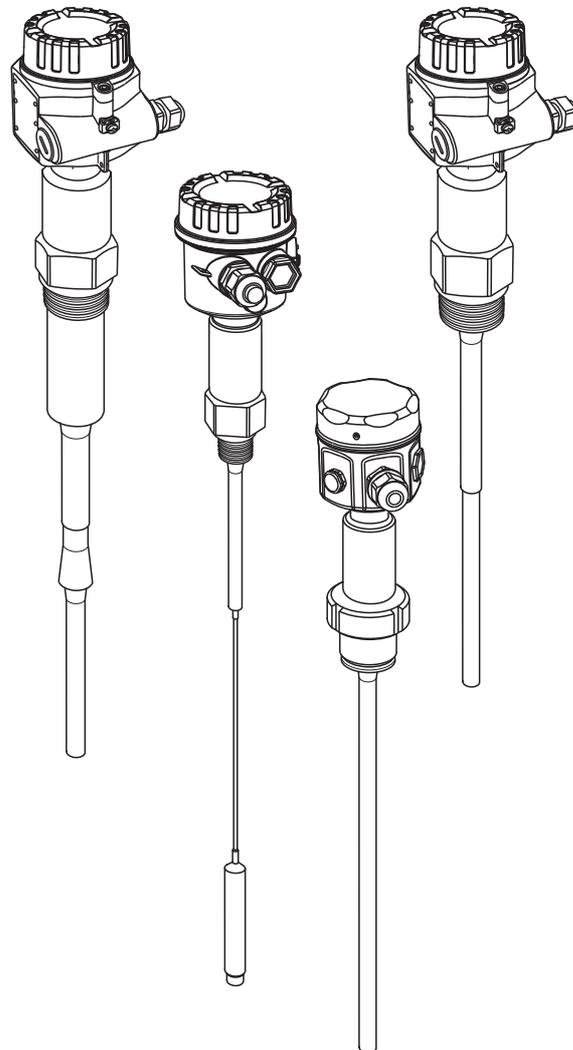
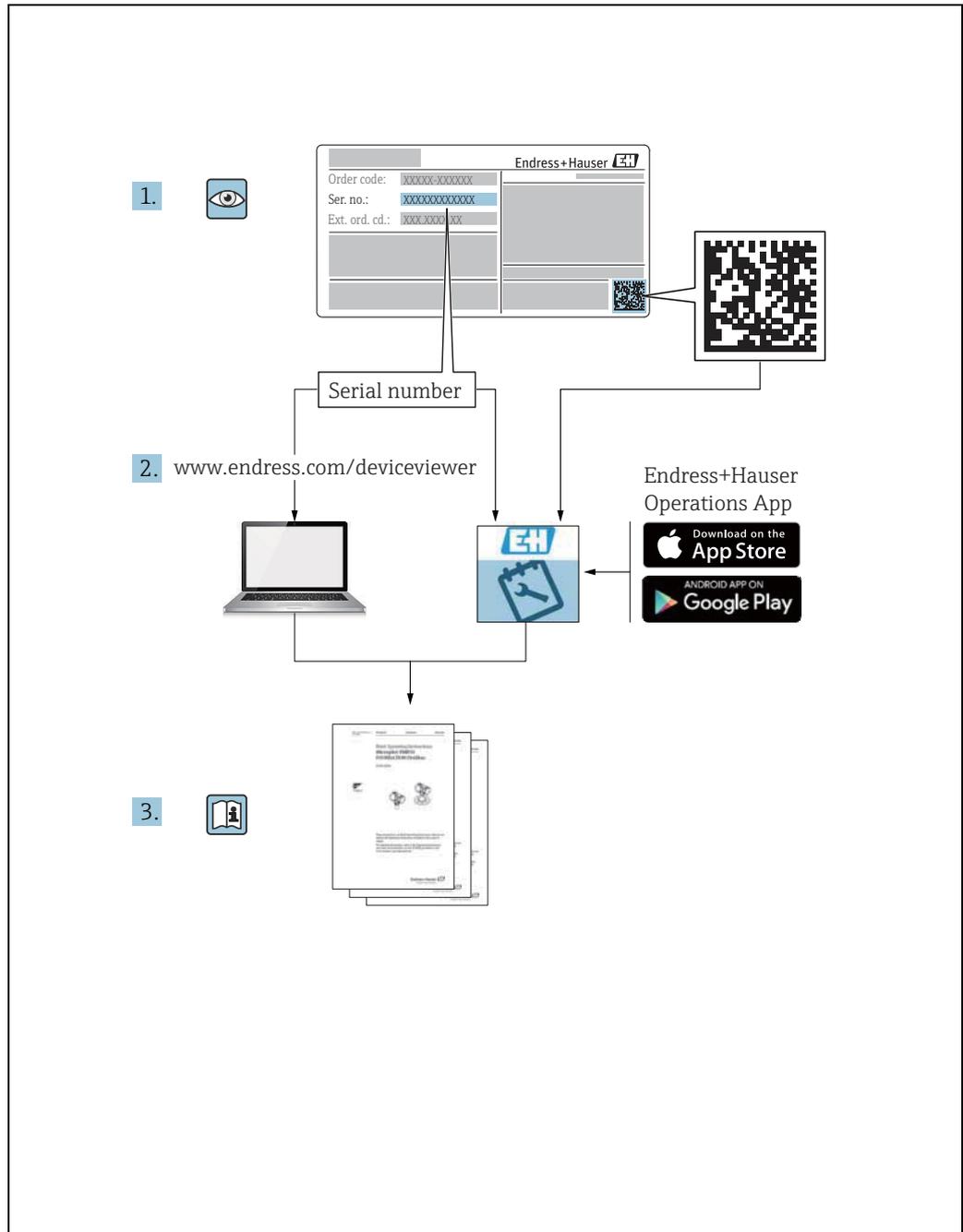


# 操作手册

## Liquicap M FTI51, FTI52

电容物位仪





A0023555

请妥善保管本手册，以便操作设备时随时可以查阅。  
请仔细阅读“基本安全指南”章节，以及文档中针对特定操作的其他安全指南信息，避免人员受伤或设备损坏。  
制造商保留修改技术参数的权利，将不预先通知。最新信息请咨询 Endress+Hauser 当地销售中心。

# 目录

<b>1</b>	<b>安全指南</b> .....	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>维护</b> .....	<b>63</b>
1.1	指定用途 .....	4	<b>8</b>	<b>附件</b> .....	<b>64</b>
1.2	安装、调试和操作 .....	4	8.1	防护罩 .....	64
1.3	操作安全 .....	4	8.2	FTI52 的缆绳截短工具 .....	64
1.4	产品安全 .....	4	8.3	HAW56x 浪涌保护器 .....	64
1.5	安全符号和图标说明 .....	5	8.4	焊座 .....	64
<b>2</b>	<b>标识</b> .....	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>故障排除</b> .....	<b>65</b>
2.1	设备名称 .....	6	9.1	电子插件的故障诊断 .....	65
2.2	供货清单 .....	6	9.2	备件 .....	66
2.3	注册商标 .....	6	9.3	返厂 .....	66
<b>3</b>	<b>安装</b> .....	<b>7</b>	9.4	废弃 .....	66
3.1	快速安装指南 .....	7	9.5	固件版本更新 .....	66
3.2	到货验收、运输、存储 .....	7	9.6	Endress+Hauser 联系地址 .....	66
3.3	安装指南 .....	8	<b>10</b>	<b>技术参数</b> .....	<b>67</b>
3.4	测量条件 .....	9	10.1	传感器的电容值 .....	67
3.5	安装实例 .....	10	10.2	输入 .....	67
3.6	带分离型外壳的仪表 .....	14	10.3	输出 .....	68
3.7	不带自动粘度补偿功能的传感器 .....	17	10.4	性能参数 .....	68
3.8	带自动粘度补偿功能的传感器 .....	19	10.5	操作条件: 环境 .....	69
3.9	安装指南 .....	21	10.6	操作条件: 过程 .....	70
3.10	安装后检查 .....	23	10.7	文档资料 .....	73
<b>4</b>	<b>接线</b> .....	<b>24</b>		<b>索引</b> .....	<b>75</b>
4.1	推荐连接 .....	24			
4.2	接线和连接 .....	26			
4.3	连接电子插件 FEI51 (交流 (AC) 供电, 两线制连接) .....	28			
4.4	连接电子插件 FEI52 (直流 (DC) 供电, PNP) .....	29			
4.5	连接电子插件 FEI53 (三线制连接) .....	30			
4.6	连接电子插件 FEI54 (交流 (AC) / 直流 (DC) 供电, 继电器输出) .....	31			
4.7	连接电子插件 FEI55 (8/16 mA ; SIL2/SIL3) .....	32			
4.8	连接电子插件 FEI57S (PFM) .....	33			
4.9	连接电子插件 FEI58 (NAMUR) .....	34			
4.10	连接后检查 .....	35			
<b>5</b>	<b>操作</b> .....	<b>36</b>			
5.1	人机界面和显示单元 (FEI51、FEI52、FEI54、FEI55) .....	36			
5.2	人机界面和显示单元 (FEI53、FEI57S) .....	38			
5.3	人机界面和显示单元 (FEI58) .....	39			
<b>6</b>	<b>调试</b> .....	<b>40</b>			
6.1	安装检查和功能检查 .....	40			
6.2	调试电子插件 FEI51、FEI52、FEI54、 FEI55 .....	40			
6.3	调试电子插件 FEI53 或 FEI57S .....	56			
6.4	调试电子插件 FEI58 .....	58			

# 1 安全指南

## 1.1 指定用途

Liquicap M FTI51 和 FTI52 是一体式限位开关，用于液体的电容限位检测。

## 1.2 安装、调试和操作

Liquicap M 设计符合最先进的安全法规要求，符合适用标准和 EC 准则。如果安装不当或用于非指定用途时，设备可能会成为应用危险源，例如安装错误或设置错误导致介质泄漏。因此，必须由经工厂厂方授权的合格专业人员进行测量系统的安装、电气连接、调试、操作和维护。技术人员必须阅读并理解本文档，遵守操作指南要求。仅允许进行《操作手册》中明确允许的设备改动和维修操作。

## 1.3 操作安全

必须采取替代监控措施确保设备在设置、测试和维护过程中始终满足操作安全和过程安全的要求。

### 1.3.1 危险区

在危险区中使用的测量系统必须遵守相应国家 / 联邦标准和法规要求。设备配备单独成册的“防爆文档”，《防爆手册》是《操作手册》的组成部分。必须严格遵守补充文档资料中列举的安装指南和额定参数要求。

- 确保所有人员均为经培训的合格人员。
- 遵守测量点的测量要求和安全要求。

## 1.4 产品安全

测量设备基于工程实践设计，符合最先进最严格的安全要求，通过出厂测试，可以安全使用。它满足常规安全标准和法规要求。

### 1.4.1 CE 认证

测量系统符合 EC 适用法规要求。相关标准和适用标准均列举的 EC 一致性声明中。Endress+Hauser 确保粘贴有 CE 标志的设备均通过相关测试。

### 1.4.2 EAC 认证

测量系统符合 EAC 适用法律要求。相关标准和适用标准均列举的 EAC 一致性声明中。Endress+Hauser 确保粘贴有 EAC 标志的设备均通过相关测试。

## 1.5 安全符号和图标说明

图标	说明
 A0011189-ZH	<b>危险!</b> 危险状况警示图标。疏忽将导致人员严重或致命伤害。
 A0011190-ZH	<b>警告!</b> 危险状况警示图标。疏忽会导致人员严重或致命伤害。
 A0011191-ZH	<b>小心!</b> 危险状况警示图标。疏忽会导致人员轻微或中等伤害。
 A0011192-ZH	<b>注意!</b> 操作和其他影响提示信息图标。不会导致人员伤害。

防爆保护	说明
	<b>通过型式认证的防爆型设备</b> 铭牌上带此标识的设备可以安装在危险区或非危险区中使用，与认证类型相关。
	<b>防爆危险区</b> 防爆危险区标识图标。 在“防爆危险区”标识区中安装或接线的设备必须符合所标识的防爆认证类型。
	<b>安全区 (非防爆危险区)</b> 非防爆危险区标识图标。 安装在安全区中的设备的连接电缆需要接入防爆危险区中时，必须进行认证。

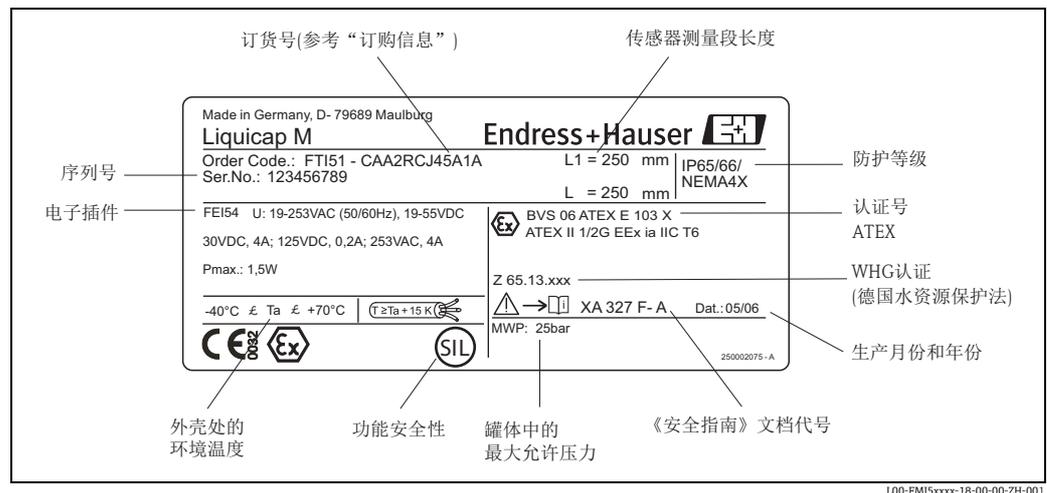
电气图标	说明
	<b>直流电</b> 此接线端上加载直流电压 (DC)，或直流电流经此接线端。
	<b>交流电</b> 此接线端上加载交流电压 (AC) (正弦波信号)，或交流电流经此接线端。
	<b>接地端</b> 操作员默认此接地端已经通过接地系统可靠接地。
	<b>保护性接地端</b> 进行后续电气连接前，必须确保此接线端已经安全可靠地接地。
	<b>等电势连接</b> 必须连接至工厂接地系统中： 使用等电势连接线或采用星型接地系统连接，取决于国家标准或公司规范。
	<b>连接电缆的温度电阻</b> 连接电缆必须能够耐受 85 °C

## 2 标识

### 2.1 设备名称

#### 2.1.1 铭牌

设备铭牌上标识有下列技术参数:



Liquicap M 的铭牌示意图

#### 2.1.2 产品选型表

##### 注意

在产品选型表中，订货号由字母和数字组成（参见铭牌：订货号）。

通过以下方式标识测量设备：

- 铭牌规格参数
- 订单上的设备完整订货号
- 在 W@M 设备浏览器中输入铭牌上的序列号 ([www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer))：显示测量设备的详细信息。

在 W@M 设备浏览器中输入铭牌上的序列号显示配套技术资料信息 ([www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer))。

### 2.2 供货清单

供货清单包括：

- 已完成装配的设备
- 可选附件 (→ 64)

随箱文档包括：

- 《操作手册》
- 认证证书；《操作手册》中未列举的认证信息

### 2.3 注册商标

KALREZ<sup>®</sup>、VITON<sup>®</sup>、TEFLON<sup>®</sup>

E.I. Du Pont de Nemours & Co., 公司 (美国 Wilmington) 的注册商标

TRI-CLAMP<sup>®</sup>

Ladish & Co., 公司 (美国 Kenosha) 的注册商标



### 3.3 安装指南

#### 3.3.1 安装

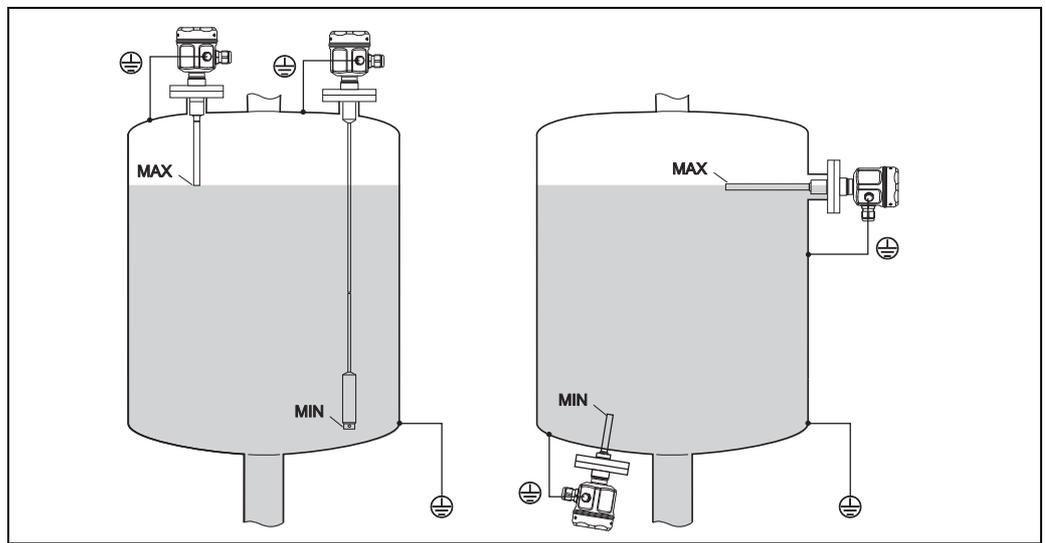
Liquicap M FTI51 (杆式) 可以从顶部、底部和侧边安装。  
 Liquicap M FTI52 (缆式) 可以从顶部垂直安装。

**注意**

需要注意以下几点:

- ▶ 传感器不得触及容器壁!
- ▶ 与容器底的推荐安装间距不得小于 10 mm。
- ▶ 多个传感器并排安装时, 必须确保传感器之间的安装间距不小于 500 mm (19.7 in)。
- ▶ 禁止在进料区中安装传感器!
- ▶ 在搅拌罐中安装传感器时, 确保传感器与搅拌器间始终保留有足够大的安装间距。
- ▶ 存在严重横向负载时, 必须使用带接地管的杆式传感器。

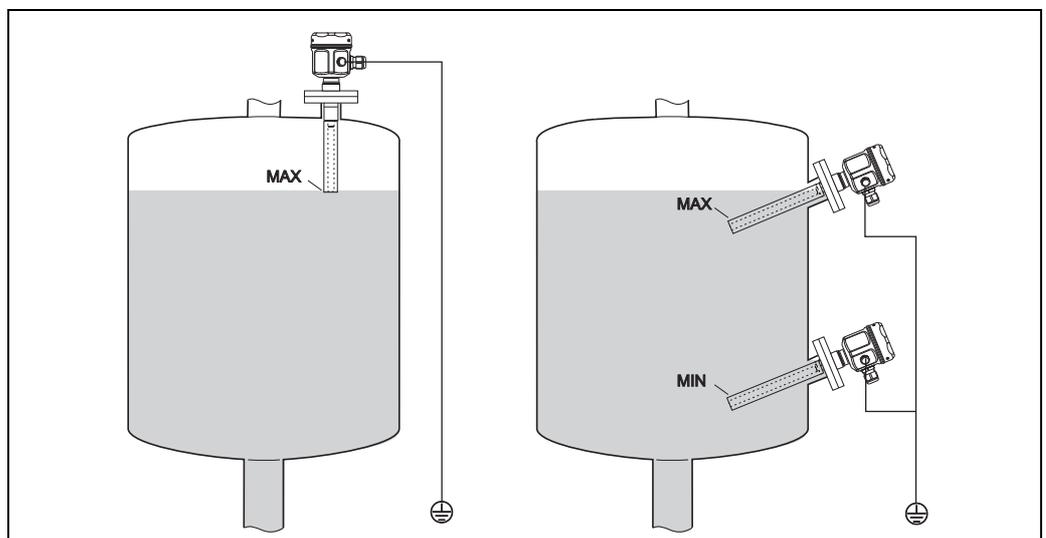
导电性罐体, 例如钢罐



L00-FTI5xxxx-11-06-xx-xx-001

单位: mm (in)

非导电性罐体, 例如: 塑料罐



L00-FTI5xxxx-11-06-xx-xx-002

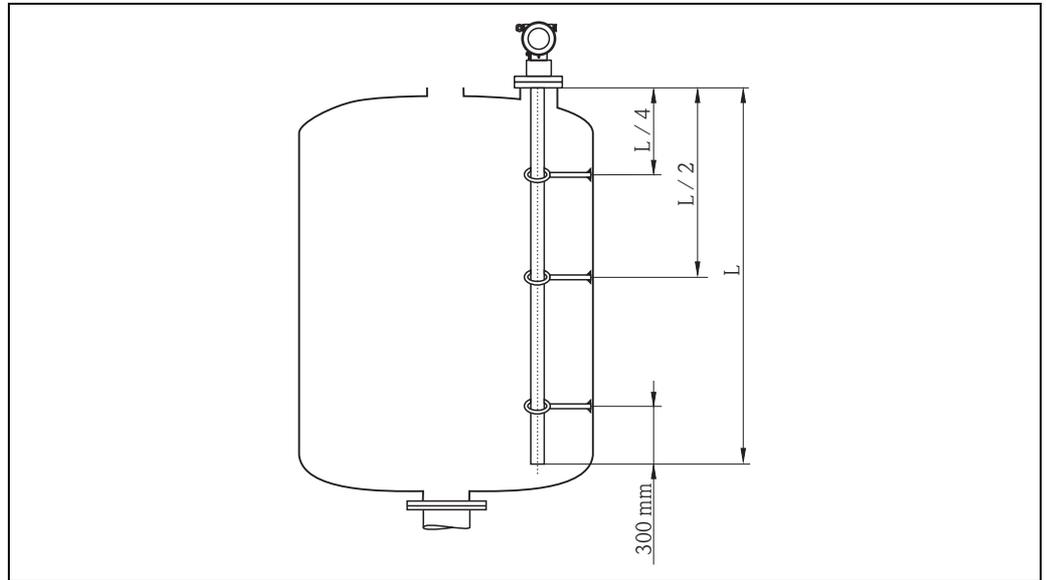
带接地管的传感器和接地 (单位: mm (in))

