



霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器：

HAF 系列 – 高精度

10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、
200 SLPM 或 300 SLPM

数据表

霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器 HAF 系列 – 高精度

霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器：HAF 系列高精度型气体质量流量传感器在指定的满量程和补偿温度范围内提供一个数字接口读取气体流量。它们的绝热加热器和温度感应元件有助于这些传感器对空气或其他气流做出快速响应。

Zephyr 传感器旨在测量空气和其他无腐蚀性气体的质量流量。标准流量测量范围为 10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM，也可提供定制的流量范围。这些传感器利用电路板上的专用集成电路 (ASIC) 进行全面的校准和温度补偿。

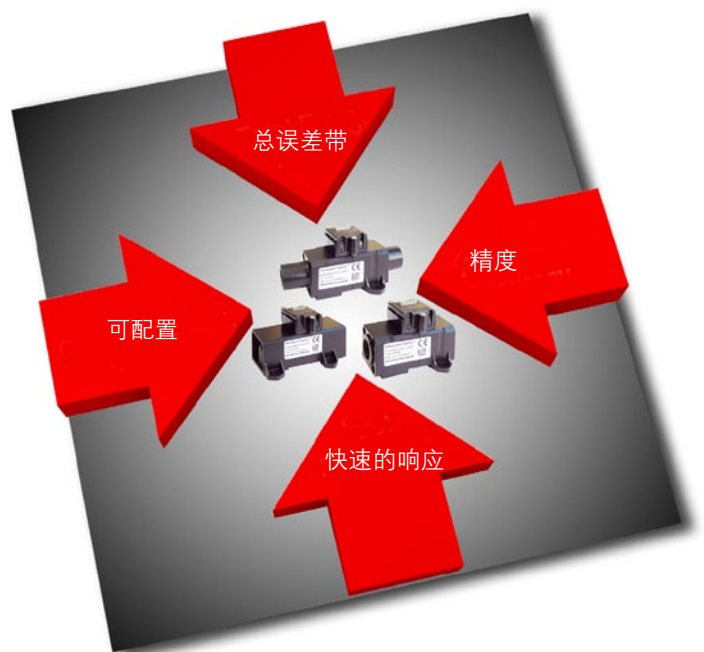
10 SLPM 以上的 HAF 系列在 0 °C 到 50 °C [32 °F 到 122 °F] 的温度范围内进行了补偿。最先进的基于 ASIC 的补偿方式可在 1 毫秒响应时间内提供数字 (I2C) 输出。

这些传感器根据热传递原理工作，用于测量空气流量。它们由微桥微电子和微机电系统 (MEMS) 组成，带有对温度敏感的电阻器，薄膜铂电阻沉积于氮化硅薄膜上。微机电系统 MEM 的传感芯片位于精密设计的气流通道中，能提供重复性好的气流响应。

Zephyr 传感器可靠性更好、精度更高、重复性好，还可根据客户特殊需求提供定制的传感器选项，满足许多特定的应用需求。其外壳坚固，基底稳定，因此非常坚固耐用。它们都是按照 ISO 9001 标准设计和制造的。

为何霍尼韦尔的传感器更胜一筹？

- **测量精确：**业界最小的总误差带、快速的响应速度和高精度可在客户应用中提供精确的测量结果和较高的性能
- **节省时间：**可配置且可定制的多种端口类型可以大大简化设计并缩短生产时间
- **经济高效：**减小印刷电路板 (PCB) 尺寸，降低总的设计和生产成本



缩小总误差范围 · 高精度 · 快速响应

特点与优势

精确的测量可最大程度地提高性能。

总误差带 (TEB) *

霍尼韦尔使用总误差带 (TEB) 来表示传感器的真实精度 (参见图 1)，这是一种综合、清晰而有意义的度量。TEB 有助于实现精确的气流测量，因此是需要高精度气流测量应用的理想之选。

- 10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM:
 - 0 %FS 到 12.5 %FS = 0.5% FS
 - 12.5 %FS 到 100 %FS = 4.0% 读数
- 300 SLPM:
 - 0 SLPM 到 199 SLPM = 0.5% FS 或 4.0% 读数
 - 200 SLPM 到 300 SLPM = 7.0% 读数

