

分布式 I/O 故障安全工程
ET 200pro 分布式 I/O 设备 — 故障
安全模块
操作说明

前言	
产品概述	1
组态	2
地址分配和安装	3
接线	4
诊断	5
常规技术规范	6
故障安全连接模块	7
故障安全电子模块	8
故障安全模块的诊断数据	A
尺寸图	B
附件和订货号	C
响应时间	D

安全技术提示

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



危险

表示如果不采取相应的小心措施，**将会**导致死亡或者严重的人身伤害。



警告

表示如果不采取相应的小心措施，**可能**导致死亡或者严重的人身伤害。



小心

带有警告三角，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。

小心

不带警告三角，表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

注意

表示如果不注意相应的提示，可能会出现不希望的结果或状态。

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

仅允许安装和驱动与本文件相关的附属设备或系统。设备或系统的调试和运行仅允许由**合格的专业人员**进行。本文件安全技术提示中的合格专业人员是指根据安全技术标准具有从事进行设备、系统和电路的运行，接地和标识资格的人员。

按规定使用

请注意下列说明：



警告

设备仅允许用在目录和技术说明中规定的使用情况下，并且仅允许使用西门子股份有限公司推荐的或指定的其他制造商生产的设备和部件。设备的正常和安全运行必须依赖于恰当的运输，合适的存储、安放和安装以及小心的操作和维修。

商标

所有带有标记符号®的都是西门子股份有限公司的注册商标。标签中的其他符号可能是一些其他商标，这是出于保护所有者权利的目地由第三方使用而特别标示的。

责任免除

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

前言

本手册用途

本手册中的信息可用作 ET 200pro 分布式 I/O 设备的操作、功能说明和技术规范的参考。

基本知识要求

本手册是对《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册的补充。使用本手册需要具有自动化工程的基本知识。还需要具有使用 STEP 7 基本软件和 ET 200pro 分布式 I/O 设备的知识。

本手册范围

模块	订货号	版本号及更高版本
EM 8/16 F-DI 电子模块的 CM IO 16xM12 故障安全连接模块	6ES7 194-4DD00-0AA0	01
EM 4/8 F-DI/4 F-DO 电子模块的 CM IO 12xM12 故障安全连接模块	6ES7 194-4DC00-0AA0	01
EM 8/16 F-DI DC24V PROFI-safe 故障安全数字电子模块	6ES7-148-4FA00-0AB0	01
EM 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFI-safe 故障安全数字电子模块	6ES7 148-4FC00-0AB0	01

认证

请参阅“标准和认证”

此外，ET 200pro 故障安全模块经证实安全模式下使用时可达到以下等级：

- 安全等级 SIL3（安全完整性等级）符合 IEC 61508 规定
- 类别 4 符合 EN 954-1 规定

CE 认证

请参阅“标准和认证”

适用于澳大利亚的认证标记（C-Tick 标记）

请参阅“标准和认证”

标准

请参阅“标准和认证”

在信息图景中的位置

使用 ET 200pro 故障安全模块时，您需要根据您的特殊用途查阅以下列出的其它文档。
本手册中的适当位置包含对其它文档的参考。

文档	相关内容的简短说明
《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册	介绍有关 ET 200pro 硬件的所有常规应用主题（包括 ET 200pro 的配置、安装和接线）
《SIMATIC S7 中的安全工程》系统说明	- 提供了对 S7 Distributed Safety 和 S7 F/FH Systems 故障安全自动化系统的应用、配置和操作方法的概述。 - 包含有关 S7-300 和 S7-400 中故障安全工程的详细技术信息的摘要 - 包含 S7 Distributed Safety 和 S7 F/FH Systems 故障安全系统的监视和响应时间计算
有关 S7 Distributed Safety 故障安全系统中的集成	《S7 Distributed Safety 组态和编程》手册和在线帮助中介绍了以下元素： - 组态 F-CPU 和 F-I/O - 使用 F-FBD 或 F-LAD 对 F-CPU 进行编程 根据您使用的 F-CPU，还需要以下文档： 《S7-300, CPU 31xC 和 CPU 31x》手册：『安装』介绍了 S7-300 系统的装配和接线。 《CPU 31xC 和 CPU 31x, 技术数据》产品手册介绍了 CPU 315-2 DP 和 PN/DP 以及 CPU 317-2 DP 和 PN/DP 的标准功能。 《自动化系统 S7-400 硬件和安装》安装手册介绍了 S7-400 系统的装配和接线。 《自动化系统 S7-400 CPU 规范》参考手册介绍了 CPU 416-2。 《ET 200S IM 151-7 CPU 接口模块》手册介绍了 IM 151-7 CPU。 - 每个可应用的 F-CPU 均拥有其自己的产品信息公告。这些产品信息公告仅介绍 F-CPU 与相关标准 CPU 的区别。
STEP 7 手册	《使用 STEP 7 V5.x 组态硬件和通讯连接》手册介绍了 STEP 7 相关标准工具的操作。 《用于 S7-300/400 系统功能和标准功能的系统软件》参考手册介绍了分布式 I/O 访问和诊断的功能。
STEP 7 在线帮助	- 介绍了如何操作 STEP 7 的标准工具 - 包含有关如何使用 HW Config 为模块和智能从站组态与分配参数的信息。 - 包含 FBD 和 LAD 编程语言的说明
PCS 7 手册	介绍如何操作 PCS 7 过程控制系统（当使用故障安全模块的 ET 200pro 集成在高级控制系统中时需要）。

CD-ROM 中提供了 SIMATIC S7 的全部文档。

指南

本手册介绍了 ET 200pro 分布式 I/O 设备的故障安全模块。它由指导部分和参考部分（技术规范 and 附录）组成。

本手册介绍了故障安全模块的以下基本方面：

- 结构 and 应用
- 组态
- 寻址、安装 and 接线
- 诊断评估
- 技术规范
- 订货号

约定

本手册中，术语“安全工程”和“故障安全工程”意义相同。该约定同样适用于术语“故障安全”和“F-”。

以斜体显示的“*S7 Distributed Safety*”是指两种“S7 Distributed Safety”故障安全系统的选件包。

回收与处理

由于 ET200pro 的故障安全模块中存在低级污染物，因此要进行回收。要正确地回收和处理旧模块（设备），请与有电子废弃物处理资质的公司联系。

其它支持

如果您对本手册中介绍的产品使用情况仍有疑问，请与 Siemens 本地销售代表联系：

<http://www.siemens.com/automation/partner>

培训中心

我们提供了一些课程，以帮助您熟悉 S7 自动化系统的使用。请与当地的培训中心或位于德国 D 90327 Nuremberg 的培训中心总部联系。

电话：+49 (911) 895-3200

Internet 地址：<http://www.sitrain.com>

H/F 专业中心

Nuremberg 的 H/F 专业中心提供了关于 SIMATIC S7 故障安全和容错自动化系统的特殊车间。H/F 专业中心还可以提供现场组态、调试和故障排除帮助。

电话：+49 (911) 895-4759

传真：+49 (911) 895-5193

有关车间等的疑问，请联系：hf-cc@nbgm.siemens.com

技术支持

可以获得所有 A&D 产品的技术支持

- 通过填写支持请求 Web 表单，网址为：
<http://www.siemens.de/automation/support-request>
- 电话：+ 49 180 5050 222
- 传真：+ 49 180 5050 223

可在 Internet 上找到有关 Siemens 技术支持的附加信息，网址为：

<http://www.siemens.de/automation/service>

Internet 上的服务与支持

除打印文档外，我们还在 Internet 上提供了一个全面的知识库，网址为：

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

在此，您可找到以下信息：

- 商务快讯，提供有关您的产品的最新信息
- 您的应用程序的相关文档，您可以通过“服务与支持”中的搜索功能进行访问
- 可供全球用户和专家交流经验的论坛；
- 自动化与驱动产品部门的本地代表
- 在“服务”下可找到有关本地服务、维修和备件等的信息。

保持系统操作安全的重要说明

注意

具有安全相关特性的系统的操作员要遵守操作安全特殊要求。供应商也必须遵守特定产品监视措施。因此，我们发布了一个特殊商务快讯，其中包含了对操作安全系统非常重要（或可能重要）的产品开发和属性信息。通过订阅相关商务快讯，可确保您始终了解最新要求并能根据需要更改系统。使浏览器指向

<http://my.ad.siemens.de/myAnD/guiThemes2Select.asp?subjectID=2&lang=de>

并注册以下商务快讯：

- SIMATIC S7-300
- SIMATIC S7-400
- 分布式 I/O
- SIMATIC 工业软件

要接收这些商务快讯，请选择相应的复选框。

参见

标准和认证 (页 37)

目录

- 前言 3
- 1 产品概述 11
 - 1.1 ET 200pro 故障安全模块 11
 - 1.2 ET 200pro 故障安全模块的应用 12
 - 1.3 使用故障安全模块的 ET 200pro 的调试指南 14
- 2 组态 15
 - 2.1 组态使用故障安全模块的 ET 200pro 15
 - 2.2 ET 200pro 的模块分配 16
 - 2.3 可连接模块/最大组态的限制 17
 - 2.4 组态和参数分配 18
- 3 地址分配和安装 19
 - 3.1 F-CPU 中的地址分配 19
 - 3.2 PROFIsafe 地址的分配 21
 - 3.3 安装 22
- 4 接线 23
 - 4.1 用于故障安全模块的安全功能超低电压 24
 - 4.2 为故障安全模块接线 25
 - 4.3 插入和卸下故障安全连接模块和电子模块 26
 - 4.4 传感器和执行器的要求 27

5	诊断	29
5.1	对故障的响应	29
5.2	错误诊断	31
6	常规技术规范	37
6.1	标准和认证	37
6.2	电磁兼容性	41
6.3	运输条件和存储条件	46
6.4	机械环境条件和气候环境条件	46
6.5	绝缘测试、安全等级、保护等级和额定电压规范	48
7	故障安全连接模块	49
7.1	EM 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 的 CM IO 16xM12 故障安全连接模块	49
7.2	EM 4/8 F-DI/4-DO DC24V/2A PROFIsafe 的 CM IO 12xM12 故障安全连接模块	52
8	故障安全电子模块	55
8.1	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 数字电子模块	56
8.1.1	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块属性	56
8.1.2	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的端子分配	57
8.1.3	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的方框图	58
8.1.4	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的参数	59
8.1.5	为 8/16 F-DI 电子模块的输入接线	62
8.1.6	使用实例 1：安全模式 SIL2/类别 3	64
8.1.7	使用实例 2：安全模式 SIL3/类别 3	67
8.1.8	使用实例 3：安全模式 SIL3/类别 4	78
8.1.9	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断功能	82
8.1.10	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的技术规范	85
8.2	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 数字电子模块	88
8.2.1	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的属性	88
8.2.2	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的端子分配	90
8.2.3	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的方框图	92
8.2.4	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的参数	93
8.2.5	为 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输入接线	98
8.2.6	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输出接线	99
8.2.7	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断功能	102
8.2.8	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的技术规范	104

A	故障安全模块的诊断数据	109
B	尺寸图	115
C	附件和订货号	117
C.1	附件和订货号	117
D	响应时间	119
D.1	响应时间	119
	词汇表	123
	索引	133

表格

表格 1-1	在安全模式下可达到的安全等级	13
表格 1-2	步骤顺序从选择 F-Module 开始，到调试 ET 200pro 结束	14
表格 2-1	将 F-Electronic 模块分配到 F-Connection 模块	16
表格 2-2	F-Module 的参数长度（用字节表示）	17
表格 3-1	F-CPU 中的地址分配	19
表格 3-2	输入用户数据占用的地址	20
表格 3-3	输出用户数据占用的地址	20
表格 4-1	可使 F-DI 模块正确检测的传感器信号最小持续时间	27
表格 5-1	通道特定诊断的故障类型	34
表格 8-1	CM IO 16 x M12 连接模块上的 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 的端子分配	57
表格 8-2	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的参数	59
表格 8-3	F-DI 模块：达到 SIL/类别的条件	63
表格 8-4	使用实例 1：将传感器电源分配给输入通道	64
表格 8-5	F-DI 模块：故障检测（使用实例 1）	66
表格 8-6	使用实例 2：相互分配输入通道	67
表格 8-7	使用实例 2：将传感器电源分配给输入	67
表格 8-8	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块：故障检测（使用实例 2.1）	70
表格 8-9	F-DI 模块：故障检测（使用实例 2.2）	73
表格 8-10	F-DI 模块：故障检测（使用实例 2.3）	77
表格 8-11	使用实例 3：相互分配输入通道	78
表格 8-12	使用实例 2：将传感器电源分配给输入	78
表格 8-13	F-DI 模块：故障检测（使用实例 3.1 和 3.2）	81
表格 8-14	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断功能	82

表格 8-15	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断消息、故障原因和校正操作	83
表格 8-16	在 CM IO 12xM12 连接模块上 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 的端子分配	90
表格 8-17	F-DI/DO 模块的参数	93
表格 8-18	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断功能	102
表格 8-19	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断消息、故障原因和校正操作	103
表格 A-1	用于读出诊断数据的 SFC	109
表格 D-1	无故障操作的情况下：	120
表格 D-2	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块和 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输入：内部预处理时间	120
表格 D-3	8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块：发生故障时的最大响应时间	120
表格 D-4	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块：内部预处理时间	121

产品概述

概述

本章将提供有关以下主题的信息：

- 使用故障安全模块的 ET 200S 分布式 I/O 系统及其在 SIMATIC S7 故障安全自动化系统中的位置
- 由使用故障安全模块的 ET 200S 分布式 I/O 系统组成的组件
- 从选择 F-Module 到调试 PROFIBUS DP/PROFINET IO 上 ET 200S，您必须执行的步骤

1.1 ET 200pro 故障安全模块

故障安全自动化系统

故障安全自动化系统（**F-System**）用于具有增强安全要求的系统。**F-System** 用于在关闭后可立即达到安全状态的控制过程。换言之，**F-System** 用于控制一些过程，在这些过程中立即停机不会对人身或环境造成危害。

ET 200pro 分布式 I/O 设备

ET 200pro 分布式 I/O 设备是 PROFIBUS DP/PROFINET IO 上的 DP 从站 I/O 设备，除了 ET 200pro 标准模块，还可以包含故障安全模块 您可以使用铜质电缆装配 PROFIBUS DP/PROFINET IO 线路。

故障安全模块

故障安全模块和 ET 200pro 标准模块之间的主要区别在于故障安全模块具有双通道内部设计。两个集成处理器互相监视、自动测试输入和输出电路，并在发生故障时将 **F-Module** 设置为安全状态。F-CPU 使用 PROFIsafe 安全相关总线配置文件与故障安全模块进行通讯。

故障安全数字输入模块记录安全相关传感器的信号状态，并将相应的安全消息帧发送到 F-CPU。

故障安全数字输出模块适用于通过短路和交叉电路监视的关闭操作直到执行器。

故障安全连接模块安装在故障安全电子模块上。它们用于连接传感器和执行器。

1.2 ET 200pro 故障安全模块的应用

使用故障安全模块的 ET 200pro 的可能应用

使用故障安全模块的 ET 200pro 可以用 PROFIBUS DP/PROFINET IO 组件取代传统的安全工程设计。这包括用于急停、保护门监视器和双手操作的开关设备的更换。

在 F-System 中使用

ET 200pro 故障安全模块可以用于：

- 具有 *S7 Distributed Safety V5.1* 或更高版本和 *F-Configuration Pack V5.4* 或更高版本选件包的 *S7 Distributed Safety F-System*

以下手册适用于 F-System 中 ET 200pro 故障安全模块的使用：

- *ET 200pro 分布式 I/O 设备*
- *SIMATIC S7 中的安全工程*
- *S7 Distributed Safety 组态和编程*

具有 ET 200pro 的 F-System

下图介绍了包含 ET 200pro 的 *S7 Distributed Safety F-System* 在

PROFIBUS DP/PROFINET IO 上的组态实例。例如，故障安全 DP 主站/IO 控制器与故障安全和标准 ET 200pro 模块交换安全相关和非安全相关的数据。

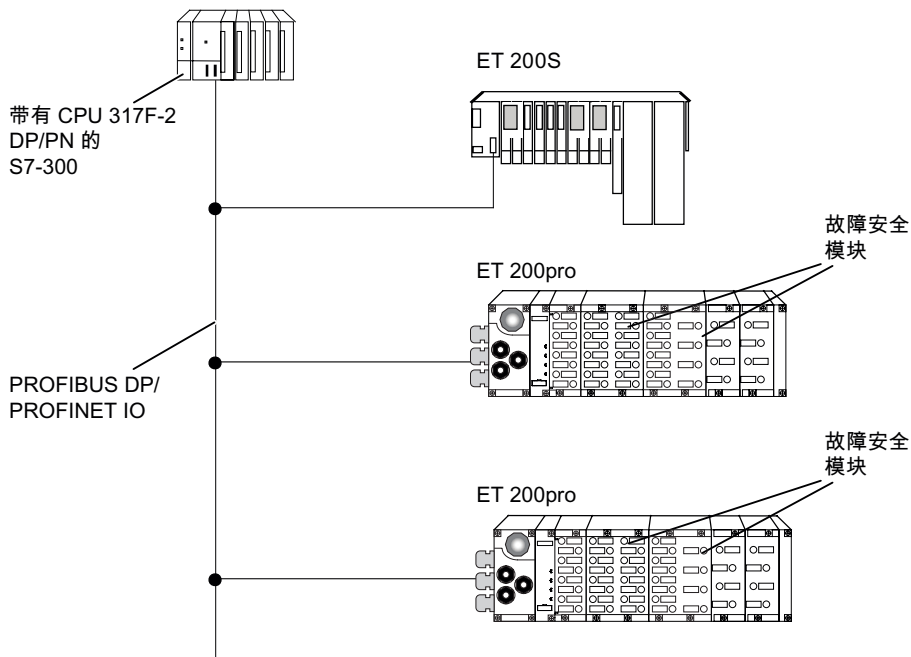


图 1-1 S7 Distributed Safety 故障安全自动化系统

故障安全电子模块的可用性

以下故障安全电子模块可用于 ET 200pro:

- 8/16 F-DI DC24V PROFI-safe 数字电子模块
- 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFI-safe 数字电子模块; P/M 开关 (电流源式/电流漏式)

故障安全连接模块可用于故障安全电子模块。本手册中包含这些模块的详细列表。

只限于在安全模式中应用

可以在 ET 200pro 中同时运行标准和故障安全模块。

故障安全模块只能在安全模式下使用。它们不能在标准模式下运行。

可达到的安全等级

故障安全模块具有用于安全模式的集成安全功能。

通过在具有 *S7 Distributed Safety* 或 *S7 F/FH System* 选件包的 *STEP 7* 中为安全功能分配适用的参数、组合特定的标准模块和 F-Module 并以特殊方法安排传感器和执行器的接线, 可以达到以下安全等级:

表格 1-1 在安全模式下可达到的安全等级

安全模式下的安全等级	
符合 IEC 61508	符合 EN 954-1
SIL2	类别 3
SIL3	类别 3
SIL3	类别 4

参见

组态使用故障安全模块的 ET 200pro (页 15)

1.3 使用故障安全模块的 ET 200pro 的调试指南

引言

下表列出了在 PROFIBUS DP/PROFINET IO 上将使用故障安全模块的 ET 200pro 分布式 I/O 设备作为的 DP 从站/IO 设备进行调试所需的所有重要步骤。

步骤顺序从选择 F-Module 开始，到调试 ET 200pro 结束

表格 1-2 步骤顺序从选择 F-Module 开始，到调试 ET 200pro 结束

步骤	步骤	请参阅...
1.	为 ET 200pro 组态选择 F-Module。	『组态选项』一章
2.	在 STEP 7 中为 F-Module 组态和分配参数。	『组态和参数分配』和『故障安全模块』两章
3.	在 F-Module 上设置 PROFIsafe 地址。	『地址分配和安装』一章
4.	安装 ET 200pro。	『地址分配和安装』一章
5.	为 ET 200pro 接线。	『接线和装配』一章
6.	在 PROFIBUS DP/PROFINET IO 上调试 ET 200pro。	《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册
7.	如果调试不成功，请在 ET 200pro 上执行诊断。	『诊断』和『故障安全模块』两章以及《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册

注意

调试之前必须在 STEP 7 中为 F-Module 组态和分配参数。

这是因为 F-Module 的 PROFIsafe 地址由 STEP 7 自动分配。安装模块前，必须通过开关在每个 F-Module 上设置这些 PROFIsafe 地址。

组态

2.1 组态使用故障安全模块的 ET 200pro

引言

您可以组态使用标准模块和故障安全模块的 ET 200pro 分布式 I/O 设备。本章将介绍一个组态实例。

使用故障安全模块的 ET 200pro 的组态实例

下图显示了一个在 ET 200pro 内使用标准模块和故障安全模块进行组态的实例。

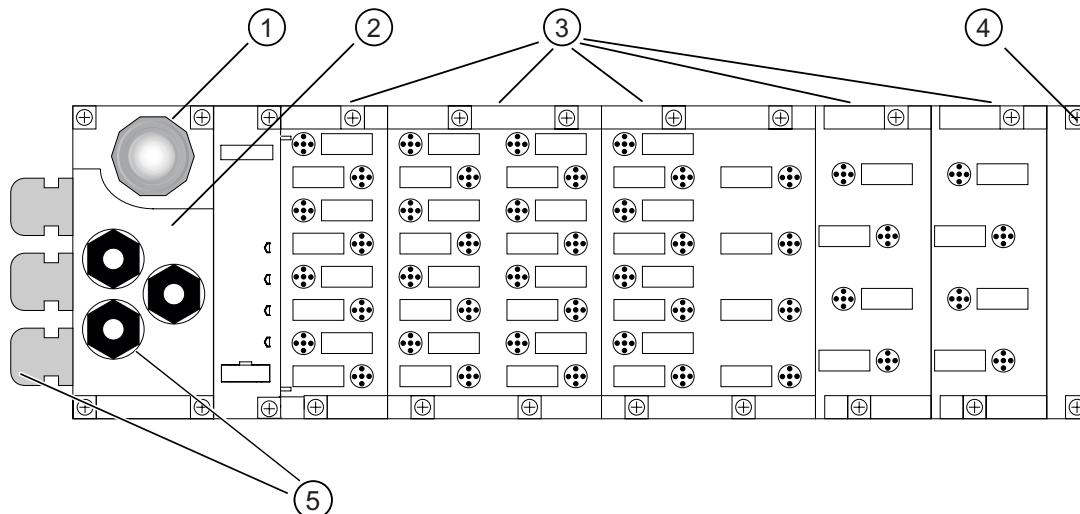


图 2-1 使用故障安全模块的 ET 200pro 的组态实例

- ① 用于接口模块的 CM IM DP 直接连接模块
- ② IM 154-2 DP HIGH FEATURE (PROFIBUS DP) 接口模块 (6ES7 154-2AA00-0AB0)
IM 154-4 PN HIGH FEATURE (PROFINET IO) 接口模块 (6ES7 154-4AA00-0AB0)
- ③ 用于电子模块的连接模块
- ④ 端接模块
- ⑤ 连接模块上电缆的大尺寸螺纹结合

2.2 ET 200pro 的模块分配

引言

本章将介绍 ET 200pro 的 F-Electronic 模块到 F-Connection 模块的分配。

将 F-Electronic 模块分配到 F-Connection 模块

可以将以下故障安全电子模块和连接模块一起使用。

表格 2-1 将 F-Electronic 模块分配到 F-Connection 模块

F-Electronic 模块	F-Connection 模块
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块 (6ES7 148-4FA00-0AB0)	8/16 F-DI 电子模块的 CM IO 16×M12 (6ES7 194-4DD00-0AA0)
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块 (6ES7 148-4FC00-0AB0)	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的 CM IO 12×M12 (6ES7 194-4DC00-0AA0)

参见

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块属性 (页 56)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的属性 (页 88)

2.3 可连接模块/最大组态的限制

最大模块数

PROFIBUS DP: ET 200pro 中的最大模块数取决于模块的参数长度。每个 ET 200pro 总共允许 244 个字节。

PROFINET IO: 最多可以插入 10 个 F-Module (相当于 1m 安装长度)。

表格 2-2 F-Module 的参数长度 (用字节表示)

故障安全模块	参数长度
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	42 个字节
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe	34 个字节

PROFIBUS DP 的实例

在以下实例中，ET 200pro 中使用的模块的总参数长度为 221 个字节。还有 23 个字节可用于安装其它模块。

模块的编号和类型	:	1 x	+	3 x	+	2 x	=	6 个模块
		IM154-2 HIGH FEATURE		8/16 F-DI		4/8 F-DI/4 F-DO		
参数长度	:	27 个字节	+	126 个字节	+	68 个字节	=	221 个字节

ET 200pro: 限制和最大组态

有关标准 ET 200pro 的限制和最大组态的信息，请参考《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册。

2.4 组态和参数分配

要求

ET 200pro 故障安全模块的组态和参数分配需要以下选件包：

- *STEP 7*, V5.3 SP2 或更高版本；HSP 63 至 68
- *S7 Distributed Safety*, V5.1 或更高版本
- *F Configuration Pack*, V5.4 或更高版本

可以从以下 Internet 地址下载 *F Configuration Pack* V5.4 (*S7 Distributed Safety* V5.4 的一部分)：<http://www.siemens.com/automation/service&support>

组态

使用 *STEP 7 HW Config* 组态故障安全模块的方法与组态 ET 200pro 标准模块的方法相同。

为电子模块属性分配参数

要为故障安全电子模块属性分配参数，请在 *STEP 7 HW Config* 中选择模块，然后选择

Edit (编辑) > Object Properties (对象属性)。

在下载操作期间，将把参数从编程设备 (PG) 传送到 F-CPU，并存储在那里。然后，将参数从 F-CPU 传送到故障安全模块。

参数说明

您可在本手册中找到可分配的故障安全电子模块参数的说明。

PROFIsafe 地址和 PROFIsafe 地址分配

您可在本手册中找到 PROFIsafe 地址以及分配地址的步骤的说明。

参见

PROFIsafe 地址的分配 (页 21)

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的参数 (页 59)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的参数 (页 93)

地址分配和安装

3.1 F-CPU 中的地址分配

地址分配

故障安全模块在 F-CPU 中占用以下地址范围：

- 对于 S7 Distributed Safety：在过程映像区域中

表格 3-1 F-CPU 中的地址分配

F-Module	在 F-CPU 中占用的字节：	
	在输入范围中	在输出范围中
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	$x + 0$ 至 $x + 7$	$x + 0$ 到 $x + 3$
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe	$x + 0$ 到 $x + 6$	$x + 0$ 到 $x + 4$
x = 模块起始地址		

