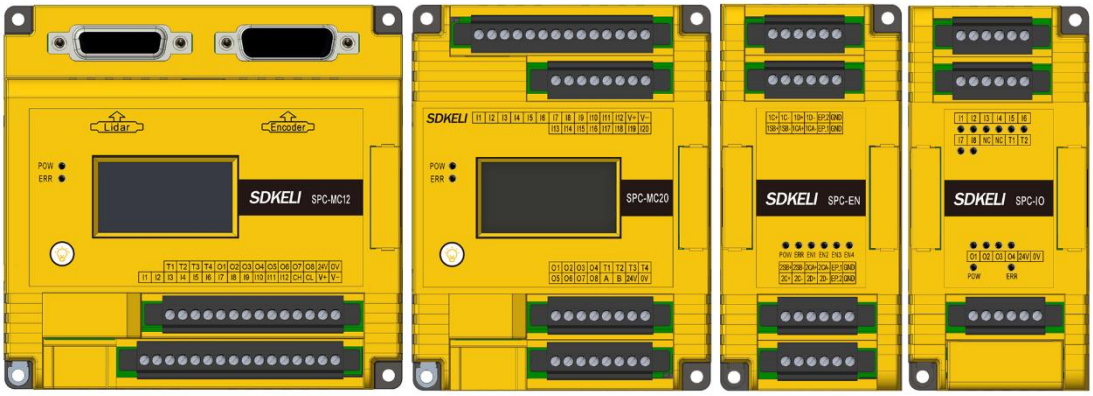
SDKELI®

SPC 可编程安全控制器

硬件使用说明书

（25006）



济宁科力光电产业有限责任公司

Jining Keli Photoelectronic Industrial Co., Ltd

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

制造商：

济宁科力光电产业有限责任公司

Tel:+86 - 0537-2168110　2338345

E-mail: shichang@sdkeli.com

网址：http://www.sdkeli.com

法律信息：

本文档受版权保护。其中涉及到的一切权限归科力公司所有。只允许在版权法的范围内复制本文档的全部或部分内容。未经科力公司的明确书面许可，不允许对文档进行修改、删减或翻译。

本文档所提及的商标为其各自所有者的资产。

本公司不对以任何方式与产品相关的特殊、非直接或因果性损坏或商业利润损失承担法律责任，除非产品订购合同中明确规定了以相关法律法规为基础的此类责任。

在任何情况下，本公司对任何行为的责任不应超过所涉及产品的单价。

本公司只针对产品在正确地操作、储藏、安装和维护的条件下所出现的质量问题进行维护和更换。经公司技术人员检测确认符合以上条件且产品没有受到污染、滥用、误用或不当的改造或维修，本公司将按产品订购合同的规定为使用客户提供优质的售后服务。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

目录

1 文档说明 5
1.1 适用范围 5
1.2 信息内容 5
1.3 目标群体 5
1.4 图标和文档规范 6
2 安全信息 6
2.1 基本安全提示 6
2.2 安全性能 7
2.3 合格的安全人员 8
2.3 符合欧盟指令要求 8
2.3 标准应用注意事项 8
3 产品说明 9
3.1 系统特性 9
3.2 版本、兼容性 9
3.2 结构与功能 10
4 整机安装 11
5 电气安装 12
5.1 电气安装要求 12
5.2 模块与接口 14
5.2.1 主控模块 SPC-MC12 14
5.2.2 主控模块 SPC-MC20 16
5.2.3 扩展模块 SPC-IO 17
5.2.4 扩展模块 SPC-EN 20
5.3 电压供给 22
5.4 外设连接 22
5.4.1 安全指令装置和安全开关 23
5.4.2 无接触式传感器 27
5.4.3 可测试的单光束安全光栅 28
5.4.4 电敏防护设备（ESPE） 30
5.4.5 安全输出 31
5.4.6 编码器 31
5.5 特殊接口- SPC Line 32
6 配置 33
7 调试 33
7.1 应用的整体验收 33
7.2 首次调试前检查 34
8 运行 34
8.1 主控模块 SPC-MC12 的状态消息 34
8.2 主控模块 SPC-MC20 的状态消息 38
8.3 扩展模块 SPC-IO 的状态消息 39
8.4 扩展模块 SPC-EN 的状态消息 40
9 维护 40
9.1 由合格的安全人员定期检查安全功能 40
9.2 设备更换 41
10 故障排除（诊断） 41

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

10.1 发生故障时应采取的措施 41
10.2 错误状态 41
10.3 故障显示、可能原因和排除措施 42
10.4 避免共因失效的措施 44
10.5 技术支持 44
11 停用 45
11.1 拆卸 45
11.2 废弃处理 46
12 技术参数 46
12.1 最小关断时间 46
12.2 响应时间 46
12.3 数据表 49
12.3.1 主控模块 SPC-MC12 49
12.3.2 主控模块 SPC-MC20 51
12.3.3 扩展模块 SPC-IO 54
12.3.4 扩展模块 SPC-EN 56
12.4 结构尺寸 57
13 应用检查表 58
14 附录：术语和缩略语 59
14.1 术语 59
14.2 缩略语 59
14.3 通信协议 60
14.3.1 内部寄存器地址定义-对外输出 60
14.3.2 内部寄存器地址定义-对内输入 63
14.3.3 RS485 接口通信协议 64
14.3.4 以太网接口通信协议 64
14.3.5 Type C 接口通信协议 65
14.3.6 CAN 接口通信协议 65

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

1 文档说明

本操作指南中包含了 SPC 可编程安全控制器使用周期中必需的各项信息。
本操作指南应当供使用 SPC 可编程安全控制器的所有人员使用。

1.1 适用范围

本操作指南适用于 SPC 可编程安全控制器的所有模块。

本操作指南用于指导机器制造商或机器运营商的技术人员安全地安装、电气安装、调试以及运行和维护 SPC。

本操作指南未提供有关已/待集成 SPC 可编程安全控制器的机器操作信息。相关信息请参见机器操作指南。

1.2 信息内容

本操作指南主要包含 SPC 可编程安全控制器的以下信息：

- 整机安装
- 电气安装
- 调试
- 维护
- 故障排除

此外，规划与使用科力防护设备时还需要本文档中未提及的专业技术知识。
原则上，运行 SPC 时应遵守官方及法律规定。
获取更多信息，网址：http://www.sdkeli.com。

1.3 目标群体

本操作指南面向项目开发（规划工程师、研发人员和操作人员）、调试、维护人员。整个操作指南对于按规定使用很重要。

表 1-1：目标群体和所选章节

目标群体	章节
项目开发人员（规划工程师、研发人员、设计人员）	第 6 章 配置 第 12 章 技术参数
安装人员	第 4 章 整机安装
电气专业人员	第 5 章 电气安装
安全专业人员（例如 CE 全权代表、符合性专员以及应用检查和激活人员）	第 6 章 配置 第 7 章 调试 第 12 章 技术数据
操作人员	第 7 章 调试 第 12 章 故障排除
维护人员	第 9 章 维护 第 10 章 故障排除

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

1.4 图标和文档规范

本文档使用下列图标和符号：

警告

这是安全警示标志，标志内容非常重要。
作业人员必须严格执行标志提示的安全信息，避免可能发生的人身伤害。

注意

这是关键信息提示标志，标志内容很重要。
作业人员必须了解并尽可能按信息要求严格执行，避免可能出现的法律纠纷和产品损坏。

行动指令

► 箭头表示行动指令。
1.行动指令顺序已编号。
2.请按照所给顺序执行已编号的行动指令。
✓ 钩形符号表示行动指令的结果。

2 安全信息

本章包含有关 SPC 可编程安全控制器的一般安全信息。
更多关于 SPC 可编程安全控制器具体使用场景的安全信息将在相应章节中给出。

2.1 基本安全提示

产品的连接

警告

如果产品集成错误，则产品无法提供预期的保护。
▸按照机器要求设计的产品集成（项目规划）。
▸按照项目规划进行产品集成。

机械与电气安装

警告

电压和/或机器意外启动可能导致死亡或重伤。
▸确保机械安装和电气安装期间机器处于并保持未通电状态。
▸确保已解除机器危险状态并保持解除状态。

注意

不当安装或使用
如不注意，则无法达到所需安全技术等级。
▸在装配、安装和应用 SPC 可编程安全控制器时，遵守所有适用的标准和指令。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

▸安装与使用 SPC 可编程安全控制器以及调试和常规技术检查时，遵守国内与国际法规。

▸使用 SPC 可编程安全控制器的机器制造商和运营商必须自行负责与主管部门协商并遵守所有适用的安全规定/规则。

▸务必遵守提示，尤其是本操作指南中的检查说明（例如涉及使用、装配、安装 或集成至机器控制系统）。

▸检查必须由合格的安全人员或经过专门认证且获得授权的人员执行，并以随时可由第三方追溯的方式记录。

配置

注意

错误配置导致防护设备失效

如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。

如不注意，则无法达到所需安全技术等级。

▶检查经配置的安全应用是否如预期监控机器或设备，以及经配置应用是否一直保持安全。必须在所有操作模式下和部分应用中保证这一点。记录检查结果。

▶每次更改配置后重新检查安全功能。

▶遵守已连接防护设备操作指南中的检查说明。

维修和改动

注意

在产品上操作不当

经过更改的产品可能无法提供预期的保护。

▸除了本文件中所述的操作方式，不得维修、打开、篡改或以其他方式更改产品。

2.2 安全性能

SPC 可编程安全控制器是适用于安全应用的可调式控制器。

其可以按以下标准使用：

- IEC 61508 最高 SIL 3
- EN ISO 13849-1 最高 PL e、Cat.4

实际达到的安全等级取决于外部接线、布线的实施方式、参数设置、控制开关的选择及其在机器上的布置。

产品可用于安全功能。

任何情况下，仅允许在规定的和已给出的技术参数及运行条件下使用产品。

该产品仅适合在工业环境中使用。

注意

如未按规定使用、不当更改或篡改本产品，则本公司不承担损失。此外，对于由此带来的损失及连带损失，本公司不承担任何责任。

UL、CSA 应用

若根据 UL 508 或 CSA22.2 No.142 使用产品，则需额外满足以下条件：

- 根据 UL 248 要求，使用最大电流 4A、最小电压 30V DC 的熔断器来保护设备的 24V 电压供给。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

• 只能使用至少耐温 60℃/75℃、导体截面为 AWG30-20 或 AWG24-16 的铜导体来连接螺丝接线端或弹簧接线端。

• 用 2 至 3N • m 的扭矩拧紧螺丝接线端。

• 仅在不超过污染等级 2 的环境下使用设备。

注意

功能安全未经 UL 评估。认证符合 UL 508 的一般应用。

2.3 合格的安全人员

产品只能由合格的安全人员来规划、安装、连接、运行和维护。

项目规划

您需要专业知识来实现安全功能并为其选择合适的产品。您需要相关标准与规范的专业知识。

机械安装、电气安装和调试

您需要相应的专业知识和经验。您必须能够评估机器是否处于安全运转状态。

配置

您需要相应的专业知识和经验。您必须能够评估机器是否处于安全运转状态。

操作和维护

您需要相应的专业知识和经验。您必须接受过机器运营商的操作培训。进行维护时，您必须能够评估机器是否处于安全运转状态。

2.3 符合欧盟指令要求

摘录

制造商的代理签署人在此声明，本产品符合下列欧盟指令的要求（包括所有相关改动），并以欧盟合规性声明中所述的标准和/或技术规格为基础生产。

• ROHS DIRECTIVE 2011/65/EU

• EMC DIRECTIVE 2014/30/EU

• MACHINERY DIRECTIVE 2006/42/EC

2.3 标准应用注意事项

在科力的信息中给定了标准。表格中显示具有相同或相似内容的地区标准。并非所有标准都适用于所有产品。

表 2-1：标准注意事项

序号	标准	标准地区（中国）
1	ISO 13849-1	GB/T 16855.1
2	IEC 61508	GB/T 20438
3	IEC 62061	GB 28526
4	IEC 61131-2	GB/T 15969.2
5	IEC 60204-1	GB/T 5226.1

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

6	IEC 60068-2-6	GB/T 2423.10
7	IEC 60068-2-27	GB/T 2423.5
8	IEC 60529	GB/T 4208
9	IEC 60825-1	GB 7247.1
10	IEC 61140	GB/T 17045
11	IEC 61496-1	GB/T 19436.1
12	IEC 61496-2	GB/T 19436.2
13	IEC 61496-3	GB 19436.3
14	ISO 13855	GB/T 19876

3 产品说明

本章介绍 SPC 可编程安全控制器的特性、结构和功能。

3.1 系统特性

SPC 可连接开关元件和传感器（比如急停按钮、激光扫描仪、安全光幕、光电开关、编码器等）并在逻辑上相互组合。通过 SPC 可编程安全控制器的输出信号切换装置可安全关闭机器/设备的相关激励元件。

SPC 系统具有以下特性：

• 模块化结构：系统采用“主控模块+扩展模块”的组合式结构，1 个主控模块最多带 14 个 IO 模块和 2 个 EN 模块。可进行多主控模块通信使用。

• 安全输入：最多 132 个，支持数字量和开关量信号输入。

• 安全输出：最多 84 个，PNP 晶体管输出。

• 功能块：最多使用 255 个基本逻辑运算块和特定功能块。其中，基本逻辑运算块包括与、或、非、异或、同或、RS 触发、延时功能块。特定功能块包括编码器监控、雷达监控、急停监控、开关监控、复位、光幕监控、双手监控、模式选择监控、EDM。

• 编码器接口：最多 12 个，接口支持：A/B 增量编码器（频率最高 500KHz），正余弦增量编码器（频率最高频率 120KHz），SSI 编码器（波特率最高 500KHz）。

• 通信接口：支持以太网、CAN、RS485，Type C。

配置软件 SPC Tool 可用于配置应用程序。

注意

SPC 系统的可用服务范围取决于所用的配置软件。参见“版本、兼容性”章节。

3.2 版本、兼容性

不同的固件版本或 SPC Tool 配置软件版本提供的 SPC 产品功能也不同。本节主要介绍需要哪种固件版本和/或哪种 SPC Tool 配置软件版本来实现特定功能/应用。

表 3-1：版本和功能/应用

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

序号	功能/应用	最低固件版本	最低 SPC Tool 版本
1	基本逻辑运算块和特定功能块	V1.0.0.0	V1.0.0
2	-	-	-
3	-	-	-

注意

- 高版本模块可向下兼容，因此每个模块都能被固件版本更高的模块代替。
- 为了充分利用高固件版本模块的所有功能，可能需要对应的高版本配置软件。
- 配置软件不向上兼容。使用旧版本的配置软件打开高版本创建的项目可能会导致风险发生。
- 可在联机状态下从配置软件的硬件配置中查看 SPC 模块的硬件版本。
- SPC 模块的固件版本可查看模块铭牌的“固件版本”一栏。
- 设备的制造日期可查看模块生产编号标签，格式为“yyyymmdd-xxxxx”（yyyy=年份，mm=月份，dd=日期，xxxxx=生产序列号）。
- 配置软件版本在软件菜单栏的“信息”栏下查看。

3.2 结构与功能

系统结构

SPC 系统由以下模块组成：

- 1 个主控模块
- 最多 14 个 IO 扩展模块
- 最多 2 个 EN 扩展模块，其中，系统每连接一个 EN 扩展模块便将可用的 IO 扩展模块最大数量减 2。

注意

此处未提及的模块不得接入 SPC 系统。

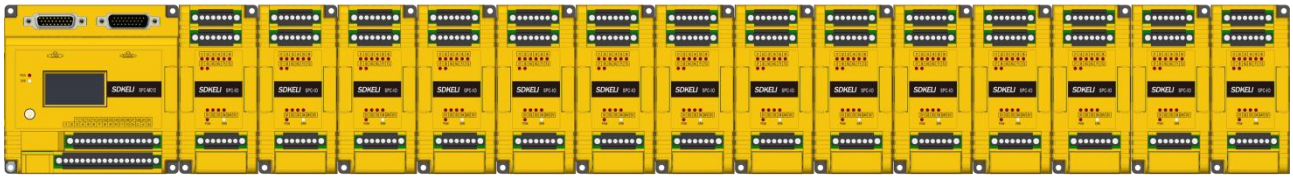


图 3-1：SPC 系统最大结构图（MC12+14IO）

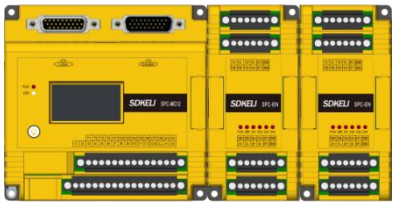


图 3-2：SPC 系统最大结构图（MC12+2EN）

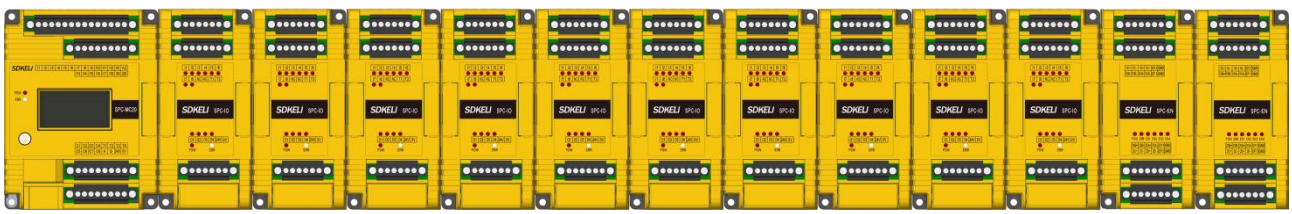


图 3-3：SPC 系统最大结构图（MC20+10IO+2EN）

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

表 3-2：模块概述

型号	类型	输入数量/通道	输出数量/通道	通信	最大数量
SPC-MC1284ALEC	主控模块[注 1]	12	8	ETH、CAN、Type C	1
SPC-MC208400E4		20	8	ETH、RS485 Type C	1
SPC-IO08420000	扩展模块[注 2]	8	4	-	14
SPC-EN0000S000		0	0	-	2

注 1：主控模块有两个型号：SPC-MC1284ALEC 和 SPC-MC208400E4。为描述方便，本文使用的简写，分别为 SPC-MC12 和 SPC-MC20。

