

简明操作指南

Liquiphant Density FTL51B

音叉密度计
液体密度测量

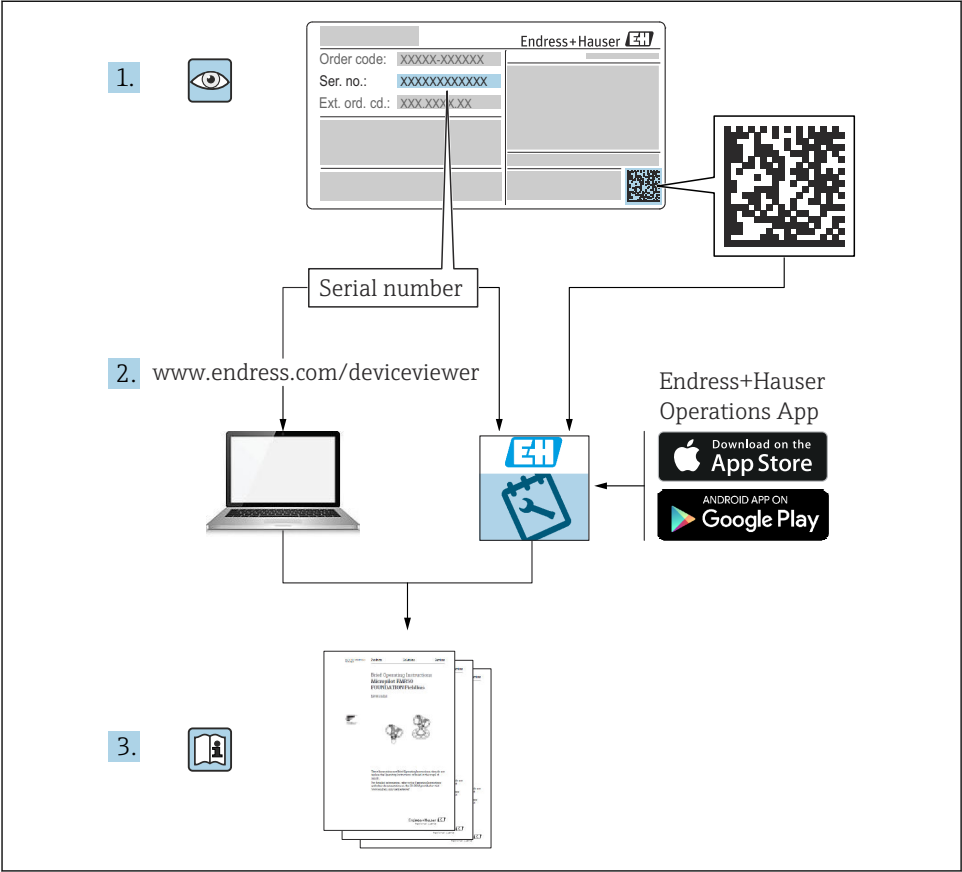


本文档为《简明操作指南》；不得替代设备随箱包装中的《操作手册》。

设备的详细信息请参考《操作手册》和其他文档资料：
所有设备型号均可通过下列方式查询：

- 网址：www.endress.com/deviceviewer
- 智能手机/平板电脑：Endress+Hauser Operations App

1 配套文档资料



A0023555

2 文档信息

2.1 图标

2.1.1 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。

2.1.2 电气图标

≡ 接地连接

接地夹已经通过接地系统可靠接地。

⊕ 保护性接地 (PE)

进行后续电气连接前，必须确保此接线端已经安全可靠地接地。设备内外部均有接地端子。

2.1.3 工具图标

🔧 一字螺丝刀

🔧 内六角扳手

🔧 开口扳手

2.1.4 特定信息图标

✅ 允许

允许的操作、过程或动作。

❌ 禁止

禁止的操作、过程或动作。

ℹ️ 提示

附加信息。

📖 参见文档

📖 参见其他章节

1、2、3 操作步骤

2.1.5 图中的图标

A、B、C ... 视图

1、2、3 ... 部件号

⚠️ 危险区

🛡️ 安全区 (非危险区)

3 基本安全指南

3.1 人员要求

操作人员必须符合下列要求，例如 设备调试和维护人员：

- ▶ 经培训的合格专业人员必须具有执行特定功能和任务的资质

- ▶ 经工厂厂方/操作员授权
- ▶ 熟悉联邦/国家法规
- ▶ 开始操作前，操作人员必须事先阅读并理解《简明操作指南》和补充文档中的各项规定
- ▶ 遵守操作指南和基本条件要求

3.2 指定用途

- 设备仅可用于液体限位检测
 - 使用不当会引发危险
 - 确保测量设备无故障工作
 - 确保设备的接液部件材质完全能够耐受介质腐蚀
 - 禁止超出设备的规格参数范围
-  详细信息参见技术文档资料