3.1 F-CPU 中的地址分配

用户数据占用的地址

F-CPU 中已分配的故障安全模块地址中，用户数据占用以下区域：

表格 3-2 输入用户数据占用的地址

F-CPU 中的字节	每个 F-Module 在 F-CPU 中占用的位：							
	7	6	5	4	3	2	1	0
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe:								
x + 0	通道 7 或 0 (SIL3)	通道 6 或 0 (SIL3)	通道 5 或 0 (SIL3)	通道 4 或 0 (SIL3)	通道 3	通道 2	通道 1	通道 0
x + 1	通道 15 或 0 (SIL3)	通道 14 或 0 (SIL3)	通道 13 或 0 (SIL3)	通道 12 或 0 (SIL3)	通道 11	通道 10	通道 9	通道 8
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe:								
x + 0	通道 7 或 0 (SIL3)	通道 6 或 0 (SIL3)	通道 5 或 0 (SIL3)	通道 4 或 0 (SIL3)	通道 3	通道 2	通道 1	通道 0
x = 模块起始地址								

表格 3-3 输出用户数据占用的地址

F-CPU 的字节	每个 F-Module 在 F-CPU 中占用的位：							
	7	6	5	4	3	2	1	0
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe:								
x + 0	-	-	-	-	通道 3	通道 2	通道 1	通道 0
x = 模块起始地址								

**警告**

您仅可以访问用户数据占用的地址。F-Module 占用的其它地址将分配给包含 F-Module 和 F-CPU 之间按照 PROFIsafe 进行的安全相关通讯的功能。

在 1oo2 传感器评估中，仅可以在安全程序中访问 1oo2 传感器评估合并的通道中的低值通道。

附加信息

有关 F-I/O 访问的详细信息，请参考《S7 Distributed Safety 组态和编程》手册。

3.2 PROFIsafe 地址的分配

PROFIsafe 地址

每个故障安全模块除 PROFIBUS/工业以太网地址外，还有其自己的 PROFIsafe 地址。安装故障安全模块之前，您必须在每个 F-Module 上设置 F-Module 的 PROFIsafe 地址。

PROFIsafe 地址分配

在 *STEP 7* 中组态故障安全模块时，自动分配 PROFIsafe 地址（F_source_address、F_destination_address）。

在 *HW Config* 中，F_destination_address 以二进制形式显示在故障安全模块对象属性的“DIP 开关设置”参数中。您必须从参数分配对话框中获取此 PROFIsafe 地址，并使用地址开关在故障安全模块上设置该地址。

您可以在 *HW Config* 中更改已组态的 F_destination_address。但是，为避免寻址错误，我们建议您使用自动分配的 F_destination_address。

用于设置 PROFIsafe 地址的地址开关

电子模块上有一个地址开关（10 针 DIP 开关）。您可在该地址开关上设置 F-Module 的 PROFIsafe 地址（F_destination_address）。

3.3 安装

注意

ET 200pro 中的故障安全模块仅可以在安全模式下使用。

设置地址开关

安装 F-Module 之前，请确保正确设置地址开关。

允许 PROFIsafe 地址为 1 至 1022。下图图示了地址开关设置的一个实例。

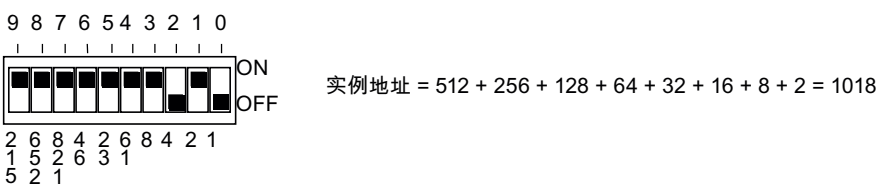


图 3-1 设置地址开关（DIP 开关）的实例

地址分配规则



警告

分配地址时，请遵守以下规则：

- 确保模块上的地址开关设置与 *STEP 7 HW Config* 中的 PROFIsafe 地址匹配。
- F-I/O 地址开关的开关设置（也就是其 PROFIsafe 目标地址），在网络范围* 和站范围**（系统范围）内必须是唯一的。在一个系统中，最多可以分配 1,022 个 PROFIsafe 目标地址，即可以使用 PROFIsafe 最多对 1022 个 F-I/O 进行寻址。

*: 网络由一个或多个子网组成。“网络范围”意味着跨越子网边界。

**：“站范围”表示 *HW Config* 中的一个站（例如一个 S7-300 站或一个 I 从站）。

3.3 安装

安装故障安全模块

故障安全电子模块和连接模块是 ET 200pro 模块范围的一部分。它们在 ET 200pro 中的按照方法与标准模块的安装方法相同。

有关模块安装的详细信息，请参考《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册。

接线



警告

为避免对人身和环境造成危险，任何情况下都不得忽略安全功能，也不能执行导致安全功能可能被忽略或确实被忽略的措施。制造商对此操作的后果或由于忽略此警告而导致的损坏不负责任。

概述

本章将介绍为故障安全模块接线所涉及的特定特性。通常可在《*ET 200pro 分布式 I/O 设备*》手册中找到有关为使用故障安全模块和使用标准模块的 ET 200pro 进行接线的适用信息。

4.1 用于故障安全模块的安全功能超低电压

4.1 用于故障安全模块的安全功能超低电压

安全功能超低电压



警告

必须使用安全功能超低电压运行故障安全模块。这意味着，这些模块在任何时候（即使在发生故障时）应用的电压不会超过最大电压 U_m 。以下要求适用于所有故障安全模块：

$$U_m < 60.0 \text{ V}$$

您可找到有关安全功能超低电压的更多信息，例如可以在适用的电源数据表中找到。

能够以任何形式提供电能的所有组件都必须满足此要求。

系统中使用的每个附加电路（24 V DC）必须具有安全功能超低电压。有关信息，请参考相关数据表或与制造商联系。

另请注意，使用外部电源的传感器和执行器可以连接到 **F-Module**。在此情况下，请注意安全功能超低电压提供的电源电压。24 V DC 数字模块的过程信号不得超过故障电压 U_m （即使在发生故障时）。



警告

所有电源，例如内部 24 V DC 负载电压电源、外部 24 V DC 负载电压电源和 5 V DC 总线电压，必须进行外部电连接。这可防止个别电源的电压增加而可能导致超过故障电压 U_m 的个别电源的电压增加（即使在存在电位差时）。

请确保电缆有足够大的横截面进行电连接，并符合 ET 200pro 组态准则（请参阅《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册）。

符合 NAMUR 建议的电源要求

注意

要符合 NAMUR 建议的 NE 21、IEC 61131-2 和 EN 298，只能使用至少可失电跨越 **20 ms** 的电源组或电源（230 V AC --> 24 V DC）。有关 PS 组件的最新信息，可在以下 Internet 地址找到：

<https://mall.ad.siemens.com>

这些要求也适用于不属于 ET 200pro 或 S7-300/400 设计的电源组或电源。

4.2 为故障安全模块接线

与 ET200pro 的接线步骤相同

故障安全电子模块和连接模块是 ET 200pro 模块范围的一部分。在 ET 200pro 中，其接线方法与标准模块的接线方法相同。

有关为模块接线的详细信息，请参考《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册。



警告

分配 F-DI 模块信号时，请记住，信号仅在以下情况下应在电缆内和非金属铠装电缆内传输：

- 信号中的短路不掩盖严重的安全危险。
 - 信号由该 F-DI 模块的不同传感器电源提供。
-

适用的装配导轨

只能使用 ET 200pro 的机架来安装使用故障安全模块的 ET 200pro（请参阅《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册）。

连接模块的端子分配

连接模块的端子分配取决于插入的电子模块。

4.3 插入和卸下故障安全连接模块和电子模块

参见

8/16 F-DI DC24V PROFI-safe 电子模块的方框图 (页 58)

为 8/16 F-DI 电子模块的输入接线 (页 62)

使用实例 1: 安全模式 SIL2/类别 3 (页 64)

使用实例 2: 安全模式 SIL3/类别 3 (页 67)

使用实例 3: 安全模式 SIL3/类别 4 (页 78)

为 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFI-safe 电子模块的输入接线 (页 98)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFI-safe 电子模块的输出接线 (页 99)

4.3 插入和卸下故障安全连接模块和电子模块

插入和卸下模块

在 ET 200pro 中插入和卸下故障安全模块的方法与插入和卸下标准模块的方法相同。

运行期间插入和卸下模块

在运行期间卸下和插入 ET 200pro 中 F-Module 的方法与卸下和插入标准模块的方法完全相同。

请按照《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册中『维护和服务』一章中的说明进行操作。

注意

请注意，在运行期间更换 ET 200pro 中的故障安全模块会导致 F-CPU 中发生通讯错误。

您必须在安全程序中确认通讯错误（有关发生通讯错误后 F-System 的特性、故障安全值输出和用户确认的信息，请参考《S7 Distributed Safety 组态和编程》手册）。

如果未确认通讯错误，F-DO 模块的用户数据将保持钝化状态（在“0”处输出）。

请记住要设置 PROFI-safe 地址

更换 F-Module 时，请确保电子模块上的地址开关设置（DIP 开关）相同。

参见

PROFI-safe 地址的分配 (页 21)

4.4 传感器和执行器的要求

传感器和执行器的常规要求

请注意以下有关传感器和执行器的安全相关使用的重要信息：



警告

传感器和执行器的使用不在我们的影响范围内。我们在电子器件中配有安全工程功能，能以 **85%** 的最大可能性保证您的传感器和执行器不会发生危险故障（这对应于安全工程中传感设备、起动设备和用于输入、处理、输出的电子电路之间建议的负载共享）。

因此请注意，使用带有传感器和执行器的仪器要承担很大的**安全责任**。另请注意，传感器和执行器的寿命通常不会达到 IEC 61508 中定义的检验间隔（没有重大安全损耗时，间隔 10 年）。

发生危险故障的可能性和安全功能发生危险故障的几率必须符合基于 SIL 的上限。您可在 **F-Module** 的技术规范中的“故障安全性能特性”下找到 **F-Module** 已达到的值的列表。要达到 SIL3（类别 4），需要使用相应的合格传感器。

对传感器信号持续时间的要求



警告

请注意对传感器信号的以下要求：

- 要保证 **F-DI/F-DO** 模块输入可精确检测传感器信号，您必须确保传感器信号具有一定的最小持续时间。
- 为了可靠地检测脉冲，两次信号变化（脉冲宽度）之间的时间间隔必须大于 **PROFIsafe** 监视时间。

由 **F-DI/F-DO** 模块输入进行可靠检测

下表列出了 **F-DI** 模块的传感器信号的最小持续时间。最小持续时间取决于 **STEP 7** 中短路测试和输入延迟的参数设置。

表格 4-1 可使 **F-DI** 模块正确检测的传感器信号最小持续时间

电子模块	短路测试参数	分配的输入延迟		
		0.5 ms	3 ms	15 ms
8/16 F-DI	取消激活	10 ms	13 ms	25 ms
	激活	10 ms	18 ms	56 ms
4/8 F-DI/4 F-DO	取消激活	11 ms	13 ms	25 ms
	激活	11 ms	20 ms	57 ms

4.4 传感器和执行器的要求

由 F-CPU 中的安全程序进行可靠检测

有关在安全程序中正确检测传感器信号的次数的信息，请参考《SIMATIC S7 中的安全工程》系统说明中的“故障安全模块”。

对于执行器的附加要求

故障安全输出模块以固定间隔测试输出。因此，F-Module 将暂时关闭激活的输出。测试脉冲的持续时间如下：

- 关闭期 < 1 ms

在测试期间，快动作执行器可以暂时关闭。如果过程不容许这样做，则必须使用可充分延迟（> 1 ms）的执行器。



警告

如果执行器在大于 24 V DC（例如 230 V DC）的电压下运行或执行器切换至更高的电压，则必须确保在故障安全输出模块的输出和输送更高电压的组件之间安全隔离（根据

EN 50178）。

对于继电器和接触器通常如此。对于半导体开关设备，必须特别注意此项要求。

参见

PROFIsafe 地址的分配 (页 21)

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的技术规范 (页 85)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的技术规范 (页 104)

诊断

5.1 对故障的响应

安全状态（安全概念）

安全概念的基本原理是所有过程变量都存在安全状态。例如，对于数字 **F-Module**，安全状态为值“0”。该原理适用于传感器和执行器。

对故障和 **F-System** 启动的响应

在以下情况下，安全功能要求使用故障安全值（安全状态）代替过程数据（故障安全模块的钝化）：

- 当 **F-System** 启动时
- **F-CPU** 和 **F-Module** 之间通过 **PROFIsafe** 安全协议进行安全相关的通讯时发生错误（通讯错误）时
- **F-I/O** 或通道发生故障（例如断线、短路、误差错误）时

检测到的故障被写入到 **F-CPU** 的诊断缓冲区中，并传送给 **F-CPU** 中的安全程序。

F-Module 无法保持性地存储故障。如果系统断电然后重新启动，则系统启动时将再次检测到所有仍存在的故障。但是，您可选择在安全程序中保存故障。



警告

对于您在 **STEP 7** 中设置为“取消激活”的通道，如果发生通道故障，将不会触发诊断响应或错误处理，甚至在此类通道受通道组间接影响时也不会触发（“通道激活/取消激活”参数）。

5.1 对故障的响应

故障安全模块的故障安全值输出

如果是 **F-DI 模块**，则通道被钝化时，**F-System** 将为安全程序提供故障安全值以代替故障安全输入处未决的过程数据：

- 对于 **F-DI 模块**，这种情况下将始终使用故障安全值（0）。

如果是 **F-DO 模块**，则通道被钝化时，**F-System** 将把故障安全值（0）传送给故障安全输出以代替安全程序提供的输出值。输出通道将设置为零电流和零电压状态。这在 **F-CPU** 切换到 **STOP** 模式时也适用。不能分配故障安全值。

根据您使用的 **F-System** 和发生的故障类型（**F-I/O 故障**、**通道故障**或**通讯错误**），故障安全值将或者仅用于相关故障安全模块的相关通道或者用于其所有通道。

在 *S7 Distributed Safety* **F-System V5.3** 及以前的版本中，如果发生通道故障，则整个 **F-Module** 将被钝化（在 *S7 Distributed Safety* **V5.4** 及更高版本中，整个模块或选定的通道将被钝化）。

重新集成故障安全模块

故障安全值到过程数据的切换（重新集成 **F-Module**）将自动发生或在安全程序中执行用户确认后发生。如果发生通道故障，则可能需要卸下然后重新插入 **F-Module**。可以在“*8/16 F-DI DC24V PROFIsafe*”到“*4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe*”中的“*4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe* 电子模块的诊断消息、故障原因和校正操作”表中找到需要卸下和插入 **F-Module** 的故障的详细列表。

重新集成后：

- 如果是故障安全 **DI 模块**，则将故障安全输入处未决的过程数据提供给安全程序
- 如果是故障安全 **DO 模块**，则将安全程序中提供的输出值再次传送给故障安全输出。

有关钝化和重新集成的附加信息

有关钝化和重新集成 **F-I/O** 的附加信息，请参考《*S7 Distributed Safety 组态和编程*》手册。

发生通讯错误时 **F-DI 模块** 的特性

F-DI 模块对通讯错误的响应与对其它故障或错误的响应不同。

如果发生通讯错误，则仍在 **F-DI 模块**的输入处设置当前过程数据；通道不被钝化。当前过程数据将被发送到 **F-CPU**，并在 **F-CPU** 中钝化。

参见

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块属性 (页 56)

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断功能 (页 82)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的属性 (页 88)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断功能 (页 102)

5.2 错误诊断

诊断用途

诊断用于确定故障安全模块正在检测的信号是否没有错误。诊断信息将被分配给一个通道或整个 F-Module。

诊断功能对安全性要求不严格

没有对安全性要求严格的诊断功能（显示屏和消息）。因此，它们的执行方法与安全相关功能的执行方法不同，即它们不是内部测试的。

ET 200pro 中故障安全模块的诊断选项

以下诊断选项可用于故障安全模块：

- 模块前面板上的 LED 显示屏
- F-Module 的诊断功能

非可分配诊断功能

故障安全电子模块提供非可分配诊断功能。这意味着诊断始终处于激活状态并在 *STEP 7* 中由 F-Module 自动获得，发生故障时将被传递给 F-CPU。

可分配诊断功能

您可以分配（激活）特定诊断功能作为 *STEP 7* 中的参数：

- F-DI 模块的短路监视
- F-DO 模块的断线检测

5.2 错误诊断



警告

应根据应用场合激活或取消激活诊断功能。

使用 LED 显示屏进行诊断

每个故障安全连接模块均通过其通道 LED 和 SF LED（组故障 LED）指示故障。

F-Module 触发诊断功能后，通道 LED 和 SF LED 将立即变为红色。消除所有故障后，LED 将熄灭。

发生模块故障后，SF LED 将闪烁，直到您对钝化执行了确认为止。

从站诊断

从站诊断符合 IEC 61784-1:2002 ED1 CP 3/1 或 CP 3/3。故障安全电子模块支持从站诊断的方式与 ET 200pro 标准模块的支持方式完全相同。

有关 ET 200pro 和故障安全模块从站诊断的通用结构的信息，请参考《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册。以下将显示故障安全模块通道特定诊断的补充说明。

通道特定的诊断

使用 ET 200pro 时，从字节 19 开始，每个通道特定的诊断可使用 3 个字节。每个分布式 I/O 设备最多可有 10 个通道特定的诊断消息。故障安全模块的通道特定诊断构造如下：

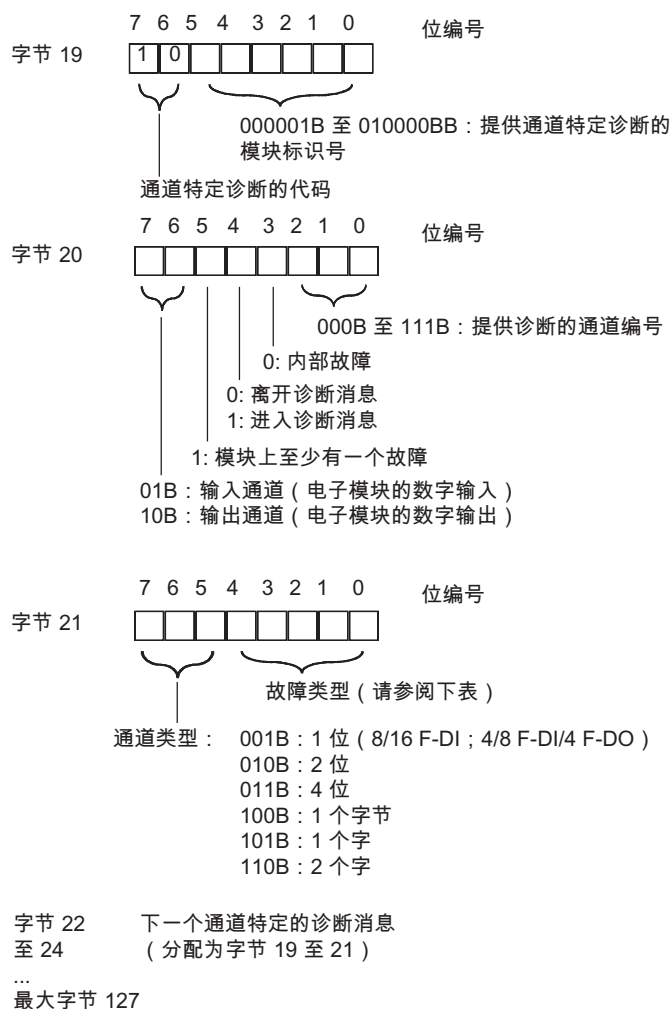


图 5-1 通道特定诊断的结构

注意

通道特定的诊断始终更新为诊断帧中的当前诊断功能。随后并不删除旧诊断功能。

解决方法：在 STEP 7 中使用 SFC 13 的 RET_VAL 参数评估诊断帧的当前有效长度。

5.2 错误诊断

故障安全模块的可能故障类型

下表列出了通道特定诊断的故障类型。 可在 *STEP 7* 中通过 *HW Diagnostics* 获得详细诊断信息。

表格 5-1 通道特定诊断的故障类型

故障类型		STEP 7 中的诊断功能	F-Module	F-Module 的特殊含义
00001 _B	1 _D	短路	全部	未连接的传感器电缆上的 L+ 短路 L+ 传感器电源短路 接地短路或传感器电源故障 读取电路/测试电路中的内部故障
			4/8 F-DI/4 F-DO	P 输出驱动程序故障 L+ 或输出驱动程序的输出短路 M 输出驱动程序故障 M 或输出驱动程序的输出短路
00100 _B	4 _D	过载	4/8 F-DI/4 F-DO	输出驱动程序过流
00101 _B	5 _D	过热	全部	-
00110 _B	6 _D	断路	4/8 F-DI/4 F-DO	断线
01001 _B	9 _D	故障	全部	RAM 错误 EPROM 错误 处理器故障（预期 DIP 切换值/实际 DIP 切换值） 读取电路/测试电路中的内部故障
10000 _B	16 _D	参数分配错误	全部	参数分配错误
10001 _B	17 _D	传感器失电或负载失电	全部	模块内部电源电压
			4/8 F-DI/4 F-DO	负载电压故障或未连接
10011 _B	19 _D	通讯错误	全部	数据消息帧中的循环冗余校验（CRC）错误 超出了数据消息帧的监视时间
11001 _B	25 _D	安全相关的关闭	全部	误差错误
			4/8 F-DI/4 F-DO	切换频率过高

发生模块故障时 F-Module 的特性

如果 F-Module 中的致命内部故障导致

F-Module 发生故障，则会发生以下事件：

- 至背板总线的连接被中断并且故障安全输入和输出被钝化。
- F-Module 不进行诊断，并且将发出标准“模块故障”诊断消息。
- 相关 F-Module 的 SF LED 将亮起。

有关诊断功能的特定信息

在“8/16 F-DI DC24V PROFIsafe”到“4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe”中介绍了所有特定模块诊断功能、可能原因和校正操作。

在这些章节中还介绍了由每个 F-Module 前面板上的 LED 指示的状态和诊断功能。

读出诊断功能

可在 *STEP 7* 的模块诊断中显示故障原因（请参阅 *STEP 7 在线帮助*）。

您可在标准用户程序中通过 **SFC 13** 读出诊断功能（从站诊断）（请参阅《系统功能和标准功能》参考手册）。

参见

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断功能 (页 82)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断功能 (页 102)

5.2 错误诊断

常规技术规范

概述

本章将介绍以下有关故障安全模块的信息：

- 有关最重要的标准和认证的信息
- 有关常规技术规范的信息

常规技术规范

常规技术规范包括故障安全模块用在 ET 200pro 中时满足的标准和测试值，以及用于测试故障安全模块的条件。还包括故障安全模块的传输和存储要求，以及规定的环境条件。

6.1 标准和认证

CE 认证



ET 200pro 故障安全模块满足下列 EC 指令的要求和保护目标，并遵守欧盟官方公报刊载的用于可编程逻辑控制器的欧洲统一标准（EN）：

- 73/23/EEC“在固定电压范围内使用的电气设备”（低电压指令）
- 89/336/EEC“电磁兼容性”（EMC 指令）

欧盟符合性声明可通过以下责任机构获得：

Siemens Aktiengesellschaft

Automation and Drives

A&D AS RD ST Type Test

P.O. Box 1963

D-92209 Amberg

Federal Republic of Germany

6.1 标准和认证

UL/CSA 认证



Underwriters Laboratories Inc., 符合

- UL 508（工业控制设备）
- CSA C22.2 No. 142（过程控制设备）

注意

特定模块的铭牌上指示了当前的有效认证。

澳大利亚认证标记



ET 200pro 的故障安全模块符合 AS/NZS 2064（类别 A）的要求。

IEC 61131

ET 200pro 的故障安全模块符合 IEC 61131-2 的要求和条件（可编程控制器 — 第 2 部分：设备要求和测试）。

PROFIBUS/工业以太网标准

ET 200pro 分布式 I/O 设备基于 IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 和 CP 3/3 标准。

海运类型认证

符合以下船级社

ABS（美国船级社）

BV（法国船级社）

DNV（挪威船级社）

GL（德国劳式船级社）

LRS（英国劳氏船级社）

Class NK（日本船级社）

在工业环境中使用

SIMATIC 产品专门用于在工业环境中使用。

应用领域	要求	
	发射的干扰	抗干扰性
工业	EN 50081-2: 1993	EN 50082-2: 1995

在住宅区使用

如果在住宅区使用 ET 200pro，必须确保限制等级 B 符合有关无线电干扰发射的 EN 55011 规定。

用于达到限制等级 B 无线电干扰级别的适当措施：

- 将 ET 200pro 安装在接地的开关柜/控制盒中
- 在电源线中使用过滤器

6.1 标准和认证

TUEV 认证和标准

故障安全模块符合以下标准。关于当前版本的标准，请参考 TUEV 认证附带的报告。

标准/指令	标识
功能安全的标准/指令	IEC 61508-1 至 7
	prEN 50159-1 和 2
过程工程的标准/指令	VDI/VDE 2180-1 至 5
	NE 31
	ISA S 84.01
标准/指令机器安全	IEC 62061
	98/37/EC
	EN 60204-1
	EN/ISO 954-1/13849-1
	prEN 954-2
燃烧器管理系统的标准/指令	DIN VDE 0116, 条款 8.7
	prEN 50156-1
	EN 230, 条款 7.3
	EN 298, 条款 7.3、8、9 和 10
	DIN V ENV 1954 (停止到位)
其它标准/准则	DIN VDE 0110-1
	DIN VDE 0160
	93/68/EEC
	92/31/EEC 和 93/68/EEC
	DIN EN 55011 (停止到位)
	EN 50081-2 (停止到位)
	EN 61000-6-2
	DIN EN 61131-2

请求 TUEV 认证

可在以下地址请求 TUEV 认证和随附报告的副本：

Siemens Aktiengesellschaft
Automation and Drives
A&D AS RD ST Type Test
P.O. Box 1963
D-92209 Amberg
Federal Republic of Germany

6.2 电磁兼容性

引言

本章将介绍有关故障安全模块的抗干扰性的信息和 RFI 抑制的信息。

EMC 的定义

电磁兼容性是指电气设备不干扰其电磁环境并在其中完好运转的能力。

例如，故障安全模块满足欧盟的 EMC 法律的要求。这要求 ET 200pro 分布式 I/O 设备满足有关电气安装的规范和指令。

脉冲状干扰

下表显示了故障安全模块对于脉冲状干扰的电磁兼容性。

脉冲状干扰	测试方式	严重等级
符合 IEC 61000-4-2 (DIN VDE 0843 第 2 部分) 规定的静电放电	8 kV 6 kV (强制安装开关柜) 4 kV (未安装开关柜)	3 (空气放电) 3 (接触放电)
符合 IEC 61000-4-4 (DIN VDE 0843 第 4 部分) 规定的突发脉冲 (快速瞬时干扰)	2 kV (电源线) 2 kV (信号线)	3 4
符合 IEC 61000-4-5 (DIN VDE 0839 第 10 部分) 规定的浪涌 严重等级 2 和 3 需要外部保护电路 (请参阅下面的详细介绍)。		2 3 2 3
非对称连接	1 kV (电源线) 1 kV (信号线/数据线)	
对称连接	2 kV (电源线)	
	0.5 kV (电源线)	
	0.5 kV (信号线/数据线)	
	1 kV (电源线)	
	1 kV (信号线/数据线)	