注 2：扩展模块有两个型号：SPC-IO08420000 和 SPC-EN0000S000，为描述方便，本文使用的简写，分别为 SPC-IO 和 SPC-EN。

4 整机安装

模块布置

- 主控模块位于最左边。
- 所有其他扩展模块可以任何顺序安装在主控模块右侧。

电压警告

注意
连接设备期间，存在电击致伤危险。 ►将整个设备/机器断电。

安装前提

- 必须采取保护措施，使 SPC 可编程安全控制器免受冷凝和导电污物的影响，比如安装在 IP54 等级的电气柜中。
- 安装符合 EN 50274。
- 按照 IEC 60715 要求，在 35mm 导轨上进行安装，且导轨已连接功能性接地。
- 垂直安装（导轨水平放置），如图 4-1 所示。
- 为确保空气循环，需在模块上方各留出至少 30mm 空间。
- 在模块前、后留出至少 50mm 的空间，根据所选接口，可能需要更多空间。
- 采取适当措施，防止异物进入插头开口。
- 采取适当的 ESD 保护措施。

安装工具

SPC 支持两种安装方式，一种是导轨卡装（见下述安装步骤），另一种是螺钉安装。为确保安装的可靠性，螺钉安装时，推荐使用十字槽盘头螺钉，规格：M3 x 12，螺丝刀为十字型，VDE 绝缘，规格：PH1 x 100 mm。

安装完成，工具应妥善保管，定期维护，防止生锈或变形，影响安装质量。

安装步骤

1. 将模块插到导轨上①。
2. 沿箭头方向将模块按压到 DIN 导轨上②。

✓ 模块卡入并发出咔嗒声。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

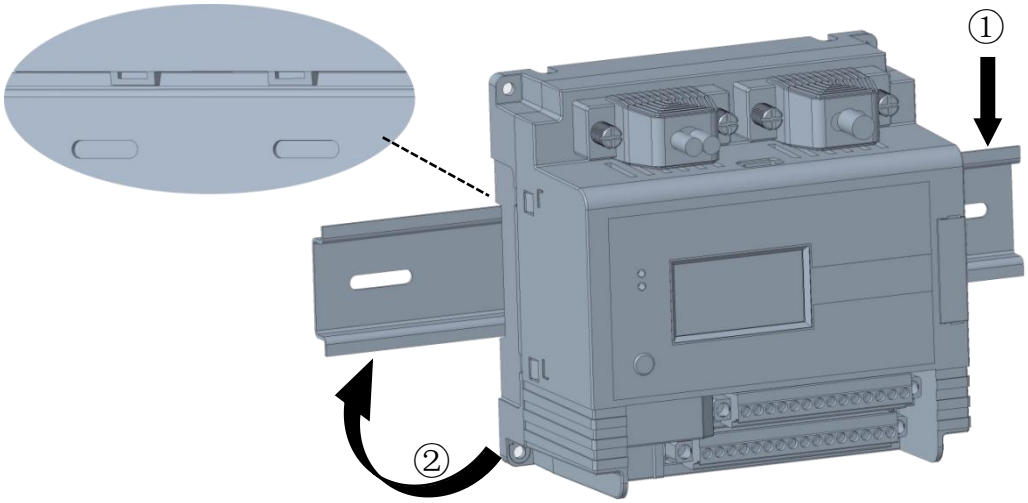


图 4-1：在 DIN 导轨上安装模块

3. 将扩展模块沿箭头方向逐一卡入导轨，直到侧面插头保持一定距离。

补充信息

扩展模块的连接需要用 VBUS 排线。

5 电气安装

本章介绍 SPC 系统在电气柜内的电气安装。

5.1 电气安装要求

注意
电压警告 连接设备期间，存在电击致伤危险。 ►将整个设备/机器断电。

注意
设备/机器意外启动 连接设备期间，设备/机器可能意外启动。 ►将整个设备/机器断电。

注意
违反安全标准导致防护设备失效 如不注意，可能无法达到所需的安全技术等级。 ►对于设备的所有安全相关部分（布线、接线的传感器和控制开关、配置、外部设备监控），遵守相应安全标准（比如 EN 62061）。

电气安装要点

- SPC 符合通用标准 EN 61000-6-2 中关于在工业区内使用的 EMC 规定。
- 科力的工业型安全装置仅适合局部的直流电应用。若在电压供给网络中使用设备，比如参考 IEC

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

61326-3-1，则应当采取附加防护措施。

• 使用安全装置的机器必须按照 EN 62305-1 根据雷电防护区安装和设计。可通过使用外部防护设备达到所需等级。所用过压保护装置必须满足 EN 61643-11 的要求。

• 设备必须按照 IEC 61000-4-16 在 0Hz 到 150Hz 的频率范围内防止“共模”干扰。

• 为建立充分的 EMC 安全性，必须将 DIN 导轨与功能性接地（FE）连接。

• 根据 EN 60204-1 和类似标准，SPC 模块的外接电压供给必须能缓冲 20ms 的短时断电。

• 电压供给以及所有连接的信号必须符合依照 EN 60664 和 EN 50178（供电设施用电子设备）采用安全隔离的低电压规定（SELV，PELV）

• 根据 EN 1175 的要求，通过一个封装的 DC-DC 转换器使电池供电的 24V 电源电路与 SPC 可编程安全控制器的电路隔离（比如，在 AGV 上使用时）

• 如果使用主控模块上的 Type-C 接口做通信使用，则最大允许的电缆长度为 3m。

• Type-C 接口的 GND 在内部与主控模块电压供给的 GND 接口连接。避免 Type-C 接口的 GND 与主控模块电压供给的 GND 之间形成地环路。

• 如果使用主控模块上的以太网通信，SPC 带 RJ45 接口，需采用标准的双绞对以太网电缆，带有屏蔽层，传输距离最大 100m，符合 EN 50173 标准要求。

• 如果使用主控模块上的 RS485 通信，注意传输线缆的选择和布线，传输线需采用带双绞的屏蔽线缆，屏蔽层两端都接大地，波特率为 1Mbps 时，最大传输距离 200m。

• 如果使用主控模块上的 CAN 通信，注意传输线缆的选择和布线，传输线需采用带双绞的屏蔽线缆，端接 120 欧匹配电阻，屏蔽层两端都接大地，波特率为 1Mbps 时，最大传输距离 20m。

• 根据外部负载，尤其是感性负载，可能需要附加外部保护措施（比如压敏电阻、RC 元件）来保护输出。关于运行限值，参见“技术参数”章节，需注意，根据抑制器的种类，响应时间可能会增加。

• 更换模块时，必须确保正确分配接线端子，比如通过标记或相应敷设电缆。

安装工具

万用表、压线钳、螺丝刀（一字型，VDE 绝缘，尺寸：0.4 x 2.5 x 80 mm）、以太网线（超五类），USB 转 Type-C 数据线等。

安装工具应妥善保管，防止损坏或失真，电气类工具需定期校准。

电气安装

► 按照 EN 60204-1 执行电气安装。

► ETH、CAN、RS485 电缆的屏蔽直接在将电缆引入电气柜的装置上与功能性接地（FE）相连。

► 在 O1 至 O8 输出上激励元件的 GND 接口与电压供给的 GND 接口建立星形连接。否则当共用的 GND 电缆断裂、至少一个输出为高且至少一个激励元件输出为低时，激励元件（比如继电器）可能意外导通。

► 确保 SPC 系统的所有模块、连接设备以及电压供给与同一接地口连接。

注意

地线断裂时的反向电流导致输入端意外出现高状态
如不注意，则无法达到所需的安全技术等级。
如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。
如果多个安全输入并联：

► 检查该反向电流能否意外导致高状态，参见“数据参数”章节。

► 在风险分析和风险降低策略中考虑该可能的故障源。

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

5.2 模块与接口

5.2.1 主控模块 SPC-MC12

概览

主控模块 SPC-MC12 是整个系统的中央处理单元，其按照系统内存储的配置监控所有信号并按逻辑处理。处理结果是切换系统的输出。系统内部总线 VBUS 充当系统电源和数据交互接口。

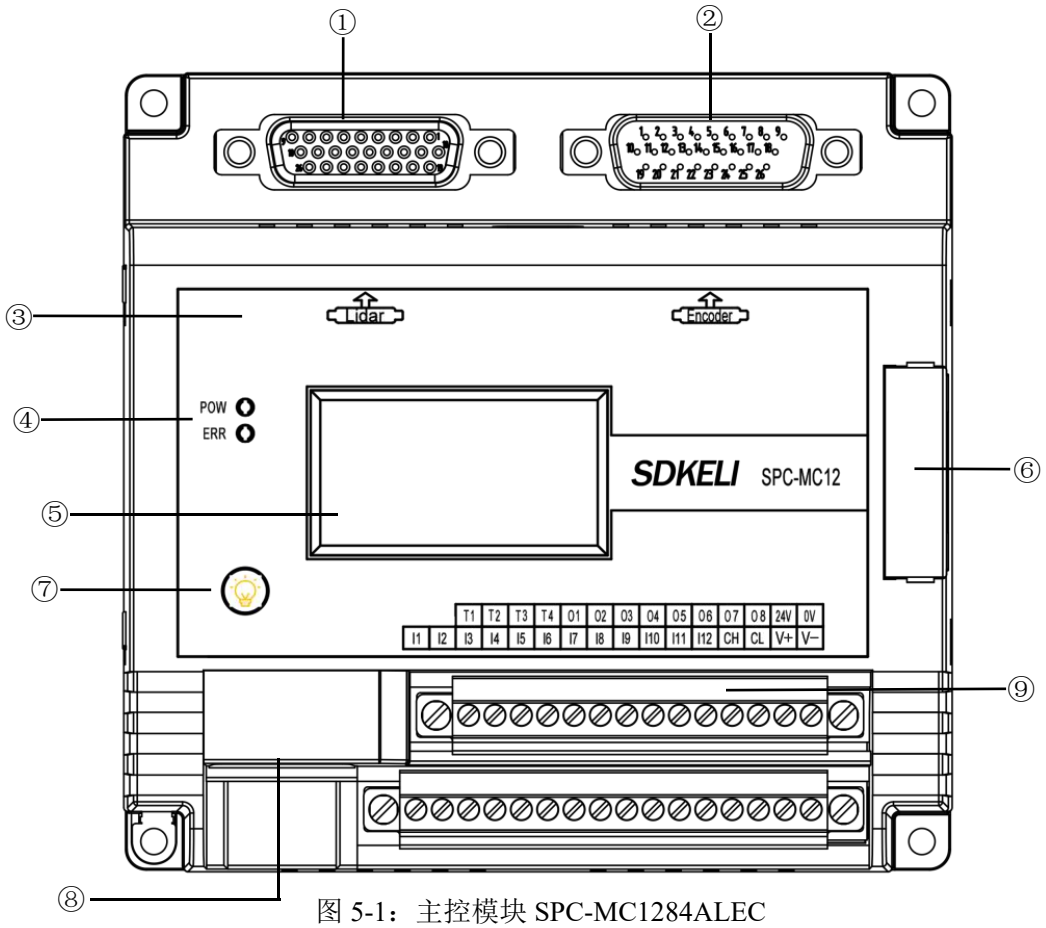


图 5-1：主控模块 SPC-MC1284ALEC

①：雷达接口
②：编码器接口
③：面板
④：指示灯
⑤：OLED 显示屏
⑥：VBUS 总线
⑦：屏幕操作按键
⑧：ETH 接口
⑨：输入/输出/电源端子

表 5-1：SPC-MC12 输入输出电源端子接口分配

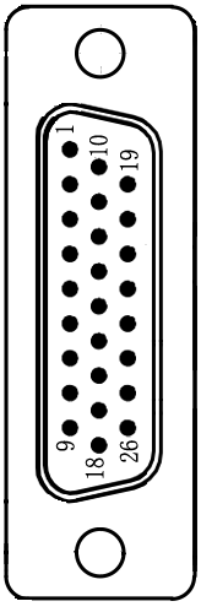
序号	接线端子（标识）	引脚分配
1	TO1 ~ TO4	测试输出 1 至 4
2	O1 ~ O8	安全输出 1 至 8
3	24V、0V	输出电源
4	I1 ~ I12	输入 1 至 12

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

5	CH、CL	CAN 通信接口，CH 接高电平信号线，CL 接低电平信号线
6	V+、V-	系统电源接口，V+接 24V，V-接 0V

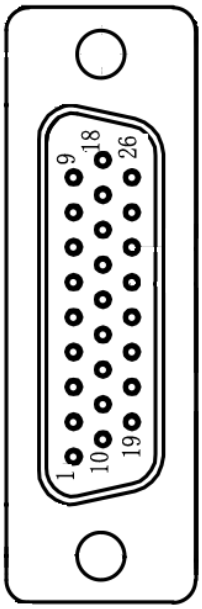
注：ETH 接口采用 TCP 传输控制协议，速率支持 10Mbps。

表 5-2：SPC-MC12 雷达 DB 分配

DB 端子	序号/引脚	接线端子（标识）	元件	引脚分配
	7	R1IN2	雷达 1	OSSD1.A
	6	R1IN1		OSSD1.B
	17	R1IO1/B1		General I/O 1
	18	R1IO2/A1		General I/O 2
	19	R1I04/B2		General I/O 3
	9	R1IO3/A2		General I/O 4
	12	DC24V		电源：DC24V
	11	GND		电源：0V
	5	R2IN2	雷达 2	OSSD1.A
	8	R2IN1		OSSD1.B
	21	R2IO1/B1		General I/O 1
	4	R2IO2/A1		General I/O 2
	24	R2I04/B2		General I/O 3
	26	R2I03/A2		General I/O 4
	3	DC24V		电源：DC24V
	2	GND		电源：0V
	10	ROUT1/C1	雷达 1 和雷达 2	Input 1
	20	ROUT2/C2		Input 2
	22	ROUT3/D1		Input 3
	14	ROUT4/D2		Input 4
	23	ROUT5/E1		Input 5
	15	ROUT6/E2		Input 6
	25	ROUT7/F1		Input 7
	16	ROUT8/F2		Input 8
	13	GND		PE
	1	GND		PE

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

表 5-3：SPC-MC12 编码器 DB 分配

DB 端子	序号/引脚	接线端子（标识）	元件	引脚分配	
				AB 增量	正余弦
	26	+1CA	编码器 1	A+	COS+
	17	-1CA		A-	COS-
	18	+1SB		B+	SIN+
	9	-1SB		B-	SIN-
	2	EN_POW		编码器 1 的电源：24V	
	1	GND		编码器 1 的电源：0V	
	23	+2CA	编码器 2	A+	COS+
	16	-2CA		A-	COS-
	24	+2SB		B+	SIN+
	25	-2SB		B-	SIN-
	4	EN_POW		编码器 2 的电源：24V	
	3	GND		编码器 2 的电源：0V	
	21	+3CA	编码器 3	A+	COS+
	12	-3CA		A-	COS-
	22	+3SB		B+	SIN+
	13	-3SB		B-	SIN-
	6	EN_POW		编码器 3 的电源：24V	
	5	GND		编码器 3 的电源：0V	
	10	+4CA	编码器 4	A+	COS+
	19	-4CA		A-	COS-
	11	+4SB		B+	SIN+
	20	-4SB		B-	SIN-
	8	EN_POW		编码器 4 的电源：24V	
	7	GND		编码器 4 的电源：0V	
	14	no connect	-	-	-
	15	no connect	-	-	-

注意

主控模块有两个 26PIN 的 DB 端口，用于连接最多两个雷达和 4 个编码器。

注意

每次一圈交替拧紧 DB 端子的各个螺钉，直至达到 0.2N • m 的扭矩。

5.2.2 主控模块 SPC-MC20

概览：

主控模块 SPC-MC20 是整个系统的中央处理单元，其按照系统内存储的配置监控所有信号并按逻辑处理。处理结果是切换系统的输出。系统内部总线 VBUS 充当系统电源和数据交互接口。

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

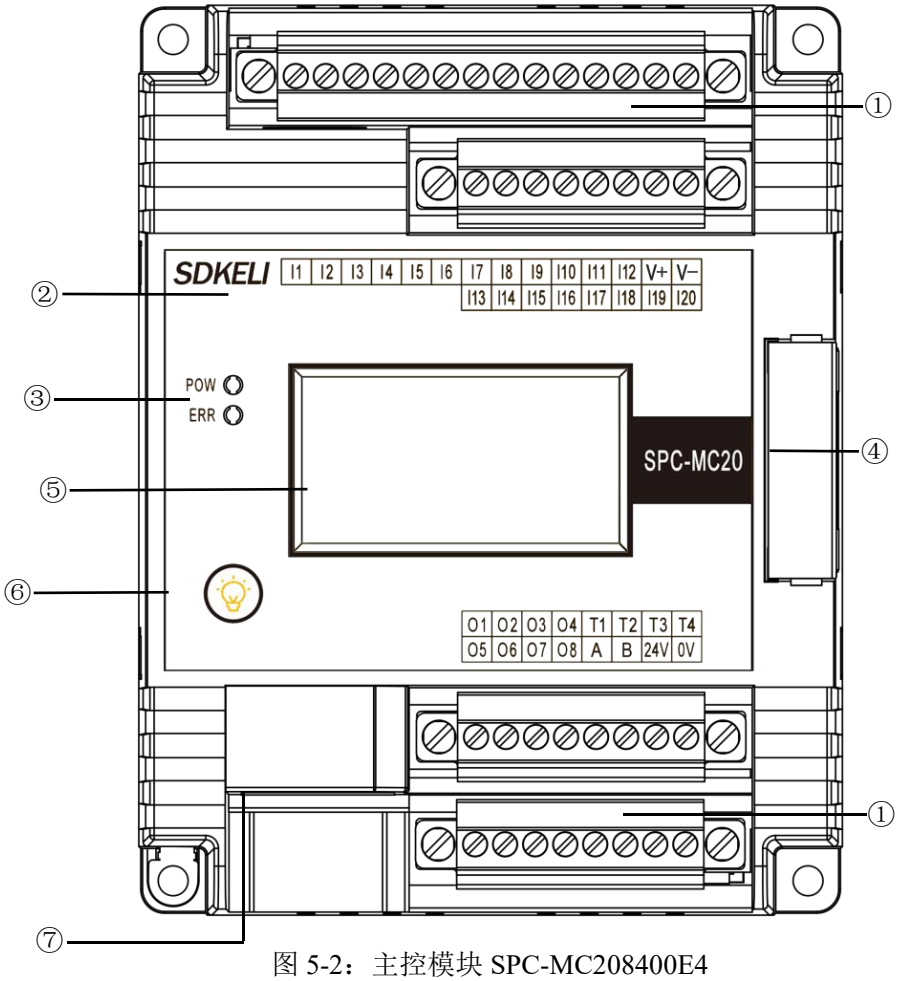


图 5-2：主控模块 SPC-MC208400E4

①：输入/输出/电源端子
②：面板
③：指示灯
④：VBUS 总线
⑤：OLED 显示屏
⑥：屏幕操作按键
⑦：ETH 接口

表 5-4：SPC-MC20 接口分配

序号	接线端子（标识）	引脚分配
1	I1～I12	输入 1 至 12
2	V+、V-	系统电源接口，V+接 24V，V-接 0V
3	I13～I20	输入 13 至 20
4	O1～O4	安全输出 1 至 4
5	T1～T4	测试输出 1 至 4
6	O5～O8	安全输出 5 至 8
7	A、B	RS485 通信接口
8	24V、0V	输出电源

