



应用手册

热式质量流量传感器

FS2



应用手册

热式质量流量传感器

目录

1. [FS2](#)
 - 1.1 关于传感器
 - 1.2. 优势与特点
 - 1.3 应用领域
 - 1.4 传感器结构
 - 1.5 测量原理
 - 1.6 尺寸与外壳
 - 1.7 固定方式
 - 1.8 交付与内容
 - 1.9 操作
 - 1.10 性能
 - 1.11 影响因素
 - 1.12 电子电路图
 - 1.13 电压敏感度 (ESD)
2. [更多电子电路](#)
3. [补充文档](#)



应用手册

热式质量流量传感器

FS2

1. FS2

1.1 关于传感器

Innovative Sensor Technology IST AG 薄膜质量流量传感器旨在为各种流量应用提供具有显著优势的解决方案。热式质量流量模块和测量系统广泛存在，大部分设备仅由市场上的少数供应商提供。这些产品通常具有紧凑的外形，即插即用，具有气路的无源或者有源输出。这些模块足以满足对价格和尺寸不敏感的许多通用应用，但它们不适用于对价于体积敏感的流量控制解决方案。

FS2流量传感器由四个薄膜电阻组成，利用热传导原理确定流速。在无流量条件下，两个电阻器被均匀加热。如果出现流动，热量从传感器传递到介质，取决于流动方向，其中一个电阻比另一个冷却得更多。如果流量增加，传递的热量也会增加。通过了解热传递，可以根据维持恒定温差所需的电压补偿来确定流量。

TISTAGFS2流量传感器适用于气体。它具有较宽的工作温度范围和流量测量速率。无论是在动态范围，响应时间还是环境条件方面，流道将保证传感器尽可能更好的适应测量要求。FS2流量传感器是有限空间系统集成的最佳选择，并且可以应用到已经完成系统设计的应用当中。此外，无论是定制芯片，外壳/封装，还是根据客户特定设计进行适配，我们都可以实现。

1.2. 优势与特点

以下列表展示了该传感器的优势，但全部功能不限于此，特此说明：

- 可检测流向
- 简单的信号处理
- 出色的灵敏度
- 稳定的铂金工艺
- 芯片可耐受最高 +450 °C (特定型号)
- 极佳的长期稳定性
- 简单校准
- 无机械移动结构
- 极佳的重复性
- 支持用户订制

1.3 应用领域

FS2 适用但不限于一下应用领域:

- 压缩气体计费系统
- HVAC - 楼宇自动化
- 汽车
- 医疗卫生
- 设备监测
- 冷却液监控

1.4 传感器结构

一下各段描述了传感器的结构组成

基板



FS2流量传感器芯片的基底是导热系数低的特殊陶瓷



FS2流量传感器的生产始于将高纯度铂薄膜层沉积到陶瓷基板上。



通过在化学清洗和蚀刻过程的自动化系统上执行湿法化学过程，确保了传感器的高质量。

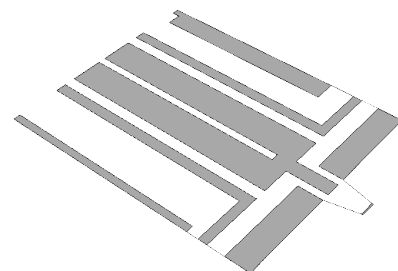
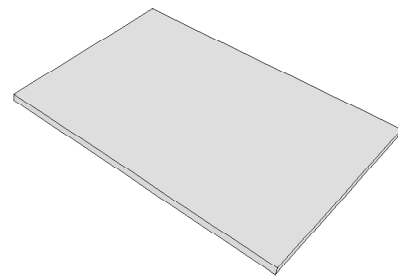