6.2 电磁兼容性

防止具有故障安全模块的 ET 200pro 过电压

如果设备需要过电压保护，我们建议您在端子模块的负载电压电源和负载电压输入之间使用外部保护电路（浪涌过滤器），以确保具有故障安全模块的 ET 200pro 的抗浪涌性。

注意

避雷措施始终要求对整个系统进行逐项检查。但只有当所在的整个建筑环境能实现过电压保护时，才能实现真正完全的过电压保护。特别是，这需要在建筑设计阶段采用相应的结构措施。

因此，我们建议您联系 **Siemens** 代理商或专业从事避雷的公司，以获得有关过电压保护的详细信息。

下图显示了使用 ET 200pro F-Module 和标准模块进行组态的实例。

也可以使用更少的电源。但必须确保由一个电源提供的模块的总电流不超过允许的限制。

有关标准模块的抗浪涌性的其它信息，请参阅《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册。

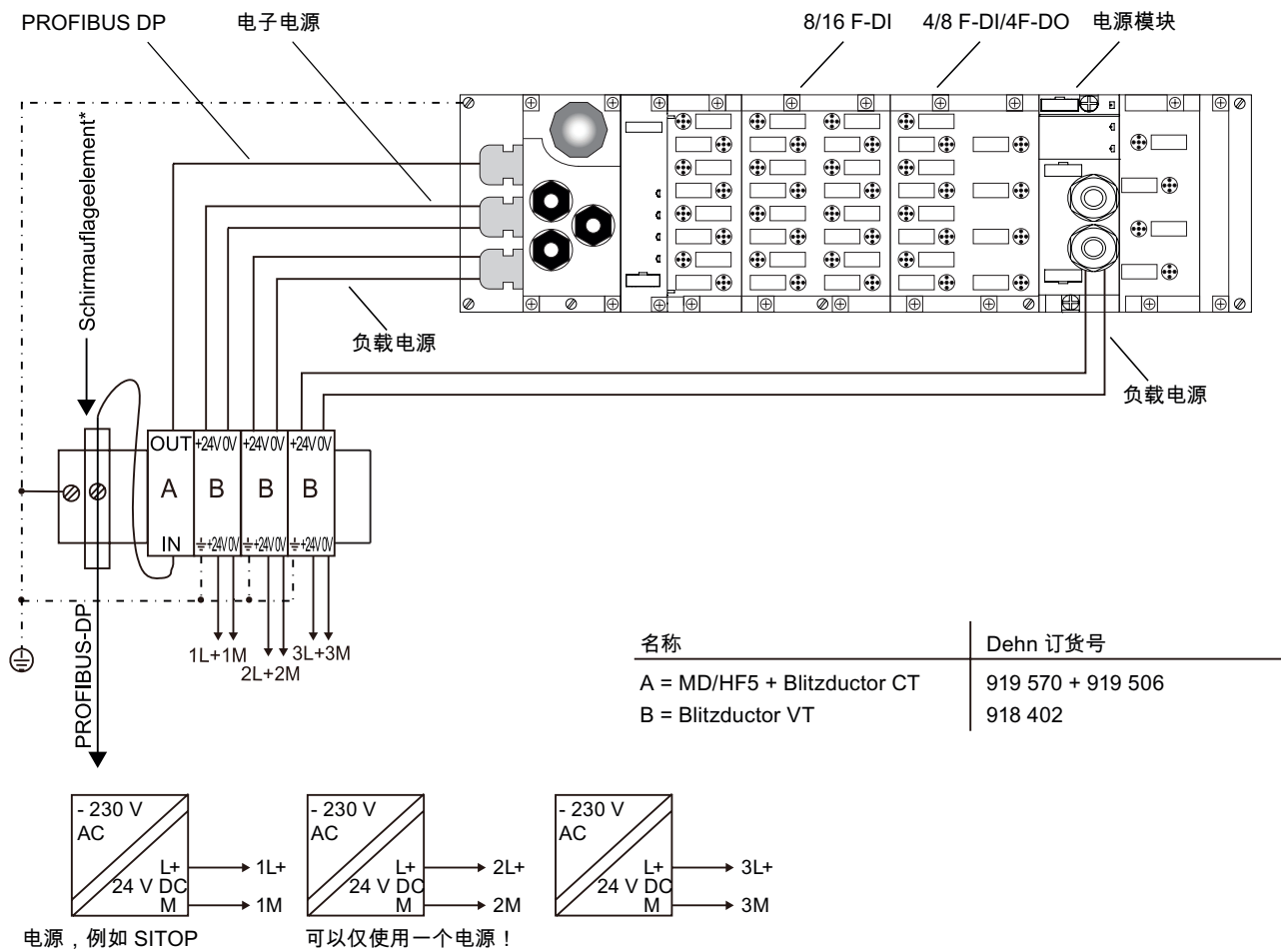


图 6-1 使用 ET 200pro 的 F-Module 和标准模块进行组态的实例

6.2 电磁兼容性

正弦干扰

设备的 RF 辐射符合 IEC 61000-4-3 规定：

- 电磁 RF 场，振幅调制：
80 到 2,000 MHz；10 V/m；80% AM（1 kHz）
- 电磁 RF 场，脉冲调制：
900 ± 5 MHz；10 V/m；50% ESD；200 Hz 重复速率
- GSM/ISM 场干扰，不同频率（EN 298：1998）：

系统	频率	测试强度	调制
GSM	890 - 915 MHz	20 V/m	脉冲调制 200 Hz
GSM	1710 - 1785 MHz	20 V/m	脉冲调制 200 Hz
GSM	1,890 MHz	20 V/m	脉冲调制 200 Hz
ISM	433.05 - 434.79 MHz	20 V/m	AM, 80%, 1 kHz
ISM	83.996 - 84.004 MHz	20 V/m	AM, 80%, 1 kHz
ISM	167.992 - 168.008 MHz	20 V/m	AM, 80%, 1 kHz
ISM	886,000 - 906,000 MHz	20 V/m	AM, 80%, 1 kHz

- 连接到信号线和数据线等的 RF，符合 IEC 61000-4-6 规定，高频率，非对称，振幅调制：
0.15 到 80 MHz；10 V rms、未调制；80% AM（1 kHz）；150 Ω 源阻抗
- ISM 场干扰，不同频率（EN 298：1998）：

系统	频率	测试强度	调制
ISM	6.765 - 6.795 MHz	20 V	AM, 80%, 1 kHz
ISM	13.553 - 13.567 MHz	20 V	AM, 80%, 1 kHz
ISM	26.957 - 27.283 MHz	20 V	AM, 80%, 1 kHz
ISM	40.66 - 40.70 MHz	20 V	AM, 80%, 1 kHz
ISM	3.370 - 3.410 MHz	20 V	AM, 80%, 1 kHz
ISM	13.533 - 13.533 MHz	20 V	AM, 80%, 1 kHz
ISM	13.567 - 13.587 MHz	20 V	AM, 80%, 1 kHz

- 符合 DIN IEC 61326-3 规定的其它特殊频率

系统	频率	测试强度	调制
多种移动和短程设备 (SRD)	137 - 174 MHz	20 V/m	AM, 80%, 1 kHz
业余	430-470	20 V/m	AM, 80%, 1 kHz
ISM, 仅区域 2	902-928	20 V/m	AM, 80%, 1 kHz
GSM	925-960	20 V/m	脉冲调制 200 Hz
GSM	1805-1880	20 V/m	脉冲调制 200 Hz
UMTS	1900-2025	20 V/m	脉冲调制 200 Hz
UMTS	2110-2200	3 V/m	脉冲调制 200 Hz
ISM	2400-2500	3 V/m	AM, 80%, 1 kHz
UMTS	2500-2690	3 V/m	脉冲调制 200 Hz

发射无线电干扰

电磁场发射的干扰符合 EN 55011 规定：限制等级 A，组 1（测量距离为 10 m）

频率	发射的干扰
在 30 MHz 和 230 MHz 之间	< 40 dB (μV/m) Q
在 230 MHz 和 1,000 MHz 之间	< 47 dB (μV/m) Q

通过交流输入电源发射的干扰符合 EN 55011 规定：限制等级 A，组 1

频率	发射的干扰
在 0.15 MHz 和 0.5 MHz 之间	< 79 dB (μV) Q, < 66 dB (μV) M
在 0.5 MHz 和 5 MHz 之间	< 73 dB (μV) Q, < 60 dB (μV) M
在 5 MHz 和 30 MHz 之间	< 73 dB (μV) Q, < 60 dB (μV) M

6.3 运输条件和存储条件

6.3 运输条件和存储条件

故障安全模块的要求

故障安全模块超出了 IEC 61131 第 2 部分中定义的对运输条件和存储条件的要求。以下规范适用于采用原包装进行运输和存储的故障安全模块。

条件类型	允许范围
自由落体	$\leq 1 \text{ m}$
温度	-40°C 到 +70°C
温度变化	20 K/h
气压	1,080 hPa 到 660 hPa (相当于海拔 -1,000 m 到 3,500 m)
相对湿度	5% 到 95%，无结露

6.4 机械环境条件和气候环境条件

气候环境条件

适用于以下气候环境条件：

环境条件	应用领域	注释
温度	-25°C 到 55°C	所有安装位置
温度变化	10 K/h	
相对湿度	5% 到最大 100%	结露
气压	1080 hPa 到 795 hPa	相当于海拔 -1000 m 到 2000 m
污染物浓度	SO ₂ : < 0.5 ppm; 相对湿度 < 60%，无结露 H ₂ S: < 0.1 ppm; 相对湿度 < 60%，无结露	测试: 10 ppm; 4 天 1 ppm; 4 天

机械环境条件

下表中以正弦振动形式介绍了对机械环境条件的要求。

频率范围	常量	间歇性
$5 \leq f \leq 8 \text{ Hz}$	0.35 mm 振幅	0.75 mm 振幅
$8 \leq f \leq 150 \text{ Hz}$	5 g 恒定加速度	10 g 恒定加速度

测试机械环境条件

下表提供了有关机械环境条件测试的类型和范围的信息。

条件	测试标准	端子模块和电子模块
振动	振动，测试符合 IEC 60068-2-6 规定	振动类型：扫描率为 1 倍频程/分的频率扫描。 $5 \text{ Hz} \leq f \leq 8 \text{ Hz}$ ，等幅 0.75 mm $8 \text{ Hz} \leq f \leq 150 \text{ Hz}$ ，10 g 恒定加速度 振动持续时间：在 3 个垂直的坐标轴上各进行 10 次频率扫描
冲击	冲击，测试符合 IEC 60068-2-27 规定	冲击类型：半正弦 冲击力：峰值为 30 g，持续 18 ms 冲击方向：沿 3 个垂直坐标轴的 +/- 方向各进行 3 次冲击
反复冲击	冲击，测试符合 IEC 60068-2-27 规定	冲击类型：半正弦 冲击力：峰值为 25 g，持续 6 ms 冲击方向：沿 3 个垂直坐标轴的 +/- 方向各进行 1000 次冲击

振动减小

如果故障安全模块服从于较大的冲击或振动，则必须采取相应的措施减小加速度和振幅。

我们建议您将 ET 200pro 安装在减震材料（例如，橡胶金属减振器）上。

6.5 绝缘测试、安全等级、保护等级和额定电压规范

6.5 绝缘测试、安全等级、保护等级和额定电压规范

测试电压

通过在以下测试电压下进行类型测试，证明绝缘强度符合 IEC 61131-2 规定：

相对于其它电路或接地，额定电压为 U_0 的电路	测试电压
$\leq 50V$	500 V DC
$\leq 150V$	2,500 V DC
$\leq 250V$	4,000 V DC

符合 IEC 61131 规定的污染等级/过电压类别

- 污染等级 2
- 过电压类别
 - 在 $U_r = 24\text{ V DC}$ 时：II

保护等级 IP65

符合 IEC 529 规定的保护等级

- 可防止灰尘进入，并提供全方位保护以防身体接触
- 喷嘴从任意方向喷向外壳的水流应不足以造成损害。

保护等级 IP66 和 IP67

符合 IEC 529 规定的保护等级

- 可防止灰尘进入，并提供全方位保护以防身体接触
- IP66：巨浪或高压喷射水流进入外壳的水量应不足以造成损害
- IP67：当外壳在一定压力下浸入水中一定时间时，可防水（进入外壳的水量必须不足以造成损害）

额定工作电压

ET 200pro 分布式 I/O 设备在以下额定电压和相应容差下工作。

额定电压	容差范围
24 V DC	20.4 V DC 到 28.8 V DC

故障安全连接模块

7.1 EM 8/16 F-DI DC24V PROFI-safe 的 CM IO 16xM12 故障安全连接模块

订货号

6ES7 194-4DD00-0AA0

属性

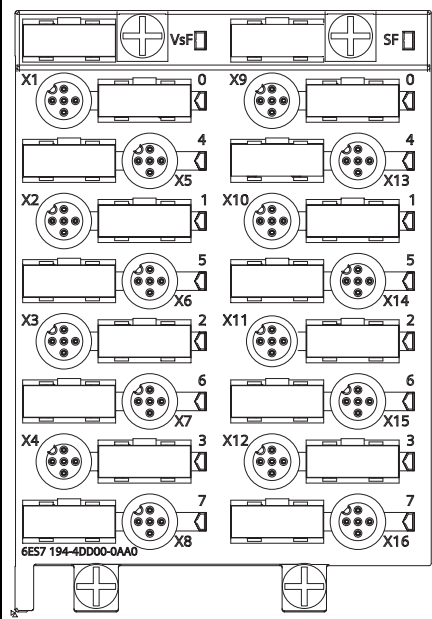
CM IO 16 x M12 连接模块有以下属性：

- 可插入电子模块中并用螺丝拧紧
- 16 M12 圆形插座连接器
- 16 个标签和 1 个模块标签

7.1 EM 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 的 CM IO 16xM12 故障安全连接模块

端子分配

端子分配取决于使用的电子模块。

视图	端子	标识
	X1	1. M12 圆形插座连接器
	X2	2. M12 圆形插座连接器
	X3	3. M12 圆形插座连接器
	X4	4. M12 圆形插座连接器
	X5	5. M12 圆形插座连接器
	X6	6. M12 圆形插座连接器
	X7	7. M12 圆形插座连接器
	X8	8. M12 圆形插座连接器
	X9	9. M12 圆形插座连接器
	X10	10. M12 圆形插座连接器
	X11	11. M12 圆形插座连接器
	X12	12. M12 圆形插座连接器
	X13	13. M12 圆形插座连接器
	X14	14. M12 圆形插座连接器
	X15	15. M12 圆形插座连接器
	X16	16. M12 圆形插座连接器

方框图

下图显示了 CM IO 16 x M12 连接模块的方框图。

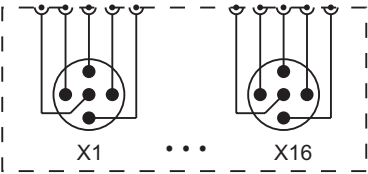


图 7-1 CM IO 16 x M12 连接模块的方框图

技术规范

尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	90 x 130 x 39
重量	505 g

参见

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块属性 (页 56)

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的方框图 (页 58)

7.2 EM 4/8 F-DI/4-DO DC24V/2A PROFIsafe 的 CM IO 12xM12 故障安全连接模块

订货号

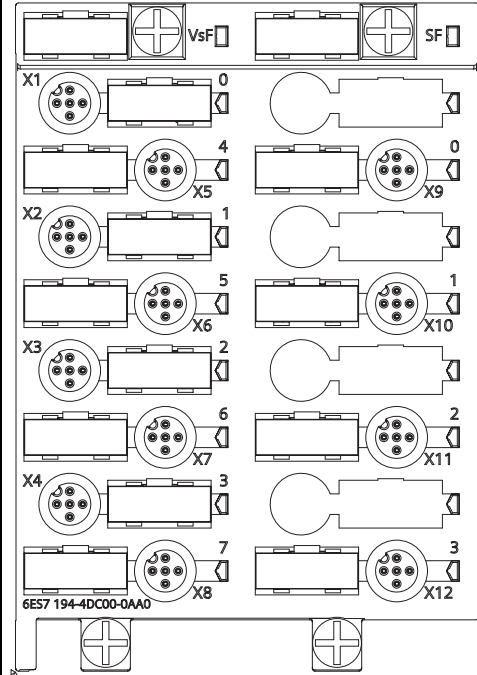
6ES7 194-4DC00-0AA0

属性

- CM IO 12 x M12 连接模块有以下属性：
- 可插入电子模块中并用螺丝拧紧
 - 12 M12 圆形插座连接器
 - 12 个标签和 1 个模块标签

端子分配

端子分配取决于使用的电子模块。

视图	端子	标识
	X1	1. M12 圆形插座连接器
	X2	2. M12 圆形插座连接器
	X3	3. M12 圆形插座连接器
	X4	4. M12 圆形插座连接器
	X5	5. M12 圆形插座连接器
	X6	6. M12 圆形插座连接器
	X7	7. M12 圆形插座连接器
	X8	8. M12 圆形插座连接器
	X9	9. M12 圆形插座连接器
	X10	10. M12 圆形插座连接器
	X11	11. M12 圆形插座连接器
	X12	12. M12 圆形插座连接器

方框图

下图显示了 CM IO 12 x M12 连接模块的方框图。

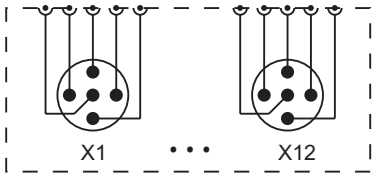


图 7-2 CM IO 12 x M12 连接模块的方框图

技术规范

尺寸和重量	
尺寸 W x H x D (mm)	90 x 130 x 39
重量	18.70 oz

参见

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的属性 (页 88)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的方框图 (页 92)

7.2 EM 4/8 F-DI/4-DO DC24V/2A PROFIsafe 的 CM IO 12xM12 故障安全连接模块

故障安全电子模块

概述

故障安全数字模块可用于将数字传感器或编码器和执行器或负载连接到 ET 200pro。本章将提供每个故障安全模块的以下信息：

- 属性和特定特性
- 正视图、连接模块的端子分配和方框图
- 接线图和可分配的参数
- 诊断功能，包括校正操作
- 技术规范



警告

技术规范中故障安全性能特性适用于 10 年的检验间隔和平均 100 小时的维修时间。

可应用的电子模块和连接模块的说明

《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册中介绍了可应用的标准电子模块和标准连接模块。

8.1 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 数字电子模块

8.1.1 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块属性

订货号

6ES7148-4FA00-0AB0

属性

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块有以下属性：

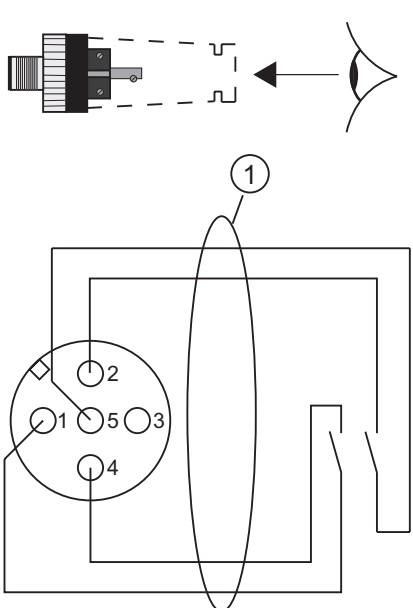
- 16 个输入（SIL2/类别 3）或 8 个输入（SIL3/类别 3 或类别 4）
- 24 V DC 额定输入电压
- 适用于开关和 3 或 4 线制邻近开关（BERO）
- 四个输入中每个均有四个防短路传感器电源
- 可用外部传感器电源
- 组故障显示（SF；红色 LED）
- 每个传感器电源（Vs1F 到 Vs4F）的故障 LED 均映射到 VsF LED 和关联的通道。
- 每个输入的状态和故障 LED（绿/红两色 LED）
- 可分配诊断
- 仅可在安全模式下操作

8.1.2 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的端子分配

CM IO 16 × M12 连接模块的端子分配

下表显示了 CM IO 16 × M12 连接模块上的 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的端子分配。插座 X1 至 X4 和 X9 至 X12 分配了两次。这使您能用一根连接电缆执行 1oo2 评估，例如连接器 X1 上的通道 0 和 4。在屏蔽上进行功能接地（FG）。

表格 8-1 CM IO 16 x M12 连接模块上的 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 的端子分配

圆形连接器视图	端子	X1 至 X16 的分配	
	1	连接器 X1 至 X4: 24 V 传感器电源 1 (Vs1) ² 连接器 X5 至 X8: 24 V 传感器电源 2 (Vs2) ² 连接器 X9 至 X12: 24 V 传感器电源 3 (Vs3) ² 连接器 X13 至 X16: 24 V 传感器电源 4 (Vs4) ²	
	2	输入信号: 连接器 X1: 通道 4 ³ 连接器 X2: 通道 5 ³ 连接器 X3: 通道 6 ³ 连接器 X4: 通道 7 ³ 连接器 X5: 未分配 连接器 X6: 未分配 连接器 X7: 未分配 连接器 X8: 未分配	连接器 X9: 通道 12 ³ 连接器 X10: 通道 13 ³ 连接器 X11: 通道 14 ³ 连接器 X12: 通道 15 ³ 连接器 X13: 未分配 连接器 X14: 未分配 连接器 X15: 未分配 连接器 X16: 未分配
	3	传感器电源接地 (1M)	
	4	输入信号: 连接器 X1: 通道 0 连接器 X2: 通道 1 连接器 X3: 通道 2 连接器 X4: 通道 3 连接器 X5: 通道 4 连接器 X6: 通道 5 连接器 X7: 通道 6 连接器 X8: 通道 7	连接器 X9: 通道 8 连接器 X10: 通道 9 连接器 X11: 通道 10 连接器 X12: 通道 11 连接器 X13: 通道 12 连接器 X14: 通道 13 连接器 X15: 通道 14 连接器 X16: 通道 15
	5	连接器 X1 至 X4: 24 V 传感器电源 2 (Vs2) ³ 连接器 X5 至 X8: 未分配 连接器 X9 至 X12: 24 V 传感器电源 4 (Vs4) ³ 连接器 X13 至 X16: 未分配	

13、4 或 5 芯铜制电缆

2通过 ET 200pro 获得连接的传感器

3 仅在通过一根连接电缆进行 1oo2 评估时相关

8.1.3 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的方框图

方框图

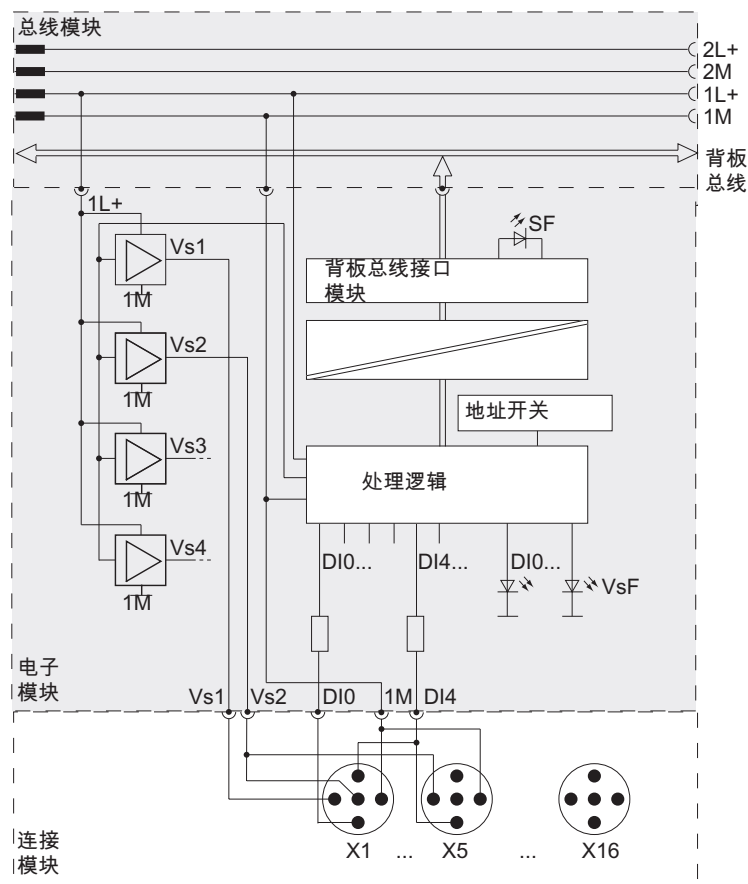


图 8-1 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的方框图

8.1.4 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的参数

STEP 7 中的参数

下表显示了可分配给 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的参数。

表格 8-2 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的参数

参数	范围	默认值	参数类型	有效范围
F-Parameter:				
F_destination_address	1 到 1,022	由 STEP 7 分配	静态	模块
F-Monitoring 时间	10 到 10,000 ms	150 ms	静态	模块
模块参数:				
输入延迟	0.5、3、15 ms	3 ms	静态	模块
短路测试	循环/禁用	循环	静态	模块
通道发生故障后的特性*	钝化整个模块/钝化通道	钝化整个模块	静态	模块
通道 n、n+4	启用/禁用	启用	静态	通道组
传感器评估	1oo2 评估/ 1oo1 评估	1oo2 评估	静态	通道组
传感器互连类型	单通道; 双通道对等; 双通道非对等	双通道对等	静态	通道组
误差特性	提供上一个有效值; 提供 0 值	提供上一个有效值	静态	通道组
误差时间	10 到 30000 ms	10 ms	静态	通道组
误差错误后重新集成	不需要 0 信号测试/需要 0 信号测试	不需要 0 信号测试	静态	通道组
* 仅当安装了 S7 Distributed Safety V5.4 或更高版本选件包时, 此设置才相关。				

短路测试参数

使用短路测试参数启用和禁用短路测试。短路测试仅用于不具备自有电源的简单开关。如果已启用短路测试, 则必须使用内部传感器电源 (请参阅 “8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的使用实例”)。

误差特性参数

在涉及的两个输入通道之间存在误差时（即在误差时间内）分配可供 F-CPU 中的安全程序使用的值，即“误差特性”。以下参数分配给误差特性：

- “提供上一个有效值”
- “提供 0 值”

要求

您已将参数分配给以下各项：

- 传感器评估：“1oo2 评估”和
- 传感器互连类型：“双通道对等”或“双通道非对等”

“提供上一个有效值”

检测到两个相关输入通道信号之间存在误差后，误差出现之前的上一个有效值（旧值）就立即在 F-CPU 的安全程序中变为可用。在误差消失或误差时间结束并检测到误差错误之前，将始终提供该值。传感器-执行器响应时间将延长相当于该时间的的时间。

因此，通过两个通道连接的传感器的误差时间必须设置为短响应时间以便快速响应。例如，对于时间要求严格的关闭，如果触发关闭的通过两个通道连接的传感器的误差时间为 500 ms，则将不起作用。在最坏的情况下，传感器-执行器响应时间将延长大约相当于误差时间的的时间。

- 因此，在过程中按此方式放置传感器以便将**误差最小化**。
- 然后选择**可能的最短**误差时间，此时间包括充足的缓冲时间以防止误脱扣误差错误。

“提供 0 值”

