

# 技术资料

## TST310

### 热电阻温度计



### 拧入型或插入型 带连接电缆和防扭结弹簧

#### 应用领域

热电阻温度计适用于机器、实验室设备和工厂应用，对气体或液体介质，如空气、水、油等进行温度测量。

#### 优势

- 用户可自定义插入长度和过程连接，灵活性高
- 响应时间短
- 单支或双支 Pt100 传感器，A 级、B 级或 AA 级精度，符合 IEC 60751 标准
- 通过多种防爆认证，可以安装在危险区中使用：
  - 本安型 (Ex ia)
  - 无火花型 (Ex nA)

# 目录

<b>功能与系统设计</b> .....	<b>3</b>
测量原理 .....	3
测量系统 .....	3
<b>输入</b> .....	<b>3</b>
测量范围 .....	3
<b>电源</b> .....	<b>3</b>
接线图 .....	3
<b>性能参数</b> .....	<b>4</b>
最大测量误差 .....	4
响应时间 .....	5
绝缘电阻 .....	5
自热 .....	5
标定 .....	6
<b>安装</b> .....	<b>6</b>
安装条件 .....	6
<b>环境条件</b> .....	<b>7</b>
环境温度范围 .....	7
抗冲击性和抗振性 .....	7
防护等级 .....	7
<b>过程条件</b> .....	<b>7</b>
过程压力范围 .....	7
<b>机械结构</b> .....	<b>8</b>
设计 .....	8
过程连接 .....	9
材质 .....	10
重量 .....	10
备件 .....	10
<b>证书与认证</b> .....	<b>11</b>
<b>订购信息</b> .....	<b>11</b>
<b>补充文档资料</b> .....	<b>11</b>

## 功能与系统设计

### 测量原理

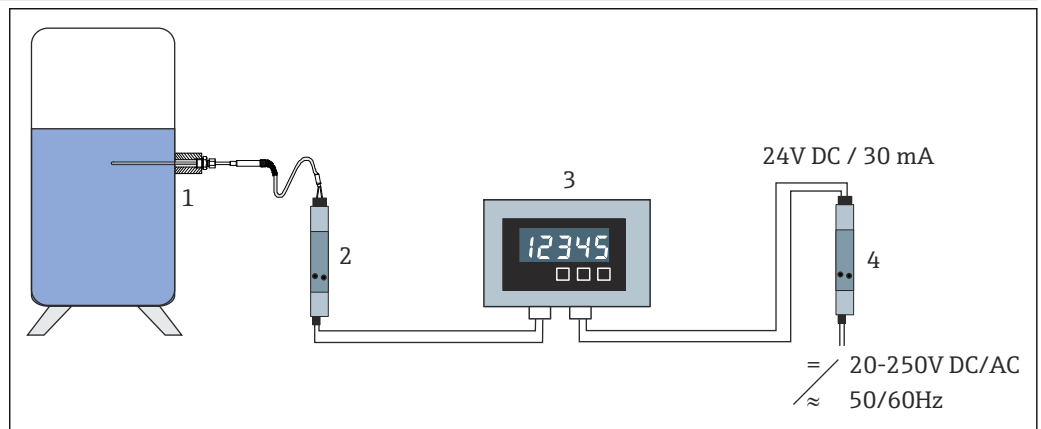
这些热电阻温度计采用符合 IEC 60751 标准的 Pt100 温度传感器。温度传感器为温度敏感铂电阻，0 °C (32 °F) 的阻值为 100 Ω，温度系数为 0.003851 °C<sup>-1</sup>。

以下两种铂热电阻温度计最为常见：

- **绕线式 (WW) 热电阻**：在此类温度计中，两根高纯度铂丝在陶瓷载体内绕制而成。陶瓷保护层密封支撑架顶部和底部的铂丝。此类热电阻温度计具有高测量重复性，温度高达 600 °C (1112 °F) 时，仍能保证电阻-温度关系的高长期稳定性。传感器体积较大，对振动也比较敏感。
- **薄膜式 (TF) 热电阻**：在真空状态下，高纯度的铂附着在陶瓷基板上，形成约 1 μm 厚度的铂膜。通过激光刻制，构成的铂导体回路形成测量电阻。铂导体上有覆盖层和钝化层，可靠防护污染和氧化，并同样适用于高温工况。

