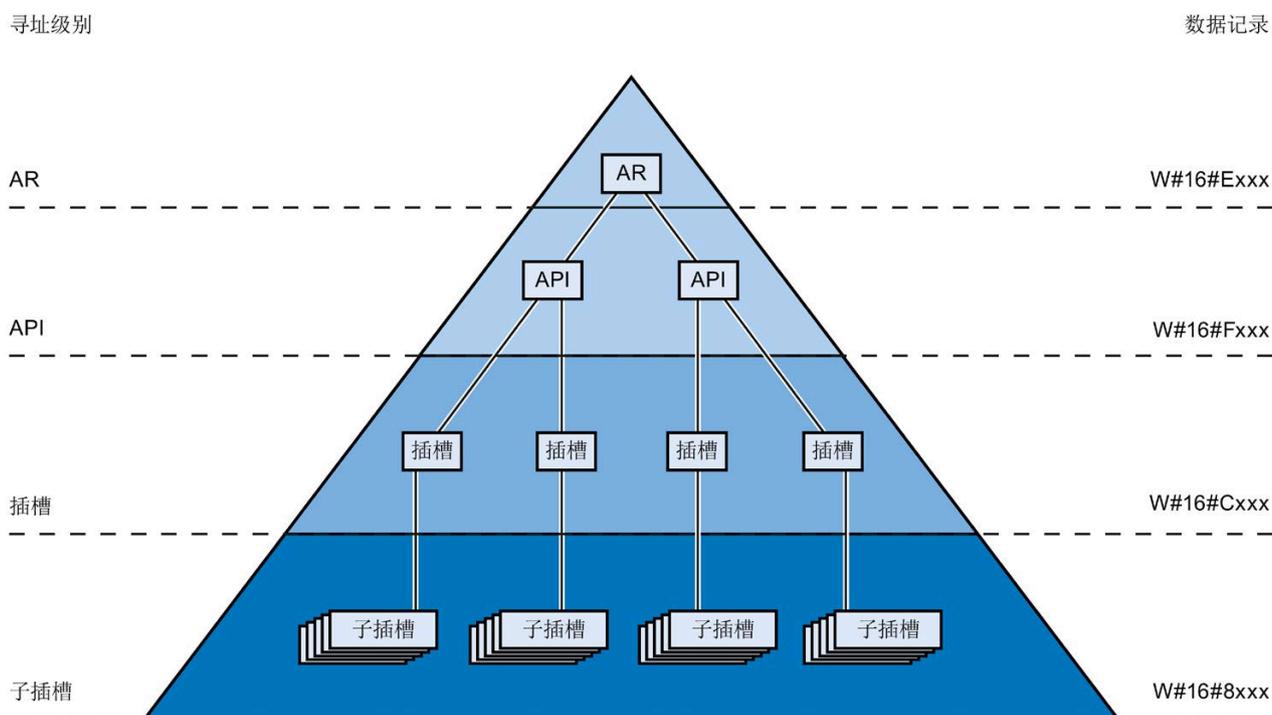


图 4-14 诊断数据记录的寻址级别

每个 IO 设备（寻址级别 AR）、模块（寻址级别插槽）或子模块（寻址级别子插槽）的信息总是传送到各个诊断数据记录或组态数据记录中。根据寻址级别，数据记录将返回一个或多个子插槽、插槽和 API 的诊断数据或组态数据。

说明

仅为已组态的模块/子模块/通道生成诊断信息。

PROFINET 数据记录库

“LPNDR”块库中包含有各种函数块。这些函数块用于读取 PROFINET 设备的各种设备与状态信息并写入参数。

通过库块，可执行以下功能：

- 读取设备信息：
 - 接口相关信息，如 IP 地址和 MAC 地址
 - 设备接口相关信息，如状态、介质、名称
 - 接口连接组态相关信息，如连接断开，连接建立
 - 设备 MRP 角色相关信息，如客户端、管理器
 - 端口统计相关信息，如已接收到的字节数量
- 读取 MRP 状态
- 在运行过程中，修改 ET 200SP 模拟量输入模块的参数，禁用/启用通道诊断。

所完成的函数可任意调整，因此应用极为广泛。

有关“LPNDR”块库及其示例项目，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109753067>)。

4.8.2 在用户程序中评估诊断

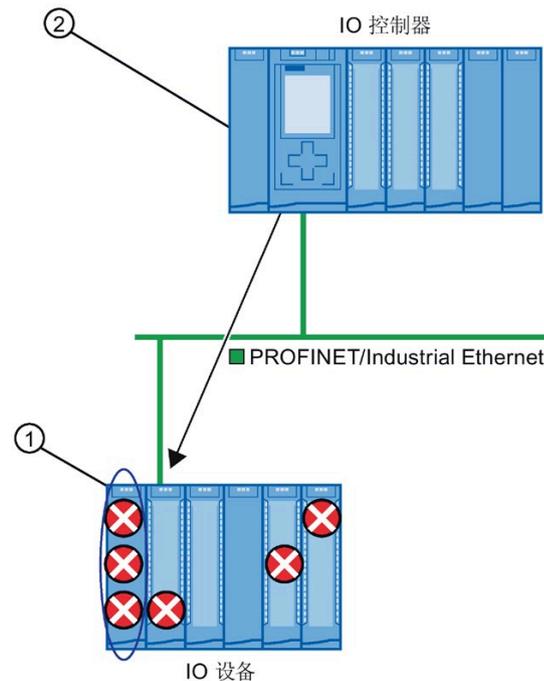
用户程序中的诊断

对于 PROFINET IO，诊断信息采用了跨供应商的数据记录结构。仅为已发生故障的通道生成诊断信息。使用 PROFINET 获取诊断信息的基本方法有两种。

1. 评估诊断状态

使用指令“DeviceStates”和“ModuleStates”读出 PROFINET IO 系统的诊断，以定位故障站/模块或 PROFINET IO 系统内要求维护或需要维护的站/模块。

然后，使用指令 RDREC（读数据记录）直接从相关模块中读出各种诊断数据记录，从而获取有关错误的详细信息。

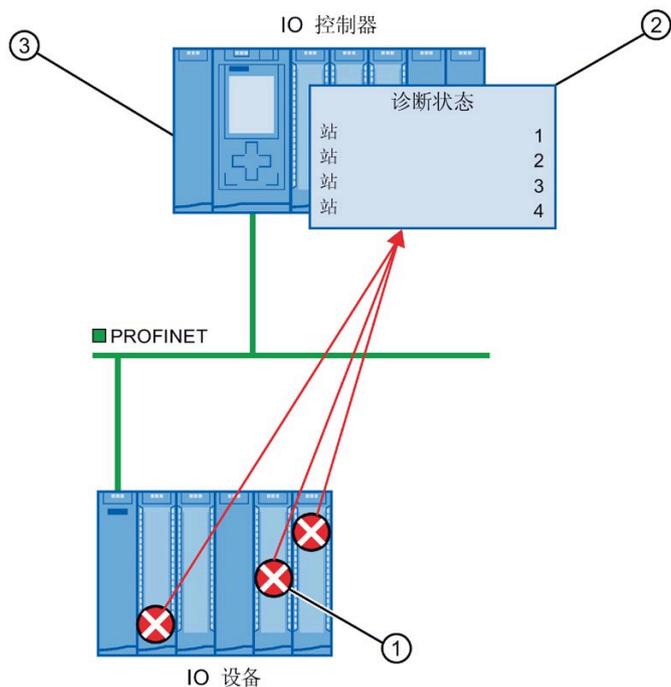


- | 编号 | 说明 |
|----|--------------------------------------|
| ① | 将所有单独的错误收集到接口模块上的一个数据记录中。 |
| ② | 在用户程序中，指令“RDREC”直接从 IO 设备异步读取整个站的状态。 |

图 4-15 示例：使用指令“RDREC”评估诊断数据记录

2. 评估中断

在调用错误 OB (OB 82) 时，该 OB 的启动信息中提供了有关错误原因和位置的信息。可以使用指令“RALRM”（读取更多中断信息）在错误 OB 中获取有关错误事件的详细信息。



- | 编号 | 说明 |
|----|---|
| ① | 每个错误均将作为通道诊断信息以中断形式单独发送给 IO 控制器。 |
| ② | 在 IO 控制器中，将自动更新模块状态数据，并启动错误 OB (OB 82)。 |
| ③ | 在用户程序中，错误 OB (OB 82) 中的指令“RALRM”将从 IO 控制器中同步读取错误，而不对 IO 设备进行寻址。 |

图 4-16 通过 OB 82 和指令“RALRM”进行诊断

指令和 OB

有关这些指令和 OB 的信息，请参见 STEP 7 的在线帮助。

4.9 维护

4.9.1 I&M 数据（标识和维护）

定义和属性

标识和维护数据（I&M）保存在模块存储器中以下列情况下提供支持

- 检查设备组态
- 查找设备中的硬件更改

标识数据（I 数据）是模块信息（其中某些数据可能印在模块外壳上），例如订货号和序列号。I 数据是只读的供应商特定模块数据。

维护数据（M 数据）是设备特定信息，例如位置标识符和安装日期。M 数据是在组态期间创建的。

这些模块可在在线模式下通过 I&M 数据唯一地标识。

更多信息

要了解 PROFINET 设备是否可支持 I&M 数据以及支持的程度，请参见相关设备的文档。

4.9.2 将 I&M 数据加载到 PROFINET IO 设备和模块中

可加载到 PROFINET IO 设备和模块中的 I&M 数据

I&M 1 数据（工厂名称和位置标识符）和/或 I&M 2 数据（安装日期）和/或 I&M 3 数据（其它信息）可加载到实际硬件中。

要求

- 在项目设置 (“选项 > 设置, 硬件配置 > 编译和下载”(Options > Settings, Hardware configuration > Compiling and downloading) 中, 需启用选项“下载 I&M 数据”(Download I&M data)。
- 加载 I&M 数据时, 需在线连接 PROFINET IO 设备和相应模块。
- 在相应 PROFINET IO 设备和模块的属性中, 输入了需下载的 I&M 数据 (巡视窗口: “属性 > 常规”(Properties > General) 选项卡, “设置 > 标识和维护”(Settings > Identification & Maintenance))。

将 I&M 数据下载的 PROFINET IO 设备的设置

在“加载预览”(Load preview) 对话框中, 可已指定待下载的 I&M 数据和目标 PROFINET IO 设备。在“标识和维护数据(I&M)”(Identification and maintenance data (I&M)) 行的下拉列表中, 将显示以下选项:

- 不加载任何数据

将取消选中所有 PROFINET IO 设备复选框和可加载的 I&M 数据复选框。

使用该设置时, 加载过程中不会向实际硬件设备传送任何 I&M 数据。

- 加载数据

将选中所有 PROFINET IO 设备复选框和可加载的 I&M 数据复选框。

采用该设置时, 在加载过程中会将相应的 I&M 1、I&M 2 和 I&M 3 数据传送给所有 PROFINET IO 设备。

- 加载选择数据

在此, 需选择待加载 I&M 数据的 PROFINET IO 设备的复选框。也可以选择待加载的标识数据复选框。

采用该设置时, 在加载过程中会将选定的 I&M 数据传送给选定的 PROFINET IO 设备。

说明

待下载 I&M 数据与语言相关

在相应 PROFINET IO 设备和模块中, 按照指定的形式将 I&M 数据下载到实际硬件中。该过程与语言无关。

4.9.3 资产管理

4.9.3.1 有关 PROFINET 资产管理的更多信息

要操作机器与设备，必需具备丰富的设备和资产知识。

维护操作需要大量的最新数据。

在 PROFIBUS & PROFINET International (PI) 现可完美满足工厂组件中的数据高度透明需求：自 PROFIBUS 时代以来，为我们所熟知的标识和维护数据现已得到大幅扩展。

如今，PROFINET 通过定义一个特殊的数据记录可满足这一要求：资产管理记录 (AMR)。

通过定义这一特殊的数据记录，用户可轻松识别需要在线维护的**所有**组件，而不仅仅只是通过 PROFINET 设备型号（设备 / 模块 / 子模块）可寻址和访问的组件。PROFINET 如今可访问非 PROFINET 组件！

资产概述和资产管理数据记录

资产可以是一台机器（如，激光焊接机）的组件（硬件和软件/固件），也可以是一个工厂的组件。

基于 PROFINET，可通过稳定可靠的 I&M 功能或相应的数据记录（I&M0 到 I&M5），识别大量这些设备组件：设备本身，及其模块和子模块。即，可通过 PROFINET 设备模型寻址的所有组件。

如果组件**无法**通过 PROFINET 设备型号进行寻址，但可对其数据进行在线采集用于具体操作和维护中，则该组件可通过**资产管理**功能进行标识。该资产管理数据（缩写为 AM 数据）将按照一种既定结构存储在特定的数据记录中。即，上文中介绍的**资产管理记录 (AMR)**。

在 PROFINET 指南《标识和维护功能》中，I&M 功能（I&M 数据）和资产管理功能（AM 数据）不同：在以下章节中，将仅介绍 AM 数据。

通过资产管理数据记录可额外在线读取的组件，包含有硬件组件（如，设备的背板总线模块）和固件组件（如，带有版本管理功能的驱动控制单元）。

应用示例

通过导入资产管理记录后，可在安装或操作过程中读取以下信息，如：

- 是否仅使用已认证的设备（白名单检查）？
- 固件更新到期。快速纵览：哪些设备或组件将受其影响，必须升级？

提供资产管理数据

在 PROFINET 设备的资产管理机制中，规定 PROFINET 设备的制造商需确保资产管理记录可访问非 PROFINET 的自动化组件。该数据记录将分配给 PROFINET 设备。

与“标准”IO 设备不同，对于智能设备，项目工程师需提供资产管理记录。此时，智能设备的中央模块也是资产。在 PROFINET 中，这些中央模块对上位 IO 控制器不可见。上位 IO 控制器只能“看到”与智能设备进行 IO 数据交换的传送区域。

这一规则的原理将在本章节中详细介绍。

读取资产管理数据

资产管理记录的索引为 0xF880，并这些记录的用户可通过标准 PROFINET 机制进行读取。例如，用于评估这些数据的工具或程序。

例如，S7-1500 IO 控制器中的用户程序可通过 RDREC 指令（索引 0xF880）读取 IO 设备的 AMR。

但无法写入该数据记录。

更多信息

在相应 PROFINET 设备的文档中，指定了该设备是否支持以及如何支持资产管理数据。即，是否可提供 AMR。

4.9.3.2 资产管理记录的内容和结构

资产管理记录的基本结构

首先，将简要介绍该记录的通用结构。下表列出了资产管理数据块的嵌入结构。每个数据块表示一个资产，如端子块。

数据结构的元素	名称（基于 IEC 61158-6-10 标准）	代码	数据类型 / 长度（单位为字节）
标头 AssetManagementData	BlockType	0x0035	UINT / 2
	BlockLength	字节数，不含 BlockType 和 BlockLength 的字节数	UINT / 2
	BlockVersion	0x0100	UINT / 2
AssetManagementInfo AssetManagementBlocks (n)	NumbersOfEntries	AssetManagementBlock 的数量	UINT / 2
	AssetManagementBlock 1	见下表	
	AssetManagementBlock 2		
	...		
AssetManagementBlock n			

资产管理块的结构

每个 AssetManagementBlock 都包含资产的标识数据和本地化信息。

AssetManagementBlock 中包含一个子结构，基本特性如下所述。

在 AssetManagementBlock 的标头中，包含三种对该数据记录进行 AM 数据编译方式中所采用的具体代码信息。设备将根据具体的设备类型采用相应的 BlockType:

- 复杂设备，包含硬件和固件信息（BlockType 为“AM_Fullinformation”）
- 复杂设备，包含硬件和固件信息（BlockType 为“AM_HardwareOnlyInformation”）
- 设备，包含固件信息（BlockType 为“AM_FirmwareOnlyInformation”）

4.9 维护

正是由于块类型不同，标头下方的数据结构更为高效。而且，数据记录的大小可以非常大（最大 64 KB，具体取决于 IO 设备提供的资产数量）。

表格 4-4 AssetManagementBlock 的结构

数据结构的元素	名称（基于 IEC 61158-6-10 标准）	代码	数据类型 / 长度（单位为字节）
AssetManagementBlock 标头	BlockType	0x0036 (AM_FullInformation) 0x0037 (AM_HardwareOnlyInformation) 0x0038 (AM_FirmwareOnlyInformation)	UINT / 2
	BlockLength	字节数，不含 BlockType 和 BlockLength 的字节数	UINT / 2
	BlockVersion	0x0100	UINT / 2
	Padding	0x0000（填充字节）	USINT / 1
	Padding	0x0000（填充字节）	USINT / 1
AssetManagementBlock （结构取决于 BlockType。此处以 AM_FullInformation 为例）	IM_UniqueIdentifier	制造商基于 ISO / IEC 9834-8 标准生成的唯一通用标识符 (UUID)，用作该资产唯一标识的参考关键字。 示例：550c5300-d34a-22b4-11d3-5533991111b3	Array of Byte / 16
	AM_Location	资产位置： 基于插槽（“插槽和子插槽号格式”）或基于层级（“十二级树形格式”）。 参见以下说明。	Array of Byte / 16
	IM_Annotation	制造商特定标识 示例：“端子块，类型 xyz123”。 通常使用 64 个字节。如果字符串长度过短，则使用空格进行填充。	Array of Char / 64
	IM_OrderID	制造商特定的订货号 示例：“6ES7 131-6BF00-OBA0”。 通常使用 64 个字节。如果字符串长度过短，则使用空格进行填充。	Array of Char / 64

数据结构的元素	名称（基于 IEC 61158-6-10 标准）	代码	数据类型 / 长度（单位为字节）
	AM_SoftwareRevision （不在 AM_HardwareOnlyInformation 处）	制造商特定的软件版本 示例：“V6.3.8”。 通常使用 64 个字节。如果字符串长度过短，则使用空格进行填充。 如果资产支持 IM_Software_Revision，则使用 空格填充 AM_SoftwareRevision。	Array of Char / 64
	AM_HardwareRevision （不在 AM_FirmwareOnlyInformation 处）	制造商特定的硬件版本 示例：“A4”。 通常使用 64 个字节。如果字符串长度过短，则使用空格进行填充。 如果资产支持 IM_Software_Revision，则使用 空格填充 AM_HardwareRevision。	Array of Char / 64
	IM_Serial_Number	制造商特定的唯一产品相关编号。 支持显示字符（0x20 到 0x7E），不含控制字符。 示例：“A78C-1C82”。 通常使用 16 个字节。如果字符串长度过短，则使用空格进行填充。	Array of Char / 16
	IM_Software_Revision （不在 AM_HardwareOnlyInformation 处）	软件版本，具有严格的结构要求（软件版本前缀（如，“V”），功能扩展数字，BugFix 数字，内部更改数字）。 示例：'V' 0x01 0x2 0x3 如果 AM_SoftwareRevision 使用空格进行填充，则应对 IM_Software_Revision 进行评估 如果资产不支持任何硬件，则编码为 'V' 0x00 0x00 0x00。	Array of Byte / 4 前缀（字符 “V”、“R”、“P”、 “U”或“T”），后 跟 3 个数字 （“0”到“9”）

4.9 维护

数据结构的元素	名称（基于 IEC 61158-6-10 标准）	代码	数据类型 / 长度（单位为字节）
	AM_DeviceIdentification	设备标识符。具体结构如下所示： AM_DeviceIdentification.DeviceSubID （西门子为 0x0000） AM_DeviceIdentification.DeviceID （制造商的设备 ID，0x0000 到 0xFFFF） AM_DeviceIdentification.VendorID （西门子资产示例：0x002A） AM_DeviceIdentification.Organisation：西门子资产示例：0x0000 (PROFINET)	Array of Byte / 8
	AM_TypeIdentification	制造商分配的类型标识： 0x0000：未指定 0x0001：控制器 (PLC) 0x0002：基于 PC 0x0003：IO 模块、IO 子模块 0x0004：通信模块 / 子模块 0x0005：接口模块 / 子模块 0x0006：有源网络组件 0c0007：介质连接部件（总线适配器） 0x0100 到 0x7FF：制造商特定	UINT / 2
	IM_Hardware_Revision （不在 AM_FirmwareOnlyInformation 处）	硬件版本（0x0000 到 0xFFFF） 示例：0x0003 如果 AM_HardwareRevision 使用空格进行填充，则应对 IM_Hardware_Revision 进行评估。	UINT / 2

AM_Location

PROFINET 的资产管理支持两种资产位置编码格式：

- 基于插槽（“插槽和子插槽编号格式”）
- 基于层级（“十二级树形格式”，缩写为“LT 格式”）

如果资产为 PROFINET 设备一部分，则使用基于插槽的格式。这些资产与 PROFINET 模块和子模块完全绑定在一起。

如果资产位于 PROFINET 设备之外，则资产位置编码使用层级格式（LT 格式）。

这些资产按照树形层级进行定位。树形层级从 0 级开始。层级 0 的值包含有关 PROFINET 设备的信息：

- 如果资产所连接的模块可通过 PROFINET 设备模型进行寻址，则层级 0 的值为 0。后续层级（层级 1 到层级 3）分别为插槽地址、子插槽地址和通道编号。如果该资产还连接有其它资产，则使用下一层级 4。层级限值为 11。
- 如果资产属于一个 PROFINET 设备，但未连接可通过 PROFINET 设备型号寻址的模块，则层级 0 的值介于 1 到 0x1FF 之间。例如，PROFINET 设备中的电源部件即为这种资产。如果该电源部件连接有其它资产（如，传感器），则使用下一树形层级定位该传感器（层级 1）。
- 如果资产位于 PROFINET 设备之外，但属于安装有 PROFINET 设备的机器，则层级 0 的值介于 0x200 到 0x3FE 之间。

树形层级的值为 0x3FF 时，表示该树形层级不使用。即，未连接其它资产。此时，所有下级树形层级到层级 11 均为该值。

AM_Location 基于插槽格式的示例

机架和该机架上的端子块都提供 AM 数据。插槽分配如下图所示。

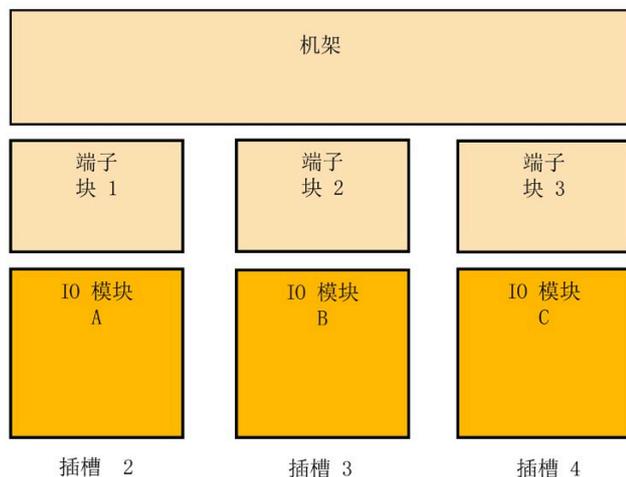


图 4-17 AM_Location 使用基于插槽格式编码的资产示例。

将 AM_Location 作为各模块的资产进行编码，如下所示：

位 0 – 7: AM_Location.Structure = 0x02 (编码采用“插槽和子插槽编号格式”)

位 8 – 15: AM_Location.Reserved1 = 0x00 (填充字节)

位 16 – 31: AM_Location.BeginSlotNumber = 2 (“机架”资产从插槽 2 开始)

位 32 – 47: AM_Location.BeginSubslotNumber = 0xFFFF (资产包含插槽 2 的所有子插槽，否则需指定资产开始时的子插槽编号)

位 48 – 63: AM_Location.EndSlotNumber = 4 (资产到插槽 4 结束)

位 64 – 79: AM_Location.EndSubslotNumber = 0xFFFF (资产包含插槽 4 的所有子插槽，否则需指定资产结束处的子插槽编号)

位 80 – 95: AM_Location.Reserved2 = 0x0000 (填充字节)

位 96 – 111: AM_Location.Reserved3 = 0x0000

位 112 – 127: AM_Location.Reserved4 = 0x0000

AM_Location 基于层级格式的示例

复杂传感器连接一个 IO 模块（插槽 5，子插槽 1，通道 1）。同时，将两个简单的传感器连接到复杂传感器中。该模块可在 PROFINET 设备模型中寻址。因此，层级 0 的值为 0x0000。下一层级（层级 1）则由所分配的插槽指定。之后为子插槽和通道的更多层级，以及更多下级层级（如果有）。

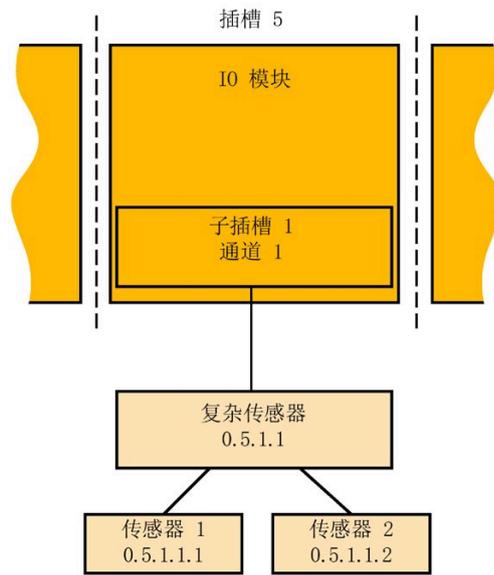


图 4-18 AM_Location 使用层级格式编码的资产示例。

该示例的详细编码信息：

位 0 – 7：AM_Location.Structure = 0x01（LT 格式）

位 8 – 17：AM_Location.Level0 = 0x000（分配给模块的资产，层级 0 的值通常为 0x000）

位 18 – 27：AM_Location.Level1 = 0x005（插槽 5）

位 28 – 37：AM_Location.Level2 = 0x001（子插槽 1）

位 38 – 47：AM_Location.Level3 = 0x001（通道 1）

位 48 – 57：AM_Location.Level4 = 0x3FF（“层级未使用”时的编码）

位 58 – 67：AM_Location.Level5 = 0x3FF（“层级未使用”时的编码）

...

位 118 – 127：AM_Location.Level11 = 0x3FF（“层级未使用”时的编码）

复杂传感器 LT 进行 LT 编码时，使用的标识：0.5.1.1

以下信息适用于其它传感器：

复杂传感器处，简单传感器 1 的 LT 编码：0.5.1.1.1

复杂传感器处，第二个简单传感器 2 的 LT 编码：0.5.1.1.2

4.9.3.3 智能设备的资产管理数据记录

使用 STEP 7 (TIA Portal) V15 及以上版本和 S7-1500 CPU 固件版本 V2.5.2 及以上版本时，可通过用户程序编译资产管理记录。组态为智能设备时，这些 CPU 将数据作为资产从集中插入的模块中发送到请求的 IO 控制器中。

“S7-1500 CPU”是指 S7-1500F、S7-1500T、S7-1500C 序列 CPU、S7-1500 软件控制器、S7-1500pro CPU 和 ET 200SP CPU。

智能设备的资产管理记录

智能设备通常指机器设备。将 PROFINET IO 控制器分配给智能设备后，只能访问 PROFINET 接口（同样组态为 IO 设备）和机器制造商所组态的智能设备传输区域。智能设备的本地模块不可见或无法访问。

所分配的 IO 控制器则可通过资产管理记录，读取中央模块并作为智能设备的资产，资产管理记录通常由智能设备中的用户程序进行编译

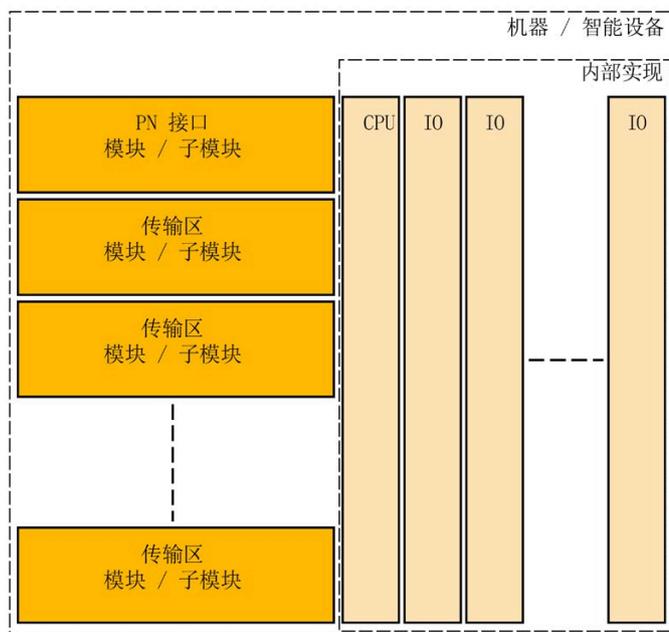


图 4-19 智能设备的资产

要求

- S7-1500 CPU 固件 V2.5.2 及以上版本，可组态为智能设备
- STEP 7 (TIA Portal) V15 及以上版本
- 如果 IO 控制器将读取资产管理记录：

需对 PROFINET IO 控制器进行相应编程，从而读取资产管理记录。

例如，对于 SIMATIC IO 控制器，可调用记录索引为 0xF880 的读取指令 (RDREC)。该指令将寻址智能设备的所有子模块。如，第一个组态的传输区域子模块。

基本操作步骤

如果要求智能设备将本地模块作为资产管理记录发送到请求的 IO 控制器中，则需执行以下基本操作步骤：

1. 在 CPU 的 PROFINET 接口属性中进行相应设置。

- 激活“IO 设备”(IO device) 操作模式
- 激活选项“使用用户程序激活资产管理”(Activate asset management using user program)

仅当选择该选项时，PROFINET 接口才会将 IO 控制器的请求转发到智能设备的用户程序中，从而读取资产管理记录。

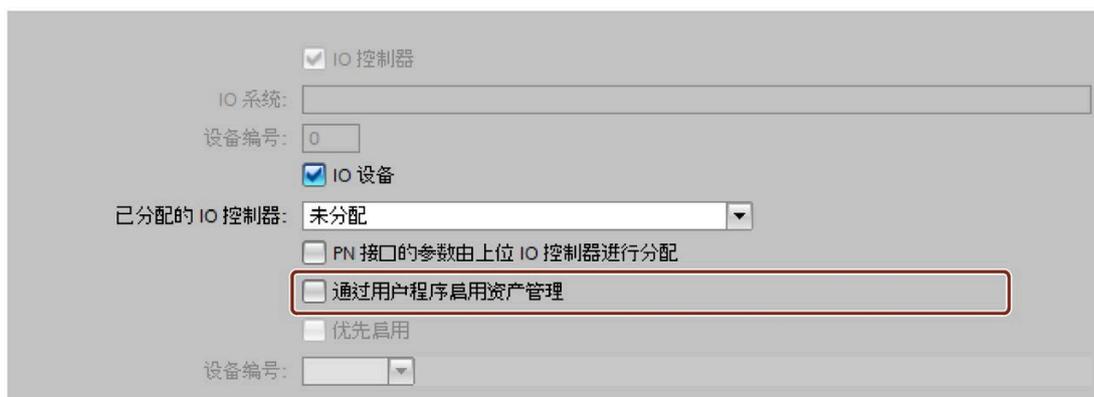


图 4-20 使用数据记录激活资产管理

2. 组态程序例程，对资产管理记录进行编译。程序部分将手收集所插入中央模块中需要的 I&MO 数据，并存储在资产管理记录的数据记录结构的相应字段中。

3. 组态程序部分，进行数据记录读取：

为此，可基于相应模式下以下模板调用指令 PRVREC（提供记录）：

- 使用模式 0 循环调用指令 PRVREC（如，在循环 OB 中），识别 AMR 请求。
- 系统识别到 AM 记录请求时，PRVREC 程序需在一秒钟时间内确认该请求已识别。即，PRVREC 指令必须使用模式 2 和所需的 AM 记录进行调用。如果未在指定的时间帧内对智能设备进行确认，则智能设备将该 IO 控制器的记录请求处理为未识别！

PRVREC 调用的组态要求：PRVREC 需使用 **F_ID = 0** 进行调用。即，编码为 IO 设备特定的数据记录。因此，SLOT 和 SUBSLOT 输出参数将返回值 0。

- 必须在 10 秒内完成 AM 记录，并使用模式 3 调用 PRVREC 指令（通过 AM 记录对 IO 控制器进行肯定响应）。如果未在指定的时间帧内对智能设备进行确认，则智能设备将该 IO 控制器的记录请求处理为未识别！

有关指令 PRVREC 的详细说明和功能评估的错误代码，请参见 STEP 7 (TIA Portal) 在线帮助。

编译资产管理记录

可通过以下各种不同方式编译智能设备的资产管理记录：

- 建议：通过西门子工业在线技术支持中的应用工具，进行资产管理记录编译。资产管理记录的数据区域分为两部分。第一部分为系统自动确定的区域，在一个资产管理块中包含智能设备插槽的 IM0 数据。第二部分包含各种用户特定的资产管理模块。可基于预组态的资产管理记录结构，组态用户特定的资产管理块，填写相关信息并发送到应用工具中。

该应用工具将执行以下操作：

- 该应用工具将确定所有资产管理块所需的空间大小。
- 该应用工具将根据资产管理记录规范，使用自动确定的资产管理块和用户特定的资产管理块对该数据块进行填充。
- 使用该应用工具时，上位 IO 控制器可访问资产管理记录。

有关该应用工具的介绍，请参见“应用示例

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109748894>)”

- 用户可以自己创建资产管理记录。在以下章节中，将介绍如何自行编译智能设备的资产管理记录。并假定用户自行确定每个集中插入模块的 I&M 数据，并使用该数据填写资产管理记录。模块的 I&M0 数据中包含有关模块的基本信息。如，制造商的代码、订货号、序列号以及硬件和固件版本。这些数据在资产的 AM 记录中同样需要。

确定集中插入模块的 I&M 数据

中央结构中包括一个可选插入的电源部件（插槽 0），紧随其后的是智能设备 CPU（插槽 1），之后为其它模块（如，数字量模块、模拟量模块）（插槽 2 及后续插槽）。

通过指令“Get_IM_Data”，可确定已插入模块的 I&M 数据，但 CPU 除外：

为“Get_ITEM_Data”指令分配参数时，需要硬件标识符（LADDER 输入参数）。通过指令“GEO2LOG”（确定插槽的硬件标识符），可确定每个已占用插槽的硬件标识符。

以下汇总了需执行的基本操作步骤：

1. 在循环中，使用指令“GEO2LOG”确定已插入模块的硬件标识符。
2. 找到的所有硬件标识符，均可使用“Get_IM_Data”指令确定 I&M 数据，并将这些数据存储在由输入参数 DATA 寻址的数据块中。使用 ARRAY of BYTE 存储数据。具体信息与上一章节中介绍的 AM 记录内容相同。

使用测得的 I&M 数据生成 AM 记录

以下章节中的信息基于 AM 记录基本结构说明，可参见上一章节。

由于 S7-1500 的各个模块中都包含有硬件和固件信息，因此可为所分配的 BlockType 选择“AM_FullInformation”编码。

所用的数据类型：

- IM_Annotation、IM_OrderID、AM_SoftwareRevision 和 AM_HardwareRevision：字符 (UTF-8)
- IM_Serial_Number：除 DEL (0x7F) 字符之外的其它所有字符（“ASCII 字符”）
- 不能使用 String 数据类型。该数据类型需要占用更多字节数，不符合 PROFINET 标准 61158-6-10 中的“应用层协议规范”要求。

4.9 维护

为每个模块生成 AM_FullInformationBlock，如下所示：

表格 4-5 模块的 AM_FullInformationBlock

数据记录元素	说明
IM_UniqueIdentifier	<p>根据 ISO 9834-8 标准，生成一个（伪）随机 UUID（HASH 值），如下所示：</p> <ul style="list-style-type: none"> 根据该模块（插槽 2 及后续插槽）的 I&M0 数据，生成一个 8 字节的 HASH 值。 使用 Fowler-Noll-Vo 算法（缩写为 FNV）；该算法将根据数据字段，生成一个方差系数（HASH 值），请参见 Internet 或在线支持上的相应示例代码。 基于 CPU 的 I&M0 数据，生成一个 8 字节的 HASH 值。 （使用上文中介绍的 Fowler-Noll-Vo 算法（缩写为 FNV）） IM_UniqueIdentifier 字节 0 到 7：模块 I&M0 数据的 HASH 值 字节 8 到 15：CPU I&M0 数据的 HASH 值 需基于 ISO 9834-8 标准进行定制： 字节 8、位 7 需设置为 1；字节 8、位 6 需设置为 0（与 0011 1111 进行“与”运算后，再与 1000 0000 进行“或”运算的结果） 字节 6、位 4 到 7 需设置为 0100（与 0000 1111 进行“与”运算后，与 0001 0000 进行“或”运算的结果） <p>由于该算法基于 CPU 和模块的 I&M0 数据，因此可为各模块生成一个 IM_UniqueIdentifier 常量。组态发生更改时，IM_UniqueIdentifier 也将随之更改。</p>
AM_Location	字节 0 = 0x02（插槽编码），参见上一章节中的介绍。
IM_Annotation	示例：“S7-1500 模块”，IM_Annotation 的剩余字节将填充为空格 (0x20)。
IM_OrderID	复制该模块 I&M0 数据的 20 个字节（从 I&M0 数据偏移量 2 开始）剩余的 44 个字节将填充为空格 (0x20)
AM_SoftwareRevision	使用 64 个空格 (0x20) 填充该字段
AM_HardwareRevision	使用 64 个空格 (0x20) 填充该字段
IM_Serial_Number	复制该模块 I&M0 数据的 16 个字节（从 I&M0 数据偏移量 22 开始）
IM_Software_Revision	复制该模块 I&M0 数据的 4 个字节（从 I&M0 数据偏移量 40 开始）
AM_DeviceIdentification	<p>字节 0、1、2、6、7 = 0x00 字节 3 = 0x2A（供应商为西门子） 字节 4 = 01，字节 5 = DeviceID（如，CPU 15xx = 0x0E）</p>
AM_TypeIdentification	复制该模块 I&M0 数据的 2 个字节（从 I&M0 数据偏移量 48 开始）
IM_Hardware_Revision	复制该模块 I&M0 数据的 2 个字节（从 I&M0 数据偏移量 38 开始）

功能

简介

在以下章节中，将介绍 STEP 7 中 PROFINET IO 功能的应用领域、特性以及组态。

有关 PROFINET 设备的具体功能，请参见相应的设备文档。

有关 PROFINET 设备及其功能一览表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/102325771>)。

5.1 连接其它总线系统

现场总线集成

通过 PROFINET，可使用支持代理的 PROFINET 设备集成现有的现场总线系统（如 PROFIBUS、AS-Interface）。并将这些现场总线系统的设备映射到代理 PROFINET 设备中。这样，即可建立各种包含现场总线和基于以太网的子系统的混合系统，确保信息持续交换。

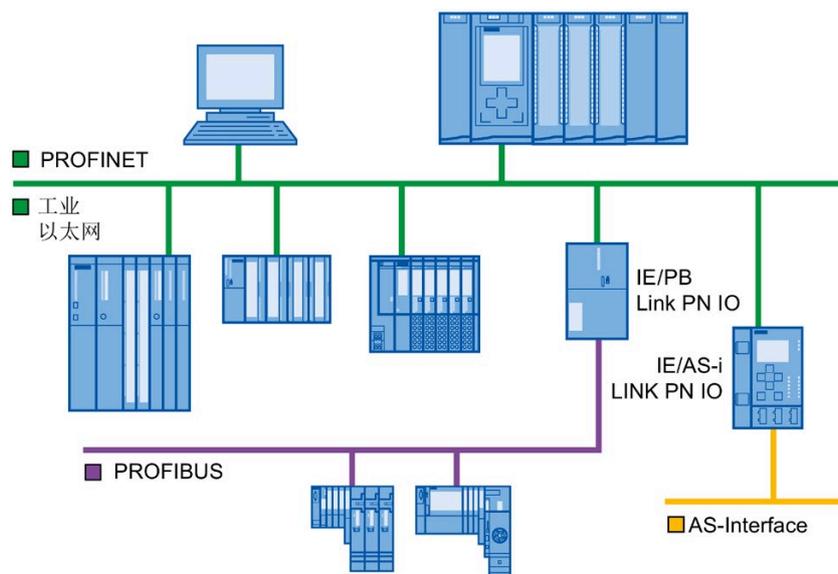


图 5-1 PROFINET IO 网关

5.1 连接其它总线系统

S7-1500 CPU 的网关

有关 S7-1500 CPU 的网关的概览信息，请参见“常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/88778900>)”。

连接各种总线

- BACnet: 有关组态为使用网关在 SIMATIC PLC 与 BACnet 网络之间建立数据通信的具体操作步骤，请参见“应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109476182>)”。
- M-bus: 有关组态为使用网关在 SIMATIC PLC 与 M-bus 网络之间建立数据通信的具体操作步骤，请参见“应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478527>)”。
- DALI: 有关组态为使用网关在 SIMATIC PLC 与 DALI 网络之间建立数据通信的具体操作步骤，请参见“应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109740160>)”。
- KNX: 有关组态为使用网关在 SIMATIC PLC 与 KNX 网络之间建立数据通信的具体操作步骤，请参见“应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109739689>)”。

5.1.1 连接 PROFINET 和 PROFIBUS

连接 PROFINET 和 PROFIBUS

利用同时配备了 PROFINET 接口和 PROFIBUS 接口（例如 IE/PB Link PN IO）且具有代理功能的 PROFINET 设备，可以将现有的 PROFIBUS 组态集成到 PROFINET 组态中。

下图显示了如何通过 IE/PB Link，将 PROFIBUS 系统连接到 CPU S7-1500（固件版本 V1.7 及更高版本）。

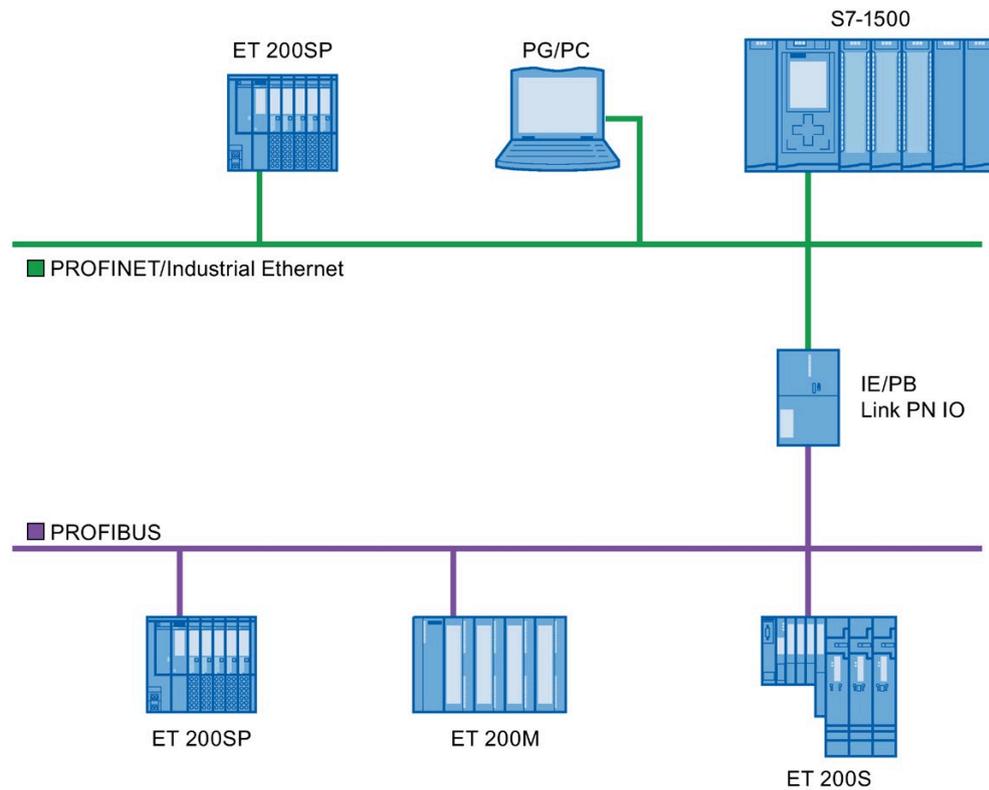


图 5-2 经由 IE/PB link 的 PROFINET 和 PROFIBUS 网关

具有代理功能的 PROFINET 设备

具有代理功能的 PROFINET 设备是以太网上 PROFIBUS 设备的替代设备。代理功能使 PROFIBUS 设备不仅可与其主站通信，还可与 PROFINET 上的所有设备进行通信。

通过 PROFINET，可将现有 PROFIBUS 系统连接到 IO 控制器（例如通过 IE/PB Link PN IO）。

对 IO 控制器而言，PROFIBUS DP 从站和 IE/PB Link PN IO 连接到同一个网络。这些从站具有和 IE/PB Link PN IO 相同的设备名和 IP 地址，但设备号不同。并且每个从站都有一个特定的 PROFIBUS 地址。

这样，就可以将 DPV0 和 DPV1 从站都连接到 PROFINET。

有关如何将 DP 从站连接到 PROFINET IO 系统的更多信息，请参见“通过 IE/PB Link 将 DP 从站连接到 PROFINET IO 系统 (页 126)”部分。

诊断选项 - CPU S7-1500 作为 IO 控制器

CPU S7-1500（固件版本 V1.7 及更高版本）可用作 IO 控制器，来检测 IE/PB Link 后的中断 DP 从站。

5.1.2 通过 IE/PB Link 将 DP 从站连接到 PROFINET IO 系统

要求

- STEP 7 V13 SP1 及以上版本
- CPU 支持 IE/PB Link，例如：
 - S7-1500 CPU 固件版本 V1.7 及更高版本
 - S7-1500 CPU 软件控制器 V1.7 及更高版本
 - S7-300/400 CPU

通过 IE/PB Link 连接 DP 从站的步骤

要在 STEP 7 中通过 IE/PB Link，将 DP 从站连接到 PROFINET IO 系统，请按以下步骤操作：

1. 将 PROFINET CPU（如，CPU 1513-1 PN）从硬件目录拖放到 STEP 7 的网络视图中。
2. 将 IE/PB Link PN IO 从硬件目录拖放到 STEP 7 的网络视图中。IE/PB Link PN IO 位于“网络组件 > 网关 > IE/PB Link PN IO”(Network components > Gateways > IE/PB Link PN IO) 下方。
3. 将 IE/PB Link PN IO 分配给 CPU。
4. 将 PROFIBUS 接口模块（如，IM155-6 DP HF）从硬件目录拖放到网络视图中。
5. 将接口模块分配给 IE/PB Link。

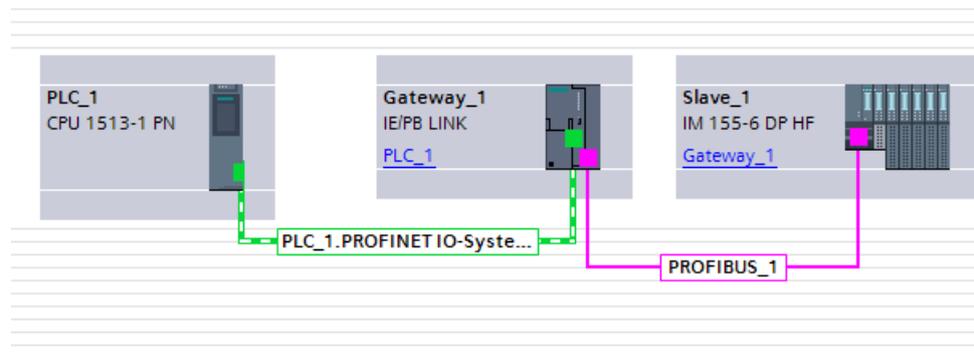


图 5-3 组态 IE/PB Link

6. 在 STEP 7 的网络视图中选择 IE/PB Link PN IO。

5.1 连接其它总线系统

7. 在巡视窗口中，转至“网关”(Gateway) 区域，并选择选项“网关作为 PROFINET IO 代理”(Network gateway as PROFINET IO proxy)。

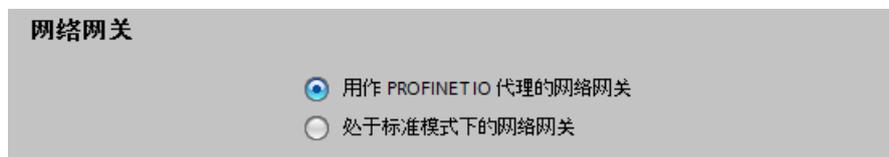


图 5-4 设置网关

8. 在 PROFINET 设备编号区域，可以为 DP 从站分配一个 PROFINET 设备编号。如果选中了“设备编号 = PB 地址”(Device number = PB address) 复选框（默认），STEP 7 将根据从站的 PROFIBUS 地址自动分配设备编号。此外，在 PROFIBUS 地址更改时不再需要更新设备编号。

PROFINET 设备号				
PB 地址	名称	PROFINET 设备号	设备号 = PB 地址	PSU
3	Slave_1	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

图 5-5 针对 IE/PB Link 分配 PN 设备号

结果

DP 从站连接到 PROFINET IO 系统。

参考

有关 IE/PB Link 的更多信息，请参见手册《IE/PB Link PN IO 网关 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/19299692>)》。

5.2 智能 IO 设备（智能设备）

5.2.1 智能设备功能

智能设备功能

CPU 的“智能设备”（智能 IO 设备）功能简化了与 IO 控制器的数据交换和 CPU 操作过程（如，用作子过程的智能预处理单元）。智能设备可作为 IO 设备链接到“上位”IO 控制器中。

预处理过程则由智能设备中的用户程序完成。集中式或分布式（PROFINET IO 或 PROFIBUS DP）I/O 中采集的处理器值由用户程序进行预处理，并提供给 IO 控制器。

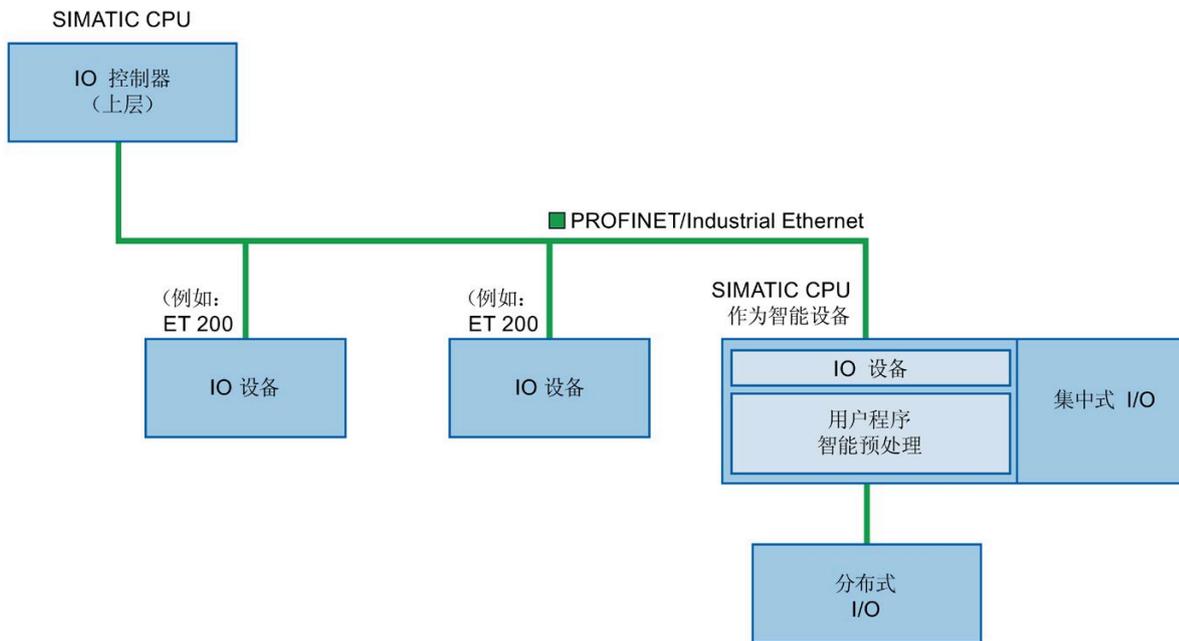


图 5-6 智能设备

“智能设备”命名惯例

在本文档中，将带有智能设备功能的 CPU 或通信处理器简称为“智能设备”。

应用示例：PROFINET 智能设备功能的组态和应用

有关详细的应用示例，请参见“此处

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478798>)”。

5.2.2 智能设备的性能和优势

应用领域

智能设备的应用领域：

- 分布式处理

可以将复杂自动化任务划分为较小的单元/子过程。这使得过程可管理，从而简化了子任务。

- 单独的子过程

通过使用智能设备，可以将分布广泛的大量复杂过程划分为具有可管理的接口的多个子过程。必要的话，这些子过程可存储在单个的 STEP 7 项目中，这些项目随后可合并在一起形成一个主项目。

- 专有技术保护

组件只能通过智能设备接口描述的 GSD 文件传输，而不能通过 STEP 7 项目传输。用户程序的专有技术不再会被公开。

属性

智能设备的性能：

- 没有链接的 STEP 7 项目

智能设备的创建者和用户可拥有完全独立的 STEP 7 自动化项目。该 GSD 文件构成 STEP 7 项目之间的接口。这样，可以通过一个标准化接口连接到标准 IO 控制器。

- 实时通信

通过 PROFINET IO 接口为智能设备提供确定性的 PROFINET IO 系统，故支持 RT（实时通信）和 IRT（等时同步实时通信）。

优势

智能设备具有以下优势：

- 简单链接 IO 控制器
- IO 控制器之间的实时通信
- 通过将计算容量分发到智能设备可减轻 IO 控制器的负荷。
- 由于在局部处理过程数据，通信负载降低。
- 可以管理单独 STEP 7 项目中子任务的处理

5.2.3 智能设备的特性

原理

与标准 IO 设备相同，智能设备也可集成到 IO 系统中。

不带下位 PROFINET IO 系统的智能设备

智能设备自身不带分布式 I/O。将此类智能设备作为 IO 设备时，组态和参数分配方式与分布式 I/O 系统（如，ET 200）相同。

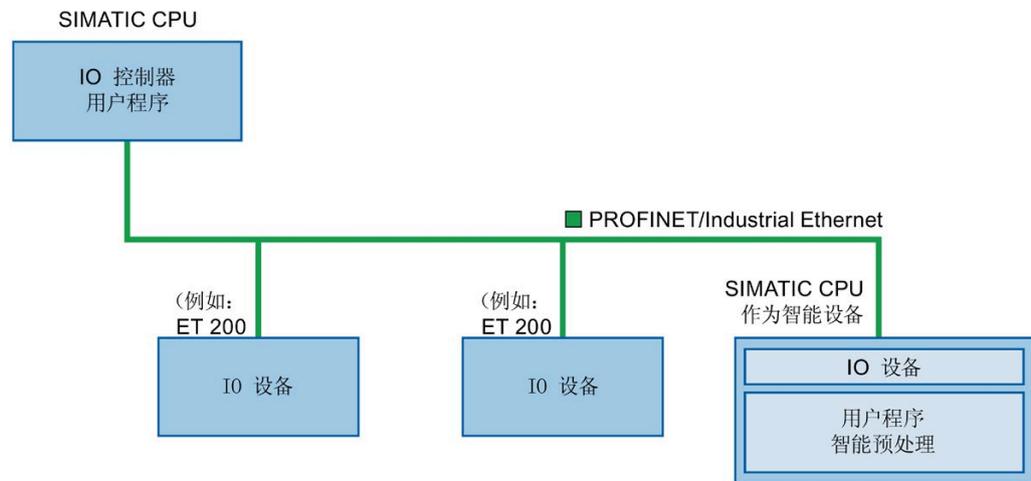


图 5-7 不带下位 PROFINET IO 系统的智能设备

带有下位 PROFINET IO 系统的智能设备

根据组态不同，智能设备可用作 IO 设备外，还可作为 PROFINET 接口上的 IO 控制器。

即，智能设备可通过 PROFINET 接口作为上位 IO 系统的一部分，作为 IO 控制器支持所连接的下位 IO 系统。

相反，下位 IO 系统中也可包含智能设备（见下图）。至此，即可形成 IO 系统的层级结构。

除了作为 IO 控制器，智能设备还可通过 PROFIBUS 接口用作下位 PROFIBUS 系统的 DP 主站。

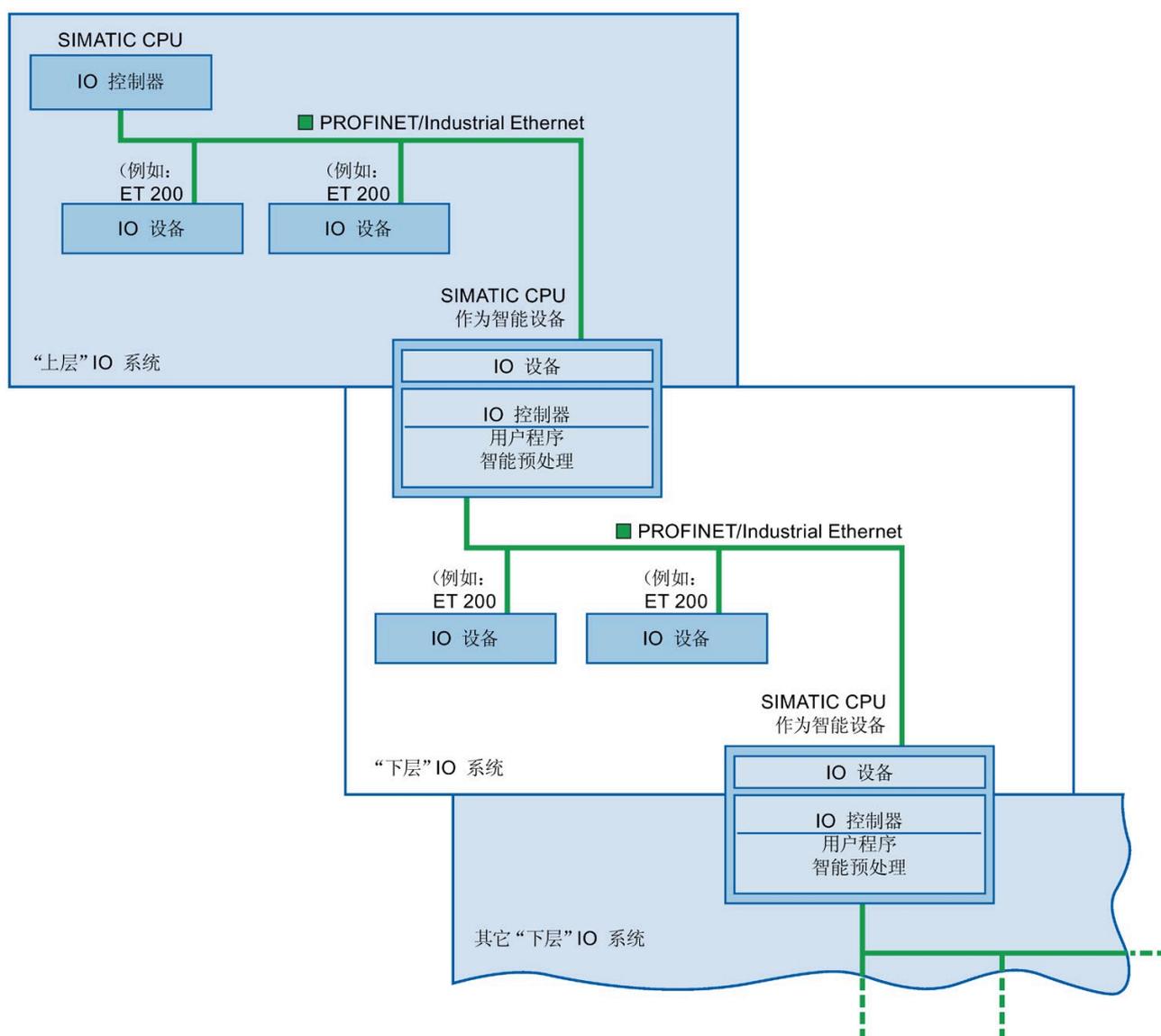


图 5-8 带有下位 IO 系统的智能设备

示例 - 作为 IO 设备和 IO 控制器的智能设备

在此，将以印刷过程为例，介绍作为 IO 设备和 IO 控制器的智能设备。智能设备可控制一个单元（一个子过程）。例如，可通过一个单元在印刷好的材料包装中插入其它纸张（如活页或小册子）。

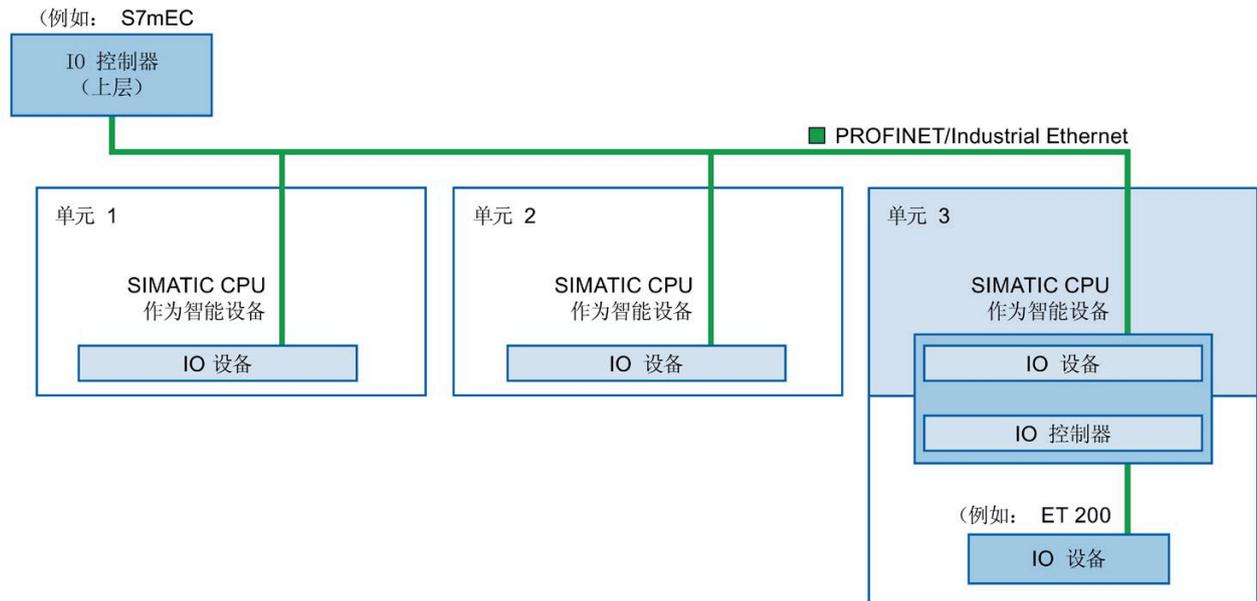


图 5-9 示例 - 作为 IO 设备和 IO 控制器的智能设备

单元 1 和单元 2 均由一个带有集中式 I/O 的智能设备组成。智能设备与分布式 I/O 系统（如，ET 200）共同构成单元 3。

智能设备上的用户程序负责对过程数据进行与处理。在该任务中，智能设备中的用户程序需要获取上位 IO 控制器的默认设置（如，控制数据）。智能设备将为上位 IO 控制器提供结果（如，子任务的状态）。

将智能设备用作共享设备

智能设备作为共享设备时，可由多个 IO 控制器同时使用。

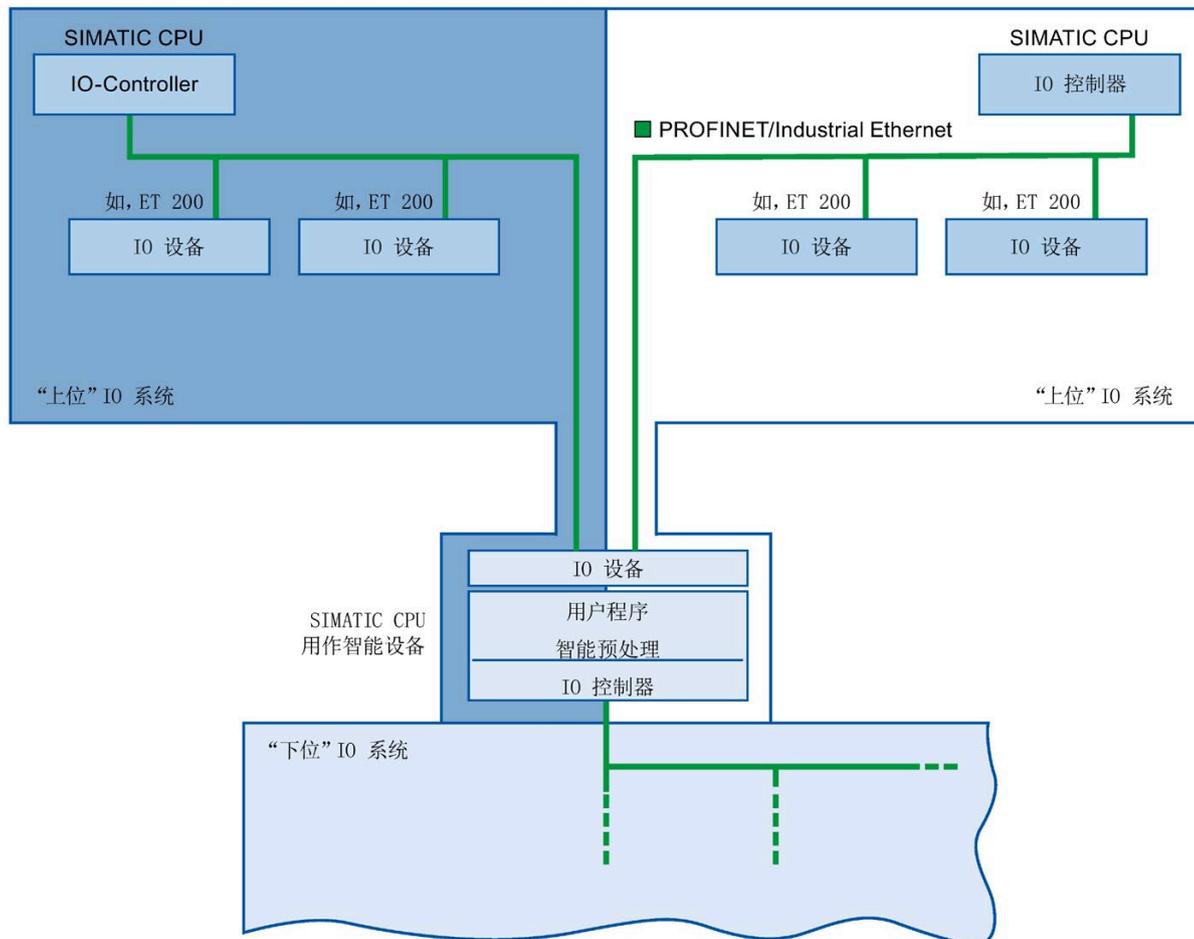


图 5-10 将智能设备用作共享设备

有关将智能设备组态为共享设备的信息，请参见“将智能设备组态为共享设备 (页 165)”部分。

5.2.4 上层 IO 系统与下层 IO 系统之间的数据交换

简介

下一章显示了上层 IO 系统和下层 IO 系统之间的数据交换。

传输区

传输区是与智能设备 CPU 的用户程序之间的接口。用户程序对输入进行处理并输出处理结果。

传输区提供用于 IO 控制器与智能设备之间通信的数据。传输区包含一个可在 IO 控制器与智能设备之间不断进行交换的信息单元。有关传输区的组态与使用的更多信息，请参见组态智能设备 (页 136) 部分。

下图显示了上层 IO 系统和下层 IO 系统之间的数据交换。下面的内容基于编号来介绍各种通信关系。

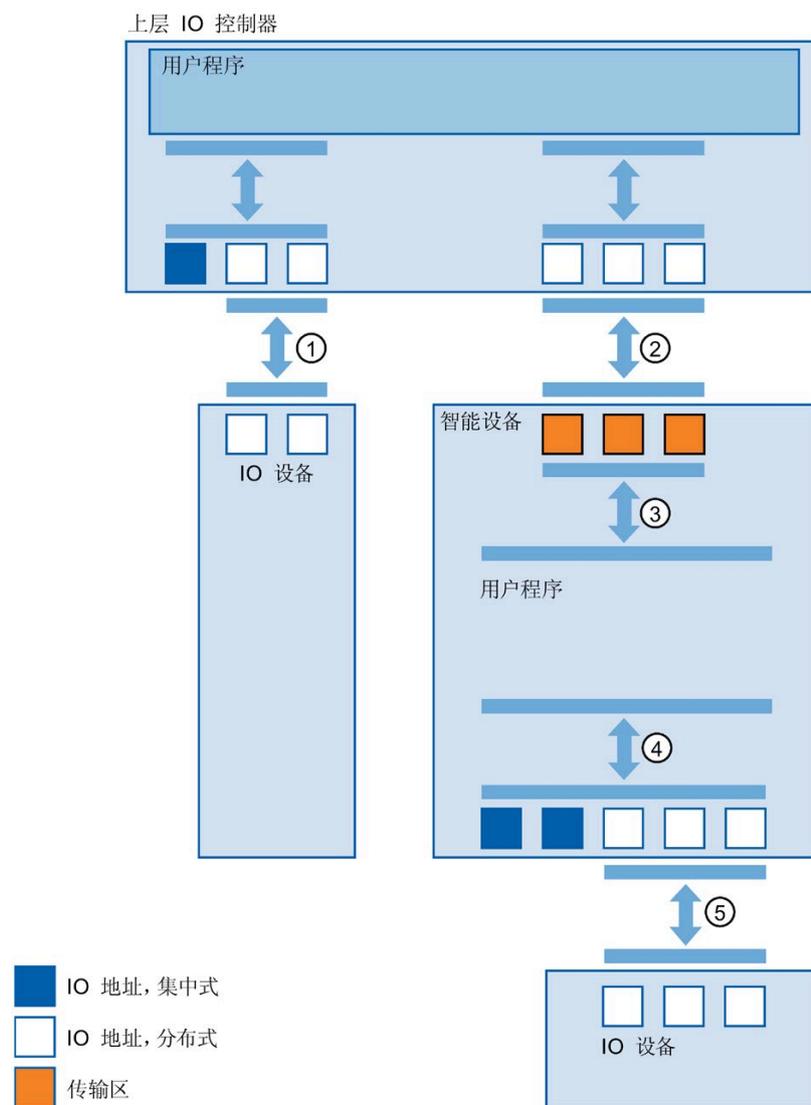


图 5-11 上层 IO 系统与下层 IO 系统之间的数据交换

5.2 智能 IO 设备 (智能设备)

① 上层 IO 控制器与普通 IO 设备之间的数据交换

在这种方式中，IO 控制器和 IO 设备通过 PROFINET 来交换数据。

② 上层 IO 控制器与智能设备之间的数据交换

在这种方式中，IO 控制器和智能设备可通过 PROFINET 来交换数据。

上层 IO 控制器与智能设备之间的数据交换，基于常规 IO 控制器与 IO 设备之间的关系。

对于上层 IO 控制器，智能设备的传输区代表某个预组态站的子模块。

IO 控制器的输出数据是智能设备的输入数据。与此类似，IO 控制器的输入数据是智能设备的输出数据。

③ 用户程序与传输区之间的传输关系

在这种方式中，用户程序与传输区交换输入和输出数据。

④ 用户程序与智能设备的 I/O 之间的数据交换

在这种方式中，用户程序与集中式/分布式 I/O 交换输入和输出数据。

⑤ 智能设备与下层 IO 设备之间的数据交换

在这种方式中，智能设备与它的 IO 设备交换数据。数据传输是通过 PROFINET 完成的。

5.2.5 组态智能设备

简介

通常，可有 2 种组态方式：

- 组态项目中的智能设备
- 组态用于其它项目或工程组态系统的智能设备。

使用 STEP 7，可以通过将已组态的智能设备导出到 GSD 文件，为其它项目或工程组态系统组态一个智能设备。像处理其它 GSD 文件一样，将此 GSD 文件导入其它项目或工程组态系统中。其中，用于数据交换的传输区存储在此 GSD 文件中。

组态项目中的智能设备

1. 使用拖放操作将 PROFINET CPU 从硬件目录拖入网络视图。
2. 使用拖放操作将 PROFINET CPU（也可组态为 IO 设备）从硬件目录拖入网络视图。该设备已组态为智能设备（例如，CPU 1516-3 PN/DP）。
3. 为该智能设备选择 PROFINET 接口。
4. 在巡视窗口的区域导航中，选择“操作模式”(Operating mode)，并选中复选框“IO 设备”(IO device)。
5. 现在便可在“分配的 IO 控制器”(Assigned IO controller) 下拉列表中选择 IO 控制器。
一旦选择了 IO 控制器，这两台设备之间的网络连接和 IO 系统就将显示在网络视图中。

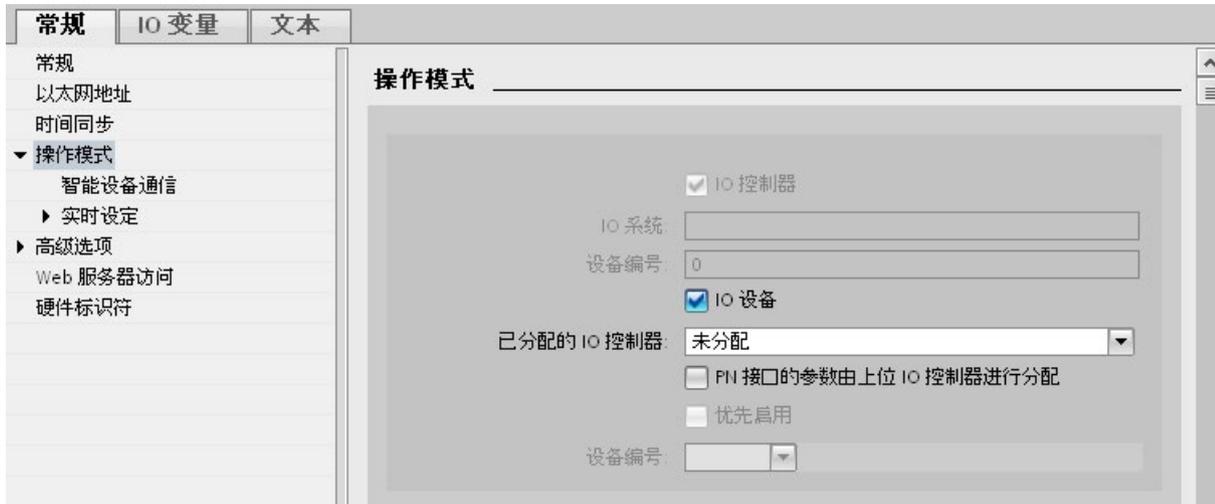


图 5-12 组态智能设备

6. 通过选中“由上级 IO 控制器对 PN 接口进行参数分配”(Parameter assignment of the PN interface by the higher-level IO controller) 复选框，以指定是由智能设备本身还是由上级 IO 控制器分配接口参数。

如果通过下级 IO 系统操作智能设备，则智能设备 PROFINET 接口的参数（例如端口参数）便无法通过上级 IO 控制器进行分配。

7. 组态传输区。此传输区位于区域导航部分“智能设备通信”(I device communication) 中。
 - 单击“传输区”(Transfer area) 列的第一个域。STEP 7 分配一个可以更改的默认名称。
 - 选择通信关系类型：当前，“控制器与设备的通信关系”只能选择 CD 或 F-CD。
 - 自动预设地址；可根据需要更改地址，并确定一致传输的传输区的长度。

传输区						
...	传输区	类型	IO 控制器中的地址	↔	智能设备中的地址	长度
1	Transfer area_1	CD	Q 4	→	I 0	1 字节
2	Transfer area_2	CD	Q 5	→	I 1	1 字节
3	<新增>					

图 5-13 组态传输区

8. 在区域导航中为每个传输区创建一个单独的条目。若选择了这些条目中的一个，便可以调整传输区的详细信息或对其进行更改和注释。

通过 GSD 文件组态智能设备

如果在其它项目或其它工程组态系统中使用智能设备，请按上述步骤组态上级 IO 控制器和智能设备。

但在组态了传输区后应单击“导出”(Export) 按钮，以便从该智能设备创建一个新的 GSD 文件。此 GSD 文件代表在其它项目组态的智能设备。

“导出”(Export) 按钮位于巡视窗口的“智能设备通信”(I-device communication) 部分中。

编译硬件组态，并打开导出对话框。

在提供的域中，为智能设备代理分配一个名称及描述。单击“导出”(Export) 按钮完成此过程。

最后，比如将 GSD 文件导入其它项目。

5.2.6 程序示例

简介

在此，将通过一个简单编程示例介绍如何使用智能设备的传输区。

要求

已组态一个智能设备。

任务

将智能设备中两个输入的“与”运算结果传送到上位 IO 控制器中。该结果将分配给 IO 主站中的一个本地输出（用于进一步处理）。

为此，可使用以下地址的传输区：

- 智能设备中的地址：Q568
- IO 控制器中的地址：I68

步骤

要完成该任务，请执行以下步骤：

1. 组态传输区
2. 编程智能设备
3. 编程 IO 控制器

组态传输区

使用下列属性在智能设备上组态一个传输区：

传输区的详细信息

传输区: Transferbereich_1

传输区域的类型: CD

伙伴:  本地: 

数据交换双方: PLC_1 和 PLC_2

子插槽: 1000

地址类型: I 和 Q

起始地址: 68 和 568

组织块: --- (自动更新)

过程映像: Automatische Aktualisierung

长度: 1 字节

注释:

启用 PROFINET 通信

图 5-14 智能设备传输区，示例程序

编程智能设备

要编程智能设备示例程序，请按以下步骤操作：

1. 使用 SCL 编程语言，通过菜单命令“程序块 > 添加新块”(Program blocks > Add new block)，在项目树中创建一个名为“preprocessing”的新功能。打开该功能。
2. 在功能“preprocessing”的接口中，创建以下变量：

名称	数据类型	输入/输出类型
input 1	bool	Input
input 2	bool	Input
result	bool	Output

3. 在功能“preprocessing”的指令窗口中，写入下列程序代码：
#result:=#input 1&#input 2;

4. 在程序循环 OB（如 OB1）中，调用功能“preprocessing”。
5. 如下在程序循环 OB 中，连接功能“preprocessing”：

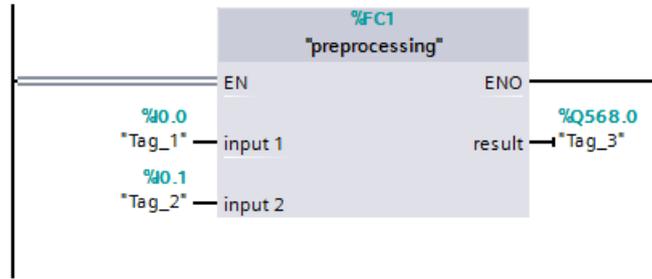


图 5-15 智能设备示例程序

编程 IO 控制器

要编程 IO 控制器示例程序，请按以下步骤操作：

1. 使用 SCL 编程语言，通过菜单命令“程序块 > 添加新块”(Program blocks > Add new block)，在项目树中创建一个名为“further processing”的新功能。打开该功能。
2. 在功能“further processing”的接口中，创建以下变量：

名称	数据类型	输入/输出类型
result	bool	Input
output	bool	Output

3. 在功能“further processing”的指令窗口中，写入下列程序代码：
#output:=#result;
4. 在程序循环 OB（如 OB1）中，调用功能“further processing”。
5. 如下在程序循环 OB 中，连接功能“further processing”：

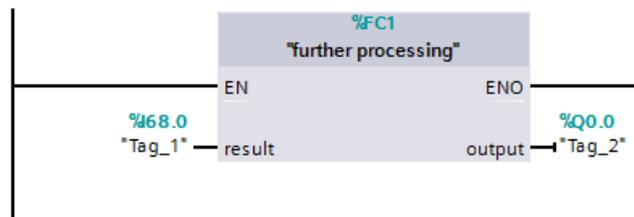


图 5-16 IO 控制器示例程序

5.2 智能 IO 设备 (智能设备)

结果

IO 控制器和智能设备可通过入/输出传输区进行数据交换。

5.2.7 诊断和中断特性

诊断和中断特性

S7 CPU 具有很多诊断和中断功能，例如，它们可用于报告下级 IO 系统的错误或故障。诊断消息可缩短停机时间，简化故障定位，并将问题解决。

上级 IO 控制器和智能设备中的诊断选项

以下诊断功能可用于上级 IO 控制器和智能设备 CPU:

- OB 83 (拉出/插入)
- OB 86 (机架故障)
- OB 122 (I/O 访问错误)

说明

可以在智能设备 CPU 的用户程序中对 I/O 的诊断消息进行处理，并通过传输区将诊断消息从用户程序传递到上级 IO 控制器。

操作状态改变和站故障/站返回

在下表中，可以看到操作状态改变或 SIMATIC 系列 IO 控制器/智能设备故障对其它部分的影响：

表格 5-1 操作状态改变和站故障/站返回

初始状态	事件	智能设备响应	上级 IO 控制器
智能设备 CPU 处于 RUN 模式，上级 IO 控制器处于 RUN 模式	智能设备 CPU 切换到 STOP 模式	-	在使用指令“UPDAT_PI”和“UPDAT_PO”更新过程映像期间，RET_VAL 参数中会返回一个错误报告。 对智能设备的所有传输区进行直接 IO 访问：根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）
智能设备 CPU 处于 STOP 模式，上级控制器处于 RUN 模式	智能设备 CPU 正在启动	调用 OB 100（启动）。 对上级 IO 控制器的输入传输区，调用 OB 83（拉出/插入）。 如果对上级 IO 控制器的输入传输区进行直接访问，则将调用 OB 83。根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）	对智能设备的所有传输区，调用 OB 83（拉出/插入）。 如果直接访问智能设备的传输区，则将调用 OB 83。根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）
智能设备 CPU 处于 RUN 模式，上级 IO 控制器处于 RUN 模式	上级 IO 控制器切换到 STOP 模式	在使用指令“UPDAT_PI”和“UPDAT_PO”更新过程映像期间，RET_VAL 参数中会返回一个错误报告。 对上级 IO 控制器的输入传输区进行直接 IO 访问：根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误） 注：仍可访问输出传输区。	-
上级 IO 控制器处于 STOP 模式，智能设备 CPU 处于 RUN 模式	上级 IO 控制器启动	对上级 IO 控制器的输入传输区，调用 OB 83（拉出/插入）。 如果对上级 IO 控制器的输入传输区进行直接访问，则将调用 OB 83。根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）	调用 OB 100（启动）。

5.2 智能 IO 设备（智能设备）

初始状态	事件	智能设备响应	上级 IO 控制器
智能设备 CPU 处于 RUN 模式，上级 IO 控制器处于 RUN 模式	智能设备的站故障，例如，由于总线中断	如果智能设备在没有总线连接的情况下继续运行： 调用 OB 86（机架故障）。 在使用指令“UPDAT_PI”和“UPDAT_PO”更新过程映像期间，RET_VAL 参数中会返回一个错误报告。 对上级 IO 控制器的所有传输区进行直接 IO 访问：根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）	调用 OB 86（机架故障）。 在使用指令“UPDAT_PI”和“UPDAT_PO”更新过程映像期间，RET_VAL 参数中会返回一个错误报告。 对智能设备的所有传输区进行直接 IO 访问：根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）
智能设备 CPU 处于 RUN 模式，上级 IO 控制器处于 RUN 模式，IO 控制器与智能设备之间的通信已中断（总线中断）。	重新建立 IO 控制器与智能设备之间的总线连接，并在用户数据通信中再次包含智能设备。	调用 OB 86（机架故障）。 对上级 IO 控制器的输入传输区，调用 OB 83（拉出/插入）。 如果对上级 IO 控制器的输入传输区进行直接访问，则将调用 OB 83。根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）	调用 OB 86（机架故障）。 对智能设备的所有传输区进行直接 IO 访问，直至 OB 86 报告站重新集成：根据错误处理的类型，例如，调用 OB 122（IO 访问错误）

说明

启动上级 IO 控制器期间的特殊特性

与来自 IO 控制器中 IO 设备的站返回消息（通过调用 OB 86 来完全处理）不同的是，上级 IO 控制器的站返回消息分为两部分：

1. 调用 OB 86：将设置智能设备输出的初始值。但是，输入值仍然无效。当在上级 IO 控制器中打开 OB 86 后这些值首次生效。
2. 对每个输入传输区调用 OB 83，通过此调用将显示输入传输区的有效性。在针对输入传输区调用 OB 83 时，应首先启动智能设备。在以下情况下，可将此步骤延时或使其根本不发生：
 - 上级 IO 控制器处于 STOP 模式：可通过上级 IO 控制器的 STOP-RUN 切换来首先调用 OB 83。
 - IRT 通信已中断（同步主站故障、拓扑错误……）。仅在进行 IRT 通信后才打开 OB 83。

参考

关于直接访问 I/O 时的错误处理的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助中的“错误处理”。

5.2.8 带有智能设备的 PROFINET IO 系统的拓扑规则

简介

有关使用智能设备时 IO 系统的结构与组态方面的以下建议，有助于保持较小的通信带宽。

以下通信路径不应重叠：

- IO 控制器与其 IO 系统的 IO 设备之间的通信路径。
- 智能设备 CPU 与其 IO 系统的 IO 设备之间的通信路径。

带有一个端口的智能设备

只通过一个端口将智能设备连接到 PROFINET 交换机，将其与上位 IO 系统分隔开。将下位 IO 系统连接到交换机的另一个端口，如下图所示。

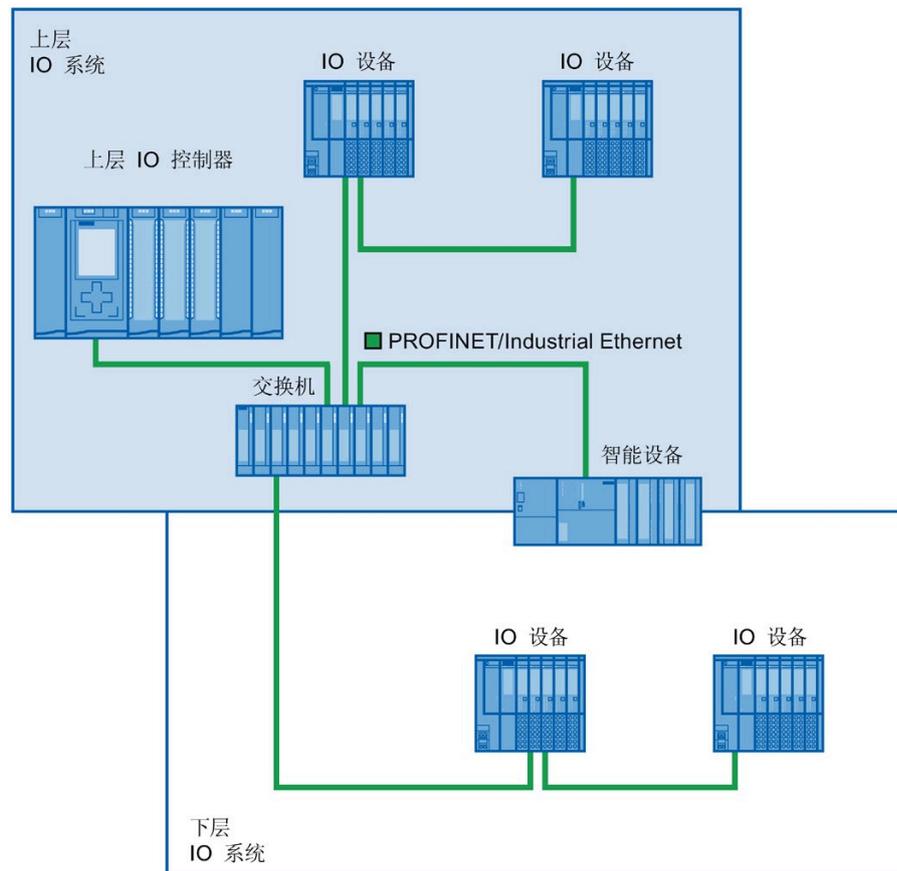


图 5-17 带有一个端口的智能设备

带有两个端口的智能设备

使用带有两个端口的智能设备时，将其中一个端口连接 PROFINET 交换机的端口，将其与上位 IO 系统分隔开。连接下位 IO 系统的第二个端口，如下图所示。

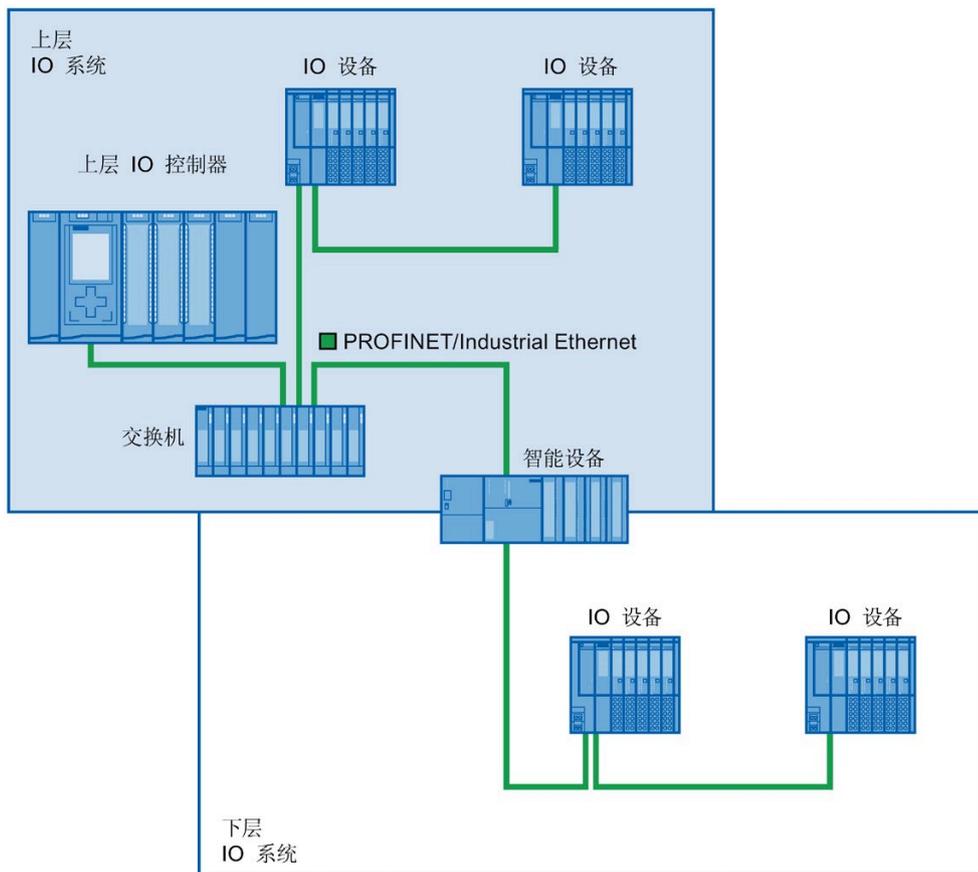


图 5-18 带有两个端口的智能设备

带有三个或更多端口的智能设备

如果使用一个带三个或更多端口的智能设备，则可按照线形总线拓扑结构将智能设备与上位 IO 系统的一个或两个端口相连接。连接第三个端口和下位 IO 系统，与线形总线拓扑结构分隔开，如下图所示。

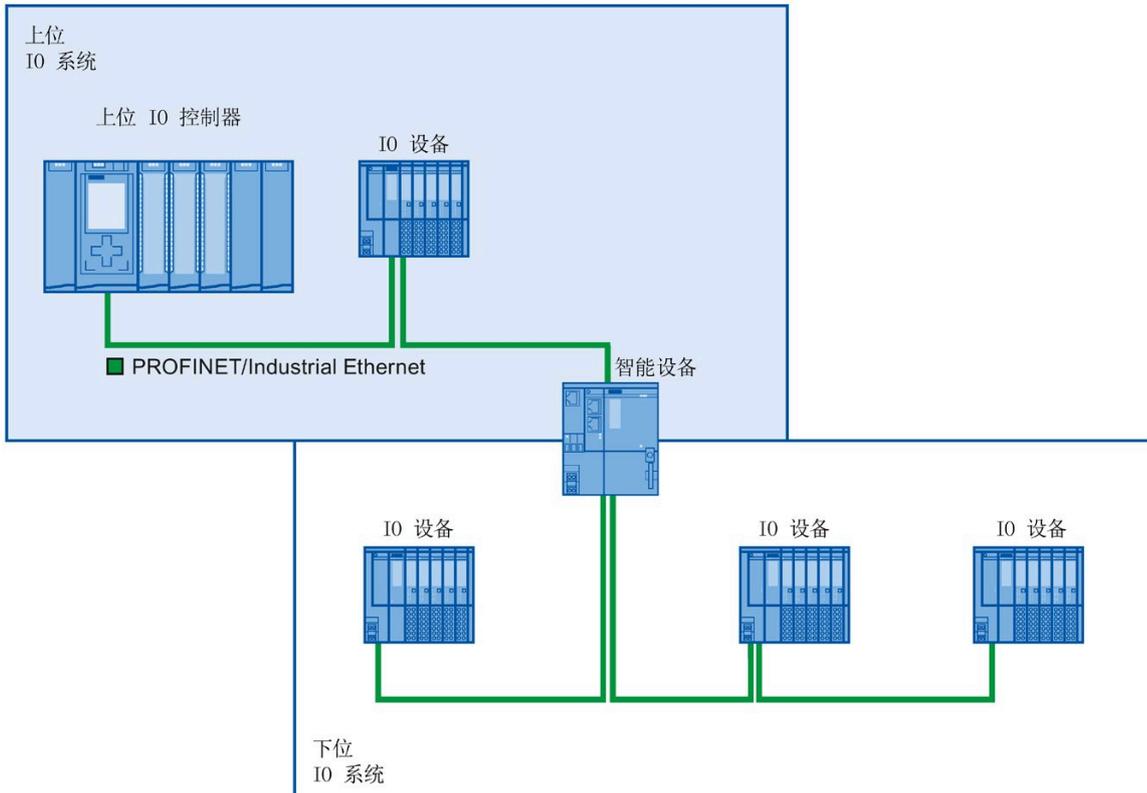


图 5-19 带有三个或更多端口的智能设备

5.2.9 使用智能设备时的边界条件

使用智能设备时，请注意以下边界条件：

带宽

所组态传输区的地址数目会影响智能设备的可用带宽：

- 传输区的带宽 + 下位 IO 系统的带宽 = 在智能设备上使用的总带宽

如果传输区的地址空间过大，则这表明较大的带宽需求并因此可能导致更长的更新时间。

提示： 请保持尽可能小的传输区地址空间。

RT 和 IRT 通信规则。

带有智能设备的 IO 系统也适用于建立使用 RT 和 IRT 通信的实时应用。为此，必须遵循以下规则：

- 上位和下位 IO 系统均支持 RT 通信。可同时在这两种 IO 系统中使用 RT 通信。
- IRT 通信可与 RT 通信结合使用。在其中一个 IO 系统中，可使用 IRT 通信。此时，只能在上位或下位 IO 系统中使用 IRT 通信。

5.2.10 组态智能设备的 PROFlenergy

实现 PROFINET 设备节能的程控暂停要求 PROFINET 设备支持 PROFlenergy 协议。

只有 PROFINET 设备 (I/O 设备) 支持 PROFlenergy 协议，I/O 控制器实际上才会向该 I/O 设备发送 PE 命令，例如启动或停止暂停。

如果 I/O 设备支持 PROFlenergy 协议，该属性将保存在 PROFINET GSD 文件中且可用于工程系统中的组态。

对于作为智能 I/O 设备 (智能设备) 的 S7-1500 CPU，可以通过 STEP 7 V13 及更高版本的服务包 1 来为每个传送区设置 PROFlenergy 支持。

如果传输区启用了选项“启用 PROFlenergy 通信”(Enable PROFlenergy communication) 并将生成的 PROFINET GSD 文件导入其它项目中，则可将该智能设备处理为一个 PE 实体。

要求

- STEP 7 V13 及更高版本的服务数据包 1
- CPU 支持带有 PROFIenergy 功能的智能设备。如，CPU 1215C DC/DC/DC 固件版本 V4.2 及以上版本
- 将 PROFINET IO 接口用作智能设备并创建有传输区。
- 在智能设备的用户程序中执行 PROFIenergy 命令。

背景：在智能设备的用户程序中，使用“PE_I_DEV”指令和相应的辅助块编程 PROFIenergy 函数；与 IO 设备不同，IO 设备的这一功能由固件提供。因此，仅当对智能设备中的用户程序进行了相应组态后，才能激活传输区的 PROFIenergy 功能。

为智能设备的传送区启用 PROFINergy

要支持 PROFINergy，需进行以下参数分配：

1. 选择 CPU 的 PROFINET 接口 (X1)。
2. 在区域导航中选择所需的传送区，例如：
“操作模式 > 智能设备通信 > Transfer_area_1”(Operating mode > I-device configuration > Transfer_area_1)。
3. 选择“启用 PROFINergy 通信”(Enable PROFINergy communication) 复选框。



图 5-20 组态智能设备的 PROFINergy

完成智能设备组态后，生成智能设备的 GSD 文件并将该文件导入 I/O 控制器的项目中。生成的 GSD 文件中包含一个条目，指定智能设备支持 PROFINergy 配置文件。

要寻址智能设备，请使用智能设备的“PROFINergy 支持”(PROFINergy supporting) 传送区的硬件标识符，例如用于 PE 命令“PE_START_END”。

要寻址 PE 命令“PE_I_DEV”的 IO 控制器，请使用随 IO 控制器上的 PROFINergy 数据一起提供的传送区硬件标识符。

有关 PROFINergy 的更多信息，请参见“通过 PROFINergy 实现节能 (页 290)”部分。

5.2.11 在智能设备 CPU 的用户程序中启用/禁用智能设备

如果在 STEP 7 中将 CPU 的 PROFINET 接口组态为智能设备，则当 CPU 状态由 STOP 转换为 RUN 之后，智能设备功能将激活。如果此情况下无法访问上位 IO 控制器，则智能设备 CPU 会使用其 ERROR LED 指示错误。

自 S7-1500/ET 200SP/ET 200pro CPU 固件版本 V2.9 起，可在智能设备 CPU 的用户程序中本地禁用或启用智能设备功能。为此，可使用“D_ACT_DP”指令。禁用智能设备功能后，智能设备 CPU 不会再使用其 ERROR LED 指示错误。

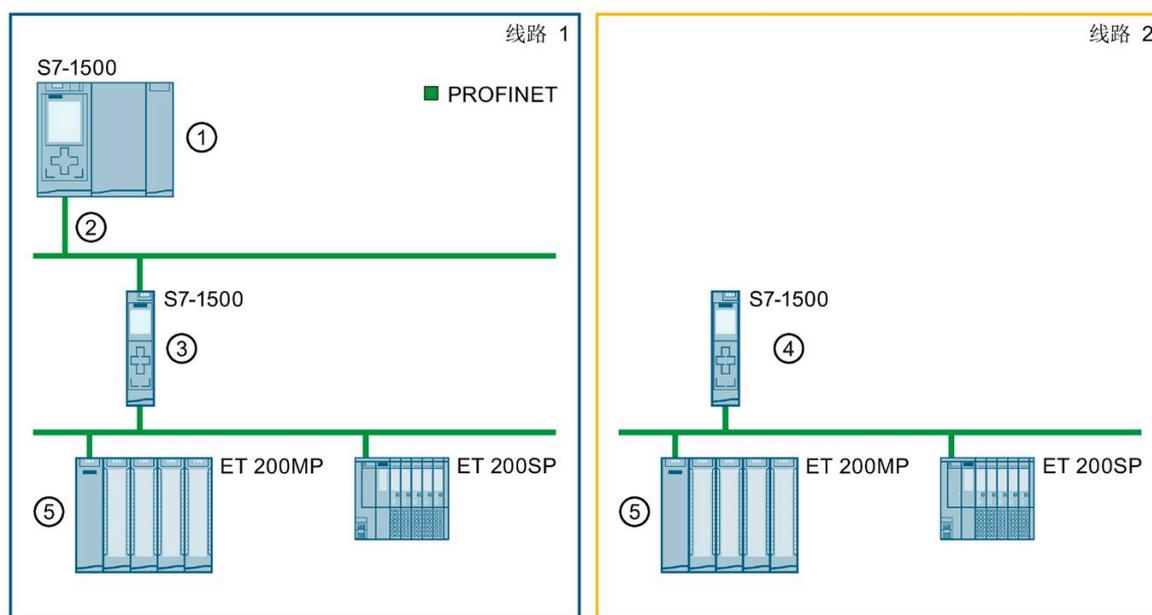
对于固件版本为 V3.0 及更高版本的 S7-1500 CM 1542-1，可在 CPU 内部 PROFINET 接口使用用户程序启用/禁用此功能。

应用示例

从机器 OEM 角度而言，**系列化生产机器**时，有大量设备选项。但交付的每一台机器都只包含一个所选选项的组合。所有可能的选项均可由制造商组态为智能设备，从而可创建和维护拥有所有可能选项的通用用户程序。

举例来说，并非每个机器中都需要用于实施生产线控制的上位 IO 控制器。在这种情况下，用户程序可以使用指令“D_ACT_DP”禁用智能设备 CPU 中的智能设备功能（例如在启动期间）。

下图显示的是两条生产线的示意图。两个 CPU 均采用智能设备组态且运行相同的用户程序。生产线 1 中的智能设备由上位 IO 控制器控制。



- ① 上级 IO 控制器
- ② ... 控制生产线中的智能设备 CPU S7-1500
- ③ 在该 CPU 的用户程序中启用了智能设备功能
- ④ 在该 CPU 的用户程序中禁用了智能设备功能
- ⑤ IO 设备

图 5-21 在智能设备 CPU 中启用/禁用智能设备

乘车时车辆的自动任务控制

在乘车过程中（魔鬼列车），车辆作为智能设备通过 PROFINET 连接到上位控制器。

特性

上位 IO 控制器接管车站中车辆的整个协调和监控任务。此外，上位 IO 控制器记录以下状态：

- 车辆停在车站时
- 车辆离开车站时

只要乘客在车中坐下并且车门关闭，上位 IO 控制器即会发出启动信号。

火车沿着整个轨道自由前行，未与上位 IO 控制器连接。由于这种状态并不代表出现错误，因此不应通过 CPU 的 ERROR LED 指示错误。

解决方案

根据车辆的位置（车站内还是车站外），用户程序在车辆的智能设备 CPU 中启用或禁用智能设备功能。启用和禁用智能设备功能时不通过智能设备 CPU 上的 LED 进行诊断指示。

要求

在一个或多个 IO 控制器上将 CPU 作为智能设备操作，或者使用已组态的 CPU 作为智能设备（选中“IO 设备”(IO device) 复选框）。在下图中，右侧的 CPU 1518-4 PN/DP 是上位 IO 控制器 CPU 1518-4 PN/DP (PLC_2) 的智能设备。

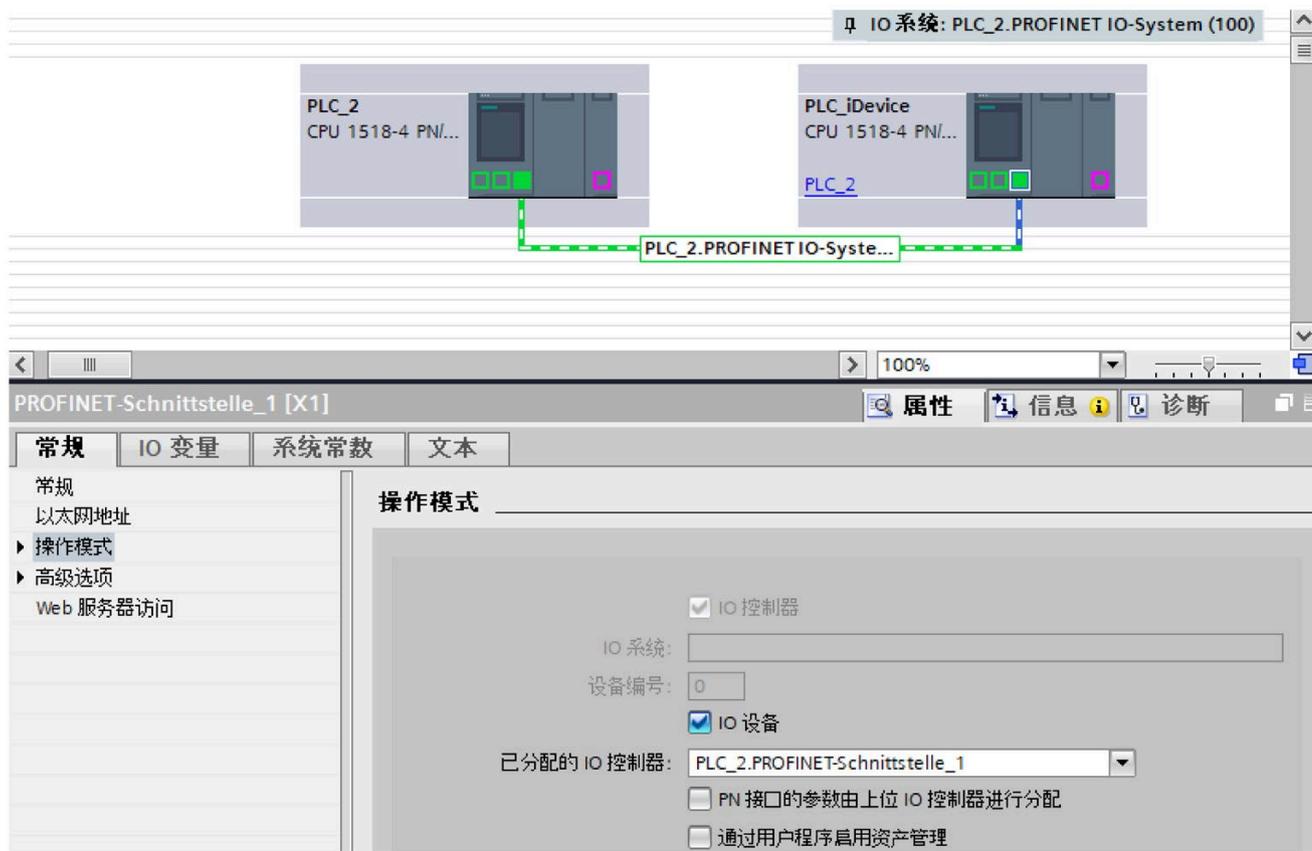


图 5-22 示例：启用智能设备

“D_ACT_DP”是一个异步指令。进行处理时可能会多次调用指令。已通过在智能设备 CPU 的启动 OB 中 REQ = 1 的情况下调用“D_ACT_DP”指令启动了该任务。

有关“D_ACT_DP”指令的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

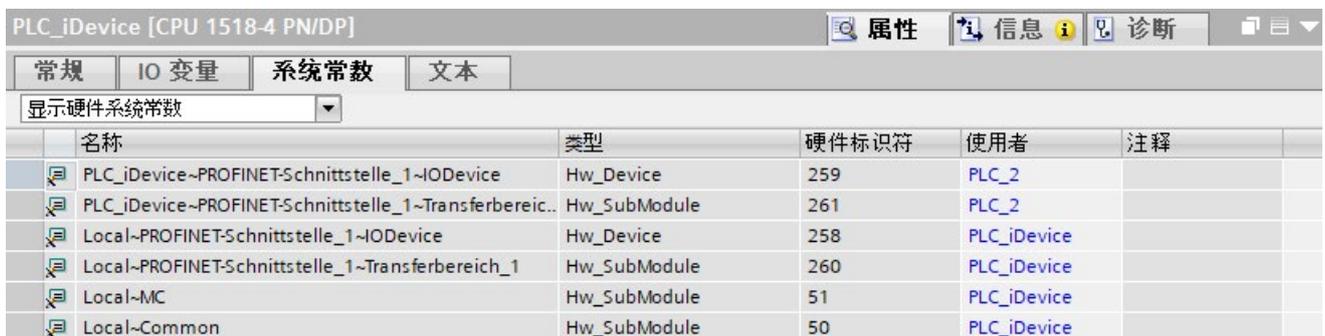
在 PROFINET 接口中禁用智能设备功能

说明

仅当智能设备不受上位 IO 控制器控制时，方可禁用智能设备 CPU 中的智能设备功能。

使用“D_ACT_DP”指令禁用智能设备功能：

- 通过作为 LADDR 参数的相应 PROFINET 接口的智能设备的符号名称或硬件标识，在示例中，硬件标识为 260
- 将 MODE 参数值设置为 2



名称	类型	硬件标识符	使用者	注释
PLC_iDevice~PROFINET-Schnittstelle_1~IODevice	Hw_Device	259	PLC_2	
PLC_iDevice~PROFINET-Schnittstelle_1~Transferbereic..	Hw_SubModule	261	PLC_2	
Local~PROFINET-Schnittstelle_1~IODevice	Hw_Device	258	PLC_iDevice	
Local~PROFINET-Schnittstelle_1~Transferbereich_1	Hw_SubModule	260	PLC_iDevice	
Local~MC	Hw_SubModule	51	PLC_iDevice	
Local~Common	Hw_SubModule	50	PLC_iDevice	

图 5-23 示例：智能设备系统常量

结果：目标已完成：禁用了智能设备功能的 CPU 无法再与上位 IO 控制器进行数据交换。当智能设备 CPU 的用户程序中启用了智能设备功能后，可再次连接上位 IO 控制器。

如果已在 IO 控制器上激活的智能设备将自身禁用，则之前在网络中建立的智能设备与 IO 控制器之间的所有应用关系 (AR) 均会终止。IO 控制器端会指示 IO 设备故障。在智能设备 CPU 的诊断缓冲区中，会显示“IO 设备用户禁用”(IO device user disable)，并提示关联 PROFINET 接口或 IO 控制器名称的相关信息。

在 PROFINET 接口启用智能设备功能

使用指令“D_ACT_DP”启用未激活的智能设备功能:

- 通过作为 LADDR 参数的相应 PROFINET 接口的智能设备的符号名称或硬件标识, 在示例中, 硬件标识为 260
- 将 MODE 参数值设置为 1

结果: 启用后, 智能设备可与上位 IO 控制器进行数据交换。

如果至少有一个 IO 控制器缺失或连接不存在, 则会在智能设备 CPU 的诊断缓冲区中输入“硬件组件已移除或缺失”(Hardware component removed or missing)。

说明

临时访问错误

在用户程序中启用智能设备功能可能导致临时访问错误“硬件组件中存在 I/O 数据故障”(I/O data failure in hardware component), 原因可能是 IO 控制器尚未声明数据有效, 便已允许访问智能设备的 I/O 数据。

此类消息属于传入和传出错误事件, 可忽略。

在站发生故障以及站恢复时, IO 控制器和智能设备的行为依然适用, 如“诊断和报警响应(页 142)”部分所述。

使用指令“D_ACT_DP”调用智能设备的状态信息

请求智能设备的状态信息:

- 通过作为 LADDR 参数的相应 PROFINET 接口的智能设备的硬件标识, 在示例中, 硬件标识为 260
- 将 MODE 参数值设置为 0

状态通过 RET_VAL 参数返回:

- RET_VAL = 0x0000: “D_ACT_DP”已完成且没有出错 (禁用未激活的智能设备/启用激活的智能设备)
- RET_VAL = 0x0001: 智能设备已启用
- RET_VAL = 0x0002: 智能设备已禁用

5.3 共享设备

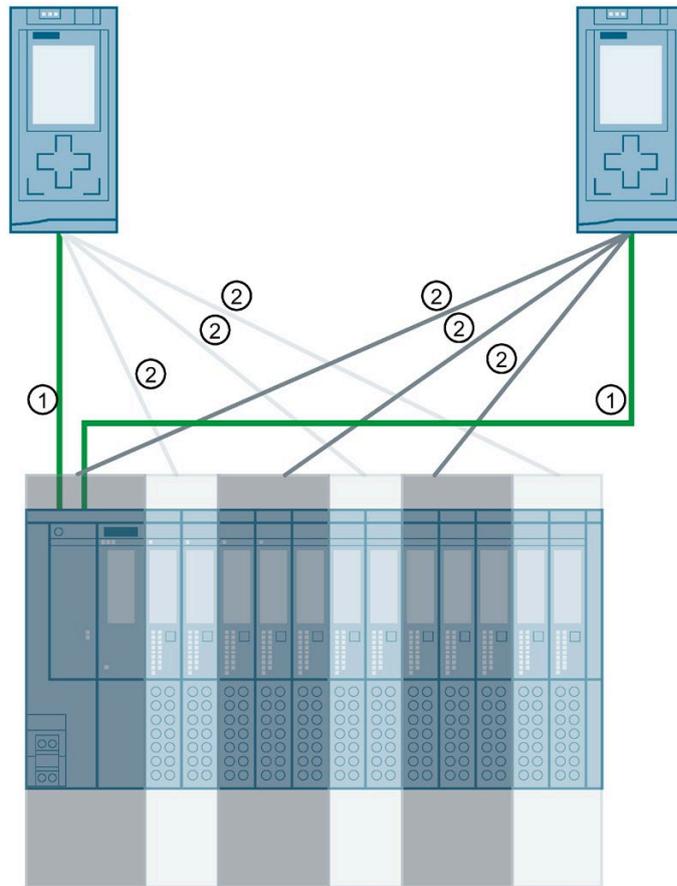
5.3.1 共享设备的相关信息

共享设备的功能

大型或分布较广的分布式系统经常使用数量众多 IO 控制器。

不使用“共享设备”功能，I/O 设备的每个 IO 模块都会分配给同一个 IO 控制器。如果互相之间物理封闭的传感器必须向不同的 IO 控制器提供数据，则需要多个 IO 设备。

“共享设备”功能允许 IO 设备的模块或子模块在不同的 IO 控制器中进行划分。这充分体现了灵活的自动化理念。例如，可以将多个邻近的 I/O 模块组合到一个 IO 设备中。



- ① PROFINET
- ② 逻辑分配

图 5-24 示例：带有两个 IO 控制器的共享设备

原理

对共享设备子模块的访问将在各个 IO 控制器之间分配。每个共享设备子模块以独占方式分配给一个 IO 控制器。

要求

- STEP 7 V12 + SP 1 或更高版本
- IO 设备支持共享设备功能，例如接口模块 IM 155-5 PN ST
- IO 控制器支持共享设备功能。如，CPU 1516-3 PN/DP 固件版本 V1.1 及以上版本或 CPU 1215 DC/DC/DC 固件版本 V4.1 及以上版本

说明：

- 组态为智能设备的 CPU 可用作共享设备。为此，可在 STEP 7 中通过“导出 GSD”(GSD export) 命令创建智能设备的 GSD 文件。之后，再将该 GSD 文件导入其它项目中并将智能设备指定为 IO 控制器。CPU 需支持 GSD 导出。如，CPU 1215C DC/DC/DC 固件版本 V4.1 及以上版本。
有关组态为共享智能设备的 CPU 可分配的 IO 控制器最大数目，请参见该 CPU 手册中的技术规范。

组态访问权

IO 设备必须存在于多个项目中，IO 设备的模块或子模块才能分配给不同的 IO 控制器。每个 IO 控制器需要一个单独的项目。

使用接口模块的“共享设备”(Shared device) 参数确定 IO 控制器有权访问的模块或子模块：

- 如果本地 IO 控制器有权访问组态的模块，则从列表中选择 IO 控制器的名称。
- 如果 IO 控制器来自另一个项目，而不是有权访问已组态模块的本地 IO 控制器，则选择条目“---”。

如果一个项目中的每个模块或子模块正好分配给一个 IO 控制器，则访问的组态一致。

模块或子模块分配给另一个 IO 控制器

下图显示了在本地 IO 控制器视图中将“共享设备”(Shared device) 参数设置为“---”。

在本示例中，本地 IO 控制器无法访问通过这种方法组态的模块。即：

- 模块或子模块没有数据交换
- 没有收到报警或诊断，这意味着在线视图中未显示诊断状态
- 模块或子模块没有参数分配

设置实时属性

STEP 7 计算通信负载，然后计算产生的更新时间。必须在项目中输入项目外部 IO 控制器的编号，在该项目中共享设备的 PROFINET 接口分配给 IO 控制器，以便可使用共享设备组态进行计算。

共享设备可能的最大 IO 控制器数目取决于设备。此数目存储在共享设备的 GSD 文件中。

可以通过 CPU 设置非常短的发送时钟作为 IO 控制器。此发送时钟可以短于共享设备支持的最短发送时钟。在这种情况下，IO 控制器使用它支持的发送时钟来运行共享设备（发送时钟调整）。

示例：

CPU 支持的最短发送始终为 0.25 ms。如果组态的 IO 设备也支持最短发送时钟 0.25 ms，而另一个 IO 设备支持的最短发送时钟为 1 ms，则可将 CPU 的短发送时钟设置为 0.25 ms。例如，CPU 使用 1 ms 的发送时钟运行“慢速”IO 设备。

组态规则

- 使用共享设备的 IO 控制器在不同的项目中创建。在每个项目中，必须注意应在每个站中对共享设备进行相同组态。只有一个 IO 控制器可以永远访问子模块。组态不一致会导致共享设备发生故障。
- 如果相关 IO 控制器选择选项“使用路由器”(Use router)，则所有这些 IO 控制器中需设置相同的路由器地址。
- 仅当模块或子模块分配给同一项目中的 I/O 控制器时，才能编辑模块或子模块的 I/O 地址。
- 共享设备在每个项目中必须具有相同的 IP 参数和相同的设备名称。
- 对于有权访问共享设备的所有 IO 控制器，发送时钟必须相同。
- 连接共享设备子网的 S7 子网 ID 在所有项目中必须相同。
- 仅当共享设备的 PROFINET 接口分配给本地 IO 控制器时，以下功能才可用：
 - IRT 操作
 - 优先化启动
 - 端口属性的参数分配

限制条件

因为共享设备组态分布在多个项目中，所以有以下约束条件：

- 在可访问共享设备的 IO 控制器地址一览表中，未分配给该 IO 控制器的模块或子模块地址将不显示。
- 在进行一致性检查时，共享设备的组态限制计算中不会考虑未分配的模块或子模块。因此，用户必须自己判断子模块的最大数目或循环 IO 数据的最大数量不超出共享设备的限制。
关于这些数量最大值，请参见所用设备的文档。
- STEP 7 中不检测一个模块或子模块分配给多个 IO 控制器之类的组态错误。
- 加载共享设备组态的 CPU 没有任何关于 IO 设备是否为共享设备的信息。因此加载的组态中会缺少分配给其它 IO 控制器和其它 CPU 的模块或子模块。所以这些模块或子模块既不会显示在 CPU Web 服务器中，也不会显示在 CPU 显示屏中。

发生故障时的响应

有关访问共享设备中数据出错时 PROFINET IO 控制器的行为，请参见“常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109572804>)”。

5.3.2 组态共享设备

以下说明了如何使用 STEP 7 V12 + SP 1 及以上版本组态分布式 I/O 系统作为共享设备。

对于不同的 IO 控制器，使用不同工程组态工具进行的“分布式”组态始终可行。但该过程的说明基于 STEP 7 V12 SP1 + SP1。该过程介绍中仅限于 S7-1500 系列 IO 控制器且共享同一个共享设备。

创建了两个项目（Shared-Device-1 和 Shared-Device-2），每个项目有一个 IO 控制器（PLC1 和 PLC2）。必须在两个项目中都创建共享设备，即便 IO 设备在物理上是同一个。

要求

- STEP 7 V12 + SP 1 或更高版本
- IO 控制器支持共享设备功能。如，CPU 1513-1 PN 固件版本为 V1.1 及以上版本。
- IO 设备支持共享设备功能。如，接口模块 IM 155-5 PN ST 固件版本 V2.0 及以上版本。

操作步骤 - 创建项目 1

要使用共享设备创建第一个项目，请按以下步骤操作：

1. 启动 STEP 7。
2. 创建名为“Shared-Device-1”的新项目。
3. 从网络视图的硬件目录中，例如，插入一个 CPU 1513-1 PN。将其命名为“PLC1”。
4. 从硬件目录中插入带有“共享设备”功能的 IO 设备。
5. 将 IO 控制器“PLC1”分配给 IO 设备。
6. 双击 IO 设备并将硬件目录中的所有必需模块和子模块插入到设备总览表中。
7. 分配模块参数。
8. 保存项目。

操作步骤 - 创建项目 2

要使用共享设备创建第二个项目，请按以下步骤操作：

1. 再次启动 STEP 7。

将打开 STEP 7 的一个新实例。

2. 在新实例中，创建一个名为“Shared-Device-2”的新项目。
3. 例如，将 CPU 1513-1 PN 插入到网络视图中。将其命名为“PLC2”。
4. 复制项目“Shared-Device-1”中的 IO 设备，并将其插入到项目“Shared-Device-2”的网络视图中。
5. 将 IO 控制器“PLC2”分配给 IO 设备。
6. 保存项目。

两个项目现在有结构相同的 IO 设备，必须在下一步中为不同类型的 IO 控制器访问组态该 IO 设备。

操作步骤 - 组态对共享设备的访问

插入到共享设备中的模块和子模块会自动分配到本地 CPU。要更改分配情况，请按以下步骤操作：

1. 选择项目“Shared-Device-1”的网络视图或设备视图中的接口模块。
2. 在巡视窗口中选择“共享设备”(Shared device) 区域。

将显示一个表格，显示可访问所有已组态模块的各个模块或子模块的 CPU。默认设置是本地 CPU 有权访问所有模块和子模块。

- 仍保留在本地 CPU 的地址范围内的所有模块和子模块的“PLC1”设置将保持不变。

从“Shared-Device-2”项目 (PLC2) 中，为将位于 CPU 地址范围内的所有模块和子模块选择设置“---”。即，项目外的 IO 控制器也可访问模块或子模块。

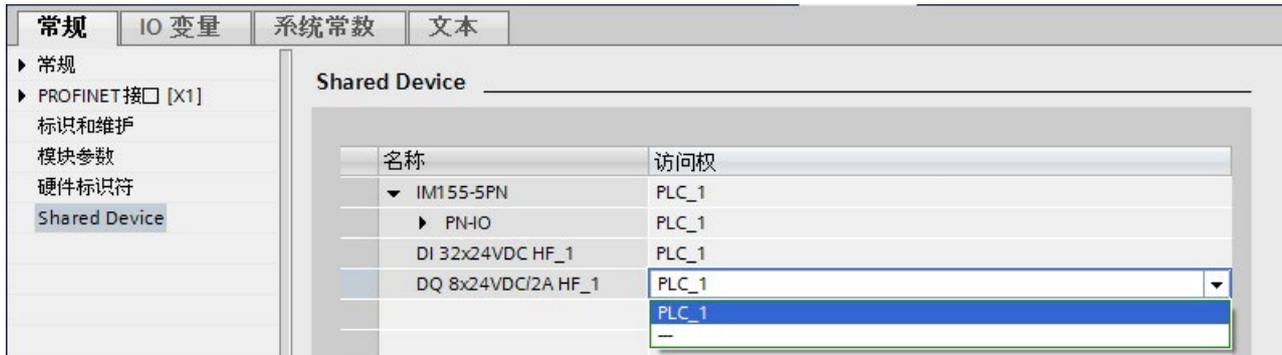


图 5-25 组态共享设备

- 选择项目“Shared-Device-2”的网络视图或设备视图中的接口模块。
- 在巡视窗口中选择“共享设备”(Shared device) 区域。
将显示一个表格，显示可访问所有已组态模块的各个模块或子模块的 CPU。
- 从“Shared-Device-1”项目 (PLC1) 中，为将位于 CPU 地址范围内的所有模块和子模块选择设置“---”。
- 最后，检查两个项目中每个模块或子模块的访问权设置是否“完整”。即，如果在某个项目中本地 CPU 可访问，则另一个项目中需设置选项“---”，反之亦然。

特殊注意事项：PROFINET 接口和端口的选项“---”使相关的参数为只读，无法更改。PROFINET 接口的参数和端口参数只能在其 PROFINET 接口分配给本地 CPU 的项目中编辑。无论怎样，两个项目中的端口都可以互连。

- 检查是否为所有项目中的共享设备设置了相同的 IP 地址参数和设备名称。

检查是否在所有项目中为连接共享设备的子网设置了相同的 S7 子网 ID（子网属性，巡视窗口中的“常规”(General) 区域）。

说明

如果更改共享设备：请在共享设备上的每个项目中进行同样的更改。确保仅一个 IO 控制器有权访问模块或子模块。

操作步骤 - 调整实时设置

为确保所有 IO 控制器和共享设备使用适当的发送时钟运行，并确保根据通信负载正确计算更新时间，必须调整并检查以下设置：

1. 选择其 IO 控制器有权访问 PROFINET 接口和共享设备端口的项目。
2. 在网络视图中选择共享设备的接口模块。
3. 在巡视窗口中，导航至“PROFINET 接口 > 高级选项 > 实时设置 > IO 周期”(PROFINET interface > Advanced options > Real time settings > IO cycle) 区域。
4. 在“共享设备”(Shared Device) 区域中，设置项目外部 IO 控制器的数目。最大数目取决于 IO 设备（在 GSD 文件中指定）。
5. 必须为每个有权访问共享设备的模块或子模块的 IO 控制器设置相同的发送时钟：
 - 如果使用 STEP 7 (TIA Portal) 组态 IO 控制器：

打开相应的项目。

选择 IO 控制器的 PROFINET 接口。

在巡视窗口中选择“高级选项 > 实时设置 > IO 通信”(Advanced options > Real-time settings > IO communication) 区域，并设置共享的发送时钟。
 - 如果使用其它工程组态工具组态 IO 控制器：

在 STEP 7 (TIA Portal) 中选择共享设备的 PROFINET 接口，并在共享设备上读出发送时钟（“高级选项 > 实时设置”(Advanced options > Real-time settings) 区域）

在工程组态工具中输入读取发送时钟。
 - 特殊注意事项：如果在 STEP 7（TIA Portal 或 V5.5）中组态有权访问共享设备的**所有** IO 控制器，则可以在 IO 控制器上设置比共享设备支持的发送时钟更短的发送时钟（发送时钟调整）。

编译和加载

必须编译不同 IO 控制器的组态，并将其一个接一个地加载到 CPU。

由于对单独项目进行分布式组态，在访问参数分配错误时，STEP 7 不输出一致性错误。

访问参数分配错误的示例：

- 多个 IO 控制器可以访问同一个模块
- IP 地址参数或发送时钟不同

操作之前不会显示这些错误，且这些错误将输出为组态错误。

说明

在组态加载到 IO 控制器中后，未分配的模块或子模块将保持其当前的参数设置状态，以确保与其它 IO 控制器的参数设置相互独立。

5.3.3 将智能设备组态为共享设备

下文中介绍了如何使用 STEP 7 V13 或更高版本将 S7-1500 组态为智能设备，并作为共享设备在两个项目中使用。

对于不同的 IO 控制器系列，通常也可以使用不同工程组态工具进行“分布式”组态。以下操作步骤基于 STEP 7 V13，仅限于组态两个 S7-1500 系列 IO 控制器，这两个 IO 控制器将共享智能设备（作为共享设备）的传输区。智能设备本身也是一个 S7-1500 CPU。

使用每个 IO 控制器创建了三个项目（PLC-I-Device、PLC_1 和 PLC_2）。

PLC-I-Device 用于组态智能设备。PLC-I-Device 的 PROFINET GSD 变量在 PLC_1 和 PLC_2 项目中用于指定相应上位 IO 控制器的传输区。

共享智能设备概念

在介绍“共享智能设备”概念时，需要对两个角色进行说明：

- “制造商”角色（例如机器制造商）：制造商组态执行特定自动化任务的智能设备并对其编程。传送区被定义为机器操作员的 I/O 接口。这些传送区可以分配给不同的 IO 控制器。为了连接上位 IO 控制器，制造商提供有 PROFINET GSD 文件以及可访问智能设备的传输区。
- “操作员”角色：操作员在组态 PROFINET IO 系统时使用智能设备作为 PROFINET GSD 变量，并指定 IO 控制器用于访问传送区的 I/O 地址。

制造商视图

向用作智能设备的 S7-1500 CPU 分配以下参数：集中式和分布式 I/O、所需要的传送区、访问该智能设备的 IO 控制器数量（对于共享设备，该值始终大于 1！）。

特殊注意事项：智能设备的组态不带上位 IO 控制器。因此在创建用户程序以从传送区编辑地址时，仅传送区的本地 I/O 地址可用（=“智能设备中的地址”）。除了与上位 IO 控制器的连接外，完全组态的智能设备将装载到 S7-1500 CPU。

用户可以从智能设备组态导出 PROFINET GSD 文件。



图 5-26 将智能设备导出为 GSD 文件

操作员视图

必须在使用该共享智能设备组态 PROFINET IO 系统时相关的所有工程组态系统中，安装从智能设备组态创建的 PROFINET GSD 文件。如果在使用该智能设备的地方都使用 STEP 7 V13 组态，那么在 STEP 7 中安装 GSD 文件即可。

可以在相关项目的 PROFINET IO 系统中将智能设备组态为一个 GSD 变量。在 STEP 7 V13 中，安装后该智能设备位于“其它现场设备 > PROFINET IO > PLC 与 CP”(Other field devices > PROFINET IO > PLCs & CPs) 下。