3.2.1 不当使用

使用不当或用于非指定用途而导致的损坏，制造商不承担任何责任。

其他风险

在操作过程中，与过程的热交换可能导致电子插件外壳及其设备部件的温度升高至 80 °C (176 °F)。

存在过热表面导致烫伤的危险！

- ▶ 如需要，确保已采取防护措施避免发生接触性烫伤。

3.3 工作场所安全

操作设备时：

- ▶ 遵守联邦/国家法规，穿戴人员防护装置。

3.4 操作安全

存在人员受伤的风险！

- ▶ 只有完全满足技术规范且无错误和故障时才能操作设备。
- ▶ 操作员有责任确保设备无故障运行。

改装设备

如果未经授权，禁止改装设备，改装会导致不可预见的危险。

- ▶ 如需改装，请咨询 Endress+Hauser 当地销售中心。

维修

必须始终确保设备的操作安全性和测量可靠性：

- ▶ 未经明确许可禁止修理设备。
- ▶ 遵守联邦/国家法规中的电子设备修理准则。
- ▶ 仅允许使用 Endress+Hauser 原装备件和附件。

危险区

在危险区中使用设备时（例如防爆要求），应避免人员受伤或设备损坏危险：

- ▶ 参照铭牌检查并确认所订购的设备是否允许在危险区中使用。

- ▶ 遵守单独成册的补充文档资料中列举的规格参数要求，补充文档资料是本文档的组成部分。

3.5 产品安全

设备基于工程实践经验设计，符合最先进的安全要求。通过出厂测试，可以安全使用。

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

Endress+Hauser 确保粘贴有 CE 标志的设备满足上述要求。

3.6 IT 安全

我们只对按照《操作手册》进行安装和使用的设备提供质保。设备自带安装保护功能，防止用户意外更改设置。

设备及设备数据传输的附加防护

- ▶ 工厂厂长/运营商必须严格遵守内部 IT 安全防护措施。

4 到货验收和产品标识

4.1 到货验收

到货后需要进行下列检查：

- ☐ 发货清单上的订货号是否在产品粘贴标签上的订货号一致？
- ☐ 物品是否完好无损？
- ☐ 铭牌参数是否与发货清单上的订购信息一致？
- ☐ 如需要（参照铭牌）：是否提供《安全指南》（例如 XA）文档？



如果不满足任一上述条件，请咨询 Endress+Hauser 当地销售中心。

4.2 产品标识

设备标识信息如下：

- 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 应用程序中输入铭牌上的序列号，或使用 Endress+Hauser Operations 应用程序扫描铭牌上的二维码

4.2.1 铭牌

铭牌上标识法律规定的相关设备信息，例如：

- 制造商名称
- 订货号、扩展订货号、序列号
- 技术参数、防护等级

- 固件版本号、硬件版本号
- 防爆认证信息，参见配套《安全指南》(XA)
- 二维码（包含设备信息）

4.3 储存和运输

4.3.1 储存条件

使用原包装。

储存温度

-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F)

4.3.2 运输设备

- 使用原包装将设备运输至测量点
 - 在搬运过程中，手握设备的外壳、隔热管、法兰或延长管
- 禁止弯曲、截短或拉伸叉体。

5 安装



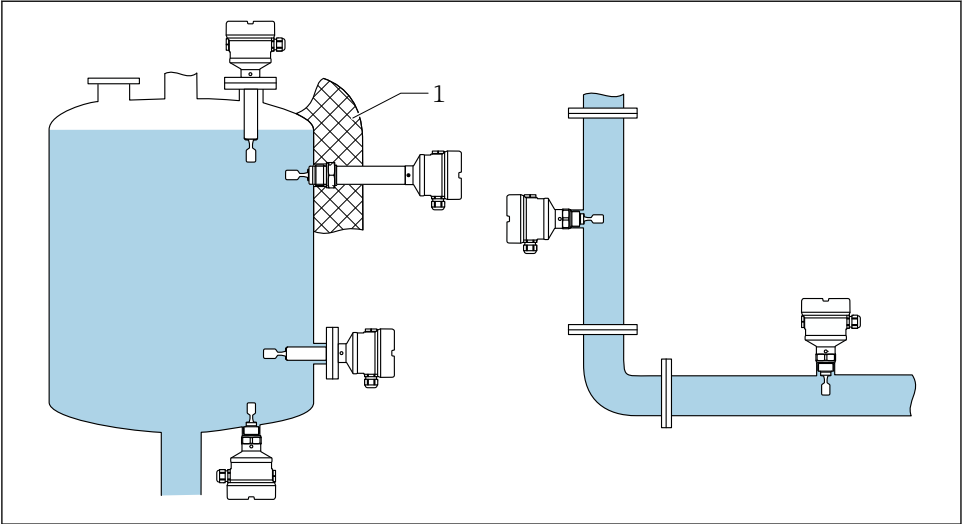
警告

如果在潮湿环境中打开外壳，设备防护等级失效。

- ▶ 仅允许在干燥环境中打开设备外壳！

安装指南

- 长度不超过 500 mm (19.7 in)的一体型设备和短管型设备的安装方向不受限制
- 顶部竖直安装长管型仪表
- 叉体末端与罐壁或管壁间的最小距离：10 mm (0.39 in)



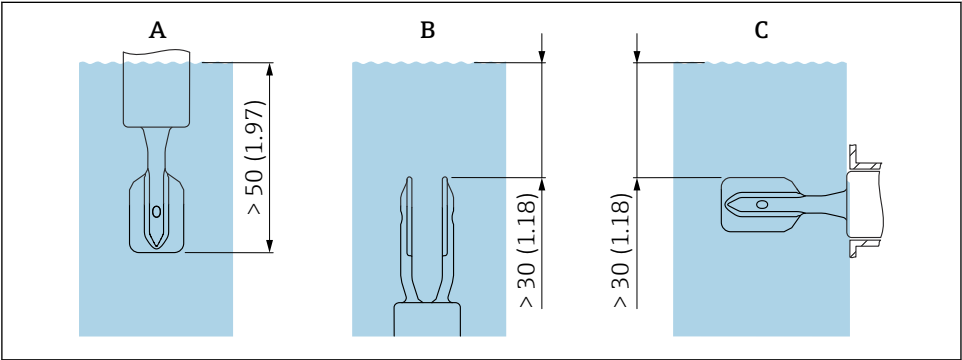
A0039739

1 安装实例：容器、罐体或管道内安装

- 1 罐体保温层（隔热管/气密馈通功能实例）
过程温度较高时，必须采取隔热措施避免热辐射或热对流导致设备内部电子部件的温度升高。

5.1 安装要求

进行密度测量时，叉体必须始终完全浸没在介质中。



A0039685

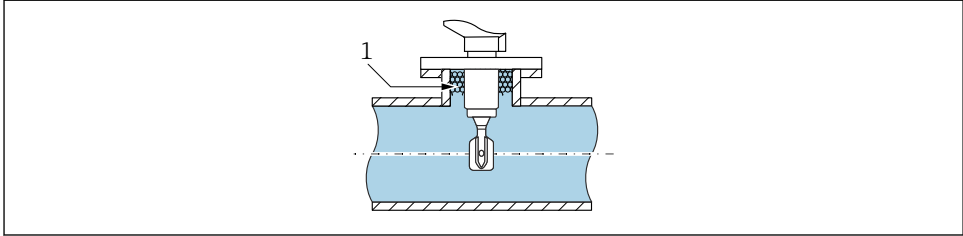
测量单位 mm (in)

