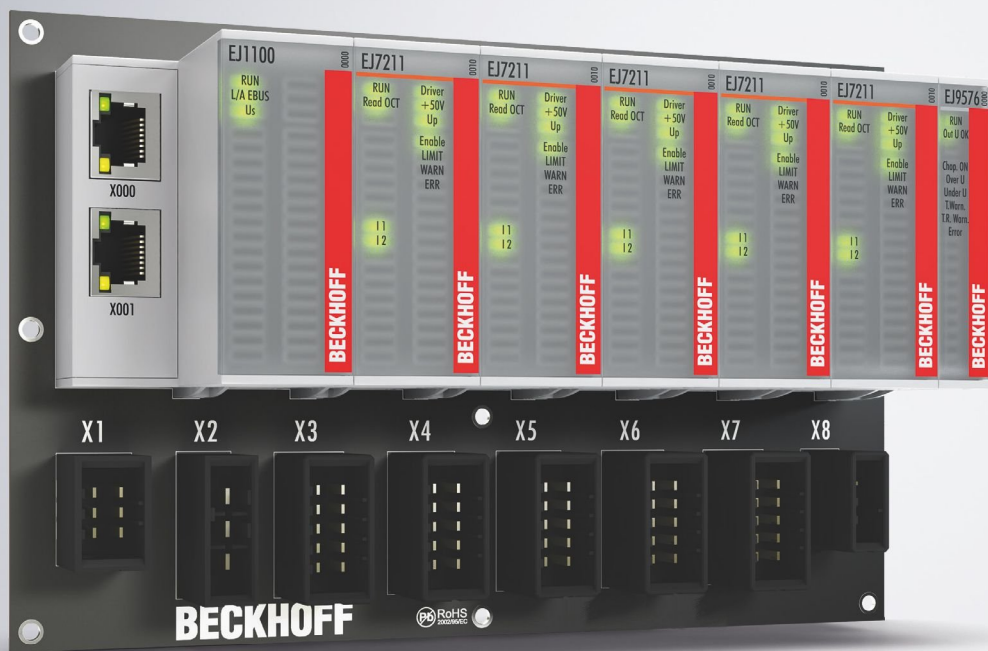


设计指南 | ZH

EJ8xxx

用于标准 EtherCAT 插拔式模块的信号分配板



目录

1 前言	5
1.1 文档说明	5
1.2 安全说明	5
1.3 文档发布状态	6
1.4 目的和适用范围	6
2 技术参数 — 信号分配板	7
3 底板安装指南	8
3.1 确保安装的最小距离	8
3.2 安装位置	9
4 模块布局	10
5 PCB — 距离和面积	12
6 E-bus 电源设计	13
7 电源和电压组	15
8 SGND 连接	17
9 PCB 板层的结构	18
9.1 顶层	19
9.2 内层 1	20
9.3 内层 2	22
9.4 底层	23
10 布线指南	24
10.1 EMC 指南	25
10.2 阻抗和布线	25
11 附录	26
11.1 技术支持和服务	26

1 前言

1.1 文档说明

目标受众

本说明仅适用于熟悉国家标准且经过培训的控制和自动化工程专家。
在安装和调试组件时，必须遵循文档和以下说明及解释。
操作人员应具备相关资质，并始终使用最新的生效文档。

相关负责人员必须确保所述产品的应用或使用符合所有安全要求，包括所有相关法律、法规、准则和标准。

免责声明

本文档经过精心准备。然而，所述产品正在不断开发中。

我们保留随时修改和更改本文档的权利，恕不另行通知。

不得依据本文档中的数据、图表和说明对已供货产品的修改提出赔偿。

商标

Beckhoff®、TwinCAT®、TwinCAT/BSD®、TC/BSD®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC®、XTS® 和 XPlanar® 是倍福自动化有限公司的注册商标并得到授权。本出版物中使用的其他名称可能是商标，第三方出于自身目的使用它们可能侵犯商标所有者的权利。

正在申请的专利

涵盖 EtherCAT 技术，包括但不限于以下专利申请和专利：EP1590927、EP1789857、EP1456722、EP2137893、DE102015105702，并在多个其他国家进行了相应的专利申请或注册。



EtherCAT® 是注册商标和专利技术，由德国倍福自动化有限公司授权使用。

版权所有

© 德国倍福自动化有限公司。

未经明确授权，禁止复制、分发和使用本文件以及将其内容传达给他人。
违者将被追究赔偿责任。在专利授权、工具型号或设计方面保留所有权利。

1.2 安全说明

安全规范

请注意以下安全说明和解释！

可在以下页面或安装、接线、调试等区域找到产品相关的安全说明。

责任免除

所有组件在供货时都配有适合应用的特定硬件和软件配置。禁止未按文档所述修改硬件或软件配置，德国倍福自动化有限公司不对此承担责任。

人员资格

本说明仅供熟悉适用国家标准的控制、自动化和驱动工程专家使用。

警示性词语

文档中使用的警示信号词分类如下。为避免人身伤害和财产损失，请阅读并遵守安全和警告注意事项。

人身伤害警告

⚠ 危险

存在死亡或重伤的高度风险。

⚠ 警告

存在死亡或重伤的中度风险。

⚠ 谨慎

存在可能导致中度或轻度伤害的低度风险。

财产或环境损害警告

注意

可能会损坏环境、设备或数据。

操作产品的信息



这些信息包括：
有关产品的操作、帮助或进一步信息的建议。

1.3 文档发布状态

版本	注释
6.4	<ul style="list-style-type: none"> 更新章节 <i>技术参数 — 信号分配板</i> 新增章节 <i>SGND 连接</i> 更新章节 <i>电源和电压组</i> 更新结构
6.3	<ul style="list-style-type: none"> 更新章节 <i>电源和电压组</i>
6.2	<ul style="list-style-type: none"> 新标题页 更新章节 <i>技术参数 — 信号分配板</i> 新增章节 <i>电源和等电位组</i> 更新章节 <i>PCB 板层的结构</i> 更新章节 <i>布线指南</i> 更新结构
6.1	<ul style="list-style-type: none"> 更新章节 <i>PCB 板层的结构</i>
6.0	<ul style="list-style-type: none"> 迁移 更新结构

1.4 目的和适用范围

本文档适用于希望创建使用标准 EtherCAT 插拔式模块的底板或或者 EJ 配电板的开发人员。

本文档介绍了适用于标准 EtherCAT 插拔式模块的 EJ 配电板的总体设计。

当安全 EJ 模块与标准 EtherCAT 插拔式模块一起使用时，请注意适用于 TwinSAFE 模块的 EJ 底板应满足补充设计指南中的附加要求和注意事项。

2 技术参数 — 信号分配板

技术参数	信号分配板
PCB 板层堆栈	多层 PCB, 最少 4 层
PCB 厚度	1.6 mm \pm 10 %
板连接器	Samtec: SSQ-120-01-L-D
模块布局 [▶ 10]	从左开始: 耦合器、电源模块、EJ 模块
E-bus 电源 [▶ 13]	EJ1100 (2.2 A) EJ1101-0022 + (EJ9400 (2.5 A) 或 EJ9404 (12 A))
E-bus 电源更新 [▶ 14]	EJ9400 (2.5 A) EJ9404 (12 A)
E-bus 和场信号之间的间隙和泄漏距离 [▶ 11]	典型值 1.2 mm
LVDS 信号的差分阻抗 [▶ 25]	100 Ω
SGND 连接	通过安装螺栓
安装孔距离 [▶ 8]	最大 100 mm
触及区域 [▶ 8]	92 mm
PCB 上的模块深度	最小 55 mm
PCB 与安装表面之间的距离	最小 4 mm
安装位置 [▶ 9]	标准

电压组的描述	
U _{EBUS} : E-bus 电源	U _{EBUS} 电源由耦合器提供, 由 EtherCAT 耦合器的电源电压 U _s 供电。 U _{EBUS} : E-bus 电源提供 3.3 V GND: E-bus GND 信号; 注意 不要与 0 V U _p 和 0 V U _s 连接!
U _s : 总线侧电源	电源 U _s 用于为总线耦合器电子元件供电, 并为 E-bus (U _{EBUS}) 提供电压。 0 V U _s : 总线侧 GND 信号 注意 不要与 GND 连接 (E-bus GND 信号) ! 24 V U _s : 总线侧电源 24 V
U _p : 场侧电源	外围电压 U _p 为场侧的电子元件供电。 0 V U _p : GND 信号场侧 注意 不要与 GND 连接 (E-bus GND 信号) ! 24 V U _p : 电源场测 24 V
SGND: 屏蔽接地	相对于信号板其他部分具有屏蔽功能的接地信号 注意 U _s 、U _p 和 SGND 之间不得直接连接! 通过金属螺栓将 SGND 信号直接与安装板连接 (请参见 SGND 连接 [▶ 17] 章节)

