

# 技术手册

多圈绝对式编码器

AEMT-12/16 L



## 版本说明

---

版本号：  
2020年09月17日，第一版。。

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](http://www.faulhaber.cn) 下载。

# 目录

<b>1</b>	<b>关于本文档</b>	<b>4</b>
1.1	本文档的有效性	4
1.2	关联文档	4
1.3	如何使用本文档	4
1.4	缩略词列表	5
1.5	符号与标记	6
<b>2</b>	<b>安全</b>	<b>7</b>
2.1	预期用途	7
2.2	安全须知	7
2.3	环境条件	8
2.4	产品安全的欧盟指令	8
<b>3</b>	<b>产品介绍</b>	<b>9</b>
3.1	产品概述	9
3.2	产品信息	9
3.3	产品系列	10
3.4	位置值说明与位置溢出的处理	10
3.5	接口说明	11
<b>4</b>	<b>安装</b>	<b>12</b>
4.1	固定	12
4.1.1	固定说明	12
4.1.2	电机的固定	13
4.1.3	连接线缆的承重	13
4.2	电气连接	14
4.2.1	电气连接说明	14
4.2.2	引脚分配	14
4.2.3	电气参数	15
4.2.4	电路示意图与外部接线	16
4.2.4.1	长线驱动接口	16
4.2.4.2	重置输入端	17
4.2.4.3	连接到电池	18
4.3	电磁兼容性 (EMC)	19
4.3.1	布线	19
4.3.2	屏蔽	20
4.3.3	建立屏蔽连接	21
4.3.4	将屏蔽线缆连接到接线柱	22
4.4	调试和电池更换	23
4.5	故障排除	24
<b>5</b>	<b>配件</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>二进制数的符号</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>保修</b>	<b>27</b>

## 关于本文档

### 1 关于本文档

#### 1.1 本文档的有效性

本文详细说明了以下系列驱动器产品的安装与使用：

- AEMT-12/16 L

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/](http://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

- ▶ 调试产品前敬请仔细阅读本文。
- ▶ 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。

## 1.4 缩略词列表

缩写	说明
AE	绝对式编码器
Ack	应答
BiSS-C	持续工作模式下的双向、串行、同步接口
CDS	数据从控
CLK	时钟
$\overline{\text{CLK}}$	时钟信号 (逻辑反)
CRC	校验码
Data	数据线
$\overline{\text{Data}}$	数据信号 (逻辑反)
GND	接地
L	线驱动器
MT	多圈
nERR	错误
nWARN	警告
PRE	通信接口
SSI	同步串口接口的位置编码器
ST	单圈
$U_{DD}$	电源电压
$U_{Bat}$	电池电压

### 1.5 符号与标记



**小心！**

灼热表面可能导致危险。忽视可能会导致灼伤。

- ▶ 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

本文所涉及的编码器设计为传感器系统，为下述电机在驱动和定位控制提供角度信息：

- 直流无刷伺服电机

编码器特别适用于以下各领域和应用：

- 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


使用编码器时，应注意以下几个方面：

- 编码器包含电气组件，所以应遵照 ESD 规定。
- 编码器不可在可能接触到水、化学物质和 / 或灰尘的环境中使用，也不可用于易爆区域内。
- 编码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

 **注意！**  
静电放电可能会损坏电子部件。

- ▶ 穿着防静电工作服。
- ▶ 佩戴接地腕带。

 **注意！**  
带电插拔各连接线缆，可能会损坏电子部件。

- ▶ 切勿带电插拔线缆。

## 2.3 环境条件

- ▶ 安装位置宜有洁净且干燥的空气以便于散热。
- ▶ 安置于机箱或机柜内时，尤需注意确保驱动器散热。
- ▶ 电源电压须在规定的范围内。
- ▶ 需防止编码器和电机大量积尘，尤其是含有金属和化学污染物的粉尘。
- ▶ 需防止编码器和电机受湿或受潮。

## 2.4 产品安全的欧盟指令

### 机械指令 (2006/42/EC)

由于其体积小，小型电动驱动器通常不会对生命和肢体造成严重危害。因此，机械指令不适用于我们的产品。因此，机器指令不适用于我们的产品。这里所说的产品并非指令中所称的“不完整机器”。因此，安装说明通常不由 FAULHABER 发布。

### 低电压指令 (2014/35/EU)

低电压指令适用于额定电压为 75 至 1500 V DC 或 50 至 1000 V AC 的所有电气设备。本手册所针对的产品，其设计的工作电压低于指令范围，因此不受指令约束。

### 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。

### RoHS 指令 (2011/65/EU)

即《关于限制在电子电气设备中使用某些有害成分的指令》。本文档所针对的产品符合指令规范。在 EC 合格声明中有符合该指令的记载。

### WEEE 指令 (2012/19/EU)

即《关于报废电子电气设备的指令》。本文档所针对的产品符合指令规范。



## 3 产品介绍

### 3.1 产品概述

AEMT-12/16 L 系列是一款磁电式多圈绝对编码器。

编码器提供一圈范围内的绝对角度信息（单圈）和当前圈数计数（圈数计数）。以整个驱动系统为参照的绝对位置，可由圈数计数和单圈角度所确定。

编码器由主电源（5 V）及备用电池（或其它储能器）供电。如果主电源关闭，备用电池仍然继续向编码器供电，检测电机转数和增减量多圈计数。这样在接通主电源时，计数仍然有效。无需再参考运行。备用电池不含在编码器内，须外部连接。

适配直流无刷伺服电机时，AEMT-12/16 L 编码器提供的单圈分辨率 16 位、圈数 12 位绝对位置值，可用于电机换向和调速、定位控制。该位置数据可以通过一个 SSI 接口和 BiSS-C 协议进行查询。该接口基于 RS422 标准并采用差分设计。