- A 顶部安装
B 底部安装
C 侧旁安装

5.1.1 流速 - 管道内安装

叉体接触管道内流动的介质

- 介质流速：不超过 2 m (6.6 ft)/秒
- 避免出现气泡 (1)

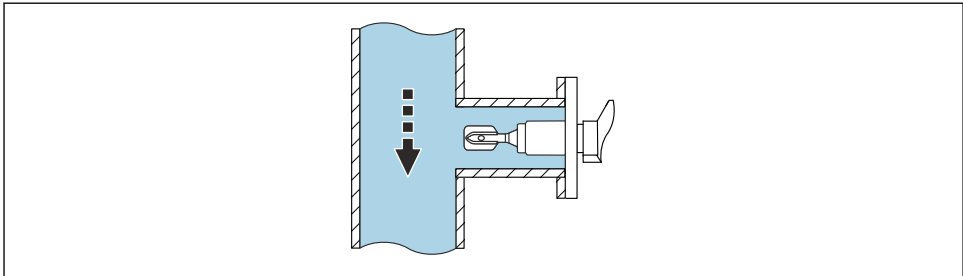


A0039718

图 2 安装实例：叉体接触管道内流动的介质

叉体不接触管道内流动的介质

介质流速：不超过 2 ... 5 m (6.6 ... 16 ft)/秒



A0039721

图 3 安装实例：叉体不接触管道内流动的介质

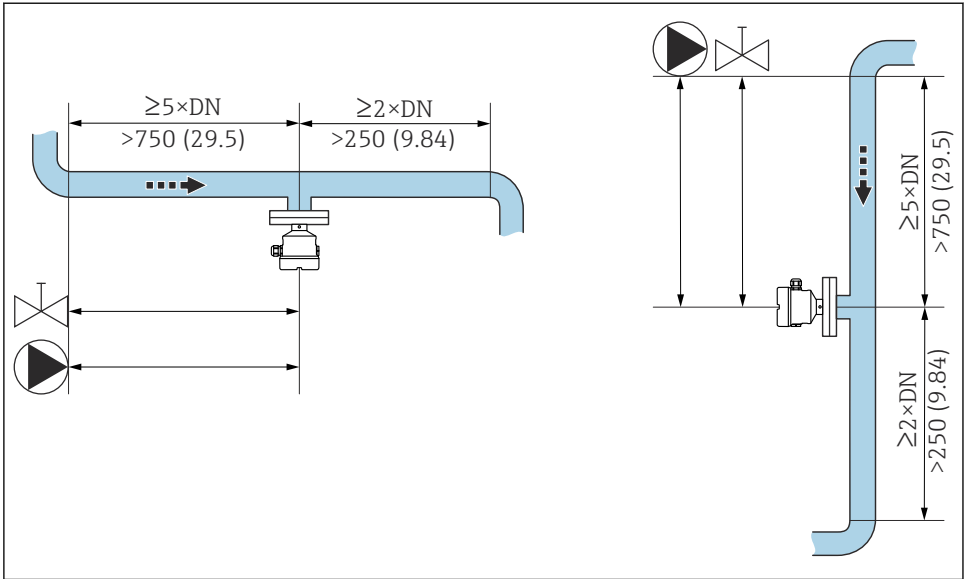
5.1.2 前后直管段

前直管段

传感器的安装位置应尽量远离阀门、三通、弯头、法兰弯头等。

满足下列前直管段要求，保证测量精度：

前直管段：≥ 5x DN（公称口径），- 不小于 750 mm (29.5 in)



A0039700

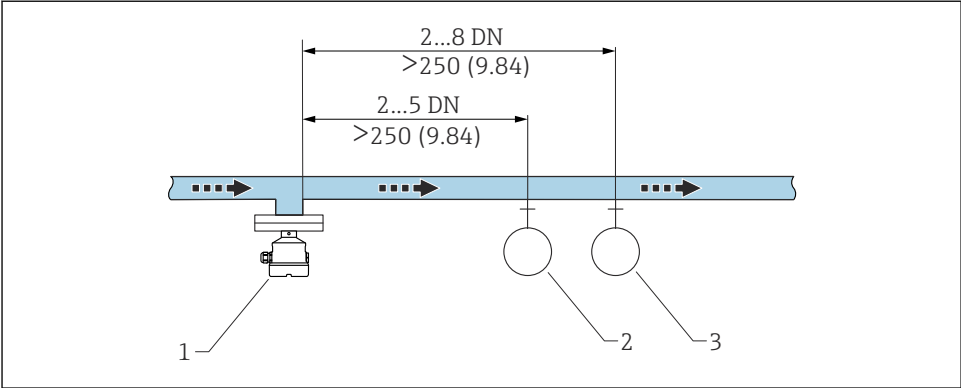
图 4 前直管段的安装。测量单位 mm (in)

后直管段

满足下列后直管段要求，保证测量精度：

后直管段：≥ 2x DN（公称口径），- 不小于 250 mm (9.84 in)

压力传感器和温度传感器必须安装在 **Liquiphant Density** 传感器的后直管段中。在设备下游设置压力测量点和温度测量点时，确保测量点与设备间预留有充足的距离。



A0039701

图 5 后直管段的安装。测量单位 mm (in)