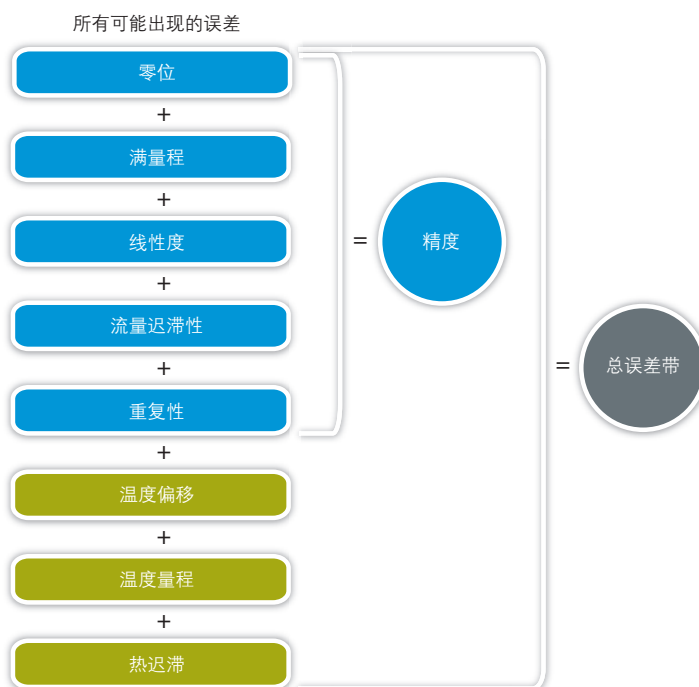


图 1: 总误差带与精度

其他气体质量流量传感器厂商仅提供精度数据，只有霍尼韦尔提供总误差带数据。

高精度

是高精度应用的理想之选。

- 10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM:
 - 0 %FS 到 14.3 %FS = 0.5% FS
 - 14.3 %FS 到 100 %FS = 3.5% 读数
- 300 SLPM:
 - 0 %FS 到 14.3 %FS = 0.5% FS
 - 14.6 %FS 到 100 %FS = 3.5% 读数

* 竞争优势

特点与优势

响应速度快（1 毫秒）

可使客户应用对气流变化快速做出响应，这在关键的医疗（比如麻醉机）和工业（比如通风柜）应用中非常重要。

稳定性高

减小由热效应和零漂所带来的误差，持续提供精确读数，不需要在安装 PCB 板后或定期进行系统校准。

小流量时也具有很高的灵敏度

可在气体开始或停止流动时提供快速的响应。

12 位高分辨率

提高对微弱气流变化的检测能力，使客户更精确地对应用进行控制。

简化设计和集成过程，并降低成本。

流量测量范围广 *

业界最宽的流量测量范围，可对 0–10 SLPM、0–15 SLPM、0–20 SLPM、0–50 SLPM、0–100 SLPM、0–200 SLPM 和 0–300 SLPM 标准流量范围或定制流量范围内的质量流量进行测量，在将传感器集成到应用中时提供了更多选择。

多种端口类型可选 *

歧管安装、22 mm OD 锥形公接头和 G 3/8 螺紋母接头在客户选择气动连接时提供了更大的灵活性。

线性输出 *

与基本型气体质量流量传感器未经处理的输出相比，线性输出可以提供更加直观的传感器信号，有助于降低生产成本以及缩短设计和实现时间。

电源电压范围宽 [3 VDC 到 10 VDC]

灵活的可调电源电路使设计者可以灵活地为系统选择最适宜的电源电压。

基于 ASIC 的 I2C 数字输出

简化与微处理器或微控制器的集成，降低 PCB 板复杂度和元件数量。

可针对多种气体类型进行出厂或定制校准

可在出厂前针对干燥空气、氦气（He）、氩气（Ar）、氮气（N₂）、一氧化二氮（N₂O）和二氧化碳（CO₂）等气体进行校准，也可以为终端用户提供定制校准（无需使用气体修正因子）。

