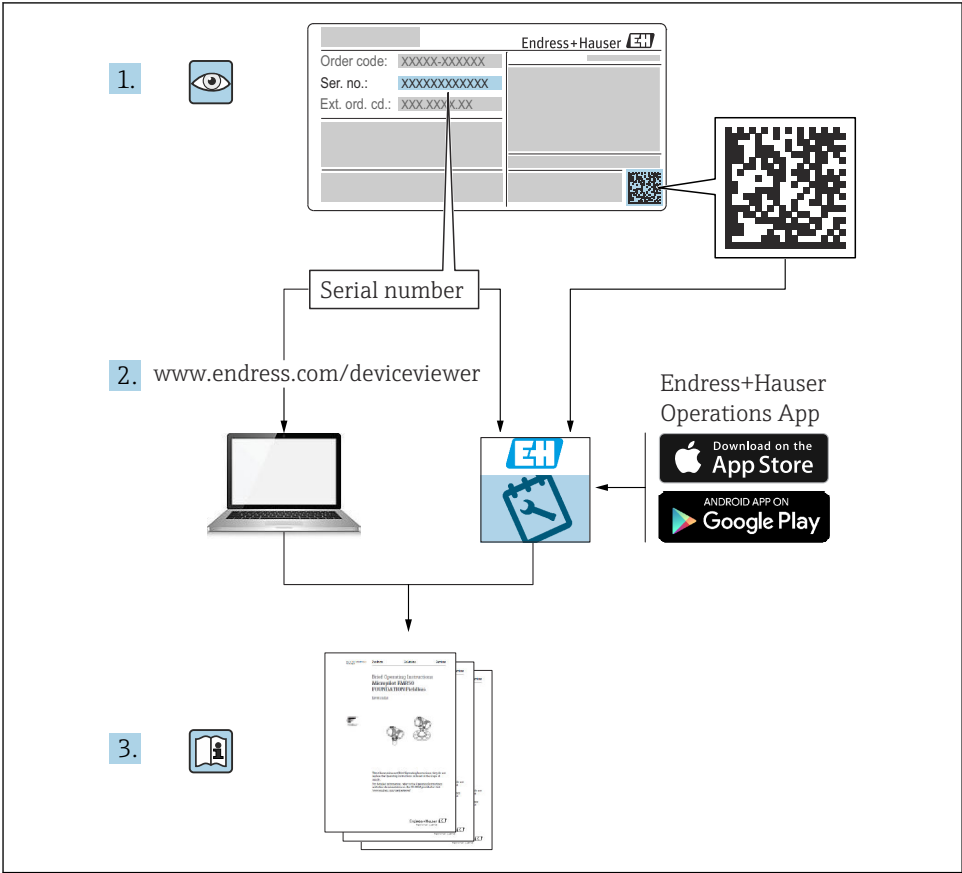


简明操作指南

Liquicap M **FMI51 PFM**

电容液位计
连续液位测量





A0023555

目录

1	文档信息	4
1.1	信息图标	4
2	基本安全指南	6
2.1	人员要求	6
2.2	工作场所安全	6
2.3	操作安全	6
2.4	产品安全	6
3	到货验收和产品标识	7
3.1	到货验收	7
3.2	产品标识	7
3.3	储存和运输	8
4	安 装	8
4.1	安装要求	8
4.2	测量条件	9
4.3	安装实例	10
4.4	安装指南	19
4.5	安装后检查	22
5	电气连接	22
5.1	接线要求	22
5.2	接线和连接	24
5.3	连接后检查	26
6	操作方式	27
6.1	显示与操作单元	27
7	调试	28
7.1	功能检查	28
7.2	变送器	28

1 文档信息

1.1 信息图标

1.1.1 安全图标



危险状况警示图标。疏忽会导致人员严重或致命伤害。



危险状况警示图标。疏忽可能导致人员严重或致命伤害。



危险状况警示图标。疏忽可能导致人员轻微或中等伤害。



操作和其他影响提示信息图标。不会导致人员伤害。

1.1.2 电气图标



交流电



直流电和交流电



直流电



接地连接

从操作员的角度而言，表示通过接地系统可靠接地的接地端。

⊕ 保护性接地 (PE)

建立任何其他连接之前，必须确保接地端已经可靠接地。

设备内外部均有接地端：

- 内部接地端：保护接地端已连接至电源。
- 外部接地端：设备已连接至工厂接地系统。

1.1.3 工具图标



十字螺丝刀



一字螺丝刀



梅花螺丝刀



内六角扳手



开口扳手

1.1.4 特定信息图标和图中的图标



允许

允许的操作、过程或动作



推荐

推荐的操作、过程或动作



禁止

禁止的操作、过程或动作



提示

附加信息



参见文档



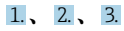
参考页面



参考图



提示信息或重要分步操作



1、2、3

操作步骤



操作结果



?

帮助信息



外观检查



通过调试软件操作



写保护参数

1、2、3 ...

部件号

A、B、C ...

视图



危险区

危险区标识



安全区 (非危险区)

非危险区标识

安全指南

遵守相关《操作手册》中的安全指南

连接电缆的耐温能力

连接电缆的最低耐温值



LED 指示灯熄灭



LED 指示灯亮起



LED 指示灯闪烁

2 基本安全指南

2.1 人员要求

操作人员必须符合下列要求：

- ▶ 经过培训，有资格执行特定职能和任务。
- ▶ 经工厂方或运营方授权执行特定任务。
- ▶ 熟悉联邦或国家规定。
- ▶ 开始操作前，操作人员已事先阅读并理解手册和补充文档中的各项规定。
- ▶ 遵守操作指南和基本条件要求。

2.2 工作场所安全

操作设备时：

- ▶ 遵守联邦或国家规定，穿戴人员防护装置。

2.3 操作安全

在设备上进行配置、测试和维护工作时，必须采取多种可选的监督措施，以确保操作安全和过程安全。

2.3.1 防爆区域

在防爆区域中使用测量系统时，必须遵守相应的国家标准和规定。单独的防爆文档是本文档集的组成部分，与设备一同提供。必须严格遵守防爆文档中列举的安装步骤、连接参数和安全指南要求。

- 确保技术人员经过适当的培训。
- 必须遵守对测量点的特殊测量要求和安全相关要求。

2.4 产品安全

测量设备基于工程实践经验设计，符合最严格的安全要求。通过出厂测试，可以安全工作。

设备满足常规安全标准和法规要求，并符合 EC 符合性声明中列举的 EC 准则的要求。

Endress+Hauser 确保粘贴有 CE 标志的设备满足上述要求。

3 到货验收和产品标识

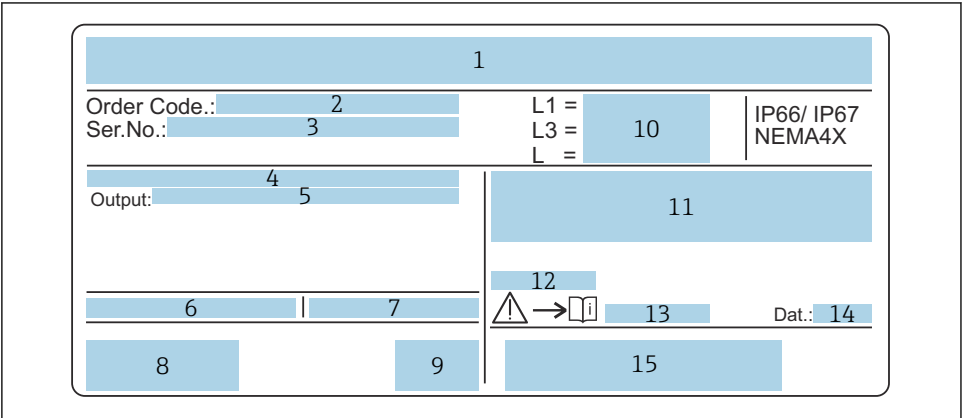
3.1 到货验收

检查包装或内容物是否完好无损。检查交付的货物是否完整，并将供货清单与订单中的信息进行比较。

3.2 产品标识

测量设备的标识信息如下：

- 铭牌参数
- 扩展订货号，标识发货清单上的订购选项
- 在 W@M 设备浏览器中输入铭牌上的序列号（www.endress.com/deviceviewer）：显示测量设备的所有信息以及配套技术文档资料
- 在 Endress+Hauser Operations App 中输入铭牌上的序列号，或使用 Endress+Hauser Operations App 扫描铭牌上的二维码（QR 码）



