

# 技术资料

## Soliphant M

### FTM52

#### 固体音叉限位开关



#### 应用

Soliphant M 音叉料位开关坚固耐用，适合安装在料仓中使用，用于细颗粒状或低密度粉末状固体散料的限位检测。可选多种结构设计，满足各类应用需求。通过多项认证，允许在爆炸性粉尘或气体环境中使用。

可选带缆绳的仪表型号，最大长度 20 m (66 ft)，适合顶部安装

#### 优势

- 市场领先的固体散料限位检测技术
- 满足 SIL2 功能安全等级，符合 IEC 61508 标准
- 无机械移动部件
- 不受外部振动和介质黏附影响
- 可选多种电子插件
- 可调节密度设置（散料重量设置）和开关切换延迟时间
- 最高允许过程温度为 280 °C (536 °F)
- 可选带涂层或抛光叉体
- 在发生因粘附或磨蚀导致的设备故障前显示警告信息

<b>目录</b>	
<b>文档信息</b> .....	<b>3</b>
图标 .....	3
<b>功能与系统设计</b> .....	<b>3</b>
测量原理 .....	3
测量系统 .....	4
<b>输入</b> .....	<b>6</b>
测量变量 .....	6
测量范围 .....	6
输入信号 .....	6
工作频率 .....	6
<b>输出</b> .....	<b>7</b>
输出信号 .....	7
报警信号 .....	10
最大负载 .....	10
电气隔离 .....	10
<b>电源</b> .....	<b>11</b>
供电电压 .....	11
功率消耗 .....	11
电流消耗 .....	11
电气连接 .....	11
设备上电 .....	16
电缆入口 .....	16
电缆规格 .....	16
波动电压 .....	16
过电压保护 .....	16
<b>安装</b> .....	<b>17</b>
安装指南 .....	17
<b>环境条件</b> .....	<b>17</b>
环境温度范围 .....	17
储存温度 .....	17
气候等级 .....	17
抗振性 .....	17
防护等级 .....	17
抗冲击性 .....	17
电气安全 .....	17
电磁兼容性 (EMC) .....	17
<b>过程条件</b> .....	<b>18</b>
介质温度范围 .....	18
介质压力范围 .....	18
热冲击 .....	18
静压力 .....	18
颗粒尺寸 .....	18
固体散料密度 .....	18
横向负载 (静态) .....	18
缆绳张力负载 .....	19
<b>机械结构</b> .....	<b>19</b>
设计及外形尺寸 .....	19
外形尺寸 .....	23
重量 .....	24
材质 .....	24
表面涂层 .....	25
<b>人机界面</b> .....	<b>26</b>
显示单元 .....	26
FEM51、FEM52、FEM54、FEM55、FEM58 .....	29
FEM57 .....	29
<b>证书和认证</b> .....	<b>30</b>
CE 认证 .....	30
RCM-Tick 认证 .....	30
防爆认证 .....	30
功能安全认证 .....	30
CRN 认证 .....	30
ASME B 31.3 认证 .....	30
过程密封圈符合 ANSI/ISA 12.27.01 标准 .....	30
压力设备指令 2014/68/EU (PED) .....	31
RoHS 认证 .....	31
EAC 一致性声明 .....	31
其他证书 .....	31
其他标准和准则 .....	31
<b>订购信息</b> .....	<b>31</b>
<b>附件</b> .....	<b>31</b>
设备专用附件 .....	31
<b>补充文档资料</b> .....	<b>33</b>
《操作手册》 (BA) .....	33
补充文档资料 .....	33
《安全指南》 (XA) .....	33

## 文档信息

### 图标

#### 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。

#### 电气图标



##### 直流电

⏏ 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。

#### 通信图标

● 发光二极管熄灭

☒ 发光二极管亮起

⚡ 发光二极管闪烁

#### 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。

ℹ 提示  
附加信息。

#### 图中的图标

A、B、C... 视图

1、2、3... 部件号

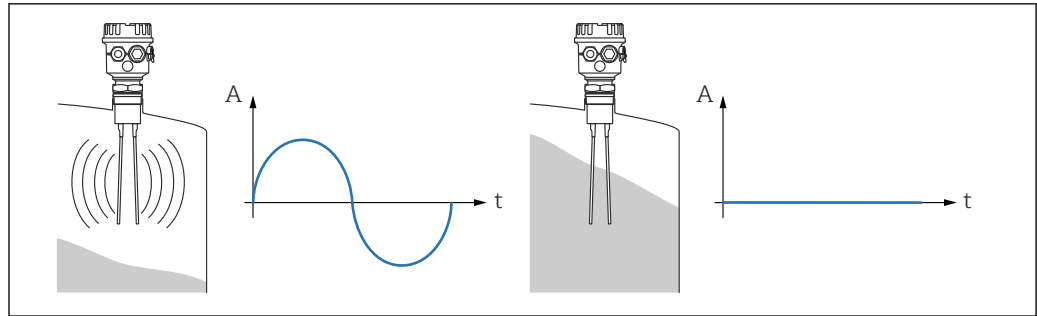
⚠ 危险区

⚡ 安全区 (非危险区)

## 功能与系统设计

### 测量原理

在压电晶体驱动下，Soliphant M 的叉体以共振频率振动。当叉体被介质覆盖时，叉体振幅也发生变化（振动减弱）。Soliphant M 的电子模块对比实际振幅与目标振幅，判断叉体是否被介质覆盖。




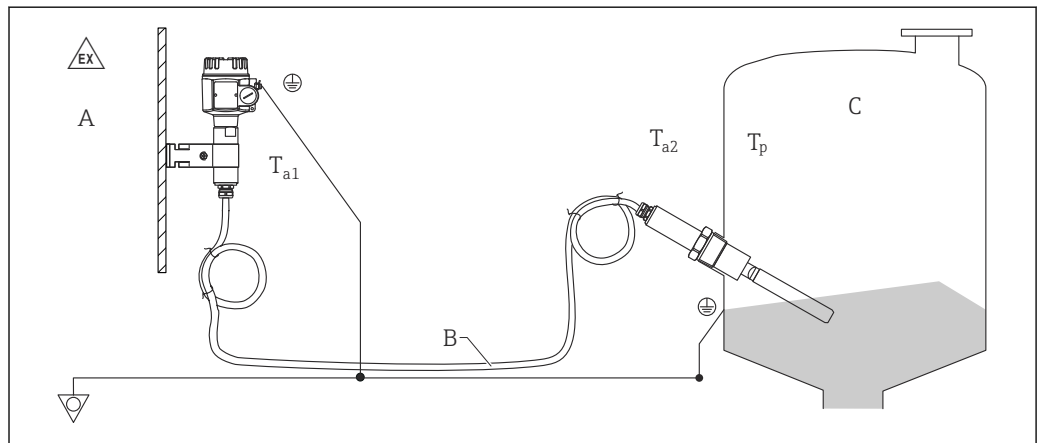
A0044386

A 振幅  
t 时间

### 带分离型外壳的仪表

适合在高温工况以及在狭小安装空间中（例如安装在进料口处）使用。客户可以现场截短分离型外壳和传感器之间的电缆。

 带分离型外壳的仪表的随箱包装中提供墙装架。



A0044500

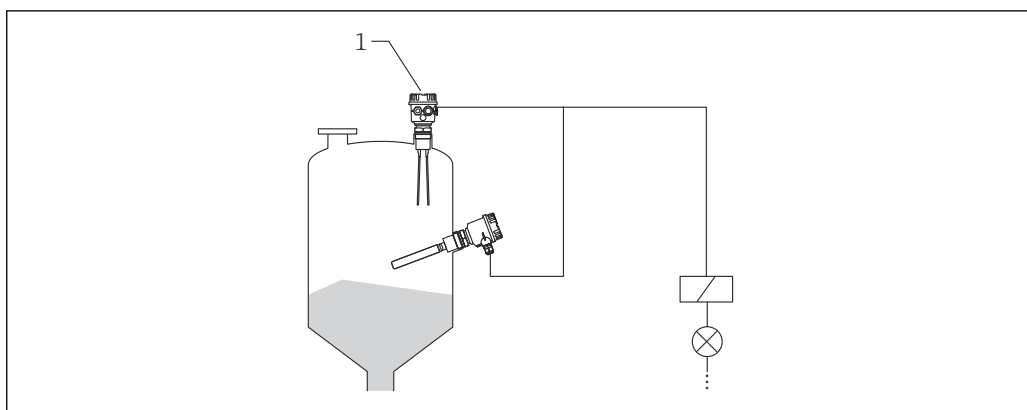
A 防爆 1 区、防爆 21 区  
B 最大电缆长度：6 m (20 ft)  
C 防爆 0 区、防爆 20 区

- $T_{a1}$ : 70 °C (158 °F)
- $T_{a2}$ : 80 °C (176 °F)
- $T_p$ : 80 °C (176 °F)

### 测量系统

测量系统可以采用一体式仪表或带开关单元的分体式仪表。可选下列电子插件型号：

## 一体式仪表



A0044388

1 电子插件

**FEM51**

- 两线制连接，交流供电
- 通过晶闸管将开关负载直接接入电源回路

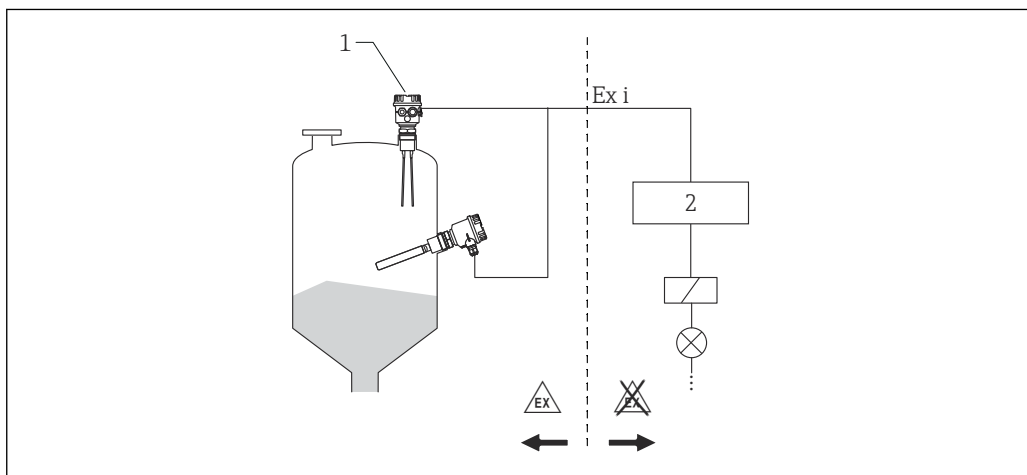
**FEM52**

- 三线制连接，直流供电
- 晶体管 (PNP) 开关负载，独立连接

**FEM54**

- 通用电流连接型，带继电器输出
- 由 2 个无源可切换触点 (DPDT) 开关负载

## 连接开关单元的分体式仪表



A0044394

1 电子插件  
2 开关单元、PLC、隔离信号转换器、段耦合器

连接独立开关单元或隔离信号转换器，例如 Nivotester 信号转换器：

- FTL325N、FTL375N (NAMUR 信号)
- FTL325P、FTL375P (PFM 信号)

**FEM55**

沿两线制回路传输 8/16 mA 信号

**FEM57**

- PFM 信号传输
- 沿两线制供电回路传输电流脉冲
- 通过开关单元进行自检，无需改变电平

**FEM58**

- 沿两线制供电回路传输 2.2 ... 4.8 / 0.4 ... 1.0 mA 信号，下降沿 (H-L) 触发，符合 EN 50227 (NAMUR) 标准
- 按下电子插件上的按钮检查连接电缆和后续设备

























**输入**

测量变量	料位 (与安装方向和叉体长度相关)
测量范围	<p>总长度: 750 ... 20000 mm (29.5 ... 787 in)</p> <p>Soliphant M 的测量范围取决于介质类型、安装位置和叉体长度。量程不超出叉体长度范围。</p> <p>适用轻介质的叉体类型:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 长度 155 mm (6.1 in) 的标准叉体</li> <li>■ 固体散料重量 <math>\geq 10 \text{ g/l}</math> (<math>0.62 \text{ lb/ft}^3</math>)</li> </ul> <p>适用狭小安装空间、高横向负载或严重粘附工况的叉体类型:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 长度 100 mm (3.94 in) 的短叉体</li> <li>■ 固体散料重量 <math>\geq 50 \text{ g/l}</math> (<math>3.12 \text{ lb/ft}^3</math>)</li> </ul>
输入信号	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 叉体被覆盖 <math>\rightarrow</math> 小振幅或零振幅</li> <li>■ 叉体未被覆盖 <math>\rightarrow</math> 大振幅</li> </ul> <p>可选频率监测 (诊断) 功能，用于磨蚀和粘附检测。</p>
工作频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 标准叉体: 约 140 Hz (放置在空气中)</li> <li>■ 短叉体: 约 350 Hz (放置在空气中)</li> </ul>