检测到两个相关输入通道信号之间存在误差后，F-CPU 中的安全程序就可使用值“0”。

如果已指定“提供 0 值”，则传感器-执行器响应时间将不受误差时间的影响。

误差时间参数

可以在此处指定每个通道对的误差时间。输入值将四舍五入为 10 ms 的整数倍。

要求

您已将参数分配给以下各项：

- 传感器评估：“1oo2 评估”和
- 传感器互连类型：“双通道对等”或“双通道非对等”

误差分析和误差时间

如果使用一个双通道传感器、一个非对等传感器或两个单通道传感器测量同一物理过程变量，则由于其排列准确性有限，各传感器的响应将会有时间延迟。

对等/非对等的误差分析和故障安全输入配合使用，根据具有相同功能的两个信号的计时来检测故障。检测到两个相关输入信号的电平不同时（检查非对等时：电平相同），将启动误差分析。将进行一项检查，以确定在指定的时间（称为误差时间）过后，差异（检查非对等时：匹配）是否消失。如果未消失，则存在误差错误。

在大多数情况下，误差时间已启动，但由于信号差异在短时间后消失，导致误差时间未完全结束。

您应当指定足够长的误差时间，以便在没有故障时，两个信号之间的差异（检查非对等时：信号一致）始终在误差时间结束前消失。

误差时间运行期间的特性

分配的误差时间在模块上进行内部运行时，相关输入通道将根据误差特性参数分配将上一个有效值或“0”提供给 F-CPU 中的安全程序。

误差时间结束后的特性

如果在分配的误差时间结束后输入信号不相同（检查非对等时：相同），例如由于传感器电缆上发生断线，则检测到误差错误并且在 F-I/O 模块的诊断缓冲区中生成指示故障通道的“误差错误”诊断消息。

误差错误后重新集成参数

该参数用于指定何时可以认为误差错误已消除，以及何时可以重新集成相关输入通道。可以分配：

- “需要 0 信号测试”或
- “需要 0 信号测试”

要求

您已将参数分配给以下各项：

- 传感器评估：“1oo2 评估”和
- 传感器互连类型：“双通道对等”或“双通道非对等”

“需要 0 信号测试”

如果已分配“需要 0 信号测试”，则只要在两个相关输入通道中再次出现 0 信号，就认为误差错误已消除。

如果使用非对等传感器，即将“传感器互连类型”设置为“双通道非对等”，则必须在提供所需信号的通道处再次出现 0 信号。

有关哪些 F-Module 通道提供所需信号的信息，请参考您使用的 F-Module 的手册。

“需要 0 信号测试”

如果已分配“不需要 0 信号测试”，则只要两个相关输入通道中的误差消失，就认为误差错误已消除。

SIMATIC S7 中不能使用“误差错误后重新集成”参数的 F-Module 也具有该特性。

8.1.5 为 8/16 F-DI 电子模块的输入接线

注意

以下关于接线选项和特定 *STEP 7* 参数（使用实例）的章节适用于 8/16 F-DI 和 4/8 F-DI/4 F-DO 的输入。

使用实例选择

下图提供的信息将帮助您选择对应于您的故障安全要求的使用实例。以下章节将说明如何为 F-Module 接线，并标识在 *STEP 7* 中必须为每个使用实例分配的参数。

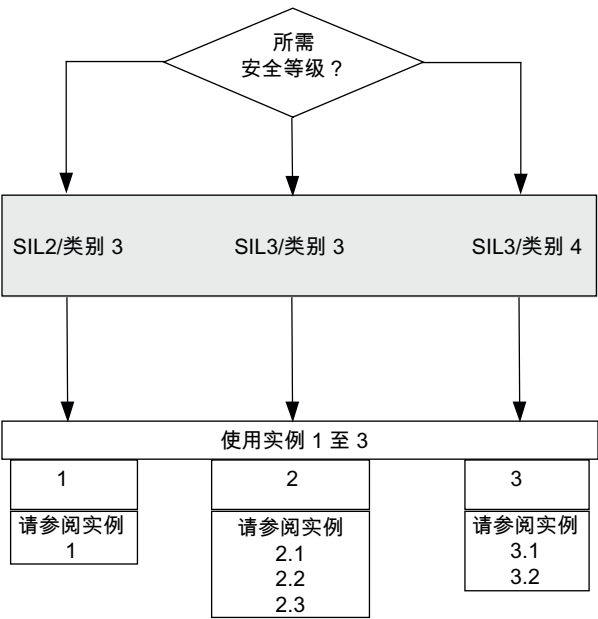


图 8-2 使用实例选择



警告

可达到的安全等级取决于传感器的质量和符合 IEC 61508 规定的检验间隔的大小。如果传感器的质量低于要求的安全等级中规定的质量，则传感器必须冗余安装且通过两个通道进行连接。

达到 SIL/类别的条件

下表说明了达到各自安全要求的条件。

表格 8-3 F-DI 模块：达到 SIL/类别的条件

使用实例	传感器	传感器评估	传感器电源	可达到的 SIL/类别
1	单通道	1oo1	内部，有短路测试	2/3
			内部，无短路测试	
			外部	
2.1	单通道	1oo2	内部，有短路测试	3/3
			内部，无短路测试	
			外部	
2.2	双通道对等	1oo2	内部，无短路测试	
			外部	
2.3	双通道非对等	1oo2	内部，无短路测试	
			外部	
3.1	双通道对等	1oo2	内部，有短路测试	3/4
3.2	双通道非对等			

注意

可以 SIL2/类别 3 和 SIL3/类别 3 或 4 同时操作 F-DI 模块的各种输入。您只需按照以下章节所示连接输入和分配参数。

8.1 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 数字电子模块

传感器要求

传感器使用的相关安全，请注意“传感器和执行器的要求”中的信息。

参见

- 使用实例 1：安全模式 SIL2/类别 3 (页 64)
- 使用实例 2：安全模式 SIL3/类别 3 (页 67)
- 使用实例 3：安全模式 SIL3/类别 4 (页 78)

8.1.6 使用实例 1：安全模式 SIL2/类别 3

传感器电源

传感器电源可在内部或外部提供。

表格 8-4 使用实例 1：将传感器电源分配给输入通道

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe
输入通道 DI 0 到 DI 3：传感器电源 Vs1	输入通道 DI 0 到 DI 3：传感器电源 Vs1
输入通道 DI 4 到 DI 7：传感器电源 Vs2	输入通道 DI 4 到 DI 7：传感器电源 Vs2
输入通道 DI 8 到 DI 11：传感器电源 Vs3	
输入通道 DI 12 到 DI 15：传感器电源 Vs4	

使用实例 1 的接线图 — 通过一个通道连接一个传感器

通过一个通道（1oo1 评估）为每个过程信号连接一个传感器。

在适当的连接模块中进行接线。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

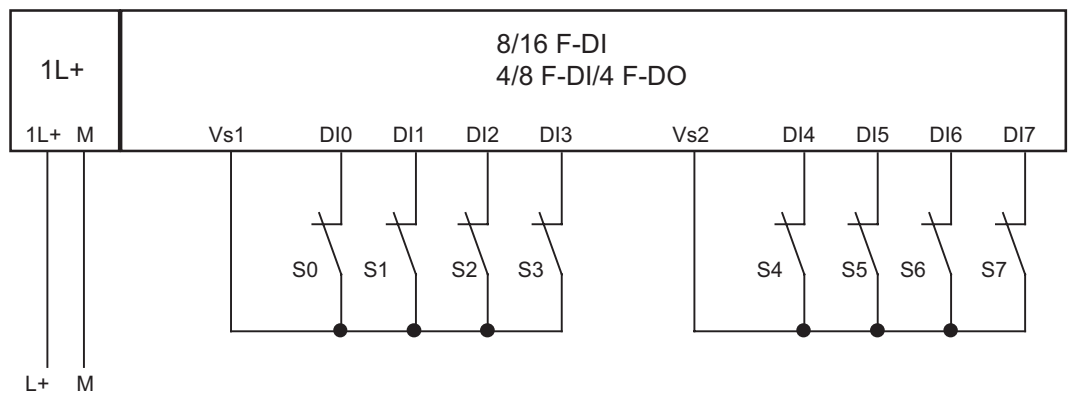


图 8-3 F-DI 模块的接线图 — 通过一个通道连接一个传感器，内部传感器电源

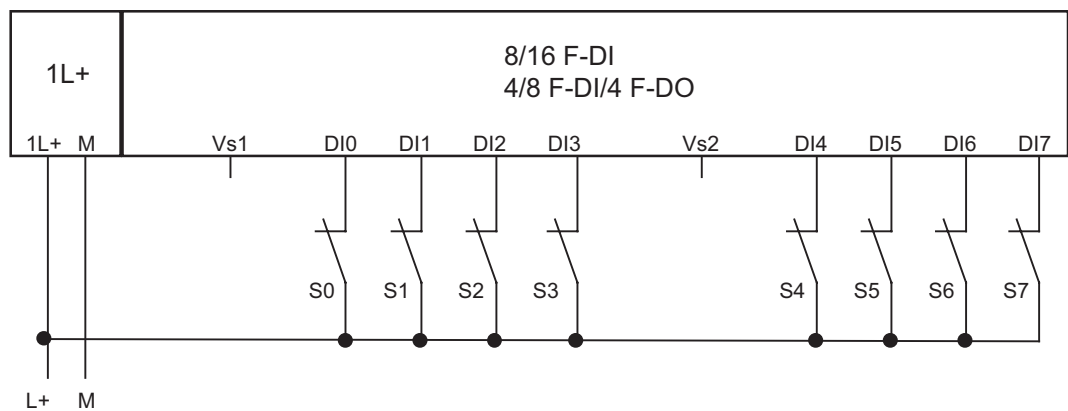


图 8-4 F-DI 模块的接线图 — 通过一个通道连接一个传感器，外部传感器电源

使用实例 1 的可分配参数

将各个输入的“传感器评估”参数设置为“1oo1 评估”。

可以启用或禁用“短路测试”参数。但是，在外部提供了至少一个故障安全数字输入后，就必须立即禁用短路测试。否则，将报告“短路”诊断。

故障检测的特定特性（使用实例 1）

下表总结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 8-5 F-DI 模块：故障检测（使用实例 1）

故障实例	以下情况下的故障检测		
	内部传感器电源和启用的短路测试	内部传感器电源和禁用的短路测试	外部传感器电源
DI 0 和 DI 1 短路	否	否	否
DI 0 和 DI 4 短路	是*	否	否
DI 0 中 P 短路	是	否	否
DI 0 中 M 短路	是*	是*	否
误差错误	-	-	-
Vs1 中 P 短路	是	否	否
Vs1 中 M 短路，或 Vs2 有故障	是	是	是
Vs1 和 Vs2 短路	是	否	否
读取/测试电路时发生故障	是	是	是
电源电压故障	是	是	是
*: 仅在发生信号损坏时才能检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同。如果没有发生与传感器信号相关的信号损坏，则无法进行故障检测，且从安全角度而言没有必要进行故障检测。			

8.1.7 使用实例 2：安全模式 SIL3/类别 3

相互分配输入

F-DI 模块具有 8 个或 16 个故障安全输入（SIL2）。这些输入中的一对可用作一个输入（SIL3）。本实例中应用以下分配：

表格 8-6 使用实例 2：相互分配输入通道

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe
输入通道 DI 0 和 DI 4	输入通道 DI 0 和 DI 4
输入通道 DI 1 和 DI 5	输入通道 DI 1 和 DI 5
输入通道 DI 2 和 DI 6	输入通道 DI 2 和 DI 6
输入通道 DI 3 和 DI 7	输入通道 DI 3 和 DI 7
输入通道 DI 8 和 DI 12	
输入通道 DI 9 和 DI 13	
输入通道 DI 10 和 DI 14	
输入通道 DI 11 和 DI 15	

传感器电源

传感器电源可在内部或外部提供。

表格 8-7 使用实例 2：将传感器电源分配给输入

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe
输入通道 DI 0 到 DI 3：传感器电源 Vs1	输入通道 DI 0 到 DI 3：传感器电源 Vs1
输入通道 DI 4 到 DI 7：传感器电源 Vs2	输入通道 DI 4 到 DI 7：传感器电源 Vs2
输入通道 DI 8 到 DI 11：传感器电源 Vs3	
输入通道 DI 12 到 DI 15：传感器电源 Vs4	

使用实例 2.1 的接线图 — 通过一个通道将一个传感器连接至两个输入

通过一个通道将一个传感器连接至每个过程信号的 F-Module 的两个输入（1oo2 评估）。

注意

如果由 F-DI 模块为传感器供电，则必须使用内部传感器电源 Vs1。无法连接到 Vs2。

在适当的连接模块中进行接线。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

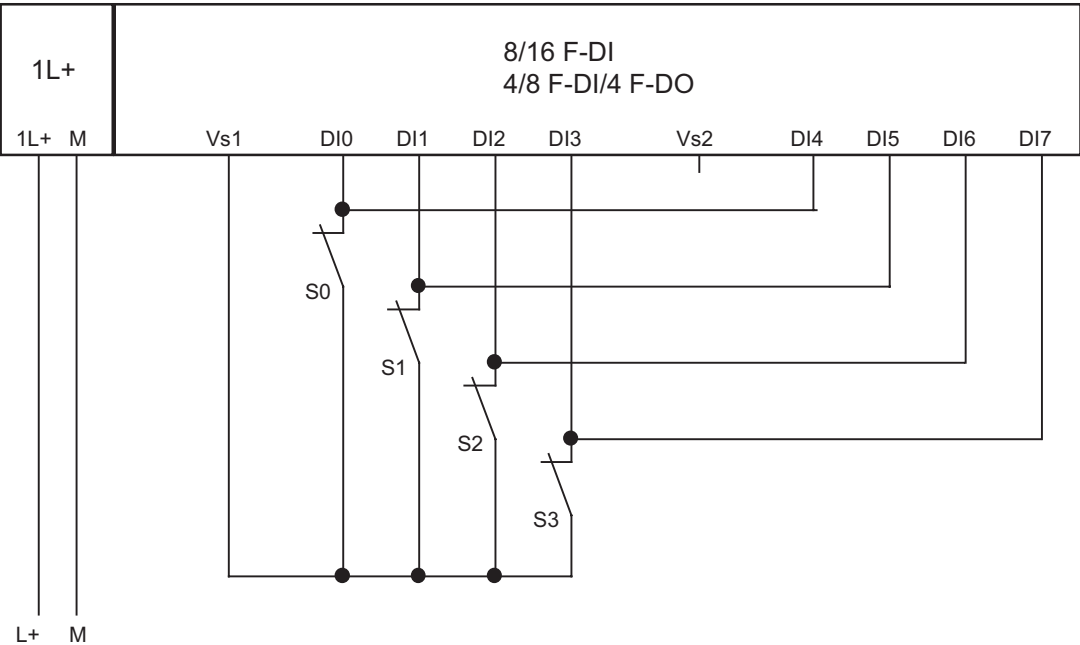


图 8-5 F-DI 模块的接线图 — 通过一个通道将一个传感器连接至两个输入，内部传感器电源

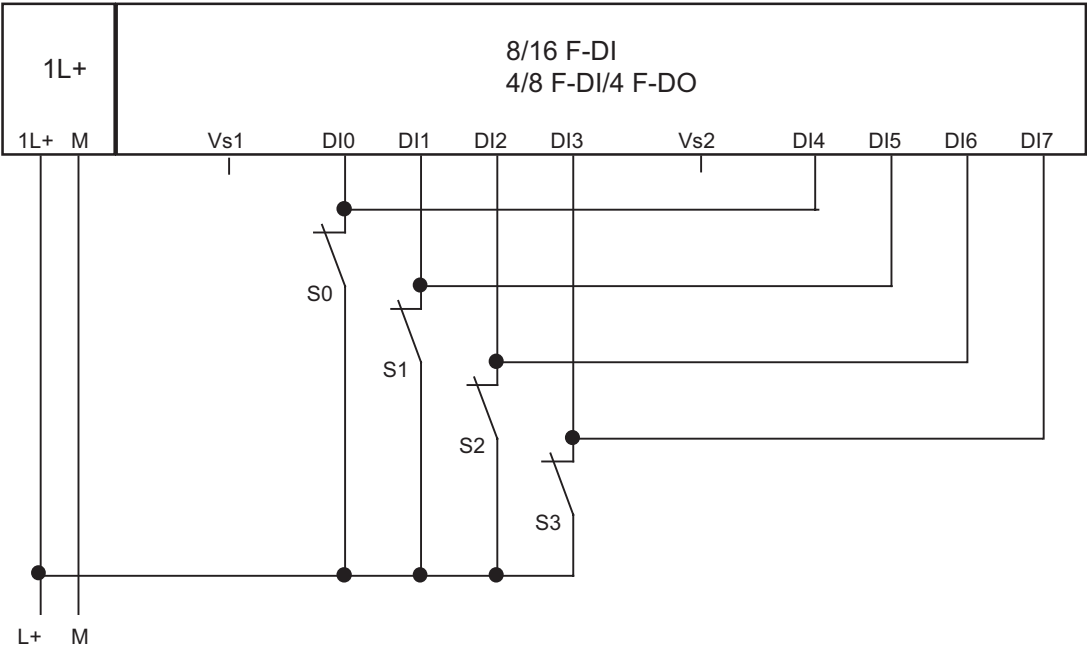


图 8-6 F-DI 模块的接线图 — 通过一个通道将一个传感器连接至两个输入，外部传感器电源



警告

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

使用实例 2.1 的可分配参数

将相关输入的“传感器评估”参数设置为“**1oo2 评估**”，将“传感器互连类型”参数设置为“单通道”。误差时间永远预设**为 10 ms**且不能更改。

可以启用或禁用“短路测试”参数。但是，在**外部**提供了至少一个故障安全数字输入后，就必须立即禁用短路测试。否则，将报告“短路”诊断。

故障检测的特定特性（使用实例 2.1）

下表总结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 8-8 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块：故障检测（使用实例 2.1）

故障实例	以下情况下的故障检测		
	内部传感器电源和启用的短路测试	内部传感器电源和禁用的短路测试	外部传感器电源
DI 0 和 DI 1 短路	否	否	否
DI 0 和 DI 5 短路	否	否	否
DI 0 中 P 短路	是	否	否
DI 0 中 M 短路	是*	是*	否
误差错误	是	是	是
Vs1 中 P 短路	是	否	否
Vs1 中 M 短路，或 Vs2 有故障	是	是	是
Vs1 和 Vs2 短路	是	否	否
读取/测试电路时发生故障	是	是	是
电源电压故障	是	是	是
*： 仅在发生信号损坏时才能检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同（误差错误）。如果没有发生与传感器信号相关的信号损坏，则无法进行故障检测，且从安全角度而言没有必要进行故障检测。			

使用实例 2.2 的接线图 — 通过两个通道连接一个双通道传感器

通过两个通道将一个双通道传感器连接至每个过程信号的 F-Module 的两个输入（1oo2 评估）。

在适当的连接模块中进行接线。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

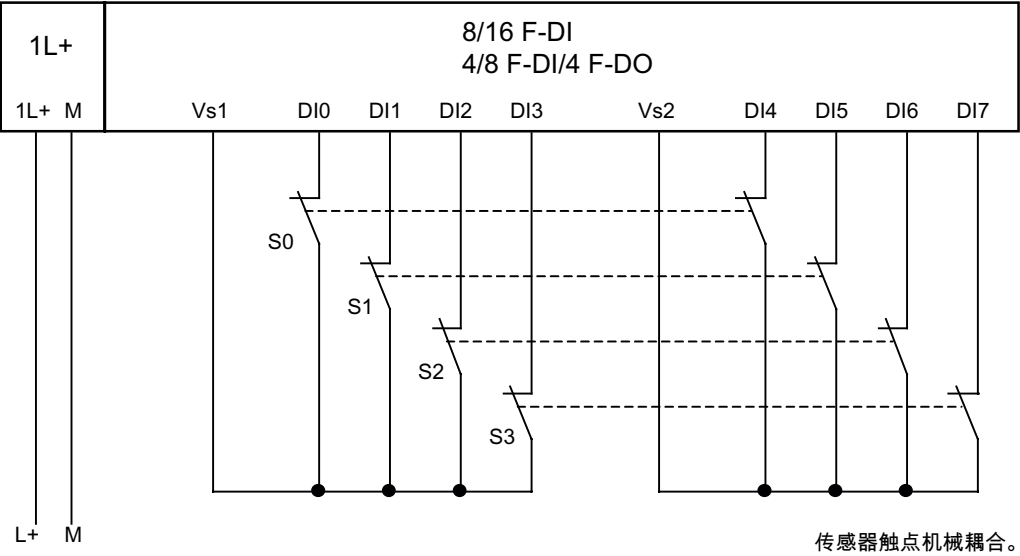


图 8-7 F-DI 模块的接线图 — 连接一个双通道传感器，内部传感器电源

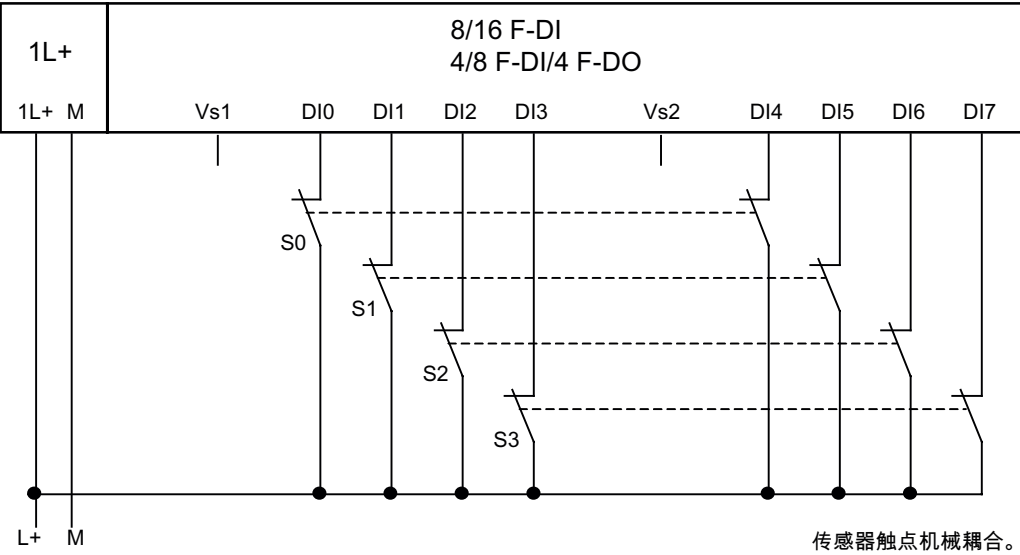


图 8-8 F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道连接一个双通道传感器，外部传感器电源

使用实例 2.2 的接线图 — 通过两个通道连接两个单通道传感器

通过两个通道将两个单通道传感器连接至每个过程信号的 F-Module 的两个输入（1oo2 评估）。也可通过外部传感器电源为传感器供电。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

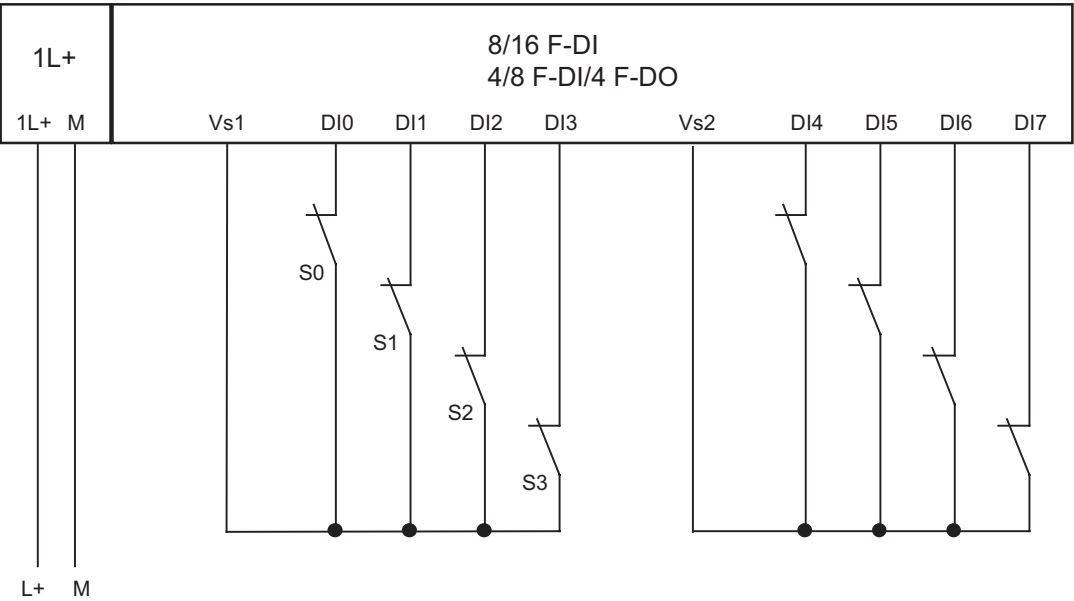


图 8-9 F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道连接两个单通道传感器，内部传感器电源



警告

要通过此接线方式达到 SIL3/类别 3，必须使用适当的合格传感器。

使用实例 2.2 的可分配参数

将相关输入的“传感器评估”参数设置为“1oo2 评估”，将“传感器互连类型”参数设置为“双通道对等”。禁用“短路测试”参数。

故障检测的特定特性（使用实例 2.2）

下表显示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 8-9 F-DI 模块：故障检测（使用实例 2.2）

故障实例	以下情况下的故障检测	
	内部传感器电源和禁用的短路测试	外部传感器电源
DI 0 和 DI 1 短路	是*	是*
DI 0 和 DI 4 短路	否	否
DI 0 和 DI 5 短路	是*	是*
DI 0 中 P 短路	是*	是*
DI 0 中 M 短路	是*	是*
误差错误	是	是
Vs1 中 P 短路	否	否
Vs1 中 M 短路，或 Vs2 有故障	是	是
Vs1 和 Vs2 短路	否	否
读取/测试电路时发生故障	是	是
电源电压故障	是	是
*：仅在发生信号损坏时才能检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同（误差错误）。如果没有发生与传感器信号相关的信号损坏，则无法进行故障检测，且从安全角度而言没有必要进行故障检测。		

使用实例 2.3 的接线图 — 通过两个通道非对等地连接一个非对等传感器

通过两个通道将一个非对等传感器非对等地连接至每个过程信号的 F-Module 的两个输入（1oo2 评估）。

F-Module 上的左侧通道（DI 0 到 DI 3 或 DI 8 到 DI 11）将提供所需的信号。如果未检测到故障，则可在 F-CPU 中的输入的 I/O 区中获取这些信号。