1 铭牌示意图

- 2 订货号
- 3 序列号
- 4 电子插件
- 5 电子插件输出值
- 6 外壳处环境温度
- 7 罐体最大允许压力
- 8 安全证书
- 9 功能安全认证
- 10 探头长度
- 11 ATEX 防爆认证
- 12 WHG 认证（德国水资源法）
- 13 《安全指南》文档资料代号
- 14 生产日期
- 15 二维码

3.3 储存和运输

包装设备，为储存和运输过程中的设备提供抗冲击保护。原包装具有最佳防护效果。允许储存温度范围为-50 ... +85 °C (-58 ... +185 °F)。

4 安装

4.1 安装要求

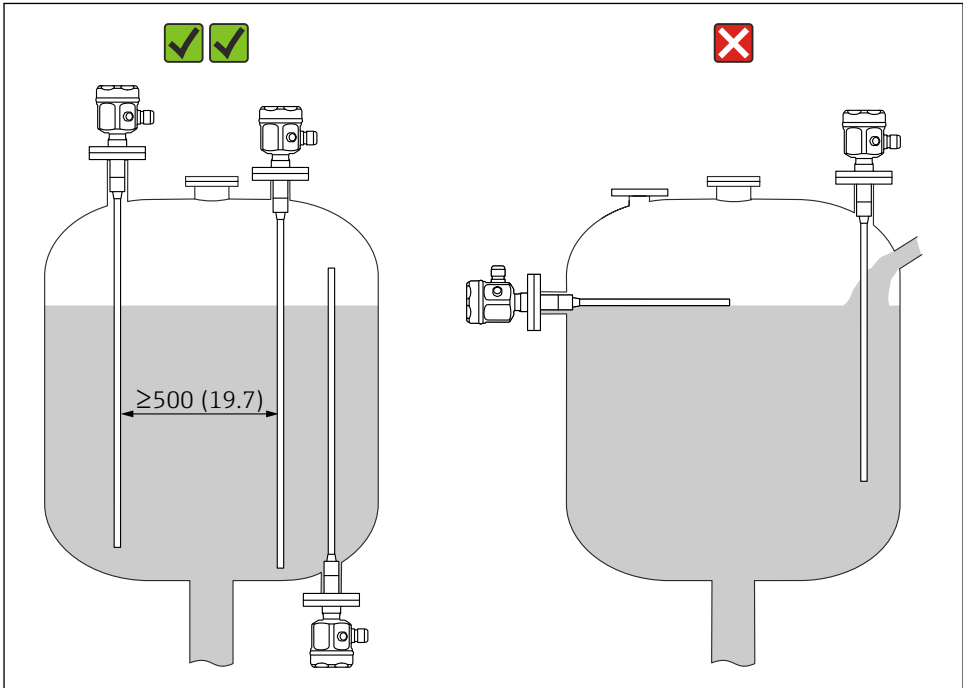
4.1.1 安装传感器

Liquicap M FMI51 可以从顶部或底部安装。



确保:

- 探头未安装在进料区内
- 探头未与容器壁接触
- 与容器底板的间距 ≥ 10 mm (0.39 in)
- 多个探头彼此相邻安装，探头的最小间距为 500 mm (19.7 in)
- 如果在搅拌罐中使用探头，则探头应与搅拌罐保持足够距离
- 在严重的横向负载情况下，使用带接地管的杆式探头



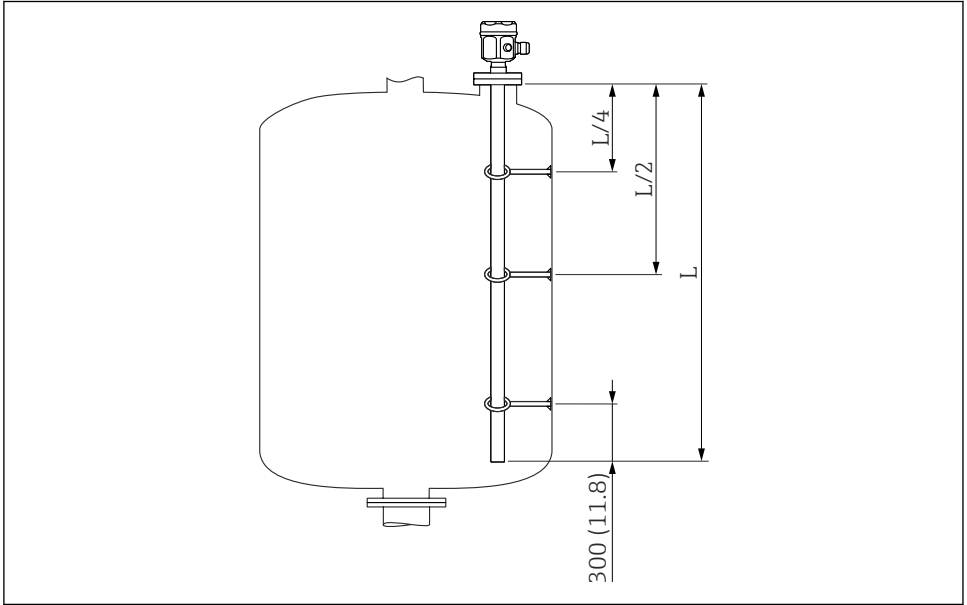
A0040392

测量单位 mm (in)

4.1.2 GL (德国劳埃德船级社) 认证支撑装置

全绝缘杆式探头可以安装导电或非导电材质的支撑装置。对于部分绝缘杆式探头，必须对探头的未绝缘端进行绝缘处理方可安装支撑装置。

i 直径 10 mm (0.39 in) 和 16 mm (0.63 in)、长度不小于 1 m (3.3 ft) 的杆式探头必须安装支撑装置，参见 → 9



A0040416

测量单位 mm (in)

$L/4$ $\frac{1}{4}$ 探头长度

$L/2$ $\frac{1}{2}$ 探头长度

L 探头长度

距离计算实例

■ 探头长度 $L = 2 \text{ m}$ (6.6 ft)

■ $L/4 = 500 \text{ mm}$ (19.7 in)

■ $L/2 = 1 \text{ m}$ (3.3 ft)

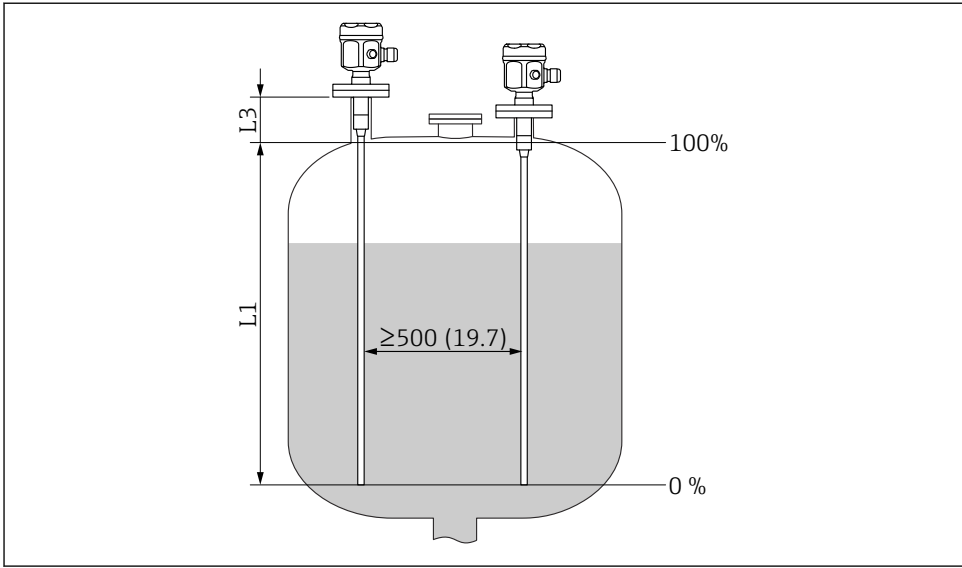
最下方支撑装置与杆式探头末端间的距离 = 300 mm (11.8 in)。

4.2 测量条件

探头尖端到过程连接的量程可能为 $L1$ 。

特别适合于小容器。

将接地管用于非导电介质。



A0040419

测量单位 mm (in)

