SIEMENS

SIMATIC

S7
S7-1200 功能安全手册

设备手册

前言

产品概述 1

入门指南 2

故障安全信号模块 (SM) 应用 3

故障安全 CPU 和信号模块 (SM) 安装 4

故障安全信号模块 (SM) I/O 组态 5

故障安全信号模块 (SM) 诊断 6

技术规范 A

订购信息 B

故障安全响应时间 C

V4.6, 11/2022
A5E38761909-AC

法律资讯

警告提示系统

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

⚠危险
表示如果不采取相应的小心措施，**将会**导致死亡或者严重的人身伤害。

⚠警告
表示如果不采取相应的小心措施，**可能**导致死亡或者严重的人身伤害。

⚠小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。

注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

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

合格的专业人员

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

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

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

商标

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

责任免除

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

Siemens AG
Digital Industries
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
德国

Ⓟ 10/2022 本公司保留更改的权利

Copyright © Siemens AG 2022.
保留所有权利

前言

手册用途

S7-1200 系列是一款可编程逻辑控制器 (PLC, Programmable Logic Controller)，可以控制各种自动化应用。S7-1200 设计紧凑、成本低廉且具有功能强大的指令集，这些特点使它成为控制各种应用的完美解决方案。S7-1200 型号和基于 Windows 的编程工具提供了解决自动化问题时需要的灵活性。

本手册提供了有关 S7-1200 故障安全 PLC 的使用、安装和编程信息，其主要用户是具备可编程逻辑控制器基本知识的工程师、编程人员、安装人员和电工人员。

所需的基本知识

要理解本手册，需要具备自动化和可编程逻辑控制器的基本知识。

手册适用范围

STEP 7:在本文档中，将使用“STEP 7”指代组态与编程软件“STEP 7 (TIA Portal)”的所有版本。本手册介绍或引用了以下 STEP 7 产品：

- *STEP 7 Basic*，包含：
  - *STEP 7 Safety Basic*
- *STEP 7 Professional*，包含：
  - *STEP 7 Safety Basic*
  - *STEP 7 Safety Advanced*
- S7-1200 故障安全 CPU 固件版本 V4.6
- S7-1200 故障安全信号模块 (SM) 固件版本 V2.x

有关本手册中所述 S7-1200 产品的完整列表，请参见故障安全 CPU (页 179) 和故障安全 SM (页 179) 的技术规范产品编号。

⚠警告

当前版本的“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册”是关于组态和编程的功能安全相关信息的权威来源。

手册之间存在差异时，西门子确定“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册”(http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)作为权威和/或原始来源。

必须遵守“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册”中的所有警告。

证书、CE 标签、C 标记和其它认证

请参见技术规范 (页 122)以获取更多信息。

术语表

术语表中给出了术语的定义，为读者提供了第一手参考资料，方便其理解本手册中使用的术语。一些术语在 IEC 61508、EN ISO 13849、IEC 61784-3-3 和相关标准中已有详细的正式定义，并且必须依据这些标准中详细说明的宽泛的安全概念来理解这些术语。

要获取术语更精确的定义，请参见另一个参考文献"SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册" (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)。

服务与支持

除了文档之外，我们还在 Internet 的客户支持网站 (http://www.siemens.com/automation/)上提供了专业技术知识。

如需要回答任何技术问题、培训或订购 S7 产品方面的帮助，请与西门子经销商或销售部联系。由于您的销售代表经过了技术培训并掌握有关操作、过程和行业以及您使用的各种西门子产品的专业知识，他们可以针对您可能遇到的任何问题提供最迅速、最高效的回答。

特殊信息

说明

关于保持工厂运营安全的重要说明

具有安全相关功能的工厂要求操作员遵守特定的操作安全要求。甚至供应商也需要在产品监控过程中遵循特殊的措施要求。因此，从安全的角度出发，我们以个人通知的形式向您传递与系统操作有关（或者可能有关）的产品开发信息和功能信息。

通过订阅相应通知，可确保始终了解最新要求并能根据需要更改系统。

登录到工业在线支持。转到右侧的以下链接，右键单击"更新时发送电子邮件"(email on update)：

- SIMATIC S7-300/S7-300F (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/13751)
- SIMATIC S7-400/S7-400H/S7-400F/FH (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/13828)
- SIMATIC WinAC RTX (F) (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/13917)
- SIMATIC S7-1500/SIMATIC S7-1500F (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/13716)
- SIMATIC S7-1200/SIMATIC S7-1200F (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/13716)
- 分布式 I/O (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/14029)
- STEP 7 (TIA Portal) (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/ps/14667)

文档和信息

S7-1200 和 STEP 7 提供了各种文档和其它资源，供您查找所需的技术信息。

- *S7-1200* 功能安全手册概述了西门子安全软件、故障安全 CPU 和信号模块 (SM) 以及入门组态和编程示例。但本手册的重点是 S7-1200 故障安全 SM。着重介绍 SM 安装、组态、诊断、应用和技术规范。

  S7-1200 功能安全手册的英文版是功能安全相关信息的权威（原始）语言。所有翻译的手册都以英语手册作为权威和/或原始来源。翻译的手册之间存在差异时，西门子确定英语手册作为权威和/或原始来源。

- *SIMATIC Safety* - 组态和编程，编程和操作手册提供相关信息，使您能够组态和编程 SIMATIC Safety 故障安全系统。此外，您将获得有关 SIMATIC Safety 故障安全系统验收测试的信息。在组态和编程实际的现场故障安全操作前，参考本手册内容至关重要。

- *S7-1200* 可编程控制器系统手册提供有关整个 S7-1200 产品系列的操作、编程和规范的特定信息。除系统手册外，*S7-1200* 入门手册还对 S7-1200 系列的功能进行了更详细的概述。

- *S7-1200* 功能安全手册；*SIMATIC Safety* - 组态和编程，编程和操作手册；*S7-1200* 可编程控制器系统手册和 *S7-1200* 入门手册均提供电子版 (PDF)。可通过 Siemens 工业在线支持网站 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh)下载或浏览电子手册。每个 S7-1200 CPU 随附的文档磁盘中也提供了这些手册。

- 通过 STEP 7 (TIA portal) 在线帮助信息系统，可以直接访问概念性信息、具体说明和错误代码事件 ID，它们介绍了编程数据包的操作和功能以及 SIMATIC CPU 的基本操作。

- Siemens 工业在线支持网站 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh)可用于访问电子版 (PDF) 的 SIMATIC 文档集。现有文档可通过产品支持链接下载。借助此在线文档，您可以通过拖放不同文档中的主题来创建自己的自定义手册。

  您可以单击页面左侧的"mySupport"并从导航选项中选择“文档”(Documentation)，从而访问在线文档。要使用 mySupport 文档功能，您必须注册为正式用户。

- 西门子还针对安全技术的使用提供了在线综合支持。借助安全评估工具可确定所需的安全级别，功能示例可在安全应用程序中提供指导，西门子培训 (SITRAIN) 类别可提供安全标准和产品培训。请访问以下网站以访问这些支持活动：

  - 安全评估工具 (http://www.siemens.com/safety-evaluation-tool)
  - 功能示例 (http://www.siemens.com/safety-functional-examples)
  - SITRAIN (http://www.siemens.com/sitrain-safetyintegrated)

- 客户支持网站还提供常见问题解答和有助于使用 S7-1200 和 STEP 7 的其它文档。请访问以下网站以访问播客集合：
  - STEP 7 Basic (http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia-portal/simatic-step7-basic-tia-portal/Pages/Default.aspx)
  - STEP 7 Professional (http://w3.siemens.com/mcms/simatic-controller-software/en/step7/step7-professional/Pages/Default.aspx)
- 您还可以关注或加入服务与支持技术论坛 (https://support.industry.siemens.com/tf/ww/en/?Language=en&siteid=csius&treeLang=en&groupid=4000002&extranet=standard&viewreg=WW&nodeid0=34612486)关于产品的讨论。通过论坛，您可以与各领域的产品专家互动。
  - S7-1200 (https://support.industry.siemens.com/tf/ww/en/threads/237?title=simatic-s7-1200&skip=0&take=10&orderBy=LastPostDate+desc) 论坛
  - STEP 7 Basic 和 Professional (https://support.industry.siemens.com/tf/ww/en/threads/243?title=step-7-tia-portal&skip=0&take=10&orderBy=LastPostDate+desc) 论坛

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/cert)。

目录

前言 3

1 产品概述 12

1.1 概述 12

1.2 硬件和软件组件 13

1.3 S7-1200 故障安全 CPU 15
1.3.1 标准 CPU 和故障安全 CPU 之间的行为差异 16
1.3.1.1 安全模式 16
1.3.1.2 故障响应 17
1.3.1.3 重启故障安全系统 18
1.3.1.4 固件更新 19

1.4 S7-1200 故障安全信号模块 (SM) 19
1.4.1 概述 19
1.4.2 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC 20
1.4.3 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 21
1.4.4 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 22

2 入门指南 24

2.1 示例简介 24
2.1.1 教学视频 24
2.1.2 组态和编程要求 24
2.1.3 示例结构和任务定义 26
2.1.4 步骤 26

2.2 组态 29
2.2.1 简介 29
2.2.2 第 1 步：组态 S7-1200 CPU 1212FC、CPU 1214FC 或 CPU 1215FC 29
2.2.3 第 2 步：组态用于用户确认、反馈电路和启动按钮的故障安全 CPU 标准数字输入 32
2.2.4 第 3 步：组态用于连接紧急停止开关、行程开关以及激光扫描仪的 SM1226 F-DI 16 x 24 V DC 32
2.2.5 步骤 4：组态 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 以连接电机 39
2.2.6 总结：组态硬件 42

2.3 编程 43
2.3.1 简介 43
2.3.2 步骤 5：指定安全程序的集中设置 44
2.3.3 步骤 6：创建 F-FB 46
2.3.4 步骤 7：安全门功能编程 47
2.3.5 步骤 8：急停功能编程 49
2.3.6 步骤 9：反馈监视编程 51
2.3.7 步骤 10：对用户确认进行编程以重新集成故障安全 SM 52
2.3.8 步骤 11：主安全块编程 53
2.3.9 步骤 12：编译安全程序 54
2.3.10 步骤 13：将完整的安全程序下载至故障安全 CPU 中并激活安全模式 55

3 故障安全信号模块 (SM) 应用 59

3.1 数字量输入应用 60
3.1.1 选择数字量输入应用 61
3.1.2 应用 1 和 2：单个传感器的 1oo1 评估 62
3.1.3 应用 3 和 4：单个传感器的 1oo2 评估 62
3.1.4 应用 5 和 6：独立对等传感器的 1oo2 评估 63
3.1.5 应用 7 和 8：3 线制非对等传感器电路的 1oo2 评估 64
3.1.6 应用 9 和 10：4 线制非等对等感器电路的 1oo2 评估 65

3.2 数字量输出应用 65
3.2.1 选择数字量输出应用 66
3.2.2 应用 1：直连式 SIL 等级执行器接线 67
3.2.3 应用 2：外部接触器接线：独立的 P 和 M 控制接触器 67
3.2.4 应用 3：外部接触器接线：P 与 M 并联 68
3.2.5 应用 4：外部接触器接线：各接触器的独立输出通道 68
3.2.6 应用 5：控制外部接触器的继电器通道的独立电路 69
3.2.7 应用 6：直连式 SIL 等级执行器接线 69
3.2.8 应用 7：直连式 SIL 等级执行器接线，接通两根负载导线 70

4 故障安全 CPU 和信号模块 (SM) 安装 71

4.1 S7-1200 故障安全模块的安装与拆卸 71
4.1.1 S7-1200 故障安全模块的安装尺寸 71
4.1.2 S7-1200 故障安全设备安装指南 72
4.1.3 安装与拆卸安全规则 74
4.1.4 安装与拆卸 S7-1200 FC CPU 75
4.1.5 安装和拆卸信号模块 (SM) 77
4.1.6 拆卸和重新安装 S7-1200 端子板连接器 79

4.2 故障安全系统电气设计规则 80
4.2.1 安全功能超低电压要求（电源和其它系统组件） 80
4.2.2 功率预算 81
4.2.2.1 将电源连接到 S7-1200 系统 81
4.2.2.2 功率要求计算实例 82
4.2.2.3 计算功率要求 84
4.2.3 故障安全模块的电气特性和端子分配 85

4.3 控制系统接线准则 85
4.3.1 接地和接线准则 85
4.3.2 对 S7-1200 系统进行接地 86
4.3.3 对 S7-1200 系统进行接线 87
4.3.4 灯负载的使用准则 88
4.3.5 感性负载的使用准则 88

4.4 维护准则 90

5 故障安全信号模块 (SM) I/O 组态 92

5.1 组态故障安全 SM I/O 属性 92

5.2 组态公共 F 参数 93

5.3 组态 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC DI 和通道参数 94

5.4 组态 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC DQ 和通道参数 97

5.5 组态 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 DQ 和通道参数 98

6 故障安全信号模块 (SM) 诊断 99

6.1 对故障的响应 99

6.2 故障诊断 102
6.2.1 启动时执行的诊断 102
6.2.2 通过 LED 显示诊断情况 103
6.2.3 故障类型、原因及更正措施 107

A 技术规范 111

A.1 通用技术规范 111
A.1.1 遵守的标准 111
A.1.2 故障安全标准和认证 111
A.1.3 PROFIsafe 兼容性 111
A.1.4 标准和认证 112
A.1.4.1 常规认证 112
A.1.4.2 工业环境 116
A.1.5 电磁兼容性 116
A.1.5.1 浪涌抗扰度 117
A.1.6 运输和存储条件 117
A.1.7 机械和气候环境条件 118
A.1.7.1 环境条件 118
A.1.8 有关防护类别、防护等级和额定电压的信息 118
A.1.8.1 污染等级和过压类别符合 IEC 61131-2 118
A.1.8.2 符合 EN 61131-2 的保护等级 118
A.1.8.3 防护等级 IP20 119
A.1.8.4 额定电压 119
A.1.9 反向电压保护 119
A.1.10 DC 输出 120
A.1.11 继电器电气使用寿命 120
A.1.12 内部 CPU 内存保持性 121
A.1.13 过压类别 III 121

A.2 故障安全 CPU 技术规范 122
A.2.1 故障安全 CPU 附加内容/异常 122
A.2.1.1 应用领域 122
A.2.1.2 “READ_DBL”和“WRIT_DBL”的使用限制 122
A.2.1.3 组态数据块保持特性时的限制 122
A.2.1.4 故障概率 123
A.2.1.5 Web 服务器 123
A.2.1.6 对 S7-1200 故障安全 CPU 使用存储卡 126
A.2.1.7 备份和恢复故障安全 CPU 127
A.2.1.8 故障安全 CPU 的密码 127
A.2.1.9 组态控制（选件处理） 128
A.2.2 PROFINET 接口 X1 端口引脚分配 128
A.2.3 CPU 1212FC 129
A.2.3.1 一般参数与功能 129
A.2.3.2 CPU 1212FC 支持的定时器、计数器和代码块 130
A.2.3.3 数字量输入与输出 133
A.2.3.4 模拟量输入 135
A.2.3.5 CPU 1212FC 接线图 137
A.2.4 CPU 1214FC 139
A.2.4.1 一般参数与功能 139
A.2.4.2 支持的定时器、计数器和代码块 141
A.2.4.3 数字量输入与输出 144

A.2.4.4 模拟量输入 ... 145
A.2.4.5 CPU 1214FC 接线图 ... 147
A.2.5 CPU 1215FC ... 150
A.2.5.1 一般参数与功能 ... 150
A.2.5.2 支持的定时器、计数器和代码块 ... 151
A.2.5.3 数字量输入与输出 ... 154
A.2.5.4 模拟量输入与输出 ... 156
A.2.5.5 CPU 1215FC 接线图 ... 159
A.3 故障安全信号模块 (SM) 技术数据 ... 161
A.3.1 故障安全信号模块 (SM) ... 161
A.3.2 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC ... 161
A.3.2.1 属性 ... 161
A.3.2.2 用户数据空间 ... 162
A.3.2.3 规范 ... 162
A.3.2.4 接线图 ... 165
A.3.3 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC ... 166
A.3.3.1 属性 ... 166
A.3.3.2 用户数据空间 ... 166
A.3.3.3 规范 ... 166
A.3.3.4 熔断器和电子器件过载保护 ... 169
A.3.3.5 切换负载 ... 169
A.3.3.6 接线图 ... 171
A.3.4 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 ... 172
A.3.4.1 属性 ... 172
A.3.4.2 用户数据空间 ... 172
A.3.4.3 规范 ... 172
A.3.4.4 继电器输出电路 ... 175
A.3.4.5 触点开关性能和使用寿命 ... 175
A.3.4.6 接线图 ... 177
A.4 随附产品 ... 178
A.4.1 PM1207 电源模块 ... 178
B 订购信息 ... 179
B.1 故障安全 CPU ... 179
B.2 故障安全信号模块 (SM) ... 179
B.3 其它模块 ... 179
B.4 备件和其它硬件 ... 179
B.5 故障安全端子排备件套件 ... 180
B.6 编程软件 ... 181
C 故障安全响应时间 ... 182
C.1 最大系统响应时间 ... 182
C.2 SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 的响应时间参数 ... 182
C.3 SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC 的响应时间参数 ... 183
C.4 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的响应时间参数 ... 184
术语表 ... 186

索引 192

产品概述

1

1.1 概述

SIMATIC Safety 故障安全系统

安全工程的目标是通过使用面向安全的技术装置，尽可能地将对人类和环境的危害降到最低，而不限制工业生产以及机器和化学产品的必要使用。SIMATIC Safety 故障安全系统可以在机器和人员保护方面（例如，对机床和加工机械的急停 (E-STOP) 设备）进行相应的安全保护。

什么是故障安全自动化系统？

故障安全自动化系统对过程进行控制，当发生意外操作或故障时，该过程可以立即实现安全状态。这些过程为故障安全控制过程，在这些过程下立即关闭安全状态不会危及人员或环境。

故障安全系统超越了传统的安全工程，可建立影响深远的智能系统，该系统将一直延伸到电子驱动器和测量系统。您可以在具有高级安全要求的应用中使用故障安全系统。使用故障安全系统中通过详细诊断信息提供的改进的故障检测和定位功能，可以在安全相关中断后快速恢复生产。

可达到的安全要求

SIMATIC Safety 故障安全系统可以满足以下安全要求：

- 符合 IEC 61508:2010 的安全级别（安全完整性等级）SIL 1 到 SIL 3
- 类别 2 到 4，符合 EN ISO 13849-1:2015 的性能等级 (PL) a 至 e

SIMATIC Safety 中的安全功能原理

将故障安全 CPU 和信号模块 (SM) 的硬件和固件与通过软件 (ES) 下载的安全程序结合使用，可以实现功能安全性。发生危险事件时，SIMATIC Safety 系统执行安全功能以将系统切换到安全状态或保持在安全状态。

故障安全 SM 用于确保现场信息的安全处理（例如，用于紧急关闭按钮的传感器和用于电机控制的光幕和执行器）。故障安全 SM 具有安全处理所需的硬件和软件组件，这些组件符合必需的安全完整性等级 (SIL)。

您可以通过创建的应用程序或故障安全系统对故障的响应为过程提供安全功能。发生错误时，如果故障安全系统无法再执行其实际的用户安全功能，则将执行故障响应功能（例如，故障安全系统关闭关联的输出）。

用户安全功能示例

如果某一物体遮挡了光幕的光束，故障安全系统将停止受光幕保护区域中的运动（用户安全功能）：

- 光幕提供“1”信号（也许以冗余形式）以表示光束未中断，或提供“0”信号以表示光束中断。
- 故障安全数字量输入信号模块 (SM) 从光幕获取该信号，并通过安全的通信协议向故障安全 CPU 提供这一状态。故障安全数字量输入 SM 中具有相互诊断的冗余处理器可确保仅当正确时提供“1”，故障时提供“0”。
- 故障安全 CPU 执行用户程序以对运动进行正常控制，并包括编程的安全逻辑，该逻辑指示需要来自光幕的“1”信号以激活运动。在冗余逻辑步骤中通过工程系统对编程的安全逻辑进行编码，该逻辑可确保 CPU 执行中出现的任何故障都将引起可识别的差异并输出“0”信号。如果 CPU 在必需的时间内没有从故障安全数字量输入 SM 收到可验证通信，故障安全 CPU 将用“0”信号替代故障安全数字量输入 SM 的信号。
- 故障安全 CPU 通过安全通信协议向故障安全数字量输出 SM 提供安全逻辑的结果。来自安全逻辑的“1”信号通过打开输出通道激活运动，或由“0”信号关闭输出通道。故障安全数字输出 SM 中可进行相互诊断的冗余处理器能够可靠确保无故障时才打开冗余输出开关（串联继电器触点或 P/M 24 V DC 固态开关），且如果发生故障，至少一个输出开关关闭。如果故障安全数字输出 SM 在要求时间内未从故障安全 CPU 收到可验证通信，则故障安全数字输出 SM 将用“0”信号替换故障安全 CPU 的信号并关闭输出。

1.2 硬件和软件组件

S7-1200 故障安全 CPU 和 SM

STEP 7 Safety 版本支持以下故障安全 V4.x CPU 和故障安全信号模块 (SM)。可以在任何 S7-1200 故障安全 CPU 上集中使用任何列出的 S7-1200 故障安全 SM:

- CPU 1212FC DC/DC/DC
- CPU 1212FC DC/DC/RLY
- CPU 1214FC DC/DC/DC
- CPU 1214FC DC/DC/RLY
- CPU 1215FC DC/DC/DC
- CPU 1215FC DC/DC/RLY
- SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC
- SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC
- SM 1226 F-DQ 2 x 继电器

S7-1200 故障安全系统需要故障安全 CPU 和故障安全 SM。CPU 上的集成 I/O 非故障安全 I/O，但可以用来执行其它控制功能。

可以在同一系统中将 S7-1200 标准信号模块 (SM)、通信模块 (CM) 和信号板 (SB) 与故障安全 SM 配合使用，从而执行不需要规定的安全完整性等级 (SIL) 的应用控制功能。支持与故障安全 SM 一起使用的标准 SM 的部件编号为 (6ES7 --- ---32 0XB0) 或更高编号。

PROFINET IO 的硬件组件

您可以在 PROFINET IO 上的 S7-1200 故障安全系统中使用以下故障安全组件：

- 带有内置 PROFINET 接口的故障安全 CPU
- 故障安全输入和输出 (F-I/O)，如：
  - ET 200SP 故障安全模块
  - ET 200eco PN 故障安全模块
  - ET 200AL 故障安全模块
  - ET 200MP 故障安全模块
  - ET 200S 故障安全模块
  - ET 200M 故障安全模块
  - ET 200pro 故障安全模块
  - 基于故障安全 GSD 并具有 PROFIsafe 功能的 I/O 设备（如光幕或激光扫描仪）

说明

组态 PROFINET IO 故障安全组件时，必须使用 V4.2 或更高版本的 S7-1200 故障安全 CPU。

PROFIBUS DP 的硬件组件

可以在 PROFIBUS DP 上的 S7-1200 故障安全系统中使用以下故障安全组件：

- 带有 CM 1243-5 的故障安全 CPU（PROFIBUS DP 主站）
- 故障安全输入和输出 (F-I/O)，如：
  - ET 200SP 故障安全模块
  - ET 200MP 故障安全模块
  - ET 200S 故障安全模块
  - ET 200M 故障安全模块
  - ET 200pro 故障安全模块
  - ET 200iSP 故障安全模块
  - 基于故障安全 GSD 并具有 PROFIsafe 功能的 DP 从站（例如，光幕或激光扫描仪）

说明

组态 PROFIBUS DP 故障安全组件时，必须使用 V4.2 或更高版本的 S7-1200 故障安全 CPU。

说明

只能将支持 PROFIsafe 模式 V2 的 PROFIBUS DP 故障安全模块与 S7-1200 CPU 搭配使用。

PROFINET 共享设备功能

"共享设备"功能允许 IO 设备的故障安全和标准模块或子模块由不同的 IO 控制器进行共享。共享 IO 设备的每个模块或子模块只能由一个 IO 控制器专有地控制。

如果没有"共享设备"功能，则 I/O 设备的所有 IO 模块或子模块都只能分配给同一个 IO 控制器。如果不同传感器之间的位置较为接近，但必须向不同 IO 控制器提供数据，则需要多个 IO 设备。

有关 PROFINET 共享设备组态的详细信息，请参见 S7-1200 可编程控制器系统手册 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478121)和"SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册" (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)。

所需软件组件

您需要以下软件组合之一：

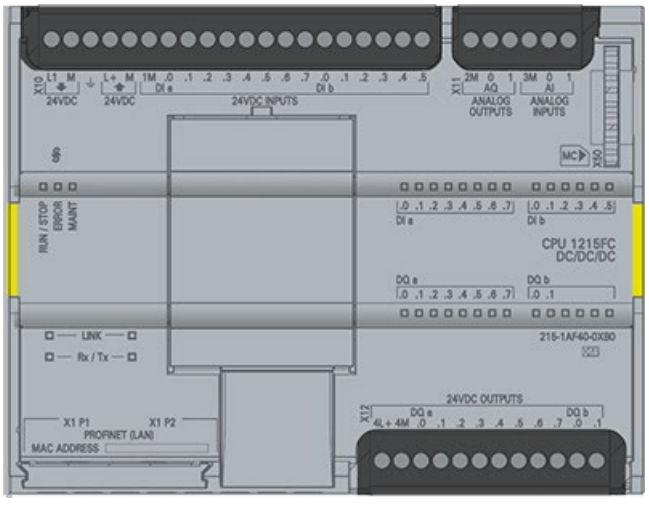
- *STEP 7 Basic*，包含 *STEP 7 Safety Basic* 选件包
- *STEP 7 Professional*，包含 *STEP 7 Safety Basic* 选件包
- *STEP 7 Professional*，包含 *STEP 7 Safety Advanced* 选件包

STEP 7 Safety Advanced 和 *STEP 7 Safety Basic* 是 SIMATIC Safety 故障安全系统的组态和编程软件包。在这两种软件包中，您将获得以下支持和说明：

- 在 TIA Portal 的硬件和网络编辑器中组态故障安全 CPU 和 SM 的支持
- 使用 LAD 和 FBD 创建安全程序、将错误检测功能集成到安全程序的支持
- 使用 LAD 和 FBD 编写安全程序的说明，通过标准用户程序您已熟悉这两种编程语言
- 使用 LAD 和 FBD 编写具有特殊安全功能的安全程序的说明

1.3 S7-1200 故障安全 CPU

故障安全 CPU 同时执行安全程序和标准应用程序。通过 PROFIsafe 协议验证故障安全 CPU 和故障安全信号模块之间的通信。



安全程序

您可以使用程序编辑器创建安全程序。可以使用功能块图 (FBD) 或梯形图 (LAD) 编程语言编写故障安全函数块 (FB) 和函数 (FC)，并创建故障安全数据块 (DB)。

故障安全系统通过编码处理同时执行两种程序。编译安全程序时，故障安全系统将自动执行安全检查并插入附加的故障安全逻辑，从而进行错误检测和错误响应。这可确保对错误和故障进行准确检测并做出适当的响应，使故障安全系统保持在安全状态或将其切换到安全状态。

除了安全程序外，您还可以在故障安全 CPU 上运行标准用户程序。标准程序可以在故障安全 CPU 中与安全程序共存。故障安全 CPU 可以保护安全程序中安全相关的数据不受标准用户程序数据的意外影响。

⚠警告

安装或修改后，只有在成功验证安全相关的功能后，才能将提供安全相关功能的 S7-1200 故障安全系统投入运行。

如果不采取适当的预防措施，可能导致死亡、严重人身伤害以及机器和设备损坏。

如果要在成功验证安全相关功能前使用标准功能并确保安全状态（即使所有故障安全信号模块都处于错误状态），则不能运行同时提供安全相关功能和标准（非安全相关）功能的 S7-1200 故障安全系统。

您可以在故障安全 CPU 中，通过位存储器或标准 DB 的数据交换安全程序和标准用户程序之间的数据。

1.3.1 标准 CPU 和故障安全 CPU 之间的行为差异

1.3.1.1 安全模式

安全模式

在安全模式下，在以下对象中激活用于故障检测和故障响应的安全功能：

- 故障安全 CPU 的安全程序
- 故障安全信号模块 (SM)

安全程序的安全模式

安全模式下，故障安全 CPU 中运行安全程序。安全程序激活用于故障检测和故障响应的所有安全机制。在安全模式下进行操作时，无法修改安全程序。

您可以禁用和重新激活安全程序的安全模式。“禁用的安全模式”允许故障安全 CPU 处于 RUN 模式时在线测试安全程序并根据需要进行更改。

对于 SIMATIC Safety，只有当故障安全 CPU 的操作模式从 RUN 切换到 STOP 再切换到 RUN 后，才能回到安全模式下。

安全消息帧

在安全模式下，故障安全 CPU 和故障安全 SM 通过安全消息帧在它们之间一致性地传输数据。符合 PROFIsafe 标准的安全消息帧包括以下内容：

- 过程数据（用户数据）
- 状态字节/控制字节（安全模式的协调数据）
- 虚拟监控编号（在 CRC 签名中编码，提供保活机制和失序消息检测）
- CRC 签名

1.3.1.2 故障响应

安全状态

故障安全概念取决于对所有过程变量的安全状态的标识。值"0"（断电）代表数字故障安全信号模块 (SM) 处于安全状态。这适用于传感器和执行器。

禁用

当故障安全系统检测到故障时，禁用将安全状态值（而非过程值）应用于故障安全 SM 或通道。在以下情况下，安全功能要求禁用故障安全 SM 或通道：

- 当故障安全系统启动时
- 如果故障安全系统检测到整体模块故障，如 RAM 或处理器故障
- 如果故障安全系统在故障安全 CPU 和故障安全 SM 之间通过 PROFIsafe 安全协议进行安全相关的通信时检测到错误（通信错误）
- 如果发生故障安全通道故障（例如，短路错误和不一致错误，或故障安全输入通道或输出通道的内部故障）

当数字输入故障安全 SM 中出现禁用情况时，SIMATIC Safety 为安全程序提供安全状态值 (0)，而非在故障安全输入处输入过程映像中的待决过程数据。

当数字输出故障安全 SM 中出现禁用情况时，SM 将禁用的通道设置为值 (0)。

重新集成

经过成功诊断确定故障已清除后，重新集成功能将过程由禁用状态恢复为正常状态。重新集成故障安全数字输入后，SIMATIC Safety 再次向安全程序提供在输入处待决的过程数据。对于故障安全数字输出，SIMATIC Safety 将再次向故障安全输出传送由安全程序提供的输出值。从安全状态值到过程数据的重新集成可以自动进行，或需要安全程序的确认。有关重新集成的步骤，请参见"故障响应" (页 118)。

故障检测和响应

SIMATIC Safety 系统能够对不同情况下的故障进行检测并做出响应：

- 故障安全 CPU 硬件和固件中的故障
- 故障安全用户程序中的错误

- 由故障安全 CPU 或 SM 状况所导致的 PROFIsafe 通信错误
- 故障安全 SM 级错误，如微处理器错误或存储器错误
- 故障安全 SM 通道错误，如不一致错误、接线短路或内部通道故障

故障安全 CPU 和故障安全用户程序出现故障通常会导致 CPU 操作模式被设置为 STOP。通信成功恢复后，可以重新集成 PROFIsafe 通信故障。在大多数情况下，由于 SM 级故障要求对故障安全 SM 进行循环上电，因此无法重新集成此类故障。通过可以通过消除故障和重新集成通道，从而可以重新集成通道故障并将其恢复到正确工作状态。

虚拟监控编号、循环中断时间和 F 监视时间

以下参数是进行故障响应不可或缺的参数：

- 虚拟监控编号：PROFIsafe 协议通过定期更新的监控编号提供消息序列错误的时间监视和检测。
- 循环中断时间：循环中断时间是一段时间间隔，F 运行组以该时间间隔执行并确定故障安全 CPU 将 PROFIsafe 帧发送到故障安全 SM 的频率。当您将故障安全 CPU 添加到项目时，STEP 7 创建功能安全组织块 1 (FOB_1)（默认为 OB123）。FOB_1 包含循环中断时间，您可以组态循环中断时间（默认为 100 ms）。
- F 监视时间：F 监视时间是禁用通道前 SM 或 CPU 等待无错通信（包括新的虚拟监控编号）的时间。可以对 F 监视时间进行组态。故障安全 CPU 和 SM 必须在组态的 F 监视时间内接收带有有效监控编号的有效的当前安全消息帧。

如果故障安全系统在 F 监视时间内未能检测到有效的监控编号，故障安全系统将禁用故障安全 SM。SM 的 F 监视时间到期将使得 SM 的所有 F 输入或 F 输出转换到安全状态。

CRC（循环冗余校验）签名

包含在安全消息帧中的 CRC 签名保护安全消息帧中过程数据的有效性、已分配地址参考的精确性和安全相关的参数。

如果在故障安全 CPU 和故障安全 SM 通信期间发生 CRC 签名错误，故障安全系统将禁用故障安全 SM。

1.3.1.3 重启故障安全系统

SIMATIC Safety 系统的操作模式仅在重启特性方面不同于标准系统的操作模式。

重启特性

当您将故障安全 CPU 从 STOP 切换到 RUN 模式时，标准用户程序以通常方式重新启动。当您重新启动安全程序时，故障安全系统使用装载存储器中的值初始化具有 F 属性的所有数据块。这相当于冷启动。

重启时故障安全系统尝试重新集成每个故障安全 SM。与标准用户程序不同，不能在安全程序中使用启动 OB。

1.3.1.4 固件更新

说明

故障安全 SM 固件 (FW) 更新

如果固件更新期间故障安全 SM 的 24 V DC 电源中断，必须通过存储卡再次启动固件更新。

无法通过 Web 服务器或 TIA Portal 完成重新启动的固件更新。

有关固件更新程序，请参见"S7-1200 可编程控制器系统手册 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478121)"。

1.4 S7-1200 故障安全信号模块 (SM)

1.4.1 概述

西门子推出的 S7-1200 故障安全产品旨在帮助解决机器应用中的功能安全问题。

与 S7-1200 V4.x 版本相关的三个故障安全 SM：

- SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC
- SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC
- SM 1226 F-DQ 2 x 继电器

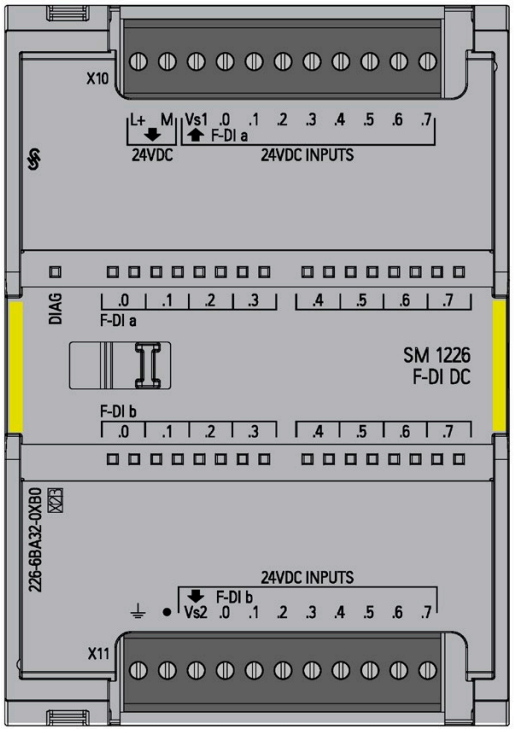
冗余双处理器功能安全设计

S7-1200 故障安全 SM 和标准 SM 之间的主要区别是故障安全 SM 通过冗余设计实现功能安全，包括使用两个处理器控制故障安全操作。这两个处理器互相监视，并确认它们正在同时执行相同代码，自动测试 I/O 电路，并在发生故障时将故障安全 SM 设置为安全状态。每个处理器监视内部和外部电源以及模块内部温度，如果检测到异常状况，还可以禁用模块。

安全相关的输入和输出信号构成与过程的接口。这样，可以直接连接紧急 STOP 按钮或光幕等设备的单通道和双通道输入信号。故障安全 SM 在内部冗余地组合安全相关信号，并以故障安全方式将统一结果传递到 CPU 以便进一步处理。

针对每个单独输出通道，故障安全 CPU 将安全相关的输出从 CPU 发送到故障安全 SM。然后，每个输出为每个通道设置两个独立开关（P 和 M 固态开关或两个独立的继电器）的状态。

1.4.2 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC



SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC 是用于故障安全应用的 S7-1200 信号模块 (SM)。输入可以连接 24 V DC 传感器/开关和 3/4 线接近开关（例如，BERO：非接触传感器的西门子线路），并具有 EN61131-2 类型 1 输入额定值。

该模块具有两个传感器电源输出，每个输出可为八个外部传感器（输入）供电。

输入和测试电路

F-DI 包含 16 个输入通道（F-DI A.0 ... A.7，F-DI B.0 ... B.7）。您可以将这些输入组态为十六个单通道系统 (1oo1) 输入（SIL 2/类别 3/PL d）、八个双通道系统 (1oo2) 输入（SIL 3/类别 3 或类别 4/PL e）或 1oo1 和 1oo2 通道的组合。一台微型计算机监控输入 a.0 到 a.7，另一台微型计算机监控输入 b.0 到 b.7。来自 a 和 b 的相应通道 (a.0, b.0)、(a.1, b.1)...(a.7, b.7) 构成了一个 1oo2 通道组。在 1oo2 组态中，“a”输入（两个输入的第一个）用于传送信号。例如，如果接线 1oo2 组态中的 I8.0 和 I9.0 并组态 STEP 7 以使用 1oo2 传感器评估，当关闭或打开两个输入的电路时，信号仅出现在 I8.0 输入处。

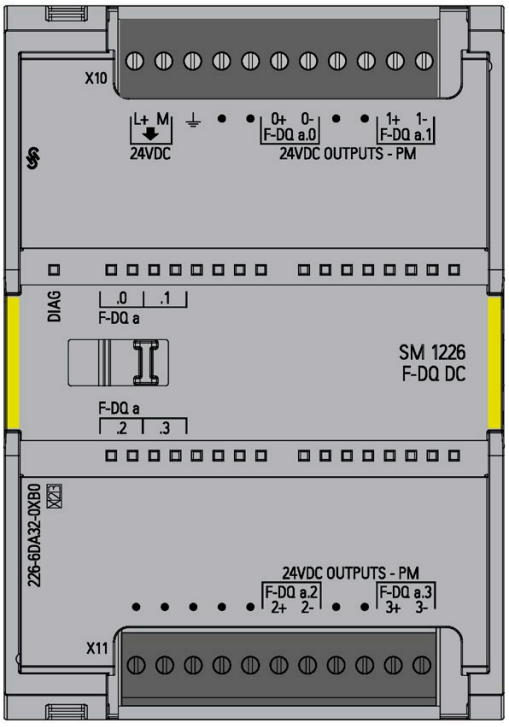
当您将通道组组态为 1oo2 时，两个控制器必须在组态的时间内检测相同的输入更改。否则，两个控制器将检测到不一致错误。F-DI 将 1oo2 输入作为单个输入报告给故障安全 CPU。

如果您使用传感器电源输出向传感器供电，可以启用短路测试。短路测试通过周期性脉冲关断传感器输出并验证关联输入关闭，检查正电压是否短路。由于进行测试时会在不同时间通过脉冲关断两个传感器输出，因此短路测试还可以检查 1oo2 成对输入中的另一个电路是否存在短路情况。短路测试不检测相同传感器组中输入之间的短路。

处理器通过配合向初始现场接口后的各自过程输入电路提供内部测试脉冲，以验证感测电子器件能够对“1”和“0”输入信号做出响应。

如果您根据标准诊断外部接线故障或排除它们，可以在 1oo2 组态中实现类别 4。

1.4.3 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC



SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 是用于故障安全应用的 S7-1200 信号模块 (SM)，适用于电磁阀、直流接触器和 LED 指示灯。它具有四个带 P- 和 M- 开关的输出，可以连接 24 V DC 执行器，最高额定电流为 2.0 A。

输出

F-DQ DC 包含四个输出通道 (F-DQ a.0...F-DQ a.3)。可以将每个输出用于 SIL 3 应用。每个输出包含两个开关：

- P- 开关将 24V 正极 (L+) 连接到负载。
- M- 开关将负载连接到 M 或 24V 回路。

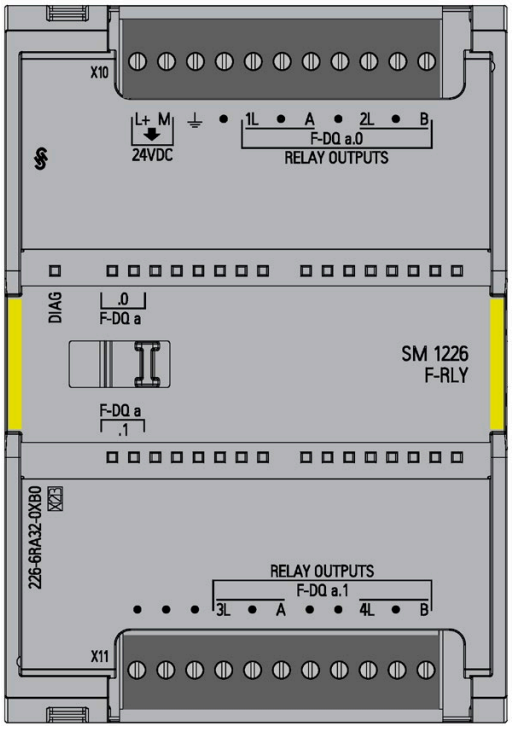
两个开关必须打开以便电流流至负载。

F-DQ DC 使用两个微型计算机来实现安全功能。一台微型计算机控制 P- 开关，而另一台微型计算机控制 M- 开关。来自 P- 开关输出的反馈信号会被送入控制 M- 开关的另一台微型计算机。同样的，来自 M- 开关输出的反馈信号也会被送入控制 P- 开关的微型计算机中。反馈信号用于确认输出开关工作正常并处于受控状态。

您必须组态“最大回读时间”(Maximum readback time)，用于指定输出电压对开关变化做出响应的允许延时。

F-DQ DC 通过短暂将“OFF”开关“打开”，将“ON”开关“关闭”，定期对其进行测试，以确认每个开关仍然工作正常并受到独立控制。组态的“最大回读时间”(Maximum readback time) 还能够设置“OFF”测试脉冲的持续时间。您必须组态“接通测试的最大回读时间”(Maximum readback time switch on test)，该参数用于设置“ON”测试脉冲的持续时间。您选择的这些持续时间应该足够短，从而不会影响负载。

1.4.4 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器

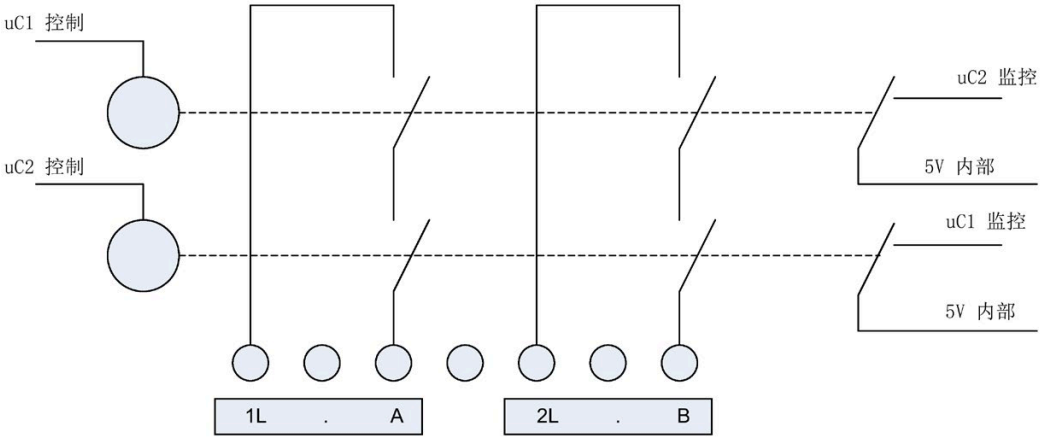


SM 1226 F-DQ 2 x 继电器是用于故障安全应用的 S7-1200 信号模块 (SM)。F-RLY 具有两个输出通道（FDQ a.0 和 F-DQ a.1）。每个通道包括两个可同时切换且以机械方式连接的触点的电路。每个电路有两个由独立继电器线圈控制的串联触点。

每个电路可以直接控制 SIL 3 应用中的执行器。针对带有插入式继电器的 SIL 3 应用，可以同时使用两个电路以控制冗余接触器或继电器。

F-RLY 使用两个微型计算机来实现安全功能。不同微型计算机用于控制每个电路中的两个串联继电器触点。一台微型计算机对各继电器线圈的控制通过监视机械连接的感测触点的另一台微型计算机进行验证。

依次切换每个电路中的串联触点，以避免由两个触点的熔接导致的共模故障。



输出通道 a.0：作为一个过程输出通道进行控制的两个电路。

请参见 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 (页 216)规范，数字量输出表中的隔离说明。

输出

可以将两个继电器输出通道的每一个用于 SIL 3 应用。

说明

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的继电器触点的设计符合过压类别 III。可以在 AC 主电路中使用它们，而无需进一步的过压保护。

故障安全 S7-1200 CPU 和标准（非故障安全）I/O 模块的继电器触点输出和 AC 输入不满足有关过压类别 III 的要求，该类别适用于符合 EN 50156-1 的设备（燃烧器应用）。

在燃烧器应用的安全关键电路中使用 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器时，可以将继电器触点输出和 AC 输入用于故障安全 S7-1200 CPU 和标准（非故障安全）I/O 模块，但只能在以下电路之一中使用：

- SELV/PELV 电路
- 和具备经过验证的永久性保护功能的主电源连接的电路，该保护可将瞬态电压降至过压类别 II

否则，CPU 和 I/O 系统（包括 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器）将不符合燃烧器应用的过压类别 III 要求。

⚠警告

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的相同通道中的相邻继电器触点不适用于 SELV/PELV 的单独 AC 线路。

如果 SELV/PELV 电路邻近该模块上的高压电路进行布线，可能导致死亡、严重人身伤害以及机器和设备损坏。

每个输出的 A 和 B 电路必须都是交流线路或者都是 SELV。

入门指南

2

2.1 示例简介

2.1.1 教学视频

“入门指南”一章包含十一个教学视频。通过其中九个教学视频指导您逐步完成众多组态和编程任务。这些教学视频在视频开始时显示完成的任务，然后播放分步教程，对所有所需的子任务进行说明：

- “过程” (页 30)（显示 S7-1200 故障安全应用示例的接线概述）
- “第 1 步：组态 S7-1200 CPU 1212FC、CPU 1214FC 或 CPU 1215FC” (页 34)（分步教程）
- “第 6 步：创建 F-FB” (页 54)（分步教程）
- “第 7 步：编程安全门功能” (页 56)（分步教程）
- “第 8 步：编程急停功能” (页 57)（分步教程）
- “第 9 步：编程反馈监控” (页 59)（分步教程）
- “第 10 步：编程故障安全 SM 重新集成的用户确认” (页 61)（分步教程）
- “第 11 步：编程主要安全块” (页 63)（分步教程）
- “第 12 步：编译安全程序” (页 64)（分步教程）
- “第 13 步：将完整的安全程序下载到故障安全 CPU 并激活安全模式” (页 65)（分步教程）
- “第 13 步：将完整的安全程序下载到故障安全 CPU 并激活安全模式” (页 65)（第二个视频，显示 LAD 编程步骤的最终结果）

2.1.2 组态和编程要求

这些说明将指导用户逐步完成使用 *STEP 7 Safety* 组态和编程的具体示例。

用户将了解 *STEP 7 Safety* 的基本功能和特殊性能。

完成此示例可能花费一或两个小时时间，具体取决于您的相关经验。

示例要求

必须满足以下要求：

- 要理解这些入门指南说明，您需要具备自动化工程的常规知识。此外还需熟悉 *STEP 7* 和 *STEP 7 Safety*。
- 需要包括以下组件的 S7-1200 站：
  - 故障安全 CPU（CPU 1212FC、CPU 1214FC 或 CPU 1215FC）
  - 故障安全数字量输入信号模块：SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC
  - 故障安全数字量输出信号模块：SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC
- 必须将 *STEP 7* 和 *STEP 7 Safety* 正确安装到具有以太网接口的基于 Windows 的编程设备上。
- 编程设备必须通过 PROFINET 接口连接到故障安全 CPU。
- 必须完全安装和接线 CPU 1212FC、CPU 1214FC 或 CPU 1215FC 及其他硬件。相关说明，请参见“S7-1200 可编程控制器系统手册”(https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478121)。

⚠警告

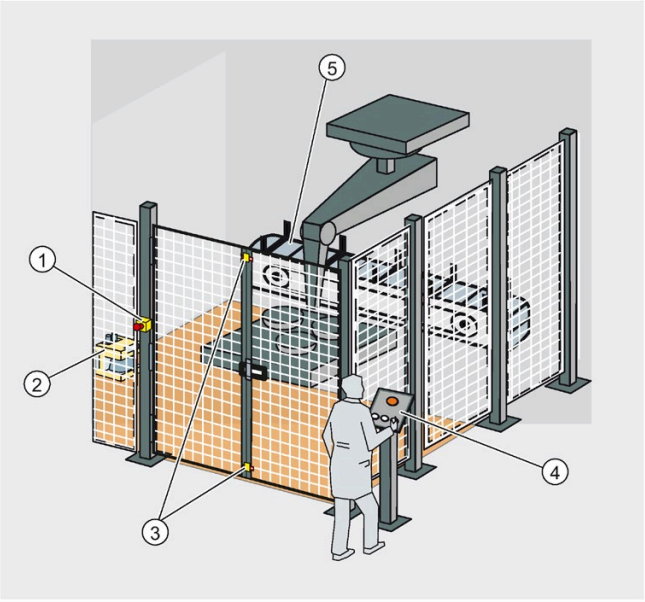
作为设备和系统中的一个组件，S7-1200 应符合具体应用领域里的特定标准和规范。请注意适用的安全和事故预防条例（例如，IEC 60204-1（机器安全的常规要求））。

使用入门指南中的示例对组态和编程 *STEP 7 Safety Advanced* 进行了简要介绍。在任何情况下，它都不会引发实际现场操作。执行此操作前，务必参阅“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册” (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)的当前版本。必须始终注意该手册中包含的警告和其它注意事项，即使它们未重复出现在本文档中！

如果忽略这些规则，可能导致严重的人员伤害以及机器和设备损坏。

2.1.3 示例结构和任务定义

带访问保护的生产单元



① 急停 (E-Stop)
② 激光扫描仪
③ 安全门
④ 带启动和确认按钮的控制面板
③ 传送带电机

激光扫描仪用于监控人员进入生产区。安全门用于保护服务区安全。

进入生产区或打开安全门将导致生产单元停机或关闭，类似于紧急停止的功能。

仅当紧急停止已取消、安全门关闭，且激光扫描仪检测到保护区内没有人员时，系统才能重新启动。可重新启动生产前，用户必须确认各类条件均已返回到安全状态。

2.1.4 步骤

这些入门指南说明中的示例包括以下部分：

组态

对于此示例，必须组态以下 S7-1200 故障安全 CPU 和 SM：

- 故障安全 CPU（CPU 1212FC, CPU 1214FC,CPU 1215FC）
- 用于用户确认、反馈回路和启动按钮的故障安全 CPU 标准数字输入

- 用于连接以下设备的 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC ：紧急停止开关、用于监视安全门的行程开关，以及用于监视入口区域的激光扫描仪
- 用于连接电机的 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC

相关组态在“组态” (页 33)部分中进行介绍。

编程

成功完成组态后，可以编写安全程序。

在我们的示例中，对故障安全块进行编程，使其具有急停、安全门功能、反馈回路（当负载异常时，能够起重启保护作用）和重新集成的用户确认。然后对故障安全块进行编译以生成安全程序。

有关编程的相关说明，请参见“编程” (页 49)部分。

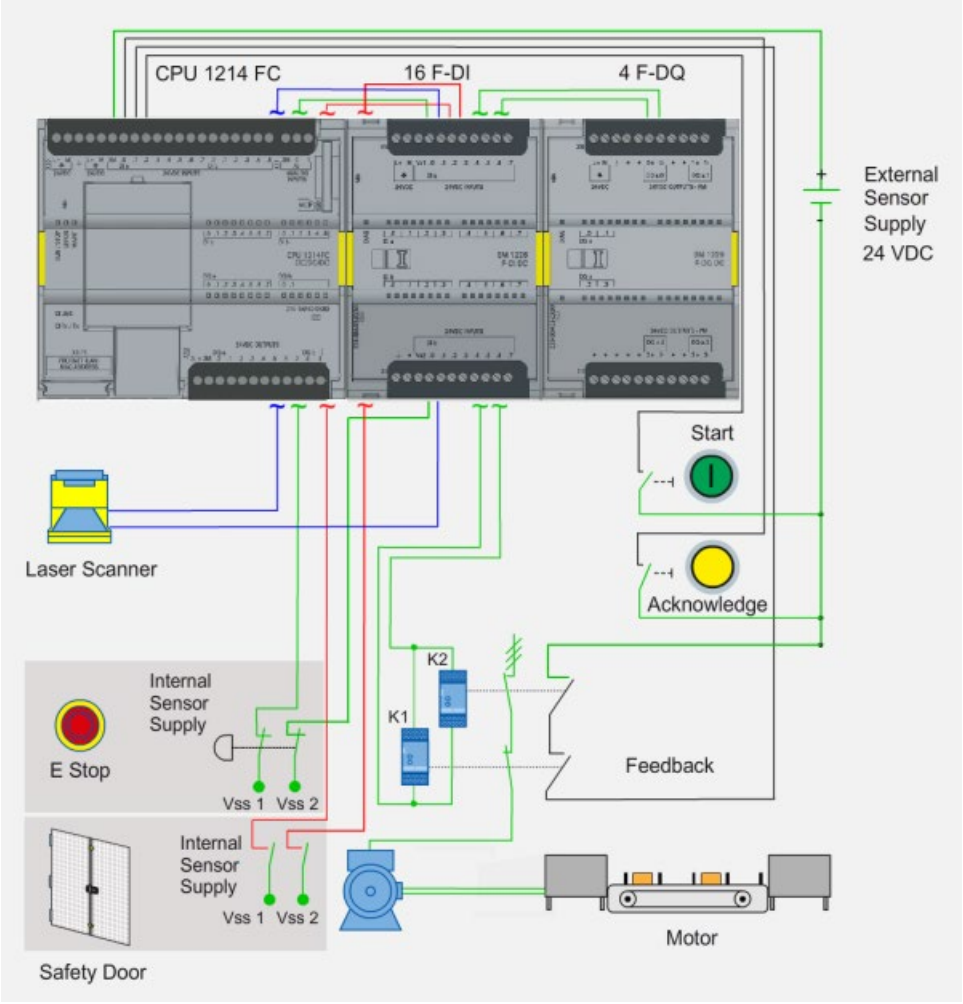
运行入门指南示例

此交互式图形让您能够熟悉入门指南中的示例是如何工作的。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

该视频会对激光扫描仪、E-Stop 和安全门进行开关，以模拟不安全条件。每个设备的操作均独立于另外两个设备。如果您激活了一个设备，则在继续之前，请务必取消激活该设备。