注：ETH 接口采用 TCP 传输控制协议，速率支持 10Mbps。

5.2.3 扩展模块 SPC-IO

概览：

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

扩展模块 SPC-IO 是具有 8 个安全输入、4 个安全输出、2 个测试输出，用于扩展输入输出接口数量。

提供的扩展功能：

- 监控连接的安全装置
- 将 I1 至 I8 输入上的信息传递至主控模块
- 启用/禁止 O1 至 O4 输出上的检测脉冲。

注意

未识别到的测试输出之间的短路导致保护装置失效，如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。

► 测试脉冲宽为 4ms，同一测试脉冲间隔为 200ms，不同测试脉冲间隔为 6ms。

工作前提：该模块只能在主控模块下运行。

通过内部总线 VBUS 对内部逻辑处理单元和测试输出进行电压供给。O1 ~ O4 输出的电压，由该模块上的外接输出电源（24V，0V）提供。

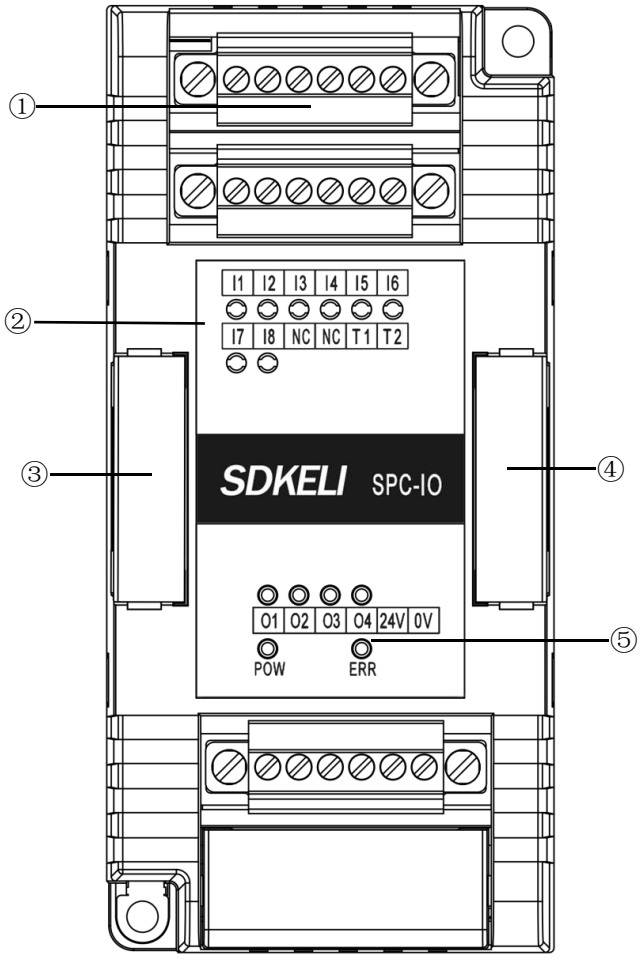


图 5-3：扩展模块 SPC-IO08420000

①：输入输出电源端子

②：面板

③：VBUS 总线-接上个模块

④：VBUS 总线-接下个模块

⑤：指示灯

表 5-5：SPC-IO 接口分配

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

序号	接线端子（标识）	引脚分配
1	I1 ~ I8	输入 1 至 8
2	TI、T2	测试输出 1、2
3	O1 ~ O4	安全输出 1 至 4
4	24V、0V	输出电源
5	NC	不连接

注意

使用测试输出：
SPC-IO 有 2 个测试输出。
每个待测试设备必须使用与其连接模块的测试输出。

安全输入和测试输出电路

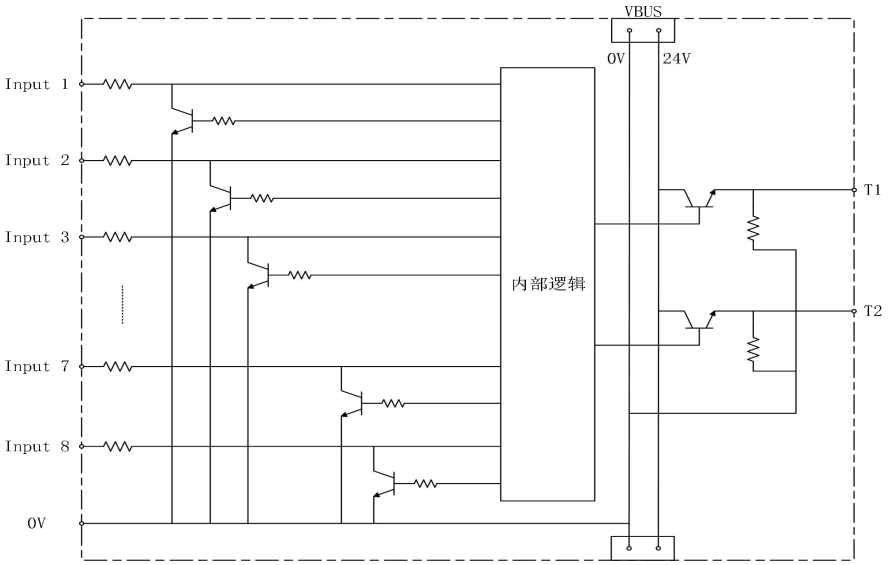


图 5-4 安全输入与测试输出内部电路

安全输出电路

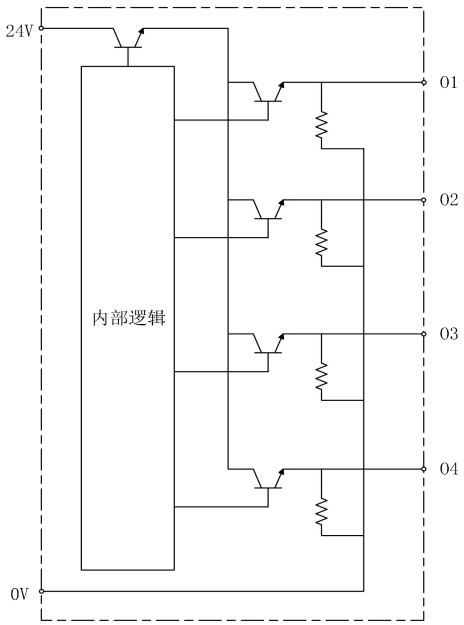


图 5-5 安全输出内部电路

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

5.2.4 扩展模块 SPC-EN

概览

扩展模块 SPC-EN 用于监控驱动系统的运动状态，包括速度、减速度、静止位置等信息，该模块有 4 个编码器接口，可以连接 A/B 增量编码器、正余弦编码器、SSI 编码器。

提供的扩展功能：

- 连接用于监控轴运动的编码器：A/B 增量编码器 HTL24V、TTL5V，最大频率 500KHz；正余弦编码器 1Vss，2.5VRef，最大频率 120KHz；SSI 编码器，RS422，最大波特率 500kHz。
- 静止监控
- 速度监控
- 方向监控
- 将内部逻辑单元的信息传递给主控模块

工作前提：该模块只能在主控模块下运行。

通过内部总线 VBUS 对内部逻辑处理单元和编码器电源供电。

编码器选择：

注意

选择不合适的编码器导致防护设备失效。

如不注意，可能会无法达到所需的安全技术等级。

选择合适的编码器。

▸采取适当措施防止编码器发生系统故障或共因失效。

正确地选择编码器对达到所需的安全完整性等级（CCF）和性能等级（PL）非常重要。同时，要注意控制系统的系统性失效和共因失效。详细参见 10.4。

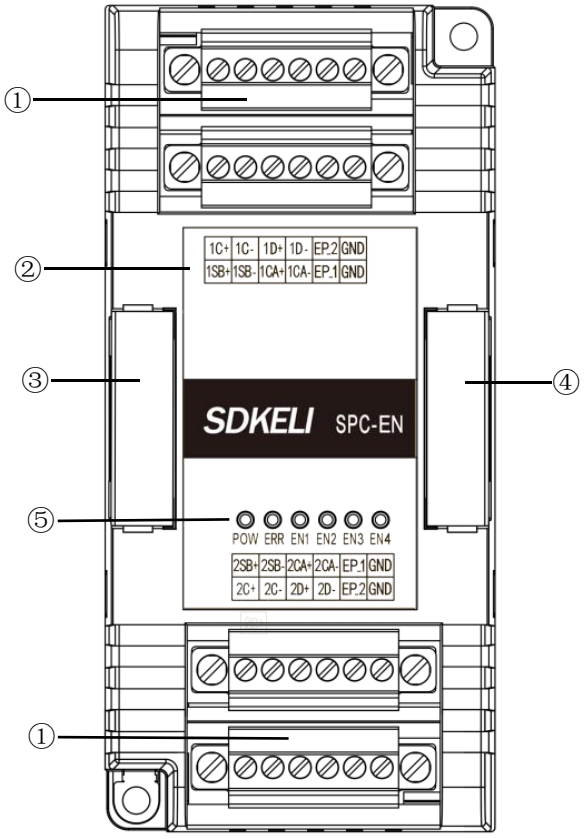


图 5-6：扩展模块 SPC-EN0000S000

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

①：编码器输入端子
②：面板
③：VBUS 总线-接上个模块
④：VBUS 总线-接下个模块
⑤：指示灯

表 5-6：SPC-EN 接口分配

序号	接线端子（标识）	元件	引脚分配		
			AB 增量	正余弦	SSI
1	1C+	SSI 编码器 1	-	-	clock+
2	1C-		-	-	clock-
3	1D+		-	-	data+
4	1D-		-	-	data-
5	EP_2、GND		-	-	编码器供电接口
6	1SB+	增量/正余弦编码器 1	B+	SIN+	-
7	1SB-		B-（GND）	SIN-（Sin_Ref）	-
8	1CA+		A+	COS+	-
9	1CA-		A-（GND）	COS-（Cos_Ref）	-
10	EP_1、GND		编码器供电接口		-
11	2SB+	增量/正余弦编码器 2	B+	SIN+	-
12	2SB-		B-（GND）	SIN-（Sin_Ref）	-
13	2CA+		A+	COS+	-
14	2CA-		A-（GND）	COS-（Cos_Ref）	-
15	EP_1、GND		编码器供电接口		-
16	2C+	SSI 编码器 2	-	-	clock+
17	2C-		-	-	clock-
18	2D+		-	-	data+
19	2D-		-	-	data-
20	EP_2、GND		-	-	编码器供电接口

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

5.3 电压供给

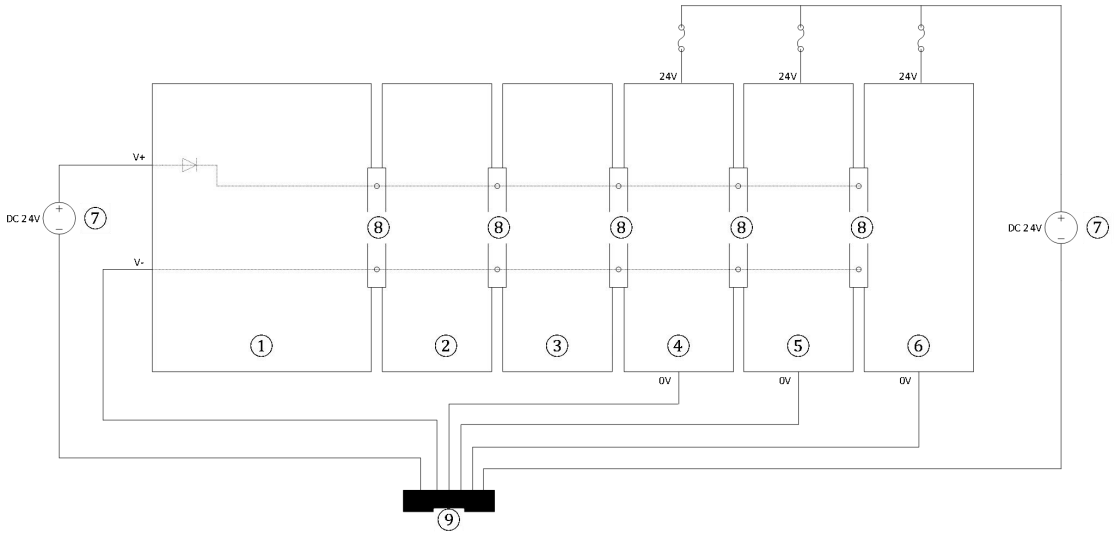


图 5-7：SPC 系统的电压供给线路

①：主控模块
②：EN 扩展模块 1
③：EN 扩展模块 2
④：IO 扩展模块 1
⑤：IO 扩展模块 2
⑥：IO 扩展模块 n
⑦：直流电源
⑧：VBUS
⑨：公共接地点

5.4 外设连接

本节介绍安全与非安全传感器、激励元件和开关元件在 SPC 系统上的连接并提供所选功能的安装说明。

传感器

注意
未识别到安全传感的开关信号导致防护设备失效 如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。 ▸ 已连接传感器最小关断时间的选择应大于 SPC 系统的系统扫描周期，须留意传感器技术参数中的最小关断时间信息。 ▸ 遵守已连接传感器的安全提示和功能描述，如有疑问，及时联系设备制造商。 ▸ 遵守连接传感器的操作指南中有关调试和日常检查的指示。

单通道输入

注意
单通道输入上的意外脉冲或延时下降沿会导致防护设备失效 如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。 如不注意，则无法达到所需的安全技术等级。

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

- 防止单通道输入短路或出现交叉电路。
- 确保信号线电缆敷设没有保护。（由于和其他信号线存在交叉电路）
- 没有短路检测，即不连接测试输出。

在先前为低的带测试脉冲的单通道输入上，对高短路可能因故障识别而被逻辑单元视为脉冲。对高短路使信号先变为高，然后经错误识别时间后又变为低。因此，带测试脉冲的单通道信号需要注意：

• 若先前为高的带测试脉冲的单通道输入上出现对高短路，则该信号被逻辑单元视为延时下降信号边沿。

• 若单通道输入上的意外脉冲或延时下降沿可能导致危险状态，则必须采取具体措施。

要格外注意以下输入：

• 复位功能块上的复位输入
• 重启功能块上的重启输入
• 屏蔽功能块上的超控输入
• 计数器功能块上的复位到 0 输入和设定为初始值输入

测试输出

注意

测试输出连接错误导致防护设备失效
如不注意，则无法达到所需的安全技术等级。

- 针对每个待测试设备，使用与设备连接模块的测试输出。
- 遵守本操作指南相应章节中有关测试脉冲使用的提示。（主控模块 5.2.1，5.2.2 章节，扩展模块 5.2.3 章节）

5.4.1 安全指令装置和安全开关

5.4.1.1 急停按钮

表 5-7：急停按钮连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
单通道，连接 24V	24V 和 I1 之间的触点
单通道，连接测试输出	T1 和 I2 之间的触点
双通道，连接 24V	通道 1：24V 和 I3 之间的触点 通道 2：24V 和 I4 之间的触点
双通道，连接测试输出	通道 1：T2 和 I5 之间的触点 通道 2：T3 和 I6 之间的触点

在配置软件中预配置了双通道紧急停止按钮，具有等效的开关触点。为了实现单通道、双通道急停控制，您可以在**元件-输入-控制设备**窗口界面中找到相应的元件。

表 5-8：使用急停按钮的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联/级联	若急停按钮串联，则电缆电阻最大不超过 100Ω（参见“技术参数”章节）
差异时间	详见配置软件报告

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

注意
更多信息可参考急停按钮的操作指南。

5.4.1.2 安全开关

表 5-9：安全开关连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
单通道，连接 24V	24V 和 I1 之间的触点
单通道，连接测试输出	T1 和 I2 之间的触点
双通道，连接 24V	通道 1：24V 和 I3 之间的触点 通道 2：24V 和 I4 之间的触点
双通道，连接测试输出	通道 1：T2 和 I5 之间的触点 通道 2：T3 和 I6 之间的触点

为了实现单通道、双通道开关控制，您可以在**元件-输入-安全开关**窗口界面中找到相应的元件。

表 5-10：带锁定的安全开关连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
单通道，连接 24V	24V 和 I1 之间的触点 O1 上的线圈
单通道，连接测试输出	T1 和 I2 之间的触点 O1 上的线圈
双通道，连接 24V	通道 1：24V 和 I3 之间的触点 通道 2：24V 和 I4 之间的触点 O1 上的线圈
双通道，连接测试输出	通道 1：T2 和 I5 之间的触点 通道 2：T3 和 I6 之间的触点 O1 上的线圈

表 5-11：使用安全开关的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联/级联	若安全开关串联，则电缆电阻最大不超过 100Ω（参见“技术参数”章节）
差异时间	详见配置软件报告

注意
更多信息可参考安全开关的操作指南。

5.4.1.3 使能开关

表 5-12：使能开关连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

2 个位置，连接 24V	通道 1（NC）：24V 和 I1 之间的触点 通道 2（NC）：24V 和 I2 之间的触点
2 个位置，连接测试输出	通道 1（NC）：24V 和 I3 之间的触点 通道 2（NC）：24V 和 I4 之间的触点
3 个位置，连接 24V	通道 1（NC）：24V 和 I1 之间的触点 通道 2（NC）：24V 和 I2 之间的触点 通道 3（NO）：24V 和 I3 之间的触点 通道 4（NO）：24V 和 I4 之间的触点
3 个位置，连接测试输出	通道 1（NC）：T1 和 I5 之间的触点 通道 2（NC）：T2 和 I6 之间的触点 通道 3（NO）：T3 和 I7 之间的触点 通道 4（NO）：T4 和 I8 之间的触点