启动时，在重置输入一个电压脉冲，可重置硬件侧的圈数计数信息。

### 3.2 产品信息

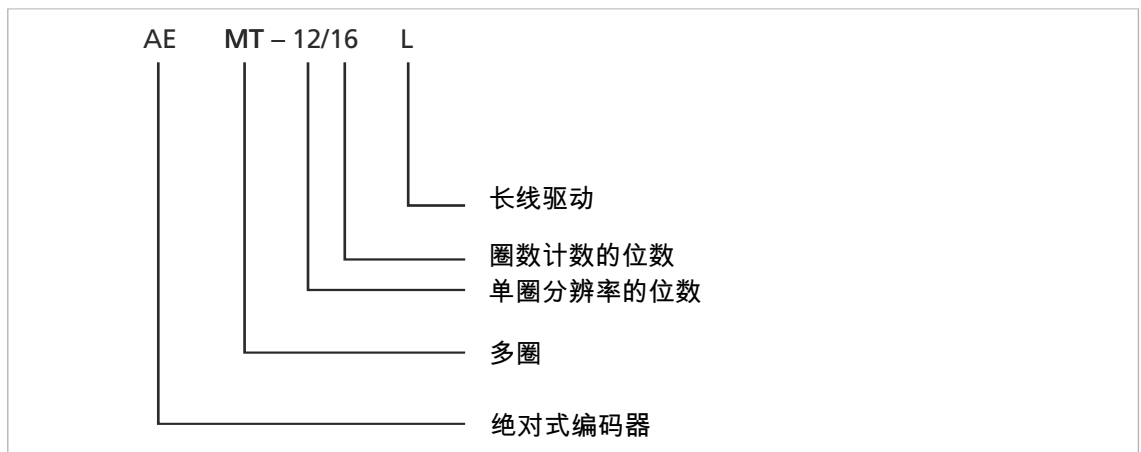


图 1: 产品代码含义

## 产品介绍

### 3.3 产品系列

标准编码器单圈分辨率 12 位（每圈 4,096 个增量）、圈数计数 16 位，亦即最多计数  $2^{16} = 65,536$  圈。

除了标准分辨率之外，还有多种特殊分辨率可按需提供（参见表 1）

表 1: 可选的单圈分辨率与圈数计数

单圈分辨率	圈数计数
10 位	12 位
11 位	16 位
12 位	20 位
	24 位
	32 位

**i** 配合 FAULHABER 的 V3.0 代驱动器使用时，总体分辨率（多圈 + 单圈的可选分辨率之和）最大为 32 位。

- 如果单圈分辨率为 12 位，则计数圈数最多为 20 位。
- 如果单圈分辨率为 10 位，则计数圈数最多为 20 位。

### 3.4 位置值说明与位置溢出的处理

标配的 AEMT-12/16 L 编码器位置值范围为 0~268,435,455 ( $2^{16} \cdot 2^{12} - 1$ )。超出计数范围后从头再开始。

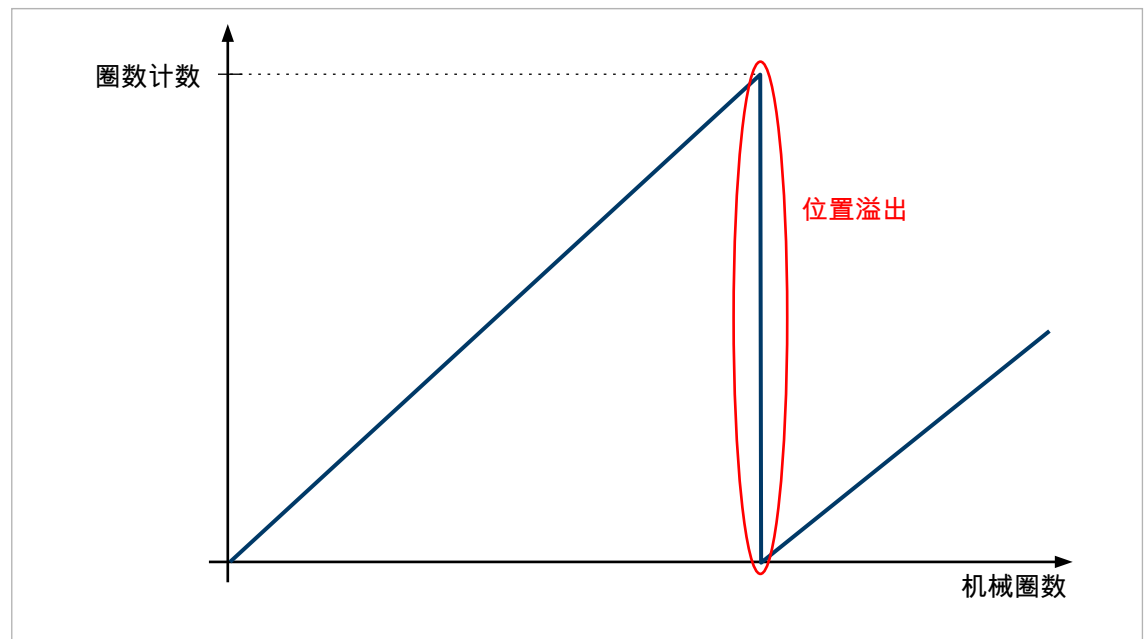


图 2: 位置溢出

## 产品介绍

### 注意！ 预防机械损坏

位置超限溢出后，绝对位置信息将会出错，这可能引起机械结构的损坏。

- ▶ 确保应用中的行程，在最大行程的范围内。
- ▶ 调试过程中或更换电池后，通过重置将圈数计数清零（参阅第 23 页第 4.4 章节）。位置值数据带正负号，这表示正反两个转向均可进行定位控制，最大行程为不超过位置溢出（参阅第 26 页第 6 章节）。
- ▶ 可通过驱动器设置和定义软限位（低限位 LL 和高限位 UL）来避免位置溢出，参见图 3。