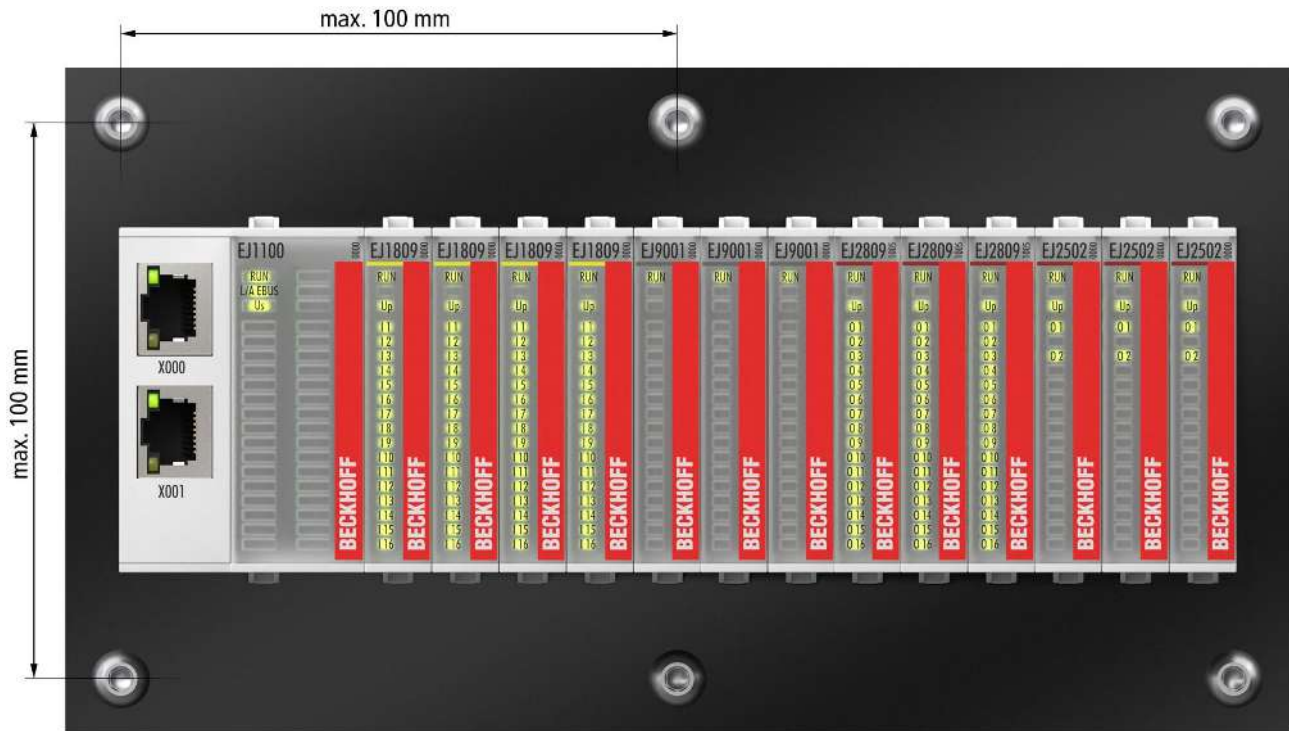
注意

可能会损坏设备

注意所用组件的规格和注意事项!

3 底板安装指南

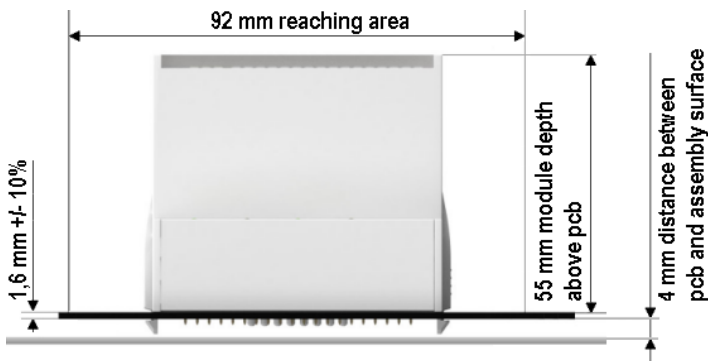
为了避免在模块安装过程中对底板造成物理应力，信号分配板应如下图所示安装在控制柜中。



附图 1: 安装孔与 PCB 之间的最大距离

3.1 确保安装的最小距离

在设计信号分配板时，请注意下图所示的尺寸，以确保安全闭锁和模块方便组装/拆卸。



附图 2: EJ 模块在PCB上的安装距离

● 观察触及区域

i 安装/拆卸至少需要 92 mm 的触及区域，以便手指能够触及安装标签。
遵守建议的最小通风距离（请参见安装位置部分 [► 9]）可确保足够的触及区域。

信号分配板的厚度必须为 1.6 mm，与安装面的最小距离应为 4 mm，以确保板上模块的锁定。

3.2 安装位置

注意

关于安装位置和工作温度范围的限制

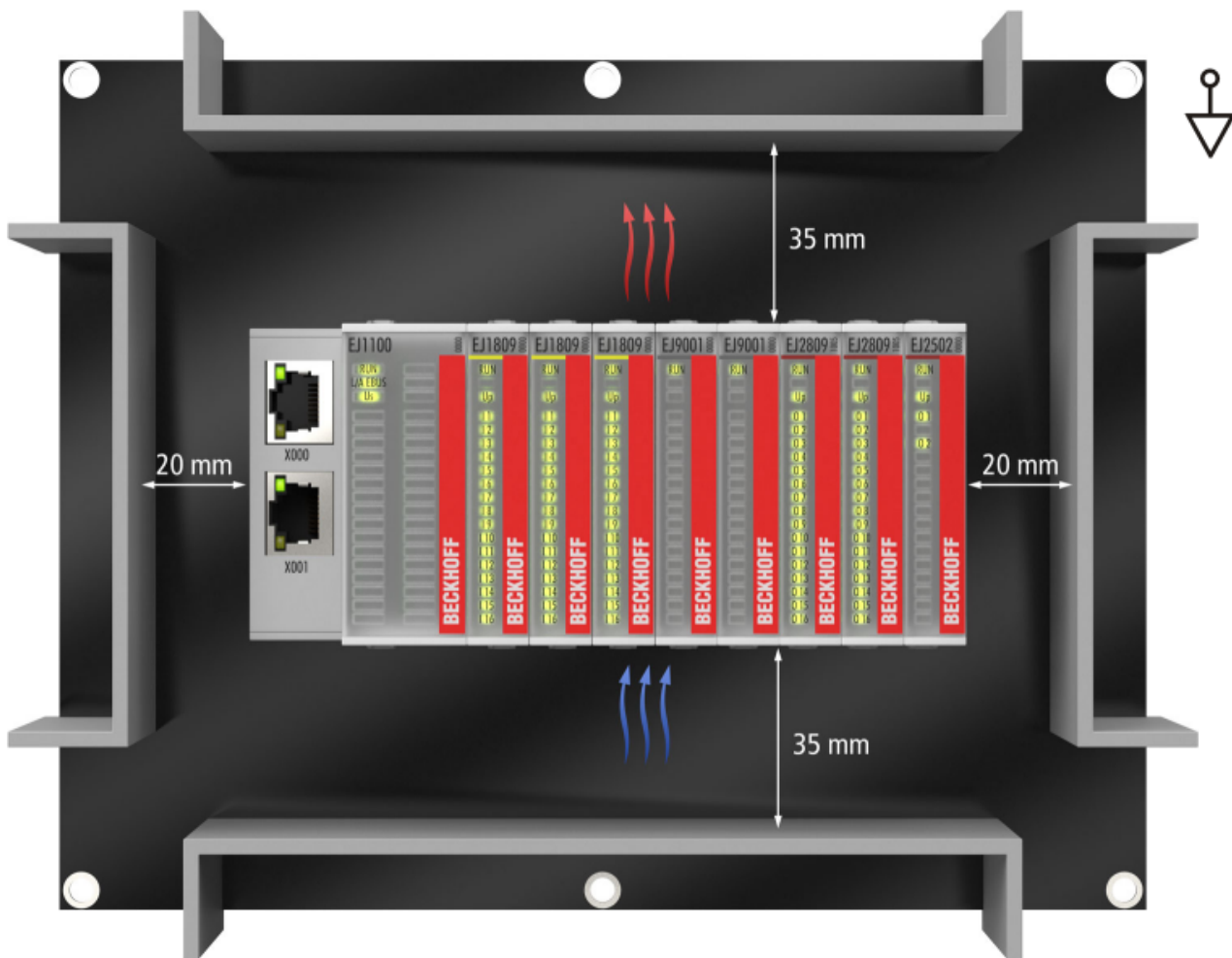
请参考安装组件的技术参数 [▶ 7]，以确定是否符合关于安装位置或工作温度范围的限制。在安装热耗散更强的模块时，应确保模块上下与其他组件之间有足够的距离，以确保模块在运行期间有足够的通风！

建议采用标准安装位置。如果使用不同的安装位置，请检查是否需要额外的通风措施。

确保遵守规定的条件（请参见技术参数）！

最佳安装位置（标准）

为实现最佳安装位置，信号分配板应水平安装，EJ 模块的正面应朝前（请参见图“标准安装位置的建议距离”）。模块从下面通风，通过对流实现电子元件的最佳散热。“从下面”是指相对于重力加速度而言。



附图 3：标准安装位置的建议距离

建议遵守图“标准安装位置的建议距离”中所示的距离。建议的最小距离不应被视为其他组件的限制区域。客户有责任确认是否符合技术参数中描述的环境条件。如果需要，必须提供额外的散热措施。