为了实现 2 个位置、3 个位置的开关控制，您可以在**元件-输入-安全开关**窗口界面中找到相应的替代开关元件。

表 5-13：使用使能开关的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联	不可行
差异时间	详见配置软件报告

注意

更多信息可参考使能开关的操作指南。

5.4.1.4 双手按钮

表 5-14：双手按钮连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
IIIA 型，连接 24V	通道 1（NO）：24V 和 I1 之间的触点 通道 2（NO）：24V 和 I2 之间的触点
IIIC 型，连接 24V	通道 1（NO）：24V 和 I5 之间的触点 通道 2（NC）：24V 和 I6 之间的触点 通道 3（NO）：24V 和 I7 之间的触点 通道 4（NC）：24V 和 I8 之间的触点

为了实现IIIA 型、IIIC 型双手按钮控制，您可以在**元件-输入-双手控制**窗口界面中找到相应的元件。

对于IIIA 型双手按钮，系统监控两个等效输入（两个手动按钮的 NO 触点）。

只有当在 0.5 秒内两个输入端都变成 ON 状态（高电平）（同步变化，两个手动按钮都已启动）并且两个输入之前都处于 OFF 状态（低电平）时，才会产生有效的输入信号。

表 5-15：使用IIIA 型双手按钮的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联/级联	不可行
差异时间	固定值：500ms，详见配置软件报告

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

对于 IIIC 型双手按钮，系统监控两对等效输入（两个手动按钮的 NC/NO 触点对）。

只有当两个输入端在 0.5 秒内都变成 ON 状态（高/低电平）（同步变化，两个手动按钮都已启动）并且之前都处于 OFF 状态（低/高电平）时，才会产生有效的输入信号。

表 5-16：使用 IIIC 型双手按钮的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联/级联	不可行
差异时间	取值范围：0-500ms，详见配置软件报告
同步时间	固定值：500ms，详见配置软件报告

注意

更多信息可参考双手按钮的操作指南。

5.4.1.5 模式选择开关

表 5-17：模式选择开关连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
模式选择开关（2 选 1），连接 24V	通道 1：24V 和 I1 之间的触点 通道 2：24V 和 I2 之间的触点
模式选择开关（2 选 1），连接测试输出	通道 1：T1 和 I3 之间的触点 通道 2：T2 和 I4 之间的触点

为了实现模式选择开关功能，您可以在**元件-输入-模式选择**窗口界面中找到相应的元件。

表 5-18：使用模式选择开关的功能特性

功能	说明
测试	可行

注意

模式选择开关共提供 2-4 种操作模式。

功能块可提供带复位功能的模式选择开关，详见配置软件使用说明书。

更多信息可参考模式选择开关的操作指南。

5.4.1.6 无电势触点

配置软件在**元件-输入-安全开关**窗口提供了一系列潜在的自由触点，可用于“自由”设计触点元件。用户可以选择带测试或不带测试输出，实现不同的 NO/NC 组合。比如，用于设计实现启动按钮、复位按钮、外部设备监控（EDM）。

表 5-19：使用无电势触点的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联	可行
差异时间	详见配置软件报告

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

5.4.2 无接触式传感器

5.4.2.1 磁性安全开关

表 5-20：具有双通道等值输入的磁性安全开关连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
连接测试输出	通道 1：T1 和 I1 之间的触点 通道 2：T2 和 I2 之间的触点

表 5-21：带双通道互补输入的磁性安全开关连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
连接测试输出	通道 1（NC）：T3 和 I3 之间的触点 通道 2（NO）：T4 和 I4 之间的触点

表 5-22：使用磁性安全开关的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联/级联	可行，注意 100Ω最大电缆电阻和正确设置测试脉冲时间

注意

更多信息可参考磁性安全开关的操作指南。

5.4.2.2 感应式安全开关

表 5-23：具有感应式安全开关连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
感应式开关（带测试输出）	测试输入 TE 接 T1 输出接 I1
感应式开关（带 OSSD）	OSSD1 接 I2 OSSD2 接 I3

表 5-24：使用感应式安全开关的功能特性

功能	说明
测试	感应式开关（带测试输出）需要
串联/级联	感应式开关（带测试输出）支持级联 级联的最大断电/通电延时：10ms（测试间隙不能导致关闭），注意 100Ω最大电缆电阻和正确设置测试脉冲时间 感应式开关（带 OSSD）不支持级联

注意

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

更多信息可参考感应式安全开关的操作指南。

5.4.3 可测试的单光束安全光栅

5.4.3.1 可测试的 2 型单光束安全光栅

表 5-25：可测试的 2 型单光束安全光栅连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
2 型单光束安全光栅	测试输入 TE（发射器）接 T1 输出（接收器）接 I1

注意

交叉电路会影响故障识别

如不注意，危险状态可能不会结束或及时结束

- 通过受保护或单独的电缆敷设，排除从 SPC 的测试输出到发射器的测试输入之间连接以及从接收器的输出到 SPC 的输入之间连接的交叉电路。

表 5-26：可测试的 2 型单光束安全光栅的功能特性

功能	说明
测试	可行
串联/级联	可行，取决于使用的安全光栅类型，注意测试脉冲时间的正确设置：级联的最大断电/通电延时：10ms（测试间隙不能导致关闭） 注意最大线路电阻为 100Ω

注意

更多信息可参考可测试的 2 型单光束安全光栅的操作指南。

5.4.3.1 可测试的 4 型单光束安全光栅

表 5-27：可测试的 4 型单光束安全光栅连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
4 型单光束安全光栅	测试输入 TE（发射器）接 T1 输出（接收器）接 I1

注意

交叉电路会影响故障识别

如不注意，危险状态可能不会结束或及时结束

- 通过受保护或单独的电缆敷设，排除从 SPC 的测试输出到发射器的测试输入之间连接以及从接收器的输出到 SPC 的输入之间连接的交叉电路。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

表 5-28：可测试的 4 型单光束安全光栅的功能特性

功能	说明
测试	强制
串联/级联	可行，取决于使用的安全光栅类型，注意测试脉冲时间的正确设置：级联的最大断电/通电延时跟级联数量有关，但需保证测试间隙不能导致关闭 注意最大线路电阻为 100Ω

注意

更多信息可参考可测试的 4 型单光束安全光栅的操作指南。

5.4.3.3 可测试的单光束安全光栅安装说明

注意

不当安装或违规使用会导致防护设备失效
如不注意，危险状态可能不会结束或及时结束。
如不注意，则无法达到所需的安全技术等级。

- 单光束安全光栅只能用于符合 EN ISO 13855 的访问保护。
- 单光束安全光栅不能用于手指和手掌保护。
- 遵守与反射面的最小距离。
- 务必遵守通道访问保护所需的光束与作业危险点之间的安全距离。
- 遵守相应传感器的操作指南。

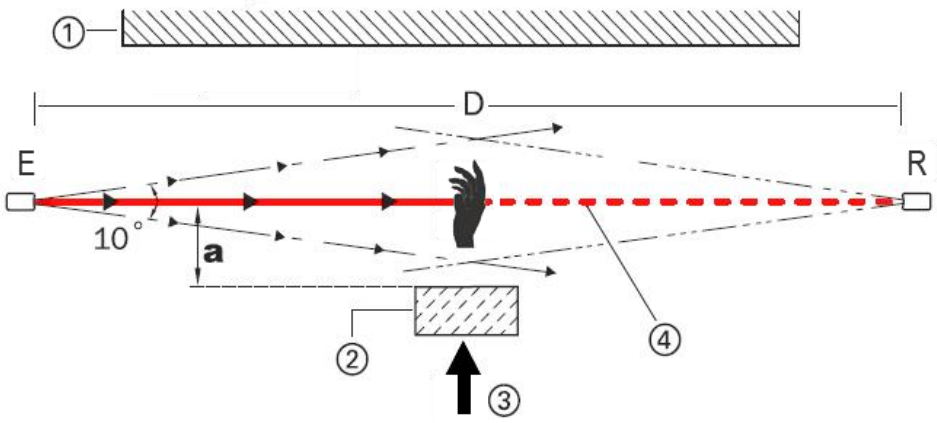


图 5-8 安装和校准示意图

S：发射器
R：接收器
D：发射器接收器距离
a：与反射面的最小距离
①：危险区界限
②：反射面

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

③：进入危险区的方向
④光轴

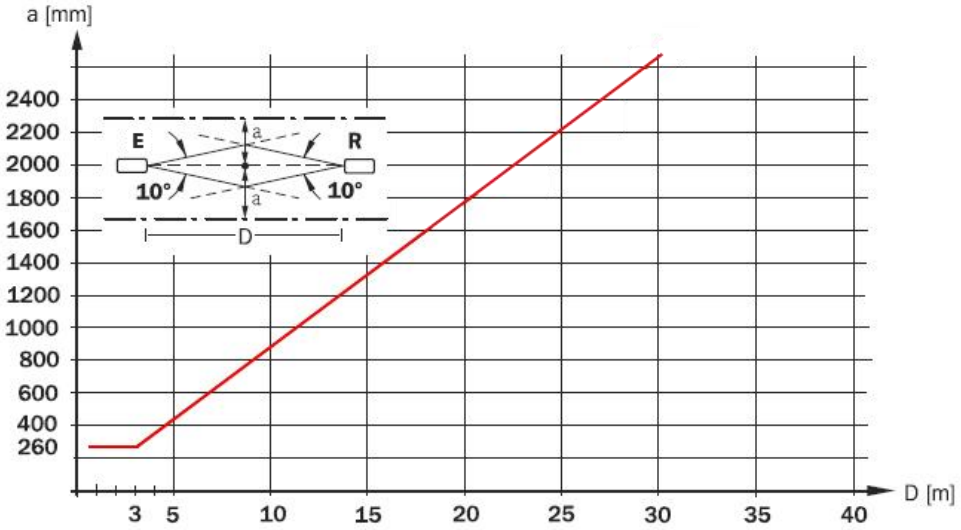


图 5-9 可测试的单光束安全光栅的最小距离 a 和距离 D 的关系（张角为 10°）

注意

相互间的光干扰可能会导致防护设备失效
若使用多对单光束安全光栅：
注意传感器的孔径角以排除互相间的光干扰。
确保每个发射器的光束仅投射到相关接收器，为此可能需要交替安装发射器和接收器。

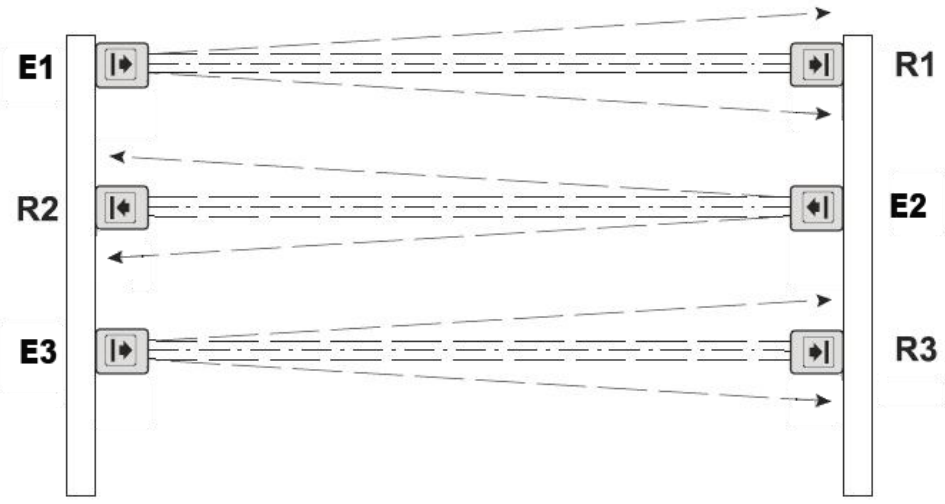


图 5-10：交替安装示意图（可避免相互间的光干扰）

5.4.4 电敏防护设备（ESPE）

表 5-29：电敏防护设备（ESPE）连接

电气连接：比如连接到 SPC-IO	
电敏防护设备（ESPE）	OSSD1 接 I1 OSSD2 接 I2

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

注意

更多信息参见电敏防护设备（ESPE）的操作指南。

5.4.5 安全输出

注意

意外接通激励元件导致防护设备失效

如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。

- 安全输出上激励元件的 GND 接口与电压供给的 GND 接口之间建立星形连接。

注意

超出输出额定值

如不注意，设备可能损坏。

不得连接超过安全输出额定值的负载。

SPC-MC12、SPC-MC20、SPC-IO 模块连接至安全继电器的实例：以下示例说明了如何通过单通道输出和受保护布线达到 SIL 3。

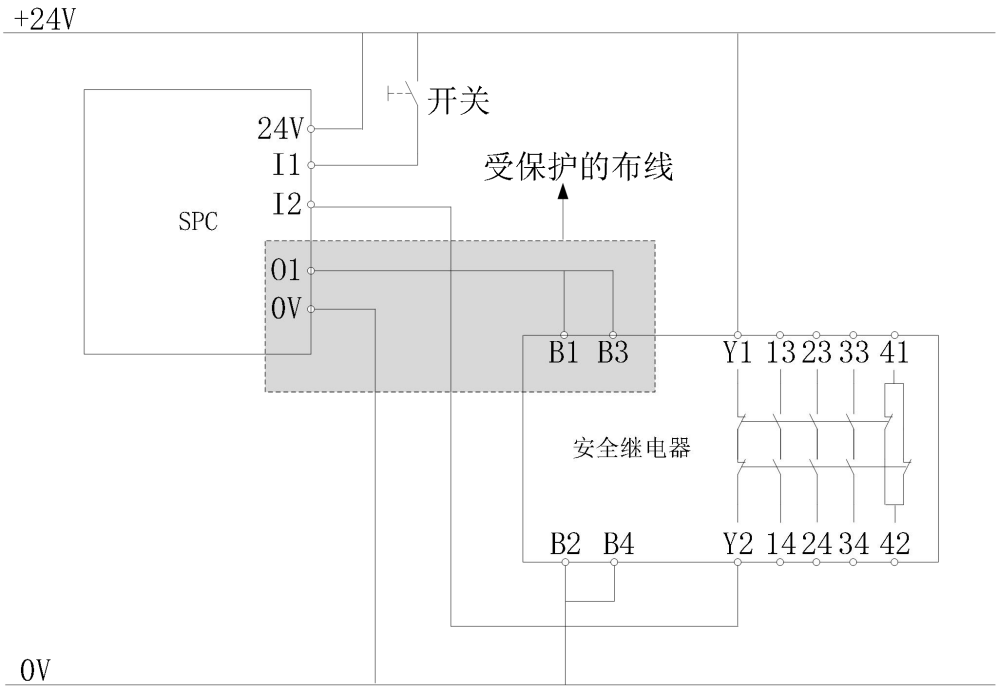


图 5-11 模块连接安全继电器

5.4.6 编码器

SPC 系统可以连接以下类型的编码器：

- A/B 增量编码器 HTL24V、TTL5V，最大频率 500KHz。
- A/B 增量编码器 RS422，最大频率 500KHz。
- 正余弦编码器 1Vss，2.5VRef，最大频率 120KHz。

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

• SSI 编码器，RS422，最大波特率 500Kbps。

注意

选择不合适的编码器导致防护设备失效
如不注意，则无法达到所需的安全技术等级。

- 选择合适的编码器。
- 采取适当措施防止编码器发生系统故障或共因失效。参见 10.4。

选择正确的编码器对达到所需安全完整性等级（SIL）和性能等级（PL）至关重要。同时，尤其要控制系统性故障和共因失效。

关于编码器的选择和共因失效防范的更多信息，参见 5.2.1、5.2.4。

注意

用于所选编码器配置的布线图是配置软件报告的组成部分。
注意配置软件中编码器连接类型的选择。

注意

若编码器为单路输出，则 SPC 的 A-、B-输入不得保持悬空，需要连接到 0V，同时，连接点必须尽可能靠近编码器的 0V 附近。
注意：AB 增量单路输出编码器，最大频率只能到 120KHz。

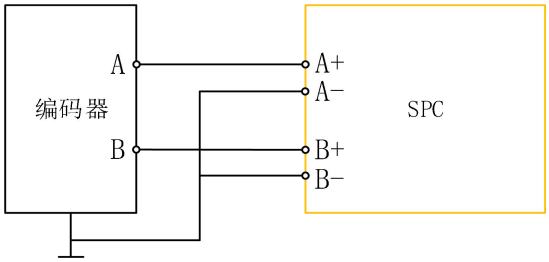


图 5-12 单端输出的编码器接线

5.5 特殊接口- SPC Line

SPC Line 可将最多 16 个带有 SPC Line 的主控模块安全联网。定义了统一的数据映射，以位形式将安全信息传入任意主控模块中。

• SPC Line 的物理接口与 MC20 的 RS485 接口复用。
• 最多可连接 16 个带有 SPC Line 的主控模块。
• 每个主控模块可外发最多 8 位信息。
• 线缆长度最长为 1000 米。