同绕线式热电阻相比，薄膜式热电阻体积更小、抗振性更好。基于工作原理，在高温工况下，比对 IEC 60751 标准列举的参数，薄膜式热电阻的电阻/温度特性的偏差较小。因此在温度不超过 300 °C (572 °F) 的工况下，使用的薄膜式热电阻满足 IEC 60751 标准定义的 A 类允差要求。通常，薄膜式热电阻在温度为 400 °C (932 °F) 的场合中使用。

### 测量系统



A0052124

#### 1 应用实例

- 1 安装的热电偶温度计 TST310
- 2 温度变送器 iTEMP TMT71 两线制温度变送器带一路测量输入信号和一路模拟量输出信号。温度变送器可传输热电阻、热电偶、电阻和电压信号，将不同输入信号转换成 4...20 mA 电流信号。
- 3 RIA16 总线型数显仪 - 数显仪记录温度变送器的模拟量测量信号，并显示在显示屏上。液晶显示屏以数字化形式显示当前测量值，并通过棒图标识超限偏差。回路显示器串接至 4...20 mA 回路中，由回路供电。详细信息请参见《技术资料》（参见“文档资料”章节）。
- 4 单通道型有源安全栅 - 有源安全栅用于传输 0/4 ... 20 mA/HART 信号，并进行电气隔离。设备采用有源/无源电流输入，可直接连接两线制或四线制变送器。设备输出允许有源和无源操作方式。然后，电流信号可传输至 PLC/控制器，或通过插拔式螺纹接线端子或选配直推式接线端子连接的其他仪表。

## 输入

### 测量范围

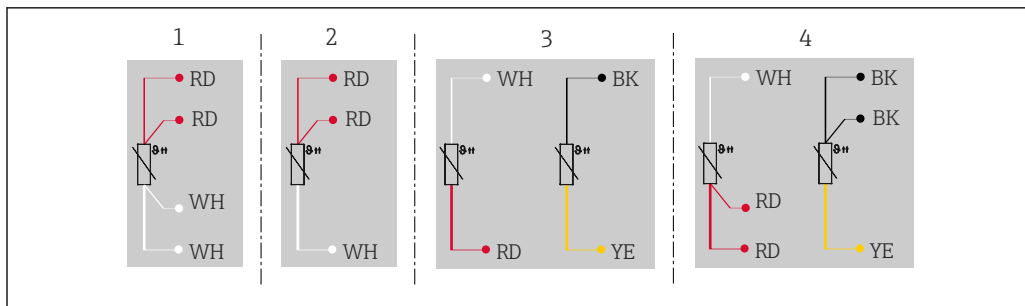
- -200 ... +600 °C (-328 ... +1112 °F)，柔性，矿物绝缘铠装电缆
- -50 ... +250 °C (-58 ... +482 °F)，非柔性，传感器绝缘电缆，位于不锈钢导管中
- 电缆阻抗：每根电缆最大电阻为 50 Ω

## 电源

### 接线图

温度计通过连接电缆飞线接线。温度计可以连接至独立的温度变送器。

线芯横截面积：≤ 0.382 mm<sup>2</sup> (AWG 22) 末端均带线鼻子，长度为 5 mm (0.2 in)。



A0052571

图 2 接线图

- 1 1 x Pt100, 四线制连接
- 2 1 x Pt100, 三线制连接
- 3 2 x Pt100, 两线制连接
- 4 2 x Pt100, 三线制连接

