

ABB测量与分析 | 选型样本

TSP341-N

非侵入式温度测量传感器



HERMES
AWARD
2 0 1 9



测量，化繁为简

更简便、更安全的准确温度测量

更安全 - 无过程开口

- 最高达0区全球防爆认证
- 符合NAMUR推荐规范NE 24
- 传感器监测及自监测（NE 89、NE 107）

提高适用性 - 更高效、更经济的测量

- 精确测量温度且不干预生产过程
- 快速、简便且通用的表面安装
- 省却保护套管，显著降低成本

确保您的测量质量

- 测量精度、响应时间接近、甚至优于常规工业中插入式测量
- 可重复性已被长期工业测试证明
- 变送器基于成熟的TTH300（HART）及工业级接线盒，可选LCD液晶显示器

应用领域

- 工业和重工业的所有领域，包括化工、电力、石油与天然气、石化
- 任何影响生产过程的情况，如保护套管的插入、至关重要的介质测量
- 很好的适用于低粘度、中、高流速（湍流）液体介质

简介

非侵入式温度测量

过程技术中的典型温度测量是通过直接将温度传感器置于测量介质中完成。

测量介质（气态、液态或糊状）通常位于容器或管道中。

测量介质可静止或高速流动。尤其是研磨性测量介质非常关键。

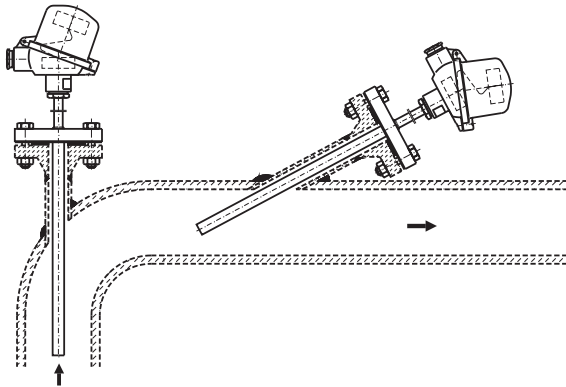


图 1: 温度传感器在管道中的经典安装

根据材料特性，温度传感器需要特殊保护，以防受到化学和机械载荷影响。例如，在管道中高速移动的磨屑或沙子会构成特殊的挑战。

为了保护温度传感器，必须对所使用的保护套管实施定期检查并根据需要更换。具有化学腐蚀性或研磨性的介质会导致保护套管材料被腐蚀。

置于流动介质中的保护套管也会因涡流形成而产生振动，在极端情况下，还会发生断裂。

因此，有关保护套管稳定性的指令和标准已经愈加严格，并且维护和更换成本也随之增加。

除了当前成本外，在计划及设计通过容器和管道开口将温度传感器安装到测量介质中时，还会产生其他成本。例如，需要法兰或加固结构。

如果可以间接地在过程外部测量过程温度，则可省去上述成本。使用非侵入式温度测量，通常可在足以适合应用的精度下记录过程温度。

ABB 在过程技术中提供非侵入式温度测量的首款新一代传感器是 2014 年推出的 TSP341-W（“W”代表“无线”）。

该传感器采用 WirelessHART® 无线通信协议，尤其适合工业设备的未来扩展。

TSP341-N* 表面温度传感器现在结合非侵入式温度测量和广泛应用的两线制 HART® 通讯协议技术。因此，该设备可以很容易集成到现有系统架构中。

在本文件中，TSP341-N 中的“N”代表非侵入式温度测量。除了其他因素外，ABB 针对非侵入式温度测量开发的计算算法还考虑了测量期间的环境条件，因此可明显提高表面测量的精度。