4 模块布局

EJ 模块线路应从单个分配板左侧的耦合器（或 RJ45 连接器）开始，然后是电源和 IO 模块。

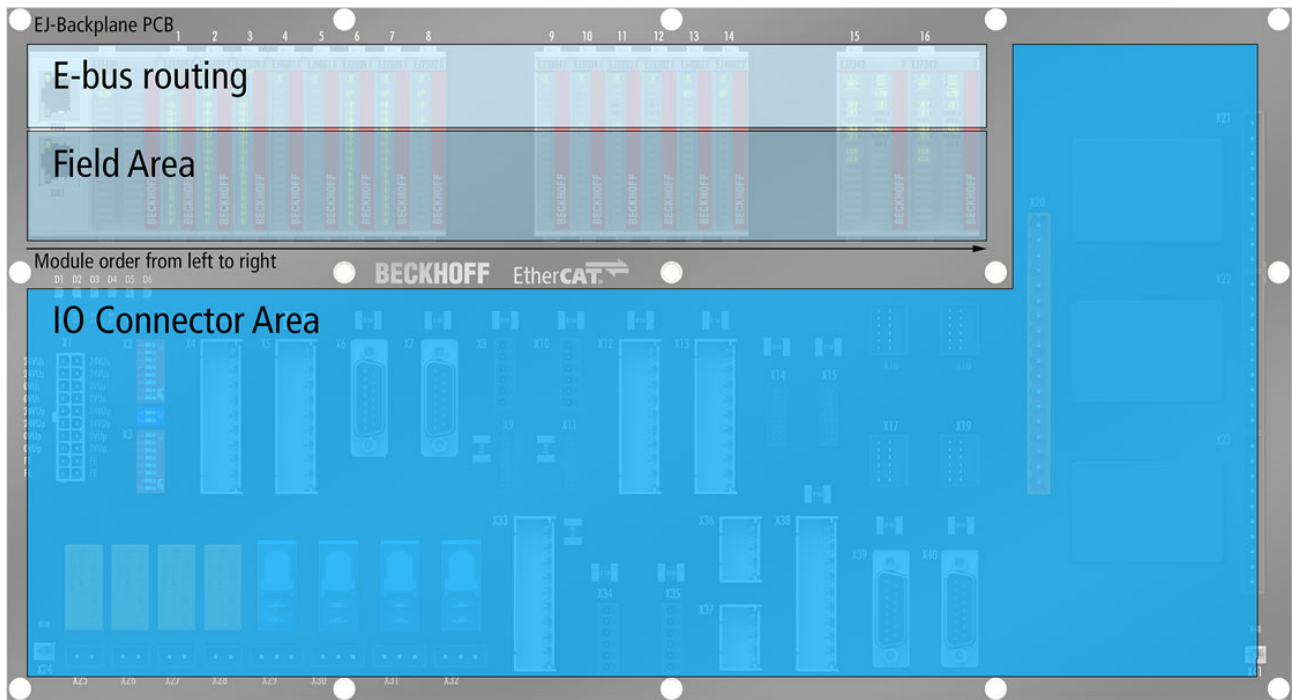
为避免 E-bus 上出现电磁干扰，不建议将 IO 连接信号的布线穿过下图中标出的 E-bus 布线区域。



布线注意事项

请遵循电源设计 [14] 和布线指南 [24] 章节中的布线说明！

以耦合器 EJ1100 为例

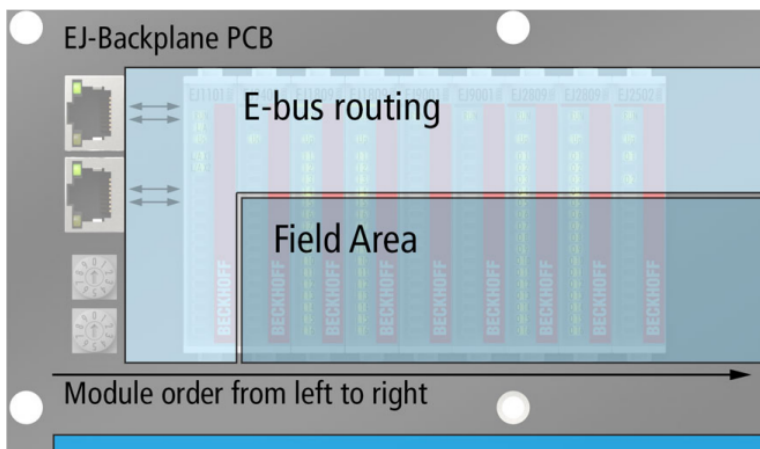


附图 4: EJ 模块线路从耦合器 EJ1100 开始

以耦合器 EJ1101-0022 和电源模块 EJ9400 为例

使用耦合器 EJ1101-0022 时，需要额外的电源模块（如 EJ9400）和 RJ45 插座。RJ45 插座应靠近耦合器布局。

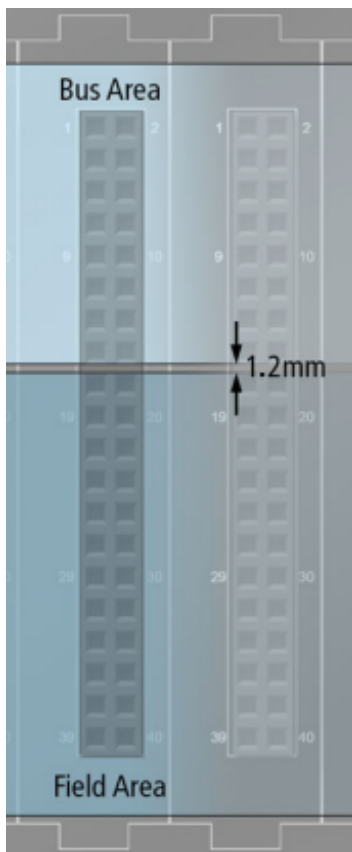
应避免耦合器和模块插座之间的 EtherCAT RX/TX 线路与可能携带电磁干扰的信号交叉。



附图 5: EJ 模块线路从耦合器 EJ1101-0022（可选 RJ45 插座）开始

电气间隙和漏电距离

必须注意场和 E-bus 信号之间的间隙和漏电距离。建议距离为 1.2 mm。

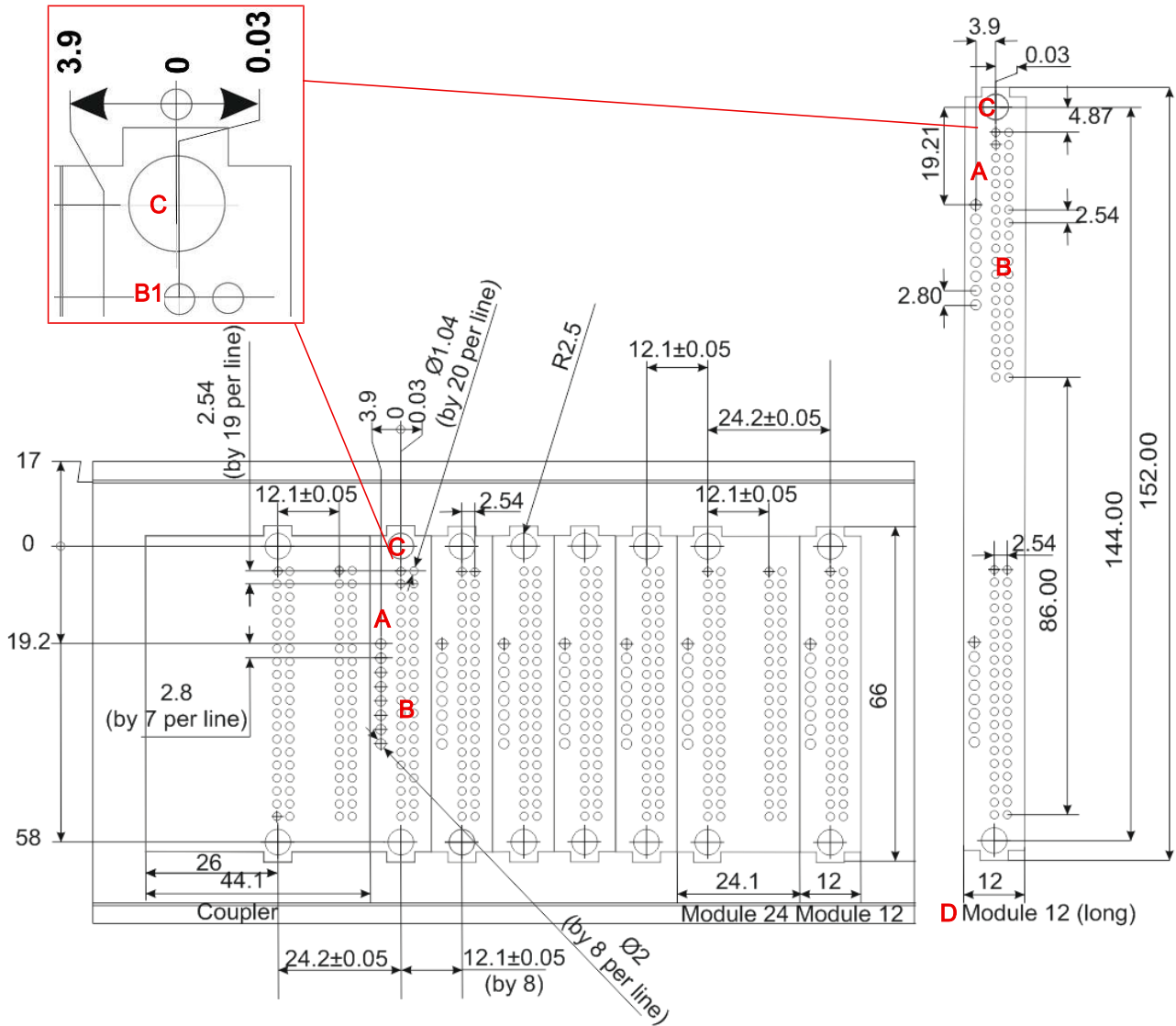


附图 6: 总线与场区域之间的间隙

5 PCB — 距离和面积

下图显示了面积、编码引脚位置 (A)、连接器引脚孔 (B) 和锁定孔 (C)。

模块连接器 (B1) 的锁定孔和左上方接触引脚的孔在 X 方向上相距 0.03 mm。

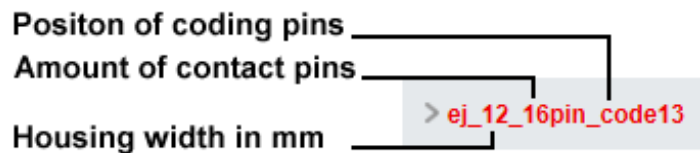


附图 7: 底板布局, 尺寸单位: mm

较长的 EtherCAT 插拔式模块

从一个相邻模块开口的中心到另一个开口的中心测量的距离至少应为 12.1 mm。

技术图纸可从下载搜索器中下载。这些图纸的名称如相邻插图所述



6 E-bus 电源设计

⚠ 警告

从 SELV/PELV 电源单元供电!