**i** 进行两线制连接时，应考虑电缆阻抗对总体精度的影响。为了确保两线制连接的合理精度，建议电缆长度 < 400 cm (157 in)。也可以使用三线制或四线制连接。

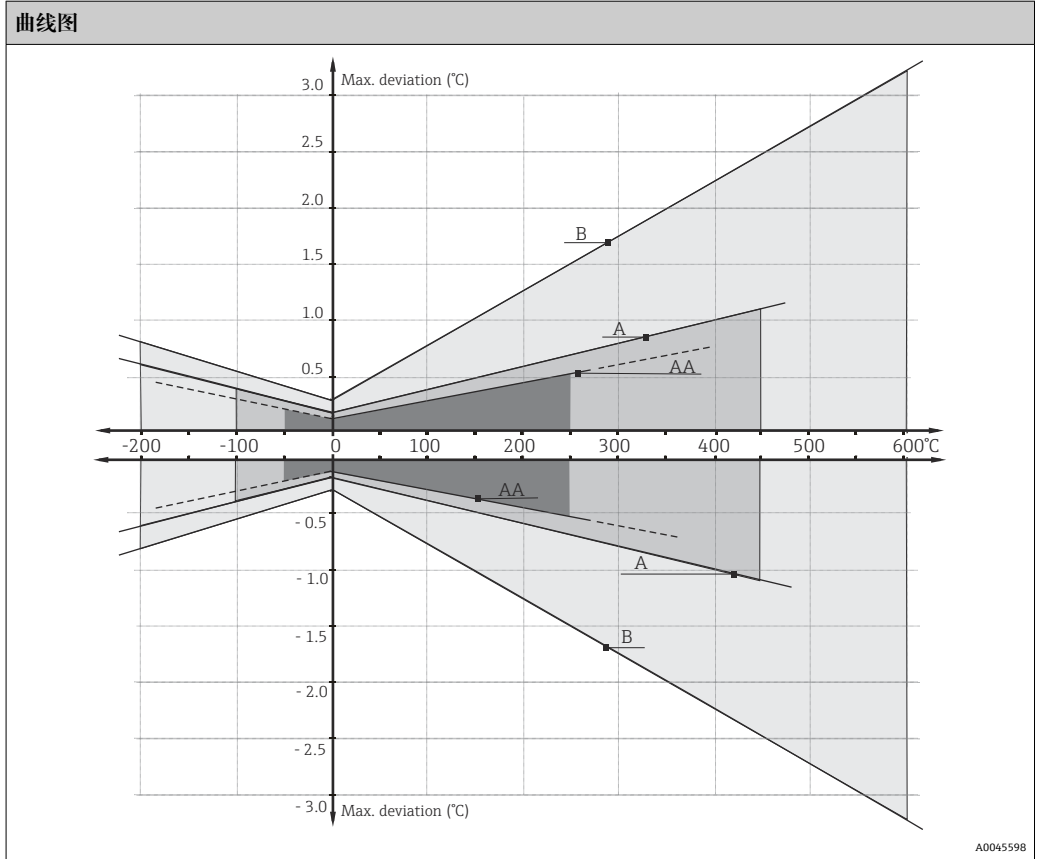
建议使用四线制连接或变送器以实现最高精度。

## 性能参数

### 最大测量误差

热电阻温度计符合 IEC 60751 标准

精度等级	最大误差 (°C)
Cl. AA 级, 最大误差是 B 级的 1/3	$\pm (0.1 + 0.0017 \cdot  t ^{1.1})$
Cl. A	$\pm (0.15 + 0.002 \cdot  t )$
Cl. B	$\pm (0.3 + 0.005 \cdot  t )$
不同精度等级对应的温度范围 薄膜式 (TF) 热电阻 (RTD) : Cl. A -30 ... +200 °C	



1)  $|t|$  = 绝对温度值 (°C)

**i** 使用上述公式计算°C 测量误差，计算结果乘以 1.8 即可得°F 最大误差。

**响应时间**

测试条件：水，流速 0.4 m/s，符合 IEC 60584 标准；温度每次变化 10 K。测量探头 Pt100，薄膜式/绕线式

传感器电缆直径	响应时间	
矿物绝缘电缆		
6 mm (0.24 in)	t <sub>50</sub>	3.5 秒
	t <sub>90</sub>	8 秒
3 mm (0.12 in)	t <sub>50</sub>	2 秒
	t <sub>90</sub>	5 秒
绝缘传感器线缆		
6 mm (0.24 in)	t <sub>50</sub>	9 秒
	t <sub>90</sub>	28 秒
3 mm (0.12 in)	t <sub>50</sub>	6 秒
	t <sub>90</sub>	18 秒