表面温度测量尤其适合低粘度测量介质、高热导率测量介质以及介质流速高或紊流强的过程。例如：水、水溶液和水基液体以及快速流动的油或饱和蒸汽。

* TSP341-N 温度传感器属于 ABB SensyTemp 产品系列。防爆相关型式检验证书中标识为 SensyTemp TSP341-N。

简介

系统结构

TSP341-N 温度传感器包含 ABB 开发的基于 TTH300 的温度变送器，集成了非侵入式温度测量计算算法。此变送器提供模拟 4-20 mA 电流输出，并支持 HART 7 通讯协议。作为附加可选项，还可集成 AS 型液晶显示器。

此变送器支持两路温度传感器连接。一路传感器测定测量点处的表面温度，同时另一路传感器用于测定测量点附近参考点温度。

通过使用提供准确温度计算的算法，在环境温度范围为 -40° C 至 85° C (-40° F 至 185° F) 时，可测量 -40° C 至 400° C (-40° F 至 752° F) 范围内的过程温度。可以通过 ABB 的 TSP341-N 提供的 DTM 或 EDD 驱动，使用例如最新技术的 FIM 设备管理软件组态变送器。

非侵入式温度测量，温度传感器应紧固到管道或容器表面。安装时使用两个管夹将固定板固定到传感器底座。为了适应管道或容器材料，可提供具有不同膨胀系数的固定管夹。对应测量表面，需要是金属材质。测量传感器下方表面必须平坦，无异物，无涂层。为了缩短传感器的响应时间，固定板采用带孔设计，传感器元件可通过此孔直接引导至测量点表面。安装期间，确保一体式传感器测量尖端与测量点达到最佳接触状态。此外，建议使用适当的隔热材料防止环境温度的影响。

纯表面测量的精度通常低于直接安装于过程中的温度测量。但是，得益于 TSP341-N 考虑了环境温度的影响，精度和响应时间均得到提高，测量结果与经典保护套管的测量结果不分伯仲。通过在测量点采取适当的隔热措施，可以进一步提高测量精度与缩短响应时间。通过 TSP341-N 设备组态软件（DTM、EDD、FIM），温度计算过程中会考虑测量点的隔热保温（设备交付时预设）。因测量精度高、响应时间短，达到预期效果，非侵入式测量成为过程测量的一种合理且节约成本的替代方案。



图 2: TSP341-N

温度传感器概述

型号	TSP341-N		
设计	温度传感器配备集成变送器，采用表面安装		
组件	固定板、测量插芯尖端、延长管、接线盒、变送器、选配液晶显示器		
材料	固定板：不锈钢1.4408（J92900） 测量插芯：不锈钢1.4571（ASTM 316Ti） 测量尖端：纯镍2.4068（LC-Ni99） 延长管：不锈钢1.4571（ASTM 316Ti） 接线盒垫圈：EPDM（三元乙丙橡胶）		
设备封装树脂	聚氨酯（PUR），WEVO PU-417		
过程连接	安装到容器和管道表面		
运输温度/储存温度	-20至70 °C（-4至158 °F）		
接线盒的环境温度范围	不带液晶显示器：-40至85 °C（-40至185 °F） 带液晶显示器：-20至70 °C（-4至158 °F）		
测量范围（表面温度）	-40至400 °C（-40至752 °F）		
传感器	三线制Pt100薄膜电阻，符合IEC60751 A级精度，测量范围-40至400°C（-40至752°F）		
延长管	延长管直径：15 mm（0.59 in.） 延长管长度：K =150 mm（6 in.） 备注 从接线盒到容器或管道的距离需额外加上约32mm（1.3in.），即为固定板高度		
管夹	提供各种热膨胀系数的管夹。 管夹适用于40-2500 mm（DN 40-2500）的管径。 铬钢或碳钢管路和容器建议 管夹材料：铬钢1.4016（ASTM 430）， $\alpha=10\text{-}10.5\cdot10^{-6}/\text{K}$ 铬镍钢管路和容器建议 管夹材料：不锈钢1.4301（ASTM 304）， $\alpha=16\text{-}17.5\cdot10^{-6}/\text{K}$		