### 3.3.2 船级认证型仪表 (GL 认证)

全绝缘杆式传感器可以使用导电性或非导电性支撑。  
半绝缘杆式传感器仅允许在传感器的非绝缘末端使用绝缘支撑。

#### 注意

直径为 10 mm 和 16 mm 的杆式传感器必须使用支撑，长度不超过 1 m (参见下图)。



L00-FMI5xxxx-06-05-xx-xx-077

#### 距离计算实例:

传感器长度:  $L = 2000 \text{ mm}$

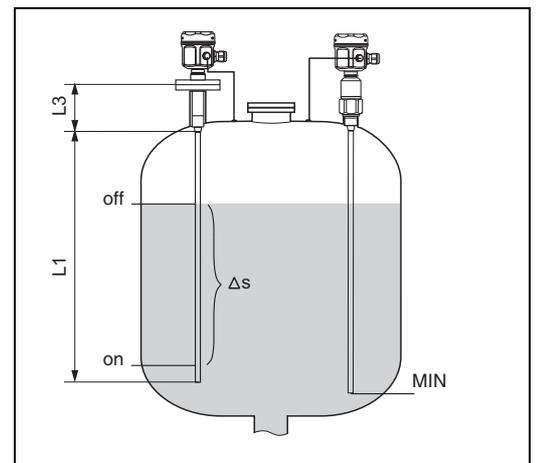
$L/4 = 500 \text{ mm}$

$L/2 = 1000 \text{ mm}$

距离杆式传感器末端的距离:  $300 \text{ mm}$

### 3.4 测量条件

- 需要安装在安装短管中时，使用屏蔽段 (L3)。
- 测量易于形成黏附的高粘度液体时，必须使用带自动粘附补偿功能的传感器。
- 进行泵控制 ( $\Delta S$  操作) 时，必须使用全绝缘杆式传感器和缆式传感器。  
由空标和满标确定开启点和关闭点。  
- 最大长度取决于所使用的传感器。  
16 mm 杆式传感器在导电性液体中对应的电容值为  $380 \text{ pF/m}$ 。  
最大量程  $1600 \text{ pF}$  对应总长度  $(1600 \text{ pF} / 380 \text{ pF}) / \text{m} = 4 \text{ m}$ 。
- 测量非导电性介质时，使用接地管。



L00-FMI5xxxx-15-05-xx-xx-002

单位: mm (in)

## 3.5 安装实例

### 3.5.1 杆式传感器

#### 导电性罐体 (金属罐)

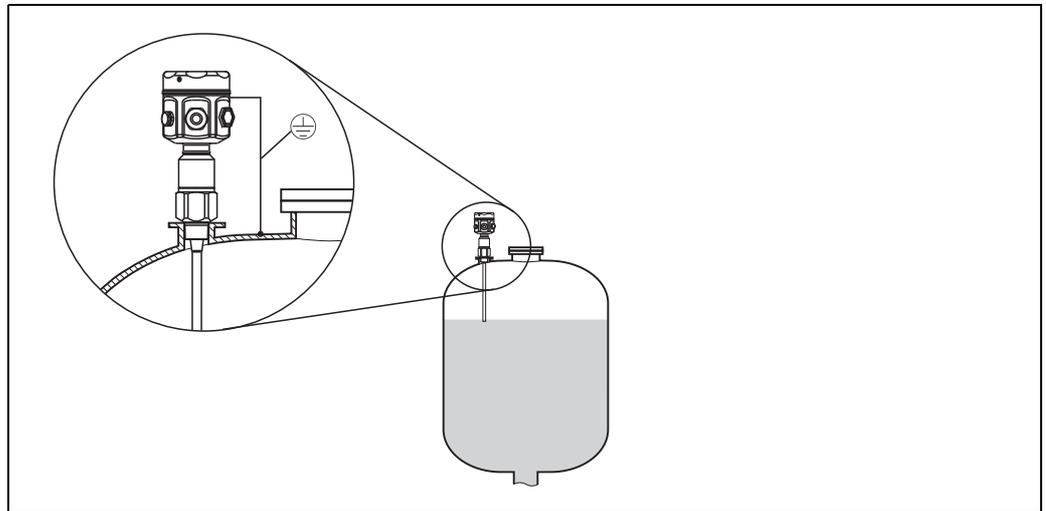
传感器的过程连接与金属罐 (例如使用密封材料) 相互绝缘时, 传感器外壳上的接地连接必须通过短线连接至罐体上。

#### 注意

需要注意以下几点:

- ▶ 禁止截短或延长全绝缘杆式传感器。
- ▶ 如果杆式传感器的绝缘层受损, 会导致不正确的测量结果。
- ▶ 以下为竖直安装的杆式传感器进行高限检测 (MAX) 的安装实例。

#### FTI51: 杆式传感器

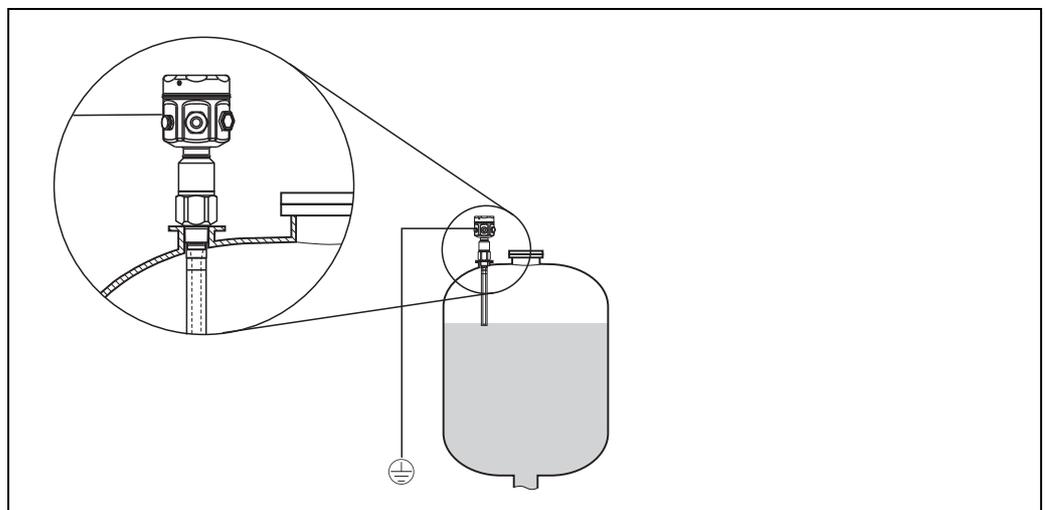


L00-FTI5xxxx-11-06-xx-xx-004

#### FTI51: 杆式传感器, 带接地管

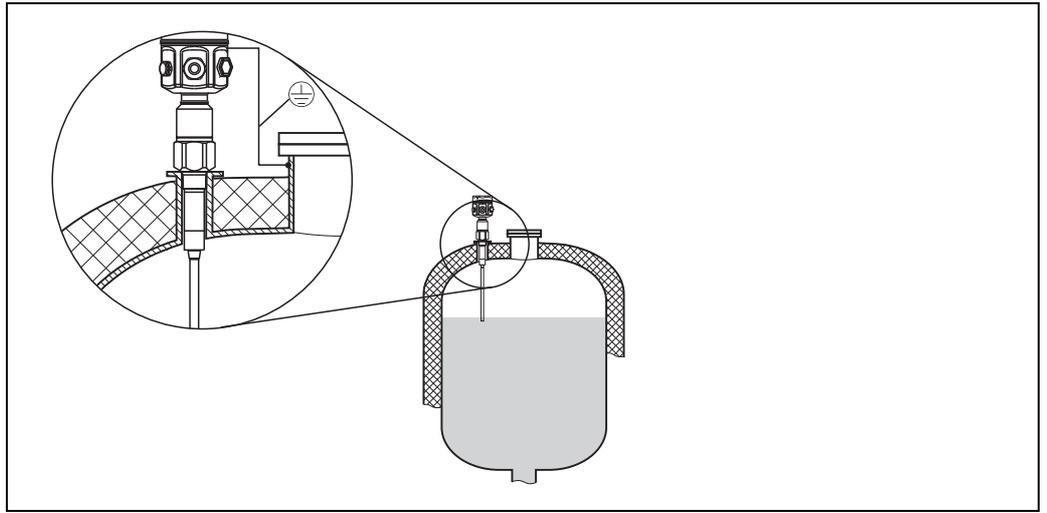
#### 非导电性罐 (塑料罐)

在塑料罐中安装时, 必须使用带接地管的传感器。



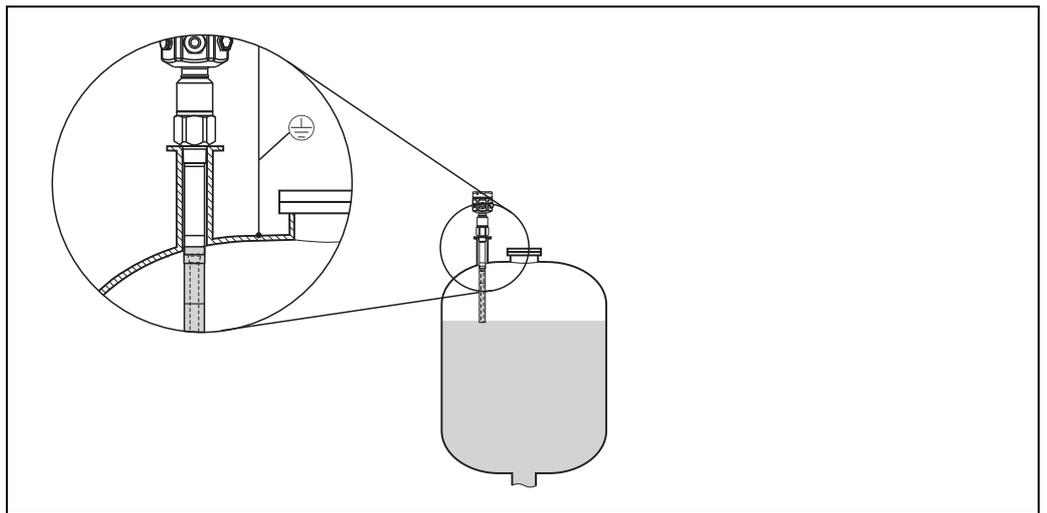
L00-FTI5xxxx-11-06-xx-xx-005

**FTI51: 杆式传感器, 带屏蔽段长度 (例如带保温层的罐体)**



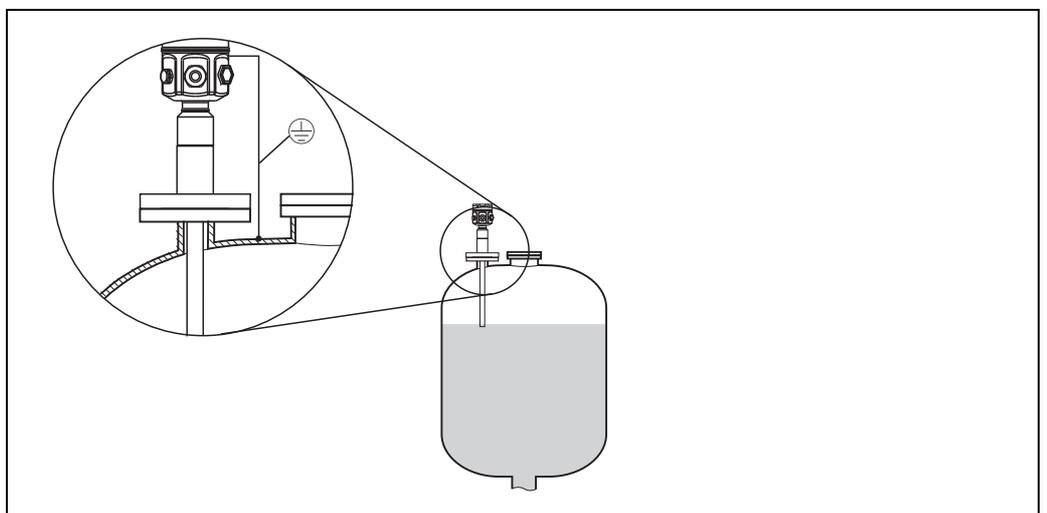
L00-FTI5xxxx-11-06-xx-xx-006

**FTI51: 杆式传感器, 带接地管和屏蔽段长度 (安装短管)**



L00-FMI5xxxx-11-06-xx-xx-007

**FTI51: 全绝缘传感器, 带涂层法兰, 用于腐蚀性介质测量**



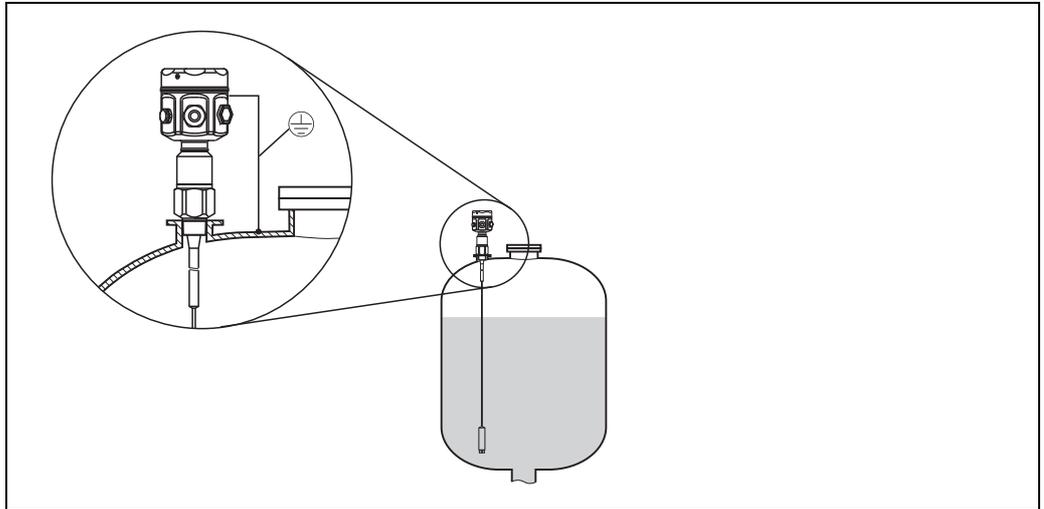
L00-FTI5xxxx-11-06-xx-xx-011

### 3.5.2 缆式传感器

**注意**

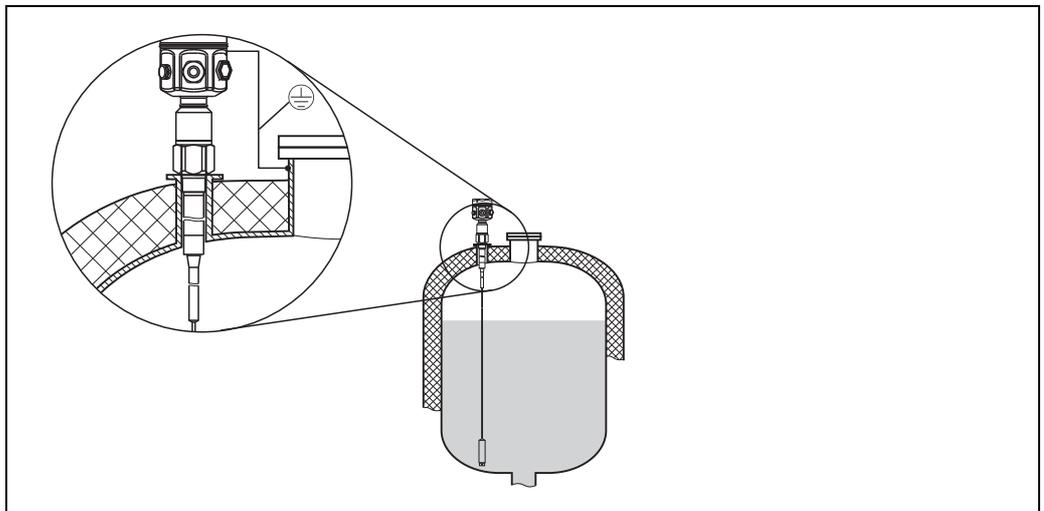
以下为缆式传感器进行低限检测 (MIN) 的安装实例。

**FTI52: 缆式传感器**

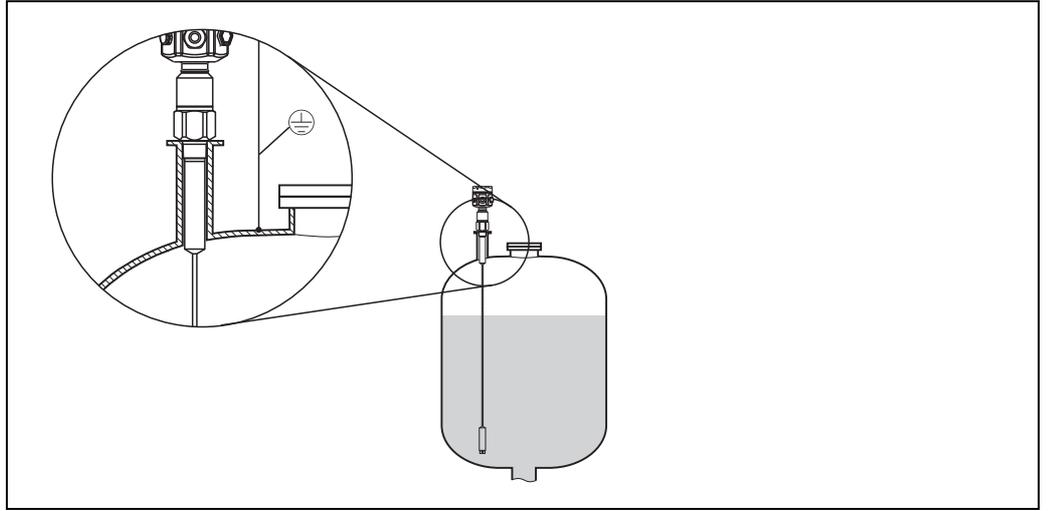


L00-FM15xxxx-11-06-xx-xx-008

**FTI52: 缆式传感器，带屏蔽段长度 (例如带保温层的罐体)**



L00-FM15xxxx-11-06-xx-xx-009

**FTI52: 缆式传感器, 带全绝缘屏蔽段长度 (安装短管)**

L00-FM15xxxx-11-06-xx-xx-010

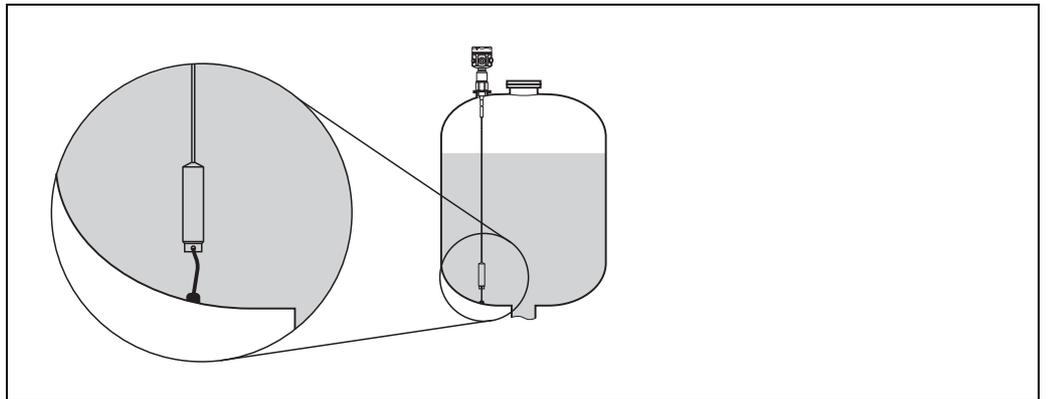
**3.5.3 截短缆式传感器****注意**

参见《简明操作指南》KA00061F。

**3.5.4 带支撑的拉伸配重件**

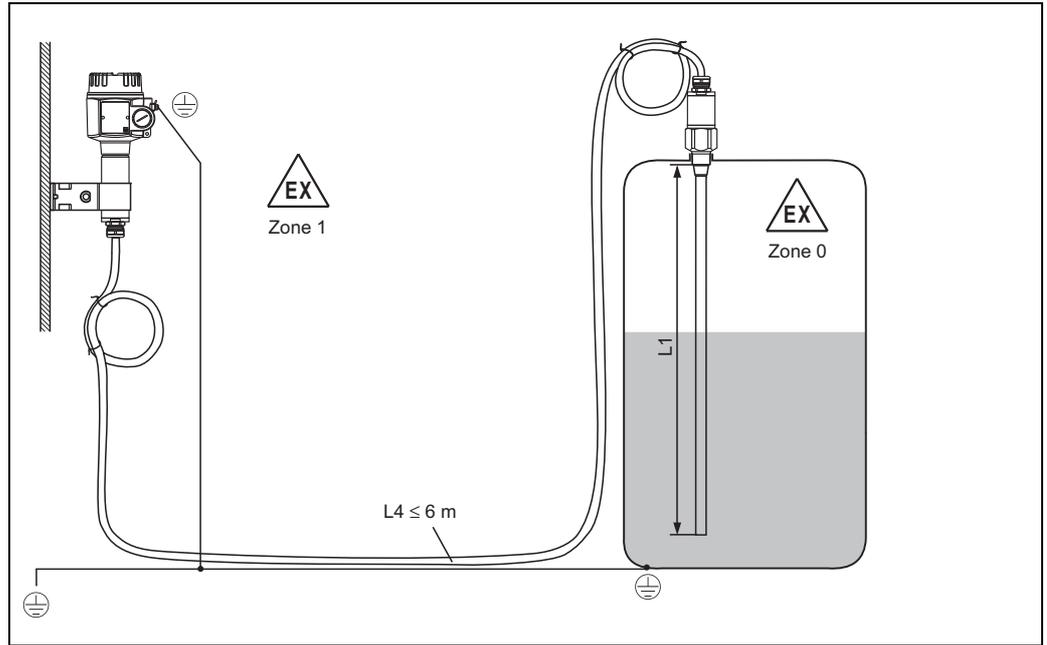
必须固定传感器末端, 否则传感器可能会触及仓壁或罐体中的其他部件。传感器配重上的内螺纹起到固定作用。罐壁上可以使用导电性或非导电性支撑。

