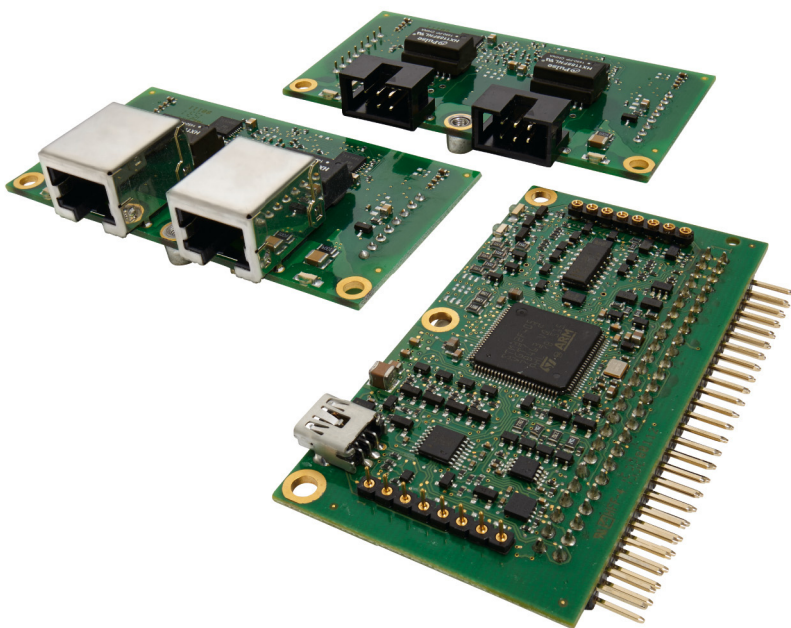


技术手册

MC 5004



版本说明

版本号：
2021 年 08 月 30 日，第四版。

Dr. Fritz Faulhaber 股份有限公司（以下简称“FAULHABER”）版权所有。
公司地址：
Daimlerstr. 23 / 25 · 71101 Schönaich

FAULHABER 对本文及其各语种译文保留版权。
未经 FAULHABER 书面授权，不得将本文的全部或部分内容进行复制、转载、
录入信息系统及任何形式的再加工或转让。

本文的编著几经审校。
但是，FAULHABER 并不对其内容与内容的推论中，可能存在的错误担责。

因使用不当而对产品用户造成的直接、间接损失，FAULHABER 同样免责。

文中关于安全工程与干扰抑制方面的说明，请在使用软硬件产品时务必遵照。

产品规格与本说明书若有更改，恕不另行通知。

最新版说明书可从 FAULHABER 官网：
www.faulhaber.cn 下载。

目录

1	关于本文档	5
1.1	本文档的有效性	5
1.2	关联文档	5
1.3	如何使用本文档	5
1.4	缩略词列表	6
1.5	符号与标记	7
2	安全	8
2.1	预期用途	8
2.2	安全须知	9
2.2.1	损坏和更改时的危险	9
2.2.2	正确的安装和调试	9
2.2.3	发热	10
2.3	环境条件	10
2.4	产品安全的欧盟指令	10
3	产品介绍	11
3.1	产品概述	11
3.2	产品信息	12
3.3	产品系列	12
3.3.1	驱动器电路板	13
3.3.1.1	标准（立式安装）驱动器电路板	13
3.3.1.2	卧式安装的驱动器电路板（选配代码 5621）	14
3.3.1.3	EtherCAT 扩展版驱动器电路板	15
3.3.2	母板	16
4	安装	20
4.1	固定	20
4.1.1	固定说明	20
4.1.2	驱动器电路板的安装	21
4.2	电气连接	22
4.2.1	电气连接说明	22
4.2.2	电机及其附件的连接	23
4.2.3	电源和其它设备的连接	23
4.2.3.1	电源电压	24
4.2.4	端口引脚功能分配	24
4.2.4.1	驱动器的插针功能	24
4.2.4.2	母板端口功能（电机相关）	26
4.2.4.3	母板端口功能（电源及外设相关）	31
4.2.5	各种电机组合的接线图	33
4.2.6	输入输出端口电路图	37
4.2.7	外部电路图	39

目录

4.3	电磁兼容性 (EMC)	43
4.3.1	考量的系统	43
4.3.2	功能性接地	45
4.3.3	布线	46
4.3.4	屏蔽	47
4.3.4.1	建立屏蔽连接	48
4.3.4.2	将屏蔽线缆连接到接线柱	49
4.3.5	传感器和编码器接口	50
4.3.5.1	模拟传感器和模拟霍尔传感器	51
4.3.5.2	增量式编码器 / 数字霍尔传感器 / 数字传感器	51
4.3.5.3	带绝对接口的编码器	51
4.3.6	使用滤波器	51
4.3.6.1	在顶帽式导轨外壳中安装驱动器电路板	52
4.3.6.2	PWM 滤波器 (电机端)	52
4.3.6.3	减小发射的铁氧体式滤波器 (电机端)	52
4.3.6.4	输入端滤波器	53
4.3.6.5	绝缘电阻	53
4.3.6.6	穿绕铁氧体环	53
4.3.7	错误规避与故障排除	54
5	维护和诊断	55
5.1	维护内容	55
5.2	诊断	55
5.3	故障排除	56
6	配件	57
7	保修	58
8	其他文档	59
8.1	符合性声明	59
8.2	公司声明	61

关于本文档

1 关于本文档

1.1 本文档的有效性

本文详细说明了 MC5004 系列驱动器产品的安装与使用：

本文供经受培训并获得授权的专业人员，在进行驱动器的安装和电气连接时阅读参考。

本文适用于上面所列的标准版本驱动器。改型、定制版本的产品，敬请参阅各自的专用手册。

1.2 关联文档

下列手册中的相关信息，对 FAULHABER 产品的调试与使用大有裨益：

手册	说明
Motion Manager 6	FAULHABER Motion Manager 计算机软件的说明书
快速入门	驱动器的试车与入门指导
功能手册	驱动器的工作模式和控制功能详解
配件手册	配件物品说明

上表所列的手册，可从 www.faulhaber.cn/ 技术支持 / 技术说明 / 下载 pdf 格式文档。

1.3 如何使用本文档

- ▶ 在配置产品之前，敬请仔细阅读本文，尤其是《安全说明》章节的内容。
- ▶ 在产品的整个使用寿命期限内，妥善保管本文。
- ▶ 始终让操作人员和维护人员能够随时取阅文档。
- ▶ 产品所有者或用户若有变更，请连同本文一起移交。

关于本文档

1.4 缩略词列表

缩写	说明
AC	交流电
AES	绝对式编码器
AGND	模拟信号地
AnIn	模拟信号输入端
CAN	Controller Area Network / 控制器局域网
CAN_L	CAN 低电位
CAN_H	CAN 高电位
CLK	时钟
$\overline{\text{CLK}}$	时钟信号 (逻辑反)
CS	片选
$\overline{\text{CS}}$	片选
Data	数据线
$\overline{\text{Data}}$	数据信号 (逻辑反)
DigIn	数字信号输入端
DigOut	数字信号输出端
DIP	双列直插封装
EFC	电磁干扰滤波器
EFM	电机滤波器
EFS	电源滤波器
EMC	电磁兼容性
ESD	静电放电
ET	EtherCAT (名为“以太网控制自动化技术”的一种实时工业以太网)
GND	接地
I/O	输入 / 输出端口
LA	EtherCAT 状态指示灯
MC	运动控制器
Mot	电机
n.c.	未连接
PWM	脉宽调制
RxD	数据接收
SGND	信号地
TxD	数据发送
U _{DD}	电源电压

1.5 符号与标记

危险！

高度危险警示：若不加以避免，将导致重伤或死亡。

- ▶ 避免方法与措施

警告！

中度危险警示：若不加以避免，将有可能导致重伤甚至死亡。

- ▶ 避免方法与措施

小心！

轻度危险警示：若不加以避免，将可能导致轻伤或中度伤害。

- ▶ 避免方法与措施

注意！

设备损坏风险。

- ▶ 避免方法与措施



进一步说明或操作技巧提示

- ✓ 达成目标的先决条件
- 1. 达成目标的第一步操作
 - ↪ 这一步操作的结果
- 2. 达成目标的第二步操作
 - ↪ 操作的结果
- ▶ 需要执行的单个操作步骤

2 安全

2.1 预期用途

本文所涉及的驱动器，设计为在控制系统中作为从站，具有定位等控制功能。所支持的电机类型如下：

- 直流微电机
- 直流无刷伺服直线电机
- 直流无刷电机

驱动器特别适用于以下应用领域的任务：

- 机器人
- 工具建造
- 自动化技术
- 工业设备和特种机械制造
- 医疗器械
- 实验室设备

使用驱动器时，应注意以下方面：

- 驱动器包含电子元件，应根据 ESD 规定进行处理。
- **不要在可能接触到水、化学物质和（或）灰尘的环境中，以及在易爆区域内使用驱动器。**
- 驱动器不适用于与步进电机组合使用。
- 驱动器的工作参数须在参数表限定的范围内。
- 若需在特殊环境下使用驱动器，敬请联系厂商。

2.2 安全须知

除了本技术手册中描述的安全风险外，还可能出现驱动器制造商无法预见的特定于机器的危险（例如，从动部件造成伤害的风险）。安装驱动器的机器制造商必须根据适用于该机器的法规进行风险分析，并将残留风险告知最终用户。

2.2.1 损坏和更改时的危险

驱动器损坏会影响其功能。驱动器损坏可能造成意外启动、停止或卡住。这可能导致其他组件和材料的损坏。

- ▶ 切勿在驱动器有缺陷或损坏时启动驱动系统。
- ▶ 应正确标记有缺陷或损坏的驱动器。
- ▶ 切勿替换有缺陷或损坏的驱动器组件。
- ▶ 不要改装（改型、修理）驱动器。
- ▶ 如果连接出现松动或存在缺陷，请立即由电工更换。
- ▶ 更换有缺陷或损坏的驱动器后，应测试功能是否正常并做好记录。

2.2.2 正确的安装和调试

发生在驱动器安装和调试期间的错误可能会影响其功能。如果驱动器安装不正确，可能造成意外启动、停止或卡住。这可能导致其他组件和材料的损坏。

- ▶ 在安装和调试过程中，请严格按照本安装说明中的步骤进行操作。
- ▶ 电气设备作业只能由电工完成。
- ▶ 在电气设备上开展各种作业时，请遵守以下 5 条安全规则：
 - a) 断电
 - b) 防止再次开启
 - c) 确认没有电压
 - d) 接地和短路
 - e) 盖住或隔离相邻的带电部件

静电放电可能会损坏电子部件。

- ▶ 使用合适的 ESD 包装中存储和运输驱动器。
- ▶ 按照 ESD 处理规定处理驱动器（例如，佩戴 ESD 腕带，将周围组件接地）。
- ▶ 安装过程中，确保周围组件不会发生静电放电。

脏污、异物、潮湿和机械影响可能会损坏电子组件。

- ▶ 驱动器元器件请勿接触到异物。
- ▶ 安装驱动器的外壳应使其免受机械影响，并根据环境条件进行调整（确定防护等级）。

如果在带电状态下进行安装和连接作业，可能会损坏电子组件。

- ▶ 切勿在驱动器带电时插拔线缆。
- ▶ 在驱动器上进行任何安装和连接工作时均应关闭电源。

接线错误可能会损坏驱动器电子元器件。

- ▶ 按照接线表进行操作。

2.2.3 发热

有源元件可能会使驱动器发热。触碰时有灼伤危险。

- ▶ 避免触碰驱动器，并使其充分冷却。
- ▶ 必要时在驱动器附近贴上适当警告标志。



图 1: 符合 DIN EN ISO 7010 的适当警告标志

2.3 环境条件

- ▶ 运动控制器的安装位置宜有洁净且干燥的空气以便于散热。
- ▶ 选择空气流通的位置安装。
- ▶ 运动控制器安置于机箱或机柜内时，尤需注意确保散热。
- ▶ 电源电压须在规定的范围内。
- ▶ 做好运动控制器的防尘保护，尤其要防金属粉尘和化学污染物。
- ▶ 做好防潮保护。

2.4 产品安全的欧盟指令

- ▶ 必须遵守以下关于产品安全的欧盟指令。
- ▶ 如果驱动器在欧盟之外使用，请遵守国际及相应国家或地区的安全指令。

机械指令 (2006/42/EC)

根据机械指令，本技术手册中所述的带附加电机的控制器可能是驱动系统。因此，根据机械指令，它们被视为不完整的机器。符合性记录在产品的安装说明和 EC 符合性声明中。

电磁兼容性指令 (2014/30/EU)

电磁兼容性 (EMC) 指令适用于销售给最终用户的所有电气和电子设备，设备和系统。此外，如果所有部件均符合 EMC 指令 (以符合标准的声明文件为证)，则这些装置、设备和系统可以拥有 CE 标志。指令的符合性将记录在符合性声明中。

应用的标准

本技术手册中所述的产品应用了各种协调标准；这些标准记录在 EC 符合性声明中。您可以在第 59 页第 8 章节中找到产品的安装说明和 EC 符合性声明。

3 产品介绍

3.1 产品概述

MC 5004 是一款不带外壳的 FAULHABER 驱动器，用于控制直流、直线或无刷电机。该驱动器通过 FAULHABER Motion Manager 软件 V6 进行配置。


驱动器具备通信端口，可接入 CANopen 或 EtherCAT 网络，也可利用 RS232 串口组建小型网络。驱动器在网络中作为从站工作，不具备控制其它运动轴的主站功能。使用 Motion Manager 软件进行初始化设置后，驱动器还可脱离通信接口单机工作。


客户主板若带有 50 针的板边插座，驱动器便可直接插入。FAULHABER 也提供专用母板，至多可插入 4 块 MC 5004 驱动器。

驱动器带有嵌入式功放输出端并优化了电流测量功能，可以适配各种不同尺寸和类型的电机，例如 8~32 mm 的 FAULHABER 有刷、无刷和直线电机。

插针端子包含如下功能：

- 通信端口
- 电机和驱动器共用或分离供电的电源端口
- 各种输入和输出端口
- 电机相线
- 反馈组件端口，如：
 - 数字 / 模拟霍尔传感器
 - 带或不带线驱动的增量或绝对式编码器

 V3.0 系列的 FAULHABER 驱动器并不支持 BiSS-C 接口的所有选项。在使用其他制造商的编码器之前，请向 FAULHABER 技术支持查询兼容性。

 如果设置为通过外部信源或自动运行的运动程序控制，亦即无需数字指令控制时，驱动器可以脱离 RS232、CANopen 或 EtherCAT 通信端口脱机工作。

3.2 产品信息

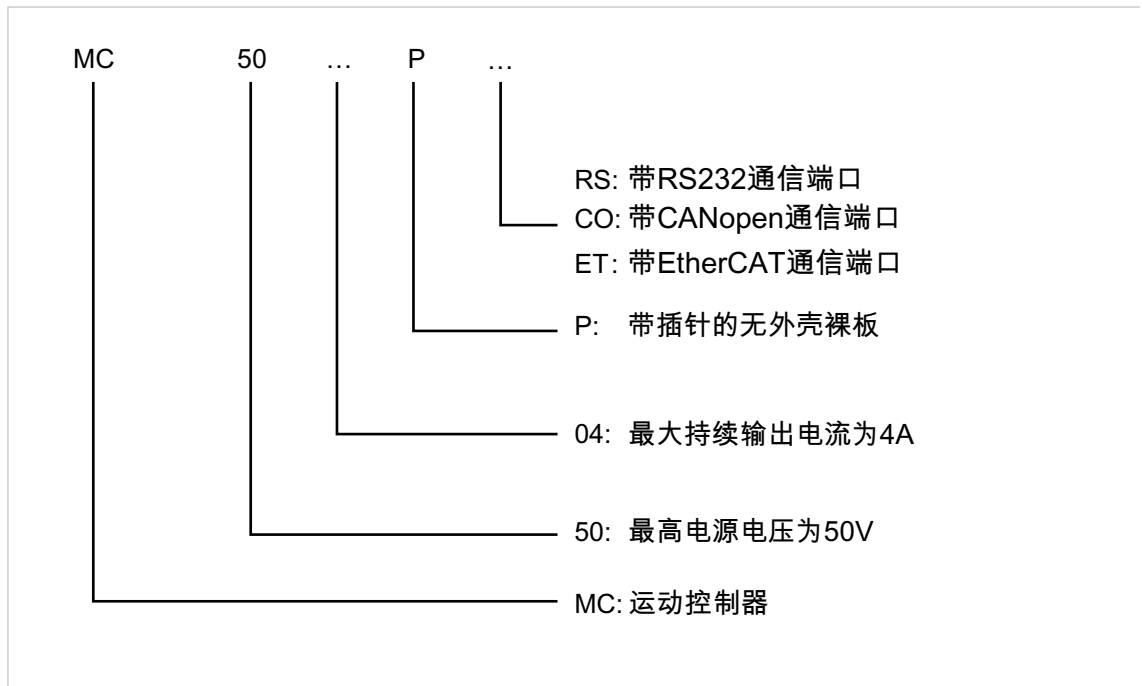


图 2: 产品代码含义

3.3 产品系列

驱动器有两种规格：

- MC 5004 P RS/CO
- MC 5004 P ET

驱动器可直接插入客户的主板。FAULHABER 也提供专用母板，其带有四个驱动器插槽。

产品介绍

3.3.1 驱动器电路板

3.3.1.1 标准（立式安装）驱动器电路板

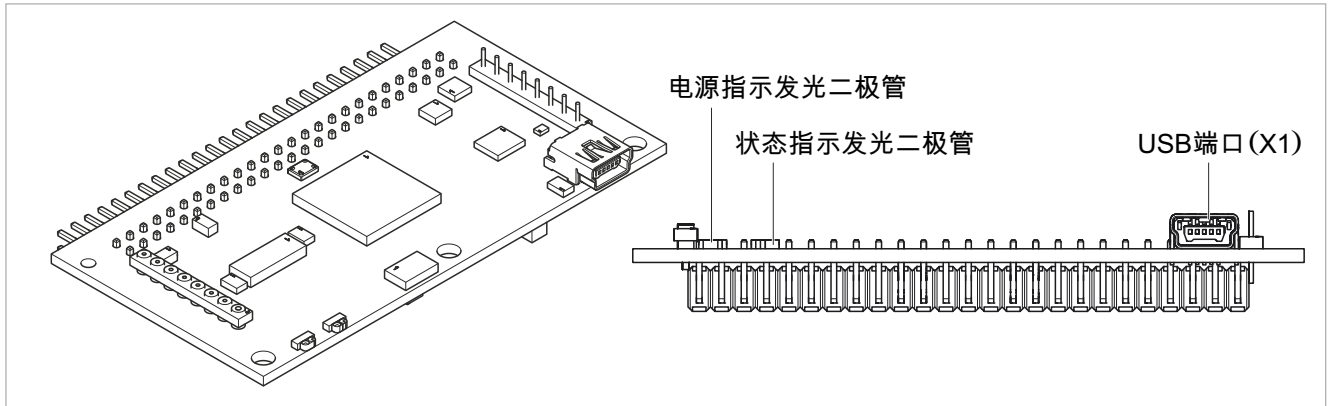


图 3: 标准驱动器电路板的补三视图（即 ISO 视图，左）和正视图（右）

表 1: 接线端概览

名称	功能
USB (X1)	USB 通信端口

表 2: LED 指示灯状态说明

名称	功能
状态指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮：驱动器功放已打开。 绿灯闪烁：驱动器待机，状态机尚未达到 <i>Operation Enabled</i> 状态。 红色闪烁：驱动器已切换到故障状态。输出级将关闭或已关闭。 红色闪码：驱动器启动失败。请联系 FAULHABER 技术支持。
电源指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 绿灯常亮：电源在允许范围内。 熄灭：电源电压在允许的范围外。