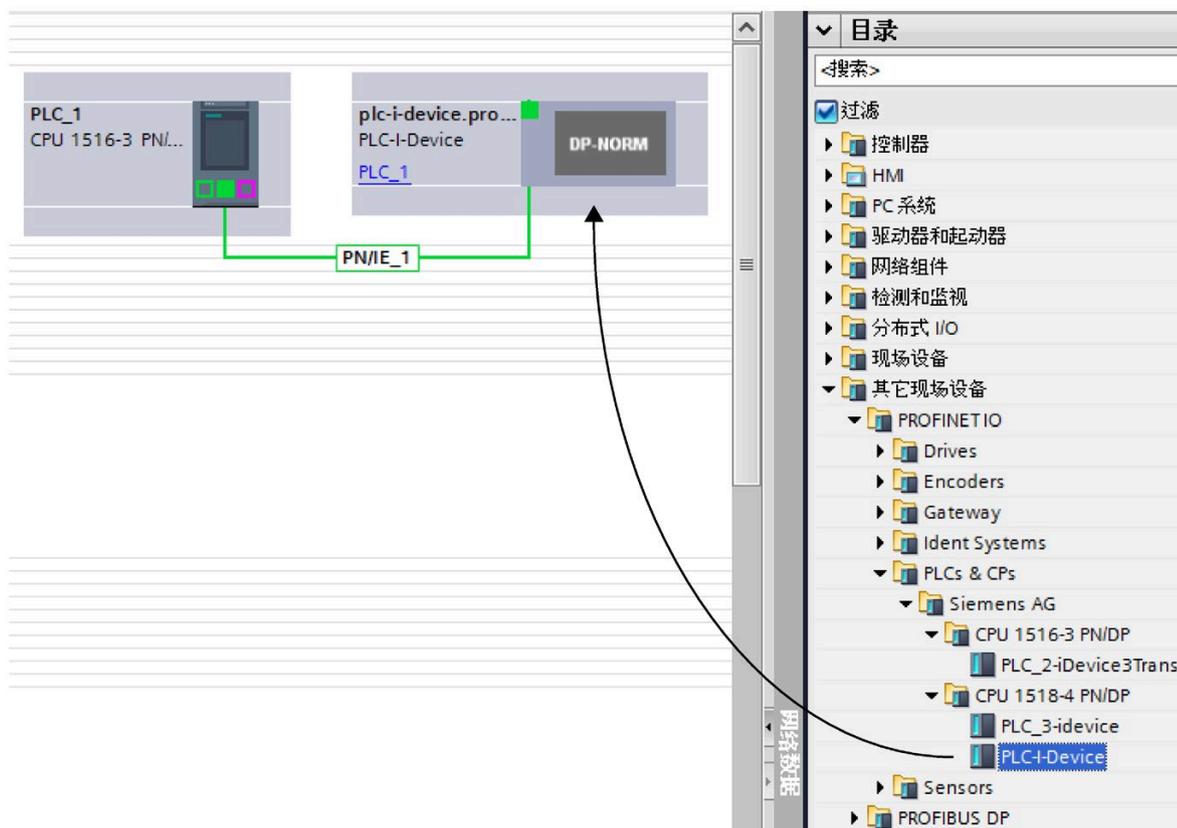


图 5-27 将智能设备组态为 GSD 文件

5.3 共享设备

在每个相关项目中，将定专门分配给上位 IO 控制器的传输器（默认设置：全部）。可以将其它传送区设置为“---”（不分配）。进行该设置后，本地 IO 控制器将无法访问此传送区，因而可将其分配给另一个项目中的其它 IO 控制器。

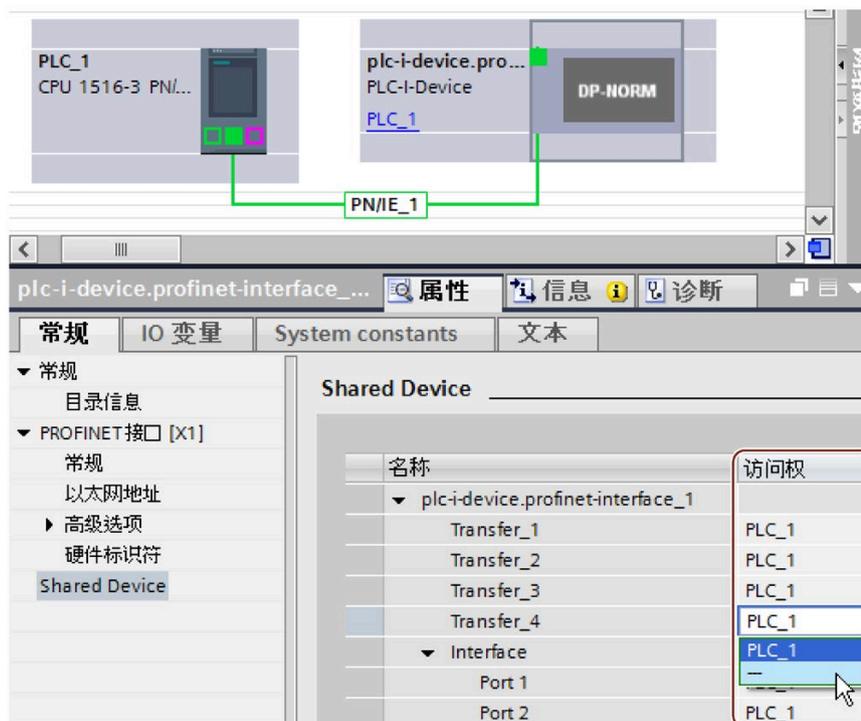


图 5-28 设置对共享智能设备的访问。

用户可以通过设备总览中的 IO 控制器视图调整地址。要打开设备总览，请双击智能设备。

设备概览									
模块	机架	插槽	I 地址	Q 地址	类型	固...	...	访问	
plc-i-device.profinet-interfac...	0	1		256	PLC-I-Device	6...	V1.5		
Transfer_1	0	1 1000		256	Transfer_1			PLC_1	
Transfer_2	0	1 1001		100	Transfer_2			PLC_1	
Transfer_3	0	1 1002	256		Transfer_3			PLC_1	
Transfer_4	0	1 1003			Transfer_4			---	
Interface	0	1 X1			plc-i-device....			PLC_1	

图 5-29 设备总览视图中传输区的 I/O 地址

要求

- STEP 7 V13 及更高版本

操作步骤 - 创建 PLC-I-device 项目

要使用共享智能设备创建项目，请按以下步骤操作：

1. 启动 STEP 7。
2. 创建一个名为“PLC-I-device”的新项目。
3. 从网络视图的硬件目录中，例如，插入一个 CPU 1518-4 PN/DP。指定名称“PLC-I-device”。
4. 双击 IO 设备并组态所有必需的模块及子模块。

5. 分配模块参数。

特别是，必须在 PROFINET 接口 [X1] 的区域中对 CPU 进行以下设置：

- 在“操作模式”(Operating mode) 区域中启用“IO 设备”(IO device) 选项。
- 在“操作模式”>“智能设备组态”(“Operating mode” > “I-device configuration”) 区域中组态传送区。“IO 控制器中的地址”(Address in IO controller) 列仍为空，这是因为未分配 IO 控制器。

注：要将输入区改为输出区或相反，则需导航至相应传送区的区域。

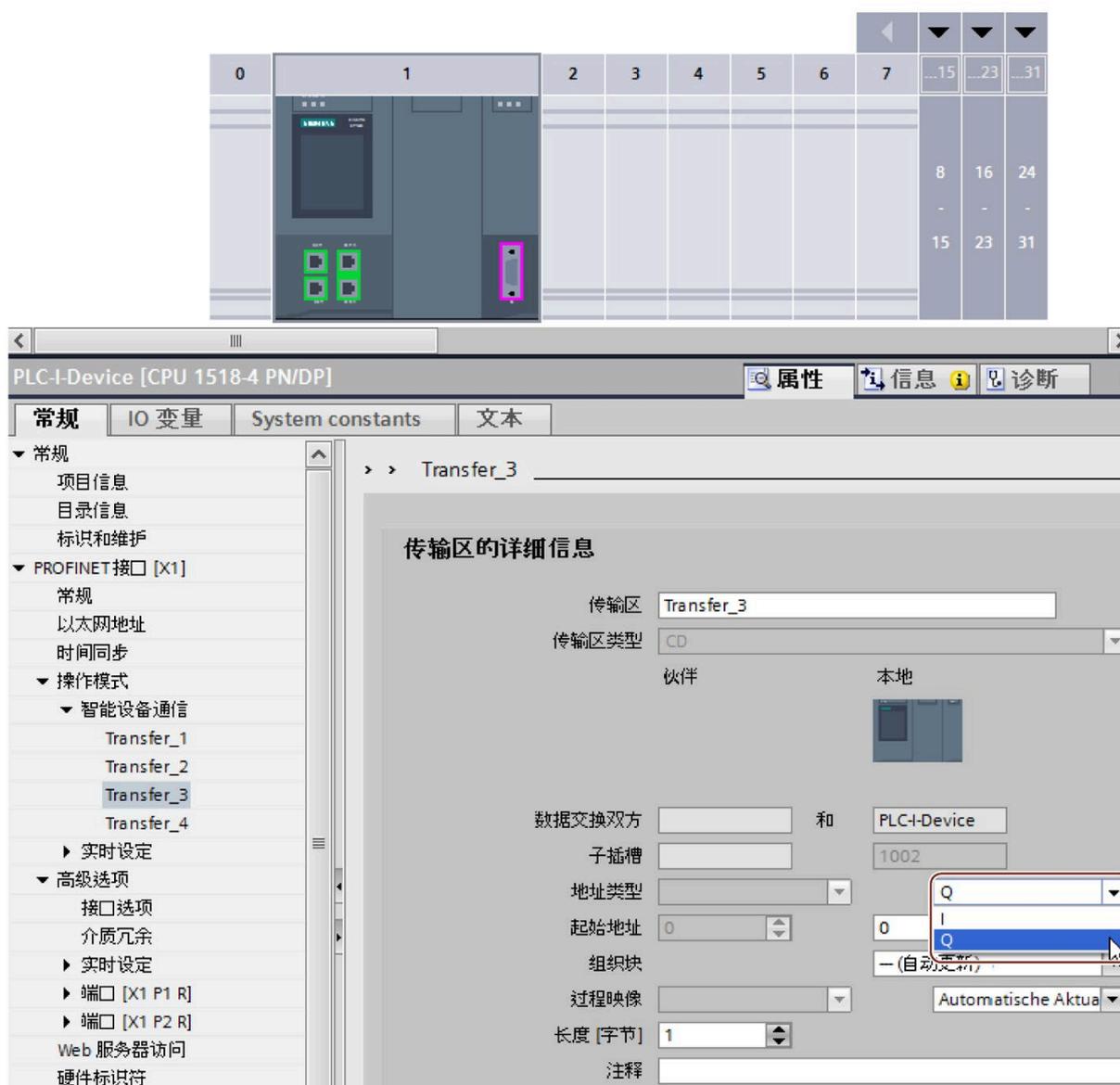


图 5-30 更改传输区的地址类型

- 选择将在运行期间访问共享智能设备的 IO 控制器的数量（至少为 2）（“操作模式 > 实时设置”("Operating Mode > Real time settings") 区域，“共享设备”(Shared Device) 区域）。

6. 保存项目。

7. 单击“导出”(Export) 按钮（“模式”>“智能设备组态”("Mode" > "I-device configuration") 区域，“导出通用站描述文件”(Export general station description file (GSD)) 部分）。

例如，如果不更改“导出”(Export) 对话框中的名称，GSD 文件则采用“GSDML-V2.31-#Siemens-PreConf_PLC-I-Device-20130925-123456”格式的名称。

操作步骤 - 创建 PLC_1 项目

要使用共享智能设备创建第一个项目，请按以下步骤操作：

1. 启动 STEP 7。
2. 通过导出智能设备 CPU (PLC-I-Device) 安装 PROFINET GSD 文件。
3. 创建名为“PLC_1”的新项目。
4. 在网络视图中，例如，插入一个 CPU 1516-3 PN/DP。该 CPU 的名称应为“PLC_1”。
5. 从硬件目录插入智能设备（硬件目录：其它现场设备 > PROFINET IO > PLC 与 CP (Other field devices > PROFINET IO > PLCs & CPs)）。
6. 将 IO 控制器“PLC_1”分配给智能设备。
7. 在智能设备的属性中，选择“共享设备”(Shared Device) 区域。
在表中，所有传送区和 PROFINET 接口都分配给本地 IO 控制器 (PLC_1)。
8. 定义 PLC_1 CPU 不应访问的传送区。为这些区域选择“---”条目。这些传送区是为 PLC_2 提供的。
9. 保存项目。

操作步骤 - 创建 PLC_2 项目

要使用共享智能设备创建第二个项目，请按以下步骤操作：

1. 再次启动 STEP 7。

将打开 STEP 7 的一个新实例。

2. 在新实例中，创建一个名为“PLC_2”的新项目。
3. 在网络视图中，例如，插入一个 CPU 1516-3 PN/DP。指定名称“PLC_2”。
4. 从硬件目录插入智能设备（硬件目录：其它现场设备 > PROFINET IO > PLC 与 CP (Other field devices > PROFINET IO > PLCs & CPs)）。
5. 将 IO 控制器“PLC_2”分配给智能设备。
6. 就如同在 PLC_1 项目中一样，调整对传送区的访问权。确保没有重复的分配结果。
7. 调整子网和 PROFINET 接口的参数。因为共享智能设备涉及到不同项目中的相同设备，所以这些数据必须匹配。
8. 保存项目。

两个项目现在有同样组态的共享智能设备。在下一步中，仍然应在不同的项目中检查 IO 控制器访问权和 PROFINET 接口的参数。

总结 - 为访问共享设备分配参数

传送区可以自动分配给本地 IO 控制器。要更改分配情况，请按以下步骤操作：

1. 单击“PLC_1”项目的网络视图中的“PLC_I-Device”设备，并选择“共享设备”(Shared Device) 区域。
2. 将会出现一张表，显示有权访问每个已组态传送区的 CPU。默认设置是本地 CPU 有权访问所有模块和子模块。
3. 保持仍保留在本地 CPU 地址范围内的所有传送区的设置“PLC_1”

从“PLC_2”项目中，为将位于“PLC_2”CPU 地址范围内的所有传送区选择设置“---”。即，项目外的 IO 控制器也可访问传送区。

4. 对于其余项目，使用相同的步骤。

5. 最后，检查两个项目中每个模块或子模块的访问权设置是否“完整”。即，如果在某个项目中本地 CPU 可访问，则另一个项目中需设置选项“---”，反之亦然。

特殊注意事项：PROFINET 接口和端口的选项“---”使相关的参数为只读，无法更改。

PROFINET 接口的参数和端口参数只能在其 PROFINET 接口分配给本地 CPU 的项目中编辑。无论怎样，两个项目中的端口都可以互连。

6. 检查是否为所有项目中的共享设备设置了相同的 IP 地址参数和设备名称。

检查是否在所有项目中为连接共享设备的子网设置了相同的 S7 子网 ID（子网属性，巡视窗口中的“常规”(General) 区域）。

说明

如果更改智能设备（例如，更改传送区的数量或长度）：

再次将智能设备导出为 GSD 文件。在每个使用智能设备作为共享设备的项目中重新安装 GSD 文件。确保仅一个 IO 控制器可访问传送区。

操作步骤 - 调整实时设置

为确保所有 IO 控制器和共享设备使用适当的发送时钟运行，并确保根据通信负载正确计算更新时间，必须调整并检查以下设置：

1. 必须为每个有权访问共享设备的模块或子模块的 IO 控制器设置相同的发送时钟：

- 如果使用 STEP 7 (TIA Portal) 组态 IO 控制器：

打开相应的项目。

选择 IO 控制器的 PROFINET 接口。

在巡视窗口中选择“高级选项 > 实时设置 > IO 通信”(Advanced options > Real-time settings > IO communication) 区域，并设置共享的发送时钟。

- 如果使用其它工程组态工具组态 IO 控制器：

在 STEP 7 (TIA Portal) 中选择共享设备的 PROFINET 接口，并在共享设备上读出发送时钟（“高级选项 > 实时设置”(Advanced options > Real-time settings) 区域）

在工程组态工具中输入读取发送时钟。

- 特殊注意事项：如果在 STEP 7（TIA Portal 或 V5.5）中组态有权访问共享智能设备的所有 IO 控制器，则可以在 IO 控制器上设置比共享设备支持的发送时钟更短的发送时钟（发送时钟调整）。

编译和加载

必须编译不同 IO 控制器的组态，并将其一个接一个地加载到 CPU。

由于对单独项目进行分布式组态，在访问参数分配错误时，STEP 7 不输出一致性错误。

访问参数分配错误的示例：

- 多个 IO 控制器可以访问同一个模块
- IP 地址参数或发送时钟不同

操作之前不会显示这些错误，且这些错误将输出为组态错误。

说明

在组态加载到 IO 控制器中后，未分配的模块或子模块将保持其当前的参数设置状态，以确保与其它 IO 控制器的参数设置相互独立。

5.3.4 模块内部共享输入/共享输出 (MSI/MSO)

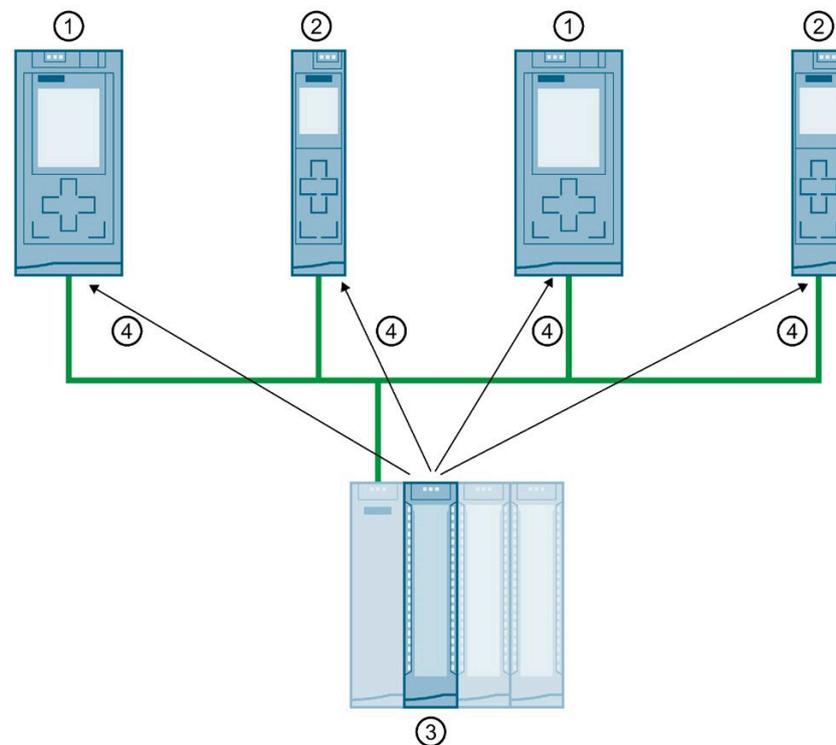
简介

在本章节中，介绍了 PROFINET 上所操作模块的模块内部共享输入/共享输出 (MSI/MSO) 功能。

模块内部共享输入/共享输出功能

通过模块内部共享输入 (MSI) 功能，输入模块可将其输入数据最多提供给 4 个 IO 控制器。每个控制器都具有对相同通道的读访问权。

下图显示了 MSI 功能。



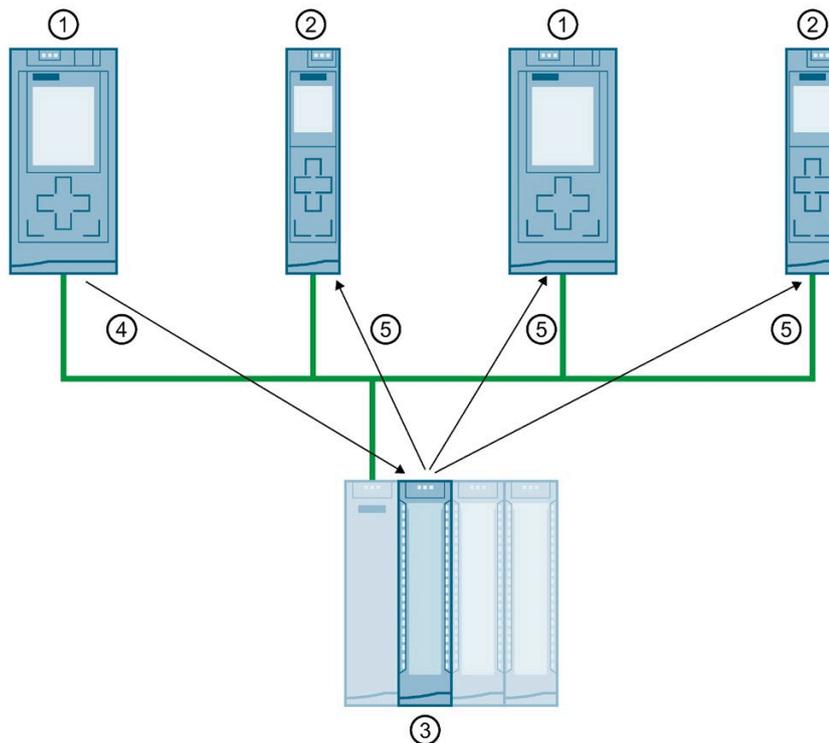
- ① CPU 1516-3 PN/DP 作为 IO 控制器
- ② CPU 1511-1 PN 作为 IO 控制器
- ③ 带 MSI 的输入模块
- ④ 输入模块的输入通道的读访问权
- ⑤ I/O 模块通道的写访问权 (仅限 MSO)

图 5-31 使用 MSI 时的组态示例

5.3 共享设备

通过模块内部共享输出 (MSO) 功能，输出模块可将其输出数据最多提供给 4 个 IO 控制器。IO 控制器具有输出模块的通道写访问权。另外，还允许最多 3 个 IO 控制器具有这些通道的读访问权。

下图显示了 MSO 功能。



- ① CPU 1516-3 PN/DP 作为 IO 控制器
- ② CPU 1511-1 PN 作为 IO 控制器
- ③ 带 MSO 的输出模块
- ④ 输出模块的输出通道的写访问权
- ⑤ 输出模块的输出通道的读访问权

图 5-32 使用 MSO 时的组态示例

MSI/MSO 的优势

模块内部共享输入/共享输出 (MSI/MSO) 提供以下优势：

- 在多个 CPU 中进行实时数据采集
- 通过节省所需的额外 IO 设备和模块，降低成本
- 通过节省所需的额外 IO 设备和模块，降低空间需求
- 由于无需 CPU-CPU 通信，降低了通信负载
- 对于 CPU-CPU 通信，无需进行额外的编程

使用 MSI/MSO 的要求

请注意以下要求：

- MSI/MSO 仅用于 PROFINET IO
- 组态软件：STEP 7 (TIA Portal) V12 SP1 及更高版本（带有 GSD 文件）；从 V13 开始，模块集成在硬件目录中。
- IM 155-5 PN ST 接口模块和这些模块都支持固件版本最低为 V2.0.0 的 MSI/MSO。

使用 MSI/MSO 的约束条件

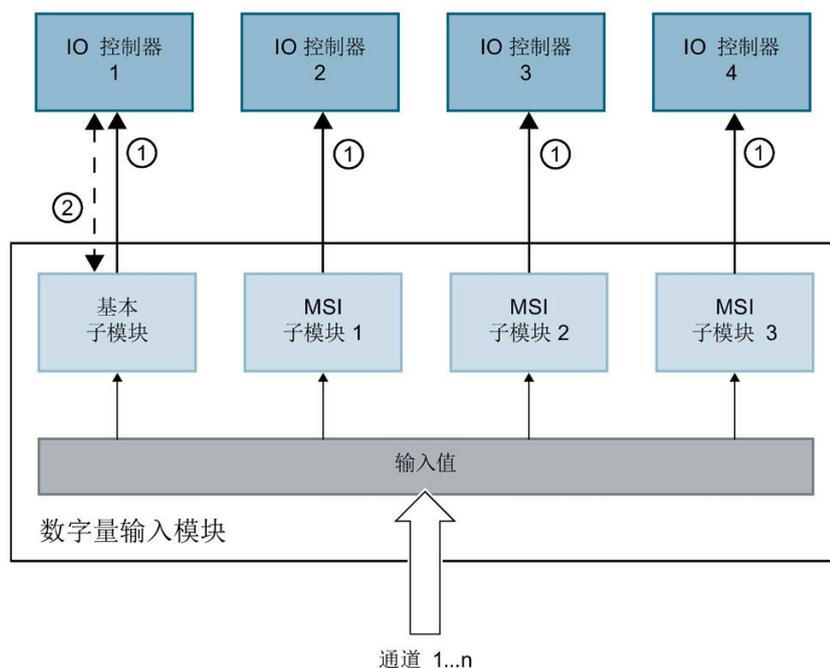
请注意以下约束条件：

- MSI/MSO 不能用于模块组。
- 带有 MSI/MSO 的模块无法在等时同步模式下运行。
- IO 控制器的最大数量取决于接口模块。有关接口模块可支持的 IO 控制器数量，请参见相应接口模块的使用手册。

MSI 子模块

所有通道的输入值在输入模块的 MSI 组态期间都会复制到一个基本子模块和最多三个其它 MSI 子模块中。这样，模块通道在基本子模块和 MSI 子模块中具有完全相同的输入值。当在共享设备中使用模块时，可将 MSI 子模块分配给最多 3 个 IO 控制器。每个 IO 控制器都具有对相同通道的读访问权。

下图显示了具有基本子模块和三个 MSI 子模块的数字量输入模块。每个子模块分配给一个 IO 控制器。可由 IO 控制器 1 通过基本子模块执行该数字量输入模块的诊断和参数分配。



- ① 读访问权
- ② 参数分配和系统诊断

图 5-33 带有 MSI 子模块的 DI 模块

值状态 (Quality Information, QI)

值状态的含义取决于所在的子模块。

对于基本子模块（第一个子模块），值状态为“0”表示值不正确。

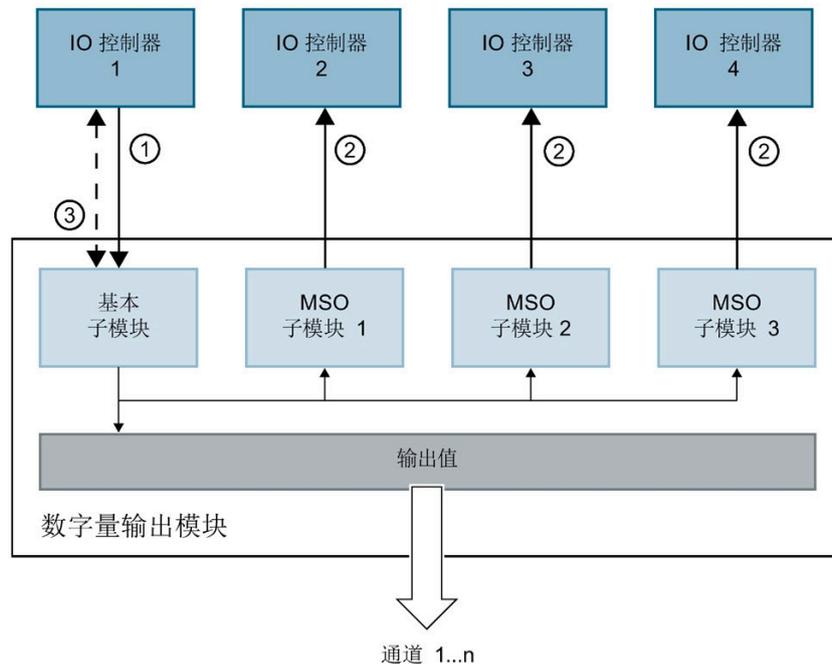
对于 MSI 子模块（第二到第四个子模块），值状态为“0”表示值不正确或基本子模块尚未组态（未就绪）。

MSO 子模块

在输出模块的 MSO 组态期间，模块的全部通道的输出值会从基本子模块复制到最多三个其它 MSO 子模块中。这样，模块通道在基本子模块和 MSO 子模块中具有完全相同的值。当在共享设备中使用模块时，可将 MSO 子模块分配给最多 3 个 IO 控制器。

- 基本子模块分配到的 IO 控制器具有模块输出的写访问权。因此基本子模块占用 IO 控制器的过程映像中的输出地址。
- MSO 子模块分配到的 IO 控制器具有模块输出的读访问权。因此 MSO 子模块占用 IO 控制器的过程映像中的输入地址。

下图显示了具有基本子模块和三个 MSO 子模块的数字量输出模块。每个子模块分配给一个 IO 控制器。可由 IO 控制器 1 通过基本子模块执行该数字量输出模块的诊断和参数分配。



- ① 写访问
- ② 读访问权
- ③ 参数分配和系统诊断

图 5-34 带有 MSO 子模块的 DQ 模块

值状态 (Quality Information, QI)

值状态的含义取决于所在的子模块。

对于基本子模块（第一个子模块），值状态为“0”表示值不正确。

对于 MSO 子模块（第二到第四个子模块），值状态为“0”表示值不正确或发生以下某种错误：

- 基本子模块参数尚未分配（未就绪）。
- IO 控制器与基本子模块间的连接已中断。
- 基本子模块的 IO 控制器处于 STOP 或 POWER OFF 状态。

组态带有 MSI/MSO 子模块的 I/O 模块**要求**

- 组态软件 STEP 7 V13 及以上版本
- IO 设备支持 MSI/MSO（如，IM 155-5 PN ST 固件版本 V2.0.0 及以上版本）

操作步骤

1. 在 STEP 7 的网络视图中，插入接口模块 IM 155-5 PN ST V2.0 及以上版本。
2. 双击 IO 设备。

现在将打开设备视图。

3. 将硬件目录中的 I/O 模块放入相应的插槽中。
4. 将 MSI/MSO 子模块添加到 I/O 模块中：
 - 输入模块：在“共享设备的模块副本 (MSI)”(Copy of module for Shared Device (MSI)) 区域中，在“模块参数 > DI 组态”(Module parameters > DI configuration) 或“AI 组态”(AI configuration) 中，选择 MSI 子模块的数目。
 - 输出模块：在“共享设备的模块副本 (MSO)”(Copy of module for Shared Device (MSO)) 区域中，在“模块参数 > DQ 组态”(Module parameters > DQ configuration) 或“AW 组态”(AW configuration) 中，选择 MSO 子模块的数目。



图 5-35 组态带有 MSI/MSO 的 I/O 模块

将 MSI/MSO 子模块分配给 IO 控制器

可以将共享设备中的子模块分配给 IO 控制器。

有关详细信息，请参见组态共享设备 (页 161)。

组态访问共享设备和模块内部共享的 I/O (MSI /MSO) 功能

有关共享设备和 STEP 7 中的 MSI /MSO 功能的访问方式，请参见该常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109736536>)。

5.4 介质冗余性（环形拓扑）

为了提高具有光纤或电气线形总线型拓扑结构的工业以太网的网络可用性，可以通过将终端设备连接在一起，将线性总线型拓扑转换为环形拓扑。

环型拓扑中的介质冗余性

环形拓扑结构中的设备可以是 IO 设备、IO 控制器、外部交换机和/或通信模块的集成交换机。

若要建立具有介质冗余性的环形拓扑结构，需要在一个设备中将线形总线型拓扑结构的两个自由端接在一起。将线形总线型拓扑结构闭合以形成一个环型网络可通过环网中某个设备的两个端口（环网端口）来完成。生成的环网中的一个设备将承担冗余管理器的角色。环网中的所有其它设备均为冗余客户端。

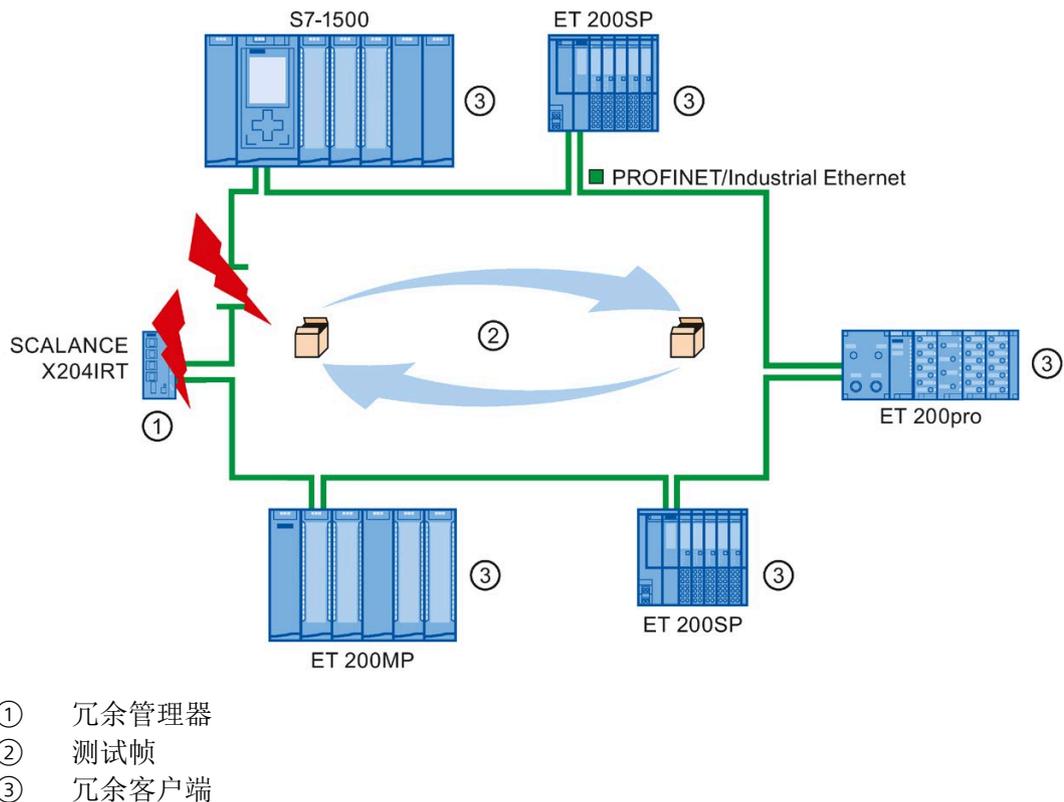


图 5-36 环型拓扑中的介质冗余性

设备的环网端口用于建立与环形拓扑结构中两个相邻设备的连接。可在相关设备的组态中来选择和设置环网端口（如果可能，也可以预设）。

在环网拓扑中如何实现介质冗余

如果环网中任何一点断开，则将自动对各个设备之间的数据路径重新组态。重新组态之后，设备可以再次使用。

在冗余管理器中，两个环网端口之一将被阻止为正常通信而进行的不间断网络运行，这样就不会将数据帧循环。对于数据传输而言，该环型拓扑就是一种线形总线型拓扑。冗余管理器监视环网中是否有中断。为此，测试帧不仅只从环网端口 1 中发出，同时也会从环网端口 2 中发出。测试帧将在环网的两个方向上同时传输，直到到达冗余管理器的另一个环网端口。

两个设备之间的连接断开或环网中的某个设备发生故障，都会引起环网中断。

如果冗余管理器的测试帧在环网中断期间不再能到达另一个环网端口，冗余管理器就会连接它的两个环网端口。这个替代路径以线形总线型拓扑结构的形式再次恢复所有其余设备之间的正常连接。

从环网中断到恢复正常运行的线形总线型拓扑结构的时间称为重新组态时间。

中断消除后，冗余管理器将再次禁用其中一个环网端口。冗余客户端将收到更改通知，并重新使用连接其它设备的原路径。

介质冗余方法

SIMATIC 中采用的标准介质冗余机制为 MRP（介质冗余协议，典型重新组态时间为 200 ms。每个环网最多支持 50 个设备。

此外，还支持实时介质冗余进程 MRPD (Media Redundancy with Planned Duplication of frames)。

5.4.1 介质冗余协议 (MRP)

介质冗余协议 (MRP)

“MRP”进程采用 IEC 62439-2 标准中指定的介质冗余协议 (MRP)。

要求

- 环网中的所有设备都支持 MRP 功能。
- 根据以下拓扑规则进行编译。在编译过程中，STEP 7 将监视这些规则的兼容性，且输出相应的报警。

拓扑

在以下示意图中，显示了使用 MRP 的环网时可能的设备拓扑结构。椭圆线框起的设备位于冗余域中。

使用介质冗余协议 (MRP) 的环形拓扑结构示例：

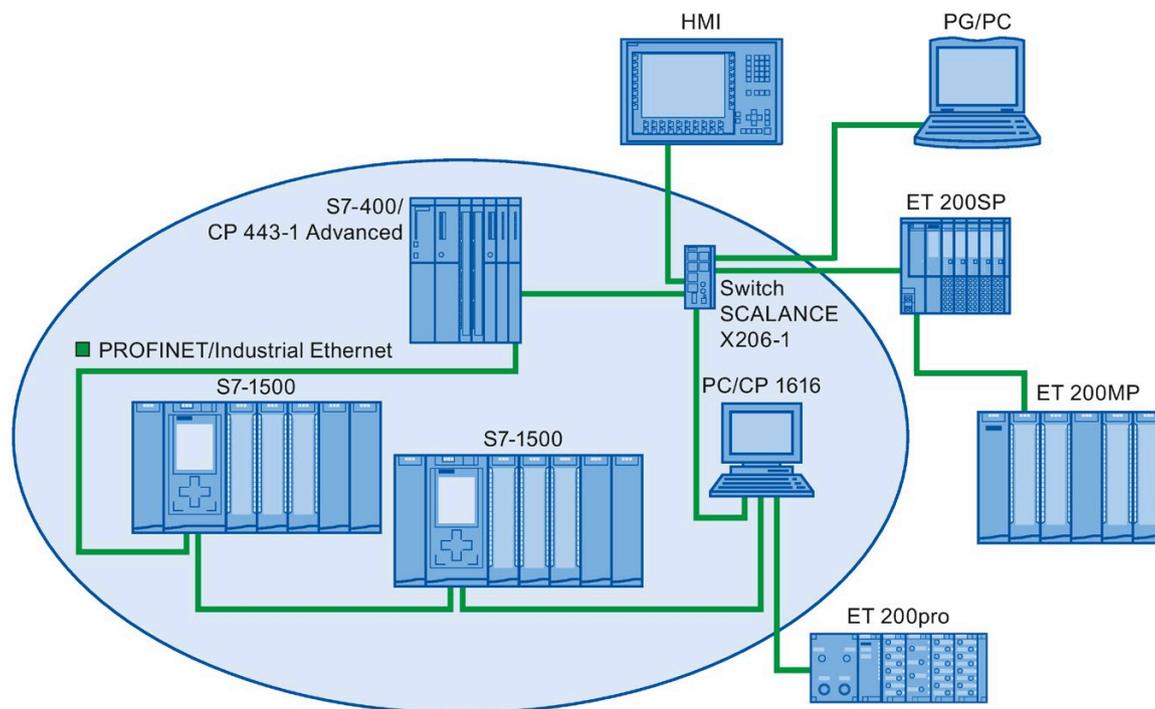


图 5-37 使用介质冗余协议 (MRP) 的环形拓扑结构示例：

以下规则适用于使用 MRP 的介质冗余环网拓扑结构：

- 所有设备必须通过环网端口进行互连。
- 环网中的所有设备属于同一冗余域。
- 环网中的某个设备可用作冗余管理器。
 - 仅一台设备才能拥有“管理器”(Manager) 角色。其它所有设备都不能具有“管理器”(Manager) 角色。或
 - 环网中的一个或多个设备具有“管理器（自动）”(Manager (auto)) 角色具有“管理器（自动）”角色的设备相互协商，确定可作为冗余管理器角色的设备。此时，其它设备将不再为“管理器”(Manager) 角色。
- 环网中的所有其它设备均为冗余客户端。
- 在一个环网中，最多可连接 50 台设备。

可通过 SCALANCE X 交换机或带有 CP 1616 的 PC 将不符合 MRP 的设备连接到环网。

有关加载 MRP 域中设备的规则

加载 MRP 域中的设备时，如果 MRP 组态无效，则将导致帧循环并发生网络故障。

示例：更改多个设备的 MRP 角色，并将组态加载到相关设备中。组态设置可能与上文中指定的角色矛盾。如，环网中可能同时存在具有“管理员”和“管理员（自动）”角色的设备。

为确保无效的 MRP 组态不会导致网络出现故障，在加载前应断开环网。

请按以下步骤进行操作：

1. 断开环网。
2. 将项目中正确且一致的 MRP 组态加载到所有相关设备中，并确保设备位于数据交换模式（即，建立应用关系 (AR)）。
3. 连接环网。

限制条件

MRP 和 RT

可使用 MRP 来实现 RT 操作。

说明

如果环网的重新组态时间大于 IO 设备的所选响应监视时间，则 RT 通信中断（站故障）。这就是要为 IO 设备选择足够长的响应监视时间的原因。

MRP 和 IRT

IRT 模式不能与 MRP 一起使用。

如果要在环网中同时使用介质冗余和 IRT 功能，则只能使用支持 MRPD 的设备。

MRP 和 TCP/IP（TSEND、HTTP、...）

可实现使用 MRP 的 TCP/IP 通信，这是因为可重新发送丢失的数据包（如果合适）。

MRP 与优先化启动

如果在环网中组态 MRP，则无法在相关设备上的 PROFINET 应用程序中使用“优先启动”功能。

如果要使用“优先启动”功能，则必须在组态中禁用 MRP（该设备也可能不是环网的一部分）。

有关 S7-1500R/H 的信息

有关 S7-1500R/H 冗余系统中介质冗余方法 MRP 的信息，请参见“组态 S7-1500R/H 冗余系统上的 PROFINET IO (页 314)”部分。

应用示例：读取用户程序中的 MRP 状态。

使用“LPNDR”块库中的“LPNDR_ReadMRPState”函数块，可确定各程序中 MRP 环网的状态。该块将读取 PROFINET 设备（MRP 管理器）中的 MRP 信息并输入该状态。

有关“LPNDR”块库及其相应的文档，请参见“应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109753067>)”。

5.4.2 组态介质冗余

组态 MRP

要在 STEP 7 中创建带有 MRP 功能的 PROFINET IO 组态，请按以下步骤操作：

1. 在拓扑视图中，通过端口互连构建一个环网。首先将设备互连到一个线形拓扑结构中。连接线形拓扑结构中最后一个设备中未分配的端口与第一个设备中未分配的端口。以下示例显示了一个 CPU 1516-3 PN/DP 和两个接口模块 IM 155-6 PN HF，并在 STEP 7 的拓扑视图中互连为一个环网。

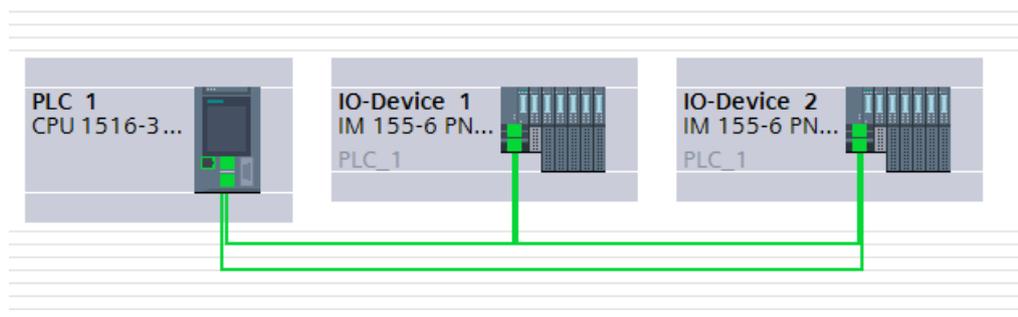


图 5-38 组态介质冗余

2. 在网络视图中，选择 PROFINET IO 系统。
3. 在巡视窗口中，浏览到“环网互连”(Ring interconnections) 域中的“属性 > 常规 > PROFINET > 环网互连 > MRP 域”(Properties > General > PROFINET > MRP domains)。该域显示了 IO 系统中的所有拓扑环网和相关 MRP 域。

4. 在“环网互连”(Ring interconnections) 域中，选择生成的环网。
下表列出了环网中的所有 PROFINET 设备。
5. 在 MRP 角色列中，为 PROFINET 设备设置介质冗余角色。

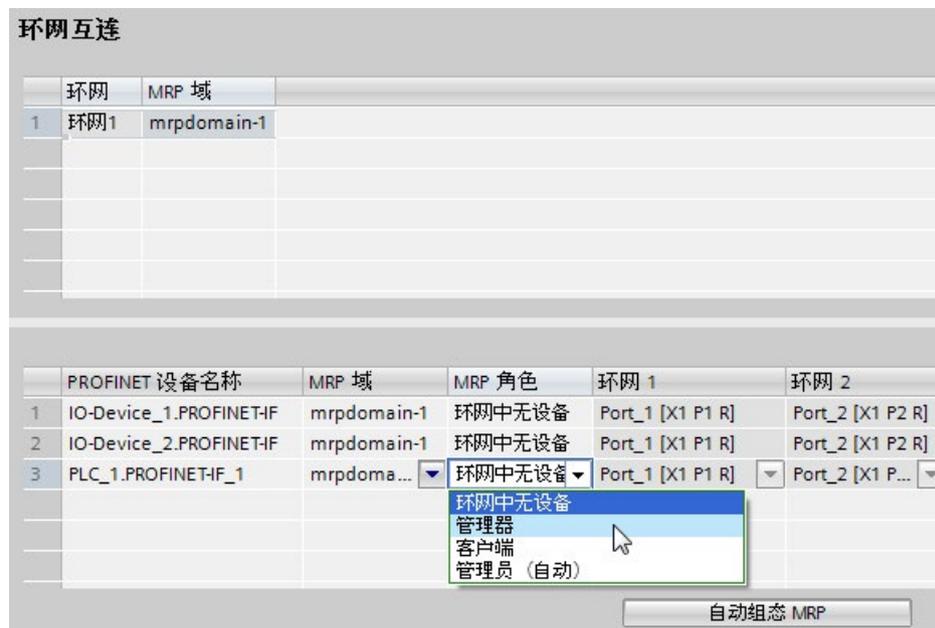


图 5-39 MRP 域

MRP 自动组态

在环网中，可为 PROFINET 设备自动分配介质冗余角色。

要自动分配介质冗余角色，可单击“自动组态 MRP”(Configure MRP automatically)。STEP 7 将自动为环网中的每个设备分配介质冗余角色。完成自动 MRP 组态后，可在“MRP 角色”(MRP role) 列中修改介质冗余角色。

“介质冗余”设置选项

介质冗余角色

根据所用的设备，可使用“管理器”(Manager)、“管理器 (自动)”(Manager (auto))、“客户端”(Client) 和“非环网中设备”(Not device in the ring) 角色。

规则：

- 环网必须刚好具有一个“管理器”(Manager) 角色的设备。不再允许有其它设备具有“管理器”(Manager) 或“管理器 (自动)”(Manager (auto)) 角色。其它所有设备只能具有“客户端”(Client) 角色。
- 如果环网中没有“管理器”(Manager) 角色的设备，则必须至少有一个“管理器 (自动)”(Manager (auto)) 角色的设备。“客户端”(Client) 角色的设备数量不受限制。
- MRP 域的管理器和客户端可在不同的项目中组态。在不带管理器的项目中，为确保组态可编译，则需选择“项目外的冗余管理器”(Redundancy manager outside the project) 选项。在多环网组态中，各 MRP 域的选项设置需相同。

环网端口 1/环网端口 2

一次选择一个要组态为环网端口 1 或环网端口 2 的端口。在下拉列表框中，显示了各种设备类型可选择的端口。如果在出厂前设置了端口，此域将不可用。

如果要使用单步调试模式，则需在 STEP 7 中使用预设的环网端口。

诊断中断

如果 MRP 状态的诊断中断将在本地 CPU 中输出，请选中“诊断中断”(Diagnostic interrupts) 复选框。可组态以下诊断中断：

- 布线或端口错误
环网端口的以下错误会产生诊断中断：
 - 相邻的环网端口不支持 MRP。
 - 环网端口连接到非环网端口。
 - 环网端口将连接到其它 MRP 域的环网端口。
- 中断/恢复 (仅冗余管理器)
 - 如果环网中断，则会生成诊断中断“环网断开 (传入)”(Ring open (incoming))。
 - 如果环网闭合，则生成诊断“环网断开 (传出)”(Ring open (outgoing))。

可通过对诊断错误中断 OB (OB 82) 内的对应响应进行编程，以响应用户程序中的这些事件。

参考

有关组态两个项目的常见 MRP 环网和拓扑的具体操作步骤，请参见“常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109741671>)”。

5.4.3 支持有计划帧复制的介质冗余（MRPD；不适用于 S7-1500R/H）

MRPD 扩展功能“支持有计划帧复制的介质冗余”(MRPD)

MRPD 扩展功能“支持有计划帧复制的介质冗余”(MRPD) 的优势在于，环网中的某台设备或线路发生故障时，其它所有设备可继续使用 IO 数据而不会发生中断且更新时间较短。

MRPD 基于 IRT 和 MRP。要实现短更新时间的介质冗余，环网中的 PROFINET 设备需双向发送数据。设备在两个环网端口接收数据，从而节省了重新组态时间。

MRPD 的介质冗余要求

- 环网中的所有设备必须支持 MRPD。如，接口模块 IM 155-6 PN HS 固件版本 V4.0 及以上版本。
- 环网中的所有设备均已组态 MRP。已为不在环网中的设备指定 MRP 角色“非环网中设备”(Not device in the ring)。
- 已为所有相关组件组态 IRT。

组态 MRPD

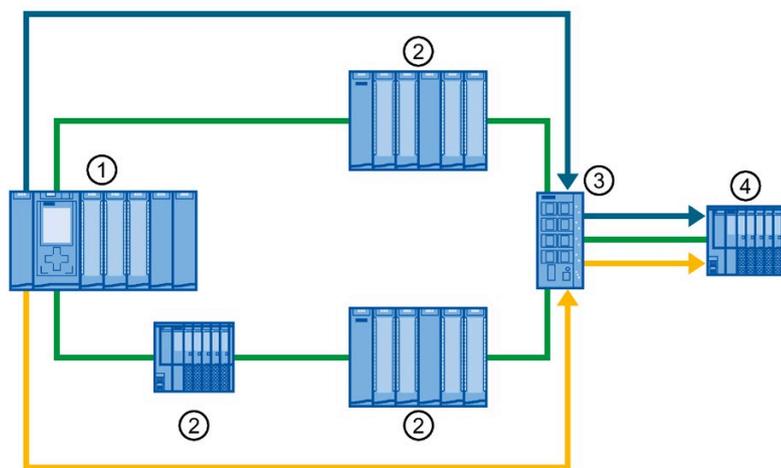
无需在 STEP 7 中显式激活 MRPD。满足 MRPD 的所有要求时，该功能将自动可用。

具有 MRPD 功能的 IO 设备的冗余等级

在 IO 设备的冗余等级中，指定了 IO 设备与相应 IO 控制器间发生断电时，实时通信受影响的程度。

- 完全冗余：无影响，因为 IO 控制器和 IO 设备位于同一环网中。
- 部分冗余：
 - 如果 IO 设备与 IO 控制器间的非冗余部分（线路）发生中断，则实时通信受到影响。
 - 如果中断发生在冗余部分（环网）上，则实时通信不受影响。
- 无冗余：IO 设备与 IO 控制器间无冗余通路，通信必受影响。

下图显示了带有 MRPD 的组态示例中 IO 设备的冗余等级。环网中包含三台设备，且交换机的冗余等级为“完全冗余”(Full redundancy)。设备 4 的冗余等级为“部分冗余”(Partial redundancy)，这是因为交换机和设备间的连接为无冗余。



- ① 环网中的 IO 控制器
- ② 环网中，冗余等级为“完全冗余”(Full redundancy) 的 IO 设备
- ③ 环网中，冗余等级为“完全冗余”(Full redundancy) 的交换机
- ④ 分支线路中冗余等级为“部分冗余”(Partial redundancy) 的 IO 设备

图 5-40 使用 MRPD 时的示例组态

下图显示了 STEP 7 中该组态示例的冗余等级。

IO 设备					
PROFINET 设备名称	RT 等级	同步角色	冗余等级	DPP 组	
plc_1.profinet interface_1	RT,I...	同步主站			
io-device_1	IRT	同步从站	完全冗余		
io-device_2	IRT	同步从站	完全冗余		
io-device_3	IRT	同步从站	完全冗余		
io-device_4	IRT	同步从站	部分冗余		
switch_1	IRT	同步从站	完全冗余		

图 5-41 STEP 7 中冗余等级的显示

5.4.4 多环网

多环网

使用多环网，可提高星形拓扑结构的 PROFINET IO 网络可用性。

在多环网组态中，从一台交换机引出多条 PROFINET 线路（星形拓扑结构）。同时，IO 设备间分别建立 PROFINET 连接。冗余 PROFINET 电缆从每条线路的最后一台设备回连交换机。

该交换机将作为管理器。该管理器中必须带有两个环网端口，分别用于不同的环网。因此，可支持多环网。例如，SCALANCE X414 固件版本 V3.10 及以上版本支持多达 4 个环网。

管理器将分别监视所有环网：检查各环网（MRP 域）的传输路径是否正常。为此，每次都需要使用一个 MRP 实例。每个连接的环网都需要一个 MRP 实例（由 STEP 7 自动设置）。

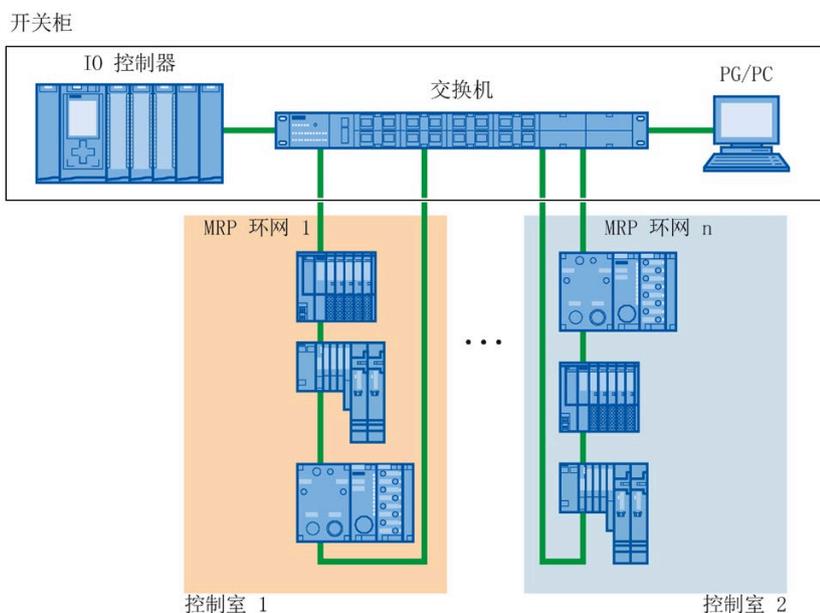


图 5-42 组态多环网

要求

- SCALANCE X414 V3.10 及以上版本
- SCALANCE X300 V4.0 及以上版本（通过 GSD 文件进行组态）

组态多环网的规则

- 多环网上的 MRP 角色：
 - 在各实例中，属于所有环网的设备必须具有 MRP 角色，该角色在 GSD 文件中的“SupportedMultipleRole”属性中输入。
 - SCALANCE X300 系列交换机 V4.0 及更高版本和 X414 系列交换机 V4.10 及更高版本，支持多环网 MRP 角色“管理器”(Manager)。
- 如果属于所有环网的设备在一个环网中具有“管理器”(Manager) 角色，则该环网中不能包含具有“管理器（自动）”(Manager (Auto)) 角色的设备。

组态多环网

要组态带有多环网的 MRP 组态，请按以下步骤操作：

1. 在拓扑视图中，互连属于同一个 MRP 域且形成环网的各设备环网端口。
2. 在网络视图中，选择 PROFINET IO 系统。
3. 在巡视窗口中，浏览到“环网互连”(Ring interconnections) 域中的“属性 > 常规 > PROFINET > 环网互连 > MRP 域”(Properties > General > PROFINET > MRP domains)。该域显示了 IO 系统中的所有拓扑环网和相关 MRP 域。
4. 在“环网互连”(Ring interconnections) 域中，选择生成的某个环网。下表列出了环网中的所有 PROFINET 设备。
5. 在 MRP 角色列中，为 PROFINET 设备设置介质冗余角色。

多环网示例

下图显示了一个多环网示例组态。

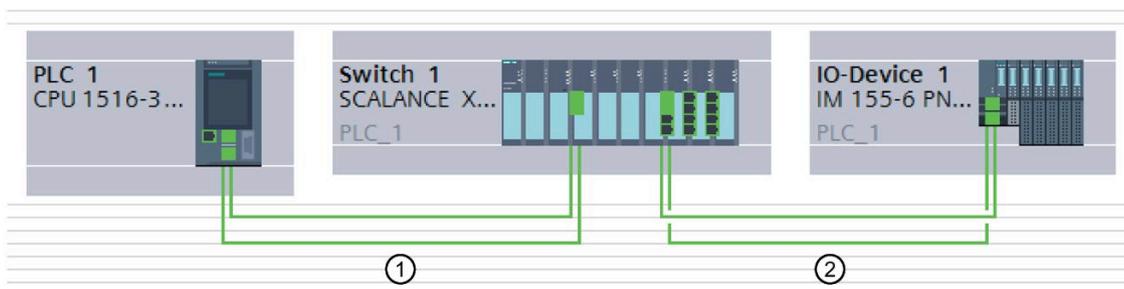


图 5-43 带有两个环网 ① 和 ② 的组态示例

5.4 介质冗余性（环形拓扑）

在该示例中，交换机 1 属于两个 MRP 环网。环网 1 由交换机 1 和 PLC 1 构成，环网 2 由交换机 1 和 IO 设备 1 构成。

STEP 7 将自动为该交换机分配“管理器”(Manager) 角色。其它设备将作为“客户端”(Client) 角色。

该管理器位于环网 1 和 2 的交叉处。该管理器将分别监视两个环网。为此，需要使用两个 MRP 实例。

一个 MRP 实例检查环网 1 中可访问的所有设备；另一个实例则监视环网 2 中的所有设备是否可访问（在本示例中，每个环网中仅一台设备）。

可分别组态各自的 MRP 实例。

下图显示了管理器中的两个 MRP 实例（交换机的 PROFINET 接口）。在本示例中，MRP 实例 1 检查 MRP 域“mrpdomain-1”中的设备是否可访问。MRP 实例 2 监视 MRP 域中“mrpdomain-2”的设备。

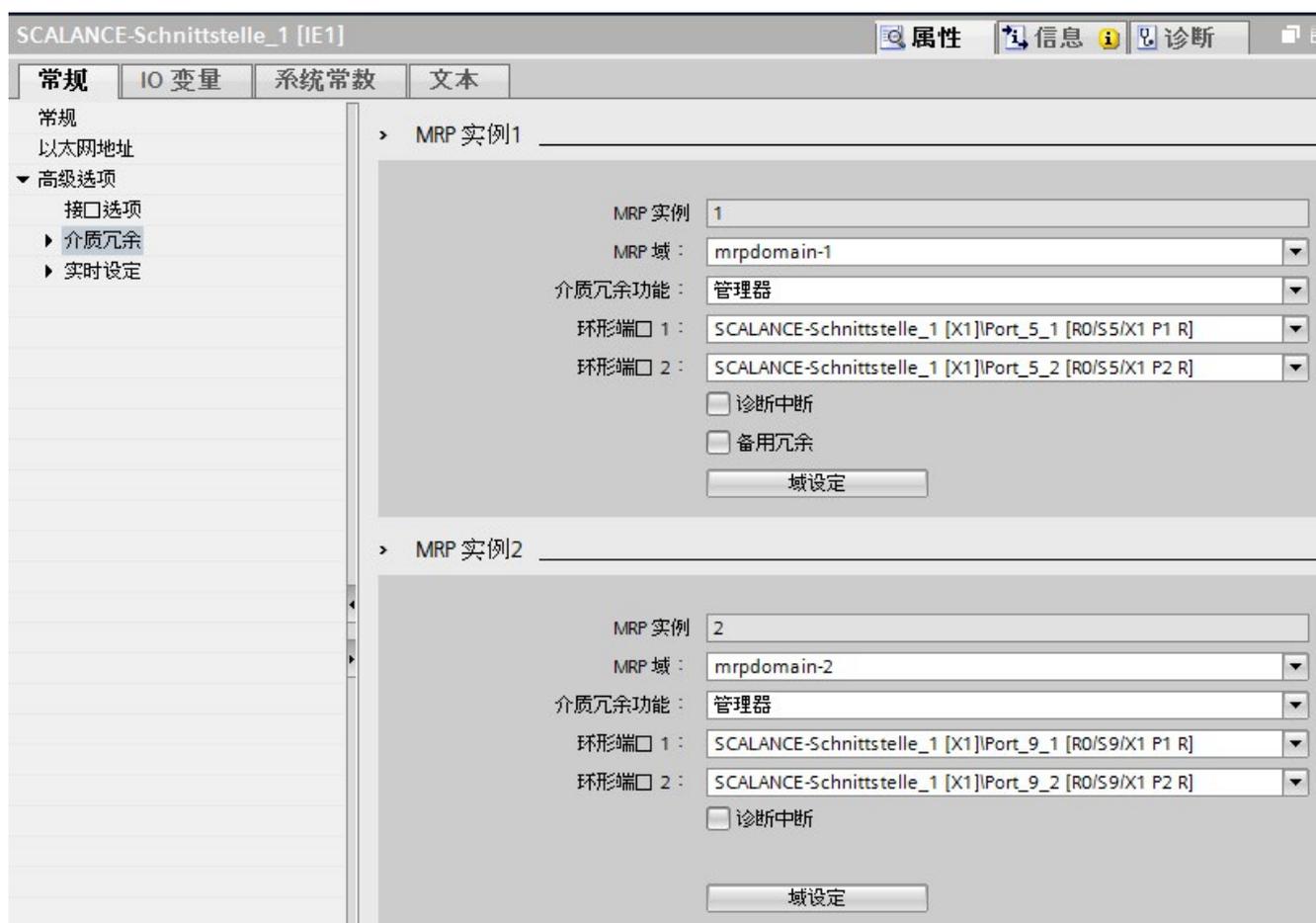


图 5-44 设置多环网的介质冗余

下图显示了环网 1 (mrpdomain-1)。在 mrpdomain-1 中，使用 CPU 的 PROFINET 接口作为“客户端”，使用交换机 PROFINET 接口的 MRP 接口 1 作为“管理器”。

环网互连						
环网	MRP 域					
1	环网1	mrpdomain-1				
2	环网2	mrpdomain-2				
PROFINET 设备名称	MRP 实例	MRP 域	MRP 角色	环网 1	环网 2	
1		mrpdomain-1	客户端	Port_1 [X1 P1 R]	Port_2 [X1 P2 R]	
2	1	mrpdomain-1	管理器	Port_1 [R0/S5/X1 P1 R]	Port_2 [R0/S5/X1 P2 R]	

图 5-45 环网 1

下图显示了环网 2 (mrpdomain-2)。在 mrpdomain-2 中，使用 IO 设备的 PROFINET 接口作为“客户端”，使用交换机 PROFINET 接口的 MRP 接口 2 作为“管理器”。

环网互连						
环网	MRP 域					
1	环网1	mrpdomain-1				
2	环网2	mrpdomain-2				
PROFINET 设备名称	MRP 实例	MRP 域	MRP 角色	环网 1	环网 2	
1		mrpdomain-2	客户端	Port_1 [X1 P1 R]	Port_2 [X1 P2 R]	
2	2	mrpdomain-2	管理器	Port_5 [R0/S9/X1 P1 R]	Port_6 [R0/S9/X1 P2 R]	

图 5-46 环网 2

5.4.5 MRP 互连

定义

过程 MRP 互连是对 MRP 的增强，可在 PROFINET 网络中实现两个或多个环网与 MRP 的冗余耦合。MRP 互连（与 MRP 一样）在标准 IEC 62439-2（第 3 版）中规定。

优势

MRP 互连可实现对采用环网冗余的更大型拓扑进行监视。采用 MRP 互连后，设置冗余网络拓扑时将不受环网中最多 50 台设备的限制。有关 MRP 互连的数量结构的信息，请参见《SCALANCE XM-400/XR-500 基于 Web 的管理 (WBM)》(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109760840>)组态手册。

要求

- 在参与环网中使用介质冗余程序 MRP。
- 每个环网都有自己的 MRP 域，其中包含 MRP 管理器和 MRP 客户端。
- 作为环网中的 MRP 管理器，PROFINET 设备支持 MRP 互连（请参见设备技术规范）。自固件版本 V2.9 起，S7-1500 CPU 支持 MRP 互连。
- 如果使用的 PROFINET 设备有 2 个以上的端口在环网中作为 MRP 客户端，则将为这些设备绑定 MRP 互连。如果设备没有 MRP 互连，则报文会离开环网。这会导致网络负载额外升高。
- 如果使用的 PROFINET 设备只有 2 个端口在环网中作为 MRP 客户端，则建议为环网中的所有设备使用 MRP 互连。

使用 4 台设备进行 MRP 互连连接

2 个 MRP 互连连接可在 2 个 MRP 环网之间提供冗余耦合。2 个连接需要四台设备：

- 1 个介质冗余互连管理器 (MIM)
- 3 个介质冗余互连客户端 (MIC):
 - 主 MIC
 - 主耦合 MIC
 - 辅耦合 MIC

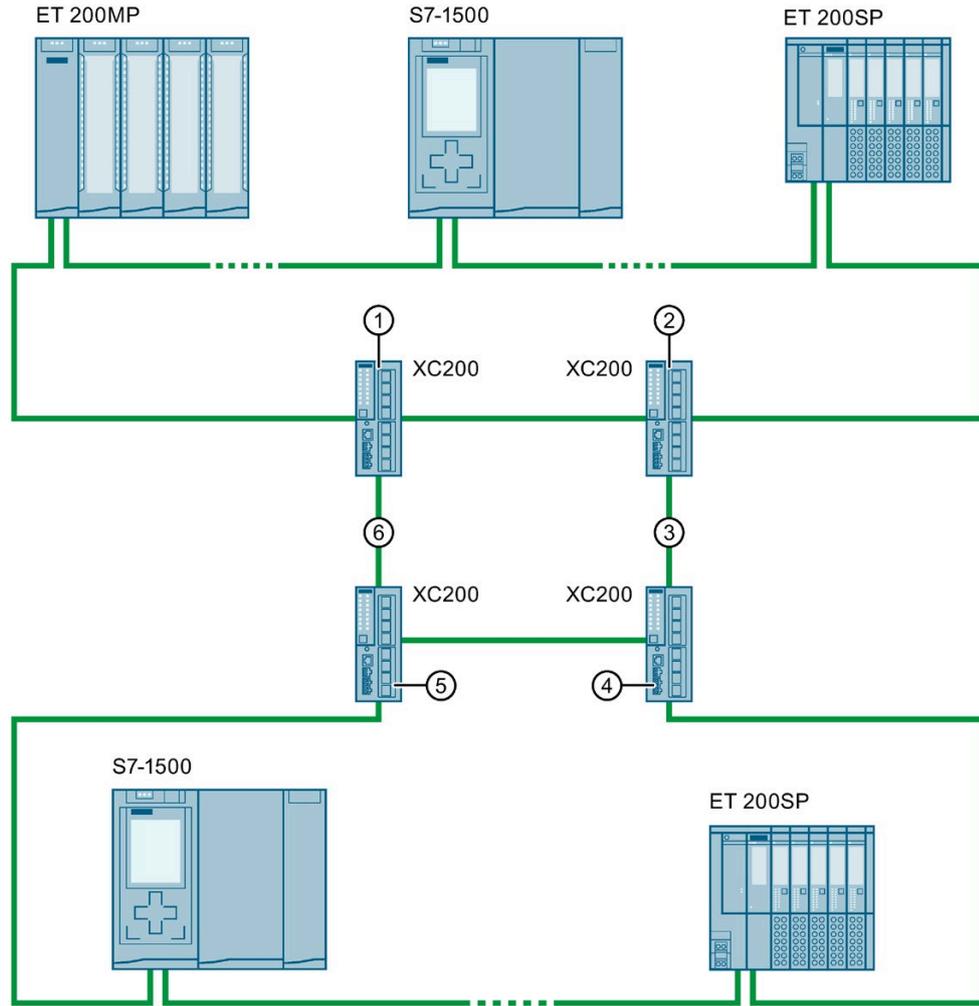
由于四台设备均属于 MRP 环网的组成部分，因此每台设备还会充当介质冗余角色。

4 台设备均可接管 MRP 管理器角色或 MRP 客户端角色。

拓扑

以下画面显示 2 个 MRP 环网的冗余耦合。

冗余：如果两个环网之间的主连接（主链路）中断，则在短暂的重新组态时间后，辅助连接（辅助链路）将接管环网间的数据交换。



- ① 主 MIC
- ② 介质冗余互连管理器 (MIM)
- ③ 辅助链路
- ④ 辅耦合 MIC
- ⑤ 主耦合 MIC
- ⑥ 主链路

图 5-47 示例：2 个环网中与 MRP 互连的冗余连接

主连接链路断开时 ①，主 MIC 和耦合主 MIC 通过所有线路发送状态消息“链路断开”(Link-Down) ②。

之后 MIM 解除阻止其位于 ③ 的互连端口并通知两个环网中的 MRP 管理器，以触发重新组态环网的响应。

重新组态后，两个环网通过辅助连接 ④ 进行数据交换。

一旦主连接的主 MIC 和主耦合“链路接通”，MIM 即会阻止其互连端口并通知两个环网中的 MRP 管理器，以触发重新组态环网的响应。

重新组态后，将再次通过主连接执行数据交换。

组态和分配 MRP 互连参数

说明

MRP 互连未集成到 TIA Portal 中。这意味着用户不能在 STEP 7 中对 MRP 互连进行组态、参数化和诊断。

通过用作 MIM 和 MIC 的 SCALANCE 交换机（如 SCALANCE XC200、XM-400、XR-500）的集成式 Web 页面组态和分配 MRP 互连参数（基于 Web 的管理）。

关于组态，可参见组态手册《SCALANCE XM-400/XR-500 基于 Web 的管理 (WBM) (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109760840>)》中的分步说明。

重新组态和看门狗定时器

环网的重新组态时间通常不到 200 毫秒。

为了能够在重新组态后进行数据交换，必须将 IO 设备的看门狗定时器设为足够大的值。因此，使用 MRP 互连时应将 IO 设备的看门狗定时器至少设为 256 毫秒。

5.5 实时通信

5.5.1 引言

属性

PROFINET IO 是一个可扩展的实时通信系统，基于快速以太网的第 2 层协议。通过 RT 传输方法，针对时间性很强的过程数据提供了两种实时支持性能级别，并针对高准确性以及等时同步过程提供了 IRT。

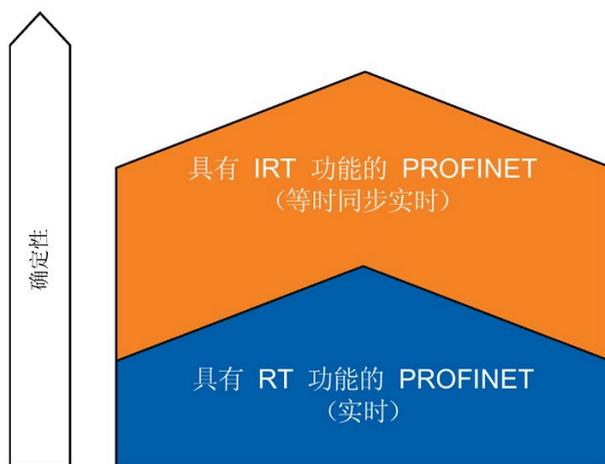


图 5-49 实时通信性能

实时通信和 IT 通信

工业通信（特别是用在工厂自动化和过程自动化中时）要求准时和确定的数据传输。这就是对于时间性很强的 IO 用户数据的循环交换，PROFINET IO 不使用 TCP/IP，而是使用实时通信（RT）或等时同步实时通信（IRT）来实现预留时间间隔内同步数据交换的原因。

使用 RT 的 PROFINET 的应用领域

使用 RT 的 PROFINET 适用于：

- 工厂自动化中时间性强的应用
- 在线性过程工厂中实现大量结构

使用 IRT 的 PROFINET 的应用领域

使用 IRT 的 PROFINET 尤其适用于：

- 用于 I/O 用户数据通信（生产数据）的大量结构所要求的极大确定性
- 用于 I/O 用户数据通信（生产数据）的大量设备所要求的极大性能
- 通过电缆进行的生产数据和 TCP/IP 数据的平行传输（即使在通过保留传输带宽确保生产数据转发时存在相当大的数据通信）。

国际标准 IEC 61158

通信过程 RT 和 IRT 在国际标准 IEC 61158 中进行标准化。

5.5.2 RT

使用实时通信（RT）的 PROFINET IO 是集成 IO 系统的最优解决方案。该解决方案也可使用设备中的标准以太网以及市场上可购买到的工业交换机作为基础架构部件。不需要特殊的硬件支持。

如果想要使用提供附加价值的 PROFINET 功能（例如，拓扑识别、诊断、无需可移动介质/PG 的设备交换），必须使用支持 PROFINET 标准（符合 IEC 61158 标准）的交换机。在 PROFINET 设备的集成交换机和 PROFINET 交换机中（例如，SCALANCE 产品系列），可执行符合 PROFINET 标准的 PROFINET 功能，且无需对 PROFINET IO 系统中的集成进行限制即可使用该功能（另请参见有源网络组件（页 33））。

实时通信 (RT)

PROFINET IO 帧优先于符合 IEEE802.1Q 的标准帧。这可以确保自动化技术中要求的确定性。数据通过优先的以太网帧来传输。通过 RT，实现的更新时间可 $\geq 250 \mu\text{s}$ 。

交换机制

SIMATIC 中的交换机通过 PROFINET 上的两个机制满足实时要求：“存储并转发”和“直通交换方式”。

存储并转发

使用存储并转发方法时，交换机将完整地存储帧，并将它们排成一个队列。如果交换机支持国际标准 IEEE 802.1Q，那么根据其在队列中的优先级存储数据。这些帧随后将有选择地转发给可访问已寻址节点的特定端口（存储并转发）。

直通交换方式

在直通交换方式过程中，并不是将整个数据包临时存储在缓冲区中，而是在目标地址和目标端口已经确定后，马上将整个数据包直接传输到目标端口。

这样通过交换机传输数据包所需的时间最端，且不受帧长度的影响。当目标段与下一个交换机的端口之间的区段已被占用时，数据将按照“根据优先级的存储并转发过程”临时存储。

5.5.3 IRT

等时同步实时通信 (IRT)

IRT 是一种同步通信协议，用于在 PROFINET 设备之间循环交换 IRT 数据。预留带宽可用于 IRT 数据的发送周期。预留带宽可确保在预留的同步时间间隔内传输 IRT 数据，而不受其它高网络负载（例如，TCP/IP 通信或其它实时通信）的影响。

优势

具备 IRT 功能的 PROFINET 是预留时间间隔内同步的通信。IRT 允许您控制时间性强的应用，例如通过 PROFINET 的运动控制。通过 IRT 还可获得如下更多优势：

- 高精度确定性可获得最高的控制质量，因而可精确定位轴
- 对于现有公司网络中的实时应用，可实现简单而灵活的 PROFINET 设备集成
- 通过预留带宽实现最短响应时间和最高确定性，并由此用于需要满足最大性能要求的应用（例如，印刷设备中的打印控制/定位控制，包装机的打印标记识别）
- 通过相同的传输介质可实现与实时通信相平行的安全标准通信
- 可以继续在同步域之外的 PROFINET IO 系统中使用标准部件

同步实时的属性

拓扑组态是 IRT 的先决条件。

除预留的带宽外，还会对来自既定传输路径的帧进行交换，对数据传输进行进一步优化。为此，可使用组态中的拓扑信息对通信进行计划。这样，可保证每个通信节点处所有数据帧的发送和接收点。这允许您在 PROFINET IO 系统中实现最优带宽利用率和最佳性能。

使用 IRT，可使所实现更新时间的高确定性 ($\geq 125 \mu\text{s}$) 以及发送时钟抖动精度 ($< 1 \mu\text{s}$)。IRT 可用于等时同步应用中（请参见等时同步模式 (页 226) 部分）。

* 最小更新时间取决于所用的 CPU。有关 CPU 支持的更新时间，请参见该 CPU 手册的技术规范。

说明

IWLAN 和 IRT

通过接入点连接到 PROFINET IO 的 PROFINET 设备不支持 IRT。

同步

IRT 通信的前提条件是同步域内所有 PROFINET 设备在分配共用时基时具有同步周期。通过此基本同步，在同步域内可实现 PROFINET 设备的传输周期同步。

同步主站指定用于与同步从站进行同步的时钟。IO 控制器或 IO 设备可以用作同步主站。如果同步主站发生故障，则使用 IRT 的所有 IO 设备都会发生故障。

同步主站和同步从站始终是一个同步域中的设备。在同步域中会保留带宽以用于 IRT 通信。可以在不占用预留带宽的情况下，进行实时和非实时通信（TCP/IP 通信）。

默认同步域

如果创建了 PROFINET 子网，则将自动创建一个特殊的同步域（默认同步域）。所有为该 PROFINET 子网组态的 PROFINET 设备会自动归属到此同步域。

关于与创建同步域有关的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

通信周期时间范围

通信周期可分为 3 个时间范围，如下图所示：

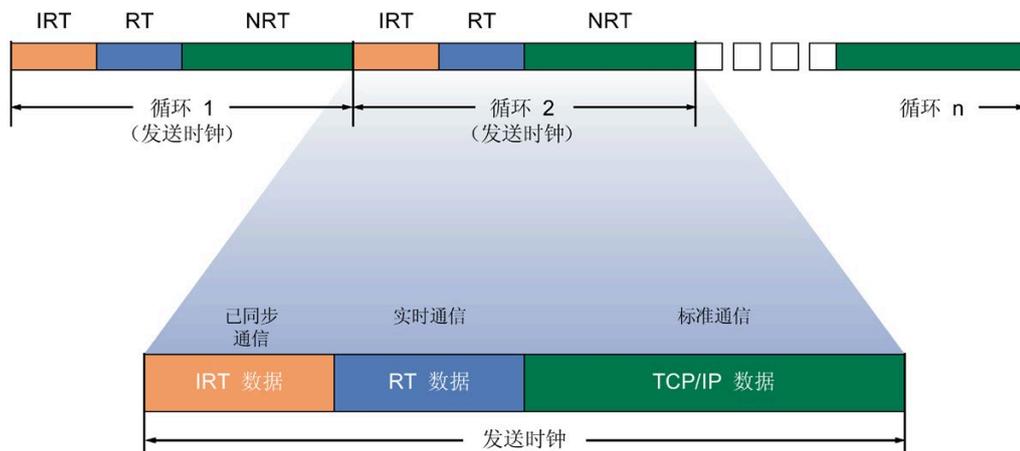


图 5-50 预留带宽

- IRT 数据（同步通信）

可以通过特定步骤预留此时间范围，具体取决于发送时钟。该时间范围内只传输 IRT 数据。

- RT 数据（实时通信）

在该时间范围内循环传输 RT 数据。RT 数据的优先级高于“普通”TCP/IP 数据。TCP/IP 数据或以网帧的优先级介于 1 和 7 之间。RT 数据的优先级为 6。

- TCP/IP 数据（标准通信）

标准通信（例如 TCP/IP）在通信周期的剩余时间段内传输。

在 STEP 7 中，可设置循环 IO 数据的带宽使用量与标准通信的比例。有关设置带宽使用量的信息，请参见“设置发送时钟的带宽使用量 (页 209)”部分。

5.5.4 比较 RT 和 IRT

RT 和 IRT 的最重要区别

表格 5-2 比较 RT 和 IRT

特性	RT	IRT
传输方法	通过以太网优先级来确定 RT 帧的优先级（VLAN 标签）	根据一个通信路径计划来执行基于路径的切换；在 IRT 通信时间范围内不传输 TCP/IP 帧。
确定性	通过与其它协议（例如 TCP/IP）共用传输带宽所带来的传输持续时间的差别	精确和有计划的传输，可保证所有拓扑的发送和接收时间。
在所有的特殊以太网控制器中需要硬件支持	不需要	必需
等时同步应用	-	√
等时同步应用的起始时间	-	精确计划接收数据的时间点。可以启动应用程序来与周期同步。

5.5.5 使用 IRT 组态 PROFINET IO

简介

如果要组态使用 IRT 的 PROFINET IO 系统，则必须组态 PROFINET IO 设备。这些 PROFINET 设备必须支持 IRT。设置要作为同步主站的设备，并同步其它设备。为此，必须组态一个同步域，其中包括一个同步主站和至少一个同步从站。

要求

- 具有包括一个 IO 控制器和至少一个 IO 设备的 IO 系统。
- 已经组态了 IO 系统的拓扑。
- 这些设备支持 IRT。

操作步骤

要启用现有的 IO 系统以使用 IRT，请按以下步骤操作：

1. 选择 IO 控制器的 PROFINET 接口。
2. 在巡视窗口中，浏览到“高级选项 > 实时设置 > 同步”(Advanced options > Real time settings > Synchronization)。

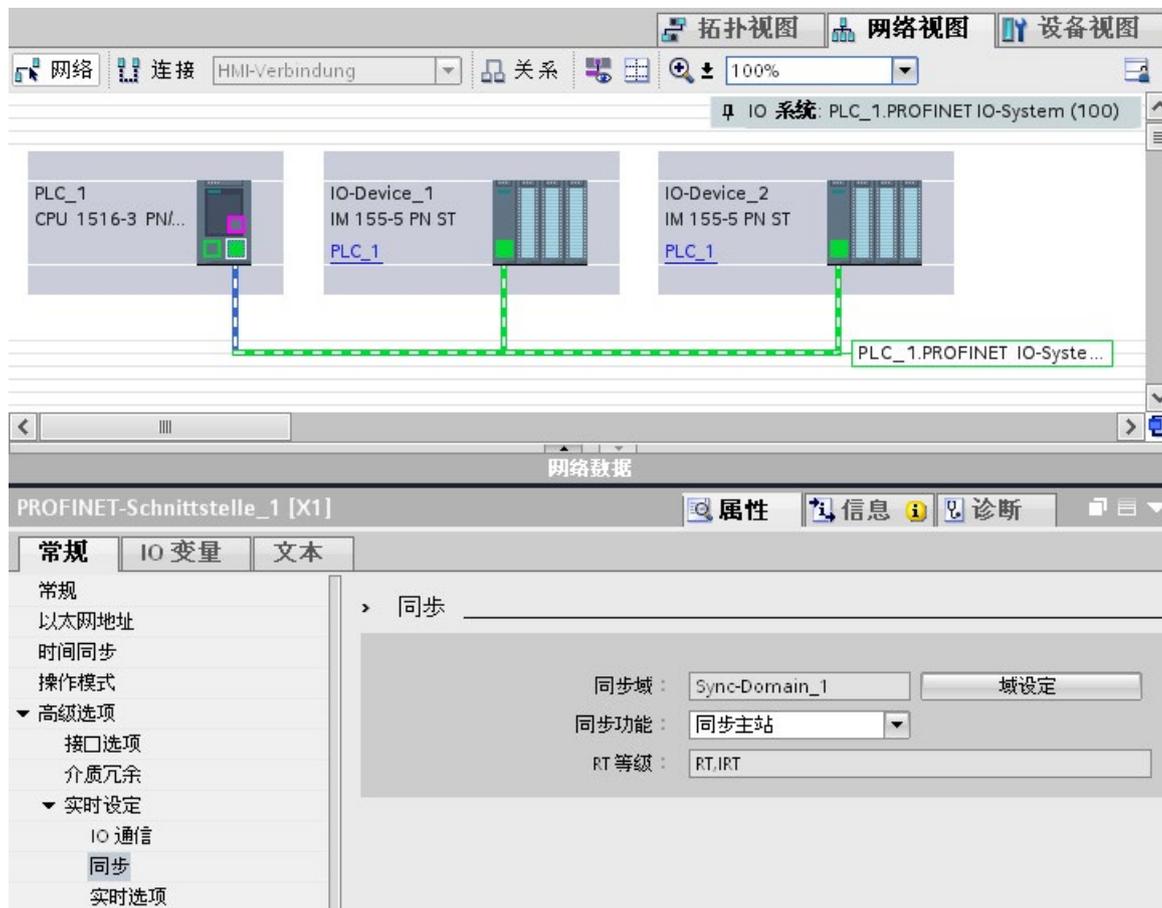


图 5-51 组态同步主站的 IRT

3. 在“同步角色”(Synchronization role) 下将 IO 控制器的角色分配为同步主站。
4. 选择相关 IO 设备的 PROFINET 接口。

5. 在巡视窗口中，浏览到“高级选项 > 实时设置 > 同步”(Advanced options > Real time settings > Synchronization)。

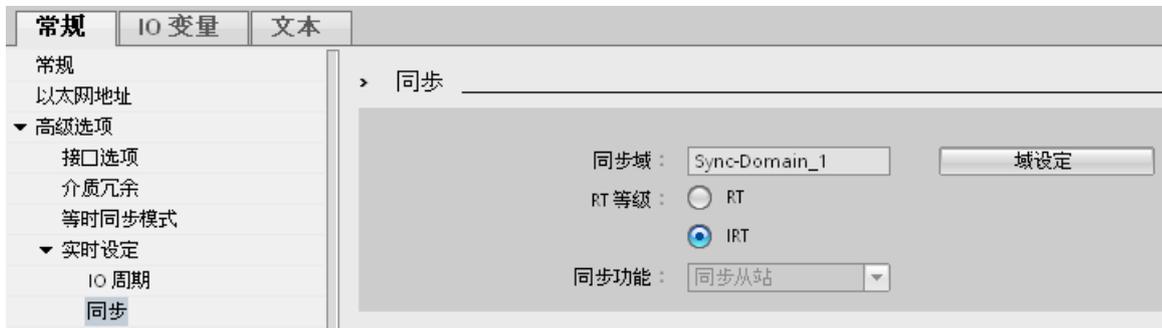


图 5-52 组态同步从站的 IRT

6. 激活 RT 类别“IRT”。随后，IO 设备的同步角色将自动分配为“同步从站”。
 7. 通过“域设置”(Domain settings) 按钮，可以随时检查并更正设置。
- 或
1. 在网络视图中突出显示 PROFINET IO 系统。
 2. 单击 PROFINET IO 系统。

3. 在巡视窗口中，浏览至所需同步域中的设备。

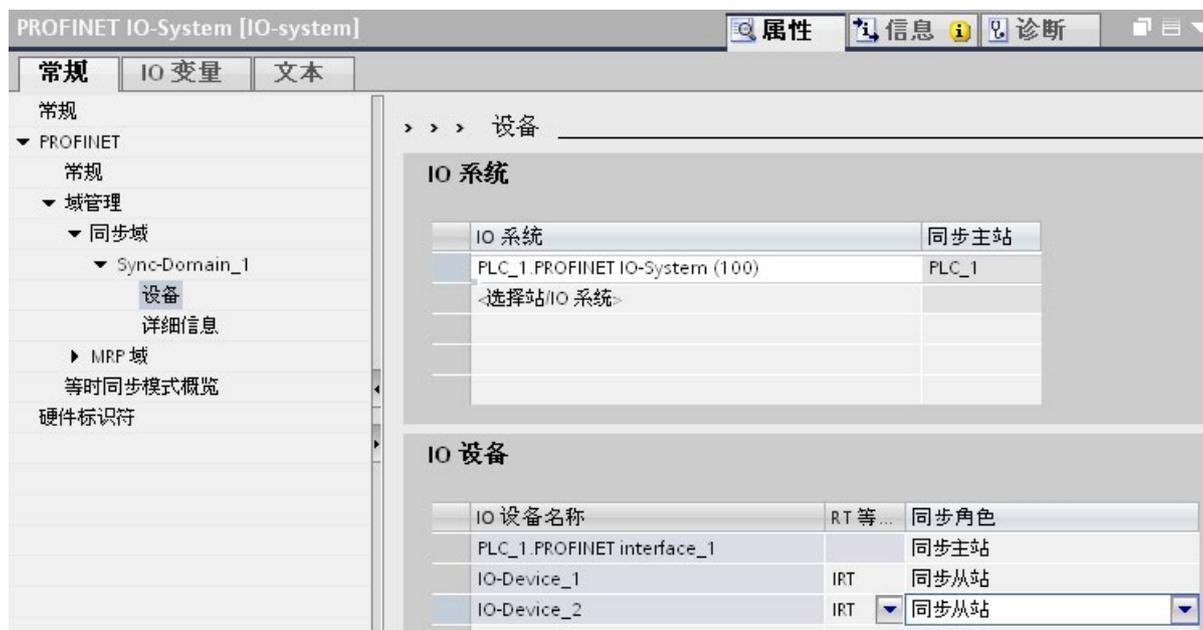


图 5-53 组态同步域的 IRT

4. 在表格中输入所有必要设置：

- 选择 IO 系统。
- 将 IO 控制器的同步角色设置为“同步主站”。
- 将 IO 设备的 RT 类别设置为“IRT”。随后，IO 设备的同步角色将自动分配为“同步从站”。

现在，可以使用 PROFINET IRT 将组态加载到相关设备。

5.5.6 设置发送时钟的带宽使用量

带宽级别

对于带有 IRT 功能的 PROFINET IO，可指定用于循环 IO 通信的最大发送周期。

在 STEP 7 中，包含带宽使用量的以下设置选项。

- 最多 25% 的循环 IO 数据。主要用于发送非循环数据。
- 最多 37.5% 的循环 IO 数据。主要用于发送非循环数据。
- 最多 50% 的循环 IO 数据。均衡比例。
- 最多 90% 的循环 IO 数据。主要用于发送循环数据。（要求：激活选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)）

设置带宽使用量

要在 STEP 7 中设置 PROFINET IO 系统的带宽使用量，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 IO 系统。
2. 在巡视窗口中，选择“属性 > 常规 > PROFINET > 管理 > 同步域 > 同步域名称 > 详细信息”(Properties > General > PROFINET > Domain management > Sync domains > Name of the sync domain > Details)。
3. 在“带宽使用”(Bandwidth use) 下拉列表中，选择所需的带宽使用量级别。

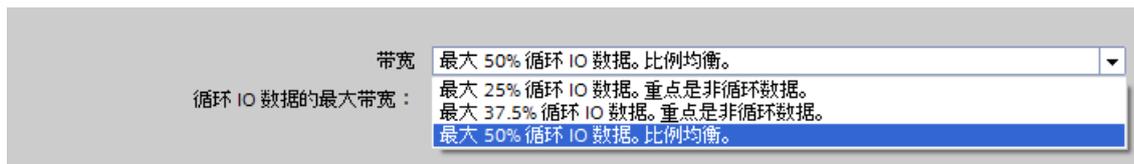


图 5-54 设置带宽使用量

有关设置高性能 IRT 的带宽使用量的信息，请参见“高性能 IRT 的组态 (页 220)”部分。

5.5.7 优选 PROFINET 的设置建议

使用 RT 优化 PROFINET

PROFINET 可以在所有层级上提供高性能通信。

下图显示了优化的 PROFINET 拓扑的示例。

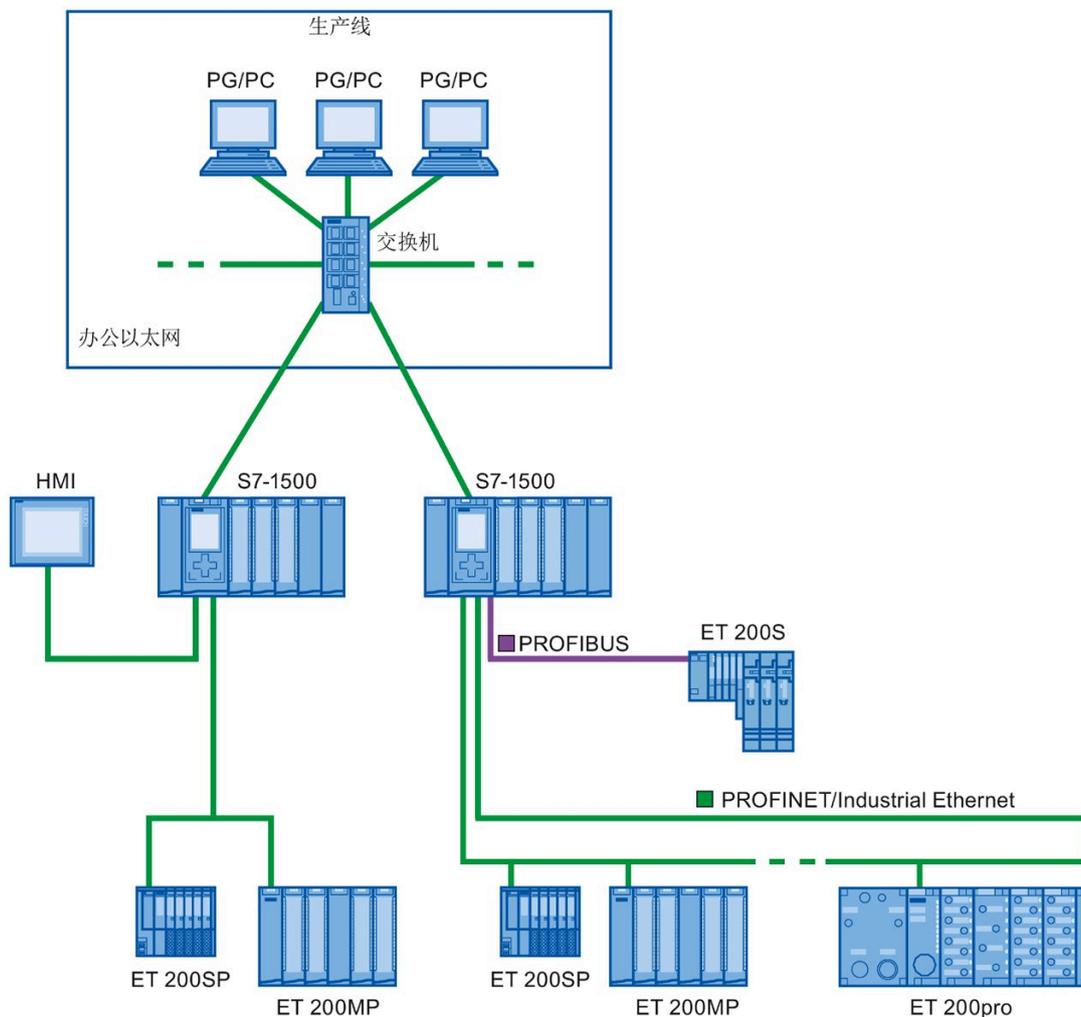


图 5-55 优化的 PROFINET 拓扑

建立 PN 网络拓扑时，请仔细地将不同自动化应用分配给各个分离的网络分支，为今后扩展保留足够带宽。

- 将标准以太网设备集成至网络拓扑中或者使用标准以太网通信时，请注意标准以太网产生的网络负载，并对网络拓扑进行适当调整（最大带宽 100 Mbps）。
- 与上位网络进行大量数据通信时，可使用连接上位网络架构的最直接路径。

此外，还必须严格遵守 PROFIBUS 用户组织的 安装准则

(<http://www.profibus.com/nc/download/installation-guide/downloads/profinet-installation-guide/display/>)。

使用 IRT 设置 PROFINET

请记住以下用于在 IRT 模式下设置和运行 PROFINET IO 系统的规则。这些规则可确保以最佳方式运行 PROFINET IO 系统。

- 使用 IRT 时，必须组态拓扑结构。借此可对更新时间、带宽和可选参数进行精准计算。
- 如果想使用多个同步域，请为当前与另一同步域的 PROFINET 设备相连的端口组态同步边界。
- 在同步域中，一次只能组态一个同步主站。
- PROFINET IO 系统只能属于一个同步域。
- 如果在同步域中组态了 PROFINET 设备并希望使用 IRT 同步，则该 PROFINET 设备必须支持 IRT 通信。
- 如果可能，尽量使用与 PROFINET IO 控制器和同步主站相同的 PROFINET 设备。
- 如果 PROFINET IO 系统中只有一些 PROFINET 设备同步，请牢记以下事项：针对同步域中未参与 IRT 通信的 PROFINET 设备分配 RT 类别“RT”和同步角色“未同步”。

配有多个 PROFINET IO 接口的 CPU 应用

- 连接设备：在用户组态中，单条总线中包含多台设备。CPU 之间可通过 PROFINET IO 接口 X2 进行实时通信。为此，可使用智能设备或共享智能设备功能。下图显示的组态示例中，2 台机器通过 X2 接口与智能设备相连接。

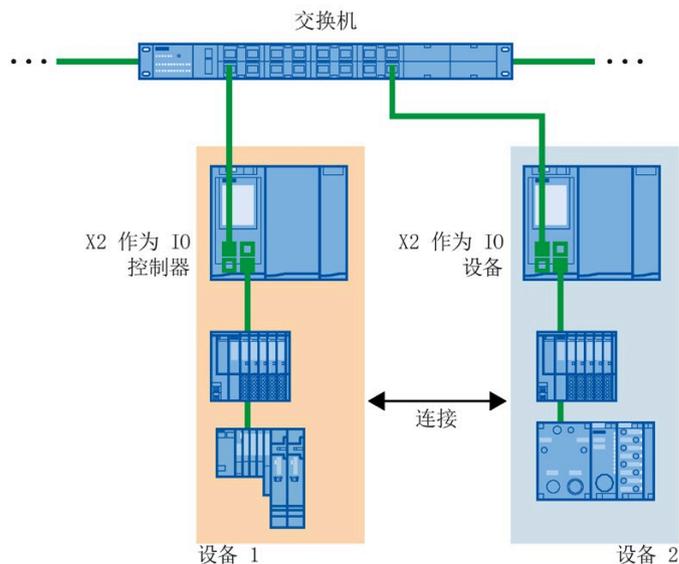


图 5-56 通过第 2 个 PNIO 接口连接智能设备

- 由自动化任务分配：
 - 在需求明确的高性能自动化任务中，使用 X1 接口进行 PROFINET IRT 通信。
 - 其它任务则使用 X2 接口进行 RT 通信。

如果将 X2 接口作为以下 CPU 的 PROFINET IO，则会对其性能造成影响：

- CPU 1515(F)-2 PN
- CPU 1515T(F)-2 PN
- CPU 1516(F)-3 PN/DP
- CPU 1516T(F)-3 PN/DP
- CPU 1516(F)pro-2 PN

更多信息，请参见“PROFINET 接口 (页 27)”部分及功能手册《循环与响应时间 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59193558>)》。

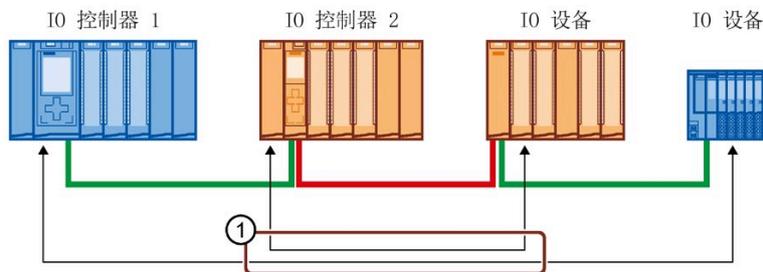
多控制器应用中 IO 系统的拓扑重叠

在带有个 IO 控制器的组态中，共享路径将承受所有已连接 PROFINET IO 系统的网络负载。

为避免多控制器应用出现高通信负载，请遵循以下建议要求：

- 避免多个 IO 系统共享路径。

下图显示了两个 PROFINET IO 系统使用相同路径的组态。



① 共享路径

图 5-57 使用共享路径的多控制器应用

在下图中，两个 PROFINET IO 系统不使用共享路径。

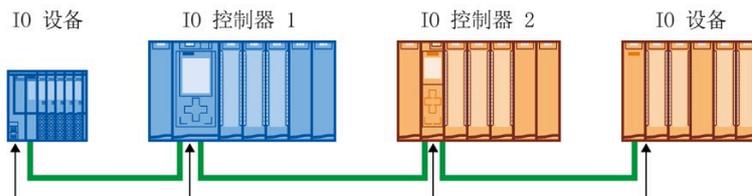


图 5-58 使用单独路径的多控制器应用

- 如果无法使用单独路径：受影响 IO 设备的更新时间增加。

PROFIBUS 用户组织的安装准则

有关安装指南，请访问 Internet (<http://www.profibus.com/nc/download/installation-guide/downloads/profinet-installation-guide/display/>)。

5.5.8 限制流入网络的数据量

限制 PROFINET 接口传入网络的数据量

“限制传入网络的数据量”(Limit data infeed into the network) 功能，用于设置通过接口传入网络中标准以太网通信的网络负载最大值。该功能并不适用于实时循环通信 (RT/IRT)。

在 PROFINET IO 系统中，采用标准以太网通信会很快达到网络负载的临界值，尤其是在线形拓扑结构中。与 PROFINET IO 系统间进行大量标准以太网数据通信的设备，应支持“限制传入网络的数据量”(Limit data infeed into the network) 功能。必要时，应对拓扑结构进行优化。如，在线形拓扑结构中避免使用标准以太网设备。更多信息，请参见“优选 PROFINET 的设置建议 (页 210)”部分。

根据所用的接口，可激活或取消激活“限制传入网络的数据量”(Limit data infeed into the network) 功能。如果将 S7-1500 CPU 的 X1 接口用作 IO 控制器或智能设备，通常需启用“限制传入网络的数据量”(Limit data infeed into the network) 功能。示例：如果 S7-1500 CPU 的 X1 接口未用作 IO 控制器或智能设备，则可启用或禁用该功能。

使用“限制传入网络的数据量”功能

- 各设备间标准以太网通信带宽的划分：
在 PROFINET 网络中，实时循环通信与标准以太网通信共享同一个网络。即，标准以太网通信可用的带宽有限。通过限制数据的传入量，可确保不仅仅只是一台设备可使用剩余带宽进行标准以太网通信设备使用，而是在多台设备之间划分。
- 滤波传入数据峰值：
限制传入数据量可滤波标准以太网通信的峰值负荷（如，开放式用户通信、通过 Web 服务器进行访问时的峰值）。
- 限制传入数据中的问题：
如果某个设备应用中产生的数据过多，则这些数据不会转发到 PROFINET 网络。不良影响（如，数据丢失、通信中断）仅限制在设备及其通信伙伴之间，且不会影响其它节点。

为 CPU 设置“限制传入网络的数据量”功能

要在网络中设置“限制传入网络的数据量”功能，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 CPU 的接口。
2. 在巡视窗口中，选择“属性 > 常规 > 高级选项 > 接口选项”(Properties > General > Advanced options > Interface options)。
3. 选中或取消选中“限制传入网络的数据量”(Limit data infeed into the network) 复选框。

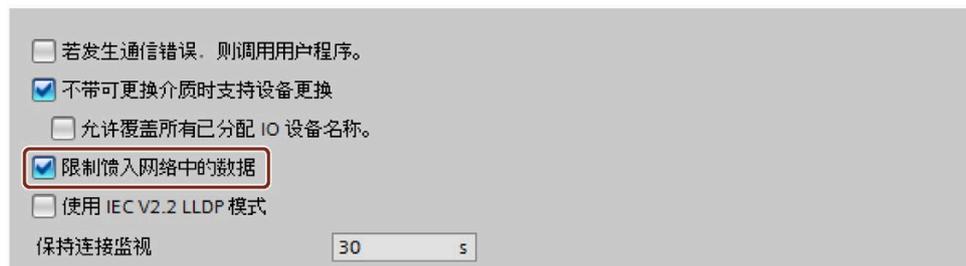


图 5-59 限制传入网络的数据量

5.6 可进行性能升级的 PROFINET

性能升级

该性能升级可实现 PROFINET 技术规范 V2.3 中的“高性能”应用级别。

该性能升级将采取一系列具体措施，可提高带 IRT 功能的 PROFINET 的以下性能：

- 缩短 IO 设备的运行时间延时
- 增加循环 IO 数据的带宽
- 减小 PROFINET 帧的带宽
- 缩短发送时钟

通过性能提升功能，发送时钟相同时，PROFINET IO 系统支持的设备更多；设备数量相同时，发送时钟显著缩短。

PROFINET 之前即可达到 250 μ s 的发送时钟。

根据 CPU 的性能（参见设备手册中的“技术规范”部分），性能升级后，等时同步模式下发送时钟可达 125 μ s，从而实现快速转发、动态帧封装和网络分段功能。使用短发送时钟时，仍然支持标准通信。

性能升级可大幅提高应用的实施速度并缩短所需的发生时钟。

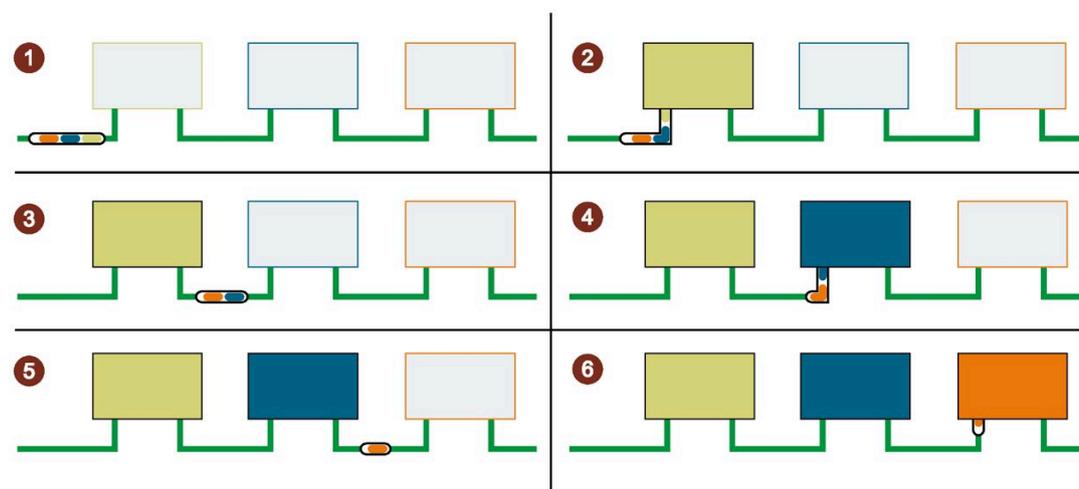
5.6.1 动态帧封装

动态帧封装

之前，会为每个 PROFINET IO 设备发送单独的 PROFINET IO 帧。

性能升级中采用基于汇总帧技术的动态帧封装机制。通过汇总帧，每个帧中均包含总线上相邻设备的用户数据。而通过动态帧封装机制，每个 IO 设备先从帧中读取自己的数据，然后再转发其余数据。这样，从 IO 设备到 IO 设备的帧长度将逐渐缩短。动态帧封装机制显著提高了线形拓扑结构中带宽的使用效率。

下图以一个包含 3 个 IO 设备用户数据的帧为例，说明了动态帧封装的工作原理。



- ① PROFINET IO 帧中包含所有 3 个 IO 设备（绿色、蓝色和橙色）的用户数据。
- ② PROFINET IO 帧到达第一个 IO 设备。IO 设备从帧内取出自己的用户数据（绿色），并转发剩余帧。
- ③ PROFINET IO 帧中包含两个 IO 设备（蓝色和橙色）的用户数据。
- ④ PROFINET IO 帧到达第二个 IO 设备。IO 设备从帧内取出自己的用户数据（蓝色），并转发剩余帧。
- ⑤ PROFINET IO 帧中包含有一个 IO 设备的用户数据（橙色）。
- ⑥ PROFINET IO 帧到达最后一个 IO 设备。IO 设备保存包含用户数据的整个帧（橙色）。

图 5-60 动态帧封装 (DFP)

DFP 组

动态帧封装机制将支持性能升级的 IO 设备自动分组到 DFP 组中。要将 IO 设备分组到 DFP 组中，这些设备必须在总线上连续排列而且这些设备的更新时间和看门狗时间也必须相同。超出 DFP 组的最大帧长度，或组内成员数量达到 DFP 组的最大值时，动态帧封装机制将自动创建一个新的 DFP 组。

在 STEP 7 中，DFP 组位于“IO 设备”(IO devices) 框中的“域管理 > 同步域 > 同步域的名称 > 设备”(Domain management > Sync domains > Name of the sync domain > Device) 中。

IO 设备					
PROFINET 设备名称	RT 等级	同步角色	冗余等级	DFP 组	
plc_3.profinet interface_1	RT,IRT	同步主站			
io-device_2	IRT	同步从站	非冗余	2	
io-device_3	IRT	同步从站	非冗余	2	
io-device_4	IRT	同步从站	非冗余	3	
io-device_5	IRT	同步从站	非冗余	3	

图 5-61 在 STEP 7 的显示 DFP 组

说明

长看门狗时间时的动态帧封装

如果为 IO 设备的“接受不通过 IO 数据进行更新循环”(Accepted update cycles without IO data) 参数设置的值大于 31，则动态帧封装机制不会将 IO 设备分组到 DFP 组中。

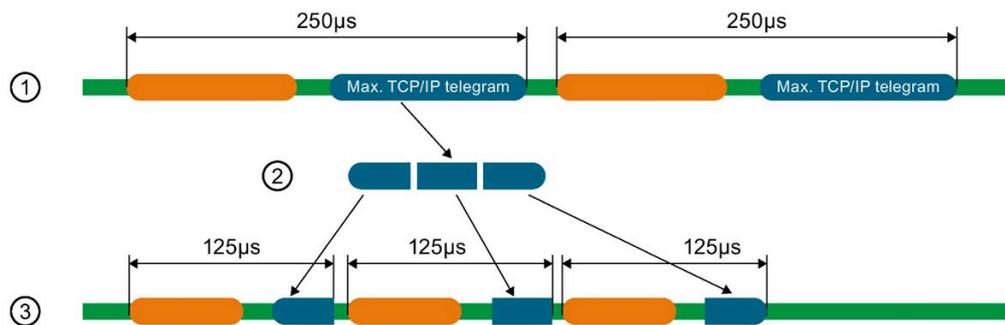
5.6.2 分段

传输 TCP/IP 数据的完整标准以太网帧的时间可达 $125\ \mu\text{s}$ 。这也就意味着，无法将 PROFINET IO 数据的循环时间缩短到指定时间。

在性能升级过程中，可通过分段机制将 TCP/IP 帧拆分为多个子帧。这些帧段将分为多个发送时钟传送到目标设备中，并在目标设备重新组装为原 TCP/IP 帧。

循环时间小于 $250\ \mu\text{s}$ 时，需要进行分段。在这些较短的发送时钟内，可使用更多带宽用于循环 IO 数据。这是因为，标准以太网帧所使用的带宽明显小于整个标准以太网帧所用的带宽。

下图显示了分段机制的工作原理。



- ① 传输带有 TCP/IP 数据的标准以太网帧的时间高达 $125\ \mu\text{s}$ 。
- ② 在分段过程中，标准以太网帧将分成两个帧段。
- ③ 这些帧段将拆分为多个较短的发送时钟。

图 5-62 分段

说明

如果禁用除一个端口之外的所有端口，则 IO 控制器的 PROFINET IO 接口支持分段。

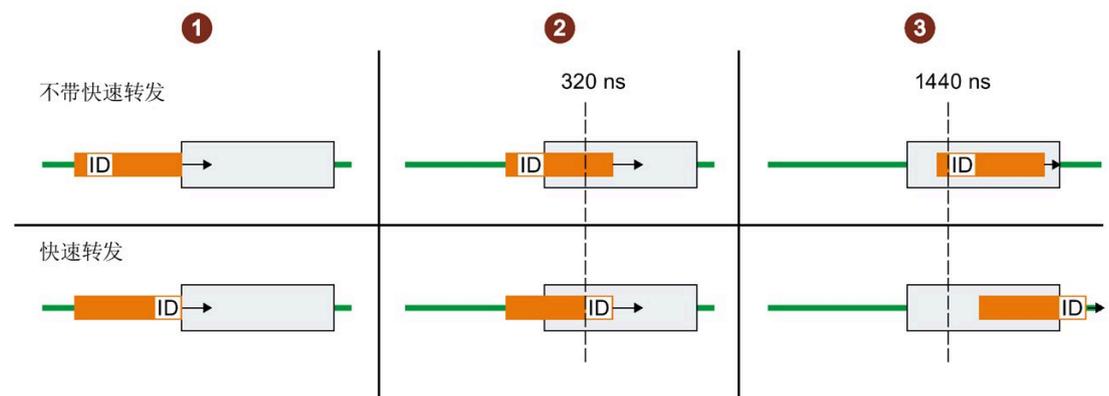
5.6.3 快速转发

为了确定是转发该帧或是使用该帧，PROFINET IO 设备需要获取该帧的 ID。而在此之前，IO 设备通常需要 1440 ns 才能获得帧 ID。

在性能升级过程中，通过快速转发机制，则可将帧 ID 放置到更加靠近帧的前端位置处。这样，设备获取帧 ID 的时间可降低至 320 ns。

凭借快速转发机制，PROFINET IO 系统中帧的传送时间显著降低。这将导致性能大幅提升，对于线形、环形和树形拓扑结构尤为适用。

下图比较了 IO 设备中带有/不带快速转发机制时，PROFINET IO 帧的传送时间。



- ① 开始时：
 - 两个 PROFINET 帧都到达 IO 设备。
IO 设备开始检查这些帧的帧 ID
- ② 320 ns 后：
 - 不带快速转发机制：该 IO 设备仍在检查 PROFINET 帧的帧 ID。
 - 带有快速转发机制：IO 设备接收该 PROFINET 帧的帧 ID 并进行转发。
- ③ 1440 ns 后：
 - 不带快速转发机制：IO 设备接收该 PROFINET 帧的帧 ID 并进行转发。
 - 带有快速转发机制的 PROFINET 帧的“前进”明显快于不带快速转发的 PROFINET 帧。

图 5-63 快速转发

5.6.4 高性能 IRT 的组态

在 IO 通信的高端应用中，要求卓越的 IO 处理性能。例如，在风力发电机的控制（变频器控制）。

在 PROFINET IO 系统中，如果要使用具备最佳性能的 IRT 通信，则需启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)。

启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible) 选项时，支持以下操作：

- 发送时钟可设置为 187.5 μ s 和 125 μ s（如，CPU 1518-4 PN/DP）或 187.5（如，CPU 1517-3 PN/DP）。具体信息，请参见 CPU 设备手册中的“技术规范”。
- 循环 IO 数据可设置更高的带宽。
- 可用选项“允许快速转发”(Allows the use of 'fast forwarding')。

要求

- S7-1500 CPU 固件版本 V2.0 及更高版本

启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)。

要激活选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 PROFINET IO 系统。
2. 在巡视窗口中，选择“属性 > 常规 > PROFINET > 管理 > 同步域 > 同步域名称”(Properties > General > PROFINET > Domain management > Sync domains > Name of the sync domain)。
3. 启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)。



图 5-64 激活高性能

提高循环 IO 数据的带宽

要求：启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)。

要提高 PROFINET IO 系统中 IO 数据的带宽，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 IO 系统。
2. 在巡视窗口中，选择“属性 > 常规 > PROFINET > 管理 > 同步域 > 同步域名称 > 详细信息”(Properties > General > PROFINET > Domain management > Sync domains > Name of the sync domain > Details)。
3. 在下拉列表中，选择“最多 90% 的循环 IO 数据。主要传输循环 IO 数据”(Maximum 90% cyclic IO data. Focus on cyclic IO data)。



图 5-65 提高循环 IO 数据的带宽

说明

等时同步模式下的带宽使用量

在等时同步模式下操作 PROFINET IO 系统时，应避免将带宽使用量设置为“最多 90% 的循环 IO 数据。主要传输循环 IO 数据”(Maximum 90% cyclic IO data. Focus on cyclic IO data.)。

设置较短的发送时钟（如，CPU 1518-4 PN/DP）

要求：启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)。

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 PROFINET IO 系统。
2. 在巡视窗口中，选择“属性 > 常规 > PROFINET > 管理 > 同步域 > 同步域名称”(Properties > General > PROFINET > Domain management > Sync domains > Name of the sync domain)。
3. 在下拉列表中，选择发送时钟的“发送时钟”(Send clock)。

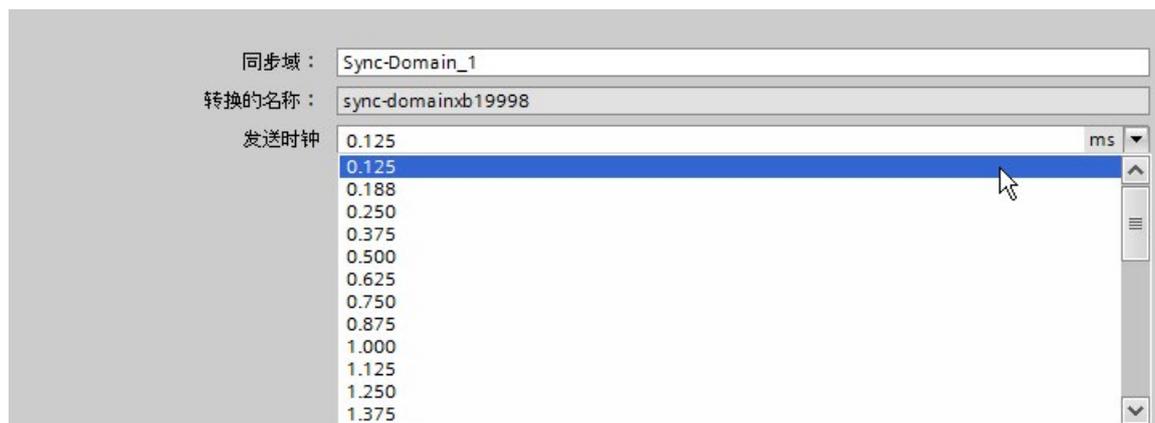


图 5-66 设置较短的发送时钟

进行分段处理的要求（如，CPU 1518-4 PN/DP）

如果组合使用以下发送时钟和带宽设置，则 IO 系统中的设备将使用分段机制。

- 发送时钟周期为 125 μ s：始终分段而不考虑带宽设置。
- 发送时钟周期为 187.5 μ s：使用以下带宽设置进行分段：“最多 50% 的循环 IO 数据。均衡比例。”(Maximum 50% cyclic IO data. Balanced proportion.) 和“最多 90% 的循环 IO 数据。主要传输循环 IO 数据”(Maximum 90% cyclic IO data. Focus on cyclic IO data.)。

如果禁用除一个端口之外的所有端口，则该控制器的 PROFINET IO 接口支持分段。

优化端口的短发送时钟设置

在 PROFINET IO 系统中，可通过在设备间使用长度较短 (< 20 m) 或信号延时时间较短（最高 0.12 μs ）的电缆，对所用带宽进行进一步优化。

要在 STEP 7 中组态长度较短且信号延时时间较短的电缆，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的拓扑视图中，选择端口。
2. 在巡视窗口中，浏览到“伙伴端口”(Partner port) 框中的“端口互连”(Port interconnection)。
3. 选择选项“电缆长度”(Cable length) 或“信号延时时间：”(Signal delay:)。
4. 选择电缆长度，或输入信号延时时间。



图 5-67 优化端口的短发送时钟设置

允许快速转发

要求:

- PROFINET IO 设备需支持快速转发机制，才能在设备中支持该过程。
- 启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)。
- 如果禁用除一个端口之外的所有端口，则 PROFINET IO 接口支持快速转发机制。

要支持快速转发机制，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 PROFINET IO 系统。
2. 在巡视窗口中，选择“属性 > 常规 > PROFINET > 管理 > 同步域 > 同步域名称”(Properties > General > PROFINET > Domain management > Sync domains > Name of the sync domain)。
3. 启用选项“允许快速转发”(Allows the use of 'fast forwarding)。



图 5-68 允许快速转发

说明

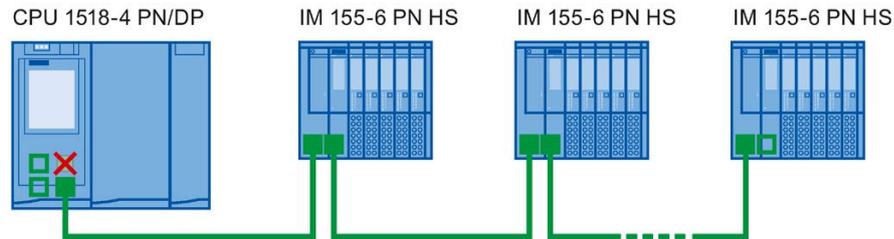
快速转发和 IPv6

不支持同时启用快速转发和 IPv6。

如果子网中的 IO 设备使用了 IPv6 地址，则必须禁用“快速转发”(fast forwarding)。

5.6.5 高性能 IRT 的示例组态

下图显示了一个性能最大化的组态示例。



- ✘ 取消激活 CPU 的 X1 接口的端口 1。
- X1 接口的端口 2 和总线上接口模块的端口采用以下设置：铜缆，电缆长度 < 20 m 或信号延时时间最大 0.12 μ s
- 通过 CPU 的接口 X2 和 X3 或通过总线末端的空闲端口，建立编程设备与 CPU 间的连接。

图 5-69 高性能 IRT 的组态示例

同步域中采用以下设置：

- 启用选项“支持高性能”(Make 'high performance' possible)。
- 将发送时钟设置为 125 μ s。
- 启用选项“允许快速转发”(Allows the use of 'fast forwarding')。

高性能 IRT 的标准以太网通信

在高性能 PROFINET IO 系统中，也支持标准以太网通信。请注意，此时需要先根据 IO 控制器对 IRT 节点进行相应排列，然后再排列总线端点上的标准以太网节点。

在标准以太网通信中进行数据量传送时，分隔标准以太网通信和循环实时通信可显著降低网络通信的载荷量。示例：使用接口 X1 进行 PROFINET IO 通信，使用其它接口进行标准以太网通信。

5.7 等时同步模式

5.7.1 什么是等时同步模式？

等时同步操作的目标

自动化工程组态中等时同步模式功能的先进性，在我们的日常的生活随处可见。

例如，数据传输与人们乘坐公共交通工具相似。假设公共交通工具以最大速度运行，同时在车站停留的时间极短，那么许多乘客只能眼巴巴地看着它们呼啸而去。但总的行进时间将由列车、公共汽车或地铁时钟来决定，因为经过良好调整的定时对于提供良好的服务来说必不可少。这一现象同样适用于自动化工程组态。快速循环以及各个循环的适应与同步将带来最佳吞吐量。

及时性

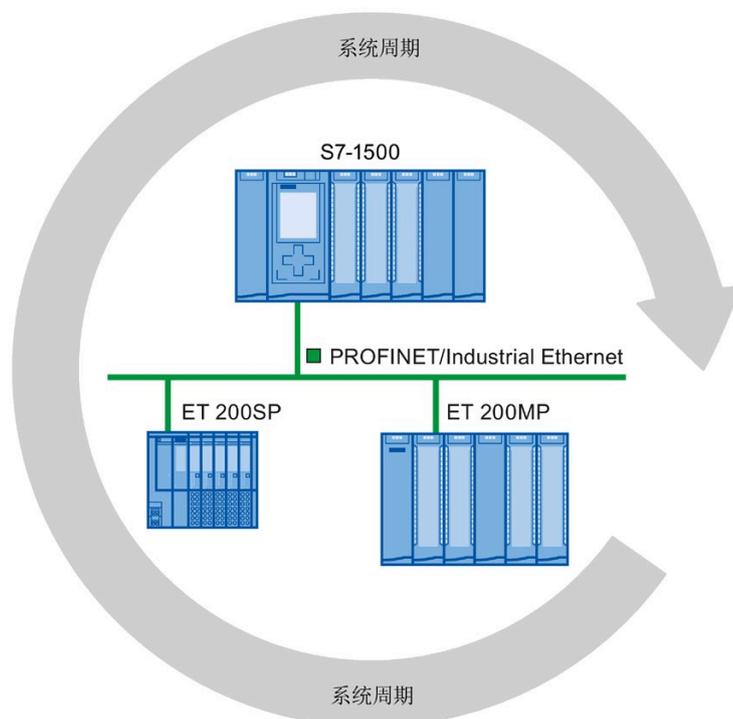


图 5-70 系统周期

在等时同步模式下运行的系统的快速而可靠的响应时间取决于能否即时提供所有数据。而这一切的根本是相等的循环时间。

等时同步模式功能可确保以恒定的时间间隔同步以下操作：

- 通过分布式 I/O 进行信号采集和输出
- 通过 PROFINET IO 进行信号传输
- 在 CPU 中，程序以与 PROFINET IO 相等的循环时间执行

这样，系统将以恒定的时间间隔对输入信号进行采集、处理并将输出信号输出。等时同步模式可确保过程响应时间精确重现与定义，并可确保与分布式 I/O 等时同步地进行信号处理。

等时同步模式的优势

使用等时同步模式可实现高精度控制。

- 通过恒定的、可计算的死区时间，优化控制环路
- 响应时间确定且具有可靠的再现性
- 输入数据的一致（同时）读取
- 输出数据的一致（同时）输出

5.7.2 使用等时同步模式

等时同步系统以固定的系统循环周期获取测量值和过程数据，并与该过程同步处理信号和输出。等时同步模式可显著提高控制指令并提高生产加工的精准度。使用等时同步模式，可大大降低过程响应时间内可能出现的波动。由于处理时间确定，因而设备的循环时间得以改进。与此同时，由于所有顺序的时间均可准确再现，即便快速过程也可实现可靠控制。随着循环时间的不断缩短，系统的处理速度进一步提高，从而极大降低了生产成本。

原则上，在必须同步获取测量值、调整移动步伐、定义并同时执行过程响应时，等时同步模式即会彰显出它的优势，如下例所示。因此，等时同步模式可用于各种应用。

示例：在等时同步模式下对多个测量点进行测量**自动化任务**

在凸轮轴的生产过程中，为了确保生产质量，需要对凸轮轴进行精确测量。

特征

为此，在凸轮旋转过程中，需要使用一个组件对凸轮轴的位置和位移进行同步测量。

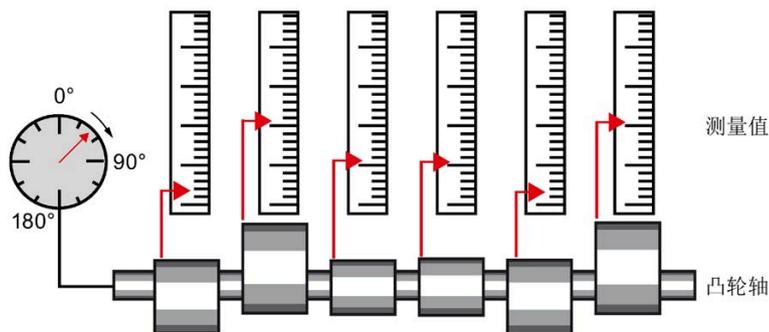
解决方法

图 5-71 凸轮轴的测量

在等时同步模式中，在固定时间点可同时获取不同测量点的测量值。因此，工作流程如下：

- 连续旋转凸轮轴
- 在连续旋转过程中，同步测量位置和凸轮位移
- 加工下一个凸轮轴

这样，在每次旋转凸轮轴时，可同步测量该凸轮轴的所有位置和相关的测量值（红色）。在确保测量精度不变或提高的前提下，可实现机器周期时间大幅改进。

优势

所需的测量时间显著缩短。

5.7.3 PROFINET IO 上同步的时间顺序

简介

在 PROFINET IO 上，可等时同步地操作分布式 I/O 系统中 CPU 上的 I/O 模块，如分布式 I/O 系统 ET 200SP、ET 200MP 中。

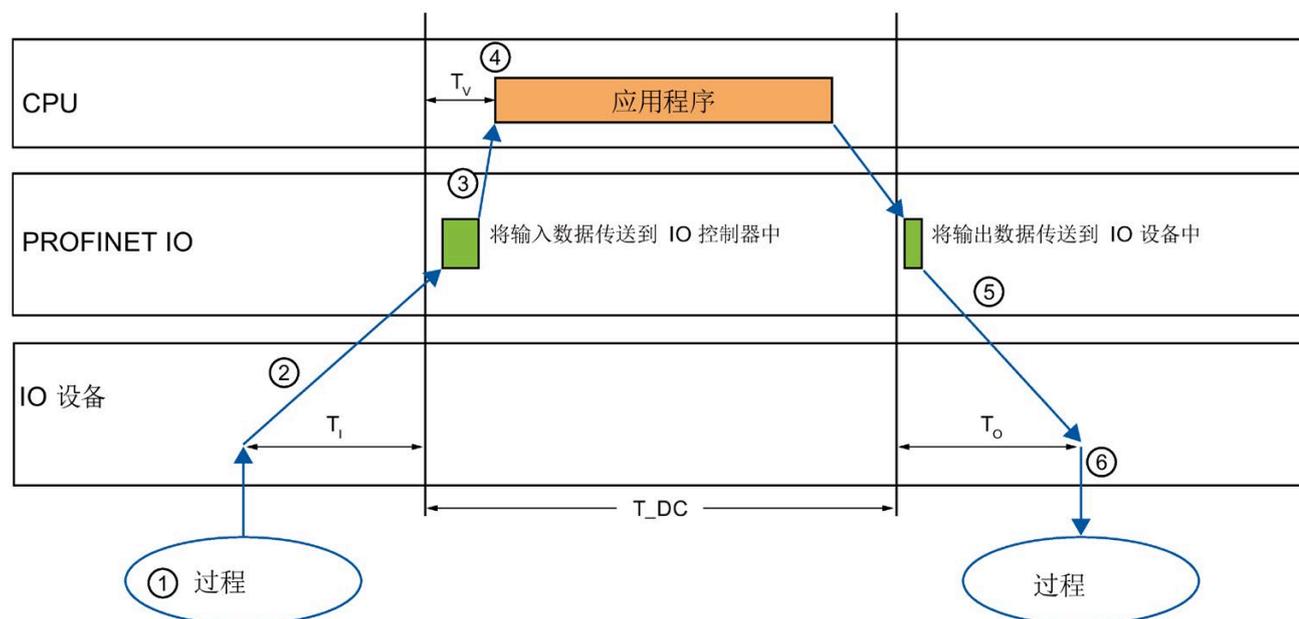
与 I/O 模块相同，I/O 系统的接口模块必须支持等时同步模式。

从输入数据的读入到输出数据的输出

以下将对同步中所涉及的所有组件的基本时间顺序进行详细说明：

- ① 过程中的测量值采集
- ② 输入数据的等时同步读入
- ③ 通过子网将输入数据传输到 IO 控制器 (CPU)
- ④ 在 CPU 的等时同步应用中进行进一步处理
- ⑤ 通过子网将输出数据传输到输出 IO 设备
- ⑥ 输出数据的等时同步输出

5.7 等时同步模式



- T_{DC} 数据循环 (Time_DataCycle)
- T_i 读入输入数据的时间
- T_o 用于将输出数据输出的时间
- T_v 已组态的延迟时间

图 5-72 PROFINET IO 上同步的时间顺序

为确保所有的输入数据可供在下一个 PROFINET IO 循环开始时通过子网传输，将 I/O 读入周期的开头会提前时间 T_i 。 T_i 是输入的“闪光灯”；在这一瞬间将读取所有的同步输入。可通过 T_i 补偿模数转换、背板总线时间等。提前时间 T_i 可由 STEP 7 组态，也可由用户手动组态。由 STEP 7 自动分配提前时间 T_i 。使用默认设置时，STEP 7 可确保设置常用的最小 T_i 。