为了避免过高的拉伸负载, 缆式传感器应保持松弛或使用弹簧拉线。最大拉伸负载不得超过 200 Nm。



L00-FM15xxxx-11-06-xx-xx-012

### 3.6 带分离型外壳的仪表



L00-FM15xxxx-14-06-xx-xx-002

杆式传感器长度 L1: max. 4 m

缆式传感器长度 L1: max. 9.7 m (最大总长度不得超过 10 m)

#### 注意

需要注意以下几点:

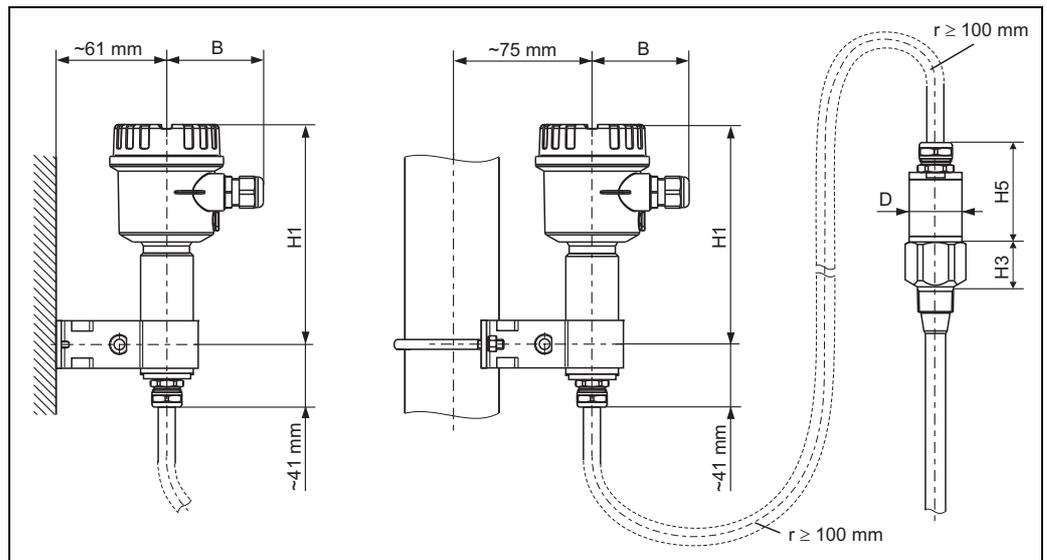
- ▶ 传感器和分离型外壳间的最大连接电缆长度为 6 m (L4)。订购带分离型外壳的 Liquicap M 时, 必须指定所需电缆长度。
- ▶ 最大总长度 (L1 + L4) 不得超过 10 m。
- ▶ 连接电缆需要截短或穿透墙壁时, 必须与过程连接分离。

#### 3.6.1 扩展高度: 分离型外壳

外壳侧: 墙装

外壳侧: 管装

传感器侧



L00-FM15xxxx-06-05-xx-xx-099

#### 注意

电缆的弯曲半径 (r) 不得小于 100 mm。

	聚酯外壳 (F16)	不锈钢外壳 (F15)	铝外壳 (F17)
B (mm)	76	64	65
H1 (mm)	172	166	177

		H5 (mm)	D (mm)
Ø10 mm 杆式传感器		66	38
Ø16 mm 杆式或缆式传感器 (无全绝缘屏蔽段)	G $\frac{1}{2}$ "、G $\frac{3}{4}$ "、G 1"、NPT $\frac{1}{2}$ "、 NPT $\frac{3}{4}$ "、NPT 1"、Clamp 1" 卡箍、 Clamp 1 $\frac{1}{2}$ " 卡箍、Ø44 通用接头、 法兰 < DN 50、ANSI 2"、10K50	66	38
	G1 $\frac{1}{2}$ "、NPT1 $\frac{1}{2}$ "、Clamp 2" 卡箍、 DIN 11851、法兰 ≥ DN 50、 ANSI 2"、10K50	89	50
Ø 22 mm 杆式或缆式传感器 (带全绝缘屏蔽段)		89	38

**注意**

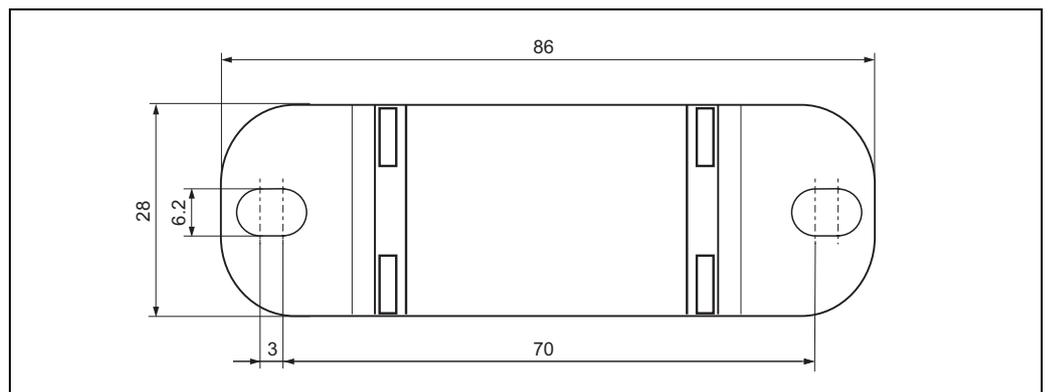
需要注意以下几点:

- ▶ 连接电缆直径: 10.5 mm。
- ▶ 外护套: 硅材质, 无凹痕。

**3.6.2 墙装支架****注意**

需要注意以下几点:

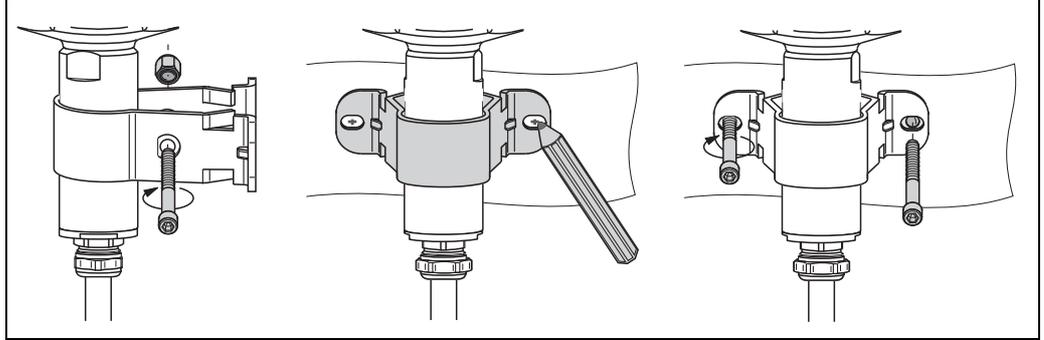
- ▶ 墙装支架为标准供货件。
- ▶ 首先, 将墙装支架拧在分离型外壳上。随后, 可以将其用作钻孔模版。拧入分离型外壳后, 孔间距会减小。



T100418F20

### 3.6.3 壁式安装

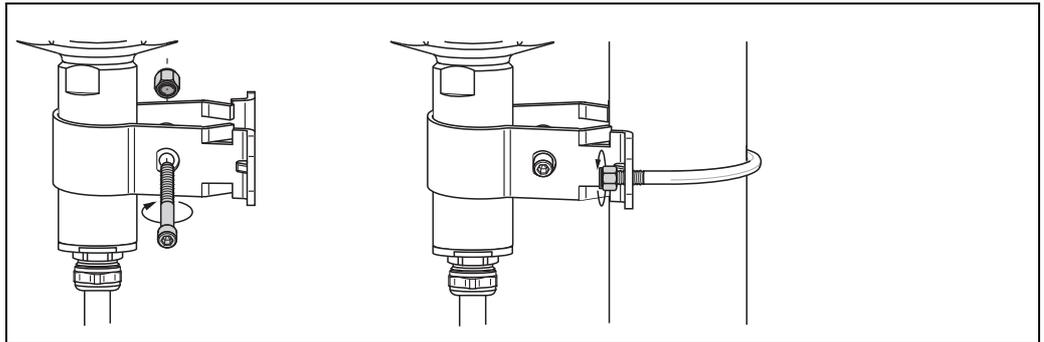
- 将墙装支架固定在管道上，并固定拧紧。
- 在墙壁上标记孔与孔的间距，并钻孔。
- 将分离型外壳拧在墙壁上。



L00-FMI5xxxx-03-05-xx-xx-010

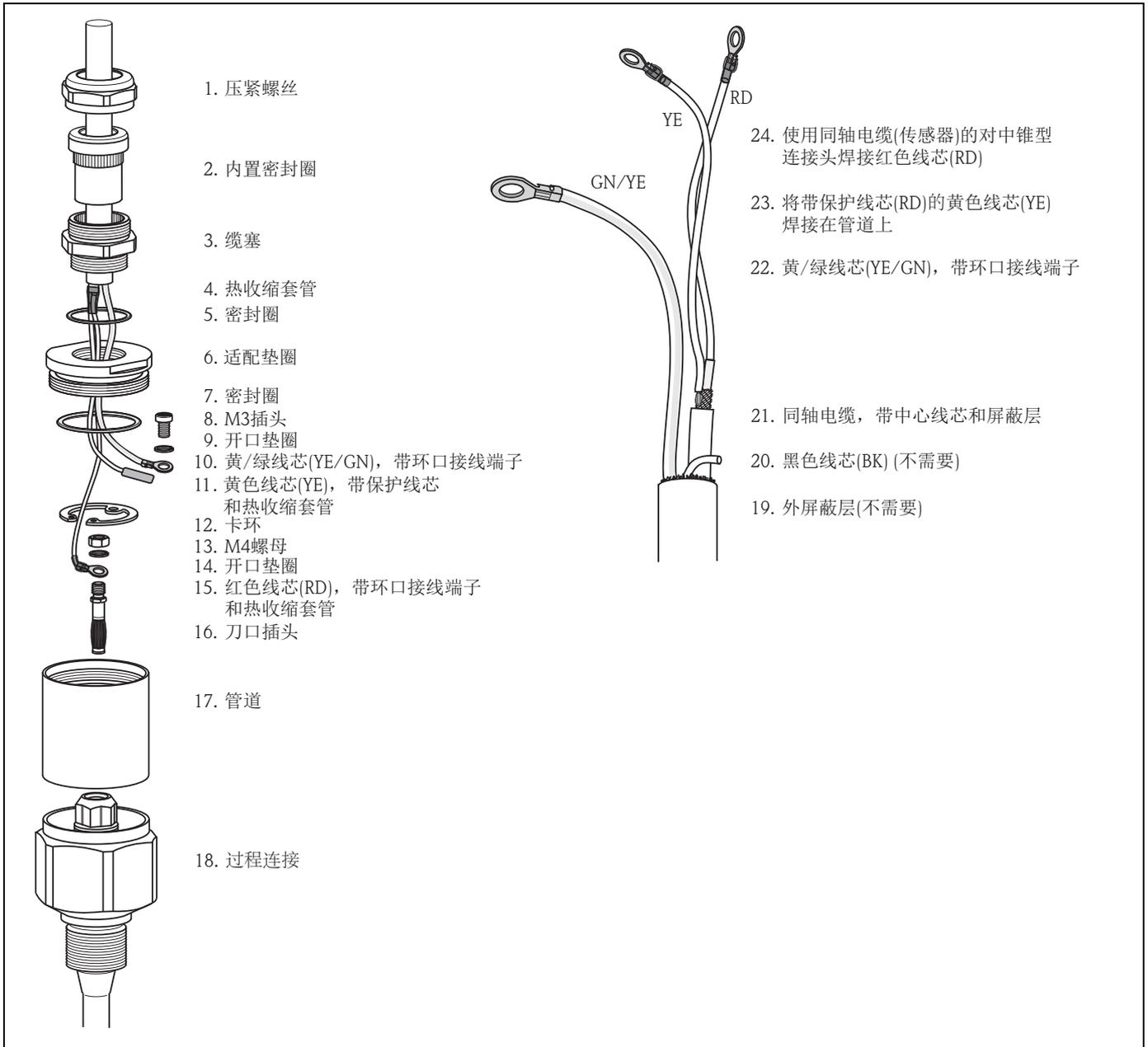
### 3.6.4 柱式安装

- 将墙装支架固定在管道上，并固定拧紧。
- 将分离型外壳拧紧在管道上 (最大管径为 2")。



L00-FMI5xxxx-03-05-xx-xx-011

### 3.7 不带自动粘度补偿功能的传感器



L00-FMI5xxxx-03-05-xx-ZH-005

### 3.7.1 截短连接电缆

- 调试前必须重新标定 (→ 40)。

#### 注意

传感器和分离型外壳间的最大连接电缆长度为 6 m。订购带分离型外壳的仪表时，必须指定所需长度。

如果连接电缆必须截短或需要穿透墙壁时，电缆必须与过程连接分离。

参照以下步骤操作：

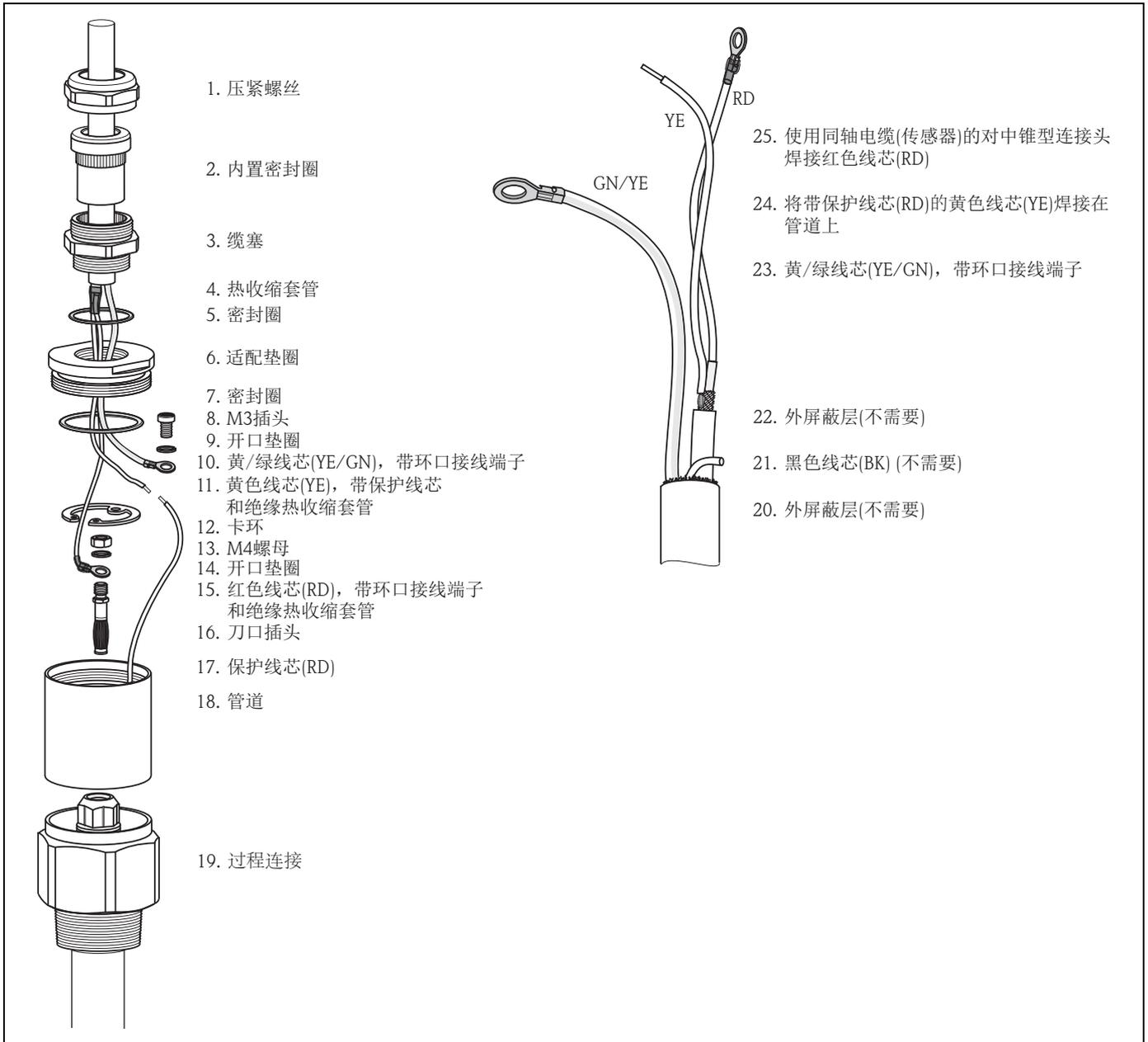
- 使用开口扳手 AF22 松开压紧螺丝 (1)。如需要，提起过程连接。确保连接电缆和传感器均不会随压紧螺丝旋转。
- 向外拉出缆塞 (3) 上的内置密封圈 (2)。
- 使用开口扳手 (AF22) 断开适配垫圈上的缆塞 (3)。如需要，使用开口扳手 AF34 反向拉出适配垫圈 (6)。
- 断开过程连接 (18) 上的适配垫圈 (6)。
- 使用卡环钳松开卡环。
- 使用钳子拨动刀口插头上的一字螺母 (M6)，并拔出。
- 随后，截短连接电缆至所需长度。
- 需要将分离型外壳安装在其他位置，而非传感器上时，可以将连接电缆穿透墙壁。
- 仪表的装配步骤与上述步骤相反。

#### 注意

需要注意以下几点：

- ▶ 截短连接电缆时建议重复使用带环口接线端子的所有线芯。
- ▶ 不重复使用的线芯时，新环口接线端子的压接必须与热收缩管绝缘 (否则存在短路的风险)。
- ▶ 必须绝缘焊接点。通过热缩套管实现。

### 3.8 带自动粘度补偿功能的传感器



L00-FM5xxxx-03-05-zh-ZH-008

### 3.8.1 截短连接电缆

- 调试前必须重新标定 (→ 40)。

#### 注意

传感器和分离型外壳间的最大连接电缆长度为 6 m (L4)。订购带分离型外壳的仪表时, 必须指定所需长度。

如果连接电缆必须截短或需要穿透墙壁时, 电缆必须与过程连接分离。

参照以下步骤操作:

- 使用开口扳手 AF22 松开压紧螺丝 (1)。如需要, 提起过程连接。确保连接电缆和传感器均不会随压紧螺丝旋转。
- 向外拉出缆塞 (3) 上的内置密封圈 (2)。
- 使用开口扳手 (AF22) 断开适配垫圈上的缆塞 (3)。如需要, 使用开口扳手 AF34 反向拉出适配垫圈 (6)。
- 断开管道 (18) 上的适配垫圈 (6)。
- 使用一对卡环钳松开卡环。
- 使用钳子夹住 Multilam 插头上的螺母 (M6), 向外拔出插头。
- 断开黄色和红色 (保护) 线芯间的连接。
- 需要将分离型外壳安装在其他位置, 而非传感器上时, 可以将连接电缆穿透墙壁。
- 仪表的装配步骤与上述步骤相反。

#### 注意

需要注意以下几点:

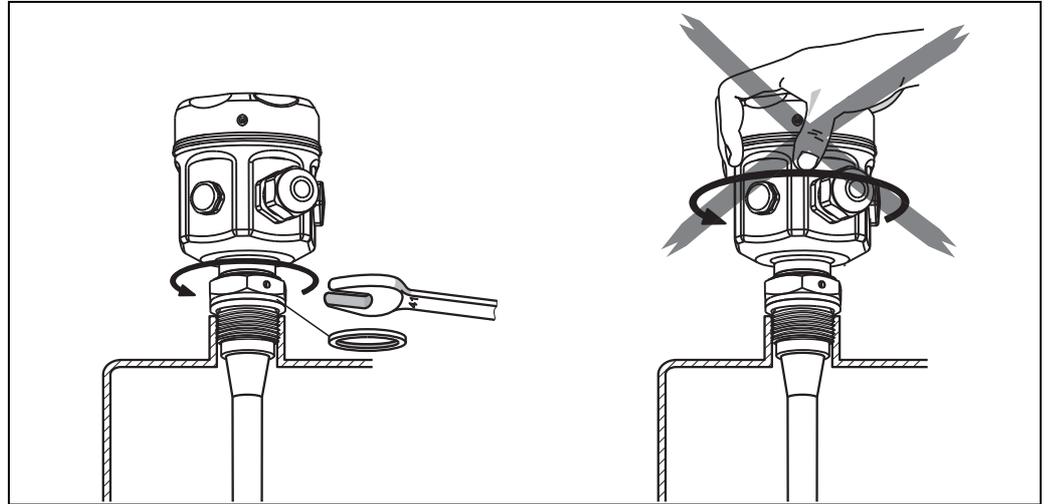
- ▶ 截短连接电缆时建议重复使用带环口接线端子的所有线芯。
- ▶ 不重复使用的线芯时, 新环口接线端子的压接必须与热收缩管绝缘 (否则存在短路的风险)。
- ▶ 必须绝缘焊接点。通过热缩套管实现。