产品介绍

3.3.1.2 卧式安装的驱动器电路板（选配代码 5621）

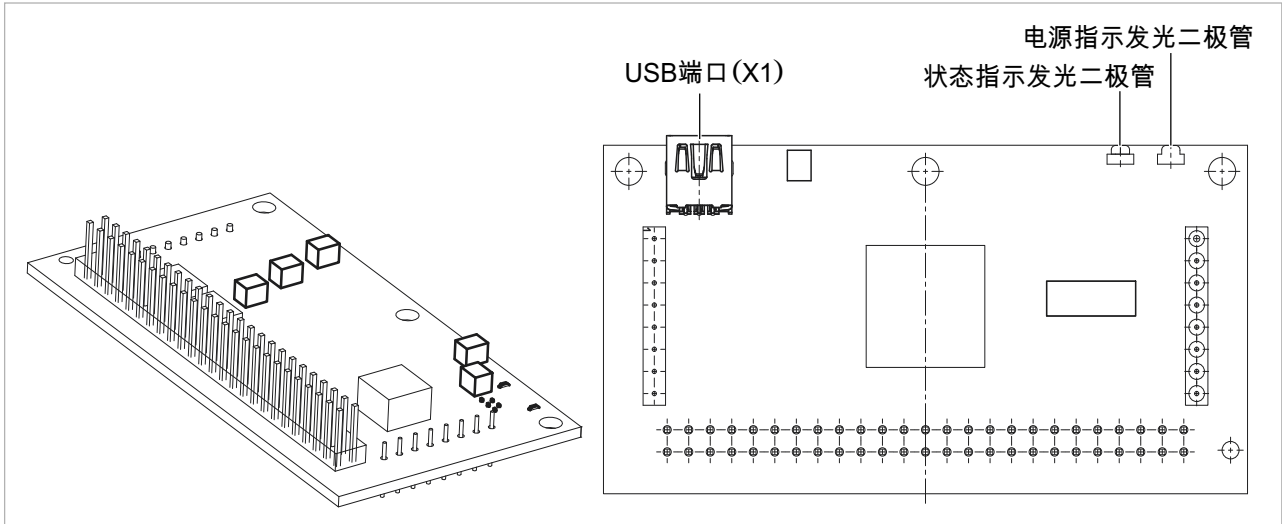


图 4: 卧式安装驱动器电路板的补三视图（即 ISO 视图，左）和俯视图（右）

表 3: 接线端概览

名称	功能
USB (X1)	USB 通信端口

表 4: LED 指示灯状态说明

名称	功能
状态指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮：驱动器功放已打开。 绿灯闪烁：驱动器待机，状态机尚未达到 <i>Operation Enabled</i> 状态。 红色闪烁：驱动器已切换到故障状态。输出级将关闭或已关闭。 红色闪码：驱动器启动失败。请联系 FAULHABER 技术支持。
电源指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 绿灯常亮：电源在允许范围内。 熄灭：电源电压在允许的范围外。

产品介绍

3.3.1.3 EtherCAT 扩展版驱动器电路板

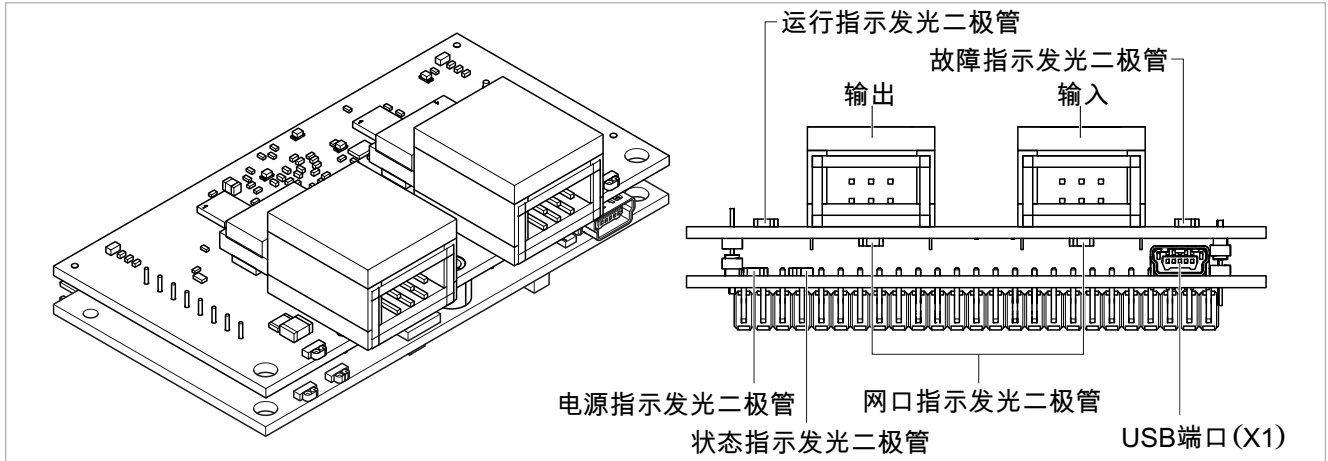


图 5: 带 EtherCAT 扩展的驱动器电路板的补三视图 (即 ISO 视图, 左) 和正视图 (右)

表 5: 接线端概览

名称	功能
IN/OUT	EtherCAT 通信端口
USB (X1)	USB 通信端口

表 6: LED 指示灯状态说明

名称	通信接口	功能
状态指示灯	全部	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮: 驱动器功放已打开。 绿灯闪烁: 驱动器待机, 状态机尚未达到 <i>Operation Enabled</i> 状态。 红色闪烁: 驱动器已切换到故障状态。输出级将关闭或已关闭。 红色闪码: 驱动器启动失败。请联系 FAULHABER 技术支持。
电源指示灯	全部	<ul style="list-style-type: none"> 绿灯常亮: 电源在允许范围内。 熄灭: 电源电压在允许的范围外。
运行指示灯	EtherCAT	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮: 连接可用。设备准备就绪。 绿色闪烁: 设备处于 <i>Pre-Operational</i> 状态 绿灯慢闪: 设备处于 <i>Safe-Operational</i> 状态 熄灭: 设备处于 <i>Initialisation</i> 状态。
故障指示灯	EtherCAT	<ul style="list-style-type: none"> 红灯快闪: 存在配置缺陷。 红灯慢闪: 本地状态错误。 红灯双闪: 看门狗超时。 熄灭: 无故障
网口指示灯	EtherCAT	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮: 无数据传输。与其它节点已建立连接。 绿灯闪烁: 正在传输数据。 熄灭: 无数据传输。与其它节点未建立连接。

产品介绍

3.3.2 母板

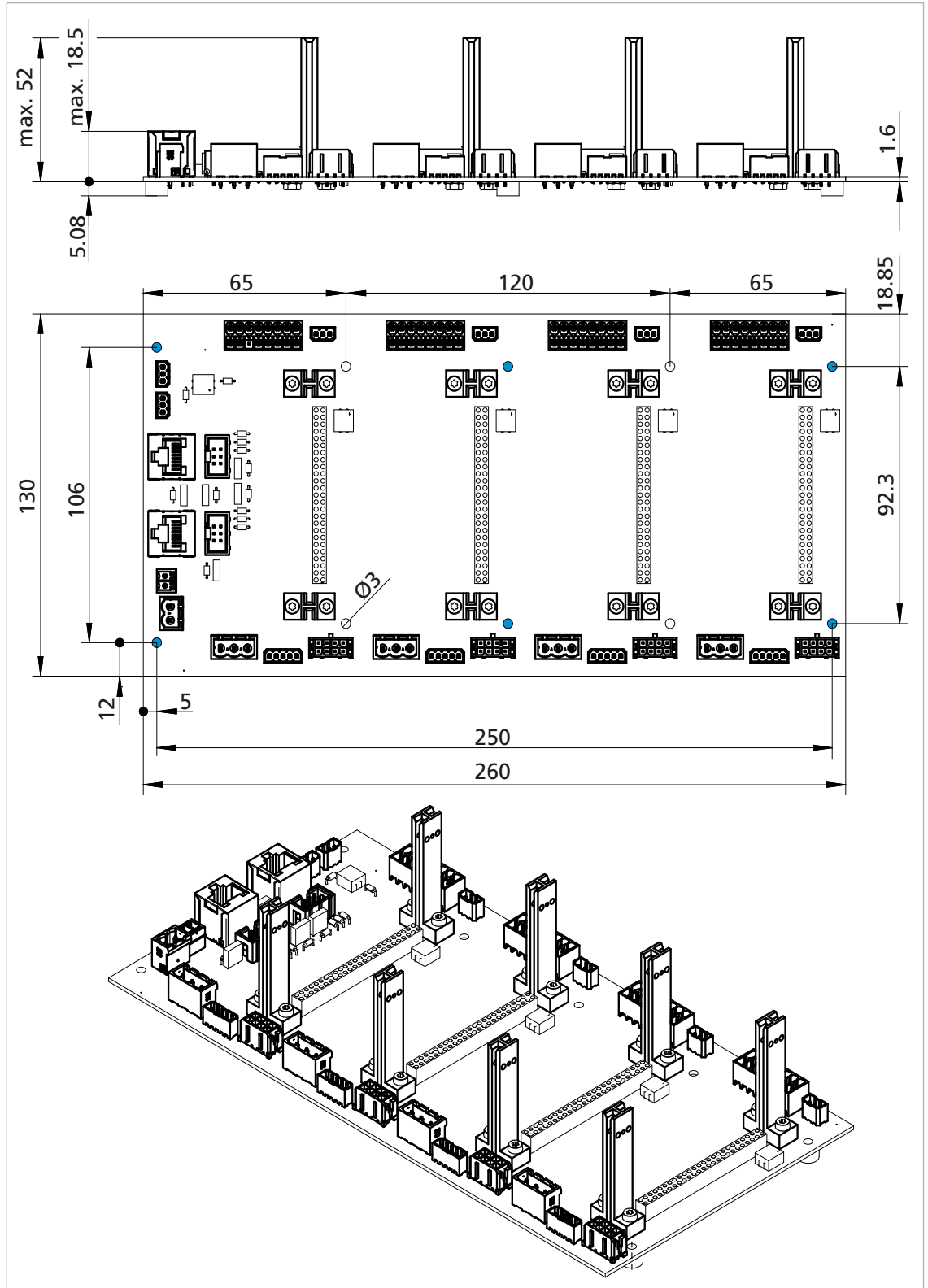


图 6: 竖插式端子母板的侧视图 (上)、俯视图 (中) 和补三视图 (即 ISO 视图, 下)

产品介绍

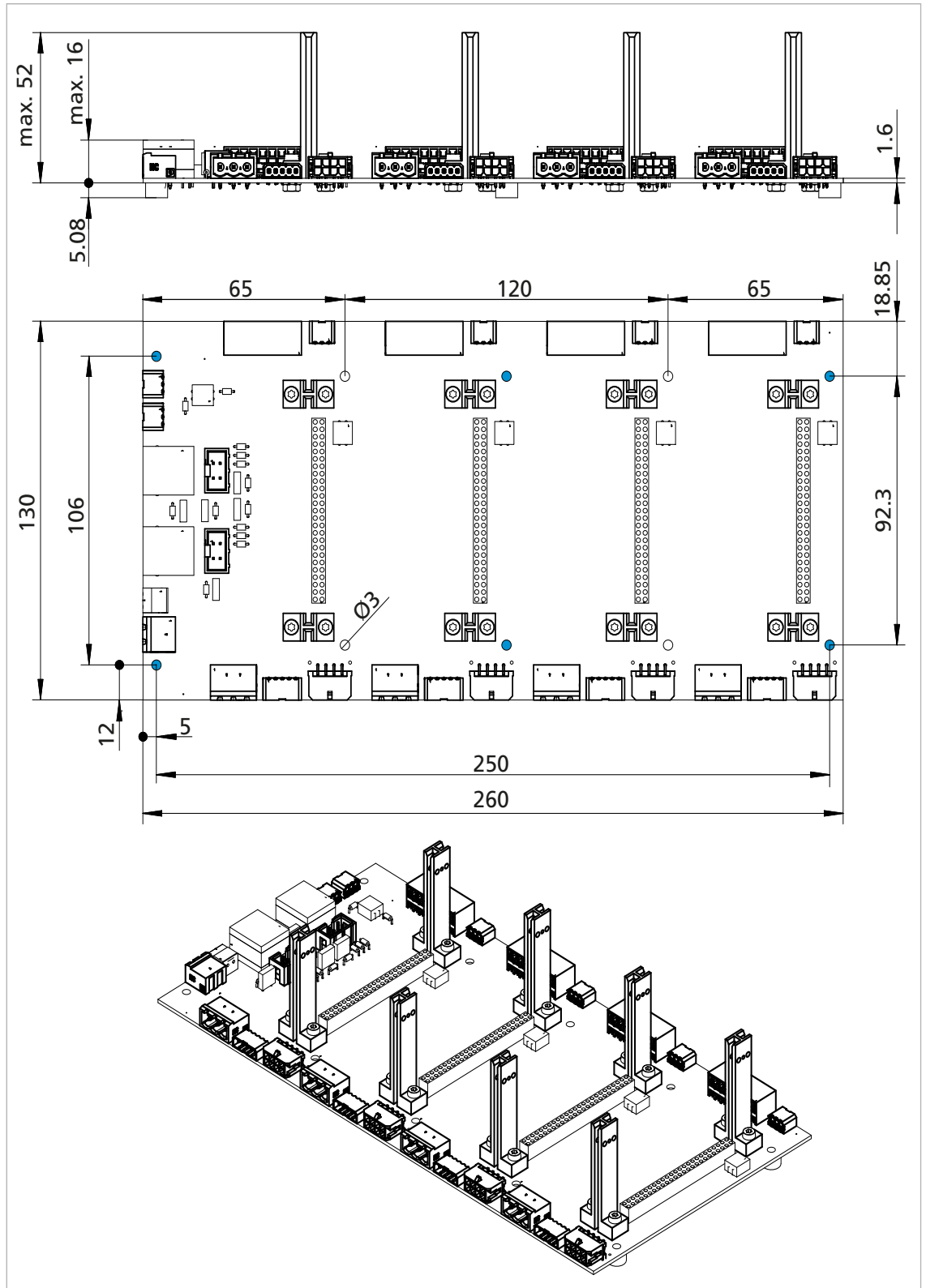



图 7: 侧插式端子母板的侧视图 (上)、俯视图 (中) 和补三视图 (即 ISO 视图, 下)

 产品出厂时, 母板外围和中间的孔内装有橡胶减震垫。在图 6、图 7 中, 这些孔位以蓝色标注。

产品介绍

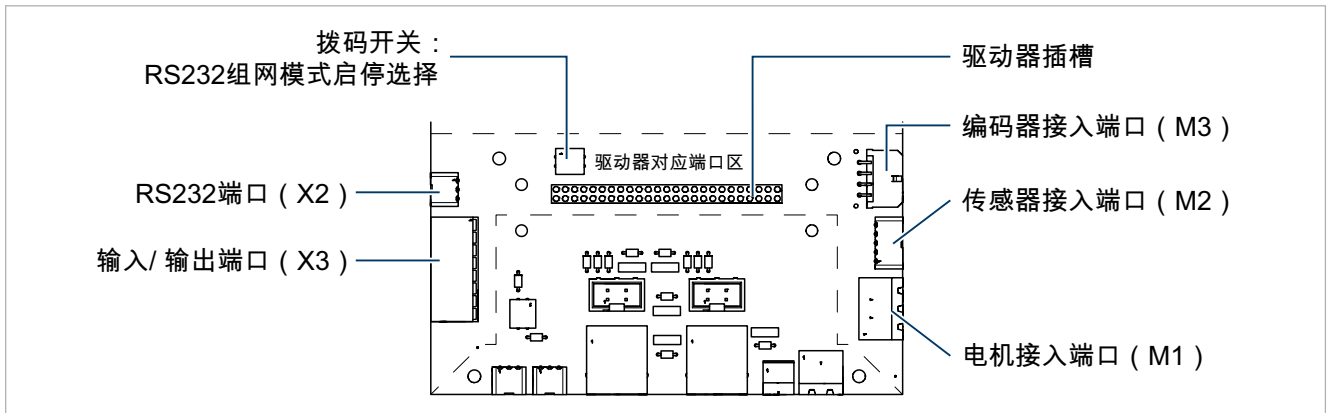


图 8: 主板端口概览 (驱动器对应端口区)