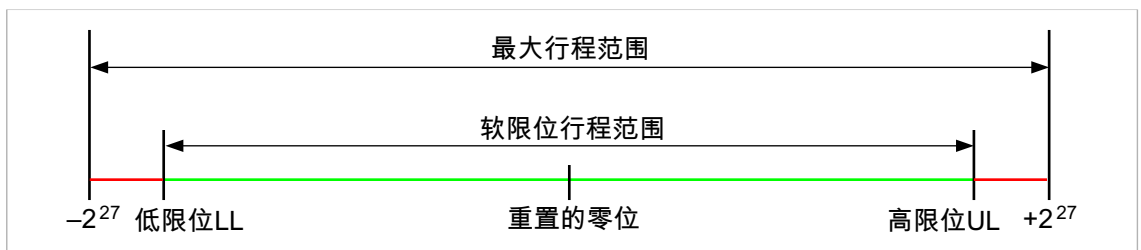


图 3: 带正负号的位置值的行程与限位示意图



重置后的位置值不一定正好为零，而是由单圈位置所确定，在  $\pm 8,192$  增量范围内。

位置值数据的类型出厂预设为有符号（参阅第 26 页第 6 章节），可按需求预设为无符号。

## 3.5 接口说明

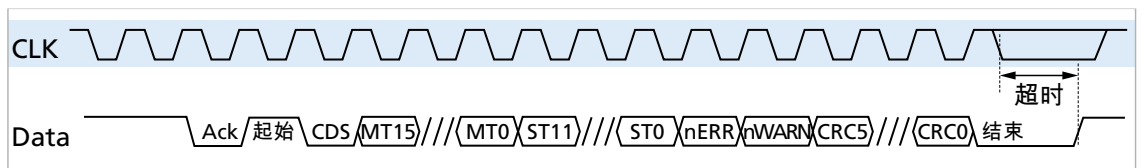


图 4: 接口信号



数据和时钟还各有一个反向的信号通道：数据和时钟。

单圈和多圈位置信息可通过使用 BISS-C 协议的串口获取。时钟是从串口输入的时钟信号，位置数据通过数据传出。

数据传输始终在应答位之后开始，起始位后是数据从控位，然后从高位开始，先后传输圈数（MT15~MT0）和单圈位置（ST11~ST0）数据，接着是两位是错误（nERR）和警告信息（nWARN），最后是 6 位校验位（CRC5~CRC0）。

错误位在出错时激活，例如备用电池欠压（请参阅第 23 页第 4.4 章节）。

警告位在速度超限时激活。错误和警告位均是低电平有效。

通信在时钟信号中断 20  $\mu$ s 以后结束。时钟信号频率最高 2 MHz。

关于 BISS-C 协议的更多信息，请参阅：<https://biss-interface.com/c/downloads>。

## 4 安装

只有通过了培训和熟悉以下领域知识的专业人士方可安装和调试编码器：

- 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 8 页第 2.3 章节 )。

### 4.1 固定

#### 4.1.1 固定说明



**小心！**

电机工作期间可能会很烫。

- ▶ 在电机附件置放警示牌以防触摸。
- ▶ 确保散热足够。



**注意！**

带电进行电机的安装和接线操作可能导致设备损坏。

- ▶ 完成电机的安装和接线工作之前，确保电源处于关闭状态。

## 4.1.2 电机的固定

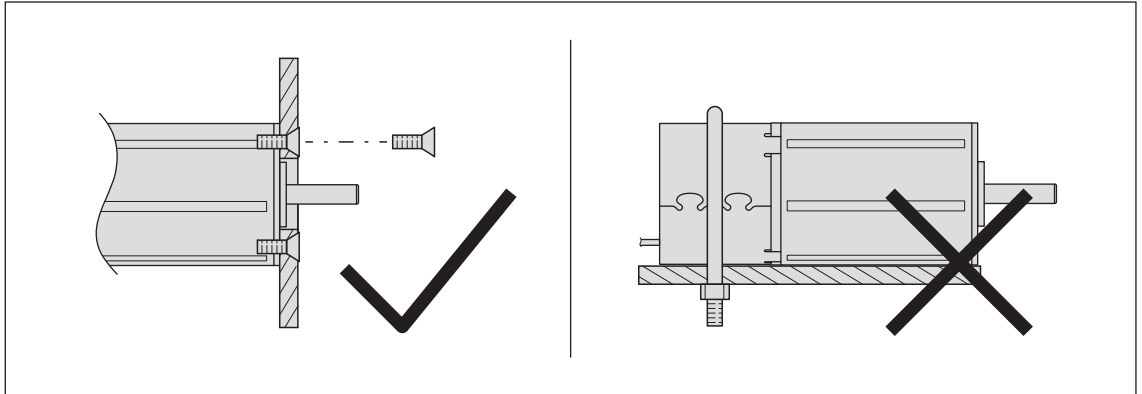


图 5: 22xxBX4 AEMTL 系列的固定示意图



### 注意！

电机径向负载过大或安装螺钉拧紧过度，均会永久性损坏安装法兰。

- ▶ 施加于电机尾端的径向力不可超过 30 N。
- ▶ 螺钉最大锁紧转矩为 50 Ncm。
- ▶ 确保螺钉强度足够。

1. 使用紧固螺钉，将电机前法兰固定在合适的安装面上。
2. 防止紧固螺钉因热胀冷缩而松动。
3. 若有必要，将附属零件安装在电机轴上。

## 4.1.3 连接线缆的承重



### 注意！

排线的静态或动态承重过大时将会损坏。

- ▶ 安装与使用过程中，请确保排线不受磨损、挤压或出现弯折半径过小的情况。
- ▶ 频繁弯折时，弯折半径不可小于 10 mm，可反复弯折的次数随弯折半径加大而增加。
- ▶ 温度 < -10 °C 时不要弯折电缆。
- ▶ 承重不超标。

排线的承重指标如下：

- 拉伸受力：< 30 N
- 持续拉力：< 17 N
- 安装时的一次性弯折最小半径：> 1.2 mm

## 4.2 电气连接

### 4.2.1 电气连接说明



**注意！**

带电进行编码器的安装和接线操作可能导致其损坏。

- ▶ 完成编码器的安装和接线工作之前，确保电源处于关闭状态。



**注意！**

静电放电至编码器线缆可能会损坏其电子部件。

- ▶ 遵守 ESD 防护措施。



**注意！**

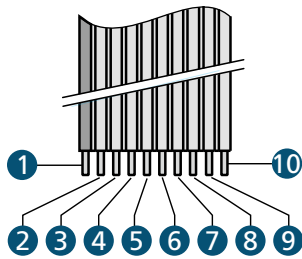
接线错误可能会损坏驱动器电子元器件。

- ▶ 按照接线表进行操作。

### 4.2.2 引脚分配

表 2: 排线引脚定义 (线间距 1.27 mm, 线规 AWG28)