视频显示您必须按下“确认”(Acknowledge) 按钮，从而通知系统您已返回到安全状态。然后，您可以按“开始”(Start) 按钮以重新操作系统。



下表介绍了相关步骤及其操作：

步骤	操作	说明
1	激活 E-Stop。[1、2]	此操作可防止恢复运行。
2	触发激光扫描仪。[1、2]	此操作可防止恢复运行。
3	打开安全门。[1、2]	此操作可防止恢复运行。
4	禁用激光扫描仪。[3]	激光扫描仪将停用。
5	禁用 E-Stop。[3]	E-Stop 被禁用。
6	关闭安全门。[3]	安全门关闭。
7	按下确认 (Acknowledge) 按钮。	安全程序需要确认。
8	按下“启动”(Start) 按钮。	重新启动操作。

1 激活 E-STOP、触发激光扫描仪或打开安全门可以任意顺序执行或单独执行，以停止操作并使系统返回安全状态。

2 要继续操作，则必须按顺序执行以下步骤：1.禁用故障安全设备；2.按下“确认”(Acknowledge) 按钮；3.按下“启动”(Start) 按钮。

3 支持从安全状态值到过程数据的重新集成，若有必要，可使用安全程序进行确认。现可重新开始运行。

2.2 组态

2.2.1 简介

> **⚠警告**
>
> **存在与连接主电源的带电电线接触的风险。**
>
> 只有当输入电源关闭时，才能对 S7-1200 故障安全 CPU 控制系统进行接线操作。
>
> 如果不采取适当的预防措施，可能导致死亡、严重人身伤害以及机器和设备损坏。

S7-1200 可编程控制器系统手册 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478121)对 S7-1200 故障安全 CPU 的安装和接线进行了相关说明。

组态硬件

在 STEP 7 Safety 中，组态以下 S7-1200 组件：

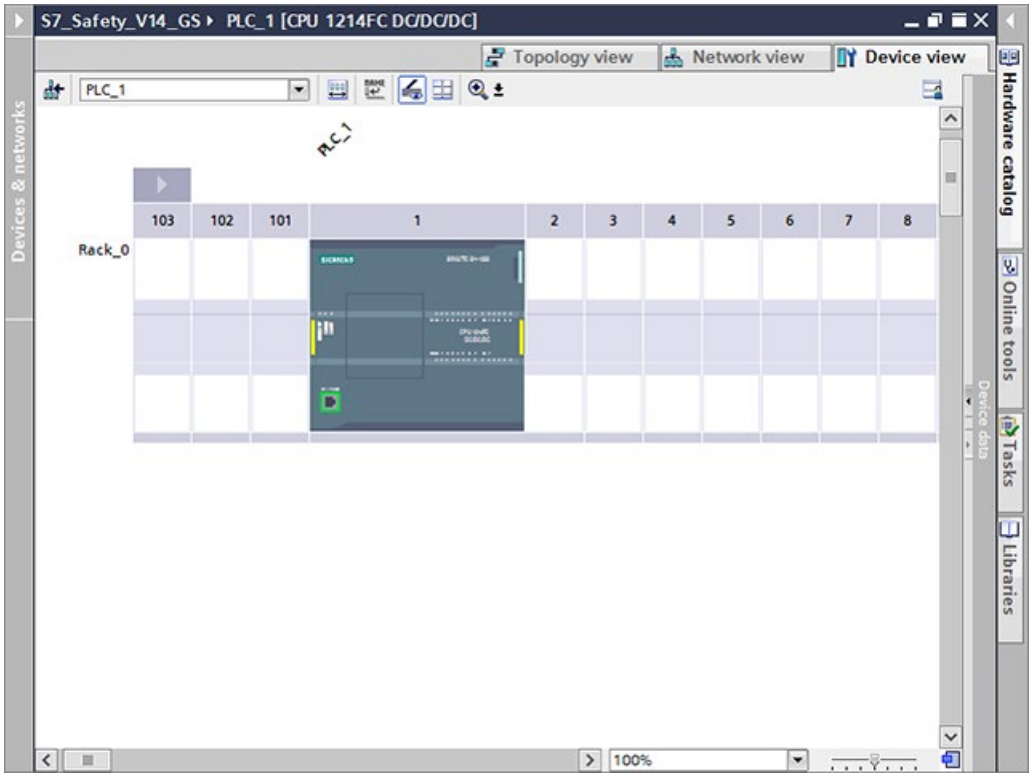
- 故障安全 CPU
- 用于用户确认、反馈回路和启动按钮的故障安全 CPU 标准数字输入
- 用于连接以下设备的故障安全数字输入 SM：紧急停止开关、用于监视安全门的行程开关、激光扫描仪
- 用于连接电机的故障安全数字输出 SM

2.2.2 第 1 步：组态 S7-1200 CPU 1212FC、CPU 1214FC 或 CPU 1215FC

此步骤中，您将创建一个新项目、添加一个故障安全 CPU 并分配参数。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 在 STEP 7 Safety 的门户视图中，创建一个名为“S7_Safety_V14_GS”的新项目
2. 使用“添加新设备”(Add new device) 添加 CPU 1214FC。

说明

可以在此示例中使用六个可用故障安全 CPU 中的任何一个（1212FC DC/DC/DC、1212FC DC/DC/继电器、1214FC DC/DC/DC、1214FC DC/DC/继电器、1215FC DC/DC/DC 或 1215FC DC/DC/继电器）。

结果：打开包含 CPU 1214FC 的设备视图。

3. 定位“故障安全：F 参数”(Fail-safe:F-parameters) 区域。

   您可以更改以下参数或接受默认设置：

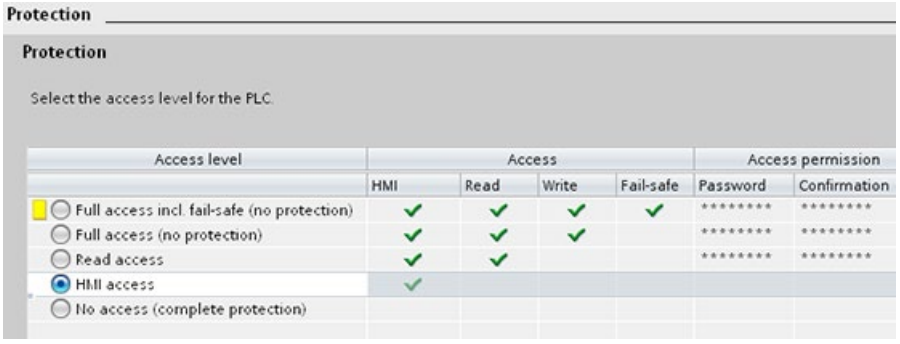
   - “F 目标地址的下限”(Low limit for F-destination addresses)：默认值适用于带有本地故障安全 SM 的独立故障安全 S7-1200 CPU。
   - “F 目标地址的上限”(High limit for F-destination addresses)：默认值适用于带有本地故障安全 SM 的独立故障安全 S7-1200 CPU。
   - “中央 F 源地址”(Central F-source address)：默认值适用于带有本地故障安全 SM 的独立故障安全 S7-1200 CPU。
   - “中央 F-I/O 的默认 F 监视时间”(Default F-monitoring time for central F-I/O)：故障安全 SM 必须在 F 监视时间内从故障安全 CPU 接收到有效的当前安全消息帧。否则，故障安全 SM 将进入安全状态。F 监视时间的设置必须足够高，从而能够允许一定的消息帧延迟，同时，还必须设置得尽可能低，以便在发生故障时，过程可以尽可能快地做出响应

。默认情况下，每个故障安全 SM 的 F 监视时间取自故障安全 CPU 的"中央 F-I/O 的默认 F 监视时间"(Default F-monitoring time for central F-I/O) 参数。但您可以分别为每个故障安全 SM 组态 F 监视时间。更多详细信息，请参见第 5.2 节："组态通用 F 参数" (页 109)。

在本示例中保留默认值不变。

4. 移动到"保护"(Protection) 区域。

   选择"保护"(Protection) 属性以选择保护等级并输入密码。带有故障安全写保护密码的"完全访问含故障安全（无保护）"(Full access incl. fail-safe (no protection)) 保护等级是故障安全 CPU 的最低等级。输入并确认所需保护的密码。密码区分大小写。



   当您将此组态下载至故障安全 CPU 时，用户将具有 HMI 访问权限，可以在无密码的情况下访问 HMI 功能。要读取数据，用户必须输入"读访问"(Read access) 的已组态密码、"完全访问（无保护）"(Full access (no protection)) 的密码或"完全访问含故障安全（无保护）"(Full access incl. fail-safe (no protection)) 的密码。要写入数据，用户必须输入"完全访问（无保护）"(Full access (no protection)) 的已组态密码或"完全访问含故障安全（无保护）"(Full access incl. fail-safe (no protection)) 的密码。

故障安全 CPU 的访问保护

故障安全 CPU 提供了五个安全等级，用于限制对特定功能的访问。为故障安全 CPU 组态安全等级和密码时，可以对那些不输入密码就能访问的功能和存储区进行限制。

每个等级都允许在访问某些功能时不使用密码。故障安全 CPU 的默认状态是没有任何限制，也没有密码保护。要限制对故障安全 CPU 的访问，可以对故障安全 CPU 的属性进行组态，然后输入并确认密码。

表格 2- 1　　CPU 的安全级别

安全级别	访问限制
完全访问含故障安全（无保护）	允许完全访问，没有密码保护。这是故障安全 CPU 的最低保护等级。
完全访问（无保护）	允许完全访问，除了对故障安全块进行写访问。 以下情况下需要密码：修改（写入）故障安全块以及更改 CPU 模式 (RUN/STOP)。
读访问	允许 HMI 访问和各种形式的 PLC 到 PLC 通信，无密码保护。 以下情况下需要密码：修改（写入）CPU 以及更改 CPU 模式 (RUN/STOP)。

安全级别	访问限制
HMI 访问	允许 HMI 访问和各种形式的 PLC 到 PLC 通信，无密码保护。 以下情况下需要密码：读取 CPU 中的数据、修改（写入）CPU 以及更改 CPU 模式 (RUN/STOP)。
无访问权（完全保护）	不允许没有密码保护的访问。 以下情况下需要密码：进行 HMI 访问、读取 CPU 中的数据、修改（写入）CPU 以及更改 CPU 模式 (RUN/STOP)。

结果

新项目已创建，故障安全 CPU 的组态完成。

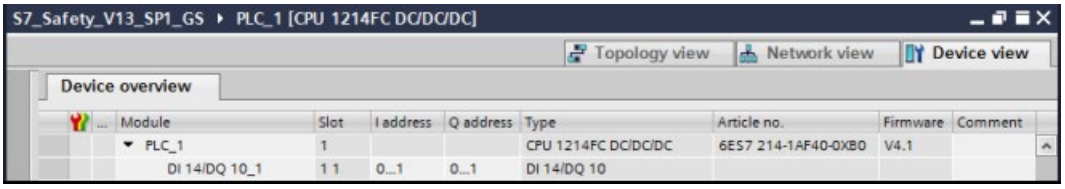
2.2.3 第 2 步：组态用于用户确认、反馈电路和启动按钮的故障安全 CPU 标准数字输入

在此步骤中，分配用于非故障安全信号（用户确认、反馈回路和启动按钮）的故障安全 CPU 标准数字输入的参数。

步骤

1. 在本示例中，将故障安全 CPU 标准数字输入的输入地址分配为“0”。同样的，将故障安全 CPU 标准数字输出的输出地址分配为“0”。可以在 CPU 设备组态中的“DI 14/DQ 10”、“I/O 地址”(I/O addresses) 下分配这些地址。

   参见如下所示的 TIA Portal 中的“CPU 1214FC 设备视图”信息：



结果

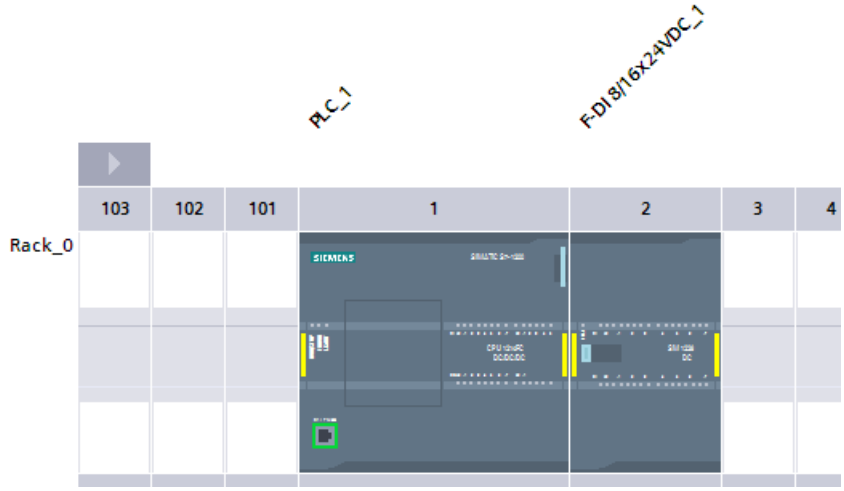
故障安全 CPU 标准数字输入的组态现已完成。

2.2.4 第 3 步：组态用于连接紧急停止开关、行程开关以及激光扫描仪的 SM1226 F-DI 16 x 24 V DC

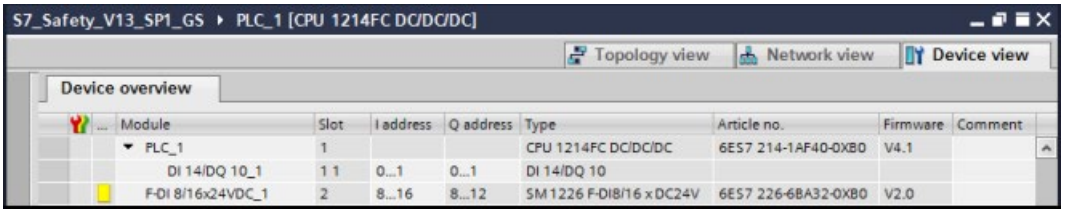
在此步骤，组态用于连接以下设备的 F-DI：紧急停止开关、用于监视安全门的行程开关，以及用于监视入口区域的激光扫描器。

步骤

1. 在 S7-1200 的“设备视图”(Device View) 中，使用拖放功能将硬件目录的 F-DI 8/16x24VDC_1 数字电子模块添加到插槽 2 中。



2. 打开“设备数据”(Device data) 以显示“设备概览”(Device overview) 区域。可在此处更改故障安全模块的输入和输出的起始地址。本示例中使用模块默认 I/O 地址“8”和“8”（输入始于字节 8，输出始于字节 8）。



说明

每个故障安全 SM 均使用 I 和 Q，尽管它们可能仅配有输入通道或仅配有输出通道。

F-DI 可配有 8 到 16 个输入通道；但 SM 要求 9 个输入 (I) 字节和 5 个输出 (Q) 字节。

3. 返回“设备视图”(Device view)，然后选择 F-DI 8/16x24VDC_1。在“属性”(Properties) 选项卡下，选择“IO 变量”(IO tags) 选项卡。此操作将显示故障安全模块的“过程值”和“值状态”位。可在此处为各通道定义变量：



Name	Type	Address	Tag table	Comment
	Bool	%I8.0		
	Bool	%I8.1		
	Bool	%I8.2		
	Bool	%I8.3		
	Bool	%I8.4		
	Bool	%I8.5		
	Bool	%I8.6		
	Bool	%I8.7		
	Bool	%I9.0		
	Bool	%I9.1		
	Bool	%I9.2		
	Bool	%I9.3		
	Bool	%I9.4		
	Bool	%I9.5		
	Bool	%I9.6		
	Bool	%I9.7		
	Bool	%I10.0		
	Bool	%I10.1		
	Bool	%I10.2		
	Bool	%I10.3		
	Bool	%I10.4		
	Bool	%I10.5		
	Bool	%I10.6		
	Bool	%I10.7		
	Bool	%I11.0		
	Bool	%I11.1		
	Bool	%I11.2		
	Bool	%I11.3		
	Bool	%I11.4		
	Bool	%I11.5		
	Bool	%I11.6		
	Bool	%I11.7		

每个过程值位均有关联的值状态位，该位用于报告相应的过程值是否有效或被禁用。对于有效数据，值状态位为 ON；对于与钝化通道相关的数据，则为 OFF。如果整个模块或单个通道被禁用，则关联的值状态位将关闭。

要检查过程值位与值状态位，必须知道这些位在模块中的映射位置。对于 F-DI 8/16x24VDC_1, ，输入 (I) 映像寄存器的头两个字节是过程值位，接下来两个字节是值状态位。例如，如果 F-DI 8/16x24VDC_1 的模块起始地址是 I8.0 和 Q8.0，且组态为 1oo1，则过程值位与对应的值状态位按下表所示进行分配：

过程值	值状态位
I8.0	I10.0
I8.1	I10.1
I8.2	I10.2

过程值	值状态位
I8.3	I10.3
I8.4	I10.4
I8.5	I10.5
I8.6	I10.6
I8.7	I10.7
I9.0	I11.0
I9.1	I11.1
I9.2	I11.2
I9.3	I11.3
I9.4	I11.4
I9.5	I11.5
I9.6	I11.6
I9.7	I11.7

如果组态为 1oo2，则过程值位与对应的值状态位按下表所示进行分配：

过程值	值状态位
I8.0	I10.0
I8.1	I10.1
I8.2	I10.2
I8.3	I10.3
I8.4	I10.4
I8.5	I10.5
I8.6	I10.6
I8.7	I10.7
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

4. 在“属性”(Properties) 选项卡下，选择“常规”(General) 选项卡，然后选择“F 参数”(F-parameters) 区域。可在此更改以下参数或应用默认设置：

   – “F 监视时间”(F-monitoring time)：在 F 监视时间内，F-DI 必须从故障安全 CPU 中接收到一个有效的当前安全消息帧。否则，F-DI 将进入安全状态。F 监视时间必须设置得足够大，以容纳消息帧延迟，同时也要足够小，以便发生故障时过程可以尽快响应并无损运行。默认情况下，F-DI 的 F 监视时间是由故障安全 CPU 的“中央 F-I/O 的默认 F 监视时间”(Default F-monitoring time for central F-I/O) 参数决定。

     说明

     “循环中断时间”(cyclic interrupt time) 参数与 F 监视时间密切相关。循环中断时间是一段时间间隔，F 运行组以该时间间隔执行并确定故障安全 CPU 将 PROFIsafe 帧发送到故障安全 SM 的频率。

     当您将故障安全 CPU 添加到项目时，STEP 7 创建功能安全组织块 1 (FOB_1)（默认为 OB123）。FOB_1 包含循环中断时间。

   – “F 目标地址”(F-destination address)：安全系统（网络和 CPU）中使用的各 F-IO 必须具有唯一的 PROFIsafe 地址。有关在联网系统中设置和验证唯一 PROFIsafe 地址的程序，请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册”(http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)。

   此示例中保持 F 参数的设置不变。

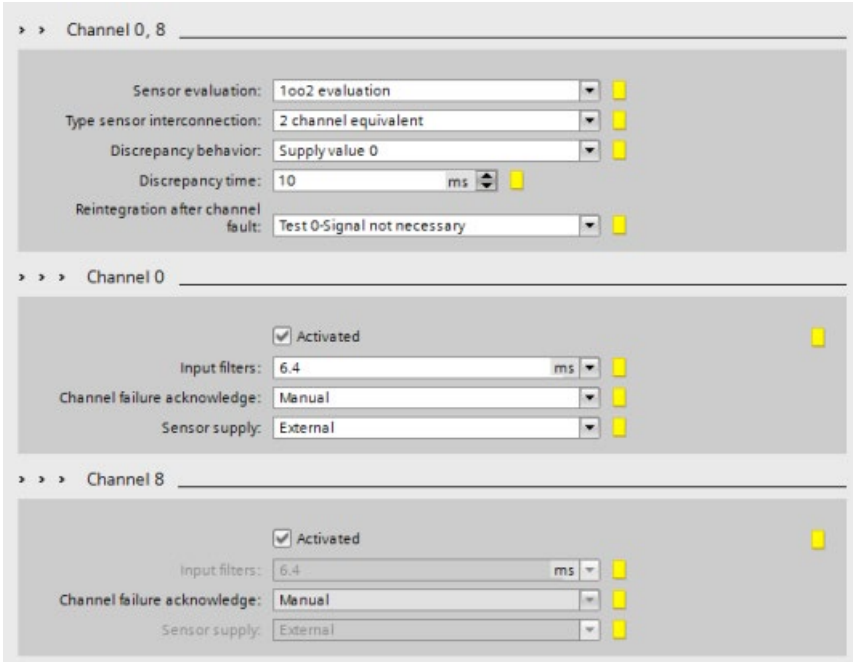
5. 选择“DI 参数”(DI parameters) 区域。

   在本示例中，禁用（取消选中复选框）“短路测试”(Short-circuit test) 参数。

6. 在本示例中，双通道紧急停止开关（紧急停止）连接通道 0 和 8。

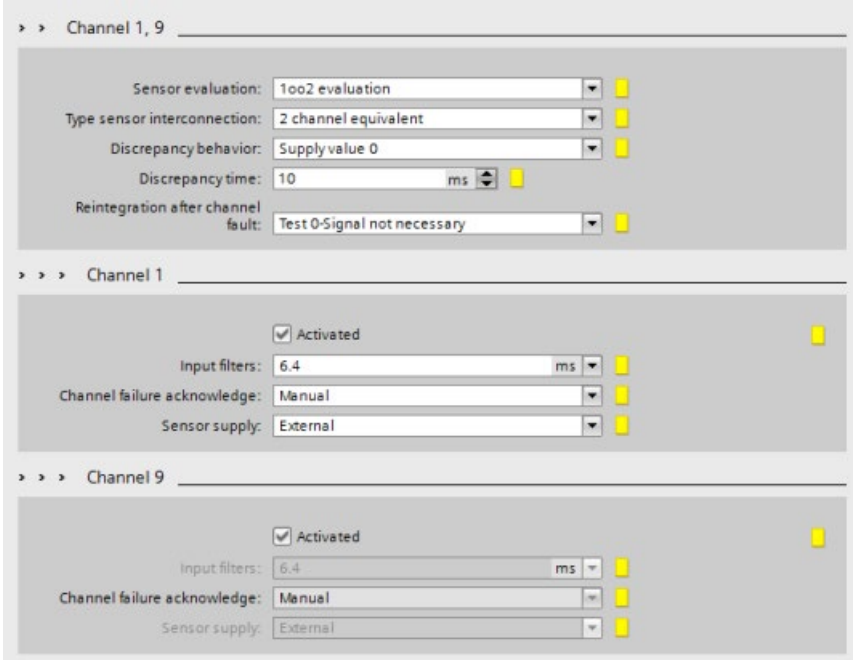
   在我们的示例中，这些通道连接过程值位 I8.0 和 I9.0。在该 1oo2 组态中，I8.0（两个输入中的第一个）用于传送信号。展开“DI 参数”(DI parameters) 和“通道参数”(Channel parameters) 并选择“通道 0、8”(Channel 0, 8)。

   如下图所示输入设置：

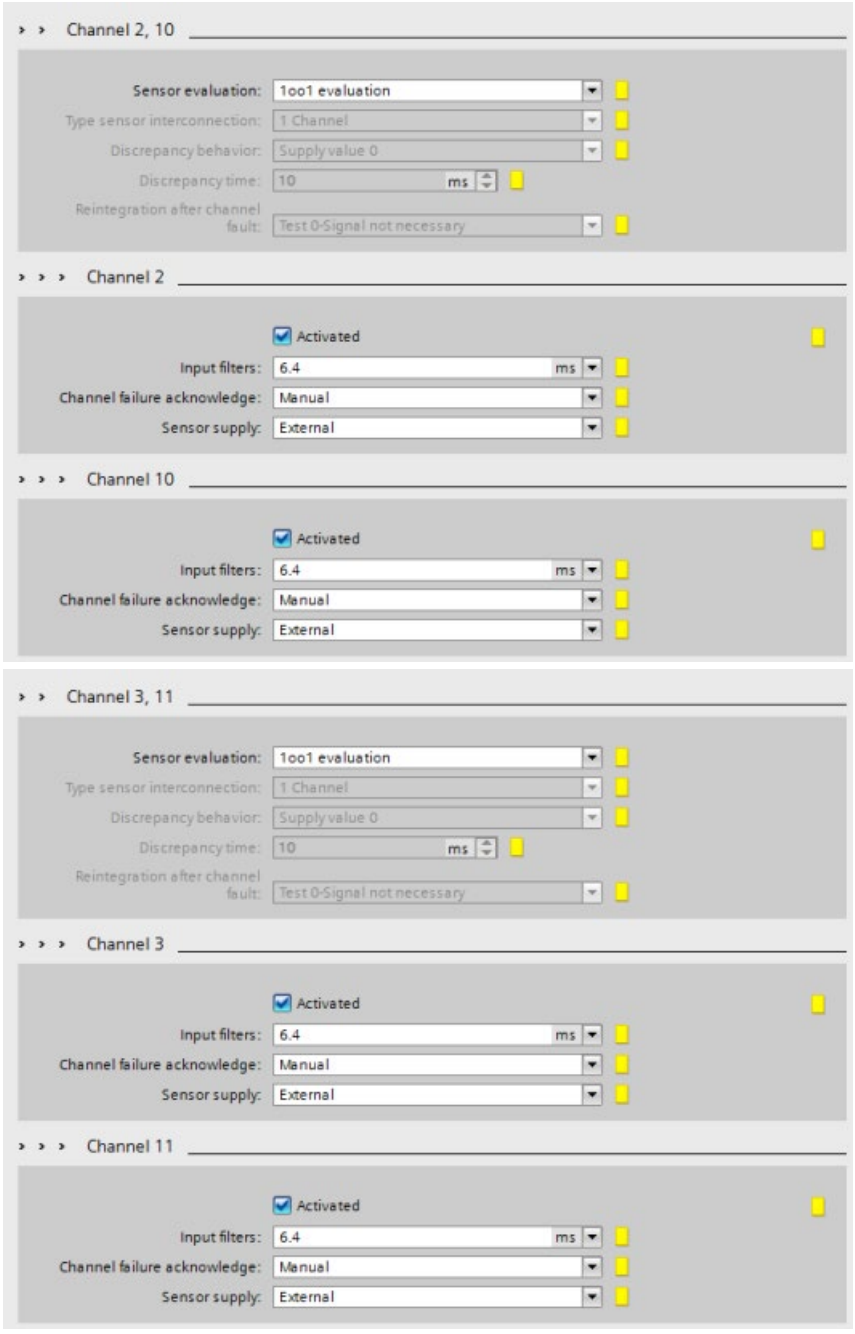


7. 在本示例中，用于监控可接近入口区域的激光扫描仪连接到通道 1 和 9。

   如下图所示进行设置：



8. 在本示例中，用于监控双通道安全门的行程开关连接到通道 2 和 3。
   如下图所示进行设置：



9. 通过清除“激活”(Activated) 复选框，禁用以下未使用的 DI 通道：

-
-
- 4
- 5
- 6
- 7
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15

结果

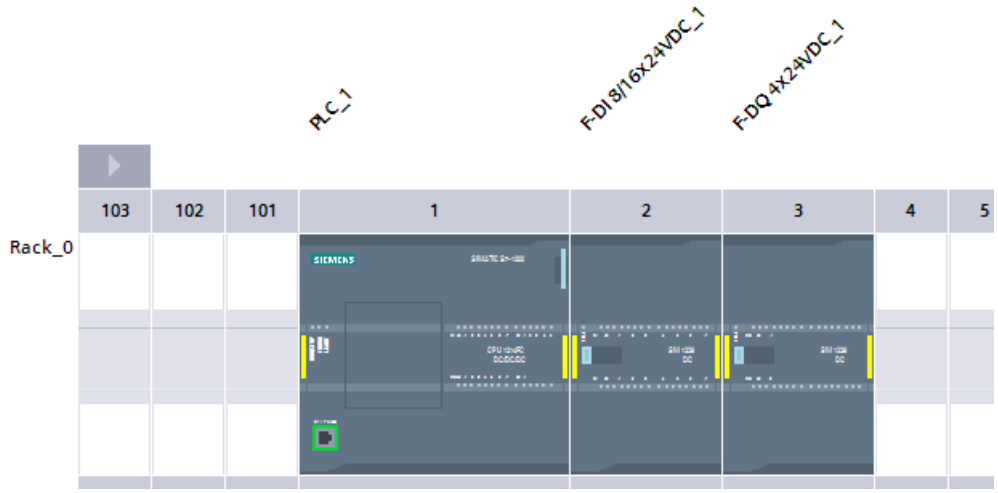
F-DI 的组态现已完成。

2.2.5 步骤 4：组态 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 以连接电机

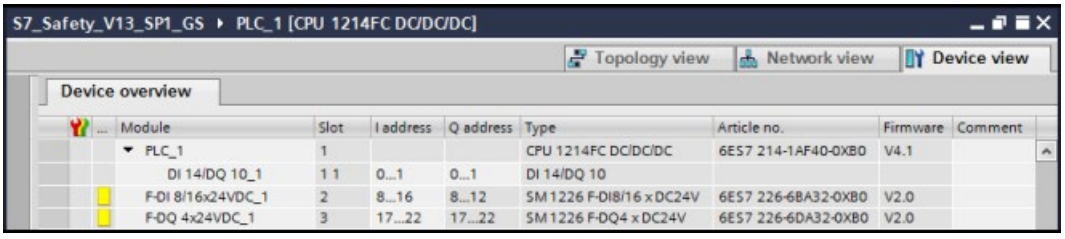
在此步骤中，使用 2 个接触器对 F-DQ DC 进行组态，以将电机间接连接至通道 0。

步骤

1. 在 S7-1200 的"设备视图"(Device View) 中，使用拖放功能将硬件目录的 F-DQ 4x24VDC_1 数字电子模块添加到插槽 3 中。



2. 打开"设备数据"(Device data) 以显示"设备概览"(Device overview) 区域。可在此处更改故障安全模块的输入和输出的起始地址。本示例中使用模块默认 I/O 地址"17"和"17"（输入始于字节 17，输出始于字节 17）。

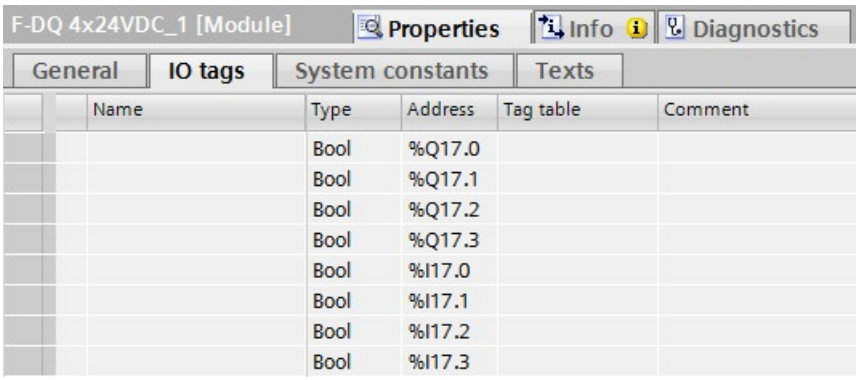


说明

每个故障安全 SM 均使用 I 和 Q，尽管它们可能仅配有输入通道或仅配有输出通道。

F-DQ DC 配有 4 个输出通道；但 SM 要求 6 个输入 (I) 字节和 6 个输出 (Q) 字节。

3. 返回“设备视图”(Device view)，然后选择 F-DQ 4x24VDC_1。在“属性”(Properties) 选项卡下，选择“IO 变量”(IO tags) 选项卡。此操作将显示故障安全模块的“过程值”和“值状态”位。可在此处为各通道定义变量：



每个过程值位均有相关的值状态位，该位可报告对应的过程值是否良好。质量良好时值状态位开启，质量不良时关闭。如果禁用整个模块或通道，则相关值状态位关闭。

要检查过程值位与值状态位，必须知道这些位在模块中的映射位置。对于 F-DQ 4x24VDC_1，输出 (Q) 映像寄存器的前四位为过程值位，输入 (I) 映像寄存器的前四位卫值状态位。例如，若 F-DQ 4x24VDC_1 的模块起始地址为 I17.0 与 Q17.0，则过程值位与对应的值状态位按下表所示进行分配：

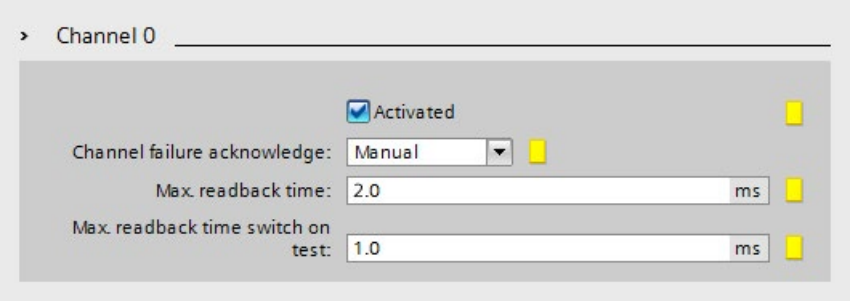
过程值	值状态位
Q17.0	I17.0
Q17.1	I17.1
Q17.2	I17.2
Q17.3	I17.3

4. 在“属性”(Properties) 选项卡下，选择“常规”(General) 选项卡，然后选择“F 参数”(F-parameters) 区域。可在此处更改以下参数或接受默认设置：
   - “F 监视时间”(F-monitoring time)：在 F 监视时间内，故障安全 CPU 中必须生成一个有效的当前安全消息帧并送至 F-DQ DC 中。否则，F-DQ DC 转为安全状态。F 监视时间必须设置得足够大，以容纳消息帧延迟，同时也要足够小，以便发生故障时过程可以尽快响应并无损运行。默认情况下，F-DQ DC 的 F 监视时间是由故障安全 CPU 的“中央 F-I/O 的默认 F 监视时间”(Default F-monitoring time for central F-I/O) 参数决定。
   - “F 目标地址”(F-destination address)：安全系统（网络和 CPU）中使用的各 F-IO 必须具有唯一的 PROFIsafe 地址。有关在联网系统中设置和验证唯一 PROFIsafe 地址的程序，请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册” (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)。

   此示例中保持 F 参数的设置不变。

5. 选择“DQ 参数”(DQ parameters) 区域。可在此处更改通道特定参数或采用默认设置。

   输入示例设置，如下图所示：



6. 通过清除“激活”(Activated) 复选框，禁用未使用的 DQ 通道 1、2 和 3。

结果

F-DQ DC 的组态现已完成。

2.2.6 总结：组态硬件

总结

到目前为止，已根据示例中的任务定义组态以下 S7-1200 组件：

- 故障安全 CPU
- 用于用户确认的故障安全 CPU 标准数字量输入、反馈环路和起始按钮：

  - 输入与输出数据区的起始字节地址： IB0 和 QB0
  - 输入通道 （位） 0，用于再集成确认 (I0.0)
  - 输入通道（位）1，用于反馈 (I0.1)
  - 输入通道（位）2，用于启动 (I0.2)

- 用于连接急停开关的故障安全数字量输入 SM (F-DI 8/16x24VDC_1)、用于监视安全门的位置开关以及用于监视可访问的生产区域的激光扫描仪：

  - 输入与输出数据区的起始字节地址：IB8 和 QB8
  - 输入通道（位） 0 和 8，用于急停 (I8.0)
  - 输入通道（位）1 和 9，用于激光扫描仪 (I8.1)
  - 输入通道（位）2，用于一个安全门位置开关 (I8.2)
  - 输入通道（位）3，用于其它安全门位置开关 (I8.3)

- 用于连接电机的故障安全数字量输出 SM (F-DQ 4x24VDC_1)：

  - 输入与输出数据区的起始字节地址：IB17 和 QB17
  - 输出通道（位）0，用于使用 2 个接触器 (Q17.0) 间接开关电机

现在可以继续进行安全程序编程。

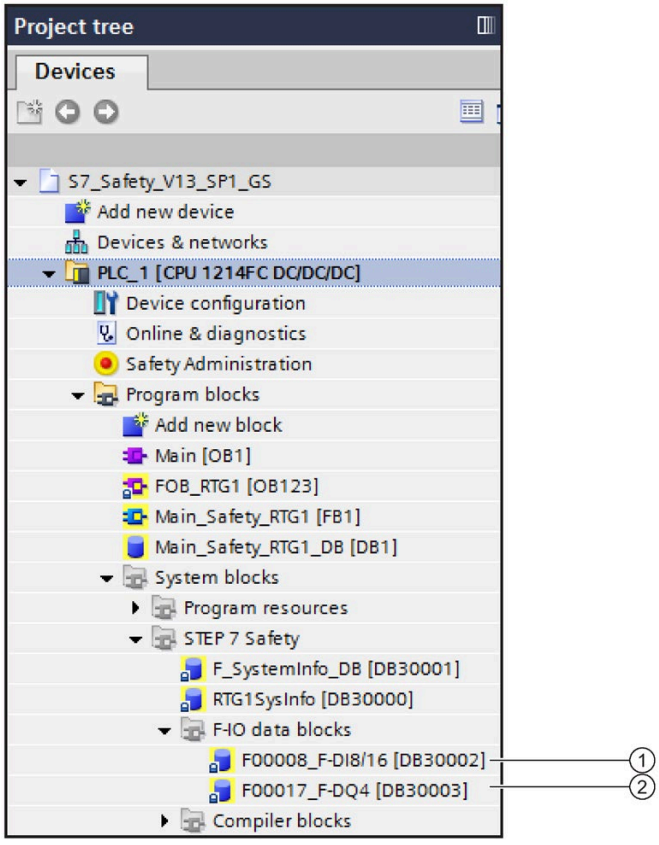
2.3 编程

2.3.1 简介

在此示例中，故障安全函数块 (F-FB) 将编入安全门功能、急停功能（在急停、打开安全门或某人进入由激光扫描仪监视的保护区的情况下进行关断的安全电路）、反馈电路（发生故障负载时提供保护以避免重新关闭）、用于重新集成的用户确认及电机间接接通（通过两个接触器）。然后将对经编程的 F-FB 进行编译以完成安全程序并将其下载到故障安全 CPU。

故障安全 SM 数据块 (F-IO DB)

当为组态添加一个故障安全 SM 时，将自动生成一个 F-IO DB。示例 I/O 生成的 F-I/O DB 位于“项目树”(Project tree) 的“程序块”(Program blocks) 文件夹中的“系统块”(System blocks) 文件夹内：



① “F00008 F-DI16 [DB30002]”：故障安全数字量输入 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC 数据块 (DB)

② “F000016 F-DQ4 [DB30003]”：故障安全数字量输出 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 数据块 (DB)

F-I/O DB 的默认名称由固定前缀“F”、故障安全 SM 的起始输入地址及在硬件与网络编辑器中输入的故障安全 SM 属性名称组成。

可通过完全符合规范的 DB 访问方式（即通过指定 F-I/O DB 名称和变量名称）访问 F-I/O DB 的变量。

编程

可在 LAD 和 FBD 中编程安全程序。若执行此操作，则可使用的指令、数据类型和操作数区域均受到一定限制（请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册”(http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)中“编程”一章的“编程概述”部分）。

本例中使用 FBD 编程语言。

说明

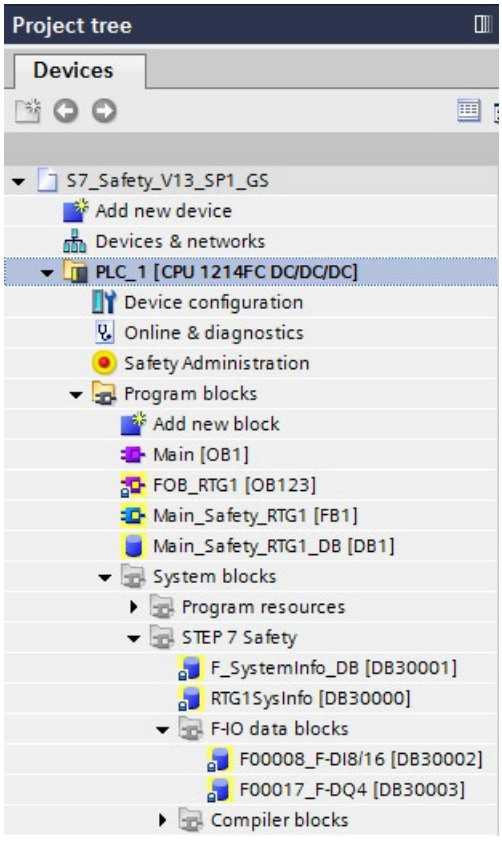
故障安全信号在 “LAD/FBD 编辑器"(LAD/FBD Editor) 中以黄色显示。

说明

请注意“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册”(http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)的“编程”一章的“定义 F 运行时间组”部分中的程序结构规则。

2.3.2 步骤 5：指定安全程序的集中设置

插入故障安全 CPU 后，默认情况下会创建 F 运行时间组和相关主安全块并将其分配至 CPU。F 运行时间组包含可调用主安全块 FB 的 F-OB（循环中断 OB）。随后必须从该主安全块调用其它用户特定的安全功能：



安全程序编程的第一步是编写主安全块。主安全块是从分配在各 F 运行时间组中的“故障安全组织块”(F-OB)（循环中断 OB）中调用的 F-FB（带有 DB 实例）。F-OB 的优先级比其它标准 OB 高。

从主安全块中调出用户创建的 F 模块。可随时更改调用与被调用的块。

执行安全程序后，将恢复执行标准用户程序。

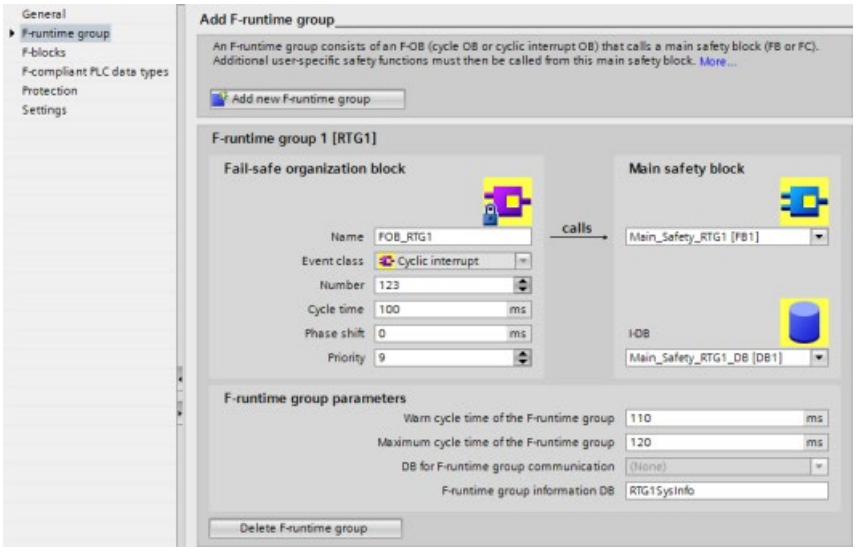
打开安全管理编辑器

1. 在故障安全 CPU 的“项目树”(Project tree) 下，双击“安全管理”(Safety Administration)。

   结果：“安全管理”(Safety Administration) 编辑器随即打开。

   可在安全管理编辑器中为安全程序进行中央设置。

2. 在安全管理编辑器的区域导航中，单击“安全运行时间组”(Safety runtime group)。创建故障安全 CPU 并显示相关主安全块时，会自动创建 F 运行时间组：



循环中断 OB (FOB_1 [OB123]) 默认情况下会调用主安全块 (Main_Safety [FB1])。从主安全块中调出用户创建的 F 模块。可随时更改调用与被调用的块。

此例中保留预设块。

有关安全管理编辑器上的更多信息，请参见“SIMATIC Safety - 组态和编程，编程和操作手册” (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)。

故障安全系统块的编号范围

编译安全程序时，会自动添加 F 模块，以生成可执行的安全程序。

默认情况下，系统自动管理编号范围，编号范围会在安全管理编辑器的“设置”(Settings) 中显示。

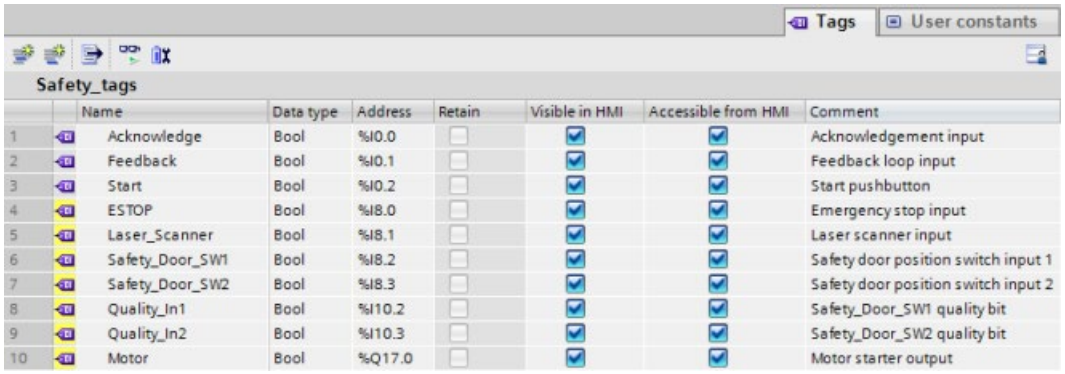
此例中保留预分配设置。

为安全程序指定输入与输出

按步骤 1 到 4 所述组态硬件后，可使用以下故障安全 CPU 与 SM DB 用于示例编程：

已组态的硬件	起始输入地址	符号名称
故障安全 CPU 标准数字量输入 CPU 1214FC	IB0	PLC_1 [CPU 1214FC DC/DC/DC]
故障安全数字量输入模块 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	IB8	F00008_SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC
故障安全数字量输出模块 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	IB16	F00016_SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC

为故障安全输入与输出分配以下符号名称：


Tags | User constants

Safety_tags

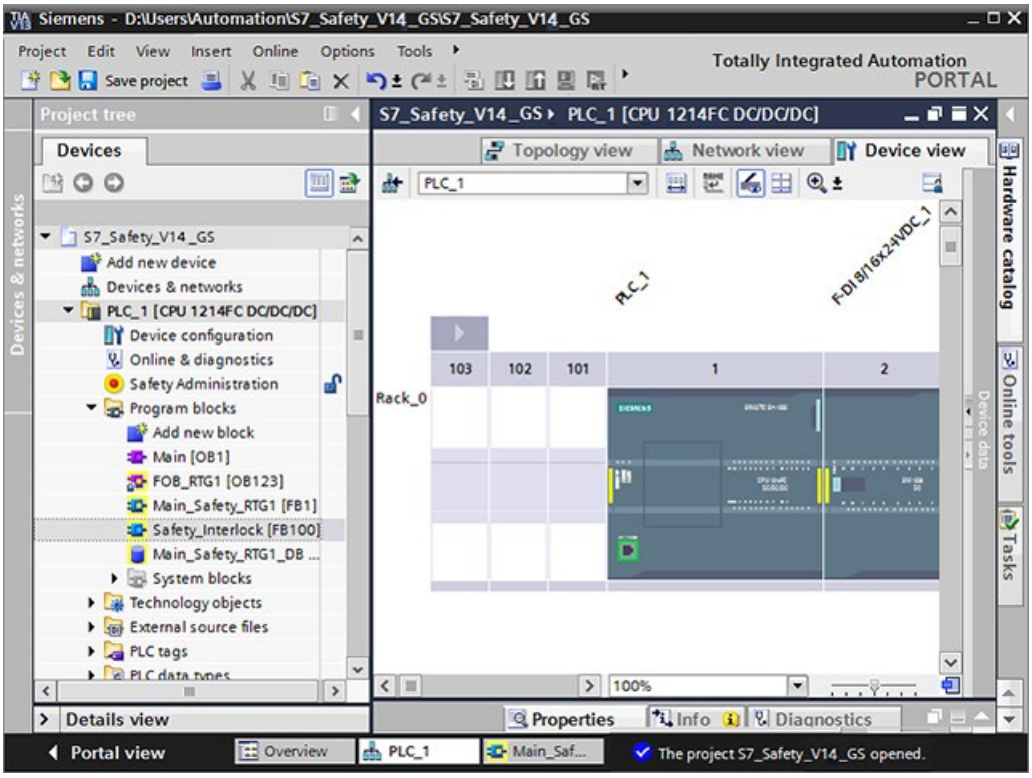
	Name	Data type	Address	Retain	Visible in HMI	Accessible from HMI	Comment
1	Acknowledge	Bool	%I0.0		☑	☑	Acknowledgement input
2	Feedback	Bool	%I0.1		☑	☑	Feedback loop input
3	Start	Bool	%I0.2		☑	☑	Start pushbutton
4	ESTOP	Bool	%I8.0		☑	☑	Emergency stop input
5	Laser_Scanner	Bool	%I8.1		☑	☑	Laser scanner input
6	Safety_Door_SW1	Bool	%I8.2		☑	☑	Safety door position switch input 1
7	Safety_Door_SW2	Bool	%I8.3		☑	☑	Safety door position switch input 2
8	Quality_In1	Bool	%I10.2		☑	☑	Safety_Door_SW1 quality bit
9	Quality_In2	Bool	%I10.3		☑	☑	Safety_Door_SW2 quality bit
10	Motor	Bool	%Q17.0		☑	☑	Motor starter output

2.3.3 步骤 6：创建 F-FB

在此步骤中可创建 F-FB，在其中将为此例进行安全功能编程。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 插入 F-FB。转到故障安全 CPU 中的“程序块”(Program blocks) 文件夹并双击“添加新块”(Add new block)。

   将打开“添加新块”(Add new block) 对话框。

2. 在“名称”(Name) 下输入“Safety_Interlock”作为 F-FB 的名称。
3. 单击左侧的“函数块”(Function block) 按钮。
4. 选择“FBD”作为 F-FB 的语言。
5. 在“编号”(Number) 下选择“手册”(Manual) 选项，输入 100。
6. 请确保选中“创建 F 模块”(Create F-block) 复选框以创建故障安全函数块。
7. 单击“确定”(OK) 关闭对话框。

结果

F-FB“Safety_Interlock”在“程序块”(Program blocks) 文件夹中创建且在“FBD 编辑器”(FBD Editor) 中自动打开。

现在可以继续进行下一步的安全程序编程。

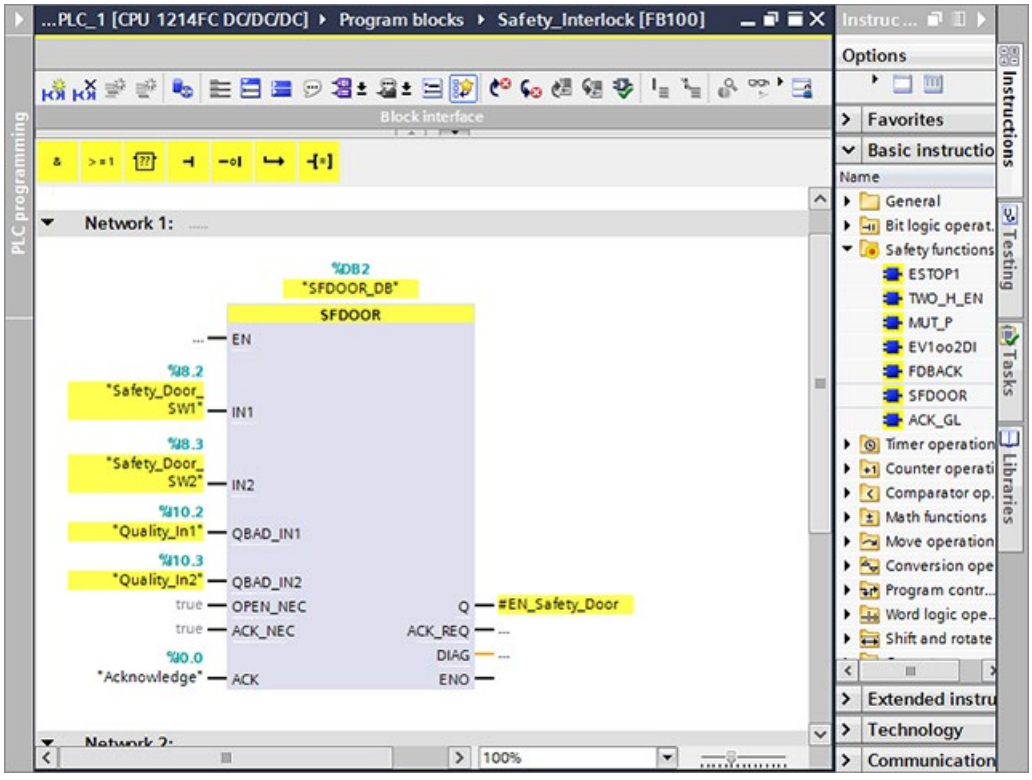
2.3.4 步骤 7：安全门功能编程

在此步骤中可为此示例编程安全门功能。

安全门可保证应用的服务区域安全。打开安全门会造成生产单元停止或关断，与急停相类似。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 在“Safety_Interlock”F-FB 的界面中，创建数据类型为 "Bool" 的静态变量并命名为“EN_Safety_Door”（启用安全门）。
2. 插入“指令”(Instructions) 任务卡“安全功能”(Safety functions) 子文件夹中的“SFDOOR”指令。
3. 单击“确定”(OK)，确认“调用选项”(Call options) 对话框。
4. 使用下表所列参数对输入和输出进行初始化。

结果

安全门功能编程现已完成。

“SFDOOR”指令的参数分配

输入/输出	参数	数据类型	说明	默认值
"Safety_Door_SW1" (I8.2)	IN1	Bool	输入 1	FALSE
"Safety_Door_SW2" (I8.3)	IN2	Bool	输入 2	FALSE
"Value_status_In1" (I10.2)	QBAD_ IN1	Bool	输入 IN1 [1] 的值状态位信号	TRUE

输入/输出	参数	数据类型	说明	默认值
"Value_status_In2" (I10.3)	QBAD_ IN2	Bool	输入 IN2 [1] 的值状态位信号	TRUE
TRUE	OPEN_NEC	Bool	TRUE = 启动时需打开	TRUE
TRUE	ACK_NEC	Bool	TRUE = 需要确认	TRUE
"Acknowledge" (I0.0)	ACK	Bool	用户确认（按钮）	FALSE
#EN_Safety_Door	Q	Bool	输出（启用安全门）	FALSE
—	ACK_REQ	Bool	确认提示	FALSE
—	DIAG	Byte	服务信息	B#16#0