注意

如果由 F-DI 模块为传感器供电，则必须使用内部传感器电源 Vs1（或 Vs3）。无法连接到 Vs2（或 Vs4）。

在适当的连接模块中进行接线。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

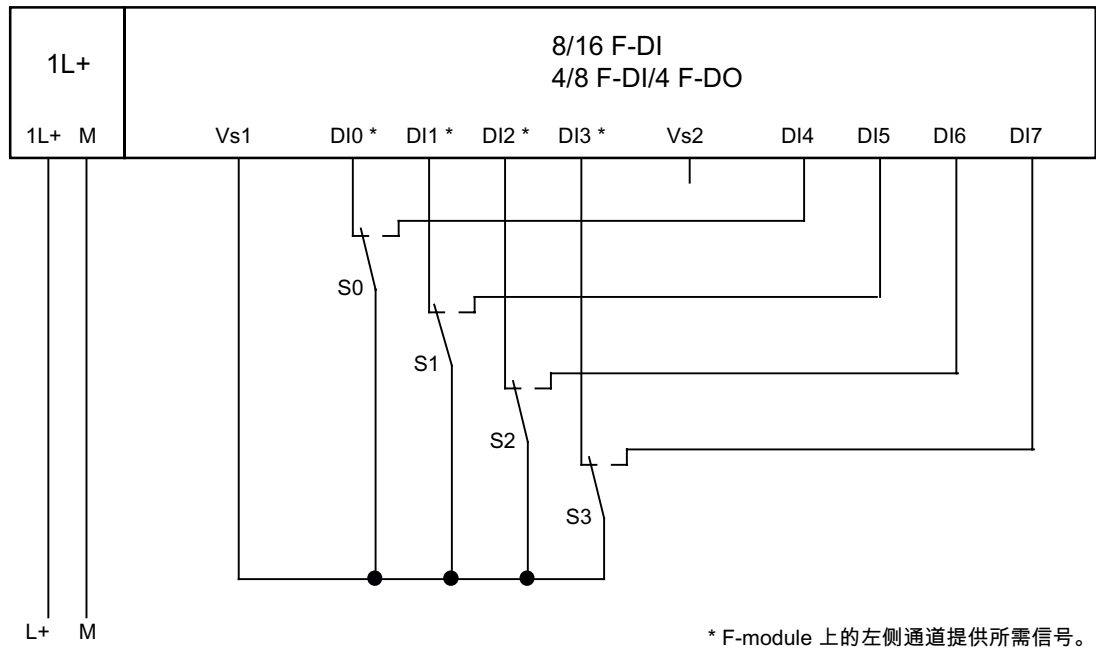


图 8-10 F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道非对等地连接一个非对等传感器，内部传感器电源

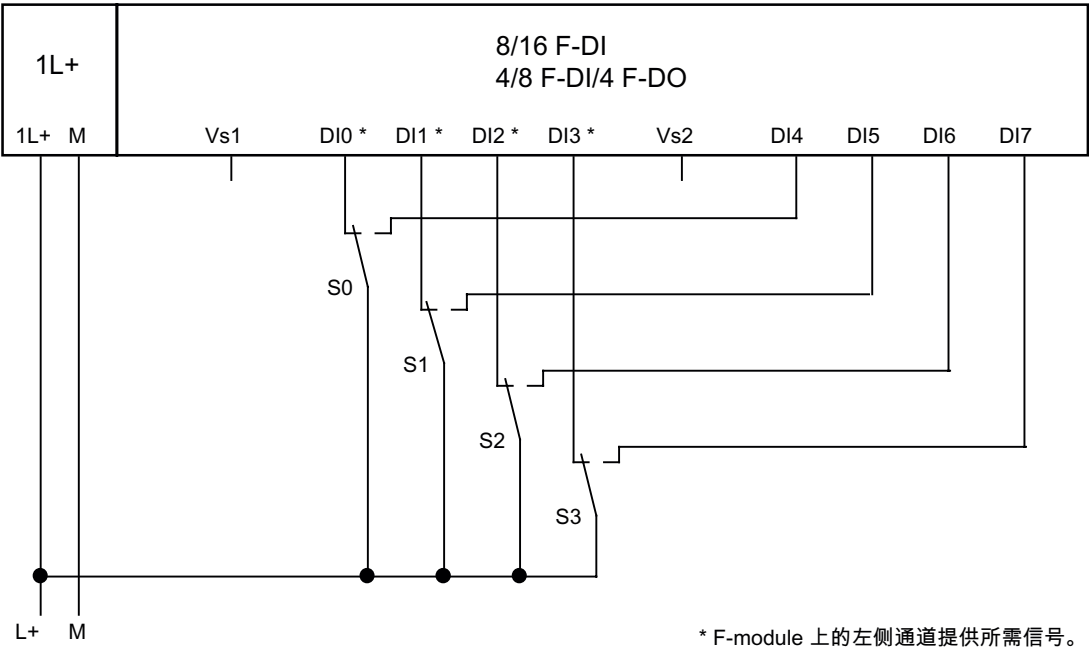


图 8-11 F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道非对等地连接一个非对等传感器，外部传感器电源

使用实例 2.3 的接线图 — 通过两个通道非对等地连接两个单通道传感器

通过两个通道将两个单通道传感器非对等地连接至每个过程信号的 F-I/O 模块的两个输入（1oo2 评估）。

F-Module 上的左侧通道（DI 0 到 DI 3 或 DI 8 到 DI 11）将提供所需的信号。如果未检测到故障，则可在 F-CPU 中的输入的 I/O 区中获取这些信号。

也可通过外部传感器电源为传感器供电。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

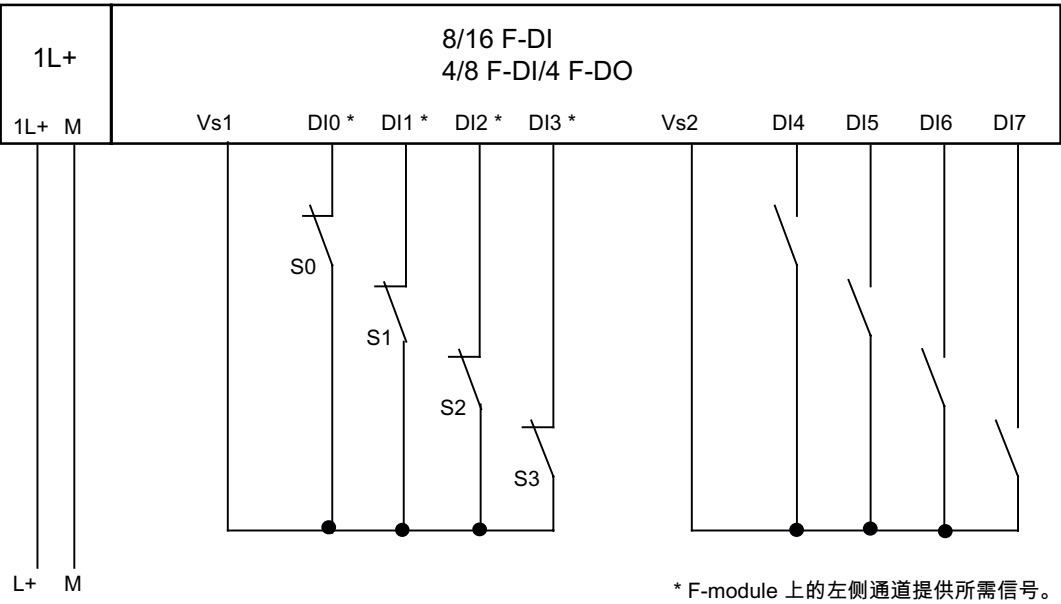


图 8-12 F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道非对等地连接两个单通道传感器，内部传感器电源



警告

要通过此接线方式达到 SIL3/类别 3，必须使用适当的合格传感器。

使用实例 2.3 的可分配参数

将相关输入的“传感器评估”参数设置为“1oo2 评估”，将“传感器互连类型”参数设置为“双通道非对等”。禁用“短路测试”参数。

故障检测的特定特性（使用实例 2.3）

下表总结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 8-10 F-DI 模块：故障检测（使用实例 2.3）

故障实例	以下情况下的故障检测	
	内部传感器电源和禁用的短路测试	外部传感器电源
DI 0 和 DI 1 短路	是*	是*
DI 0 和 DI 4 短路	是	是
DI 0 和 DI 5 短路	是*	是*
DI 0 中 P 短路	是*	是*
DI 0 中 M 短路	是*	是*
误差错误	是	是
Vs1 中 P 短路	否	否
Vs1 中 M 短路，或 Vs2 有故障	是	是
Vs1 和 Vs2 短路	否	否
读取/测试电路时发生故障	是	是
电源电压故障	是	是
*：仅在发生信号损坏时才能检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同（误差错误）。如果没有发生与传感器信号相关的信号损坏，则无法进行故障检测，且从安全角度而言没有必要进行故障检测。		

8.1.8 使用实例 3：安全模式 SIL3/类别 4

相互分配输入

F-DI 模块具有 8 个或 16 个故障安全输入（SIL2）。这些输入中的一对可用作一个输入（SIL3）。本实例中应用以下分配：

表格 8-11 使用实例 3：相互分配输入通道

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe
输入通道 DI 0 和 DI 4	输入通道 DI 0 和 DI 4
输入通道 DI 1 和 DI 5	输入通道 DI 1 和 DI 5
输入通道 DI 2 和 DI 6	输入通道 DI 2 和 DI 6
输入通道 DI 3 和 DI 7	输入通道 DI 3 和 DI 7
输入通道 DI 8 和 DI 12	
输入通道 DI 9 和 DI 13	
输入通道 DI 10 和 DI 14	
输入通道 DI 11 和 DI 15	

传感器电源

传感器电源可在内部或外部提供。

表格 8-12 使用实例 2：将传感器电源分配给输入

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe
输入通道 DI 0 到 DI 3：传感器电源 Vs1	输入通道 DI 0 到 DI 3：传感器电源 Vs1
输入通道 DI 4 到 DI 7：传感器电源 Vs2	输入通道 DI 4 到 DI 7：传感器电源 Vs2
输入通道 DI 8 到 DI 11：传感器电源 Vs3	
输入通道 DI 12 到 DI 15：传感器电源 Vs4	

使用实例 3.1 的接线图 — 通过两个通道连接一个双通道传感器

通过两个通道将一个双通道传感器连接至每个过程信号的 F-Module 的两个输入（1oo2 评估）。

在适当的连接模块中进行接线。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

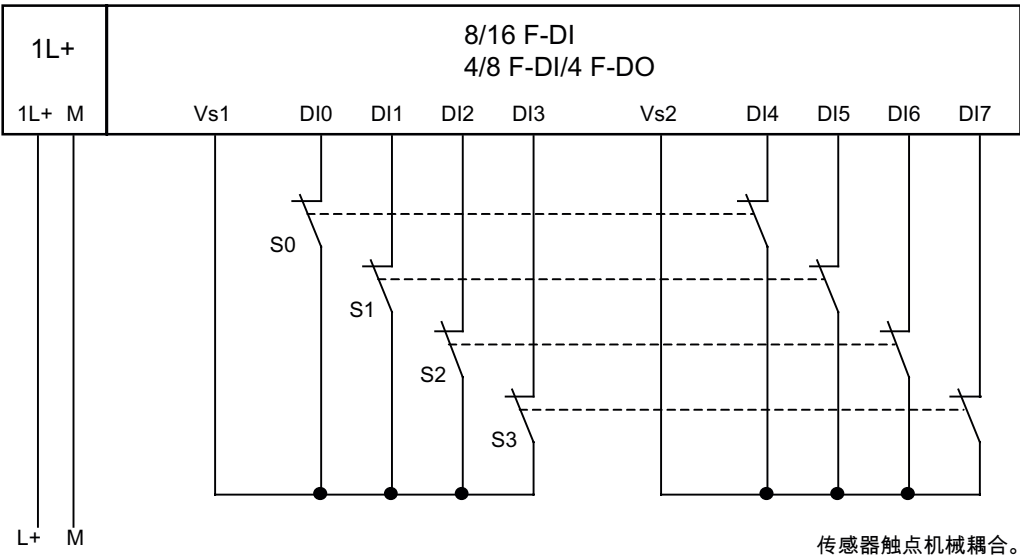


图 8-13 F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道连接一个双通道传感器，内部传感器电源

另外，可通过两个通道连接两个单通道传感器（请参阅图“F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道连接两个单通道传感器，内部传感器电源”）。在这种情况下，机械分开的传感器将测量同一过程变量。



警告

要通过此接线方式达到 SIL3/类别 4，必须使用适当的合格传感器。

使用实例 3.1 的可分配参数

将相关输入的“传感器评估”参数设置为“1oo2 评估”，将“传感器互连类型”参数设置为“双通道对等”。启用“短路测试”参数。

使用实例 3.2 的接线图 — 通过两个通道非对等地连接一个非对等传感器

可将八个过程信号连接至 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块，并可将四个过程信号连接至 4/8 F-DI/4 F-DO 24 DC24V/2A PROFIsafe 电子模块。通过两个通道将一个传感器非对等地连接至每个过程信号的 F-Module 的两个输入（1oo2 评估）。

F-Module 上的左侧通道（DI 0 到 DI 3 或 DI 8 到 DI 11）将提供所需的信号。如果未检测到故障，则可在 F-CPU 中的输入的 I/O 区中获取这些信号。

注意

必须使用内部传感器电源 Vs1（或 Vs3）为传感器供电。无法连接到 Vs2（或 Vs4）。

在适当的连接模块中进行接线。

下图显示了通道组 1 和 2 的接线图实例。

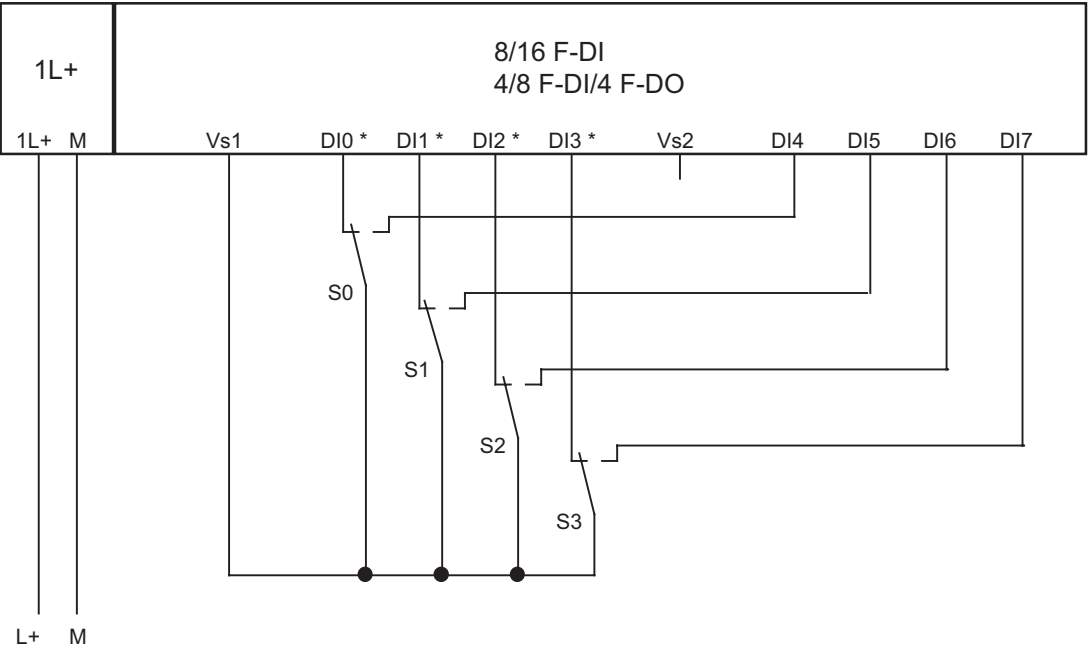


图 8-14 F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道非对等地连接一个非对等传感器，内部传感器电源

另外，可通过两个通道非对等地连接两个单通道传感器（请参阅图 “F-DI 模块的接线图 — 通过两个通道非对等地连接两个单通道传感器，内部传感器电源”）。在这种情况下，机械分开的传感器将测量同一过程变量。



警告

要通过此接线方式达到 SIL3/类别 4，必须使用适当的合格传感器。

使用实例 3.2 的可分配参数

将相关输入的“传感器评估”参数设置为“1oo2 评估”，将“传感器互连类型”参数设置为“双通道非对等”。启用“短路测试”参数。

故障检测的特定特性（使用实例 3.1 和 3.2）

下表显示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 8-13 F-DI 模块：故障检测（使用实例 3.1 和 3.2）

故障实例	使用内部传感器电源和启用的短路测试对以下传感器进行故障检测	
	双通道对等传感器	双通道非对等传感器
DI 0 和 DI 1 短路	是*	是*
DI 0 和 DI 4 短路	是*	是
DI 0 和 DI 5 短路	是*	是*
DI 0 中 P 短路	是	是
DI 0 中 M 短路	是*	是*
误差错误	是	是
Vs1 中 P 短路	是	是
Vs1 中 M 短路，或 Vs2 有故障	是	是
Vs1 和 Vs2 短路	是	是
读取/测试电路时发生故障	是	是
电源电压故障	是	是
*：仅在发生信号损坏时才能检测故障。即，读取的信号与传感器信号不同（误差错误）。如果没有发生与传感器信号相关的信号损坏，则无法进行故障检测，且从安全角度而言没有必要进行故障检测。		

类别 4 的机械保护应用的要求

以下要求应用于类别 4 的机器保护应用：

- 传感器和自动化系统之间或自动化系统和执行器之间的接线必须是最新式的，以防止短路。
- 检测上表中列出的所有短路。本实例中进行一次短路检测即可，因为发生短路时必存在两个故障（两条短路的信号电缆均显示绝缘故障）。因此，不必进行多个短路分析。

在以下情况下，如果未检测到单个短路，则可对所有短路进行检测：

- 短路未导致读取信号相对于传感器信号损坏，或
- 短路导致读取信号相对于传感器信号损坏，但出于确保安全方面的考虑。

8.1.9 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断功能

电源电压出现故障时的特性

传感器电源 Vs1 至 Vs4 的故障将由 F-Module 上的 SF LED、VsF LED 和相关通道组的 LED 指示。模块（诊断输入）上也提供此信息。模块的相关通道组或通道（如果是通道级钝化）被钝化。

诊断功能

下表显示了 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断功能的概述。 为一个通道或整个模块分配这些诊断功能。

表格 8-14 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断功能

诊断功能*	故障编号	LED	在使用实例中通过信号通知	诊断的有效范围	可分配
短路	1H	SF	1, 2, 3	通道	是
过热	5H	SF	1, 2, 3	模块	否
故障	9H	SF	1, 2, 3	模块	否
参数分配错误	10H	SF	1, 2, 3	模块	否
传感器失电或负载失电	11H	VsF VsF	1, 2, 3	模块	否
通讯错误	13H	SF	1, 2, 3	模块	否
安全相关的关闭	19H	SF	2,3	通道	否
*: 专用于 F-module，显示在 STEP 7 中，请参阅“通道特定的诊断、故障安全模块的故障类型”表。					

注意

如果在 **STEP 7** 中已启用 F-DI 模块的**短路测试**，并仅使用该模块的两个内部传感器电源其中之一（Vs1 或 Vs2，或 Vs3 或 Vs4），则对于四个通道中每个未使用传感器电源的通道，都将检测通道 M 短路。在 F-Module 的诊断缓冲区中将生成四个“短路”诊断功能。

故障检测的特定特性

某些故障（例如短路或误差错误）的检测取决于短路测试的使用实例、接线和参数分配。因此，将为“使用实例 1：安全模式 SIL2/类别 3”到“使用实例 3：安全模式 SIL3/类别 4”中的使用实例显示有关故障检测的表格。

故障原因和校正操作

下表显示了 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的各个诊断消息的可能的故障原因和校正操作。

表格 8-15 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块的诊断消息、故障原因和校正操作

诊断消息	可能原因	校正操作
短路	传感器中出现短路	排除短路/交叉电路。
	传感器中出现交叉电路	
	内部故障	更换模块
过热	由于模块外壳内的温度超出温度限制值而关闭。	检查环境温度。 检查传感器电源允许的输出电流是否超出环境温度的限制。 校正故障之后，必须卸下然后再插入模块，或关闭然后再打开模块。
故障	发生内部模块故障	更换模块
参数分配错误	插入的模块与组态不匹配	校正组态（比较实际组态和预设组态）。
	F-Module 上的 PROFIsafe 地址设置不正确	检查该模块上的 PROFIsafe 地址与 STEP 7 HW Config 中的组态是否匹配
传感器失电或负载失电	无电源电压或电源电压过低	检查模块接触是否正确。 校正故障之后，必须卸下然后再插入模块，或关闭然后再打开模块。
	由于短路而导致电压突降	排除短路/交叉电路。
通讯错误	例如，由于 PROFIBUS/工业以太网连接有故障或电磁干扰高于允许值而导致 F-CPU 和模块之间的通讯出错	检查 PROFIBUS/工业以太网连接。 排除干扰。

8.1 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 数字电子模块

诊断消息	可能原因	校正操作
	PROFIsafe 监视时间设置过低	为 <i>STEP 7 HW Config</i> 中模块的“F-Monitoring 时间”参数设置较高的值
	F-Module 的组态与故障安全程序不匹配	重新编译安全程序；然后将组态和安全程序重新装载到 F-CPU
安全相关的关闭	过程信号故障 传感器故障	检查过程信号。更换传感器（如有必要）。
	未连接的传感器电缆与传感器电源电缆之间出现短路	排除短路
	已连接的传感器电缆或传感器电源电缆发生断线	排除断线
	分配的误差时间过短	检查分配的误差时间。 排除错误后，必须在安全程序中重新集成 F-Module。

有关钝化和重新集成 F-I/O 的详细信息，请参考“诊断”和《S7 Distributed Safety 组态和编程》或《可编程控制器 S7 F/FH》手册。

有关诊断的常规适用信息

有关所有故障安全模块的诊断的信息（例如，诊断功能的读出；通道钝化），请参考本手册中的“诊断”和《S7 Distributed Safety 组态和编程》或《可编程控制器 S7 F/FH》手册。

8.1.10 8/16 F-DI DC24V PROFI-safe 电子模块的技术规范

概述

技术规范		
尺寸和重量		
尺寸 W x H x D (mm)	90 x 175 x 62.5 (包括机架)	
重量	大约 270 g	
模块特定的规范		
输入数目		
• 单通道	最多 16 个	
• 双通道	最多 8 个	
分配的地址区		
• 输入的 I/O 区	8 个字节	
• 输出的 I/O 区	4 个字节	
电缆长度		
• 未屏蔽	最长 30 m	
• 已屏蔽	最长 30 m	
可达到的最高安全等级	单通道	双通道
• 符合 IEC 61508	SIL2	SIL3
• 符合 EN 954	类别 3	类别 4
故障安全性能特性	SIL2	SIL3
• 低需求模式（请求时发生故障的平均概率）	< 1.00E-03	< 1.00E-05
• 高需求/持续模式（每小时发生危险故障的概率）	< 1.00E-08	< 1.00E-10
电压、电流、电位		
额定电源电压 L+	24 VDC	
• 允许范围	20.4 V 到 28.8 V	
• L+ 的失电跨越	无	
• 内部 P5 的失电跨越	5 ms	
• 反极性保护	有	
可同时控制的输入数目		
• 所有安装位置		
– 最高 40°C	16（对于 28.8 V）	
– 最高 55°C	16（对于 24.8 V）或 8（对于 28.8 V）	

8.1 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 数字电子模块

技术规范	
电隔离	
• 通道和背板总线之间	有
• 通道和电源之间	无
• 通道之间	无
• 通道/电源和屏蔽之间	有
以下两项之间允许的电位差	
• 屏蔽和 ET 200pro 总线连接	75 VDC/60 VAC
• 屏蔽和 I/O (DI)	75 VDC/60 VAC
• ET 200pro 总线连接和 I/O (DI)	75 VDC/60 VAC
类型测试期间的绝缘测试	
• 屏蔽和 ET 200pro 总线连接	350 VAC/1 min
• 屏蔽和 I/O (DI)	350 VAC/1 min
• ET 200pro 总线连接和 I/O (DI)	350 VAC/1 min
电流消耗	
• 自背板总线	通常 20 mA
• 自负载电压 L+ (无负载)	通常 120 mA
模块的功率损耗	通常 4.5 W
状态、中断、诊断	
状态显示	
• 输入	每个通道的红/绿两色 LED
• 传感器电源	LED VsF 并通过通道组的通道 LED 显示
诊断功能	
中断	
• 诊断中断	通道 LED (红色)
• 组故障显示	红色 LED (SF)
• 可读取诊断信息	可能实现
传感器电源输出	
输出数目	4
输出电压	
• 已加载	最小 L+ (-1.5 V)
输出电流	
• 额定值	200 mA
• 允许范围	0 mA 到 200 mA

技术规范		
允许的输出总电流	800 mA	
短路保护	有，电子型	
• 运行值	0.7 A 到 2.1 A	
传感器选择规范*		
输入电压		
• 额定值	24 VDC	
• 对于信号 “1”	15 V 到 30 V	
• 对于信号 “0”	-30 V 到 5 V	
输入电流		
• 对于信号 “1”	通常 3.7 mA	
输入延迟	可分配（对于所有输入在一起的情况）	
• 对于 “0”在“1”之后	通常 0.5 ms	（0.3 ms 到 0.7 ms）
	通常 3 ms	（2.6 ms 到 3.4 ms）
	通常 15 ms	（13 ms 到 17 ms）
• 对于 “1”在“0”之后	通常 0.5 ms	（0.3 ms 到 0.7 ms）
	通常 3 ms	（2.6 ms 到 3.4 ms）
	通常 15 ms	（13 ms 到 17 ms）
输入特性	符合 IEC 1131，类型 1	
2 线制 BERO 的连接	不可能实现	
• 允许的静态电流	最大 0.6 mA	
时间、频率		
内部预处理时间	请参阅 “响应时间”	
安全模式下的确认时间		
• 启用短路测试 输入延迟为 0.5 ms 时： 输入延迟为 3 ms 时： 输入延迟为 15 ms 时：	最小 4 ms/最大 7 ms 最小 4 ms/最大 12 ms 最小 4 ms/最大 9 ms	
• 禁用短路测试	最小 4 ms/最大 6 ms	
传感器信号的最短持续时间	请参阅 “接线” 中的 “F-DI 模块正确检测的传感器信号最小持续时间”表	
过电压保护		
仅使用外部保护元件防止电源电压 L+ 发生浪涌 （符合 IEC 61000-4-5）		

8.2 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 数字电子模块

技术规范	
• 对称（L+ 到 M）	+ 0.5 kV; 1.2/50 µs
• 非对称（L+ 到 PE, M 到 PE）	+ 1 kV; 1.2/50 µs
仅使用外部保护元件防止输入和输出发生浪涌（符合 IEC 61000-4-5）	由于电缆长度 < 30 m, 因此不需要
*: 有关传感器和执行器的要求, 请参阅“传感器和执行器的要求”	