### 3.9 安装指南

#### ▲ 小心

需要注意以下几点:

- ▶ 安装时请勿损坏传感器的绝缘层。
- ▶ 禁止通过旋转外壳拧入传感器，这会损坏外壳。



L00-FM15xxx-00-00-xx-003

#### 带螺纹的传感器

G ½、G ¾、G 1 或 G 1½ (柱螺纹):

使用包装中的弹性纤维密封圈 (注意使用温度) 或其他耐化学腐蚀的密封圈。

#### 注意

下表适用于带直线螺纹和密封圈 (标准供货件) 的仪表:

螺纹	最大压力为 25 bar 时	最大压力为 100 bar 时	最大扭矩
G ½	25 Nm	-	80 Nm
G ¾	30 Nm	-	100 Nm
G 1	50 Nm	-	180 Nm
G 1½	-	300 Nm	500 Nm

½ NPT、¾ NPT、1 NPT 和 1½ NPT (锥螺纹):

使用合适的密封材料缠绕螺纹 (仅允许使用导电性密封材料)。

#### 带 Tri-Clamp 卡箍、卫生型连接或法兰的传感器

- 过程密封圈必须符合应用规范的要求 (耐温性和介质)。
- 使用 PTFE 涂层法兰时, 通常可以满足允许操作压力的密封要求。

### 3.9.1 安装工具

安装时需要使用下列工具：

- 法兰安装工具
- 螺纹安装工具：41 号或 55 号六角扳手
- 调节电缆入口：十字螺丝刀

### 3.9.2 对准外壳

外壳的最大旋转角度为 270°，以便能够对准电缆入口。

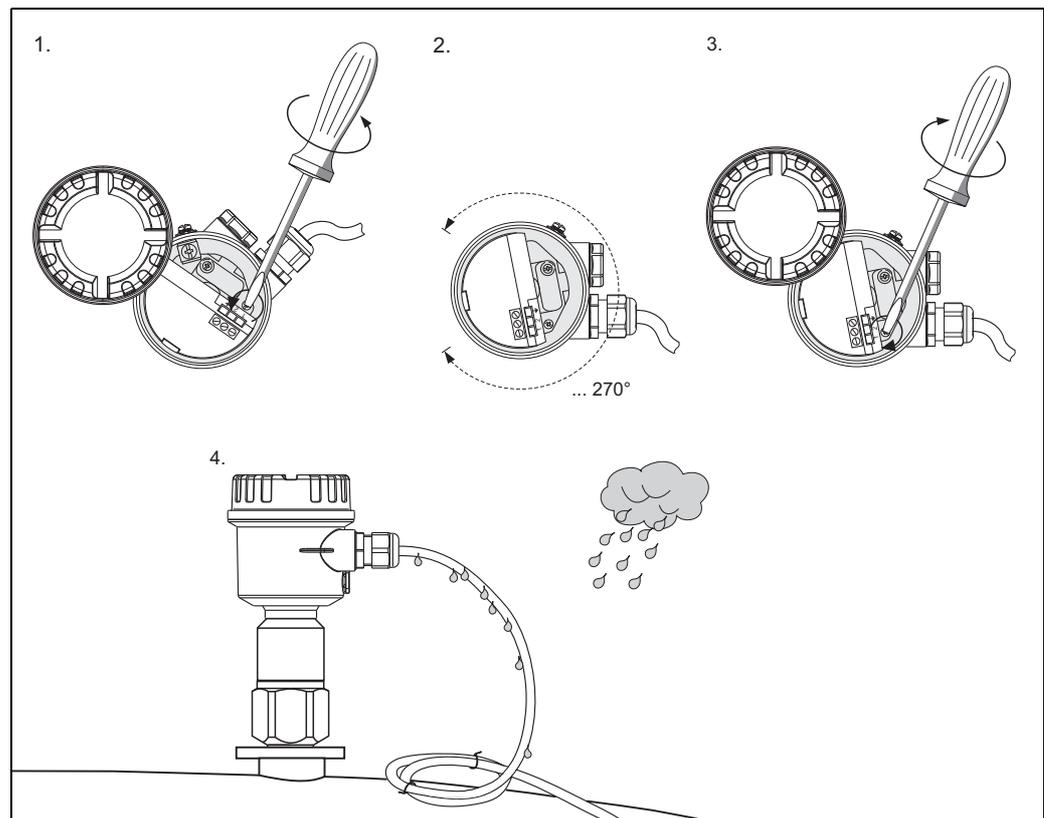
为了更好地防止湿气渗入至外壳内，建议连接电缆在接入缆塞前向下弯曲，并使用电缆夹固定。户外安装时，特别需要注意。

外壳

- 拧下外壳盖
- 旋转外壳底部的螺丝 3...4 圈，松开十字螺丝
- 旋转外壳至所需位置 (最大旋转角度为 270°，从一个止动位置至另一个止动位置)
- 拧紧外壳底部的十字螺丝

#### 注意

使用带独立接线腔的 T13 外壳时，对准外壳的十字螺丝在电子腔上。



L00-FM15xxxx-04-00-00-xx-002

1. 松开固定螺丝，直至外壳能随意旋转。
2. 对准外壳。
3. 拧紧固定螺丝 (< 1 Nm)，直至外壳不再能旋转。
4. 防止湿气渗入电子腔的防护措施。

### 3.9.3 密封传感器外壳

进行安装、电气连接和设置操作前，水不能渗入至仪表内。始终牢固密封外壳盖和电缆入口。

外壳盖上的 O 型圈涂抹有特殊润滑油涂层。因此可以牢固密封外壳盖，并且可以确保铝螺纹在拧入前完好无损。

矿物润滑油脂会损坏 O 型圈，禁止使用。

### 3.10 安装后检查

测量设备安装完成后，请进行下列检查：

- 设备是否完好无损（外观检查）？
- 设备是否符合测量点规范，例如过程温度 / 压力、环境温度、测量范围等？
- 是否使用正确的扳手拧紧法兰螺丝？
- 测量点数量和标签是否正确（外观检查）？
- 是否采取充足的防护措施避免设备直接日晒雨淋？

## 4 接线

### ⚠ 小心

上电前请注意以下几点:

- ▶ 供电电压必须与铭牌 (1) 参数一致。
- ▶ 仪表接线前, 切断电源。
- ▶ 将等电势端连接至传感器的接地端。

### 注意

需要注意以下几点:

- ▶ 在危险区中使用传感器时必须遵守相关国家标准和《安全指南》(XA) 文档中的信息。
- ▶ 仅允许使用指定缆塞。

### 4.1 推荐连接

#### 4.1.1 电势平衡

将等电势端连接至外壳的外部接地端 (T13、F13、F16、F17、F27)。使用不锈钢外壳 F15 时, 接地端 (取决于型号) 也在外壳内。

详细安全指南信息参见危险区应用的专用文档。

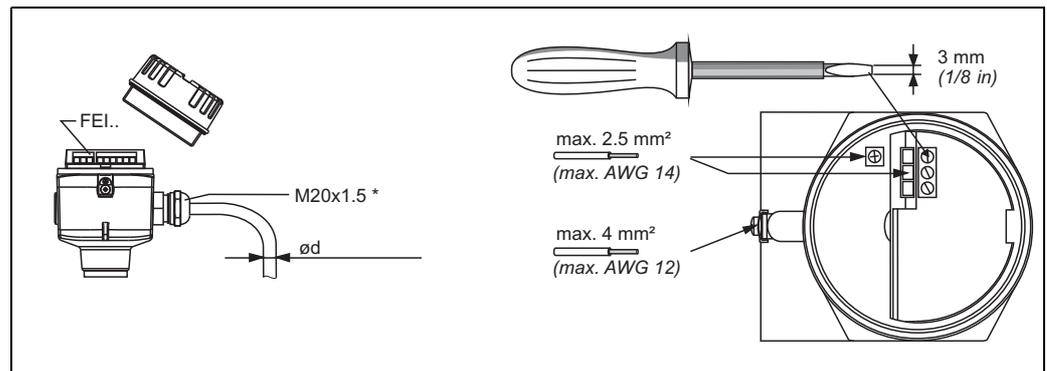
#### 4.1.2 电磁兼容性 (EMC)

干扰发射符合 EN 61326 B 类电气设备标准。

抗干扰能力符合 EN 61326 标准附录 A (工业区) 和 NAMUR 推荐的 NE 21 标准 (EMC)。

#### 4.1.3 电缆规格

可以使用商业仪表电缆连接电子插件。使用屏蔽仪表电缆时, 建议两端均连接至屏蔽端, 以优化屏蔽效果 (有等电势要求时)。



L00-FTI5xxxx-04-05-xx-xx-011

\* 电缆入口

镀镍黄铜:  $\varnothing d = 7 \dots 10.5 \text{ mm}$  (0.28...0.41 in)

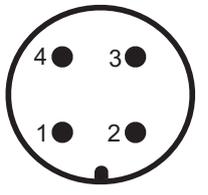
合成材料:  $\varnothing d = 5 \dots 10 \text{ mm}$  (0.2...0.38 in)

不锈钢:  $\varnothing d = 7 \dots 12 \text{ mm}$  (0.28...0.47 in)

#### 4.1.4 连接头

操作带 M12 连接头的仪表型号时，无需打开外壳即可连接信号线。

##### M12 连接头的针脚分配

	针脚	两线制电子插件: FEI55、FEI57、FEI58、FEI50H、 FEI57C	三线制电子插件: FEI52、FEI53
	1	+	+
	2	未使用	未使用
	3	-	-
	4	接地	外部负载 / 信号

#### 4.1.5 电缆入口

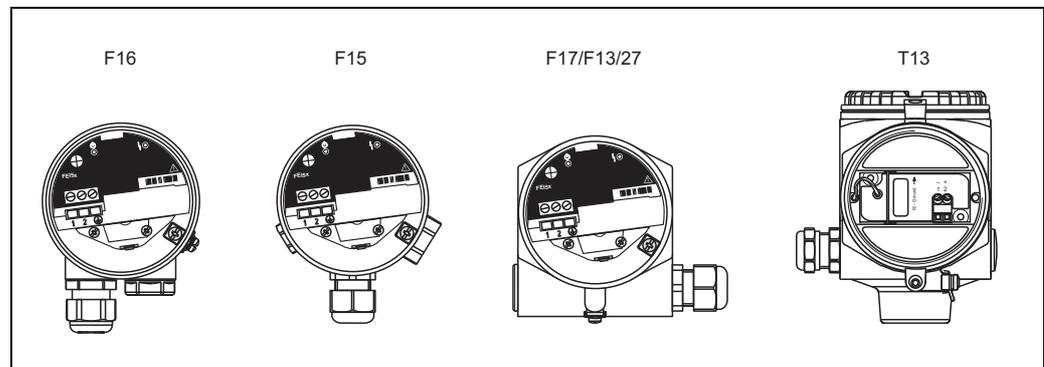
- 缆塞：M20x1.5 (EEx d 场合：仅 M20 电缆入口)  
包装中提供带两个缆塞。
- 电缆入口：G ½、NPT ½ 和 NPT ¾

## 4.2 接线和连接

### 接线腔

取决于防爆保护类型:

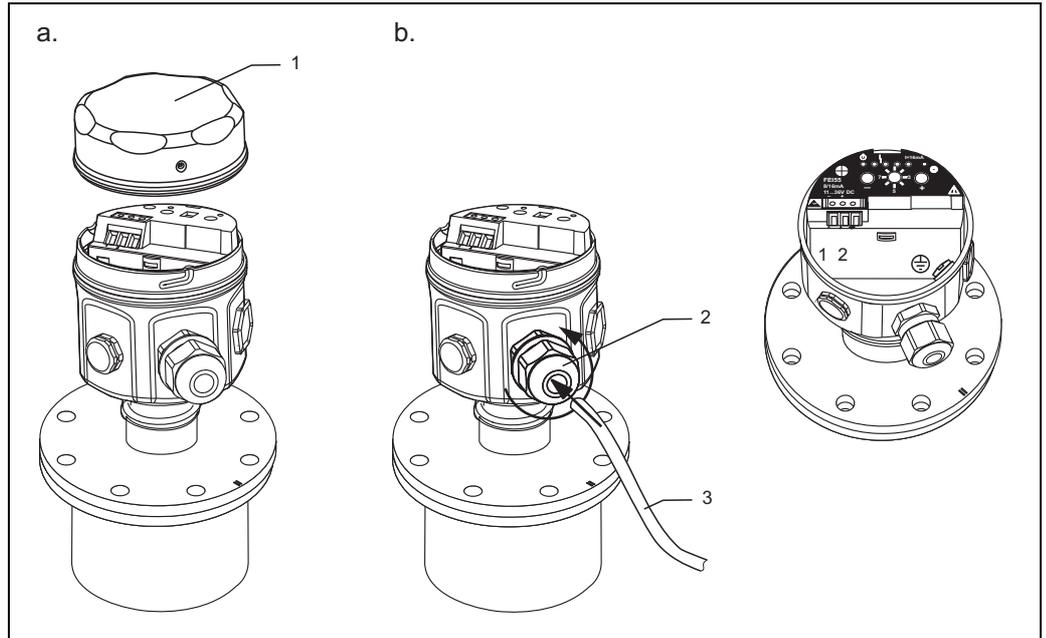
外壳	标准场合	EEx ia 防爆场合	EEx d 防爆场合	气密过程密封圈
F16 聚酯外壳	X	X	-	-
F15 不锈钢外壳	X	X	-	-
F17 铝外壳	X	X	-	-
F13 铝外壳	X	X	X	X
F27 不锈钢外壳	X	X	X	X
T13 铝外壳 (带独立接线腔)	X	X	X	X



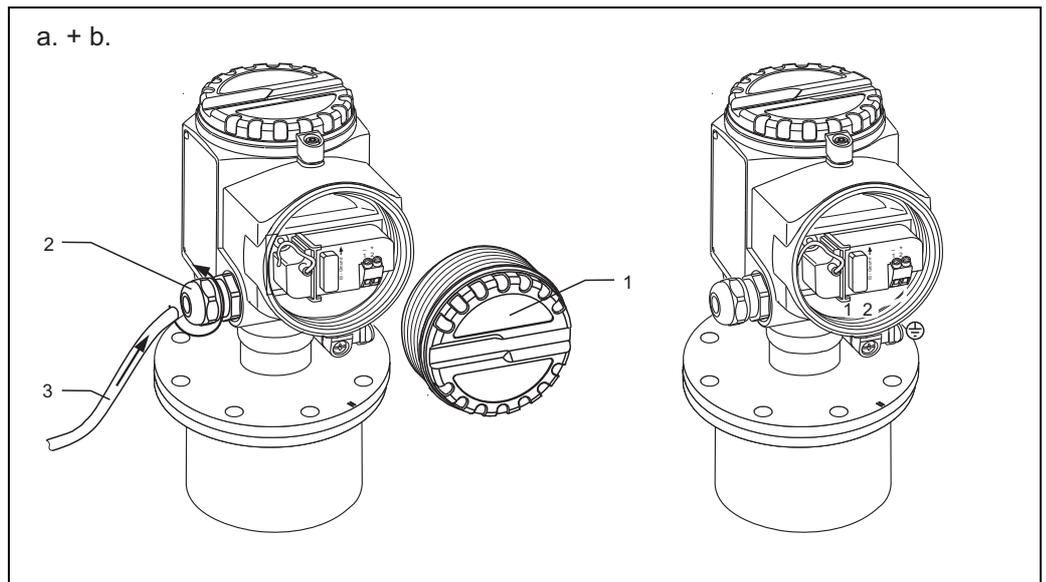
L00-FMI5xxxx-04-00-00-xx-001

参照以下步骤接通电子插件的电源:

- a. 拧下外壳盖 (1)。
- b. 松开缆塞 (2)，并插入电缆 (3)。



L00-FTI5xxxx-04-06-xx-xx-003



L00-FTI5xxxx-04-06-xx-xx-004

- 连接屏蔽电缆的详细信息请参考 TI00241 “EMC 测试步骤”。
- 后续步骤取决于所使用的电子插件型号，详细信息如下：
  - FEI51 → 28
  - FEI52 → 29
  - FEI53 → 30
  - FEI54 → 31
  - FEI55 → 32
  - FEI57S → 33
  - FEI58 → 34

### 4.3 连接电子插件 FEI51 (交流 (AC) 供电, 两线制连接)

#### 注意

必须串接外部负载。

#### 电源

供电电压: 19...253 V AC  
 功率消耗: < 1.5 W  
 驻存电流消耗: < 3.8 mA  
 短路保护  
 II 级过电压保护

#### 报警信号

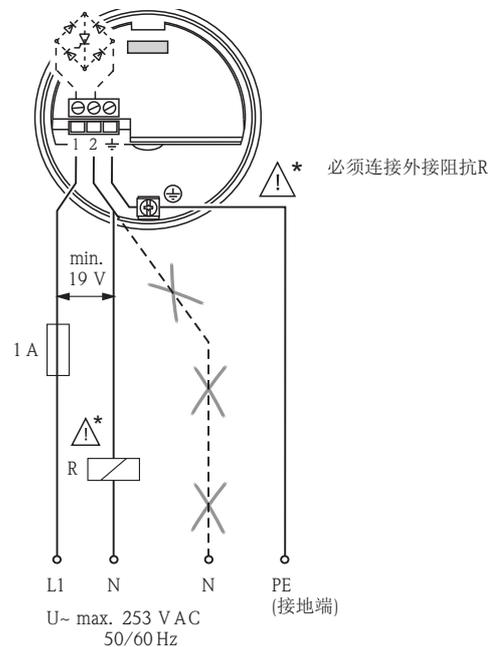
电源故障或传感器损坏时的输出信号: < 3.8 mA

#### 连接负载

- 继电器的最小吸合功率或额定功率:  
 > 2.5 VA (253 V AC (10 mA 时)), 或 > 0.5 VA (24 V AC (20 mA 时))
- 并联 RC 模块后, 继电器可以在较低的吸合功率或额定功率下工作
- 继电器的最大吸合功率或额定功率:  
 < 89 VA (253 V AC 时) 或 < 8.4 VA (24 V AC 时)
- FEI51 上的电压降: max. 12 V
- 晶闸管截止状态下的驻存电流: max. 3.8 mA
- 通过晶闸管直接开关负载, 负载串接至供电回路中

参照以下步骤连接 FEI51 (交流 (AC) 供电, 两线制连接):

1. 参照图示接线。
2. 拧紧缆塞。
3. 将功能开关 (5) 放置在位置 1 (工作)。  
**注意:** 必须了解仪表功能后才能接通电源 (参照第五章“操作”), 确保接通电源时不会导致意外响应。
4. 接通电源。



L00-FM15xxxx-06-05-xx-ZH-071

## 4.4 连接电子插件 FEI52 ( 直流 (DC) 供电, PNP)

三线制直流 (DC) 连接:

- 连接可编程逻辑控制器 (PLC)
- 连接 DI 模块, 符合 EN 61131-2 标准

电子插件 (PNP) 的开关量输出为正信号。

### 电源

供电电压: 10...55 V DC

脉动电压: max. 1.7 V; 0...400 Hz

电流消耗: < 20 mA

功率消耗 (空载): max. 0.9 W

功率消耗 (满载) (350 mA): 1.6 W

极性反接保护: 是

隔离电压: 3.7 kV

II 级过电压保护

### 报警信号

电源故障或仪表故障时的输出信号:  $I_R < 100 \mu\text{A}$

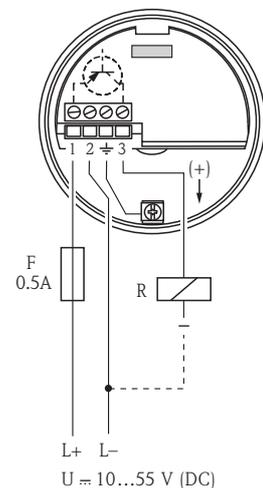
### 连接负载

- 通过晶体管和 PNP 隔离连接开关负载, max. 55 V
- 负载电流: max. 350 mA (周期性过载和短路保护)
- 驻存电流: < 100  $\mu\text{A}$  (晶体管截止)
- 负载电容: max. 0.5  $\mu\text{F}$  (55 V 时); max. 1.0  $\mu\text{F}$  (24 V 时)
- 驻存电压: < 3 V (晶体管导通)

参照以下步骤连接 FEI52 ( 直流 (DC) 供电, PNP):

1. 参照图示接线。
2. 拧紧缆塞。
3. 将功能开关放置在位置 1 (工作)。  
**注意:** 必须了解仪表功能后才能接通电源 (参照第五章“操作”), 确保接通电源时不会导致意外响应。
4. 接通电源。

\* R = 外部负载 ( $I_{\text{max.}} 350 \text{ mA}$ ,  $U_{\text{max.}} 55 \text{ V DC}$ )



## 4.5 连接电子插件 FEI53 ( 三线制连接 )

三线制直流 (DC) 连接, 可连接 Endress+Hauser 生产的 Nivotester 开关单元 FTC325 ( 三线制 )。开关单元采用 3...12 V 通信信号。