电阻结构

传感器上的电阻结构在一个芯片上由四个铂电阻组成。小电阻用作加热器，两个加热区域左右排列的高阻值电阻用于探测流速和流向。第四支电阻可用于测量气体温度。

它们通过多个步骤制造：旋涂光敏抗蚀剂，通过掩膜照射光敏抗蚀剂，显影光敏抗蚀剂并蚀刻铂，最终在芯片上仅留下传感器结构。

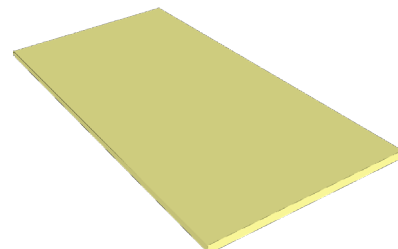
传感器经过单独激光调阻，以适应客户的特定电阻需求。



钝化

电阻结构通过丝网印刷用玻璃钝化层覆盖，从而进一步提高了坚固性和强度。

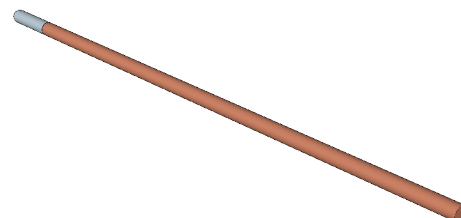
之后，将每个基板在全自动气割机上切成小块并准备进行接线。



接线

FS2传感器出厂配有导线，该导线通过自动焊接机进行焊接。为了易于使用设计，可以根据客户的不同长度，要求和规格订购传感器。

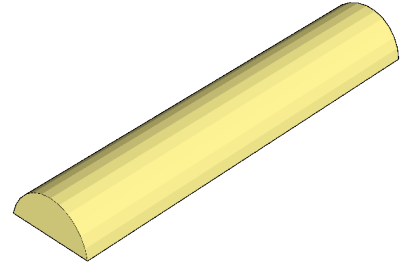
标准FS2传感器为25mm漆包铜线。



引线固定



焊接区域额外被聚酰亚胺覆盖，可承受10N的拉拔强度。



1.5 测量原理

ISTAGFS2热式质量流量传感器基于传热系数的变化，该系数是流速的函数。热式质量流量传感器利用传热原理确定介质流速。

流速改变了加热器的热能损失：当介质通过传感器时，热量从传感器传递到介质。随着流量的增加，传递的热量也会增加，这意味着流速的增加会导致更高的冷却效果。该效果导致传热系数变化。因此，冷却速度是质量流量的函数。

传感器上的电阻结构在一个芯片上由四个铂电阻组成。小电阻用作加热器，两个加热区域左右排列的高阻值电阻用于探测流速和流向。第四支电阻可用于测量气体温度。

两支在加热区域附近的电阻可以组成电桥电路。这使得输出信号可以被调理成一个和流速与流向相关的函数。在没有流速的状态，两个电阻被均匀的加热。在有流量的时候，取决于方向，一侧的电阻会被更多的冷却。由于极小的热质量，传感器的响应速度与加热时间非常迅速，因此可以用于小流量的测量。

当测量较大流速时，传感器的温度电阻可以以恒温风速计的方式连接。

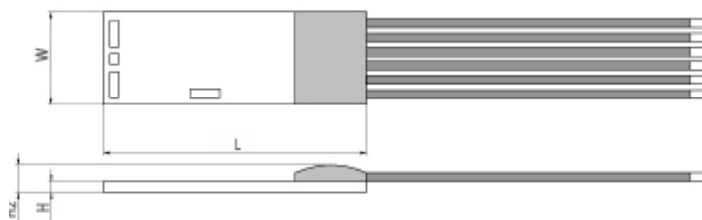
通过调整控制器，可以在加热器和温度传感器之间实现恒定的温差。此测量原理称为恒温差法（CTA）。所提供的控制温度差的电能是流速的函数。功率通过电桥电路转换为电压输出信号，可以轻松读出。知道了介质的温度，就可以从保持恒定温差所需的电压补偿量中确定流量。

