

版本

04/2022

设备手册

# SIMATIC

## ET 200SP

数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF  
6ES7136-6BA01-0CA0

## SIMATIC

### ET 200SP 数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF (6ES7136-6BA01-0CA0)

设备手册

原始操作说明

前言

---

文档指南

1

产品概述

2

连接

3

参数/地址空间

4

F-I/O 模块的应用

5

中断/诊断消息

6

技术规范

7

响应时间

A

## 法律资讯

### 警告提示系统

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

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

## 本文档的用途

本设备手册是对系统手册《ET 200SP 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58649293>)》的补充。

本系统手册中介绍了通常与系统相关的功能。

本手册和系统/功能手册中介绍的信息将为您进行系统调试提供技术支持。

有关 F 系统 SIMATIC Safety 的说明，请参见编程与操作手册《SIMATIC Safety – 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)》。

## 约定

CPU：下文中使用术语“CPU”时，既指 S7-1200/1500 自动化系统和上一代 S7-300/S7-400 自动化系统的中央模块，也可指 ET 200SP 分布式 I/O 系统。

STEP 7：在本文档中，将使用“STEP 7”表示“STEP 7 (TIA Portal)”以及组态和编程软件的所有版本。

PII：过程输入映像。

请注意以下事项：

---

### 说明

这些注意事项包含有关本文档中所述产品、产品操作或文档中应特别关注部分的重要信息。

---

## 标准

有关相应标准的最新参考资料，请参见 F 模块上的证书 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/57141281>)或 EC 符合性声明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/71764057>)。

## 认证版本

经认证的产品和固件版本在 TÜV 证书报告的附录 1 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/57141289>) 中指定。

## 回收和处理

为了确保旧设备的回收和处理符合环保要求，请联系经认证的电子废料处理服务机构，并根据所在国家的相关规定进行回收处理。

## 有关确保系统操作安全的重要说明



### 警告

操作员操作带有安全相关特性系统时，需遵循特定的操作安全要求。供应商也必须遵循特定的产品监控措施。西门子将以个人通知形式通知系统操作员，确保他们及时了解与安全操作相关的产品研发和特性。

因此，建议订阅相应通知并了解产品最新信息，从而对系统进行任何必要的修改。

登录“工业在线支持”。打开下方链接，在相应网页中单击右侧的“更新邮件”：

- SIMATIC S7-300/S7-300F  
(<https://support.industry.siemens.com/cs/products?pnid=13751&lc=zh-WW>)
- SIMATIC S7-400/S7-400H/S7-400F/FH  
(<https://support.industry.siemens.com/cs/products?pnid=13828&lc=zh-WW>)
- S7-1500 软件控制器 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/13912>)
- SIMATIC S7-1500/SIMATIC S7-1500F  
(<https://support.industry.siemens.com/cs/products?pnid=13716&lc=zh-WW>)
- SIMATIC S7-1200/SIMATIC S7-1200F  
(<https://support.industry.siemens.com/cs/products?pnid=13683&lc=zh-WW>)
- 分布式 I/O (<https://support.industry.siemens.com/cs/products?pnid=14029&lc=zh-WW>)
- STEP 7 (TIA Portal)  
(<https://support.industry.siemens.com/cs/products?pnid=14340&lc=zh-WW>)

### Siemens

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

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

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

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

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

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

# 目录

	前言 .....	3
1	文档指南 .....	8
2	产品概述 .....	13
	2.1 属性 .....	13
3	连接 .....	16
	3.1 接线图与方框图 .....	16
4	参数/地址空间 .....	18
	4.1 参数 .....	18
	4.2 参数说明 .....	21
	4.2.1 F-parameter .....	21
	4.2.1.1 F-parameter .....	21
	4.2.1.2 通道故障后的行为 .....	22
	4.2.1.3 出现通道故障后重新集成 .....	22
	4.2.2 传感器电源的参数 .....	23
	4.2.2.1 短路测试 .....	23
	4.2.2.2 短路测试时间 .....	24
	4.2.2.3 短路测试后传感器的启动时间 .....	25
	4.2.3 通道对的参数 .....	26
	4.2.3.1 传感器评估 .....	26
	4.2.3.2 误差特性 .....	28
	4.2.3.3 误差时间 .....	29
	4.2.3.4 误差错误后重新集成 .....	30
	4.2.4 通道的参数 .....	31
	4.2.4.1 激活 .....	31
	4.2.4.2 通道故障确认 .....	31
	4.2.4.3 传感器电源 .....	32
	4.2.4.4 输入延时 .....	33
	4.2.4.5 抖动监视 .....	34
	4.2.4.6 信号改变次数 .....	35
	4.2.4.7 监视窗口 .....	35
	4.3 地址空间 .....	36

---

<b>5</b>	<b>F-I/O 模块的应用 .....</b>	<b>38</b>
5.1	输入的应用 .....	38
5.1.1	应用 1：安全模式 SIL3/Cat.3/PLd .....	40
5.1.2	应用 2：安全模式 SIL3/Cat.3/PLe .....	43
5.1.3	应用 3：安全模式 SIL3/Cat.4/PLe .....	47
5.1.3.1	应用 3.1：安全模式 SIL3/Cat.4/PLe .....	49
5.1.3.2	应用 3.2：安全模式 SIL3/Cat.4/PLe .....	52
5.2	安全垫评估应用（自固件版本 V2.0.0 起） .....	55
<b>6</b>	<b>中断/诊断消息 .....</b>	<b>60</b>
6.1	状态和错误指示灯 .....	60
6.2	中断 .....	63
6.3	诊断消息 .....	65
6.4	值状态 .....	71
<b>7</b>	<b>技术规范 .....</b>	<b>73</b>
<b>A</b>	<b>响应时间 .....</b>	<b>77</b>

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



## 基本信息

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

## 设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简要介绍，如特性、接线图、功能特性和技术规范。

### 常规信息

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

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109742709>) 免费下载。

产品信息中记录了对这些手册的更改和补充信息。

相关产品信息，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73021864>) 免费下载。

## 手册集 ET 200SP

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

该手册集可从 Internet (<https://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/84133942>) 下载。

## “我的技术支持”

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

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

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

## “我的技术支持”- 文档

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

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

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

## “我的技术支持” - CAx 数据

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

仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

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

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

## 应用示例

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

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

## TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中所需设备。

该工具是 SIMATIC Selection Tool

的新一代产品，在一个工具中完美集成了自动化技术的各种已知组态程序。

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

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

## SIMATIC Automation Tool

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

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能 :

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

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

## PRONETA

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

- 通过拓扑总览功能, 自动扫描 PROFINET 和所有连接的组件。
- 通过 IO 检查, 快速完成工厂接线和模块组态测试 (包括故障安全输入和输出) 。

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

## SINETPLAN

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

优势概览：

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

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

## 产品概述

### 2.1 属性

订货号

6ES7136-6BA01-0CA0

模块视图

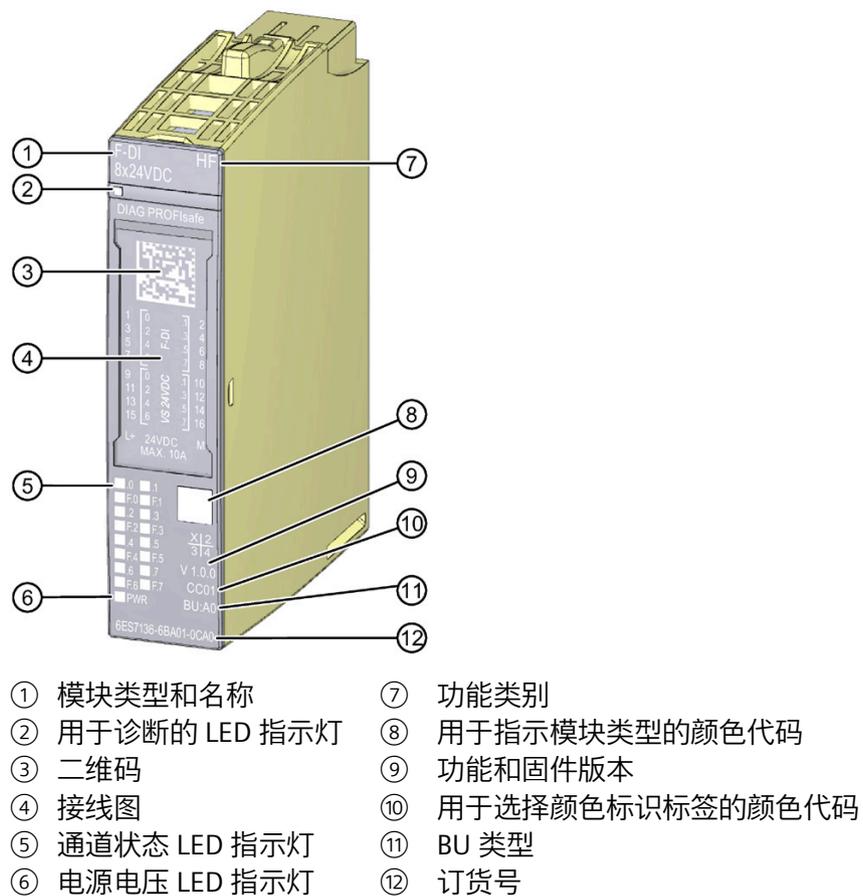


图 2-1 F-DI 8x24VDC HF 模块的视图

## 属性

该模块具有下列技术特性：

- 故障安全数字量模块
- PROFI-safe
- RIO-for-FA-Safety
- PROFI-safe 地址类型 2
- 8 个输入 (SIL3/Cat.3/PLd) 或 4 个输入 (SIL3/Cat.4/PLe)
- 传感器电源的 8 个输出
- 可使用各种互连类型 (1oo1、1oo2)
- 安全垫评估 (固件 V2.0.0 或更高版本)
- 电源电压 L+
- 漏型输入 (P 读取)
- 适用于连接符合 IEC 61131, 类型 1 的 3 线/4 线传感器
- 适用于连接符合 ISO 13856-1、-2、-3 的 4 线安全垫和压敏保护装置 (常开触点工作原理)
- 特定于通道的可指定输入延时为 0.4 ms 到 20 ms
- 每个输入的内部防短路传感器电源
- 可用外部传感器电源
- 诊断状态指示灯 (DIAG 红色/绿色 LED 指示灯)
- 每个输入的状态显示 (绿色 LED 指示灯)
- 每个输入的错误显示 (红色 LED 指示灯)
- 诊断
  - 例如短路, 基于通道
  - 例如负载电压缺失, 基于模块
- 基于通道或基于模块的钝化

模块支持以下功能：

- 固件更新
- I&M 标识数据
- 服务数据

**警告**

如果已在工厂中组态了数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF (6ES7136-6BA00-0CA0)，但插入的是数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF (6ES7136-6BA01-0CA0)，数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF (6ES7136-6BA00-0CA0) 手册中的信息仍然适用。

**警告**

技术数据中的安全参数适用于 20 年的任务时间和 100 小时的维修时间。如果无法实现每 100 小时进行一次维修，则需在超出 100 小时之前从 BaseUnit 上移除相应模块或关断该模块的电源。  
按照“诊断消息”一节所述继续进行维修。

## 附件

可单独订购以下附件：

- 标签条
- 颜色标识标签
- 参考标识标签
- 屏蔽连接
- 电子编码元件作为替换件（零件编号 6ES7193-6EF00-1AA0）

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

## 连接

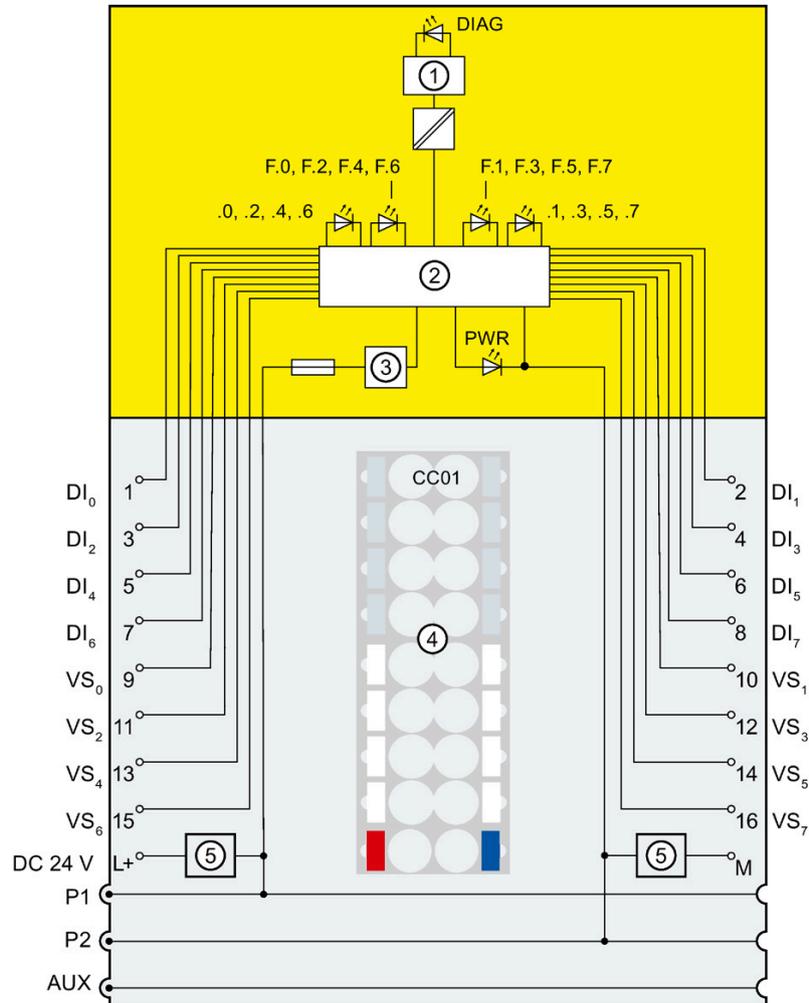
### 3.1 接线图与方框图

本节包括带有引脚分配的数字输入模块 F-DI 8×24VDC HF 的框图。

有关 BaseUnit 接线的更多信息，请参见《分布式 I/O 系统 ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/58649293>)》系统手册。