在 Nivotester 上进行低限 (MIN) / 高限 (MAX) 失效安全模式和限位调节。

### 电源

供电电压: 14.5 V DC  
 电流消耗: < 15 mA  
 功率消耗: max. 230 mW  
 极性反接保护: 是  
 隔离电压: 0.5 kV

### 报警信号

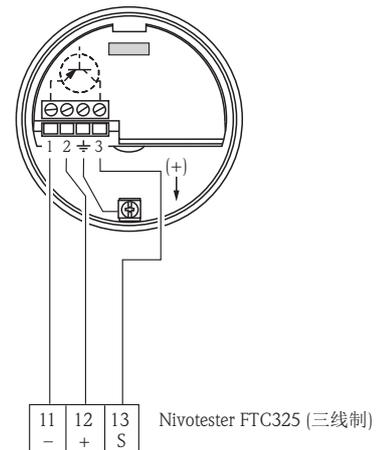
接线端子 3-1 上的电压: < 2.7 V

### 连接负载

- 浮点继电器触点位于连接的 Nivotester 开关单元 FTC325 ( 三线制 ) 中
- 触点负载容量请参考开关单元的技术参数

参照以下步骤连接 FEI53 ( 三线制连接 ):

1. 参照图示接线。
2. 旋转并拧紧缆塞。  
**注意:** 必须了解仪表功能后才能接通电源 ( 参照第五章 “ 操作 ” ), 确保接通电源时不会导致意外响应。
3. 接通电源。



TI418P45

## 4.6 连接电子插件 FEI54 (交流 (AC) / 直流 (DC) 供电, 继电器输出)

带继电器输出 (DPDT) 的通用电压连接在不同电压范围 (交流电压 (AC) 和直流电压 (DC)) 中工作。

### 注意

连接高阻抗仪表时, 请使用火花保护器, 保护继电器触点。

### 电源

供电电压: 19...253 V AC, 50/60 Hz 或 19...55 V DC

功率消耗: max. 1.6 W

极性反接保护: 是

隔离电压: 3.7 kV

II 级过电压保护

### 报警信号

电源故障或仪表故障时的输出信号: 继电器去磁

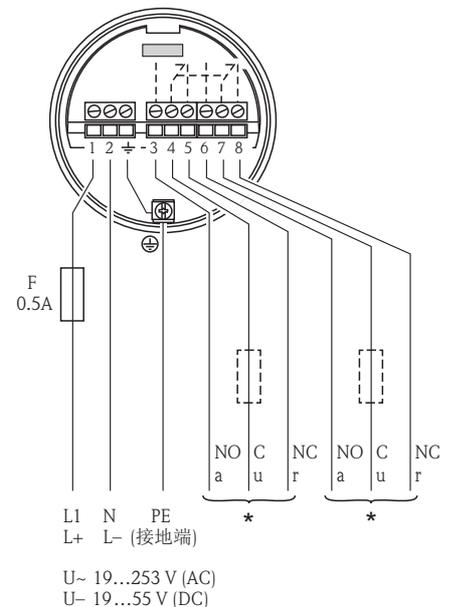
### 连接负载

- 通过两个双刀双掷转换触点 (DPDT) 开关负载
- I~ max. 6 A; U~ max. 253 V;  
P~ max. 1500 VA, 当  $\cos \varphi = 1$  时; P~ max. 750 VA, 当  $\cos \varphi > 0.7$  时
- I- max. 6 A, 30 V 时; I- max. 0.2 A, 125 V 时
- 参照 IEC 1010 标准连接至双隔离低电压回路时:  
继电器输出电压和电源电压的总和不得超过 300 V

参照以下步骤连接 FEI54 (交流 (AC) / 直流 (DC) 供电, 继电器输出):

1. 参照图示接线。
2. 旋转并拧紧缆塞。
3. 将功能开关放置在位置 1 (工作)。  
**注意:** 必须了解仪表功能后才能接通电源 (参照第五章“操作”), 确保接通电源时不会导致意外响应。
4. 接通电源。

\* 参见“连接负载”



TI418F47

## 4.7 连接电子插件 FEI55 (8/16 mA ; SIL2/SIL3)

如可能进行以下两线制直流 (DC) 连接:

- 连接可编程逻辑控制器 (PLC)
- 4...20 mA AI 模块, 符合 EN 61131-2 标准

通过 8...16 mA 输出信号跳转发送限位信号。

### 电源

供电电压: 11...36 V DC  
 功率消耗: < 600 mW  
 极性反接保护: 是  
 隔离电压: 0.5 kV

### 报警信号

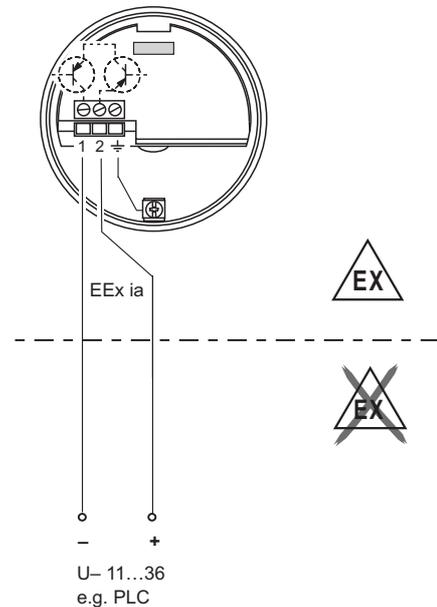
电源故障或仪表故障时的输出信号: < 3.6 mA

### 连接负载

- U = 直流 (DC) 连接电压:
  - 11...36 V DC (非危险区和 Ex ia 防爆区)
  - 14.4...30 V DC (Ex d 防爆区)
- $I_{\max} = 16 \text{ mA}$

参照以下步骤连接 FEI55 (8/16 mA):

1. 参照图示接线。
2. 旋转并拧紧缆塞。
3. 将功能开关放置在位置 1 (工作)。  
**注意:** 必须了解仪表功能后才能接通电源 (参照第五章“操作”), 确保接通电源时不会导致意外响应。
4. 接通电源。



T1418Fzh50

### 功能安全 (SIL)

电子插件 FEI55 满足 SIL2/SIL3 要求, 符合 IEC 61508/IEC 61511-1 标准, 可以在符合相应要求的安全系统中使用。

功能安全要求的详细描述参见文档 SD00278F。

## 4.8 连接电子插件 FEI57S (PFM)

两线制直流 (DC) 连接可以连接下列 Endress+Hauser 生产的 Nivotestert 开关单元:

- FTC325 PFM
- FTC625 PFM (版本号不低于 SW V1.4)
- FTC470Z
- FTC471Z

PFM 信号在 17...185 Hz 之间。

在 Nivotester 上进行低限 (MIN) / 高限 (MAX) 失效安全模式和限位调节设置。

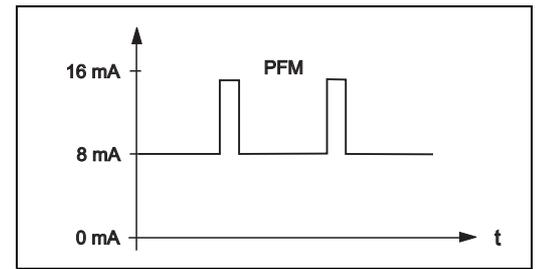
### 电源

供电电压: 9.5...12.5 V DC

功率消耗: < 150 mW

极性反接保护: 是

隔离电压: 0.5 kV



频率: 17...185 Hz

### 报警信号

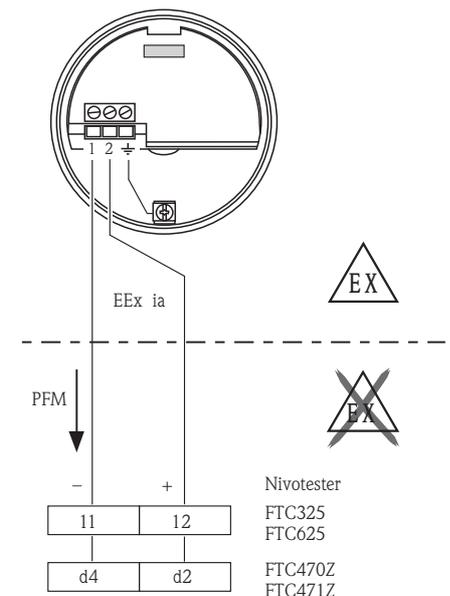
PFM 17...185 Hz (Endress+Hauser)

### 连接负载

- 继电器浮点开关触点连接开关单元 Nivotester FTC325 PFM、FTC625 PFM (版本号不低于 SW V1.4)、FTC470Z、FTC471Z
- 触点负载容量参见开关单元的相关技术参数

参照以下步骤连接 FEI57S (PFM):

1. 参照图示接线。
2. 旋转并拧紧缆塞。  
**注意:** 必须了解仪表功能后才能接通电源 (参照第五章“操作”), 确保接通电源时不会导致意外响应。
3. 接通电源。



T1418F53

## 4.9 连接电子插件 FEI58 (NAMUR)

独立开关单元的两线制连接符合 NAMUR 规范 (IEC 60947-5-6), 例如: Endress+Hauser 生产的 FXN421、FXN422、FTL325N、FTL375N。进行限位检测时, 输出信号从高电流变化为低电流。

### (下降沿触发 (H-L))

附加功能:  
测试按键在电子插件上。  
按下按键, 断开与隔离放大器的连接。

#### 注意

如果在防爆场合 (Ex-d) 中使用, 仅当外壳未暴露在爆炸环境中时, 上述附加功能才能够使用。

连接至多路复用器: 时钟设置: min. 3 s。

### 电源

功率消耗: < 6 mW ( $I < 1 \text{ mA}$  时); < 38 mW ( $I = 2.2 \dots 4 \text{ mA}$  时)  
数据连接接口: 符合 IEC 60947-5-6 标准

### 报警信号

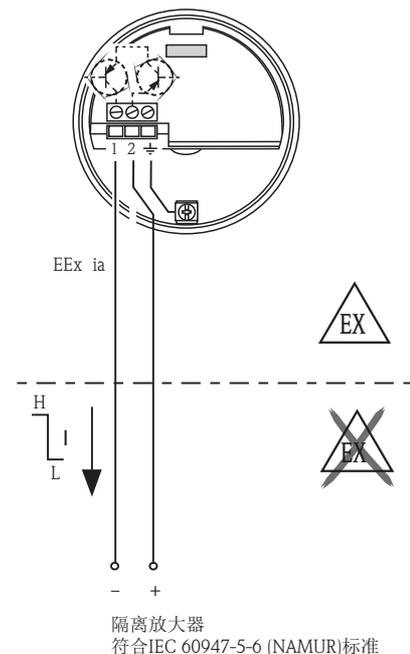
传感器损坏时的输出信号: < 1.0 mA

### 连接负载

- 参考连接的隔离放大器的技术参数, 符合 IEC 60947-5-6 (NAMUR) 标准
- 连接带专用安全回路的隔离放大器 ( $I > 3.0 \text{ mA}$ )

参照以下步骤连接 FEI58 (NAMUR):

1. 参照图示接线。
2. 旋转并拧紧缆塞。  
**注意:** 必须了解仪表功能后才能接通电源 (参照第五章“操作”), 确保接通电源时不会导致意外响应。
3. 接通电源。



L00-FTL5xxxx-04-05-xx-ZH-002

## 4.10 连接后检查

测量设备接线完成后，请进行下列检查：

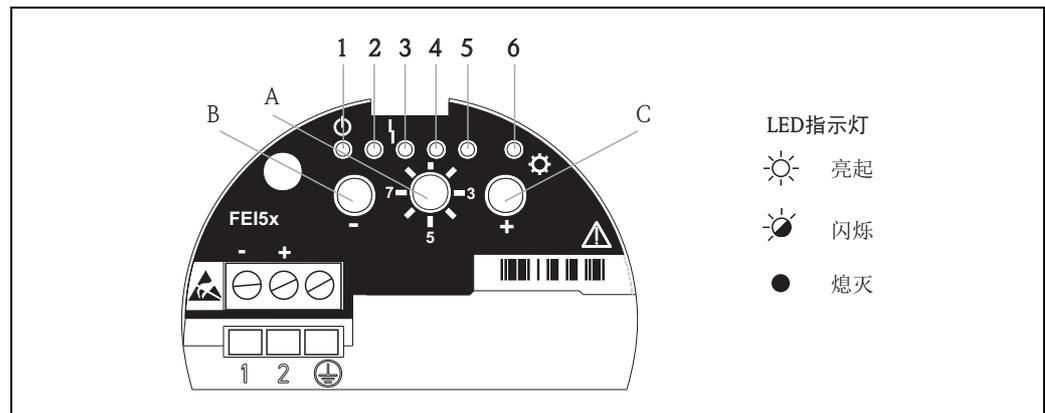
- 接线端子分配是否正确？
- 缆塞是否密封拧紧？
- 外壳盖是否正确拧紧？
- 上电后：仪表是否正常工作，绿色 LED 指示灯是否每隔 5 秒闪烁一次？

## 5 操作

### 5.1 人机界面和显示单元 (FEI51、FEI52、FEI54、FEI55)

通过功能开关 (A)、减号键 (-) 和加号键 (+) (C) 操作电子插件 FEI51、FEI52、FEI54 和 FEI55。

功能开关 A 有八个工作位置。每个位置都至少具有一个功能。仪表的工作状态由电子插件上的发光二极管 (LED 指示灯 1...6) 标识, 取决于功能开关的位置。



绿色 LED 指示灯 1 (☉: 可以工作); 红色 LED 指示灯 2 (🔴: 故障), 黄色 LED 指示灯 3 (⚠️: 开关状态)

#### 注意

按下按键 (减号键 (-) 和 / 或加号键 (+)), 并至少保持 2 秒, 选择一个功能参数。LED 指示灯信号变化时, 松开按键。

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
A		B	C	1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
1 	工作			闪烁 工作 LED	亮起** (MIN-SIL)	闪烁 (警告/ 报警)	亮起*** (MAX-SIL)		亮起/ 熄灭/ 闪烁**
	恢复工厂设置	同时按下两个按键, 并保持约 20 s		亮起	->	->	->	->	**
2  	空标	按下		亮起 (预设值)					**
	满标		按下					亮起 (预设值)	**
	复位: 标定和开关点调节	同时按下两个按键, 并保持约 10 s		亮起	->	->	->	->	**
3 	开关点调节	按下, 数值减小	按下, 数值增大	亮起* (2 pF)	熄灭 (4 pF)	熄灭 (8 pF)	熄灭 (16 pF)	熄灭 (32 pF)	**
4 	测量范围	按下, 数值减小		亮起* (500 pF)	熄灭 (1600 pF)				**
	两点控制 Ds		按下一次					亮起	
	粘附模式		按下两次				亮起	亮起	**
5 	开关延迟时间	按下, 数值减小	按下, 数值增大	熄灭 (0.3 s)	亮起* (1.5 s)	熄灭 (5 s)	熄灭 (10 s)		**
6 	自检测 (功能测试)	同时按下两个按键		熄灭* (关闭)				闪烁 (开启)	**
7	低限 (MIN) / 高限 (MAX) 失效安全模式	按下, 低限 (MIN)	按下, 高限 (MAX)	熄灭 (MIN)				亮起* (MAX)	**
	锁定 / 解锁 SIL 模式*	同时按下两个按键			亮起 (MIN-SIL)		亮起 (MAX-SIL)		
8 	上传 / 下载传感器 DAT (EEPROM)	下载	上传	闪烁 (下载)				闪烁 (上传)	**

\* 表中列举的均为工厂设置。

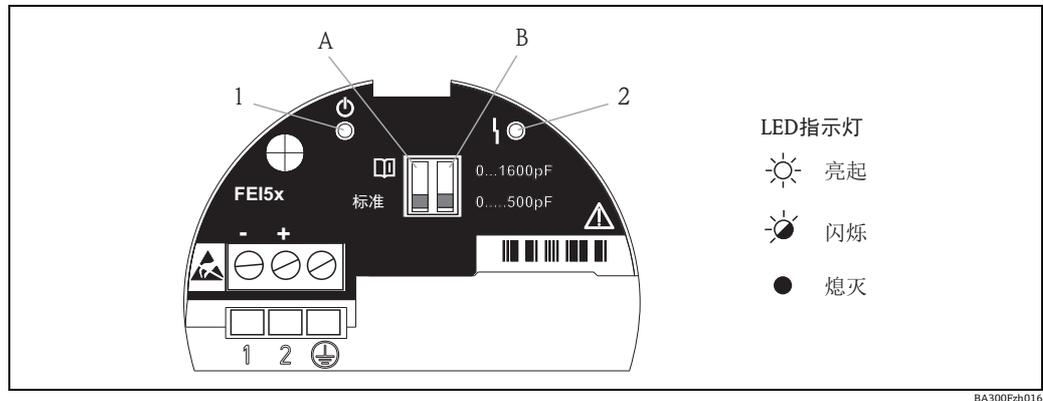
\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁), 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

\*\*\* 仅可以与电子插件 FEI55 (SIL) 配套使用。仪表在 SIL 模式下工作。更换当前设置时, 仪表必须解锁 (→ 51)。

## 5.2 人机界面和显示单元 (FEI53、FEI57S)

电子插件 (FEI53 和 FEI57S) 与 Nivotester 开关单元配套使用。  
DIP 开关 (A 和 B) 的功能和 LED 指示灯 (1 和 2) 请参考下表。

仪表的工作状态由电子插件上的 LED 指示灯 (1 和 2) 标识, 提供工作信息 (1) 和故障类型 (2) 的信息。



BA300Fzh016

LED 指示灯 1 工作  $\odot$ : 每 5 s 闪烁一次

LED 指示灯 2 故障  $\triangle$ : 出现可以修复的故障时, 红色 LED 指示灯闪烁

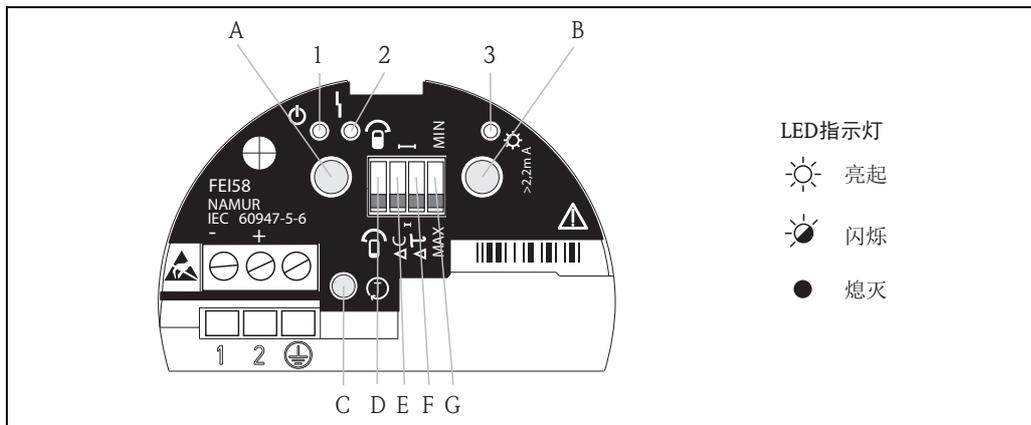
LED 指示灯 2 故障  $\square$ : 出现不可修复的故障时, 红色 LED 指示灯持续亮起。参见“故障排除”(→ 65)

### 注意

Nivotester 开关单元的人机界面和显示单元的详细信息参见相关设备的文档资料。

DIP 开关	功能
A <b>Standard</b>	标准: 超出测量范围时, 无报警输出。
A	超出测量范围时, 输出报警。
B <b>0...500pF</b>	测量范围: 测量范围在 0...500 pF 之间。 满量程: 满量程在 5...500 pF 之间。
B <b>0...1600pF</b>	测量范围: 测量范围在 0...1600 pF 之间。 满量程: 满量程在 5...1600 pF 之间。

### 5.3 人机界面和显示单元 (FEI58)



绿色 LED 指示灯 1 (☉: 可以操作); 红色 LED 指示灯 2 (⚡: 故障); 黄色 LED 指示灯 3 (⚡: 开关状态)

DIP 开关 (C、D、E、F)		功能
D		在标定过程中, 传感器被介质覆盖。
D		在标定过程中, 传感器未被介质覆盖。
E		开关点调节: 10 pF
E		开关点调节: 2 pF
F		开关延迟时间: 5 s
F		开关延迟时间: 1 s
G		失效安全模式: 低限 (MIN) 传感器未被覆盖时, 输出切换至安全输出 (报警信号) 例如: 用于泵的空保护和泵保护
G		失效安全模式: 高限 (MAX) 传感器被覆盖时, 输出切换至安全输出 (报警信号) 例如: 用于溢出保护

按键			功能
A	B	C	
X			显示诊断代码
	X		显示标定状态
X	X		执行标定 (在工作过程中)
X	X		删除标定点 (在启动过程中)
		X	测试按键 Ⓞ (断开变送器和开关单元)