[1] QBAD_ IN1 和 QBAD_ IN2 这两个输入必须互连。在此示例中，两个安全门位置开关均通过 SFDOOR 和 ESTOP1 程序逻辑，与 FDBACK 程序逻辑中 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 的 F-I/O DB QBAD 信号连接。

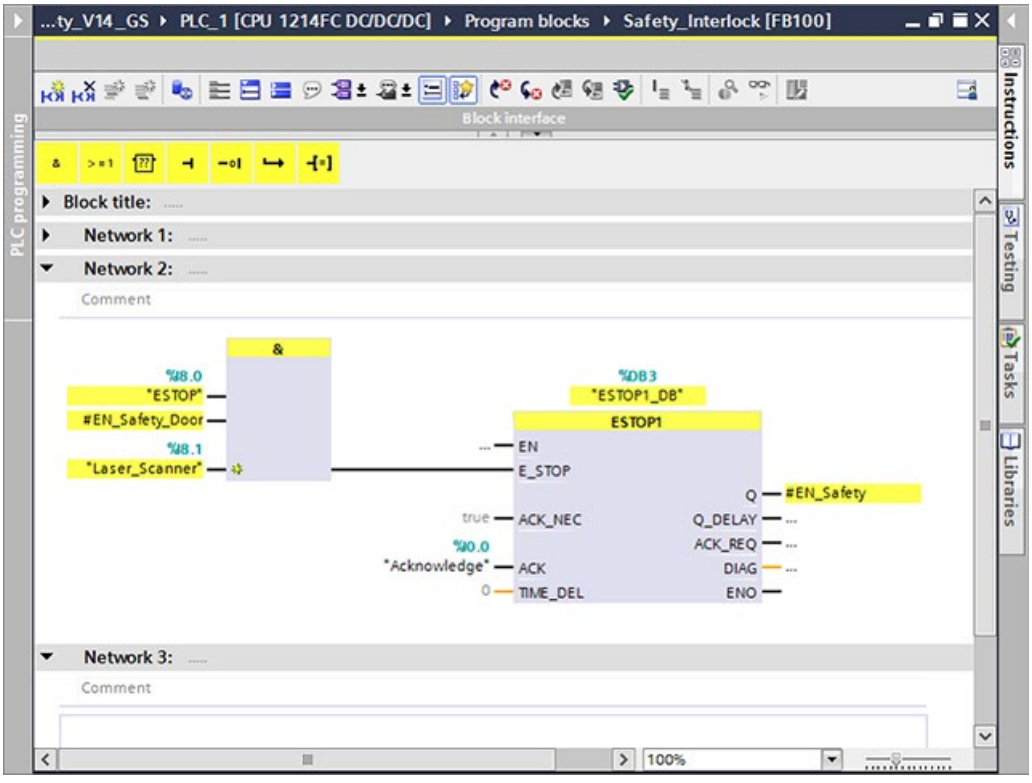
2.3.5 步骤 8：急停功能编程

在此步骤中可为此示例编程急停功能。

急停按钮是仅用于紧急情况的安全措施，可立即关闭所有机器运转。急停按钮的颜色和形状必须具有较高的辨识度，且必须在紧急情况下操作简便。在此示例中，急停按钮为位于安全门连接服务区域处入口旁的手动按钮。急停功能可在以下情况下提供关断功能：急停、安全门打开或有人进入激光扫描仪监视下的保护区域。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 在“Safety_Interlock”F-FB 的界面中，创建数据类型为 "Bool" 的静态变量并命名为“EN_Safety”（启用安全电路）。

   说明

   如果关闭急停，则安全门将关闭，保护区域激光扫描仪不会触发，来自急停、安全门和激光扫描仪的输入全部为真。在 ESTOP1 指令可为“EN_Safety”供电前，以上三个输入必须均为真。当“EN_Safety”为真时，即表示用户操作已恢复正常，可以安全启动。

2. 插入新程序段。
3. 插入“指令”(Instructions) 任务卡“位逻辑运算”(Bit logic operations) 子文件夹中的“与逻辑运算”(AND logic operation) 指令。
4. 在“与逻辑运算”(AND logic operation) 指令中再插入一个输入，并使用下表所列参数对该指令的输入进行初始化。
5. 插入“指令”(Instructions) 任务卡“安全功能”(Safety functions) 子文件夹中的“ESTOP1”指令。
6. 单击“确定”(OK)，确认“调用选项”(Call options) 对话框。
7. 使用下表所列参数对该指令的输入和输出进行初始化。
8. 将“与逻辑运算”(AND logic operation) 指令连至“ESTOP1”指令的“ESTOP”输入。

结果

急停功能编程现已完成。

“与逻辑操作”(AND logic operation) 指令的参数分配

输入	参数	数据类型	说明	默认值
"ESTOP" (I8.0)	输入 1	Bool	急停	FALSE
#EN_Safety_Door	输入 2	Bool	启用安全门	FALSE
"Laser_scanner" (I8.1)	输入 3	Bool	激光扫描仪	FALSE

“ESTOP1”指令的参数分配

输入/输出	参数	数据类型	说明	默认值
TRUE	ACK_NEC	Bool	TRUE = 需要确认	TRUE
"Acknowledge" (I0.0)	ACK	Bool	用户确认（使用按钮）	FALSE
T#0MS	TIME_DEL	Time	延时时间	T#0MS
#EN_Safety	Q	Bool	启用安全电路	FALSE
—	Q_DELAY	Bool	关闭启用延迟	FALSE
—	ACK_REQ	Bool	确认提示	FALSE
—	DIAG	Byte	服务信息	B#16#0

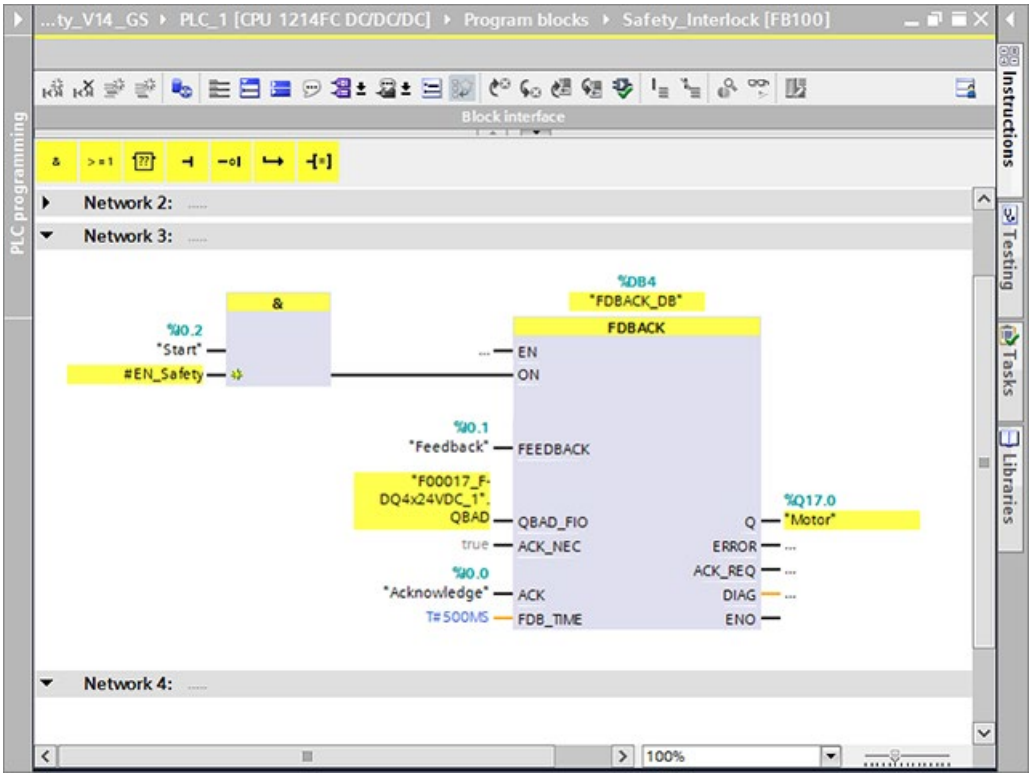
2.3.6 步骤 9：反馈监视编程

在此步骤中可为此示例编程反馈电路监视。

不安全状况依旧存在时，反馈电路可提供保护以避免正常操作重新启动。仅当紧急停止已取消、安全门关闭，且激光扫描仪检测到保护区内没有人员时，系统才能重新启动。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 插入新程序段。
2. 插入“指令”(Instructions) 任务卡“位逻辑运算”(Bit logic operations) 子文件夹中的“与逻辑运算”(AND logic operation) 指令。
3. 使用下表所列参数对该指令的输入进行初始化。
4. 插入“指令”(Instructions) 任务卡“安全功能”(Safety functions) 子文件夹中的“FDBACK”指令。
5. 单击“确定”(OK)，确认“调用选项”(Call options) 对话框。
6. 使用下表所列参数对该指令的输入和输出进行初始化。
7. 将“与逻辑运算”(AND logic operation) 指令连至“FDBACK”指令的“ON”输入。

结果

反馈监视编程现已完成。

“与逻辑操作”(AND logic operation) 指令的参数分配

输入	参数	数据类型	说明	默认值
"Start" (I0.2)	输入 1	Bool	TRUE = 开启输出	FALSE
#EN_Safety	输入 2	Bool	启用安全电路	FALSE

“FDBACK”指令的参数分配

输入/输出	参数	数据类型	说明	默认值
"Feedback" (I0.1)	FEEDBACK	Bool	回读输入	TRUE（未检测到错误）
"F00016_F-DQ4".QBAD	QBAD_FIO	Bool	输出 Q [1] 故障安全信号模块 DB 的 QBAD 信	FALSE （未检测到错误）
TRUE	ACK_NEC	Bool	TRUE = 需要确认	TRUE
"Acknowledge" (I0.0)	ACK	Bool	用户确认（通过按钮）	FALSE
T#500MS	FDB_TIME	Time	回读时间	T#0MS
"Motor" (Q16.0)	Q	Bool	输出	FALSE
—	ERROR	Bool	回读故障	FALSE
—	ACK_REQ	Bool	确认提示	FALSE
—	DIAG	Byte	服务信息	B#16#0

[1] 在此示例中，此为 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC F-I/O DB 的 QBAD 信号。

2.3.7 步骤 10：对用户确认进行编程以重新集成故障安全 SM

在此步骤中可为此示例编程用户确认以重新集成故障安全模块 I/O。

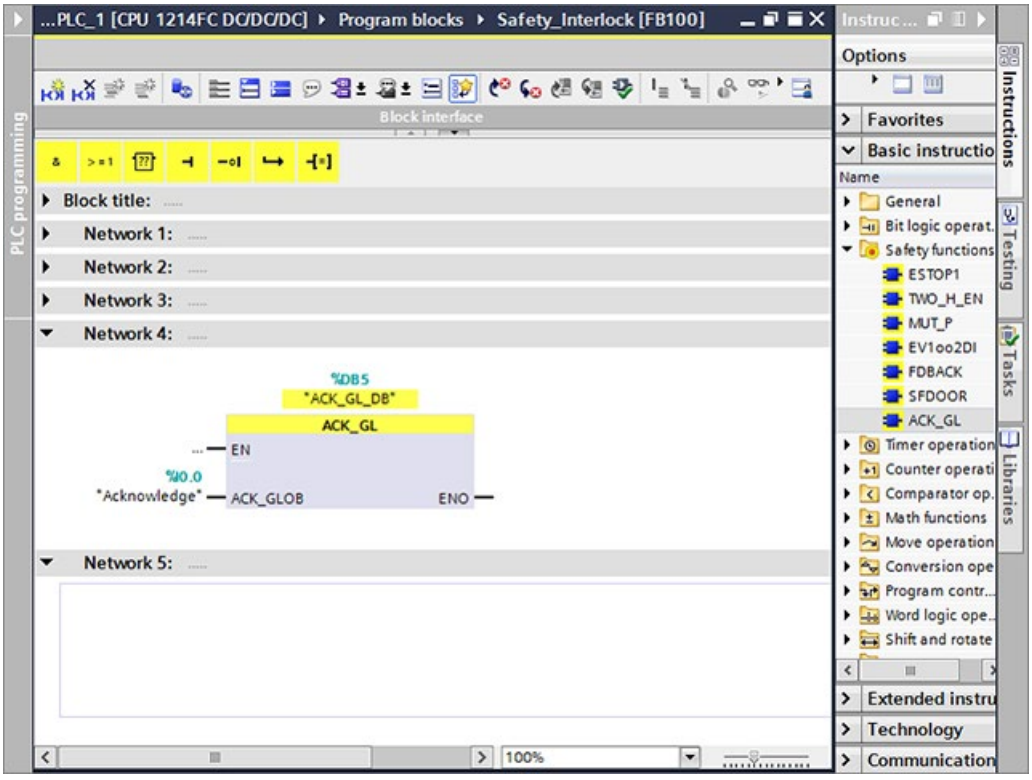
用户必须在生产操作可重新开始前确认运行条件已返回安全状态。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤

在安全程序中，必须提供用户确认已重新集成故障安全模块 I/O。要确认禁用 F-I/O 事件，请使用标准输入对确认按钮进行评估。在此示例中，此为“确认”(Acknowledge) 输入。

可使用 ACK_GL 指令来对 F 运行时间组的所有 F-I/O 进行重新集成。



1. 插入新程序段。
2. 插入"指令"(Instructions) 任务卡"安全功能"(Safety functions) 子文件夹中的"ACK_GL"指令。
3. 单击"确定"(OK)，确认"调用选项"(Call options) 对话框。
4. 使用下表所列参数对输入进行初始化。

结果

用户确认编程现已完成。

"ACK_GL"指令的参数分配

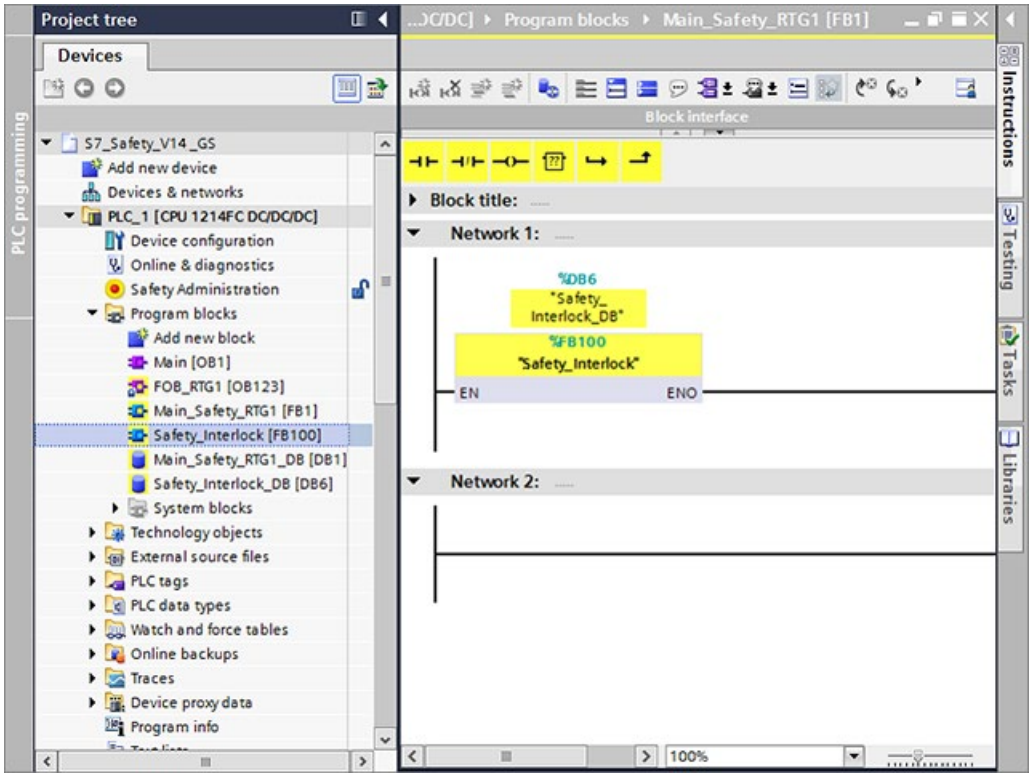
输入	参数	数据类型	说明	默认值
"Acknowledge" (I0.0)	ACK_GLOB	Bool	确认重新集成	FALSE

2.3.8 步骤 11：主安全块编程

在此步骤中可为此示例编程主安全块。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 双击项目导航以打开主安全块“Main_Safety”。
2. 使用拖放功能将 F-FB“Safety_Interlock”插入主安全块的程序段 1 中。
3. 单击“确定”(OK)，确认“调用选项”(Call options) 对话框。

结果

主安全块现将循环调用 F-FB“Safety_Interlock”。

根据示例的任务定义，该功能编程现已完成。现可继续以下步骤来编译安全程序、分配设备名称并将安全程序和硬件组态下载到故障安全 CPU 中。

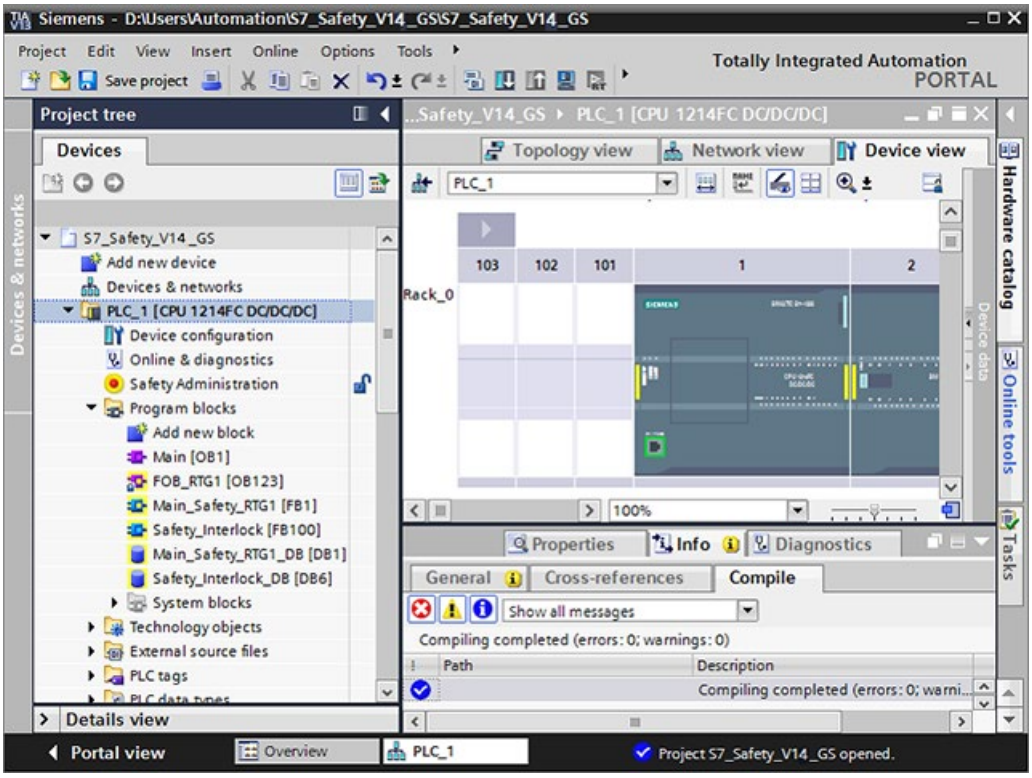
2.3.9 步骤 12：编译安全程序

在此步骤中可编译安全程序和硬件组态。

编译安全程序后，对执行相关的 F 模块执行一致性检查，即检查安全程序是否存在错误。任何错误信息均在错误窗口中输出。成功进行一致性检查后，将自动生成额外所需的 F 模块并将其添加至 F 运行时间组以生成可执行的安全程序。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 在项目树中选择故障安全 CPU。
2. 在故障安全 CPU 的快捷菜单中，选择“硬件和软件（仅更改）”(Hardware and software (only changes))。

   安全程序现已编译完毕。

结果

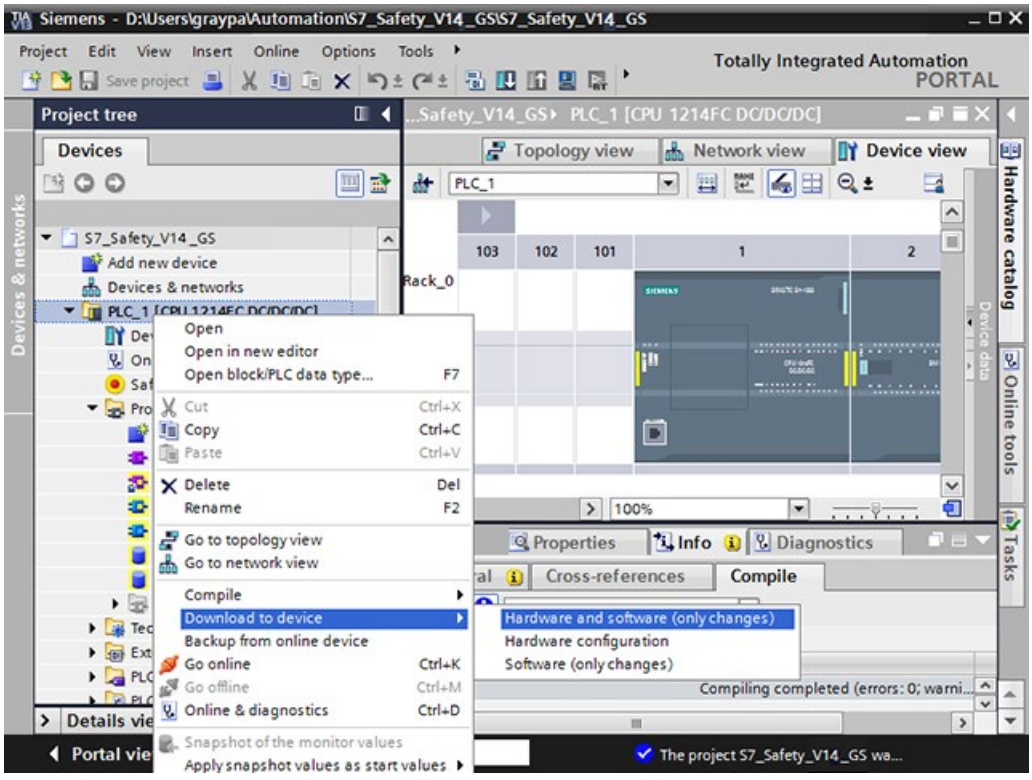
若编译成功，则将始终生成一致且可执行的安全程序，其中将包含所有带 F 属性的 F 模块。将会显示“安全程序是一致的”(Safety program is consistent) 消息来通知您。

2.3.10 步骤 13：将完整的安全程序下载至故障安全 CPU 中并激活安全模式

在此步骤中可将硬件组态与安全程序下载至故障安全 CPU。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

步骤



1. 在“项目树”(Project tree) 中，选择故障安全 CPU。
2. 在故障安全 CPU 的快捷菜单中，选择“硬件和软件（仅更改）”(Hardware and software (only changes))。如果故障安全 CPU 在线连接尚未建立，则将会提示您建立此连接。
3. 每次均在“操作”(Action) 列中选择“一致下载”(Consistent download)。

说明

要下载整个安全程序，故障安全 CPU 必须处于 STOP 模式。

4. 单击“加载”(Load) 按钮。

   结果：“加载结果”(Load results) 对话框随即打开。
5. 单击“完成”(Finish) 按钮。
6. 在“项目树”(Project tree) 中，双击“安全管理”(Safety Administration)。

7. 在“安全管理”(Safety Administration) 编辑器中，检查所有 F 模块（带 F 属性）的 F 集体签名在在线和离线时是否匹配，以确认离线安全程序块是否与所连 CPU 内的程序匹配。执行签名比较时必须离线。
8. 要启动安全模式，请将故障安全 CPU 从“STOP”模式切换至“RUN”模式。

   安全管理编辑器会在“常规”(General) 区域中的“安全模式状态”(Safety Mode Status) 下显示当前安全模式状态。

说明

安全程序创建后，请务必根据您的自动化任务（请参见 SIMATIC Safety 组态与编程手册 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)）执行完整功能测试。

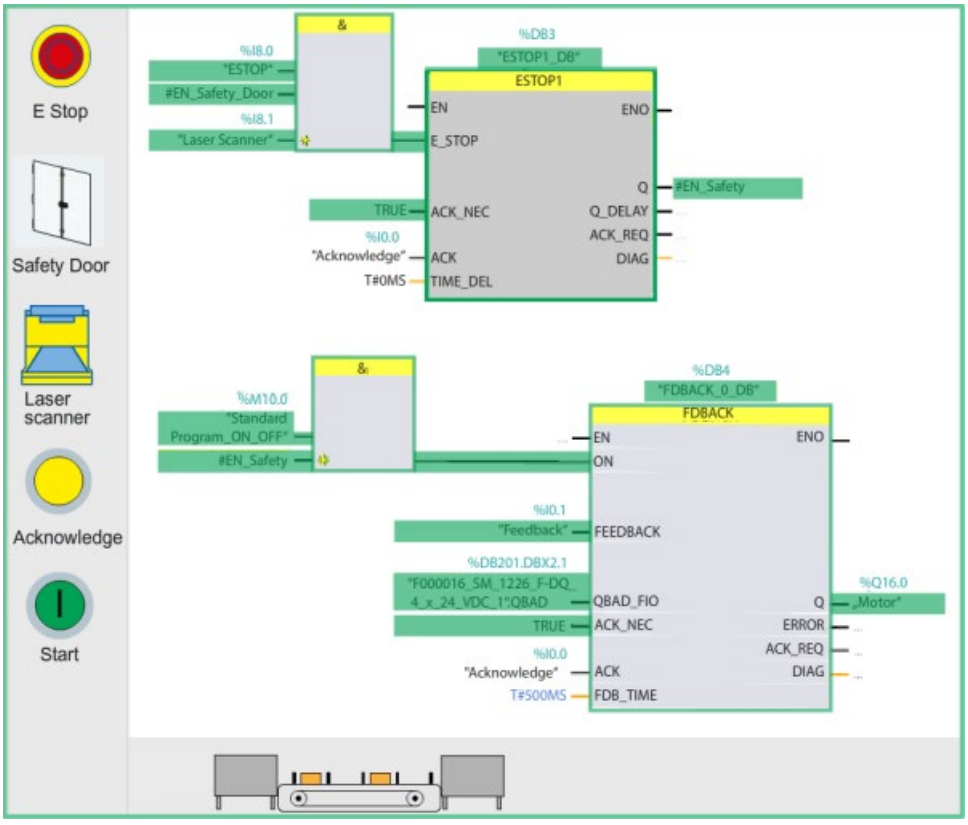
编程的结果

根据示例的任务定义，安全程序的创建现已完成。在此交互式图形中，您可逐渐熟悉您刚刚所编写的功能。

移至此页面时，将激活教学视频。将光标移到图像上，视频控件（重放、暂停、快退或快进）随即出现在视频画面底部。移至另一页面可取消激活该视频。

该视频会对激光扫描仪、E-Stop 和安全门进行开关，以模拟不安全条件。每个设备的操作均独立于另外两个设备。如果您激活了一个设备，则在继续之前，请务必取消激活该设备。

视频显示您必须按下“确认”(Acknowledge) 按钮，从而通知系统您已返回到安全状态。然后，您可以按“开始”(Start) 按钮以重新操作系统。



下表介绍了相关步骤及其操作：

步骤	操作	说明
1	激活 E-Stop。[1、2]	此操作可防止恢复运行。
2	禁用 E-Stop。[3]	E-Stop 被禁用。
3	按下确认 (Acknowledge) 按钮。	安全程序需要确认。
4	按下“启动”(Start) 按钮。	重新启动操作。
5	打开安全门。[1、2]	此操作可防止恢复运行。
6	关闭安全门。[3]	安全门关闭。
7	按下确认 (Acknowledge) 按钮。	安全程序需要确认。
8	按下“启动”(Start) 按钮。	重新启动操作。
9	触发激光扫描仪。[1、2]	此操作可防止恢复运行。
10	禁用激光扫描仪。[3]	激光扫描仪将停用。
11	按下确认 (Acknowledge) 按钮。	安全程序需要确认。
12	按下“启动”(Start) 按钮。	重新启动操作。

[1] 激活 E-STOP、触发激光扫描仪或打开安全门可以任意顺序执行或单独执行，以停止操作并使系统返回安全状态。

[2] 要继续操作，则必须按顺序执行以下步骤：1.禁用故障安全设备；2.按下“确认”(Acknowledge) 按钮；3.按下“启动”(Start) 按钮。

[3] 支持从安全状态值到过程数据的重新集成，若有必要，可使用安全程序进行确认。现可重新开始运行。

故障安全信号模块 (SM) 应用

3

本章展示了连接功能安全输入与输出通道的典型应用示例，并对各示例可能具有的安全性能 (SIL/Category/PL) 进行介绍。

可能发生危险故障时，通常由 PLC 系统造成的可能性较小。传感器与执行器出现危险故障的可能性通常远大于 PLC 系统的 PFH/PFD。接线系统发生故障的可能性同样较大。

要让每个安全功能的安全性能达到目标水平，必须：

- 选择一个适当的架构
- 选择具有适当额定设置的传感器与执行器
- 提供满足安全功能要求的安全程序
- 提供诊断与验证测试来维持传感器与执行器的额定值
- 使用接线安装实例、诊断及验证测试来确保线路完整性
- 在安装寿命期间控制运行与维护步骤。

S7-1200 故障安全系统内部诊断范围较大。外部电路、传感器与执行器的诊断范围取决于设计选择（使用 PLC 系统功能或其它措施）。

假设在产品使用寿命期间内，每个 S7-1200 故障安全组件的 PFH/PFD 均无现场验证测试。传感器与执行器通常需要定期执行验证测试来维持预期水平的安全性能。

每个安全功能的响应时间取决于各组件（包括传感器、PLC 系统与执行器）的响应时间。“故障安全响应时间” (页 228)可提供更多 PLC 组件间的延迟时间信息。请务必选择 PLC 系统和外部组件响应时间，以达到总安全响应时间目标。

除从安全请求输入到安全执行器总响应延时外，还必须考虑其它与时间相关的因素。请参见“故障安全响应时间” (页 228)以获取准确信息：

- 要确保安全响应，输入传感器发出的安全请求信号必须持续足够长的时间，以便安全程序可以检测到。组态的滤波时间、误差精度时间、短路测试持续时间和 F 监视时间共同组成该时间。
- SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 可向“OFF”开关提供“ON”测试脉冲并向“ON”开关提供“OFF”测试脉冲，以测试 P 和 M 开关响应。“OFF”测试脉冲持续时间可与已组态的“最大回读时间”一样长。“ON”测试脉冲持续时间可与已组态的“最大回读时间开启测试”一样长。每次仅向 P 或 M 开关中的一个提供“ON”测试脉冲，但当发生单一故障时，这可能会向负载通电。执行器不应对持续时间高达“最大回读时间”的“OFF”信号或对持续时间高达“最大回读时间开启测试”的“ON”信号进行响应。
- SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 和 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器均可完成并确认任一从“ON”到“OFF”输出状态的命令转换。程序将过程输出值从“1”改为“0”后，在 F-DQ DC 回读时间或 F-RLY 响应时间结束前，不应将“0”改回“1”。受影响的输出会禁用因太短而无法确认的命令“0”状态。

⚠警告

安装的安全性能取决于各完整安全功能的设计与后续维护情况。

当使用符合额定值、规范与指令时，S7-1200 故障安全 CPU 和故障安全信号模块可为逻辑处理组件提供经认证的安全完整性等级。

不遵守这些准则可能会导致设备损坏或运行不确定，而后者可能导致死亡、人员重伤和/或财产损失。

必须选择所有安装组件并根据所接受的安全标准和实践完成设计和维护，以达到所需安全等级。

3.1 数字量输入应用

应考虑此处列出的应用模式以及概述中介绍的 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC 的特性。请参见"SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC" (页 23)。

应谨记以下主要特性：

- 将各通道组态为 1oo1 或 1oo2 评估对的一部分。
- 输入字节"a"和"b"（a.0，b.0），（a.1，b.1）...（a.7，b.7）的相应通道会形成 1oo2 通道组。
- 在此限制下，可以任何顺序分配 1oo1 和 1oo2。
- 短路测试需要使用内部传感器电源。VS1 必须与输入 a.0...a.7 结合使用，VS2 必须与输入 b.0...b.7 结合使用。
- 如果启用短路测试，则 Vs1 与 Vs2 会以相同的参数组态。会对为内部传感器电源组态的所有通道进行相同的短路测试。组态测试持续时间（暗通时长）与测试间隔（暗通测试之间的时间）。
- 监视传感器电源以检测短路或过载。每次通电循环一次以保证控制和回读正常运行，且回读在输入短路测试期间受到监视。
- 组态差异时间来识别 1oo2 输入之间不可接受的差异。
- 为每一通道或每一 1oo2 对组态滤波时间。

如果根据导线正确布线、保护和验证测试等标准诊断出外部接线故障或排除这些故障，则可达到 1oo1 组态中的类别 3：

- 每个 F-DI 输入都包含充足的诊断和冗余部件，因此任何内部错误均无法引起危险故障。
- 具有适当额定值的单个传感器可通过内部容错达到类别 3。
- 除非采取额外措施，否则单个传感器与单个输入的外部接线极易受到单个错误危险故障的影响。

如果根据导线正确布线、保护和验证测试等标准诊断出外部接线故障或排除这些故障，则可达到 1oo2 组态中的类别 4：

- 凭借 1oo2 评估，一对 F-DI 输入不会受到危险内部故障的影响（合理数量的内部错误积累）。
- 具有适当额定值的外部成对传感器或等效冗余可达到类别 4。
- 除非采取额外措施，否则 2 个传感器与 2 个输入点的重复外部接线极易受到积累的错误危险故障的影响。

仅当选择 1oo2 评估时，建议 SIL 3/PL e 采用 F-DI。单个高集成度传感器额定等级最高可达到 SIL 3/PL e，但应对其进行接线和组态以进行通道 1oo2 评估从而达到 SIL 3/PL e。

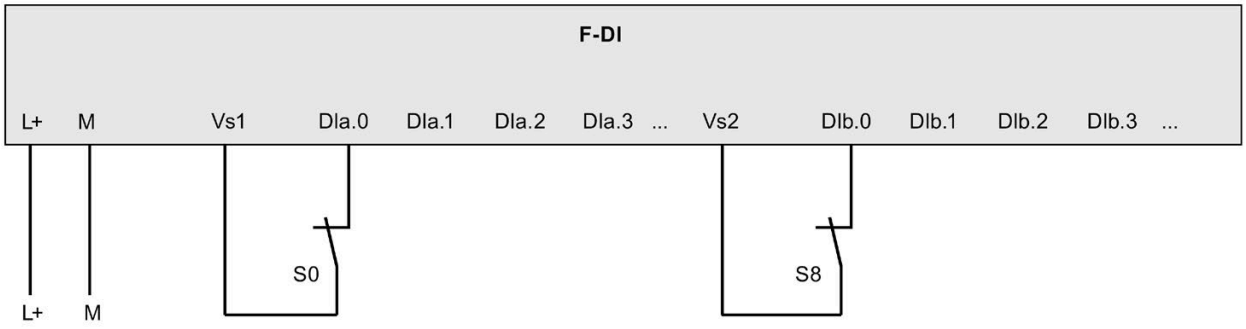
3.1.1 选择数字量输入应用

用于达到安全完整性等级 (SIL)/类别/性能等级 (PL) 的输入架构

表格 3- 1 安全完整性等级 (SIL)/类别/性能等级 (PL) 要求

应用	传感器电源	传感器评估	通道连接	传感器连接类型	可达到的 SIL/类别/PL	
					无短路检测	有短路检测
1 和 2	内部或外部	1oo1 评估	单输入	单通道	2/3/d	
3 和 4	内部或外部	1oo2 评估	双输入	2 通道对等	3/3/e	
5	内部			2 通道对等	3/3/e	3/4/e
6	外部				3/3/e	
7	内部			2 通道 - 3 线制非对等	3/3/e	3/4/e
8	外部				3/3/e	
9	内部			2 通道 - 4 线制非对等	3/3/e	3/4/e
10	外部				3/3/e	

3.1.2 应用 1 和 2：单个传感器的 1oo1 评估



如果使用短路检测，那么 VS1 必须与 a.x 输入结合使用，VS2 则必须与 b.x 输入结合使用。

图 3-1 F-DI 应用模式 1：内部传感器电源

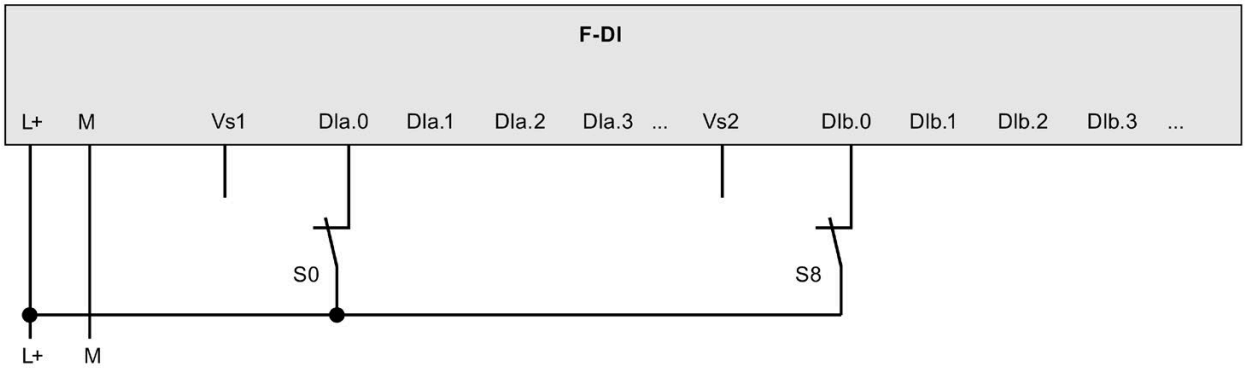


图 3-2 F-DI 应用模式 2：外部传感器电源

3.1.3 应用 3 和 4：单个传感器的 1oo2 评估

不可为此类型的连接组态短路检测。Vs1 测试可导致 F-DI b.x 输入失效。

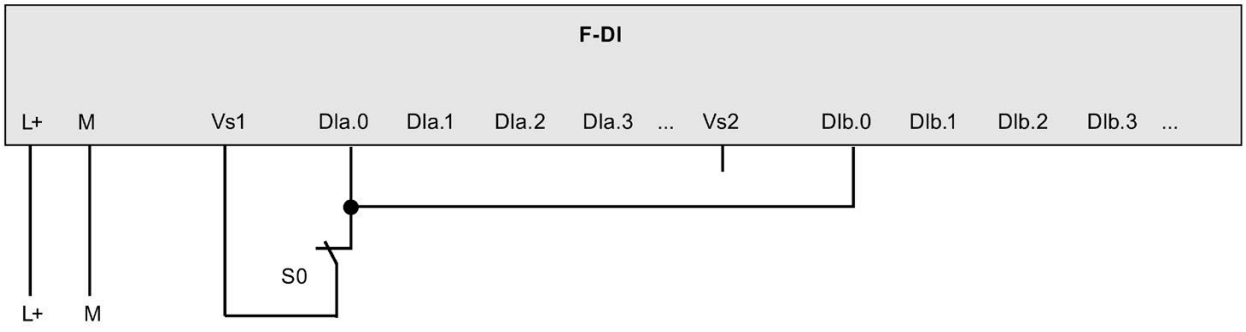


图 3-3 F-DI 应用模式 3：内部传感器电源

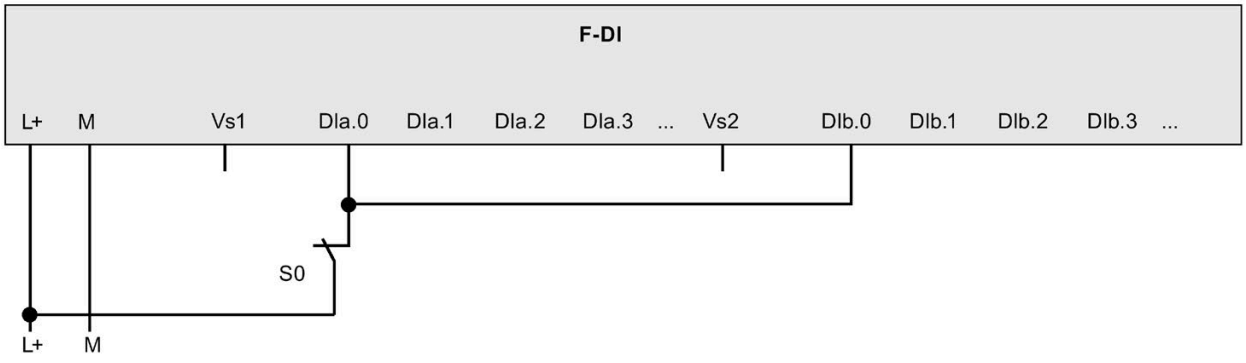


图 3-4 F-DI 应用模式 4：外部传感器电源

3.1.4 应用 5 和 6：独立对等传感器的 1oo2 评估

S0 与 S8 可作为单个传感器的双触点。

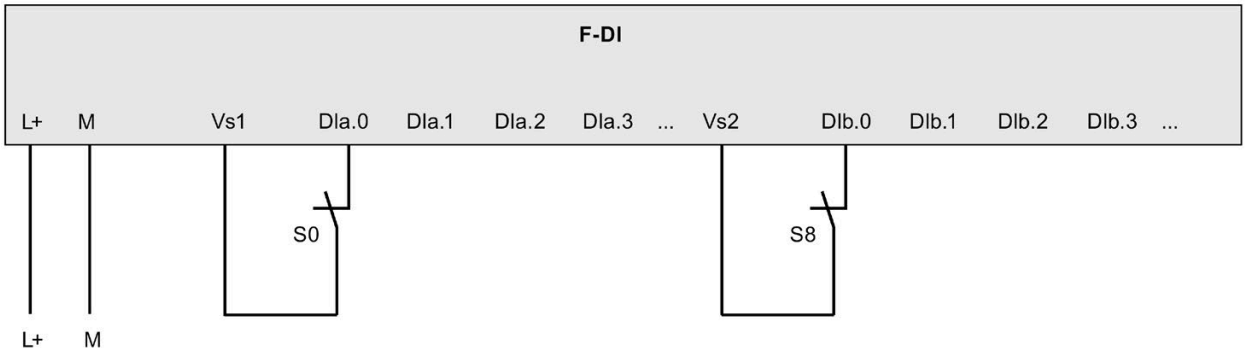


图 3-5 F-DI 应用模式 5：内部传感器电源

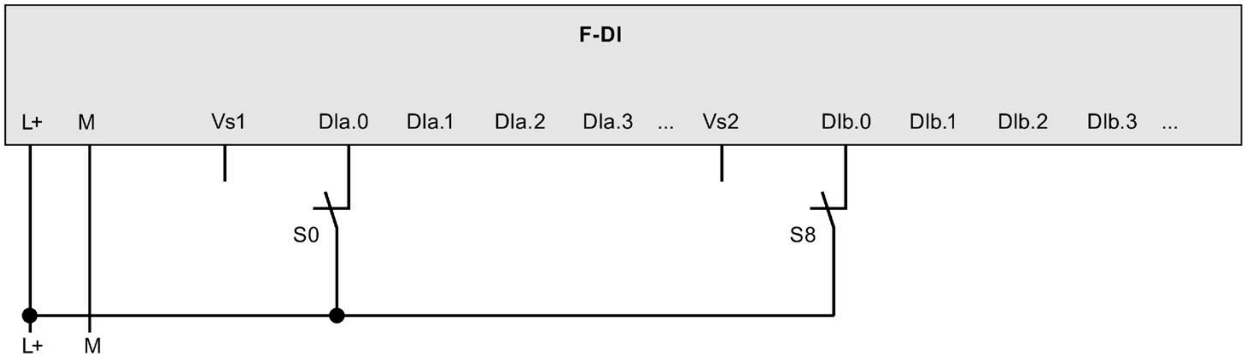


图 3-6 F-DI 应用模式 6：外部传感器电源

3.1.5 应用 7 和 8：3 线制非对等传感器电路的 1oo2 评估

在非对等模式下，可对 3 线制电路启用短路测试。该模块预计逻辑“0”电路不会随传感器暗通测试改变。

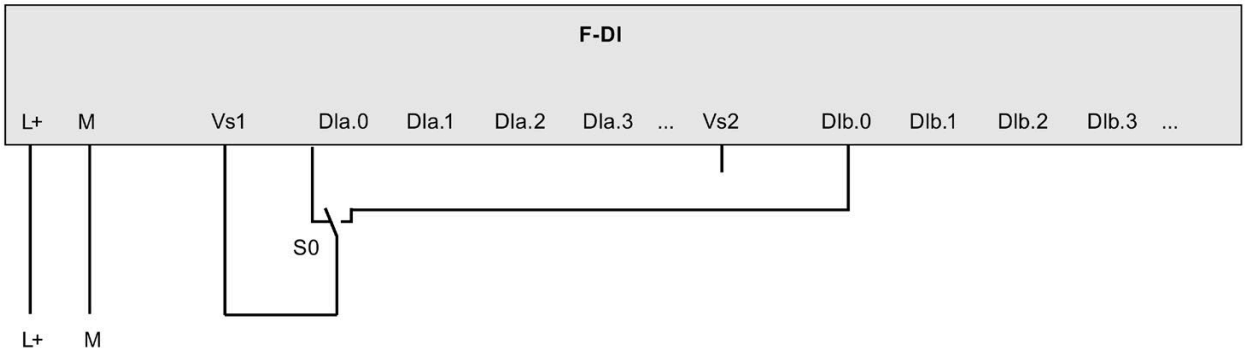


图 3-7 F-DI 应用模式 7：内部传感器电源

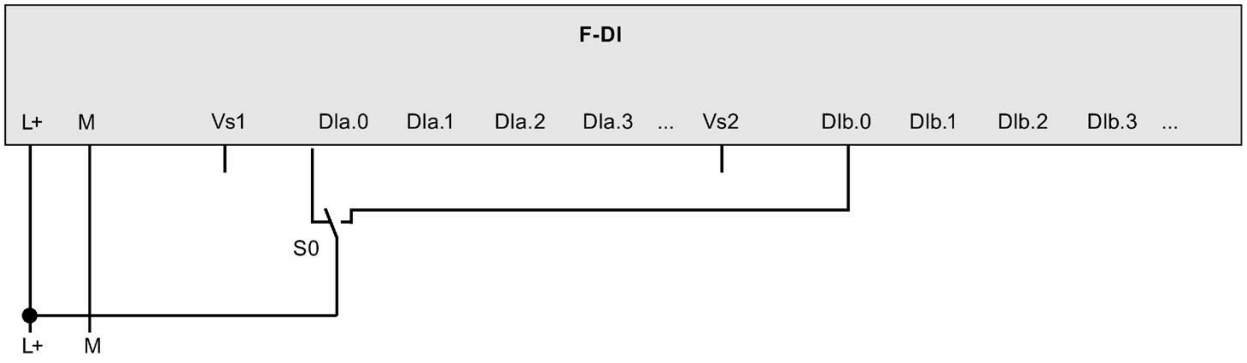


图 3-8 F-DI 应用模式 8：外部传感器电源

3.1.6 应用 9 和 10：4 线制非等对等感器电路的 1oo2 评估

S0 与 S8 可作为单个传感器的双触点。

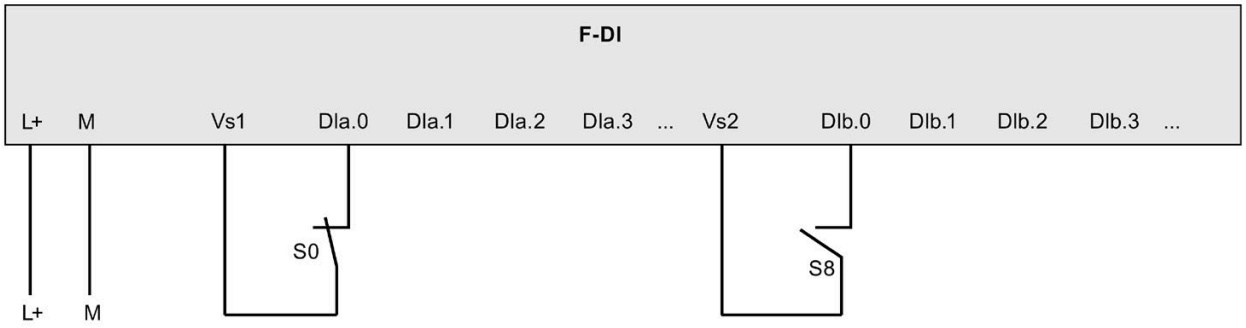


图 3-9 F-DI 应用模式 9：内部传感器电源

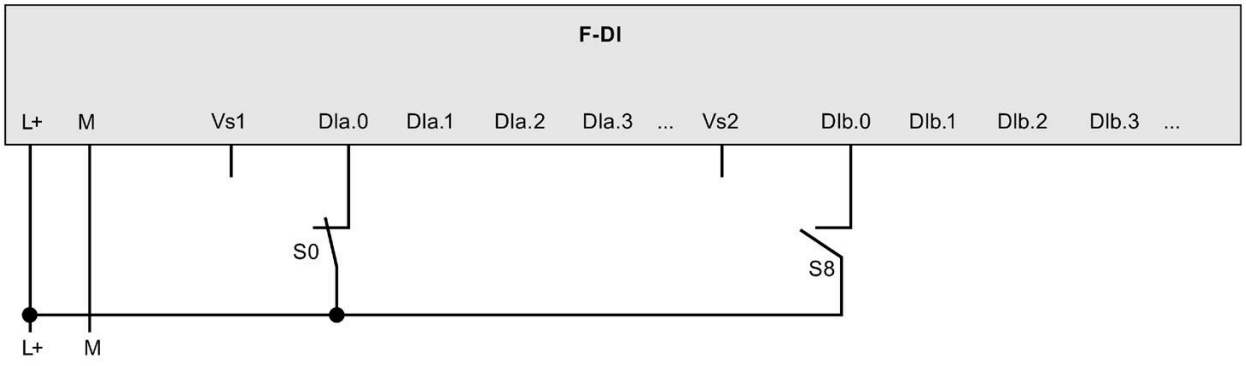


图 3-10 F-DI 应用模式 10：外部传感器电源

3.2 数字量输出应用

应考虑此处列出的应用模式以及概述中介绍的 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 和 SM1226 F-DQ 2 x 继电器的特性。请参见“SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC” (页 24)和“SM 1226 F-DQ 2 x 继电器” (页 25)。

针对 SM1226 F-DQ 4 x 24 V DC，应谨记以下主要特性：

- F-DQ DC 对电路 P（24 V 到负载）和 M（负载到公共）两侧的电流进行单独控制。
- 回读 P 和 M 输出的电压以确认状态正常。
- 以“ON”和“OFF”短脉冲对 P 和 M 开关进行定期测试，以确认控制。
- 必须组态可允许外部电压响应但不会引起负载物理响应的回读时间。
- 使用 24 V DC 电源时，数据表所述的内部电流限值便已足够，但请务必考虑是否还需要额外的电流限制或熔断器。请参见附录 A.3.3.3：“规范” (页 209)(SM1226 F-DQ 4 x 24 V DC).