## 方框图

下图显示了 BaseUnit BU 类型 A0 上 F-DI 8x24VDC HF 数字量输入模块的引脚分配。



- |    |                             |                 |                          |
|----|-----------------------------|-----------------|--------------------------|
| ①  | 背板总线接口                      | VS <sub>n</sub> | 内部传感器电源, 通道 n            |
| ②  | 输入电路                        | P1、P            | 内部自装配电压总线                |
|    |                             | 2、AU            | 连接左侧模块 (深色 BaseUnit)     |
|    |                             | X               | 与左侧模块的连接断开 (浅色 BaseUnit) |
| ③  | 反极性保护                       | DI <sub>n</sub> | 输入信号, 通道 n               |
| ④  | 颜色代码为 CC01<br>的颜色标识标签 (可选)  | DIAG            | 错误或诊断 LED 指示灯 (绿色、红色)    |
| ⑤  | 滤波器电路电源电压 (仅适用于浅色 BaseUnit) | .0 到 .7         | 通道状态 LED 指示灯 (绿色)        |
| L+ | 24 V DC (仅使用浅色 BaseUnit 供电) | F.0 到 F.7       | 通道故障 LED 指示灯 (红色)        |
| M  | 大规模电源电压                     | PWR             | 电源 LED 指示灯 (绿色)          |

图 3-1 方框图

## 参数/地址空间

### 4.1 参数

#### F-DI 8x24VDC HF 的参数



警告

诊断功能应根据应用来激活或禁用，请参见“F-I/O 模块的应用 (页 38)”一章。

支持以下参数：

表格 4-1 可调整的参数

参数	值范围	默认值	在 RUN 模式下重新分配参数	适用范围
<b>F-parameter :</b>				
F 监视时间的手动分配	<ul style="list-style-type: none"> <li>禁用</li> <li>启用</li> </ul>	禁用	否	模块
F 监视时间	1 ms 到 65535 ms	150 ms	否	模块
F 源地址	1 到 65534	取决于 F-CPU 的参数分配	否	模块
F 目标地址	1 到 65534	由 F 系统建议	否	模块
F-parameter 签名 (无地址)	0 到 65535	由 F 系统计算	否	模块
通道发生故障后的特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>禁用整个模块</li> <li>禁用通道</li> </ul>	禁用通道	否	模块
出现通道故障后重新集成	<ul style="list-style-type: none"> <li>可调整</li> <li>所有通道均自动重新集成</li> <li>所有通道均手动重新集成</li> </ul>	(S7-300/400) 可调整 (S7-1200/1500) 所有通道均手动重新集成	否	模块

参数	值范围	默认值	在 RUN 模式下重新分配参数	适用范围
F-I/O DB 手动分配编号	<ul style="list-style-type: none"> <li>禁用</li> <li>启用</li> </ul>	禁用	否	模块
F-I/O DB 的编号	—	由 F 系统建议	否	模块
F-I/O DB 的名称	—	由 F 系统建议	否	模块
<b>DI 参数：</b>				
<b>传感器电源</b>				
<b>传感器电源 n</b>				
短路测试	<ul style="list-style-type: none"> <li>禁用</li> <li>启用</li> </ul>	启用	否	通道
短路测试时间	0.5 ms 到 2 s	4.2 ms	否	通道
短路测试后传感器的启动时间	0.5 ms 到 2 s	4.2 ms	否	通道
<b>通道参数</b>				
<b>通道 n、n+4</b>				
传感器评估	<ul style="list-style-type: none"> <li>1oo1 评估</li> <li>1oo2 评估, 对等</li> <li>1oo2 评估, 非对等</li> <li>安全垫评估</li> </ul>	1oo2 评估, 对等	否	通道对
误差特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>提供值 0</li> <li>提供上一个有效值</li> </ul>	提供值 0	否	通道对
误差时间	5 ms 到 30 s	5 ms	否	通道对
误差错误后重新集成	<ul style="list-style-type: none"> <li>无需测试 0 信号</li> <li>需要测试 0 信号</li> </ul>	无需测试 0 信号	否	通道对
<b>通道 n</b>				
激活	<ul style="list-style-type: none"> <li>启用</li> <li>禁用</li> </ul>	启用	否	通道

4.1 参数

参数	值范围	默认值	在 RUN 模式下重新分配参数	适用范围
通道故障确认	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 手动</li> <li>• 自动</li> </ul> 提供的值范围取决于所使用的 F-CPU 和 F 参数“出现通道故障后重新集成”的参数分配。	(S7-300/400) 不支持参数 (S7-1200/1500) 手动	否	通道
传感器电源	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 传感器电源 0 到 7</li> <li>• 外部传感器电源</li> </ul>	传感器电源 n	否	通道
输入延时	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.4 ms</li> <li>• 0.8 ms</li> <li>• 1.6 ms</li> <li>• 3.2 ms</li> <li>• 6.4 ms</li> <li>• 10.0 ms</li> <li>• 12.8 ms</li> <li>• 20 ms</li> </ul> 提供的值范围取决于为使用的传感器电源分配的参数。	3.2 ms	否	通道
抖动监视	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 禁用</li> <li>• 启用</li> </ul>	禁用	否	通道
信号改变次数	2 到 31	5	否	通道
监视窗口	0 到 100 s (如果组态 0 s, 则监视窗口长度为 0.5 s。)	2 s	否	通道

## 4.2 参数说明

### 4.2.1 F-parameter

#### 4.2.1.1 F-parameter

在开始操作之前，需要向 F 模块分配 PROFIsafe 地址（F 目标地址和 F 源地址）。

- 在 F-CPU 中使用“中央 F 源地址”参数指定 F 源地址。
- 在 CPU 范围内为每个 F 模块自动分配 F 目标地址。可在硬件配置中手动更改指定的 F 目标地址。

有关 F 监视时间、PROFIsafe 寻址（F 源地址、F 目标地址）和 F-I/O DB 的 F 参数的信息，请参见手册《SIMATIC Safety — 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)》。

#### 参见

S7 Distributed Safety - 组态和编程

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/22099875>)

## 4.2 参数说明

### 4.2.1.2 通道故障后的行为

该参数用于指定通道故障时钝化整个 F 模块，或仅钝化发生故障的通道。

- “禁用整个模块”(Passivate the entire module)
- “禁用通道”(Passivate channel)

### 4.2.1.3 出现通道故障后重新集成

通过该参数，可选择故障后重新集成故障安全模块的方式。

在 S7-300/400 F-CPU 中使用

在 S7-300/400 F-CPU 中使用故障安全模块时，该参数通常设置为“可调整”(Adjustable)。

在故障安全模块的 F-I/O DB 中，进行相应设置。

在 S7-1200/1500 F-CPU 中使用

在 F-CPU S7-1200/1500 上使用 F 模块时，请在 F 模块的 STEP 7 对话框中设置此参数：

- “可调整”(Adjustable)
- “所有通道自动”(All channels automatically)
- “所有通道手动”(All channels manually)

如果将参数“通道故障后的行为”(Behavior after channel fault) 设置为“钝化通道”(Passivate channel)，则通过分配参数“可调整”(Adjustable)

可为每个通道指定不同的重新集成方式。通过通道参数“通道故障确认”(Channel failure acknowledge)，可指定相应通道的重新集成方式。

如果将参数“通道故障后的行为”(Behavior after channel fault)

设置为“钝化整个模块”(Passivate the entire module)，则所有通道选择的重新集成方式相同。

## 4.2.2 传感器电源的参数

### 4.2.2.1 短路测试

在该测试中，可激活针对 F 模块中具有内置传感器电源的通道短路检测。

使用没有自带电源的简单开关时，始终可以执行短路测试。对于自带电源的开关，例如 3 线/4 线接近开关或带有 OSSD

输出（输出信号开关设备）的光学传感器，必须调整参数“短路测试后传感器的启动时间”，具体取决于所使用的传感器。

短路检测会短暂地关闭传感器电源。禁用时间的长度等于组态的“短路测试时间”。

如果检测到短路，F 模块将触发诊断中断，并钝化输入。

将检测下列短路情况：

- 输入到 L+ 短路
- 如果得到信号 1，表示输入与另一个通道短路
- 通道输入与另一通道传感器电源之间的短路
- 两个通道传感器电源之间的短路

如果禁用短路测试，则必须对线路进行短路和跨接测试，或者选择使用误差检测跨接的连接类型（误差、非对等）。

---

#### 说明

在短路测试执行时间（短路测试时间 + 短路测试后传感器的启动时间）内，将短路测试开始前输入的最后一个有效值传递给 F-CPU。因此，激活短路测试会影响各通道或通道对的响应时间。

---

#### 说明

##### 安全垫评估

如果在“传感器评估”(Sensor evaluation) 下为通道对组态了“安全垫评估”(Safety mat evaluation)，则会对分配给该通道对的内部传感器电源执行短路测试。这些短路测试使用定义的测试模式执行。参数“短路测试时间”(Time for short-circuit test) 和“短路测试后传感器的启动时间”(Startup time of the sensor after short-circuit test) 无法更改。

---

## 4.2 参数说明

### 4.2.2.2 短路测试时间

#### 功能

启用短路测试时，相应的传感器电源将按组态的时间关闭。如果模块在分配的时间内未在输入中检测到“0”信号，则会生成诊断消息。

在参数分配期间请注意以下几点：

- 如果通道被钝化，可能是由于传感器电源与输入之间的电容量过高而导致的。这包括电缆单位长度的电容量和使用的传感器的电容量。如果连接的电容没有在指定时间内放电，则需要调整“短路测试时间”参数。
- 可用于输入延时的值取决于已组态传感器电源的“短路测试后传感器的启动时间”和“短路测试时间”。

#### 要求

短路测试已激活。

---

#### 说明

##### 安全垫评估

如果在“传感器评估”(Sensor evaluation) 下为通道对组态了“安全垫评估”(Safety mat evaluation)，则会对分配给该通道对的内部传感器电源执行短路测试。这些短路测试使用定义的测试模式执行。参数“短路测试时间”(Time for short-circuit test) 和“短路测试后传感器的启动时间”(Startup time of the sensor after short-circuit test) 无法更改。

---

### 4.2.2.3 短路测试后传感器的启动时间

#### 功能

除了断开时间（“短路测试时间”）之外，还必须指定一个启动时间来执行短路测试。通过此参数，可以通知模块在传感器电源接通后，所用传感器需要多长时间才能启动。这样就可以避免由于传感器中的瞬态响应而导致未定义的输入状态。

在参数分配期间请注意以下几点：

- 该参数必须大于所用传感器的稳定时间。
- 由于参数设置时间会影响模块的响应时间，因此，我们建议将该时间设置得尽可能短，但也要足够长以使传感器稳定。
- 可用于输入延时的值取决于已组态传感器电源的“短路测试后传感器的启动时间”和“短路测试时间”。

#### 要求

短路测试已激活。

---

#### 说明

参数“短路测试后传感器的启动时间”和“短路测试时间”之间的相关性  
短路测试后传感器的启动时间必须至少占短路测试时间的 1%。

---

#### 说明

##### 安全垫评估

如果在“传感器评估”(Sensor evaluation) 下为通道对组态了“安全垫评估”(Safety mat evaluation)，则会对分配给该通道对的内部传感器电源执行短路测试。这些短路测试使用定义的测试模式执行。参数“短路测试时间”(Time for short-circuit test) 和“短路测试后传感器的启动时间”(Startup time of the sensor after short-circuit test) 无法更改。

---

## 4.2 参数说明

### 4.2.3 通道对的参数

#### 4.2.3.1 传感器评估

##### 概述

通过“传感器评估”参数选择传感器评估的类型：

- 1oo1 评估
- 1oo2 评估, 对等
- 1oo2 评估, 非对等
- 安全垫评估

##### 1oo1 评估

在 1oo1 评估中, 传感器仅使用一个输入通道。

##### 1oo2 评估, 对等/非对等

在对等/非对等 1oo2 评估中, 将占用两个输入通道：

- 一个双通道传感器
- 两个单通道传感器
- 一个非等效传感器

在内部比较输入信号对等或是非对等。

请注意, 在进行 1oo2 评估时, 两个通道将组合成一个通道对。因此, 导致 F 模块中可用的过程信号数量相应减少。

## 误差分析

当使用一个双通道传感器或两个测量相同过程变量的单通道传感器时，由于其排列的精度有限，传感器的交互会有轻微的时间延迟。

对故障安全应用使用对等/非对等误差分析，来阻止具有相同功能的两个信号发生时差错误。检测到两个相关输入信号的电平不同时（对于非对等测试：相同电平），则启动误差分析。并通过检查确定电平误差（对于非对等测试：相同电平）是否在超出指定时间后消失，即误差时间。如果未消失，则说明存在误差错误。

## 安全垫评估

通过安全垫评估，两个输入通道和两个内部传感器电源被一个 4 线安全垫占用（常开触点工作原理）。如有必要，还可以连接多个串联的 4 线安全垫。

## 4.2 参数说明

### 4.2.3.2 误差特性

#### 功能

对于“误差特性”，在两个相关输入通道的误差期间，分配提供给 F-CPU 中安全程序的值，表示误差时间正在运行。请按照如下方式分配误差特性：

- “提供上一个有效值”
- “提供值 0”

#### 要求

已分配以下信息：

- “传感器评估”：“1oo2 评估，对等”或“1oo2 评估，非对等”

#### “提供上一个有效值”

检测到影响的两个输入通道的信号之间存在误差后，误差出现之前的最后一个有效值（旧值）便立即在 F-CPU 中的安全程序中变为可用。该值将一直可用，直至误差消失或者误差时间到期并检测到误差错误。传感器-执行器响应时间将根据该时间延长。

这意味着采用

1oo2 评估的已连接传感器的差异时间必须调整为较短的响应时间。例如，如果差异时间为 500 ms 的已连接传感器触发时间关键型关断，则没有意义。在最坏的情况下，传感器-执行器响应时间会因差异时间而延长：

- 因此，在过程中以误差最小化的方式放置传感器。
- 然后，选择尽可能小的能对误差错误的故障触发进行足够补偿的误差时间。

#### “提供值 0”

在两个相关输入通道的信号之间检测到误差后，值“0”就会作用于 F-CPU 中的安全程序。如果设置了“提供 0 值”参数，则传感器-执行器响应时间将不会受误差时间影响。

### 4.2.3.3 误差时间

#### 功能

可以为每个通道对设置误差时间。

#### 要求

已分配以下信息：

- “传感器评估”：“1oo2 评估，对等”或“1oo2 评估，非对等”

大多数情况下，误差时间已开始，但由于信号差异会在短一段时间后消失，所以会导致误差时间还未完全结束。

请设置足够高的误差时间，以便在没有错误的情况下，在误差时间结束之前，两个信号间的误差（如果是非对等测试：相同电平）完全消失。

#### 误差时间运行时的特性

编程的误差时间在模块上内部运行时，涉及的输入通道会根据误差特性的参数设置将上一个有效值或“0”返回到 F-CPU 上的安全程序。

#### 误差时间过后的特性

如果存在不同意在分配的误差时间结束后输入信号（检查非对等时：不对等）。例如，由于传感器线路断路，系统检测到一个误差错误并生成“误差错误”诊断消息，指出是哪些通道发生了故障。