## 输出

























### 输出信号

#### FEM51

安全模式	料位	输出信号	LED 指示灯		
			绿色 (GN)	黄色 (YE)	红色 (RD)
高限检测 (MAX)		$1 \xrightarrow{I_L} 2$			
		$1 \xrightarrow{I_R} 2$			
低限检测 (MIN)		$1 \xrightarrow{I_L} 2$			
		$1 \xrightarrow{I_R} 2$			
需要维护		$1 \xrightarrow{I_L/I_R} 2$			
设备故障		$1 \xrightarrow{I_R} 2$			

- $I_L$ : 负载电流 (导通)
- $I_R$ : 残余波动电流 (截止)

#### FEM52

安全模式	料位	输出信号	LED 指示灯		
			绿色 (GN)	黄色 (YE)	红色 (RD)
高限检测 (MAX)		$L^+ \xrightarrow{I_L} 3$			
		$1 \xrightarrow{I_R} 3$			
低限检测 (MIN)		$L^+ \xrightarrow{I_L} 3$			
		$1 \xrightarrow{I_R} 3$			
需要维护		$1 \xrightarrow{I_L/I_R} 3$			
设备故障		$1 \xrightarrow{I_R} 3$			

- $I_L$ : 负载电流 (导通)
- $I_R$ : 残余波动电流 (截止)

## FEM54

安全模式	料位	输出信号	LED 指示灯		
			绿色 (GN)	黄色 (YE)	红色 (RD)
高限检测 (MAX)		3 4 5 6 7 8			
		3 4 5 6 7 8			
低限检测 (MIN)		3 4 5 6 7 8			
		3 4 5 6 7 8			
需要维护					
设备故障		3 4 5 6 7 8			

- : 继电器励磁
- : 继电器去磁


























## FEM55

安全模式	料位	输出信号	LED 指示灯		
			绿色 (GN)	黄色 (YE)	红色 (RD)
高限检测 (MAX)		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{\sim 16 \text{ mA}} 1$			
		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{\sim 8 \text{ mA}} 1$			
低限检测 (MIN)		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{\sim 16 \text{ mA}} 1$			
		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{\sim 8 \text{ mA}} 1$			
需要维护		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{8/16 \text{ mA}} 1$			
		3.6 mA			
设备故障		$\begin{matrix} + \\ 2 \end{matrix} \xrightarrow{3.6 \text{ mA}} 1$			

























- $\sim 16 \text{ mA}$ :  $16 \text{ mA} \pm 5 \%$
- $\sim 8 \text{ mA}$ :  $8 \text{ mA} \pm 6 \%$



## FEM57

安全模式	料位	输出信号	LED 指示灯		
			绿色 (GN)	黄色 (YE)	红色 (RD)
		150 Hz 			
		50 Hz 			
需要维护		150 Hz 			
		 0 Hz			
设备故障		0 Hz 			

## FEM58

安全模式	料位	输出信号	LED 指示灯		
			绿色 (GN)	黄色 (YE)	红色 (RD)
高限检测 (MAX)		+ 2.2 ... 4.8 mA → 1			
		+ 0.4 ... 1.0 mA → 1			
低限检测 (MIN)		+ 2.2 ... 4.8 mA → 1			
		+ 0.4 ... 1.0 mA → 1			
需要维护		+ 0.4 ... 4.8 mA → 1			
设备故障		+ 0.4 ... 1.0 mA → 1			

## 安全模式

在电子插件上切换高限 (MAX) /低限 (MIN) 检测的静态安全电流 (使用 FEM57 时, 仅可在 Nivotester 信号转换器上切换)。

高限检测 (MAX) :

叉体被覆盖时, 设备切换至安全输出状态 (报警信号), 例如用于实现溢出保护。

低限检测 (MIN) :

叉体未被覆盖时, 设备切换至安全输出状态 (报警信号), 例如用于实现空转保护。

## 开关切换延迟时间

叉体被覆盖时为 0.5 s。

最高允许过程温度为 150 °C (302 °F) 的仪表型号: 叉体未被覆盖时为 1.5 s (短叉体: 1.0 s)

最高允许过程温度为 230 °C (446 °F) / 280 °C (536 °F) 的仪表型号：叉体未被覆盖时为 2 s (短叉体：1.0 s)，覆盖与未覆盖状态的开关切换延迟时间可以设置为 5 s

### 开关响应

数字量

### 报警信号

- FEM51: 断电或发生设备故障时的输出信号:  $I_R$
- FEM52: 断电或发生设备故障时的输出信号:  $< 100 \mu\text{A}$
- FEM54: 断电或发生设备故障时的输出信号: 继电器去磁
- FEM55: 断电或发生设备故障时的输出信号:  $< 3.6 \text{ mA}$
- FEM57: 断电或发生设备故障时的输出信号:  $< 0 \text{ Hz}$
- FEM58: 断电或发生设备故障时的输出信号:  $< 1.0 \text{ mA}$

### 最大负载

#### FEM51

- 连接最小持续功率/额定功率  $> 2.5 \text{ VA}$  (253 V (10 mA)时) 或  $> 0.5 \text{ VA}$  (24 V (20 mA)时) 的继电器
- 连接最大持续功率/额定功率  $> 89 \text{ VA}$  (253 V 时) 或  $> 8.4 \text{ VA}$  (24 V 时) 的继电器
- FEM51 的电压降: 最大 12 V
- 晶闸管截止状态下的残余波动电流: 最大 4 mA (短叉体: 5.5 mA)
- 负载电流: 最大 350 mA (短路保护)

#### FEM52

- 晶体管开关负载, 独立 PNP 连接, 最大 55 V
- 负载电流: 最大 350 mA (脉冲过载和短路保护)
- 晶闸管截止状态下的残余波动电流:  $< 100 \mu\text{A}$  (短叉体: 5.5 mA)
- 最大负载容抗:  $0.5 \mu\text{F}$  (55 V 时),  $1.0 \mu\text{F}$  (24 V 时)
- 晶体管导通状态下的残余波动电压:  $< 3 \text{ V}$

#### FEM54

- 通过两个可切换触点 (DPDT) 切换负载
- 交流供电:  $I_{\sim\text{max.}}$ : 6 A (Ex de 隔爆场合: 4 A),  $U_{\sim\text{max.}}$ : 253 V;  $P_{\sim\text{max.}}$ : 1500 VA,  $\cos \varphi = 1$ ,  $P_{\sim\text{max.}}$ : 750 VA,  $\cos \varphi = > 0.7$
- 直流供电:  $I_{\sim\text{max.}}$ : 6 A (Ex de 隔爆场合: 4 A) ...30 V,  $I_{\sim\text{max.}}$ : 0.2 A...125 V
- IEC1010 标准规定, 连接带双重绝缘的功能性低电压回路时, 继电器输出电压和电源电压的总和不得超过 300 V

#### FEM55

- $R = (U - 11 \text{ V}) / 16.8 \text{ mA}$
- $U = 11 \dots 36 \text{ V DC}$  (潮湿工况下为 11 ... 35 V DC)

#### FEM57

- 配套开关单元 Nivotester 提供可切换继电器触点
- 触点负载参见开关单元的技术参数

#### FEM58

- 参见符合 IEC 60947-5-6 (NAMUR) 标准的配套隔离信号转换器的技术参数
- 还可连接带特殊安全回路的隔离信号转换器 ( $I = 3 \dots 4.8 \text{ mA}$ )

### 电气隔离

- FEM51、FEM52、FEM55: 传感器与电源之间相互电气隔离
- FEM54: 传感器、电源与负载之间相互电气隔离
- FEM57、FEM58: 参见配套开关单元

## 电源

### 供电电压

- FEM51: 19 ... 253 V
- FEM55: 11 ... 36 V DC
- FEM57: 9.5 ... 12.5 V DC
- FEM58: 8.2 V DC  $\pm$  20 %

### 功率消耗

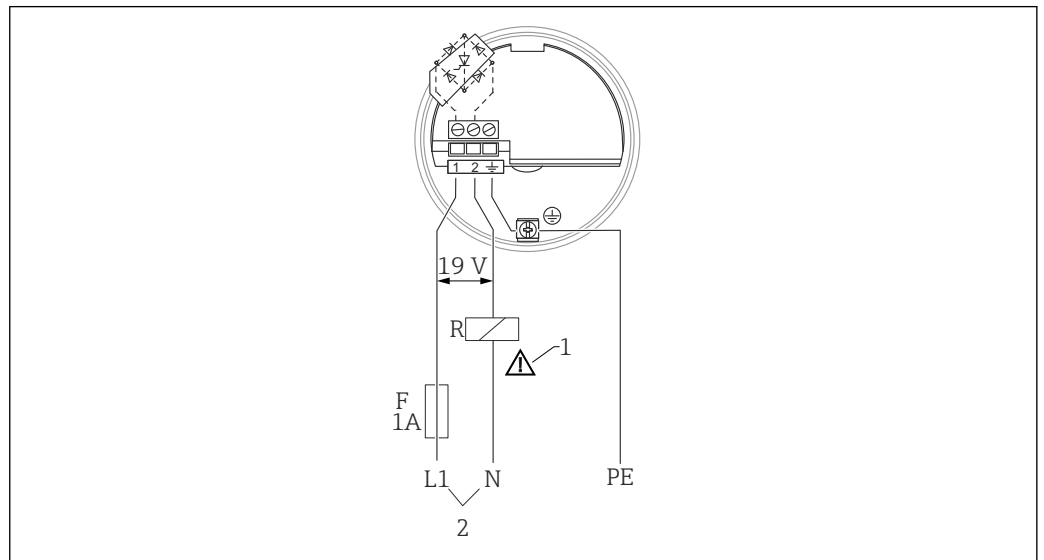
- FEM51: < 1.0 W
- FEM52: 最大 0.86 W
- FEM54: 最大 1.5 W
- FEM55: < 600 mW
- FEM57: < 150 mW
- FEM58: < 8 mW ( $I < 1$  mA 时) ; < 36 mW ( $I = 2.2 \dots 4.8$  mA 时)

### 电流消耗

- FEM52: 最大 16 mA
- FEM57: 10 ... 13 mA

### 电气连接

#### 电子插件 FEM51 (两线制连接, 交流 AC 型)



- 1 必须连接外部负载“R”
- 2 供电电压 ( $U_{\sim \max.}$ ) : 253 V AC,  $50/60$  Hz

### 电源

- 短路保护
- 残余波动电流消耗 ( $I_R$ ) : < 4 mA; 使用短叉体时为 5.5 mA (关断瞬间: < 1 mA, 持续时间 100 ms)
- 隔离电压: 3.6 kV

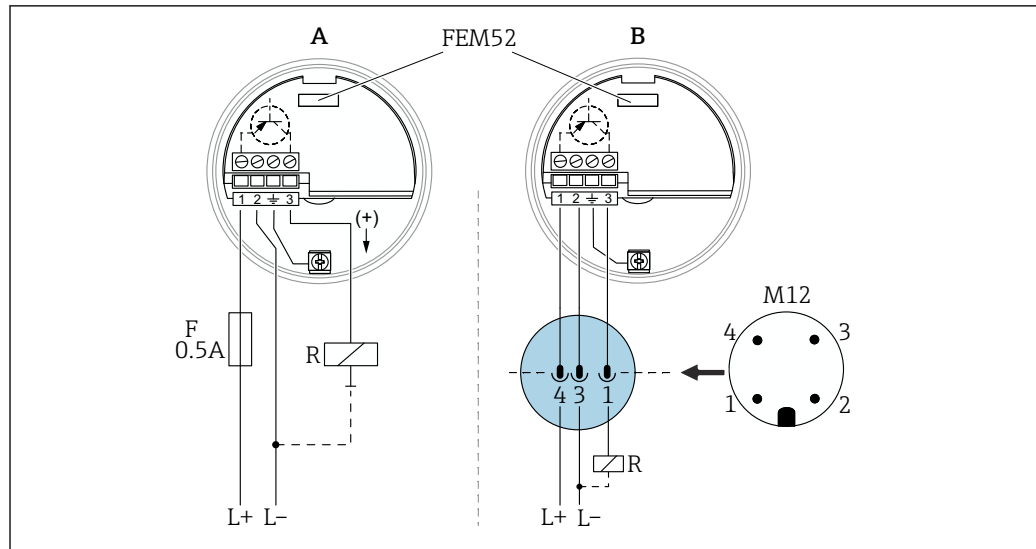
#### 两线制连接, 交流供电

**i** 始终与负载串联!

请注意以下几点:

- 截止状态下的残余波动电流消耗
- 连接低电压电源时:
  - 注意截止状态下负载上的电压降, 确保不低于电子插件的最小端子电压 (19 V)
  - 注意导通状态下电子插件上的电压降 (不超过 12 V)
- 选择继电器时, 注意持续功率/额定功率

## 电子插件 FEM52 (直流 DC-PNP 型)



A0044397

DC 供电电压= 10 ... 55 V

A 带电缆入口，由用户负责接线（订购选项“080”，选型代号“2”、“3”、“4”、“7”）

B 带 M12 插头，在工厂接线（订购选项“080”，选型代号“1”）

## 电源

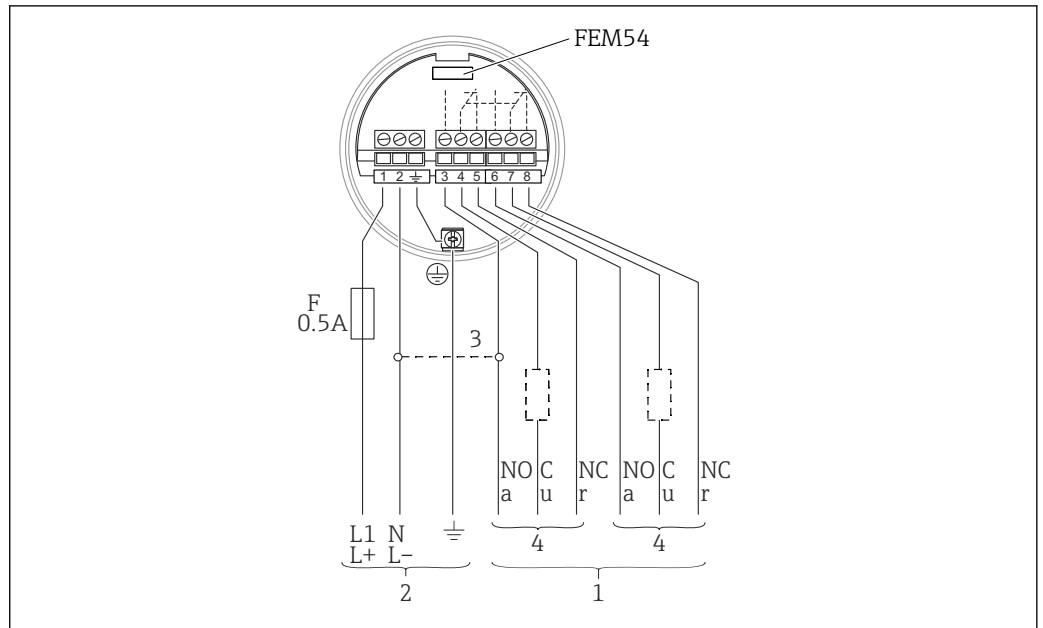
- 极性反接保护/短路保护
- 供电电压：10 ... 55 V DC
- 隔离电压：3.6 kV

## 三线制连接，直流供电，带电缆入口/M12 插头

请注意以下几点：

- 建议与可编程逻辑控制器（PLC）配套使用
- 数字量输入模块符合 EN 61131-2 标准
- 电子插件（PNP）开关量输出高电平信号

## 电子插件 FEM54 (交流 AC 型/直流 DC 型, 继电器输出)




A0044398

- 1 继电器输出: 常开/常闭 (NO, NC)
- 2 交流供电:  $\sim 19 \dots 253 \text{ V AC}$ , 直流供电:  $= 19 \dots 55 \text{ V DC}$
- 3 跳线连接后继电器采用 NPN 输出
- 4 最大负载

## 电源

- 极性反接保护/短路保护
- 交流供电:  $19 \dots 253 \text{ V AC}$ ,  $50/60 \text{ Hz}$
- 直流供电:  $19 \dots 55 \text{ V DC}$

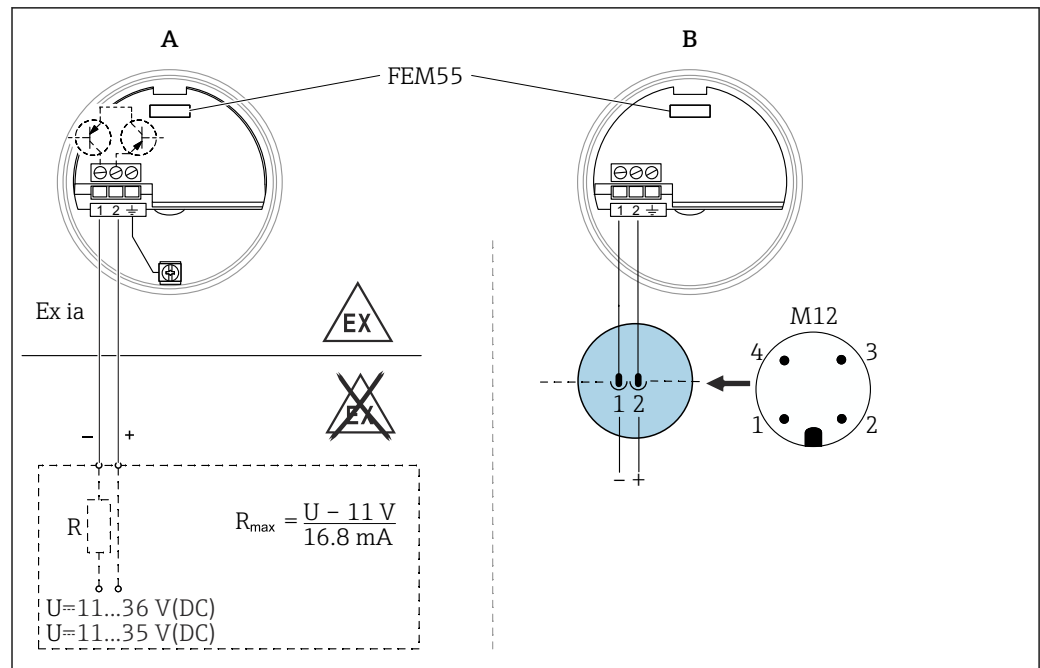
## 通用电流连接型, 带继电器输出 (DPDT)

 请注意交流供电与直流供电的不同电压范围。

请注意以下几点:

连接高感抗设备时, 安装防火花装置保护继电器触点。发生短路时, 细保险丝 (取决于连接负载) 保护继电器触点。继电器触点同时动作。

## 电子插件 FEM55 (8/16 mA 信号)



- A 带电缆入口，由用户负责接线（订购选项“080”，选型代号“2”、“3”、“4”、“7”）  
 B 带 M12 插头，在工厂接线（订购选项“080”，选型代号“1”）

## 电源


- 极性反接保护/短路保护
- 隔离电压：3.6 kV

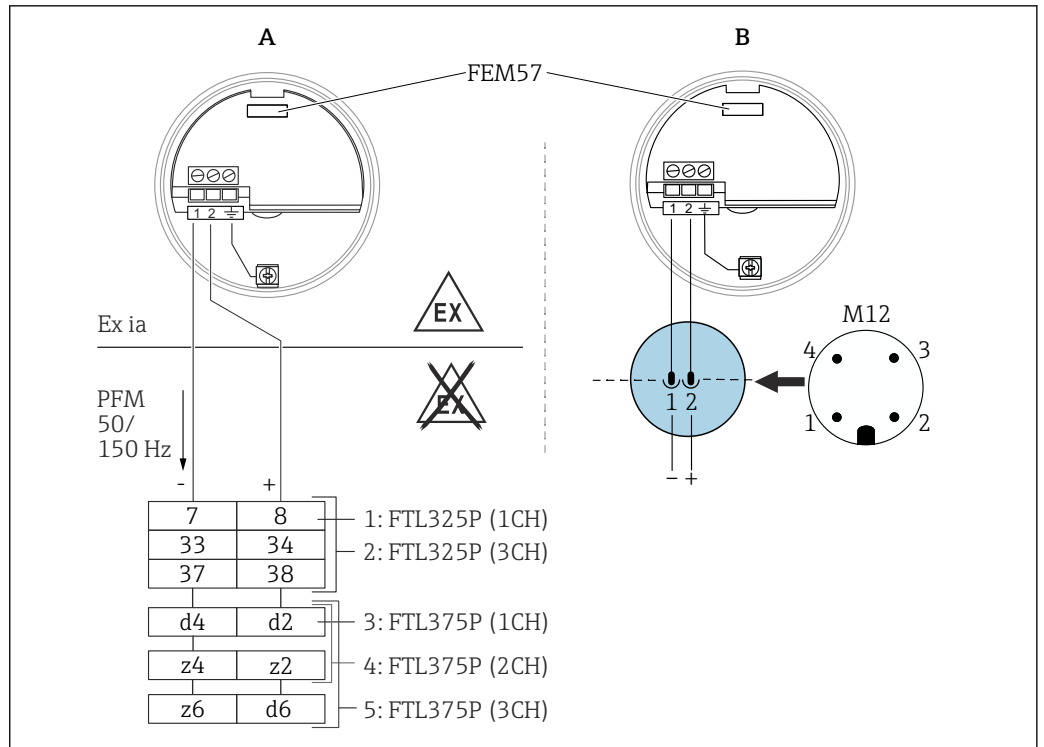
## 两线制连接独立开关单元，带电缆入口/M12 插头

请注意以下几点：

- 例如，连接可编程逻辑控制器（PLC）时，4...20 mA 模拟量输入模块应符合 EN 61131-2 标准。限位输出信号从高电平变为低电平。
- 仅允许使用带安全电气隔离的供电单元（例如安全特低电压电路（SELV））。

## 电子插件 FEM57 (PFM 信号)

 必须与标准叉体（叉体长度：155 mm (6.1 in)）配套使用。



A 带电缆入口，由用户负责接线（订购选项“080”，选型代号“2”、“3”、“4”、“7”）  
 B 带 M12 插头，在工厂接线（订购选项“080”，选型代号“1”）

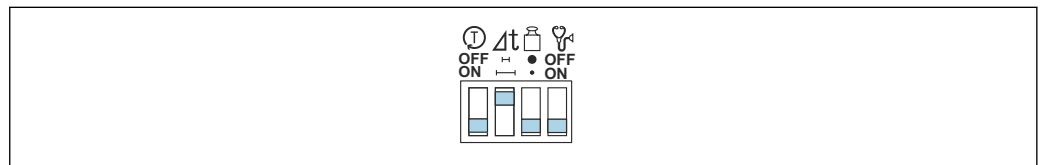
**电源**

- 极性反接保护/短路保护
- 隔离电压：2.6 kV

**两线制连接独立开关单元，带电缆入口/M12 插头**

连接 Endress+Hauser 的 Nivotester 信号转换器（如图所示）。当传感器被覆盖时，PFM 输出信号从高频信号变为低频信号。在 Nivotester 上切换高限 (MAX) / 低限 (MIN) 检测的静态安全电流。

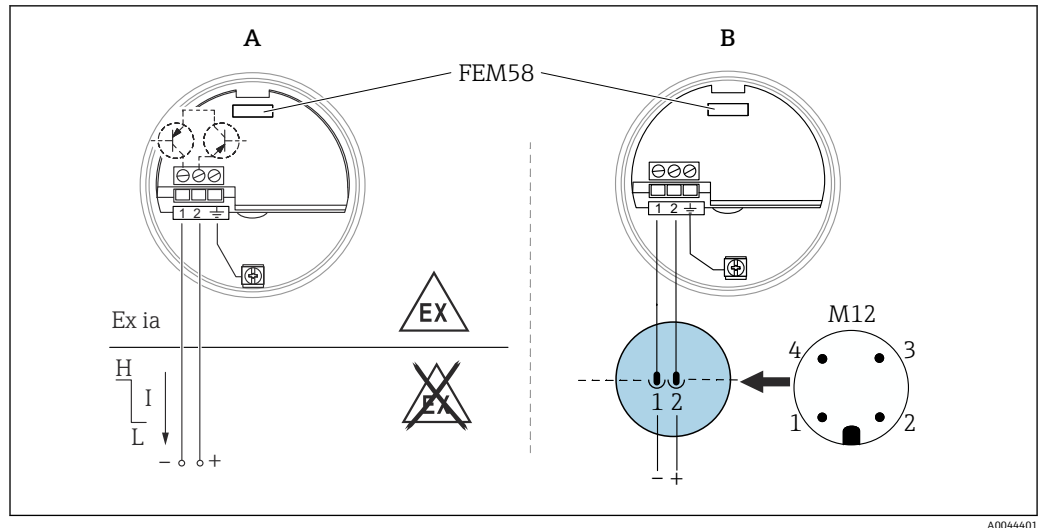
附加“自检”功能：一旦发生断电即启动自检功能，测试传感器和电子部件（无料位改变）。必须参照下图设置操作部件：