**i** 以上为未安装变送器的热电阻传感器的响应时间

**绝缘电阻**

在环境温度下 (100 V DC)，绝缘电阻不小于 100 MΩ。

**自热**

RTD 热电阻是无源部件，因此，测量时需要外接电流。测量电流将引发热电阻 (RTD) 自热效应，进而导致附加测量误差。除了测量电流，工艺过程中的热传导性和介质流速也会影响测量误

差。Endress+Hauser iTEMP 温度变送器几乎不受自热效应的影响，测量误差可忽略不计（极小测量电流）。

## 标定

参考国际温度标准 (ITS90)，Endress+Hauser 的参比温度标定范围为  $-80 \dots +600 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-110 \dots 1112 \text{ }^{\circ}\text{F}$ )。标定可溯源，符合国家和国际标准。标定证书与温度计序列号匹配。

传感器电缆: $\text{Ø}6 \text{ mm}$ (0.24 in) 和 $\text{Ø}3 \text{ mm}$ (0.12 in)	传感器电缆的最小插入深度
温度范围	
$-80 \dots -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $-110 \dots -40 \text{ }^{\circ}\text{F}$ )	无最小插深要求
$-40 \dots 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $-40 \dots 32 \text{ }^{\circ}\text{F}$ )	
$0 \dots 250 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $32 \dots 480 \text{ }^{\circ}\text{F}$ )	
$250 \dots 550 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $480 \dots 1020 \text{ }^{\circ}\text{F}$ )	300 mm (11.81 in)

## 安装

### 安装条件

#### 安装方向

无限制

#### 安装指南

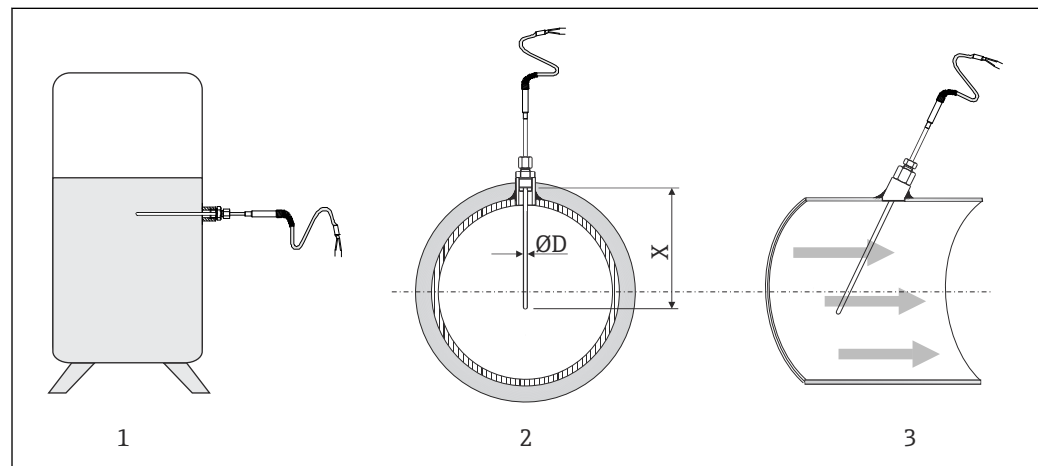


图 3 安装实例

- 1 安装在罐体中
- 2 对于横截面较小的电缆，传感器尖端必须达到管道轴线或稍远一点 ( $=X$ )
- 3 倾斜方向

温度计插深直接影响测量精度。如果插深过小，过程连接和罐壁处的热传导会引起测量误差。安装在管道中使用时，理想插深应为管径的一半（参见图“安装实例”，图号 2）。

- 允许安装位置：管道、罐体或其他工厂装置
- 柔性型的插深至少为传感器电缆直径 ( $\text{ØD}$ ) 的 10 倍，非柔性型的传感器绝缘线缆的插深应为传感器电缆直径 ( $\text{ØD}$ ) 的 30 倍。  
实例：直径  $3 \text{ mm}$  ( $0.12 \text{ in}$ )  $\times 30 = 90 \text{ mm}$  ( $3.54 \text{ in}$ )。柔性：建议标准插深  $> 60 \text{ mm}$  ( $2.36 \text{ in}$ )，非柔性：建议标准插深  $> 180 \text{ mm}$  ( $7.1 \text{ in}$ )。
- ATEX 认证型温度计：遵守防爆手册中的安装指南要求！