子网将输入数据传输到 IO 控制器/DP 主站。启动应用程序来与周期同步。也就是会在可组态延时时间 T_v 后调用等时同步模式中断 OB。等时同步模式中中断 OB 中的用户程序定义过程响应，并及时为下一个数据循环的开始提供输出数据。数据周期（发送时钟/DP 周期时间）的长度始终由用户来组态。

T_o 是对 IO 设备/DP 从站中的背板总线和数模转换进行补偿的时间。 T_o 则是输出的“闪光灯”。在这一瞬间将输出已同步的输出。时间 T_o 可由 STEP 7 组态，也可由用户组态。STEP 7 将自动分配时间 T_o 。STEP 7 将自动计算出常用的最小 T_o 。

5.7.4 组态等时同步模式

5.7.4.1 简介

组态概述

设置 I/O 模块等时同步操作的参数

使用相应 I/O 模块的 I/O 地址特性执行以下功能：

- 为模块设置等时同步模式。
- 将模块的输入和输出分配给过程映像分区和等时同步模式中断 OB。

过程映像分区的数据会与已分配 OB 同步更新。通过等时同步模式中断，可选择与 PROFINET 发送时钟等时同步地启动程序。等时同步模式的处理优先级更高。

设置发送时钟

发送时钟是交换数据时最短的传输间隔。在等时同步模式下，发送时钟对应于数据循环 T_DC。

在 CPU 的 PROFINET 接口特性中或同步域中设置发送时钟。

设置应用程序循环

应用程序循环是数据循环 T_DC 的倍数。如果等时同步模式中断 OB 的运行时间较短，应用程序循环可与数据循环相同（= 发送时钟）。

可根据等时同步 PROFINET IO 系统的发送时钟相应地缩短等时同步模式中断 OB 的应用程序循环。将发送时钟的整数倍设置为减小系数。

减小执行等时同步模式中断 OB 的频率，使用该系数降低 CPU 利用率。在等时同步模式中断 OB 的特性中设置应用程序循环。

设置延时时间

延时时间是发送时钟的起始点与等时同步模式中断 OB 起始点之间的时间。在此时间段内，IO 控制器将与 IO 设备进行循环数据交换。

STEP 7 设置默认延时时间时，过程映像分区的等时模式更新将自动地处于应用程序循环的该执行窗口中。

在等时同步模式中断 OB 的特性中设置延时时间。延时时间越短，等时同步模式中断 OB 中用户程序的执行时间越长。

PROFINET IO 上等时同步模式的其它组态：

- 将已互连 PROFINET 接口的 IRT 设为 RT 等级

在 PROFINET IO 上进行等时同步操作的前提条件是 IRT 通信（等时同步实时通信）。IRT 表示在预留的时间间隔内进行同步数据交换。

- 对组态的拓扑进行组态

IRT 通信的前提条件是拓扑组态。除预留的带宽外，还会对来自既定传输路径的帧进行交换，对数据通信进行进一步优化。为此，可使用组态的拓扑信息对通信进行规划。

- 使用同步域将 IO 设备（同步从站）分配给 IO 控制器（同步主站），以进行等时同步数据交换。

IRT 通信的前提条件是一个可以对同步域中所有 PROFINET 设备分配共同时基的同步周期。通过此基本同步，可实现同步域中 PROFINET 设备的同步传输周期操作。

5.7.4.2 在 PROFINET IO 上组态等时同步模式**简介**

在基于 ET 200MP 分布式 I/O 系统的以下介绍中，模块的等时同步模式组态将作为一个 IO 设备。这一说明过程同样适用于其它分布式 I/O 系统（如，ET 200S 或 ET 200SP）。

IO 控制器为 S7-1500 CPU。

要求

- STEP 7 网络视图已打开。
- 已放置一个 S7-1500 CPU（例如，CPU 1516-3 PN/DP）。
- 已放置一个接口模块 IM 155-5 PN HF (ET 200MP) 并通过 PROFINET IO 与 CPU 联网。
- 满足 IRT 组态的所有要求：
 - CPU 的已联网 PROFINET 接口与接口模块的端口已互连（拓扑组态）。
 - 将接口模块的 RT 等级的 PROFINET 接口设置为“IRT”（“高级选项 > 实时设置 > 同步”(Advanced options > Real time settings > Synchronization) 区域）。
 - 为 CPU 和接口模块的 PROFINET 接口分配“同步主站”和“同步从站”角色（在 PROFINET 接口特性中：“高级选项 > 介质冗余 > 域设置”(Advanced options > Media redundancy > Domain settings) 区域）。

操作步骤

要在 I/O 和用户程序之间创建等时同步连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 IM 155-5 PN HF。切换到设备视图。
2. 插入可等时同步操作的 I/O 模块（例如 DI 16 x 24VDC HF）。
3. 转至巡视窗口中所选 I/O 模块的“I/O 地址”(I/O addresses) 区域。

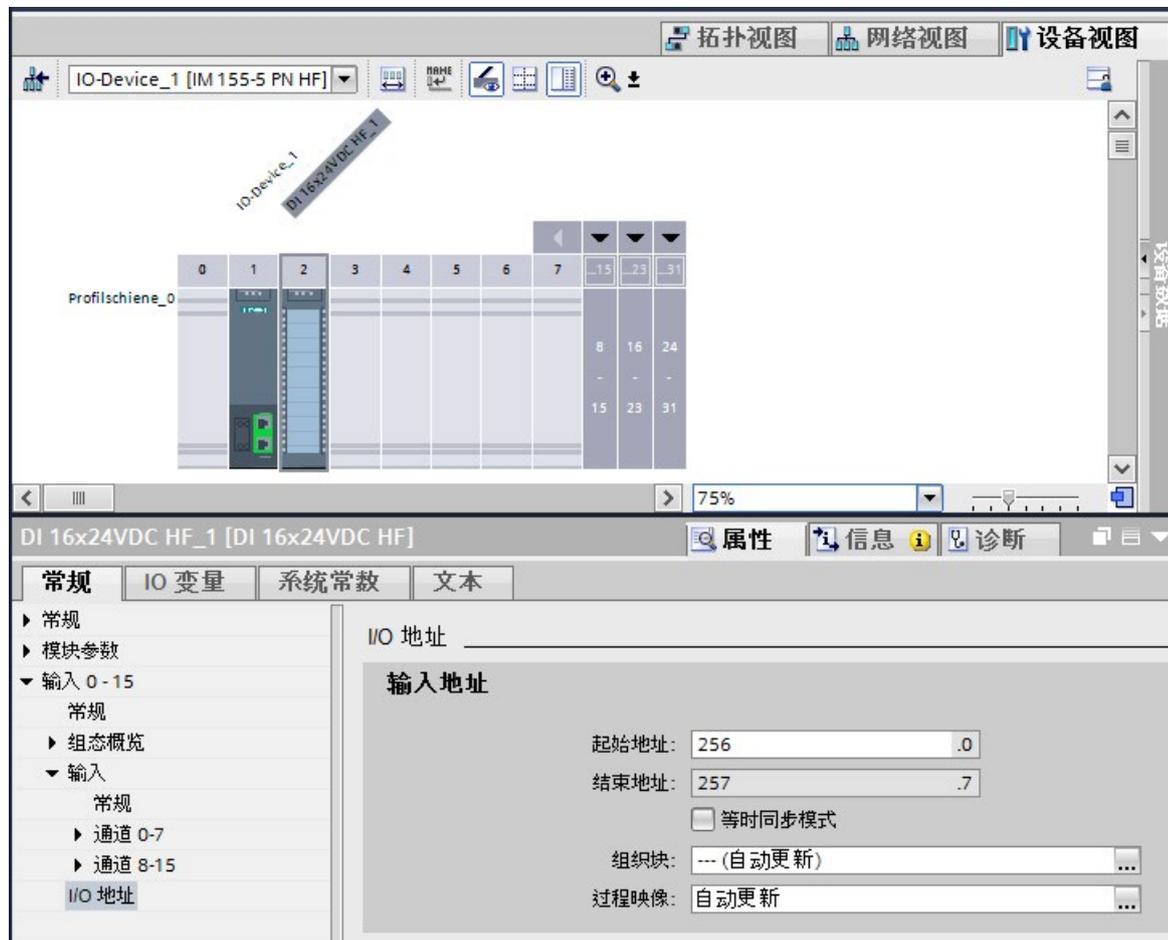


图 5-73 在 PROFINET IO 上组态等时同步模式

4. 在 I/O 地址区域中进行以下设置：

- 选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 选项。
- 选择一个过程映像分区，如过程映像分区 1。
- 单击“组织块”(Organization block) 下拉列表。单击“添加”(Add) 按钮，或者选择已存在的 OB。将打开用于选择组织块的对话框。
- 选择“同步循环”(Synchronous Cycle) OB。单击“确定”(OK) 确认选择。

如果进行自动编号分配，将生成并打开 OB 61。

在巡视窗口中，可以继续直接在“等时同步模式”(Isochronous mode) 区域中设置应用程序循环和延时时间 (页 234)，并开始指令部分中对 OB 进行编程。

5. 如有需要，可在网络视图中插入其它 IO 设备。调整等时同步模式的组态和设置。

6. 要获取有关计算得出的带宽信息或有关调整发送时钟的信息。请在网络视图中选择同步域，并在巡视窗口中浏览至域管理的相应区域。

参考

有关 STEP 7 中分布式 I/O 和驱动装置等时同步模式的参数分配与设置示例，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109480489>) 中的此 FAQ。

5.7.4.3 设置应用程序循环和延时时间

要求

- 在 STEP 7 中，已创建有等时同步模式组态。
- 已创建等时同步模式中断 OB 同步循环 (OB 6x)。
- 等时同步模式中断 OB 处于打开状态。

设置应用程序循环

应用程序循环是数据循环 T_DC（发送时钟）的倍数。使用应用程序循环设置可减小因执行等时同步模式中断 OB 而增高的 CPU 利用率。下例中，仅会在 CPU 中每执行完 2 个数据循环 T_DC 之后调用 OB。

要为等时同步模式应用程序设置应用程序循环，请按以下步骤操作：

1. 打开上述等时同步模式中断 OB 的“特性”(Properties) 对话框。
2. 在区域导航中，单击“等时同步模式”(Isochronous mode) 组。
3. 在“应用程序循环 (ms)”(Application cycle (ms))中设置应用程序循环。打开下拉列表框，选择应用程序循环。该下拉列表框中有多个可以作为应用程序循环的数据循环 T_DC。下图中，数据循环 T_DC 设置为 2 ms。

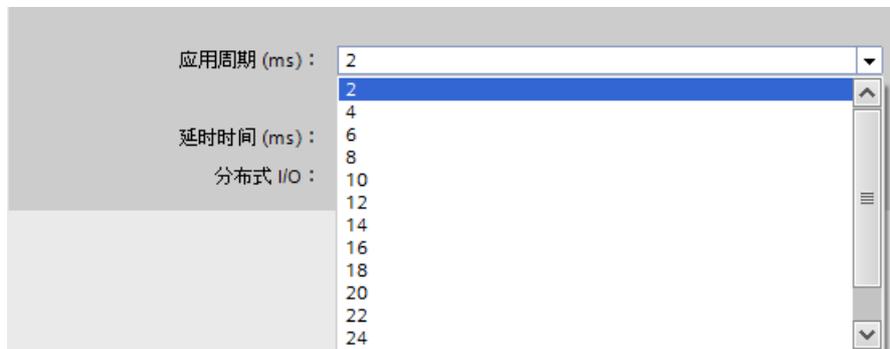


图 5-74 设置应用程序循环

设置延时时间

延时时间是发送时钟的起始点与等时同步模式中断 OB 起始点之间的时间。STEP 7 自动将延时时间默认设置为执行窗口的起始时间。其结果是，过程映像分区的等时模式更新将自动地处于应用程序循环的该执行窗口中。

还可以手动地设置该延时时间。延时时间越短，等时同步模式中断 OB 中用户程序的执行时间越长。手动设置延时时间时，必须在应用程序循环的执行窗口中调用“SYNC_PI”和“SYNC_PO”指令。

要为等时同步模式应用程序设置延时时间，请按以下步骤操作：

1. 打开上述等时同步模式中断 OB 的“特性”(Properties) 对话框。
2. 在区域导航中，单击“等时同步模式”(Isochronous mode) 组。

5.7 等时同步模式

- 清除“自动设置”(Automatic setting)复选框。
- 在“延时时间(ms)”(Delay time (ms))中，输入自己需要的延时时间。

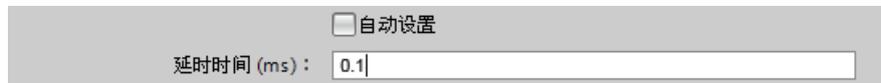


图 5-75 设置延时时间

5.7.5 编程等时同步模式

5.7.5.1 编程的基本要素

在等时同步模式中断 OB 中进行编程

仅可在等时同步模式中断 OB 同步循环 (OB 6x) 中对程序的等时同步部分进行编程。

由于按较高优先级处理等时同步模式中断，因此等时同步模式中断 OB 中仅处理程序中时间相关部分。等时同步模式中断 OB 将以一个组态的延时时间来调用。

通过调用指令方哪位等时同步 I/O

通过过程映像分区访问等时同步 I/O。也就是说，等时同步模块的地址必须位于一个过程映像分区中。

使用 SYNC_PI 和 SYNC_PO 指令设定对等时同步模式中断 OB 同步循环 (OB 6x) 中的等时同步 IO 的访问。

等时同步 I/O 只能通过调用“SYNC_PI”和“SYNC_PO”指令进行更新，因此，等时同步 IO 只能在相应的过程映像分区中。

说明

建议：为了防止返回 OB 6x 的数据不一致，请勿在等时同步模式 OB 中使用“DPRD_DAT”和“DPWR_DAT”指令（直接数据访问）。

“SYNC_PI”和“SYNC_PO”指令只能在允许的执行窗口中更新过程映像分区。执行窗口从循环数据交换结束一直延伸到仍可及时复制输出的 T_DE 结束之前的时间。必须在此时间窗口内启动数据交换。如果“SYNC_PI”和“SYNC_PO”指令在其执行窗口没有执行，指令将会以相应的错误消息指出这一问题。

程序执行模型

根据“SYNC_PI”和“SYNC_PO”指令在 OB 6x 中的调用顺序，可将程序执行分为两个基本模型：

- **IPO** 模型（读取输入 (Inputs) - 处理 (Processing) - 写入输出 (Outputs)）
- **OIP** 模型（写入输出 (Outputs) - 读取输入 (Inputs) - 处理 (Processing)）

5.7.5.2 根据的 IPO 模型进行的程序执行

如果等时同步模式中断 OB 的执行时间明显短于一个数据循环 T_{DC}，则使用 IPO 模型。在 IPO 模型中，不得减小数据循环。也就是说，等时同步模式中断 OB 的应用程序循环等于数据循环 T_{DC}。

IPO 模型的响应时间是最短的。

按照 IPO 模型在等时同步模式中断 OB 中进行编程

要按照 IPO 模型编程：

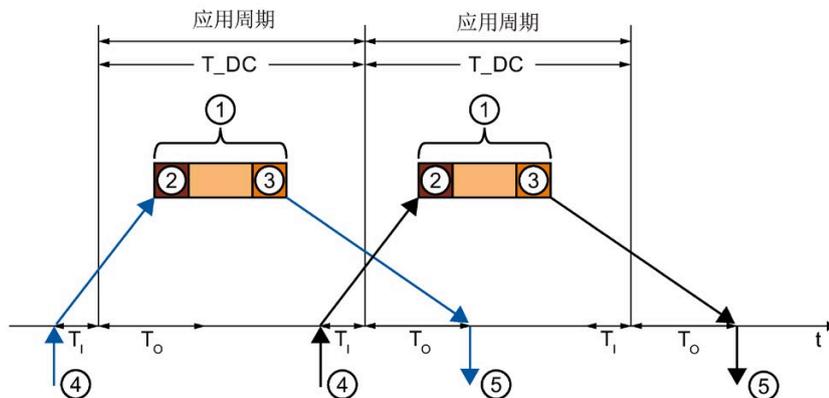
1. 在等时同步模式中断 OB 的开始处调用 SYNC_PI 指令。
2. 然后调用实际用户程序。
3. 在等时同步模式中断 OB 的结束处调用“SYNC_PO”指令。

表格 5-3 按照 IPO 模型编程

步骤	操作	说明
1	读入 (I)	SYNC_PI 指令读入过程映像分区的输入，并将输入提供给等时同步模式中断 OB。
2	处理 (P)	编写等时同步模式中断 OB 的实际用户程序。
3	输出 (O)	SYNC_PO 指令通过过程映像分区输出由用户程序更改的数据。

IPO 模型中的信号顺序

下图显示了 IPO 模型中从 CPU 中过程值采集和处理开始到过程值输出的信号顺序：



- ① 执行等时同步模式中断 OB
- ② “SYNC_PI”指令
- ③ “SYNC_PO”指令
- ④ 在时间 T_i 等时同步读入 I/O 模块上的过程值
- ⑤ 在时间 T_o 等时同步输出 I/O 模块上的过程值

图 5-76 IPO 模型中的信号顺序

在时间 T_i 等时同步读入 I/O 上的过程值。IPO 模型中数据的处理是在一个数据周期 T_{DC} 内完成。输出数据始终在下一数据循环 T_{DC} 的 T_o 时间在 I/O 上提供。

在 IPO 模型中，从“输入端子”到“输出端子”的执行时间固定为 $T_i + T_{DC} + T_o$ 。

$T_i + 2 \times T_{DC} + T_o$ 可作为过程响应时间的保证。

5.7.5.3 根据 OIP 模型执行程序

如果等时同步模式中中断 OB 的执行循环时长不等，应用程序循环大于数据循环 T_{DC}，则使用 OIP 模型。

在 OIP 模型中，与过程的数据交换始终是确定的，也就是说，会刚好在指定时间进行数据交换。

按照 OIP 模型在等时同步模式中中断 OB 中进行编程

要按照 OIP 模型编程：

1. 在等时同步模式中中断 OB 的开始处调用 SYNC_PO 指令。
2. 然后调用 SYNC_PI 指令。
3. 然后调用实际用户程序。

表格 5-4 按照 OIP 模型编程

步骤	操作	说明
1	输出 (O)	SYNC_PO 指令通过过程映像分区的输出来输出上一次循环中由用户程序更改的数据。
2	读入 (I)	SYNC_PI 指令读入当前循环过程映像分区的输入，并将输入提供给等时同步模式中中断 OB。
3	处理 (P)	编写等时同步模式中中断 OB 的实际用户程序。

OIP 模型中的信号顺序

下图显示了 OIP 模型中从 CPU 中的过程值采集和处理开始到过程值输出的信号顺序。本例中，应用程序循环的时长是数据循环 T_{DC} 的二倍。

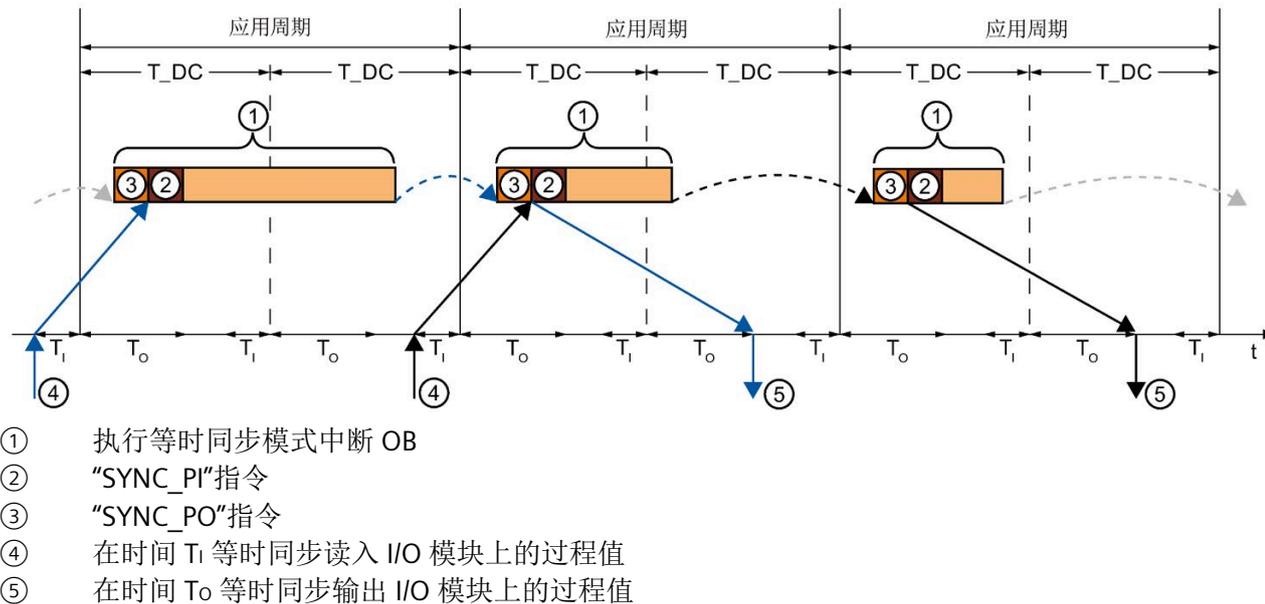


图 5-77 OIP 模型中的信号顺序

在时间 T_i 等时同步读入 I/O 上的过程值。在 OIP 模型中，数据是在 2 个应用程序循环中进行处理的。输出数据始终在下一应用程序循环 $T_{DC} + T_o$ 时间在 I/O 上提供。

在 IPO 模型中，从“输入端子”到“输出端子”的执行时间固定为 $T_i + \text{应用程序循环} + T_{DC} + T_o$ 。

$T_i + 2 \times \text{应用程序循环} + T_{DC} + T_o$ 可作为过程响应时间而得到保证。

5.8 直接数据交换

5.8.1 简介

本部分介绍直接数据交换功能。

工作原理

自固件版本 V2.8 开始，S7-1500 CPU 支持与其它 S7-1500 CPU 直接进行数据交换（交叉数据通信）。

在直接数据交换的情况下，S7-1500 CPU 将 I/O 区域中的循环用户数据提供给一个或多个伙伴。直接数据交换基于 IRT 和等时同步模式下的 PROFINET。

通过传送区进行数据交换。

在两个 S7-1500 CPU 之间进行直接数据交换 (1:1)

下图显示了两个 S7-1500 CPU 之间的直接数据交换。发送 S7-1500 CPU 的输出传送区对应于接收 S7-1500 CPU 的输入传送区。

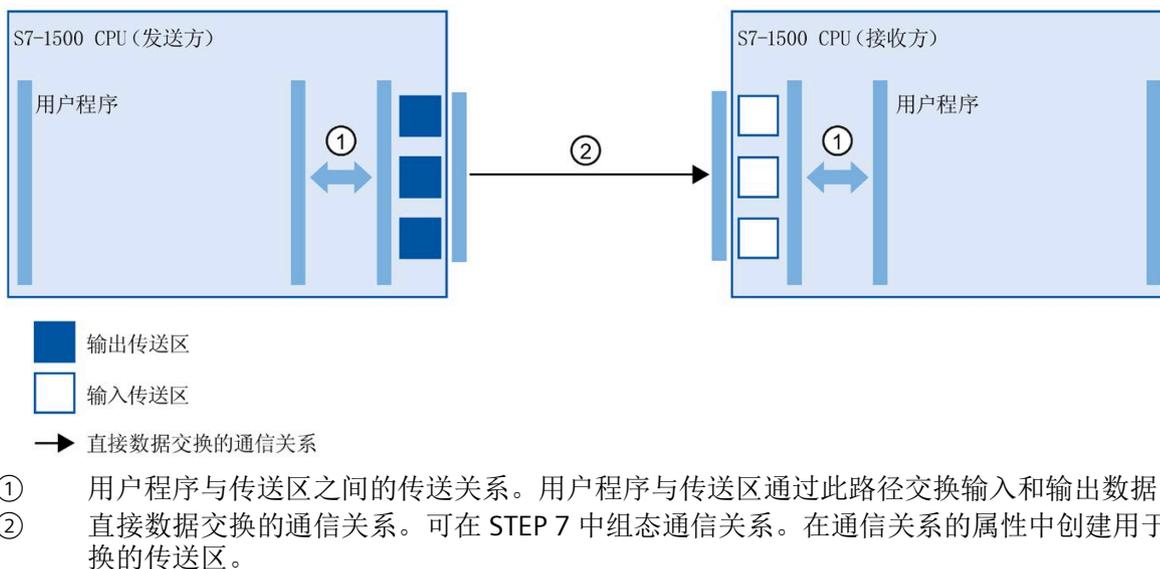
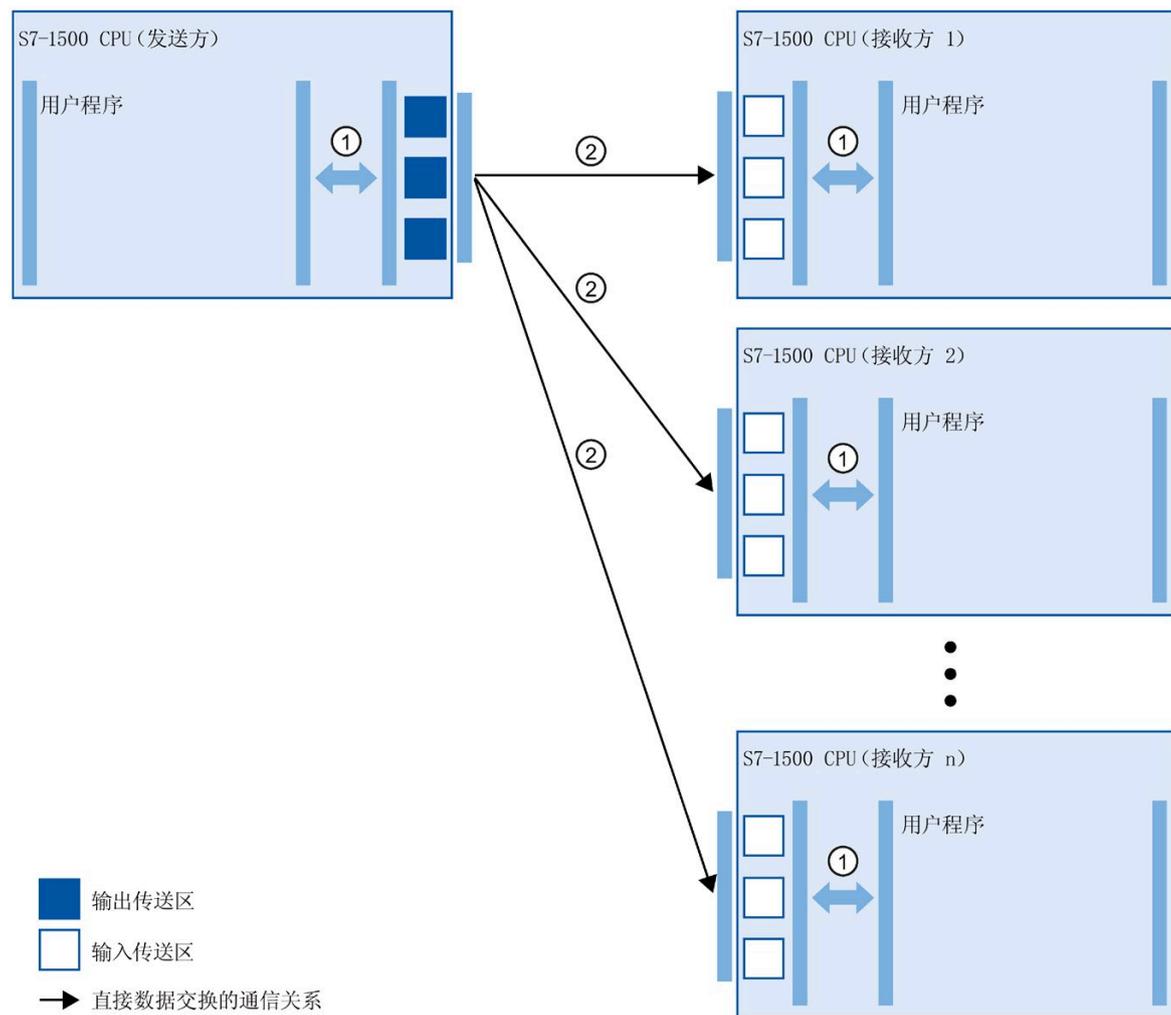


图 5-78 在两个 S7-1500 CPU 之间进行直接数据交换 (1:1)

与多个接收方进行直接数据交换 (1:n)

下图显示了与多个 S7-1500 CPU 的直接数据交换。在这种情况下，发送 S7-1500 CPU 将其输出传送区的数据提供给多个 S7-1500 CPU。每个接收 S7-1500 CPU 都有其自己的输入传送区。



- ① 用户程序与传送区之间的传送关系。用户程序与传送区通过此路径交换输入和输出数据。
- ② 直接数据交换的通信关系。可在 STEP 7 中组态通信关系。在通信关系的属性中创建用于直接数据交换的传送区。

图 5-79 与多个接收方进行直接数据交换 (1:n)

应用

- 多个 S7-1500 CPU 之间的确定性等时同步 I/O 通信

直接数据交换的属性

- 始终等时同步
- MRP 组态中支持 MRPD
- 无通过 PROFINET 进行非循环数据交换的数据记录机制
- 无 PROFINET 报警
- 组态限值：
 - 直接数据交换的最大数据长度为 3075 字节（包括用户数据限定符）
 - 传送区的最大数据长度：1024 字节（无用户数据限定符）
 - 最大发送方传送区数：128
 - 最大接收方传送区数：512，分布在最多 64 个可接收的 PROFINET 帧中，因此最多 64 个发送方 CPU

接收方的诊断选项

发送方的操作状态变更：

- 当发送方从 RUN 变为 STOP 时，接收方的行为如下：
 - 在过程映像同步期间，“SYNC_PI”和“SYNC_PO”指令在参数 RET_VAL 中返回错误消息。
 - 通过对直接数据交换的输入传送区进行直接 I/O 访问，调用 OB 122“I/O 访问错误”（如果存在）。
 - 传入诊断消息“硬件组件中的 I/O 数据故障”
- 当发送方从 STOP 变为 RUN 时，接收方的行为如下：
 - 调用直接数据交换的输入传送区的 OB 83“插拔中断”
 - 在调用 OB 83 之前，调用 OB 122（如果存在）。
 - 传出诊断消息“硬件组件的用户数据故障”

发送方的站故障/站恢复

- 当发送方有故障时（例如，由于总线中断引起），接收方的行为如下：
 - 调用 OB86“机架故障”
 - 在过程映像同步期间，“SYNC_PI”和“SYNC_PO”指令在参数 RET_VAL 中返回错误消息。
 - 通过对直接数据交换的输入传送区进行直接 I/O 访问，调用 OB 122“I/O 访问错误”（如果存在）。
- 当发送方在站故障后恢复时（例如，由于重新建立总线连接），接收方的行为如下：
 - 调用 OB86“机架故障”

5.8.2 在两个 S7-1500 CPU 之间组态直接数据交换

在两个 IO 控制器之间组态直接数据交换的过程如下所述。

首先，创建直接数据交换的通信关系。然后，组态连接的传送区。

要求

- STEP 7 V16 或更高版本
- 两个 S7-1500 CPU 固件版本为 V2.8 或更高版本
- IRT 已组态：
 - 两个 CPU 均处于一个同步域中。
 - 一个 CPU 是同步主站，另一个 CPU 是同步从站。
 - 端口已互连。

建立直接数据交换的通信关系

要在两个 S7-1500 CPU 之间建立直接数据交换的通信关系，请按以下步骤操作：

1. 选择发送 S7-1500 CPU 的 PROFINET 接口 X1。
2. 网络视图切换为表格视图，选项卡“I/O 通信”(I/O communication)。CPU 的 PROFINET 接口 X1 显示在“伙伴 1”(Partner 1) 列中。
3. 在“伙伴 2”(Partner 2) 列的“<在此处删除或选择设备>”(<Drop or select the device here>) 中，从下拉列表中选择通信伙伴的 PROFINET 接口作为连接伙伴。

注意通信方向：

- ←：通信伙伴为发送方
- →：通信伙伴为接收方

在两个 S7-1500 CPU 之间建立直接数据交换的通信关系。

伙伴 1		↔	伙伴 2	伙伴 2 上的接口	模式
1	PLC_1				
2	PROFINET-Schnittstelle_1				
3	X1	→	PLC_2	PROFINET-Schnittstelle_1	直接数据交换
4			将设备放在此处或者选择 ->		
5					

图 5-80 直接数据交换的通信关系

组态用于直接数据交换的传送区

要组态用于直接数据交换的传送区，请按以下步骤操作：

1. 选择直接数据交换的通信关系。

	伙伴 1	↔ 伙伴 2	伙伴 2 上的接口	模式
1	▼ PLC_1			
2	▼ PROFINET-Schnittstelle_1			
3	X1	→ PLC_2	PROFINET-Schnittstelle_1	直接数据交换
4		将设备放在此处或者选择 >		
5				

图 5-81 直接数据交换的通信关系

2. 导航到通信关系属性的“常规 > 直接数据交换 > 传送区”(General > Direct data exchange > Transfer areas)。
3. 双击“<新增>”(<Add new>) 按钮，创建新的传送区。为传送区指定一个有意义的名称。
创建了用于直接数据交换的传送区。



图 5-82 用于直接数据交换的传送区

传送区的通信方向由通信关系指定。无法更改传送区的通信方向。

编辑传送区

在“常规 > 直接数据交换 > 传送区名称 > 传送区详细信息”(General > Direct data exchange > Name of transfer area > Detail of the transfer area) 下选择传送区的属性。

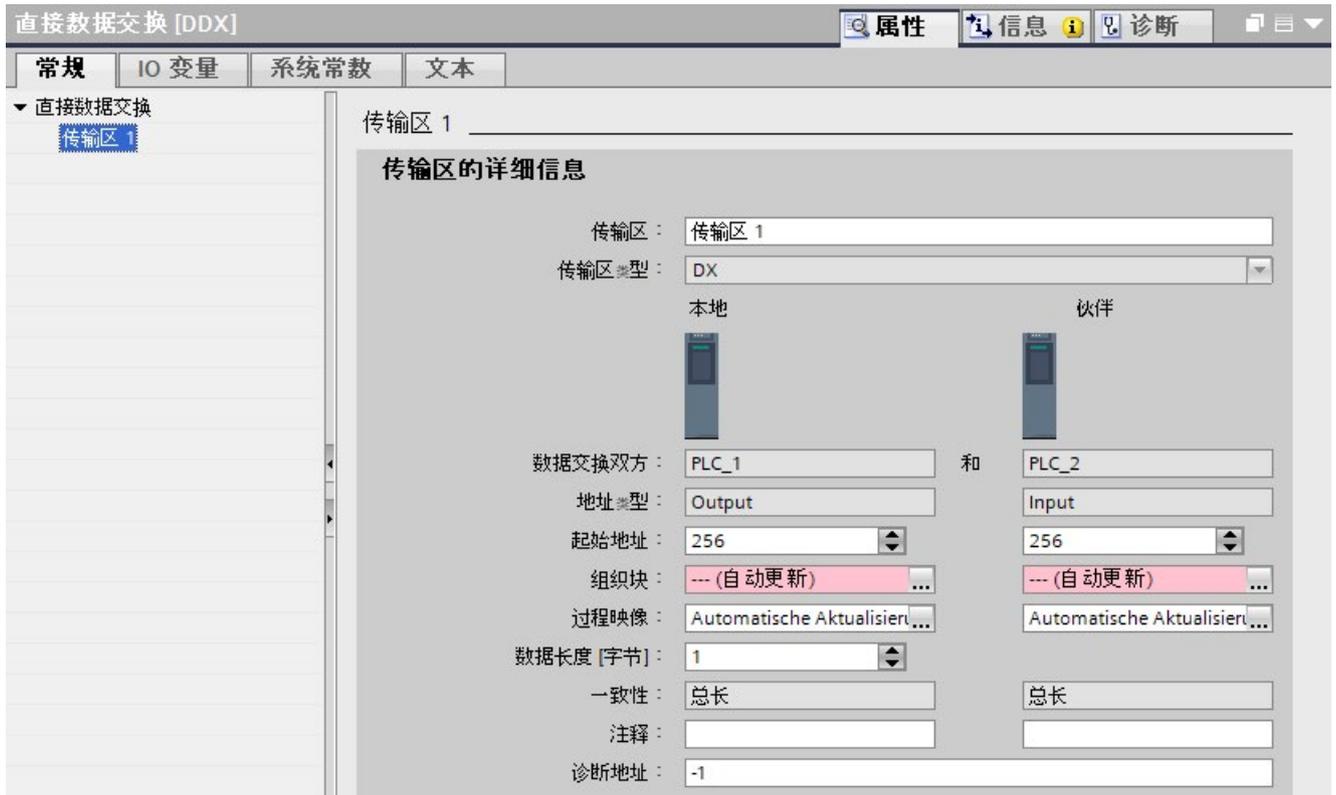


图 5-83 传送区属性

表格 5-5 传送区设置的概述

参数	本地	伙伴
起始地址	在本地 CPU 中设置输入或输出传送区的起始地址。	在伙伴 CPU 中设置输入或输出传送区的起始地址。
组织块	将传送区分配给等时同步模式中断 OB 或“MC-Servo”OB。	将传送区分配给等时同步模式中断 OB 或“MC-Servo”OB。
过程映像	选择过程映像分区，例如 PIP 1。 如果已将“MC-Servo”指定为组织块，则 STEP 7 会自动将“PIP OB Servo”设置为过程映像。	选择过程映像分区，例如 PIP 1。 如果已将“MC-Servo”指定为组织块，则 STEP 7 会自动将“PIP OB Servo”设置为过程映像。
数据长度 [字节]	设置传送区的大小。	-

将组态下载到设备

规则:

- 将组态下载到所有相关 CPU。
- 如果更改直接数据交换的组态, 请将这些更改下载到所有相关 CPU。

5.8.3 在多个 IO 控制器之间组态直接数据交换

在多个 S7-1500 CPU 之间组态直接数据交换的过程如下所述。

首先, 建立直接数据交换的通信关系。然后, 组态通信关系的传送区。

要求

- STEP 7 V16 或更高版本
- S7-1500 CPU 固件版本为 V2.8 或更高版本
- IRT 已组态:
 - 所有 CPU 都在一个同步域中。
 - 一个 CPU 是同步主站, 其它 CPU 是同步从站。
 - 端口已互连。

建立直接数据交换的通信关系

要在多个 S7-1500 CPU 之间建立直接数据交换的连接, 请按以下步骤操作:

1. 选择发送 CPU 的 PROFINET 接口 X1。
2. 网络视图切换为表格视图, “I/O 通信”(I/O communication) 选项卡。
CPU 的 PROFINET 接口 X1 显示在“伙伴 1”(Partner 1) 列中。
3. 在“伙伴 2”(Partner 2) 列的“<在此处删除或选择设备>”(“<Drop or select the device here>”) 中, 从下拉列表中选择通信伙伴的 PROFINET 接口作为连接伙伴。

注意传送方向:

- ←: 连接伙伴为发送方
- →: 连接伙伴为接收方

在两个 S7-1500 CPU 之间建立直接数据交换连接。

4. 对其它所有接收 IO 控制器重复步骤 3。

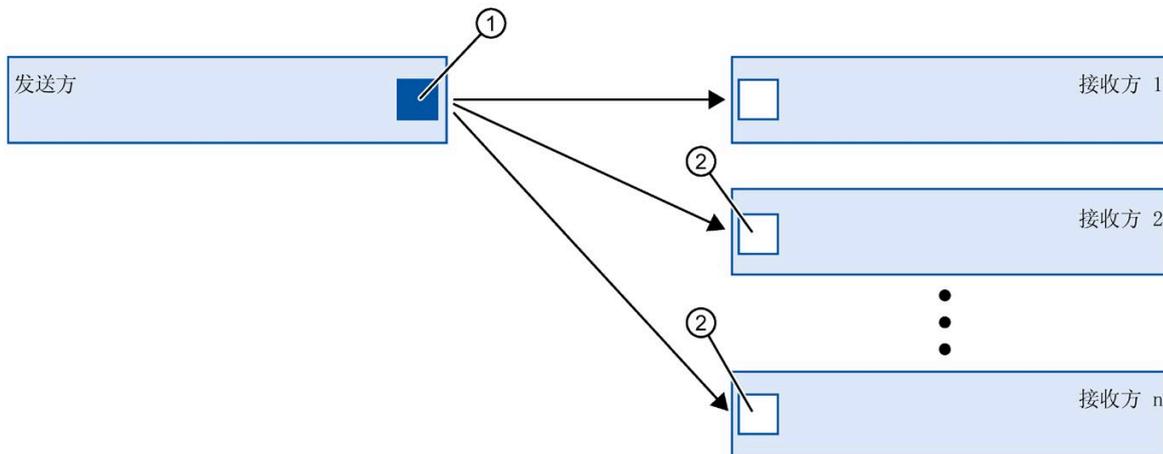
在发送 CPU 和接收 CPU 之间建立直接数据交换连接。

网络概览			
伙伴 1	伙伴 2	伙伴 2 上的接口	模式
1	PLC_1		
2	PROFINET-Schnittstelle_1		
3	X1	PROFINET-Schnittstelle_1	直接数据交换
4	X1	PROFINET-Schnittstelle_1	直接数据交换
5	将设备放在此处或者选择 ->		

图 5-84 与多个 S7-1500 CPU 进行直接数据交换的连接

组态用于直接数据交换的传送区

下图显示了传送区的组态顺序。



- ① 首先，在发送方和一个接收方之间组态传送区。可以在发送方的 PROFINET 接口中组态此传送区。
- ② 然后，在发送方和其它接收方之间组态传送区。可以在接收方的 PROFINET 接口中组态这些传送区。

图 5-85 多个接收方的情况下传送区的组态顺序

5.8 直接数据交换

要组态用于直接数据交换的传送区，请按以下步骤操作：

1. 选择发送 CPU 的 PROFINET 接口 X1，并切换为表格视图，“I/O 通信”(I/O communication) 选项卡。
2. 在网络视图的表格视图中，选择在发送方和接收方 1 之间进行直接数据交换的通信关系。
3. 导航到 I/O 连接属性的“常规 > 直接数据交换 > 传送区”(General > Direct data exchange > Transfer areas)。
4. 双击“<新增>”(<Add new>) 按钮，创建新的传送区。为传送区指定一个有意义的名称。在发送方和接收方 1 之间组态用于直接数据交换的传送区。



图 5-86 用于直接数据交换的传送区

5. 此时，选择尚未设置传送区的接收方（例如接收方 2）的 PROFINET 接口。
6. 将网络视图切换为表格视图，“I/O 通信”(I/O communication) 显示与发送方进行直接数据交换的通信关系。



图 5-87 发送方 2 中用于直接数据交换的连接

7. 选择通信关系。

8. 导航到属性的“常规 > 直接数据交换 > 传送区”(General > Direct data exchange > Transfer areas)。
9. 双击“<新增>”(<Add new>) 按钮，创建新的传送区。为传送区指定一个有意义的名称。
组态了用于直接数据交换的传送区。
10. 选择传送区。
11. 对于“伙伴地址”(Partner address)，选择发送方中的现有地址区域作为输出传送区。



图 5-88 用于多个 IO 控制器直接数据交换的传送区

在接收方 2 和发送方之间组态用于直接数据交换的传送区。

编辑传送区

在“常规 > 直接数据交换 > 传送区名称 > 传送区详细信息”(General > Direct data exchange > Name of transfer area > Detail of the transfer area) 下选择传送区的属性。

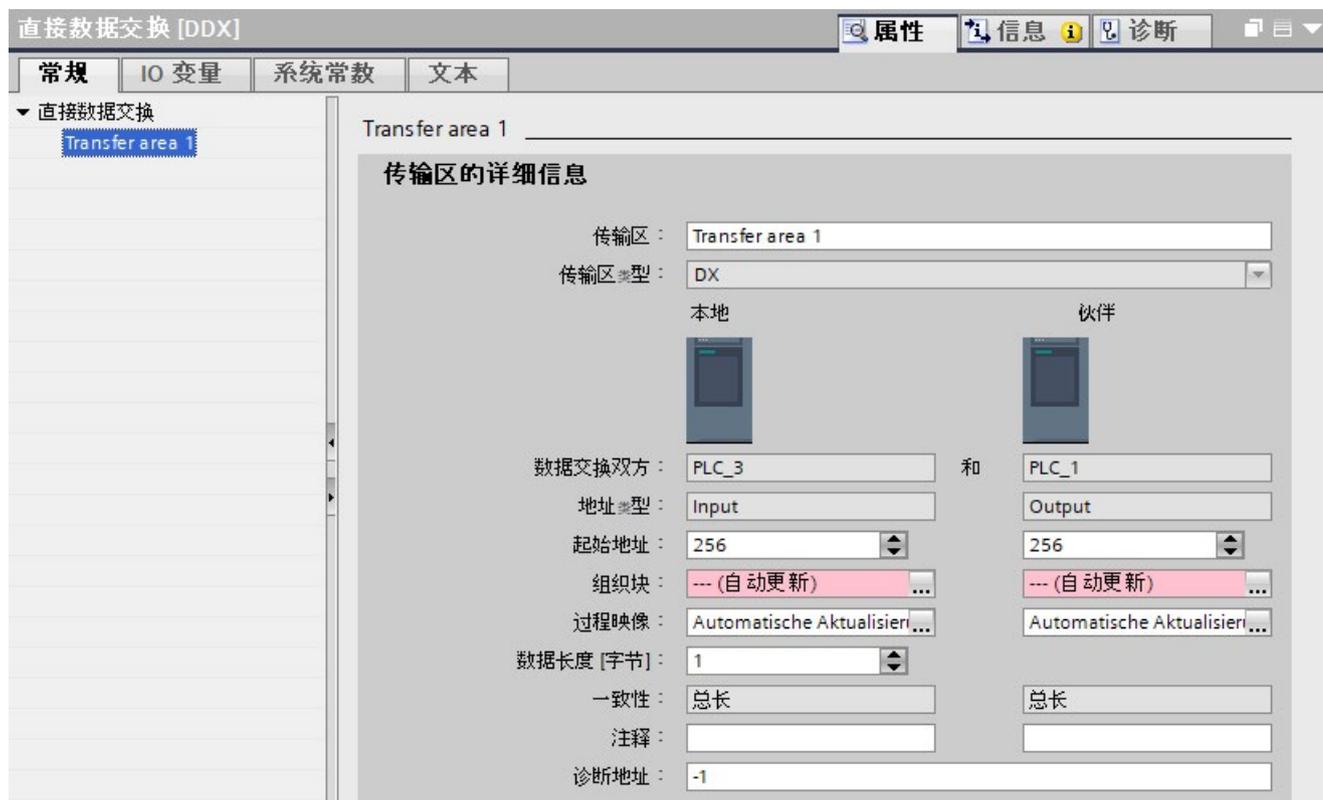


图 5-89 传送区属性

表格 5-6 传送区设置的概述

参数	本地	伙伴
起始地址	在本地 CPU 中设置输入或输出传送区的起始地址。	在伙伴 CPU 中设置输入或输出传送区的起始地址。
组织块	将传送区分配给等时同步模式中断 OB 或“MC-Servo”OB。	将传送区分配给等时同步模式中断 OB 或“MC-Servo”OB。
过程映像	选择过程映像分区，例如 PIP 1。如果已将“MC-Servo”指定为组织块，则 STEP 7 会自动将“PIP OB Servo”设置为过程映像。	选择过程映像分区，例如 PIP 1。如果已将“MC-Servo”指定为组织块，则 STEP 7 会自动将“PIP OB Servo”设置为过程映像。
数据长度 [字节]	设置传送区的大小。	-

将组态下载到设备

规则：

- 将组态下载到所有相关 CPU。
- 如果更改直接数据交换的组态，请将这些更改下载到所有相关 CPU。

5.9 设备更换无需使用移动介质

定义

对于不带有可移动介质插槽的 IO 设备（例如，ET 200SP、ET 200MP）或支持 PROFINET 功能“设备更换无需可移动介质/PG”的 IO 设备，可直接更换为所保存的设备名称而无需使用移动介质，也无需通过 PG 分配设备名称。替换的 IO 设备由 IO 控制器来分配名称，而不是通过可移动介质或 PG 来分配名称。

为分配设备名称，IO 控制器使用组态的拓扑和从 IO 设备建立的邻域关系。

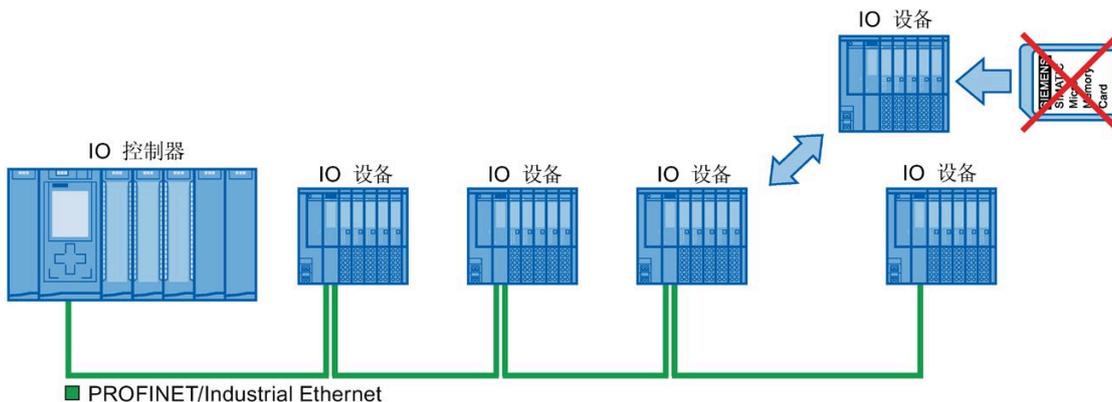


图 5-90 设备更换无需使用移动介质

说明

更换设备时，应确保将 PROFINET 电缆再次插入正确的端口，如 STEP 7 中所组态。否则，可能会错误地指定设备名称。

优势

使用 PROFINET 功能“设备更换无需可移动介质/PG”，可具有如下优势：

- 在更换 IO 设备之后，将自动从 IO 控制器获取其设备名称。而不再需要使用 PG 或可移动介质来分配设备名称。
- 可以保存在 IO 设备（用于替换卸下的设备）的存储介质上。
- 使用具有相同组态和设定拓扑的串行计算机来简化设备名称的分配。不需要再通过可移动介质/PG 来分配设备名称。

哪些设备在更换设备时无需使用移动介质？

有关支持“设备更换时无需使用移动介质”(Device replacement without exchangeable medium) 功能的设备概览，请参见“常见问题与解答 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/36752540>)”。

5.9.1 “无需可移动介质的设备更换/PG”功能

邻近

相邻性是指相邻 PROFINET 设备的两个端口之间的物理关系。PROFINET 设备通过其在物理以太网线路上的一个端口连接到第二个邻近 PROFINET 设备（邻居）的一个特定端口。这两个终端设备（例如带一个端口的 IO 控制器和 IO 设备）以及网络组件（例如交换机、带多个端口的 IO 控制器和 IO 设备）都将被视为 PROFINET 设备。

IO 设备的故障与更换

以下示例描述了在 IO 设备发生故障的情况下无需可移动介质进行设备更换。

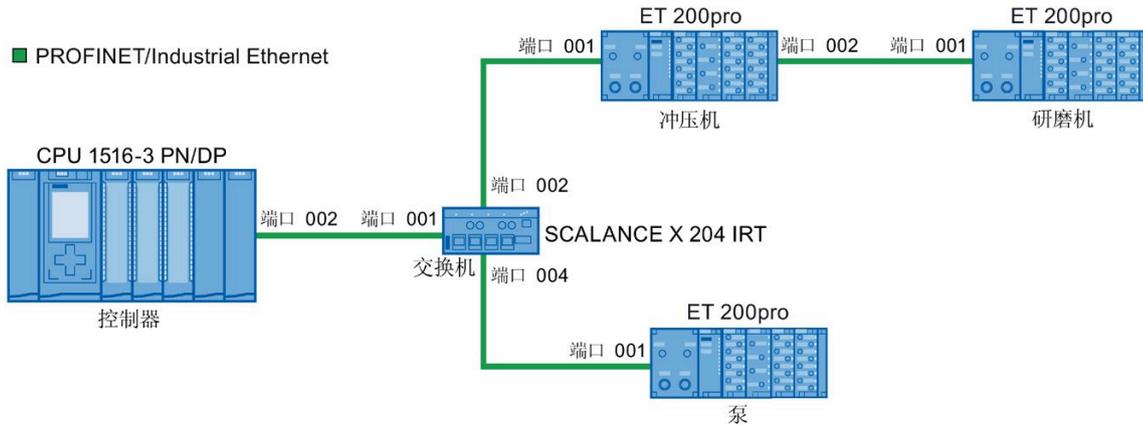


图 5-91 无需可移动介质的设备更换的组态示例

要更换设备，需要向 IO 控制器提供以下信息：

PROFINET 设备	设备别名
控制器	"端口-001.交换机"
交换机	"端口-002.控制器"、"端口-001.冲压机"、"端口-001.泵"
冲压机	"端口-002.交换机"、"端口-001.研磨机"
研磨机	"端口-002.交换机"
泵	"端口-004.交换机"

在本例中，设备名为“研磨机”(Mill) 的 IO 设备发生故障：

要求

替换已卸下设备的 PROFINET 设备无设备名称。

命名规则

此处认为 IO 设备“研磨机”(Mill) 发生故障。

1. IO 控制器会查询所更换 IO 设备的设备名。
2. IO 控制器会检测到设备别名为“port-002.Press”的 IO 设备无设备名称。
3. IO 控制器会通过故障 IO 设备的设备别名“端口-002.冲压机”(port-002.Press) 将设备名称“研磨机”(Mill) 分配给所更换的 IO 设备。

说明

如果使用 PROFINET 的“设备更换无需可移动介质/PG”功能将设备插入到组态以外的其它位置，则将为该设备分配其它设备名称。

再次使用前，将错误插入的设备复位为交付状态。

5.9.2 无需可移动介质更换 IO 设备

简介

有时，在自动化系统中经常需要更换 IO 设备。通常通过插入可移动介质或通过编程设备为 IO 设备分配设备名称。CPU 通过这些设备名称来识别 IO 设备。

在某些情况下，可以在不插入可移动介质或没有 PG 的情况下完成 IO 设备更换。

要求

- 必须组态带有相应 IO 设备的 PROFINET IO 系统的拓扑。

通过组态拓扑，PROFINET IO 系统或 IO 控制器将会清楚 PROFINET IO 系统中所有 PROFINET 设备的相邻关系。通过比较设定拓扑所规定的相邻关系和实际的 PROFINET 设备所确立的真实相邻关系，IO 控制器可识别没有名称的更换 IO 设备，并将组态的名称和 IP 地址分配给更换的 IO 设备，然后再将其列入用户数据通信中。

- 自动化系统中受影响的 IO 设备必须支持在没有可移动介质的情况下能够更换设备。

如果自动化系统中的某个 IO 设备不支持在没有可移动介质的情况下更换设备，则将此 IO 设备输出相应的报警。

说明

仅将新 IO 设备用作替换设备或将已组态 IO 设备恢复到其交付状态。

激活/取消激活“设备更换无需可移动介质”

在默认情况下，IO 控制器中已激活“设备更换无需可移动介质”功能。

要取消激活“设备更换无需可移动介质”，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的设备或网络视图中，在相应 IO 控制器中选择 PROFINET 接口。
2. 在“高级选项 > 接口选项”(Advanced options > Interface options) 的接口属性中，选中“支持设备更换无需可移动介质”(Support device replacement without exchangeable medium) 复选框。

要重新激活“设备更换无需可移动介质”，必须再次选中“支持设备更换无需可移动介质”(Support device replacement without exchangeable medium) 复选框。

5.9.3 允许覆盖 PROFINET 设备名称

通过选项“允许覆盖所有指定 IO 设备的 PROFINET 设备名称”(Permit overwriting of PROFINET device names of all assigned IO devices)，可覆盖 IO 设备的 PROFINET 设备名称。此选项可以减少自动调试的工作量，例如在更换设备时。

要求

- IO 控制器支持“允许覆盖所有指定 IO 设备的设备名称”(Permit overwriting of device names of all assigned IO devices) 选项。如，CPU 1215C DC/DC/DC 固件版本 V4.0 及以上版本

选项“允许覆盖所有指定 IO 设备的 PROFINET 设备名称”(Permit overwriting of PROFINET device names of all assigned IO devices) 的工作原理

启用选项“允许覆盖所有指定 IO 设备的 PROFINET 设备名称”(Permit overwriting of PROFINET device names of all assigned IO devices) 时，IO 控制器 (CPU) 可覆盖 IO 系统中 IO 设备的 PROFINET 设备名称。

可多次使用的 IO 系统仅当启用该选项时工作。IO 控制器在覆盖前将检查 IO 设备的类型是否与组态的类型一致。

如果该选项未选中，则 IO 控制器不会覆盖 IO 设备的设备名称。此时，如果组态中的 PROFINET 设备名称发生变更、更换设备或在自动调试之前删除 IO 设备的设备名称，则需在 IO 设备上手动分配 PROFINET 设备名称。

调试过程中的响应

仅当满足以下要求时，才能选择选项“允许覆盖所有分配的 IO 设备的 PROFINET 设备名称”(Permit overwriting of PROFINET device names of all assigned IO devices):

- 所有组态的 IO 设备可用。
- 所有 IO 设备均按照拓扑组态正确接线。
- IO 设备未跳线。

如果所组态的 IO 设备缺失或跳线（部分调试），则不能使用该选项。

还可以将该选项用于标准机器项目，以便稍后通过 ReconfigIOSystem 调整组态。始终牢记，只有通过 ReconfigIOSystem Mode:=2 指令传输到控制数据记录中的 IO 控制器的组态才有效。一旦通过 ReconfigIOSystem Mode:=3 启用重新组态，PROFINET 设备名即会被数据记录中定义的名称覆盖。



小心

部分调试时出错

如果在部分调试或接线错误时指定的设备名称错误，则需在修正接线后手动删除错误的设备名称，才能获得正确的设备名称分配。

运行过程中的操作

更换设备后，新设备会立即由已组态的 PROFINET 设备名称覆盖。

如果 IO 设备的 MAC 地址已经可在项目中使用，则 PROFINET 设备名称不会被覆盖。



警告

PROFINET 设备名称错误

启用“允许覆盖所有指定 IO 设备的 PROFINET 设备名称”(Permit overwriting of PROFINET device names of all assigned IO devices) 选项后，连接错误设备时，组态可能分配错误的 PROFINET 设备名称。

根据所连接的 I/O，如果出现故障，将会有导致死亡、严重伤害或损坏的风险。

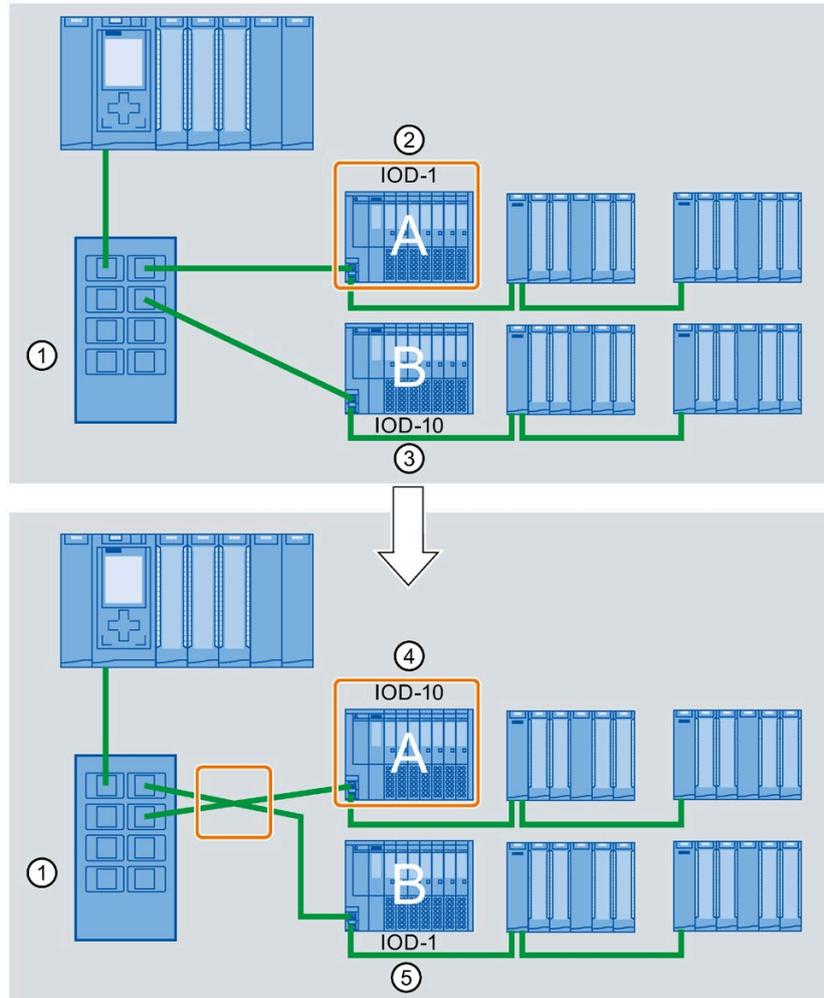
为了排除所有危险，请检查在更换设备时是否连接了正确的替换设备，以及端口互连是否与组态的预设拓扑一致。

典型危险来源

在更换 IO 设备时（“标准情况”），确保按照组态的端口互连来连接替换设备。

下图显示了两根相同 PROFINET 电缆的连接在两个交换机端口上交换的情况。由于 IO 控制器按照预设的拓扑分配设备名称，所以设备连接不正确将严重影响命名。

由于工厂内有不同的执行器进行控制，在这种情况下将会导致危险情况发生。



- ① 使用 PROFINET 电缆连接的交换机
- ② 设备 A，设备名称为“IOD-1”：控制电机 1
- ③ 设备 B，设备名称为“IOD-10”：控制电机 10
- ④ 设备 A 控制电机 10！
- ⑤ 设备 B 控制电机 1！

操作步骤

要更改“允许覆盖所有指定 IO 设备的 PROFINET 设备名称”(Permit overwriting of PROFINET device names of all assigned IO devices) 选项，按以下步骤操作：

1. 在网络视图或设备视图中选择要为其更改选项的 CPU 的 PROFINET 接口。
2. 选择“高级选项”(Advanced options) 区域的“接口选项”(Interface options) 部分。
3. 更改选项。

5.10 标准机器项目

简介

标准机器项目是使用一组创新功能的 STEP 7 项目，它们支持轻松组态和调试标准机器或具有模块化结构的机器的灵活自动化解决方案。

“PROFINET IO 系统主站”是一种硬件配置，其中包含一个 IO 控制器和所连任意数目的 IO 设备。该主站使用最大组态进行组态，并以此为模板，为不同的标准机器派生不同的选项，例如 IO 系统随组态的不同而异。

全面提升所有级别的灵活性

标准机器项目具有以下集中式特性：

- 从一个具有最大组态的项目，可以加载多个不同的标准机器版本（IO 系统选项）。标准机器项目涵盖 IO 系统的所有版本（选项）。
- 一个 IO 系统选项可以使用简单的工具本地集成到现有网络中。

以多种方式提供灵活性：

- 如果组态合适，可以使用简单的工具本地调整 IO 控制器的 IP 地址参数。这样就可以将标准机器轻松集成到不同的工厂中，或者多次连接到网络中。
具有这种特性的 IO 系统被称为“**可多次使用的 IO 系统**”。
- 如果组态和编程合适，就可以本地操作 IO 系统选项的不同设置（所用 IO 设备的选择或 IO 设备的排列不同）。
由于 IO 系统的特定组态可由用户程序控制，因此这被称为“**IO 系统的组态控制**”。
- 如果组态和编程合适，您还可以独立于上述功能，在一个项目中使用集中式设备或分布式 I/O 设备的不同站选项。设备中模块的选择和排列可以不同。
由于该站的具体组态由用户程序进行控制，因此这也称为“**设备层的组态控制**”。

应用示例

有关设备层的组态控制、IO 系统的组态控制以及多用途 IO 系统的应用示，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/29430270>)。

更多信息

有关可多次使用的 IO 系统的更多信息，请参见章节“可多次使用的 IO 系统 (页 261)”。

有关 IO 系统组态控制的更多信息，请参见“IO 系统的组态控制 (页 271)”部分。

有关组态控制的更多信息，请参见系统手册《S7-1500, ET 200MP (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792>)》。

5.10.1 可多次使用的 IO 系统

5.10.1.1 应了解可多次使用的 IO 系统的哪些方面

可多次使用的自动化解决方案

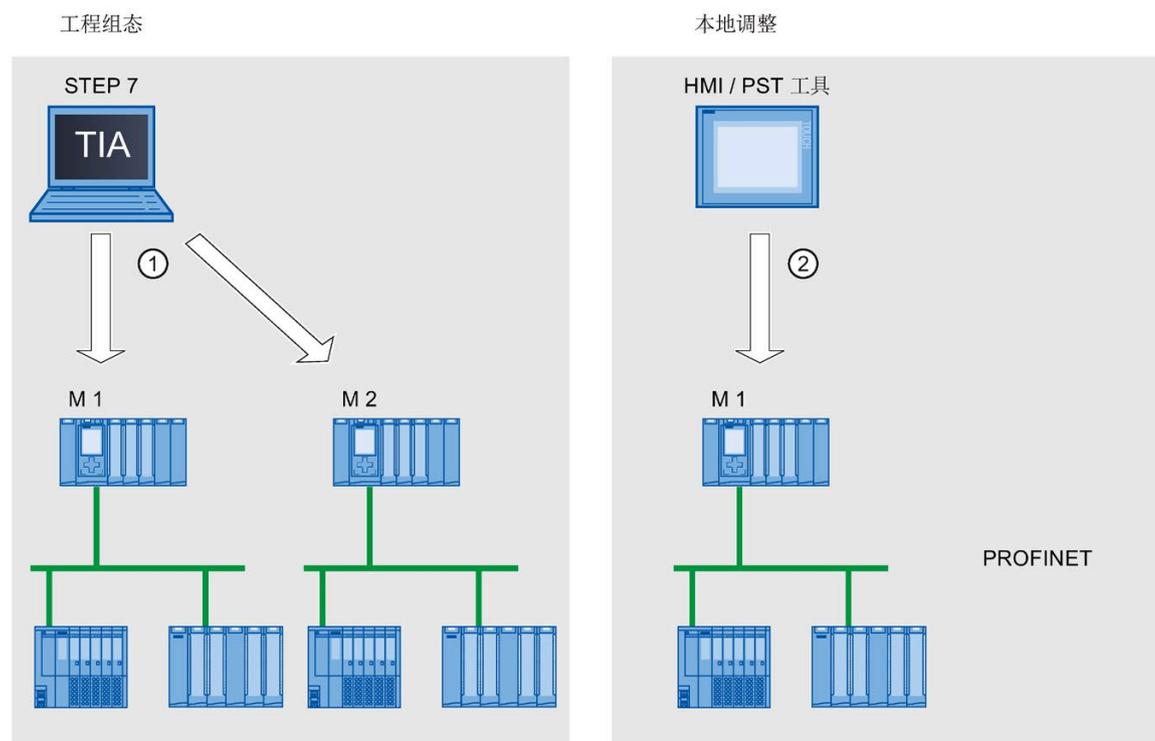
对于灵活的可重复使用自动化解决方案，与使用系列化机器一样，使用案例通常如下所示：

- 机器（还有 PROFINET IO 系统）被客户多次使用。
- 机器由不同客户用在不同工厂中。

为实现这一点，自动化解决方案必须满足以下要求：

- 项目（组态和程序）可以原封不动地加载到相同类型的不同机器。
- 只需在本地做一些轻松调整即可将机器集成到现有的网络基础架构。

下图显示了具有可多次使用的 IO 系统的自动化解方案如何加载到不同的自动化系统，然后一个自动化系统如何适应本地的现有网络基础架构。



- ① 装载具有可多次使用的 IO 系统的组态
- ② 在 IO 控制器上本地设置 IP 地址和设备名称

图 5-92 “可多次使用的 IO 系统”的工作原理

原理

机器的自动化组件包含一个 PROFINET IO 系统，由为其分配的一个 IO 控制器（CPU 的 PROFINET 接口）和多个 IO 设备组成。

通过 IO 系统的“可多次使用的 IO 系统”(Multiple use IO system) 设置，可以将 STEP 7 项目变成“标准机器项目”。

“可多次使用的 IO 系统”(Multiple use IO system) 设置可触发各种 STEP 7 设置和组态检查。这些设置将确保 IO 系统的独立性，且与 IO 系统外的组件无关。

- 智能设备的 PROFINET 接口必须设置为“由上位 IO 控制器对 PN 接口进行参数分配”(Parameter assignment of the PN interface by the higher-level IO controller)。
- 如果组态了 MRP (Media Redundancy Protocol):
 - 可多次使用 IO 系统上的所有 IO 设备必须属于同一个 MRP 域。
- 如果组态了 IRT (Isochronous Real Time):
 - 可多次使用的 IO 系统中的所有 IO 设备必须属于同一个同步域。
 - 该同步域不得包含任何其它 IO 设备。
- 采用 STEP 7 V13, 不能将 IE/PB Link 用作可多次使用的 IO 系统的 IO 设备。

组态

可以指定组态是否能在 IO 系统的属性中多次使用。

随后所组态设备的所有其它参数设置都由 STEP 7 自动设置, 并在编译期间进行检查。

限制条件

为防止标准机器项目与机器外的其它设备具有相关性, 请遵守以下几点:

- 标准机器项目包含一个 IO 控制器和相应的 IO 设备。因此在标准机器项目中仅组态一个 CPU 作为 IO 控制器和相应的 IO 设备。
- 不得在通信双端都组态连接。取而代之的是, 只使用一端组态的连接, 或者必要时不指定连接。

背景: 要在 STEP 7 项目中组态通信, 始终可以在项目中设置 IP 地址参数。但对于可多次使用的 IO 系统, 由于 IO 控制器和所分配 IO 设备的 IP 地址参数是在本地分配的, 因此这种策略不可行。因此在组态时, IP 地址参数未知。

如果无论如何都要组态与 PROFINET 上设备 (例如中央协调器) 的通信, 则只能使用允许在用户程序中动态分配 IP 地址参数的通信机制。

示例: 开放式用户通信

例如, 如果设备组态为主动端点 (连接的发起方), 则 IP 地址参数可以存储在数据块中。然后可以在调试过程中为该数据块提供当前有效的 IP 地址参数。对于这种动态 IP 地址参数分配, 没有系统支持; 也就是说, 如果更改了系统的组态, IP 地址参数不会自动调整。

您可以在 STEP 7 在线帮助中, 用此关键字找到有关开放式用户通信的操作说明。

5.10.1.2 组态可多次使用的 IO 系统

要求

- STEP 7 V13 及更高版本
- IO 控制器支持“可多次使用的 IO 系统”功能。如，CPU 1512SP-1 PN 固件版本 V1.6 及以上版本。

操作步骤

下文中举例说明了使用 S7-1500-CPU 的一系列设备组态。

要创建标准机器项目，请按以下步骤操作：

1. 创建一个项目。
2. 将 CPU 组态为 IO 控制器。如，CPU 1518-4 PN/DP 固件版本 V 1.5。
3. 组态所需的 IO 设备并将这些 IO 设备分配给 IO 控制器。
4. 组态设备之间的端口互连。
5. 选择 IO 系统，以便可以在巡视窗口中编辑属性。
6. 在巡视窗口的“常规”(General) 区域选中“可多次使用的 IO 系统”(Multiple use IO system) 复选框。



图 5-94 激活“可多次使用的 IO 系统”(Multiple use IO system)

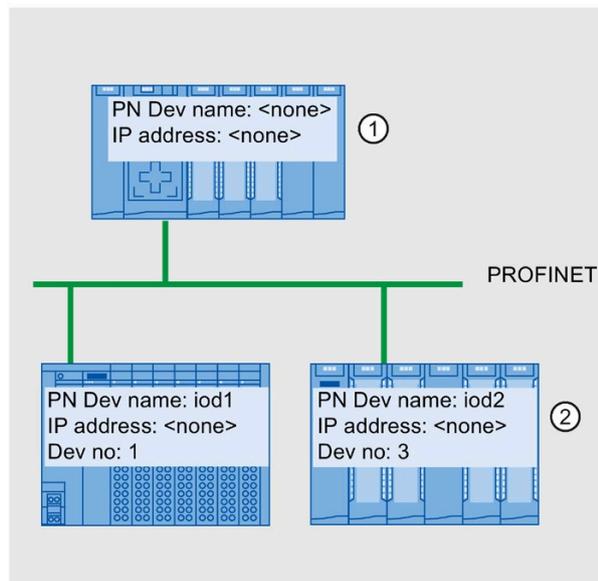
结果： STEP 7 进行了以下设置：

- 标准机器项目中 IO 控制器 (CPU) 的设备名称设置为“在设备中直接设置 PROFINET 设备名称”(PROFINET device name is set directly at the device)。IO 控制器 (CPU) 最初并没有 PROFINET 设备名称。
- IO 控制器 (CPU) 的 IP 协议设置为“在设备中直接设置 IP 地址”(IP address is set directly at the device)。CPU 最初并没有 IP 地址。
- “支持设备更换无需可移动介质”(Support device replacement without exchangeable medium) 选项被自动选中。此选项支持自动调试。调试工程师无需在本地将设备名称分配给 IO 设备。IO 控制器将在启动期间根据预设拓扑和其它设置向 IO 设备分配设备名称和 IP 地址。
- IO 设备的设备名称设置为“自动生成 PROFINET 设备名称”(Generate PROFINET device name automatically) (根据 IO 设备的已组态名称)。
- IO 设备的 IP 协议设置为“在运行期间通过 IO 控制器设置 IP 地址”(IP address is set by the IO controller during runtime)。IO 设备最初并没有 IP 地址。如果 IO 设备不是典型的分布式 I/O 系统 (例如 ET 200 系统)，而是其它设备 (例如 HMI 设备)，则将此选项更改为“在设备中直接设置 IP 地址”(IP address is set directly at the device)，如下所示。
- IO 设备的设备号将自动分配，以使 IP 地址在本地具有唯一性。

必须选中选项“允许覆盖 PROFINET 设备名称”(Permit overwriting of PROFINET device name) (CPU 参数、PROFINET 接口的属性、以太网地址区域)，以便 IO 控制器可以稍后在运行时调整设备名称。

默认情况下禁用该选项。

下图显示了 IP 地址和 PROFINET 设备名称的上述设置。



- ① 从标准机器项目装载组态之后，IO 控制器无设备名称和 IP 地址。
- ② 在装载后，IO 设备具有设备名称和设备号，但无 IP 地址。

图 5-95 IP 地址与 PROFINET 设备名称的设置

IO 设备如何在本地获取 IP 地址

在下文中，对“在运行过程中通过 IO 控制器设置 IP 地址”(IP address is set by the IO controller during runtime) 和“在设备处直接设置 IP 地址”(IP address is set directly at the device) 选项进行了举例说明。在可多次使用的 IO 系统中，通常会组态这两个选项。

如果 IO 系统已设置了“可多次使用的 IO 系统”(Multiple use IO system) 选项，则 STEP 7 将自动为 IO 设备设置“在运行过程中通过 IO 控制器设置 IP 地址”(IP address is set by the IO controller during runtime) 选项。

在这种情况下，IO 控制器为 IO 设备分配一个 IP 地址，该地址基于本地为 IO 控制器分配的 IP 地址（请参见下一部分）。如果 IO 设备是现场设备（例如 ET 200MP、ET 200SP、ET 200AL 或其它分布式 I/O 系统），则使用此选项。

如果 IO 设备不是“标准”现场设备（如，Windows 操作系统的 HMI 设备），则“在运行过程中通过 IO 控制器设置 IP 地址”(IP address is set by the IO controller during runtime) 选项无效。在这种情况下，选择“在设备中直接设置 IP 地址”(IP address is set directly at the device) 选项。然后必须在本地为设备分配 IP 地址，并采取措施确保该地址适用于作为其它 IO 设备和 IO 控制器的 IP 地址。

5.10.1.3 本地修改可多次使用的 IO 系统

调整随标准机器项目装载的机器时，需要执行若干步骤。

只有 IO 控制器的设备名称和 IP 地址必须本地调整。IO 设备的设备名称和 IP 地址基于上述调整。在本例中，介绍了本地设置对两个特定机器模块的影响。

Primary Setup Tool (PST) 或 PRONETA 等用于 CPU 显示和调试的工具可以使用本地设置。用户无需使用 STEP 7 对设备进行编程以设定这些设置，即使可以也无需如此。

要求

- 机器随标准机器项目一起装载（请参见“组态可多次使用的 IO 系统(页 265)”）。
- 显示器已就绪，分配 IP 地址和设备名称所需的工具（如 PST Tool、STEP 7）也已可用。
- IO 控制器和 IO 设备的端口按照组态进行互连。

操作步骤

请遵循调试 S7-1500 时的约束条件和操作说明。有关调试 S7-1500 CPU 的更多信息，请参见系统手册《S7 1500/ET 200MP

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792>)》。

要在本地调整标准机器，请按以下步骤操作：

1. 将机器集成到网络中。
2. 将用于分配 IP 地址和设备名称的设备连接到 CPU，例如带有适当软件的 PG/PC。
3. 为 IO 控制器分配所需的设备名称和 IP 地址。
4. 启动 CPU。

然后 IO 控制器为 IO 设备分配调整后的 PROFINET 设备名称和唯一的 IP 地址。

分配时使用下列规则：

- IO 设备的设备名称由以下使用句号分隔的名称部分组成：
<标准机器项目中 IO 设备的组态名称>.<设备上设置的相关 IO 控制器的名称>
- IO 设备的 IP 地址基于相关 IO 控制器本地组态的 IP 地址和设备号（总和）。

说明

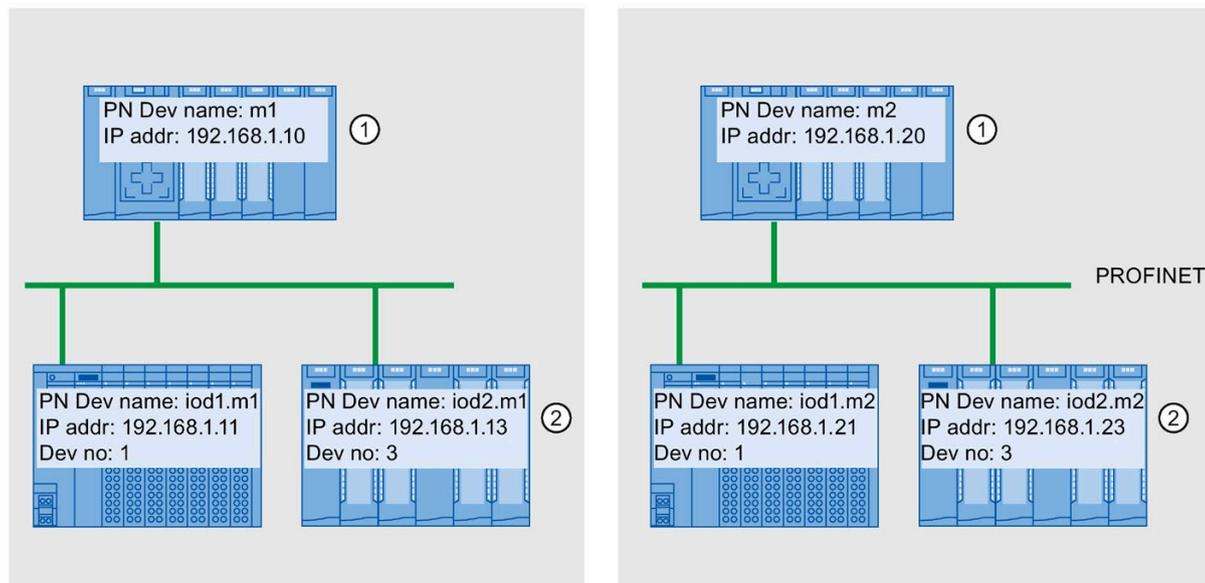
分配时确保无法在子网上创建重复的 IP 地址。在这种情况下，IO 控制器不分配新的 IP 地址。

5.10 标准机器项目

在下图中，设备名称“m1”和 IP 地址 192.168.1.10 已经分配给第一台机器的 IO 控制器。

设备名称“m2”和 IP 地址 192.168.1.20 已经分配给第二台机器。

请参见下图了解得到的设备名称和 IP 地址。



- ① 在 IO 控制器上设置设备名称和 IP 地址
- ② 启动后，IO 设备具有更新的设备名称 (<组态的设备名称>.<IO 控制器的设备名称>) 以及调整后的 IP 地址 (= <IO 控制器的 IP 地址> + <设备号>)

图 5-96 在“可多次使用的 IO 系统”中，分配 IP 地址和设备名称的示例

参见

组态可多次使用的 IO 系统 (页 265)

5.10.2 IO 系统的组态控制

5.10.2.1 有关 IO 系统的组态控制的信息

通过 IO 系统的组态控制，可以从标准机器项目生成多个具体的标准机器版本。

组态控制为用户提供了灵活性，只要实际组态不超过设定的组态，就可以为特定应用改变 IO 系统的组态。因此所组态的组态就代表所有可以从其派生的实际组态的超集。

下图举例说明了如何从一个标准机器项目生成两个具有不同数量 IO 设备的 IO 系统。

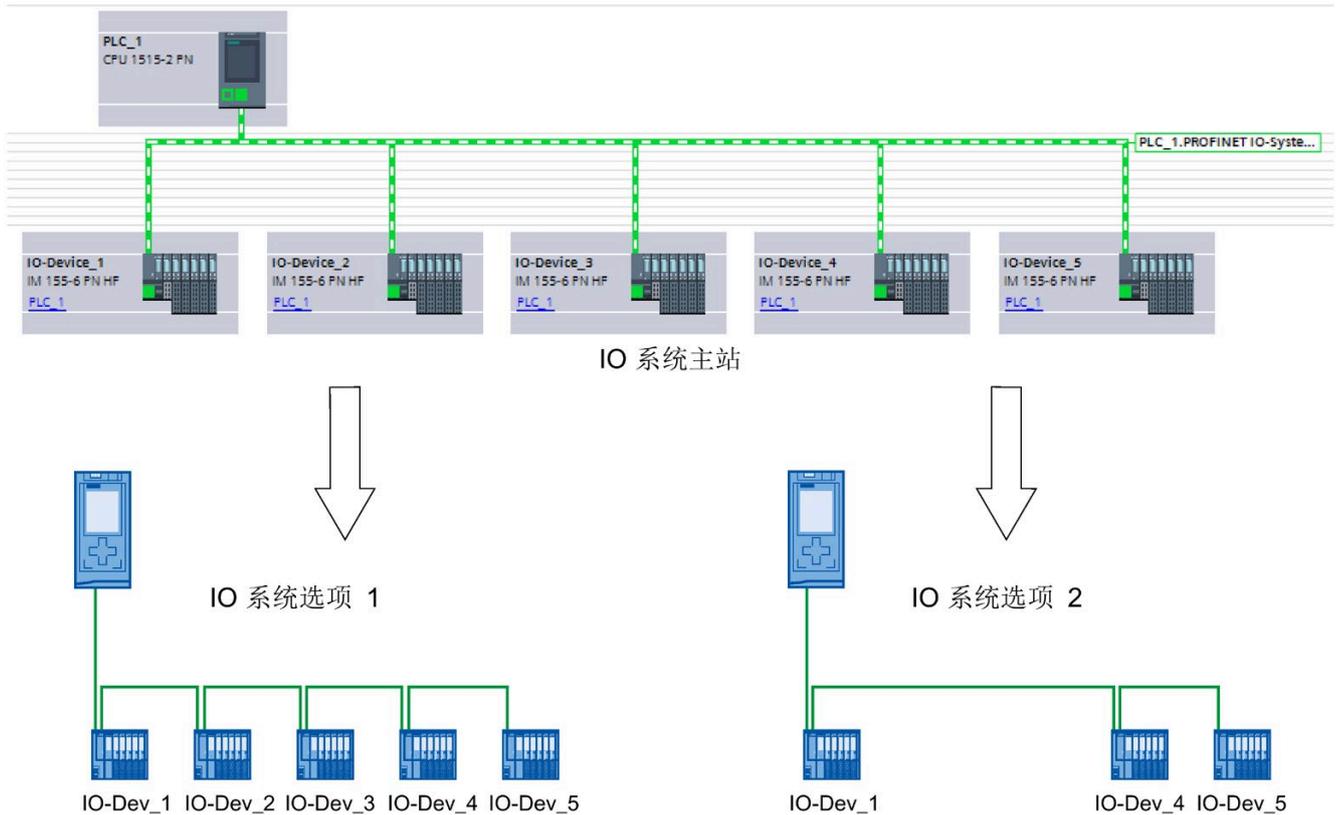


图 5-97 PROFINET IO 系统的组态控制示例

下面说明了如何对要调试的 PROFINET IO 系统进行组态和编程，例如，不使用组态软件对标准现场机器进行组态和编程。

原理

组态控制原则在设备级别已知，以便灵活使用子模块/模块（“选件处理”）。可以从一个工程组态项目同时为集中式和分布式 I/O 派生不同的组态。

对于 S7-1500 CPU 固件版本 V1.7 及更高版本，此原则还可以应用于 IO 系统级别。用户可以选择省略、添加或更改特定工厂中 PROFINET IO 系统的站（IO 设备）的顺序。

设备的组态控制可以与 IO 系统的组态控制组合使用，其功能互相独立。

可以运行不同于 IO 系统最大组态的其它版本。在标准机器项目中，可以准备一套 IO 设备，可以通过组态控制为各种组态灵活自定义这些设备。

可以提供以下不同版本：

- 所涉及的 IO 设备数不同版本

通过在用户程序中传输具有所需组态的适当数据记录，将用于组态控制的可选 IO 设备添加到组态中。

- 所涉及的 IO 设备顺序不同版本

通过在用户程序中传输具有所需拓扑的适当数据记录，调整 IO 设备的端口互连，使其适合所用的拓扑。

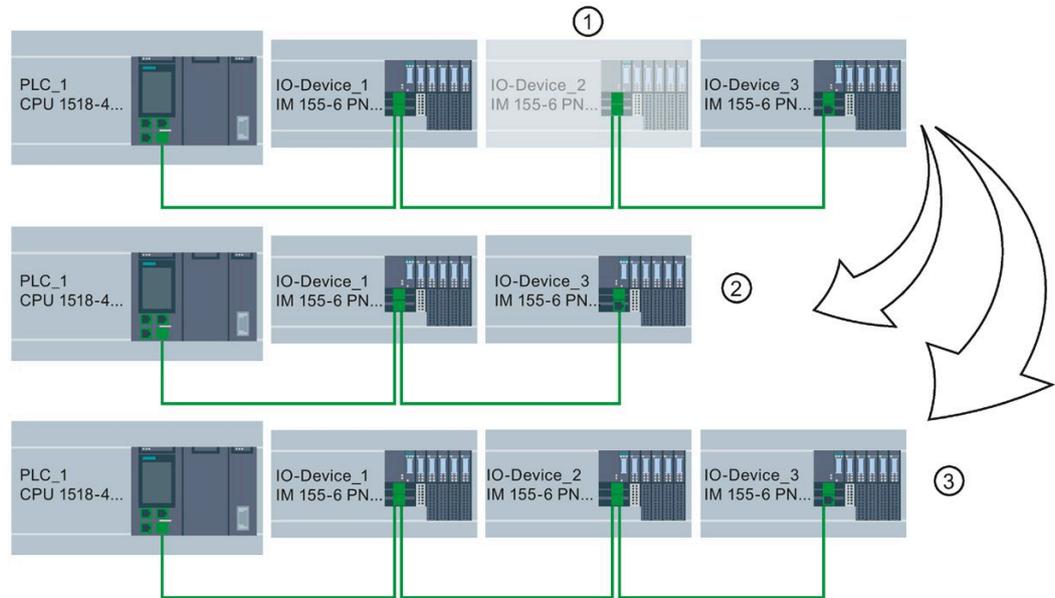
下图显示了如何使用在 STEP 7 的网络视图中标记为可选的 IO 设备支持两种不同的组态。

- 不带可选 IO 设备的组态：

在这种情况下，可以使用“ReconfigIOSystem”指令将数据记录传输到 PROFINET 接口，该接口包含有关不在组态中包含可选 IO 设备的信息。

- 带可选 IO 设备的组态：

在这种情况下，可以使用“ReconfigIOSystem”指令将数据记录传输到 PROFINET 接口，该接口将可选 IO 设备添加到组态中。



- ① 通过参数分配确定：IO Device_2 是可选 IO 设备
- ② 不带可选 IO 设备的组态
- ③ 带可选 IO 设备的组态

图 5-98 组态“可选 IO 设备”和相关组态选项的示例

总结：通常步骤

在实现标准机器方案时，分为以下几个阶段：

1. 工程组态阶段：创建标准机器项目并将其装载到特定机器或设备：
 - 完整组态特定机器或设备所需的全部 IO 设备（选项）
 - 把那些将在特定机器或设备中忽略的 IO 设备组态为可选
 - 准备用户程序（参见“灵活组态 IO 设备顺序（页 282）”，要能够通过交换机或 HMI 设备现场选择现有实际组态
2. 调试阶段：准备要运行的特定机器或设备：
 - 将机器或设备集成到现场网络中（请参见“本地修改可多次使用的 IO 系统（页 268）”）
 - 通过组态的选项选择 IO 系统的当前组态

5.10.2.2 将 IO 设备组态为可选

要求

- 通过 IO 控制器可对 IO 系统进行组态控制。如，CPU 1516-3 PN/DP 固件版本 V 1.7 及更高版本
- STEP 7 V13 SP1 或更高版本
- 已经考虑了建立和运行标准机器项目的规则 (页 288)。

端口互连

在 STEP 7 V15.1 及以上版本中，可选 IO 设备无需进行端口互连。

在以下情况下，需要通过用户程序进行定制的 IO 系统设备间要求强制进行端口互连。

- IRT 已组态。
- MRP 已组态。
- 当前使用的 STEP 7 版本为 V15 或更低版本。

操作步骤

要将 IO 设备组态为可选 IO 设备，请按以下步骤操作：

1. 创建一个项目。
2. 组态一个 S7-1500 CPU FW V1.7 及以上版本作为 IO 控制器。
3. 组态所需的 IO 设备并将这些 IO 设备分配给 IO 控制器。
4. 选择要标记为可选的 IO 设备。
5. 选择“PROFINET 接口 [X1] > 高级选项”(PROFINET interface [X1]" > Advanced options) 区域。
6. 启用“可选 IO 设备”(Optional IO devic) 选项。



图 5-99 将 IO 设备组态为可选 IO 设备

7. 对于所有待组态为可选的 IO 设备，重复步骤 4 到 6。

8. 将组态加载到 CPU 中。

结果： 装载此组态后，系统的行为如下：

- 为 IO 系统的组态控制准备好 CPU。
- 所有 IO 设备都被禁用。
- 无论是要使用用户程序自定义组态（添加可选 IO 设备），还是不对装载的组态进行任何更改：必须在用户程序中调用“ReconfigIOSystem”指令，并向系统通知当前组态！

若不调用“ReconfigIOSystem”指令，系统将无法运行。

有关操作过程的更多信息，请参见“在程序中启用可选 IO 设备 (页 275)”。

通过“IO 通信”表快速进行参数分配

也可以在“IO 通信”表中指定 IO 设备是否可选。

在“可选的 IO 设备”(Optional IO device) 附加列中，每个 IO 设备都有一个可以选择的复选框，用于指示 IO 设备是否可选。可以在此处集中调整设置。

5.10.2.3 在程序中启用可选 IO 设备

要求

- 通过 IO 控制器可对 IO 系统进行组态控制。如，CPU 1516-3 PN/DP 固件版本 V 1.7 及更高版本
- STEP 7 V13 SP1 或更高版本
- 至少有一个 IO 设备组态为可选 IO 设备。
- 已经考虑了建立和运行标准机器项目的规则 (页 288)。

操作步骤

请遵循 SIMATIC S7-1500、ET 200SP CPU 以及 CPU 1516pro-2 PN 文档中的相关信息与调试规则。

下面关于操作步骤的描述仅包括了解可选 IO 设备的程控激活所需的步骤。

要启用或禁用 IO 设备，请按以下步骤操作：

1. 针对指令“ReconfigIOSystem”，创建一个数据记录“CTRLREC”。有关数据记录结构的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。
2. 调用指令“ReconfigIOSystem”，并选择 MODE 1，禁用所有 IO 设备。

如果将 CPU 设置为 STOP 或 POWER OFF 状态以便在此状态下修改设备（例如添加可选的 IO 设备），不必在模式 1 下使用“ReconfigIOSystem”明确禁用。这种情况下，在 STOP-RUN 转换和 POWER-OFF > POWER-ON 转换后，所有 IO 设备会自动禁用。

3. 将设备设为安全状态，以便毫无危险地改造设备：

根据目标应用将设备放在一起。将所需的可选 IO 设备添加到组态中计划的位置（按照正确顺序！），或者除去不再需要的可选 IO 设备。

4. IO 设备组网。

5. 启动 S7-1500 系统并再次调用“ReconfigIOSystem”指令。选择 MODE 2，以传输数据记录 CTRLREC。

6. 成功传输数据记录后，再次调用“ReconfigIOSystem”指令。选择 MODE 3 以启用属于当前组态的所有 IO 设备。

结果：CPU 激活以下 IO 设备：

- 所有尚未设置为可选 IO 设备的 IO 设备。
- 控制数据记录中列出的所有可选 IO 设备 (CTRLREC)。

以下 IO 设备仍被禁用：

- 扩展单元（运行期间更改的 IO 设备）。
- 控制数据记录中未列出的可选 IO 设备。

说明

针对参数 MODE 的所有值，使用相同的控制数据记录 (CTRLREC)，调用指令“ReconfigIOSystem”！

如果针对参数 MODE 的值使用不同的数据记录，会导致组态的自定义不一致，并导致发出不可思议的错误消息。

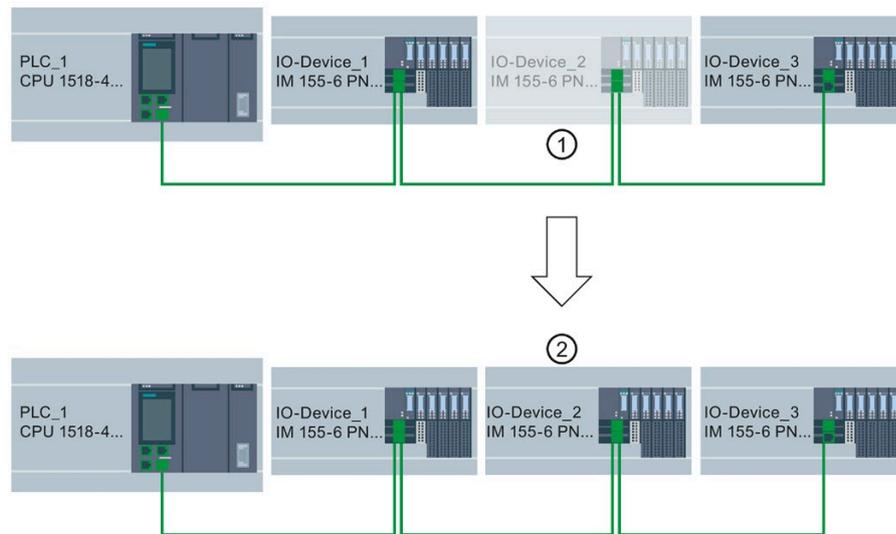
示例：用于激活 IO 设备的数据记录结构

IO 设备“IO-Device_2”将作为唯一的 IO 设备在用户程序中激活。

执行此操作只需要使用“IO-Device_2”的硬件标识符即可。

建议：使用硬件标识符的系统常量来代替绝对值，如本例中所示。使用此过程，数据块的内容不受因组态更改而导致的硬件标识符更改的影响。

数据记录将存储在数据块中并使用“ReconfigIOSystem”指令传输到用户程序中 IO 控制器的 PROFINET 接口。



- ① IO device_2 被组态为可选 IO 设备。
- ② 在传输了数据记录并且使用“ReconfigIOSystem”指令激活了组态后，IO device_2 将包含在组态中并与 IO 控制器进行数据交换。

图 5-100 示例：激活一个可选 IO 设备

创建数据块

此示例中，在数据块中创建控制数据记录。数据块结构如下：

第 2 行：数组定义：具有 4 个元素的 Word 类型数组。Array of Word 可作为数据类型。

第 3 行：数据记录的版本（当前：V1.0）。

第 4 行：要激活的可选 IO 设备数（此处：1）。

第 5 行：IO 设备的硬件标识符列表，在此作为系统常量插入。

第 6 行：用户程序中设置的端口互连数（此处：0）。

第 7 行：额外的数据记录（可选）

myCTRLREC				
	Name	Data type	Start value	Comment
1	Static			
2	ArrMachineConfig0	Array[0..3] of Word		Array for one optional IO device
3	ArrMachineConfig0[0]	Word	16#0100	
4	ArrMachineConfig0[1]	Word	16#0001	
5	ArrMachineConfig0[2]	Word	"IO-Device_2-IODevice"	
6	ArrMachineConfig0[3]	Word	16#0000	
7	ArrMachineConfig1	Array[0..8] of Word		

图 5-101 带有控制记录的数据块

指令“ReconfigIOSystem”的参数 MODE

用户可以控制指令“ReconfigIOSystem”如何使用 MODE 参数。

MODE 输入参数可以具有以下值：

MODE	说明
1	<p>通过调用 MODE 1 的指令，可禁用 IO 系统中的所有 IO 设备。指令“ReconfigIOSystem”在内部调用指令“D_ACT_DP”。“ReconfigIOSystem”将在以下输出参数中返回 D_ACT_DP 检测到的错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • STATUS（错误代码） • ERR_INFO（IO 设备的硬件标识符导致发生错误）。 <p>在 STATUS 和 ERR_INFO 中，CPU 会输入上次确定的错误/硬件标识符，并覆盖现有错误代码。因此，除输入错误外，还可提供其它错误。</p>
2	<p>为控制 IO 系统的实际组态，该指令将数据记录传送到 PROFINET 接口，该接口通过块参数“LADDR”寻址（PROFINET 接口的硬件标识符）。</p>
3	<p>IO 系统中的所有非可选 IO 设备和控制数据记录 CTRLREC 中列出的可选 IO 设备已启用。</p> <p>CTRLREC 数据记录中未列出的可选 IO 设备仍处于禁用状态。</p> <p>如果扩展单元中的 IO 设备（或运行中的 IO 设备）在 CTRLREC 控制数据记录中列出，PN IO 系统将有以下反应：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在使用 MODE 3 调用 ReconfigIOSystem 时，扩展单元中的 IO 设备仍处于禁用状态。 <p>此反应与没有组态控制的 IO 设备的组态的反应一致。扩展单元中的 IO 设备在默认情况下禁用，并且必须在用户程序中启用。</p> <p>有关扩展单元的更多信息，请参见“扩展系统 (页 292)”部分。</p>

“ReconfigIOSystem”调用序列的规则

- 始终为“ReconfigIOSystem”指令提供相同的控制数据记录（CTRLREC 输入参数）！
- 跟在 POWER OFF -> POWER ON 转换后的调用序列：
 - 使用 MODE 1 调用 ReconfigIOSystem（可选）。
 - 使用 MODE 2 调用 ReconfigIOSystem（强制，即使先前没有重新组态也是如此！）。
 - 使用 MODE 3 调用 ReconfigIOSystem（强制）。
- 跟在 STOP > RUN 转换后的调用序列：
 - 使用 MODE 1 调用 ReconfigIOSystem（可选）。
 - 使用 MODE 2 调用 ReconfigIOSystem（强制，即使在 STOP 状态下修改了组态也是如此）。否则不需要）。
 - 使用 MODE 3 调用 ReconfigIOSystem（强制）。
- 用于在 RUN 状态下进行重新组态的调用序列：
 - 使用 MODE 1 调用 ReconfigIOSystem（强制）。
 - 使用 MODE 2 调用 ReconfigIOSystem（强制）。
 - 使用 MODE 3 调用 ReconfigIOSystem（强制）。

关于规则的说明与建议

- 如果未在控制数据记录或数据块响应中将要组态的 IO 设备列为可选 IO 设备，此 IO 设备将不属于组态，并且不与 CPU 进行数据交换。
- 如果未激活任何可选 IO 设备并且使用装载的组态而不进行重新组态，则必须按照前面的步骤进行操作，并将控制数据记录传输到 CPU。

控制数据记录的结构简单，包含以下变量：

- 版本（高位字节 = 1，低位字节 = 0）
 - 要激活的可选设备数量 = 0
 - 用户程序中设置的端口互连数 = 0
- 在 STOP > RUN 转换和 POWER-OFF > POWER-ON 转换后，所有 IO 设备会自动禁用。因此，无需使用 MODE 1 调用 ReconfigIOSystem，组态控制便可正常发挥作用。

如果用户使用自己的项目作为有效的通用样本对组态控制进行编程，我们建议在进行任何重新组态之前，最好还是使用 MODE 1 执行 ReconfigIOSystem 调用。这样，此样本还可用于在 RUN 模式下进行重新组态。

- 在使用 IRT 时同时调试多种 I/O 系统（超过 8 个可选 IO 设备）：

在启用可选 IO 设备时要保持较短的启动时间（ReconfigIOSystem, MODE 3），请注意以下提示：检查 IO 设备的设备编号。设备编号应遵守以 IO 控制器开头的拓扑互连，采用升序。IO 设备在拓扑中与 IO 控制器的距离越远，也就是说 IO 控制器和相关 IO 设备之间的 IO 设备越多，设备编号就越大。

在选择了 PROFINET 接口的巡视窗口的“以太网地址 - PROFINET”(Ethernet addresses - PROFINET) 区域中设置设备编号。

使用线性拓扑的设备编号分配示例：

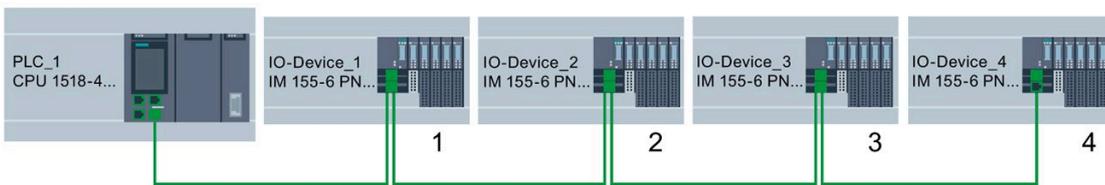


图 5-102 示例：线形拓扑结构中的设备编号

- CPU 处理指令“ReconfigIOSystem”，以便异步传输控制数据记录。

因此，在启动程序中调用指令时，必须在一个循环内重复地调用“ReconfigIOSystem”，直到输出参数“BUSY”或“DONE”指出数据记录已传输。

提示：要对此循环进行编程，请使用 SCL 编程语言和指令 REPEAT ... UNTIL。

REPEAT

```
"ReconfigIOSystem"(REQ := "start_config_ctrl",
                    MODE := 1,
                    LADDR := 64,
                    CTRLREC := "myCTRLREC".ArrMachineConfig0,
                    DONE => "conf_DONE",
                    BUSY => "conf_BUSY",
                    ERROR => "conf_ERROR",
                    STATUS => "conf_STATUS");
```

UNTIL NOT "conf_BUSY"

END_REPEAT;

更多信息

有关数据记录基本结构以及使用指令“ReconfigIOSystem”的信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

参见

将 IO 设备组态为可选 (页 274)

5.10.2.4 灵活组态 IO 设备顺序

下面说明了如何满足要求的条件以更改 PROFINET IO 系统中 IO 设备的顺序。

此功能也支持可选 IO 设备。为简单起见，下面列出了没有可选 IO 设备的最大组态。

原理

标准机器项目的典型应用包括使用一组不同的设备单元组成一个完整的设备，这些设备单元只是排列不同，例如传送系统。每个设备单元包含一个机械功能单元（导轨或传送带）和一个电子功能单元（电源、具有 IO 模块的 IO 设备、传感器、执行器、电机、与中央控制功能进行数据交换的 PROFINET 端口 ...）。

下图显示了如何仅仅通过交换两个导轨段来创建新的传送系统，并且使用本地条件的上游点来修改此系统。

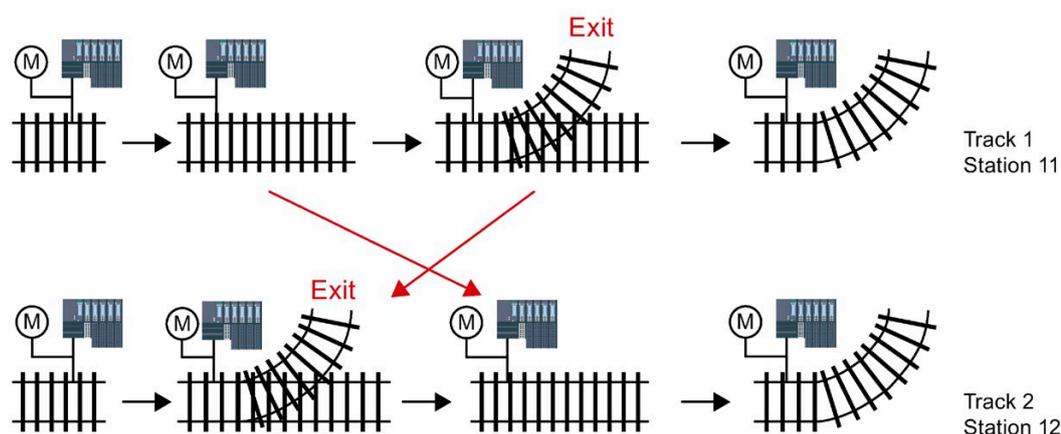


图 5-103 示例：更改 IO 设备的布局

就自动化系统而言，无需更改项目，即可灵活调整 PROFINET 组态。

IO 设备的顺序由端口互连确定。对于每个 IO 设备，在端口属性中定义伙伴端口，从而在相应的本地端口处连接相邻设备。如果由用户程序定义伙伴端口，将选择选项“由用户程序设置伙伴”(Partner set by user program) 作为伙伴端口。

下图显示了上面传送系统的初始组态，它允许通过用户程序更改所连接 IO 设备的顺序。在本例中，将通过用户程序控制 IO-Device_2 和 IO-Device_3 的顺序。

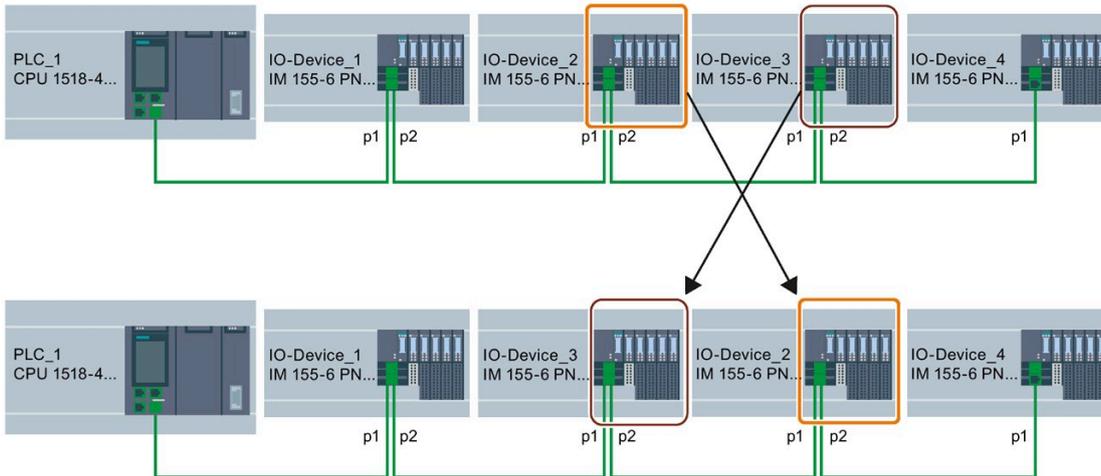


图 5-104 示例组态：灵活组态 IO 设备顺序

要确定如何选择伙伴端口设置，必须记下每个设备和每个设备端口可以互连的伙伴。

- 如果伙伴在提供的不同组态中始终相同，则为此伙伴选择伙伴端口。
- 如果伙伴在不同的组态中也不同，则选择“由用户程序设置伙伴”(Setting partner by user program)。

对于上图中的示例，端口设置结果如下：

设备	本地端口	伙伴端口设置	说明
PLC_1	p1	p1 (IO device_1)	端口 1 上 PLC_1 的伙伴始终为 IO device_1
IO device_1	p1	p1 (PLC_1)	端口 1 上 IO device_1 的伙伴始终为 PLC_1
IO device_1	p2	由用户程序设置伙伴	端口 2 上 IO device_1 的伙伴为 IO device_2 或 IO device_3 => 由用户程序设置伙伴
IO device_2	p1	由用户程序设置伙伴	端口 1 上 IO device_2 的伙伴为 IO device_1 或 IO device_3 => 由用户程序设置伙伴
IO device_2	p2	由用户程序设置伙伴	端口 2 上 IO device_2 的伙伴为 IO device_3 或 IO device_4 => 由用户程序设置伙伴
IO device_3	p1	由用户程序设置伙伴	端口 1 上 IO device_3 的伙伴为 IO device_2 或 IO device_1 => 由用户程序设置伙伴

设备	本地端口	伙伴端口设置	说明
IO device_3	p2	由用户程序设置伙伴	端口 2 上 IO device_3 的伙伴为 IO device_4 或 IO device_2 => 由用户程序设置伙伴
IO device_4	p1	由用户程序设置伙伴	端口 1 上 IO device_4 的伙伴为 IO device_3 或 IO device_2 => 由用户程序设置伙伴
IO device_4	p2	任意伙伴	端口 2 上未指定伙伴

要求

- IO 控制器支持 IO 系统的组态控制。如，CPU 1515-2 PN 固件版本 V1.7 及以上版本
- STEP 7 V13 SP1 或更高版本
- 已经考虑了建立和运行标准机器项目的规则 (页 288)。

操作步骤

要为程控互连设置伙伴端口，请按以下步骤操作：

1. 选择要设置其端口的设备（IO 控制器或 IO 设备）的 PROFINET 接口。
2. 在 PROFINET 接口的属性中，选择“端口互连”(Port interconnection) 区域（“扩展选项 > 端口 [...] > 端口互连”(Extended options > Port [...] > Port interconnection)）。
3. 从下拉列表中选择“由用户程序设置伙伴”(Setting partner by user program) 作为伙伴端口。
4. 为每个要通过用户程序互连的端口重复步骤 1 到 3。

参见

自定义 IO 设备在程序中的排列 (页 285)

5.10.2.5 自定义 IO 设备在程序中的排列

要求

- IO 控制器支持 IO 系统的组态控制，例如，固件版本为 V1.7 及更高版本的 CPU 1516pro-2 PN（作为 IO 控制器）
- STEP 7 V13 SP1
- 至少一个伙伴端口组态为“由用户程序设置伙伴”(Partner set by user program)。
- 已经考虑了建立和运行标准机器项目的规则 (页 288)。

操作步骤

操作步骤与激活可选 IO 设备的步骤相对应。

要对端口进行程控分配，只有数据记录的结构必须扩展。下面介绍了这种扩展。

示例：用于分配伙伴端口的数据记录结构

数据记录结构需要端口的硬件标识。

数据记录将存储在数据块中并使用“ReconfigIOSystem”指令传输到用户程序中 IO 控制器的 PROFINET 接口。

由于“ReconfigIOSystem”指令的输入参数 RECORD 属于 VARIANT 数据类型，因此必须首先为数据块创建数据类型。

下面描述了 PLC 数据类型的结构，以及基于此类型的数据块的结构。

选择派生的组态

对于以下选定的组态，下面显示了数据记录必须如何呈现，IO 设备才能通过用户程序按照计划的顺序互连。

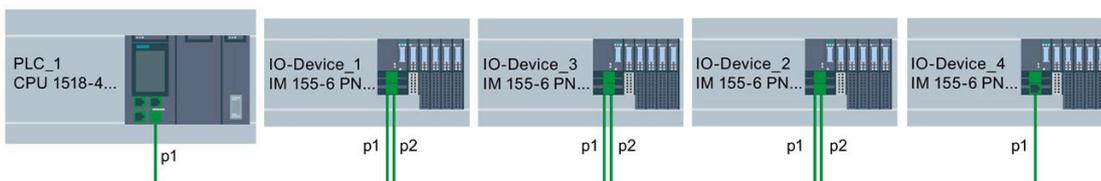


图 5-105 示例组态：自定义 IO 设备在用户程序中的排列

本例基于前面部分 (页 282) 的灵活组态，并且说明了各个伙伴端口的设置。

特定派生组态的伙伴端口已经定义，因此可以对所涉及端口的硬件标识进行命名。

下表仅包含其端口可由用户程序定义的设备。只有这些设备才与数据记录结构相关。

设备	本地端口	伙伴端口设置	所选组态的伙伴端口
IO device_1	p2 = 端口 2 硬件标识符： 251	由用户程序设置伙伴	IO device_3 的端口 1 硬件标识符：261
IO device_2	p1 = 端口 1 硬件标识符： 281	由用户程序设置伙伴	IO device_3 的端口 2 硬件标识符：291
IO device_2	p2 = 端口 2 硬件标识符： 311	由用户程序设置伙伴	IO device_4 的端口 1 硬件标识符：321

创建数据块

对于派生的组态，以数据块“DB-IO-SYSTEM-Port-Interconnections”的结构为例进行了说明。

当在输入参数“CTRLREC”处调用“ReconfigIOSystem”指令时，将使用该数据块。

此处不使用端口硬件标识符的值，而是使用硬件标识符的系统常量。

数据块结构如下：

第 2 行：声明 Word 类型的数组（只允许使用此数据类型）。

第 3 行：控制数据记录的版本：V1.0。

第 4 行：可选 IO 设备数：0。

第 5 行：指定端口互连的数量：3。

第 6 行：端口互连 1，本地端口。

第 7 行：端口互连 1，伙伴端口。

第 8 行：端口互连 2，本地端口。

第 9 行：端口互连 2，伙伴端口

第 10 行：端口互连 3，本地端口。

第 11 行：端口互连 3，伙伴端口。

IO-SYSTEM-Port-Interconnections				
	Name	Datentyp	Startwert	Kommentar
1	Static			
2	ArrMachineConfig	Array[0..8] of Word		data record for port interconn settings
3	ArrMachineConfig[0]	Word	16#0100	
4	ArrMachineConfig[1]	Word	16#0000	
5	ArrMachineConfig[2]	Word	16#0003	
6	ArrMachineConfig[3]	Word	"IO_device_1~PROFINET_interface~Port_2"	
7	ArrMachineConfig[4]	Word	"IO_device_3~PROFINET_interface~Port_1"	
8	ArrMachineConfig[5]	Word	"IO_device_2~PROFINET_interface~Port_1"	
9	ArrMachineConfig[6]	Word	"IO_device_3~PROFINET_interface~Port_2"	
10	ArrMachineConfig[7]	Word	"IO_device_2~PROFINET_interface~Port_2"	
11	ArrMachineConfig[8]	Word	"IO_device_4~PROFINET_interface~Port_1"	

图 5-106 带有用于端口互连的数据记录的数据块

数据块中未列出的互连

如果伙伴端口在端口属性中组态为“由用户程序设置伙伴”(Setting partner by user program)，并且此端口在数据记录或数据块响应中未列出，那么 CPU 将此端口设置为“任意伙伴”(any partner)。如果未传送任何数据记录，那么 CPU 为所有程控分配设置此“任意伙伴”(any partner)。

更多信息

有关数据记录基本结构以及使用指令“ReconfigIOSystem”的信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

5.10.2.6 系统行为与规则

下面说明了其组态由用户程序控制的 IO 系统如何运行。

另外，此处还列出了在标准机器项目中组态最大组态结构时必须考虑的规则与限制。

系统行为

- 系统诊断:

如果可选 IO 设备被禁用，则 IO 设备显示为“禁用”，便于系统诊断（在线视图或“在线和诊断”(Online & Diagnostics)）。

- 拓扑视图:

离线视图：与组态一样。对于组态为“由用户程序设置伙伴”(Setting partner by user program) 的端口和伙伴端口，不显示互连。

在线视图：相对于无错端口以及与激活 IO 设备的互连，端口以及与禁用 IO 设备的互连显示在另一块绿色阴影中。

- Web 服务器中的表示:

设备的名称显示为已组态（“属性 > 常规 > 项目信息”(Properties > General > Project information)）。

CPU 的已分配 PROFINET 设备名称显示在“通信”(Communication) 网站的“参数”(Parameter) 选项卡上。

IP 地址参数：当前分配的 IP 地址参数显示在“模块状态”(Module state) 站点上。

拓扑结构：通过用户程序进行自定义形成的最新拓扑结构显示在 Web 服务器中。组态为可选的 IO 设备在 Web 服务器中显示为“禁用”(deactivated) IO 设备。

规则

应用此处 (页 261)说明的标准机器项目规则。

对于组态控制的 IO 系统，应用以下附加规则：

- 当组态 MRP (Media Redundancy Protocol) 时：
组态为环网端口的端口不得通过用户程序互连。
但具有环网端口的设备（MRP 域的设备）可以是可选 IO 设备。
- 组态扩展站时（= 运行期间更改 IO 设备）：
扩展站和扩展单元的首个 IO 设备都不能是可选设备。
扩展单元的端口不得通过用户程序互连。
- 组态 IRT 时：
同步 IO 设备（“IRT 设备”）必须由组态定义，并且不得在标准机器的不同版本中更改。
因此，IRT 设备的端口不得通过用户程序互连。
但可以将 IRT 设备组态为可选 IO 设备。
还可以通过用户程序将 RT 设备互连，例如通过交换端口与此线路隔开（请参见图）。

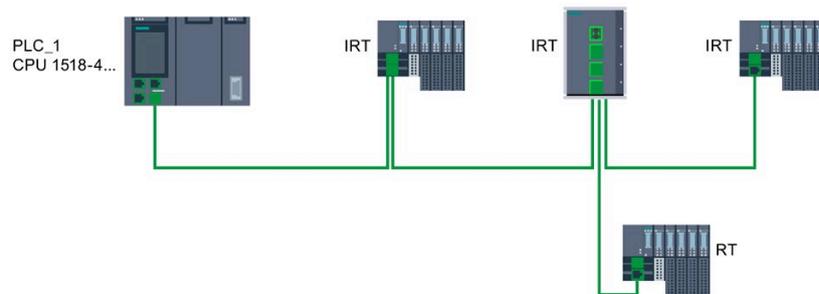


图 5-107 示例：带有分开的 IO 设备的组态控制

5.11 通过 PROFlenergy 实现节能

通过 PROFlenergy 实现节能

PROFlenergy 是基于 PROFINET 的数据接口，用于统一关闭用电设备，并在暂停期间进行充分协调，而与制造商或设备类型无关。这样，应确保仅为过程中的设备提供真正所需的电力。过程将节约大部分能量，而 PROFINET 设备本身仅具有较小的节能潜力。

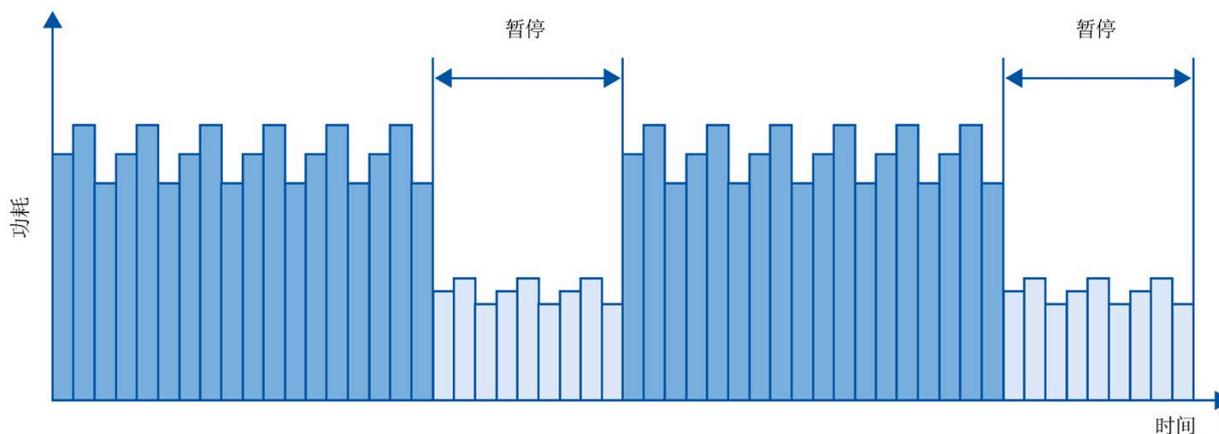


图 5-108 在暂停期间通过 PROFlenergy 实现节能

基本信息

为了使用 PROFlenergy 功能，必须通过 PROFINET IO 系统中的一个函数块将现有 IO 控制器“升级”为“PROFlenergy 控制器”，并且必须存在至少一个具有 PROFlenergy 功能的 IO 设备（“PROFlenergy 设备”）。PROFlenergy 命令（例如，用于开始或结束暂停的命令）由“PROFlenergy 控制器”发送到具体“PROFlenergy 设备”。每台“PROFlenergy 设备”都会单独决定其对 PROFlenergy 命令进行响应的方式（响应与设备相关或与制造商相关）。

PROFlenergy 命令直接由 PROFINET 设备进行编译，无需任何附加硬件。

工作原理

在暂停开始和结束时，系统管理器启用或禁用系统的暂停功能；随后，IO 控制器将 PROFlenergy 命令“Start_Pause”/“End_Pause”发送到 PROFINET 设备。之后，设备将对 PROFlenergy 命令的内容进行编译并执行打开/关闭操作。

通过其它 PROFlenergy 功能，可在暂停期间访问设备信息。用户可使用这些信息获得传送“Start_Pause”/“End_Pause”命令的最佳时机。

IO 控制器的 PROFlenergy 指令

需要两条指令控制和监视 PROFlenergy 功能。

通过 PE_START_END 指令，可以轻松地激活和取消激活 PROFINET 设备的闲置状态。这可通过到达沿或离开沿实现。PE_START_END 指令提供实现 PROFlenergy 命令 Start_Pause 和 End_Pause 的简单接口。

通过 PE_CMD 指令，可以传送所有 PROFlenergy 命令，包括 Start_Pause 和 End_Pause。可以使用其它命令，在暂停期间查询 PROFINET 设备的当前状态或行为。通过 PE_CMD 指令，可以快速便捷地处理所有 PROFlenergy 功能。

用于智能设备的 PROFlenergy 指令

PE_I_DEV 指令还允许您在智能设备上实现 PROFlenergy。该指令将接收智能设备上的 PROFlenergy 命令，并将这些命令传送到用户程序来执行。执行完命令之后，用户程序将再次调用 PE_I_DEV 指令，向 IO 控制器发送确认信息。对于这些回复，每个命令都将提供一个帮助程序说明，向指令提供回复数据。

这些指令位于在 STEP 7 程序编辑器的“指令”(Instructions) 任务卡中。

组态和编程

可以方便地将各种函数集成到现有系统中。无需为使用 PROFlenergy 而进行组态。不过，需要对用户程序进行修改：

- 在使用“Start_Pause”命令之前，必须确保已将系统转入一个适合暂停的状态。
- 必须针对设备暂停的开始以及中断设备的准时重启编写一个顺序控制系统（取决于相应 PROFINET 设备所需的启动时间）。
- 必须对 PE_CMD 指令的错误消息进行评估，并编程相应的响应动作（如，取消执行下位 PROFINET 设备的命令或继续执行其它命令）。

说明

在 ET 200S 分布式 I/O 系统中，必须在 STEP 7 中组态 PROFlenergy 应用。通过在 PM-E DC24V/8A RO 电源模块中选中“对该电势组应用节能”(Use energy saving for this potential group) 复选框来组态 PROFlenergy。

如果要将 PROFlenergy 用于智能设备，则必须在 STEP 7 中对此进行组态。有关为智能设备组态 PROFlenergy 信息，请参见章节“组态智能设备的 PROFlenergy (页 148)”。

应用示例

- SIMATIC S7 库用于简便组态 PROFINergy。
此处 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478388>)提供了应用示例。
- 应用指南用于实现采用 PROFINergy 的关断方案。
此处 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/96837137>)提供了应用示例。
- 通过将 SIMATIC S7 PROFINergy 用于智能设备实现节能
此处 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/41986454>)提供了应用示例。

5.12 扩展系统

在扩展坞中，使用“在操作期间替换 IO 设备（“替换伙伴”）”

下图显示了带有扩展坞和几个扩展单元的自动化单元。

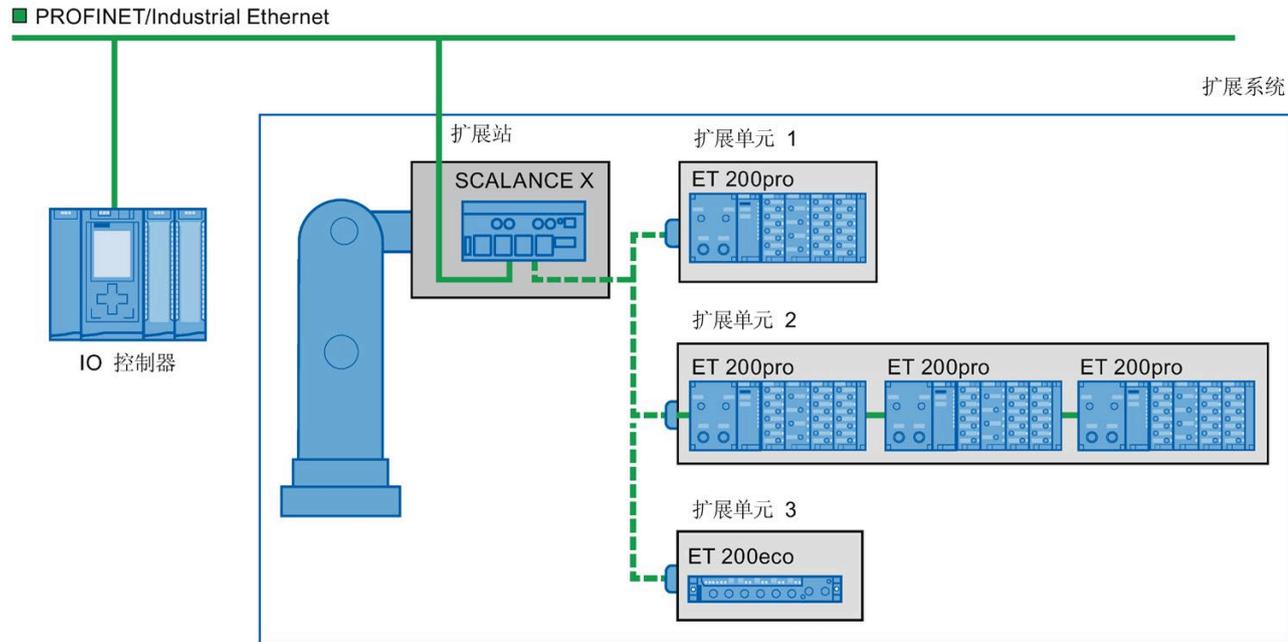


图 5-109 在扩展系统中替换 IO 设备（伙伴端口）

在操作期间替换 IO 设备的应用领域

可以使用 PROFINET 的“在操作期间替换 IO 设备（“替换伙伴”）”功能，对自动机械装置进行工具更换。典型工具包括：

- 焊枪
- 用于制造部件的定位工具

对在操作期间替换的伙伴端口进行互连的要求

在下列情况下，可以使用在操作期间替换的伙伴端口互连 IO 设备。

- 替换 IO 设备（扩展单元）未组态 IRT 通信。
- PROFINET 接口连接到以太网子网。
- PROFINET 设备支持拓扑组态。
- IO 控制器、替换的 IO 设备（扩展单元）以及替换 IO 设备取决于运行的交换机（扩展坞）支持此功能。

说明

唯一 IP 地址

扩展系统的每个扩展单元都必须在共享项目中组态有唯一 IP 地址，并在与该系统的其它扩展单元所在的 IO 控制器中运行。

适用条件

通过在操作期间替换 IO 设备实现扩展系统时应该遵循下列几点：

- 按照组态中的默认设置，必须取消激活所有扩展单元的 IO 设备。
 - 在任何时间，仅有一个扩展单元处于激活状态，即只能激活一个扩展单元的 IO 设备。在激活一个扩展单元的 IO 设备之前，其它扩展单元的所有 IO 设备必须取消激活或者禁用。通过“D_ACT_DP”指令激活 IO 设备
 - 必须创建到此扩展单元及其 IO 设备的物理连接，以便激活扩展单元。然后接通 IO 设备（通电）。同时，必须使用“D_ACT_DP”指令在用户程序中激活此扩展单元的所有 IO 设备。
-

说明

在 CPU 的“STARTUP”模式下自动取消激活

如果 CPU 处于“STARTUP”模式，则运行期间替换的扩展系统的 IO 设备将自动被取消激活。

- 在返回“IO 设备激活”消息后，通过使用“直接 I/O 访问”命令可访问 IO 设备。
 - 在开始 OB 1 循环时，尽量通过调用指令“D_ACT_DP”来激活和取消激活 IO 设备。
-

说明

操作期间替换 IO 设备的数量（“替换伙伴端口”）- 扩展单元的数量

如果希望实现最短的工具更换时间，那么必须遵循下列几点，具体取决于正在使用的 CPU 或 CP：

- 只有那些已经使用 PROFINET 的“优先化启动”功能进行组态的 IO 设备才能以优先化方式启动。使用此 PROFINET 功能进行组态的 IO 设备的数量受到限制。
- 一次只能激活有限数目的 IO 设备。该数目取决于可用的“D_ACT_DP”资源。扩展单元不应包含超过对应数目的 IO 设备。如果在一个扩展单元中运行多个 IO 设备，那么 IO 设备必须逐个激活，所用的时间也相应更长。