注 1:采用轮询方式逐个模块进行安全信息交互，但各个主控模块不是同时进行逻辑执行，同步信息会有时差。

注 2：数据的更新速率受到波特率影响，波特率越高，更新速率越快，推荐尽可能高的波特率，以减少通信时间。

注 3：必须使用双绞屏蔽线，以降低 EMC 干扰风险。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

6 配置

注意

错误配置导致防护设备失效

如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。

► 检查经配置的安全应用是否如预期监控机器或设备，以及经配置的应用是否一直保持安全。必须在所有操作模式下和部分应用中保证这一点。记录检查结果。

► 每次更改配置后重新检查安全功能。

► 遵守已连接防护设备操作指南中的检查说明。

已连接设备的配置

通常来说，不能通过 SPC 配置软件对连接到 SPC 的设备进行配置和验证。这些设备有自己的配置和验证机制。

相关信息参见相应设备的操作指南。

配置确认

SPC 连接的外部设备和功能（块）配置信息，在由配置软件下发到 SPC 时，需要用户先进行配置确认，然后才能完成最终配置，详见配置软件使用说明书。

7 调试

注意

不当调试

如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。

► 确保首次调试前，由合格的安全人员检查、批准并记录使用 SPC 的设备/机器。

► 防止人员进入危险区域（通过竖立警示牌、放置屏障等）。

► 调试前确保危险区域内无人逗留。

► 遵守相应法律和当地规定。

7.1 应用的整体验收

只有通过整体验收后，才能调试设备。

只允许由经过相应培训的专业人员进行整体验收。

整体验收包括以下检查项目：

► 检查设备的所有安全相关部分（布线、连接的传感器和控制开关、配置）是否符合相应安全标准（如 IEC 62061 或 ISO 13849）。

► 根据相关操作指南中的检查说明检查连接到 SPC 可编程安全控制器上的设备。

► 清晰明确地标记 SPC 可编程安全控制器上的所有连接电缆和插头连接器，以免混淆。

► 检查信号路径和是否正确集成到上一级控制器中。

► 检查 SPC 可编程安全控制器的数据往来传输是否正确。

► 检查 SPC 可编程安全控制器的逻辑程序。

► 对安全功能进行充分验证（例如故障模拟）。注意响应时间。

► 完整记录设备、单个装置的配置及安全检查结果。

► 为防止意外覆盖配置，可启用配置的写保护。

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

7.2 首次调试前检查

概览

调试机器之前，必须检查安全功能是否满足其预期目标以及人员是否得到了充分保护。

前提条件

- 请确保初次调试前已由相应合格的安全人员对设备/机器进行检查与书面许可。
- 调试前确保危险区域内无人逗留。
- 防止人员进入危险区域（通过竖立警示牌、放置屏障等）。

初次调试前的检查

请按以下要求并根据相应的标准和规定检查防护设备：

► 检查机器上的安全功能在机器可设置的所有操作模式和功能下的有效性。

► 确保机器运营商雇佣的合格安全人员在 SPC 可编程安全控制器所保护机器的操作人员着手工作前对其予以指导，机器使用者承担指导责任。

8 运行

8.1 主控模块 SPC-MC12 的状态消息

关于主控模块 SPC-MC12 上的 OLED 显示屏和 LED 指示灯位置，见 5.2.1 节。

电源指示灯（黄色）

指示灯状态	含义	说明
亮	系统供电正常	通过 V+、V-供电
灭	系统无电源或系统供电异常	排查电源接线是否正常； 排查供电电源是否正常

系统指示灯（红色）

指示灯状态	含义	说明
亮	系统内部故障	检查系统连接，排除连接问题； 通过查看 OLED 屏或启用配置软件的诊断功能，查看故障码，针对故障码指示进行故障排查； 重新配置应用逻辑； 确保在配置应用逻辑结束之前，不得中断电压供给； 掉电后重新启动系统，若多次重试后仍无法排除故障，则可能需更换模块
灭	系统无故障	-

OLED 屏显示

页面	内容	状态	含义	说明
接口	安全输入	“X”	端口未启用	接口发生故障时，故障信息在系统状态页面显示，详见图 8-1 故障信息
		“数字”，常亮	数字对应的端口启用，且输入为高	
		“数字”，闪烁	数字对应的端口启用，且输入为低	

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

	安全输出	“X”	端口未启用	
		“数字”，常亮	数字对应的端口启用，且输出为高	
		“数字”，闪烁	数字对应的端口启用，且输出为低	
编码器	编码器 1～4 状态	“XXXXXX”	当前编码器未启用	
		“数值”	当前编码器的每秒脉冲数	
雷达	雷达 1～2 状态	“X”	该信号未启用	特殊显示见雷达信息显示介绍部分
		“1”	该信号启用，且输出为 1	
		“0”	该信号启用，且输出为 0	
系统	系统信息	normal	系统正常	
		abnormal	检测到故障	

OLED 屏

系统上电后，开始进行自检和初始化，初始化成功后，屏幕开始显示系统数据，如图 8-1 所示。如果系统发生故障，则屏幕显示错误信息，如图 8-2 所示。

系统正常工作时，用户可以通过屏幕操作按键进行翻页，查看各功能模块的详细信息，单击按键向下翻页，双击按键向上翻页，长按按键连续向下翻页。

为延长屏幕使用寿命，连续 60s 不进行按键操作，屏幕会进入息屏状态。在息屏状态下，按下屏幕操作按键，可以唤醒屏幕。

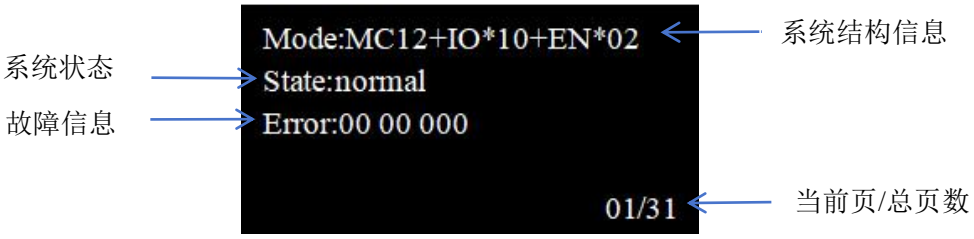


图 8-1 系统正常时系统显示页面

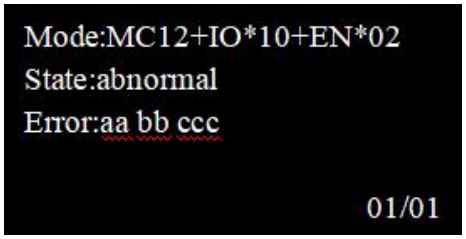


图 8-2 系统异常时系统显示页面

注：aa 是发生故障的模块序号，bb 是总故障码，ccc 是详细故障码，均以十进制进行显示

注意

不当操作可能会造成设备损坏或缩短屏幕寿命。

特殊情况系统显示页面

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

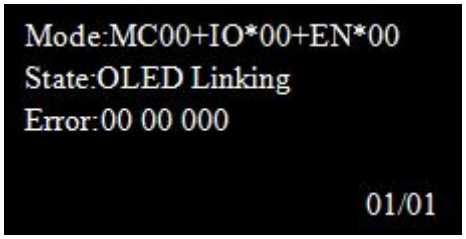


图 8-3 OLED 连接异常时系统显示页面

当 OLED 与 SPC 主机连接发生异常时，OLED 清除系统结构信息与故障信息，故障状态显示 OLED Linking。



图 8-4 OLED 固件升级时系统显示页面

OLED 固件进行升级时，清除所有显示内容，待升级成功后转为正常显示。



图 8-5 主机固件升级时系统显示页面

SPC 主机进行固件升级时，OLED 仅保留主控模块系统结构信息，清除从模块系统结构信息与故障信息，故障状态显示 SPC Loading。

输入输出信息显示

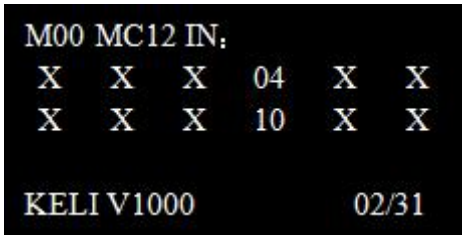


图 8-6 输入信息显示

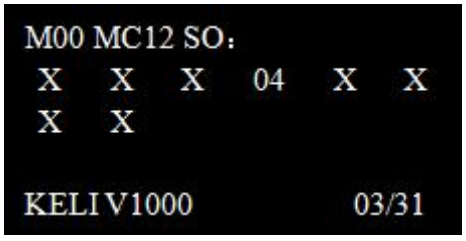


图 8-7 输出信息显示

第一行显示数据类型：

• M00：当前模块序号，从 00 开始计。

• MC12：当前模块类型，共有 MC12、MC20、IOxx、ENxx4 种，其中 xx 表示当前为第几个扩展模块，从 00 开始计。

• IN/SO：IN-输入，SO-安全输出.

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

第二行、第三行表示对应输入端口的状态：

• “X”：端口未启用

• “数字”：比如 04，表示 4 号输入端口启用，数字常亮表示该端口输入为高，闪烁表示该端口输入为低。

第四行显示企业名称、版本号及页码

• KELI：企业名称。

• V1.0：产品版本号。

• 03/32：当前页/总页数

编码器信息显示

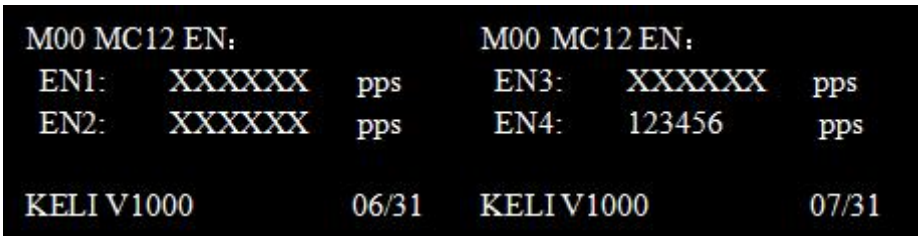


图 8-8 编码器信息显示

MC12 和 EN 模块各有四个编码器，分两页进行显示。

• “XXXXXX”：表示当前编码器未启用。

• “123456”：表示当前编码器每秒脉冲数。

雷达信息显示



图 8-9 雷达信息显示

A、B、C、D、E、F 分别表示防区（组）切换信号。

• “X”：表示该信号未启用。

• “1”：表示该信号启用，且输出为 1。

• “0”：表示该信号启用，且输出为 0。

注意

根据雷达的操作要求，A、B 为可配置信号。

当 AB 配置为防区切换信号时，按上述规则显示；

当 AB 配置为防区状态信号时，则如下显示：

如果配置为 Alarm 信号时，显示“X 1”，如图 8-7 所示；

如果配置为 OSSD 时，显示“1 X”，如图 8-8 所示。

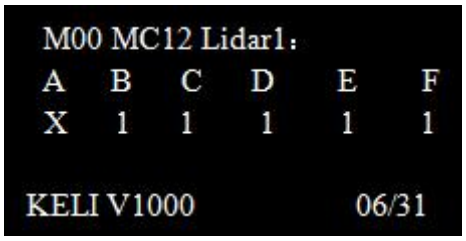


图 8-10 AB 配置为 Alarm 信号

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

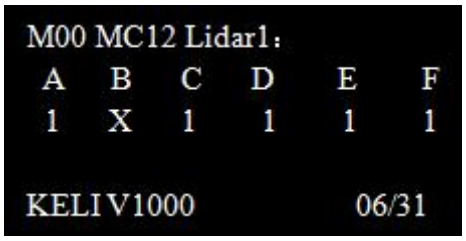


图 8-11 AB 配置为 OSSD 信号

8.2 主控模块 SPC-MC20 的状态消息

关于主控模块 SPC-MC20 上的 OLED 显示屏和 LED 指示灯位置，见 5.2.2 节。

电源指示灯（黄色）

指示灯状态	含义	说明
亮	系统供电正常	通过 V+、V-供电
灭	系统无电源或系统供电异常	排查电源接线是否正常； 排查供电电源是否正常

系统指示灯（红色）

指示灯状态	含义	说明
亮	系统内部故障	检查系统连接，排除连接问题； 通过查看 OLED 屏或启用配置软件的诊断功能，查看故障码，针对故障码指示进行故障排查； 重新配置应用逻辑； 确保在配置应用逻辑结束之前，不得中断电压供给； 掉电后重新启动系统，若多次重试后仍无法排除故障，则可能需更换模块
灭	系统无故障	-

OLED 屏的显示

页面	内容	状态	含义	说明
接口	安全输入	“X”	端口未启用	接口发生故障时，故障信息在系统状态页面显示
		“数字”，常亮	数字对应的端口启用，且输入为高	
		“数字”，闪烁	数字对应的端口启用，且输入为低	
	安全输出	“X”	端口未启用	
		“数字”，常亮	数字对应的端口启用，且输出为高	
		“数字”，闪烁	数字对应的端口启用，且输出为低	
系统	系统信息	normal	系统正常	
		abnormal	检测到故障	

SPC Line 信息显示

当 MC20 启用 SPC Line 功能（也称多主模式）时，系统显示页会显示当前主控模块序号，

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

Hm 表示当时为第 m 个主机，从 0 开始计数。

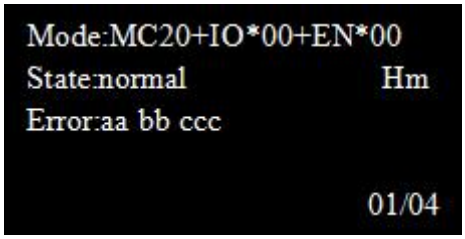


图 8-12 多主模式系统正常时系统显示页面

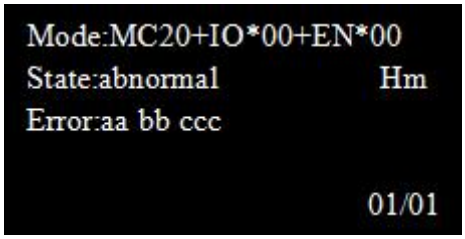


图 8-13 多主模式系统异常时系统显示页面

注：配置多主模式时，若 aa bb 显示为 00 14，此时 ccc 表示发生故障的主控模块序号，均以十进制进行显示。

8.3 扩展模块 SPC-IO 的状态消息

关于扩展模块 SPC-IO 上的 LED 指示灯位置，见 5.2.3 节。

电源指示灯（黄色）

指示灯状态	含义	说明
亮	系统电源正常	模块连接了主控模块，同时连接了输出电源
灭	未连接主控模块或电源异常	排查接线是否正常； 排查供电电源是否正常

系统指示灯（红色）

指示灯状态	含义	说明
亮	检测到系统故障	检查系统连接，排除连接问题； 通过查看 OLED 屏或启用配置软件的诊断功能，查看故障码，针对故障码指示进行故障排查； 重新配置应用逻辑； 确保在配置应用逻辑结束之前，不得中断电压供给； 掉电后重新启动系统，若多次重试后仍无法排除故障，则可能需更换模块
灭	系统无故障	-

安全输出指示灯（绿）

指示灯状态	含义	说明
亮	输出 ON 状态	-
灭	输出 OFF 状态或故障	-

安全输入指示灯（黄）

指示灯状态	含义	说明

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

亮	对应的输入为 ON 状态	-
灭	对应的输入为 OFF 状态或故障	-

8.4 扩展模块 SPC-EN 的状态消息

关于扩展模块 SPC-EN 上的 LED 指示灯位置，见 5.2.4 节。
电源指示灯（黄色）

指示灯状态	含义	说明
亮	连接到主控模块	–
灭	未连接主控模块	排查接线是否正常； 排查供电电源是否正常

系统指示灯（红色）

指示灯状态	含义	说明
亮	检测到系统故障	检查系统连接，排除连接问题； 通过查看 OLED 屏或启用配置软件的诊断功能，查看故障码，针对故障码指示进行故障排查； 重新配置应用逻辑； 确保在配置应用逻辑结束之前，不得中断电压供给； 掉电后重新启动系统，若多次重试后仍无法排除故障，则可能需更换模块
灭	系统无故障	-

编码器指示灯（黄色）

指示灯状态	含义	说明
亮	启用编码器	–
灭	未编码器	–

9 维护

本节介绍 SPC 的定期检查和更换。
请勿尝试拆除、修理或改动 SPC 模块，否则可能会导致安全功能失效。
维护过程中使用的工具同安装过程中的工具。

9.1 由合格的安全人员定期检查安全功能

► 根据国内适用的法规在所要求的期限内检查设备。以此确保在首次调试后发现机器上的变化或防护设备上的篡改。

► 必须按照规定的时间间隔检查每项安全应用。必须由经授权的合格人员检查安全功能的有效性。

► 如果对机器或安全功能进行更改或已改装或修复 SPC 可编程安全控制器（例如通过更换模块），则重新依照附录中的检查表检查设备。

► 执行定期检查使系统保持最佳运行状态。

► 检查各模块的实现是否遵守所有技术参数。

► 检查安装条件以及各模块的布线是否仍然正确。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

► 定期验证安全功能满足应用要求及所有适用的法规和标准（如定期检查），以保证安全功能的可靠性。

9.2 设备更换

概览

SPC 模块内的严重错误将影响整个系统工作。因此，必须快速修理或更换具有严重错误的设备。建议备好 SPC 模块的备用设备，以便尽快恢复运行。

注意

更换设备导致防护设备失效

如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。

► 更换设备后，确保使用新的 SPC 模块不会出现故障。

► 调试备用模块前，使用进行功能测试。

► 更换带编码器接口的模块后，比如 SPC-EN，可能需要重新进行参考或示教。

如果需要将 SPC 模块送去修理，先借助配置软件生成系统诊断消息报告，将模块和报告、详细问题描述和其他相关信息寄到科力。

前提条件

- 不得分解或修理 SPC 模块。
- 仅在关闭电压供给的情况下才能更换设备。

处理方法

► 拆卸损坏的模块

► 安装新的模块

► 使设备恢复安全状态

► 为了能继续使用系统配置，请检查以下几点：

- 新模块是否为相同类型且更换后新模块没有错误；
- 新模块是否已插到被更换模块曾在的位置；
- 所有插头连接器是否重新连接到正确位置；

► 否则必须彻底重新配置和调试系统，包括执行所有必要的检查。

10 故障排除（诊断）

10.1 发生故障时应采取的措施

注意

防护设备故障

如不注意，危险状态可能不会结束或不会及时结束。

▸ 若无法明确归类并安全排除故障，则关停设备/机器。

▸ 排除故障后，执行影响分析并检查所有受影响的安全功能。

10.2 错误状态

当配置出现错误或发生功能故障时， SPC 将进入安全状态。系统各模块通过 LED 或 OLED 屏显示相应的错误状态。

SPC 错误类型主要分为：系统故障、配置故障、外部故障。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

系统故障

- 故障灯常亮。
- OLED 显示故障码。
- 所有安全过程数据置零和非安全数据置零。
- 所有输出关闭。

配置故障

- 故障灯常亮。
- OLED 显示故障码。
- 所有安全过程数据置零和非安全数据置零。
- 所有输出关闭。

外部故障

- **主模**块故障灯常亮，对应模块故障灯常亮。
- OLED 显示故障码。
- **至少**所有安全过程数据置零。
- 所有安全输出关闭。

重新调试

- 依照 LED 和 OLED 屏显示的错误原因进行故障排除。
- 如果是自检错误，则将系统的电压供给断开至少 3s 再重新上电。

10.3 故障显示、可能原因和排除措施

本节列出了一些重要的故障代码、可能原因和故障排除措施。SPC 系统与配置软件建立连接后，可借助系统的诊断功能显示这些错误信息。

注意

关于如何进行系统诊断的信息见配置软件相关文档（说明书、操作手册）。
关于模块的错误显示和错误排除见第 8 章相应章节。
对于外部故障，故障消失后，会从安全状态切换到正常运行状态。