必须使用符合 IEC 61010-2-201 的 SELV/PELV 电路（安全超低电压 Safety Extra Low Voltage，保护超低电压 Protective Extra Low Voltage）为本设备供电。

注意事项:

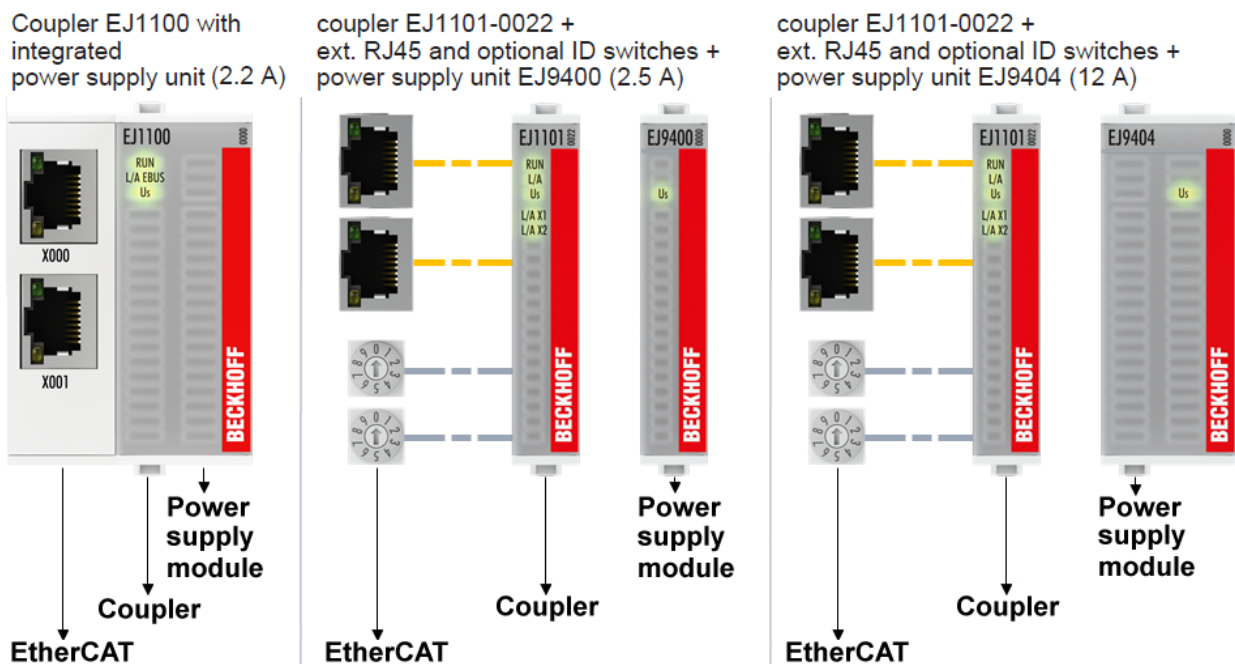
- SELV/PELV 电路可能会引起 IEC 60204-1 等标准的进一步要求，例如关于电缆间距和绝缘。
- SELV（安全超低电压）电源提供安全的电气隔离和电压限制，而不需要连接到保护导体，PELV（保护性超低电压）电源也需要安全连接到保护导体。

信号分配板的电源应根据模块网段的最大电流负荷设计。有关每个模块所需的 E-bus 电源电流的信息，可在在线或在目录中“技术参数”部分中的相关文档中找到。模块网段的电源要求显示在 TwinCAT System Manager 中。

使用 EJ1100 或 EJ1101-0022 和 EJ940x 提供 E-bus 电源

EJ1100 总线耦合器为连接的 EJ 模块提供 3.3 V 的 E-bus 系统电压。耦合器可承受最大 2.2 A 的负载。如果需要更大的电流，则应组合使用耦合器 EJ1101-0022 和电源供应器 EJ9400 (2.5 A) 或 EJ9404 (12 A)。EJ940x 电源供应器可用作模块网段中的附加电源模块。

根据不同的应用，E-bus 电源有以下几种组合可供选择:



附图 8: 使用 EJ1100 或 EJ1101-0022 + EJ940x 提供 E-bus 电源

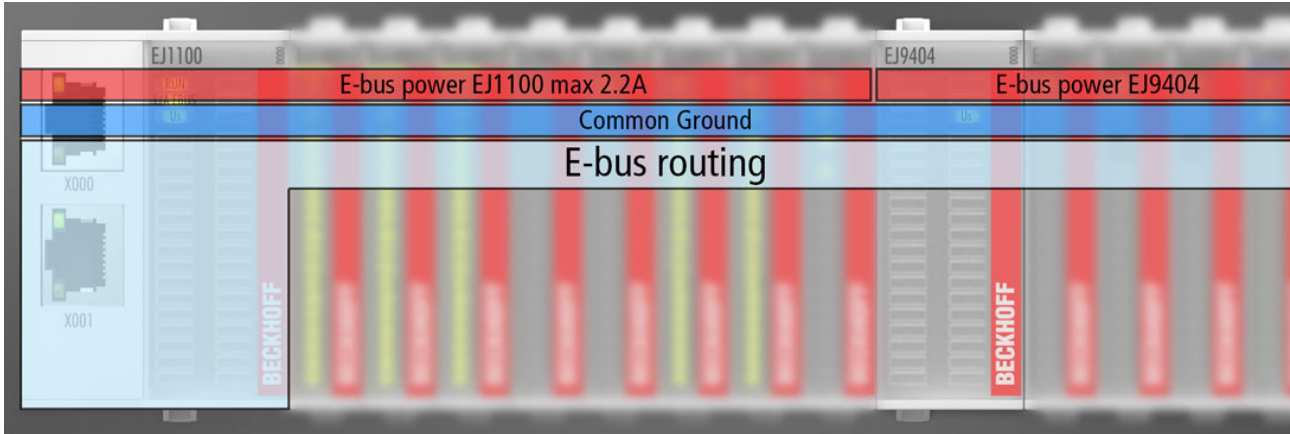
在 EJ1101-0022 耦合器中，RJ45 连接器和可选 ID 开关是外置的，可根据需要放置在信号分配板的任何位置。这有利于通过外壳馈电。

使用 EJ940x 提供附加 E-bus 电源

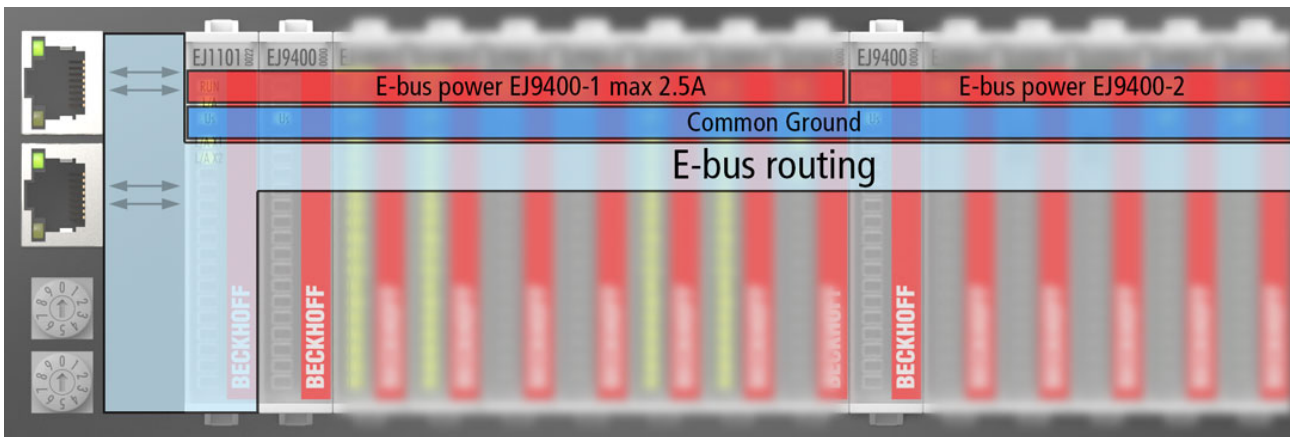
电源模块 EJ940x 可用作模块线路中的附加电源模块。

在 EJ 线路中增加一个电源模块时，只需将 E-bus (U_{E-BUS}) 的电源电压分成两个或多个网段。所有 Ethercat 插拔式模块均要设计 E-bus GND。