线号	名称	说明
1 <sup>a)</sup>	Pre	重置：数字输入端，用以重置圈数计数
2	U <sub>DD</sub>	电源电压
3	GND	电源地 / 电池负极
4	U <sub>BAT</sub>	电池正极
5	-	系统保留
6	-	系统保留
7	数据	数据通道 (逻辑反信号)
8	数据	数据
9	$\overline{\text{CLK}}$	时钟信号 (逻辑反信号)
10	CLK	时钟



a) 号线以明显的颜色区分

## 4.2.3 电气参数

表 3: 编码器电源

电源电压 $U_{dd}$	4.5...5.5 V
额定工作电流 <sup>a)</sup>	典型值 : 25 mA 最大值 : 35 mA
带载待机电流 <sup>b)</sup>	典型值 : 90 mA
上电后的就绪时间	20 ms

a)  $U_{dd} = 5\text{ V}$ , 无输出负载

b)  $U_{dd} = 5\text{ V}$ , 时钟和  $\overline{\text{时钟}}$  之间 (编码器内置)、数据和  $\overline{\text{数据}}$  之间的终端电阻  $R_T = 120\ \Omega$ , 电流于接地回路中测量。

表 4:  $U_{dd}$  接入后的长线驱动接口参数

参数	数据
输入低电平 (时钟, $\overline{\text{时钟}}$ )	0...0.8 V
输入高电平 (时钟, $\overline{\text{时钟}}$ )	2...5 V
驱动能力	参考 RS422 规范
超时时限	典型值 : 20 $\mu\text{s}$

表 5:  $U_{dd}$  接入后的重置端口参数

参数	数据
输入高电平 <sup>a)</sup>	4.25...5 V
输入低电平	0...2 V
电平触发最短时间	100 ms

a)  $U_{dd} = 5\text{ V}$





-  要重置圈数计数, 重置的输入电压不能低于 4.25 V。
-  为避免误触发重置, 重置的输入电压不能高于 2 V。

表 6: 电池模式

参数	数据
电池电压 $U_{BAT}$	3.0...5.5 V
电池模式下的工作电流 <sup>a)</sup>	10 $\mu\text{A}$
电池模式下允许的加速度上限	$48 \cdot 10^3\ \text{rad/s}^2$
电池模式下允许的速度上限	16,000 转 / 分

a)  $U_{BAT} = 3.6\text{ V}$ , 系统静态 (速度为零) 时

-  - 电池电压  $U_{BAT} < 2.8\text{ V}$  时, BiSS-C 协议中的错误位置位, 参阅第 11 页第 3.5 章节。
-  - 允许的加速度上限可按需在出厂前调整, 工作电流会随上限的上调而增大。

## 安装



### 注意！ 预防机械损坏

电池模式下如果加速度或速度超过上限，圈数计数信息可能会出错并引起机械结构的损坏。

- ▶ 方案设计过程中，须考虑到可能的最大加速度。
- ▶ 需要支持更大加速度时，选用特殊配置的编码器。

## 4.2.4 电路示意图与外部接线

### 4.2.4.1 长线驱动接口

编码器具备基于 RS422 标准的长线驱动接口。时钟和  $\overline{\text{时钟}}$  之间带内置终端电阻  $R_T = 120 \Omega$ 。

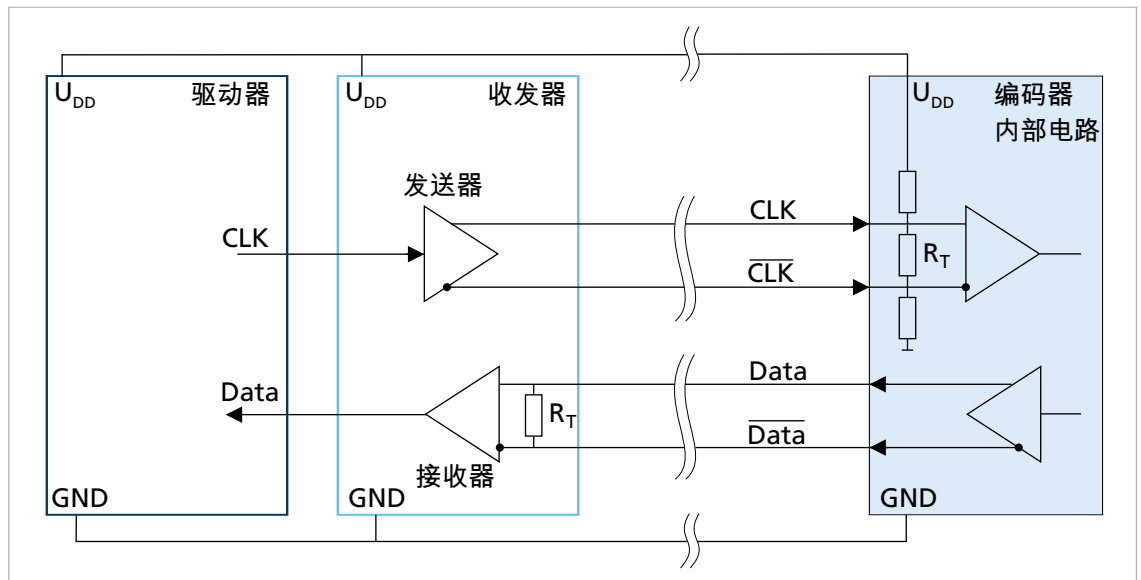


图 6: 编码器信号端与长线驱动收发器之间的电路示意图

当从长线驱动接口接线到驱动器时：

- ▶ 使用收发模块。
  - FAULHABER 的 V3.0 代驱动器已经内置了收发模块。
  - 推荐使用的收发模块组件包括：iC-HF，SN65LBC179，SN75179B、DS90LV019 等
- ▶ 从编码器数据和  $\overline{\text{数据}}$  算起，在线缆长度 1 m 的位置加入一个终端电阻。