流量测量的范围非常广泛，可以根据应用进行调整。通过电子电路，可以相对于介质的温度升高加热器的温度。

1.6 尺寸与外壳

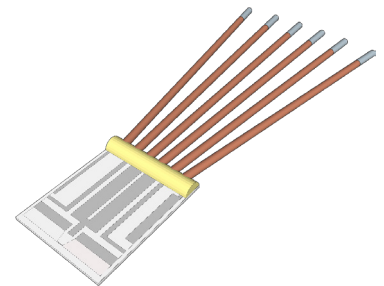
以下描述了IST AG 标准型号FS2 流量传感器的尺寸。

标准FS2 尺寸：5 mm x 3.5 mm x 0.2 mm / 0.6 mm



公差：外部尺寸 (芯片): ± 0.2 mm; 厚度 (芯片): ± 0.1 mm, 高度 ± 0.3 mm

其他尺寸，客户特定的外壳和引线长度可根据要求提供。



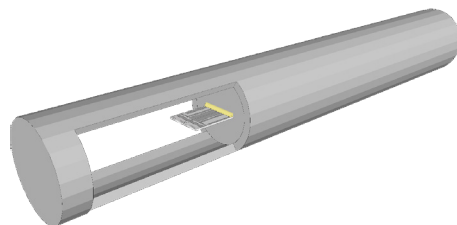


1.7 安装方式

以下安装方式仅作为参考。如果您对特定的安装方式有任何疑问，请联系我们以找到适合您应用的最佳解决方案。

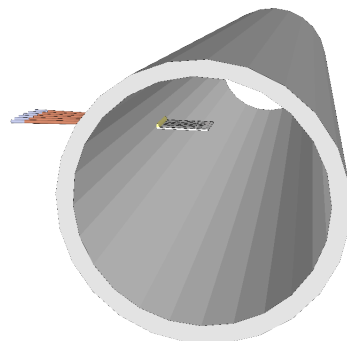
管道安装流量探头

传感器安装在管道流量探头中。气流方向必须横穿传感器，这意味着气体必须经传感器表面流过。



定制通道/气管的流量传感器

传感器安装在管道中。气流方向必须横穿传感器，这意味着气体必须经传感器表面流过。