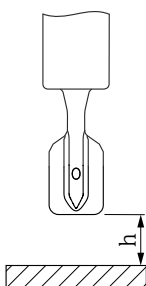
- 1 Liquiphant Density 传感器
- 2 压力测量点
- 3 温度测量点

5.1.3 校正系数

如果安装位置处的工况条件影响到叉体振动，使用校正系数（r）修正测量结果。

标准安装

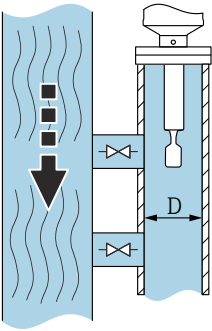
校正系数“r”与安装高度“h”相关，在 FML621 密度计算仪或 ReadWin2000 软件中输入校正系数“r”：

	h	r
 A0039687	12 mm (0.47 in)	1.0026
	14 mm (0.55 in)	1.0016
	16 mm (0.63 in)	1.0011
	18 mm (0.71 in)	1.0008
	20 mm (0.79 in)	1.0006
	22 mm (0.87 in)	1.0005
	24 mm (0.94 in)	1.0004
	26 mm (1.02 in)	1.0004
	28 mm (1.10 in)	1.0004
	30 mm (1.18 in)	1.0003
	32 mm (1.26 in)	1.0003
	34 mm (1.34 in)	1.0002
	36 mm (1.42 in)	1.0001

	h	r
	38 mm (1.50 in)	1.0001
	40 mm (1.57 in)	1.0000

旁通管内安装

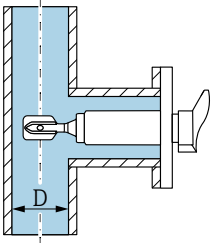
校正系数“r”与旁通管内径“D”相关，在 FML621 密度计算仪或 ReadWin2000 软件中输入校正系数“r”：

	D	r
 A0039689	<44 mm (1.73 in)	-
	44 mm (1.73 in)	1.0191
	46 mm (1.81 in)	1.0162
	48 mm (1.89 in)	1.0137
	50 mm (1.97 in)	1.0116
	52 mm (2.05 in)	1.0098
	54 mm (2.13 in)	1.0083
	56 mm (2.20 in)	1.0070
	58 mm (2.28 in)	1.0059
	60 mm (2.36 in)	1.0050
	62 mm (2.44 in)	1.0042
	64 mm (2.52 in)	1.0035
	66 mm (2.60 in)	1.0030
	68 mm (2.68 in)	1.0025
	70 mm (2.76 in)	1.0021
	72 mm (2.83 in)	1.0017
	74 mm (2.91 in)	1.0014
	76 mm (2.99 in)	1.0012
	78 mm (3.07 in)	1.0010
	80 mm (3.15 in)	1.0008
	82 mm (3.23 in)	1.0006
	84 mm (3.31 in)	1.0005
	86 mm (3.39 in)	1.0004
	88 mm (3.46 in)	1.0003
	90 mm (3.54 in)	1.0003
	92 mm (3.62 in)	1.0002

	D	r
	94 mm (3.70 in)	1.0002
	96 mm (3.78 in)	1.0001
	98 mm (3.86 in)	1.0001
	100 mm (3.94 in)	1.0001
	>100 mm (3.94 in)	1.0000

管道内安装

校正系数“r”与管道内径“D”相关，在 FML621 密度计或 ReadWin2000 软件中输入校正系数“r”：

	D	r
 A0039707	<44 mm (1.73 in)	-
	44 mm (1.73 in)	1.0225
	46 mm (1.81 in)	1.0167
	48 mm (1.89 in)	1.0125
	50 mm (1.97 in)	1.0096
	52 mm (2.05 in)	1.0075
	54 mm (2.13 in)	1.0061
	56 mm (2.20 in)	1.0051
	58 mm (2.28 in)	1.0044
	60 mm (2.36 in)	1.0039
	62 mm (2.44 in)	1.0035
	64 mm (2.52 in)	1.0032
	66 mm (2.60 in)	1.0028
	68 mm (2.68 in)	1.0025
	70 mm (2.76 in)	1.0022
	72 mm (2.83 in)	1.0020
	74 mm (2.91 in)	1.0017
	76 mm (2.99 in)	1.0015
	78 mm (3.07 in)	1.0012
	80 mm (3.15 in)	1.0009
	82 mm (3.23 in)	1.0007
	84 mm (3.31 in)	1.0005
	86 mm (3.39 in)	1.0004

	D	r
	88 mm (3.46 in)	1.0003
	90 mm (3.54 in)	1.0002
	92 mm (3.62 in)	1.0002
	94 mm (3.70 in)	1.0001
	96 mm (3.78 in)	1.0001
	98 mm (3.86 in)	1.0001
	100 mm (3.94 in)	1.0001
	>100 mm (3.94 in)	1.0000