示例：S7-CPU 1516-3 PN/DP 可运行最多 32 个具有“优先化启动”功能的 IO 设备，可通过“D_ACT_DP”同时激活 8 个 IO 设备。

因此，为实现预定的最优应用，扩展单元的 IO 设备不应该超过 8 个，所有替换的扩展单元中的 IO 设备不应该超过 32 个。

5.12.1 组态扩展系统

组态扩展系统

必须在 STEP 7 中组态与各个 IO 设备的可能连接。

STEP 7 中的步骤

1. 按通常形式组态系统，但不组态各个 PROFINET 设备的拓扑互连。
2. 导航至“拓扑视图”(Topology view) 选项卡。
3. 选择要在操作期间用于连接替换伙伴的端口。
4. 导航至巡视窗口的“属性”(Properties) 选项卡，并选择区域导航中的“端口互连”(Port interconnection)。
5. 在“伙伴端口”(Partner port) 下，选择“备用伙伴”(Alternative partners) 选项。
6. 选择所需的伙伴端口：为此，请单击“<添加备用伙伴...>”(Add alternative partners...) 并选择一个伙伴端口。重复此过程，直至所有所需的伙伴端口都已连接。



图 5-110 在 STEP 7 中组态扩展系统

提示：还可以在拓扑视图使用拖放操作来连接替换伙伴端口。

结果

已经使用一个或多个替换 IO 设备互连了相应的端口。在操作期间与各个替换伙伴端口的连接以绿色短划线显示在拓扑视图中。

多个 IO 设备作为扩展单元 (“替换伙伴端口”)

扩展单元也可由多个串接的 IO 设备组成。如果使用串接的 IO 设备作为扩展单元，请确保组态了 IO 设备的拓扑结构。由两个串接 IO 设备 (Tool_3_1 和 Tool_3_2) 组成的扩展单元显示在下图的右下方。

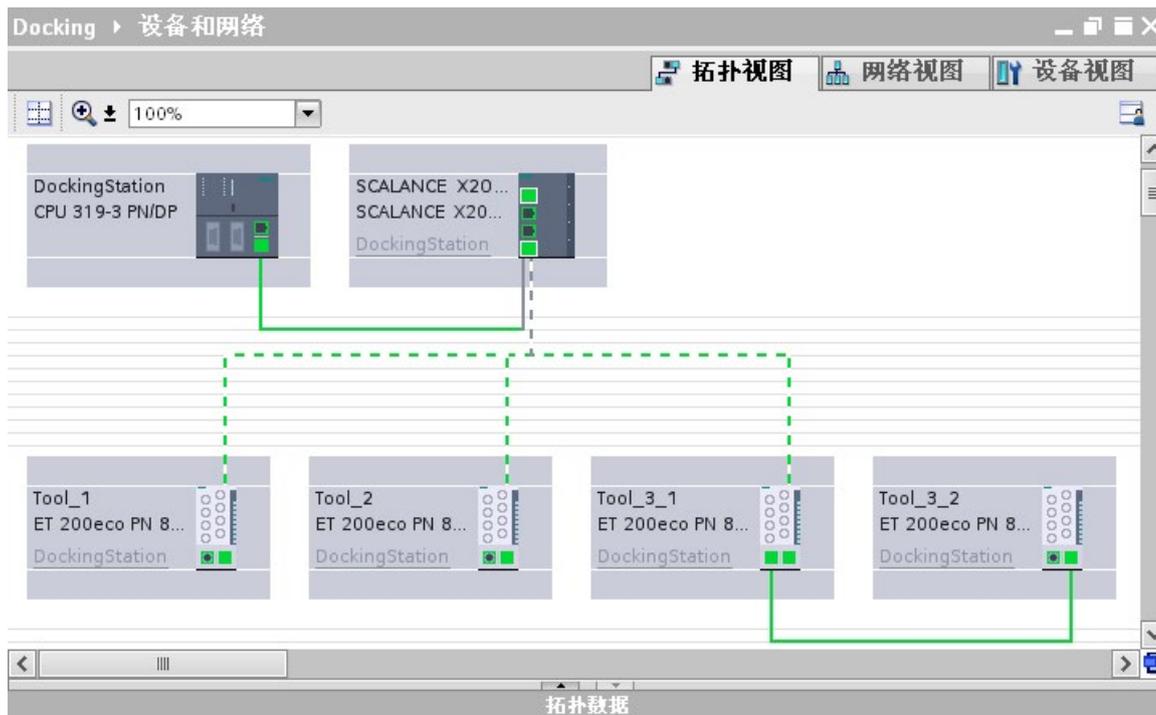


图 5-111 在 STEP 7 的拓扑视图中扩展系统

互连的限制

在下列情况中，不能与一个伙伴端口进行互连：

- 伙伴端口没有合适类型的电缆。在此情况下，必须插入目录中的介质转接器。
- 伙伴端口堵塞（取消激活）。
- 将要互连的两个端口属于同一个接口（只能从站的不同接口互连端口）。
- 将要互连的两个端口属于不同的以太网子网。

删除互连

选择替换伙伴的端口并使用“删除”(Remove) 按钮删除对应互连。

5.13 加快启动速度

5.13.1 用于加速 IO 设备启动速度的选项

缩短 IO 设备的启动时间

启动 IO 设备所需的时间取决于各种因素，可以通过不同的方法来缩短。

通过 PROFINET 的“优先启动”(Prioritized startup) 功能，可显著缩短启动时间。

为了进一步缩短启动时间，除“优先启动”功能之外，还可采取以下措施：

- 优化端口设置
- 优化端口布线
- 在用户程序中执行相应措施（仅限扩展系统）

即使不使用“优先启动”功能，以上措施也可加速 IO 设备的启动过程。但如果将“优先启动”功能与以上所有措施一同使用，最快启动速度也只能达到约 500 ms。

说明

长达 8 s 的启动时间

在以下情况下，虽然执行了优先启动，但启动时间仍高达 8 s：

在扩展点上，多个物理 IO 设备扩展板用作设备名称和 IP 组态均相同的 IO 设备时（如，自动化传送系统的扩展点）。

依存关系

具有 PROFINET 的“优先化启动”功能的 IO 设备（分布式 I/O）的启动时间长度取决于下列因素：

- IO 设备（分布式 I/O）
 - IO 设备（分布式 I/O）的 IO 结构
 - IO 设备（分布式 I/O）的模块
 - IO 控制器
 - 交换机
 - 端口设置
 - 电缆
 - 组态 RT 类别的 IO 设备
-

说明

启动时间和 RT 等级的 IO 设备

使用 IRT 等级通信的 IO 设备对于加速启动所需的时间长于使用 RT 等级的 IO 设备。IRT 的启动时间更长是因为需要在设置通信之前同步 IO 设备。

说明

IWLAN 与优先化启动

通过接入点连接到 PROFINET IO 的 PROFINET 设备不支持 PROFINET 中的“优先化启动”功能。

5.13.2 优先化启动

定义

优先化启动是 PROFINET 功能之一，用于在支持 RT 通信的 PROFINET IO 系统中加快 IO 设备的启动速度。它可以缩短各个已组态 IO 设备实现下列情况中的循环用户数据交换所需要的时间：

- 恢复电源后
- 在站返回后
- 在激活 IO 设备后



警告

PROFINET IO 系统中多次使用 IP 地址/设备名时的数据交换

为实现较快启动，在设备启动时，IO 控制器会检查对应 IP 地址设备名称的唯一性。如果设备名或 IP 地址的分配不正确或重复分配，在 IO 控制器对错误做出响应前，可进行短时数据交换。此时，IO 控制器可与错误的设备进行 IO 数据交换。

调试时，应确保在 PROFINET IO 系统中没有 IP 地址/设备名被分配多次。

优势

PROFINET 的“优先化启动”功能允许 PROFINET IO 应用于已经永久更换了机器部件或工具以及 IO 设备的情况。通过此优先化启动，重新启动的预定进程之间的等待时间（几秒钟）缩短为最小。这加快了使用替换 IO 设备（PROFINET 的“扩展系统”功能）的生产过程（例如在换刀器应用场合中），并能大幅提高生产能力。

PROFINET 的“优先化启动”功能可大幅提升下列应用场合的性能：在“通电”之后或站故障/站恢复之后要求 IO 设备具有快速启动时间，或者在启动 IO 设备时。

应用领域

例如，对于自动化工业中自动机械装置的工具更换，可以使用“优先化启动”功能。以下给出了一些典型的工具：

- 焊枪
- 用于制造汽车车身部件的定位工具

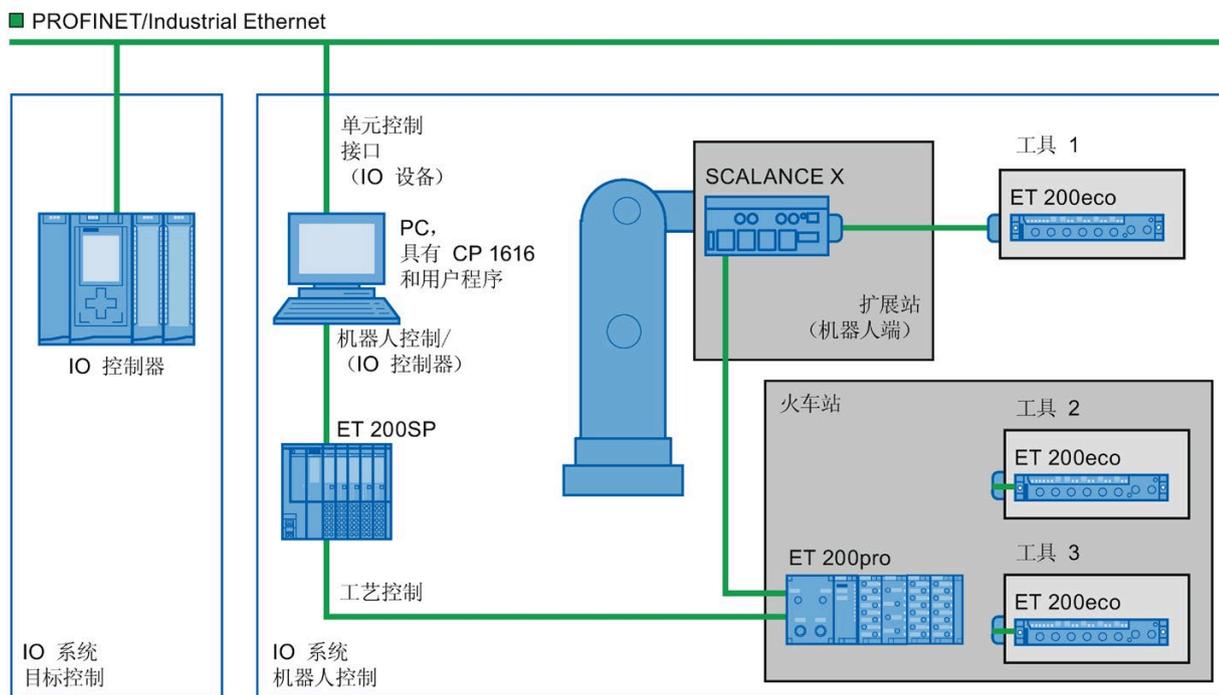


图 5-112 工具快换装置的示例组态：组态了“优先化启动”功能的工具 1-3。

5.13.3 组态“优先化启动”

要求

只有在下列情况下才能对 IO 设备（分布式 I/O）启用 PROFINET 的“优先化启动”功能：

- 在启动期间，使用的 IO 控制器可优先化所选的 IO 设备。
- 使用的 IO 设备支持优先化。

操作步骤

1. 在网络视图或设备视图选择要加速启动的 IO 设备。
2. 在巡视窗口中打开 IO 设备属性。
3. 选择“PROFINET 接口 > 高级选项 > 接口选项”(PROFINET interface > Advanced options > Interface options)。
4. 选择“启用优化启动”(Prioritized startup) 复选框。

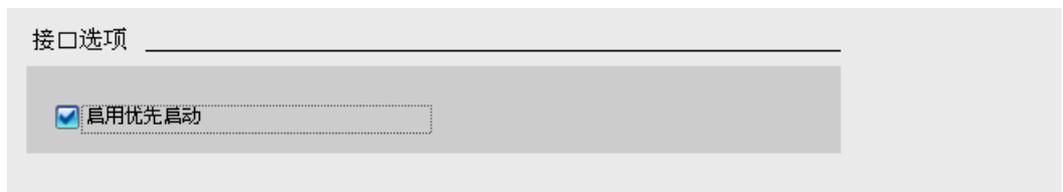


图 5-113 在 STEP 7 中组态“优化启动”

5. 将组态下载到 IO 控制器。

说明

第一次启动后的优化启动

第一次组态 IO 设备后且首次启动 PROFINET IO 系统时，总是提供 IO 设备的优化启动性能。即使对于备件或复位为出厂设置时，第一次启动对于各自组态的 IO 设备而言也是一次标准启动。

说明

具有优化启动的 IO 设备（分布式 I/O）的数量

在一个 PROFINET IO 系统中，只能使用 PROFINET 的“优化启动”功能启动所设的最大数量的 IO 设备。最大数量取决于所用的 IO 控制器。

5.13.4 优化端口设置

优化 IO 设备和 IO 控制器上的端口设置

在 IO 设备的启动过程中，如果采用铜缆布线，则需检查传输介质和双工方式。

这些检查需要一定的时间，但通过预先设置这些选项就可以节省这些检查所需的时间。确保所作的设置符合实际情况（使用正确的布线）。

优化端口设置以加快启动速度

要优化端口设置以加快启动速度，请按以下步骤操作：

1. 选择 IO 控制器的端口或对应 IO 设备的伙伴端口。
2. 在巡视窗口中，浏览到“端口选项 > 连接”(Port options > Connection)。选择“传输率/双工”(Transmission rate/duplex) 下的“TP 100 Mbps 全双工”(TP 100 Mbps full duplex) 设置。
3. 清除“启用自动协商”(Enable autonegotiation) 复选框。



图 5-114 在 STEP 7 中优化端口设置以加快启动速度

这些设置会在组态伙伴端口的拓扑期间自动应用。

5.13.5 优化端口布线

要求

已对端口进行以下设置，以降低 IO 设备的启动时间：

- 固定传输速率
- 取消激活自动协商

启动期间用于协商传输速率的时间已经保存。

如果已经禁用自动协商，则必须遵守布线规定。

端口属性

PROFINET 设备具有下列两种类型的端口：

端口类型	PROFINET 设备
带有交叉引脚分配的交换机端口	对于 IO 设备：端口 2 对于带 2 个端口的 S7-CPU：端口 1 和 2
带有普通引脚分配的终端设备端口	对于 IO 设备：端口 1 对于带 1 个端口的 S7-CPU：端口 1

交叉引脚分配意味着相应 PROFINET 设备之间的发送端口和接收端口的引脚分配在内部是互换的。

布线规定的有效性

下列章节中所描述的布线规定仅仅适用于已经在 STEP 7 中指定了固定端口设置的情况。

布线规定

可以使用插接电缆串接多个 IO 设备。为此，可以使用下一个 IO 设备的端口 1 连接 IO 设备（分布式 I/O）的端口 2。下图显示了带有 2 个 IO 设备的示例。

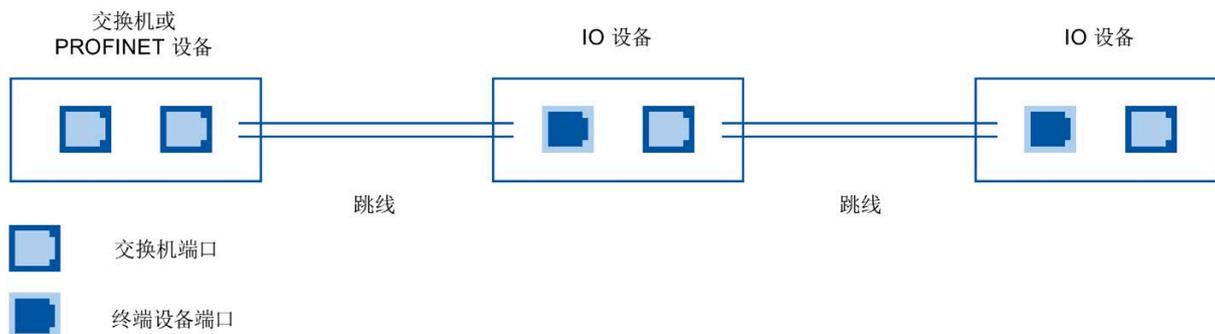


图 5-115 优化布线以加快启动速度

5.13.6 用户程序的具体措施

简介

可以在用户程序中进行某些更改以加快在运行期间替换的扩展系统的 IO 设备的启动速度。

对用户程序进行所需的更改

要通过更改用户程序加快启动速度，请执行以下步骤：

1. 在 OB 1 循环开始时，通过调用指令“D_ACT_DP”来激活和取消激活 IO 设备。
如果更换了 IO 设备，则必须取消激活这个不再需要的设备，并激活新设备。
2. 如果通过应用程序控制 IO 设备的“打开电源”(Power ON) 命令，则近乎同时通过对应调用“D_ACT_DP”指令来开始激活 IO 设备。为此必须对 IO 设备进行物理连接。
3. 在“D_ACT_DP”指令返回“IO 设备已激活”消息后，使用直接访问命令来访问 IO 设备。

S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET

简介

S7-1500 自动化系统中进行 PROFINET IO 通信的基本规则同样适用于 S7-1500R/H 冗余系统。S7-1500R/H 冗余系统会与 IO 设备循环交换 IO 数据。

S7-1500R/H 冗余系统支持的 PROFINET 功能范围具有一定限制。

S7-1500R/H 冗余系统在 PROFINET 环网中使用介质冗余 (MRP)。

可以在冗余 S7-1500R/H 系统上使用以下 IO 设备：

- 使用系统冗余 S2 的 IO 设备
- 通过 CPU 的“交换 S1 设备”功能，可以操作标准 IO 设备。

组态 S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET 时，必须遵守几项规范，例如特殊组态要求。

限制

- 实时通信：
 - RT 的发送时钟固定为 1 ms
 - 不使用 IRT
 - 不使用 MRPD 冗余程序
 - 没有可进行性能升级的 PROFINET
- 不能使用等时同步模式
- 不进行直接数据交换
- 不能作为智能设备进行操作
- 无法访问共享设备
- 不支持对接系统
- 不支持串行机器项目
- 端口选项（仅限 PROFINET 接口 X1）：
 - 不能实现端口禁用
 - 不能组态边界

6.1 S7-1500R/H 冗余系统中的介质冗余

- 作为 IO 控制器的功能：
 - 不能进行优先化启动
 - 不能启用/禁用 IO 设备
 - 不支持串行机器项目，例如可以多次使用的 IO 系统
- PROFINET 接口 X2 不支持 IO 功能 (CPU 1515R/CPU 1517H)
- 不能通过 Web 服务器进行诊断
- 未通过 DHCP 服务器分配 IP 地址

6.1 S7-1500R/H 冗余系统中的介质冗余

冗余系统的两个 CPU 必须位于使用介质冗余方法 MRP 的 PROFINET 环网中。PROFINET 环网中的所有 PROFINET 设备均以介质冗余的方式连接到 S7-1500R/H。如果 PROFINET 环网中断，可能进行重新组态。短暂的重新组态时间过后，可通过替代路径再次访问 PROFINET 设备。

6.2 H-Sync 转发

简介

使用 H-Sync 转发功能时，支持采用 MRP 的 PROFINET 设备仅在 PROFINET 环网中转发 S7-1500R 冗余系统的同步数据（同步帧）。

此外，通过 H-Sync 转发功能，甚至可在对 PROFINET 环网进行重新组态过程中转发同步数据。如果 PROFINET 环网中断，H-Sync 转发功能可避免循环时间增加。

说明

H-Sync 转发支持

技术规范通常表明 PROFINET 设备是否支持 H-Sync 转发功能。

GSD 文件还将指示设备是否支持 H-Sync 转发功能。如果“MediaRedundancy”元素中的“AdditionalForwardingRulesSupported”属性设为“true”，则设备支持 H-Sync 转发功能。

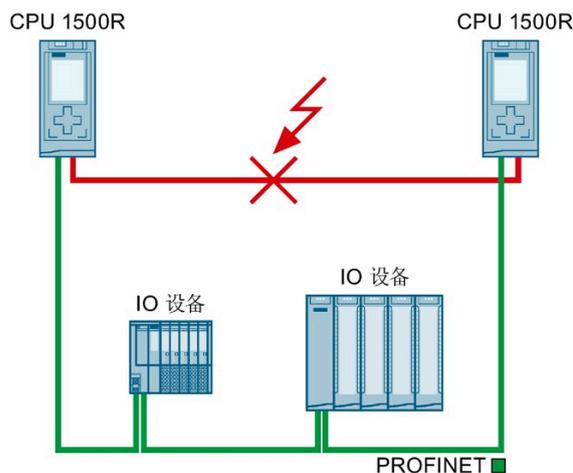
条件

- H-Sync 转发功能与 S7-1500H 冗余系统无关。在 S7-1500H 冗余系统中，H-Sync 帧仅通过光纤传输。
- 如果在 R 系统的 PROFINET 环网中使用具有两个以上端口的 PROFINET 设备（例如交换机），这些设备必须支持 H-Sync 转发功能。

H-Sync 帧为 PROFINET 环网留下了一个没有 H-Sync 转发功能的交换机。这会导致网络负载额外升高。另一个严重的结果是网络中其它 R 系统的冗余可能发生故障或阻止启动。

- 如果要在 R 系统的 PROFINET 环网中使用仅具有 2 个端口的 PROFINET 设备，则建议使用 H-Sync 转发功能。

如果在 S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET 环网中操作不具备 H-Sync 转发功能的 PROFINET 设备，则以下情况将导致循环时间额外增加：



1. S7-1500R 冗余系统处于 RUN 冗余系统状态。
2. 直接连接两个 CPU 的 PROFINET 电缆发生故障。
3. PROFINET 环网中断。
4. PROFINET 环网将重新组态。
5. 不具备 H-Sync 转发功能的 PROFINET 设备不会在 PROFINET 环网重新组态过程中转发任何 H-Sync 帧。
6. 循环时间会增加 PROFINET 环网的重新组态时间。

图 6-1 CPU 之间的 PROFINET 电缆故障

如果循环程序超过循环监视时间，则可以启动超时 OB (OB 80)。如果时间错误 OB (OB 80) 不存在或使用 OB 80 的循环时间超过两次，则冗余将丢失。

6.3 系统冗余 S2

说明

如果直接连接 S7-1500R 冗余系统两个 CPU 的 PROFINET 电缆不太可能发生故障，则可在 S7-1500R 冗余系统的 PROFINET 环网中使用不具备 H-Sync 转发功能的 PROFINET 设备。

示例：S7-1500R/H 冗余系统的两个 CPU 在控制柜中并排放置。在这种情况下，PROFINET 电缆不太可能发生故障。

6.3 系统冗余 S2

简介

使用 S2 系统冗余的 IO 设备可在 CPU 出现故障时与 S7-1500R/H 冗余系统进行不间断的过程数据交换。

采用系统冗余 S2 的 IO 设备支持系统冗余 AR。系统冗余 AR 可重复出现（冗余）。因此，IO 设备同步支持 2 个 IO 控制器的 AR（针对相同模块）。

系统冗余 AR 可以是主 AR 或备用 AR。IO 设备会在输出端激活主 AR 的数据。备用 AR 的数据仅会保存下来。

在 STEP 7 中，将 IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统的两个 CPU，为 IO 设备组态系统冗余 S2。

RUN-Redundant 系统状态下的特性

两个 CPU 均为 IO 控制器。PROFINET 通信在其中一个 CPU（IO 控制器）与 IO 设备之间的两个系统冗余 AR 上同步运行。如果主 CPU 现在发生故障，备用 CPU 会成为主 CPU，同时，备用 AR 会切换为主 AR。该 AR 的数据会在输出端激活。

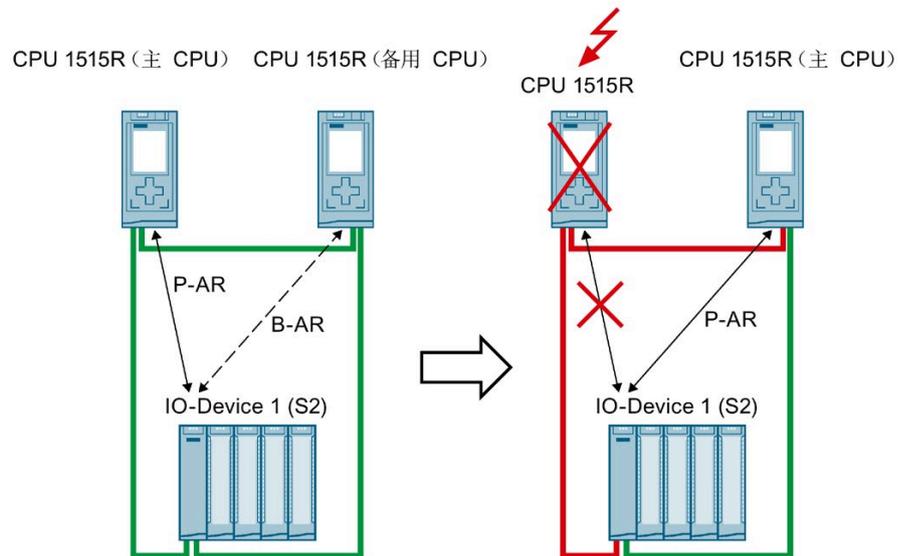


图 6-2 主备份 AR

RUN-Solo 系统状态下的特性

只有主 CPU 是 IO 控制器。PROFINET 通信在主 CPU（IO 控制器）与 IO 设备之间的 AR 上运行。备用 CPU 与 IO 设备之间无 AR。

6.4 交换 S1 设备

简介

自固件版本 V2.8 起，S7-1500R/H 冗余系统支持“交换 S1 设备”功能。

通过 CPU 的“交换 S1 设备”功能，可以在 S7-1500R/H 冗余系统上操作标准 IO 设备。

标准 IO 设备也始终分配给 S7-1500R/H 冗余系统的两个 CPU。与使用 S2 系统冗余的 IO 设备相比，标准 IO 设备仅支持一个 AR。AR 始终可用于 S7-1500R/H 冗余系统的主 CPU。

在 STEP 7 中，通过将标准 IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统的两个 CPU，组态通过“交换 S1 设备”功能连接的 IO 设备。

说明

S7-1500R 冗余系统中的标准 IO 设备

标准 IO 设备通常不支持 H-Sync 转发 (页 306)。

为避免 PROFINET 环网中断时循环时间增加，请将标准 IO 设备集成在交换机后，而不是 PROFINET 环网中。

RUN-Redundant 系统状态下的特性

PROFINET 通信在主 CPU（IO 控制器）与标准 IO 设备之间的 AR 上进行。备用 CPU 与标准 IO 设备之间没有 AR。

如果主 CPU 发生故障或转入 STOP 模式，则 S7-1500R/H 冗余系统的响应如下：

- 主 CPU 和标准 IO 设备之间的 AR 已断开连接。
- 之前的备用 CPU 成为新的主 CPU。
- S7-1500R/H 冗余系统暂时无法访问输入，也无法控制标准 IO 设备的输出。在此期间，组态的替换值特性适用于标准 IO 设备。
- 新的主 CPU 再次建立与标准 IO 设备的 AR。
- 新的主 CPU 建立 AR 后，S7-1500R/H 冗余系统可再次访问输入并控制标准 IO 设备的输出。

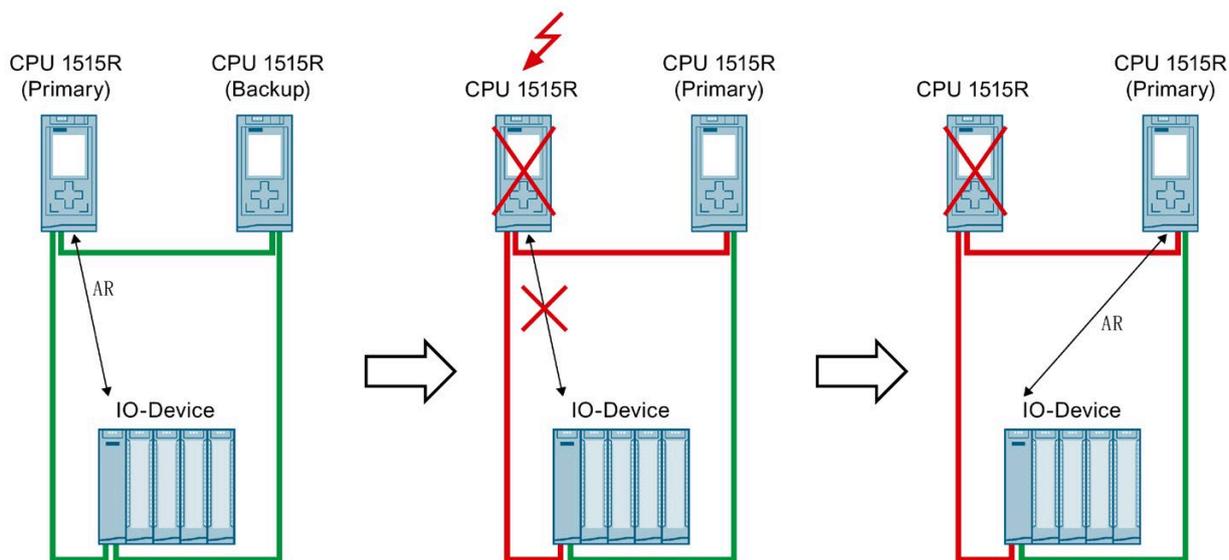


图 6-3 主 CPU 发生故障时标准 IO 设备的特性

RUN-Solo 系统状态下的特性

只有主 CPU 是 IO 控制器。PROFINET 通信在主 CPU 与标准 IO 设备之间的 AR 上进行。备用 CPU 与 IO 设备之间无 AR。

6.4 交换 S1 设备

具有主备份切换的标准 IO 设备的 OB 行为

如果主 CPU 出现故障或进入 STOP 模式，标准 IO 设备将暂时出现故障。调用 OB 72“冗余错误”时，不会调用发生故障的 IO 设备的附加 OB 86“模块机架故障”。要检测发生故障的 IO 设备，请调用 OB 72 中的 DeviceStates 指令。

通过“交换 S1 设备”功能，新的主 CPU 再次与标准 IO 设备建立 AR。每次返回 IO 设备时都会调用 OB 86。

控制交换 S1 设备的切换时间

自固件版本 V2.9 开始，主 CPU 出现故障/停止运行后，用户可以控制交换 S1 设备从断开到恢复所用的切换时间。

优势：

- 优化交换 S1 设备从断开到恢复之间的切换时间
- 为包含重要过程功能的 S1 设备设置相对较短的切换时间，从而确定 PROFINET 环网中诸多 S1 设备的恢复优先级。

切换时间取决于交换 S1 设备的看门狗定时器。看门狗定时器是更新时间与接受的更新循环次数（无 IO 数据）的乘积。利用这些参数，可以控制新的主 CPU 启动 S1 设备恢复的时间。恢复还取决于为 S1 设备分配参数所需的时间。

在 STEP 7 中，在每个 S1 设备的接口属性中设置这些参数。

- 更新时间：“高级选项 > 实时设置 > IO 循环 > 更新时间”(Advanced options > Real time settings > IO cycle > Update time)
- 看门狗定时器：“高级选项 > 实时设置 > IO 循环 > 看门狗定时器 > 接受的更新循环次数（无 IO 数据）”(Advanced options > Real time settings > IO cycle > Watchdog timer > Accepted update cycles without IO data)

设置一个更短的 S1 设备切换时间：将一个或多个参数的值减小。

设置一个更长的 S1 设备切换时间：将一个或多个参数的值增大。

6.5 使用 S2 系统冗余的 IO 设备与标准 IO 设备之间的主要区别

表格 6-1 使用 S2 系统冗余的 IO 设备与标准 IO 设备之间的主要区别

特性	使用系统冗余 S2 的 IO 设备	标准 IO 设备
IO 设备的要求	设备支持 S2 系统冗余	-
相同模块同时支持的最大 AR	2	1
更换主 CPU 切换时的特性	与 S7-1500R/H 冗余系统连续连接 过程数据进一步传输。	从 S7-1500R/H 冗余系统暂时断开连接。 标准 IO 设备再次可用之前，不会传送过程数据。输出组态取决于相应通道的替换值特性。

6.6 安装指南

S7-1500R 冗余系统环形拓扑的组态要求

- 两个 CPU 的介质冗余角色为“管理器（自动）”。
- PROFINET 环网中其它所有设备的介质冗余角色为“客户端”。
- PROFINET 环网中不存在其它 S7-1500R/H 冗余系统。
- 端口互连：
 - 两个 CPU 直接通过 PROFINET 接口 X1 的两个端口之一互连。两个 CPU 之间不存在环网的其它设备。
 - 两个 CPU 可通过另外两个端口间接互连。环网的其它设备位于两个 CPU 之间。请参见以下示例。

6.7 组态 S7-1500R/H 冗余系统上的 PROFINET IO

- 最大 IO 设备数：64

说明

S7-1500R 冗余系统中的标准 IO 设备

标准 IO 设备通常不支持 H-Sync 转发。

为避免 PROFINET 环网中断时循环时间增加，请将标准 IO 设备集成在交换机后，而不是 PROFINET 环网中。

- PROFINET 环网中的 PROFINET 设备（IO 设备、交换机、S7-1500R CPU、S7-1500 CPU（V2.5 或更高版本）和 HMI 设备）数量
 - 最多 50 个（建议值：最多 16 个）

说明

建议：PROFINET 环网中的设备数量会影响 S7-1500R 系统的可用性。PROFINET 环网中的 PROFINET 设备（包括 R-CPU）数量不得超过 16 个。如果在 PROFINET 环网中操作的设备数明显高于该值，IO 设备和 R-CPU 的可用性会降低。本文档中的技术规范基于环网中建议的 S7-1500R 可连接 PROFINET 设备最大数量，16 个。

S7-1500H 冗余系统环形拓扑的组态要求

- 两个 CPU 的介质冗余角色为“管理器（自动）”。
- PROFINET 环网中其它所有设备的介质冗余角色为“客户端”。
- PROFINET 环网中不存在其它 S7-1500R/H 冗余系统。

6.7 组态 S7-1500R/H 冗余系统上的 PROFINET IO

S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET IO 组态

下图给出了 S7-1500R/H 冗余系统的 PROFINET IO 组态示例。

所有图中均使用以下缩写代表 AR：

- SR-AR：S7-1500R/H 冗余系统 IO 设备 (S2) 与其中一个 CPU 之间的系统冗余 AR
- AR：标准 IO 设备与关联 IO 控制器之间的“正常”AR

所有组态均以 CPU 1515R 为例。显示的 PROFINET 组态也适用于 CPU 1513R 和 CPU 1517H。

PROFINET 环网中的 IO 设备

S7-1500R 冗余系统由 PROFINET 环网中的两个 CPU 1515R 和两个 IO 设备组成。IO 设备支持系统冗余 S2、介质冗余和 H-Sync 转发。

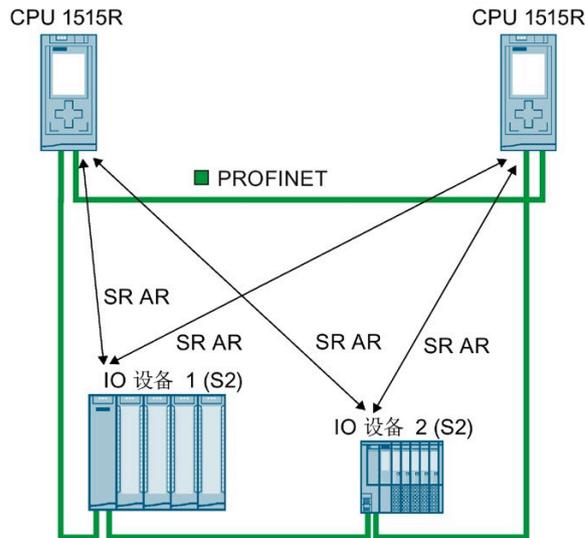


图 6-4 PROFINET 环网中有两个 IO 设备的 S7-1500R 冗余系统示例

交换机下游的 PROFINET 设备

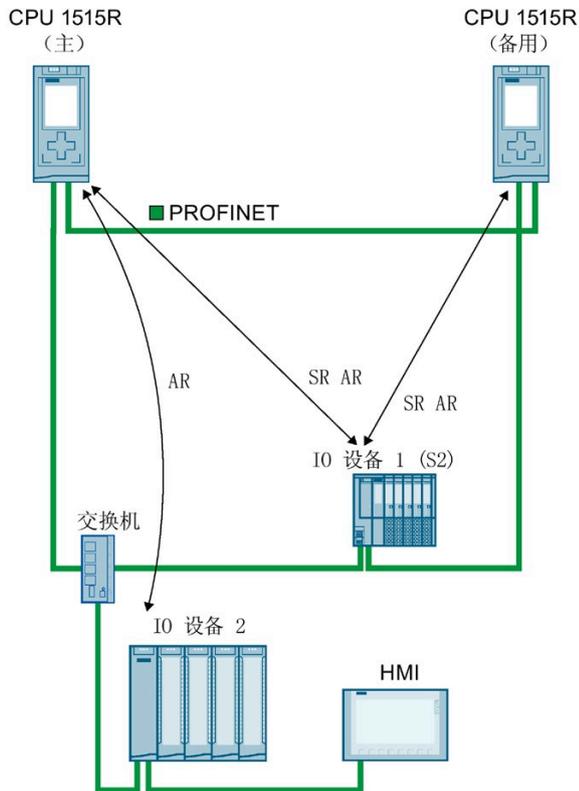
要将其它 PROFINET 设备连接至 PROFINET 环网，请使用交换机。对于 S7-1500R 冗余系统，除了 MRP 外，还应确保 PROFINET 环网中的交换机支持 H-SYNC 转发功能。

使用交换机将以下设备连接至 PROFINET 环网。

- 带有一个端口的 PROFINET d 设备
- 不支持 MRP 的 PROFINET 设备
- 不支持 H-Sync 转发功能的 PROFINET 设备，比如标准 IO 设备。

6.7 组态 S7-1500R/H 冗余系统上的 PROFINET IO

下图显示了交换机下游连接了 PROFINET 设备的 S7-1500R 冗余系统。



- IO d 设备 1 (S2) IO 设备 1 位于 PROFINET 环网中。IO 设备 1 支持系统冗余 S2、MRP 和 H-Sync 转发功能。
- 交换机 交换机位于 PROFINET 环网中。交换机支持 MRP 和 H-SYNC 转发功能。
- IO 设备 2 IO 设备 2 通过交换机连接到 PROFINET 环网。IO 设备 2 是通过“交换 S1 设备”功能连接到 S7-1500R 冗余系统的标准 IO 设备
- HMI 设备 HMI 设备通过交换机连接到 PROFINET 环网。

图 6-5 交换机下游的 PROFINET 设备

组态中的其它 PROFINET IO 系统

组态还可包含具有自己的 IO 设备的其它 IO 连接器。为确保 PROFINET 环网中有足够大的带宽供 S7-1500R/H 冗余系统使用，可在交换机下游放置具有 IO 设备的其它 IO 控制器。

确定 PROFINET 环网内外的最大 IO 设备数时，冗余系统不会检测 S7-1500 CPU 及其 IO 设备。如果使用 S7-1500 CPU，必须自行检查最大数量。

下图显示了 S7-1515R 冗余系统。CPU 1516 作为 IO 控制器的其它 PROFINET IO 系统位于交换机下游。独立的标准 IO 设备已分配给 IO 控制器。

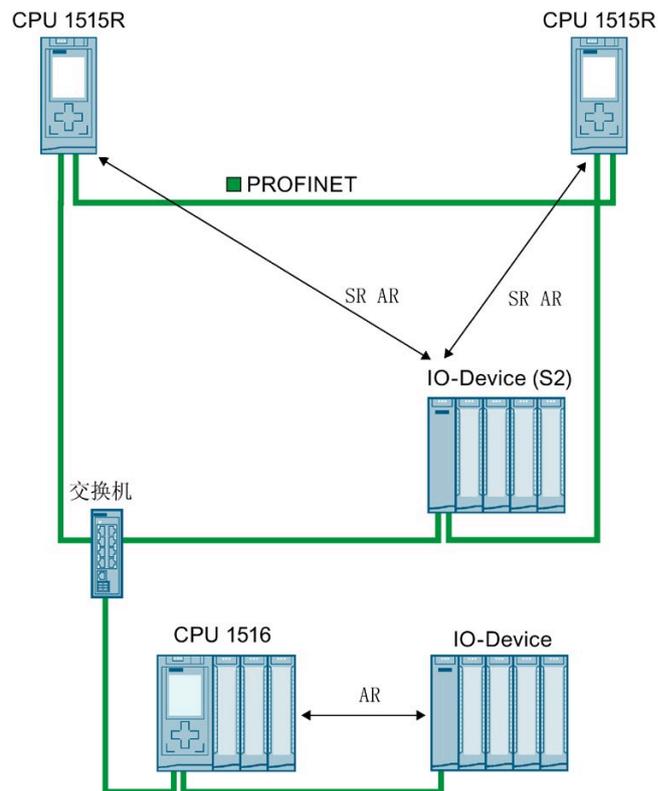


图 6-6 包含其它 PROFINET IO 系统的 S7-1500R 冗余系统示例

6.7 组态 S7-1500R/H 冗余系统上的 PROFINET IO

其它 IO 控制器也可作为智能设备连接到 S7-1500R/H 冗余系统。智能设备像标准 IO 设备一样连接到 S7-1500R/H 冗余系统。

S7-1500R/H 冗余系统支持仅通过 GSD 文件使用智能设备，且智能设备作为标准 IO 设备。

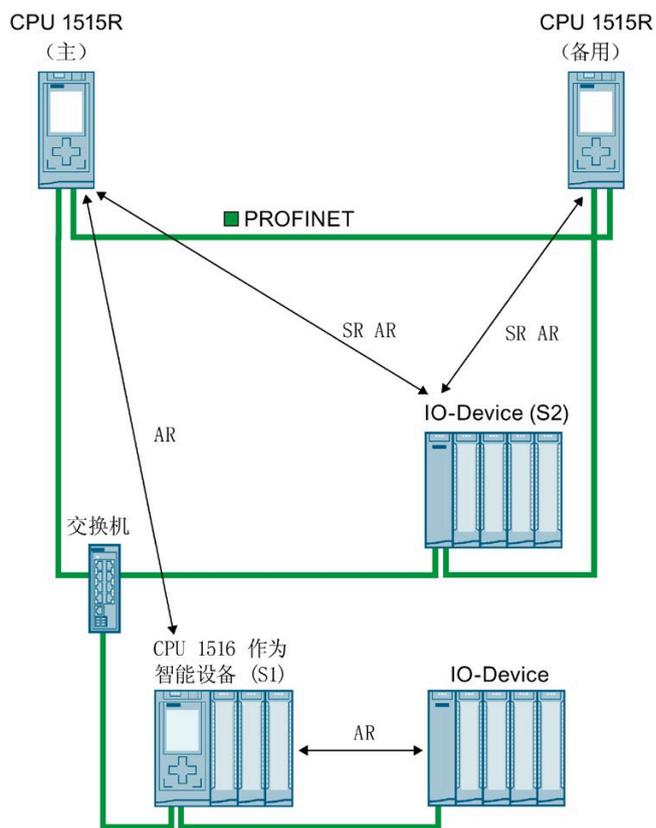


图 6-7 交换机下游的智能设备

通过 PN/PN 耦合器连接至另一 PROFINET IO 系统

S7-1500R/H 冗余系统通过 PN/PN 耦合器与另一 PROFINET IO 系统循环交换 IO 数据。

下图中，PN/PN 耦合器将 S7-1515R 冗余系统连接至另一 PROFINET IO 系统。PN/PN 耦合器左侧分配给 S7-1515R 冗余系统。分配为系统冗余和介质冗余。PN/PN 耦合器右侧分配给 CPU 1516（IO 控制器）。本例中，CPU 1516 的 PROFINET IO 系统无冗余。

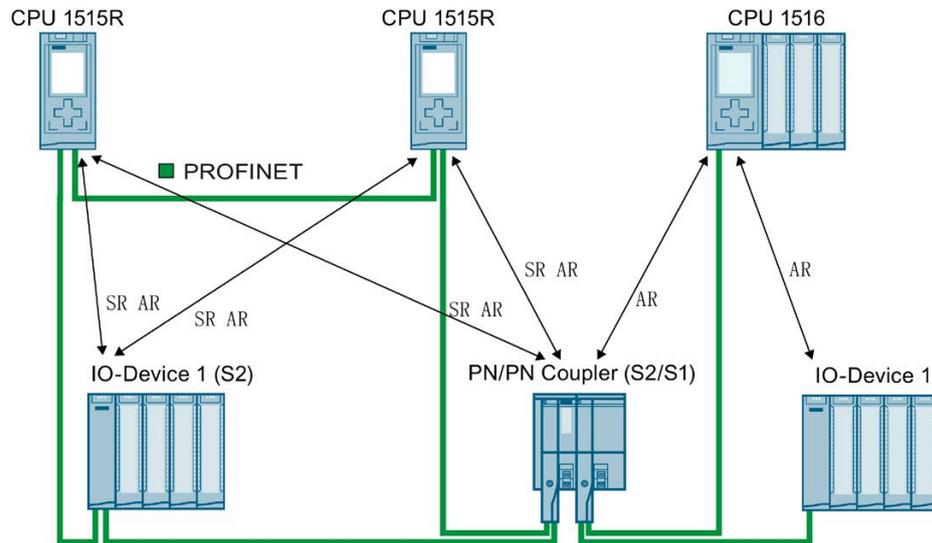


图 6-8 具有单侧系统冗余 (S2/S1) 的 PN/PN 耦合器的组态

6.8 将 IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统

通过 PN/PN 耦合器连接至其它 S7-1500R/H 系统

两个 S7-1500R/H 冗余系统通过 PN/PN 耦合器循环交换 IO 数据。

下图中，PN/PN 耦合器将两个 S7-1515R 冗余系统彼此相连。PN/PN 耦合器的两侧均分配给 S7-1515R 冗余系统。PN/PN 耦合器的两侧均以系统冗余和介质冗余方式连接至相应的 S7-1515R 冗余系统。

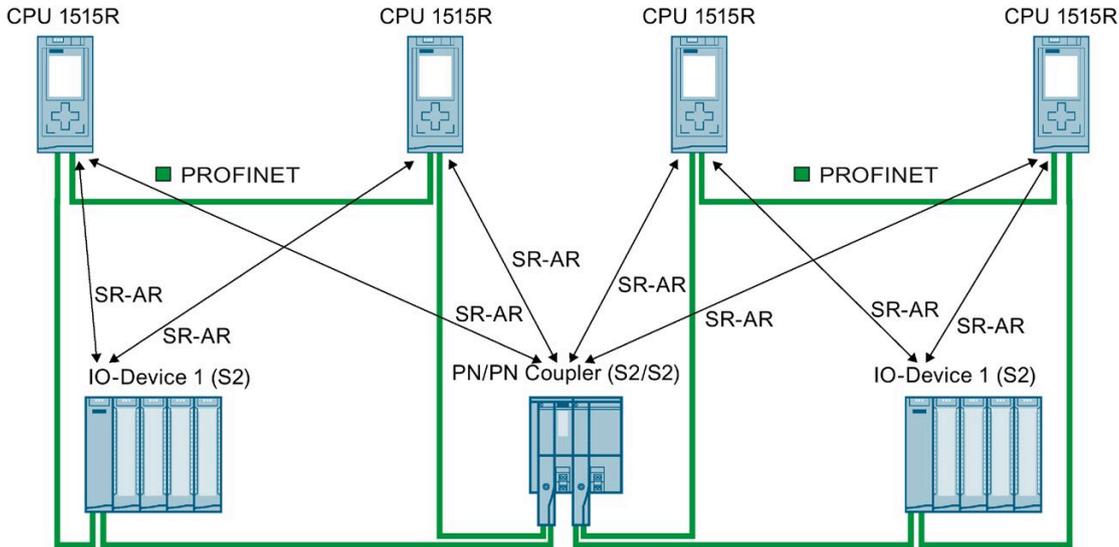


图 6-9 具有双侧系统冗余 (S2/S2) 的 PN/PN 耦合器的组态

参考

更多关于 PN/PN 耦合器的信息，请参见《PN/PN 耦合器 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/44319532>)》手册。

6.8 将 IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统

要求

- 冗余系统 S7-1500R/H
- IO 设备：
 - 自固件版本 V2.8 起，S7-1500R/H 冗余系统支持使用系统冗余 S2 的 IO 设备和标准 IO 设备。
 - 固件版本低于 V2.8 的 S7-1500R/H 冗余系统仅支持使用系统冗余 S2 的 IO 设备，例如固件版本为 V4.2 或更高版本的 IM 155-6 PN HF。

操作步骤

要为 S7-1500R/H 冗余系统分配 IO 设备，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择该 IO 设备的 PROFINET 接口。
2. 在 IO 设备的 PROFINET 接口与左侧 CPU 的 PROFINET 接口 X1 之间拖放一条连线。

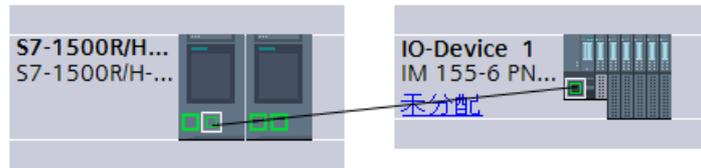


图 6-10 将 IO 设备分配给左侧 CPU

IO 设备已分配给左侧 CPU。

3. 在 IO 设备的 PROFINET 接口与右侧 CPU 的 PROFINET 接口 X1 之间拖放一条连线。

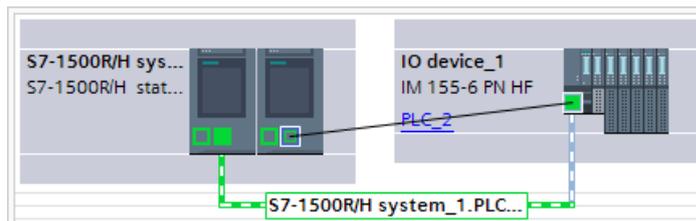


图 6-11 将 IO 设备分配给右侧 CPU

结果：IO 设备连接到 S7-1500R/H 冗余系统。

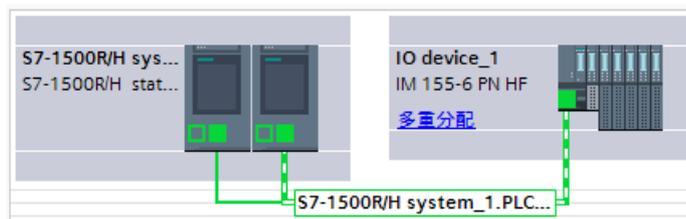


图 6-12 已分配 IO 设备

说明

作为标准 IO 设备的智能设备

请勿将在 STEP 7 中组态的设备作为智能设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统。

要在 S7-1500R/H 冗余系统上采用智能设备作为标准 IO 设备，请始终通过 **GSD 文件** 组态智能设备。

- SIMATIC CPU 用作智能设备
 - 首先，将 STEP 7 中的 SIMATIC CPU 组态为具有所有传输区域的智能设备。
 - 将智能设备导出为 GSD 文件。可以在“操作模式 > 智能设备通信 > 导出通用系统描述文件 (GSD)”(Operating mode > I-device communication > Export Generic System Description file (GSD)) 下的 PROFINET 接口属性中找到 GSD 导出。
 - 在 STEP 7 中安装 GSD 文件。
- HMI 设备用作智能设备 (“直接键”功能)
 - 可以在此应用示例 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73502293>) 中找到 SIMATIC 精智面板和 SIMATIC 移动面板的 GSD 文件。

将通过 GSD 文件组态的设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统。

在 STEP 7 中显示 IO 设备分配

无论 IO 设备作为系统冗余设备还是标准 IO 设备连接到 S7-1500R/H 冗余系统，网络视图始终会显示“多次分配”(Multi assigned)。

要确定哪些 IO 设备连接到冗余系统，以及哪些 IO 设备作为标准 IO 设备连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 S7-1500R/H 冗余系统。
2. 在网络视图的表格视图中，切换为“I/O 通信”(I/O communication)。

表中包含所有分配给 S7-1500R/H 冗余系统 PROFINET 接口的 IO 设备。

“操作模式”(Operating mode) 列显示 IO 设备与 S7-1500R/H 冗余系统的连接方式：

- IO 设备 (S2)：IO 设备连接到冗余系统。
- IO 设备 (S1)：IO 设备通过“交换 S1 设备”功能连接。



伙伴 1		↔	伙伴 2	伙伴 2 上的接口	模式
1	▼ PLC_1				
2	▼ PROFINET-Schnittstelle_1				
3	X1	↔	IO-Device_1	PROFINET-Schnittstelle	IO-Device(S2)
4	X1	↔	IO-Device_2	PROFINET-Schnittstelle	IO-Device(S1)
5	▼ PLC_2				
6	▼ PROFINET-Schnittstelle_1				
7	X1	↔	IO-Device_1	PROFINET-Schnittstelle	IO-Device(S2)
8	X1	↔	IO-Device_2	PROFINET-Schnittstelle	IO-Device(S1)

图 6-13 在 STEP 7 中显示 IO 设备分配

6.9 在 S7-1500R/H 冗余系统的组态中，进行介质冗余 (MRP) 组态

要求

- 冗余系统 S7-1500R/H
- 环网中的所有设备都支持介质冗余协议 MRP。
- IO 设备分配给 S7-1500R/H 冗余系统。

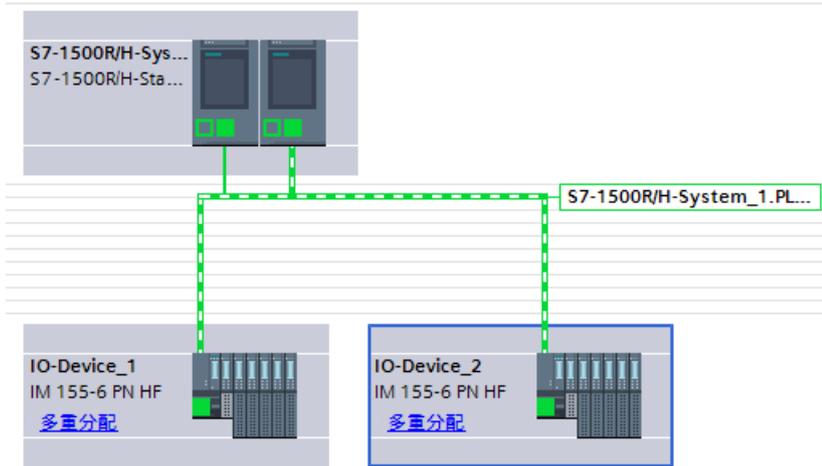


图 6-14 示例组态：为 S7-1500R/H 组态 MRP

S7-1500R/H 冗余系统 CPU 的 MRP 角色

在 STEP 7 中创建了 S7-1500R/H 冗余系统后，STEP 7 将自动为两个 CPU 的 PROFINET 接口 X1 分配 MRP 角色“管理员（自动）”(Manager (auto))。

在 STEP 7 中为环网中的其它设备定义 MRP 角色

要为环网中的其它设备指定介质冗余，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中，选择 S7-1500R/H 冗余系统内其中一个 CPU 的 PROFINET 接口 X1。
2. 在巡视窗口中，浏览到“属性 > 常规 > 高级选项 > 介质冗余”(Properties > General > Advanced options > Media redundancy)。
3. 单击“域设置”(Domain settings) 按钮。

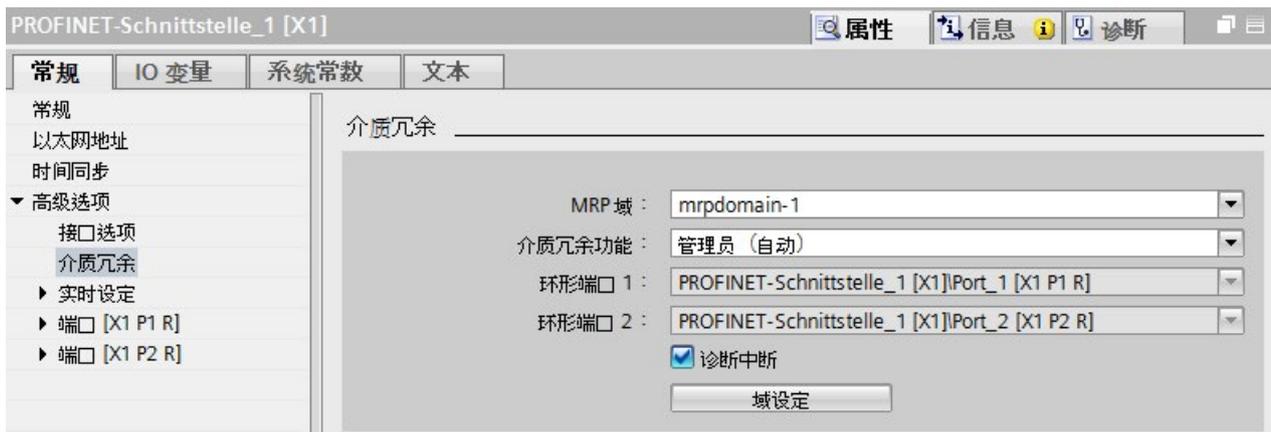


图 6-15 S7-1500R/H: MRP 角色“管理器 (自动)”

在巡视窗口中，STEP 7 将显示该 CPU 的 PROFINET 接口 X1 所在 MRP 域的特性。

4. 在“设备”(Devices) 表的“MRP 角色”(MRP role) 列中，为环网中的其它所有设备分配 MRP 角色“客户端”(Client)。

设备					
	PROFINET 设备名称	MRP 域	MRP 角色	环网 1	环网 2
1	io-device_1	mrpdomain-1	客户端	Port_1 [X1 P1 R]	Port_2 [X1 P2 R]
2	io-device_2	mrpdomain-1	客户端	Port_1 [X1 P1 R]	Port_2 [X1 P2 R]
3	plc_1.profinet-schnittstelle_1	mrpdomain-1	管理员 (自动)	Port_1 [X1 P1 R]	Port_2 [X1 P2 R]

图 6-16 S7-1500R/H: 为环网设备分配 MRP 角色

为 STEP 7 项目以外的设备分配参数

- 将 STEP 7 以外的环网中设备的 MRP 角色设置为“客户端”(Client)。示例：对于 PROFINET 环网中的交换机，通过交换机的 Web 界面设置 MRP 角色“客户端”(Client)。
- 对于环网以外的 PROFINET 设备，将 MRP 角色设为“非环网中的设备”(Not device in the ring)。示例：对于 PROFINET 环网以外的路由器，通过路由器的 Web 界面设置 MRP 角色“非环网中的设备”(Not device in the ring)。

6.10 与冗余系统 S7-1500R/H 进行 MRP 互连

在固件版本 V2.9 及以上版本中，S7-1500R/H CPU 支持 MRP 互连。

通过 MRP 互连，S7-1500R/H 可跨两个或多个 MRP 环网进行冗余数据交换。

S7-1500R/H 要求

除了 S7-1500 的要求外，S7-1500R/H 还要求满足以下条件：

- S7-1500R/H 冗余系统的两个 CPU 位于同一环网中。
- 在包含两个 R/H-CPU 的环网中，将这两个 CPU 的介质冗余角色组态为“管理器（自动）”(Manager (auto))。

在其它环网中进行如下组态：

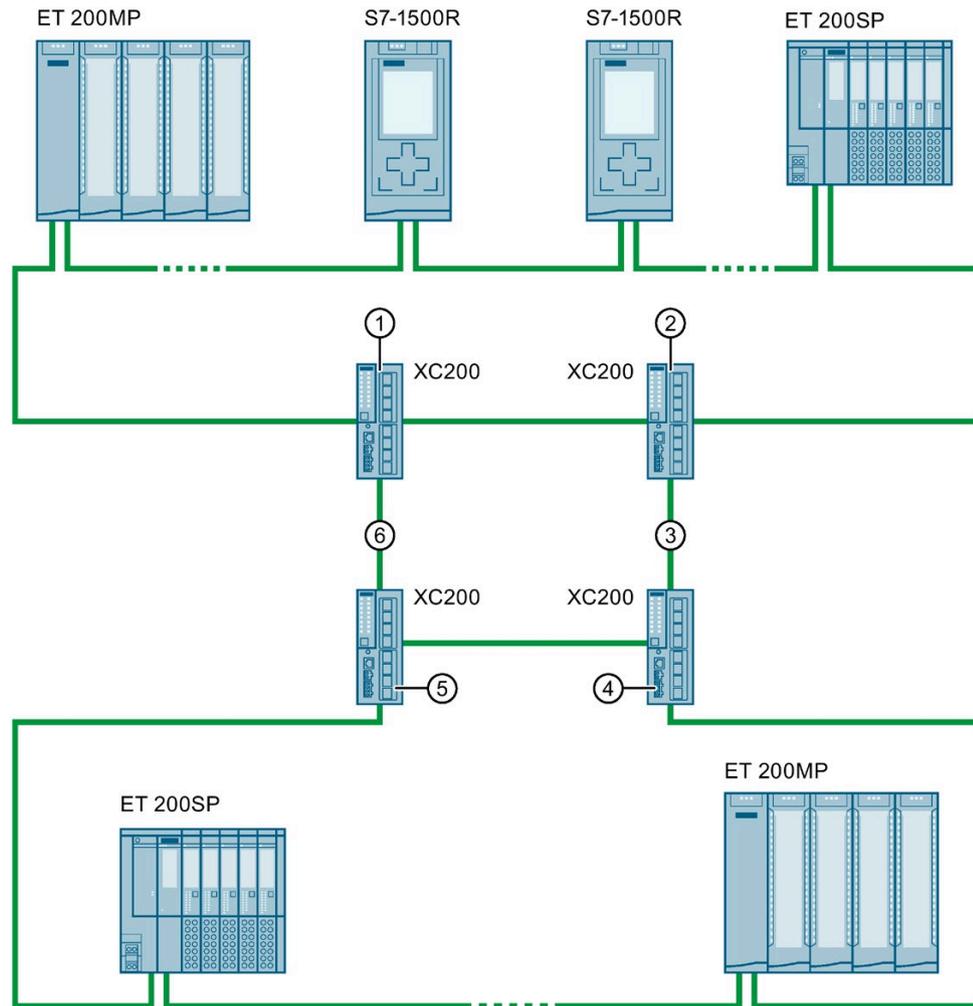
- 存在一个或多个 PROFINET 设备时，将介质冗余角色组态为“管理器（自动）”(Manager (auto))
- 只有一个 PROFINET 设备时，将介质冗余角色组态为“管理器”(Manager)

对于所有环网中的其它设备，均分配 MRP 客户端角色。

拓扑

带 2 个环网的拓扑

下图显示的是以 2 个环网中使用 S7-1500R 为例的冗余耦合。

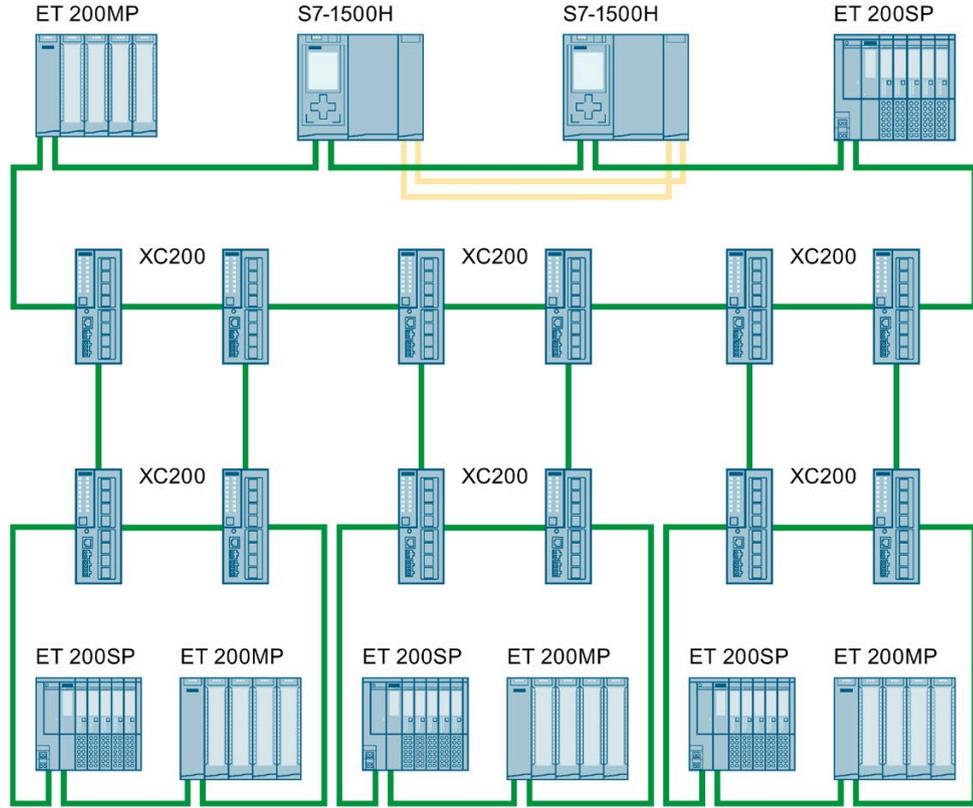


- ① 主 MIC
- ② 介质冗余互连管理器 (MIM)
- ③ 辅助链路
- ④ 辅耦合 MIC
- ⑤ 主耦合 MIC
- ⑥ 主链路

图 6-17 示例：在 2 个环网中 S7-1500R 与 MRP 互连的冗余连接

带多个环网的拓扑

下图显示的是以 4 个环网中使用 S7-1500H 为例的冗余耦合：



更多信息

有关通常适用于 MRP 互连及使用 MRP 互连的冗余 S7-1500R/H 系统的所有信息，请参见“MRP 互连 (页 196)”部分，例如，限制、工作原理、组态和时间。

看门狗定时器设置工具

为了正确设置看门狗定时器，可从 Internet 上下载“S7-1500R/H 插件 (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/109769093>)”，该工具也可用于 MRP 互连。

术语表

API

应用程序进程标识符 (**Application Process Identifier, API**) 是一个参数，它的值将指定 IO 数据处理进程 (应用程序)。

PROFINET 标准 IEC 61158 将配置文件分配给由 PROFINET 用户组织定义的特定 API (PROFIdrive、PROFIsave)。

标准 API 为 0。

AR

AR (**Application Relation, 应用程序关系**) 包括 IO 控制器与 IO 设备间的所有通信关系 (如, IO 数据、数据记录、中断)。

AR 同样也是诊断数据记录的寻址级别。

CP

→ *通信处理器*

CPU

中央处理单元 (**Central Processing Unit, CPU**) — 包含有控制和算术单元、存储器、操作系统以及编程设备接口的 S7 自动化系统的中央模块。

DCP

发现和基本组态协议 (**Discovery and Basic Configuration Protocol, DCP**)。支持使用制造商特定的组态/编程工具分配设备参数 (例如, IP 地址)。

DHCP

DHCP (动态主机组态协议)。用来分配 IP 地址 (及 Internet 环境中的其它重要启动参数) 的协议。

DP 从站

使用 PROFIBUS DP 协议在 PROFIBUS 上运行且符合 EN 50170 第 3 部分的从站称为 DP 从站。

→ 另请参见“从站”

DP 主站

其行为符合 EN 50170 第 3 部分的主站称为 DP 主站。

→ 另请参见“主站”

DPV1

名称“DPV1”是指由 DP 协议提供的非循环服务（例如，包含新的中断）的功能扩展。DPV1 功能已包含在 IEC 61158/EN 50170 标准第 2 卷的 PROFIBUS 中。

GSD 文件

作为一种通用站描述，该文件包含 PROFINET 设备组态（XML 格式）所必需的所有属性。

H-Sync 转发

使用 H-Sync 转发功能时，支持 MRP 的 PROFINET 设备仅在 PROFINET 环网中转发 S7-1500R 冗余系统的同步数据（同步帧）。

此外，通过 H-Sync 转发功能，甚至可在对 PROFINET 环网进行重新组态过程中转发同步数据。如果 PROFINET 环网中断，H-Sync 转发功能可避免循环时间增加。

S7-1500R：建议为 PROFINET 环网中所有仅具有两个端口的 PROFINET 设备使用 H-Sync 转发功能。PROFINET 环网中所有具有两个以上端口（例如交换机）的 PROFINET 设备必须支持 H-Sync 转发功能。

S7-1500H：H-Sync 转发功能与 S7-1500H 冗余系统无关。

IP 地址

要将 PROFINET 设备寻址为工业以太网中的设备，需确保该设备的 IP 地址在该网络中唯一。示例：一个 IPv4 地址由 4 个十进制数字组成，值范围为 0 到 255。这些十进制数使用句点进行分隔。

IP 地址由以下几部分组成：

- 网络地址
- 设备（通常称为主机或网络节点）地址。

IRT

IRT 是一种同步通信协议，用于在 PROFINET 设备之间循环交换 IRT 数据。预留带宽可用于 IRT 数据的发送周期。预留带宽可确保在预留的同步时间间隔内传输 IRT 数据，而不受其它高网络负载（例如，TCP/IP 通信或其它实时通信）的影响。

LAN

局域网 (**Local Area Network, LAN**) — 连接公司内多台计算机的本地网络。因此，LAN 的区域范围有限，仅适用于公司或机构。

MAC 地址

所有以太网设备在全球范围内都唯一的设备标识码。MAC 地址由制造商分配，其中 3 字节为供应商 ID，另外 3 字节（以连续数字表示）为设备 ID。

工厂中每个 PROFINET 设备都分配有一个全球唯一的设备标识符。这个长度为 6 个字节的设备标识符即为 MAC 地址。

MMC 卡

MMC 卡是 CPU 和 CP 的存储介质。它与 SIMATIC 存储卡之间的唯一区别是其尺寸更小。S7-1500 和 ET 200SP-CPU 使用 SIMATIC 存储卡。

MPI

多点接口 (**Multi Point Interface, MPI**) 是指 SIMATIC S7 的编程设备接口。它允许一个或多个 CPU 同时操作多个设备（编程设备、基于文本的显示、OP）。各个设备则通过其唯一的地址（MPI 地址）进行标识。

MRP

MRP（介质冗余协议）根据 IEC 61158 和 IEC 62439 描述环网冗余。

MRP 互连

MRP 互连过程属于 MRP 的扩展。MRP 互连可在 PROFINET 网络中实现两个或多个环网与 MRP 的冗余耦合。

MRPD

基于 IRT 和 MRP 的 MRPD（**MRPD**，有计划帧复制的介质冗余）。要实现短更新时间的介质冗余，环网中的 PROFINET 设备需双向发送数据。设备在两个环网端口接收数据，从而节省了重新组态时间。

OB

→ *组织块*

OPC

OPC（进行过程控制的 OLE）是指采用自动化技术的通信的标准接口。

PG

→ *编程设备*

PLC

→ *可编程逻辑控制器*

PROFIBUS

过程现场总线 (**Process Field Bus**) — 欧洲的现场总线标准。

PROFIBUS DP

支持 DP 协议的 PROFIBUS，符合 EN 50170 标准。DP 代表分布式 I/O（快速、实时、循环数据交换）。从用户程序的角度来看，分布式 I/O 与集中式 I/O 的寻址方式完全相同。

PROFIBUS 设备

一个 PROFIBUS 设备至少有一个电气接口 (RS485) 或光缆接口 (聚合物光纤, POF) 的 PROFIBUS 接口。

PROFIBUS 用户组织

技术委员会致力于 PROFIBUS 和 PROFINET 标准的定义和开发。更多信息, 敬请访问 Internet (页)。

PROFenergy

过程中的节能功能, 例如, 在暂停期间使用标准化的 PROFenergy 命令暂时关闭整个系统。

PROFINET

基于组件的开放式工业通信系统, 以分布式自动化系统的以太网为基础。这种通信技术由 PROFIBUS 用户组织推出。

PROFINET IO

用于在 PROFINET 范围内实现模块化、分布式应用的通信机制。

PROFINET IO 基于交换式以太网, 支持全双工操作且带宽为 100 Mbps。

PROFINET IO 控制器

用于对连接的 IO 设备进行寻址的设备。这意味着 IO 控制器将与分配的现场设备交换输入和输出信号。IO 控制器通常是运行自动化程序的控制器。

PROFINET IO 设备

分配给其中一个 IO 控制器 (例如, 远程 IO、阀终端、变频器和交换机) 的分布式现场设备

PROFINET IO 系统

分配有 PROFINET IO 设备的 PROFINET IO 控制器。

PROFINET 环网

网络结构。常见的结构有：

- 线性总线型拓扑结构
- 环形拓扑结构
- 星形拓扑结构
- 树形拓扑结构

PROFINET 设备

一个 PROFINET 设备始终有一个 PROFINET 接口（电气、光学、无线）。许多设备也具有用于连接 PROFIBUS 设备的 PROFIBUS DP 接口。

RT

具有**实时**通信功能 (RT) 的 PROFINET IO 是一种优化的传输机制，适用于工厂自动化领域对时间要求较高的应用中。PROFINET IO 帧的优先级高于基于 IEEE802.1Q 的标准帧。这可以确保自动化技术中要求的确定性。

SIMATIC

该术语表示用于工业自动化的 Siemens AG 的产品和系统。

SIMATIC NET

Siemens 的网络和网络组件工业通信领域。

SIMATIC PC 站

“PC 站”是 SIMATIC 自动化解决方案中具有通信模块和软件组件的 PC。

SIMATIC 存储卡 (SMC)

→ MMC 卡

SNMP

网络管理协议 **SNMP**（**简单网络管理协议**）使用无线 UDP 传输协议。该协议由两个网络组件组成，类似于客户端/服务器模型。**SNMP** 管理器监视网络节点，而 **SNMP** 代理收集各网络节点中的各种网络特定信息，并以结构化形式将其存储在管理信息库（**Management Information Base, MIB**）中。网络管理系统可以使用该信息运行详细的网络诊断。

STEP 7

STEP 7 是一个工程组态系统，包括用于创建 **SIMATIC S7** 控制器用户程序的编程软件。

TCP/IP

以太网本身只是一个数据传送系统，类似于高速公路；后者则是一个人员和货物的传送系统。实际数据传送由所谓的协议执行，协议类似于汽车和卡车；后者在公路上传送人员和货物。

传输控制协议（**Transmission Control Protocol, TCP**）和网际协议（**Internet Protocol, IP**）（缩写为 **TCP/IP**）这两种基本协议负责执行下列任务：

1. 在发送方，将数据拆分成多个信息包。
2. 这些信息包通过以太网传送到正确的接收方。
3. 在接收方，将这些数据以正确顺序重新组合。
4. 损坏的信息包将继续发送，直到其正确接收。

大多数上位协议使用 **TCP/IP** 执行任务。例如，在万维网（**World Wide Web, WWW**）中，使用 **Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)** 传输采用超文本标记语言（**Hyper Text Markup Language, HTML**）编写的文档。通过此技术，可以首先在 **Internet** 浏览器中查看 **Web** 页面。

WAN

扩展后超出 **LAN** 边界和许可的网络，例如洲际网络通信。法律权利不属于用户，而是属于通信网络的提供商。

XML

可扩展标记语言（**Extensible Markup Language, XML**）是一种灵活且容易理解和学习的描述语言。可使用可读的 **XML** 文档进行信息交换。这些信息包括由结构信息补充的连续文本。

安全性

为防止以下情况而采取的所有措施的统称

- 因对数据进行未经授权的访问而导致泄密
- 因数据操作而导致数据不完整
- 因数据被破坏而导致数据不可用

备用 AR

备用 AR 是带有系统冗余 S2 的 IO 设备与 S7-1500R/H 冗余系统中备用 CPU 间建立的系统冗余 AR。

备用 CPU

如果 R/H 系统为 RUN-Redundant 系统状态，则主 CPU 将对过程进行控制。备用 CPU 与用户程序同步执行，在主 CPU 发生故障时接管过程控制。

背板总线

背板总线是串行数据总线，用于模块互相通信以及为模块提供所需电源。总线连接器将模块相互连接起来。

编程设备

编程设备实际上是一种适用于工业应用的紧凑型便携式 PC。由可编程逻辑控制器的特殊硬件和软件组态对它们进行识别。

参数

1. STEP 7 代码块的变量：
2. 用于设置模块的一个或多个属性的变量。

出厂时，每个模块都设置了实用的基本设置，可以在 STEP 7 中通过组态进行修改。

分为静态参数和动态参数。

操作状态

操作状态是指在特定时间点某个单 CPU 的操作特性。

SIMATIC 标准系统的 CPU 具有三种操作状态：STOP、STARTUP 和 RUN。

S7-1500R/H 冗余系统的主 CPU 则具有 STOP、STARTUP、RUN、RUN-Syncup 和 RUN-Redundant 五种操作状态。备用 CPU 具有 STOP、SYNCUP 和 RUN-Redundant 三种操作状态。

从站

从站只能在主站请求与其交换数据后才交换数据。

→ 另请参见“DP 从站”

代理

具有代理功能的 PROFINET 设备可替代以太网上的 PROFIBUS 设备。基于代理功能，PROFIBUS 设备不仅可与主站进行数据通信，而且还可与 PROFINET 上的所有设备进行数据通信。

使用 PROFINET，可通过 IE/PB Link 将现有 PROFIBUS 系统集成到 PROFINET 通信中。之后，IE/PB Link PN IO 将代替 PROFIBUS 组件通过 PROFINET 进行数据通信。

此时，即可将 DPV0 和 DPV1 从站连接到 PROFINET 中。

发送时钟

IRT 或 RT 通信的两个连续时间间隔之间的时间段。发送时钟是用于交换数据的可能的最短传输间隔。

更新时间

在该时间段中，IO 控制器/IO 设备向 PROFINET IO 系统中的 IO 设备/IO 控制器循环提供新的数据。可以为每个 IO 设备单独组态更新时间，并定义将数据从 IO 控制器发送到 IO 设备（输出）的时间间隔以及将数据从 IO 设备发送到 IO 控制器（输入）的时间间隔。

工业以太网

工业以太网是在工业环境中安装以太网的标准。它与标准以太网的最大区别在于各个组件的机械载流能力和抗扰性。

过程映像 (I/O)

CPU 将输入和输出模块中的值传送到该存储区域内。循环程序开始时，CPU 将过程映像输出作为信号状态传送到输出模块中。CPU 随后将输入模块的信号状态传送到该过程映像输入中。之后，CPU 将执行用户程序。

交换 S1 设备

通过 CPU 的“交换 S1 设备”功能，可以在 S7-1500R/H 冗余系统上操作标准 IO 设备。

PROFINET 通信在主 CPU 与标准 IO 设备之间的 AR 上进行。更换主 CPU 时，标准 IO 设备会短暂地与 S7-1500R/H 冗余系统断开连接，直至新的主 CPU 再次与标准 IO 设备建立 AR。

交换机

用于连接局域网 (LAN) 中多个终端设备或网段的网路组件。

介质冗余

介质冗余协议 (**Media Redundancy Protocol, MRP**) 支持冗余网络的组态。冗余传输链路（环形拓扑结构）可确保在一条通信链路发生故障时提供替代的通信路径。作为此冗余网络一部分的 PROFINET 设备将构成一个 MRP 域。

可编程逻辑控制器

可编程逻辑控制器 (PLC) 是电子控制器，其函数存储为控制单元中的程序。因此，设备的结构和连线与控制器的功能无关。可编程逻辑控制器的结构与计算机结构类似。它由一个带存储器的 CPU、几个输入/输出模块和一个内部总线系统组成。IO 和编程语言则取决于控制工艺的要求。

路由器

路由器用于连接两个子网。路由器的工作方式与交换机类似。但是，使用路由器，还可以指定哪些通信设备可以通过路由器进行通信，哪些不可以。对于路由器各侧的通信设备，仅当通过路由器明确启用它们之间的通信时，它们才能互相通信。不能跨子网交换实时数据。

默认路由器

必须通过 TCP/IP 将数据转发给本地网络之外的合作伙伴时，将使用默认的路由器。

确定性

确定性是指系统以可预测（确定的）方式进行响应。

冗余系统

冗余系统的一大特点为，重要自动化组件多次出现（冗余）。如果冗余组件发生故障，过程控制仍将保持。

设备

在 PROFINET 环境中，“设备”是以下内容的统称：

- 自动化系统（如 PLC、PC）
- 分布式 I/O 系统
- 现场设备（例如 PLC、PC、液压设备、气动设备）
- 有源网络组件（例如交换机、路由器）
- PROFIBUS 的网关、AS-Interface 或其它现场总线系统

设备名称（PROFINET 设备名称）

在 PROFINET IO 环境中，设备名称是设备 PROFINET IO 接口的唯一标识符。

实时

实时是指系统在定义的时间内处理外部事件。

实时通信

RT 和 IRT 的组错误。

PROFINET 使用自身的实时通道 (RT) 而非 TCP/IP 进行时间性较强的 IO 用户数据通信。

双工

半双工：可用于信息的交互式交换的一个通道。

全双工：可用于信息双向并行交换的两个通道。

双绞线

使用双绞线电缆的快速以太网基于 IEEE 802.3u 标准 (100 Base-TX)。传输介质是阻抗为 100 欧的 2x2 屏蔽双绞线电缆 (AWG 22)。此电缆的传输特性必须满足第 5 类线的要求。终端设备和网络组件之间的最大连接长度不得超过 100 m。带有 RJ45 连接插头的连接连接器设计基于 100Base-TX 标准要求。

通信处理器

通信处理器是用于点对点连接和总线连接的模块。

通信周期和传输带宽预留

PROFINET IO 是一个可扩展的实时通信系统，基于快速以太网的第 2 层协议。通过 RT 传输方法，针对时间性很强的过程数据提供了两种实时支持性能级别，并针对高准确性以及等时同步过程提供了 IRT。

同步域

要通过 PROFINET IO 用 IRT 同步的所有 PROFINET 设备必须属于一个同步域。

同步域只包含一个同步主站和至少一个同步从站。通常由 IO 控制器或交换机充当同步主站的角色。

非同步的 PROFINET 设备不是同步域的一部分。

拓扑组态

STEP 7 项目中 PROFINET 设备所有的互连端口以及它们彼此的关系。

网络

网络由具有任意数量设备的一个或多个互连的子网组成。若干网络可以彼此相邻共存。

系统冗余 AR

在冗余系统中，带有系统冗余 S2 的一个 IO 设备将与两个 CPU（IO 控制器）均建立系统冗余 AR。

系统诊断

系统诊断是指对发生在自动化系统中的错误（如，编程错误或模块故障）进行检测、评估并发送信号。系统错误可通过 LED 指示灯或 STEP 7 指示。

系统状态

S7-1500R/H 冗余系统的系统状态取决于主 CPU 和备用 CPU 的操作状态。通过“系统状态”，可快速标识两个 CPU 同一时间点的操作状态。以下系统状态可用于 S7-1500R/H 冗余系统：STOP、STARTUP、RUN-Solo、SYNCUP 和 RUN-Redundant。

线路深度

指示串联方式互连的外部交换机或集成交换机的数量。

需要维护/要求维护

可以为各种磨损参数定义“需要维护”的系统消息，并建议对某个组件进行检查，例如经过了一定时间的运行后。

当需要在一段预期的时间内更换指定部件时，将发送“要求维护”报警。

（打印机示例：需要立即更换打印机墨盒时，将发送“要求维护”报警。）

一致性数据

就内容而言属于一个整体且不能分开的数据称为一致性数据。

例如，必须始终将多个模拟量模块的值作为一个整体进行处理。即，不得因为在两个不同时间点读出，而导致模拟量模块的值受到影响。

以太网

以太网是基于帧的局域网 (LAN) 的国际标准技术。它定义了物理层中电缆的类型和信号的发送方式，以及介质访问控制的信息包格式和协议。

应用程序

应用程序是直接运行在 MS-DOS/Windows 操作系统上的程序。例如，PG 上的 STEP 7 应用程序。

用户程序

在 SIMATIC 中，对 CPU 操作系统和用户程序进行了区分。用户程序中包含用于控制一个设备或过程的所有指令、声明和数据。用户程序可分配给可编程模块（例如，CPU 和 CM），并可由更小的单元构成。

优先化启动

优先化启动是一项 PROFINET 功能，用于加速采用 RT 和 IRT 通信的 PROFINET IO 系统上运行的 IO 设备的启动过程。该功能缩短了已相应组态 IO 设备在以下情况下恢复用户数据周期性交换所需的时间：

- 恢复电源后
- 在站返回后
- 在激活 IO 设备后

诊断

→ *系统诊断*

诊断错误中断

具有诊断操作功能的模块通过诊断中断向 CPU 报告检测到的系统错误。

→ *另请参见“CPU”*

诊断缓冲区

诊断缓冲区是 CPU 中的备份存储器，用于按照诊断事件的发生顺序存储诊断事件。

直接数据交换

在直接数据交换的情况下，S7-1500 CPU 将 I/O 区域中的循环用户数据提供给一个或多个伙伴。

通过直接数据交换功能，可在多个 S7-1500 CPU 之间实现确定性等时同步 I/O 通信。

智能设备

CPU 的“智能设备”（智能 IO 设备）功能大大简化了与 IO 控制器的数据交换功能（例如，用作子过程的智能预处理单元）。用作 IO 设备时，智能设备会相应地集成到“上位”IO 控制器中。

中断

中断是一种导致 S7-CPU 操作系统自动调用已分配组织块（中断 OB）的事件，用户可在该组织块中对所需反应进行编程。

中断，诊断

→ *诊断错误中断*

主 AR

主 AR 是带有系统冗余 S2 的 IO 设备与 S7-1500R/H 冗余系统中主 CPU 间建立的系统冗余 AR。

主 CPU

如果至少有一个 R/H CPU 为 RUN 状态，则主 CPU 为主控 CPU。即，主 CPU 对过程（生产数据）进行控制。

主 CPU 与备用 CPU 中执行的用户程序完全相同。

主站

通信/PROFIBUS 子网的上位的主动参与方。主站有权利访问总线（令牌）、发送和接收数据。

资产

资产是机器或工厂的一个组件，可以为硬件，也可以为软件/固件。

子网

通过交换机互连的所有设备都是同一网络或子网的节点。子网中的所有设备都可以直接相互通信。

同一子网中的所有设备具有相同的子网掩码。

子网在物理上受路由器限制。

子网掩码

子网掩码中设置的位决定 IP 地址中包含网络地址的部分。

通常，应该遵循以下原则：

- 网络地址通过将 IP 地址与子网掩码进行“与”运算获得。
- 设备地址通过将 IP 地址与子网掩码进行“与非”运算获得。

自动化系统

可编程逻辑控制器，用于对过程工程组态行业和制造技术的过程链进行开环和闭环控制。根据自动化任务的不同，自动化系统可包含各种不同的组件和集成系统功能。

总线

总线是多个设备互相连接的传送介质。数据可通过电子方式或通过光纤以串行或并行方式进行传输。

组态

为自动化系统选择各个组件并进行组装，或者安装必要的软件并根据特定应用进行调整（例如，通过组态模块）。

组织块

组织块 (OB) 用作 CPU 操作系统和用户程序之间的接口。在组织块中定义用户程序的执行顺序。

索引

C

CPU 显示器

IP 地址, 55

诊断, 88

D

D_ACT_DP, 152, 294

Devices & networks, 96

DHCP, 66

DNS 命名惯例, 50

DP 循环时间, 231

G

Go online, 96

GSD 文件, 138

I

I&M 数据, 107

下载到 PROFINET IO 设备, 107

I/O 地址, 231

I/O 通信, 48, 60

IE/PB Link, 125

IO 设备, 233

分配, 47

更改期间激活和取消激活, 294

组态替换伙伴, 295

调用状态, 84

IO 系统, 261, 265, 269, 272, 274, 276, 284, 285

检查分配情况, 48

数据交换, 134

IO 系统之间的数据交换, 134

IO 系统的组态控制, 260, 272, 288

IO 控制器, 47

IP 地址, 51

允许在设备上直接更改, 65

更改, 58

使用其它方法分配, 59

首次分配, 55

IPO 模型, 237, 237

IRT, 231

RT 的区别, 205

同步, 203

设置建议, 211

应用领域, 201

规则, 148

定义, 202

组态, 206

通信, 202

通信周期, 204

属性, 203

L

LLDP, 101

M

MIB, 101

MRP, 183

MRPD, 189

MSI/MSO, 175

O

OB 82, 106

OB MC Servo, 236

OIP 模型, 237, 239

P

Primary Setup Tool (PST), 66
PROFIBUS, 19
PROFIBUS & PROFINET International, 21
PROFenergy, 150, 290
PROFINET, 19

- 目标, 19
- 发送时钟, 26
- 传输介质, 37
- 设备, 21
- 设备名称, 22
- 设备型号, 31
- 更新时间, 26
- 使用 IRT 优化, 211
- 使用 RT 优化, 210
- 实现, 20
- 指定设备名称, 60
- 带有智能设备的拓扑规则, 145
- 看门狗时间, 26
- 通信, 24
- 接口, 21, 27

PROFINET IO, 20

- 功能, 30, 123
- 系统, 47
- 诊断级别, 85

PROFINET 设备名称, 260
PROFINET 的传输介质, 37
PROFINET 接口

- 拓扑概览, 29
- 属性, 28

PST, 66

R

RT

- IRT 的区别, 205
- 应用领域, 200
- 规则, 148

定义, 201
通信周期, 204
RT 等级, 231

S

SCALANCE, 35, 40, 43
SNMP, 101

- MIB, 101
- 网络诊断, 101

SYNC_PI, 236, 237, 239
SYNC_PO, 236, 237, 239

T

T_CONFIG, 66
T_DC, 229, 231, 238, 240
Ti, 229

G

工业无线 LAN, 38

- 应用示例, 39
- 范围, 40

工业以太网, 19, 33
工具快换装置, 292

Z

子网, 48
子网掩码, 53

- 示例, 53
- 首次分配, 55

子模块, 31, 175

W

无线网络, 40

H

互连端口

在巡视窗口中, 78

在拓扑视图中, 77

J

介质冗余

环形拓扑中的功能, 183

组态, 186

介质冗余协议 (MRP), 183

C

从 IO 设备调用状态, 84

F

分配 IO 设备 - 控制器, 47

分配参数, 46

R

冗余, 182

冗余客户端, 182

冗余域, 184

冗余管理器, 182

冗余管理器, 182

S H

双绞线, 36

G

功能

PROFINET IO, 30

智能设备, 129

J

节能, 290

K

可多次使用的 IO 系统, 260, 260, 261, 265, 269

可选的 IO 设备, 274

可移动介质, 253

D

电缆, 36

代理功能, 126

Y

用于诊断的 LED 指示灯, 87

J

加快启动速度, 299, 299

优化布线, 303

优化端口设置, 302

修改用户程序, 304

F

发送时钟, 26, 229, 231

Z H

执行窗口, 236

K

扩展单元, 292

扩展站, 292

G

共享设备, 157, 175

J

机器定制, (????IO ????????)

Z

在线与诊断网络视图, 96

在线分配 (PROFINET 设备名称), 60

在操作期间替换 IO 设备, 293

在操作期间替换伙伴端口, 292

C

存储并转发, 201

G

光纤电缆 (FOC), 36

T

同步域, 203, 231

同步循环, 236

W

网关, 65

网络视图

 I/O 通信, 60

网络限制, 35

C H

传输区, 150

传输带宽, 33

Y

优先化启动, 294

 定义, 299

 组态, 300

延时时间, 231

 设置, 235

Q

全双工模式, 33

J

交换式以太网, 33

交换机, 34

 选型指南, 34

 集成, 29

交换端口, 303

A

安全性

 定义, 42

 保护措施, 43

 数据安全性的示例, 44

S H

设备名称, 50, 260

 允许在设备上直接更改, 65

 自动分配, 49

 更改, 57

 结构化, 50

 数据交换无需可移动存储介质, 55

设备更换

 IO 设备的故障与更换, 255

 无需可移动介质/PG, 253

 组态, 256

 指定设备名称, 256

 相邻性检测, 254

设备更换无需可移动介质/PG, 55, 253

设备编号, 51

设定/实际拓扑, 93

B

报警文本, 90

G

更新时间, 26, 40

L

连接 PROFINET 和 PROFIBUS, 125

X

系统诊断, 83

网络中的选件处理
请参见,

Y

应用周期, 231

设置, 235

K

快速以太网, 33

Q

启动 IO 设备, 294, 297

P

评估中断, 106

S H

识别 PROFINET 设备, 59

Z H

诊断, 83

PROFINET 端口, 98

STEP 7, 96

用户程序, 105

评估中断, 106

诊断状态, 105

通过 CPU 显示屏, 88

通过 LED 指示灯, 87

通过 Web 服务器, 93

智能设备, 142

诊断级别, 85

诊断状态, 105

诊断缓冲区, 90

诊断数据记录, 102

供应商特定, 102

通道特定的, 102

H

环网端口, 182, 188

环形拓扑结构, 182

X

现场总线集成, 123

T

拓扑

示例, 73

设定/实际, 93

环形, 72, 182, 183

线形, 72

带有智能设备的 IO 系统的规则, 145

树形, 72
星形, 72
拓扑视图
 互连端口, 77
 使用在线识别出的设备, 81
 使用在线识别出的端口互连, 80
 硬件和网络编辑器, 74
拓扑组态, 231
拓扑概览, 29

Z H

直通交换方式, 202

D

到, 229

S H

实时通信, 200, 201
实时等级, 34

Z

组态, 46
组态扩展系统, 295
组态控制, 260
组态硬件和分配硬件参数, 46

Z H

终端端口, 303
指令
 T_CONFIG, 66

D

带宽, 148

B

标识数据, 107
标准机器项
 目, 260, 260, 261, 265, 269, 274, 276, 284, 285

X

相邻性检测, 254

Y

要求维护, 99

X

显示屏
 IP 地址, 55
 诊断, 88

K

看门狗时间, 26

Z H

值状态, 175

G

高级离线/在线比较
 自动分配设备, 82

L

离线/在线比较
 自动分配设备, 79

Z

资产管理, 109

T

通信, 24
 通信周期中的 TCP/IP, 204
 通道, 31

Y

预制 PCF 电缆, 36
 预制 POF 电缆, 36

D

断线, 100

W

维护概念, 99
 维护数据, 107

T

提前时间, 229

Y

硬件和网络编辑器
 分配 IP 地址, 49
 拓扑视图, 74
 指定设备名称, 49

Z H

智能设备, 150
 通过 GSD 文件进行组态, 138
 智能设备 (智能 IO 设备)
 下位 PN IO 系统, 131
 功能, 129
 报警响应, 142
 诊断, 142
 拓扑规则, 145

组态, 136

属性, 130

D

等时同步实时, (??? IRT)
 等时同步模式
 示例, 228
 时间同步, 229
 定义, 226
 组态, 233
 等时同步模式中断 OB, 229, 231
 OB 6x, 236

L

路由器, 35, 52, 69

S H

数据安全性
 SCALANCE, 43
 示例, 44
 安全性, 42
 基本知识, 41
 数据访问, 25
 数据循环, 229

M

模块, 31
 模块内部共享输入 (MSI), 175
 模块内部共享输出 (MSO), 175
 模块状态, 89

X

需要维护, 99

D

端口

交换端口, 303

诊断, 98

终端端口, 303

替换伙伴, 292

M

默认路由器, 52

F

覆盖 PROFINET 设备名称, 260

SIEMENS

SIMATIC

PROFIBUS 使用 STEP 7 V13 组态 PROFIBUS

功能手册

前言

文档指南

1

说明

2

参数分配/寻址

3

诊断

4

功能

5

服务与支持

A

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 © 的都是西门子股份有限公司的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本手册用途

该功能手册概述了使用 SIMATIC STEP 7 V13 的 PROFIBUS 通信系统。

STEP 7 V13 已集成到功能强大的图形化 Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) 中，此 TIA Portal 是所有自动化软件工具的集成平台。

此功能手册可帮助您对 PROFIBUS 系统进行规划。本手册涉及以下主题范围：

- PROFIBUS 基础知识
- PROFIBUS 诊断
- PROFIBUS 功能

所需的基本知识

要理解本手册中的内容，需要具备以下知识：

- 自动化技术的基本知识
- 工业自动化系统 SIMATIC 的知识
- 基于 Windows 的计算机知识
- 熟练掌握 STEP 7：

范围

此功能手册是 PROFIBUS 环境中所有 SIMATIC 产品的基本文档。所有产品文档都基于本文档。

各个示例都基于 S7-1500 自动化系统的功能。

相对于先前版本的变更

相对于先前版本（2014 年 7 月版），该手册进行了以下修改或变更：

- 扩展了 STEP 7 (TIA Portal) V13 SP1 文档
- 增加了功能“智能 DP 从站（智能从站）”
- 新增了一些指南信息

约定

STEP 7: 在本文档中，我们将组态和编程软件统称为“STEP 7”，包括“STEP 7 V12 (TIA Portal)”及更高版本。

本文档中包含所述设备的相关图片。这些图可能与提供的设备略有不同。

请特别关注以下注意事项的相关信息：

说明

这些注意事项包含有关本文档中所述产品、产品操作或文档中应特别关注部分的重要信息。

其它支持

有关可用技术支持的信息，请参见附录“服务与支持 (页 98)”。

关于各种 SIMATIC 产品与系统的技术文档，请访问 Internet (<http://www.siemens.com/simatic-tech-doku-portal>)。

Internet (<http://mall.industry.siemens.com>) 上还提供了在线目录和在线订购系统。

安全信息

西门子为其产品及解决方案提供工业安全功能，以支持工厂、解决方案、机器、设备和/或网络的安全运行。这些功能是整个工业安全机制的重要组成部分。有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。西门子强烈建议您定期检查产品的更新和升级信息。

要确保西门子产品和解决方案的安全操作，还须采取适当的预防措施（例如：设备单元保护机制），并将每个组件纳入全面且先进的工业安全保护机制中。此外，还需考虑到可能使用的所有第三方产品。更多有关工业安全的信息，请访问 Internet (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

要及时了解有关产品的更新和升级信息，请订阅相关产品的实事信息。更多相关信息，请访问 Internet (<http://support.automation.siemens.com>)。

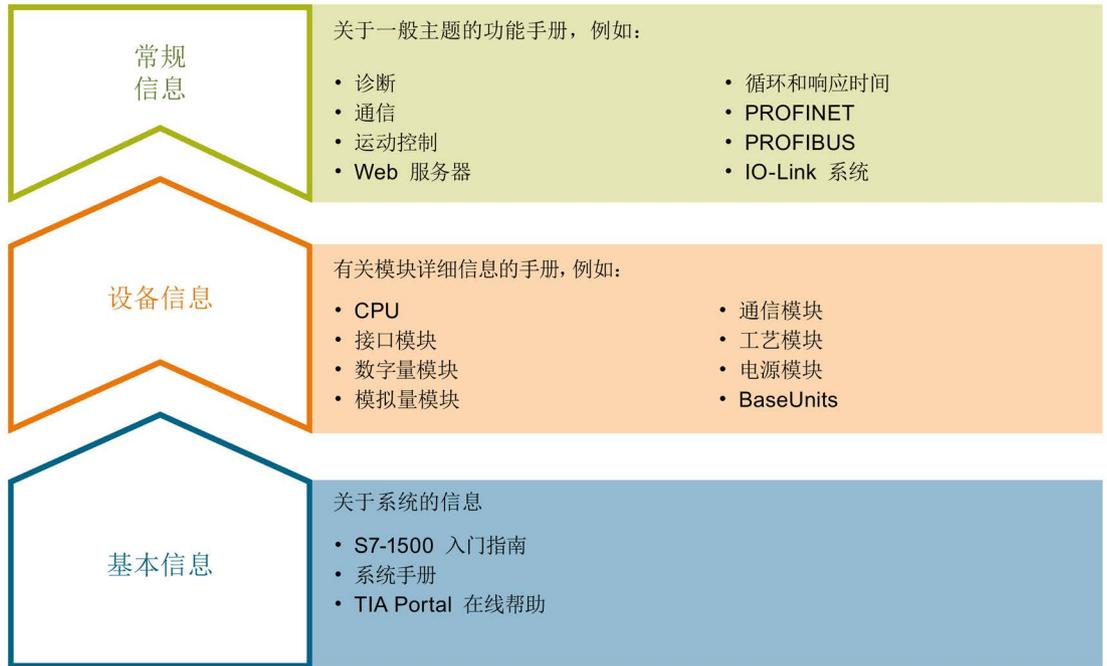
目录

前言	3
1 文档指南	7
2 说明	10
2.1 PROFIBUS 简介	10
2.1.1 PROFIBUS DP 的应用	11
2.1.2 PROFIBUS 术语	12
2.1.3 PROFIBUS DP 接口	16
2.2 PROFIBUS 网络的结构	17
2.2.1 RS 485 网络的无源网络组件	19
2.2.1.1 RS 485 电缆	19
2.2.1.2 PROFIBUS FastConnect 系统	21
2.2.1.3 PROFIBUS 总线连接器	23
2.2.1.4 M12 总线连接器	25
2.2.1.5 RS 485 网络的总线端子	25
2.2.1.6 M12 总线终端电阻	25
2.2.2 用于光纤网络的无源组件	26
2.2.2.1 光纤电缆	26
2.2.2.2 塑料光纤电缆和 PCF 光纤电缆	27
2.2.2.3 玻璃光纤电缆	28
2.2.3 有源网络组件	30
2.2.3.1 电气网络中的网络组件	30
2.2.3.2 光纤网络中的网络组件	35
2.2.4 拓扑示例	37
2.2.4.1 带有 RS485 中继器的拓扑	37
2.2.4.2 带有诊断中继器的拓扑	39
2.2.4.3 OLM 拓扑	42
2.2.4.4 WLAN 拓扑	43
2.2.4.5 将 PROFIBUS 连接到 PROFINET	44
3 参数分配/寻址	45
3.1 向 DP 主站分配 DP 从站	46
3.2 PROFIBUS 地址	48
3.3 网络设置	49
3.4 电缆组态	52
3.5 附加网络站	54
3.6 总线参数	55

3.7	恒定总线循环时间	59
4	诊断	61
4.1	概述	61
4.2	使用 S7-1500 的显示屏进行诊断	62
4.3	使用诊断中继器进行诊断	64
4.4	I&M 数据（标识和维护）	65
5	功能	66
5.1	等时同步模式	66
5.1.1	什么是等时同步模式？	66
5.1.2	等时同步模式的使用	67
5.1.3	等时同步应用	68
5.1.4	同步顺序	69
5.1.5	组态要求	70
5.1.6	组态等时同步模式	71
5.1.7	诊断和中断功能	75
5.1.8	等时同步模式的参数设置	76
5.1.8.1	查看等时模式参数	77
5.1.8.2	更改参数	78
5.2	非循环数据交换	80
5.3	SYNC/FREEZE 组	81
5.4	中断	83
5.5	智能 DP 从站（智能从站）	84
5.5.1	“智能从站”功能	84
5.5.2	与上级 DP 主站之间的数据交换	87
5.5.3	组态智能从站	89
5.5.4	组态传输区域	91
5.5.5	示例程序	92
5.5.6	诊断与中断行为	96
A	服务与支持	98
	术语表	102
	索引	108

SIMATIC S7-1500 自动化系统以及 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 分布式 I/O 系统的文档分为 3 个部分。

这样用户可方便访问自己所需的特定内容。



基本信息

系统手册和入门指南中详细描述了 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统的组态、安装、接线和调试。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术数据。

常规信息

功能手册包含各种常规主题的详细描述，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器。

可以从 Internet (<http://w3.siemens.com/mcms/industrial-automation-systems-simatic/en/manual-overview/Pages/Default.aspx>) 上免费下载文档。

产品信息数据表中记录了对这些手册的更改和补充。

手册集

手册集中包含系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

可以在 Internet 上找到手册集：

- S7-1500/ET 200MP (<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/86140384>)
- ET 200SP (<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/84133942>)
- ET 200AL (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95242965>)

我的文档管理器

“我的文档管理器”用于将完整手册或部分手册组合成用户自己的手册。

用户可以将该手册导出为 PDF 文件或可供稍后进行编辑的格式。

可以在 Internet (<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/38715968>) 上找到“我的文档管理器”。

应用程序和工具

“应用程序和工具”提供使用各种工具的支持和用于解决自动化任务的各种示例。自动化系统中的多个组件完美协作，从而组合成不同的解决方案，而用户则无需关注各个单独的产品。

可以在 Internet (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/20208582>) 上找到“应用程序和工具”。

CAx 下载管理器

CAx 下载管理器用于访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需几次单击用户即可组态自己的下载包。

用户可选择：

- 产品图片、2 维图、3 维模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

可以在 Internet (<https://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/42455541>) 上找到 CAx 下载管理器。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可以为全集成自动化（TIA）选择、组态和订购设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的下一代产品，并将自动化技术的已知组态程序集成到一个工具中。

通过 TIA Selection Tool，用户可以从产品选择或产品组态中生成一个完整的订购列表。

可以在 Internet (<http://w3.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/tia-selection-tool>) 上找到 TIA Selection Tool。

说明

2.1 PROFIBUS 简介

什么是 PROFIBUS?

PROFIBUS 是一种对与 PROFIBUS 兼容的自动化系统和现场设备进行联网的总线系统。作为现场级通信介质，PROFIBUS 是 Totally Integrated Automation (TIA) 的重要组成部分。

不同的通信网络可相互独立地使用或者相互进行组合。

PROFIBUS 协议

PROFIBUS DP (分布式 I/O) 是一种用于现场级的通信网络，此网络符合 IEC 61158-2/EN 61158-2 标准，采用混合访问协议令牌总线和主站/从站架构。联网是通过两线制线路或光缆进行的。可实现 9.6 kbps 至 12 Mbps 的数据传输速率。

PROFIBUS PA 是用于过程自动化 (PA) 的 PROFIBUS。它可将 PROFIBUS DP 通信协议与 MBP (曼彻斯特总线供电) 传输技术相连接以满足 IEC 61158-2 标准的要求。

PROFIBUS PA 网络可基于屏蔽双绞线线路进行本质安全设计，因此适合在危险区域中使用 (危险 0 区和 1 区)。数据传输速率为 31.25 Mbps。

2.1.1 PROFIBUS DP 的应用

简介

控制系统的效率并不是单由自动化设备本身决定的，而是在很大程度上取决于自动化解决方案的总体配置。除了工厂可视化和操作员控制与监视系统外，还包括功能强大的通信系统。

STEP 7 可用于自动化解决方案中的工程组态过程。

PROFIBUS DP 的应用

PROFIBUS 网络可对多个控制器、组件和作为电气网络或光纤网络的子网进行无线连接，或使用链接器进行连接。通过 PROFIBUS DP，可对传感器和执行器进行集中控制。

下图所示为 PROFIBUS DP 的连接方式：

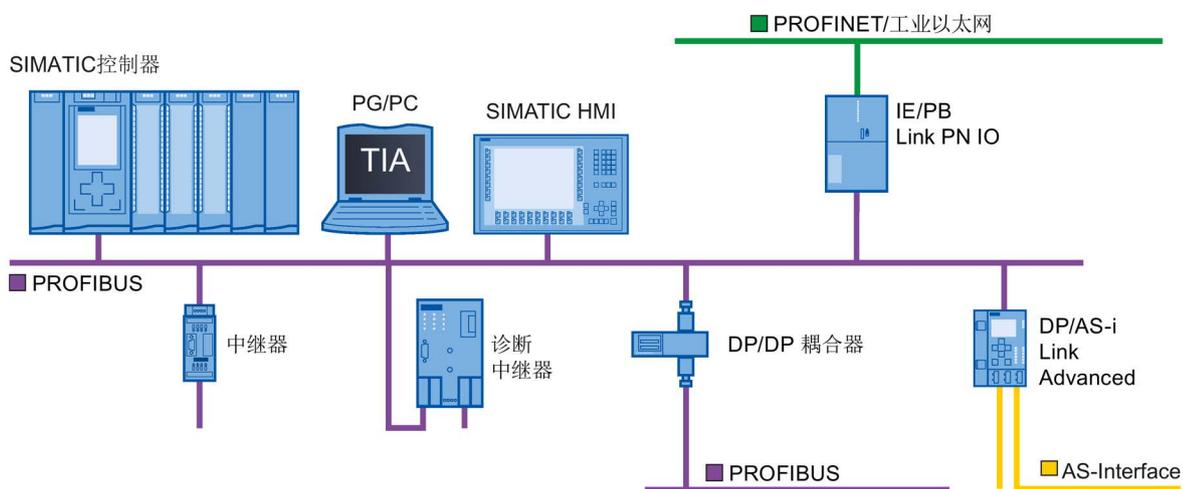


图 2-1 PROFIBUS DP 的连接方式

PROFIBUS DP 的目标

分布式自动化系统在生产和过程自动化中正日益得到采用。这意味着可以将复杂控制任务划分为更小和更加透明的子任务，其中含有各种分布式控制系统。这样，分布式系统之间就会有很高的通信需求。

分布式系统具有以下优点：

- 可同时而独立地对各个设备进行调试
- 程序较小，可管理性高
- 由于采用分布式自动化系统，可进行并行处理
- 响应时间缩短
- 上级结构可采用额外的诊断和记录功能
- 工厂可用性得到提高，在某个附属站发生故障时，总体系统仍能继续运行。

2.1.2 PROFIBUS 术语

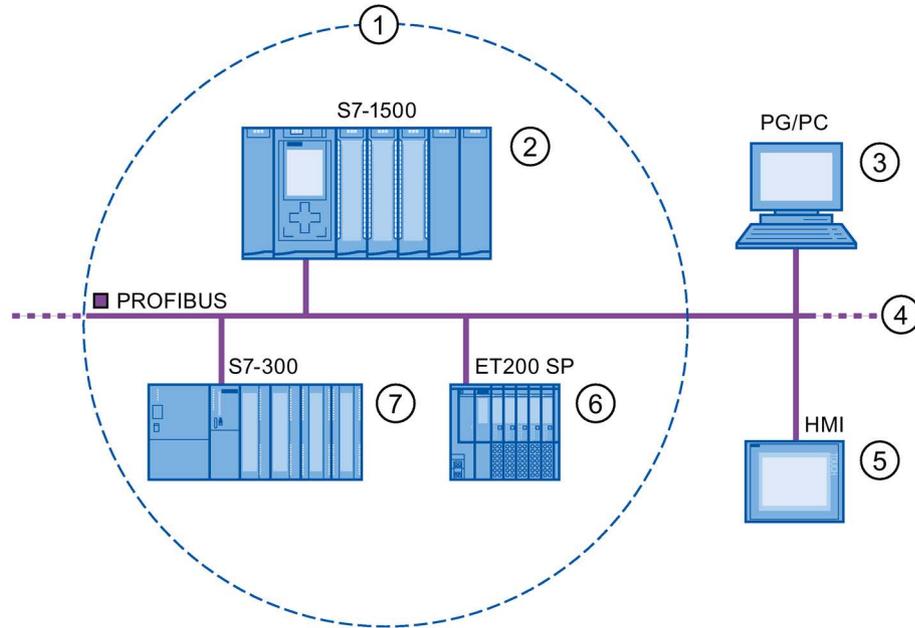
定义：PROFIBUS 环境中的设备

在 PROFIBUS 环境中，“设备”是以下内容的统称：

- 自动化系统（如 PLC、PC）
- 分布式 I/O 系统
- 现场设备（例如，液压设备、气动设备）
- 有源网络组件（如诊断中继器、光学链路模块）
- 与 AS-Interface 或其它现场总线系统之间的网关

PROFIBUS DP 中使用的设备

下图显示了 PROFIBUS DP 的最重要组件。下表列出了各个组件的名称。



编号	PROFIBUS	说明
①	DP 主站系统	
②	DP 主站	用于对连接的 DP 从站进行寻址的设备。DP 主站与现场设备交换输入和输出信号。 DP 主站通常是运行自动化程序的控制器。
③	PG/PC	PG/PC/HMI 设备用于调试和诊断 2 类 DP 主站
④	PROFIBUS	网络基础结构
⑤	HMI	用于操作和监视功能的设备
⑥	DP 从站	分配给 DP 主站的分布式现场设备，如阀门终端、变频器等。
⑦	智能从站	智能 DP 从站

图 2-2 PROFIBUS 中使用的设备

I/O 通信概述

I/O 通信就是对分布式 I/O 的输入/输出进行读写操作。下图概览了采用 PROFIBUS DP 的 I/O 通信：

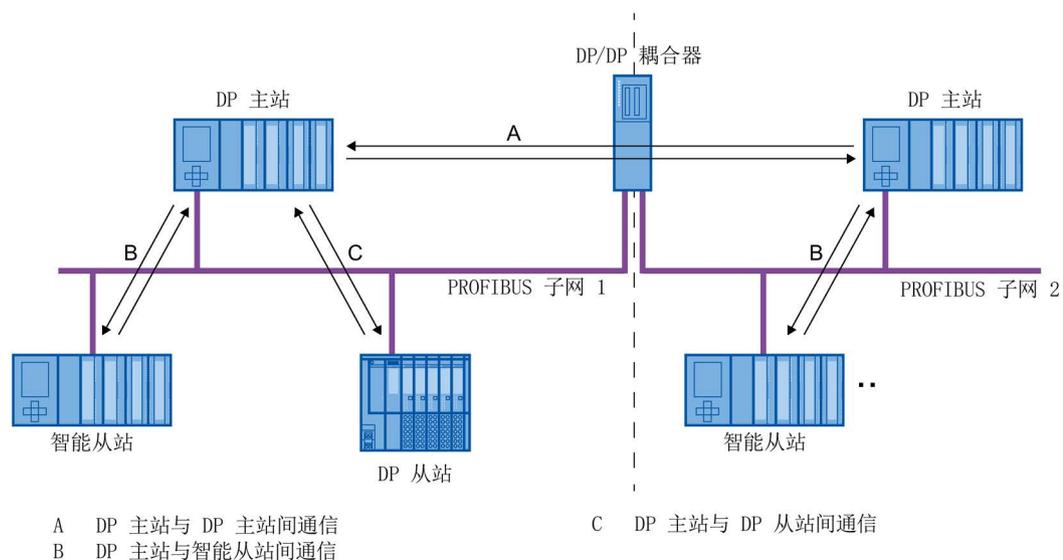


图 2-3 采用 PROFIBUS DP 的 I/O 通信

I/O 通信也可使用通信模块 (CM) 或带有集成 DP 接口的接口模块 (IM) 来完成。这些 DP 接口的行为类似于 CPU 的集成 DP 接口。

采用 PROFIBUS DP 的 I/O 通信

表格 2-1 采用 PROFIBUS DP 的 I/O 通信

通信...	说明
DP 主站和 DP 从站	带有 I/O 模块的 DP 主站和 DP 从站之间的数据交换通过以下方式进行：DP 主站依次查询主站系统中的 DP 从站，并从 DP 从站接收输入值，然后再将输出数据传回 DP 从站（主站-从站原理）。
DP 主站和智能从站	<p>在 DP 主站和智能从站的 CPU 中的用户程序之间循环传输固定数量的数据。</p> <p>DP 主站不访问智能从站的 I/O 模块，而是访问所组态的地址区域（称为传输区域），这些区域可位于智能从站 CPU 的过程映像的内部或外部。若将过程映像的某些部分用作传输区域，就不能将这些区域用于实际 I/O 模块。</p> <p>数据传输是通过使用该过程映像的加载和传输操作或通过直接访问进行的。</p>
DP 主站和 DP 主站	<p>在 DP 主站的 CPU 中的用户程序之间循环传输固定数量的数据。这需要附加一个 DP/DP 耦合器。</p> <p>各 DP 主站相互访问位于 CPU 的过程映像的内部或外部的已组态地址区域（称为传输区域）。若将过程映像的某些部分用作传输区域，就不能将这些区域用于实际 I/O 模块。</p> <p>数据传输是通过使用该过程映像的加载和传输操作或通过直接访问进行的。</p>

更多信息

有关硬件配置的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

2.1.3 PROFIBUS DP 接口

属性

一个 PROFIBUS 设备至少具有一个 PROFIBUS 接口，带有一个电气 (RS 485) 接口或一个光纤 (Polymer Optical Fiber, POF) 接口。

表格 2-2 PROFIBUS DP 接口的属性

标准	PROFIBUS: IEC 61158/61784
物理总线/介质	PROFIBUS 电缆 (双绞线 RS 485 或光缆)
传输速率	9.6 kbps 至 12 Mbps

PROFIBUS DP 接口在 STEP 7 中的表示

在 STEP 7 的设备视图中，DP 主站和 DP 从站的 PROFIBUS DP 接口用一个紫色的矩形突出显示：

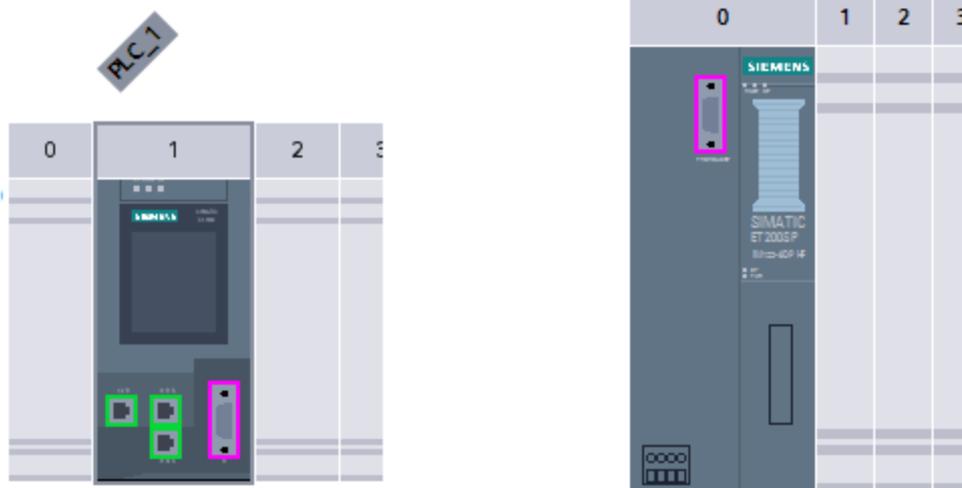


图 2-4 PROFIBUS DP 接口

2.2 PROFIBUS 网络的结构

本章内容

本章节介绍了有关构建通信网络的背景信息。

- 最重要的无源网络组件的概述 这些是可以转发信号但无法主动影响信号的网络组件，例如，电缆、连接器等。
- 最重要的有源网络组件的概述 这些是可以主动影响信号的网络组件。例如，中继器、诊断中继器等。
- 最常见网络结构（拓扑）的概览

工业网络的物理连接

可通过两种不同的物理方式在工厂中对 PROFIBUS 设备进行联网：

- 通过铜缆并使用电信号
- 通过光纤电缆并使用光学信号

联网选择标准

下表列出了以电气和光学方式对 PROFIBUS 设备进行联网时的选择标准：

表格 2-3 电气和光纤联网选择标准

标准		电气 PROFIBUS	带有 OLM 的光纤网络	带有 OBT 的光纤网络
传输介质	屏蔽双绞线	●	-	-
	POF	-	●	●
	PCF	-	●	●
	玻璃	-	●	-
距离	最大网络跨度	PROFIBUS DP: 9.6 km PROFIBUS PA: 1.9 km	90 km	9.6 km
	两台设备之间	最大 1 km ¹⁾	最大 15 km ²⁾	最大 300 m ²⁾
拓扑	总线	●	-	-
	线形	-	●	●
	树形	●	●	●
	环形	-	●	●
传输协议		DP、PA	DP、PA	DP
设备的连接方式	OLM	-	●	-
	集成接口	●	-	●
	总线端子	●	-	●
	总线连接器	●	-	-
可连接多个电气网段		●	●	-

● 适用

- 与该应用无关

1) 取决于所用的数据速率和服务类型

2) 取决于所用的电缆类型

PROFIBUS 网络安装指南

必须对 PROFIBUS 网段的始端和末端进行端接；可使用一个连接器进行无源端接，或使用一个总线终端电阻进行有源端接。

同样的原则也适用于 PROFIBUS 网络的安装，如“SIMATIC NET PROFIBUS 网络 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35222591>)”手册中所述。

2.2.1 RS 485 网络的无源网络组件

2.2.1.1 RS 485 电缆

简介

以下情况适用于西门子用于 PROFIBUS 的所有 RS 485 电缆：

- 这些电缆采用双重屏蔽，非常适合在电磁干扰严重的工业环境中敷设。
- 通过总线电缆的外屏蔽层以及总线终端端子的接地端子，可实现连续接地。
- 通过电缆上印制的长度标记，可更加方便地确定电缆长度（准确度为 $\pm 5\%$ ）。

RS 485 电缆 PROFIBUS

SIMATIC NET PROFIBUS 电缆提供有各种不同型号，可针对不同的应用领域进行最佳调整：

- FC Standard Cable GP（用于在建筑物内进行固定敷设的总线电缆）
- FC Standard Cable IS GP（用于在危险区域内敷设的总线电缆）
- FC-FRNC Cable GP（用于在建筑物内进行敷设的带无卤素防护套的总线电缆）
- FC Food Cable（适合在食品与饮料领域中使用的带聚乙烯护套的总线电缆）
- FC Robust Cable（适合在化学腐蚀性大、机械负荷较高的环境中使用的带聚氨酯护套的总线电缆）
- FC Ground Cable（带聚乙烯护套的接地电缆）
- PROFIBUS FC Trailing Cable（用于拖链的拖拽电缆）
- PROFIBUS Festoon Cable（用于吊挂安装的总线电缆）
- PROFIBUS Torsion Cable（用于将可移动设备部件（如机械手）进行联网的无扭矩总线电缆）
- PROFIBUS FC Flexible Cable（用于不常移动的机器部件或机柜门的总线电缆）
- SIENOPYR-FR 船用电缆（用于在船舶或近海设备上的所有房间和敞开甲板上进行固定敷设）
- PROFIBUS Hybrid Standard Cable（含有 2 条电力线 (1.5 mm²) 的混合电缆，用于 ET 200pro 的数据传输并提供电源）。
- PROFIBUS Hybrid Robust Cable（含有 2 条电力线 (1.5 mm²) 的可拖曳混合电缆，用于 ET 200pro 的数据传输并提供电源）。

最大电缆长度

使用铜缆时，一个 PROFIBUS 网段的最大规模取决于传输速率。

若这些长度对于特定应用来说不够，则可通过使用中继器来将网络扩展。通过将最多 9 个中继器级联，可取得一个最大网络规模。

表格 2-4 最大电缆长度

传输速率	总线网段电缆的最大长度	两个站之间的最大距离
9.6 到 187.5 kbps	1000 m	10000 m
500 kbps	400 m	4000 m
1.5 Mbps	200 m	2000 m
3 到 12 Mbps	100 m	1000 m

2.2.1.2 PROFIBUS FastConnect 系统

PROFIBUS FastConnect (FC)

PROFIBUS FastConnect 是一个用于快速而方便地制作 PROFIBUS 铜缆的系统。

此系统包含三个部件：

- FastConnect 快速安装总线电缆
- FastConnect 剥线工具
- FastConnect 总线连接器，用于 PROFIBUS，采用绝缘刺破方法

FastConnect 总线电缆和剥线工具

FastConnect 总线电缆采用特殊设计，可使用 FastConnect 剥线工具来一步精确剥除护套和编织屏蔽层。电缆制备好后，可通过绝缘刺破方法在 FastConnect 总线连接器中进行连接。

所有 PROFIBUS FastConnect 总线电缆还可以通过螺钉型端子连接到常规总线连接器。

应用领域

在以下应用中，需要使用 PROFIBUS 的 FastConnect 总线连接器：

- 使用 SIMATIC NET PROFIBUS 电缆，直接连接带有符合 IEC 61158-2 标准的 9 针电气 D-Sub 接口的设备。
- 将电气网段或各个设备连接到 Optical Link Module (OLM) 和 Optical Bus Terminal (OBT)。
- 将各个设备和编程设备连接到中继器。

种类

防护等级为 IP20 的 FastConnect 总线连接器分为以下几种：

- 带有集成终端电阻和隔离功能
- 带或不带编程设备插口
- 带 35°、90° 或 180° 电缆出口
- 具有适用于危险区域 Zone 2 的设备类别 3G

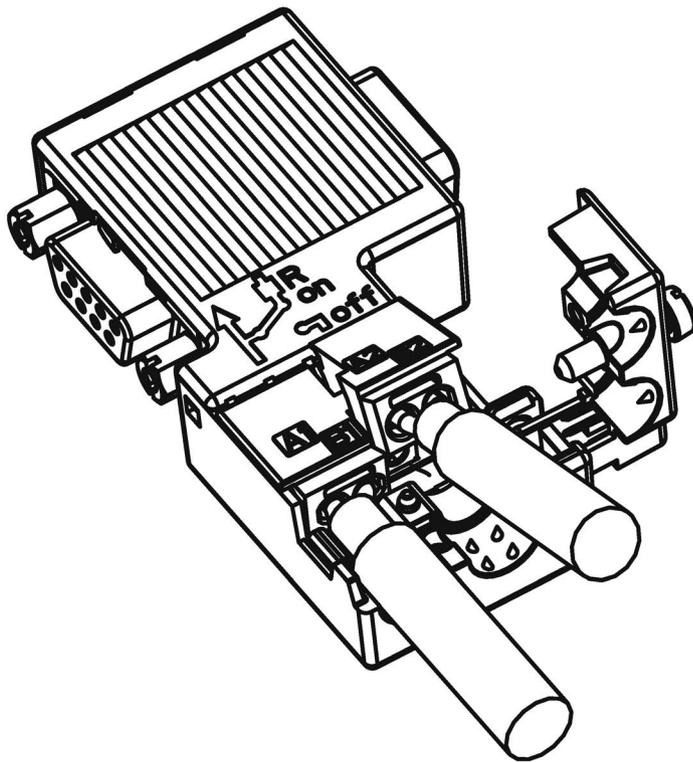


图 2-5 带有编程设备插口、电缆出口为 90° 的 PROFIBUS FastConnect 总线连接器示例

更多信息

有关可用组件的更多信息，请访问西门子工业产品网上商城 (<http://mall.industry.siemens.com>)。

2.2.1.3 PROFIBUS 总线连接器

应用领域

对于以下应用，需要 PROFIBUS 总线连接器：

- 使用 SIMATIC NET PROFIBUS 电缆直接连接带有符合 IEC 61158-2 标准的 9 针 D-Sub 接口的设备。
- 将电气网段或各个设备连接到 Optical Link Module (OLM) 和 Optical Bus Terminal (OBT)。
- 将各个设备和编程设备连接到中继器。

种类

防护等级为 IP20 的 PROFIBUS 总线连接器分为以下几种：

- 带有集成终端电阻和隔离功能
- 带或不带编程设备插口
- 带 35°、90° 或 180° 电缆出口
- 具有适用于危险区域 Zone 2 的设备类别 3G

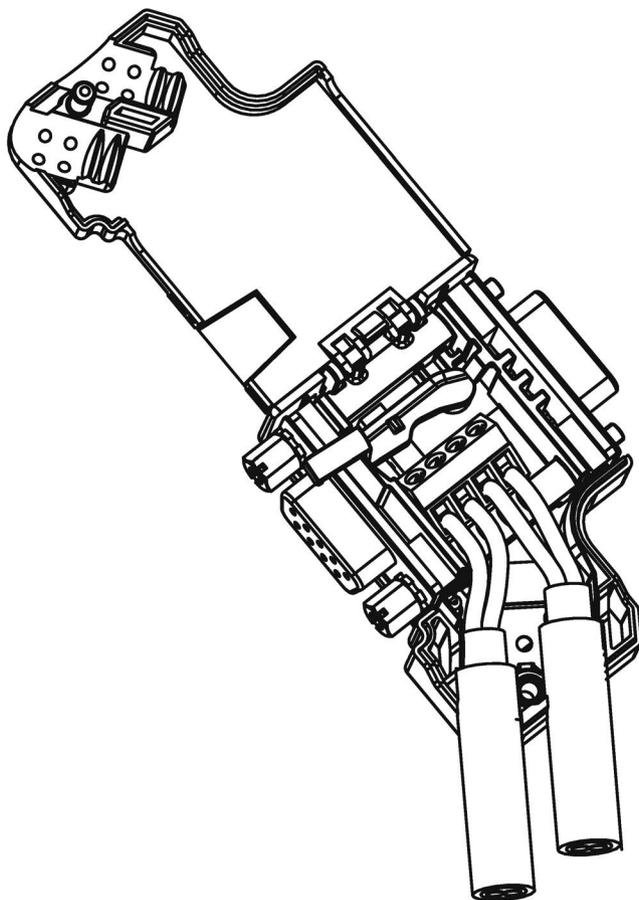


图 2-6 带有编程设备插口、电缆出口为 35° 的 PROFIBUS 总线连接器示例

更多信息

有关可用组件的更多信息，请访问西门子工业产品网上商城 (<http://mall.industry.siemens.com>)。

2.2.1.4 M12 总线连接器

应用领域

可使用 SIMATIC NET PROFIBUS 的 M12 总线连接器，将带有 M12 电气接口的设备直接与 SIMATIC NET PROFIBUS 电缆相连接。

防护等级为 IP65 的 M12 总线连接器分为以下几种：

- 带螺钉型端子
- 采用绝缘刺破连接
- 电缆出口为 180°

2.2.1.5 RS 485 网络的总线端子

RS 485 总线端子和 M12 总线端子

总线端子用于将带有 RS485 接口的单个 PROFIBUS 站连接到 PROFIBUS 总线电缆。

防护等级为 IP20 的总线端子分为以下几种：

- 带或不带 PG 接口的 RS 485 总线端子，传输速率 9.6 kbps 至 1.5 Mbps，集成终端电阻组合（可连接），带 1.5 m 和 3 m 连接电缆
- M12 总线端子，传输速率 9.6 kbps 至 12 Mbps，集成终端电阻组合（带隔离功能），带 1.5 m 连接电缆