采用符合 ROHS 标准的材料

满足 2002/95/EC 命令的要求。

* 竞争优势

潜在应用



医疗

麻醉机

呼吸机

心室辅助装置（心脏泵）

肺活量计

腹腔镜检查

工业

分析仪器（光谱仪、色谱仪）

空气燃料比

燃料电池

通风柜

气体泄漏检测

过程控制气体监控

真空泵监控



霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器

HAF 系列 – 高精度

表 1：绝对最大额定值¹

特性	参数
供电电压	-0.3 Vdc 至 11.0 Vdc
数字输出的引脚电压	-0.3 Vdc 至 3.0 Vdc ²
存储温度范围	-40 °C 至 100 °C [-40 °F 至 100.00 °F]
最大流量变化	10,000 SLPM/s
最大共模压力	25 °C [77 °F] 时 60 psi
最大流量	350 SLPM

¹ 绝对最大额定值是器件能够承受而不会造成损坏的极限值。然而，在接近最大极限（超过所建议的工作条件）时，电气和机械特征参数值将不能得到保证，器件也不允许在绝对最大额定值下工作。

² 数字 I/O 引脚采用二极管进行了保护，在该电压下最大可承受 2 mA 的电流。如果最大数字总线电流被限制到 2 mA 及以下，那么数字总线电压可能会超过该值。最大总线电流通常由总线上拉电阻决定。

警告

不当使用

禁止使用此传感器来测量液体流量

不遵守该说明可能导致产品损坏。

警告

产品损坏

请勿私自拆解这些产品。

不遵守该说明可能导致产品损坏。

表 2：工作特征参数

特性	参数
供电电压	3 Vdc 至 10 Vdc
供电电流	最大 20 mA
功率： 3 Vdc 10 Vdc	最大 60 mW 最大 200 mW
校准温度范围 ¹	0 °C 至 50 °C [0.00 °F 至 50.00 °F]
工作温度范围	-20 °C 至 70 °C [-20.00 °F 至 70.00 °F]
满量程 (FS) 流量 ²	10 SLPM, 15 SLPM, 20 SLPM, 50 SLPM, 100 SLPM, 200 SLPM, 300 SLPM
校准流量范围	0 至 10 SLPM, 0 至 15 SLPM, 0 至 20 SLPM, 0 至 50 SLPM, 0 至 100 SLPM, 0 至 200 SLPM, 0 至 300 SLPM
校准气体 ³	清洁的干燥空气
精度 ⁴ 0 SLPM, 15 SLPM, 20 SLPM, 50 SLPM, 100 SLPM, 200 SLPM: 0 %FS 至 14.3 %FS 14.3 %FS 至 100 %FS 仅 300 SLPM: 0 %FS 至 14.3 %FS (0 SLPM 至 43 SLPM) 14.6 %FS 至 100 %FS (44 SLPM 至 300 SLPM)	 0.5% FS 3.5% 读数 0.5% FS 3.5% 读数

10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM

表 3：工作参数（续）

特性	参数
总误差带： ⁵ 0 SLPM, 15 SLPM, 20 SLPM, 50 SLPM, 100 SLPM, 200 SLPM: 0 %FS 至 12.5 %FS 12.5 %FS 至 100 %FS 仅 300 SLPM: 0 %FS 至 14.3 %FS (0 SLPM 至 43 SLPM) 14.6 %FS 至 100 %FS (44 SLPM 至 300 SLPM) 66.6 %FS 至 100 %FS (200 SLPM 至 300 SLPM)	0.5% FS 4.0% 读数 0.5% FS 4.0% 读数 7.0% 读数
零位精度 ⁶	± 0.5 %FS
响应时间 ⁷	1 ms
预热时间 ⁸	35 ms
分辨率: 10 SLPM 15 SLPM 20 SLPM 50 SLPM 100 SLPM 200 SLPM 300 SLPM	0.002 SLPM 0.003 SLPM 0.003 SLPM 0.008 SLPM 0.015 SLPM 0.020 SLPM 0.030 SLPM
总线标准 ⁹	I ² C, 快速模式 (400 kHz)
耐受压力	150 psig
爆破压力	200 psig
反极保护	无