5.1.4 避免黏附

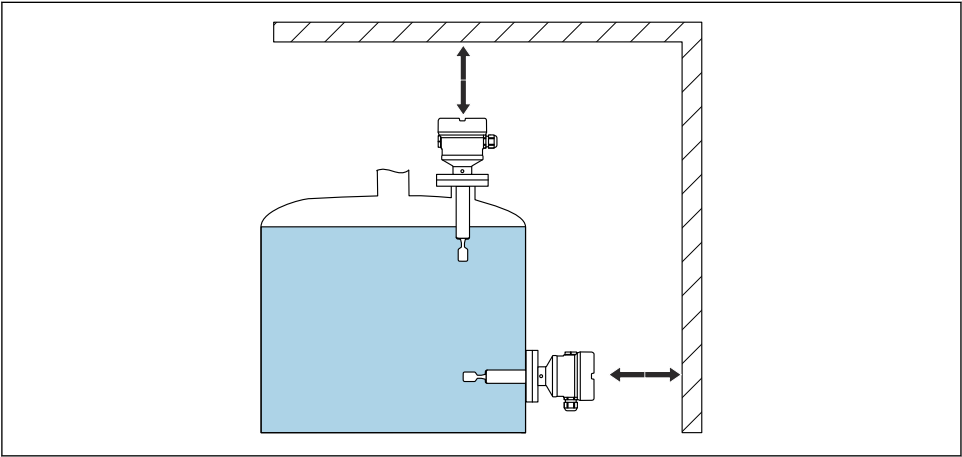
注意

叉体上存在黏附或叉体被腐蚀直接影响测量结果，必须避免！

- ▶ 按需确定维护间隔时间！

5.1.5 预留安装间隙

保证罐体外部预留有充足的空间，能够顺利进行电子插件的安装、连接和更换。

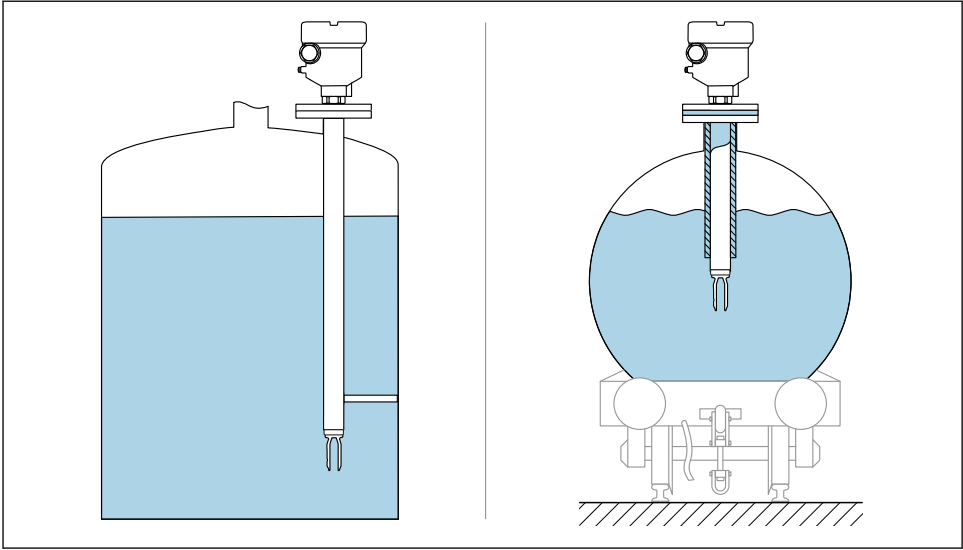


A0039741

6 预留安装间隙

5.1.6 支撑设备

如果存在强烈动态负载，需要支撑设备。延长管和传感器最大能够耐受 75 Nm (55 lbf ft)的横向负载。

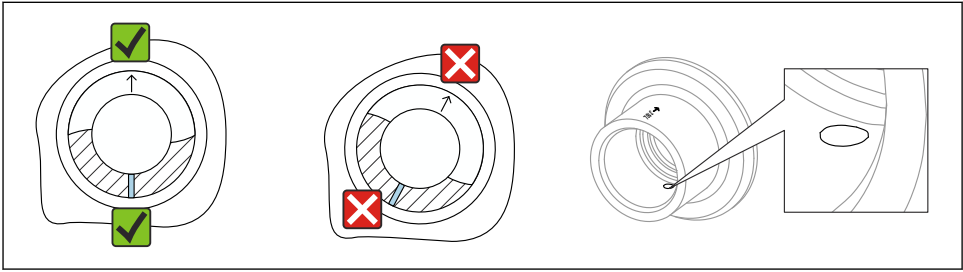


A0039742

图 7 实例：存在动态负载时，应支撑设备

5.1.7 焊座，带泄漏检测孔

安装焊座时，应确保泄漏检测孔朝下，确保能够及时检测到泄漏。



A0039230

图 8 焊座，带泄漏检测孔

5.2 安装设备

5.2.1 所需工具

- 开口扳手，用于传感器安装操作
- 内六角扳手，用于安装外壳锁定螺丝

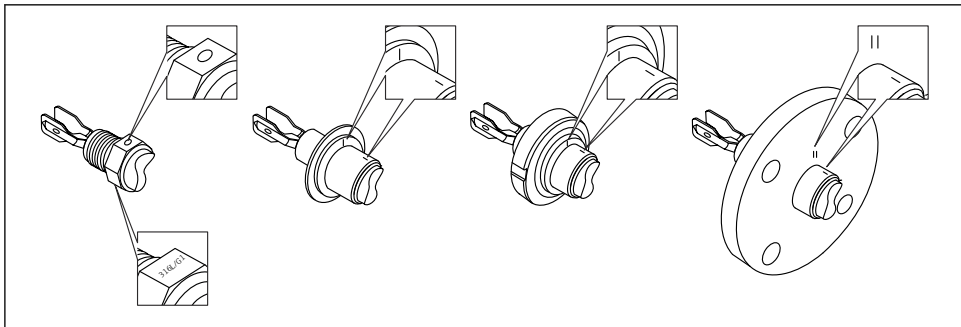
5.2.2 安装

参照标记调整叉体安装位置

参照标记调整叉体安装位置。避免出现挂料和沉积物黏附。

以下几项可以作为标记使用：

- 材料号、螺纹代号、六角螺母或焊接接头上的圆形凹陷
- 法兰或 Tri-Clamp 卡箍背面的“II”符号

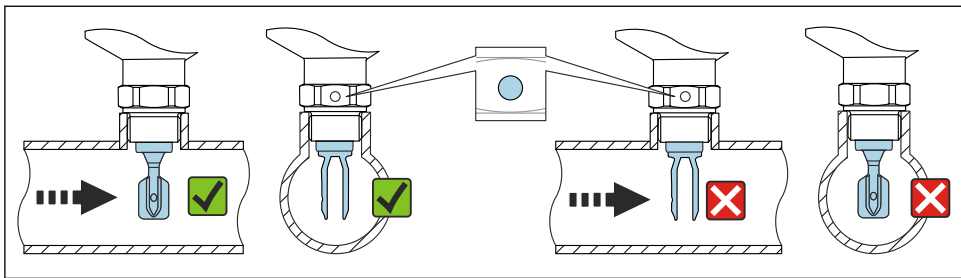


A0039125

图 9 音叉安装位置标记

管道内安装

- 介质流速不超过 5 m/s，粘度 1 mPa·s，密度 1 g/cm³ (SGU)。
在其他过程和介质条件下，首先需要检查并确保设备功能正常。
- 流速 > 2 m/s：采取机械结构相关措施，确保叉体不接触管道内流动的介质。实例：旁通管内安装或增大管径，以减小介质流速。
- 正确调整叉体安装位置，标记必须与介质流向一致，保证介质能够自由流动。
- 在设备安装过程中标记始终清晰可见。