**i** 对于小口径管道，有时仅可使用较小插深的温度计。另外也可倾斜安装温度计（参见图“安装实例”，图号 3）。为了确定用于测量的插入深度，必须考虑温度计的所有参数和需要测量的过程变量（例如流速、过程压力）。不建议将温度计安装在保护套管中。

#### 柔性传感器电缆

填充有氧化镁粉末的传感器铠装电缆为柔性电缆，符合表格中规定的最小尺寸要求。禁止弯曲传感器绝缘电缆。

弯曲半径 R	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R &gt;15 mm (0.6 in), ØD = 3 mm (0.12 in), NL ≥ 25 mm (1 in)</li> <li>■ R &gt;30 mm (1.2 in), ØD = 6 mm (0.24 in), NL ≥ 65 mm (2.56 in)</li> </ul>
	A0012734

## 环境条件

**环境温度范围** 允许环境温度取决于连接电缆和电缆绝缘护套材质：

材料 连接电缆/绝缘管	最大温度 (°C (°F))
PVC/PVC	80 °C (176 °F)
PTFE/硅橡胶	180 °C (356 °F)
PTFE/PTFE	200 °C (392 °F)

**抗冲击性和抗振性** 最大 3 G/10...500 Hz，符合 IEC 60751 标准（热电阻温度计）

**防护等级** IP65

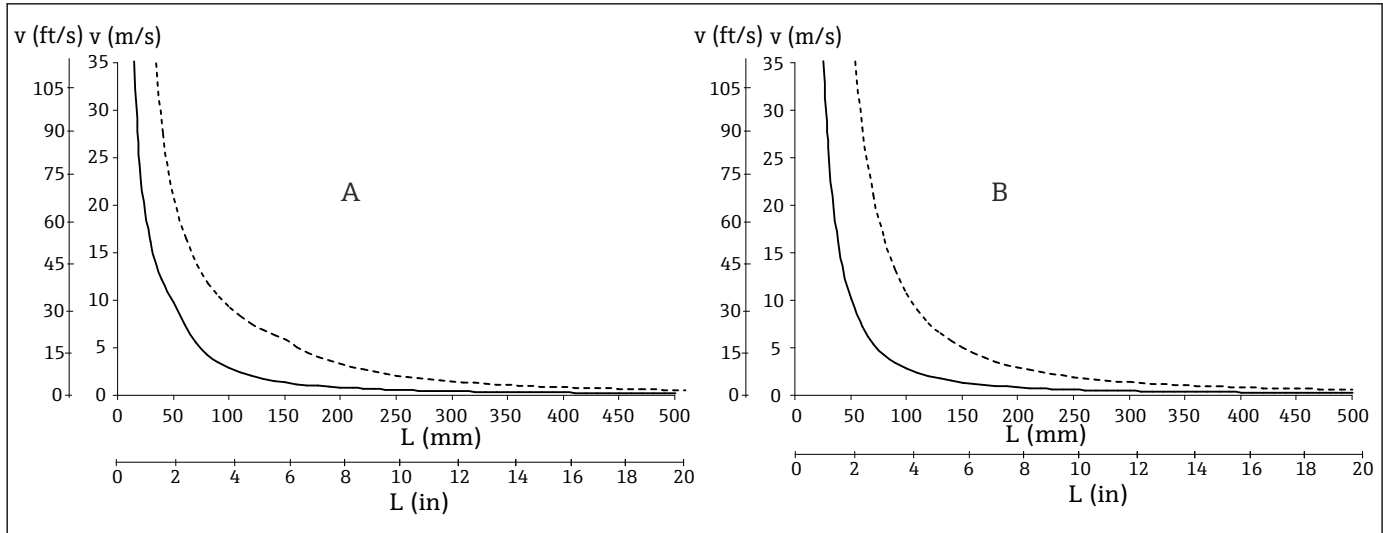
## 过程条件

**过程压力范围** 最大过程压力（静压）：≤ 75 bar (1088 psi)。

不同过程连接的最大允许过程压力参见“过程连接”章节 → 9。

### 允许流速，取决于插深

温度计在介质中的插深越大，流经介质的最大允许流速越小。此外，流速还与温度计末端管径、被测介质类型、过程温度和压力相关。过程压力为 1 MPa(10bar)时，水和过热蒸汽中的最大允许流速如下图所示。