连接器

标准IST AG FS2热式质量流量传感器未附随连接器，但可随传感器一起购买连接器，例如：JST连接器。请联系IST AG，以获得有关各种连接器的更多信息。

1.8 交付与内容

收到订单后，IST AG FS7传感器的标准交货时间为4-6周。
FS2传感器出厂时不服随电子电路或模块。

1.9 操作

FS2传感器包装在气泡盒中交付，并必须遵守如下的操作准则：



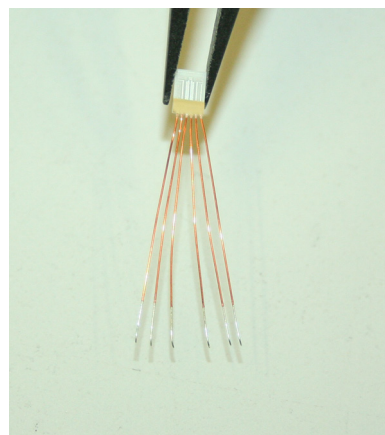
FS2传感器包装在带有标签的气泡盒中，标签注明确切的传感器类型和批号



用双手小心打开包装盒



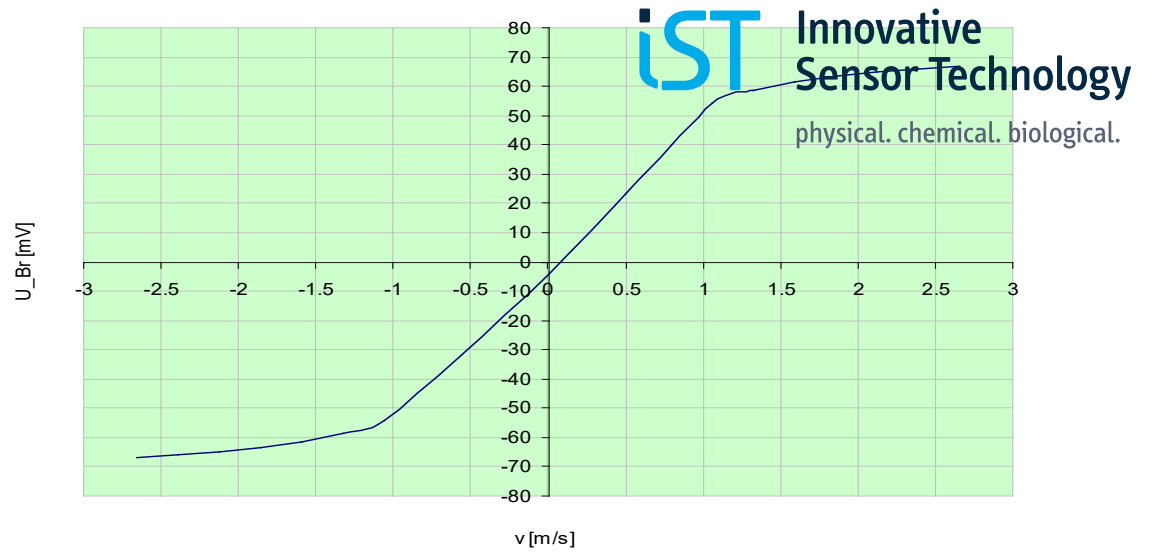
去除覆盖传感器的塑料条



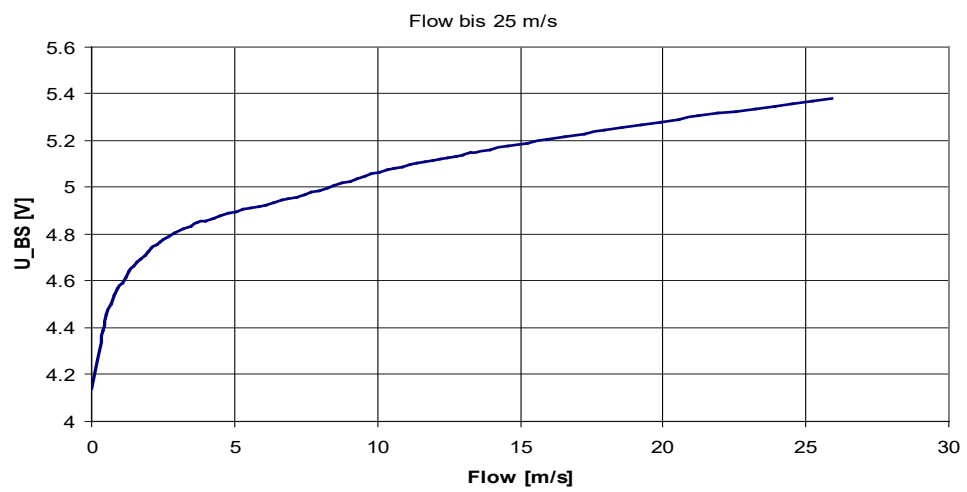
必须用镊子取用传感器

1.10 性能

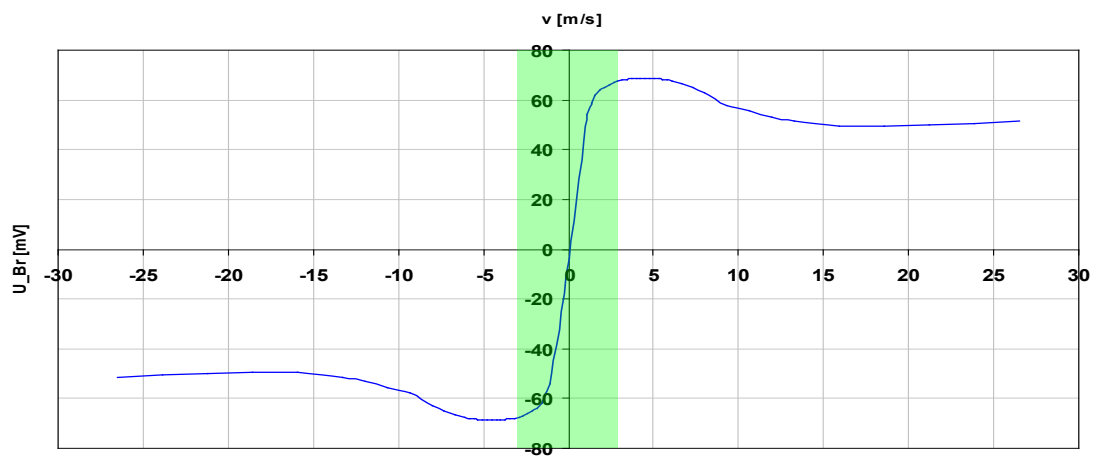
下图展示了IST AG FS2传感器在应用过程中的性能。根据应用和可能的影响，测量值可能会有所不同。