---

#### 说明

参数“差异时间”和“输入延时”之间的相关性

差异时间的参数设置值必须大于输入延时。

---

## 4.2 参数说明

### 4.2.3.4 误差错误后重新集成

#### 功能

此参数指定当误差错误已更正，支持重新集成相关输入通道的标准。可以使用以下参数分配选项：

- “需要测试 0 信号”
- “无需测试 0 信号”

#### 要求

已分配以下信息：

- “传感器评估”：“1oo2 评估，等效”或“1oo2 评估，非等效”

#### “需要测试 0 信号”

如果已分配“需要测试 0 信号”，则直到两个相关输入通道都出现 0 信号时，才认为差异错误已得到纠正。

如果使用的是非等效传感器，这意味着已将“传感器评估”设置为“1oo2 评估，非等效”，通道对的结果必须再次为“0”。

#### “无需测试 0 信号”

如果已分配“不需要测试 0 信号”，则当误差在两个相关输入通道上都消失时，认为误差错误已更正。

## 4.2.4 通道的参数

### 4.2.4.1 激活

如果选中此项，将支持相应的通道在安全程序中进行信号处理。

### 4.2.4.2 通道故障确认

在 S7-1200/1500 F-CPU 中使用

仅当 F 模块在 S7-1200/1500 F-CPU 上运行时，该参数才适用。

仅当 F 参数“通道故障后的行为”(Behavior after channel fault) 设置为“钝化通道”(Passivate channel) 且 F 参数“通道故障后的重新集成”(Reintegration after channel fault) 设置为“可调整”(Adjustable) 时，才能对该参数进行设置。

该参数值用于指定通道故障后该通道的响应方式：

- “手动”(Manual)：手动确认后，重新集成通道故障。
- “自动”(Automatically)：通道故障后，自动重新集成通道。而无需进行手动确认。

在 S7-300/400 F-CPU 中使用

在 S7-300/400 F-CPU 上进行操作时，该参数的值无意义。对于 S7-300/400 F-CPU，可通过 ACK\_NEC 变量，设置 F-I/O DB 的相应属性。

有关 F-I/O DB 的详细信息，请参见《SIMATIC Safety - 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)》手册。

## 4.2 参数说明

### 4.2.4.3 传感器电源

可以选择一个内部传感器电源 VS<sub>0</sub> 到 VS<sub>7</sub>，也可以选择一个外部传感器电源。

进行短路测试时，需选择内部传感器电源。

通过安全垫评估，内部传感器电源分配给通道对。更多相关信息，请参见“安全垫评估应用（自固件版本 V2.0.0 起）（页 55）”部分。



**警告**

#### 带安全垫评估的传感器电源

通过安全垫评估，必须使用分配给相应通道的内部传感器电源。内部传感器电源不得用于任何其它通道。禁止使用不同的内部传感器电源或外部传感器电源。

参见

短路测试时间 (页 24)

#### 4.2.4.4 输入延时

##### 功能

为抑制输入干扰，可针对通道或通道对设置输入延时。

脉冲时间小于设置的输入延时的干扰脉冲将被抑制。被抑制的干扰脉冲在安全程序中不可见。

但较长的输入延时将抑制长干扰脉冲，从而导致响应时间过长。

输入延时的设置值必须小于组态的“短路测试后传感器的启动时间”，并且小于组态的“短路测试时间”。

对于 1oo2 评估，低阶通道（通道 n）的输入延时会自动应用于高阶通道（通道 n+4）。

---

##### 说明

###### 带安全垫评估的输入延迟

如果设置了安全垫评估，必须组态 1.6 ms 的输入延迟。

---

##### 说明

由于线路的物理特性，在信号线路较长且未进行屏蔽时，信号间可能出现串扰现象（请参见系统手册《ET 200SP 分布式 I/O 系统

<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58649293>）中的“电磁兼容性”部分

。

因此，需要调整输入延时时间或使用带屏蔽的信号线路，防止故障安全数字量输入发生钝化以及传感器电源关断。

---

##### 参见

响应时间 (页 77)

技术规范 (页 73)

4.2 参数说明

4.2.4.5 抖动监视

功能

通过抖动监视，可以对数字量输入信号进行过程控制。通过这一功能，在 1oo1 评估过程中可以检测并报告异常信号序列。例如，输入信号在“0”和“1”之间频繁转换。发生这类信号特性表示传感器故障或过程控制不稳定。

识别异常信号模式

系统为每个输入通道都指定了一个监视窗口。并在输入信号首次发生变化时启动该监视窗口。如果监视窗口内输入信号的变化次数大于或等于所指定的“信号改变次数”，则表示检测到抖动错误。如果在监视窗口内未检测到抖动错误，则在下一次信号更改时将重新启动监视窗口。

如果检测到抖动错误，则发出一条诊断信息。如果在组态过程中监视窗口三次都未检测到抖动错误，则将重置诊断。

基本原理

下图显示了抖动监视的基本原理。

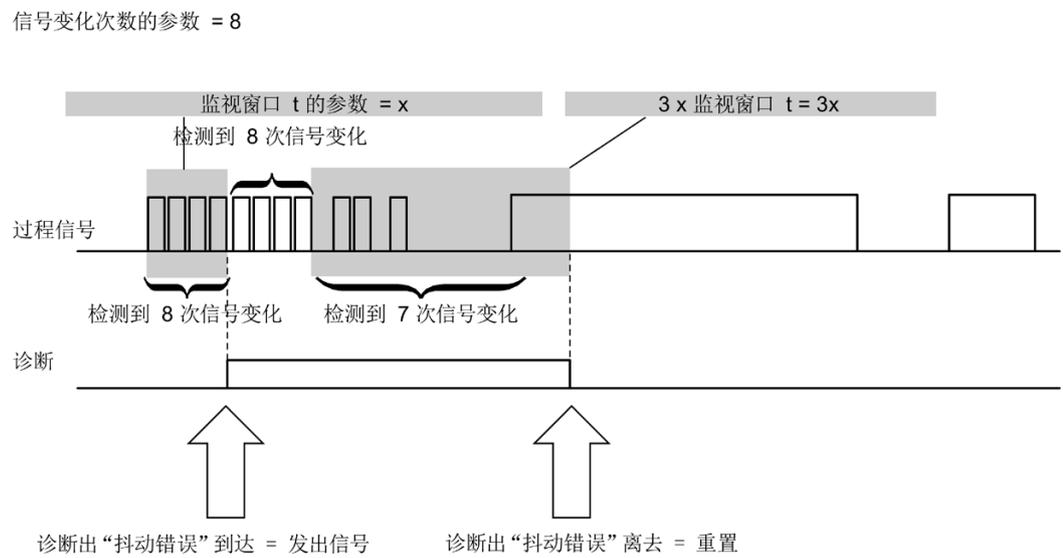


图 4-1 抖动监视的图示

#### 4.2.4.6 信号改变次数

定义信号改变次数，超出该次数后将报告发生抖动错误。

#### 4.2.4.7 监视窗口

设置抖动监视的监视窗口时间。

可以为监视窗口设置 1 到 100 秒的整秒时间。

如果参数设置为 0 s，则监视窗口时长为 0.5 s。

### 4.3 地址空间

#### 数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 的地址分配

数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 将占用 F-CPU 中的以下地址范围：

表格 4-2 F-CPU 中的地址分配

在 F-CPU 中占用的字节：		
F-CPU	输入范围	输出范围
F-CPU S7-300/400	IB x + 0 到 x + 5	QB x + 0 到 x + 3
F-CPU S7-1200/1500	IB x + 0 到 x + 6	QB x + 0 到 x + 4

x = 模块的起始地址

#### 用户数据的地址分配和数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 的值状态

用户数据在 F-CPU 中占用了数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 所有已分配地址中的以下地址：

表格 4-3 用户数据的地址分配

F-CPU 中的字节	每个 F 模块在 F-CPU 中分配的位：							
	7	6	5	4	3	2	1	0
IB x + 0	DI <sub>7</sub>	DI <sub>6</sub>	DI <sub>5</sub>	DI <sub>4</sub>	DI <sub>3</sub>	DI <sub>2</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>0</sub>
IB x + 1	DI <sub>7</sub> 的值状态	DI <sub>6</sub> 的值状态	DI <sub>5</sub> 的值状态	DI <sub>4</sub> 的值状态	DI <sub>3</sub> 的值状态	DI <sub>2</sub> 的值状态	DI <sub>1</sub> 的值状态	DI <sub>0</sub> 的值状态

x = 模块的起始地址

#### 说明

用户只能访问由用户数据和值状态所占用的地址。

由 F 模块所占用的其它地址范围将分配给各个功能，包括 F 模块与符合 PROFIsafe 的 F-CPU 之间的安全相关通信。

通过传感器的安全垫评估和 1oo2 评估，将两个通道组合在一起，例如 DI<sub>0</sub> 和 DI<sub>4</sub>。在传感器的安全垫评估和 1oo2 评估中，只能访问安全程序中编号较小的通道，例如 DI<sub>0</sub>。

## 更多信息

有关 F-I/O 访问的详细信息，请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)”手册。

## 参见

S7 Distributed Safety - 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/22099875>)

## F-I/O 模块的应用

### 5.1 输入的应用

#### 选择应用

通过下图，可以非常便捷地根据故障安全要求选择相应的应用。在以下章节，将介绍如何连线 F 模块、STEP 7 Safety 中必须指定的特定参数以及错误的检测方式。

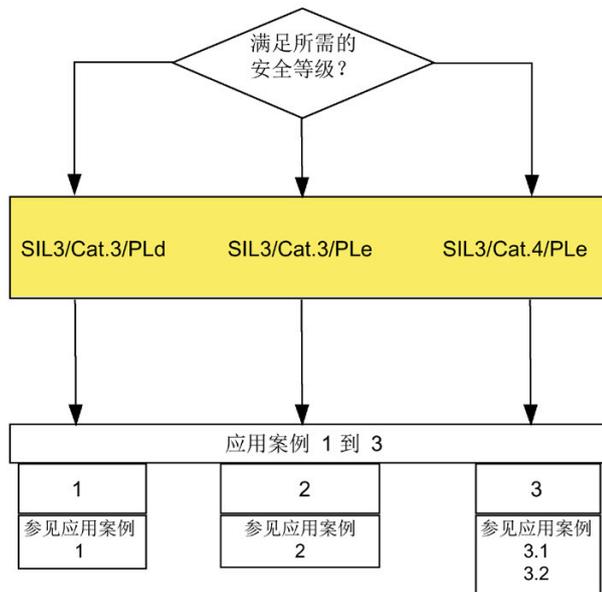


图 5-1 选择数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 的应用场合

#### 警告

可达到的安全级别取决于传感器的质量以及 IEC 61508:2010 标准中规定的检验间隔时间长短。如果传感器的质量低于安全级别所要求的质量，则必须使用并评估通过双通道连接的冗余传感器。

## 达到 SIL/Cat./PL 的条件

下表列出了要达到相应安全类别必须满足的最低条件。

表格 5-1 达到 SIL/Cat./PL 的条件

应用	传感器评估	传感器电源	可达到的 SIL/Cat./PL
1	1oo1	内部, 有短路测试	3 / 3 / d
		内部, 无短路测试	
		外部	
2	1oo2 对等	内部, 无短路测试	3 / 3 / e
		外部	
3.1	1oo2 对等	内部, 有短路测试	3 / 4 / e
3.2	1oo2 非对等	内部, 有短路测试	
		内部, 无短路测试	
		外部	

### 说明

使用一个模块, 可以在不同的输入上同时实现表 5-1 中列出的应用。但需按照以下章节介绍的步骤进行输入连接并参数分配。

## 传感器要求

有关传感器面向安全的使用信息, 请参见系统手册《ET 200SP 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58649293>)》中的“故障安全模块和故障安全电机起动器的传感器和执行器要求”一节。

## 5.1 输入的应用

### 5.1.1

### 5.1.2 应用 1：安全模式 SIL3/Cat.3/PLd

#### 接线

在相应的 BaseUnit 上完成接线操作。

#### 传感器电源

传感器电源可以是内置的，也可能是外接的。

#### 接线图 - 通过一个通道连接一个传感器

对于每个过程信号，通过一个通道连接一个传感器（1oo1 评估）。

可以为每个输入分配任何模块传感器电源以及一个外部传感器电源，然后通过它为传感器供电。

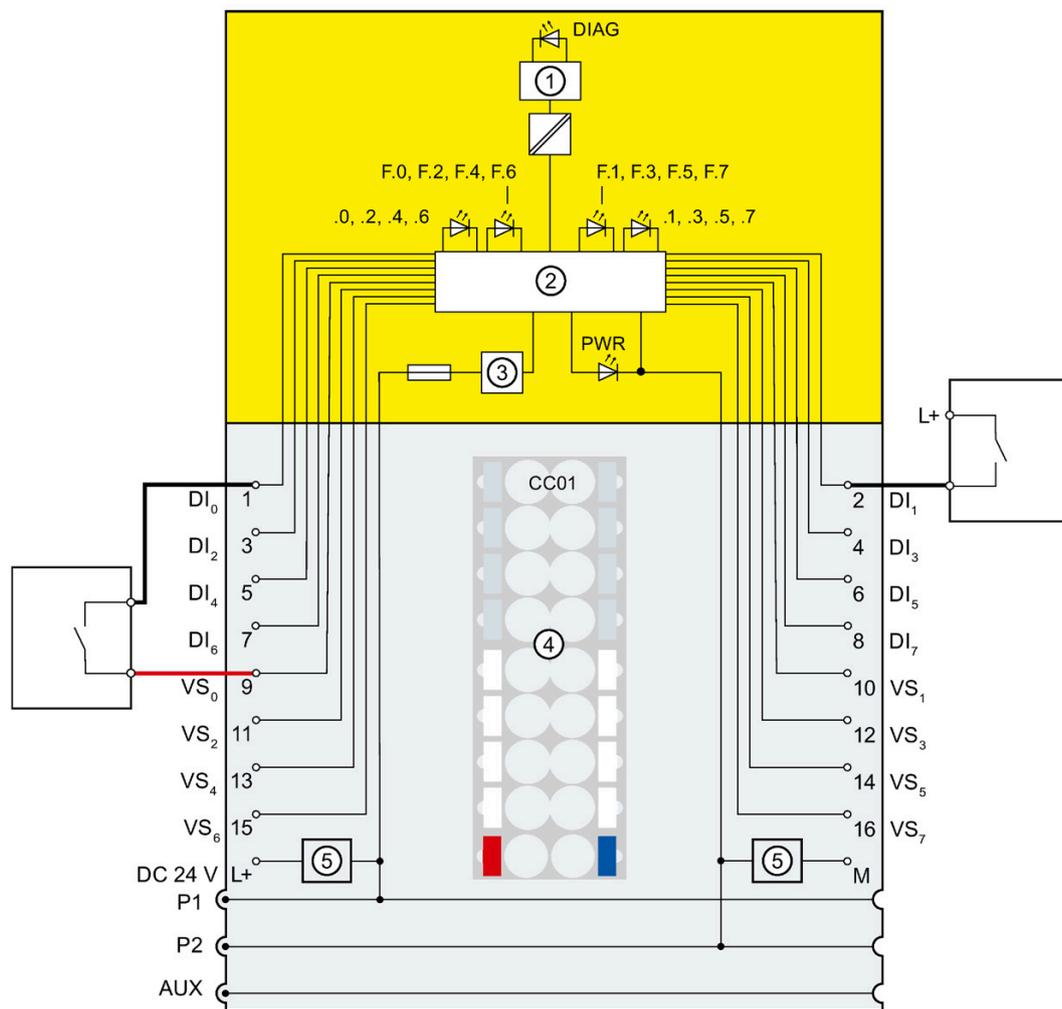


图 5-2 通过一个通道连接的一个传感器，具有内置和外接传感器电源

**警告**

要通过这种接线方式达到 SIL3/Cat.3/PLd，则必须使用合格的传感器。

**警告**

要通过这种接线方式达到 SIL3/Cat.3/PLd，必须使用防交叉电路进行电缆布线，并对传感器应用强制断开原则。

## 5.1 输入的应用

## 参数分配

为相应通道分配以下参数：

表格 5-2 参数分配

参数	带内部传感器电源的通道	带外部传感器电源的通道
传感器评估	1oo1 评估	
传感器电源	传感器电源 n	外部传感器电源*
短路测试	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 禁用</li> <li>• 启用</li> </ul>	禁用