表1：概述

接线盒

尺寸单位: mm (in)

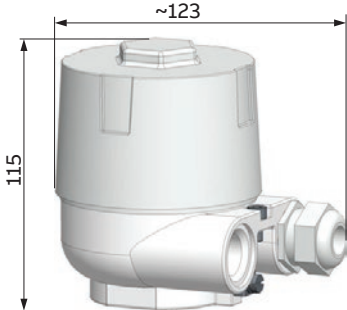
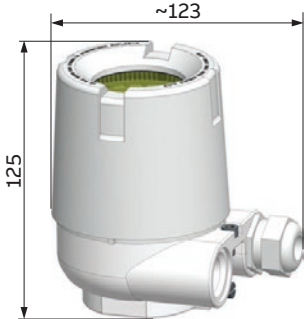
接线盒形式	AGL / AGS	AGLD / AGSD
		
材料	AGL: 铸铝, 环氧涂层 AGS: 不锈钢	AGLD: 铸铝, 环氧涂层 AGSD: 不锈钢
盖锁系统	螺纹盖	
电缆接头	M20 x 1.5, 可选1/2in.NPT电气接口、无电缆接头	
IP等级	IP 66 / IP 67	
变送器安装位置	测量插芯上	

表2: 接线盒概述

接线盒功能

- 变送器和选配LCD显示器的保护壳
- 保护连接区域不会受到恶劣环境的影响

将电缆穿入接线盒时，专用的电缆导向管会自动将电缆引入接线区。低平的接线盒盒底确保了最佳的接线操作

技术规格

测量精度

使用的温度传感器的测量范围为 -40 至 400°C (-40 至 752 °F)，具有 IEC 60751 标准规定的 A 级精度。

TSP341-N 温度传感器的两个温度传感器连接均为三线制电路。与精度较低并且线路电阻和接触电阻均会影响测量的两线制电路相比，这种配置可提高测量精度。

抗振性

配备 AGL 或 AGLD 接线盒的温度传感器符合 IEC 60068-2-6 标准：
10-58 Hz: 0.075 mm (0.003 in.)
> 58-2000 Hz: 10 m/s² (1 g)

测量插芯的绝缘电阻

绝缘电阻在外部套管和两个测量回路之间测得。此外，还要测量两个测量回路之间的绝缘电阻。得益于制造期间采用特殊工艺，ABB 测量插芯即使在高温下仍具有出色的绝缘值。

绝缘电阻 R_{iso}

15 至 35 °C (59 至 95 °F) 环境温度范围内 $\geq 500 M\Omega$

空气湿度

< 80 %

延长管

延长管是固定板与接线盒之间的一个模块，允许在测量点处使用隔热材料。

如果未采取隔热措施，延长管则作为接线盒中变送器温度敏感电子器件与高温容器、管道表面之间的冷却线路。通过适当措施保护电子器件免受超温影响。

TSP341-N 延长管长度

K = 150 mm (6 in.)，加上固定板高度约 32 mm (约 1.3 in.)

延长管外径

15 mm (0.59 in.)

延长管材料

不锈钢 1.4571 (ASTM 316Ti)

... 技术规格

接线盒的环境温度

备注

当设备用于潜在爆炸性环境时，可能会存在环境温度限制，在这种情况下，请遵循第 10 页根据 **ATEX** 和 **IECEX** 在潜在爆炸性环境中的使用以及符合性声明和型式检验证书中的附加数据！

当设备用于潜在爆炸性环境时，可能会存在环境温度限制！

接线盒允许的环境温度范围 $T_{amb.}$	
不带液晶显示器的接线盒	-40 至 85 °C (-40 至 185 °F)
带液晶显示器的接线盒	-20 至 70 °C (-4 至 158 °F)