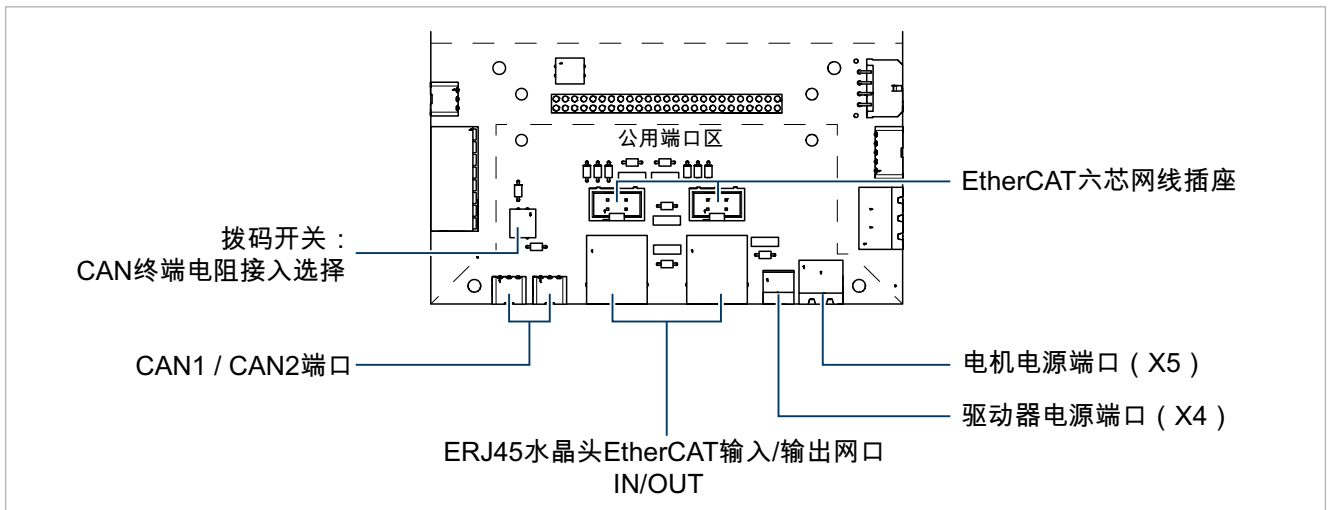


图 9: 主板端口概览 (公用端口区)

产品介绍

表 7: 母板端口功能表

名称	功能
驱动器插槽	插入驱动器电路板
M1 (Motor)	电机端口，接入电机的正负端或相线
M2 (Sensor)	传感器端口，接入霍尔传感器
M3 (Encoder)	编码器端口，接入增量式或绝对式编码器，二者都支持带或不带线驱动。
X2 (COM)	RS232 端口
CAN 1/CAN 2	CANopen 端口
X3 (I/O)	连接外部电路的输入 / 输出端口
X4 (Up)	驱动器电源接入
X5 (U _{mot})	电机电源接入
IN/OUT	EtherCAT 通信端口
六芯网线插座	选配为排线连接
CAN 通信终端电阻拨码开关	选择是否接入 CAN 通信所用的终端电阻 (开 / 关) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 开：接入 ▪ 关：不接入
RS232 组网模式拨码开关	选择是否启用 RS232 组网模式 (开 / 关) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 开：启用 RS232 组网模式 ▪ 关：不启用 RS232 组网模式

4 安装

只有经过培训和指导并且具备以下领域知识的专业人员，才能安装和操作驱动器：

- 自动化技术
- 标准和规定（如 电磁兼容性指令）
- 低电压指令
- 机械指令
- 德国电气工程师协会发布的德国国家标准电气安装技术规范（DIN VDE 0100）
- 事故预防条例

在调试之前，必须仔细阅读此说明并严格遵守。

还务必遵守安装的补充说明（参见第 10 页第 2.3 章节）。

4.1 固定

4.1.1 固定说明

小心！

工作中的驱动器，表面可能会很烫。

- ▶ 在驱动器附近放置防止接触的保护装置和警告提示（参见第 10 页第 2.2.3 章节）。

危险！

不正确的操作和安装可能导致驱动器执行不受控的运动。

驱动器损坏可能造成意外启动、停止或卡住。根据驱动器的使用情况，这可能导致严重或致命伤害。

- ▶ 遵守第 9 页第 2.2.1 章节 中的安全说明。
- ▶ 使用合适的紧固材料（参见以下章节）。

目视检查

- ▶ 打开驱动器包装后，执行目视检查并记录检查结果：
 - 驱动器是否未损坏？
 - 是否存在包含序列号的标签贴纸？
 - 连接器中的引脚触点是否正常（未氧化、未弯曲）？

危险！

如果不满足目视检查标准，则无法确保驱动器正常工作。

如果不能确保其正常工作，则可能会发生意外启动。根据驱动器的使用情况，这可能导致严重或致命伤害。

- ▶ 切勿启动驱动器。

⚠ 危险!

驱动系统在工作期间会产生机械力和运动。

- ▶ 请保护启动系统和由启动系统驱动的部件，使其不被触碰。

4.1.2 驱动器电路板的安装

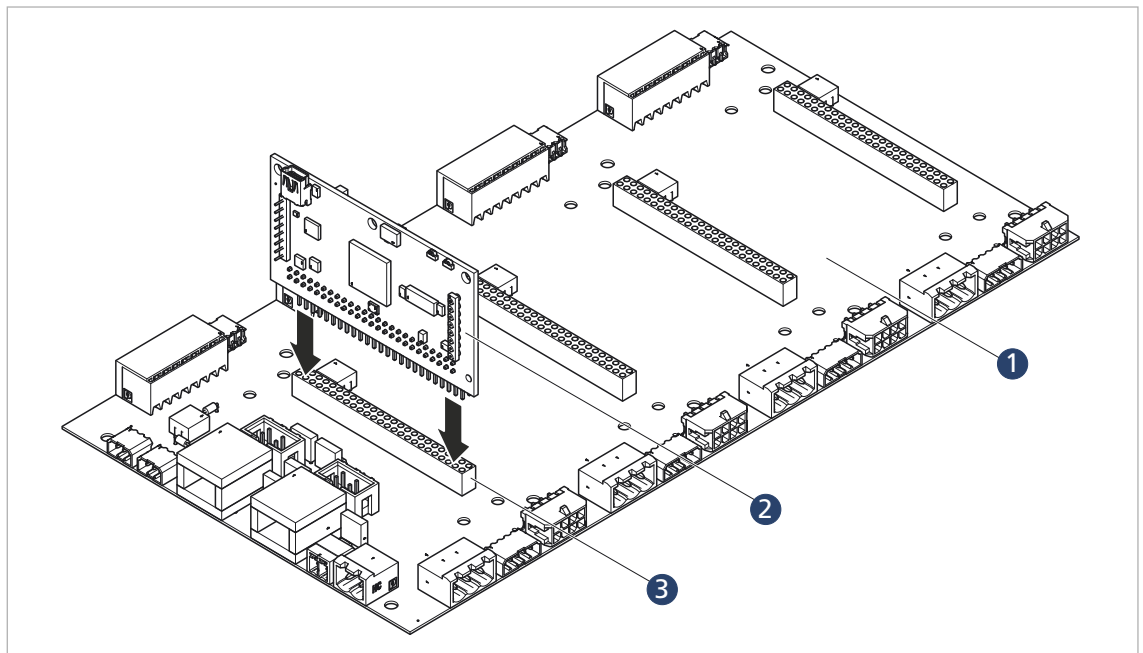


图 10: 驱动器电路板的安装

注意!

不正确的安装方式可能会损坏驱动器。

- ▶ 按照图 10 的示意进行安装。
- ▶ 将驱动器电路板 (2) 插入母板 (1) 上的插槽 (3)。

4.2 电气连接

4.2.1 电气连接说明

注意！

对驱动器连接的静电放电可能会损坏电子组件。

- ▶ 遵守 ESD 防护措施。

注意！

接线错误可能会损坏驱动器电子元器件。

- ▶ 按照接线表进行操作。

注意！

伺服电机制动时产生的瞬时峰值电压，可能对电源或其连接的其它设备造成损坏。

- ▶ 对于具有高负载惯量的应用，FAULHABER 的 BC 5004 系列制动斩波器，可用于限制潜在的过压以保护电源，详情请参阅制动斩波器的参数表。

运动控制器包含一个用于控制电机的 PWM 输出级。在运行期间产生的功率损耗和由于电动机的脉冲控制而产生的交变电场，必须通过适当的安装来消散和衰减。

- ▶ 将驱动器连至接地系统。最好是将驱动器安装于接地基板上，也可使用接地导线。
- ▶ 确保系统中所有互连的部分共地，即使驱动器和电机分开安装，也应如此。
- ▶ 如果若干电气设备或驱动器通过 RS232 或 CAN 进行网络连接，请确保系统各部分的地电位之间的电位差小于 2 V。

✎ VDE 100 中规定了系统各部分之间的电位均衡导线的横截面，并且必须满足以下条件：

- 至少 6 mm^2
- 大于电源线横截面积的一半

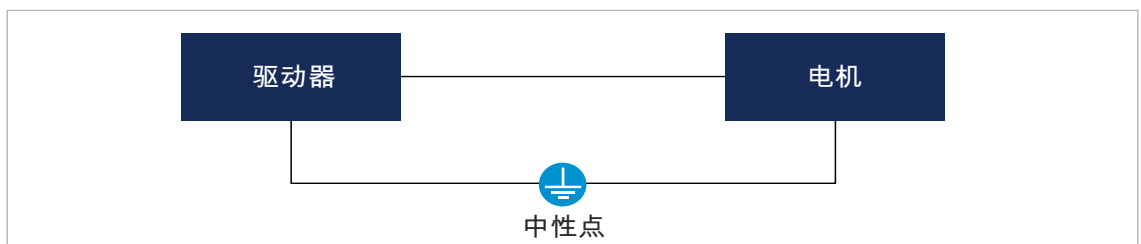


图 11: 系统电气连接部分之间的电位均衡

4.2.2 电机及其附件的连接

驱动器和电机间的最大允许线长，和所用的传感器系统与使用环境中的电磁场有关。

表 8: 电缆长度指导值

传感器类型	非屏蔽线长度	屏蔽线长度 ^{a)}
数字霍尔传感器	0.5 m	2–5 m
模拟霍尔传感器	0.5 m	2–5 m
不带线驱动的增量式编码器	0.5 m	2–5 m
带线驱动的增量式编码器	2 m	2–5 m ^{b)}
不带线驱动的绝对式编码器	0.3 m	0.5 m
带线驱动的绝对式编码器	2 m	5 m ^{b)}

a) 须与电机正负端或相线分开屏蔽。

b) 对于带线驱动接口的位置编码器，电缆必须为屏蔽双绞线

一般来说，也可使用更长的线缆，但这务必自行验证使用效果。

额外的 EMC 措施（参见第 1 页第 1 章节）有助于抑制瞬态发射干扰和提高抗扰性。（参见第 43 页第 4.3 章节）。

4.2.3 电源和其它设备的连接

- 离散输入和输出端（例如用于离散目标值的预设或连接限位开关 / 参考点开关）
- 通信端口
- ▶ 请确认上述各电缆，单条长度不超过 3 米。
- ▶ 屏蔽电缆长度尽可能短，尽量平铺布线。

i USB 端口仅用于驱动器的联机配置。USB 电缆的长度同样不应超过 3 m。

为降低对直流电源网络的影响，可在电源线上穿铁氧体套环（例如 WE 742 700 790）。

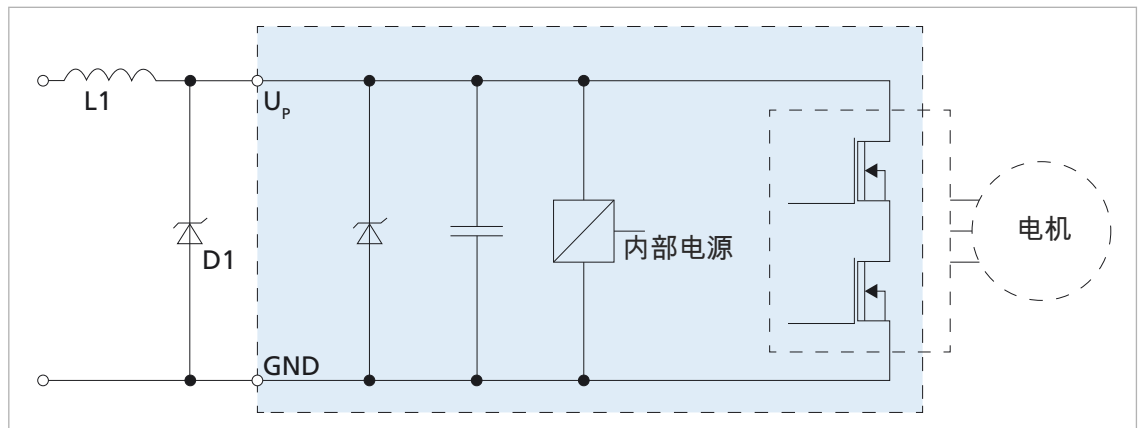


图 12: 电磁兼容抑制电路

安装

4.2.3.1 电源电压

- ▶ 确保驱动器的电源功率充足。
- ▶ 在加速过程中，将会在 10 ms 的倍数时间范围内，出现达到电机峰值电流限制设置值的电流峰值。
- ▶ 电机制动过程中，将会产生再生能量并向直流配电网回输。如果该能量不能被其它电机消耗，则直流电源网络中的电压将升高。驱动器可检测再生能量的电压并设定其限定值。另外，添加制动斩波器也可耗散再生能量，详情请参见制动斩波器数据表。

4.2.4 端口引脚功能分配

4.2.4.1 驱动器的插针功能

驱动器带有插针，可直接插入母板或客户主板（需有配套的板边插座）。

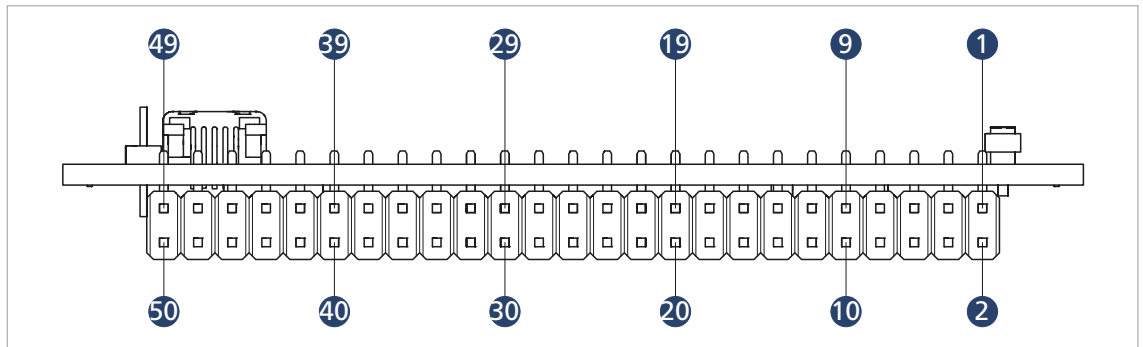


图 13: 插针脚位标识



相关技术参数，参阅母板的引脚端口说明。

表 9: 插针功能表

引脚	名称	说明
1	A 相	电机相线 A
2	A 相	电机相线 A
3	B 相	电机相线 B
4	B 相	电机相线 B
5	C 相	电机相线 C
6	C 相	电机相线 C
7	U_{mot}	电机电源接入正
8	U_{mot}	电机电源接入正
9	GND	接地
10	GND	接地
11	U_p	驱动器电源电压正
12	空脚	-
13	空脚	-
14	传感器 A / SIN(+)	霍尔传感器 A / 正弦信号（正弦 / 余弦传感器）
15	传感器 B / COS(+)	霍尔传感器 B / 余弦信号（正弦 / 余弦传感器）

引脚	名称	说明
16	传感器 C / 空脚	霍尔传感器 C/-
17	U _{DD}	传感器电源正输出
18	GND	接地
19	通道 A	编码器通道 A
20	通道 A	编码器通道 A (逻辑反)
21	通道 B	编码器通道 B
22	通道 B	编码器通道 B (逻辑反)
23	索引	编码器索引信号 通道输入
24	索引	编码器索引信号 通道输入 (逻辑反)
25	空脚	-
26	空脚	-
27	DigOut 1	数字信号输出端
28	DigOut 2	数字信号输出端
29	DigOut 3	数字信号输出端
30	U _{DD}	传感器电源正输出
31	GND	接地
32	DigIn 1	数字信号输入端
33	DigIn 2	数字信号输入端
34	DigIn 3	数字信号输入端
35	DigIn 4	数字信号输入端
36	DigIn 5	数字信号输入端
37	DigIn 6	数字信号输入端
38	DigIn 7	数字信号输入端
39	DigIn 8	数字信号输入端
40	AGND	模拟信号地端
41	AnIn 1	模拟信号输入端
42	AnIn 2	模拟信号输入端
43	空脚	-
44	空脚	-
45	空脚	-
46	CAN-H	CAN 高电位接口
47	CAN-L	CAN 低电位接口
48	GND	接地
49	TxD	RS232 数据发送
50	RxD	RS232 数据接收

安装

4.2.4.2 母板端口功能 (电机相关)

电机端口 (M1)

表 10: 电机端口 (M1) 接无刷电机时的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	电机 A	电机 A 相
2	电机 B	电机 B 相
3	电机 C	电机 C 相



表 11: 电机端口 (M1) 的电气参数

名称	数据
电机电源	0... U_{mot} 最大 4/12 A 100 kHz

表 12: 电机端口 (M1) 接有刷电机时的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	电机 +	电机电源正
2	电机 -	电机电源负



表 13: 电机端口 (M1) 的电气参数

名称	数据
电机电源	0... U_{mot} 最大 4/12 A 100 kHz

安装

传感器端口 (M2)

表 14: 传感器端口的引脚功能分配 (M2)

引脚	名称	说明
1	U_{DD}	传感器电源正输出
2	GND	接地
3	传感器 A	霍尔传感器 A
4	传感器 B	霍尔传感器 B
5	传感器 C	霍尔传感器 C



表 15: 正弦 / 余弦传感器连接 (M2) 处的引脚分配

引脚	名称	说明
1	U_{DD}	传感器电源正输出
2	GND	接地
3	COS(+)	余弦信号
4	SIN(+)	正弦信号
5	空脚	-



只能与 FAULHABER LM 电机上的正弦 / 余弦传感器或 BX4 电机的正弦 / 余弦特殊版本结合使用。

表 16: 霍尔传感器端口 (M2) 的电气参数

名称	数据
霍尔传感器电源	5 V <100 mA
传感器端口	<5 V

安装

编码器端口 (M3)