L1 测量范围

L3 屏蔽段长度

i 在喷嘴中安装时，使用屏蔽段长度 (L3)。

0% 和 100% 标定可以颠倒。

4.3 安装实例

4.3.1 杆式探头

FMI 51 杆式探头可以安装在：

- 导电性金属罐中
- 非导电性塑料罐中

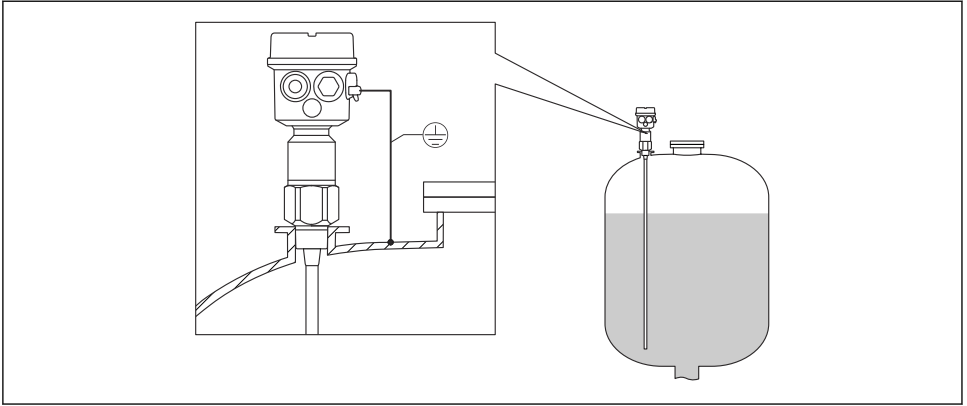
如果通过密封材料实现探头过程连接与金属罐的相互绝缘，必须将探头外壳接地端连接至罐体，连接线应尽可能短。

