

# SIEMENS

## SIMATIC

### PCS 7 过程控制系统 ET 200PA SMART

#### 操作说明

前言

---

产品概述

---

1

分配计划

---

2

安装

---

3

连接

---

4

调试

---

5

维护和服务

---

6

功能

---

7

中断、错误和系统消息

---

8

接口模块 IM 650

---

9

ET 200PA SMART I/O 模块

---

10

标准和认证

---

11

联系方式

---

12

## 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。

 <b>危险</b>
表示如果不采取相应的小心措施， <b>将会</b> 导致死亡或者严重的人身伤害。
 <b>警告</b>
表示如果不采取相应的小心措施， <b>可能</b> 导致死亡或者严重的人身伤害。
 <b>小心</b>
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。
<b>注意</b>
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：

 <b>警告</b>
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

## 操作说明的用途

这些操作说明中的信息有助于运行含有 IM 650 接口模块、ET 200PA SMART I/O 模块以及 S7-300 系列产品单通道 I/O 模块（PCS 7 支持且可作为 DP 从站）的 ET 200PA SMART 分布式 I/O 系统。

---

## 说明

ET 200PA SMART I/O 模块仅在连接 IM 650 接口模块时才能正常工作。如果将 ET 200PA SMART 模块插到 ET 200M 接口模块（如 IM 153-2BA02）或 S7-300 CPU 后，ET 200PA SMART 模块将不会发挥作用。此时，ET 200PA SMART 模块的 SF LED 会以 2 Hz 的频率闪烁红色从而指示这一情况。ET 200PA SMART 模块不影响 ET 200M/S7-300 总线。这意味着 ET 200M/S7 300 站的其它模块可以不受限制地运行。

---

## 需要的基本知识

要理解操作说明，您需要具备自动化工程领域的常规经验。

## 这些操作说明的有效范围

	模块	订货号	最低产品版本
接口模块	接口模块 IM 650-8PH	6ES7650-8PH00-xAA0	01
I/O 模块	数字量输入模块 DI 16 x 24VDC	6ES7650-8DK70-xAA0	01
	数字量输入模块 DI 32 x 24VDC	6ES7650-8DK80-xAA0	01
	数字量输出模块 DO 16 x 24VDC/0.5A	6ES7650-8EK70-xAA0	01
	数字量输出模块 DO 32 x 24VDC/0.5A	6ES7650-8EK80-xAA0	01
	模拟量输入模块 AI 8 x 13 位	6ES7650-8AE60-xAA0	01
	模拟量输入模块 AI 8 x 16 位	6ES7650-8AK60-xAA0	01
	模拟量输入模块 AI 16 x 16 位	6ES7650-8AK70-xAA0	01
	模拟量输入模块 AI 8 x 16-bit HART	6ES7650-8AT60-xAA0	01
	模拟量输入模块 AI 8 x TC/4xRTD	6ES7650-8AR60-xAA0	01
	模拟量输出模块 AO 8 x 12 位	6ES7650-8BK60-xAA0	01
	模拟量输出模块 AO 8 x 16-bit HART	6ES7650-8BT60-xAA0	01
有源总线模块 (BM)	总线模块 (BM) PS/IM	6ES7650 8PA00-xAA0	01
	总线模块 (BM) 2x40	6ES7650 8PC00-xAA0	01
	总线模块 (BM) IM/IM	6ES7650 8PB00-xAA0	01

x = 1: 具有保形涂层的模块, 可在高温环境条件下使用

x = 0: 标准模块

**约定:** 在下文中, 操作说明中将使用名称 IM 650 指代 650-8PH 接口模块。

对于新版本的 ET 200PA SMART 组件, 我们保留加入包含有关各个模块或操作说明的最新信息的产品信息的权利。

该产品信息也可以在 Internet (<http://support.automation.siemens.com>) 上找到。例如, 可以在其中搜索“ET 200PA SMART”。

## 认证、标准和证书

请参见“标准和认证”部分。

## 在信息图景中的位置

本手册完整地介绍了 ET 200PA SMART 分布式 I/O 系统。

如果您使用的是 S7-300 系列模块的 I/O 模块，则可以在以下手册中找到这些模块的相关信息：

手册	内容
自动化系统 S7-300；模块数据 ( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629">http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629</a> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 常规技术规范</li> <li>• 电源模块</li> <li>• 数字模块</li> <li>• 模拟模块</li> <li>• S7-300 的订货号</li> </ul>
用于过程自动化的 ET 200M 信号模块 ( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/7215812">http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/7215812</a> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在过程自动化中的使用概述</li> <li>• 使用 SIMATIC PDM 进行参数分配</li> <li>• 数字量输入模块</li> <li>• 数字量输出模块</li> </ul>
ET 200M 分布式 I/O 设备 HART 模拟量模块 ( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/22063748">http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/22063748</a> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 模拟量模块</li> <li>• 扩展输入数据（HART 辅助变量）</li> </ul>
SIMATIC S7-300 产品信息：数字量输入模块 SM 321；DI 64 x DC 24 V，漏式/源式；(6ES7321-1BP00-0AA0) SIMATIC S7-300 产品信息：数字量输入模块 SM 321；DI 64 x DC 24 V，漏式/源式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 64 通道数字量输入/输出模块</li> </ul>
SIMATIC 自动化系统 S7-300，ET 200M EX I/O 模块	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基本准则和规范</li> <li>• 组态规范</li> <li>• Ex I/O 模块包括 Ex HART 模拟量模块</li> </ul>

ET 200PA SMART 分布式 I/O 系统只能在 CPU 410 上运行。  
因此，您还需要 CPU 410 的使用手册。

手册	内容
CPU 410-5H 过程自动化 CPU 410-5H 过程自动化/CPU 410 SMART	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 组态和调试 DP 主站系统</li> <li>• DP 主站说明</li> </ul>

参数分配和组态消息帧的说明不是这些操作说明的组成部分。您可以在 Internet (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/1455647>) 上找到相关说明。

## 指南

为了方便快捷地访问特定信息，操作说明包含以下访问帮助：

- 在操作说明的开头，提供有完整目录以及整个操作说明中所包含的图、表的列表。
- 在操作说明的末尾，提供有用于快速访问正在查看的信息的索引。

## 回收和处理

ET 200PA SMART 属于环保产品，因此可以回收。为了使旧设备的回收和处置符合环保要求，请联系经认证的电子废料处理公司。

## 培训

我们提供了一系列相关课程，来帮助您熟悉 SIMATIC S7 自动化系统。请联系当地培训中心或培训总部。

培训 ([http://www.sitrain.com/index\\_en.html](http://www.sitrain.com/index_en.html))

## SIMATIC 技术支持

如需获得所有工业自动化产品的技术支持，请填写并提交在线支持申请表：

支持请求 (<http://www.siemens.de/automation/support-request>)

## Internet 上的服务与支持

除文档之外，我们还在 Internet 上提供了一个综合在线知识库，网址为：

服务与支持 (<http://www.siemens.com/automation/service&support>)

在此知识库中您可以找到以下信息：

- 包含产品最新信息的新闻快递。
- 在“服务与支持”中通过搜索功能找到的最新文档。
- 供全球用户和专家交换信息的论坛。
- 当地的自动化产品代表。
- 有关现场服务、维修和备件的信息。在“服务”下可找到更多信息。

## 更多支持

如果对本手册中所介绍产品的使用情况仍有疑问，请与当地 Siemens 销售代表联系。

可在 Internet 上找到个人联系方式，网址为：

联系合作伙伴 (<http://www.siemens.com/automation/partner>)

可在 Internet 上找到各种 SIMATIC 产品和系统的技术文档指南，网址为：

文档 ([http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html\\_93/techdoku.htm](http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html_93/techdoku.htm))

关于在线目录和在线订购系统，请访问 Internet：

目录 (<http://mall.automation.siemens.com/>)

## 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
<b>1 产品概述.....</b>	<b>19</b>
1.1    什么是分布式 I/O 设备 .....	19
1.2    什么是 PROFIBUS DP? .....	19
1.3    ET 200PA SMART 分布式 I/O 设备 .....	20
<b>2 分配计划.....</b>	<b>25</b>
2.1    组态形式 .....	25
2.2    组态机械结构 .....	25
2.2.1    水平或垂直组态 .....	25
2.2.2    空隙尺寸 .....	26
2.2.3    用于“运行期间更换”和/或“冗余”功能的模块的排列 .....	28
2.3    组态电气结构 .....	30
2.3.1    运行 ET 200PA SMART 的一般规则 and 规定 .....	30
2.3.2    运行具有过程 I/O 且由接地电源接地的 ET 200PA SMART .....	32
2.3.3    具有未接地参考电位的 ET 200PA SMART 的组态 .....	36
2.3.4    具有隔离模块的 ET 200PA SMART 的组态 .....	38
2.3.5    具有非隔离模块的 ET 200PA SMART 的组态 .....	40
<b>3 安装.....</b>	<b>41</b>
3.1    概述 .....	41
3.2    安装 .....	41
3.2.1    安装顺序 .....	41
3.2.2    安装 DIN 导轨 .....	42
3.2.3    安装有源总线模块和其它模块 .....	45
3.2.4    安装后 .....	48
3.3    设置 PROFIBUS 地址 .....	49
<b>4 连接.....</b>	<b>51</b>
4.1    概述 .....	51
4.2    连接 PROFIBUS DP .....	51
4.2.1    连接总线连接器 .....	51
4.3    为电源和模块接线 .....	52
4.3.1    接线规则 .....	52
4.3.2    连接电源和 IM 650 .....	53
4.3.3    为信号模块的前连接器接线 .....	55

4.3.4	通过屏蔽连接元件连接屏蔽电缆 .....	59
<b>5</b>	<b>调试 .....</b>	<b>63</b>
5.1	PROFIBUS DP .....	63
5.1.1	调试 DP 从站 .....	63
5.1.2	启动 IM 650 .....	64
<b>6</b>	<b>维护和服务 .....</b>	<b>69</b>
6.1	ET 200PA SMART 的维护 .....	69
6.2	卸下电源模块 .....	69
6.3	更换 IM 650 .....	70
6.4	更换 I/O 模块 .....	73
6.5	更换总线模块 .....	75
6.6	更换数字输出模块中的保险丝 .....	76
6.7	更新 IM 650 .....	77
6.7.1	何时应更新 IM 650? .....	77
6.7.2	更新 IM 650 .....	78
<b>7</b>	<b>功能 .....</b>	<b>81</b>
7.1	连接 HART 现场设备 .....	81
7.2	扩展 I/O 输入数据 .....	82
7.3	支持附加输入数据 .....	82
7.4	使用 IM 650 标记输入信号的时间戳 .....	83
7.4.1	原理 .....	83
7.4.2	精度为 10 ms 的时间标记 .....	85
7.4.3	精度为 1 ms 的高精度时间标记 .....	87
7.4.4	用于时间标记的时间同步 .....	88
7.4.5	冗余系统中的时间标记 .....	89
7.5	ET 200PA SMART I/O 总线上的时间同步 .....	91
7.6	IM 650 的冗余 .....	91
7.7	运行期间的系统修改 .....	93
7.8	标识和维护数据 (I&M 数据) .....	94
7.8.1	PROFIBUS DP 的 I&M 数据 .....	94
<b>8</b>	<b>中断、错误和系统消息 .....</b>	<b>99</b>
8.1	驱动程序和诊断块的概念 .....	99
8.2	通过 LED 指示灯诊断 IM 650 .....	100
8.3	S7 诊断 .....	103
8.3.1	从站诊断的结构 .....	103

8.3.2	站状态 1 至 3.....	105
8.3.3	主站 PROFIBUS 地址.....	107
8.3.4	制造商 ID.....	107
8.3.5	评估从站诊断.....	108
8.3.6	标识符相关的诊断.....	108
8.3.7	模块状态.....	110
8.3.8	特定于通道的诊断.....	111
8.3.9	H 状态, 仅限冗余配置.....	115
8.3.10	中断.....	117
8.3.11	评估设备相关诊断的中断.....	127
<b>9</b>	<b>接口模块 IM 650.....</b>	<b>129</b>
9.1	IM 650 的参数.....	130
9.2	IM 650 的技术规范.....	130
9.3	ET 200PA SMART 的响应时间.....	132
9.4	在危险区域 2 中使用 ET 200PA SMART.....	134
<b>10</b>	<b>ET 200PA SMART I/O 模块.....</b>	<b>135</b>
10.1	模块概述.....	135
10.2	数字量输入模块.....	138
10.2.1	数字量输入模块 DI 32 x DC 24 V.....	138
10.2.2	数字量输入模块 DI 16 x DC24V.....	142
10.2.2.1	DI 16 x DC 24 V 的参数.....	147
10.2.2.2	DI 16 x DC 24 V 的诊断.....	149
10.3	数字量输出模块.....	150
10.3.1	数字量输出模块 DO 32 x DC 24 V/0.5 A.....	151
10.3.2	数字量输出模块 DO 16 x DC 24 V/0.5 A.....	156
10.3.2.1	DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的参数.....	160
10.3.2.2	DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的诊断.....	161
10.3.3	如何保护数字量模块以免发生电感过电压.....	163
10.4	模拟量输入模块.....	165
10.4.1	模拟量输入模块 AI 8 x 13 位.....	167
10.4.1.1	测量类型和测量范围.....	177
10.4.1.2	AI 8 x 13 位的参数.....	177
10.4.1.3	有关 AI 8 x 13 位的补充信息.....	179
10.4.2	模拟量输入模块 AI 8 x 16 位.....	181
10.4.2.1	AI 8 x 16 位的参数.....	190
10.4.2.2	AI 8 x 16 位的诊断.....	192
10.4.3	模拟量输入模块 AI 8 x 16 位 HART.....	193
10.4.3.1	AI 8 x 16 位 HART 的参数.....	204
10.4.3.2	AI 8 x 16 位 HART 的诊断.....	207
10.4.4	模拟量输入模块 AI 16 x 16 位.....	210

10.4.4.1	AI 16 x 16 位的参数 .....	218
10.4.4.2	AI 16 x 16 位的诊断 .....	220
10.4.5	模拟量输入模块 AI 8 x TC/4 x RTD .....	221
10.4.5.1	AI 8 x TC/4 x RTD 的参数 .....	232
10.4.5.2	AI 8 x TC/4 x RTD 的诊断 .....	236
10.5	模拟输出模块 .....	237
10.5.1	模拟量输出模块 AO 8 x 12 位 .....	238
10.5.1.1	AI 8 x 12 位的参数 .....	244
10.5.1.2	AO 8 x 12 位的诊断 .....	246
10.5.2	模拟量输出模块 AO 8 x 16 位 HART .....	247
10.5.2.1	AO 8 x 16 位 HART 的参数 .....	254
10.5.2.2	AO 8 x 16 位 HART 的诊断 .....	256
10.5.2.3	AO 8 x 16 位 HART 的模拟值回读选项 .....	259
10.6	模块诊断数据 .....	259
10.7	HART .....	260
10.7.1	HART 的工作方式 .....	261
10.7.2	组态 HART 变量 .....	268
10.7.3	HART 通信数据记录 .....	269
10.8	信号模块的尺寸图 .....	275
<b>11</b>	<b>标准和认证 .....</b>	<b>277</b>
11.1	当前有效的标志和认证 .....	277
11.2	CE 标记 .....	279
11.3	防爆 .....	281
11.4	CCC 认证标志 .....	282
<b>12</b>	<b>联系方式 .....</b>	<b>283</b>
	索引 .....	285

**表格**

表格 10-37	在从现场设备发送到模块的响应中，响应字节 2 中存在 HART 协议错误（错误代码） ...	274
表格 10-36	响应字节 1 中的 HART 组错误指示（扩展响应控制） .....	273
表格 10-35	FC81：使用 SFC 59 将响应读入 DB81 .....	267
表格 10-34	DB80：压缩消息格式 .....	266
表格 10-33	DB80：透明消息格式 .....	266
表格 10-32	FC80：使用 SFC 58 将数据记录写入 DB80 .....	265
表格 10-31	第 2 个状态字节 .....	265

表格 10-30	第 1 个状态字节 .....	264
表格 10-29	常用命令示例 .....	263
表格 10-28	通用命令示例 .....	263
表格 10-27	回读值显示 .....	259
表格 10-26	AO 8 x 16 位 HART 的诊断消息和可采取的补救措施 .....	256
表格 10-25	AO 8 x 12 位的参数 .....	255
表格 10-24	模拟量输出模块 AO 8 x 12 位的诊断消息和可能的补救措施 .....	246
表格 10-23	AO 8 x 12 位的参数 .....	245
表格 10-22	AI 8 x TC/4 x RTD 的诊断消息和可能的补救措施 .....	236
表格 10-21	可连接的热电偶和热电阻 .....	235
表格 10-20	将 AI 8 x TC/4 x RTD 的模拟量输入通道分配给通道组 .....	233
表格 10-19	AI 8 x TC/4 x RTD 的参数 .....	232
表格 10-18	AI 16 x 16 位的诊断消息和可能的纠正措施 .....	220
表格 10-17	模拟量输入模块 AI 16 x 16 的参数 .....	219
表格 10-16	AI 8 x 16 位的诊断消息和可能的纠正措施 .....	207
表格 10-15	AI 8 x 16 位 HART 的测量范围 .....	206
表格 10-14	AI 8 x 16 位 HART 的参数 .....	205
表格 10-13	<b>AI 8 x 16 位 HART 的技术规范</b> .....	201
表格 10-12	AI 8 x 16 位的诊断消息和可能的纠正措施 .....	192
表格 10-11	AI 8 x 16 位的参数 .....	191
表格 10-10	SM 331; AI 8 x 13 位的参数概述 .....	178
表格 10-9	模拟量模块的行为与采集到的测量值之间的关系 .....	167
表格 10-8	ET 200PA SMART 模拟量输入模块 .....	165
表格 10-7	DO 16 x DC 4 V/0.5 A 的诊断消息和可能的纠正措施 .....	161
表格 10-6	DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的参数 .....	161
表格 10-5	数字量输出模块 .....	150
表格 10-4	DI 16 x DC 24 V 的诊断消息和可能的纠正措施 .....	149
表格 10-3	DI 16 x DC 24 V 的输入延迟的容差 .....	148
表格 10-2	DI 16 x DC 24 V 的参数 .....	148
表格 10-1	ET 200PA SMART 数字量输入模块 .....	138
表格 9-2	时间戳参数 .....	130

表格 9-1	IM 650 的参数.....	130
表格 8-7	通道相关诊断的错误类型 - 制造商特定 .....	114
表格 8-6	符合 PROFIBUS 标准的通道相关诊断的错误类型.....	113
表格 8-5	制造商 ID 的结构（字节 4、5） .....	107
表格 8-4	站状态 3 的结构(字节 2).....	106
表格 8-3	站状态 2 的结构(字节 1).....	106
表格 8-2	站状态 1 的结构(字节 0).....	105
表格 8-1	LED 指示灯 .....	101
表格 7-3	I&M 数据的结构 .....	96
表格 7-2	带有 I&M 数据的数据记录的基本结构 .....	96
表格 7-1	IM 650 中 DS 248 的结构.....	95
表格 6-1	拔出或插入模块后 ET 200PA SMART 的行为 .....	75
表格 5-1	调试的软件要求 .....	63
表格 4-5	电缆横截面和屏蔽连接夹的对应关系 .....	60
表格 4-4	准备操作信号模块 .....	58
表格 4-3	前连接器接线 .....	57
表格 4-2	模块前连接器的接线规则.....	53
表格 4-1	电源和 IM 650 的接线规则 .....	52
表格 3-2	插槽号 .....	48
表格 3-1	装配导轨的固定孔 .....	43
表格 2-1	用于控制器组态的 DIN VDE 指令.....	33
表格 1-1	ET 200PA SMART 的组件.....	21

## 图形

图 10-26	HART 模拟模块的响应数据记录 .....	272
图 10-25	HART 模拟模块的命令数据记录 .....	271
图 10-24	HART 信号 .....	262
图 10-23	AO 8 x 16 位 HART 冗余运行连接示例.....	251
图 10-22	将负载连接到 AO 8 x 16 位 HART 的电流输出.....	249
图 10-21	AO 8 x 16 位 HART 的连接图和电路图.....	248
图 10-20	接线图和方框图 .....	240

图 10-19	接线图和方框图 .....	239
图 10-18	AI 8 x TC/4 x RTD 的模块视图和方框图 .....	223
图 10-17	使用 4 线制传感器的 AI 16 x 16 位.....	212
图 10-16	使用 2 线制传感器的 AI 16 x 16 位.....	211
图 10-15	将 2 线制传感器连接到为 4 线制传感器组态的模块.....	198
图 10-14	连接 4 线制传感器.....	198
图 10-13	将 4 线制传感器连接到为 2 线制传感器组态的模块.....	197
图 10-12	连接 2 线制传感器.....	196
图 10-11	AI 8 x 16 位 HART 的连接图和电路图 .....	195
图 10-10	4 线制传感器模式下 AI 8 x 16 位的模块视图和方框图 .....	184
图 10-9	2 线制传感器模式下 AI 8 x 16 位的模块视图和方框图 .....	183
图 10-8	方框图和接线图 .....	171
图 10-7	方框图和接线图 .....	170
图 10-6	方框图和接线图 .....	169
图 10-5	交流驱动式线圈的保护电路 .....	164
图 10-4	直流驱动式线圈的保护电路 .....	164
图 10-3	输出电路中用于急停的继电器触点.....	163
图 10-2	DI 16 x DC 24 V 的传感器电阻电路的接线图.....	144
图 10-1	DI 16 x DC 24 V 传感器冗余电源的接线图 .....	144
图 9-3	ET 200PA SMART 的响应时间.....	133
图 9-2	IM 650 的方框图 .....	132
图 9-1	IM 650 的尺寸图 .....	132
图 8-17	插拔中断从字节 x+4 开始的结构.....	126
图 8-16	硬件中断从字节 x+4 开始的结构（数字量输入） .....	126
图 8-15	硬件中断从字节 x+4 开始的结构（模拟量输入） .....	125
图 8-14	硬件中断从字节 x+4 开始的结构（时间戳） .....	125
图 8-13	诊断中断从字节 x+8 开始的结构（带有 HART 的输入或输出模块） .....	124
图 8-12	诊断中断自字节 x+8 开始的结构（模拟量输出） .....	123
图 8-11	诊断中断自字节 x+8 开始的结构（模拟量输入） .....	122
图 8-10	诊断中断自字节 x+8 开始的结构（数字量输出） .....	121
图 8-9	诊断中断自字节 x+8 开始的结构（数字量输入） .....	120

图 8-8	有关数字和模拟模块的诊断中断的附加中断信息.....	119
图 8-7	中断部分的中断状态的结构.....	118
图 8-6	H 状态的结构.....	116
图 8-5	通道相关的诊断的结构.....	112
图 8-4	ET 200PA SMART 的模块状态的结构.....	110
图 8-3	标识符相关的诊断的结构.....	109
图 8-2	评估从站诊断.....	108
图 8-1	IM 650 从站诊断的结构.....	104
图 7-4	H-System 中使用 2 个 IM 650 模块的冗余.....	92
图 7-3	冗余系统中带有 2 个 IM 650 模块的组态示例.....	90
图 7-2	使用 IM 650 标记信号变化的时间戳的组态示例.....	86
图 7-1	使用 IM 650 和 HART 模块传递参数分配数据.....	81
图 6-2	数字量输出模块上熔断器的位置.....	77
图 6-1	卸下前连接器编码装置.....	74
图 5-2	启动以实现时间同步/标记时间戳.....	66
图 5-1	启动 IM 650.....	65
图 4-3	将屏蔽的双线电缆固定在屏蔽连接元件上.....	61
图 4-2	将前连接器放在接线位置.....	57
图 4-1	使用梳形连接件连接 PS 307 电源和 IM 650.....	55
图 3-3	将插槽号贴到模块上。.....	49
图 3-2	将保护性导体连接到装配导轨上.....	45
图 3-1	2 米装配导轨的固定孔.....	42
图 2-9	具有非隔离模拟量输入/输出模块 SM 334; AI 4/AO 2 x 8/8 位的组态中的电位关系.....	40
图 2-8	具有隔离模块的组态的简单表示.....	39
图 2-7	具有未接地参考电位的 ET 200PA SMART 的组态.....	37
图 2-6	以 PS 307 运行 ET 200PA SMART 模块或 S7-300 模块.....	36
图 2-5	以接地电源运行 ET 200PA SMART 模块或 S7-300 模块.....	35
图 2-4	带有有源总线模块的组态.....	29
图 2-3	示例: 总线模块 2 x 40 (6ES7 650 8PC00-0AA0).....	28
图 2-2	机架上 ET 200PA SMART 组态的间隙.....	27
图 2-1	ET 200M 的水平和垂直安装.....	26

图 1-2	ET 200PA SMART 分布式 I/O 设备的组态 .....	21
图 1-1	PROFIBUS DP 网络的典型结构 .....	20



# 产品概述

## 1.1 什么是分布式 I/O 设备

### 应用领域

组建系统时，通常需要将过程的输入和输出集中集成到该自动化系统中。

当输入和输出距离自动化系统非常远时，布线距离可能会非常长而且布线容易混淆。还可能因为电磁干扰而削弱可靠性。

分布式 I/O 设备便是这类系统的理想解决方案：

- 控制 CPU 位于中央位置。
- I/O 设备（输入和输出）在分布的位置本地运行。
- 功能强大的 PROFIBUS DP 具有高速数据传输能力，可以确保控制 CPU 和 I/O 设备能够稳定顺畅地进行通信。

## 1.2 什么是 PROFIBUS DP?

### 什么是 PROFIBUS DP?

PROFIBUS DP 是一种符合 IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 标准且使用“DP”传输协议的开放式总线系统。DP 代表分布式外设。

物理上，PROFIBUS DP 是基于屏蔽双线 (RS 485) 的电气网络，或是基于光纤电缆 (FOC) 的光学网络。

传输协议“DP”使控制 CPU 和分布式 I/O 之间实现快速、循环的数据交换。

### 什么是 DP 主站和 DP 从站?

DP 主站是控制 CPU 和分布式 I/O 之间的连接链接。DP 主站通过 PROFIBUS DP 与分布式 I/O 交换数据并监视 PROFIBUS DP。

分布式 I/O（即 DP 从站）负责在现场准备编码器和执行器数据，使得数据可以通过 PROFIBUS DP 发送至控制 CPU。

### PROFIBUS DP 网络的结构

下图给出一个典型 PROFIBUS DP 网络结构的实例。DP 主站集成到相应的设备中。CPU（如 CPU 410-5H）过程自动化具有集成的 PROFIBUS DP 接口（DP 主站）。ET 200PA SMART 为 DP 从站，通过 PROFIBUS DP 与 CPU 相连。

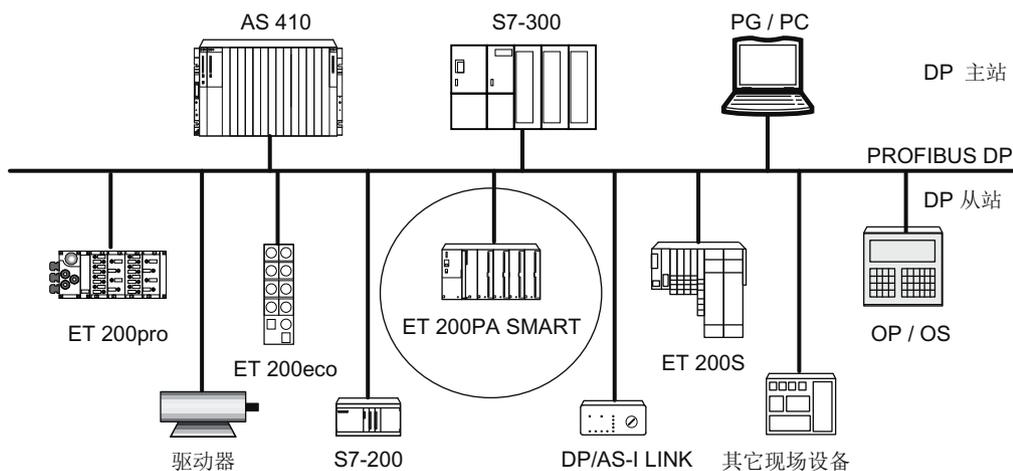


图 1-1 PROFIBUS DP 网络的典型结构

## 1.3 ET 200PA SMART 分布式 I/O 设备

### 定义

ET 200PA SMART 分布式 I/O 设备为模块化 I/O 设备，防护等级为 IP20。

ET 200PA SMART 具有 S7-300 自动化系统的技术设置，由 IM 650 接口模块和专用的 ET 200PA SMART I/O 模块组成。

除了 ET 200PA SMART I/O 模块，ET 200PA SMART 中还能运行标准 I/O 模块、HART 模拟量模块和 S7-300 系列模块专用的 FM 和 CP 模块，前提是这些模块允许在 PCS 7 中使用。

可以将 ET 200PA SMART 配置为带有装配导轨和相应的有源总线模块。

ET 200PA SMART 只能与 S7-400 PA CPU 的 DP 主站进行通信：

- 固件版本不低于 8.1 的 CPU 410-5H
- 自固件版本不低于 8.1 的 CPU 410 SMART

只能配合使用 PCS7 V8.1 或更高版本来对 ET 200PA SMART 站进行组态。

## ET 200PA SMART 的组态

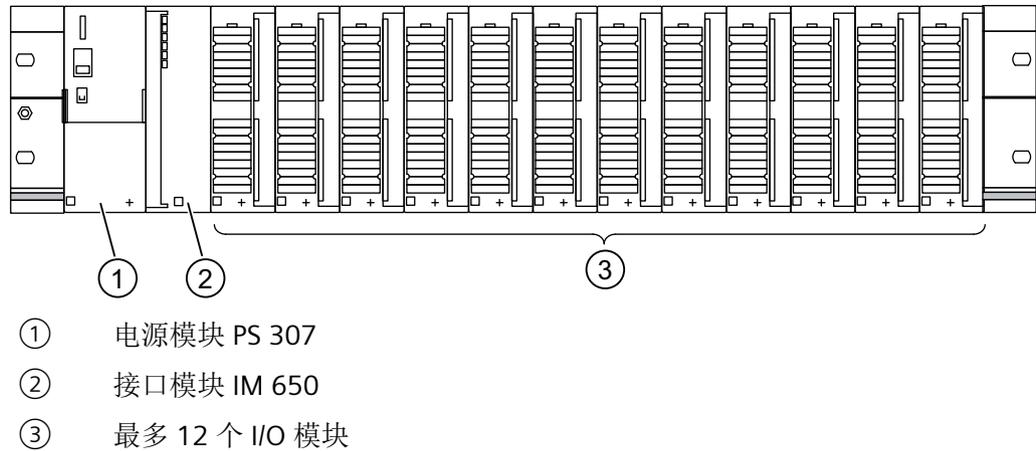


图 1-2 ET 200PA SMART 分布式 I/O 设备的组态

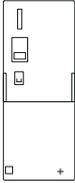
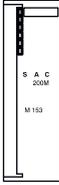
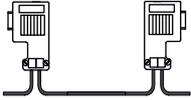
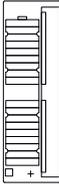
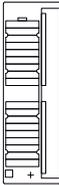
## 组件

还可以使用一系列组件来对 ET 200PA SMART 进行组态和调试。下表中列出了最重要的一些组件及其功能：

表格 1-1 ET 200PA SMART 的组件

组件	功能	图表
有源总线模块的装配导轨 附件： <ul style="list-style-type: none"> <li>屏蔽连接元件 6ES7390-5AA00-0AA0</li> <li>有源总线模块</li> </ul>	... ET 200PA SMART 专用的机架。	
有源总线模块 (BM) <ul style="list-style-type: none"> <li>BM IM/IM, 用于使用 2 个 IM 650 实现冗余</li> <li>BM PS/IM, 用于 PS 307; 2 A 和 IM 650-x</li> <li>BM 2x40, 用于两个 40 mm 宽的 I/O 模块</li> </ul> 附件 <ul style="list-style-type: none"> <li>防爆隔板</li> <li>背板总线 and 总线模块盖</li> </ul>	...提供 S7-300 背板总线。换句话说，如果某个模块丢失，则通过背板总线仍可访问所有其它模块。 ...“运行时更换模块”和/或“冗余”功能所需的组件	

1.3 ET 200PA SMART 分布式 I/O 设备

组件	功能	图表
电源 (PS, Power Supply) 模块 附件： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 梳形连接件 6ES7390-7BA00-0AA0</li> </ul>	...将线路电压 (120/230 V AC) 转换为 24 V DC 工作电压，为 ET 200PA SMART 供电。  ... 可以用作 DC 24 V 负载电路的负载电源。	
IM 650 附件： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 插槽号码牌 (用于分配插槽号码)</li> </ul>	... 接口模块：通过 PROFIBUS DP 将 ET 200PA SMART I/O 模块链接至 CPU 410；为背板总线提供工作电压。	
带总线连接器的 PROFIBUS 电缆	... 相互组合 PROFIBUS DP 组态的节点。	
ET 200PA SMART I/O 模块 附件： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 针前连接器 6ES7392-1AJ00-0AA0 或 6ES7392-1BJ00-0AA0</li> <li>• 40 针前连接器 6ES7392-1AM00-0AA0 或 6ES7392-1BM01-0AA0</li> <li>• 用于提高热电偶测量精度的 20 针前连接器 6ES7392-1AJ20-0AA0</li> </ul>	ET 200PA SMART 的数字量模块和模拟量模块	
S7-300 I/O 模块 附件： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 针前连接器 6ES7392-1AJ00-0AA0 或 6ES7392-1BJ00-0AA0</li> <li>• 40 针前连接器 6ES7392-1AM00-0AA0 或 6ES7392-1BM01-0AA0</li> <li>• 用于提高热电偶测量精度的 20 针前连接器 6ES7392-1AJ20-0AA0</li> <li>• 用于 20 针连接器的标签纸 6ES7 650-8XA00-0AA0</li> <li>• 用于 40 针连接器的标签纸 6ES7 650-8XA10-0AA0</li> </ul>	...S7-300 系列模块中受支持的模块	

## 参见

用于“运行期间更换”和/或“冗余”功能的模块的排列 (页 28)

组态电气结构 (页 30)

### 1.3 ET 200PA SMART 分布式 I/O 设备

## 分配计划

### 2.1 组态形式

#### 限制条件

IM 650 用于组态带有输入/输出模块的 ET 200PA SMART。

可以使用以下 I/O 模块。

- ET 200PA SMART I/O 模块
- 允许用于 ET 200PA SMART 的所有 S7-300 标准 I/O 模块和 HART 模拟量模块（请参见 PCS 7 (V8.1) 已发布模块列表）。
- 允许用于 ET 200PA SMART 的所有计数器模块和点到点耦合（请参阅 PCS 7 (V8.1) 已发布模块列表）。

只能在固件版本为 8.1 或更高版本的 CPU 410-5H 或 CPU 410 SMART 的集成 PROFIBUS DP 接口上运行 IM 650 接口模块。

只能组态带有源总线模块的 ET 200PA SMART 站。

ET 200PA SMART 站按非冗余方式和冗余方式均可运行：

对于非冗余组态，可以在有源 PS/IM 总线模块 (6ES7650 8PA00-xAA0) 上使用 IM 650 模块

对于冗余组态，可以在有源 IM/IM 总线模块 (6ES7650 8PB00-xAA0) 上使用 IM 650 模块

### 2.2 组态机械结构

#### 2.2.1 水平或垂直组态

#### 可能的组态

ET 200PA SMART 可以水平安装，也可以垂直安装。

请始终将电源和 IM 650 置于左侧或底部。

## 2.2 组态机械结构

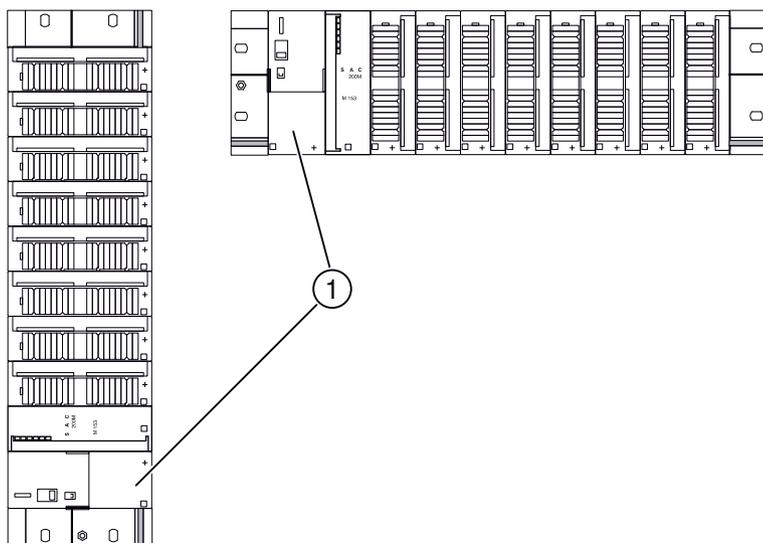


图 2-1 ET 200M 的水平和垂直安装

- ① 电源，然后是 IM 650

### 允许的环境温度

允许在下列环境温度范围内使用：

- 水平安装位置：0 °C 至 60 °C
- 垂直安装位置：0 °C 至 40 °C

### 2.2.2 空隙尺寸

#### 规则

请留出最小间隙，原因如下：

- 要确保模块可以正常散热。
- 要为安装和拆卸模块留出足够的空间。
- 要为布线电缆留出足够的空间。

可以使用屏蔽连接元件直接将屏蔽线与装配导轨连接。这将使机架安装高度增加至 185 mm！无论如何都必须留出 40 mm 的间隙。

## 间隙

下图显示了 ET 200PA SMART 组态距离附近电缆槽、设备、机柜壁等的间隙。

如果使用屏蔽连接元件，则间隙应从屏蔽连接元件下边缘开始算起。

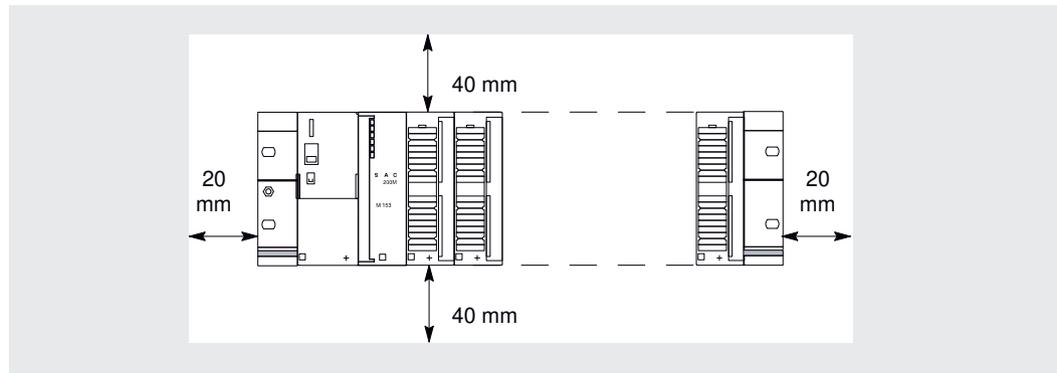


图 2-2 机架上 ET 200PA SMART 组态的间隙

## 模块的安装尺寸

如需了解 ET 200PA SMART 模块的安装尺寸，请参见本手册的信号模块的尺寸图 (页 275) 部分。

如需了解 S7-300 系列模块的安装尺寸，请参见参考手册“S7-300 自动化系统，模块规范 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>)”。

如需了解 IM 650 接口模块的安装尺寸，请参见“IM 650 的技术规范 (页 130)”部分。

## 装配导轨长度

根据具体组态，可以采用以下装配导轨：

用于安装有源总线模块的 装配导轨	模块的可用长度	注释
482.6 mm	450 mm	带有固定孔。
530 mm	480 mm	
620 mm	580 mm	
2000 mm	切割到所需的长度	需要钻出固定孔。

参见

通过屏蔽连接元件连接屏蔽电缆 (页 59)

安装 DIN 导轨 (页 42)

### 2.2.3 用于“运行期间更换”和/或“冗余”功能的模块的排列

#### 排列规则

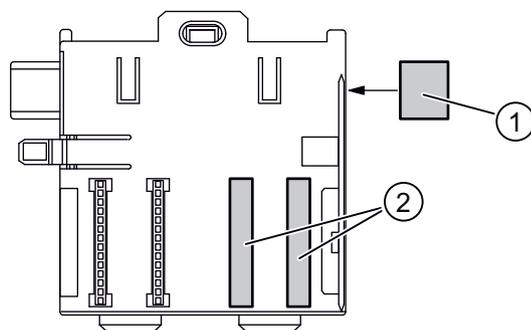
布局 ET 200PA SMART 中的模块时，下列规则适用：

- ET 200PA SMART 只能安装在一个机架（安装导轨）上。不允许使用接口模块将其连接至其它机架。
- IM 650 右侧最多可插入 12 个装配件。
- IM 650 和所有其它模块需插入有源总线模块中。

#### 说明

有源总线模块 6ES7650 8PA00-xAA0 和 6ES7650 8PB00-xAA0 带有黄色标记，易于识别。这些标记用于标识，这些总线模块中只能插入 IM 650 接口模块。

- 通过安装导轨，支持“运行时更换模块”（仅支持安装有源总线模块的安装导轨）。
- 背板总线盖板用于盖上未用的插槽；总线模块盖板用于盖上最后一个总线模块。总线模块 BM PS/IM 或 BM IM/IM 上配有总线模块盖板，但背板总线盖板需订购。



- ① 总线模块盖板
- ② 背板总线盖板

图 2-3 示例：总线模块 2 x 40 (6ES7 650 8PC00-0AA0)

- 要在本安区域中使用 ET 200PA SMART，则需使用防爆分隔，建议在本安区域内的模块与非本安区域的模块之间使用。

## 限制条件

只能对 8 个模块使用高精度度时间戳（精确到 1 ms）。为此，在 ET 200PA SMART 中，最多可以在 IM 650 接口模块之后使用 8 个输入模块。

时间戳仅适用于 S7-300 系列模块的输入模块系列。不能对 ET 200PA SMART 输入模块的信号标记时间戳。

## 可能的组态

可插入的有源总线模块数量取决于安装导轨的长度。

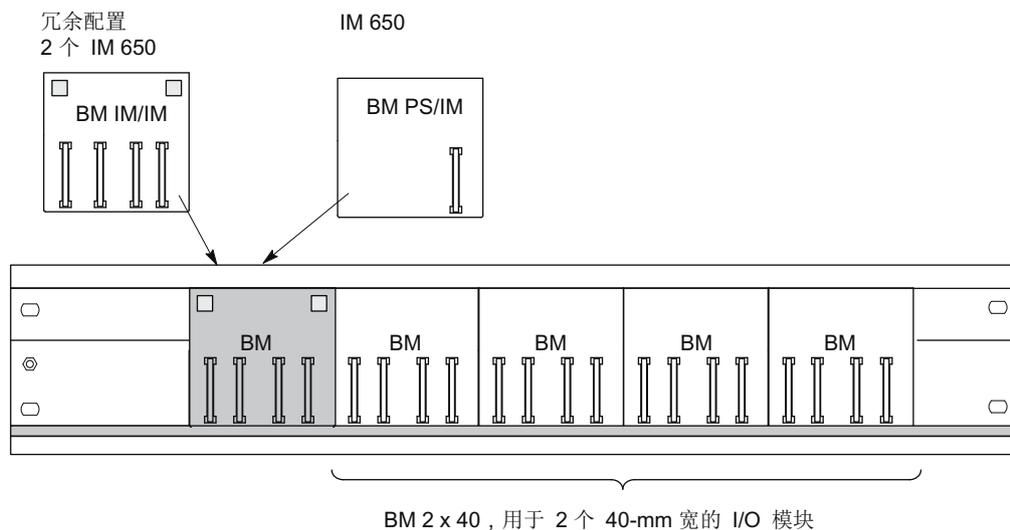


图 2-4 带有有源总线模块的组态

## PS 307 电源模块的放置

使用 2 个 IM 650 实现冗余	如果使用 530 mm 长的安装导轨，则需将 BM IM/IM 放置在导轨上两个锁定位置中最右边的锁定位置处。之后，再将 2 个 PS 307 (2A) 或 1 个 PS 307 (5A) 安装到 BM IM/IM 左侧的导轨上。否则，需将电源模块安装在一个单独的 S7 标准安装导轨上。 建议：每个 IM 650 应配有自己的 PS。
	将 PS 307；2A 安装到 BM PS/IM 上 IM 650 的旁边。 PS 307；5A 和 10A 型不能安装在 BM PS/IM 中，只能安装在一个单独的 S7 标准安装导轨上。

## 2.3 组态电气结构

### 2.3.1 运行 ET 200PA SMART 的一般规则 and 规定

#### 简介

根据应用的特定领域，作为设备或系统的组成部分，ET 200PA SMART 需要遵守特定的规则和规范。

遵守适用于特定应用场合的安全和事故预防规定。

本部分概述将 ET 200PA SMART 安全地集成到设备或系统中时必须遵守的最重要的规则。

#### 急停装置

符合 IEC 60204“机械安全 - 机器电气设备”规定的急停装置在设备或系统的所有工作模式下都必须保持有效状态。

#### 出现特定事件后系统的启动

下表确定了出现特定事件后系统启动时应注意的事项。

如果...	则...
<ul style="list-style-type: none"> <li>电压突降或发生故障后启动</li> <li>在总线通信中断后启动 ET 200PA SMART</li> </ul>	务必杜绝出现危险的运行状态。如果需要，必须强制急停！
<ul style="list-style-type: none"> <li>松开急停装置后启动</li> <li>在 DP 主站不对 ET 200PA SMART 进行寻址的情况下启动 ET 200PA SMART</li> </ul>	务必杜绝不受控制的或不确定的启动。

#### 有关无线电干扰辐射的说明

在控制柜中使用多个电气组件时，无线电干扰辐射会叠加。因此，可能会超过整个组态所允许的无线电干扰强度。

**提示：** 使这些模块相互之间的距离尽可能远；如果需要，在电源电缆或控制柜中使用不影响 HF 信号的屏蔽电缆或滤波器。

## 线路电压

下表说明了线路电压应遵守的要求。

对于…	则…
没有全极线路电压断路器的固定设备或系统	建筑安装系统中必须有线路电压隔离开关或熔断器
负载电源，电源模块	额定电压范围设定必须与现场的线路电压一致
所有 ET 200PA SMART 电源电路	输入/负载电压相对于额定值的波动/偏差必须在允许的容错范围内 (请参见 ET 200PA SMART 模块或 S7-300 模块的技术规范)

## 24 V DC 电源

下表说明了 24 V 电源应遵守的要求。

对于…	则…	
建筑物	必须确保安装室外避雷装置	提供避雷措施 (例如避雷装置)
24 V DC 电源电缆，信号线	必须确保安装室内避雷装置	
24 V 电源	具有安全电气隔离的安全超低压	

## 防止外部电气影响

下表说明了防止外部电气影响或故障时必须遵守的要求。

对于…	则…
集成了 ET 200PA SMART 的所有设备或系统	必须确保将设备或系统连接至保护性导体以释放电磁干扰。
连接线、信号线和总线线路	必须确保布线和安装正确。
信号线和总线线路	必须确保电缆或导线断路不会导致设备或系统出现不确定的状态。

## 2.3 组态电气结构

### ET 200PA SMART 电流消耗和功率损耗规则

为了正常运行，ET 200PA SMART 模块和 S7-300 模块所需的电源由背板总线以及外部负载电源（如果需要）提供。

- 所有模块对背板总线的电流消耗**不得超过** IM 650 可以为背板总线提供的电流量。
- PS 307 电源取决于 24 V 负载电源的电流消耗；这是信号模块和所有其它已连接负载的总电流消耗的结果。
- 机柜中**所有**组件的功率损耗绝不能超过机柜最大的散热额定值。

---

#### 说明

规划机柜的尺寸时，确保机柜内部的温度不会超过允许的 60°C 的最高温度，即使机柜外部温度很高也是如此。

---

模块的电流消耗和功率损耗值请参见相关模块的技术规范。

### 2.3.2 运行具有过程 I/O 且由接地电源接地的 ET 200PA SMART

下文介绍了以接地电源（TN-S 系统）供电的 ET 200PA SMART 的整体组态的信息。此处的主题包括：

- 符合 DIN VDE 0100 和 DIN VDE 0113 的断路装置、短路保护及过载保护
- 负载电源和负载电路

#### 接地电源

对于接地电源，电源系统的中性导线接地。只要火线与地线或设备的接地元件之间发生接地故障，就会激活断路装置。

## 组件和保护措施

构建一套完整的设备需要不同的组件和安全措施。组件的性质和强制采取的安全措施的水平取决于设备组态中应用的 DIN VDE 指令。下表引用了以下两图。

表格 2-1 用于控制器组态的 DIN VDE 指令

比较...	参考图	DIN VDE 0100	DIN VDE 0113
控制器、传感器和最终控制元件的断路装置	(1)	第 460 部分： 主开关	第 1 部分： 断路器
短路和过载保护： 在传感器和最终控制元件组中	(2)	第 725 部分： 电路的单极熔断	第 1 部分： <ul style="list-style-type: none"> <li>对于接地的次级电路： <b>单极</b>熔断</li> <li>否则：<b>全极</b>熔断</li> </ul>
具有 5 个以上电磁设备的交流负载电路的负载电源	(3)	<b>建议</b> 对变压器进行电流隔离	<b>要求</b> 对变压器进行电流隔离

## 负载电源的属性

负载电源为输入和输出电路（负载电路）以及传感器和执行器供电。下表列出了特定应用场合所需的负载电源的属性。

负载电源的属性	要求...	注释
较安全的（电气）隔离	供电电压 $\leq 60$ V DC 或 $\leq 25$ V AC 的模块 24 V DC 负载电路	电源 PS 307 和 Siemens 6EP1 系列的负载电源都具有此属性。
输出电压的容差：		在输出电压存在明显波动的情况下，建议使用稳压电容。额定值：每 1 A 负载电流 $200 \mu\text{F}$ （使用桥式整流器）。
20.4 V 至 28.8 V	24 V DC 负载电路	
40.8 V 至 57.6 V	48 V DC 负载电路	
51 V 至 72 V	60 V DC 负载电路	

### 规则：将负载电路接地

负载电路应该接地。

### 2.3 组态电气结构

该公共参考电位（地）可确保可靠运行。在外部电源（端子 L- 或 M）或隔离变压器上提供到保护性导体的可断开连接（下图中的位置 ④）。如果配电出现问题，该措施可以使您轻松定位接地故障。

#### 整体组态中的 ET 200PA SMART

下图显示了 ET 200PA SMART 在由 TN-S 系统供电的整体组态（负载电源和接地机制）中的位置。

注意： 显示的电源连接的布局与实际布局并不对应；为了显示清晰才选择这种布局。

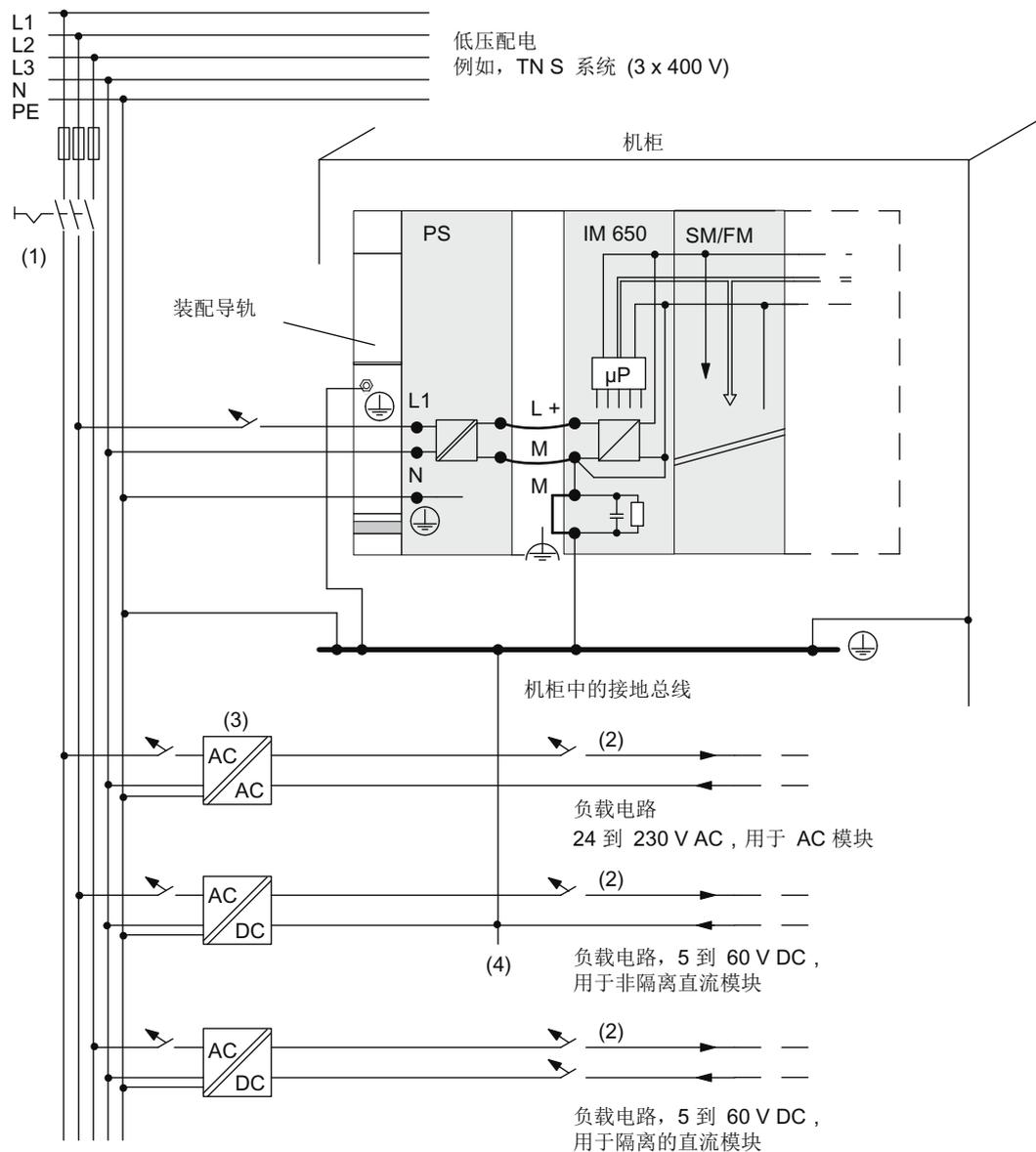


图 2-5 以接地电源运行 ET 200PA SMART 模块或 S7-300 模块

### 由 PS 307 提供负载电源的 ET 200PA SMART

下图显示了 ET 200PA SMART 在由 TN-S 系统供电的整体组态（负载电源和接地机制）中的位置。

除了 IM 650，PS 307 也为 24 V DC 模块的负载电路供电。

注意：显示的电源连接的布局与实际布局并不对应；为了显示清晰才选择这种布局。

2.3 组态电气结构

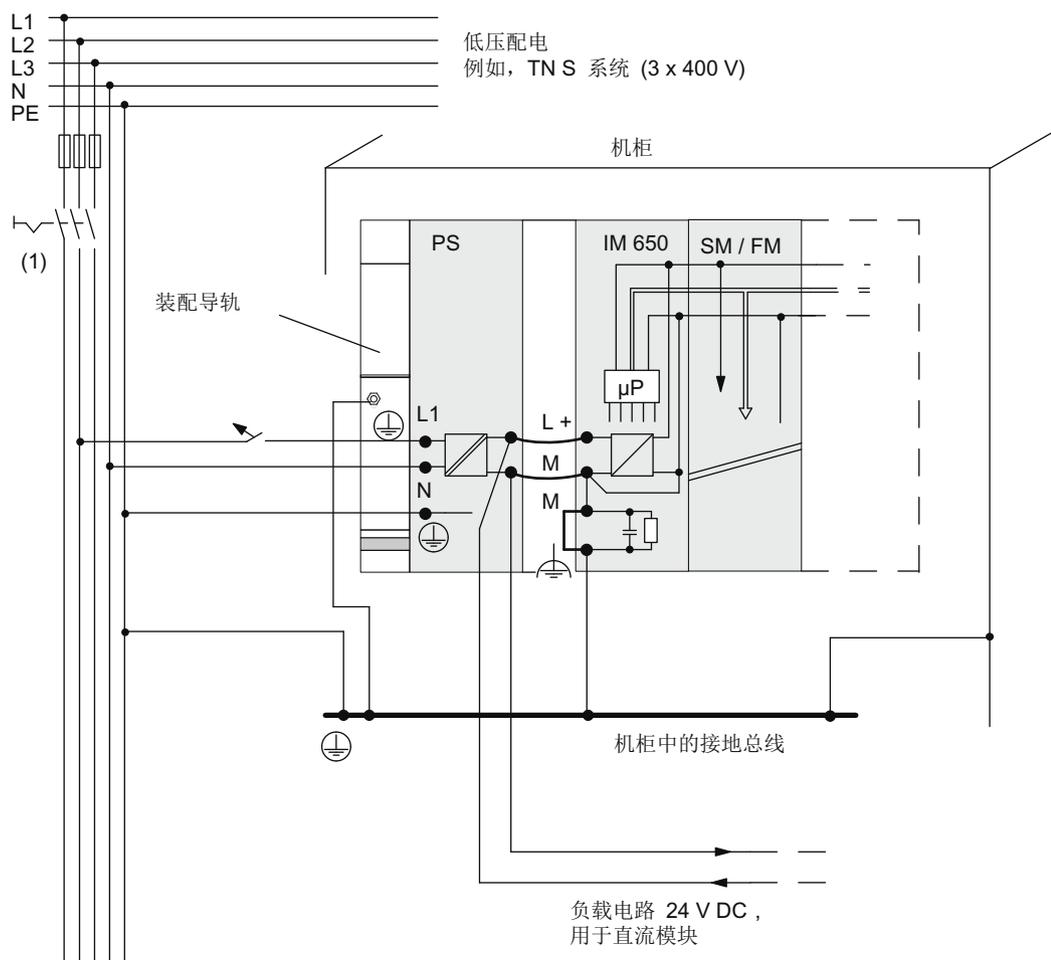


图 2-6 以 PS 307 运行 ET 200PA SMART 模块或 S7-300 模块

2.3.3 具有未接地参考电位的 ET 200PA SMART 的组态

在具有未接地参考电位的 ET 200PA SMART 的组态中，出现的干扰电流通过集成在 IM 650 中的 RC 网络流入保护性导体（请参见下图）。

应用

在很多设备中，出于接地故障监视等目的，可能需要将 ET 200PA SMART 组态为具有未接地的参考电位。例如，在化学工业或电站中就是这种情况。

## 连接图

下图显示了具有 IM 650 和未接地参考电位的 ET 200PA SMART 的组态。如果不希望将参考电位接地，必须拆除 IM 650 上 M 端子和功能性接地端子之间的跳线。拆除跳线后，ET 200PA SMART 的参考电位在内部通过 RC 组合和装配导轨连接到保护性导体上。这样，就可以排出高频干扰电流，并能防止产生静电。

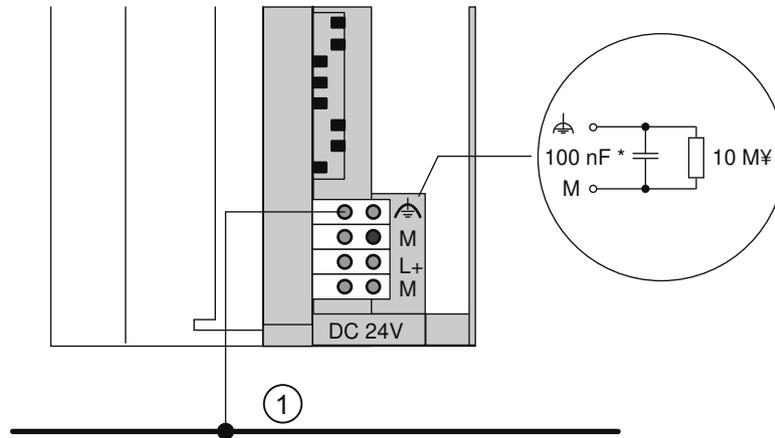


图 2-7 具有未接地参考电位的 ET 200PA SMART 的组态

① 接地总线

## 电源

使用电源时，要确保次级绕组不与保护性导体相连。建议使用 PS 307 电源模块。

### 对 24 V DC 电源进行滤波

对于具有未接地参考电位的组态，如果用电池为 IM 650 供电，则必须抑制 24 V DC 电源中的干扰。为此，可使用 Siemens 电源电缆滤波器，例如 B84102-K40。

## 隔离监视

如果由于发生双故障而导致可能出现危险情况，则必须提供隔离监视。

## 2.3 组态电气结构

### 2.3.4 具有隔离模块的 ET 200PA SMART 的组态

#### 定义

在具有隔离模块的组态中，将参考电位与控制电路（ $M_{\text{内部}}$ ）和负载电路（ $M_{\text{外部}}$ ）进行电气隔离（另请参见下图）。

#### 应用领域

电气隔离模块用于：

- 所有 AC 负载电路
- 具有独立参考电位的 DC 负载电路，例如：
  - DC 负载电路，其编码器具有不同的参考电位（例如，如果在远离控制器的位置使用接地编码器，以及无法等电位连接时）
  - 直流负载电路，其正极（L+）接地（电池电路）。