针对 SM1226 F-DQ 2 x Relay，应谨记以下主要特性：

- F-RLY 采用两个独立控制的系列触点控制各电路。
- 该系列触点按序排列，避免发生常见的焊接故障。
- 所有内部继电器均包含以机械方式连接的感测触点（带回读）。
- 必须为各通道组态最大接通时间以及测试（通道可关闭）之间的时间对于 SIL 3 应用，该时间不得超过 30 天。
- 每一过程通道均有两个完整电路。
- 每一通道的两个电路电压类别必须相同：均为 SELV/PELV 或均为线电压
- 每一电路必须受到如数据表所述的外部熔断器的保护。

按照采用交叉诊断的 1oo2 对所有输出通道进行控制。

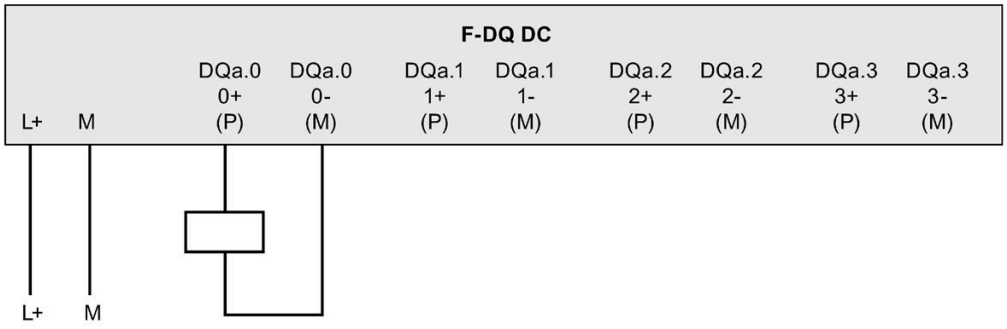
所示所有应用均能达到 SIL 3/类别 4/PL e。

要达到类别 4，外部接触器必须符合 SIL 等级并带有感测触点。必须回读感测触点并在程序中确认接触器响应。Siemens 建议使用 F-DI 输入实现感测触点及其它安全诊断输入。

3.2.1 选择数字量输出应用

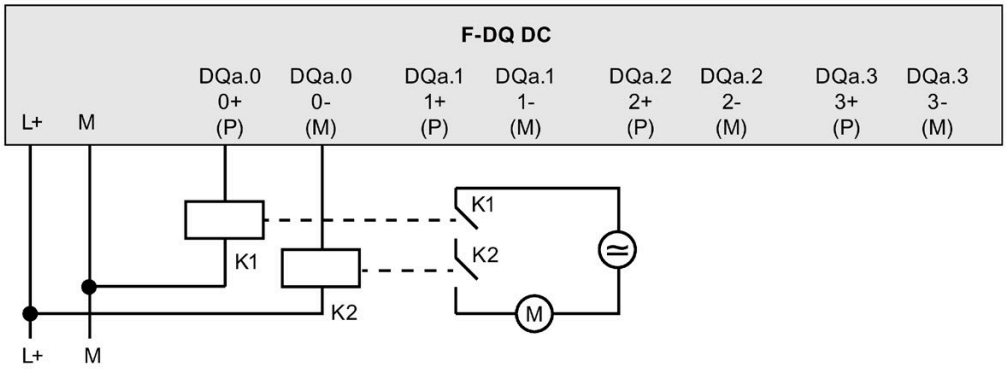
应用	模块	说明
1	直流	直连式 SIL 等级执行器
2	直流	外部接触器：独立的 P 和 M 控制接触器
3	直流	外部接触器：P 与 M 并联
4	直流	外部接触器：各接触器的独立输出通道
5	继电器	外部接触器：一个输出通道的独立电路
6	继电器	直连式 SIL 等级执行器
7	继电器	直连式 SIL 等级执行器，接通两根负载导线

3.2.2 应用 1：直连式 SIL 等级执行器接线

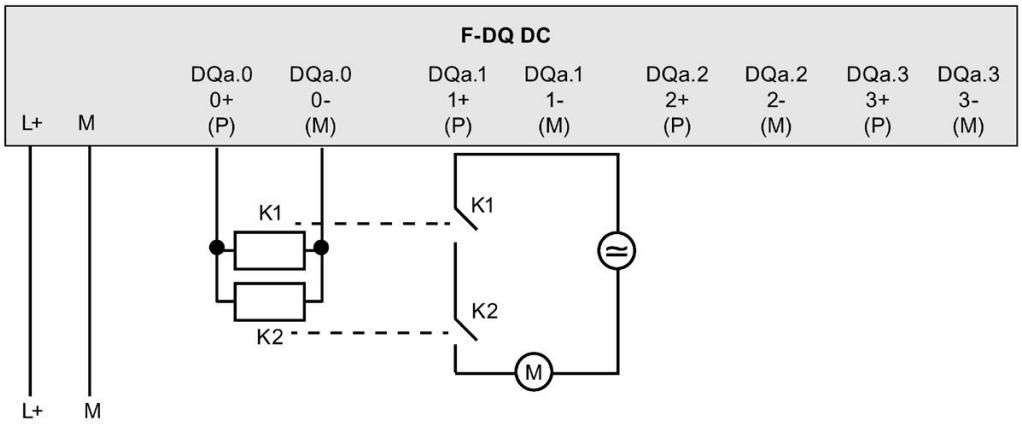


3.2.3 应用 2：外部接触器接线：独立的 P 和 M 控制接触器

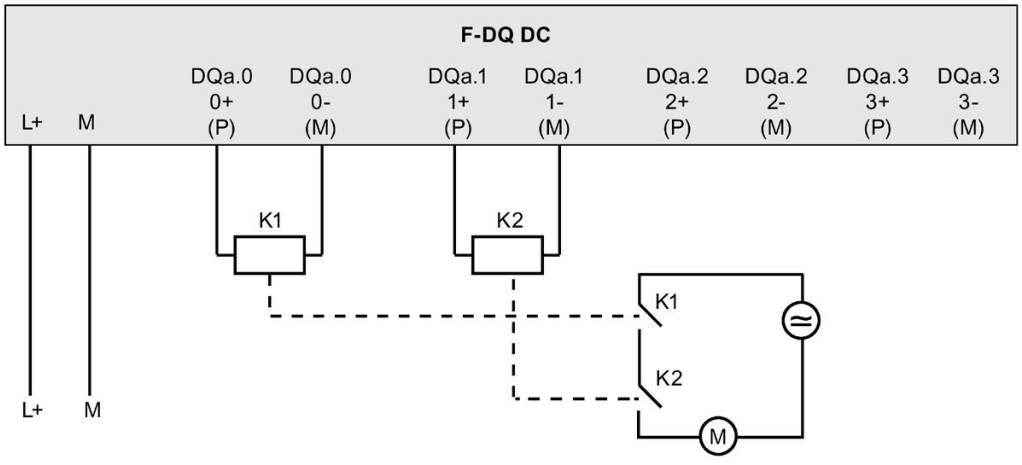
P 和 M 输出间的短路将立即引起危险故障。必须通过对导线采取适当的隔离和保护措施以防止发生此故障模式。



3.2.4 应用 3：外部接触器接线：P 与 M 并联

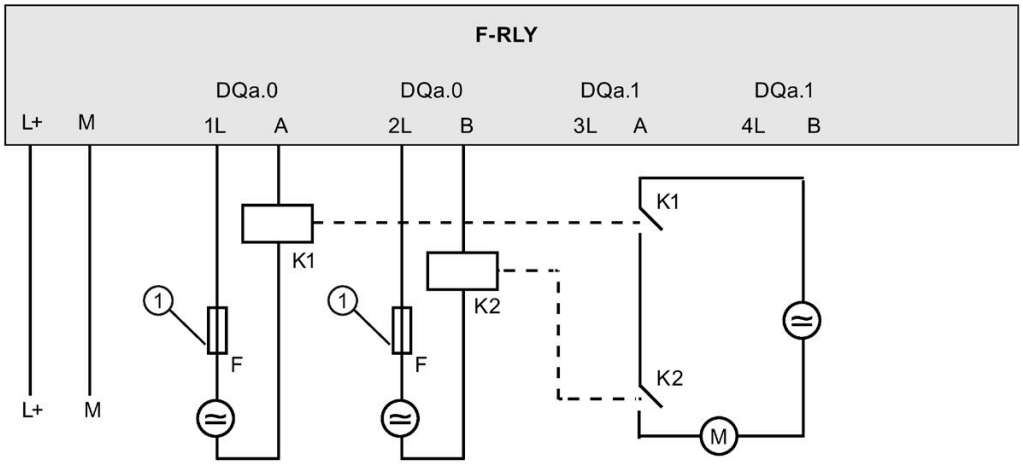


3.2.5 应用 4：外部接触器接线：各接触器的独立输出通道



3.2.6 应用 5：控制外部接触器的继电器通道的独立电路

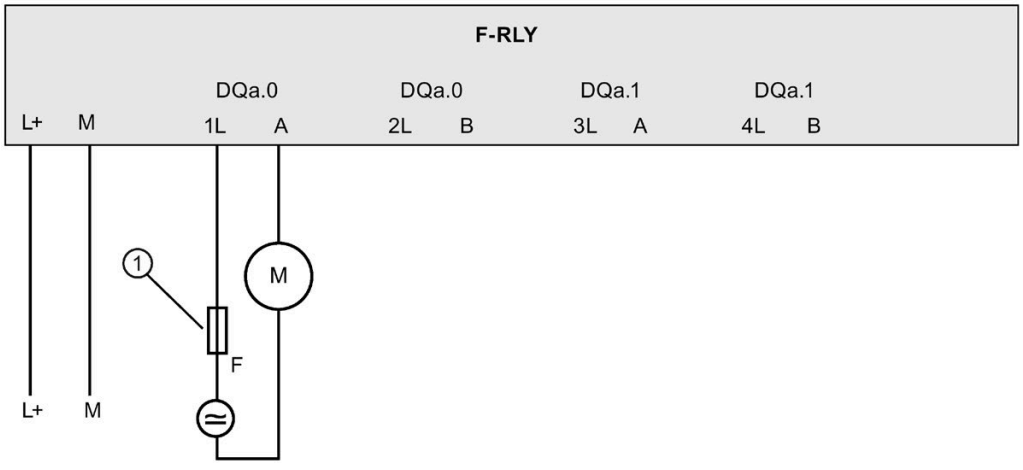
冗余外部继电器或接触器由作为单个过程可变通道进行接通的独立电路控制。



① 外部熔断器（有关外部熔断器的详细信息，请参见 F-DQ 2 x 继电器"规范" (页 216)、"数字量输出"表和"输出短路保护"。）

3.2.7 应用 6：直连式 SIL 等级执行器接线

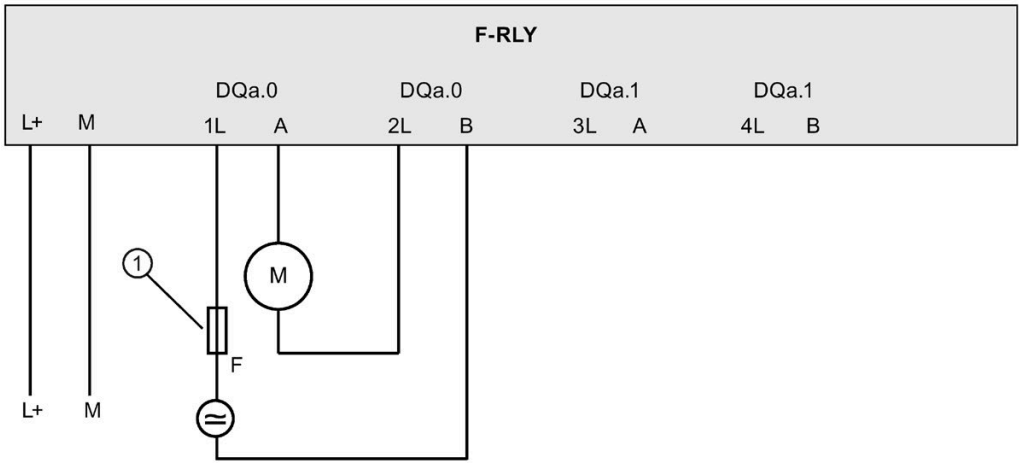
1L 到 A 的短路或等效错误将立即导致危险故障。必须通过对导线采取适当的隔离和保护措施以防止发生此故障模式。



① 外部熔断器（有关外部熔断器的详细信息，请参见 F-DQ 2 x 继电器"规范" (页 216)、"数字量输出"表和"输出短路保护"。）

3.2.8 应用 7：直连式 SIL 等级执行器接线，接通两根负载导线

通过接通两个负载导线，此连接可为外部接线（可为负载设备通电）提供额外的电源或接地故障保护。



① 外部熔断器（有关外部熔断器的详细信息，请参见 F-DQ 2 x 继电器"规范" (页 216)、"数字量输出"表和"输出短路保护"。）

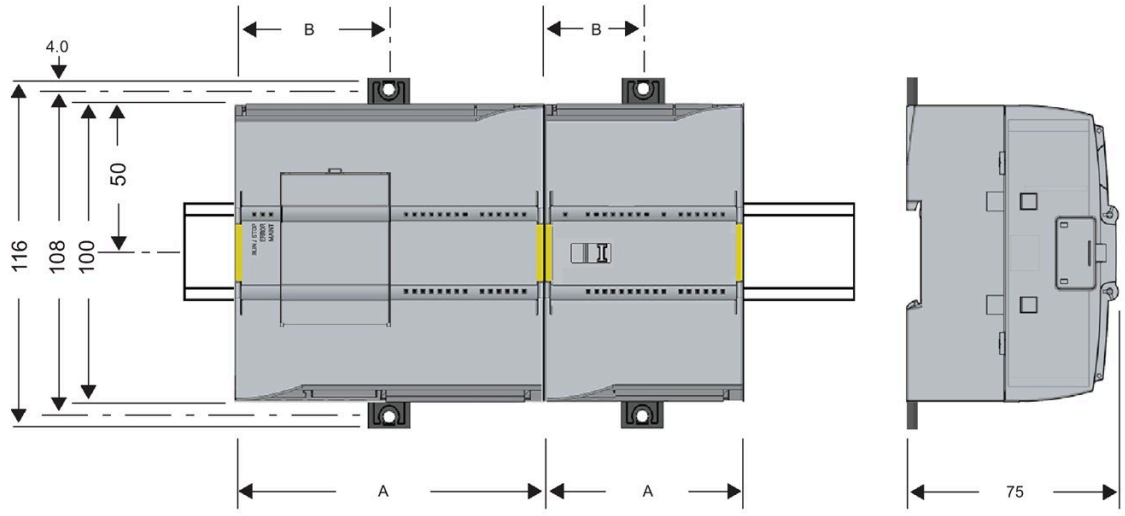
故障安全 CPU 和信号模块 (SM) 安装

4

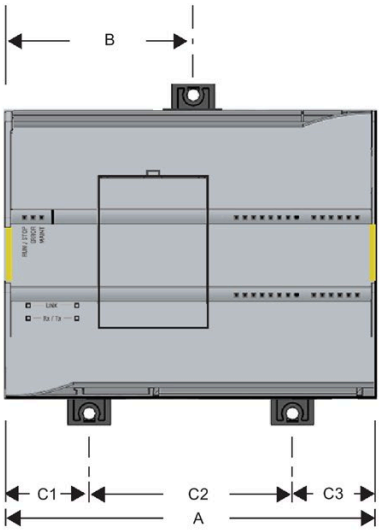
4.1 S7-1200 故障安全模块的安装与拆卸

4.1.1 S7-1200 故障安全模块的安装尺寸

CPU 1212FC, CPU 1214FC
(measurements in mm)



CPU 1215FC
(measurements in mm)



表格 4- 1　　安装尺寸 (mm)

S7-1200 故障安全设备		**宽度 A (mm)**	**宽度 B (mm)**	**宽度 C (mm)**
故障安全 CPU	CPU 1212FC	90	45	--
	CPU 1214FC	110	55	--
	CPU 1215FC	130	65（顶部）	底部： C1：32.5 C2:65 C3:32.5
故障安全信号模块 (SM)	SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC SM 1226 F-DQ 2 x 继电器	70	35	--

每个故障安全 CPU 和 SM 都支持在 DIN 导轨或面板上安装。使用模块上的 DIN 导轨卡夹将设备固定到导轨上。这些卡夹还能掰到一个伸出位置以提供将设备直接安装到面板上的螺钉安装位置。设备上 DIN 卡夹的安装孔内部尺寸是 4.3 mm。

必须在设备的上方和下方留出 25 mm 的发热区以便空气自由流通。

4.1.2　S7-1200 故障安全设备安装指南

S7-1200 设备设计得易于安装。可以将 S7-1200 安装在面板或标准导轨上。S7-1200 组件可水平或垂直安装。S7-1200 尺寸较小，用户可以有效地利用空间。

扩展模块安装规则：

- 标准和故障安全信号模块 (SM) 安装在 CPU 右侧。如果总扩展模块 CPU 负载不超过 CPU 的 5 V DC 和 24 V DC 电源负载限制，则故障安全 CPU 最大可支持 8 个信号模块。故障安全模块和标准模块可在 CPU 右侧混合使用。
- 通信模块 (CM) 安装在 CPU 左侧。如果总扩展模块总负载不超过 CPU 的 5 V DC 和 24 V DC 电源负载限制，则故障安全 CPU 最大可支持许 3 个通信模块。
- 信号板 (SB)、通信板 (CB) 和电池板 (BB) 安装在 CPU 顶部。任何 CPU 最多允许使用 1 个信号板、通信板或电池板。

可以将同一系统中的 S7-1200 标准信号模块 (SM)、通信模块 (CM) 和信号板 (SB) 与故障安全 SM 配合使用，以完成不需要额定安全完整性等级 (SIL) 的应用控制功能。支持与故障安全 SM 一起使用的标准 SM 的 MLFB 编号 (6ES7 --- ---32 0XB0)。

S7-1200 故障安全 CPU 支持大多 PROFIBUS 和 PROFINET 分布式故障安全 I/O。请参见"硬件与软件组件" (页 14)以获取更多信息。

电气设备标准将 SIMATIC S7-1200 系统分类为开放式设备。必须将 S7-1200 安装在外壳、控制柜或电控室内。仅限获得授权的人员能打开外壳、控制柜或进入电控室。

安装时应为 S7-1200 提供干燥的环境。可以考虑使用 SELV/PELV 电路在干燥位置处提供电击防护。

安装时应按照适用的电气和建筑规范，为特定位置类别的开放式设备提供经过批准的机械强度、可燃性保护以及稳定性防护。

由于灰尘、潮湿和大气污染引起的导电性污染会导致 PLC.中发生操作和电气故障。

如果将 PLC 放在可能存在导电性污染的区域，必须采用具有适当保护等级的外壳对 PLC 实施保护。IP54 是常用于脏乱环境中电气设备外壳的一种保护等级，可能适合您的应用环境。

⚠警告

S7-1200 安装不当会导致发生电气故障或出现意外的机械操作。

电气故障或意外的机械操作可能会导致死亡、人员重伤和/或财产损失。

必须遵守适当操作环境的所有安装和维护说明以确保设备安全运行。

将 S7-1200 设备与热辐射、高压和电噪声隔离开

作为布置系统中各种设备的基本规则，必须将产生高压和高电噪声的设备与 S7-1200 等低压逻辑设备隔离开。

在面板上设计 S7-1200 的布局时，请考虑发热设备并将电子设备布置在控制柜中较凉爽区域。较少暴露在高温环境中会延长所有电子设备的使用寿命。

另外还要考虑面板中设备的布线。避免将低压信号线和通信电缆铺设在具有交流电源线和高能量快速开关直流线的槽中。

留出足够的空隙以便冷却和接线

S7-1200 被设计成通过自然对流冷却。为保证适当冷却，在设备上方和下方必须留出至少 25 mm 的空隙。此外，模块前端与机壳内壁间至少应留出 25 mm 的空隙。

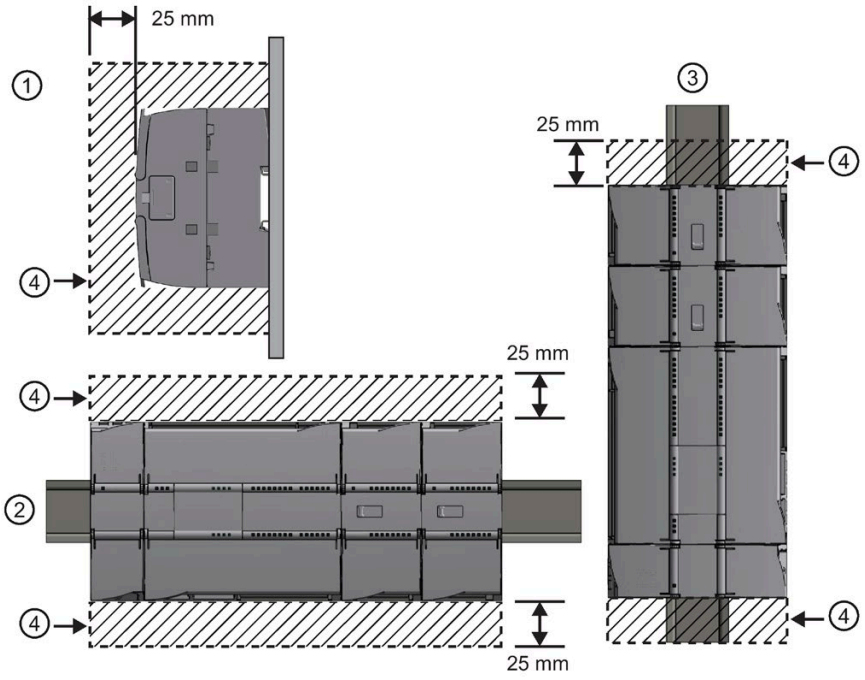
⚠小心

对于纵向安装，允许的最大环境温度将降低 10°C。

请按下图所示调整垂直安装的 S7-1200 系统的方位。

确保正确安装 S7-1200 系统。

规划 S7-1200 系统的布局时，应留出足够的空隙以方便接线和通信电缆连接。

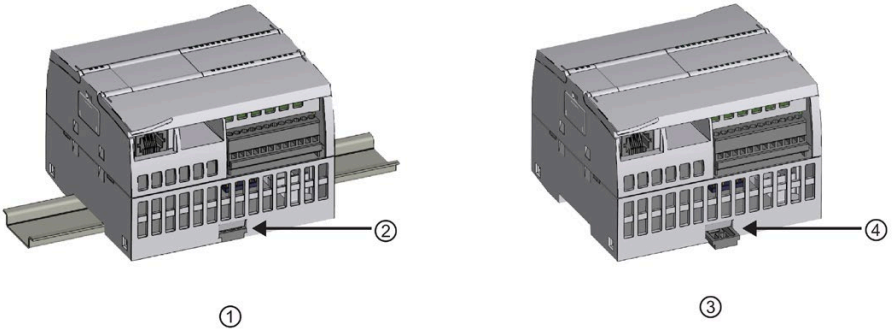


① 侧视图
② 水平安装
③ 垂直安装
④ 空隙区域

4.1.3 安装与拆卸安全规则

安装与拆卸 S7-1200 设备

CPU 可以很方便地安装到标准 DIN 导轨或面板上。可使用 DIN 导轨卡夹将设备固定到 DIN 导轨上。这些卡夹还能掰到一个伸出位置以提供设备面板安装时所用的螺钉安装位置。



① DIN 导轨安装
② DIN 导轨卡夹处于锁紧位置
③ 面板安装
④ 卡夹处于伸出位置用于面板安装

在安装或拆卸任何电气设备之前，请确保已关闭相应设备的电源。同时，还要确保已关闭所有相关设备的电源。

⚠警告

安装或拆卸已上电的 S7-1200 或相关设备可能会导致电击或意外设备操作。

如果在安装或拆卸过程中没有断开 S7-1200 或相关设备的所有电源，则可能会由于电击或意外设备操作而导致死亡、人员重伤和财产损失。

务必遵守适当的安全预防措施，确保在尝试安装或拆卸 S7-1200 CPU 和相关设备前断开 S7-1200 的电源。

务必确保无论何时更换或安装 S7-1200 设备，都使用正确的模块或同等设备。

⚠警告

S7-1200 模块安装不当可能导致 S7-1200 中的程序工作异常。

如果不是用相同型号、方向或顺序来更换 S7-1200 设备，则可能会由于意外设备操作而导致死亡、人员重伤和财产损失。

请使用相同型号的设备来更换 S7-1200 设备，并确保模块的方向和位置放置正确。

⚠警告

请勿在易燃或易爆环境中断开连接设备。

在易燃或易爆环境中断开连接设备可能会引起火灾或爆炸，从而导致死亡、人员重伤和财产损失。

在易燃或易爆环境中使用时请务必遵守相应的安全预防措施。

说明

静电放电可能会损坏设备或 CPU 上的卡槽。

在拿放设备时，请与已接地的导电垫接触或使用接地腕带。

4.1.4 安装与拆卸 S7-1200 FC CPU

可以将 CPU 安装到 DIN 导轨或面板上。

说明

将全部通信模块连接到 CPU 上，然后将该组件作为一个单元来安装。在安装 CPU 之后分别安装信号模块。

设置 CPU 导轨卡夹。

- **若是 DIN 导轨安装**，确保 CPU 和相连的 CM 的上部 DIN 导轨卡夹处于锁紧（内部）位置而下部 DIN 导轨卡夹处于脱扣（伸出）位置。
  - 将设备安装到 DIN 导轨上后，将下部 DIN 导轨卡夹推到锁紧位置以将设备锁定在 DIN 导轨上。
- **若是面板安装**，确保将 DIN 导轨卡夹推到伸出位置。

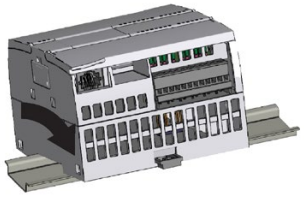
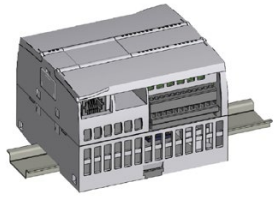
要将 CPU 安装到面板上，请按以下步骤操作：

1. 按照安装尺寸表 (页 82)中所示的尺寸，执行定位、钻孔和攻丝以准备安装孔 (M4)。
2. 确保 CPU 和所有 S7-1200 设备都与电源断开。
3. 从模块上掰出安装卡夹。确保 CPU 上部和下部的 DIN 导轨卡夹都处于伸出位置。
4. 使用带弹簧和平垫圈的平头 M4 螺钉将模块固定到面板上。请勿使用带锥头的沉头螺钉。仅使用足够的扭矩拉平弹簧圈垫。

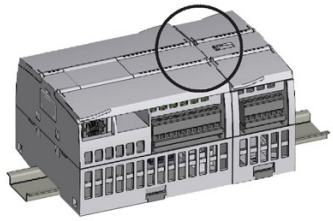
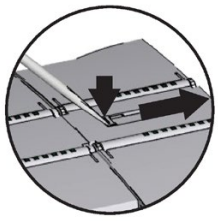
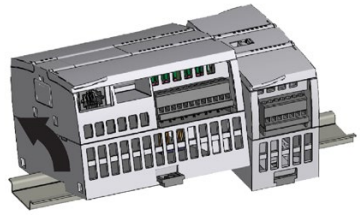
说明

如果您的系统受高振动环境影响或是垂直安装，则建议采用面板安装形式安装 S7-1200。

表格 4- 2　　将 CPU 安装在 DIN 导轨上

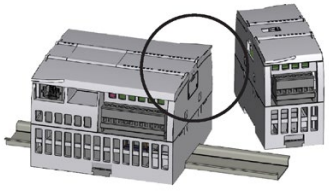
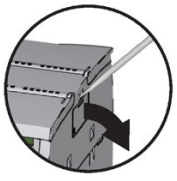
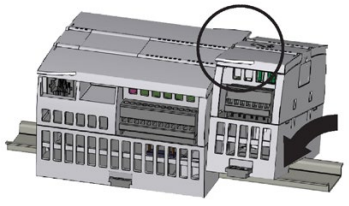
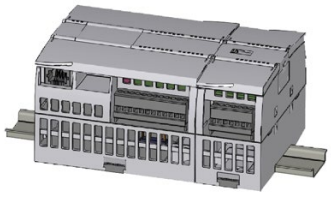
任务	步骤
	1. 安装 DIN 导轨。每隔 75 mm 将导轨固定到安装板上。 2. 确保 CPU 和所有 S7-1200 设备都与电源断开。 3. 将 CPU 挂到 DIN 导轨上方。 4. 拉出 CPU 下方的 DIN 导轨卡夹以便能将 CPU 安装到导轨上。 5. 向下转动 CPU 使其在导轨上就位。 6. 推入卡夹将 CPU 锁定到导轨上。
	

表格 4- 3　　将 CPU 从 DIN 导轨上卸下

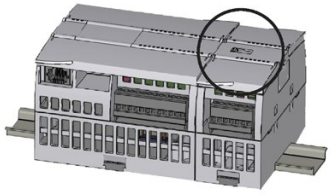
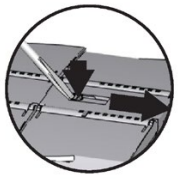
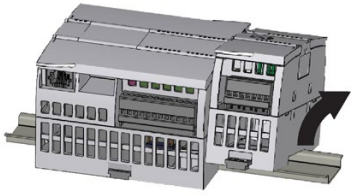
任务	步骤	
		1. 确保 CPU 和所有 S7-1200 设备都与电源断开。 2. 从 CPU 断开 I/O 连接器、接线和电缆。请参见端子排拆卸说明 (页 92)。 3. 将 CPU 和所有相连的通信模块作为一个完整单元拆卸。所有信号模块应保持安装状态。 4. 如果 SM 已连接到 CPU，则需要缩回总线连接器： – 将螺丝刀放到信号模块上方的小接头旁。 – 向下按使连接器与 CPU 相分离。 – 将小接头完全滑到右侧。 5. 卸下 CPU： – 拉出 DIN 导轨卡夹从导轨上松开 CPU。 – 向上转动 CPU 使其脱离导轨，然后从系统中卸下 CPU。
		

4.1.5　　安装和拆卸信号模块 (SM)

表格 4- 4　　安装 SM

任务	步骤	
		在安装 CPU 之后安装 SM。 1. 确保 CPU 和所有 S7-1200 设备都与电源断开。 2. 卸下 CPU 右侧的连接器盖。 – 将螺丝刀插入盖上方的插槽中。 – 将其上方的盖轻轻撬出并卸下盖。收好盖以备再次使用。
	将 SM 连接到 CPU： 1. 将 SM 装在 CPU 旁边。 2. 将 SM 挂到 DIN 导轨上方。 3. 拉出下方的 DIN 导轨卡夹以便将 SM 安装到导轨上。 4. 向下转动 CPU 旁的 SM 使其就位并推入下方的卡夹将 SM 锁定到导轨上。	
		伸出总线连接器即为 SM 建立了机械和电气连接。 1. 将螺丝刀放到 SM 上方的小接头旁。 2. 将小接头滑到最左侧，使总线连接器伸到 CPU 中。 按照相同的步骤将一个信号模块安装到另一个信号模块上。

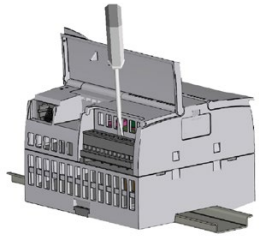
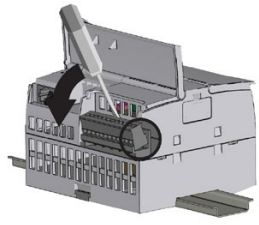
表格 4- 5　　卸下 SM

任务	步骤
	可以在不卸下 CPU 或其它 SM 处于原位时卸下任何 SM。 1. 确保 CPU 和所有 S7-1200 设备都与电源断开。 2. 从 SM 上拆下 I/O 连接器和接线。请参见端子块拆卸说明 (页 92)。 3. 缩回总线连接器。 – 将螺丝刀放到 SM 上方的小接头旁。 – 向下按使连接器与 CPU 相分离。 – 将小接头完全滑到右侧。 如果右侧还连有其它 SM，则对该 SM 重复此步骤。
	
	卸下 SM： 1. 拉出下方的 DIN 导轨卡夹从导轨上松开 SM。 2. 向上转动 SM 使其脱离导轨。从系统中卸下 SM。 3. 如有必要，用盖子盖上 CPU 的总线连接器以避免污染。 要拆除信号模块旁的信号模块，请按照相同的步骤操作。

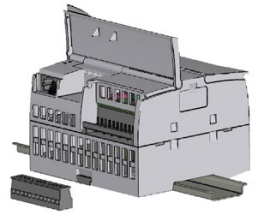
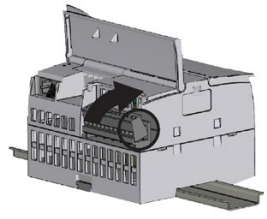
4.1.6 拆卸和重新安装 S7-1200 端子板连接器

CPU、信号板 (SB) 和信号模块 (SM) 都具有可拆卸连接器，便于接线。

表格 4- 6 拆卸端子排（CPU 示例）

任务	步骤
	通过卸下 CPU 的电源并打开连接器上的盖子，准备从系统中拆卸端子板连接器。 1. 确保 CPU 和所有 S7-1200 设备都与电源断开。 2. 查看连接器的顶部并找到可插入螺丝刀头的槽。 3. 将螺丝刀插入槽中。 4. 轻轻撬起连接器顶部使其与 CPU 分离。连接器从夹紧位置脱离。 5. 抓住连接器并将其拉离 CPU。
	

表格 4- 7 安装连接器

任务	步骤
	通过断开 CPU 的电源并打开连接器的盖子，准备端子板安装的组件。 1. 确保 CPU 和所有 S7-1200 设备都与电源断开。 2. 使连接器与单元上的插针对齐。 3. 将连接器的接线边对准连接器座沿的内侧。 4. 用力按下并转动连接器直至其卡入到位。 仔细检查以确保连接器已正确对齐并完全啮合。
	

4.2 故障安全系统电气设计规则

4.2.1 安全功能超低电压要求（电源和其它系统组件）

⚠警告

故障安全模块必须在安全功能超低电压（SELV、PELV）电源条件下运行。

要维持 S7-1200 低压电路的安全，到通信端口、模拟电路、24 V DC 额定电源和 I/O 电路的外部连接必须由合格的电源供电，此类电源须满足各种标准对 SELV、PELV、2 类、限制电压或受限电源的要求。

即使在发生故障的情况下，外部电源也应将最大电压限制为 35 V DC。关于所用电源的信息，请查阅制造商提供的数据资料。

向 S7-1200 故障安全设备施加的最大电压

- 工作电压：故障安全 CPU 和故障安全信号模块的工作电压范围为 20.4 V DC - 28.8 V DC，浪涌电压为 35 V DC（持续 0.5 秒）。通过设计和测试保证装置按规范运行。可在不会中断运行或导致损坏的情况下，向该电压施加根据 EN 61000-4-2、61000-4-4 和 61000-4-6 定义的源阻抗的已定义瞬态电压，如各个产品的数据表中所述。持续工作在 28.8 - 35 V DC 电压下会导致温度升高到无法接受的水平并会导致热损害，进而使产品不能工作。
- 电源电压的绝对最大额定值：可防止模块损坏以及确保模块功能安全的电压绝对最大额定值为 35 V DC。必须使用由制造商指定可的在故障条件下将输出电压限制为 35 V DC 或更低的电源。否则，必须为 CPU 和信号模块提供外部保护，以便能可靠地断开电路或将输出电压限制为 35 V DC 以下。
- 浪涌抗扰度：会遭受雷击浪涌耦合的接线系统必须配备外部保护。此保护必须足以限制浪涌电压并且/或者断开电源电路，以确保 PLC 系统不会暴露于超过 35 V DC 的电压下。有关评估雷电型浪涌防护的规范，请参见 EN 61000-4-5，有关运行限制，请参见 EN 61000-6-2。S7-1200 DC 故障安全 CPU 和故障安全信号模块需要外部保护，以便在受到此标准定义的浪涌电压影响时，维持安全运行。请参见附录 A.1.5.1：“浪涌抗扰度 (页 142)”，了解更多相关信息。

发生电压中断时的电源要求

为确保符合 IEC 61131-2 和 NAMUR 建议 NE 21，仅使用电源缓冲时间至少为 20 ms 的电源组/电源设备 (230 V AC → 24 V DC)。关于可能出现的电压中断情况，请遵守产品标准中的相关要求（例如，根据 EN 298，“燃烧器”为 30 ms）。有关 PS 组件的最新信息，敬请访问 Internet 。

⚠警告

所有电源和故障安全信号模块电路必须一起连接到某个公共参考电压，或必须为隔离型 SELV 电路。

必须将故障安全 CPU 上的电源 M 端和故障安全 SM 连接在一起或隔离为 SELV。连接不正确可能造成意外的机械操作或过程操作，导致人员死亡或严重伤害和/或设备损坏。

将所有 M 端子连在一起或通过合格的 SELV 隔离单元进行隔离，以防止在 CPU 出现单个故障时有电流意外流至 SM 隔离边界。

4.2.2 功率预算

4.2.2.1 将电源连接到 S7-1200 系统

故障安全 CPU 需要将一个外部 SELV/PELV 24 V DC 电源用于 CPU 的 24 V DC 电源输入（24 V DC L+ 和 M 端子，**箭头指向** CPU 模块）。外部 24 V DC 电源为 CPU 的内部 5 V DC 电源供电，此内部电源则为 CPU、信号模块 (SM)、信号板 (SB) 和通信模块 (CM) 供电。24 V DC 电源可用于 CPU 的 24 V DC 电源输出（24 V DC L+ 和 M 端子，**箭头指向背离** CPU 模块的方向）。

说明

用于安全输入的传感器电源连接

如果将 PLC 的传感器电源用于安全输入，则应使用故障安全 DI 信号模块提供的传感器电源。

进行功率预算计算的目的在于，确保所有 CPU 供电的元件（故障安全 CPU、故障安全 SM、标准 SM 和 CM）的功率要求不会超出可用的 CPU 功率范围：

- 如果超出了 CPU 的 5 V DC 功率输出能力，则无法连接最大数目的信号模块和通信模块。
- 如果超出了 CPU 的 24 V DC 功率输出能力，则对于某些系统元件，可能需要使用 24 V DC 外部电源。

说明

故障安全 CPU 提供的 5 V DC 和 24 V DC 的功率限制。

如果超出相应 CPU 的功率预算，将导致无法连接所允许的最大数量的附加模块。

有关功率输入要求（CPU、SM、SB 和 CM）和 CPU 功率输出限制（5 V DC 和 24 V DC）的信息，请参见技术规范。

要确定 CPU 功率输出能力，请参见“计算功率预算” (页 96)。

扩展模块安装规则：

- 标准和故障安全信号模块 (SM) 安装在 CPU 右侧。如果所有附加模块 CPU 负载的总和未超出 CPU 的 5 V DC 和 24 V DC 电源负载限制，则故障安全 CPU 最多可支持 8 个信号模块。故障安全模块和标准模块可在 CPU 右侧混合使用。
- 通信模块 (CM) 安装在 CPU 左侧。如果所有附加模块 CPU 负载的总和未超出 CPU 的 5 V DC 和 24 V DC 负载限制，则故障安全 CPU 最多可支持 3 个通信模块。
- 信号板 (SB)、通信板 (CB) 和电池板 (BB) 安装在 CPU 顶部。任何 CPU 均最多仅支持一个信号板、通信板或电池板。

⚠警告

请勿直接并联各个电源。

这会导致各个电源间出现冲突，因为每个电源都试图建立自己首选的输出电压电平。

该冲突会导致其中一个电源或两个电源的寿命缩短或立即出现故障，从而导致 PLC 系统的运行不可预测。运行的不可预测性可能导致人员死亡、重伤以及财产损失。

CPU 24 V DC 电源和外部电源应分别为不同的负载点供电。

为提高电噪声防护能力，应将不同电源的公共端 (M) 连接在一起。

S7-1200 系统中的某些 24 V DC 电源输入彼此互连，可通过一个公共逻辑电路连接多个 M 端子。例如，在技术规范中指定为"非隔离"时，以下电路互连：CPU 的 24 V DC 电源、SM 继电器线圈的电源输入或非隔离模拟量输入的电源。所有非隔离的 M 端子必须连接到同一个外部参考电位。

⚠警告

将非隔离的 M 端子连接到不同参考电位将导致意外的电流，该电流可能损坏 PLC 和连接的设备或者会导致运行不可预测。

如果未遵守该准则进行操作，则可能会导致设备损坏或运行不可预测，进而会导致人员死亡、重伤和财产损失。

务必确保 S7-1200 系统中的所有非隔离 M 端子都连接到同一个参考电位。

4.2.2.2 功率要求计算实例

示例系统的 CPU 功率预算计算

以下示例显示了系统包含的功率要求：

数量	模块	模块类型
1	CPU 1214FC DC/DC/继电器	带 14 个标准（非故障安全）数字量输入和 10 个标准（非故障安全）数字量输出的故障安全 CPU
1	SB 1223 2 x 24 V DC 输入/2 x 24 V DC 输出	带 2 个数字量输入和 2 个数字量输出的标准 I/O 信号板
1	CM 1241 RS422/485	通信模块

数量	模块	模块类型
1	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	带 16 个数字量输入的故障安全信号模块
1	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	带 4 个数字量输出的故障安全信号模块
1	SM 1226 F-DQ 2 x 继电器	带 2 个继电器输出的故障安全信号模块
3	SM 1223 8 个 DC 输入/8 个继电器输出	带 8 个数字量输入和 8 个继电器输出的标准信号模块

该示例系统共使用 56 个输入和 42 个输出（其中混合使用了标准 I/O 和故障安全 I/O）。如果某个数字量输入通道断开连接且未使用，则此输入不计入功率计算。

各个模块的技术规范中提供了相应的电源以及功耗数值。

本示例预算显示了不充分的 24 V DC CPU 电源

需要使用 24 V DC 外部电源为故障安全 CPU 的 L+ 和 M 输入端子供电（箭头符号指向 CPU）。在本示例中，故障安全 SM 24 V DC 负载也连接至该外部电源。系统中的其它设备可连接至此 24 V DC 外部电源。务必确保此外部电源能够提供足够的可用功率。本示例未介绍总外部功率负载的计算。此示例旨在验证功率是否足以用于由 CPU 直接供电的负载。

本示例中的故障安全 CPU 为所有附加模块提供了充分的 5 V DC 电流，但不能为所有标准数字量输入和输出提供足够的 24 V DC 电流。故障安全 SM 连接至 24 V DC 外部电源，进而相应的 24 V DC 负载将不计入 CPU 的功率预算计算范围内。

示例系统需要故障安全 CPU 在 24 V DC 条件下提供 424 mA 电流，但此 CPU 只能提供 400 mA 的电流。这会导致至少要将 24 V DC CPU 负载的 24 mA 电流移到外部 24 V DC 电源。对此，可采用以下解决方案：将用于 24 个标准继电器输出的 24 V DC 电源连接从 CPU 中移至外部电源。此操作会使 CPU 24 V DC 负载电流减少 264 mA。

说明

已分配驱动故障安全 CPU 的内部继电器线圈所需的功率。功率预算计算中不考虑内部继电器的功率要求。

表格 4- 8　　采样功率预算

	安装模块时由内部总线分配的 5 V DC	**通过与故障安全 CPU 端子 L+ 和 M 的连接分配的 24 V DC（通过箭头指向背离故障安全 CPU 的方向来识别）**	**通过与外部电源的连接进行供电的 24 V DC（需要单独的外部电源功率预算）**
CPU 1214FC DC/DC/继电器最大输出电流	1600 mA	400 mA	从外部电源制造商处获得最大电流额定值
	减		
系统组件	**5 V DC CPU 负载**	**24 V DC CPU 负载**	**24 V DC 外部电源负载**
CPU 1214FC，14 X 24 V DC		CPU 中的 14 个标准输入： 14 * 4 mA = 56 mA	
1 个 SB 1223，2 X 24 V DC	50 mA	信号板上的 2 个标准输入： 2 * 4 mA = 8 mA	
1 个 CM 1241 RS422/485	220 mA		
1 个 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	155 mA		模块加 16 个故障安全输入（8 个成对的通道）： 130 mA + 16 * 6 mA = 226 mA

	安装模块时由内部总线分配的 5 V DC	**通过与故障安全 CPU 端子 L+ 和 M 的连接分配的 24 V DC（通过箭头指向背离故障安全 CPU 的方向来识别）**	**通过与外部电源的连接进行供电的 24 V DC（需要单独的外部电源功率预算）**
1 个 SM 1226 F-DQ 4X 24 V DC	125 mA		4 个故障安全数字量输出： 170 mA + 用于全部 4 个 P 开关的负载电流 + Vs1/Vs2 负载电流
1 个 SM 1226 F-DQ 2 X 继电器	120 mA		2 个故障安全继电器输出： 300 mA
3 个 SM 1223 DI 8 x 24 V DC，DQ 8 x 继电器	3 * 145 mA = 435 mA	24 个标准数字量输入： 3 * 8 * 4 mA = 96 mA 24 个标准继电器输出： 3 * 8 * 11 mA = 264 mA	
总要求	1105 mA	424 mA	
	等于		
电流差额	**5 V DC CPU 功率**	**24 V DC CPU 功率**	**24 V DC 外部功率**
总电流差额	495 mA	(24 mA)	

4.2.2.3 计算功率要求

功率预算计算表

使用下表确定故障安全 CPU 的可用功率（电流）以及系统的中央机架模块所需的功率。有关故障安全 CPU 型号（1212FC (页 157)、1214FC (页 172) 或 1215FC (页 186)）的功率额定值，以及故障安全数字量输入和输出信号模块（SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC (页 203)、SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC (页 209) 或 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 (页 216)）的功率要求的信息，请参见本手册中的技术规范。有关标准 S7-1200 模块的详细信息，请参见《S7-1200 可编程控制器系统手册》 (https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478121)中的技术规范。

表格 4- 9　　CPU 功率预算

	安装模块时由内部总线分配的 5 V DC	**通过与故障安全 CPU 端子 L+ 和 M 的连接分配的 24 V DC（通过箭头指向背离故障安全 CPU 的方向来识别）**	**通过与外部电源的连接进行供电的 24 V DC（需要单独的外部电源功率预算）**
减			
系统组件	**5 V DC CPU 负载**	**24 V DC CPU 负载**	**24 V DC 外部电源负载**
总要求			

	安装模块时由内部总线分配的 5 V DC	**通过与故障安全 CPU 端子 L+ 和 M 的连接分配的 24 V DC（通过箭头指向背离故障安全 CPU 的方向来识别）**	**通过与外部电源的连接进行供电的 24 V DC（需要单独的外部电源功率预算）**
等于			
电流差额	**5 V DC CPU 功率**	**24 V DC CPU 功率**	**24 V DC 外部功率**
总电流差额			

4.2.3 故障安全模块的电气特性和端子分配

有关电气特性和端子分配的详细信息，请参见相应的技术规范章节。

CPU 1212FC	**CPU 1214FC**	**CPU 1215FC**
规范 (页 157) 接线图 (页 169)	规范 (页 172) 接线图 (页 183)	规范 (页 186) 接线图 (页 199)

SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC	**SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC**	**SM 1226 F-DQ 2 x 继电器**
规范 (页 203) 接线图 (页 207)	规范 (页 209) 接线图 (页 214)	规范 (页 216) 接线图 (页 221)

4.3 控制系统接线准则

4.3.1 接地和接线准则

在为您的应用和 S7-1200 提供电噪声防护方面，确保所有电气设备均正确接地和接线至关重要。有关 S7-1200 接线图，请参见技术规范 (页 136)。

先决条件

在对任何电气设备进行接地或者接线之前，请确保设备的电源已经断开。同时，还要确保已关闭所有相关设备的电源。

确保在对 S7-1200 和相关设备接线时遵守所有适用的电气规程。请根据所有适用的国家和地方标准来安装和操作所有设备。请联系当地的管理机构确定哪些规范和标准适用于您的具体情况。

⚠警告

安装已通电的 S7-1200 或相关设备或者对其进行接线时，可能会导致电击或意外的设备操作。

如果在安装或拆卸过程中未能禁用 S7-1200 以及相关设备的所有电源，则可能会因电击或意外的设备操作而导致人员死亡、重伤和设备损坏。

务必遵守适当的安全预防措施，确保在尝试安装或拆卸 S7-1200 或相关设备前断开 S7-1200 的电源。

在您规划 S7-1200 系统的接地和接线时，务必考虑安全问题。电子控制设备（如 S7-1200）可能会发生故障并会导致正在进行控制或监视的设备出现意外操作：

- 信号模块 (SM)（而非故障安全 SM）以及故障安全 CPU 的板载 I/O：这些设备可能会发生电子元件或软件的单点危险故障。切勿仅仅依赖这些设备来防止人员受伤或防止对财产带来不可接受的损失。
- 故障安全 SM：这些设备可能会发生内部危险故障，其概率反映在 SIL 额定值、PFD 和 PFH 中，如本手册中所述。
- 各个控件的安装：可能会发生共因故障威胁，例如，过压、过温、电气故障、EMC 干扰以及火、水或对安装部件造成的机械损坏。

必须针对故障的威胁等级和后果评估各个控制点。安装过程中需要采取独立于 S7-1200 的安全防护措施，以达到相应的人员受伤或设备损坏的风险等级。

⚠警告

控制设备在不安全情况下运行时可能会出现故障，从而导致受控设备的意外运行。

这种意外操作会导致人员死亡、重伤和财产损失。

使用故障安全 I/O 时，需设计安全相关的控制功能，以将发生故障的可能性考虑在内，其中包括采用冗余方式，来达到故障后果的相应风险等级。

使用标准 I/O 时，应始终包含急停功能、机电超驰或其它冗余安全措施（针对出现的故障可能导致人员受伤或重大财产损失的情况）。

4.3.2 对 S7-1200 系统进行接地

S7-1200 的接地准则

将应用设备接地的最佳方式是确保 S7-1200 和相关设备的所有公共端和接地连接在同一个点接地。该点应该直接连接到系统的大地接地。

所有地线应尽可能地短且应使用大线径，例如，2 mm^2 (14 AWG)。

确定接地点时，应考虑安全接地要求和保护性中断装置的正常运行。

4.3.3 对 S7-1200 系统进行接线

S7-1200 系统的接线准则

设计 S7-1200 的接线时，应提供一个可同时切断故障安全 CPU 电源、所有输入电路和所有输出电路电源的隔离开关。请提供过流保护（例如，熔断器或断路器）以限制电源线中的故障电流。考虑在各输出电路中安装熔断器或其它电流限制器提供额外保护。

为所有可能遭雷电冲击的线路安装合适的浪涌抑制设备。

不能将低压信号线和通信电缆铺设在同一个具有交流线和高能快速开关直流线的槽中。始终成对布线，中性线或公共线与火线或信号线成对。

说明

对于在 S7-1200 故障安全 CPU 中集成的标准 I/O 通道，并非专用于故障安全 I/O 功能

在项目中，可以使用带有标准代码块的集成式故障安全 CPU I/O，但必须使用 S7-1200 故障安全 DI 和 DQ 信号模块作为带有安全代码块的故障安全数字量 I/O 通道。

使用尽可能短的电线并确保线径适合承载所需电流。更多相关信息，请参见下表"S7-1200 CPU、SM 和 SB 的接线规则"。

导线和电缆的额定温度应比 S7-1200 的环境温度高 30 °C（例如，对于 55 °C 的环境温度，导线的额定温度最低应为 85 °C）。应根据特定电路额定值和安装环境来确定其它导线类型和材料要求。

使用屏蔽线以便最好地防止电噪声。通常在 S7-1200 端将屏蔽层接地能获得最佳效果。应使用与电缆屏蔽层相连的连接器，或通过将通信电缆屏蔽层与单独的接地端相连，来将通信电缆屏蔽层接地至 S7-1200 通信连接器外壳。应围绕屏蔽层使用夹子或铜带来实现较大的接地点连接表面，以将其它电缆屏蔽层接地。

在给通过外部电源供电的输入电路接线时，应在电路中安装过流保护装置。由 S7-1200 的 24 V DC 传感器电源供电的电路无需外部保护，因为该传感器电源的电流已受限。

所有 S7-1200 模块都有供用户接线的可拆卸连接器。要防止连接器松动，请确保连接器固定牢靠并且导线被牢固地安装到连接器中。

为了有利于防止安装中出现意外的电流，S7-1200 在某些点提供绝缘边界。在您规划系统的接线时，应考虑这些绝缘边界。有关所提供的绝缘程度和绝缘边界位置的信息，请参见技术规范 (页 136)。采用交流线路电压额定值的电路与其它电路进行安全隔离。24 V DC 电路间的隔离边界仅起一定作用，不应依赖于这些边界来保障安全性。

下表总结了 S7-1200 CPU 和 SM 的接线规则：

表格 4- 10　S7-1200 CPU、SM 和 SB 的接线规则

针对以下方面的接线规则...	CPU 与 SM 连接器	SB 连接器
适用于标准导线的可连接导线横截面积	2 mm^2 至 0.3 mm^2（14 AWG 至 22 AWG）	1.3 mm^2 至 0.3 mm^2（16 AWG 至 22 AWG）
每个连接的导线数	1 根或 2 根导线的组合，总横截面积最大可为 2 mm^2	1 根或 2 根导线的组合，总横截面积最大可为 1.3 mm^2
剥线长度	6.4 mm	6.4 mm

针对以下方面的接线规则...	CPU 与 SM 连接器	SB 连接器
拧紧扭矩*（最大值）	0.56 N·m（5 英寸·磅）	0.33 N·m（3 英寸·磅）
工具	2.5 至 3.0 mm 的一字螺丝刀	2.0 至 2.5 mm 的一字螺丝刀

* 为避免损坏连接器，注意不要将螺丝拧得过紧。

说明

绞线上的套管或末端套管会降低由于散丝而导致短路的风险。对于长度超出建议的剥线长度的端头，应包括一个绝缘环，以使此端头的非绝缘部分的长度不会超过最大剥线长度。裸导线的横截面积限制也适用于端头。

4.3.4 灯负载的使用准则

灯负载的使用准则

由于接通浪涌电流大，灯负载会损坏继电器触点。该浪涌电流是钨丝灯稳态电流的 10 到 15 倍。对于在应用的使用寿命内进行大量开关操作的灯负载，建议采用可更换的插入式继电器或浪涌限制器。

4.3.5 感性负载的使用准则

感性负载的使用准则

使用带有感性负载的抑制器电路来限制控制输出断开时的电压升高情况。抑制器电路可保护输出，防止因流经感性负载的电流发生中断时产生的高压瞬变而导致其过早损坏。

此外，抑制器电路还能限制开关感性负载时产生的电噪声。电感负载抑制不良导致的高频率噪声会干扰 PLC 的运行。放置一个外部抑制器电路，使其以电气方式穿过负载并在物理上位于负载附近，这是降低电气噪声的最有效方法。

S7-1200 DC 输出包括内部抑制器电路，这种电路足以满足大多数应用对感性负载的要求。由于 S7-1200 继电器输出触点可用于开关直流或交流负载，所以未提供内部保护。

一种良好的抑制器解决方案是：使用接触器或其它感性负载，制造商为其提供了集成在负载设备中的抑制器电路，或将其作为可选附件提供。但是，一些制造商提供的抑制器电路可能不适合您的应用。为获得最佳的噪声消减效果和触点寿命，可能还需要额外的抑制器电路。

对于交流负载，可将金属氧化物变阻器 (MOV) 或其它电压钳制设备与并联 RC 电路配合使用，但不如单独使用时有效。不带并联 RC 电路的 MOV 抑制器通常会导致出现高达钳位电压的显著高频噪声。

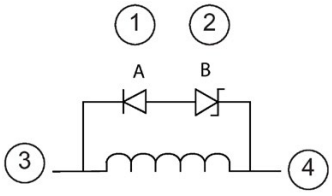
良好的受控关断瞬变的振铃频率不超过 10 KHz，最好小于 1 KHz。交流线路的峰值电压应介于对地的 +/- 1200 V 范围内。数据表列出了 DC 输出端的内部抑制电路的电压阈值。（请参见附录 A："技术规范"以获取更多信息。）外部抑制应将瞬变值限制在该阈值之下，以确保内部抑制电路不会试图抑制过载。

将外部抑制电路直接跨接在负载两端，也可避免抑制电路元件短路失效时出现激励负载的危险。

说明

抑制器电路的有效性取决于具体应用，必须针对您的特定应用对其进行验证。确保所有组件的额定值均正确，并使用示波器观察关断瞬变。

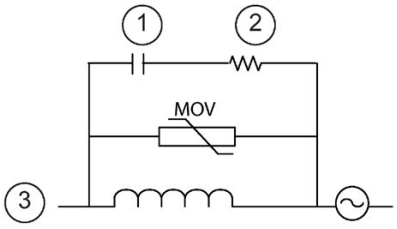
用于开关 DC 感性负载的 DC 或继电器输出的典型抑制电路



① 1N4001 二极管或同等元件
② 8.2 V 稳压二极管（直流输出），36 V 稳压二极管（继电器输出）
③ 输出通道 F-DQ（P 开关）或标准 DQ 输出
④ 输出通道 F-DQ（M 开关）或标准 DQ 公共返回端

在大多数应用中，在 DC 感性负载两端增加一个二极管 (A) 就可以了，但如果您的应用要求更快的关闭时间，则建议再增加一个稳压二极管 (B)。请确保正确选择稳压二极管，以适合输出电路中的电流量。

用于开关 AC 感性负载的继电器输出的典型抑制电路



① 关于 C 值，请参见表格
② 关于 R 值，请参见表格
③ 输出通道

请确保 MOV 的工作电压至少比额定线电压高出 20%。

选择为脉冲应用推荐的脉冲级非感性电阻和电容（通常为金属薄膜型）。确认组件满足平均功率、峰值功率和峰值电压的要求。

如果自行设计抑制器电路，下表给出了一系列交流负载的建议电阻值和电容值。这些值基于理想组件参数下的计算结果。表中的"I rms"指满载时负载的稳态电流。

表格 4- 11　交流抑制器电路电阻值和电容值

感性负载			抑制器值		
I rms	**230 V AC**	**120 V AC**	**电阻**		**电容**
Amps	VA	VA	Ω	W（功率额定值）	nF
.02	4.6	2.4	15000	.1	15

感性负载			抑制器值		
.05	11.5	6	5600	.25	47
.1	23	12	2700	.5	100
.2	46	24	1500	1	150
0.5	115	60	560	2.5	470
1	230	120	270	5	1000
2	460	240	150	10	1500