¹ 也可提供定制或更大补偿温度范围的产品。详情请联系霍尼韦尔公司。

² 霍尼韦尔的标准质量流量单位是 SLPM，其参考条件为 0 °C 和 1 atm。客户使用的单位是 LPM，其参考条件参照前文所述。

³ 如有其他校准气体要求，请与霍尼韦尔联系。参见技术说明“气体介质兼容性和校正因子”。

⁴ 精度是在整个校准流量范围内、25°C 参照温度下与额定数字输出的最大偏离。误差包括零点偏移、量程误差、非线性误差、迟滞和重复性误差等(参见图 1 和图 5)。

⁵ 总误差带 (TEB) 是在整个经过校准的流量和温度范围内与额定输出的最大偏离。总误差带包括所有精度误差以及在补偿温度范围内因温度所造成的所有影响 (包括温度零点偏移、温度量程误差和热迟滞等)。(参见图 1 和图 5)

⁶ 零位精度是在整个经过校准的温度范围内、流量为零时与额定输出之间的最大偏离。

⁷ 响应时间：电气系统对微桥气体质量流量传感器上的任意质量流量变化做出响应所需的时间 (传感器的响应时间可能会受气动接口的影响)。

⁸ 预热时间：加电后第一次获得有效流量测量值所需的时间。

⁹ 关于 I2C 协议相关信息请参考技术说明“与霍尼韦尔数字式气体质量流量传感器进行 I2C 通信”。

霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器

HAF 系列 – 高精度

表 4：可用气体

气体	校准类型
干燥空气	标准
氦气 (He)	可提供最佳的校准
氩气 (Ar)	
氮气 (N ₂)	
一氧化二氮 (N ₂ O)	
二氧化碳 (CO ₂)	
氧气 (O ₂)	参见技术说明“气体介质兼容性和校正因子”。
80/20 He/O ₂ (氦气 / 氧气) 混合气体	
甲烷 (CH ₄)	
氙气 (Xe)	

表 5：环境参数

特性	参数
湿度	0% 到 95% RH, 无凝露
耐冲击	30 g, 6 毫秒
抗振动	10 Hz 至 500 Hz 时 1.33 g
ESD	ESD IEC6100-4-2 空气放电最高 8 kV, 直接接触放电最高 4 kV
辐射抗扰: ≥ 20 SLPM 时的测试条件 ≤ 20 SLPM 时的测试条件	符合 IEC61000-4-3 标准“Level 3”要求 (80 MHz 到 1000 MHz) 1 米长屏蔽电缆, 带 3 厘米裸导线 (接头) 和 280 欧姆电阻 1 米长屏蔽电缆, 带 3 厘米裸导线 (接头) 和 280 欧姆电阻 (1 MHz 铁氧体磁珠)

表 6：材料参数

特性	参数
接液部件	玻璃纤维增强型 (GR) 热塑聚合物、金、硅、二氧化硅、氮化硅、环氧树脂、PCB 环氧化合物
外壳	GR 热塑聚合物
基片	PCB
黏合剂	环氧树脂
电子元件	硅、金
符合标准	RoHS, WEEE

10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM

表 7：推荐的安装和实施方式

特性	参数
安装螺钉尺寸	10–32
安装螺钉扭矩	1,13 N m [20 in–lb]
电气连接	6 引脚 SIP 接头
气动连接	歧管安装、22 mm OD 锥形公接头、G 3/8 螺纹母接头

图 2：命名规则和订购须知¹

举例来说，HAFUHM0020L4AXT 表示一个霍尼韦尔 Zephyr™ 气体质量流量传感器，单向气流，长接口，歧管安装，20 SLPM 流量范围，I₂C 输出（地址为 0x49），10% 到 90% 传递函数，3 Vdc 到 10 Vdc 电源电压。

HAF	U	HM	0020	L	4	A	X	T
产品系列	气流方向	端口类型	流量范围	单位	输出格式	传输功能	为未来使用预留	供电电压
HAF 系列高精度气体质量流量传感器	U 单向	HM 歧管安装	0010 10	L SLPM	2 数字 I ₂ C 输出, 地址: 0x29	A 输入的 10% 到 90%	X XXXXX	T 3 Vdc 至 10 Vdc
		HH 22 mm OD 锥形公接头 (符合 ISO 5356 标准)	0015 15		3 数字 I ₂ C 输出, 地址: 0x39			
			0020 20		4 数字 I ₂ C 输出, 地址: 0x49			
			0050 50		5 数字 I ₂ C 输出, 地址: 0x59			
		HT G 3/8 螺纹母接头 (符合 ISO 1179 标准)	0100 100		6 数字 I ₂ C 输出, 地址: 0x69			
			0200 200		7 数字 I ₂ C 输出, 地址: 0x79			
			0300 300					