#### 隔离模块和接地原则

不管 ET 200PA SMART 的参考电位是否接地，都可以使用隔离模块。

## 具有隔离模块的组态

下图显示了具有隔离输入和输出模块的 ET 200PA SMART 组态的电位关系。

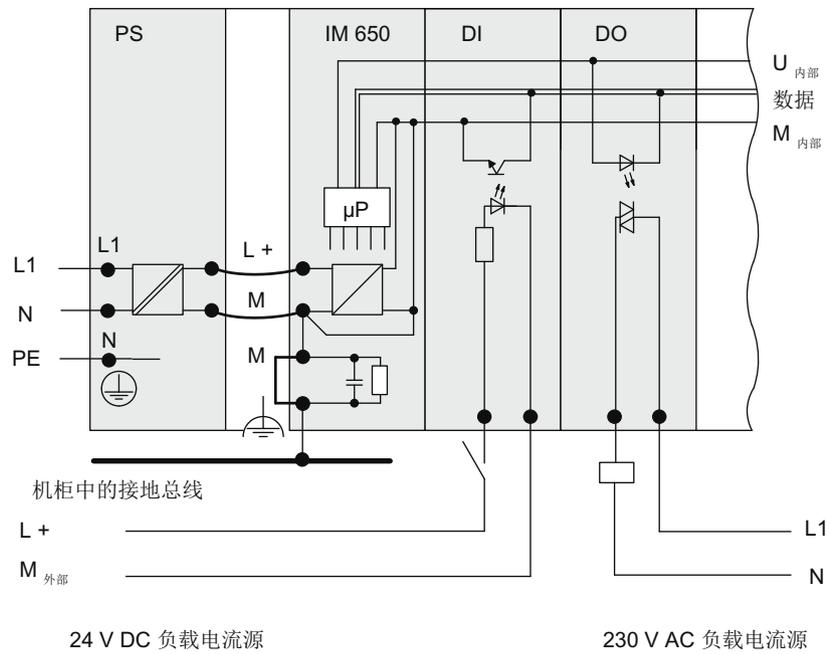


图 2-8 具有隔离模块的组态的简单表示

2.3.5 具有非隔离模块的 ET 200PA SMART 的组态

具有非隔离模块的组态中的电位关系

下图以使用 S7-300 系列模块的非隔离型模拟量输入/输出模块 SM 334；AI 4/AO 2 x 8/8 位为例，显示了具有接地参考电位的 ET 200PA SMART 组态的电位关系。

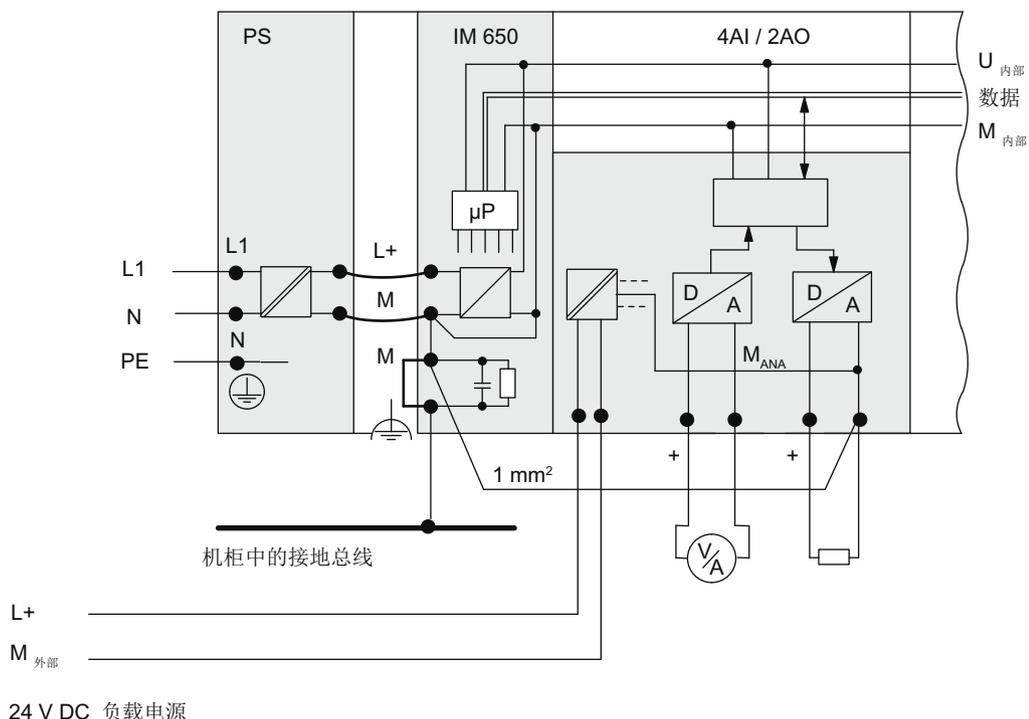


图 2-9 具有非隔离模拟量输入/输出模块 SM 334；AI 4/AO 2 x 8/8 位的组态中的电位关系

# 安装

## 3.1 概述

### 简介

在本部分中，我们将向您介绍如何准备 ET 200PA SMART 组件以进行安装以及如何安装这些组件。

仅使用有源总线模块来执行安装。

安装 ET 200PA SMART 时，还必须考虑机械安装和电气安装。相关信息，请参见“分配计划 (页 25)”部分。

### 开放式设备

ET 200PA SMART 的模块是开放式设备。这意味着只能在机壳、机柜或电气操作室中安装 ET 200PA SMART。而此类机壳、机柜和电气操作室应使用钥匙或工具才能打开。只有经过培训或授权的人员才允许打开这些机壳、机柜或电气操作室。

## 3.2 安装

### 3.2.1 安装顺序

#### 安装步骤

根据所需组态，安装时必须依次执行下列步骤：

1. 安装装配导轨
2. 安装有源总线模块
3. 安装模块
4. 执行收尾作业

有关各安装步骤的详细信息，请参见接下来的部分。

### 3.2.2 安装 DIN 导轨

#### 有源总线模块的装配导轨

要安装 ET 200 PA SMART，请使用订货号为 6ES7195-1Gxx0-0XA0 的相关装配导轨。只有此类导轨可安装有源总线模块。

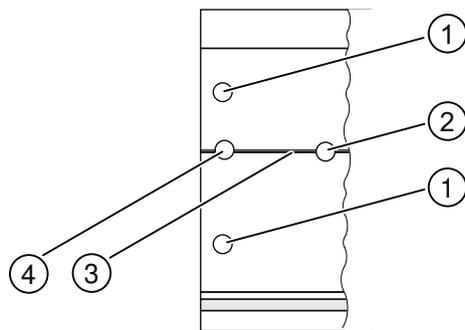
如需了解有源总线模块装配导轨的尺寸，请参见“安装有源总线模块和其它模块(页 45)”部分。

#### 是否要安装 2 米装配导轨？

如果不安装，则可跳过本部分，然后从“固定孔的尺寸图”开始阅读。

如果需要安装，则必须对 2 米装配导轨进行预处理才能进行安装。步骤如下：

1. 将 2 米装配导轨截短到所需长度。
2. 标出：
  - 四个螺钉固定孔（尺寸：请参阅下图和下表）
  - 一个保护导线所用螺钉固定孔。
3. 装配导轨是否超过 830 mm？
  - 如果未超过：不必采取任何其它步骤。
  - 如果超过：则必须提供额外的安装螺钉孔以固定装配导轨。沿装配导轨中央区域的凹槽划出这些额外的孔（请参见下图）。这些额外的孔应保持约 500 mm 的间距。
4. 钻出标记的孔，直径为  $6.5^{+0.2}$  mm，用于安装 M6 螺钉。
5. 拧入一个 M6 螺钉以固定保护性导体。



- ① 螺钉固定孔
- ② 钻出额外的螺丝固定孔
- ③ 用于钻固定螺丝附加孔的凹槽
- ④ 用于连接保护性导体的孔

图 3-1 2 米装配导轨的固定孔

### 固定孔的尺寸图

装配导轨固定孔的尺寸如下表所示。

表格 3-1 装配导轨的固定孔

装配导轨		
装配导轨长度	距离 a	距离 b
482.6 mm	8.3 mm	466 mm
530 mm	15 mm	500 mm
620 mm	15 mm	590 mm

2 米装配导轨	

### 3.2 安装

#### 固定螺钉

可选择下列用于固定装配导轨的螺钉类型。

对于...	您可以使用...	说明
外部固定螺钉	符合 ISO 1207/ISO 1580 (DIN 84/DIN 85) 的 M6 圆柱头螺钉	为组态选择合适的螺钉长度。还需要符合 ISO 7092 (DIN 433) 的 6.4 垫圈。
	符合 ISO 4017 (DIN 4017) 的 M6 六角头螺钉	
额外的固定螺钉 (仅限 2 米装配导轨)	符合 ISO 1207/ISO 1580 (DIN 84/DIN 85) 的 M6 圆柱头螺钉	

#### 安装装配导轨

要安装装配导轨，请按以下步骤操作：

1. 选择导轨的位置，要为模块的安装和散热留出足够的空间。在装配导轨的上下至少留出 40 mm 的空隙。
2. 将装配导轨固定到基座（螺钉尺寸：**M6**）。  
此基座是否是接地的金属板或接地的设备支撑板？  
如果不是：不需要任何特殊的步骤。  
如果是：请确保装配导轨和基座之间为低阻抗连接。例如，如果是涂过漆的或经阳极氧化处理的金属，请使用适当的接触剂或接触垫圈。
3. 将装配导轨连接到保护性导体上。为此，装配导轨上提供了一颗用于固定保护性导体的 **M6** 螺钉。  
连接保护性导体的电缆的最小横截面积为：**10 mm<sup>2</sup>**。

#### 说明

确保到保护性导体的连接是低阻抗的（请参见下图）。如果将 ET 200PA SMART 安装在可移动机架上，则必须为保护性导体提供软电缆。

## 连接保护性导体

下图显示如何将保护性导体与装配导轨相连。

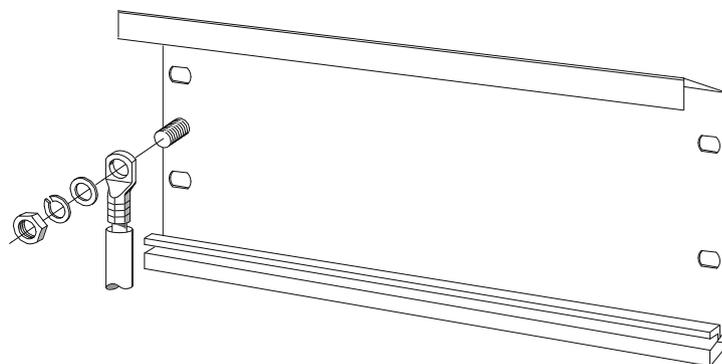


图 3-2 将保护性导体连接到装配导轨上

## 参见

空隙尺寸 (页 26)

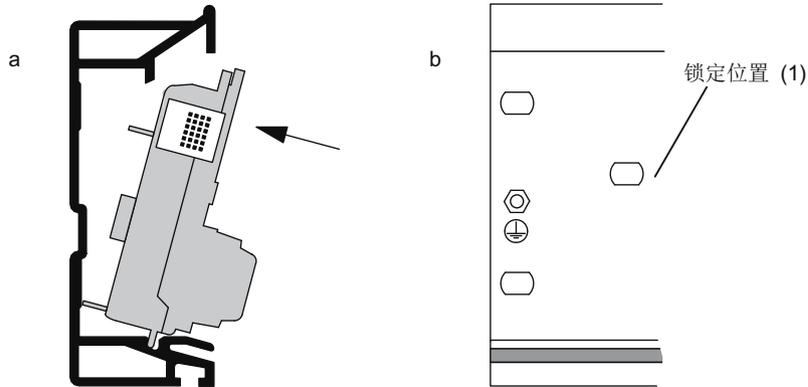
### 3.2.3 安装有源总线模块和其它模块

#### 安装总线模块和其它模块

要安装有源总线模块和其它模块，请按以下步骤操作：

必须在断电状态下安装有源总线模块。

1. 将总线模块 BM PS/IM 或 BM IM/IM 的下边缘挂到导轨上，然后将模块按入导轨 (a) 并向左滑动至锁定位置 (b)。



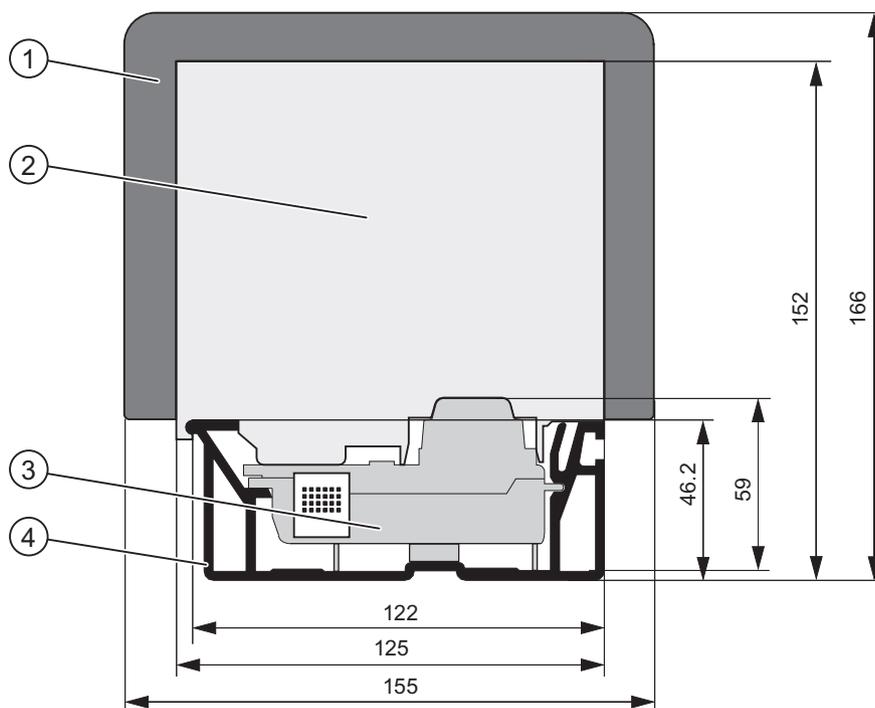
您使用的是 530 mm 装配导轨和 BM IM/IM 吗？

如果将 BM IM/IM 放置在两个锁定位置 (1) 的最右侧，则在 BM IM/IM 的左侧仍可安装 2 个 PS 307；2A 或 1 个 PS 307；5A。

2. 将下一个总线模块（总线模块 BM 2 x 40）挂到导轨上并将其推入导轨中。向左侧总线模块方向滑动模块，直到模块连接器接触上。
3. 是否需要在本质安全区域安装 ET 200PA SMART？  
如果需要，则需要在本质安全区域和非本质安全区域的模块之间安装防爆隔板。为此，只需将防爆隔板插到总线模块的右侧侧面导板上即可。
4. 将模块挂到导轨上，并向下旋压到位。为此，请使用总线模块的侧面导板。拧紧模块的同时将总线模块固定到装配导轨上。
5. 将总线模块外盖插到最后的总线模块上。如果插槽中没有模块，还要将背板总线外盖插入到未占用的插槽中。

### 有源总线模块的装配导轨

下图显示了装有有源总线模块、ET 200PA SMART 模块和防爆隔板的装配导轨尺寸图。装配导轨长度为 482.6 mm 或 530 mm。



- ① 防爆隔板
- ② ET 200 PA SMART 模块
- ③ 有源总线模块
- ④ 具有“可插拔”功能的装配导轨

### 3.2 安装

#### 在 ET 200PA SMART 组态运行期间插入输出模块

<b>注意</b>
<p><b>不受控制的系统状态</b></p> <p>不受控制的系统状态可能会导致财产损失。</p> <p>插入输出模块可导致出现不受控制的系统状态！</p> <p>在将输入/输出模块倾斜插入总线模块时，也会出现这种状态。</p> <p>插入输出模块后，将立即激活由用户程序设置的输出！</p> <p>拔出输出模块时，请在用户程序中将输出设置为“0”。</p> <p>如果未正确地拔出或插入模块，相邻的模块可能通过背板总线受到影响。</p>

#### 3.2.4 安装后

##### 分配插槽号

安装好模块后可以为每个模块分配一个插槽号。下表说明了插槽的分配。

表格 3-2 插槽号

插槽号	模块	注释
1	电源 (PS) <sup>1</sup>	-
2	IM 650	-
3	-	不适用
4	模块 1	直接放在 IM 650 右侧
5	模块 2	-
...	...	-
15	模块 12	-

<sup>1</sup> 电源的使用是可选的。

##### 空闲插槽

在带有有源总线模块的 ET 200PA SMART 的组态中，如果存在空闲插槽（例如，留作以后使用），则必须在组态时将这些插槽保持为空闲状态。

## 贴插槽编号

下图显示了贴插槽编号必须遵守的方法。插槽号板随 IM 650 一起提供。

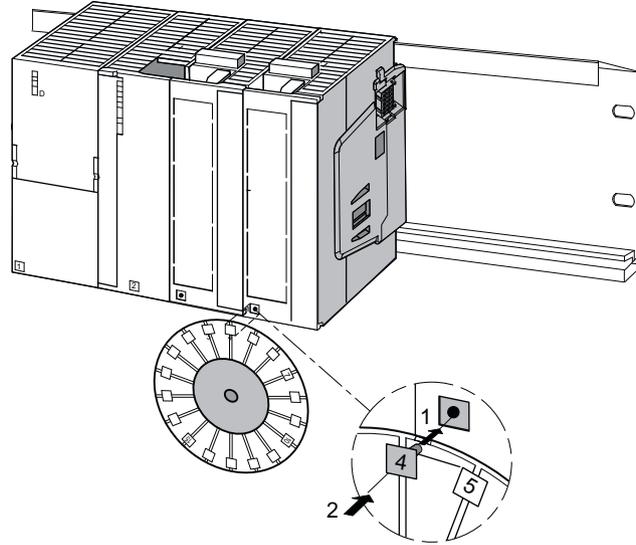


图 3-3 将插槽号贴到模块上。

## 3.3 设置 PROFIBUS 地址

### 定义

每个总线节点必须设置一个 PROFIBUS 地址以在 PROFIBUS DP 上实现唯一标识。

### 规则

IM 650 的 PROFIBUS 地址遵守以下规则：

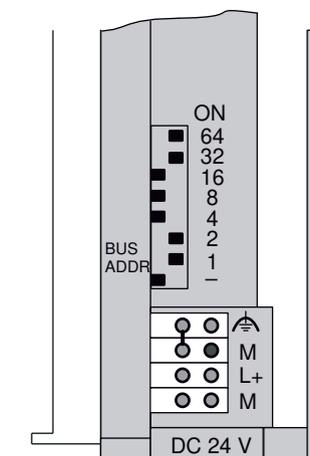
- 允许的 PROFIBUS 地址是：1 至 125。
- 每个 PROFIBUS 地址在总线上仅能分配一次。

### 设置 PROFIBUS 地址

1. 在前门打开后使用螺丝刀设置 PROFIBUS 地址。  
PROFIBUS 地址是右侧(“ON”位置)开关的数值之和。

### 3.3 设置 PROFIBUS 地址

#### 实例：设置 PROFIBUS 地址



PROFIBUS 地址：

$$64 + 32 + 2 + 1 = 99$$

拨码开关“-”不起作用。

#### 更改 PROFIBUS 地址

可以在任何时候更改 PROFIBUS 地址。但是，IM 650 仅在切断/接通 24 V DC 电源后才采用新的 PROFIBUS 地址。

# 连接

## 4.1 概述

### 简介

组态 ET 200PA SMART 时，您还必须考虑机械组态和电气组态。相关信息，请参见“分配计划 (页 25)”部分。

### 基本规则

鉴于 ET 200PA SMART 的应用范围极广，本部分只介绍电气组态的基本规则。为了确保 ET 200PA SMART 无故障运行，至少必须遵守这些基本规则。

## 4.2 连接 PROFIBUS DP

### 4.2.1 连接总线连接器

#### 可用总线连接器

要连接至 PROFIBUS DP，最好使用以下 FastConnect 总线连接器：

- 最大 12 兆波特，具有垂直电缆出口
  - 不带 PG 插座 (6ES7972-0BA50-0XA0)
  - 带 PG 插座 (6ES7972-0BB50-0XA0)
- 最大 12 兆波特，具有对角电缆出口
  - 不带 PG 插座 (6ES7972-0BA60-0XA0)
  - 带 PG 插座 (6ES7972-0BB60-0XA0)

这些将确保与 FC 总线电缆的接线快速而可靠。

### 4.3 为电源和模块接线

当然，还可以继续使用具有螺钉型连接技术的常规总线连接器：

- 最大 12 兆波特，具有垂直电缆出口
  - 不带 PG 插座 (6ES7972-0BA12-0XA0)
  - 带 PG 插座 (6ES7972-0BB12-0XA0)
- 最大 12 兆波特，具有对角电缆出口
  - 不带 PG 插座 (6ES7972-0BA41-0XA0)
  - 带 PG 插座 (6ES7972-0BB41-0XA0)

#### 连接总线连接器

连接总线连接器时可按下列步骤进行操作：

1. 将总线连接器插入 IM 650 中。
2. 将总线连接器旋入 IM 650 中。
3. 如果总线连接器位于网段的开头或结尾，则必须连接终端电阻（开关设置为“ON”）。  
其它方法：将 PROFIBUS 端接器用作有源总线连接器。
4. 将总线电缆布放到 IM 650 上的 24 V DC 连接端子的右侧位置。

在加电和运行期间，确保始终为与终端电阻相连的设备供电。

## 4.3 为电源和模块接线

### 4.3.1 接线规则

#### 说明

对于组态，请为前连接器提供较长的电缆（请参见“为信号模块的前连接器接线 (页 55)”部分）。

表格 4-1 电源和 IM 650 的接线规则

接线规则...		电源和 IM 650
实心电缆的可连接电缆横截面		不支持
软电缆的可连接电缆横截面	不带末端套管	0.25 至 2.5 mm <sup>2</sup>
	带有末端套管	0.25 至 1.5 mm <sup>2</sup>

接线规则...		电源和 IM 650
每个连接的电缆数		通用末端套管中 1 根导线或 2 根导线的组合，最多 1.5 mm <sup>2</sup> （合计）
电缆绝缘层的最大外径		Ø 3.8 mm
电缆绝缘层剥离长度	无绝缘环	11 mm
	有绝缘环	11 mm
符合 DIN 46228 的末端套管	无绝缘环	A 形，10 到 12 mm 长
	有绝缘环	E 形，最长 12 mm

表格 4-2 模块前连接器的接线规则

接线规则...		模块前连接器 (螺钉型和弹簧型端子)	
		20 针	40 针
实心电缆的可连接电缆横截面		不支持	不支持
软电缆的可连接电缆横截面	不带末端套管	0.25 至 1.5 mm <sup>2</sup>	0.14 至 0.75 mm <sup>2</sup>
	带有末端套管	0.25 至 1.5 mm <sup>2</sup>	0.14 至 0.75 mm <sup>2</sup>
每个连接的电缆数		通用末端套管中 1 根导线或 2 根导线的组合，最多 1.5 mm <sup>2</sup> （合计）	通用末端套管中 1 根导线或 2 根导线的组合，最多为 0.75 mm <sup>2</sup> （合计）
电缆绝缘层的最大外径		Ø 3.1 mm 最多 20 根电缆	Ø 2.0 mm 最多 40 根电缆
电缆绝缘层剥离长度	无绝缘环	6 mm	6 mm
	有绝缘环	6 mm	6 mm
符合 DIN 46228 的末端套管	无绝缘环	A 形，5 到 7 mm 长	A 形，5 到 7 mm 长
	有绝缘环	E 形，最长 6 mm	E 形，最长 6 mm

### 4.3.2 连接电源和 IM 650

#### 电源电缆

使用软电缆连接电源。

如果每个连接只使用一根电缆，则不需要使用末端套管。

### 4.3 为电源和模块接线

#### 梳形连接件

使用梳形连接件将 PS 307 电源模块和 IM 650 相连。梳形连接件随电源模块一起提供。

#### 其它 24 V 连接

在 PS 307 电源上，24 V 连接仍然可用，可通过梳形连接件连接 ET 200PA SMART 模块的电源。

#### 连接 24 V 连接与具有 2 个 IM 650 的冗余组态

<b>注意</b>
<b>短路造成的财产损失</b>
如果在冗余组态中，为 IM 650 连线时误接了电源 L+，则会通过接地端子引起短路。 原因：两个 IM 650 模块通过 BM IM/IM 总线模块共用一根接地电缆。
<ul style="list-style-type: none"><li>在具有未接地参考电位的组态中（M 和功能性接地之间的跳线已拆除，请参见“具有未接地参考电位的 ET 200PA SMART 的组态(页 36)”部分中的图），在极性反转的情况下，内部电子熔断器会脱扣，并会在约 30 秒后再次发生。</li><li>在具有接地参考电位的组态中（M 和功能接地之间已插入跳线），在极性反转的情况下，可能导致生成通过该跳线和功能性接地的短路电流。 发生这种情况时，如果在模块之前安装根据连接电缆的横截面而设计的熔断器，则不会损坏 IM 650。</li></ul>

#### 使用梳形连接件连接电源和 IM 650

要为电源模块和 IM 650 接线，请按照以下步骤进行操作（请参见下图）：

 <b>警告</b>
<b>只允许在断电状态下接线</b>
电击可能会导致死亡或身体伤害。 如果将电源模块和任何其它负载电流电源连接到电源，则会有接触到带电电线的危险。 因此，只允许在断电状态下为 ET 200PA SMART 接线。

1. 打开 PS 307 和 IM 650 的前端盖板。
2. 松开 PS 307 上的张力消除夹。
3. 剥去电源电缆 (230 V/120 V) 的绝缘层，并将其连接至 PS 307。
4. 重新拧紧张力消除夹。

5. 插入梳形连接件并拧紧。
6. 关闭前部盖板。

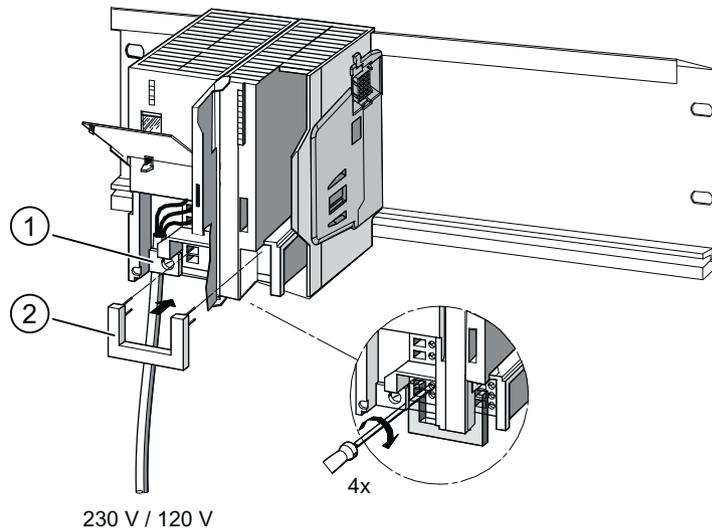


图 4-1 使用梳形连接件连接 PS 307 电源和 IM 650

- ① 张力消除装置
- ② 梳形连接件

### 设置线路电压开关

检查用于选择线路电压的开关是否正确设置为所需的线路电压。PS 307 上的该开关在出厂时总是设置为 230 V。要选择其它线路电压，请执行以下操作：

1. 用螺丝刀卸下保护盖。
2. 将选择器设置为可用线路电压。
3. 将开关保护盖重新安上。

### 参见

接线规则 (页 52)

### 4.3.3 为信号模块的前连接器接线

#### S7-300 防爆模块

有关如何为 S7 300 防爆模块接线的信息以及在本质安全区域内为模块接线时必须遵守的规则，请参见“S7-300 自动化系统，ET 200M Ex I/O 模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/1096709>)”参考手册。

### 4.3 为电源和模块接线

#### 电缆

可使用横截面积符合“接线规则 (页 52)”部分指定规格的软电缆。

不需要使用末端套管。

如果使用末端套管，请务必遵守“接线规则 (页 52)”部分的规范。

#### 前连接器类型

20 引脚和 40 引脚前连接器有 2 种类型：弹簧型端子和螺钉型端子。

#### 弹簧型端子

配有弹簧型端子的前连接器接线非常简单：将螺丝刀垂直插入带红色开启装置的开口中，将电缆插入相关端子，然后拉出螺丝刀。

**提示：** 在供螺丝刀使用的开口左侧，有一个直径长达 2 毫米的可供测试探针使用的独立开口。

#### 接线

为确保在 ET 200PA SMART 运行期间顺利地插拔模块，建议连接到前连接器的电缆长出大约 20 cm。

#### 接线准备



##### 只允许在断电状态下接线

电击可能会导致死亡或身体伤害。

如果将电源模块和任何其它负载电流电源连接到电源，则会有接触到带电电线的危险。

因此，只允许在断电状态下为 ET 200PA SMART 接线。

请按如下步骤准备接线：

1. 打开前门。
2. 将前连接器放在接线位置。  
为此，将前连接器推入信号模块，直至其卡入到位。在此位置，前连接器仍然从模块中凸出。  
接线位置的优势：接线方便；在接线位置，已连接的前连接器与模块无接触。  
下图显示了如何将前连接器置于接线位置。

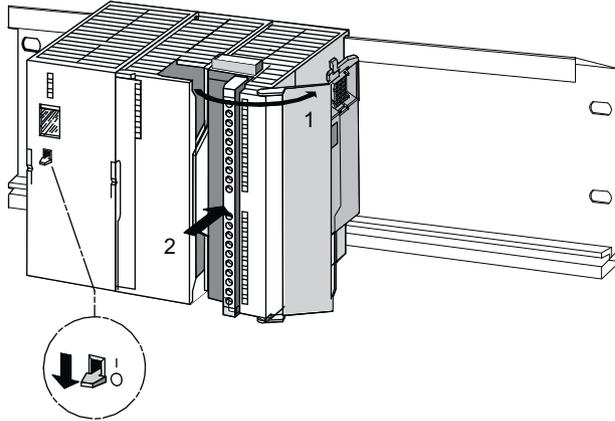


图 4-2 将前连接器放在接线位置

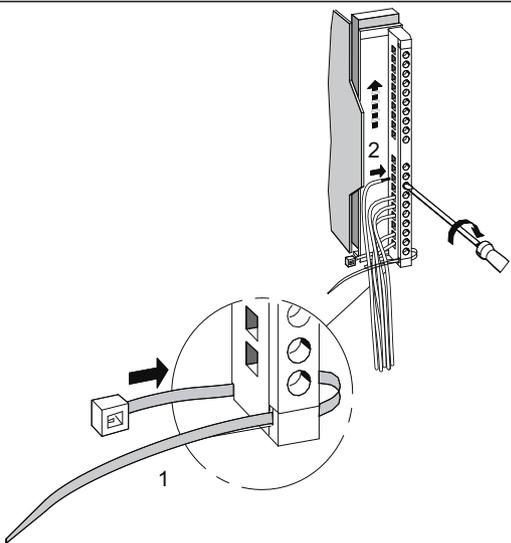
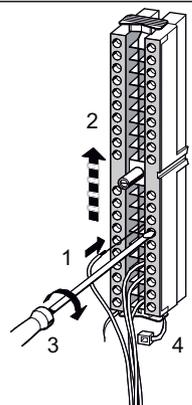
3. 根据接线规则剥去电缆绝缘层。
4. 使用终端套管时：将终端套管与电缆按压在一起。

## 前连接器接线

表格 4-3 前连接器接线

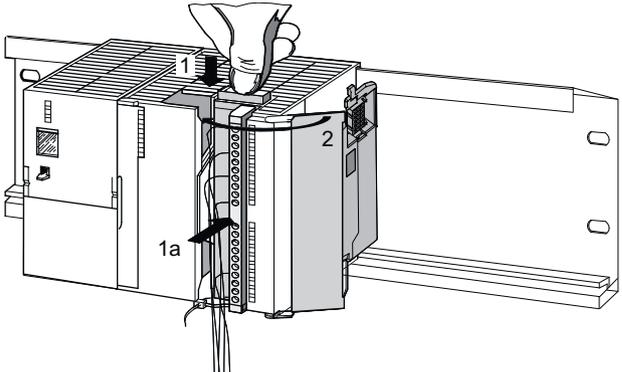
步骤	20 针前连接器	40 针前连接器
1.	将电缆束的张力消除装置穿入前连接器中。	—
2.	是否要将电缆从模块底部引出？	
	<b>如果是：</b>	
	从端子 20 开始为其接线，按端子 20、19、... 的顺序直至端子 1。	从端子 40 或 20 开始，并继续交互接线各端子，即端子 39、19、38、18 等，直至端子 21 和 1。
	<b>如果不是：</b>	
	从端子 1 开始为其接线，按端子 1、2、... 的顺序直至端子 20。	从端子 1 或 21 开始，并继续交互接线各端子，即端子 2、22、3、23 等，直至端子 20 和 40。
3.	同时拧紧所有未接线端子的螺钉。	
4.	—	将提供的电缆束的张力消除装置穿入前连接器中。

4.3 为电源和模块接线

步骤	20 针前连接器	40 针前连接器
5.	紧固电缆束的张力消除装置。按入张力消除装置上的护圈并向左推；这样可提高可用空间的利用率。	
—		

准备操作信号模块

表格 4-4 准备操作信号模块

步骤	20 针前连接器	40 针前连接器
1.	按下模块顶端的解锁按钮，同时将前连接器推入其在模块上的工作位置。前连接器到达工作位置时，解锁按钮将跳回到初始位置。	拧紧固定螺钉将前连接器移动到你工作位置。
2.	关闭前门。	
3.	在标志牌上输入用来标识各个通道的地址。	
4.	将标志牌滑入前部盖板中。	
—		

---

#### 说明

当前连接器到达工作位置后，该前连接器中的前连接器编码装置会啮合。该前连接器以后只能用于该类型的模块。确认模块上存在编码键，以使前连接器插入时前连接器编码正确无误。

---

### 4.3.4 通过屏蔽连接元件连接屏蔽电缆

#### 简介

本部分介绍如何通过屏蔽连接元件将屏蔽信号线接地。通过屏蔽连接元件和装配导轨之间的直接接触来实现接地连接。

#### 应用

使用屏蔽连接元件很容易完成以下操作：

- 将 ET 200PA SMART 的所有屏蔽电缆或属于 S7-300 系列模块的模块接地
- 将总线电缆接地。

#### 屏蔽连接元件的设计

屏蔽连接元件由以下几部分组成：

- 安装支架，带 2 个用于将支架固定到装配导轨上的螺栓 (6ES7390-5AA00-0AA0)
- 屏蔽连接夹

## 4.3 为电源和模块接线

根据所用电缆的横截面积，必须使用以下屏蔽连接夹：

表格 4-5 电缆横截面和屏蔽连接夹的对应关系

电缆和屏蔽直径	屏蔽连接夹 部件编号：
2 根电缆，每一根的屏蔽直径为 2 mm 到 6 mm	6ES7390-5AB00-0AA0
1 根电缆，屏蔽直径为 3 mm 到 8 mm	6ES7390-5BA00-0AA0
1 根电缆，屏蔽直径为 4 mm 到 13 mm 总线电缆	6ES7390-5CA00-0AA0

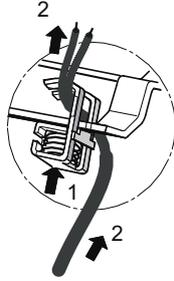
屏蔽连接元件宽 80 mm，共 2 排，每排有 4 个屏蔽连接夹。

## 安装屏蔽连接元件

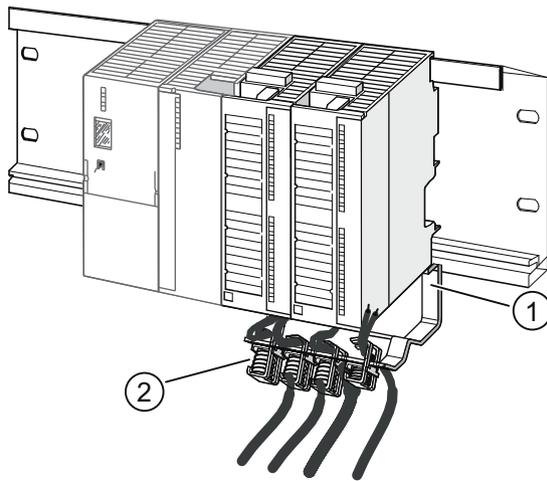
请按下列步骤安装屏蔽连接元件：

1. 将安装支架的两个螺栓推入装配导轨下方的导轨中。将安装支架置于要接线的模块的下方。
2. 拧紧螺栓，将安装支架紧固到装配导轨上。

- 屏蔽连接夹的底部有一个开槽腹板。将此位置的屏蔽连接夹放置在安装支架的边缘（请参见下图）。



- 将屏蔽连接夹向下按压，使其转动到所需的位置。在屏蔽连接元件的每一排（共两排）最多可连接 4 个屏蔽连接夹。



- ① 安装支架
- ② 屏蔽连接夹

图 4-3 将屏蔽的双线电缆固定在屏蔽连接元件上

## 固定电缆

每个屏蔽连接夹只能夹紧一根或两根屏蔽电缆（请参见前文的图和表）。在剥去电缆屏蔽层的地方将电缆夹紧。电缆屏蔽层的剥离长度必须至少为 20 mm。如果需要四个以上屏蔽连接夹，请从屏蔽连接元件的后排开始接线。

### 说明

请在屏蔽连接夹和前连接器之间使用足够长的电缆。这样，在执行维修等操作时无需松开屏蔽连接夹便能够松开前连接器。



## 调试

### 5.1 PROFIBUS DP

#### 5.1.1 调试 DP 从站

##### 软件要求

表格 5-1 调试的软件要求

使用的组态软件	版本	说明
PCS 7	自 V 8.1 起	通过 HW Config 的硬件目录组态 IM 650，配置文件 PCS7_V8.1 (ET 200PA SMART)

##### 调试要求

要调试 ET 200PA SMART，必须满足以下要求：

- 已安装 DP 从站
- 已在 DP 从站上设置 PROFIBUS 地址
- 已连接总线连接器
- 如果 DP 从站位于网段末端，则将终端电阻连接到 DP 从站。
- 已组态 DP 从站
- 已接通 DP 主站电源
- 已将组态下载到 DP 主站
- 已将 DP 主站切换到 RUN 工作状态

##### 调试 DP 从站

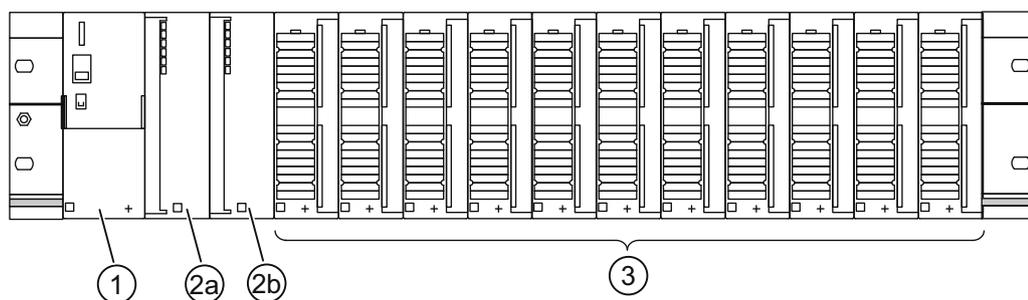
按以下步骤调试 DP 从站：

1. 接通 ET 200PA SMART 的供电电压。
2. 必要时接通负载的供电电压。

## 5.1.2 启动 IM 650

## 冗余情况下的声明:

在冗余组态中，插入的 2 个 IM 650 模块将独立启动。以下流程图说明 IM 650 (a) 的启动过程。对于 IM 650 (b)，以下流程图同样适用，不过名称将相应地颠倒过来。



- 1 电源模块
- 2a IM 650 (a)
- 2b IM 650 (b)
- 3 ET 200PA SMART I/O 模块或属于 S7-300 系列模块的模块

启动 IM 650

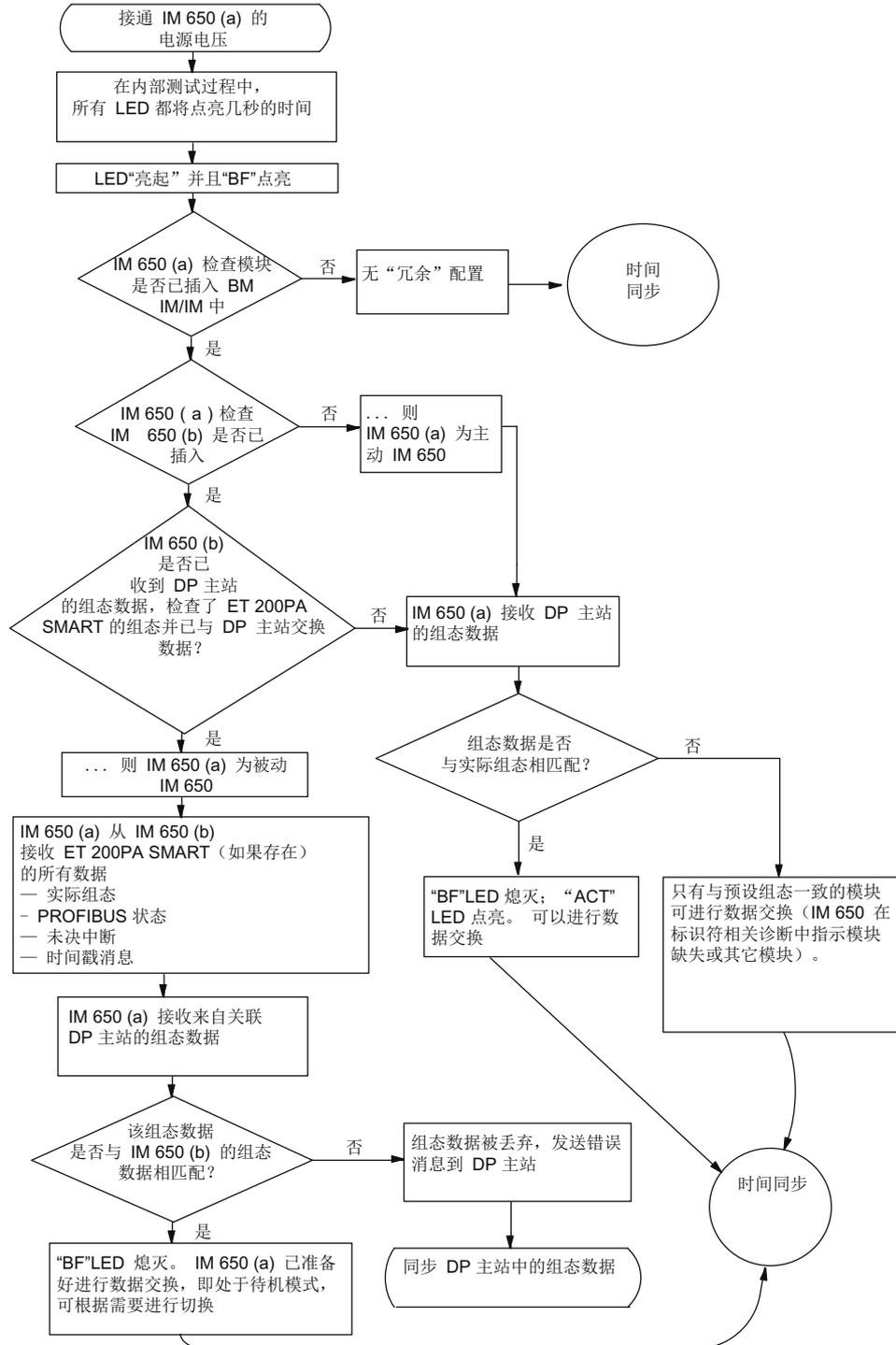


图 5-1 启动 IM 650

启动以实现时间同步/标记信号变化的时间戳

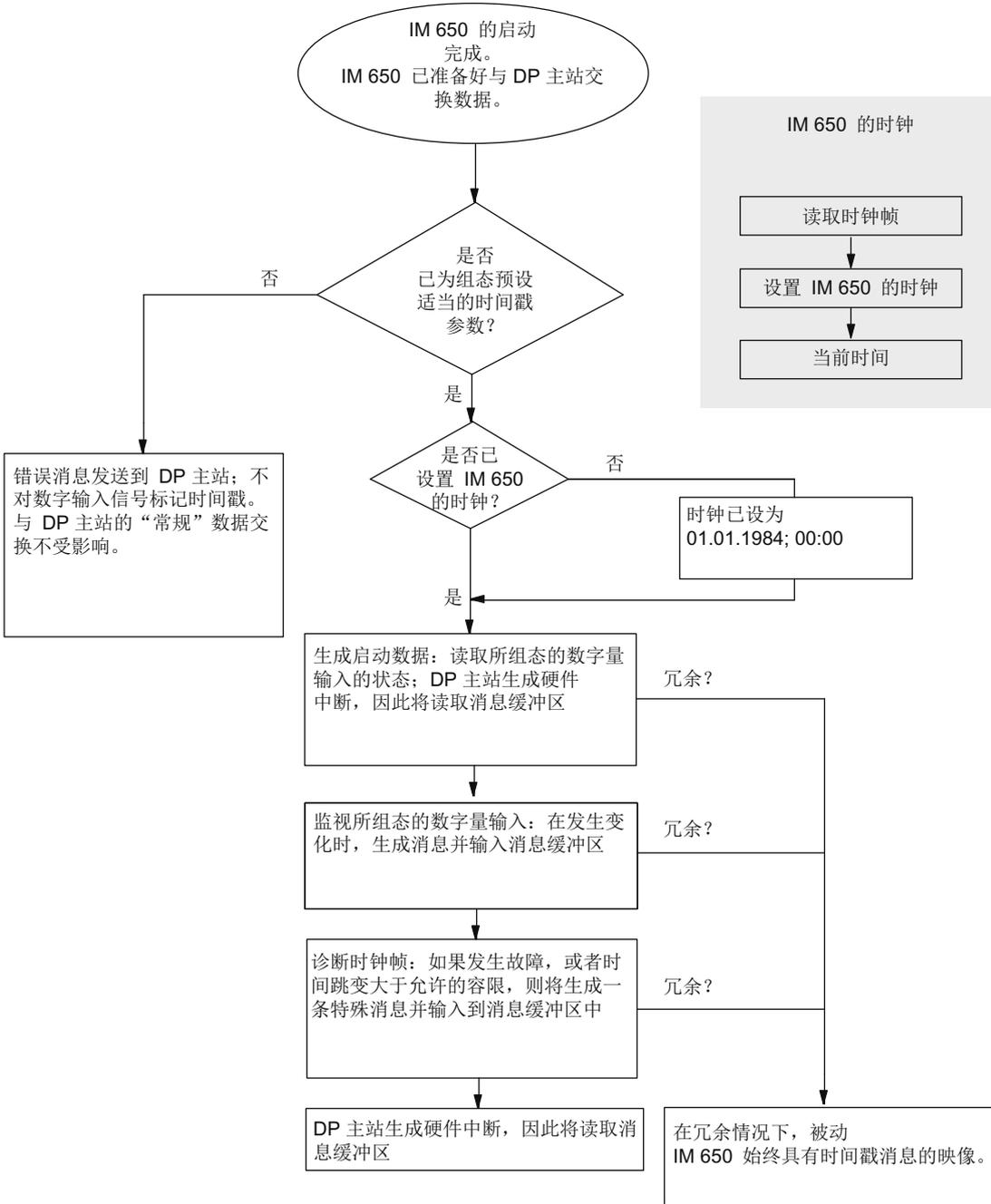


图 5-2 启动以实现时间同步/标记时间戳

## ET 200PA SMART 的诊断消息触发的行为

每条诊断消息都会触发以下行为：

- 诊断以诊断中断的形式指示。
- 在诊断帧中，模块状态和通道相关诊断还可用。
- 发出诊断消息后，消息将以诊断中断块（给定时间内只能进行一次中断）的形式输入诊断帧中并存储于 CPU 的诊断缓冲区。
- IM 650 上的 SF LED 亮起。
- 在 CPU 中调用 OB 82。如果 OB 82 不可用，则 CPU 将进入 STOP 状态。
- 将诊断向 PCS 7 模块驱动程序报告。
- 由 CPU 确认诊断中断（然后才可进行新的诊断中断）

## 出错原因和纠正措施

触发诊断消息的故障原因和可行的纠正措施，请参见“中断、错误和系统消息(页 99)”部分。



## 维护和服务

### 6.1 ET 200PA SMART 的维护

#### 维护范围

ET 200PA SMART 是免维护的 DP 从站。

维护只限于更换或交换模块或组件。

### 6.2 卸下电源模块

#### 初始状态

想要更换的电源模块已安装并接线。 希望安装相同类型的新电源模块。

#### 插槽编号

如果已为系统中的电源模块提供了插槽号，则在更换模块时，必须从旧电源模块中取下编号并将其重新用于新的电源模块。

#### 卸下电源模块

要卸下电源模块，按如下步骤进行操作：

1. 开启线路电压隔离开关以切断电源模块的电源。
2. 取下外盖。
3. 断开所有接线的连接。
4. 松开电源模块的固定螺钉。
5. 来回转动电源模块以将其取出。

#### 安装新的电源模块

要安装新电源模块，按如下步骤进行操作：

1. 检查电压选择器开关的设置。
2. 将相同类型的新电源模块钩在导轨上并向下旋压到位。

### 6.3 更换 IM 650

3. 拧紧螺钉以固定电源模块。
4. 为电源模块接线。
5. 将电源模块连接到线电压上。
6. 合上盖子。

#### 更换模块后 ET 200PA SMART 的行为

如果在更换电源模块后出现错误，可以使用 *HW Config* 在 CPU 的诊断缓冲区查看错误原因。

## 6.3 更换 IM 650

### 初始状态

IM 650 已安装。要安装新的 IM 650。

### 插槽编号

如果已在系统中为模块提供了插槽编号，则在更换模块时，必须从旧模块上取下编号并将其重新用于新模块。

### IM 650: 拔下总线连接器

可以从 PROFIBUS DP 接口拔出**总线电缆已经环通**的总线连接器，而无需中断总线上的数据通信。

---

#### 说明

可能会干扰总线上的数据通信！

总线网段的两端必须始终与终端电阻连接。但是，如果带有总线连接器的最后一个从站断电，则情况有所不同。总线连接器中的终端电阻通过设备获得电压，因此终端电阻的作用会被削弱。

确保始终为连接终端电阻的设备供电。

**提示：** 将 PROFIBUS 端接器用作有源总线终端。

---

## 冗余组态中的更换操作

### 说明

只允许在断电状态下更换 IM 650！

如果在通电状态下更换模块，则无法保证指定的切换时间，而且 I/O 模块可能会在某段时间内处于故障状态，并输出“0”。

如果更换冗余组态中的 IM 650，请会出现下列行为：

“ACT”LED 亮起：	“ACT”LED 熄灭：
该 IM 650 是两个 IM 650 模块中的主动模块。	该 IM 650 是两个 IM 650 模块中的被动模块。 更换此 IM 650 时 ET 200PA SMART 中不会发生切换过程。

## 卸下 IM 650

要卸下 IM 650，请按照下列步骤以给定顺序进行操作：

1. **对于冗余：**必须切断要更换的 IM 650 的电源！  
切断分配的电源模块或与 IM 650 断开连接。

### 注意

#### 短路

处于冗余模式时，两个 IM 650 模块与一个电源模块相连，如果断开其中一个 IM 650 的 24 V 电源，将导致非绝缘（松散的）电缆末端发生短路。

发生这种电源短路时，第二个 IM 650 以及 ET 200PA SMART 也会完全不起作用。

因此，断开电源时，要非常谨慎地进行操作，并且要将两个电缆末端进行绝缘处理，直至连接新的 IM 650。

**对于无冗余情况：**将电源模块的开/关开关切换到位置 0 (⏻：输出电压 0 V)。

2. 拔下总线连接器。
3. 断开接线连接。
4. 松开 IM 650 的固定螺钉。
5. 来回转动 IM 650 将其取出。

## 安装新的 IM 650

要安装新的 IM 650，请执行以下步骤：

1. 在 IM 650 上，设置与旧 IM 650 相同的 DP 地址。
2. 挂上并转入新的 IM 650。

6.3 更换 IM 650

3. 拧紧螺钉以固定模块。
4. 连接 IM 650。
5. 拧紧螺钉将总线连接器固定到位。
6. 将电源模块的待机开关置于 1 位置（输出额定电压）。

更换模块后 ET 200PA SMART 的行为

如果在更换模块后出现错误，可以使用 *HW Config* 在诊断缓冲区查看错误原因。

在冗余情况下

说明

如果要更换主动 IM 650（“ACT”LED 亮），则只有满足下列条件时 I/O 模块才会继续不中断运行

- BF LED 未亮起也未闪烁，并且被动 IM 650 上的 SF LED 未以 0.5 Hz 频率闪烁
- 快速冗余系统中，可以很明显地从主站诊断看出两个 IM 模块都可以使用（在这种情况下，BF LED 可能闪烁）。

<p><b>是否已更换主动 IM 650（“ACT”LED 亮起）？</b></p>	<p><b>是否已更换被动 IM 650（“ACT”LED 熄灭）？</b></p>
<p>之后，在 ET 200PA SMART 中将切换至另一个 IM 650，并且此 IM 650 也将继续与其 DP 主站进行数据通信。</p>	<p>数据通信不会发生任何变化：主动 IM 650 继续与其 DP 主站进行数据通信。</p>
<p><b>新 IM 650 的产品版本是否与尚未更换的另一个 IM 650 的版本不同？</b></p>	
<p>如果更换后，新安装的 IM 650 转为“STOP”状态（所有 LED 都闪烁），则说明版本不兼容。在这种情况下，必须关闭 ET 200PA SMART 并升级两个 IM 650 模块，或者使用兼容版本。请与 Siemens 代理联系。</p>	

参见

通过 LED 指示灯诊断 IM 650 (页 100)

## 6.4 更换 I/O 模块

### 要求

ET 200 PA SMART 组态带有源总线模块。如果已将 ET 200PA SMART 组态为支持“运行时更换模块”，则可在运行过程中更换模块。

#### 注意

##### 不受控制的系统状态

不受控制的系统状态可能会导致财产损失。

插入输出模块可导致出现不受控制的系统状态！

在将输入/输出模块倾斜插入总线模块时，也会出现这种状态。

插入输出模块后，将立即激活由用户程序设置的输出！

拔出输出模块时，请在用户程序中将输出设置为“0”。

如果未正确地拔出或插入模块，相邻的模块可能通过背板总线受到影响。

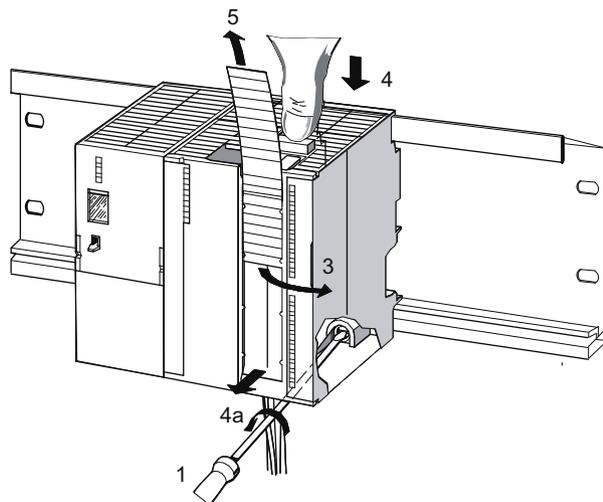
### 卸下模块

如需卸下模块，请按如下步骤进行操作：

1. 松开模块上的固定螺钉。
2. 旋动取出模块
3. 打开前门。

## 6.4 更换 I/O 模块

4. 松开前连接器并将其卸下。
  - 对于 20 针前连接器：一只手按下释放按钮 (4) 并使用另一只手借助把手拉出前连接器 (4a)。
  - 对于 40 针前连接器：松开前连接器中央的固定螺钉。借助把手拉出前连接器。
5. 从模块上取下标签条。



### 卸下前连接器编码装置

在安装新模块之前，必须卸下模块上前连接器编码装置的顶部元件。原因：此部件已用于已接线的前连接器（请参考下图）。

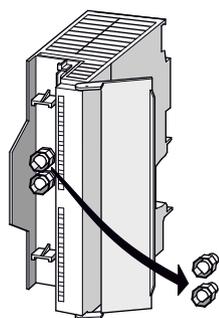


图 6-1 卸下前连接器编码装置

### 安装新模块

安装新模块时，请按以下步骤进行操作：

1. 将前连接器插入模块并将其置于工作位置。
2. 挂入新模块并将其向下转入。

3. 拧紧螺钉将模块固定到位。
4. 将已卸下模块的标签条滑动插入新安装的模块。

### 更换模块过程中 ET 200PA SMART 的行为

表格 6-1 拔出或插入模块后 ET 200PA SMART 的行为

拔出/ 插入	实际 = 预置组 态?	ET 200PA SMART 的行为
卸下模块	–	拔出模块后, IM 650 将通过诊断进行指示。诊断事件对应拔出中断。IM 650 还会将模块移除操作输入至标识符相关的诊断。
插入模块	是	插入组态的模块后, IM 650 将从标识符相关诊断中删除相应条目, 因此模块不再由 IM 650 寻址。如果 ET 200PA SMART 处于用户数据模式, 则 IM 650 将报告对应于插入中断的诊断事件。插入模块的参数会相应地进行分配, 然后模块会被 ET 200PA SMART 接受。
	否	IM 650 会忽略插入的模块。 IM 650 会报告对应于插入中断的诊断事件。 在标识符相关的诊断中, 卸下模块之后, 相应条目仍将保留。

### 参见

标识符相关的诊断 (页 108)

中断 (页 117)

## 6.5 更换总线模块

### 卸下总线模块

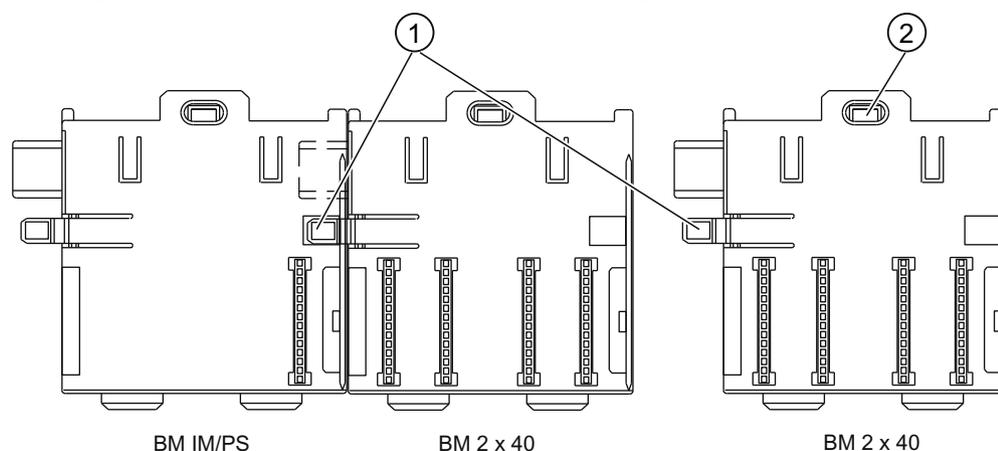
只允许在断电状态下卸下总线模块!