表 3 接线盒处环境温度

使用表面传感器时，会在直接接触高温表面的条件下执行温度测量。如果测量点处未采取适当的隔热措施，必须降低允许的环境温度，以防达到限值。

下表以示例展示了配备集成液晶显示器的 TSP341-N 在不同的表面温度 $T_{surf.}$ 下允许的最高环境温度 $T_{amb.}$ 。

表面温度 $T_{surf.}$	允许的最高环境温度 $T_{amb.}$
100 °C (212 °F)	66 °C (150.8 °F)
200 °C (392 °F)	61 °C (141.8 °F)
300 °C (572 °F)	58 °C (136.4 °F)
400 °C (752 °F)	55 °C (131.0 °F)

表 4 功能性表面温度对应环境温度

备注

操作人员必须在需要时借助测量确保本安型设备中的接线盒的温度不超过最高允许温度。

电缆接头

适合使用标准电缆外径 4-13 mm (0.16-0.51 in.) 的塑料电缆接头适于 -40 至 70 °C (-40 至 158 °F) 的温度范围。如果温度超出此范围，可以安装适当的电缆密接头。

适合使用标准电缆外径 3.2-8.7 mm (0.13-0.34 in.) 的 Ex d (隔爆型) 金属电缆接头的允许温度范围为 -40 至 85 °C (-40 至 185 °F)。

变送器

TSP341-N 温度传感器配备电流输出为 4-20 mA 的温度变送器，基于 TTH300 HART 平台开发，支持 HART 7 通讯协议。

安装变送器具有以下优势：

- 降低接线成本，节约成本
- 放大测量点处的传感器信号并转换为标准信号（从而提高信号的抗干扰性）
- 接线盒处可选配液晶显示器

TSP341-N 内置变送器采用的算法可针对指定过程温度范围提供精确的温度计算。

为此，除了测量的表面温度外，还考虑了当前的环境温度。变送器的自发热应忽略不计。

此变送器具有持续传感器监测和自监测（根据 NE 89 提供电源电压监测、断线 / 腐蚀监测）功能，并根据 NE 107 提供诊断信息。

HART 设备型号 ID

TSP341-N: 0x1A0E

写保护

- 通过 HART 协议提供软件写保护
- 通过变送器上的 DIP 开关提供硬件写保护

备注

有关变送器的更多信息，请参阅数据表 DS/TTH300。

AS 型液晶显示器

AGLD 和 AGSD 接线盒配备 AS 型数字液晶显示器，该显示器通过内置接口电缆连接到变送器。



图 3：AS 型液晶显示器

备注

AS 型液晶显示器没有用于在现场进行参数设置的操作按钮。设备的参数设置均通过 HART 接口完成。

根据 ATEX 和 IECEx 在潜在爆炸性环境中的使用

TSP341-N 温度传感器属于 ABB SensyTemp 产品系列。防爆相关型式检验证书中标识为 SensyTemp TSP341-N。

Ex 标志

“Ex i - 本安”保护类型

型号 TSP341-N-D2, 适用于 0 区、1 区、2 区	
ATEX	
型式检验证书:	PTB 18 ATEX 2002 X
Ex 标志	ATEX II 1 G Ex ia IIC T6...T1 Ga
	ATEX II 2 G Ex ib IIC T6...T1 Gb

表 5: ATEX Ex 标志, “Ex i - 本安”保护类型

型号 TSP341-N-J2, 适用于 0 区、1 区、2 区	
IECEx	
型式检验证书:	IECEx PTB 18.0041 X
Ex 标志	Ex ia IIC T6...T1 Ga
	Ex ib IIC T6...T1 Gb

表 6: IECEx Ex 标志, “Ex i - 本安”保护类型

根据 NAMUR 推荐规范的“Ex i - 本安”保护类型

型号 TSP341-N- N3, 适用于 0 区、1 区、2 区	
ATEX	
型式检验证书:	PTB 18 ATEX 2002 X
Ex 标志	NE24 and ATEX II 1 G Ex ia IIC T6...T1 Ga
	NE 24 和 ATEX II 2 G Ex ib IIC T6...Gb