8.2 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 数字电子模块

8.2.1 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的属性

订货号

6ES7 148-4FC00-0AB0

属性

- 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块具有以下属性:
- 输入
 - 8 个输入（SIL2/类别 3）或 4 个输入（SIL3/类别 3 或类别 4）
 - 24 V DC 额定输入电压
 - 适用于开关和 3 或 4 线制邻近开关（BERO）
 - 四个输入，每个使用两个防短路传感器电源
 - 可用外部传感器电源
 - 输出
 - 四个输出、P/M 切换（电流源/电流阱）
 - 2 A 输出电流
 - 24 V DC 额定负载电压
 - 适用于电磁阀、DC 接触器和指示灯
 - 组故障显示（SF; 红色 LED）
 - 每个传感器电源（Vs1F 到 Vs2F）的故障 LED 均映射到 VsF LED 和关联的通道。
 - 每个输入/输出的状态 LED 和故障 LED（绿/红两色 LED）
 - 可分配诊断
 - 可达到的安全等级 SIL3
 - 仅可在安全模式下操作

接地负载的切换

如果 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块切换连接底盘和接地的负载（例如，为改进 EMC 属性）并且如果底盘和接地连接在电源上，则将检测到“短路”。

从 F-Module 的角度来看，M-Switch（电流阱）是通过底盘接地连接进行桥接的（请参考下图以获取 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的实例）。

解决方法：

在负载端上的底盘和接地之间的电阻（R）必须大于 100 k Ω 。

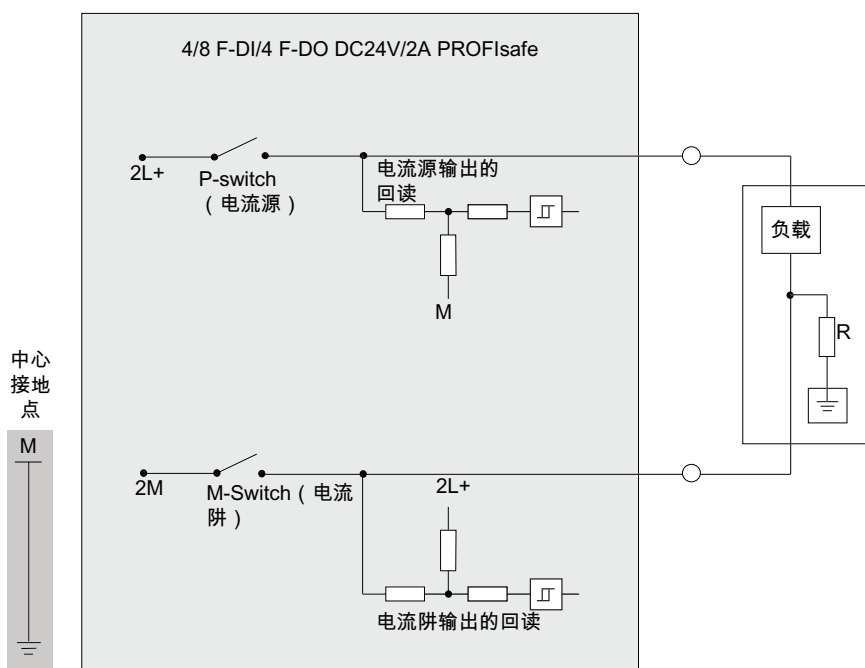
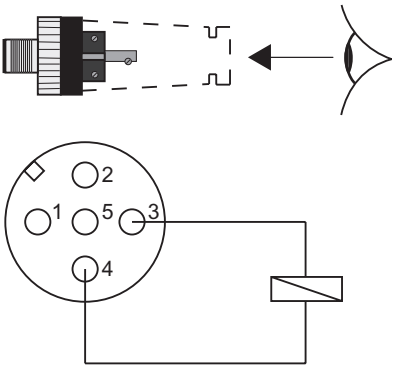


图 8-15 切换接地负载（底盘和接地之间的电阻）

圆形连接器视图	端子	X1 至 X12 的分配
	5	连接器 X1 至 X4: 24 V 传感器电源 2 (Vs2) 连接器 X5 至 X8: 未分配 连接器 X9 至 X12: 功能性接地 (FG)
¹ 3、4 或 5 芯铜质电缆 ² 仅与通过连接电缆的 1oo2 评估相关		

8.2.3 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的方框图

方框图

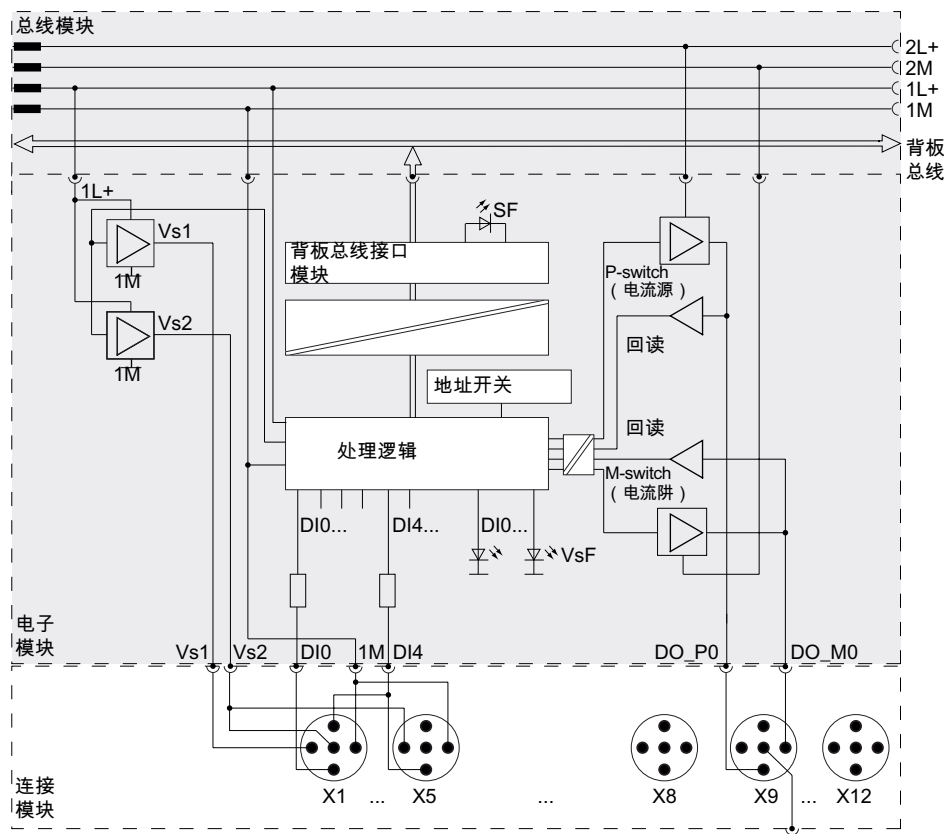


图 8-16 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的方框图

8.2.4 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFI-safe 电子模块的参数

STEP 7 中的参数

下表显示了可为 F-DI/F-DO 模块设置的参数（请参阅“组态和参数分配”）。

表格 8-17 F-DI/DO 模块的参数

参数	范围	默认值	参数类型	有效范围
F-Parameter:				
F_destination_address	1 到 1,022	由 STEP 7 分配	静态	模块
F-Monitoring 时间	10 到 10,000 ms	150 ms	静态	模块
模块参数:				
通道发生故障后的特性*	钝化整个模块/钝化通道	钝化整个模块	静态	模块
输入的模块参数:				
输入延迟	0.5、3、15 ms	3 ms	静态	模块
短路测试	循环/禁用	循环	静态	模块
通道 n、n+4	启用/禁用	激活	静态	通道组
传感器评估	1oo2 评估/ 1oo1 评估	1oo2 评估	静态	通道组
传感器互连类型	单通道; 双通道对等; 双通道非对等	双通道对等	静态	通道组
误差特性	提供上一个有效值; 提供 0 值	提供上一个有效值	静态	通道组
误差时间	10 到 30000 ms	10 ms	静态	通道组
误差错误后重新集成	不需要 0 信号测试/需要 0 信号测试	不需要 0 信号测试	静态	通道组
输出的模块参数:				
DO 通道 n	启用/禁用	激活	静态	通道
回读时间	1 到 400 ms	1 ms	静态	通道
诊断: 断线	启用/禁用	取消激活	静态	通道
* 仅当安装了 S7 Distributed Safety V5.4 或更高版本选件包时, 此设置才相关。				

短路测试参数

使用短路测试参数启用和禁用短路测试。短路测试仅用于不具备自有电源的简单开关。如果已启用短路测试，则必须使用内部传感器电源（请参阅“8/16 F-DI DC24V PROFI-safe 电子模块的使用实例”）。

误差特性参数

在涉及的两个输入通道之间存在误差时（即在误差时间内）分配可供 F-CPU 中的安全程序使用的值，即“误差特性”。该误差特性分配如下：

- “提供上一个有效值”
- “提供 0 值”

要求

您已进行以下分配：

- 传感器评估：“1oo2 评估”和
- 传感器互连类型：“双通道对等”或“双通道非对等”

“提供上一个有效值”

检测到两个相关输入通道信号之间存在误差后，误差出现之前的上一个有效值（旧值）就立即在 F-CPU 的安全程序中变为可用。在误差消失或误差时间结束并检测到误差错误之前，将始终提供该值。传感器-执行器响应时间将延长相当于该时间的的时间。

因此，通过两个通道连接的传感器的误差时间必须设置为短响应时间以便快速响应。例如，对于时间要求严格的关闭，如果触发关闭的通过两个通道连接的传感器的误差时间为 500 ms，则将不起作用。在最坏的情况下，传感器-执行器响应时间将延长大约相当于误差时间的的时间。

- 因此，在过程中按此方式放置传感器以便将**误差最小化**。
- 然后选择**可能的最短**误差时间，此时间包括充足的缓冲时间以防止误脱扣误差错误。

“提供 0 值”

检测到两个相关输入通道信号之间存在误差后，F-CPU 中的安全程序就可使用值“0”。

如果已指定“提供 0 值”，则传感器-执行器响应时间将不会受误差时间的影响。

误差时间参数

可以在此处指定每个通道对的误差时间。输入值将四舍五入为 10 ms 的整数倍。

要求

您已进行以下分配：

- 传感器评估：“1oo2 评估”和
- 传感器互连类型：“双通道对等”或“双通道非对等”

误差分析和误差时间

如果使用一个双通道传感器、一个非对等传感器或两个单通道传感器测量同一物理过程变量，则由于其排列准确性有限，各传感器的响应将会有时间延迟。

对等/非对等的误差分析和故障安全输入配合使用，根据具有相同功能的两个信号的计时来检测故障。检测到两个相关输入信号的电平不同时（检查非对等时：电平相同），将启动误差分析。将进行一项检查，以确定在指定的时间（称为误差时间）过后，差异（检查非对等时：匹配）是否消失。如果未消失，则存在误差错误。

在大多数情况下，误差时间已启动，但由于信号差异在短时间后消失，导致误差时间未完全结束。

您应当指定足够长的误差时间，以便在没有故障时，两个信号之间的差异（检查非对等时：信号一致）始终在误差时间结束前消失。

误差时间运行期间的特性

分配的误差时间在模块上进行内部运行时，相关输入通道将根据误差特性参数分配将上一个有效值或“0”提供给 F-CPU 中的安全程序。

误差时间结束后的特性

如果在分配的误差时间结束后输入信号不相同（检查非对等时：相同），例如由于传感器电缆上发生断线，则检测到误差错误并且在 F-I/O 模块的诊断缓冲区中生成指示故障通道的“误差错误”诊断消息。

误差错误后重新集成参数

该参数用于指定何时可以认为误差错误已消除，以及何时可以重新集成相关输入通道。可以分配：

- “需要 0 信号测试”或
- “需要 0 信号测试”

要求

您已进行以下分配：

- 传感器评估：“1oo2 评估”和
- 传感器互连类型：“双通道对等”或“双通道非对等”

“需要 0 信号测试”

如果已分配“需要 0 信号测试”，则只要在两个相关输入通道中再次出现 0 信号，就认为误差错误已消除。

如果使用非对等传感器，即将“传感器互连类型”设置为“双通道非对等”，则必须在提供所需信号的通道处再次出现 0 信号。

有关哪些 F-Module 通道提供所需信号的信息，请参考您使用的 F-Module 的手册。

“需要 0 信号测试”

如果已分配“不需要 0 信号测试”，则只要两个相关输入通道中的误差消失，就认为误差错误已消除。

SIMATIC S7 中不能使用“误差错误后重新集成”参数的 F-Module 也具有该特性。

回读时间参数

每个输出通道均有自己的可分配回读时间。该时间指定相应通道的切断测试的最大持续时间，从而还指定通道的切断操作的回读时间。

可以分配以下回读时间：1 ms、5 ms、10 ms、50 ms、100 ms、200 ms 和 400 ms。

如果将相关通道切换高电容负载，则应该设置足够长的回读时间。如果受控电容负载的回读时间设置过短，则输出通道会因电容未在切断测试内放电而钝化。

如果出现错误回读信号，则在“短路”故障导致输出通道钝化之前，允许用完等于回读时间的的时间。

电容负载的切换

如果 4/8 F-DI/4F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的电子输出与使用少量电流并具有电容的负载互连，则会导致出现“短路”错误消息。原因：自我测试期间，电容在分配的回读时间内未完全放电。

下表显示了表示可分配回读时间的负载电流和切换的负载电容之间关系的典型曲线。

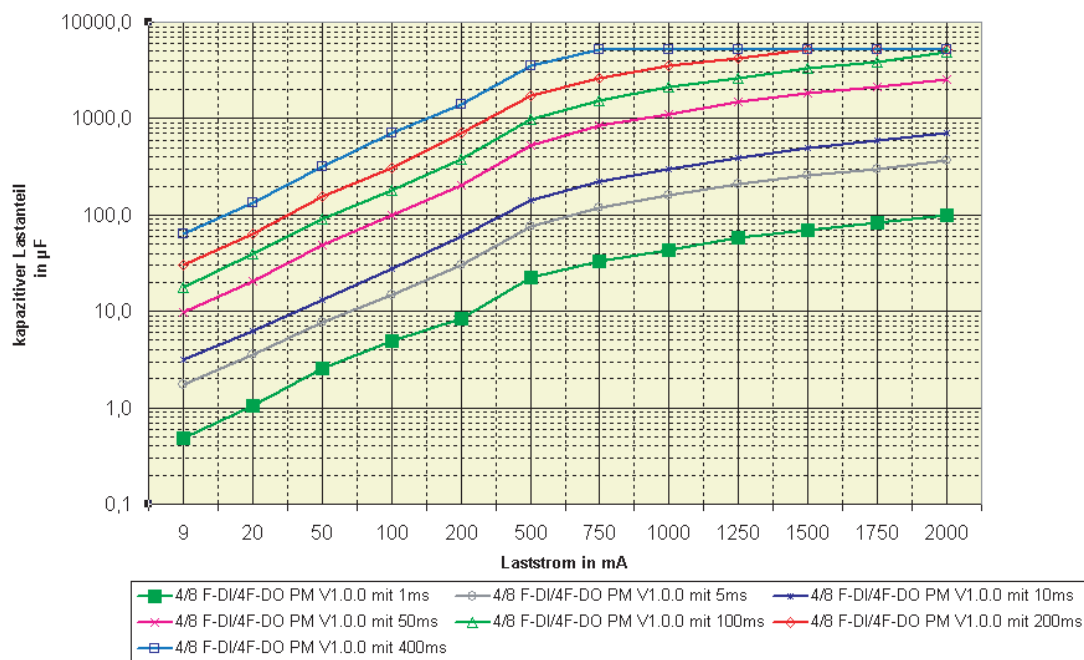


图 8-17 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的负载电流和切换的负载电容之间的关系

解决方法：

1. 确定负载电流和负载电容。
2. 在上图中确定操作点。
3. 如果操作点在曲线以上，则必须通过并联一个电阻器来增加负载电流，直到新的操作点在曲线以下为止。

8.2.5 为 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输入接线

使用实例

注意

数字输入模块的使用实例适用于 ET 200pro 故障安全模块的所有数字输入。
因此，显示 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 数字电子模块的输入接线图。

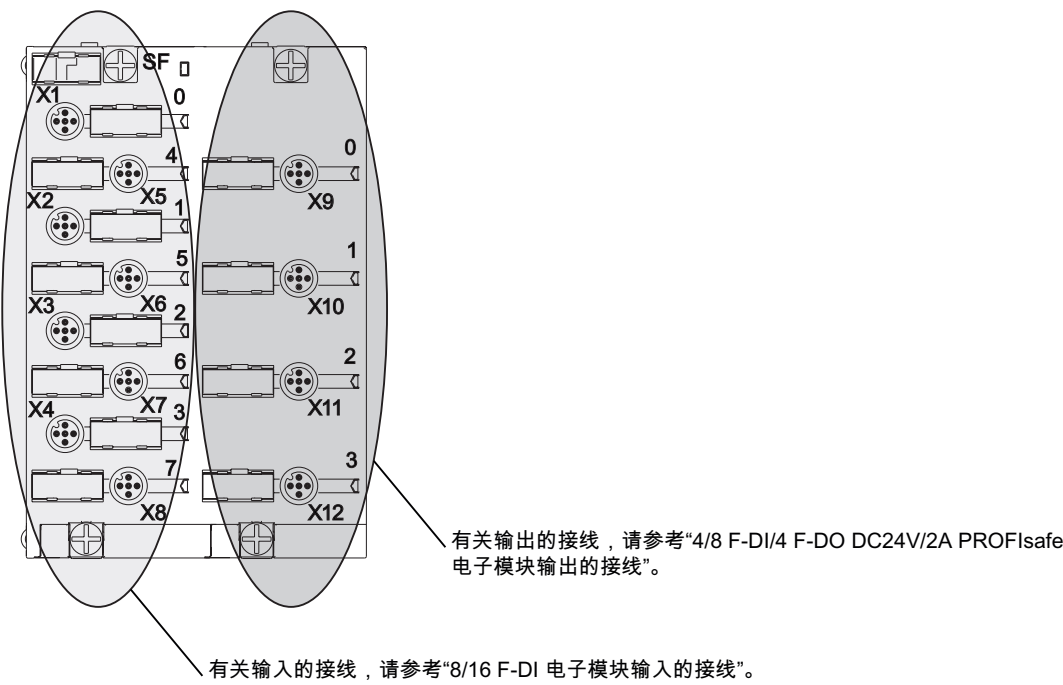


图 8-18 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输入接线

参见

为 8/16 F-DI 电子模块的输入接线 (页 62)

使用实例 1: 安全模式 SIL2/类别 3 (页 64)

使用实例 2: 安全模式 SIL3/类别 3 (页 67)

使用实例 3: 安全模式 SIL3/类别 4 (页 78)

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输出接线 (页 99)

8.2.6 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输出接线

接线图

四个故障安全数字输出中的每一个均由一个 DOx P P-Switch（电流源）和一个 DOx M M-Switch（电流阱）组成。它们连接 P-Switch 和 M-Switch 之间的负载。将始终控制这两个开关，使电压作用于该负载。

在连接模块进行接线。

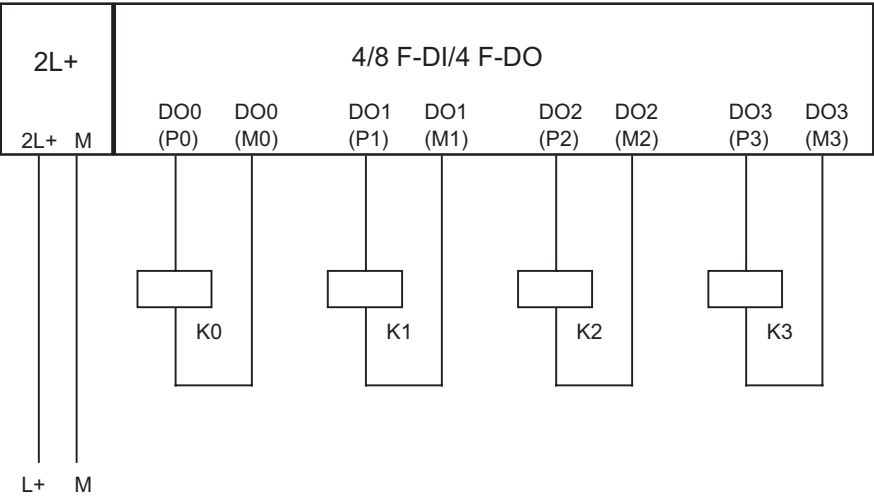


图 8-19 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的接线图

一个数字输出处的两个继电器的连接

可以使用一个故障安全数字输出切换两个继电器。请注意以下情况：

- 继电器的 L+ 和 M 必须与 F-DO 模块的 L+ 和 M 连接（参考电位必须相等）。
- 两个继电器的常开触点必须连续切换。

可以连接至四个数字输出中的每个输出。下图显示了在 DO 0 处的连接实例。该电路达到了 SIL3/类别 4。

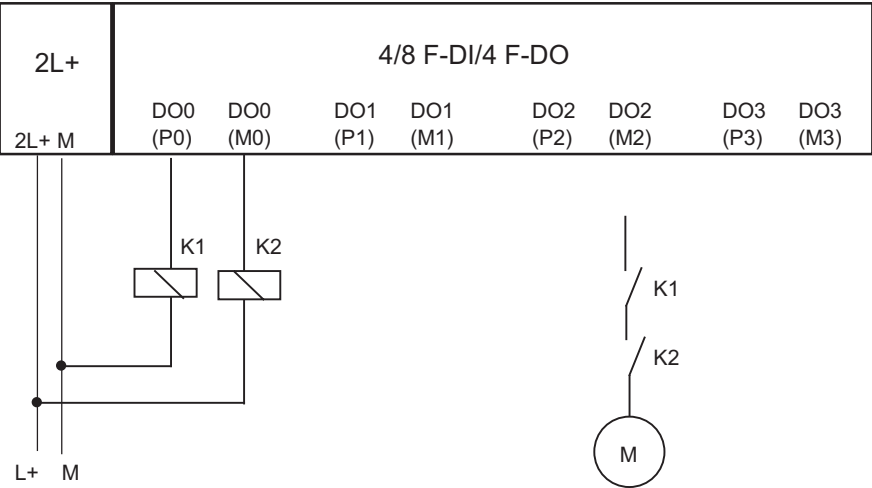


图 8-20 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的一个 F-DO 处的两个继电器中的每个继电器的接线图



警告

当两个继电器连接至一个数字输出处时（如上图所示），则仅在输出的 P-Switch（而非 M-Switch）处检测到“断线”和“过载”故障。

如果输出的 P-Switch 和 M-switch 之间出现交叉电路，则无法再关闭受控执行器。



警告

为避免故障安全数字输出的 P-Switch 和 M-Switch 之间出现交叉电路，必须在 P-Switch 和 M-Switch 处为继电器连接进行布线，以防止出现交叉电路（例如，通过独立护套电缆或在独立电缆导管中）。

避免/处理交叉电路

为防止故障安全数字输出的 P-Switch 和 M-Switch 之间出现交叉电路，我们建议使用以下接线方案：

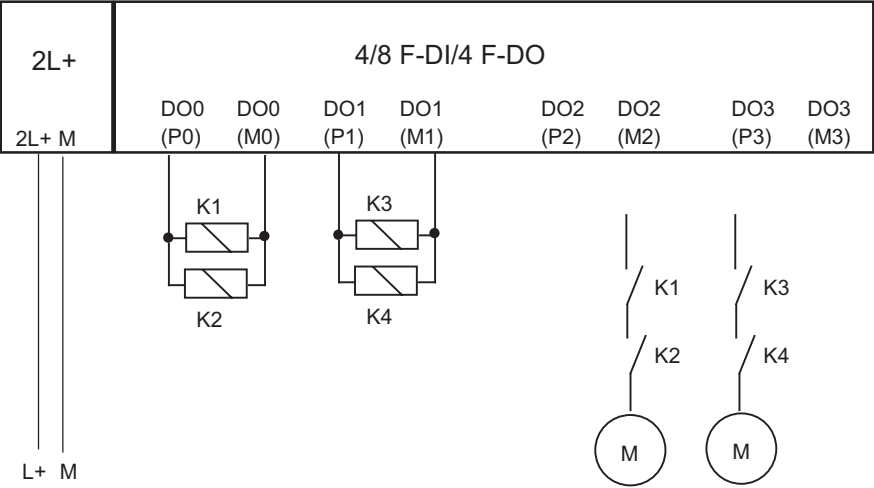


图 8-21 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的一个 F-DO 处的两个并联继电器中的每个继电器的接线图

参见

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的方框图 (页 92)

8.2.7 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断功能

电源电压出现故障时的特性

传感器电源 Vs1 和 Vs2 故障由 SF LED、VsF LED 和 F-module 上相关通道组的 LED 指示。模块（诊断输入）上也提供此信息。此模块的所有通道均已钝化。

诊断功能

下表概述了 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块诊断功能。 为一个通道或整个模块分配这些诊断功能。

表格 8-18 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断功能

诊断功能*	故障编号	LED	诊断的有效范围	可分配
短路	1 _H	SF	通道	否
过载	4 _H	SF	通道	否
过热	5 _H	SF	模块	否
断线	6 _H	SF	通道	是
故障	9 _H	SF	模块	否
参数分配错误	10 _H	SF	模块	否
传感器失电或负载失电	11 _H	SF	模块	否
通讯错误	13 _H	SF	模块	否
安全相关的关闭	19 _H	SF	通道	否
*: 专用于 F-module，显示在 STEP 7 中，请参阅“通道特定的诊断、故障安全模块的故障类型”表。				

故障原因和校正操作

下表介绍了 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的各个诊断消息的可能的故障原因和校正操作。

表格 8-19 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的诊断消息、故障原因和校正操作

诊断消息	故障检测	可能原因	校正操作
短路	始终	执行器中出现短路	排除短路/交叉电路。
		执行器中出现交叉电路	校正故障之后，必须卸下然后再插入模块，或关闭然后再打开模块。
		内部故障	更换模块
过载	仅限于“1”输出信号	输出级过载并且过热	消除过载。
过热	始终	由于模块外壳内的温度超出温度限制值而关闭。	检查负载接线。检查环境温度。检查是否已超过环境温度允许的输出电流（总电流）。 校正故障之后，必须卸下然后再插入模块，或关闭然后再打开模块。
断路	仅限于“1”输出信号	断路	校正断线。确保指定的最小负载（请参阅“4/8 F-DO/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的技术规范”）。
故障	始终	发生内部模块故障	更换模块
参数分配错误	始终	插入的模块与组态不匹配；参数分配不正确	校正组态（比较实际组态和预设组态）。检查通讯路径。 校正组态。
		F-Module 上的 PROFIsafe 地址设置不正确	检查该模块上的 PROFIsafe 地址与 STEP 7 HW Config 中的组态是否匹配
传感器失电或负载失电	始终	无电源电压或电源电压过低	检查模块接触是否正确。 校正故障之后，必须卸下然后再插入模块，或关闭然后再打开模块。
		由于短路而导致电压突降	排除短路/交叉电路。
通讯错误	始终	例如，由于 PROFIBUS/工业以太网连接有故障或电磁干扰高于允许值而导致 F-CPU 和模块之间的通讯出错	检测 PROFIBUS/工业以太网连接。排除干扰。
		PROFIsafe 监视时间设置过低	缩短 F-Program 的调用间隔，或为 STEP 7 HW Config 中模块的“F-Monitoring 时间”参数设置较高的值
		F-Module 的组态与故障安全程序不匹配	重新编译安全程序；然后将组态和安全程序重新装载到 F-CPU