\*) 否则，激活短路测试时将生成诊断消息。

## 故障检测

下表列出了根据传感器电源和短路测试的参数分配进行的故障检测：

表格 5-3 故障检测

故障	故障检测		
	内部传感器电源和短路测试激活	内部传感器电源和短路测试取消激活	外部传感器电源
输入与其它通道或其它传感器电源短路 (仅当它们使用不同的传感器电源时才会检测到与其它通道短路)	是*	否	否
相关传感器电源的输入短路	否	否	否
L+ 到 DI <sub>n</sub> 短路	是	否	否
M 到 DI <sub>n</sub> 短路	是*	是*	否
差异错误	—	—	—

故障	故障检测		
	L+ 到 VS <sub>n</sub> 短路	是	否
M 到 VS <sub>n</sub> 短路或发生故障	是	是	—

\*)

仅当信号损坏时才检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同。如果传感器信号没有发生信号损坏，则不能进行故障检测，同时从安全角度而言也没有必要进行故障检测。

### 5.1.3

### 5.1.4 应用 2：安全模式 SIL3/Cat.3/PLe

#### 相互分配输入

数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 上有 8 个故障安全输入，DI<sub>0</sub> 到 DI<sub>7</sub> (SIL3)。可以将其中两个输入组合成一个输入。

可组合以下输入：

- DI<sub>0</sub> 和 DI<sub>4</sub>
- DI<sub>1</sub> 和 DI<sub>5</sub>
- DI<sub>2</sub> 和 DI<sub>6</sub>
- DI<sub>3</sub> 和 DI<sub>7</sub>

并由通道 DI<sub>0</sub>、DI<sub>1</sub>、DI<sub>2</sub> 和 DI<sub>3</sub> 提供过程信号。

#### 接线

在相应的 BaseUnit 上完成接线操作。

#### 传感器电源

传感器电源可以是内置的，也可是外接的。

5.1 输入的应用

接线图 - 通过 2 个通道连接 1 个等效双通道传感器

对于每个过程信号，通过 2 个通道将一个等效双通道传感器连接到 F 模块的两个输入上（1oo2 评估）。

可以为每个输入分配任何模块传感器电源以及一个外部传感器电源，然后通过它为传感器供电。

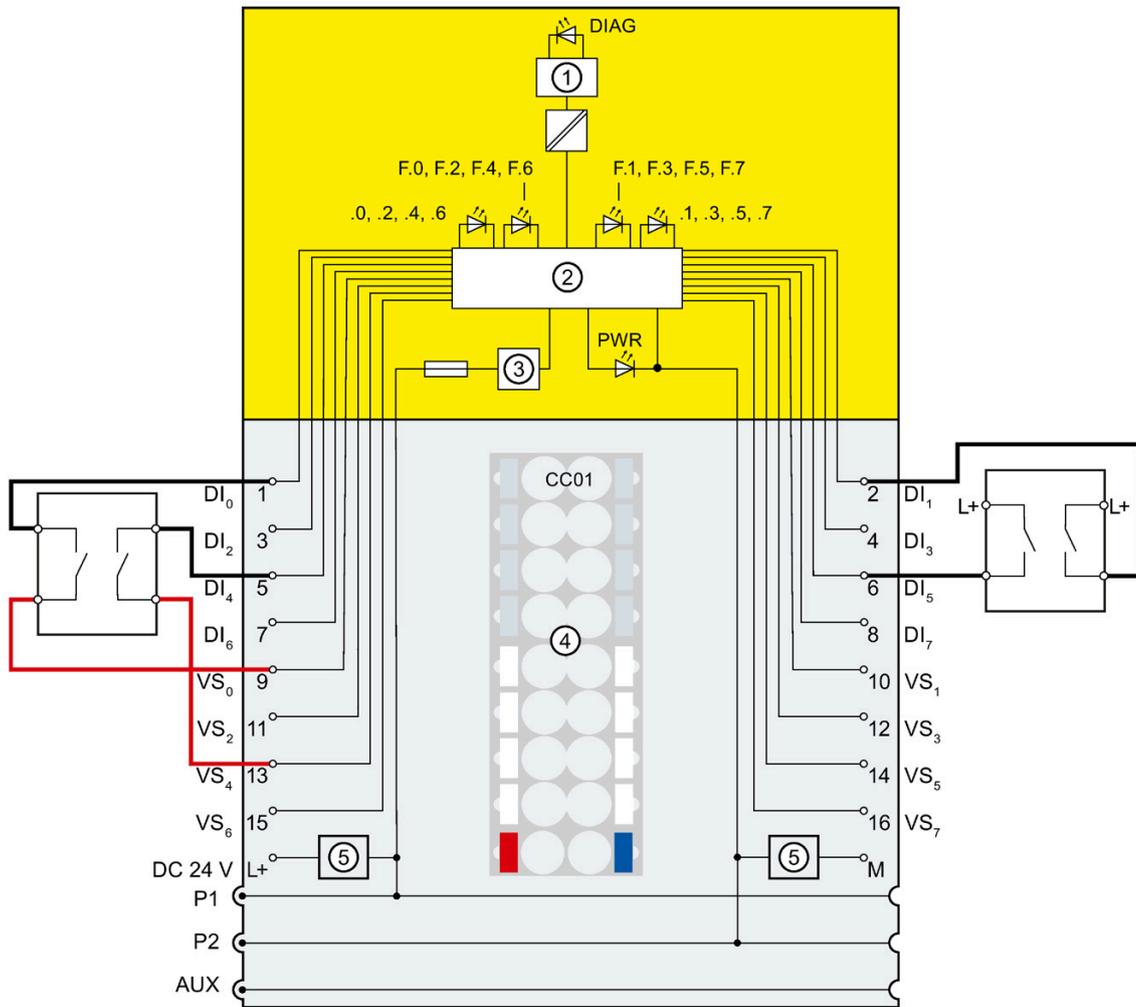


图 5-3 通过 2 个通道连接的一个双通道传感器，具有内置和外接传感器电源

 <b>警告</b>
要通过这种接线方式达到 SIL3/Cat.3/PLe，必须使用适当的合格传感器。

## 接线图 - 通过 2 个通道连接 2 个等效单通道传感器

对于每个过程信号，通过 2 个通道将 2

个等效单通道传感器（记录相同的过程值）连接到 F 模块的两个输入上（1oo2 评估）。

可以为每个输入分配任何模块传感器电源以及一个外部传感器电源，然后通过它为传感器供电。

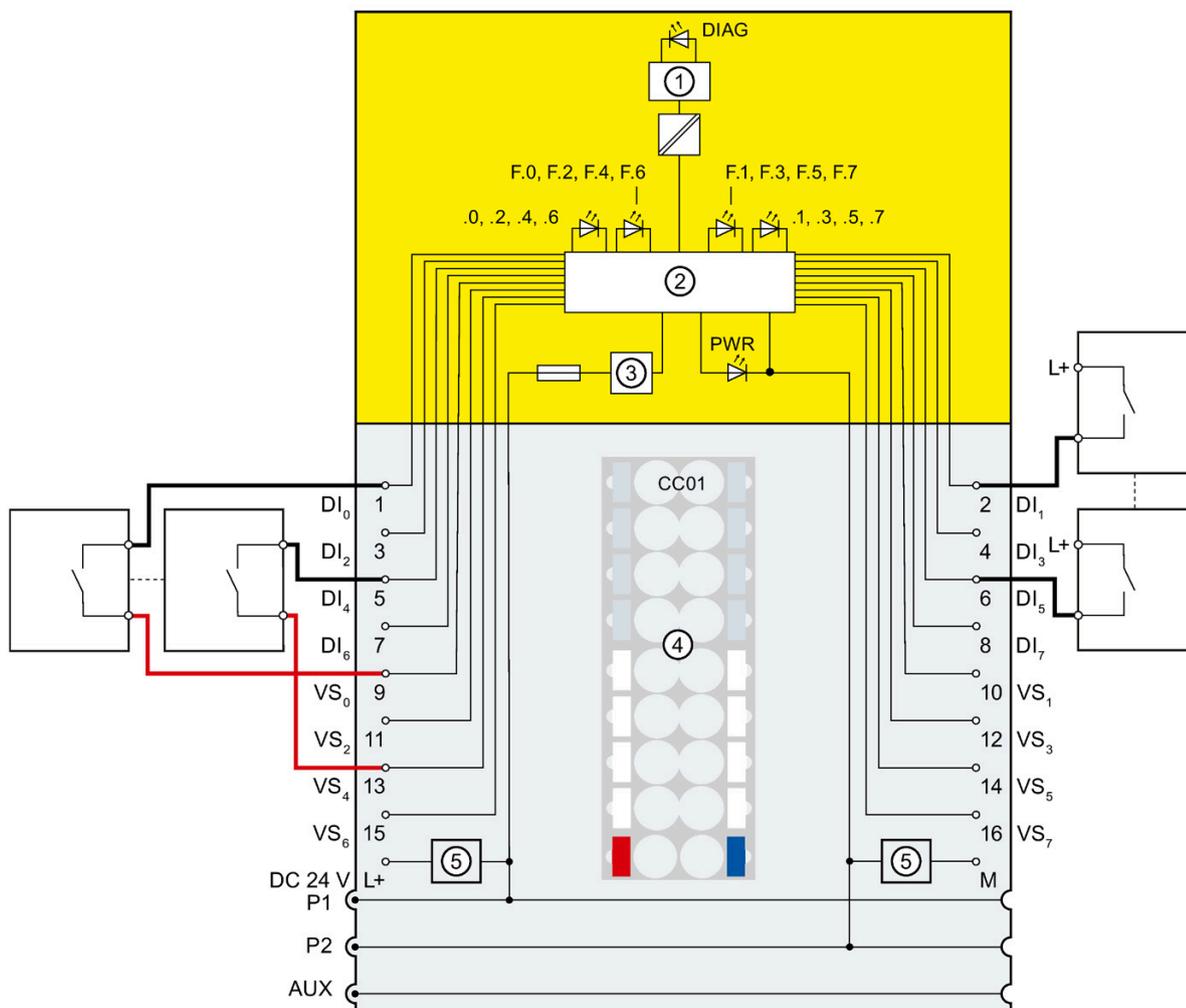


图 5-4 通过 2 个通道连接的 2 个单通道传感器，具有内置和外接传感器电源



警告

要通过此接线方式达到 SIL3/Cat.3/PLe，必须使用适当的合格传感器。

## 5.1 输入的应用

## 参数分配

为相应通道分配以下参数：

表格 5-4 参数分配

参数	带内部传感器电源的通道	带外部传感器电源的通道
传感器评估	1oo2 评估, 对等	
传感器电源	传感器电源 n	外部传感器电源*
短路测试	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 禁用</li> <li>• 启用</li> </ul>	禁用

\*) 否则，激活短路测试时将生成诊断消息。

## 故障检测

下表列出了根据传感器电源和短路测试的参数分配进行的故障检测：

表格 5-5 故障检测

故障	故障检测	
	内部传感器电源和短路测试取消激活	外部传感器电源
通道对内短路	否	否
与其它通道或其它传感器电源短路	是*	是*
L+ 到 DI <sub>n</sub> 短路	是*	是*
M 到 DI <sub>n</sub> 短路	是*	是*
差异错误	是	是
L+ 到 VS <sub>n</sub> 短路	否	—
M 到 VS <sub>n</sub> 短路或发生故障	是	—

\*)

仅当信号损坏时才检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同（误差错误）。如果传感器信号没有发生信号损坏，则不能进行故障检测，同时从安全角度而言也没有必要进行故障检测。

### 5.1.5 应用 3 : 安全模式 SIL3/Cat.4/PLe

#### 相互分配输入

数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 上有 8 个故障安全输入, DI<sub>0</sub> 到 DI<sub>7</sub> (SIL3)。可以将其中两个输入组合成一个输入。

可组合以下输入 :

- DI<sub>0</sub> 和 DI<sub>4</sub>
- DI<sub>1</sub> 和 DI<sub>5</sub>
- DI<sub>2</sub> 和 DI<sub>6</sub>
- DI<sub>3</sub> 和 DI<sub>7</sub>

并由通道 DI<sub>0</sub>、DI<sub>1</sub>、DI<sub>2</sub> 和 DI<sub>3</sub> 提供过程信号。

#### 接线

在相应的 BaseUnit 上完成接线操作。

#### 传感器电源

对于应用 3.1, 在短路测试激活的情况下, 必须在内部为至少一个通道安装传感器电源。

在应用 3.2 中, 传感器可以采用内部供电也可以使用外部供电。

## 5.1 输入的应用

### 符合 Cat.4 的机械保护应用要求

在符合 Cat.4 的设备保护应用中，必须同时满足以下两个要求：

- 传感器和自动化系统之间以及自动化系统和执行器之间的接线必须按照最先进的工程和标准进行设计，以防止短路。
- 同时，必须按照“应用 3.1：安全模式 SIL3/Cat.4/PLe (页 49)”或“应用 3.2：安全模式 SIL3/Cat.4/PLe (页 52)”章节中介绍的内容对执行器进行接线。只需要检测一条电缆的短路，因为产生短路需要两条电缆均存在故障。这意味着短路的两条信号电缆均存在隔离故障。不需要进行多次短路分析。