在开关单元上启动测试。LED 指示灯标识测试进程。

**电子插件 FEM58 (NAMUR 信号, 下降沿 (H-L) 触发)**

**i** 必须与标准叉体（叉体长度：155 mm (6.1 in)）配套使用。



- A 符合 IEC 60947-5-6 (NAMUR) 标准的隔离信号转换器；带电缆入口，由客户负责接线（订购选项“080”，选型代号“2”、“3”、“4”、“7”）
- B 带 M12 插头，在工厂接线（订购选项“080”，选型代号“1”）

### 电源

- 隔离电压：1.9 kV
- 电气连接参数：IEC 60947-5-6

### 两线制连接独立开关单元，带电缆入口/M12 插头

请注意以下几点：

- 连接符合 IEC 60947-5-6 (NAMUR) 标准的隔离信号转换器，例如 Endress+Hauser 的 FTL325N 或 FTL375N
- 下降沿 (H-L) 触发：限位输出信号从高电平变为低电平
- 附加功能：电子插件上的测试按钮。按下测试按钮会断开与隔离信号转换器的连接。
- 在 Ex d 隔爆场合，仅当外壳安装在非爆炸性环境中时，才能使用附加功能。
- 连接多路选择器：最小时钟时间设置为 5 s。

### 设备上电

上电期间，设备输出报警信号。最长 3 s 后输出正常开关状态。

### 电缆入口

与外壳类型相关：电子插件上配备螺纹接线端子

M20x1.5 缆塞：

- 镀镍黄铜缆塞： $\varnothing 7 \dots 10.5 \text{ mm}$  (0.28 ... 0.41 in)
- 塑料缆塞： $\varnothing 5 \dots 10 \text{ mm}$  (0.2 ... 0.38 in)
- 不锈钢缆塞： $\varnothing 7 \dots 12 \text{ mm}$  (0.28 ... 0.47 in)

### 电缆规格

使用符合相关抗干扰标准和准则的常规仪表电缆。如需更高抗干扰等级，应使用屏蔽电缆。

### 连接电缆的耐温能力

在非防爆应用场合，连接电缆的耐温能力不得低于（环境温度 + 5K）。在防爆应用场合，必须遵守相关证书 (XA) 中的规格参数要求。

### 连接电缆

- 电子插件：最大导线横截面积为  $2.5 \text{ mm}^2$  (13 in<sup>2</sup>)；安装在线鼻子中的线束符合 DIN 46228 标准
- 外壳内的保护性接地端：最大导线横截面积为  $2.5 \text{ mm}^2$  (13 in<sup>2</sup>)
- 外壳上的等电势连接端：最大导线横截面积为  $4 \text{ mm}^2$  (11 in<sup>2</sup>)

### 波动电压

FEM52：最大 1.7 V，0 ... 400 Hz

### 过电压保护

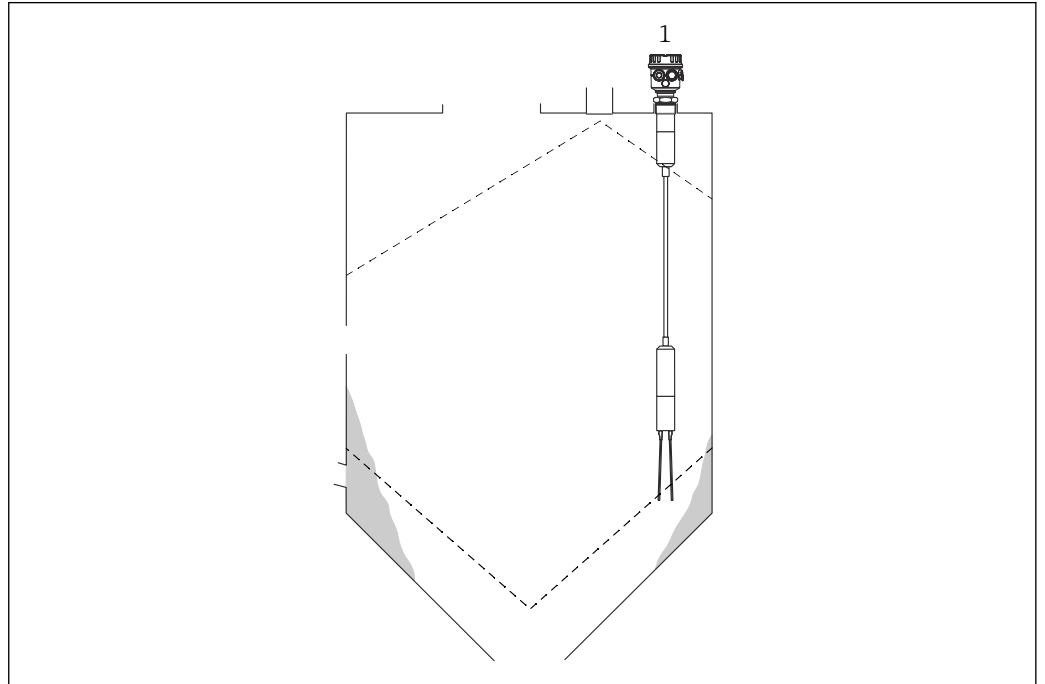
FEM51、FEM52、FEM54、FEM55：II 级过电压保护



# 安装

## 安装指南

## 传感器选择和布置



A0044429

测量单位 mm (in)

1 FTM52

## 环境条件

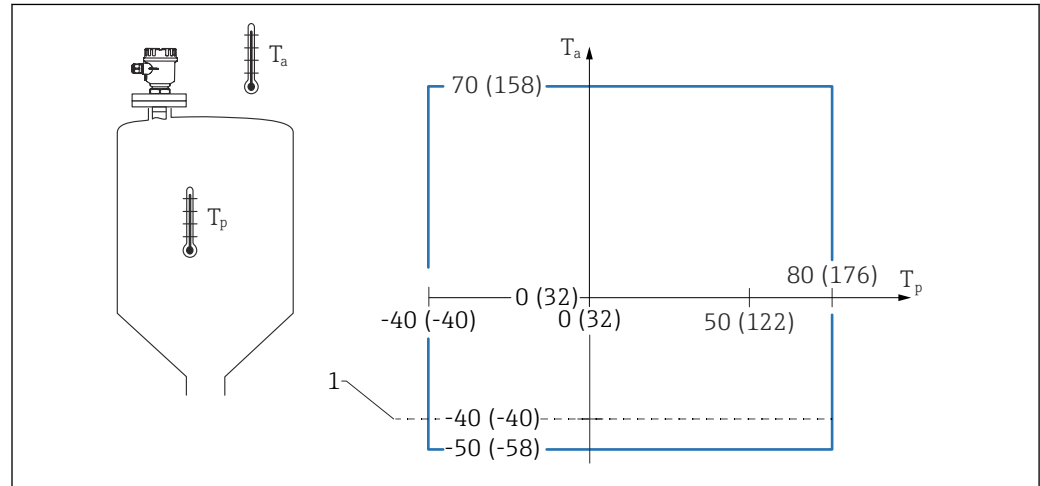
环境温度范围	-50 ... +70 °C (-58 ... +158 °F); F16 外壳: -40 ... +70 °C (-40 ... +158 °F)
储存温度	-50 ... +85 °C (-58 ... +185 °F)
气候等级	气候等级符合 DIN IEC 68 标准第 2-38 部分图 2a
抗振性	符合 EN 60068-2-64 标准: 0.01 g <sup>2</sup> /Hz
防护等级	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ F15、F16、F17 外壳、分离型外壳: IP66/IP67 NEMA4X</li> <li>■ F13、T13、F27 外壳: IP66/IP68 NEMA4X/6P</li> </ul>
抗冲击性	符合 EN 60068-2-27 标准: 30 g
电气安全	IEC 61010、CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04 美国标准 UL 61010-1 第 2 版
电磁兼容性 (EMC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 干扰发射符合 EN 61326 标准 (B 类电气设备要求)</li> <li>■ 抗干扰能力符合 EN 61326 标准附录 A (工业区) 和 NAMUR NE21 标准 (电磁兼容性)</li> </ul>

## 过程条件

### 介质温度范围

#### 非防爆场合和 Ex d + DIP 防爆场合

**i** 外壳处的允许环境温度  $T_a$  取决于罐体内部的过程温度  $T_p$ 。



**1** 温度单位: °C (°F)

1 使用 F16 外壳时, 最低允许温度为  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ )

### 介质压力范围

$-1 \dots +25 \text{ bar}$  ( $-14.5 \dots +362.5 \text{ psi}$ )

最大工作压力 (MWP) :

$2 \text{ bar}$  ( $29 \text{ psi}$ ) (Ex d、Ex de 和 FM/CSA XP 防爆场合:  $6 \text{ bar}$  ( $87 \text{ psi}$ ))

压力范围可能会减小, 取决于过程连接类型。铭牌上标识的法兰压力等级 (PN) 为  $+20^{\circ}\text{C}$  ( $+68^{\circ}\text{F}$ ) 参考温度下的压力值, ASME 法兰为  $100^{\circ}\text{F}$  参考温度下的压力值。请注意压力-温度关系。

更高温度下的压力限定值参见以下标准:

- EN 1092-1: 2001 表 18  
就材料的温度稳定性而言, 1.4435 和 1.4404 均被列入 EN 1092-1 表 18 的 13E0 中。两种材料的化学成份相同。
- ASME B 16.5a - 1998 表 2-2.2 F316
- ASME B 16.5a - 1998 表 2.3.8 N10276
- JIS B 2220

### 热冲击

- 最高  $120 \text{ K}$
- $260 \text{ K}$  高温工况

### 静压力

聚集状态

固体

### 颗粒尺寸

$\leq 10 \text{ mm}$  ( $0.39 \text{ in}$ )

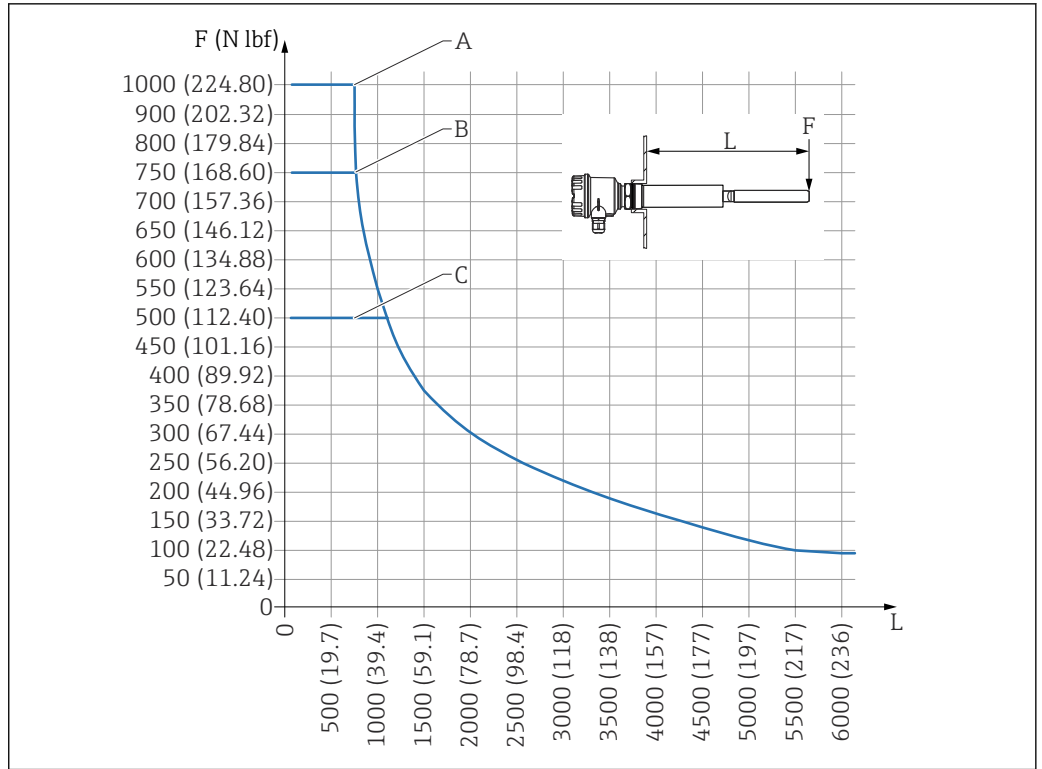
### 固体散料密度

取决于电子插件上的密度设置:

- 标准叉体:  $\geq 10$  或  $50 \text{ g/l}$   
(适用轻介质)
- 短叉体:  $\geq 50$  或  $200 \text{ g/l}$   
(适用狭小安装空间、高横向负载或严重粘附工况)