故障分类	故障名称	故障码	子故障码	故障排除
系统故障	初始化错误	1		a.重新启动系统； b.确保初始化过程中系统电源供给设备能缓冲长达 20ms 的电压中断； c.确保电源供给设备的负载能力； d.检查电压供给布线； 从 EMC 角度检查设备（DIN 导轨和电气柜的 FE 连接），电压供给的星形接地，负载元件和控制元件的隔离。
	总线错误	3		a.排除 EMC 干扰； b.检查主从模块接线
	内部检测错误	4		a.重新启动系统
	总线通信超时	9		a.排除 EMC 干扰； b.检查主从模块接线
	温度过热	10		a.测量环境温度是否超过限制； b.降温

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

	温度过低	11		a.测量环境温度是否超过限制； b.升温
	兼容性错误	12		a.检查模块版本是否兼容
	多主机通信超时	14		a. 检查通信连接状况； b. 检查主机版本型号； c. 重新启动系统
	多主机帧错误	15		a. 检查通信连接状况； b. 检查主机版本型号； c. 重新启动系统
	双通道准备超时	16		a. 检查总线连接状况； b. 检查主从模块版本型号； c. 重新启动系统
	双通道输出对比不一致	17		a. 检查总线连接状况； b. 检查主从模块版本型号； c. 重新启动系统
	编码器采样差异错误	29	1-12	a.排除 EMC 干扰； b.更换本模块
配置故障	配置错误	2		a.重新传输配置； b.更换主控模块
	功能块错误	5		a.重新传输配置
	模块不匹配	6		a.重新配置
	主从模块程序信息不一致	7		a.检查主从模块版本型号； b.重新配置
	程序有效性	8		a.重新传输配置；
外部故障	输入短 24V	22	1-20	a.更换本模块
	输出短 24V	23	1-8	输出接口错误： a.检查输出电源连接情况； b.检查设备是否受到 EMC 影响； c.检查相关输出的布线； d.检查容性、感性负载； e.更换本模块
	输出短 0V	24	1-8	
	雷达防区切换输出短 24V	25	1-16	
	雷达防区切换输出短 0V	26	1-16	
	输出交叉错误	27	1-4	
	输入双通道元件差异错误	28	1-10	输入接口错误： a.排除外部接线问题，重新启动系统； b.检查相关输入的布线，如果连接了测试输出，则还需检查测试输出的布线； c.检查已连接设备上的两个触点/输出切换能力； d.更换可测试的传感器；

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

				e.检查两个开关的机械依赖性； f.更换硬件安装中的开关/传感器； g.检查输入接口的配置，ON-OFF、OFF-ON 滤波配置。
	编码器双通道采样不一致错误	29	1-12	编码器输入信号频率不一致： a.排除外部接线问题，重新启动系统； b.检查编码器电源是否正常； c.检查相关输入的布线，排除干扰的可能性
	编码器电源故障	30		a.检查编码器电源接线； b.测量编码器电源电压是否符合范围
	SSI 故障码	31	1-2	a.排除外部接线问题，重新启动系统； b.检查相关输入的布线，排除干扰的可能性； c.编码器线缆的屏蔽层接地

表 10-1：系统故障代码/错误消息、可能原因和故障排除

注：上表未显示的故障码，请联系厂家进行确认。

10.4 避免共因失效的措施

概览

所有带编码器接口的模块均适用以下注意事项。

避免共因失效的措施

如果采用 2 个编码器冗余监控一个轴，则尤其要考虑如下可能：

- 由于 SPC 系统上的 4 个编码器会共用连接电缆，共用的 GND 连接可能断开。
- 编码器的工作电压可能过低或完全断开。
- 编码器共用的工作电压可能过高，造成编码器损坏，如果在附近无防护措施的情况下使用 PELV/SELV 电压供给，则通常必须假设电压会升高至 60V。
- SPC 系统的编码器连接可能完全中断。

SPC 有以下方式检测编码器系统内的故障：

- 若使用 AB 增量编码器，则无法直接根据编码器信号发现故障。
- 在某些情况下，可结合运动控制逻辑，使用过程中的另一个信号来检查编码器信号的真实性，比如，使用“驱动运行/停止运行”信号。
- 给编码器单独供电。

如果无法通过监控措施监控故障的出现，则可采取以下措施在 PELV/SELV 电压供给的限制内控制电压升高：

- 给编码器单独供电。
- 使用耐高电压的编码器。
- 直接或经由编码器/电机反馈系统将 SPC 模块的电压供给用于编码器，如果 SPC 模块的供电电压超过 35V，则系统将切换到安全状态，通过这种方式可在电压升高时确保应用中安全关断，但在这种情况下可能会损坏编码器。

10.5 技术支持

若凭借相关操作指南中的信息无法排除错误，请与您所在地区负责的分公司取得联系。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

11 停用

11.1 拆卸

处理方法

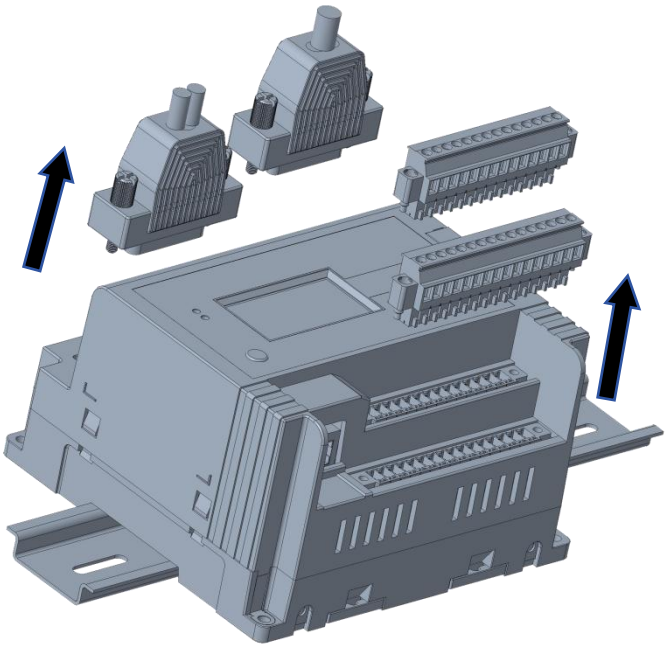


插图 11-1：拔下可插拔接线端子和 DB 插头

1. 连同布线移除可插拔接线端子和 DB 插头。

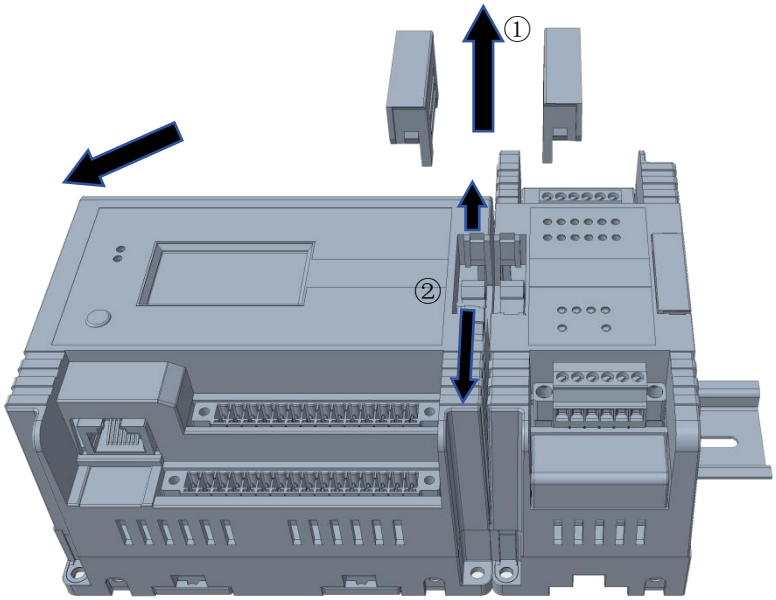


插图 11-2：分离主控模块与扩展模块连接排线

2.使用小平口螺丝刀(2mm)撬开总线接口封盖，并沿箭头①方向将其取下，按箭头②标示方向拨开牛角插头，取下连接排线。

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

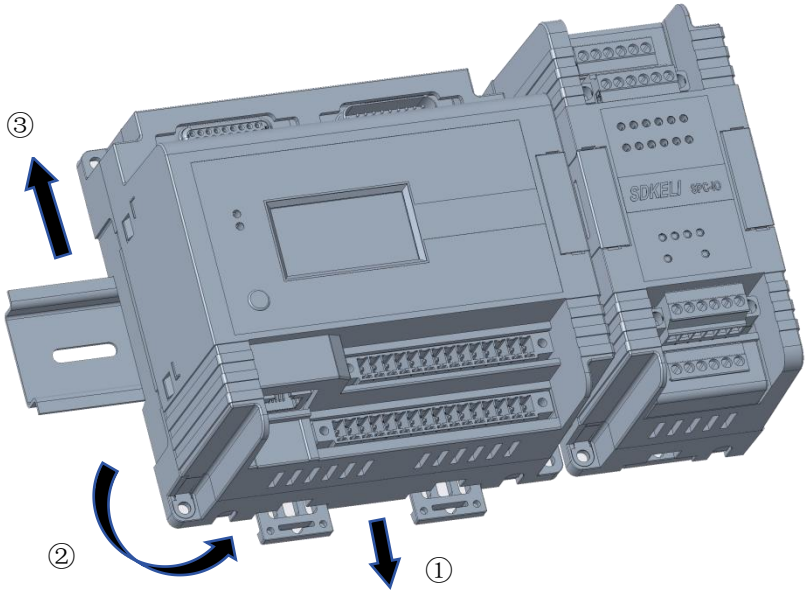


插图 11-3：从 DIN 导轨上取下模块

3.按箭头①方向撬出导轨卡子，然后按箭头②方向使模块一侧脱离电气导轨，最后将其沿箭头③从导轨上取下。

11.2 废弃处理

处理方法

- 根据国家特定的废物处置法规处理不可用的设备。

补充信息

本公司可根据您的要求协助处理这些设备。

12 技术参数

12.1 最小关断时间

最小关断时间是指关断条件为了被 SPC 系统监测到而必须存在的最小时间。

对最小关断时间的要求：

- 其必须大于系统扫描周期+1ms。以及：
- 当设备连接到 SPC 测试输出时，其必须大于测试间隙+最大断电/通电延时（前提是测试间隙＞1ms）。

以及：

- 其必须大于测试周期（即两个所用测试输出中的较高值）+最大断电/通电延时（前提是使用防护垫或缓冲器）。

传感器的最小关断时间通常在传感器的技术参数中给出。

12.2 响应时间

计算 SPC 系统内的响应时间，必须将所有路径纳入考量，且每路输出响应时间应单独计算。对于通过 SPC Line 形成安全通信网络，需要进一步考虑通信时间。

通信时间=N×(发送循环时间)+4ms

注 1: N=参与 SPC Line 的节点数-1。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

逻辑执行时间

SPC 系统的最小逻辑执行时间始终为 4ms，通过优化也不能进一步减少。更改逻辑执行时间可能需要更改基于逻辑执行时间的功能块配置。关于逻辑执行时间优化的更多信息参见配置软件相关文档。

响应时间计算

系统扫描周期=输入及处理时间+逻辑处理时间+总线通信时间+输出及处理时间。

SPC 最小响应时间=系统扫描周期+延迟时间。

SPC 最大响应时间=（2*系统扫描周期）+延迟时间。

安全回路最大响应时间=传感器响应时间+SPC 响应时间+执行器响应时间。

系统扫描周期

内容	子类型	时间
输入及处理时间	+N 个 SSI 绝对值编码器(若启用)	N*1ms
逻辑时间	逻辑执行时间	4ms
总线通信时间	+M 个从模块(若启用)	M*1ms
输出及处理时间	-	-

注 1:逻辑执行时间根据逻辑复杂度进行步进，步进单位为 4ms。

注 2:每增加一个扩展模块总线通信时间增加 1ms，对于 MC12 总线通信时间额外+1ms。

注 3:输入如果加滤波，需增加滤波时间。

延迟时间

内容	子类型	时间
输入时间	+on/off 滤波时间（若启用）	8ms
	+A/B 增量型编码器、正余弦编码器(若启用)	6ms
逻辑时间	+逻辑延迟功能块（若启用）	根据功能块延迟时间
输出及处理时间	内部错误导致关闭输出的延迟时间	取决于故障诊断与故障冗余延迟时间

注 1：延迟功能块本身存在容差，需考虑当前系统扫描周期。

注 2：+A/B 增量型编码器、正余弦编码器采用周期为 4ms。

响应时间举例 1：

主控模块 SPC-MC208400E4 和一个扩展 SPC-IO08420000 连接。

表 12-5 连接描述

数字输入	SPC-IO 上带两个安全光幕(例如在 I1/I2，I3/I4)
数字输出	双通道输出，在 SPC-IO 上带两个安全继电器（例如在 O1/O2，O3/O4）
逻辑功能配置	对于 I1/I2 的光幕直接进行输出，输出连接 O1/O2。 对于 I3/I4 的光幕加入 8ms 的 On/Off 滤波后进行输出，输出连接 O3/O4。

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

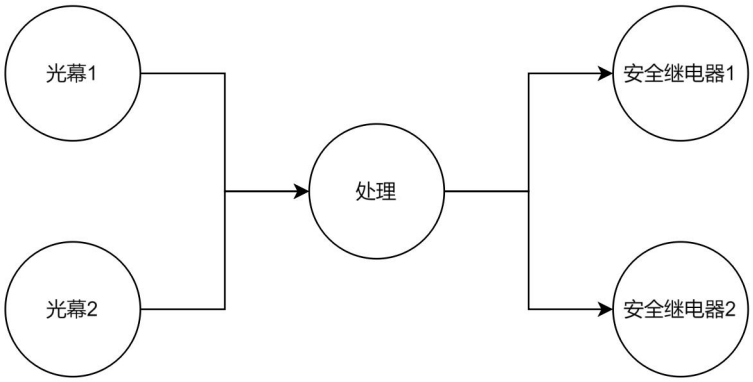


图 12-1 举例 1 的路径图

两个路径需要单独计算：

表 12-6 路径 1 的响应时间

时间类型	子类型	值
系统扫描周期	+N 个 SSI 绝对值编码器	0ms
	逻辑处理时间	4ms
	+M 个从模块(若启用)	1ms
	-	0ms
延迟时间	+on/off 滤波时间（若启用）	0ms
	+A/B 增量型编码器、正余弦编码器(若启用)	0ms
	+逻辑延迟功能块（若启用）	0ms
总和	（2*系统扫描周期）+延迟时间	10ms

表 12-7 路径 2 的响应时间

时间类型	子类型	值
系统扫描周期	+N 个 SSI 绝对值编码器	0ms
	逻辑处理时间	4ms
	+M 个从模块(若启用)	1ms
	-	0ms
延迟时间	+on/off 滤波时间（若启用）	8ms
	+A/B 增量型编码器、正余弦编码器(若启用)	0ms
	+逻辑延迟功能块（若启用）	0ms
总和	（2*系统扫描周期）+延迟时间	18ms

表 12-8 路径 1 的安全回路最大响应时间

时间类型	值	说明
传感器响应时间	10ms	假设值
SPC 最大响应时间	10ms	
执行器最大响应时间	2ms	假设值
总和	22ms	

表 12-9 路径 2 的安全回路最大响应时间

时间类型	值	说明
传感器响应时间	10ms	假设值
SPC 最大响应时间	18ms	

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

执行器最大响应时间	2ms	假设值
总和	30ms	

响应时间举例 2：
主控模块 SPC-MC208400E4 和一个扩展 SPC-EN0000S000 连接。

表 12-10 连接描述

数字输入	SPC-EN 上带 1 个安全编码器，接口形式为正余弦编码器
数字输出	双通道输出，在 MC20 上带 1 个安全继电器（例如在 O1/O2）
逻辑功能配置	对速度值进行判断，当超过阈值时，关断输出，输出连接 O1/O2。

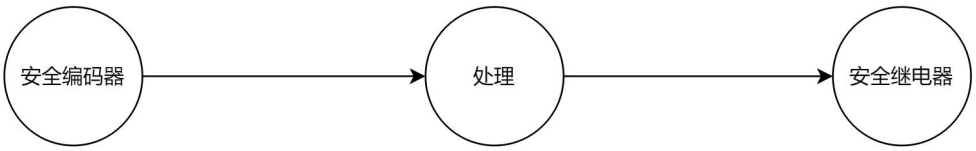


图 12-2 举例 2 路径图

表 12-11 路径的响应时间

时间类型	子类型	值
系统扫描周期	+N 个 SSI 绝对值编码器	0ms
	逻辑处理时间	4ms
	+M 个从模块(若启用)	1ms
	-	0ms
延迟时间	+on/off 滤波时间（若启用）	0ms
	+A/B 增量型编码器、正余弦编码器(若启用)	6ms
	+逻辑延迟功能块（若启用）	0ms
总和	（2*系统扫描周期）+延迟时间	16ms

表 12-12 路径的安全回路最大响应时间

时间类型	值	说明
传感器响应时间	0ms	假设值
SPC 最大响应时间	16ms	
执行器最大响应时间	2ms	假设值
总和	18ms	

12.3 数据表

12.3.1 主控模块 SPC-MC12

安全参数

表 12-1：SPC-MC12 安全技术参数

项目	参数
安全完整性（IEC 61508） 安全完整性（IEC 62061）	SIL 3
性能等级（ISO 13849）	PL e

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

类别（ISO 13849）	
所有安全输出已启用检测脉冲的单通道输出（O1-O8）	Cat.4 注 1
此安全输出或任何其他安全输出上已禁用或未禁用检测脉冲的双通道输出（O1-O8）	Cat.4
PFH	5.45×10^{-10}
TM（持续运行时间，ISO 13849）	20 年