安装在塑料罐中时，必须选用带接地管的探头。探头外壳必须接地。

i 禁止截短或拉伸全绝缘杆式探头。

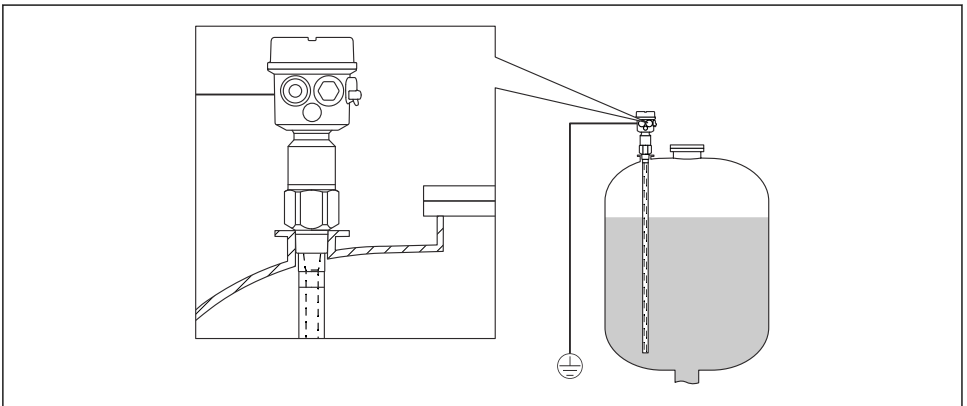
杆式探头绝缘层损坏会导致测量结果错误。

以下为竖直安装仪表进行连续液位测量的应用实例。



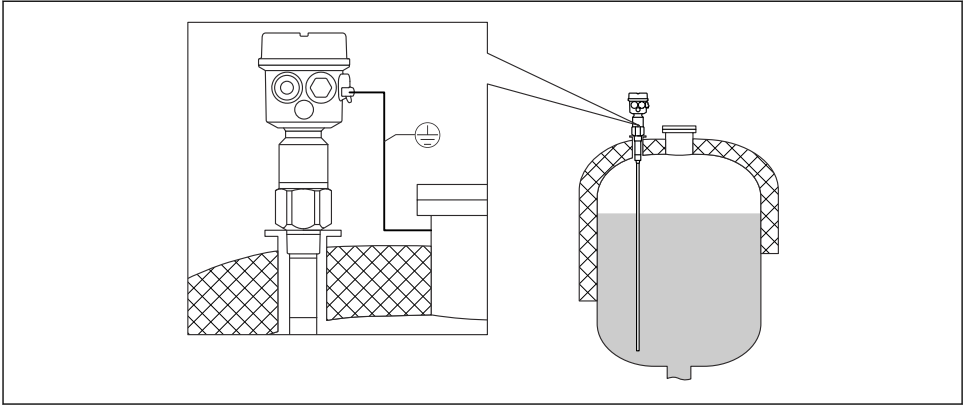
A0040425

图 2 探头安装在导电材质的罐体中



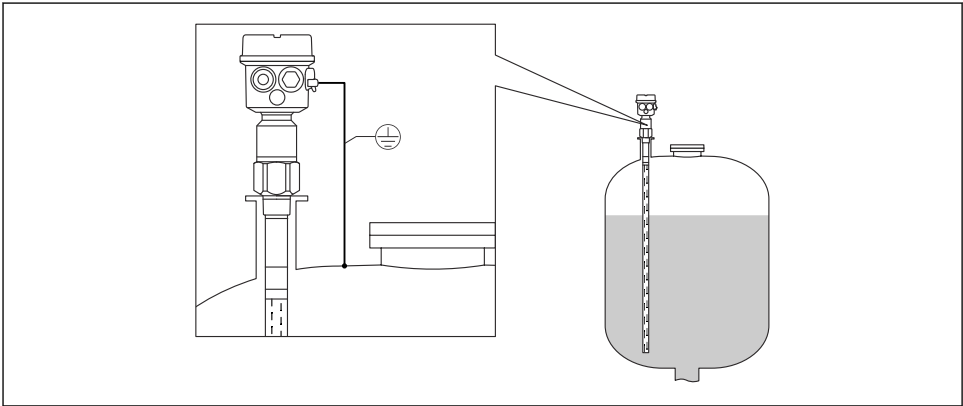
A0040426

图 3 带接地管的探头安装在非导电材质的罐体中



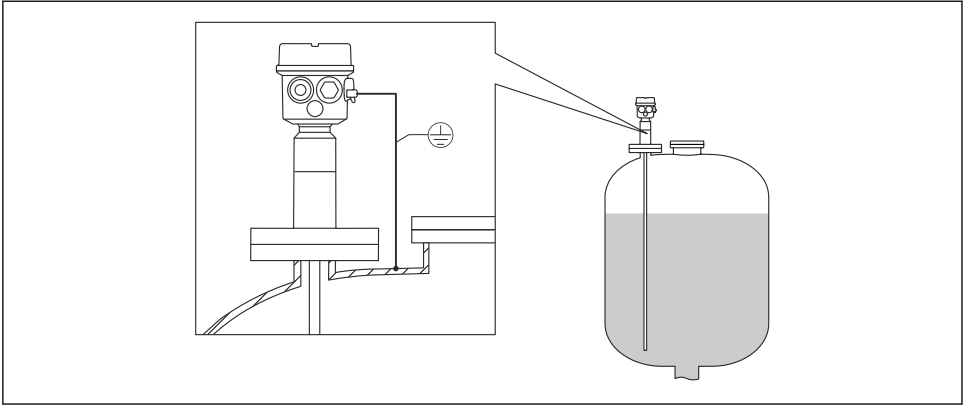
A0040427

4 带屏蔽管的探头安装在带保温层的罐体中



A0040428

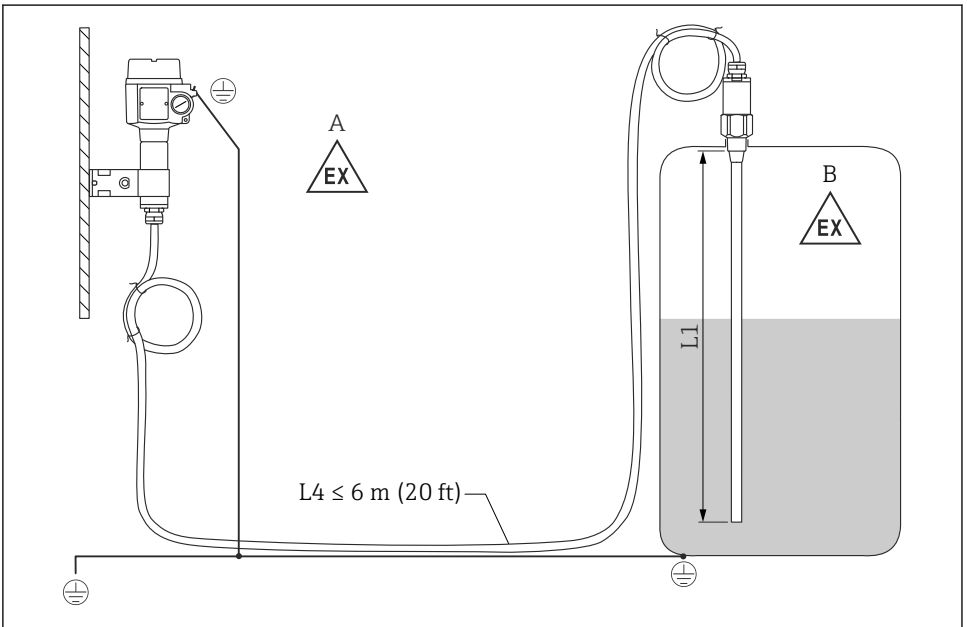
5 带接地管和屏蔽管的探头安装在安装短管中



A0040429

图 6 安装在涂层法兰上的全绝缘探头，用于测量腐蚀性介质

4.3.2 带分离型外壳的探头



A0040466

图 7 连接探头和分离型外壳

A 防爆 1 区

B 防爆 0 区

L1 杆式探头长度：最大 4 m (13 ft)

L4 电缆长度

总长度（电缆长度 L4+杆式探头长度 L1）不得超过 10 m (33 ft)。

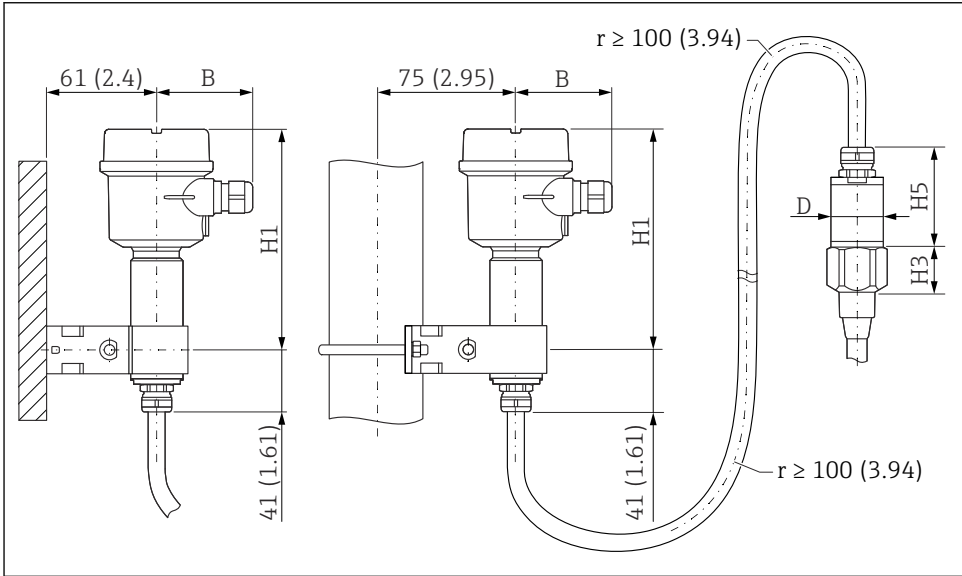
i 探头和分离型外壳之间的最大电缆长度为 6 m (20 ft)。订购带分离型外壳的 Liquicap M 时，必须注明所需电缆长度。

连接电缆需要截短或穿墙敷设时，必须与过程连接隔离。

扩展高度：分离型外壳

i 电缆要求：

- 电缆弯曲半径 r 不得小于 100 mm (3.94 in)
- 电缆直径 $\varnothing$: 10.5 mm (0.41 in)
- 电缆采用耐电痕硅胶橡胶外护套



A0040471

图 8 外壳端（墙装、管装）和传感器端。测量单位 mm (in)

尺寸参数¹⁾:

聚酯外壳 (F16)

- B: 76 mm (2.99 in)
- H1: 172 mm (6.77 in)

聚酯外壳 (F15)

- B: 64 mm (2.52 in)
- H1: 166 mm (6.54 in)

1) 参见图纸中的尺寸参数。

铝外壳 (F17)

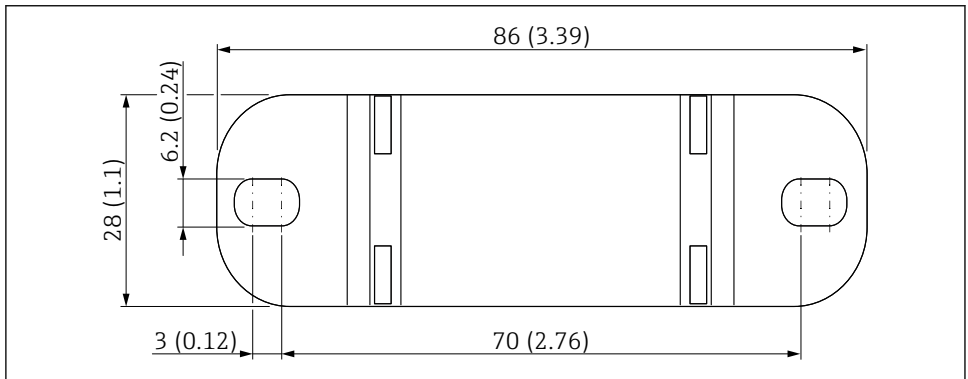
- B: 65 mm (2.56 in)
- H1: 177 mm (6.97 in)

尺寸参数 D 和 H5

- Ø10 mm (0.39 in) 杆式探头
 - D: 38 mm (1.5 in)
 - H5: 66 mm (2.6 in)
- Ø16 mm (0.63 in) 杆式探头, 不带全绝缘屏蔽管, 过程连接: 螺纹 (G $\frac{3}{4}$ "、G1"、NPT $\frac{3}{4}$ "、NPT1")、1"卡箍、1½"卡箍、Ø44 mm (1.73 in) 通用转接头、法兰 (< DN50、ANSI 2"、10K 50)
 - D: 38 mm (1.5 in)
 - H5: 66 mm (2.6 in)
- Ø16 mm (0.63 in) 杆式探头, 不带全绝缘屏蔽管, 过程连接: 螺纹 (G1½"、NPT1½")、2"卡箍、DIN 11851 螺纹接头、法兰 (≥ DN50、ANSI 2"、10K 50)
 - D: 50 mm (1.97 in)
 - H5: 89 mm (3.5 in)
- Ø22 mm (0.87 in) 杆式探头, 带全绝缘屏蔽管
 - D: 38 mm (1.5 in)
 - H5: 89 mm (3.5 in)