8.2 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 数字电子模块

诊断消息	故障检测	可能原因	校正操作
安全相关的关闭	始终	过程信号出现故障 传感器出现故障	检查过程信号。更换传感器（如有必要）。
		未连接的传感器电缆（开放式开关）与传感器电源电缆之间出现短路	排除短路
		已连接的传感器电缆（开关关闭）或传感器电源电缆发生断线	排除断线
		分配的误差时间过短	检查分配的误差时间。
			排除错误后，必须在安全程序中重新集成 F-Module。
		切换频率超出限制	降低切换频率

有关诊断的常规适用信息

有关所有故障安全模块的诊断的信息（例如读取诊断功能、钝化通道），请参考“诊断”。

8.2.8 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的技术规范

概述

技术规范		
尺寸和重量		
尺寸 W x H x D（mm）	90 x 175 x 65.2（包括机架）	
重量	大约 280 g	
模块特定的规范		
输入数目		
• 单通道	最多 8 个	
• 双通道	最多 4 个	
输出数目（P/M 切换）	4	
分配的地址区		
• 输入的 I/O 区	7 个字节	
• 输出的 I/O 区	5 个字节	
电缆长度		
• 未屏蔽	≤ 30 m	
• 已屏蔽	≤ 30 m	
可达到的最高安全等级	单通道	双通道

技术规范		
• 符合 IEC 61508	SIL2	SIL3
• 符合 EN 954	类别 3	类别 4
故障安全性能特性	SIL2	SIL3
• 低需求模式（请求时发生故障的平均概率）	< 1.00E-03	< 1.00E-05
• 高需求/持续模式（每小时发生危险故障的概率）	< 1.00E-08	< 1.00E-10
电压、电流、电位		
额定电源电压 L+	24 VDC	
• 允许范围	20.4 V 到 28.8 V	
• L+ 的失电跨越	无	
• 内部 P5 的失电跨越	5 ms	
• 反极性保护（1L/1M）	有	
• 反极性保护（2L/2M）	无	
可同时控制的输入数目		
• 所有安装位置 – 最高 40 °C – 最高 55 °C	8（对于 28.8 V） 8（对于 24.8 V）或 4（对于 28.8 V）	
输出的总电流		
• 所有安装位置 – 最高 40 °C – 最高 50 °C – 最高 55 °C	6 A 4 A 3 A	
电隔离		
• 通道和背板总线之间	有	
• 通道和电源之间	无	
• DI 之间	无	
• DO 之间	无	
• DI 和 DO 之间	有	
• 通道/电源和屏蔽之间	有	
以下两项之间允许的电位差		
• 屏蔽和 ET 200pro 总线连接	75 VDC/60 VAC	
• 屏蔽和 I/O（DI、DO）	75 VDC/60 VAC	
• ET 200pro 总线连接和 I/O（DI、DO）	75 VDC/60 VAC	
• DI 和 DO 之间	75 VDC/60 VAC	
类型测试期间的绝缘测试		

8.2 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 数字电子模块

技术规范	
• 屏蔽和 ET 200pro 总线连接	350 VAC/1 min
• 对于 I/O (DO) 的屏蔽	350 VAC/1 min
• 对于 I/O (DO) 的 ET 200pro 总线连接	350 VAC/1 min
电流消耗	
• 自背板总线	最大 20 mA
• 自负载电压 L+ (无负载)	通常 100 mA
• 自负载电压 L+ (有负载)	通常 50 mA
模块的功率损耗	通常 5.8 W
状态、中断、诊断	
状态显示	
• 输入	每个通道的红/绿两色 LED
• 输出	每个通道的红/绿两色 LED
• 传感器电源	LED VsF 并通过通道组的通道 LED 显示
中断	
• 诊断中断	通道 LED (红色)
诊断功能	
• 组故障显示	红色 LED (SF)
• 可读取诊断信息	可能实现
传感器电源输出	
输出数目	2
输出电压	
• 已加载	最小 L+ (-1.5 V)
输出电流	
• 额定值	200 mA
• 允许范围	0 mA 到 200 mA
• 允许的输出总电流	400 mA
• 短路保护	有, 电子型
• 运行值	0.7 A 到 2.1 A
传感器选择规范*	
• 输入电压	
• 额定值	24 VDC
• 对于信号 “1”	15 V 到 30 V

技术规范		
• 对于信号 “0”	-30 V 到 5 V	
输入电流		
• 对于信号 “1”	通常 3.7 mA	
输入延迟	可分配（对于所有输入在一起的情况）	
• 对于 “0”在“1”之后	通常 0.5 ms	（0.3 ms 到 0.7 ms）
	通常 3 ms	（2.6 ms 到 3.4 ms）
	通常 15 ms	（13 ms 到 17 ms）
• 对于 “1”在“0”之后	通常 0.5 ms	（0.3 ms 到 0.7 ms）
	通常 3 ms	（2.6 ms 到 3.4 ms）
	通常 15 ms	（13 ms 到 17 ms）
输入特性	符合 IEC 1131，类型 1	
2 线制 BERO 的连接	不可能实现	
• 允许的静态电流	最大 0.6 mA	
用于选择执行器的数据*		
输出电压		
• 对于信号 “1”	• 最小 L+（-1.5 V） • P-Switch（电流源）：最小 L+（-1.5 V）； M-Switch（电流阱）处的电压突降：最大 0.5 V	
“1”信号的输出电流		
• 额定值	2 A	
• 允许范围	20 mA 到 2.4 A	
对于 “0”信号（剩余电流）	最大 0.5 mA	
通过连接继电器间接控制负载：		
对于 “0”信号（剩余电流）		
• P-Switch（电流源）	最大 0.5 mA	
• M-Switch（电流阱）	最大 1 mA	
负载电阻范围	12 Ω 到 1 kΩ	
灯负载	最大 10 W	
断线监视（开放式负载检测）和过载监视		
• 响应阈值	I < 4 到 19 mA	
• 故障检测时间	取决于分配的回读时间（请参阅 “响应时间”）	
2 个输出的并联切换	不可能实现	

8.2 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFI-safe 数字电子模块

技术规范	
数字输入的控制	不可能实现
切换频率	
• 使用电阻性负载	最大 30 Hz
• 使用符合 IEC 947-5-1, DC13 的电感负载	最大 0.1 Hz
• 使用灯负载	最大 10 Hz
电路中断导致的电压限制	通常 2L+ (-2×47 V)
输出的短路保护	有, 电子型
• 响应阈值 (短路)	5 A 到 12 A
• 响应阈值 (外部 M 短路)	5 A 到 12 A
• 响应阈值 (外部 P 短路)	25 A 到 45 A
过载保护	有
• 响应阈值	$I > 2.8 \text{ A}$ 到 3.2 A
时间、频率	
内部预处理时间	请参阅“响应时间”
安全模式下的确认时间	最小 4 ms/最大 8 ms
• 启用短路测试 对于 0.5 ms 的输入延迟: 对于 3 ms 的输入延迟: 对于 15 ms 的输入延迟:	最小 4 ms/最大 7 ms 最小 4 ms/最大 12 ms 最小 4 ms/最大 9 ms
• 禁用短路测试	最小 4 ms/最大 6 ms
传感器信号的最短持续时间	请参阅“接线”中的“F-DI 模块正确检测的传感器信号最小持续时间”表。
过电压保护	
仅使用外部保护元件防止电源电压 L+ 发生浪涌 (符合 IEC 1000-4-5)	
• 对称 (L+ 到 M)	+ 0.5 kV; 1.2/50 μs
• 非对称 (L+ 到 PE, M 到 PE)	+1.0 kV; 1.2/50 μs
仅使用外部保护元件防止输入和输出发生浪涌 (符合 IEC 1000-4-5)	由于电缆长度 < 30 m, 因此不需要
*: 有关传感器和执行器要求的更多信息, 请参考“接线”。	

故障安全模块的诊断数据

引言

本附录说明了系统数据中的诊断数据结构。如果您希望在标准用户程序中评估故障安全模块的诊断数据，则需要了解该结构。

更多读物

《系统功能和标准功能》参考手册详细说明了在标准用户程序中评估 F-Module 诊断数据的原理并介绍了用于读取诊断数据的 SFC。

用于读出诊断数据的 SFC

以下 SFC 可用于在标准用户程序中读取故障安全模块的诊断数据：

表格 A-1 用于读出诊断数据的 SFC

SFC 编号	标识符	应用
59	RD_REC	读取 S7 诊断的数据记录（存储在标准用户程序的数据区中）
13	DPNRM_DG	读取从站诊断信息（存储在标准用户程序的数据区中）

从站诊断的诊断帧中的位置

在 ET 200pro 中使用故障安全模块且发生诊断中断时，数据记录 0 和 1 将输入到 ET 200pro 的从站诊断中（= 中断部分）。

中断部分在从站诊断中的位置取决于诊断帧的结构和通道特定诊断的长度。

在《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册中的『调试和诊断』一节可以找到诊断帧结构和中断部分的位置（符合 PROFIBUS 标准）的详细说明。

系统数据的数据记录 0 和 1

模块的诊断数据最长可达 44 个字节，位于系统数据区的数据记录 0 和 1 中：

- 数据记录 0 包含说明 F-Module 状态的 4 个字节的诊断数据。
- 数据记录 1 包含
 - 也位于数据记录 0 中的 F-Module 的 4 个字节的诊断数据以及
 - 长达 40 个字节的通道特定诊断数据（取决于 F-Module）（请参阅“从字节 8 开始的通道特定诊断”）。

说明

以下说明各个诊断数据字节的结构和内容。

通常，遵循以下原则： 如果发生故障，则相应的位将设置为“1”。

字节 0 和 1

下图显示了诊断数据的字节 0 和 1 的内容。

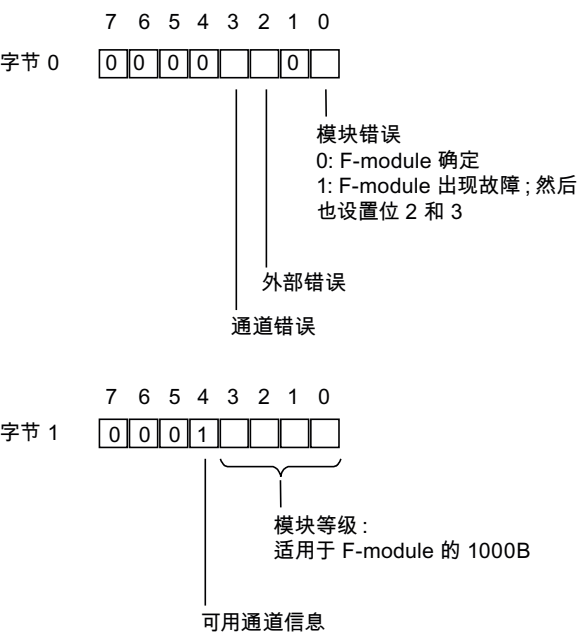


图 A-1 诊断数据的字节 0 和 1

字节 2 和 3

下图显示了诊断数据的字节 2 和 3 的内容。

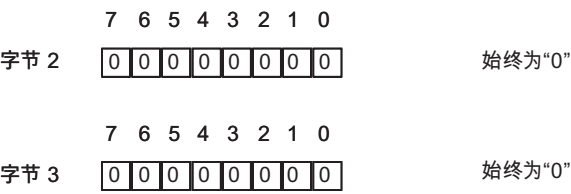


图 A-2 诊断数据的字节 2 和 3

字节 4 至 6

下图显示了诊断数据的字节 4 至 6 的内容。

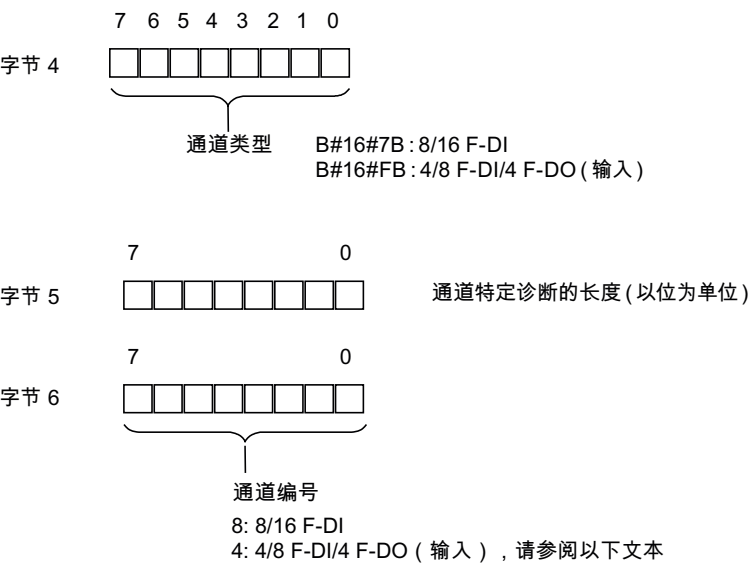


图 A-3 诊断数据的字节 4 至 6

对于 4/8 F-DI/4 F-DO 模块，按照输入和输出分隔诊断数据。输入的诊断数据在字节 4 至 23 中，而输出的诊断数据在字节 24 至 43 中。

您可通过评估字节 4 中的位 7 来确定模块是否在字节 24 至 43 中具有诊断数据。

8/16 F-DI 和 4/8 F-DI/4 F-DO（输入）的字节 7

下图显示了 8/16 F-DI 或 4/8 F-DI/4 F-DO 输入的诊断数据的字节 7 的内容。

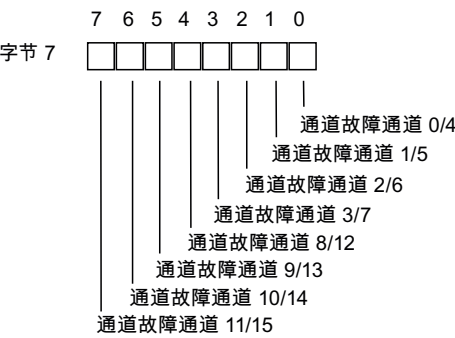


图 A-4 8/16 F-DI 和 4/8 F-DI/4 F-DO 输入的诊断数据的字节 7

通道特定诊断开始于字节 8，结束于字节 23

通道特定的诊断开始于诊断数据的字节 8。为每个通道提供四个字节的诊断信息。

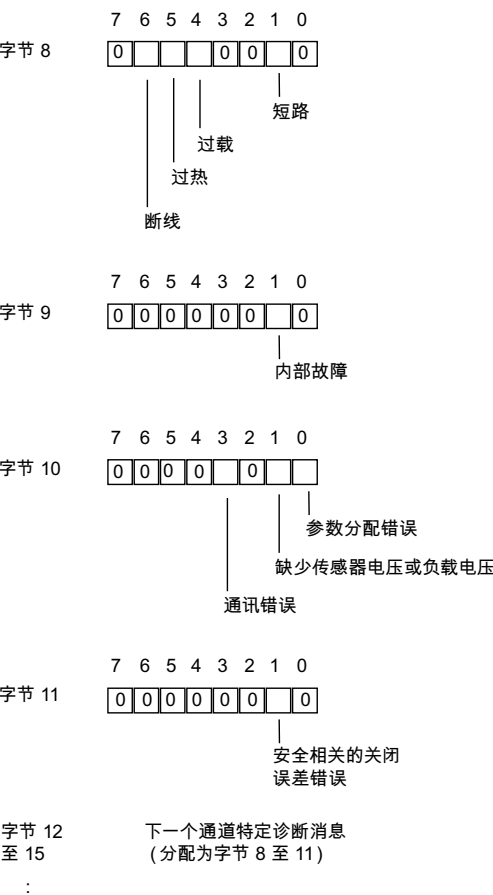


图 A-5 通道特定的诊断开始于诊断数据的字节 8

字节 24 至 26

下图显示了诊断数据的字节 24 至 26 的内容。

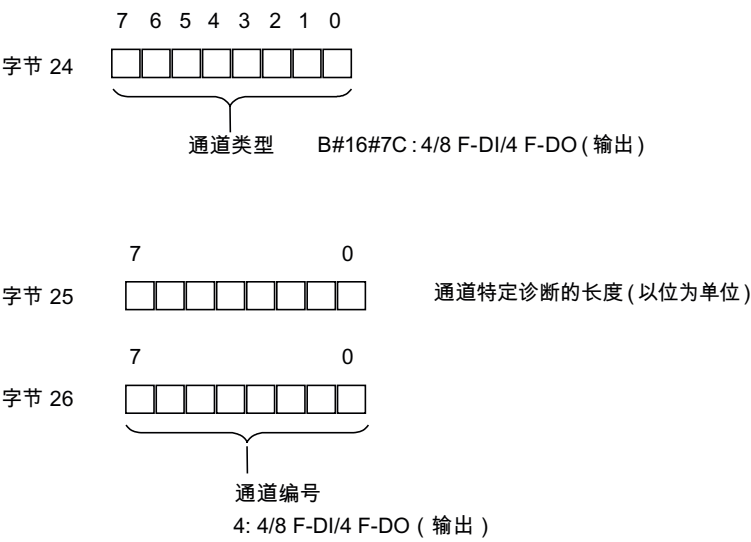


图 A-6 诊断数据的字节 24 至 26

4/8 F-DI/4 F-DO (输出) 的字节 27

下图显示了 4/8 F-DI/4 F-DO 输出的诊断数据的字节 27 的内容。

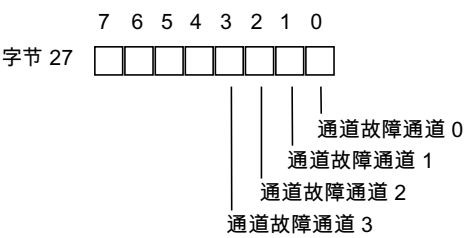


图 A-7 4/8 F-DI/4 F-DO 输出的诊断数据的字节 27

通道特定的诊断开始于字节 28，结束于字节 43

通道特定的诊断开始于诊断数据的字节 28。为每个通道提供四个字节的诊断信息。

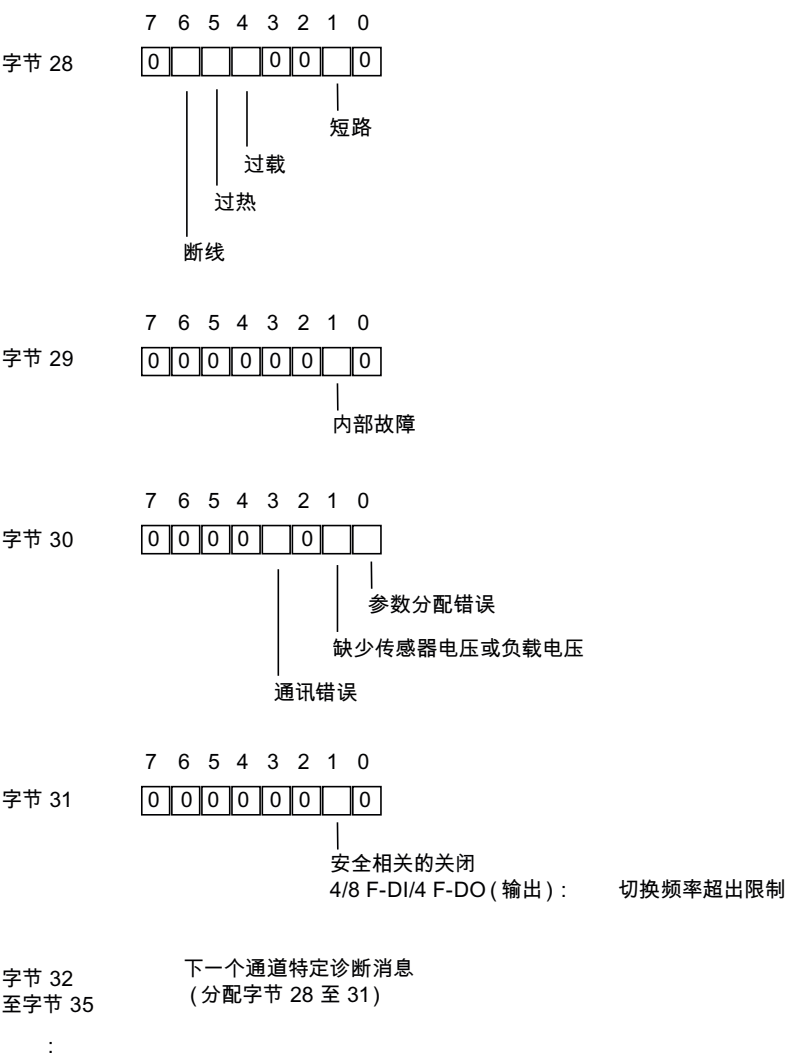


图 A-8 通道特定诊断开始于诊断数据的字节 28

由于 F-Module 的通道编号不同，因此数据记录 1 的长度也不同：

8/16 F-DI	40 个字节
4/8 F-DI/4 F-DO	44 个字节

尺寸图

插入 F-Module 的 F-Connection 模块

以下显示了插入 F-Electronic 模块的 F-Connection 模块的尺寸图。上图显示窄型机架，而下图显示紧凑型机架。

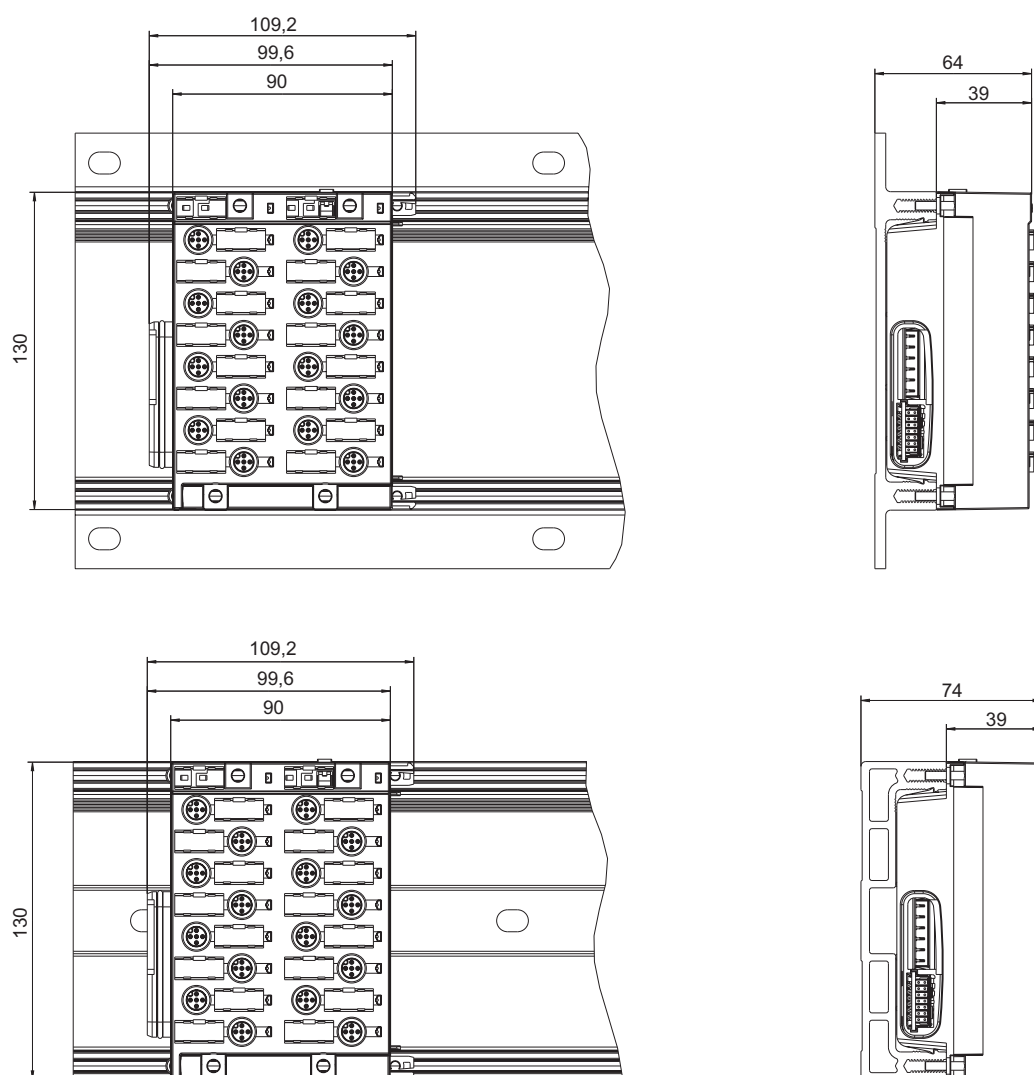


图 B-1 插入 F-Electronic 模块的 F-Connection 模块的尺寸图

附件和订货号

C.1 附件和订货号

附件和订货号

您可以在《ET 200pro 分布式 I/O 设备》手册的附录中找到订货号和附件。

组件	订货号
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe	6ES7148-4FA00-0AB0
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe	6ES7 148-4FC00-0AB0
CM 16×M12（对于 8/16 F-DI）	6ES7 194-4DD00-0AA0
CM 12×M12（对于 4/8 F-DI/4 F-DO）	6ES7 194-4DC00-0AA0

响应时间

D.1 响应时间

引言

以下介绍了 ET 200pro 故障安全模块的响应时间。计算 F-System 的响应时间时会涉及到故障安全模块的响应时间。

有关计算 F-System 响应时间的信息，请参考《*SIMATIC S7 中的安全工程*》系统说明。

响应时间的定义

响应时间是检测输入信号的检测和选通输出信号的变化之间的时间。

实际响应时间介于最小响应时间和最大响应时间之间。组态系统时，必须始终预测最大响应时间。

对于故障安全数字输入：响应时间是数字输入信号变化到安全装载背板总线上 -> 安全消息帧的时间。

对于故障安全数字输出：响应时间是背板总线进入安全消息帧到数字输出信号发生变化的时间。

D.1 响应时间

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 和 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 的输入的最大响应时间

无故障操作的情况下：

表格 D-1 无故障操作的情况下：

电子模块	短路测试参数	分配的输入延迟		
		0.5 ms	3 ms	15 ms
8/16 F-DI	取消激活	10 ms	13 ms	25 ms
	激活	10 ms	18 ms	56 ms
4/8 F-DI/4 F-DO	取消激活	11 ms	13 ms	25 ms
	激活	11 ms	20 ms	57 ms

表格 D-2 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块和 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块的输入：内部预处理时间

电子模块	传感器评估	最小内部预处理时间 $T_{\min}$	最大内部预处理时间 $T_{\max}$
8/16 F-DI	1oo1 和 1oo2	3 ms	12 ms
4/8 F-DI/4 F-DO	1oo1 和 1oo2	4 ms	7 ms