表 7: NE24 和 ATEX Ex 标志, “Ex i - 本安”保护类型

“Ex d - 隔爆（外壳）”保护类型

型号 TSP341-N-D7, 适用于 1 区、2 区	
ATEX	
型式检验证书:	PTB 99 ATEX 1144 X
Ex 标志	ATEX II 2 G Ex db IIC T6/T4 Gb

表 8: ATEX Ex 标志, “Ex d - 隔爆（外壳）”保护类型

型号 TSP341-N-J7, 适用于 1 区、2 区	
IECEx	
型式检验证书:	IECEx PTB 12.0039 X
Ex 标志	Ex db IIC T6/T4 Gb

表 9: IECEx Ex 标志, “Ex d - 隔爆（外壳）”保护类型

概述

热阻

除了表面温度测量外，还测量物理距离不远的参考测点处的温度，以提高测量精度。为此，测量插芯采用两支独立的铠装矿物绝缘电缆传感器。

以下数据适用于这两个温度传感器，另请参见第 11 页的故障时的温升。

Ø3 mm (0.12 in.) 矿物绝缘电缆的热阻 R _{th}	
Δt = 200 K/W × 0.038 W = 7.6 K	
不带保护套管的热电阻温度计	200 K/W

K/W = 开尔文 / 瓦

备注

这里指的热阻 R_{th} 是指在“静止气体（环境）”和采用“不带保护套管的矿物绝缘电缆”条件下的值。

故障时的温升

如果发生故障，温度传感器将根据输入功率出现温升 Δt。确定允许的温度组别时，必须考虑此温升 Δt，请参阅第 11 页的**允许的环境温度**。

备注

发生故障时在测量电路中会出现与温度无关的几毫秒的动态短路电流。

利用以下公式可以计算温升 Δt:

$$\Delta t = R_{th} \times P_o \quad \left[K/W \times W \right]$$

Δt 温升

R_{th} 热阻

P_o 附加连接的变送器的输出功率

例如:

不带保护套管的热电阻温度计，直径约 3 mm (0.12 in.) :

$$R_{th} = 200 \text{ K/W},$$
$$P_o = 38 \text{ mW}$$
$$\Delta t = 200 \text{ K/W} \times 0.038 \text{ W} = 7.6 \text{ K}$$

如果变送器输出功率 P_o = 38 mW，则发生故障时的温升约为 8K。由于此温升，对于温度组别 T1 至 T6，最大表面温度 T_{surf.} 升高，请参阅第 11 页的表 10。

防爆类型 Ex i，本质安全型

允许的环境温度

下表展示了防护等级为 Ga (0 区) 和 Gb (1 区) 的设备的允许的环境温度 T_{amb} 与接线盒材料 (铸铝或不锈钢)、测量点的隔热性及测量点的表面温度 T_{surf} 之间的对应关系。

表面温度 (T_{surf}) 的计算方式如下:

$$T_{surf.} = T6 - 5^{\circ}C - 8^{\circ}C \text{ (发生故障时的 } \Delta t \text{)}$$

$$T_{surf.} = T2 - 10^{\circ}C - 8^{\circ}C \text{ (发生故障时的 } \Delta t \text{)}$$

有关 Δt = 8° C 的故障条件，请参阅第 11 页的**故障时的温升**。

备注

必须按照 EN 60079-14 中有关防护等级为 Ga (0 区) 的设备的规定处理下表列举的环境温度。

T _{surf}	防护等级为 Ga (0 区) 和 Gb (1 区) 的设备的允许的最高环境温度 T _{amb}			
	铸铝接线盒		不锈钢接线盒	
	无隔热	隔热	无隔热	隔热
400°C (T1) *	48°C	67°C	26°C	50°C
282°C (T2) *	62°C	74°C	49°C	65°C
187°C (T3) *	71°C	78°C	64°C	74°C
122°C (T4) *	77°C	81°C	75°C	81°C
72°C (T6) *	52°C	55°C	54°C	57°C