墙装架

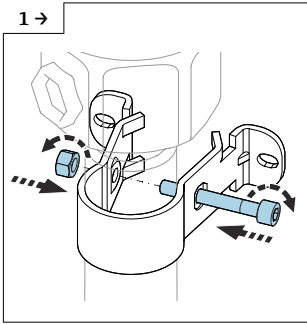
- 墙装架为标准供货件。
- 如需将墙装架用作钻孔模板, 必须首先在分离型外壳上安装墙装架。
- 在分离型外壳上安装墙装架后, 可以减小安装孔间距。



A0033881

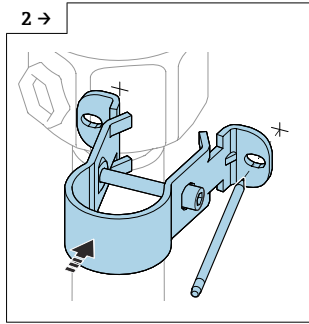
测量单位 mm (in)

安装在墙壁上



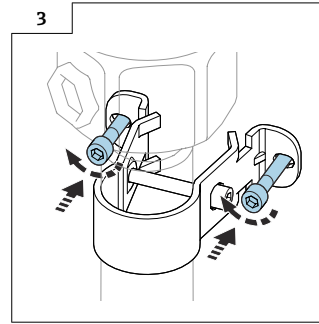
A0042318

- ▶ 在分离型外壳上安装墙装架。



A0042319

- ▶ 钻孔前，在墙壁上标记钻孔位置。

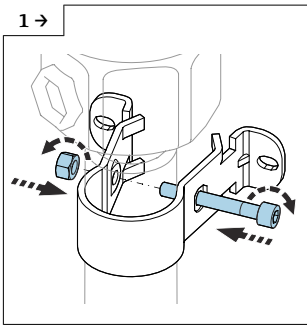


A0042320

- ▶ 在墙壁上固定分离型外壳。

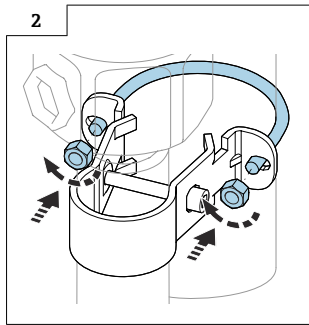
安装在管道上

i 最大适用管径为 50.8 mm (2 in)。



A0042318

- ▶ 在分离型外壳上安装墙装架。



A0042321

- ▶ 在管道上固定分离型外壳。

截短连接电缆

注意

存在损坏连接部件和电缆的风险。

- ▶ 连接电缆或探头不得随锁紧螺母一起转动!