发生故障时的最大响应时间：

下表显示了发生故障时的 F-DI 模块的最大响应时间（取决于 *STEP 7* 中的参数分配和传感器评估）。

表格 D-3 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 电子模块：发生故障时的最大响应时间

电子模块	输入延迟	1oo1 评估			1oo2 评估**		
		0.5 ms	3 ms	15 ms	0.5 ms	3 ms	15 ms
8/16 F-DI	禁用短路测试	15 ms	15 ms	15 ms	10 ms	10 ms	10 ms
	启用短路测试	37 ms	58 ms	161 ms	10 ms	15 ms	41 ms
4/8 F-DI/4 F-DO	禁用短路测试	19 ms	19 ms	19 ms	10 ms	10 ms	10 ms
	启用短路测试	30 ms	40 ms	90 ms	10 ms	18 ms	42 ms
**: 使用 1oo2 评估 时，响应时间还取决于分配的误差特性： 提供 0 值： 上表中的时间适用。 提供上一个有效值： 将上表中的时间延长分配的误差时间量。							

注意

请注意，随 *S7 Distributed Safety* 选件包提供的用于计算最大响应时间的 Excel 文件支持计算“发生故障时的最大响应时间”延长分配的误差时间。

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块输出的最大响应时间

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块输出的最大响应时间（在无故障的情况下和发生故障时）相当于最大内部预处理时间 $T_{\max}$ 。

内部预处理时间取决于分配的回读时间（请参阅下表）。

表格 D-4 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块：内部预处理时间

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe 电子模块			
分配的回读时间	限制频率	最小内部预处理时间 $T_{\min}$	最大内部预处理时间 $T_{\max}$
1 ms	62.5 Hz	4 ms	13 ms
5 ms	50.0 Hz	4 ms	14 ms
10 ms	40.0 Hz	4 ms	17 ms
50 ms	15.4 Hz	4 ms	30 ms
100 ms	8.7 Hz	4 ms	46 ms
200 ms	4.6 Hz	4 ms	71 ms
400 ms	2.4 Hz	4 ms	135 ms

D.1 响应时间

词汇表

1oo1 评估

-> 1oo1 评估

-> 传感器评估类型 — 1oo1 评估是一种传感器评估，其中非冗余 -> 传感器通过一个通道连接至 F-Module。

1oo2 评估

-> 1oo2 评估

-> 传感器评估类型 — 在 1oo2 评估中，由一个双通道传感器或两个单通道传感器占用两个输入通道。在内部比较输入信号是对等还是非对等。

CRC

循环冗余检查 -> CRC 签名

CRC 签名

通过包含在安全消息帧中的 CRC 签名来确保安全消息帧中过程数据的有效性以及已分配地址参考和安全相关的参数的准确性。

DP 主站

特性符合 IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 的主站称为 DP 主站。

DP 从站

DP 从站是通过 PROFIBUS DP 协议在 PROFIBUS 上运行、且特性符合 IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 的从站。

F-CPU

F-CPU 是中央处理单元，具有可用于 S7 Distributed Safety/S7 F/FH Systems 的故障安全功能。

对于 S7 F/FH Systems，F-Copy 许可证允许中央处理单元用作 F-CPU。换言之，它可以执行 -> 安全程序。

对于 S7 Distributed Safety，不需要 F-copy 许可证。 -> 标准用户程序也可在 F-CPU 中运行。

F-I/O

F-I/O 是可在 SIMATIC S7 中使用的故障安全输入和输出的组标识，可以在 S7 Distributed Safety 和 S7 F/FH System F-system 中进行集成。可以使用以下 F-I/O 模块：

- ET 200eco 的故障安全 I/O 模块
- S7-300 故障安全信号模块（F-SM）
- ET 200pro 的故障安全模块（仅限于 S7 Distributed Safety）
- ET 200S 的故障安全模块
- 故障安全 DP 标准从站（仅限于 S7 Distributed Safety）
- 故障安全标准 IO 设备（仅限于 S7 Distributed Safety）

F-Monitoring 时间

-> PROFIsafe 监视时间

F-System

-> 故障安全系统

M-Switch（电流阱）

ET 200pro F-Module 的每个故障安全数字输出均由一个 P-Switch（电流源）和一个 M-Switch（电流阱）组成。负载在 P-Switch 和 M-Switch 之间进行连接。将始终控制这两个开关，使该负载带电。

PG

编程设备（PG）：特殊紧凑型工业设计的个人计算机。PG 完全适用于对 SIMATIC 自动化系统进行编程。

PROFIBUS

过程现场总线，在 IEC 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1 中定义的过程和现场总线标准。该标准指定了位串行现场总线系统的功能、电气和机械属性。

可通过以下协议使用 PROFIBUS：DP（= 分布式 I/O）、FMS（= 现场总线消息规范）、PA（= 过程自动化）或 TF（= 技术功能）。

PROFINET IO

PROFINET IO 是实现模块化、分布式应用的 PROFINET 通讯原理。

PROFINET IO 可使用熟悉的、经验证的 PROFIBUS 方法创建自动化解决方案。

PROFINET IO 是基于自动化设备和 *STEP 7* 工程工具的 PROFINET 标准而实现的。

这表示无论是正在组态 PROFINET 设备还是 PROFIBUS 设备，在 *STEP 7* 中的应用程序视图都相同。如果使用 PROFINET IO 的扩展块和系统状态列表，则对 PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 来说，创建用户程序是类似的。

PROFINET IO 控制器

PROFINET IO 控制器是通过连接的 IO 设备进行寻址的设备。即，IO 控制器与分配的现场设备交换输入和输出信号。IO 控制器通常是运行自动化程序的控制器。

PROFINET IO 管理程序

PROFINET IO 管理程序是用于调试和诊断的编程设备/PC 或 HMI 设备。

带有分配 PROFINET IO 设备的 PROFINET IO 控制器

PROFINET IO 设备

PROFINET IO 设备是分配到其中一个 IO 控制器（例如，远程 IO、阀端子、变频器和交换机）的分布式现场设备。

PROFIsafe

PROFIsafe 是用于在 -> 安全程序和 -> F-System 中的 -> F-I/O 之间进行通讯的安全相关的 PROFIBUS DP/PA 总线配置文件。

PROFIsafe 地址

每个 -> 故障安全模块均具有一个 PROFIsafe 地址。必须在 *STEP 7 HW Config* 中组态 PROFIsafe 地址并且使用开关在 F-I/O 上对其进行设置。

PROFIsafe 监视时间

在 F-CPU 和 F-I/O 之间进行安全相关的通讯的监视时间

P-Switch（电流源）

-> M-Switch（电流阱）

传感器

传感器用于精确检测数字和模拟信号以及路由、位置、速度、转动速度和质量等。

传感器评估

有两种类型的传感器评估：

-> 1oo1 评估 — 读入传感器信号一次。

-> 1oo2 评估 — 从相同的 F-Module 读入传感器信号两次，并对其进行内部比较。

关闭期

关闭期发生在关闭测试期间和整个位模式测试期间。在这些测试期间，当输出处于活动状态时，测试相关的 0 信号将通过故障安全输出模块切换到输出。然后暂时关闭输出（关闭期）。速度极慢的 -> 执行器则不响应，仍处于打开状态。

冗余，可用性增强

旨在维护组件功能（即使在硬件出现故障时）的组件的多个实例。

冗余，安全性增强

旨在通过比较来检测硬件故障的组件的多个实例；例如 -> 故障安全模块中的 -> 1oo2 评估。

参数分配

通过 PROFIBUS DP 的参数分配： 将从站参数从 DP 主站传送到 DP 从站。

模块/子模块的参数分配： 使用 *STEP 7* 组态软件设置模块/子模块的特性。

可用性

可用性是系统在特定的时间点正常工作的可能性。可以通过冗余来提高可用性，例如，通过在同一测量点处使用多个 -> 传感器。

响应时间

响应时间是从检测出输入信号到选通输出信号发生变化的时间。

实际响应时间介于最小响应时间和最大响应时间之间。组态系统时，必须始终预测最大响应时间。

对于故障安全数字输入： 响应时间是从数字输入处的信号变化到背板总线上 -> 安全消息帧安全装载的时间。

对于故障安全数字输出： 响应时间是从背板总线进入安全消息帧到数字输出处信号变化的时间。

安全功能

安全功能是内置于 -> F-CPU 和 -> F-I/O 中的机制，允许在 -> S7 Distributed Safety 或 S7 F/FH Systems 故障安全系统中使用这些模块。

符合 IEC 61508：安全功能由安全系统实现，以确保发生特殊故障时使系统保持在安全状态或进入安全状态。

安全模式

安全模式是 -> F-I/O 的工作模式，允许通过 -> 安全消息帧进行 -> 安全相关的通讯。

-> ET 200pro 故障安全模块仅适用于在安全模式下运行。

安全消息帧

在安全模式中，数据在安全消息帧中在 -> F-CPU 和 -> F-I/O 之间进行传输。

安全状态

在 -> F-System 中，基于安全概念的基本原理是存在于适用所有过程变量的安全状态。例如，对于数字 F-I/O，安全状态是值“0”。

安全相关的通讯

安全相关的通讯用于交换故障安全数据。

安全程序

安全相关的用户程序

安全等级

符合 IEC 61508 和 prEN 50129 规定的安全完整性等级（SIL）。安全完整性等级越高，预防系统故障以及管理系统故障和硬件故障的措施越严格。

故障安全模块可用于最高可达 SIL3 的安全模式。

工业以太网

工业以太网是允许在工业环境中传输故障安全数据的设计。

打开 PROFINET 将启动对标准以太网组件的使用。然而，我们建议将 PROFINET 组态为工业以太网。

执行器

执行器可以是用于切换负载的功率继电器或接触器，或者本身可以是负载（例如，直接控制的电磁阀）。

故障响应时间

F-System 的最大故障响应时间是从故障发生到所有受影响的故障安全输出处安全响应的的时间。

对于 -> F-System，通常：最大故障响应时间是从任意 -> F-I/O 中任何故障的发生到关联的故障安全输出处安全响应的的时间。

对于数字输入：最大故障响应时间是从发生故障到背板总线上的安全响应的的时间。

对于数字输出：最大故障响应时间是从发生故障到数字输出处的安全响应的的时间。

故障安全模块

ET 200pro 模块可用于在 ET 200pro 分布式 I/O 设备中安全相关的操作 (-> 安全模式)。这些模块具有集成的 -> 安全功能。

故障安全系统 (F-System) 是在发生特殊故障时保持安全状态或立即切换到其它安全状态的系统。

标准模式

标准模式是 -> F-I/O 的工作模式，允许通过 -> 安全消息帧进行 -> 安全相关的通讯，但不允许进行标准通讯。

S7-300 故障安全信号模块可用于标准模式或 -> 安全模式。ET 200pro 故障安全模块仅适用于在安全模式下运行。

检验间隔

检验间隔是在其后必须将组件转为无故障状态的时间。即，由未使用的组件进行替换或证明其完全无故障。

模块故障

模块故障可以是外部故障（例如缺少负载电压）或是内部故障（例如处理器故障）。发生内部故障就要更换模块。

电机启动器 (MS)

电机启动器是直接启动器和反向启动器的通用术语。电机启动器决定电机启动和旋转方向。

监视时间

-> PROFIsafe 监视时间

确认时间

在确认时间内，-> F-I/O 确认由 -> F-CPU 指定的生命期标记。确认时间将作为一个整体参与 F-System 的 -> 监视时间和 -> 响应时间的计算。

端接模块

ET 200pro 分布式 I/O 设备通过端接模块终止。如果未插入端接模块，则不能操作 ET 200pro。

类别

符合 EN 954-01 的类别

-> 故障安全模块可用于最高可达类别 4 的安全模式。

组态

组态包括 ET 200pro 单个模块的系统排列。

背板总线

背板总线是 IM 154 接口模块与电子模块/电机启动器进行通讯并提供必需电压所用的串行数据总线。各个模块之间通过端子模块来建立连接。

误差分析

对等/非对等的误差分析和故障安全输入配合使用，根据具有相同功能的两个信号的计时来检测故障。检测到两个相关输入信号的电平不同时（检查非对等时：电平相同），将启动误差分析。将进行一项检查，以确定在指定的时间（称为 -> 误差时间）过后，差异（检查非对等时：匹配）是否消失。如果未消失，则存在误差错误。

在故障安全输入模块中 1oo2 传感器评估的两个输入信号之间执行误差分析。

误差时间

误差时间是为 -> 误差分析分配的一个时间段。如果误差时间设置得太长，则故障检测时间和 -> 故障响应时间将被不必要地延长。如果误差时间设置得太短，则由于在实际没有错误时检测到误差错误，而不必要地降低可用性。

过程安全时间

过程的过程安全时间是一段间隔，在此期间，可以不管该过程，而不会对操作人员的生命和肢体产生危害或对环境造成破坏。

在过程安全时间内，任何类型的 F-System 过程控制都是可容错的。即在此期间， ->

F-System 可能会不正确地控制其过程或者甚至可以不执行任何控制。过程安全时间取决于过程类型，必须视各自情况而定。

过程映像

过程映像是 CPU 系统存储器的组件。循环程序开始时，将输入的信号状态传送到过程输入映像。循环程序结束时，将过程输出映像作为信号状态传送到输出。

通道层钝化

发生 -> 通道故障时，相关通道或整个模块将在该钝化方法下被钝化。发生 -> 模块故障时，-> 故障安全模块的所有通道都将被钝化。

通道故障

通道故障是通道特定的故障，例如，断线或短路。

在通道层钝化的情况下，受影响的通道会自动重新集成或者必须卸下 **F-Module**，然后在排除故障之后插入 **F-Module**。

通道组

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

通道编号

通道号用于唯一标识模块的输入和输出以及用于分配通道特定的诊断消息。

重新集成

故障排除后，必须重新集成 -> **F-I/O**（消除钝化）。将自动进行重新集成（从故障安全值切换到过程数据），或者在安全程序中用户确认后再进行重新集成。

对于带有输入的 **F-I/O** 模块，将在重新集成之后为 -> 安全程序再次提供故障安全输入处未决的过程数据。对于带有输出的 **F-I/O** 模块，-> **F-System** 再次将安全程序中提供的输出值传送到故障安全输出。

钝化

如果 -> **F-I/O** 检测到故障，则将受影响的通道或所有通道切换到 -> 安全状态，即该 **F-I/O** 的通道被钝化。**F-I/O** 将检测到的故障以信号形式发送至 -> **F-CPU**。

如果是带有输入的 **F-I/O**，则通道被钝化时，-> **F-System** 将为-> 安全程序提供故障安全值，而不是故障安全输入处未决的过程数据。

如果是带有输出的 **F-I/O**，则发生钝化时，**F-System** 将故障安全值（0）传送给故障安全输出，而不是安全程序提供的输出值。

静态参数

仅当 **CPU** 处于 **STOP** 模式中时才能设置静态参数，而不能在用户程序运行时通过 **SFC**（系统功能）进行更改。

非对等传感器

非对等 -> 传感器是反向开关，连接到 -> 故障安全系统（用于 -> 传感器信号的 1oo2 评估）
中 -> F-I/O 的两个输入（通过双通道）。

索引

1

- 1oo1 评估
 - 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 65
 - 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 65
- 1oo2 评估
 - 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 71
 - 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 71, 72, 74, 76, 79, 80

4

- 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe
 - STEP 7 中的参数, 93
 - 切换接地负载, 89
 - 回读时间, 97
 - 属性, 88
 - 技术规范, 104
 - 接线图, 99
 - 故障和解决方法, 103
 - 故障类型, 34
 - 方框图, 92
 - 最大响应时间, 121
 - 短路测试, 94
 - 确认时间, 108
 - 订货号, 88
 - 诊断功能, 102
 - 误差时间, 95
 - 输入接线, 98
 - 输出接线, 99

8

- 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe
 - STEP 7 中的参数, 59
 - 传感器电源, 64, 67, 78
 - 使用实例, 62
 - 属性, 56
 - 技术规范, 85
 - 接线图, 65, 68, 71, 72, 74, 76, 79, 80
 - 故障和解决方法, 83

- 故障安全性能特性, 85, 105
- 故障检测的特定特性, 66, 70, 73, 77, 81
- 故障类型, 34
- 方框图, 58
- 最大响应时间, 120
- 短路测试, 59
- 确认时间, 87
- 订货号, 56
- 诊断功能, 82
- 误差时间, 61

C

- CE 认证, 37
- CM IO 12 x M12
 - 属性, 52
 - 技术规范, 53
 - 方框图, 53
 - 端子分配, 52
- CM IO 12 x M12 连接模块
 - 属性, 52
 - 技术规范, 53
 - 方框图, 53
- CM IO 16 x M12
 - 属性, 49
 - 技术规范, 51
 - 方框图, 50
 - 端子分配, 50, 57
- CM IO 16 x M12 连接模块
 - 属性, 49
 - 技术规范, 51
 - 方框图, 50
 - 端子分配, 50
 - 端子分配, 57
- CSA 认证, 38
- C-Tick, 38
- cULus 认证, 38

D**DO 通道 n**

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

E

EMC, 41

ET 200pro

分布式 I/O 系统, 11

外部保护电路, 42

调试, 14

过电压保护, 42

ET 200pro 的用途

住宅区, 39

工业环境, 39

F

F Configuration Pack, 18

F 输入

分配, 67, 78

F_destination_address, 21

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59

F_source_address, 21

F-Connection 模块, 16

F-CPU

用户数据占用的地址, 20

F-Electronic 模块

可应用端子模块, 16

F-Module, 11

F-CPU 中的地址分配, 19

与标准模块组合, 15

分配参数, 18

参数长度, 17

可用, 13

可能应用, 12

响应时间, 119

在 F-System 中使用, 12

安装, 22

尺寸图, 115

接线, 25

插入和卸下, 26

故障响应, 29

组态, 18

输出故障安全值, 30

钝化, 29

F-Module 的钝化, 29

F-Monitoring 时间

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59

F-System, 11

组态实例, 12

H

H/F 专业中心, 5

I**I/O 系统**

分布式, 11

IEC 61131, 38

IM 154-2 HIGH FEATURE, 15

IM 154-4 HIGH FEATURE, 15

Internet

服务与支持, 6

L**LED 显示屏**

故障, 32

诊断, 32

N**NAMUR 建议**

电源的要求, 25

P**PROFIBUS/工业以太网标准**

标准, 38

PROFIsafe, 11

地址, 21, 26

地址开关, 21

设置地址, 21

PROFIsafe 地址分配

规则, 22

PROFIsafe 地址设置

模块更换, 26

PWR LED, 32

S**S7 Distributed Safety**

组态实例, 12

选件包, 13, 18

S7 F-Systems

选件包, 18

SF LED, 32
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

SFC
读出诊断数据, 109

SFC 13, 35

SIMATIC 产品
在工业环境中使用, 39

T

TUEV 认证, 40

U

UL 认证, 38

V

VsF LED, 32
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

交

交叉电路
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 100

产

产品
概述, 6, 11

从

从站诊断, 32
读出, 35

传

传感器
外部电源, 24
要求, 27
传感器互连
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59, 72, 76, 81
单通道, 59
双通道对等, 59
双通道非对等, 59, 80

传感器互连类型

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

传感器信号

持续时间的要求, 27

传感器信号的持续时间

要求, 27

传感器失电, 34

传感器电源

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 64, 65, 67, 69, 78
内部, 59, 94

传感器评估

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59, 65, 69, 72, 76,
80, 81

使

使用 F-Module 的 ET 200pro
组态, 15

使用实例

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 62

保

保存故障, 29
保护等级 IP65, 48
保护等级 IP66, 48
保护等级 IP67, 48

信

信息
关于本手册, 3

关

关闭期
执行器, 28

内

内部传感器电源, 59, 94
内部故障
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82
特性, 35

冲

冲击, 47

减

减小
 振动, 47

分

分布式 I/O 系统
 定义, 11
分配
 F-Electronic 模块到 F-Connection 模块, 16
 故障安全输入, 67, 78
分配参数
 F-Module, 18
 安全功能, 13
 模块属性, 18

切

切换接地负载
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 89

功

功率损耗
 跨越, 25
功能
 诊断, 31
功能超低电压
 安全, 24

卸

卸下
 F-Module, 26
卸下和插入
 F-Module 运行期间, 26

参

参数
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59
参数分配错误, 34
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

参考, 附加, 4

反

反复冲击, 47

发

发射
 无线电干扰, 45

取

取消激活的通道, 29

可

可分配诊断
 功能, 31
可能应用, 13
 F-Module, 12
可能性
 危险故障, 27

响

响应时间
 F-Module, 119
 定义, 119

回

回收, 5
回读时间
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93, 97

地

地址
 PROFIsafe, 21
地址分配
 F-CPU 中的 F-Module, 19
 F-CPU 中的用户数据, 20
 PROFIsafe, 21
地址开关
 PROFIsafe 地址, 21
 设置, 22

培

培训中心, 5

基

基本知识, 需要, 3

处

处理, 5

存

存储条件, 46

安

安全功能

分配参数, 13

安全功能超低电压, 24

安全模式, 13, 21

安全状态, 29

安全相关的关闭, 34, 82

安全等级, 48, 62

使用 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe 达到, 63

可达到的, 13

安装

F-Module, 22

尺

尺寸图

F-Module, 115

属

属性

CM IO 12 x M12, 52

CM IO 16 x M12, 49

常

常规技术规范, 37

干

干扰

正弦, 44

脉冲状, 41

延

延迟要求

执行器, 28

总

总宽度

ET 200pro, 17

手

手册

内容, 5

用途, 3

范围, 3

执

执行器

充分延迟, 28

外部电源, 24

要求, 27

技

技术规范

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 104

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 85

CM IO 12 x M12, 53

CM IO 16 x M12, 51

常规, 37

机械环境条件, 46

气候环境条件, 46

指

指令, 40

指南

本手册, 5

振

振动, 47
 减小, 47

接

接线
 F-Module, 25
 输入, 98
 输出, 99
接线图
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 99
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 65, 68, 71, 72, 74, 76, 79, 80

插

插入
 F-Module, 26
插入的 F-Module (尺寸图)
 端子模块, 115

操

操作安全
 系统, 6

支

支持, 其它, 5

故

故障, 34
故障原因
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 103
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 83
故障响应
 F-Module, 29
故障安全值输出
 故障安全模块, 30
故障安全性能特性
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 85, 105
 范围, 55
故障安全数字输入模块, 11
故障安全模块
 重新集成, 30
故障安全自动化系统, 11

故障检测
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 66, 70, 73, 77, 81
故障类型
 F-Module, 34

数

数字 I/O 模块
 故障安全, 11

文

文档, 附加, 4

断

断线
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93, 102
 一个数字输出处的两个继电器检测, 101
断路, 34

方

方框图
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 92
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 58
 CM IO 12 x M12, 53
 CM IO 16 x M12, 50

无

无线电干扰
 发射, 45

最

最大响应时间
 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 121
 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 120
最大组态
 使用 F-Module 的 ET 200pro, 17
 限制, 17
最大组态的限制, 17

服

服务与支持, 6
 Internet, 6

本

本手册用途, 3

机

机器保护

应用程序, 关于, 31

机械环境条件, 47

条

条件

F-Module 的运输和存储, 46

使用 8/16 F-DI DC24V PROFI-safe 的安全等级, 63

标

标准, 40

标准模块

与 F-Module 组合, 15

标准模块和 F-Module 的组合, 15

校

校正操作

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFI-safe, 103

8/16 F-DI DC24V PROFI-safe, 83

检

检验间隔, 27, 62

故障安全性能特性, 55

模

模块

故障安全, 11

模块属性

分配参数, 18

模块故障

特性, 35

诊断消息, 35

模块数目

使用 F-Module 的 ET 200pro, 17

模块更换

PROFI-safe 地址设置, 26

模块诊断, 35

模块铭牌

有效认证, 38

正

正弦干扰, 44

气

气候环境条件, 46

污

污染等级, 48

测

测试电压, 48

浪

浪涌过滤器, 42

海

海运类型认证, 39

澳

澳大利亚认证标记, 38

特

特性

发生通讯错误时, 30

如果出现误差, 60, 94

模块故障, 35

通道故障, 93

状

状态

安全, 29

电

电压组

组态实例, 15

电容负载

切换, 97

电容负载的切换, 97

电气连接, 24

电源

 要求, 25

电源模块

 故障安全, 11

电源电压

 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 99

 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

电磁兼容性, 41

电缆横截面, 24

监

监视时间

 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59

短

短路, 34

 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102

 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 65, 69, 82

短路测试, 27, 31

 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93, 94

 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59, 65, 69, 72, 76,
 80, 81, 82

确

确定参数长度

 F-Module, 17

确定参数长度, 17

确认时间

 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 108

 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 87

端

端子分配

 CM IO 16 x M12, 50

 CM IO 16 x M12, 57

 连接模块, 25

端子模块 (尺寸图)

 带有插入 F-Module, 115

系

系统数据的数据记录 0 和 1, 110

约

约定

 本手册, 5

组

组态

 F-Module, 18

 使用 F-Module 的 ET 200pro, 15

组态实例

 电压组, 15

绝

绝缘测试, 48

继

继电器, 两个

 一个数字输出, 100

缺

缺少外部辅助电源

 4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102

 8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

脉

脉冲状干扰, 41

自

自动化系统

 故障安全, 11

范

范围

 本手册, 3

装

装配导轨

 适用的, 25

要

要求

传感器和执行器, 27

订

订货号

附件, 117

认

认证

CE, 37

cULus, 38

海运类型, 39

设

设置

PROFIBUS 地址开关, 22

诊

诊断

从站, 32

使用 LED 显示屏, 32

用途, 31

通道特定, 33

诊断功能, 31

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

可分配, 31

读出, 35

非可分配, 31

诊断数据

4/8 F-DI/4 F-DO (输出) 的字节 27, 113

8/16 F-DI 和 4/8 F-DI/4 F-DO 的字节 7, 112

字节 0 和 1, 110

字节 2 和 3, 111

字节 24 至 26, 113

字节 4 至 6, 111

帧中的位置, 109

结构和内容, 110

诊断选项

ET 200pro 中的 F-Module, 31

误

误差分析, 61, 95

误差时间, 61, 95

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59

误差特性, 60, 94

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59

误差错误

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

误差错误后重新集成, 59

读

读出

诊断功能, 35

调

调试

ET 200pro, 14

负

负载

电容切换, 97

负载失电, 34

跨

跨越

功率损耗, 25

输

输入延迟, 27

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 59

过

过热, 34

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102

8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82

过载, 34

4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 100, 102

运

运输条件和存储条件, 46

连

连接模块
端子分配, 25

选

选件包
S7 Distributed Safety, 18
S7 F-Systems, 18

通

通讯错误, 26, 34
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 102
8/16 F-DI DC24V PROFIsafe, 82
F-DI 模块的特性, 30
通道
取消激活, 29
通道 n
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93
通道 n+4
4/8 F-DI/4 F-DO DC24V/2A PROFIsafe, 93
通道故障, 30
通道特定的诊断
F-Module, 33
在诊断数据中开始于字节 8, 结束于字节 23, 112
开始于字节 28, 结束于字节 43, 114
通道组故障, 29

重

重新集成
故障安全模块, 30
误差错误, 93

钝

钝化, 30

附

附件
订货号, 117

非

非可分配诊断
功能, 31

额

额定电压, 48