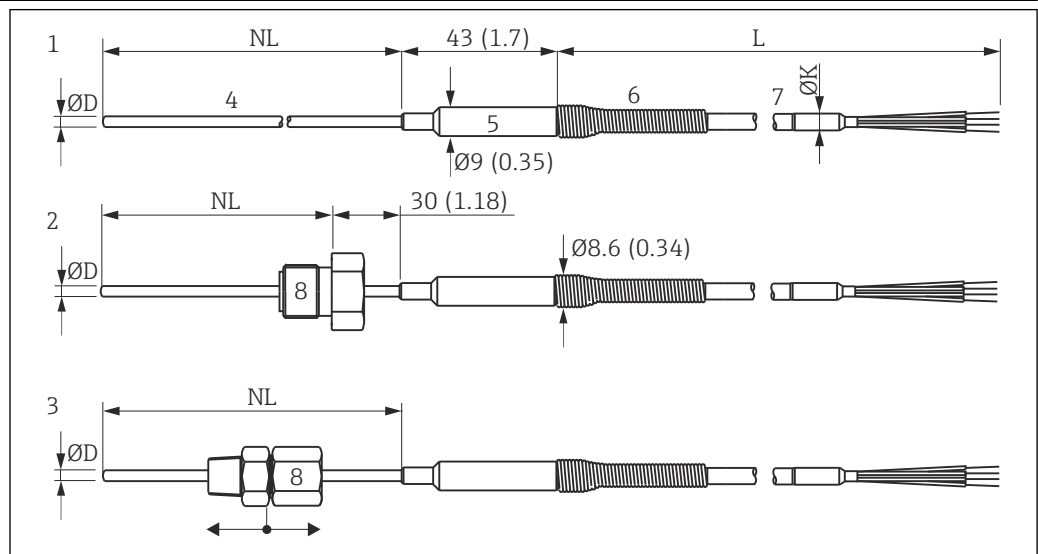
A0010867

图 4 允许流速:  $\varnothing 3$  mm (0.12 in) (实线);  $\varnothing 6$  mm (0.24 in) (虚线)

- A 水:  $T = 50^{\circ}\text{C}$  ( $122^{\circ}\text{F}$ )  
 B 过热蒸汽:  $T = 400^{\circ}\text{C}$  ( $752^{\circ}\text{F}$ )  
 L 插入深度  
 v 流速

## 机械结构

### 设计



A0052413

图 5 TST310 的设计, 单位: mm (in)

- 1 温度计, 无过程连接  
 2 带铜焊过程连接  
 3 带可调卡套螺纹  
 4 传感器电缆:  $\varnothing D = 3$  mm (0.12 in) 或 6 mm (0.24 in)  
 5 护套  
 6 防扭转弹簧, 50 mm (1.97 in)  
 7 连接电缆, 可变电缆直径  $\varnothing K$ ; 参见“连接电缆”表  
 8 过程连接示意图  
 L 连接电缆长度  
 NL 铠装芯子长度

TST310 系列热电阻温度计采用电缆式设计。电阻温度计的实际传感元件安装在传感器末端, 并采取机械防护措施。原则上, 传感器电缆可选柔性和非柔性 ( $\rightarrow$  图 3)。传感器电缆通常由不锈钢



管制成，传感器元件的连接线连接至该不锈钢管中以提供电气绝缘。仅柔性型使用矿物绝缘铠装电缆。相应的连接电缆通过护套固定在传感器上。

使用可调卡套螺纹或焊接过程连接安装温度计。插入型可选不带特殊过程连接。

“过程连接”的详细信息参见：→ 9。

### 连接电缆

绝缘电缆；铠装电缆；连接线	选型代号	电缆直径 (mm (in))
PVC； PVC； 四线制连接	A	4.8 (0.19)
PTFE； 硅橡胶； 四线制连接	B	4.6 (0.18)
PTFE； PTFE； 四线制连接	C	4.5 (0.178)
PTFE； 硅橡胶； 2x 三线制连接	D	5.2 (0.2)
PTFE； 硅橡胶； 四线制连接	E	4.0 (0.16)