表中的值满足的条件：

最大关断瞬变阶跃电压 < 500 V
电阻峰值电压 < 500 V
电容峰值电压 < 1250 V
抑制器电流 < 负载电流的 8% (50 Hz)
抑制器电流 < 负载电流的 11% (60 Hz)
电容 dV/dt < 2 V/µs
电容脉冲功耗：$\int(dv/dt)^2\ dt < 10000\ V^2/\mu s$
谐振频率 < 300 Hz
电阻功率对应于 2 Hz 最大开关频率
假设典型感性负载的功率因数为 0.3

4.4 维护准则

每个 S7-1200 模块和 CPU 都是出厂前已装配好的单元，除了可移动端子排和存储卡外，其中不包含任何用户可更换或可维修的组件。S7-1200 系统的维护包括以下各项：

- 查看 S7-1200 发出的诊断报告并作出相应的响应
- 更换已识别出故障的模块
- 更换已使用 20 年的模块
- 检查并监视安装环境，确保其始终满足所有指定的操作条件，其中包括：
  - 保证 S7-1200 和现场接线的电气与机械安全
  - 与安装的设计相符，确保持续通风
  - 始终防潮、防尘和防止导电污染
  - 所连接电路的电压处于合理范围内
  - 设备的操作温度处于合理范围内

故障安全信号模块 (SM) 监视 L+ 处供电的 24 V DC 电源，并会针对电压超出范围的情况禁用相应模块。

故障安全 SM 监视内部温度，并会针对温度超出范围的情况禁用相应 SM。

必须评估安装的安全性，并确定是否需要额外进行电压和温度监视。

说明

包括传感器、执行器、断路器和电涌保护器在内的相关设备都会受到磨损，因此通常需要根据制造商提供的说明或标准定期对其进行检查或验证测试，以保证一致的安全完整性等级。

用户对 S7-1200 进行清洁或去污时应：

- 只使用真空或干布对装配件外部进行清洁。
- 先切断电源，然后再进行清洁。

注意
用户不能通过高压强制通风方式或使用湿式/液体清洁剂对 S7-1200 进行清洁或去污。 高压强制通风会损坏组件或引入空气中夹杂的污染物。任何种类的湿式/液体清洁剂都会在电路板上沉积导电污染物。

故障安全信号模块 (SM) I/O 组态

5

所连接的全部故障安全 SM I/O 的操作属性都必须由 STEP 7 安全组态软件进行了组态。由用户负责确保没有未组态的 SM 连接到故障安全自动化系统中。

5.1 组态故障安全 SM I/O 属性

按照以下步骤组态故障安全 SM I/O 属性：

1. 在项目树中选择“设备组态”(Device configuration)。
2. 将故障安全 I/O 设备添加到项目的“设备视图”(Device view) 中。

说明

每个故障安全 SM 都会使用 I 和 Q，即使它们在物理上可能只有输入通道或只有输出通道，亦如此。多出来的字节用来表示安全状态和数据完整性信息。

模块	通道数量	所需输入 (I) 字节	所需输出 (Q) 字节
SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	8 - 16（输入）	9	5
SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	4（输出）	6	6
SM 1226 F-DQ 2 x Relay	2（输出）	6	6

3. 选择故障安全 I/O 设备的图像（位于“设备视图”(Device view) 或“设备概览”(Device overview) 中），然后查看此模块的“属性”(Properties) 选项卡。
4. 在**“属性”**(Properties) 视图中，选择**“常规”**(General) 选项卡。
5. 单击模块属性树并展开 I/O 模块的分支。可选择一个模块（例如“F-DI16”），查看相应的所有属性。还可以选择一个模块分支（例如“F 参数”(F-parameters)、“DI 参数”(DI-parameters) 或“通道参数”(Channel parameters)），查看属性的子集。
6. 在左侧的属性树中选择一个属性，然后在右侧的属性字段内设置相应值。
7. 成功编译硬件配置并将其下载到 S7-1200 故障安全 CPU 后，系统会自动将新的配置设置置于 I/O 模块中。

5.2 组态公共 F 参数

表格 5- 1 公共 F 参数

F 参数	说明	默认值	选项
F 监视时间的 手动分配 (Manual assignment of F-monitoring time)	要更改故障安全 CPU 传播的中心值中的 F 监视时间，必须选中此复选框。	复选框 处于取消选中状态	复选框： • 已选中 • 已取消选中
F 监视时间 (F-monitoring time) [1]	看门狗定时器用于监视故障安全 CPU 和故障安全 SM 之间的安全通信（PROFIsafe 用于监视时间）	150 ms	1 至 65535 ms
F 源地址 (F-source address)	故障安全 CPU 的唯一网络范围地址	1	可通过故障安全 CPU 参数"PROFIsafe 地址的基址"(Basis for PROFIsafe addresses) 组态 F 源地址。
F 目标地址 (F-destination address)	CPU 范围内的唯一地址（通常采用降序形式，从 65534 开始）。	-	1 至 65534
出现通道故障后的行为 (Behavior after channel fault)	通过故障安全 SM 响应通道故障，例如短路、过载或差异错误。	禁用通道	不可在故障安全 SM 中进行组态
出现 通道故障 后的重新集成 (Reintegration after channel fault)（不可用于 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器）	出现通道故障后，可以采用手动和自动两种方法来重新集成故障安全 SM 通道。可以选择以下三种方式之一进行重新集成： • 自动重新集成所有通道（无需确认重新集成） • 手动重新集成所有通道（需要确认重新集成） • 可调整（逐通道进行；有些通道自动重新集成，而有些通道则手动重新集成）	可调整	• 可调整 • 所有通道 均自动重新集成 • 所有通道 均手动重新集成

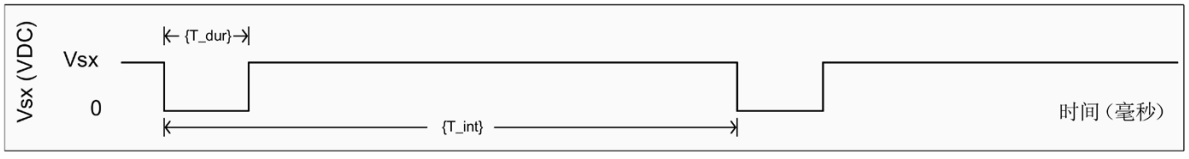
[1] 在故障安全 CPU 的 F 参数中设置"中央 F-IO 的默认 F 监视时间"(Default F-monitoring time for central F-IO)。除非在该模块组态中选中"手动分配 F 监视时间"(Manual Assignment of F-monitoring time) 复选框并分配了其它时间，否则 STEP 7 会使用此数值来设置每个故障安全 SM 的 F 监视时间。

有关 F 参数的更多信息，请参见《SIMATIC 工业软件 SIMATIC Safety - 组态和编程以及编程和操作手册》 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)。

5.3 组态 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC DI 和通道参数

表格 5- 2 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC DI 参数

DI 参数	说明	默认值	选项
短路测试 (Short-circuit test)	此测试会在传感器电源中产生短时间的 OFF 脉冲。在传感器关断期间，由 Vs1 和 Vs2 供电的输入电路预计会断电。如果在传感器断电期间未能检测到关断情况，则表示电源发生短路或其它故障，致使输入无法正确检测到“0”。将禁用未通过此测试的输入通道。 在此测试期间，报告的过程值不会发生更改，所以组态的“短路测试的持续时间”(Duration of short-circuit test) 延长了响应时间。在经过“短路测试的持续时间”(Duration of short-circuit test) 前，不会将测试刚开始时出现的实际过程值“0”报告给用户程序。 要激活短路测试，必须选中此复选框。	复选框处于取消选中状态	复选框： • 已选中 • 已取消选中
短路测试间隔 (Interval for short-circuit test)（见下图中的 T_int）	此值表示传感器电源的各个 OFF 脉冲之间相隔的时间。 更多相关信息，请参见下图。 注：此间隔时间最短须为持续时间的八倍。	25.6 ms	• 12.8 ms • 25.6 ms • 51.2 ms • 102.4 ms • 204.8 ms • 409.6 ms • 819.2 ms
短路测试的持续时间 (Duration of short-circuit test)（见下图中的 T_dur）	此值表示在测试期间电源处于断电状态所持续的时间。短路测试的 OFF 脉冲时间必须足够长，以使外部传感器和接线能够响应并能针对输入显示“0”。 参见下图以获得更多相关信息。 注：此间隔时间最短须为持续时间的八倍。	1.6 ms	• 1.6 ms • 3.2 ms • 6.4 ms • 12.8 ms



Vsx Vs1 或 Vs2 传感器电源 (VDC)
T_int 传感器电源的各个 OFF 脉冲之间相隔的短路测试间隔（时间周期）
T_dur 短路测试 OFF 脉冲持续时间 (ms)

表格 5- 3　　SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC 通道参数

通道参数	说明	默认值	选项
已激活 (Activated)	选中此复选框以激活相应通道。 选择 1oo2 之前，必须激活所需的两个通道。 如果通道为成对形式的，则必须切换为 1oo1 并分别进行更改。 取消选中该复选框，禁用未使用的通道。 如果禁用某个通道，则还会禁用其诊断功能。	复选框已选中	复选框： • 已选中 • 已取消选中
输入滤波器 (Input filters)	对数字量输入进行滤波，以滤除触点弹跳现象以及短时噪声。此参数分配了滤波持续时间。	6.4 ms	• 0.8 ms • 1.6 ms • 3.2 ms • 6.4 ms • 12.8 ms
通道故障确认 (Channel failure acknowledge)	用于控制通道是在清除故障后自动重新集成还是需要在用户程序中进行确认（手动）。有关重新集成过程的信息，请参见"对故障的响应" (页 118)。	手动	• 自动 • 手动
传感器电源 (Sensor supply)	指定是通过模块的传感器电源输出（内部）还是通过外部电源（外部）向传感器供应 24 V 电源。 对于选择使用外部电源的通道，不进行短路测试。	外部	• 内部 • 外部
传感器评估 (Sensor evaluation)	指定通道 x 输入是单独工作还是与通道 x+8 输入成对进行工作。 **1oo1 评估：**一个传感器连接到模块（单通道）。 **1oo2 评估：**两个输入通道被下列某项占用： • 两个单通道传感器 • 一个双通道对等传感器 • 一个双通道非对等传感器 如果选择了 1oo2，则必须分配数字量输入连接类型和差异属性。	1oo1 评估	• 1oo1 评估 • 1oo2 评估
传感器连接类型 (Type sensor connection)	**单通道**：一个传感器连接到一个通道。对于"1oo1 评估"，传感器连接类型设置为只能读取"单通道"的形式。 **双通道对等**（采用对等信号）：将一个双通道对等传感器或两个单通道对等传感器连接到两个通道（采用通道对的形式）。 **双通道 - 3 线制非对等**：将一个双通道非对等传感器连接到两个通道（采用通道对的形式）。 **双通道 - 4 线制非对等**将一个双通道非对等传感器或两个单通道非对等传感器连接到两个通道（采用通道对的形式）。 注：有关连接模式的说明，请参见"数字量输入应用" (页 72)。	单通道	• 单通道 • 双通道对等 • 双通道 - 3 线制非对等 • 双通道 - 4 线制非对等

通道参数	说明	默认值	选项
差异行为 (Discrepancy behavior)	对于组态的差异时间，在无错的情况下，允许在 1oo2 输入组态的两个信号间存在逻辑差异。可以选择在信号不匹配时，报告的过程值是应为“0”，还是应为组态的差异时间内的上一个有效值。如果 1oo2 输入的逻辑差异持续时间超过了组态的差异时间，则会禁用相应通道并将过程值设为 0。	提供值 0	• 提供值 0 • 提供上一个有效值
差异时间 (Discrepancy time)	由于传感器、触点和接线存在差异，所以 1oo2 输入组态的两个信号不会同时发生更改。可通过差异时间参数，针对转换期间各个信号间的不匹配现象组态通常所预期的持续时间。	10 ms	5 至 30000 ms
出现差异错误后的重新集成 (Reintegration after discrepancy error)	指定在可清除之前声明的差异前是否必须在两个 1oo2 通道中检测到零态。	无需测试 0 信号	• 无需测试 0 信号 • 需要测试 0 信号 注：测试 0 信号所持续的时间必须至少为 100 ms。

说明

1oo2 输入数据的安全程序访问

对于 1oo2 评估，将两个成对的输入通道（例如，F-DI a0.0 和 F-DI b0.0）连接到一个或两个传感器。F-DI 进行差异分析并将结果传送到安全程序**（在小编号通道的输入地址处，**本示例中为 F-DI a0.0）。

增加更多的输入差异时间时，会延长传感器-执行器的响应时间

如果两个信号未达到一致的逻辑状态，则差异时间会直接添加到 1oo2 评估的最大响应时间中。如果选择了“提供值 0”(Supply value 0) 选项，则 F-DI 不会延迟从“1”到“0”的转换，但会延迟从“0”到“1”的转换。如果选择了“提供上一个有效值”(Supply last valid value) 选项，则 F-DI 既会延迟从“1”到“0”的转换，也会延迟从“0”到“1”的转换。差异时间受传感器规格、安装容差和接线的影响。为获得最佳响应时间，请选择能实现可靠正常运行的最小差异时间。更多相关信息，请参见“SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 的响应时间参数” (页 228)。

针对短路测试的差异时间变化

如果在要进行短路测试时过程输入发生更改，则检测到差异所用的时间将短于组态的差异时间。

其中：

Tdisc = 组态的差异时间

Tsct = 组态的短路测试持续时间

Tfilter = 组态的输入滤波时间

Tda = 实际差异时间，可被检测为故障的过程信号更改之间的间隔时间

检测到的差异时间范围为：

如果 Tfilter < Tsct：则 {Tdisc - (Tfilter + Tsct)} <= Tda <= Tdisc

如果 Tfilter >= Tsct：则 {Tdisc - (2 x Tsct)} <= Tda <= Tdisc

组态的差异时间应考虑此变化，以避免发生意外禁用的现象。

5.4 组态 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC DQ 和通道参数

表格 5- 4 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC DQ 参数

DQ 参数	说明	默认值	选项
最大测试周期 (Maximum test period)	针对 F-DQ DC 输出故障指定位模式测试之间的时间间隔。 功能测试的位模式适用于输出开关。这些测试会检测到发生故障的 P 或 M 输出开关以及接线故障（可在模块端子处检测到）。可检测到其它信号或电源线的短路现象。不能检测到接线端子与负载间的断路现象。 如果在通道中检测到错误，则测试间隔会缩短到 1 min 左右。如果此后未再检测到错误，则会重新使用组态的测试间隔。 持续存在的故障会报告给故障安全 CPU 并会禁用受影响的通道。	1000 s	• 100 s • 1000 s

表格 5- 5 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 通道参数

通道参数	说明	默认值	选项
已激活 (Activated)	选中此复选框以激活相应通道。 取消选中该复选框，禁用未使用的通道。 如果禁用某个通道，则还会禁用其诊断功能。	复选框已选中	复选框： • 已选中 • 已取消选中
通道故障确认 (Channel failure acknowledge)	用于控制通道是在清除故障后自动重新集成还是需要在用户程序中进行确认（手动）。有关重新集成过程的信息，请参见“对故障的响应” (页 118)。	手动	• 自动 • 手动
最大回读时间 (Maximum readback time)	最大回读时间是用户组态的参数，此参数指定了在不生成错误的情况下，输出因过程值发生更改而切换到新状态（“开”或“关”）所用的最大允许时间。此外，此参数也表示诊断测试脉冲的最大宽度，此脉冲用于验证输出在其处于“开”状态时是否能关闭。OFF 脉冲时间应尽可能长，但也不能过长从而导致执行器不能响应。	2.0 ms	1 ms 至 400 ms， 以 0.1 ms 为增量
最大回读时间开启测试 (Maximum readback time switch on test)	最大回读时间开启测试是用户组态的参数，此参数指定了在位模式测试步中，当前处于“关”状态的通道的 P 开关或 M 开关切换到“开”状态所用的最大允许时间。F-DQ DC 对通道的 P 开关和 M 开关进行测试，以使一次只有一个开关开启。除非系统中出现故障（例如，执行器对地短路），否则在进行 P 开关或 M 开关开启测试期间，执行器都不会通电。在单个故障条件下（内部或 SM 外部），处于“关”状态的通道的 P 开关或 M 开关所使用的测试脉冲可反复使执行器通电。必须选择该参数，使此类脉冲的持续时间过短从而不会使执行器作出响应，因此，不会对受控设备产生有害影响。	1.0 ms	0.5 ms 至 5 ms， 以 0.1 ms 为增量

⚠警告

存在单个故障时，位模式测试可为负载供电，持续时间可达组态的"最大回读时间开启测试"(Maximum readback time switch on test)。

如果负载可在组态的回读时间内危险地作出响应，则会在存在单个故障的情况下响应位模式测试，这会导致人员死亡、重伤和/或设备损坏。

请务必选择能保证不会激活负载的最大回读组态时间。

5.5 组态 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 DQ 和通道参数

表格 5- 6 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 DQ 参数

DQ 参数	说明	默认值	选项
继电器持续工作的时间限制 (Relay continuous on time limit)	继电器在自动禁用前可连续运行的最长天数。 出现从断电状态到通电状态的继电器周期时，会重新开始计算天数。 注：对于 SIL 3/类别 4 应用，默认最大测试频率为 30 天。对于此产品的 SIL 2/类别 3 应用，最多可将测试频率延长到 366 天。	30	1 至 366 天

表格 5- 7 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器通道参数

通道参数	说明	默认值	选项
已激活 (Activated)	选中此复选框以激活相应通道。 取消选中该复选框，禁用未使用的通道。 如果禁用某个通道，则还会禁用其诊断功能。	复选框已选中	复选框： • 已选中 • 已取消选中
通道故障确认 (Channel failure acknowledge)	用于控制通道是在清除故障后自动重新集成还是需要在用户程序中进行确认（手动）。有关重新集成过程的信息，请参见"对故障的响应" (页 118)。	手动	不可组态

故障安全信号模块 (SM) 诊断 6

6.1 对故障的响应

对故障安全系统启动以及对故障的响应

故障安全概念取决于对所有过程变量的安全状态的标识。值“0”（断电）代表数字故障安全信号模块 (SM) 处于安全状态。这适用于传感器和执行器。

安全功能要求在以下情况下，将安全状态值应用于故障安全信号模块 (SM) 或通道（而非过程值，故障安全 SM 或通道的禁用）：

- 故障安全系统启动时
- 检测到 SM 模块故障（例如 RAM 或处理器故障）时
- 故障安全 CPU 和故障安全 SM 之间通过 PROFIsafe 安全协议进行安全通信时检测到错误（通信错误）
- 发生了 SM 通道故障（例如，短路和差异错误）时

故障安全 CPU 会将检测到的系统故障输入到诊断缓冲区中。

自动采取安全措施和 PROFIsafe 协议可确保在系统检测到故障时设置为安全状态。

循环上电时，故障安全 SM 不会记录错误。在系统断电并重新启动时，会再次检测到仍然存在的故障。

故障安全信号模块的故障安全值

如果在故障安全 DI SM 中禁用通道，则故障安全系统会始终为应用于故障安全输入的安全程序提供安全状态值（“0”）（而非过程值）。

如果在 F-DQ DC 或 F-RLY 中禁用通道，则故障安全系统始终会将安全状态值“0”（而非安全程序提供的输出值）传送到故障安全输出。输出通道断电。

在 CPU STOP 模式下，禁用安全状态值和输出状态值始终为“0”（表示断电）。对于禁用或 STOP 模式，不能选择或编程默认的“开”状态。

检测到通道特定的诊断故障时，会对单独的通道执行禁用。会影响整个模块的故障将导致禁用所有通道。

PROFIsafe 消息超时（超出 F 监视时间）会禁用所有模块通道。

表格 6- 1　　信号模块类型和禁用结果

信号模块类型	禁用结果
SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	• 针对每个通道评估多个测试，以便对出现故障的输入进行通道级禁用。 • 如果 1oo1 组态发生了通道故障，则只禁用受影响的通道。对于 1oo2，将禁用 1oo2 组态中两个输入的通道组。
SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	• 针对每个通道评估多个测试，以便对出现故障的输出进行通道级禁用。 • 分别为通道的两个开关执行诊断评估。如果检测到某个开关存在故障，则会禁用此通道。
SM 1226 F-DQ 2 x Relay	• 针对每个通道评估多个测试，以便对出现故障的输出进行通道级禁用。 • 分别为通道的两个继电器执行诊断评估。如果检测到某个继电器存在故障，则会禁用此通道。

故障安全系统中的故障响应

应为系统准备维护程序，以保证在控制并记录检测到的故障后，系统可返回到正常运行状态。

必须执行以下步骤：

1. 诊断和修复故障
2. 重新验证安全功能
3. 在维修报告中记录

故障安全信号模块的重新集成

成功通过诊断确定故障已清除后，可重新集成通道或模块。

可将重新集成组态为自动进行或手动进行。可以在“设备组态”(Device Configuration) 中基于通道或模块作出该选择。必须始终手动确认通信错误。

对于选择了自动重新集成的通道，故障清除后，会立即进行重新集成。

对于选择了手动重新集成的通道，故障清除后，可在用户程序中进行确认。

该模块的“ACK_REQ”位变为真，指示可重新集成。“ACK_REQ”位变为真后，程序可置位“ACK_REI”位，以允许重新集成该模块中已准备好重新集成的所有通道。

也可在 F 运行组中通过“ACK_GL”指令的“ACK_REI_GLOB”输入来确认所有故障。

某些严重的诊断错误需要在成功诊断的情况下循环上电来实现重新集成。

发生高应力事件后的重新集成

高温、高压和过大电流应力会损坏电子元件，虽然这些组件看似继续如预期正常工作，但实际上可靠性有所下降。禁用并不能消除由较高环境温度或施加的较高电压带来的潜在损坏影响。在保护设备激活前，继电器和固态开关输出可能就会因高电流而损坏。进行 PFD 和 PFH 可靠性计算时，假定故障安全 SM 工作在其特定的工作参数条件下。由于发生高应力事件而禁用 SM 时，即使其看似正常运行并且通过了所有诊断，但之后发生危险故障的可能性会增大。

⚠警告

在仍然存在某些故障时（模块诊断不能轻易检测到此类故障），也可重新集成通道或模块。

重新集成故障系统会引发意外的机器或过程操作，这可能会导致人员死亡、重伤和/或设备损坏。

报告了故障后，应遵循本章节或适用于您的系统的安全标准中介绍的步骤进行操作，以确保在重新集成前，已完全识别并更正故障。

有关 SM 故障的确切列表，请参见"故障类型、起因和更正措施" (页 129)。

重新集成时，会出现以下情况：

- 对于故障安全 DI SM，将为安全程序提供故障安全输入处未决的过程值。
- 对于故障安全 DQ SM，会再次将安全程序中提供的输出值传送给故障安全输出。

安全维修时间

PFH 和 PFD 计算所使用的维修时间为 100 小时。

禁用旨在发生单个故障时提供安全功能的安全状态。如果某个通道已禁用，但仍可向该通道供电，则可能存在其它故障，此类故障会导致安全功能出现危险故障。应通过修复此故障或在 100 小时内使禁用的通道停止使用来对禁用作出响应，以维持系统的安全完整性等级。

已禁用的故障安全 I/O 未进行诊断，会在无警告的情况下遭受危险故障。

如果在 100 小时后仍然存在通道禁用，则整个模块都会被禁用且只能通过循环上电才能恢复正常。

如果无法在 100 小时内进行维修，则应通过物理切断或开路的方式停止使用禁用的故障安全输出，以使故障安全 SM 中的故障不能为相应负载供电。要在运行的 PLC 系统中停止使用输入通道，则必须从运行的 CPU 安全程序逻辑中，移除会导致激活安全功能输出的已禁用故障安全输入的引用。

不要依赖通道或模块禁用来将安全状态维持 100 小时以上。

在任何情况下，都不能依赖禁用或未组态来维持安全状态。

有关禁用和重新集成的更多信息

有关故障安全 SM 访问的更多信息，请参见《SIMATIC Safety - 组态和编程以及编程和操作手册》 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)。

6.2 故障诊断

诊断可检测到会影响安全相关 I/O 完整性的故障。故障安全 SM、与 CPU 的通信或外部电路都有可能发生故障。诊断信息既会分配给单个通道，也会分配给整个故障安全 SM。

大多数诊断都无需用户作出选择即会运行。用户可以组态下列诊断选项：

- 可启用使用了数字量输入传感器电源的短路测试。短路测试的间隔和持续时间可组态。
- 24 V DC 数字量输出的回读时间可组态。
- 安全通信中的故障或要运行的安全程序的故障的超时间隔可组态。

  有关这些选项的完整说明，请参见"故障安全信号模块 (SM) I/O 组态" (页 108)。

诊断的经过验证的安全关键型动作用于在检测到故障时禁用 I/O。对于通过 LED 显示和诊断消息进行的状态和诊断结果的报告，会受到电子元件或软件中单点故障的影响。这些报告作为维护和调试辅助资料提供，但务必仔细阅读并理解这些报告。

出现单个故障时，任一或所有 LED 指示都会出错。不可只凭红色或绿色 LED 是否点亮来判定安全与否。

出现单个故障时，可能无法传递诊断消息，或者数字事件 ID 或文本消息可能出错。不可只凭是否存在或诊断报告的内容来判定安全与否。

⚠警告

通过 LED 和文本消息表示的诊断和状态报告会受到单点故障错误的影响。

如果凭借这些报告信息来判定系统或 I/O 点是否处于安全受控状态，则可能会导致人员死亡、重伤或财产损失。

如果不能确定故障安全系统的完整性，则应额外采取措施（例如，限制访问或切断电源），以在进行维护和调试活动时控制危险。

6.2.1 启动时执行的诊断

每个故障安全 SM 都会在上电时执行自诊断，以确保电子元件和软件满足可测试的预期要求后，再允许 SM 参与过程控制。如果测试未成功执行，则 SM 会禁用单独的通道或所有通道。

除内部测试，某些测试还会在端子处产生信号变化。

上电时接收到来自故障安全 CPU 的组态参数后，SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC 将按照为"最大回读时间"(Maximum readback time) 和"最大回读时间开启测试"(Maximum readback time switch on test) 所组态的参数之定义，执行 P 和 M 开关测试。按一定顺序进行 P 和 M 开关的"开"测试，以便在通常情况下或存在单个检测到的故障时，都不会有完整的 PM 电路为负载供电。

无论是否已在组态中启用传感器电源或短路测试，SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 都会在上电时执行传感器电源测试（其中包括 ON 和 OFF 脉冲）。如果组态中包含短路测试，则在上电时接收到来自故障安全 CPU 的参数后，F-DI 也会根据所组态的参数执行短路测试。

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器会测试继电器线圈控制以及检测触点读取电路，但会将继电器线圈测试脉冲的"开"时间限制为远小于继电器的正常吸合时间的值。如果无故障，测试不会闭合任一继电器的触点。按一定顺序执行继电器线圈测试，以便在存在单个检测到的故障时，最多只闭合两个串联继电器触点中的一个，进而不会为负载供电。

6.2.2 通过 LED 显示诊断情况

故障安全 SM 具有以下类型的 LED：

- **模块 DIAG LED：**
  - 双色（绿色/红色）LED 指示模块的工作状态和故障状态。
  - 每个故障安全 SM 上仅有单个 DIAG LED
  - 如果无任何故障且故障安全 SM 已组态，DIAG LED 呈绿色常亮。
  - 如果无任何故障但故障安全 SM 未组态，DIAG LED 呈绿色闪烁。
  - 故障安全 SM 触发诊断功能后，DIAG LED 将立即呈红色闪烁。
  - 当可重新集成的模块故障已被清除，但尚未确认时，DIAG LED 在红色和绿色之间交替闪烁。
  - 当可重新集成的通道故障已被清除，但尚未确认时，DIAG LED 继续呈现红色闪烁状态。
  - 当所有故障被消除并确认后，DIAG LED 呈绿色常亮。
- **输入/输出状态 LED**：
  - 每个输入的绿色 LED 显示正常操作期间输入/输出的状态。
- **输入/输出故障 LED**：
  - 每个输入/输出的红色 LED 指示通道错误。如果存在任何通道错误，该 DIAG LED 呈红色闪烁。
  - 当可重新集成的通道故障已清除但尚未确认时，输入/输出 LED 会交替闪烁红色和绿色。

SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC

表格 6- 2　模块 DIAG 和 1oo1 输入通道 LED

说明	DIAG LED 指示灯	输入	
		故障 LED 指示灯	状态 LED 指示灯
LED 颜色	绿色/红色	红色	绿色
I/O 总线电源断开	○ 灭	○ 灭	○ 灭
模块硬件故障 [1]	✶ 红色闪烁	● 亮	○ 灭
PROFIsafe 错误	✶ 红色闪烁	不受影响	不受影响
总线 ASIC 和 F-µCs 之间固件版本不一致	✶ 红色闪烁	✶ 闪烁	○ 灭
24 VDC 模块电源电压断开	✶ 红色闪烁	○ 灭	○ 灭
24 VDC 模块电源电压过高/过低	✶ 红色闪烁	● 亮	○ 灭
传感器电源故障：针对受故障影响的输入	✶ 红色闪烁	● 亮	○ 灭

说明	DIAG LED 指示灯	输入	
传感器电源故障： 针对未受故障影响的输入	✶ 红色闪烁	不受影响	○ 输入状态 0
			● 输入状态 1
已成功组态模块；无错误	● 绿色常亮	○ 灭	○ 输入状态 0
			● 输入状态 1
未组态	✶ 绿色闪烁	○ 灭	○ 输入状态 0
			● 输入状态 1
通道禁用	● 绿色常亮	○ 灭	○ 输入状态 0
			● 输入状态 1
通道故障；已禁用	✶ 红色闪烁	● 亮	○ 灭
等待重新集成，模块故障	✶/✶[2] 红色和绿色闪烁	✶/✶[3] 闪烁	
等待重新集成，通道故障	✶ 红色闪烁	✶/✶[3] 闪烁	
固件更新进行中	✶ 绿色闪烁	○ 灭	○ 灭

○- 灭；●- 亮；✶- 闪烁（闪烁频率：2.0 Hz）

1 所有通道禁用指示发生模块范围的故障。这可能是一个外部条件，如电源电压低或检测到内部模块缺陷。

2 单色、双色（绿/红）闪烁 LED

3 单独的故障（红色）和状态（绿色）LED 交替闪烁

表格 6- 3　　模块 DIAG 和 1oo2 输入通道 LED

说明	DIAG LED 指示灯	主要输入		次要输入	
		故障 LED 指示灯	状态 LED 指示灯	故障 LED 指示灯	状态 LED 指示灯
LED 颜色	**绿色/红色**	**红色**	**绿色**	**红色**	**绿色**
输入状态 0（等效）	● 绿色常亮	○ 灭	○ 灭	○ 灭	○ 灭
输入状态 1（等效）			● 亮		● 亮
输入状态 0（非等效）			○ 灭		● 亮
输入状态 1（非等效）			● 亮		○ 灭
差异错误	✶ 红色闪烁	● 亮	○ 灭	● 亮	○ 灭
差异错误已解决；等待重新集成	✶ 红色闪烁	✶/✶[1] 闪烁		✶/✶[1] 闪烁	

○- 灭；●- 亮；✶- 闪烁（闪烁频率：2.0 Hz）

[1]　单独的故障（红色）和状态（绿色）LED 交替闪烁

SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC

表格 6- 4　　模块 DIAG 和输出通道 LED

说明	DIAG LED 指示灯	输出	
		故障 LED 指示灯	状态 LED 指示灯
LED 颜色	**绿色/红色**	**红色**	**绿色**
I/O 总线电源断开	○ 灭	○ 灭	○ 灭
模块硬件故障 [1]	✶ 红色闪烁	● 亮	○ 灭
PROFIsafe 错误	✶ 红色闪烁	不受影响	○ 灭
总线 ASIC 和 F-µCs 之间固件版本不一致	✶ 红色闪烁	✶ 闪烁	○ 灭
24 VDC 模块电源电压断开	✶ 红色闪烁	○ 灭	○ 灭
24 VDC 模块电源电压过高/过低	✶ 红色闪烁	● 亮	○ 灭
已成功组态模块；无错误	● 绿色常亮	○ 灭	○ 输出状态 0
			● 输出状态 1
未组态	✶ 绿色闪烁	○ 灭	○ 灭

说明	DIAG LED 指示灯	输出	
通道禁用	绿色常亮	灭	灭
通道故障；已禁用	红色闪烁	亮	灭
等待重新集成，模块故障	红色和绿色闪烁[2]	闪烁[3]	
等待重新集成，通道故障	红色闪烁	闪烁[3]	
固件更新进行中	绿色闪烁	灭	灭

○- 灭；●- 亮；✶- 闪烁（闪烁频率：2.0 Hz）

1 所有通道禁用指示发生模块范围的故障。这可能是一个外部条件，如电源电压低或检测到内部模块缺陷。

2 单色、双色（绿/红）闪烁 LED

3 单独的故障（红色）和状态（绿色）LED 交替闪烁

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器

表格 6- 5 模块和输出通道 LED

说明	DIAG LED 指示灯	输出	
		故障 LED 指示灯	状态 LED 指示灯
LED 颜色	绿色/红色	红色	绿色
I/O 总线电源断开	灭	灭	灭
模块硬件故障[1]	红色闪烁	亮	灭
PROFIsafe 错误	红色闪烁	不受影响	灭
总线 ASIC 和 F-µCs 之间固件版本不一致	红色闪烁	闪烁	灭
24 VDC 模块电源电压断开	红色闪烁	灭	灭
24 VDC 模块电源电压过高/过低	红色闪烁	亮	灭
已成功组态模块；无错误	绿色常亮	灭	输出状态 0
			输出状态 1
未组态	绿色闪烁	灭	灭
通道禁用	绿色常亮	灭	灭
通道故障；已禁用	红色闪烁	亮	灭

说明	DIAG LED 指示灯	输出	
等待重新集成，模块故障	✶/✶[2] 红色和绿色闪烁	✶/✶[3] 闪烁	
等待重新集成，通道故障	✶ 红色闪烁	✶/✶[3] 闪烁	
固件更新进行中	✶ 绿色闪烁	○ 灭	○ 灭

○- 灭；●- 亮；✶- 闪烁（闪烁频率：2.0 Hz）

1 所有通道禁用指示发生模块范围的故障。这可能是一个外部条件，如电源电压低或检测到内部模块缺陷。

2 单色、双色（绿/红）闪烁 LED

3 单独的故障（红色）和状态（绿色）LED 交替闪烁

6.2.3 故障类型、原因及更正措施

以下"故障类型、原因及更正措施"表列出了 S7-1200 故障安全 SM 的消息。这些消息显示在 TIA Portal 中的"在线和诊断 > 诊断 > 诊断缓冲区"(Online & diagnostics > Diagnostics > Diagnostic buffer) 下。当您突出显示诊断缓冲区中的单个文本行时，将显示该文本项的事件 ID，以及生成该消息的模块标识和位置。您可能需要展开窗口以查看所有信息。

表格 6- 6 故障类型、原因及更正措施

事件 ID	诊断消息	故障安全信号模块	说明	可能的原因	更正措施 [1]
0x0001	短路	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	检测到通道问题，P 端子或 M 端子处的电位异常。	输出短路	排除短路故障。
				具有不同信号的通道间短路	排除短路故障。
				输出过载	排除过载故障。
				组态的"接通测试的最大回读时间"(Maximum readback time switch on test) 值过小	如果允许，增加"接通测试的最大回读时间"(Maximum readback time switch on test)。
				输出到 M 短路	排除短路故障。
				输出驱动器存在缺陷	更换故障安全信号模块 (SM)。
0x0005	过热	所有	• 微型计算机过热 • I/O 过热	由于超出模块外壳中的温度上限而停机	检查环境温度。排除故障后，必须关闭电源，然后重新打开。
0x004D	PROFIsafe 通信错误 (CRC)	所有	数据消息帧存在传输错误：数据不一致（CRC（循环冗余校验）错误）	故障安全 CPU 和故障安全信号模块 (SM) 之间存在通信干扰（例如，由于电磁干扰超出限值或存在生命迹象监视错误）	• 检查通信连接。 • 排除干扰。

事件 ID	诊断消息	故障安全信号模块	说明	可能的原因	更正措施 [1]
0x004E	PROFIsafe 通信故障（超时）	所有	超过数据消息帧的监视时间（超时）	超过 F 监视时间	• 调整 F 监视时间。 • 检查安全程序和所有其它 CPU 活动是否存在过度执行或过分要求的情况： – 中断 – 以太网通信 – OB 调度冲突 – 长程序路径
0x0100	模块存在缺陷	所有	内部错误	故障安全 SM 存在缺陷。	更换故障安全 SM。 [2]
0x0103	看门狗跳闸	所有	SM 通信处理器中的看门狗定时器超时。	故障安全 SM 存在缺陷。	更换故障安全 SM。
0x0105	L+ 短路	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	故障安全 SM 检测到通道问题，P 端子异常地处于 L+ 电位。	L+ 短路	排除短路故障。
				具有不同信号的通道间短路	排除短路故障。
				输出驱动器存在缺陷	更换故障安全 SM。
				组态的"最大回读时间"(Maximum readback time) 值过小。	增加回读时间。
0x0106	接地短路	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	故障安全 SM 检测到一个通道问题，M 开关输出端子异常地处于 M 电位。	输出对 M、地或另一通道短路。	排除短路故障。
				输出驱动器存在缺陷	更换故障安全 SM。
				组态的"最大回读时间"(Maximum readback time) 值过小。	增加回读时间。
0x0300	差异故障，通道状态 0/0	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	外部差异故障：具有 1oo2 非等效组态的通道状态 0/0	• 过程信号故障，传感器可能存在缺陷。 • 组态的差异时间过短 • 短路 • 传感器机械激活或对齐超出容差	• 检查过程信号，必要时更换传感器。 • 检查组态的差异时间。 • 检查接线。 • 检查传感器的安装和对齐是否正确，必须能够同时激活。
0x0301	差异故障，通道状态 0/1	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	外部差异故障：具有 1oo2 等效组态的通道状态 0/1		
0x0302	差异故障，通道状态 1/0	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	外部差异故障：具有 1oo2 等效组态的通道状态 1/0		
0x0303	差异故障，通道状态 1/1	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	外部差异故障：具有 1oo2 非等效组态的通道状态 1/1		
0x0306	内部传感器电源对 P 短路	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	SM 提供的传感器电源电压对 P 短路	传感器电源对 P 短路	• 排除短路故障。 • 排除故障后，必须关闭电源，然后重新打开。
				组态的短路测试持续时间过短	增加短路测试持续时间。
				传感器电源出现故障	更换故障安全 SM。

事件 ID	诊断消息	故障安全信号模块	说明	可能的原因	更正措施 [1]
0x0307	过载或内部传感器电源接地短路	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	内部传感器电源电压对 M 短路，或传感器电源过载	短路	• 排除短路故障。 • 排除故障后，必须关闭电源，然后重新打开。
				传感器电源过载	减少传感器电源上的负载。
				传感器电源出现故障	更换故障安全 SM。
0x030B	通道故障确认	所有	组态用于手动确认的通道准备好重新集成	需要手动确认	对通道故障的更正操作进行手动确认，以便可以重新集成。
0x0311	频率过高	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC SM 1226 F-DQ 2 x Relay	超过切换频率；回读不及时	安全程序的过程值更改过快，SM 无法追踪	• 更改安全程序逻辑以保证输出变化之间的时间更长。
0x0312	温度过低	所有	• 微型计算机处温度过低 • I/O 处温度过低	由于低于 SM 外壳中的温度下限而停机	• 检查环境温度。 • 排除故障后，必须关闭电源，然后重新打开。
0x0313	输入电路中存在故障	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	读取电路/测试电路存在内部故障	对输入进行位模式测试期间输入 SM 检测到故障。EMI 或 SM 硬件故障。	• 如果故障是间歇性的，则可能是由干扰造成的。排除干扰。 • 如果故障长时间存在，或排除干扰后再次出现，则更换故障安全 SM。
0x0316	无法启动继电器	SM 1226 F-DQ 2 x Relay	已激活继电器，但继电器不动作	继电器发生故障。SM 电源电压过低。	• 检查电源电压警告消息和电源电压。 • 更换故障安全 SM。
0x0317	无法断开继电器（触点已熔接）	SM 1226 F-DQ 2 x Relay	已取消激活继电器，但继电器仍保持激活状态（继电器触点发生熔接）	由于正常磨损、过载或不受抑制的电感负载，导致继电器故障。	• 更换故障安全 SM。 • 检查负载电流（包括浪涌电流）是否在规定范围内。 • 检查是否有足够的感性负载抑制措施和容性负载浪涌限定措施。 • 检查是否存在能够引起过高负载的电路故障。
0x031C	输入对 P 短路	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	输入对 P 短路故障	外部接线或传感器输入信号和 L+ 之间发生短路。	检查/纠正外部短路。
				组态进行短路检测的输入同外部 L+ 相连	使接线符合组态。

事件 ID	诊断消息	故障安全信号模块	说明	可能的原因	更正措施 [1]
				输入故障	更换故障安全 SM。
0x031D	输出故障	SM 1226 F-DQ 2 x Relay	继电器线圈驱动装置故障	继电器或继电器驱动装置故障	更换故障安全 SM。
0x031E	回读故障	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	SM 检测到通道问题，未达到预期端子电压。	组态的"最大回读时间"(Maximum readback time) 或"接通测试的最大回读时间"(Maximum readback time switch on test) 值过小。	增加回读时间。
				输出开关故障	如果输出无响应，更换故障安全 SM。
		SM 1226 F-DQ 2 x Relay	继电器状态与指定值不一致。	继电器故障	更换故障安全 SM。
0x0320	过载	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	输出驱动器上的过载状况导致通道禁用	输出存在过载	消除过载。
0x0321	电源电压过高	所有	超过电源电压最大值限定。	电源电压设置得过高。	调整电源电压。
0x0322	电源电压过低	所有	低于电源电压最小值限定。	电源电压设置得过低。	调整电源电压。
0x032C	故障安全错误 (0x032C)	SM 1226 F-DQ 2 x Relay	超过最大继电器接通时间。	安全程序未在组态的"继电器持续接通时间限值"(Relay continuous on time limit) 内断开继电器。	• 使安全程序和过程操作能够短暂断开继电器，从而使模块能够确认继电器仍受控制。 • 增加"继电器持续接通时间限值"(Relay continuous on time limit)。针对 SIL 3 应用，该值不能超过 30 天。

[1] 消除故障后，必须将故障安全信号模块从禁用状态重新集成到安全程序中（恢复到正常状态）。

[2] 如果重复的外部错误条件变化速度过快，系统无法处理，则可能导致模块发生严重的故障并报告事件 ID：0x0100。一个示例是快速变化的 1oo2 输入信号引发的重复差异错误。如果 F-DI 检测并报告故障变化速率过快，故障安全 CPU 无法处理，F-DI 将进入严重的错误状态，而不继续处理未报告的错误。对事件 ID：0x0100 应在其它诊断报告视图中进行说明，这些报告可能会建议其它纠正措施，其中包括参数调整、外部控制系统故障的纠正（100 小时内）和电磁干扰的抑制。如果出现事件 ID：0x0100 和其它事件 ID 报告的严重错误，则必须对模块进行重启以恢复正常状态。启动时进行的诊断将可靠确保任何持续故障将在过程控制恢复之前被再次识别。

电磁干扰和诊断报告

电磁干扰可能导致通信错误、妨碍外部和内部信号测量，并造成处理错误。当错误报告没有明显涉及到可识别的设备故障、接线问题、编程或组态错误时，考虑是否存在电磁干扰源，以及可能在设备安装中引入电磁干扰的安装和布线问题。典型问题来源包括：缺乏对感性负载的抑制、过高负载浪涌电流导致的电压突降。

技术规范

A

A.1 通用技术规范

A.1.1 遵守的标准

S7-1200 故障安全自动化系统设计符合以下标准和测试规范。S7-1200 自动化系统的测试标准均基于这些标准和测试规范。

并非所有 S7-1200 型号都经过这些标准的认证，并且认证状态如果有变化，恕不另行通知。用户有责任通过参考产品上标记的额定值来确定适用的认证。如需更多有关按零件号排列的最新具体认证列表的信息，请咨询当地西门子代表。

西门子产品通常情况下符合自产品发布起最新发布的标准。对于欧洲标准 (EN)，有效的版本将符合欧盟官方公报中的列表。产品认证包括 CE 符合性声明和相应认证机构颁发的认证，其中引用了适用于每个认证的确切标准。

A.1.2 故障安全标准和认证

所有 S7-1200 故障安全 CPU 和故障安全信号模块 (SM) 均由 TÜV 认证。故障安全 CPU 和信号模块通过 IEC 61508、EN ISO 13849 和 IEC 62061 标准和准则进行功能安全认证。有关更多信息，请参见 Internet 中最新的 TÜV 认证报告附录 1。

参见

TÜV 认证 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49368678/134200)

A.1.3 PROFIsafe 兼容性

- PROFIsafe 地址类型 2
- 支持 RIOforFA-Safety 配置文件

A.1.4 标准和认证

A.1.4.1 常规认证

CE 认证

S7-1200 自动化系统满足下列 EC 指令要求和安全相关目标，并符合欧盟官方期刊中列出的可编程控制器统一欧洲标准 (EN)。

- 2014/35/EU"在特定电压限制内使用的电气设备"（低电压指令）
- 2014/30/EU"电磁兼容性"（EMC 指令）
- 2014/34/EU"专门用于在潜在爆炸环境中使用的设备和防护系统"（防爆指令）
- 2011/65/EU"在电气和电子设备中使用某些危险物质的限制"（RoHS 指令）
- 2006/42/EC S7-1200 安全组件（故障安全模块）的"机械指令"

说明

并非所有 S7-1200 产品都适合安装于潜在爆炸性气体环境中。只有标有 ATEX 符号的 S7-1200 产品才适合根据相关标记安装于 ATEX 分类的危险区域中。

相应机构的欧盟符合性声明获取方式：

Siemens AG
Digital Industries
Factory Automation
P.O.Box 1963
D-92209 Amberg

也可以在西门子工业在线支持网站上通过关键字"符合性声明"下载相应欧盟符合性声明。

英国符合性评估的标记

S7-1200 自动化系统符合英国政府官方合并列表中发布的面向可编程逻辑控制器的指定英国标准 (BS)。S7-1200 自动化系统满足以下规定和相关修订的要求和保护目标：

- 2016 版电气设备（安全）规定（低压）
- 2016 版电磁兼容性规定 (EMC)
- 2016 版专门用于在易爆环境中使用的设备和防护系统规定（防爆）
- 2012 版电气电子设备中限制使用某些危险物质规定 (RoHS)。
- 2008 版 S7-1200 安全组件（故障安全模块）的机械供应（安全）规定

相应机构的 UK 符合性声明获取方式：

Siemens AG
Digital Industries
Factory Automation
P.O.Box 1963
D-92209 Amberg

也可以在西门子工业在线支持网站上通过关键字"符合性声明"下载相应的 UK 符合性声明。

cULus 认证



美国保险商实验室，符合：

- 美国安全检测实验室公司：UL 508 认证（工业控制设备）
- 加拿大标准协会：CSA C22.2 第 142 号（过程控制设备）

说明

SIMATIC S7-1200 系列符合 CSA 标准。

cULus 标志表示 S7-1200 已通过美国安全检测实验室公司 (UL) 检验和认证，其符合标准 UL 508 和 CSA 22.2 第 142 号。

cULus HAZ.LOC. 认证



Underwriters Laboratories Inc. 符合：

- UL 508（工业控制设备）
- CANCSA C22.2 No. 142（过程控制设备）
- ANSI/ISA 12.12.01
- CAN/CSA C22.2 No. 213（危险位置）获准用于 I 类 2 分区、A、B、C、D T3C 组；I 类、2 区、IIC T3 组 cULus haz.loc. 安装说明
- 警告 – 爆炸危险 – 电路带电时请勿断开连接，除非此区域已知为安全区域。
- 警告 – 爆炸危险 – 更换组件可能会削弱其在 I 类 2 分区或 2 区的适合性。
- 该设备适用于 I 类，2 分区，A、B、C、D 组；I 类，2 区，IIC 组或非危险位置。

重要例外：请参见技术规范了解允许同时存在的输入或输出数量。一些型号在 Ta = 55°C 时会降级。

FM 认证



FM 认证
认证标准类别号 3600、3611 (ANSI/UL 121201) 和 3810 (ANSI/UL 61010-1)，
CSA 标准 C22.2 第 0-10 号、C22.2 第 213 号和 C22.2 第 61010-1 号
批准用于：
I 类，2 分区，组别 A、B、C、D，温度类别 T3C Ta = 55 °C [CA、US]
I 类，2 区，组别 IIC，温度类别 T3 Ta = 55 °C [US]
依据 CEC 18-150 [CA] 的加拿大 I 类、2 分区安装

⚠警告

对于危险场所 I 类、2 分区和 2 区 而言，替换组件可能会影响其安全性。

不遵守这些准则可能会导致设备损坏或运行不确定，而后者可能导致死亡、人员重伤和/或财产损失。

只能由得到授权的 Siemens 维修中心维修设备。

ATEX 认证



符合 EN 60079-7（适用于潜在易爆环境的电气设备 - 第 7 部分：增安型“e”）和 EN IEC 60079-0（适用于易爆环境的电气设备 - 第 0 部分：一般要求）。

II 3 G Ex ec IIC T3 Gc

UL 21 ATEX 2622X

特定使用条件：

- 设备只能用于污染等级不超过 2 级的区域（根据 EN 60664-1 中的定义）。
- 设备应安装在防护等级不低于 IP54（根据 EN IEC 60079-7）的外壳中。
- 应为设备提供设置为不超过电源端子峰值额定电压值 140% 的瞬态保护。

IECEx 认证



符合 IEC 60079-7（易爆环境 - 第 7 部分：通过增安型“e”实现设备保护）和 IEC 60079-0（易爆环境 - 第 0 部分：设备 - 一般要求）。

Ex ec IIC T3 Gc

IECEx UL 21.0107X

特定使用条件：

- 设备只能在污染等级不超过 2 级的区域使用（根据 IEC 60664-1 中的定义）。
- 设备应安装在防护等级不低于 IP54（根据 IEC 60079-7）的外壳中。
- 应为设备提供设置为不超过电源端子峰值额定电压值 140% 的瞬态保护。

UKEX 认证



符合 EN 60079-7（易爆环境 - 第 7 部分：通过增安型“e”实现设备保护）和 EN IEC 60079-0（易爆环境 - 第 0 部分：设备 - 一般要求）。

II 3 G Ex ec IIC T3 Gc

UL 21UKEX2277X

特定使用条件：

- 设备只能用于污染等级不超过 2 级的区域（根据 EN 60664-1 中的定义）。
- 设备应安装在防护等级不低于 IP54（根据 EN 60079-7）的外壳中。
- 应为设备提供设置为不超过电源端子峰值额定电压值 140% 的瞬态保护。

CCCEx 认证

符合 GB 3836.3（易爆环境 - 第 3 部分：通过点火保护类型"e"实现设备保护）

GB 3836.1（易爆环境 - 第 1 部分：设备 - 一般要求）

Ex ec IIC T3 Gc

特定安全使用条件：

- 设备只能在污染等级不超过 2 级的区域使用（根据 GB/T 16935.1 中的定义）。
- 设备应安装在防护等级不低于 IP54（根据 GB 3836.3）的外壳中。
- 应为设备提供设置为不超过电源端子峰值额定电压值 140% 的瞬态保护。

澳大利亚和新西兰 - RCM 标志（合规性标志）

S7-1200 自动化系统满足 AS/NZS 61000.6.4 和 IEC 61000-6-4（A 类）标准的要求。

韩国认证

S7-1200 自动化系统满足韩国认证（KC 标志）的要求。已被定义为 A 类设备，适合工业应用，不适合家庭应用。

欧亚关税同盟认证（白俄罗斯、哈萨克斯坦、俄罗斯联邦）

EAC（欧亚符合性）：关税同盟 (TR CU) 技术规格的符合性声明

海事认证

S7-1200 产品定期向特定机构递交申请以便进行与特定市场和应用有关的认证。如需更多有关按零件号排列的最新具体认证列表的信息，请咨询当地西门子代表。

船级社：

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

- 韩国船级社 (KR)：韩国
- 中国船级社 (CCS)：中国

参见

安全功能超低电压要求（电源和其它系统组件）（页 93）

A.1.4.2 工业环境

S7-1200 自动化系统设计用在工业环境中。

表格 A- 1 工业环境

应用现场	辐射要求	抗扰性要求
工业	EN 61000-6-4	EN 61000-6-2

A.1.5 电磁兼容性

电磁兼容性 (EMC) 是电气设备在电磁环境中按预期运行以及运行时电磁干扰的发射水平 (EMI) 不会干扰周围其它电气设备的能力。

针对安全相关的功能，根据 IEC 61326-3-1 和 IEC 61326-3-2 应用附加电磁兼容性要求。

表格 A- 2 抗扰度符合 EN 61000-6-2

电磁兼容性 - 抗扰度符合 EN 61000-6-2	
EN 61000-4-2 静电放电	8 kV，对所有表面的空中放电 6 kV，对暴露导电表面的接触放电
EN 61000-4-3 辐射、无线电频率、电磁场抗扰度测试	80 到 1000 MHz，10 V/m，80% AM (1 kHz) 1.4 到 6.0 GHz，3 V/m，80% AM (1 kHz)
EN 61000-4-4 快速瞬变脉冲	2 kV，5 kHz，到 AC 和 DC 系统电源的耦合网络 2 kV，5 kHz，到 I/O 的耦合夹
EN 61000-4-5 浪涌抗扰度	AC 系统 - 2 kV 共模，1kV 差模 DC 系统 - 2 kV 共模，1kV 差模 对于 DC 系统（I/O 信号、DC 电源系统），需要外部保护。有关建议的保护设备，请参见"安全功能超低电压要求（电源和其它系统组件）" (页 93)，"浪涌抗扰度"部分。
EN 61000-4-6 传导干扰	150 kHz 到 80 MHz，10 V RMS，1kHz 时 80% AM
EN 61000-4-11 电压骤降	AC 系统 60 Hz 时，0% 持续 1 个周期、40% 持续 12 个周期和 70% 持续 30 个周期

表格 A- 3　　传导和辐射发射符合 EN 61000-6-4

电磁兼容性 - 传导和辐射发射符合 EN 61000-6-4		
传导发射 EN 55016，A 类，1 组	0.15 MHz 到 0.5 MHz	< 79dB (µV) 准峰值；< 66 dB (µV) 均值
	0.5 MHz 到 5 MHz	< 73dB (µV) 准峰值；< 60 dB (µV) 均值
	5 MHz 到 30 MHz	< 73dB (µV) 准峰值；< 60 dB (µV) 均值
辐射发射 EN 55016，A 类，1 组	30 MHz 到 230 MHz	< 40 dB (µV/m) 准峰值；测量距离为 10 m
	230 MHz 到 1 GHz	< 47 dB (µV/m) 准峰值；测量距离为 10 m
	1 GHz 到 3 GHz	< 76 dB (uV/m) 准峰值；测量距离为 10 m