2.2.1.6 M12 总线终端电阻

用终端电阻对网段进行端接

若在 PROFIBUS 网段的始端和末端具有带 M12 连接系统的站，则需要使用 M12 总线终端电阻。

M12 PROFIBUS 设备连接包括一个用于馈电的 M12 插座和一个用于接通总线信号的 M12 插头连接器。

这意味着每条 M12 总线电缆需要一个带插头的总线终端电阻 (6GK1905-0EC00) 和一个带插座的总线终端电阻 (6GK1905-0ED00)。

2.2.2 用于光纤网络的无源组件

2.2.2.1 光纤电缆

光纤电缆的类型

通过光纤电缆进行的数据传输是通过可见和不可见光范围内的电磁波进行调制实现的。这些电缆由高质量的塑料纤维和玻璃纤维制成：

- 塑料和 PCF 光纤电缆 (页 27)
- 玻璃光纤电缆 (页 28)

不同类型的光纤电缆提供了与各种运行条件和环境条件相匹配的解决方案，用于将组件相互连接。

优点

与电气电缆相比，光纤电缆具有以下优点：

- 将各个设备和网段进行电气隔离
- 没有潜在的平衡电流
- 外部电磁干扰不会对传输通路产生影响
- 无需采用避雷部件
- 沿传输路线没有噪声辐射
- 重量低
- 根据具体光纤类型，甚至在较高传输速率下，也可实现高达数公里的电缆长度。
- 最大允许距离不依赖于传输速率

更多信息

有关光纤电缆的无源部件和连接器的特性和技术规范的信息，请参见 PROFIBUS 网络手册 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35222591>)。

2.2.2.2 塑料光纤电缆和 PCF 光纤电缆

塑料和 PCF 光纤电缆

塑料 (POF) 和 PCF 光纤电缆用于连接带有塑料光纤电缆接口的 Optical Link 模块 (OLM/P)、Optical Bus Terminal (OBT) 和集成有光学接口的设备。在某些条件下, 它们是常规玻璃光纤电缆的经济型替代电缆。

Plastic Fiber Optic 双芯

塑料光纤双芯是一种扁平双芯, 带有 PVC 内护套, 不带外保护套。此电缆可方便地在现场进行安装。

该电缆可用于在机械负荷较低的室内应用和机柜中。使用这种电缆连接 OLM 和集成有光学接口的设备时, 两个设备间的距离可达到 50 m。

Plastic Fiber Optic 标准电缆

标准塑料光纤电缆包含两条塑料纤维, 这两条纤维带有坚固的聚酰胺内护套, 外面包有 Kevlar 纤维抗拉件和一个紫色的 PVC 保护套。此电缆可方便地在现场进行安装。

这种圆形电缆坚固耐用, 适合室内应用。连接 OLM/P 时的最大距离可达到 80 m, 而连接集成有光学接口的设备和 OBT 时可达到 50 m。

PCF Standard Cable

预组装 PCF Standard Cable 包含两条 PCF 纤维, 这两条纤维外面包有 Kevlar 纤维抗拉件和一个紫色的 PVC 保护套。它在一端始终提供有一个牵拉辅助件, 以便于在电缆管道中拉动。

这种坚固的圆形电缆适合室内应用, 两个设备间的电缆长度可达 400 m (OLM) 或 300 m (集成有光学接口的设备, OBT)。

PCF Standard Cable GP

PCF Standard Cable GP 包含两条 PCF 纤维, 外面包有 Aramid 纤维抗拉件和一个绿色的 PVC 保护套。此电缆已进行预组装, 可按米来订货。它在一端提供有一个牵拉辅助件, 以便于在电缆管道中拉动。

这种坚固的圆形电缆适合室内和室外应用, 两个设备间的电缆长度可达 400 m (OLM) 或 300 m (集成有光学接口的设备, OBT)。

PCF Trailing Cable

PCF Trailing Cable 包含两条 PCF 纤维，外面包有 Aramid 纤维抗拉件和一个绿色的聚氨酯保护套。此电缆已进行预组装，可按米来订货。它在一端提供有一个牵拉辅助件，以便于在电缆管道中拉动。

这种坚固的圆形电缆适合室内和室外的移动应用，两个设备间的电缆长度可达 400 m (OLM) 或 300 m (集成有光学接口的设备，OBT)。

PCF Trailing Cable GP

PCF Trailing Cable GP 包含两条 PCF 纤维，外面包有 Aramid 纤维抗拉件和一个绿色的 PVC 保护套。此电缆已进行预组装，可按米来订货。它在一端提供有一个牵拉辅助件，以便于在电缆管道中拉动。

这种坚固的圆形电缆适合室内和室外的移动应用，两个设备间的电缆长度可达 400 m (OLM) 或 300 m (集成有光学接口的设备，OBT)。

2.2.2.3 玻璃光纤电缆

玻璃光纤电缆

玻璃光纤电缆适用于连接在 850 nm 附近和 1300 nm 附近的波长范围内工作的光学接口。它们包含两条类型为 62.5/125 μm 的渐变折射率多模管线。

玻璃光纤电缆具有各种不同型号，可针对不同的应用领域进行最佳调整：

- Fiber Optic 标准电缆
- INDOOR Fiber Optic 室内电缆
- Flexible Fiber Optic 拖曳电缆

Fiber Optic 标准电缆

标准电缆是适合室内和室外使用的通用电缆。

INDOOR Fiber Optic 室内电缆

室内电缆适合防气候老化的室内应用。这是一种不含卤素的抗压和阻燃电缆。

Flexible Fiber Optic 拖曳电缆

这种拖曳电缆是针对需要进行强制运动的特殊应用设计的，例如，可用于不断移动的机器部件（如拖链）。在机械设计上，它可耐受 100,000 次 $\pm 90^\circ$ 弯曲（以规定的最小半径）。集成式占位件可确保电缆的圆形截面。拖曳电缆可在室内和室外使用。

两个光学链路模块之间的最大距离

无论光功率预算如何，两个 OLM 之间都不得超过以下距离：

- OLM/P11, OLM/P12: 400 m
- OLM/G11、OLM/G12、OLM/G12-EEC: 3 km
- OLM/G11-1300、OLM/G12-1300: 15 km

更多信息

SIMATIC NET 总线组件的所有操作说明

(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805951/133300>) 都包括有关可通过 SIMATIC NET 玻璃光纤电缆实现的距离方面的信息。通过使用简单限值，无需任何计算即可组态光纤网络。

2.2.3 有源网络组件

2.2.3.1 电气网络中的网络组件

有源网络组件

在电气网络中，下列有源网络组件可用于 PROFIBUS:

- Repeater RS485
- 诊断中继器
- PROFIBUS Terminator
- DP/DP 耦合器
- IE/PB Link PN IO
- IWLAN/PB Link PN IO
- 用于连接 CAN 的有源组件
- 用于 PROFIBUS 和 AS-Interface 之间的网关的有源组件
 - DP/AS-i LINK Advanced
 - DP/AS-Interface Link 20E
 - DP/AS-i F-Link

RS485 中继器

RS485 IP20 中继器可连接两个采用 RS485 技术且包含有多达 32 个设备的 PROFIBUS 总线网段。传输速率为 9.6 kbps 至 12 Mbps。

RS485 中继器可对两个网段之间的信号幅度、信号宽度和边沿陡度进行刷新。此中继器可在需要将 32 个以上的站连接到总线或超出了某个网段的最大电缆长度时使用。

使用 RS485 中继器时，各总线网段可不经接地而运行（网段的电隔离）。

诊断中继器

诊断中继器可连接采用 RS485 技术的三个 PROFIBUS 网段，其中两个网段具有诊断功能而且每个网段都包含有 31 个设备。此中继器设计为 DP 从站，可向 DP 主站发送诊断报警消息。

诊断功能可提供电缆故障的位置及原因，如断路或缺少终端电阻。将根据现有的设备指示故障位置。

诊断中继器对两个网段之间的信号幅度、信号宽度和边沿陡度进行刷新。任意两个 PROFIBUS 设备之间的级联深度限制为 9 个诊断中继器。

PROFIBUS Terminator

PROFIBUS Terminator 形成有源总线端接。可以关闭、移除或更换总线设备，而不会影响数据传输。对于总线设备，也必须在总线电缆的两端连接或加上终端电阻。

PROFIBUS Terminator 可安装在标准安装导轨上。

用于将 PROFIBUS 网段连接到工业以太网网络的 IE/PB Link PN

作为独立组件的 IE/PB Link PN IO 可提供工业以太网和 PROFIBUS 之间的无缝转换。通过将 IE/PB Link PN IO 作为以太网上的替代部件使用，现有的 PROFIBUS 设备仍可使用，并可集成到 PROFINET 应用中。

对于此组态，需要使用一个 PROFINET IO 控制器。IE/PB Link PN 充当 PROFIBUS 末端上的主站。

作为 LAN 和 PROFIBUS 之间网关的 IWLAN/PB Link PN IO

PROFIBUS 设备可通过 IWLAN/PB Link PN IO 耦合到 PROFINET IO。这意味着您可将现有 PROFIBUS 组态集成到 PROFINET 中。

IWLAN/PB Link PN IO 支持针对无线数据传输而使用 IWLAN 和 WLAN 天线，例如，在悬浮单轨系统或输送系统中。由于支持 PROFINET，仍可使用众多 PROFIBUS 系统服务（例如，通过总线进行诊断）。

对于此组态，需要使用一个 PROFINET IO 控制器。IWLAN/PB Link PN IO 充当 PROFIBUS 末端上的主站。

用于连接到 CAN 的 CANopen 模块

使用 CANopen 模块，可方便地将 CANopen 应用连接到 PROFIBUS。

典型应用领域：

- 控制汽车中的液压阀/液压轴
- 控制包装机械中和传送带上的电机
- 在风力涡轮机中用于检测轴角编码器
- 检测机器上的人机界面设备，如操纵杆
- 检测塔式起重机或龙门起重机上位移传感器、倾斜传感器或角度传感器的测量数据

用于连接两个 PROFIBUS 网络的 DP/DP 耦合器

PROFIBUS DP/DP 耦合器用于连接两个 PROFIBUS DP 网络。数据（0-244 字节）将从第一个网络的 DP 主站传输至另一个网络的 DP 主站或与之相反。

DP/DP 耦合器配有两个独立的 DP 接口，可建立与两个 DP 网络的连接。每个 DP 网络中都有一个从站。两个 DP 网络之间的数据交换是通过在耦合器中进行内部复制实现的。

DP/PA 总线链接器，用于连接 PROFIBUS PA

DP/PA 总线链接器用于 PROFIBUS DP 和 PROFIBUS PA 之间的连接。这意味着它可将过程控制系统与过程自动化现场设备相连。

下列组件可用于 DP/PA 总线链接器：

- DP/PA 耦合器 Ex [ia]
- DP/PA 耦合器 FDC 157-0
- 用于建立 DP/PA Link 的接口模块 IM 153-2。
- 用于危险区域的有源现场分配器 AFDiS

用于 PROFIBUS 和 AS-Interface 之间的网关的有源组件

- **DP/AS-i LINK Advanced:**

DP/AS-i LINK Advanced 是 PROFIBUS DPV1 从站（符合 IEC 61158-2/EN 61158-2）和 AS-Interface 主站（符合 AS-Interface 规范 V3.0，符合 EN 50295），可提供从 PROFIBUS DP 到 AS-Interface 的透明数据访问。

PROFIBUS DP 主站可与 AS-Interface 循环交换 I/O 数据；具有非循环服务的 DP 主站也可进行 AS-Interface 主站调用。**DP/AS-i LINK Advanced** 尤其适用于分布式组态并连接附属 AS-Interface 网络。

AS-Interface 单主站形式的 DP/AS-i LINK Advanced 对于具有典型组态限制的应用来说已完全足够。

对于具有较高组态限制的应用，DP/AS-i LINK Advanced 用作 AS-Interface 双主站。在此情况下，可在两个独立运行的 AS-Interface 环境中使用重复的组态限制。

- **DP/AS-Interface Link 20E:**

DP/AS-Interface Link 20E 是 PROFIBUS DP 从站（符合 EN 61158 标准）和 AS-Interface 主站（根据 EN 50295 标准，符合 AS-Interface 规范 V3.0），并支持在 PROFIBUS DP 上运行 AS-Interface。

单个 PROFIBUS 主站可与 AS-Interface 循环交换 I/O 数据；具有非循环服务的主站可交换 I/O 数据并进行主站调用。

- **DP/AS-i F-Link:**

DP/AS-i F-Link 是 PROFIBUS DP-V1 从站（符合 EN 61158）和 AS-Interface 主站（符合 AS-Interface 规范 V3.0，符合 EN 50295），并可提供从 PROFIBUS DP 对 AS-Interface 的透明数据访问。DP/AS-i F-Link 也是唯一能够通过 PROFIBUS DP 主站和 PROFIsafe 协议向故障安全 CPU 转发 ASIsafe 从站的安全输入数据的 AS-Interface 主站。无需进行附加的安全布线和或监控（尤其是无需使用 AS-Interface 安全监视器）。根据具体从站类型，可以发送数字量值或模拟量值。所有符合 AS-Interface 规范 V2.0、V2.1 或 V3.0 的从站都可作为 AS-Interface 从站运行。

由于 AS-Interface 主站完全符合规范 V3.0，用户可在 AS-Interface 网络上采用更大的组态限制（每个网络具有 496 点输入和输出，最多有 62 点数字量或模拟量从站）。

更多信息

有关各个组件的信息，请访问西门子工业产品网上商城 (<http://mall.industry.siemens.com>)。

有关更多信息，请参见下列手册：

- PROFIBUS 网络手册 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35222591>)
- 诊断中继器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/7915183>)
- DP/DP 耦合器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/1179382>)
- SIMATC NET 双绞线和光纤网络 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8763736>)
- 工业无线 LAN 设置基本知识 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/9975764>)
- SIMATIC 总线链接器、DP/PA 耦合器、有源现场分配器、DP/PA Link 和 Y Link (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/1142696/0/zh>)
- 关于 CANopen 模块的信息，请访问 Internet (<http://www.hms-networks.com/can-for-et200s>)。
- DP/AS-interface LINK Advanced (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/22502958/133300>) 手册
- DP/AS-i F-Link (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/24196041>) 手册

参见

带有 RS485 中继器的拓扑 (页 37)

OLM 拓扑 (页 42)

WLAN 拓扑 (页 43)

将 PROFIBUS 连接到 PROFINET (页 44)

2.2.3.2 光纤网络中的网络组件

有源网络组件

在光纤网络中，下列有源网络组件可用于 PROFIBUS:

- Optical Link Module OLM
- Optical Bus Terminal OBT

Optical Link Module OLM

可使用 PROFIBUS Optical Link Modul OLM 来安装总线形、星形和冗余环形结构的 PROFIBUS 网络。

光纤电缆线路的传输速率与距离无关，速率介于 9.6 kbps 到 12 Mbps 范围内。

例如，OLM 的应用包括基于 PROFIBUS 的工厂总线、采用玻璃光纤电缆的楼宇跨楼联网、含有电气和光纤网段的混合网络、大型网络（公路隧道、交通引导系统）以及对可用性具有较高要求的网络（环形冗余网络）。

Optical Link 模块可通过 RS485 接口进行组合，将各个设备或整个电气网段集成到光学 PROFIBUS 网络中。

无论光功率预算如何，两个 OLM 之间都不得超过以下距离：

- OLM/P11、OLM/P12: 400 m
- OLM/G11、OLM/G12、OLM/G12-EEC: 3 km
- OLM/G11-1300、OLM/G12-1300: 15 km

Optical Bus Terminal OBT（光学总线终端）

Optical Bus Terminal 无需通过集成的光学接口即可连接各个 PROFIBUS 设备，也可以通过 PROFIBUS RS 485 网段将多达 31 个设备连接到光学 PROFIBUS 网段中。

使用集成有终端电阻的 PROFIBUS 电缆（如，连接电缆 830-1T），可通过 RS 485 接口将一个单个 PROFIBUS DP 设备接到 OBT 的 RS 485 接口上。OBT 已通过两个光学接口集成到光纤总线中。

可将下列光学传输介质连接到 OBT:

- 长度达 50 m 的塑料光纤电缆。可使用两个 2x2 Simplex 连接器来现场组装电缆。
- 长度达 300 m 的 PCF 光纤电缆。这些电缆在交付时已进行预组装。

更多信息

有关各个组件的信息，请访问西门子工业产品网上商城 (<http://mall.industry.siemens.com>)。

有关更多信息，请参见下列手册：

- PROFIBUS 网络手册
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35222591>)
- SIMATIC NET PROFIBUS，光学链路模块
(<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/56606534/0/en>)
- SIMATIC NET 双绞线和光纤网络
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8763736>)

2.2.4 拓扑示例

2.2.4.1 带有 RS485 中继器的拓扑

带有 RS485 中继器的组态选项

可在下列组态中使用 RS485 中继器：

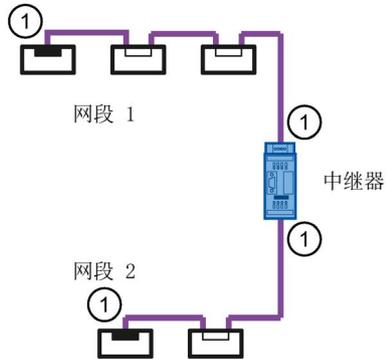


图 2-7 与 RS485 中继器相连的网段 1 和网段 2

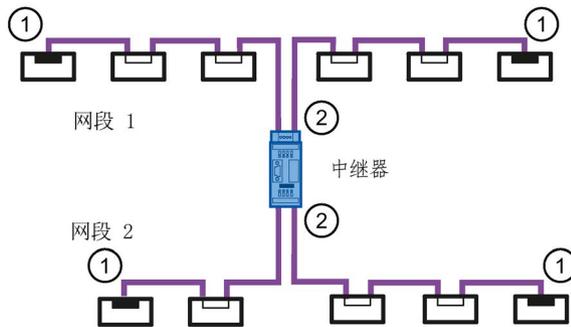


图 2-8 环回到 RS485 中继器的网段 1 和网段 2

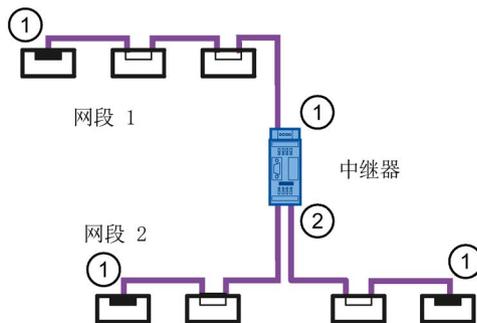


图 2-9 连接到 RS485 中继器的网段 1 和环回到 RS485 中继器的网段 2

- ① 连接终端电阻
- ② 不连接终端电阻

组态示例

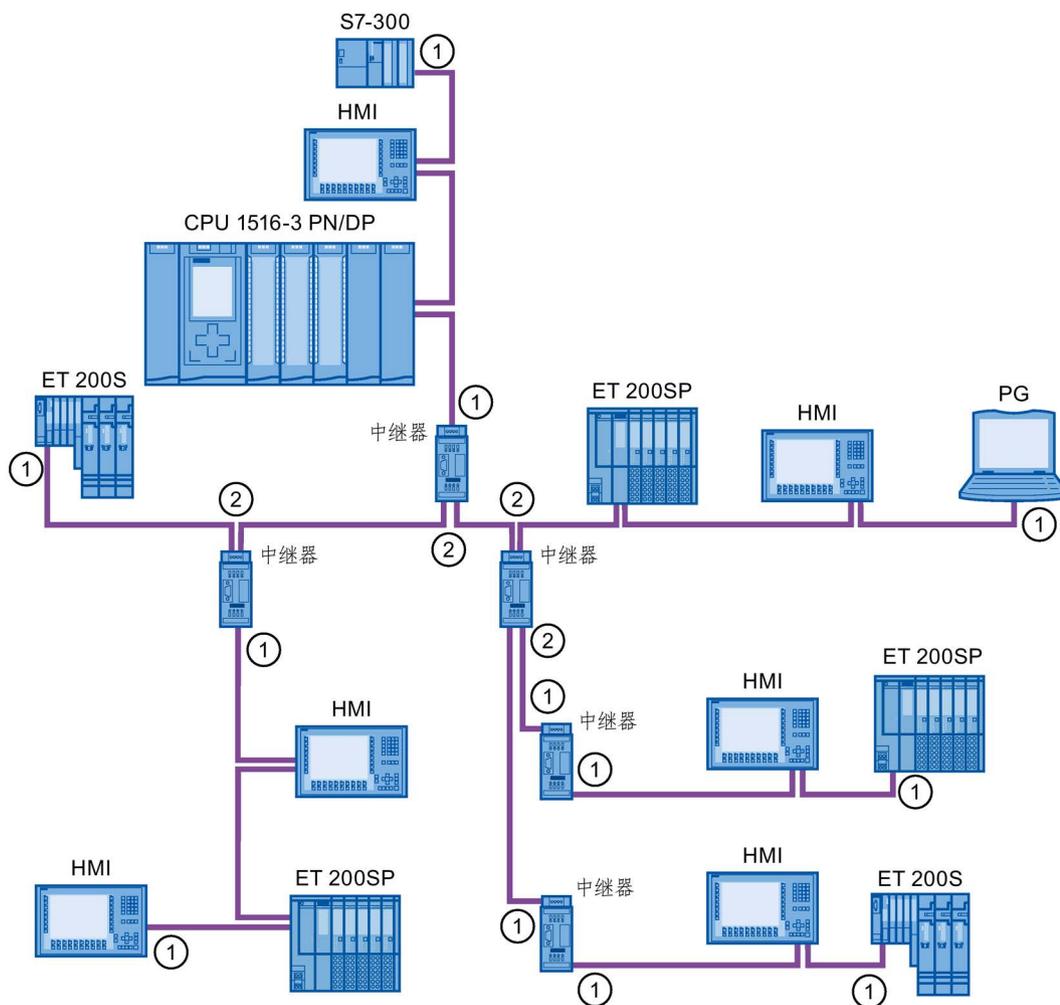


图 2-10 带有 5 个 RS485 中继器的组态示例

- ① 连接终端电阻
- ② 不连接终端电阻

最大组态

若安装含有 RS485 中继器的 PROFIBUS 网络，则不能串行连接 9 个以上 RS485 中继器。

2.2.4.2 带有诊断中继器的拓扑

带三个网段的诊断中继器

诊断中继器可以监视的每个网段不得超过 100 m 的最大允许电缆长度。与 DP2 和 DP3 相连的网段具有诊断功能。可监视的电缆长度对于某些电缆类型来说是受限制的。

最大级联深度

在任意两个 PROFIBUS 站之间，可串行连接最多 9 个诊断中继器。

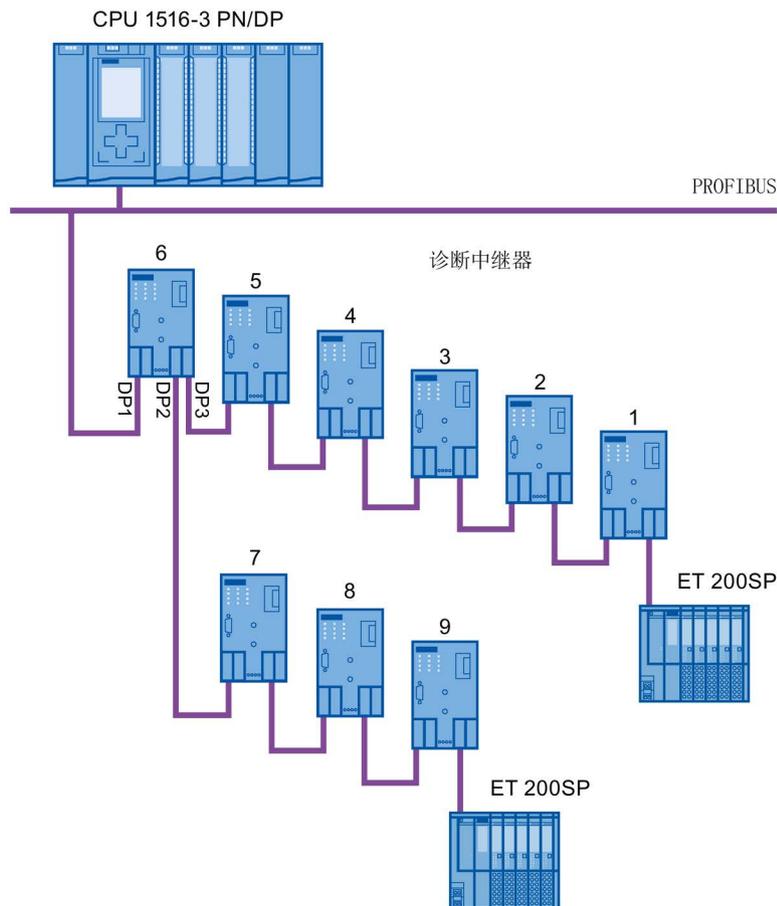


图 2-11 具有最大诊断中继器级联深度的 PROFIBUS 网络的布局示意图

2.2 PROFIBUS 网络的结构

示例：超过了最大级联深度

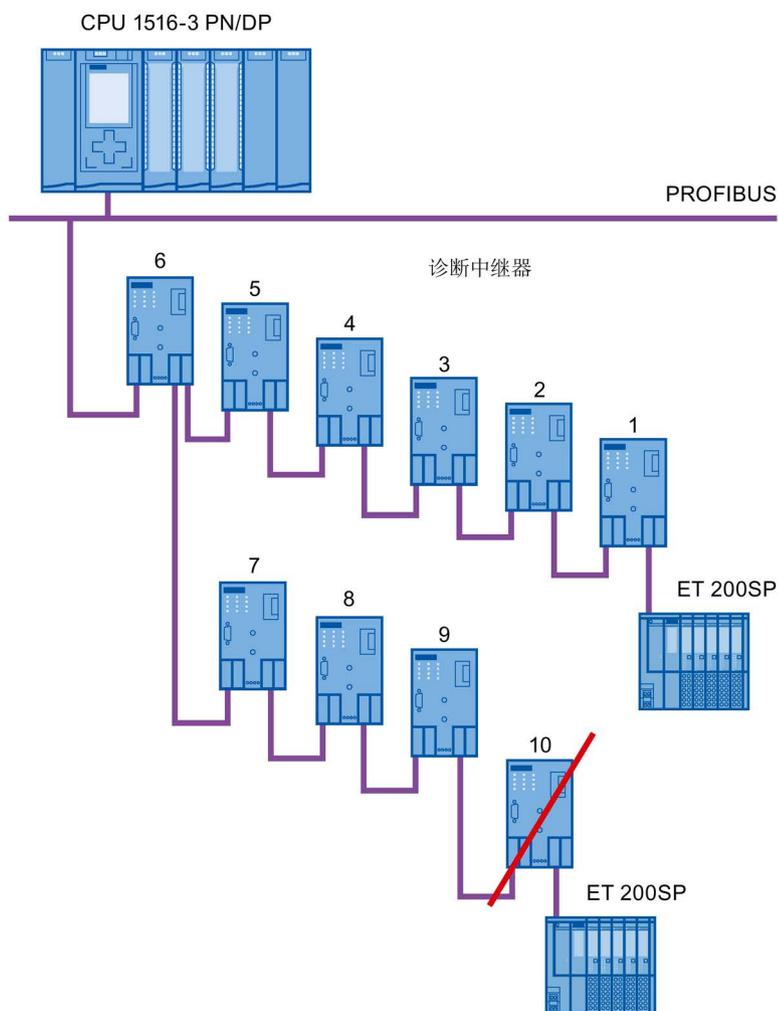


图 2-12 超过了最大级联深度

含有多个网段的布局

可通过使用多个网段来增加所用诊断中继器的数量。在此示例所显示的布局中，两个网段处已超过最大级联深度。

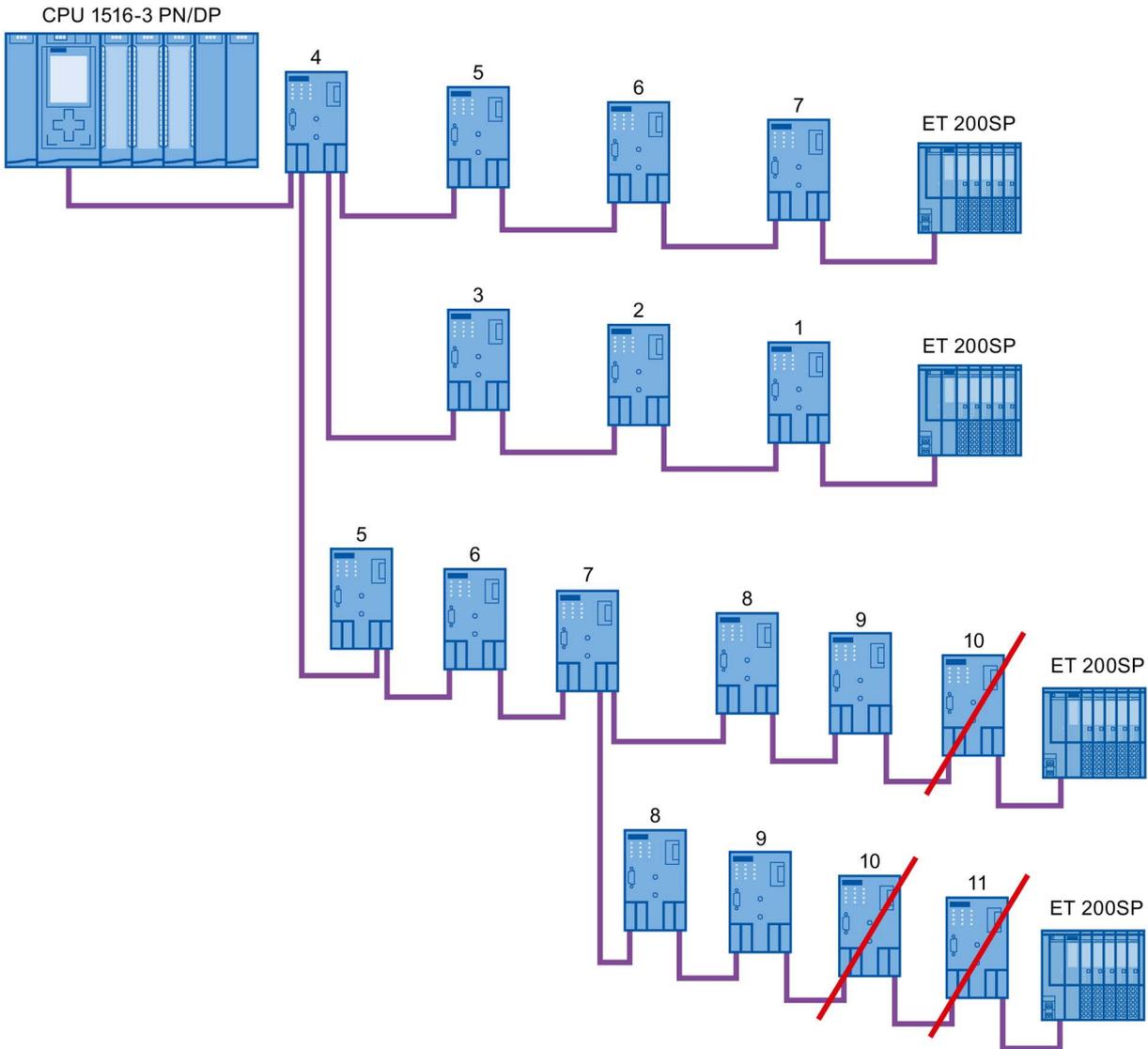


图 2-13 含有多个网段且超过了最大级联深度的布局

更多信息

有关更多信息，请参见诊断中继器

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/7915183>)手册。

2.2 PROFIBUS 网络的结构

2.2.4.3 OLM 拓扑

电气网络和带有 OLM 的光纤网络的组合

通过 Optical Link Module，可实现更大距离。

由于跨多座楼宇的总线电缆极易因过电压而发生损坏（雷电影响），因此必须对所连接总线网段中的设备采取防过电压保护措施。

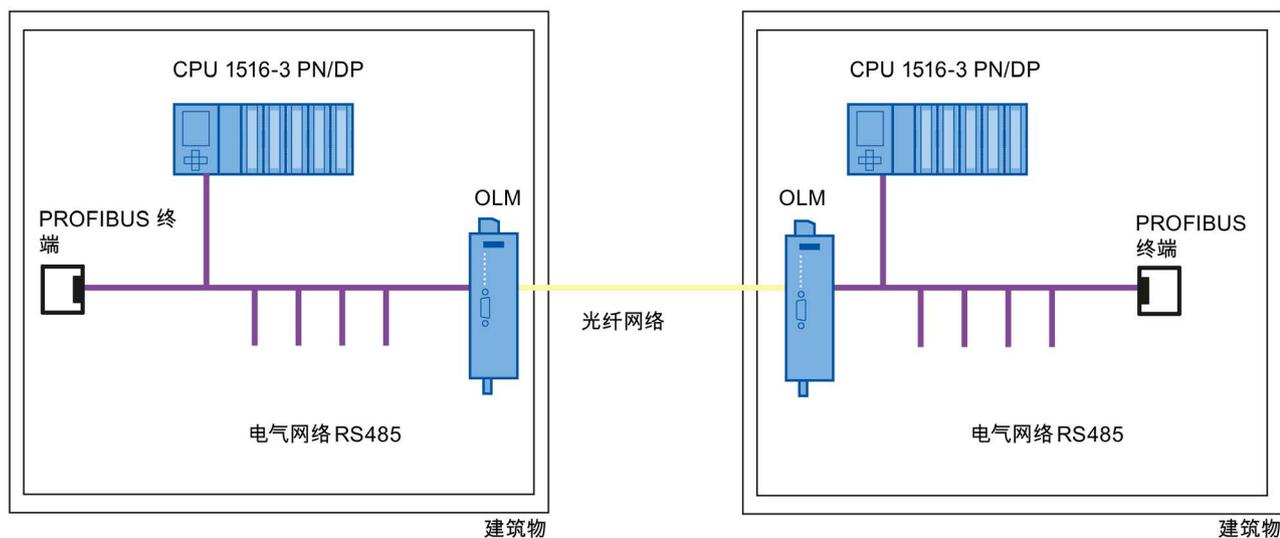


图 2-14 电气网络和光纤网络的组合

2.2.4.4 WLAN 拓扑

IWLAN/PB Link PN IO 作为工业无线 LAN 和 PROFIBUS 之间的网关

IWLAN/PB Link PN IO 支持将 IWLAN 和 WLAN 天线用于无线数据传输。这意味着可在整个网络中使用 PROFIBUS 系统服务（例如，通过总线进行诊断）。

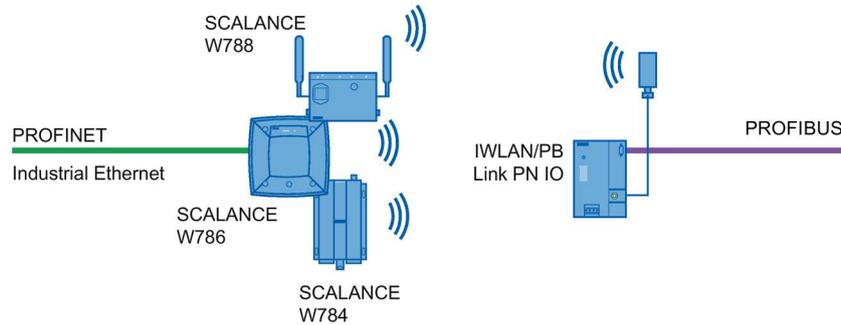


图 2-15 PROFIBUS 和 WLAN

2.2.4.5 将 PROFIBUS 连接到 PROFINET

PROFIBUS 可集成在 PROFINET 中。这样，就可以建立由现场总线和基于以太网的子系统组成的混合系统，从而实现连续数据交换。

连接 PROFIBUS 和 PROFINET

利用同时配备了 PROFIBUS 接口和 PROFINET 接口的具有代理功能的 PROFINET 设备，可将现有的 PROFIBUS 组态集成到 PROFINET 组态中。

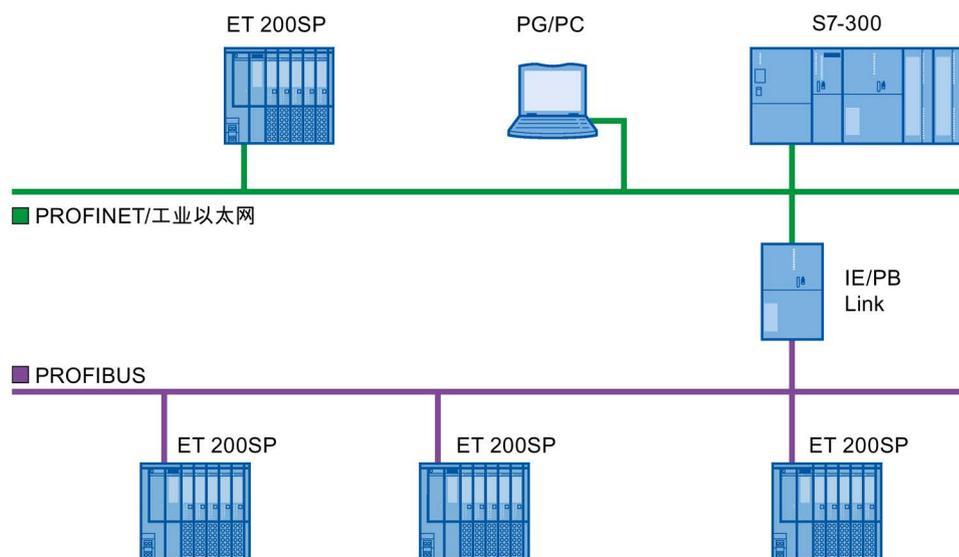


图 2-16 通过 IE/PB Link 来连接 PROFIBUS 和 PROFINET

具有代理功能的 PROFINET 设备

具有代理功能的 PROFINET 设备是以太网上 PROFIBUS 设备的替代设备。通过代理功能，PROFIBUS 设备不仅可与主站进行通信，而且还可以与 PROFINET 上的所有设备进行通信。

使用 PROFINET，可将现有 PROFIBUS 系统可通过 IE/PB Link 集成到 PROFINET 通信中。然后，IE/PB Link PN IO 将代表 PROFIBUS 组件通过 PROFINET 来处理通信。

参数分配/寻址

若要建立起一个自动化系统，需要进行组态和分配参数并链接各个硬件组件。这项工作需要在 STEP 7 的设备、拓扑和网络视图中完成。

组态

“组态”是指在设备或网络视图对各种设备和模块进行安排、设置和联网。

将会向每个模块自动分配一个 PROFIBUS 地址。这些地址可以随后进行修改。

CPU 将在 STEP 7 中创建的预设组态与工厂的实际组态进行比较。这样就可检测出错误并立即发出信号。

STEP 7 的在线帮助中详细介绍了设备的具体组态步骤。

参数分配

“参数分配”是指设置所用组件的属性。可分配硬件组件和数据交换的相关设置。如，激活诊断、数字量输入的输入延时。

参数将下载到 CPU 中并在 CPU 启动时传送到相应模块。模块的更换十分方便，因为对于 SIMATIC CPU 来说，设置的参数会在每次启动过程中自动下载到新模块中。

按照项目要求对硬件进行调整

若要设置、扩展或更改自动化项目，则需要对硬件进行调整。为此，可向布局中添加硬件组件，将它们与现有组件相连，并根据具体任务调整硬件属性。

自动化系统和模块的属性已经过预设，因此在很多情况下，不必再次分配参数。

但在以下情况下需要进行参数分配：

- 要更改模块的预设参数。
- 要使用特殊功能。
- 要组态通信连接。

3.1 向 DP 主站分配 DP 从站

创建 PROFIBUS DP 系统的基本步骤

- 组态
 - 在 STEP 7 中创建 PROFIBUS 设备和模块
 - 向 DP 主站分配 DP 从站 (页 46)
- 可选：参数分配
 - 分配 PROFIBUS 地址 (页 48)
 - 进行网络设置 (页 49)
 - 考虑电缆组态 (页 52)
 - 考虑附加的网络设备 (页 54)
 - 总线参数 – 创建用户定义配置文件 (页 55)
 - 组态恒定总线循环时间 (页 59)

3.1 向 DP 主站分配 DP 从站

PROFIBUS DP 系统

一个 PROFIBUS DP 系统由一个 PROFIBUS DP 主站及其分配的 PROFIBUS DP 从站组成。将设备放置到网络视图或设备视图中之后，STEP 7 为它们分配默认的参数值。最初，您只需向一个 DP 主站分配 DP 从站。

要求

- STEP 7 的网络视图已打开。
- 已放置一个 CPU（例如，CPU 1516-3 PN/DP）。
- 已放置一个 DP 从站（例如，IM151-1 HF）。

步骤

若要向 DP 主站分配 DP 从站，请按以下步骤操作：

1. 在 DP 从站上，用鼠标左键单击“未分配”链接。随即打开“选择 DP 主站” (Select DP master) 菜单。
2. 在菜单中选择要向其分配 DP 从站的 DP 主站。

结果： 将在 CPU 上创建一个带有 DP 系统的子网。该 CPU 现在是 PROFIBUS DP 主站。DP 从站将分配给该 DP 主站。

3. 针对要分配给该 DP 主站的所有其它 DP 从站重复步骤 1 和 2。

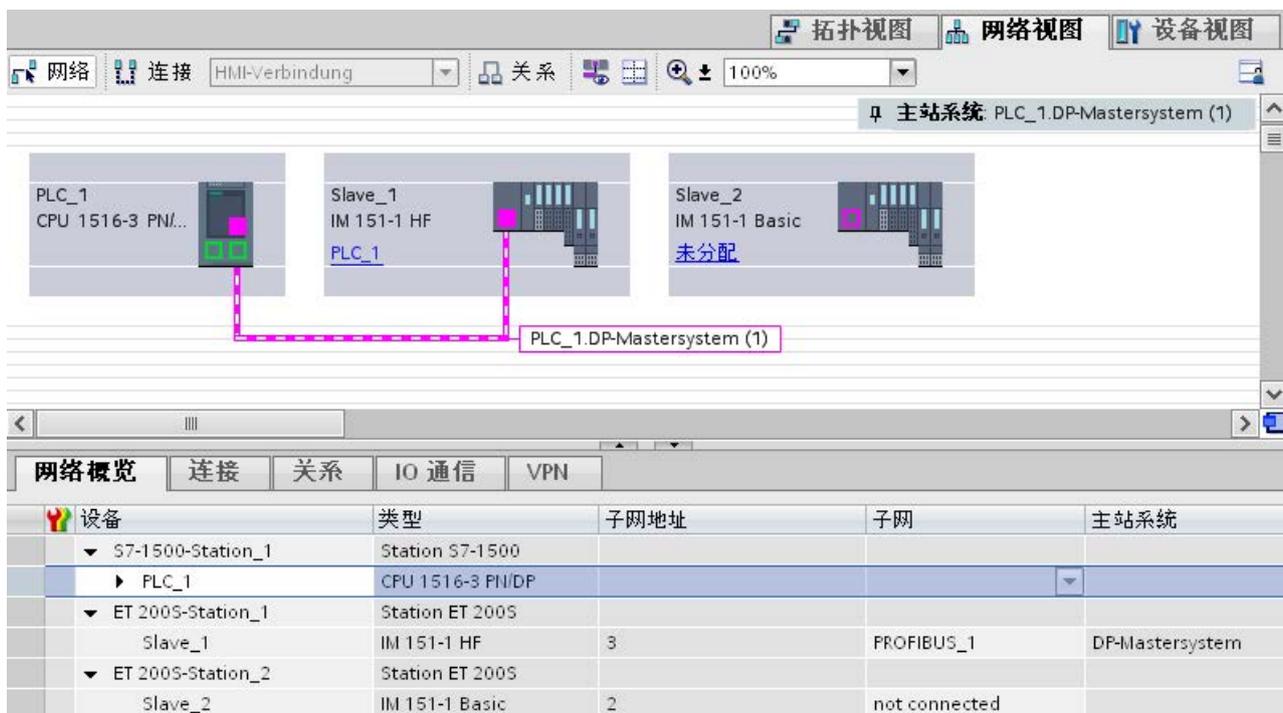


图 3-1 向 DP 主站分配 DP 从站

网络概览

可以在网络概览中检查已激活接口的通信关系。网络概览是上下文关联的，可在网络视图图中进行选择：

- 选择 CPU 后，即可显示该 CPU 的 DP 通信。
- 选择站后，即可显示整个站的通信。
- 选择接口后，即可显示该接口的 DP 通信。

3.2 PROFIBUS 地址

连接到 PROFIBUS 子网中的设备，可通过所组态的连接进行通信，也可以作为一个 PROFIBUS DP 主站系统的一部分。

如果将 DP 从站分配给一个 DP 主站，则将在“接口的链接对象”下自动显示该设备所连接到 PROFIBUS 子网。

在“巡视”(Inspector) 窗口中的“PROFIBUS”下面，选择该接口所链接到的子网，或者添加新的子网。

在一个子网中，所有设备必须具有不同的 PROFIBUS 地址。



图 3-2 PROFIBUS 地址

地址分配规则

STEP 7 将自动为设备分配地址。

若遵守以下规则，则可以更改地址：

- 为 PROFIBUS 网络中的每个设备（PROFIBUS 网络中的每个 DP 主站和 DP 从站）分配一个唯一的 PROFIBUS 地址。
- 不是所有允许的 PROFIBUS 地址都可以使用，具体取决于 DP 从站。对于带有 BCD 开关的设备，通常只能使用 PROFIBUS 地址 1 到 99。

更改 PROFIBUS 地址

可在“参数”下面更改 PROFIBUS 地址。

3.3 网络设置

最高 PROFIBUS 地址 (HSA)

输出主动设备的最高 PROFIBUS 地址。被动设备则使用大于 HSA 的 PROFIBUS 地址，但最高位 126。

配置文件

根据所连接的设备类型和所用的协议，可在 PROFIBUS 上使用不同的配置文件。这些配置文件在设置选项和总线参数的计算方面有所不同。

只有当所有设备的总线参数值都相同时，PROFIBUS 子网才能正常运行。



图 3-3 网络设置

配置文件和传输速率

表格 3-1 配置文件和传输速率

配置文件	支持的传输速率
DP	9.6 kbps 至 12 Mbps
标准	9.6 kbps 至 12 Mbps
通用 (DP/FMS) (不支持 FMS)	9.6 kbps 至 1.5 Mbps
用户自定义	9.6 kbps 至 12 Mbps

3.3 网络设置

DP (建议的配置文件)

若仅将满足标准 EN 61158-6-3 的要求的设备连接到 PROFIBUS 子网，请选择“DP”配置文件。总线参数的设置已针对这些设备进行优化。其中包括带有 SIMATIC S7 的 DP 主站和 DP 从站接口的设备以及第三方分布式 I/O 设备。

说明

用于恒定总线循环时间和等时同步模式的配置文件

DP 是推荐用于组态恒定总线循环时间和等时同步模式的配置文件

标准

与“DP”配置文件相比，“标准”(Standard) 配置文件在进行总线参数计算时则可以包含其它项目中的设备或在项目中尚未组态的设备。随后将通过一种未进行优化的简单算法对总线参数进行计算。

通用 (DP/FMS) (不支持 FMS)

如果 PROFIBUS 子网中的各个设备都使用 FMS 服务（例如，CP 343-5、PROFIBUS FMS 设备），则需选择“通用 (DP/FMS)”(Universal (DP/FMS)) 配置文件。

与“标准”(Standard) 配置文件相同，在计算总线参数时将包含其它设备。

用户自定义

如果已经对配置文件的参数进行同步，则 PROFIBUS 子网的功能将正常运行。若其它配置文件都与 PROFIBUS 设备的运行“不匹配”，并且您必须针对特殊布局来调整总线参数，请选择“用户自定义”(User-defined) 配置文件。

使用用户自定义配置文件也无法组态所有理论上可进行的组合。PROFIBUS 标准规定了一些取决于其它参数的参数限制。例如，在发起方能够接收 (Trdy) 之前，不允许响应方做出响应 (Min Tsdr)。在“用户自定义”(User-defined) 配置文件中，也将对这些标准规范进行检查。

说明

用户自定义设置

只有在您熟悉 PROFIBUS 参数的情况下，才使用自定义设置。使用“DP”配置文件通常会更好。

如果您有任何问题，请与客户支持部门 (页 98) 联系。

在 PROFIBUS 子网上最后有效的总线参数会自动设置为用户自定义参数。例如，如果“DP”总线配置文件对于该子网有效，则会在“用户自定义”(User-defined) 总线配置文件中设置“DP”的总线参数。可基于这些设置来修改参数。

在“用户自定义设置”(User-defined settings) 设置中，将不会自动重新计算监视时间，因此在没有人工干预的情况下设定值的一致性不会发生变更，例如，组态其它组态工具。

可以基于已设置的参数来计算监视时间 Ttr 和看门狗。为此，单击“重新计算”(Recalculate) 按钮。

参见

附加网站 (页 54)

3.4 电缆组态

考虑电缆组态

为计算总线参数，可将电缆组态信息考虑进来。为此，请在 PROFIBUS 子网的属性中选中复选框“考虑以下电缆组态”(Take into account the following cable configuration)。

其它信息取决于所用电缆的类型。

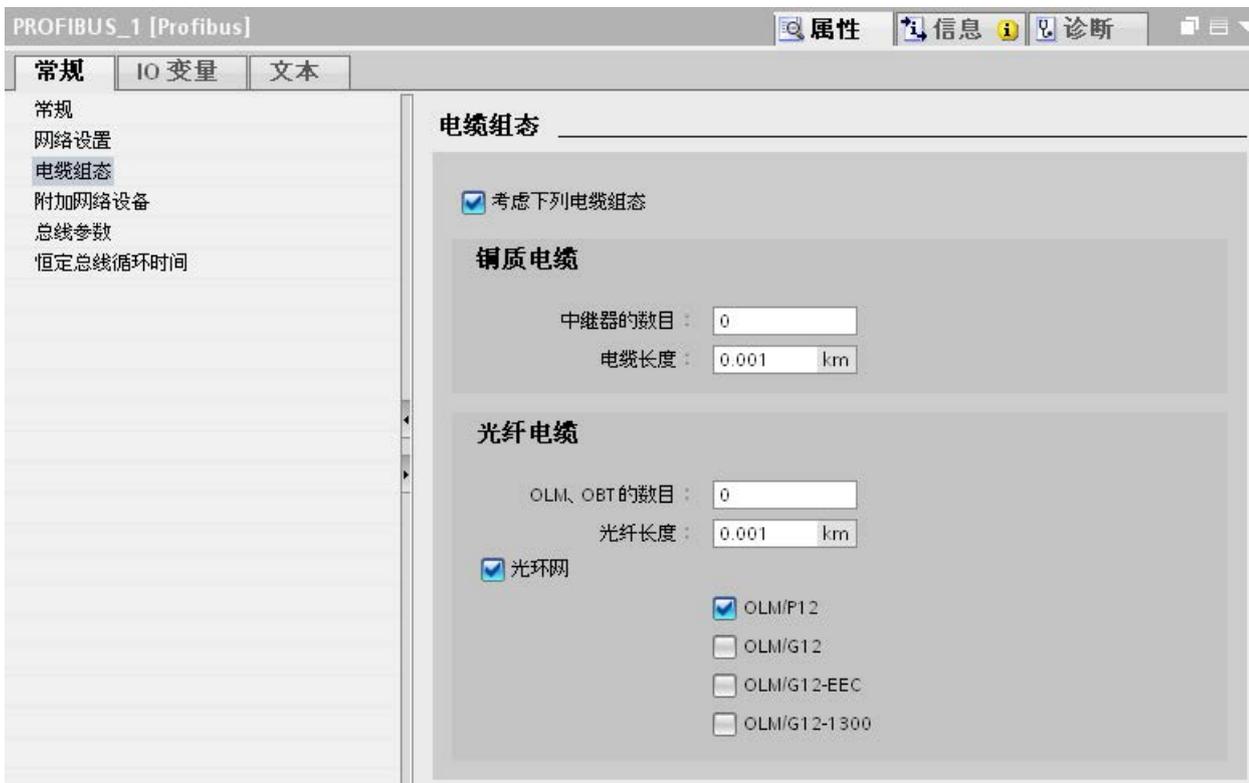


图 3-4 电缆组态

电缆组态： 光纤电缆/光纤环网

根据所用 OLM 的类型进行计算。并选中相应复选框。可进行多重选择。

调整光纤环网中的总线参数

环网布局是一种冗余结构，这是因为即使两个设备之间的连接发生中断，也可以通过环网结构对所有站进行寻址。

光纤环网中必须满足以下组态条件：

- 低于 HSA 的一个空闲地址 (Highest Station Address)
- 将重试值增加到至少为 3

(网络设置： 用户自定义配置文件)

- 检查和调整时隙时间

(网络设置： 用户自定义配置文件； 总线参数： Tslot 参数：

需要针对 OLM/P12 采用较低时隙时间值，针对 OLM/G12 和 OLM/G12-EEC 采用中等时隙时间值，针对 OLM/G12-1300 采用较高时隙时间值。这样，小型网络就会取得高性能，中型到大型网络就会取得中低性能。

更多信息

有关调整重试值和时隙时间的更多信息，请参见《PROFIBUS 网络手册 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35222591>)》。

3.5 附加网络站

通信负载 - 考虑附加的网络站

总线参数取决于激活的网络站之间的通信量。循环通信 (DP) 与面向连接的非循环通信 (S7 通信、发送/接受 (FDL) 之间存在差别。与 DP 相反, 通信任务的数目和大小 (通信负载) 取决于用户程序。这意味着无法始终自动确定通信负载大小。

若选中复选框“考虑以下网络站”(Consider the following network stations), 则可以在项目中未组态的总线时间的计算中考虑进这些网络站。

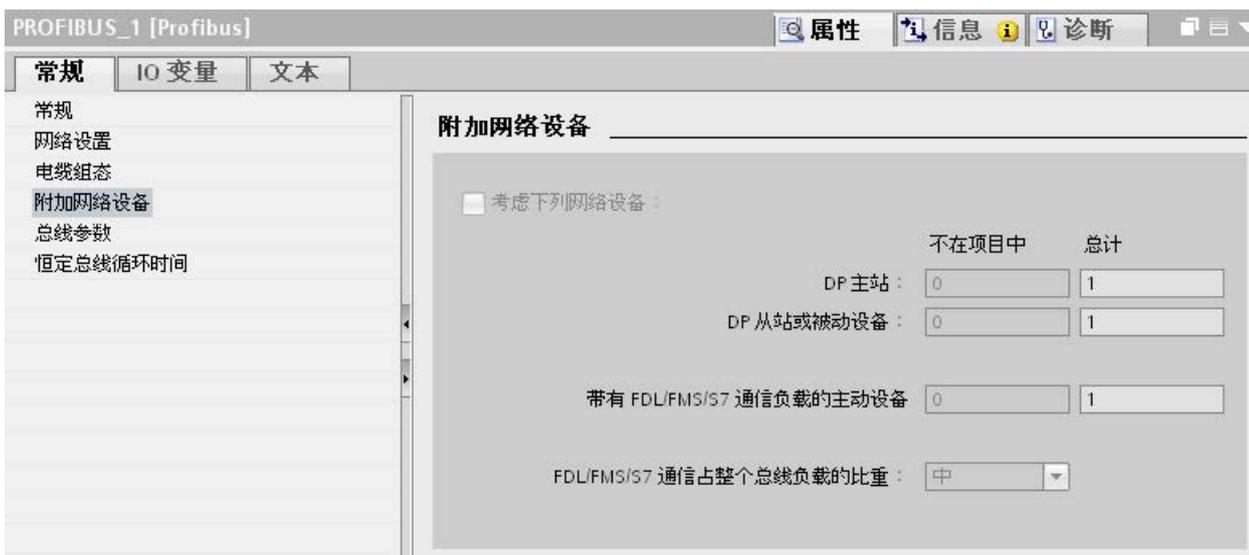


图 3-5 附加网络站

计算总线时间

可以在参数组“附加网络站”(Additional network stations) 中指定一个网络组态, 以便计算与已有的网络组态偏离的总线时间。

该网络组态适用于以下配置文件:

- 标准
- 通用 (DP/FMS)
- 用户自定义

通信负载的量化

可通过以下设置来考虑通信负载：

- 未组态的网络站的数目
- 有关 FDL 或 S7 通信的用户程序中通信负载的信息。可从以下级别中进行选择：
 - 低：通常用于 DP，除 DP 之外没有更大型的数据通信。
 - 中：通常用于 DP 和其它通信服务（如 S7 通信）的混合运行，前提是 DP 具有较高时间要求并具有中等非循环通信量。
 - 高：用于 DP 和其它通信服务（如 S7 通信）的混合运行，前提是 DP 具有较低时间要求并具有较高的非循环通信量。

3.6 总线参数

简介

总线参数可控制总线上的传输操作。总线上每个设备的总线参数必须和其它设备的相同。

说明

如果已经对总线配置文件的参数进行同步，则 PROFIBUS 子网的功能将正常运行。只有在您熟悉 PROFIBUS 总线配置文件的参数分配的情况下，才可以更改预设值。

3.6 总线参数

总线参数的循环分布

若在“巡视”(Inspector) 窗口中所选 PROFIBUS 子网的“总线参数”(Bus parameters) 下面选中了复选框“激活总线参数的循环分布”(Activate cyclical distribution of bus parameters), 则支持此功能的模块会在运行过程中循环发送总线参数。例如, 可通过这种方式在运行期间将编程设备连接到 PROFIBUS。

请在以下情况下禁用此功能:

- 在恒定总线循环时间模式下将总线循环降到最低程度。
- 在 PROFIBUS 子网中连接了第三方设备, 该子网的协议将 DSAP 63 (Destination Service Access Point) 用于多播。



图 3-6 总线参数

PROFIBUS 子网的总线配置文件的总线参数

说明

离线值的显示

即使总线参数的离线值与目标系统在线连接，也始终会显示这些值。

表格 3-2 总线参数 - 值范围

总线参数	可调节 ¹	限值
Tslot_Init	√	最大 Tsdr + 15 ≤ Tslot_Init ≤ 16.383 t_Bit
最大 Tsdr	√	35 + 2*Tset + Tqui ≤ 最大 Tsdr ≤ 1,023 t_Bit
最小 Tsdr	√	11 t_Bit ≤ 最小 Tsdr ≤ MIN(255 t_Bit, 最大 Tsdr - 1, 34 + 2*Tset + Tqui)
Tset	√	1 t_bit ≤ Tset ≤ 494 t_bit
Tqui	√	0 t_bit ≤ Tqui ≤ MIN(31 t_bit, 最小 Tsdr - 1)
GAP 因子	√	1 ≤ GAP 因子 ≤ 100
重试限制	√	1 ≤ 重试限制 ≤ 15
Tslot (时隙时间)	-	-
Tid2	-	Tid2 = 最大 Tsdr
Trdy	-	Trdy = 最小 Tsdr
Tid1	-	Tid1 = 35 + 2*Tset + Tqui
Ttr (目标轮询时间)	√	256 t_Bit ≤ Ttr ≤ 16,777,960 t_bit
Ttr 典型值	-	该时间仅供参考，不会传送给各个设备。
看门狗		10 ms ≤ 看门狗 ≤ 650 s

¹ 取决于总线配置文件

用户自定义总线配置文件

可使用以下设置创建用户自定义的总线配置文件：

- 最小目标轮询时间 (Ttr) = 5000x HSA (主动设备的最高 PROFIBUS 地址)
- 最小看门狗 (Watchdog) = 6250x HSA

3.7 恒定总线循环时间

重新计算

使用“重新计算”(Recalculate) 按钮可对参数进行重新计算。

3.7 恒定总线循环时间

恒定总线循环时间

DP 主站对分配给它的 DP 从站循环寻址。S7 通信可能导致间隔不同。可以启用“具有恒定总线循环时间的总线循环”以取得相同时间间隔。这样就会确保以相同的（恒定总线循环时间）间隔来进行数据传输。

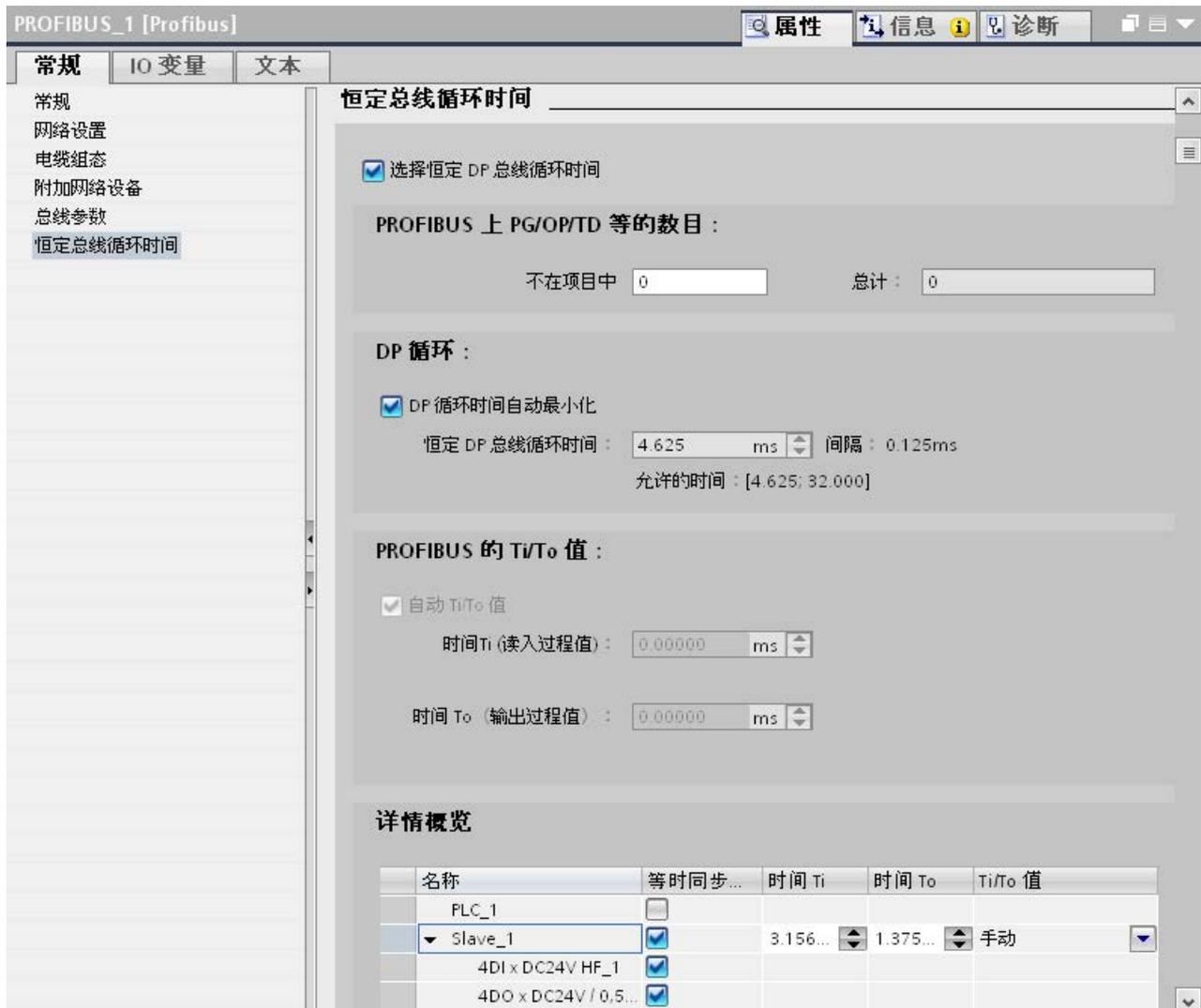


图 3-7 启用具有恒定总线循环时间的总线循环

PROFIBUS 上的 OP/PG/TD 数目

在此，可输入尚未组态的设备数目。

3.7 恒定总线循环时间

手动增加 DP 循环时间

尤其在 DP 循环时间非常短的情况下，可能会出现以下情况：
用户程序的运行时间大于最短循环(请参见 CPU 技术规范的“等时同步模式”部分)。在此情况下，必须手动增加自动计算出的 DP 循环时间。

参见

组态等时同步模式 (页 71)

诊断

4.1 概述

诊断选项

发生错误时，您可以确定自动化系统的当前状态，并通过使用与事件相关的诊断和中断分析做出特定响应。

可以使用 PROFIBUS 组件的以下诊断选项：

- 使用 STEP 7 中的设备列表来确定系统状态。
- 使用 S7-1500 CPU 的显示屏来分析模块状态、错误和消息文本。
- 在运行期间通过诊断中继器来进行电缆诊断。
- 评估等时同步模式下的诊断和中断行为 (页 75)。
- 通过使用组态为 PROFIBUS 诊断从站的 DP/PA 耦合器 FDC 157-0 来确定故障定位和故障纠正的状态信息。

更多信息

有关诊断的更多信息，请参见下列手册：

- “PROFIBUS DP 诊断中继器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/7915183>)”手册中介绍了通过 STEP 7 进行的诊断、用户程序中的诊断、等时同步 PROFIBUS 的监控功能以及 STEP 7 中的拓扑显示。
- “诊断 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59192926>)”功能手册中介绍了可用于 SIMATIC 系统 S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 的诊断选项。
- “PROFIBUS 网络手册 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35222591>)”系统手册中介绍了光纤电缆的诊断。
- 还有 DP/PA 耦合器、有源现场分配器、DP/PA Link 和 Y Link (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/1142696/0/zh>) 操作说明。
- “Web 服务器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193560>)”功能手册中介绍了相关的诊断选项（取决于 CPU 的功能）。

4.2 使用 S7-1500 的显示屏进行诊断

显示屏

S7-1500 自动化系统中的每个 CPU 都具有一个前盖，上面带有显示屏和操作按钮。控制和状态信息显示在显示屏上的不同菜单中。可以使用操作按钮在菜单中导航。

在显示屏上，可对以下状态进行分析：

- 集中式模块和分布式模块的状态
- 错误和报警文本（系统诊断、用户自定义报警）

模块状态

在站概览画面中，可通过模块概览转到分布式模块的模块状态。



图 4-1 示例：站概览，模块概览，模块状态

错误和报警文本



图 4-2 示例： 诊断缓冲区， 报警

更多信息

有关“显示屏的功能和操作”这一主题的更多信息，请参见 Internet (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792>) 上的 S7-1500 自动化系统文档。

4.3 使用诊断中继器进行诊断

简介

诊断中继器是可在运行期间监视 RS485-PROFIBUS 子网（铜缆）的两个网段，并通过发送诊断帧向 DP 主站发出电缆故障信号的中继器。借助于 STEP 7 以及操作员控制与监视设备 (SIMATIC HMI)，可以普通文本形式显示故障位置和故障原因。

由于该诊断中继器可在操作过程中进行电缆诊断，因此能够提前检测和定位电缆故障。这意味着可提前检测到设备故障，从而避免停产。

诊断功能

- 诊断功能可提供电缆故障的位置及原因，如断路或缺少终端电阻。故障位置的指定与设备有关，如信号线 A 和/或 B 断路。
- 读出保存的诊断和统计信息。
- 监视等时同步 PROFIBUS，例如，是否违反循环时间。
- 提供标识数据。

更多信息

有关使用 STEP 7 进行诊断和使用用户程序读出诊断信息的更多信息，请参见 PROFIBUS DP 诊断中继器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/7915183>)手册。

4.4 I&M 数据（标识和维护）

定义和属性

标识和维护数据 (I&M) 是存储在模块中的信息，用于在进行下列操作时提供支持：

- 检查设备组态
- 查找设备中的硬件更改

标识数据 (I 数据) 是模块信息（其中某些数据可能印在模块外壳上），例如订货号和序列号。I 数据是只读的供应商特定模块信息。

维护数据 (M 数据) 是系统特定信息，例如安装位置和日期。M 数据在组态过程中生成，并写入到模块存储器中。

这些模块可在在线模式下通过 I&M 数据唯一地标识。

更多信息

相应设备手册中提供了有关 DP 设备是否支持 I&M 数据以及支持程度的信息。

功能

5.1 等时同步模式

5.1.1 什么是等时同步模式？

为何采用等时同步模式？

假设公共交通工具以最大速度运行，同时在车站停留的时间极短，那么许多乘客只能眼巴巴地看着它们呼啸而去。因此经过良好调整的定时对于提供良好的服务来说必不可少，总的行进时间将由列车、公共汽车或地铁时钟来决定，。此原则也适用于分布式自动化工程组态。快速循环以及各个循环的适应与同步将带来最佳吞吐量。

即时

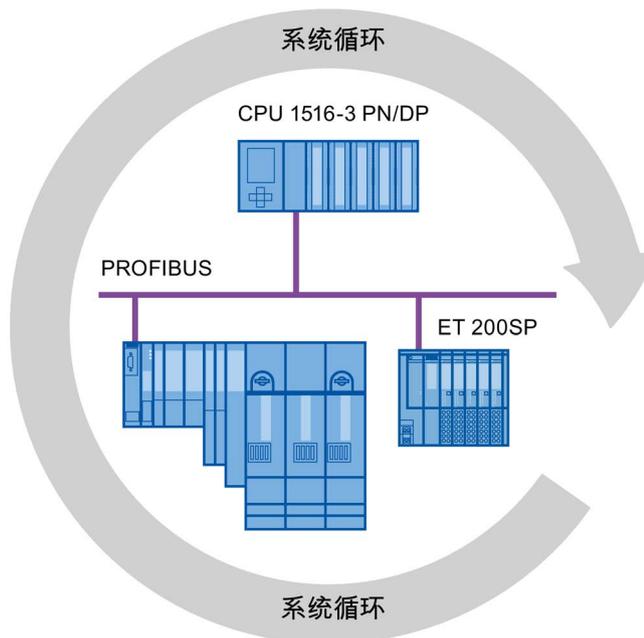


图 5-1 系统循环

在等时同步模式中，系统运行的快速而可靠的响应时间取决于能否即时提供所有数据。在这方面，恒定总线循环时间 PROFIBUS DP 循环比时间更加重要。

等时同步模式的优点

等时同步模式具有以下优点：

- 优化的控制
- 确定性
- 输入数据一致（同时）读取
- 输出数据的一致（同时）输出

5.1.2 等时同步模式的使用

通过“等时同步模式”系统属性，可在定义的系统循环内记录测量值和过程数据。信号处理发生在相同的系统循环内，直至切换到“输出终端”。这意味着等时同步模式可提高控制质量，并提供更高的制造精度。等时同步模式可显著降低过程响应时间的可能波动。在时间上确定的处理可用于更高的机器循环。

在需要对测量值的采集进行同步，对各种运动进行协调，并对过程响应进行定义以便它们同时发生时，基本上总是要选择使用等时同步模式。这意味着等时同步模式的应用领域十分多样。

5.1.3 等时同步应用

示例：在多个测量点处进行等时测量

质量控制要求在凸轮轴生产过程中精确测量尺寸。

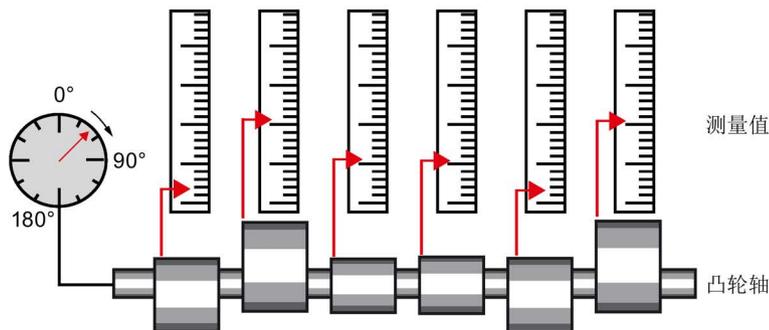


图 5-2 凸轮轴的测量

等时工作流程

通过使用“等时同步模式”这一系统属性以及相关的同时测量值采集，可连续执行测量，并缩短测量所需的时间。最终工作流程：

- 连续车削凸轮轴。
- 在连续车削期间，同步测量位置和凸轮偏差。
- 加工下一个凸轮轴。

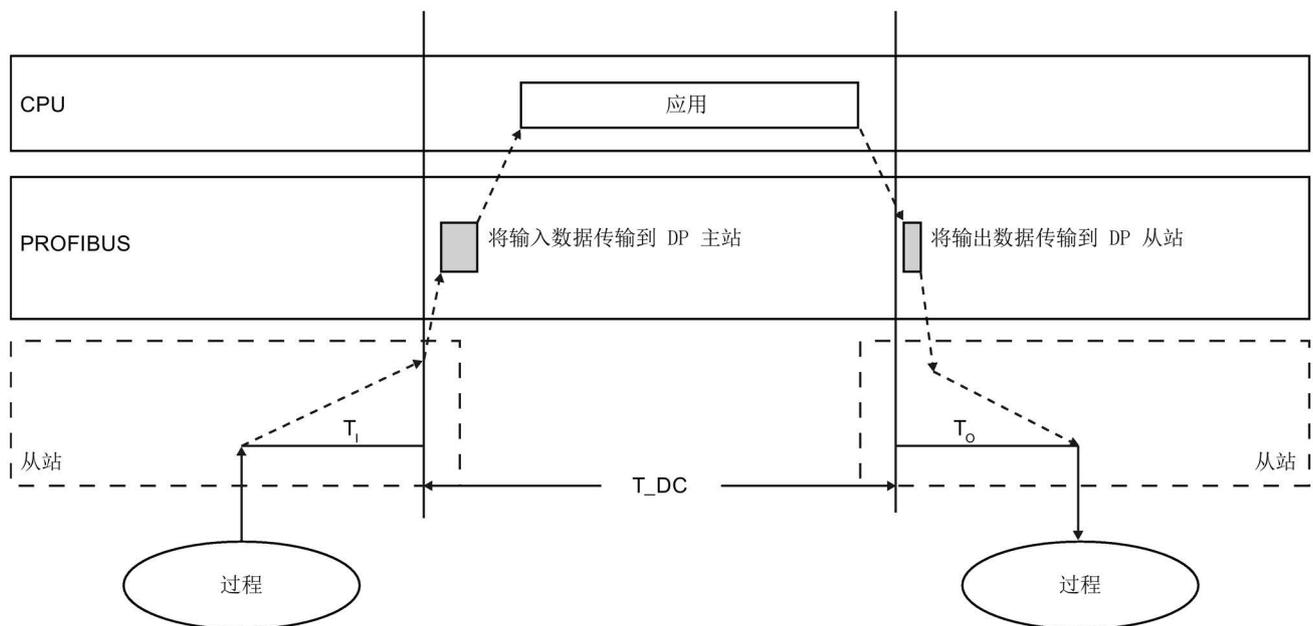
所有凸轮轴的位置和相应的测量值（红色）都可以在凸轮轴的一个周期内进行同步测量。该模式提高了机器输出并且保持（或提高）了测量的精度。

5.1.4 同步顺序

从输入数据的读取到输出数据的输出

下面的内容说明了同步中所涉及的所有组件的顺序：

- 输入数据的等时同步读取
- 通过 PROFIBUS 子网将输入数据传输到 DP 主站 (CPU)
- 在 CPU 的等时同步应用程序中进一步处理
- 通过 PROFIBUS 子网将输出数据传输到输出 DP 从站
- 输出数据的等时同步输出



T_{DC} 数据循环
 T_1 用于读取输入数据的时间
 T_o 用于将输出数据输出的时间

图 5-3 同步的时间顺序

为确保在下一个 PROFIBUS DP 循环开始时所有输入数据都已就绪可通过 PROFIBUS DP 线路进行传输，I/O 读取循环需要提前一段时间 T_1 ，以便可提前开始。 T_1 是所有输入的“信号枪”。该 T_1 可用于补偿模数转换、背板总线时间等。可通过 STEP 7 或用户手动组态这一段提前的时间 T_1 。建议使用 STEP 7 自动分配 T_1 时间。

PROFIBUS DP 线路将输入数据传输到 DP 主站。将调用循环中断 OB SynchronousCycle。同步循环中断 OB 中的用户程序决定过程响应，并及时为下一个数据循环的开始提供输出数据。数据循环的长度总是由用户来组态。

T_0 是从站内背板总线和数模转换的补偿值。 T_0 是所有输出的“信号枪”。可通过 STEP 7 或用户手动组态时间 T_0 。建议使用 STEP 7 自动分配 T_0 时间。

若没有等时同步模式，应用程序、数据传输和现场设备就会具有各自的不同步处理循环；这会导致总循环时间较大，抖动较高。若采用等时同步模式，应用程序、数据传输和现场设备就会同步，从而使总循环时间极小，抖动很低。

等时同步模式和非等时同步模式分布式 I/O

可以在一个 DP 主站上将等时同步模式分布式 I/O 与非等时同步模式分布式 I/O 进行组合。

5.1.5 组态要求

请注意对等时同步模式进行组态的以下要求：

- 等时同步模式不能在 PROFIBUS 光纤网络中使用。
- 恒定总线循环时间和等时同步模式仅可通过“DP”和“用户自定义”总线配置文件实现。
- 等时同步模式仅可通过集成在 CPU 中的 DP 接口实现。不能使用通信处理器针对 PROFIBUS 实现等时同步模式。
- 只有恒定总线循环时间主站可作为等时同步 PROFIBUS DP 上的主动站。操作面板和编程器（例如，具有编程器功能的 PC）影响等时同步 DP 循环的时间行为，因此不允许使用。
- 不能跨线路使用等时同步模式。
- 只能在过程映像分区中对等时同步 I/O 进行处理。若不使用过程映像分区，就无法进行等时同步一致性数据传输。将对是否遵守数量结构进行监视，因为对于每个过程映像分区来说，DP 主站系统上的从站和字节数是有限的。
- 等时同步模块的地址必须位于过程映像分区中。
- 只有在操作链条中涉及的所有组件都支持“等时同步”系统属性的情况下，才可实现从“终端”到“终端”的完整等时同步模式。

请确保在对话框的模块信息框中寻找条目“等时同步模式”(Isochronous mode) 或“等时同步处理”(Isochronous processing) 并将其选中。

- 在组态等时同步模式时，不得向从站分配 SYNC/FREEZE 组。

5.1.6 组态等时同步模式

简介

通过等时同步功能，可将 SIMATIC 自动化系统连接到等时同步 PROFIBUS。等时同步模式可保证同步读取输入数据，对数据进行处理，并以相同（等时同步）间隔将输出数据输出。

对等时同步模式进行组态的基本步骤

1. 在 DP 从站上设置等时同步模式的属性：
 - 等时同步 DP 循环
 - 模块的等时同步模式
2. 在模块上设置等时同步模式的属性：
 - 同步循环中断 (SynchronousCycle)
 - 过程映像分区
 - 输入延时
3. 创建能够访问等时同步 I/O 的用户程序

要求

- STEP 7 中的网络视图已打开。
- 已放置一个 CPU（例如，CPU 1516-3 PN/DP）。
- 已放置一个接口模块并与 CPU 联网（例如，IM 151-1 HF）。
- 已放置 I/O 模块（例如，2DI x DC24V HF 和 2DO x DC24V/0,5A HF）。

在 DP 从站上组态等时同步模式

1. 在网络视图选择 DP 从站，然后导航到“巡视”(Inspector) 窗口中的“等时同步模式”(isochronous mode) 区域。

2. 启用用于与该 DP 从站的 DP 循环同步的选项。

默认值：DP 从站从子网获取 Ti/To 值，这意味着这些值对于 DP 主站系统的所有 DP 从站来说是自动相同的。

3. 针对要在等时同步模式中运行的所有 I/O 模块，在“详细视图”(Detail view) 中启用“等时同步模式”(isochronous mode) 选项。

4. 针对要在等时同步模式中运行的所有 DP 从站，重复步骤 1 和 3。



图 5-4 在 DP 从站上组态等时同步模式

在 I/O 模块上组态同步循环中断

1. 在设备视图选择 I/O 模块，然后导航到“巡视”(Inspector) 窗口中的“I/O 地址” (I/O addresses) 区域。
 - 选择用于等时同步模式的选项。
2. 在下拉列表中选择同步循环中断。



图 5-5 I/O 地址 - 创建同步循环中断 OB

3. 分配在 CPU 中组态的过程映像分区。



图 5-6 I/O 地址 - 分配过程映像分区

4. 针对要在等时同步模式中运行的所有 I/O 模块，重复步骤 1 和 3。

5.1 等时同步模式

编程等时同步模式

若要在等时同步模式下运行设备，必须相应地组织用户程序的结构。这意味着您必须在 STEP 7 项目树中添加同步循环中断。

可通过过程映像分区来访问等时同步 I/O，即等时同步模块的地址必须位于一个过程映像分区中。可以在同步循环中断 OB 中使用指令“SYNC_PI”（更新输入的过程映像分区）和“SYNC_PO”（更新输出的过程映像分区）来编程对等时同步 I/O 的访问。

如果已选择自动设置延时时间，则可在同步循环中断 OB 开始处调用“SYNC_PI”指令。可以在同步循环中断 OB 的结束处调用“SYNC_PO”指令。

5.1.7 诊断和中断功能

STEP 7 的诊断和中断功能可用于等时同步模式。这些功能可缩短停产时间，并简化故障的查找与消除。

事件、错误原因和解决方法

下面列出了诊断和中断函数的事件以及问题的解决方法。

表格 5-1 事件、错误原因和解决方法

事件	错误原因	解决方法
<ul style="list-style-type: none"> 同步循环中断 OB 可通过输入参数 EventCount >0（自上次调用 OB 后丢失的 OB 调用的次数）进行启动。 如果已组态： <ul style="list-style-type: none"> 调用时间错误 OB 诊断缓冲区条目“Buffer overflow for OB6x events” 	同步循环中断 OB 的执行时间比较长。	<ul style="list-style-type: none"> 缩短同步循环中断 OB 的执行时间。 增加 DP 循环。 缩短延时时间设置（在同步循环中断 OB 中设置为等时同步模式）。
使用 SYNC_PI / SYNC_PO 更新等时同步过程映像分区时出错（负的 RetVals）： <ul style="list-style-type: none"> 一致性警告 更新时间在允许的访问窗口之后/之前。 	在同步循环中断 OB 中，在指定的访问窗口中未调用 SYNC_PI / SYNC_PO，这意味着将在 PROFIBUS 上传输 I/O 数据的过程中调用或执行该命令。	<ul style="list-style-type: none"> 增加延时。 增加 DP 循环。 调整程序：
使用 SYNC_PI / SYNC_PO 更新等时同步过程映像分区时出错： <ul style="list-style-type: none"> 访问错误 	DP 从站/模块无响应/不可用。	

5.1.8 等时同步模式的参数设置

更改参数是现场服务技术人员的任务

现场服务技术人员的任务就是维护生产过程的正常运行。

在这种情况下，技术人员必须进行检查并查找出等时同步模式的错误和性能损失，然后排除故障。

可以在“等时同步模式”(Isochrone Mode) 对话框中检查和组态影响等时同步模式的所有参数。

参数只能由有经验的用户或维修技术人员来更改。

5.1.8.1 查看等时模式参数

“等时同步模式”对话框

1. 在“巡视”(Inspector) 窗口中，选择“属性 > 等时同步模式”(Properties > Isochronous mode)。

“等时同步模式”(Isochronous mode) 对话框打开，其中提供了影响等时同步模式的参数的概览。

有关各个参数的信息，请参见“详情概览”(Detail overview) 中的信息。

2. 将显示的值与文档中的值或技术人员指定的值进行比较。



图 5-7 查看等时同步模式的参数

5.1.8.2 更改参数

更改 DP 主站系统的参数

可在“恒定总线循环时间”(Constant bus cycle time) 对话框中更改等时同步模式的参数。

1. 在网络视图选择 DP 主站系统。
2. 在“巡视”(Inspector) 窗口中选择“恒定总线循环时间”(Constant bus cycle time) 部分。
3. 根据接收到的指示来更改参数。

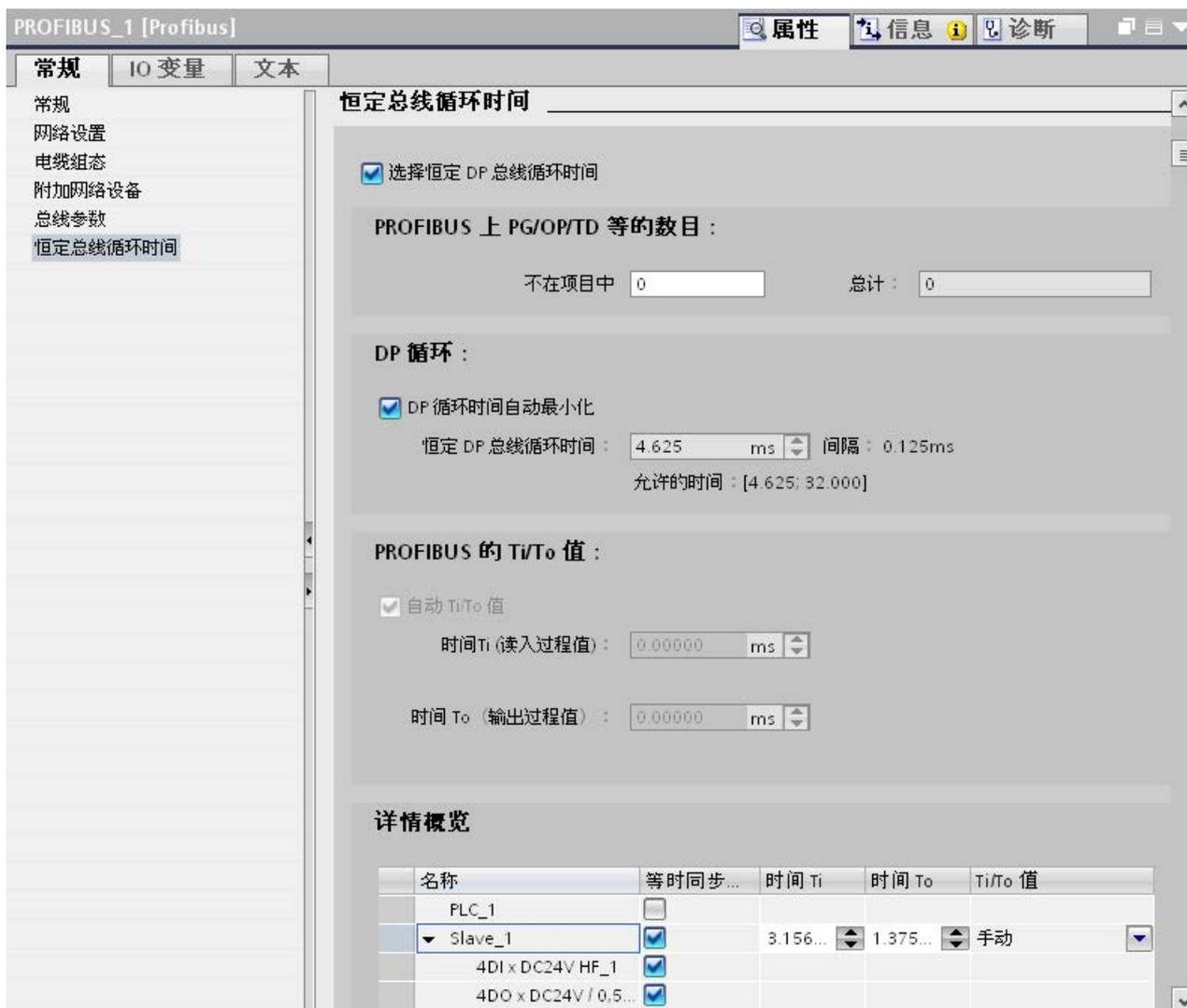


图 5-8 更改 DP 主站系统的参数

调整输入延时

1. 在设备视图中选择输入模块。
2. 在“巡视”(Inspector) 窗口中，选择“输入”(Inputs) 部分。
3. 调整输入延时。

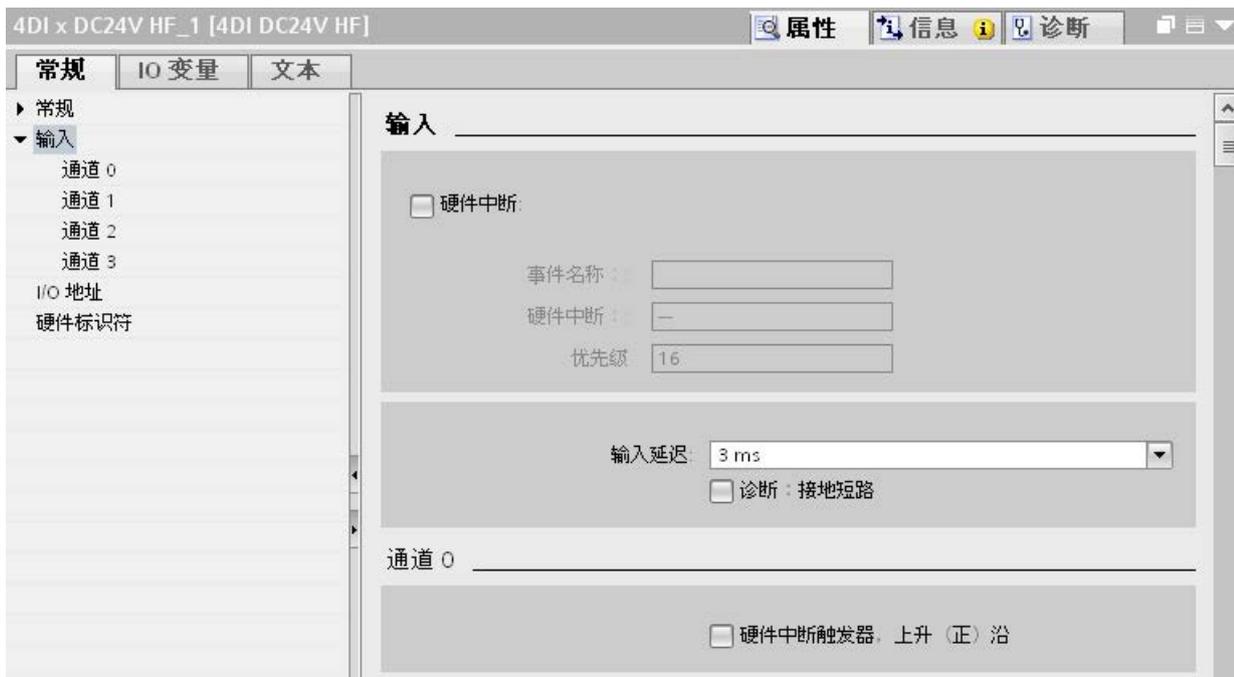


图 5-9 调整输入延时

编译、加载和保存更改后的组态

1. 将工厂投入运行。
2. 在项目浏览器中选择 CPU。
3. 在快捷菜单中，选择“编译 > 硬件”(Compile > Hardware)。
4. 在快捷菜单中，选择“下载到设备”(Download to device)。
5. 保存项目。

5.2 非循环数据交换

使用 DPV1 设备（DP 主站/DP 从站）时的附加功能

与仅支持 DPV0 的设备相比，支持 DPV1 的 DP 主站和 DP 从站具有以下附加功能：

- 支持主站与从站之间的非循环数据交换。
- 可由 DPV1 从站来设置中断，从而确保处理主站 CPU 中的中断触发事件。

非循环数据交换

读/写数据记录，例如，在运行过程中更改从站的参数。相应模块的文档中提供了模块的数据记录以及这些数据记录的结构。

下表列出了指令及其用于访问 DPV1 从站的函数。有关详细信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

表格 5-2 用于访问 DPV1 从站的指令

指令	函数 (DPV1)
RDREC	读取数据记录
WRREC	写入数据记录
RALRM	从 DP 从站接收中断。 (必须在触发该中断的 OB 中调用此指令。)

5.3 SYNC/FREEZE 组

向 DP 从站分配 SYNC/FREEZE 组

具有相应功能的 DP 主站可发送控制命令 SYNC 和/或 FREEZE，以便将 DP 从站与一组 DP 从站同步。为此，必须向 DP 从站分配 SYNC/FREEZE 组。

要求：已在项目中创建 DP 主站系统。

步骤

若要向 SYNC/FREEZE 组分配 DP 从站，请按以下步骤操作：

1. 在设备视图或网络视图中，选择要分配到一个组的 DP 从站的 DP 接口。
2. 在“巡视”(Inspector) 窗口中“SYNC/FREEZE”下面，选中所需的 SYNC/FREEZE 组的复选框。

每个 DP 从站只能分配给一个 SYNC/FREEZE 组。

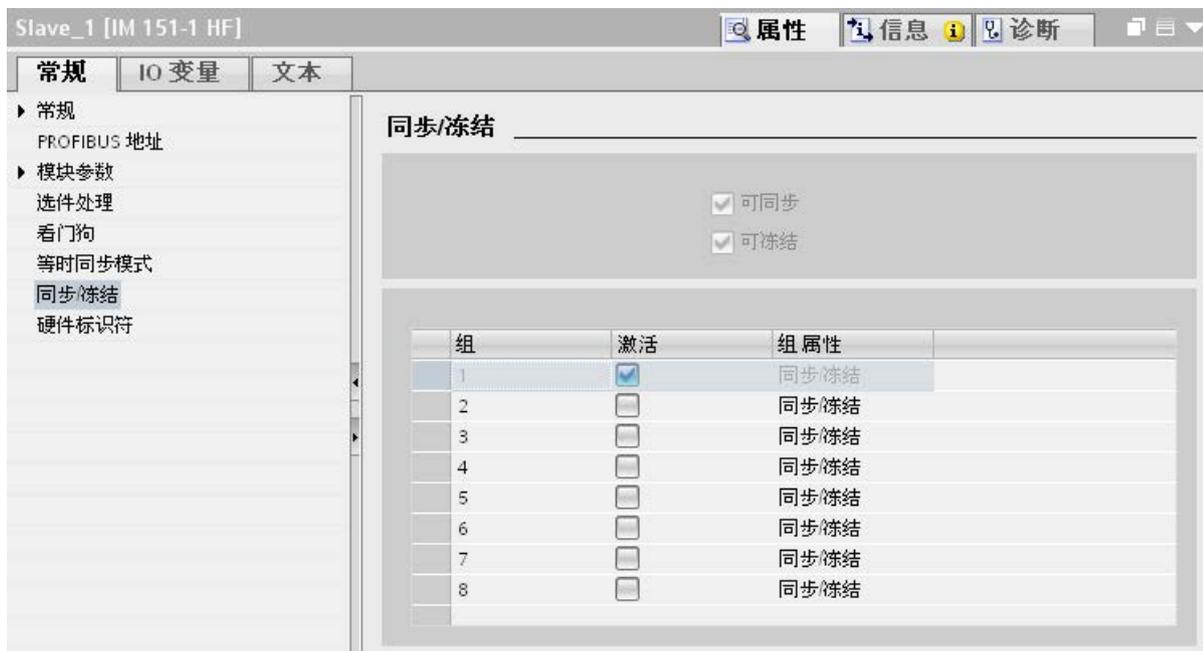


图 5-10 向 SYNC/FREEZE 组分配 DP 从站

有关控制命令 SYNC 和 FREEZE 的重要信息

在 DP 主站中，可以使用控制命令 SYNC 和 FREEZE 来同步事件控制的 DP 从站。DP 主站向其主站系统中的一组 DP 从站同时发送控制命令。它不考虑已发生故障或当前正在发送诊断信息的 DP 从站。

使用控制命令进行同步的要求是，已向 SYNC/FREEZE 组分配 DP 从站。

对于 S7 CPU，可使用指令 DPSYC_FR (SFC 11) 来同步 DP 从站。

在选择 DP 主站时，“巡视”(Inspector) 窗口的“属性 > DP 接口 > SYNC/FREEZE” (Properties > DP interface > SYNC/FREEZE) 下面会有一个含 8 个 SYNC/FREEZE 组的列表。



图 5-11 DP 主站上的 SYNC/FREEZE 组

SYNC 控制命令

DP 主站使用 SYNC 控制命令来使一组 DP 从站将其输出的状态冻结到当前值。

DP 从站为后面的帧保存 DP 主站的输出数据。而 DP 从站输出的状态保持不变。

只有在发出每个新 SYNC 控制命令之后，DP 从站才会将输出设置为保存为 DP 主站的输出数据的值。

在 DP 主站发送 UNSYNC 控制命令之前，将不再对输出进行循环更新。

FREEZE 控制命令

在从 DP 主站接收 FREEZE 控制命令之后，组中的 DP 从站会冻结其输入的当前状态。DP 从站通过后面的循环帧向 DP 主站发送这些冻结的输入数据。

在每个新的 FREEZE 控制命令之后，DP 从站再次冻结其输入的当前状态。

只有在 DP 主站发送 UNFREEZE 控制命令时，DP 从站输入的状态才会再次循环发送到 DP 主站。

5.4 中断

DPV1 的中断和中断 OB

可由 DPV1 从站来设置中断，从而确保处理主站 CPU 中的中断触发事件。即使在“STOP”运行模式下，也会在 CPU 中对中断数据进行分析，并对诊断缓冲区和模块状态进行更新。在 STOP 模式下，不对 OB 进行处理。

支持以下 DPV1 中断：

- 状态中断
- 更新中断
- 供应商特定中断

有关详细信息，请参见 OB 的说明。可将由 S7-CPU 的操作系统提供的相应 OB 用于诊断中断、过程中断以及拉出/插入中断。

OB 55 中断 - 状态中断

可在设备或模块的运行模式发生改变时（例如，从 RUN 变为 STOP）来触发状态中断。

OB 56 中断 - 更新中断

可在对插槽的参数进行更改后触发更新中断。此中断可能由对参数的局部访问或伙伴访问引起。

OB 57 中断 - 供应商特定中断

DPV1 从站的厂商可以指定触发供应商特定中断的事件。

更多信息

有关触发中断的事件的详细说明，请参见相应 DPV1 从站厂商的文档。

5.5 智能 DP 从站（智能从站）

5.5.1 “智能从站”功能

“智能从站”功能

通过 CPU 的“智能从站”（智能 DP 从站）功能，可与 DP 主站交换数据，从而可将该 CPU 用作子过程的智能预处理单元等。智能从站是以 DP 从站的角色连接到“上级”DP 主站的。

预理由智能从站中的用户程序来完成。通过 I/O 模块采集的过程值在用户程序中进行预处理后，提供给 DP 主站。

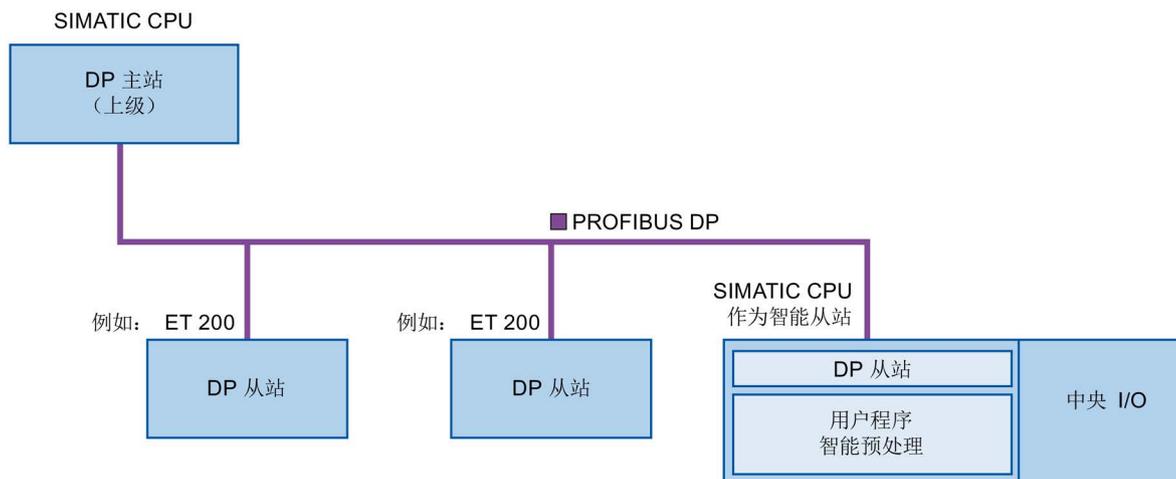


图 5-12 “智能从站”功能

“智能从站”命名惯例

在本说明的其余部分，将把具有“智能从站”功能的 CPU 或通信处理器简称为“智能从站”。

智能从站组态优势

智能从站具有以下优势：

- 与具有 PROFIBUS 接口的 CPU 连接简便
- 可实现 CPU 与 PROFIBUS 接口之间的实时通信
- 分布式处理

可以将复杂自动化任务划分为较小的单元/子过程。这使得过程可管理，从而简化了子任务。

- 通过将计算容量分配到智能从站，可减轻 DP 主站的负荷
- 由于是本地处理过程数据，可减轻通信负荷
- 拆分为子过程

通过使用智能从站，可以将分布广泛的大量复杂过程划分为具有可管理的接口的多个子过程。必要的话，这些子过程可存储在具体 STEP 7 项目中，而且这些项目随后也可合并在一起，形成一个主项目。

- 拆分 STEP 7 项目

智能从站的创建者和用户可拥有完全独立的 STEP 7 项目。GSD 文件和智能从站传输区域的组态可作为 STEP 7 项目之间的接口。这样，可以通过一个标准化接口，连接到标准 DP 主站。

- 专有技术保护

设备单元只能根据智能从站接口描述的 GSD 文件和智能从站传输区域的组态进行传输，而不能通过 STEP 7 项目传输。这意味着无需披露用户程序等专有技术。

5.5 智能 DP 从站 (智能从站)

差异: DP 从站 - 智能从站

对于 DP 从站, DP 主站直接访问分布式 I/O。

对于智能从站, DP 主站实际是访问预处理 CPU 的 I/O 地址空间中的传输区域, 而不是访问智能从站所连接的 I/O。预处理 CPU 中运行的用户程序负责确保操作数区和 I/O 之间的数据交换。

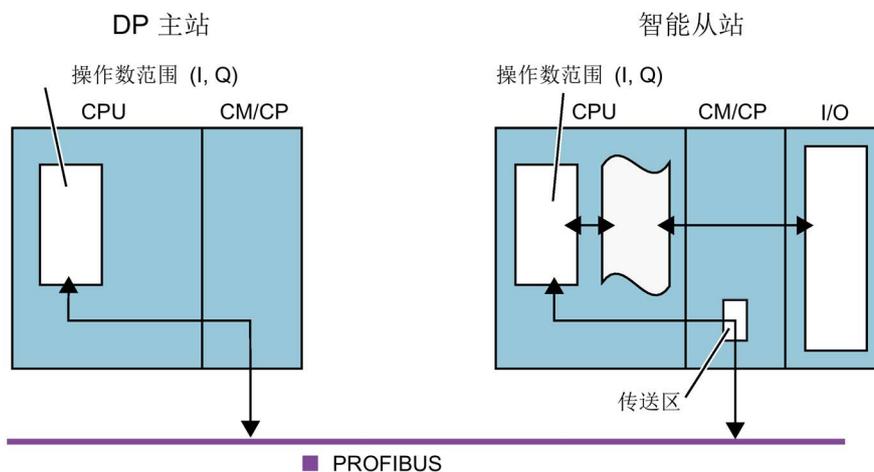


图 5-13 智能从站数据访问

说明

DP 主站或 DP 从站

注意: S7-1500 CPU/ET 200SP CPU 的通信模块 (例如 CP 1542-5) 仅支持作为 DP 主站或 DP 从站运行。

说明

I/O 模块不得使用被组态用于在 DP 主站和 DP 从站间进行数据交换的 I/O 区域。

5.5.2 与上级 DP 主站之间的数据交换

简介

以下内容描述了智能从站与上级 DP 主站之间的数据交换。

传输区域

传输区域是与智能从站 CPU 的用户程序之间的接口。用户程序对输入进行处理并输出处理结果。

传输区域提供用于 DP 主站与智能从站之间通信的数据。传输区域包含一个可在 DP 主站与智能从站之间不断进行交换的信息单元（按字节、字或整体交换）。有关传输区域的组态与使用的更多信息，请参见“组态传输区域 (页 91)”部分。

下图所示为智能从站与上级 DP 主站之间的数据交换。下面的内容基于编号来介绍各种通信关系。

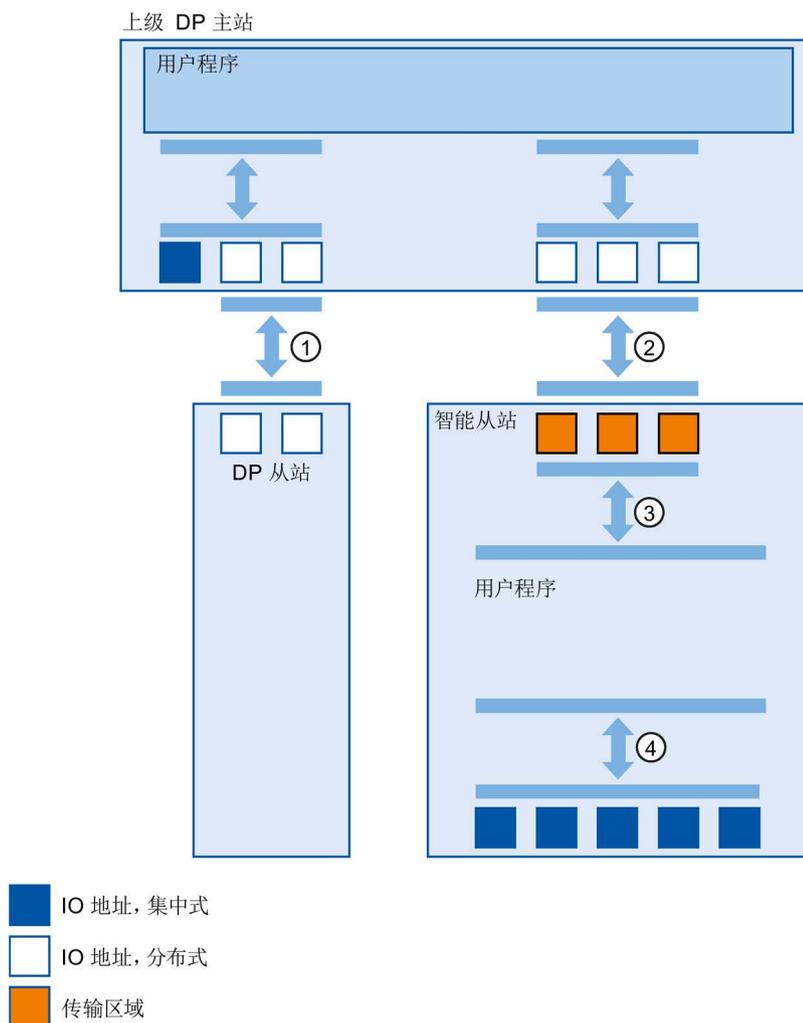


图 5-14 与 DP 主站之间的数据交换

① 上级 DP 主站与普通 DP 从站之间的数据交换

在这种方式中，DP 主站和 DP 从站可通过 PROFIBUS 来交换数据。

② 上级 DP 主站与智能从站之间的数据交换

在这种方式中，DP 主站和智能从站可通过 PROFIBUS 来交换数据。

上级 DP 主站和智能从站之间的数据交换基于常规 DP 主站/DP 从站关系。

对于上级 DP 主站，智能从站的传输区域代表某个 DP 从站的子模块。

DP 主站的输出数据即是智能从站的输入数据。类似地，DP 主站的输入数据即是智能从站的输出数据。

③ 用户程序与传输区域之间的传输关系

在这种方式中，用户程序与传输区域交换输入和输出数据。

④ 用户程序与智能从站的 I/O 之间的数据交换

在这种方式中，用户程序与智能从站的集中式 I/O 交换输入和输出数据。

5.5.3 组态智能从站

组态智能从站的要求

智能从站包括：

- 一个 S7-1500 CPU 和一个通信模块 CM 1542-5/CP 1542-5（STEP 7 V12 及更高版本）
- 一个 ET 200SP CPU 和一个通信模块 CM DP（STEP 7 V13 SP1 及更高版本）

智能从站组态步骤

该部分内容以 CPU 1512SP-1 PN 为例，阐述了如何使用 STEP 7 组态智能从站。S7-1500 CPU 与 CM 1542-5/CP 1542-5 的组态步骤和 CPU 1510SP-1 PN 与 CM DP 的步骤相同。

要组态智能从站，按照如下步骤执行：

1. 从硬件产品目录拖放一个 CPU 1512SP-1 PN 到网络视图。
2. 打开 CPU 的设备视图。
3. 双击硬件产品目录中的 CM DP 通信模块。
STEP 7 在设备视图中创建该 CM DP。
4. 选择 CM DP 通信模块的 PROFIBUS 接口。
5. 在区域导航的巡视窗口中，选择“操作模式”(Operating mode) 条目，然后选中“DP 从站”(DP slave) 复选框。
6. 现在便可在“已分配的 DP 主站”（Assigned DP Master）下拉列表中选择 DP 主站。

一旦选择了 DP 主站，这两台设备之间的网络连接和 DP 主站系统就将显示在网络视图中。

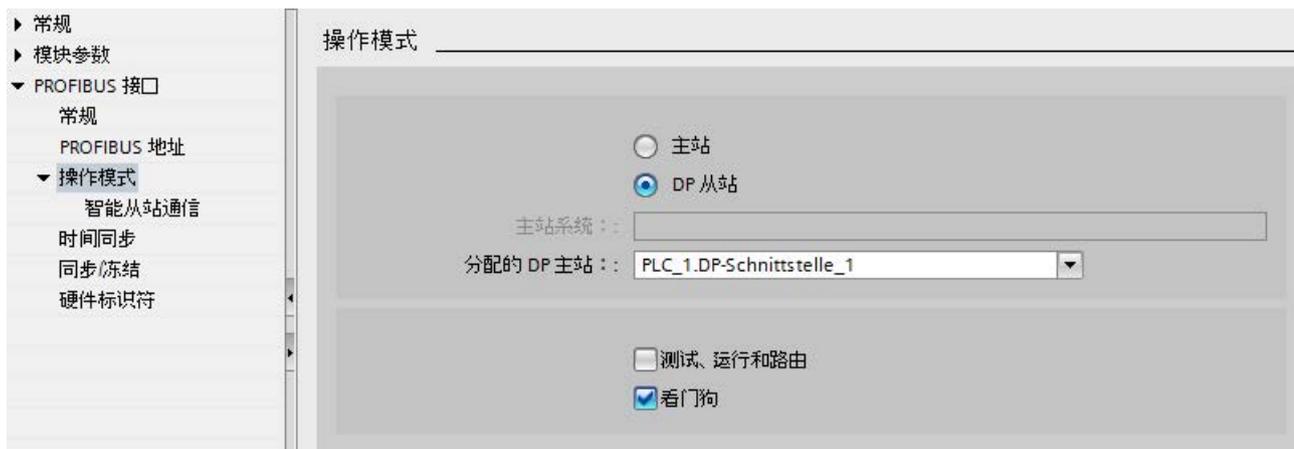


图 5-15 组态智能从站

说明

使用 GSD 文件操作

如果通过 GSD 文件操作智能从站，那么不应勾选“测试、调试和路由”（Test, commissioning and routing）复选框。

在智能从站的 PROFIBUS 接口上创建一个 DP 子网。

结果

智能从站组态完成。

5.5.4 组态传输区域

传输区域组态要求

- 已在 STEP 7 中组态了一个智能从站。
- 进入智能从站的设备视图中，并已选择了该通信模块的 PROFIBUS 接口。

传输区域组态步骤

要在 STEP 7 中组态智能从站的传输区域，按照如下步骤执行：

1. 在区域导航中，打开菜单命令“操作模式”>“智能从站通信”>“传输区域”（"Operating mode" > "I-slave communication" > "Transfer areas"）。
2. 创建传输区域。设置所创建传输区域的属性。

传输区域							
	①	②	③		④	⑤	
...	传输区	类型	主站地址	↔	从站地址	长度	一致性
1	Transferbereich_1	MS	Q 0	→	I 0	1 字节	按长度...
2	<新增>						

- ① 单击“传输区域”(Transfer area) 列中的第一个单元格。STEP 7 分配一个默认名称，用户也可修改该名称。
- ② 选择通信关系类型：目前，对“主-从通信关系”只能选择 MS。
- ③ STEP 7 自动为传输区域分配地址。根据需要，也可修改该地址。
- ④ 设置传输区域的长度。在该单元格中按照如下格式指定传输区域的长度：
[1..64] 字节/字。
示例：“32 字节”，“64 字”
- ⑤ 指定传输区域在 DP 主站和智能从站之间的整个长度上以字节、字为单位还是整体一致性交换。

图 5-16 组态传输区域

在区域导航中为每个传输区域创建一个单独的条目。若选择了这些条目中的一个，便可以调整传输区域的详细信息或对其进行更改和注释。

5.5 智能 DP 从站 (智能从站)

5.5.5 示例程序

简介

这个简单的示例程序说明了如何使用智能从站的传输区域。

要求

智能从站组态完成。

任务

将智能从站的两点输入进行“逻辑与运算”后的结果传送到上级 DP 主站。将该结果分配到 DP 主站的本地输出（进一步处理）。

为此，使用具有下列地址的传输区域：

- 智能从站中的地址： Q568
- DP 主站中的地址： I68

步骤

根据以下步骤完成任务：

1. 组态传输区域
2. 编程智能从站
3. 编程 DP 主站

组态传输区域

使用下列属性在智能从站上组态一个传输区域：

传输区的详细信息

传输区:

传输区类型:

伙伴: 

本地: 

数据交换双方: 和

插槽:

地址类型:

起始地址:

组织块:

过程映像:

长度[字节]:

单位:

一致性:

注释:

图 5-17 传输区域，智能从站示例程序

编程智能从站

要编程智能从站示例程序，请按以下步骤操作：

1. 使用 SCL 编程语言，通过菜单命令“程序块 > 添加新块”(Program blocks > Add new block)，在项目树中创建一个名为“preprocessing”的新功能。打开该功能。
2. 在功能“preprocessing”的接口中，创建以下变量：

名称	数据类型	输入/输出类型
input 1	bool	Input
input 2	bool	Input
result	bool	Output

3. 在功能“preprocessing”的指令窗口中，写入下列程序代码：
#result:=#input 1&#input 2;
4. 在循环 OB（如 OB1）中，调用功能“preprocessing”。
5. 如下在循环 OB 中，连接功能“preprocessing”：

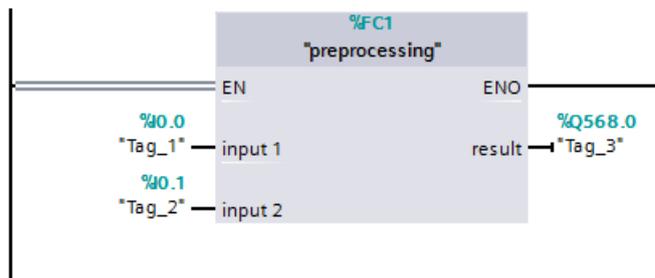


图 5-18 智能从站示例程序

编程 DP 主站

要编程 DP 主站示例程序，请按以下步骤操作：

1. 使用 SCL 编程语言，通过菜单命令“程序块 > 添加新块”(Program blocks > Add new block)，在项目树中创建一个名为“further processing”的新功能。打开该功能。
2. 在功能“further processing”的接口中，创建以下变量：

名称	数据类型	输入/输出类型
result	bool	Input
output	bool	Output

3. 在功能“further processing”的指令窗口中，写入下列程序代码：
#output:=#result;
4. 在循环 OB（如 OB1）中，调用功能“further processing”。
5. 如下在循环 OB 中，连接功能“further processing”：

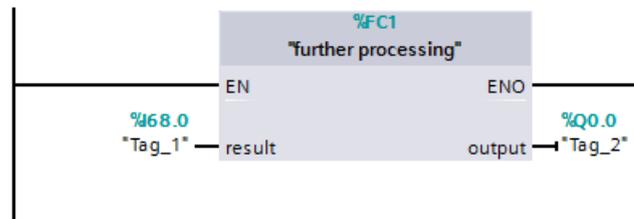


图 5-19 DP 主站示例程序

结果

成功完成该任务。

5.5.6 诊断与中断行为

诊断与中断行为

S7 CPU 具有大量诊断和中断功能，例如可以报告错误/故障或底层 IO 系统故障。这些诊断报警降低了停机时间，并简化了故障排查。

上级 DP 主站和智能从站中的诊断选项

以下诊断机制可用于上级 DP 主站和智能从站：

- OB 82 (诊断中断)

当智能从站改变模式时，DP 主站调用 OB 82 (诊断中断)。

当 DP 主站改变模式时，智能从站调用 OB 82 (诊断中断)。

- OB 86 (机架故障)

如果智能从站的总线连接被中断，那么 DP 主站调用 OB 86 (机架故障)。

如果 DP 主站的总线连接被中断，那么智能从站调用 OB 86 (机架故障)。

- OB 122 (I/O 访问错误)

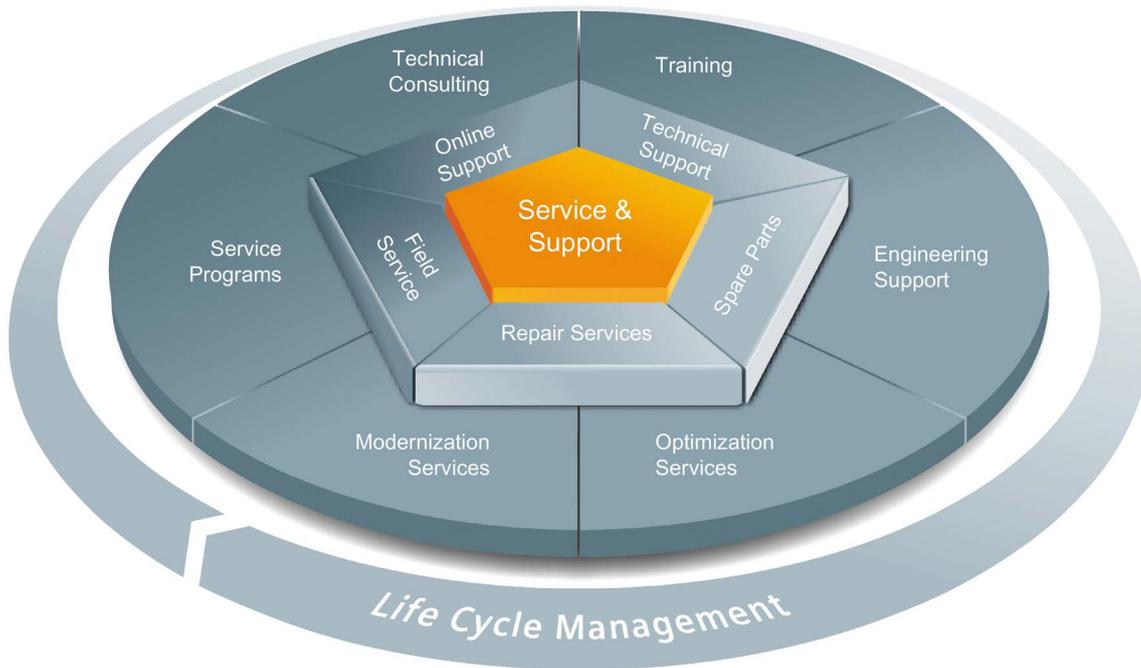
如果没有设置 OB 122 的属性“在块内处理错误” (Handle errors within block)，那么下列情况适用：

- 如果智能从站的总线连接中断，并可直接访问相关的传输区域，那么 DP 主站调用 OB 122 (I/O 访问故障)。
- 如果 DP 主站的总线连接被中断，并且可直接访问相关的传输区域，那么智能从站调用 OB 122 (I/O 访问故障)。

传输区域对模式变化的反应

表格 5-3 传输区域对模式变化的反应

DP 主站	智能从站	DP 主站输入传输区域的反应	智能从站输入传输区域的反应
RUN→STOP	RUN	过程映像未更新	输入传输区域保持其当前值。（无访问故障）
STOP→RUN	RUN	通过由过程映像循环运行用户程序来更新输入传输区域。	通过过程映像更新输入传输区域。
RUN	RUN→STOP	智能从站将 DP 主站上的输入传输区域置为“0”。	过程映像未更新
RUN	STOP→RUN	智能从站将 DP 主站上的输入传输区域置为“0”。 在智能从站启动程序运行后，通过过程映像更新 DP 主站的输入传输区域。	在处理启动程序前，通过过程映像更新输入传输区域。



整个生命周期内的全面非凡服务

对于设备制造商、解决方案供应商以及工厂操作员而言，西门子工业自动化与驱动技术集团将为制造和加工行业内所有领域中的各种不同用户提供全面服务。

为了配合我们的产品和系统，我们提供有集成的结构化服务，以便在您设备或工厂生命周期的每个阶段都提供有高质量的服务和支持：从规划和实施到调试，以及维护和现代化改造，一应俱全。

我们的服务和支持时刻伴在您的左右，为您解决所有的西门子自动化和驱动技术问题。我们在 100 多个国家为设备和工厂生命周期的所有阶段都提供有现场支持。

在您的身边，将有一支由经验丰富的专家所组成的团队，为您提供积极的支持和专业技术。即使您与我们横跨多个大陆，我们的员工也将定期为您开展各种培训课程并与您保持密切的联系，以确保在各种领域为您提供可靠的服务。

在线支持

全面的在线信息平台，可以随时随地为您提供全面的服务与支持。

您可以在 Internet 上找到在线支持，地址如下：Internet
(<http://www.siemens.com/automation/service&support>)。

技术咨询

全面地为您的项目进行规划和设计：我们的规划和设计内涵盖了实际状态的详细分析、目标定义、产品和系统问题咨询，以及自动化解决方案的创建，无所不及。

技术支持

除了为客户提供有关技术问题的专家建议，我们还提供大量针对我们产品和系统的按需服务。

您可以在 Internet 上找到技术支持，地址如下：Internet
(<http://www.siemens.com/automation/support-request>)。

培训

我们为您提供的各种实践专业知识，助您在激烈的竞争中处于不败之地。

您可以在 Internet 上找到我们提供的培训课程，地址如下：Internet
(<http://www.siemens.com/sitrain>)。

工程组态支持

在项目工程组态和开发阶段，我们将专门针对您的要求进行量身定制的服务支持，涵盖了从自动化项目组态到实施的所有阶段。

现场服务

我们的现场服务为您提供调试和维护服务，以确保您的设备和工厂始终处于运行状态。

备件

在全世界的每个行业中，持久的可靠性是工厂和系统在运作时的必要条件。我们通过遍布全球的网络和最优秀的物流链，从一开始就为您提供所需的支持，使工厂和系统运行通畅。

维修

停机会在工厂中导致各种问题的产生并由此引发不必要的成本。我们通过遍布全球的维修设施，可以帮助您将这两者的成本降至最低。

优化

在设备和工厂的服务寿命期间，通常有很大的空间来提高生产力或降低成本。为了帮助您实现这一终极目标，我们提供了全面的优化服务。

现代化改造

在需要现代化改造时，您也将得到我们的支持，我们将提供有从规划阶段直到调试完成的全面服务。

服务计划

我们的服务计划是针对自动化和驱动系统或产品组特选的各种服务包。各个服务之间相互协调以确保全面覆盖整个生命周期并对产品和服务的使用进行优化。

服务计划中的服务可以随时灵活更改并单独使用。

服务计划示例：

- 服务合同
- 工厂 IT 安全服务
- 驱动工程生命周期服务
- SIMATIC PCS 7 生命周期服务
- SINUMERIK 机床增效及制造信息化
- SIMATIC 远程支持服务

优势一瞥：

- 减少停机时间，提高生产力
- 量身定制各种服务，降低了维护成本
- 可预先计算并规划的成本
- 响应时间和备件交付时间有保障，服务十分可靠
- 客户服务人员将为额外任务提供支持以及解决方案
- 来自单一来源的全面服务：接口更少，提供更多专有技术

联系方式

在全球范围内就近为您提供各种服务：针对工业自动化和驱动技术集团提供的所有产品，我们都为您提供咨询、销售、培训、服务、支持、备件等服务。

您可以在下列地址找到联系数据库中的人员联系方式：Internet (<http://www.siemens.com/automation/partner>)。

术语表

DP 从站

在 PROFIBUS 上采用 PROFIBUS DP 协议运行并根据标准 EN 50170 第 3 部分的规定执行动作的分布式 I/O 中的从站。DP 从站由 DP 主站进行寻址，并向其提供指定功能（I/O 数据、诊断等）。

→ *从站*

DP 主站

根据定义的算法与 DP 从站进行通信的 CPU 或设备。为此，DP 主站将使用某些功能与 PROFIBUS DP 定义的 DP 从站进行通信。它根据标准 EN 50170 第 3 部分的规定执行动作。

→ *主站*

DPV1

名称“DPV1”是指由 DP 协议提供的非循环服务（例如，包含新的中断）的功能扩展。DPV1 功能已包含在 IEC 61158/EN 50170 标准第 2 卷的 PROFIBUS 中。

FDL

Fieldbus Data Link（总线访问协议）使用 PROFIBUS 时的第 2 步。

HMI 设备

人机界面，用于实现自动化过程的可视化与控制的设备。

HSA

Highest Station Address。PROFIBUS 的总线参数。输出主动设备的最高 PROFIBUS 地址。被动设备则使用大于 HSA 的 PROFIBUS 地址，最高为 126。

PCF

Polymer Cladded Fiber（塑料光纤）

POF

Polymer Optical Fiber（由光导塑料制成的塑料光纤电缆）

PROFIBUS

PROcess Field BUS，在 IEC 61158-2 中为“Type 3”的标准位串行现场总线系统。在该标准中指定了功能、电气以及机械特性。

PROFIBUS 是用于将车间级和现场级中与 PROFIBUS 兼容的自动化系统和现场设备进行联网的总线系统。PROFIBUS 可采用协议 DP（= 分布式 I/O）、FMS（= 现场总线信息规范）或 PA（过程自动化）。

PROFIBUS 地址

连接到 PROFIBUS 上的设备的唯一标识。PROFIBUS 地址通过帧进行传输，用于对设备进行寻址。PC/PG PROFIBUS 地址为“0”。DP 主站和 DP 从站的 PROFIBUS 地址位于 1 至 125 范围内。

PROFIBUS 设备

一个 PROFIBUS 设备至少有一个 PROFIBUS 接口，带有一个电气 (RS 485) 接口或一个光纤 (Polymer Optical Fiber、POF) 接口。

PROFIBUS DP

使用 DP 协议且符合 EN 50170 的 PROFIBUS。DP 表示分布式 I/O，可实现快速、实时、循环的数据交换。从用户程序的角度来看，分布式 I/O 与集中式 I/O 的寻址方式完全相同。

PROFINET

基于组件的开放式工业通信系统，以分布式自动化系统的以太网为基础。这种通信技术由 PROFIBUS 用户组织推出。

RS 485

符合 ANSI TIA/EIA-RS485-A 的 PROFIBUS DP 异步传输过程。

RS 485 中继器

用于放大总线信号以及跨较长距离连接各段的设备。

SynchronousCycle

STEP 7 中的同步循环中断 OB 的名称。

Target-Rotation-Time (Ttr)

PROFIBUS 的总线参数。令牌是 PROFIBUS 上设备的发送权限。设备将测量到的令牌轮询时间与 Target-Rotation-Time 进行比较，并基于这种比较控制帧发送的优先级为高优先级或低优先级。

TIA Portal

TIA Portal

标准安装导轨

符合 EN 50022 要求的标准金属导轨。

标准安装导轨用于快速卡入式安装网络组件（如 OLM、中继器等）。

传输速率

指定每秒传输的位数。

从站

现场总线系统中的分布式设备，在经主站请求后，可与主站交换数据。从站全部为 DP 从站，如 ET 200SP、ET 200MP 和 ET 200AL。

工业以太网

在工业环境中构建以太网的指南。与标准以太网的主要区别在于各个组件的机械强度、载流能力和抗干扰能力。

过程映像

DP 主站的系统存储器中的地址区域。在开始执行循环程序时，将输入模块的信号状态传输到输入的过程映像中。循环程序执行结束时，将输出的过程映像作为信号状态发送给 DP 从站。

看门狗

用于监视运行就绪情况的机制。

设备

在 PROFIBUS 环境中，“设备”是以下内容的统称：

- 自动化系统（如 PLC、PC）
- 分布式 I/O 系统
- 现场设备（例如，液压设备、气动设备）
- 有源网络组件
- 与 AS-Interface 或其它现场总线系统之间的网关

可通过总线发送、接收或放大数据的设备，例如，通过 PROFIBUS DP 传送数据的 DP 从站。

设备

在 PROFIBUS 环境中，“设备”是以下内容的统称：

- 自动化系统（如 PLC、PC）
- 分布式 I/O 系统
- 现场设备（例如，液压设备、气动设备）
- 有源网络组件
- 与 AS-Interface 或其它现场总线系统之间的网关

可通过总线发送、接收或放大数据的设备，例如，通过 PROFIBUS DP 传送数据的 DP 从站。

拓扑

网络结构。常见结构有总线形拓扑、环形拓扑、星形拓扑和树形拓扑。

网段

两个终端电阻之间的总线为一个总线网段。

一个总线网段中最多可以包含 32 个总线节点。网段可以通过 RS 485 中继器或诊断中继器来连接。

诊断

用于对错误、故障和报警进行检测、定位、分类、显示和进一步判断的监视功能。诊断在设备运行期间自动运行。通过缩短调试时间和停工时间，来提高系统/设备的可用性。

智能从站

通过 CPU 的“智能从站”功能，可与 DP 从站交换数据，例如，可用作某些过程的智能预处理单元。智能从站是以 DP 从站的角色连接到“上位”DP 总站的。

终端

总线网段中的终端电阻，传输速率为 9.6 kbps 至 12 Mbps。电源与总线节点分开。

终端电阻

用于为防止传输介质中发生反射而将数据传输线两端端接的部件。

主站

主设备持有令牌，可以向其它设备发送数据并接收来自这些设备的数据（= 主动设备）。

子网

网络的一部分，其参数必须与各设备进行同步（例如，通过 PROFIBUS）。子网中包含总线组件和所有连接的站。

自动化系统

可编程逻辑控制器，用于对过程工程组态行业和制造技术的过程链进行开环和闭环控制。根据自动化任务的不同，自动化系统可包含各种不同的组件和集成系统功能。

总线

用于连接所有节点的公用传送线路，具有两个定义的端点。

对于 PROFIBUS，总线是一条两线制线路或光缆。

总线连接器

在节点和总线电缆之间进行物理连接。

总线系统

所有物理连接到总线电缆的站构成一个总线系统。

索引

C

CANopen 模块, 32

D

DP 从站, 46

 作为, 86

DP 主站

 作为, 86

DP/AS-i F-Link, 33

DP/AS-i LINK Advanced, 33

DP/AS-Interface Link 20E, 33

DP/DP 耦合器, 32

DP/PA 总线链接器, 32

F

FastConnect 系统, 21

G

GAP 因子, 57

I

I/O 地址, 73

I/O 通信, 14

IE/PB Link PN, 31

IO 系统

 数据交换, 87

IO 系统之间的数据交换, 87

IWLAN/PB Link PN IO, 31, 43

M

M12

 总线连接器, 25

 总线终端电阻, 25

M12 总线终端电阻, 25

P

PROFIBUS

 PROFIBUS DP, 11

 RS 485 电缆, 19

 安装, 17

 地址, 48

 设备, 12

 协议, 10

PROFIBUS DP

 定义, 10

 分配 DP 从站, 46

 接口, 16

 连接 PROFINET, 44

 设备与名称, 13

 应用, 11

PROFIBUS DP 接口

 属性, 16

 在 STEP 7 中的表示, 16

PROFIBUS 地址, 48

 HSA, 49

 更改, 48

PROFIBUS 终端, 31

PROFINET 代理功能, 44

R

RS 485 电缆, 21

RS485 中继器

说明, 30

拓扑, 37

S

SYNC/FREEZE, 81

A

安装, 17

FastConnect, 21

电缆, 19

拓扑, 37

有源网络组件, 30

总线连接, 23

B

编程等时同步模式, 74

标识和维护数据 (I&M 数据), 65

C

参数分配, 45

D

等时同步模式

更改参数, 76

示例, 68

顺序, 原则, 69

说明, 66

用于等时同步模式的对话框, 77

诊断, 75

中断, 75

等时同步模式示例, 68

地址分配, 48

电缆, 19

电缆组态, 52

F

非循环数据交换, 80

G

光纤, 28

光纤电缆, 26

PCF, 27

玻璃, 28

光纤环网, 52

塑料, 27

光纤环网, 52, 53

光学链路模块, OLM

说明, 35

拓扑, 42

光学总线终端, OBT, 35

过程映像分区, 73

H

恒定总线循环时间, 59

J

计算总线时间, 54

将 PROFIBUS DP 与 PROFINET IO 相连, 44

M

目标轮询时间, 57

S H

时隙时间, 53, 57

手动减小 DP 循环时间, 60

T

通信

I/O 通信, 14

通信负载, 54

同步, 顺序, 69

同步循环, 同步循环中断 OB, 75

同步循环中断, 73

同步循环中断 OB, 同步循环, 75

拓扑

OLM, 42

RS485 中继器, 37

WLAN, 43

将 PROFIBUS DP 与 PROFINET 相连, 44

W

网络, 18

电气, 传导, 30

光学, 35

光学-电气, 18

拓扑, 37

选择标准, 18

网络设置, 49

网络设置配置文件

DP, 标准, 49

用户自定义, 51

网络组件

CANopen 模块, 32

DP/AS-i F-Link, 33

DP/AS-i LINK Advanced, 33

DP/AS-Interface Link 20E, 33

DP/DP 耦合器, 32

IE/PB Link PN, 31

IWLAN/PB Link PN IO, 31

OBT, 光学总线终端, 35

OLM, 光学链路模块, 35

PROFIBUS 终端, 31

RS 485 电缆, 19

RS485, 30

光纤电缆, 26

诊断中继器, 31

总线连接, 21

X

显示, 诊断消息, 62

寻址, 45

Y

硬件

参数分配, 45

组态, 45

Z H

诊断, 61

等时同步模式、错误和解决方法, 75

显示屏报警, 62

智能从站, 96

诊断中继器

级联深度, 39

说明, 31

拓扑, 39

诊断, 64

智能从站 (智能 DP 从站)

 诊断, 96

 中断行为, 96

中断

 DPV1, 83

 等时同步模式, 75

中断 OB, 83

重试限制, 53, 57

Z

总线参数

 说明, 55

 调整, 53

 值范围, 57

总线端子

 M12, 25

 RS 485, 25

总线连接器

 IP20, 23

 M12, 防护等级 IP65, 25

总线配置文件, 用户自定义, 57

组件, (??????)