### 过程连接

过程连接是保护套管与过程间的连接部件。通过可调卡套螺纹进行固定敷设或使用铜焊过程连接进行连接。使用卡套螺纹时，温度计穿过缆塞，并通过线鼻子固定。

#### ■ 铜焊过程连接：螺纹

最大压力：75 bar (1088 psi)，20 °C (68 °F)时。

#### ■ SS316 卡套密封圈

仅可使用一次；首次安装后禁止改变卡套螺纹的位置。初次安装时，插深完全可调。最大压力：20 °C (68 °F)时为 40 bar (580 psi)。

#### ■ PTFE 卡套密封圈

可以重复使用，松开后，卡套螺纹可以在保护套管上上下移动。可调节插入深度范围。最大过程温度：180 °C (356 °F)，最大压力：20 °C (68 °F)时为 5 bar (73 psi)。

过程连接	
可调节卡套螺纹	焊接过程连接
单位：mm (in)，NL = 插入深度	

A0052572

型号	螺纹和对角宽度	L (mm (in))	TL (mm (in))	卡环材质	最高过程温度	最大过程压力	
TA50 (卡套螺纹)	G $\frac{1}{8}$ "	SW/AF 14	35 (1.38)	10 (0.4)	SS 316 <sup>1)</sup>	800 °C (1472 °F)	20 °C (68 °F)时为 40 bar (580 psi)
					PTFE <sup>2)</sup>	200 °C (392 °F)	20 °C (68 °F)时为 10 bar (145 psi)
	G $\frac{1}{4}$ "	SW/AF 19	40 (1.57)	10 (0.4)	SS 316 <sup>1)</sup>	800 °C (1472 °F)	20 °C (68 °F)时为 40 bar (580 psi)
					PTFE <sup>2)</sup>	200 °C (392 °F)	20 °C (68 °F)时为 10 bar (145 psi)
	G $\frac{1}{2}$ "	SW/AF 27	47 (1.85)	15 (0.6)	SS 316 <sup>1)</sup>	800 °C (1472 °F)	20 °C (68 °F)时为 40 bar (580 psi)
					PTFE <sup>2)</sup>	200 °C (392 °F)	20 °C (68 °F)时为 10 bar (145 psi)
	NPT $\frac{1}{8}$ "	SW/AF 12	35 (1.38)	4 (0.16)	SS 316 <sup>1)</sup>	800 °C (1472 °F)	20 °C (68 °F)时为 40 bar (580 psi)
	NPT $\frac{1}{4}$ "	SW/AF 14	40 (1.57)	6 (0.24)			
NPT $\frac{1}{2}$ "	SW/AF 22	50 (1.97)	8 (0.32)				
M10x1	SW/AF 14	35 (1.38)	10 (0.4)	PTFE <sup>2)</sup>	200 °C (392 °F)	20 °C (68 °F)时为 10 bar (145 psi)	

型号	螺纹和对角宽度		L (mm (in))	TL (mm (in))	卡环材质	最高过程温度	最大过程压力
	M8x1	SW/AF 12					
焊接过程连接	G¼"	SW/AF 17	-	12 (0.47)	-	800 °C (1472 °F)	20 °C (68 °F)时为 75 bar (1087 psi)
	G½"	SW/AF 27		15 (0.6)			
	M10x1	SW/AF 14		10 (0.4)			
	M8x1	SW/AF 12					

- 1) SS316 卡套密封圈：仅可使用一次；松开后，不得将卡套螺纹再次安装在保护套管上。初次安装时，浸入深度完全可调
- 2) PTFE 卡套密封圈：可以重复使用，松开后，卡套螺纹可以在保护套管上上下移动。插深完全可调

## 材质 传感器电缆和过程连接

下表列举了在空气中，无压力负载的情况下，不同材质的最大推荐连续工作温度，数值仅供参考。在特殊工况下，例如存在高机械负载或进行腐蚀性介质测量时，最高允许工作温度会降低。必须考虑温度传感器的测量范围（→ 图 3）。