作为示例，下面展示了两种带有附加电源模块的设计。



附图 9: 以耦合器 EJ1100、集成电源 (2.2 A)、使用 EJ9404 (12 A) 提供附加电源为例



附图 10: 以耦合器 EJ1101-0022、电源模块 EJ9400 (2.5 A)、使用 EJ9400 (2.5 A) 提供附加电源为例

7 电源和电压组

信号板通过两个电隔离的 24 V 电源供电：

- 电源 U_s 用于为总线耦合器电子元件供电，并为 E-bus 产生电压（ U_{EBUS} ：3.3 V）。
- 外围电压 U_p 为场侧的电子元件供电。

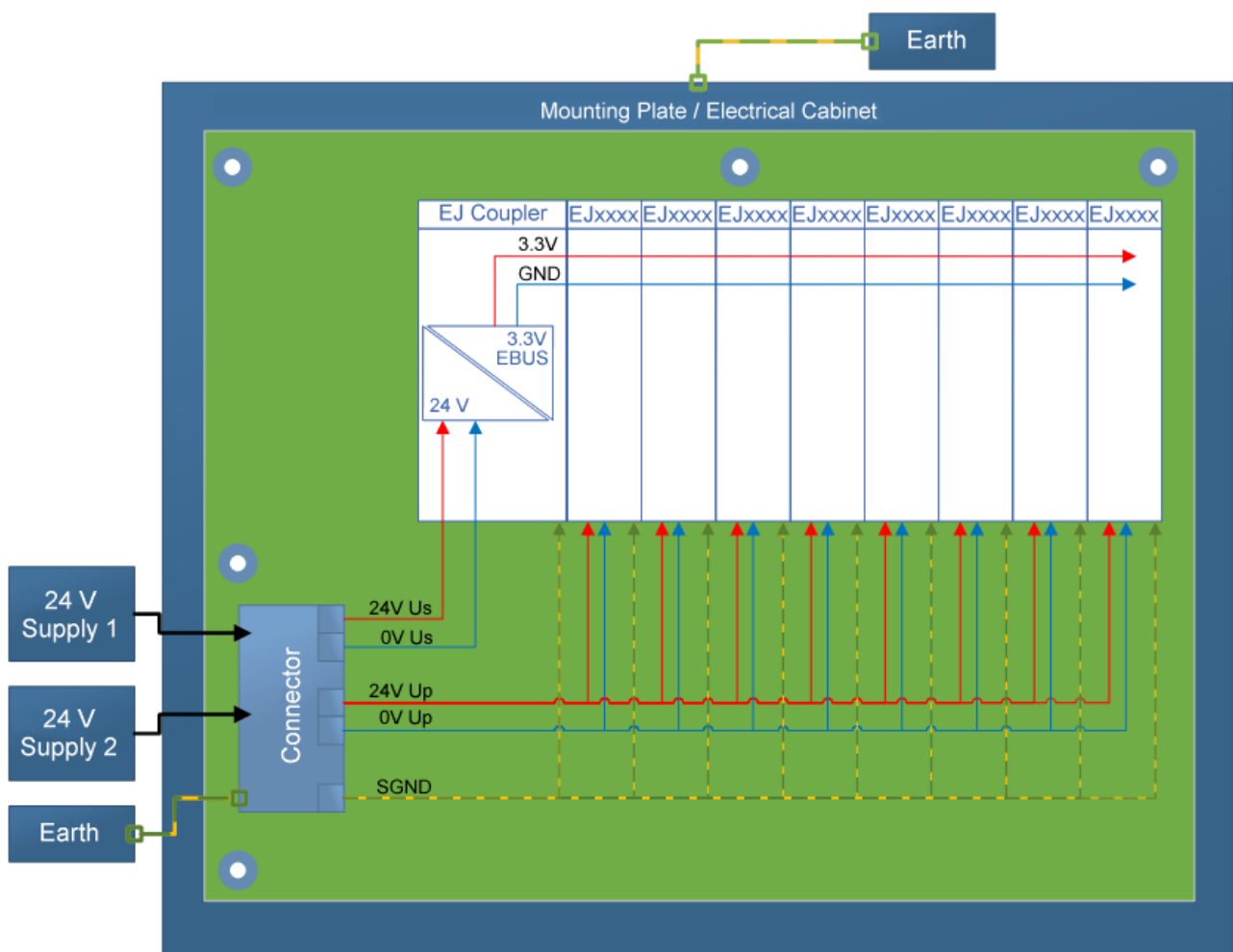
SGND（屏蔽接地）是相对于信号板其他部分具有屏蔽功能的接地信号。

注意

可能损坏设备

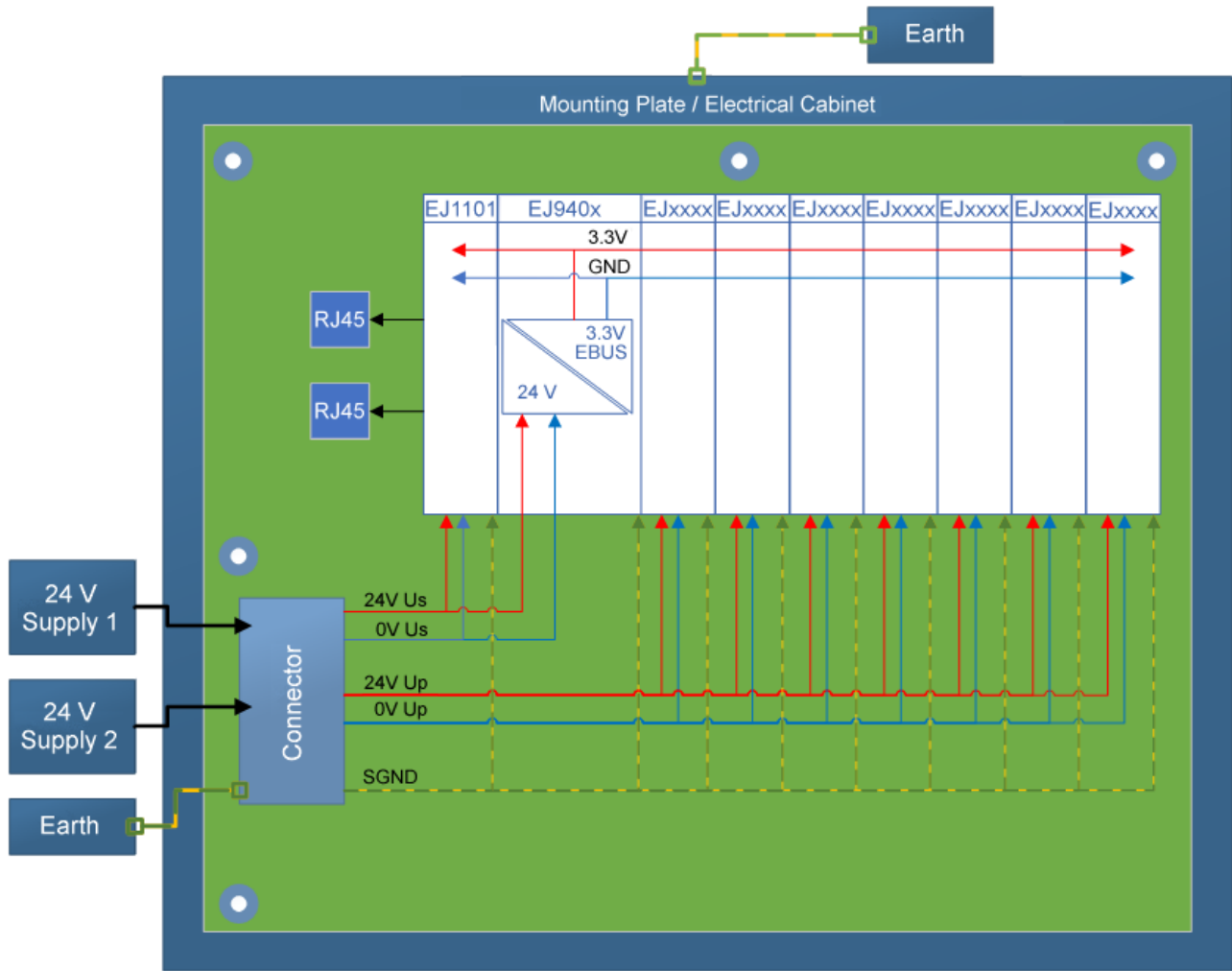
- U_s 、 U_p 和 SGND 之间不能直接连接！
- 不要将 E-bus GND 信号（GND）与 0 V U_p 和 0 V U_s 连接！
- 与安装板的 SGND 连接应采用金属螺栓实现，在信号分配板和安装板之间直接连接（请参见 [SGND 连接](#) [► 17] 章节）。

以 EJ1100 EtherCAT 耦合器为例



附图 11：通过 EJ1100 EtherCAT 耦合器为 EtherCAT 插拔式模块供电

以 EJ1101-0022 EtherCAT 耦合器和电源模块 EJ940x 为例



附图 12: 通过 EJ1101-0022 EtherCAT 耦合器和电源模块 EJ940x 为 EtherCAT 插拔式模块供电

注意

关于布线的说明

- 请阅读模块布局 [▶ 10]、E-bus 电源设计 [▶ 13]和布线指南 [▶ 24]章节中有关布线的说明!
- 请注意所用模块文档引脚分配章节中的附加说明。