关于数据和  $\overline{\text{数据}}$  更多的信号终端线路请参见图 7。参见图 7



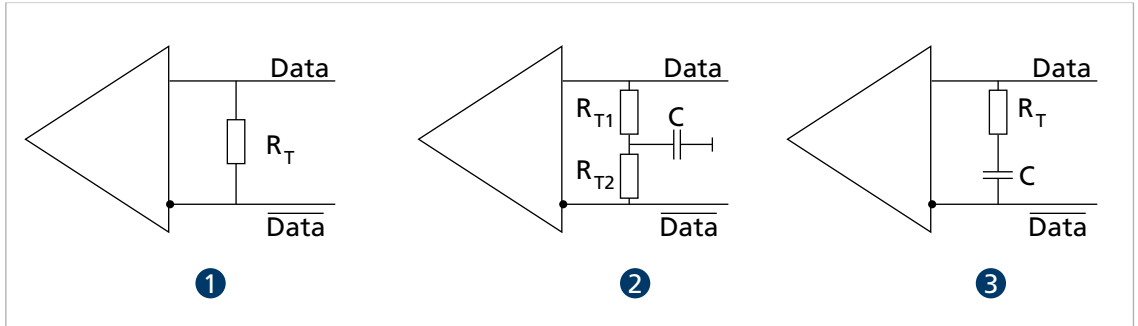


图 7: 各种终端线路

- 1 标准
- 2 分离终端
- 3 交流终端

- 标准：终端电阻  $R_T = 100\sim 130\ \Omega$
- 分离终端：终端电阻等值串联（例如  $R_{T1} = R_{T2} = 60\ \Omega$ ）。电容  $C$ （ $4.7\sim 10\ \text{nF}$ ）将共模电流导流到地。这可以增强信号传输的抗扰性。
- 交流终端：电容  $C$  和终端电阻  $R_T$  串联，可降低  $R_T$  带来的功耗。容值必须根据时钟频率调整。

**i** 终端电阻的  $R_T$  阻值选择必须考虑其功耗。以上图所示的形式 1 和 2 为例，取值  $120\ \Omega$  则功耗  $P_V = U^2/R_T = (5\ \text{V})^2/120\ \Omega \approx 0.21\ \text{W}$ 。

正确的布线和屏蔽方式下，使用双绞线可实现 5 m 甚至更长的传输距离，请参阅第 19 页第 4.3 章节。

#### 4.2.4.2 重置输入端

调试过程中或更换电池后，须向重置（第 1 脚）输入电压脉冲来重置圈数计数。

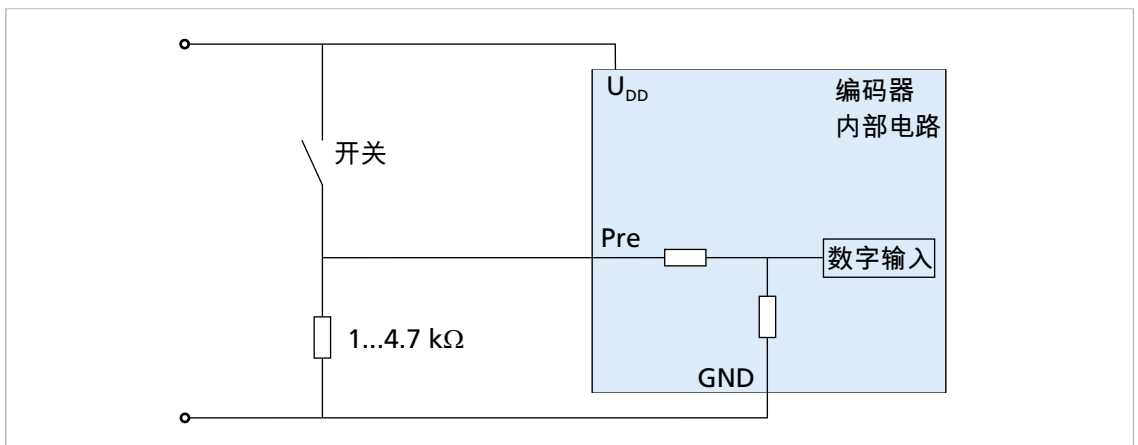


图 8: 重置电路示意图

- ▶ 分配一个机械开关并按图 8 图 8。
- ▶ 或者连接到驱动器的数字输出端口。
- ▶ 接入下拉电阻以确保即便线缆较长，也让重置和 GND 之间的电压  $< 2\ \text{V}$ 。

## 安装

### 4.2.4.3 连接到电池

- ▶ 将电池集成到电源延长线或者客户外设中。
- ▶ 电池正负极分别接入  $U_{BAT}$  和 GND。
- ▶ 发生错误（例如  $U_{DD}$  和  $U_{BAT}$  之间短路）时，编码器内置电阻  $R_{V1}$  可以限制电流向电池反灌。

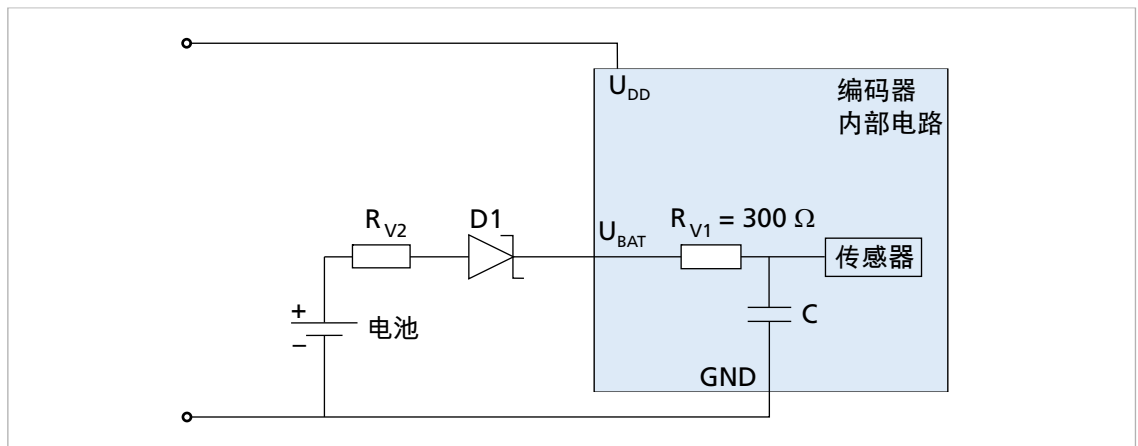


图 9: 电池连接的参考电路图



#### 注意！

##### 电池损坏风险

充电电流（反向电流）的意外超标会损坏电池。UL1642 和 IEC60086-4 标准中有关于锂电池安全性的建议。

- ▶ 充电电流的大小由编码器内置电阻  $R_{V1}$  的阻值限定，请在选择电池时注意。
- ▶ 若有必要，可在电池正极和  $U_{BAT}$  之间串入电阻  $R_{V2}$  和 / 或二极管  $D1$ 。
- ▶ 附加的保护组件（ $D1$ ， $R_{V2}$ ）位置应尽量靠近电池。