### 横向负载 (静态)

下图为最大允许横向负载  $F$  (N (lbf)) 与长度  $L$  (mm (in)) 的关系曲线图。



A0044455

测量单位 mm (in)

- A 短叉体, 传感器直径 Ø36 mm (1.42 in)
- B 短叉体, 传感器直径 Ø43 mm (1.69 in)
- C 标准叉体, 传感器直径 Ø36 mm (1.42 in)

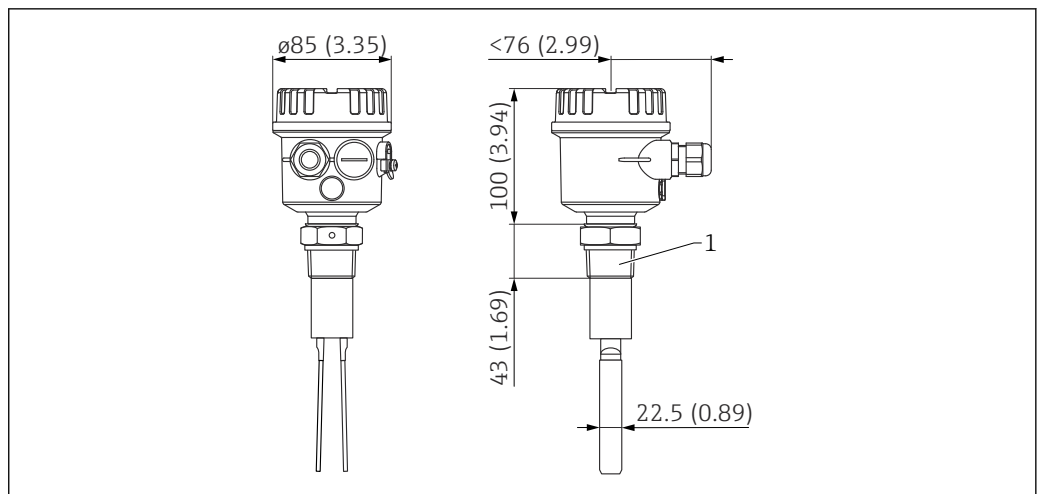
缆绳张力负载

3 000 N (674.4 lbf)

## 机械结构

设计及外形尺寸

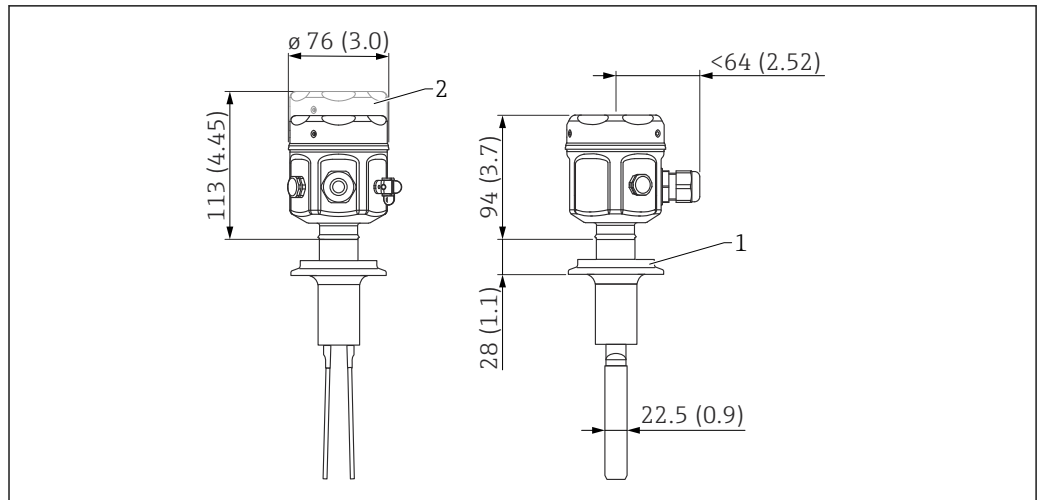
F16 聚酯外壳



A0044473

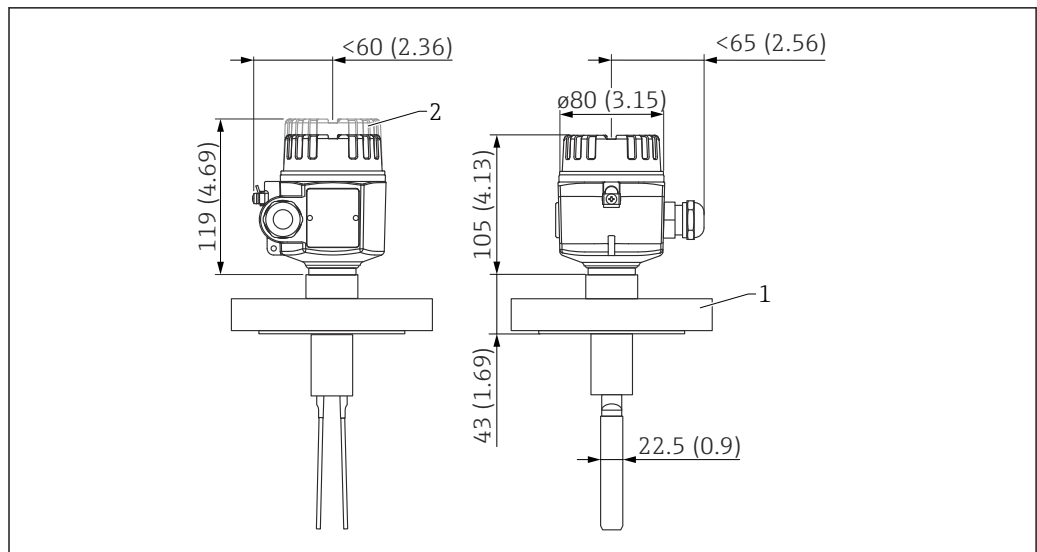
测量单位 mm (in)

- 1 过程连接: R 1½、1½ NPT、1¼ NPT 螺纹

**F15 不锈钢外壳**

测量单位 mm (in)

- 1 过程连接: Tri-Clamp 卡箍
- 2 外壳盖, 带玻璃窗口

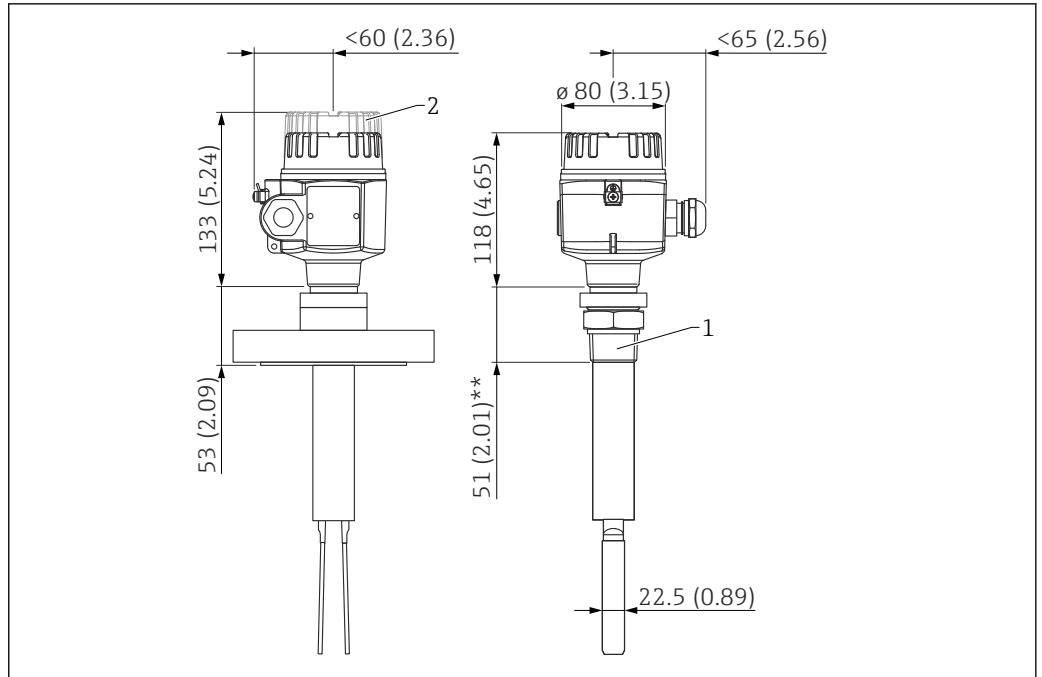
**F17 铝外壳**

测量单位 mm (in)

- 1 过程连接: 法兰
- 2 外壳盖, 带玻璃窗口

**F13 铝外壳 (Ex d 隔爆) 、F27 不锈钢外壳 (Ex d 隔爆)**

带传感器螺纹转接头。



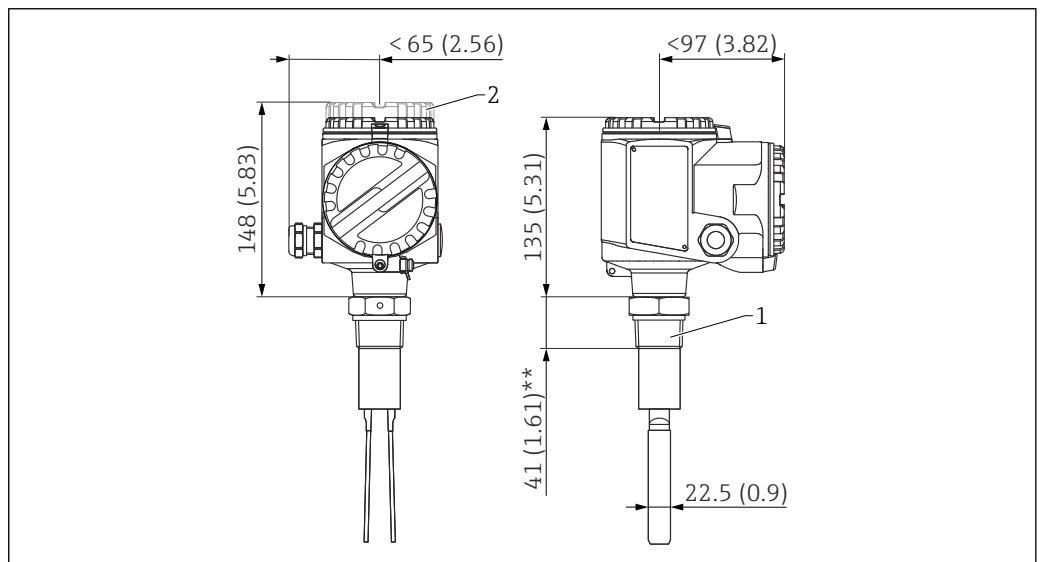
A004476

测量单位 mm (in)

- 1 过程连接: 法兰、R 1½、1½ NPT、1¼ NPT 螺纹
- 2 外壳盖, 带玻璃窗口 (仅适用 F13 铝外壳)
- \*\* 适用 Tri-Clamp 卡箍 (36 mm (1.42 in))

### T13 铝外壳 (Ex de 隔爆)


带独立接线腔。



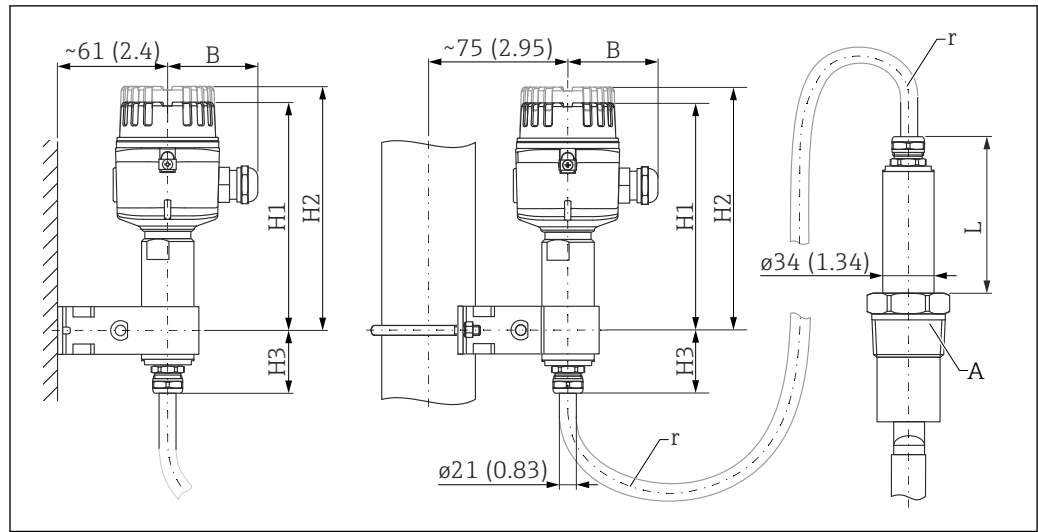
A004477

测量单位 mm (in)