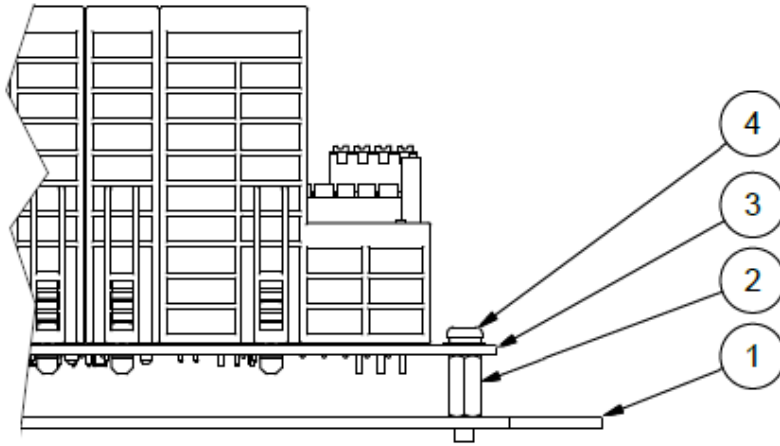
8 SGND 连接

注意

SGND 连接注意事项

孔周围的铜环与 SGND 连接（请参见顶层 [▶ 19] 章节）。

- 与安装板的 SGND 连接应采用金属螺栓实现，在信号分配板和安装板之间直接连接（见下图）。



通过金属螺栓与安装板直接连接

- 1 安装板
- 2 Bolt e. g. DIA M3x10（钢，镀锌）
- 3 信号分配板
- 4 组合螺丝 例如 M3x8 T10（钢，镀锌）

9 PCB 板层的结构

PCB 的要求

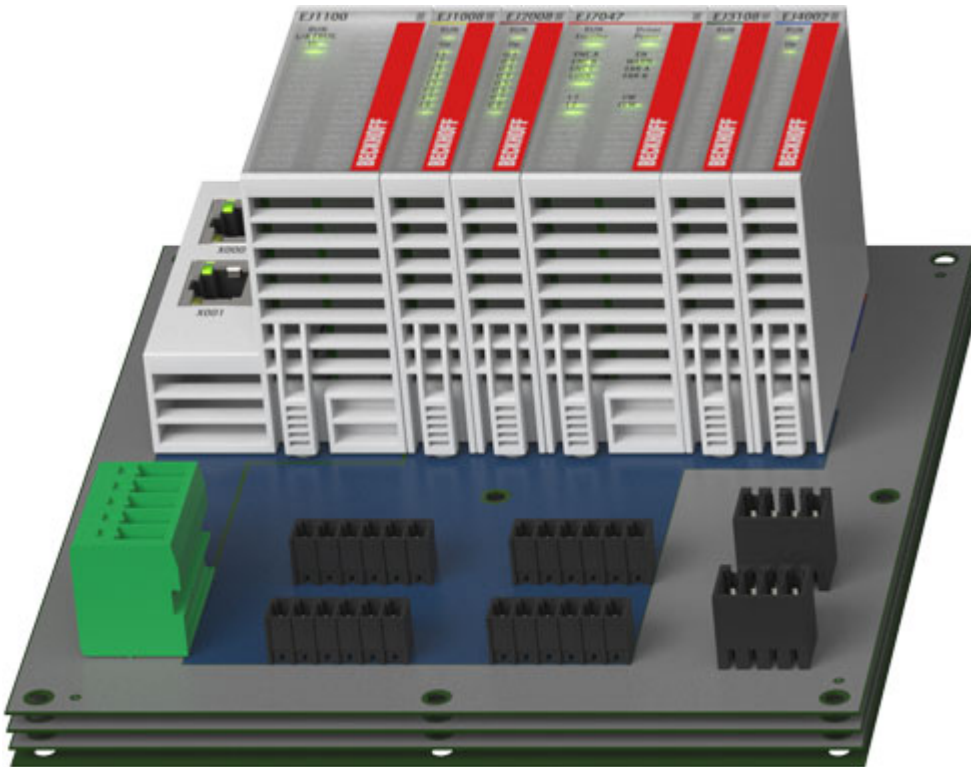
建议使用至少四层的多层 PCB 作为 EJ 底板，以便从 PCB 的两侧用铜（GND 网）完全覆盖差分对。

注意

避免损坏底板和组件！

截面配置必须考虑短路保护。

EJ 模块的卡入机构专为 $1.6 \text{ mm} \pm 10\%$ 的 PCB 厚度而设计。



附图 13: PCB 要求（最少四层，最大厚度 1.6 mm）

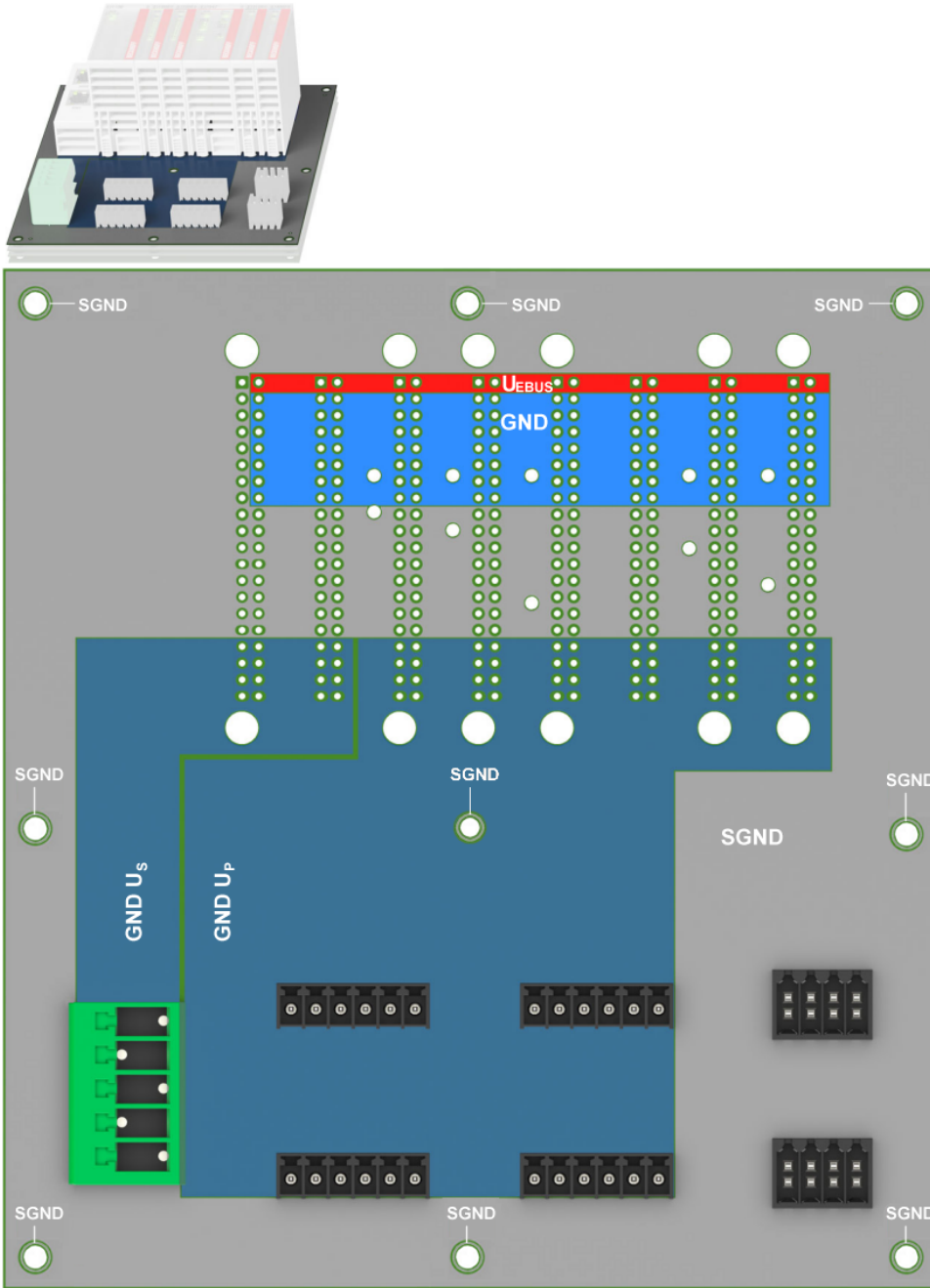
以下各章将以四层 PCB 为例，说明各层的布线情况。

注意

关于布线的说明

- 请阅读模块布局 [▶ 10]、E-bus 电源设计 [▶ 13]和布线指南 [▶ 24]章节中有关布线的说明！
- 请注意所用模块文档 *引脚分配* 章节中的附加说明。