根据储能器种类和使用寿命要求的不同，可选用更复杂的电池管理电路。

## 4.3 电磁兼容性 (EMC)

- ▶ 下述章节和 FAULHABER 的 V3.0 代驱动器技术手册中相关章节中的内容，为改善电磁兼容性提供了安装建议。

### 4.3.1 布线

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，均应采用双绞线或按功能集束绞合并屏蔽（例如电机相线和编码器线缆分别集束）。

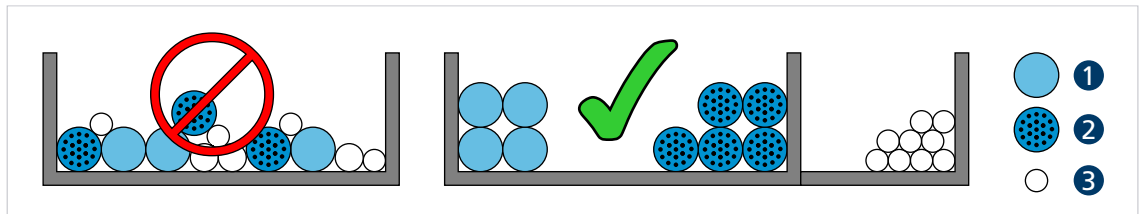


图 10: 线槽中的布线

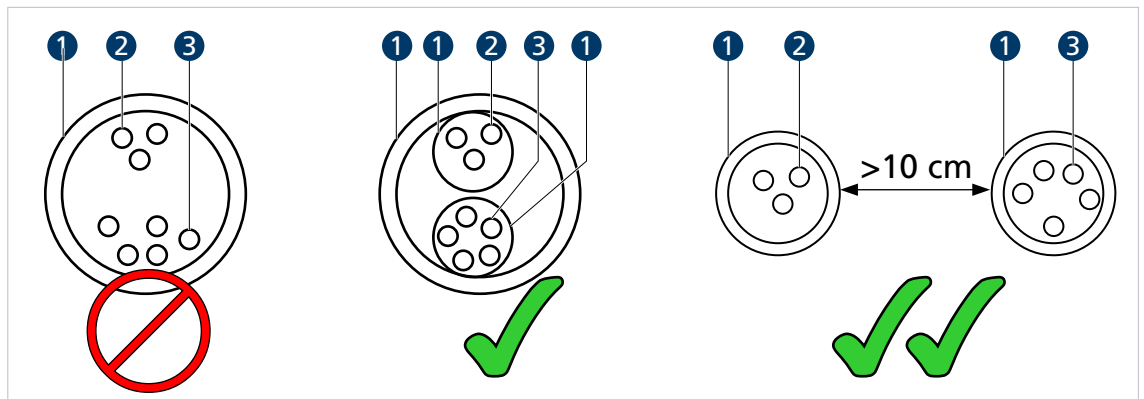


图 11: 电缆的集束和屏蔽

1 屏蔽

2 电机相线

3 编码器线缆

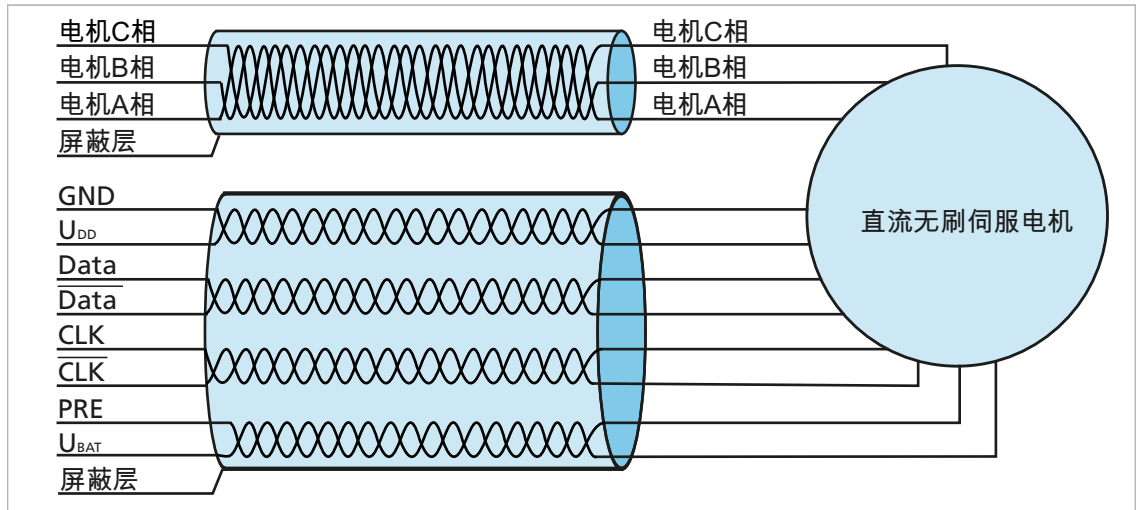


图 12: 带 AEMT-12/16 L 编码器的直流无刷伺服电机，线缆按功能集束和屏蔽

## 4.3.2 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  $\Omega$ ) 接地母排和接地板。  
仅当没有接地母排可用时才应连接到驱动器外壳。
- ▶ 建立中性点接地。
- ▶ 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 13 中的 1 或 2)。

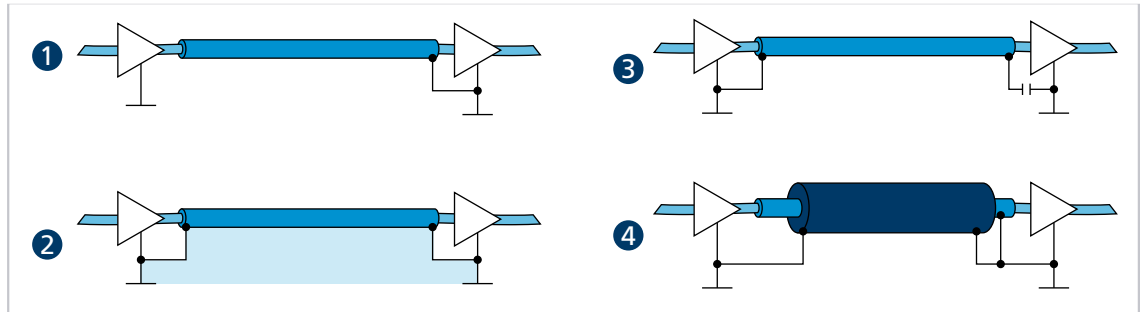


图 13: 屏蔽层的各种接地方式

- 1 抑制电场
- 2 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 13 中的 4）。对于此配置，如图 13 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 13 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。