编码器端口的引脚功能，和所连接的编码器类型有关。

- 带或不带线驱动的增量或绝对式编码器
- 带或不带线驱动的绝对值编码器

表 17: 编码器端口 (M3) 接带线驱动的增量式编码器的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	U_{DD}	增量式编码器电源
2	GND	接地
3	通道 A	编码器通道 A (逻辑反)
4	通道 A	编码器通道 A
5	通道 B	编码器通道 B (逻辑反)
6	通道 B	编码器通道 B
7	索引	编码器索引 (逻辑反)
8	索引	编码器索引



表 18: 编码器端口 (M3) 接带线驱动的增量式编码器的电气参数

名称	数据
增量式编码器电源	5 V <100 mA
编码器信号的接入端口	<5 V <2 MHz 5 k Ω

表 19: 编码器端口 (M3) 接不带线驱动的增量式编码器的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	U_{DD}	增量式编码器电源
2	GND	接地
3	通道 A	空脚
4	通道 A	编码器通道 A
5	通道 B	空脚
6	通道 B	编码器通道 B
7	索引	空脚
8	索引	编码器索引



表 20: 编码器端口 (M3) 接不带线驱动的增量式编码器的电气参数

名称	数据
增量式编码器电源	5 V <100 mA
编码器信号的接入端口	<5 V <2 MHz 5 k Ω

安装

表 21: 编码器端口 (M3) 接带线驱动绝对式编码器的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	U_{DD}	绝对值编码器电源
2	GND	接地
3	\overline{CS}	绝对式编码器片选信号 (逻辑反)
4	CS	绝对式编码器片选信号
5	数据	绝对值编码器数据 (逻辑反)
6	数据	绝对值编码器数据
7	\overline{CLK}	绝对值编码器时钟 (逻辑反)
8	CLK	绝对值编码器时钟



表 22: 编码器端口 (M3) 接带线驱动绝对式编码器的电气参数

名称	数据
绝对值编码器电源	5 V <100 mA
片选信号输出端口	5 V
数据信号输入端口	<5 V 5 k Ω
时钟信号输出端口	5 V 1 MHz

表 23: 编码器端口 (M3) 接不带线驱动绝对式编码器的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	U_{DD}	绝对值编码器电源
2	GND	接地
3	\overline{CS}	空脚
4	CS	绝对式编码器片选信号
5	数据	空脚
6	数据	绝对式编码器数据
7	\overline{CLK}	空脚
8	CLK	绝对式编码器时钟



表 24: 编码器端口 (M3) 接不带线驱动绝对式编码器的电气参数

名称	数据
绝对值编码器电源	5 V <100 mA
片选信号输出端口	5 V
数据信号输入端口	<5 V 5 k Ω
时钟信号输出端口	5 V 1 MHz

安装

COM 端口 (X2)

COM 端口的引脚分配因通信类型的不同而异。应区分以下通信类型：

- RS232
- CANopen

表 25: COM 端口 (X2) 用于 RS232 通信时的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	TxD	RS232 数据发送
2	RxD	RS232 数据接收
3	GND	接地

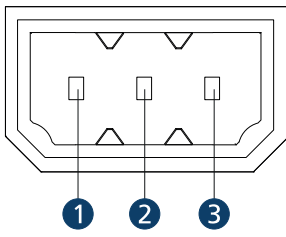
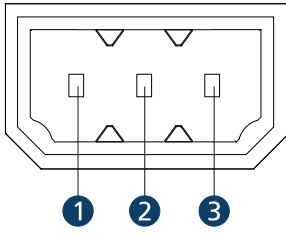


表 26: CAN1/CAN2 端口 (X2) 用于 CANopen 通信时的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	CAN-H	CAN 高电位接口
2	CAN-L	CAN 低电位接口
3	GND	接地



安装

4.2.4.3 母板端口功能（电源及外设相关）

输入输出端口（I/O • X3）

表 27: 输入输出端口（X3）的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	U _{DD}	外部消耗负载的电源
2	GND	接地
3	DigOut 1	数字信号输出端（集电极开路）
4	DigOut 2	数字信号输出端（集电极开路）
5	DigOut 3	数字信号输出端（集电极开路）
6	DigIn 1	数字信号输入端
7	DigIn 2	数字信号输入端
8	DigIn 3	数字信号输入端
9	DigIn 4	数字信号输入端
10	DigIn 5	数字信号输入端
11	DigIn 6	数字信号输入端
12	DigIn 7	数字信号输入端
13	DigIn 8	数字信号输入端
14	AnIn 1	模拟信号输入端
15	AnIn 2	模拟信号输入端
16	AGND	模拟输入信号的地端

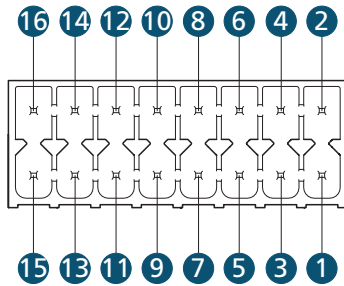


表 28: 输入输出端口（X3）的电气参数

名称	数据
供外部负载使用的电源	5 V <100 mA
数字信号输出端	低 = GND 高 = 高阻抗 47 kΩ 最大 0.7 A
数字信号输入端	<50 V 47 kΩ <1 MHz TTL 电平：低 <0.5 V，高 > 3.5 V PLC 电平：低 <7 V，高 > 11.5 V
模拟信号输入端	±10 V AGND

安装

驱动器电源接入 (X4)

表 29: 驱动器电源端口 (X4) 的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	GND	接地
2	U_p	驱动器电源



表 30: 驱动器电源端口 (X4) 的电气参数

名称	数据
驱动器电源	12-50 V ≤ 100 mA (无外部负载耗电时)

电机电源接入正 (X5)

表 31: 电机电源端口 (X5) 的引脚功能分配

引脚	名称	说明
1	GND	接地
2	U_{mot}	电机电源接入正



表 32: 驱动器电源端口 (X5) 的电气参数

名称	数据
电机电源	≤ 50 V

EtherCAT 端口 (IN/OUT)

表 33: EtherCAT 输入 / 输出端口, 水晶头的引脚功能分配: RJ45

名称	说明
IN/OUT	EtherCAT 通信 引脚 1 : TxD+ 数据发送 + 引脚 2 : TxD- 数据发送 - 引脚 3 : RxD+ 数据接收 + 引脚 6 : RxD- 数据接收 -

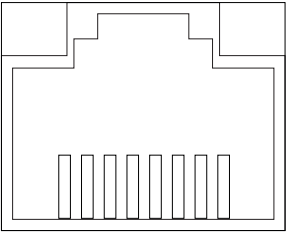
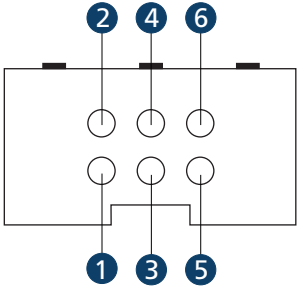


表 34: EtherCAT 输入 / 输出端口, 水晶头的引脚功能分配: DIN

名称	说明
IN/OUT	EtherCAT 通信 引脚 1 : TxD+ 数据发送 + 引脚 2 : TxD- 数据发送 - 引脚 3 : VGND, 虚拟接地端 引脚 4 : VGND, 虚拟接地端 引脚 5 : RxD+ 数据接收 + 引脚 6 : RxD- 数据接收 -