## 6 调试

### 6.1 安装检查和功能检查

启动测量点之前，确认已经完成安装后检查和最终检查：

- 参见“安装后检查”的检查列表 (→ 23)。
- 参见“连接后检查”的检查列表 (→ 35)。

### 6.2 调试电子插件 FEI51、FEI52、FEI54、FEI55

本章节介绍了带电子插件 FEI51、FEI52、FEI54、FEI55 的仪表的调试过程。

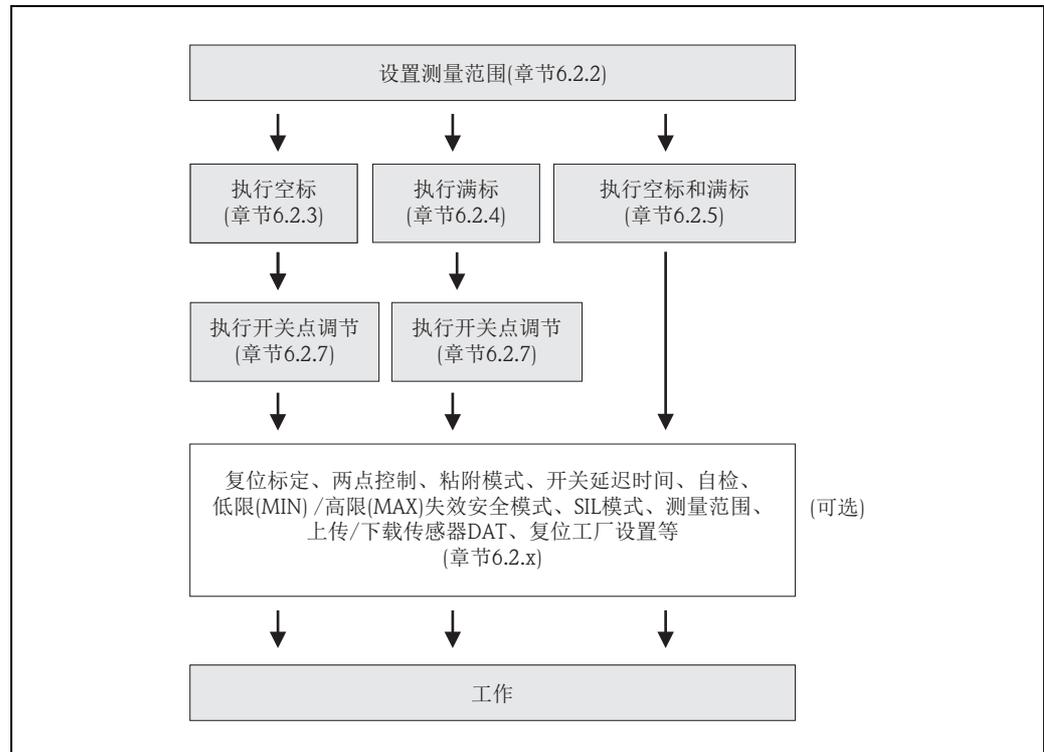
#### 注意

需要注意以下几点：

- ▶ 首次启动设备时，输出安全状态。  
黄色 LED 指示灯 6 闪烁。
- ▶ 完成标定后，仪表才能正常工作。  
为了达到最高操作安全，请执行空标和满标。在苛刻应用条件下使用时，特别建议。

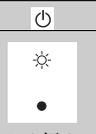
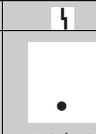
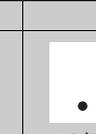
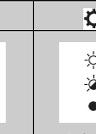
后续章节介绍了如何执行标定。

#### 6.2.1 基本设置：概述



BA381Fzh027

## 6.2.2 设置测量范围

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
4	测量范围	按下, 数值减小		亮起* (500 pF)	熄灭 (1600 pF)				**

\* 表中列举的均为工厂设置。

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

### 注意

所选测量范围 (0...500 pF 和 0...1600 pF) 取决于传感器功能。

► 传感器用于限位检测时, 可以保留工厂设置 0...500 pF。

► 传感器用于两点控制时, 垂直安装时建议设置为:

- 传感器长度不超过 1 m 时, 测量范围为 0...500 pF

- 传感器长度不超过 10 m 时, 测量范围为 0...1600 pF

为了达到最高操作安全, 请执行空标和满标。在苛刻应用条件下使用时, 特别建议。

参照以下步骤设置测量范围 0...1600 pF:

1. 旋转功能开关至位置 4。
2. 按下减号键 (-), 并至少保持 2 秒, 直至绿色 LED 指示灯 2 亮起。
3. 绿色 LED 指示灯 2 亮起后, 松开减号键 (-)。

旋转功能开关至位置 2, 继续标定。

### 6.2.3 执行空标

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	 1 (绿)	 2 (绿)	 3 (红)	 4 (绿)	 5 (绿)	 6 (黄)
2 	空标	按下		亮起 (预设值)					**

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

#### 注意

请注意以下几点:

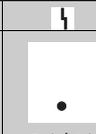
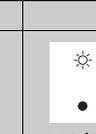
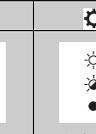
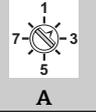
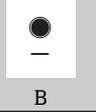
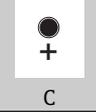
- ▶ 空标时会储存罐体空罐时传感器的电容值。  
例如电容测量值为 50 pF 时 (空标), 需要加上 2 pF 开关阈值。  
开关点的电容值应为 52 pF。
- ▶ 开关阈值取决于开关点调节的设定值 (详细信息参见 → 46)。

参照以下步骤执行空标:

1. 检查并确保传感器未被介质覆盖。
2. 旋转功能开关至位置 2。
3. 按下减号键 (-), 并至少保持 2 秒。
4. 绿色 LED 指示灯 1 开始闪烁时, 松开减号键 (-)。

绿色 LED 指示灯 1 持续亮起时, 表示已保存空标值。  
将功能开关再次放置在位置 1, 返回工作状态。

## 6.2.4 执行满标

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
2 	满标		按下					亮起 (预设值)	**

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

### 注意

请注意以下几点:

- ▶ 满标时会储存罐体满罐时传感器的电容值。  
例如电容测量值为 100 pF 时 (满标), 需要减去 2 pF 开关阈值。  
开关点的电容值应为 98 pF。
- ▶ 开关阈值取决于开关点调节的设定值 (详细信息参见 → 46)。

参照以下步骤执行满标:

1. 确保传感器被介质覆盖, 覆盖位置与所需限位点一致。
2. 旋转功能开关至位置 2。
3. 按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒。
4. 绿色 LED 指示灯 5 开始闪烁时, 松开加号键 (+)。

绿色 LED 指示灯 5 持续亮起时, 表示已保存满标值。  
将功能开关再次放置在位置 1, 返回工作状态。

## 6.2.5 执行空标和满标

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	 1 (绿)	 2 (绿)	 3 (红)	 4 (绿)	 5 (绿)	 6 (黄)
2 	空标	按下		亮起 (预设值)					**
2 	满标		按下					亮起 (预设值)	**

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

### 注意

请注意以下几点:

- ▶ 为了达到最高操作安全, 请执行空标和满标。在苛刻应用条件下使用时, 特别建议。
- ▶ 空标和满标时会测量空罐和满罐时传感器的电容值。  
例如空标时的电容测量值为 50 pF, 满标时的电容测量值为 100 pF, 则将平均值 75 pF 储存为开关点。

参照以下步骤执行空标:

1. 检查并确保传感器未被介质覆盖。
2. 旋转功能开关至位置 2。
3. 按下减号键 (-), 并至少保持 2 秒。
4. 绿色 LED 指示灯 1 开始闪烁时, 松开减号键 (-)。

绿色 LED 指示灯 1 持续亮起时, 表示已保存空标值。  
将功能开关再次放置在位置 1, 返回工作状态。

参照以下步骤执行满标:

1. 确保传感器被介质覆盖, 覆盖位置与所需限位点一致。
2. 旋转功能开关至位置 2。
3. 按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒。
4. 绿色 LED 指示灯 5 开始闪烁时, 松开加号键 (+)。

绿色 LED 指示灯 5 持续亮起时, 表示已保存满标值。  
将功能开关再次放置在位置 1, 返回工作状态。

## 6.2.6 复位：标定和开关点调节

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	 1 (绿)	 2 (绿)	 3 (红)	 4 (绿)	 5 (绿)	 6 (黄)
2	复位： 标定和开关点调节	同时按下两个按键， 并保持约 10 s		亮起	->	->	->	->	**

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时，LED 指示灯闪烁。

参照以下步骤复位标定 / 开关点偏移 (所有其他设置保持不变)：

1. 旋转功能开关至位置 2。
2. 同时按下减号键 (-) 和加号键 (+)，并至少保持 10 秒。
3. 绿色 LED 指示灯 1...5 依次亮起。

执行并保持复位标定。黄色 LED 指示灯 5 闪烁。执行新标定后，仪表才会工作。

开关点调节复位至工厂设置 2 pF。

## 6.2.7 设置开关点调节

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	 1 (绿)	 2 (绿)	 3 (红)	 4 (绿)	 5 (绿)	 6 (黄)
3 	开关点调节	按下, 数值减小	按下, 数值增大	亮起* (2 pF)	熄灭 (4 pF)	熄灭 (8 pF)	熄灭 (16 pF)	熄灭 (32 pF)	**

\* 表中列举的均为工厂设置。

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

### 注意

请注意以下几点:

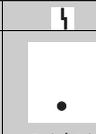
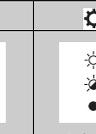
- ▶ 如果执行一种标定 (空标或满标), 且如果传感器工作时杆式传感器上形成粘附时, 仪表可能不会对物位变化作出响应。开关点调节 (例如: 4、8、16、32 pF) 会对这种情况进行补偿, 确保再次获取恒定开关点。
- ▶ 对于严重粘附的介质 (例如: 聚酯), 建议使用带自动粘附补偿功能的传感器。
- ▶ 对于不会形成粘附的介质, 建议设置为 2 pF, 此时传感器对于物位变化最为敏感。
- ▶ 仅当首先执行满标或空标时, 方可执行开关点调节。
- ▶ 同时执行空标和满标后, 则无法进行开关点调节。
- ▶ 使用两点控制时 (参见 53 页), 开关点调节不可用。

参照以下步骤调节开关点:

1. 旋转功能开关至位置 3。  
绿色 LED 指示灯 1 亮起 (工厂设置)。
2. 按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒, 切换至更大值。按下加号键 (+) 或减号键 (-), 并保持, 每 2 s 数值更换至下一值。当前值由 LED 指示灯 (1...5) 标识。

完成开关点调节后, 将功能开关旋转至位置 1, 返回至工作状态。

## 6.2.8 设置两点控制和粘附模式

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
4 	两点控制 Ds		按下一次					亮起	
	粘附模式		按下两次				亮起	亮起	**

\* 表中列举的均为工厂设置。

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

### 注意

请注意以下几点:

- ▶ 可以使用全绝缘并垂直安装的杆式传感器实现泵控制 (两点控制)。例如: 空标和满标的开关点开启传送设备。需要使用两点控制时, 请注意以下几点:
  - 设置所需测量范围。详细信息参见“设置测量范围”(→ 41)。
  - 执行空标和满标。
  - 设置失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX)), 符合用户需求, 参见 → 50。
- ▶ 如需开启两点控制 (Ds 模式), 关闭开关点调节 (→ 46)。开关点与标定点相对应。
- ▶ “粘附模式”确保安全开关点输出, 即使传感器仍被导电性介质覆盖 (> 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 例如: 污水污泥)。补偿杆式 / 缆式传感器上的沉积或粘附。

参照以下步骤设置两点控制和 / 或粘附模式:

1. 旋转功能开关至位置 4。
2. 按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒, 开启两点控制。绿色 LED 指示灯 5 亮起。
3. 再次按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒, 开启粘附模式。  
绿色 LED 指示灯 4 和 5 亮起。  
按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒, 关闭两种功能。绿色 LED 指示灯 4 和 5 熄灭。
4. 完成所需设置后, 旋转功能开关至位置 1, 返回工作状态。

至此, 完成两点控制和粘附模式设置。

## 6.2.9 设置开关延迟时间

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	 1 (绿)	 2 (绿)	 3 (红)	 4 (绿)	 5 (绿)	 6 (黄)
5 	开关延迟时间	按下, 数值减小	按下, 数值增大	熄灭 (0.3 s)	亮起 * (1.5 s)	熄灭 (5 s)	熄灭 (10 s)		**

\* 表中列举的均为工厂设置。

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

### 注意

请注意以下几点:

- ▶ 开关延迟时间设定仪表在延迟后发出限位信号。  
在由于诸如进料或塌料所引起的物料表面扰动的储罐中, 该设置特别有用。  
因此, 应确保传感器继续被介质覆盖后, 才能停止进料。
- ▶ 如果开关延迟时间过短, 一旦物料表面下陷可能导致加料过程重新启动。

### 小心

开关延迟时间设置过长, 可能会导致溢罐。

参照以下步骤设置开关延迟时间:

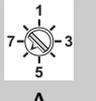
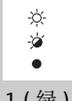
1. 旋转功能开关至位置 5。
2. 按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒, 选择更大数值。按下加号键 (+) 或减号键 (-), 跳过这个数值, 至另一个值。  
由 LED 指示灯 1...4 标识可用数值。
3. 设置所需值。

设置开关延迟时间, 旋转功能开关, 再次放置在位置 1 (工作状态)。

### 6.2.10 开启自检 (功能检测)

#### ⚠ 小心

确保不会意外开启自检过程! 可能会导致溢罐。

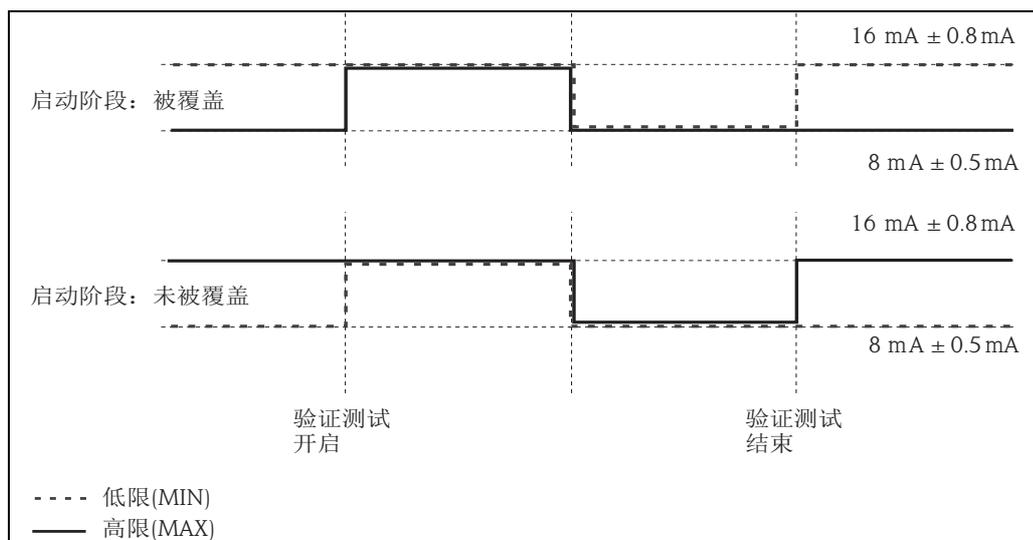
功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
				1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
 A		 B	 C	 1 (绿)	 2 (绿)	 3 (红)	 4 (绿)	 5 (绿)	 6 (黄)
6 	自检 (功能检测)	同时按下两个按键		熄灭* (关闭)				闪烁 (开启)	**

\* 表中列举的均为工厂设置。

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

#### 注意

自检仿真开关状态 (传感器未被覆盖、传感器被覆盖)。用户检查连接设备是否正确动作。



参照以下步骤执行自检:

1. 旋转功能开关至位置 6。
2. 按下加号键 (+) 和减号键 (-), 并至少保持 2 秒。  
绿色 LED 指示灯闪烁 5 次, 开启自检。  
绿色 LED 指示灯熄灭。
3. 约 20 秒后完成检测。LED 指示灯 1 亮起标识状态。

完成自检, 可以旋转功能开关至位置 1 (工作状态)。

## 6.2.11 设置低限 (MIN) / 高限 (MAX) 和 SIL 故障安全模式

### 注意

SIL 模式功能仅与电子插件 FEI55 配套使用时方有效。

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
1 	工作			闪烁 工作 LED	亮起 *** (MIN-SIL)	闪烁 (警告 / 报 警)	亮起 *** (MAX-SIL)		亮起 / 熄 灭 / 闪烁 **
7	低限 (MIN) / 高限 (MAX) 失效安全模式	按下 MIN	按下 MAX	熄灭 (MIN)				亮起 * (MAX)	**
	锁定 / 解锁 SIL 模式 ***	同时按下两个按键			亮起 (MIN-SIL)		亮起 (MAX-SIL)		

\* 表中列举的均为工厂设置。

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。  
未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

\*\*\* 仅与电子插件 FEI55 (SIL) 配套使用。仪表在 SIL 模式下工作。

### 注意

正确选择失效安全模式, 确保始终以静态电流安全工作。

#### ■ 低限安全模式 (MIN):

低于开关点时 (杆式传感器 / 缆式传感器未被覆盖), 发生故障或电源线故障时输出开关动作。

#### ■ 高限安全模式 (MAX):

高于开关点时 (杆式传感器 / 缆式传感器被覆盖), 发生故障或电源线故障时输出开关动作。

参照以下步骤设置低限 (MIN) 或高限 (MAX) 故障安全模式:

1. 旋转功能开关至位置 7。
2. 失效安全模式
  - 按下减号键 (-), 并至少保持 2 秒, 设置低限 (MIN) 故障安全模式。  
绿色 LED 指示灯 1 亮起。
  - 按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒, 设置高限 (MAX) 故障安全模式。  
绿色 LED 指示灯 5 开始亮起。

设置失效安全模式, 并可以旋转功能开关至位置 1, 返回工作状态。

### 锁定 SIL 模式

通过“SIL 模式”防止意外更改仪表设置。一旦“SIL 模式”被解锁，才能更改仪表设置。

- 旋转功能开关至位置 7 “锁定 / 解锁 SIL 模式”。
- 检查选择的低限 (MIN) 或高限 (MAX) 失效安全模式。
- 参照以下步骤解锁故障安全模式：
  - 同时按下减号键 (-) 和加号键 (+)，约 4 秒
  - 红色 LED 指示灯 (故障信息) 开始闪烁时，松开按键

#### 注意

在“锁定 SIL 模式”下锁定，激活电流输出 ( $I < 3.6 \text{ mA}$ ) 的故障信息。红色 LED 指示灯 3 亮起，标识此状态。

- 参照以下步骤开启锁定：
  - 使用“MIN-SIL”，开启锁定，绿色 LED 指示灯 2 亮起标识。LED 指示灯 1 熄灭。
  - 使用“MAX-SIL”，开启锁定，绿色 LED 指示灯 4 亮起标识。LED 指示灯 5 熄灭。
- 设置功能开关在“工作”位置，开启设置的 SIL 模式。红色 LED 指示灯 3 熄灭，绿色 LED 指示灯 1 开始闪烁。  
仪表可以操作!

### 解锁 SIL 模式

- 旋转功能开关至位置 7 “锁定 / 解锁 SIL 模式”。
- 参照以下步骤，解锁仪表：
  - 同时按下减号键 (-) 和加号键 (+)，并保持约 4 秒
  - “MIN-SIL”或“MAX-SIL”LED 指示灯熄灭后，松开按键。
- 旋转功能开关至位置 1 “工作”位置，操作非 SIL 模式下的设备。

## 6.2.12 上传 / 下载传感器 DAT (EEPROM)

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
8 	上传 / 下载传感器 DAT (EEPROM)	按下, 下载	按下, 上传	闪烁 (下载)				闪烁 (上传)	**

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

**注意**

请注意以下几点:

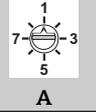
- ▶ 电子插件的用户自定义设置 (例如 空标 / 满标、开关点调节) 自动储存在传感器 DAT (EEPROM) 和电子插件中。
- ▶ 电子插件中的参数每变化一次, 传感器 DAT (EEPROM) 自动更新。
- ▶ 更换电子插件时, 所有传感器 DAT (EEPROM) 参数通过手动上传传输至电子插件。无需其他设置。
- ▶ 如需将电子插件的用户自定义设置传输至多个传感器 DAT (EEPROM), 安装电子插件后必须执行手动下载。
  - **上传:** 上传传输保存的参数, 从传感器 DAT (EEPROM) 传输至电子插件。电子插件无需任何其他设置, 即可操作仪表。
  - **下载:** 下载将保存的参数从电子插件传输至传感器 DAT (EEPROM) 中。

参照下列步骤执行传感器上传 / 下载:

1. 旋转功能开关至位置 8。
2. 按下减号键 (-), 并至少保持 2 秒, 执行下载 (参数从电子插件传输至传感器 DAT (EEPROM))。在下载过程中, 绿色 LED 指示灯 1 闪烁。
3. 按下加号键 (+), 并至少保持 2 秒, 执行上传 (参数从传感器 DAT (EEPROM) 传输至电子插件)。在上传过程中, 绿色 LED 指示灯 5 闪烁。

传输参数, 并可以旋转功能开关至位置 1 (工作状态)。

### 6.2.13 恢复工厂设置

功能开关位置	功能	减号键 (-)	加号键 (+)	发光二极管 (LED 指示灯信号)					
									
 A		 B	 C	1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)
1 	工作			闪烁 工作 LED	亮起 <sup>***</sup> (MIN-SIL)	闪烁 (警告 / 报 警)	亮起 <sup>***</sup> (MAX-SIL)		亮起 / 熄 灭 / 闪烁 <sup>**</sup>
	复位工厂设置	同时按下按键, 并保持约 20 s		亮起	->	->	->	->	**

\*\* 开关状态信号 (亮起 / 熄灭 / 闪烁) 取决于所选安装位置和设置的失效安全模式 (低限 (MIN) / 高限 (MAX))。未进行标定时, LED 指示灯闪烁。

\*\*\* 仅与电子插件 FEI55 (SIL) 配套使用。仪表在 SIL 模式下工作。

#### 注意

请注意以下几点:

- ▶ 此功能用于复位工厂设置。仪表已完成首次标定, 例如: 罐体中的介质发生基本变化时, 特别有用。
- ▶ 恢复工厂设置完成后, 必须重新标定。

参照以下步骤恢复工厂设置:

1. 旋转功能开关至位置 1。
2. 同时按下加号键 (+) 和减号键 (-), 并保持约 20 秒。在此过程中, 恢复工厂设置, LED 指示灯 1...5 依次亮起。
3. 绿色 LED 指示灯 1 和黄色 LED 指示灯闪烁时, 成功恢复工厂设置。

恢复工厂设置, 可以继续设置测量范围和标定。

## 6.2.14 输出信号

### FEI51 的输出信号

安全模式	物位	输出信号	LED指示灯 绿 绿 红 绿 绿 黄
高限(MAX)		$L^+$ 1 $\xrightarrow{I_L}$ 3	
		1 $\xrightarrow{< 3.8 \text{ mA}}$ 3	
低限(MIN)		$L^+$ 1 $\xrightarrow{I_L}$ 3	
		1 $\xrightarrow{< 3.8 \text{ mA}}$ 3	
需维护		$I_L / < 3.8 \text{ mA}$ 1 $\xrightarrow{\text{dashed}}$ 3	
仪表故障		1 $\xrightarrow{< 3.8 \text{ mA}}$ 3	

BA300Fzh017

\* 参见“故障排除”(→ 65)

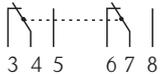
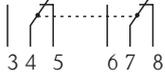
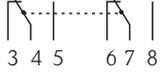
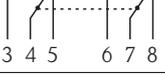
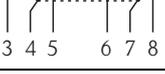
### FEI52 的输出信号

安全模式	物位	输出信号	LED指示灯 绿 绿 红 绿 绿 黄
高限(MAX)		$L^+$ 1 $\xrightarrow{I_L}$ 3	
		1 $\xrightarrow{I_R}$ 3	
低限(MIN)		$L^+$ 1 $\xrightarrow{I_L}$ 3	
		1 $\xrightarrow{I_R}$ 3	
需维护		1 $\xrightarrow{I_L / I_R}$ 3	
仪表故障		1 $\xrightarrow{I_R}$ 3	

TI418Fzh43

\* 参见“故障排除”(→ 65)

**FEI54 的输出信号**

安全模式	物位	输出信号	LED指示灯					
			绿	绿	红	绿	绿	黄
高限(MAX)			●	●	●	●	●	●
			●	●	●	●	●	●
低限(MIN)			●	●	●	●	●	●
			●	●	●	●	●	●
需维护			●	●	●	●	●	●
仪表故障			●	●	●	●	●	●

\* 参见“故障排除”(→ 65)

TI418Fzh48

**FEI55 的输出信号**

安全模式	物位	输出信号	LED指示灯					
			绿	绿	红	绿	绿	黄
高限(MAX)		$\frac{+}{2} \xrightarrow{\sim 16 \text{ mA}} 1$	●	●	●	●	●	●
		$\frac{+}{2} \xrightarrow{\sim 8 \text{ mA}} 1$	●	●	●	●	●	●
低限(MIN)		$\frac{+}{2} \xrightarrow{\sim 16 \text{ mA}} 1$	●	●	●	●	●	●
		$\frac{+}{2} \xrightarrow{\sim 8 \text{ mA}} 1$	●	●	●	●	●	●
需维护*		$\frac{+}{2} \xrightarrow{8/16 \text{ mA}} 1$	●	●	●	●	●	●
仪表故障		$\frac{+}{2} \xrightarrow{< 3.6 \text{ mA}} 1$	●	●	●	●	●	●

\* 参见“故障排除”(→ 65)

TI418Fzh51

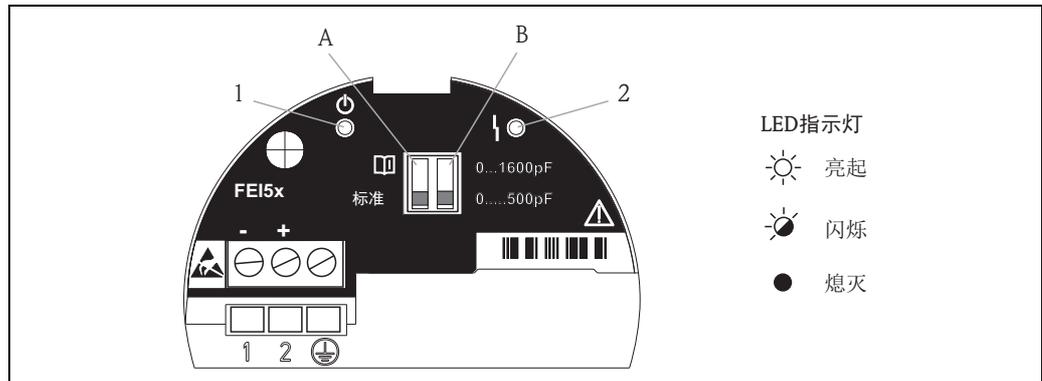
### 6.3 调试电子插件 FEI53 或 FEI57S

本章节介绍了带电子插件 FEI53 和 FEI57S 的仪表的调试过程。

**注意**

在开关单元上完成标定后，测量系统才能工作。

如何执行标定的详细信息请参考 Nivotester 开关单元的文档资料：FTC325 ( 三线制 )、FTC325 PFM、FTC625、FTC325、FTC470Z 或 FTC471Z。



BA300Fzh016

LED 指示灯 1 工作  $\odot$ ：每 s 闪烁一次

LED 指示灯 2 故障  $\odot$  红色 LED 指示灯闪烁，出现可以修复的故障时

LED 指示灯 2 故障  $\odot$  红色 LED 指示灯持续亮起，出现不可修复的故障时。参见第 71 页“故障排除”

#### 6.3.1 超出量程时，设置报警响应

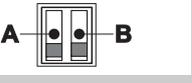
DIP 开关	功能
A  Standard	标准：超出测量范围时，无报警输出。
A	超出测量范围时，输出报警。

**注意**

请注意以下几点：

- ▶ 通过此设定，设置超出测量范围时的测量系统的报警响应。超出测量范围时，可以打开或关闭报警。
- ▶ 针对报警响应的所有其他设置必须在相应的 Nivotester 开关单元上设置。

### 6.3.2 设置测量范围

DIP 开关		功能
		
B		测量范围: 测量范围在 0...500 pF 之间。 满量程: 满量程在 5...500 pF 之间。
B		测量范围: 测量范围在 0...1600 pF 之间。 满量程: 满量程在 5...1600 pF 之间。

#### 注意

请注意以下几点:

- ▶ 所选测量范围 (0...500 pF 和 0...1600 pF) 取决于传感器的功能。  
传感器用作限位开关时, 可以保持工厂设置 0...500 pF。
- ▶ 传感器用作两点控制时, 竖直安装时建议设置为:
  - 传感器长度不超过 1.0 m 时, 测量范围为 0...500 pF
  - 传感器长度不超过 4.0 m 时, 测量范围为 0...1600 pF
  - 参见图 →  3.4 (→  9)

必须在相应 Nivotester 开关单元上设置所有其他设置。

### 6.3.3 输出信号

#### FEI53 的输出信号

模式	输出信号	LED指示灯 绿 红
正常工作	3...12 V 在接线端子3上	
需维护*	3...12 V 在接线端子3上	
仪表故障	< 2.7 V 在接线端子3上	

\* 参见“故障排除”(→  65)

TI418Fzh46

### FEI57S 的输出信号

模式	输出信号	LED指示灯 绿 红
正常工作	60...185 Hz 1 -----> 2	
需维护* 	60...185 Hz 1 -----> 2	
仪表故障 	< 20 Hz 1 -----> 2	

TI418Fzh54

\* 参见“故障排除”(→ 65)

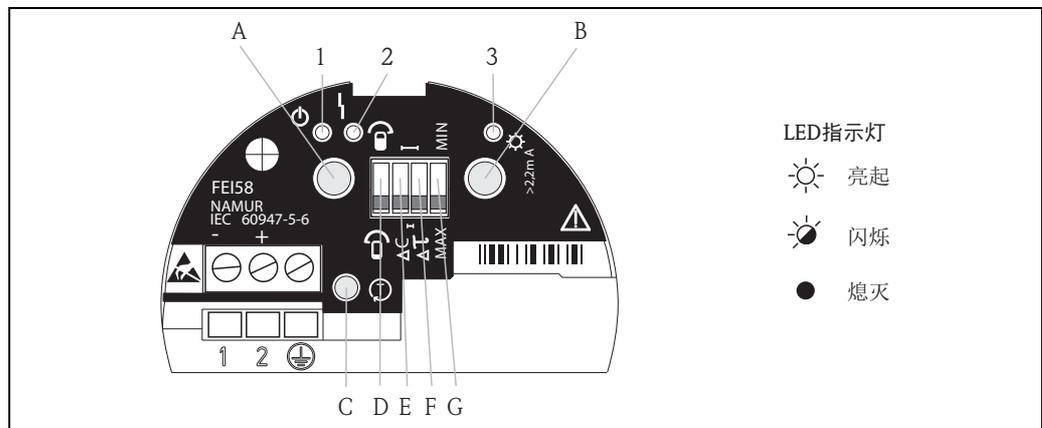
## 6.4 调试电子插件 FEI58

本章节介绍了带电子插件 FEI58 的仪表的调试过程。

### 注意

请注意以下几点:

- ▶ 必须执行标定，测量系统才能工作。
- ▶ 相关开关单元的其他功能请参考开关单元的文档资料，例如 Nivotester FTL325N、FTL375N (Endress+Hauser 生产的设备)。



BA299Fzh016

绿色 LED 指示灯 1 (☉: 可以操作); 红色 LED 指示灯 2 (⚡: 故障); 黄色 LED 指示灯 3 (⚡: 开关状态)

### 6.4.1 FEI58 上的按键 (A、B、C)

- 为了防止意外操作仪表，按下按键 (A 键和 B 键)，约 2 s 后必须释放，在系统计算和执行功能命令之前。检测按键 C 立即断开电源。
- 必须同时按下按键，启动开关点调节。

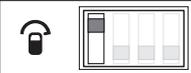
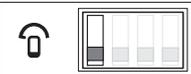
按键			功能
A	B	C	
X			显示诊断代码
	X		显示标定状态
X	X		执行标定 (在工作过程中)
X	X		删除标定点 (在启动过程中)
		X	测试按键  (断开变送器和开关点)

### 6.4.2 执行标定

#### 注意

请注意以下几点：

- ▶ 为了达到最高操作安全，请执行空标和满标。在苛刻应用条件下使用时，特别建议。
- ▶ 空标和满标时会测量空罐和满罐时传感器的电容值。例如：空标时的电容测量值为 50 pF，满标时的电容测量值为 100 pF，则将平均值 75 pF 储存为开关点。

DIP 开关: C		功能
D		
D		标定过程中，传感器未被介质覆盖。

#### 执行空标

参照以下步骤执行空标：

1. 检查并确保传感器未被介质覆盖。
2. 标定前，通过 DIP 开关 D 选择“未覆盖”传感器状态。
3. 同时按下按键 A 和 B，并至少保持 2 秒，保存标定值。
4. 绿色 LED 指示灯 1 快速闪烁，表明数值被正确保存。

当绿色 LED 指示灯 1 再次缓慢闪烁时，表明空标值保存已完成。

#### 执行满标

参照以下步骤执行满标：

1. 确保传感器被介质覆盖，覆盖位置与所需限位点一致。
2. 标定前，通过 DIP 开关 D 选择“覆盖”传感器状态。
3. 同时按下按键 A 和 B，并至少保持 2 秒，保存标定值。
4. 绿色 LED 指示灯 1 快速闪烁，表明数值被正确保存。

当绿色 LED 指示灯 1 在此缓慢闪烁时，表明满标值保存已完成。

### 6.4.3 设置开关点调节

选择开关点调节时，注意以下几点：

- 如果执行一种标定（空标或满标），且如果传感器工作时杆式传感器上形成粘附时，仪表可能不会对物位变化作出响应。开关点调节会对这种情况进行补偿，确保再次获取恒定开关点。
- 对于不会形成粘附的介质，建议设置为 2 pF，此时传感器对于物位变化最为敏感。
- 对于严重粘附的介质（例如：聚酯），建议使用带自动粘附补偿功能的传感器，使用设定值 10 pF。

DIP 开关: D		功能
E		开关点调节: 10 pF (严重粘附的介质, 例如: 污水污泥)
E		开关点调节: 2 pF (不会导致粘附的介质, 例如: 水)

### 6.4.4 设置开关延迟时间

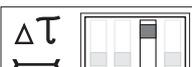
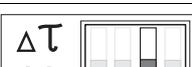
#### 注意

请注意以下几点：

- ▶ 开关延迟时间设定仪表在延迟后发出限位点信号。  
在由于诸如进料或塌料所引起的物料表面扰动的储罐中，该设置特别有用。  
因此，应确保传感器继续被介质覆盖后，才能停止进料。
- ▶ 在由于诸如进料或塌料所引起的物料表面扰动的储罐中，该设置特别有用。

#### 小心

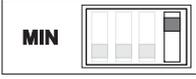
开关延迟时间设置过长，可能会导致罐体溢出。

DIP 开关: E		功能
F		开关延迟时间: 5 s
F		开关延迟时间: 1 s

### 6.4.5 低限 (MIN) / 高限 (MAX) 故障安全模式

#### 注意

正确选择故障安全模式，确保始终以静态电流安全工作。

DIP 开关: F		功能
G		失效安全模式: MIN 传感器未被覆盖, 输出切换至安全输出 (报警信号) 例如: 使用时带空转保护
G		失效安全模式: MAX 传感器被覆盖, 输出切换至安全输出 (报警信号) 例如: 使用时带溢出保护

### 6.4.6 显示标定状态

通过此功能可以查看仪表上完成的标定。通过三个 LED 指示灯标识标定状态。

参照以下步骤询问标定状态:

1. 按下按键 B, 并至少保持 2 秒。
2. LED 指示灯标识当前标定状态 (工作 / 开关状态)。

发光二极管 (LED 指示灯信号)			标定状态
绿色 LED 指示灯 1 ☉工作	红色 LED 指示灯 2 ⚡故障	黄色 LED 指示灯 3 ⚙开关状态	
			无标定
亮起			执行空标
		亮起	执行满标
亮起		亮起	执行空标和满标

### 6.4.7 显示诊断代码

通过三个 LED 指示灯, 此功能解释故障。系统检测到不止一个错误时, 显示最高优先级的故障。

详细信息参见章节“故障诊断”(→ 65)。

### 6.4.8 检测按键 C ( 开路 )

#### ▲ 小心

检测可以用于开启工厂中的安全测量 ( 例如: 报警 )!

按下检测按键 C, 断开电源。

断开电源时, 供电单元 ( 例如: Endress+Hauser 生产的 Nivotester FTL325N ) 作出如下响应: 报警继电器输出错误信息, 且所有连接从设备触发适当的响应。

参照以下步骤执行功能检测:

1. 在整个测试过程中按下按键 C。供电单元立即断开电源。
2. 所有 LED 指示灯熄灭。设置的供电单元安全功能 ( 例如: 错误信息报警 ) 被激活。
3. 再次松开检测按键 C, 结束功能检测。

### 6.4.9 输出信号

#### FEI58 的输出信号

高限(MAX)		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{2.2 \dots 3.5 \text{ mA}} 1$	
		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{0.6 \dots 1.0 \text{ mA}} 1$	
低限(MIN)		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{2.2 \dots 3.5 \text{ mA}} 1$	
		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{0.6 \dots 1.0 \text{ mA}} 1$	

\* 参见“故障排除”(→ 65)

TI418Fzh54

## 7 维护

Liquicap M 物位变送器无需专门维护。

### 外部清洗

清洗 Liquicap M 的外表面时，应始终使用不会损伤外壳和密封圈表面的清洗液清洗。

### 清洗探头

取决于应用，探头杆上会形成粘附（污染和油污）。严重介质粘附可能会影响测量结果。介质易生成严重粘附时，建议定期清洗。使用软管清洗时，或机械清洗过程中，请确保探头杆的绝缘层不被损坏。使用清洗剂时，应确保材料耐腐蚀！

### 密封圈

必须定期更换传感器的过程密封圈，特别是使用成型密封圈（防腐型）时。更换周期取决于清洗频率、测量介质的温度和清洗温度。

### 修理

Endress+Hauser 的测量设备采用模块化结构设计，用户能够自行维修。

备件按手工套件分类，均配备相应更换指南。“备件”章节中列举了所有备件组，及其订货号。需要修理 Liquicap M 时，可以直接向 Endress+Hauser 订购备件。维修和备件的详细信息请联系 Endress+Hauser 当地销售中心。

### 防爆型 (Ex) 设备的维修

进行防爆型 (Ex) 设备的维修时，请注意以下几点：

- 仅允许经培训的人员或 Endress+Hauser 服务工程师进行防爆型 (Ex) 设备的维修。
- 遵守相关标准、国家防爆区规则、《安全指南》(XA) 和认证的要求。
- 仅使用 Endress+Hauser 原装备件。
- 订购备件时，请注意设备的铭牌标识。必须更换相同部件。
- 按照指南执行维修。维修完成后，进行设备指定常规测试。
- 仅允许 Endress+Hauser 服务工程师改装认证设备。
- 记录所有维修和改装操作。

### 更换

更换 Liquicap M 或电子插件后，必须将标定参数传输至更换后的仪表中。

更换传感器后手动下载，将电子插件中的标定参数传输至传感器 DAT (EEPROM) 中。更换电子插件后手动上传，将传感器 DAT (EEPROM) 中的标定参数传输至电子插件中。

无需重新标定，即可使用仪表继续测量（详细信息参见章节 6.2.10 “传感器 DAT (EEPROM) 上传 / 下载”）。

## 8 附件

### 8.1 防护罩

适用于 F13、F17 和 F27 外壳 (不带显示单元)  
订货号: 71040497

适用于 F16 外壳  
订货号: 71127760

### 8.2 FTI52 的缆绳截短工具

订货号: 942901-0001

### 8.3 HAW56x 浪涌保护器

信号线和部件的限制过压浪涌保护器: 参见《技术资料》TI00401F。

### 8.4 焊座

所有可选焊座的详细信息参见《技术资料》TI00426F。  
登录 Endress+Hauser 网址下载: [www.endress.com](http://www.endress.com) → 资料下载。

## 9 故障排除

### 9.1 电子插件的故障诊断

#### 注意

在仪表的调试或工作过程中发生故障时，可以在电子插件上进行故障诊断。电子插件 FEI51、FEI52、FEI54、FEI55 具有此功能（参见错误列表 1 和 2）。

电子插件 FEI53、FEI57S 和 FEI58 标识两类故障信号：

- 可以修复的故障：红色 LED 指示灯闪烁
- 不可修复的故障：红色 LED 指示灯持续亮起

故障检测和故障消除的详细信息请参考表 2。

#### 9.1.1 开启 FEI51、FEI52、FEI54、FEI55 的故障诊断

#### 注意

诊断提供仪表的工作状态信息。诊断结果通过 LED 指示灯 1、2、4 和 5 显示。检测到多个故障时，按照优先级显示故障。严重故障（例如：优先级 3）始终在非严重故障（例如优先级 5）之前显示。

参照以下步骤开启故障诊断：

1. 将功能开关放置的位置 1（工作）。
2. 按下减号键（-）。
3. “故障表 1”列举了故障原因和消除信息。

诊断 LED 指示灯						故障列表 1 (FEI51、FEI52、FEI54、FEI55)	补救措施	优先级
1 (绿)	2 (绿)	3 (红)	4 (绿)	5 (绿)	6 (黄)	原因		
						无故障		
亮起						内部故障	更换电子插件	1
	亮起				亮起	标定点超出测量范围	重新标定	2
亮起				亮起		标定点意外相互交换	重新标定	3
	亮起					标定点过于接近量程上下限	减小开启点，或选择新的安装位置	4
亮起	亮起					未执行标定	执行空标和 / 或满标	5
			亮起			直流 (DC) PNP 输出过载 *	减小连接负载	6
亮起			亮起			“传感器未被覆盖”和“传感器被覆盖”间的电容差值过小	联系 Endress+Hauser 服务工程师	7
	亮起		亮起			传感器 DAT (EEPROM) 参数无效	执行从电子插件下载	8
亮起	亮起		亮起			传感器未被检测 **	传感器类型不兼容。使用 Solicap S 传感器。	9
				亮起		温度测量值超出允许温度范围	仅在指定温度范围内操作仪表	10

\* 仅与电子插件 FEI52 配套使用

\*\* 无法连接至传感器 DAT (EEPROM)

#### 9.1.2 FEI53、FEI57S 的故障诊断

原因	补救措施
仪表不开关动作	检查连接和电源
报警 LED 指示灯闪烁	电子插件的环境温度超出允许范围，或传感器连接中断。

#### 9.1.3 开启 FEI58 的故障诊断

### 显示诊断代码

通过三个 LED 指示灯描述故障。系统检测到不止一个故障时，显示最高优先级的故障。

参见以下步骤显示诊断代码：

1. 按下按键 B，并至少保持 2 秒。
2. LED 指示灯标识当前诊断代码（工作 / 故障 / 开关状态）。

序号	1 绿色 工作	2 红色 故障	3 黄色 开关状态	原因	补救措施	优先级
0				无故障	---	---
1	亮起			内部故障	仪表故障	1
2		亮起		标定点超出测量范围	减小开启点，或选择新的安装位置	2
3			亮起	标定点意外相互交换	传感器未被覆盖时，执行未被覆盖标定； 传感器被覆盖时，执行被覆盖标定	3
4	亮起	亮起		未执行标定	执行空标和 / 或满标	4
5	亮起		亮起	“传感器未被覆盖”和“传感器被覆盖”间的电容差值过小	未被覆盖和被覆盖传感器间的电容差值应大于 2 pF	5
6		亮起	亮起	传感器未被检测	连接传感器	6
7	亮起	亮起	亮起	温度测量值超出允许温度范围	仅在指定温度范围内操作仪表	7