¹ 除了一般配置之外，也可以提供定制配置以满足客户特殊需求。请与霍尼韦尔联系。

图 3：所有可用的标准配置

歧管安装	22 mm OD 锥形公接头	G 3/8 螺纹母接头
		

霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器

HAF 系列 – 高精度

图 4：额定数字输出 10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM

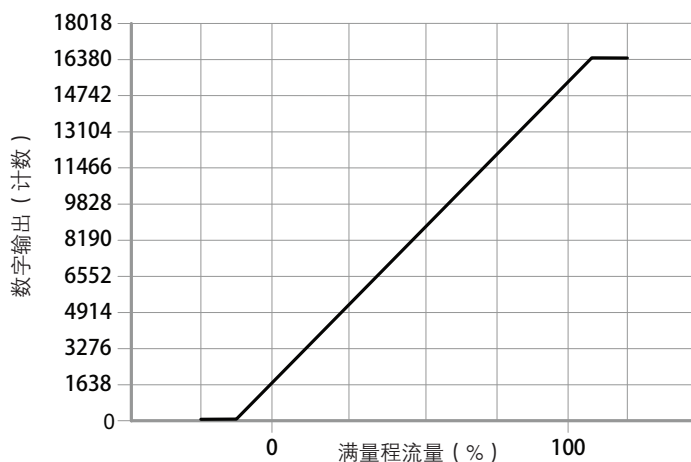
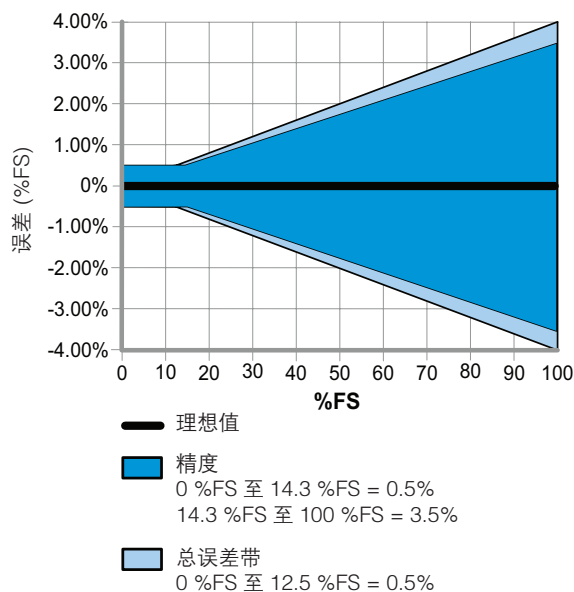
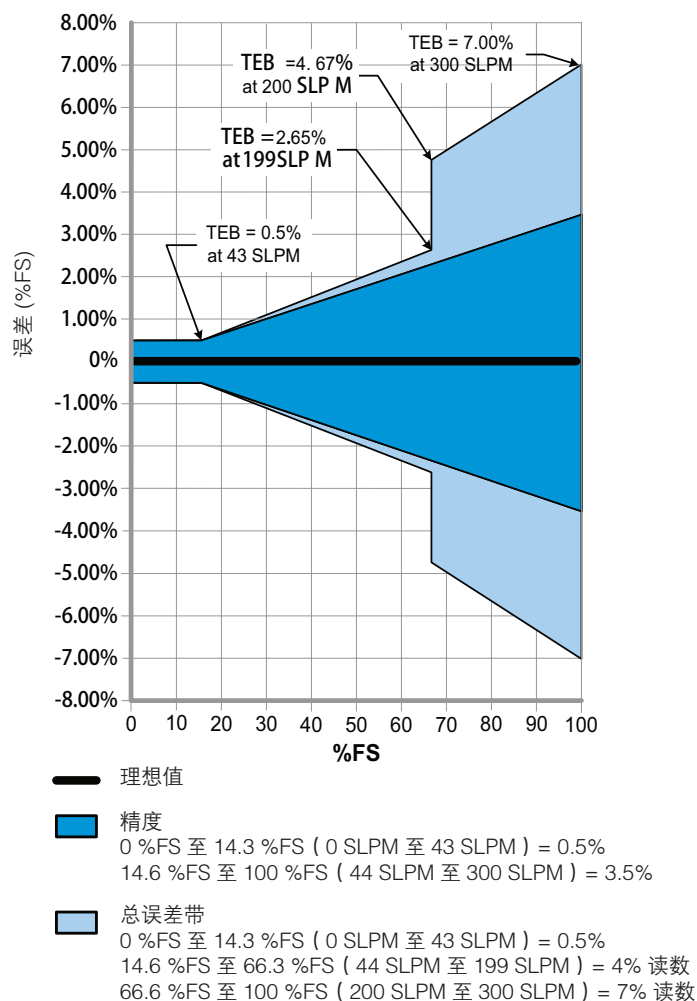