- 1 过程连接: R 1½、1½ NPT、1¼ NPT 螺纹
- 2 外壳盖, 带玻璃窗口
- \*\* 适用 Tri-Clamp 卡箍 (16 mm (0.63 in))

 在 Ex d (e) 隔爆场合中使用 FTM51 和 FTM52: 法兰和螺纹外形尺寸参见上图

### 牆裝和管裝



測量單位 mm (in)

#### F16 聚酯外壳

- B: 76 mm (2.99 in)
- H1: 155 mm (6.1 in)
- H3: 41 mm (1.61 in)
- L: 108 mm (4.25 in) + 选配隔热管 → 24
- r: 弯曲半径 ≥100 mm (3.94 in); 铠装软管 ≥75 mm (2.95 in)

#### F15 不锈钢外壳

- B: 64 mm (2.52 in)
- H1: 166 mm (6.54 in)
- H2 (外壳盖, 带玻璃窗口) : 185 mm (7.28 in)
- H3: 41 mm (1.61 in)
- L: 108 mm (4.25 in) + 选配隔热管 → 24
- r: 弯曲半径 ≥100 mm (3.94 in); 铠装软管 ≥75 mm (2.95 in)

#### F17 铝外壳

- B: 65 mm (2.56 in)
- H1: 160 mm (6.3 in)
- H2 (外壳盖, 带玻璃窗口) : 174 mm (6.85 in)
- H3: 62 mm (2.44 in)
- L: 108 mm (4.25 in) + 选配隔热管 → 24
- r: 弯曲半径 ≥100 mm (3.94 in); 铠装软管 ≥75 mm (2.95 in)

#### F13 铝外壳、F27 不锈钢外壳

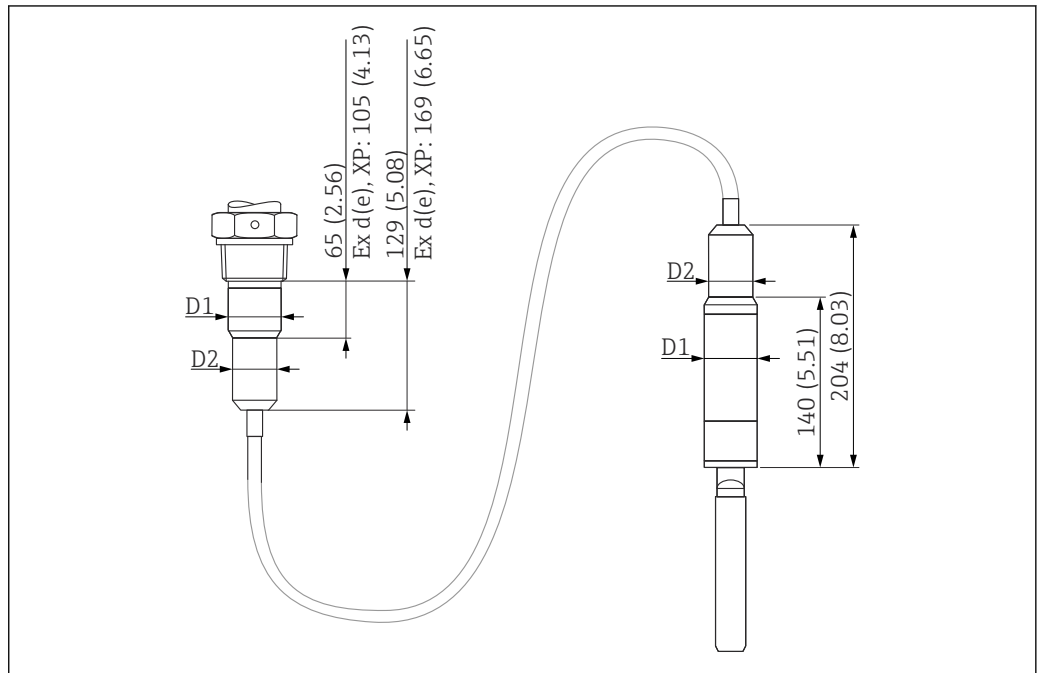
- B: 65 mm (2.56 in)
- H1: 243 mm (9.57 in)
- H2 (外壳盖, 带玻璃窗口) : 258 mm (10.2 in)
- H3: 62 mm (2.44 in)
- L: 108 mm (4.25 in) + 选配隔热管 → 24
- r: 弯曲半径 ≥100 mm (3.94 in); 铠装软管 ≥75 mm (2.95 in)

#### T13 铝外壳 (带独立接线腔)

- B: 97 mm (3.82 in)
- H1: 260 mm (10.2 in)
- H2 (外壳盖, 带玻璃窗口) : 273 mm (10.7 in)
- H3: 62 mm (2.44 in)
- L: 108 mm (4.25 in) + 选配隔热管 → 24
- r: 弯曲半径 ≥100 mm (3.94 in); 铠装软管 ≥75 mm (2.95 in)

外形尺寸

带缆绳的仪表



A004486

测量单位 mm (in)

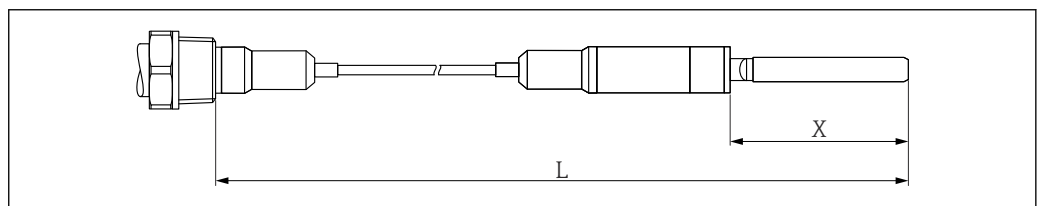
订购选项

- $\varnothing$  D1 36 mm (1.42 in): 订购选项“020”, 选型代号“GK”、“GX”
- $\varnothing$  D1 43 mm (1.69 in): 订购选项“020”, 选型代号“GJ”、“GG”、“A#”、“B#”、“K#”、“TD”
- $\varnothing$  D2 37 mm (1.46 in): 订购选项“020”, 选型代号“GJ”、“GG”、“A#”、“B#”、“K#”、“TD”

带延长管的仪表

- 尺寸取决于过程连接和所选缆绳长度
- 详细总长度和叉体长度信息

1½ NPT、1¼ NPT、R 1½ 螺纹

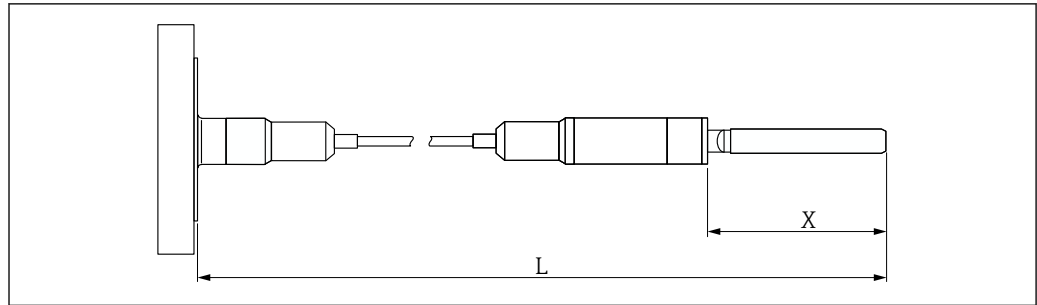


A004486

测量单位 mm (in)

- L 长度 (从螺纹底部测量)
- X 叉体长度

### 法兰和 Tri-Clamp 卡箍



A004490

测量单位 mm (in)

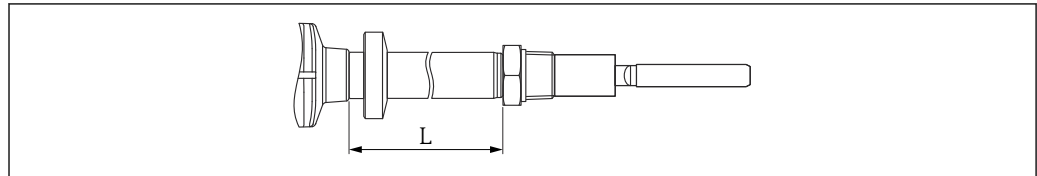
L 长度 (从螺纹底部测量)

X 叉体长度

### 带隔热管的仪表



外壳长度和类型取决于温度和证书。



A004493

### F15、F16、F17 外壳

#### 尺寸参数 L

- 150 °C (302 °F): 145 mm (5.71 in)
- 230 °C (446 °F): 175 mm (6.89 in)
- 280 °C (536 °F): 215 mm (8.46 in)

### F13、F27、T13 外壳

#### 尺寸参数 L

- 150 °C (302 °F): 145 mm (5.71 in)、165 mm (6.5 in)
- 230 °C (446 °F): 165 mm (6.5 in)
- 280 °C (536 °F): 205 mm (8.07 in)

### 证书

- 150 °C (302 °F)、145 mm (5.71 in): 订购选项“O10”，选型代号“A”、“C”、“D”、“F”、“X”、“1”、“2”、“3”、“4”、“7”、“8”
- 150 °C (302 °F)、165 mm (6.5 in): 订货选项“O10”，选型代号“H”、“Z”、“5”、“6”

### 重量

取决于仪表型号；参见订购信息最后一列“附加重量”

### 材质

#### 接液部件材质

- 过程连接和延长管: 316L (1.4404、1.4435)
- 叉体: 316L (1.4404、1.4435)
- 法兰: 316L (1.4435 或 1.4404)
- PTFE 涂层: 最大程度减少粘附, FDA 认证
- ETFE 涂层: 最大程度减少腐蚀
- 缆绳绝缘层: PUR/硅橡胶、PBT



### 非接液部件材质

- 过程连接和外壳之间的密封圈: EPDM
- 外壳外部的接线端子: 304 (1.4301)、316L (1.4404)
- F16 聚酯外壳: PBT-FR (带 PBT-FR 外壳盖或 PA12 透明外壳盖)
  - 外壳盖密封圈: EPDM
  - 自粘性铭牌: 聚酯薄膜 (PET)
  - 压力补偿过滤口: PBT-GF20
- F15 不锈钢外壳: 316L (1.4404)
  - 外壳盖密封圈: 硅橡胶/PTFE
  - 外壳盖卡扣: 316L (1.4404)
  - 压力补偿过滤口: PA、VMQ/VA
  - 铭牌直接粘贴在设备上
- F17/F13 铝外壳: EN-AC-ALSi10Mg, 带塑料涂层
  - 外壳盖密封圈: EPDM
  - 外壳盖卡扣: 镀镍黄铜
  - 压力补偿过滤口 (仅适用 F17 外壳): 硅橡胶
  - 铭牌: 304 (1.4301)
- F27 不锈钢外壳: 316L (1.4435)
  - 外壳盖密封圈: FVMQ (选配: EPDM 密封圈可以作为备件订购)
  - 外壳盖卡扣: 316L (1.4435)
  - 铭牌: 316L (1.4404)
- T13 铝外壳: EN-AC-ALSi10Mg, 带塑料涂层
  - 外壳盖密封圈: EPDM
  - 外壳盖卡扣: 镀镍黄铜
  - 铭牌: 304 (1.4301)

### 变送器外壳

- F16 聚酯外壳
- 不锈钢:
  - F15 外壳
  - F27 外壳
- 铝外壳:
  - F17 外壳
  - F13 外壳
  - T13 外壳

### 电缆入口

与外壳类型相关: 电子插件上配备螺纹接线端子。

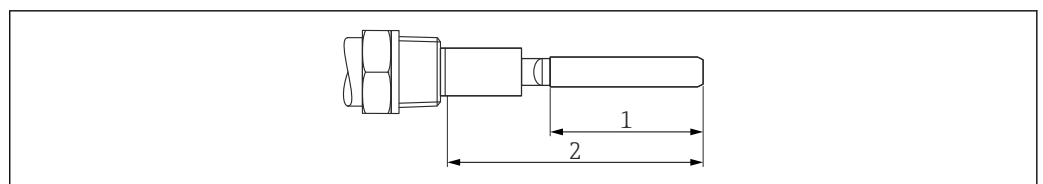
#### M20x1.5 缆塞:

- 镀镍黄铜缆塞:  $\varnothing 7 \dots 10.5 \text{ mm}$  (0.28 ... 0.41 in)
- 塑料缆塞:  $\varnothing 5 \dots 10 \text{ mm}$  (0.2 ... 0.38 in)
- 不锈钢缆塞:  $\varnothing 7 \dots 12 \text{ mm}$  (0.28 ... 0.47 in)