9.1 顶层



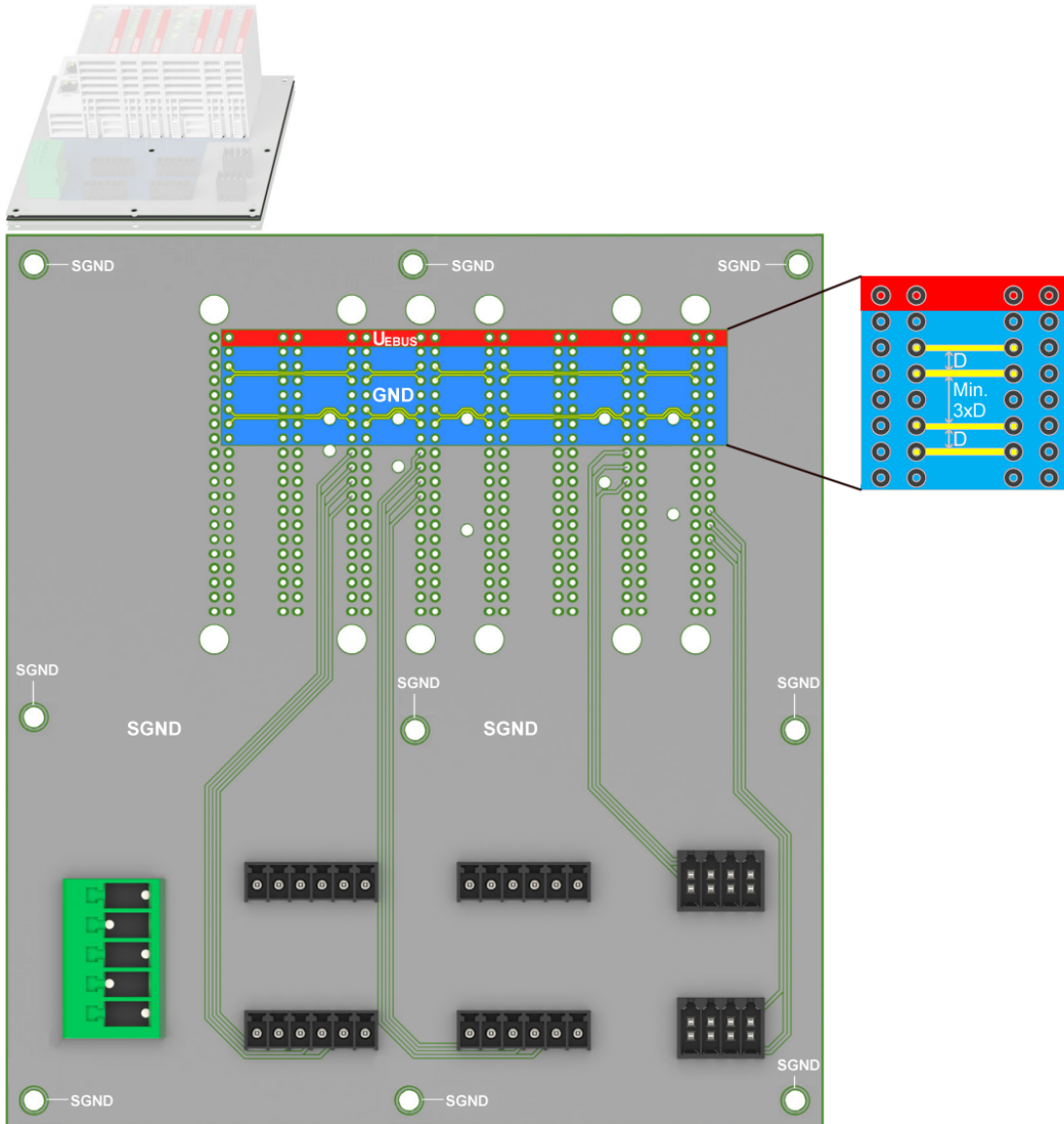
附图 14: 四层 PCB 顶层布线示例

- 让 0 V U_s 电源尽可能靠近耦合器，以避免不必要的布线。
- 0 V U_s/U_p 和 24 V U_s/U_p 应在不同层布线。
- SGND 屏蔽接地引脚可在顶层进行连接和布线。
- 与安装板的 SGND 连接应采用金属螺栓实现，在信号分配板和安装板之间直接连接（请参见 [SGND 连接](#) [▶ 17] 章节）。孔周围的铜环与 SGND 连接。
- 建议将信号 SGND、0 V U_s/U_p 和 24 V U_s/U_p 作为独立的一个区域进行布线。

● Up 电源布局

在上图中，展示的是 U_p 供电区域示例。实际布局必须与相应的应用相适应。

9.2 内层 1



附图 15: 四层 PCB 内层 1 布线示例

- E-bus 轨迹线必须在内层布线，以便从 PCB 的两侧用铜（GND 网）完全覆盖差分对。
- 在 E-bus TX 和 RX 布线层上，信号之间的空闲空间应由连接至 GND 的铜线填充。
- 阻抗和布线
 - LVDS 迹线的差分阻抗应为 $100\ \Omega$ 。
 - 差分信号的宽度和间距取决于具体的堆叠情况，必须单独计算。
 - 差分信号应作为边缘耦合迹线进行布线。
 - 差分对之间的距离应比其内部距离大三倍（见上图）。
 - 差分对的布线不应使用 Vias（垂直互连通道），以避免阻抗突变。
 - LVDS 信号 ANSI/TIA/EIA-644 的“**低压差分信号**的电气特性”规范中规定了非耦合迹线和总迹线长度的最大值。
- 建议将 SGND 作为单独区域布线。