典型信号曲线 - 0 m/s to 2.5 m/s



高流速测量输出特性与方向监测



电桥电路的流向测量



1.11 影响因素

以下列出了对传感器性能可能的影响因素，但是这在很大程度上取决于应用。如果您对特定应用及其可能的影响有任何疑问，请与我们联系以找到适合您情况的最佳解决方案。

污染

传感器的特性可能会由于传感器污染（例如灰尘）而收到影响。

对齐

传感器特性受传感器的对齐/方向影响。流体的方向必须和传感器的有效表面对齐。ISTFS2传感器的流速测量不受流向影响。

温度 (介质)

传感器特性受介质温度影响。因此温度补偿是实现精确测量所必需的。

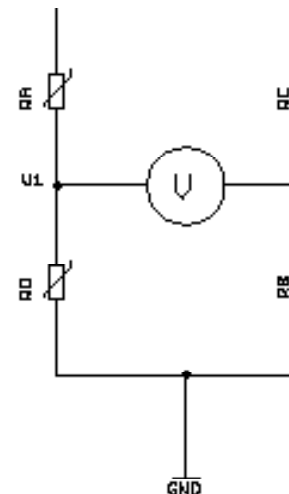
介质中的温度变化已经通过适用CTA电路进行了补偿（一阶）。

1.12 电子电路图

惠斯通电桥 (量热式)

加热器 R_H 被施加固定的电压或被加热到固定的温度。如有图所示，两支传感元件(RS left 和 RS right)以桥式电路进行连接。

通过相应的供电电压 V_{CC} ，电桥平衡 $V_{Br} = V1 - V2$ 取决于质量流量。如果在0流速时 $V_{Br} = 0$ ，其输出的正负代表流向。因此 $R1$ 必须是可调的。





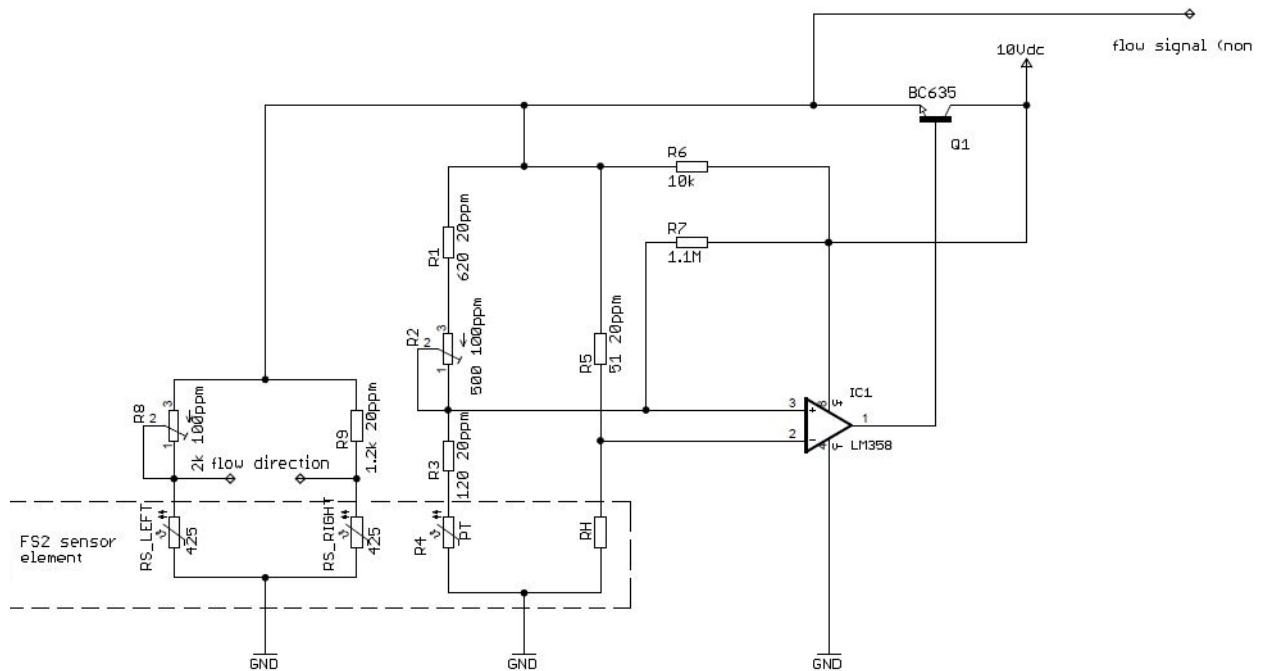
CTA (恒温风速计)