i 调试前必须进行重新标定。

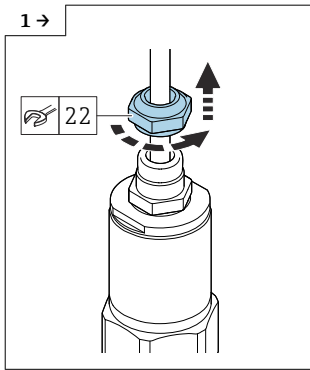
探头和分离型外壳之间的连接电缆长度不得超过 6 m (20 ft)。

订购带分离型外壳的仪表时，必须注明所需电缆长度。

连接电缆需要截短或穿墙敷设时，必须与过程连接隔离。

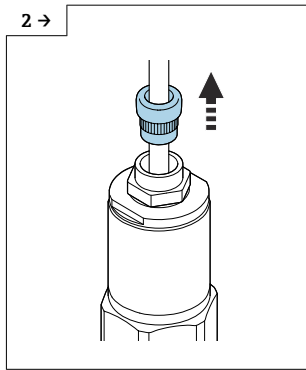
断开连接电缆

i 连接电缆或探头不得随锁紧螺母一起转动。



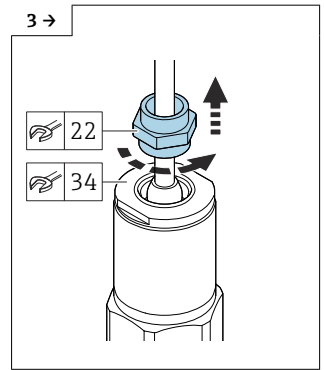
A0042111

► 使用 AF22 开口扳手松开锁紧螺母。



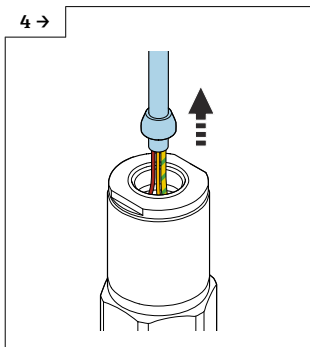
A0042112

► 从缆塞中拉出密封嵌件。



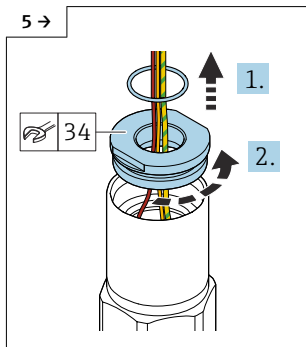
A0042113

► 一边使用 AF34 开口扳手固定转接盘，一边使用 AF22 开口扳手松开缆塞。



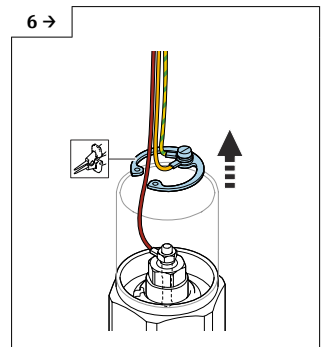
A0042114

► 拉出电缆和锥套。



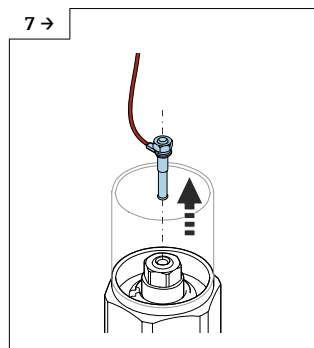
A0042115

► 取出密封圈，并使用 AF34 开口扳手松开转接盘。

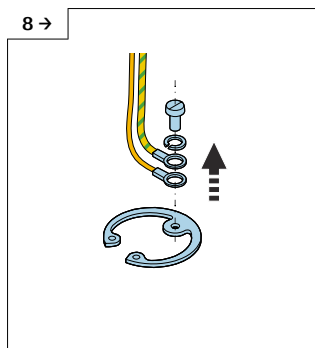


A0042116

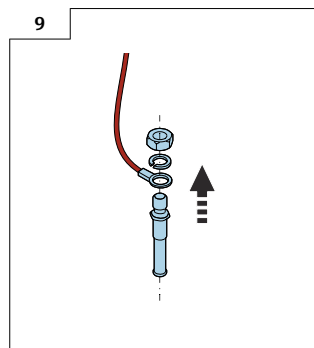
► 使用卡环钳取出卡环。



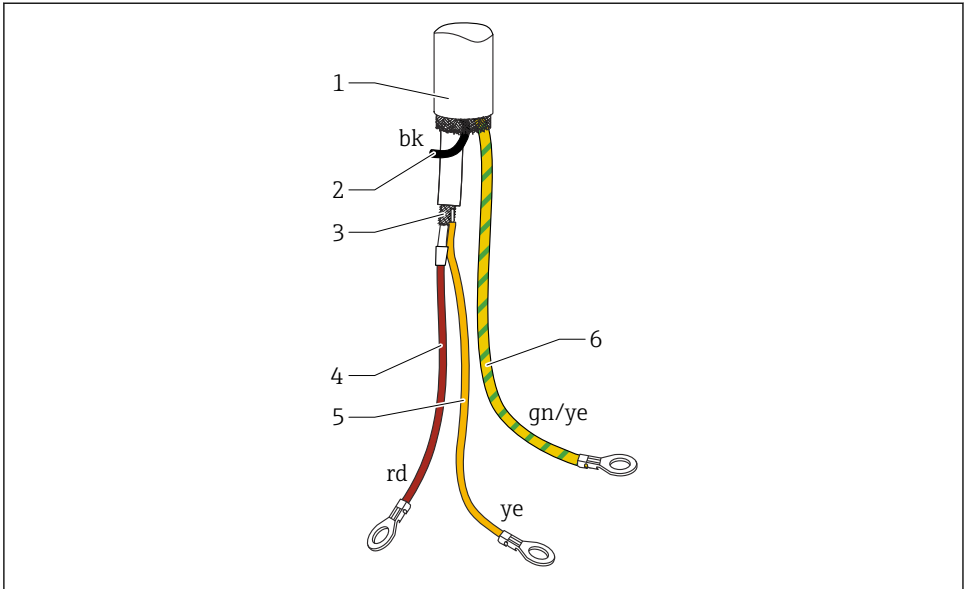
- 从插座中取出香蕉插头。



- 松开螺丝，分离黄色电缆和绿黄双色电缆。



- 松开香蕉插头上的螺母 (M4)。



A0040734

9 电缆的连接线芯

- 1 外屏蔽层 (可选)
- 2 黑色 (bk) 线芯 (可选)
- 3 同轴电缆, 带中心线芯和屏蔽层
- 4 红色 (rd) 线芯焊接至同轴电缆 (探头) 的中心线芯
- 5 线芯焊接至黄色 (ye) 同轴电缆屏蔽层 (接地)
- 6 绿黄双色 (gn/ye) 线芯, 安装有 O 型线鼻子



- 截短连接电缆时, 建议重复利用所有安装有 O 型线鼻子的线芯。
- 如果不重复利用线芯, 新安装的 O 型线鼻子的压接部位必须使用热缩管绝缘处理, 避免引发短路。
- 所有焊点应使用热缩管绝缘处理。

4.4 安装指南

注意

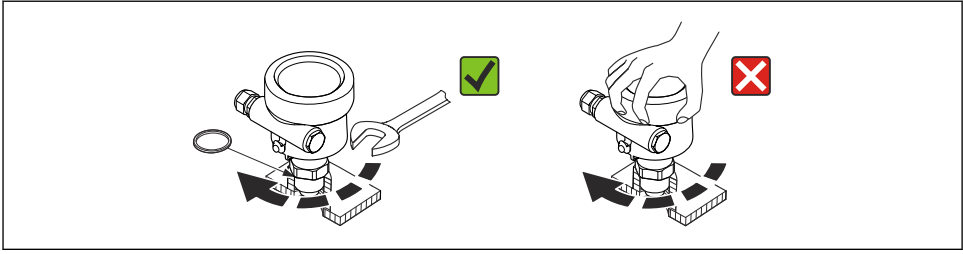
安装过程中不得损坏探头绝缘层!

- 检查杆式探头绝缘层。

注意

禁止握住探头外壳旋转探头!

- 使用开口扳手旋转探头。



A0040476

4.4.1 探头安装

螺纹探头

圆柱螺纹 G $\frac{1}{2}$, G $\frac{3}{4}$, G1, G1 $\frac{1}{2}$

与提供的弹性纤维密封圈或其他耐化学腐蚀的密封圈一起使用。确保密封圈的耐热性正确。



以下适用于带平行螺纹及提供密封的探头：

G $\frac{1}{2}$ 螺纹

- 最大压力 25 bar (362.5 psi): 25 Nm (18.4 lbf ft)
- 最大扭矩: 80 Nm (59.0 lbf ft)

G $\frac{3}{4}$ 螺纹

- 最大压力 25 bar (362.5 psi): 30 Nm (22.1 lbf ft)
- 最大扭矩: 100 Nm (73.8 lbf ft)

G1 螺纹

- 最大压力 25 bar (362.5 psi): 50 Nm (36.9 lbf ft)
- 最大扭矩: 180 Nm (132.8 lbf ft)

G1 $\frac{1}{2}$ 螺纹

- 最大压力 100 bar (1450 psi): 300 Nm (221.3 lbf ft)
- 最大扭矩: 500 Nm (368.8 lbf ft)

锥形螺纹 $\frac{1}{2}$ NPT, $\frac{3}{4}$ NPT, 1 NPT, 1 $\frac{1}{2}$ NPT

用合适的密封材料包裹螺纹。只能使用导电密封材料。

带 Tri-Clamp 卡箍、卫生连接或法兰的探头

过程密封圈必须符合应用规格。检查密封圈对温度和介质的耐受性。

如果法兰是 PTFE 包层，那么通常只要密封圈达到允许的工作压力就足够了。

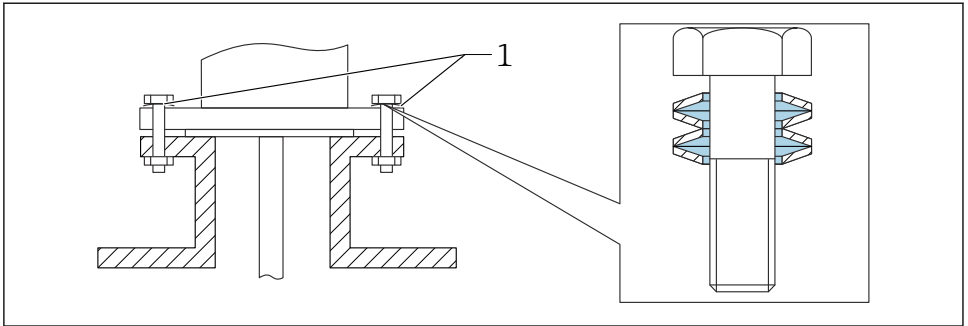
带 PTFE 包层法兰的探头



使用弹簧垫圈！

根据过程压力和过程温度，定期检查并重新拧紧螺丝。

推荐扭矩: 60 ... 100 Nm (44.3 ... 73.8 lbf ft)。



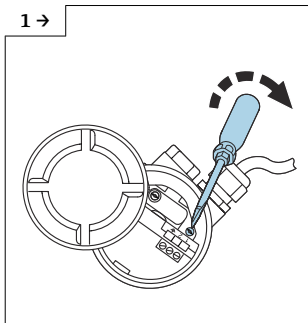
A0040477

1 弹簧垫圈

4.4.2 调整外壳位置

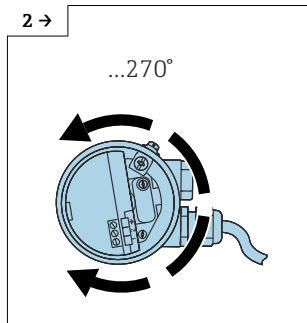
外壳可以参照电缆入口位置旋转 270° 。为了防止水汽进入外壳，连接电缆接入缆塞前应向下弯曲，并使用扎带固定。户外安装时强烈建议采取此措施。