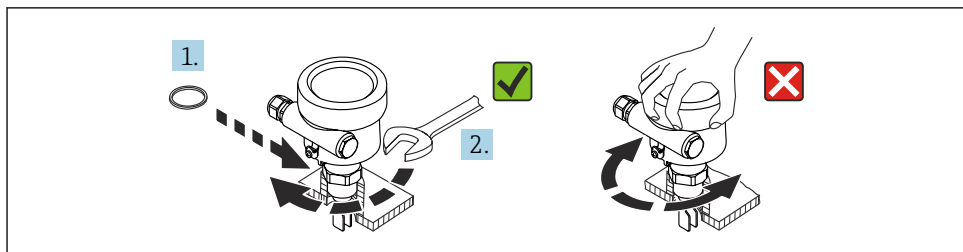


A0034851

图 10 管道内安装（注意叉体安装位置和标记）

旋转拧入设备

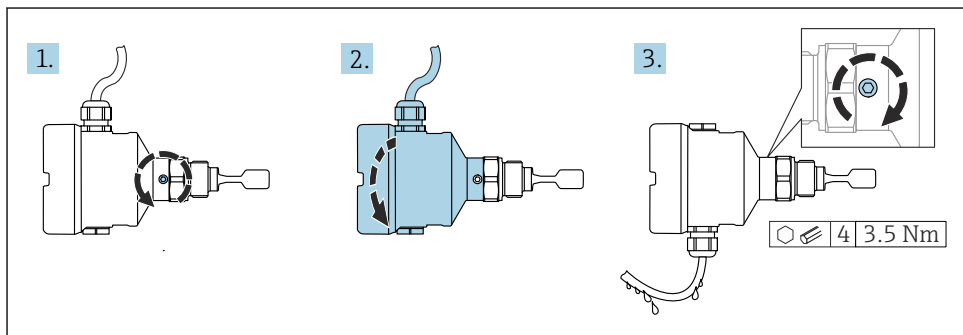
- 仅允许旋转六角螺母，扭矩为 15 ... 30 Nm (11 ... 22 lbf ft)。
- 禁止直接旋转外壳！



A0034852

图 11 旋转拧入设备

调整电缆入口位置



A0037347

图 12 外壳带外部锁定螺丝和排水回路

i 出厂时，设备上的外部锁定螺丝未完全拧紧。

1. 松开外部锁定螺丝（不超过 1.5 圈）。
2. 旋转外壳，调整电缆入口位置。
↳ 避免水汽进入外壳内，采用排水回路。
3. 拧紧外部锁定螺丝。

6 电气连接

6.1 所需工具

- 螺丝刀，用于设备接线操作
- 内六角扳手，用于安装锁扣螺丝

6.2 连接要求

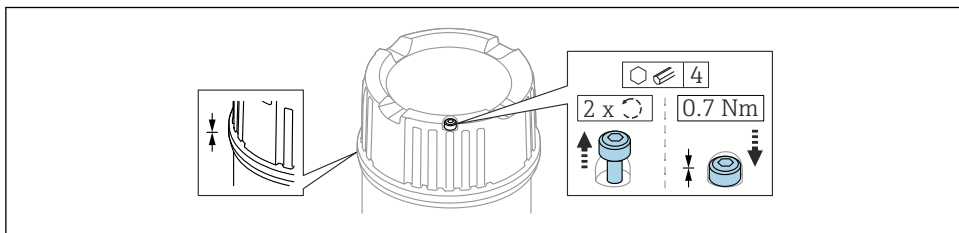
6.2.1 带锁定螺丝的外壳盖

在危险区使用特定防护等级的仪表时，通过锁定螺丝锁紧外壳盖。

注意

如果锁定螺丝安装错误，外壳盖无法提供良好的密封性。

- ▶ 打开外壳盖：松开外壳盖锁扣上的螺丝，旋转不超过 2 圈，防止螺丝掉落。安装外壳盖，检查外壳盖密封圈。
- ▶ 关闭外壳盖：将外壳盖牢固拧至外壳上，确保锁定螺丝安装正确。外壳盖和外壳之间不得有任何缝隙。



A0039520

图 13 带锁定螺丝的外壳盖

6.2.2 连接保护性接地端 (PE)