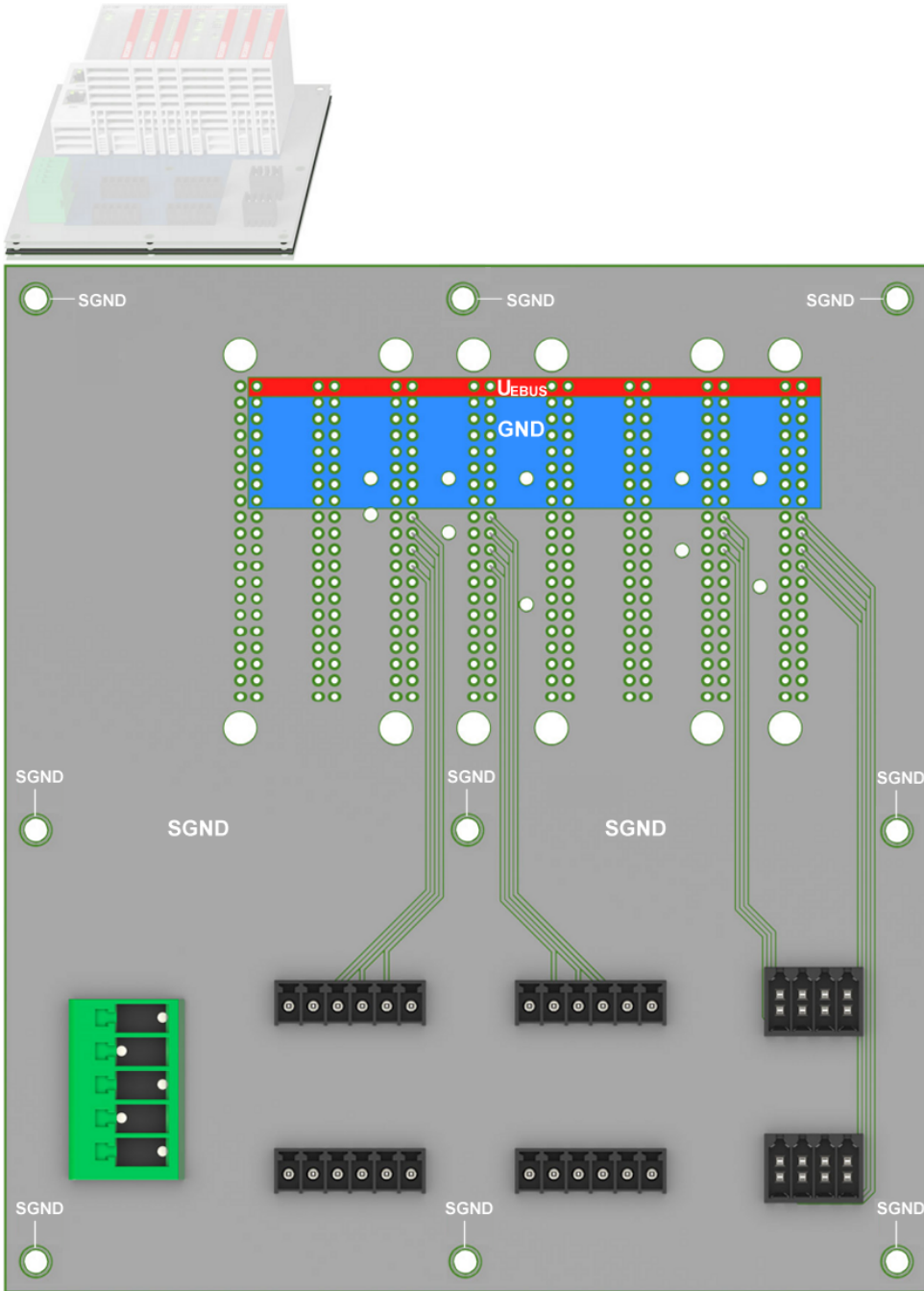
物理通信层

EtherCAT 插拔式模块使用 E-bus 进行底板通信。

根据 ANSI/TIA/EIA-644“**低压差分信号** (LVDS) 接口电路电气特性”标准，E-bus 物理层使用**低压差分信号** (LVDS)。

E-bus 的数据传输速率为 100 Mbit/s，以满足以太网快速数据传输速率的要求。

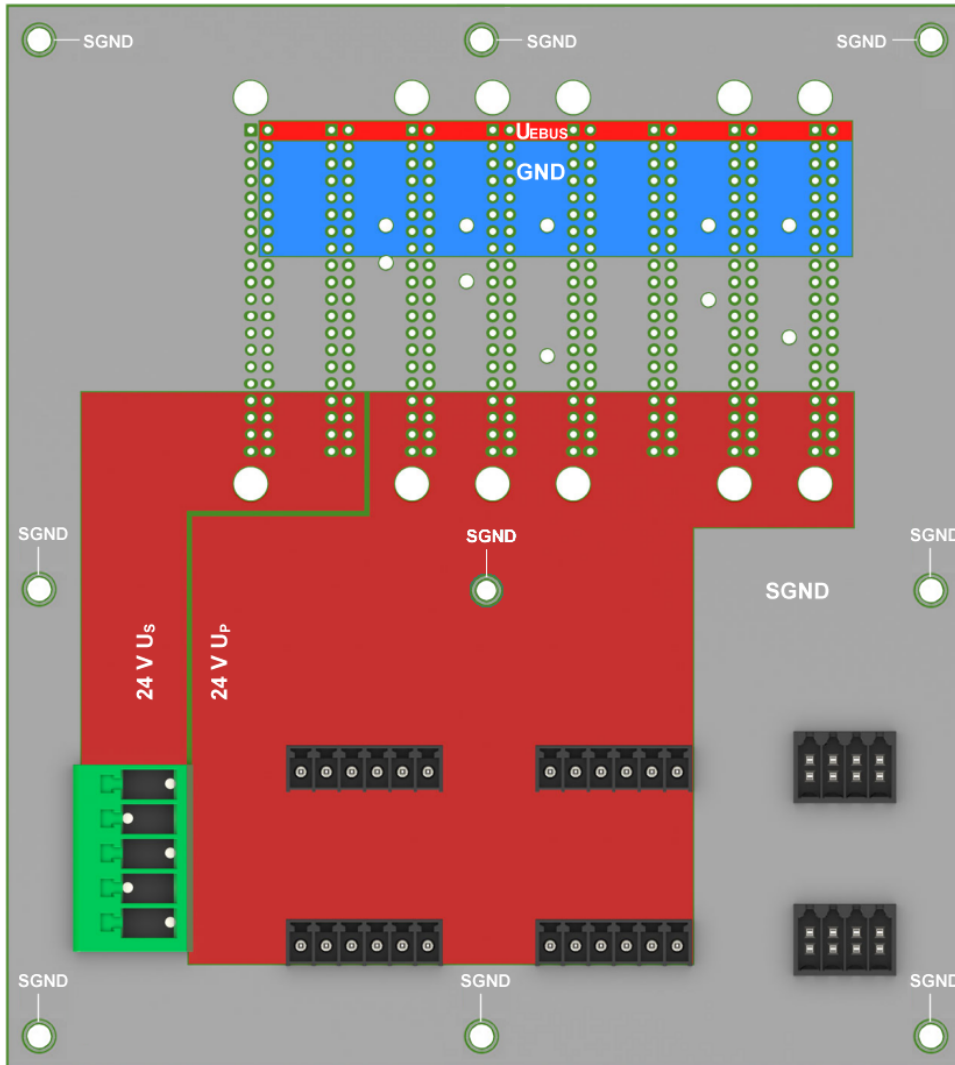
9.3 内层 2



附图 16: 四层 PCB 内层 2 布线示例

- I/O 信号应在内层布线，因为信号线的两侧都覆盖 SGND，可以提高对 EMC 干扰的抗扰性。
- 此外，信号线路和信号组之间的空隙应在 SGND 电位上用铜填满。
- 建议将 SGND 作为单独区域布线。

9.4 底层



附图 17: 四层 PCB 底层布线示例

- 让 24 V Us 电源尽可能靠近 EJ1100 耦合器，以避免不必要的布线。
- 0 V Us/Up 和 24 V Us/Up 应在不同层布线。
- 24 V UPS 应与 24 V UPS 电隔离。
- 建议将信号 SGND、0 V Us/Up 和 24 V Us/Up 作为单独区域进行布线。

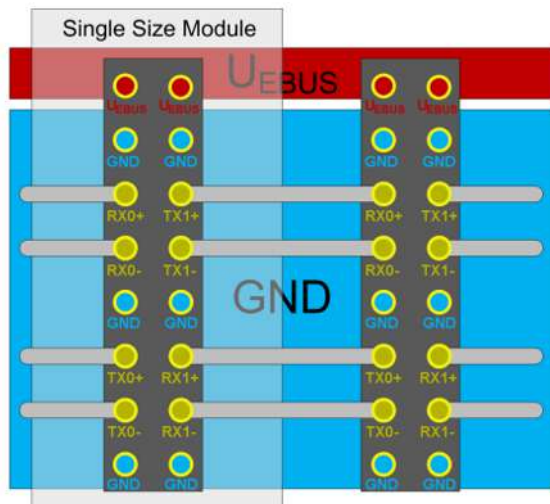
● Up 电源布局

I 在上图中，展示的是 Up 供电区域示例。实际布局必须与相应的应用相适应。

10 布线指南

- 接地和 U_{EBUS} 电源可布线到平面内的局部表面。
- 差分 E-bus 信号必须在内层上布线。
- 在 E-bus TX 和 RX 布线层上，信号之间的空闲空间应由连接至 GND 的铜线填充。

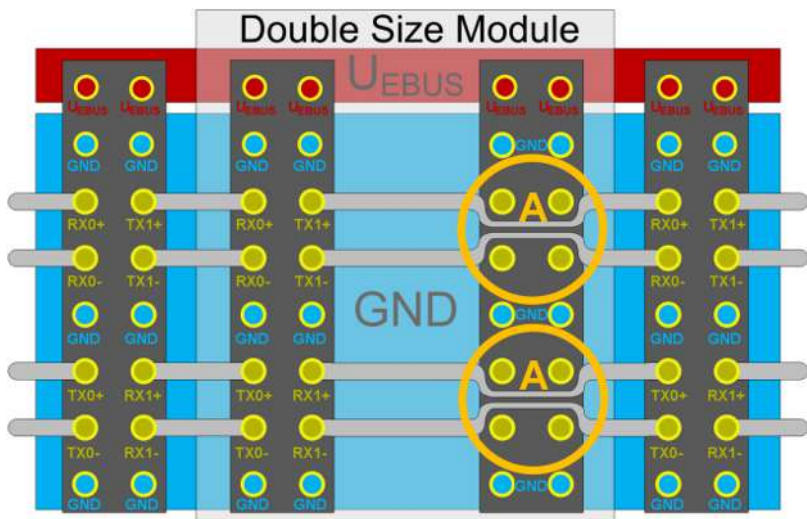
12-mm 模块 E-bus 布线



附图 18: 12-mm 模块的布线

24-mm 模块 E-bus 布线 (如 EJ7342)

如果 E-bus 需要连接到左侧或右侧连接器 (例如 EJ7342), 则 24-mm 模块应按下图所示方式布线。在模块连接器区域, 必要时可减少布线宽度和间距 (见下图(A))。如果设计软件中提供了 *Unused Pad Suppression* 选项, 则有助于在连接器引脚之间产生更多布线空间。



附图 19: 24-mm 模块的布线

信号接地布线

屏蔽接地引脚可在 PCB 的顶层进行连接和布线 (请参见图: 顶层)。确保 SGND 信号正确连接 [► 17] 安装板和控制柜!

10.1 EMC 指南

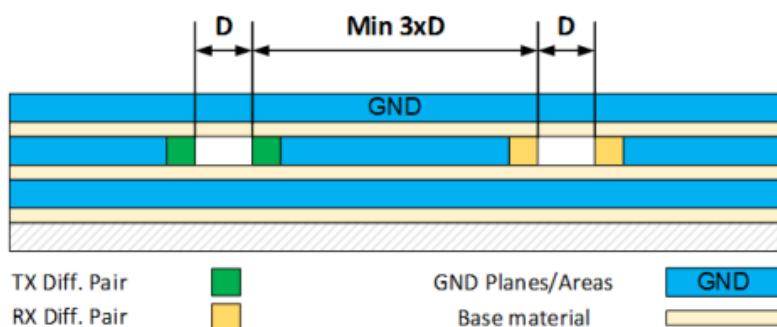
可以通过以下几点提高 EMC 稳定性：

- 用 SGND 覆盖信号线路的两侧可以提高对 EMC 干扰的抗扰性。此外，信号线路和信号组之间的间隙应在 SGND 电位上用铜填满。
- 让 U_s 电源尽可能靠近 EJ1100 耦合器，以避免不必要的布线。
- 与安装板的 SGND 连接应采用金属螺栓固定，在信号分配板和安装板之间直接连接（请参见 [SGND 连接 \[► 17\]](#) 章节）。

10.2 阻抗和布线

在 PCB 设计阶段应注意以下几点：

- E-bus 线路必须在内层布线。
- LVDS 迹线的差分阻抗应为 $100\ \Omega$ 。
- 差分信号的宽度和间距取决于具体的堆叠情况，必须单独计算。
- 差分信号应作为边缘耦合迹线进行布线。
- 差分对之间的距离应比其内部距离大三倍（请参见下图 (D)）。
- 差分线路 (D) 之间不得形成 GND 区域。这通常取决于所需阻抗。
- 差分对的布线不应使用 Vias（垂直互连通道），以避免阻抗跳变。
- LVDS 信号 ANSI/TIA/EIA-644 的“**低压差分信号的电气特性**”规范中规定了非耦合迹线和总迹线长度的最大值



附图 20: 差分对间距

注意

避免短路

配置截面时注意短路！

11 附录

11.1 技术支持和服务

倍福公司及其合作伙伴在世界各地提供全面的技术支持和服务，对与倍福产品和系统解决方案相关的所有问题提供快速有效的帮助。

倍福分公司和代表处

有关倍福产品本地支持和服务方面的信息，请联系倍福分公司或代表处！

世界各地倍福分公司和代表处的地址可参见以下网页：<http://www.beckhoff.com>

该网页还提供更多倍福产品组件的文档。

支持

倍福支持部门提供全面的技术援助，不仅帮助使用各种倍福产品，还提供其他广泛的服务：

- 技术支持
- 复杂自动化系统的设计、编程和调试
- 以及倍福系统组件的各种培训课程

热线电话： +49 5246 963 157
电子邮箱： support@beckhoff.com
网址： www.beckhoff.com/support

服务

倍福服务中心提供所有售后服务：

- 现场服务
- 维修服务
- 备件服务
- 热线服务

热线电话： +49 5246 963 460
电子邮箱： service@beckhoff.com
网址： www.beckhoff.com/service

德国总部

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany

电话： +49 5246 963 0
电子邮箱： info@beckhoff.com
网址： www.beckhoff.com

更多信息:

www.beckhoff.com/EJ8xxx

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany
电话号码: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