调整外壳位置



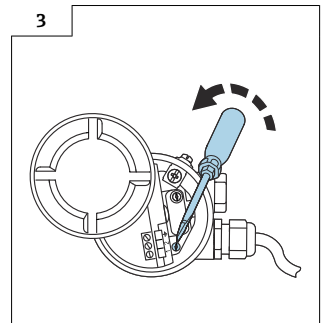
A0042107

► 松开固定螺丝。



A0042108

► 将外壳调整至所需位置。



A0042109

► 拧紧固定螺丝，扭矩不得超过 1 Nm (0.74 lbf ft)。



用于调整 T13 外壳位置的固定螺丝位于电子腔内部。

4.4.3 密封探头外壳

确保保护罩已密封。进行安装、连接和配置任务时，水不可进入设备。务必牢牢密封外壳保护罩和电缆入口。

外壳保护罩上的 O 形圈密封件在出厂时涂有特殊润滑剂。这样可以将保护盖紧紧密封，且拧紧时铝线不会咬合。

切勿使用矿物油基润滑脂，因为这会损坏 O 形圈。

4.5 安装后检查

完成测量设备的安装后，执行下列检查：

- ☐ 目视检查是否有损坏。
- ☐ 设备在过程温度、压力、环境温度和量程方面是否符合测量点的规格？
- ☐ 是否已用紧固扭矩拧紧过程连接？
- ☐ 检查测量点是否正确标记。
- ☐ 设备是否采取充足的防护措施，避免直接日晒雨淋？

5 电气连接

上电前请注意以下几点：

- 供电电压必须与铭牌参数一致
- 进行设备接线操作前，首先断开电源
- 将等电势线连接至传感器的接地端

 在危险区中使用探头时，必须遵守相关国家标准和《安全指南》（XA）中的说明。
必须使用指定缆塞。

5.1 接线要求

5.1.1 电势平衡

危险

存在爆炸风险！

► 探头安装在防爆场合中使用时，仅可将传感器端的电缆屏蔽层接地！

将等电势线连接至外壳（T13、F13、F16、F17、F27）的外部接地端。F15 不锈钢外壳提供内部接地端。详细安全指南参见单独成册的《安全指南》文档。

5.1.2 电磁兼容性 (EMC)

干扰发射符合 EN 61326 标准（B 类电气设备）。抗干扰能力符合 EN 61326 标准附录 A（工业区）标准和 NAMUR NE 21（EMC）标准。

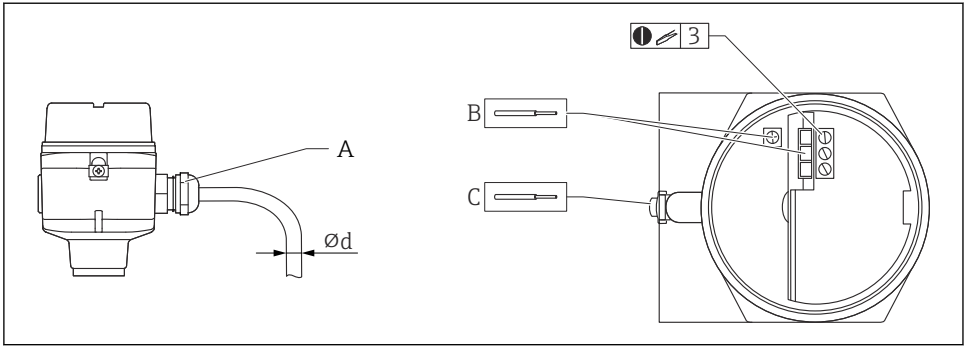
故障电流符合 NAMUR NE43 标准：22 mA（FEI50H）。

可以使用通用仪表电缆。

 连接屏蔽电缆的详细信息参见《技术资料》TI00241F“EMC 测试步骤”。

5.1.3 电缆规格

使用通用仪表电缆连接电子插件。如果能够实现等电势，并且使用屏蔽仪表电缆，电缆屏蔽层两端均需接地，以获取最优屏蔽效果。



A0040478

A 电缆入口

B 电子插件接线端子：电缆线芯的横截面积不超过 2.5 mm^2 (14 AWG)

C 外壳外部接地端：电缆线芯的横截面积不超过 4 mm^2 (12 AWG)

Ød 电缆直径

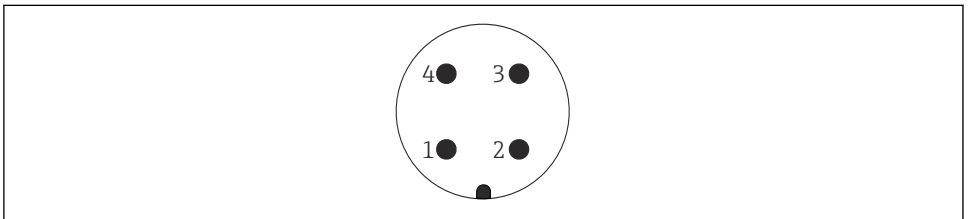
电缆入口

- 镀锡黄铜，直径 (Ød) = $7 \dots 10.5 \text{ mm}$ ($0.28 \dots 0.41 \text{ in}$)
- 合成材质，直径 (Ød) = $5 \dots 10 \text{ mm}$ ($0.2 \dots 0.38 \text{ in}$)
- 不锈钢，直径 (Ød) = $7 \dots 12 \text{ mm}$ ($0.28 \dots 0.47 \text{ in}$)

5.1.4 连接头

对于带连接头 M12 的版本，无需打开外壳即可连接信号线。

M12 连接头的针脚分配



A0011175

1 正电势

2 未使用

3 负电势

4 接地

5.1.5 供电电压

设备通过接线端子直接连接电源，供电电压如下：

$14.8 \text{ V}_{\text{DC}}$ (由配套供电单元供电)