如果还有个别的短路位置没有确定，也可通过相应程序定位所有短路。为此，必须满足以下某个条件：

- 与传感器信号相比，短路可能不会损坏读取信号。
- 与可确保安全的方向上的传感器信号相比，短路会导致读取信号损坏。

## 5.1.5.1 应用 3.1 : 安全模式 SIL3/Cat.4/PLe

## 接线图 - 通过 2 个通道连接 1 个等效双通道传感器

对于每个过程信号，通过 2 个通道将一个等效双通道传感器连接到 F 模块的两个输入上（1oo2 评估）。

通过两个不同的内部传感器电源或一个内部和一个外部传感器电源为传感器供电。

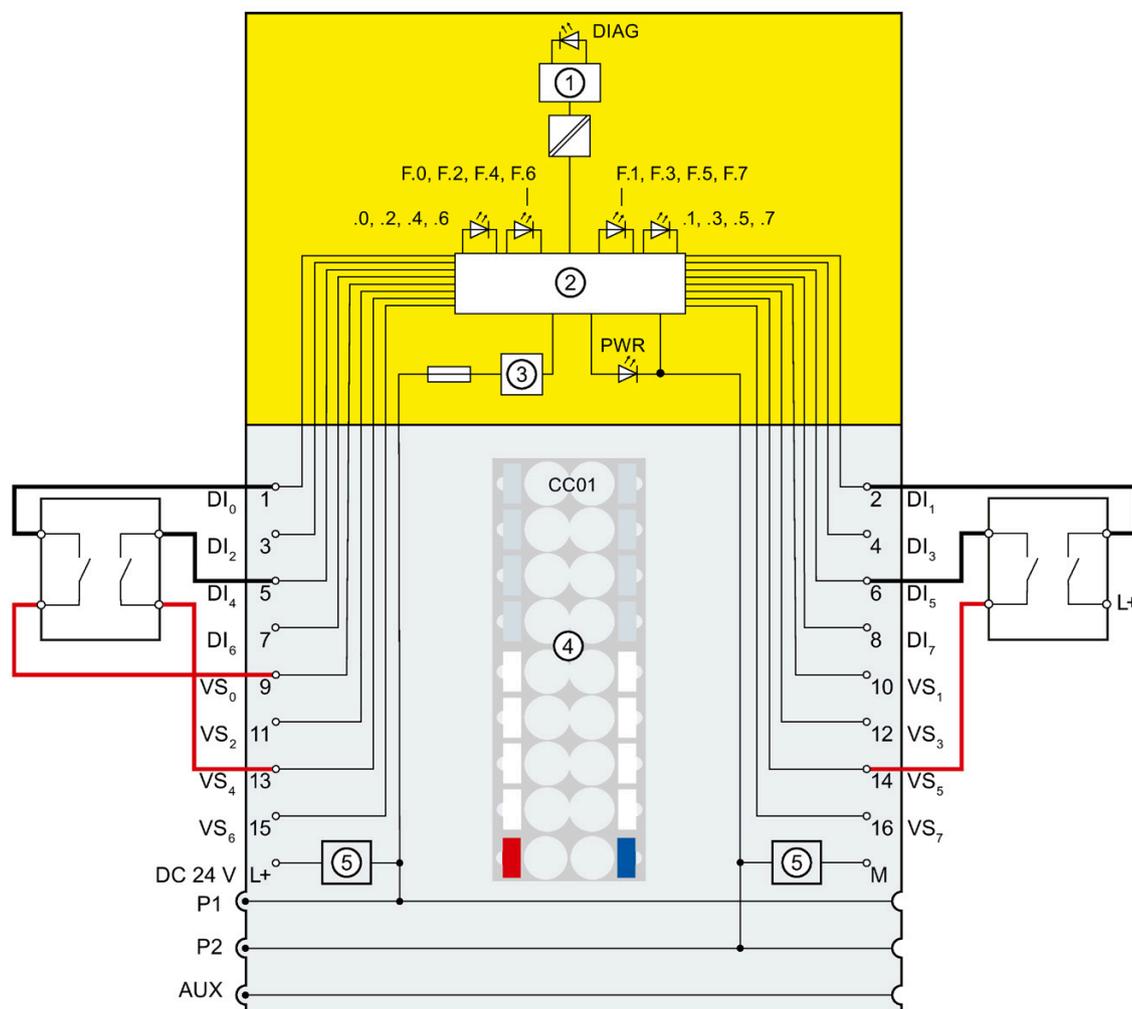


图 5-5 通过 2 个通道连接的一个双通道传感器（内置传感器电源）和通过 2 个通道连接的一个双通道传感器（内置和外接传感器电源）



警告

要通过这种接线方式达到 SIL3/Cat.4/PLe，必须使用合格的传感器。

5.1 输入的应用

接线图 - 通过 2 个通道连接 2 个等效单通道传感器

对于每个过程信号，通过 2 个通道将 2 个等效单通道传感器（记录相同的过程值）连接到 F 模块的两个输入上（1oo2 评估）。通过两个不同的内部传感器电源或一个内部和一个外部传感器电源为传感器供电。

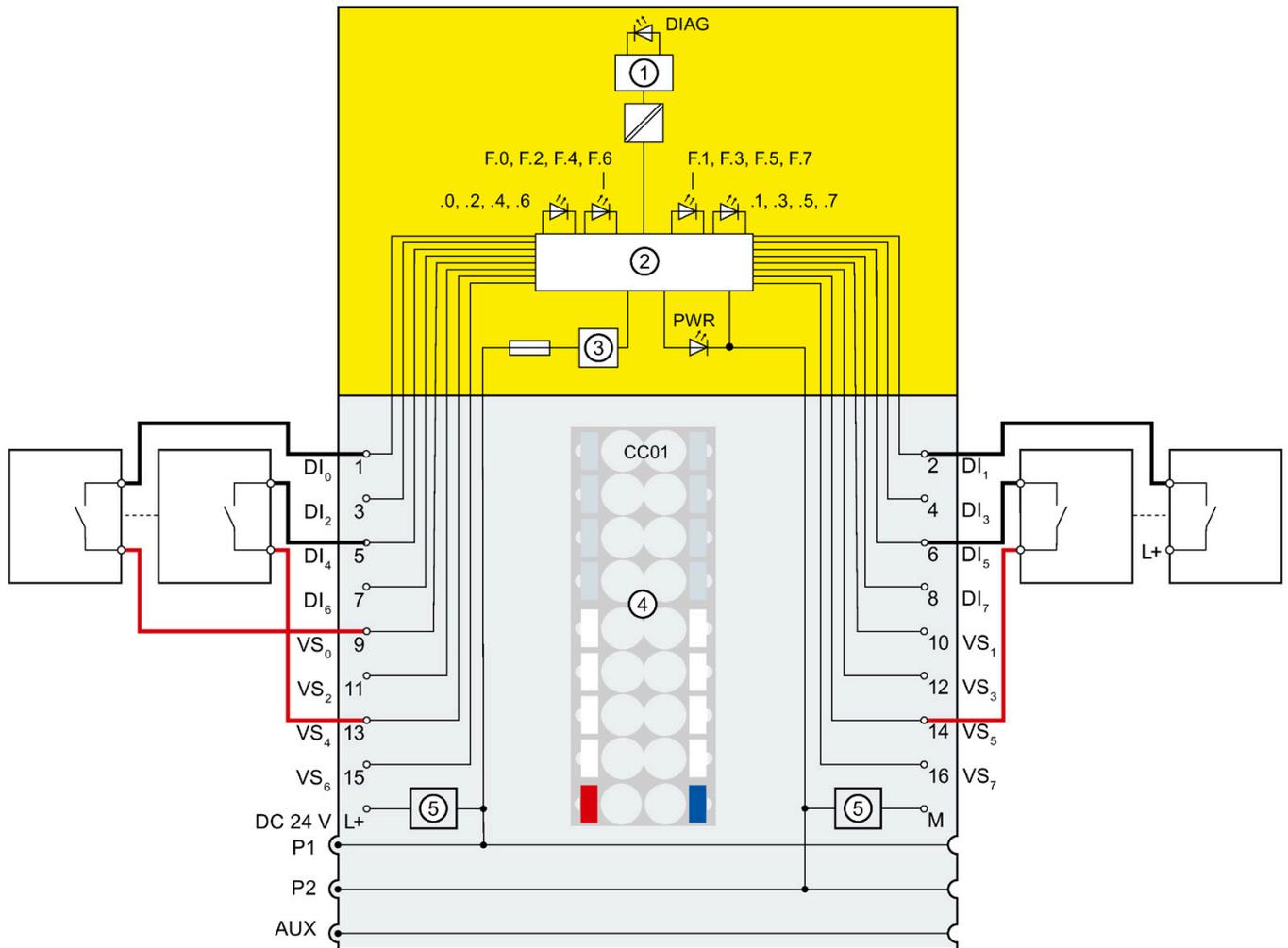


图 5-6 通过 2 个通道连接的 2 个单通道传感器（内置传感器电源）和通过 2 个通道连接的 2 个单通道传感器（内置和外接传感器电源）。

 <b>警告</b>
要通过这种接线方式达到 SIL3/Cat.4/PLe，必须使用合格的传感器。

## 参数分配

为相应通道分配以下参数：

表格 5-6 参数分配

参数	带内部传感器电源的通道*	带外部传感器电源的通道
传感器评估	1oo2 评估, 对等	
传感器电源	传感器电源 n	外部传感器电源**
短路测试	启用*	禁用

\*) 在短路测试激活的情况下, 必须在内部为至少一个通道安装传感器电源。

\*\*\*) 否则, 将为激活的短路测试生成诊断消息。

## 故障检测

下表列出了根据传感器电源和短路测试的参数分配进行的故障检测：

表格 5-7 故障检测

故障	故障检测	
	内部传感器电源和短路测试激活	外部传感器电源
通道对内短路	是*	是*
与其它通道或其它传感器电源短路	是*	是*
L+ 到 DI <sub>n</sub> 短路	是	是*
M 到 DI <sub>n</sub> 短路	是*	是*
差异错误	是	是
L+ 到 VS <sub>n</sub> 短路	是	-
M 到 VS <sub>n</sub> 短路或发生故障	是	-

\*)

仅当信号损坏时才检测故障。即, 读取的信号与传感器信号不同 (误差错误)。如果传感器信号没有发生信号损坏, 则不能进行故障检测, 同时从安全角度而言也没有必要进行故障检测。