要卸下总线模块, 请按下列步骤进行操作:

1. 将电源模块的开/闭开关切换到位置 0  
(⏻: 输出电压 0 V)。
2. 卸下要更换的总线模块上的模块、右侧总线模块上的所有模块以及左侧紧邻的模块。
3. 总线模块被锁在一起。在要更换的总线模块上, 按下右侧总线模块的锁, 然后将右侧的总线模块向右方推。
4. 按下要更换的总线模块左侧的锁, 然后将此模块推向右侧。

## 6.6 更换数字输出模块中的保险丝

5. 使用螺丝刀将锁向导轨方向按下。
6. 将总线模块拉出装配导轨。 还可以通过向右滑动总线模块将其从装配导轨上卸下。



- ① 将总线模块联结在一起的锁定装置
- ② 将模块固定到导轨的锁定装置

### 安装新的总线模块

请按照“安装有源总线模块和其它模块 (页 45)”部分所述安装新的总线模块。

## 6.6 更换数字输出模块中的保险丝

### 数字量输出的熔断器

ET 200PA SMART 的数字量输出模块不带熔断器。

下列数字量输出模块属于 S7-300 系列模块，它们的数字量输出通过熔断器按各个通道组进行短路保护。

- 数字量输出模块 SM 322； DO 16 x AC120/230V (6ES7 322-1FH00-0AA0)
- 数字量输出模块 SM 322； DO 8 x AC120/230V (6ES7 322-1FF01-0AA)

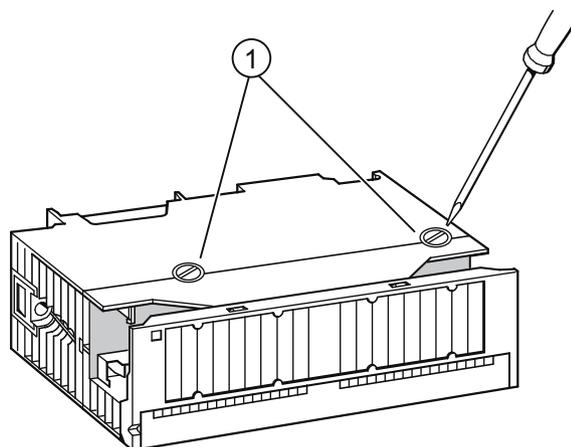
### 更换保险丝

如果必须更换熔断器，可使用下列熔断器：

- 熔断器 8 A、250 V  
(例如 Wickmann 19 194-8 A； Schurter SP001.013； Littlefuse 217.008)
- 保险丝支架 (例如 Wickmann 19 653)

## 熔断器的位置

数字输出模块的每个通道组有一个保险丝。保险丝位于数字输出模块的左侧。下图说明了保险丝在数字输出模块上的位置。



① 保险丝

图 6-2 数字量输出模块上熔断器的位置

## 更换熔断器

熔断器位于模块的左侧。

1. 拆卸数字量输出模块。
2. 从数字量输出模块中卸下熔断器支架。
3. 更换保险丝。
4. 将保险丝支架用螺钉重新固定到数字输出模块中。
5. 再次安装数字量输出模块。

## 6.7 更新 IM 650

### 6.7.1 何时应更新 IM 650?

新增（兼容的）功能或增强性能后，应将 IM 650 接口模块更新为最新的固件版本。

### 6.7.2 更新 IM 650

#### 从何处可以获得最新版本的固件？

可从西门子联系人处或互联网获取最新的固件版本。

#### 提示：

- 更新前，请记下当前的固件版本。
- 如果新固件出现问题，则可以从 Internet 下载先前（当前）的固件并再次将其传送到接口模块。

#### 原理

更新 IM 650 的方式有以下 2 种：

- 从 PG/PC 通过 PROFIBUS DP（直接）更新
- 从 PG/PC 通过 PROFIBUS DP 和 CPU 更新

成功更新后，请使用注明 IM 650 更新后固件版本的不干胶标签覆盖之前的固件版本标签。

对于 IM 650，可在冗余工作模式下更新两个接口模块的固件。更新可借助 SIMATIC Manager 执行，并且对活动应用程序没有任何影响。冗余系统中的固件可从 PG/PC 通过 PROFIBUS DP（直接）更新。

更多相关信息（包括直接更新两个 IM 固件的步骤的相关信息），请参见手册《过程控制系统 PCS 7：服务支持和诊断》中“如何更新接口模块 (IM) 固件”部分下的“通过 PROFIBUS 直接更新冗余系统中两个 IM 的固件”。

#### 更新要求

- 必须可在线访问站中需要更新的 IM 650。
- 包含当前（新）版本固件的文件必须在 PG/PC 的文件系统中可用。

## 更新之后重新启动

可通过 *SIMATIC Manager* 的“更新”(Update) 用户界面设置以下选项。

- 成功更新后 IM 650 自动复位，从而可以以新加载的固件启动。

---

### 说明

如果选中“下载后激活固件”(Activate firmware after download) 复选框，则 ET 200PA SMART 站将暂时出现故障。如果未对此情况采取任何预防措施，则由于机架出现故障，更新将导致 CPU 切换为 STOP 模式。

---

- 必须通过切断电源将 IM 650 复位，并且必须先接通电源然后再以新固件启动 IM 650。

## 更新不成功

如果更新失败，则切断电源并重新接通后，IM 650 将始终以更新前的固件启动（“旧”固件）。

6.7 更新IM 650

# 功能

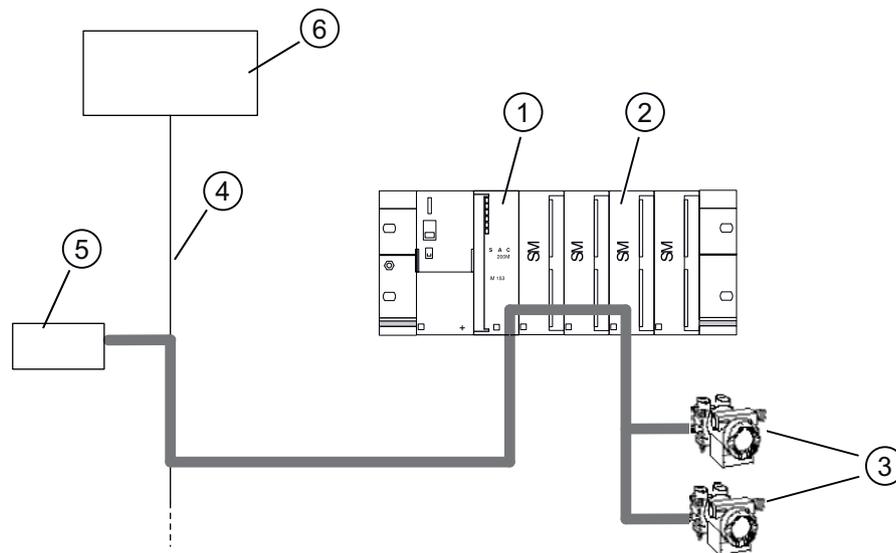
## 7.1 连接 HART 现场设备

### 带有 IM 650 和 HART 模块的组态示例

可以在 ET 200PA SMART 中使用 HART 模块。在此应用中，ET 200PA SMART 是 HART 从站（智能现场设备）的 HART 主站。

IM 650 通过 HART 模拟量模块从 PG/PC 将数据传递至智能现场设备，并将数据传回（粗线表示通信路径）。

有关 HART 现场设备应用和使用方法的详细说明，请参见“HART”部分。



- ① IM 650
- ② 例如：SM 331; AI 2 x 0/4 ... 20 mA HART
- ③ 智能现场设备
- ④ PROFIBUS DP
- ⑤ PG/PC
- ⑥ DP 主站

图 7-1 使用 IM 650 和 HART 模块传递参数分配数据

## 7.3 支持附加输入数据

### HART 现场设备的参数分配/操作

HART 现场设备的参数分配/操作需要安装以下软件：

- EDD（用于 ET 200PA SMART）版本 V1.1.17 或更高版本，用于 S7-300 HART 模块
- EDD（用于 ET 200PA SMART）版本 V1.2.0 或更高版本，用于 ET 200PA SMART HART 模块

安装 HART 现场设备需要 EDD（电子设备描述）。EDD 在 PDM 随附的 PDM Device Library CD 中提供。

PDM 版本 V8.2.0.1 或更高版本，使用 PDM Device Library 1#2014 (EDD V1.1.17)

PDM 版本 V9.1.0.6（使用 EDD V1.2.0）

### 参见

S7-300 自动化系统，ET 200M Ex I/O 模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/1096709>)

ET 200M 分布式 I/O 设备 HART 模拟量模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/22063748>)

## 7.2 扩展 I/O 输入数据

IM 650 接口模块最多支持 32 个字节的 I/O 输入数据。

此功能仅在配合 ET 200PA SMART 模拟量输入模块 AI16x16 位使用时才可用。

对于扩展的 I/O 输入数据（字节 16...字节 31），其系统属性与“标准”I/O 输入数据相同（字节 0...字节 15），且该数据的更新速度和替代值行为均与“标准”I/O 输入数据相同。

## 7.3 支持附加输入数据

IM 650 接口模块支持附加输入数据，如 S7-300 系列模块中 HART 模拟量模块所提供的 HART 主要变量和辅助变量。

有关详细信息，请参见相应 HART 模块的文档。

- ET 200M 分布式 I/O 设备 HART 模拟量模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/22063748>)

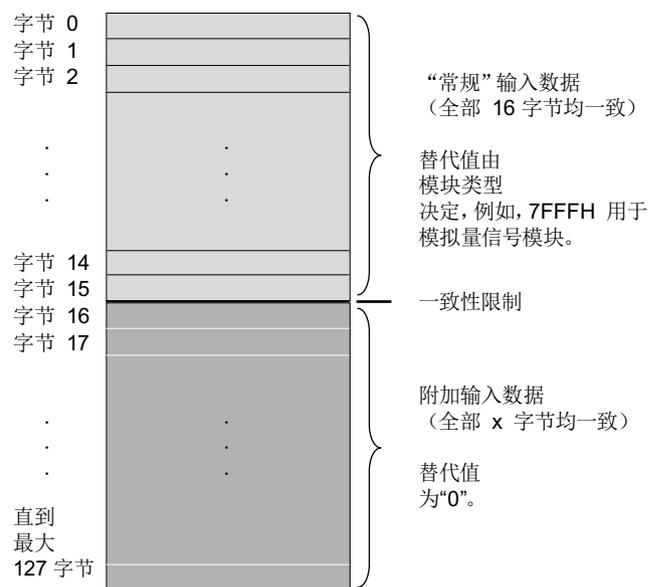
不支持附加输出数据。

对于 ET 200PA SMART，这意味着：

- 使用 HART 模拟量模块时，必须在模块的参数分配对话框中激活 HART 辅助变量。
- IM 650 为正在启动或已拔出的模块的扩展输入数据提供替换值“0”。
- 输入数据的总数不能超过以下值：
  - 每个插槽 128 个字节
  - 每个 ET 200PA SMART 244 个字节
 组态期间会检查这些限制。

- “标准”输入数据和附加输入数据在各自内部是一致的，但是相互之间不一致。

下图便说明了这一点。



附加输入数据的更新时间间隔比“标准”输入数据的更新时间间隔长。

## 7.4 使用 IM 650 标记输入信号的时间戳

### 7.4.1 原理

使用 IM 650 标记时间戳：

- 适用于属于 S7-300 系列模块的模块的数字量输入信号。不会 ET 200PA SMART 输入模块的信号标记时间戳。
- 借助 PCS 7 系统解决方案通过 IMDRV\_TS 块实现。

## 7.4 使用 IM 650 标记输入信号的时间戳

有关时间戳的详细说明，请参见手册 PCS 7 过程控制系统高精度时间戳 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/68154111>)。

### 规则

可以对选定的输入信号以及对应用来说十分重要的输入信号使用时间戳。在 ET 200PA SMART 中，最多可对 128 个数字量输入的输入信号标记时间戳。为了在 PROFIBUS DP 上和 IM 650 中更好地分配负载，我们建议将这些信号分配至多个 ET 200PA SMART 站（如果需要）。

IM 650 接口模块支持对每个插槽最多 32 个数字量输入的输入信号标记时间戳。保留现有限制，即每个 ET 200PA SMART 最多有 128 个标有时间戳的通道 (DI)。

可以将 S7-300 系列模块中的以下数字量输入模块用于创建时间戳：

- 6ES7321-7EH00-0AB0 (1 ms)
- 6ES7321-7TH00-0AB0 (10 ms)
- 6ES7321-7RD00-0AB0 (10 ms)

括号中显示的数值指定了可能的最高精度。还应遵守安装指南以达到相应的精度等级。

### 限制条件

时间戳的精度受以下限制条件影响：

- 站中所使用模块的数量会影响时间戳精度，也就是说最多使用 8 个模块时最高精度为 1 ms，最多使用 12 个模块时最高精度为 10 ms。
- ET 200PA SMART 中带时间戳的输入信号的数量会影响时间戳的精度，也就是说，带时间戳的输入信号越多，时间戳的精度越低。
- 过程中断以及数据记录的读/写操作也会降低时间戳的精度。但指定的时间戳精度（10 ms 或 1 ms）将始终保持不变。

### 工作原理

IM 650 提供具有各自当前时间的已更改输入信号，并将其保存在缓冲区（消息列表）中。这种消息列表是最多含 20 条消息的数据记录，其中包含的消息与具有时间戳的信号变化相关。IM 650 可存储多达 15 条数据记录。

**信号消息**提供以下信息：

- （发出指示的）DI 模块的插槽号 (4 ... 15)
- DI 模块的通道编号

- 信号状态（进入、离开）
- 信号更改的时间

如果存在具有时间戳的信号或数据记录已满，IM 650 将向 DP 主站生成一个硬件中断。可评估缓冲区，例如通过“读取数据记录”(Read data record)。

对于影响时间戳的事件（时间戳 STOP、时间帧故障等），将生成特殊消息。

**特殊消息**提供以下信息：

- IM 650 的插槽号（始终为“2”）
- 特殊消息的标识符（例如，时间戳的 STOP）
- 特殊消息的特性（例如，进入/离开）
- 特殊消息的时间

## 参数分配

通过参数分配，可指定要监视的 IM 650 的数字量输入数据。对于时间戳，均为数字量输入中的信号变化。

始终标记两个信号沿。可以对其进行以下分配：

- 将“上升沿”(0 → 1) 组态为“进入信号”  
则“下降沿”(1 → 0) 即为“离开信号”。
- 将“下降沿”(1 → 0) 组态为“进入信号”  
则“上升沿”(0 → 1) 即为“离开信号”。

---

### 说明

不存在用于设置时间戳精度的参数。但是，要实现相应精度，必须遵守指定的条件和规则。

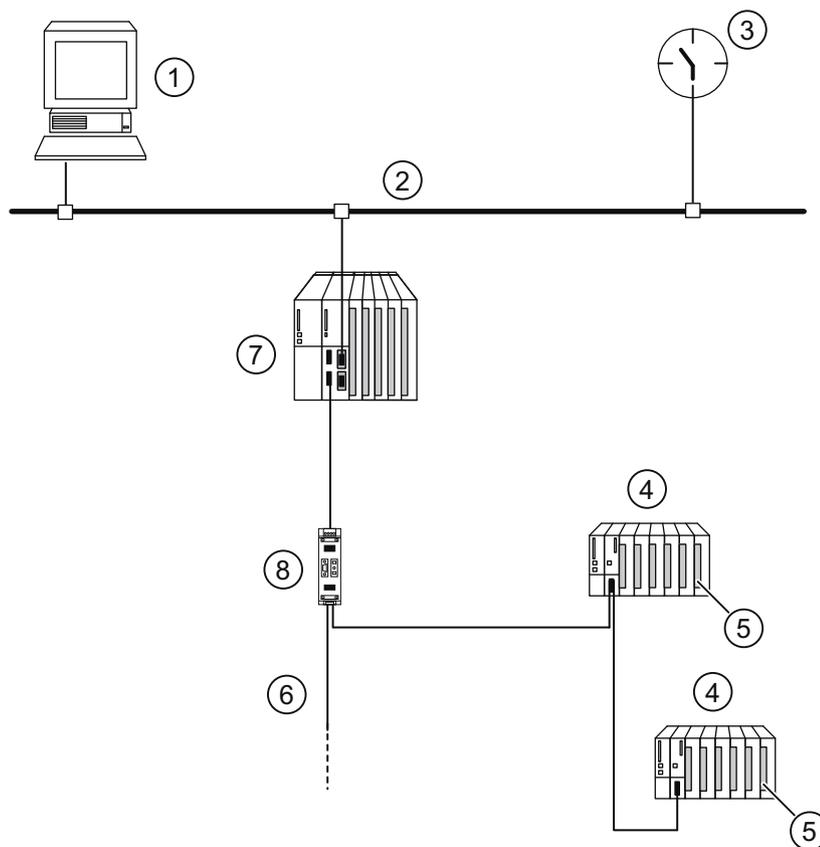
---

## 7.4.2 精度为 10 ms 的时间标记

### 要求

- 所有硬件和软件组件必须全部支持精度为 10 ms 的数字量输入信号时间戳（从 IM 650 到自动化系统自身组件直至工厂可视化的操作站）。
- 将同步间隔设为 10 秒。

使用 IM 650 标记信号变化的时间戳的组态示例



- ① 用于单元可视化的操作员站 (OS)
- ② 工业以太网
- ③ 时间发送器 (SICLOCK)
- ④ ET 200PA SMART 分布式 I/O
- ⑤ 数字量输入模块, 如 SM 321 (6ES7321-7TH00-0AB0)
- ⑥ PROFIBUS DP
- ⑦ AS 410-5H

图 7-2 使用 IM 650 标记信号变化的时间戳的组态示例

### 7.4.3 精度为 1 ms 的高精度时间标记

#### 规则

如需获得精度为 1 ms 的高精度时间戳，允许进行以下组态：

- 采用高精度时间同步的自动化系统  
为此，自动化系统中必须存在时钟主站（如 SICLOCK™）。
- 带 IM 650 的 ET 200PA SMART
- DP 主站和要标记输入信号时间戳的 ET 200PA SMART 之间无 RS 485 中继器
- ET 200PA SMART 中只允许使用数字量输入模块。
- ET 200PA SMART 中最多可插入 8 个模块。
- 只能为数字量输入模块 6ES7321-7EH00-0AB0 的信号标记时间戳。
  - 为要标记时间戳的所有数字量输入分配的输入延迟必须相同且都等于最小值 (100 μs)。
  - 必须取消激活所有模块的硬件中断。
- 必须将要接收时间戳的输入信号从插槽 4、通道 0 开始尽可能无间隙地紧密连接。
- 必须为 ET 200PA SMART 留出启动时间（至少 10 秒）。
- 必须遵守传感器的物理特性。不同的输入信号切换（上升时间、尖峰信号...）会对时间戳精度产生不同的影响。

#### 限制

在以下事件期间，时间戳的精度可能会降低：

- 处理诊断
- 固件更新
- 读取 I&M 数据
- 其它非周期服务

#### 范围

时间戳的精度适用于连接的所有信号。

## 7.4.4 用于时间标记的时间同步

## 要求

以下要求适用于时间标记的时间同步：

- 在以 10 s 为同步间隔运行的自动化系统中必须存在时钟主站（如 SICLOCK TM）。
- 时钟帧必须通过 CPU 的 PROFIBUS DP 接口进行传递。
- 必须为 IM 650 分配 10 s 的同步间隔。

## 精度为 1 ms 的高精度时间戳的时间同步

必须通过以下硬件组件和设置来实现用于高精度时间戳的时间同步：

- **时钟主站：** SICLOCK TC 400（带有 GPS 同步）  
为 SICLOCK TM 设置参数：

路径/标签		参数 (带有来自 SICLOCK 参数 菜单的编号)	值
同步/ 冗余	同步	Mode (218)	Ramp
		Step pos. (219)	Micro step
		Step neg. (220)	
输入	常规输入	Input type (230)	DCF
	输入 E1	E1 active/passive	TTY passive
		DCF alarm (239)	5
以太网	LAN 常规设置	LAN timeout (349)	0.5 s
	LAN 1-5	Adr1 protocol (例如, 350)	Layer 2 - S5
		Adr1 send (例如, 351)	10 s
		Adr1 def. (例如, 352)	broadcast
	Adr1 作为实例给出。其它 LAN 连接/地址相应地有其它参数编号。		
LAN 额外	SNTP server (550)	Off	

- **以太网：** CP 443-1； 6GK7443-1EX30-0XE0  
为以太网 CP 设置参数：

参数	值
Forward time (转发时间)	from LAN to station (从 LAN 到站)
打开 SIMATIC 过程中的时间同步	

- **CPU 410:**

要为 CPU 设置的参数:

路径/标签		参数	值
诊断/时钟 > 同步	Type of synchronization (同步类型)	在 AS 中	None (无) 或 As slave (作为从站)

### 7.4.5 冗余系统中的时间标记

即使在冗余系统中, IM 650 也支持时间戳功能。

#### 冗余系统中信号更改的时间戳

两个 IM 650 模块均保存具有时间戳的信号的消息。从主动 IM 650 切换到被动 IM 650 之后, “新的” 主动 IM 650 可提供当前消息以进行进一步处理。

#### 说明

在两个 IM 650 模块的切换过程中, 不对信号更改标记时间戳。该时间通过特殊消息 “冗余切换开始/结束”(Changeover at redundancy BEGINNING / END) 进行传递。

有关在冗余系统中标记时间戳的更多信息, 请参见“PCS 7 文档 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/10806846/130000>)”。

7.4 使用 IM 650 标记输入信号的时间戳

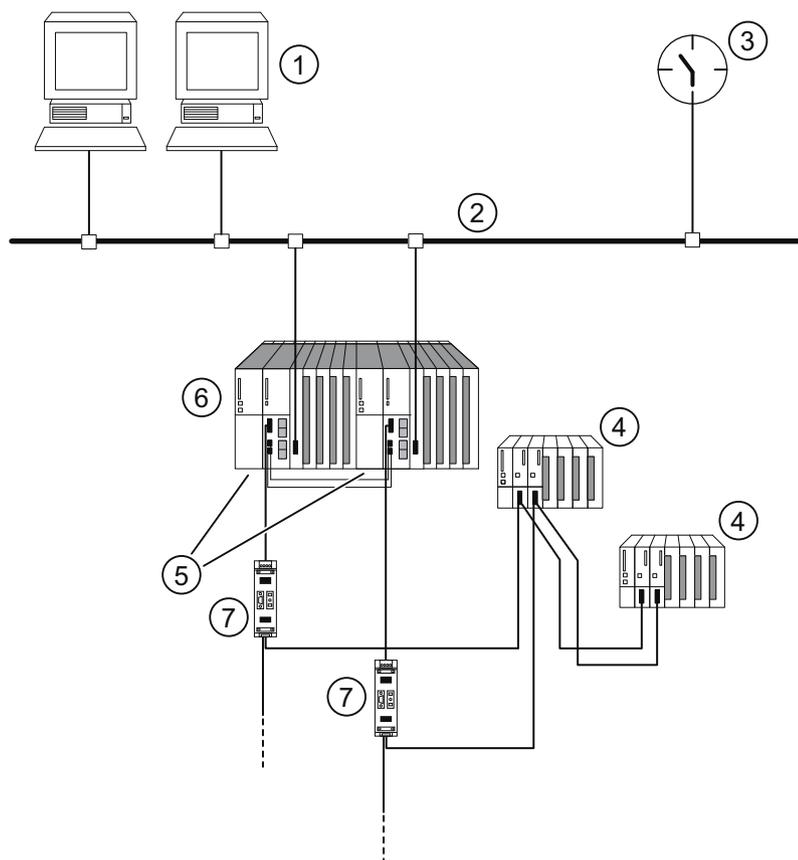


图 7-3 冗余系统中带有 2 个 IM 650 模块的组态示例

- ① 用于工厂可视化的 WinCC 工作站 (OS)
- ② 工业以太网
- ③ 时钟主站 (SICLOCK)
- ④ 带有 2 个 IM 650 的 ET 200PA SMART 分布式 I/O
- ⑤ 冗余 DP 主站系统
- ⑥ 冗余组态中的 2 个 AS 410
- ⑦ 可选：RS 485 中继器

## 7.5 ET 200PA SMART I/O 总线上的时间同步

### 属性

IM 650 接口模块支持 I/O 总线上的时间同步。

- 在参数分配期间启用时间同步后，IM 650 将当前时间发送至 I/O 总线。
- I/O 总线上的同步发生在 PROFIBUS DP 上设置的同步间隔中。
- 与 PROFIBUS DP 上接收到的时间相比，精度的下降几乎可以忽略。可始终确保 10 ms 的精度。

有关时间同步的更多信息，请参见功能手册《PCS 7 过程控制系统，时间同步》。

### 激活的操作步骤

可通过以下步骤激活 I/O 总线上的时间同步：

#### PROFIBUS DP:

1. 完成带时钟主站的 PROFIBUS DP。
2. 在 DP 主站的属性中激活时间同步。

---

#### 说明

在 H 系统中，必须在两个 PROFIBUS DP 系统中插入时钟主站并激活时间同步。

---

#### 组态 IM 650:

1. 在 HW-Config 中，打开 **DP slave properties > Time-of-day Synchronization (DP 从站属性 > 时钟同步)** 对话框。
2. 选中“**时间同步**”(Time synchronization) 复选框。
3. 输入 PROFIBUS DP 上激活的同步间隔（如 10 s）作为同步间隔。

## 7.6 IM 650 的冗余

### 使用

冗余组态中，配合 CPU 410-5H 或 CPU 410 SMART 使用时 IM 650 接口模块可以以冗余模式运行。

### 对 ET 200PA SMART 的要求

- 两个 IM 650 模块都要插入有源总线模块 BM IM/IM 中。  
“安装 (页 41)”部分介绍的布局规则适用于所使用的有源总线模块和接口模块。
- 切勿在冗余模式下激活 SYNC/FREEZE 功能。

#### 说明

然而，如果在冗余系统中激活 SYNC/FREEZE 功能，则用户需对冗余系统的行为（例如切换期间）承担责任。

### 冗余 DP 主站系统和 IM 650 的组态实例

下图所示为冗余组态示例。对于 AS 410H，ET 200PA SMART 是单通道切换的（分布式）I/O。有关 H 系统的详细说明，请参见手册“CPU 410-5H 过程自动化 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/74736834>)”。

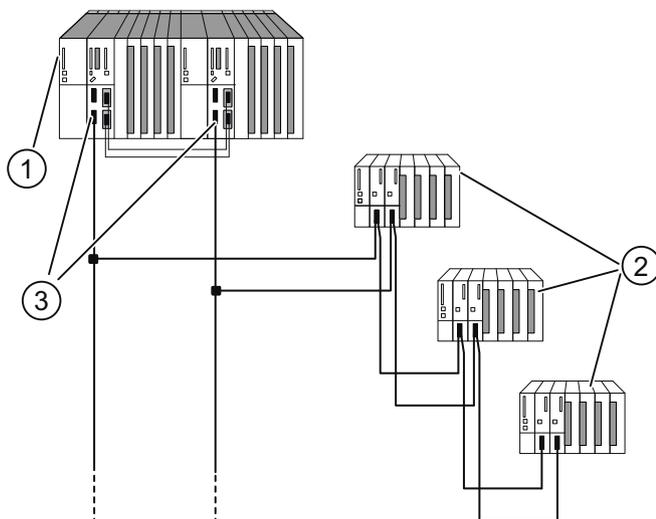


图 7-4 H-System 中使用 2 个 IM 650 模块的冗余

- ① AS 410H
- ② 带有 2 个 IM 650 的 ET 200PA SMART 分布式 I/O
- ③ 冗余 DP 主站系统

### 兼容版本

如果在冗余组态中使用 ET 200PA SMART，则必须使用两个 IM 650 模块的兼容版本。

可在“运行时更换模块”期间更换 IM 650 接口模块的兼容版本，而无需关闭 I/O 模块。更多相关信息，请参见“用于“运行期间更换”和/或“冗余”功能的模块的排列(页 28)”部分。

---

#### 说明

这些可用的功能仅限各自较低的订货号或较早的版本。

---

### AS 410H 作为 DP 主站

需要使用 PCS 7 V8.1 及更高版本

DP 主站 1 和 DP 主站 2 运行同一用户程序。对于两个主站，IM 650 接口模块的参数分配和组态都相同。

### IM 650 接口模块的电源

为确保两个 IM 650 在冗余模式下的可用性，我们建议为每个 IM 650 使用独立的电源模块。

## 7.7 运行期间的系统修改

在冗余和非冗余组态中都可通过 IM 650 在运行时更改设备。

### 非冗余系统中的设备更改

有关非冗余系统中此功能及其参数分配的详细说明，请参见功能手册“在运行时使用 CiR 更改设备 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/14044916>)”。

### 冗余系统中的设备更改

有关在冗余组态中使用该功能的信息，请参见手册“CPU 410-5H 过程自动化 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/74736834>)”。

## 7.8 标识和维护数据 (I&M 数据)

### 定义和属性

存储在模块中的标识和维护数据 (I&M) 可在执行下列操作时提供支持:

- 检查系统组态
- 在系统中查找硬件更改
- 系统中故障诊断

IM 650 接口模块以及 S7-300 系列模块中的一些特殊模块支持标识和维护数据 (I&M)。

标识数据 (I 数据) 包含有关模块的信息 (例如, 部件编号和序列号), 其中一些数据也会印在模块外壳上。I 数据是与模块相关的制造商信息, 且为只读数据。

维护数据 (M 数据) 是系统特定的信息, 例如安装位置和日期。M 数据在组态期间创建并写入模块中。

可通过 I&M 数据在线唯一标识这些模块。

### 7.8.1 PROFIBUS DP 的 I&M 数据

---

#### 说明

一次只允许一个 DP 主站访问 ET 200PA SMART 的 I&M 数据。

---

### 使用 SIMATIC Manager 读取和写入 I&M 数据

I&M 数据在 SIMATIC Manager 的“模块状态 - IM 650”(Module status - IM 650) 和“属性 - DP 从站”(Properties - DP Slave) 选项卡中显示。

可将模块的 M 数据输入 HW Config (例如, 在组态过程中的某个对话框中)。

对 I&M 数据的访问符合 IEC 61158-6 标准。

在 H 系统中, 要从中读取 I&M 数据的接口模块必须能够在线访问。

### 在不使用 SIMATIC Manager 的情况下读取和写入 I&M 数据

如果想在不用 PCS 7 或 SIMATIC Manager 的情况下使用 I&M 数据, 必须根据 PROFIBUS 准则 - 订货号 3.502, 2003 年 5 月 V1.1 中的规范访问数据。

在 AS 410H 中，必须寻址要从中读取 I&M 数据的接口模块（插槽 245 或 246）。在 BM IM/IM 上，插槽 245 指示左侧接口模块，插槽 246 指示右侧接口模块。

### 读取 I&M 数据的示例

可通过“**读取数据记录**”(Read data record) 选择性地访问特定 I&M 数据。对此，必须使用二级访问：

1. 数据记录 248 有一个目录，其中包含不同索引的相关数据记录号（请参见下表）。

表格 7-1 IM 650 中 DS 248 的结构

内容	长度（字节）	编码（十六进制）
<b>报头信息</b>		
目录列表的 ID	2	00 01
目录列表的索引	2	00 00
后续块的长度（字节）	2	00 08
块的数量	2	00 05
<b>I&amp;M 数据的块信息</b>		
SSL ID	2	F1 11
相关数据记录号	2	00 E7
数据记录的长度	2	00 40
索引	2	00 01
SSL ID	2	F1 11
相关数据记录号	2	00 E8
数据记录的长度	2	00 40
索引	2	00 02
SSL ID	2	F1 11
相关数据记录号	2	00 E9
数据记录的长度	2	00 40
索引	2	00 03
SSL ID	2	F1 11
相关数据记录号	2	00 EA
数据记录的长度	2	00 40
索引	2	00 04

## 7.8 标识和维护数据 (I&amp;M 数据)

内容	长度 (字节)	编码 (十六进制)
<b>附加数据记录对象的 8 字节块信息</b>		
	Σ: 48	

2. 可在相关数据记录号下找到分配至各个索引的 I&M 数据的部分 (请参见下表: *I&M 数据的结构*)。

所有包含 I&M 数据的数据记录长度均为 64 字节。

构建数据记录时要符合下表所示的原则。

表格 7-2 带有 I&M 数据的数据记录的基本结构

内容	长度 (字节)	编码 (十六进制)
<b>报头信息</b>		
SSL ID	2	F1 11
索引	2	00 0x
I&M 数据的长度	2	00 38
带有 I&M 数据的块的数量	2	00 01
<b>I&amp;M 数据</b>		
索引	2	00 0x
各个索引的 I&M 数据 (请参见下表)	54	

## I&amp;M 数据的结构

I&M 数据的数据结构对应于 PROFIBUS 准则 - 订货号 3.502, 2003 年 5 月 V1.1 中的规范。

表格 7-3 I&M 数据的结构

I&M 数据	访问	默认设置	说明
<b>标识数据 0: 索引 1 (数据记录 231)</b>			
MANUFACTURER_ID	读取 (2 个字节)	2A (十六进制) = 42 (十进制)	此处存储制造商的名称。(42 [十进制] = SIEMENS AG)
ORDER_ID	读取 (20 个字节)	取决于模块	此处存储模块的部件编号。
SERIAL_NUMBER	读取 (16 个字节)	取决于模块	此处存储模块的序列号。这使模块具有唯一标识。

I&M 数据	访问	默认设置	说明
HARDWARE_REVISION	读取 (2 个字节)	取决于模块	此处存储模块版本。 模块的硬件或固件发生变化时会增大。
SOFTWARE_REVISION	读取 (4 个字节)	固件版本	提供有关模块的固件版本的信息。 如果固件版本号增大, 则模块版本 (HARDWARE_REVISION) 也增大。
REVISION_COUNTER	读取 (2 个字节)	0000 (十六进制)	保留
PROFILE_ID	读取 (2 个字节)	F600 (十六进制)	表示“常规设备”
PROFILE_SPECIFIC_TYPE	读取 (2 个字节)	0005 (十六进制)	在接口模块上
IM_VERSION	读取 (2 个字节)	0101 (十六进制)	提供有关 I&M 数据版本的信息。(0101 [十六进制] = 版本 1.1)
IM_SUPPORTED	读取 (2 个字节)	000E (十六进制)	显示有关 I&M 数据的信息。(索引 2 至 4)
<b>维护数据 1: 索引 2 (数据记录 232)</b>			
TAG_FUNCTION	读取/写入 (32 个字节)	–	在此处输入模块在系统范围内唯一的标识。
TAG_LOCATION	读取/写入 (22 个字节)	–	在此处输入模块的安装位置。
<b>维护数据 2: 索引 3 (数据记录 233)</b>			
INSTALLATION_DATE	读取/写入 (16 个字节)	–	输入安装日期, 如有需要, 可为模块输入相关时间。
RESERVED	读取/写入 (38 个字节)	–	保留
<b>维护数据 3: 索引 4 (数据记录 234)</b>			
DESCRIPTOR	读取/写入 (54 个字节)	–	在此输入有关模块的注释。

---

7.8 标识和维护数据 (I&M 数据)

# 中断、错误和系统消息

## 8.1 驱动程序和诊断块的概念

### 简介

下文所述的 I/O 接口功能即使在项目数据量很大时，也能确保高性能。组态的执行既快又容易。

### 驱动程序和诊断块（驱动程序块）的任务

过程控制系统中，在诊断/信号处理方面有特定要求。其中包括监视模块、DP/PA 从站以及 DP 主站系统是否失灵或出现故障。

为此，PCS 7 库中提供了块来实现与硬件（包括测试功能）的接口。

这些块执行两个基本任务：

- 向 AS 提供过程信号以便进一步处理。
- 监视模块、DP/PA 从站以及 DP 主站系统是否出现故障。

在读入过程信号时，这些块会访问过程映像输入（或过程映像分区）(PII)，而在输出过程信号时，它们会访问过程映像输出（或过程映像分区）(PIQ)。有关各块所执行任务的信息，请参见“驱动程序和诊断块列表”部分。

### 概念

可如下描述 PCS 7 驱动程序和诊断块概念的特性：

- 分离用户数据处理（CHANNEL 块）与诊断数据处理（CHANNEL 块）
- I/O 信号的符号寻址
- 通过 CFC 自动生成 MODULE 块

## 8.2 通过 LED 指示灯诊断 IM 650

这一块的概念支持已认可模块列表中的所有模块。

当集成新的 Siemens 或非 Siemens 模块类型后，驱动程序生成器的元知识可通过附加 XML 文件（对象和操作列表）进行扩展。

### 说明

请注意以下几点：

- 包含驱动程序块的库必须使用 PC 上的安装程序进行安装。这是确保提供驱动程序生成器所需元知识的唯一方法。不得复制其它计算机中的库。
- 还可以使用其它库中的驱动程序块（例如，自己库中自己的块）。可以在“生成模块驱动程序”(Generate module drivers) 对话框中指定该附加库。驱动程序生成器随后会在此处指定的库中搜索要导入的块。如果未在其中找到该块，则将在控制文件（XML 文件）指定的库中进行搜索。
- 如果 S7 程序包含一个信号处理块，但该块不属于任一 PCS 7 库，则必须在“生成模块驱动程序”(Generate Module Drivers) 对话框中指定要从其中导入驱动程序块的驱动程序库的版本。

### 时间优化处理

为了能在运行时进行时间优化处理，将用于处理错误的组织块（例如，OB85、OB86 等）自动划分成运行组，并将驱动程序块集成到相应的运行组中。

例如，如果出现错误，SUBNET 块会激活相关的运行组，而后，运行组中所含的 RACK 块或 MODULE 块将检测错误，对其进行评估并向 OS 输出过程控制消息。

MODULE 块（OMODE\_xx 输出）的诊断信息会被传送到相应的 CHANNEL 块（MODE 输入）。如有必要，可通过能够在 OS 上操作和监视的 PCS 7 块或者过程画面中的用户块（通过测量值颜色变化或闪烁显示等）显示该信息。

## 8.2 通过 LED 指示灯诊断 IM 650

### IM 650 的状态消息和错误消息

IM 650

SF		SF	组错误	红色
BF 1		BF/BF 1	PROFIBUS DP 出错	红色
BF 2		BF 2	下级总线出错（不相关）	红色
				
ACT		ACT	模块激活（仅限处于冗余模式）	黄色
ON		ON	存在电源电压	绿色

表格 8-1 LED 指示灯

LED				含义	解决方法
SF	BF / BF1	ACT	ON		
灭	灭	灭	灭	IM 650 未加电或 IM 650 存在硬件故障。	打开电源模块或更换 IM 650。
不相关	不相关	不相关	亮	已给 IM 650 加电。IM 650 正在运行。	—
亮	灭	灭	灭	接通电源后 IM 650 正在进行硬件复位	—
亮	亮	亮	亮	接通电源后进行硬件测试	—
亮	亮	灭	灭	正在运行操作系统更新	—
灭	闪烁 0.5 Hz	灭	灭	已成功完成操作系统更新	
亮	闪烁 0.5 Hz	灭	灭	外部错误，例如，操作系统不兼容	使用合适的操作系统进行更新。
亮	闪烁 2 Hz	灭	灭	内部错误，例如写入更新文件时出错	重复更新过程。 如果 LED 重复指示相同的错误，则表示内部存储器出现故障。
不相关	闪烁	灭	亮	IM 650 参数分配不正确，DP 主站和 IM 650 之间没有进行数据交换。 原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>• PROFIBUS 地址不正确</li> <li>• 总线故障。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查 IM 650。</li> <li>• 检查组态和参数分配。</li> <li>• 检查 IM 650 上和 PCS 7 项目 (HW Config) 中的 PROFIBUS 地址。</li> <li>• 检查与波特率有关的电缆长度。</li> <li>• 检查终端电阻的设置。</li> </ul>
不相关	亮	灭	亮	没有至 DP 主站的连接（波特率搜索） 原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过 PROFIBUS DP 至 IM 650 的总线通信已中断</li> </ul>	检查总线组态。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查总线连接器是否已正确插入。</li> <li>• 检查至 DP 主站的总线电缆是否断开。</li> <li>• 关闭电源模块上 24 V DC 的“开/关”开关，然后再次打开。</li> </ul>
亮	闪烁	灭	亮	ET 200PA SMART 的预置组态与 ET 200PA SMART 的实际组态不匹配。	检查 ET 200PA SMART 的组态查看模块是否丢失、出现故障或是否存在未组态的模块。 检查组态。

8.2 通过 LED 指示灯诊断 IM 650

LED				含义	解决方法
SF	BF / BF1	ACT	ON		
亮	灭	灭	亮	PROFIBUS 地址无效 ET 200PA SMART 或 S7-300 模块的 SF-LED 是否也亮起？ <ul style="list-style-type: none"> <li>如果是：ET 200PA SMART 或 S7-300 模块中存在错误或诊断</li> <li>如果不是：IM 650 出现故障。</li> </ul>	在 IM 650 上设置有效的 PROFIBUS 地址（1 到 125）。 检查 ET 200PA SMART 或 S7-300 模块的诊断。如有必要，请更换 ET 200PA SMART 或 S7-300 模块或 IM 650，还可以与 Siemens 代理联系。
不相关	灭	亮	亮	IM 650 正与 ET 200PA SMART 中 I/O 模块的 DP 主站交换数据。 在冗余模式中，此 IM 650 是 ET 200PA SMART 中的主动模块。	—
不相关	灭	灭	亮	已给 IM 650 加电。 在冗余模式中，此 IM 650 为被动模块，即不与 I/O 模块进行数据交换。	—
闪烁 0.5 Hz	灭	灭	亮	在冗余模式中，此 IM 650 处于被动状态，并且尚未做好无扰动切换的准备（例如关联的 CPU 处于 STOP 模式）。 转换至冗余模式后，SF LED 将持续闪烁 20 s。	使 H-System 进入冗余状态。
闪烁	闪烁	闪烁	闪烁	在当前运行模式下，IM 650 与冗余 IM 650 不兼容。	有关各版本的 IM 650 模块之间兼容性的详细信息，请参见“用于“运行期间更换”和/或“冗余”功能的模块的排列(页 28)”部分。

I/O 模块的状态消息和错误消息

每个 ET 200PA SMART I/O 模块和 S7-300 系列模块中每个具有诊断功能的 I/O 模块都会出现组错误 (SF LED)。

SF LED	含义	解决方法
灭	<ul style="list-style-type: none"> <li>模块处于运行状态。目前没有出现错误。</li> <li>站已关闭。IM 650 未加电。</li> </ul>	

亮	至少存在一个错误。	评估并消除错误。
闪烁 (2 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>固件更新出现问题</li> <li>模块没有位于 IM 650 之后 (仅适用于 ET 200PA SMART 模块)</li> </ul>	重新进行固件更新 仅在连有 IM 650 时使用模块

## 8.3 S7 诊断

### 8.3.1 从站诊断的结构

#### IM 650 从站诊断的结构

诊断数据最大长度为 130 个字节。

- 标识符相关的诊断包含 3 个字节。在字节 7 和 8 中将标记最多 12 个插槽 (插槽 4...15) 的诊断。
- 模块状态共 8 个字节：每个插槽 2 位。
- 诊断中断最多具有 63 个字节。

8.3 S7 诊断

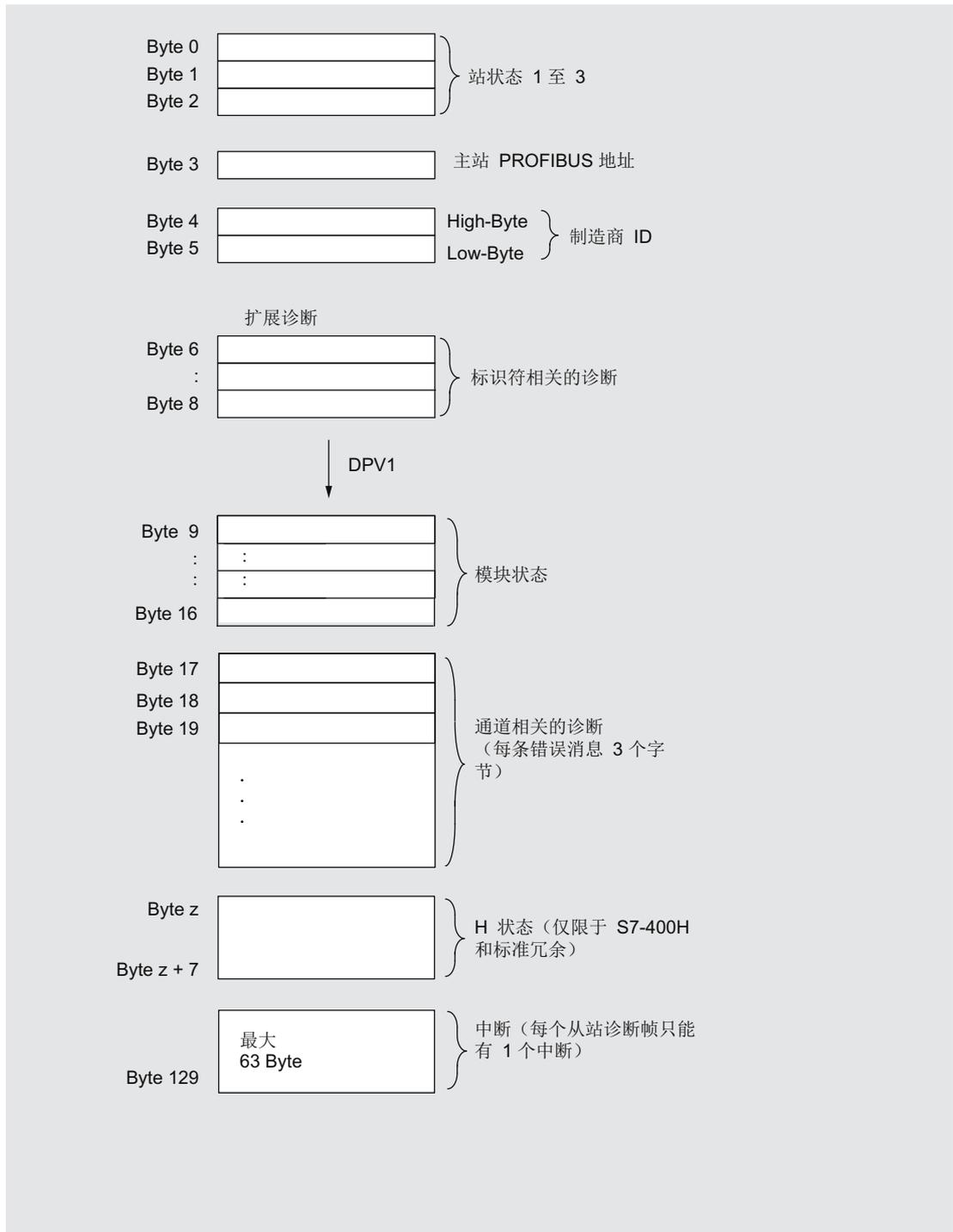


图 8-1 IM 650 从站诊断的结构

符合标准的从站诊断

IM 650 提供了符合标准的从站诊断。

在此，可以在诊断帧中找到模块状态和特定于通道的诊断等详细信息（请参见上图）。

为了能够使用通道相关诊断，必须通过 I/O 模块的参数分配激活诊断中断。

### 说明

#### 扩展诊断

如果在 ET 200PA SMART 运行期间先启用了模块的诊断中断功能，则未决的通道错误将不会立即输入到诊断帧中。只有触发了启用该功能后所生成的模块的第一个诊断中断后，未决的通道错误才会输入到诊断帧中。

## 8.3.2 站状态 1 至 3

### 定义

站状态 1 至 3 提供了 DP 从站状态的总览。

### 站状态 1

表格 8-2 站状态 1 的结构(字节 0)

位	含义	原因/解决方法
0	1: DP 主站无法寻址 DP 从站。DP 从站中该位始终为 0。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DP 从站上设置的 PROFIBUS 地址是否正确？</li> <li>• 是否连接了总线连接器？</li> <li>• DP 从站的电压是多少？</li> <li>• RS 485 中继器的设置是否正确？</li> <li>• 是否复位了 DP 从站（打开/关闭）？</li> </ul>
1	1: DP 从站尚未准备好进行交换数据。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 等待 DP 从站启动完毕。</li> </ul>
2	1: DP 主站发送到 DP 从站的组态数据与 DP 从站的实际组态不匹配。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在组态软件中输入的站类型或 DP 从站的组态是否正确？</li> </ul>
3	1: 外部诊断可用。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 评估标识符相关的诊断、模块状态和/或通道相关的诊断。消除所有错误后，位 3 即会复位。在上面所示的诊断字节中，出现新的诊断消息时该位复位。</li> </ul>
4	1: DP 从站不支持请求的功能。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查组态。</li> </ul>
5	1: DP 主站无法解释 DP 从站的响应。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查总线组态。</li> </ul>

8.3 S7 诊断

位	含义		原因/解决方法
6	1:	DP 从站类型与软件组态不相符。	<ul style="list-style-type: none"> <li>是否已在组态软件中输入了正确的站类型？</li> </ul>
7	1:	DP 从站参数已由其它 DP 主站（不是当前对该 DP 从站具有访问权限的 DP 主站）分配。	<ul style="list-style-type: none"> <li>在通过编程设备或其它 DP 主站访问 DP 从站的情况下，该位始终为 1。 组态 DP 从站的 DP 主站的 PROFIBUS 地址位于“主站 PROFIBUS 地址”诊断字节中。</li> </ul>

站状态 2

表格 8-3 站状态 2 的结构(字节 1)

位	含义	
0	1:	必须重新分配 DP 从站的参数。
1	1:	从站处于启动阶段。
2	1:	DP 从站中该位始终为“1”。
3	1:	已为此 DP 从站启用响应监视。
4	1:	DP 从站已接收到“FREEZE”控制命令。
5	1:	DP 从站已接收到“SYNC”控制命令。
6	0:	该位始终为 0。
7	1:	DP 从站被取消激活，即已将其从当前处理中移除。

站状态 3

表格 8-4 站状态 3 的结构(字节 2)

位	含义	
0 到 6	0:	该位始终为“0”。
7	1:	通道相关的诊断消息数量超过诊断帧中可以表示的消息数量。

### 8.3.3 主站 PROFIBUS 地址

#### 定义

主站 PROFIBUS 地址诊断字节中存储了 DP 主站的 PROFIBUS 地址：

- 已组态 DP 从站并且
- 对该 DP 从站具有读写访问权限。

主站 PROFIBUS 地址位于从站诊断的字节 3 中。

#### 字节 3 中的 FF<sub>H</sub>

如果将字节 3 中的 FF<sub>H</sub> 值作为主站 PROFIBUS 地址，则 DP 主站尚未组态 DP 从站。

### 8.3.4 制造商 ID

#### 定义

制造商 ID 包含描述 DP 从站类型的代码。

#### 制造商 ID

表格 8-5 制造商 ID 的结构（字节 4、5）

字节 4	字节 5	制造商 ID
81 <sub>H</sub>	BB <sub>H</sub>	IM 650

8.3 S7 诊断

8.3.5 评估从站诊断

下图显示了以系统方式评估从站诊断的步骤。

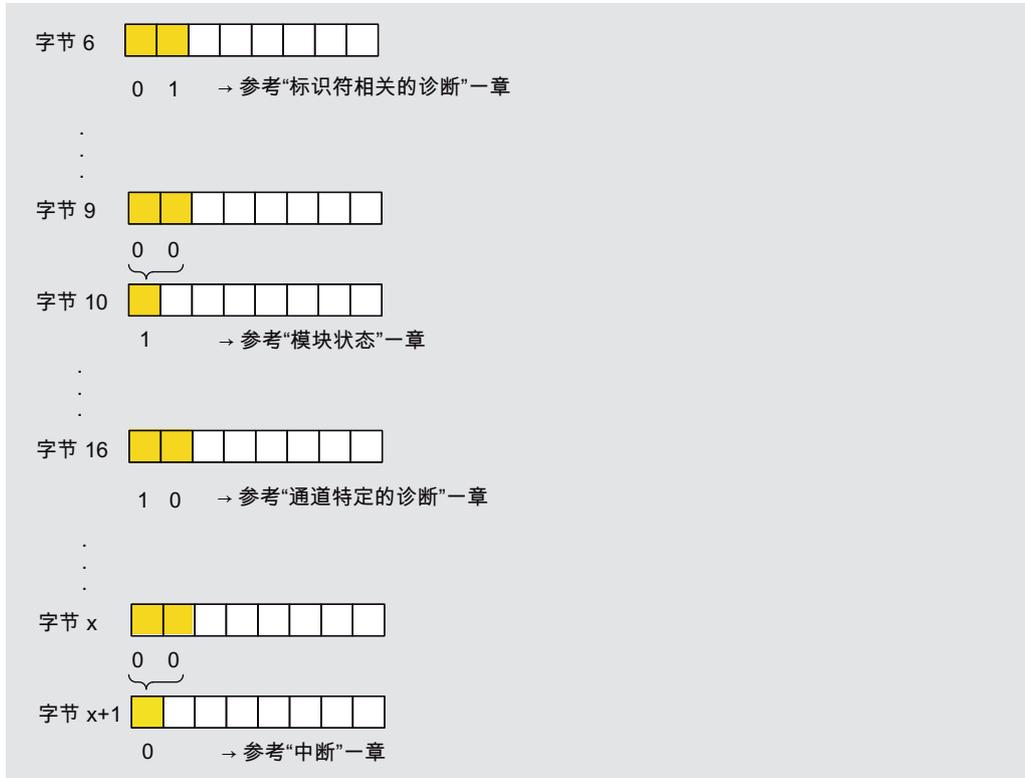


图 8-2 评估从站诊断

8.3.6 标识符相关的诊断

定义

标识符相关的诊断可指示 ET 200PA SMART 的模块是否发生故障。标识符相关的诊断从字节 6 开始，包含 3 个字节。

### 标识符相关的诊断的结构

ET 200PA SMART 的标识符相关诊断的结构如下：

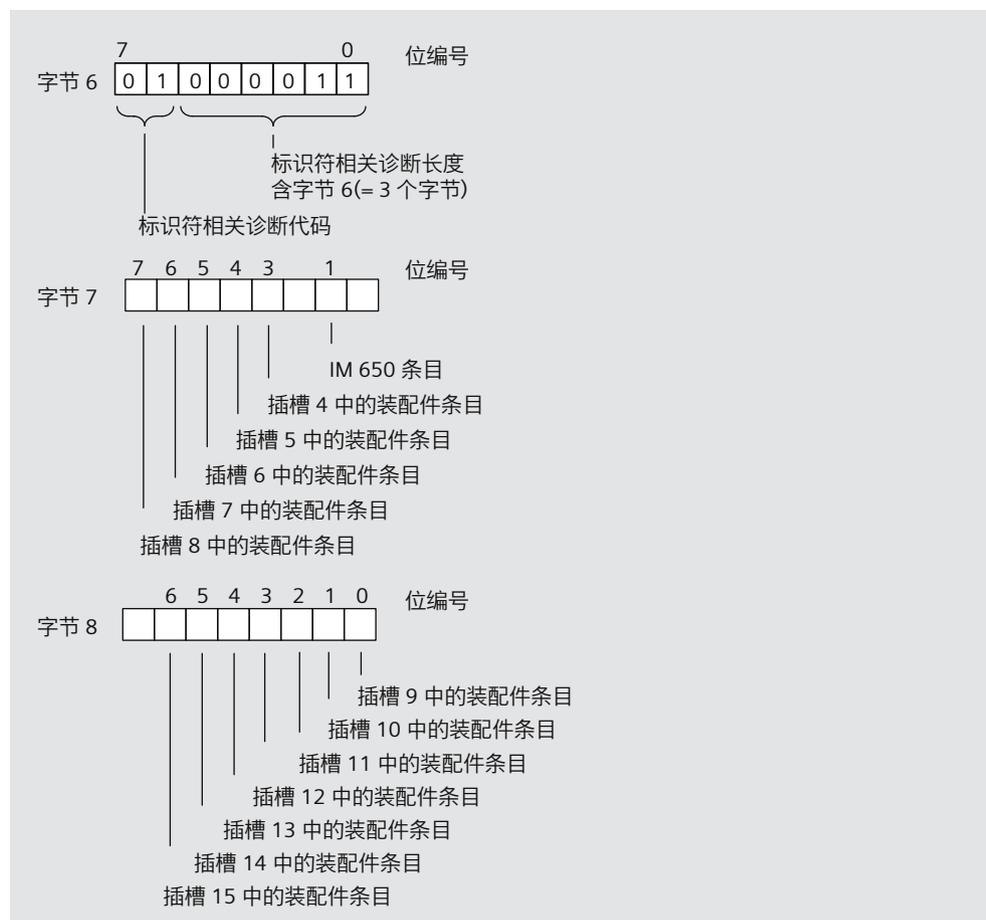


图 8-3 标识符相关的诊断的结构

在以下条件下，会设置插槽 x 中模块的条目：

- 模块已拔出
- 未组态模块已拔出
- 无法访问已插入的模块
- 模块指示诊断中断
- 尽管在组态中启用了“运行时更换模块”(Module replacement in runtime)，但 ET 200PA SMART 未组态为带有有源总线元件。在此情况下，IM 650 将为站中的所有模块置位此位。

8.3 S7 诊断

8.3.7 模块状态

定义

模块状态反映所组态模块的状态，并展示与组态有关的标识符相关诊断的详细信息。模块状态在标识符相关的诊断数据后开始，由 8 个字节组成。

模块状态

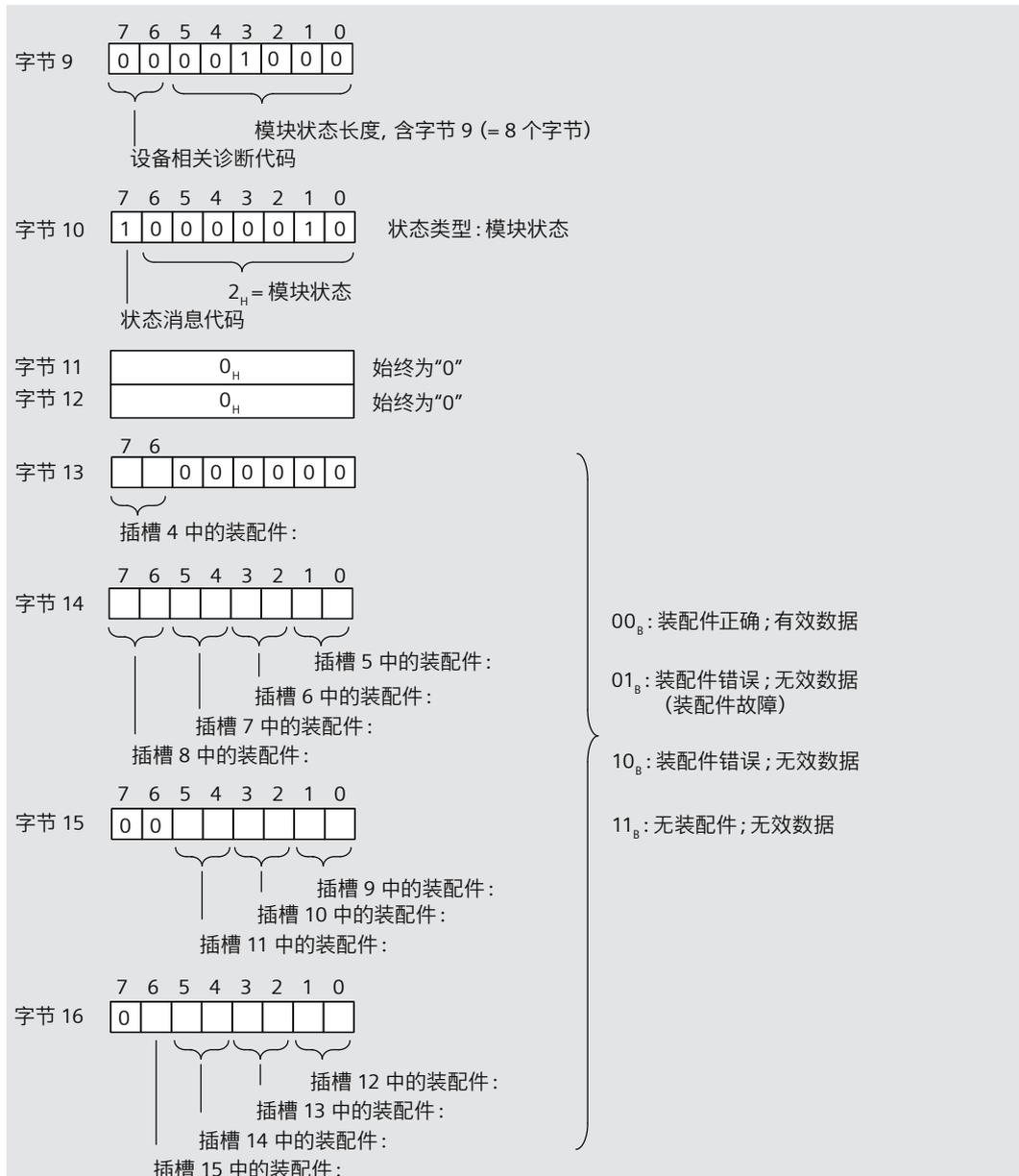


图 8-4 ET 200PA SMART 的模块状态的结构

### 8.3.8 特定于通道的诊断

#### 定义

通道相关的诊断提供有关模块的通道错误的信息，并展示标识符相关诊断的详细信息。

通道相关的诊断信息在模块状态之后。

通道相关的诊断并不影响模块状态。

---

#### 说明

##### 激活诊断中断

必须在相应模块的参数分配对话框中激活各模块的诊断中断！

---

#### 通道相关的诊断

通道相关诊断的最大数量受从站诊断最大总长度（96 字节）的限制。从站诊断数据的长度由当前未决的通道相关诊断的数量决定。

---

#### 说明

在通道相关诊断中，仅在通道 0 上映射影响模块所有通道的错误（例如模块的电源发生故障）。

这将减少通道相关的诊断数量并避免“诊断溢出”。

---

通道相关的诊断的结构

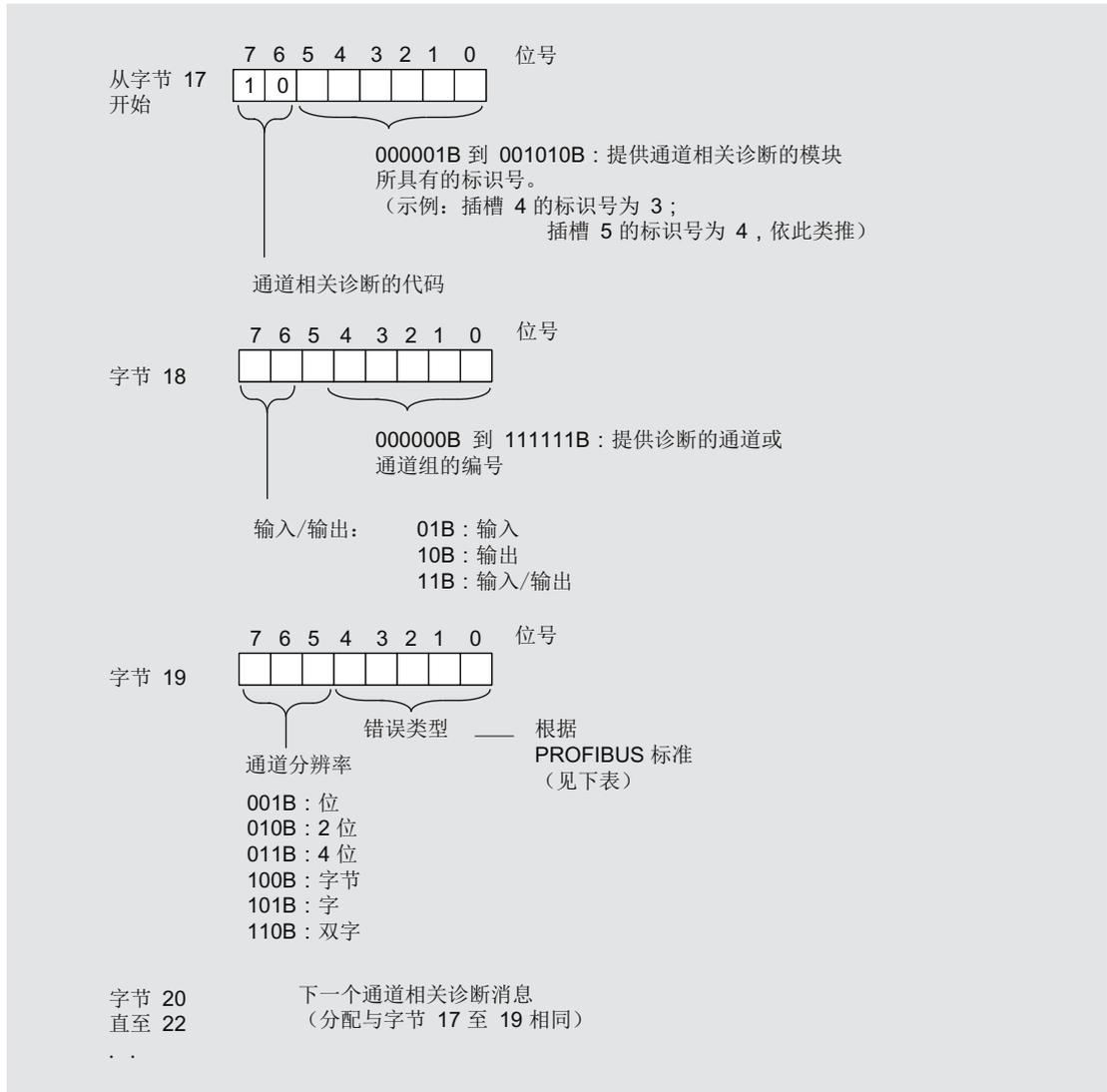


图 8-5 通道相关的诊断的结构

通道相关的诊断溢出

如果未决的通道相关诊断数量超过从站诊断中可显示的诊断数量，则站状态 3 中位 7“诊断溢出”将被置位。

未随帧一同传送的通道相关的诊断不会丢失，而会在目前为止输入到诊断帧中的其它通道相关诊断离开后立即移入从站诊断中。

“诊断拥挤”消除后，位 7“诊断溢出”将复位。

## 通道相关的错误消息

表格 8-6 符合 PROFIBUS 标准的通道相关诊断的错误类型

错误类型	错误文本	含义	解决方法	
00000 <sub>B</sub>	0 <sub>D</sub>	保留		
00001 <sub>B</sub>	1 <sub>D</sub>	短路	短路，例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• P 电位的传感器电缆短路</li> <li>• M 电位的传感器电缆短路</li> <li>• P 电位的输出电缆短路</li> <li>• M 电位的输出电缆短路</li> <li>• 接地的输出电缆短路</li> </ul>	纠正过程布线、M 电路、P 电路
00010 <sub>B</sub>	2 <sub>D</sub>	欠压	供电电压低于容许范围	纠正电源
00011 <sub>B</sub>	3 <sub>D</sub>	过压	供电电压超出容许范围	纠正电源
00100 <sub>B</sub>	4 <sub>D</sub>	过载	输出级过载	纠正调谐模块/执行器
00101 <sub>B</sub>	5 <sub>D</sub>	过热	输出级过载并且过热	纠正调谐模块/执行器
00110 <sub>B</sub>	6 <sub>D</sub>	断路	断路，例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 至传感器的信号线中断</li> <li>• 自执行器的信号线中断</li> <li>• 传感器电源线断路</li> </ul>	纠正过程布线
00111 <sub>B</sub>	7 <sub>D</sub>	超出上限	值超出上限	纠正调谐模块/执行器
01000 <sub>B</sub>	8 <sub>D</sub>	超出下限	值低于下限	纠正调谐模块/执行器
01001 <sub>B</sub>	9 <sub>D</sub>	错误	错误，例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 输出端上的负载电压</li> <li>• 传感器电源</li> <li>• 模块中的硬件错误</li> <li>• 接触器被锁死或被卡住</li> <li>• 开关元件已达使用寿命</li> </ul>	更换模块
01010 <sub>B</sub> 到 01111 <sub>B</sub>	10 <sub>D</sub> 到 15 <sub>D</sub>	保留		