组态, 45

组态等时同步模式, 72

 DP 从站, 72

 更新过程映像分区, 73

 基本操作步骤, 71

 要求, 70

最大电缆长度

 最大电缆长度, 21

SIEMENS

SIMATIC

IO-Link 系统

功能手册

前言

指南

1

系统概述

2

集成到自动化系统

3

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 © 的都是西门子股份有限公司的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档用途

在本功能手册中，对 IO-Link 通信系统进行了简要介绍。

在本手册中，介绍了 IO-Link 系统中各组件的相互作用，便于用户快速了解 IO-Link。

所需基本知识

要理解本文档中的内容，需要具备以下基本知识：

- 有关自动化技术的基本知识
- SIMATIC 工业自动化系统的基本知识
- 熟练掌握 STEP 7

本文档的适用范围

本文档是介绍西门子产品 IO-Link 系统的基本文档。产品文档基于本文档。

约定

在本文档中，使用“STEP 7”指代组态与编程软件“STEP 7 (TIA Portal)”的所有版本。

另请遵循以下注意事项：

说明

这些注意事项中包含有关本文档中所介绍的产品、产品操作或应特别关注部分的重要信息。

更多支持

- 有关技术支持的信息，请参见“Siemens 工业在线支持 (页 4)”部分。
- 有关各种 SIMATIC 产品与系统的技术文档，敬请访问 Internet。
- 有关在线产品目录和在线订购系统，请参见“网上商城 (页 5)”部分。

安全信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业安全保护机制。Siemens 的产品和解决方案仅构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在必要时并采取适当安全措施（例如，使用防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

此外，需遵循西门子发布的有关安全措施指南。更多关于可执行的工业安全措施的信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。Siemens 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果所用的产品版本不再支持，或未更新到最新版本，则会增加客户遭受网络攻击的风险。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 Siemens 工业安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**

提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。

- **应用示例**

提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。

- **服务**

介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。

- **论坛**

提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。

- **我的技术支持**

该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<http://www.siemens.com/automation/service&support>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

目录

	前言	3
1	指南	7
2	系统概述	8
2.1	IO-Link 的优势	9
2.2	IO-Link 系统概述	11
2.3	IO-Link 接口	13
2.4	IO-Link 协议	15
2.5	设备配置文件	17
2.6	IODD 和端口组态工具 - S7-PCT	18
2.7	IO-Link 规范 V1.0 和 V1.1 之间的差异	20
3	集成到自动化系统	21
3.1	IO-Link 系统的组态	21
3.1.1	使用 S7-PCT 进行组态	23
3.1.2	不使用 S7-PCT 进行组态	26
3.1.3	组态方式概述	28
3.2	自动化系统和 HMI 设备的数据访问	30
3.3	在工厂操作过程中更改并保存设备参数	31
3.4	在操作过程中更换主站或设备	33
	索引	34

指南

文档

西门子推出有各种 IO-Link 产品，每个产品都有自己相应的文档。IO-Link 产品已嵌入在系统中（如，ET 200SP）。系统文档由相应的系统手册、功能手册和手册组成。此外，在组态和编程带有 IO-Link 的自动化系统时，可参见 STEP 7 在线帮助和 Port Configuration Tool - S7-PCT 在线帮助。

西门子的 IO-Link 组件

西门子推出了各种 IO-Link 产品并提供相应的技术支持：

- 主站
- 设备，I/O 模块
- 设备，工业开关装置
- 设备，RFID 系统（RFID = 射频识别）
- 端口组态工具 - S7-PCT
(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/32469496>)
- IO-Link 库 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/82981502>)，包含块“IO_LINK_MASTER”和“IO_LINK_DEVICE”
- IO-Link (<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109737170>) 主题概述
有关产品的更多信息，敬请访问 Internet (<http://www.siemens.com/io-link>)。

有关 IO-Link 的更多文档

有关 IO-Link 产品的最新文档，可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/ps/15818/man>) 上免费下载。

系统概述

简介

与最低现场级设备进行向下持续通信时，要求传感器和执行器具有较强的功能与性能。传感器和执行器的性能较高时，设备和工厂的运行将更为高效。

在传感器/执行器级，通过标准接口（数字量，模拟量）只能交换实际过程值。如今，传感器和执行器中集成有智能功能，可完美应用于复杂程度不断提升的各种应用中。不仅如此，还需要根据具体需求对通信接口进行量身定制。

定义

IO-Link 是一种创新型点到点通信接口，适用于符合 IEC 61131-9 标准的传感器/执行器应用领域。

IO-Link 包含以下系统组件：

- IO-Link 主站
- IO-Link 设备
- 3 线制或 5 线制非屏蔽标准电缆
- 对 IO-Link 进行组态和分配参数的工程组态工具

2.1 IO-Link 的优势

在连接传感器/执行器时，如果将 IO-Link 系统用作数字量接口，则具有以下显著优势：

- 符合 IEC 61131-9 的开放式标准
 - 各种设备均采用相同方式集成在所有传统现场总线系统和自动化系统中。
- 使用一种工具即可完成参数设置和数据统一管理
 - 快速组态和调试
 - 轻松创建工厂最新文档（含传感器/执行器）
- 传感器/执行器采用简单统一的接线方式，且所用接口极少
 - 传感器和执行器采用统一的标准接口，与自身的复杂程度无关（开关信号、测量信号、多通道信号、二进制信号、混合信号等）
 - 所用类型和库存显著降低
 - 快速调试
 - IO-Link 设备与 IO-Link 主站上不带 IO-Link 的传感器/执行器可进行任意组合
- 传感器/执行器与 CPU 间持续通信
 - 可访问所有过程数据、诊断数据和设备信息
 - 可访问设备特定数据，例如能源数据
 - 可执行远程诊断
- 持续诊断数据可向下传送到传感器/执行器级
 - 故障排除工作量大幅降低
 - 故障风险降至最低
 - 采用预防性维护与优化服务和维护计划
- 通过控制器或 HMI 操作员动态更改传感器/执行器参数
 - 产品更换时的停机时间显著降低
 - 显著提高了设备的多样性

2.1 IO-Link 的优势

- 在操作过程中更换设备时，自动重新分配参数
 - 停机时间降至最低
 - 即使未经培训的人员，也可完成设备更换，而无需其它帮助
 - 有效避免设置错误
- 集成设备标识
 - 已安装设备标识
 - 设备更换时，确保生产与制造质量不受影响

2.2 IO-Link 系统概述

组件

IO-Link 系统包含以下组件：

- IO-Link 主站
- IO-Link 设备，如：
 - 传感器/执行器
 - RFID 阅读器
 - I/O 模块
 - 阀
- 3 线制或 5 线制非屏蔽标准电缆
- 对 IO-Link 进行组态和分配参数的工程组态工具

带有 IO-Link 的工厂示例

下图显示了带有 IO-Link 的工厂架构示例。

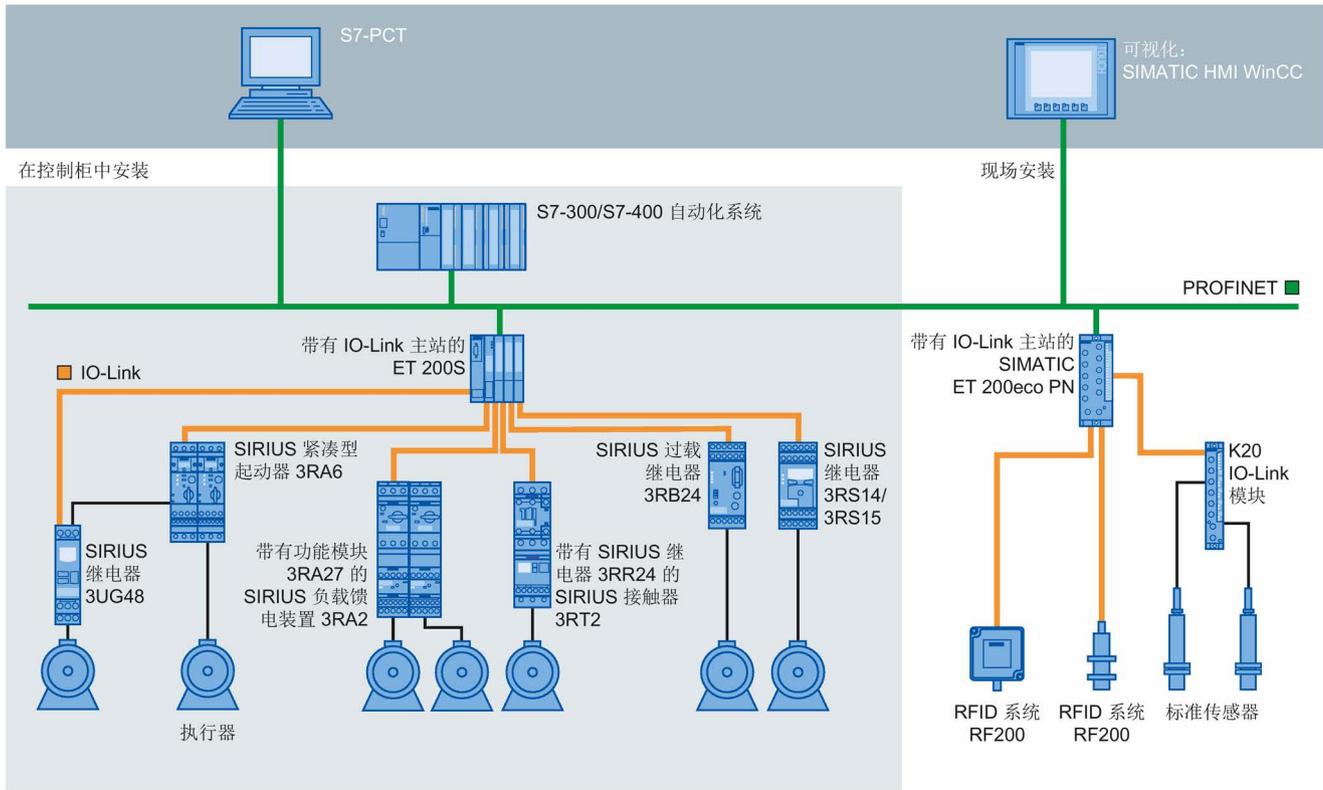


图 2-1 带有 IO-Link 的工厂架构

IO-Link 主站在 IO-Link 设备和自动化系统间建立连接。当 IO-Link 主站作为 I/O 系统的组件时，既可安装在控制柜中，也可直接安装在现场，作为防护等级为 IP65/67 的远程 I/O。IO-Link 主站通过各种现场总线或产品特定的背板总线进行数据通信。IO-Link 主站可配有多个 IO-Link 端口（通道）。IO-Link 设备可连接各个端口（点到点通信）。

工程组态

IO-Link 系统能并行组态到整个自动化系统中并可嵌入其中构成网络结构。

2.3 IO-Link 接口

简介

IO-Link 是一种双向的点到点串行连接，可通过任何网络、现场总线或背板总线中进行信号传输和电源供电。

防护等级为 IP65/67 的连接系统

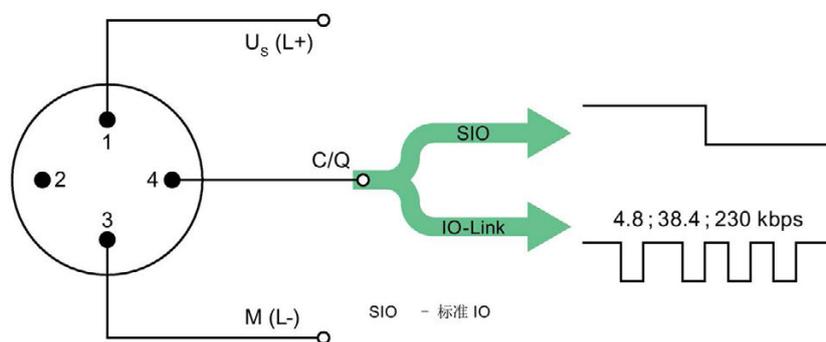
M12 连接器和其它连接器用于防护等级为 IP65/67 的连接系统；传感器具有一个 4 引脚连接器，执行器具有一个 5 引脚连接器。IO-Link 主站通常配有一个 5 引脚的 M12 插座。

符合 IEC 60974-5-2 的引脚分配按如下指定：

- 引脚 1：24 V
- 引脚 3：0 V
- 引脚 4：转换或通信电缆 (C/Q)

除了 IO Link 通信，这三个引脚还可连接设备电源。

有关电源的详细信息，请参见所用 IO-Link 主站的文档说明。



引脚	信号	定义	标准
1	$U_s (L+)$	24 V	IEC 61131-2
2	-	未定义	-
3	$M (L-)$	0 V	IEC 61131-2
4	Q	开关信号 DI, DQ (SIO)	IEC 61131-2
4	C	“编码后的开关信号” (IO-Link)	IEC 61131-9

图 2-2 IO-Link 设备引脚分配

防护等级为 IP65/67 的端口类型

IO-Link 主站规范中提供了两种类型的端口：

- A 类端口（类型 A）

对于此类型，未分配引脚 2 和 5 的功能。由制造商定义此功能。通常，会为引脚 2 分配一个附加数字量通道。

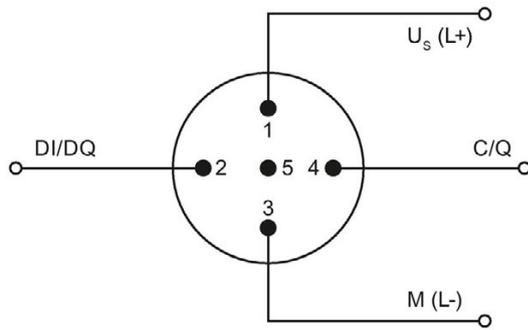


图 2-3 A 类端口的引脚分配

- B 类端口（类型 B）

此类型提供了附加电源电压，适用于连接具有较高电源需求的设备。此时，引脚 2 和 5 可连接附加（电隔离）电源电压，通过一根 5 线制标准电缆连接该附加电源电压。

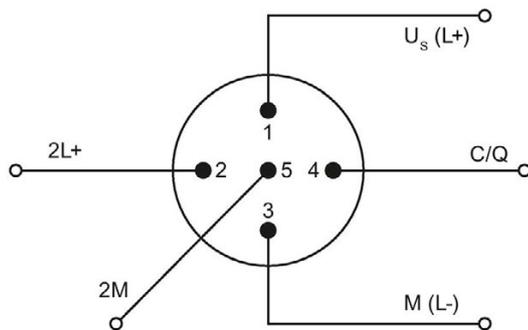


图 2-4 B 类端口的引脚分配

连接电缆

设备通过 3 线制或 5 线制非屏蔽标准电缆与主站相连接（最长 20 m），通过标准电缆连接传感器。安装电缆时，无需屏蔽或符合特殊规定。

2.4 IO-Link 协议

操作模式

主站 IO-Link 端口可通过下列模式工作：

- IO-Link:
该端口用于进行 IO-Link 数据通信。
- DI:
该端口将用作一个数字量输入。
- DQ:
该端口将作为一个数字量输出。
- 禁用:
该端口禁用。

传输速率

在 IO-Link 规范 V1.1 中，IO-Link 操作模式中定义了三种数据传输速率（波特率）：

- COM 1 = 4.8 kbps
- COM 2 = 38.4 kbps
- COM 3 = 230.4 kbps（符合规范 V1.0 的选项）

IO-Link 设备仅支持其中一种定义的数据传输速率。符合规范 V1.1 的 IO-Link 主站支持所有数据传输速率，并自动调整为设备支持的数据传输速率。

IO-Link 系统响应时间

IO-Link 系统响应时间提供有关设备与主站间数据传输频率和速率的信息。响应时间取决于多种因素。

设备最小循环时间值存储在设备的设备描述文件 IODD (页 18) 中。此值指示主站可寻址设备的时间间隔，对响应时间具有很大的影响。主站还需要内部处理时间，在计算响应时间时会考虑此值。

在主站上，可组态不同最小循环时间的设备。这些设备的响应时间也不同。换言之，连接到主站的各设备响应时间可能有很大差别。

组态主站时，除了指定存储在 IODD 中的设备特定最小循环时间，还可以指定固定循环时间。主站随后便可根据此规范访问设备。

根据设备的有效循环时间和主站的典型内部处理时间，计算得出该设备的典型响应时间。

传输性能

IO-Link 是一种功能非常强大的通信系统。此通信系统的工作电压为 24V。如果传输失败，此帧将重复两次以上。IO-Link 主站仅检测第二次重复尝试失败后的通信中止，并将此信息报告给上一级的 CPU。

数据类型

提供了四种数据类型：

- 过程数据 → 循环数据
- PQI → 循环数据
- 设备数据 → 非循环数据
- 事件 → 非循环数据

过程数据

设备的过程数据以数据帧形式循环传送，而过程数据大小由设备确定。每台设备（分别为输入和输出）可支持 0 到 32 字节的过程数据。

端口限定符信息 (PQI)

每个端口都有一个端口限定符信息 (PQI)。该 PQI 用于提供有关端口和 IO-Link 的设备状态信息。PQI 与过程数据一同循环传输。系统默认禁用 PQI。

设备数据

设备数据可以是参数、标识数据或诊断信息。这些数据在 IO-Link 主站请求时进行循环交换。设备数据可写入设备，也可从设备中读取。

事件

发生事件时，设备会向主站发出信号，说明发生了事件。随后主站将读取事件。事件可以是错误消息（例如，短路）和警告/维护数据（例如，灰尘、过热）

错误消息由 IO-Link 主站从设备传送到 CPU 或 HMI。

IO-Link 主站还可传送事件和状态。例如，断路、通信中止或过载等此类事件。

设备参数或事件的传输独立于过程数据的循环传输。传输不会相互影响或削弱。

启动 IO 系统

如果主站端口设置为 IO-Link 模式，IO-Link 主站将尝试与所连的 IO-Link 设备通信。为此，IO-Link 主站应发送已定义信号，并等待 IO-Link 设备应答。

IO-Link 主站首先尝试以定义的最高数据传输速率通信。如果此传输尝试失败，IO-Link 主站将尝试以最低数据传输速率通信。设备始终仅支持一种定义的数据传输速率。

如果主站收到应答，通信将开始。首先交换通信参数。需要时，将存储在系统中的参数传送到设备。

然后开始进行过程数据和值状态的循环数据交换。

2.5 设备配置文件

简介

设备配置文件针对 IO-Link 定义，以将 CPU 用户程序对设备的访问标准化。

数据结构、数据内容和基本功能均在设备配置文件中定义。这样便可为多台具有相同设备配置文件的设备实现标准用户视图和相同的程序存取。

IO-Link 配置文件

当前为 IO-Link 定义了“智能传感器配置文件”设备配置文件。此配置文件非常适合于测量传感器。换言之，除了转换点，还传输测量值。

此外，开关装置（如接触器）还支持 IEC 61915-2 中定义的 LVSG（低压开关装置）配置文件。

2.6 IODD 和端口组态工具 - S7-PCT

设备描述 IODD

每台设备均提供有一个电子设备描述 IODD 文件 (IO Device Description)。IODD 提供了丰富的系统集成信息:

- 通信属性
- 设备参数 (值范围和默认值)
- 标识、过程和诊断数据
- 设备数据
- 文本描述
- 设备映像
- 制造商徽标

所有制造商的所有设备均具有相同的 IODD 结构。在主站制造商提供的 IO-Link 组态工具 (西门子为 S7-PCT) 中, IODD 的结构通常相同。这样, 可确保所有 IO-Link 设备的处理方式均相同, 而与制造商无关。

同时支持 V1.0 和 V1.1 功能的设备, 可采用两种不同的 IODD 版本。

IODDfinder

IODDfinder 是一种跨供应商的 IO-Link 统一数据库。

该数据库中包含有设备制造商的最新 IODD, 可作为信息与下载平台。

IODDfinder 可从 Internet (<https://ioddfinder.io-link.com>) 下载。

IO-Link 组态工具

需要组态工具来组态整个 IO-Link 系统。主站制造商的 IO-Link 组态工具可读取 IODD。

IO-Link 组态工具的主要任务包括:

- 为主站端口分配设备
- 在主站地址范围内分配端口地址
- 分配 IO-Link 设备参数

可在所连设备上执行诊断。

这意味着 IO-Link 组态工具支持以透明方式表示到现场级的 IO-Link 系统。

西门子推出的 S7-PCT, 用于对 IO-Link 系统进行工程组态。

带有设备 IODD 的 S7-PCT

下图给出了带有设备 IODD 的 S7-PCT 的一部分，其中包含设备信息。

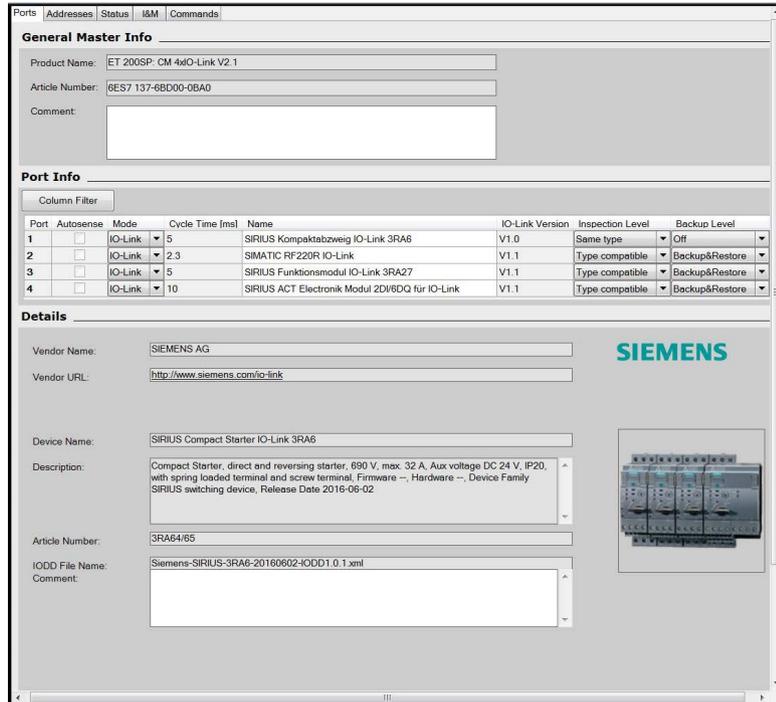


图 2-5 带有设备 IODD 的 S7-PCT 及其中包含的设备信息

2.7 IO-Link 规范 V1.0 和 V1.1 之间的差异

规范

IO-Link 系统的技术定义在 IO-Link 协会规范中进行了说明。首先创建了规范版本 1.0。IO-Link 系统的进一步开发和附加功能产生了版本 1.1。

版本 1.1 的主要增强包括：

- 操作过程中设备更换，进行数据备份（备份与恢复）
- IO-Link 主站的数据传输速率强制为 230.4 kbps

IO-Link 设备组合

组合 IO-Link 设备时，请注意以下内容：

- 只有符合 V1.0 的 IO-Link 设备才可在符合 V1.0 的 IO-Link 主站上运行。
- 符合 V1.0 和 V1.1 的 IO-Link 设备可在符合 V1.1 的 IO-Link 主站上运行。
- 仅当 IO-Link 设备同样支持数据备份和能和 230.4 kbps 的数据传输速率时，IO-Link 主站 V1.1 及以上版本才能使用这些功能。

集成到自动化系统

3.1 IO-Link 系统的组态

简介

IO-Link 系统通过几步进行组态。第一步，将该主站集成到自动化系统中并进行组态。第二步，对 IO-Link 设备进行组态。

集成到自动化系统中

使用 SIMATIC S7 CPU 时，可使用组态工具 STEP 7 V5.x 或 STEP 7 (TIA Portal) 进行组态。

在自动化系统或现场总线的组态中，可使用 IO-Link 主站表示 IO-Link 系统，并通过 STEP 7 或 GSD 文件进行集成。

而 IO-Link 主站可以是一个现场总线节点（如，ET 200eco PN IO-Link 主站），也可以是与现场总线相连接的模块化 IO 系统的一部分（如，ET 200SP IO-Link 主站）。在这两种情况下，均需在 STEP 7 或 GSD 文件中对端口数量、地址范围和模块属性进行说明。

STEP 7 (TIA Portal) 中的组态示例

下图显示的 PROFINET 组态中，IO-Link 主站集成有 PROFINET 设备 ET 200SP 和 ET 200ecoPN。

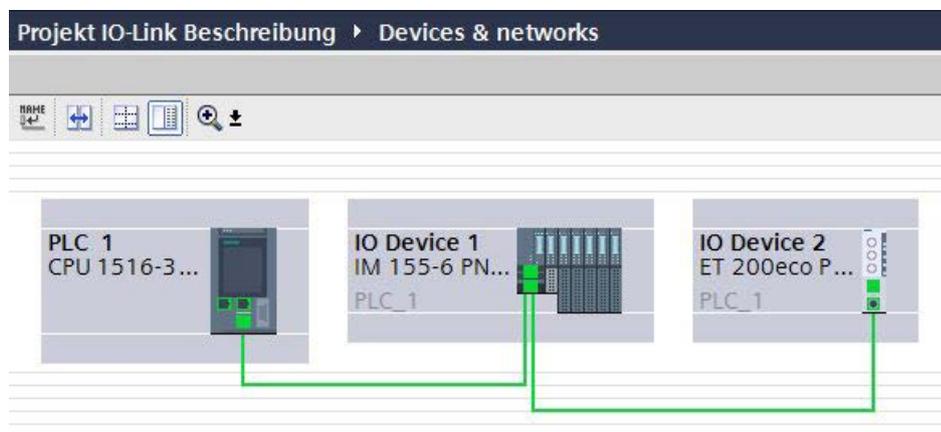


图 3-1 组态带有下位 IO-Link 主站的 PROFINET 网络

3.1 IO-Link 系统的组态

在该 PROFINET 的设备的设备视图，可执行以下操作：

- 对端口进行参数设置
- 指定 IO-Link 与循环数据（过程值）进行交换时的输入和输出地址范围。

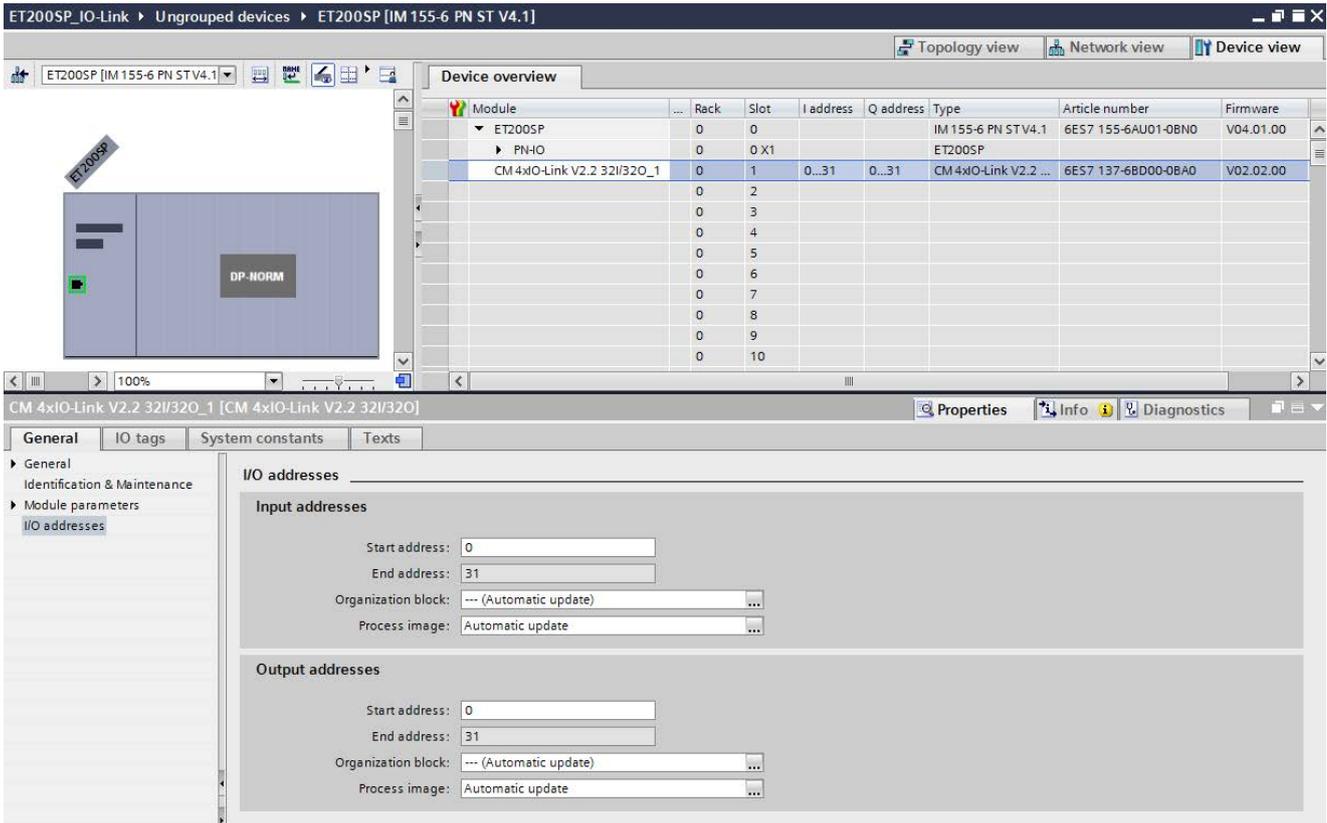


图 3-2 设置了 IO-Link 地址范围的设备视图

此外，还可设置 IO-Link 主站的模块特性，定义 IO-Link 系统的组态和参数设置方式。此时，可选择是否适用组态工具 S7-PCT。

说明

IO 数据长度

为确保操作顺利执行，组态 IO-Link 主站时选择的 IO 数据长度至少应与所有相连 IO-Link 设备的 IO 数据长度相同。

3.1.1 使用 S7-PCT 进行组态

简介

在下文中，将介绍如何使用 S7 端口组态工具 (S7-PCT) 组态 IO-Link 主站。

S7-PCT 不仅可显示完整的系统架构以及连接 IO-Link 设备的所有路由，而且还可 IO-Link 系统进行详细组态和参数设置。

通过 S7-PCT，可通过设备制造商提供的 IODD 轻松组态 IO-Link 设备。

在 S7-PCT 在线视图中，可显示 IO-Link 设备的详细诊断状态和过程值。

使用 S7-PCT 进行组态

选择选项“使用 S7-PCT 进行组态”时，也可使用 S7-PCT 对 IO-Link 主站的端口进行设置。

这些设置包含有：

- 各端口的地址范围
- 更换 IO-Link 设备时的特性
- 设置检查所连接 IO-Link 设备类型的标识数据

在 STEP 7 中，可从 HW Config 启动 S7-PCT。

在 S7-PCT 中，可显示自动化系统中已组态的所有西门子 IO-Link 主站。

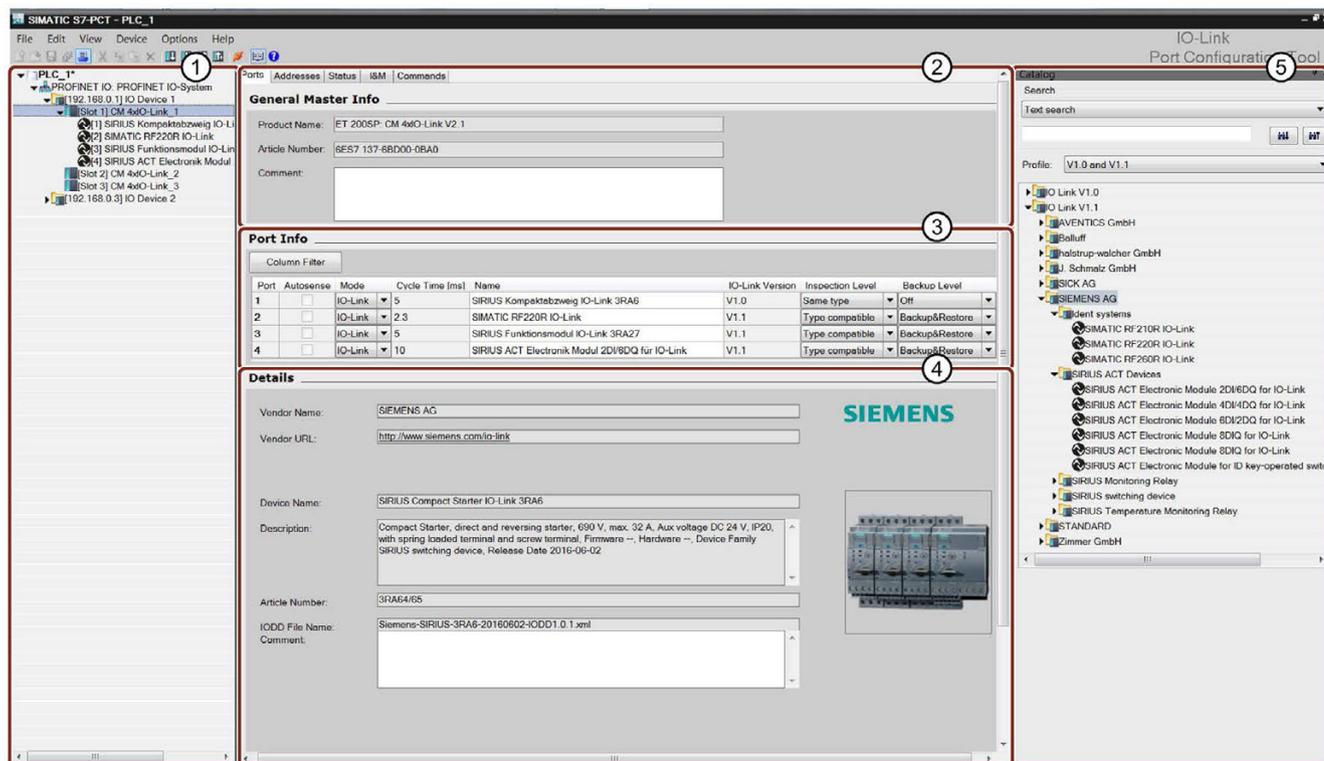
选择某个 IO-Link 主站后，可为所需 IO-Link 设备分配相应的 IO-Link 端口。

为此，可在设备目录中选择相应的 IO-Link 设备（或 IODD），然后拖放到 IO-Link 主站的端口处。

S7-PCT 中的组态示例

下图显示了 S7-PCT 中 IO-Link 主站的组态。

该 S7-PCT 视图显示了各种信息：



- ① 上位现场总线和下位 IO-Link 主站概览/结构
- ② 所选 IO-Link 主站的详细信息
- ③ 所选 IO-Link 主站的 IO-Link 端口的当前组态
- ④ 所选 IO-Link 设备的详细信息
- ⑤ 设备目录，带有不同制造商 IO-Link 设备的 IODD

图 3-3 在 S7-PCT 中组态 IO-Link 主站

端口地址范围

除了为 IO-Link 主站端口分配 IO-Link 设备外，还可更改端口的默认地址范围。IO-Link 主站传输接收来自位于此地址范围内的 IO-Link 设备的过程值，并为上一级自动化系统提供这些过程值。

要设置地址范围，可选择“地址”(Addresses) 选项卡。

设置设备参数

要能根据相应应用任务调整设备，需要进行特定的参数设置。可能的参数和设置值包含在各设备的 IODD 中。可在 S7-PCT 中直接设置设备参数。

在项目树（左侧的树）中选择相应的设备后，可在“参数”(Parameters) 选项卡中设置该设备的参数。

下图显示了 IO-Link 设备的参数分配示例：

Parameter	Value	Icon	Unit	Status	Help
Parameters					
Parameter Data					
System command					
Device Reset	Device Reset				
Restore Factory Setting	Restore Factory Setting				
Device access locks					
Parameter (write) Access	Locked	🔒		changed	
Data Storage	Unlocked				
Operating system functions					
index131 - Group diagnostics	enabled				enable/disable automatic signaling to PLC
index131 - Group error diagnostics	enabled				enable/disable automatic signaling of error messages to PLC
index131 - Local threshold change	enabled	▼			enable/disable local threshold changing via buttons
index131 - Local parameter change	enabled				enable/disable local parameter changing via buttons
index131 - Local reset	enabled				enable/disable local reset via buttons
index131 - Retentive error memory	disabled				enable/disable remanent saving of error messages in the event of a power fa...
index131 - Analog value coding	Tmax [°C] (5)				choose the analog value trasmitted cyclically in the process image
Temperature monitoring					
index131 - Temperature monitoring mode	Range monitoring	🔽		changed	set the value of temperature monitoring mode
index131 - Temperature unit	°C				choose the temperature unit for display and monitoring (°C or °F)
index131 - ON-delay time (at Power ON)	enabled				enable/disable starting of delay time at Power-ON
index131 - ON-delay time (at manual reset)	enabled				enable/disable starting of delay time at manual reset of the device
index131 - ON-delay time	0.0		s		set the value of ON-delay time
index131 - Tripping delay time (if the temperat...)	0.0		s		set the value of tripping delay time (temperature overshoot or undershoot)
index131 - Temperature sensor type	PT100				choose the type of the connected temperature sensor(s)
index131 - Hysteresis	3	🔽		changed	set the value of hysteresis for automatic reset after overshoot or undershoot
index131 - Relay switching response	Closed-circuit principle (NC)				choose the circuit principle of relay switching
Thresholds					
index131 - Threshold #1	30	🔽		changed	set temperature threshold 1 for tripping (overshoot or undershoot depends o...
index131 - Threshold #2	20	🔽		changed	set temperature threshold 2 for tripping (overshoot or undershoot depends o...
index131 - Warning threshold for #1	28	🔽		changed	set temperature warning threshold 1 (overshoot or undershoot depends on ...
index131 - Warning threshold for #2	22	🔽		changed	set temperature warning threshold 2 (overshoot or undershoot depends on ...

图 3-4 设置 IO-Link 设备的参数值

可根据显示的默认值编辑和保存定义值范围内的值。

为 IO-Link 系统和整个自动化项目提供了 IO-Link 系统组态和设备参数。可选择保存和打印组态及参数。

3.1.2 不使用 S7-PCT 进行组态

简介

在下文中，将介绍如何不通过 S7 端口组态工具 (S7-PCT) 对 IO-Link 主站进行组态。

如果不使用 S7-PCT 组态 IO-Link 系统，则采用的方式有限。

STEP 7 或 GSD 文件可组态 IO-Link 主站的端口，但无法对下位 IO-Link 设备的参数进行设置。

不使用 S7-PCT 进行组态

在端口组态过程中，在 STEP 7 或 GSD 文件中可激活以下参数：

- 端口限定符信息 (PQI):
用于提供各种状态信息（如 IO-Link 端口的过程数据），该信息与 IO-Link 设备的输入数据一同传输。
- 操作模式
 - IO-Link 自动启动:
IO-Link 主站接受所连接的 IO-Link 设备并自动启动。
 - IO-Link 手动启动:
IO-Link 主站只接受与所设置供应商 ID 和设备 ID 相匹配的 IO-Link 设备。
所连接的 IO-Link 设备不会自动启动。
 - DI:
该端口将用作一个标准数字量输入。
 - DQ:
该端口将用作一个标准数字量输出。
 - 禁用:
该端口禁用。
- 输入数据的长度:
输入数据的过程数据长度
- 输出数据的长度:
输出数据的过程数据长度
- 供应商 ID:
设备制造商的 ID 编号。有关供应商 ID，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109748852>)。

- 设备 ID:
设备的 ID 编号。有关设备 ID，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109748852>)。
- 数据备份的检查级别：
 - 相同类型 (V1.0)，不带备份与恢复
 - 兼容类型 (V1.1)，不带备份与恢复
 - 兼容类型 (V1.1)，带备份与恢复
 - 兼容类型 (V1.1)，带恢复

下图显示了 STEP 7 或 GSD 文件中端口组态设置的示例：

Master Parameter

Port Configuration without S7-PCT
 Port Qualifier Information (PQI)

Port 1

Port Mode: IO-Link Autostart
Input Data Length: 9 Byte (8 Byte + PQI)
Output Data Length: 8 Byte
Vendor ID: 42
Device ID: 787201
Inspection / Backup-Level: Type compatible (V1.1) with Backup&Restore

图 3-5 STEP 7 或 GSD 文件中端口组态的设置

3.1.3 组态方式概述

简介

下表列出了 SIMATIC IO-Link 主站使用/不使用 S7-PCT 时的组态方式，以及各组态所支持的 IO-Link 主站固件版本。

组态方式对照表

下表简要列出了使用/不使用 S7-PCT 时的组态方式。

要求	使用 S7-PCT 进行组态	不使用 S7-PCT 进行组态	
		IO-Link 自动启动	IO-Link 手动启动
使用 IO-Link 设备描述 IODD	√	-	-
设置输入和输出数据的长度（每个端口）	自动	手动	手动
分配供应商 ID 和设备 ID	自动	-	手动（参见常见问题与解答 (https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109748852))
IO-Link 设备更换时的特性	可编程	-	可编程
IO-Link 循环时间可调整	√	-	-
IO-Link 设备参数可调整	√	-	-
显示 IO-Link 过程数据结构	√	-	-
监视 IO-Link 过程数据	√	-	-
显示 IO-Link 设备的诊断消息	√	-	-

SIMATIC IO-Link 主站的组态方式

下表简要列出了各 IO-Link 主站所支持的组态方式：

设备名称	订货号	固件最低版本	组态方式	
			使用 S7-PCT	不使用 S7-PCT
ET 200SP				
通信模块 IO-Link 主站 CM 4xIO-Link	6ES7137-6BD00-0BA0	V1.0.0	√	-
		V2.2.0	√	√
ET 200AL				
通信模块 CM 4xIO-Link 4xM12	6ES7147-5JD00-0BA0	V1.0.0	√	-
		V1.1.0	√	√
ET 200ecoPN				
IO-Link 主站 4 IO-L + 8 DI + 4 DO DC 24V/1,3A 8xM12	6ES7148-6JA00-0AB0	V6.1.0	√	-
IO-Link 主站 4 IO-L 4xM12	6ES7148-6JD00-0AB0	V1.0.0	√	√ (仅自动启动)
ET 200pro				
电子模块 EM 4 IO-LINK HF	6ES7147-4JD00-0AB0	V1.0.0	√	-
ET 200S				
电子模块 4SI IO-Link	6ES7138-4GA50-0AB0	V1.0.0	√	-
S7-1200				
SM1278 4xIO-LINK MASTER	6ES7278-4BD32-0XB0	V1.0.0	√	-

3.2 自动化系统和 HMI 设备的数据访问

循环数据交换

要在 IO-Link 设备和 CPU 间循环交换过程数据，IO-Link 数据应由 IO-Link 主站分配给之前设置的地址范围。CPU 用户程序通过这些地址访问和处理过程值。CPU 和 IO-Link 设备（例如 IO-Link 执行器）间的循环数据按反向顺序进行交换。

非循环数据交换

非循环数据（如设备参数或事件）通过固定索引和子索引区域进行交换。CPU 借助系统机制（例如，读取状态的在线功能）访问数据。可使用索引和子索引区域访问特定设备信息（例如，要在操作期间重新分配设备或主站参数）。

函数块“IO_LINK_MASTER”和“IO_LINK_DEVICE”

除了组态和设置 IO-Link 系统并将其集成到整个自动化系统中，还需要编写 CPU 用户程序。

S7-300、S7-400、S7-1200 和 S7-1500 产品系列控制器可通过函数块“IO_LINK_MASTER”和“IO_LINK_DEVICE”进行非循环数据交换。

函数块“IO_LINK_MASTER”用于读取所有相关函数以及对 IO-Link 主站的所有访问；函数块“IO_LINK_DEVICE”则用于读取对 IO-Link 设备的所有访问。

函数块“IO_LINK_MASTER”可用于恢复 IO-Link 主站中保存的所有参数，通常在更换 IO-Link 主站时使用。

说明

函数块“IO_LINK_MASTER”和“IO_LINK_DEVICE”

函数块“IO_LINK_MASTER”和“IO_LINK_DEVICE”将替代之前“IOL_CALL”块的功能。

参考

有关带有集成说明的 IO-Link 块库，可从 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/82981502>) 上下载。

有关 HMI 设备中使用块库的应用示例，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/90529409>)。

3.3 在工厂操作过程中更改并保存设备参数

更改设备参数

在操作过程中，可对设备参数进行调整。

更改后的参数将在所运行的设备中生效，并永久性地保存在该设备中。

通过以下几种方式，可在操作过程中进行参数调整：

- 使用工程组态工具（如，在工厂调试过程中）
- 通过 CPU 用户程序（程序控制）
- 通过 HMI（在批生产变更和过程优化期间，由工厂操作员进行）
- 通过本地设备操作（设备上的操作单元）

保存设备参数（备份）

在工厂调试或更改过程中，也可将参数设置保存到 IO-Link 主站中。

该数据备份操作取决于 IO-Link 主站端口的特性设置。

在此，可设置以下数据备份级别：

- 无
IO-Link 主站中无数据备份。
- 备份与恢复
每当设备参数发生变更时，更改后的数据将自动保存在 IO-Link 主站中（参见“触发备份”部分）。
- 恢复
IO-Link 主站中无自动数据备份。

IO-Link Version	Inspection Level	Backup Level
V1.0	No check	Off
V1.1	Type compatible	Backup&Restore
V1.1	Type compatible	Backup&Restore
V1.1	Type compatible	Backup&Restore

图 3-6 S7-PCT 中的数据备份级别概述

说明

IO-Link 规范 V1.0

符合 IO-Link 规范 V1.0 的 IO-Link 主站和设备不支持该功能；无法设置数据备份（数据备份：无）。

请注意，设备更换时 IO-Link 主站和 IO-Link 设备的特性取决于数据备份级别的设置。有关两者间相互关系的更多信息，请参见“在操作过程中更换主站或设备 (页 33)”部分。

触发备份

要求

- 已设置了正确的数据备份级别。
- 当前所用的 IO-Link 主站和 IO-Link 设备支持该功能（IO-Link 规范 V1.1）。

操作步骤

可通过以下几种方式触发数据备份：

- 在工程组态工具中：
将工程组态设置下载到设备中后，IO-Link 设备立即触发备份操作。
- 在 CPU 用户程序中：
IO-Link 设备参数可通过用户程序依次更改。
此时，只能通过一条系统命令触发备份操作。参数变更后，该系统命令必须通过用户程序进行触发。
并通过 CPU 中的函数块进行参数更改和调用系统命令触发备份操作。
- 通过 HMI：
也之前相同，也通过用户程序进行触发。
工厂操作员在 HMI 设备上触发所需的系统命令。
- 在 IO-Link 设备上本地操作：
确认 IO-Link 设备上的输入后，IO-Link 设备将启动备份操作。

3.4 在操作过程中更换主站或设备

更换设备

在操作过程中更换设备很常见，要求尽量降低工厂的停机时间。因此应快速更换设备并避免错误的设置。设备也可由操作员更换，而无需特殊专业知识和帮助。

如果使用主站的备份功能，则主站将在设备更换时自动为新设备提供所保存的参数。设备更换的设置选项有：

- 备份与恢复
主站端口设置为“备份与恢复”。由于主站已使用备份功能保存了最新的参数更改，因此新设备可直接用作所替换的设备。
- 恢复
主站端口设置为“恢复”。新设备将应用上一次备份时保存在主站中的参数设置。如果上一次备份后，又进行了参数更改，则更改部分将不会保存到主站中，也不会用于新设备中。
新设备的特性可能与所更改设备的特性有所不同。在对于工厂进行短期优化而不希望将更改部分保存到工厂备份时，通常采用上述操作。

说明

现场校准传感器

如果所用的传感器必需根据现场特定环境进行相应调整，则在更换设备后必需重新进行校准。

备份操作不含现场校准数据。重新进行现场校准后，新设备将按照已更改设备的方式进行运行。

更换主站

仅在极少数情况下，需要在操作过程中更换主站。这样，即可避免长时间的工厂停机。因此应快速更换设备并避免错误的设置。设备也可由操作员更换，而无需特殊专业知识和帮助。

用户可将主站/与主站相连设备的组态和参数数据保存在 CPU 中，并在主站更换后下载到新主站中。

为此，可使用 S7-CPU 中的相应的函数块执行该操作。

有关函数块的更多信息，请参见“自动化系统和 HMI 设备的数据访问 (页 30)”部分。

索引

I

IODD

设备描述, 18

IO-Link

协议, 15

优势, 9

规范, 20

定义, 8

组件, 7

组合, 20

组态工具, 18

响应时间, 15

接口, 13

S

S7-PCT

组态示例, 24

G

过程数据, 16

C H

传输性能, 16

传输速率, 15

S H

设备参数, 25

更改, 31

保存, 31

设备配置文件, 17

设备数据, 16

F

防护等级为 IP65/67 的连接系统, 13

防护等级为 IP65/67 的端口类型, 14

L

连接电缆, 14

Q

启动 IO 系统, 17

S H

事件, 16

使用 S7-PCT, 23

B

备份, 31

备份与恢复, 31

H

函数块

IO_LINK_DEVICE, 30

IO_LINK_MASTER, 30

Z

组态, 23

不使用 S7-PCT, 26

H

恢复, 31

S H

数据交换

 非循环, 30

 循环, 30

数据类型, 16

D

端口

 地址范围, 24

C

操作模式, 15

SIEMENS

SIMATIC

S7-1500、ET 200MP、 ET 200SP、ET 200AL、 ET 200pro、ET 200eco PN 模拟值处理

功能手册

前言

文档指南

1

应了解模拟技术的哪些方面

2

模拟值表示

3

连接变送器

4

热电偶

5

连接负载/执行器

6

支持的功能

7

高速模拟量模块

8

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 ® 的都是西门子股份有限公司的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档的用途

本文档中涵盖了适用于所有产品的常规主题。

除了模拟值处理的介绍性信息之外，本手册还涵盖下列主题：

- 变送器与模拟量输入的连接
- 执行器/负载与模拟量输出的连接
- 补偿基准结温度
- 校准模拟量模块
- 模拟量模块的诊断选项
- 高速模拟量模块

所需的基本知识

理解本文档中的内容，需要具备以下知识：

- 自动化技术的基本知识
- 模拟值处理的相关知识（模拟量技术）
- 工业自动化系统 SIMATIC 的知识
- 有关如何使用 STEP 7 (TIA Portal) 的知识

本文档的适用范围

本手册可作为 S7-1500、ET 200MP、ET 200SP、ET 200AL、ET 200pro 和 ET 200eco PN 产品系列的所有模拟量输入和模拟量输出模块的基本文档。

相对于先前版本的变更

本手册阐述内容相对于先前版本（2013 年 12 月版）的变更/改进：

- 扩展了分布式 I/O 系统 ET 200AL 适用范围

约定

STEP 7: 在本文档中，“STEP 7”是“V12 (TIA Portal)”及此组态和编程软件的后续版本的同义词。本文档包含其描述的产品的图像。可能与所提供的设备略有不同。

请遵循下面所标注的注意事项：

说明

这些注意事项中包含文档中需要特别注意的重要信息。

其它支持

有关 SIMATIC 产品的其它信息，请访问 Internet。相关文档也可以在 Internet 上找到。

- 各种 SIMATIC 产品和系统的技术文档集，请访问 Internet (<http://www.siemens.com/simatic-tech-doku-portal>)。
- Internet (<http://mall.automation.siemens.com>) 上还提供了在线目录和在线订购系统。

长版

西门子为其产品及解决方案提供工业安全功能，以支持工厂、解决方案、机器、设备和/或网络的安全运行。这些功能是整个工业安全机制的重要组成部分。

有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。

西门子强烈建议您定期检查产品的更新和升级信息。

要确保西门子产品和解决方案的安全操作，还须采取适当的预防措施（例如：设备单元保护机制），并将每个组件纳入全面且先进的工业安全保护机制中。

此外，还需考虑到可能使用的所有第三方产品。更多有关工业安全的信息，请访问 Internet (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

要及时了解有关产品的更新和升级信息，请订阅相关产品的实事信息。

更多相关信息，请访问 Internet (<http://support.automation.siemens.com>)。

目录

前言	3
1 文档指南	7
2 应了解模拟技术的哪些方面	9
2.1 概述	9
2.2 准确性/精度	13
2.3 标定模拟值	17
2.4 反向标定模拟值	19
2.5 线性误差	21
2.6 重复精度	22
2.7 运行和基本误差限制	23
2.8 温度误差	25
2.9 干扰频率抑制	26
2.10 共模干扰 (UCM)	28
2.11 串模干扰 (USM)	30
2.12 干扰电压抑制	31
2.13 通道间的串扰	33
2.14 诊断	35
2.15 值状态	46
2.16 模拟量模块的转换时间	49
2.17 模拟量模块的循环时间	51
2.18 模拟量输出模块的稳定时间和响应时间	52
2.19 滤波	54
2.20 2 线制变送器的负载	57
3 模拟值表示	59
3.1 概述	59
3.2 输入范围表示	61
3.3 输出范围表示	63

4	连接变送器	65
4.1	概述	65
4.2	通过 MANA 连接来连接模拟量输入	67
4.3	不通过 MANA 连接来连接模拟量输入	69
4.4	连接电压变送器	71
4.5	连接电流变送器	72
4.6	连接热敏电阻和电阻	74
4.7	连接热电偶	76
5	热电偶	78
5.1	选择热电偶	78
5.2	热电偶结构和工作原理	80
5.3	基准结温度的补偿	81
5.3.1	概述	81
5.3.2	通过内部基准结进行补偿	84
5.3.3	通过模块参考通道进行补偿	86
5.3.4	补偿, 组 0 的参考通道	88
5.3.5	通过固定参考温度进行补偿	91
5.3.6	通过动态参考温度进行补偿	93
5.3.7	“无”补偿或外部补偿	97
5.3.8	补偿类型 RTD (0)	99
6	连接负载/执行器	102
6.1	概述	102
6.2	连接负载/执行器	103
7	支持的功能	105
7.1	校准模拟量模块	105
7.1.1	概述	105
7.1.2	校准模拟量模块	107
7.1.3	取消校准	111
7.1.4	将模拟量模块复位为出厂设置	112
8	高速模拟量模块	113
8.1	基本知识	113
8.2	ST 模块与 HS 模块	119
	索引	125

文档指南

简介

SIMATIC 产品文档采用模块化结构，并涵盖了有关自动化系统的各类主题。

S7-1500、ET 200MP、ET 200SP、ET 200AL、ET 200pro 和 ET 200eco PN 系统的完整文档包含各自的系统手册、功能手册和产品手册。

与模拟值处理相关的其它文档概述

下表列出了用于补充本文的模拟值处理说明的其它参考文档。

表格 1- 1 模拟值处理参考文档

主题	文档	重要内容
系统描述	系统手册“ S7-1500 自动化系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792)”	<ul style="list-style-type: none"> • 应用规划 • 安装 • 连接 • 调试
	系统手册“ ET 200SP 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/58649293)”	
	系统手册“ ET 200MP 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193214)”	
	系统手册“ ET 200AL 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965)”	

主题	文档	重要内容
	操作指南 “ET 200pro 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/21210852)”	
	操作指南 “ET 200eco PN 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/29999018)”	
组态防干扰型控制器	功能手册 “组态防干扰型控制器 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193566)”	<ul style="list-style-type: none"> • 基本知识 • 电磁兼容性 • 避雷
模拟量模块	相应模拟量模块的产品手册	<ul style="list-style-type: none"> • 连接 • 参数 • 技术规范 • 参数数据记录 • 模拟值表格

SIMATIC 手册

有关 SIMATIC 产品的所有最新手册，均可从 Internet (<http://www.siemens.com/automation/service&support>) 上免费下载。

应了解模拟技术的哪些方面

2.1 概述

简介

通过本章节，用户可在掌握模拟量技术的基本知识上熟练设置模拟量输入模块和模拟量输出模块的重要参数。

下文中的介绍和示例同时也在其它模拟量模块手册中应用，便于用户更好地理解这些手册中的相关信息。

模拟量及二进制信号

二进制信号只能使用 2 种信号状态：信号状态 1（存在电压）和信号状态 0（不存在电压）。

在控制工程组态中，需要对模拟量信号和二进制信号进行频繁读取、处理和输出。与二进制信号不同，模拟量信号可以为指定范围内的任何值。模拟量变量包括：

- 温度
- 压力
- 速度
- 填充量
- pH 值

2.1 概述

变送器

控制器只能处理位模式格式的模拟值。为此，可以将变送器连接到模拟量模块，用于测量压力或温度等物理变量。模拟量输入模块将以电流、电压或电阻形式读取该模拟量值。要让 CPU 处理测量到的电流或电压值，则需要在模拟量输入模块中集成一个模数转换器，将这些值转换为 16 位整数值。根据测量类型的不同，可以使用以下变送器：

- 电压变送器
- 电流变送器
 - 2 线制变送器
 - 4 线制变送器
- 电阻变送器
 - 4 线制连接
 - 3 线制连接
 - 2 线制连接
- 热电偶

有关将各种变送器连接到模拟量输入的更多信息，请参见连接变送器 (页 65)。

示例

通过变送器对速度进行采集，并将 0 到 1500 rpm 的速度范围转换为 1 到 5 V 的电压范围。如果测量到的速度为 865 rpm，则变送器的输出值为 3.3 V。

可按照以下公式计算转换后的电压值：

$$U = \frac{5 \text{ V} - 1 \text{ V}}{1500 \frac{\text{rpm}}{\text{最小值}}} * 865 \frac{\text{rpm}}{\text{最小值}} + 1 \text{ V} = 3.3 \text{ V}$$

下图举例说明了电压的采集过程：

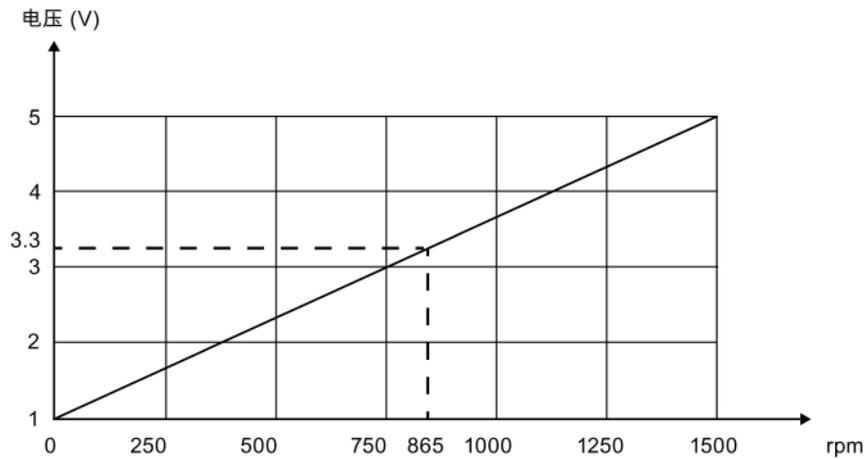
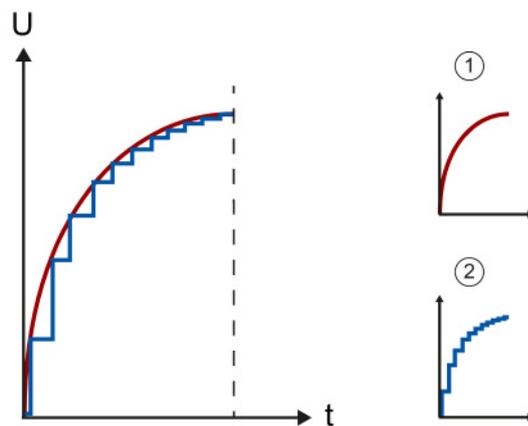


图 2-1 速度测量

模数转换

CPU 只能处理数字格式的信息。因此，模拟值将转换为位模式。可通过在模拟量输入模块中集成一个 ADC（模数转换器）进行转换。对于 CPU，此转换始终为 SIMATIC 产品返回一个 16 位字。ADC 将模拟量信号数字化并通过阶梯形曲线得到一个近似值。精度和转换速度是两个最重要的 ADC 参数。



- ① 模拟值
- ② 数字值

图 2-2 包含低分辨率和高分辨率曲线的模拟图的近似值

2.1 概述

数模转换

CPU 处理数字量信号后，模拟量输出模块中集成的 DAC（数模转换器）会将输出信号转换为模拟量电流或电压值。输出信号对应于输出值的结果值用于控制模拟量执行器。这类执行器包括小型伺服驱动器或比例阀等。有关连接执行器的更多信息，请参见连接负载/执行器 (页 102)。

模拟量模块的重要参数

在选择模拟量模块时，除了测量类型和范围之外,还需考虑它的准确性、精度以及转换时间。在某些应用中（如大型工厂系统），则还需要考虑共模或通道隔离。我们将在下文中对此处列出的参数进行详细说明。

处理模拟量信号

下图说明了 PLC 中模拟量信号的处理。

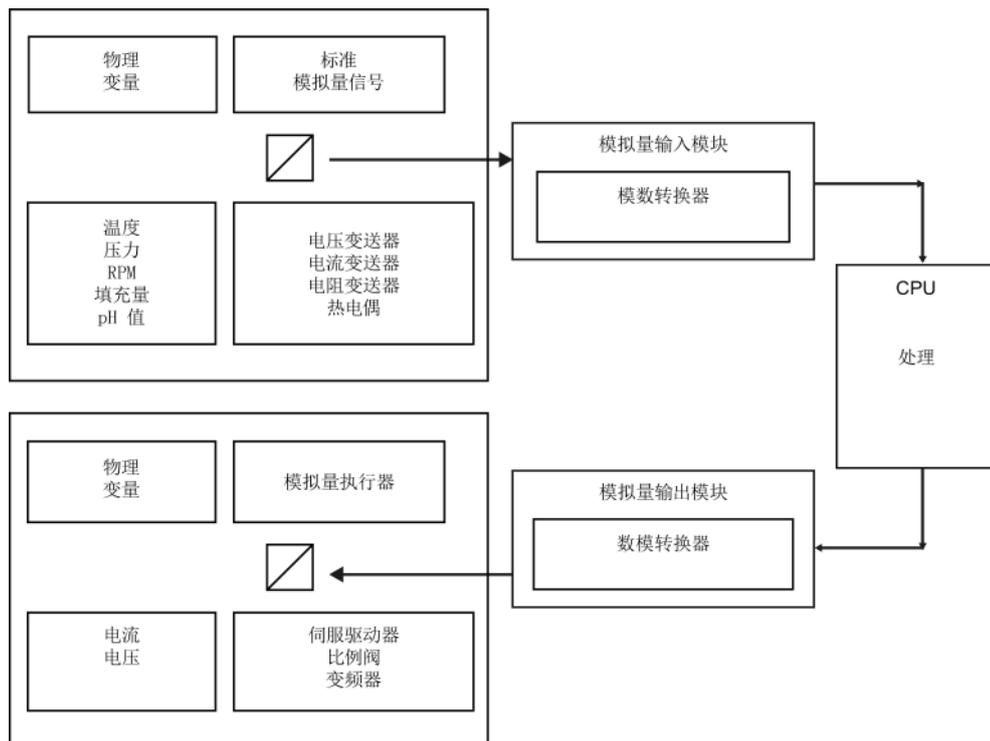


图 2-3 模拟值处理

2.2 准确性/精度

模拟量模块的精度取决转换器及其外部电路。并通过阶梯形曲线返回待采集/输出的模拟量信号的近似值。模块的精度将确定模拟值在阶梯形曲线中的增量值。

如果模块的精度较高，则增量值就较低同时模拟量信号数字化的准确程度也就越高。

模拟值的近似值

下图显示了通过阶梯形曲线得到模拟值的近似值。左图中的精度较低，仅返回实际曲线的粗略近似值；而右图中的精度较高，则得到的近似值也就更为准确。

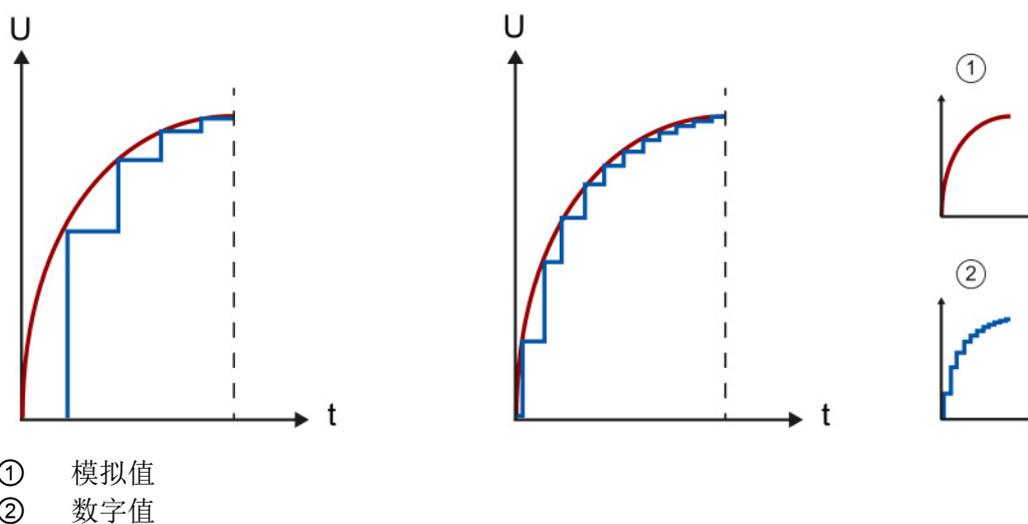


图 2-4 具有阶梯形曲线的模拟曲线的近似值

以 13 位和 16 位精度显示测量范围

模块精度为 13 位 (= 12 位 + S) 时，单极性测量值可分段为 $2^{12} = 4096$ 个增量。测量范围 0 到 10 V 中的最小增量为 $10 \text{ V}/4096$ ，等于 2.4 mV。

因此具有 16 位 (= 15 位 + S) 精度的模块提供 0.3 mV 的增量。精度每增加一位，增量数将增加一倍，同时增量宽度将减少一半。

如果精度从 13 位增加到 16 位，那么增量数将增加 8 倍，从 4096 增加到 32768。精度为 13 位时，可以显示的最小值为 2.4 mV。由此可以得出，精度为 16 位时，可显示的最小值约为 0.3 mV。

测量范围

在显示测量范围时，SIMATIC S7 分别有额定范围、超出范围和低于范围，以及上溢或下溢。通过这种区分，用户可以了解实际测量值是否在技术规范规定的测量范围内。上溢和下溢范围用于错误检测。

采用 16 位精度时，理论上 11.852 V 的电压范围内的增量值为 32768 个，这意味着精度 10 V 的测量范围内只能使用 27648 个增量。因此可以表示的最小值是 0.3617 mV（参见下表）。

表格 2-1 SIMATIC S7 模块 0 - 10 V 测量范围内的精度示例

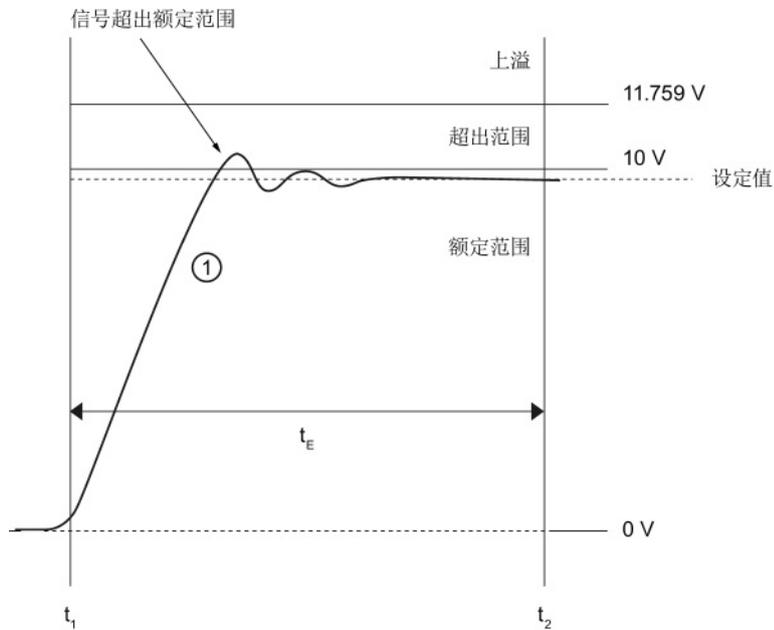
增量值	电压测量范围	
十进制	0 到 10 V	范围
32767	11.852 V	上溢
32512		
32511	11.759 V	超出范围
27649		
27648	10.0 V	额定范围
20736	7.5 V	
1	361.7 μV	
0	0 V	
与本示例无关 不允许为负值			低于范围
		下溢

有关输入范围的数字化显示（分为双极和单极输入范围），请参见“输入范围的显示 (页 61)”部分。有关输出范围的数字化显示（分为双极和单极输出范围），请参见“输出范围的显示 (页 63)”部分。有关模拟量模块可使用的所有测量范围汇总信息，请参见相应的设备手册。

超出范围和低于范围

如果控制过程中经常会发生信号跳转，则信号的稳定曲线在到达设定值之前会暂时超出额定范围。超出范围和低于范围可确保在信号不在额定范围时不会报告错误。但是，如果信号超出范围或低于范围，并达到上溢范围或下溢范围，则会诊断为错误状态“上溢”或“下溢”。这表示超出或低于范围对应于额定范围和上溢或下溢之间的容差范围。有关稳定时间的更多信息，请参见模拟量输出模块的稳定时间和响应时间 (页 52) 一节。

下图显示了单极性测量范围的额定范围、超出范围和上溢。在稳定阶段，信号略微超出额定范围。



- ① 模拟量输出信号
- t_E 信号达到设定值的稳定时间
- t_1 模块将在模拟量输出通道的端子处停止转换并输出信号
- t_2 信号已稳定并到达所指定的模拟量输出值

模拟量模块的准确性

模拟量模块的准确性以百分比值或绝对值形式表示，例如 K 或 °C。这样可以表示测量值采集的总误差。基本误差限值（25 °C）与操作误差一样，都是根据国际标准 IEC 61131 进行指定，这也是欧洲标准 EN 61131 的基础限值。有关操作/基本误差限值的更多信息，请参见“操作和基础误差限值 (页 23)”部分。

精度与准确度之间的关系

要达到特定的准确性（操作误差），必须指定一定的精度。

2.2 准确性/精度

示例

精度为 8 位和 14 位时进行数字化产生的测量误差

模拟量模块测量范围为 0 V 到 10 V。8 位精度可表示 256 个值。

这等同于最小电压阶跃 39 mV 或测量范围下限的 0.4%。14 位精度可表示 16384 个值。

这等同于最小电压阶跃 0.61 mV 或测量范围下限值的 0.006%。

以这种方式计算出的百分比值还表示操作限值理论上的最佳值。

精度为 8 位且测量范围为 0 - 10 V 时，准确性无法超过 0.4 %。

在实际情况下，实际电路的准确度可能更低。

计算最大测量误差

可按照以下公式，计算整个温度范围内操作限值为 $\pm 0.5\%$ 时模拟量模块在 0 - 10 V 间的最大测量误差：

$$10 \text{ V} \times 0.5/100 = 50 \text{ mV}$$

由此可计算出，最大测量误差约为 $\pm 50 \text{ mV}$ 。

这也意味着，在整个输入范围内每个模拟电压输入存在 $\pm 50 \text{ mV}$ 的失真。

因此待测量的 3.5 V 电压可以显示为 3.45 V 和 3.55 V 之间的任意值。

有关操作/基本误差限值的更多信息，请参见“操作和基本误差限值 (页 23)”部分。

2.3 标定模拟值

标定

在进一步处理数字化的模拟值时，经常需要对实际过程值而不是增量进行计算（例如，10 V = 27648 增量）。在此，将值范围（例如，-27648 到 +27648 增量）到原始实际数据（例如，0 到 500 升）的转换过程称之为标定。

标定块

可以使用 STEP 7 中的相应程序块对模拟值进行标定。STEP 7 中自带有 SCALE 块，并允许输入上限值和下限值（例如，0 到 500 升）。

示例

在以下示例中，将测量容量为 500 升的罐中的液位。通过变送器测得空罐状态下的电压为 -10 V，而用满罐状态下的电压为 +10 V。模拟量模块将电压范围 -10 V 到 +10 V 转换为值范围 -27648 到 +27648，并使用 SCALE 程序块将此范围转换为实际数量 0 到 500 升。

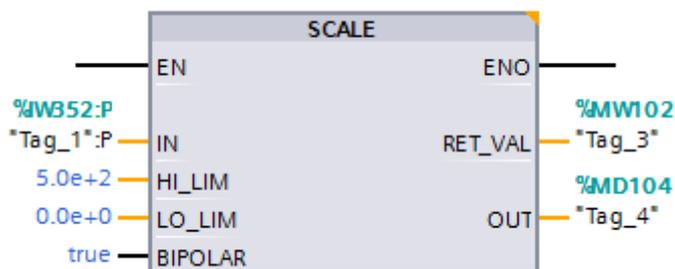


图 2-5 SCALE 程序块中的标定操作

输入 **IN** 处的模拟值由该模块直接读取，或者通过一个数据接口以 INT 格式进行传输。输入 **LO_LIM** 用于确定实际数量的下限（0 升），而 **HI_LIM** 则用于确定实际数量的上限（500 升）。输出 **OUT** 以浮点数形式输出标定后的值（实际数据）（ $LO_LIM \leq OUT \leq HI_LIM$ ）。并可通过输入 **BIPOLAR** 分配参数，指定仅转换正数值或是仅转换负数值。如果参数接收到状态为“0”的操作数，则表示进行单极性标定。如果收到状态为“1”的操作数，则表示进行双极性标定。如果发生错误（如上溢），则输出 **RET_VAL** 将输出一个错误代码；无错误时，则输出值“0”。

有关 SCALE 块的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

单极性与双极性测量范围

在以上示例中，液位测量在双极性测量范围内。除了正电压外，变送器还提供了负电压。由于将罐容量映射为 -27648 到 $+27648$ 的增量范围，因此测量的液位精度 (Δ) 将是单极性测量范围的两倍。

说明

变送器

如果要在双极性测量范围中进行测量，则所使用的变送器需要支持双极性测量范围。

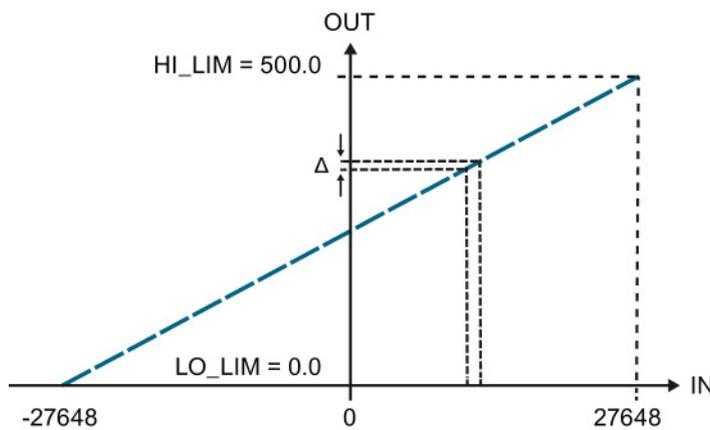


图 2-6 双极性测量范围

采用双极性测量范围的液位测量精度 (Δ) 是单极性测量范围的两倍。

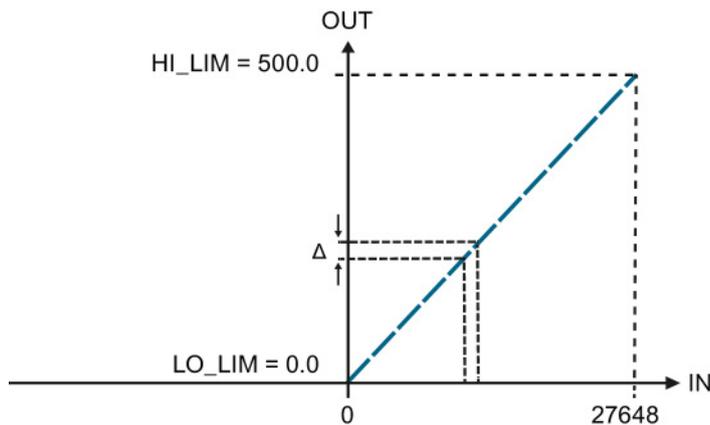


图 2-7 单极性测量范围

2.4 反向标定模拟值

反向标定

输出已标定的模拟值时，通常需要将用户程序计算出的模拟值转换为模拟量输出模块的值范围。这种转换称之为反向标定。

反向标定块

可以使用 STEP 7 中的相应程序块对模拟值进行反向标定。STEP 7 中自带有 UNSCALE 块，并允许输入定义程序值范围的上限值和下限值。

示例

通过 UNSCALE 块，将用户程序计算出的一个 0.0% 到 100.0% 的模拟值转换为 -27648 到 +27648 的值范围。将反向标定后的值输出到一个模拟量输出模块时，该模块将寻址模拟量执行器（例如，调节阀）。程序值为 0% 时，执行器将寻址最小值（-10 V 或 -20 mA），程序值为 100% 时，将寻址最大值（10 V 或 +20 mA）。

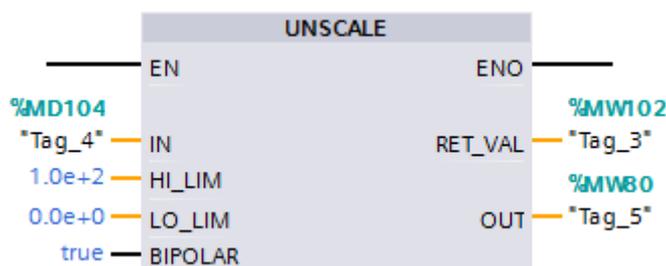


图 2-8 UNSCALE 程序块中的反向标定操作

程序中计算出的值必须以 REAL 格式 (IN) 进行传送。使用输入 LO_LIM 确定程序值的下限 (0.0%)，使用 HI_LIM 确定程序值的上限 (100.0%)。在 OUT 输出处将以 INT 格式输出反向标定后的值。并可通过输入 BIPOLAR 分配参数，指定仅转换正数值或是仅转换负数值。如果参数接收到状态为“0”的操作数，则表示进行单极性标定。如果收到状态为“1”的操作数，则表示进行双极性标定。如果发生错误，则输出 RET_VAL 将输出一个错误代码；无错误时，则输出值“0”。

有关 UNSCALE 块的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

2.4 反向标定模拟值

单极性与双极性测量范围

下图显示了执行器的标定，程序值为 0% 时执行器寻址最小值（0 V 或 0 mA），程序值为 100% (+27648) 时执行器寻址最大值（10 V 或 20 mA）。

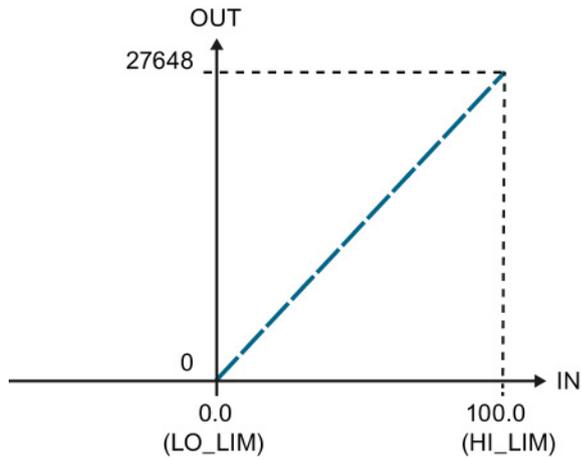


图 2-9 单极性测量范围

下图显示了执行器的标定，程序值为 0% (-27648) 时执行器寻址最小值（-10 V 或 -20 mA），程序值为 100% (+27648) 时执行器寻址最大值（+10 V 或 +20 mA）。

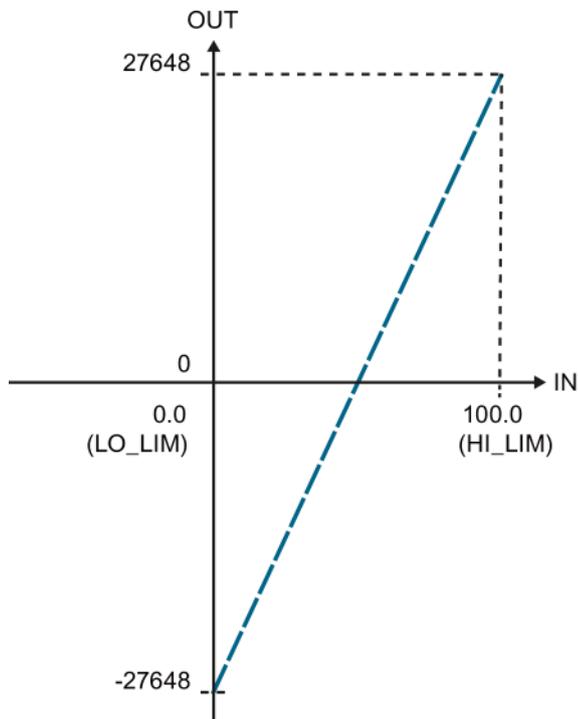


图 2-10 双极性测量范围

2.5 线性误差

定义

线性表示指定的测量范围内实际 A/D 或 D/A 转换与理想线间的偏差。因此，线性误差可以表示实际传输函数与理想直线之间的偏差。在技术数据中，误差将显示为模拟量模块额定范围的百分比值。

下图显示了 ADC 的线性误差，为方便查看进行了放大。

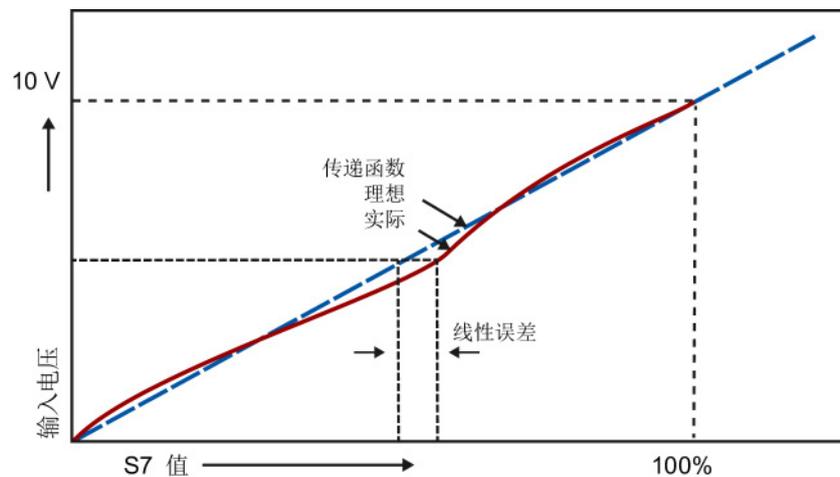


图 2-11 线性误差

示例

输入范围为 $\pm 10\text{ V}$ 且线性误差为 $\pm 0.01\%$ 时，误差为 $\pm 1\text{ mV}$ 。

误差的计算公式如下所示： $10\text{ V} \cdot 0.01\% = 1\text{ mV}$

在计算操作限值时，需考虑技术规范中列出的线性误差信息。

有关操作限值得详细信息，请参见“操作和基本误差限值 (页 23)”。

2.6 重复精度

定义

对于创建或输出其它值之后的同一个输入信号或输出值，重复精度是测量/输出值中的最大偏差。其它参数（例如，温度参数）保持不变。重复精度是指模块的额定范围，并适用稳定的温度状态。

测量值方差

重复精度将提供了有关各种测量方差的信息。方差越小，重复精度越高。因此，重复精度是测量设备的一个最重要的属性。在技术数据中，重复精度为 25°C 稳态下输入或输出范围的百分比值。

示例

以测量范围结束值的百分比形式为模拟量输入模块指定的重复精度为 $\pm 0.02\%$ 。对于测量范围 $\pm 10\text{ V}$ 内的任意值，它对应于重复精度 2 mV 。例如，如果要测量值从 10 V 更改为 -10 V ，那么可以使用 10 V 重新测量，测量值的偏差不会超过 $\pm 2\text{ mV}$ 。

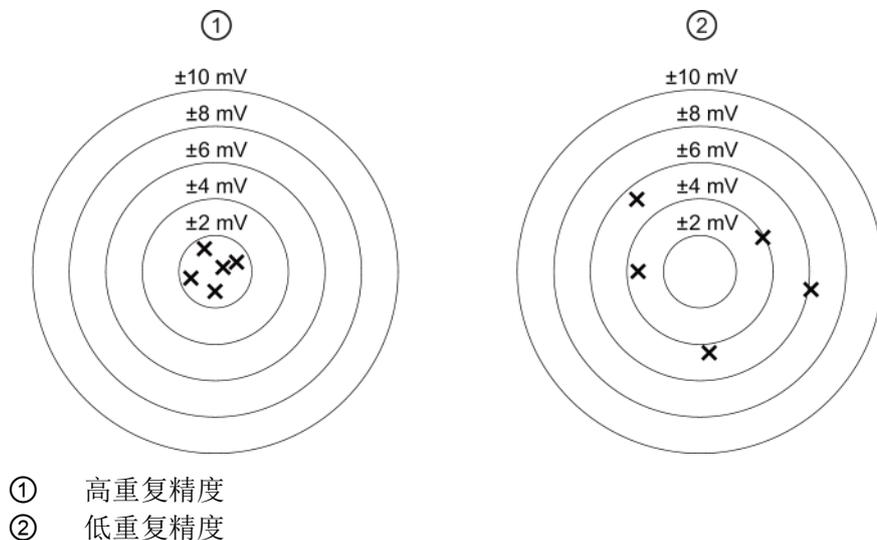


图 2-12 测量值输出的重复精度

2.7 运行和基本误差限制

简介

以下部分介绍了如何通过技术规范确定运行或基本误差限制，以及测量或输出误差。在最坏的情况下，这些组态可确保模块不会超出有效运行范围内的指定值。

模拟量输入或输出模块的精度只是整个测量段的精度的一部分。测量段通常包含变送器、变送器、传输线路以及输入/输出模块。

操作限值

运行限制表示模拟量模块在准许的温度范围内的整个测量或输出误差率，以温度稳态下的额定范围为基准。

基本误差限值

基本误差限制表示在环境温度值为 25°C 时的整个测量或输出误差率，以温度稳态下的额定范围为基准。

模块的基本误差限制多少只是一个理论值，这是因为很难将设备维持在 25 °C 的恒定环境温度。为此，在实际选择和评估模块时，应首先考虑操作限值。

说明

技术规范中列出的运行和基本误差限制百分比始终与模块额定范围中的**最大可能 I/O 值**（测量范围结束值）相关。

下图显示了与理想曲线相比的操作和基本误差限制示例。

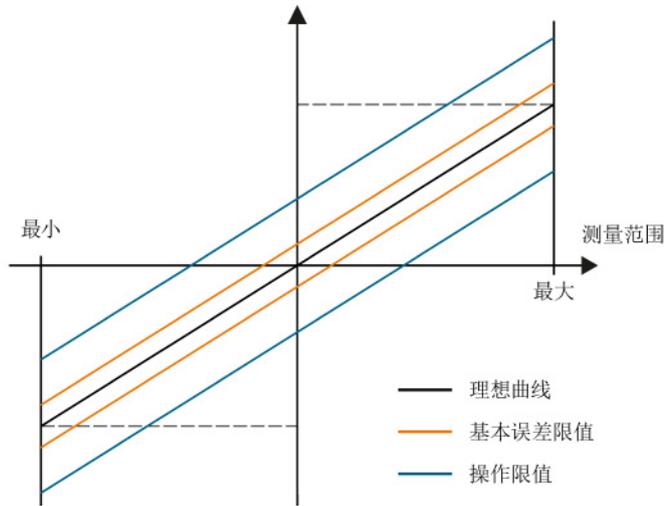


图 2-13 运行和基本误差限制

计算输出误差的示例

模拟量输出模块可用于 0 - 10 V 的电压输出。模块可在 30 °C 的环境温度下运行，这意味着应用了操作限值。模块的技术规范：

- 电压输出的操作限值：±0.1 %

在模块额定范围内，输出误差约为 ±10 mV（10 V 的 ±0.1 %）。

例如，在实际电压为 2.50 V 时，输出值范围可能为 2.49 V 到 2.51 V。

说明

双极性测量范围

该计算公式也适用于双极性测量范围。

输入范围为 ±10 V 且线性误差为 ±0.1% 时，误差为 ±10 mV。

2.8 温度误差

简介

模拟量模块所处的运行条件对于其准确性和返回的测量结果具有影响。如果模块的运行温度与环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有偏差，就会产生温度误差。允许温度范围内的温度误差将计入运行误差限制。

定义

温度误差标识由模拟量模块的环境温度波动引起的测量/输出值的最大偏离。在任何环境温度下都可能出现最大偏差。根据使用的模块，将以每摄氏度百分比和/或每开氏温度百分比（例如 $\pm 0.005\%/K$ ）的形式指定温度误差，温度误差与模拟量模块的测量范围结束值有关。

补偿的操作限制

仅在测量热电偶时，才会使用基准结温度的温度误差补偿功能。如果选择了“内部基准结”操作模式，那么将在实际温度误差上加上温度误差补偿。在技术规格中，温度误差补偿定义为模拟量模块实际额定范围的百分比或单位以 $^{\circ}\text{C}$ 的绝对值。

说明

计算热电偶测量中的误差

通过在测量误差补偿中增加热电偶测量误差，可确定热电偶测量的总误差。在相关手册中对这些误差进行了定义。

示例

在本示例中，使用 K 型热电偶测量温度测量的总误差。
K 型热电偶的温度测量范围为 $-270\text{ }^{\circ}\text{C} - +1372\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
在技术规范中 K 型热电偶的操作限值为大于 $-200\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2.4\text{ K}$ 。
温度误差补偿约 $\pm 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。温度大于 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，测量到的总温度误差如下所示：
操作误差 ($\pm 2.4\text{ K}$) + 温度误差补偿 ($\pm 6\text{ }^{\circ}\text{C}$) = $\pm 8.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2.9 干扰频率抑制

定义

模拟量输入模块使用干扰频率抑制功能，抑制由 AC 电压电源频率产生的噪声。

AC 电压电源频率可能会对测量值产生不利影响，尤其是在低电压范围内使用热电偶进行测量时返回的值。

参数赋值

可通过模块参数在 STEP 7 中设置系统操作时的线路频率。

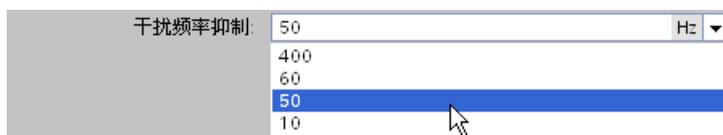


图 2-14 干扰频率抑制

转换时间的变更取决于设定的干扰频率抑制。在各模块的数据手册中，对这种相互关系进行了定义。

在选择干扰频率抑制时，请注意以下事项：

设置的频率越高，转换时间越短。

说明

线路频率

始终根据所用线路频率选择干扰频率。如果设置了偏离线路频率的频率，则期望存在不匹配误差来减少转换时间。此时，指定的技术数据，尤其是准确性可能会超出指定范围。

滤波

通过对模拟值滤波，可以进一步改善干扰频率抑制。有关模拟值滤波的更多信息，请参见滤波 (页 54) 一节。

使用的线路频率

线路频率是交流电源电网中使用的频率。线路频率的单位为赫兹，表示周期信号中每秒钟的振荡次数。例如，线路频率为 50 Hz 时，表示每秒钟振荡 50 次。

在欧洲、澳大利亚以及亚洲和非洲的大多数国家/地区，均使用 50 Hz 的线路频率。

而在北美和中美以及南美洲的大多数国家/地区，电网的线路频率为 60 Hz。

400 Hz 的频率则常用于航空领域和军事应用中飞机的机载网络。主要是因为线路频率为 400 Hz 的发动机通常都比较小比较轻。但这么高的频率在长距离传输时并不经济实用，400 Hz 的应用通常会受到显著空间限制的影响。

德国、奥地利和瑞士将 $16 \frac{2}{3}$ Hz 的频率用于牵引电源。

SIMATIC S7 产品系列的部分模块也支持此线路频率的干扰频率抑制。

此时，可将干扰频率抑制组态为 16.6 Hz。

2.10 共模干扰 (UCM)

2.10 共模干扰 (UCM)

定义

共模干扰是指连接电气设备和系统组件的线路中的干扰电压和电流。这些干扰会影响相同相角和振幅的正线和负线。干扰信号需要通过其它电流路径来影响有用信号。通常由有用信号和干扰源的公共参考电位确定这种电流路径，如接地连接。

模拟量模块中的共模干扰

如果模拟量输入和输出模块的参考电位与所连传感器或执行器的参考电位不同，那么这些模块中将出现共模干扰。

模拟量模块与接地传感器一起时，最有可能发生共模干扰。整套系统较大时，意味着带有接地传感器的设备组件与模拟量模块参考电位之间可能存在电压差。这些电压差会对正负信号路径产生相同的影响，这是为什么称之为共模干扰的原因。

在操作非接地传感器时，出现的共模干扰没有操作接地设备时那么明显。不过，在这种情况下电容或电感耦合也会出现电压差，同样会对共模干扰产生影响。根据接地和非接地操作中的实际情况，共模电压可以为直流电压也可以为交流电压。

示例

下图通过带有两个输入 (Ch1/Ch2) 的模拟量模块，显示了输入 (U_{CM1}/U_{CM2}) 处耦合的干扰电压以及这些输入 (U_{CM3}) 之间的耦合干扰电压。

共模抑制表示这些干扰信号的可抑制程度。可通过以下方式进行计算：

$$CMR [dB] = 20 \cdot \log (U_{CM} / U_a)$$

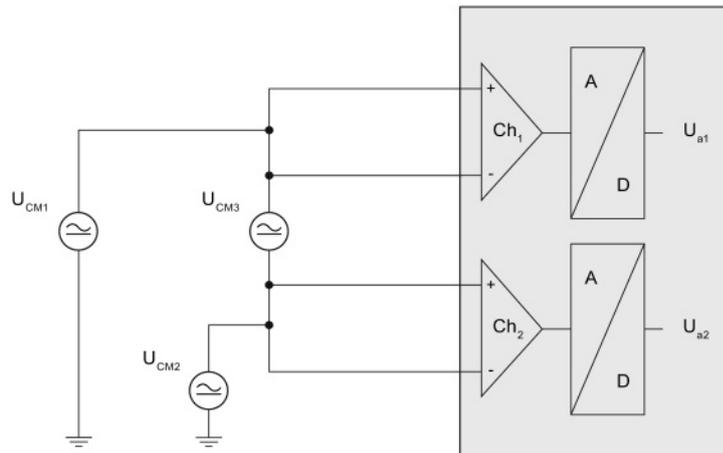


图 2-15 两个输入之间耦合的共模电压

如果共模电压为 U_{CM} ，则可通过求解 U_a 计算测量错误 (U_a):

$$U_a = U_{CM} * 10^{-\frac{CMR}{20}}$$

说明

有关共模抑制 (CMR) 的详细信息，请参见模拟量模块设备手册中的技术数据“共模干扰”

2.11 串模干扰 (USM)

定义

串模干扰是反向影响连接线路的干扰电压和电流。只是它们具有与正负方向相反的极性。串模干扰电流会导致在输入阻抗上产生压降从而影响干扰电压。

原因

串模干扰由电容或电感耦合引起。电感耦合会在临近的载流导体间产生辐射的磁通，从而在导体间引入干扰电压。不同电路由于公共导体部分（例如，公共地连接）而相互影响时会产生电耦合。

下图显示了串模干扰作为电压源 (U_{SM})，与实际测量信号 (U_M) 进行串联。索引“SM”表示“串联模式”。串模抑制表示这些干扰信号的抑制程度。可通过以下方式进行计算： $SMR [dB] = 20 \cdot \log (U_{SM} / U_a)$

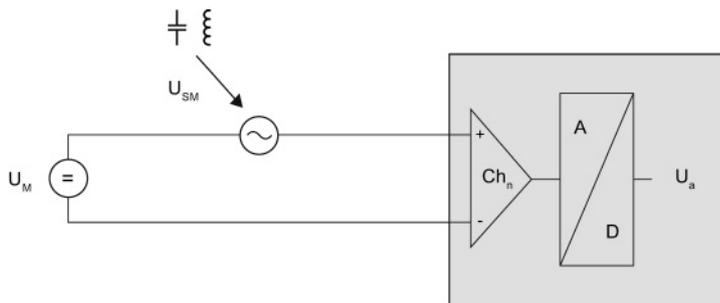


图 2-16 与信号电缆耦合的电容或电感干扰

可通过求解 U_a ，计算电压 (U_a) 测量误差。

$$U_a = U_{SM} * 10^{-\frac{SMR}{20}}$$

以下方程为通过一个电流输入计算电流 (I_a) 测量误差。

$$I_a = \frac{U_{SM}}{R_{ein}} * 10^{-\frac{SMR}{20}}$$

说明

有关串模抑制 (SMR) 的详细信息，请参见模拟量模块设备手册中的技术数据“串模干扰”技术数据中，还指定了输入电阻 (R_{ein}) 等级。

2.12 干扰电压抑制

定义

干扰电压抑制是测量值采集中抑制干扰信号的一个因素。抑制值较高时，会降低测量信号上的干扰程度。“共模干扰”与“串模干扰”间技术数据的不同之处。干扰电压抑制的单位为分贝。

示例

下图显示了以伏特为单位的干扰电压测量误差和 0 - 120 dB 的干扰电压抑制。

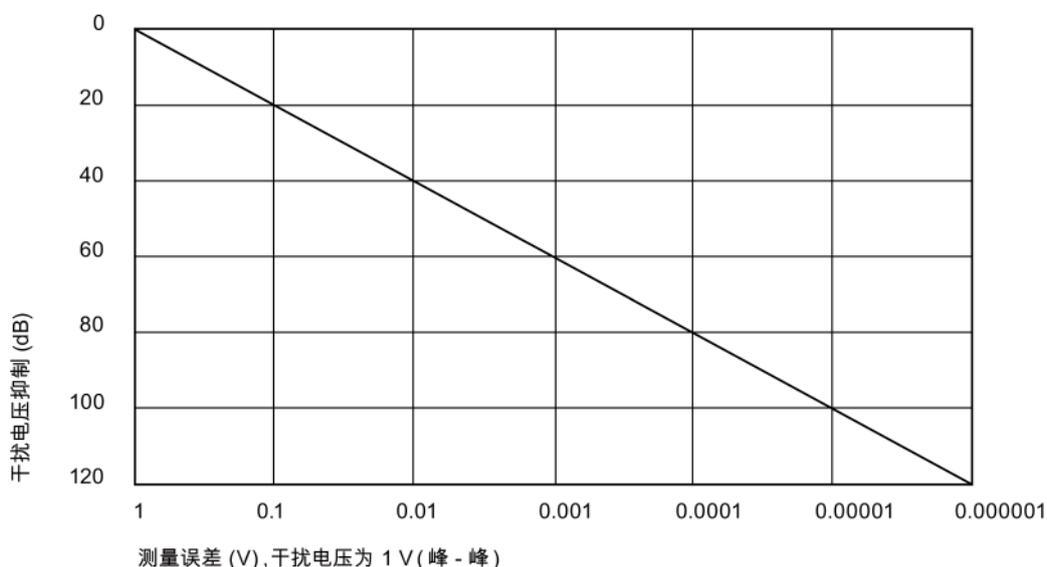


图 2-17 干扰电压抑制

当干扰电压抑制为 40 dB 且干扰电压为 1 V 时，测量值仅改变了 0.01 V。

说明

无干扰设计

干扰变量可基本上通过适当接地和屏蔽来减小以增强组态的抗干扰能力。有关如何避免干扰的详细信息，请参见功能手册“组态防干扰型控制器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193566>)”。

共模抑制

下表列出了模拟量输入模块技术数据中设置的共模抑制规格：

f = n x (f1 ± 1%) 的干扰电压抑制（其中 f1 为干扰频率），n = 1、2 ...	
共模抑制	> 100 dB
最大共模电压	10 V

如果干扰频率组态为 50 Hz，那么为共模干扰指定的干扰电压抑制将仅适用于频率 50 Hz ± 1%、100 Hz ± 1%、150 Hz ± 1%，以此类推。所有其它频率的抗干扰性将会更低。因线路电压引起的干扰会导致测量到的有用信号按 100,000 : 1 的比例改变。例如，干扰电压振幅为 1 V 时，有用信号的影响为 10 μV。

共模电压 (U_{CM}) 定义了两个通道以及一个通道和模拟量接地间电位所允许的最大偏差。不得超过技术规范中规定的干扰电压抑制。如果超过了指定的最大共模电压（例如 10 V），模拟量信号的处理将不正确。根据所用模块的不同，可以诊断该错误并输出错误消息。输入变化或线路过长，可能导致超出最大共模电压。

串模抑制

下表列出了模拟量模块技术数据中设置的串模抑制规格：

f = n x (f1 ± 1%) 的干扰电压抑制（其中 f1 为干扰频率），n = 1、2 ...	
串模干扰	> 60 dB

如果干扰频率组态为 50 Hz，那么为串模干扰指定的干扰电压抑制将仅适用于频率 50 Hz ± 1%、100 Hz ± 1%、150 Hz ± 1%，以此类推。所有其它频率的抗干扰性将会更低。通常，因线路电压引起的干扰会导致测量到的有用信号按 1000 : 1 的比例改变。例如，干扰电压振幅为 1 V 时，使有用信号的影响为 1 mV。

2.13 通道间的串扰

此术语的由来

术语串扰/XT

最初用于电信领域，表示两根不同用户电缆导线之间发生语音信号意外耦合。

定义

信号通道间的串扰表示两个独立通道由于泄漏电流和电容或电感耦合产生的交互影响。通道间的串扰会改变信号，改变量为串扰信号的幅值。

原因

在工艺上，不能将模块通道与环境条件完全隔离。也就是说，始终会有泄漏电流或干扰耦合产生交互影响。

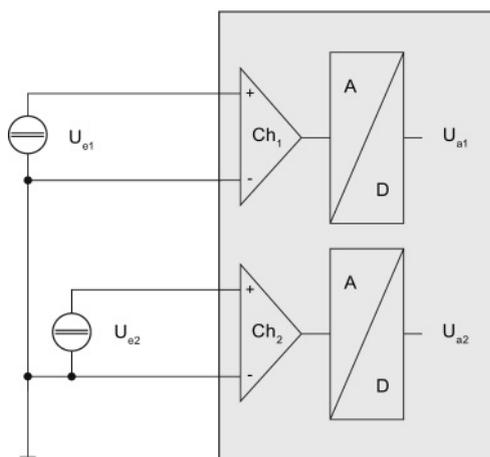


图 2-18 两个通道间的串扰

下图显示了串扰对模拟量模块上两个通道 (Ch₁/Ch₂) 产生的影响。串扰值是第二通道 U_{a2} 的有用信号受第一通道 U_{e1} 信号影响的系数。可通过以下方程计算测量误差 (U_{a1}):

$$U_{a1} = U_{e2} * 10^{\frac{XT [dB]}{20}}$$

2.13 通道间的串扰

串扰衰减的示例

在技术规格中，一个 8 通道模拟量输入模块上通道 1 在 -10 V - +10 V 测量范围定义的“输入之间的串扰”值大于 -100 dB。输入电压的振幅为 10 V，通道 0（测量范围 ±10 V）和通道 2（测量范围 ±80 mV）上的串扰导致的误差值是多少？

100 dB 等于系数 100,000。因此，通道 0 和 2 到 7 的测量值受到的影响为 $10 \text{ V} / 100,000 = 100 \text{ } \mu\text{V}$ 。这一变化将加到待测量信号中或从中减去，具体取决于所选的测量范围。

- 通道 0: $100 \text{ } \mu\text{V} / 10 \text{ V} = 0.001 \%$
- 通道 2: $100 \text{ } \mu\text{V} / 80 \text{ mV} = 0.125 \%$

通道 1 设置的 10 V 电压使通道 0 的测量值改变了 0.001%，使通道 2 的测量值改变了 0.125%。因此，本示例中因串扰导致的测量误差分别为 0.001 % 或 0.125 %。基本误差限值中已经包括了因通道间串扰产生的误差。

计算测量误差

在本示例中，根据通道 2 中测量电压 10 V 的改变计算通道 1 的测量误差。在所用模拟量模块手册的技术规格中定义了串扰 (XT [dB]) 的值。

$$\text{测量值误差通道 1 [V]} = \text{通道 2 处测量值的变化 [V]} * 10^{\frac{\text{XT [dB]}}{20}}$$

$$\text{测量值误差通道 1 [V]} = 10 \text{ V} * 10^{\frac{-80 \text{ dB}}{20}} = 0.001 \text{ V}$$

通道 2 处测量电压 10 V 发生改变会导致通道 1 出现 0.001 V 的测量偏差。

2.14 诊断

模拟量模块的诊断

SIMATIC 模拟量模块可以诊断错误。在 STEP 7 中，可以为模拟量模块设置各种不同的诊断类型。请注意，参数分配选项随使用的模拟量模块和产品系列而不同。有关诊断类型的详细信息，请参见模拟量输入或输出模块的设备手册。

要选择所用模拟量模块的诊断类型，请按以下步骤操作：

1. 打开 STEP 7。
2. 在设备视图中选择模拟量模块。
3. 选择“属性”选项卡。
4. 在巡视窗口中，选择模拟量模块的输入或所需通道。

表格 2-2 诊断错误概览

诊断类型	模拟量输入模块	模拟量输出模块
断路	✓	✓
电源电压 L+ 缺失	✓	✓
上溢	✓	✓
下溢	✓	✓
共模错误	✓	-
短路	✓	✓
过载	-	✓
基准结	✓	-

在系统运行过程中，可根据当前输出变量（例如，电流或电压）来诊断模拟量模块。如果输出电流或输出电压不足，则模块将无法运行可靠诊断。在每个模块的技术数据中，指定了可进行的诊断限值。

该模块会通过诊断错误中断向 CPU 报告诊断状态。如果有多个诊断同时暂挂，那么会将具有最高优先级的诊断首先报告给 CPU。诊断会输出在受影响模块上的 LED 显示屏、CPU 显示屏、Web 服务器或 HMI 设备上。

可组态的诊断类型取决于所选的测量类型或输出类型。下表显示了模拟量输入或输出模块的诊断类型、测量类型或输出类型之间的关系。

2.14 诊断

诊断模拟量输入模块

表格 2-3 待组态的模拟量输入模块的诊断类型取决于测量类型“电压”

	电源电压 L+ 缺失	断路 (1 至 5 V)	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200SP	✓	-	✓	✓	-	-	✓
ET 200AL	-	✓	✓	✓	-	-	✓
ET 200eco PN	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	✓

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

表格 2-4 待组态的模拟量输入模块的诊断类型取决于测量类型“电流（4 线制变送器）”

	电源电压 L+ 缺失	断路 (4 至 20 mA)	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-	✓**
ET 200AL	-	✓	✓	✓	-	-	✓**
ET 200eco PN	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	✓

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

** 仅限编码器电源诊断

表格 2-5 待组态的模拟量输入模块的诊断类型取决于测量类型“电流（2 线制变送器）”

	电源电压 L+ 缺失	断路 (4 至 20 mA)	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	-	-	-	✓**
ET 200AL	-	✓	✓	✓	-	-	✓**
ET 200eco PN	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	✓

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

** 仅限编码器电源诊断

表格 2-6 模拟量输入模块的可组态诊断类型（取决于测量类型）“电阻（4 线制连接）”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200eco PN	✓	✓	✓	-	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	-

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

2.14 诊断

表格 2-7 模拟量输入模块的可组态诊断类型（取决于测量类型）“电阻（3 线制连接）”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200AL	-	✓	✓	-	-	-	-
ET 200eco PN	✓	✓	✓	-	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	-

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

表格 2-8 模拟量输入模块的可组态诊断类型（取决于测量类型）“电阻（2 线制连接）”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	-	-	✓	-	-	-
ET 200MP	✓	-	-	✓	-	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200AL	-	✓	✓	-	-	-	-
ET 200eco PN	✓	✓	✓	-	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	-

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

表格 2-9 模拟量输入模块的可组态诊断类型（取决于测量类型）“热敏电阻（4 线制连接）”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200eco PN	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	-

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

表格 2-10 模拟量输入模块的可组态诊断类型（取决于测量类型）“热敏电阻（3 线制连接）”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200AL	-	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200eco PN	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	-

* 对于 ET 200pro，参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

2.14 诊断

表格 2- 11 模拟量输入模块的可组态诊断类型（取决于测量类型）“热敏电阻（2 线制连接）”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	-	-	-	✓	-	-	-
ET 200MP	-	-	-	✓	-	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200AL	-	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200eco PN	✓	✓	✓	✓	-	-	-
ET 200pro	-	✓	✓*	✓*	-	-	-

* 对于 ET 200pro, 参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

表格 2- 12 待组态的模拟量输入模块的诊断类型取决于测量类型“热电偶”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	共模错误	基准结	短路
S7-1500	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
ET 200eco PN	✓	-	✓	✓	-	✓	-
ET 200pro	-	-	✓*	✓*	-	✓	-

* 对于 ET 200pro, 参数“上溢”和“下溢”将与“上溢/下溢”组合在一起。

模拟量输出模块的诊断

表格 2- 13 待组态的模拟量输出模块的诊断类型取决于测量类型“电压”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	短路	过载
S7-1500	✓	-	✓	✓	✓	-
ET 200MP	✓	-	✓	✓	✓	-
ET 200SP	✓	-	✓	✓	✓	-
ET 200eco PN	✓	-	-	-	✓	✓
ET 200pro	-	-	-	-	✓	-

表格 2- 14 待组态的模拟量输出模块的诊断类型取决于测量类型“电流”

	电源电压 L+ 缺失	断路	上溢	下溢	短路	过载
S7-1500	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200MP	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200SP	✓	✓	✓	✓	-	-
ET 200eco PN	✓	✓	-	-	-	✓
ET 200pro	-	✓	-	-	-	-

说明**测量范围**

请注意，可以进行参数设置的诊断类型取决于选定的测量/输出类型以及各自的测量范围。

说明**最小输出值**

低于指定电流或电压值时，无法诊断诸如断路和短路等错误。
只有在输出高于最小值时，才可以重新进行诊断。

电源电压 L+ 缺失

可以通过选中“电源电压 L+ 缺失”复选框，对模拟量模块的电源电压 L+ 缺失或较低情况进行诊断。如果电源电压缺失或过低，则模拟量模块上的状态和错误指示灯将显示相关信息。诊断缓冲区中的条目还将此信息传递给 CPU。

如果电源电压缺失，则也无法进行其它类型的诊断。

断路

断路表示由通常关闭的电路中断触发的故障状态。

模拟量输入模块断路

“断路”诊断功能便于检测系统运行期间的错误。

在 STEP 7 中可以通过设置不同参数来定义模块属性。

例如，根据所用模块，设置报告断路的电流限值参数。

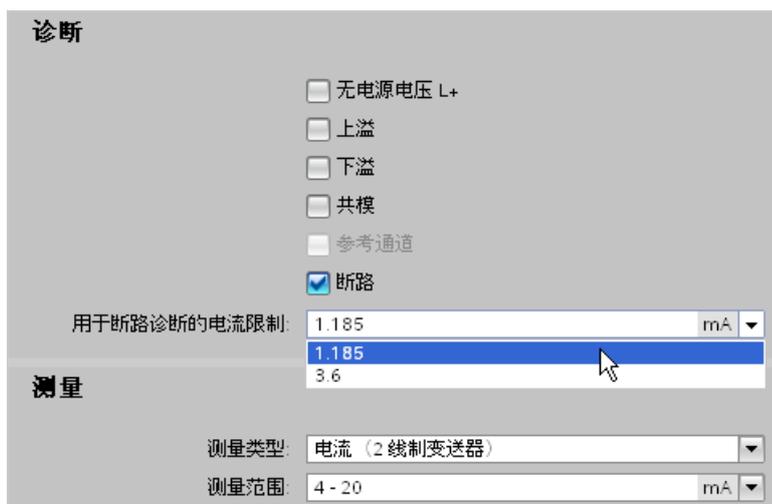


图 2-19 在 STEP 7 中组态模拟量输入模块的断路电流限值

通常，采用带电零点技术检测断路。4 到 20 mA

标准带电零点信号的测量范围的起始值为 4 mA 信号值。

因此，可根据电流缺失情况检测输入和传感器之间是否发生断路。

除了当前信号之外，还可以使用电压信号 1 到 5 V 进行断路检测。

因此，“断路”诊断功能的范围只能组态为 4 到 20 mA 或 1 到 5 V。

在测量“电阻”、“热电阻”和“热电偶”时，电流将传输到线路中。

如果发生断路，则电流流动中断，模拟量模块因此将检测到发生断路。

模拟量输出模块断路

模拟量信号输出可用于进行断路检测。如果电压过低，则无法进行可靠的断路诊断。

在这种情况下，诊断功能被禁用，并且不触发诊断状态的更改。

有关模块断路诊断的电流上限值，请参见模块的技术数据。

上溢/下溢

模拟量输入模块的测量范围的精度可分为额定范围、超出范围或低于范围，以及上溢或下溢。下表列出了将测量信号分为不同电压测量范围的增量数值。

表格 2- 15 模拟量输入模块的电压测量范围 $\pm 10\text{ V}$

增量值	电压测量范围	范围
十进制	$\pm 10\text{ V}$	
32767	$> 11.759\text{ V}$	上溢
32511	11.759 V	超出范围
27649		
27648	10.0 V	额定范围
0	0 V	
-27648	-10 V	
-27649		低于范围
-32512	-11.759 V	
-32768	$< -11.759\text{ V}$	下溢

从十进制值 32512 起，采集到的值超出范围上限，并且不再有效。

发生这种情况时，将诊断错误状态“上溢”。超出范围是达到上溢之前的容差范围。

从十进制数 -32513 开始，采集的值低于所组态的测量范围，不再有效。

发生这种情况时，将诊断错误状态“下溢”。低于范围与超出范围相同，只是值为负值。

例如，断路、测量范围错误或接线错误可能导致“上溢”或“下溢”诊断。

说明

精确度

只有在额定范围内，相关模块的技术数据中所指定的精确度才能得以保障。

2.14 诊断

共模错误

激活“共模”复选框，可诊断是否超出最大电位差 U_{CM} 。超出了测量输入和模拟地 M_{ANA} 参考点间的允许电位差 U_{CM} 。

可能的原因：

- 接线错误
- 环境中存在 EMC 干扰
- 变送器错误接地
- 线路长度过长
- 未连接传感器
- 2 线制变送器连接到 M_{ANA}

说明

使用 4 线制变送器时，串联连接的电流表将导致电压降幅过大。

电位差 U_{CM} 超出有效限值，可能产生测量误差和故障。如果要确保不超出最大值，则需使用等电位连接电缆将测量输入与模拟量接地 M_{ANA} 进行互连。更多详细信息，请参见“连接变送器”。

短路

选中“短路”复选框，将激活模拟量通道的短路诊断。并通过通道过载触发该诊断功能。

可能的原因：

- 接线错误（如，连接处或电缆间导线短路）
- 使用了故障或错误的执行器（如，因执行器故障导致内部短路或输入电阻过低）

模拟量信号输出可用于进行短路检测。如果电压过低，将无法进行可靠的短路诊断。在这种情况下，诊断功能被禁用，并且不触发诊断状态的更改。有关模块短路诊断的电压上限值，请参见模块的技术数据。

SIMATIC 模块有一个特殊的保护电路，可防止发生短路。

模块内部对短路电流进行限制。并在模拟量模块的技术数据中指定了短路电流的级别。

说明

过载

请注意，模块超载会导致其热负载更高。这会影响到以下输出通道。因此，应避免让模拟量输出模块持续运行在过载状态下。

基准结

模拟量输入模块进行“热电偶”测量时，只能选择这种诊断方式。选择“基准结”复选框，诊断参考通道上的基准结温度的补偿错误。

使用外部热敏电阻 (RTD) 在模块的参考通道中测量热电偶的基准结温度。

如果出错（如，断路导致的错误），那么将不再补偿热电偶基准结处测得的温度。

参考温度可能超出有效范围。

有关连接热电偶和热敏电阻及其操作原理的更多信息，请参见“热电偶”和“接线变送器”。

过载

选中“过载”复选框激活输出级别的热监视诊断。当通道逐个检测到输出模块超过最高温度时，将会触发“过载”诊断。

由于以下原因，可能导致超过最高温度：

- 环境温度过高
- 输出模块的运行温度超出规范。

说明

过载

请注意，过载表示模块出现较高的热负载。这会影响到以下输出通道。因此，应避免让模拟量输出模块持续运行在过载状态下。

2.15 值状态

值状态

如果模拟值错误，则模拟量模块将对受影响的通道输出错误值 **0x7FFF**（上溢和其它所有错误状态的错误值）或 **0x8000**（下溢的错误值）。这样，用户程序就可以对通道错误进行检测和评估。用户还可以选择通过诊断报警评估系统诊断是否为事件驱动型。

除了错误值 **0x7FFF** 或 **0x8000** 以及组态的诊断类型外，模拟量输入和输出模块还可通过过程映像输入 (PII) 提供诊断信息。这些信息称之为值状态，并随用户数据同步传送。值状态（质量信息 = QI）提供关于输入信号有效性的声明。质量等级级为“良好”（信号有效 = 1）和“不良”（信号无效 = 0）。

说明

对于模拟量输入模块，可以使用值状态代替错误值 **0x7FFF** 或 **0x8000** 对通道进行评估。与错误值相比，在用户程序中值状态（0 或 1）的二进制评估更为简单清晰。

对于模拟量输出模块，值状态指示写入的值是否可由对应的通道输出。使用值状态，无需评估第一个模块的诊断就可以响应此信息。

示例

启用模拟量输入模块的值状态

要启用模拟量输入模块的值状态，请按以下步骤操作：

- 在 STEP 7 中选择所需的模拟量模块。
- 在模拟量模块的“属性”选项卡中，选择“AI 组态”。
- 单击“值状态”按钮。

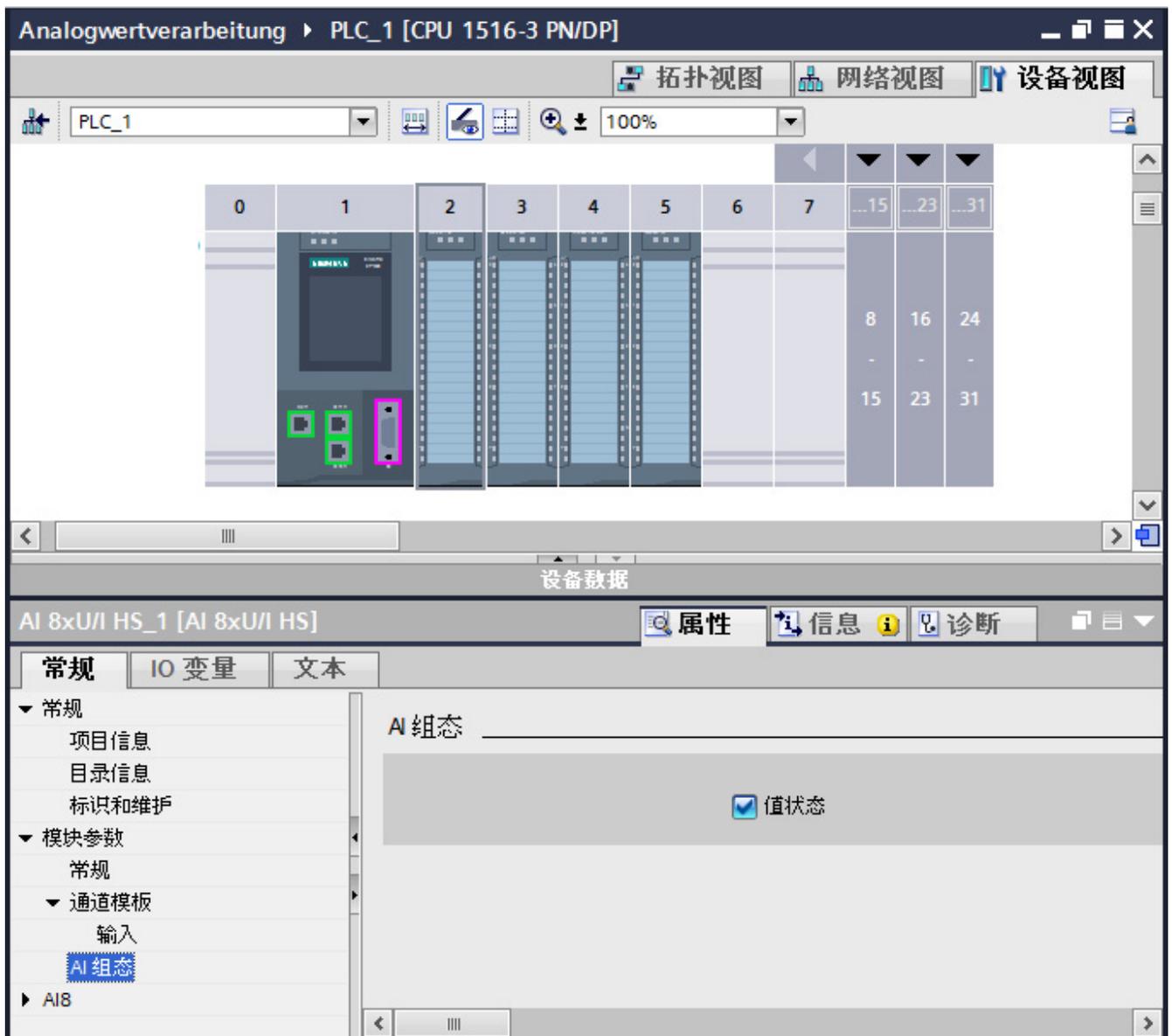


图 2-20 在 STEP 7 中启用值状态

2.15 值状态

如果启用了值状态，则将占用各模块输入地址空间中的另外 1 个字节。

该字节中的每个位都将分配给一个通道并提供相应的信息。例如，用户程序所指定的输出值是否确实在模块终端队列中（0 表示值无效，1 表示值有效）。

出错

如果模拟量输入模块发生断路，则将在过程映像中输入当前信号状态同时将信号的值状态设置为“无效”。如果要在出错时触发指示灯，则可评估用户程序中的值状态。

诊断报警和值状态

如果借助于 GSD 文件在第三方产品中组态模拟量模块，并且诊断报警未评估为事件驱动型，那么最好使用值状态。

说明

值状态表示仅向用户提供“良好”或“不良”信息的组诊断。值状态不适用于提供较为具体的错误原因（例如，编码器电缆断路、短路或负载电压故障）。

2.16 模拟量模块的转换时间

基本转换时间和模拟量输入通道的转换时间

基本转换时间是单通道转换模拟值所需的最短时间。

实际转换时间则包括基本转换时间和所用模拟量输入模块的转换时间：

- 测量电阻的处理时间
- 断路监视的处理时间
- 上溢/下溢监视的处理时间
- 检查共模误差的处理时间

示例

本示例显示了电阻的测量范围为 6000 Ω 、所组态的集成时间为 20 ms 并激活了断路监视功能的模拟量输入模块的通道 6。

该通道的转换时间为下列测量变量总和：

测量变量	时间（以 ms 为单位）
基本转换时间	27
RTD/电阻 (6000 Ω) 处理时间	4
RTD/电阻和热电偶区域中的断路监视的处理时间	9
通道转换时间	40

2.16 模拟量模块的转换时间

模拟量输出通道的转换时间

输出通道的转换时间从模块内部存储器传输数字值开始，到进行数模转换时结束。

转换时间不包括模块端子处模拟量信号的设置时间。

有关稳定时间的详细信息，请参见“模拟量输出模块的稳定和响应时间 (页 52)”。

说明

诊断与转换时间的关系

虽然部分诊断与转换并行运行并且不延长转换时间，但其它诊断类型会导致转换时间延长，如上例所示。

高速模拟量模块的转换时间

高速模拟量模块（HS 模块）设计用于更快地进行信号处理。

HS 模块提供的诊断和测量类型少于标准模块（ST 模块）。

有关 HS 模块的更多信息，请参见章节“高速模拟量模块 (页 113)”。

2.17 模拟量模块的循环时间

定义

模拟量模块的循环时间是指模块处理所有通道所需的时间。
循环时间取决于所采用的测量值采集方式，如多路复用或并行采集测量值。

顺序处理测量值

此过程将连续（按顺序）处理模块中的模拟量通道。对于模拟量输入，使用诸如多路复用器等方式将值传送到转换器中，然后再按顺序进行转换。

模拟量模块的循环时间从模块所有激活的模拟量通道的总转换时间中得出。
STEP 7 提供可禁用未使用的模拟量通道的选项，以此减少循环时间。

下图简要介绍了确定 n 通道模拟量模块循环时间的几个因素。

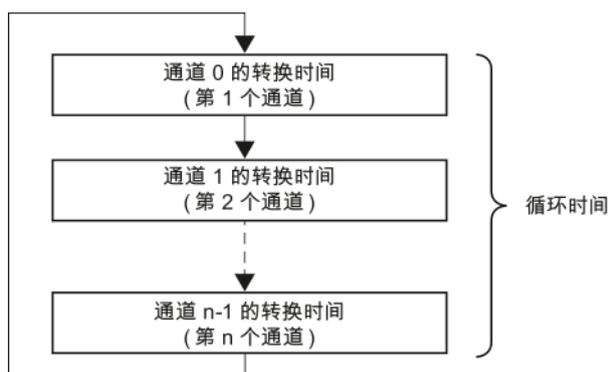


图 2-21 采用多路转换的模拟量模块的循环时间

并行采集测量值

此过程可以同时（并行）处理模块的模拟量通道，而不是按顺序进行处理。在并行处理测量值中，模块的循环时间通常不变的，与所用的通道数无关。

例如，高速模拟量模块通过并行采集测量值缩短周期时间。

有关 HS 模块的更多信息，请参见“高速模拟量模块 (页 113)”一节。

2.18 模拟量输出模块的稳定时间和响应时间

稳定和响应时间是指定模拟量输出变量的输出延时时间及其过程中的可用性。

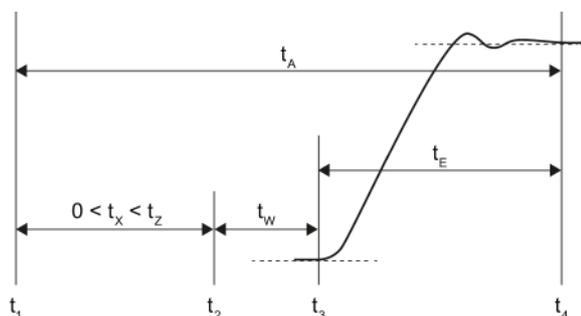
响应时间

新输出值的响应时间定义为，从向模块内部存储器输入数字量输出值到达到将在模拟量输出中输出的值（残差为 1%）之间的时间。

响应时间 (t_A) 是应用时间 (t_x)、转换时间 (t_w) 和稳定时间 (t_E) 的总和：

$$t_A = t_x + t_w + t_E$$

模拟量输出模块的稳定时间和响应时间



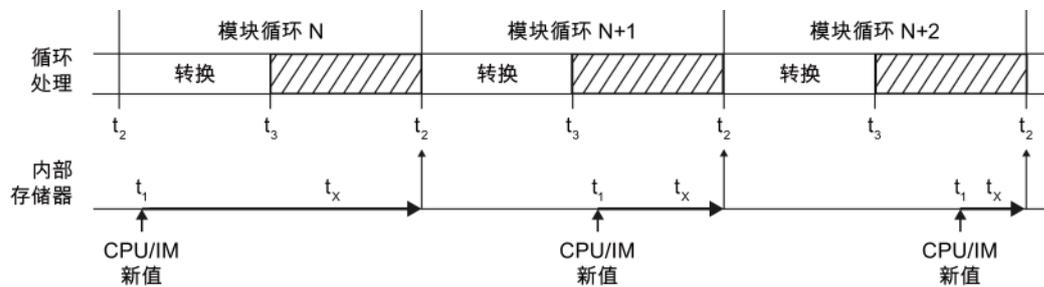
- t_A 响应时间
- t_x 应用时间
- t_z 模块循环时间
- t_w 转换时间
- t_E 稳定时间
- t_1 新数字量输出值位于模块的内部存储器中
- t_2 模块将激活数字量输出值并开始转换
- t_3 模块将在模拟量输出通道的端子处结束转换并输出模拟量信号
- t_4 信号已稳定并到达所指定的模拟量输出值（残差为 1%）