## 9.2 备件

W@M 设备浏览器中的查询地址 ([www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer)):

列举了测量设备的所有备件及其订货号，并可以直接订购。

同时还可以下载相应的安装指南。

## 9.3 返厂

测量设备需要修理或工厂标定时，或测量设备订购型号错误或发货错误时，必须返回设备。Endress+Hauser 作为 ISO 认证企业，法规要求按照特定步骤处置接液产品。

为了确保安全、快速和专业地返回设备，请参考 Endress+Hauser 网址上的返回设备步骤和条件：<http://www.endress.com/support/return-material>。

## 9.4 废弃

废弃时，按照根据材料区分不同部件，并尽可能回收再利用。

## 9.5 固件版本更新

电子插件	发布日期	软件版本号	软件变更内容
FEI51	10/2007	V 01.00.XX	原始软件
FEI52	07/2006	V 01.00.XX	原始软件
FEI53	07/2006	V 01.00.XX	原始软件
FEI54	07/2006	V 01.00.XX	原始软件
FEI55	11/2008	V 02.00.XX	扩展至包含 SIL 功能性
FEI57s	07/2006	V 01.00.XX	原始软件
FEI58	01/2010	V 01.00.XX	原始软件

## 9.6 Endress+Hauser 联系地址

《操作手册》封底提供 Endress+Hauser 的联系网站。登录网页可以查询联系方式。

## 10 技术参数

### 10.1 传感器的电容值

基本电容: 约 18 pF

#### 附加电容值

传感器安装位置与导电性容器壁的最小间距为 50 mm:

- 杆式传感器: 在空气中约 1.3 pF/100 mm
- 缆式传感器: 在空气中约 1.0 pF/100 mm

全绝缘杆式传感器在水中:

- 约 38 pF/100 mm (16 mm 杆式传感器)
- 约 74 pF/100 mm (14 mm 杆式传感器)
- 约 45 pF/100 mm (10 mm 杆式传感器)
- 约 50 pF/100 mm (22 mm 杆式传感器)

绝缘缆式传感器在水中约 19 pF/100 mm

带接地管的杆式传感器:

- 绝缘杆式传感器: 在空气中约 6.4 pF/100 mm
- 绝缘杆式传感器: 在水中约 38 pF/100 mm (16 mm 杆式传感器)
- 绝缘杆式传感器: 在水中约 45 pF/100 mm (10 mm 杆式传感器)

### 10.2 输入

#### 10.2.1 测量范围

- 工作频率:  
500 kHz
- 量程:  
 $\Delta C = 5 \dots 1600 \text{ pF}$   
 $\Delta C = 5 \dots 500 \text{ pF}$  (与 FEI58 配套使用)
- 最终电容值:  
 $C_E = \text{max. } 1600 \text{ pF}$
- 可调节初始电容值:  
 $C_A = 5 \dots 500 \text{ pF}$  (范围 1 = 工厂设置)  
 $C_A = 5 \dots 1600 \text{ pF}$  (范围 2; 不能与 FEI58 配套使用)
- 限位检测时的最小电容变化量必须  $\geq 5 \text{ pF}$ 。

测量非导电性介质时的最小传感器长度 ( $< 1 \mu\text{s/cm}$ )

$$l_{\min} = \Delta C_{\min} / (C_s * [\epsilon_r - 1])$$

$$l_{\min} = \text{最小传感器长度 (m)}$$

$$\Delta C_{\min} = 5 \text{ pF}$$

$$C_s = \text{在空气中的传感器电容 (} \rightarrow \text{ 67 “传感器的电容值”)}$$

$$\epsilon_r = \text{介电常数, 例如油} = 2.0$$

## 10.3 输出

### 10.3.1 开关动作

开关量或  $\Delta s$  操作 ( 泵控制, 不能与 FEI58 配套使用 )

### 10.3.2 上电动作

接通电源时, 输出的开关状态为报警信号。  
经过最多 3 秒后, 到达正确的开关状态。

### 10.3.3 故障安全模式

可以在电子插件上进行低限 (MIN) / 高限 (MAX) 驻存电流的安全切换 (FEI53 和 FEI57S 仅可在 Nivotester 上切换: FTC325 ( 三线制 )、FTC325 PFM 和 FTC625)

MAX = 低限安全:

传感器未被覆盖, 输出切换为安全输出 ( 报警信号 )。例如用于泵的空转保护和泵保护

MAX = 高限安全:

传感器被覆盖, 输出切换为安全输出 ( 报警信号 )。例如用于溢出保护

### 10.3.4 电气隔离

FEI51、FEI52

在杆式传感器和电源之间

FEI54

在杆式传感器、电源和负载之间

FEI53、FEI55、FEI57S、FEI58

参考连接的开关单元 ( 在电子插件中功能电气隔离 )

## 10.4 性能参数

不确定性符合 DIN 61298-2 标准:  $\max \pm 0.3\%$

非重复性 ( 重现性 ) 符合 DIN 61298-2 标准:  $\max. \pm 0.1\%$

### 10.4.1 环境温度的影响

电子插件

$< 0.06\% / 10\text{K}$ , 针对满量程值

分离型外壳

连接电缆的电容值变化:  $(0.15\text{ pF}/10\text{K}) / 10\text{K}$

## 10.5 操作条件：环境

### 10.5.1 环境温度范围

- -50...+70 °C
- -40...+70 °C (带 F16 外壳)
- 注意减温曲线 (→ 70)
- 户外使用时，安装防护罩! (→ 64)

### 10.5.2 储存温度

-50...+85 °C

### 10.5.3 气候等级

符合 DIN EN 60068-2-38/IEC 68-2-38 标准: Z/AD 测试

### 10.5.4 抗振性

符合 DIN EN 60068-2-64/IEC 68-2-64 标准: 20...2000 Hz ; 0.01 g<sup>2</sup>/Hz

### 10.5.5 抗冲击性

符合 DIN EN 60068-2-27/IEC 68-2-27 标准: 30 g, 加速度

### 10.5.6 防护等级

	IP66*	IP67*	IP68*	NEMA4X*
F16 聚酯外壳	X	X	-	X
F15 不锈钢外壳	X	X	-	X
F17 铝外壳	X	X	-	X
F13 铝外壳 带气密过程密封圈	X	-	X***	X
F27 不锈钢外壳	X	X	X***	X
T13 铝外壳 带气密过程密封圈和独立接线腔 (EEx d)	X	-	X***	X
分离型外壳	X	-	X***	X

\* 符合 EN60529 标准

\*\* 符合 NEMA 250 标准

\*\*\* 仅与 M20 电缆入口或 G1/2 螺纹配套使用

### 10.5.7 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) 和 NAMUR 推荐的 NE21 标准 (EMC)
- 使用通用商业仪表电缆。

## 10.6 操作条件：过程

### 10.6.1 过程温度范围

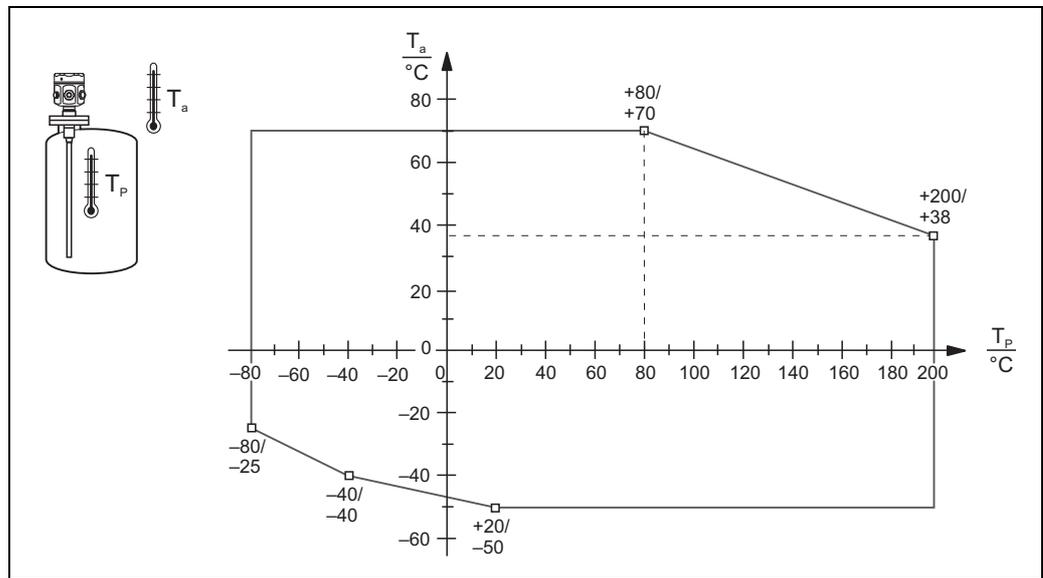
下图适用于：

- 杆式和缆式传感器
- 绝缘层：PTFE、PFA、FEP
- 危险区之外的标准应用

#### 注意

使用 F16 聚酯外壳或附加选项的选型代号为 B 时 (无油漆损伤物质, 仅适用于 FTI51), 温度  $T_a$  不得低于  $-40\text{ }^\circ\text{C}$ 。

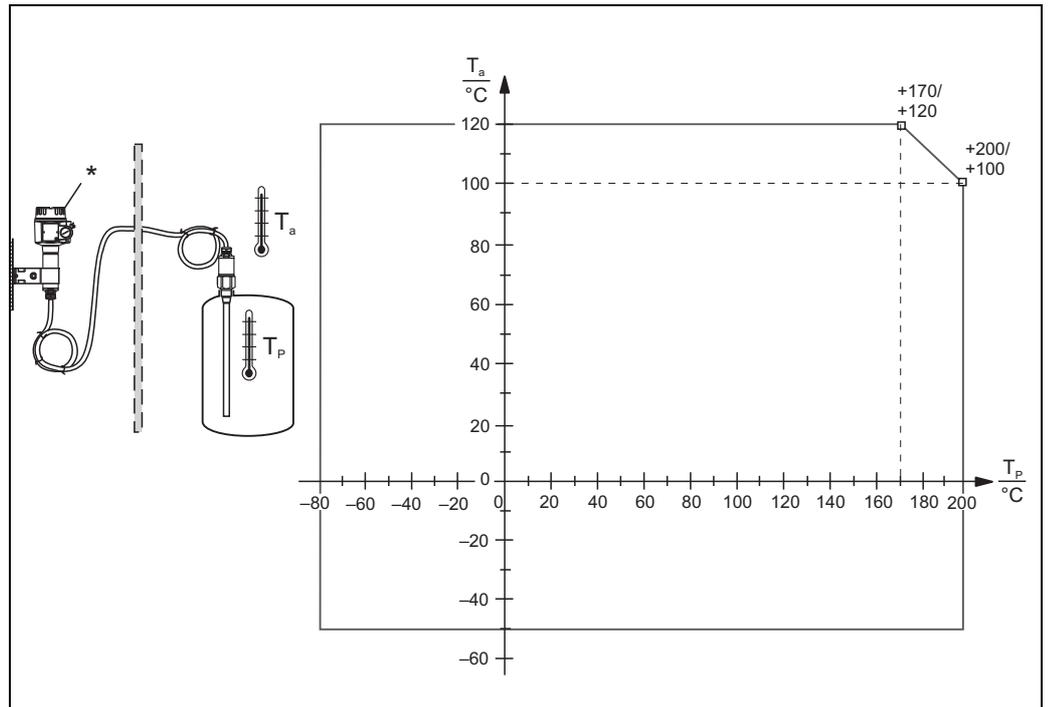
#### 一体式外壳



$T_a$ : 环境温度  
 $T_p$ : 过程温度

L00-FMI5xxxx-05-05-xx-xx-013

### 分离型外壳



$T_a$ : 环境温度

$T_p$ : 过程温度

\* 注意分离型外壳处的允许环境温度

### 10.6.2 过程温度的影响

全绝缘传感器为满量程值得 0.13%/K 时发生错误。

### 10.6.3 过程压力范围

#### ø10 mm、ø14 mm 传感器 (包括绝缘层)

-1...25 bar

#### ø16 mm 传感器 (包括绝缘层)

- -1...100 bar
- 使用屏蔽段时，最大允许过程压力为 63 bar
- CRN 认证型和使用屏蔽段时，最大允许过程压力为 32 bar

#### ø22 mm 传感器 (包括绝缘层)

-1...50 bar

更高温度下的允许压力值参见下列标准:

- EN 1092-1: 2005 表, 附录 G2  
就材料的温度稳定性而言, 材料 1.4435 和 1.4404 (AISI 316L) 均被列入表 18 的 13E0 中, 两种材料的化学成分相同。
- ASME B 16.5a - 1998 表 2-2.2 F316
- ASME B 16.5a - 1998 表 2.3.8 N10276
- JIS B 2220

适用仪表减温曲线的最小值和所选法兰。

### 10.6.4 压力 - 温度关系曲线

过程连接:

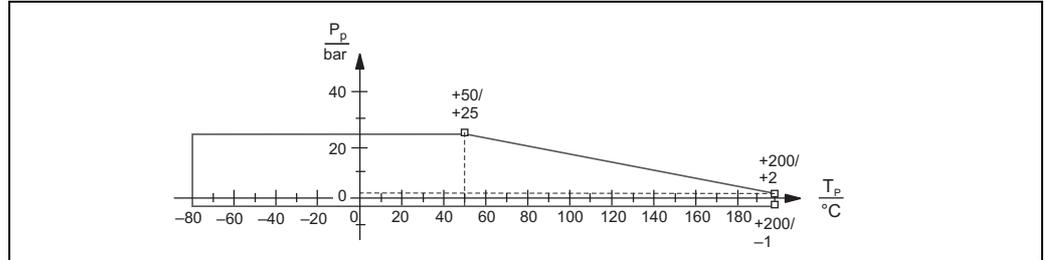
1/2"、3/4"、1"、法兰 < DN50、< ANSI 2"、< JIS 10K (10 mm 和 14 mm 杆式传感器)

过程连接:

3/4"、1"、法兰 < DN50、< ANSI 2"、< JIS 10K (16 mm 杆式传感器):

杆式传感器的绝缘层: PTFE

缆式传感器的绝缘层: FEP、PFA



L00-FMI5xxxx-05-05-xx-xx-008

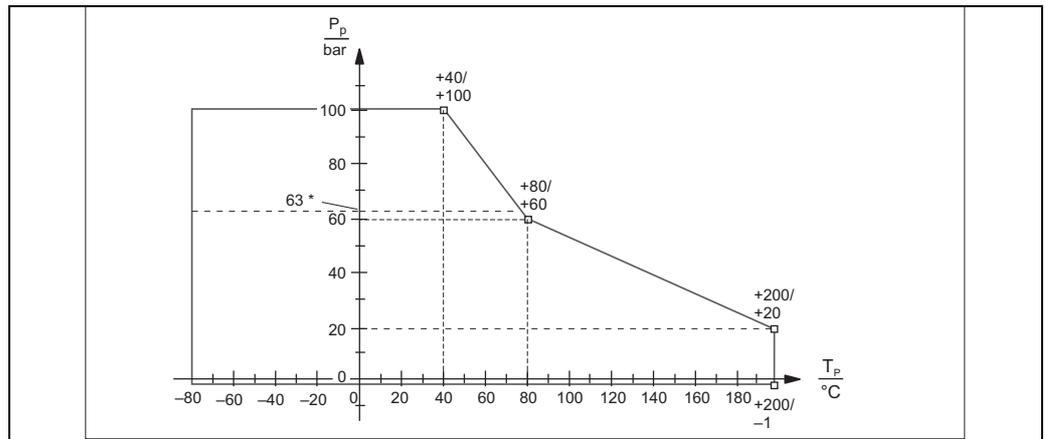
$P_p$ : 过程压力  
 $T_p$ : 过程温度

过程连接:

1 1/2"、法兰 ≥ DN50、≥ ANSI 2"、≥ JIS 10K (16 mm 杆式传感器)

杆式传感器的绝缘层: PTFE、PFA

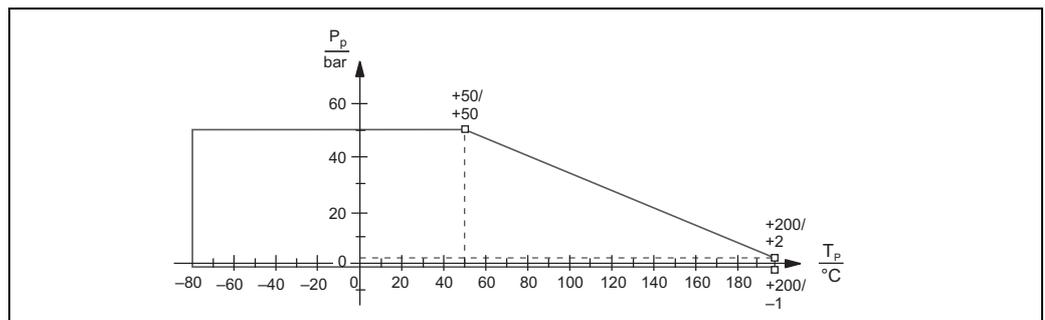
缆式传感器的绝缘层: FEP、PFA



L00-FMI5xxxx-05-05-xx-xx-010

$P_p$ : 过程压力  
 $T_p$ : 过程温度

带全绝缘屏蔽段 (22 mm 杆式传感器):



L00-FMI5xxxx-05-05-xx-xx-012

$P_p$ : 过程压力  
 $T_p$ : 过程温度

## 10.7 文档资料

### 注意

登录网址可以下载相关文档资料: [www.endress.com](http://www.endress.com)。

### 10.7.1 技术资料

- Nivotester FTL325N  
TI00353F
- Nivotester FTL375N  
TI00361F
- Liquicap M FTI51, FTI52  
TI00417F
- EMC 测试步骤  
TI00241F

### 10.7.2 证书

#### ATEX 安全指南

- Liquicap M FTI51、FTI52  
ATEX II 1/2 G EEx ia IIC/IIB T3...T6, II 1/2 D IP65 T 85 °C  
XA00327F
- Liquicap M FTI51、FTI52  
ATEX II 1/2 G Ex d [ia] IIC/IIB T3...T6, Ex de [ia Ga] IIC/IIB T3...T6 Ga/Gb,  
Ex iaD 20 Txx°C/Ex tD A21 IP6x Txx°C  
XA00328F

#### INMETRO 安全指南

- Liquicap M FMI51, FMI52  
Ex d [ia Ga] IIC/IIB T3...T6 Ga/Gb; Ex de [ia Ga] IIC T3...T6 Ga/Gb  
XA01171F
- Liquicap M FMI51, FMI52  
Ex ia IIC/IIB T3...T6 Ga/Gb; Ex ia IIIC T90°C Da/Db IP65  
XA01172F

#### NEPSI 安全指南

- Liquicap M FTI51、FTI52  
Ex ia IIC/IIB T3...T6 Ga/Gb  
XA00417F
- Liquicap M FTI51、FTI52  
EEx d [ia] IIC/IIB T3/T4/T6 Ga/Gb, Ex de ia IIC/IIB T3/T4/T6  
XA00418F

**溢出保护 DIBt (WHG)**

- Liquicap M FTI51、FTI52  
ZE00268F

**功能安全 (SIL2/SIL3)**

- Liquicap M FTI51、FTI52  
SD00278F

**控制图示 (CSA 和 FM)**

- Liquicap M FTI51、FTI52  
CSA ZD00221F
- Liquicap M FTI51、FTI52  
FM ZD00220F

## 索引

<b>A</b>			
安全符号和图标说明 .....	5		
安装 .....	7		
<b>B</b>			
报警响应 .....	56		
<b>C</b>			
操作安全和过程安全 .....	4		
测量条件 .....	9		
<b>D</b>			
低限 (MIN) / 高限 (MAX) 失效安全模式 .....	50		
电缆入口 .....	25		
调试 .....	40		
<b>F</b>			
FEI51 的输出信号 .....	54		
FEI53 的输出信号 .....	57		
FEI54 的输出信号 .....	55		
FEI55 的输出信号 .....	55		
FEI57S 的输出信号 .....	58, 62		
返回 .....	66		
防护罩 .....	64		
复位 .....	45		
<b>G</b>			
功能安全 (SIL) .....	50		
故障排除指南 .....	65		
<b>J</b>			
基本设置 .....	40		
技术资料 .....	73		
接线 .....	24		
<b>K</b>			
开启故障诊断 .....	65		
<b>L</b>			
连接电子插件 FEI51 .....	28		
连接电子插件 FEI52 .....	29		
连接电子插件 FEI53 .....	30		
连接电子插件 FEI54 .....	31		
连接电子插件 FEI55 .....	32		
连接电子插件 FEI57S .....	33		
连接电子插件 FEI58 .....	34		
两点控制 .....	47		
<b>M</b>			
密封圈 .....	63		
铭牌 .....	6		
<b>R</b>			
人机界面 .....	36		
<b>S</b>			
上传 / 下载传感器 DAT .....	52		
设计说明 .....	8, 9		
		设置测量范围 .....	57
		设置开关点调节 .....	46
		<b>W</b>	
		外部清洗 .....	63
		维护 .....	63
		维修 .....	63
		<b>X</b>	
		显示单元 .....	36
		<b>Z</b>	
		在罐体中安装 (导波管) .....	13
		粘附模式 .....	47
		指定用途 .....	4
		执行空标 .....	42
		执行空标和满标 .....	44
		自检 .....	49



71379908

---

中国E+H技术销售 [www.ainstru.com](http://www.ainstru.com)  
电话: 18923830905  
邮箱: [sales@ainstru.com](mailto:sales@ainstru.com)