CTA模式（恒温风速计）通过一个简单的反馈电路，来调节流量传感器上的加热器温度，流速变化时会改变加热器的热量散失状态。

通过调整控制器，可以实现加热器和温度传感器之间的恒定温差。控制温差的输入功率是流速的函数。功率通过桥式电路转换成易于读取的电压输出信号。知道介质温度后，可以根据维持恒定温差所需的电压补偿量来确定流量。

介质温度变化由片上温度传感器（Pt1200）补偿。电阻器R1和R6可以按下图选择。加热器（RH）和介质（RS）之间的温差（DT）由电阻器（R1）设置，例如空气的DT=30K。电阻器R2应在10%范围内调整以进行校准。放置R7电阻是为了保持风速计电路的稳定性。

根据所选用的运放，电阻值应在 1.1 MΩ 到 3 MΩ间进行调整。



电路仅作为范例。每一种应用有其所需的测量精度，因此应根据应用对系统进行独立调整。

根据金氏定律，CTA模式可以表达为：

$$P_H = I_H^2 \cdot R_H = (A + B \cdot \bar{v}^n) \cdot \Delta T \quad n = 0.3 \dots 0.5$$

公式可以简化为：

$$U = U_0 \cdot \sqrt{1 + k \cdot \bar{v}^n}$$

U = CTA-输出

k = 流体相关系数

U_0 = 自由对流偏移

v = 流速



U代表流量相关的输出信号。U₀表示在无流速状态下加热器和流体之间的恒定温差(ΔT)，这是由于自然对流导致的。
CTA控制器可使加热器和温度传感器之间的 ΔT保持恒定。

最大输入电压

2 V to 5 V

最大加热器电压

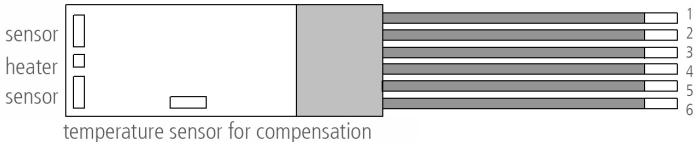
3 V (at 0 m/s)

理想电阻值（加热器电阻）

RH (25 °C) = 34 Ohm ± 10 %

对于气体应用，温差(电阻值) 推荐为 30 K.

管脚定义



1	2	3	4	5	6
GND	Temperature sensor 1	Heater	Heater	Temperature sensor 2	Temperature sensor for compensation

1.13 电压灵敏度 (e.g. ESD)

IST AG的热式流量传感器基于铂电阻，是被动组件，因此无法主动保护其免受ESD等过高电压事件的影响。就ESD而言，其对流量传感器的影响类似于对薄膜电阻器。这意味着，ESD灵敏度是传感器设计所固有的，通常是尺寸的函数。并且，电流值，曲折结构和特殊涂层可能会对铂温度传感器的ESD灵敏度产生影响。在客户退货中很少见到因ESD引起的铂RTD损坏，而通常与特定的组装方式或应用有关。
如果在客户端发现ESD损坏，我们建议在操作传感器时采取适当的ESD防护措施。ISTAG还可以通过特殊设计支持关键应用，并为传感器选型提供建议。

2. 更多电子电路

3. 补充文档



文档名称：

Data sheet:

DFFS2_E

DFFS2_D



Innovative Sensor Technology IST AG, Stegrütistrasse 14, 9642 Ebnat-Kappel, Switzerland
Phone: +41 71 992 01 00 | Fax: +41 71 992 01 99 | Email: info@ist-ag.com | www.ist-ag.com

All mechanical dimensions are valid at 25 °C ambient temperature, if not differently indicated ■ All data except the mechanical dimensions only have information purposes and are not to be understood as assured characteristics ■ Technical changes without previous announcement as well as mistakes reserved ■ The information on this data sheet was examined carefully and will be accepted as correct; No liability in case of mistakes ■ Load with extreme values during a longer period can affect the reliability ■ The material contained herein may not be reproduced, adapted, merged, translated, stored, or used without the prior written consent of the copyright owner ■ Typing errors and mistakes reserved ■ Product specifications are subject to change without notice ■ All rights reserved