### 表面涂层

- 焊缝部位的表面光洁度取决于生产工艺, 无具体规格参数
- 叉体底座部位的表面光洁度可能存在偏差
- 经过电抛光处理, 便于清洁, 避免粘附和腐蚀; 表面光洁度选择 (仪表型号 => 类型):  
 $Ra < 0.76 \mu\text{m}$
- 传感器 (叉体和延长管) 整体经过电抛光处理的设备无需 CRN 认证

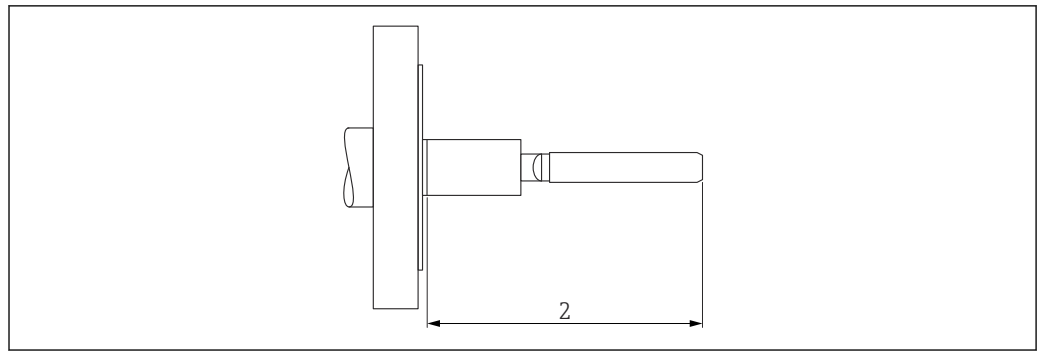
### 螺纹连接型仪表的电抛光处理



- 1 叉体经过电抛光处理 ( $0.76 \mu\text{m}$ )
- 2 从叉体和延长管到过程连接的焊缝部位均经过电抛光处理 ( $0.76 \mu\text{m}$ )

A004496

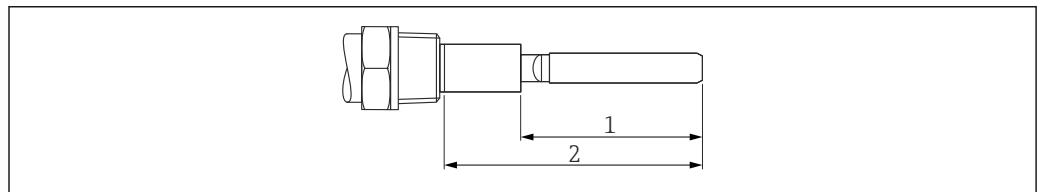
### 法兰连接型仪表的电抛光处理



A004497

- 2 从叉体和延长管到过程连接的焊缝部位均经过电抛光处理 (0.76 μm)

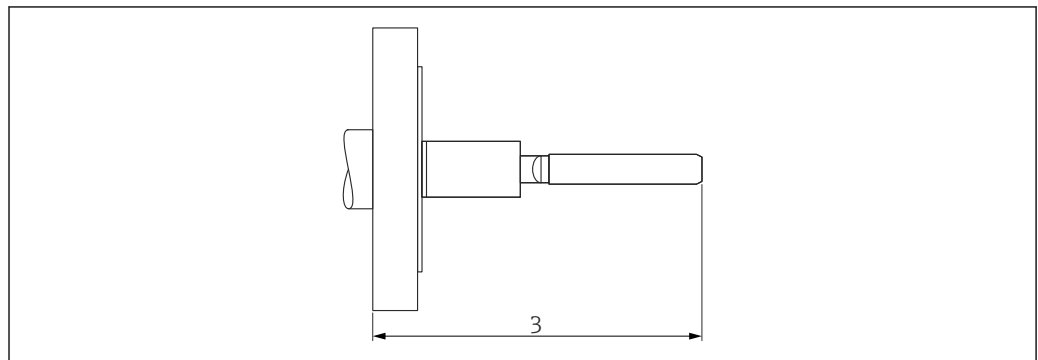
### 螺纹连接型仪表的涂层



A004498

- 1 叉体带涂层  
2 从叉体和延长管到过程连接的焊缝部位均带涂层

### 法兰连接型仪表的涂层



A004499

- 3 整体带涂层

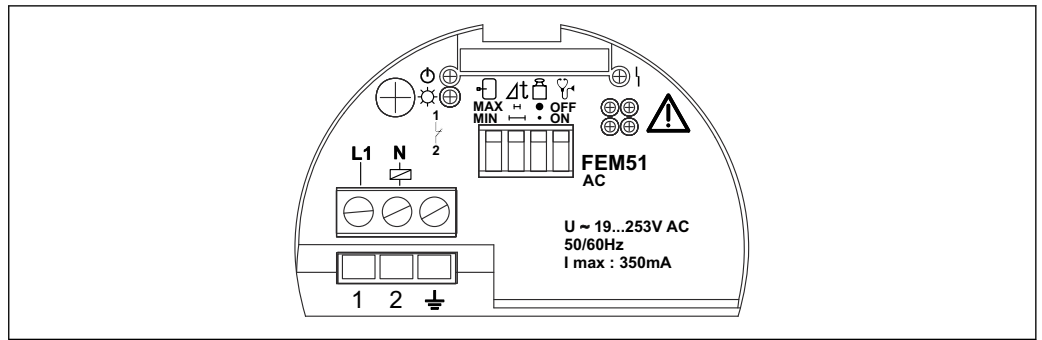
## 人机界面

### 显示单元



下图所示的开关设置处于出厂状态。

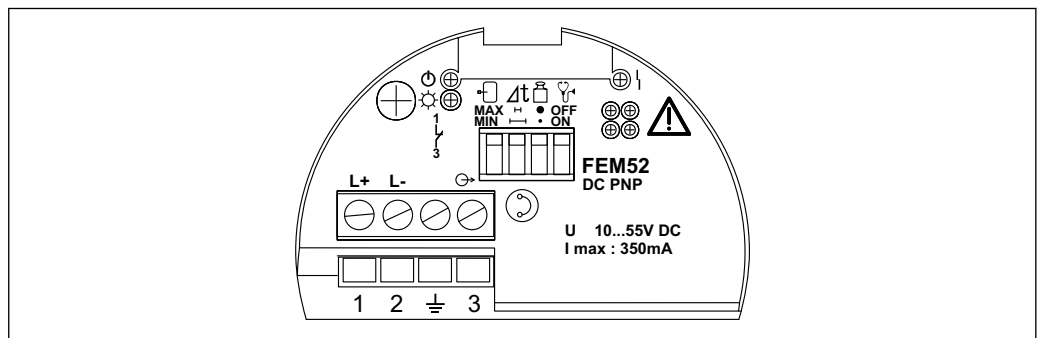
**FEM51**



A0044507

- 绿色 LED 指示灯亮起: 表示工作状态
- 黄色 LED 指示灯亮起: 表示开关状态
- 红色 LED 指示灯
  - 闪烁: 与绿色 LED 指示灯交替闪烁, 表示设备需要维护
  - 亮起: 表示发生设备故障

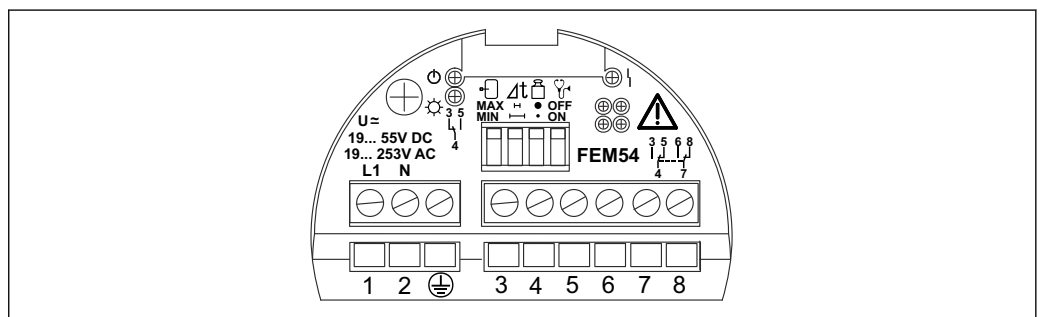
**FEM52**



A0044508

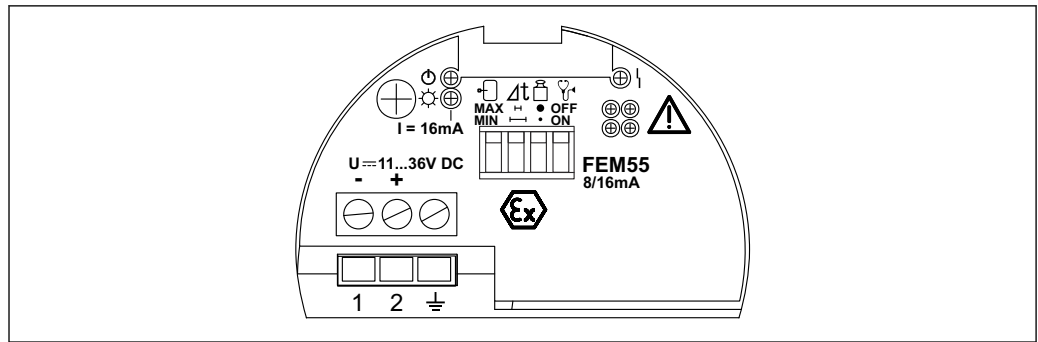
- 绿色 LED 指示灯亮起: 表示工作状态
- 黄色 LED 指示灯亮起: 表示开关状态
- 红色 LED 指示灯
  - 闪烁: 表示设备需要维护
  - 亮起: 表示发生设备故障

**FEM54**



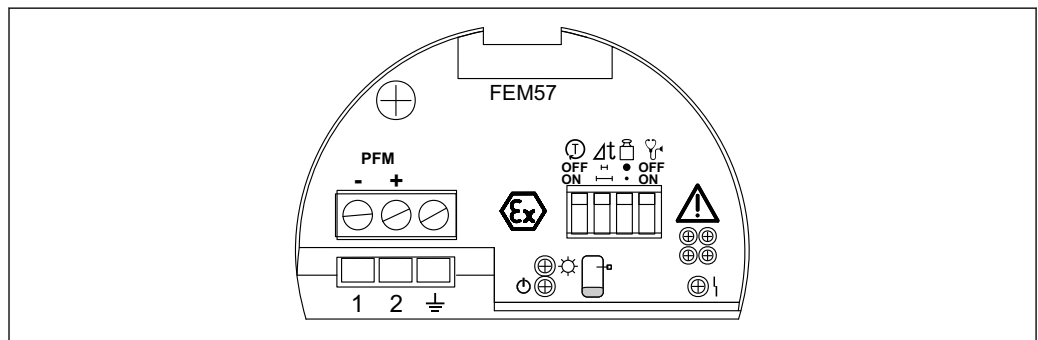
A0044509

- 绿色 LED 指示灯亮起: 表示工作状态
- 黄色 LED 指示灯亮起: 表示开关状态
- 红色 LED 指示灯
  - 闪烁: 表示设备需要维护
  - 亮起: 表示发生设备故障

**FEM55**

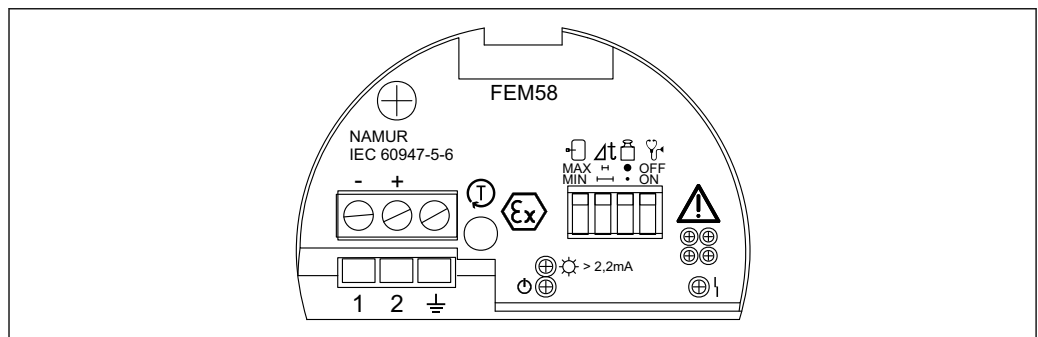
A0044510

- 绿色 LED 指示灯亮起: 表示工作状态
- 黄色 LED 指示灯亮起: 表示开关状态
- 红色 LED 指示灯
  - 闪烁: 表示设备需要维护
  - 亮起: 表示发生设备故障