图 2-22 输出通道的稳定时间和响应时间

应用时间

CPU/IM（接口模块）会将新输出值写入到模拟量输出模块的内部存储器中。所需时间不由 CPU/IM 决定。并将这些输出值异步转换到缓冲区存储器的条目中。最坏的情况下，应用时间 (t_x) 可能等于循环时间 (t_z)。如果 CPU 在传输进行转换的值后立即在模块内部的存储器写入一个新值，则将发生这种情况。在下次转换之前，都不会对该新值进行处理。

下图显示了模拟量输出模块以非等时同步模式从内部存储器对输出值进行非周期性访问。有关等时同步模式的更多信息，请参见章节“高速模拟量模块 (页 113)”中的“等时同步模式”部分。



- t_x 应用时间
- t_1 新数字量输出值位于模块的内部存储器中
- t_2 模块将激活数字量输出值并开始转换
- t_3 模块将在模拟量输出通道的端子处结束转换并输出模拟量信号

图 2-23 输出值的应用

转换时间

输出通道的转换时间从模块内部存储器中传输的数字值 (t_2) 开始，到进行数模转换 (t_3) 时结束。

稳定时间

稳定时间从模拟量信号输出到模块 (t_3) 端子时开始，在达到输出值 (t_4) 时结束。考虑 1% 的残差时，当输出信号稳定在最终值，便达到输出值。

稳定时间取决于模块的输出类型，以及所连接的负载。模拟量输出的负载包括连接线路和连接的执行器。输出“电流”时，稳定时间将随着电阻欧姆的增大而增加。电感负载则会导致随后出现输出值波动。输出“电压”时，电感负载则会导致随后出现波动。

2.19 滤波

使用滤波功能

大多数模拟量输入模块允许在 STEP 7 中组态测量信号的滤波。对模拟值的滤波可降低干扰信号的强度。在测量值变化缓慢时滤波功能非常重要，例如温度测量。

滤波原理

测量值通过过滤进行滤波处理。模块通过指定数量的已转换（数字化）模拟值来计算平均值。滤波不能与指定时间段的测量值积分一起使用。因此，无法通过对测量信号进行滤波以便过滤掉指定的干扰频率。但是，这种滤波可以返回更加“稳定”的数据值，因为它可以抑制覆盖测量信号的峰值。可以根据所使用的模块，组态 4 种（无、弱、中、强）或更多等级的滤波。滤波等级可确定生成平均值时所需的模拟值数量。滤波系数越大，滤波效果越好。

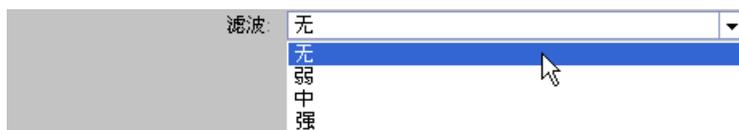


图 2-24 在 STEP 7 中选择滤波级别

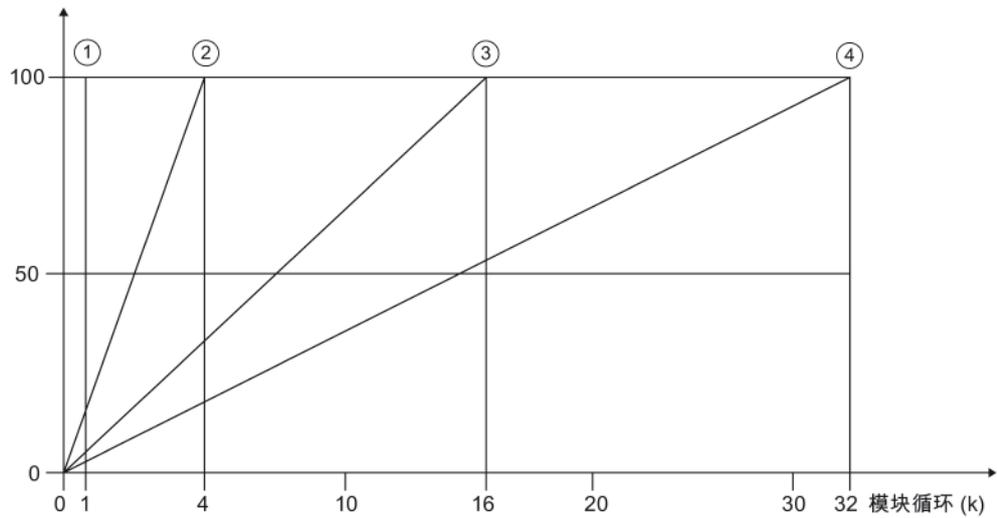
滤波方法

在移动平均值中计算可组态的测量值数（如 4、8、32）时需要使用滤波算法。每个新测量值都将计入，之后将忽略最旧的测量值。这种机制可以抑制覆盖测量信号的干扰峰值。有用信号跳转在一定时间后才在数据中变得比较明显（请参见下例）。各产品范围的模块使用不同的滤波算法。滤波可以为线性，也可以为指数。两者的差异对强滤波尤其明显，并会根据所用产品的不同产生较快或较慢的上升速率。有关具体模块所支持的定制滤波功能的信息，请参见模拟量输入模块手册。

示例 1：线性滤波

下图显示了在阶跃响应之后每个滤波等级设置中经过滤波的模拟值达到大约 100% 时所需的模块周期数 (k)。此规范适用于模拟量输入处的所有信号更改。

信号变化 (百分比)



- ① 无滤波 ($k = 1$)
- ② 弱滤波 ($k = 4$)
- ③ 中等滤波 ($k = 16$)
- ④ 强滤波 ($k = 32$)

图 2-25 具有 4 个滤波等级的线性滤波

示例 2: 指数滤波

下图显示了不同数量的模块循环滤波系数的阶跃响应。

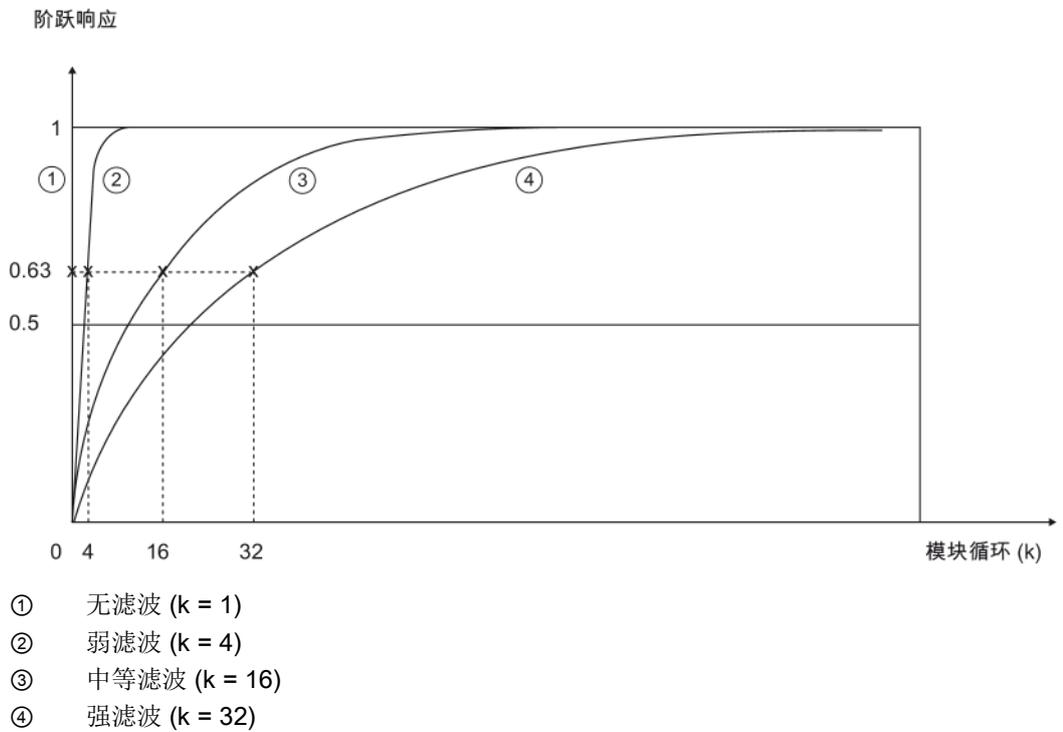


图 2-26 具有 4 个滤波等级的指数滤波

2.20 2 线制变送器的负载

2 线制变送器

2 线制变送器是电流变送器，可以将过程变量转换为 4 和 20 mA 之间的电流信号。两条连接线路为变送器提供至少为 4 mA 的输出电流。有关将 2 线制变送器连接到模拟量输入模块的更多信息，请参见连接电流变送器一节 (页 72)。

负载

负载是指电流回路中较大的外部电阻。如果外部电阻大于指定的负载，那么 2 线制变送器的供电电压将过低。

电阻包括变送器电阻以及连接到电流回路的所有其它电阻。

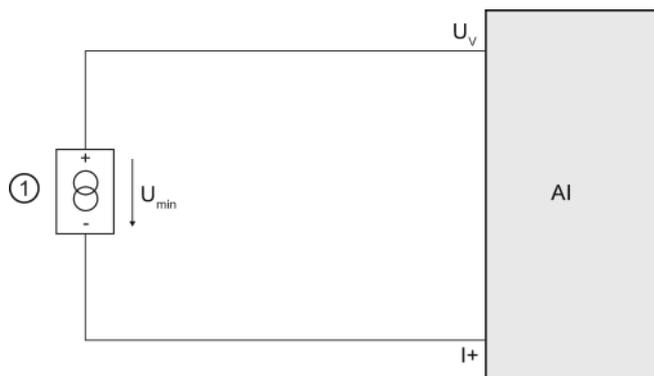
模拟量模块的技术数据中指定了变送器中所允许的最大负载，如 820 Ω。

示例 1：将变送器连接到电路

根据所用 2 线制变送器的技术数据，需要至少 8.5 V 的电源电压 (U_{\min})。通过欧姆定律，可以计算出电流为 20 mA 时所用变送器 (R_{2DMU}) 的电阻值。

$$R_{2DMU} = \frac{U_{\min}}{I} = \frac{8.5 \text{ V}}{0.020 \text{ A}} = 425 \Omega$$

电源电压至少为 8.5 V 时，变送器的电阻为 425 Ω。由于电阻值小于 820 Ω，因此可以将变送器连接到模拟量输入模块 (AI)，而不会超出最大负载。



- ① 2 线制变送器
- U_v 通道中的馈电电压端子
- $I+$ 电流输入端子
- U_{\min} 2 线制变送器的电压降低

图 2-27 将变送器连接到电路

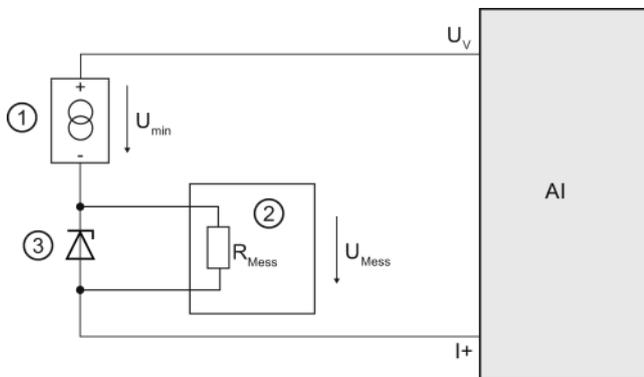
示例 2：连接变送器和其它设备

如果将多台测量设备串联在一起，那么所有相连电阻的总和不能超出最大负载值。

如果将 2 线制变送器连接 8.5 V 的电源电压，则需连接测量设备的电阻②。

变送器最大负载:	820 Ω
电压降为 8.5 V 时的变送器电阻:	425 Ω
其它所连设备的最大电阻:	395 Ω

因此，测量仪器的电阻不会超过 395 Ω。



- ① 2 线制变送器
- ② 数字万用表
- ③ 齐纳二极管
- U_v 通道中的馈电电压端子
- $I+$ 电流输入端子
- U_{min} 2 线制变送器的电压降低
- R_{Mess} 测量仪器的电阻
- U_{Mess} 测量仪器处的电压降低

图 2-28 将变送器和其它设备连接到电路

计算所允许的电压降低

最大电流为 20 mA 时，电流回路中的最大额外电阻不能超过 395 Ω。

根据欧姆定律计算所连测量仪器 (U_{Mess}) 电压降低的公式如下所示：

$$U_{Mess} = R_{Mess} * I = 395 \Omega * 0.020 A = 7.9 V$$

由此可以看出，测量仪器的电压降低不应超过 7.9 V。

模拟值表示

3.1 概述

模拟值转换

CPU 仅处理数字化后的模拟值。

模拟量输入模块将模拟量信号转换为数字值，并由 CPU 进一步处理。

模拟量输出模块将 CPU 的数字量输出值转换为模拟量信号。

16 位精度的模拟值表示

所有 I/O 值的数字化模拟值在同一额定范围内都相同。

模拟值可表示为二进制补码形式的定点数，这将导致下列状态：

表格 3-1 模拟值表示

精度	模拟值															
位号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
位有效值	S	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

符号

通常在位 15 中设置模拟值的符号 (S)：

- "0" → +
- "1" → -

低于 16 位的精度

在精度低于 16 位的模拟量模块存储器中，模拟值采用左对齐方式。
未用的最低有效位数以“0”填充，

从而减少了可表示的测量值数。无论精度如何，模块都将占用 +32767 和 -32768 范围内的一系列值。两个连续值之间的缩放值取决于模块的精度。

3.1 概述

示例

以下示例中显示如何使用“0”值填充最低有效位。

- 精度为 16 位的模块支持以 1 个单位为步长递增值 ($2^0 = 1$)。
- 精度为 13 位的模块支持以 8 个单位为步长递增值 ($2^3 = 8$)。

表格 3-2 示例：16 位和 13 位模拟值的位模式

精度	模拟值															
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
16 位	S	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
13 位	S	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	0	0	0

S = 符号

说明

有关每个模拟量模块所支持的精度信息，请参见相关模块的技术数据。

3.2 输入范围表示

下表列出了按双极性和单极性进行数字化表示的输入范围。精度为 16 位。

有关分配各测量范围中指定测量值的信息，请参见各模拟量输入模块的设备手册。

表格 3-3 双极性输入范围

十进制值	以百分比表示的测量值	数据字																范围
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32767	>117.589	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	上溢
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	超出范围
27649	100.004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	额定范围
1	0.003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1	-0.003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
-27648	-100.000	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-27649	-100.004	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	低于范围
-32512	-117.593	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
-32768	<-117.593	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	下溢

3.2 输入范围表示

表格 3-4 单极性输入范围

十进制值	以百分比表示的测量值	数据字																范围
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32767	>117.589	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	上溢
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	超出范围
27649	100.004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	额定范围
1	0.003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1	-0.003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	低于范围
-4864	-17.593	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
-32768	<-17.593	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	下溢

3.3 输出范围表示

下表列出了按双极性和单极性进行数字化表示的输出范围。精度为 16 位。

有关分配各测量范围中指定输出值的信息，请参见各模拟量输出模块的设备手册。

表格 3-5 双极性输出范围

十进制值	以百分比表示的输出值	数据字																范围
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	最大输出值*
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	超出范围
27649	100.004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	额定范围
1	0.003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1	-0.003617	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
-27648	-100.000	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-27649	100.004	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	低于范围
-32512	-117.593	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
-32512	-117.593	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	最小输出值**

* 指定值 > 32511 时，输出值限制为 117.589 % 或 0 % (0.0 V / 0.0 mA)，具体取决于使用的模块。

* 指定值 < -32512 时，输出值限制为 -117.593 % 或 0 % (0.0 V / 0.0 mA)，具体取决于使用的模块。

3.3 输出范围表示

表格 3-6 单极性输出范围

十进制值	以百分比表示的输出值	数据字																范围
		2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	最大输出值*
32511	117.589	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	超出范围
27649	100.004	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
27648	100.000	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	额定范围
1	0.003617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	最小输出值**

* 指定值 > 32511 时，输出值限制为 117.589 % 或 0 % (0.0 V / 0.0 mA)，具体取决于使用的模块。

** 指定值 < 0 时，输出值限制为 0% (0.0 V / 0.0 mA)。

连接变送器

4.1 概述

简介

本章介绍了变送器与模拟量输入连接的基本过程。

有关特定的接线方式信息，请参见各模块手册。

有关电缆布线和屏蔽或电位均衡等更多信息，请参见功能手册“组态防干扰型控制器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193566>)”。

可连接到模拟量输入的变送器

可将下列变送器连接到模拟量输入模块，具体取决于测量类型：

- 电压变送器
- 电流变送器
 - 2 线制变送器
 - 4 线制变送器
- 电阻变送器
 - 4 线制连接
 - 3 线制连接
 - 2 线制连接
- 热电偶

隔离变送器和非隔离变送器

变送器具有多种型号：

- 隔离变送器**未连接到**本地接地电位。可以进行浮点计算。
- 非隔离变送器**可以在本地连接到**接地电位。

非隔离变送器将连接到导电外壳上。

注意：所有非隔离变送器相互之间必须进行带电连接，而且在本地连接到接地电位。

4.1 概述

本图中所用的缩写

下图中所有缩写的说明:

AI	模拟量输入模块
M	接地连接
L+	电源电压连接
M _n +/M _n -	测量输入, 通道 n
I _{Cn} +/I _{Cn} -	至热敏电阻 (RTD) 通道 n 的电流输出
U _n +/U _n -	电压输入通道 n
I _n +/I _n -	电流输入通道 n
COMP+/COMP-	补偿输入
I _{Comp} +/I _{Comp} -	补偿电流输出
U _V	通道上的馈入电压 (连接可用于 2 线制变送器 (2DMU) 或与 2/4 线制变送器的 ET 200eco PN 和 ET 200pro 一起使用)。
U _{CM}	测量输入/模拟地 M _{ANA} 参考点之间的电位差。
U _{ISO}	测量输入和中央地参考点之间的电位差
M _{ANA}	模拟地的参考点

模拟量信号线路

通常使用屏蔽双绞线电缆连接模拟量信号。这样, 可以提高抗扰性。

4.2 通过 MANA 连接来连接模拟量输入

测量输入和中央地的参考电位通过 M_{ANA} 连接在模拟量输入模块中是电气隔离的。

受限电位差 U_{ISO} (绝缘电压)

需始终确保未超出模拟地 M_{ANA} 和中央地参考点之间所允许的电位差 U_{ISO} 。

以下原因可能会导致电位差 U_{ISO} ：超出最大线路长度。

如果要确保不超过允许的值 U_{ISO} ，请在终端 M_{ANA} 和中央接地点之间使用等电位连接电缆。

4.2 通过 MANA 连接来连接模拟量输入

受限电位差 U_{CM} (共模)

需始终确保未超测量输入和模拟地 M_{ANA} 之间所允许的电位差 U_{CM} 。

以下原因可能会导致电位差 U_{CM} ：

- 环境中存在 EMC 干扰
- 使用了接地的变频器
- 使用了长电缆

如果超出所允许的电位差 U_{CM} ，则可能会发生测量错误/故障。

一些模块可以检测到无效的电位差 U_{CM} 并通过 CPU 的诊断缓冲区条目报告此错误。

如果要确保未超出最大值 U_{CM} ，则需通过一个等电位连接电缆将测量输入与模拟地 M_{ANA} 的参考点进行互连。

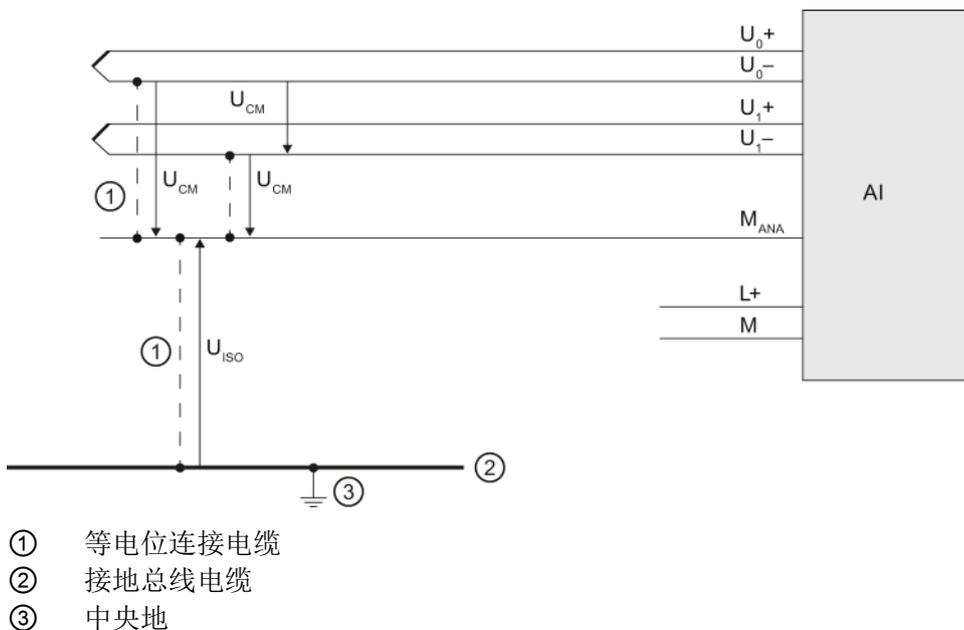


图 4-1 示例：具有 M_{ANA} 连接的模拟量输入模块的参考电位

4.3 不通过 MANA 连接来连接模拟量输入

在没有 M_{ANA} 连接的模拟输入模块中，测量输入和中央地的参考电位相互之间是电气隔离的。

受限电位差 U_{ISO} (绝缘电压)

应始终确保未超出测量输入和中央地参考点间的最大电位差 U_{ISO} 。

以下原因可能会导致电位差 U_{ISO} ：超出最大线路长度。

如果要确保不超过允许的值

U_{ISO} ，请在测量输入的参考点和中央接地点之间使用等电位连接电缆。

4.3 不通过 MANA 连接来连接模拟量输入

受限电位差 U_{CM} (共模)

应始终确保未超出测量输入参考点之间所允许的电位差 U_{CM} 。

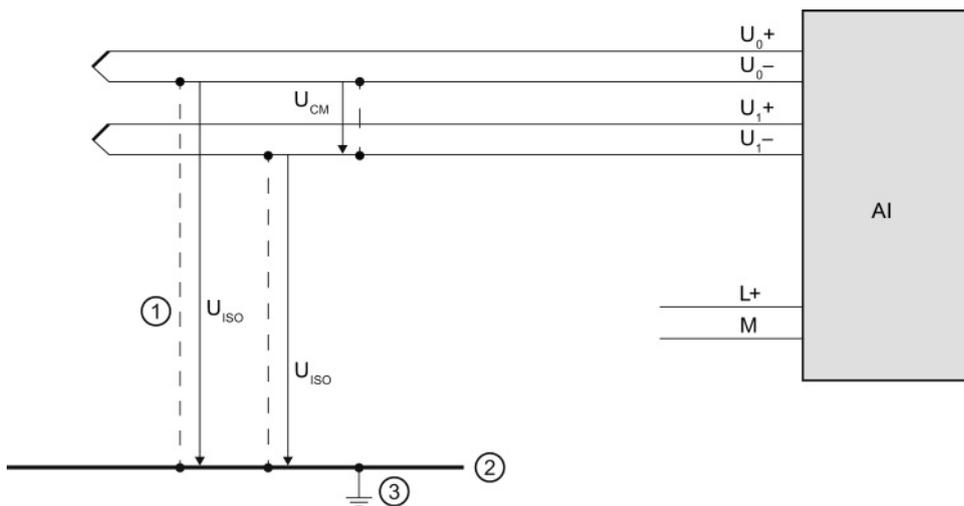
以下原因可能会导致电位差 U_{CM} ：

- 环境中存在 EMC 干扰
- 使用了接地的变频器
- 使用了长电缆

如果超出所允许的电位差 U_{CM} ，则可能会发生测量错误/故障。

一些模块可以检测到无效的电位差 U_{CM} 并通过 CPU 的诊断缓冲区条目报告此错误。

如果要确保不超过允许的值 U_{CM} ，请在测量输入的参考点之间使用等电位连接电缆，或者对于 ET 200eco PN 和 ET 200pro，在测量输入的参考点和接地点之间使用等电位连接电缆。

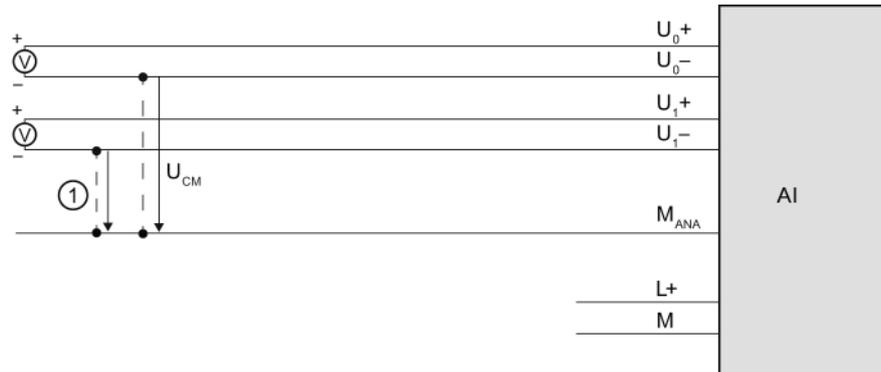


- ① 等电位连接电缆（不适用于 2 线制变送器和电阻型变送器）
- ② 接地总线电缆
- ③ 中央地

图 4-2 示例：不具有 MANA 连接的模拟量输入模块的参考电位

4.4 连接电压变送器

下图显示了如何连接电压变送器。如果要确保不超过允许的值 U_{CM} ，请在测量输入的参考点和模拟地 M_{ANA} 之间使用等电位连接电缆，或者对于 ET 200eco PN 和 ET 200pro，在测量输入的参考点和接地点之间使用等电位连接电缆。



① 等电位连接电缆（仅适用于具有 M_{ANA} 连接的模块）

图 4-3 示例：将电压变送器接线到模拟量输入模块

4.5 连接电流变送器

电流变送器可作为 2 线制变送器和 4 线制变送器。

以下列出了电流变送器提供电压的各种方式。

对 2 线制变送器进行连接，并将它们与模块的电源相连接

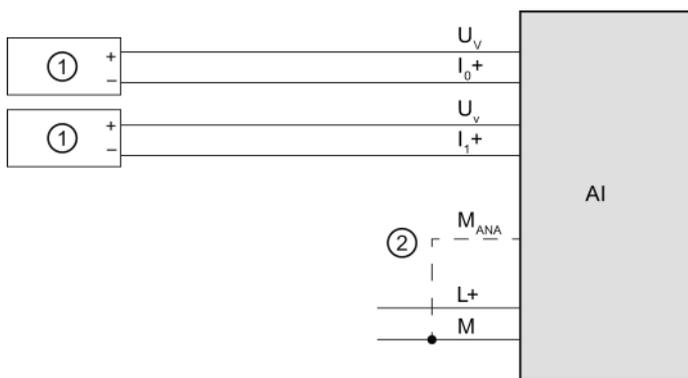
2 线变送器可将过程变量转换为电流。2 线变送器连接到模拟量输入模块的端子，与抗短路电源电压接通。因此，这种变送器通常称为“无源变送器”。

这种便捷的接线方式意味着 2 线制变送器非常合适用于工业环境中。

如果要采用这种连接方式，则需要在 STEP 7 中设置测量类型“电流（2 线制变送器）”。

说明

必须对 2 线变送器进行电气隔离。



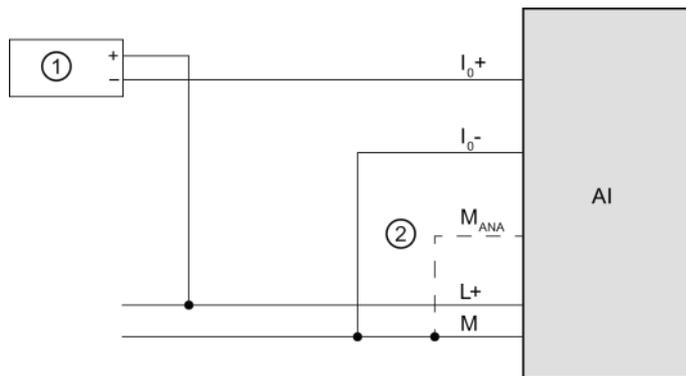
① 2 线制变送器 (2WT)

② 等电位连接电缆（仅适用于具有 M_{ANA} 连接的模块）

图 4-4 示例：将 2 线制变送器接线到模拟量输入模块

将 2 线制变送器接线到 4 线制变送器的模拟量输入

下图显示了另一种连接方式：使用模块的电源线 L+ 为 2 线制变送器供电。
如果要采用这种连接方式，则需要在 STEP 7 中设置测量类型“电流（4 线制变送器）”。
在这种连接方式中，将移除电源电压 L+ 和模拟电路之间的电气隔离。

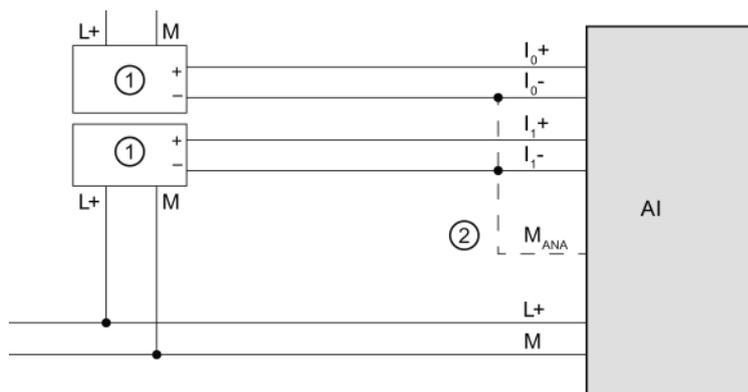


- ① 2 线制变送器 (2WT)
- ② 等电位连接电缆（仅适用于具有 M_{ANA} 连接的模块）

图 4-5 示例：将 2 线制变送器接线到 4 线制变送器的模拟量输入

对 4 线变送器进行接线和连接

4 线制变送器提供了连接独立电源电压的端子。这些变送器均由外部电源进行供电。因此，通常称为“有源变送器”。如果要采用这种连接方式，则需要在 STEP 7 中设置测量类型“电流（4 线制变送器）”。



- ① 4 线制变送器 (4WT)
- ② 等电位连接电缆（仅适用于具有 M_{ANA} 连接的模块）

图 4-6 示例：将 4 线制变送器接线到模拟量输入模块

4.6 连接热敏电阻和电阻

模块在端子 I_C+ 和 I_C- 处的电流恒定，可进行电阻测量。恒定电流流入待测电阻，在此作为压降进行测量。必须将恒定电流电缆直接与热敏电阻/电阻连接。

使用采用 4 线制或 3 线制连接补偿的测量方式来测量线路电阻，从而实现比使用 2 线制连接的测量方式更高的准确度。

使用两线连接的测量方式进行测量时，结果通常为线路电阻和实际电阻；因此，必须要降低测量结果的准确度。

下图举例说了如何进行连接。

热敏电阻的 4 线制连接

使用高抗阻测量方式在 M_0+ 和 M_0- 端子上测量热敏电阻上的电压。确保接线时极性的正确性 (I_{C0+} 和 M_0+ ，以及热敏电阻上的 I_{C0-} 和 M_0-)。

请始终将 I_{C0+} 和 M_0+ 线路以及 I_{C0-} 和 M_0- 线路直接连接到热敏电阻。

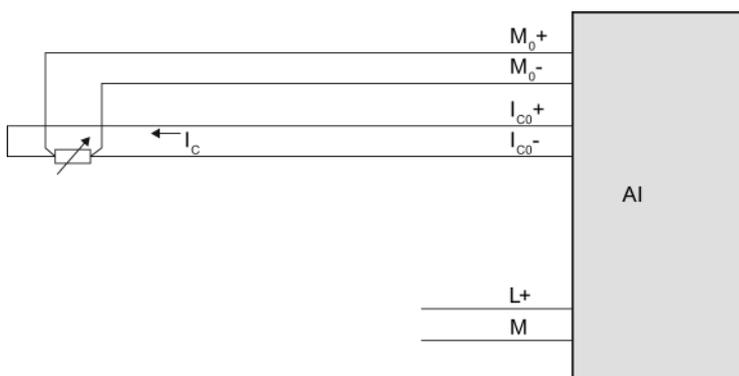


图 4-7 示例：使用 4 线制连接将热敏电阻连接到模拟量输入模块

热敏电阻的 3 线制连接

由于模块不同（带有 4 个端子的模块将采用 3 线制连接（每个通道）），可能需要在 M_0^- 和 I_{CO}^- 之间（请参见下图）或在 M_0+ 和 $I_{CO}+$ 之间插入一个电桥。请始终将 $I_{CO}+$ 和 M_0+ 线路直接连接到端子电阻。使用导线横截面积相同的电缆。

对于 ET 200AL、ET 200eco PN 和 ET 200pro，不需要电桥，因为所有必需连接都是在内部实现的。

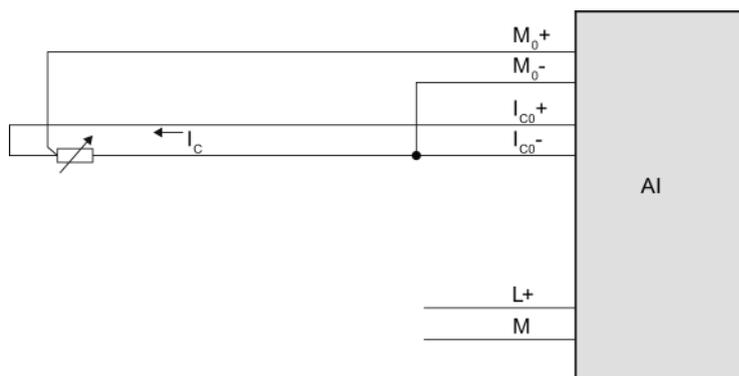


图 4-8 示例：使用 3 线制连接将热敏电阻连接到模拟量输入模块

热敏电阻的 2 线制连接

在带有 4 个端子的模块上安装 2 线制设备（按通道）时，需要在模块的 M_0+ 和 $I_{CO}+$ 之间和在 M_0- 和 $I_{CO}-$ 之间插入一个电桥，如下图所示。此时，只进行线路电阻测量，但不会进行补偿。由于物理限制，所以此测量类型的准确性低于使用 3 线制或 4 线制连接的测量方式。但这种测量类型的接线十分便捷，只需将电桥插入到插头中即可，节省了大量时间。

对于 ET 200AL、ET 200eco PN 和 ET 200pro，不需要电桥，因为所有必需连接都是在内部实现的。

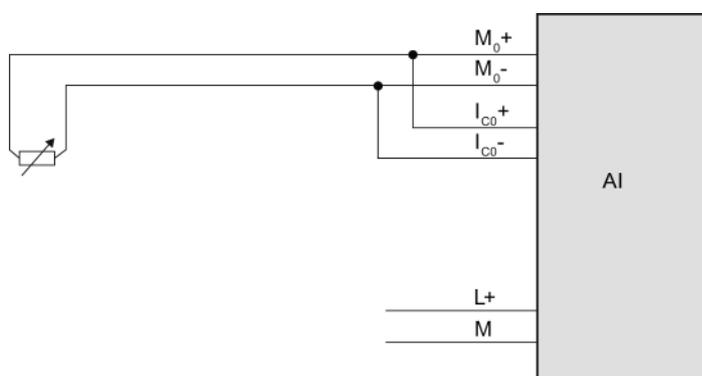


图 4-9 示例：使用 2 线制连接将热敏电阻连接到模拟量输入模块

4.7 连接热电偶

简介

热电偶通常在交付时立即可用。保护壳可以防止热电偶被外流破坏。

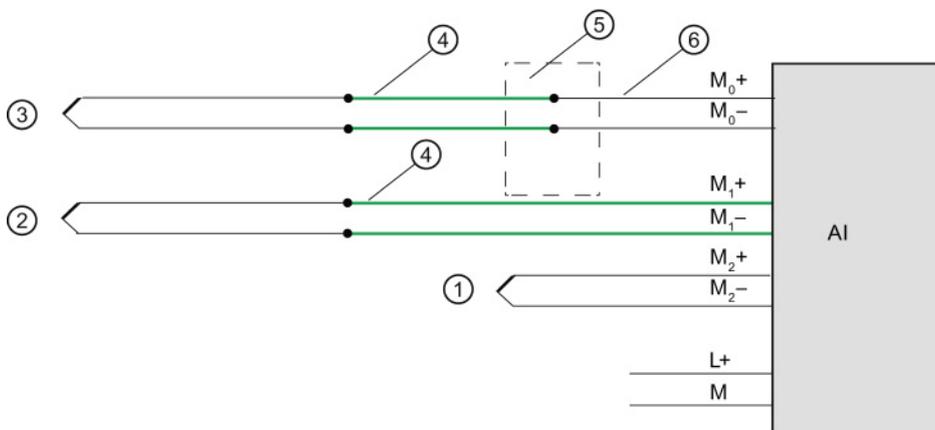
补偿线路

相应热电偶的补偿线路由特殊颜色代码标识，这是因为只能使用由与热电偶匹配的材料组成的补偿线路。标准化的补偿线路根据 DIN EN 60584 标准指定。需遵守制造商规范中的最大温度要求。

热电偶连接方式

可以采用多种方法将热电偶连接到模拟量输入模块：

- 直接连接①。
- 使用补偿线路②。
- 将补偿线路连接到基准结上，然后再将基准结连接电源线路（铜线）上③。



- ① 无补偿线路的热电偶
- ② 有补偿线路的热电偶
- ③ 连接补偿线路和电源线的热电偶
- ④ 补偿线路（材料与热电偶的相同）
- ⑤ 外部基准结
- ⑥ 例如，铜制电源电缆

图 4-10 示例：将热电偶接线到模拟量输入模块上

更多信息

有关热电偶的选择及其工作原理等更多信息，请参见热电偶 (页 78)一节。

热电偶

5.1 选择热电偶

简介

热电偶是用于准确测量温度的电气设备。它们由连接到一处的两种不同的金属组成。该点的温度发生变化时会产生电压差，从而可以计算出温度值。

热电偶可以测量较大范围内的温度，是一种非常坚固耐用的设备。因此非常适合用于工业应用。选择合适的热电偶时，应考虑以下条件：

- 温度范围
- 气候环境
- 价格

接地的热电偶

在接地的热电偶中，传感器外壳内部连接有一根热电偶导线。这样，就可以在传感器外壳和热电偶测量端之间形成良好的热传导。

未接地的热电偶

在未接地的热电偶中，热电偶不会连接到传感器外壳。温度变化的响应时间也要比接地的热电偶长。测量点具有电气隔离。

类型和温度范围

不同类型的热电偶由不同成分的材料构成。

说明

由于实际环境的影响，热电偶超出指定温度范围后会变得非常不准确。因此，只能在制造商指定的温度范围内使用热电偶。

下表列出了不同热电偶的类型、材料成分以及温度测量范围：

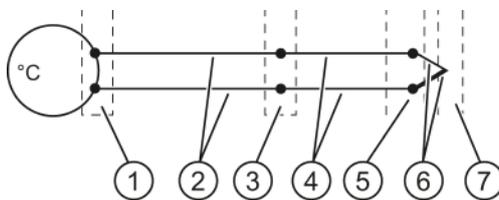
类型	材料成分	温度范围
B	PtRh-PtRh	250 到 1820 °C
C	W-Re	0 到 2315 °C
E	NiCr-CuNi	-270 到 1000 °C
J	Fe-CuNi	-210 到 1200 °C
K	NiCr-Ni	-270 到 1372 °C
L	Fe-CuNi	-200 到 900 °C
N	NiCrSi-NiSi	-270 到 1300 °C
R	PtRh-Pt (Pt 13%)	- 50 到 1769 °C
S	PtRh-Pt (Pt 10%)	-50 到 1769 °C
T	Cu-CuNi	-270 到 400 °C
U	Cu-CuNi	-200 到 600 °C
TXK/XKL	NiCr-CuCr	-200 到 800 °C

5.2 热电偶结构和工作原理

热电偶结构

热电偶包含一对热敏元件及相应的安装和连接元件。两根以不同金属/金属合金制成的导线的末端（热端）焊接在一起。焊接点将作为测量点，而热电偶的空闲端则作为基准结。空闲端与评估设备（例如，模拟量输入模块）通过绝缘导线或电缆进行互连。

不同材料成分产生了不同热电偶类型（例如 K/J/N）；所有热电偶应用相同的测量原理，而与其类型无关。



- ① 热电压采集点
- ② 例如，铜制电源电缆
- ③ 基准结
- ④ 补偿线路（材料与热电偶的相同）
- ⑤ 连接点
- ⑥ 具有正负热敏元件的热电偶
- ⑦ 测量点

图 5-1 热电偶

热电偶的工作原理

测量点和热敏元件对空闲端（连接点）间的温度差会在基准结处产生热电压。该热电压的值取决于测量点和空闲端之间的温度差以及热敏元件对的材料成分。

热电偶始通常会采集一个温差值。这意味着，必须获取空闲端的温度（基准结）才能确定测量点温度。

热电偶可以从连接点处通过补偿线路进行扩展。这样，可以在指定点设置基准结，从而可以在此处保持温度一致或便于安装温度传感器。补偿线路与热电偶的导线是由同种材料制成。使用铜缆连接基准结和模块。

说明

需始终查看极性，这是因为不正确的连接将导致不可接受的测量误差。

5.3 基准结温度的补偿

5.3.1 概述

简介

要使用基准结和测量点间的温差函数来求出正确的温度值，可以通过不同的方式测量基准结的温度。

这里提供了各种补偿选项来满足基准结处的要求。

有关模拟量模块所支持的补偿方式，请参见相应模块的手册。

5.3 基准结温度的补偿

补偿基准结温度的可选方法

表格 5- 1 补偿方式：说明与应用案例

补偿选项	说明	应用案例/特殊功能
内部基准结	<p>功能原理</p> <p>通过这种补偿方式，可使用模拟量模块中集成的传感器测量基准结温度。</p> <p>操作步骤</p> <p>直接将热电偶连接到 I/O 模块，或通过补偿线路连接；请参见通过内部基准结进行补偿 (页 84) 一章。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 对于连接，请使用匹配热电偶材料的补偿线路。 • 如果系统中的基准结温度和模块温度相同，还可以使用由不同材料制作的线路。 • 优点： <ul style="list-style-type: none"> - 价格便宜 - 无需外部基准结 - 无需额外接线
模块的参考通道	<p>特性</p> <p>采用这种补偿方式，可通过外部热电阻 (RTD) 确定基准结温度。</p> <p>操作步骤</p> <p>将热电偶直接或通过补偿线路间接连接到基准结的供电线路。</p> <p>将供电线路连接到模块相应的端子上。</p> <p>将热电阻 (RTD) 连接到模块的参考通道上。</p> <p>热电阻 (RTD) 必须位于基准结区域中；请参见“通过模块参考通道进行补偿 (页 86)”章节。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 直接采集基准结处的温度。 • 为此补偿类型组态的所有通道的测量温度都将由基准结的温度值自动修正。 • 优点： <ul style="list-style-type: none"> - 与通过内部基准结进行补偿相比，结果更加准确；但需要安装额外的热电阻并接线。
组 0 的参考通道	<p>特性</p> <p>通过设置“TC”（热电偶...），将该通道用作组 0 的基准结温度的接收方。</p> <p>组 0 的相关发送方设置为 RTD 通道。</p> <p>操作步骤</p> <p>将热电偶直接或通过补偿线路间接连接到基准结的供电线路。将供电线路连接到模块相应的端子上。</p> <p>将热电阻 (RTD) 连接到模块组 0 所组态的参考通道上。热电阻 (RTD) 必须位于基准结区域中；请参见“补偿，组 0 的参考通道 (页 88)”章节。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 直接采集基准结处的温度。 • 为此补偿类型组态的所有通道的测量温度都将由基准结（发送方）的温度值自动修正。

补偿选项	说明	应用案例/特殊功能
固定参考温度	<p>特性</p> <p>使用这种补偿, 可将基准结温度以固定值形式存储在模块中。</p> <p>操作步骤</p> <p>将热电偶直接或通过补偿线路间接连接到基准结的供电线路。将供电线路连接到模块相应的端子上。</p> <p>根据模块的不同, 您可以在组态数据中输入固定基准结温度 (例如 20 °C), 或使用模块的固定基准结温度 (0 °C); 请参见通过固定参考温度进行补偿 (页 91) 一章。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 保持基准结温度恒定并获取温度值。 为了确保高准确性, 必须确保温度保持不变 (这可能会很复杂, 具体取决于实际应用)。
动态参考温度	<p>特性</p> <p>使用这种补偿, 可通过模块检测基准结温度。在用户程序中通过数据记录将此温度值传送至其它模块。</p> <p>操作步骤</p> <p>将基准结的热电阻 (RTD) 连接到任意通道上。</p> <p>通过函数块将 CPU 或 IM 中的基准结温度以数据记录形式传送至模块, 请参见通过动态参考温度进行补偿 (页 93) 一节。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 在基准结处使用多个模块, 因此能够使用公共温度值补偿所有通道。 只需要一个热电阻 (RTD) 或热电偶, 即可进行温度测量。
无补偿/外部补偿	<p>特性</p> <p>通过这种补偿方式, 可在模拟量输入模块外部测量基准结温度。例如, 可在连接热电偶处连接一个补偿箱。</p> <p>操作步骤</p> <p>使用铜缆将补偿箱连接到模拟量输入模块的连接模块处, 请参见章节“无”补偿或外部补偿 (页 97)。”</p>	<ul style="list-style-type: none"> 通常将这种补偿方式中的基准结温度指定为 0 °C, 可通过补偿箱实现。每个热电偶都需要一个单独的补偿箱。 而 B 类热电偶无需补偿箱。
RTD (0)	<p>特性</p> <p>这种补偿方式基于补偿连接器夹具上的电阻测量值 Pt1000 或外部电阻值 Pt1000。</p> <p>操作步骤</p> <p>有关连接时使用/不使用补偿连接器的更多信息, 请参见RTD (0) 补偿方式 (页 99) 一节。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 通过电阻值 Pt1000 确定基准结温度。 模拟量输入模块上采用这种补偿方式的所有通道都将收到相同的基准结温度。

5.3.2 通过内部基准结进行补偿

功能原理

用于通过内部基准结进行补偿的基准结位于模拟量输入模块的端子处。将热电偶或补偿线路直接连接到模块输入端。内部温度传感器会采集模块温度并返回补偿电压。

注意，通过内部基准结进行的补偿并不能总是达到外部补偿的准确性！

操作步骤

组态步骤：

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中，选择所需的模拟量模块和相应的通道。
3. 在所选模块的巡视窗口中，选择“常规”选项卡。
4. 选择“输入/测量”区域。
5. 选择“热电偶”值作为“测量类型”。
6. “基准结”处，则需选择值“内部基准结”。

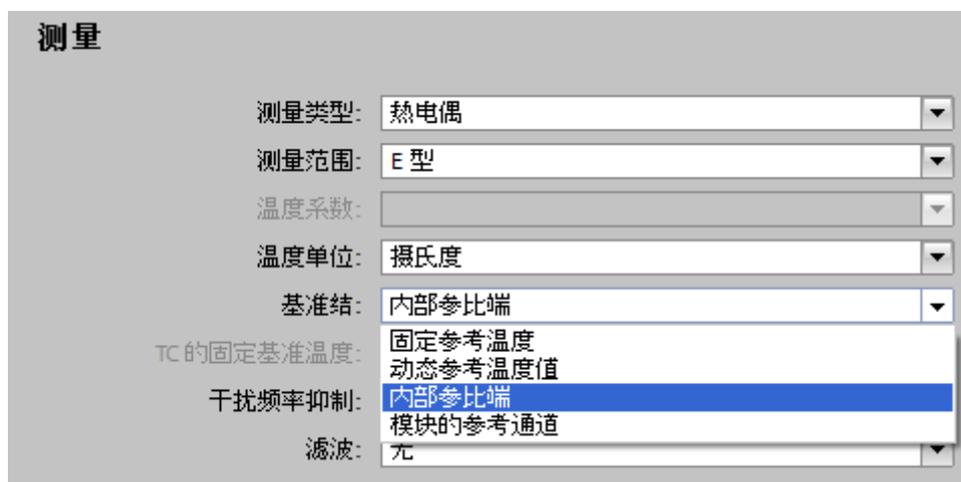
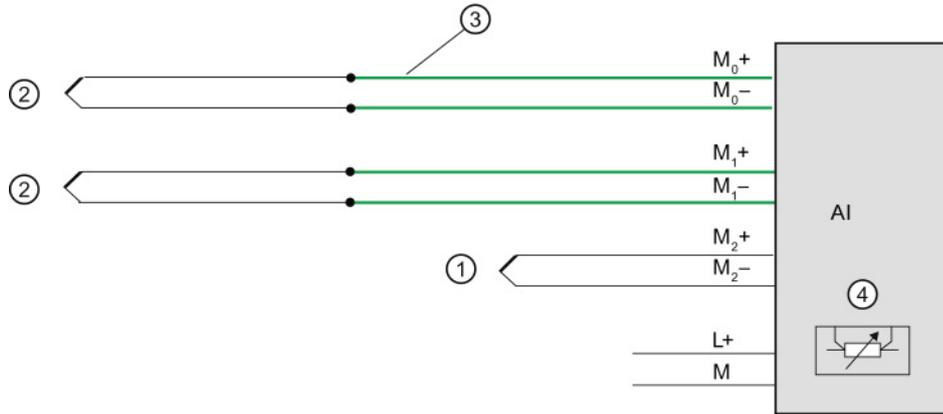


图 5-2 内部基准结

连接热电偶

将热电偶直接或通过补偿线路间接连接到模块输入端。



- ① 无补偿线路的热电偶
- ② 有补偿线路的热电偶
- ③ 补偿线路（材料与热电偶的相同）
- ④ 内部基准结

图 5-3 示例：连接热电偶以通过内部基准结进行补偿

5.3.3 通过模块参考通道进行补偿

功能原理

采用这种补偿方式，可通过外部热电阻 (RTD) 确定基准结温度。
有些模块中有内部参考通道。

操作步骤

组态步骤：

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中，选择所需的模拟量模块和相应的通道。
3. 在所选模块的巡视窗口中，选择“常规”选项卡。
4. 选择“输入/测量”区域。
5. 选择“热电偶”值作为“测量类型”。
6. “基准结”处，则需选择值“模块的参考通道”。



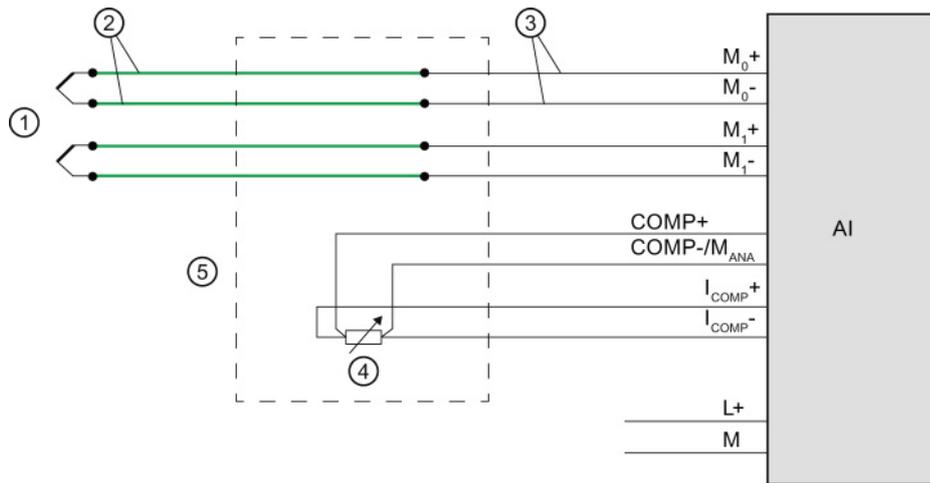
图 5-4 模块的参考通道

接线热电偶和热电阻

将热电偶直接或通过补偿线路间接连接到基准结的供电线路。

将供电线路连接到模块相应的端子上。

可使用任何材质的电缆将热电阻接线到模块端子上。



- ① 热电偶
- ② 补偿线路（材料与热电偶的相同）
- ③ 例如，铜制电源电缆
- ④ 热电阻 (RTD)
- ⑤ 基准结

图 5-5 示例：通过模块参考通道接线热电偶/热电阻进行补偿

5.3.4 补偿，组 0 的参考通道

功能原理

在这种补偿中，连接热电阻 (RTD) 的模块通道将作为“参考温度变送器”。
 连接热电偶的其它通道（参考温度接收方）可以使用该参考温度补偿。在这种补偿方式中组态的所有通道（接收方）的测量温度都将由基准结（发送方）的温度值自动补偿。

基准结温度通过外部热电阻 (RTD) 确定。

操作步骤

组态步骤：

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中，选择所需的模拟量模块和相应的通道。
3. 在所选模块的巡视窗口中，选择“常规”选项卡。
4. 选择“输入/测量”区域。
5. 对于相关模块的通道，则需指定为发送方：

例如，对于“测量类型”，请选择“热敏电阻（4 线制连接）”。

对于“基准结”，则需选择值“组 0 的参考通道”。

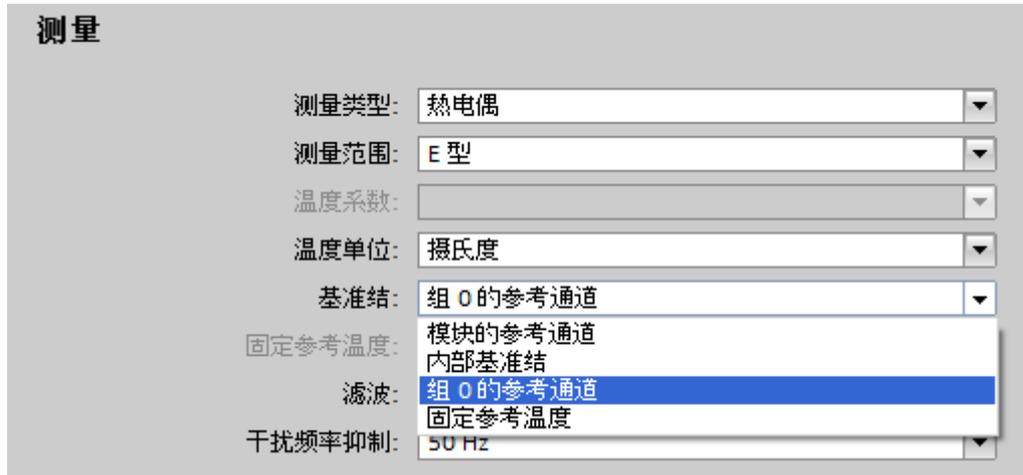


图 5-6 发送方：组 0 的参考通道

6. 对于指定为接收方的通道：

选择“热电偶”值作为“测量类型”。

对于“基准结”，则需选择值“组 0 的参考通道”。



The image shows a configuration window titled "测量" (Measurement). It contains several dropdown menus and text fields for configuring a thermocouple measurement. The settings are as follows:

Parameter	Value
测量类型 (Measurement Type)	热电偶 (Thermocouple)
测量范围 (Measurement Range)	E 型 (E Type)
温度系数 (Temperature Coefficient)	
温度单位 (Temperature Unit)	摄氏度 (Celsius)
基准结 (Reference Junction)	组 0 的参考通道 (Reference Channel of Group 0)
固定参考温度 (Fixed Reference Temperature)	模块的参考通道 (Module Reference Channel)
滤波 (Filtering)	组 0 的参考通道 (Reference Channel of Group 0)
干扰频率抑制 (Interference Frequency Suppression)	固定参考温度 (Fixed Reference Temperature)
	50 Hz

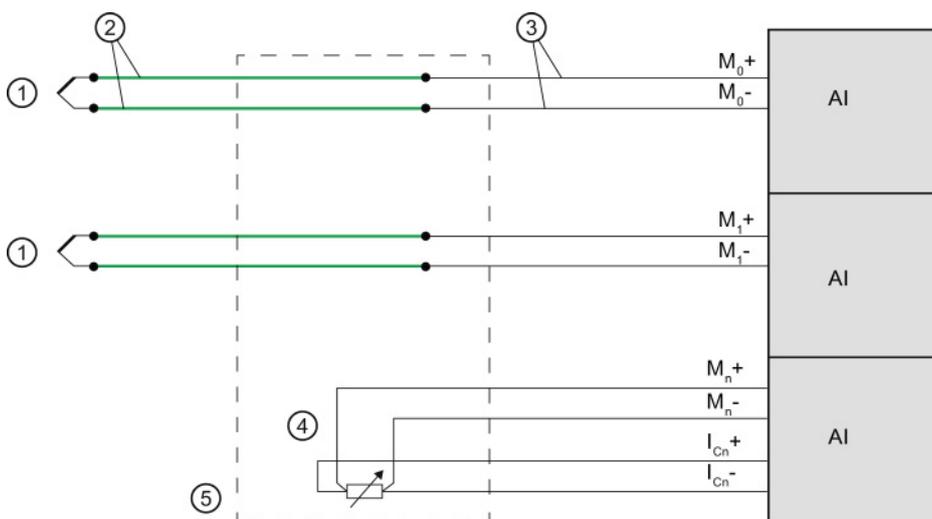
图 5-7 接收方：组 0 的参考通道

连接热电偶和热敏电阻

以下示例为：

- 带有热电阻的模拟量模块作为参考温度的发送方
- 带有热电偶的两个模拟量模块作为参考温度接收方。

将热电偶直接或通过补偿线路连接到基准结的供电线路。将供电线路连接到模块相应的端子上。可使用任何材质的电缆将热电阻接线到模块端子上。



- ① 热电偶
- ② 补偿线路（材料与热电偶的相同）
- ③ 例如，铜制电源电缆
- ④ 热电阻 (RTD)
- ⑤ 基准结

图 5-8 示例：连接热电偶/热敏电阻以实现组 0 补偿

5.3.5 通过固定参考温度进行补偿

功能原理

使用这种补偿，可将基准结温度以固定值形式存储在模块中。

操作步骤

组态步骤：

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中，选择所需的模拟量模块。
3. 在所选模块的巡视窗口中，选择“常规”选项卡。
4. 选择“输入/测量”区域。
5. 选择“热电偶”值作为“测量类型”。
6. “基准结”处，则需选择值“固定参考温度”。
7. 在“固定参考温度”区域中指定基准结的温度，例如 20 °C。

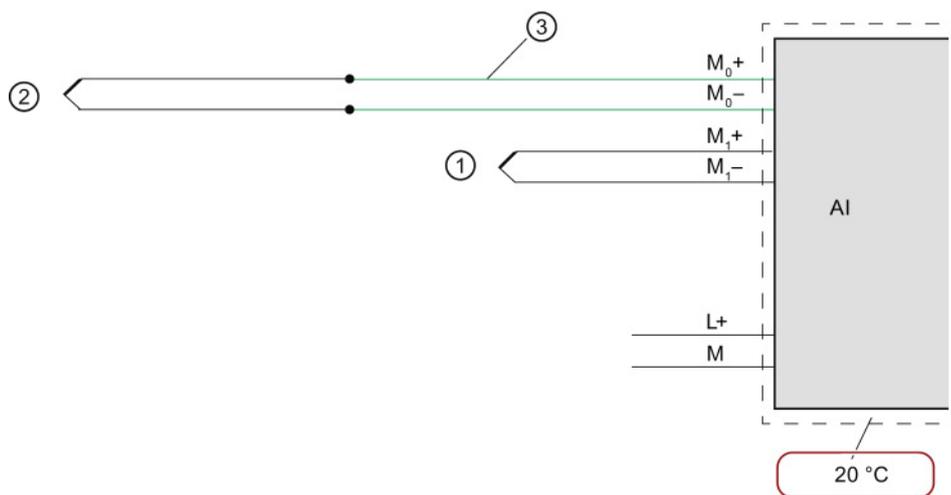
测量	
测量类型:	热电偶
测量范围:	E 型
温度系数:	
温度单位:	摄氏度
基准结:	固定参考温度
TC 的固定基准温度:	20.0 °C
干扰频率抑制:	50 Hz
滤波:	无

图 5-9 固定参考温度

5.3 基准结温度的补偿

通过“固定参考温度”设置温度条件

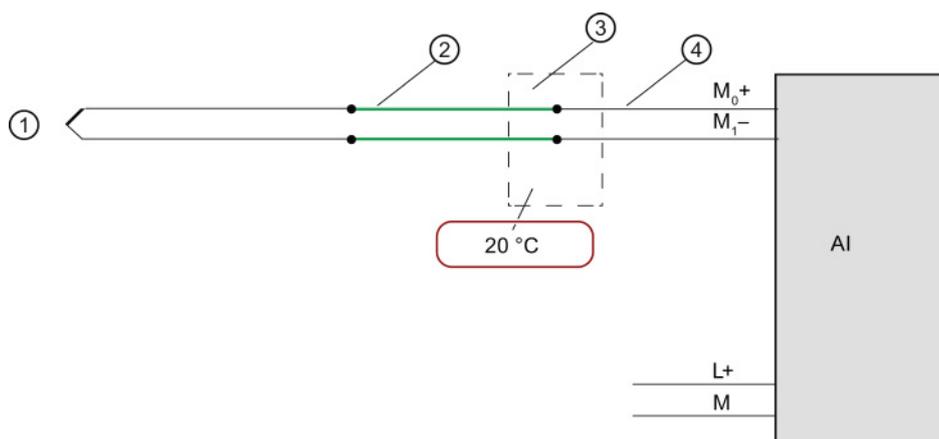
下图显示了通过热电偶将模块温度保持在固定参考温度 (20 °C) 的连接方式，例如安装在空调开关柜中。基准结位于在模块中。



- ① 无补偿线路的热电偶
- ② 通过补偿线路的热电偶
- ③ 补偿线路（材料与热电偶的相同）

图 5-10 示例 1：将热电偶连接到模拟量模块以实现“固定参考温度”补偿

下图显示了通过热电偶将基准结（模块外）温度保持在固定参考温度 (20 °C) 的连接方式。



- ① 连接补偿线路和电源线的热电偶
- ② 补偿线路（材料与热电偶的相同）
- ③ 基准结
- ④ 例如，铜制电源电缆

图 5-11 示例 2：将热电偶连接到模拟量模块以实现“固定参考温度”补偿

5.3.6 通过动态参考温度进行补偿

功能原理

这种补偿方式可以在用户程序中设置基准结温度进行温度补偿。可从站内的其它任何模块处获取该温度值。并通过数据记录使用指令 **WRREC (SFB 53)** 传输基准结温度。

有关数据记录的结构的信息，请参见各模块的设备手册。

要求

STEP 7 项目中完成以下设置：

- 带有 **WRREC (SFB 53)** 指令的用户程序，用于传输带有参考温度的数据记录
- 用于使用热电偶 (TC) 采集过程温度的模拟量模块
- 用于使用热敏电阻 (RTD) 测量过程温度的模拟量模块

用于使用热电偶 (TC) 采集过程温度的模拟量模块

组态步骤:

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中，选择所需的模拟量模块和相应的通道。
3. 在所选模块的巡视窗口中，选择“常规”选项卡。
4. 选择“输入/测量”区域。
5. 选择“热电偶”值作为“测量类型”。
6. 对于“基准结”，则需选择值“动态参考温度”。

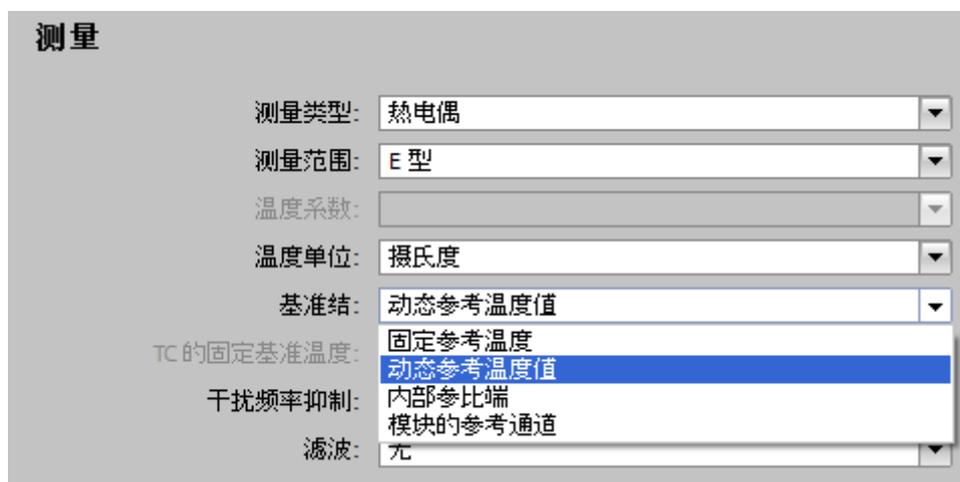


图 5-12 动态参考温度

用于使用热敏电阻 (RTD) 测量过程温度的模拟量模块

组态步骤:

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中, 选择所需的模拟量模块和相应的通道。
3. 在所选模块的巡视窗口中, 选择“常规”选项卡。
4. 选择“输入/测量”区域。
5. 在“测量类型”中选择“热敏电阻 (4 线制连接)”值。

测量

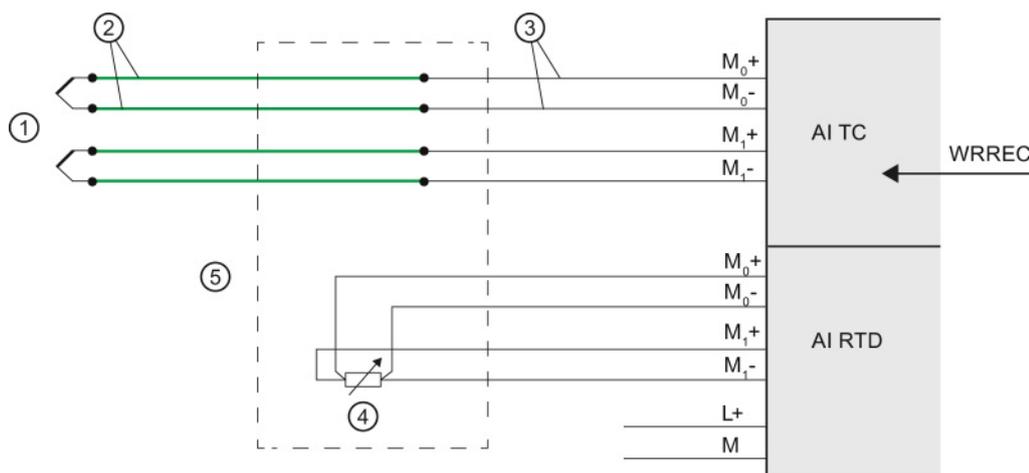
测量类型:	热敏电阻 (4 线制端子)
测量范围:	Pt 100 气候范围
温度系数:	Pt 0.003851
温度单位:	摄氏度
基准结:	
TC 的固定基准温度:	
干扰频率抑制:	50 Hz
滤波:	无

图 5-13 热电阻 (RTD) 测量类型的设置

5.3 基准结温度的补偿

连接热电偶和热敏电阻

使用电源线将热电偶连接到模块输入中，通过动态参考温度进行温度补偿。
 在这种情况下，可通过热电阻 (RTD) 在基准结处采集温度。使用 WRREC 指令，
 将以这种方式确定的基准结温度通过数据记录传递到带有热电偶的模拟量模块中。



- ① 热电偶
- ② 补偿线路（材料与热电偶的相同）
- ③ 例如，铜制电源电缆
- ④ 热电阻 (RTD)
- ⑤ 基准结

图 5-14 示例：通过动态参考温度连接热电偶/热敏电阻以实现补偿

5.3.7 “无”补偿或外部补偿

功能原理

在模拟量输入模块外部测量热电偶的基准结温度，例如，通过热电偶上的补偿箱。采用这种补偿方式时，基准结温度指定为 0° C。

补偿箱中使用一个桥接电路对指定的基准结温度（补偿温度）进行校准。将热电偶补偿线路的终端连接器作为基准结。如果实际的比较温度与补偿温度不同，则与温度有关的桥接电阻值将发生变更。将生成一个正补偿电压或负补偿电压并增加到热电压上。

说明

而 B 类热电偶无需补偿箱。

操作步骤

组态步骤：

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中，选择所需的模拟量模块。
3. 在所选模块的巡视窗口中，选择“输入”选项卡和相应的通道。
4. 在“测量”区域，选择“热电偶”值作为“测量类型”。
5. 在“基准结”处，则需根据所使用的模块选择值“无”或“外部补偿”。

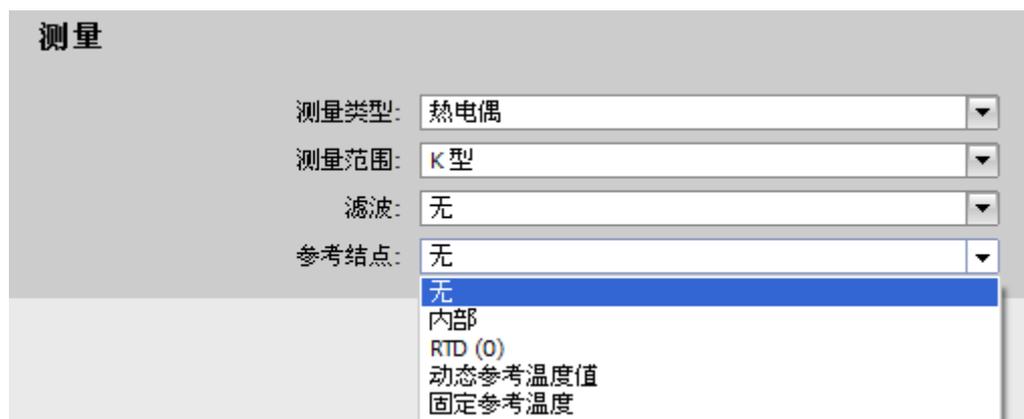


图 5-15 无基准结

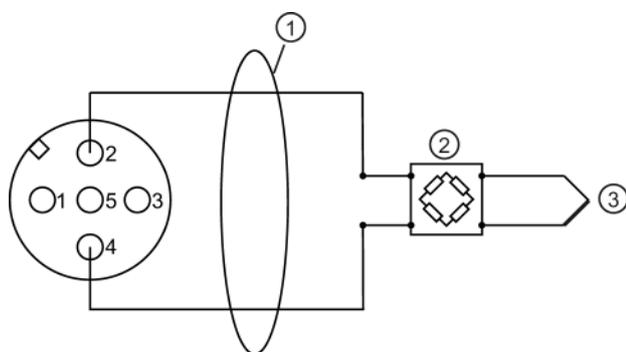
连接补偿箱

补偿箱将以环路形式连接到各个热电偶的电源线路中。而且补偿箱的连接必须进行隔离。此外，电源装置必须有足够强的噪声滤波器，可通过接地屏蔽线圈过滤噪声。

每个通道可以使用模拟量模块所支持的热电偶类型，而无需考虑其它通道是否支持该类型。每个通道需要一个单独的补偿箱。

“无”补偿或外部补偿的连接示例

使用铜缆将补偿箱连接到模拟量输入模块的连接模块上。



- ① 铜缆
- ② 补偿箱（按通道）；B 类热电偶无需连接补偿箱
- ③ 热电偶

图 5-16 基准结“无”补偿的连接示例

5.3.8 补偿类型 RTD (0)

功能原理

可通过 M12 补偿连接器夹具上的 Pt 1000 电阻值确定基准结温度。而且电阻只能在圆形插座 X1（通道 0）处测量。使用这种补偿方式时，模块上所有通道都具有相同的基准结温度。

操作步骤

组态步骤：

1. 在 STEP 7 中打开项目。
2. 在设备视图中，选择所需的模拟量模块。
3. 在所选模块的巡视窗口中，选择“输入”选项卡。
4. 在“测量”区域，选择“热电偶”值作为“测量类型”。
5. 在“基准结”处，则需选择值“RTD (0)”。



图 5-17 补偿类型 RTD (0)

连接示例

通过 M12 补偿连接器进行连接可直接将热电偶连接到 M12 补偿连接器上，也可以通过补偿线进行连接。将 M12 补偿连接器安装到 4 AI TC High Feature 处 CM IO 4 x M12 的圆形插座 X1（通道 0）上。

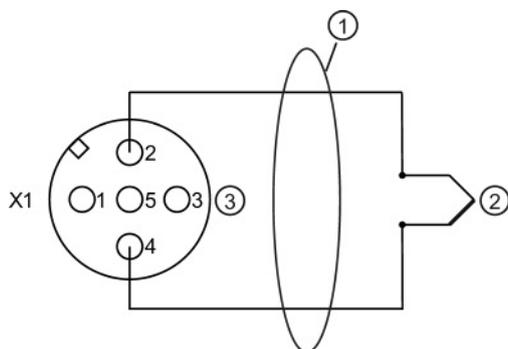
不通过 M12 补偿连接器进行连接

要测量基准结温度，可通过铜缆将外部 Pt1000 ($\alpha = 003851$) 连接到端子 1 和 3。热敏电阻 Pt1000 必须安装在基准结区域中。然后，使用铜缆将热电偶从基准结处连接到端子 2 和 4。

连接其它热电偶

可以将其它热电偶连接到 4 AI TC High Feature 处 CM IO 4 x M12 上的圆形插座 X2 上。对于模块上采用这种补偿方式的所有通道，都可以通过测量圆形插座 X1 处的电阻值确定基准结温度。

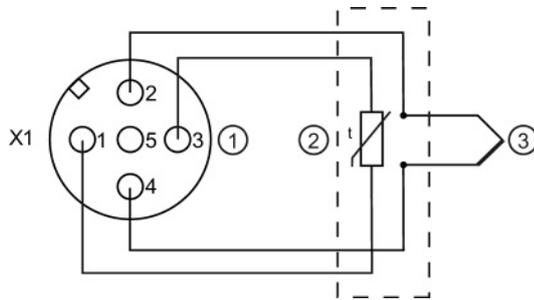
下图显示的连接示例中，采用“RTD (0)”补偿方式的基准结处按使用了 M12 补偿连接器并集成有热敏电阻 Pt1000:



- ① 直接连接热电偶或通过补偿线路连接
- ② 热电偶
- ③ 在圆形插座 X1 上，仅连接 M12 补偿连接器（端子 1 和 3 上连接有内部 Pt1000）。圆形插座 X1 上 M12 补偿连接器的比较值也同样适用于 X2、X3 和 X4 上的热电偶。

图 5-18 M12 补偿连接器中基准结采用“RTD (0)”补偿方式的连接示例

下图显示的连接示例中，采用“RTD (0)”补偿方式的基准结使用了外部热敏电阻 Pt1000:



- ① 在圆形插座 X1 上仅连接 M12 连接器
- ② 基准结区域中的外部 Pt1000 ($\alpha = 0.003851$) 使用铜缆连接到端子 1 和 3。
圆形插座 X1 处外部 Pt1000 的比较值也同样适用于 X2、X3 和 X4 上的热电偶。
- ③ 热电偶

图 5-19 采用“RTD (0)”补偿方式的基准结中使用外部 Pt1000 的连接示例

连接负载/执行器

6.1 概述

简介

本章描述了负载/执行器与模拟量输出连接的基本过程。

有关特定的接线方式信息，请参见各模块手册。

有关电缆布线和屏蔽、电位均衡等详细信息，请参见功能手册“组态防干扰型控制器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193566>)”。

本图中所用的缩写

下图中所有缩写的说明：

AQ	模拟量输出模块
M	接地连接
L+	电源电压连接
S _{n+} /S _{n-}	感应线通道 n
QV _{n+} /QV _{n-}	电压输出通道 n
QI _{n+} /QI _{n-}	电流输出通道 n
M _{ANA}	模拟地的参考点
U _{ISO}	绝缘电压

模拟量信号线路

通常使用屏蔽双绞线电缆连接模拟量信号。这样，可以提高抗扰性。

6.2 连接负载/执行器

具有 M_{ANA} 连接的模拟量输出模块的参考电位

模拟量输出模块在模拟地 M_{ANA} 和中央地的参考电位之间没有带电连接。

需始终确保未超出模拟地 M_{ANA} 和中央地参考点之间所允许的电位差 U_{ISO} 。

以下原因可能会导致电位差 U_{ISO} ：超出最大线路长度。

如果要确保不超过最大值 U_{ISO} ，请在端子 M_{ANA} 和中央接地点之间使用等电位连接电缆。

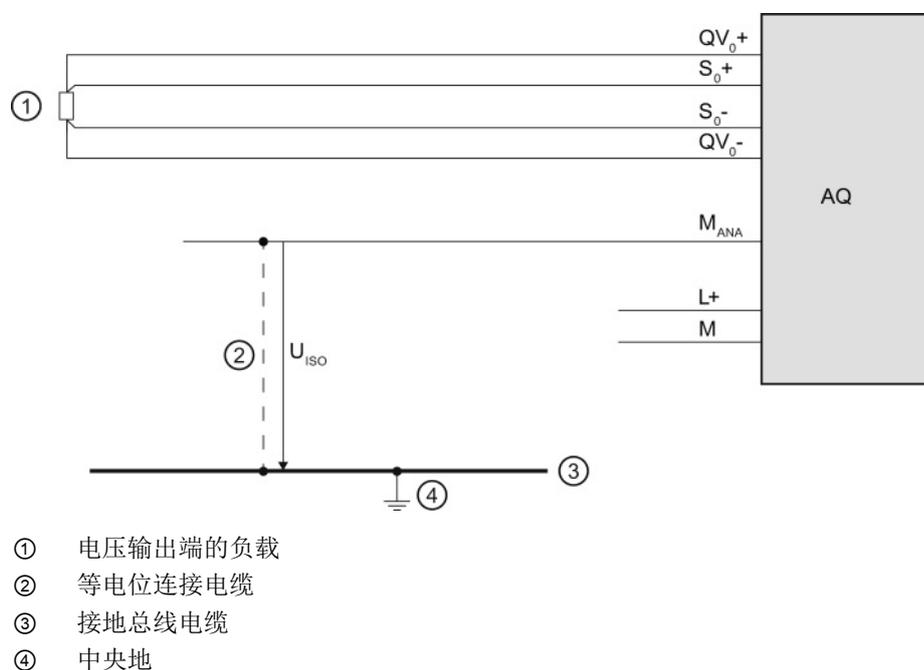
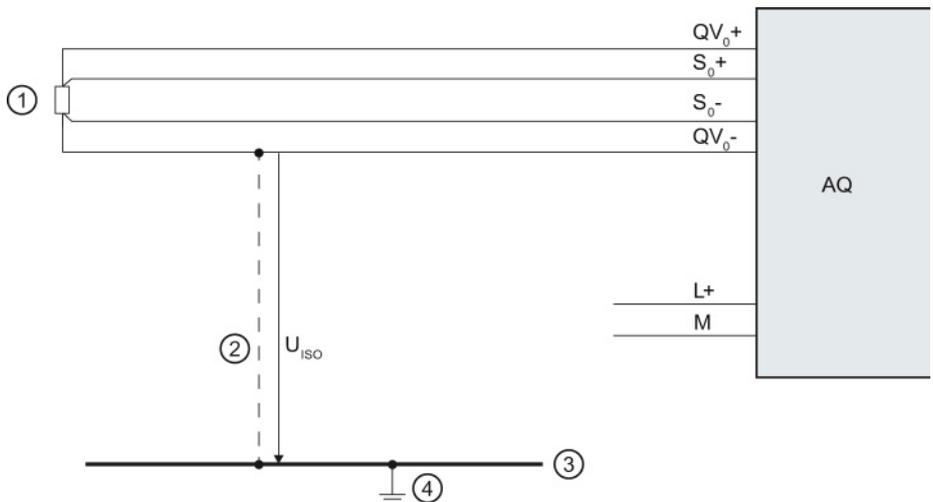


图 6-1 示例：具有 M_{ANA} 连接的模拟量输出模块的参考电位

不带 M_{ANA} 连接的模拟量输出模块的参考电位

模拟量输出模块在模拟量输出电路和中央地参考电位间没有带电连接。
 需始终确保未超出模拟量输出电路和中央地的参考点之间的最大电位差 U_{ISO} 。
 以下原因可能会导致电位差 U_{ISO} ：超出最大线路长度。
 如果要确保未超出最大值 U_{ISO} ，
 则需通过一个等电位连接电缆将各模拟量输出电路和中央地进行互连。



- ① 电压输出端的负载
- ② 等电位连接电缆
- ③ 接地总线电缆
- ④ 中央地

图 6-2 示例：不带 M_{ANA} 连接的模拟量输出模块的参考电位

支持的功能

7.1 校准模拟量模块

7.1.1 概述

校准

校准检查模拟量输入模块测量的过程值和模拟量输入模块输出的过程值，进而确定实际值的偏差并对测量和输出误差进行补偿。

校准模拟量模块

SIMATIC 模拟量模块在出厂前已经过校准而且模块本身具有出色的长期稳定性；因此在运行过程中无需再进行校准。

但美国食品和药品管理局 (FDA) 等一些机构的法规和指令要求中，要求对测量电路中的所有组件定期进行校准。这些组件包括模拟量输入和输出模块。

在一些工厂中，如果使用传感器检测和处理相对较低电压或电流，则必需进行设备校准。通过校准，可以消除电缆和/或温度对测量结果的影响。

在校准过程中，将采集新值并保持性存储在模块中。同时，设备交付前所确定的校准值也不会丢失。可随时恢复为原始校准值。

说明

在校准过程中，将特定测量范围内各通道的校准值保持性地存储在模块中，即这些值的测量范围与用户进行校准时所使用的测量范围相同。

如果使用有效用户校准值将通道重新组态为一个其它类型的测量模式，则该设备上所保存的该通道校准值和该测量范围内的校准值都将立即生效。

同时也不会删除用户的校准值。在通道进行新的用户校准之前，这些值不会被覆盖。如果没有进行新的用户校准但重新设置了该通道的原始测量范围，则之前所确定的用户校准值将立即生效。

有关模拟量模块是否支持“校准”功能的信息，请参见各模块手册。

7.1 校准模拟量模块

功能范围

“校准”组中具有以下功能：

- 指定所有通道的当前校准
- 校准通道
- 取消正在进行的校准
- 将通道校准重置为出厂设置

7.1.2 校准模拟量模块

手动校准

在进行手动校准之前，须满足以下要求：

- STEP 7、相应的 CPU 和待校准的模拟量模块之间具有在线连接。
- 已从项目的快捷菜单中打开了所选模拟量模块的“在线和诊断”视图，同时将鼠标放置在“功能 > 校准”区域。
- 同时，可通过组态反映站的实际结构。
- 模块上未在进行任何校准过程（如果要启动校准）。
- 在进行校准时，每个模块上必须带有 24 V 的负载电压。
- 最后一步已成功完成（如果要继续或结束校准）。

操作步骤

在执行“校准”功能时，将打开校准的基本画面。新选择一个通道后，模块将读取以下常规信息数据和校准值：

- **校准：** 指定当前有效校准值为出厂时的校准值或是用户校准值。
- **测量类型：** 所选测量类型的相关信息
- **测量范围：** 为所选通道组态的当前测量范围
- **增益：** 数模转换器中，当前有效的增益校正
- **偏移量：** 数模转换器中，当前有效的偏移量校正

概述							
通道号	校准	测量类型	测量范围	增量：	偏移量：	日期	
0	Factory	电压	+/- 10 V	1	0	2010...	▲
1	Factory	电压	+/- 10 V	1.001	0	2010...	☰
2	Factory	电压	+/- 10 V	1	0	2010...	
3	Factory	电压	+/- 10 V	1.001	0	2010...	
4	Factory	电压	+/- 10 V	1.001	0	2010...	
5	Factory	电压	+/- 10 V	1	0	2010...	
6	Factory	电压	+/- 10 V	1.001	0	2010...	
7	Factory	电压	+/- 10 V	1	0	2010...	▼

图 7-1 校准表

7.1 校准模拟量模块

要开始校准，请按以下步骤操作：

1. 在概述表格中选择与要校准的通道相关的线路。
2. 单击“开始手动校准”按钮。
3. 现在，开始执行“手动校准”部分中介绍的步骤。
4. 请遵循“命令”字段中的操作说明。
5. 单击“下一步”。

在进行用户校准的过程中，需要根据该通道组态中的测量范围重新指定该通道所需的校准值。

说明

可以在 **CPU RUN** 模式下进行校准，也可以在 **STOP** 模式下进行。如果 **CPU** 处于 **RUN** 模式，则在校准过程中将使用校准前上一次所采集到的校准值。

在进行用户校准的过程中，待校准的模块通道不能处理任何新过程值。在校准结束前，该模块的所有模拟量输入值都将设置为 **0x7FFF**（“无效的模拟值”）。启用值状态时，在校准过程中信号的值状态将设置为“无效”。

在进行用户校准时，必须提供电压和/或温度值。为此，需要使用相应的外部线缆和外部电压/温度变送器。在字段“命令”中，包含可连接校准刺激的引脚编号。

第一个引脚号表示正连接器，第二个引脚号表示负连接器。校准的精度取决于所提供电压/温度的精度。

说明

为确保在执行用户校准后模块仍保持所指定的测量精度，所提供电压/温度的精度必须是模块指定精度的两倍。电压或温度不准确将导致校准不正确。

下图举例说明了带有“电压”测量的通道校准，测量范围为“+/- 10 V”。

手动校准

步骤 1. 共 2 步

指令：请在端子 3 上连接一个 10000 mV 的电压。
请将端子 4 接地。

状态：校准启动, 无错误。

测量值：10000

下一步 取消

图 7-2 手动校准

- **命令：**

字段“命令”将指示当前的校准步骤中用户需执行的操作。然后，执行指定的操作，并单击“下一步”按钮进行确认。之后，模块将执行当前校准步骤中所需的所有操作。如果校准步骤未发生任何错误，则会执行下一个校准步骤。另外还会执行“命令”字段中的指令。例如，在对端子 3/4 应用电压或接地后，在执行下一步校准步骤期间，这些连接必须保持原样。

- **状态：**

根据所设置的测量类型，校准一个通道需要执行多步校准操作。字段“状态”将指示上一个校准步骤是否出错。如果在执行校准步骤时出错，则将显示错误信息，并中止该通道校准。

同时删除在此之前所记录的所有校准值。并重新使用开始用户校准之前生效的校准值。

说明

校准器

如果激活了模拟量输入模块的“断路”诊断，则将在测量类型为“电阻”、“热电阻”和“热电偶”的线路中加载测量电流。加载测试电流将导致某些校准器的测量值不准确。因此，在进行校准过程，某些模拟量模块中会自动禁用断路监视。

为避免测量值不准确，建议在校准模拟量输入模块的过程中禁用“断路”诊断。

7.1 校准模拟量模块

结果

校准功能完成了通道的新设置。

出错

如果在校准期间出错，模块将取消校准。同时删除在此之前所记录的所有校准值。之后，待校准通道的设置与开始校准之前相同。

7.1.3 取消校准

要求

- 已从项目的快捷菜单中打开了所选模拟量模块的“在线和诊断”视图，同时将鼠标放置在“功能 > 校准”区域。
- 相关 CPU 在线。
- 模拟量模块上正在进行校准。

操作步骤

单击“取消”按钮，取消正在进行的校准操作。

结果

取消活动的校准。之后，待校准通道的设置与开始校准之前相同。

7.1 校准模拟量模块

7.1.4 将模拟量模块复位为出厂设置

要求

- 已从项目的快捷菜单中打开了所选模拟量模块的“在线和诊断”视图，同时将鼠标放置在“功能 > 校准”区域。
- 相关 CPU 在线。

操作步骤

请按如下步骤将模拟量模块通道复位为出厂设置：

1. 在概述表格中，选择属于待校准通道的线路。
2. 单击“重置为出厂设置”按钮。

结果

通道恢复为出厂设置。

说明

将当前通道恢复为出厂设置时，将重新使用模块出厂状态中所保存的原始校准值。同时，通道的当前用户校准值都将丢失，而且这些用户校准值将无法恢复。

高速模拟量模块

8.1 基本知识

高速模拟量模块 (HS) 适用于对性能和速度要求较高的用户应用。与标准 (ST) 模拟量模块相比，这些 HS 模拟量模块的一大特点就是可以大幅缩短循环时间。为实现此目的，输入和输出模块都配备了吞吐时间和转换时间极短的组件。此外，整个模块架构的设计也支持更快地处理信号。

HS 模拟量模块可以同时转换测量值和输出值的输出。模块中的每个通道都有自己的 A/D 或 D/A 转换器。这意味着循环时间基本上就是转换时间，而与所激活的通道数量无关。无论是模拟量输入模块，还是模拟量输出模块都是如此。也就是说，HS 模块可用于快速等时同步模式中。

除等时同步模式外，HS 模拟量模块还提供非等时同步（自由运行）模式的优势。由于快速处理过程信号，HS 模拟量模块还能够更快地检测过程值的更改，并使用相应的程序块响应这些事件（例如硬件中断或循环中断组织块）。有关各种组织块的更多信息，请参见 **STEP 7** 在线帮助。

等时同步模式

等时同步模式是指以下同步耦合：

- 通过分布式 I/O 同步耦合信号采集和输出
- 通过 PROFIBUS 或 PROFINET 同步耦合信号传输
- 使用 PROFIBUS 或 PROFINET 的恒定总线循环时间执行程序处理。

这样，系统将以固定时间间隔对输入信号进行采集、处理并输出输出信号。采用等时同步模式可确保所定义的固定过程响应时间，以及通过分布式 I/O 进行等效同步的信号处理。

在所组态的等时同步模式中，总线系统和 I/O 模块将同步运行。

同时将输入和输出数据传输到 CPU 的“等时同步任务”中。因此，循环的数据始终一致。过程映像的所有数据在逻辑和时间上全部一致。因此，由于采集到过期值而造成的用户程序抖动几乎不可能发生。

由于所有过程都具有精确的时间再现性，因此可以完美控制快速过程操作。

等时同步模式不但可以大幅提高控制质量，同时还进一步提高了生产制造的精准度。

与此同时还大大降低了过程响应时间发生波动的可能性。由于采用了按固定时间进行处理操作，从而缩短了设备的循环时间。循环时间的缩短又进一步提高了系统的处理速度，同时还极大降低了生产成本。

发送时钟

组态等时同步模式时，在一个发送时钟（循环）内同步输入和输出数据。

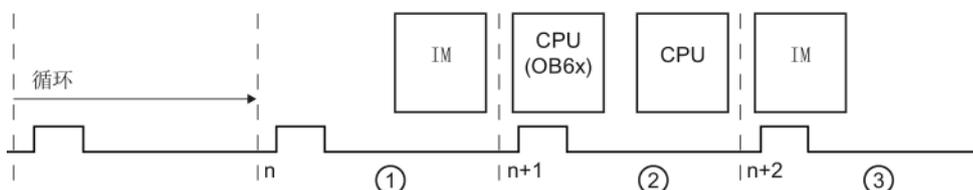
在循环 n 内采集输入模块的数据，然后同步传输到 IM 中。在 CPU 的循环 n+1 中，

可对这些数据进行相应处理。CPU 在下一个循环 n+2 中将数据复制到 IM。

然后，输出模块在一发送时钟内同步输出这些数据。这也就意味着，采集 - 处理 -

输出操作分别在三个循环内完成。有关等时同步模式组态的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

等时同步模式



- ① 采集输入模块的测量值并复制到 IM 中
- ② 处理测量值并确定输出值
- ③ 将输出值复制到 IM 中并由输出模块进行输出

图 8-1 3 循环模型

过采样

在模拟量输入或输出模块中使用过采样功能需要组态等时同步模式。

对于模拟量输入模块，所设定的发送时钟将分为多个时间相等的子循环。

发送循环可分为 2 到 16 个子循环。每个子循环在测量值中读取。

读入的数据循环测量值在下一个发送时钟中复制到 IM，然后 CPU

在一个发送时钟后对这些数据进行处理。

对于模拟量输出模块，所设定的发送时钟将也分为多个时间相等的子循环。

发送循环可分为 2 到 16 个子循环。每个子循环都将返回一个输出值。

输出值将在同一个发送时钟内由 CPU 复制到 IM 中，

并在下一个发送时钟内将这些值写入过程操作。

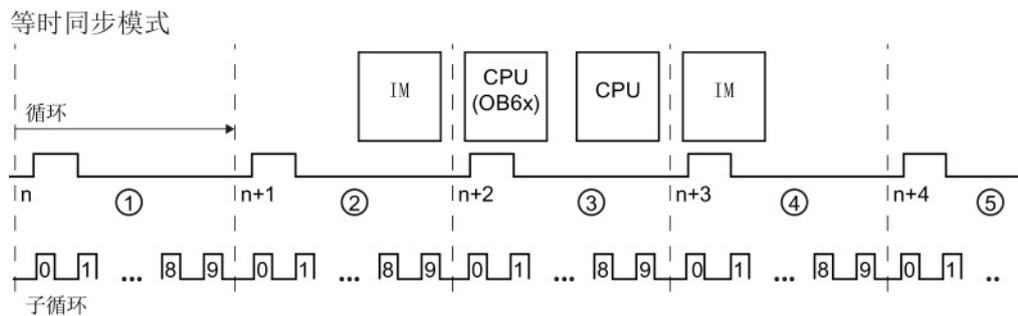
读入值和输出值在模拟量模块的用户数据中传输。模块的地址空间通过这种方式从每个通道 2 个字节的用户数据扩展到每个通道 16 x 2 个字节的用户数据。

如果将发送时钟分成不到 16 个子循环，在输入过程中为未使用的地址分配错误值

0x7FFF。对于输出，将忽略未使用地址的值。

因为子循环必须在一个发送时钟内，所以过采样需要一个额外的发送时钟将数据复制到

IM，这不同于等时同步模式的 3 循环模型。从而形成了 5 循环模型。



- ① 发送时钟分为用于记录测量值的多个子周期。
- ② 将测量值复制到 IM 中
- ③ 处理测量值并确定输出值
- ④ CPU 将输出值复制到 IM 中
- ⑤ 将输出值写入过程操作中

图 8-2 5 循环模型

由于已组态的模块，IO 设备的发送时钟具有最短的可能更新时间，这表示为 PROFINET IO 系统的 IO 设备/IO 控制器提供新数据的时间间隔。

但具有过采样功能的模块还可进一步缩短其通道的更新时间，同时无需缩短整个 S7

站的发送时钟。将发送时钟分为多个时间相等的子循环，从而可以进一步提高信号处理速度。

示例

在实际应用中，根据所使用的模块，当等时同步系统仅使用一个特定的发送时钟（例如 1 ms）且需要对过程值更快地采样时，才使用过采样功能。

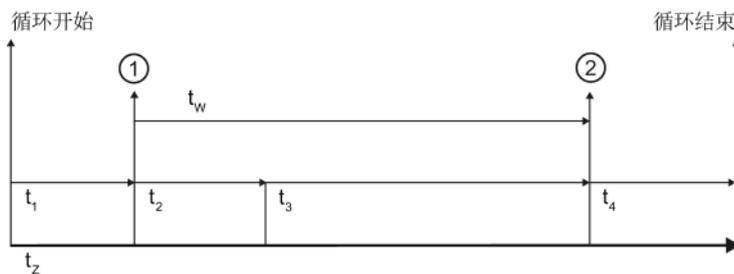
例如，通过使用过采样功能以及将发送时钟分为 4 个子循环，可通过 250 μs 的间隔对过程值进行采样。

组态过采样

在使用的 I/O 设备中启用“等时同步模式”选项并设置相应的参数（“发送时钟”等）。使用“采样率”参数（对于模拟量输入模块）和“输出率”参数（对于模拟量输出模块）定义相关分布式模拟量模块中的子循环数。对于 1 ms 的“发送时钟”，如果将“采样率”组态为 4 个“值/循环”，则发送时钟分为 4 个子循环，并以 250 μs 的时间间隔采样过程值。

模拟量输入模块的循环时间

如果为 HS 模块组态系统属性“等时同步模式”，则所有模拟量输入模块将同步到发送时钟（循环）① 内的一个共享时间。循环时间由以下几个时间间隔组成： $t_z = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$



- ① 所有模拟量输入模块在等时同步模式中的同步时间加上该循环内端子上所转换输入信号的同步时间
- ② 数字化输入信号将传递到背板总线
- t_z 循环时间
- t_1 循环开始和进行同步之间的时间间隔
- t_2 模数转换器与硬件相关的运行时间
- t_3 模块中，处理数字化输入数据的时间
- t_4 背板总线的传输时间
- t_w 模块的转换时间

图 8-3 模拟量输入模块的循环时间

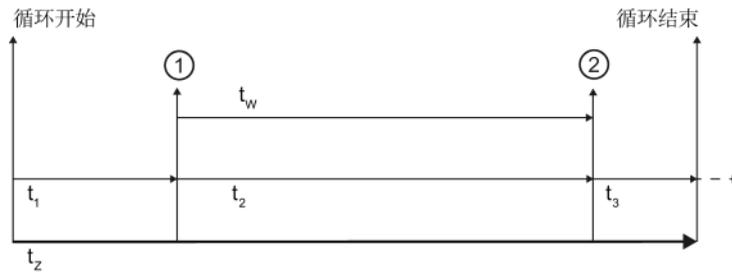
模拟量输出模块的循环时间

模拟量输出模块的同步时间是指数模转换器的输出时间 ②。

由于在输出模块中连接有电缆的执行器的阻抗未知但会明显影响信号运行时间，因此不能将稳定时间作为固定值进行添加。在输出模块的相关手册，指定将典型负载稳定时间作为参考点。但实际上，需要使用示波器才能对稳定时间进行精确测量。

由于循环时间非常短同时容性负载有非常高，因此稳定时间可能会超出循环的实际结束时间。

循环时间由以下几个时间间隔组成： $t_z = t_1 + t_2 + t_3$



① 在模块中，输出数据为数字量形式

② 等时同步模式下所有模拟量输出模块的同步时间以及数模转换器中数据的同时输出时间

t_z 循环时间

t_1 背板总线的传输时间

t_2 数模转换器中，输出前模块中数据的处理时间

t_3 达到输出值的设定值前，硬件的稳定时间

t_w 模块的转换时间

图 8-4 模拟量输出模块的循环时间

典型应用

原则上，在必须同步采集测量值、调整移动步伐、同时定义并执行过程响应时，等时同步模式即会彰显出它的优势。因此，等时同步模式可用于各种应用领域。

例如，典型应用包括在特定时间和特定位置采集二进制信号进行质量保证。

在采用位置和压力控制的液压应用中，采用等时同步的数据传输效率更高更快速。

在以下示例中，介绍了凸轮轴生产过程中等时同步模式的应用。

为了确保质量，必须在多个测量点进行精确测量。

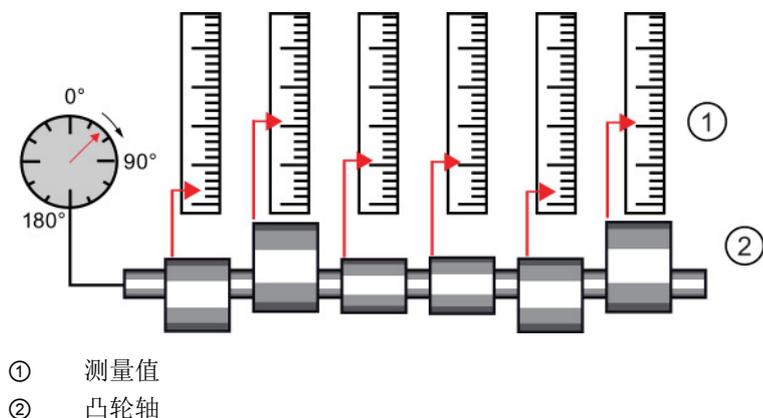


图 8-5 凸轮轴的测量

通过设置系统属性“等时同步模式”并对相关的测量值进行同时采集，可实现连续测量。因而缩短了所需的测量时间。最终的操作流程：

- 连续加工凸轮轴
- 在连续车削过程中，同步测量位置和凸轮偏差
- 加工下一个凸轮轴

所有凸轮轴的位置和相应的测量值都可以在凸轮轴的一个循环内进行同步测量。采用这种模式，极大提高了设备的输出同时确保（或提高）了测量精度。

8.2 ST 模块与 HS 模块

在本章节中简要介绍了标准模拟量模块与高速模拟量模块间的其它重要区别。这里所指定的数字值都是所选模块的示例数据，随模块不同而不同。有关所使用的模拟量模块的详细信息，请参见相应手册。

转换方式

瞬时值转换

瞬时值转换通常用于将模拟信号转换为 HS 模块中的数字信息。在这种类型的转换中，从测量的信号获取非常短的样本并将其转换为数字量数据。因此，这一数字量信息可代表测量信号的瞬时值。瞬时值转换用于捕捉过程值的快速变化，例如在运动控制领域。在这种情况下，必须捕捉快速变化的实际数据并与相应的变送器一同进行快速处理。输入区域中则主要为电压、电流和电阻，特别是位置电位计。

由于测量的信号在短时间内转换，因此在信号错误将导致测量结果不正确。如果在模拟量输入中使用瞬时值转换方式，则可能无法检测出采样信号值是目标信号还是重叠的干扰脉冲。它们始终转换“瞬时”检测到的值。这意味着，需要在一定的时间限制仔细检查待执行的测量任务。

集成转换

ST 模块通常按照集成转换原理进行操作。集成转换中包括跨指定时间循环（集成时间）内测量信号的采集。虽然采用这种方法比瞬时值转换要慢一些，但可进行高抗干扰性转换。如果为转换选择时间间隔，使其对应周围网络频率的一个或多个周期，而可能与信号重叠的接口通常将被抑制。

SIMATIC 模块为您提供了选项，由此可设置在哪个网络频率上通过参数赋值对工厂进行操作。而精度和转换时间则会根据所设置的干扰频率抑制不同而不同。在各模块的技术规格中，对这种相互关系进行了清晰定义。

使用集成方式的模拟量输入可应用于各个领域的各种应用中。虽然使用这些模拟量输入时必须仔细设计电缆线路，但采用这种方式时信号采集速度较慢，基本不受干扰影响，因此对线路设计的要求远远小于瞬时值转换方式。

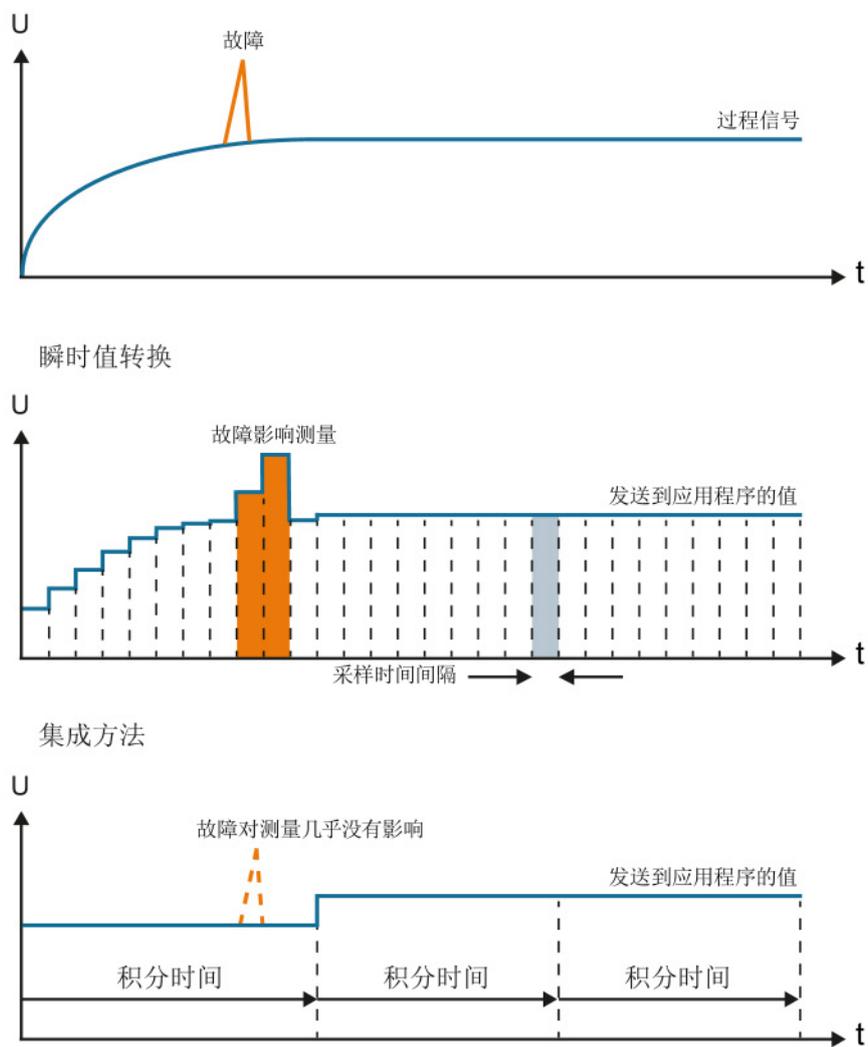


图 8-6 虽然在使用瞬时值加密时，干扰将直接影响提供给应用程序的值，但对于集成方法该干扰可基本忽略。

电磁兼容性

此外，整个 HS 模块架构的设计也支持更快地处理信号。因此，使用 HS 模块时，无干扰设计至关重要。

以下规则适用于 HS 模块与传感器和执行器间进行连线：

- 尽可能使用短电缆
- 使用屏蔽电缆和双绞线
- 在相应的屏蔽支架上对屏蔽电缆进行低阻抗连接
- 在屏蔽支架和端子连接之间使用短线圈

说明

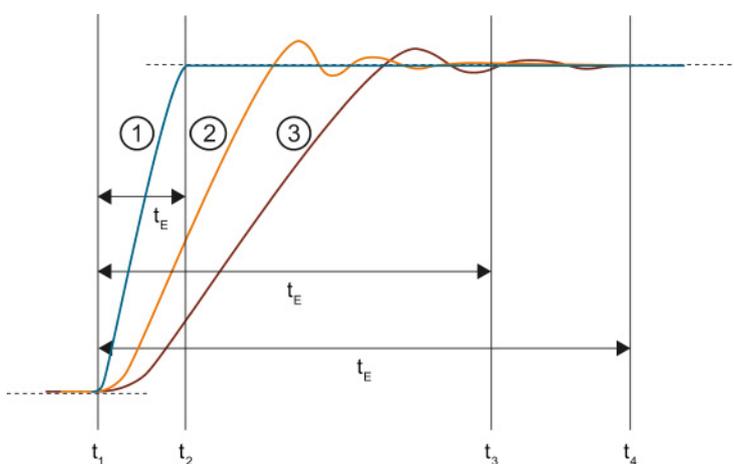
无干扰设计

在使用 HS 模块时，应特别注意功能手册“组态无干扰控制器 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193566>)”中所列出的注意事项。

负载对稳定时间的影响

模拟量输出模块到达设定值的稳定时间取决于负载量和其它一些因素。为充分利用更快的转换速度，HS 模块的技术规范中指定只能使用小负载（例如，最高 47 nF）。

使用输出模块时，负载类型对到达设定值的稳定时间也有影响。受充电过程的影响，容性负载可以减少上升时间，从而导致输出信号过冲。同时由于反复磁化，电感负载将导致电流增加而造成延迟，同样也会缩短上升时间。下图显示的输出信号分别带有零/很小 ①、中等 ② 和高 ③ 容性负载。



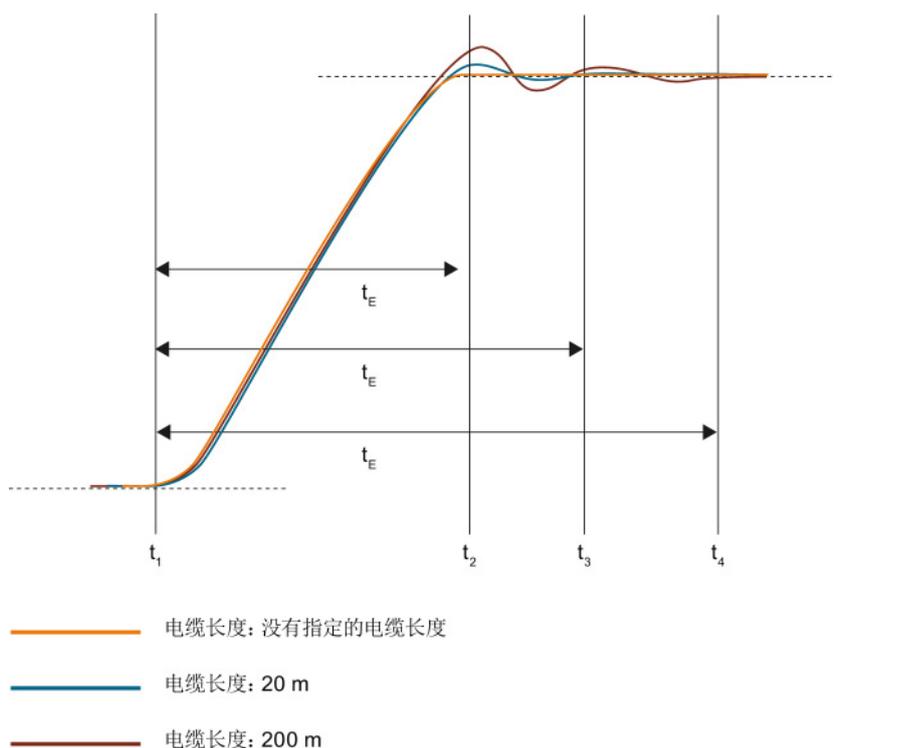
- ① 容性负载为零/很小时，信号的参考曲线
- ② 容性负载为 47 nF 的信号
- ③ 容性负载为 100 nF 的信号
- t_E 稳定时间
- t_1 模块将在模拟量输出通道的端子处结束转换并输出模拟量信号
- t_2 信号 ① 已稳定并到达所指定的模拟量输出值（残差为 1%）
- t_3 信号 ② 已稳定并到达所指定的模拟量输出值（残差为 1%）
- t_4 信号 ③ 已稳定并到达所指定的模拟量输出值（残差为 1%）

图 8-7 不同负载对稳定时间的影响

电缆长度对稳定时间的影响

信号源和模块之间的长电缆是一个干扰目标。因此特别是对于 HS 模块，应尽可能地使用短电缆。电缆上带有容性和电感组件，因此对信号的稳定也有一定影响。

在以下示例中，显示了 HS 输出模块在使用短电缆、中等电缆和长电缆时输出电压的跳动情况。随着电缆长度的增加，输入信号的过冲以及到达设定值的时间也会增加。



- t_E 稳定时间
- t_1 模块将在模拟量输出通道的端子处结束转换并输出模拟量信号
- t_2 通过短电缆的信号已稳定并到达所指定的模拟量输出值（残差为 1 %）
- t_3 通过 20 m 电缆的信号已稳定并到达所指定的模拟量输出值（残差为 1 %）
- t_4 通过 200 m 电缆的信号已稳定并到达所指定的模拟量输出值（残差为 1 %）

图 8-8 不同电缆长度对稳定时间的影响

值跳动对稳定时间的影响

下图显示了不同输出值之间的值跳动高度对模拟量输出模块稳定时间的影响。虚线表示信号到达设定值的时间。值跳动越高，信号到达设定值的时间就越晚。

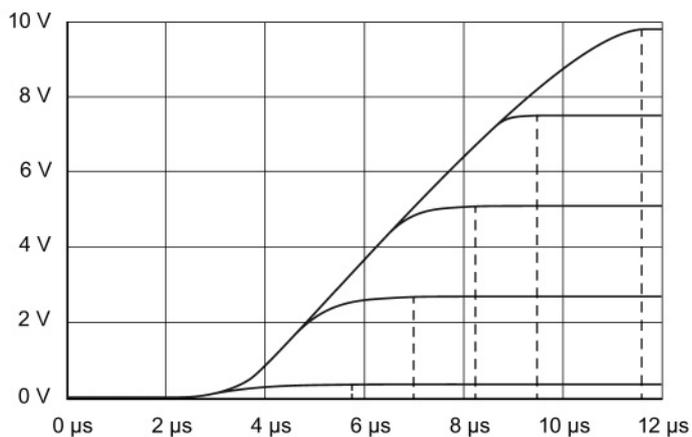


图 8-9 五个不同值跳动的不同模拟信号的稳定时间

索引

C

CPU, 11, 59, 68, 70

E

EMC, 31

ET 200AL, 7

ET 200eco PN, 8

ET 200MP, 7

ET 200pro, 8

ET 200SP, 7

G

GSD 文件, 48

P

PROFIBUS, 114

PROFINET, 114

R

RTD (0)

概述, 83

S

S7-1500, 7

STEP 7, 4

T

TIA Portal, 4

串

串扰, 33

串扰衰减, 34

串模抑制, 30, 32

传

传感器,

信

信号

二进制, 9

执行, 12

模拟量, 9

值

值状态, 46

偏

偏差, 25

共

共模, 68, 70

共模抑制, 29, 32

共模电压, 68

其

其它支持, 4

内

内部基准结, 84

概述, 82

出

出厂设置

将通道复位为, 112

加

加载, 53

动

动态参考温度

概述, 83

压

压力, 9

参

参考电位, 69, 103

双

双极性测量范围, 24

反

反向标定, 19

变

变送器, 72

2 线制, 57, 72

4 线制, 73

接线, 72

热敏电阻, 74

热电偶, 10, 26, 76, 80

电压变送器, 10, 71

电流变送器, 10, 57, 72

电阻变送器, 10

连接, 65

变量

模拟量, 9

物理, 10

响

响应时间, 52

固

固定参考温度

概述, 83

在

在线产品目录, 4

块

块

SCALE, 17

UNSCALE, 19

基

基准结, 80
基准结温度, 81
基本知识
 必需, 3
基本误差限值, 15, 23
基本转换时间, 49

外

外部补偿
 概述, 83

工

工作原理
 热电偶, 80

干

干扰电压, 30
干扰频率抑制, 26

应

应用时间, 53

执

执行器, 12, 102, 103

接

接地连接, 30

操

操作限值, 15, 23

数

数字万用表, 58

文

文档
 其它, 7

断

断路, 42

方

方差
 测量值, 22

材

材料成分
 热电偶, 79

标

标准
 EN 61131, 15
 FDA, 105
标定, 17

校

校准, 105
 取消, 111

模

模块的参考通道

概述, 82

模拟值表示, 59

二进制表示, 输入范围, 61, 63

二进制表示, 输出范围, 63

模拟值转换, 59

模拟量信号

线路, 102

模拟量输入模块, 59, 65

模拟量输出模块, 59, 103

测

测量点, 80

测量范围

上溢, 43

下溢, 43

低于范围, 43

超出范围, 43

额定范围, 43

温

温度, 9

温度测量范围

热电偶, 79

滤

滤波

指数, 56

线形, 55

热

热敏电阻

2 线制连接, 75

3 线制连接, 75

连接, 74

热电偶

接线, 76

电

电压, 10

电压测量范围

上溢, 14

下溢, 14

低于范围, 14

超出范围, 14

额定范围, 14

电压范围, 26

电压降低, 58

电流, 10

电阻, 10

电阻变送器

4 线制连接, 74

电阻温度计

请参见,

直

直流电压, 70

稳

稳定时间, 53

符

符号 (S), 59

等

等时同步模式

过采样, 115

精

精度, 13, 59

精确度, 15

线

线性, 21

线路

模拟量信号, 66

线路频率

16 2/3 Hz, 27

400 Hz, 27

50 Hz, 27

60 Hz, 27

组

组 0 的参考通道

概述, 82

绝

绝缘电压, 67, 69

缩

缩略语, 66, 102

耦

耦合

电容, 33

电感, 30, 33

电气, 30

范

范围

文档, 3

模拟值处理

功能手册, 06/2014, A5E03461444-AC

补

补偿

无/外部, 97

组 0 的参考通道, 88

设

设置

热电偶, 80

诊

诊断类型, 35

上溢/下溢, 43

共模错误, 44

参考通道错误, 44

基准结, 45

断路, 42

电源电压缺失, 41

短路, 44

过载, 45

误

误差

温度误差, 25

线性误差, 21

输出误差, 24

负

负载, 57, 102, 103

质

质量信息 (QI), 46

转

转换

- 数字量到模拟量, 12
- 数模, 21
- 模数, 11, 21, 51
- 转换时间, 26, 49, 53

输

- 输入阻抗, 30

通

通过 RDT (0)

- 进行补偿, 99

通过内部基准结

- 进行补偿, 84

通过动态参考温度

- 进行补偿, 93

通过固定参考温度

- 进行补偿, 91

通过模块参考通道

- 进行补偿, 86

通道

- 校准, 107
- 重置为出厂设置, 112

速

- 速度, 9

重

- 重复精度, 22

阶

- 阶跃响应, 55

高

高速模拟量模块

- 等时同步模式, 114

齐

- 齐纳二极管, 58

SIEMENS

SIMATIC

带 Time-based IO 的高精度输入/输出

功能手册



前言

文档指南

1

Time-based IO 基础知识

2

组态和参数分配

3

编程

4

11/2019

A5E33454827-AC

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 © 的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档的用途

本功能手册将介绍在 S7-1500、ET 200MP 和 ET 200SP 系统中使用“Time-based IO”技术的相关信息。

本文档涵盖以下主题：

- 使用“Time-based IO”技术
- “Time-based IO”技术的功能
- “Time-based IO”的硬件和软件要求
- 使用 STEP 7 (TIA Portal) 组态“Time-based IO”功能

所需基本知识

要理解本功能手册中的内容，需要具备以下知识：

- 有关自动化技术的基本知识
- 有关工业自动化系统 SIMATIC 的基本知识
- 熟练掌握 STEP 7 (TIA Portal)
- 有关等时同步模式的基本知识

本文档的适用范围

下列文档适用于支持“Time-based IO”技术的所有 S7-1500, ET 200MP 和 ET 200SP 组件。

约定

本文中档中使用以下术语：

- **TIO 模块**：表示以下类型的 I/O 模块：
 - ET 200MP TM Timer DIDQ 16x24V
 - ET 200SP TM Timer DIDQ 10x24V
- **TIO_Time**：表示共享具有时间基数（相对时间）的 TIO 模块。
- **抖动**：通用术语，包含影响精度的各种时间影响。具体涉及：
 - 输入数据：测量时间与实际事件时间的偏差。
 - 输出数据：实际切换时间与指定时间的偏差。

请重点关注以下注意事项：

说明

这些注意事项中包含有关产品、产品操作或应特别关注部分的重要信息。

更多支持

有关各种 SIMATIC 产品与系统的技术文档，敬请访问 Internet (<http://www.siemens.com/simatic-tech-doku-portal>)。

有关 Time-based IO 组态的更多信息，请参见西门子工业在线支持网站中的以下常见问题与解答：

- 条目 ID 109738186 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109738186>)
- 条目 ID 109736374 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109736374>)

有关等时同步模式的更多信息，请参见《等时同步模式 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)》和《使用 STEP 7 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109755401>)》手册。

Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**

提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。

- **应用示例**

提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。

- **服务**

介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。

- **论坛**

提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。

- **我的技术支持**

该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<https://support.industry.siemens.com>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 和信息和下载中心

(<https://www.siemens.com/automation/infocenter>) 提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

安全信息

Siemens 为其产品及解决方案提供了工业安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业安全保护机制。**Siemens** 的产品和解决方案仅构成此类概念的其中一个要素。

客户有责任防止其工厂、系统、机器和网络遭受未经授权的访问。只有在必要时并采取了适当的安全措施（例如防火墙和/或网络分段）的情况下，系统、机器和组件才能连接到企业网络或互联网。

有关可能实施的工业安全措施的更多信息，敬请访问
(<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

Siemens 不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。西门子强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果使用的产品版本不再受支持，或者未能应用最新的更新程序，客户遭受网络攻击的风险会增加。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 **Siemens** 工业安全 RSS 源，网址为
(<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

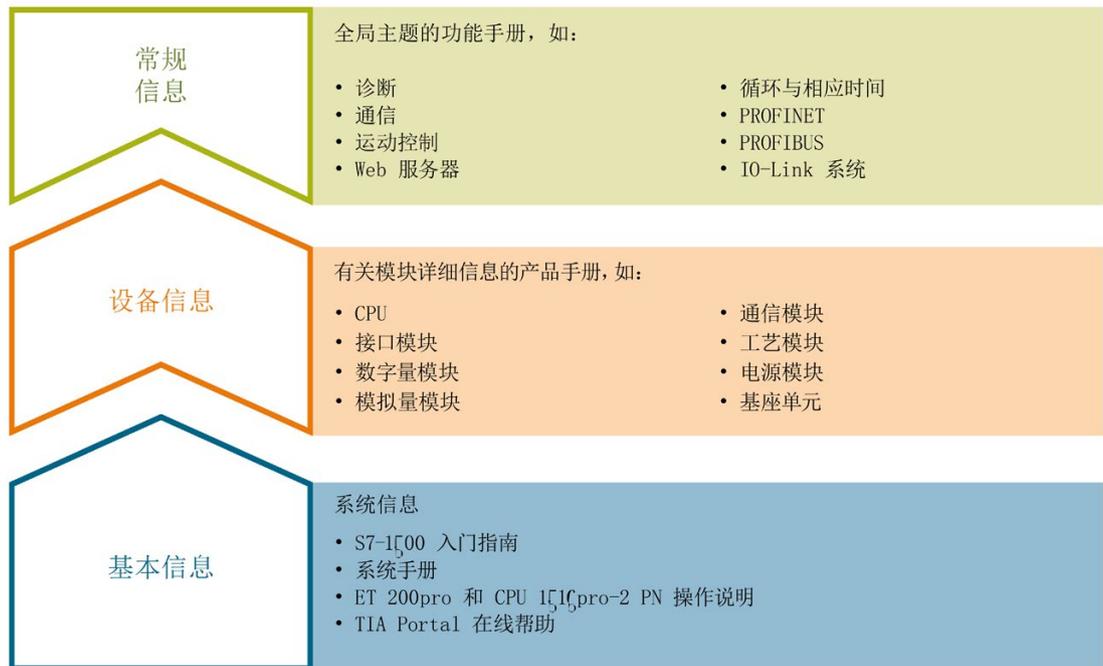
目录

前言	3
1 文档指南	8
1.1 功能手册文档指南	8
2 Time-based IO 基础知识	14
2.1 使用 Time-based IO	14
2.2 Time-based IO 的时间特性	15
2.2.1 标准技术的时间特性	15
2.2.2 Time-based IO 特性	16
2.3 系统环境	18
2.4 硬件要求	19
2.5 组态软件要求	20
2.6 技术实现	21
3 组态和参数分配	26
3.1 要求	26
3.2 Time-based IO 的设置	27
4 编程	29
4.1 指令概述	29
4.2 Time-based IO 的编程	30
4.3 Time-based IO	33
4.3.1 TIO_SYNC: 同步 TIO 模块	33
4.3.2 TIO_DI: 读取数字量输入中的沿和关联时间戳	40
4.3.3 TIO_DI_ONCE: 读入数字量输入中的沿和关联时间戳一次	47
4.3.4 TIO_DQ: 在数字量输出中输出由时间控制的沿	55
4.3.5 UDT TIO_SYNC_Data	63
索引	64

文档指南

1.1 功能手册文档指南

SIMATIC S7-1500 自动化系统、基于 SIMATIC S7-1500 的 CPU 1513/1516pro-2 PN 和分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 与 ET 200AL 的文档分为 3 个部分。用户可根据具体需求，快速访问自己所需的特定信息。



基本信息

在《系统手册》和《入门指南》中，对 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统的组态、安装、接线和调试进行了详细介绍。对于 CPU 1513/1516pro-2 PN，可参见相应的操作说明。STEP 7 在线帮助用户提供了组态和编程方面的支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术数据。

常规信息

功能手册中包含有关常规主题的详细介绍，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器、OPC UA 等等。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109742705>) 免费下载。

产品信息数据表中记录了对这些手册的更改和补充。

有关产品信息，敬请访问 Internet:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/68052815>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73021864>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/99494757>)

手册集

手册集中包含系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

可以在 Internet 上找到手册集:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/86140384>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/84133942>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/95242965>)

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

“我的技术支持”- 文档

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

“我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet
(<http://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet
(<https://support.industry.siemens.com/sc/ww/zh/sc/2054>)。

TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

有关 TIA Selection Tool，敬请访问 Internet

(<http://w3.siemens.com/mcmts/topics/en/simatic/tia-selection-tool>)。

SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对各个 SIMATIC S7 站进行调试和维护操作（作为批量操作），而无需打开 TIA Portal。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网系统网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的编程设备/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- RUN/STOP 模式切换
- 通过 LED 指示灯闪烁进行 CPU 定位
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连接模块的固件

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/98161300>) 上下载。

PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）可在调试过程中分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 通过拓扑总览功能，自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查，快速完成工厂接线和模块组态测试。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/67460624>) 上下载。

SINETPLAN

SINETPLAN 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 PROFINET 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 PROFINET 网络进行预测型的专业设计。此外，SINETPLAN 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 STEP 7 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

SINETPLAN 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

SIMATIC S7-1500 自动化系统、基于 SIMATIC S7-1500 的 CPU 1516pro-2 PN 和分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 与 ET 200AL 的文档分为 3 个部分。这样，用户可以根据具体需求快速访问自己所需的特定信息。



基本信息

在系统手册和入门指南中，对 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统的组态、安装、接线和调试进行了详细介绍。对于 CPU 1516pro-2 PN，可参见相应的操作说明。STEP 7 在线帮助则为用户提供有关组态和编程方面的技术支持。

设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术数据。

常规信息

功能手册中包含有关常规主题的介绍，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器、OPC UA 等等。

相关文档，可从 Internet 免费下载。

产品信息数据表中记录了对这些手册的更改和补充。

有关产品信息，敬请访问 Internet:

- S7-1500/ET 200MP
- ET 200SP
- ET 200AL

手册集

手册集中包含系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

可以在 Internet 上找到手册集:

- S7-1500/ET 200MP
- ET 200SP
- ET 200AL

“我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet。

应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet。

Time-based IO 基础知识

2.1 使用 Time-based IO

从时间的角度看，工厂中的许多过程都需要相对精确的再现性。通过缩短 CPU 周期时间，可以在一定程度上优化再现性。将高精度输入/输出与 Time-based IO 结合使用时，获得的再现性精度将比优化 CPU 周期时间得到的精度更高。Time-based IO 的另一个优势在于，它与应用周期的时标无关。

下面挑选了一些可从这一技术中受益的典型应用领域。

定义的响应时间

通过向数字量输入边沿的时间戳中增加一个特定时间，可以输出使用与应用周期无关的精确延迟时间进行响应的输出信号。

长度测量

可以通过两个输入时间戳之间的差异和相关的行进速度确定产品经过的长度。

凸轮控制器

可以通过同步位置信息（如来自计数器模块或轴的信息）推断正在进行的运动。根据该结果，计算出开关位置（凸轮位置）的时间并将该时间传送到 TIO 模块（输出）。这样，开关事件便会在所需位置处发生。