A.1.5.1　浪涌抗扰度

会遭受雷击浪涌耦合的接线系统必须配备外部保护。用于评估雷击类型浪涌保护的规范之一可以在 EN 61000-4-5 中找到，其中操作限制由 EN 61000-6-2 确定。受到此标准定义的浪涌电压影响时，S7-1200 DC CPU 和信号模块需要外部保护才能保持安全运行。

下面列出了支持所需浪涌抗扰度保护的一些设备。只有根据制造商的建议正确安装了这些设备，它们才能提供相应保护。也可以使用由其它供应商生产、技术参数相同或更佳的设备：

表格 A- 4　　支持抗浪涌保护的设备

子系统	**保护设备**
+24 V DC 电源	BLITZDUCTOR VT，BVT AVD 24，零件号 918 422
工业以太网	DEHNpatch DPA M CLE RJ45B 48，零件号 929 121
+24 V DC 数字量输入	DEHN, Inc.，型号 DCO SD2 E 24，零件号 917 988
+24 V DC 数字量输出和传感器电源	DEHN, Inc.，型号 DCO SD2 E 24，零件号 917 988
模拟量 IO	DEHN, Inc.，型号 DCO SD2 E 12，零件号 917 987
继电器输出	不需要
L - N	DEHNguard® DG M TNS 275 (952 400) DEHNguard® DG MOD 320 (952 013)

A.1.6　运输和存储条件

表格 A- 5　　运输与存储

环境条件 - 运输和存储	
EN 60068-2-2，测试 Bb，干热和 EN 60068-2-1，测试 Ab，寒冷	-40 °C 到 +70 °C
EN 60068-2-30，测试 Db，湿热	25 ℃ 到 55 ℃，湿度 95%
EN 60068-2-14，测试 Na，温度骤变	-40 °C 到 +70 °C，停顿时间 3 小时，5 个周期
EN 60068-2-32，自由落体	0.3 m，5 次，产品包装
大气压	1140 hPa 到 660 hPa（对应于海拔高度 -1000 m 到 3500 m）

A.1.7 机械和气候环境条件

A.1.7.1 环境条件

表格 A- 6　运行条件

环境条件 - 运行	
环境温度范围 （设备下部 25 mm 进风距离）	0 °C 到 55 °C 水平安装 0 °C 到 45 °C 垂直安装 湿度 95%，不结露
大气压	1140 hPa 到 795 hPa（对应于海拔高度 -1000 m 到 2000 m）
污染物浓度	SO_2：< 0.5 ppm；H_2S：< 0.1 ppm；RH < 60%，不结露
EN 60068-2-14，测试 Nb，温度变化	5 °C 到 55 °C，3 K/分钟
EN 60068-2-27 机械冲击	15 g，11 ms 脉冲，3 个轴向上 6 次冲击
EN 60068-2-6 正弦振动	DIN 导轨安装：5 到 8.4 Hz 时 3.5 mm，8.4 到 150 Hz 时 1 G 面板安装：5 到 8.4 Hz 时 7.0 mm，8.4 到 150 Hz 时 2 G 每个轴 10 次摆动，每分 1 倍频程

A.1.8 有关防护类别、防护等级和额定电压的信息

A.1.8.1 污染等级和过压类别符合 IEC 61131-2

提供以下等级：

- 污染等级 2
- 过压类别：II，除非另有说明（参见过压类别 III 部分。）

A.1.8.2 符合 EN 61131-2 的保护等级

根据 EN 61131-2 提供保护等级 II：

- S7-1200 是开放设备，必须提供额外保护，如第 4.1.2 节：“S7-1200 故障安全设备安装指南” (页 83)所述。
- 如果将 S7-1200 系统（包括交流电源或可连接到交流电压的继电器）安装在适当外壳中，则可以实现 II 类防护等级。
- 如果将 S7-1200 系统（仅包括到 SELV/PELV 的连接）安装在适当外壳中，则可以实现 III 类防护等级。
- S7-1200 不需要保护接地连接。提供功能性接地连接，该连接用于非安全目的，如改进抗干扰度。

A.1.8.3 防护等级 IP20

为 S7-1200 自动化系统的所有模块提供符合 IEC 60529 的防护等级 IP20：

- 防止与标准测试手指接触
- 防止直径超过 12.5 mm 的异物
- 无防水保护

A.1.8.4 额定电压

额定电压	容错	注意
24 V DC	20.4 V DC 到 28.8 V DC	有关 24 V DC 电源的更多要求，请参见"安全功能超低电压要求（电源和其它系统组件）"(页 93)。

如果突然向 S7-1200 CPU 或数字 I/O 信号模块 (SM)（包括故障安全 SM）施加 24 V DC 电源，可以产生短暂的电流，从而短暂模拟过程输出和输入处的"1"信号效果。施加电源时，数字输出可以触发为 ON 状态并持续约 50 微秒。作为循环位模式测试，上电序列期间，SM 在不同时间故意测试功能安全 P- 和 M- 开关输出 ON 状态，最长测试时间为用户可组态的"接通测试的最大回读时间"(Maximum readback time switch on test)（500 微秒至 5 毫秒）。该测试脉冲可以在负载电路的相对侧存在开关故障或布线故障时为负载通电。此类短脉冲通常对机电负载无害，但必须对脉冲影响加以考虑。高速电子接收器电路可以检测短脉冲，并错误地将该短脉冲解释为故意施加的"1"信号。

⚠警告

在临近施加电源的时间处，24 V DC I/O 电路上可能出现短期电流和电压脉冲。

此类短期脉冲可能导致机器意外激活或位置变化，从而造成死亡或严重的人员伤害和/或财产损失。

如果您的安装设备中包括可能对短脉冲做出上述响应的接收器，则应采取相应措施，如采用上电时序或逐步移除安全上锁，从而确保不发生意外的机器操作。

A.1.9 反向电压保护

反向电压保护电路应用于 +24 V DC 电源或 CPU、信号模块 (SM) 和信号板 (SB) 的用户输入电源的每对端子上。但如果将其它端子对按相反极性接线，仍然有可能会造成系统损坏。

S7-1200 系统中的一些 24 V DC 电源输入端口是互连的，并且通过一个公共逻辑电路连接多个 M 端子。例如，在数据表中指定为"非隔离"时，以下电路是互连的：CPU 的 24 V DC 电源、SM 继电器线圈的电源输入或非隔离模拟量输入的电源。所有非隔离的 M 端子必须连接到同一个外部参考电位。

⚠警告

将非隔离的 M 端子连接到不同参考电位将导致意外的电流，该电流可能导致 PLC 和任何连接设备损坏或运行不确定。

不遵守这些准则可能会导致设备损坏或运行不确定，而后者可能导致死亡、人员重伤和/或财产损失。

务必确保 S7-1200 系统中的所有非隔离 M 端子都连接到同一个参考电位。

A.1.10 DC 输出

短路保护电路不适用于 CPU、信号模块 (SM) 和信号板 (SB) 上的 DC 输出。

A.1.11 继电器电气使用寿命

根据抽样试验估计的典型性能数据如下。根据具体应用，实际性能可能不同。使用适合于负载的外部保护电路可增强触点的使用寿命。在感性负载和灯负载条件下，常闭触点的典型使用寿命约为常开触点的三分之一。

外部保护电路可以延长触点的寿命。

表格 A- 7　　典型性能数据

用于选择执行器的数据				
连续热电流		最大 2 A		
触点的开关容量和使用寿命				
	对于电阻负载	电压	电流	操作循环数（典型值）
		24 V DC	2.0 A	10 万次
		24 V DC	1.0 A	20 万次
		24 V DC	0.5 A	100 万次
		48 V AC	1.5 A	150 万次
		60 V AC	1.5 A	150 万次
		120 V AC	2.0 A	100 万次
		120 V AC	1.0 A	150 万次
		120 V AC	0.5 A	200 万次
		230 V AC	2.0 A	100 万次
		230 V AC	1.0 A	150 万次
		230 V AC	0.5 A	200 万次
	对于感性负载（符合 IEC 947-5-1 DC13/AC15）	电压	电流	操作循环数（典型值）
		24 V DC	2.0 A	5 万次
		24 V DC	1.0 A	10 万次

用于选择执行器的数据				
		24 V DC	0.5 A	50 万次
		24 V AC	1.5 A	100 万次
		48 V AC	1.5 A	100 万次
		60 V AC	1.5 A	100 万次
		120 V AC	2.0 A	70 万次
		120 V AC	1.0 A	100 万次
		120 V AC	0.5 A	150 万次
		230 V AC	2.0 A	70 万次
		230 V AC	1.0 A	100 万次
		230 V AC	0.5 A	150 万次
激活数字量输入		可以		
切换频率				
	机械式	最大 10 Hz		
	电阻负载	最大 1 Hz		
	感性负载（符合 IEC 947-5-1 DC13/AC15）	最大 0.5 Hz		
	灯负载	最大 1 Hz		

A.1.12 内部 CPU 内存保持性

- 保持性数据和数据日志数据的寿命：10 年
- 保持性数据掉电时，写入周期使用寿命：2 百万个周期
- 数据日志数据，每个数据日志条目最多 2 KB，写入周期使用寿命：5 亿个数据日志条目

说明

数据日志对内部 CPU 内存的影响

每次数据日志写入至少占用 2 KB 的存储空间。如果程序频繁写入少量数据，每次写入至少占用 2 KB 的存储空间。更好的方法是将小数据项累积在一个数据块 (DB) 中，并以更长的时间间隔将数据块写入到数据日志中。

如果程序以高频率写入了许多数据日志条目，请考虑使用可更换的 SD 存储卡。

A.1.13 过压类别 III

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的继电器触点的设计符合过压类别 III。可以在 AC 主电路中使用它们，而无需进一步的过压保护。

故障安全 S7-1200 CPU 和标准（非故障安全）I/O 模块的继电器触点输出和 AC 输入不满足有关过压类别 III 的要求，该类别适用于符合 EN 50156-1 的设备（燃烧器应用）。

在燃烧器应用的安全关键电路中使用 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器时，可以将继电器触点输出和 AC 输入用于故障安全 S7-1200 CPU 和标准（非故障安全）I/O 模块，但只能在以下电路之一中使用：

- SELV/PELV 电路
- 和具备经过验证的永久性保护功能的主电源连接的电路，该保护可将瞬态电压降至过压类别 II

否则，CPU 和 I/O 系统（包括 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器）将不符合燃烧器应用的过压类别 III 要求。

⚠警告

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的相同通道中的相邻继电器触点不适用于 SELV/PELV 的单独 AC 线路。

如果 SELV/PELV 电路邻近该模块上的高压电路进行布线，可能导致死亡、严重人身伤害以及机器和设备损坏。

每个输出的 A 和 B 电路必须都是交流线路或者都是 SELV。

A.2 故障安全 CPU 技术规范

A.2.1 故障安全 CPU 附加内容/异常

以下各节讨论 CPU 1212FC、CPU 1214FC 和 CPU 1215FC 的例外和增补内容，这是以上 CPU 与标准 CPU 1212C、CPU 1214C 和 CPU 1215C 的区别所在。

A.2.1.1 应用领域

S7-1200 故障安全 CPU 旨在用于包含功能安全要求的应用。除了安全程序外，用户还可以编写标准应用程序。

A.2.1.2 “READ_DBL”和“WRIT_DBL”的使用限制

如果将 F-DB 指定为目标地址，当将数据从装载存储器读取到工作存储器时，READ_DBL 指令执行失败。

如果将 F-DB 指定为目标地址，当将数据从工作存储器写入到装载存储器时，WRIT_DBL 指令执行失败。

A.2.1.3 组态数据块保持特性时的限制

F-DB 不支持组态数据块的保持性。

这意味着，在故障安全 CPU 电源关闭/打开和重启 (STOP-RUN) 时，F-DB 的当前值不会被保留。F-DB 始终设置为装载存储器中的初始值。

在 F-DB 中，所有变量的“保持性”(Retain) 复选框均为灰显。

A.2.1.4 故障概率

使用符合国际标准的标准数据表和计算方法估算故障概率值，确切来讲，即根据 IEC 61508:2010 和相关功能安全标准计算 PFD 和 PFH 值。计算假设产品的操作符合规范且诊断故障的修复时间在 100 小时以内：

	低请求模式下的操作，请求时发生故障的平均概率 (PFD_avg)	**高请求或连续模式下的操作，每小时危险故障的平均频率 (PFH)**	**验证测试间隔（任务时间或有效使用寿命）**
S7-1200 故障安全 CPU	< 2.00E-05	< 1.00E-09 1/h	20 年

A.2.1.5 Web 服务器

起始页面

S7-1200 故障安全 CPU 在 Web 服务器的“起始页面”上显示以下附加信息：

- STEP 7 Safety 版本：用于下载项目的 TIA Portal Safety 包的版本
- 安全模式（启用/禁用）：指示是否在项目中激活故障检测和故障响应的安全机制，以及是否允许使用安全消息帧进行安全相关的通信
- 集体 F 签名：用于确定项目中任何安全组件更改的签名
- 最后一次故障安全修改：对项目中的安全组件进行最后一次更改的日期/时间

说明

针对“最后一次故障安全修改”(Last fail-safe modification) 显示的时间取决于加载程序时在 PLC 中正确设置的时间。请注意，如果在程序加载之前将 PLC 断电，产生一段延长时间，则 PLC 中的时间将不正确。BB 1297 电池板允许更长的掉电时间，而不丢失正确时间。



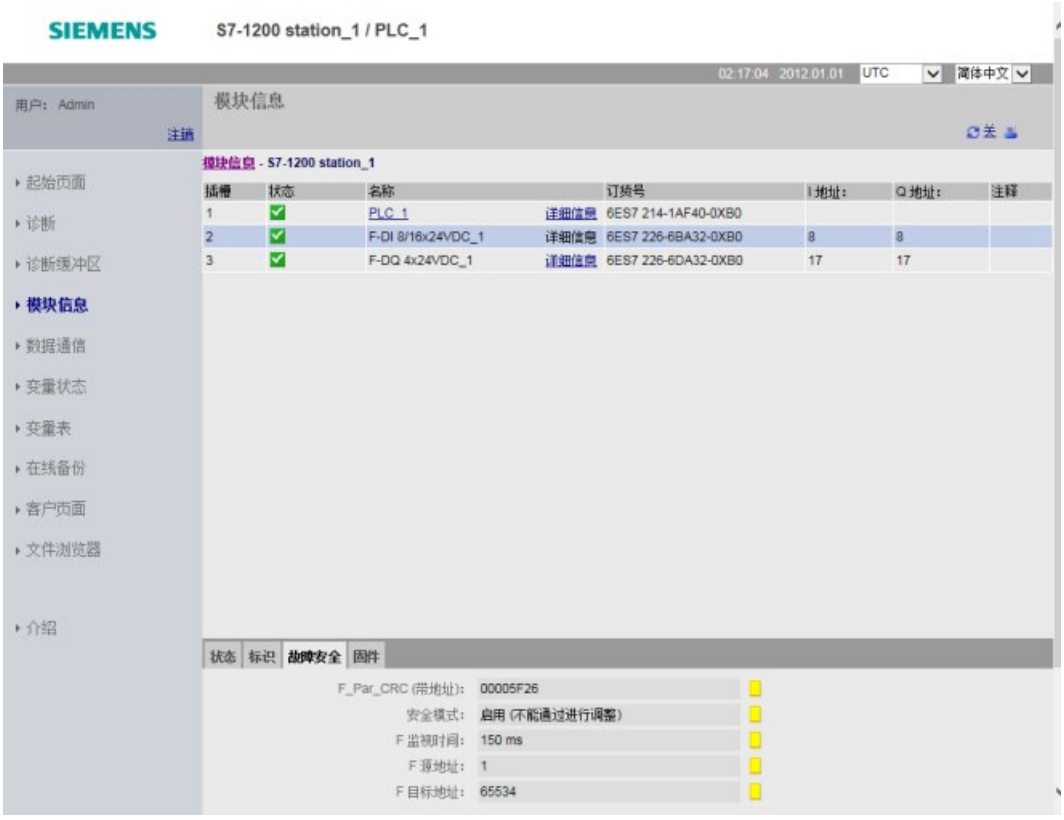
模块信息

在“模块信息”(Module information) 页面的“安全”(Safety) 选项卡中，每个 F-I/O 将显示以下信息：

- F_Par_CRC（带地址）（F 参数签名）：循环冗余校验和，用于确认 PROFIsafe 消息内容和顺序的完整性
- 安全模式：激活故障检测和故障响应的所有安全机制，并允许使用安全消息帧进行安全相关的通信。
- F 监视时间：F 监视时间是禁用通道之前 SM 或 CPU 等待有效当前安全消息帧的时间。
- F 源地址：故障安全 CPU 的唯一网络范围地址
- F 目标地址：在安全系统中使用的每个 F-IO 的 CPU 范围的唯一 PROFIsafe 地址

说明

如果单击上方的 F-I/O 模块及其“详细信息”(Details) 链接，则底部会显示“安全”(Safety) 选项卡。在“安全”(Safety) 选项卡中，会显示与所选模块相关的具体数据。



说明

无法对 F 块执行写访问。

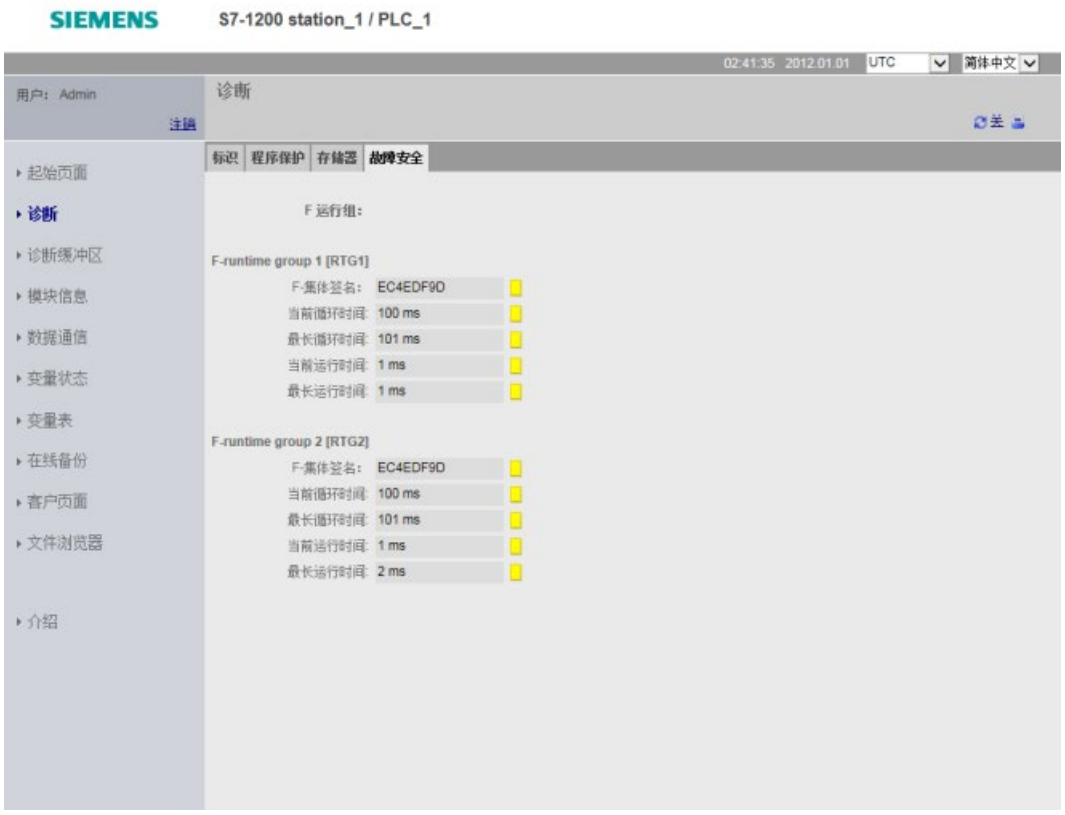
诊断

F 运行组在"诊断"(Diagnostics) 页面的"故障安全"(Fail-safe) 选项卡中显示以下信息：

- F 运行组名称：包含一个用于调用主安全块（FB 或 FC）的 F-OB（循环 OB 或循环中断 OB）的组的名称。然后必须通过此主安全块调用其它用户特定的安全功能。
- 集体 F 签名：用于确定项目中任何安全组件更改的签名
- 当前循环时间：CPU 完成一个 PLC 扫描周期所需的时间
- 最大周期时间：CPU 完成一个 PLC 扫描周期所需时间的最大记录值
- 当前运行时间：CPU 执行一次用户程序所需的时间；最后扫描的持续时间
- 最大运行时间：CPU 执行一次用户程序所需时间的最大记录值

说明

如果将标准程序下载到 S7-1200 故障安全 CPU，将不显示（用于显示运行时间组的）故障安全选项卡。



A.2.1.6 对 S7-1200 故障安全 CPU 使用存储卡

将 S7-1200 存储卡用作传输卡是一种不用连接 TIA Portal 即可向 PLC 内部装载存储器 (ILM) 复制程序的方法。传送卡在程序安装后取出，后续的各此上电循环都将使用 ILM 中存储的程序。

如将存储卡用作程序卡，则会将 PLC 程序保存在卡中。在取出储存卡后，ILM 将不包含内容，并且 PLC 中也将没有任何程序。

有关制作和使用传送卡和存储卡的一般说明，请参见《S7-1200 可编程控制器系统手册》(https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478121)。在使用存储卡时 S7-1200 故障安全 CPU 的特性与标准 CPU 有些不同：

- 当不带存储卡的 S7-1200 故障安全 CPU 启动并且 ILM 为空时，故障安全 CPU 的 STOP 和 MAINT LED 指示灯会闪烁三秒。对 CPU 循环上电。此为 ILM 为空的暂时性视觉指示。为装载用户程序，必须使用 TIA Portal 或者存储卡。
- 当安装有程序存储卡的 S7-1200 故障安全 CPU 启动并且 ILM 不为空时，故障安全 CPU 会删除 ILM 并且停止，同时 STOP 与 MAINT LED 指示灯闪烁。此视觉现象说明 ILM 已删除且故障安全 CPU 正在等待循环上电或存储器复位命令以继续运行。继续运行及随后的循环上电会从存储卡加载程序。
- 当安装有空存储卡的 S7-1200 故障安全 CPU 启动并且 ILM 不为空时，故障安全 CPU 会将程序从 ILM 复制到存储卡。之后故障安全 CPU 会删除 ILM 并停止，同时 STOP 与 MAINT LED 指示灯闪烁。此现象说明 ILM 已删除且故障安全 CPU 正在等待循环上电或存储器复位命令以继续运行。继续运行及随后的循环上电会从存储卡加载程序。
- 当安装有传输存储卡的 S7-1200 故障安全 CPU 启动并且 ILM 不为空时，故障安全 CPU 会删除 ILM 并且停止，同时 STOP 与 MAINT LED 指示灯闪烁。此视觉现象说明 ILM 已删除且

故障安全 CPU 正在等待循环上电或存储器复位命令以继续运行。继续运行会将用户程序从存储卡复制到 ILM，之后故障安全 CPU 停止，同时 STOP LED 指示灯亮起并且 MAINT LED 指示灯闪烁。此时，必须移除传输存储卡，然后进行循环上电或发出存储器复位命令以继续运行。继续运行和随后的循环上电会从 ILM 加载程序。

请参见《SIMATIC 安全 - 组态和编程、编程和操作手册》(http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)10.4 部分："安全程序的功能测试及通过程序识别进行保护"，以了解传输程序的相关说明。

⚠警告

将不正确的用户程序加载到故障安全 CPU 中会造成执行不正确及完全或部分丢失安全功能。

安全功能丢失可能会造成意外的机械或者过程操作，这可能会导致死亡、人员重伤和/或财产损失。

请遵循 *SIMATIC Safety* - 组态和编程，编程和操作手册中所提供的说明，以正确识别安全程序并控制将程序加载到故障安全 CPU 中的方法。

说明

S7-1200 故障安全 CPU 存储卡成功格式化

按照以下步骤进行操作：

1. 将存储卡插入 F-CPU（F-CPU 上的 MAINT LED 呈黄色闪烁。）
2. 对 F-CPU 循环上电。（CPU 进入 STOP 模式。）
3. 从 SAT 格式化存储卡（SAT 报告操作成功完成。MAINT LED 呈黄色闪烁）。
4. 对 F-CPU 循环上电（CPU 使 RUN/STOP 和 MAINT 连续呈黄色闪烁。三秒钟后它不会停止并切换到 STOP 模式。）

A.2.1.7 备份和恢复故障安全 CPU

备份 S7-1200 故障安全 CPU 的方法与备份标准 S7-1200 CPU 的方法相同。更多信息，请参见《SIMATIC 安全 - 组态和编程、编程和操作手册》(http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126/0/en)和《S7-1200 可编程控制器系统手册》(https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478121)。您也可以在 STEP 7 在线帮助的"创建 S7 CPU 的备份"下找到关于如何备份 CPU 的信息。

A.2.1.8 故障安全 CPU 的密码

为在故障安全 CPU 上执行以下功能，必须输入在故障安全 CPU 硬件配置中分配的密码（"完全访问，包括故障安全（无保护）"(Full access incl. fail-safe (no protection))：

- 下载/删除函数块
- 更改/删除故障安全 CPU 的密码
- 用 STEP 7 格式化在故障安全 CPU 中的 SIMATIC 存储卡。
- 用 STEP 7 恢复出厂设置
- 恢复故障安全 CPU 的备份

说明

如果在进行恢复过程后，安全程序和故障安全 CPU 密码都没有发生更改，则将不会看到故障安全 CPU 的提示。

A.2.1.9 组态控制（选件处理）

使用带选件处理的故障安全信号模块 (SM) 时，将故障安全 SM 组态为位于最靠近故障安全 CPU 的插槽中。将所有标准 SM 置于所有故障安全 SM 之后。选件处理记录不得更改故障安全 SM 的组态。

A.2.2 PROFINET 接口 X1 端口引脚分配

S7-1200 故障安全 CPU 通过标准母头 RJ45 插头连头到 PROFINET 网络。接头引脚分配取决于 CPU 类型。

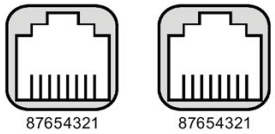
单端口 CPU

单端口 CPU（CPU 1212FC 和 CPU 1214FC）的标准以太网 MDI 引脚组态如下：

引脚	信号名称	说明	RJ45 母插座引脚分配
1	TD+	传输数据	 X1P1
2	TD-		
3	RD+	接收数据	
4	GND	接地	
5	GND		
6	RD-	接收数据	
7	GND	接地	
8	GND		

双接口 CPU

在双端口 CPU (CPU 1215FC) 中，端口的标准以太网 MDI-X 引脚分配如下：

引脚	信号名称	说明	RJ45 母插座引脚分配
1	RD+	接收数据	 X1P1 87654321 X1P2
2	RD-		
3	TD+	传输数据	
4	GND	接地	
5	GND		
6	TD-	传输数据	
7	GND	接地	
8	GND		

自动协商

如果端口配置支持自动协商，则 S7-1200 故障安全 CPU 会自动探测电缆类型，并按需要交换传送/接收线路。如果端口配置为不支持自动协商，则 CPU 也会禁用自动交换。您可以在 TIA Protal 的"接口选项"(port options) 对话框中配置接口的自动协商设置。这是 CPU 属性中面向 PROFINET 接口 (X1) 的一个端口特定的高级选项。请参见更多信息，请参见《*S7-1200* 可编程控制器系统手册》中 11.2.3.4 部分："在项目中为 CPU 配置 IP 地址"下的"配置 PROFINET 接口"。

A.2.3 CPU 1212FC

A.2.3.1 一般参数与功能

表格 A- 8 常规

技术数据	**CPU 1212FC DC/DC/继电器**	**CPU 1212FC DC/DC/DC**
产品编号	6ES7212-1HF40-0XB0	6ES7212-1AF40-0XB0
尺寸 W x H x D (mm)	90 x 100 x 75	
装运重量	385 g	370 g
功耗	9 W	
可用电流（SM 和 CM 总线）	最大 1000 mA(5 V DC)	
可用电流 (24 V DC)	最大 300 mA（传感器电源）	
数字量输入电流消耗 (24 V DC)	所用的每点输入 4 mA	

表格 A- 9 CPU 特征

技术数据		**说明**
用户存储器（请参阅"一般技术数据 (页 147)"、"内部 CPU 内存保持"。）	工作	150 KB
	负载	内置 2 MB，可用 SD 卡扩展，具体视卡容量而定
	保持性	10 KB
板载数字 I/O		8 点输入/6 点输出
板载模拟 I/O		2 路输入
过程映像大小		1024 字节输入 (I)/1024 字节输出 (Q)
位存储器 (M)		4096 个字节
临时（局部）存储器		• 16 KB 用于启动和程序循环（包括相关的 FB 和 FC） • 6 KB 用于其它各中断优先级（包括 FB 和 FC）
信号模块扩展		最多 2 个信号模块
SB、CB、BB 扩展		最多 1 个
通信模块扩展		最多 3 个通信模块

技术数据	说明
高速计数器	最多可组态 6 个使用任意内置或 SB 输入的高速计数器：（有关更多信息，请参见 *"S7-1200* 系统手册*"*。） • 100/[1]80 kHz（Ia.0 到 Ia.5） • 30/[1]20 kHz（Ia.6 到 Ia.7）
脉冲输出 [2]	最多可组态 4 个使用任意内置或 SB 输出的脉冲输出： • 100 kHz（Qa.0 到 Qa.3） • 20 kHz（Qa.4 到 Qa.5）
脉冲捕捉输入	8
延时中断	共 4 个，精度为 1 ms
循环中断	共 4 个，精度为 1 ms
沿中断	8 个上升沿和 8 个下降沿（使用可选信号板时，各为 12 个）
存储卡	SIMATIC 存储卡（选件）
实时时钟精度	+/- 60 秒/月
实时时钟保持时间	通常为 20 天，40 °C 时最少为 12 天（免维护超级电容）

1 将 HSC 组态为正交工作模式时，可应用较慢的速度。

2 对于具有继电器输出的 CPU 型号，必须安装数字量信号板 (SB) 才能使用脉冲输出。

表格 A- 10 性能

指令类型		执行速度	
		直接寻址（I、Q 和 M）	DB 访问
布尔运算		0.08 µs/指令	
移动	移动布尔数据	0.3 µs/指令	1.17 µs/指令
	移动字	0.137 µs/指令	1.0 µs/指令
	移动实数	0.72 µs/指令	1.0 µs/指令
实数数学运算	加上实数	1.48 µs/指令	1.78 µs/指令

说明

许多变量影响测量时间。上述性能时间适用于此类别和无错程序中的最快指令。

A.2.3.2 CPU 1212FC 支持的定时器、计数器和代码块

表格 A- 11 CPU 1212FC 支持的块、定时器和计数器

元素		说明
块	类型	OB、FB、FC、DB
	大小	50 KB
	数量	最多可达 1024 个块 (OB + FB + FC + DB)
	FB、FC 和 DB 的地址范围	FB 和 FC：1 到 65535（例如 FB 1 到 FB 65535） DB：1 到 59999

元素		说明
	嵌套深度	16（从程序循环 OB 或启动 OB 开始） 6（从任意中断事件 OB 开始）
	监视	可以同时监视 2 个代码块的状态
OB	程序循环	多个
	启动	多个
	时间延迟中断	4（每个事件 1 个）
	循环中断	4（每个事件 1 个）
	硬件中断	50（每个事件 1 个）
	时间错误中断	1
	诊断错误中断	1
	拔出或插入模块	1
	机架或站故障	1
	日时钟	多个
	状态	1
	更新	1
	配置文件	1
定时器	类型	IEC
	数量	仅受存储器大小限制
	存储	DB 结构，每个定时器 16 个字节
计数器	类型	IEC
	数量	仅受存储器大小限制
	存储	DB 结构，大小取决于计数类型 • SInt 和 USInt：3 个字节 • Int 和 UInt：6 个字节 • DInt 和 UDInt：12 个字节

表格 A- 12　通信

技术数据	说明
端口数	1
类型	以太网
HMI 设备	4
编程设备 (PG)	1
连接	• 8 个用于开放式用户通信（主动或被动）：TSEND_C、TRCV_C、TCON、TDISCON、TSEND 和 TRCV • 3 个用于服务器 GET/PUT（CPU 间）S7 通信 • 8 个用于客户端 GET/PUT（CPU 间）S7 通信
数据传输率	10/100 Mb/s
隔离（外部信号与逻辑侧）	变压器隔离，1500 V AC（型式测试）[1]
电缆类型	CAT5e 屏蔽电缆
接口	
PROFINET 接口的数量	1
PROFIBUS 接口的数量	0
接口	
接口硬件	

技术数据	说明
端口数	1
集成交换机	-
RJ-45（以太网）	√；X1
协议	
PROFINET IO 控制器	√
PROFINET IO 设备	√
SIMATIC 通信	√
开放式 IE 通信	√
Web 服务器	√
介质冗余	-
PROFINET IO 控制器	
服务	
PG/OP 通信	√
S7 路由	√
等时同步模式	-
开放式 IE 通信	√
IRT	-
MRP	-
PROFIenergy	-
优先启动	√（最多 16 个 PROFINET 设备）
可连接 I/O 设备的最大数量	16
可进行 RT 连接 I/O 设备的最大数量	16
线形结构中的最大数量	16
可同时激活/取消激活 IO 设备的最大数量	8
更新时间	最短更新时间还取决于 PROFINET IO 上设置的通信组件、IO 设备的数量以及所组态用户数据的数量。
RT 功能	
1 ms 的发送时钟	1 ms 到 512 ms
PROFINET IO 设备	
服务	
PG/OP 通信	√
S7 路由	√
等时同步模式	-
开放式 IE 通信	√
IRT，支持	-
MRP，支持	-
PROFIenergy	√
共享设备	√
共享设备的最大 IO 控制器数	2
SIMATIC 通信	
S7 通信，作为服务器	√
S7 通信，作为客户端	√
每个作业中用户数据的最大值	请参见在线帮助（S7 通信、用户数据大小）
开放式 IE 通信	
TCP/IP：	√
最大数据长度	8 KB

技术数据		说明
	每个端口支持多个被动连接	√
ISO-on-TCP (RFC1006)：		√
	最大数据长度	8 KB
UDP		√
	最大数据长度	1472 个字节
DHCP		-
SNMP		√
DCP		√
LLDP		√

[1] 以太网端口隔离旨在于危险电压引起短期网络故障时限制危险情况带来的影响。它不遵照常规 AC 线电压隔离的安全要求。

表格 A- 13 电源

技术数据		CPU 1212FC DC/DC/继电器	CPU 1212FC DC/DC/DC
电压范围		20.4 V DC 到 28.8 V DC	
电源频率		--	
输入电流（最大负载时）	仅 CPU	24 V DC 时 400 mA	
	具有所有扩展附件的 CPU	24 V DC 时 1200 mA	
浪涌电流（最大）		28.8 V DC 时 12 A	
I^2t		0.5 A^2s	
隔离（输入电源与逻辑侧）		未隔离	
漏地电流，交流线路对功能地		--	
保持时间（掉电）		24 V DC 时 10 ms	
内部保险丝，用户不可更换		3 A，250 V，慢速熔断	

表格 A- 14 传感器电源

技术数据	CPU 1212FC DC/DC/继电器	CPU 1212FC DC/DC/DC
电压范围	L+ - 4 V DC（最小值）	
额定输出电流（最大）	300 mA（短路保护）	
最大波纹噪声 (<10 MHz)	与输入线路相同	
隔离（CPU 逻辑侧与传感器电源）	未隔离	

A.2.3.3 数字量输入与输出

表格 A- 15 数字量输入

技术数据	CPU 1212FC DC/DC/继电器	CPU 1212FC DC/DC/DC
输入点数	8	
类型	漏型/源型（IEC 1 类漏型）	
额定电压	4 mA 时 24 V DC，额定值	

技术数据	CPU 1212FC DC/DC/继电器	CPU 1212FC DC/DC/DC
允许的连续电压	30 V DC，最大值	
浪涌电压	35 V DC，持续 0.5 s	
逻辑 1 信号（最小）	2.5 mA 时 15 V DC	
逻辑 0 信号（最大）	1 mA 时 5 V DC	
隔离（现场侧与逻辑侧）	707 V DC（型式测试）	
隔离组	1	
滤波时间	us 设置：0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2、6.4、10.0、12.8、20.0 ms 设置：0.05、0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2、6.4、10.0、12.8、20.0	
HSC 时钟输入频率（最大） （逻辑 1 电平 = 15 到 26 V DC）	100/80 kHz（Ia.0 到 Ia.5） 30 /20 kHz（Ia.6 到 Ia.7）	
同时接通的输入数	8 输入，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时	
电缆长度（米）	500 m（屏蔽）；300 m（非屏蔽）；50 m（屏蔽，HSC 输入）	

表格 A- 16　数字量输出

技术数据	CPU 1212FC DC/DC/继电器	CPU 1212FC DC/DC/DC
输出点数	6	
类型	继电器，机械式	固态 - MOSFET（源型）
电压范围	5 到 30 V DC 或 5 到 250 V AC	20.4 到 28.8 V DC
最大电流时的逻辑 1 信号	--	20 V DC 最小
具有 10 KΩ 负载时的逻辑 0 信号	--	0.1 V DC 最大
电流（最大）	2.0 A	0.5 A
灯负载	30 W DC/200 W AC	5 W
通态电阻	新设备最大为 0.2 Ω	最大 0.6 Ω
每点的漏电流	--	最大 10 µA
浪涌电流	触点闭合时为 7 A	8 A，最长持续 100 ms
过载保护	×	
需要的外部过载保护 [1]	对任何公共端都必须限制 10 A 的最大值	对任何公共端都必须限制 5 A 的最大值
隔离（现场侧与逻辑侧）	1500 V AC（线圈到触点） 无（线圈与逻辑侧）	707 V DC（型式测试）
隔离组	2	1
隔离（组间）	1500 V AC[2]	--
电感钳位电压	--	L+ - 48 V DC，1 W 损耗
开关延迟（Qa.0 到 Qa.3）	最长 10 ms	断开到接通最长为 1.0 µs 接通到断开最长为 3.0 µs
开关延迟（Qa.4 到 Qa.5）	最长 10 ms	断开到接通最长为 5 µs 接通到断开最长为 20 µs
继电器最大开关频率	1 Hz	--
脉冲串输出频率	不推荐 [3]	100 kHz（Qa.0 到 Qa.3）[4]，最小 2 Hz 20 kHz（Qa.4 到 Qa.5）[4]
机械寿命（无负载）	10,000,000 个断开/闭合周期	--
额定负载下的触点寿命	100,000 个断开/闭合周期	--
RUN 到 STOP 时的行为	上一个值或替换值 （默认值为 0）	上一个值或替换值（默认值为 0）

技术数据	CPU 1212FC DC/DC/继电器	CPU 1212FC DC/DC/DC
同时接通的输出数	6 输出，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时	
电缆长度（米）	500 m（屏蔽）； 150 m（非屏蔽）	

1 外部过载保护是为了限制火灾危险。过载可能破坏继电器或者晶体管输出。

2 继电器的组间隔离可将线路电压与 SELV/PELV 分开，并将高达 250 V AC 线对地电压的各个相分开。

3 对于具有继电器输出的 CPU 型号，必须安装数字信号板 (SB) 才能使用脉冲输出。

4 根据所使用的脉冲接收器和电缆的情况，附加的负载电阻（至少为额定电流的 10%）可能改进脉冲信号质量和抗扰度。

A.2.3.4 模拟量输入

模拟量输入参数

表格 A- 17 模拟量输入

技术数据	说明
输入点数	2
类型	电压（单侧）
满量程范围	0 到 10 V
满量程范围（数据字）	0 到 27648
过冲范围	10.001 到 11.759 V
过冲范围（数据字）	27649 到 32511
上溢范围	11.760 到 11.852 V
上溢范围（数据字）	32512 到 32767
分辨率	10 位
最大耐压	35 V DC
滤波	无、弱、中或强 请参见 CPU 模拟量输入的阶跃响应 (ms) 表格。
噪声抑制	10、50 或 60 Hz
阻抗	≥100 KΩ
隔离（现场侧与逻辑侧）	无
精度（25 °C/0 到 55 °C）	满量程的 3.0%/3.5%
电缆长度（米）	100 m，屏蔽双绞线

CPU 内置模拟量输入的阶跃响应

表格 A- 18 阶跃响应 (ms)，0 V 到 10 V（在 95% 处测得）

平滑化选项（采样平均）	抑制频率（积分时间）		
	60 Hz	50 Hz	10 Hz
无（1 个周期）：不求平均值	50 ms	50 ms	100 ms
弱（4 个周期）：4 次采样	60 ms	70 ms	200 ms
中（16 个周期）：16 次采样	200 ms	240 ms	1150 ms

平滑化选项（采样平均）	**抑制频率（积分时间）**		
强（32 个周期）：32 次采样	400 ms	480 ms	2300 ms
采样时间	**4.17 ms**	**5 ms**	**25 ms**

CPU 内置模拟端口的采样时间

表格 A- 19　CPU 内置模拟量输入的采样时间

抑制频率（积分时间选项）	**采样时间**
60 Hz (16.6 ms)	4.17 ms
50 Hz (20 ms)	5 ms
10 Hz (100 ms)	25 ms

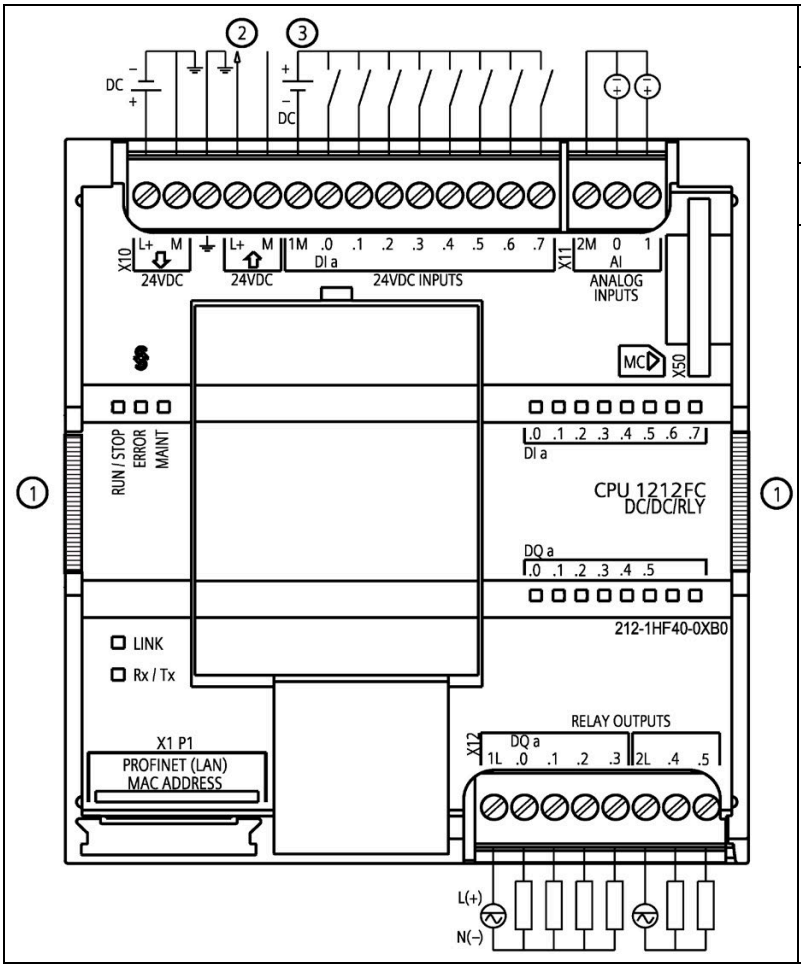
CPU 模拟量输入的电压测量范围

表格 A- 20　CPU 的模拟量输入的电压表示法

系统		**电压测量范围**	
十进制	**十六进制**	**0 到 10 V**	
32767	7FFF	11.852 V	上溢
32512	7F00		
32511	7EFF	11.759 V	过冲范围
27649	6C01		
27648	6C00	10 V	额定范围
20736	5100	7.5 V	
34	22	12 mV	
0	0	0 V	
负值		不支持负值	

A.2.3.5 CPU 1212FC 接线图

表格 A- 21 CPU 1212FC DC/DC/继电器 (6ES7212-1HF40-0XB0)



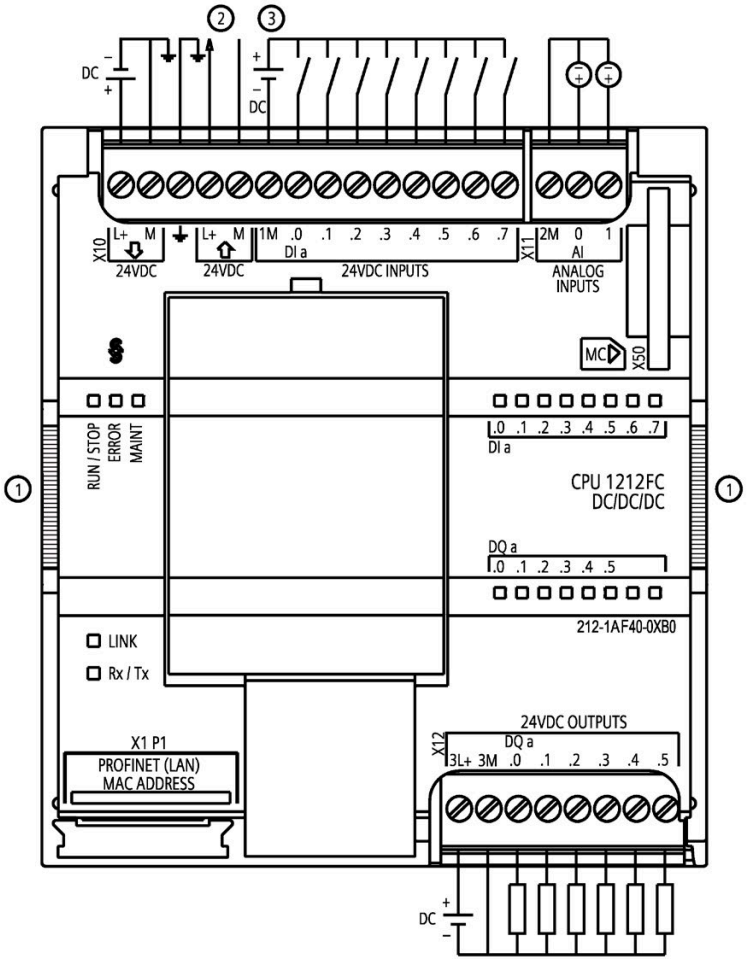
①	两个矩形区域是黄色的。只有故障安全 CPU 包含它们。
②	24 V DC 传感器电源输出 要获得更好的抗噪声效果，即使未使用传感器电源，也可将“M”连接到机壳接地。
③	对于漏型输入，将“-”连接到“M”（如图所示）。对于源型输入，将“+”连接到“M”。
注：X11 连接器必须镀金。有关产品编号，请参见附录 B“备件”。	

表格 A- 22 CPU 1212FC DC/DC/继电器的连接器引脚的位置 (6ES7212-1HF40-0XB0)

针脚	X10	X11（镀金）	X12
1	L+ / 24 V DC	2 M	1L
2	M / 24 V DC	AI 0	DQ a.0
3	功能性接地	AI 1	DQ a.1
4	L+ / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.2
5	M / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.3
6	1M	--	2L
7	DI a.0	--	DQ a.4
8	DI a.1	--	DQ a.5
9	DI a.2	--	--
10	DI a.3	--	--
11	DI a.4	--	--

针脚	X10	X11（镀金）	X12
12	DI a.5	--	--
13	DI a.6	--	--
14	DI a.7	--	--

表格 A- 23　CPU 1212FC DC/DC/DC (6ES7212-1AF40-0XB0)



①	两个矩形区域是黄色的。只有故障安全 CPU 包含它们。
②	24 V DC 传感器电源输出 要获得更好的抗噪声效果，即使未使用传感器电源，也可将“M”连接到机壳接地。
③	对于漏型输入，将“-”连接到“M”（如图所示）。对于源型输入，将“+”连接到“M”。
注：X11 连接器必须镀金。有关产品编号，请参见附录 B“备件”。	

表格 A- 24　CPU 1212FC DC/DC/继电器接头引脚位置 (6ES7212-1AF40-0XB0)

针脚	X10	X11（镀金）	X12
1	L+ / 24 V DC	2 M	3L+
2	M / 24 V DC	AI 0	3M
3	功能性接地	AI 1	DQ a.0
4	L+ / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.1
5	M / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.2
6	1M	--	DQ a.3
7	DI a.0	--	DQ a.4

针脚	X10	X11（镀金）	X12
8	DI a.1	--	DQ a.5
9	DI a.2	--	--
10	DI a.3	--	--
11	DI a.4	--	--
12	DI a.5	--	--
13	DI a.6	--	--
14	DI a.7	--	--

说明

应将未使用的模拟量输入短路。

A.2.4 CPU 1214FC

A.2.4.1 一般参数与功能

表格 A- 25 常规

技术数据	CPU 1214FC DC/DC/继电器	CPU 1214FC DC/DC/DC
产品编号	6ES7214-1HF40-0XB0	6ES7214-1AF40-0XB0
尺寸 W x H x D (mm)	110 x 100 x 75	
装运重量	435 g	415 g
功耗	12 W	
可用电流（SM 和 CM 总线）	最大 1600 mA(5 V DC)	
可用电流 (24 V DC)	最大 400 mA（传感器电源）	
数字量输入电流消耗 (24 V DC)	所用的每点输入 4 mA	

表格 A- 26 CPU 特征

技术数据		说明
用户存储器（请参阅"一般技术数据" (页 147)、"内部 CPU 内存保持"。）	工作	200 KB
	负载	内置 4 MB，可用 SD 卡扩展，具体视卡容量而定
	保持性	10 KB
板载数字 I/O		14 点输入/10 点输出
板载模拟 I/O		2 路输入
过程映像大小		1024 字节输入 (I)/1024 字节输出 (Q)
位存储器 (M)		8192 个字节

技术数据	说明
临时（局部）存储器	• 16 KB 用于启动和程序循环（包括相关的 FB 和 FC） • 6 KB 用于其它各中断优先级（包括 FB 和 FC）
信号模块扩展	最多 8 个信号模块
SB、CB、BB 扩展	最多 1 个
通信模块扩展	最多 3 个通信模块
高速计数器	最多可组态 6 个使用任意内置或 SB 输入的高速计数器：（有关更多信息，请参见 *"S7-1200* 系统手册*"*。） • 100/[1]80 kHz（Ia.0 到 Ia.5） • 30/[1]20 kHz（Ia.6 到 Ib.5）
脉冲输出 [2]	最多可组态 4 个使用任意内置或 SB 输出的脉冲输出： • 100 kHz（Qa.0 到 Qa.3） • 20 kHz（Qa.4 到 Qb.1）
脉冲捕捉输入	14
延时中断	共 4 个，精度为 1 ms
循环中断	共 4 个，精度为 1 ms
沿中断	12 个上升沿和 12 个下降沿（使用可选信号板时，各为 16 个）
存储卡	SIMATIC 存储卡（选件）
实时时钟精度	+/- 60 秒/月
实时时钟保持时间	通常为 20 天，40 °C 时最少为 12 天（免维护超级电容）

1 将 HSC 组态为正交工作模式时，可应用较慢的速度。

2 对于具有继电器输出的 CPU 型号，必须安装数字信号板 (SB) 才能使用脉冲输出。

表格 A- 27 性能

指令类型		执行速度	
		直接寻址（I、Q 和 M）	DB 访问
布尔运算		0.08 µs/指令	
移动	移动布尔数据	0.3 µs/指令	1.17 µs/指令
	移动字	0.137 µs/指令	1.0 µs/指令
	移动实数	0.72 µs/指令	1.0 µs/指令
实数数学运算	加上实数	1.48 µs/指令	1.78 µs/指令

说明

许多变量影响测量时间。上述性能时间适用于此类别和无错程序中的最快指令。

A.2.4.2 支持的定时器、计数器和代码块

表格 A- 28 CPU 1214FC 支持的块、定时器和计数器

元素		说明
块	类型	OB、FB、FC、DB
	大小	64 KB
	数量	一共多达 1024 个块 (OB + FB + FC + DB)
	FB、FC 和 DB 的地址范围	FB 和 FC：1 到 65535（例如 FB 1 到 FB 65535） DB：1 到 59999
	嵌套深度	16（从程序循环 OB 或启动 OB 开始） 6（从任意中断事件 OB 开始）
	监视	可以同时监视 2 个代码块的状态
OB	程序循环	多个
	启动	多个
	延时中断	4（每个事件 1 个）
	循环中断	4（每个事件 1 个）
	硬件中断	50（每个事件 1 个）
	时间错误中断	1
	诊断错误中断	1
	拔出或插入模块	1
	机架或站故障	1
	时钟	多个
	状态	1
	更新	1
	配置文件	1
定时器	类型	IEC
	数量	仅受存储器大小限制
	存储	DB 结构，每个定时器 16 个字节
计数器	类型	IEC
	数量	仅受存储器大小限制
	存储	DB 结构，大小取决于计数类型 • SInt 和 USInt：3 个字节 • Int 和 UInt：6 个字节 • DInt 和 UDInt：12 个字节

表格 A- 29 通信

技术数据	说明
端口数	1
类型	以太网
HMI 设备	4
编程设备 (PG)	1

技术数据	**说明**
连接	• 8 个用于开放式用户通信（主动或被动）：TSEND_C、TRCV_C、TCON、TDISCON、TSEND 和 TRCV • 3 个用于服务器 GET/PUT（CPU 间）S7 通信 • 8 个用于客户端 GET/PUT（CPU 间）S7 通信
数据传输率	10/100 Mb/s
隔离（外部信号与逻辑侧）	变压器隔离，1500 V AC（型式测试）[1]
电缆类型	CAT5e 屏蔽电缆
接口	
PROFINET 接口的数量	1
PROFIBUS 接口的数量	0
接口	
接口硬件	
端口数	1
集成交换机	-
RJ-45（以太网）	√；X1
协议	
PROFINET IO 控制器	√
PROFINET IO 设备	√
SIMATIC 通信	√
开放式 IE 通信	√
Web 服务器	√
介质冗余	-
PROFINET IO 控制器	
服务	
PG/OP 通信	√
S7 路由	√
等时同步模式	-
开放式 IE 通信	√
IRT	-
MRP	-
PROFIenergy	-
优先启动	√（最多 16 个 PROFINET 设备）
可连接 I/O 设备的最大数量	16
可进行 RT 连接 I/O 设备的最大数量	16
线形结构中的最大数量	16
可同时激活/取消激活 IO 设备的最大数量	8
更新时间	最短更新时间还取决于 PROFINET IO 上设置的通信组件、IO 设备的数量以及所组态用户数据的数量。
RT 功能	
1 ms 的发送时钟	1 ms 到 512 ms
PROFINET IO 设备	
服务	
PG/OP 通信	√
S7 路由	√
等时同步模式	-