注 1：需要按照 ISO13849-2:2012 表 D.4 适用安全输出和外部设备（输出设备）间缆线的故障除外条款。比如，在符合 IEC60204-1 的机箱（控制柜等）内安装 SPC 和外部设备，针对此安全输出使用受保护或单独的电缆敷设。

电气参数

表 12-2：SPC-MC12 电气参数

项目	参数
工作电压	24V DC（70% ~ 125%）
UL/CSA 应用工作电压	24V DC
工作电压类型	PELV/SELV 必须从外部将模块的工作电流限制在最大 4A（通过使用的电源供应器或保险丝）
过压类别	II (EN 61131-2)
功耗（无负载）	5.5W
连接方式	螺丝接线端子
电源导线横截面积	单线或细线：0.2 ~ 1.5 mm² 根据 UL/CUL 的 AWG：24 ~ 14
信号口导线横截面积	单线或细线：0.14 ~ 1.5 mm² 带芯线末端套管的细线： 带塑料套管最大 0.75mm² 无塑料套管最大 1.5mm² 根据 UL/CUL 的 AWG：24 ~ 16
防护等级	Ⅲ（IEC 61140）
抗扰度	EN 61000-6-2
电磁兼容性（EMC）	IEC 61131-2
安全输入	
输入数量	12
输入电压高	13 ~ 28V
输入电压低	0 ~ 5V
地线开路时输入上的反向电流	最大 20 mA 从电压供给到输入的 2.2KΩ等效电阻
输入电容	1nF
安全输出	
输出数量	8
输出类型	PNP 晶体管，短路保护
输出电压高	= 输出电源电压减 2V
输出电压低	≤1V
漏电流（低）	≤0.5mA

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

输出电流	300mA
总电流	≤1.2A
检测脉冲宽度	0 ~ 1000us 注 1
检测脉冲周期	<200ms
负载电容	≤0.9uF
电缆阻抗	最大 5 Ω（如 100 m × 1.5 mm² = 1.2 Ω）
响应时间	视逻辑配置确定
安全输出同步性	<1ms
测试输出	
输出数量	4
输出类型	PNP 晶体管，短路保护，短路监控
输出电压高	= 系统电源电压减 2V
输出电流	100mA
总电流	200mA
测试脉冲宽度	4ms
测试脉冲周期	200ms
负载电容	≤1uF
电缆电阻	<100Ω

注 1：安全输出上的检测脉冲通过上位机软件 SPC Tool 进行配置，检测脉冲宽度直接影响安全输出的带容性负载能力。

环境参数

表 12-3：SPC-MC12 环境参数

项目	参数
防护等级（IEC 60529）	IP20
工作环境温度 （UL/CSA：环境空气温度）	–25 … +60 °C
存储温度	–25 … +70 °C
空气湿度	10% ~ 95%，无冷凝
运行高度	不超过海拔 2,000 m (80 kPa)
抗振动	5Hz ~ 8.4Hz，3.5mm 位移，恒定振幅， 8.4Hz ~ 150Hz，1g 加速度，恒定振幅
抗冲击，连续	15 g, 11 ms (EN 60068-2-27)

机械参数

表 12-4：SPC-MC12 机械参数

项目	参数
尺寸（长×宽×高）	110 mm × 106 mm × 64 mm
重量	337g (± 5%)

12.3.2 主控模块 SPC-MC20

安全参数

表 12-5：SPC-MC20 安全技术参数

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

项目	参数
安全完整性（IEC 61508） 安全完整性（IEC 62061）	SIL 3
性能等级（ISO 13849）	PL e
类别（ISO 13849）	
所有安全输出已启用检测脉冲的单通道输出（O1-O8）	Cat.4 注 1
此安全输出或任何其他安全输出上已禁用或未禁用检测脉冲的双通道输出（O1-O8）	Cat.4
PFH	2.23×10^{-10}
TM（持续运行时间，ISO 13849）	20 年

注 1：需要按照 ISO13849-2:2012 表 D.4 适用安全输出和外部设备（输出设备）间缆线的故障除外条款。比如，在符合 IEC60204-1 的机箱（控制柜等）内安装 SPC 和外部设备，针对此安全输出使用受保护或单独的电缆敷设。

电气参数

表 12-6：SPC-MC20 电气参数

项目	参数
工作电压	24V DC（70% ~ 125%）
UL/CSA 应用工作电压	24V DC
工作电压类型	PELV/SELV 必须从外部将模块的工作电流限制在最大 4A（通过使用的电源供应器或保险丝）
过压类别	II (EN 61131-2)
功耗（无负载）	3.5W
连接方式	螺丝接线端子/弹簧接线端子
电源导线横截面积	单线或细线：0.14 ~ 2.5 mm² 根据 UL/CUL 的 AWG：24 ~ 14
信号口导线横截面积	单线或细线：0.2 ~ 1.5 mm² 带芯线末端套管的细线： 带塑料套管最大 0.75mm² 无塑料套管最大 0.75mm² 根据 UL/CUL 的 AWG：24 ~ 16
防护等级	Ⅲ（IEC 61140）
抗扰度	EN 61000-6-2
电磁兼容性（EMC）	IEC 61131-2
安全输入	
输入数量	20
输入电压高	13 ~ 28V
输入电压低	0 ~ 5V
地线开路时输入上的反向电流	最大 20 mA 从电压供给到输入的 2.2KΩ等效电阻
输入电容	1nF
安全输出	
输出数量	8

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

输出类型	PNP 晶体管，短路保护
输出电压高	= 输出电源电压减 2V
输出电压低	≤1V
漏电流（低）	≤0.5mA
输出电流	300mA
总电流	≤1.2A
检测脉冲宽度	0 ~ 1000us 注 1
检测脉冲周期	<200ms
负载电容	≤0.9uF
电缆阻抗	最大 5 Ω（如 100 m × 1.5 mm² = 1.2 Ω）
响应时间	视逻辑配置确定
安全输出同步性	<1ms
测试输出	
输出数量	4
输出类型	PNP 晶体管，短路保护，短路监控
输出电压高	= 系统电源电压减 2V
输出电流	100mA
总电流	200mA
测试脉冲宽度	4ms
测试脉冲周期	200ms
负载电容	≤1uF
电缆电阻	<100Ω

注 1：安全输出上的检测脉冲通过上位机软件 SPC Tool 进行配置，检测脉冲宽度直接影响安全输出的带容性负载能力。

环境参数

表 12-7：SPC-MC20 环境参数

项目	参数
防护等级（IEC 60529）	IP20
工作环境温度 （UL/CSA：环境空气温度）	–25 … +60 °C
存储温度	–25 … +70 °C
空气湿度	10% ~ 95%，无冷凝
运行高度	不超过海拔 2,000 m (80 kPa)
抗振动	5Hz ~ 8.4Hz，3.5mm 位移，恒定振幅， 8.4Hz ~ 150Hz，1g 加速度，恒定振幅
抗冲击，连续	15 g, 11 ms (EN 60068-2-27)

机械参数

表 12-8：SPC-MC20 机械参数

项目	参数
尺寸（长×宽×高）	82 mm × 106 mm × 64 mm
重量	282g (± 5%)

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

12.3.3 扩展模块 SPC-IO

安全参数

表 12-9：SPC-IO 安全技术参数

项目	参数
安全完整性（IEC 61508） 安全完整性（IEC 62061）	SIL 3
性能等级（ISO 13849）	PL e
类别（ISO 13849）	
所有安全输出已启用检测脉冲的单通道输出（O1-O4）	Cat.4 注 1
此安全输出或任何其他安全输出上已禁用或未禁用检测脉冲的双通道输出（O1-O8）	Cat.4
PFH	1.10×10^{-10}
TM（持续运行时间，ISO 13849）	20 年

注 1：需要按照 ISO13849-2:2012 表 D.4 适用安全输出和外部设备（输出设备）间缆线的故障除外条款。比如，在符合 IEC60204-1 的机箱（控制柜等）内安装 SPC 和外部设备，针对此安全输出使用受保护或单独的电缆敷设。

电气参数

表 12-10：SPC-IO 电气参数

项目	参数
工作电压	24V DC（70% ~ 125%）
UL/CSA 应用工作电压	24V DC
工作电压类型	PELV/SELV 必须从外部将模块的工作电流限制在最大 4A（通过使用的电源供应器或保险丝）
过压类别	II (EN 61131-2)
功耗（无负载）	2.5W
连接方式	螺丝接线端子/弹簧接线端子
电源导线横截面积	单线或细线：0.14 ~ 2.5 mm² 根据 UL/CUL 的 AWG：24 ~ 14
信号口导线横截面积	单线或细线：0.2 ~ 1.5 mm² 带芯线末端套管的细线： 带塑料套管最大 0.75mm² 无塑料套管最大 0.75mm² 根据 UL/CUL 的 AWG：26 ~ 16
防护等级	Ⅲ (IEC 61140)
抗扰度	EN 61000-6-2
电磁兼容性（EMC）	IEC 61131-2
安全输入	
输入数量	8
输入电压高	13 ~ 28V
输入电压低	0 ~ 5V
地线开路时输入上的反向电流	最大 20 mA

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

	从电压供给到输入的 2.2KΩ等效电阻
输入电容	1nF
安全输出	
输出数量	4
输出类型	PNP 晶体管，短路保护
输出电压高	= 输出电源电压减 2V
输出电压低	≤1V
漏电流（低）	≤0.5mA
输出电流	300mA
总电流	≤1.2A
检测脉冲宽度	0 ~ 1000us 注 1
检测脉冲周期	<200ms
负载电容	≤0.9uF
电缆阻抗	最大 5 Ω（如 100 m × 1.5 mm² = 1.2 Ω）
响应时间	视逻辑配置确定
安全输出同步性	<1ms
测试输出	
输出数量	2
输出类型	PNP 晶体管，短路保护，短路监控
输出电压高	= 系统电源电压减 2V
输出电流	100mA
总电流	200mA
测试脉冲宽度	4ms
测试脉冲周期	200ms
负载电容	≤1uF
电缆电阻	<100Ω

注 1：安全输出上的检测脉冲通过上位机软件 SPC Tool 进行配置，检测脉冲宽度直接影响安全输出的带容性负载能力。

环境参数

表 12-11：SPC-IO 环境参数

项目	参数
防护等级（IEC 60529）	IP20
工作环境温度 （UL/CSA：环境空气温度）	–25 … +60 °C
存储温度	–25 … +70 °C
空气湿度	10% ~ 95%，无冷凝
运行高度	不超过海拔 2,000 m (80 kPa)
抗振动	5Hz ~ 8.4Hz，3.5mm 位移，恒定振幅， 8.4Hz ~ 150Hz，1g 加速度，恒定振幅
抗冲击，连续	15 g, 11 ms (EN 60068-2-27)

机械参数

表 12-12：SPC-IO 机械参数

项目	参数

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

尺寸（长×宽×高）	50 mm × 106 mm × 64 mm
重量	172g (± 5%)

12.3.4 扩展模块 SPC-EN

安全参数

表 12-13：SPC-EN 安全技术参数

项目	参数
安全完整性（IEC 61508） 安全完整性（IEC 62061）	SIL 3
类别（ISO 13849）	Cat.4
性能等级（ISO 13849）	PL e
PFH	1.63×10^{-10}
TM（持续运行时间，ISO 13849）	20 年

电气参数

表 12-14：SPC-EN 电气参数

项目	参数
工作电压	24V DC（70% ~ 125%)
UL/CSA 应用工作电压	24V DC
工作电压类型	PELV/SELV 必须从外部将模块的工作电流限制在最大 4A（通过使用的电源供应器或保险丝）
过压类别	II (EN 61131-2)
功耗	3W
连接方式	螺丝接线端
导线横截面积	单线或细线：0.14 ~ 2.5 mm² 根据 UL/CUL 的 AWG：26 ~ 14
防护等级	Ⅲ (IEC 61140)
抗扰度	EN 61000-6-2
电磁兼容性（EMC）	IEC 61131-2

环境参数

表 12-15：SPC-EN 环境参数

项目	参数
防护等级（IEC 60529）	IP20
工作环境温度 （UL/CSA：环境空气温度）	–25 … +60 °C
存储温度	–25 … +70 °C
空气湿度	10% ~ 95%，无冷凝
运行高度	不超过海拔 2,000 m (80 kPa)
抗振动	5Hz ~ 8.4Hz，3.5mm 位移，恒定振幅， 8.4Hz ~ 150Hz，1g 加速度，恒定振幅
抗冲击，连续	15 g, 11 ms (EN 60068-2-27)

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

机械参数

表 12-16：SPC-EN 机械参数

项目	参数
尺寸（长×宽×高）	50 mm × 106 mm × 64 mm
重量	178g (± 5%)