4.2.5 各种电机组合的接线图

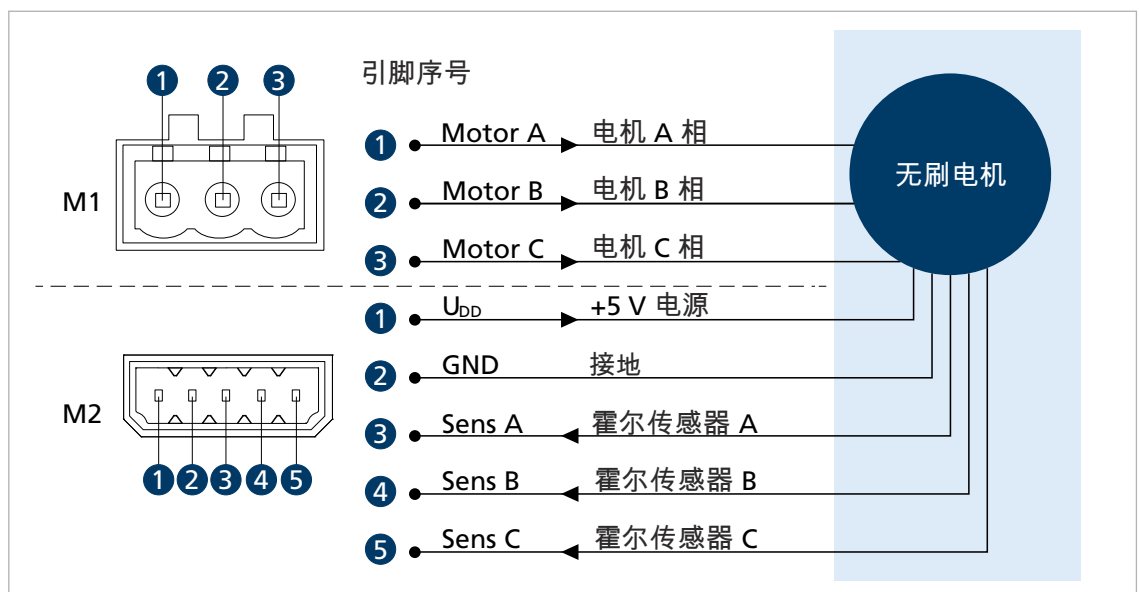


图 14: 带霍尔传感器的无刷 / 直线电机

安装

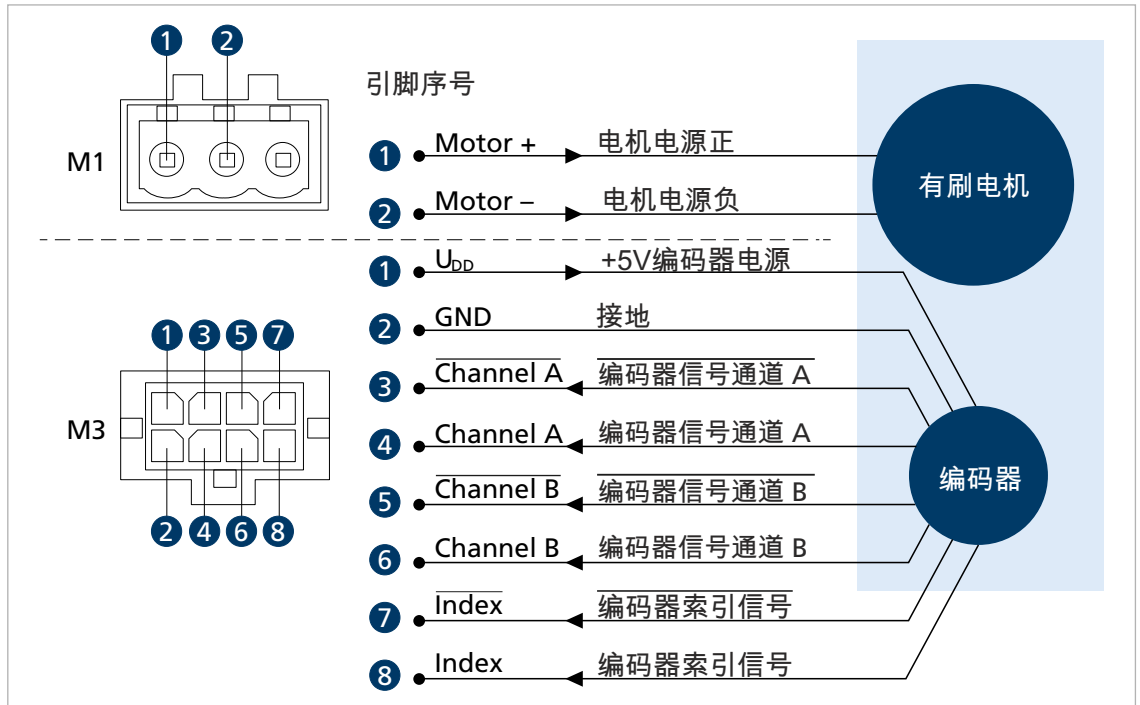


图 15: 带增量式编码器的有刷电机

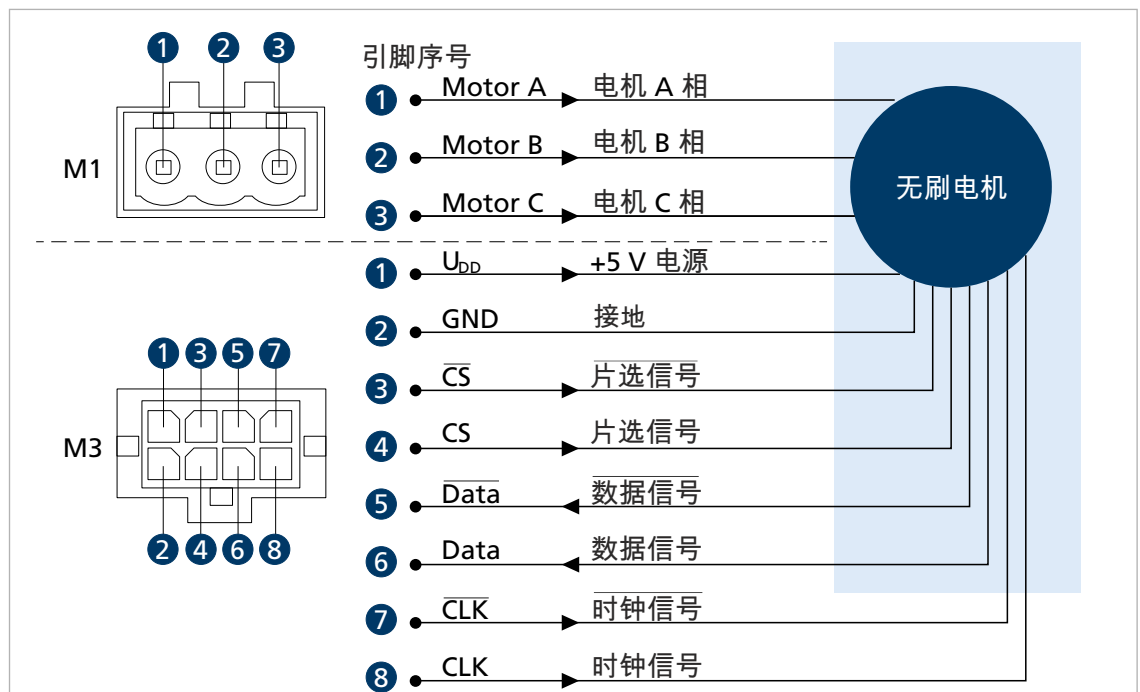


图 16: 带绝对式编码器的无刷电机

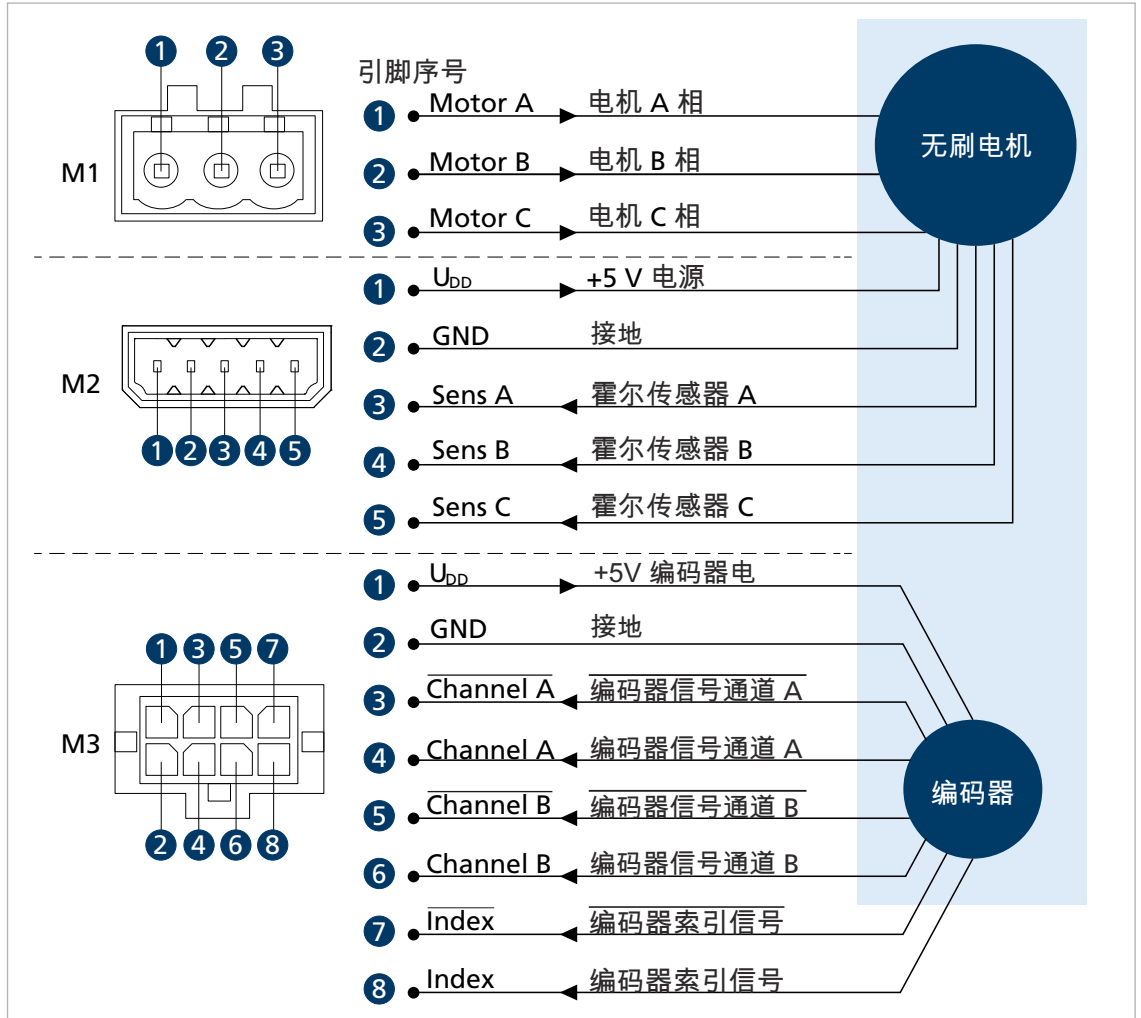


图 17: 带霍尔传感器和增量式编码器的无刷电机

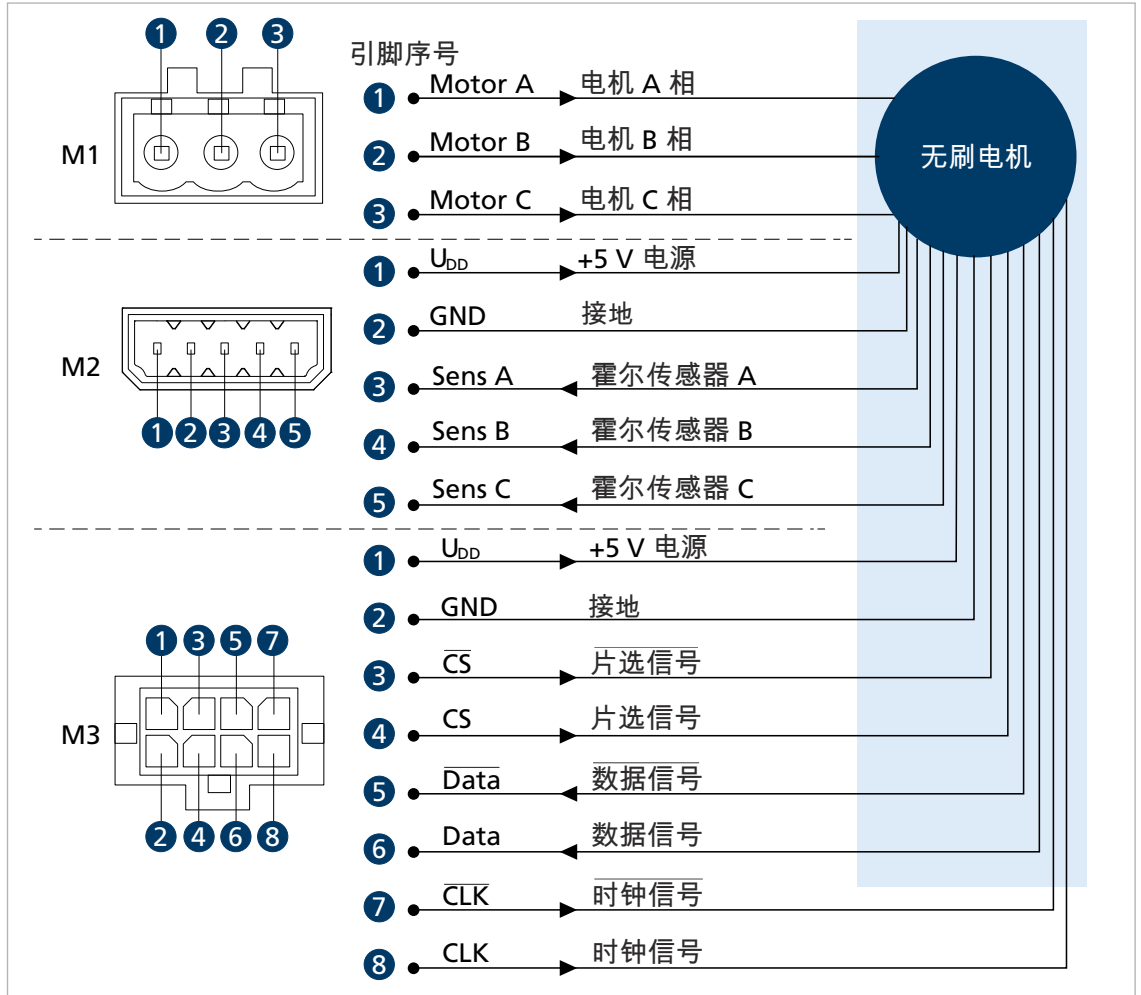


图 18: 带霍尔传感器和绝对式编码器的无刷电机

4.2.6 输入输出端口电路图

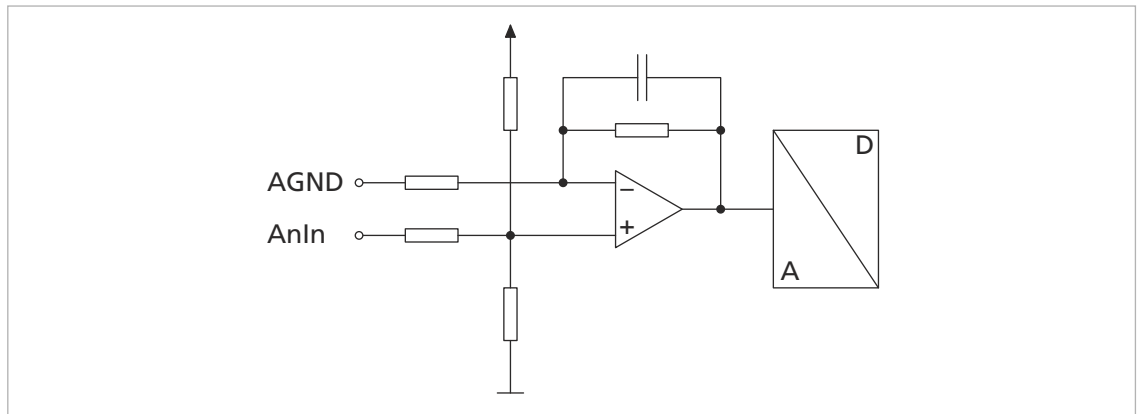


图 19: 模拟输入端电路图 (内部)

i 将模拟信号地端 (AGND) 和电源地端 (GND) 共地后, 即便电源端有压降, 模拟输入端输入信号所确立的设定值也不会变化。

模拟输入端采用差分输入, 两个输入端使用相同的参考电位。

模拟输入端可设定为不同的功能:

- 为电流、速度或位置确立设定值
- 接入速度或位置的实际值传感器信号
- 用作自由测量输入端 (测量值由通信端口查询)

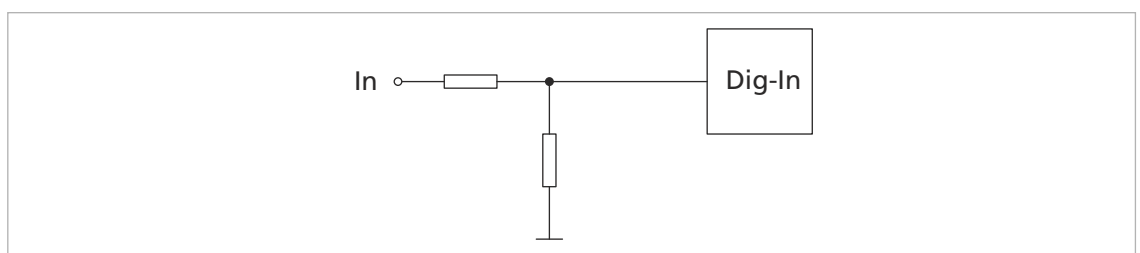


图 20: 数字输入端电路图 (内部)

端的输入电平规格可选 (PLC/TTL), 端口可设定为以下功能 (参阅《功能手册》):

- 参考点和限位开关的数字信号输入
- 连接外部第二编码器
- 输入 PWM 信号, 为电流、速度或位置确立设定值

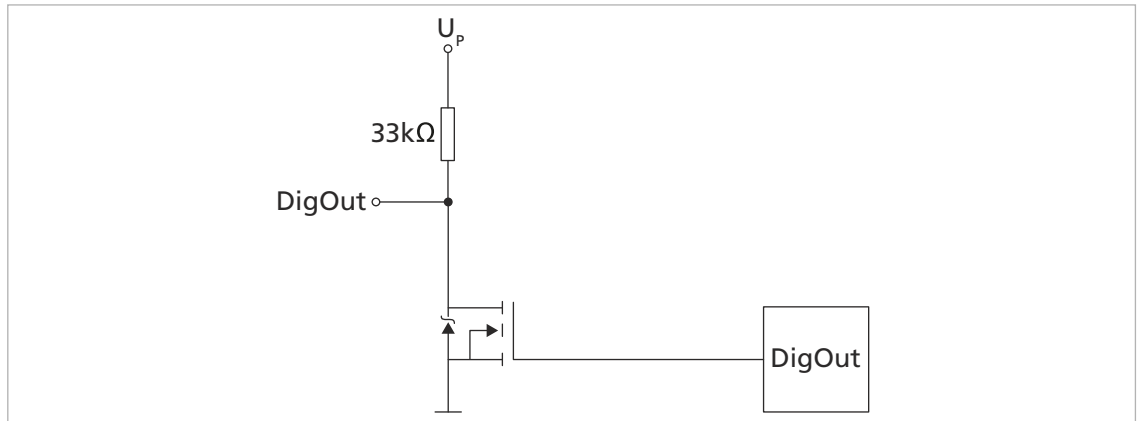


图 21: 数字输出端电路图 (内部)

数字输出端特性如下：

- 集电极开路接地
- 监测输出电流 (发生错误时开关打开)