8.3 S7 诊断

表格 8-7 通道相关诊断的错误类型 - 制造商特定

错误类型	错误文本	含义	解决方法	
10000 <sub>B</sub>	16 <sub>D</sub>	参数分配错误	参数分配错误，例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 模块无法使用参数（未知的、无效的组合等）</li> <li>• 未分配模块参数</li> <li>• 用户校准与参数分配不一致</li> <li>• 校准错误</li> </ul>	纠正参数分配
10001 <sub>B</sub>	17 <sub>D</sub>	无传感器或负载电压	可能缺少下列电压： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 外部电源电压</li> <li>• 运行模块所需的电压</li> </ul>	纠正过程布线
10010 <sub>B</sub>	18 <sub>D</sub>	熔断器有故障	可由用户更换的熔断器已熔断	更换保险丝
10011 <sub>B</sub>	19 <sub>D</sub>	通信错误	常规通信错误 对于 HART 模块：与 HART 现场设备之间的通信存在错误	检查 HART 现场设备，检查接线情况
10100 <sub>B</sub>	20 <sub>D</sub>	接地错误	接地错误（共模错误），例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在非隔离通道情况下超出了允许的共模电压</li> <li>• 隔离通道情况下 M 电缆破裂</li> </ul>	纠正过程布线
10101 <sub>B</sub>	21 <sub>D</sub>	参考通道故障	参考通道上的错误	更换参考通道模块
10110 <sub>B</sub>	22 <sub>D</sub>	硬件中断丢失	至少有一个硬件中断无法指示 对于 HART 模块：可提供 HART 现场设备的其它状态信息	纠正调谐程序/过程/模块
10111 <sub>B</sub>	23 <sub>D</sub>	警告	如果超出下列限制值： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 速度</li> <li>• 负载电流</li> </ul> 则可能出现警告 对于 HART 模块：HART 现场设备的维护请求	纠正调谐程序/过程/模块
11000 <sub>B</sub>	24 <sub>D</sub>	脱扣	例如，脱扣可能是： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 由于短路、不对称、接地故障导致的断路器脱扣</li> <li>• 热敏电阻器脱扣</li> </ul>	如有必要，请排除导致脱扣的原因并确认
11001 <sub>B</sub>	25 <sub>D</sub>	安全脱扣	安全脱扣的触发条件/原因未决	消除脱扣原因

错误类型	错误文本	含义	解决方法	
11010 <sub>B</sub>	26 <sub>D</sub>	外部错误	外部（过程相关）错误，例如： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 传感器错误</li> <li>• 执行器错误</li> <li>• 传感器数据不正确</li> </ul> 对于 HART 模块：HART 现场设备出现故障	更换传感器/ 执行器/纠正过程布线
11011 <sub>B</sub>	27 <sub>D</sub>	不确定错误	不确定错误是无法更详细指定的错误 对于 HART 模块：“组态已更改”(Configuration Changed) 由 HART 现场设备指示	根据错误原因采取不同的措施
11100 <sub>B</sub>	28 <sub>D</sub>	保留		
11101 <sub>B</sub>	29 <sub>D</sub>	执行器/传感器中的错误 1	连接到模块的现场设备中的错误 1 对于 HART 模块：HART 主变量超出限制	根据错误消息在执行器/传感器中进行纠正
11110 <sub>B</sub>	30 <sub>D</sub>	执行器/传感器中的错误 2	连接到模块的现场设备中的错误 2 对于 HART 模块：至少有一个 HART 辅助变量超出限值	根据错误消息在执行器/传感器中进行纠正
11111 <sub>B</sub>	31 <sub>D</sub>	通道/模块暂时不可用	例如，由于校准、固件更新、手动模式等原因。	根据错误原因采取不同的措施； 例如等待直到初始功能（校准、固件更新）完成。

## 参见

从站诊断的结构 (页 103)

### 8.3.9 H 状态，仅限冗余配置

#### 要求

IM 650 只有在冗余组态的 CPU 410 中运行时才提供 H 状态。

8.3 S7 诊断

H 状态的结构

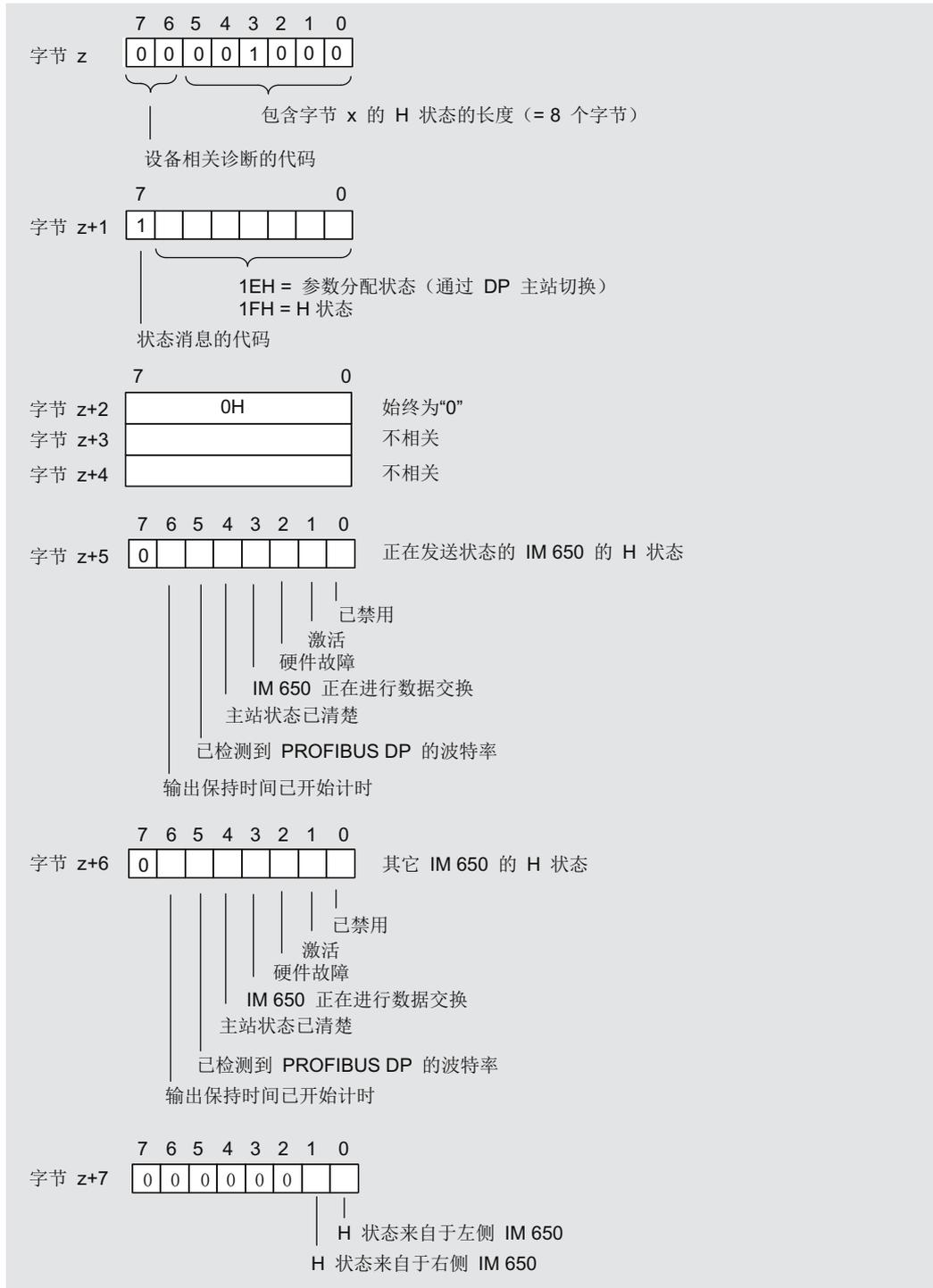


图 8-6 H 状态的结构

## 8.3.10 中断

### 定义

从站诊断信息的中断部分包含中断类型信息以及相应中断的引发原因信息。

中断部分最多由 29 个字节组成。通过从站诊断信息最多可指示一个中断。

### 在诊断帧中的位置

中断部分在从站诊断数据中的位置取决于通道相关诊断的数量。中断部分始终是诊断帧的最后一部分

### 内容

中断信息的内容取决于中断类型：

对于**诊断中断**，SIMATIC S7 的诊断数据记录 1（例如 16 个字节）将作为附加中断信息（从字节  $x+4$  开始）进行发送。可在下面的图中了解这些字节对数字和模拟模块的含义。

对于**硬件中断**，附加的中断信息的长度为 4 个字节。可通过下面的图例了解这些字节的含义。在循环中断结束处，这些字节始终为  $FF_{H}$ 。

对于**插拔中断**，附加的中断信息的长度为 5 个字节。可通过下面的图例了解这些字节的含义。

### 插拔中断，运行时更换模块

ET 200PA SMART 若是组态了有源总线模块，通过激活“运行时更换模块”(Module replacement in runtime) 参数，可通过插拔中断指示 IM 650 的插拔模块事件。

如果禁用“运行时更换模块”(Module replacement in runtime)，这些事件将仅映射到标识符相关的诊断和模块状态中。

### 诊断中断

如果出现模块的通道/通道组 0 的诊断事件，则除了有通道故障外**还可能**存在模块故障。在此情况下，即使尚未为模块的通道 0/通道启用特定的通道诊断，也将生成相应条目。

### 中断部分的结构

ET 200PA SMART 中断部分的结构如下：

字节  $x$  到  $x+3$  告知**中断类型**。



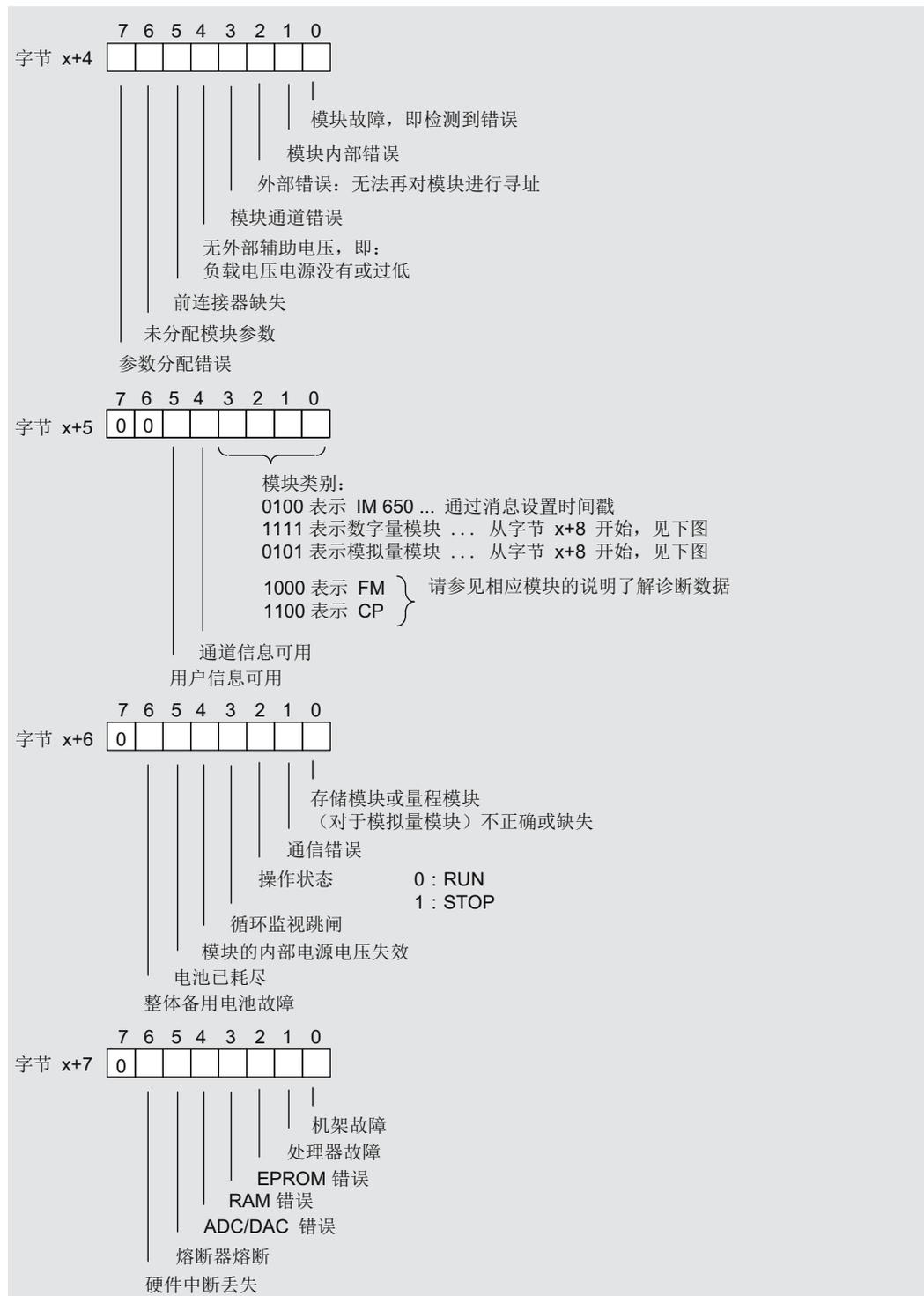


图 8-8 有关数字和模拟模块的诊断中断的附加中断信息

8.3 S7 诊断

中断详情

自 x+8 开始的字节告知**中断详情**。对于此处未列出标识符（字节 x+8）的模块，可从相应的模块文档中获取其中断详情。

说明

通道故障矢量（字节 x+11）至少 1 个字节。对于具有 8 个以上通道的模块，通道故障矢量会相应占用多个字节。

如果存在其它通道类型，首条诊断数据记录后将跟随下一通道类型的记录，并且结构完全相同。

带数字输入的模块中断的详细信息

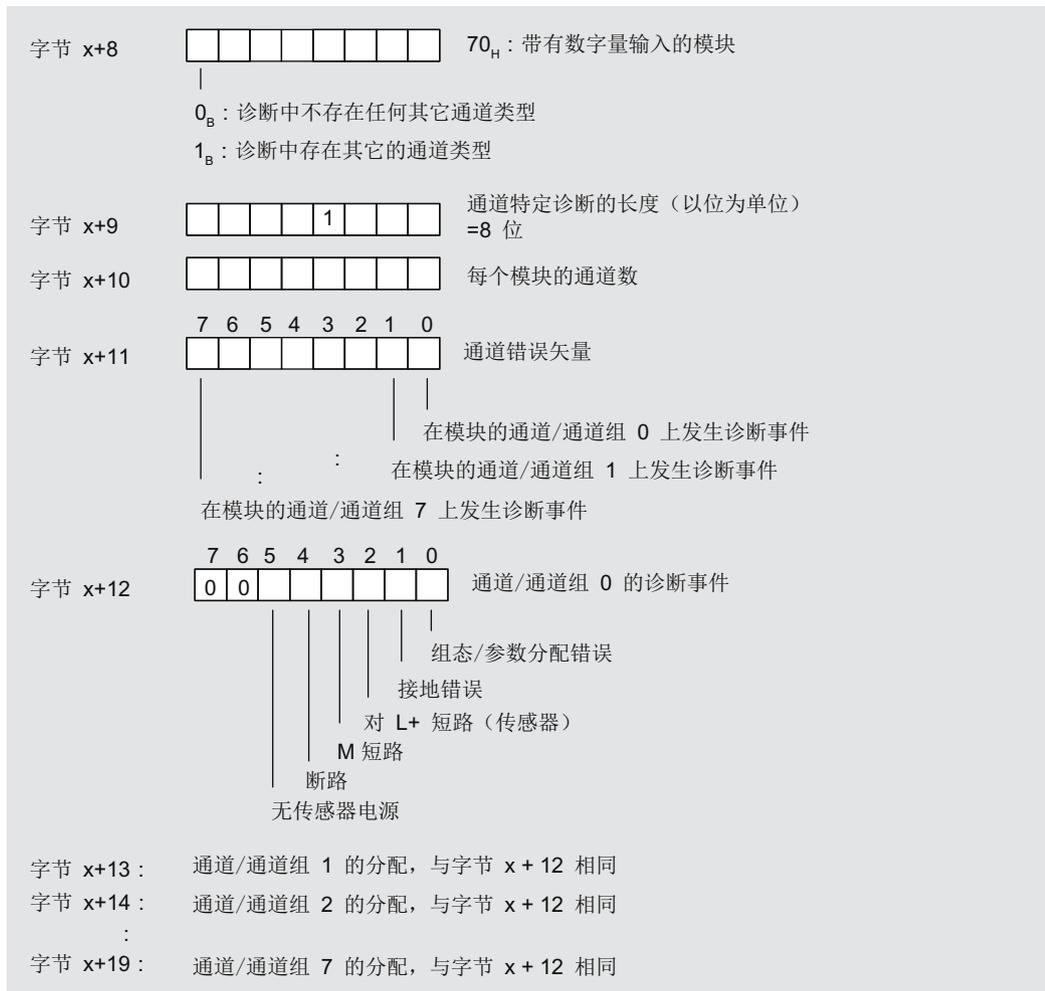


图 8-9 诊断中断自字节 x+8 开始的结构（数字量输入）

带数字输出的模块中断的详细信息

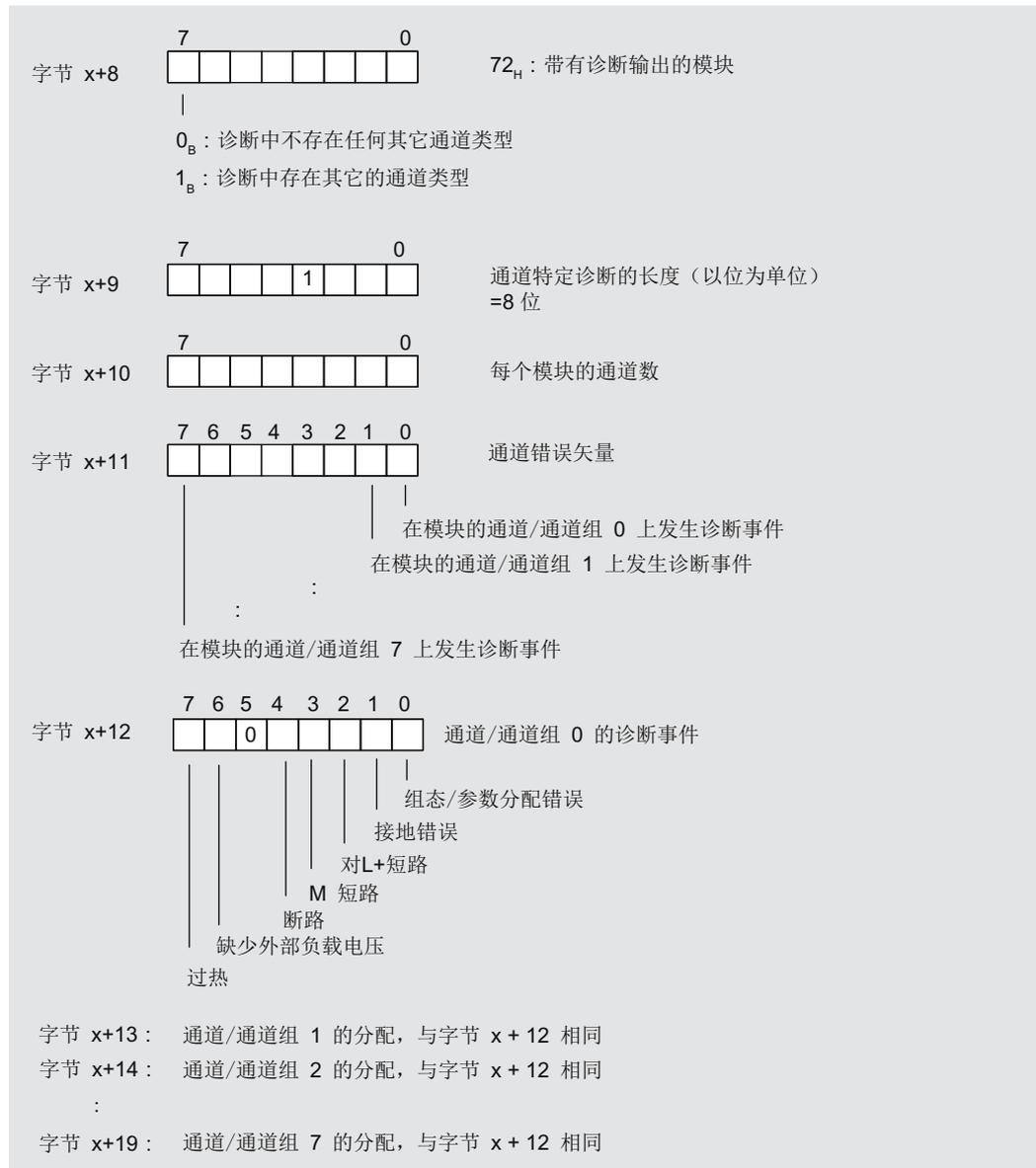


图 8-10 诊断中断自字节 x+8 开始的结构 (数字量输出)

8.3 S7 诊断

带模拟输入的模块中断的详细信息

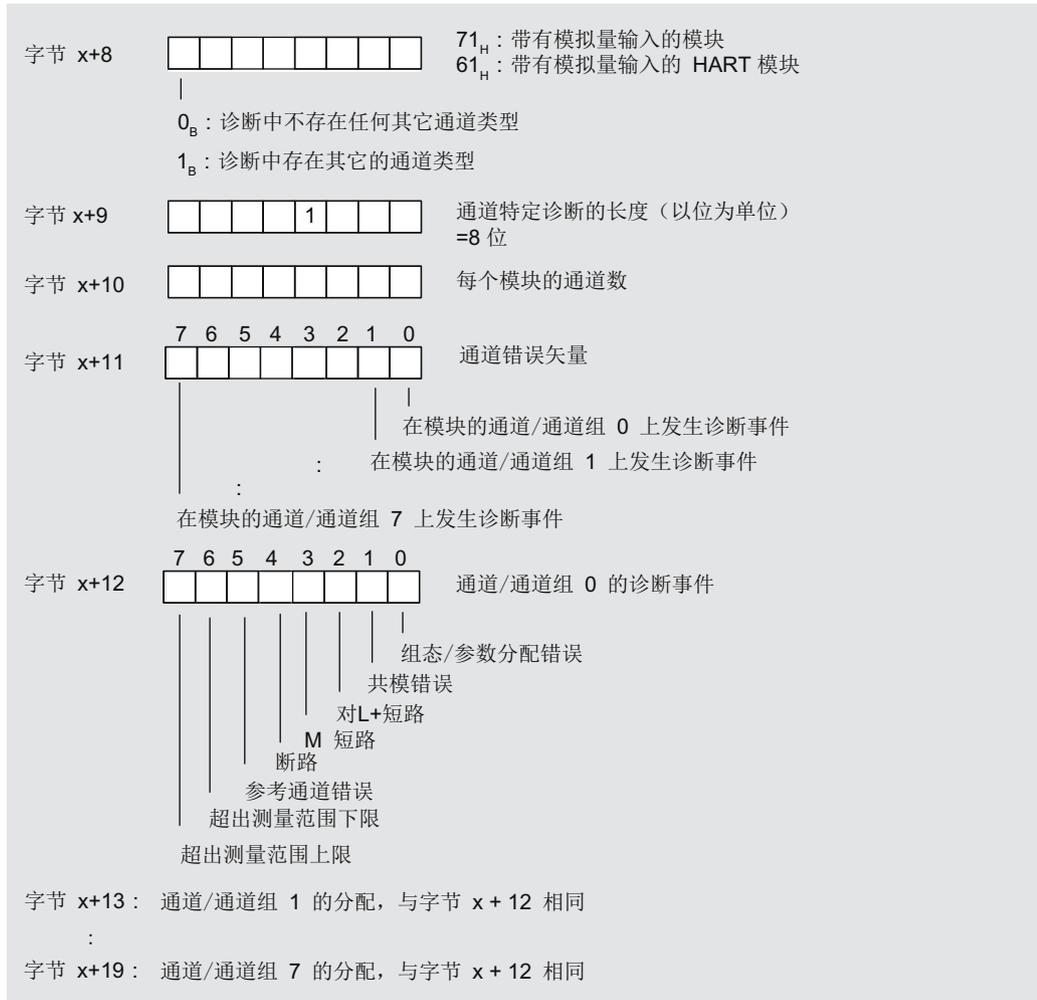


图 8-11 诊断中断自字节 x+8 开始的结构 (模拟量输入)

### 带模拟输出的模块中断的详细信息

对于不足 8 个通道/通道组的模块，不存在的通道/通道组的相应诊断事件字节将始终为 00H。

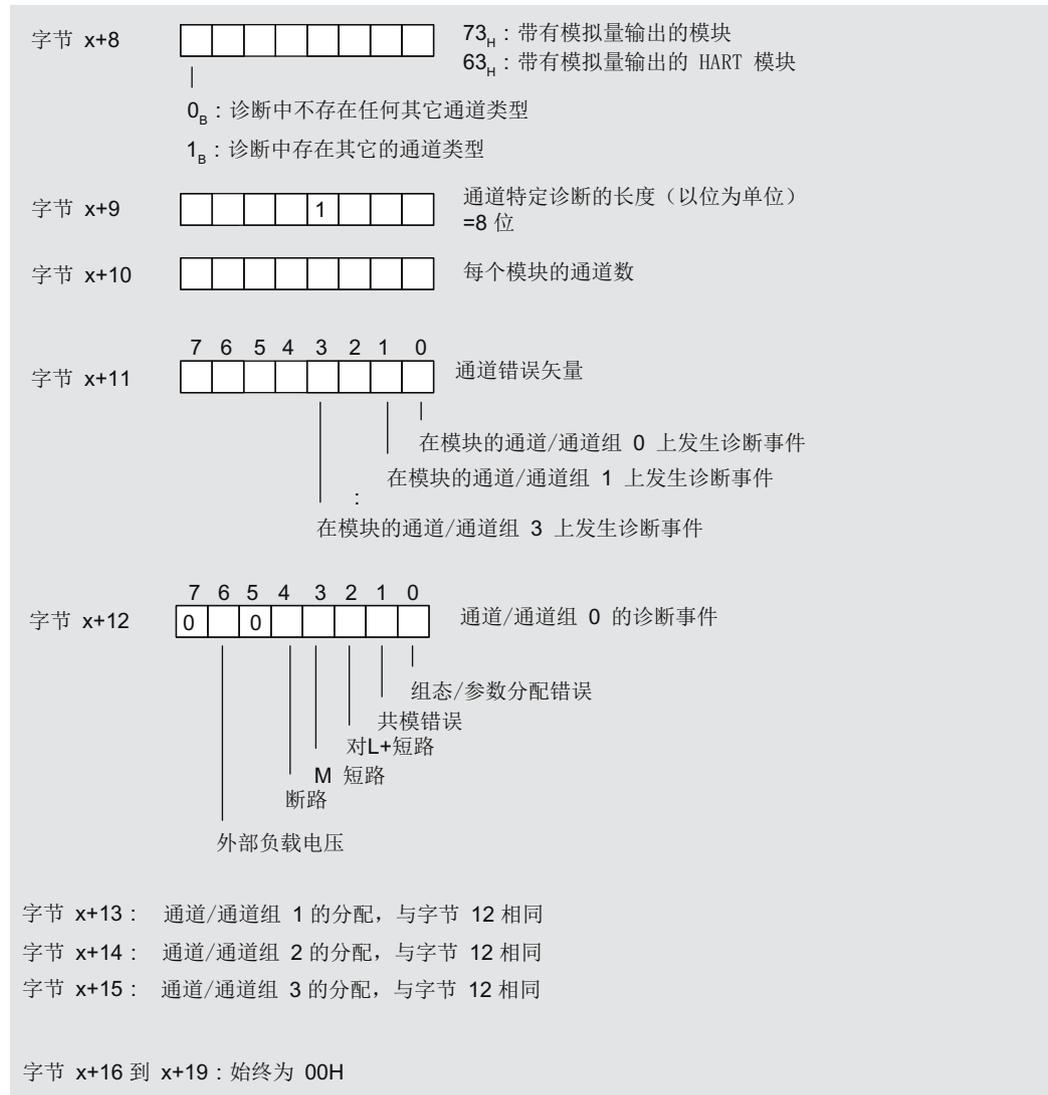


图 8-12 诊断中断自字节 x+8 开始的结构 (模拟量输出)

8.3 S7 诊断

带 HART 的输入或输出模块的中断详情

对于有 8 个通道的模块，存在通道 4...7 的诊断事件，因此具有字节 x+20 到 x+27。

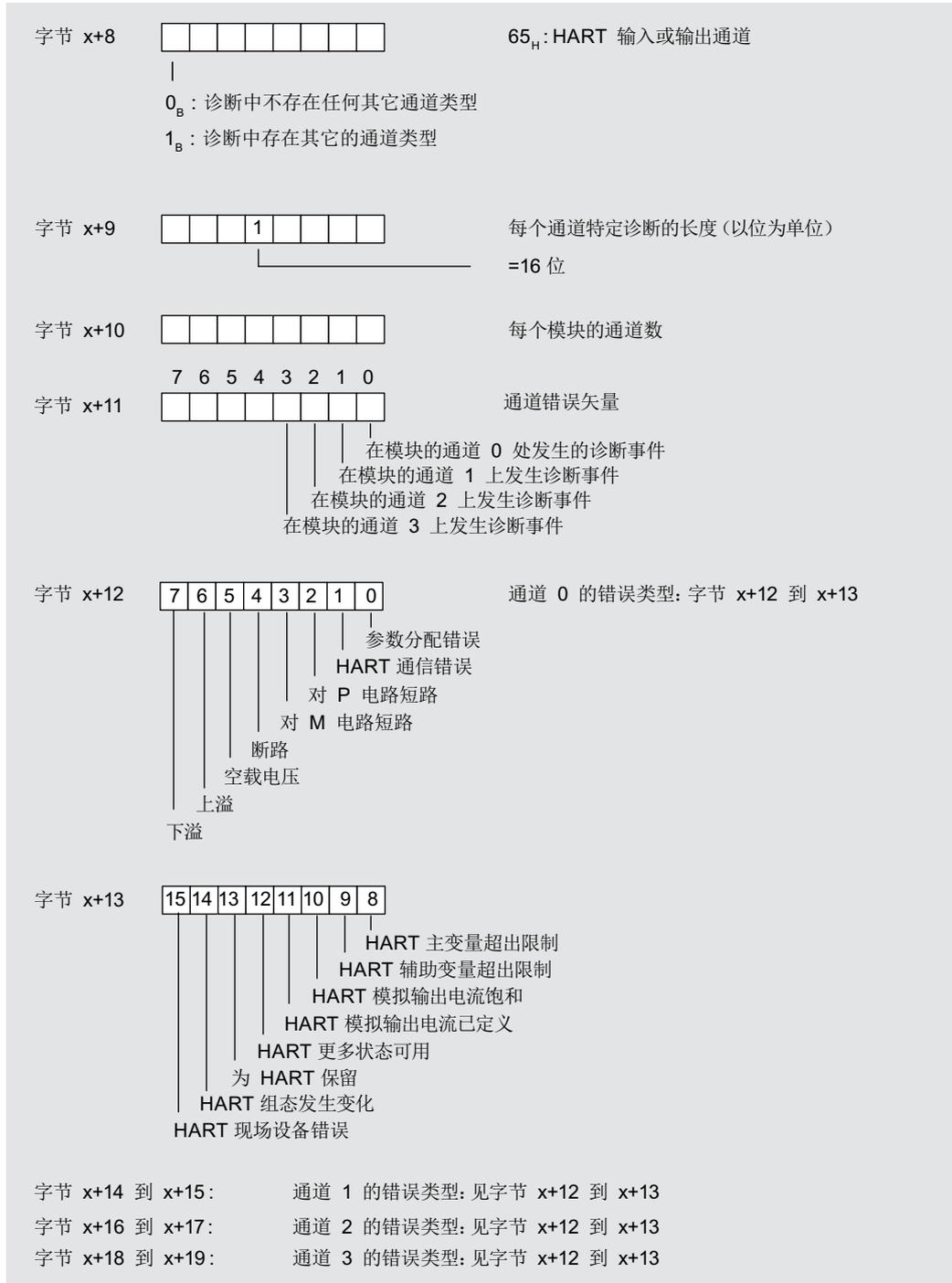


图 8-13 诊断中断从字节 x+8 开始的结构 (带有 HART 的输入或输出模块)

### 数字输入信号中带时间戳的硬件中断

如果 IM 650 指示硬件中断（字节 x+2 的插槽编号 = 2），表明至少存在 1 条数据记录，其中包含有关时间戳信号变化的消息或有关特殊消息的消息。

该数据记录可通过 PCS 7 块进行读取和评估，以便处理时间戳信号（请参见 PCS 7 文档）。

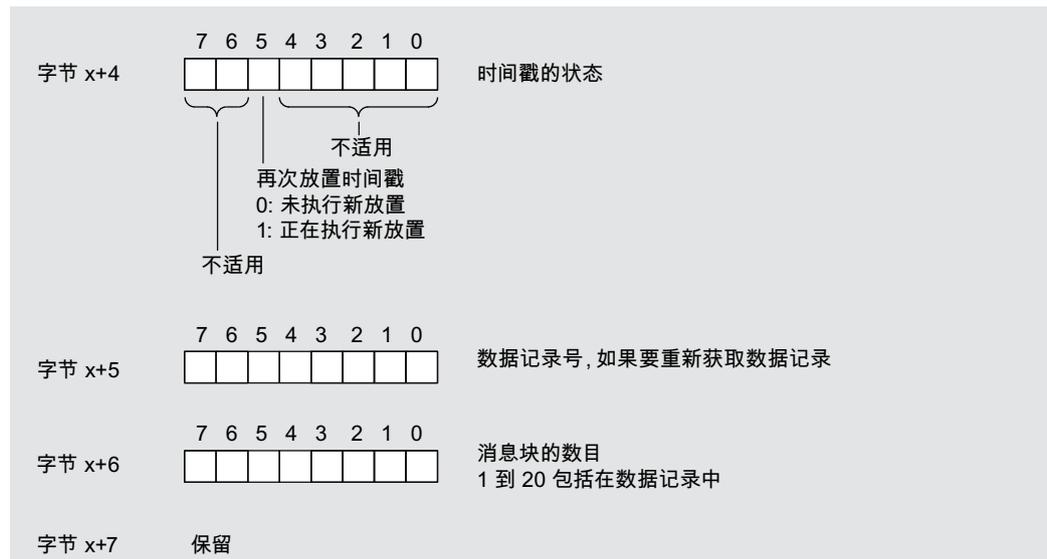


图 8-14 硬件中断从字节 x+4 开始的结构（时间戳）

### 模拟输入模块的硬件中断

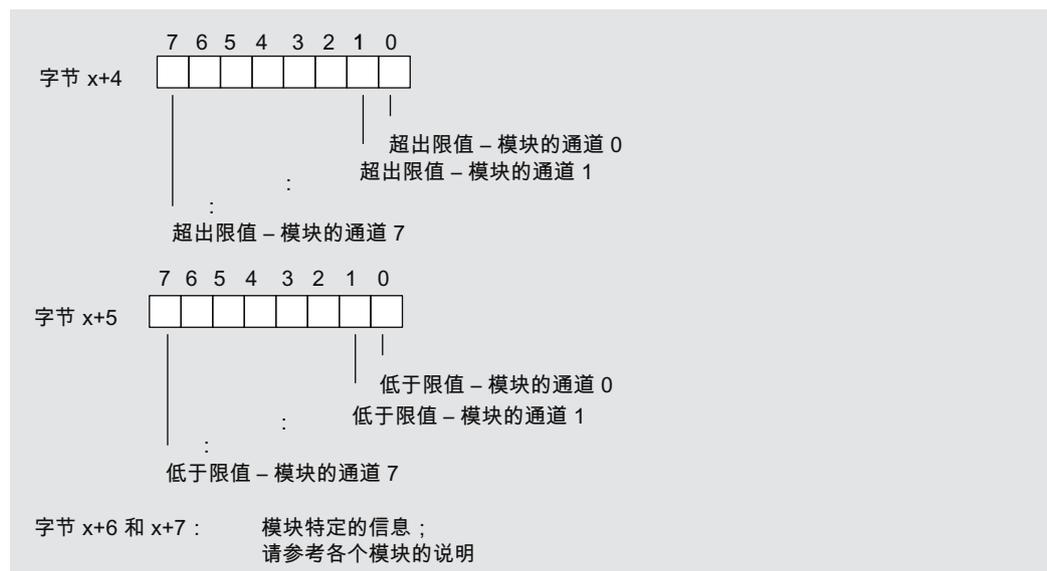


图 8-15 硬件中断从字节 x+4 开始的结构（模拟量输入）

8.3 S7 诊断

数字输入模块的硬件中断

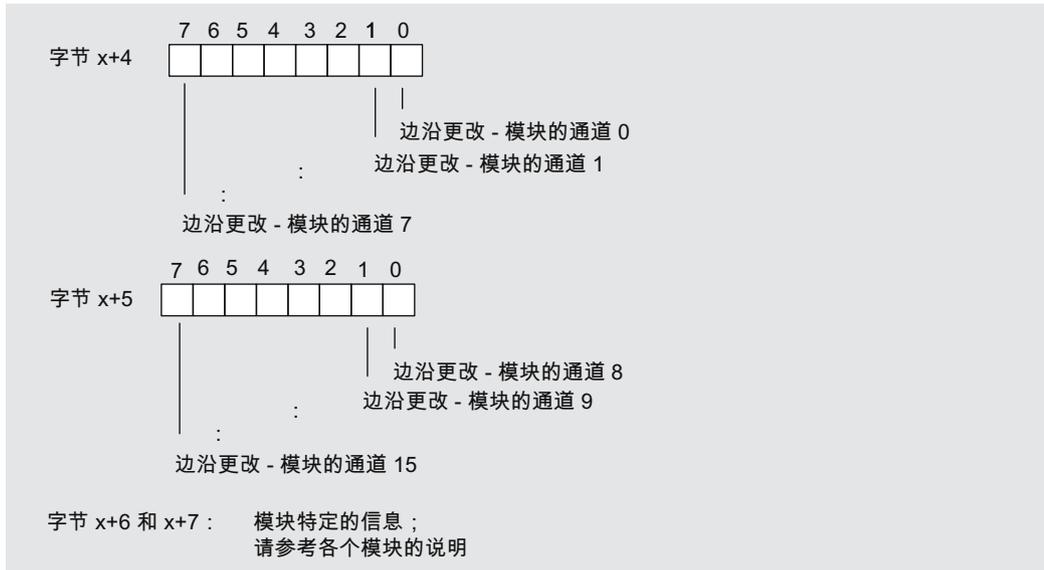


图 8-16 硬件中断从字节 x+4 开始的结构（数字量输入）

插拔中断

从字节 x+1 中的中断类型可以判断是否已插入或拔出模块。

字节 x+4 到 x+8 包含一个内部标识符（模块标识符），用于指示已插入或拔出的模块。

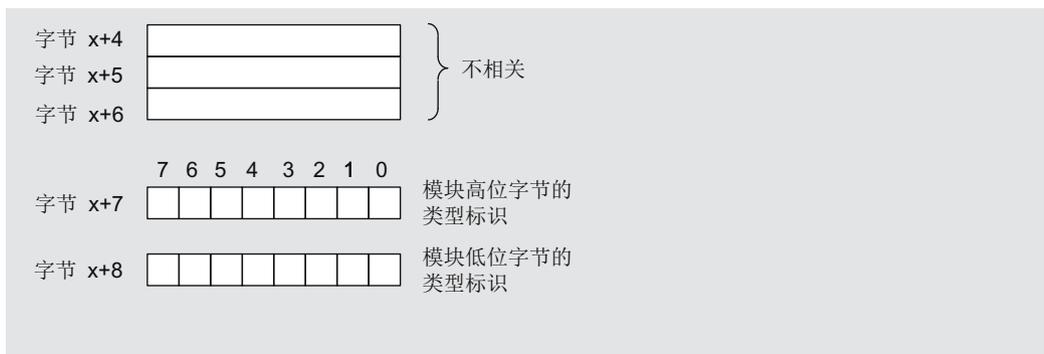


图 8-17 插拔中断从字节 x+4 开始的结构

参见

从站诊断的结构 (页 103)

用于“运行期间更换”和/或“冗余”功能的模块的排列 (页 28)

### 8.3.11 评估设备相关诊断的中断

设备相关诊断的结构与中断部分的结构相同。

#### 中断

ET 200M SMART 支持下列中断：

- 诊断中断
- 插拔中断

您可在 DP 主站中评估这些中断。如果出现中断，在主 CPU 中将自动执行中断 OB（请参见“S7-300/400 的系统和标准功能 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/1214574>)”编程手册）。

#### 插拔中断

只有在“运行时更换模块”(Module replacement in runtime) 参数已启用时，才可在 ET 200PA SMART 系统中插拔模块。如果在“运行时更换模块”(Module replacement in runtime) 参数未启用时拔出模块，则整个 ET 200PA SMART 站都将失效。

如果在已启用“运行时更换模块”(Module replacement in runtime) 参数的情况下使用 ET 200PA SMART，则系统将按如下方式工作：

- 若是拔出模块，IM 650 会向 DP 主站报告拔出中断，从而该主站执行 OB 83。用户需要在 OB 83 中为模块拔出事件编程所需的响应方式。  
对于 I/O 访问，将在 DP 主站 CPU 中调用 OB 122（I/O 访问错误）。
- 如果插入一个与组态匹配的模块，IM 650 向 DP 主站报告插入中断（调用带有相应诊断缓冲区条目的 OB 83），并依照保存的组态分配模块参数。
- 如果向未组态的插槽中插入一个模块，或者插入的模块与组态不匹配，则 IM 650 会报告插入中断，并且所插入的模块将被忽略。
  - 借助标识符相关的诊断，用户可读取插入了错误模块的插槽。
  - IM 650 通过 SF LED 指示错误。

---

#### 说明

至多容许拔出和插入期间的干扰持续 1 秒钟。也就是说，如果发生此类干扰，在容许时间内不会改变输出值。

---

### 8.3 S7 诊断

#### 备份诊断信息

根据字节  $x+1$  的情况，设备相关的诊断内容将因为以下原因需要传送到数据块

- 中断周期性更新。
- 自字节  $x+3$  开始的诊断信息内容取决于报告的是诊断中断、硬件中断还是插拔中断。

---

#### 说明

为通过设备相关诊断来评估诊断中断和硬件中断，必须在用户程序中定期查询设备相关诊断的相应位。

---

#### 参见

标识符相关的诊断 (页 108)

中断 (页 117)

## 接口模块 IM 650

### 技术规范

本部分提供有关以下内容的信息：

- IM 650 接口模块的参数
- IM 650 接口模块的技术规范
- 有关 ET 200PA SMART 站典型响应时间的技术规范
- IM 650 接口模块的尺寸图
- IM 650 接口模块的方框图

### ET 200 PA SMART 模块

有关 ET 200PA SMART 模块的方框图和技术规范的信息，以及相应的尺寸图，请参见第 10 部分中相应 I/O 模块的说明。

### 参考手册

“S7-300 自动化系统，模块规范 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>)”参考手册中包含 S7-300 系列模块的以下内容：

- 技术规范
- 常规技术规范，如有关模块抗干扰的规范以及机械、气候环境条件的规范。

## 9.1 IM 650 的参数

### 参数分配

可通过 *HW Config* 的参数分配对话框为 IM 650 或 ET 200PA SMART 分配参数。

表格 9-1 IM 650 的参数

参数	取值范围	默认设置	范围
在预设 ≠ 实际组态时启动?	是/否	是	ET 200PA SMART
“在运行时更换模块”?	是/否	是	ET 200PA SMART
时间同步	是/否	否	ET 200PA SMART
同步间隔	1 s 到 60 s (值必须对应于时钟主站中的设置)	10 s	ET 200PA SMART

### 时间戳参数

通过 *HW Config* 在 DP 从站属性中分配时间戳参数，并在模块属性中为相应的数字量输入模块分配参数。

表格 9-2 时间戳参数

参数	取值范围	默认设置	范围
时间戳	是/否	否	S7-300 模块/通道
边缘评估	上升沿/ 下降沿	上升沿	S7-300 模块/通道

## 9.2 IM 650 的技术规范

技术规范	IM 650
制造商 ID	81BB <sub>H</sub>
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
近似重量	360 g
PROFIBUS DP 接口	

技术规范	IM 650
波特率	最高 12 兆波特
波特率搜索	支持
接口	RS 485
FREEZE 功能	支持
SYNC 功能	支持
PROFIBUS 地址	允许：1 到 125
在运行时更改设备	支持
<b>时间同步/时间戳</b>	支持
• 精确度类别	10 ms/1 ms
• 时间分辨率	466 ps
• 数字输入信号数	最多 128 个，每个插槽最多 32 个
• 消息缓冲区	15 个消息缓冲区，每个最多容纳 20 条消息
• 消息缓冲区中有消息时发送消息的时间间隔	1 s
• 时间戳	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 每个数字输入</li> <li>• 每个数字输入模块</li> <li>• 整个 ET 200PA SMART</li> </ul>
• 以下情况的时间戳	上升沿/下降沿作为到达或离去信号
• 时间格式	RFC 1119 Internet (ISP)
<b>电压、电流、电位</b>	
额定电压	24 V DC (20.4 至 28.8 V DC)
24 V 的电流消耗	最大 650 mA
冲击电流	3.0 A
I/O 总线通电 (为 I/O 模块供电)	最大 1.5 A
$I^2t$	0.1 A <sup>2</sup> s
推荐的电源电缆外部熔断装置	在带有接地参考电位的组态中，冗余接口模块需要保险丝（建议：2.5 A）。
功耗，典型值	5.5 W

IM 650 的尺寸图:

有关该有源总线模块导轨的尺寸图，请参见“S7-300 自动化系统，模块规范 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>)”参考手册。

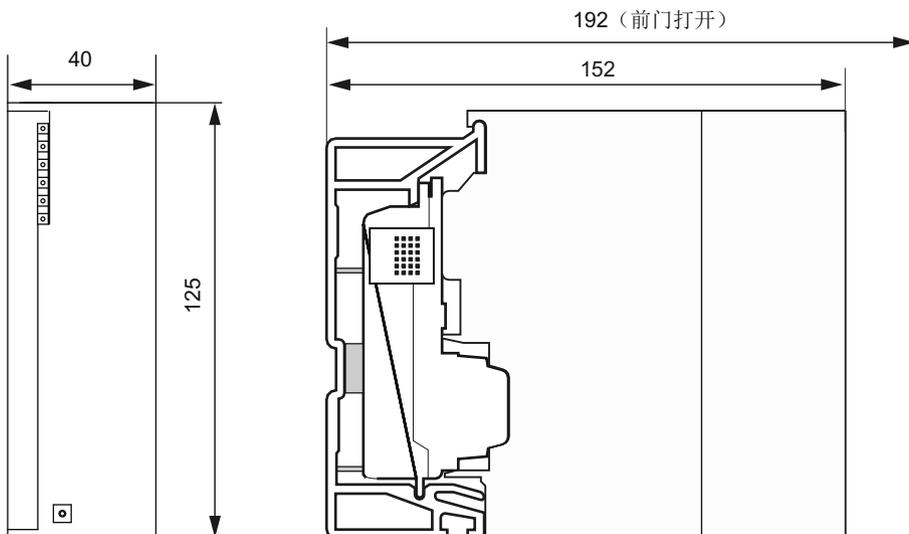


图 9-1 IM 650 的尺寸图

IM 650 的方框图

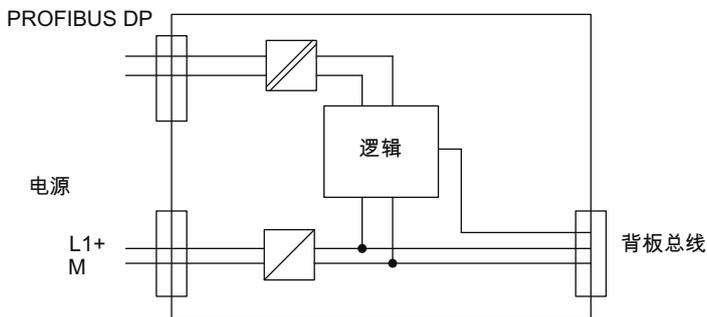


图 9-2 IM 650 的方框图

### 9.3 ET 200PA SMART 的响应时间

#### 响应时间的定义

响应时间是从检测到输入信号到修改关联的输出信号之间的时间。

## 持续时间

响应时间取决于总线组态和 DP 主站。

## 因素

ET 200PA SMART 的响应时间取决于下列因素：

- ET 200PA SMART 的数据处理
- 输入和输出的延迟（请参见“S7-300 自动化系统，模块规范 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>)”参考手册）。

## ET 200PA SMART

ET 200PA SMART 中数据处理的典型时间值为 1 ms。在此期间，会在 IM 650 中处理数据，并在 IM 650 与插入的模块之间传输数据。

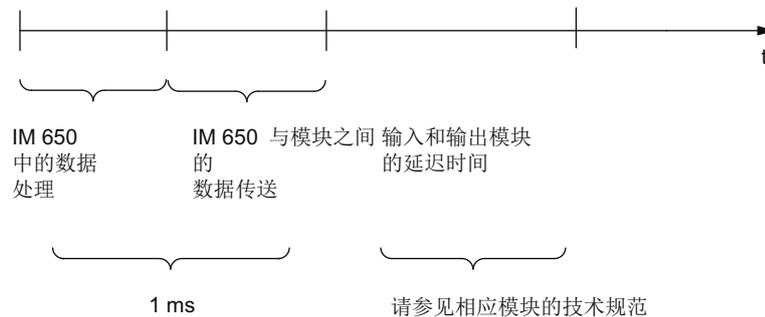


图 9-3 ET 200PA SMART 的响应时间

## 冗余的切换时间

转换时间约为 30 ms。如果设置的看门狗时间大于 30 ms 或 70 ms，则切换时间对应于设置的监视时间。

## 输入/输出模块的延迟时间

输入/输出模块的延迟时间可从模块的技术规范中找到。

有关 S7-300 模块系列中的模块，请参见参考手册“S7-300 自动化系统，模块规范 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>)”。

## 9.4 在危险区域 2 中使用 ET 200PA SMART

请参见产品信息“在区域 2 危险区中使用子部件/模块 (<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/28017422>)”。

## ET 200PA SMART I/O 模块

## 10.1 模块概述

ET 200PA SMART 系统提供以下 I/O 模块：

模块	订货号	部件编号（带防护涂层）
数字量输入模块 DI16xDC24V	6ES7650-8DK70-0A A0	6ES7650-8DK70-1AA0
数字量输入模块 DI32xDC24V	6ES7650-8DK80-0A A0	6ES7650-8DK80-1AA0
数字量输出模块 DO16xDC24V/0.5A	6ES7650-8EK70-0A A0	6ES7650-8EK70-1AA0
数字量输出模块 DO32xDC24V/0.5A	6ES7650-8EK80-0A A0	6ES7650-8EK80-1AA0
模拟量输入模块 AI8x13Bit	6ES7650-8AE60-0A A0	6ES7650-8AE60-1AA0
模拟量输入模块 AI8x16Bit	6ES7650-8AK60-0A A0	6ES7650-8AK60-1AA0
模拟量输入模块 AI16x16Bit	6ES7650-8AK70-0A A0	6ES7650-8AK70-1AA0
模拟量输入模块 AI8xTC/4xRTD	6ES7650-8AR60-0A A0	6ES7650-8AR60-1AA0
模拟量输入模块 AI 8 x 16 位 HART <sup>1</sup>	6ES7650-8AT60-0AA 0	6ES7650-8AT60-1AA0
模拟量输出模块 AO8x12Bit	6ES7650-8BK60-0A A0	6ES7650-8BK60-1AA0
模拟量输出模块 AO 8 x 16 位 HART <sup>1</sup>	6ES7650-8BT60-0AA 0	6ES7650-8BT60-1AA0

<sup>1</sup> 自 PCS 7 V9.0 SP2 以及相应的更新集合开始提供

## 10.1 模块概述

除了表中指定的 ET 200PA SMART I/O 模块外，还可在 ET 200PA SMART 系统中使用以下模块。

- 大量 S7-300 标准 I/O 模块和 HART 模拟量模块也已获得批准，可用于 PCS 7（自 V8.1 起）已发布模块列表中的 ET 200PA SMART。
- 大量计数器模块和点对点连接也已经过批准，可用于 PCS 7（自 V8.1 起）已发布模块列表中的 ET 200PA SMART。

如果正使用 S7-300 系列的模块，可以在以下手册中找到相关信息：

- 自动化系统 S7-300，模块数据 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>)
- ET 200M，用于过程自动化的信号模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/7215812>)
- ET 200M 分布式 I/O 设备 HART 模拟量模块 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/22063748>)

### 说明

ET 200PA SMART I/O 模块仅在连接 IM 650 接口模块的 ET 200PA SMART 站中运行。

如果 ET 200PA SMART 模块位于 ET 200M 接口模块或 S7-300 CPU 后，则无法运行 ET 200PA SMART 模块。ET 200PA SMART 模块通过红色 SF LED（组错误 LED）以 2 Hz 闪烁来指示此情况。

ET 200PA SMART 模块不影响 ET 200M/S7-300 总线。这意味着 ET 200M/S7 300 站的其它模块可以不受限制地运行。

## 冗余使用

所有 ET 200PA SMART 模块均可冗余使用，但以下情况除外：

- 模拟量输入模块 AI 8 x 13 位不能用于冗余组态。
- 模拟量输入模块 AI8xTC/4 x RTD 只能用于电压测量和热电偶测量的冗余组态。但是，仅可使用冗余编码器进行热电偶测量。
- 模拟量输出模块 AO 8 x 12 位只能用于电流输出的冗余组态。

在冗余模式下，模块重复出现，并可进行冗余组态和操作。

只有在两个模块完全相同的情况下（部件编号相同）才可冗余使用。

可以在《自动化系统 S7-400H 容错系统》(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/1186523>)手册中找到有关冗余主题的有关信息。

## 参数分配

可以通过 HW Config 中的相应参数分配对话框组态模块。定义完所有参数后，将参数从编程设备传送到 CPU。CPU 会在工作模式从 STOP 转为 RUN 时将参数传递给相应模块。

## 运行期间分配参数

所有 ET 200PA SMART 模块均支持在运行期间分配参数。

输入模块在进行重新组态时不会更改过程输入值。

## 诊断和诊断消息

带诊断功能的 I/O 模块具有可分配和不可分配的诊断消息。

只有已通过 HW Config 中模块特定的参数分配对话框启用诊断后，才会收到可分配的诊断消息。

不过，无论诊断是否启用，模块总是会提供不可分配的诊断消息。

未决诊断信息将通过组错误显示 (SF LED) 来指示。

只有通过相应的参数分配对话框启用“诊断中断”(Diagnostic interrupt) 后，I/O 模块才会报告诊断中断。

## 组错误显示 (SF LED)

ET 200PA SMART 模块的组错误显示 (SF LED) 指示以下信息：

- ET 200PA SMART 模块集中在 S7-300 系统或 ET 200M 站中运行。在此情况下，SF LED 指示灯以 2 Hz 闪烁。ET200PA SMART 模块尚未准备好运行。  
所有其余模块都可以不受限制地运行。
- 相应模块（在模块带有诊断功能的情况下）的错误状态。在检测到模块的诊断信息时，该 SF LED 灯点亮。当触发诊断信息（错误）的所有原因都消除后，该指示灯将熄灭。

无论模块是否具有诊断功能，都将指示内部模块故障情况。该 SF-LED 会在检测到模块故障时点亮。

## 10.2 数字量输入模块

### 属性概述

下表列出了 ET 200PA SMART 数字量输入模块最重要的属性。

表格 10-1 ET 200PA SMART 数字量输入模块

属性	模块	
	DI 16 x DC24V	DI 32 x DC24V
	6ES7650-8DK70-xAA0	6ES7650-8DK80-xAA0
输入点数	16 16 个一组电气隔离	32 16 个一组电气隔离
额定输入电压	24 V DC	24 V DC
适用于...	2/3/4 线接近开关 (BERO)	
可组态 诊断	支持	不支持
诊断中断	支持	不支持
可调整输入延时	支持, 针对整个模块	不支持

### 10.2.1 数字量输入模块 DI 32 x DC 24 V

#### 部件编号

标准模块: 6ES7 650-8DK80-0AA0

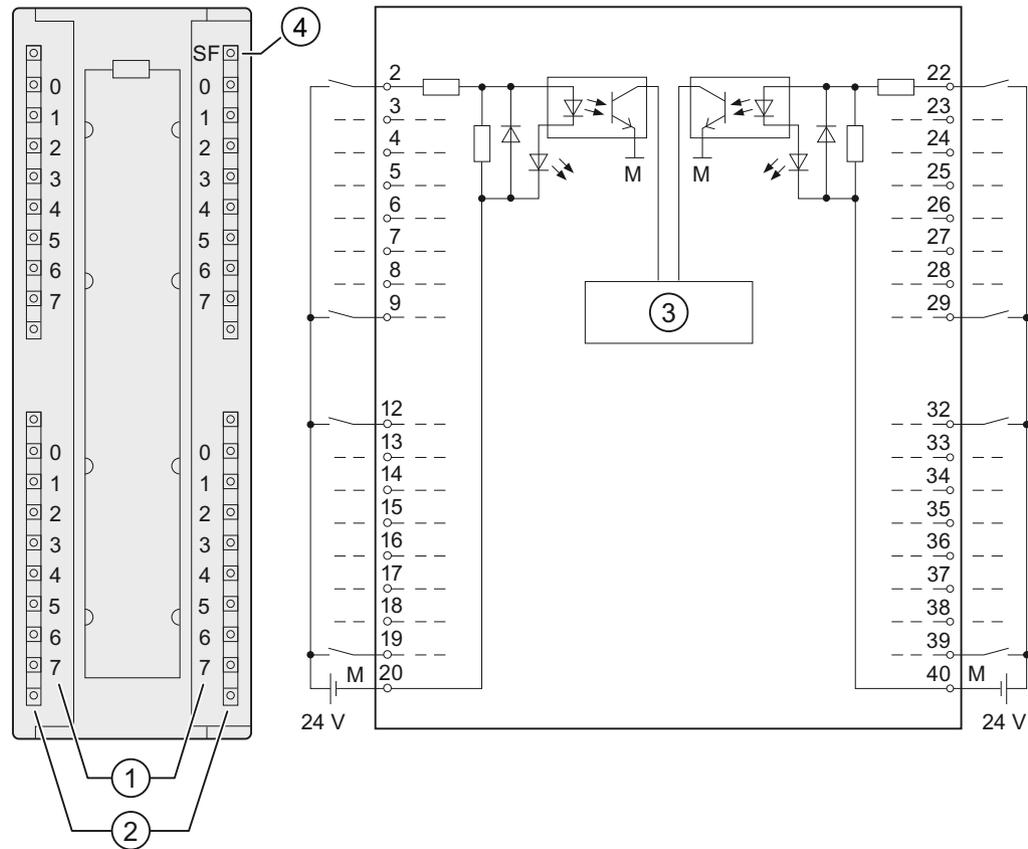
具有保形涂层的模块: 6ES7 650-8DK80-1AA0

#### DI 32xDC24V 的属性

DI 32 x DC 24 V 具有以下特性:

- 32 点输入, 按每组 16 个隔离
- 额定输入电压 24 V DC
- 适用于开关以及 2/3/4 线制接近开关 (BERO)
- 组错误显示 (SF LED)

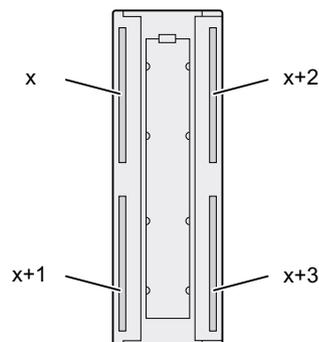
DI 32 x DC 24 V 的接线方框图



- ① 通道号
- ② 状态显示 - 绿色
- ③ 背板总线接口
- ④ 组错误显示 - 红色 (SF LED)

DI 32 x DC 24 V 的端子分配

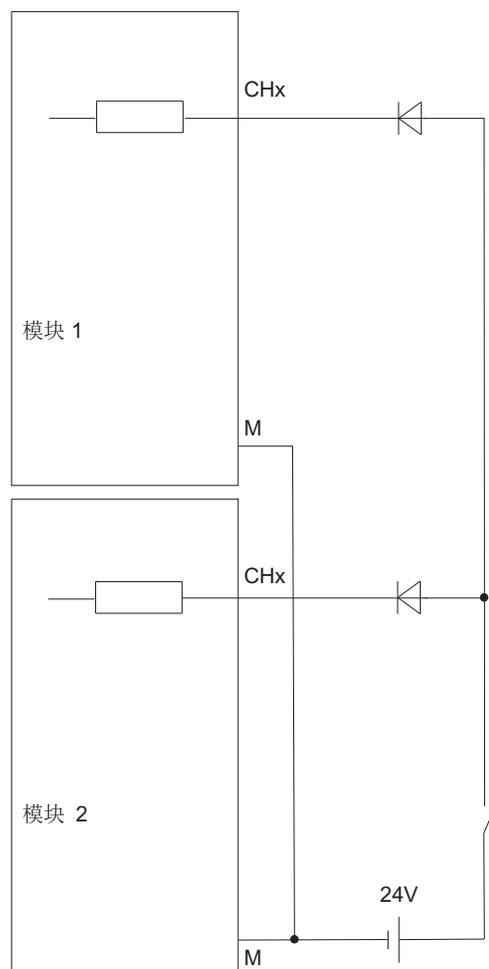
下图显示了各通道的地址分配（输入字节 x 直到输入字节 x+3）。



## 冗余使用

外部二极管也必须连接到输入端，以避免在两个冗余模块中的一个被拔出时检测到不允许状态。

合适的二极管包括从 1N4003 至 1N4007 系列的二极管类型或  $U_r \geq 200\text{ V}$  且  $I_F \geq 1\text{ A}$  的任何其它二极管



## DI 32 x DC 24 V 的技术规范

技术规范	
<b>尺寸和重量</b>	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 120
重量	约 260 g
<b>模块特定数据</b>	
输入点数	32
电缆长度 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 未屏蔽</li> <li>• 屏蔽</li> </ul>	最长 600 m 最长 1000 m
前连接器	40 针
<b>电压、电流、电位</b>	
可同时控制的输点数 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水平安装位置               <ul style="list-style-type: none"> <li>最高 40 °C</li> <li>最高 60 °C</li> </ul> </li> <li>• 垂直安装位置               <ul style="list-style-type: none"> <li>最高 40 °C</li> </ul> </li> </ul>	32 16 32
电气隔离 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通道和背板总线之间</li> <li>• 通道之间               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 每组个数</li> </ul> </li> </ul>	支持 支持 16
隔离，旨在进行基本隔离 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 不同电路之间</li> </ul>	75 V DC/60 V AC
绝缘测试	500 V AC 或 707 V DC，型式试验
电流消耗 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 来自背板总线</li> </ul>	最大 50 mA
模块的功率损耗	典型值 6.5 W
<b>状态、中断、诊断</b>	
状态显示	各通道的绿色 LED
组错误显示 (SF LED)	支持

## 10.2 数字量输入模块

技术规范	
诊断中断	无
诊断功能	无
传感器选择数据	
输入电压	
• 额定值	24 V DC
• “1”信号电压	13 V 至 30 V
• “0”信号电压	- 30 V 至 + 5 V
输入电流	
• 当出现信号“1”时	典型值 7 mA
输入延迟	
• 从“0”变为“1”时	通常为 3 ms
• 从“1”变为“0”时	通常为 3 ms
输入特性	符合 IEC 61131, 类型 1
2 线制 BERO 的连接	支持
• 允许的静态电流	最大 1.5 mA
连接信号变送器	使用 40 针前连接器

## 10.2.2 数字量输入模块 DI 16 x DC24V

## 部件编号

标准模块: 6ES7 650-8DK70-0AA0

具有保形涂层的模块: 6ES7 650-8DK70-1AA0

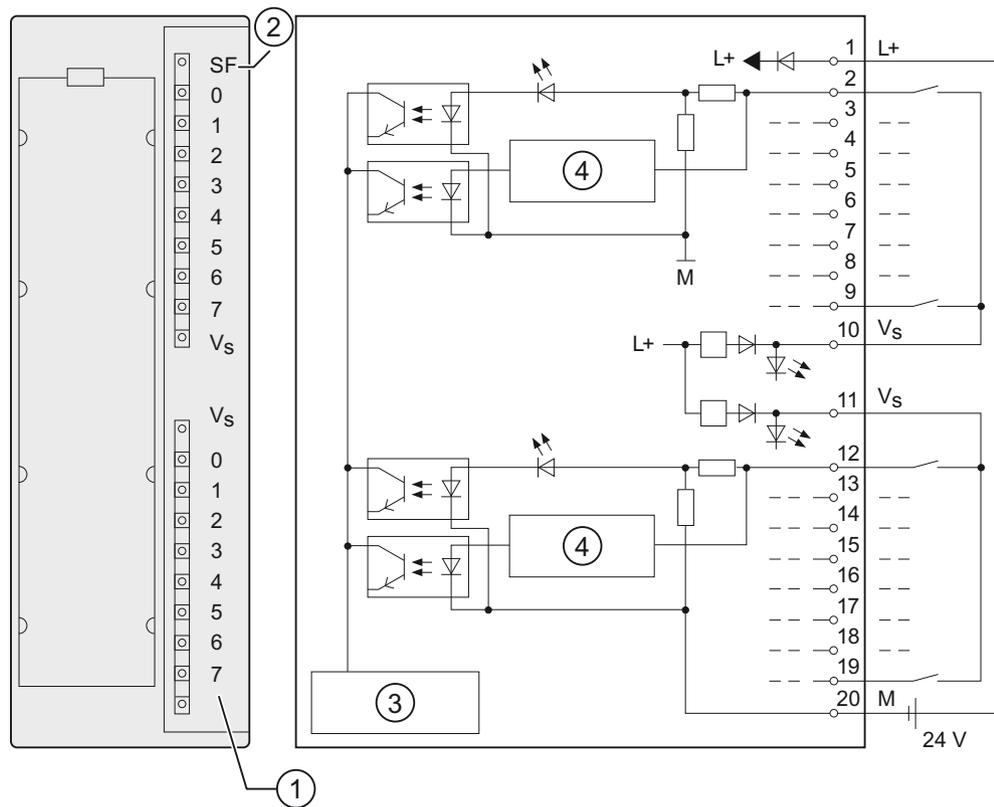
## 属性

DI 16 x DC 24 V 具有以下特性:

- 16 点输入, 按每组 16 个隔离
- 额定输入电压 24 V DC
- 输入特性符合 IEC 61131, 类型 2
- 适用于开关以及 2/3/4 线制接近开关 (BERO)

- 每组 8 个通道有 2 个短路保护传感器电源
- “传感器电源 (Vs)”状态显示
- 支持外部冗余传感器电源馈入
- 组错误显示(SF)
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 可组态输入延迟
- 支持在运行中组态 (CiR)

### DI 16 x DC 24 V 的接线方框图



- ① 通道号
- ② 组错误显示红色 (F LED)
- ③ 背板总线接口
- ④ 断路检测

### 冗余传感器电源接线图

下图显示了传感器另外通过  $V_s$  冗余电源供电的方式。

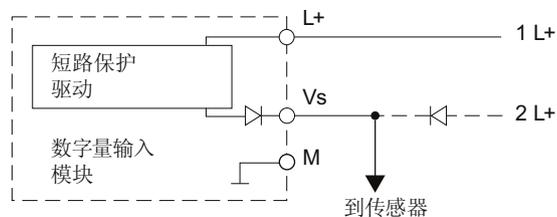


图 10-1 DI 16 x DC 24 V 传感器冗余电源的接线图

### 传感器电阻电路的接线图

要实现断路检测，应将传感器触点连接到一个电阻器上，即使在“0”信号时也是如此。

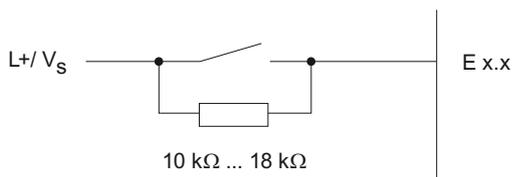
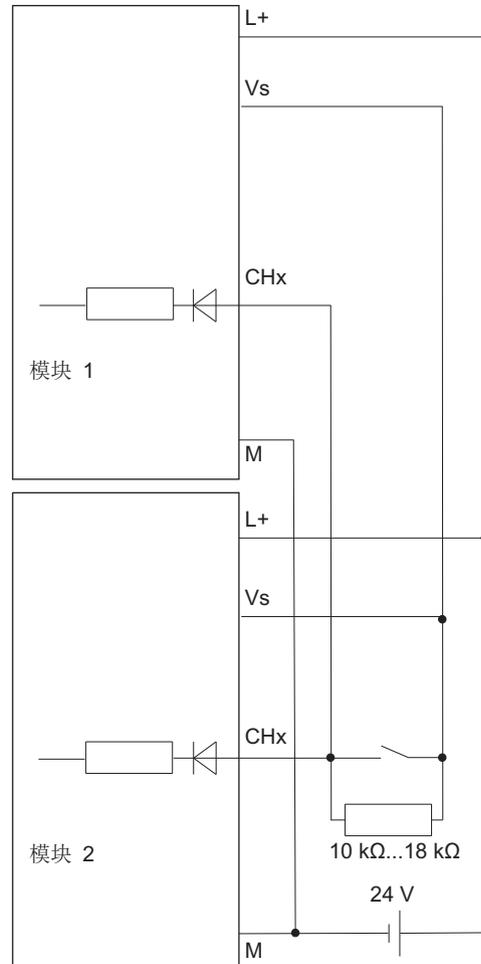


图 10-2 DI 16 x DC 24 V 的传感器电阻电路的接线图

## 冗余使用

无需外部连接二极管就可实现输入的冗余运行。



## DI 16 x DC 24 V 的技术规范

技术规范	
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 200 g
模块特定数据	
输入点数	16

## 10.2 数字量输入模块

技术规范	
电缆长度 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 未屏蔽</li> <li>• 屏蔽</li> </ul>	最长 600 m 最长 1000 m
电压、电流、电位	
电子装置和传感器的额定电源电压 L+	24 V DC
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 反极性保护</li> </ul>	支持
可同时控制的输点数	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水平安装位置 最高 60 °C</li> </ul>	16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 垂直安装位置 最高 40 °C</li> </ul>	16
电气隔离 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通道及传感器电路 (L+) 和背板总线之间</li> <li>• 通道之间               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 每组个数</li> </ul> </li> </ul>	支持  16
隔离，旨在进行基本隔离	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不同电路之间</li> </ul>	75 V DC/60 V AC
绝缘测试	500 V AC 或 707 V DC，型式试验
电流消耗 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 来自背板总线</li> <li>• 来自负载电压 L+（无传感器电源 V<sub>S</sub>）</li> </ul>	最大 130 mA 最大 90 mA
模块的功率损耗	典型值 4 W
状态、中断、诊断	
状态显示	各通道的绿色 LED
传感器电源状态	各传感器电源输出的绿色 LED
组错误显示 (SF LED)	支持
诊断中断	可组态
诊断功能	可组态
传感器电源输出	
输出点数	2

技术规范	
输出电压 • 有负载时	最小 L + (- 2.5 V)
输出电流 • 额定值 • 允许范围	120 mA 0 到 150 mA
其它(冗余)电源	允许的
短路保护	支持, 电子式
传感器选择数据	
输入电压 • 额定值 • "1"信号电压 • "0"信号电压	24 V DC 13 到 30 V -30 到 +5 V
输入电流 • 当出现信号"1"时	典型值 7 mA
输入特性	符合 IEC 61131, 类型 2
2 线制 BERO 的连接 • 允许的静态电流	支持 最大 2 mA
连接信号变送器	使用 20 针前连接器
传感器电阻电路, 用于断路检测	10 到 18 千欧
时间/频率	
诊断的内部准备时间	最大 40 ms
输入延迟 • 可组态 • 额定值	支持 典型值 0.1/0.5/3/15/20 ms

### 10.2.2.1 DI 16 x DC 24 V 的参数

#### 参数分配

参数分配通过 HW Config 的参数分配对话框实现

## 10.2 数字量输入模块

## DI 16 x DC 24 V 的参数

下表概要说明了 DI 16 x DC 24 V 的可分配参数及其默认设置。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-2 DI 16 x DC 24 V 的参数

参数	取值范围	默认设置	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
输入延迟	0.1 ms 0.5 ms 3 ms 15 ms 20 ms	3 ms	模块
诊断			
• 无传感器电源	是/否	是	通道
• 断路	是/否	是	通道

## 给通道组分配传感器电源

模块的 2 个传感器电源用于为两个通道组（输入 0 到 7 和输入 8 到 15）供电。另外也可以为这些通道组的传感器电源分配诊断。

## 组诊断

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

## 可分配输入延迟的容差

表格 10-3 DI 16 x DC 24 V 的输入延迟的容差

分配的输入延迟	容差
0.1 ms	60 $\mu$ s 到 140 $\mu$ s
0.5 ms	400 $\mu$ s 到 900 $\mu$ s
3 ms（默认值）	2.6 ms 到 3.3 ms

分配的输入延迟	容差
15 ms	12 ms 到 15 ms
20 ms	17 ms 到 23 ms

### 10.2.2.2 DI 16 x DC 24 V 的诊断

#### 简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

#### 诊断消息和可能的纠正措施

下表概要地说明了 DI 16 x DC 24 V 的诊断消息。

表格 10-4 DI 16 x DC 24 V 的诊断消息和可能的纠正措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
无传感器或负载电压	是	传感器电源过载	消除过载
		传感器电源对 M 短路	排除短路故障
断路	是	执行器连接中断	检查接线
无外部辅助电压	否	模块的供电电压 L+ 缺失	供给电源 L+
模块内部电源电压故障	否	模块的供电电压 L+ 缺失	供给电源 L+
		模块内部熔断器有故障	更换模块
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	消除干扰，关闭并再次打开 ET 200PA SMART。
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块

#### 无传感器或负载电压

激活“无传感器电源”(No sensor supply) 诊断后，若是传感器电源故障，则总是会通知所有受影响的通道。

10.3 数字量输出模块

对电源电压故障的响应

在将“0”信号传送到 CPU 之前，输入值最初会保存 20 ms 到 40 ms。电源电压突降不足 20 ms 时不会更改过程值。

冗余传感器电源馈入情况下的电源电压故障

说明

如果为传感器电源 (Vs) 连接了外部冗余电源，则在 L+ 电源失效时，将不会指示传感器电源故障。不过，会指示内部和/或外部辅助电压失效和/或熔断器熔断情况。

传感器电源 Vs 短路

在传感器电源 Vs 发生断路时，无论参数分配情况如何，传感器电源的状态 LED 都将熄灭。

断路

为在即使信号为“0”的情况下仍能够检测到断路，必须在传感器触点上并联一个 10 到 18 千欧的电阻。

10.3 数字量输出模块

属性概述

下表列出了 ET 200PA SMART 数字量输出模块最重要的属性。

表格 10-5 数字量输出模块

属性	模块	
	DO16 x 24V/0.5A	DO32 x 24V/0.5A
	6ES7650-8EK70-xAA0	6ES7650-8EK80-xAA0
输出点数	16 16 个一组电气隔离	32 8 个一组电气隔离
输出电流	0.5 A	0.5 A
额定负载电压	24 V DC	24 V DC
适用于	电磁阀、DC 接触器和信号灯	

可组态 诊断	支持	不支持
诊断中断	支持	不支持
替换值输出	支持（通道特定）	不支持

### 10.3.1 数字量输出模块 DO 32 x DC 24 V/0.5 A

#### 部件编号

标准模块：6ES7 650-8EK80-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8EK80-1AA0

#### 属性

DO 32 x DC 24 V/0.5 A 具有以下特性：

- 32 点输出，按每组 8 个隔离
- 输出电流 0.5 A
- 额定负载电压 24 V DC
- 适用于电磁阀、DC 接触器和信号灯
- 组错误显示 (SF LED)

#### 模块与高速计数器配合使用

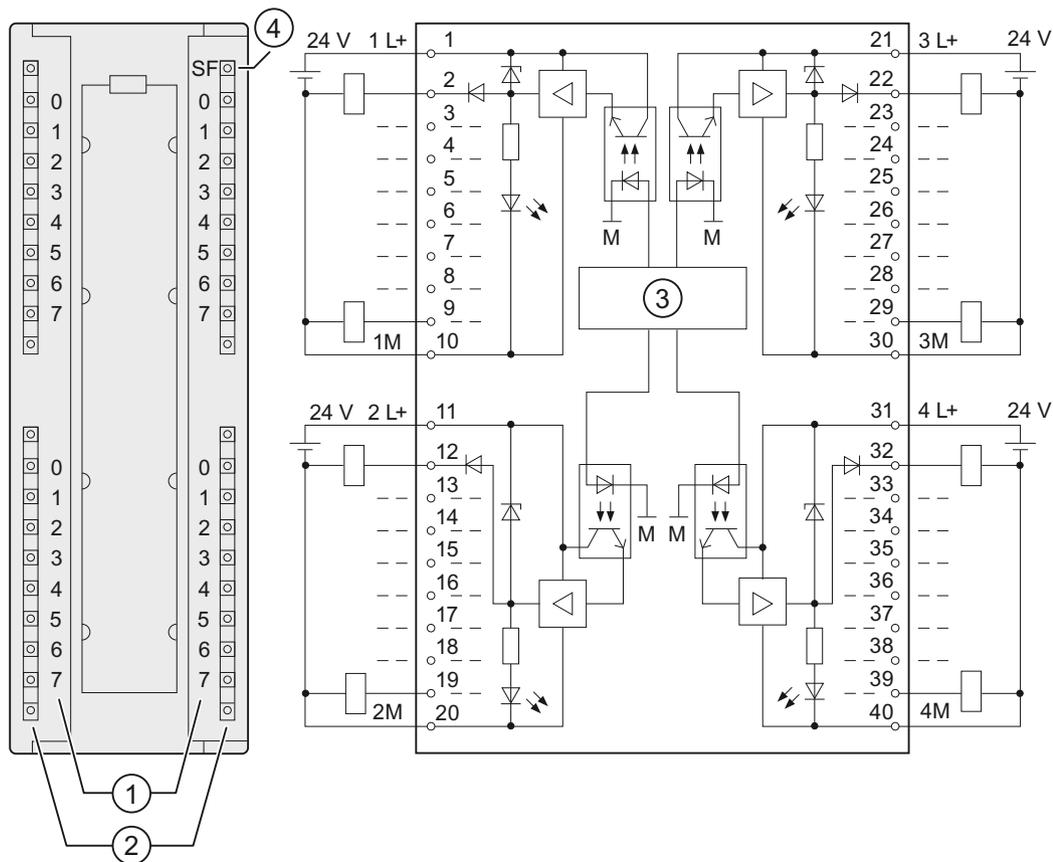
将模块与高速计数器配合使用时，请注意：

##### 说明

当通过机械触点连接 24 V 电源电压时，因为该电路的原因，DO 32 x DC 24 V/0.5 A 的输出会保持“1”信号约 50  $\mu$ s。

10.3 数字量输出模块

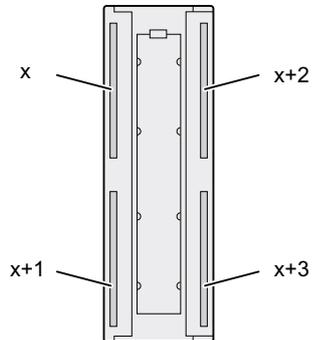
DO 32 x DC 24 V/0.5 A 的接线方框图



- ① 通道号
- ② 状态显示 - 绿色
- ③ 背板总线接口
- ④ 组错误显示 - 红色 (SF LED)

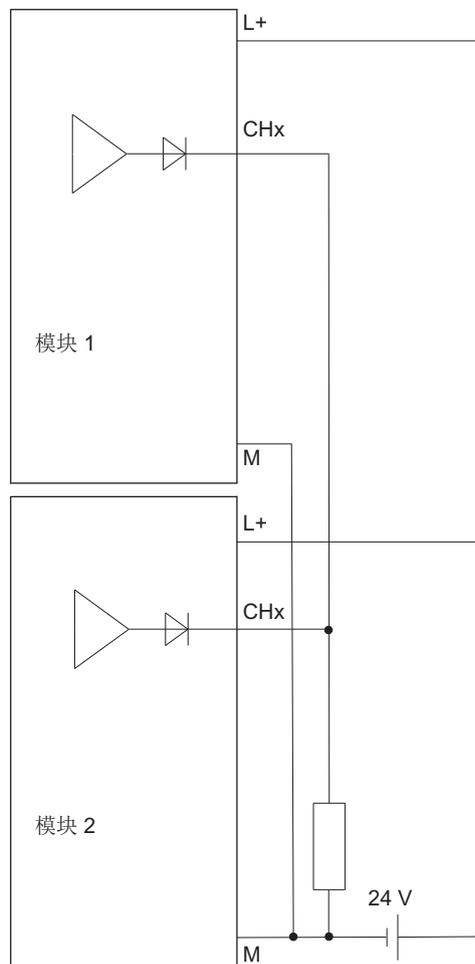
## 端子分配

下图给出了各通道的地址分配（输出字节  $x$  到输出字节  $x+3$ ）。



## 冗余使用

冗余控制可在无外部保护电路的情况下实现。这两个信号模块必须使用相同的参考电位  $M$ 。



## DO 32 x DC 24 V/ 0.5 A 的技术规范

技术规范	
<b>尺寸和重量</b>	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 120
重量	约 300 g
<b>模块特定数据</b>	
输出点数	32
电缆长度	
• 未屏蔽	最长 600 m
• 屏蔽	最长 1000 m
<b>电压、电流、电位</b>	
额定负载电压 L+	24 V DC
反极性保护	不支持
总输出电流 (每组)	
• 水平安装位置	
最高 40 °C	最长 4 A
最高 60 °C	最大 3 A
• 垂直安装位置	
最高 40 °C	最大 2 A
电气隔离	
• 通道和背板总线之间	支持
• 通道之间	支持
每组个数	8
隔离, 旨在进行基本隔离	
• 不同电路之间	75 V DC/60 V AC
绝缘测试	500 V AC 或 707 V DC, 型式试验
电流消耗	
• 来自背板总线	最大 60 mA
• 来自负载电压 L+ (无负载)	最大 100 mA
模块的功率损耗	典型值 9.3 W
<b>状态、中断、诊断</b>	
状态显示	各通道的绿色 LED

技术规范	
组错误显示 (SF LED)	支持
诊断中断	无
诊断功能	无
执行器选择数据	
输出电压 • 当出现信号“1”时	最小 L+ (-1.3 V)
输出电流 • 当出现信号“1”时 额定值 允许范围	0.5 A 5 mA 到 0.6 A
• 当出现信号“0”时 (残余电流)	最大 0.5 mA
输出延时 (有电阻负载)	
• 从“0”变为“1”时	最大 200 $\mu$ s
• 从“1”变为“0”时	最大 300 $\mu$ s
负载电阻范围	48 $\Omega$ 到 4 k $\Omega$
灯负载	最大 5 W
并联 2 个输出	
• 对于负载的冗余控制	支持
• 用于提高性能	不支持
控制数字量输入	支持
开关频率	
• 阻性负载	最大 100 Hz
• 使用符合 IEC 947-5-1 DC 13 的电感负载	最大 0.5 Hz
• 灯负载	最大 10 Hz
内部电感跳闸电压限制值	典型值 L+ (-53 V)
输出短路保护	支持, 电子式
• 响应阈值	典型值 1 A
执行器连接	使用 40 针前连接器

### 10.3 数字量输出模块

#### 10.3.2 数字量输出模块 DO 16 x DC 24 V/0.5 A

##### 部件编号

标准模块: 6ES7 650-8EK70-0AA0

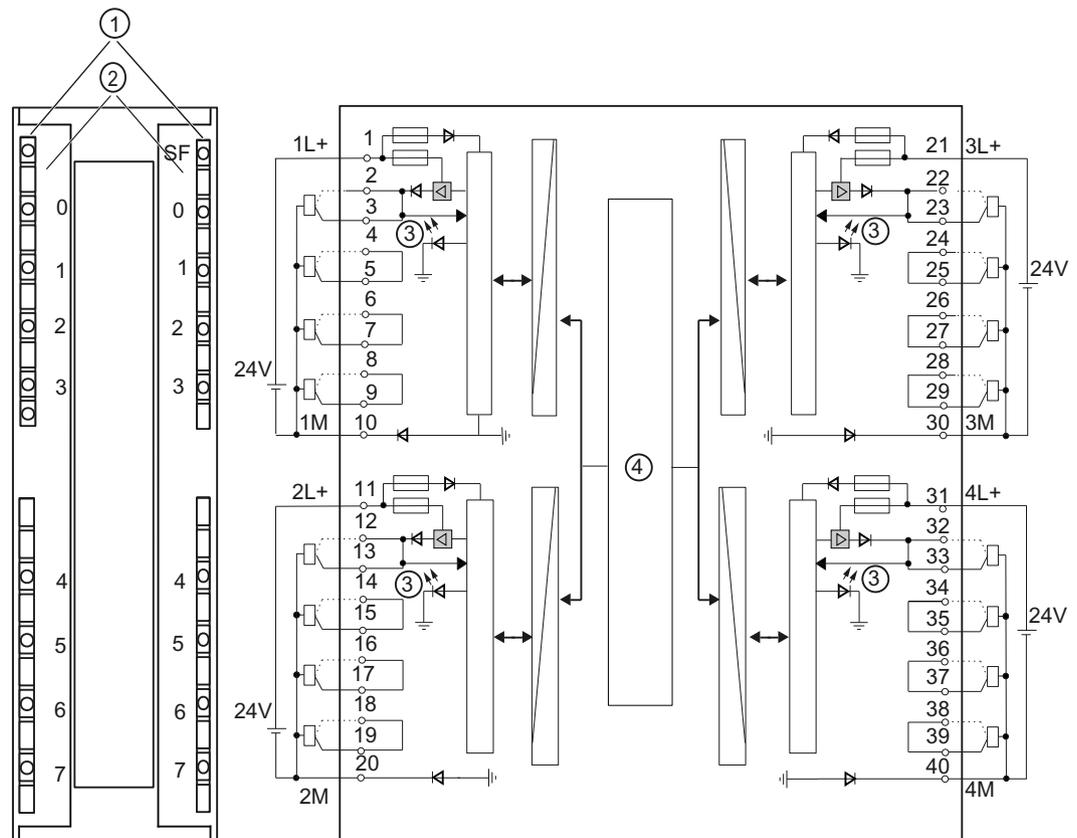
具有保形涂层的模块: 6ES7 650-8EK70-1AA0

##### 属性

DO 16 x DC 24 V/0.5 A 具有以下特性:

- 16 点输出, 按每组 4 个通道隔离
- 输出电流 0.5 A
- 额定负载电压 24 V DC
- 适用于电磁阀、DC 接触器和信号灯
- “0”和“1”信号时断路检测
- 组错误显示 (SF LED)
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 支持在运行中组态 (CiR)

## 接线图和方框图



- ① 状态显示 - 绿色  
组错误显示 - 红色 (SF\_LED)
- ② 通道号  
右侧的编号 0 到 7 对应于通道号 8 到 15
- ③ 通道状态
- ④ 背板总线接口

## 负载阻抗和执行器

执行器的负载阻抗必须在  $48\ \Omega$  到  $4\ \text{k}\Omega$  的范围内。若是阻抗超出此范围，则必须直接在执行器的连接端子上并联一个适当的电阻（此时，应考虑出现信号“1”时的最大功耗限制）。

执行器的低响应阈值必须在运行稳定范围内已知或通过实验确定。当出现“0”信号时，模块输出电压会受直接并联到执行器端子上的电阻的影响。在选择电阻器时，必须遵守出现信号“1”时的最大功耗限制。

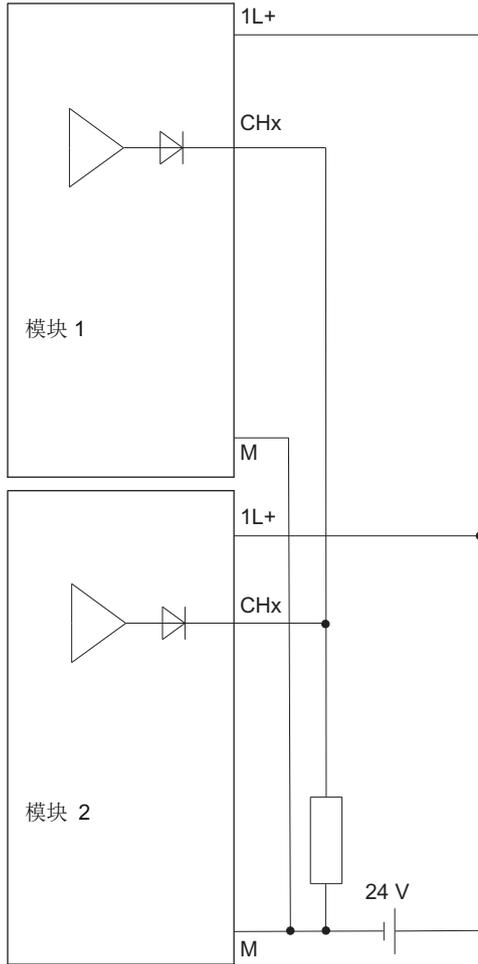
- 如果负载阻抗在  $10\ \text{k}\Omega$  和  $1\ \text{M}\Omega$  之间时，可能被报告为对 L+ 短路。
- 在没有保护电路的情况下，输出或负载大于  $1\ \text{M}\Omega$  时，将报告为“断路”。

10.3 数字量输出模块

冗余使用

在冗余使用的情况下不会监视是否对 L+ 短路。

每个通道有两个端子。2 个连接彼此等价，可用于冗余控制执行器。冗余控制可在无外部保护电路的情况下实现。在使用两个模块冗余运行时，两个模块必须具有相同的参考电位 M。



DO 16 x DC 24 V/ 0.5 A 的技术规范

技术规范	
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 300 g
模块特定数据	
输出点数	16

技术规范	
电缆长度 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 未屏蔽</li> <li>• 屏蔽</li> </ul>	最长 600 m 最长 1000 m
电压、电流、电位	
额定负载电压 L+	24 V DC
反极性保护	不支持
总输出电流（每组）	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水平安装位置最高 60 °C</li> </ul>	最大 2 A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 垂直安装位置最高 40 °C</li> </ul>	最大 2 A
电气隔离	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通道和背板总线之间</li> </ul>	支持
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通道之间</li> </ul>	支持
每组个数	4
隔离，旨在进行基本隔离	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不同电路之间</li> </ul>	75 V DC/60 V AC
绝缘测试	500 V AC 或 707 V DC，型式试验
电流消耗	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 来自背板总线</li> <li>• 来自负载电压 L+（无负载）</li> </ul>	最大 100 mA 最大 100 mA
模块的功率损耗	典型值 6 W
状态、中断、诊断	
状态显示	各通道的绿色 LED
组错误显示 (SF LED)	支持
诊断中断	可组态
诊断功能	可组态
执行器选择数据	
输出电压	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 当出现信号“1”时</li> </ul>	最小 L+（-1.3 V）
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 当出现信号“0”时</li> </ul>	$0.7 \text{ mA} * R_L$ （ $R_L$ = 负载电阻值） 最大 31 V（ $R_L$ = 无穷大时）
输出电流	

## 10.3 数字量输出模块

技术规范	
<ul style="list-style-type: none"> <li>当出现信号“1”时</li> </ul> 额定值 允许范围	0.5 A 5 mA 到 0.6 A
<ul style="list-style-type: none"> <li>当出现信号“0”时（残余电流）</li> </ul> 输出延时（有电阻负载）	最大 0.7 mA
<ul style="list-style-type: none"> <li>从“0”变为“1”时</li> <li>从“1”变为“0”时</li> </ul> 负载电阻范围 灯负载 并联 2 个输出	最长 2.7 ms（包括模块周期时间） 最长 2.7 ms（包括模块周期时间） 48 Ω 到 4 kΩ 最大 5 W
<ul style="list-style-type: none"> <li>对于负载的冗余控制</li> <li>用于提高性能</li> </ul> 控制数字量输入 开关频率	支持 不支持 支持
<ul style="list-style-type: none"> <li>阻性负载</li> <li>使用符合 IEC 947-5-1 DC 13 的电感负载</li> <li>灯负载</li> </ul> 内部电感跳闸电压限制值 输出短路保护	最大 100 Hz 最大 2 Hz 最大 10 Hz 典型值 L + (-68 V) 支持，电子式
<ul style="list-style-type: none"> <li>响应阈值</li> </ul> 执行器连接	典型值 1.4 A 使用 40 针前连接器

## 10.3.2.1 DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的参数

## 参数分配

参数分配通过 HW Config 的参数分配对话框实现

## DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的参数

下表概要说明了 DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的可分配参数及其默认设置。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-6 DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的参数

参数	取值范围	默认设置	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
诊断			
• 组诊断	是/否	是	通道
• 无负载电压 L+	是/否	是	通道组
对 CPU/主站 STOP 的响应	替换值/ 保留上一个值	替换值	模块
替换值	0/1	0	通道

## 组诊断

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

### 10.3.2.2 DO 16 x DC 24 V/0.5 A 的诊断

#### 简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

#### 诊断消息和可能的纠正措施

表格 10-7 DO 16 x DC 4 V/0.5 A 的诊断消息和可能的纠正措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
编码器或负载电压缺失	是 (按通道组)	缺少相应的电源电压 L+	供给电源 L+
断路	是 (组诊断)	执行器连接中断	检查接线/执行器
M 短路	是 (组诊断)	输出对地短路	检查接线

## 10.3 数字量输出模块

对 L+短路	是 (组诊断)	输出对 L+ 短路	检查接线/执行器
		负载阻抗介于 10 kΩ 和 1 MΩ	
无外部辅助电压	是	模块至少有一个电源电压 L+ 缺失	供给电源 L+
熔断器熔断	否	至少一个模块内部熔断器存在故障	更换模块
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
参数分配错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	消除干扰，关闭并再次打开 ET 200PA SMART。
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块

## 组诊断

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误，但“外部负载电压 L+”(External load voltage L+) 和“参数分配错误”(Parameter assignment error) 除外。

## 无负载电压 L+

“外部负载电压 L+”(External load voltage L+) 通道诊断在通道组中通过“无负载电压 L+”(No load voltage L+) 诊断参数启用。这意味着只要有一个负载电压发生故障，则错误总是会报告给通道组的全部 4 个通道。此外，模块特定的消息“无外部辅助电压”发生在诊断数据记录 0/1 的字节 0 中。

只有在至少有一个通道组指示“无负载电压 L+”（即，负载电压缺失且诊断已启用）时，才会设置模块消息“无外部辅助电压”。

## 熔断器熔断

对于通道组的全部 4 个通道，总是会报告熔断器熔断情况。除了通道特定的消息外，在诊断数据记录 0/1“熔断器故障”的字节 3 中始终包含模块特定的消息。即使所有通道都禁用了“组诊断”(Group diagnostics) 诊断参数，熔断器故障也总是会在诊断数据记录 0/1“熔断器故障”的字节 3 中指示为模块故障。

### 10.3.3 如何保护数字量模块以免发生电感过电压

#### 电感过电压

当电感器掉电时将出现过电压。继电器线圈和接触器均为电感器。

#### 集成过电压保护

ET 200PA SMART 的数字输出模块集成有过电压保护设备。

#### 附加的过压保护

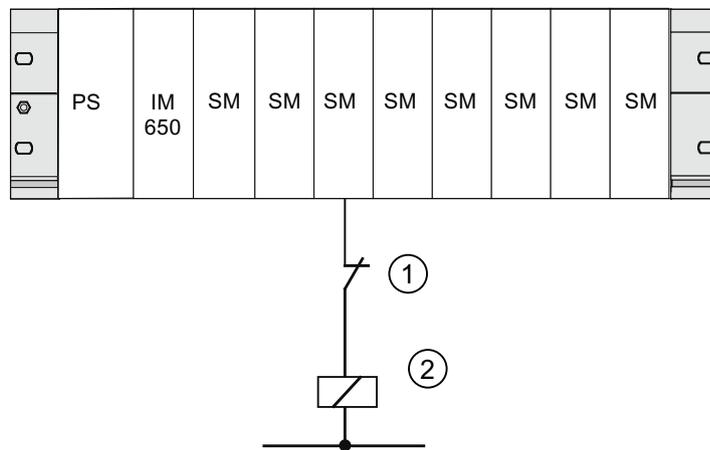
只有在以下情况下，才需要将电感器连接至附加的过电压保护设备：

- SIMATIC 输出电路可以通过额外安装的触点（如继电器触点）断电。
- 电感器不受 SIMATIC 模块的控制。

注意： 请向电感器供应商询问如何选择相应的过压保护设备。

#### 实例

下图显示了需要附加过压保护设备的输出电路。



- ① 输出电路中的触点  
② 电感器需要保护电路

图 10-3 输出电路中用于急停的继电器触点

### 直流驱动式线圈的保护电路

直流驱动式线圈连接到二极管或稳压二极管，如下图所示。



- ① 使用二极管保护
- ② 使用稳压二极管保护

图 10-4 直流驱动式线圈的保护电路

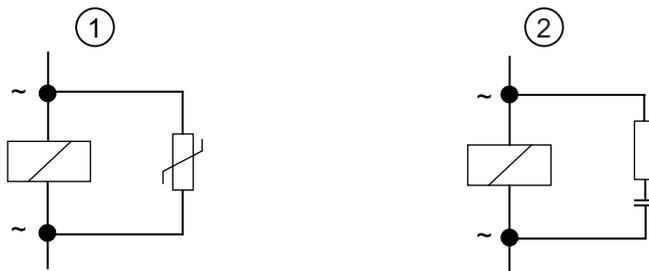
带有二极管/稳压二极管的保护电路具有以下属性：

- 跳闸过电压可完全避免。稳压二极管具有较高的跳闸电压。
- 高跳闸延迟（比不带保护电路的情况要高 6 到 9 倍）。

稳压二极管的跳闸速度要比二极管保护电路更快。

### 交流驱动式线圈的保护电路

交流驱动式线圈连接到变阻器或 RC 元件，如下图所示。



- ① 使用变阻器保护
- ② 使用 RC 元件保护

图 10-5 交流驱动式线圈的保护电路

使用变阻器的保护电路具有以下属性：

- 跳闸过电压的振幅将受到限制，但不会衰减。
- 过电压的陡度保持不变。
- 跳闸延迟短。

使用 RC 元件的保护电路具有以下属性：

- 跳闸过电压的振幅和陡度减小。
- 跳闸延迟短。

## 10.4 模拟量输入模块

### 属性概述

下表列出了 ET 200PA SMART 模拟量输入模块最重要的属性。

表格 10-8 ET 200PA SMART 模拟量输入模块

属性	模块				
	AI8x13 位	AI8x16Bit	AI8 x 16 位 HART	AI16x16Bit	AI8xTC/4xRTD
	6ES7650-8AE 60-xAA0	6ES7 650-8AK60- xAA0	6ES7 650-8AT60- xAA0	6ES7 650-8AK70- xAA0	6ES7 650-8AR60- xAA0
输入点数	8 个通道组中有 8 路输入	1 个通道组中有 8 路输入	1 个通道组中有 8 路输入	1 个通道组中 16 点输入	4 个通道组中 8 点输入
精度	可为每个通道设置： • 12 位 + 符号位	可为每个通道设置： • 15 位 + 符号位	可为每个通道设置： • 15 位 + 符号位	可为每个通道设置： • 15 位 + 符号位	可为每个通道组设置： • 9 位 + 符号位 • 12 位 + 符号位 • 15 位 + 符号位
测量类型	可为每个通道组设置： • 电压 • 电流 • 电阻 • 热电阻	通过在引脚 10 和 11 之间连接跳线可实现全局切换： • 2 线制传感器电流 • 4 线制传感器电流	通过在引脚 10 和 11 之间连接跳线可实现全局切换： • 2 线制传感器电流 • 4 线制传感器电流	通过在引脚 10 和 11 之间连接跳线可实现全局切换： • 2 线制传感器电流 • 4 线制传感器电流	可为每个通道组设置： • 电压 • 电阻 • 热电阻 • 热电偶
测量范围选择	任意，按通道	任意，按通道	任意，按通道	任意，按通道	任意，按通道
可组态诊断	无	是	是	是	是
诊断中断	无	可设置	可设置	可设置	可设置

10.4 模拟量输入模块

属性	模块				
	AI8x13 位	AI8x16Bit	AI 8 x 16 位 HART	AI16x16Bit	AI8xTC/4xRTD
	6ES7650-8AE60-xAA0	6ES7650-8AK60-xAA0	6ES7650-8AT60-xAA0	6ES7650-8AK70-xAA0	6ES7650-8AR60-xAA0
电气隔离	从： • 背板总线接口	与以下组态相关： • 背板总线接口 • 负载电压（不适用于 2 线制传感器）	从： • 背板总线接口 • 负载电压（不适用于 2 线制传感器）	从： • 背板总线接口 • 负载电压（不适用于 2 线制传感器）	与以下组态相关： • 背板总线接口
隔离，旨在进行基本隔离	75 V DC 60 V AC	75 V DC 60 V AC	75 V DC 60 V AC	75 V DC 60 V AC	75 V DC 60 V AC

基础知识

多种传感器可以连接到模拟量输入模块。这些测量传感器可以是：

- 电压传感器
- 电流传感器
- 电阻器/热电阻
- 热电偶

有关下列信息，请参见手册 SIMATIC S7-300 自动化系统，模块数据 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>)：

- 有关将多种传感器连接到模拟量输入的基本程序的基础知识
- 模拟值处理的基础知识
- 有关在不同情况下使用的模拟值格式的信息

模拟信号电缆

请务必使用屏蔽双绞线电缆连接模拟信号。这样可减少噪声干扰。您应该在电缆两端将模拟电缆的屏蔽接地。

如果电缆两端存在电位差，屏蔽中可能会产生等电位连接电流，从而对模拟信号造成干扰。在这种情况下，必须提供低阻抗等电位连接，并在必要时仅在电缆的一端将屏蔽接地。

请遵循 SIMATIC S7-300 自动化系统，模块数据 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/8859629>) 手册中有关负载/执行器连接的普适信息。

## 模拟值的取值范围

模拟量模块的行为取决于模拟量输入值所介于的取值范围。

表格 10-9 模拟量模块的行为与采集到的测量值之间的关系

测量值范围	输入值	SF LED	诊断数据记录 0/1	诊断中断
额定范围	测量值	-	-	-
超出上限/超出下限	测量值	-	-	-
上溢	7FFFH	点亮 <sup>1)</sup>	生成条目 <sup>1)</sup>	诊断中断 <sup>1)</sup>
下溢	8000H	点亮 <sup>1)</sup>	生成条目 <sup>1)</sup>	诊断中断 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 仅限于模块具有诊断功能的情况，并且还取决于参数分配

### 10.4.1 模拟量输入模块 AI 8 x 13 位

#### 订货号

标准模块：6ES7650-8AE60-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8AE60-1AA0

#### 属性

模拟量输入模块具有以下特性：

- 8 个通道组中有 8 路输入
- 每个通道组的分辨率均可编程（12 位 + 符号）
- 在每个通道组，测量类型可编程：
  - 电压
  - 电流
  - 电阻
  - 温度
- 每个通道的任意测量范围

#### 10.4 模拟量输入模块

- 使用符合 IEC 60034-11-2 类型 A 的 PTC 进行电机保护/温度监视
- 通过 KTY83/110、KTY84/130 硅温度传感器记录温度

#### 端子分配

下图给出了各种接线选项。这些实例适用于所有通道（通道 0 到 7）。

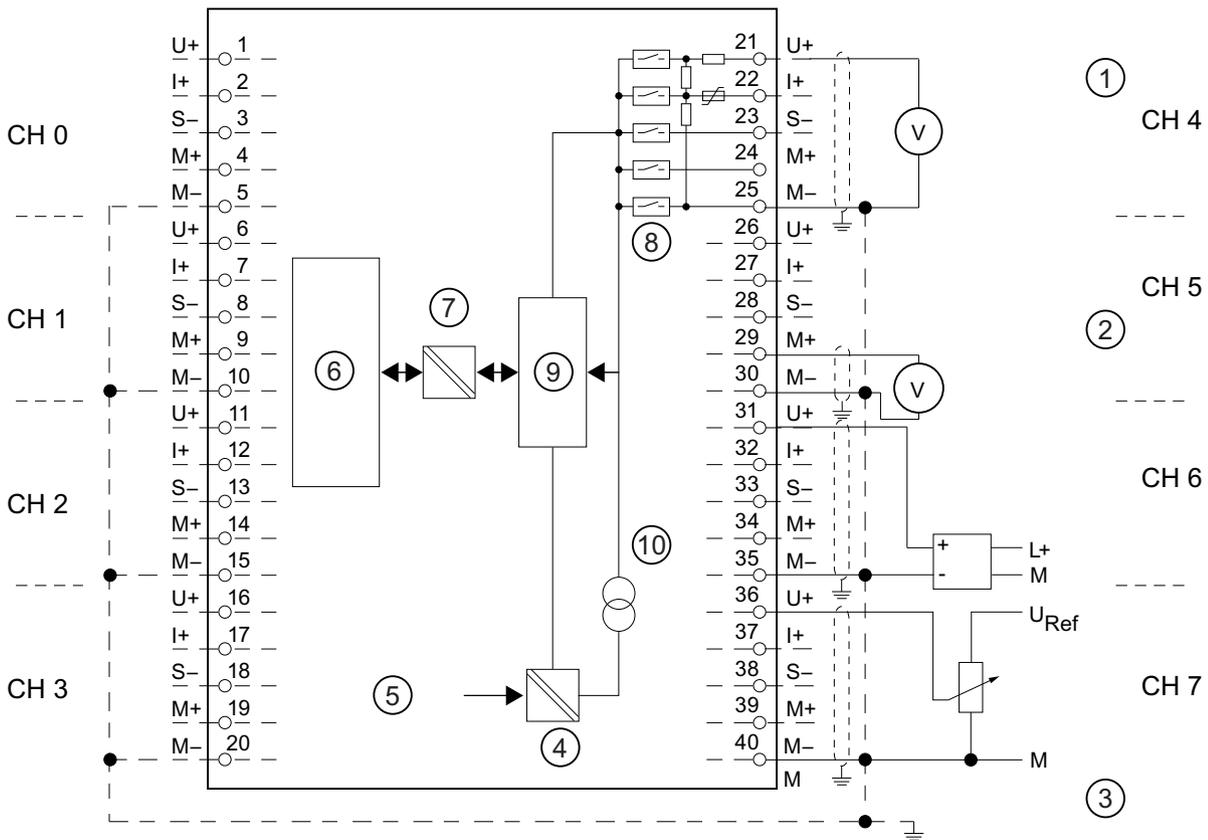
---

#### 说明

连接电压和电流传感器时，请确保输入之间不超过允许的 2V 最大共模电压  $C_{MV}$ 。互接相应的 M- 端子，可防止出现测量错误。

---

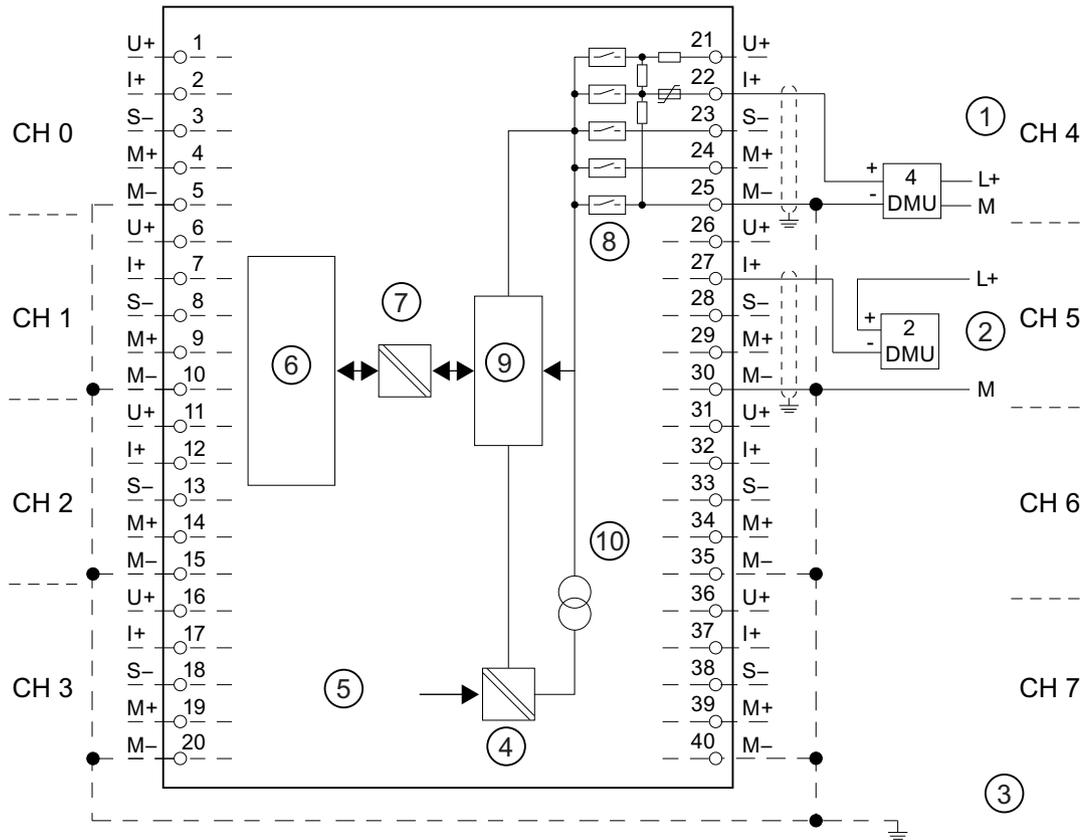
## 接线：电压测量



- ① 电压测量：（ $\pm 5\text{ V}$ 、 $\pm 10\text{ V}$ 、 $1\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$ 、 $0\text{ V}$ 至 $10\text{ V}$ ）
- ② 电压测量（ $\pm 50\text{ mV}$ 、 $\pm 500\text{ mV}$ 、 $\pm 1\text{ V}$ ）（请注意技术数据中定义的输入电阻）
- ③ 等电位连接
- ④ 内部电源
- ⑤ 来自背板总线的 $+5\text{ V}$ 电压
- ⑥ 逻辑和背板总线接口
- ⑦ 电气隔离
- ⑧ 多路开关
- ⑨ 模数转换器 (ADC)
- ⑩ 电流源

图 10-6 方框图和接线图

接线：用于电流测量的 2 线制和 4 线制测量传感器

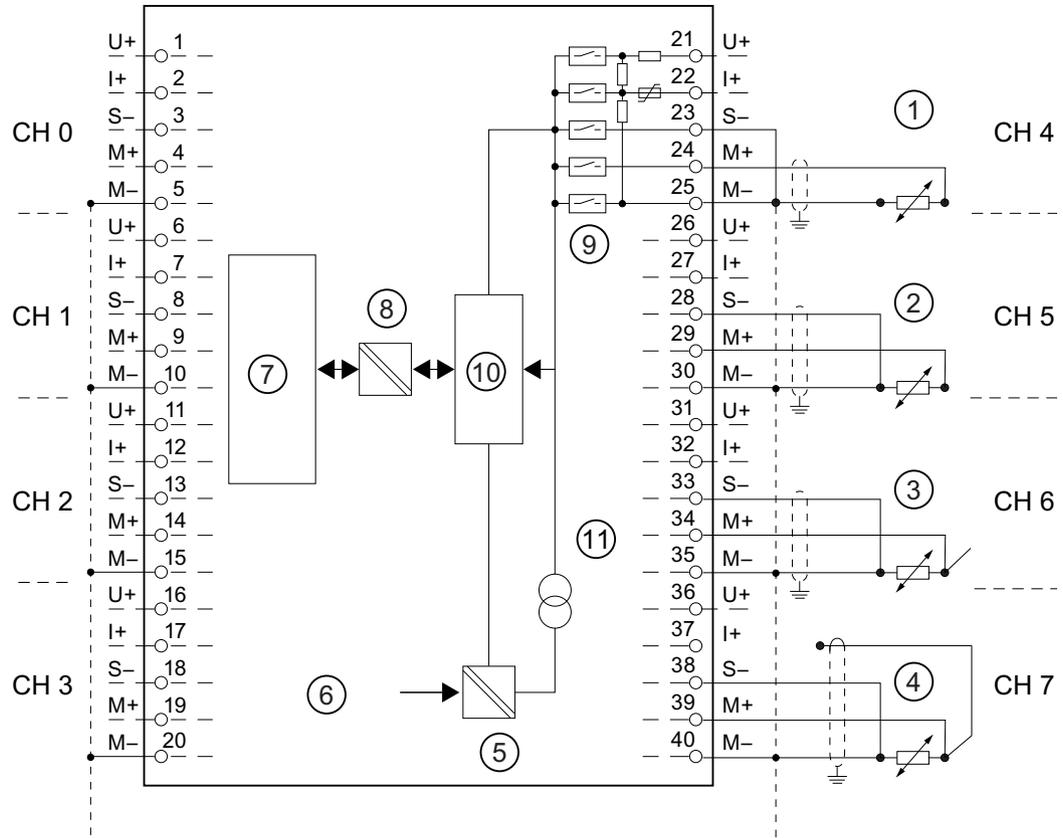


- ① 4 线制传感器 (0/4 mA 到 20 mA 或 ± 20 mA)
- ② 2 线制传感器 (4 mA 到 20 mA)
- ③ 等电位连接
- ④ 内部电源
- ⑤ 来自背板总线的 + 5 V 电压
- ⑥ 逻辑和背板总线接口
- ⑦ 电气隔离
- ⑧ 多路开关
- ⑨ 模数转换器 (ADC)
- ⑩ 电流源

图 10-7 方框图和接线图

## 接线：2 线制、3 线制和 4 线制连接的电阻测量

以下可能的接线方式也适用于硅温度传感器和 PTC。



- ① 2 线制连接。在 M 和 S 间插入桥接器（无线路阻抗补偿）。
- ② 3 线制连接
- ③ 4 线制连接。不得为第四条线路接线（保持未使用）
- ④ 4 线制连接。将第四条线路路由到机柜中的端子板，但不接线。
- ⑤ 内部电源
- ⑥ 来自背板总线的 +5 V 电压
- ⑦ 逻辑和背板总线接口
- ⑧ 电气隔离
- ⑨ 多路开关
- ⑩ 模数转换器 (ADC)
- ⑪ 电流源

图 10-8 方框图和接线图

## 10.4 模拟量输入模块

**说明**

在使用电阻器、电阻温度计、PTC 或硅温度传感进行测量时，不必互连 M 端子。然而，M- 端子的互连可以增强抗干扰性。

**技术规范**

<b>技术规范</b>	
<b>尺寸和重量</b>	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 250 g
<b>模块特定数据</b>	
支持等时同步模式	不支持
输入点数	8
• 带电阻传感器	8
电缆长度	
• 屏蔽	最长 200 m 50 mV 时最长 50 m
<b>电压、电流、电位</b>	
阻性传感器的恒定电流	
• 电阻温度计和电阻测量 0 Ω 到 600 Ω	0.83 mA (脉冲电流)
• 电阻测量 0 kΩ 到 6 kΩ, PTC, 硅温度传感器	0.25 mA (脉冲电流)
电气隔离	
• 通道和背板总线之间	支持
• 通道之间	不支持
允许的电位差	
• 输入之间 (CMV)	2.0 V DC
• 输入和 M <sub>internal</sub> (V <sub>iso</sub> ) 之间	75 V DC/60 V AC
绝缘测试	500 V DC
电流消耗	
• 来自背板总线	最大 90 mA

技术规范		
模块的功率损耗	典型值 0.4 W	
模拟值形式		
测量原理	积分型	
积分/转换时间/分辨率（每个通道）		
• 可编程	支持	
• 干扰频率为 $f_1$ （单位为 Hz）时的噪声抑制	50	60
• 积分时间（单位：ms）	60	50
• 基本转换时间，包括积分时间（ms）	66	55
电阻测量的附加转换时间（ms）	66	55
• 分辨率位数（包括过冲范围）	13 位	13 位
噪声抑制，误差限制		
$f = n (f_1 \pm 1\%)$ 时的干扰频率抑制，其中， $f_1$ 为干扰频率， $n=1、2$		
• 共模干扰 ( $V_{CM} < 2 V$ )	> 86 dB	
• 串模干扰（峰值 < 额定输入范围）	> 40 dB	
输入间的串扰	> 50 dB	
运行限值（在整个温度范围内，与所选输入范围中的测量范围终值有关）		
• 电压输入	$\pm 5 V$	$\pm 0.6\%$
	$\pm 10 V$	$\pm 0.5\%$
	1 V 到 5 V	
	0 V 到 10 V	
	$\pm 50 mV$	
	$\pm 500 mV$	
• 电流输入	$\pm 20 mA$	$\pm 0.5\%$
	0 mA 到 20 mA	
	4 mA 到 20 mA	
• 电阻器/PTC	0 k $\Omega$ 到 6 k $\Omega$	$\pm 0.5\%$
	0 $\Omega$ 到 600 $\Omega$	$\pm 0.5\%$
	PTC	$\pm 0.5\%$

10.4 模拟量输入模块

技术规范		
<ul style="list-style-type: none"> <li>电阻温度计/硅温度传感器</li> </ul>	Pt 100 Ni 100 标准	±1.2 K
	Pt 100 Ni 100 气候型	± 1 K
	Ni 1000, LG-Ni 1000 标准	± 1 K
	Ni 1000 LG-Ni 1000 气候型	± 1 K
	KTY83/110 KTY84/130	± 3.5 K ± 4.5 K
基本误差限值（25 °C 时的运行误差限值，与所选输入范围中的测量范围终值有关）		
<ul style="list-style-type: none"> <li>电压输入</li> </ul>	± 5 V	± 0.4%
	± 10 V	± 0.3%
	1 V 到 5 V	
	0 V 到 10 V	
	± 50 mV	
	± 500 mV	
± 1 V		
<ul style="list-style-type: none"> <li>电流输入</li> </ul>	± 20 mA	± 0.3%
	0 mA 到 20 mA	
	4 mA 到 20 mA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>电阻器/PTC</li> </ul>	0 kΩ 到 6 kΩ	± 0.3%
	0 Ω 到 600 Ω	± 0.3%
	PTC	± 0.3%

技术规范		
• 电阻温度计/硅温度传感器	Pt 100 Ni 100 标准	± 1 K
	Pt 100 Ni 100 气候型	± 0.8 K
	Ni 1000 LG-Ni 1000 标准	± 0.8 K
	Ni 1000 LG-Ni 1000 气候型	± 0.8 K
	KTY83/110	± 2 K
	KTY84/130	± 2.7 K
温度误差（与输入范围有关）	± 0.006 %/K / 0.006 K/K	
线性误差（与输入范围有关）	± 0.1 % / 0.1 K	
重复精度（25 °C 时为瞬态，与输入范围有关）	± 0.1 % / ± 0.1 K	
状态、中断、诊断		
中断	无	
诊断功能	无	
传感器选择数据		
输入范围（额定值）/输入阻抗		
• 电压	± 50 mV ± 500 mV ± 1 V ± 5 V ± 10 V 1 V 到 5 V 0 V 到 10 V	100 kΩ
	• 电流	± 20 mA 0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA

## 10.4 模拟量输入模块

技术规范		
<ul style="list-style-type: none"> <li>电阻器/PTC</li> </ul>	0 kΩ 到 6 kΩ 0 Ω 到 600 Ω PTC	100 MΩ
<ul style="list-style-type: none"> <li>电阻温度计/硅温度传感器</li> </ul>	Pt 100 Ni 100 Ni 1000 LG-Ni 1000 标准 / 气候型 KTY83/110 KTY84/130	100 MΩ
电压输入 U+ 处的最大电压（破坏极限）	最大 30 V，连续	
电压输入 M+、M、S- 处的最大电压（破坏极限）	12 V 时连续，30 V 时最长持续时间为 1 s	
电流输入 I+ 处的最大电流（破坏极限）	40 mA	
连接信号变送器	使用 40 针前连接器	
<ul style="list-style-type: none"> <li>对于电压测量</li> <li>对于电流测量               <ul style="list-style-type: none"> <li>作为 2 线制传感器</li> <li>作为 4 线制传感器</li> </ul> </li> </ul>	支持  支持，使用外部电源 支持	
<ul style="list-style-type: none"> <li>对于电阻测量</li> </ul> 使用 2 线制连接 使用 3 线制连接 使用 4 线制连接	支持 支持 支持	
特性曲线线性化	可编程	
<ul style="list-style-type: none"> <li>电阻温度计</li> </ul>	Pt 100 标准型/气候型 Ni 100 标准 / 气候型 Ni 1000 标准 / 气候型 LG-Ni 1000 标准 / 气候型	
<ul style="list-style-type: none"> <li>温度测量的技术单位</li> </ul>	摄氏，华氏，开氏	

### 10.4.1.1 测量类型和测量范围

#### 简介

在 STEP 7 的“测量类型”参数中组态测量类型和范围。

所选测量类型	测量范围
电压 V:	± 50 mV ± 500 mV ± 1 V ± 5 V 1 V 到 5 V 0 V 到 10 V ± 10 V
电流 I	0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA ± 20 mA
电阻（4 线制连接） R-4L	6 kΩ 600 Ω PTC
热电阻 RTD-4L（线性，4 线制连接） （温度测量） 硅温度传感器	Pt 100 气候型/标准型 Ni 100 气候型/标准型 Ni 1000 气候型/标准型 LG-Ni 1000 气候型/标准型 KTY83/110 KTY84/130

### 10.4.1.2 AI 8 x 13 位的参数

#### 参数分配

使用 HW Config 的参数分配对话框分配参数

10.4 模拟量输入模块

参数

表格 10-10 SM 331: AI 8 x 13 位的参数概述

参数	取值范围	默认值	参数类型	范围
测量 • 测量类型	禁用 电压 V 电流 I 电阻 R, PTC 热电阻 RTD, 硅温度传感器	U	动态	通道
• 测量范围	电压 ±50 mV、±500 mV、±1 V, 1 V 到 5 V ± 5 V, 0 V 到 10 V, ± 10 V	± 10 V		
	电流 0 mA 到 20 mA、4 mA 到 20 mA、± 20 mA	± 20 mA		
	电阻 0 Ω 到 600 Ω; 0 kΩ 到 6 kΩ; PTC	600 Ω		
	热电阻(线性) Pt 100 气候型/标准型 Ni 100 气候型/标准型 Ni 1000 气候型/标准型 LG-Ni 1000 气候型/标准型 KTY83/110 KTY84/130	Pt 100 标准		
• 温度系数	Pt 100 0.003850 Ω/Ω/ °C (IST-90) Ni 100 / Ni 1000 0.006180 Ω/Ω/ °C LG-Ni 1000 0.005000 Ω/Ω/ °C	0.003850		

参数	取值范围	默认值	参数类型	范围
• 干扰频率抑制	50 Hz; 60 Hz	50 Hz		
• 温度单位	摄氏, 华氏, 开氏*	摄氏度		模块
*仅限 Pt 100 标准型, Ni 100 标准型, Ni 1000 标准型, LG-Ni 1000 标准型				

### 10.4.1.3 有关 AI 8 x 13 位的补充信息

#### 未使用的通道

对于未使用的通道, 在“测量类型”参数中将其值设置为“禁用”。此设置可减少模块的周期时间。

互连未使用通道的 M- 端子。

#### 使用 PTC 电阻器

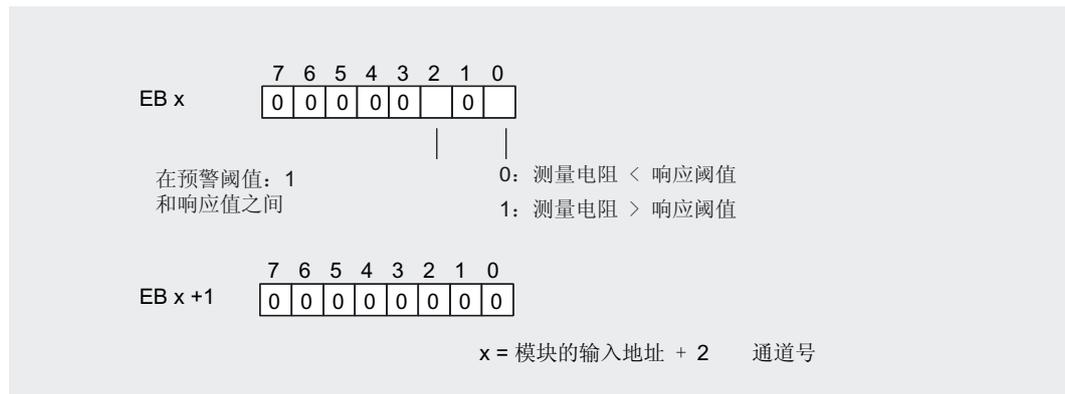
PTC 适用于监视温度, 或者为复杂驱动器和变压器线圈提供热保护。使用 PTC 电阻时, 模块没有模拟值。不显示模拟值, 而显示固定温度范围的状态信息。

- 设置参数时, 选择测量类型 R“电阻”和测量范围“PTC”。
- 连接 PTC (请参见“电阻测量的端子图”)。
- 使用符合 IEC 60034-11-2 的 PTC 电阻器 (以前使用符合 DIN/VDE 0660 第 302 部分的 PTC 热敏电阻)。
- PTC 电阻器的传感器数据:

10.4 模拟量输入模块

属性	技术规格	注释
切换点	<b>温度上升的响应</b>	
	< 550 Ω	<b>正常范围:</b> 位 0 =“0”, 位 2 =“0” (在 PII 中)
	550 Ω 到 1650 Ω	<b>高级警告范围:</b> 位 0 =“1”, 位 2 =“0” (在 PII 中)
	> 1650 Ω	<b>执行范围:</b> 位 0 =“1”, 位 2 =“0” (在 PII 中)
	<b>温度下降的响应</b>	
	> 750 Ω	<b>执行范围:</b> 位 0 =“1”, 位 2 =“0” (在 PII 中)
	750 Ω 到 540 Ω	<b>高级警告范围:</b> 位 0 =“1”, 位 2 =“0” (在 PII 中)
< 540 Ω	<b>正常范围:</b> 位 0 =“0”, 位 2 =“0” (在 PII 中)	
(RRT-5) °C	最大 550 Ω	RRT = 额定响应温度
(RRT+5) °C	最小 1330 Ω	
(RRT+15) °C	最小 4000 Ω	
测量电压	最大 7.5 V	
PTC 的电压		

- 过程映像输入 (PII) 的分配



- 有关编程的注意事项

---

**说明**

过程映射输入中只有位 0 和位 2 与评估相关。例如，可使用位 0 和位 2 来监视电机温度。无法保存过程映像输入中的位 0 和位 2。分配参数时，确保电机以受控方式（例如，通过确认）启动。

位 0 和位 2 决不能同时置位，它们应相继置位。

---

### 使用硅温度传感器

硅温度传感器常用于检测电机温度。

- 分配参数时，选择测量类型“热电阻”和测量范围“KTY83/110”或“KTY84/130”。
- 连接温度传感器（请参见“电阻测量的端子图”）。

使用符合 Philips Semiconductors 发布的产品规格的温度传感器。

- KTY83 系列 (KTY83/110)
- KTY84 系列 (KTY84/130)

同时，记下温度传感器的精确度。

温度以 0.1 摄氏度、0.1 开氏度或 0.1 华氏度指定。

## 10.4.2 模拟量输入模块 AI 8 x 16 位

### 部件编号

标准模块：6ES7 650-8AK60-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8AK60-1AA0

### 属性

模拟量输入模块 AI 8 x 16 位具有以下属性：

- 8 个输入和 8 个输出（用于为 2 线制传感器供电）
- HART 符合  
在非冗余工作情况下，建议为传感器串联约为 100 的电阻。

## 10.4 模拟量输入模块

- 精度为 15 位 + 符号（与积分时间无关）
- 为每个模块设置传感器（通过端子 10 与端子 11 之间的跳线）：
  - 2 线制传感器电流，仅限 4 ... 20 mA 的测量范围内
  - 4 线制传感器电流
- 可为每个通道组态测量范围
  - 0 ... 20 mA
  - $\pm 20$  mA
  - 4 ... 20 mA
- 可为每个通道组态平滑化
- 可为每个通道组态积分时间/干扰频率抑制
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 电气隔离
  - 通道针对 4 线制传感器到负载电压 L+ 进行电气隔离
  - 通道与 IM 650 电气隔离
- 组错误显示 (SF LED)
- 支持在运行中组态 (CiR)

## 使用 2 线制传感器的 AI 8 x 16 位的接线图和方框图

如果模块用于 2 线制传感器操作，则必须在端子 10 与端子 11 之间插入跳线，这样便可激活模块的短路保护传感器电源，并在模拟量输入端实现跳接。

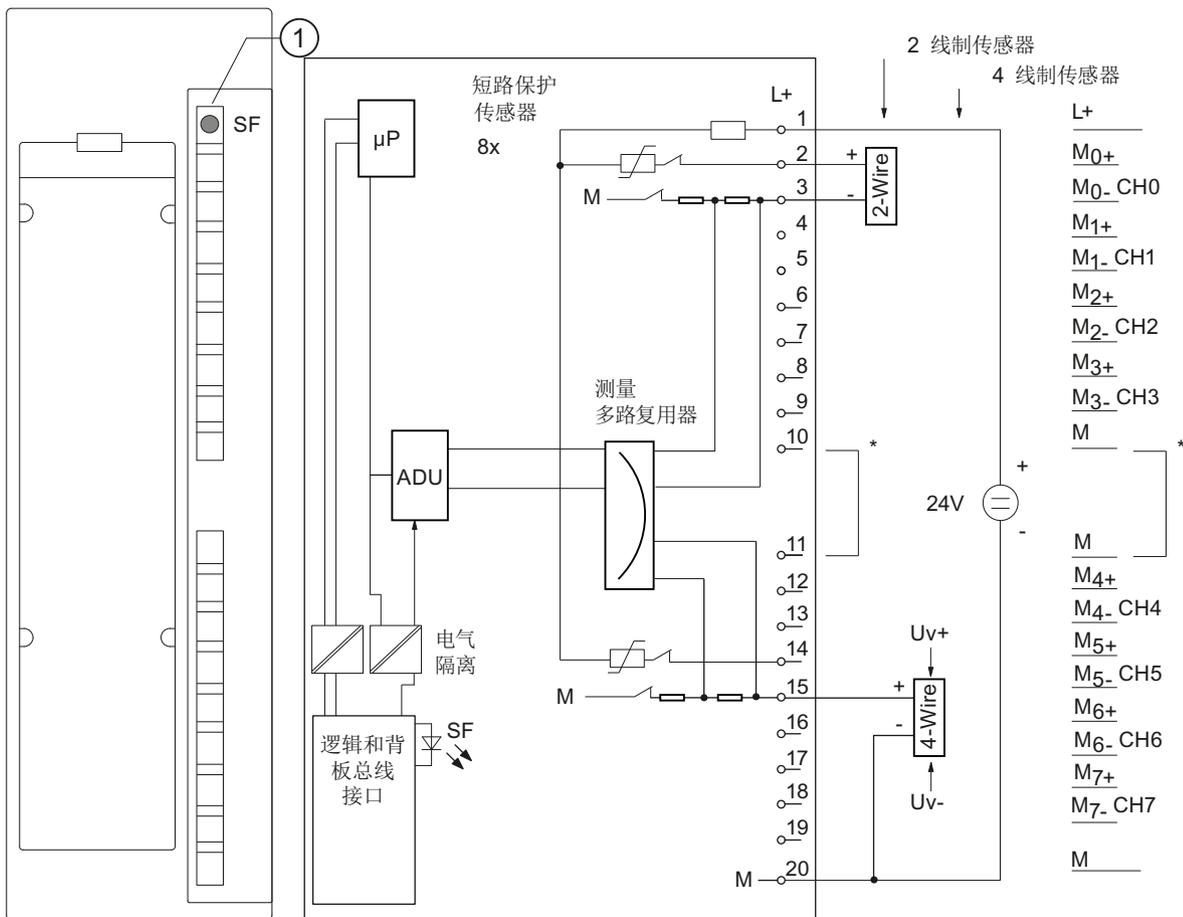
在此情况下，模块的所有通道都在 2 线制传感器模式下工作。下图以通道 0 为例对此进行了显示。

通过 HW Config 将参数分配为“2WMT 电流”

2 线制传感器会将测量变量转换为电流。2 线制传感器必须为隔离的测量传感器。

通过使用 L+、M 为传感器提供公共电源，消除了通道间容许的电位差。因此，UISO 不适用于使用 2 线制传感器的情况。

还可使用带有单独电源的 4 线制传感器。下图以通道 5 为例对此进行了显示。



\* 采用 2 线制传感器时的硬件设置

### ① 组错误显示 - 红色 (SF LED)

图 10-9 2 线制传感器模式下 AI 8 x 16 位的模块视图和方框图

## 接线图

当模块以 4 线制传感器模式进行工作时，不可在端子 10 和 11 之间连接跳线。

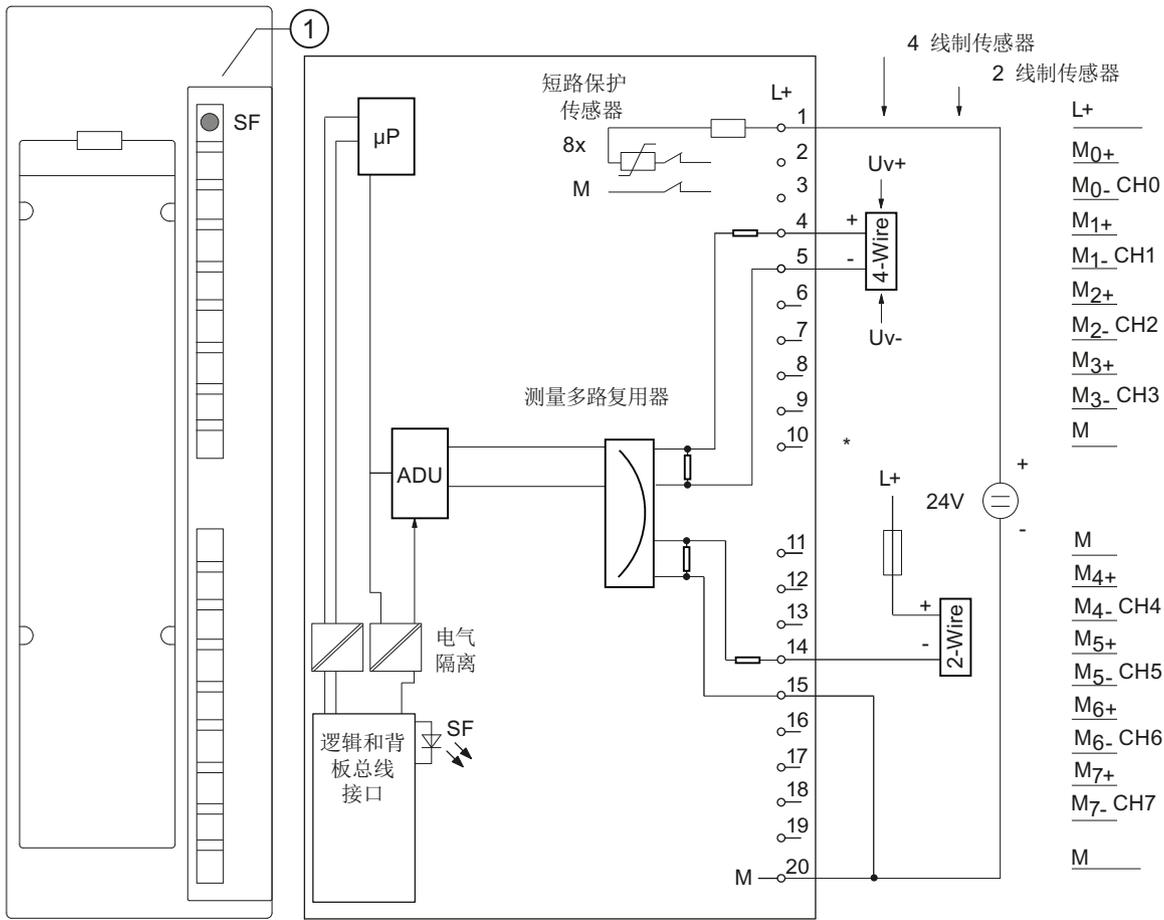
在此情况下，模块的所有通道都在 4 线制传感器模式下工作。以通道 1 为例进行说明。

通过 HW Config 将参数分配为“4WMT 电流”

4 线制传感器具有单独的电源电压。

还可使用带有单独的熔断器式电源的 2 线制传感器。下图以通道 5 为例对此进行了显示。

10.4 模拟量输入模块



\* 采用 4 线制传感器时的硬件设置

① 组错误显示 - 红色 (SF LED)

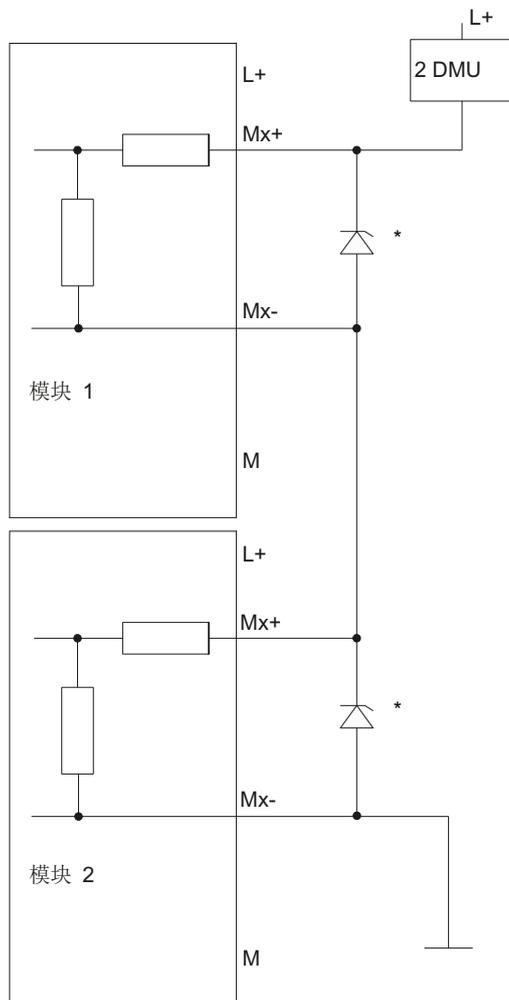
图 10-10 4 线制传感器模式下 AI 8x16 位的模块视图和方框图

## 冗余使用

在冗余模式下，模块 AI 8 x 16 位重复出现，并可进行冗余组态和操作。

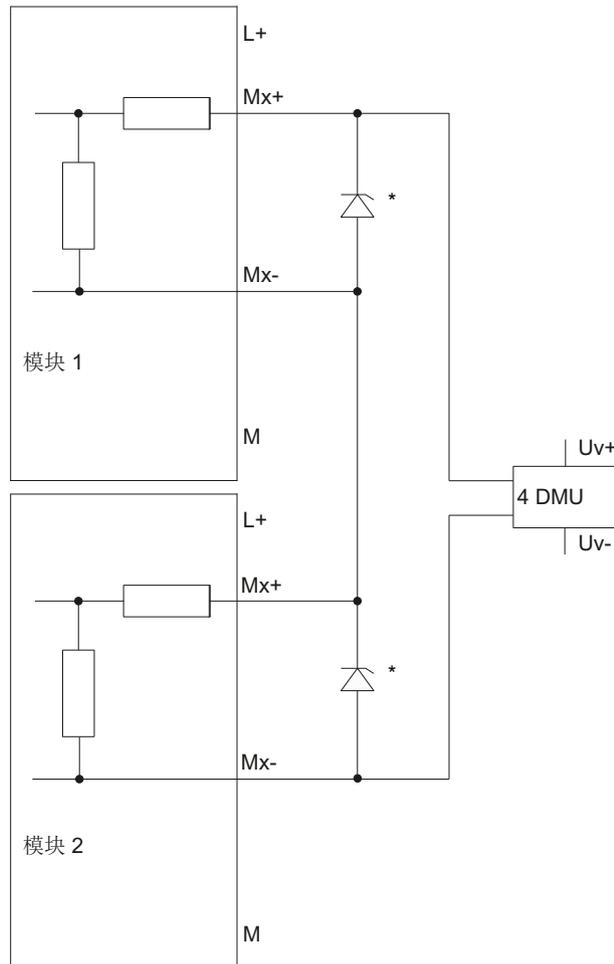
- 如果在冗余模式下电流输出的替代值行为设为“无任何电流或电压”(has no current or voltage)，则在 CPU 处于 STOP 状态时或 Profibus 连接发生故障时，每个通道仍会输出约 115  $\mu\text{A}$  的电流。
- 只有在模块采用 4 线制传感器模式工作时，才可实现冗余。需要在 HW Config 中进行 4 线制传感器组态（请参见显示 2 线制传感器连接的图片）。切勿连接前面板连接器上的端子 10 和 11。
- 在冗余模式下，必须观察两个模块上的电压突降。为了确保传感器的电压供应充足，必须观察两个模块上的电压突降以及接线和传感器上的电压突降（串联）。  
如果传感器电流为 22 mA，则每个模块上的电压突降约为 3.3 V。如果您使用的是具有齐纳二极管的保护电路（如下所示）并且更换模块，则请注意，卸下的模块上的电压突降为齐纳电压 (5.1 V)，插入的模块上的电压突降仍为 3.3 V。

2 线制传感器的冗余连接



\* 齐纳二极管 5.1 V (例如 BZX85C5V1) 仅在卸下模块且系统应继续运行时需要。

## 4 线制传感器的冗余连接



\* 齐纳二极管 5.1 V（例如 BZX85C5V1）仅在卸下模块且系统应继续运行时需要。

## AI 8 x 16 位的技术规范

技术规范	
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 205 g
模块特定数据	
输入点数	8
电源输出数量	8
电缆长度, 屏蔽	最长 800 m

## 10.4 模拟量输入模块

技术规范	
温度范围	
• 水平安装位置	0 °C 到 60 °C
• 垂直安装位置	0 °C 到 40 °C
电压、电流、电位	
额定负载电压 L+	24 V DC
• 反极性保护	支持
2 线制传感器的电源	支持
• 短路保护	短路电流大约为 40 到 60 mA
电气隔离	
• 通道和背板总线之间	支持
• 通道之间	使用 4 线制传感器时容许的共模电压： 75 V DC 60 V AC
• 通道和负载电压 L+ 之间	对于 2 线制传感器：无 对于 4 线制传感器：有
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	支持
隔离，旨在进行基本隔离	
• 通道和背板总线之间 ( $U_{ISO}$ )	75 V DC 60 V AC
• 通道和负载电压 L+ 之间	对于 4 线制传感器： 75 V DC 60 V AC
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	75 V DC 60 V AC
隔离测试	
• 通道到背板总线和负载电压 L+	500 V AC 或 707 V DC，型式试验
• 背板总线到负载电压 L+	500 V AC 或 707 V DC，型式试验
• 通道之间	不支持
电流消耗	

技术规范			
• 来自背板总线	最大 120 mA		
• 来自负载电压 L+ (所有连接的传感器的电源电流)	典型值每个传感器 20 mA		
模块的功率损耗	大约 1.5 W		
模拟值形式			
测量原理	SIGMA-DELTA		
积分时间/ 干扰频率抑制 (每个通道)	60 Hz	50 Hz	10 Hz
• 可组态	是	是	是
• 积分时间 (单位: ms)	16.6	20	100
• 含积分时间的基本转换时间, 单位为 ms (每通道)	55	65	305
• 模块的基本执行时间, 以 ms 为单位 (启用所有通道)	440	520	2440
• 分辨率位数 + 符号位 (包括过冲范围)	15 位 + 符号	15 位 + 符号	15 位 + 符号
• 测量值的平滑化	支持, 可按 4 个等级进行分配:		
	等级:	时间常量:	
	无	1 x 循环时间 *	
	弱	4 x 循环时间 *	
	中	32 x 循环时间 *	
	强	64 x 循环时间 *	
噪声抑制, 误差限制			
$f = n \times (f_1 \pm 1 \%)$ 的干扰电压抑制 ( $f_1 =$ 干扰频率)			
• 共模干扰 (只能使用 4 线制传感器执行) ( $U_{cm} < 60 \text{ V AC}$ )	> 100 dB		
• 串模干扰 (干扰峰值 < 输入范围额定值)	> 40 dB		
输入之间的串扰衰减 ( $U_{ISO} < 60 \text{ V}$ )	> 70 dB		
操作错误	$\pm 0.15\%$		
基本误差	$\pm 0.1\%$		
温度误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.001\%/K$		
线性误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.01 \%$		
可重复性 (25 °C 时处于稳态, 与输入范围有关)	$\pm 0.1\%$		

10.4 模拟量输入模块

<b>技术规范</b>		
<b>状态、中断、诊断</b>		
状态显示	不支持	
组错误显示 (SF LED)	支持	
诊断中断	可组态	
诊断功能	可组态	
<b>传感器电源的特性</b>		
• 传感器以及具有 22 mA 传感器电流的电缆的输出电压 (已考虑模块上的测量电阻)	≥ 18 V (UN = 24 V 时)	
<b>传感器选择数据</b>		
输入范围 (额定值/输入电阻)		
• 电流	0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA ± 20 mA	140 Ω 140 Ω 140 Ω
电流输入的允许输入电流 (毁坏限制)	40 mA	

\* 循环时间 = 每通道的基本转换时间 x 已启用的通道数

10.4.2.1 AI 8 x 16 位的参数

参数分配

参数分配通过 HW Config 的参数分配对话框实现

AI 8 x 16 位的参数

下表概要说明了 AI 8 x 16 位的可分配参数及其默认设置。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-11 AI 8 x 16 位的参数

参数	取值范围	默认设置	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
诊断			
• 组诊断模拟	是/否	是	通道
• 断路检查	是/否	是	通道
平滑化	无 弱 中 强	无	通道
测量类型	已禁用 4WMT * 电流 2WMT * 电流	4WMT * 电流	模块
测量范围	已禁用 0...20 mA ** 4...20 mA ± 20 mA **	4...20 mA	通道
干扰频率抑制/积分时间	60 Hz (16.6 ms) 50 Hz (20 ms); 10 Hz (100 ms);	50 Hz (20 ms)	通道

\* 4WMT = 4 线制传感器；2WMT = 2 线制传感器

\*\* 仅可为 4 线制传感器设置

### 组诊断模拟

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

### 平滑化

通过对模拟值进行平滑处理，可生成供进一步处理的稳定模拟信号。

模拟值的平滑处理在测量值快速变化时非常实用。

10.4 模拟量输入模块

测量值通过数字滤波方式进行平滑处理。模块平滑处理的实现方式是为指定数量的转换（数字化）模拟值计算平均值。

可以将平滑处理分为 4 个不同的级别（无、弱、中或强）。级别决定生成平均值所使用的模拟量信号的数量。

平滑级别越高，经平滑处理的模拟值就越稳定，在阶跃响应后到平滑的模拟信号可用的时间也越长。

断路检查

在电流范围 0 到 20 mA 和 ±20 mA 内无法进行断路检测。

对于电流范围 4 到 20 mA，如果启用了断路检查，则在  $I \leq 1.185 \text{ mA}$  输入电流以下的电流值将被解释为断路。

如果启用了断路检查，将不会进行下溢检测。

10.4.2.2 AI 8 x 16 位的诊断

简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

诊断消息和可能的纠正措施

下表给出了 AI 8 x 16 位的诊断消息概述。

表格 10-12 AI 8 x 16 位的诊断消息和可能的纠正措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
外部辅助电压缺失	否	模块无电源电压 L+	供给电源 L+
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	排除干扰
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块
ADC/DAC 错误	否	模块有故障	更换模块

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
参数分配错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
		跳线（端子 10 和 11）与测量类型的参数分配不匹配。	检查跳线
断路	支持	与传感器的连接被中断。	检查接线
		传感器保护电路的电阻太高	使用其它类型的传感器或更换线缆，例如，使用更大横截面积的导线
		通道未连接（断开）	禁用通道组（“测量类型”(Measurement type) 参数）或连接通道
超出测量范围下限	支持 (组诊断)	模拟值低于下限	检查测量范围选择
		在 4 mA 到 20 mA 的测量范围中，传感器可以反极性连接。	检查端子
超出测量范围上限	支持 (组诊断)	模拟值超出上限	分配一个不同的测量范围

### 10.4.3 模拟量输入模块 AI 8 x 16 位 HART

#### 部件编号

标准模块：6ES7 650-8AT60-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8AT60-1AA0

#### 属性

AI 8 x 16 位 HART 模拟量输入模块具有以下特性：

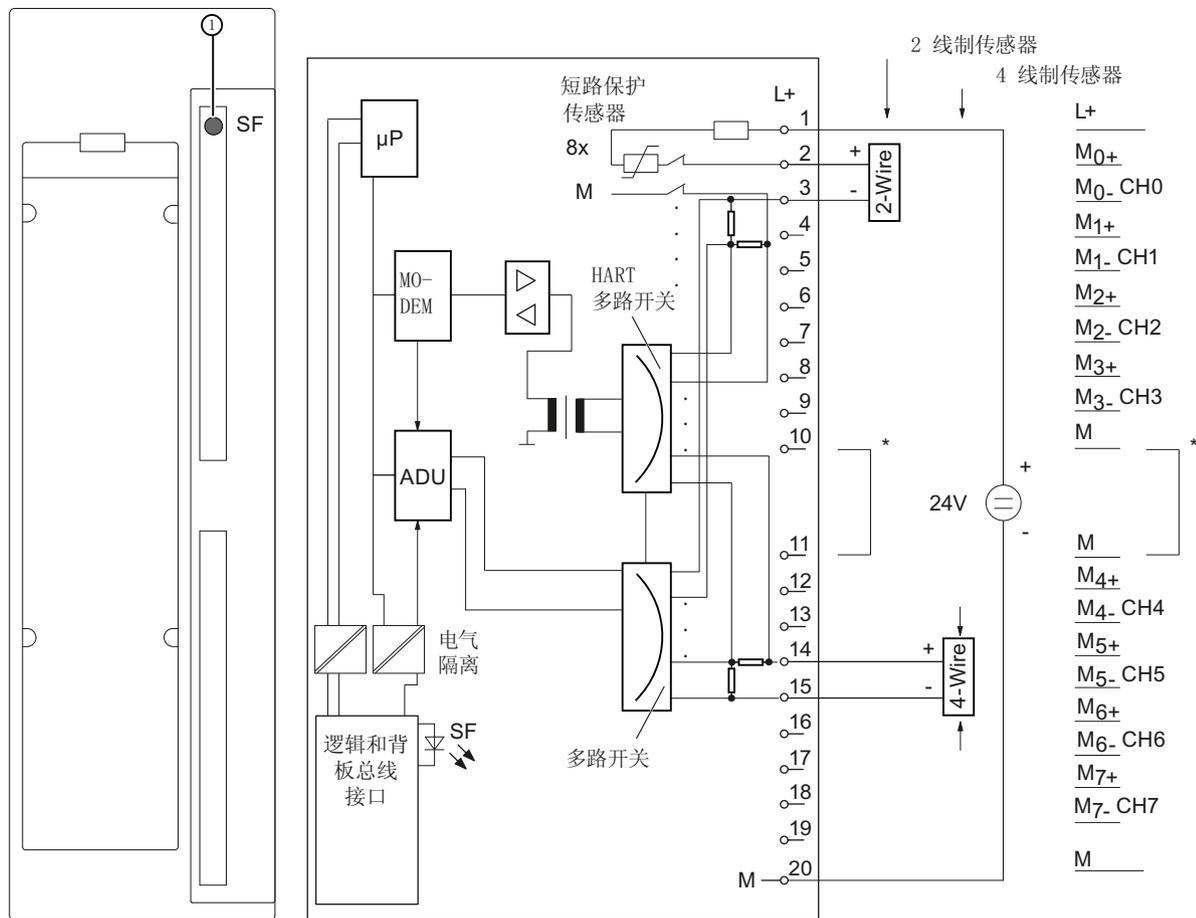
- 8 个输入和 8 个输出（用于为 2 线制传感器供电）
- HART 通信，可选择通道进行参数分配  
在非冗余工作情况下，建议为传感器串联约为 100 的电阻。
- 精度为 15 位 + 符号（与积分时间无关）

#### 10.4 模拟量输入模块

- 为每个模块设置传感器（通过端子 10 与端子 11 之间的跳线）：
  - 2 线制传感器电流，仅限 4 ... 20 mA 的测量范围内
  - 4 线制传感器电流
- 可为每个通道分配测量范围参数
  - 0 ... 20 mA /  $\pm$  20 mA（不使用 HART）
  - 4 ... 20 mA（使用/不使用 HART）
- 可为每个通道组态平滑化
- 可为每个通道组态积分时间/干扰频率抑制
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 电气隔离
  - 通道针对 4 线制传感器到负载电压 L+ 进行电气隔离
  - 通道与 IM 650 电气隔离
- 组错误显示 (SF LED)
- 支持在运行中组态 (CiR)
- 组态 HART 变量

有关连接和操作 HART 现场设备的基本信息以及 HART 变量的对应用法，请参见“HART”部分。

## AI 8 x 16 位 HART 的连接图和电路图



\* 使用 2 线制传感器时的硬件设置

① 组故障显示 – 红色 (SF LED)

图 10-11 AI 8 x 16 位 HART 的连接图和电路图

## 模拟信号电缆

下图未显示连接模拟量输入模块和编码器的电位所需的连线。

因此，请注意 Internet 上《自动化系统 SIMATIC S7-300 模块数据》手册中对传感器连接普遍适用的信息 (<http://support.automation.SIEMENS.com/WW/view/en/8859629>)

以下连接图中使用的缩写

在下列 2 线制和 4 线制传感器的连接图中，所用缩写的含义如下：

- L+ 电源连接 24 V DC
- M 接地连接
- M<sub>x+</sub> 测量电缆（正极）
- M<sub>x-</sub> 测量电缆（负极）
- U<sub>v+</sub> 传感器电源（正极）
- U<sub>v-</sub> 传感器电源（负极）
- U<sub>ISO</sub> IM650 的 MANA 与 M 连接之间的电位差

连接 2 线制传感器

如果模块用于 2 线制传感器操作，则必须在连接 10 与 11 之间插入跳线，这样便可激活模块的短路保护传感器电源，并在模拟量输入端实现跳接。

在此情况下，模块的所有通道都在 2 线制传感器模式下工作。

通过 HW Config 将参数分配为“2WMT 电流”

2 线制传感器会将测量变量转换为电流。2 线制传感器必须为隔离的测量传感器。

通过使用 L+、M 为传感器提供公共电源，消除了通道间容许的电位差。因此，U<sub>ISO</sub> 不适用于使用 2 线制传感器的情况。

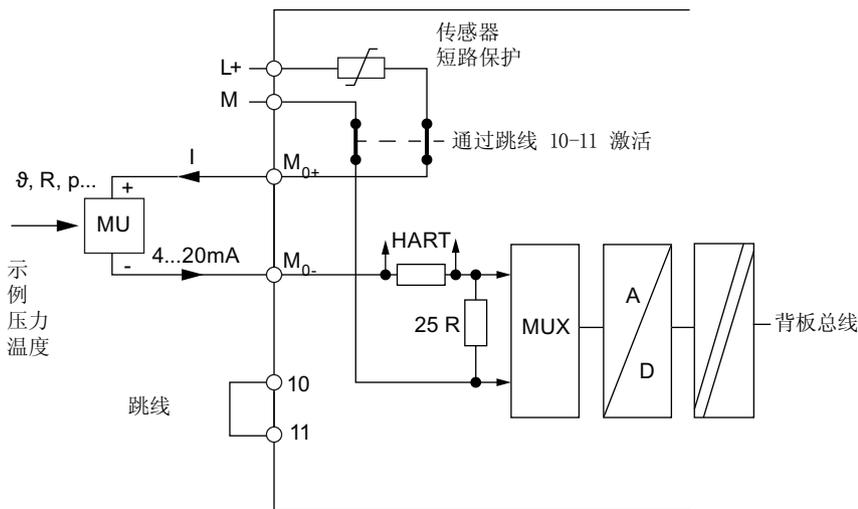


图 10-12 连接 2 线制传感器

还可使用带有单独电源的 4 线制传感器。下图显示了将 4 线制传感器连接到为 2 线制传感器组态的模块的选项。

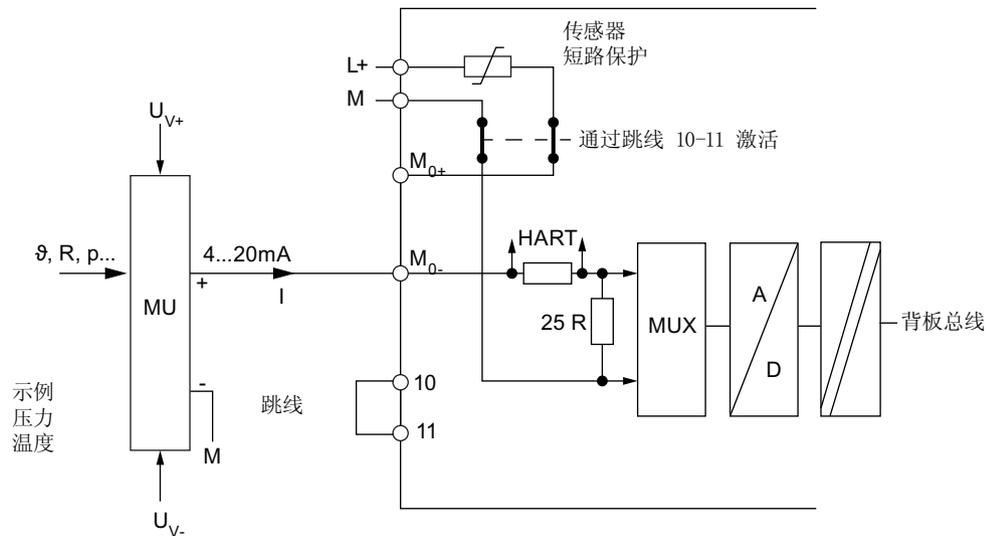


图 10-13 将 4 线制传感器连接到为 2 线制传感器组态的模块

### 连接 4 线制传感器

当模块以 4 线制传感器模式进行工作时，不可在端子 10 和 11 之间连接跳线。

4 线制传感器有单独的电源电压

在此情况下，模块的所有通道都在 4 线制传感器模式下工作。

通过 HW Config 将参数分配为“4WMT 电流”

10.4 模拟量输入模块

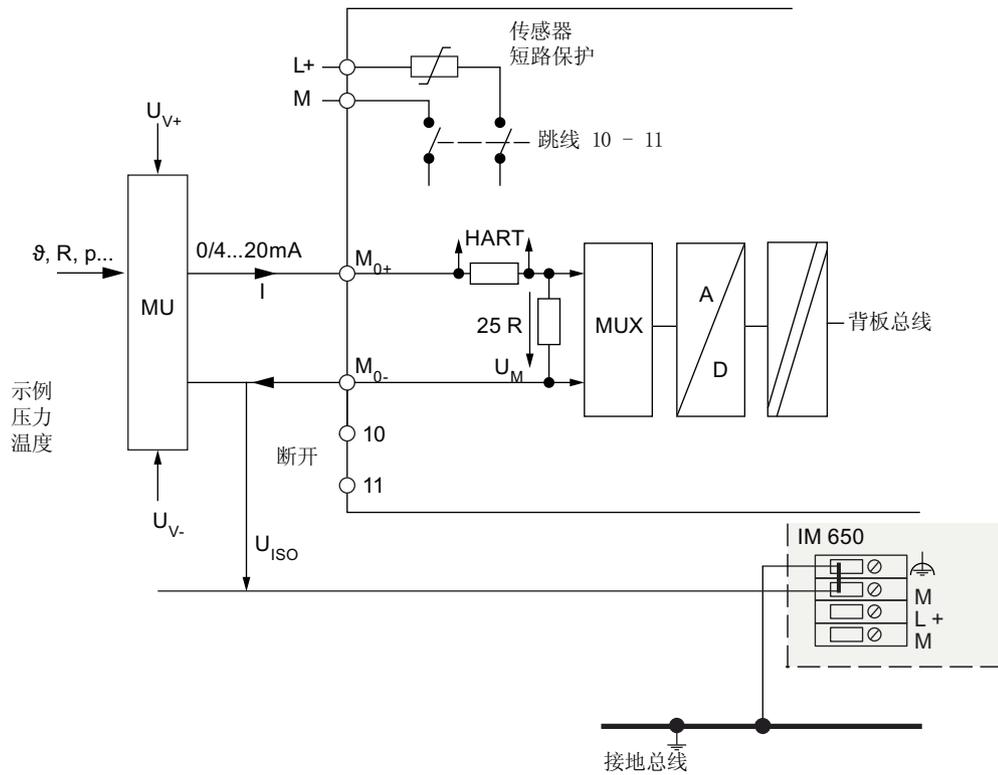


图 10-14 连接 4 线制传感器

也可以使用具有单独电源的 2 线制传感器。下图显示了将 2 线制传感器连接到为 4 线制传感器组态的模块的选项。

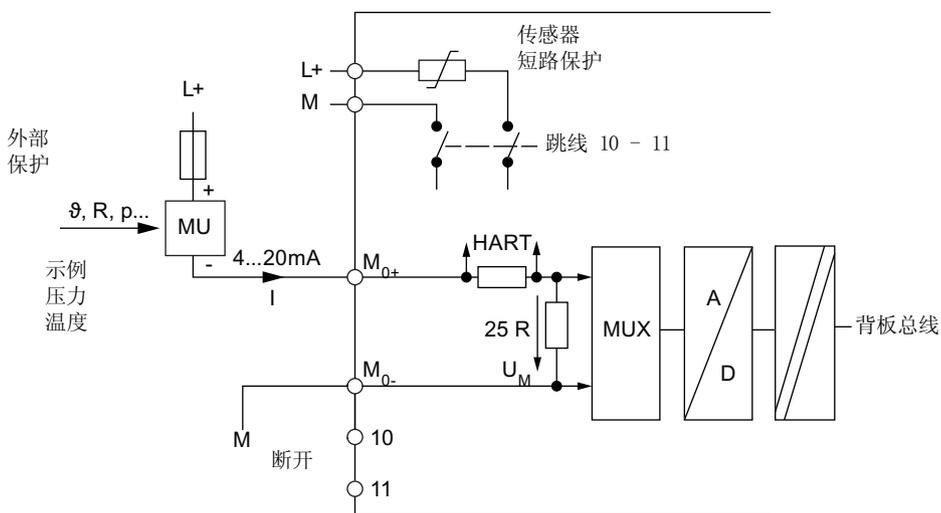


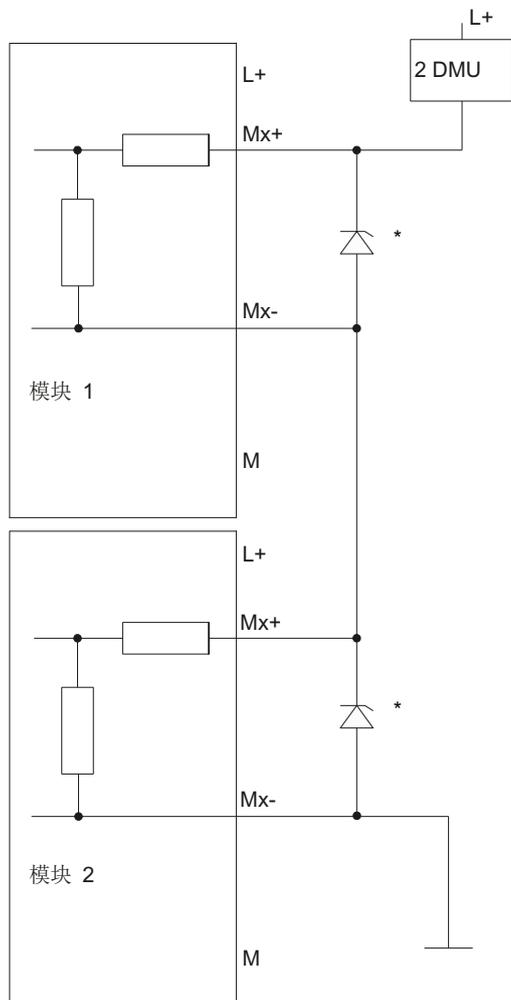
图 10-15 将 2 线制传感器连接到为 4 线制传感器组态的模块

## 冗余使用

在冗余运行模式下，AI 8 x 16 位 HART 模块可使用两次，并可采用冗余组态并行运行。

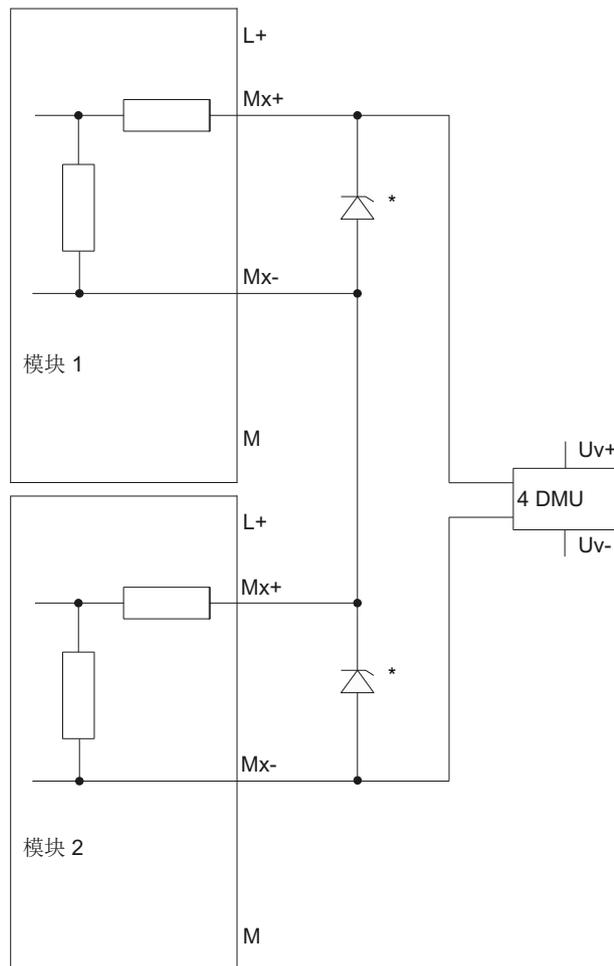
- 在冗余运行模式下，不可连接其它 HART 主站，如手持式设备。
- 如果在冗余模式下电流输出的替代值行为设为“无任何电流或电压”(has no current or voltage)，则在 CPU 处于 STOP 状态时或 Profibus 连接发生故障时，每个通道仍会输出约 115  $\mu$ A 的电流。
- 只有在模块采用 4 线制传感器模式工作时，才可实现冗余。必须通过 HW Config 组态为 4 线制传感器。切勿连接前面板连接器上的端子 10 和 11。
- 在冗余模式下，必须观察两个模块上的电压突降。为确保传感器电源足够大，必须注意两个模块的电压降以及接线和传感器的电压降（串联！）。  
如果编码器电流为 22 mA，则每个模块的电压降约为 3.3 V。如果您使用的是具有齐纳二极管的保护电路（如下所示）并且更换模块，则请注意，卸下的模块上的电压突降为齐纳电压 (5.1 V)，插入的模块上的电压突降仍为 3.3 V。

2 线制传感器的冗余连接



\* 齐纳二极管 5.1 V（例如 BZX85C5V1）仅在卸下模块且系统应继续运行时需要。

## 4 线制传感器的冗余连接



\* 齐纳二极管 5.1 V（例如 BZX85C5V1）仅在卸下模块且系统应继续运行时需要。

表格 10-13 AI 8 x 16 位 HART 的技术规范

技术规范	
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 205 g
模块特定数据	
输入点数	8
电源输出数量	8
电缆长度, 屏蔽	最长 800 m

## 10.4 模拟量输入模块

技术规范	
温度范围	
• 水平安装位置	0 °C 到 60 °C
• 垂直安装位置	0 °C 到 40 °C
电压、电流、电位	
额定负载电压 L+	24 V DC
• 反极性保护	支持
2 线制传感器的电源	支持
• 短路保护	短路电流大约为 40 到 60 mA
电气隔离	
• 通道和背板总线之间	支持
• 通道之间	使用 4 线制传感器时容许的共模电压： 75 V DC 60 V AC
• 通道和负载电压 L+ 之间	对于 2 线制传感器：无 对于 4 线制传感器：有
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	支持
隔离，旨在进行基本隔离	
• 通道和背板总线之间 ( $U_{ISO}$ )	75 V DC 60 V AC
• 通道与负载电压 L+ 之间	对于 4 线制传感器： 75 V DC 60 V AC
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	75 V DC 60 V AC
隔离测试	
• 通道到背板总线和负载电压 L+	500 V AC 或 707 V DC，型式试验
• 背板总线到负载电压 L+	500 V AC 或 707 V DC，型式试验
• 通道之间	不支持
电流消耗	

技术规范			
• 来自背板总线	最大 120 mA		
• 来自负载电压 L+ (所有连接的传感器的电源电流)	典型值每个已连接的传感器 20 mA		
模块的功率损耗	大约 1.5 W		
模拟值形式			
测量原理	SIGMA-DELTA		
积分时间/ 干扰频率抑制 (每个通道)	60 Hz	50 Hz	10 Hz
• 可组态	是	是	是
• 积分时间 (单位: ms)	16.6	20	100
• 含积分时间的基本转换时间, 单位为 ms (每通道)	55	65	305
• 模块的基本执行时间, 以 ms 为单位 (启用所有通道)	440	520	2440
• 分辨率位数 + 符号位 (包括过冲范围)	15 位 + 符号	15 位 + 符号	15 位 + 符号
• 测量值的平滑化	支持, 可按 4 个等级进行分配:		
	等级:	时间常量:	
	无	1 x 循环时间 *	
	弱	4 x 循环时间 *	
	中	32 x 循环时间 *	
	强	64 x 循环时间 *	
噪声抑制, 误差限制			
$f = n \times (f_1 \pm 1\%)$ 的干扰电压抑制 ( $f_1 =$ 干扰频率)			
• 共模干扰 (仅在使用 4 线制传感器时存在) ( $U_{cm} \leq 20\text{ V AC}$ )	> 100 dB		
• 串模干扰 (干扰峰值 < 输入范围额定值)	> 40 dB		
输入之间的串扰衰减 ( $U_{ISO} < 60\text{ V}$ )	> 70 dB		
操作错误	$\pm 0.15\%$		
基本误差	$\pm 0.1\%$		
温度误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.001\%/K$		
线性误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.01\%$		
可重复性 (25 °C 时处于稳态, 与输入范围有关)	$\pm 0.1\%$		

10.4 模拟量输入模块

<b>技术规范</b>		
HART 信号调制对输入信号的影响，与输入范围有关（除基本误差之外）**		
<b>状态、中断、诊断</b>		
状态显示	不支持	
组错误显示 (SF LED)	支持	
诊断中断	可组态	
诊断功能	可组态	
<b>HART 通信</b>		
单点/多点运行	仅单点	
一级/二级主站	仅限一级主站***	
<b>传感器电源的特性</b>		
• 传感器电流为 22 mA 的传感器电源电压 (已考虑模块上的测量电阻)	≥ 18 V (UN = 24 V 时)	
<b>传感器选择数据</b>		
输入范围 (额定值/输入电阻)		
• 电流	0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA ± 20 mA	140 Ω 140 Ω 140 Ω
电流输入的允许输入电流 (毁坏限制)	40 mA	

\* 循环时间 = 每通道的基本转换时间 x 已启用的通道数

\*\* 使用 HART 时，建议使用 100 ms 的积分时间。分配平整等级参数可额外改善模拟信号行为。

\*\*\* 在冗余运行模式下，地址较高的模块为二级主站。

10.4.3.1 AI 8 x 16 位 HART 的参数

参数分配

使用 HW Config 的参数分配对话框分配参数

AI 8 x 16 位 HART 的参数

下表概括介绍了 AI 8 x 16 位 HART 的可分配参数及其默认设置。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-14 AI 8 x 16 位 HART 的参数

参数	取值范围	默认值	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
诊断			
• 组诊断模拟	是/否	有	通道
• 断路检查	是/否	是	通道
• HART 组诊断	是/否	是	通道
平滑化	无 弱 中 强	无	通道
测量类型	已禁用 4WMT * 电流 2WMT * 电流	4WMT * 电流	模块
测量范围	已禁用 0...20 mA ** 4...20 mA ± 20 mA **	4...20 mA	通道
干扰频率抑制/积分时间	60 Hz (16.6 ms) 50 Hz (20 ms); 10 Hz (100 ms);	50 Hz (20 ms)	通道
HART			
• HART 功能***	是/否	有	通道
• 重复	0-10	10	通道

\* 4WMT = 4 线制传感器；2WMT = 2 线制传感器

\*\* 仅可为 4 线制传感器设置

\*\*\* 仅可在测量范围为 4 ... 20 mA 的情况下激活

### 测量类型/测量范围

模拟值的分辨率为 15 位 + 符号位。

## 10.4 模拟量输入模块

表格 10-15 AI 8 x 16 位 HART 的测量范围

已选测量类型	测量范围
2 线制传感器	4 mA 到 20 mA
4 线制传感器	0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA $\pm 20$ mA

**组诊断模拟**

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

**干扰频率抑制**

抑制由所用的交流电压网络的频率引起的干扰。

当激活 HART 操作时，推荐使用 10 Hz 干扰频率抑制，从而防止 HART 信号影响模拟值。

**平滑化**

通过对模拟值进行平滑处理，可生成供进一步处理的稳定模拟信号。

模拟值的平滑处理在测量值快速变化时非常实用。

测量值通过数字滤波方式进行平滑处理。模块平滑处理的实现方式是为指定数量的转换（数字化）模拟值计算平均值。

可以将平滑处理分为 4 个不同的级别（无、弱、中或强）。级别决定生成平均值所使用的模拟量信号的数量。

平滑级别越高，经平滑处理的模拟值就越稳定，在阶跃响应后到平滑的模拟信号可用的时间也越长。

**断路检查**

在电流范围 0 到 20 mA 和  $\pm 20$  mA 内无法进行断路检测。

对于电流范围 4 到 20 mA，如果启用了断路检查，则在  $I \leq 1.185$  mA 输入电流以下的电流值将被解释为断路。

如果启用了断路检查，将不会进行下溢检测。

## HART 功能

可在 4 ... 20 mA 的测量范围内激活 HART 通信。

## HART 组诊断

可使用诊断参数“HART 组诊断”(HART group diagnostics) 禁止对通道特定的 HART 状态信息 (HART 设备状态) 和 HART 通信错误进行标记。

## 重复

指定 HART 帧的重复次数。如果 AI 8 x 16 位 HART 模块未接收到对发送给现场设备的 HART 帧的响应或收到错误响应，则重复该帧，即再次向现场设备发送帧。

### 10.4.3.2 AI 8 x 16 位 HART 的诊断

#### 简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

#### 诊断消息和可能的纠正措施

下表概要介绍了 AI 8 x 16 位 HART 的诊断消息。

表格 10-16 AI 8 x 16 位的诊断消息和可能的纠正措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
外部辅助电压 缺失	否	模块无电源电压 L+	供给电源 L+
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	排除干扰
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块
ADC/DAC 错误	否	模块有故障	更换模块

10.4 模拟量输入模块

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
参数分配错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
		跳线（端子 10 和 11）与测量类型的参数分配不匹配。	检查跳线
断路	支持	与传感器的连接被中断。	检查接线
		传感器保护电路的电阻太高	使用其它类型的传感器或更换线缆，例如，使用更大横截面积的导线
		通道未连接（断开）	禁用通道组（“测量类型”(Measurement type) 参数）或连接通道
超出测量范围下限	支持 (组诊断)	模拟值低于下限	检查测量范围选择
		在 4 mA 到 20 mA 的测量范围中，传感器可以反极性连接。	检查端子
超出测量范围上限	支持 (组诊断)	模拟值超出上限	分配一个不同的测量范围
HART 通信错误	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 现场设备未响应</li> <li>• 时序错误</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查过程接线</li> <li>• 纠正参数分配</li> <li>• 将输出电流设为 <math>\geq 4</math> mA</li> <li>• 增加已分配重复的数目</li> <li>• 如有必要，可将大小约为 150nF 的电容与变送器并联</li> </ul>

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
一级变量超出限值	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，且仿真调整为“一级变量超出限值”</li> <li>• 测量点不正确</li> <li>• 分配的一级变量超出限值</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查 HART 设备的参数分配</li> <li>• 校正仿真</li> <li>• 检查是否连接了正确的传感器</li> </ul>
非一级变量超出限值	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，且仿真调整为“非一级变量超出限值”</li> <li>• 测量点不正确</li> <li>• 分配的变量超出限值</li> </ul>	
HART 模拟量输出电流已饱和	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，并且为仿真设置的测量值过高</li> <li>• 测量点不正确</li> </ul>	
已指定 HART 模拟量输出电流	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，并且为仿真设置的测量值过高</li> <li>• 测量点不正确</li> </ul>	
HART 的附加状态可用*	是（HART 组诊断）。	HART 设备提供附加状态。	
要求维护	是（HART 组诊断）。	要求维护待处理	
连接的现场设备指示 HART 重新参数化	是（HART 组诊断）。	在 HART 设备状态（=HART 状态字节）中，HART 现场设备重新组态标识符已置位。	
HART 组错误	是（HART 组诊断）。	HART 运行期间出现影响已连接 HART 现场设备的通信和命令错误。	

## 10.4 模拟量输入模块

\* 3 s 后自动删除

### 10.4.4 模拟量输入模块 AI 16 x 16 位

#### 部件编号

标准模块：6ES7 650-8AK70-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8AK70-1AA0

#### 属性

模拟量输入模块 AI 16 x 16 位具有以下属性：

- 16 个输入和 16 个输出（用于为 2 线制传感器供电）
- HART 符合
- 精度为 15 位 + 符号（与积分时间无关）
- 为每个模块设置传感器（通过端子 10 与端子 11 之间的跳线）：
  - 2 线制传感器电流，仅限 4 ... 20 mA 的测量范围内
  - 4 线制传感器电流
- 可以为每个通道组态测量范围，切换到冗余 4 线制模式（通过端子 30 和 31 之间的跳线）
  - 0 mA 到 20 mA
  - $\pm 20$  mA
  - 4 mA 到 20 mA
- 可为每个通道组态平滑化
- 可为每个通道组态积分时间/干扰频率抑制
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 组错误显示 (SF LED)
- 支持在运行中组态 (CiR)

## 使用 2 线制传感器的 AI 16 x 16 位的接线图和方框图

如果模块用于 2 线制传感器模式，则必须在端子 10 与端子 11 之间插入跳线。这样便可激活模块的短路保护传感器电源，并在模拟量输入端实现跳接。

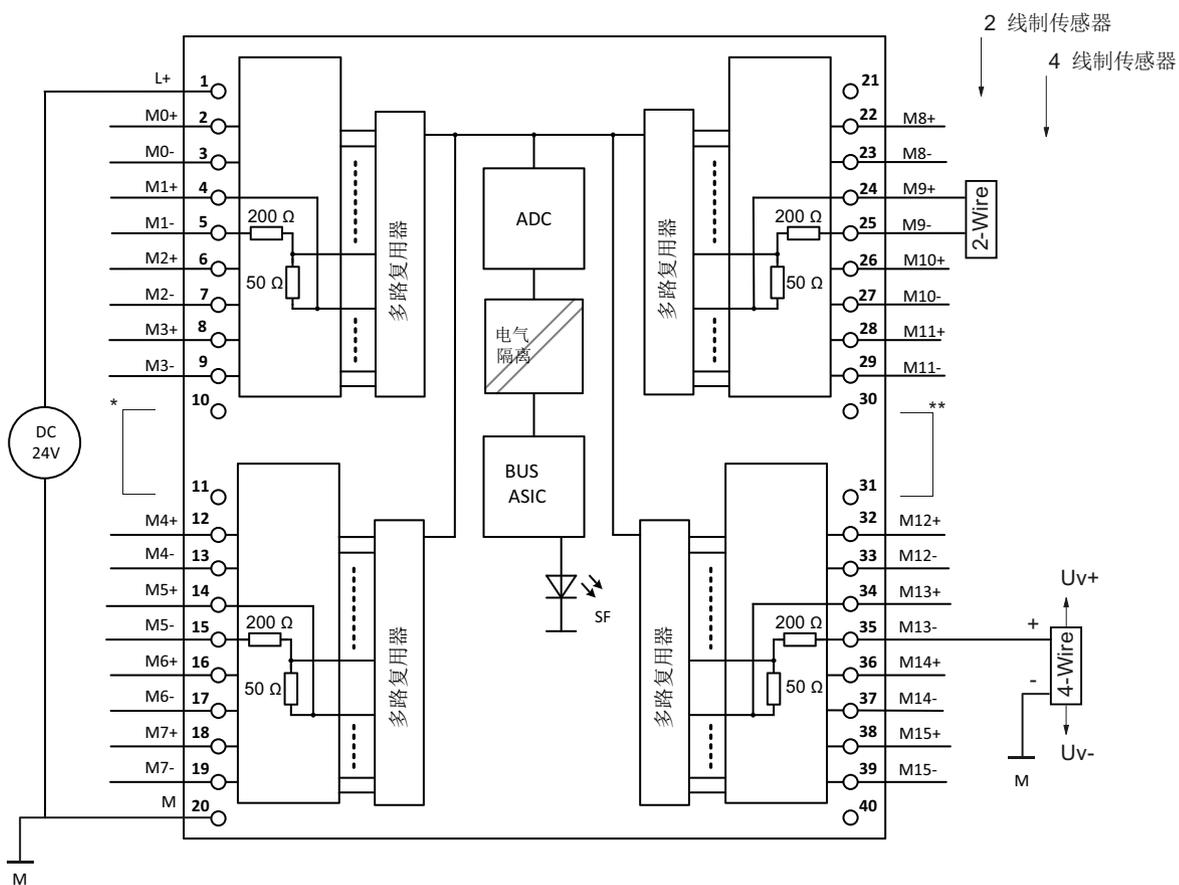
在此情况下，模块的所有通道都在 2 线制传感器模式下工作。下图以通道 9 为例对此进行了显示。