技术数据		**说明**
开放式 IE 通信		√
IRT，支持		-
MRP，支持		-
PROFIenergy		√
共享设备		√
共享设备的最大 IO 控制器数		2
SIMATIC 通信		
S7 通信，作为服务器		√
S7 通信，作为客户端		√
每个作业中用户数据的最大值		请参见在线帮助（S7 通信、用户数据大小）
开放式 IE 通信		
TCP/IP：		√
	最大数据长度	8 KB
	每个端口支持多个被动连接	√
ISO-on-TCP (RFC1006)：		√
	最大数据长度	8 KB
UDP		√
	最大数据长度	1472 个字节
DHCP		-
SNMP		√
DCP		√
LLDP		√

[1] 以太网端口隔离旨在于危险电压引起短期网络故障时限制危险情况带来的影响。它不遵照常规 AC 线电压隔离的安全要求。

表格 A- 30　电源

技术数据		**CPU 1214FC DC/DC/继电器**	**CPU 1214FC DC/DC/DC**
电压范围		20.4 V DC 到 28.8 V DC	
电源频率		--	
输入电流（最大负载时）	仅 CPU	24 V DC 时 500 mA	
	具有所有扩展附件的 CPU	24 V DC 时 1500 mA	
浪涌电流（最大）		28.8 V DC 时 12 A	
I^2t		0.5 A^2s	
隔离（输入电源与逻辑侧）		未隔离	
漏地电流，交流线路对功能地		-	
保持时间（掉电）		24 V DC 时 10 ms	
内部保险丝，用户不可更换		3 A，250 V，慢速熔断	

表格 A- 31　传感器电源

技术数据	CPU 1214FC DC/DC/继电器	CPU 1214FC DC/DC/DC
电压范围	L+ - 4 V DC（最小值）	
额定输出电流（最大）	400 mA（短路保护）	
最大波纹噪声 (<10 MHz)	与输入线路相同	
隔离（CPU 逻辑侧与传感器电源）	未隔离	

A.2.4.3　数字量输入与输出

表格 A- 32　数字量输入

技术数据	CPU 1214FC DC/DC/继电器	CPU 1214FC DC/DC/DC
输入点数	14	
类型	漏型/源型（IEC 1 类漏型）	
额定电压	4 mA 时 24 V DC，额定值	
允许的连续电压	30 V DC，最大值	
浪涌电压	35 V DC，持续 0.5 s	
逻辑 1 信号（最小）	2.5 mA 时 15 V DC	
逻辑 0 信号（最大）	1 mA 时 5 V DC	
隔离（现场侧与逻辑侧）	707 V DC（型式测试）	
隔离组	1	
滤波时间	us 设置：0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2、6.4、10.0、12.8、20.0 ms 设置：0.05、0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2、6.4、10.0、12.8、20.0	
HSC 时钟输入频率（最大） （逻辑 1 电平 = 15 到 26 V DC）	100/80 kHz（Ia.0 到 Ia.5） 30/20 kHz（Ia.6 到 Ib.5）	
同时接通的输入数	14 输入，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时	
电缆长度（米）	500 m（屏蔽）；300 m（非屏蔽）；50 m（屏蔽，HSC 输入）	

表格 A- 33　数字量输出

技术数据	CPU 1214FC DC/DC/继电器	CPU 1214FC DC/DC/DC
输出点数	10	
类型	继电器，机械式	固态 - MOSFET（源型）
电压范围	5 到 30 V DC 或 5 到 250 V AC	20.4 到 28.8 V DC
最大电流时的逻辑 1 信号	--	20 V DC 最小
具有 10 KΩ 负载时的逻辑 0 信号	--	0.1 V DC 最大
电流（最大）	2.0 A	0.5 A
灯负载	30 W DC/200 W AC	5 W
通态电阻	新设备最大为 0.2 Ω	最大 0.6 Ω
每点的漏电流	--	最大 10 µA
浪涌电流	触点闭合时为 7 A	8 A，最长持续 100 ms
过载保护	-	
需要的外部过载保护 [1]	对任何公共端都必须限制 10 A 的最大值	对任何公共端都必须限制 5 A 的最大值

技术数据	CPU 1214FC DC/DC/继电器	CPU 1214FC DC/DC/DC
隔离（现场侧与逻辑侧）	1500 V AC（线圈到触点） 无（线圈与逻辑侧）	707 V DC（型式测试）
隔离组	2	1
隔离（组间）	1500 V AC[2]	--
电感钳位电压	--	L+ - 48 V DC， 1 W 损耗
开关延迟（Qa.0 到 Qa.3）	最长 10 ms	断开到接通最长为 1.0 µs 接通到断开最长为 3.0 µs
开关延迟（Qa.4 到 Qb.1）	最长 10 ms	断开到接通最长为 5 µs 接通到断开最长为 20 µs
继电器最大开关频率	1 Hz	--
脉冲串输出频率	不推荐 [3]	100 kHz（Qa.0 到 Qa.3）[4]，最小 2 Hz 20 kHz（Qa.4 到 Qb.1）[4]
机械寿命（无负载）	10,000,000 个断开/闭合周期	--
额定负载下的触点寿命	100,000 个断开/闭合周期	--
RUN 到 STOP 时的行为	上一个值或替换值（默认值为 0）	
同时接通的输出数	10 输出，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时	
电缆长度（米）	500 m（屏蔽）；150 m（非屏蔽）	

1 外部过载保护是为了限制火灾危险。过载可能破坏继电器或者晶体管输出。

2 继电器的组间隔离可将线路电压与 SELV/PELV 分开，并将高达 250 V AC 线对地电压的各个相分开。

3 对于具有继电器输出的 CPU 型号，必须安装数字信号板 (SB) 才能使用脉冲输出。

4 根据所使用的脉冲接收器和电缆的情况，附加的负载电阻（至少为额定电流的 10%）可能改进脉冲信号质量和抗扰度。

A.2.4.4 模拟量输入

表格 A- 34 模拟量输入

技术数据	说明
输入点数	2
类型	电压（单侧）
满量程范围	0 到 10 V
满量程范围（数据字）	0 到 27648
过冲范围	10.001 到 11.759 V
过冲范围（数据字）	27649 到 32511
上溢范围	11.760 到 11.852 V
上溢范围（数据字）	32512 到 32767
分辨率	10 位
最大耐压	35 V DC
滤波	无、弱、中或强 请参见 CPU 模拟量输入的阶跃响应 (ms)（页 181)表格。
噪声抑制	10、50 或 60 Hz
阻抗	≥100 KΩ
隔离（现场侧与逻辑侧）	无
精度（25 °C/0 到 55 °C）	满量程的 3.0%/3.5%
电缆长度（米）	100 m，屏蔽双绞线

CPU 内置模拟量输入的阶跃响应

表格 A- 35　阶跃响应 (ms)，0 V 到 10 V（在 95% 处测得）

平滑化选项（采样平均）	**抑制频率（积分时间）**		
	60 Hz	**50 Hz**	**10 Hz**
无（1 个周期）：不求平均值	50 ms	50 ms	100 ms
弱（4 个周期）：4 次采样	60 ms	70 ms	200 ms
中（16 个周期）：16 次采样	200 ms	240 ms	1150 ms
强（32 个周期）：32 次采样	400 ms	480 ms	2300 ms
采样时间	**4.17 ms**	**5 ms**	**25 ms**

CPU 内置模拟端口的采样时间

表格 A- 36　CPU 内置模拟量输入的采样时间

抑制频率（积分时间选项）	**采样时间**
60 Hz (16.6 ms)	4.17 ms
50 Hz (20 ms)	5 ms
10 Hz (100 ms)	25 ms

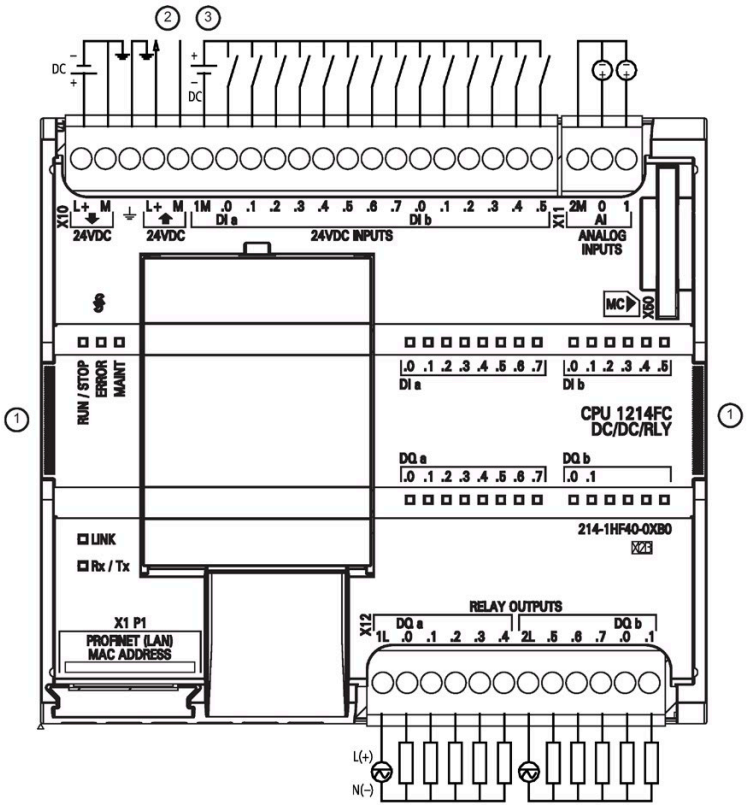
CPU 模拟量输入的电压测量范围

表格 A- 37　CPU 的模拟量输入的电压表示法

系统		**电压测量范围**	
十进制	**十六进制**	**0 到 10 V**	
32767	7FFF	11.852 V	上溢
32512	7F00		
32511	7EFF	11.759 V	过冲范围
27649	6C01		
27648	6C00	10 V	额定范围
20736	5100	7.5 V	
34	22	12 mV	
0	0	0 V	
负值		不支持负值	

A.2.4.5 CPU 1214FC 接线图

表格 A- 38 CPU 1214FC DC/DC/继电器 (6ES7214-1HF40-0XB0)



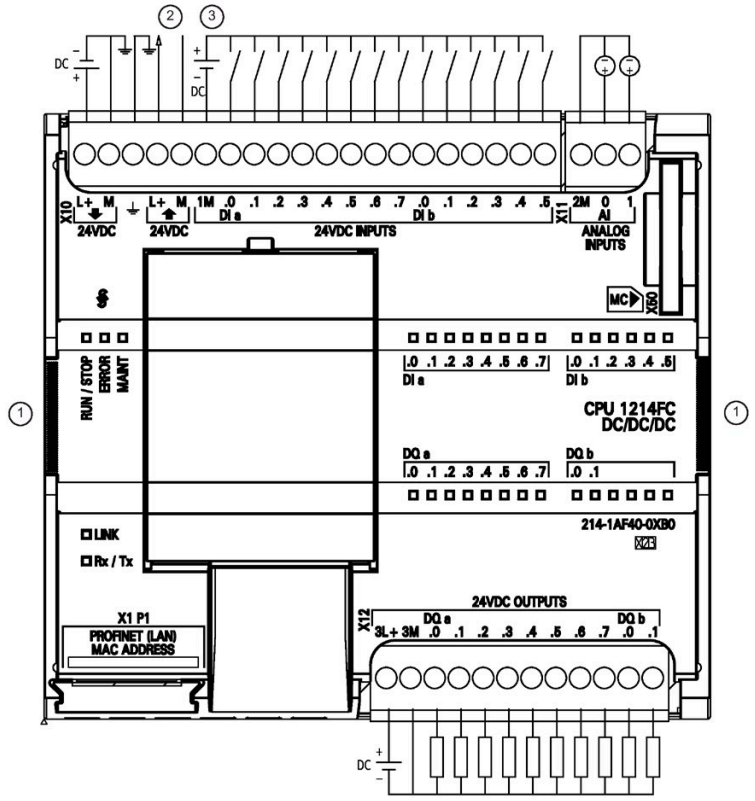
①	两个矩形区域是黄色的。只有故障安全 CPU 包含它们。
②	24 V DC 传感器电源输出 要获得更好的抗噪声效果，即使未使用传感器电源，也可将“M”连接到机壳接地。
③	对于漏型输入，将“-”连接到“M”（如图所示）。对于源型输入，将“+”连接到“M”。
注：X11 连接器必须镀金。有关产品编号，请参见附录 B“备件”。	

表格 A- 39 CPU 1214FC DC/DC/继电器的接头引脚位置 (6ES7214-1HF40-0XB0)

针脚	X10	X11（镀金）	X12
1	L+ / 24 V DC	2 M	1L
2	M / 24 V DC	AI 0	DQ a.0
3	功能性接地	AI 1	DQ a.1
4	L+ / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.2
5	M / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.3
6	1M	--	DQ a.4
7	DI a.0	--	2L
8	DI a.1	--	DQ a.5
9	DI a.2	--	DQ a.6
10	DI a.3	--	DQ a.7
11	DI a.4	--	DQ b.0
12	DI a.5	--	DQ b.1
13	DI a.6	--	--
14	DI a.7	--	--
15	DI b.0	--	--

针脚	X10	X11（镀金）	X12
16	DI b.1	--	--
17	DI b.2	--	--
18	DI b.3	--	--
19	DI b.4	--	--
20	DI b.5	--	--

表格 A- 40　CPU 1214FC DC/DC/DC (6ES7214-1AF40-0XB0)



①	两个矩形区域是黄色的。只有故障安全 CPU 包含它们。
②	24 V DC 传感器电源输出 要获得更好的抗噪声效果，即使未使用传感器电源，也可将“M”连接到机壳接地。
③	对于漏型输入，将“-”连接到“M”（如图所示）。对于源型输入，将“+”连接到“M”。
注：X11 连接器必须镀金。有关产品编号，请参见附录 B“备件”。	

表格 A- 41　CPU 1214FC DC/DC/DC 的接头引脚位置 (6ES7214-1AF40-0XB0)

针脚	X10	X11（镀金）	X12
1	L+ / 24 V DC	2 M	3L+
2	M / 24 V DC	AI 0	3M
3	功能性接地	AI 1	DQ a.0
4	L+ / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.1
5	M / 24 V DC 传感器输出	--	DQ a.2
6	1M	--	DQ a.3
7	DI a.0	--	DQ a.4
8	DI a.1	--	DQ a.5
9	DI a.2	--	DQ a.6
10	DI a.3	--	DQ a.7
11	DI a.4	--	DQ b.0
12	DI a.5	--	DQ b.1
13	DI a.6	--	--
14	DI a.7	--	-
15	DI b.0	--	--
16	DI b.1	--	--
17	DI b.2	--	--
18	DI b.3	--	--

针脚	X10	X11（镀金）	X12
19	DI b.4	--	--
20	DI b.5	--	--

说明

应将未使用的模拟量输入短路。

A.2.5 CPU 1215FC

A.2.5.1 一般参数与功能

表格 A- 42 常规

技术数据	CPU 1215FC DC/DC/继电器	CPU 1215FC DC/DC/DC
产品编号	6ES7215-1HF40-0XB0	6ES7215-1AF40-0XB0
尺寸 W x H x D (mm)	130 x 100 x 75	
装运重量	550 g	520 g
功耗	12 W	
可用电流（SM 和 CM 总线）	最大 1600 mA(5 V DC)	
可用电流 (24 V DC)	最大 400 mA（传感器电源）	
数字量输入电流消耗 (24 V DC)	所用的每点输入 4 mA	

表格 A- 43 CPU 特征

技术数据		说明
用户存储器 （请参阅"一般技术数据" (页 147)、"内部 CPU 内存保持"。）	工作	250 KB
	负载	内置 4 MB，可用 SD 卡扩展，具体视卡容量而定
	保持性	10 KB
板载数字 I/O		14 点输入/10 点输出
板载模拟 I/O		2 点输入/2 点输出
过程映像大小		1024 字节输入 (I)/1024 字节输出 (Q)
位存储器 (M)		8192 个字节
临时（局部）存储器		• 16 KB 用于启动和程序循环（包括相关的 FB 和 FC） • 6 KB 用于其它各中断优先级（包括 FB 和 FC）
信号模块扩展		最多 8 个信号模块
SB、CB、BB 扩展		最多 1 个
通信模块扩展		最多 3 个通信模块

技术数据	说明
高速计数器	最多可组态 6 个使用任意内置或 SB 输入的高速计数器。有关更多信息，请参见 *S7-1200* 系统手册。 • 100/[1]80 kHz（Ia.0 到 Ia.5） • 30/[1]20 kHz（Ia.6 到 Ib.5）
脉冲输出 [2]	最多可组态 4 个使用任意内置或 SB 输出的脉冲输出 • 100 kHz（Qa.0 到 Qa.3） • 20 kHz（Qa.4 到 Qb.1）
脉冲捕捉输入	14
延时中断	共 4 个，精度为 1 ms
循环中断	共 4 个，精度为 1 ms
沿中断	12 个上升沿和 12 个下降沿（使用可选信号板时，各为 16 个）
存储卡	SIMATIC 存储卡（选件）
实时时钟精度	+/- 60 秒/月
实时时钟保持时间	通常为 20 天，40 °C 时最少为 12 天（免维护超级电容）

1 将 HSC 组态为正交工作模式时，可应用较慢的速度。

2 对于具有继电器输出的 CPU 型号，必须安装数字量信号板 (SB) 才能使用脉冲输出。

表格 A- 44 性能

指令类型		执行速度	
		直接寻址（I、Q 和 M）	DB 访问
布尔运算		0.08 µs/指令	
移动	移动布尔数据	0.3 µs/指令	1.17 µs/指令
	移动字	0.137 µs/指令	1.0 µs/指令
	移动实数	0.72 µs/指令	1.0 µs/指令
实数数学运算	加上实数	1.48 µs/指令	1.78 µs/指令

说明

许多变量影响测量时间。上述性能时间适用于此类别和无错程序中的最快指令。

A.2.5.2 支持的定时器、计数器和代码块

表格 A- 45 CPU 1215FC 支持的块、定时器和计数器

元素		说明
块	类型	OB、FB、FC、DB
	大小	64 KB
	数量	一共多达 1024 个块 (OB + FB + FC + DB)
	FB、FC 和 DB 的地址范围	FB 和 FC：1 到 65535（例如 FB 1 到 FB 65535） DB：1 到 59999

元素		说明
	嵌套深度	16（从程序循环 OB 或启动 OB 开始） 6（从任意中断事件 OB 开始）
	监视	可以同时监视 2 个代码块的状态
OB	程序循环	多个
	启动	多个
	延时中断	4（每个事件 1 个）
	循环中断	4（每个事件 1 个）
	硬件中断	50（每个事件 1 个）
	时间错误中断	1
	诊断错误中断	1
	拔出或插入模块	1
	机架或站故障	1
	时钟	多个
	状态	1
	更新	1
	配置文件	1
定时器	类型	IEC
	数量	仅受存储器大小限制
	存储	DB 结构，每个定时器 16 个字节
计数器	类型	IEC
	数量	仅受存储器大小限制
	存储	DB 结构，大小取决于计数类型 • SInt 和 USInt：3 个字节 • Int 和 UInt：6 个字节 • DInt 和 UDInt：12 个字节

表格 A- 46　通信

技术数据	说明
端口数	2
类型	以太网
HMI 设备	4
编程设备 (PG)	1
连接	• 8 个用于开放式用户通信（主动或被动）：TSEND_C、TRCV_C、TCON、TDISCON、TSEND 和 TRCV • 3 个用于服务器 GET/PUT（CPU 间）S7 通信 • 8 个用于客户端 GET/PUT（CPU 间）S7 通信
数据传输率	10/100 Mb/s
隔离（外部信号与逻辑侧）	变压器隔离，1500 V AC（型式测试）[1]
电缆类型	CAT5e 屏蔽电缆
接口	
PROFINET 接口的数量	1
PROFIBUS 接口的数量	0
接口	
接口硬件	

技术数据	说明
端口数	2
集成交换机	√
RJ-45（以太网）	√；X1
协议	
PROFINET IO 控制器	√
PROFINET IO 设备	√
SIMATIC 通信	√
开放式 IE 通信	√
Web 服务器	√
介质冗余	√
PROFINET IO 控制器	
服务	
PG/OP 通信	√
S7 路由	√
等时同步模式	-
开放式 IE 通信	√
IRT	-
MRP	√；作为 MRP 客户端
PROFIenergy	-
优先启动	√（最多 16 个 PROFINET 设备）
可连接 I/O 设备的最大数量	16
可进行 RT 连接 I/O 设备的最大数量	16
线形结构中的最大数量	16
可同时激活/取消激活 IO 设备的最大数量	8
更新时间	最短更新时间还取决于 PROFINET IO 上设置的通信组件、IO 设备的数量以及所组态用户数据的数量。
RT 功能	
1 ms 的发送时钟	1 ms 到 512 ms
PROFINET IO 设备	
服务	
PG/OP 通信	√
S7 路由	√
等时同步模式	-
开放式 IE 通信	√
IRT，支持	-
MRP，支持	√
PROFIenergy	√
共享设备	√
共享设备的最大 IO 控制器数	2
SIMATIC 通信	
S7 通信，作为服务器	√
S7 通信，作为客户端	√
每个作业中用户数据的最大值	请参见在线帮助（S7 通信、用户数据大小）
开放式 IE 通信	
TCP/IP：	√
最大数据长度	8 KB

技术数据		说明
	每个端口支持多个被动连接	√
ISO-on-TCP (RFC1006)：		√
	最大数据长度	8 KB
UDP：		√
	最大数据长度	1472 个字节
DHCP		-
SNMP		√
DCP		√
LLDP		√

[1] 以太网端口隔离旨在于危险电压引起短期网络故障时限制危险情况带来的影响。它不遵照常规 AC 线电压隔离的安全要求。

表格 A- 47 电源

技术数据		CPU 1215FC DC/DC/继电器	CPU 1215FC DC/DC/DC
电压范围		20.4 V DC 到 28.8 V DC	
电源频率		--	
输入电流（最大负载时）	仅 CPU	24 V DC 时 500 mA	
	具有所有扩展附件的 CPU	24 V DC 时 1500 mA	
浪涌电流（最大）		28.8 V DC 时 12 A	
I^2t		0.5 A^2s	
隔离（输入电源与逻辑侧）		未隔离	
漏地电流，交流线路对功能地		-	
保持时间（掉电）		24 V DC 时 10 ms	
内部保险丝，用户不可更换		3 A，250 V，慢速熔断	

表格 A- 48 传感器电源

技术数据	CPU 1215FC DC/DC/继电器	CPU 1215FC DC/DC/DC
电压范围	L+ - 4 V DC（最小值）	
额定输出电流（最大）	400 mA（短路保护）	
最大波纹噪声 (<10 MHz)	与输入线路相同	
隔离（CPU 逻辑侧与传感器电源）	未隔离	

A.2.5.3 数字量输入与输出

表格 A- 49 数字量输入

技术数据	CPU 1215FC DC/DC/继电器	CPU 1215FC DC/DC/DC
输入点数	14	
类型	漏型/源型（IEC 1 类漏型）	

技术数据	**CPU 1215FC DC/DC/继电器**	**CPU 1215FC DC/DC/DC**
额定电压	4 mA 时 24 V DC，额定值	
允许的连续电压	30 V DC，最大值	
浪涌电压	35 V DC，持续 0.5 s	
逻辑 1 信号（最小）	2.5 mA 时 15 V DC	
逻辑 0 信号（最大）	1 mA 时 5 V DC	
隔离（现场侧与逻辑侧）	707 V DC（型式测试）	
隔离组	1	
滤波时间	us 设置：0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2、6.4、10.0、12.8、20.0 ms 设置：0.05、0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2、6.4、10.0、12.8、20.0	
HSC 时钟输入频率（最大） （逻辑 1 电平 = 15 到 26 V DC）	100/80 kHz（Ia.0 到 Ia.5） 30/20 kHz（Ia.6 到 Ib.5）	
同时接通的输入数	14 输入，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时	
电缆长度（米）	500 m（屏蔽）；300 m（非屏蔽）；50 m（屏蔽，HSC 输入）	

表格 A- 50　数字量输出

技术数据	**CPU 1215FC DC/DC/继电器**	**CPU 1215FC DC/DC/DC**
输出点数	10	10
类型	继电器，机械式	固态 - MOSFET（源型）
电压范围	5 到 30 V DC 或 5 到 250 V AC	20.4 到 28.8 V DC
最大电流时的逻辑 1 信号	--	20 V DC 最小
具有 10 KΩ 负载时的逻辑 0 信号	--	0.1 V DC 最大
电流（最大）	2.0 A	0.5 A
灯负载	30 W DC/200 W AC	5 W
通态电阻	新设备最大为 0.2 Ω	最大 0.6 Ω
每点的漏电流	--	最大 10 µA
浪涌电流	触点闭合时为 7 A	8 A，最长持续 100 ms
过载保护	-	-
需要的外部过载保护 [1]	对任何公共端都必须限制 10 A 的最大值	对任何公共端都必须限制 5 A 的最大值
隔离（现场侧与逻辑侧）	1500 V AC（线圈到触点） 无（线圈与逻辑侧）	707 V DC（型式测试）
隔离组	2	1
隔离（组间）	1500 V AC[2]	--
电感钳位电压	--	L+ - 48 V DC， 1 W 损耗
开关延迟（Qa.0 到 Qa.3）	最长 10 ms	断开到接通最长为 1.0 µs 接通到断开最长为 3.0 µs
开关延迟（Qa.4 到 Qb.1）	最长 10 ms	断开到接通最长为 5 µs 接通到断开最长为 20 µs
继电器最大开关频率	1 Hz	--
脉冲串输出频率	不推荐 [3]	100 kHz（Qa.0 到 Qa.3）[4]，最小 2 Hz 20 kHz（Qa.4 到 Qb.1）[4]
机械寿命（无负载）	10,000,000 个断开/闭合周期	--
额定负载下的触点寿命	100,000 个断开/闭合周期	--

技术数据	CPU 1215FC DC/DC/继电器	CPU 1215FC DC/DC/DC
RUN 到 STOP 时的行为	上一个值或替换值（默认值为 0）	
同时接通的输出数	10 输出，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时	
电缆长度（米）	500 m（屏蔽）；150 m（非屏蔽）	

[1] 外部过载保护是为了限制火灾危险。过载可能破坏继电器或者晶体管输出。

[2] 继电器的组间隔离可将线路电压与 SELV/PELV 分开，并将高达 250 V AC 线对地电压的各个相分开。

[3] 对于具有继电器输出的 CPU 型号，必须安装数字信号板 (SB) 才能使用脉冲输出。

[4] 根据所使用的脉冲接收器和电缆的情况，附加的负载电阻（至少为额定电流的 10%）可能改进脉冲信号质量和抗扰度。

A.2.5.4 模拟量输入与输出

表格 A- 51 模拟量输入

技术数据	说明
输入点数	2
类型	电压（单侧）
满量程范围	0 到 10 V
满量程范围（数据字）	0 到 27648
过冲范围	10.001 到 11.759 V
过冲范围（数据字）	27649 到 32511
上溢范围	11.760 到 11.852 V
上溢范围（数据字）	32512 到 32767
分辨率	10 位
最大耐压	35 V DC
滤波	无、弱、中或强 请参见 CPU 模拟量输入的阶跃响应 (ms)（页 196)表格。
噪声抑制	10、50 或 60 Hz
阻抗	≥100 KΩ
隔离（现场侧与逻辑侧）	无
精度（25 °C/0 到 55 °C）	满量程的 3.0%/3.5%
电缆长度（米）	100 m，屏蔽双绞线

CPU 内置模拟量输入的阶跃响应

表格 A- 52 阶跃响应 (ms)，0 V 到 10 V（在 95% 处测得）

平滑化选项（采样平均）	抑制频率（积分时间）		
	60 Hz	**50 Hz**	**10 Hz**
无（1 个周期）：不求平均值	50 ms	50 ms	100 ms
弱（4 个周期）：4 次采样	60 ms	70 ms	200 ms
中（16 个周期）：16 次采样	200 ms	240 ms	1150 ms
强（32 个周期）：32 次采样	400 ms	480 ms	2300 ms
采样时间	**4.17 ms**	**5 ms**	**25 ms**

CPU 内置模拟端口的采样时间

表格 A- 53　CPU 内置模拟量输入的采样时间

抑制频率（积分时间选项）	采样时间
60 Hz (16.6 ms)	4.17 ms
50 Hz (20 ms)	5 ms
10 Hz (100 ms)	25 ms

CPU 模拟量输入的电压测量范围

表格 A- 54　CPU 的模拟量输入的电压表示法

系统		电压测量范围	
十进制	十六进制	0 到 10 V	
32767	7FFF	11.852 V	上溢
32512	7F00		
32511	7EFF	11.759 V	过冲范围
27649	6C01		
27648	6C00	10 V	额定范围
20736	5100	7.5 V	
34	22	12 mV	
0	0	0 V	
负值		不支持负值	

模拟量输出规格

表格 A- 55　模拟量输出

技术数据	说明
输出点数	2
类型	电流
满量程范围	0 到 20 mA
满量程范围（数据字）	0 到 27648
过冲范围	20.01 到 23.52 mA
过冲范围（数据字）	27649 到 32511
上溢范围	参见脚注 [1]
上溢范围数据字	32512 到 32767
分辨率	10 位
输出驱动阻抗	最大 500 Ω
隔离（现场侧与逻辑侧）	无
精度（25 °C/0 到 55 °C）	满量程的 3.0%/3.5%

技术数据	说明
稳定时间	2 ms
电缆长度（米）	100 m，屏蔽双绞线

[1] 在上溢情况下，模拟量输出的行为将符合设备组态属性设置。在"对 CPU STOP 的响应"参数中，选择其中一项："使用替换值"或"保持上一个值"。

CPU 模拟量输出的电流测量范围

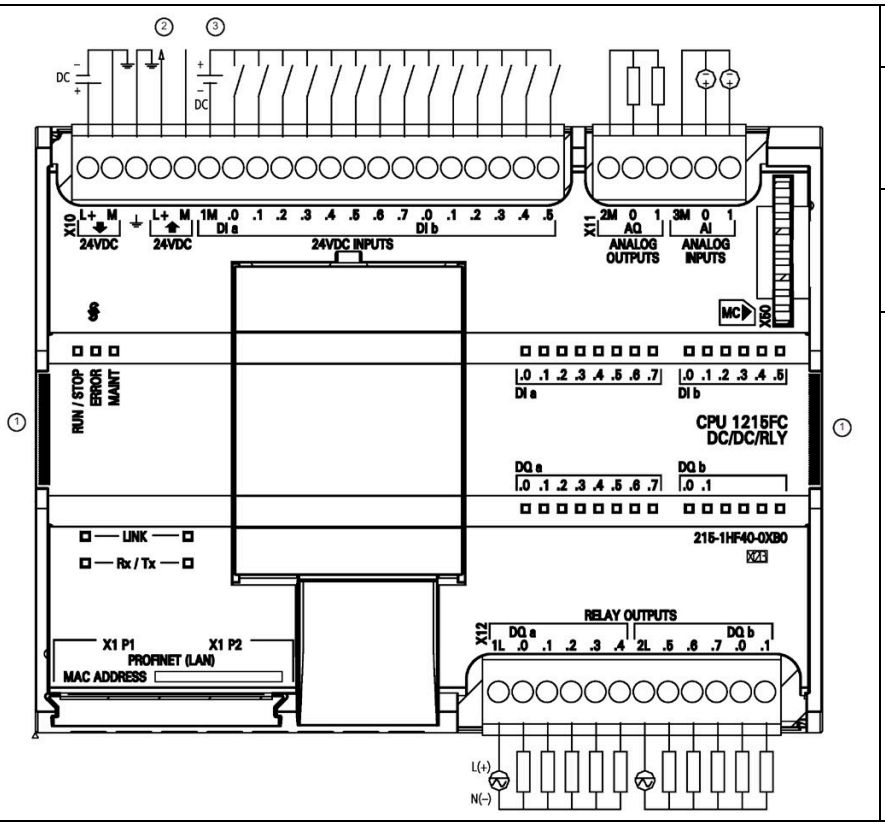
表格 A- 56　CPU 模拟量输出的电流表示

系统		当前输出范围	
十进制	**十六进制**	**0 mA 到 20 mA**	
32767	7FFF	请参见注 1	溢出
32512	7F00	请参见注 1	
32511	7EFF	23.52 mA	过冲范围
27649	6C01		
27648	6C00	20 mA	额定范围
20736	5100	15 mA	
34	22	0.0247 mA	
0	0	0 mA	
负值		不支持负值	

[1] 在上溢情况下，模拟量输出的行为将符合设备组态属性设置。在"对 CPU STOP 的响应"参数中，选择其中一项："使用替换值"或"保持上一个值"。

A.2.5.5 CPU 1215FC 接线图

表格 A- 57 CPU 1215FC DC/DC/继电器 (6ES7215-1HF40-0XB0)



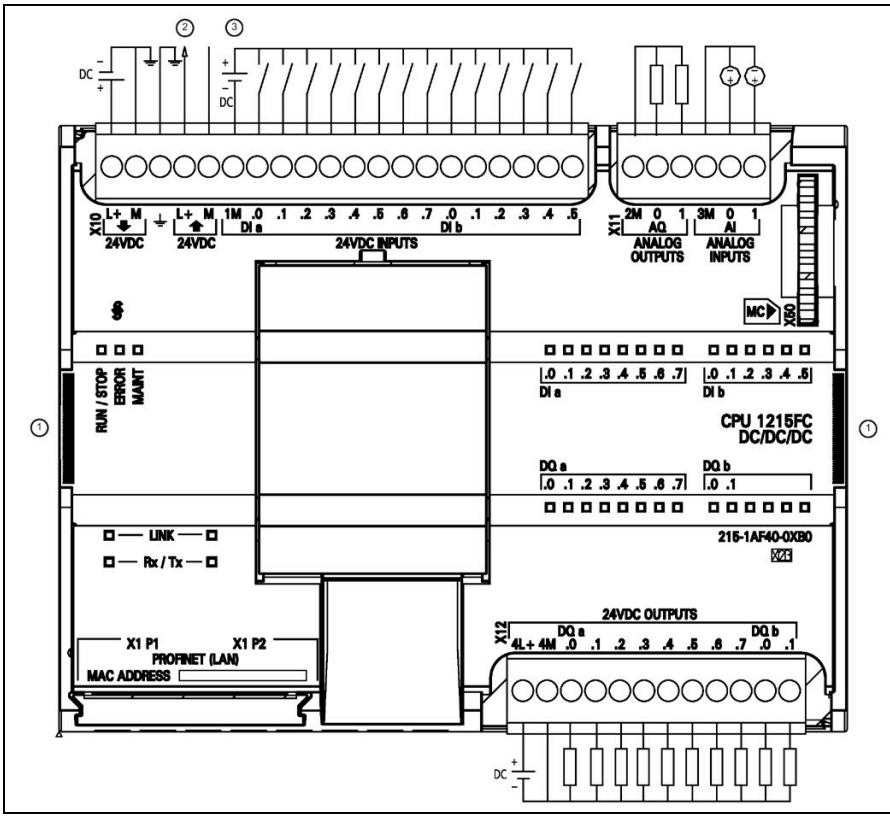
①	两个矩形区域是黄色的。只有故障安全 CPU 包含它们。
②	24 V DC 传感器电源输出 要获得更好的抗噪声效果，即使未使用传感器电源，也可将“M”连接到机壳接地。
③	对于漏型输入，将“-”连接到“M”（如图所示）。 对于源型输入，将“+”连接到“M”。
注：X11 连接器必须镀金。有关产品编号，请参见附录 B“备件”。	

表格 A- 58 CPU 1215FC DC/DC/继电器 (6ES7215-1HF40-0XB0) 的连接器引脚位置

针脚	X10	X11（镀金）	X12
1	L+ / 24 V DC	2M	1L
2	M / 24 V DC	AQ 0	DQ a.0
3	功能性接地	AQ 1	DQ a.1
4	L+ / 24 V DC 传感器输出	3M	DQ a.2
5	M / 24 V DC 传感器输出	AI 0	DQ a.3
6	1M	AI 1	DQ a.4
7	DI a.0	--	2L
8	DI a.1	--	DQ a.5
9	DI a.2	--	DQ a.6
10	DI a.3	--	DQ a.7
11	DI a.4	--	DQ b.0
12	DI a.5	--	DQ b.1
13	DI a.6	--	--
14	DI a.7	--	--
15	DI b.0	--	--

针脚	X10	X11（镀金）	X12
16	DI b.1	--	--
17	DI b.2	--	--
18	DI b.3	--	--
19	DI b.4	--	--
20	DI b.5	--	--

表格 A- 59　CPU 1215FC DC/DC/DC (6ES7215-1AF40-0XB0)



①	两个矩形区域是黄色的。只有故障安全 CPU 包含它们。
②	24 V DC 传感器电源输出 要获得更好的抗噪声效果，即使未使用传感器电源，也可将“M”连接到机壳接地。
③	对于漏型输入，将“-”连接到“M”（如图所示）。对于源型输入，将“+”连接到“M”。
注：X11 连接器必须镀金。有关产品编号，请参见附录 B“备件”。	

表格 A- 60　CPU 1215FC DC/DC/DC (6ES7215-1AF40-0XB0) 的连接器引脚位置

针脚	X10	X11（镀金）	X12
1	L+ / 24 V DC	2 M	4L+
2	M / 24 V DC	AQ 0	4M
3	功能性接地	AQ 1	DQ a.0
4	L+ / 24 V DC 传感器输出	3M	DQ a.1
5	M / 24 V DC 传感器输出	AI 0	DQ a.2
6	1M	AI 1	DQ a.3
7	DI a.0	--	DQ a.4
8	DI a.1	--	DQ a.5
9	DI a.2	--	DQ a.6

针脚	X10	X11（镀金）	X12
10	DI a.3	--	DQ a.7
11	DI a.4	--	DQ b.0
12	DI a.5	--	DQ b.1
13	DI a.6	--	--
14	DI a.7	--	--
15	DI b.0	--	--
16	DI b.1	--	--
17	DI b.2	--	--
18	DI b.3	--	--
19	DI b.4	--	--
20	DI b.5	--	--

说明

应将未使用的模拟量输入短路。

A.3 故障安全信号模块 (SM) 技术数据

A.3.1 故障安全信号模块 (SM)

表格 A- 61 故障安全信号模块

信号模块型号	数字量输入	数字量输出	可拆卸的连接器
SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	8 x 24 V DC (1oo2), 16 x 24 V DC (1oo1) 或混合	-	Y
SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	-	4 X 24 V DC	Y
SM 1226 F-DQ 2 x Relay	-	2 x 继电器	Y

A.3.2 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC

A.3.2.1 属性

产品编号

6ES7226-6BA32-0XB0

属性

SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC 具有以下特性：

- 16 输入(SIL 2/类别 3/PL d)、8 输入(SIL 3/类别 3 或类别 4/PL e)或混合
- 24 V DC 额定输入电压
- 适用于开关和 3/4 线接近开关 (BERO)
- 两个短路检验传感器电源，每个电源可用于八个输入
- 可提供外部传感器电源
- 模块故障显示（DIAG；绿色和红色 LED）
- 每个输入的状态显示（绿色 LED）
- 每个输入的故障显示（红色 LED）
- 可分配的诊断
- 有关 LED 和诊断消息功能的信息请参见"故障诊断" (页 121)。

A.3.2.2 用户数据空间

SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 用户数据空间包括两个字节（16 位）的过程值输入，后跟两个字节的值状态位。

该结构为输入起始地址组态为 8 的 F-DI 的位结构：

输入端子	过程值位	值状态位
DI a.0	I8.0	I10.0
DI a.7	I8.7	I10.7
DI b.0	I9.0	I11.0
DI b.7	I9.7	I11.7

A.3.2.3 规范

表格 A- 62 常规规范

型号		SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC
产品编号		6ES7226-6BA32-0XB0
尺寸 W x H x D (mm)		70 x 100 x 75
重量		250 克
功耗		7 W
电流消耗（SM 总线，5 V DC）		155 mA
电流消耗 (24 V DC)		130 mA + 6 mA / 使用的输入 + 任何使用的 Vs1/Vs2 电流
隔离		• 该模块上的信号端子参考模块上的 M 端子，且相互之间"不隔离"。 • 该模块上的信号端子与 S7-1200 系统内部逻辑和接地点隔离，电压为 707 V DC（型式测试）。
分配的地址区域	输入的 I/O 区域	9 字节

型号		**SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC**	
	输出的 I/O 区域	5 字节	
可达到的最大安全级别	通道数量	1 通道	2 通道
	符合 IEC 61508:2010	SIL 2	SIL 3
	符合 EN ISO 13849-1:2015	类别 3，PL d	类别 4，PL e
故障安全性能特性	安全完整性等级 (SIL)	SIL 2	SIL 3
	低请求模式下的操作（请求时发生故障的平均概率），PFD_avg	5e-4	1e-5
	高请求或持续模式下的操作（每小时危险故障的平均频率），PFH	1e-8	1e-10
	验证测试间隔（任务时间或有效使用寿命）	20 年	20 年
	安全维修时间	100 小时	100 小时
输入状态显示		绿色 LED 指示灯/通道	
输入故障显示		红色 LED 指示灯/通道	
模块故障显示		红色/绿色 LED 指示灯 (DIAG)	
可显示诊断信息		可能（TIA Portal、HMI 或者 Web 页面）	

表格 A- 63　性能

型号	**SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC**
T_{cycle_i}:内部循环时间	8 ms 注：有关更多相关信息，请参见“SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 的响应时间参数” (页 228)。

表格 A- 64　电源（L+、M）

型号	**SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC**
电压范围	20.4 V DC 到 28.8 V DC
浪涌电压	35 V DC，持续 0.5 s
输入电流	• 130 mA，无来自 Vs1 和 Vs2 的输出电流 • 730 mA，含来自 Vs1 和 Vs2 的输出最大电流
保持时间（掉电）	20.4 V DC 时为 1.0 ms
内部熔断器，用户不可更换	2.5 A
反极性保护	√

表格 A- 65　传感器电源 (Vs1/Vs2)

型号	**SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC**
输出数量	2
电压范围	L+ - 2.0 V DC（最小值）
额定输出电流（最大）	300 mA

型号		**SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC**
允许输出的总电流		600 mA
短路保护	选择	√
	操作值	0.7 到 2.1 A

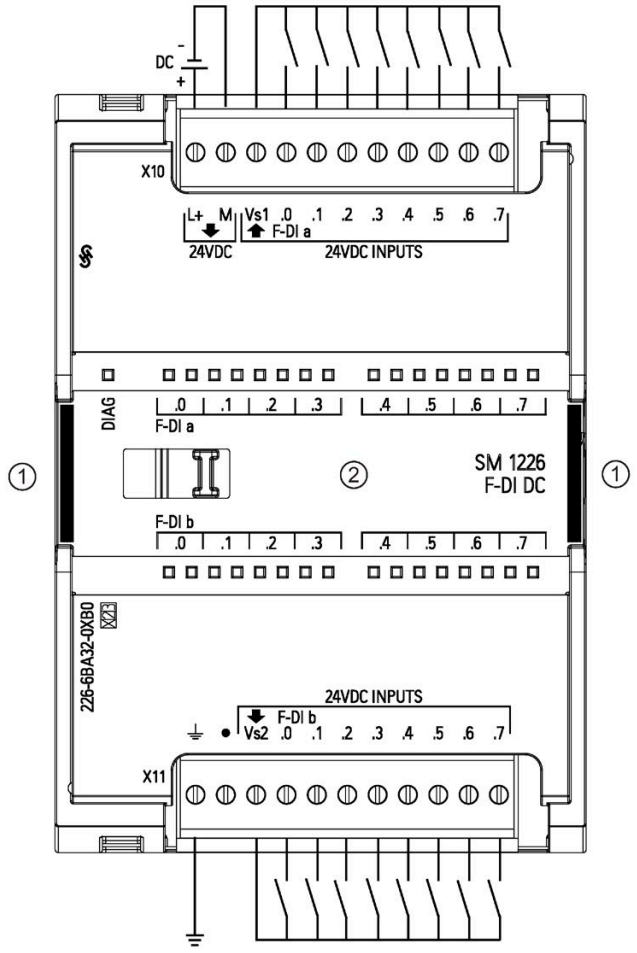
表格 A- 66　数字量输入

型号		**SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC**	
输入点数	1oo1 评估	16 最大值	注：您可以将每一对输入"a.x"和"b.x"分配为单个 1oo2 通道或两个单独的 1oo1 通道。
	1oo2 评估	8 最大值	
类型		漏型（IEC 61131-2 类型 1）	
额定电压		5 mA 时 24 V DC，额定值	
浪涌电压		35 V DC，持续 0.5 s	
逻辑 1 信号		15 V DC（3 mA 时）到 30 V DC（6 mA 时）	
逻辑 0 信号		-30 V DC 到 5 V DC	
2 线制接近开关的连接 (BERO)	选择	不可能	
	允许的静态电流	0.5 mA 最大值	
滤波时间		• 0.8 ms • 1.6 ms • 3.2 ms • 6.4 ms • 12.8 ms 注：更多相关信息，请参见"SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 的响应时间参数" (页 228)。	
同时接通的输入数		16 输入，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时	
电缆长度（米）[1]		• 200 m（非屏蔽），输入滤波时间为 1.6 ms 到 12.6 ms • 200 m（屏蔽），输入滤波时间为 0.8 ms 到 12.6 ms[1]	

[1] 带有一个 0.8 ms 的输入延迟，屏蔽引出线必需用于数字量输入和传感器电源。

A.3.2.4 接线图

表格 A- 67 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC (6ES7226-6BA32-0XB0)



① 两个矩形区域是黄色的。这些仅限在故障安全信号模块上。

② 每个输入配有两个 LED:

- 一个指示通道状态：绿色（亮 = 输入接通,灭 = 输入断开）
- 一个指示通道故障：红色（亮 = 问题/禁用，灭 = 正常，闪烁 = 准备就绪，可以重新集成（激活））

注：有关其它应用接线的说明，请参见"数字量输入应用" (页 72)。

表格 A- 68 SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC (6ES7226-6BA32-0XB0) 的连接器引脚位置

针脚	X10	X11
1	L+ / 24 V DC	功能性接地
2	M / 24 V DC	无连接
3	Vs1 / 24 V DC 传感器电源输出 1	Vs2 / 24 V DC 传感器电源输出 2
4	DI a.0	DI b.0
5	DI a.1	DI b.1
6	DI a.2	DI b.2
7	DI a.3	DI b.3
8	DI a.4	DI b.4
9	DI a.5	DI b.5
10	DI a.6	DI b.6
11	DI a.7	DI b.7

A.3.3 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC

A.3.3.1 属性

产品编号

6ES7226-6DA32-0XB0

属性

SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 具有以下特性：

- 四个输出，P 和 M 开关
- 2 A 输出电流
- 额定负载电压 24 V DC
- 适用于电磁阀、直流接触器和 LED 指示灯
- 模块故障显示（DIAG；绿色和红色 LED）
- 每个输出的状态显示（绿色 LED）
- 每个输出的故障显示（红色 LED）
- 安全等级可达 SIL 3
- 可分配的诊断
- 有关 LED 和诊断消息功能的信息请参见"故障诊断" (页 121)。

A.3.3.2 用户数据空间

SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 用户数据空间包含四个过程值输出位，后跟四个值状态位。

该结构为输入起始地址组态为 8 的 F-DQ DC 模块的位结构：

端子	过程值位	值状态位
F-DQ a.0	Q8.0	I8.0
F-DQ a.1	Q8.1	I8.1
F-DQ a.2	Q8.2	I8.2
F-DQ a.3	Q8.3	I8.3

A.3.3.3 规范

表格 A- 69　常规规范

型号	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC
产品编号	6ES7226-6DA32-0XB0
尺寸 W x H x D (mm)	70 x 100 x 75
重量	270 克

型号		**SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC**
功耗		8 W
电流消耗（SM 总线，5 V DC）		125 mA
电流消耗 (24 V DC)		170 mA + 所有 P 开关输出的负载电流
隔离		• 该模块上的信号端子参考模块上的 M 端子，且相互之间"不隔离"。 • 该模块上的信号端子与 S7-1200 系统内部逻辑和接地点隔离，电压为 707 V DC（型式测试）。
分配的地址区域	输入的 I/O 区域	6 个字节
	输出的 I/O 区域	6 个字节
可达到的最大安全级别	符合 IEC 61508:2010	SIL 3
	符合 EN ISO 13849-1:2015	类别 4，PL e
故障安全性能特性	安全完整性等级 (SIL)	SIL 3
	低请求模式下的操作（请求时发生故障的平均概率），PFD_avg	1e-5
	高请求或持续模式下的操作（每小时危险故障的平均频率），PFH	4e-9
	验证测试间隔（任务时间或有效使用寿命）	20 年
	安全维修时间	100 小时
输出状态显示		绿色 LED 指示灯/通道
输出故障显示		红色 LED 指示灯/通道
模块故障显示		红色/绿色 LED 指示灯 (DIAG)
可显示诊断信息		可能（TIA Portal、HMI 或者 Web 页面）

表格 A- 70　性能

型号	**SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC**
T_{cycle_i}:内部循环时间	8 ms 注：更多相关信息，请参见"SM 1226 F-DI 4 x 24 VDC 的响应时间参数" (页 230)。

表格 A- 71　电源（L+、M）

型号	**SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC**
电压范围	20.4 V DC 到 28.8 V DC
浪涌电压	35 V DC，持续 0.5 s
输入电流	170 mA （不包括所有 P 开关负载的电流）
保持时间（掉电）	• 对于输出无保持时间 • 内部电源为 20.4 V DC 时，1.0 ms

型号	**SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC**
内部熔断器，不可更换	• 1 A，逻辑电源 • 7 A，P 开关输出 F-DQ a.0 和 F-DQ a.1 的公共端 • 7 A，P 开关输出 F-DQ a.2 和 F-DQ a.3 的公共端
反极性保护	√ 注：有关更多信息，请参见 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC“数字量输出”表中的“反极性保护”。

表格 A- 72　数字量输出

型号		**SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC**
输出路数		4
类型		P 和 M 开关
最大电流时的逻辑 1 信号		L+ - 2.0 V DC（最小值）： • P 开关：L+ - 1.5 V DC（最大值）： • M 开关：0.5 V DC（最大值）
逻辑 1 电流		• 2 A 额定值 • 10 mA 到 2.4 A
灯负载		10 W（最大值）
逻辑 0 电流（残余）		• P 开关：0.5 mA，最大值 • M 开关：0.5 mA，最大值
断线监控		无
输出过载保护： • M 开关 • P 开关		支持，除内部不可替换熔断器之外的电子保护器件。 阈值大于或等于 25 A 时，断开感测到这一电流的开关（M- 或 P-）。 在 P 开关处测得 2.4 A 到 3.8 A 的阈值时（400 ms 时间常数滤波器）将两个开关均断开。 如发生较大故障，将断开 7 A 熔断器。注：有关详细信息，请参见“熔断器和电子器件过载保护” (页 212)。
每个公共端的电流（最大值）		8 A
电感钳位电压		• M 开关：+ 48 V DC（参考 M） • P 开关：- 26 V DC（参考 M）
RUN 到 STOP 时的行为		只允许 0（关）
同时接通的输出数		4，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时
并行连接 2 个输出		不可能
数字量输入的控制		不可能
切换频率	电阻负载	30 Hz 对称，最大值
	符合 IEC 60947-5-1 DC13 的感性负载	0.1 Hz 对称，最大值
	灯负载	10 Hz 对称，最大值

型号	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC
电缆长度（米）	• 200 m（非屏蔽） • 200 m（屏蔽）
反极性保护	支持，除在 M 开关和 L 开关之间连接的负载，如果 M 和 L+ 反极性连接则执行该保护。 注：有关详细信息，请参见"数字量输出应用模式 2" (页 78)。

A.3.3.4 熔断器和电子器件过载保护

过载保护用于保护模块不受中等故障（P 开关处电流范围为 2.4 A 到 15 A）的损坏。如果流过 P 开关熔断器的电流超过 15 A，则内部不可替换熔断器将熔断。使用输出电流限定在 15 A 以下的电源为 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 供电，或在电路中使用外部熔断器或非短路负载元件，从而防止内部熔断器被熔断。

内部电子器件限定会导致通道被禁用并报告过载。如果未对设备产生损坏，则可以在排除外部故障后重新集成通道。

A.3.3.5 切换负载

连接容性负载

如 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC P 和 M 的开关情况所示，负载电容会延迟电压响应。对于跨接 P 和 M 开关、电容为 C、并联电阻为 R 的容性负载，其"最大回读时间"(Maximum readback time) 需要比 1 个负载时间常数 (R * C) 长。当在位模式测试期间短暂切断通电负载时，通过该参数设置，将能够提供足够时间以观察可感测的电压变化。如果最终的"最大回读时间"(Maximum readback time) 对于您的应用过长，可以通过增加负载两端并联的电阻来减少 R * C 时间常数，从而减少这一时间。

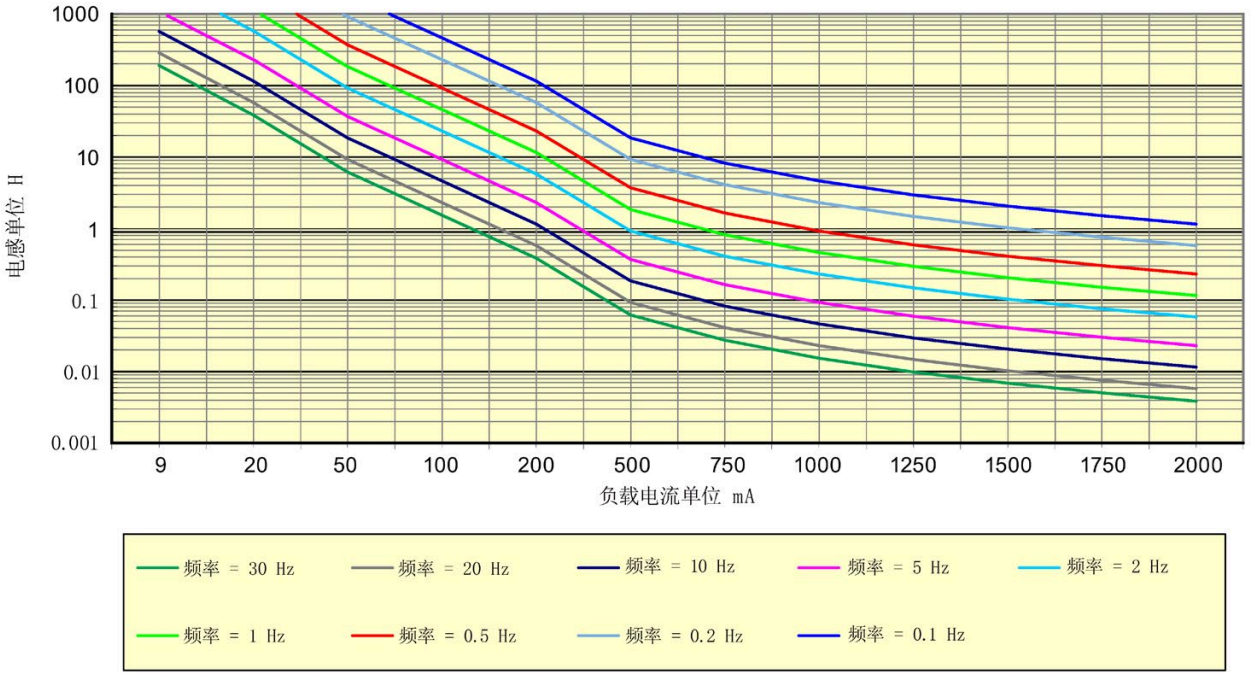
负载电路与接地点、M 和 P 之间的寄生电容会增加"接通测试的最大回读时间"(Maximum readback time switch on test) 所需的时间。进行位模式测试期间，模块诊断将断电负载的 P 或 M 开关接通时，负载两侧电压将被驱动至 L+ 和 M 处的电位，且由寄生电容进行限定。通常情况下，这一作用非常小。