表 10: 防护等级为 Ga (0 区) 和 Gb (1 区) 的设备的允许的环境温度

* 设备的最高测量温度: 400°C

备注

标配的 M20 x 1.5 塑料电缆接头适用于 -40 至 70 ° C (-40 至 158 ° F) 的有限温度范围内。使用随附的电缆接头时，确保环境温度在此范围内。

... 根据 ATEX 和 IECEx 在潜在爆炸性环境中的使用

TSP341-N 连接数据

内置变送器基于 ABB 的 TTH300 HART。

本质安全型型式检验证书 PTB 18 ATEX 2002 X 和 IECEx PTB 18.0041 X 适用于包括内置温度变送器在内的完整温度传感器 TSP341-N，因此 TTH300 的型式检验证书是不适用的。

将 TSP341-N 连接至经认证的本质安全电路时，必须遵守下列最大输入值。

最大电压U _i	30V
短路电流I _i	130mA
最大功率P _i	0.8W
内电感L _i	0.5mH
内电容C _i	0.57nF

表11：电气数据

防爆类型 Ex d，隔爆型防爆（外壳）

配备 Ex d 隔爆接线盒，具有“Ex d – 隔爆型（外壳）”防爆类型的 TSP341-N 可用于 1 区。

- 应遵守型式检验证书 PTB 99 ATEX 1144 X 或 IECEx PTB 12.0039 X 中列出的连接条件。
- 对于具有“Ex d – 隔爆型（外壳）”防爆类型的 TSP341-N，应考虑传感器在发生故障时的自发热，请参阅第 10 页的热阻。
- 最高允许表面温度或参考测点温度应符合相应温度组别规定。

温度数据

接线盒允许的最高环境温度 T_{amb}.

温度组别	带液晶显示器时的 T _{amb} *	不带液晶显示器时的 T _{amb} *
T1 至 T4	-20 至 70 °C (-4 至 158 °F)	-40 至 85 °C (-40 至 185 °F)
T6	-20 至 67 °C (-4 至 152 °F)	-40 至 67 °C (-40 至 152 °F)

表12 接线盒环境温度

温度组别	1区中的最高表面温度T _{surf} .*
T1	400 °C** (752 °F)**
T2	288 °C (550 °F)
T3	193 °C (379 °F)
T4	128 °C (262 °F)
T5	93 °C (199 °F)
T6	78 °C (172 °F)