材质名称	缩写代号	最高推荐工作温度 (在空气中连续工作)	特点
AISI 316L/ 1.4404	X2CrNiMo17-12-2	650 °C (1200 °F)	<ul style="list-style-type: none"> <li>奥氏体不锈钢</li> <li>整体耐腐蚀性高</li> <li>通过添加钼，在氯化物、酸性和非氧化环境中具有强耐腐蚀性（例如低浓度磷酸、硫酸、醋酸和酒石酸）</li> <li>耐晶间腐蚀和点蚀</li> </ul>
AISI 316Ti/ 1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	700 °C (1472 °F)	<ul style="list-style-type: none"> <li>性能类似于 AISI316L</li> <li>添加钛，即便焊接后也具有优秀的耐晶间腐蚀性</li> <li>广泛用于化工、石化、油气和煤化工行业</li> <li>允许在有限范围内抛光，会出现钛缝</li> </ul>

## 绝缘连接电缆

材质名称	特点
PVC (聚氯乙烯)	<ul style="list-style-type: none"> <li>高度耐酸</li> <li>高硬度，耐无机化学品，尤其是酸和碱</li> <li>低冲击强度和低温稳定性</li> </ul>
硅橡胶	<ul style="list-style-type: none"> <li>在高温和低温下的永久弹性</li> <li>抗老化和环境老化</li> <li>抗臭氧和 UV 紫外老化</li> <li>耐油、耐溶剂和耐燃料（氟硅酮），防水</li> <li>耐烟气</li> </ul>
PTFE	<ul style="list-style-type: none"> <li>能够耐受各类化学腐蚀</li> <li>在扩展温度范围内具有高机械负载能力</li> <li>最高允许工作温度为 200 °C (392 °F)</li> </ul>

重量 ≥ 100 g (3.53 oz)，取决于型号，例如 NL = 100 mm (3.93 in)，铜焊过程连接 G½"时，为 150 g (5.3 oz)。

备件	订货号
Ø6.1 mm (0.24 in); G¼"、G¾"、G½"、G¾"、¼" NPT、½" NPT、¾" NPT; 线鼻子材质 PTFE (10 个)	60011600
Ø3 mm (0.12 in); G¼"、G¼"; 线鼻子材料 PTFE (10 个)	60011598
Ø6.1 mm (0.24 in); G¼"、G¾"、G½"、G¾"、¼" NPT、½" NPT、¾" NPT; 线鼻子材质 SS 316 (10 个)	60011599
Ø3 mm (0.12 in); G¼"、G¼"; 线鼻子材质 SS 316 (10 个)	60011575

## 证书与认证

产品证书与认证的最新信息进入产品主页查询 ([www.endress.com](http://www.endress.com)) :

1. 点击“产品筛选”按钮，或在搜索栏中直接输入基本型号，选择所需产品。
2. 打开产品主页。
3. 选择**资料下载**。

## 订购信息

详细的订购信息可从距离您最近的销售机构 [www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com) 或通过 [www.endress.com](http://www.endress.com) 的产品选型软件获取:

1. 使用过滤器和搜索框选择产品。
2. 打开产品主页。
3. 选择 **Configuration**。



### 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

## 补充文档资料

登陆 Endress+Hauser 公司网站 ([www.endress.com/downloads](http://www.endress.com/downloads)) 的产品主页和下载区下载下列文档资料 (取决于所选产品型号) :

文档资料	文档用途和内容
《技术资料》 (TI)	<b>设计规划指南</b> 文档包含设备的所有技术参数、附件和可以随设备一起订购的其他产品的简要说明。
《简明操作指南》 (KA)	<b>引导用户快速获取首个测量值</b> 文档包含所有必要信息, 从到货验收到初始调试。
《操作手册》 (BA)	<b>参考文档资料</b> 文档中包含设备生命周期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。
《仪表功能描述》 (GP)	<b>菜单参数说明</b> 文档详细介绍各个菜单参数。适用对象是在设备整个生命周期内执行操作和特定仪表设置的人员。
《安全指南》 (XA)	防爆型设备都有配套《安全指南》 (XA) 。《安全指南》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) 文档资料代号。
设备补充文档资料 (SD/FY)	必须始终严格遵守相关补充文档资料中的各项说明。补充文档是整套设备文档的组成部分。



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

---