5.2 接线和连接

5.2.1 接线腔

提供以下类型的接线腔，取决于具体防爆型式：

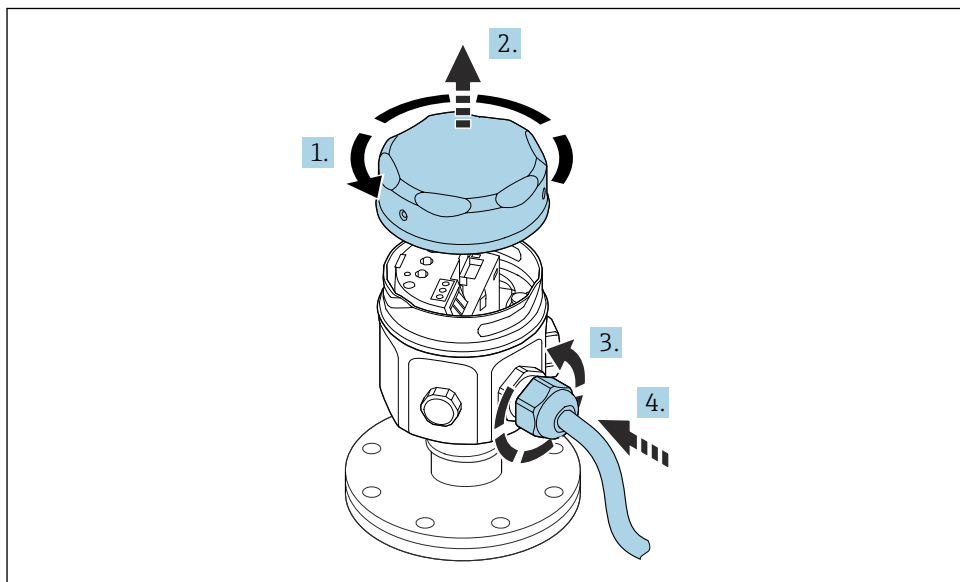
标准防爆、Ex ia 本安防爆

- F16 聚酯外壳
- F15 不锈钢外壳
- F17 铝外壳
- F13 铝外壳，气密过程密封
- F27 不锈钢外壳
- T13 铝外壳，带独立接线腔

Ex d 隔爆，气密过程密封

- F13 铝外壳，气密过程密封
- F27 不锈钢外壳，气密过程密封
- T13 铝外壳，带独立接线腔

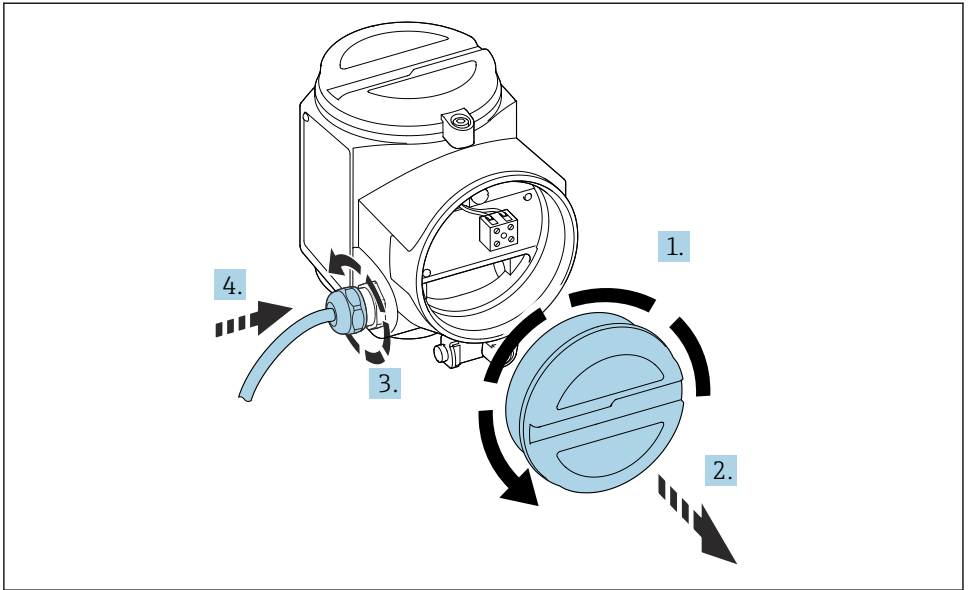
将电子插件连接至电源：



A0040635

1. 拧松外壳盖。
2. 取下外壳盖。
3. 拧松缆塞。
4. 插入电缆。

将电子插件连接至安装在 T13 外壳中的电源：



A0040637

1. 拧松外壳盖。
2. 取下外壳盖。
3. 拧松缆塞。
4. 插入电缆。

5.2.2 电缆入口

缆塞规格: M20x1.5, 电缆入口规格: G ½、NPT ½、NPT ¾

5.2.3 供电电压

14.8 V_{DC} (由配套供电单元供电)

5.2.4 功率消耗

约 150 mW

5.2.5 电流消耗

最大 10 mA

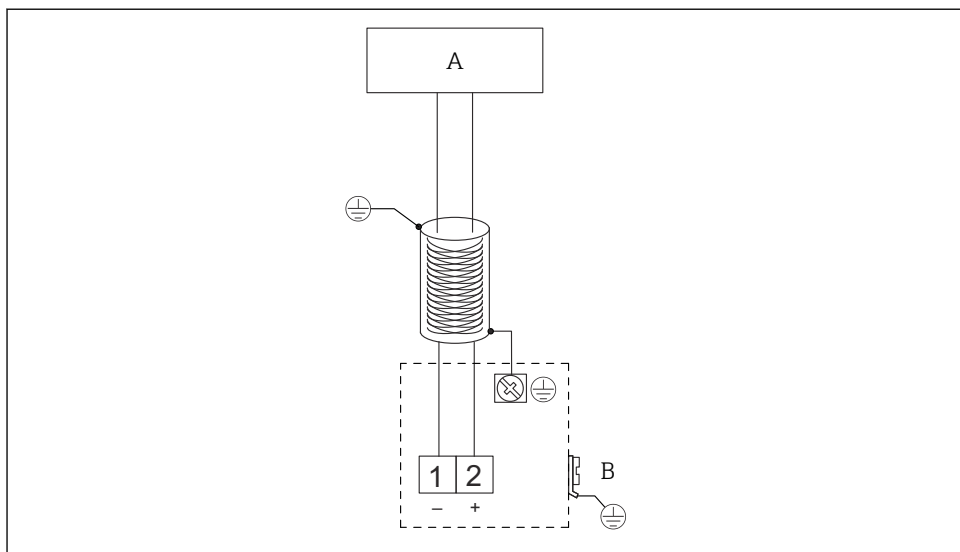
5.2.6 接线端子分配

两线制 PFM

通过双芯屏蔽连接电缆 (电缆阻抗: 每根线芯的阻抗不超过 25 Ω) 连接接线腔内的螺纹接线端子 (导线横截面积为 0.5 ... 2.5 mm² (0.02 ... 0.1 in²))。



传感器端和电源端的电缆屏蔽层必须接地。内置极性反接保护、高频干扰抑制及过电压保护回路, 详细信息参见《技术资料》TI00241F“EMC 测试步骤”。



A0040776

- A 开关单元
B 接地端

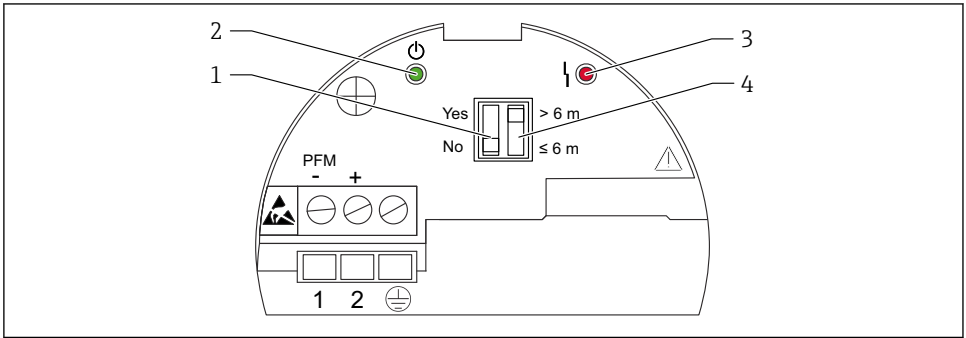
5.3 连接后检查

完成测量仪表接线后，执行下列检查：

- ☐ 接线端子分配是否正确？
- ☐ 缆塞是否密封良好？
- ☐ 外壳保护罩是否已完全拧紧？
- ☐ 仪表开机后是否可操作？绿色 LED 灯是否闪烁？

6 操作方式

6.1 显示与操作单元



A0040775

- 1 二位 DIP 开关：粘附介质测量设置
- 2 绿色 LED 指示灯：标识工作状态
- 3 红色 LED 指示灯：标识故障
- 4 二位 DIP 开关：探头长度设置

显示与操作单元说明

- 二位 DIP 开关：粘附介质测量设置 (1)
 - Yes: 建议在测量严重粘附介质（例如蜂蜜）时拨至此位置
 - No: 建议在测量非粘附介质（例如水）时拨至此位置
- 绿色 LED 指示灯：标识工作状态 (2)
 - LED 指示灯以 5 s 频率闪烁，标识设备准备就绪
- 红色 LED 指示灯：标识故障 (3)
 - LED 指示灯以 5 Hz 频率闪烁，标识报警状态。PFM 输出发出故障电流信号，使连接开关单元的输出电流值变为 3.6 mA 或 22 mA。开关单元随后再输出报警信号。
 - LED 指示灯以 1 Hz 频率闪烁，标识警告状态。电子插件温度超限。
- 二位 DIP 开关：探头长度设置 (4)
 - 杆式探头的长度不超过 4 m (13 ft)，测量范围为 0 ... 2 000 pF

7 调试

7.1 功能检查

启动测量点之前确保已完成安装后检查和最终检查：

- “安装后检查”的检查列表→  22
- “连接后检查”的检查列表→  22

7.2 变送器



电子插件的设置会影响开关单元的功能。

有关进一步调试的信息，请参考变送器供电单元的《操作手册》。

这些设备的设备文档资料也可从以下网站下载：www.endress.com-> 下载 -> 例如产品根目录：FMX570。



71523769

www.addresses.endress.com