在防爆危险区中使用设备时，设备必须等电位连接在系统中，与工作电压无关。这可以通过连接至内部或外部保护性接地端 (PE) 实现。

6.3 连接设备

外壳螺纹

电子腔和接线腔螺纹表面自带润滑涂层。

❌ 避免过度润滑。

6.3.1 电子插件 FEL60D：两线制连接，密度测量

注意

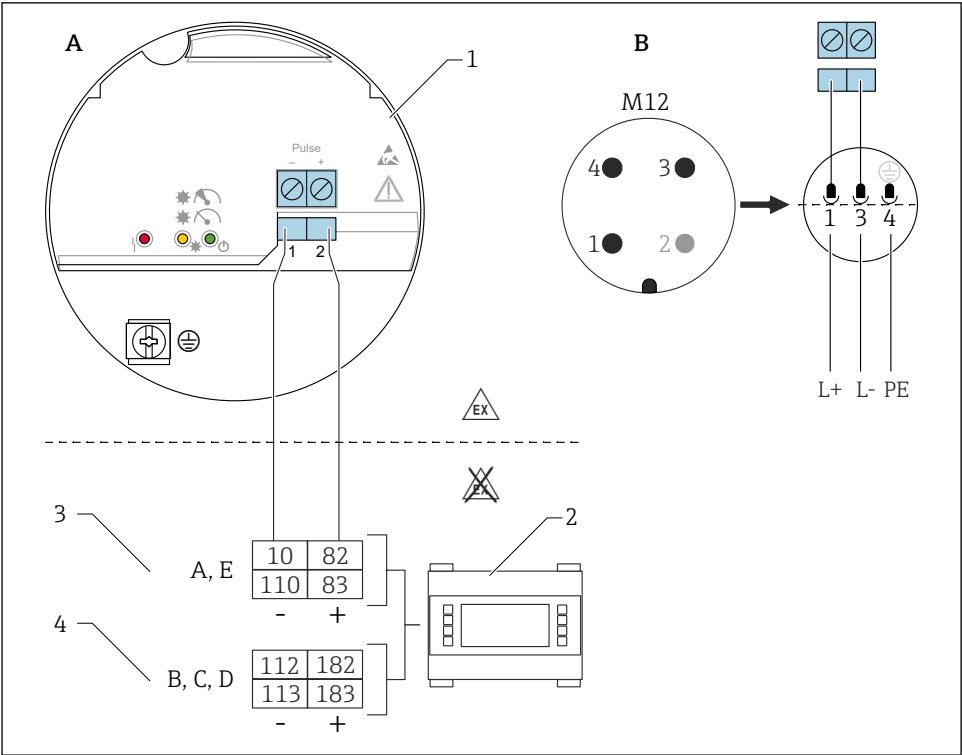
禁止使用其他开关单元操作。

损坏电子部件。

- ▶ 禁止在用作限位开关的设备中安装 FEL60D 电子插件。

接线端子分配

密度计算仪输出脉冲信号。借助信号技术，叉体振动频率以信号传输方式输入密度计算仪 FML621。



A0036059

图 14 电子插件 FEL60D 和密度计算仪 FML621 的接线图

- A 使用接线端子接线
- B 根据 EN61131-2 标准，使用外壳中的 M12 插头接线
- 1 电子插件 FEL60D
- 2 密度计算仪 FML621
- 3 插槽 A 和 E，带扩展卡（主设备自带部件）
- 4 插槽 B、C、D，带扩展卡（选配）

电源

$U = 24 V_{DC} \pm 15 \%$ ，仅适用与 FML621 密度计算仪配套使用

功率消耗

$P < 160 mW$

电流消耗

$I < 10 \text{ mA}$

过电压保护

II 级过电压保护

标定

有三种标定方式:

- 标准标定（出厂设置）：
在工厂确定传感器两个叉体的特征参数，列举在产品的标定报告中。出厂前，参数已输入至密度计算仪 FML621 中。
- 特殊标定（在 Configurator 产品选型软件中选择）：
在工厂确定传感器三个叉体的特征参数，列举在产品的标定报告中。出厂前，参数已输入至密度计算仪 FML621 中。
此类标定可实现更高的测量精度。
- 现场标定：
在现场标定过程中，将用户确定的密度值传输至 FML621。



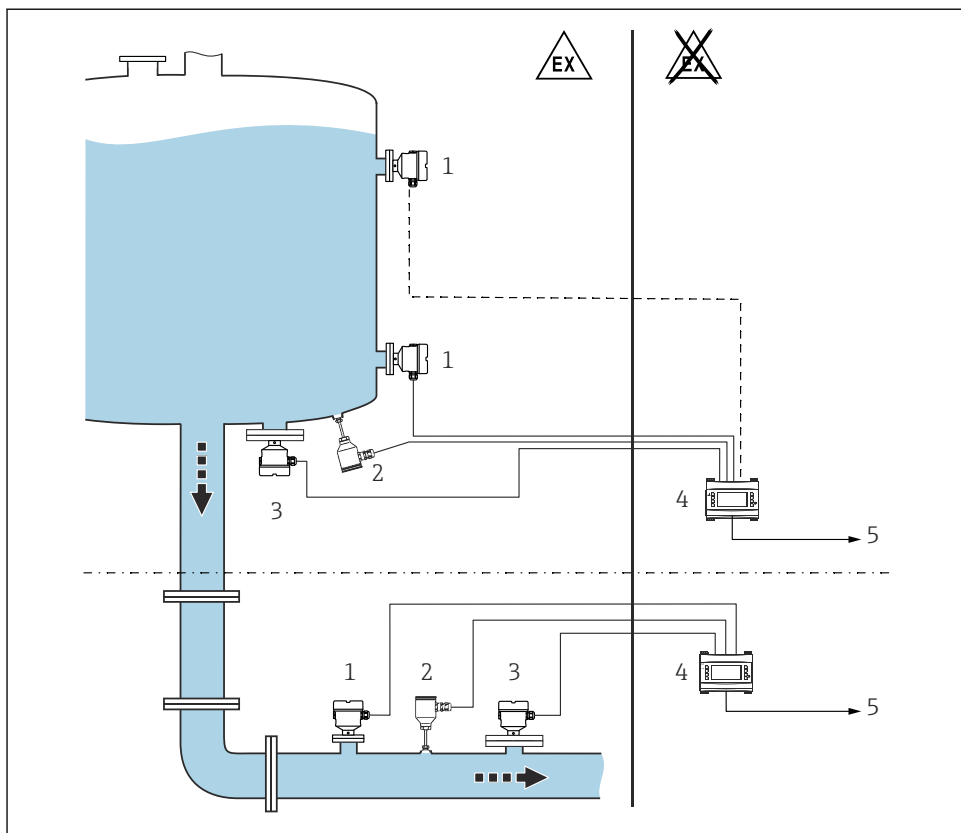
Liquiphant Density 音叉密度计所需的所有参数均记录在**标定报告**和**传感器合格证**中。
两份文档均为标准供货件。