12.4 结构尺寸

主控模块 SPC-MC12

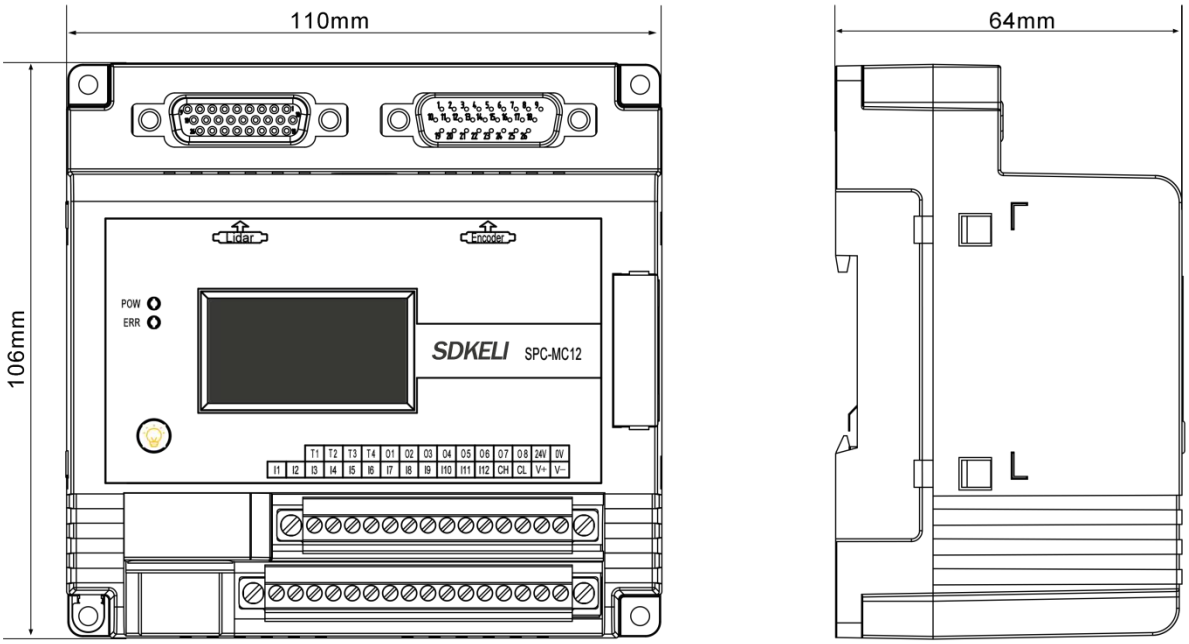


图 12-2 主控模块 SPC-MC12 尺寸

主控模块 SPC-MC20

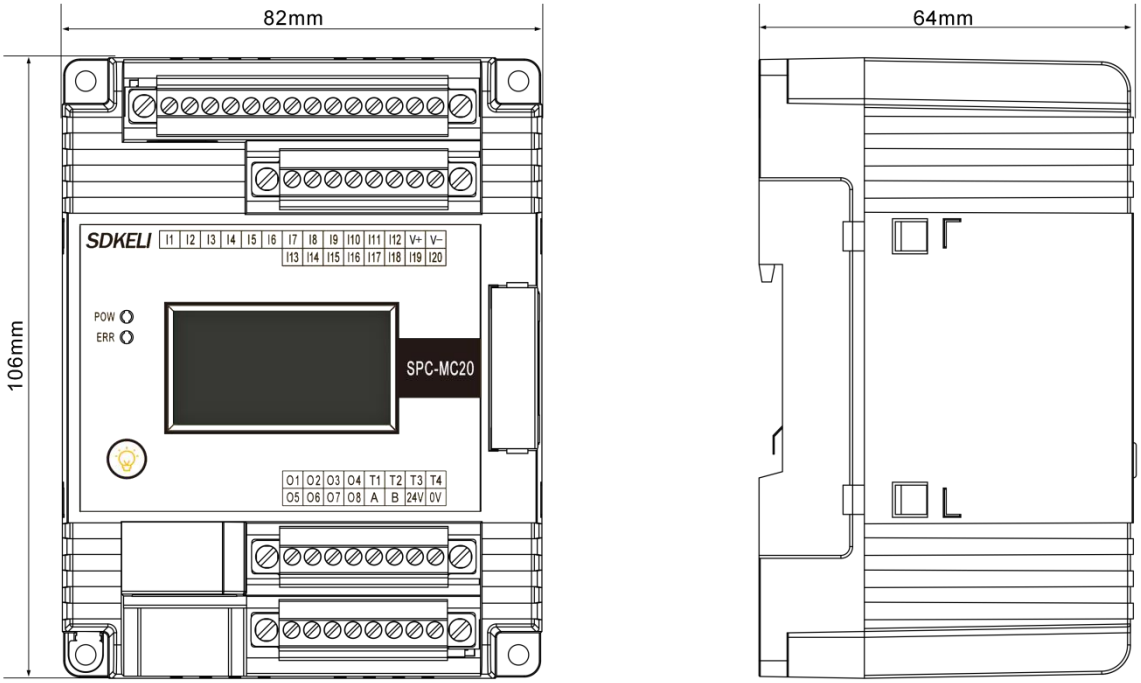


图 12-3 主控模块 SPC-MC20 尺寸

Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

扩展模块 SPC-IO

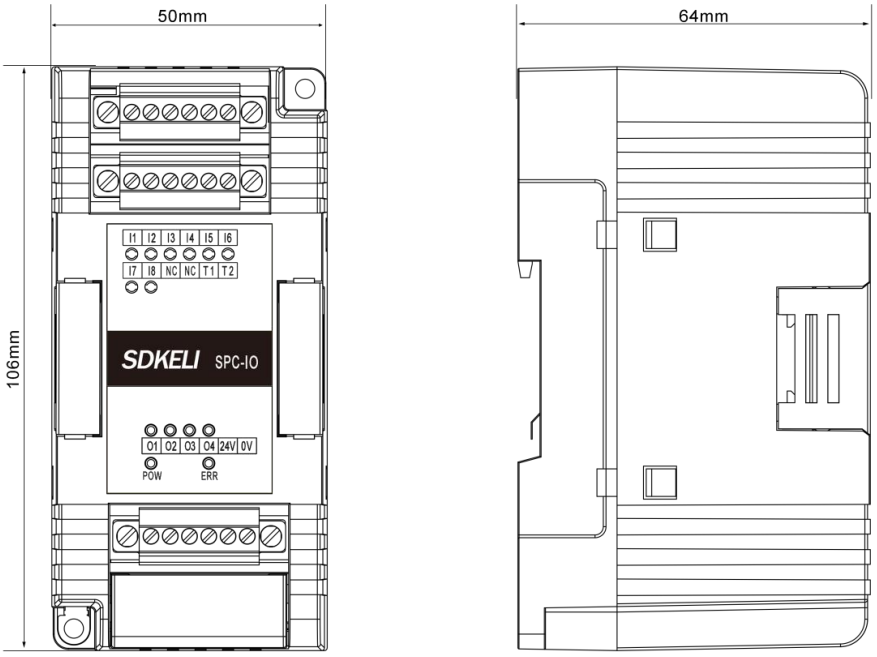


图 12-4 扩展模块 SPC-IO 尺寸

扩展模块 SPC-EN

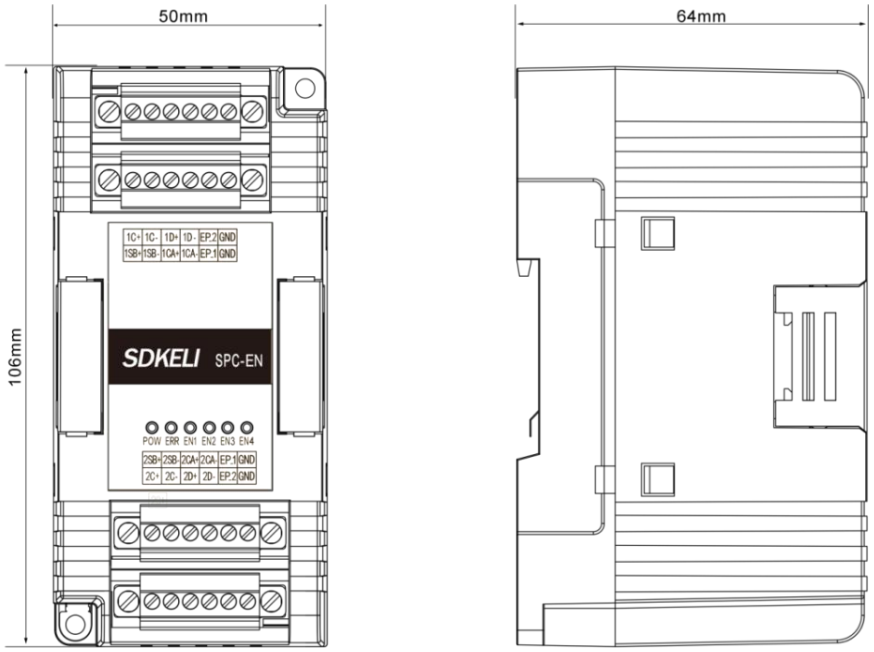


图 12-5 扩展模块 SPC-EN 尺寸

13 应用检查表

供制造商/装备商用于安装产品的检查表

有关下列要点的说明必须至少在初次调试时可用，但根据应用情况，制造商/装备商必须检查其要求。

此检查表应当妥善保管并记录于机器资料中，以便能够在经常性检查中用作参考。

此检查表不可替代，由合格的安全人员执行初次调试以及定期检查。

是否已将适用于机器的指令和标准的相关安全规定作为基础？	是[ ]否[ ]
是否已将应用指令和标准列入一致性声明中？	是[ ]否[ ]

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

保护装置是否符合 ISO 13849/IEC 62061 要求的 PL/SIL 和 PFH d 以及 IEC 61496 要求的 Type 等级？	是[ ]否[ ]
是否贯彻执行了要求的触电保护措施（防护等级）？	是[ ]否[ ]
是否已按照本文档的检查说明检查安全功能？	是[ ]否[ ]
是否已确保在产品的配置发生任何变化后均对安全功能进行完整检查？	是[ ]否[ ]

14 附录：术语和缩略语

14.1 术语

术语	定义
SPC	可编程安全控制器，本项目设计的产品名称
主控模块	SPC 系统的主处理单元，是整个系统运行的基础，可以单独运行。不同的主控模块型号，携带的 IO 口、雷达口、编码器口数量也不同
扩展模块	SPC 的扩展处理单元，用于扩展系统的接口和功能，需要配合主控模块才能使用，包括 IO 扩展模块和运动扩展模块两种类型
KLM	KLM 是科力一款经过 SIL 2、PL d 安全等级认证的激光雷达，可以配合 SPC 为 AGV 行业提供安全解决方案。KLM 的接口配置丰富，最大可实现 64 个防区组的切换，具体详见 KLM 说明书
安全状态	达到安全时受控设备的状态
安全输出	执行或与安全功能相关的输出
测试输出	测试输出为无源触点（比如急停按钮的常闭触点）提供驱动源信号，“测试输出-无源触点-安全输入”串联成检测回路，用于监控无源触点状态
安全功能	整体安全中与受控设备和受控设备控制系统相关的部分，它取决于电气/电子/可编程电子安全相关系统和其他风险降低措施的正确执行
安全完整性	在规定的时间内、在所有规定的条件下， 成功实现所要求的安全功能的平均概率。
安全完整性等级(SIL)	一组分级数字，它确定了为将残余软件故障降低到一个适当水平所必须采用的技术和措施，安全完整性等级数值越高，安全性水平也越高。
可用性	假定所需外部资源均能满足的条件下，产品在规定的条件下，在规定的时刻或在给定的时间间隔内完成要求功能的能力。
可靠性	在给定的条件下和给定的时间内，可满足系统所要求功能的可能性。
可维护性	在假设的使用条件下，在一定的时间间隔内，一定的条件下，经过一定的程序并使用一定的资源，主动完成维护活动的可能性。

14.2 缩略语

缩略语	英文描述	中文描述
SIL	Safety Integrity Level	安全完整性等级
PL	Performance Level	性能等级

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

Cat.	Category	类别
EDM	External Device Monitoring	外部设备监控
OSSD	Output signal switching device	输出信号切换装置
MTTFd	Mean Time to Dangerous Failure	平均危险失效时间
PFHd	Probability of a dangerous failure per Hour	每小时发生危险失效的概率
SILCL	Safety Integrity Level Claim Limit	安全完整性等级限制

14.3 通信协议

14.3.1 内部寄存器地址定义-对外输出

名称	寄存器地址（16 位）			功能
	地址 十进制	地址 十六进制	长度 （字节）	
主控模块输入	8192	2000	2	每一 bit 代表 1 位输入，低位表示低物理位置输入。MC12 是 12 位输入，对于 MC20 是 20 位输入
	8193	2001	2	
IO 模块 1 输入	8194	2002	2	每一 bit 代表 1 位输入，低位表示低物理位置输入
IO 模块 2 输入				
IO 模块 3 输入	8195	2003	2	
IO 模块 4 输入				
IO 模块 5 输入	8196	2004	2	
IO 模块 6 输入				
IO 模块 7 输入	8197	2005	2	
IO 模块 8 输入				
IO 模块 9 输入	8198	2006	2	
IO 模块 10 输入				
IO 模块 11 输入	8199	2007	2	
IO 模块 12 输入				
IO 模块 13 输入	8200	2008	2	
IO 模块 14 输入				

主控模块输出	8392	20C8	2	每一 bit 代表 1 位输出，低位表示低物理位置输出
IO 模块 1 输出	8393	20C9	2	每一 bit 代表 1 位输出，低位表示低物理位置输出
IO 模块 2 输出				
IO 模块 3 输出	8394	20CA	2	
IO 模块 4 输出				

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

IO 模块 5 输出	8395	20CB	2	
IO 模块 6 输出				
IO 模块 7 输出	8396	20CC	2	
IO 模块 8 输出				
IO 模块 9 输出	8397	20CD	2	
IO 模块 10 输出				
IO 模块 11 输出	8398	20CE	2	
IO 模块 12 输出				
IO 模块 13 输出	8399	20CF	2	
IO 模块 14 输出				

系统状态	8592	2190	2	系统运行状态。0 为正常，1 为故障
主控模块状态				模块运行状态。0 为正常，1 为故障
从模块 1 状态	8593	2191	2	模块运行状态。0 为正常，1 为故障
从模块 2 状态				
从模块 3 状态	8594	2192	2	
从模块 4 状态				
从模块 5 状态	8595	2193	2	
从模块 6 状态				
从模块 7 状态	8596	2194	2	
从模块 8 状态				
从模块 9 状态	8597	2195	2	
从模块 10 状态				
从模块 11 状态	8598	2196	2	
从模块 12 状态				
从模块 13 状态	8599	2197	2	
从模块 14 状态				

系统校验和	8792	2258	2	系统配置标识
	8793	2259	2	
软件校验和	8794	225A	2	软件配置标识
	8795	225B	2	
逻辑结果 1	8796	225C	2	每一位表示一个逻辑点位
逻辑结果 2				
逻辑结果 3	8797	225D	2	

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

逻辑结果 4				
. . .	. . .	. . .	. . .	
逻辑结果 59	8799	2279	2	
逻辑结果 60				

编码器 1 速度	8992	2320	4	MC12 主控模块编码器 1 速度
编码器 2 速度	8994	2322	4	MC12 主控模块编码器 2 速度
编码器 3 速度	8996	2324	4	MC12 主控模块编码器 3 速度
编码器 4 速度	8998	2326	4	MC12 主控模块编码器 4 速度
编码器 5 速度	9000	2328	4	EN 模块 1 编码器 1 速度
编码器 6 速度	9002	232A	4	EN 模块 1 编码器 2 速度
编码器 7 速度	9004	232C	4	EN 模块 1 编码器 3 速度
编码器 8 速度	9006	232E	4	EN 模块 1 编码器 4 速度
编码器 9 速度	9008	2330	4	EN 模块 2 编码器 1 速度
编码器 10 速度	9010	2332	4	EN 模块 2 编码器 2 速度
编码器 11 速度	9012	2334	4	EN 模块 2 编码器 3 速度
编码器 12 速度	9014	2336	4	EN 模块 2 编码器 4 速度
雷达 1	9016	2338	2	MC12 主控模块雷达 1 低 8 位：bit0 ~ bit5 为 OSSD1A、OSSD1B、IO2、IO3、IO1、IO4； 高 8 位：bit0 ~ bit7：静态切换信号输出 1 ~ 8
雷达 2	9017	2339	2	MC12 主控模块雷达 2 低 8 位：bit0 ~ bit5 为 OSSD1A、OSSD1B、IO2、IO3、IO1、IO4； 高 8 位：bit0 ~ bit7：静态切换信号输出 1 ~ 8

注 1：CAN 接口 CanOpen 对象字典制造商特定子协议区索引与上表一致。

注 2：所有查询的寄存器数据为小端序。

Canopen pdo1	主模块输入_L	16384	4000	1	每一 bit 代表 1 位输入，低位表示低物理位置输入
	主模块输入_H	16384	4000	2	
	IO 模块 1 输入	16384	4000	3	
	IO 模块 2 输入	16384	4000	4	
	IO 模块 3 输入	16384	4000	5	
	IO 模块 4 输入	16384	4000	6	
	IO 模块 5 输入	16384	4000	7	
	IO 模块 6 输入	16384	4000	8	
Canopen pdo2	IO 模块 7 输入	16384	4000	9	
	IO 模块 8 输入	16384	4000	10	
	IO 模块 9 输入	16384	4000	11	
	IO 模块 10 输入	16384	4000	12	

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

	IO 模块 11 输入	16384	4000	13	
	IO 模块 12 输入	16384	4000	14	
	IO 模块 13 输入	16384	4000	15	
	IO 模块 14 输入	16384	4000	16	
Canopen pdo3	主模块输出	16384	4000	17	每一 bit 代表 1 位输出，低位表示低物理位置输出
	IO 模块 1_2 输出	16384	4000	18	
	IO 模块 3_4 输出	16384	4000	19	
	IO 模块 5_6 输出	16384	4000	20	
	IO 模块 7_8 输出	16384	4000	21	
	IO 模块 9_10 输出	16384	4000	22	
	IO 模块 11_12 输出	16384	4000	23	
	IO 模块 13_14 输出	16384	4000	24	
Canopen pdo4	逻辑结果 1	16384	4000	25	每一位表示一个逻辑点位
	逻辑结果 2	16384	4000	26	
	逻辑结果 3	16384	4000	27	
	逻辑结果 4	16384	4000	28	
	逻辑结果 5	16384	4000	29	
	逻辑结果 6	16384	4000	30	
	逻辑结果 7	16384	4000	31	
	逻辑结果 8	16384	4000	32	

14.3.2 内部寄存器地址定义-对内输入

名称	寄存器地址（16 位）			功能
	地址 十进制	地址 十六进制	长度 （字节）	
Modbus TCP 保持寄存器 1	40001	9C41	2	供 Modbus TCP 写入，对应 10 指令。
Modbus TCP 保持寄存器 2	40002	9C42	2	
Modbus TCP 保持寄存器 3	40003	9C43	2	
Modbus TCP 保持寄存器 4	40004	9C44	2	
Modbus TCP 保持寄存器 5	40005	9C45	2	
Modbus TCP 保持寄存器 6	40006	9C46	2	

Modbus RTU 保持寄存器 1	40100	9CA4	2	供 Modbus RTU 写入，对应 10 指令。
Modbus RTU 保持寄存器 2	40101	9CA5	2	
Modbus RTU 保持寄存器 3	40102	9CA6	2	
Modbus RTU 保持寄存器 4	40103	9CA7	2	
Modbus RTU 保持寄存器 5	40104	9CA8	2	

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

Modbus RTU 保持寄存器 6	40105	9CA9	2	

Canopen RPDO1	12288	3000	1	供 Canopen 写入
Canopen RPDO1	12288	3000	2	
Canopen RPDO1	12288	3000	3	
Canopen RPDO1	12288	3000	4	
Canopen RPDO1	12288	3000	5	
Canopen RPDO1	12288	3000	6	
Canopen RPDO1	12288	3000	7	
Canopen RPDO1	12288	3000	8	
Canopen RPDO2	12288	3000	9	
Canopen RPDO2	12288	3000	10	
Canopen RPDO2	12288	3000	11	
Canopen RPDO2	12288	3000	12	

14.3.3 RS485 接口通信协议

查询帧格式

地址	功能码	起始地址	查询寄存器数量	校验码
1Byte	1Byte	2Byte	2Byte	2Byte
SPC 地址	0x03	内部寄存器地址	要查询的寄存器个数	CRC16

响应帧格式

地址	功能码	数据长度	数据	校验码
1Byte	1Byte	1Byte	nByte	2Byte
SPC 地址	0x03	查询到的数据长度	有效数据	CRC16

错误帧格式

地址	功能码	错误码	校验码
1Byte	1Byte	1Byte	2Byte
SPC 地址	0x83	01：非法功能； 02：非法地址； 03：非法数据；	CRC16

默认波特率：115200 bits/s

14.3.4 以太网接口通信协议

查询帧格式

事务处理标	协议标识符	长度	单元标	功能码	起始地址	查询寄存器

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

识符			识符			数量
2Byte	2Byte	2Byte	1Byte	1Byte	2Byte	2Byte
0x00 0x00	0x00 0x00	后面的字节长度	0x00	0x03	内部寄存器地址	要查询的寄存器个数

响应帧格式

事务处理标识符	协议标识符	长度	单元标识符	功能码	数据长度	数据
2Byte	2Byte	2Byte	1Byte	1Byte	1Byte	nByte
0x00 0x00	0x00 0x00	后面的字节长度	0x00	0x03	查询到的数据长度	有效数据

错误帧格式

事务处理标识符	协议标识符	长度	单元标识符	功能码	错误码
2Byte	2Byte	2Byte	1Byte	1Byte	1Byte
0x00 0x00	0x00 0x00	后面的字节长度	0x00	0x83	01：非法功能； 02：非法地址； 03：非法数据；

14.3.5 Type C 接口通信协议

查询帧格式

帧头	功能码	起始地址	查询寄存器数量	校验码
1Byte	1Byte	2Byte	2Byte	2Byte
0x00	0x03	内部寄存器地址	要查询的寄存器个数	Modbus CRC16

响应帧格式

帧头	功能码	数据长度	数据	校验码
1Byte	1Byte	1Byte	nByte	2Byte
0x00	0x03	查询到的数据长度	有效数据	Modbus CRC16

默认波特率：230400 bits/s

14.3.6 CAN 接口通信协议

启动 SDO 上传（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	未用
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x40 读取	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	零填充

上传响应（CAN-ID 为 0x580 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x4F 读响应 1 个字节 0x4B 读响应 2 个字节 0x47 读响应 3 个字节 0x43 读响应 4 个字节	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	小端格式

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000

启动异步 PDO-定时器驱动（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x2B	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	定时器时间，单位 ms，小端格式

停止异步 PDO-定时器驱动（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x2B	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	零填充

启动同步 PDO（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x2F	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	固定 0x01 0x00 0x00 0x00

停止同步 PDO（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x2F	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	零填充

PDO 参数保存（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x23	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	固定 0x73 0x61 0x76 0x65

PDO 参数读取（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x40	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	零填充

PDO 参数重置（CAN-ID 为 0x600 + Node-ID）

CS 命令符	索引	子索引	数据
1Byte	2Byte	1Byte	4Byte
0x23	对象字典制造商特定子协议区索引，小端格式	对象字典制造商特定子协议区子索引	固定 0x6C 0x6F 0x61 0x64

RPDO1 写入（CAN-ID 为 0x200 + Node-ID）

数据
8Byte
对内输入节点 1-8，每一位表示一个逻辑点位

RPDO2 写入（CAN-ID 为 0x300 + Node-ID）

数据	数据
4Byte	4Byte
对内输入节点 9-12，每一位表示一个逻辑点位	保留，零填充

默认波特率：125000 bits/s

LRI Distribuída no Brasil pela LRI | vendas@lri.com.br | 51 2129-3000