5.1.5.2 应用 3.2 : 安全模式 SIL3/Cat.4/PLe

接线图 – 连接非等效传感器

对于每个过程信号，将一个非等效传感器连接到 F 模块的两个输入上（1oo2 评估）。  
可以通过内部或外部传感器电源为传感器供电。

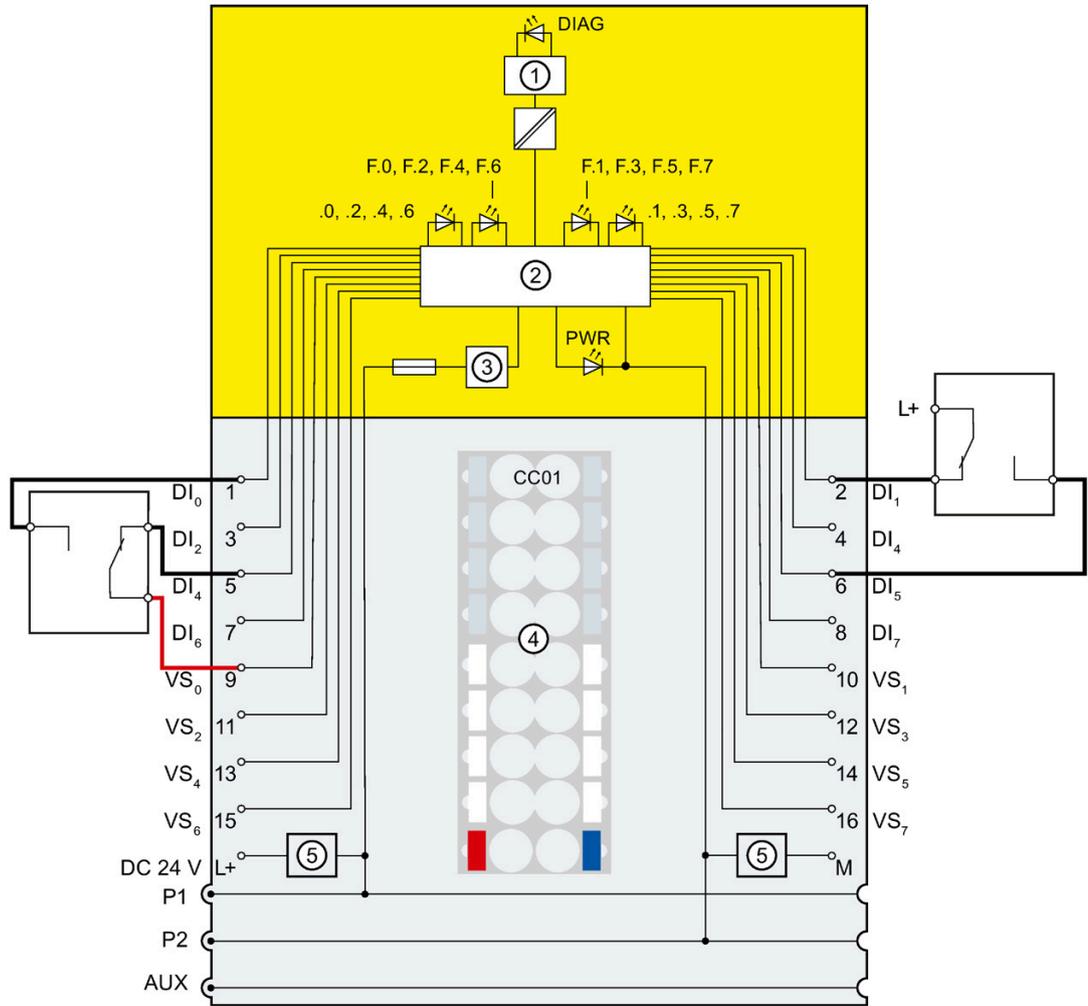


图 5-7

连接一个非等效传感器（内部传感器电源）和连接一个非等效传感器（外部传感器电源）

 <b>警告</b>
采用这种接线方式要达到 SIL3/Cat.4/PLe 等级，需使用相应的合格传感器。

### 接线图 – 通过 2 个通道连接 2 个非等效单通道传感器

对于每个过程信号，通过 2 个通道将 2 个非等效单通道传感器（记录相同的过程值）连接到 F 模块的两个输入上（1oo2 评估）。

可以为每个输入分配任何模块传感器电源以及一个外部传感器电源，然后通过它为传感器供电。

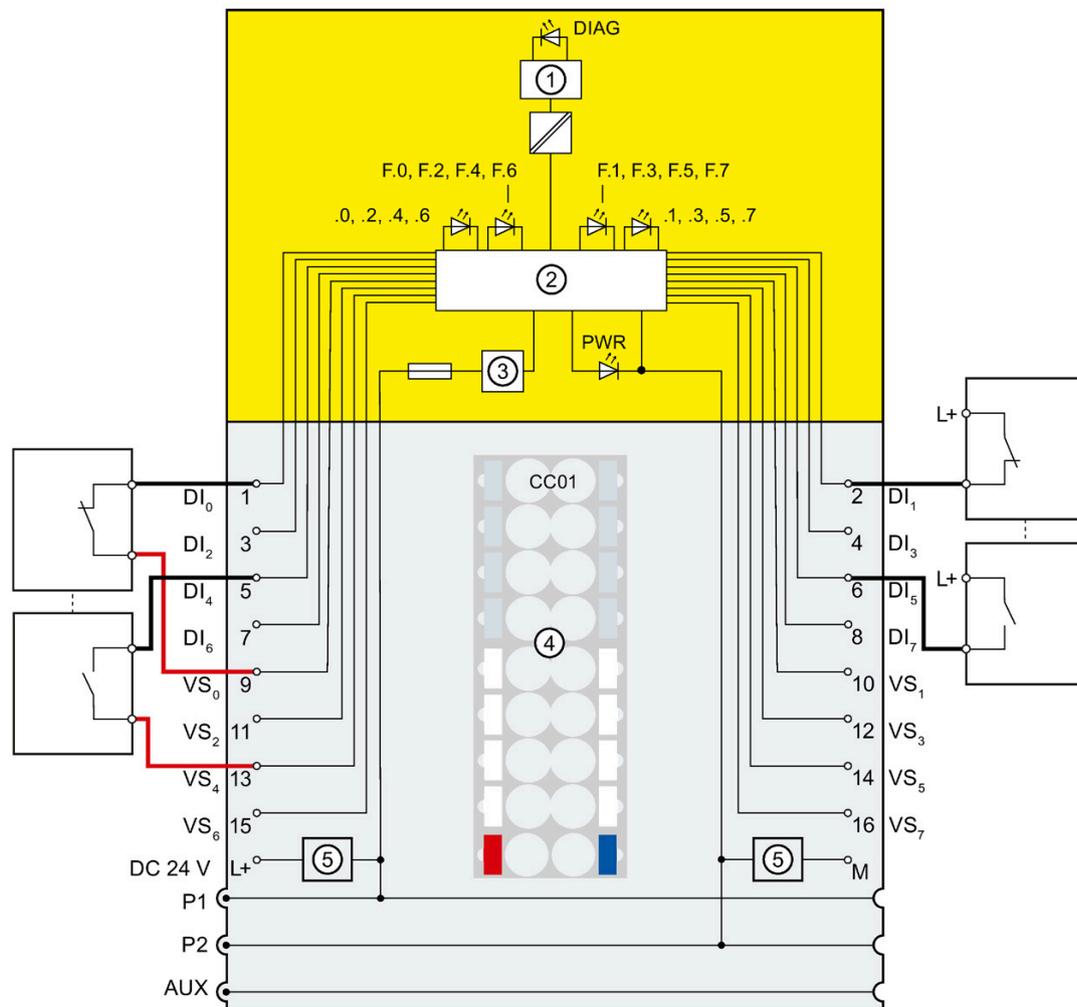


图 5-8 通过 2 个通道连接的 2 个非等效单通道传感器（内置传感器电源）和通过 2 个通道连接的 2 个非等效单通道传感器（内置和外接传感器电源）。



警告

采用这种接线方式要达到 SIL3/Cat.4/PLe 等级，需使用相应的合格传感器。

## 5.1 输入的应用

## 参数分配

为相应通道分配以下参数：

表格 5-8 参数分配

参数	带内部传感器电源的通道	带外部传感器电源的通道
传感器评估	1oo2 评估, 非对等	
传感器电源	传感器电源 n	外部传感器电源*
短路测试	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 禁用</li> <li>• 启用</li> </ul>	禁用

\*) 否则, 激活短路测试时将生成诊断消息。

## 故障检测

下表列出了根据传感器电源和短路测试的参数分配进行的故障检测：

表格 5-9 故障检测

故障	故障检测		
	内部传感器电源和短路测试激活	内部传感器电源和短路测试取消激活	外部传感器电源
通道对内短路	是	是	是
与其它通道或其它传感器电源短路	是*	是*	是*
L+ 到 DI <sub>n</sub> 短路	是	是*	是*
M 到 DI <sub>n</sub> 短路	是*	是*	是*
差异错误	是	是	是
L+ 到 VS <sub>n</sub> 短路	是	否	-
M 到 VS <sub>n</sub> 短路或发生故障	是	是	-

\*)

仅当信号损坏时才检测故障。即, 读取的信号与传感器信号不同 (误差错误)。如果传感器信号没有发生信号损坏, 则不能进行故障检测, 同时从安全角度而言也没有必要进行故障检测。

## 5.2 安全垫评估应用（自固件版本 V2.0.0 起）

### 相互分配输入

数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 上带有 8 个故障安全输入，DI<sub>0</sub> 到 DI<sub>7</sub> (SIL3)。可以将其中两个输入组合为一个输入并用于监视安全垫。

可组合以下输入：

- DI<sub>0</sub> 和 DI<sub>4</sub>
- DI<sub>1</sub> 和 DI<sub>5</sub>
- DI<sub>2</sub> 和 DI<sub>6</sub>
- DI<sub>3</sub> 和 DI<sub>7</sub>

并由通道 DI<sub>0</sub>、DI<sub>1</sub>、DI<sub>2</sub> 和 DI<sub>3</sub> 提供过程信号。

---

#### 说明

##### 过程信号

如果激活安全垫，会提供过程信号“0”。如果未激活安全垫，则过程信号为“1”。

---

### 接线

在相应的 BaseUnit 上完成接线操作。

### 传感器电源

传感器电源工作在“安全垫评估”模式下，并且必须按如下方式分配给数字量输入：

- VS<sub>0</sub> 到 DI<sub>0</sub> 和 VS<sub>4</sub> 到 DI<sub>4</sub>
- VS<sub>1</sub> 到 DI<sub>1</sub> 和 VS<sub>5</sub> 到 DI<sub>5</sub>
- VS<sub>2</sub> 到 DI<sub>2</sub> 和 VS<sub>6</sub> 到 DI<sub>6</sub>
- VS<sub>3</sub> 到 DI<sub>3</sub> 和 VS<sub>7</sub> 到 DI<sub>7</sub>

接线图 - 串联多个安全垫

对于每个过程信号, 可以将多个 4 线安全垫串联连接到 F 模块的两个输入和两个内部传感器电源。

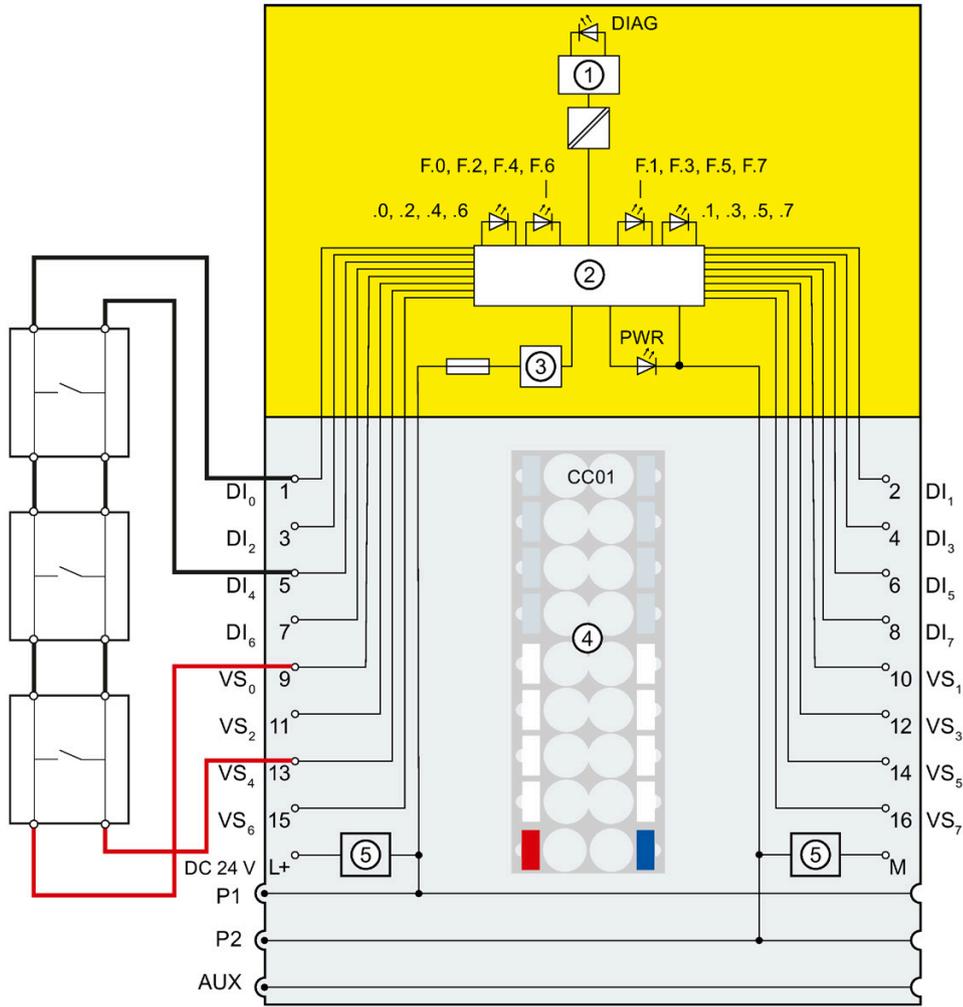


图 5-9 通过两个通道连接到两个内部传感器电源的安全垫

**警告**

采用这种接线方式要达到 SIL3/Cat.4/PLe 等级, 需使用相应的合格传感器。如果需要定期进行功能测试, 请遵守应用标准或所用传感器手册中的要求。

 警告
必须确保防短路接线。用于连接安全垫的电缆必须与应用 1 至 3 (页 38) 的电缆分开铺设。
 警告
只能使用载流能力至少为 100 mA 的 4 线安全垫。
 警告
如果发生传感器电源对地短路，则必须在解决短路后通过激活安全垫来检查其是否正常工作。过大的电流负载可能会损坏安全垫的触点。
 警告
选择电缆和安全垫时，请注意电缆的欧姆电阻（包括激活的安全垫）不得超过 100 欧姆。

### 确定连接安全垫的欧姆电阻

如果不知道包括激活的安全垫在内的电缆的电阻，则必须通过测量确定电阻。

请按以下步骤操作：

- 从 BaseUnit 上拔下数字量输入模块。
- 测量电缆的电阻，其中包括  $VS_n$  和  $DI_{n+4}$  之间的已激活安全垫。
- 测量电缆的电阻，其中包括  $VS_{n+4}$  和  $DI_n$  之间的已激活安全垫。

对于上述测量，电阻不得超过 100 欧姆。

可以使用 BaseUnit 的测量工具进行测量。更多相关信息，请参见《ET 200SP 分布式 I/O 系统 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/58649293>)》系统手册。

## 参数分配

为相应通道分配以下参数：

表格 5-10 参数分配

参数	采用内部传感器电源供电的通道
传感器评估	安全垫评估
传感器电源	传感器电源 n
短路测试	启用
短路测试时间	默认值 4.2 ms（未使用）
短路测试后传感器的启动时间	默认值 4.2 ms（未使用）
输入延迟	1.6 ms
抖动监视	禁用

## 说明

使用已组态的安全垫监视功能，参数“短路测试”(Short-circuit test)、“输入延迟”(Input delay) 和“抖动监视”(Chatter monitoring) 无法调整，因为它们已列出固定值。

## 故障检测

下表介绍了故障检测：

表格 5- 11 故障检测

故障	故障检测
安全垫评估的通道对内短路	否（检测到安全垫激活）
支持已组态安全垫评估的其它通道对短路	是
用于应用 1 至 3 的其它通道短路	否
L+ 至 DI <sub>n</sub> 或 DI <sub>n+4</sub> 短路	是*
M 至 DI <sub>n</sub> 或 DI <sub>n+4</sub> 短路	是
断线	是
L+ 至 VS <sub>n</sub> 或 VS <sub>n+4</sub> 短路	是*
M 至 VS <sub>n</sub> 或 VS <sub>n+4</sub> 短路	是

\*)

仅当信号损坏时才检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同。如果传感器信号没有发生信号损坏，则不能进行故障检测，同时从安全角度而言也没有必要进行故障检测。

### 说明

直到安全垫功能在运行自检后再次无错误时，故障检测诊断才会发出信号。在这种情况下不得激活安全垫。

## 中断/诊断消息

### 6.1 状态和错误指示灯

#### LED 指示灯

下图显示了 F-DI 8x24VDC HF 的 LED 指示灯。

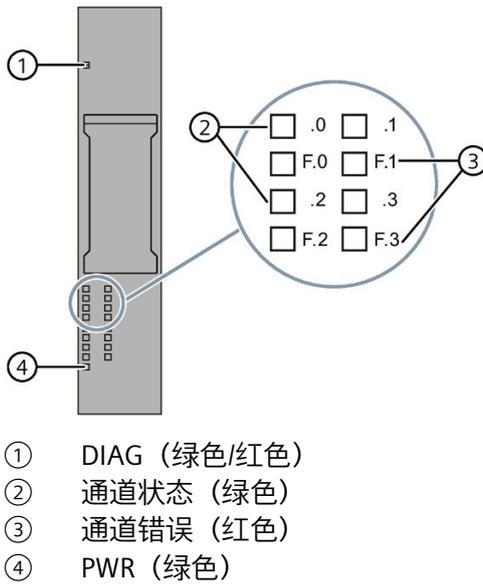


图 6-1 LED 指示灯

## LED 指示灯的含义

下表列出了状态和错误指示灯的含义。有关诊断消息的补救措施，请参见“诊断消息 (页 65)”章节。

 <b>警告</b>
输入的 DIAG LED 指示灯和通道状态及通道故障 LED 指示灯未设计为安全相关的 LED 指示灯，因此不能评估安全相关的活动。

## DIAG LED 指示灯

表格 6-1 DIAG LED 故障指示灯

DIAG	含义
□ 灭	ET 200SP 的背板总线电源不正常
⚡ 闪烁	未组态模块参数
■ 亮	模块参数已组态但没有进行模块诊断
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> <li>模块参数已组态并且处于诊断状态</li> <li>在 F-CPU S7-1200/1500 上操作：至少有一个通道等待用户确认。</li> </ul>
⚡ 闪烁	<ul style="list-style-type: none"> <li>在 F-CPU S7-1200/1500 上操作：模块发生故障后，F 模块会等待用户确认。</li> <li>在 F-CPU S7-300/400 上操作：F 模块等待用户确认。</li> </ul>