可指派为输出故障信号或制动信号等，支持自由编程设定。

4.2.7 外部电路图

通过电位计给定双极模拟设定点值

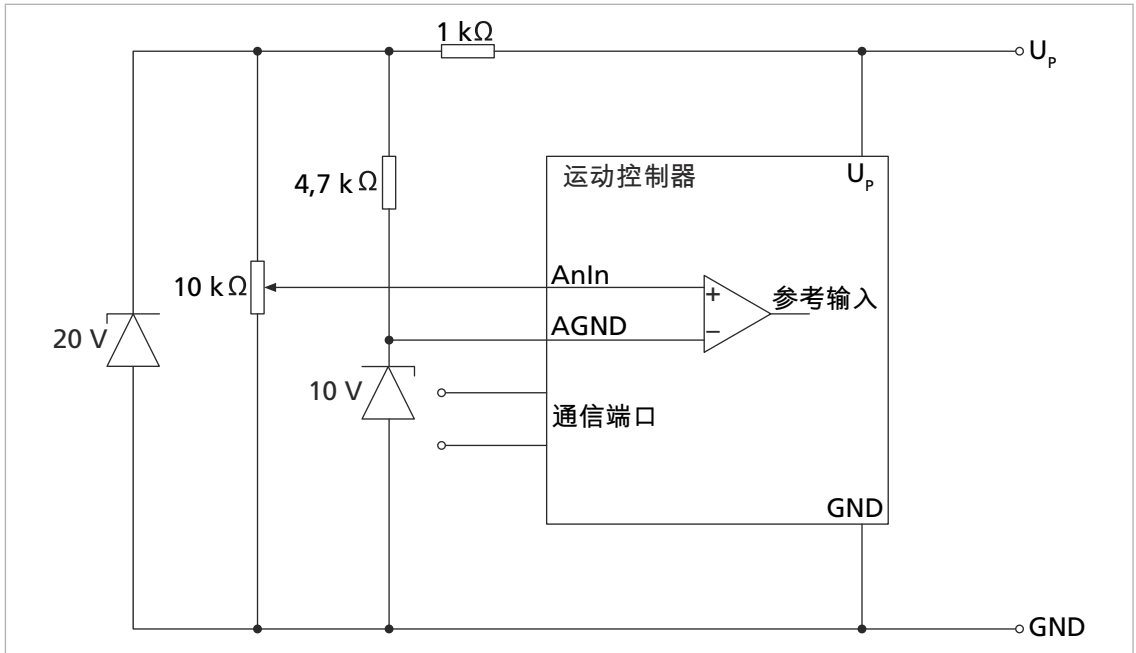


图 22: 通过电位计给定双极模拟设定点值

利用电位计分压输入模拟电压，偏置与缩放比例由内部设定

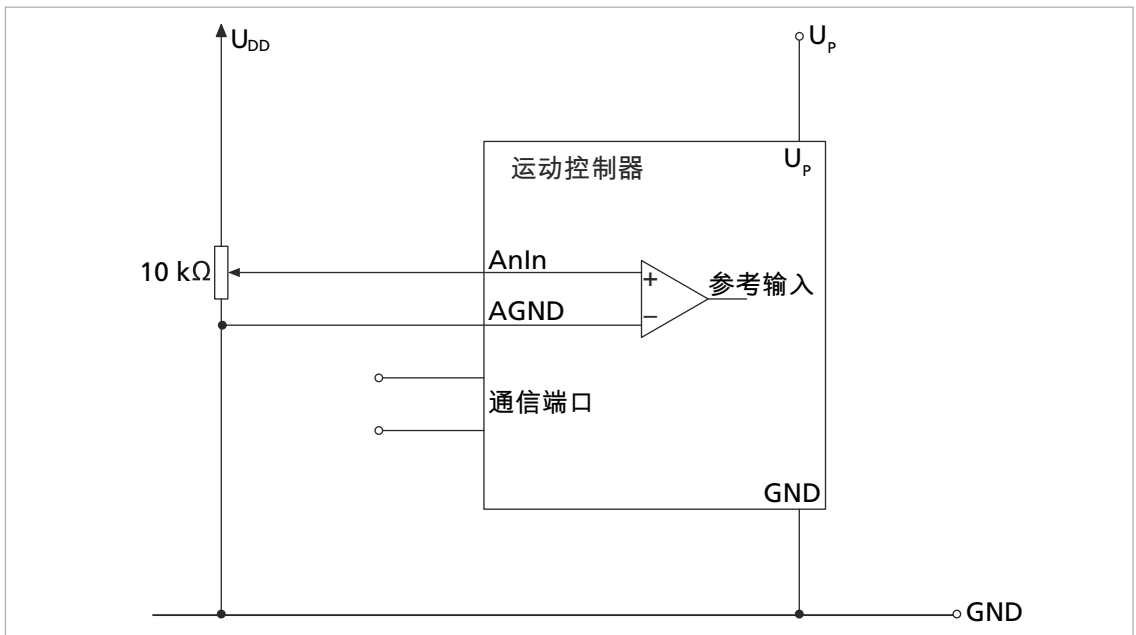


图 23: 利用电位计分压输入模拟电压，偏置与缩放比例由内部设定

接入参考点和限位开关

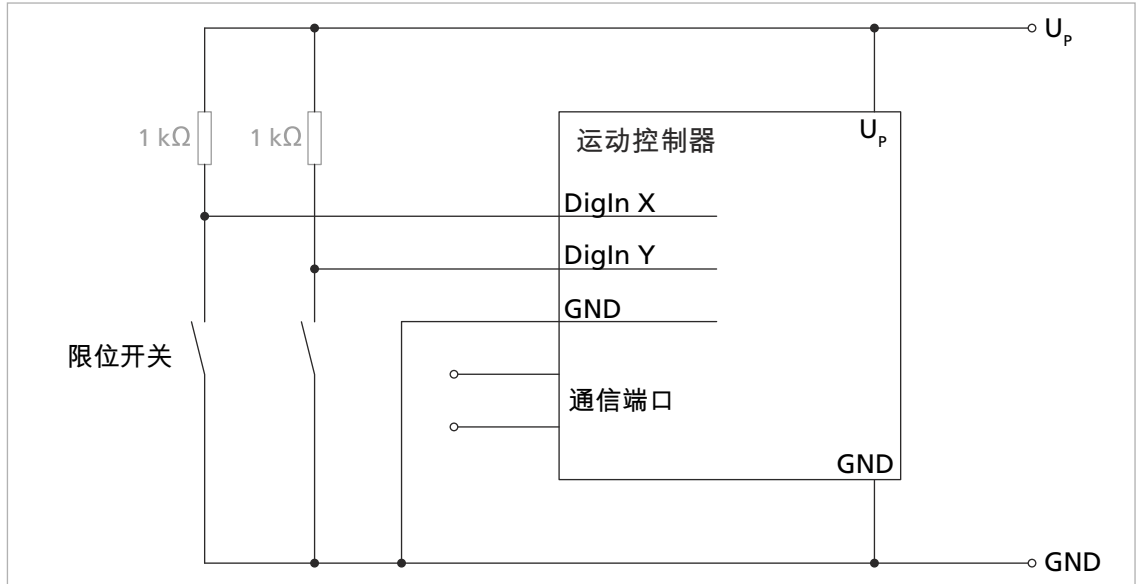


图 24: 接入参考点和限位开关

i 视限位开关种类的不同，有可能需要外接一个合适的上拉电阻。驱动器中没有内置上拉电阻。

接入外部第二编码器

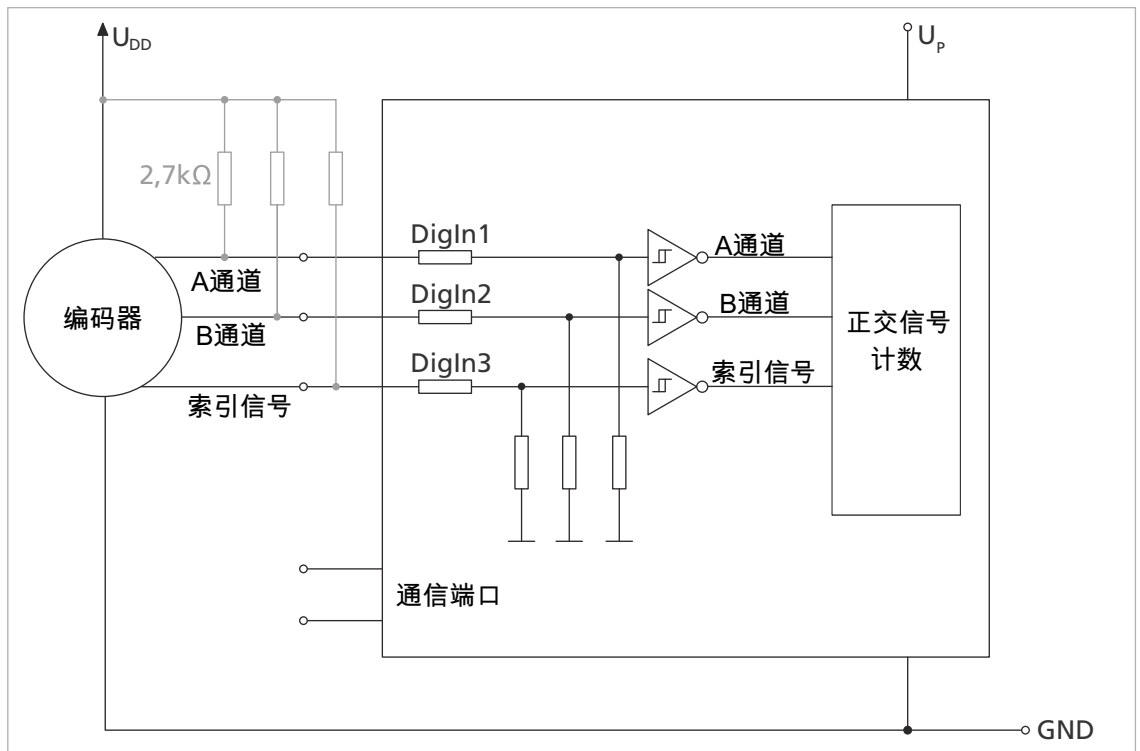


图 25: 接入外部第二编码器

安装

i 视编码器种类的不同，有可能需要外接一个合适的上拉电阻。驱动器中没有内置上拉电阻。

驱动器与上位机联机接线图

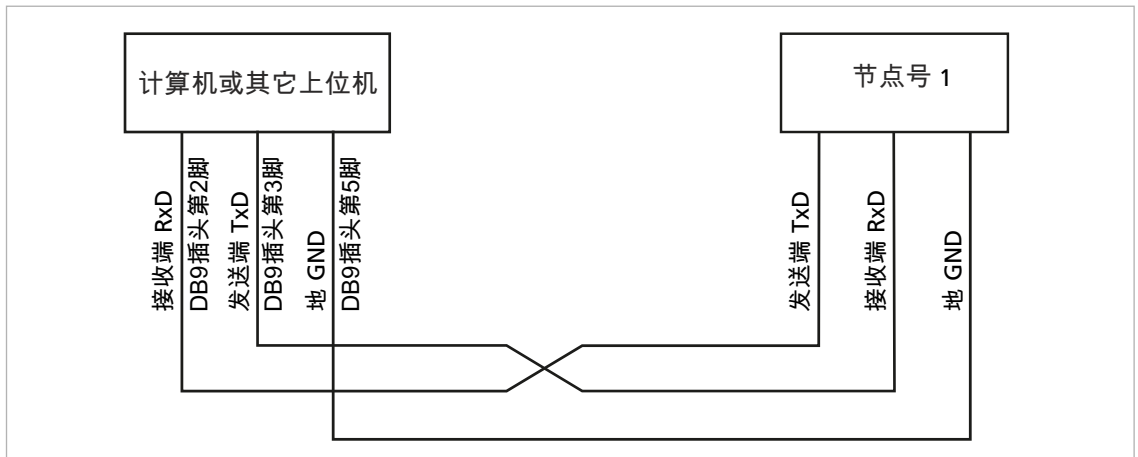


图 26: 驱动器与上位机联机接线图

RS232 组网模式下，驱动器与上位机联机接线图

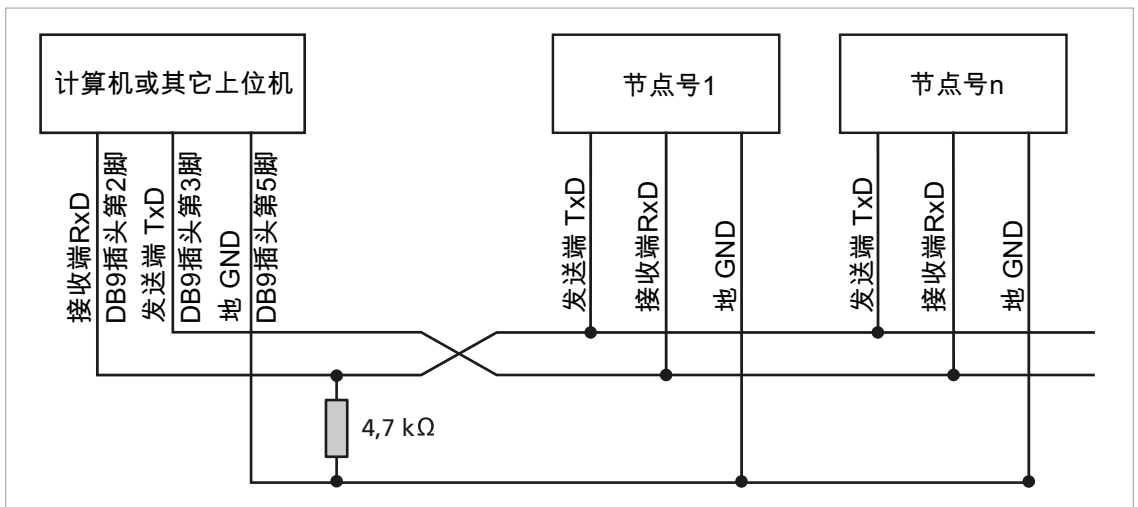


图 27: RS232 组网模式下，驱动器与上位机联机接线图

i 视网内节点数的不同，可能需要减小下拉电阻的阻值。

连接到 CANopen 网络

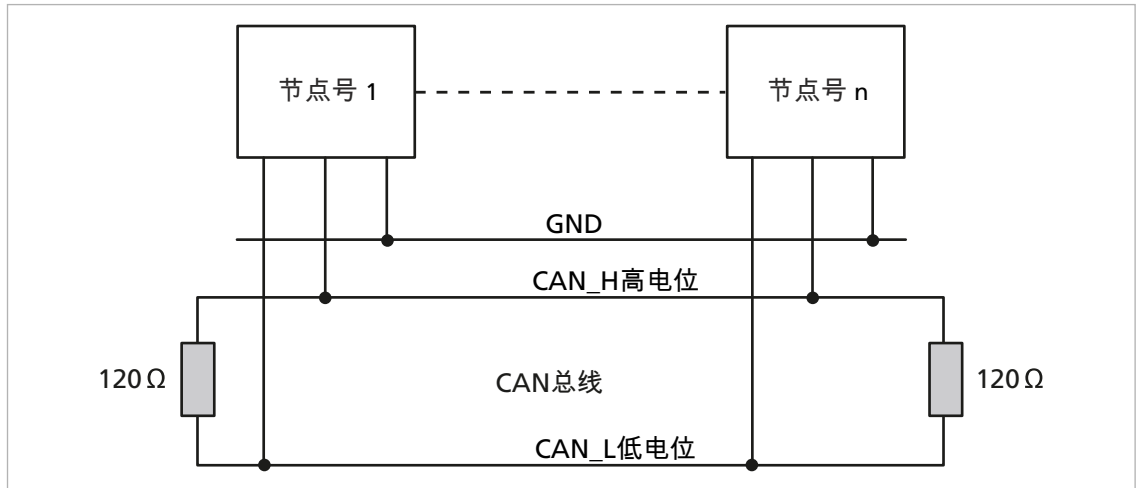


图 28: 连接到 CANopen 网络

i 如果 CAN 网并非直线布线，则可能需要优化调整终端电阻的值和位置。例如对于星形网络，在中心设一个 60Ω 的终端电阻可能更合适。应用最佳的终端电阻方案，可以避免出现错误帧的积累。

4.3 电磁兼容性 (EMC)

- ▶ 遵照以下章节中的说明执行符合 EMC 标准的安装。

警告！

驱动器可能引发高频干扰，影响电子植入物和其它电子设备的功能。

- ▶ 采取适当的干扰抑制措施，尤其是使用于住宅环境之中时。
- ▶ 请遵守 EMC 兼容设置的注意事项。

注意！

符合 EN-61800-3 限值的驱动电子部件：C2 类会在居民区造成无线电干扰。

- ▶ 对于这些驱动电子部件，应采取额外措施来抑制无线电干扰。

4.3.1 考量的系统

所考量的系统可参照以下电路示意图。

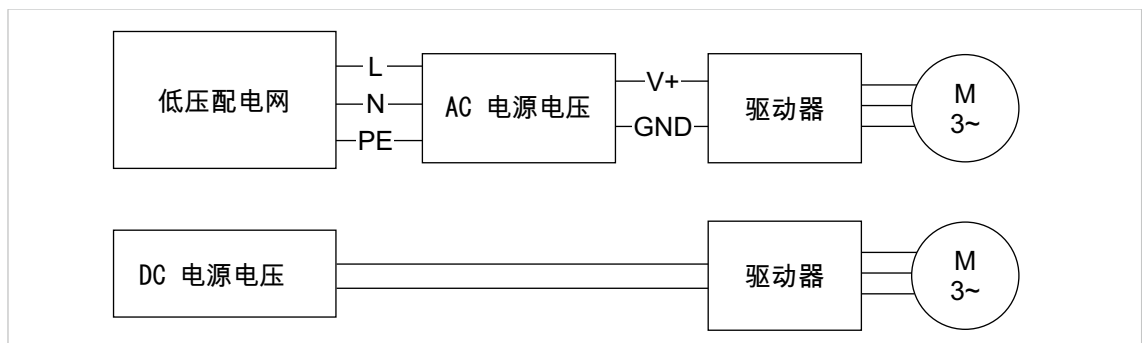


图 29: 所考量系统的电路图

交流电源系统

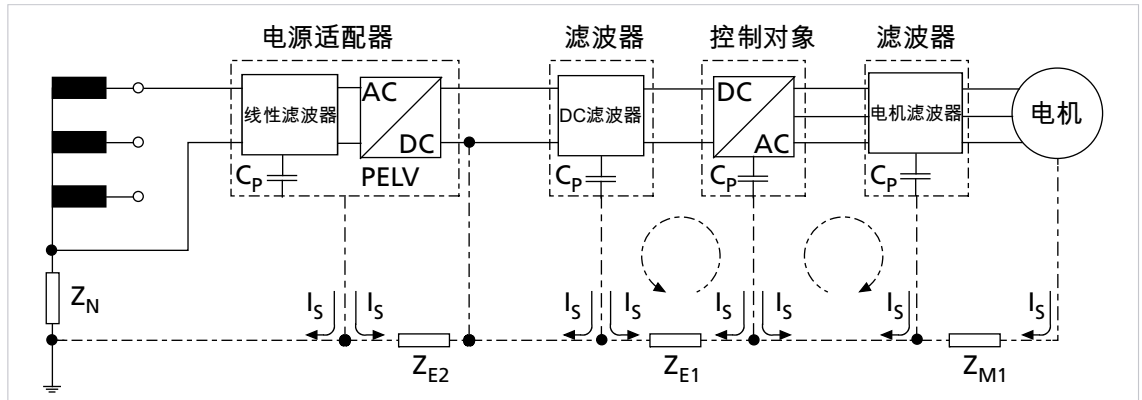


图 30: 交流电源系统中的干扰源

- Z_N 电源变压器的电源阻抗 - 电源连接
- Z_{E1} 直流侧的电子组件共模阻抗
- Z_{E2} 交流侧的电子组件共模阻抗 - 电源连接
- Z_{M1} 电机外壳的阻抗 - 控制器
- I_s 寄生电流
- C_p 寄生电容 / 滤波电容

寄生电流通常来自以下部件：

- 半导体
- 电机电源线的电容分量
- 电机中的寄生元件

根源在于使用 PWM 驱动电机。

设备中的直流变换器以及所使用的开关电源也会产生干扰，可能会影响电源。但是由于开关功率低 (<5 W)，设备中直流变换器所造成的干扰通常无关紧要。

开关电源与此相反，它为驱动器（包括控制电路和电机电源）供电并输出 PWM 驱动。根据设计，电源内置滤波器（如果有）的质量和效率，也可能导致干扰。



可以使用干扰电压测试和阻性负载（例如 无风扇加热器 / 电热板）来评估电源质量。

直流电源系统

连接到直流电源的前提条件是电源的开关干扰可忽略。可以使用线性电源来减小此干扰。

问题解决方案

干扰可能视负载和安装而异。

解决方案	作用	优势	缺点
3 相共模扼流圈 / 各电源相线穿入铁氧体环	消除电机的共模干扰	<ul style="list-style-type: none"> 消除射频共模干扰 可快速测试 	<ul style="list-style-type: none"> 无法消除所有干扰 需要装配
PWM 电机滤波器 (例如, EFM 5003 6501.00357)	通过直流平均化消除开关噪声	将干扰限制到输入侧	无法消除所有射频干扰
电机滤波器和铁氧体 (例如, EFC5008 6501.00351)	消除电机电缆上的射频干扰	抑制辐射干扰的效果良好	无法消除所有低频干扰
驱动器前端输入滤波器 (例如, EFS 5004 6501.00350)	消除开关稳压器的干扰和直流电网中的部分电机干扰	通过正确接线消除电压测量的干扰	无法消除电机侧的干扰
开关电源前端电源滤波器	消除电源的共模干扰	极具成本效益的解决方案	<ul style="list-style-type: none"> 通常仅对电源有效 无法消除所有干扰

仅当遵照以下章节时说明时，上述各种方案才有效。

4.3.2 功能性接地



≥ 3.5 mA 的接地漏电流可导致生命危险

- ▶ 请检查设备接地以实现正确安装。

接地系统对于寄生电流放电和系统电势均分至关重要。最有效的系统为星形或网状。星形连接更容易实施。

- ▶ 保证足够的横截面和很好的电气接地，确保不只是低频电流才有低接触阻抗。

可以通过例如使用细砂纸去掉导线末端的氧化层来改善接地。

为保证电气安全：

- ▶ 按照现行标准和指南接地。
- ▶ 对所有必要部件（例如，电源、电机、驱动器）使用单独的保护接地导线。
- ▶ 接地线应尽可能短。

对于功能性接地：

- ▶ 使用尽可能紧密的编织屏蔽。
- ▶ 最好与接地板直连。
因此，应避免先连接驱动器后再连接接地板。
- ▶ 接触面越大越好。

4.3.3 布线

⚠ 警告！

在驱动系统中产生并传输 >25VAC 的电压。

- ▶ 采用防触摸方式设定驱动系统接线。
- ▶ 仅在 SELV 或 PELV 电源网络上操作驱动系统。

布线取决于各种因素，如：

- 电缆是否屏蔽、绞合？
- 是否采取了抗干扰措施？
- 穿线管材质和管内线缆的分布方式？
- 电缆布在什么表面上？

在布线时遵守以下几点：

- ▶ 使用带槽板的 U 型线槽，最好为金属材质。
- ▶ 将电缆布在电缆槽的角落附近。
- ▶ 在可能的情况下按功能分离电缆。
- ▶ 在布线时保持距离。

距离可能视在开关柜中的区域而异。

- ▶ 如果可能，所有电缆都应该采用双绞线或按功能集束绞合并屏蔽（例如电机相线和霍尔传感器线缆分别集束）。

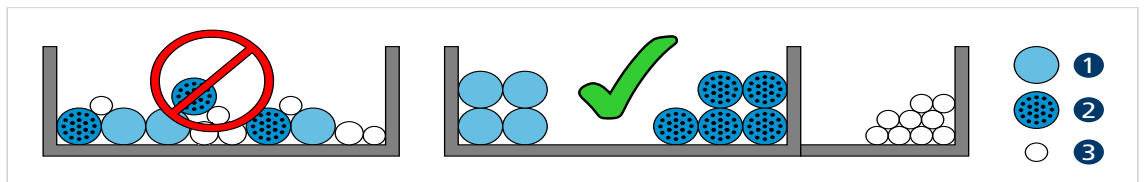


图 31: 线槽中的布线

- 1 高电流电缆
- 2 数字信号电缆
- 3 传感器电缆

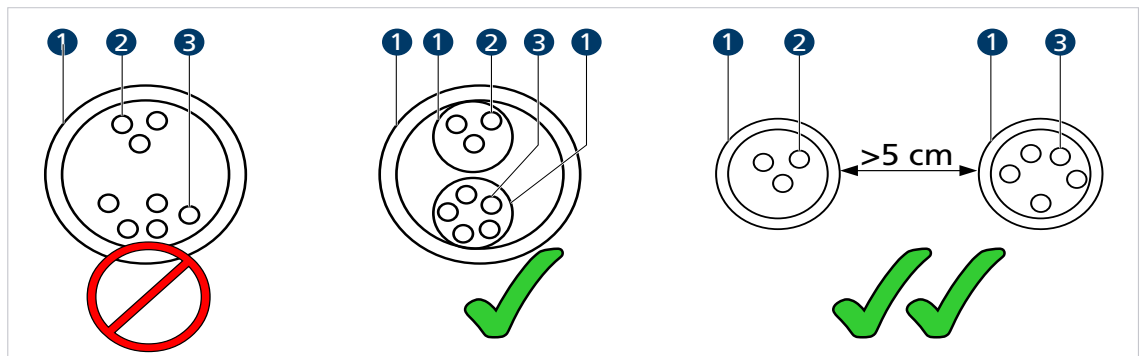


图 32: 电缆的集束和屏蔽

- 1 屏蔽
- 2 电机相线
- 3 霍尔传感器

4.3.4 屏蔽

- ▶ 在所有情况下都要使用屏蔽电缆。
使用紧密铜编织套来屏蔽 3 m 以上的电缆。
- ▶ 按照现行指南 / 标准 (例如 IPC-A-620B) 来屏蔽所有电源线并使用 (圆形) 屏蔽夹连接。
在特殊情况下 (例如带铜辫子) 或在资格鉴定通过之后, 以下电缆可以省略屏蔽:
 - 长度 <50 cm 的电缆
 - 低电源电缆 (例如, <20 V)
 - 传感器电缆
- ▶ 将屏蔽夹连接到低阻抗 (<0.3 Ω) 接地母排和接地板。
- ▶ 建立星点接地连接 (请参阅第 45 页第 4.3.2 章节)。
- ▶ 电机相线置于屏蔽层中, 与传感器或编码器信号线分开, 并至少在近电机端接地 (请参阅图 33 中的 1 或 2)。