计量

通过为时间控制数字量输出指定接通沿和关闭沿，可以使阀门打开指定的时间并相应计量液体的量。

2.2 Time-based IO 的时间特性

2.2.1 标准技术的时间特性

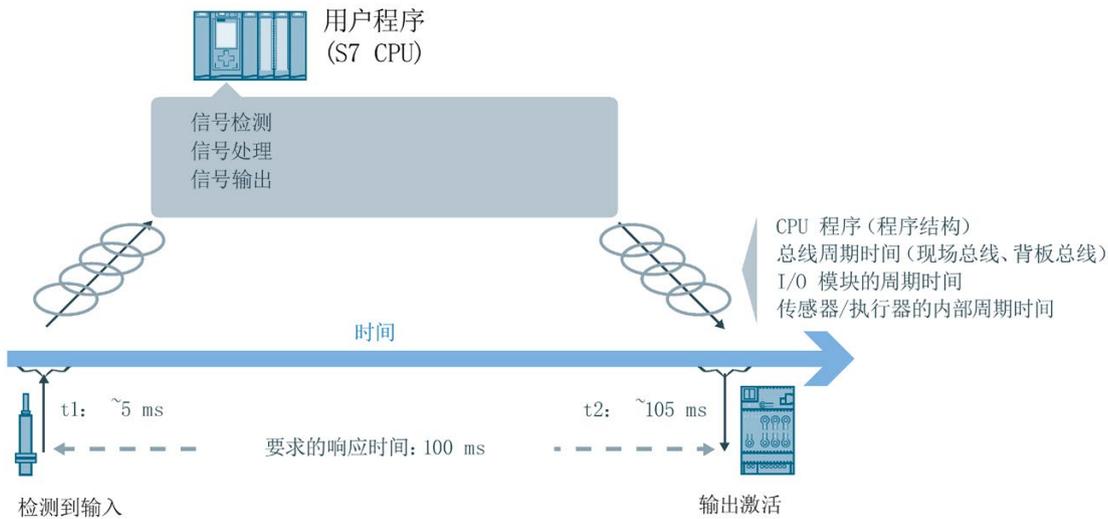
标准技术的输入/输出时间特性取决于下列因素：

- CPU 程序（程序结构）
- 总线周期时间（现场总线、背板总线）
- I/O 模块的周期时间
- 传感器/执行器的内部周期时间

发生下列情况时

- 发生输入事件（如传感器信号）时
- 输出事件对输入事件造成影响（如输出切换）时

确定性语句将因上面列出的时间因素而变得不准确。

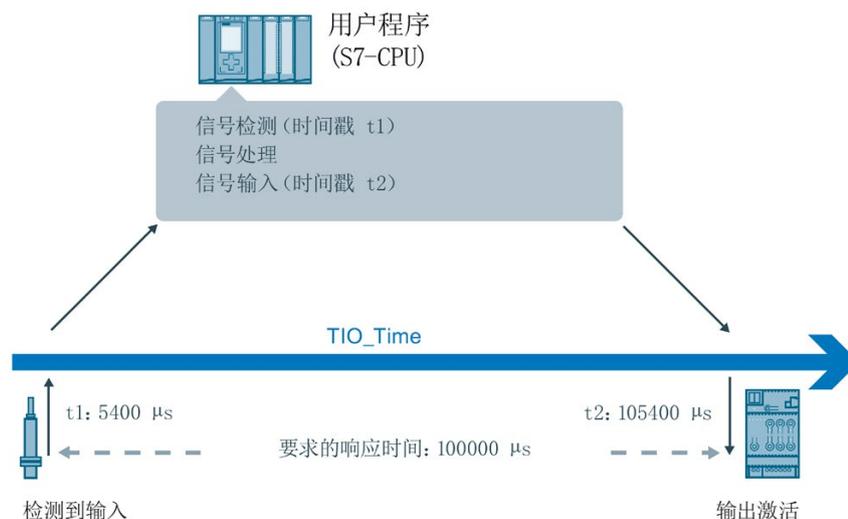


2.2.2 Time-based IO 特性

时间控制 I/O 功能

Time-based IO 表示基于时间的 I/O 信号处理。所有输入信号都会参考同一个时间 (TIO_Time)。输入信号接收时间戳 t_1 。信号处理后，输出事件也可与 TIO_Time 相链接并在所需时间内输出。输出在时间 t_2 发生。

下面是 Time-based IO 的示例：



Time-based IO 的独立性和关注点

所有相关组件的共享时间基准 (TIO_Time) 是 Time-based IO 的基础。通过使用 TIO_Time，Time-based IO 的输出精度将不依赖于：

- CPU 程序（程序结构）
- 总线周期时间（现场总线、背板总线）
- I/O 模块的周期时间

Time-based IO 的关注点不是 I/O 响应时间，而是 I/O 信号的可预测性（确定性）。利用 Time-based IO，可以在定义的通过输出信号来响应输入信号。使用 Time-based IO 时，请记住与系统有关的最小响应时间。

Time-based IO 表示：

- 以高精度执行的 I/O 功能
- 带时间戳的 I/O 过程

精度

精度是确保 Time-based IO 性能的关键因素。

精度是 TIO 模块的一项属性，并且指示获得所需响应时所采用的偏差。对于 Time-based IO，响应的精度和再现性处于毫秒范围内。

响应时间

除了非常高的精度外，根据组态，也可以实现对输入事件的最小响应时间。

响应时间是输入事件与所需输出事件之间的时间间隔。

对于最小响应时间：

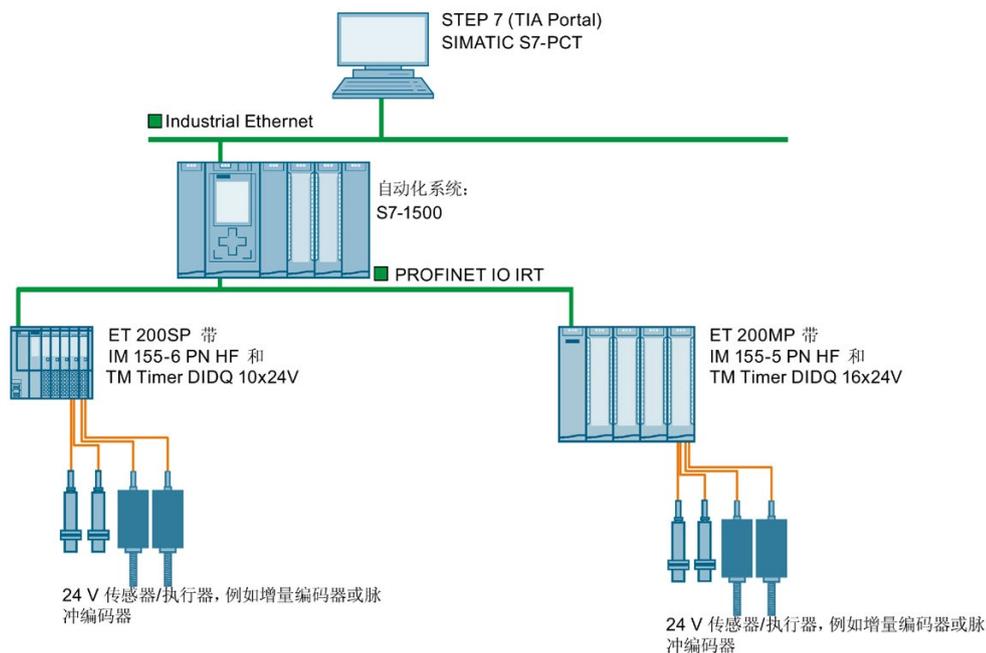
$3 \times$ 应用周期 T_{APP}

2.3 系统环境

简介

下面列出了使用 Time-based IO 时带有 PROFINET 的可能系统组态。

使用 STEP 7 (TIA Portal)



2.4 硬件要求

简介

下面列出了 Time-based IO 所需硬件组件的属性。您可以找到作为示例的特定模块。

要求

组件	属性	示例
CPU	等时模式/PROFINET IO IRT: 提供定义的响应时间和高精度工厂特性。	<ul style="list-style-type: none"> • CPU 1511-1 PN
ET 200 接口模块	支持等时同步模式	<ul style="list-style-type: none"> • 带 IM 155-6 PN HF 的 ET 200SP (自固件版本 V2.1 起) • 带 IM 155-5 PN HF 的 ET 200MP
I/O 模块	TIO 模块	<ul style="list-style-type: none"> • ET 200SP: TM Timer DIDQ 10x24V • ET 200MP: TM Timer DIDQ 16x24V (自固件版本 V1.0.1 起)

2.5 组态软件要求

简介

下面给出了支持“Time-based IO”功能的软件版本列表。

要求

组态软件	要求	支持的硬件组件	更多信息
STEP 7 (TIA Portal) V16 及更高版本	PROFINET IO IRT 或背板总线上的等时同步模式	<ul style="list-style-type: none"> • S7-1500 自动化系统 • ET 200SP 和 ET 200MP 分布式 I/O 系统 • TM Timer DIDQ 16x24V • TM Timer DIDQ 10x24V 	STEP 7 (TIA Portal) 在线帮助

有关等时同步模式的更多信息，请参见等时同步模式

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)和使用 STEP 7 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109755401>) 手册。

TIO 指令

TIO 指令是用于 Time-based IO 的特定函数块。下列 TIO 指令 (页 29) 可用：

- TIO_SYNC
- TIO_DI
- TIO_DI_ONCE
- TIO_DQ

2.6 技术实现

简介

以下信息将帮助您理解 Time-based IO 的核心方面并找出将使用哪些 SIMATIC 功能来实现所述的这些方面。

相关模块的同步（共享时间基准）

Time-based IO 技术会将等时同步模式用于所有相关的站。

通过等时同步模式，可以按共享时间基准来同步多个 TIO 模块。TIO 模块 共享时间基准的基础是相对时间 TIO_Time。

有关等时同步模式的更多信息，请参见等时同步模式

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>)和使用 STEP 7 组态 PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109755401>) 手册。

TIO_Time

TIO_Time 是所有时间戳参考的中央时间基准。

TIO_Time 具有以下属性：

- 通过 TIO 指令 TIO_SYNC 同步的所有 TIO 模块的共享时间基准。
- 每次 CPU 启动时开始计时。
- TIO_Time 的数据类型为 LTime（例如 LT#14s830ms652us315ns）。
- 所有有效的的时间戳都参考 TIO_Time：
 - 在 TIO 指令 TIO_DI 和 TIO_DI_ONCE 中将 TIO 模块的输入时间戳转换为 TIO_Time。
 - 在 TIO 指令 TIO_DQ 中，将输出时间戳转换为 TIO 模块的输出时间戳。
- TIO_TIME 的值对应于 TIO 指令相关的当前时间，通过调用 TIO_SYNC 更新。如果要取消输出与之前的输入时间戳的关联，但要将其关联到当前时间，则可使用 TIO_TIME 的值作为输出时间戳的基础。示例：在 20 ms 内输出边沿：
TIO_DQ.TimeStampRE=TIO_SYNC_DATA.TIO_TIME+LT#20ms)

等时同步 OB 中的 TIO 指令

必须在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO 指令。

有关更多信息，请参见编程 (页 29) 一章。

说明

TIO 指令也支持减速等时同步模式。根据时钟减速比，应用周期大于发送时钟。

说明

必须在 "MC-PreServo" OB 中调用 TIO 指令。

如果使用 "MC-PostServo" 类型的 OB，可单独为每个 TIO 模型确定是与 Motion Control 工艺对象配合使用还是与 TIO 指令配合使用。

如果在 "MC-PostServo" 类型的 OB 中调用 TIO 指令，则需要使用 IPO 模型，并且也不能使用任何减速比。

在类型为 "MC-PostServo" 的 OB (减速比为 "MC-Servo") 中调用 TIO 指令会导致计算出的时间戳不正确。

更新过程映像的模式

在等时模式下，可以改变输入和输出数据的过程映像分区的更新顺序。为此，可以选择以下程序执行模型：

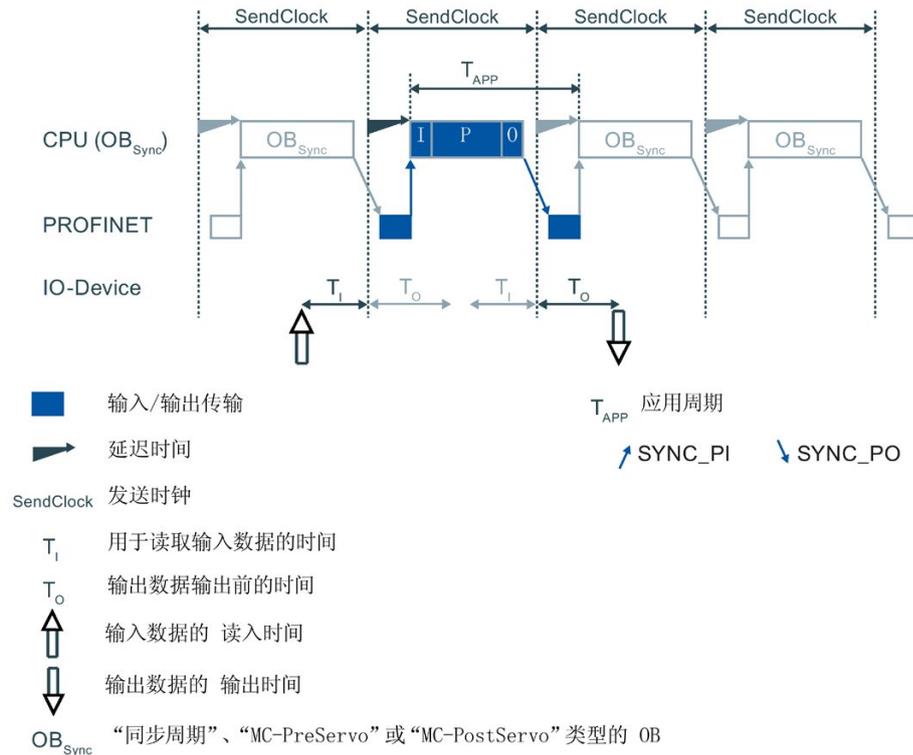
- IPO 模型 (应用周期系数 = 1)
- OIP 模型 (应用周期系数 >= 1)

其中缩写 I、P、O 代表以下过程：I = 输入，P = 处理，O = 输出。

有关应用周期系数的更多信息，请参见使用 STEP 7 组态 PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>) 手册。

IPO 模型（应用周期系数 = 1）

用户程序将在延迟时间后启动。首先通过调用 `SYNC_PI` 系统指令更新用户程序中输入的相应过程映像分区。接下来开始处理（例如，计算时间戳）。用户程序结束时，通过 `SYNC_PO` 更新 CPU 中输出的相应过程映像分区。



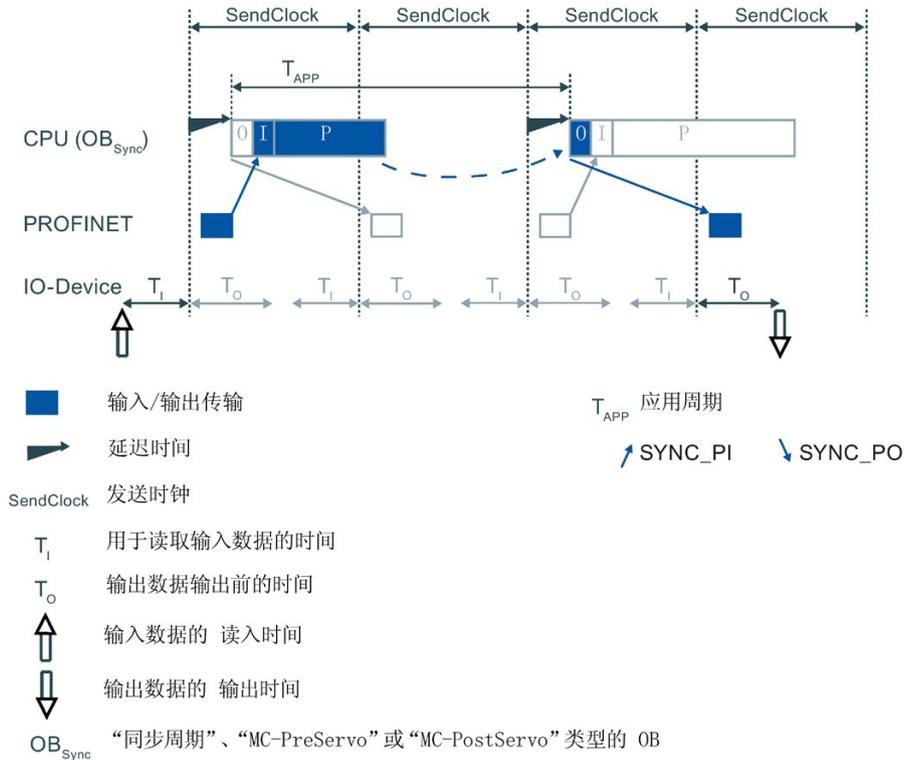
IPO 模型的属性:

- 支持更短的响应时间
- 应用周期不得大于发送时钟。

这样，应用时间将比使用 OIP 模型时更短。

OIP 模型（应用周期系数 ≥ 1 ）

用户程序将在延迟时间后启动。在 PIP_Mode 0 模式下，通过 TIO_SYNC 指令更新过程映像。在其它模式下，首先通过调用 SYNC_PO 系统指令更新用户程序中输出的相应过程映像分区。这样一来，在上一网络周期中计算的输出数据会在下一网络周期 (T_o) 中激活。接下来，通过 SYNC_PI 更新 CPU 中输入的相应过程映像分区。传送完数据后开始处理（例如，计算时间戳）。



OIP 模型的属性:

- 响应时间比使用 IPO 模型时更长。
- 它比发送时钟允许的值长一个应用周期。

这样，应用时间将比使用 IPO 模型时更长。

精度的影响

要估算精度，需要以下组件的精度

- TIO 模块
- 传感器/执行器

相关精度值请查阅相应模块的数据表。

必须加上 TIO 模块和传感器/执行器的各个抖动。可以忽略任何其它影响因素。

参见

Time-based IO 的编程 (页 30)

组态和参数分配

3.1 要求

简介

需要附加软件组件来使用 Time-based IO。此外还必须为项目创建标准组态。

下面您将了解有关 Time-based IO 标准组态的更多信息。

要求

在 STEP 7 (TIA Portal) 中:

- 项目已创建。
- 已创建 CPU 并分配参数。
- 已创建自动化系统和模块并分配参数。
- 使用 ET 200 站时: 已通过 PROFINET 创建连接并分配参数。
- 已创建 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" 类型的 OB。

参见

系统环境 (页 18)

组态软件要求 (页 20)

3.2 Time-based IO 的设置

下面概述了必须为 Time-based IO 的哪些组件进行相应设置。

表格 3-1 Time-based IO 的设置概述

组件	可调整属性 ¹	要设置的属性	更多信息
使用 ET 200 站时： PROFINET 子网	PROFINET 子网的属性 > 同步域	创建同步域或编辑同步域的属性	<ul style="list-style-type: none"> PROFINET 功能手册 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856) STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中的在线帮助
		指定同步域的设备： <ul style="list-style-type: none"> 指定 CPU 作为同步主站。 指定 ET 200 接口模块作为 RT 类别为“IRT”的同步从站。 	
S7-1500 站	PROFINET 接口的属性 > 等时通信	启用等时同步模式	<ul style="list-style-type: none"> 功能手册等时同步模式 (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109755401)
ET 200 站			
TIO 模块	TIO 模块的属性 > I/O 地址	启用等时同步模式	<ul style="list-style-type: none"> PROFINET 功能手册 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856) 手册工艺模块 TM Timer DIDQ 16x24V (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95153313) 手册工艺模块 TM Timer DIDQ 10x24V (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/95153951) STEP 7 (TIA Portal) 信息
	TIO 模块的属性 > I/O 地址	分配或创建 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" 类型的 OB。	
	TIO 模块的属性 > I/O 地址	将 I/O 地址分配给过程映像分区 (例如 PIP1)	
	TIO 模块的属性 > 基本参数	组态“在用户程序中使用模块”(Module use from the user program)	
	TIO 模块的属性 > 基本参数/通道参数	对于 TM Timer DIDQ 10x24V: 必要时, 可针对组态“单独使用输入/输出”分配参数 为 Timer DI 和 Timer DQ 进行参数分配	

3.2 Time-based IO 的设置

组件	可调整属性 ¹	要设置的属性	更多信息
等时同步 OB (Synchronous Cycle 或 MC- PostServo)	等时同步 OB 的属性 > 等 时同步模式	必要时调整应用周期	系统中的在线帮助

¹ 描述组态软件中的主题区域。

Time-based IO 的设置

如果对响应时间没有特殊要求，则以下设置适合作为起始点：

- 发送时钟：2 ms
- 应用周期：4 ms
- 过程映像分区的分配：PIP1
- PIP_Mode: 0 (OIP 模型)

常见问题解答

有关详细信息，请参见西门子工业在线支持中的以下常见问题解答。

- 条目 ID 109738186 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109738186>)
- 条目 ID 109736374 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109736374>)

参见

Time-based IO 的编程 (页 30)

编程

4.1 指令概述

简介

Time-based IO 与特殊指令（TIO 指令）结合使用。TIO_SYNC TIO 指令负责同步所有相关的 TIO 模块，并创建所有操作参考的唯一时间基准 (TIO_Time)。

其它指令负责读入带相关时间戳的过程输入信号和/或过程输出信号的时间控制输出。

说明

TIO 指令可用于基于时间的一般 IO 应用。对于特殊应用（例如凸轮控制器），也有单独的工艺对象，例如 TO_CamOutput。

说明

TIO 指令使用 TIO 模块的时间戳功能。TIO 模块的其他功能可以独立于应用中的 TIO 指令使用。

TIO 指令

指令	简介
TIO_SYNC	同步 TIO 模块并为 Time-based IO 提供时间基准
TIO_DI	检测数字量输入（定时器 DI）中的沿并提供相关的时间戳
TIO_DI_ONCE	<ul style="list-style-type: none"> 检测数字量输入（定时器 DI）中的沿一次并提供相关的时间戳 对组态为另一个通道的沿触发使能信号的定时器 DI 通道进行控制。
TIO_DQ	在数字量输出（定时器 DQ）中输出时间控制的沿

4.2 Time-based IO 的编程

简介

要使用 Time-based IO，则必须在等时同步 OB 中调用 TIO 指令。应用也可以在另一个 OB 中运行。这样可以缩短该等时同步 OB 的运行时间。

根据所需任务，您需要以下 TIO 指令：

TIO 模块	TIO 指令
<ul style="list-style-type: none"> TM Timer DIDQ 16x24V 	<ul style="list-style-type: none"> 对于数字量输入，需要一个 TIO_DI 或 TIO_DI_ONCE 用于读入
<ul style="list-style-type: none"> TM Timer DIDQ 10x24V 	<ul style="list-style-type: none"> 对于数字量输出，需要一个 TIO_DQ 用于输出 需要一个 TIO_SYNC（用于最多八个 TIO 模块）

以下部分将介绍 Time-based IO 的 CPU 编程。

要求

STEP 7 (TIA Portal) 中的硬件配置：

- 已将 TIO 模块分配给等时网络。
- 已将 TIO 模块分配给共享的过程映像分区。
- 已将过程映像分区分配给等时同步 OB。
- TIO 模块组态为与 "Time-based IO" 库中的指令配合使用。

有关 Time-based IO 组态的其它信息，请参见 Time-based IO 设置 (页 27) 部分。

操作步骤

1. 在等时同步 OB 中创建 TIO 指令 TIO_SYNC。
2. 通过参数 HWID_1 到 HWID_8 将要在 TIO_SYNC TIO 指令中同步的所有 TIO 模块相连。

可以在硬件配置的“属性 > 系统常数”(Properties > System constants) 下找到 HWID。

说明

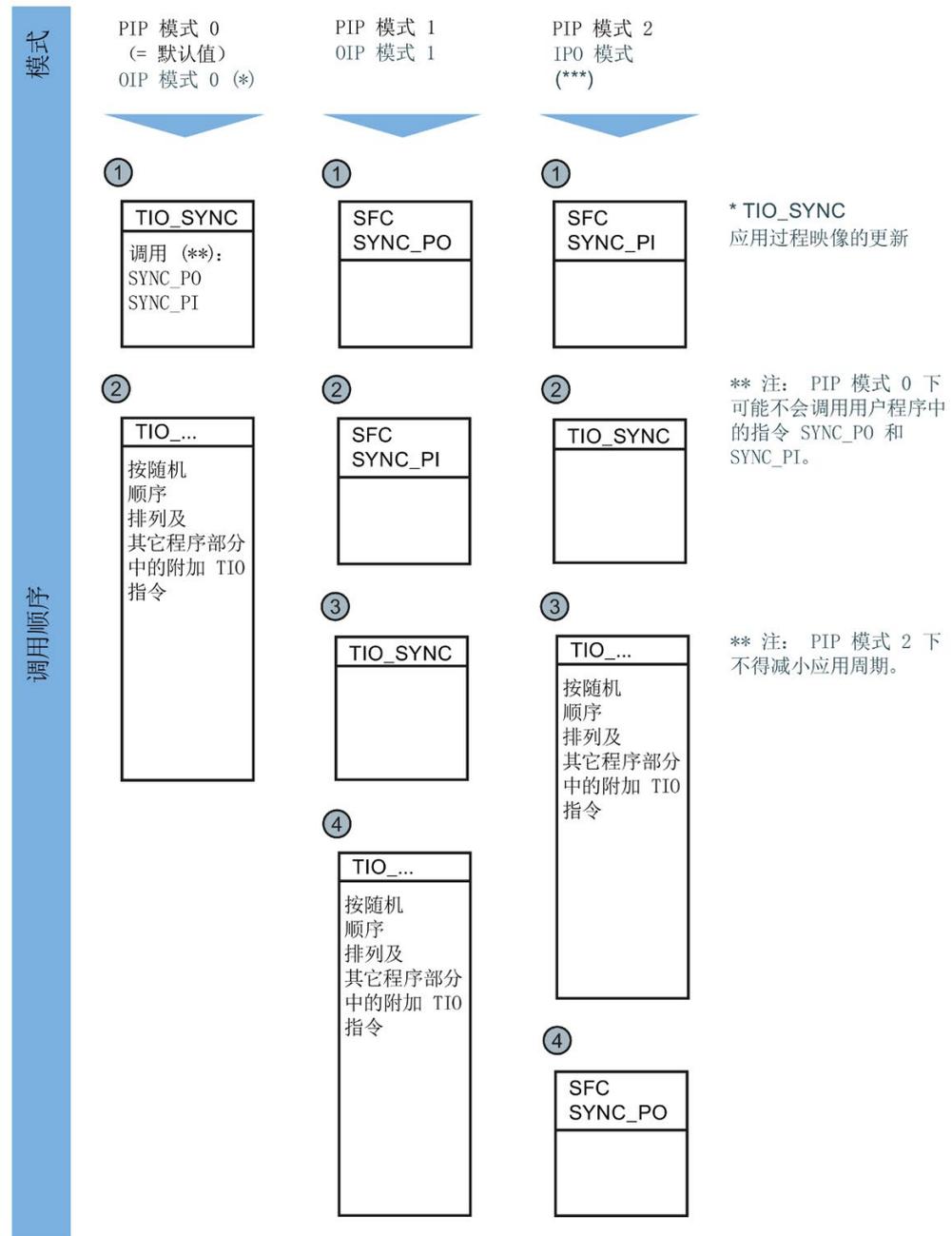
互连时，通常优先选择符号常数而不是绝对数值。

3. 在 TIO_SYNC 指令的 PIP_Mode 输入参数中设置数据更新模式。

有关模式的介绍，请参见技术实现 (页 21)一章。

TIO_SYNC TIO 指令的参数分配已完成。

4. 对于下列指令，注意调用顺序取决于所选的 PIP_Mode 的值：



5. 在等时同步 OB 中添加应用程序读入/输出所需的 TIO 指令。

6. 在用于读入/输出的 TIO 指令中，根据情况将输入/输出 TIO_SYNC_Data 与 TIO_SYNC 上具有相同名称的输出互连。
7. 在用于读入/输出的 TIO 指令中，为输入参数 HWID 和 Channel 分配参数（请参见硬件配置中的“属性 > 系统常数”(Properties > System constants)）。
Time-based IO 功能已成功编程。
8. 将 Time-based IO 功能与应用互连，例如在另一个 OB 中按步序评估读入时间戳。
9. 如果 TIO_SYNC 未自动读取发送时钟：手动定义发送时钟（例如在 OB100 中）。
10. 编译并将整个项目下载到 CPU。

结果

您已完成 Time-based IO 使用的编程。

常见问题解答

有关详细信息，请参见西门子工业在线支持中的以下常见问题解答。

- 条目 ID 109738186 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109738186>)
- 条目 ID 109736374 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109736374>)

4.3 Time-based IO

4.3.1 TIO_SYNC: 同步 TIO 模块

说明

TIO_SYNC 是其它所有 TIO 指令的基础。TIO_SYNC 根据共享时间基准 TIO_Time 来同步 TIO 模块。

通过 TIO_SYNC 最多可以同步 8 个 TIO 模块。必须将所有 TIO 模块分配给同一个过程映像分区 (PIP)。如果为输入参数 PIP_Mode 选择“0”，则在 PIP_PART 输入参数中分配过程映像分区的编号。

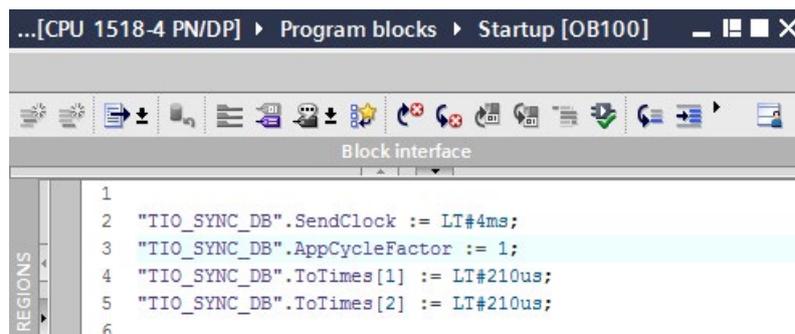
有关 Time-based IO 组态的其它信息，请参见组态和参数分配部分。

启动特性

启动 CPU 时，TIO_SYNC 指令将接收和检查一次输入参数并对 TIO_Time 进行初始化。

可通过以下方式来处理可选参数 SendClock, AppCycleFactor 和 ToTimes:

- 每次启动系统时自动读入 SendClock, AppCycleFactor 和 ToTimes。这会导致启动期间发生延时，但参数值可以始终保持一致。
- 每次启动时自动读入 SendClock, AppCycleFactor 和 ToTimes，然后在调试时将读取值用作设定值。这样可以实现后续快速启动，但在硬件配置发生变化后会出现不一致的情况（需要重复调试）。
- 在第一次调用指令前手动定义 SendClock, AppCycleFactor 和 ToTimes，例如在 OB100 中：



```
1  
2 "TIO_SYNC_DB".SendClock := LT#4ms;  
3 "TIO_SYNC_DB".AppCycleFactor := 1;  
4 "TIO_SYNC_DB".ToTimes[1] := LT#210us;  
5 "TIO_SYNC_DB".ToTimes[2] := LT#210us;  
6
```

4.3 Time-based IO

这样可以快速启动，但在硬件配置发生变化后，需要手动更新数值。

有关参数的信息，请参见下表。

如果启动时没有错误，该指令将切换为正常运行状态。出现错误时，指令不会切换到正常运行状态，并且会生成错误消息。

功能说明

正常运行时，指令会确保同步 HWID 输入中组态的所有 TIO 模块。

TIO_SYNC_Data 输出中提供为 TIO 模块的指令计算的 TIO_Time。

对错误的响应

Error 输出指示指令处理是否正确。发生错误时，会在 Status 输出中显示错误原因。

参数

下表列出了 TIO_SYNC 指令的参数。

参数	库版本中的声明		数据类型	默认值	说明
	< V2.0	≥ V2.0			
HWID_1 ... HWID_8*	输入		HW_IO	65535	硬件配置中 TIO 模块的硬件标识符
PIP_Mode*	输入		PIP	0	数据更新的模式**： <ul style="list-style-type: none"> • 0: OIP 模型，支持通过 SYNC_PO 和 SYNC_PI 执行过程映像内部更新。 • 1: 不支持过程映像内部更新的 OIP 模型 • 2: 不支持过程映像内部更新的 IPO 模型
PIP_PART*	输入		USInt	1	仅当 PIP_Mode = 0 时相关 要进行等时更新的过程映像分区的编号。
TIO_SYNC_Data	输出		"TIO_SYNC_Data"		为 TIO 模块的 TIO 指令计算的系统时间和用于同步的内部数据。请参见“UDT TIO_SYNC_Data (页 63)”。
Status	输出		DWord	16#0	指令的状态：请参见 Status 参数的描述

参数	库版本中的声明		数据类型	默认值	说明
	< V2.0	≥ V2.0	S7-1500		
Error	输出		Bool	False	Error = True: 发生错误。有关详细信息, 请参见 Status 参数。 修正错误后, 会立即复位 Error。
Operating/State		静态	Int	0	指令的内部操作状态: <ul style="list-style-type: none"> • 0: 已检查输入参数 • 1: 已读出可选参数 • 2: 已检查读出的参数 • 3: 正常运行 (所有参数均正常, TIO 模块已同步) 达到操作状态 3 时, 可立即读入时间戳并输出边沿。如果要重复 TIO 模块同步和可选参数读出过程, 可将操作状态设为 0。
SendClock	输入	静态	LTime	LT#0ns	同步域的发送时钟。 应用 PROFINET 组态中的发送时钟。
AppCycle/Factor		静态	UInt	0	应用周期系数: <ul style="list-style-type: none"> • 取值范围: $0 \leq \text{AppCycleFactor} \leq 85$ • 0: 会自动读入 SendClock, AppCycleFactor 和 ToTimes 应用周期 T_{APP} 的计算方法如下: $T_{APP} = \text{AppCycleFactor} \times \text{SendClock}$
ToTimes		静态	LTime 数组 [1...8]	LT#0ns	各 TIO 模块的 T_o : 等时输出数据的输出时间。

* 启动 CPU 时检查一次

** IPO 模型 (PIP_Mode = 2) 的响应时间最短, 但它对系统性能的要求也最高。必须在一个发送时钟内完成对所有 TIO 指令和其它程序段的处理。

仅在每个过程映像分区只使用一个 TIO_SYNC 指令实例时才选择 OIP 模型 (PIP_Mode = 0), 从而避免在等时同步 OB 中多次调用 SYNC_PI 和 SYNC_PO 指令。此外, 请勿在 OIP 模型中的其它程序部分调用 SYNC_PI 和 SYNC_PO。

说明

必须在 "MC-PreServo" OB 中调用 TIO 指令。

如果使用 "MC-PostServo" 类型的 OB，可单独为每个 TIO 模型确定是与 Motion Control 工艺对象配合使用还是与 TIO 指令配合使用。

如果在 "MC-PostServo" 类型的 OB 中调用 TIO_SYNC，则需要使用 PIP_Mode = 2，而且不能使用任何减速比。

状态参数

错误代码或状态信息以双字形式在 Status 输出中输出。

双字按以下方式划分：

错误代码 (DW#16#...)	含义
z0yywww	<p>系统函数错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0) <p>具有从属用途的系统函数以 yy 编码：请参见错误代码表。</p> <p>www 指定系统函数的 RET_VAL。有关错误信息，请参见系统函数帮助。</p>
z0yy0000	<p>不是由系统函数产生的错误。此错误接收连续错误编号 yy。</p> <p>以下情况下可能发生此错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0)

错误代码表

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
00000000	无错误。	—
1001xxxx	系统函数 RD_SINFO 发生错误。低位字 xxxx 显示 RD_SINFO 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	<ul style="list-style-type: none"> 在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 RD_SINFO 的描述。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO_SYNC。
10020000	等时 OB 的读取周期时间无效 (LT#0ms 或为负)。 该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	<ul style="list-style-type: none"> 更正周期时间的值。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO_SYNC。
10030000	未在等时 OB 中调用 TIO_SYNC 指令。该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO_SYNC。
10040000	PIP_Mode 输入参数中分配的值在有效范围 0 到 2 之外。	更正 PIP_Mode 输入参数中的值。
10050000	组态的发送时钟超出 $0 < \text{SendClock} \leq 4 \text{ ms}$ 的允许范围。	更正发送时钟的值。
0006xxxx*	执行 SYNC_PI 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 SYNC_PI 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 SYNC_PI 的描述。
0007xxxx*	执行 SYNC_PO 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 SYNC_PO 的返回值 RET_VAL 的错误信息。	在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 SYNC_PO 的描述。
10080000	至少有一个硬件标识符不属于 TIO 模块。	请检查输入参数 HWID_1 到 HWID_8 的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。
10090000	HWID_1 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	检查相应输入参数的值。在这种情况下，通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。数据类型 Hw_SubModule 的内部系统常数可用于符号寻址。
100A0000	HWID_2 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
100B0000	HWID_3 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	
100C0000	HWID_4 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	
100D0000	HWID_5 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	
100E0000	HWID_6 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	
100F0000	HWID_7 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	
10100000	HWID_8 并非有效的硬件标识符。 可能原因： 带有该硬件标识符的模块均不可用。	
10110000	输入参数 PIP_PART 中的值不在 1 ... 31 的有效范围内。	更正 PIP_PART 输入参数中的值。
10120000	在输入参数 PIP_Mode 中组态的值是“2”，而在静态参数 AppCycleFactor 中组态的值 > 1（减速比）。	更正 PIP_Mode 输入参数中的值。值为“2”的 PIP_Mode 不允许使用减速比。
x0130000	MC-Servo (OB91) 未与总线周期等时同步。	将 MC-Servo 的周期时间的值更正为总线周期时间的值。 注意： 在类型为“MC-PostServo”的 OB（减速比为“MC-Servo”）中调用 TIO 指令会导致计算出的时间戳不正确。

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
x014xxxx	读取数据记录时出错。低位字 xxxx 显示指令 RDREC 的错误信息。	在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取指令 RDREC 的描述。
x0FF0000	常规内部错误。	—

* 只有在为输入参数 PIP_Mode 选择“0”时，才可用。

4.3.2 TIO_DI: 读取数字量输入中的沿和关联时间戳

说明

TIO_DI 会持续检测 TIO 模块数字量输入中的边沿，并返回关联时间戳。

启动特性

CPU 启动期间，TIO_DI 指令将应用一次输入参数并检查以下内容：

- 检查 HWID
- 检查数字量输入 (Channel) 的编号是否处于允许的范围（取决于已寻址模块和通道组态）
- 检查 TIO_SYNC_Data.ERROR: TIO_SYNC 中是否存在错误？
- 检查 TIO_SYNC_Data.TO_TIMES 的似然性（0 ms 至 4 ms）
- 检查 OB 是否为等时 OB

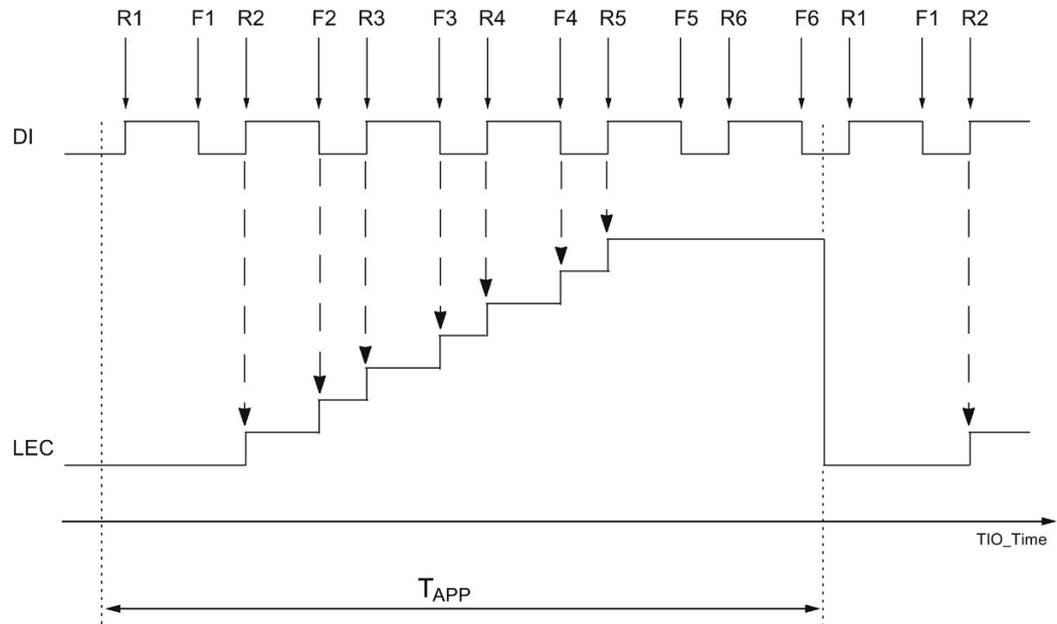
如果启动时没有错误，该指令将切换为正常运行状态。出现错误时，指令不会切换到正常运行状态，并且会生成错误消息。

功能说明

正常运行期间，指令会检测数字量输入中的边沿和先前等时同步周期中上一个有效的已定义边沿对的关联时间戳。使用输入参数 EdgeSel 来确定要检测时间戳的沿。

将输入 TIO_SYNC_Data 与 TIO_SYNC 指令中的同名输出相连。这样可确保共享时间基准。

下图举例说明了在 $\text{EdgeSel} = 3$ 的条件下启动读入作业时 LEC 的行为（上升沿和下降沿，顺序取决于发生时间）。



T_{APP} 应用周期

R_n DI 上升沿的指定时间

F_n DI 下降沿的指定时间

模块在每个应用周期最多可以计数七个沿。因此， $\text{LEC} = 7$ 表示已经计数了七个或更多沿。

对错误的响应

Error 输出指示指令处理是否正确。发生错误时，会在 Status 输出中显示错误原因。

参数

下表列出了 TIO_DI 指令的参数。

参数	库版本中的声明		数据类型	默认值	说明
	< V2.0	≥ V2.0			
HWID*	输入		HW_IO	0	硬件配置中 TIO 模块的硬件标识符
Channel*	输入		UInt	0	已连接的 TIO 模块的数字量输入的编号 (0 ... m)
EdgeSel	输入		UInt	3	指定要检测时间戳的沿： 0D: 无效 1: 两个上升沿 2: 两个下降沿 3: 上升沿和下降沿（顺序取决于发生时间） 4: 先上升沿，后下降沿 5: 先下降沿，后上升沿 6 到 255: 无效 正常运行期间，可以更改 EdgeSel。
DI	输出		Bool	False	数字量输入的状态。 如果组态了数字量输入的反转，则此参数也会反转。
TimeStamp-RE	输出		LTime	LT#0ns	时间戳：检测到上升沿的时间。 例外： EdgeSel = 2: 检测到下降沿的时间（如果在应用程序周期内出现多个下降沿）。
TimeStamp-FE	输出		LTime	LT#0ns	时间戳：检测到下降沿的时间。 例外： EdgeSel = 1: 检测到上升沿的时间（如果在应用程序周期内出现多个上升沿）。
Event-CountRE	输出		UInt	0	计数器：在上升沿每次出现新的有效时间戳时递增。计数器在每次 CPU 启动时复位。
Event-CountFE	输出		UInt	0	计数器：在下降沿每次出现新的有效时间戳时递增。计数器在每次 CPU 启动时复位。

参数	库版本中的声明		数据类型	默认值	说明
	< V2.0	≥ V2.0			
LEC	输出		UInt	0	计数器：无法为其保存时间戳的沿的数量。模块在每个应用周期最多可以计数七个沿。计数器在每个新的应用周期都会复位。
Status	输出		DWord	16#0	指令的状态：请参见 Status 参数的描述
Error	输出		Bool	False	Error = True: 发生错误。有关详细信息，请参见 Status 参数。 修正错误后，会立即复位 Error。
TIO_SYNC_Data*	输入	InOut	"TIO_SYNC_Data"		TIO_SYNC 指令为 TIO 模块的 TIO 指令提供的系统时间。请参见“UDT TIO_SYNC_Data (页 63)”。 将此输入参数与 TIO_SYNC 指令的“TIO_SYNC_Data”输出参数相连。

* 启动 CPU 时检查一次

状态参数

错误代码或状态信息以双字形式在 **Status** 输出中输出。

双字按以下方式划分：

错误代码 (DW#16#...)	含义
z0yywww	<p>系统函数错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0) <p>具有从属用途的系统函数以 yy 编码：请参见错误代码表。 www 指定系统函数的 RET_VAL。有关错误信息，请参见系统函数帮助。</p>
z0yy0000	<p>不是由系统函数产生的错误。此错误接收连续错误编号 yy。</p> <p>以下情况下可能发生此错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0)

错误代码表

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
00000000	无错误。	—
10010000	Channel 输入参数中分配的数字量输入的编号超出允许的范围（取决于已寻址模块和通道组态）。	更正 Channel 输入参数中的值。
10020000	未在等时 OB 中调用 TIO_DI 指令。该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO_DI。
10030000	读取 HWID 输入参数时出错。	检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。数据类型 Hw_SubModule 的内部系统常数可用于符号寻址。
x0040000	TIO_SYNC_Data 中的数据无效/不正确。	检查 TIO_SYNC 指令和其 TIO_SYNC_Data 输出的互连。

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
1005xxxx	执行 RD_SINFO 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 RD_SINFO 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	<ul style="list-style-type: none"> 在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 RD_SINFO 的描述。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo"OB 中调用 TIO_DI。
10060000	未找到 TIO 模块。 可能原因： 使用硬件标识符组态的模块不是 TIO 模块。	<ul style="list-style-type: none"> 确保组态的模块是 TIO 模块。 检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。
10070000	地址计算期间发生内部错误。	检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。数据类型 Hw_SubModule 的内部系统常数可用于符号寻址。
00080000	未使用 TIO_SYNC 指令同步 TIO 模块。 错误代码也可能指示： <ul style="list-style-type: none"> 首次运行该指令前作业已经存在。 Channel 输入参数中分配的编号不是数字量输入。 	检查指令 TIO_SYNC。
10090000	等时 OB 的读取周期时间超出 $0 < T_{APP} \leq 16 \text{ ms}$ 的允许范围，因此无效。 该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	<ul style="list-style-type: none"> 更正周期时间。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo"OB 中调用 TIO_DI。
100A0000	存储在 TIO_SYNC_Data 中的 TIO 模块的时间 T_o 超出允许范围 ($0 < T_o \leq 4 \text{ ms}$)。	检查指令 TIO_SYNC。
100Bxxxx	执行 RD_ADDR 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 RD_ADDR 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 RD_ADDR 的描述。
000C0000	转换的时间戳无效。 错误原因： 通信错误	检查与 TIO 模块的通信。
000D0000	数字量输入的 Quality Information 指示数字量输入中已发生错误。	检查电源电压 L+/1L+/2L+。

4.3 Time-based IO

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
000E0000	Channel 输入参数中分配的编号不是组态为 Timer DI 数字量输入。	<ul style="list-style-type: none"> 检查通道组态（仅限 TM Timer DIDQ 16x24V）。 检查数字量输入的工作模式。
000F0000	EdgeSel 输入参数中分配的值在有效范围 1 到 5 之外。	更正 EdgeSel 输入参数中的值。
10100000	<p>发送时钟超出 $0 < \text{SendClock} \leq 4 \text{ ms}$ 的允许范围，因此无效。</p> <p>错误代码也可能指示：</p> <ul style="list-style-type: none"> TIO_SYNC_Data 中的数据无效或不存在。 未在等时 OB 中调用 TIO_DI 指令。 	更正发送时钟。
x0130000	MC-Servo (OB91) 未与总线周期等时同步。	<p>将 MC-Servo 的周期时间的值更正为总线周期时间的值。</p> <p>注意： 在类型为“MC-PostServo”的 OB（减速比为“MC-Servo”）中调用 TIO 指令会导致计算出的时间戳不正确。</p>
10140000	在 HWID 输入参数中组态的值不存在于 TIO_SYNC_Data 参数的结构中。HWID 和 TIO_SYNC_Data 参数不一致。	更正 HWID 输入参数中的值或 TIO_SYNC_Data 参数的结构。
x0FF0000	常规内部错误。	—

4.3.3 TIO_DI_ONCE:读入数字量输入中的沿和关联时间戳一次

说明

TIO_DI_ONCE 会检测一次 TIO 模块数字量输入中的边沿，并返回关联时间戳。或者，可以使用此指令对组态为另一个通道的沿触发使能信号的定时器 DI 通道进行控制。

启动特性

CPU 启动期间，TIO_DI_ONCE 指令将应用一次输入参数并检查以下内容：

- 检查 HWID
- 检查数字量输入 (Channel) 的编号是否处于允许的范围（取决于已寻址模块和通道组态）
- 检查 TIO_SYNC_Data.ERROR: TIO_SYNC 中是否存在错误？
- 检查 TIO_SYNC_Data.TO_TIMES 的似然性（0 ms 至 4 ms）
- 检查 OB 是否为等时 OB

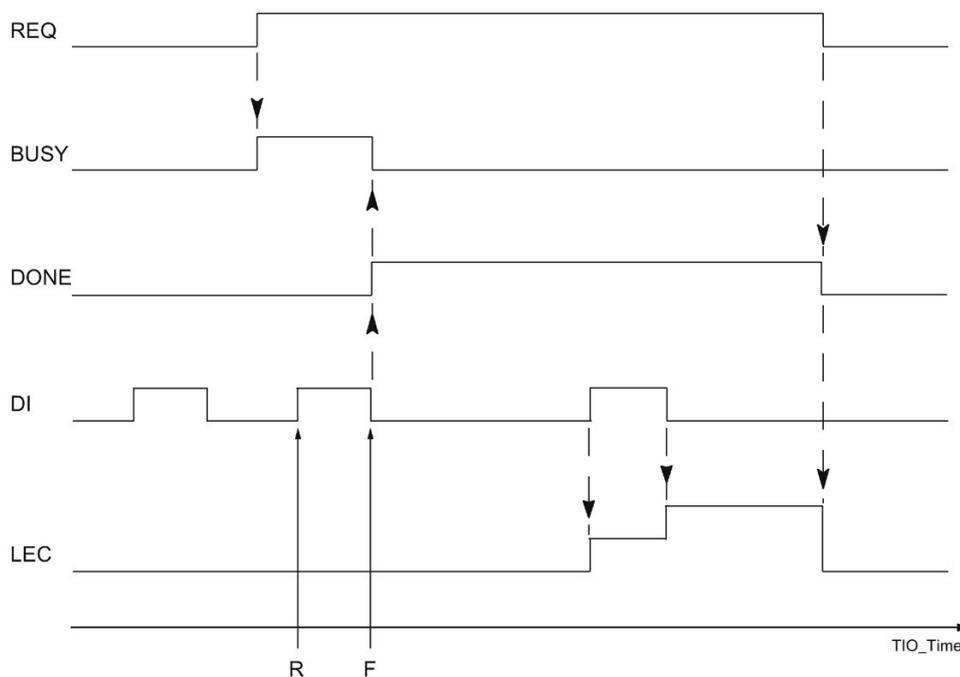
如果启动时没有错误，该指令将切换为正常运行状态。出现错误时，指令不会切换到正常运行状态，并且会生成错误消息。

功能说明：时间戳检测

正常运行期间，指令会检测数字量输入中的边沿和在启动读取作业后**第一个**有效的已定义边沿对的关联时间戳。使用输入参数 EdgeSel 来确定要检测时间戳的沿。为了检测新沿对，需要该指令 REQ 输入参数的一个新上升沿。

将输入 TIO_SYNC_Data 与 TIO_SYNC 指令中的同名输出相连。这样可确保共享时间基准。

下图显示了在读取作业开始时 (EdgeSel = 4)，位 DONE 和 BUSY 响应的示例：



R DI 上升沿的读入时间

F DI 下降沿的读入时间

功能说明：沿触发使能

可以使用此指令对组态为另一个通道的沿触发使能信号的定时器 DI 通道进行控制。

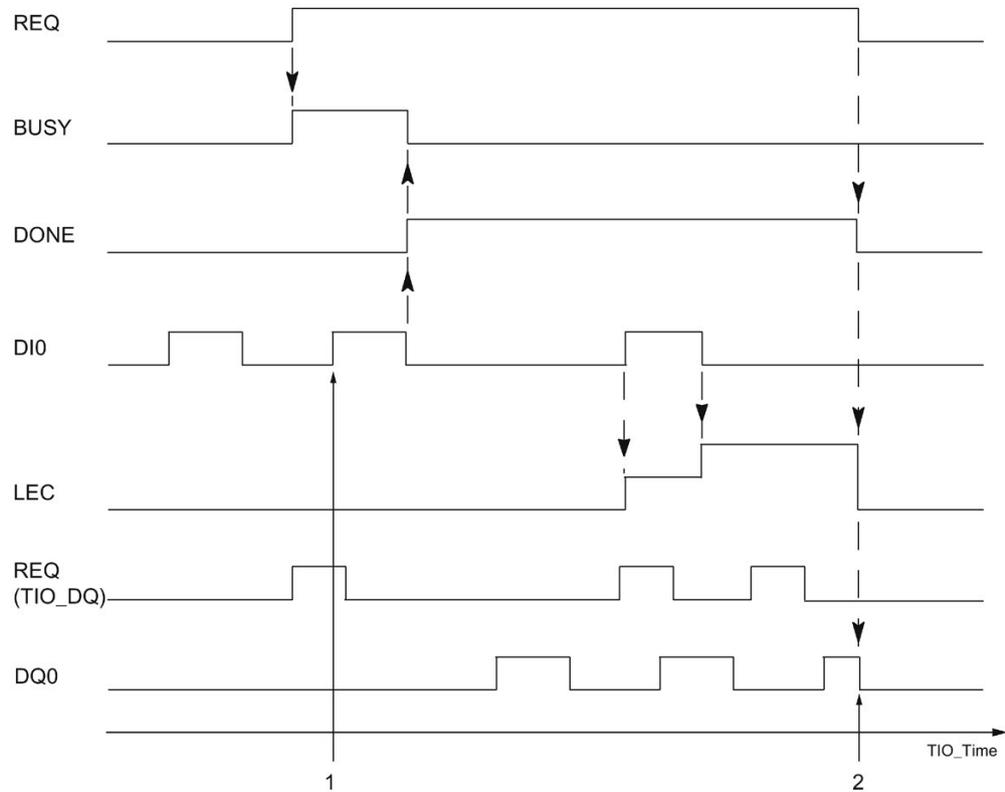
示例：

对于 TIO 模块 TM Timer DIDQ 10x24V，在 DQ0/DI0 硬件配置中进行以下组态：

- 组态 DQ/DI 组 = 使能定时器 DQ
- 通过 DI0 使能硬件 = 沿触发
- DQ0 不反转

在该示例中，指令 TIO_DQ 用于 DQ0，指令 TIO_DI_ONCE 用于 DI0。可通过 TIO_DI_ONCE 的参数 REQ 和 EdgeSel 控制使能。TIO_DI_ONCE 根据 EdgeSel 值记录时间戳后，便会视为使能有效。复位 REQ 可取消使能。

下图显示了 $\text{EdgeSel} = 4n$ 时的示例（先是上升沿，然后是下降沿）。在这种情况下，DI0 的第一个有效上升沿在读入作业开始后确认使能 DQ0。



- 1 在使能输入的上升沿开始使能
- 2 REQ 出现下降沿时结束使能

必要时，可为应用使用指令检测到的时间戳。

对错误的响应

Error 输出指示指令处理是否正确。发生错误时，会在 **Status** 输出中显示错误原因。

参数

下表列出了 TIO_DI_ONCE 指令的参数。

参数	声明	数据类型	默认值	说明
		S7-1500		
REQ	输入	Bool	False	在上升沿开始作业。
HWID*	输入	HW_IO	0	硬件配置中 TIO 模块的硬件标识符
Channel*	输入	UInt	0	已连接的 TIO 模块的数字量输入的编号 (0 ... m)
EdgeSel	输入	UInt	3	<p>指定要检测时间戳的沿：</p> <p>0_D: 无效</p> <p>1: 两个上升沿</p> <p>2: 两个下降沿</p> <p>3: 上升沿和下降沿（顺序取决于发生时间）</p> <p>4: 先上升沿，后下降沿</p> <p>5: 先下降沿，后上升沿</p> <p>6 到 255: 无效</p> <p>如果使用沿触发使能，则以下内容也适用：</p> <p>1: 在第一个 DI 上升沿使能</p> <p>2: 在第一个 DI 下降沿使能</p> <p>3: 在第一个 DI 沿使能</p> <p>4: 在第一个 DI 上升沿使能</p> <p>5: 在第一个 DI 下降沿使能</p> <p>正常运行期间，可以更改 EdgeSel。</p>
DONE	输出	Bool	False	DONE = True: 作业已完成且没有错误。
BUSY	输出	Bool	False	BUSY = True: 作业尚未完成。
Error	输出	Bool	False	<p>Error = True: 发生错误。有关详细信息，请参见 Status 参数。</p> <p>修正错误后，会立即复位 Error。</p>
Status	输出	DWord	16#0	指令的状态：请参见 Status 参数的描述
DI	输出	Bool	False	<p>数字量输入的状态。</p> <p>如果组态了数字量输入的反转，则此参数也会反转。</p>

参数	声明	数据类型	默认值	说明
		S7-1500		
Time-StampRE	输出	LTime	LT#0ns	时间戳： EdgeSel = 1: 检测到上升沿的倒数第二个读入时间（如果出现多个上升沿）。 EdgeSel = 2: 检测到下降沿的最后读入时间（如果出现多个下降沿）。 EdgeSel = 3; 4; 5: 检测到下降沿的最后读入时间。
Time-StampFE	输出	LTime	LT#0ns	时间戳： EdgeSel = 1: 检测到上升沿的最后读入时间（如果出现多个上升沿）。 EdgeSel = 2: 检测到下降沿的倒数第二个读入时间（如果出现多个下降沿）。 EdgeSel = 3; 4; 5: 检测到上升沿的最后读入时间。
LEC	输出	UInt	0	计数器：无法为其保存时间戳的沿的数量。模块最多可以计数 REQ 的七个沿。计数器在 REQ 的下降沿复位。
TIO_SYNC_Data*	InOut	"TIO_SYNC_Data"		TIO_SYNC 指令为 TIO 模块的 TIO 指令提供的系统时间。请参见“UDT TIO_SYNC_Data (页 63)”。 将此输入参数与 TIO_SYNC 指令的“TIO_SYNC_Data”输出参数相连。
Initialized	静态	Bool	False	指令已初始化并准备就绪

* 启动 CPU 时检查一次

状态参数

错误代码或状态信息以双字形式在 **Status** 输出中输出。

双字按以下方式划分：

错误代码 (DW#16#...)	含义
z0yywww	<p>系统函数错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0) <p>具有从属用途的系统函数以 yy 编码：请参见错误代码表。 www 指定系统函数的 RET_VAL。有关错误信息，请参见系统函数帮助。</p>
z0yy0000	<p>不是由系统函数产生的错误。此错误接收连续错误编号 yy。</p> <p>以下情况下可能发生此错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0)

错误代码表

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
00000000	无错误。	—
10010000	Channel 输入参数中分配的数字量输入的编号超出允许的范围（取决于已寻址模块和通道组态）。	更正 Channel 输入参数中的值。
10020000	未在等时 OB 中调用 TIO_DI_ONCE 指令。该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO_DI_ONCE。
10030000	读取 HWID 输入参数时出错。	检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。数据类型 Hw_SubModule 的内部系统常数可用于符号寻址。
x0040000	TIO_SYNC_Data 中的数据无效/不正确。	检查 TIO_SYNC 指令和其 TIO_SYNC_Data 输出的互连。

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
1005xxxx	执行 RD_SINFO 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 RD_SINFO 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	<ul style="list-style-type: none"> 在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 RD_SINFO 的描述。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO_DI_ONCE。
10060000	未找到 TIO 模块。 可能原因： 使用硬件标识符组态的模块不是 TIO 模块。	<ul style="list-style-type: none"> 确保组态的模块是 TIO 模块。 检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。
10070000	地址计算期间发生内部错误。	检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。数据类型 Hw_SubModule 的内部系统常数可用于符号寻址。
00080000	未使用 TIO_SYNC 指令同步 TIO 模块。 错误代码也可能指示： <ul style="list-style-type: none"> 首次运行该指令前作业已经存在。 Channel 输入参数中分配的编号不是数字量输入。 	检查 TIO_SYNC. 指令
10090000	等时 OB 的读取周期时间超出 $0 < T_{APP} \leq 16 \text{ ms}$ 的允许范围，因此无效。 该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	<ul style="list-style-type: none"> 更正周期时间。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" OB 中调用 TIO_DI_ONCE。
100A0000	存储在 TIO_SYNC_Data 中的 TIO 模块的时间 T_o 超出允许范围 ($0 < T_o \leq 4 \text{ ms}$)。	检查指令 TIO_SYNC。
100Bxxxx	执行 RD_ADDR 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 RD_ADDR 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 RD_ADDR 的描述。
000C0000	转换的时间戳无效。 错误原因： 通信错误	检查与 TIO 模块的通信。
000D0000	数字量输入的 Quality Information 指示数字量输入中已发生错误。	检查电源电压 L+/1L+/2L+。

4.3 Time-based IO

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
000E0000	Channel 输入参数中分配的编号不是组态为 Timer DI 数字量输入。	<ul style="list-style-type: none"> 检查通道组态（仅限 TM Timer DIDQ 16x24V）。 检查数字量输入的工作模式。
000F0000	EdgeSel 输入参数中分配的值在有效范围 1 到 5 之外。	更正 EdgeSel 输入参数中的值。
10100000	发送时钟超出 $0 < \text{SendClock} \leq 4 \text{ ms}$ 的允许范围，因此无效。 错误代码也可能指示： <ul style="list-style-type: none"> TIO_SYNC_Data 中的数据无效或不存在。 未在等时 OB 中调用 TIO_DI 指令。 	更正发送时钟。
x0130000	MC-Servo (OB91) 未与总线周期等时同步。	将 MC-Servo 的周期时间的值更正为总线周期时间的值。 注意： 在类型为“MC-PostServo”的 OB（减速比为“MC-Servo”）中调用 TIO 指令会导致计算出的时间戳不正确。
10140000	在 HWID 输入参数中组态的值不存在于 TIO_SYNC_Data 参数的结构中。HWID 和 TIO_SYNC_Data 参数不一致。	更正 HWID 输入参数中的值或 TIO_SYNC_Data 参数的结构。
x0FF0000	常规内部错误。	—

4.3.4 TIO_DQ: 在数字量输出中输出由时间控制的沿

说明

TIO_DQ 可在指定的时间切换 TIO 模块的数字量输出。

启动特性

CPU 启动期间，TIO_DQ 指令将应用一次输入参数并检查以下内容：

- 检查 HWID
- 检查数字量输入 (Channel) 的编号是否处于允许的范围（取决于已寻址模块和通道组态）
- 检查 TIO_SYNC_Data.Error: TIO_SYNC 中是否存在错误？
- 检查 TIO_SYNC_Data.TO_TIMES 的似然性（0 ms 至 4 ms）
- 检查 OB 是否为等时 OB

如果启动时没有错误，该指令将切换为正常运行状态。正常运行期间，可以更改输入参数 REQ、Out_Mode、TimeStampRE 和 TimeStampFE。出现错误时，指令不会切换到正常运行状态，并且会生成错误消息。

功能说明

在正常运行过程中，该指令可在数字量输出中输出由时间控制的沿。

- 在 TimeStampRE 输入参数中定义的时间，将在数字量输出中输出上升沿。
- 在 TimeStampFE 输入参数中定义的时间，将在数字量输出中输出下降沿。

根据程序执行模型，时间戳必须超过以下值：

程序执行模型	TimeStampRE > ... TimeStampFE > ...
IPO 模型	$TIO_Time + T_{APP} + T_O$
OIP 模型	$TIO_Time + T_{APP} + SendClock + T_O$

使用输入参数 Out_Mode 确定只输出一个沿还是同时输出两个沿。

将输入 TIO_SYNC_Data 与 TIO_SYNC 指令中的同名输出相连。这样可确保共享时间基准。

在 REQ 参数出现上升沿时开始输出作业。只能在没有未决错误且没有激活作业时开始新作业。开始输出作业后，数字量输出会在 TimeStampRE 和 TimeStampFE 定义的时间切换。

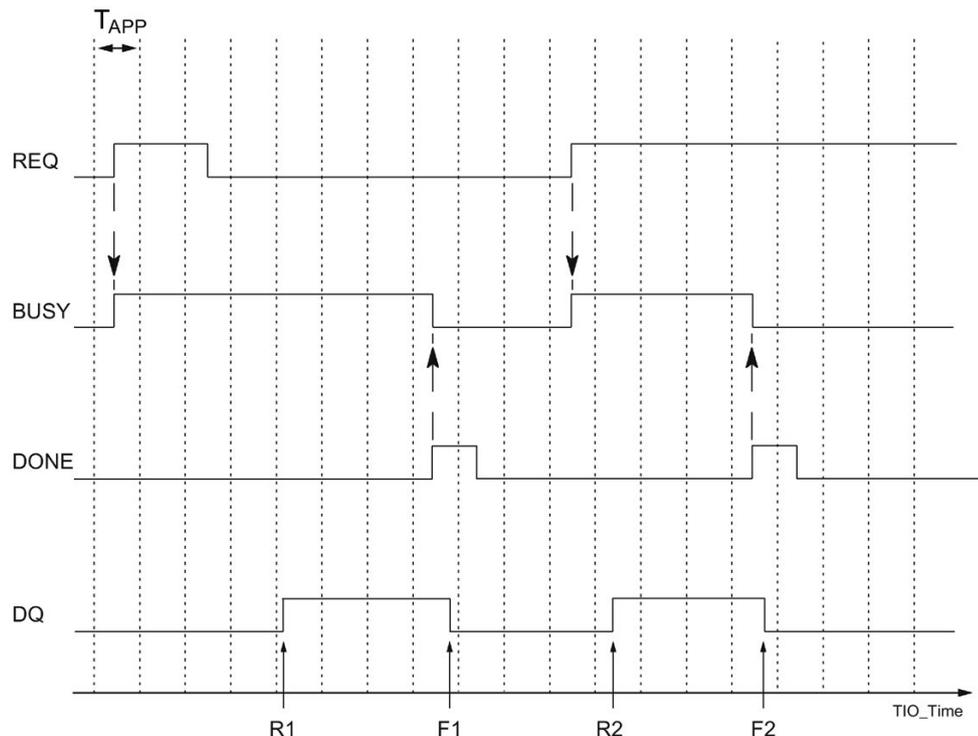
- 如果数字量输出已在时间 TimeStampRE 进行了设置，则输出作业将不会传送至上升沿模块。
- 如果数字量输出在时间 TimeStampFE 时未设置，则输出作业将不会传送至下降沿模块。

这意味着，两种情况下都不会切换数字量输出。

如果上一个应用周期在达到第二个输出时间之前执行，则会完成作业 (DONE)。作业运行期间会持续更新 Status 和 Error。将 TimeStampRE 或 TimeStampFE 更改为无效时间戳（例如 LT#5 μ s）可以取消激活的输出作业。

下图显示了在输出作业起始阶段，位 DONE 和 BUSY 在下列情况下响应的示例：

- Out_Mode = 2 （输出两个边沿）。
- 两个时间戳在作业开始和输出之间未发生变化。



T_{APP} 应用周期
 R1, R2 DQ 上升沿的指定时间
 F1, F2 DQ 下降沿的指定时间

说明

在 REQ 的上升沿开始作业后，可以通过 TimeStampRE 和 TimeStampFE 的新输入更改输出时间，无需重新启动作业。

限制：

如果更改的时间戳小于输出时间前的两个应用周期（ $\text{TimeStampRE} - \text{TIO_Time} < 2 * T_{\text{APP}}$ 或 $\text{TimeStampFE} - \text{TIO_Time} < 2 * T_{\text{APP}}$ ），则不会考虑该时间戳。在这种情况下，会使用上一个有效时间戳，因为该时间戳已传送到 TIO 模块。

说明

如果为 TimeStampRE 和 TimeStampFE 指定同一个值，则指令会忽略该作业，并且不会输出边沿。

如果为 TimeStampRE 或 TimeStampFE 指定值 0，则可以通过输入参数 $\text{Out_Mode} = 3$ 直接在数字量输出处输出相应的边沿。这样，您便可以选择通过 TIO 模块实现直接控制，而不使用手动模式下的时间戳。您可以使用直接控制中断正在进行的作业。

对错误的响应

Error 输出指示指令处理是否正确。发生错误时，会在 Status 输出中显示错误原因。

参数

下表列出了 TIO_DQ 指令的参数。

参数	库版本中的声明		数据类型	默认值	说明
	< V2.0	≥ V2.0				S7-1500
REQ	输入		Bool	False	在上升沿开始作业。
HWID*	输入		HW_IO	0	硬件配置中 TIO 模块的硬件标识符
Channel*	输入		UInt	0	已连接的 TIO 模块的数字量输出的编号 (0 ... m)
Out_Mode	输入		UInt	2	指定数字量输出沿的输出模式： 0: 仅输出上升沿 (TimeStampRE)。 1: 仅输出下降沿 (TimeStampFE)。 2: 输出两个边沿 (TimeStampRE 和 TimeStampFE)。 3: 如果 TimeStampRE = 0 或 TimeStampFE = 0, 则会直接输出各个边沿。如果两个时间戳的值都为“0”或都不为“0”, 则不会输出任何边沿。 4 到 255: 无效
Time-StampRE	输入		LTime	LT#0ns	时间戳: 将输出上升沿的时间。
Time-StampFE	输入		LTime	LT#0ns	时间戳: 将输出下降沿的时间。
StatusDQ	输出		Bool	False	数字量输出的实际状态。 如果组态了数字量输出的反转, 则 StatusDQ 也会反转。 StatusDQ 显示的数字量输出内部状态不受任何已组态 HW 使能的影响。
DONE	输出		Bool	False	DONE = True 显示一个周期的时间: 作业已完成且没有错误。
BUSY	输出		Bool	False	BUSY = True: 作业尚未完成。

参数	库版本中的声明		数据类型	默认值	说明
	< V2.0	≥ V2.0			
Error	输出		Bool	False	Error = True: 发生错误。在这种情况下, BUSY 和 DONE 设置为 False。有关详细信息, 请参见 Status 参数。 修正错误后, 会立即复位 Error。
Status	输出		DWord	16#0	指令的状态: 请参见 Status 参数的描述
TIO_SYNC_Data*	输入	InOut	"TIO_SYNC_Data"		TIO_SYNC 指令为 TIO 模块的 TIO 指令提供的系统时间。请参见“UDT TIO_SYNC_Data (页 63)”。 将此参数与 TIO_SYNC 指令的 TIO_SYNC_Data 输出参数相连。

* 启动 CPU 时检查一次

状态参数

错误代码或状态信息以双字形式在 **Status** 输出中输出。

双字按以下方式划分：

错误代码 (DW#16#...)	含义
z0yywww	<p>系统函数错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0) <p>具有从属用途的系统函数以 yy 编码：请参见错误代码表。 www 指定系统函数的 RET_VAL。有关错误信息，请参见系统函数帮助。</p>
z0yy0000	<p>不是由系统函数产生的错误。此错误接收连续错误编号 yy。</p> <p>以下情况下可能发生此错误：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 启动期间 (z = 1) • 正常运行期间 (z = 0)

错误代码表

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
00000000	无错误。	—
10010000	Channel 输出参数中分配的数字量输入的编号超出允许的范围（取决于已寻址模块和通道组态）。	更正 Channel 输入参数中的值。
10020000	未在等时 OB 中调用 TIO_DQ 指令。该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo" 类型的 OB 中调用 TIO_DQ。
10030000	读取 HWID 输入参数时出错。	检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。数据类型 Hw_SubModule 的内部系统常数可用于符号寻址。
x0040000	TIO_SYNC_Data 中的数据无效/不正确。	检查 TIO_SYNC 指令和其 TIO_SYNC_Data 输出的互连。

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
1005xxxx	执行 RD_SINFO 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 RD_SINFO 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	<ul style="list-style-type: none"> 在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 RD_SINFO 的描述。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo"OB 中调用 TIO_DQ。
10060000	未找到 TIO 模块。 可能原因： 使用硬件标识符组态的模块不是 TIO 模块。	<ul style="list-style-type: none"> 确保组态的模块是 TIO 模块。 检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。
10070000	地址计算期间发生内部错误。	检查 HWID 输入参数中的值。在硬件配置中通过 TIO 模块的属性指定 TIO 模块的硬件标识符。数据类型 Hw_SubModule 的内部系统常数可用于符号寻址。
x0080000	未使用 TIO_SYNC 指令同步 TIO 模块。 错误代码也可能指示： <ul style="list-style-type: none"> 首次运行该指令前作业已经存在。 Channel 输入参数中分配的编号不是数字量输出。 	检查 TIO_SYNC. 指令
10090000	等时 OB 的读取周期时间为 LT#0ms 或值为负，因此无效。更正该值。 该指令只能在没有错误时在等时 OB 中使用。	<ul style="list-style-type: none"> 更正周期时间。 确保在 "Synchronous Cycle" 或 "MC-PostServo"OB 中调用 TIO_DQ。
100A0000	存储在 TIO_SYNC_Data 中的 TIO 模块的时间 T ₀ 超出允许范围 (0 < T ₀ <= 4 ms)。	检查指令 TIO_SYNC。
100Bxxxx	执行 RD_ADDR 系统函数期间出错。低位字 xxxx 显示 RD_ADDR 中返回值 RET_VAL 的错误信息。	在 STEP 7 (TIA Portal) 信息系统中读取 RD_ADDR 的描述。
000C0000	TimeStampRE 和 TimeStampFE 输入参数中的一个或两个时间戳无效。错误信号发送仅持续一个应用周期。	检查 TimeStampRE 和 TimeStampFE 输入参数。
000D0000	数字量输出的 Quality Information 指示数字量输出中已发生错误。	<ul style="list-style-type: none"> 检查数字量输出的参数分配。 检查电源电压 L+/1L+/2L+。 检查数字量输出的接线是否有短路、过载或过热情况。

4.3 Time-based IO

错误代码 (DW#16#...)	含义	解决方案
000E0000	Channel 输入参数中组态的编号不是组态为 Timer DQ 的数字量输出。	<ul style="list-style-type: none"> 检查通道组态（仅限 TM Timer DIDQ 16x24V）。 检查数字量输出的工作模式。
100F0000	“Synchronous Cycle”类型的 OB 的读取周期时间过长： $T_{APP} > 16 \text{ ms}$ 。	将较少倍数的发送时钟组态为周期时间。
10100000	发送时钟超出 $0 < \text{SEND_CLOCK} \leq 4 \text{ ms}$ 的允许范围，因此无效。 错误代码也可能指示： <ul style="list-style-type: none"> TIO_SYNC_Data 中的数据无效或不存在。 未在等时 OB 中调用 TIO_DQ 指令。 	更正发送时钟。
00110000	Out_Mode 输入参数中分配的值在有效范围 0 到 3 之外。	更正 Out_Mode 输入参数中的值。
x0130000	MC-Servo (OB91) 未与总线周期等时同步。	将 MC-Servo 的周期时间的值更正为总线周期时间的值。 注意： 在类型为“MC-PostServo”的 OB（减速比为“MC-Servo”）中调用 TIO 指令会导致计算出的时间戳不正确。
10140000	在 HWID 输入参数中组态的值不存在于 TIO_SYNC_Data 参数的结构中。HWID 和 TIO_SYNC_Data 参数不一致。	更正 HWID 输入参数中的值或 TIO_SYNC_Data 参数的结构。
x0FF0000	常规内部错误。	—

4.3.5 UDT TIO_SYNC_Data

说明

数据类型 UDT TIO_SYNC_Data 包含用于同步模块和传递 TIO_Time 的中央结构和数据。

参数

参数	数据类型	说明
	S7-1500	
TIO_TIME	LTime	TIO 模块的共享时间基准（相对时间）
PIP_MODE	USInt	数据更新的模式（由 TIO_SYNC 指令的 PIP_Mode 输入参数转发）
APP_CYC	LTime	"MC-PostServo" 或 "Synchronous Cycle", "MC-PreServo" 的 OB 的应用周期
SEND_CLOCK	LTime	同步域的发送时钟（由 TIO_SYNC 指令的 SendClock 参数转发）
SYNC_MODULES	HW_IO 数组 [1...8]	硬件配置中 TIO 模块的硬件标识符
TO_TIMES	UDInt 数组 [1...8]	各 TIO 模块的 T _O :
TIO_TIME_BASE	LTime	内部使用
TBASE	LTime	
ERROR	Bool	

索引

C

CPU 周期时间, 14

E

ET 200, 19, 27

 TM Timer DIDQ, 19

I

IPO 模型

 了解 IPO, 23

M

MC-PostServo, 22

MC-PreServo, 22

O

OIP 模型

 了解 OIP, 24

P

PIP_Mode, 63

 设置 PIP_Mode, 30

PROFINET, 20, 26, 27

 使用 PROFINET IRT, 21

S

SIMATIC 功能, 21

STEP 7, 20

SYNC_PI, 23

SYNC_PO, 23

Synchronous Cycle, 30

 了解 TIO 指令, 22

T

Time-based IO

 了解 SIMATIC 功能, 21

 设置 Time-based IO, 27

 使用默认设置, 28

Time-based IO 应用示例, 14

TIO 指令, 20

 TM Timer DIDQ, 20

 列出 TIO 指令, 29

TIO 模块, 4, 20, 27

TIO_DI, 40

TIO_DI_ONCE, 47

TIO_DQ, 55

TIO_SYNC, 33

 同步 TIO 模块, 22

TIO_Time, 4, 16, 29

 TIO_DI, 40

 TIO_DI_ONCE, 47

 TIO_DQ, 55

 TIO_SYNC, 33

 UDT "TIO_SYNC_Data", 63

 了解 TIO_Time, 21

U

UDT "TIO_SYNC_Data", 63

K

可预测性, 16

Y

用户程序, (Synchronous Cycle)

F

发送时钟, 63

G

过程映像分区

PIP, 30

PIP1, 27

Z

再现性, 14

Y

延迟时间, 23

约定

TIO 模块, 4

TIO_Time, 4

抖动, 4

D

抖动, 4, 25

S H

时间特性

Time-based IO, 16

标准技术, 15

时钟减速比, 22

X

系统环境, 18

Y

应用周期, 23, 30, 63

F

范围, 3

服务与支持, 4

Z H

周期时间, 15

Z

组态,

标准组态, 26

组态软件, 20

X

响应时间, 17

最小响应时间, 17

D

调用顺序, 30

Y

硬件要求, 19

D

等时通信, 21

B

编程, 30

C

错误代码

TIO_DI, 44, 52

TIO_DQ, 60

TIO_SYNC, 36

S H

数字量输入

TIO_DI, 40

TIO_DI_ONCE, 47

数字量输出

TIO_DQ, 55

数据更新, (PIP_Mode)

M

模式, (PIP_Mode)

选择程序编辑模型, 22

J

精度, 17

计算 TIO_Time, 25

M

默认设置, 28

SIEMENS

SIMATIC

S7-1500, ET 200MP, ET 200SP, ET 200AL 设计防干扰型控制器

功能手册

前言

文档指南

1

有关电磁兼容性的基本信息

2

无干扰电缆布线

3

屏蔽线

4

等电位连接

5

用于无干扰运行的特殊措施

6

避雷和过电压保护

7

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自自带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。

由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 ® 的都是西门子股份有限公司的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

前言

本文档的用途

本文档将在安装和调试可编程控制器方面为您提供支持。
要无故障地运行可编程控制器，正确的组态是必不可少的。

所需的基本知识

理解本文档中的内容，需要具备以下知识：

- 自动化技术的基本知识
- 工业自动化系统 SIMATIC 的知识
- VDE（德国电气、电子和信息技术协会）和 EC 法规的知识
- 安装控制器和开关装置的规则方面的知识

约定

请特别关注以下注意事项的相关信息：

说明

这些注意事项包含有关本文档中所述产品、产品操作或应特别关注的文档部分的重要信息。

本文档的适用范围

本文档对于产品系列 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 的所有产品均有效。

SIMATIC S7-1500、ET 200MP 和 ET 200SP 产品系列的防护等级为 IP20，即这些产品系列的模块必须安装在控制柜中。

SIMATIC ET 200AL 产品系列的防护等级为 IP65/IP67，即其模块**不需要**安装在控制柜中。

相对于先前版本的变更

本手册阐述内容相对于先前版本（2013 年 1 月版）的变更/改进：

- 扩展了分布式 I/O 系统 ET 200AL 适用范围
- 补充了 ET 200AL 电缆屏蔽连接部分
- 修改了用于避雷等电位连接的组件

其它支持

有关 SIMATIC 产品的更多信息，请访问 Internet。相关文档也可以在 Internet 上找到。

- 可以在 Internet (<http://www.siemens.com/simatic-tech-doku-portal>) 上找到各种 SIMATIC 产品和自动化系统的技术文档。
- Internet (<http://mall.automation.siemens.com>) 上还提供了在线目录和在线订购系统。

长版

西门子为其产品及解决方案提供工业安全功能，以支持工厂、解决方案、机器、设备和/或网络的安全运行。这些功能是整个工业安全机制的重要组成部分。

有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。

西门子强烈建议您定期检查产品的更新和升级信息。

要确保西门子产品和解决方案的安全操作，还须采取适当的预防措施（例如：设备单元保护机制），并将每个组件纳入全面且先进的工业安全保护机制中。

此外，还需考虑到可能使用的所有第三方产品。更多有关工业安全的信息，请访问 Internet (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

要及时了解有关产品的更新和升级信息，请订阅相关产品的实事信息。

更多相关信息，请访问 Internet (<http://support.automation.siemens.com>)。

目录

前言	3
1 文档指南	6
2 有关电磁兼容性的基本信息	7
2.1 可能存在的干扰概述	7
2.2 耦合机制.....	8
3 无干扰电缆布线.....	9
3.1 将电缆分类到电缆类别中	9
3.2 建筑物中机柜内的电缆布线	11
3.3 建筑物中机柜外的电缆布线	11
3.4 建筑物外部的电缆布线.....	12
3.5 地面下的电缆布线	13
3.6 电缆的弯曲半径和拉伸强度	14
4 屏蔽线.....	15
4.1 连接 S7-1500 和 ET 200MP 的屏蔽线.....	17
4.2 连接 ET 200SP 的屏蔽线.....	19
4.3 连接 ET 200AL 的屏蔽线.....	20
4.4 连接总线的屏蔽线	21
4.5 连接其它组件的屏蔽线.....	22
5 等电位连接.....	23
6 用于无干扰运行的特殊措施	25
7 避雷和过电压保护	26
7.1 避雷和过压保护是什么?	26
7.2 避雷区概念	27
7.3 用于在避雷区之间转换的规则和组件	29
索引	37

文档指南

简介

SIMATIC 产品文档采用模块化结构，并涵盖了有关自动化系统的各类主题。

S7-1500、ET 200SP、ET 200MP 和 ET 200AL

系统的完整文档包括各自的系统手册、功能手册和产品手册。

在组态和编程自动化系统时，STEP 7 信息系统（在线帮助）也将为您提供帮助。

“设计防干扰型控制器”文档概览

下表列出的其它文档中对设计防干扰型控制器文档进行了补充说明。

表格 1-1 “设计防干扰型控制器”的文档

主题	文档	重要内容
系统说明	系统手册“ S7-1500 自动化系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792)”	<ul style="list-style-type: none"> • 应用规划 • 安装 • 接线 • 调试
	系统手册“ ET 200SP 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/58649293)”	
	系统手册“ ET 200MP 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193214)”	
	系统手册“ ET 200AL 分布式 I/O 系统 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965)”	

SIMATIC 手册

有关 SIMATIC 产品的所有最新手册，均可从 Internet (<http://www.siemens.com/automation/service&support>) 上免费下载。

有关电磁兼容性的基本信息

2.1 可能存在的干扰概述

简介

西门子公司已经开发出用于工业环境且符合 EMC 法定要求（EMC - 电磁兼容性）的 SIMATIC 产品及其组件。但是，在安装控制器之前仍然需要进行 EMC 评估，以便确定可能存在的干扰源并在安装时考虑这些因素。

电磁兼容性

电磁兼容性描述了电气设备在特定电磁环境中正常运行的能力。不允许以不可接受的方式影响环境自身或电气设备。

可能存在的干扰

电磁干扰可能以各种方式影响自动化系统。最重要的干扰及其产生的原因如下：

- 电磁场对于系统产生直接的影响
- 由总线信号（例如，PROFINET）引起的干扰耦合
- 通过过程接线影响系统的干扰
- 通过电源和/或保护性接地到达系统的干扰

下图显示了电磁干扰的可能路径。

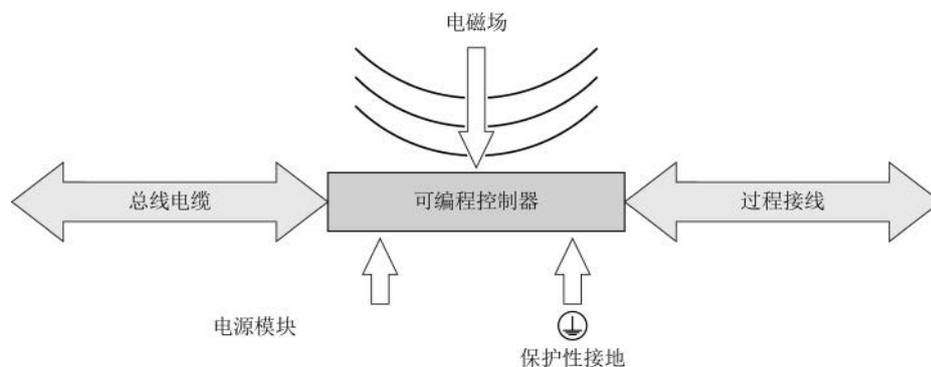


图 2-1 电磁干扰

2.2 耦合机制

2.2 耦合机制

根据传送介质以及干扰源与设备之间的距离，干扰可通过四种不同的耦合机制到达自动化系统。

下表列出了各种耦合机制中干扰的可能原因和典型干扰源：

表格 2-1 耦合机制

耦合机制	原因	典型干扰源
电流耦合	两个电路共享同一根电缆	<ul style="list-style-type: none"> • 时钟设备（由于转换器和第三方电源单元影响网络） • 启动电机 • 共享电源的组件机柜间的电势差
电容耦合	导体间的电势差	<ul style="list-style-type: none"> • 由于并行布放信号电缆导致的干扰耦合 • 操作员的静电释放
电感耦合	载流导体环的相互影响。 电流的磁场会感应干扰电压。	<ul style="list-style-type: none"> • 变压器、电机、电焊设备 • 并行布放的电源线 • 可切换其电流的电缆 • 高频信号电缆 • 未接线线圈
辐射耦合	电磁波对电缆配置的影响。 该电磁波感应电流和电压。	<ul style="list-style-type: none"> • 邻近的发送器（例如，步话机） • 火花隙（火花塞、电机收集器、焊接设备）

无干扰电缆布线

本章描述了符合 EMC 标准的电缆分类以及总线、数据线、信号线和电源线的电缆布线。

3.1 将电缆分类到电缆类别中

根据电缆对于干扰耦合和干扰辐射的敏感度，将电缆分类到相应电缆类别中。
安装电缆时将不同电缆类别的电缆相隔得越远，电容和电感耦合的相互影响就越低。

下表列出了可将电缆相应分类到的电缆类别。

表格 3-1 电缆类别

类别 A	<ul style="list-style-type: none"> • (信号线到 I/O 模块) • 总线和数据线 (例如, PROFIBUS、PROFINET) • 线缆到 HMI 设备 • 超低电压 (< 24V DC 或 < 60V AC) 电源线
类别 B	<ul style="list-style-type: none"> • 具有安全电气隔离的电源线 (SELV) • 电源电压 < 400 V
类别 C	<ul style="list-style-type: none"> • 电源电压 > 400 V

3.1 将电缆分类到电缆类别中

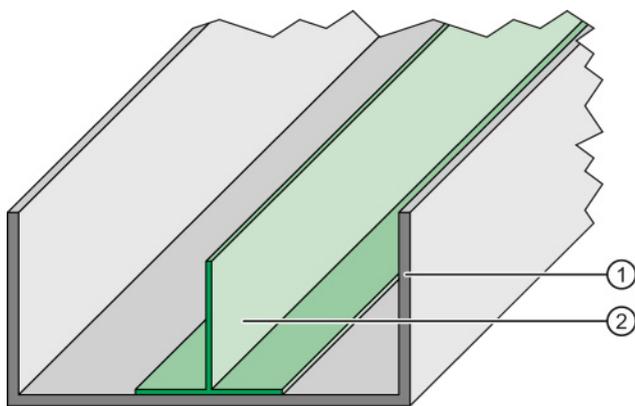
下表列出了在安装电缆时必须保持的最小间隙。

表格 3-2 电缆类别的组合

	类别 A	类别 B	类别 C
类别 A	<ul style="list-style-type: none"> 在公共电缆束或电缆通道中 	<ul style="list-style-type: none"> 在单独电缆束或电缆通道中 (不需要最小间距) 	<ul style="list-style-type: none"> 在单独电缆束或电缆通道的机柜内 在机柜外但在建筑物内, 在单独的电缆架上, 间隙至少为 10 cm
类别 B	<ul style="list-style-type: none"> 在单独电缆束或电缆通道中 (不需要最小间距) 	<ul style="list-style-type: none"> 在公共电缆束或电缆通道中 	
类别 C	<ul style="list-style-type: none"> 在单独电缆束或电缆通道的机柜内 在机柜外但在建筑物内, 在单独的电缆架上, 间隙至少为 10 cm 		<ul style="list-style-type: none"> 在公共电缆束或电缆通道中

如果在同一电缆通道中安装不同的电缆类别, 请使用带有金属分区的金属电缆通道。

下图显示了带有分区的电缆通道的示意图。



- ① 金属电缆通道
- ② 金属分区

图 3-1 带有分区的电缆通道

3.2 建筑物中机柜内的电缆布线

规则

要在控制柜中正确布放电缆，需要遵守以下规则：

- 如果电缆交叉布线是无法避免的，则尽可能地将电缆成 90° 角交叉布线，从而尽量降低电场干扰。
- 请勿将来自外部的电缆与屏蔽线支架平行地布放到机柜中。

3.3 建筑物中机柜外的电缆布线

规则

要在建筑物中的控制柜外正确布放电缆，需要遵守以下规则：

- 请参见“为电缆类别分配电缆 (页 9)”一节中的信息。
- 如果在金属电缆通道中铺设电缆，则可以重新安排相邻的电缆通道。
- 将金属导电电缆架连接到建筑物的电位均衡导线。
- 如果电缆交叉布线是无法避免的，则尽可能地将电缆成 90° 角交叉布线，从而尽量降低电场干扰。

3.4 建筑物外部的电缆布线

3.4 建筑物外部的电缆布线

如果可能，将电缆布放在建筑物外部的金属电缆支架上。
将电缆支架按电流方向彼此联结在一起，并将电缆支架接地。

规则

在建筑物外部布放电缆时，需遵守以下规则：

- 使用金属辅助端子盒将电缆从结点外部连接到建筑物内部的电缆上。
将这些端子盒接地。
- 如果电缆交叉布线是无法避免的，则尽可能地将电缆成 90°
角交叉布线，从而尽量降低电场干扰。
- 将在建筑物外部安装的总线集成到雷电和过压方案中。

避雷

在建筑物外部布放 SIMATIC 设备的电缆时，必须采取内部和外部避雷措施。

参考

有关避雷的其它信息，请参见“避雷和过压保护 (页 26)”。

3.5 地面下的电缆布线

规则

在大地下面布放电缆时，需遵守以下规则：

- 将电缆布放在地面下至少 60 cm 的位置。
- 在高出电缆约 20 cm 的位置安装等电位连接。例如，可以使用镀锌接地带。接地带还可以用于防止雷击。
- 例如，可以通过在高出电缆约 40 cm 的位置安装塑料管和/或电缆警示带来防止电缆受到机械损坏。
- 例如，使用电缆通道在地面下将各种电缆类别分隔开。

下图显示了电缆警示带、等电位连接和电缆的排列。

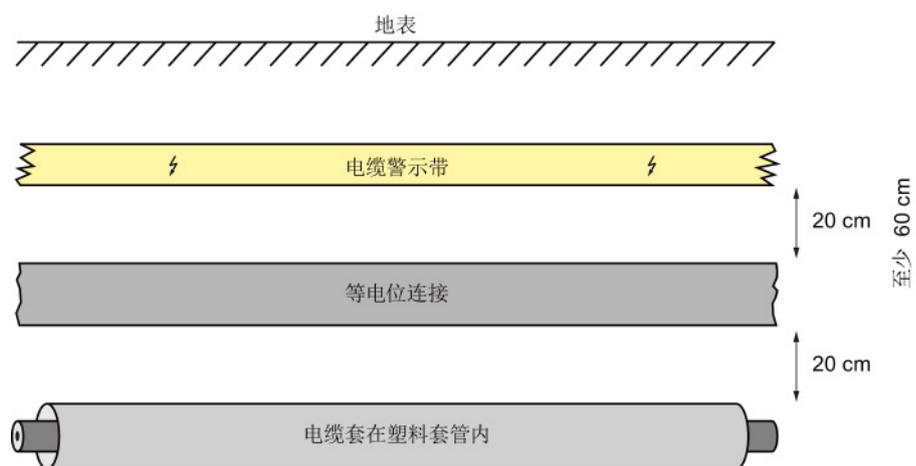


图 3-2 地面下的排列

避雷

在建筑物外部布放 SIMATIC 设备的电缆时，必须采取内部和外部避雷措施。

参考

有关避雷的其它信息，请参见“避雷和过压保护 (页 26)”。

3.6 电缆的弯曲半径和拉伸强度

拉伸张力

由于拉伸力对电缆产生的高张力会导致导体材料流动。

拉伸力会导致材料结构的变化，使导体横截面变小。

而导体横截面的减小又会导致导体发热量增加以及导体绝缘材料过早磨损。

使用提供的电缆扎带来缓解 SIMATIC S7-1500 和 SIMATIC ET 200MP 产品系列的 I/O 模块插头的端子点。

弯曲半径

如果在铺设电缆时选择的弯曲半径过小，则会导致材料被拉长并压缩和改变电缆的机械结构。因此会对电气属性造成损害。

尤其要注意光缆的弯曲半径。如果弯曲半径过小，光缆的光学属性会受到不利影响。以至于无法再保证传输可靠性。

屏蔽线

屏蔽线是一种减小（消除）磁场、电场或电磁场干扰的措施。

屏蔽线上的干扰电流从屏蔽连接转移到地面上。
要避免因这些电流产生的干扰，必须提供到保护性导体的低阻抗连接。

规则

理想情况下，应使用带有保护性编织屏蔽层的电缆。屏蔽线的接触点必须有 80% 以上的部分进行接触。避免在具有箔屏蔽的电缆上出现拉伸张力和挤压张力。这类张力可能会十分轻微地损坏紧固点处的箔屏蔽。结果是屏蔽效果下降。

两端接地的屏蔽连接

始终将屏蔽线的两端都接地。
只有通过将屏蔽线的两端都接地才能减小低频和高频干扰。

说明

铺设额外的等电位连接电缆

无论何时在两个接地点之间产生电位差，都会在连接于两端的屏蔽线上产生均衡电流。这种情况下，铺设额外的等电位连接电缆。有关本主题的更多信息，请参见等电位联结 (页 23)一章。

一端电容接地的屏蔽连接

如果没有选择安装等电位连接（例如，在占地面积很广的工厂中），对屏蔽线的一端进行电容接地。在这种情况下，将只会降低高频干扰。

下图显示了屏蔽线的电容接地。

图中的值只是具有象征意义，具体值会随系统不同而变化。电容将转移高频干扰。该电容对电源频率（50 或 60 Hz）提供高阻抗保护，因此可防止均衡电流通过屏蔽线。并行切换的高阻抗电阻可防止电容加载直接电流。

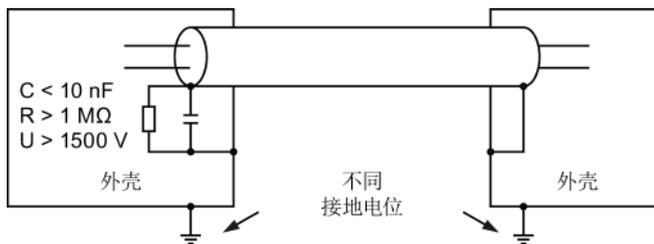


图 4-1 屏蔽线的电容接地

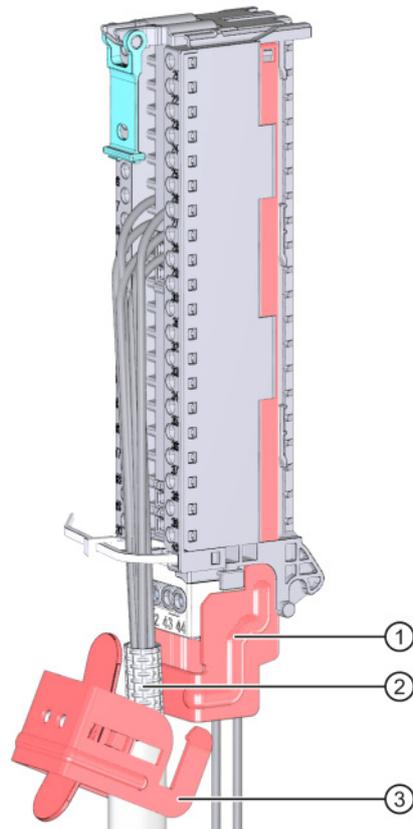
4.1 连接 S7-1500 和 ET 200MP 的屏蔽线

针对自动化系统 S7-1500 和分布式 I/O 系统 ET 200MP 已经制定出一套特殊的屏蔽方案，以实现信号线的屏蔽连接。屏蔽线的连接元件包括屏蔽线夹和屏蔽端子。

如果前端连接器位于模块中，则所产生的干扰电流将会由连接元件通过模块和安装导轨转移到地面上。

对于模拟量和工艺模块而言，屏蔽线夹是可插拔的安装装置。通过屏蔽线夹，可在最短的安装时间内实现屏蔽线的低阻抗应用。

下图显示了带有已安装屏蔽线夹和相关屏蔽端子前端连接器。



- ① 屏蔽线夹
- ② 剥除的屏蔽线
- ③ 屏蔽端子

图 4-2 前导连接器上的屏蔽线夹和屏蔽端子

将屏蔽线夹从下方往上插入前端连接器，直至听到屏蔽线夹锁定到位的声音。
将屏蔽端子固定到屏蔽线夹上。

4.1 连接 S7-1500 和 ET 200MP 的屏蔽线

更多信息

有关安装屏蔽线夹和屏蔽端子的其它信息，请参见《S7-1500 自动化系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59191792>)》或《ET 200MP 分布式 I/O 系统 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/59193214>)》系统手册中的“连接前端连接器”一章。

4.2 连接 ET 200SP 的屏蔽线

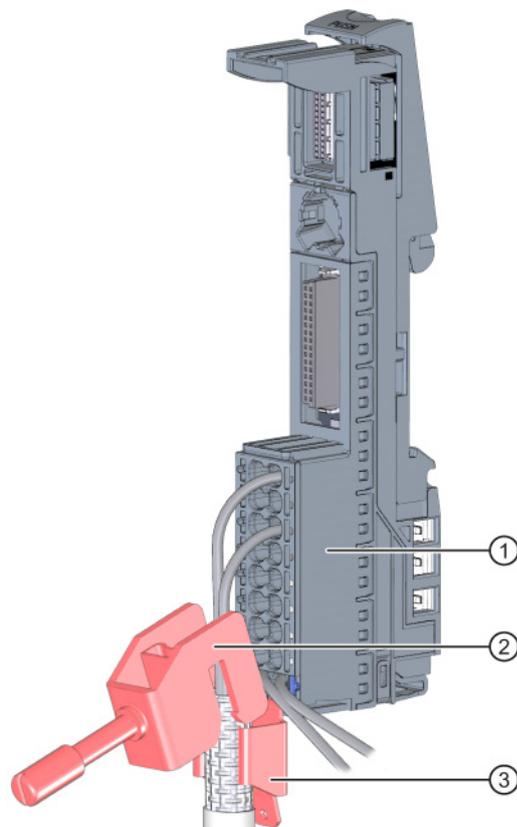
针对分布式 I/O 系统 ET 200SP 的信号线屏蔽连接，已经制定出一套特殊的屏蔽方案。

屏蔽线的连接元件包括屏蔽端子。

如果前端连接器位于模块中，则所产生的干扰电流将会由连接元件通过BaseUnit和安装导轨转移到地面上。

屏蔽端子插入到BaseUnit的安装装置上。通过屏蔽线夹，可在最短的安装时间内实现屏蔽线的低阻抗应用。无需另外在机柜入口处对屏蔽线进行标准连接。

下图显示了带有屏蔽端子和屏蔽支架的 BaseUnit。



- ① BaseUnit， ET 200SP
- ② 屏蔽端子
- ③ 具有适合端子插座的扁平插头的屏蔽支架

图 4-3 带有屏蔽端子的BaseUnit

更多信息

有关安装屏蔽端子的更多信息，请参见《ET 200SP 分布式 I/O 系统

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/58649293>)》系统手册的“连接屏蔽线”一章。

4.3 连接 ET 200AL 的屏蔽线

ET 200AL 分布式 I/O 系统的每个模块都具有一个功能性接地连接。

对于模拟信号、PROFINET 和 PROFIBUS 信号的连接以及 ET-Connection，请仅使用屏蔽线。如果已经正确拧紧了插头，产生的干扰电流会转移到金属部分和功能性接地。

如果将 ET 200AL 模块连接到**导电**的接地基座，下部的安装螺栓将与接地电位建立导电连接。

如果将 ET 200AL 模块连接到**非导电**的基座，则同时将下部的安装螺栓连接到接地线。

下图举例显示了如何通过接地线，使用 IM 157-1 PN 接口模块连接功能性接地。

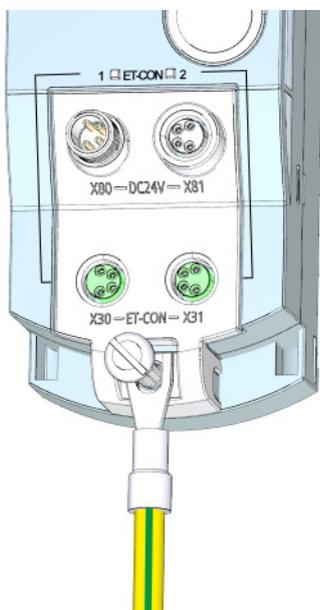


图 4-4 通过接地线连接功能性接地

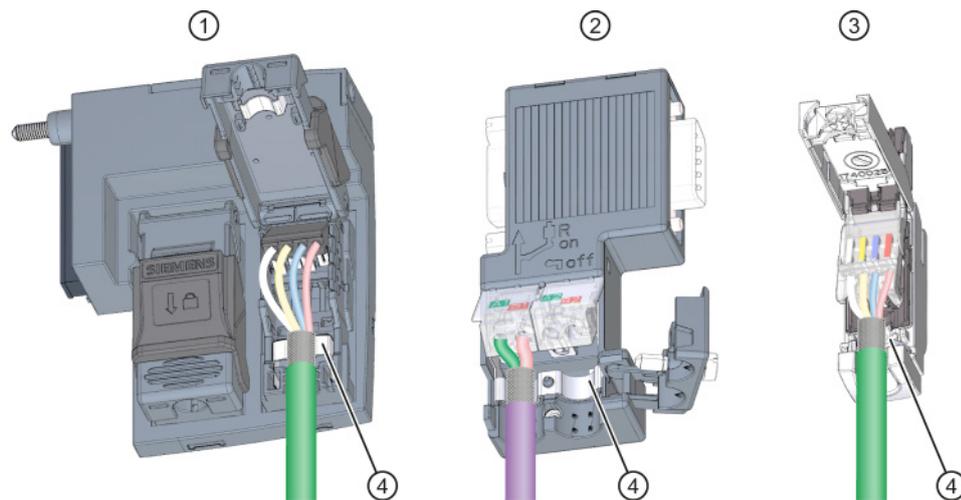
更多信息

有关安装 ET 200AL 模块的更多信息，请参见“分布式 I/O 系统 ET 200AL (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/89254965>)”系统手册中的“安装模块”一节。

4.4 连接总线的屏蔽线

在 S7-1500、ET 200MP 和 ET 200SP 系统中，PROFIBUS 和 PROFINET 电缆的屏蔽线已连接到现有总线连接元件上。因此，屏蔽线和屏蔽线支架按电流方向彼此连接。如果连接器插入到模块中，则耦合的干扰通过模块支架转移到地面上。无需另外在机柜入口处对屏蔽线进行标准连接。

下图显示了各种总线连接元件的屏蔽线连接示例。



- ① BusAdapter BA 2xRJ45 用于ET 200SP
- ② PROFIBUS9 针连接器 D-Sub
- ③ PROFINET连接器 RJ45
- ④ 相应连接器的屏蔽线支架

图 4-5 总线连接元件的屏蔽线连接

参考

有关安装连接器的更多信息，请参见“ET 200SP 分布式 I/O 系统

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/58649293>)”系统手册的“将 PROFINET IO BusAdapter BA 2xRJ45 连接到接口模块”一章以及提供的产品信息。

4.5 连接其它组件的屏蔽线

以下步骤用于将屏蔽线连接到不带有任何特殊屏蔽端子的设备，并已经在实践中得到证实。

规则

在操作屏蔽线时请注意以下几点：

- 始终使用金属夹安装电缆的编织屏蔽层。
夹子必须涵盖屏蔽线的较大区域并提供相应的接触力。
- 将屏蔽线连接到紧邻机柜电缆入口处后面的屏蔽总线上。
如果将屏蔽线进一步布放到模块中，请不要再次将屏蔽线连接到模块前部，因为这样做会产生接地环。

下图显示了标准类型的屏蔽线紧固件。

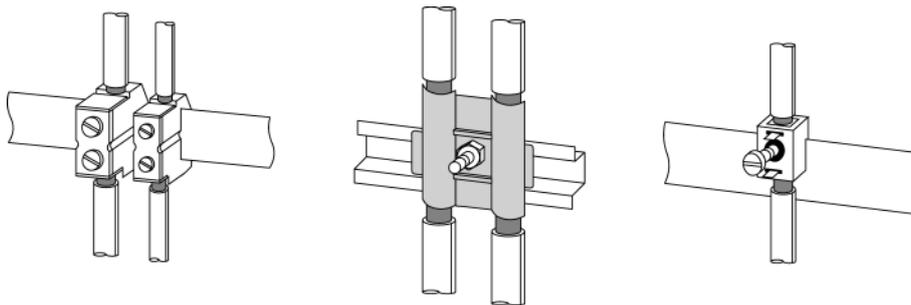


图 4-6 屏蔽线

等电位连接

符合 DIN VDE 0100 标准的定义

等电位连接是一种将电气设备机体和外部导电部件连接到相同/近乎相同的电位的电气连接。

等电位连接可划分为：

- 主等电位连接
- 额外的本地等电位连接

两种类型的等电位连接至关重要，不仅可以防止电击，还可以满足 EMC 标准的要求。

主等电位连接

主等电位连接是 DIN VDE 0100 Part 410 需要的一种保护措施，属于强制执行措施，无论是否有防止直接和间接接触的其它措施。

额外的本地等电位连接

在以下情况下，需要额外的本地等电位连接：

- 由于土壤的传导性不同（例如，砂质土地或石质土地），导致各工厂区域之间存在不利的接地条件
- 电缆桥接较远距离
- 从多种电源（例如，在多子站的情况下）传回电能
- 使用大量电能（例如，焊接机器人、大型驱动器）

措施

在这类情况下，各电位之间的额外等电位连接电缆可以解决问题。等电位连接电缆还必须能够转移大电流和传送雷击电流。下面是实践中公认的等电位连接：

- 16 mm² 铜质等电位连接电缆，最长 200 m
- 25 mm² 铜质等电位连接电缆，200 m 以上

为防止接地环，应并行安装等电位连接电缆，并且应尽可能地靠近信号线/总线。这样可以使两根电缆之间的区域尽可能地小。

下图显示了安装等电位连接电缆的示意图。

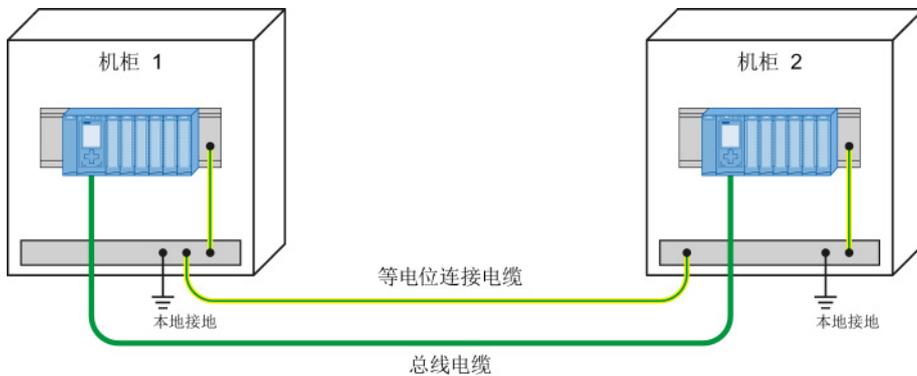


图 5-1 安装等电位连接电缆

规则

请注意有关等电位连接的以下问题：

- 等电位连接电缆的阻抗越低，等电位连接就越有效。
额外安装的等电位连接电缆的阻抗不应超出屏蔽线阻抗的 10%。
- 将等电位连接电缆连接到接地系统的较大区域。
- 防止连接点被腐蚀。
- 避免接地环。
- 以某种方式安装等电位连接电缆，以使等电位连接电缆和信号线之间围起的区域最小。

用于无干扰运行的特殊措施

将电感线圈连接到抑制元件

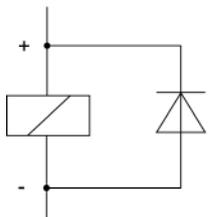
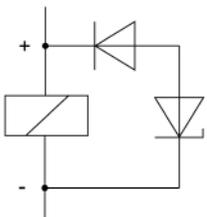
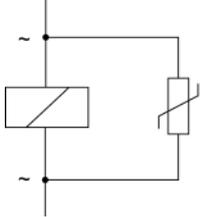
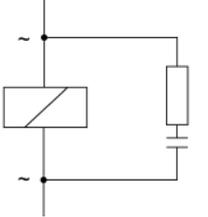
理想情况下，由 SIMATIC 控制的电感线圈（例如，接触器线圈或继电器线圈）无需接线到外部抑制元件。所需的抑制元件已经集成到模块中。

如果 SIMATIC

输出电路还可以由内置触点关闭（例如，用于“紧急关闭”的继电器触点），则模块的集成抑制元件将不再有效。在这种情况下，电感线圈必须接线到抑制元件。

例如，将电感线圈接线到续流二极管、可变电阻或 RC 元件。

表格 6-1 对电感线圈接线

对 以 DC 运行的电感线圈接线		对 以 AC 运行的电感线圈接线	
使用二极管	使用齐纳二极管	使用变阻器	使用 RC 元件
			

编程设备

在每个机柜中提供一个插座以此为编程设备供电。这些插座由已连接机柜保护性导体的配电板供电。

在控制柜中安装插座的时候，请注意以下几点：

- 在设计等电位连接的过程中应考虑到该插座的接地。
- 两个接地电位（机柜和插座）的公共星点必须靠近两个端点。
- 不允许将等电位连接电缆用作编程设备和控制器之间的通信电缆。

避雷和过电压保护

7.1 避雷和过压保护是什么？

简介

术语“避雷和过压保护”涵盖了结构化系统（例如，建筑物或电气设备）保护方面的概念和系统。该概念还包含对人员和动物的保护。

导致过压的最常见原因是雷击。

避雷系统

避雷系统是一种用于降低直接雷击和过压对结构化系统造成的物理损坏的完整系统。避雷系统划分为外部和内部避雷装置。

外部避雷装置

外部避雷装置是避雷系统的一部分，包括拦截设备、避雷器和接地系统。发生雷击时，通过外部避雷装置可以将雷电电流安全地转移到大地。该措施最常用于预防火灾损害。

内部避雷装置

内部避雷装置也是避雷系统的一部分，包括与外部避雷装置的避雷等电位连接和/或电气隔离。在发生雷击时，内部避雷装置将降低因雷电产生的过压引起的损害。

甚至对于长达 1.5 km 的距离，雷击有时仍可能造成损害。可通过将外部避雷装置扩展为整体防护系统，以实现有效避雷。该系统包含等电位连接设备和防浪涌设备。

7.2 避雷区概念

简介

每个建筑物都需要一个协调的避雷区方案。对于这一点，防护等级至关重要。如果满足该等级需求，则只能保证足够的防护。

标准 IEC 62305-4 和 DIN EN 62305-4 中描述的避雷区方案用于此目的。避雷区方案可将具有相同风险的电位且可接线到相同类型避雷器的设备和区域进行分组。

根据具体要求，在避雷区转换处使用过电压保护设备。
在适当的位置（如主配电板或子配电板）上安装过电压保护设备。

避雷区方案的原理

避雷区方案的原理是将要进行过电压保护的的区域（例如建筑物）划分在遵照 EMC 注意事项的避雷区内。

避雷区方案的示意图

下面是物理结构中避雷区概念的示意图。

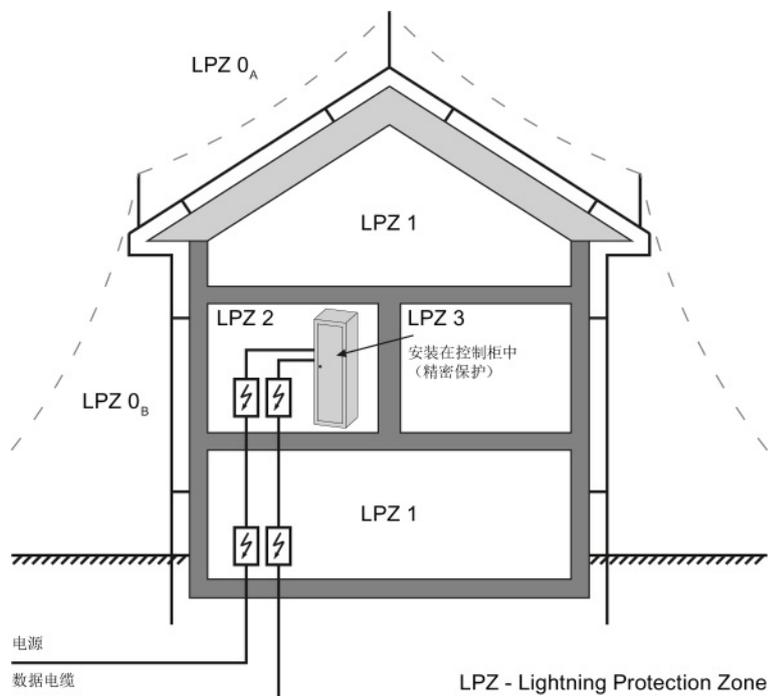


图 7-1 将结构化系统划分为避雷区

7.2 避雷区概念

划分避雷区

各避雷区 (LPZ - Lightning Protection Zone) 按如下说明在空间上进行限定，不一定按物理边界（例如，墙或楼层）限定。

下表列出了各避雷区的划分。

表格 7- 1 外部和内部避雷区

避雷区	
外部避雷区:	
LPZ 0 _A	<ul style="list-style-type: none"> • 直接雷击风险 • 雷电的全电磁场风险
LPZ 0 _B	<ul style="list-style-type: none"> • 防止直接雷击 • 雷电的全电磁场风险
内部避雷区:	
LPZ 1	<ul style="list-style-type: none"> • 防止直接雷击 • 衰减的雷电电磁场
LPZ 2	<ul style="list-style-type: none"> • 防止直接雷击 • 降低的漏电流和电磁场（与 LPZ 1 相比） • 受保护的终端设备
LPZ 3	<ul style="list-style-type: none"> • 防止直接雷击 • 终端设备内的保护区 • 本地等电位连接

雷击的结果

在避雷区 LPZ 0_A 中发生直接雷击。雷击会产生高能雷电流和强电磁场。必须通过适当的雷电流或过电压避雷器/屏蔽措施，降低从一个避雷区转换到下一个避雷区时的影响。

雷击造成的常见损害包括:

- 对人员和动物的损害，在最恶劣情况下可能会导致死亡情况
- 对建筑物的损害
- 由雷击的强热扩展导致的火灾

过电压

可以使用适当的屏蔽措施减弱雷电通道的电磁场。在装有过电压避雷器的避雷区 LPZ 0_B 中可以将因电感产生的过电压降低至安全级别。

7.3 用于在避雷区之间转换的规则和组件

简介

本章介绍了用于在避雷区之间转换的规则。

必须采取措施来降低在避雷区之间进行转换时的浪涌电流和磁场。

每个贯穿区域的金属/电气系统都会并入到区域转换时的等电位连接。

金属系统包括通道、结构化部件和管道（例如，水管、煤气管和暖气管）。

电气系统包括电源线和 IT 电缆（例如，电源线和总线）。

在避雷区之间进行转换

必须按照 DIN EN 62305 标准，在避雷区 (LPZ - Lightning Protection Zone) 之间的转换处提供过电压保护。保护等级在转换处定义，并利用过电压保护设备 (SPD - Surge Protective Device) 实现。

- SPD 类型 1 - 从 LPZ 0 到 LPZ 1 的转换的粗略保护
- SPD 类型 2 - 从 LPZ 1 到 LPZ 2 的转换的中等保护
- SPD 类型 3 - 从 LPZ 2 到 LPZ 3 的转换的精细保护

下图说明了从电源线到用电器之间的避雷区和类型等级。

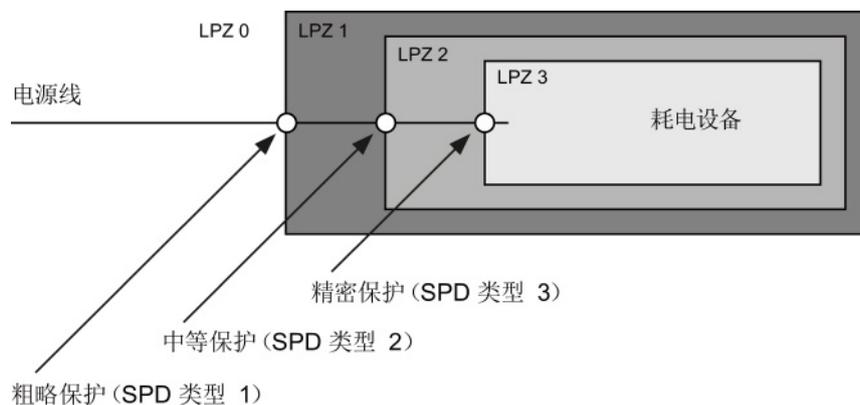


图 7-2 避雷区转换

7.3 用于在避雷区之间转换的规则和组件

用于从避雷区 0_A 转换到 1 的规则

在从避雷区 0_A 转换到 1 时，需要进行避雷等电位连接。从避雷区 0_A 转换到 1 时，则可遵守以下规则：

- 使用避雷区可防止将部分雷电电流引至结构化系统中。
- 在避雷区转换时创建本地等电位连接，并整合金属供给系统（例如，管道、空气管道、电缆通道或电缆槽）。

用于从避雷区 0_A 到 1 的避雷等电位连接的组件

下表列出了用于从避雷区 0_A 到 1 的避雷等电位连接的组件。

表格 7-2 用于从避雷区 0_A 转换到 1 的组件

顺序号	电缆...	接口 0 _A 到 1 的连接使用:	
		S7-1500/ET 200MP/ET 200SP/ET 200AL	产品编号
1	3 相 TN-C 系统	DEHNventil® DV M TNC 255	951 300
		DEHNventil® DV M TNC 255 FM *	951 305 *
2	3 相 TN-S 系统	DEHNventil® DV M TNS 255	951 400
		DEHNventil® DV M TNS 255 FM *	951 405 *
3	3 相 TT 系统	DEHNventil® DV M TT 255	951 310
		DEHNventil® DV M TT 255 FM *	951 315 *
4	AC TN-S 系统	DEHNventil® DV M TN 255	951 200
		DEHNventil® DV M TN 255 FM *	951 205 *
5	AC TT 系统	DEHNventil® DV M TT 2P 255	951 110
		DEHNventil® DV M TT 2P 255 FM *	951 115 *
6	电源 U _N = 24 V DC	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 BXT ML2 B 180 (I _L = 1.2 A) (2 线制)	920 211
7	电源 U _N = 24 V DC	DEHNbloc® M, DB M 1 150	961 110
		DEHNbloc® M, DB M 1 150 FM * (需要 2 件)	961 115 *
8	总线电缆 MPI RS 485, RS 232 (V.24)	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 BXT ML2 B 180 (2 线制)	920 211

顺序号	电缆...	接口 0 _A 到 1 的连接使用:	
		S7-1500/ET 200MP/ET 200SP/ET 200AL	产品编号
9	数字量模块的输入/输出 U _N = 24 V DC	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 BXT ML4 B 180 (I _L = 1.2 A) (4 线制)	920 310
10	数字量模块的输入/输出 U _N = 230 V AC	DEHNbloc® M, DB M 1 255	961 120
		DEHNbloc® M, DB M 1 255 * (需要 2 件)	961 125 *
11	模拟量模块的输入/输出 (例如 4-20 mA, 1-10 V)	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 (I _L = 1.2 A) (4 线制)	920 310
<p>* 带有远程指示触点的型号</p> <p>可使用适当的附件远程监视 BLITZDUCTOR® XT 系列的组件。可在 Internet (http://www.dehn.de) 上找到更多信息</p> <p>可以从以下地址直接订购组件:</p> <p>DEHN+SÖHNE GMBH+CO.KG. Hans-Dehn-Straße 1 D-92318 Neumarkt</p>			

用于从避雷区 0_B 转换到 1、从 1 转换到 2 或从 2 转换到 3 的规则

从避雷区 0_B 转换到 1、从 1 转换到 2 或从 2 转换到 3, 可防止强电磁场耦合, 并可用于过电压保护。从避雷区 0_B 转换到 1、从 1 转换到 2 或从 2 转换到 3 时, 遵守以下规则:

- 将电源线与浪涌电流承载电缆屏蔽或双绞线 IT 电缆一起使用
- 铺设电缆和电线
 - 在两端接地的连续的浪涌电流承载金属管中
 - 在加固的混凝土通道中, 能够在两端接地的情况下传送浪涌电流
 - 在起点和终点处接地的封闭金属电缆架上
- 如果要进行此类传输, 请使用不带金属屏蔽的光纤电缆
- 在避雷区转换时创建本地等电位连接, 并整合金属供给系统 (例如, 管道、空气管道、电缆通道或电缆槽)。

其它措施

如果无法执行上面列出的操作, 则必须利用过电压避雷器提供保护。
下表列出了非常适合保护设备的过电压避雷器。

7.3 用于在避雷区之间转换的规则和组件

用于从避雷区 0_B 到 1 和从 1 到 2 的避雷等电位连接的组件

下表列出了用于从避雷区 0_B 到 1 和从 1 到 2 的避雷等电位连接的组件。

表格 7-3 用于从避雷区 0_B 转换到 1 和从 1 转换到 2 的组件

顺序号	电缆...	接口 0 _B 到 1 的连接使用:	
		S7-1500/ET 200MP/ET 200SP/ET 200AL	产品编号
1	3 相 TN-C 系统	DEHNguard® DG M TNC 275	952 300
		DEHNguard® DG M TNC 275 FM *	952 305 *
2	3 相 TN-S 系统	DEHNguard® DG M TNS 275	952 400
		DEHNguard® DG M TNS 275 FM *	952 405 *
3	3 相 TT 系统	DEHNguard® DG M TT 275	952 310
		DEHNguard® DG M TT 275 FM *	952 315 *
4	AC TN-S 系统	DEHNguard® DG M TN 275	952 200
		DEHNguard® DG M TN 275 FM *	952 205 *
5	AC TT 系统	DEHNguard® DG M TT 2P 275	952 110
		DEHNguard® DG M TT 2P 275 FM *	952 115 *
6	电源 U _N = 24 V DC	BLITZDUCTOR® VT, BVT AVD 24	918422
7	总线电缆 MPI/DP RS 485	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 BXT ML2 BD HFS 5	920 271
8	总线电缆 RS 232 (V.24)	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 BXT ML2 BE S 12	920 222
9	工业以太网	DEHNpatch® DPA M CLE RJ45B 48	929 121
10	数字量模块的输入 U _N = 24 V DC	DEHNconnect® RK, DCO RK E 60 (I _L = 0.5 A)	919 990
11	数字量模块的输出 U _N = 24 V DC	DEHNconnect® RK, DCO RK D 5 24 (I _L = 10.0 A)	919 986
12	数字量模块的输入/ 输出 U _N = 230 V AC	DEHNguard® DG S 275	952 070
		DEHNguard® DG S 275 FM *	952 090 *
		TT 系统中的 N-PE 避雷器	
		DEHNgap® C S, DGP C S	952 030
		DEHNgap® C S, DGP C S FM *	952 035 *

顺序号	电缆...	接口 0 _B 到 1 的连接使用:	
		S7-1500/ET 200MP/ET 200SP/ET 200AL	产品编号
13	模拟量模块的输入/输出 (例如 4-20 mA, 1-10 V)	DEHNconnect® RK, DCO RK E 60 (I _L = 0.5 A)	919 990
14	故障安全模块的输入/输出 (24 V DC)	DEHNconnect® RK, DCO RK D 5 24	919 986
<p>* 带有远程指示触点的型号</p> <p>可使用适当的附件远程监视 BLITZDUCTOR® XT 系列的组件。可在 Internet (http://www.dehn.de) 上找到更多信息</p> <p>可以从以下地址直接订购组件:</p> <p>DEHN+SÖHNE GMBH+CO.KG. Hans-Dehn-Straße 1 D-92318 Neumarkt</p>			

7.3 用于在避雷区之间转换的规则和组件

用于从避雷区 2 到 3 的避雷等电位连接的组件

下表列出了用于从避雷区 2 到 3 的避雷等电位连接的组件，可用于 S7-1500/ET 200MP 和 ET 200SP。

表格 7-4 用于从避雷区 2 转换到 3 的组件（用于 S7-1500/ET 200MP 和 ET 200SP）

顺序号	电缆...	接口 2 至 3 的连接使用:			
		S7-1500/ET 200MP	产品编号	ET 200SP	产品编号
1	3 相 TN-S, TT 系统	DEHNrail® DR M 4P 255	953 400	DEHNguard® DG M TNS 275	952 400
				DEHNguard® DG MOD 275	952 010
		DEHNrail® DR M 4P 255 FM * (I _L = 25.0 A)	953 405 *	DEHNguard® DG M TT 275	952 310
				DEHNguard® DG MOD 275	952 010
				DEHNguard® DG MOD NPE	952 050
		2	AC TN-S, TT 系统	DEHNrail® DR M 2P 255	953 200
DEHNguard® DG MOD 275	952 010				
DEHNrail® DR M 2P 255 FM * (I _L = 25.0 A)	953 205 *			DEHNguard® DG M TT 2P 275	952 110
				DEHNguard® DG MOD 275	952 010
				DEHNguard® DG MOD NPE	952 050
3	电源 U _N = 24 V DC			BLITZDUCTOR® VT, BVT AVD 24	918 422
4	总线电缆 MPI/DP RS 485	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300	---	---
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 BXT ML2 BD HFS 5	920 271	---	---

7.3 用于在避雷区之间转换的规则和组件

顺序号	电缆...	接口 2 至 3 的连接使用:				
		S7-1500/ET 200MP	产品编号	ET 200SP	产品编号	
5	总线电缆 RS 232 (V.24)	BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS	920 300	---	---	
		BLITZDUCTOR® XT, 模块 BXT ML2 BE S 12	920 222	---	---	
6	工业以太网	DEHNpatch® DPA M CLE RJ45B 48	929 121	---	---	
7	数字量模块的输入 $U_N = 24 \text{ V DC}$	DEHNconnect® RK, DCO RK E60 ($I_L = 0.5 \text{ A}$)	919 990	BLITZDUCTOR® XT, BXT ML4 BD 24 ($I_L < 1 \text{ A}$)	920 344	
				BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS ($I_L < 1 \text{ A}$)	920 300	
8	数字量模块的输出 $U_N = 24 \text{ V DC}$	DEHNconnect® RK, DCO RK D 5 24 ($I_L = 10.0 \text{ A}$)	919 986	BLITZDUCTOR® XT, BXT ML4 BD 24 ($I_L < 1 \text{ A}$)	920 344	
				BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS ($I_L < 1 \text{ A}$)	920 300	
				DEHNconnect® SD2, DCO SD2 E 48 ($I_L < 10 \text{ A}$)	917 989	
9	数字量模块的输入/输出 $U_N = 230 \text{ V AC}$	DEHNguard® DG S 275	952 070	DEHNguard® DG S 275	952 070	
				DEHNguard® DG MOD 275	952 010	
		DEHNguard® DG S 275 FM *	952 090 *	---	---	
		TT 系统中的 N-PE 避雷器				
		DEHNgap® C S, DGP C S	952 030	---	---	
DEHNgap® C S, DGP C S FM *	952 035 *	---	---			

7.3 用于在避雷区之间转换的规则和组件

顺序号	电缆...	接口 2 至 3 的连接使用:			
		S7-1500/ET 200MP	产品编号	ET 200SP	产品编号
10	模拟量模块的输入/输出 (例如 4-20 mA, 1-10 V)	DEHNconnect® RK, DCO RK E 60 (I _L = 0.5 A)	919 990	BLITZDUCTOR® XT, BXT ML4 BD 24 (I _L < 1 A)	920 344
				BLITZDUCTOR® XT, 基座部分 BXT BAS (I _L < 1 A)	920 300
11	故障安全模块的输入/输出 (24 V DC)	---	---	DEHNconnect® RK, DCO RK D 5 24	919 986
				DEHNconnect® RK, DCO RK E 60	919 990
<p>* 带有远程指示触点的型号</p> <p>可使用适当的附件远程监视 BLITZDUCTOR® XT 系列的组件。可在 Internet (http://www.dehn.de) 上找到更多信息</p> <p>可以从以下地址直接订购组件: DEHN+SÖHNE GMBH+CO.KG. Hans-Dehn-Straße 1 D-92318 Neumarkt</p>					

下表列出了用于从避雷区 2 到 3 的避雷等电位连接的组件，可用于 ET 200AL。

表格 7-5 用于从避雷区 2 转换到 3 的组件（用于 ET 200AL）

顺序号	电缆...	接口 2 至 3 的连接使用:	
		ET 200AL	产品编号
1	电源 U _N = 24 V DC	BLITZDUCTOR® VT, BVT AVD 24 ® VT	918 422
<p>可使用适当的附件远程监视 BLITZDUCTOR® XT 系列的组件。可在 Internet (http://www.dehn.de) 上找到更多信息</p> <p>可以从以下地址直接订购组件: DEHN+SÖHNE GMBH+CO.KG. Hans-Dehn-Straße 1 D-92318 Neumarkt</p>			

索引

E

EMC, 7

屏

屏蔽线, 15

弯

弯曲半径, 14

拉

拉伸张力, 14

无

无干扰运行, 25

电

电磁兼容性, 7

电磁干扰, 7

过

过电压, 28

过电压保护

 组件, 30, 32, 34

避

避雷

 内部, 26

外部, 26

等电位连接, 30

过电压保护, 30, 31

避雷区, 29

 定义, 28

避雷区概念, 27