**FEM57**

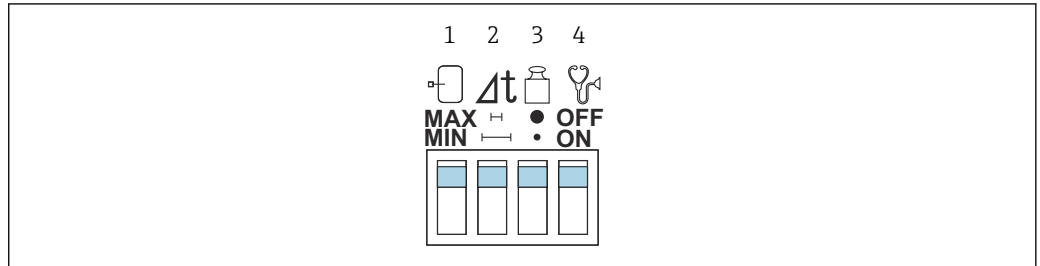
A0044511

- 绿色 LED 指示灯亮起: 表示工作状态
- 黄色 LED 指示灯亮起: 表示开关状态
- 红色 LED 指示灯
  - 闪烁: 表示设备需要维护
  - 亮起: 表示发生设备故障

**FEM58**

A0044512

- 绿色 LED 指示灯亮起: 表示工作状态
- 黄色 LED 指示灯亮起: 表示开关状态
- 红色 LED 指示灯
  - 闪烁: 与绿色 LED 指示灯交替闪烁, 表示设备需要维护
  - 亮起: 表示发生设备故障

**FEM51、FEM52、FEM54、  
FEM55、FEM58**


A0044551



**图 2 出厂状态**

- 1 安全模式开关
- 2 开关切换延迟时间设置开关
- 3 散料密度/密度设置开关
- 4 诊断功能开关



**安全模式开关**

- 高限检测 (MAX) : 溢出保护
- 低限检测 (MIN) : 泵空转保护

**开关切换延迟时间设置开关**

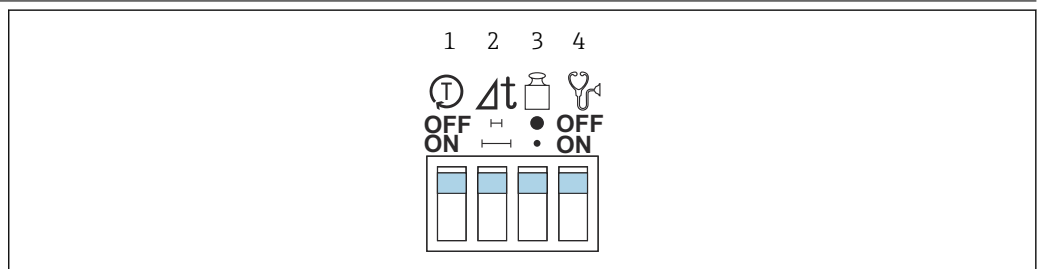
- 
  - 叉体被覆盖时为 0.5 s
  - 150 °C (302 °F): 叉体未被覆盖时为 1.5 s (短叉体: 1 s)
  - 230 ... 280 °C (446 ... 536 °F): 叉体未被覆盖时为 2 s (短叉体: 1 s)
- : 叉体被覆盖时为 5 s, 未被覆盖时 5 s

**散料密度/密度设置开关**

- 
  - 50 g/l (3.12 lbf/ft<sup>3</sup>): 标准叉体
  - 200 g/l (12.49 lbf/ft<sup>3</sup>): 短叉体 (高散料密度)
- 
  - 10 g/l (0.62 lbf/ft<sup>3</sup>): 标准叉体
  - 50 g/l (3.12 lbf/ft<sup>3</sup>): 短叉体 (高散料密度)

**诊断功能开关**

- OFF: 磨蚀和粘附诊断功能关闭
- ON: 磨蚀和粘附诊断功能打开
  - 针对高散料密度进行附加密度设置: 仅通过电子插件上的 LED 指示灯标识磨蚀和粘附
  - 针对低散料密度进行附加密度设置: 存在磨蚀和粘附时输出报警信号

**FEM57**


A0044560



**图 3 出厂状态**

- 1 自检功能开关
- 2 开关切换延迟时间设置开关
- 3 散料密度/密度设置开关
- 4 诊断功能开关



**自检功能开关**

- OFF: 自检关闭
- ON: 叉体被覆盖时的开关切换延迟时间为 0.5 s, 低散料密度设置, 诊断功能打开 (重新上电时执行自检)

**开关切换延迟时间设置开关**

- 
  - 叉体被覆盖时为 0.5 s
  - 150 °C (302 °F): 叉体未被覆盖时为 1.5 s (短叉体: 1 s)
  - 230 ... 280 °C (446 ... 536 °F): 叉体未被覆盖时为 2 s (短叉体: 1 s)
- : 叉体被覆盖时为 5 s, 叉体未被覆盖时 5 s

**散料密度/密度设置开关**

- 
  - 50 g/l (3.12 lbf/ft<sup>3</sup>): 标准叉体
  - 200 g/l (12.49 lbf/ft<sup>3</sup>): 短叉体 (高散料密度)
- 
  - 10 g/l (0.62 lbf/ft<sup>3</sup>): 标准叉体
  - 50 g/l (3.12 lbf/ft<sup>3</sup>): 短叉体 (高散料密度)


**诊断功能开关**

- OFF: 磨蚀和粘附诊断功能关闭
- ON: 磨蚀和粘附诊断功能打开
  - 针对高散料密度进行附加密度设置: 仅通过电子插件上的 LED 指示灯标识磨蚀和粘附
  - 针对低散料密度进行附加密度设置: 存在磨蚀和粘附时输出报警信号

**证书和认证**

其他文档资料及证书的获取途径:

登陆 Endress+Hauser 网站: [www.endress.com](http://www.endress.com) → 资料下载。

<b>CE 认证</b>	测量系统符合适用 EC 准则的法律要求。详细信息参见相关 EU 符合性声明和适用标准。 Endress+Hauser 确保贴有 CE 标志的设备均成功通过了所需测试。
<b>RCM-Tick 认证</b>	包装中的产品或测量系统符合 ACMA (澳大利亚通信和媒体管理局)规定的网络整合性、互可操作性、性能特性和健康及安全法规要求。因此, 满足电磁兼容性的法规要求。产品铭牌上贴有 RCM-Tick 认证标签。 <div data-bbox="402 1456 1444 1601" style="text-align: center;"></div> <small>A0029561</small>

<b>压力设备指令 2014/68/EU (PED)</b>	<p><b>压力设备的最大允许压力 ≤ 200 bar (2 900 psi)</b></p> <p>压力设备的最大允许压力 ≤ 200 bar (2 900 psi)。如果带法兰和螺母的压力仪表未配备耐压外壳，不适用压力设备指令，与最大允许压力无关。</p> <p><b>参考标准：</b></p> <p>EU 准则 2014/68/EU 第 2 条第 5 款规定压力附件为：“具有可操作功能和耐压外壳的设备”。如果压力仪表未配备耐压外壳（自身无压力腔室），则不属于压力设备指令规定的压力附件。</p>
<b>RoHS 认证</b>	测量系统符合危险物质限制准则 2011/65/EU (RoHS 2)的要求。
<b>EAC 一致性声明</b>	<p>测量系统满足 EAC 准则的法律要求。与相关标准同时列举在 EAC 一致性声明中。</p> <p>Endress+Hauser 确保贴有 EAC 标志的设备均成功通过了所需测试。</p>
<b>其他证书</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ EN 10204/3.1 材质证书，适用所有接液部件</li> <li>▪ AD2000 通过特殊选型订购</li> <li>▪ TSE 合规认证。以下信息适用接液设备部件 (FTM50/51) : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 不包含来自动物的任何材料</li> <li>▪ 生产或加工过程中未使用来自动物的添加剂或处理材料</li> </ul> </li> </ul>
<b>其他标准和准则</b>	<p>低电压指令 (73/23/EEC)</p> <p><b>IEC 61010</b> 测量、控制和实验室使用电气设备的安全要求</p> <p><b>EN 61326</b> 测量、控制和实验室用电气设备的电磁兼容性 (EMC) 标准</p>

## 订购信息

详细订购信息请咨询 Endress+Hauser 当地销售中心 ([www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)) ; 或登陆网站 [www.endress.com](http://www.endress.com) , 进入 Configurator 产品选型软件查询:

1. 点击“公司”
2. 选择国家
3. 点击“现场仪表”
4. 在筛选器和搜索栏中输入产品型号
5. 进入产品主页

点击产品视图右侧的“配置”按钮，打开 Configurator 产品选型软件。



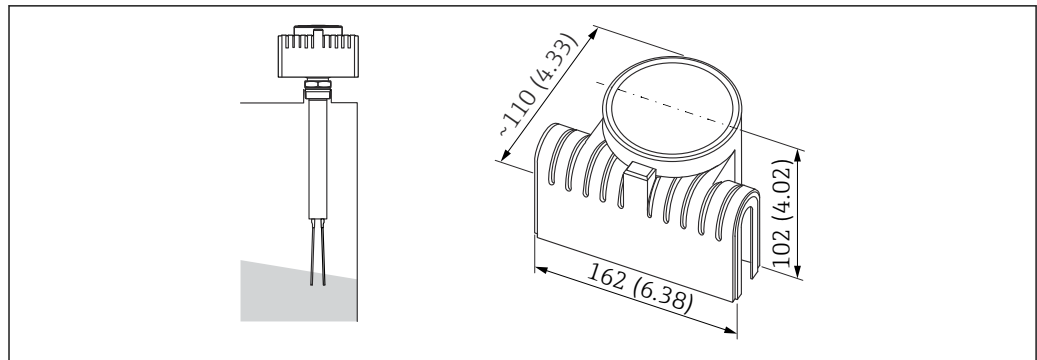
### 产品选型软件：产品选型工具

- 最新设置参数
- 取决于设备类型：直接输入测量点参数，例如：测量范围或显示语言
- 自动校验排他选项
- 自动生成订货号及其明细，PDF 文件或 Excel 文件输出
- 通过 Endress+Hauser 在线商城直接订购

## 附件

<b>设备专用附件</b>	<p><b>拆卸工具</b></p> <p>订货号: 71026213</p>
---------------	---

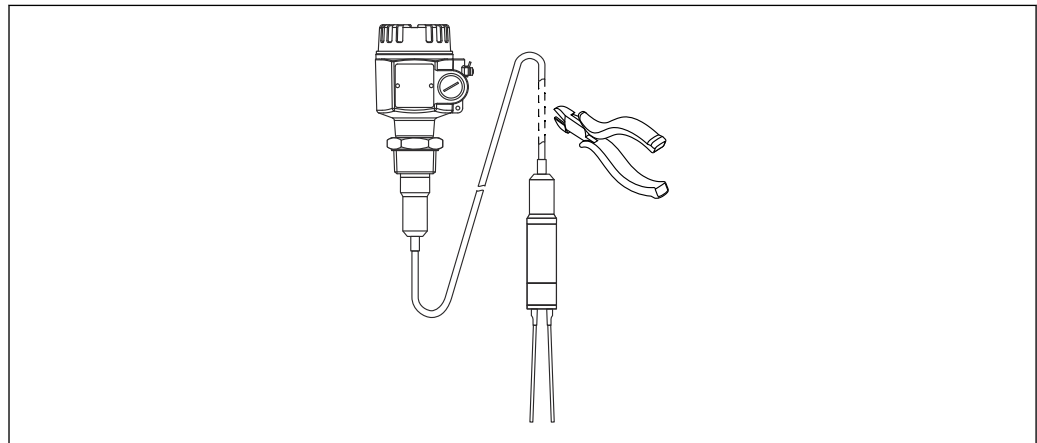
## F13、F17 和 F27 外壳保护盖



测量单位 mm (in)

- 订货号: 71040497
- 材质: PA

## 缆绳截短套件



测量单位 mm (in)

订货号: 52024632



## 补充文档资料



包装内技术文档的查询方式如下：

- 在 W@M 设备浏览器中 ([www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer))：输入铭牌上的序列号
- 在 Endress+Hauser Operations App 中：输入铭牌上的序列号，或扫描铭牌上的二维码 (QR 码)

---

### 《操作手册》 (BA)

#### 操作指导

文档包含设备生命周期内各个阶段所需的所有信息：从产品标识、到货验收和储存，至安装、电气连接、操作和调试，以及故障排除、维护和废弃。

---

### 补充文档资料

根据订购的仪表型号，随箱提供相应的附加文档资料：必须始终严格遵守补充文档资料中的各项说明。补充文档资料是整套设备文档的组成部分。

---

### 《安全指南》 (XA)

防爆型设备都有配套《安全指南》 (XA)。防爆手册是《操作手册》的组成部分。



设备铭牌上标识有配套《安全指南》 (XA) 的文档资料代号。



---



[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---