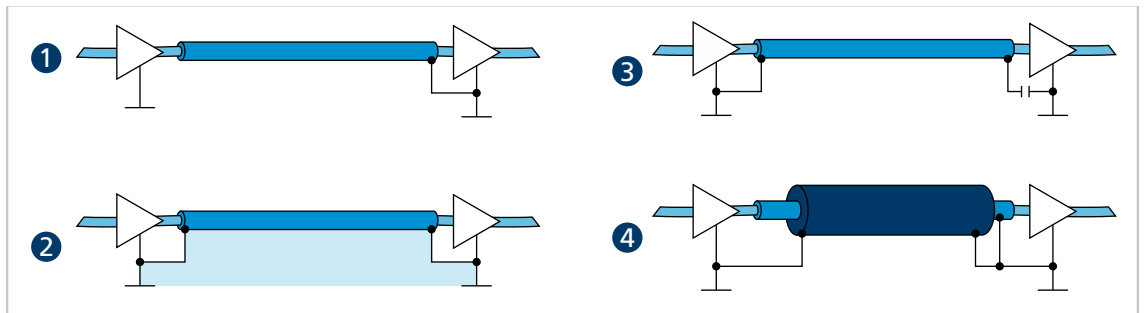


图 33: 屏蔽层的各种接地方式

- 1 抑制电场
- 2 抑制交变磁场
- 3 直流或低频电流的接地回路中断
- 4 将寄生电流放电到参考电位

当传感器信号线缆的外表有编织屏蔽层时, 可与电机相线集束于同一条绝缘软管中。此时屏蔽层必须双端接地 (例如, 图 33 中的 4)。对于此配置, 如图 33 中的 2 所示的解决方案并非在每种情况下都可行。如果这通过接地偏移不可行, 可通过专门的电容器 (例如像 Y1/Y2/X1/X2 这样的安规电容, 请参阅图 33 中的 3) 建立射频连接。在此情况下, 除了在电机与驱动器这两端之外, 屏蔽层不要多点接地。

4.3.4.1 建立屏蔽连接

在电缆上建立屏蔽连接时，通过以下方式可以实现最佳结果：

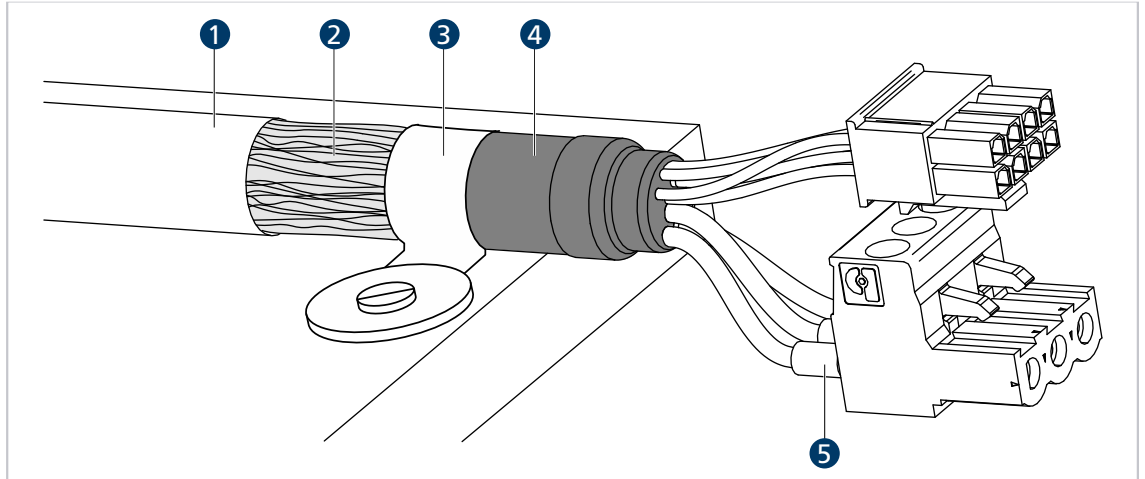


图 34: 电机电缆屏蔽连接

- | | |
|--------|--------|
| 1 外层护套 | 4 热缩管 |
| 2 编织屏蔽 | 5 压接套管 |
| 3 屏蔽夹 | |

1. 在外层护套 (1) 剥离约 50-100 mm。确保编织屏蔽层 (2) 完好无损。
2. 推回屏蔽或将其卷起来，并使用热缩管 (4) 固紧。
3. 可在线头端装上压接套管 (5)，并连接到插头。
4. 使用屏蔽夹 (3) 固紧屏蔽和热缩管的固定端。

4.3.4.2 将屏蔽线缆连接到接线柱

应尽可能避免使用电缆接线头的屏蔽连接。但是如有必要，应该按如下方式建立连接。

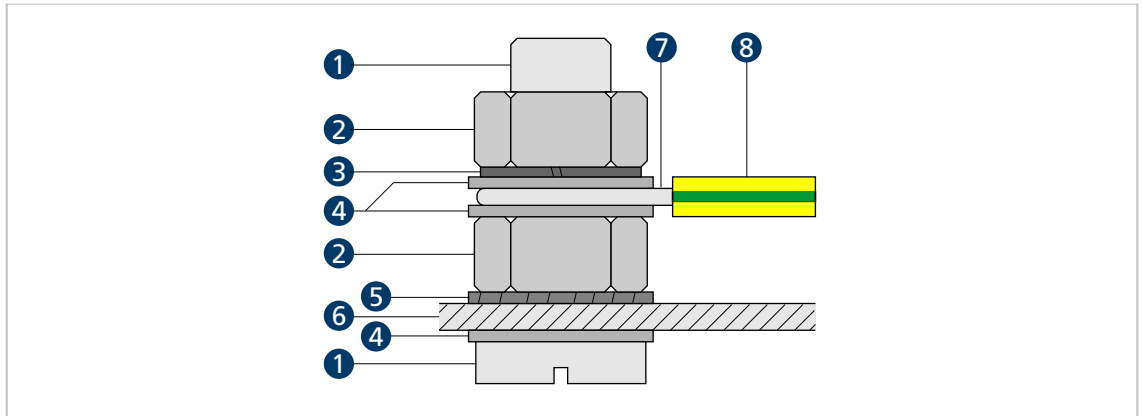


图 35: 使用电缆接线头的屏蔽连接

- | | |
|--------|--------|
| 1 螺钉 | 5 锁紧垫圈 |
| 2 螺母 | 6 隔层 |
| 3 弹簧垫圈 | 7 穿线孔 |
| 4 垫圈 | 8 护导线 |

1. 刮擦孔周围的表面以尽可能地消除氧化层。
2. 将螺母和垫片穿入螺栓。
3. 将锁紧垫圈放在螺钉上。
旋紧或通过底端螺丝头拧紧螺母。
4. 用螺母将螺钉固定在底面上或拧入螺纹中。

4.3.5 传感器和编码器接口

第 23 页第 4.2.2 章节 中描述了针对不同电缆长度的各种解决方案。这里讲述如何提高信号质量，以达到可靠使用的最低要求。

FAULHABER 用于角度测定的传感器系统应该按照其有用频率范围来划分。不同滤波措施适用于不同频率范围。

- 模拟霍尔传感器（频率很低）
- 数字霍尔传感器和正交接口
- 绝对式编码器

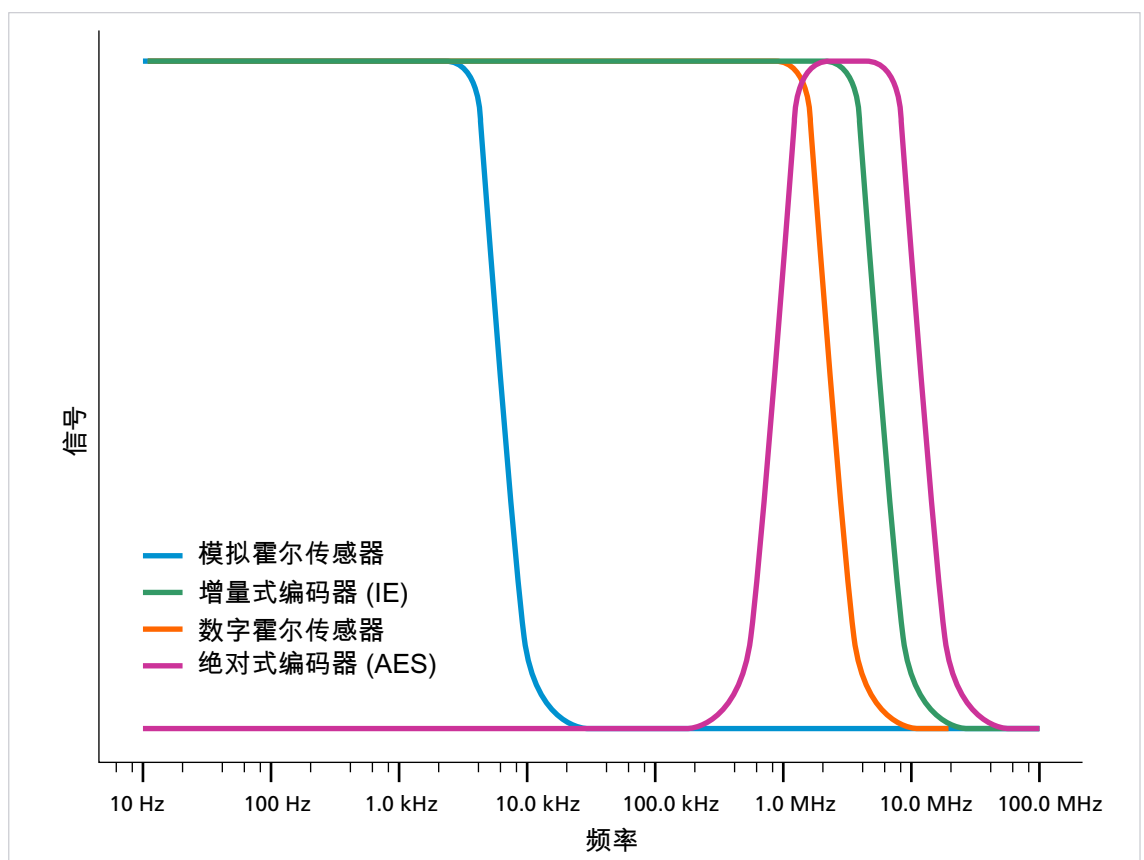


图 36: 编码器占用的频率范围

- ▶ 要评估信号干扰（传输质量），请测量信号。
- ▶ 确保没有测量到任何寄生效应。正确选择参考电位，并在可能的情况下直接在驱动器端测量。

以下说明适用于提及的所有传感器系统：差分信号传输和线驱动器是提高长电缆抗干扰性的有效措施。

适合不同传感器系统的其他措施请参阅以下各章节。

安装

4.3.5.1 模拟传感器和模拟霍尔传感器

- ▶ 尽可能屏蔽模拟传感器电缆，并在布线时将它们与电机电缆分开（屏蔽）。
- ▶ 屏蔽层单端接地，最好是电机侧。

i 可在屏蔽层与传感器电源 (+5 V) 之间使用电容器 (470 nF, 耐压 > 100 V) 来改善信号质量。

4.3.5.2 增量式编码器 / 数字霍尔传感器 / 数字传感器

i 由于信号磁滞的增加，数字霍尔传感器比模拟霍尔传感器稳定性更高。

i 驱动器的四倍频功能，增强了增量式编码器信号的稳定性。

4.3.5.3 带绝对接口的编码器

- ▶ 编码器电缆的屏蔽层双端接地。

在靠近编码器插头的控制器侧，强烈建议在 Data+ 与 Data- 之间接入 120 Ω 的终端电阻。带特殊代码 (SN 6419) 的驱动器已内置了该电阻。

也可使用“分离终端”替代 120 Ω 电阻来增大干扰阻抗。另请参见技术手册 AEMTL (手册编号 7000.0x070)。

i 对于绝对式编码器，信号干扰期间会即刻招致位置值失效。因此，抗扰性更好的差分信号传输方式更具优势。

4.3.6 使用滤波器

滤波器分为不同的功能和电流范围。

滤波器类型：

- 输入端滤波器：电源侧的滤波器
- 电机端滤波器：驱动器和电机相线之间连接的滤波器

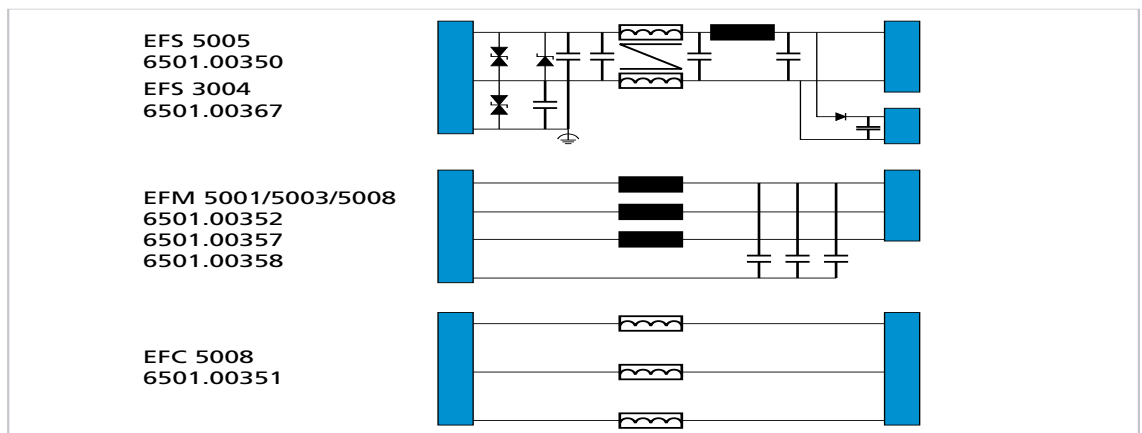


图 37: FAULHABER 的滤波器类别

安装

4.3.6.1 在顶帽式导轨外壳中安装驱动器电路板

图 38 中的测试设置显示了安装在顶帽式导轨外壳中驱动器电路板的示例。

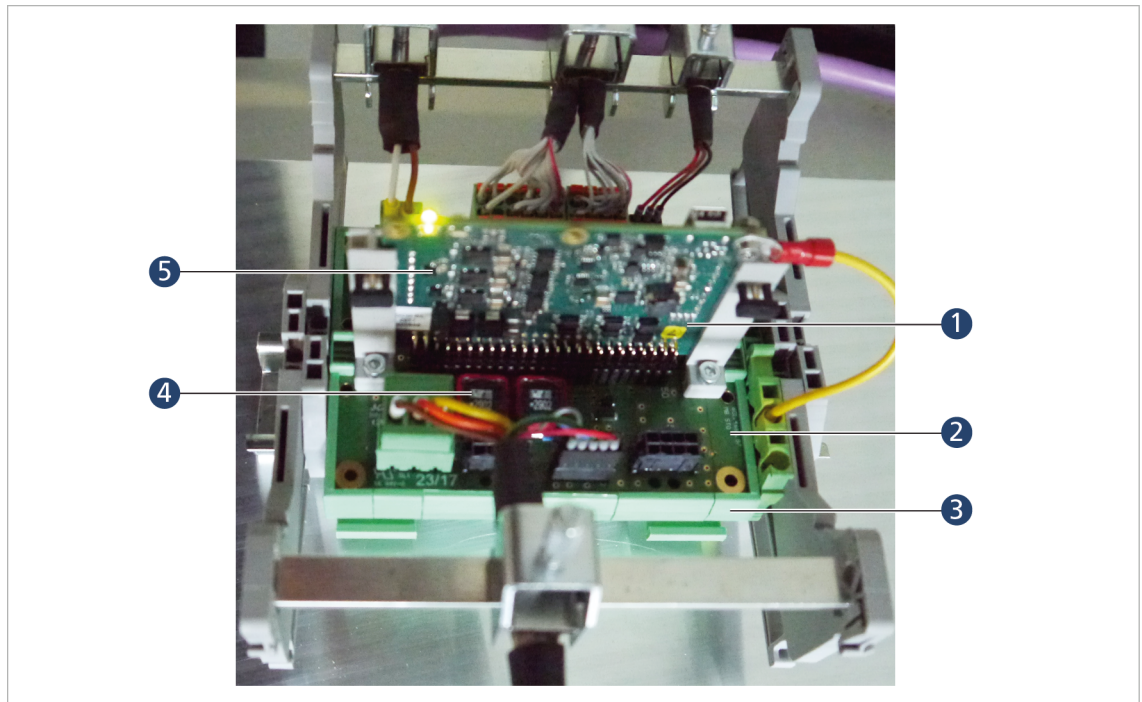


图 38: 顶帽式导轨外壳中的安装示例

- | | |
|-----------|------------------|
| 1 驱动器电路板 | 4 电机端滤波器 |
| 2 母板 | 5 输入端滤波器 (被遮挡) |
| 3 顶帽式导轨外壳 | |

例如，可以将来自 Phoenix Contact 的以下部件用作合适的顶帽式导轨外壳：

数量	部件名称	生产厂商编号
1	UMK BE 45	2970015
1	UMK BE 22.5	2970028
1	UMK BE 11.25	2971535
2	UMK SE 11.25	2970002
2	UMK FE	2970031

4.3.6.2 PWM 滤波器 (电机端)

PWM 滤波器适用于电机电压标称值最大为 50 V (+10%)，允许标称电机电流为 1、3 或 8A。直流有刷电机可以取电源线电流的均方根值。可以承受 3 秒的峰值电流。

i 该电机滤波器仅适合于 100 kHz 的 PWM 频率。对于更低频率的 PWM 需进行明确测试，因为低频下损耗会增大。

为了确保良好的滤波效果，所有 PWM 滤波器都需要与 0 V 连接，并与电机电源（驱动器电源侧的接头 X5）的 0 V 电压 (GND) 之间的连接线必须尽可能短。

4.3.6.3 减小发射的铁氧体式滤波器 (电机端)

这些滤波器只需要三相连接，不需要 0 V 回路（请参阅第 52 页第 4.3.6.2 章节）。所有 PWM 频率均适用。滤波器可缩减电机电压、电流的上升时间，从而就降低了屏蔽层上的高频耦合电流。

安装

4.3.6.4 输入端滤波器

当电机滤波器不可用（例如驱动器已与电机集成）或滤波不充分时，这类滤波器尤其适用。可采用两种措施：

- 在尽可能靠近驱动器的地方加入尽量大的电容（约 $> 100\mu\text{F}$ ），以低等效串联电阻的电容为佳
- 在功能性接地和直流电源之间设置一个共模电感、一个低通滤波器和电容器，从而消除共模干扰