图 5：精度和总误差带

10 SLPM, 15 SLPM, 20 SLPM,
50 SLPM, 100 SLPM, 200 SLPM



仅 300 SLPM



10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM

图 6：流量和压降关系曲线：10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM

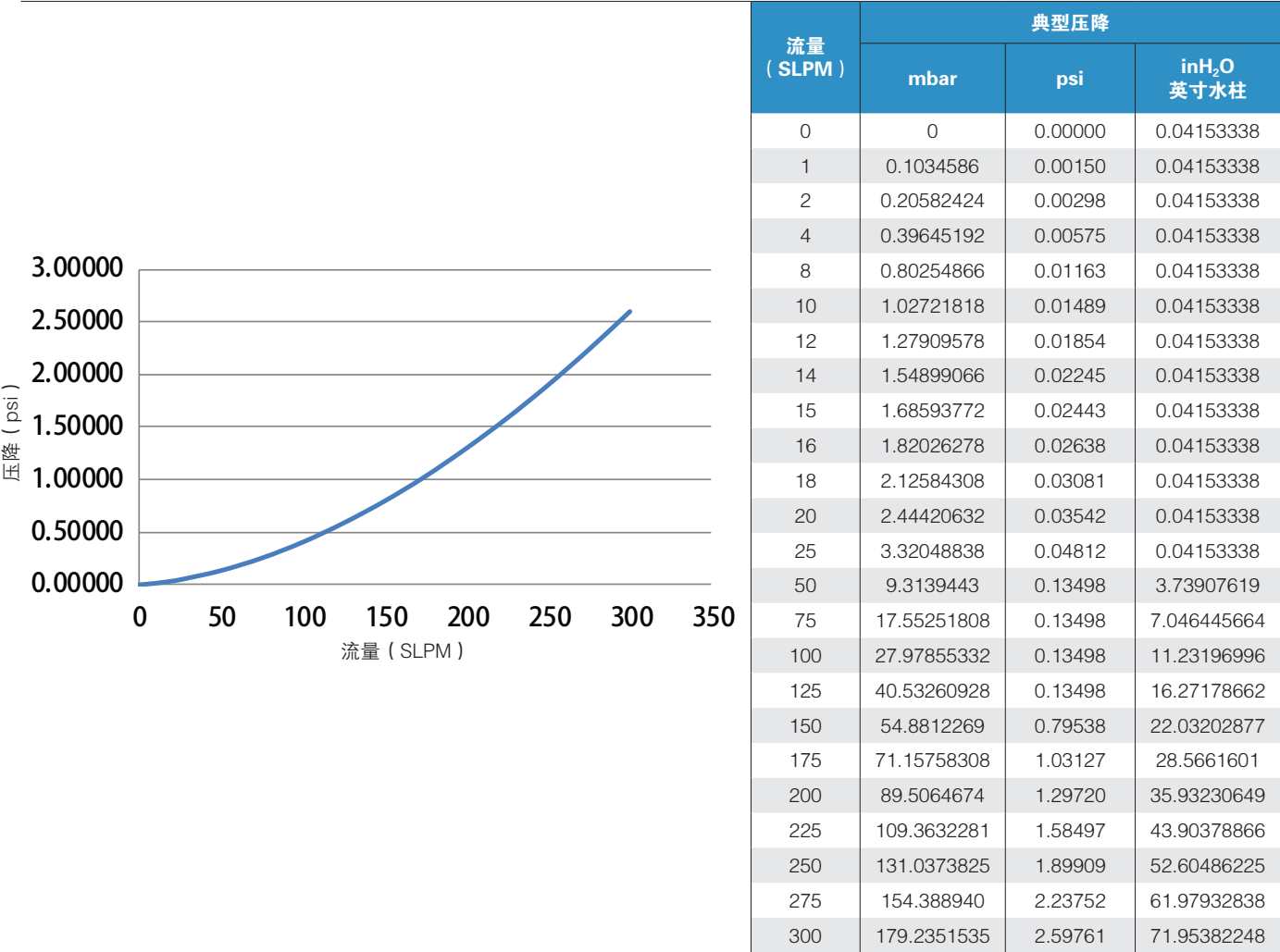


表 8：理想传递函数

项目	公式
数字输出代码	16384 * [0.1 + 0.8 * (施加流量 / 满量程流量)]
施加流量	满量程流量 * [(数字输出代码 / 16384) - 0.1] / 0.8

数字接口

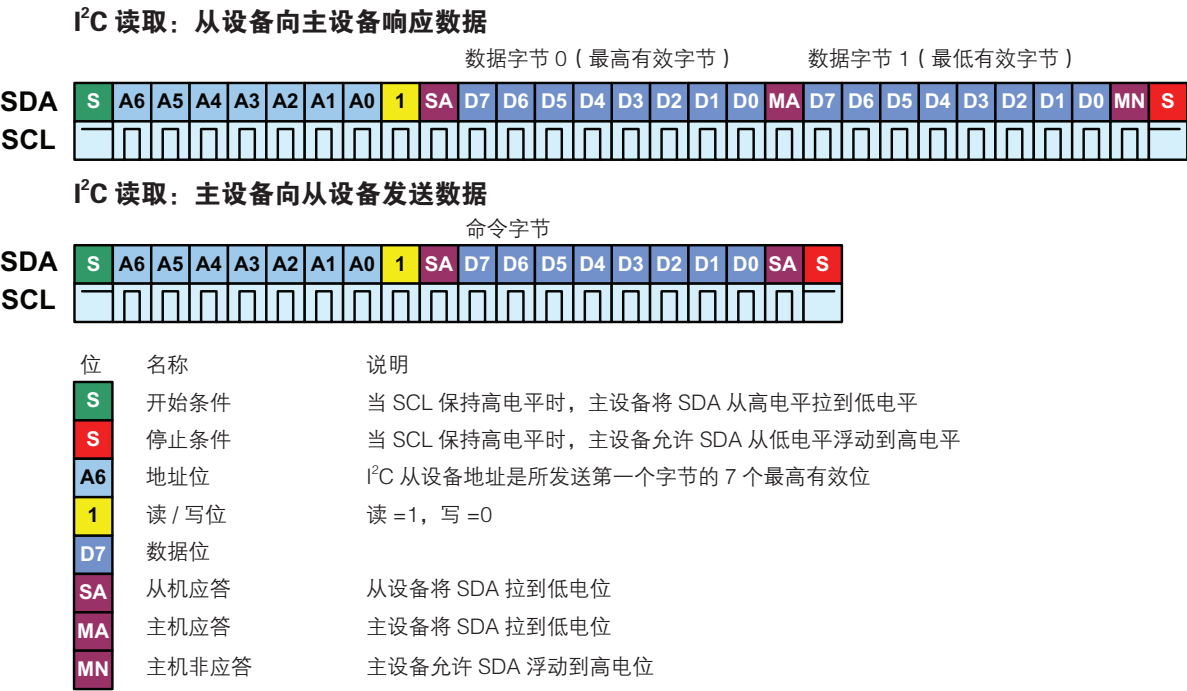
关于使用 Zephyr 数字输出的更多详情，请参见技术说明“与霍尼韦尔数字气体质量流量传感器之间的 I₂C 通信”。