6.1 状态和错误指示灯

通道状态/通道故障 LED 指示灯

表格 6-2 通道状态/通道故障 LED 指示灯的状态显示

通道状态	通道故障	含义
□ 灭	□ 灭	过程信号为 0 且未进行通道诊断
■ 亮	□ 灭	过程信号为 1 且未进行通道诊断
□ 灭	■ 亮	过程信号为 0 且进行了通道诊断
<span style="color: green;">■</span> / <span style="color: red;">■</span> 交替闪烁		至少有一个通道等待用户确认。

通道状态/DIAG/通道故障 LED 指示灯

表格 6-3 通道状态/诊断/通道故障 LED 指示灯的状态显示

通道状态	DIAG	通道故障	含义
□ 灭	■ 闪烁	■ 全亮	PROFIsafe 地址与组态的 PROFIsafe 地址不匹配或存在模块范围的错误。请参见“中断 (页 63)”部分
■ 闪烁	■ 闪烁	□ 灭	在分配 PROFIsafe 地址时识别 F 模块

PWR LED 指示灯

表格 6-4 PWR LED 状态指示灯

PWR	含义
□ 灭	电源电压 L+ 不存在
■ 亮	有电源电压 L+

## 6.2 中断

### 简介

故障安全数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 支持诊断中断。

### 诊断中断

有关 F 模块为诊断信息生成对应的诊断中断，请参见章节“诊断消息 (页 65)”。

下表简要列出了 F 模块的诊断中断。诊断中断可以分配给一个通道，也可以分配给整个 F 模块。



在确认诊断消息之前，消除相应的错误并验证安全功能。按照“诊断消息 (页 65)”部分所述操作来消除错误。

#### 模块范围诊断中断：

- 过热
- 断线
- 参数错误
- 电源电压缺失
- 通信故障
- 安全目标地址不匹配 (F\_Dest\_Add)
- 安全目标地址无效 (F\_Dest\_Add)
- 安全源地址无效 (F\_Source\_Add)
- 安全看门狗时间值为 0 ms (F\_WD\_Time)
- 参数 F\_SIL 超过特定设备应用的 SIL
- 参数 F\_CRC\_Length 与生成值不匹配
- F 参数集的版本不正确
- CRC1 故障
- 设备特定的诊断信息，请参见手册
- iParameter 不一致 (iParCRC 错误)

## 6.2 中断

- 不支持 F\_Block\_ID
- 传输错误：不一致的数据（CRC 错误）
- 传输错误：超时（看门狗时间 1 或 2 到期）
- 启用通道所需的确认 - 通道错误已解决。
- 看门狗跳闸
- 存在无效/不一致的固件
- 诊断队列溢出
- 温度过低
- 电源电压过高
- 电源电压过低
- F 模块错误 (0x032F)

### 通道范围诊断中断

- 差异故障，通道状态 0/0
- 差异故障，通道状态 0/1
- 差异故障，通道状态 1/0
- 差异故障，通道状态 1/1
- 记录的输入信号不唯一
- 内部传感器电源对 P 短路
- 过载或内部传感器电源接地短路
- 安全地址存储器不可访问
- 无可用的有效 F 地址
- 传感器信号抖动
- 频率过高
- 差异故障
- 输入对 P 短路

## 6.3 诊断消息

### 诊断消息

通过诊断消息（模块状态）可指示模块故障。

排除故障后，必须在安全程序中重新集成 F 模块。有关钝化和重新集成 F-I/O 的更多信息，请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)”手册。

#### 说明

如果使用 GSDML 文件组态 F

模块，将提供其它错误代码。在这种情况下，必须将列出的错误编号乘以 0x40（例如 0x05 \* 0x40 = 0x140）。但是，CPU

诊断缓冲区中的文本对应于下表中列出的诊断中断文本。

表格 6-5 F-DI 8x24VDC HF 的诊断消息

诊断消息	故障代码	含义	补救措施
过热	5H	F 模块中检测到温度过高。	在指定温度范围内运行 F 模块。（参见“技术规范 (页 73)”） 消除故障后，必须移除 F 模块后再插入，重启电源。
断线	6H	可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>模块和传感器间的电缆断路。</li> <li>未连接该通道（断开）</li> </ul>	连接电缆。
参数错误	10H	参数分配错误，包括： <ul style="list-style-type: none"> <li>F 模块无法使用参数（未知、无效组合等）。</li> <li>F 模块参数尚未组态。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>更正参数分配。</li> <li>检查编码元件是否可用。</li> </ul>
电源电压缺失	11H	电源电压 L+ 缺失或不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 BaseUnit 上的电源电压 L+</li> <li>检查 BaseUnit 类型</li> </ul>

6.3 诊断消息

诊断消息	故障代码	含义	补救措施
通信故障	13H	可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 存在不允许的高电磁干扰。</li> <li>• F 模块检测到内部错误，并以面向安全的方式对其进行响应。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 纠正故障。然后必须将模块拔出后再插入，或者将电源关闭后再打开。</li> <li>• 如果 F 模块无法再投入运行，请考虑更换新的模块。</li> </ul>
安全目标地址不匹配 (F_Dest_Add)	40H	PROFIsafe 驱动程序检测到一个不同的 F 目标地址。	检查 PROFIsafe 驱动程序的参数分配以及 F 模块的地址设置。
安全目标地址无效 (F_Dest_Add)	41H	PROFIsafe 驱动程序检测到一个无效的 F 目标地址。	检查 PROFIsafe 驱动程序的参数分配。
安全源地址无效 (F_Source_Add)	42H	PROFIsafe 驱动程序检测到一个无效的 F 源地址。	
安全看门狗时间值为 0 ms (F_WD_Time)	43H	PROFIsafe 驱动程序检测到一个无效的看门狗时间。	
参数 F_SIL 超过特定设备应用的 SIL	44H	PROFIsafe 驱动程序检测到通信和应用程序的 SIL 设置存在误差。	
参数 F_CRC_Length 与生成值不匹配	45H	PROFIsafe 驱动程序检测到 CRC 长度误差。	
F 参数集的版本不正确	46H	PROFIsafe 驱动程序检测到 F-parameter 的版本错误或 F_Block_ID 无效。	
CRC1 故障	47H	PROFIsafe 驱动程序检测到 F-parameter 不一致。	
设备特定的诊断信息，请参见手册	48H	PROFIsafe 驱动程序已接收到不一致的故障安全参数。	
iParameter 不一致 (iParCRC 错误)	4BH	PROFIsafe 驱动程序检测到 iParameter 不一致。	检查 PROFIsafe 驱动程序的参数分配。

诊断消息	故障代码	含义	补救措施
不支持 F_Block_ID	4CH	PROFIsafe 驱动程序检测到块 ID 不正确。	检查 PROFIsafe 驱动程序的参数分配。
传输错误：不一致的数据 (CRC 错误)	4DH	PROFIsafe 驱动程序检测到 CRC 错误。 可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>F-CPU 和 F 模块之间的通信中断。</li> <li>出现了超高电磁干扰。</li> <li>在生命信号监视期间发生错误。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查 F 模块与 F-CPU 之间的通信链路。</li> <li>消除电磁干扰原因。</li> </ul>
传输错误：超时 (看门狗时间 1 或 2 到期)	4EH	PROFIsafe 驱动程序检测到超时。 可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>F 监视时间设置不正确。</li> <li>存在总线故障。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查参数分配。</li> <li>确保通信可正常运行。</li> </ul>
启用通道所需的确认 - 通道错误已解决。	4FH	检测到通道故障。需要确认以启用通道。	确认通道故障。
看门狗跳闸	103H	可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>存在不允许的高电磁干扰。</li> <li>F 模块检测到内部错误，并以面向安全的方式对其进行响应。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>纠正故障。然后必须将模块拔出后再插入，或者将电源关闭后再打开。</li> <li>如果 F 模块无法再投入运行，请考虑更换新的模块。</li> </ul>
存在无效/不一致的固件	11BH	固件不完整和/或添加到 F 模块的固件不兼容。导致操作 F 模块时出错或功能受限。	<ul style="list-style-type: none"> <li>对 F 模块的所有部件进行固件更新，并记录所有错误消息。</li> <li>仅使用为该 F 模块发布的固件版本。</li> </ul>
诊断队列溢出	13EH	诊断存储器溢出。并非所有未决诊断都可以发送。 此错误可能导致模块停用，直至接通/断开电源。	消除之前报告的错误。
差异故障，通道状态 0/0	300H	已超出为 1002 评估设定的差异时间。	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查过程信号。</li> <li>更换传感器。</li> </ul>
差异故障，通道状态 0/1	301H		

6.3 诊断消息

诊断消息	故障代码	含义	补救措施
差异故障, 通道状态 1/0	302H	可能的原因 :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 检查误差时间的参数分配。</li> <li>• 检查过程接线。</li> </ul> 如果没有为相应的传感器电源组态短路测试, 必须在 100 小时内消除发生的错误。
差异故障, 通道状态 1/1	303H	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 过程信号错误。</li> <li>• 传感器故障。</li> <li>• 所组态的误差时间过低。</li> <li>• 未连接的传感器电缆和传感器电源电缆之间发生短路。</li> <li>• 已连接的传感器电缆或传感电源电缆发生断路</li> <li>• 在检查误差过程中发生错误。</li> </ul>	
记录的输入信号不唯一	305H	对处理器间的输入信号进行真实性检查时发生错误。 可能的原因 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 输入信号有故障。例如, 由于不允许的高电磁干扰导致。</li> <li>• 存在高频输入信号。例如, 由于传感器的相互干扰, 或者信号频率高于输入信号的采样频率导致。</li> <li>• 存在传感器电缆瞬时中断/短路 (接触不良) 问题。</li> <li>• 传感器/开关弹跳。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用屏蔽的电缆降低 EMC 影响。</li> <li>• 降低输入频率。</li> <li>• 检查传感器接线。</li> </ul>
内部传感器电源对 P 短路	306H	可能的原因 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 内部传感器电源与 L+ 短路。</li> <li>• 两个传感器电源短路。</li> <li>• 在所组态的测试时间内, 所连接传感器的电容量过高。</li> <li>• 传感器故障。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 消除过程布线中的短路情况。</li> <li>• 检查所组态的测试时间和过程接线。</li> <li>• 更换传感器。</li> </ul>
过载或内部传感器电源接地短路	307H	可能的原因 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 内部传感器电源接地短路。</li> <li>• 出现了超高电磁干扰。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 消除过载。</li> <li>• 消除过程布线中的短路情况。</li> <li>• 检查“传感器电源”参数。</li> <li>• 消除/降低电磁干扰。</li> </ul>

诊断消息	故障代码	含义	补救措施
安全地址存储器不可访问	30D <sub>H</sub>	无法访问电子编码元件中的 F 源地址和 F 目标地址。	检查编码元件是否可用。必要时可更换编码元件。
无可用的有效 F 地址	30E <sub>H</sub>	保持性存储器中未存储有效的 PROFIsafe 地址。可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>初次调试</li> <li>故意更改 PROFIsafe 地址参数</li> <li>设备的设定值和实际组态间的差异</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在初始调试或故意更改参数期间执行 PROFIsafe 地址分配。</li> <li>检查设定值和实际组态间的一致性。</li> </ul>
传感器信号抖动	310 <sub>H</sub>	在参数“监视窗口”组态的时间内，信号变化次数过多。 <ul style="list-style-type: none"> <li>“监视窗口”参数的设置过高。</li> <li>“信号改变次数”参数的设置过低。</li> <li>存在传感器电缆瞬时中断/短路（接触不良）问题。</li> <li>出现了超高电磁干扰。</li> <li>传感器/开关切换。</li> <li>传感器故障。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查“监视窗口”参数。</li> <li>检查“信号改变次数”参数。</li> <li>检查过程接线。</li> <li>消除/降低电磁干扰。</li> <li>更换传感器。</li> </ul>
频率过高	311 <sub>H</sub>	传感器的开关频率过高。	降低传感器的开关频率。
温度过低	312 <sub>H</sub>	超出了所允许的温度下限。	在指定温度范围内运行 F 模块。（参见“技术规范 (页 73)”）
误差错误	314 <sub>H</sub>	已超出为 1oo2 评估设定的差异时间。 输出通道 n+4 的错误消息。 附加信息：请参见错误代码 300 <sub>H</sub> ... 303 <sub>H</sub> 。	附加信息：请参见错误代码 300 <sub>H</sub> ... 303 <sub>H</sub> 。
输入对 P 短路	31C <sub>H</sub>	输入信号到 L+ 短路。	排除短路故障。
电源电压过高	321 <sub>H</sub>	电源电压过高。	检查电源电压。

6.3 诊断消息

诊断消息	故障代码	含义	补救措施
电源电压过低	322H	可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>电源电压过低。</li> <li>BaseUnit 错误</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查电源电压。</li> <li>使用类型 A0 的 BaseUnit。</li> </ul>
F 模块错误 (0x032F)	32FH	可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> <li>出现了超高电磁干扰。</li> <li>F 模块故障。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内部诊断检测到错误。需要移除和插入模块或断电 – 通电。</li> <li>如果 F 模块无法再投入运行，请考虑更换新的模块。</li> </ul>

电源电压超出正常范围

如果电源电压 L+ 超出指定的值范围，则 DIAG LED 指示灯将闪烁同时钝化该模块。随后电压恢复（电平必须保持在指定的值范围内至少 1 分钟（参见“技术规范（页 73）”：电压、电流、电位）），DIAG LED 指示灯停止闪烁。模块仍保持钝化。