通过 HW Config 将参数分配为“2WMT 电流”

2 线制传感器会将测量变量转换为电流。2 线制传感器必须为隔离的测量传感器。

通过使用 L+、M 为传感器提供公共电源，消除了通道间容许的电位差。

还可使用带有单独电源的 4 线制传感器。下图以通道 13 为例对此进行了显示。



\* 采用 2 线制传感器时的硬件设置

\*\* 冗余跳线

图 10-16 使用 2 线制传感器的 AI 16 x 16 位

使用 4 线制传感器的 AI 16 x 16 位的接线图和方框图

当模块以 4 线制传感器模式进行工作时，不可在端子 10 和 11 之间连接跳线。

在此情况下，模块的所有通道都在 4 线制传感器模式下工作。以通道 9 为例进行说明。

通过 HW Config 将参数分配为“4WMT 电流”

4 线制传感器具有单独的电源电压。

还可使用带有单独的熔断器式电源的 2 线制传感器。下图以通道 13 为例对此进行了显示。

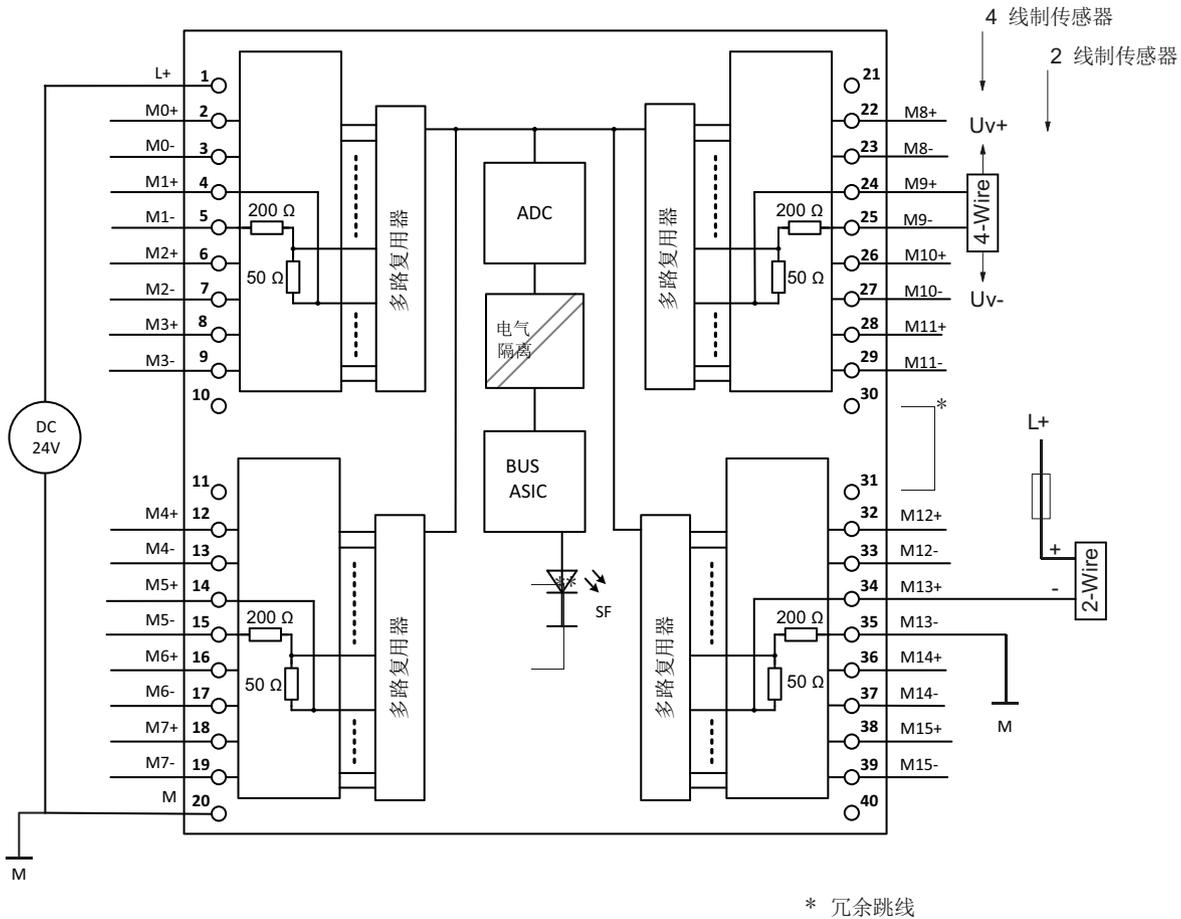


图 10-17 使用 4 线制传感器的 AI 16 x 16 位

## 冗余使用

在冗余模式下，模块 AI 16 x 16 位重复出现，并可进行冗余组态和操作。

- 在冗余工作情况下，在两个冗余运行的模块上都需要通过跳线连接端子 30 和 31。
- 只有在模块采用 4 线制传感器模式工作时，才可实现冗余。需要在 HW Config 中进行 4 线制传感器组态（请参见显示 2 线制传感器连接的图片）。切勿连接前面板连接器上的端子 10 和 11。

---

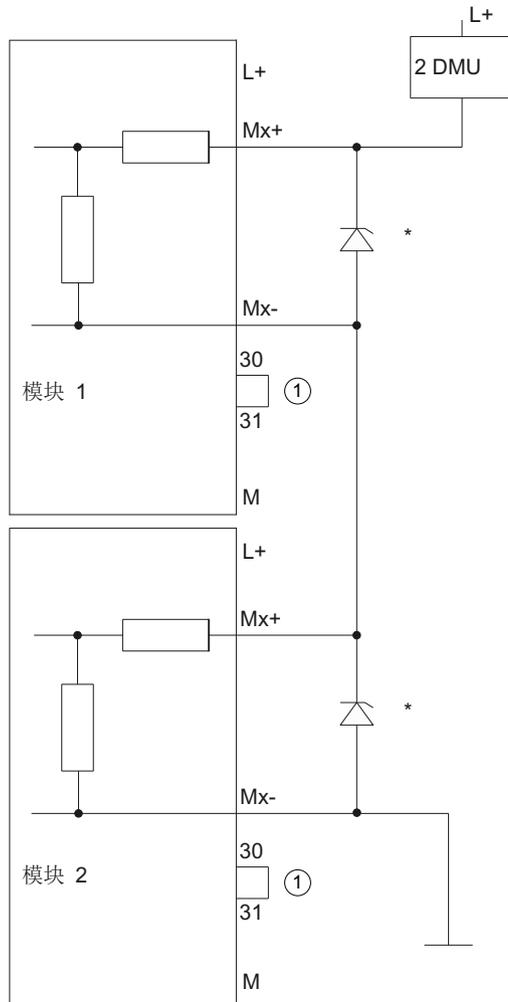
### 说明

如果连接端子 30 和 31，无论是否连接端子 10 和 11，模块都将切换到冗余 4 线制传感器运行模式。

---

- 在冗余模式下，必须观察两个模块上的电压突降。为了确保传感器的电压供应充足，必须观察两个模块上的电压突降以及接线和传感器上的电压突降（串联）。  
如果传感器电流为 22 mA，则每个模块上的电压突降约为 3.3 V。如果您使用的是具有齐纳二极管的保护电路（如下所示）并且更换模块，则请注意，卸下的模块上的电压突降为齐纳电压 (5.1 V)，插入的模块上的电压突降仍为 3.3 V。

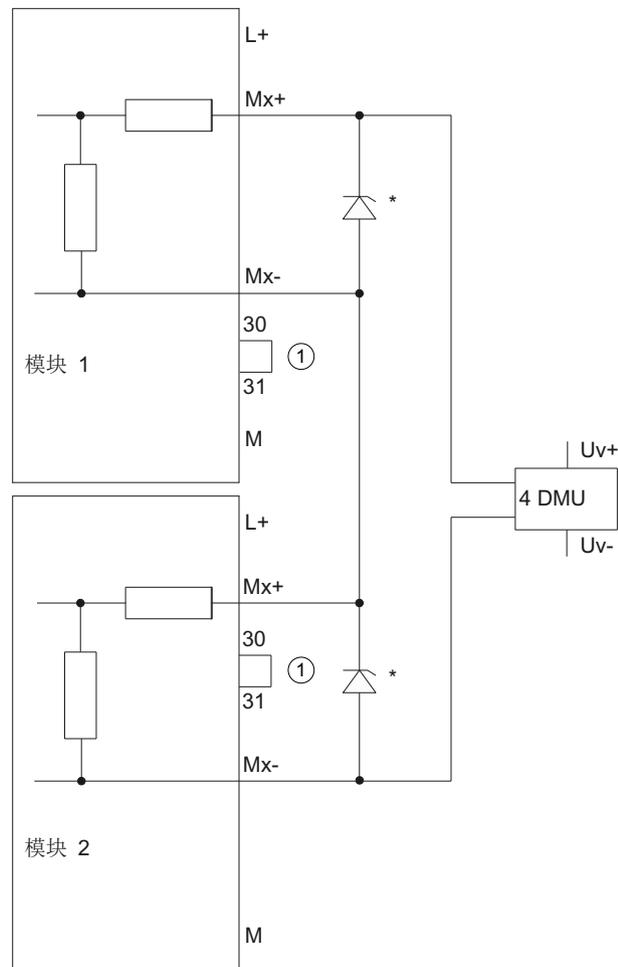
2 线制传感器的冗余连接



① 冗余跳线

\* 齐纳二极管 5.1 V (例如 BZX85C5V1) 仅在卸下模块且系统应继续运行时需要。

## 4 线制传感器的冗余连接



① 冗余跳线

\* 齐纳二极管 5.1 V（例如 BZX85C5V1）仅在卸下模块且系统应继续运行时需要。

## AI 16 x 16 位的技术规范

技术规范	
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 280 g
模块特定数据	

## 10.4 模拟量输入模块

技术规范	
输入点数	16
电源输出数量	16
电缆长度, 屏蔽	最长 800 m
温度范围	
• 水平安装位置	0 °C 到 60 °C
• 垂直安装位置	0 °C 到 40 °C
电压、电流、电位	
额定负载电压 L+	24 V DC/0.36 A
• 反极性保护	支持
2 线制传感器的电源	支持
• 短路保护	短路电流约 70 mA
电气隔离	
• 通道和背板总线之间	支持
• 通道之间	使用 4 线制传感器时容许的共模电压: 30 V DC 20 V AC
• 通道和负载电压 L+ 之间	允许的 4 线制传感器的电位差: 30 V DC 20 V AC
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	支持
隔离, 旨在进行基本隔离	
• 通道和背板总线之间 ( $U_{iso}$ )	75 V DC 60 V AC
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	75 V DC 60 V AC
隔离测试	
• 通道到背板总线	500 V AC 或 707 V DC, 型式试验
• 负载电压 L+ 到背板总线	500 V AC 或 707 V DC, 型式试验
• 通道之间	不支持

技术规范			
电流消耗			
• 来自背板总线	最大 100 mA		
• 来自负载电压 L+ (所有连接的传感器的电源电流)	典型值每个已连接的传感器 20 mA		
模块的功率损耗	大约 3.0 W		
模拟值形式			
测量原理	SIGMA-DELTA		
积分时间/ 干扰频率抑制 (每个通道)	60 Hz	50 Hz	10 Hz
• 可组态	是	是	是
• 积分时间 (单位: ms)	19.8	23.75	118.8
• 含积分时间的基本转换时间, 单位为 ms (每通道)	23	27	122
• 模块的基本执行时间, 以 ms 为单位 (启用所有通道)	416	480	1840
• 分辨率位数 + 符号位 (包括过冲范围)	15 位 + 符号	15 位 + 符号	15 位 + 符号
• 测量值的平滑化	支持, 可按 4 个等级进行分配:		
	等级:	时间常量:	
	无	1 x 循环时间 *	
	弱	4 x 循环时间 *	
	中	32 x 循环时间 *	
	强	64 x 循环时间 *	
噪声抑制, 误差限制			
$f = n \times (f_1 \pm 1\%)$ 的干扰电压抑制 ( $f_1 =$ 干扰频率)			
• 共模干扰 (仅在使用 4 线制传感器时存在) ( $U_{cm} \leq 20\text{ V AC}$ )	> 100 dB		
• 串模干扰 (干扰峰值 < 输入范围额定值)	> 40 dB		
输入之间的串扰衰减 ( $U_{ISO} < 60\text{ V}$ )	> 70 dB		
操作错误	$\pm 0.15\%$		
基本误差	$\pm 0.1\%$		
温度误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.001\%/K$		
线性误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.01\%$		

10.4 模拟量输入模块

<b>技术规范</b>		
可重复性（25 °C 时处于稳态，与输入范围有关）	± 0.1%	
<b>状态、中断、诊断</b>		
状态显示	不支持	
组错误显示 (SF LED)	支持	
诊断中断	可组态	
诊断功能	可组态	
<b>传感器电源的特性</b>		
• 传感器电流为 22 mA 的传感器电源电压 （已考虑模块上的测量电阻）	≥ 16 V（当 UN = 24 V 时）	
<b>传感器选择数据</b>		
输入范围（额定值/输入电阻）		
• 电流	0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA ± 20 mA	250 Ω 250 Ω 250 Ω
电流输入的允许输入电流（毁坏限制）	连续 40 mA	
2WMT 的负荷	750 Ω	

\* 循环时间 = 每通道的基本转换时间 x 已启用的通道数

10.4.4.1 AI 16 x 16 位的参数

参数分配

参数分配通过 HW Config 的参数分配对话框实现

AI 16 x 16 位的参数

下表概要说明了 AI 16 x 16 位的可分配参数及其默认设置。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-17 模拟量输入模块 AI 16 x 16 的参数

参数	取值范围	默认设置	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
诊断			
• 组诊断模拟	是/否	是	通道
• 断路检查	是/否	是	通道
平滑化	无 弱 中 强	无	通道
测量类型	已禁用 4WMT * 电流 2WMT * 电流	4WMT * 电流	模块
测量范围	已禁用 0 mA 到 20 mA ** 4 mA 到 20 mA ± 20 mA **	4 mA 到 20 mA	通道
干扰频率抑制/积分时间	60 Hz (16.6 ms) 50 Hz (20 ms); 10 Hz (100 ms);	50 Hz (20 ms)	通道

\* 4WMT = 4 线制传感器；2WMT = 2 线制传感器

\*\* 仅可为 4 线制传感器设置

### 组诊断模拟

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

### 平滑化

通过对模拟值进行平滑处理，可生成供进一步处理的稳定模拟信号。

模拟值的平滑处理在测量值快速变化时非常实用。

10.4 模拟量输入模块

测量值通过数字滤波方式进行平滑处理。模块平滑处理的实现方式是为指定数量的转换（数字化）模拟值计算平均值。

可以将平滑处理分为 4 个不同的级别（无、弱、中或强）。级别决定生成平均值所使用的模拟量信号的数量。

平滑级别越高，经平滑处理的模拟值就越稳定，在阶跃响应后到平滑的模拟信号可用的时间也越长。

断路检查

在 0 mA 到 20 mA 和 ± 20 mA 的电流范围内无法进行断线检测。

对于 4 mA 到 20 mA 的电流范围，如果启用断线检测，则低于输入电流  $I \leq 1.185 \text{ mA}$  的电流值即可解释为断线。

如果启用了断路检查，将不会进行下溢检测。

10.4.4.2 AI 16 x 16 位的诊断

简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

诊断消息和可能的纠正措施

下表提供了模拟输入模块诊断消息的概述。

表格 10-18 AI 16 x 16 位的诊断消息和可能的纠正措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
外部辅助电压缺失	否	模块无电源电压 L+	供给电源 L+
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	排除干扰
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块
ADC/DAC 错误	否	模块有故障	更换模块

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
参数分配错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
		跳线（端子 10 和 11）与测量类型的参数分配不匹配。	检查跳线
断路	支持	与传感器的连接被中断。	检查接线
		传感器保护电路的电阻太高	使用其它类型的传感器或更换线缆，例如，使用更大横截面积的导线
		通道未连接（断开）	禁用通道组（“测量类型”(Measurement type) 参数）或连接通道
超出测量范围下限	支持 (组诊断)	模拟值低于下限	检查测量范围选择
		在测量范围为 4 mA 到 20 mA 的情况下，传感器可以反极性连接。	检查端子
超出测量范围上限	支持 (组诊断)	模拟值超出上限	分配一个不同的测量范围

### 10.4.5 模拟量输入模块 AI 8 x TC/4 x RTD

#### 部件编号

标准模块：6ES7 650-8AR60-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8AR60-1AA0

#### 属性

模拟量输入模块 AI 8 x TC/4 x RTD 具有以下属性：

- 4 个通道组中 8 点输入
- 可以为每个通道组设置测量值精度（取决于设置的干扰频率抑制）
  - 9 位 + 符号（积分时间 2.5 ms） $\triangleq$  400 Hz
  - 12 位 + 符号（积分时间 16.67/20 ms） $\triangleq$  60/50 Hz
  - 15 位 + 符号（积分时间 100 ms） $\triangleq$  10 Hz

## 10.4 模拟量输入模块

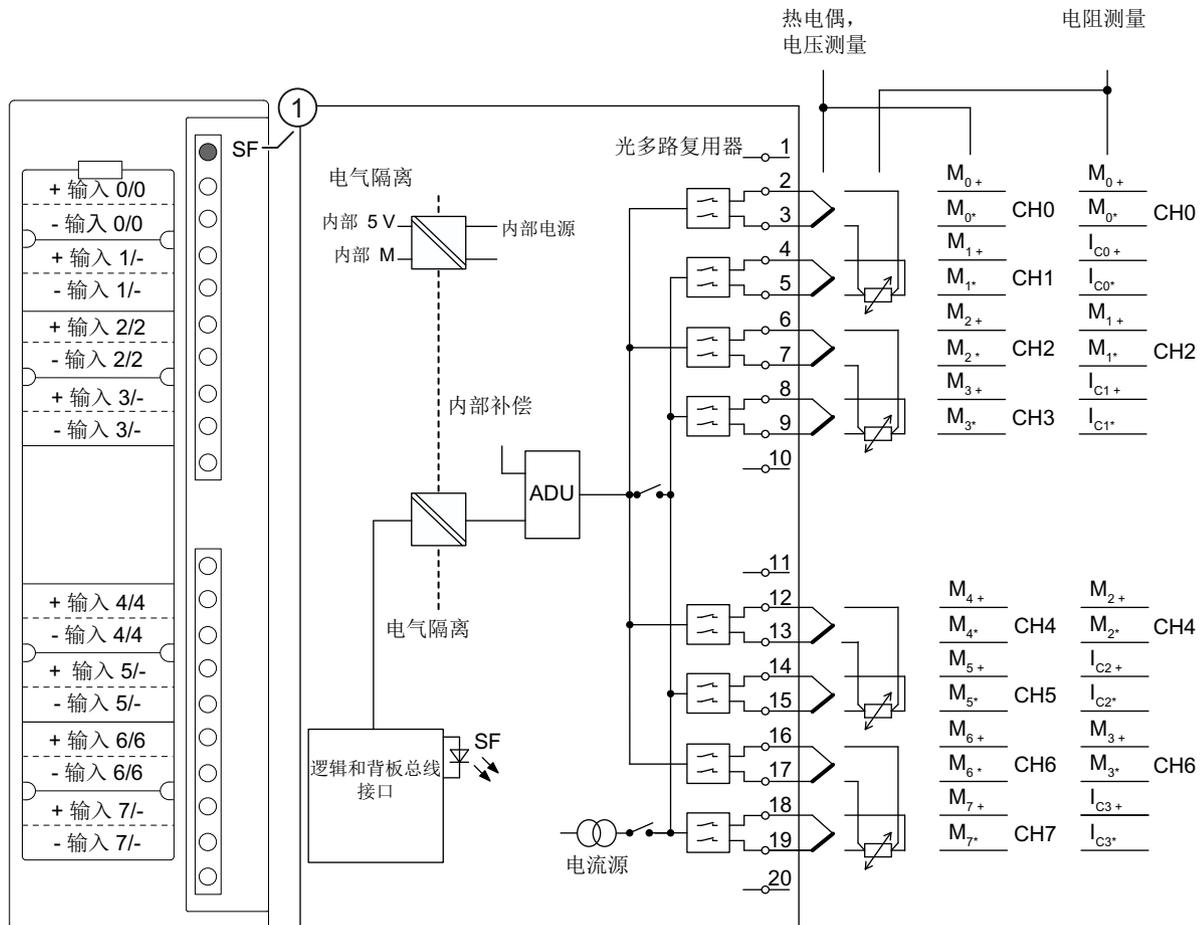
- 可以为每个通道组选择测量类型：
  - 电压
  - 电阻（非冗余使用）
  - 温度
- 可为每个通道组选择任意测量范围
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 与 CPU 之间存在电气隔离
- 通道之间的共模 < 60 V
- 支持在运行中组态 (CiR)

### 精度

测量值的精度直接取决于所选的积分时间，也就是说，模拟量输入通道的积分时间越长，测量值的精度就越高。

## AI 8 x TC/4 x RTD 的接线图和方框图

AI 8 x TC/4 x RTD 的模块视图和接线图。



① 组错误显示 - 红色 (SF LED)

图 10-18 AI 8 x TC/4 x RTD 的模块视图和方框图

## 模块说明

模拟量输入模块 AI 8 x TC/4 x RTD 不需要外部电源电压 L+ (24 V)。

如果热电阻 (例如, Pt100) 用于外部补偿, 请将其连接到通道 6 和 7。

如果补偿接线盒用于外部补偿, 请将其连接到通道 7。

### 前连接器说明

如果使用前端连接器 6ES7392-1AJ20-0AA0，在“内部补偿”测量类型下可通过热电偶获得较高的温度测量精度。若在环境温度在 0 到 60 °C 时使用此前连接器，那么内部参比接点温度的精度为  $\pm 1.5$  K。

可以将 0.25 mm<sup>2</sup> 的电缆连接到 1 mm<sup>2</sup> 的电缆。

此前连接器的使用与模块的认证无关，不受任何限制。

此外，您可以使用前连接器 6ES7392-1AJ00-0AA0，但不会提高精度。

### 未连接的输入通道

必须短路模拟量输入模块的已激活和未连接通道。通过这种方式，可以确保模拟量输入模块的抗干扰性最强。

要缩短模块的循环时间，还可通过 HW-Config 参数分配对话框取消激活未连接的通道（测量类型：“取消激活”）

### 电阻测量的特性

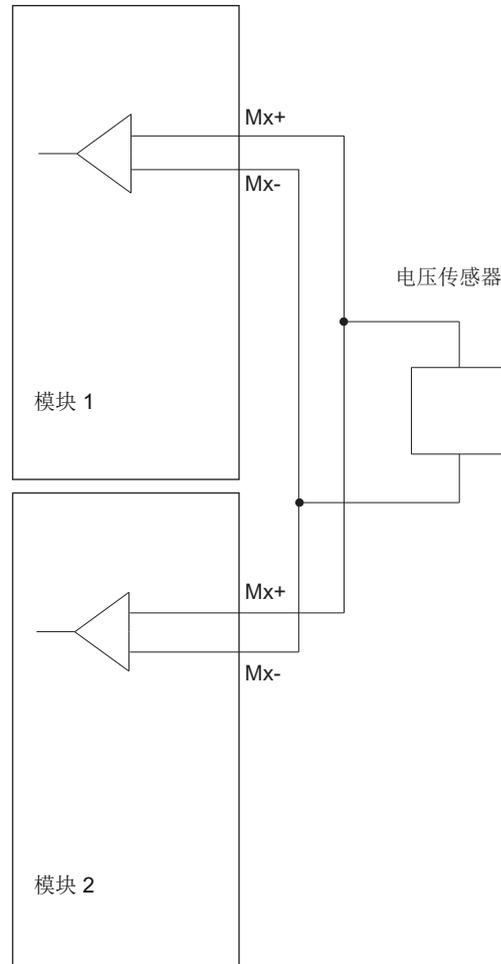
每个通道组仅需要一个通道用于“电阻测量”和“热电阻测量”。该组的“第 2 个”通道用于电流注入 ( $I_C$ )。

访问组中的“第 1 个”通道后，将获取测量值。该组“第 2 个”通道的上溢值被预设为“7FFFH”。

在诊断中，第 1 个通道提供每种情况下的实际状态（根据参数分配），第 2 个通道则提供状态“无错”(error-free)。冗余使用时无法进行电阻测量。

## 冗余使用

对于电压测量，电压传感器可连接到两个模块的各个通道上，无需额外添加外部保护电路。



对于热电偶测量，传感器必须采用冗余模式。

下图中以通道 4 为例进行说明。

## 10.4 模拟量输入模块

**说明****通过热电偶测量温度**

通过热电偶和分配的冗余度测量温度时请遵循以下几点：

在“容差窗口”(Tolerance window)的“冗余”(Redundancy)选项卡中指定的值始终基于 2764.8 °C。因此，假设输入“1”，则将检查 27 度的容差。输入“5”时，将检查 138 度的容差。

**AI 8 x TC/4 x RTD 的技术规范**

技术规范	
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 120
重量	约 210 g

技术规范				
<b>模块特定数据</b>				
输入点数	8			
• 带电阻传感器	4			
电缆长度, 屏蔽	最长 200 m 当电压范围 $\leq 80$ mV 以及用于热电偶时 最长 50 m			
<b>电压、电流、电位</b>				
总线电源	5 V DC			
背板总线的电流消耗	最大 120 mA			
模块的功率损耗	典型值 0.6 W			
电气隔离				
• 通道和背板总线之间	支持			
• 通道之间	不支持 允许的共模电压: 75 VDC 或 60 VAC			
隔离, 旨在进行基本隔离				
• 通道和背板总线之间 ( $U_{ISO}$ )	75 VDC 或 60 VAC			
绝缘测试	500 V AC 或 707 V DC, 型式试验			
<b>模拟值形式</b>				
测量原理	SIGMA-DELTA			
积分/转换时间/分辨率 (每个通道)				
• 可组态	是	是	是	是
• 积分时间 (单位: ms)	2.5	16.67	20	100
• 基本转换时间 =	7.5	50	60	300
• 3 x 积分时间 +	+	+	+	+
• 光学多路开关的瞬态恢复时间 (单位: ms)	2.5	2.5	2.5	2.5
• 断路检测的额外转换时间 (ms)	2.5	2.5	2.5	2.5
• 分辨率位数 (包括过冲范围)	9 位 + 符号	12 位 + 符号	12 位 + 符号	15 位 + 符号
• 干扰频率为 $f_1$ (单位为 Hz) 时的噪声抑制	400	60	50	10
<b>噪声抑制, 误差限制</b>				
$f = n \times (f_1 \pm 1\%)$ 的干扰电压抑制 ( $f_1 =$ 干扰频率)				

10.4 模拟量输入模块

技术规范	
• 共模干扰抑制 ( $U_{ISO} < 60 V$ )	> 130 dB
• 串模干扰抑制 (干扰峰值 < 输入范围的额定值)	> 40 dB
输入之间的串扰衰减 ( $U_{ISO} < 60 V$ )	> 70 dB
工作限制 (整个温度范围内, 与输入范围有关)	
• $\pm 25 mV$	$\pm 0.09\%$
• $\pm 50 mV$	$\pm 0.06\%$
• $\pm 80 mV$	$\pm 0.05\%$
• $\pm 250 mV/\pm 500 mV/\pm 1 V$	$\pm 0.04\%$
基本误差限制 (25°C 时的操作限制, 与输入范围有关)	
• $\pm 25 mV$	$\pm 0.018 \%$
• $\pm 50 mV$	$\pm 0.014 \%$
• $\pm 80 mV$	$\pm 0.011 \%$
• $\pm 250 mV/\pm 500 mV/\pm 1 V$	$\pm 0.008 \%$
温度误差 (与输入范围有关)	
• $\pm 25 mV$	$\pm 0.0019 \%/K$
• $\pm 50 mV$	$\pm 0.0013 \%/K$
• $\pm 80 mV$	$\pm 0.0011 \%/K$
• $\pm 250 mV/\pm 500 mV/\pm 1 V$	$\pm 0.0010 \%/K$
线性误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.003 \%$
可重复性 (25 °C 时处于稳态, 与输入范围有关)	$\pm 0.003 \%$
使用热电阻进行外部补偿的温度测量的精确性源自:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 所用热电偶类型的模拟量输入的错误</li> <li>• 用于补偿的热电阻类型的精确性<sup>1</sup></li> <li>• 补偿输入的错误<sup>1</sup></li> </ul>
使用补偿接线盒进行外部补偿的温度测量的精确性源自:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 所用热电偶类型的模拟量输入的错误</li> <li>• 补偿接线盒的精确性<sup>1</sup></li> <li>• 补偿输入的错误<sup>1</sup></li> </ul>
使用维持在 0 °C/50 °C 的外部参比接点补偿的温度测量的精确性源自:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 所用热电偶类型的模拟量输入的错误</li> <li>• 参比接点温度的精确性<sup>1</sup></li> </ul>

技术规范	
使用内部补偿（端子温度）的温度测量的精确性源自：	<ul style="list-style-type: none"> <li>所用热电偶类型的模拟量输入的错误</li> <li>内部参比接点温度 <math>\pm 2.5</math> K（在 0 到 60 °C 的范围内）的精确性<sup>1</sup></li> </ul>
<p><sup>1</sup> 由于温度较高时热电偶特性曲线的斜率不断增大，补偿元件误差所产生的影响比温度接近补偿温度时误差的影响要小。例外：热电偶类型 J 和 E（相对线性的曲线）。对于 B 型热电偶，在约 0 °C 到 40 °C 的范围内斜率几乎可忽略不计，这表明缺少参比接点温度补偿的影响非常小。当缺少补偿并且已设置“0 °C 补偿”（Compensation at 0 °C）测量类型时，对于 B 型热电偶的温度测量，以下温度之间的误差应为：</p> <p>700 °C 和 1820 °C &lt; 0.5 °C            500 °C 和 700 °C &lt; 0.7 °C。</p> <p>如果基准结温度与模块温度非常接近，则应设置“内部补偿”。这会将 500 °C 到 1820 °C 温度范围的误差减小到 &lt; 0.5 °C。</p>	

热电偶模拟量输入的误差限制			
(环境温度为 25 °C，积分时间为 100 ms 时)			
类型	温度范围	基本误差 <sup>1</sup>	温度误差 <sup>2</sup> [°C/K]
T	-150 °C...+400 °C	$\pm 0.2$ K	$\pm 0.006$
	-230 °C...-150 °C	$\pm 1$ K	
U	-50 °C...+400 °C	$\pm 0.2$ K	$\pm 0.006$
	200 °C...-50 °C	$\pm 1$ K	
E	-100 °C...+1000 °C	$\pm 0.2$ K	$\pm 0.0075$
	-200 °C...-100 °C	$\pm 1$ K	
J	-150 °C...+1200 °C	$\pm 0.2$ K	$\pm 0.02$
	-210 °C...-150 °C	$\pm 0.5$ K	
L	-50 °C...+1200 °C	$\pm 0.2$ K	$\pm 0.02$
	-200 °C...-50 °C	$\pm 1$ K	
K	-100 °C...+1372 °C	$\pm 0.2$ K	$\pm 0.018$
	220 °C...-100 °C	$\pm 1$ K	
N	-50 °C...+1300 °C	$\pm 0.2$ K	$\pm 0.025$
	150 °C...-50 °C	$\pm 1$ K	
R	+200 °C...+1769 °C	$\pm 0.3$ K	$\pm 0.025$
	-50 °C...+200 °C	$\pm 1$ K	

## 10.4 模拟量输入模块

热电偶模拟量输入的误差限制			
S	+100 °C...+1769 °C	± 0.3K	± 0.025
	-50 °C...+100 °C	± 1K	
B	+700 °C...+1820 °C	± 0.3K	± 0.04
	+500 °C...+700 °C	± 0.5K	
	+200 °C...+500 °C	± 3K	

热电阻模拟量输入的误差限制			
(环境温度为 25 °C, 积分时间为 100 ms 时)			
类型	温度范围	基本误差 <sup>1</sup>	温度误差 <sup>2</sup> [°C/K]
Pt100 气候型	-200 °C...+325 °C	± 0.05K	± 0.006
Pt200 气候型	-200 °C...+325 °C	± 0.05K	± 0.006
Ni 100 气候型	-60 °C...+250 °C	± 0.05K	± 0.003
Pt 100 标准	-200 °C...+850 °C	± 0.2K	± 0.01
Pt200 标准型	-200 °C...+850 °C	± 0.2K	± 0.01
Ni 100 标准型	-60 °C...+250 °C	± 0.1K	± 0.003

电阻传感器模拟量输入的误差限制			
(环境温度为 25 °C, 积分时间为 100 ms 时)			
类型	电阻传感器	基本误差 <sup>3</sup>	温度误差 <sup>2</sup> [°C/K]
150 Ω	0.000 Ω...176.383 Ω	± 0.006%	± 0.001
300 Ω	0.000 Ω...352.767 Ω	± 0.006%	± 0.001
600 Ω	0.000 Ω...705.534 Ω	± 0.006%	± 0.001

<sup>1</sup> 基本误差包括电压温度转换的线性化误差以及  $T_u = 25\text{ °C}$  时模/数转换的基本误差。

<sup>2</sup> 总温度误差 = 温度误差 x 最大环境温度更改  $DT_u$  (与  $25\text{ °C}$  之间的温度差)。

<sup>3</sup> 基本误差包括  $T_a = 25\text{ °C}$  时模数转换测量范围的误差百分比。

使用**热电偶/热电阻**的操作误差包括:

- $T_u = 25\text{ °C}$  时, 模拟量输入的基本误差
- 总温度误差
- 由于参比接点温度的补偿产生的误差
- 所使用的热电偶/热电阻的误差

使用**热电阻**的操作误差包括：

- $T_u = 25\text{ °C}$  时，模拟量输入的基本误差
- 总温度误差
- 所用传感器的误差

状态、中断、诊断	
状态显示	不支持
组错误显示 (SF LED)	支持
诊断中断	可组态
诊断功能	可组态

传感器选择数据		
输入范围（额定值）/输入电阻	$\pm 25\text{ mV}$	/10 M $\Omega$
• 电压	$\pm 50\text{ mV}$	/10 M $\Omega$
	$\pm 80\text{ mV}$	/10 M $\Omega$
	$\pm 250\text{ mV}$	/10 M $\Omega$
	$\pm 500\text{ mV}$	/10 M $\Omega$
	$\pm 1\text{ V}$	/10 M $\Omega$
• 电阻	150 $\Omega$	/10 M $\Omega$
	300 $\Omega$	/10 M $\Omega$
	600 $\Omega$	/10 M $\Omega$
• 热电偶	类型： T、U、E、J、L、 K、N、R、S、B	/10 M $\Omega$
• 电阻温度计	Pt100、Pt200、 Ni100	/10 M $\Omega$
热电阻的测量电流和断路检查	约 0.5 mA	
电压输入的允许输入电压（毁坏限制）	最大 35 V（永久）；75 V 不可超过 1 s （脉冲占空比 1:10）	
连接信号变送器		
• 对于电压测量	支持	
• 用于具有 4 线制连接、3 线制连接 <sup>1</sup> 、2 线制连接 <sup>1</sup> 的电阻测量	支持	

10.4 模拟量输入模块

传感器选择数据	
特性曲线线性化	可组态
<ul style="list-style-type: none"> <li>对于热电偶</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>类型： T、U、E、J、L、K、N、R、S、B</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>对于热电阻</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pt100、Pt200、Ni 100（标准范围和气候范围）</li> </ul>
温度补偿	可组态
<ul style="list-style-type: none"> <li>内部温度补偿</li> </ul>	支持
<ul style="list-style-type: none"> <li>带补偿盒的外部温度补偿</li> </ul>	支持
<ul style="list-style-type: none"> <li>带热电阻（例如，Pt100）的外部温度补偿</li> </ul>	支持
<ul style="list-style-type: none"> <li>0 °C 参比接点的温度补偿</li> </ul>	支持
<ul style="list-style-type: none"> <li>50 °C 参比接点的温度补偿</li> </ul>	支持
<sup>1</sup> 无电缆电阻校正	

10.4.5.1 AI 8 x TC/4 x RTD 的参数

参数分配

参数分配通过 HW Config 的参数分配对话框实现

AI 8 x TC/4 x RTD 的参数

下表概要说明了 AI 8 x TC/4 x RTD 的可分配参数及其默认设置。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-19 AI 8 x TC/4 x RTD 的参数

参数	取值范围	默认设置	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
诊断			
<ul style="list-style-type: none"> <li>组诊断</li> </ul>	是/否	是	通道
<ul style="list-style-type: none"> <li>断路检查</li> </ul>	是/否	是	通道

参数	取值范围	默认设置	范围
测量类型	禁用 U: 电压 R-4L: 电阻 (4 线制连接) RT: 电阻 (热阻) TC-L00C: 热电偶 (参考温度 0°C) TC-L50C: 热电偶 (参考温度 50°C) TC-IL: 热电偶 (内部补偿) TC-EL: 热电偶 (外部补偿)	U	通道组
测量范围	对应于设置的测量类型 参见下文	+/- 1 V	通道组
干扰频率抑制/积分时间	400 Hz (2.5 ms) 60 Hz (16.6 ms) 50 Hz (20 ms) 10 Hz (100 ms)	50 Hz (20 ms)	通道组

## 通道组

在模拟量输入模块 AI 8 x TC/4 x RTD 中，将合并 2 个通道以构成一个通道组。始终仅可将参数分配给一个通道组，即，为某个通道组分配的参数始终适用于该通道组的两个通道。

表格 10-20 将 AI 8 x TC/4 x RTD 的模拟量输入通道分配给通道组

通道	分配的通道组
通道 0	通道组 0
通道 1	
通道 2	通道组 1
通道 3	
通道 4	通道组 2
通道 5	
通道 6	通道组 3
通道 7	

10.4 模拟量输入模块

组诊断

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

断路检查

模拟量输入模块 AI 8 x TC/4 x RTD 在通过参数分配启用后，可执行所有范围的断路检查。对于热电阻测量 (RT)，将对所有 4 个连接线进行断路监视。

允许的测量范围

有关可能的测量范围与测量类型设置之间的关系，请参见下表。

电压测量的测量范围

选择的测量类型	说明	测量范围
U	电压	± 25 mV ± 50 mV ± 80 mV ± 250 mV ± 500 mV ± 1 V

电阻测量的测量范围

选择的测量类型	说明	测量范围
R-4L	电阻（4 线制连接）	150 Ω 300 Ω 600 Ω

可连接的热电偶及其测量范围

根据 DIN IEC 584 为热电偶进行热电偶特征曲线的线性化。

对于热电阻测量，特征曲线的线性化基于 **DIN 43760** 和 **IEC 751**。

表格 10-21 可连接的热电偶和热电阻

选择的测量类型	说明	测量范围
TC-L00C	线性化和 0°C 时补偿	T 型 [Cu - CuNi]
TC-L50C	线性化和 50°C 时补偿	U 型 [Cu-CuNi]
TC-IL	线性化和补偿内部比较 <sup>1</sup>	类型 E [NiCr-CuNi]
TC-EL	线性化和补偿外部比较 <sup>2</sup>	J 型 [Fe-CuNi] L 型 [Fe-CuNi] 类型 K [NiCr-Ni] N 型 [NiCr-SiNiSi] R 型 [Pt13Rh-Pt] S 型 [Pt10Rh-Pt] B 型 [Pt30Rh-Pt6Rh]
RT	热阻 + 线性化，4 线制连接（温度测量）	Pt100、Pt200、Ni 100 标准范围  Pt100、Pt200、Ni 100 气候范围

<sup>1</sup>如果是模块中的内部补偿，则所有 8 个通道都可用于温度测量，因此可用于不同类型的热电偶。

- 如果输入短路，则提供模块的端子温度。  
这不适用于 B 型热电偶，该类型的热电偶不适用于在环境温度范围内的测量。

<sup>2</sup>此类测量支持以下补偿：

- 使用补偿接线盒  
补偿接线盒必须与连接的热电偶类型兼容。连接到通道 7。
- 在气候范围内使用热电阻（例如，Pt100）进行补偿。  
在气候范围内通过热电阻（例如，Pt 100）确定要补偿的绝对端子温度。在这种情况下，要补偿的热电偶可以属于不同类型。  
连接到通道 6 和 7。在测量类型中，必须将该通道组组态为“热阻”，并在测量范围内组态为“Pt 100 气温范围”

## 10.4 模拟量输入模块

## 10.4.5.2 AI 8 x TC/4 x RTD 的诊断

## 简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

## 诊断消息和可能的纠正措施

表格 10-22 AI 8 x TC/4 x RTD 的诊断消息和可能的补救措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	排除干扰
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块
参数分配错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
断路	是	与传感器的连接被中断。	检查接线
		传感器保护电路的电阻太高	使用其它类型的传感器或更换线缆，例如，使用更大横截面积的导线
		通道未连接（断开）	禁用通道组（“测量类型”(Measurement type) 参数）或连接通道
超出测量范围下限	是 (组诊断)	模拟值低于下限	检查测量范围选择
		在测量范围为 4 mA 到 20 mA 的情况下，传感器可以反极性连接。	检查端子
超出测量范围上限	是 (组诊断)	模拟值超出上限	分配一个不同的测量范围

## 10.5 模拟输出模块

### 属性概述

下表列出了 ET 200PA SMART 数字量输出模块最重要的属性。

属性	模块	
	AI 8 x 12 位	AO 8 x 12 位 HART
	6ES7 650-8BK60-xAA0	6ES7 650-8BT60-xAA0
输出点数	8 个输出通道	8 个输出通道
精度	12 位	15 位 + 符号位
输出类型	逐个通道： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电流</li> <li>• 电压</li> </ul>	逐个通道： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电流</li> </ul>
可组态诊断	支持	有
诊断中断	可设置	可设置
替换值输出	不支持	有
潜在关系	浮动范围： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 背板总线接口</li> <li>• 负载电压</li> </ul>	浮动范围： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 背板总线接口</li> <li>• 负载电压</li> </ul>

### 基础知识

有关向模拟量输入（电流输出）连接负载/执行器的基本步骤、模拟值处理的基础知识，以及各种情况下所用模拟值格式的规范，请参见：

“自动化系统 S7-300，模块数据”，网址为 <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8859629>。

### 模拟信号电缆

请务必使用屏蔽双绞线电缆连接模拟信号。这样可减少噪声干扰。您应该在电缆两端将模拟电缆的屏蔽接地。

如果电缆两端存在电位差，屏蔽中可能会产生等电位连接电流，从而对模拟信号造成干扰。在这种情况下，必须提供低阻抗等电位连接，并在必要时仅在电缆的一端将屏蔽接地。

10.5 模拟输出模块

请遵循《SIMATIC S7-300 自动化系统模块数据》手册中有关负载/执行器连接的普适信息，该手册可从 Internet 上下载（网址为 <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/8859629>）。

10.5.1 模拟量输出模块 AO 8 x 12 位

部件编号

标准模块：6ES7 650-8BK60-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8BK60-1AA0

属性

- 一个组中 8 个输出
- 可为每个通道组态输出：

可能的选择	最低产品版本	范围
电流输出	产品版本 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 mA 到 20 mA</li> <li>• 4 mA 到 20 mA</li> <li>• +/-20 mA</li> </ul>
电压输出	产品版本 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 V 到 5 V</li> <li>• 0 V 到 10 V</li> <li>• +/-10 V</li> </ul>

说明

如果该模块冗余运行，则电源范围可设置为 4 到 20 mA。

- 分辨率 12 位
- HART 兼容（电流输出）
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 相对背板总线接口和负载电压浮动
- 支持在运行中组态 (CiR)

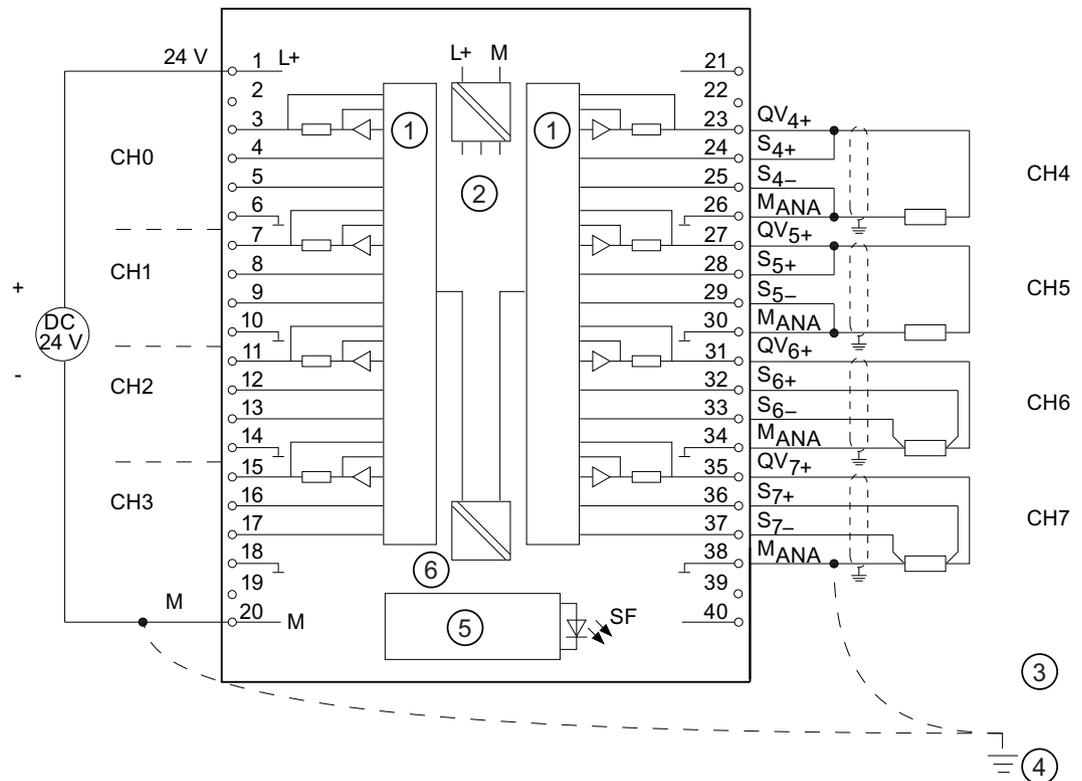
**说明**

当关闭或打开额定负载电压 (L+) 时，输出可能会在约 500 ms 的时间内输出错误的电压/电流值。

**产品版本 3 及以上版本：接线：电压输出的 2 线制和 4 线制连接**

如下图所示

- 不补偿线路电阻的 2 线制连接以及
- 补偿线路电阻的 4 线制连接。

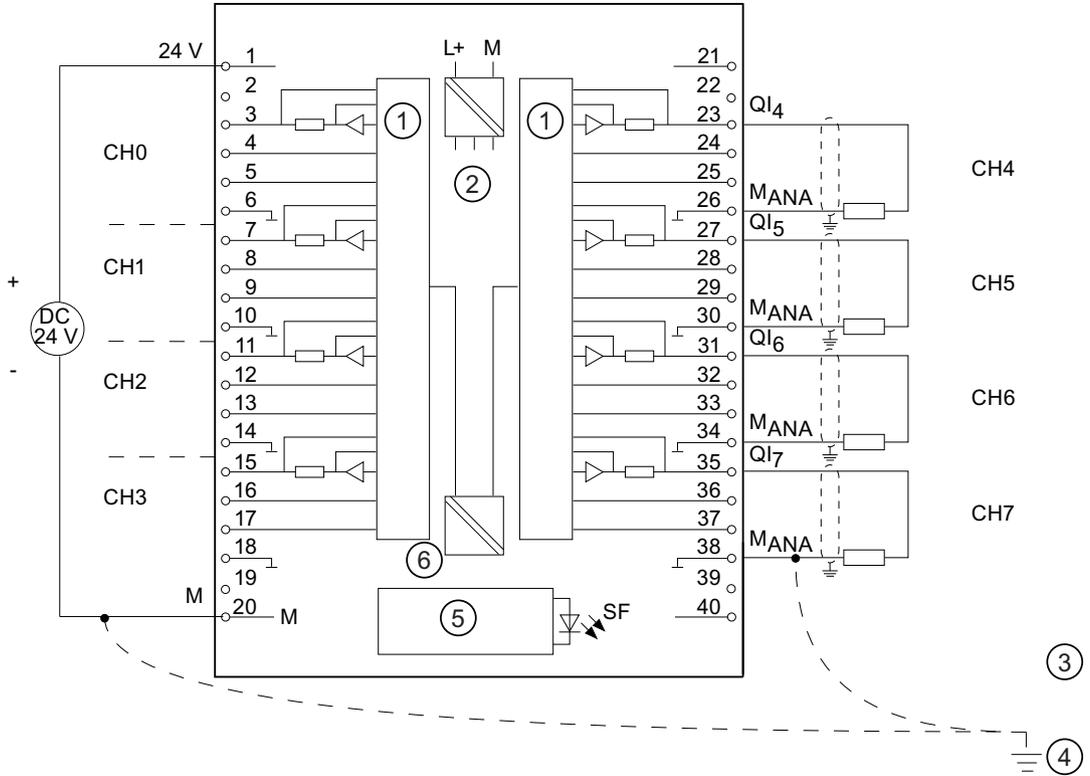


- ① DAC
- ② 内部电源
- ③ 等电位连接
- ④ 功能性接地
- ⑤ 背板总线接口
- ⑥ 电气隔离

图 10-19 接线图和方框图

连接和电流输出方框图

接线示例适用于所有通道（通道 0 到 7）。



- ① DAC
- ② 内部电源
- ③ 等电位连接
- ④ 功能性接地
- ⑤ 背板总线接口
- ⑥ 电气隔离

图 10-20 接线图和方框图

未连接的通道

为使 AO 8 x 12 位的未连接输出通道断电，必须将“输出类型”(Output type) 参数设置为“已禁用”(disabled)。已禁用的通道可保持未连接状态。

负载和执行器的连接

您必须将负载连接到 CHx+ 和电流输出的模拟电路 CHx- 的参考点。

## 冗余使用

在冗余模式下，AO8x12 位模块重复出现，并可进行冗余组态和操作。

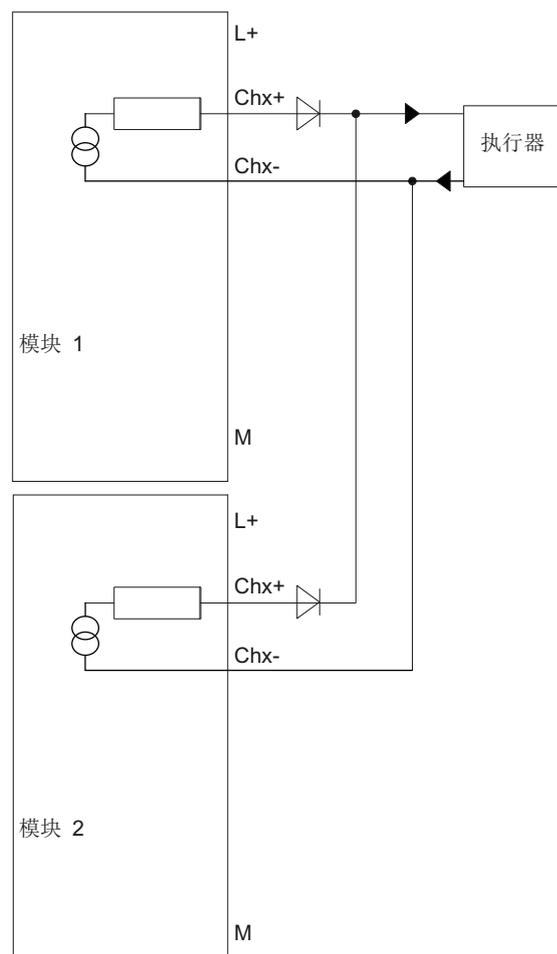
执行器将连接到两个冗余组态的模块。

必须为每个输出互连保护二极管。合适的二极管包括从 1N4003 至 1N4007 系列的二极管类型或  $U_r \geq 200\text{ V}$  且  $I_F \geq 1\text{ A}$  的任何其它二极管

待输出的模拟量值在“RedLib”冗余块中分为两部分，两个模块各输出一半的设定值。如果其中一个模块故障，则系统将监测该故障，同时另一个模块输出完整的值。

### 说明

通过此程序，输出值暂时降低到一半，在“RedLib”做出响应后，电流会再次上升到正确值。



## 10.5 模拟输出模块

## AO 8 x 12 位的技术规范

技术规范	
<b>尺寸和重量</b>	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 272 g
<b>模块特定数据</b>	
可在 RUN 模式下组态	√
未分配的输出的特性	参数分配前输出最后一个有效的输出值
支持等时同步模式	-
输出点数	8
电缆长度	
• 屏蔽	最长 200 m
<b>电压、电流、电位</b>	
额定负载电压 L+	24 V DC
• 反极性保护	√
• 电气隔离	
• 通道和背板总线之间	√
• 通道和电子电源之间	√
• 通道之间	-
• 通道与负载电压 L+ 之间	√
允许的电位差	
• S 和 M <sub>ANA</sub> (U <sub>CM</sub> ) 之间	3 V DC
绝缘测试	500 V DC
电流损耗	
• 背板总线	最大 100 mA
• 电源电压 L+	最大 340 mA
模块的功率损耗	典型值 6.0 W
<b>模拟值形式</b>	
分辨率, 包括符号	
• ± 10 V; ± 20 mA; 4 mA 到 20 mA; 1 V 到 5 V	11 位 + 符号位
• 0 V 到 10 V; 0 mA 到 20 mA;	最长 12 位
• 转换时间 (各个通道)	0.8 ms

技术规范	
瞬态恢复时间	
<ul style="list-style-type: none"> <li>阻性负载</li> <li>容性负载</li> <li>感性负载</li> </ul>	0.2 ms 3.3 ms 0.5 ms (1 mH) 3.3 ms (10 mH)
<b>噪声抑制, 误差限制</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>输入间的串扰</li> </ul>	> 40 dB
操作限制 (整个温度范围内, 与所选输出范围内的测量范围极值有关)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>电压输出 (产品版本 3 及以上版本)</li> <li>电流输出</li> </ul>	± 0.5% ± 0.6%
基本误差限制 (25°C 时的操作限制, 与所选输出范围内的测量范围极值有关)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>输出电压</li> <li>输出电流</li> <li>温度误差 (相对于输出范围)</li> <li>线性误差 (相对于输出范围)</li> <li>重复精度 (25 °C 时处于瞬态, 相对于输出范围)</li> <li>输出波动范围; 带宽 0 kHz 到 50 kHz (相对于输出范围)</li> </ul>	± 0.4% ± 0.5% ± 0.002 %/K + 0.05% ± 0.05% ± 0.05%
<b>状态、中断、诊断</b>	
中断	
<ul style="list-style-type: none"> <li>诊断中断</li> </ul>	可组态
诊断功能	可组态
<ul style="list-style-type: none"> <li>组错误显示</li> <li>可以读取诊断信息</li> </ul>	红色 LED 指示灯 (SF) 支持
<b>执行器选择数据</b>	
输出范围 (额定值)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>电压 (产品版本 3 及以上版本)</li> </ul>	± 10 V 0 V 到 10 V 1 V 到 5 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>电流</li> </ul>	± 20 mA 0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA

## 10.5 模拟输出模块

技术规范	
负载电阻（额定输出范围内）	
<ul style="list-style-type: none"> <li>电压输出（产品版本 3 及以上版本）               <ul style="list-style-type: none"> <li>– 电容性负载</li> </ul> </li> </ul>	最小 1 k $\Omega$ 最大 1 $\mu$ F
<ul style="list-style-type: none"> <li>电流输出               <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>U_{CM} &lt; 1</math> V 时</li> <li>– 感性负载</li> </ul> </li> </ul>	最大 500 $\Omega$ 最大 600 $\Omega$ 最大 10 mH
电压输出 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 短路保护</li> <li>• 短路电流</li> </ul>	$\sqrt{\quad}$ 最大 25 mA
电流输出 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 空载电压</li> </ul>	最大 18 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 外部电压/电流的破坏限值</li> <li>• 输出到 <math>M_{ANA}</math> 的电压</li> <li>• 电流</li> </ul>	最大 18 V 连续；75 V 最长 1 s （占空比 1:20） 最大 50 mA DC
执行器连接 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电压输出 4 线制连接</li> <li>• 电流输出 2 线制连接</li> </ul>	使用 40 针前连接器 （FD 3 及以上版本）支持

## 10.5.1.1 AI 8 x 12 位的参数

## 参数分配

参数分配通过 HW Config 的参数分配对话框实现

## AO 8 x 12 位的参数

您可以在下表中找到 AO 8 x 12 位的可分配参数及其默认设置的概述。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-23 AO 8 x 12 位的参数

参数	值范围	默认值	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
诊断 • 组诊断	是/否	是	通道
输出类型	已禁用 I 电流 U 电压（自产品版本 3 起）	U	通道
输出范围	电压	从 1 V 到 5 V 从 0 V 到 10 V $\pm 10 V$	$\pm 10 V$ (电压输出类型)
	电流	从 0 mA 到 20 mA 从 4 mA 到 20 mA $\pm 20 mA$	
对 CPU STOP 模式的响应	ASS 输出无电流或电压 LWH 保持上一个值	ASS	通道

可以在通道粒度的基础上激活诊断（参数：组诊断）。

激活组诊断时，模块会对电流输出执行断线检测，并对电压输出执行短路测试。

## 组诊断

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

## 断线检测（仅适用于电流输出）

使用“组诊断”(Group diagnostics) 参数激活电流输出的断线检测。

在 0 mA 到 20 mA 和  $\pm 20 mA$  的输出范围内，对于低于  $\pm 200 \mu A$  的输出值，不能执行“安全”断线检测。

## 短路测试（仅适用于电压输出；自产品版本 3 起支持）

AO 8 x 12 位仅对电压输出执行短路测试。

## 10.5 模拟输出模块

## 10.5.1.2 AO 8 x 12 位的诊断

## 简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

## 诊断消息和可能的纠正措施

表格 10-24 模拟量输出模块 AO 8 x 12 位的诊断消息和可能的补救措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
无外部辅助电压	否	模块无电源电压 L+	供给电源 L+
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	排除干扰
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块
ADC/DAC 错误	否	模块有故障	更换模块
参数分配错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
断路	是 (组诊断)	执行器阻抗过高	使用其它类型的执行器或更换线缆，例如，使用更大横截面积的导线
		模块与执行器之间的电缆有中断	建立电缆连接
		通道未使用（断开）	禁用通道组（“输出类型”参数）
短路 (自产品版本 3 起支持)	是 (通道特定)	输出过载	消除过载
		Q <sub>V</sub> 到 M <sub>ANA</sub> 输出短路	消除短路

## 10.5.2 模拟量输出模块 AO 8 x 16 位 HART

### 部件编号

标准模块：6ES7 650-8BT60-0AA0

具有保形涂层的模块：6ES7 650-8BT60-1AA0

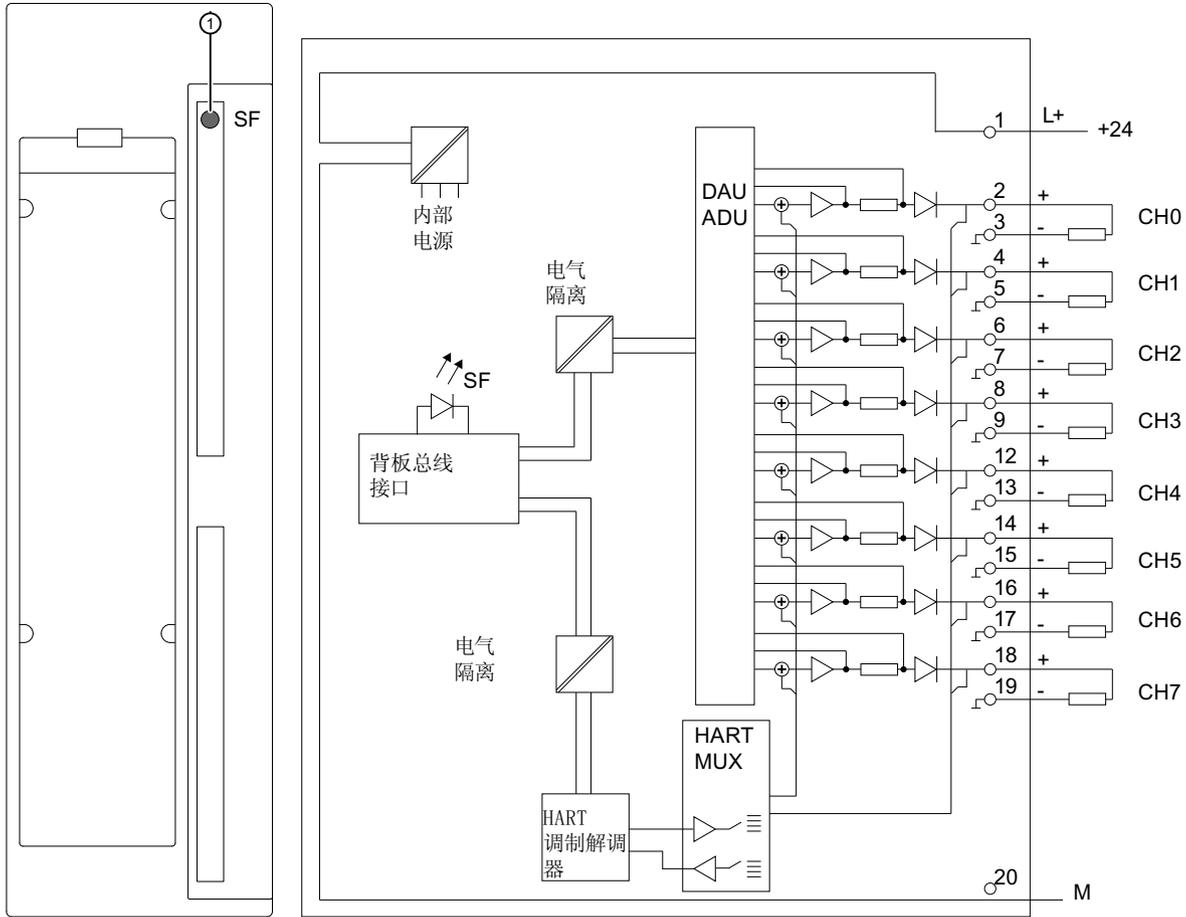
### 属性

- 组中 8 路输出（电流）
- 分辨率 15 位 + 符号位
- HART 通信，可选择通道进行参数分配
- 每个通道的可参数化输出范围
  - 0 ... 20 mA（不使用 HART）
  - 4 ... 20 mA（使用/不使用 HART）
- 可组态诊断
- 可组态诊断中断
- 可参数化的替换值行为
- 电气隔离
  - 通道相对于 IM650 和负载电压 L+ 隔离
- 支持在运行中组态 (CiR)
- 组态 HART 变量
- 在 S7-400H 自动化系统中使用时的差异分析