表13：允许的表面温度

* 还适用于参考测点处的温度

** 设备的最大测量范围：400 °C（752 °F）

试验和证书

为了提高工艺的安全性和精确性，ABB 提供了众多机械和电气测试。结果根据 EN 10204 标准以证书形式进行确认。发布的证书如下：

- 订单符合性声明 2.1
- 外观、尺寸和功能测试检验证书 3.1

订购信息

TSP341-N

基本型号												
非侵入式温度测量传感器	TSP341-N	XX	XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
防爆/认证												
无防爆		Y0										
本质安全型ATEX，0区：II 1 G Ex ia IIC T6 Ga；1区：II 2 G Ex ib IIC T6 Gb		D2										
本质安全型，符合NAMUR NE 24和ATEX II 1 G Ex ia IIC T6 Ga		N3										
隔爆型（外壳）ATEX II 2 G Ex db IIC T6/T4 Gb		D7										
本质安全型，0区：Ex ia IIC T6 Ga；1区：Ex ib IIC T6 Gb		J2										
隔爆型（外壳）IECEX db IIC T6/T4 Gb		J7										
传感器安装												
夹装，传感器以90°角安装到管路，管夹材料：铬钢1.4016（ASTM 430）		Y14										
夹装，传感器以90°角安装到管路，管夹材料：不锈钢1.4301（ASTM 304）		Y15										
管夹适用管径												
DN 40 to 80				C8								
DN150				C1								
DN200				C2								
DN300				C3								
DN400				C4								
DN500				C5								
其他				Z9								
延长管长度												
K = 150 mm（6 in.），额外~32 mm（~1.3 in）为固定板高度					N1							
测量插芯类型												
薄膜电阻，测量范围-40 ...400 °C（-40 ...752 °F）						S5						
测量插芯直径												
2 x 3 mm							N3					
传感器类型和回路												
1 x Pt100，三线制								P2				
传感器精度												
薄膜，A级精度，IEC 60751，量程-40 ...400 °C（-40 ...752 °F）									N2			
接线盒类型 / 材质												
AGL /铸铝，螺纹盖										L1		
AGLD /铸铝，带显示器的螺纹盖										L4		
AGS /不锈钢，螺纹盖										S1		
AGSD /不锈钢，带显示器的螺纹盖										S4		
变送器												
非侵入式温度测量变送器，HART®，输出4 ...20 mA											H8*	
非侵入式温度测量变送器，HART®，输出4 ...20 mA Ex i											H9**	
变送器测量范围												
客户指定测量范围												AZ

* 仅限使用“防爆/认证”代码Y0、D7和J7时提供

** 仅限使用“防爆/认证”代码D2、N3和J2时提供

…订购信息

附加订购信息

TSP341-N	XX	XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
非侵入式温度测量传感器								
证书								
符合EN 10204-2.1订单符合性声明	C4							
符合EN 10204-3.1外观、尺寸和功能测试检验证书	C6							
其他	CZ							
证书传递方式 *								
通过电子邮件发送		GHE						
通过邮件发送		GHP						
通过邮件快递发送		GHD						
附在仪表包装箱中		GHA						
仅归档		GHS						
电缆接口附加选项								
1 x M20 x 1.5, 不带电缆接头			U1					
1 x 1/2 in. NPT, 不带电缆接头			U2					
显示器类型 **								
AS型液晶显示器				L1				
其他选项								
不锈钢铭牌					PV			
其他					PZ			
文档语言								
德语						M1		
英语						M5		
西欧文合集（语言：DA、ES、FR、IT、NL、PT、FI、SV）						MW		
东欧文合集（语言：EL、CS、ET、LV、LT、HU、HR、PL、SK、SL、RO、BG）						ME		
位号牌								
不锈钢位号牌							T1	
附加标识牌								
客户指定内容不锈钢标识牌								T2
客户指定内容标签								T3

* 适用于“证书”代码C4、C6
** 适用于“接线盒”代码L4、S4

商标

HART是FieldComm集团在美国德克萨斯州奥斯汀的注册商标。



上海 ABB 工程有限公司
地址：上海市浦东新区
康新公路 4528 号

邮编：201319
电话：021-61056666
传真：021-61056992

地址：北京市朝阳区酒仙桥路 10 号
恒通大厦 B38

邮编：100016
电话：010-84566688
传真：010-64371913

地址：广州珠江新城临江大道 3 号
发展中心大厦 22 楼

邮编：510623
电话：020-37850182 / 37850185
传真：020-37850609

地址：西安市经济技术开发区
文景路中段 158 路三层

邮编：710021
电话：029-85758288
传真：029-85758299

地址：青岛市香港中路 12 号
丰合广场 B 区 401 室

邮编：266071
电话：0532-85030776
传真：0532-85026395

地址：沈阳市和平区南京北街 206 号
假日广场 2 座 16 楼

邮编：110001
电话：024-31327786
传真：024-31326699

abb.com/temperature

注
我们保留技术变更或修改本文件内容的权利，恕不另行通知。有关采购订单，以约定内容为准。ABB 对本文件中的错误或信息不足概不负责。

本公司保留对本文件及其所含题材和插图的所有权利。未经 ABB 事先书面许可，不得将本文件内容复制或披露给第三方，亦不得私自使用本文件内容（无论是全部还是部分）。