传感器电源发生交叉电路/短路时的行为

配置内部传感器电源并禁用短路测试后，将会检测到传感器电源接地短路。将钝化组态相关传感器电源的通道。

配置内部传感器电源并启用短路测试后，将会检测到传感器电源的接地短路和电位。将钝化组态相关传感器电源的通道。

与传感器电源或数字量输入发生电路跨接/短路时安全垫评估的行为

对于组态的安全垫评估，通过组态的安全垫评估检测 L+ 短路、M 短路和与另一个通道的电路跨接。分配给受影响的安全垫评估的两个通道都被钝化。

为了更轻松地确定错误原因，受短路/电路跨接影响的输入的红色通道 LED 亮起。

传感器供电电缆或数字量输入电缆断线后安全垫评估的行为

对于组态的安全垫评估，可检测用于连接安全垫评估的所有电缆的断线情况。分配给受影响的安全垫评估的两个通道都被钝化。

为了更轻松地确定错误原因，受断线影响的输入的红色通道 LED 亮起。

## 故障检测的特殊功能

某些故障（例如短路或差异错误）的检测取决于应用、接线以及短路测试和传感器电源的参数分配。因此，可以在“F-I/O 模块的应用 (页 38)”下的应用中找到相应的错误检测表。

在混合使用带有安全垫的通道和带有 1oo1 或 1oo2 组态的通道时，不能确保检测到电路跨接。

## 有关诊断的常规应用信息

有关适用于所有 F 模块的诊断信息（例如读取诊断功能、通道钝化），请参见《SIMATIC Safety - 组态和编程

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)》手册。

## 参见

S7 Distributed Safety - 组态和编程

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/22099875>)

## 6.4 值状态

### 属性

除了诊断消息和状态与错误指示灯之外，F 模块还提供有关各输入和输出信号有效性的信息，即值状态。值状态与输入信号一起输入到过程映像中。

## 6.4 值状态

### 数字量输入和输出模块的值状态

值状态是数字量输入或输出信号的附加二进制信息。值状态与过程信号同时输入到输入的过程映像 (PII) 中。它包含有关输入或输出信号有效性的信息。

值状态受所有错误的影响。

- 1<sub>B</sub> : 为通道输出一个有效的过程值。
- 0<sub>B</sub> : 为通道输出一个故障安全值, 或者通道未激活。

### PII 中值状态的输入和输出分配

在输入的过程映像中为 F 模块的每个通道分配一个值状态。有关分配的信息, 请参见章节“地址空间 (页 36)”。

### 参考

有关值状态评估和处理的详细说明, 请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54110126>)”手册。

## F-DI 8x24VDC HF 的技术规范

下表列出了截至 2021 年 10 月的技术规范。如需获取包含更新的技术规范的数据表，敬请访问 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/pv/6ES7136-6BA01-0CA0/td?dl=zh>)。

商品编号	6ES7136-6BA01-0CA0
<b>一般信息</b>	
产品类型标志	F-DI 8x24VDC HF
固件版本	
<ul style="list-style-type: none"> <li>可更新固件</li> </ul>	是的
可用的基本单元	BU 类型 A0
模块特有彩色标牌板的颜色代码	CC01
<b>产品功能</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>I&amp;M 数据</li> </ul>	是的; I&M0 至 I&M3
<b>附带程序包的</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>STEP 7 TIA 端口, 可组态 / 已集成, 自版本</li> </ul>	含 V17 作为 6ES7136-6BA00-0CA0
<ul style="list-style-type: none"> <li>PROFINET 版本 GSD 版 / GSD 修订版以上</li> </ul>	GSDML V2.35
<b>运行中的 CiR 配置</b>	
可在 RUN 模式下更改参数分配	不
<b>电源电压</b>	
额定值 (DC)	24 V
允许范围, 下限 (DC)	19.2 V
允许范围, 上限 (DC)	28.8 V
反极性保护	是的
<b>输入电流</b>	
耗用电流, 最大值	40 mA; 无负载

商品编号	6ES7136-6BA01-0CA0
传感器供电	
输出端数量	8
<b>24 V 传感器供电</b>	
• 24 V	是的; 最小值 L+ (-1.5 V)
• 短路保护	是的; 电子的 (响应阈 0.7 A 至 1.8 A)
• 每条通道的最大输出电流	300 mA
• 每个模块的最大输出电流	800 mA; 所有编码器的总电流
功率损失	
功率损失, 典型值	2 W
地址范围	
每个模块的地址空间	
• 输入端	7 byte; S7-300/400F CPU, 6 字节
• 输出端	5 byte; S7-300/400F CPU, 4 字节
硬件扩展	
自动编码	是的
• 电子编码键类型 F	是的
数字输入	
数字输入端数量	8
源型输入/漏性输入	是的; P 读取
输入特性符合 IEC 61131, 类型 1	是的
输入电压	
• 额定值 (DC)	24 V
• 对于信号“0”	-30 至 +5 V
• 对于信号“1”	+15 至 +30 V
输入电流	
• 对于信号“1”, 典型值	3.7 mA
输入延迟 (输入电压为额定值时)	
对于标准输入端	
– 可参数化	是的
– 从“0”到“1”时, 最小值	0.4 ms

<b>商品编号</b>	<b>6ES7136-6BA01-0CA0</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 从“0”到“1”时, 最大值</li> <li>- 从“1”到“0”时, 最小值</li> <li>- 从“1”到“0”时, 最大值</li> </ul>	<p>20 ms</p> <p>0.4 ms</p> <p>20 ms</p>
<b>用于技术功能</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 可参数化</li> </ul>	不
<b>导线长度</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 屏蔽, 最大值</li> <li>• 未屏蔽, 最大值</li> </ul>	<p>1 000 m</p> <p>500 m</p>
<b>报警/诊断/状态信息</b>	
<b>诊断功能</b>	是的
<b>报警</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 诊断报警</li> <li>• 过程报警</li> </ul>	<p>是的</p> <p>不</p>
<b>诊断显示 LED</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RUN LED</li> <li>• ERROR LED</li> <li>• 电源电压监控 (PWR-LED)</li> <li>• 通道状态显示</li> <li>• 用于通道诊断</li> <li>• 用于模块诊断</li> </ul>	<p>是的; 绿色 LED</p> <p>是的; 红色 LED</p> <p>是的; 绿色 PWR-LED</p> <p>是的; 绿色 LED</p> <p>是的; 红色 LED</p> <p>是的; 绿色 / 红色 DIAG-LED</p>
<b>电位隔离</b>	
<b>通道的电势分离</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在通道之间</li> <li>• 在通道和背板总线之间</li> <li>• 在通道和电子元件电源电压之间</li> </ul>	<p>不</p> <p>是的</p> <p>不</p>
<b>绝缘</b>	
<b>绝缘测试, 使用</b>	707 V DC (测试类型)
<b>标准、许可、证书</b>	
<b>适用于安全功能</b>	是的

<b>商品编号</b>	<b>6ES7136-6BA01-0CA0</b>
<b>安全运行中可达到的最大安全等级</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>性能等级符合 ISO 13849-1</li> <li>类别符合 ISO 13849-1</li> <li>SIL 按照 IEC 61508</li> </ul>	PLe 4 类线 SIL 3
<b>故障概率（使用时间为 20 年，维修时间为 100 小时）</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Low demand mode : 平均失效概率 (PFDavg) 符合 SIL3</li> <li>High demand/continuous mode : 每小时故障概率 (PFH) 符合 SIL3</li> </ul>	< 2.00E-05 < 1.00E-09 1/h
<b>环境要求</b>	
<b>运行中的环境温度</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>水平安装, 最小值</li> <li>水平安装, 最大值</li> <li>垂直安装, 最小值</li> <li>垂直安装, 最大值</li> </ul>	0 °C 60 °C 0 °C 50 °C
<b>参考海平面的运行高度</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>最大海拔安装高度</li> </ul>	4 000 m; 安装高度 > 2000 m 时受限, 参见系统手册 ET 200SP
<b>尺寸</b>	
宽度	15 mm
高度	73 mm
深度	58 mm
<b>重量</b>	
重量, 约	29 g

## 尺寸图

请参见设备手册《ET 200SP BaseUnit  
[\(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59753521>\)](https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/59753521)》。

# 响应时间

## 简介

在下一章节，将介绍数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 的响应时间。数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF 的响应时间包含在 F 系统的响应时间计算中。为此，需使用 SIMATIC STEP7 响应时间表 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/93839056>)。



### 警告

如果已在工厂中组态了数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF (6ES7136-6BA00-0CA0)，但插入的是数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF (6ES7136-6BA01-0CA0)，数字量输入模块 F-DI 8x24VDC HF (6ES7136-6BA00-0CA0) 手册中的信息仍然适用。

## 故障安全数字量输入响应时间的定义

响应时间是指从数字量输入处发生信号变化开始到背板总线上的安全帧可以可靠使用为止所经历的时间。

## 计算所需时间

- 最大循环时间： $T_{\text{cycle}} = 8.0 \text{ ms}$
- 最大确认时间（设备确认时间）： $T_{\text{DAT}} = 16 \text{ ms}$

采用 1oo1 评估时，无错情况下的最大响应时间（最坏情况下的延时时间，WCDT）。

以下公式适用于无短路测试的传感器电源：

最大响应时间 ( $T_{\text{WCDT}}$ ) =  $2 * T_{\text{cycle}} + \text{输入延时}$

以下公式适用于有短路测试的传感器电源：

最大响应时间 ( $T_{\text{WCDT}}$ ) =  $2 * T_{\text{cycle}} + \text{输入延时} + T1 + T2$

$T1$  = 短路测试时间

$T2$  = 短路测试后传感器的启动时间

采用 1oo2 评估时，无错情况下的最大响应时间（最坏情况下的延时时间，WCDT）。

以下公式适用于无短路测试的传感器电源：

$$\text{最大响应时间 (T}_{\text{WCDT}}) = 2 * T_{\text{cycle}} + \text{输入延时} + \text{差异时间}^*$$

以下公式适用于有短路测试的传感器电源：

$$\text{最大响应时间 (T}_{\text{WCDT}}) = 2 * T_{\text{cycle}} + \text{输入延时} + \max(T1p + T2p, T1s + T2s) + \text{差异时间}^*$$

\*) 对于差异行为“提供值 0”，忽略此项

T1p = 短路测试时间（传感器 1）

T2p = 短路测试后传感器的启动时间（传感器 1）

T1s = 短路测试时间（传感器 2）

T2s = 短路测试后传感器的启动时间（传感器 2）

对于 1oo2 评估，SIMATIC STEP7 响应时间表中的差异时间必须设置为 0。

对外部短路的最大响应时间（单一故障延时时间，OFDT）

$$\text{最大响应时间 (T}_{\text{OFDT}}) = \text{输入延时} + T_{\text{cycle}} + (n * T_{\text{cycle}}) + \text{Sum}[x=0...7](T_{\text{sx}})$$

T<sub>sx</sub> 求和项：

$$(T1x + T2x) < T_{\text{cycle}} \rightarrow T_{\text{sx}} = T_{\text{cycle}}$$

$$(T1x + T2x) \geq T_{\text{cycle}} \rightarrow T_{\text{sx}} = \max(T1x, T_{\text{cycle}}) + T2x$$

对于停用的传感器电源或停用了短路测试的传感器电源，必须在  $T_{sx}$  公式中使用值 0。

x = 传感器电源

$T1x$  = 短路测试时间

$T2x$  = 短路测试后传感器的启动时间

n = 激活短路测试的传感器电源数量

以下部分提供了两个在 F-DI 8x24VDC HF 处对外部短路的最大响应时间计算示例，具体取决于参数分配。

通道	输入延时 (ms)	短路测试	T1 (ms)	T2 (ms)	$T_{cycle}$ (ms)	$T1 + T2 < T_{cycle}$	$T_s$ (ms)	对外部短路的最大响应时间 (ms)
0	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8
1	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8
2	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8
3	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8
4	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8
5	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8
6	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8
7	3.2	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	172.8

计算示例： $(4.2 \text{ ms} + 4.2 \text{ ms}) \geq 8.0 \text{ ms} \rightarrow T_s = \max(4.2 \text{ ms}, 8.0 \text{ ms}) + 4.2 \text{ ms} = 12.2 \text{ ms}$

通道	输入延时 (ms)	短路测试	T1 (ms)	T2 (ms)	$T_{cycle}$ (ms)	$T1 + T2 < T_{cycle}$	$T_s$ (ms)	对外部短路的最大响应时间 (ms)
0	0.4	启用	0.5	0.5	8.0	√	8.0	5334.8
1	0.8	启用	4.2	10	8.0	-	18.0	5335.2
2	1.6	启用	20	4.2	8.0	-	24.2	5336.0
3	3.2	启用	100	100	8.0	-	200	5337.6
4	0.4	禁用	-	-	8.0	-	-	- *)
5	0.8	启用	4.2	4.2	8.0	-	12.2	5335.2

通道	输入延时 (ms)	短路测试	T1 (ms)	T2 (ms)	T <sub>cycle</sub> (ms)	T1 + T2 < T <sub>cycle</sub>	Ts (ms)	对外部短路的最大响应时间 (ms)
6	1.6	启用	500	500	8.0	-	1000	5336.0
7	3.2	启用	2000	2000	8.0	-	4000	5337.6

\*) 停用短路测试时不会检测到外部短路。

通道 1 计算示例 :  $(4.2 \text{ ms} + 10 \text{ ms}) \geq 8.0 \text{ ms} \rightarrow T_s = \max(4.2 \text{ ms}, 8.0 \text{ ms}) + 10 \text{ ms} = 18.0 \text{ ms}$

### 采用 1oo2 评估时对差异错误的最大响应时间 (单一故障延时时间, OFDT)

最大响应时间 ( $T_{OFDT}$ ) =  $2 * T_{\text{cycle}} + \text{输入延时} + 2 * \max(T1p + T2p, T1s + T2s) + \text{差异时间}$

T1p = 短路测试时间 (传感器 1)

T2p = 短路测试后传感器的启动时间 (传感器 1)

T1s = 短路测试时间 (传感器 2)

T2s = 短路测试后传感器的启动时间 (传感器 2)

### 安全垫评估的未发生故障时的最大响应时间 (最差情况延时时间, WCDDT)

激活安全垫 (触点闭合) 时, 最大响应时间为 17.6 ms。

### 安全垫评估有故障情况下的最大响应时间 (单次故障延时时间, OFDT)

如果仅在一个通道对上组态安全垫评估, 则发生故障时的最大响应时间为 25.6 ms。

如果在 2 到 4 个通道对上组态安全垫评估, 则发生故障时的最大响应时间为 33.6 ms。