### 4.3.3 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：

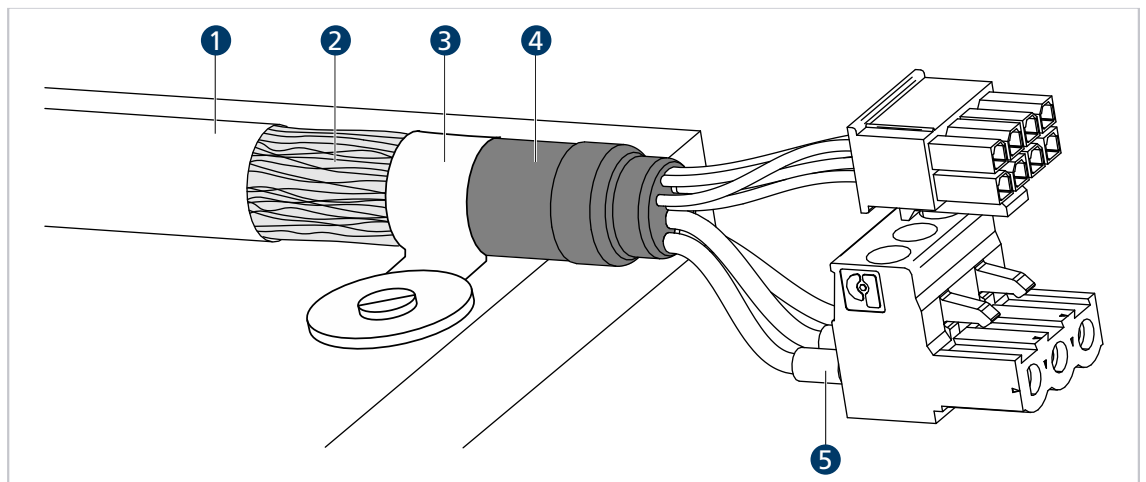


图 14: 电机电缆屏蔽连接

- |        |        |
|--------|--------|
| 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 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。

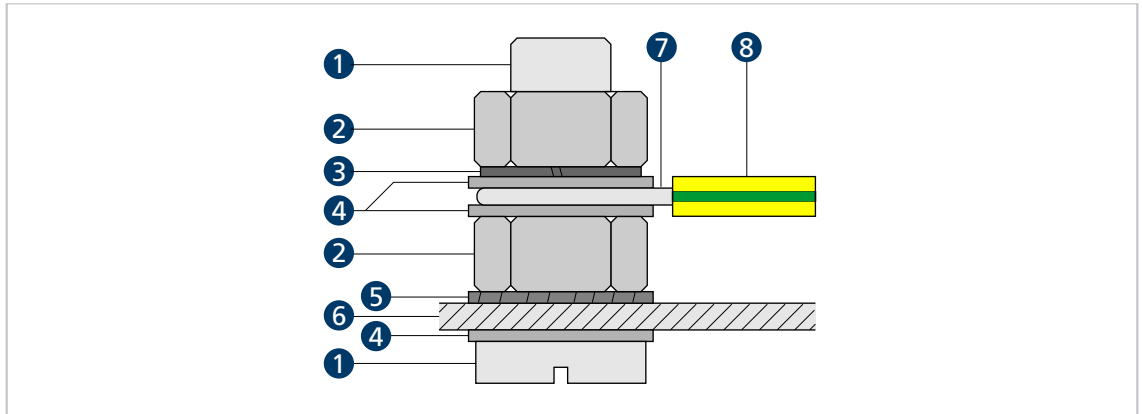


图 15: 使用电缆接线头的屏蔽连接

- |        |        |
|--------|--------|
| 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。

## 4.4 调试和电池更换

- ✓ 驱动系统已经正确安装固定并接线完毕。



### 注意！ 预防机械损坏

仅当编码器数据直接用于位置判定时，方可保证 AEMT-12/16 L 圈数计数的正确性。

- ▶ 不要使用驱动器的置零功能来进行软件侧的位置清零。
- ▶ 不要在编码器计数范围内，使用驱动器的零位偏置功能来进行软件侧的位置值增减。

### 编码器的调试

5. 配置驱动器参数和 / 或检查设置的正确性：

- a) 选择编码器接口的协议。
- b) 设置分辨率。
- c) 监测错误位状态以监控电池。
- d) 指定编码器数值的范围，参见 第 26 页第 6 章节。
  - 有符号：编码器标配（重置后圈数计数值 = 0）
  - 无符号：特殊配置（重置后圈数计数值为指定值）
- e) 限定定位控制的位置范围。

↻ 驱动器设置完成。

6. 打开编码器电源：

- a) 连接到电池。
- b) 打开编码器电源。

↻ 编码器会通过错误位报错，某些情形下会持续返回位置值 0。

7. 重置编码器：

- a) 在重置输入 5V 的脉冲电压。
- b) 关闭并重新打开电源  $U_{DD}$ 。  
此时必须保证电池电压  $U_{BAT} > 3 V$ 。

↻ 包括圈数计数在内的所有错误已被重置。编码器设置完成。

8. 执行寻零：

- a) 运动到参考零位。
- b) 将该点所对应的编码器位置值保存为起始位置。

↻ 整个系统设置完成。



圈数计数信息将随错误位一起重置。

当电池电压掉落至  $U_{BAT} < 2.8 V$  时必须更换，然后重复步骤 2 到 4。

电压 3.6 V、容量 1 Ah 的电池，可供标配编码器使用的典型寿命时间为 10 年。在此期间内，仍应监测电池电量。

通过他人推荐：

- 监测错误位状态以监控电池。
- 制定并执行定期维护方案。
- 定期更换电池。

### 4.5 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。



## 5 配件

本章节介绍编码器适配 FAULHABER 产品线时的可用配件。

订购编号	说明
6501.00368	MC50xx 驱动器和 AEMTL 编码器之间的电池适配板，组件包括： <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 连接编码器和驱动器的接插端口</li> <li>▪ AEMT-12/16 L 的重置开关</li> <li>▪ 1/2AA 规格的电池仓</li> </ul>
6501.00369	AEMTL 的电池适配板和 MC 50xx 驱动器之间的连接线，L = 150 mm
6501.00370	电池适配板和 AEMT L 编码器之间的连接线，长 2 m

交付的产品中不包含电池。

推荐使用的电池型号：SL-350, ER14250, LS14250.