"接通测试的最大回读时间"(Maximum readback time switch on test) 应该足够长以使负载电路电压能够做出相应反应，如果负载一侧的 P 或 M 故障，则测试对侧开关不应导致负载做出机械响应。

包含较低串接电阻的容性负载（包括带有输入电容的电源）会有一个较大的冲击电流。如果容性负载较大，应增加串联电阻来减少冲击电流，从而减少接通正常负载时熔断器熔断或检测到过流故障的风险。

切换感性负载

下图显示了仅使用 F-DQ DC 输出的内部抑制电路时，最大允许感性负载和开关频率。您应该为更大感性负载或切换更频繁的感性负载配备外部抑制电路，从而避免 F-DQ DC 输出开关过早发生故障。外部抑制必须以小于内部抑制阈值的电压提供负载电流，从而避免内部抑制电路超载。更多有关信息，请参见"感性负载使用准则" (页 104)：



⚠警告

未经抑制的感性负载会导致故障。

可能会发生下列故障：

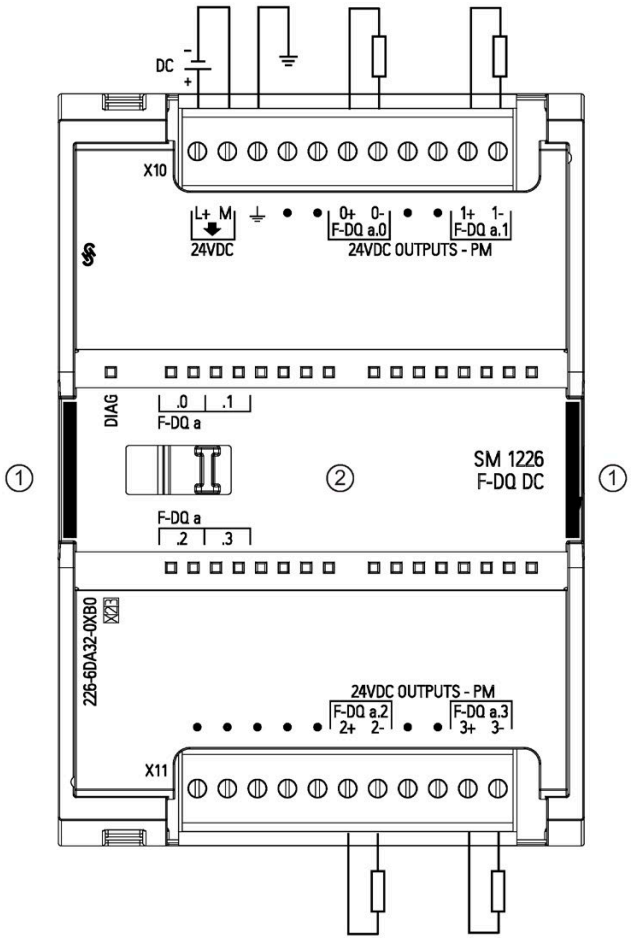
- 未抑制的感性负载会导致 F-DQ DC 和 F-RLY 输出过早"卡死"故障。
- 开关未经抑制的感性负载会对 PLC 系统及正确处理安全功能造成电磁干扰危险。

如果不采取适当的预防措施，可能导致死亡、严重人身伤害以及机器和设备损坏。

应将抑制电路与感性负载配合使用，来限制控制输出断开时的电压升高并且限制开关感性负载时产生的电气噪声。

A.3.3.6 接线图

表格 A- 73 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC (6ES7226-6DA32-0XB0)



① 两个矩形区域是黄色的。这些仅限在故障安全信号模块上。

② 每个输出两个 LED 指示灯：

- 一个指示通道状态：绿色（亮 = 输出接通，灭 = 输出断开）
- 一个指示通道故障：红色（亮 = 问题/禁用，灭 = 正常，闪烁 = 准备就绪，可以重新集成（激活））

注：有关其它应用接线的信息，请参见"数字量输出应用" (页 77)。

表格 A- 74 SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC (6ES7226-6DA32-0XB0) 的连接器的引脚位置

针脚	X10	X11
1	L+ / 24 V DC	无连接
2	M / 24 V DC	无连接
3	功能性接地	无连接
4	无连接	无连接
5	无连接	无连接
6	F-DQ a.0+ / P 开关	F-DQ a.2+ / P 开关
7	F-DQ a.0- / M 开关	F-DQ a.2- / M 开关
8	无连接	无连接
9	无连接	无连接
10	F-DQ a.1+（P 开关）	F-DQ a.3+（P 开关）
11	F-DQ a.1-（M 开关）	F-DQ a.3-（M 开关）

A.3.4 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器

A.3.4.1 属性

产品编号

6ES7226-6RA32-0XB0

属性

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器有以下特性：

- 两个继电器输出电（每个输出可切换两个电路）
- 5 A 输出电流
- 额定负载电压 24 V DC 或者 24 V AC 到 230 V AC
- 模块故障显示（DIAG；绿色和红色 LED）
- 每个输出的状态显示（绿色 LED）
- 每个输出的故障显示（红色 LED）
- 安全级别可达到 SIL 3
- 可分配的诊断
- 有关 LED 和诊断消息功能的信息请参见"故障诊断" (页 121)。

A.3.4.2 用户数据空间

SM 1226 F-DQ 2 x 继电器用户数据空间包含两个过程值输出位，后跟两个值状态位。

该结构为输入起始地址组态为 8 的 F-RLY 模块的位结构：

端子	过程值位	值状态位
F-DQ a.0	Q8.0	I8.0
F-DQ a.1	Q8.1	I8.1

A.3.4.3 规范

表格 A- 75　常规规范

型号	SM 1226 F-DQ 2 x 继电器
产品编号	6ES7226-6RA32-0XB0
尺寸 W x H x D (mm)	70 x 100 x 75
重量	340 克
功耗	10 W
电流消耗（SM 总线，5 V DC）	120 mA
电流消耗 (24 V DC)	300 mA

型号		**SM 1226 F-DQ 2 x 继电器**
分配的地址区域	输入的 I/O 区域	6 个字节
	输出的 I/O 区域	6 个字节
可达到的最大安全级别	符合 IEC 61508:2010	SIL 3
	符合 EN ISO 13849-1:2015	类别 4，PL e
故障安全性能特性	安全完整性等级 (SIL)	SIL 3
	低请求模式下的操作（请求时发生故障的平均概率），PFD_avg	1e-5
	高请求或持续模式下的操作（每小时危险故障的平均频率），PFH	4e-9
	验证测试间隔（任务时间或有效使用寿命）	20 年
	安全维修时间	100 小时
输出状态显示		绿色 LED 指示灯/通道
输出故障显示		红色 LED 指示灯/通道
模块故障显示		红色/绿色 LED 指示灯 (DIAG)
可显示诊断信息		可能（TIA Portal、HMI 或者 Web 页面）

表格 A- 76　性能

型号	**SM 1226 F-DQ 2 x 继电器**
T_{cycle_r}:内部循环时间	8 ms 注：更多相关信息，请参见“SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的响应时间参数” (页 231)。

表格 A- 77　电源（L+、M）

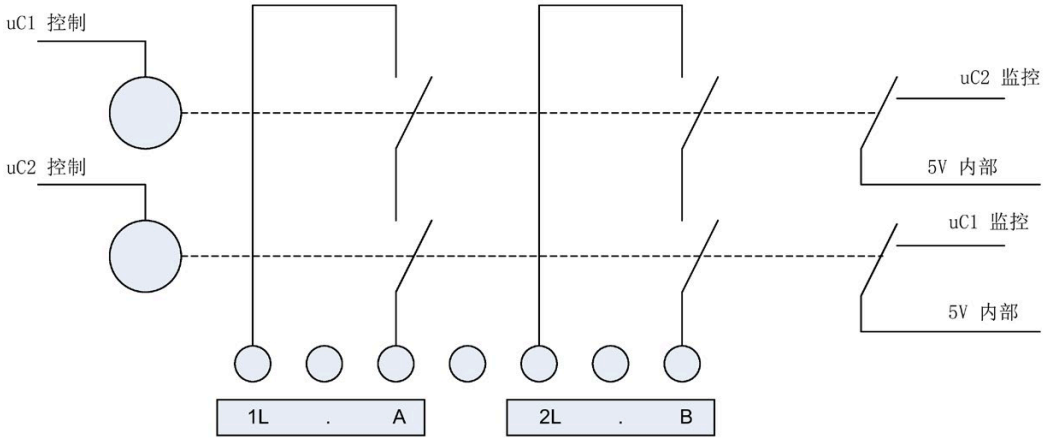
型号	**SM 1226 F-DQ 2 x 继电器**
电压范围	20.4 V DC 到 28.8 V DC
浪涌电压	35 V DC，持续 0.5 s
输入电流	300 mA
隔离（L+、M 到 S7-1200 内部逻辑和接地点）	707 V DC（型式测试）
保持时间（掉电）	• 对于输出无保持时间 • 输出关闭时，内部电源为 20.4 V DC 时为 1.0 ms • 20.4 V DC 时为 0.5 ms（接通任一输出或两个输出均接通时）
内部熔断器，用户不可更换	1 A，内部电源
反极性保护	√

表格 A- 78　数字量输出

型号		**SM 1226 F-DQ 2 x 继电器**
输出路数		2（每个输出对应 2 个电路）
类型		继电器，在模块内部监控的机械连接式感测触点
电压范围		5 到 30 V DC 或 5 到 250 V AC
输出电流	连续热电流	每个电路最大值为 5 A
	最小负载电流	5 mA
每个公共端的电流		5 A
每个模块的电流（最大值）- 所有输出电路		10 A，55 °C（水平）或 45 °C（垂直）时
通态触点电阻		新设备最大值为 0.2 Ω
断线监控		无
输出短路保护		无；需要外部熔断器或断路器。符合 IEC 60269 标准的 gG 类型常规用途熔断器，每个电路最大电流为 5 A。 部分应用标准需要降额。
输出的过载保护		无
隔离（输出电路到逻辑）		2200 V AC，适用于过压类别 III
隔离（输出电路到电源）		2200 V AC，适用于过压类别 III
隔离（相同输出的电路之间）		2200 V AC 注：相同输出的电路之间的隔离（A 电路与 B 电路之间）不能用于隔离 SELV/PELV 的线电压。
隔离（输出到输出）		2200 V AC；用于过压类别 III，包括过压类别 III 到 SELV 隔离或不同相隔离。
隔离组		4
电感钳位电压		无；需要外部保护
接通延时时间		两个串联触点都关闭的情况一般需要 20 ms，包括 8 ms 的（用于关闭两个触点的）指令间隔
关断延时时间		一般第一个串联触点断开需要 16 ms，第二个触点约在 40 ms 之后断开。
RUN 到 STOP 时的行为		只允许 0（“关”）
同时接通的输出数		2
并行连接 2 个输出		具有冗余功能。不要超出单个继电器额定负载。
数字量输入的控制		24 V DC SELV 电源
切换频率	阻性负载	2 Hz，最大值
	感性负载，符合 IEC 60947-5-1 DC13	0.1 Hz，最大值
	感性负载，符合 IEC 60947-5-1 AC15	2 Hz，最大值
	感性负载，符合 UL 508	Pilot Duty B300, R300
电缆长度（米）		• 200 m（屏蔽） • 200 m（非屏蔽）
反极性保护		-

A.3.4.4 继电器输出电路

SM 1226 F DQ 2 x 继电器有两个输出通道（F-DQ a.0 和 F-DQ a.1）。每个通道包括两个可同时切换且以机械方式连接的触点的电路。每个电路有两个由独立继电器线圈控制的串联触点。每个电路中串联触点的断开与闭合已确定顺序，已避免常见的磨损故障。



输出通道 a.0：两个电路通过控制作为一个过程输出通道

请参见 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 (页 216)技术参数，“数字量输出”表中的隔离描述。

⚠警告

SM 1226 F DQ 2 x 继电器同一通道中的相邻继电器触点不适用于 SELV/PELV 中单独的交流线路。

如果 SELV/PELV 电路的接线接近于此模块的高压电路，可能会导致死亡或严重的人身伤害以及机器和设备损坏。

每个输出的 A 和 B 电路必须都是交流线路或者都是 SELV。

A.3.4.5 触点开关性能和使用寿命

请注意下表所列的“触点开关性能和使用寿命”。应将感性负载与抑制电路配合使用来避免缩短继电器触点寿命并且避免过多的开关噪声。更多有关信息，请参见“感性负载使用准则” (页 104)：

表格 A- 79 触点开关性能和使用寿命

负载	电压	电流	常开 (NO) 触点开关次数（典型值）
阻性负载	24 V DC	5.0 A	35 万次
		3.0 A	50 万次
		2.0 A	75 万次
		1.0 A	18 万次
		0.5 A	400 万次
	230 V AC	5.0 A	10 万次
		3.0 A	15 万次

负载	电压	电流	常开 (NO) 触点开关次数（典型值）
		2.0 A	20 万次
		1.0 A	40 万次
		0.5 A	80 万次
符合 IEC 60947-5-1 DC13/AC15 标准的感性负载	24 V DC	1.0 A	10 万次
		0.5 A	20 万次
	230 V AC	1.0 A	20 万次
		0.5 A	35 万次

⚠警告

未经抑制的感性负载会导致故障。

未经抑制的感性负载会导致发生下列故障：

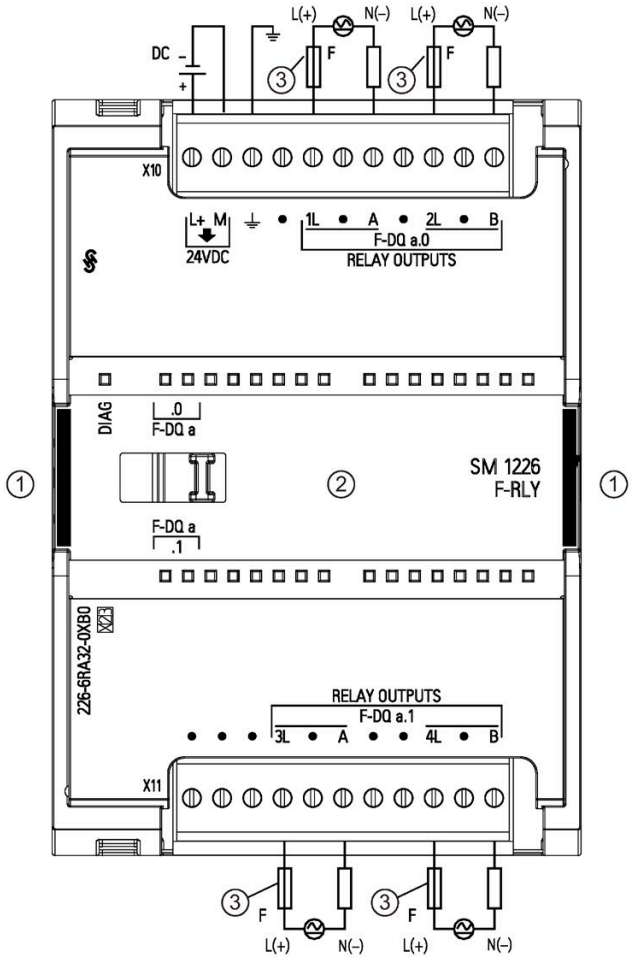
- 未经抑制的感性负载会导致 F-DQ 和 F 继电器输出过早"卡死"故障。
- 开关未经抑制的感性负载会对 PLC 系统及正确处理安全功能造成电磁干扰危险。

如果不采取适当的预防措施，可能导致死亡、严重人身伤害以及机器和设备损坏。

应将抑制电路与感性负载配合使用，来限制控制输出断开时的电压升高并且限制开关感性负载时产生的电气噪声。

A.3.4.6 接线图

表格 A- 80 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 (6ES7226-6RA32-0XB0)



① 两个矩形区域是黄色的。这些仅限在故障安全信号模块上。

② 每个输出两个 LED 指示灯：

- 一个指示通道状态：绿色（亮 = 输出接通，灭 = 输出断开）
- 一个指示通道故障：红色（亮 = 问题/禁用，灭 = 正常，闪烁 = 准备就绪，可以重新集成（激活））

③ 外部熔断器

注：有关其它应用接线的信息，请参见"数字量输出应用" (页 77)。

⚠警告

需要外部熔断器或断路器

使用符合 IEC 60269 标准的 gG 类型常规用途断路器，每个电路最大电流为 5 A。一些应用标准要求降额使用，从而不将触点焊接问题纳入故障范围。

若未遵从上述安装要求，可能导致死亡、人员重伤和财产损失。

安装 S7-1200 模块时请始终遵从上述要求。

表格 A- 81　SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的连接器引脚位置 (6ES7226-6RA32-0XB0)

针脚	X10	X11
1	L+ / 24 V DC	无连接
2	M / 24 V DC	无连接
3	功能性接地	无连接
4	无连接	3L
5	1L	无连接
6	无连接	A/DQ a.1
7	A/DQ a.0	无连接
8	无连接	无连接
9	2L	4L
10	无连接	无连接
11	B/DQ a.0	B/DQ a.1

A.4 随附产品

A.4.1 PM1207 电源模块

PM1207 是 SIMATIC S7-1200 的电源模块。它可以提供以下功能：

- 输入：120/230 V AC，输出：24 V DC/2.5 A
- 订货号：6ESP332-1SH71-4AA0

有关该产品以及产品文档的详细信息，请参见 PM1207 的产品目录网站 (https://eb.automation.siemens.com/mall/en/de/Catalog/Product/6AG1332-1SH71-4AA0)

订购信息

B

B.1 故障安全 CPU

表格 B- 1 故障安全 CPU

项		产品编号
CPU 1212FC	CPU 1212FC DC/DC/DC	6ES7212-1AF40-0XB0
	CPU 1212FC DC/DC/继电器	6ES7212-1HF40-0XB0
CPU 1214FC	CPU 1214FC DC/DC/DC	6ES7214-1AF40-0XB0
	CPU 1214FC DC/DC/继电器	6ES7214-1HF40-0XB0
CPU 1215FC	CPU 1215FC DC/DC/DC	6ES7215-1AF40-0XB0
	CPU 1215FC DC/DC/继电器	6ES7215-1HF40-0XB0

B.2 故障安全信号模块 (SM)

表格 B- 2 故障安全信号模块 (SM)

项		产品编号
数字量输入	SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC	6ES7226-6BA32-0XB0
数字量输出	SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC	6ES7226-6DA32-0XB0
	SM 1226 F-DQ 2 x Relay	6ES7226-6RA32-0XB0

B.3 其它模块

表格 B- 3 随附产品

项		产品编号
电源	PM 1207 电源	6EP1332-1SH71-4AA0

B.4 备件和其它硬件

表格 B- 4 扩展电缆、仿真器和末端保持器

项		产品编号
I/O 扩展电缆	I/O 扩展电缆，2 mm	6ES7290-6AA30-0XA0
I/O 仿真器	仿真器（1212FC - 8 位）	6ES7274-1XF30-0XA0

项		产品编号
	仿真器（1214FC/1215FC - 14 位）	6ES7274-1XH30-0XA0
电位计模块	S7-1200 电位计模块	6ES7274-1XA30-0XA0
以太网应变消除装置	单端口 RJ45 应变消除装置，10/100 Mbit/sec	6ES7290-3AA30-0XA0
	双端口 RJ45 应变消除装置，10/100 Mbit/sec	6ES7290-3AB30-0XA0
备用门配件	CPU 1212FC	6ES7291-1AA30-0XA0
	CPU 1214FC	6ES7291-1AB30-0XA0
	CPU 1215FC	6ES7291-1AC30-0XA0
	单个模块，45 mm	6ES7291-1BA30-0XA0
	单个模块，70 mm	6ES7291-1BB30-0XA0
	通信模块（用于 6ES72xx-xxx32-0XB0 和 6ES72xx-xxx30-0XB0 模块）	6ES7291-1CC30-0XA0
末端保持器	末端保持器（热塑），10 mm	8WA1808
	末端保持器（钢制），10.3 mm	8WA1805

B.5 故障安全端子排备件套件

表格 B- 5 故障安全 CPU – 端子排备用套件

如果您拥有故障安全 CPU（产品编号）	使用此端子排备用套件（每包 4 件）		
	端子排订货号	同等的直插式端子块订货号	端子排描述
CPU 1212FC DC/DC/DC (6ES7212-1AF40-0XB0)	6ES7292-1BC30-0XA0	6ES7292-2BC30-0XA0	3 针，镀金
	6ES7292-1AH30-0XA0	6ES7292-2AH30-0XA0	12 针，镀锡
	6ES7292-1AP30-0XA0	6ES7292-2AP30-0XA0	20 针，镀锡
CPU 1212FC DC/DC/Relay (6ES7212-1HF40-0XB0)	6ES7292-1BC30-0XA0	6ES7292-2BC30-0XA0	3 针，镀金
	6ES7292-1AH30-0XA0	6ES7292-2AH40-0XA0	3 针，镀金
	6ES7292-1AP30-0XA0	6ES7292-2AP30-0XA0	12 针，镀锡，带槽
CPU 1214FC DC/DC/DC (6ES7214-1AF40-0XB0)	6ES7292-1BC30-0XA0	6ES7292-2BC30-0XA0	3 针，镀金
	6ES7292-1AM30-0XA0	6ES7292-2AM30-0XA0	12 针，镀锡
	6ES7292-1AV30-0XA0	6ES7292-2AV30-0XA0	20 针，镀锡
CPU 1214FC DC/DC/Relay (6ES7214-1HF40-0XB0)	6ES7292-1BC30-0XA0	6ES7292-2BC30-0XA0	3 针，镀金
	6ES7292-1AM40-0XA0	6ES7292-2AM40-0XA0	12 针，镀锡，带槽
	6ES7292-1AV30-0XA0	6ES7292-2AV30-0XA0	20 针，镀锡
CPU 1215FC DC/DC/DC (6ES7215-1AF40 0XB0)	6ES7292-1BF30-0XB0	6ES7292-2BF30-0XB0	6 针，镀金
	6ES7292-1AM30-0XA0	6ES7292-2AM30-0XA0	12 针，镀锡
	6ES7292-1AV30-0XA0	6ES7292-2AV30-0XA0	20 针，镀锡
CPU 1215FC DC/DC/Relay (6ES7215-1HF40 0XB0)	6ES7292-1BF30-0XB01	6ES7292-2BF30-0XB0	6 针，镀金
	6ES7292-1AM40-0XA0	6ES7292-2AM40-0XA0	2 针，镀锡，带键
	6ES7292-1AV30-0XA0	6ES7292-2AV30-0XA0	20 针，镀锡

表格 B- 6　　故障安全信号模块 – 端子排备用套件

如果您拥有故障安全信号模块（产品编号）	使用此端子排备用套件（每包 4 件）		
	端子排订货号	同等的直插式端子块订货号	端子排描述
SM 1226 F-DI (6ES7226-6BA32-0XB0)	6ES7292-1AL30-0XA0	6ES7292-2AL30-0XA0	11 针，镀锡
SM 1226 F-DQ (6ES7226-6DA32-0XB0)	6ES7292-1AL30-0XA0	6ES7292-2AL30-0XA0	11 针，镀锡
SM 1226 F-Relay (6ES7226-6RA32-0XB0)	6ES7292-1AL40-0XA0	6ES7292-2AL40-0XA0	11 针，镀锡，带键

B.6　　编程软件

表格 B- 7　　编程软件

SIMATIC 软件		产品编号
编程软件	STEP 7 Basic V14	6ES7822-0AA04-0YA5
	STEP 7 Professional V14	6ES7822-1AA04-0YA5
	STEP 7 Safety Advanced V14	6ES7833-1FA12-0YA5
	STEP 7 Safety Basic V14	6ES7833-1FB13-0YA5
可视化软件	WinCC Basic V14 SP1	6AV2100-0AA01-0AA0
	WinCC Comfort V14 SP1	6AV2101-0AA01-0AA5
	WinCC Advanced V14 SP1	6AV2102-0AA01-0AA5
	WinCC Professional V14 SP1（512 个 PowerTag）	6AV2103-0DA01-0AA5
	WinCC Professional V14 SP1（4096 个 PowerTag）	6AV2103-0HA01-0AA5
	WinCC Professional V14 SP1（最多数量的 PowerTag）	6AV2103-0XA01-0AA5

故障安全响应时间

C

C.1 最大系统响应时间

计算最大系统响应时间

您可以使用"SIMATIC STEP 7 Safety Advanced V14：F-执行时间、F-运行时间、F-显示与反应时间" (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49368678/133100).) Excel 文件 (RT_calculator) 计算您的最大系统相应时间。使用组态的各个故障安全 SM 计时参数和此附录中包括的模块特性参数来确定系统的最大响应时间。

包括数据传输延迟

下面给出的 T_{CYCLE} 参数值包括故障安全 SM 通过 S7-1200 I/O 总线在事务中获取和发送 PROFIsafe 消息允许的时间。故障安全 CPU 中安全 FB 的执行时间包括在故障安全 SM 和故障安全 CPU 之间传输的 PROFIsafe 消息的物理传输延迟时间。在计算中不包含任何单独的传输延迟参数。

C.2 SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 的响应时间参数

SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 的设备确认最长时间

T_{DAT_i} 9.44 ms	设备确认时间：这是来自 F-DI 的 PROFIsafe 消息包括对新的虚拟监控编号的响应的最长时间。可将此值输入 RT_calculator，用于计算 F 监视时间。

SM 1226 F-DI 16 x 24 VDC 的最大响应时间

1oo1 评估：

$T_{WCDT_i} = T_{filter} + T_{sct} + 2 \times T_{cycle_i}$

$T_{OFDT_i} = T_{WCDT_i} + T_{scf}$

1oo2 评估：

$T_{WCDT_i} = T_{filter} + T_{sct} + 2 \times T_{cycle_i}$

$T_{OFDT_i} = T_{WCDT_i} + T_{DIS}$

其中：

T_{WCDT_i}	最坏情况延时时间：F-DI 从数字量输入信号跳变到安全消息帧可靠地用于故障安全 CPU 请求的最大响应时间。
T_{OFDT_i}	一个故障延时时间：F-DI 报告通道已禁用的最大响应时间。
T_{filter}	为通道组态的"输入滤波"时间

T_{DIS}	差异时间： • 1oo2 通道从“0”变为“1”时组态的“差异时间” • 1oo2 通道从“1”变为“0”并且为差异行为组态"提供最后一个有效值" (Supply last valid value) 选项时组态的“差异时间” • 1oo2 通道从“1”变为“0”并且为差异行为组态“提供 0 值”(Supply value 0) 选项，则为“0” • 对于 1oo1 通道为“0” 应将传感器输入之间的预期差异时间包括在传感器延迟中。可以将 T_{DIS} 包括在 T_{OFDT} 中，作为 F-DI 由于差异时间故障情况的延伸而禁用通道的时间延迟。 此参数会在 RT_calculator 中单独列出。如果将 T_{DIS} 作为单独的项输入，则不要将 T_{DIS} 包括在输入 RT_calculator 的 T_{OFDT} 值中。
T_{sct}	短路测试持续时间的时间延迟： • 如果未组态任何短路测试，则为“0” • 1oo2 通道从“1”变为“0”并且为差异行为组态“提供 0 值”(Supply value 0) 选项，则为“0” • 如果已组态短路测试，则为“短路测试持续时间”+“输入滤波”时间 （确认：如果已组态短路测试，则“输入滤波”在 T_{WCDT_i} 的等式中会出现两次。）
T_{scf}	短路故障检测的时间延迟： • 当在高要求或连续模式下运行并且依靠短路测试达到所需的安全完整性等级时，为已组态的“短路测试时间间隔” • 当不依靠短路测试来达到所需的安全完整性等级时，为“0”
T_{cycle_i} 8 ms	F-DI 的内部循环时间

“2 x T_{cycle_i}”期间允许其它输入延时恰好在一个循环开头处完成。F-DI 可处理并报告在下一个循环中更改的输入数据。

C.3 SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC 的响应时间参数

SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC 的设备确认最长时间

T_{DAT_q} 12.98 ms	设备确认时间：这是来自 F-DQ DC 的 PROFIsafe 消息包括对新的虚拟监控编号的响应的最长时间。可将此值输入 RT_calculator，用于计算 F 监视时间。

SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC 的最大响应时间

$T_{WCDT_q} = T_{rb} + MAX\ (T_{rb}, T_{rb_swon}) + 2 \times T_{cycle_q}$

$T_{OFDT_q} = T_{WCDT_q}$

其中：

T_{WCDT_q}	F-DQ DC 从接收故障安全 CPU 安全程序中的安全消息帧到数字量输出信号跳转的最大响应时间
T_{OFDT_q}	一个故障延时时间：F-DQ DC 在检测到通道或者模块故障时断开某个输出的最大响应时间。
T_{rb}	为通道组态的"最大回读时间"
T_{rb_swon}	为通道组态的"接通测试的最大回读时间"
T_{cycle_q} 8 ms	F-DQ DC 的内部循环时间

"2 x T_{cycle_q}"期间允许恰好在一个循环开头发送来自故障安全 CPU 的新的过程值。F-DQ DC 处理更改后的输出请求并向下一个循环中的输出开关应用新数据。

在 F-DQ DC 命令输出开关更改后，在组态的回读时间结束后负载后才会达到实际电压。如果正在执行位模式测试，在可应用的回读时间结束签，不会对开关应用新的过程值。

SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC 允许的最短关断时间

F-DQ DC 要在接收新的从"断"到"通"的指令之前，完成并确认每次从"通"到"断"的跳变。表示短于 T_{WCDT_q} 的过程值"0"会导致通道禁用。

C.4 SM 1226 F-DQ 2 x 继电器的响应时间参数

SM 1226 F-DQ 2 x Relay 的设备确认最长时间

T_{DAT_r} 11.93 ms	设备确认时间：这是来自 F-RLY 的 PROFIsafe 消息包括对新的虚拟监控编号的响应的最长时间。可将此值输入 RT_calculator，用于计算 F 监视时间。

SM 1226 F-DQ 2 x Relay 的最大响应时间

T_{WCDT_r} **= 30 ms +** **2 x** T_{cycle_r}	"断"到"通"
T_{WCDT_r} **= 30 ms +** **2 x** T_{cycle_r}	"通"到"断"，常规跳变，无故障
T_{WCDT_r} **= 70 ms +** **2 x** T_{cycle_r}	"通"到"断"，故障，序列对中最后接通/最先断开的继电器卡在"通"状态。

$T_{OFDT_r} = T_{WCDT_r}$

其中：

T_{WCDT_r}	F-RLY 从接收故障安全 CPU 安全程序中的安全消息帧到继电器触点完全响应的最大响应时间
T_{OFDT_r}	一个故障延时时间：F-RLY 在检测到通道或者模块故障时断开某个输出的最大响应时间。
T_{cycle_r} 8 ms	F-RLY 的内部循环时间

"2 x T_{cycle_r}"期间允许恰好在一个循环开头发送来自故障安全 CPU 的新的过程值。F-RLY 处理更改请求并向下一个循环中的继电器应用新数据。

SM 1226 F-DQ 2 x Relay 允许的最短关断时间

F-RLY 要在接收新的从“断”到“通”的指令之前，完成并确认每次从“通”到“断”的跳变。表示短于“T_{min_off}”的过程值“0”会导致通道禁用。

$T_{min_off} = 2 \times T_{cycle_r} + 150\ ms$

术语表

1oo1

不带冗余通道的功能安全架构。要执行安全功能，要求使用提供的 1 个信号/逻辑通道。单个危险故障会导致出现安全功能丢失的危险情况。

1oo2

带有两个通道的功能安全架构。要执行安全功能，要求使用提供的 2 个信号/逻辑通道中的一个。某一通道中存在危险故障时，仍然可以执行安全功能。

CRC 签名

CRC（循环冗余校验）签名是循环冗余校验和，用于确认 PROFIsafe 消息内容和顺序的完整性。

ES

工程**系**统 (ES)：工程系统是基于 PC 的组态系统，可以针对手头任务对过程控制系统进行方便的、可视化修改。

F 监视时间

F 监视时间是禁用通道之前 SM 或 CPU 等待无错通信（含有预期的新虚拟监控编号）的时间。

F 系统

故障安全系统。

F 运行组

F 运行组包含一个用于调用主安全块（FB 或 FC）的 F-OB（循环 OB 或循环中断 OB）。然后必须通过此主安全块调用其它用户特定的安全功能。

F-DI、F-DQ DC 和 F-RLY

本手册将以下短名称用于 S7-1200 故障安全 SM：

- F-DI：SM 1226 DI 16 x 24 V DC
- F-DQ DC：SM 1226 DQ 4 x 24 V DC
- F-RLY：SM 1226 DQ 2 x 继电器

F-FB/F-FC

故障安全函数块 (FB) 和函数调用 (FC) 是程序单元，可在其中使用 F-FBD 或 F-LAD 编程安全程序。FB 包括一个背景 DB（数据块），其保留有关程序中的函数特定用法的信息。例如，定时器的每个特定实例具有一个 DB，该 DB 用来保留每个定时器更新的结果。FC 不含背景数据块，因此，在对 FC 的调用之间不会传递任何信息。

F-I/O

故障安全输入和输出信号模块 (SM) 的通用术语。

M

指 24 V DC 电源电路 0 V DC 基准点。当涉及 F-DQ DC 模块输出时，M 可以指将负载连接到 M 的开关输出。

P

指 24 V DC 电源正极。当涉及 F-DQ DC 模块输出时，P 可以指将负载连接到 P 的开关输出。

PFD_avg

请求时发生故障的平均概率 (PFD_avg)。用于对极少数情况下需要实施安全功能（根据请求）而安全功能无法按预期执行的可能性进行评估。PFD 通常用于安全功能应用，这些应用旨在对发生频率小于每年一次的非寻常意外事件或紧急事件做出操作响应。

PFH

每小时危险故障的平均频率 (PFH)。系统的危险故障的平均频率，需要运行该系统的频率多于每年一次以启动或保持安全状态。与常规机器操作关联的大多数安全功能使用 PFH 作为典型的安全指标。

PL

性能等级 (PL)：在 EN ISO 13849 中定义等级“a”到“e”，等级“e”是高级安全性能。较高的 PL 与较低的危险故障概率相关联。

PM

在涉及 F-DQ DC 输出模块时，指 DC 输出点，包括连接 P 的开关和连接 M 的开关。典型应用针对在 P 和 M 开关之间连接的负载，有时称为“PM 模式”。

PROFIsafe

为实现安全信息的安全传输而提供的通信协议，包括顺序规定和消息的时间监控。

PROFIsafe 地址

在包含中央 F-IO 的网络中，是每个 F-IO 的唯一标识符。PROFIsafe 地址包括 F 源地址和 F 目标地址。

SIL

在 IEC 61508 中定义安全完整性等级 (SIL) 值 1 到 4。较高的安全完整性等级与较低的危险故障概率相关联。

安全程序

安全程序是与安全相关的用户程序。

安全功能（背景：PLC 内部）

术语"安全功能"可以指包括程序块元素在内的 PLC 系统内部功能，这些功能对于安全程序的开发以及确保按设计执行用户或应用安全功能很有帮助。

安全功能（背景：用户或应用级别）

安全系统的一个特定操作。虽然该术语可以用于总体目标（例如，"保护操作者免受锯片伤害"），但安全系统分析通常包括将总体目标分解为旨在最小化风险的基本特定操作（例如，"当手动控制释放时，关闭电机"或"将进入防护装置保持锁定状态，直到电机断电至少 60 秒"）。这些条目中的每一个都可视为一个安全功能。

安全管理编辑器 (SAE)

TIA Portal 中针对每个 PLC 的视图，允许用户组态安全程序调度和超时参数、标识安全块和数据类型，并为安全程序设置保护。

安全模式

1. 安全模式是故障安全信号模块 (SM) 的操作模式，允许通过安全消息帧进行安全相关通信。S7-1200 故障安全 SM 仅针对安全模式设计。
2. 安全程序的工作模式：在安全程序的安全模式下，用于故障检测和故障响应的所有安全机制都将被激活。当在安全模式下进行操作时无法修改安全程序。用户可以禁用安全模式（禁用的安全模式）。

安全状态

安全概念背后的基本原理是确定所有过程变量的安全状态。值"0"（断电）代表数字故障安全信号模块 (SM) 的安全状态。这适用于传感器和执行器。

标准用户程序

标准用户程序是与安全无关的用户程序。

差异时间（输入）

组态的差异时间，预期 1oo2 输入不一致的持续时间，这一情况通常是由输入信号之间存在机械和电气方面的差异而引起。F-DI 将输入之间不一致，且持续时间长于差异时间的情况解释为通道故障。

传感器

能够将物理量（如位置、温度或速度）转换为 PLC 可读取的电信号的现场设备。目前可用于 S7-1200 的唯一故障安全传感器输入是工作在 24 V DC 电压标称值条件下的数字量（二进制）ON/OFF 输入。

打开测试/打开时间

在该测试或时间故意创建"1"信号，以确认需要时可以控制或检测到"1"。本手册中介绍的信号模块不会故意执行可能影响程序或输出负载的打开测试。SM 1226 F-DQ 4 × 24 V DC 单独在每个 P 和 M 开关上施加 ON 测试脉冲（最长为"接通测试的最大回读时间"(Maximum readback time switch on test)），但当控制的过程值是"0"时，不会同时打开 P 和 M 开关进行测试。如果在相对开关上发生未检测到的故障（这种情况不太可能发生），测试脉冲可能导致向负载施加能量。

等效（输入）

1oo2 输入通道，其中两个信号输入均将高电压解释为过程值"1"，将低电压解释为过程值"0"。

访问保护

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

非等效（输入）

1oo2 输入通道，其中一个信号输入将高电压解释为过程值"1"，冗余信号输入将高电压解释为过程值"0"。常见组态是将互补的常开和常闭开关连接同一过程事件。

故障安全

系统或组件，设计用于在发生故障时可靠地提供定义的安全结果。

故障安全模块

可以使用具有 S7-1200 故障安全功能的以下故障安全模块：

- ET 200SP、ET 200S、ET 200pro 和 ET 200iSP 分布式 I/O 系统中的 ET 200SP、ET 200S、ET 200pro 和 ET 200iSP 故障安全模块
- 分布式 I/O ET 200MP 系统中的 ET 200MP 故障安全模块
- 集中在 S7-1200 系统中的 S7-1200 故障安全信号模块

这些模块配有用于故障安全操作的集成安全功能，并按照 PROFIsafe 总线配置文件进行操作。

关闭测试/关闭时间

测试或时间，在该测试/时间内故意创建“0”信号，以确认需要时可以控制或检测到“0”。在输入上，F-DI 通过短暂关闭传感器电源执行关闭测试。在 DC 输出上，F-DQ DC 通过短暂关闭 P 或 M 输出开关之一执行关闭测试。

过程值位

表示过程值且可以通过用户程序访问的数据位。如果输入通道被禁用，过程值位将被设置为“0”。如果输出通道被禁用，用户程序可以将过程值位设置为“1”，但这在 SM 输出上无效。

过压类别

对因雷击和其它原因造成的瞬变电压威胁进行定义，通常与电路和室外电线的耦合度有关。类别 III 代表的电压等级威胁高于类别 II。

检测测试/检测测试间隔

检测测试是一种验证方法，用于验证安全组件或系统能否按预期运行。每次检测测试一经成功，即认为安全组件或系统的危险故障概率最低。危险故障概率随着时间而增加，直到进行下一个检测测试。计算危险故障的最大概率时，假定组件或系统已在检测测试间隔时间内进行了测试或替换。

禁用/已禁用/禁用

故障安全 CPU 和故障安全 SM 已经确定某一通道或模块发生故障。故障安全 CPU 或故障安全 SM 提供故障安全过程值“0”，而不是可导致过程值“1”的任何检测或逻辑评估。

类别

符合 EN ISO 13849 的类别用于定义功能安全的架构要求。本手册中的产品能够满足类别 2 到类别 4。类别 4 要求单个故障不能是危险的而且未检测到的故障积累不能是危险的。

另请参见过电压类别。

模块故障

影响故障安全信号模块 (SM) 的所有通道的故障。故障安全 SM 尝试禁用模块中的所有通道。

另请参见通道故障。

通道

在 IEC 61508 术语中，通道是支持安全功能的单个信号/逻辑路径。以上 1oo1 和 1oo2 的定义在这个意义上使用了通道。在本手册的大多数使用情况中，通道是指一个过程值，无论实施为 1oo1 还是 1oo2。

通道故障

导致一个过程值被置零的故障，如在一个输入上检测到的接线故障。模块中的其它通道可以继续支持安全功能。

另请参见模块故障：

- SM 1226 DI 16 x 24 V DC:
  - 当组态为 1oo1 时，如果检测到与一个数字量输入端子相关的故障，将导致过程值被设置为“0”。1oo1 组态可能出现单个未检测到故障（例如，传感器卡在 ON 位）。
  - 当组态为 1oo2 时，通过一个过程值表示两个关联的数字量输入端子。如果检测到故障与 1oo2 对中任一数字量输入相关，或两个输入无法比较，将导致过程值被设为“0”。
- SM 1226 DQ 4 x 24 V DC 和 SM 1226 DQ 2 x 继电器：这些模块始终以 1oo2 形式操作，需要两个 DC 开关或两个继电器闭合以向负载提供能量。当检测到的与任一开关或任一继电器相关的故障时，将尝试关闭两个开关或继电器，并向用户程序报告该通道已被禁用。

循环中断/循环时间

用户组态的安全程序执行之间的开始至开始时间延迟。

执行器

现场设备，可将来自 PLC 的电信号转换成受控机器的动作。在本手册中，该术语可能指控制机器的插入式接触器和继电器，以及直接连接的电机或螺线管。

值状态

可通过用户程序访问的数据位，用于指示安全 I/O 通道是否被禁用。如果值状态位为“0”，则通道被禁用或取消激活。对于 1oo2 输入，低编号的值状态位有效，而高编号的状态值位始终为“0”。如果遇到术语“质量位”和“限定符”，可认为其与“值状态（位）”同义。

重新集成

在诊断指示故障被消除或纠正后允许禁用的通道或模块重新被激活的过程。

索引

1

1oo1, 20

1oo2, 20

A

ATEX 认证, 114

C

CE 认证, 112

CPU

- 1212FC 接线图, 137
- 1214FC 技术参数, 139
- 1214FC 接线图, 147
- 1215FC 规范, 150
- 1215FC 接线图, 159
- CPU 1212C DC/DC/DC, 129
- CPU 1212C DC/DC/继电器, 129
- CPU 1214FC DC/DC/DC, 139
- CPU 1214FC DC/DC/继电器, 139
- CPU 1215FC DC/DC/DC, 150
- CPU 1215FC DC/DC/继电器, 150
- 安全等级, 31
- 安装和拆卸, 75
- 电感负载, 89
- 发热区, 72
- 访问保护, 31
- 功率要求, 81
- 阶跃响应时间, 135, 146, 156
- 接线准则, 87
- 密码保护, 31

CRC, 18

cULus 认证, 113

D

DC

- 电感负载, 89

F

F 监视时间, 18

FM 认证, 114

I

I/O

- 电感负载, 89
- 阶跃响应时间 (CPU), 135, 146, 156

M

My Documentation Manager, 5

O

OB 100, 18

OB 102, 18

P

PELV, 80

PLC

- CPU 1214FC, 139
- CPU 1215FC, 150

PM1207 电源模块, 178

PROFINET

- PROFINET 设备最大数, 131, 141, 152

PROFIsafe, 18

R

RUN
    修改安全程序, 16
RUN 模式，参见 RUN, 16

S

S7-1200
    电感负载, 89
SELV, 80
SIL, 12
SIMATIC Safety, 12
    安全功能原理, 12
    产品概述, 12
SM 1226 F-DI 8/16 x 24 V DC
    故障类型, 107
SM 1226 F-DI 8/16 x 24 VDC
    设备确认最长时间, 182
    最大响应时间, 182
SM 1226 F-DQ 2 x 继电器
    故障类型, 107
    设备确认最长时间, 184
    允许的最短关断时间, 185
    最大响应时间, 184
SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC
    故障类型, 107
    熔断器和电子器件过载保护, 169
SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC
    设备确认最长时间, 183
    允许的最短关断时间, 184
    最大响应时间, 183
SM1226 F-DI 8/16 x 24 V DC
    诊断消息, 107
STEP 7 网页, 5

A

安全
    CPU, 31
    访问保护, 31
安全程序
    安全程序, 16
    对重启特性的影响, 18
安全功能, 12
    示例, 13
安全级别
    达到 SM 1226 F-DI 8/16 x 24 VDC, 61
安全模式
    安全模式, 16, 16
    已禁用, 16
安全模式下的
    故障安全 SM, 16
安全完整性等级, 12
安全维修时间, 101
安全消息帧, 17
安全要求, 12
安全状态, 17, 99
安装
    CPU, 74, 75, 75
    安装尺寸, 72
    尺寸, 72
    电感负载, 89, 89
    端子排拆卸和安装, 79, 79
    发热区, 72, 72
    功率预算, 81
    接线准则, 87
    信号模块 (SM), 77, 77
    准则, 72, 72
安装和拆卸
    安全规则, 74
澳大利亚和新西兰 - RCM 标志, 115

B

保持性存储器
CPU 1212C, 129
CPU 1214FC, 139
CPU 1215FC, 150
保存故障, 99
保护等级, 118
CPU, 31
表格
SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC DI 参数, 94
SM 1226 F-DI 16 x 24 V DC 通道参数, 95
SM 1226 F-DQ 2 x 继电器 DQ 参数, 98
SM 1226 F-DQ 2 x 继电器通道参数, 98
SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC DQ 参数, 97
SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC 通道参数, 97
公共 F 参数, 93
播客, 5

C H

常规技术规范, 111
常见问题解答, 5
传感器评估, 20

C

错误代码
故障安全信号模块, 107

D

代码块
OB 数目, 131, 141, 152
代码块数目, 130, 141, 151
定时器（数量和存储器要求）, 131, 141, 152
计数器（数量和存储器要求）, 131, 141, 152
监视, 131, 141, 152
嵌套深度, 131, 141, 152
用户程序的大小, 130, 141, 151
中断, 131, 141, 152
组织块 (OB), 131, 141, 152
电磁兼容性 (EMC), 116
电感负载, 89
电气特性, 85
电源模块
PM1207, 178
订货号
PM 1207 电源, 179
STEP 7, 181
WinCC, 181
编程软件, 181
仿真器, 179
故障安全 CPU, 179
故障安全信号模块, 179
可视化软件, 181
扩展电缆, 179
连接板, 179
末端保持器, 179
定时器
大小, 131, 141, 152
数量, 131, 141, 152
端子排
拆卸和安装, 79
端子分配, 85
对故障的响应
安全维修时间, 101

E

额定电压, 119

F

发热区, 72
发热区（适用于 S7-1200 空气冷却）, 72

访问保护
CPU, 31
服务与支持, 4

G

工作存储器
CPU 1212C, 129
CPU 1214FC, 139
CPU 1215FC, 150
功率要求
功率预算, 81
计算功率预算, 83
用于计算的表格, 84
功率预算, 81
概述, 81
示例, 83
用于计算的表格, 84
故障安全 CPU
访问保护, 31
故障响应, 17
密码保护, 31
故障安全 I/O 的硬件配置, 92
故障安全 I/O 的组态, 92
故障安全系统, (参见 SIMATIC Safety)
操作模式, 18
的操作模式, 18
故障安全信号模块
故障响应, 99
输出故障安全值, 99
重新集成, 100
故障安全信号模块的故障类型
CRC1 故障, 107
F 参数集的版本不正确, 107
F_CRC_Length 参数与生成值不匹配, 107
L+ 短路, 107
PROFIsafe 地址分配故障, 107
PROFIsafe 通信错误 (CRC), 107
PROFIsafe 通信故障（超时）, 107
安全看门狗时间值为 0 ms (F_WD_Time), 107
安全目标地址不匹配 (F_Dest_Add), 107
安全目标地址无效 (F_Dest_Add), 107
安全源地址无效 (F_Source_Add), 107
参数错误, 107
差异故障，通道状态 0/0, 107
差异故障，通道状态 0/1, 107
差异故障，通道状态 1/0, 107
差异故障，通道状态 1/1, 107
存在无效/不一致的固件, 107
电源电压过低, 107
电源电压过高, 107
短路, 107
故障安全错误 (0x032C), 107
过热, 107
过载, 107
过载或内部编码器电源接地短路, 107
回读故障, 107
接地短路, 107
看门狗跳闸, 107
模块存在缺陷, 107
内部编码器电源对 P 短路, 107
频率过高, 107
输出故障, 107
输入电路中存在故障, 107
输入对 P 短路, 107
温度过低, 107
无法打开继电器, 107
无法断开继电器（触点已熔接）, 107
故障安全值输出
针对故障安全模块, 99

故障响应
PROFIsafe 通信错误, 17
故障安全 CPU 和硬件, 17
故障安全信号模块, 99
故障安全用户程序, 17
通道差异错误或接线短路, 17
微处理器或 RAM 错误, 17
故障响应功能, 12
规范
ATEX 认证, 114
CE 认证, 112
CPU 1212C DC/DC/DC, 129
CPU 1212C DC/DC/继电器, 129
CPU 1214FC DC/DC/DC, 139
CPU 1214FC DC/DC/继电器, 139
CPU 1215FC DC/DC/DC, 150
CPU 1215FC DC/DC/继电器, 150
cULus 认证, 113
FM 认证, 114
SM 1226 接线图, 165, 171, 177
SM 1226 信号模块, 162, 166, 172
澳大利亚和新西兰 - RCM 标志, 115
保护, 118
常规技术规范, 111
电磁兼容性 (EMC), 116
额定电压, 119
工业环境, 116
海事认证, 115
环境条件, 117
阶跃响应时间 (CPU), 135, 146, 156
过程数据, 18
过压类别规范, 118

H

海事认证, 115
环境
工业环境, 116
运输和存储条件, 117
运行条件, 117

J

计数器
大小, 131, 141, 152
数量, 131, 141, 152
技术规范, 111
故障安全信号模块, 161
技术支持, 4
继电器电气使用寿命, 120
接线图
CPU 1212FC, 137
CPU 1214FC, 147
CPU 1215FC, 159
SM 1226 信号模块, 165, 171, 177
接线准则, 87
灯负载, 88
接地, 86
接线, 87
一般规则, 85
禁用, 17, 99
安全维修时间, 101
禁用的安全模式, 16
禁用的通道, 99

K

客户支持, 4
块
OB 数目, 131, 141, 152
代码块数目, 130, 141, 151
定时器（数量和存储器要求）, 131, 141, 152
计数器（数量和存储器要求）, 131, 141, 152

监视, 131, 141, 152
嵌套深度, 131, 141, 152
用户程序的大小, 130, 141, 151
中断, 131, 141, 152
组织块 (OB), 131, 141, 152

L
浪涌抗扰度, 117
类别, 12
冷启动, 18
冷却（安装发热区）, 72
连接器
安装和拆卸, 79
联系信息, 4

M
密码保护
CPU, 31
对 CPU 进行访问, 31
模块
SM 1226, 162, 166, 172
发热区, 72
模拟量 I/O
阶跃响应时间 (CPU), 135, 146, 156

N
暖启动, 18

R
热线, 4
认证
ATEX 认证, 114
CE 认证, 112
cULus 认证, 113
FM 认证, 114
澳大利亚和新西兰 - RCM 标志, 115
海事认证, 115
熔断器和电子器件过载保护
SM 1226 F-DQ 4 x 24 V DC, 169

S H
设备确认最长时间
SM 1226 F-DI 8/16 x 24 VDC, 182
SM 1226 F-DQ 2 x 继电器, 184
SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC, 183
设计规则
功率预算, 81
手册, 5
数字量信号模块 (SM)
SM 1226, 166, 172
数字信号模块 (SM)
SM 1226, 162

T
条件
达到 SM 1226 F-DI 8/16 x 24 VDC 安全级别, 61
通道
已禁用, 99
通道故障, 99
通道组故障, 99
通信模块 (CM)
功率要求, 81

W
网页
STEP 7, 5
维护准则, 90
文档, 5
污染等级规范, 118

X

西门子技术支持, 4
项目
    访问保护, 31
    限制对 CPU 的访问, 31
信号板 (SB)
    功率要求, 81
信号模块 (SM)
    SM 1226, 162, 166, 172
    安装和拆卸, 77
    功率要求, 81
    卸下, 78
    最大信号模块扩展, 129, 139, 150
信息资源, 5
性能等级, 12
性能时间, 130, 140, 151
虚拟监控编号, 18
序号, 17
循环中断时间, 18

Y

用户安全功能, 13
用于感性负载的缓冲器电路, 89
用于感性负载的抑制器电路, 89
允许的最短关断时间
    SM 1226 F-DQ 2 x 继电器, 185
    SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC, 184
运行模式切换，参见 RUN, 16

Z H

诊断
    用途, 102
诊断消息
    SM1226 F-DI 8/16 x 24 V DC, 107
支持, 4
值状态位, 32
指令的执行速度, 130, 140, 151
指令执行速度, 130, 140, 151
重启 OB, 18
重新集成, 17
    发生高应力事件后, 101
    故障安全信号模块, 100
重新启动, 18
装载存储器
    CPU 1212C, 129
    CPU 1214FC, 139
    CPU 1215FC, 150
状态
    安全, 99
准则
    电感负载, 89
    接线准则, 87

Z

组织块，参见 OB, 18
最大响应时间
    SM 1226 F-DI 8/16 x 24 VDC, 182
    SM 1226 F-DQ 2 x 继电器, 184
    SM 1226 F-DQ 4 x 24 VDC, 183