关于更多信息和最新版本的文档资料，请登陆 Endress+Hauser 网站：
www.endress.com → 资料下载。

密度测量

Liquiphant Density 音叉密度计安装在管道上和罐体中进行液体的密度测量。适用所有牛顿液体（理想粘度），允许在防爆危险区中使用。



A0039632

15 与密度计算仪 FML621 配套进行密度测量

- 1 Liquiphant Density 音叉密度计 (脉冲输出)
- 2 温度传感器 (例如 4 ... 20 mA 输出)
- 3 压力变送器 (4 ... 20 mA 输出, 压力变化量超过 6 bar 时)
- 4 Liquiphant FML621 密度计算仪, 带显示与操作单元
- 5 PLC



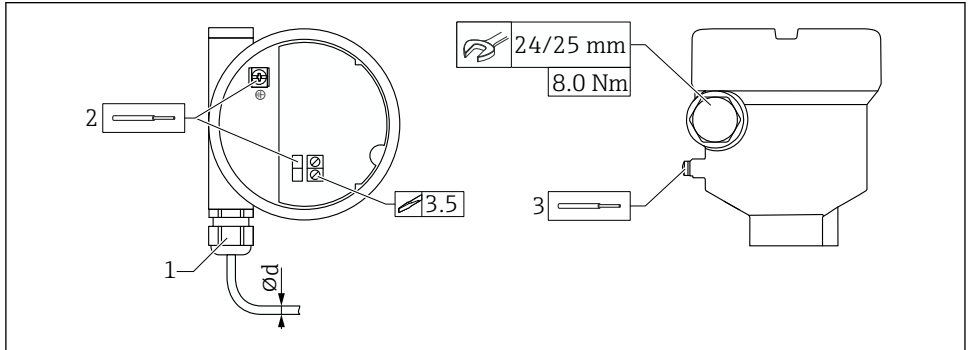
测量受以下因素的影响:

- 传感器附近出现气泡
- 叉体未完全被介质覆盖
- 传感器上出现固体沉积
- 管道中流体流速过快
- 前后直管段过短导致管道内出现紊流
- 叉体被腐蚀
- 非牛顿流体 (非理想粘度)

6.3.2 连接电缆

所需工具

- 一字螺丝刀 (0.6 mm x 3.5 mm)，操作接线端子
- AF24/25 对角宽度 (8 Nm (5.9 lbf ft)) 的合适工具，操作 M20 缆塞



A0018023

图 16 实例：接头（带电缆入口）和电子插件（带接线端子）

- 1 M20 接头（带电缆入口）实例
 - 2 最大线芯尺寸 2.5 mm² (AWG14)，外壳内的接地端 + 电子插件上的接线端子
 - 3 最大线芯尺寸 4.0 mm² (AWG12)，外壳外的接地端（图例中为带外部保护性接地端（PE）的塑料外壳）
- Ød 镀镍黄铜缆塞，适用电缆直径范围 7 ... 10.5 mm (0.28 ... 0.41 in)，
塑料缆塞，适用电缆直径范围 5 ... 10 mm (0.2 ... 0.38 in)，
不锈钢缆塞，适用电缆直径范围 7 ... 12 mm (0.28 ... 0.47 in)

使用 M20 接头时，应注意以下几点

穿入电缆后：

- 反向拧紧接头
- 拧紧接头的连接螺母，扭矩为 8 Nm (5.9 lbf ft)
- 将随箱包装中提供的接头拧入外壳，扭矩为 3.75 Nm (2.76 lbf ft)

7 操作方式

7.1 操作方式概述

7.1.1 操作理念

与 FML621 密度计算仪配套使用。详细信息参见 FML621 密度计算仪的文档资料。

7.1.2 电子插件上的部件

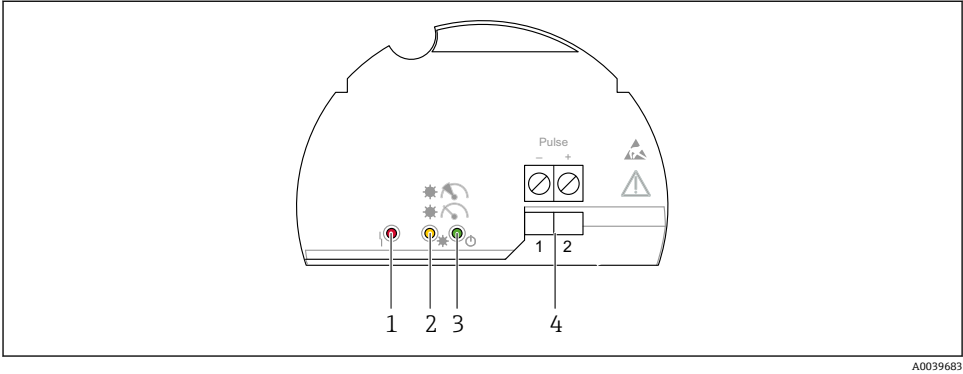


图 17 电子插件 FEL60D

- 1 红色 LED 指示灯：警告或报警
- 2 黄色 LED 指示灯：测量稳定
- 3 绿色 LED 指示灯：工作状态（设备开启）
- 4 脉冲输出接线端子

8 调试

8.1 功能检查

进行测量点调试前，确保已完成安装后检查和连接后检查（检查列表）：参见《操作手册》。

8.2 开机

- ▶ 开启
 - ↳ 绿色 LED 指示灯常亮，黄色 LED 指示灯闪烁 2 至 3 次
- 两个 LED（绿色和黄色）指示灯常亮表示测量稳定。



71582231

www.addresses.endress.com