电池适配板的参数表中，有如何连接的详细说明。

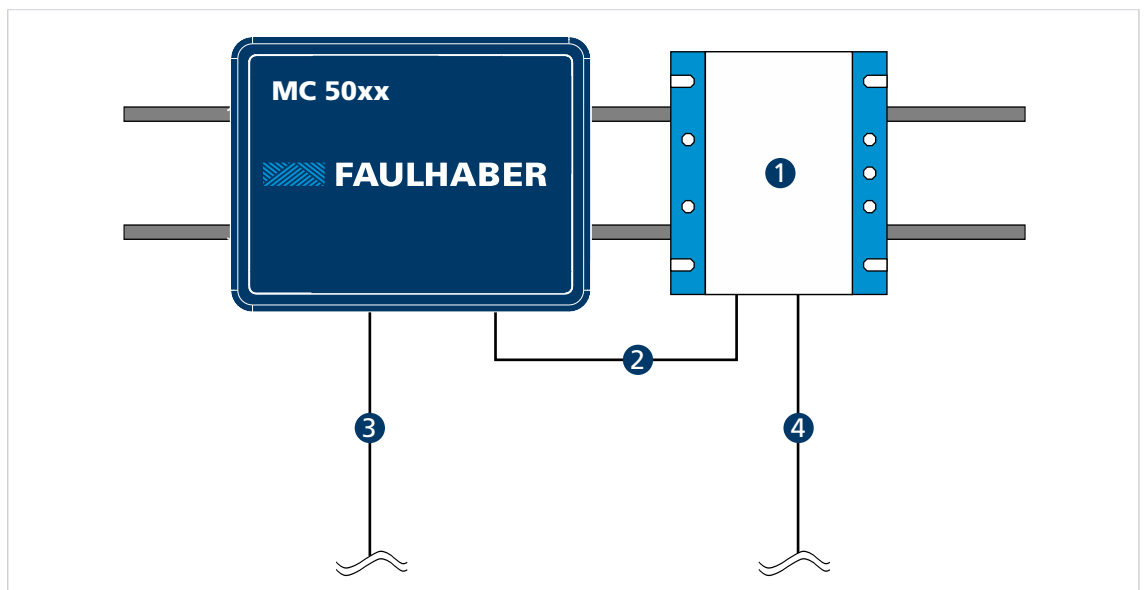


图 16: MC 50xx 驱动器配电池适配板的顶帽式导轨安装示意图

- |                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 电池适配板 6501.00368              | 3 电机相线                      |
| 2 适配板和 MC 50xx 间的连接线 6501.00369 | 4 和 AEMTL 之间的连接线 6501.00370 |

## 二进制数的符号

### 6 二进制数的符号

二进制数可分为有符号和无符号两种，各自对应不同的数值范围：

#### 无符号

28 位（圈数 16 位 + 单圈分辨率 12 位）的数值范围为  $0 \sim 2^{28} - 1$ 。

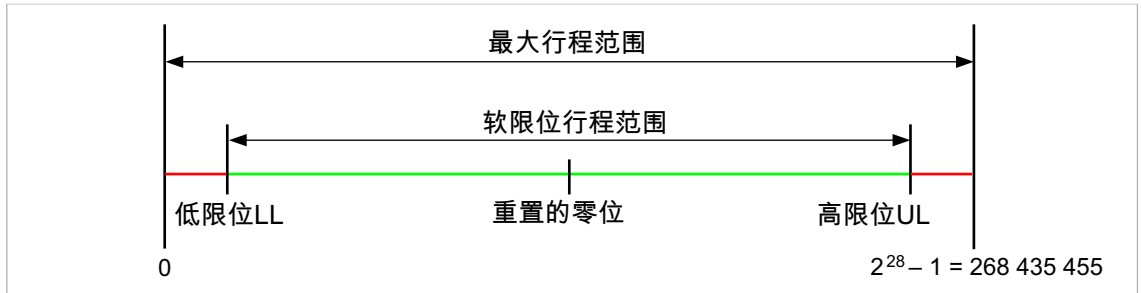


图 17: 无符号定义下的数值范围

#### 有符号

最高位（MSB）的数值代表符号。AEMT-12/16 L 编码器数据最高位是第 27 位：

- 字位 27 = 0：正值
- 字位 27 = 1：负值

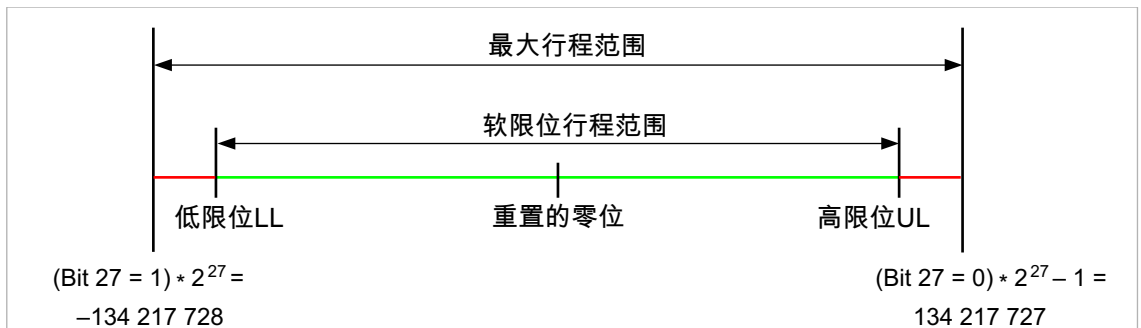


图 18: 有符号定义下的数值范围

## 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。