4.3.6.5 绝缘电阻

FAULHABER 的滤波器不适用于绝缘电阻测试。电容器的共模干扰放电会使绝缘电阻测试的结果失去意义。

4.3.6.6 穿绕铁氧体环

理想情况下锰锌材料制成的铁氧体环，其活性频率范围为 $1\text{...}10\text{ MHz}$ 。典型直径在 $25\text{ 到 }35\text{ mm}$ 之间，电机三条相线需在环上穿绕两到三圈。

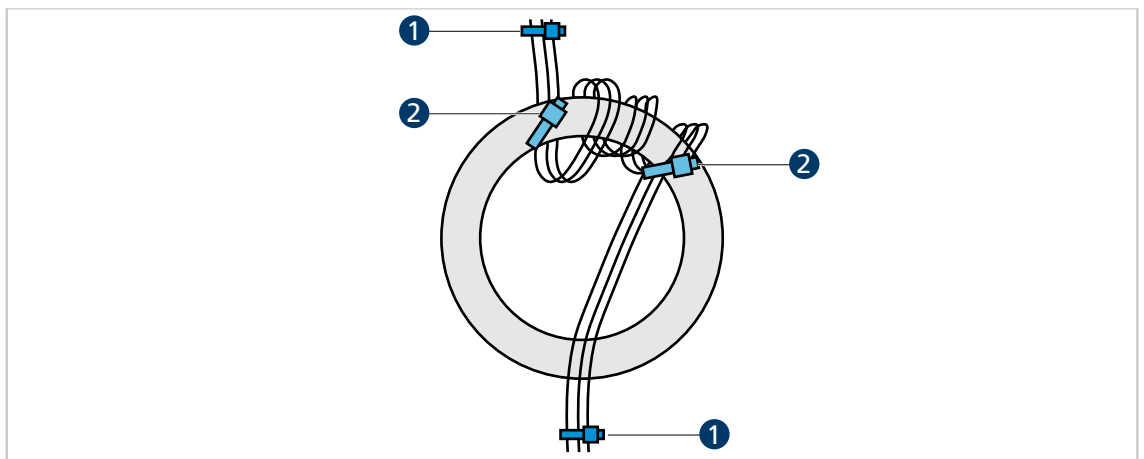


图 39: 穿绕铁氧体环

- | | |
|----------|----------------|
| 1 扎紧电机相线 | 2 绑扎在铁氧体环上（可选） |
|----------|----------------|
1. 固紧电机相线，例如使用电缆扎带 (1)，以使电缆的电机端远离用户，而电缆的插头端指向用户。
 2. 同时将三条相线从下方穿过铁氧体环。
 3. 将绞合的电机相线沿顺时针方向在环上密绕。
 4. 以相同方式继续再绕两圈。
- ✎ 铁氧体环中穿有 9 股绞合线。
5. 再将电机相线绑扎在铁氧体环上，例如使用电缆扎带 (2)。

4.3.7 错误规避与故障排除

1. 问题是否能明确追溯到 FAULHABER 驱动系统？
 - a) 关闭然后重新开启输出级。
此时适用电压直驱模式。
 - b) 拔掉驱动器电源或为此给驱动器接入独立的外部电源。
 - c) 关闭（如果存在）不必要的系统部件。
2. 如第 45 页第 4.3.2 章节 所示的措施已执行并测试了吗？
 - a) 是否可以保证接地电势的均衡？例如增大了电缆横截面积？
 - b) 是否可以保证连接的射频质量？
 - 选用金属互联元器件建立连接。
 - 除掉油漆或其他绝缘材料。检查屏蔽连接的正确性。
3. 是否使用了建议的电缆？
 - a) 在配件目录中选择机电缆。
 - b) 机电缆必须屏蔽，否则它们将起到天线的作用。
未屏蔽的电缆可能导致周围区域的干扰。如果不确定，可以加倍屏蔽；更多信息请参见 FAULHABER 配件目录和第 47 页第 4.3.4 章节。
4. 接插件是否已正确和适度拧紧或插入？
5. 电缆布线是否符合标准 / 指令（例如，IPC-A-620B-2013）？
 - a) 传感器和编码器电缆的布线应距离电机相线至少 10 cm。
 - b) 传感器电缆的布线应距离之外所有的信号线至少 10 cm。或者使用绝对式编码器和 / 或长线驱动。
 - c) 让电缆远离高压电流和电源电缆。
 - d) 线缆交叉时呈 90°。
6. 是否有必要使用滤波器？
 - a) 在信号质量差或（预计会）出现干扰的情况下使用滤波器。
 - b) 请注意第 50 页第 4.3.5 章节 中的产品清单。

符合性测量

在符合性测量期间必须注意以下要点：

传导干扰电压测量	辐射干扰电压测量
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 布线时移除所有环路。 ▪ 电缆蜿蜒铺设。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 应尽可能将电缆铺设在接地板上。
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 在电机侧并尽可能靠近控制器侧连接机电缆屏蔽。 ▪ 屏蔽应大面积进行连接，最好采用圆形连接。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 机电缆的屏蔽连接应尽可能短 ▪ 尽量缩短机电缆。
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 使用输入端滤波器。在选择时，注意 50 Ω 阻抗滤波器在 1/100Ω 或 100/1Ω 的不同测量下的衰减差异，对实际值有不同影响。 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 使用电机滤波器并尽量缩短接线。
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 尽量使用屏蔽夹或胶带来束缚电缆。 	

维护和诊断

5 维护和诊断

5.1 维护内容

驱动器通常免维护。当设备安装在机柜中时，根据灰尘的沉积情况，必须定期检查和清洁空气过滤器。

5.2 诊断

标准驱动器为立式安装，插针平行于电路板

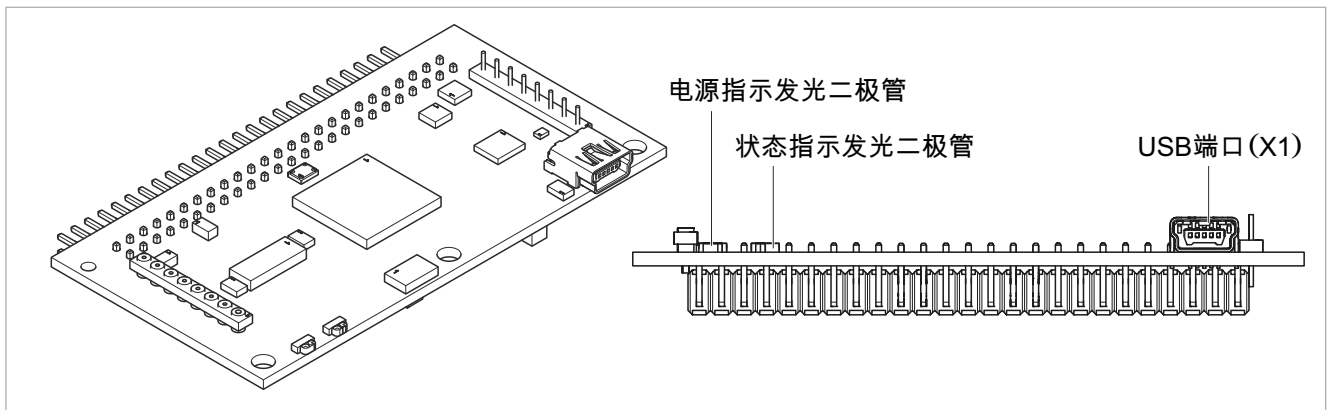


图 40: 标准驱动器电路板的补三视图（即 ISO 视图，左）和正视图（右）

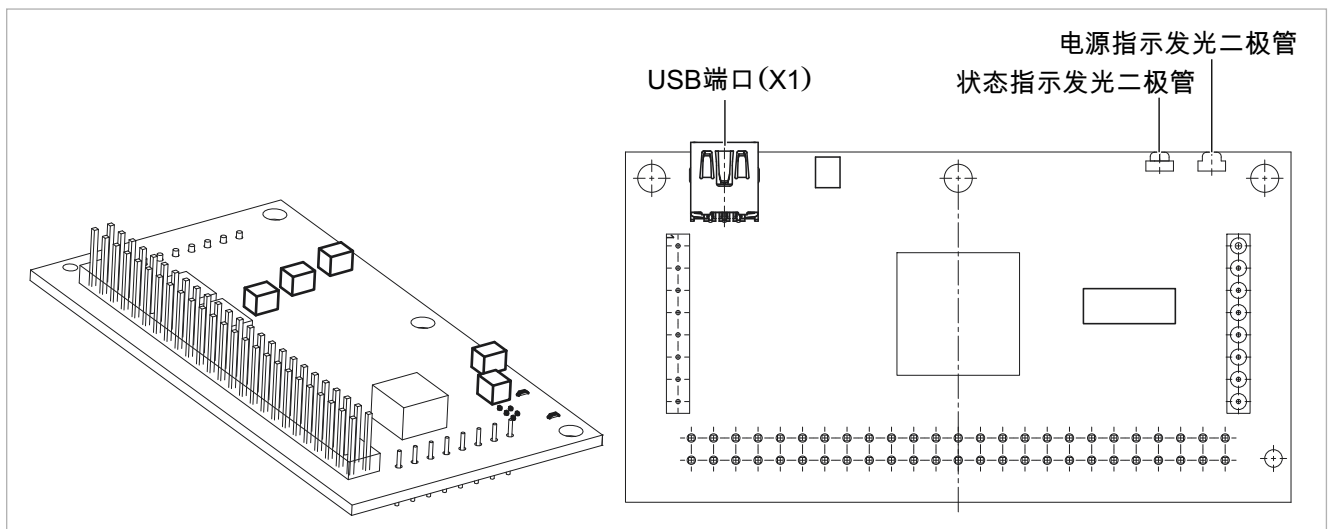


图 41: 卧式安装驱动器电路板的补三视图（即 ISO 视图，左）和俯视图（右）

维护和诊断

表 35: LED 指示灯状态说明

名称	功能
状态指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮：驱动器功放已打开。 绿灯闪烁：驱动器待机，状态机尚未达到 <i>Operation Enabled</i> 状态。 红色闪烁：驱动器已切换到故障状态。输出级将关闭或已关闭。 红色闪码：驱动器启动失败。请联系 FAULHABER 技术支持。
电源指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 绿灯常亮：电源在允许范围内。 关：电源电压在允许的范围外。

EtherCAT 扩展版驱动器电路板

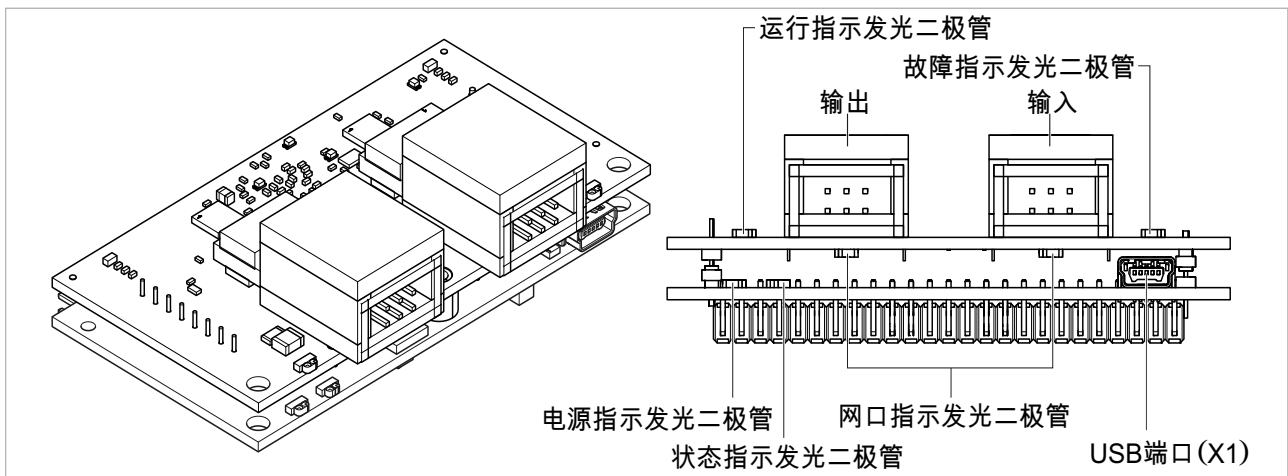


图 42: 带 EtherCAT 扩展的驱动器电路板的补三视图 (即 ISO 视图, 左) 和正视图 (右)

表 36: LED 指示灯状态说明

名称	通信接口	功能
状态指示灯	全部	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮：驱动器功放已打开。 绿灯闪烁：驱动器待机，状态机尚未达到 <i>Operation Enabled</i> 状态。 红色闪烁：驱动器已切换到故障状态。输出级将关闭或已关闭。 红色闪码：驱动器启动失败。请联系 FAULHABER 技术支持。
电源指示灯	全部	<ul style="list-style-type: none"> 绿灯常亮：电源在允许范围内。 熄灭：电源电压在允许的范围外。
运行指示灯	EtherCAT	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮：连接可用。设备准备就绪。 绿色闪烁：设备处于 <i>Pre-Operational</i> 状态 绿灯慢闪：设备处于 <i>Safe-Operational</i> 状态 熄灭：设备处于 <i>Initialisation</i> 状态。
故障指示灯	EtherCAT	<ul style="list-style-type: none"> 红灯快闪：存在配置缺陷。 红灯慢闪：本地状态错误。 红灯双闪：看门狗超时。 熄灭：无故障
网口指示灯	EtherCAT	<ul style="list-style-type: none"> 绿色常亮：无数据传输。与其它节点已建立连接。 绿灯闪烁：正在传输数据。 熄灭：无数据传输。与其它节点未建立连接。

5.3 故障排除

如果驱动器在正常使用中出现意外故障，请联系技术支持人员。

6 配件

有关以下附件的详细信息，请参阅《配件手册》：

- 连接电缆
- 接插端子
- 接插件套件
- 安装辅助设备
- 附加设备

7 保修

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG 公司的产品采用最现代化的生产方法生产并接受严格的质量检查。所有售出和交付产品的质量保证金，都适用于我们《销售与交付的通用条款》中所声明的内容。详细内容可在 FAULHABER 公司主页 <https://faulhaber.cn/> 通用条款 上查看并下载。

其他文档

8 其他文档

8.1 符合性声明

EG–Konformitätserklärung EC Declaration of Conformity

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month.Year:

EG-00022-001 / 04.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass das folgende Produkt
declares that the following product

Produktbezeichnung:
Product designation:

MC5004 P RS/CO
MC5004 P ET

Produkttyp:
Product type:

Motorcontroller
Motor controller

den wesentlichen Schutzanforderungen entspricht, die in der/den nachfolgenden Richtlinie(n) festgelegt sind:
fulfills the essential protection requirements defined within the following directive:

EMV-Richtlinie 2014/30/EU
EMC-Directive 2014/30/EU

Die Einhaltung dieser Richtlinie(n) setzt die Umsetzung aller in der technischen Dokumentation genannten Maßnahmen voraus.
The measures indicated in all technical documents must be fulfilled in order to meet the requirements of this directive.

Diese Erklärung gilt für alle Exemplare, die in verschiedenen Leistungsdaten in dieser Serie hergestellt werden.
This statement should be valid for all derivatives produced according to the related construction drawings and electrical drawings, which are part of the technical documentation.

Die Konformität wird in Bezug auf folgende angewandte harmonisierte Normen erklärt:
The declared conformity relates to the following harmonized standards

- Anhang A / „Dokumentidentifikation“
- Annex A / Document identification

Die Anlage ist Bestandteil dieser Erklärung.
The annex is a component of this declaration.

Schönaich,

31.3.2021
(Datum)
(date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)


(Unterschrift)
(signature)

Anhang A zur Konformitätserklärung *Annex A to Declaration of Conformity*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month.Year:

EG-00022-001 / 04.2021

Die Übereinstimmung mit den genannten EG-Richtlinien wurde durch Überprüfung gemäß nach folgender Fachgrundnorm nachgewiesen:

The conformity with the EC guidelines was proven according to the following standards:

Fundstelle <i>Document</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Richtlinienbezug <i>Related to directive</i>
EN 61800-3	2018	EMV Richtlinie EMC directive

其他文档

8.2 公司声明

Einbauerklärung nach Anhang II B, EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG *Installation Declaration according to Appendix II B, EC Machinery Directive 2006/42/EC*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document No./Month.Year:

EG-00023-001 / 04.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass es sich beim nachfolgend bezeichneten Produkt um eine Einbaukomponente (siehe unten) handelt und diese zum Einbau in eine Maschine bestimmt ist. Die Inbetriebnahme dieser unvollständigen Maschine ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Gesamtmaschine, in die diese Komponente eingebaut werden soll, den grundlegenden Schutzanforderungen der hier genannten EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entspricht.

herewith declares that the product designated below is an installable component (see below), and that it is intended for installation in a machine. It is prohibited to bring this incomplete machine into service until it has been proven that the machine as a whole in which this component is to be installed meets the basic safety requirements of the here mentioned EC Machinery Directive 2006/42/EC.

Einbaukomponente:
Installable component::

MC5004 P RS/CO
MC5004 P ET

Produkttyp:
Product type:

Motion Controller (mit angeschlossenem Antrieb)
Motion Controller (with attached electrical drive)

Gemäß Anhang VII Teil B der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wurden spezielle technischen Unterlagen für diese unvollständige Maschine erstellt. Durch begründetes Verlangen einzelstaatlicher Stellen können diese in elektronischer Form übermittelt werden.

Pursuant to Appendix VII, Part B of the EC Machinery Directive 2006/42/EC, specific technical documents have been created for this incomplete machine. On reasoned request by national authorities these documents may be transmitted in machine-readable format.


Der Bevollmächtigte für die Zusammenstellung und Übermittlung der relevanten technischen Unterlagen ist:
The person responsible for the compilation and transmission of the relevant technical documents is:

Dr. Andreas Wagener, Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG, Daimlerstr. 23/25, 71101 Schönaich, Germany.

Schönaich,

31.3.2021
(Datum)
(Date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)


(Unterschrift)
(Signature)