有关连接和操作 HART 现场设备的基本信息以及 HART 变量的对应用法，请参见“HART”部分。

接线图和方框图

接线示例适用于所有通道（通道 0 到 7）。



① 组故障显示 – 红色 (SF LED)

图 10-21 AO 8 x 16 位 HART 的连接图和电路图

未连接的通道

为确保 AO 8 x 16 位 HART 为未连接输出通道已断电，必须将“输出类型”参数设为“取消激活”。已禁用的通道可保持未连接状态。

模拟信号电缆

下图未显示因模拟量输出模块电位连接而必须连接的线路。

因此，请注意 Internet 上《自动化系统 SIMATIC S7-300 模块数据》手册中对负载/执行器连接普遍适用的信息 (<http://support.automation.SIEMENS.com/WW/view/en/8859629>)。

下图中使用的缩写。

下图中使用的缩写含义如下：

L+ 电源连接 24 V DC

M 接地连接

CH<sub>x+</sub> 正向模拟连接（输出电流）

CH<sub>x-</sub> 反向模拟连接（参考电位）

M<sub>ANA</sub> 模拟电路参考电位

R<sub>L</sub> 负载电阻

M<sub>负载电路</sub> 的外部参考电位

M<sub>控制电路</sub>（IM650 的 M 连接）以及背板总线的内部参考电位

U<sub>ISO</sub> IM650 的 MANA 和 M 连接之间的电位差

### 负载和执行器的连接

您必须将负载连接到 CH<sub>x+</sub> 和电流输出的模拟电路 CH<sub>x-</sub> 的参考点。

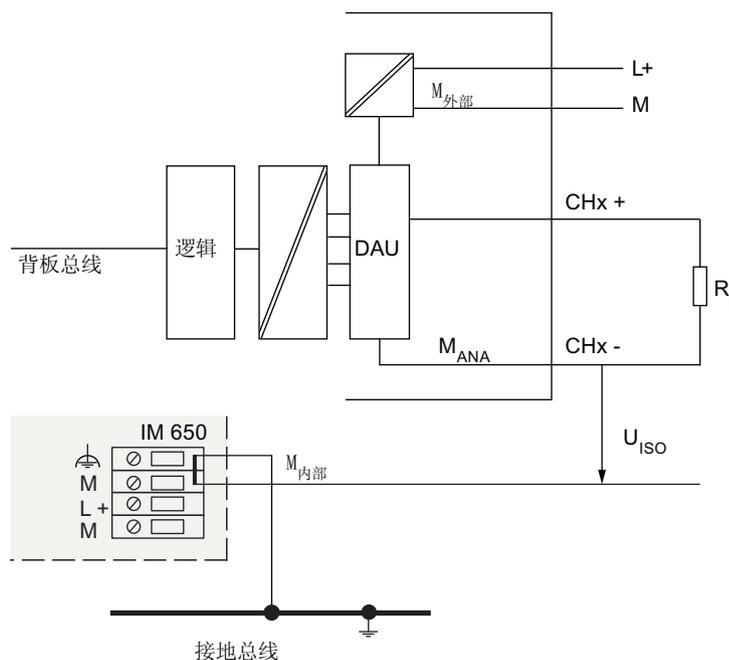


图 10-22 将负载连接到 AO 8 x 16 位 HART 的电流输出

## 10.5 模拟输出模块

### 冗余使用

在冗余运行模式下，模块 AI 8 x 16 位 HART 可使用两次，并可以冗余模式组态和运行。

- 在冗余运行模式下，不可连接其它 HART 主站，如手持式设备。
- 执行器将连接到两个冗余组态的模块。
- “RedLib”冗余块中的待输出模拟值分成两半，两个模块输出各为设定值的一半。如果其中一个模块出现故障，则故障会被检测出来，另一个模块就会输出完整的值。

---

### 说明

通过此程序，输出值暂时降低到一半，在“RedLib”做出响应后，电流会再次上升到正确值。

---

## 执行器冗余连接

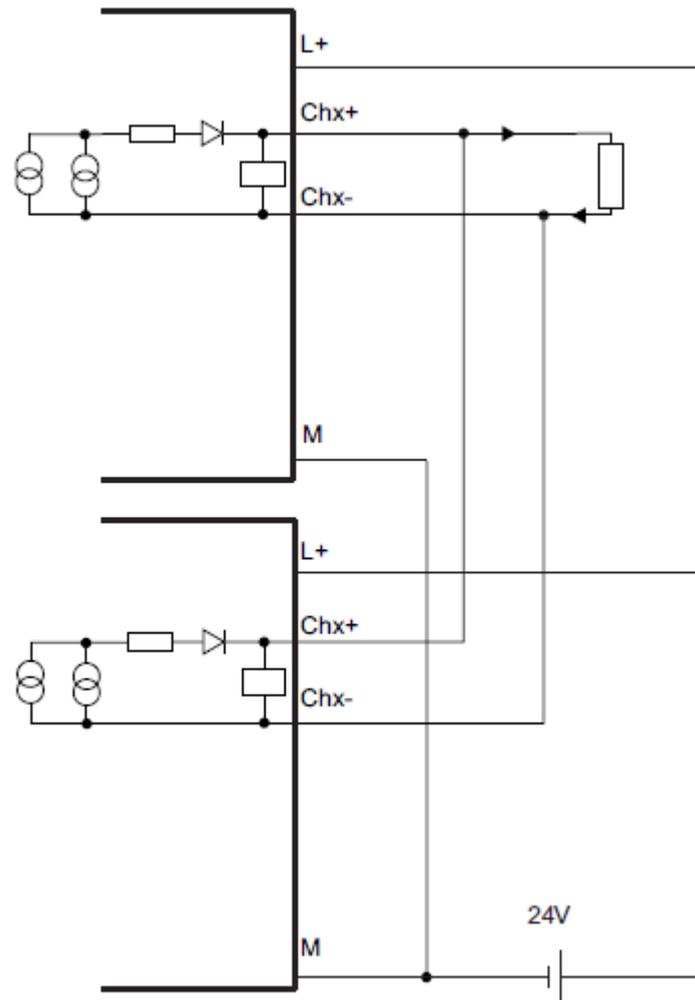


图 10-23 AO 8 x 16 位 HART 冗余运行连接示例

## AO 8 x 16 位 HART 技术规范

技术规范	
尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
重量	约 205 g
模块特定数据	

## 10.5 模拟输出模块

技术规范	
输入点数	8
电源输出数量	8
电缆长度, 屏蔽	最长 800 m
温度范围	
• 水平安装位置	0 °C 到 60 °C
• 垂直安装位置	0 °C 到 40 °C
电压、电流、电位	
额定负载电压 L+	24 V DC
• 反极性保护	支持
2 线制传感器的电源	是
• 短路保护	短路电流大约为 40 到 60 mA
电气隔离	
• 通道和背板总线之间	是
• 通道之间	使用 4 线制传感器时容许的共模电压: 75 V DC 60 V AC
• 通道和负载电压 L+ 之间	对于 2 线制传感器: 无 对于 4 线制传感器: 支持
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	是
隔离, 旨在进行基本隔离	
• 通道和背板总线之间 ( $U_{ISO}$ )	75 V DC 60 V AC
• 通道与负载电压 L+ 之间	对于 4 线制传感器: 75 V DC 60 V AC
• 背板总线和负载电压 L+ 之间	75 V DC 60 V AC
隔离测试	
• 通道到背板总线和负载电压 L+	500 V AC 或 707 V DC, 型式试验
• 背板总线到负载电压 L+	500 V AC 或 707 V DC, 型式试验
• 通道之间	不支持
电流消耗	

技术规范			
• 来自背板总线	最大 120 mA		
• 来自负载电压 L+ (所有连接的传感器的电源电流)	典型值每个传感器 20 mA		
模块的功率损耗	约 1.5 W		
模拟值形式			
测量原理	SIGMA-DELTA		
积分时间/ 干扰频率抑制 (每通道)	60 Hz	50 Hz	10 Hz
• 可组态	是	是	是
• 积分时间 (单位: ms)	16.6	20	100
• 含积分时间的基本转换时间, 单位为 ms (每通道)	55	65	305
• 模块的基本执行时间, 以 ms 为单位 (启用所有通道)	440	520	2440
• 分辨率位数 + 符号位 (包括过冲范围)	15 位 + 符号	15 位 + 符号	15 位 + 符号
• 测量值的平滑化	支持, 可按 4 个等级进行分配:		
	等级:	时间常量:	
	无	1 x 循环时间 *	
	弱	4 x 循环时间 *	
	中	32 x 循环时间 *	
	强	64 x 循环时间 *	
噪声抑制, 误差限制			
$f = n \times (f1 \pm 1\%)$ 的干扰电压抑制 ( $f1 =$ 干扰频率)			
• 共模干扰 (仅在使用 4 线制传感器时存在) ( $U_{cm} \leq 20 \text{ V AC}$ )	> 100 dB		
• 串模干扰 (干扰峰值 < 输入范围额定值)	> 40 dB		
输入之间的串扰衰减 ( $U_{ISO} < 60 \text{ V}$ )	> 70 dB		
操作错误	$\pm 0.15\%$		
基本误差	$\pm 0.1\%$		
温度误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.001\%/K$		
线性误差 (与输入范围有关)	$\pm 0.01\%$		
可重复性 (25 °C 时处于稳态, 与输入范围有关)	$\pm 0.1\%$		
HART 信号调制对输入信号的影响, 与输入范围有关 (除基本误差之外) **			

10.5 模拟输出模块

<b>技术规范</b>		
<b>状态、中断、诊断</b>		
状态显示	否	
组错误显示 (SF LED)	是	
诊断中断	可组态	
诊断功能	可组态	
<b>HART 通信</b>		
单点/多点运行	仅单点	
一级/二级主站	仅限一级主站***	
<b>传感器电源的特性</b>		
• 传感器电流为 22 mA 的传感器电源电压 (已考虑模块上的测量电阻)	≥ 18 V (UN = 24 V 时)	
<b>传感器选择数据</b>		
输入范围 (额定值/输入电阻)		
• 电流	0 mA 到 20 mA	140 Ω
	4 mA 到 20 mA	140 Ω
	± 20 mA	140 Ω
电流输入的允许输入电流 (毁坏限制)	40 mA	

\* 循环时间 = 每个通道的基本转换时间 x 已启用的通道数

\*\* 使用 HART 时, 建议使用 100 ms 的积分时间。分配平整等级参数可额外改善模拟信号行为。

\*\*\* 在冗余运行模式下, 地址较高的模块为二级主站。

10.5.2.1 AO 8 x 16 位 HART 的参数

参数分配

使用 HW Config 的参数分配对话框分配参数。

AO 8 x 16 位 HART 的参数

您可以在下表中找到 AO 8 x 16 位 HART 的可分配参数及其默认设置的概述。

当未在 HW Config 中分配参数或未对任何参数进行更改时，将应用默认设置。

表格 10-25 AO 8 x 12 位的参数

参数	取值范围	默认值	范围
启用诊断中断	是/否	是	模块
诊断			
• 组诊断	是/否	是	通道
• 短路测试	是/否	是	通道
• HART 组诊断	是/否	有	通道
• 差异分析 *	是/否	否	通道
输出类型	已禁用 I (电流)	I (电流)	通道
输出范围	0 到 20 mA 4 到 20 mA	4 mA 到 20 mA	通道
对 CPU STOP 模式的响应	ASS 输出无电流或电压 LWH 保持上一个值 使用 EWS 替换值	EWS	通道
替换值	0/4 ... 20 mA	0 mA 或 4 mA	通道
HART			
• HART 功能 **	是/否	是	通道
• 重复	0-10	10	通道

\* 仅适用于 AO 8 x 16 与自动化系统 S7-400H 的冗余运行

\*\* 仅可在 4 到 20 mA 的输出范围中激活

### 输出类型/输出范围

模拟值的分辨率为 15 位 + 符号位。

已选输出类型	测量范围
电流	0 mA 到 20 mA 4 mA 到 20 mA

10.5 模拟输出模块

组诊断

借助诊断参数“组诊断”(Group diagnostics)，可禁止报告通道特定的错误（但参数分配错误除外）。

通过调整组诊断设置断线检查。

如果待输出的电流无法被模块驱动（由于连接执行器的阻抗过高等原因），则会检测到断线。

短路测试

可对 0/4 到 20 mA 的电流输出范围进行短路检测。

条件：设置的输出电流不得低于 4 mA。短路检测适用于连接负载 <30 Ω 的情况。

差异分析

在差异分析中，会回读通道输出的电流并将其与将输出的电流进行比较。如果两个值不相同（一致性误差 > 1mA），说明响应不正确或模块存在缺陷。模块报告“回读错误”并关断受影响的模拟量输出。

要求：

- HART 功能未激活
- 模块在冗余模式下使用。在“冗余”(Redundancy) 选项卡中，可定义将要冗余运行的两个模块。
- 组诊断已激活。

10.5.2.2 AO 8 x 16 位 HART 的诊断

简介

模块故障和通道故障通过组错误显示 (SF LED) 进行显示，并通过诊断数据记录 0/1 报告。

诊断消息和可能的纠正措施

表格 10-26 AO 8 x 16 位 HART 的诊断消息和可采取的补救措施

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
无外部辅助电压	否	模块无电源电压 L+	供给电源 L+
未分配模块参数	否	启动错误	重新分配模块参数

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
参数错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
时间监视跳闸	否	间歇性强电磁干扰	排除干扰
EPROM 错误	否	模块有故障	更换模块
RAM 错误	否	模块有故障	更换模块
ADC/DAC 错误	否	模块有故障	更换模块
参数分配错误	否	一个参数、或者参数组不合理	重新分配模块参数
断路	是 (组诊断)	编码器电路/执行器阻抗过高	使用其它类型的执行器或更换线缆, 例如, 使用更大横截面积的导线
		模块与执行器之间的电缆有中断	建立电缆连接
		通道未连接 (断开)	检查端子
短路 (自产品版本 3 起支持)	是	输出过载	消除过载
		输出短路	消除短路
回读错误	是	模块存在缺陷	更换模块
HART 通信错误	是 (HART 组诊断)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 现场设备未响应</li> <li>• 时序错误</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查过程接线</li> <li>• 纠正参数分配</li> <li>• 将输出电流设为 <math>\geq 4 \text{ mA}</math></li> <li>• 增加已分配重复的数目</li> </ul>

10.5 模拟输出模块

诊断消息	可组态	可能的出错原因	纠正措施
一级变量超出限值	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，且仿真调整为“一级变量超出限值”</li> <li>• 测量点不正确</li> <li>• 分配的一级变量超出限值</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查 HART 设备的参数分配</li> <li>• 校正仿真</li> <li>• 检查是否连接了正确的执行器</li> </ul>
非一级变量超出限值	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，且仿真调整为“非一级变量超出限值”</li> <li>• 测量点不正确</li> <li>• 分配的变量超出限值</li> </ul>	
HART 模拟量输出电流已饱和	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，并且为仿真设置的测量值过高</li> <li>• 测量点不正确</li> </ul>	
已指定 HART 模拟量输出电流	是（HART 组诊断）。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HART 设备中的参数不正确</li> <li>• HART 设备具有仿真功能，并且为仿真设置的测量值过高</li> <li>• 测量点不正确</li> </ul>	
HART 的附加状态可用*	是（HART 组诊断）。	HART 设备提供附加状态。	
要求维护	是（HART 组诊断）。	要求维护待处理	
连接的现场设备指示 HART 重新参数化	是（HART 组诊断）。	在 HART 设备状态（=HART 状态字节）中，HART 现场设备重新组态标识符已置位。	
HART 组错误	是（HART 组诊断）。	HART 运行期间出现影响已连接 HART 现场设备的通信和命令错误。	

\* 3 s 后自动删除

### 10.5.2.3 AO 8 x 16 位 HART 的模拟值回读选项

#### 回读功能

可在用户区域中读取分辨率为 8 位 (+ 符号位) 的模拟量输出。请注意, 仅可在转换时间 (根据精度确定) 之后回读模拟量输出。

#### 说明

请注意以下关于可读性的说明:

- 回读值的区域并不对应于 STEP 7 系统限制, 但会根据电流输出范围以线性形式显示回读值 (见下表)。
- 如果通道已取消激活或参数化设置不正确, 则通道的相应回读值会写入值“7FFF Hex”。
- 如果模块未进行参数化设置, 则 24 V 负载电压缺失, 或模块存在缺陷, 所有回读值会写入值“7FFF Hex”。

表格 10-27 回读值显示

回读值		电流输出范围	
十进制	十六进制	0 mA 到 20 mA	4 mA 到 20 mA
32348	7E80	23.41 - 23.52 mA	22.72 - 22.81 mA
27648	6C00	20.00 mA	20.00 mA
0	0	0 mA	
- 6912	E500	-	0 mA

#### 说明

只有测量值 >16#0800 的情况下, 才能确保回读值的精度足够大。

## 10.6 模块诊断数据

### 模块诊断数据

诊断数据由每个具有诊断功能的 ET 200PA SMART 模块提供, 可随时读取。

### 包含诊断信息的数据记录

模块的诊断数据包含在数据记录 0 和 1 中。

- 数据记录 0 包含 4 个字节的诊断数据，描述了模块的当前状态。
- 数据记录 1 包含同样包含在数据记录 0 中的 4 字节诊断数据，还包含模块特有的诊断数据，这些数据描述了通道或通道组的状态。

### 诊断中断

在已释放的参数“诊断中断”中，诊断数据记录 1 的内容作为报警信息传送。

请参见“报警”部分。

### 模块诊断数据的结构

更多报警信息，请参见“报警”部分。

## 10.7 HART

### 概述

“HART”代表“可寻址远程传感器高速通道”。HART 是 HART 通讯基金会 (HCF, HART Communication Foundation) 的注册商标，该基金会拥有 HART 协议的所有权利。

HART 模拟模块是除其模拟值之外可执行 HART 通信的模拟模块。

HART 模拟模块可用作 HART 现场设备的 HART 接口。这意味着可对 HART 现场设备进行组态或读取所有模块的诊断状态。

### HART 的优点

使用 HART 模拟模块具有以下优点：

- 与标准模拟量模块的连接兼容性：电流回路 4 到 20 mA
- 通过 HART 协议进行其它数字通信，例如在线更改现场设备参数，或现场设备状态的信息、维护或诊断显示。
- 通过 HART 模拟模块将现场设备集成到 S7 系统。

## 在系统中使用

通过 HART 模拟模块，可将现场设备连接到各个通道。模块作为 HART 主站（单点）运行；现场设备作为 HART 设备。

支持 HART 版本 5 到 7 的现场设备

如果 HART 模拟模块以冗余模式运行，则会通过 HART 协议将地址较高的模块寻址为二级主站，地址较低的模块寻址为一级主站。

各种软件应用可通过 HART 模拟模块发送或接收数据，相当于将 HART 模拟模块用作服务器的客户端：

- HART 组态工具：  
可使用外部手持设备（HART 手持设备）或 HART 组态工具 (PDM) 分配 HART 参数。组态工具会影响整个 HART 模拟模块；而 HART 手持设备直接与现场设备并联连接。PDM（Process Device Manager，过程设备管理器）可用作独立的设备，也可以集成在 *STEP 7 HW Config* 中。
- HART 系统集成：  
I/O 模块通过接收来自 HART 组态工具的命令实现“主站”的功能，例如，将命令转发给智能现场设备并返回响应。HART 模拟模块的接口是通过 I/O 总线传输的数据记录。这些数据记录必须由 HART 组态工具创建并予以说明。

## 现场设备重新组态

HART 模块通常允许触发现场设备的重新组态。只能使用组态工具分配访问权限。

请注意，现场设备通常会将每次重新参数化表示为对 HART 模拟模块的组态更改。这样会导致自动化系统（如已启用）发生诊断中断。调试期间，建议通过组态 HART 模拟模块禁用诊断中断。使用手持式设备进行参数重新分配时，也会触发诊断中断（如已启用）。

### 10.7.1 HART 的工作方式

#### 简介

HART 协议说明了传输的物理形式：传输步骤、消息结构、数据格式和命令。

### HART 信号

下图显示了包含经过调制的 HART 信号（FSK 方法）的模拟量信号，该信号由 1200 Hz 和 2200 Hz 的正弦波组成，平均值为 0。可以使用输入滤波器将其滤除，以便原始模拟量信号再次可用。

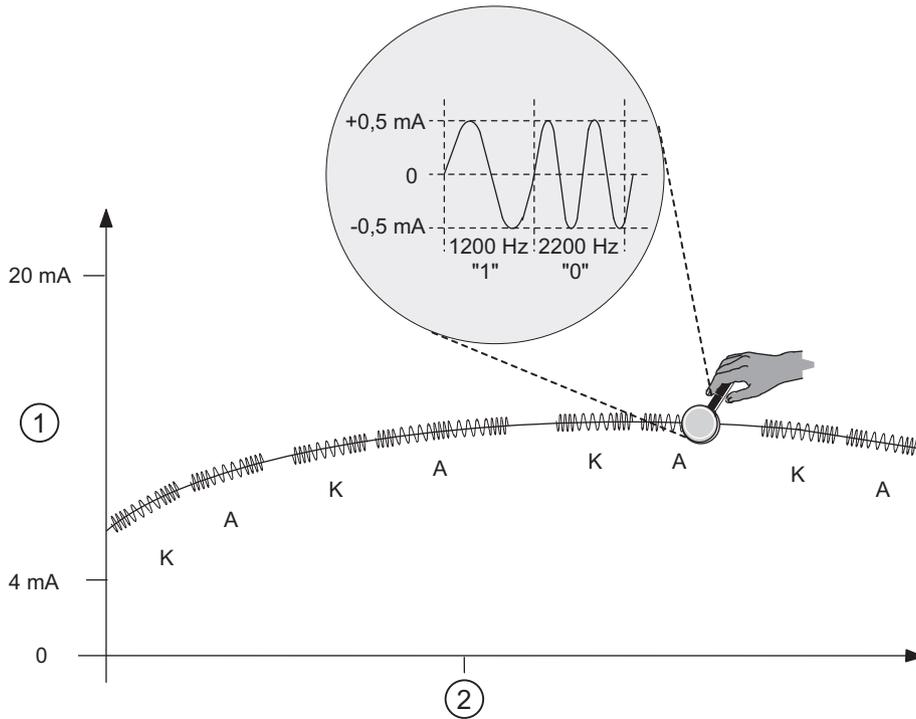


图 10-24 HART 信号

①	模拟量信号
②	时间（秒）
K	命令
A	响应

### HART 命令

HART 现场设备可组态的属性（HART 参数）可以通过 HART 命令设置，并使用 HART 响应进行读取。HART 命令及其参数根据下列属性分为三组：

- 通用
- 常用
- 设备特定

HART 现场设备的所有制造商都必须支持通用命令，并应支持常用命令。还要有仅适用于特定现场设备的设备专用命令。HART 通信只能由每个通道的一个客户端进行处理。参见“HART 通信数据记录”部分。

## HART 命令示例

以下两个表显示了 HART 命令示例：

表格 10-28 通用命令示例

命令	功能
0	读取制造商和设备类型 - 只有使用命令 0，才可以短帧地址寻址现场设备
11	读取制造商和设备类型
1	读取一级变量和单元
2	读取该范围的电流和百分比，数字化为浮点型数字 (IEEE 754)
3	最多读取四个预定义的动态变量（一级变量、二级变量等）
13, 18	读取和写入过程变量名称（“tag”）、描述和日期（也发送日期）

表格 10-29 常用命令示例

命令	功能
36	设置范围上限
37	设置范围下限
41	执行自测
43	将一级变量设置为零

## HART 协议的结构

从 I/O 模块发送到所连现场设备的每个 HART 帧（请求帧）和由现场设备接收的每个 HART 帧（响应帧）具有以下基本结构。

PREAMBLE	STRT	ADDR	COM	BCNT	STATUS	DATA	CHK
----------	------	------	-----	------	--------	------	-----

10.7 HART

- PREAMBLE: 用于同步的字节数 (0xFF),  
默认值: 5 个字节 (可以使用 DS131 - DS138 进行更改)
- STRT: 起始字符 (起始分隔符)
- ADDR: 现场设备的地址 (1 个字节; 短地址或 5 个字节; 长地址)
- COM: HART 命令编号
- BCNT: 字节计数, 无校验和时应遵循的字节数
- STATUS: HART 设备状态 (第 1 个和第 2 个状态字节)。仅针对响应帧显示。有关 HART 设备状态的结构, 请参见下文。
- DATA: 已传送的用户数据/参数, 数量取决于命令 (0...230 个字节)
- CHK: 校验和

除前导字节外, 此结构包含在 HART 命令接口的通信数据中。参见“HART 通信数据记录”部分。

HART 响应始终包含数据。状态信息 (HART 设备状态, 第 1 个和第 2 个状态字节) 始终与 HART 响应一起发送。应评估这些信息以确保响应正确。

HART 模拟模块会评估状态信息 OFF, 并以 S7 诊断的形式在系统中提供此信息。

**HART 设备状态的结构 (第 1 个和第 2 个状态字节)**

表格 10-30 第 1 个状态字节

位 7 = 1: “通信错误”	
位 6 = 1	奇偶校验错误
位 5 = 1	上溢
位 4 = 1	帧错误
位 3 = 1	校验和错误
位 2 = 0	保留
位 1 = 1	接收缓冲区上溢
位 0 = 0	保留
位 7 = 0: “无通信错误”	
位 0...6: “取决于响应帧的特性”	

表格 10-31 第 2 个状态字节

位 7 = 1	设备故障
位 6 = 1	组态已更改
位 5 = 1	启动（冷启动）
位 4 = 1	其他可用状态信息
位 3 = 1	固定模拟量输出电流设置
位 2 = 1	模拟量输出电流已饱和
位 1 = 1	二级变量超出限制
位 0 = 1	一级变量超出范围

## 脉冲模式

HART 模拟模块不支持脉冲模式。脉冲位已置位的 HART 命令会被忽略，并且不会转发到所连接的现场设备。

## HART 编程示例（HART 命令接口）

对于 HART 通道 0，命令 01 将以透明消息格式发送到地址为“98 CF 38 84 F0”的 HART 现场设备。

数字量输入模块的输入 4.0 处的正沿会导致写入 HART 命令。

可以进行以下假设：

- 该 HART 模块的模块地址是 512 (200<sub>H</sub>)
- 该数据记录存储在 DB80 中：从地址 0.0 开始，长度为 11 字节。
- 在此示例中，DB80（请求通道 0 的数据记录）包含 11 字节。

表格 10-32 FC80：使用 SFC 58 将数据记录写入 DB80

	说明
U E 4.0	
FP M 101.0	
= M 104.0	
m2:CALL SFC 58	
REQ :=M104.0	写入请求
IOID :=B#16#54	地址范围标识符
LADDR :=W#16#200	HART AI 的模块地址
RECNUM :=B#16#50	长度为 11 个字节的数据库记录编号 80Datensatz（必须与要传送的长度完全对应）
RECORD :=P#DB80.DBX0.0 BYTE 11	

10.7 HART

RET_VAL :=MW93	来自 SFC 58 的 RET_VAL (正常/错误/...)
BUSY :=M51.0	写操作尚未完成
A M 51.0	
SPB m2	
BE	

表格 10-33 DB80: 透明消息格式

字节	初始值 (十六进制)	注释 (十六进制)
0	00	Req_Control (00 = 透明消息模式。 40 = 带有 SHC 字符串的透明消息格式)
1	05	前导字节的数目 (05-14)
2	82	开始字符 (02 = 具有命令 0 的短帧) (82 = 具有其它命令的长帧)
3	98	地址 (具有命令 0, 地址的长度恰好是 1 个字节, 且值为 0。)
4	CF	
5	38	
6	84	
7	F0	
8	01	命令 (CMD)
9	00	长度 (以字节为单位)
10	98	校验和 (CHK) (以 EXOR 加法计算, 从字节 2“开始字符” 开始直到命令的最后一个字节。校验和不能与作业一起发送。)

HART 命令还可以压缩消息格式发送。在这种情况下, 通过 DB 80 传送的数据减少到 4 字节。

表格 10-34 DB80: 压缩消息格式

字节	初始值 (十六进制)	注释 (十六进制)
0	20	Req_Control (20 = 压缩消息格式 60 = 带有 SHC 字符串的压缩消息格式)
1	05	前导字节数 (5...20、255)

字节	初始值 (十六进制)	注释 (十六进制)
2	01	命令 (CMD)
3	00	长度 (以字节为单位)

通过循环读取 HART 通道 0 的数据记录 DS81，可获知何时接收到来自现场设备的响应。响应通常以透明消息格式提供。

表格 10-35 FC81: 使用 SFC 59 将响应读入 DB81

	说明
m3:CALL SFC 59	
REQ :=1	读取请求
IOID :=B#16#54	地址范围标识符
LADDR :=W#16#200	HART AI 的模块地址
RECNUM :=B#16#51	数据记录编号 81
RECORD :=P#DB81.DBX0.0 BYTE 75	数据记录
RET_VAL :=MW100	来自 SFC 59 的 RET_VAL (正常/错误/...)
BUSY :=M49.1	读操作尚未完成
A M 49.1	
SPB m3	
BE	

仅当要同步读取时，才需要 UM 49.1 至 SPB m3 程序部分。

只要 DB81 的字节 0 中为“0x03”，便说明尚未收到现场设备的响应。在字节 0 中的位 2 = 1 时，现场设备即提供用户可进行评估的正确响应数据。

若响应数据错误，请参见本手册中的表“响应字节 1 中的 HART 组错误指示（扩展响应控制）”或“从现场设备向模块发出响应时响应字节 2 中的 HART 协议错误（错误代码）”。

## 连续 HART 命令

HART 模拟模块支持将 HART 命令作为 SHC 字符串进行处理（连续 HART 命令）。

这意味着如果模块在通道上检测到 SHC 位已置位的 HART 命令，则对 HART 模块的完整 HART 命令处理将为此通道保留大约 2 s。对于模块的所有其它通道，在此期间不会处理 HART 命令。

每当检测到其它 SHC 位已置位的 HART 命令，模块会再次将 HART 命令处理为该通道保留 2 秒。如果检测到此通道有 SHC 位未置位的 HART 命令，或者在上一 HART 命令后 2s 内没有出现用于此通道的其它命令，则模块会返回“正常”HART 命令处理。这意味着将再次处理所有 HART 通道。

## 10.7 HART

自 V6.0 SP5 起，PDM 支持处理包含 SHC 字符串的 HART 作业。为此，还必须在 PDM 的“选项->设置”(Options->Settings) 下的“通信”(Communications) 选项卡中激活“HART ROI SCH 模式”(HART RIO SHC-Mode)。

### 说明

- 在模块的 HART 通道处理 SHC 字符串时，所有 HART 通道的 HART 变量都不再更新，因此，该模块的完整 HART 处理都将为此通道保留，其值和质量代码保持不变。
- 其它通道的 HART 命令相应地也不会得到处理和确认。

### 10.7.2 组态 HART 变量

#### 简介

许多 HART 现场设备可提供一些额外的测量量（例如，传感器温度）。如果在 PDM 中的现场设备组态中进行相应调整，也可以读取这些测量量。可使用 HART 变量将设定的测量值直接从现场设备传送到自动化系统的 I/O 区域。

HART 模拟模块独立读取由所连接 HART 现场设备支持的 HART 变量（动态变量）。

无论组态的通道数是多少，都可以使用模块的属性对话框在输入数据中最多组态 8 个 HART 变量。

#### 地址分配

HART 模块占用 16 个输入/输出字节。如果组态 HART 变量，则模块会额外占用输入范围中的 5 个字节来存储每个 HART 变量。

如果使用全部 8 个 HART 变量，则 HART 模块共占用 56 个输入字节（16 字节 + 8 × 5 字节 = 56 字节）。

组态“无”不会额外占用任何输入字节。

#### 组态 HART 变量

在 STEP 7 HW-Config 中将参数分配给 HART 变量。

最多可以为通道组态 4 个 HART 变量。

- PV（Primary Variable，一级变量）
- SV（Secondary Variable，二级变量）

- TV (Tertiary Variable, 三级变量)
- QV (Quaternary Variable, 四级变量)

如果希望稍后在用户程序中分配 HART 变量, 请使用 CiR 参数。CiR 是占位符, 用于保留 HART 变量的地址空间。不使用的 HART 变量必须组态为参数“无”。

## HART 变量的结构

HART 变量的结构如下:

4 字节 HART 数据	1 字节 QC
--------------	---------

### “质量代码”字节的结构

质量代码 (QC) 可采用以下值:

质量代码 (QC)	含义
0x4C 或 0	初始化: IM650 的值为 0, 模块的值为 0x4C
0x18	通信中止/无通信
0x0C	HART 设备出错
0x47	HART 设备忙
0x84	确定“组态已更改”
0x80	确定

### 在 RUN 模式下重新组态 HART 变量

在具有 CiR 功能的自动化系统 S7-400 中以及 S7-400H 系统中, 可在 RUN 模式下重新组态 HART 变量。

## 10.7.3 HART 通信数据记录

### 传输数据记录

HART 通信只能由每个通道的一个客户端进行处理。每个通道都提供单独的传输区。每个传输区包含命令和响应数据记录。

## 10.7 HART

如果多个客户端处理一个通道，模块提供的响应就无法确切地分配给每个客户端。模块不支持客户端管理。

## HART 通信协调规则

- 为每个客户端/通道分配固定的数据记录编号：

通道	客户端	数据记录
0	命令	80
0	响应	81
1	命令	82
1	响应	83
2	命令	84
2	响应	85
3	命令	86
3	响应	87
4	命令	88
4	响应	89
5	命令	90
5	响应	91
6	命令	92
6	响应	93
7	命令	94
7	响应	95

- 写入命令记录后，客户端必须先读取响应记录，然后才允许写入其它命令记录。
- 客户端可以评估响应数据记录中的“处理状态”：如果“处理状态”指示“成功”或“错误”，数据记录包含当前响应数据或错误指示。
- 由于数据记录可以在其首次以成功状态或错误状态读取之后由模块更改，因此必须始终完整读取数据记录。
- 响应帧中的状态组件（= HART 状态字节）提供有关是否发生错误以及发生哪些错误的信息。

## 命令数据记录的结构

下图显示将命令写入客户端传输区所使用的命令数据记录。HART 模拟模块将命令发送至连接的 HART 现场设备。

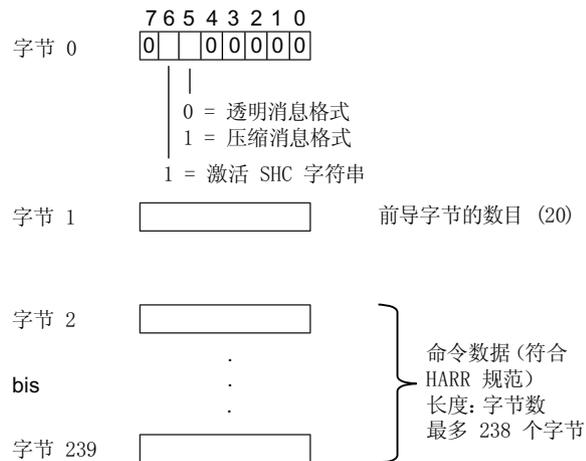


图 10-25 HART 模拟模块的命令数据记录

HART 命令可通过透明消息格式和压缩消息格式进行处理（参见 HART 技术规范）。但是，来自模块的响应数据始终以透明消息格式提供。

## 有关命令的说明

同一客户端读取到对之前命令的响应之前无法再次传送命令。

## 响应注意事项

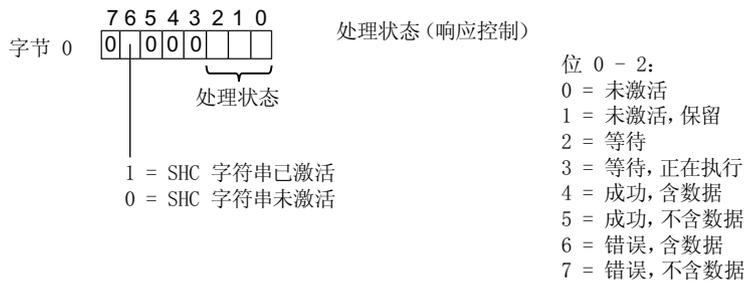
读取响应记录时，必须确保当前响应记录已到达：

- 如果响应数据记录中的处理状态指示“成功”或“错误”，则数据记录会包含当前响应数据或错误指示。

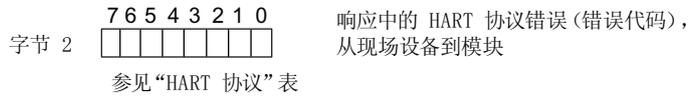
## 响应数据记录的结构

下图显示了响应数据记录的结构，其中包含对之前发送的 HART 命令以及错误或状态的响应。

10.7 HART



如果通信发生故障:



如果通信成功:

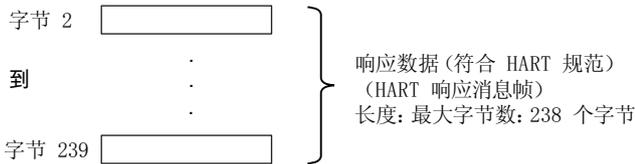


图 10-26 HART 模拟模块的响应数据记录

响应数据评估

如果有现成的电流响应记录, 可执行以下检查:

- 通过指定“上一命令”, 可确保响应属于已发送的命令。
- 通过评估“组错误显示”(见下表), 可找到错误案例。
- 其它错误消息包含在“响应中的 HART 协议错误”(见下表)以及两个 HART 状态字节中。
- 在组错误字节中, 处于错误状态的事件设为位“1”。

表格 10-36 响应字节 1 中的 HART 组错误指示（扩展响应控制）

位号	HART 组故障显示	含义
0	附加的可用状态信息	对应于诊断数据记录 1 中通道特定错误字节中的位 4（第 2 个 HART 状态字节）。HART 命令 48 提供更多状态信息（若需要）。
1	HART 通信存在错误 --> 诊断数据记录 1 中的“HART 通信错误”条目	在这种情况下，现场设备在接收命令时已检测到通信错误。错误信息位于第 1 个 HART 状态字节中（响应数据记录或诊断数据记录 1 中），接收时未进行更改。
2	参数检查	0: HMD 参数未更改 1: 检查 HMD 参数
3	始终为 0	保留
4-7	响应中存在 HART 协议错误 --> 诊断数据记录 1 中的“HART 通信错误”条目	从现场设备到模块的 HART 通信出错，即接收到的响应不正确。 0: 未指定的错误 1: HMD 错误 2: 通道故障 3: 命令错误 4: 查询错误 5: 响应错误 6: 查询被拒绝 7: 配置文件查询被拒绝 8: 制造商特定的查询被拒绝 9 - 15: 未使用 错误原因信息位于响应字节 2 中。请参见下表。

10.7 HART

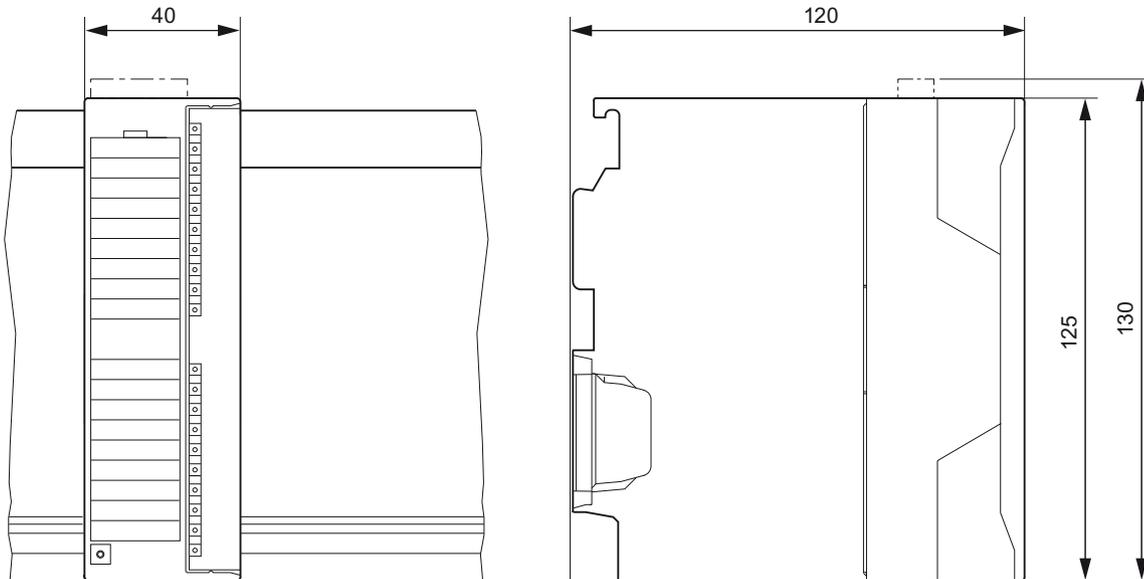
表格 10-37 在从现场设备发送到模块的响应中，响应字节 2 中存在 HART 协议错误（错误代码）

错误	字节 2 中的 HART 协议错误	含义
3	命令错误	0-127: HART 协议, 位 7 = 0
4	查询错误	HART 协议, 位 7 = 1 位 0: 保留 位 1: 接收缓冲区上溢 位 2: 保留 位 3: 校验和错误 位 4: 组帧错误 位 5: 上溢错误 位 6: 奇偶校验错误 位 7: 1
5	响应错误	HART 协议, 位 7 = 1 位 0: GAP 超时 位 1: 接收缓冲区上溢 位 2: 超时 位 3: 校验和错误 位 4: 组帧错误 位 5: 上溢错误 位 6: 奇偶校验错误 位 7: 1
6	查询被拒绝	0: 未指定 1: 不支持短格式 2: 不支持 SHC 3: 不允许的命令 4: 无资源
7	配置文件查询被拒绝	0: 未指定 (不支持)
8	制造商特定的查询被拒绝	0: 未指定 (不支持)

## 10.8 信号模块的尺寸图

### 信号模块

下图显示了 ET 200PA SMART I/O 模块的尺寸图。  
模块的外观可能会有所不同。规定的尺寸始终是一样的。



## 10.8 信号模块的尺寸图

## 标准和认证

### 11.1 当前有效的标志和认证

#### 简介

本章节介绍了该系统的技术规范：

- ET 200PA SMART 符合和满足的标准与测试值。
- ET 200PA SMART 测试时所依据的测试标准。

#### 组件相关信息的有效性

##### 注意

##### 标记和认证

本手册中列示该系统支持（或规划中）的各种标记和认证。印刷在 ET 200PA SMART 系统组件上的标记或认证仍旧唯一有效。

#### 参考

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

#### 安全信息

##### 警告

##### 爆炸危险

如果电路接通，则必须遵守以下规则：

- 请勿在易燃或可燃环境中断开 ET 200PA SMART 组件连接。
- 请勿在易燃或可燃环境中打开 ET 200PA SMART 组件。

11.1 当前有效的标志和认证

 <b>警告</b>
<b>应用领域</b> 该 ET 200PA SMART 组件仅适用于在 I 类，2 分区，A、B、C、D 组；I 类，2 区，IIC 组环境或非危险位置使用。

 <b>警告</b>
<b>环境条件</b> ET 200PA SMART 组件仅可在污染等级不超过 2 级的区域中使用（根据 IEC 60664-1）。

 <b>警告</b>
<b>外壳和电缆</b> ET 200PA SMART 系统需要安装在外壳/控制柜中。外壳/控制柜的内部工作温度对应于模块的最大允许环境温度。 必须使用最大允许工作温度至少超出最大允许环境温度 30 °C 的电缆。

 <b>警告</b>
<b>设备的环境温度</b> 如果设备在 50 °C 以上的环境温度下运行，则 ET 200PA SMART 系统外壳温度可能超过 70 °C。因此，设备的安装必须满足如下条件，即只有清楚访问受限原因和 50 °C 以上环境温度下的必要安全措施的维修技术人员或用户才能够访问。

 <b>警告</b>
<p><b>功能性安全超低电压</b></p> <p>请确保 IO 系统的电源和输入电压均采用安全电压 <math>U_{\text{额定}} = 24 \text{ V DC} \pm 20\%</math> (—)。</p> <p>电源符合以下标准：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC/UL 61010-2-201 这种可提供所需保护的功能性安全超低电压也称为 SELV（安全超低电压）/ PELV（保护性超低电压）。</li> </ul> <p>或者</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NEC Class 2，基于美国国家电气法规 (r) (ANSI/NFPA 70)</li> </ul> <p>如果该设备需要连接一个冗余电源（即，两个独立电源），则两个电源必需满足这上述求。</p>

<b>注意</b>
<p><b>移除和更换</b></p> <p>如果更换组件，可能导致不符合 I 类 2 区的规定。</p> <p>更换组件可能会影响设备的可用性。</p>

<b>注意</b>
<p><b>人身伤害风险</b></p> <p>使用前请阅读本手册，以免造成人身伤害。</p>

## 11.2 CE 标记

### 简介



11.2 CE 标记

ET 200PA SMART 组件满足以下 EC 指令的要求和保护性目标，符合欧盟官方发布的可编程逻辑控制器欧洲统一标准 (EN)：

- 低电压指令
- EMC 指令
- 防爆指令

EC 符合性声明可从 Internet 上下载（关键字“符合性声明”）。

**低电压指令**

2014/35/EU“在一定的电压限制内使用的电气设备”（低电压指令）。分布式 I/O 系统 ET 200PA SMART 的组件基于 EN 61010-2-201 要求已通过测试，符合低电压指令要求。

**EMC 指令**

2014/30/EU“电磁兼容性”（EMC 指令）

**工业应用**

SIMATIC 产品可完美满足工业应用中的各种需求。

应用领域	干扰辐射要求:	抗干扰性要求
工业	EN 61000-6-4	EN 61000-6-2

**在住宅区使用**

**说明**

ET 200PA SMART 组件适适合在工业区使用。如果在居民区使用，可能会影响无线电/电视接收。

如果在居民区使用 ET 200PA SMART 组件，则需确保射频干扰强度符合 EN 61000-6-3 标准要求。

确保射频干扰符合 B 类限制的相应的措施包含有：

- 将 ET 200PA SMART 组件安装在接地的控制柜 / 开关盒中
- 在供电线路中使用干扰滤波器

**在发电站区域使用**

ET 200PA SMART 组件满足 EN 61000-6-5 中的 EMC 要求。

## 11.3 防爆

### ATEX 认证

型式检验证书编号	DEKRA 19ATEX0114X
标准	EN 60079-0
	EN 60079-7
标识	II3G Ex ec IIC T4 Gc
该证书适用于证书中的“DEKRA 19ATEX0114X ( <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109779298">https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109779298</a> )”产品。	

#### 说明

#### 特殊条件

1. ET 200PA SMART 组件仅可在污染等级不超过 2 级的区域中使用（根据 EN 60664-1）。
2. 考虑到使用时所处的环境条件，ET200PA SMART 需根据 EN 60079-7 标准安装在防护等级至少为 IP54 的相应外壳中。
3. 必须采取相应的措施，避免瞬态干扰电压超出额定工作电压 119 V 以上。

### IECEX - 认证

型式检验证书编号	IECEX DEK 19.0023X
标准	IEC 60079-0
	IEC 60079-7
标识	Ex ec IIC T4 Gc
该证书适用于证书中的“IECEX DEK 19.0023X ( <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109768662">https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109768662</a> )”产品。	

#### 说明

#### 特殊条件

1. ET 200PA SMART 组件仅可在污染等级不超过 2 级的区域中使用（根据 EN 60664-1）。
2. 考虑到使用时所处的环境条件，ET200PA SMART 需根据 EN 60079-7 标准安装在防护等级至少为 IP54 的相应外壳中。
3. 必须采取相应的措施，避免瞬态干扰电压超出额定工作电压 119 V 以上。

## 11.4 CCC 认证标志

### 在危险区域 2 区中使用

- 可安装在低于所允许的最高安装高度（海平面上 2000 m）的位置处。
- 外壳需满足 EN 60079-0 标准的制造商声明或 EN 60079-15 中 2 区标准的制造商声明中的要求。

## 11.4 CCC 认证标志



基于 GB 3836.8 (Explosive atmospheres-Part 8: Equipment protection by type of protection "n")

GB 3836.1 (Explosive atmospheres - Part 1: Equipment - General requirements)

Ex nA IIC T4 Gc

## 联系方式

## 简介

范围	联系方式
维修服务	姓名: Mr. Yu Ming Yang 电子邮件: mingyang.yu@siemens.com Org: DF FA MF SEWC QM QR 电话: +86 28 6238 7267 地址: 西门子电器有限公司成都分公司 成都高新区西区天源路 99 号, 中国四川成都, 邮政编码 611730
制造商	西门子公司 Org: DF FA MF SEWC PU ENG1 电话: +86 28 6238 7267 电子邮件: dajun.wen@ad011.siemens.com 地址: 西门子电器有限公司成都分公司 成都高新区西区天源路 99 号, 中国四川成都, 邮政编码 611730



# 索引

## 2

24 V DC 电源, 31

## A

AI 8 x 12 位

参数, 244

诊断消息, 246, 256

AI 8 x TC/4 x RTD, 221

参数, 232

断路检查, 234

技术规范, 226

接线图, 223

热电偶, 234

属性, 221

诊断消息, 236

AI 16 x 16 位

参数, 218

技术规范, 215

接线图, 211, 212

属性, 210

诊断消息, 220

AI 8 x 16 位

参数, 190

技术规范, 187

接线图, 183

属性, 181, 193

诊断消息, 192, 207

AO 8 x 12

接线图, 240

属性, 238

## D

DI 16 x DC 24 V

参数, 148

传感器电阻电路, 144

技术规范, 145

接线图, 143

冗余传感器电源, 144

诊断消息, 149

DI 16 x DC 24 V, 具有硬件和诊断中断

属性, 142

DI 32 x DC 24 V

技术规范, 141

接线图, 139

属性, 138

DO 16 x DC 24 V/0.5 A

技术规范, 158

接线图, 157

属性, 156

诊断, 161

DO 32 x DC 24 V/0.5 A

技术规范, 154

接线图, 152

属性, 151

DP 从站, 19

DP 主站, 19

DP 地址

参见 PROFIBUS 地址, 49

## E

ET 200PA SMART

安装, 41

附件, 21

接线, 52

组件, 21

ET 200PA SMART 的组件, 21

## H

H 状态, 115

HART

编程, 265

变量, 268

定义, 260

工作原理, 261

命令, 262

命令接口, 265

设备状态, 264

协议, 260, 263

信号, 262

HART 变量

组态, 268

## I

I/O, 99

连接驱动程序块, 99

I/O 模块, 22

I/O 设备

分布式, 19

IM 650, 22  
LED, 101  
参数, 91, 130  
尺寸图, 132  
方框图, 132  
更换, 70  
技术规范, 130  
接线, 53  
启动并标记时间戳, 66  
设置 PROFIBUS 地址, 49  
时间同步, 91  
制造商 ID, 107

## L

LED  
IM 650, 101

## P

PROFIBUS DP, 19  
网络, 20  
PROFIBUS 地址  
设置, 49

## R

RC 网络  
集成, 36

## S

SM 331, AI 8 x 13 位  
测量类型和测量范围, 177  
SM 331, AI 8 x 13 位  
技术规范, 172  
接线图, 168  
属性, 167  
SM 331; AI 8 x 13 位  
参数, 178

## T

TN-S 系统, 34

## 安

安装  
ET 200PA SMART, 41  
导轨上的有源总线模块, 45  
安装支架  
屏蔽连接夹, 59

## 保

保险丝  
更换, 76

## 背

背板总线外盖, 21, 46

## 编

编号轮, 49

## 标

标识符相关的诊断, 108  
标识模块  
带插槽编号, 48  
标志牌, 58

## 参

参考电位  
未接地, 36  
参数  
AI 8 x 12 位, 244  
AI 8 x TC/4 x RTD, 232  
AI 16 x 16 位, 218  
AI 8 x 16 位, 190  
DI 16 x DC 24 V, 148  
IM 650, 130  
参数分配消息帧  
查看以下 Internet 地址..., 5

## 操

操作说明的用途, 3  
操作说明中的访问帮助, 6

**测**

## 测量范围

电压测量, 234

电阻测量, 234

## 测量类型和测量范围

SM 331, AI 8 x 13 位, 177

**插**

插槽号, 48

**产**

产品版本, 4

**常**

## 常规技术规范

请参见“模块数据参考手册”, 129

**尺**

## 尺寸图

IM 650, 132

模拟量模块, 275

数字量模块, 275

信号模块, 275

**从**

从站诊断, 104

**错**

## 错误消息

通道相关, 113

**带**

带有有源总线模块的组态, 45

**地**

地址分配, 268

**电**

电缆横截面, 52

电流消耗

规则, 32

电气安装

组态, 30

电气隔离模块, 38

电气影响

防止, 31

电压测量

AI 8 x TC/4 x RTD, 234

电源, 22

24 V DC, 31

更换, 69

接地, 32

接线, 53

电源和 IM 650 接线, 53

**订**

订货号, 4

6ES7 650-8AK60-0AA0, 181

6ES7 650-8AK60-1AA0, 181

6ES7 650-8AK70-0AA0, 210

6ES7 650-8AK70-1AA0, 210

6ES7 650-8AR60-0AA0, 221

6ES7 650-8AR60-1AA0, 221

6ES7 650-8AT60-1AA0, 193

6ES7 650-8BK60-0AA0, 238

6ES7 650-8BK60-1AA0, 238

6ES7 650-8DK70-0AA0, 142

6ES7 650-8DK70-1AA0, 142

6ES7 650-8DK80-0AA0, 138

6ES7 650-8DK80-1AA0, 138

6ES7 650-8EK70-0AA0, 156

6ES7 650-8EK70-1AA0, 156

6ES7 650-8EK80-1AA0, 151

6ES7650-8AE60-0AA0, 167

6ES7650-8AE60-1AA0, 167

**断**

## 断路检查

AI 8 x TC/4 x RTD, 234

## 断线

模拟量输出模块, 246

## 方

方框图  
IM 650, 132

## 防

防爆隔板, 21  
  安装, 46  
防止电气影响, 31

## 非

非隔离模块, 40

## 分

分布式 I/O 设备, 19

## 负

负载电源  
  属性, 33

## 更

更换  
  IM 650, 70  
  有源总线模块, 75

## 功

功率损耗  
  规则, 32

## 规

规范  
  对于运行 ET 200PA SMART, 30  
规则  
  一般规则, 对于运行 ET 200PA SMART, 30

## 过

过电压保护, 163

## 环

环境温度  
  允许的, 26

## 回

回收, 6

## 急

急停装置, 30

## 技

技术规范  
  AI 8 x TC/4 x RTD, 226  
  AI 16 x 16 位, 215  
  AI 8 x 16 位, 187  
  IM 650, 130  
  常规, 请参见“模块数据参考手册”, 129

## 间

间隙, 26

## 接

接地电源, 32  
接地短路  
  模拟量输出模块, 246, 257  
接线, 52  
接线规则, 52  
接线图  
  AI 8 x TC/4 x RTD, 223  
  AI 16 x 16 位, 211, 212  
  AI 8 x 16 位, 183  
接线位置  
  前连接器, 57

## 绝

绝缘层剥离长度, 52

## 开

开放式设备, 41

**连**

- 连接, 99
  - I/O 与驱动程序块, 99
- 连接保护性导体
  - 在装配导轨上, 45

**脉**

- 脉冲模式, 265

**模**

- 模块
  - 非隔离, 40
  - 隔离, 38
  - 用插槽号标识, 48
- 模块拔出中断, 117, 126, 127
- 模块参数
  - DO 16 x DC 24 V/0.5 A, 160
  - SM 331; AI 8 x 13 位, 178
- 模块插入中断, 117, 126, 127
- 模块概述
  - 模拟量输出模块, 237
  - 模拟量输入模块, 165
  - 数字量输出模块, 150
  - 数字量输入模块, 138
- 模块驱动程序, 99
- 模块状态, 110
- 模拟量模块
  - 尺寸图, 275
- 模拟量输出模块
  - 断线, 246
  - 接地短路, 246, 257
- 模拟量输出模块 AO 8 x 12 位, 238
- 模拟量输入模块
  - SM 331, AI 8 x 13 位, 167
- 模拟量输入模块 AI 16 x 16 位, 210
- 模拟量输入模块 AI 8 x 16 位, 181

**末**

- 末端套管, 52

**排**

- 排出干扰电流
  - 通过集成的 RC 网络, 36

**屏**

- 屏蔽连接夹, 59
- 屏蔽连接元件, 59

**启**

- 启动
  - IM 650 与时间戳, 66
  - 系统的, 30

**前**

- 前连接器
  - 接线, 57
  - 接线位置, 57
- 前连接器编码, 59

**切**

- 切换时间
  - 有关冗余, 133

**驱**

- 驱动程序块, 99

**热**

- 热电偶
  - AI 8 x TC/4 x RTD, 234

**冗**

- 冗余
  - 切换时间, 133
  - 时间戳, 89

**设**

- 设备
  - 打开, 41
- 设备相关的诊断, 127
- 设备状态, 264

## 时

时间戳  
  启动 IM 650, 66  
  硬件中断, 125  
  有关冗余, 89  
时间同步, 91

## 梳

梳形连接件, 54

## 输

输出延迟, 133  
输入延迟, 133

## 属

属性  
  AI 16 x 16 位, 210  
  AI 8 x 16 位, 181, 193

## 数

数字量模块  
  尺寸图, 275  
数字量输出模块  
  DO 32 x DC 24 V/0.5 A, 151  
数字量输出模块 DO 16 x DC 24 V/0.5 A, 156  
数字量输入模块  
  DI 16 x DC 24 V, 具有硬件和诊断中断, 142  
  DI 32 x DC 24 V, 138

## 调

调试  
  要求, 63

## 通

通道相关的错误消息, 113  
通道相关的诊断, 111  
  错误消息, 113

## 同

同步间隔, 88, 91

## 网

网络  
  PROFIBUS DP, 20

## 维

维护, 69

## 未

未接地参考电位, 36

## 无

无线电干扰辐射, 30

## 线

线路电压, 31  
线路电压隔离开关, 31

## 响

响应时间, 132

## 信

信号模块  
  尺寸图, 275

## 循

循环中断结束, 117

## 延

延迟时间  
  ET 200PA SMART, 132

**硬**

硬件中断, 117  
 IM 650, 125  
 时间戳, 125

**有**

有源总线模块, 21, 28  
 安装, 45

**站**

站状态 1 至 3, 105

**张**

张力消除装置, 57

**这**

这些操作说明的有效范围, 4

**诊**

诊断, 104  
 H 状态, 115  
 结构, 104  
 扩展的, 104  
 模块状态, 110  
 设备相关, 127  
 通道相关, 111  
 通道相关的错误消息, 113  
 中断, 117  
 诊断块, 99  
 诊断消息  
 AI 8 x 12 位, 246, 256  
 AI 8 x 16 位, 192, 207  
 AI 8 x TC/4 x RTD, 236  
 AI 16 x 16 位, 220  
 DI 16 x DC 24 V, 149  
 DO 16 x DC 4 V/0.5 A, 161  
 诊断中断, 117, 127

**整**

整体组态  
 在 TN-S 系统中, 34

**制**

制造商 ID, 107

**质**

质量代码, 269

**中**

中断  
 拔出, 117  
 插入, 117  
 设备相关的诊断, 127  
 循环结束, 117  
 硬件, 117  
 诊断, 117

**主**

主站 PROFIBUS 地址, 107

**装**

装配导轨  
 固定孔, 43  
 连接保护性导体, 45  
 有源总线模块, 21, 42  
 运行时更换模块, 42  
 长度, 27

**总**

总线电缆, 22  
 总线连接器  
 连接, 52  
 总线模块  
 安装, 45  
 更换, 75  
 有源, 21, 28  
 总线模块外盖, 21, 46

**组**

组态  
 HART 变量, 268  
 垂直, 25  
 模块数量, 29

水平, 25  
有源总线模块数量, 29  
组态消息帧  
查看以下 Internet 地址..., 5