传感器使用 I2C 标准协议进行数字通信，从设备地址在命名规则和订购须知中指定（参见图 2）。传感器上电后，两个读序列（如图 7 所示）分别使用两个字节响应，从而组成一个专用四字节序号。上电后第一个读序列会响应其中的两个高字节，第二个读序列会响应其中的两个低字节。为保证传感器性能可靠，传感器应在执行第一个读序列命令前上电，从而确保足够的启动时间，还应在执行第二个读序列命令前保持 10 ms 的命令响应时间，。

霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器

HAF 系列 – 高精度

图 7：传感器 I²C 读和写命令



在上述的读序命令发出后，传感器将用 16 位（2 字节）数字流量读数据流来响应 I2C 的每个读请求。读请求比响应时间（1 ms）快得多，则无法保证返回最新的数据。每个流量读数据的前两位均为 '00'，而无响应的读数据流（比如出错和状态码）则以 '11' 开头。表 9 列出一些用户可用命令。在一个 I2C 用户写序列命令发出后，传感器将用一个 16 位数据对下一个 I2C 读请求进行响应。对用户命令的响应如表 10 所示。

表 9. 用户命令说明

命令字节 (十六进制)	命令名称	命令说明	命令响应时间 (最大值)
0x01	获得序列号	接下来两个读请求将分别使用两个字节响应，从而获得一份专用四字节的序列号。	10 ms
0x02	上电复位	强制传感器微控制器上电复位。	20 ms
0x03	校验码	计算 EEPROM 校验码，并与产品校验码相比较。如果数值匹配，则下一个读请求将回复 0xCCA5。否则将回复 0xCC90。	1 秒

表 10：传感器响应说明

传感器响应 (十六进制)	响应名称	响应说明
0xCCA5	POSACK	无响应命令已成功执行
0xCC99	BadCommand	无法识别的命令字节
0xCC9A	BadParam	发送的命令参数字节不正确
0xCC9B	Failure	命令执行失败
0xCC90	BadChecksum	校验和不匹配储存值
0xCCBB	Busy	传感器正在计算校验码的值

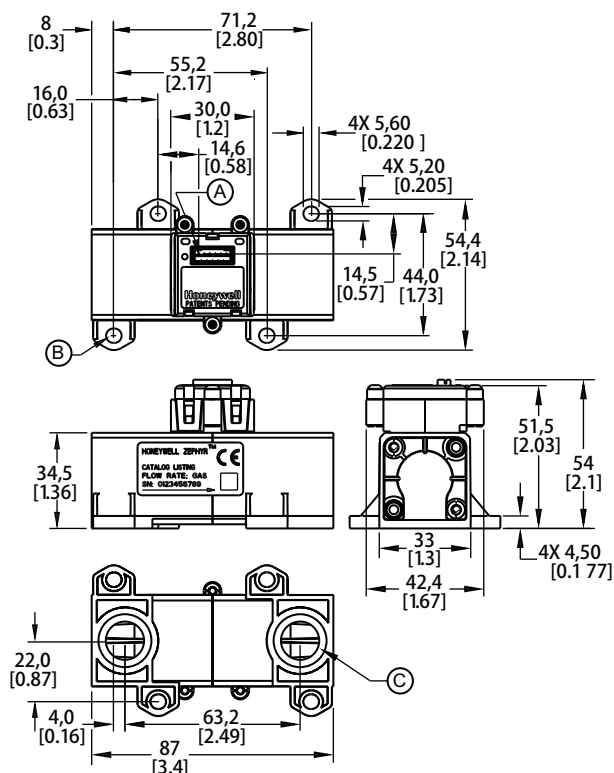
SCL 或 SDA 上的最大电流沉为 2 mA。因此，如果上拉电阻通过 VDD 偏移且 VDD 达到最大电源电压 6 V，那么 SCL 和 SDA 的上拉电阻必须大于 3.0 kΩ 才能保证反向电流小于 2 mA。SCL 和 SDA 上拉电阻的典型值为 4.7 kΩ（该值取决于总线电容和总线速度）。

10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM

图 8.: 安装尺寸 (仅供参考: mm [in])

端口类型: 歧管安装

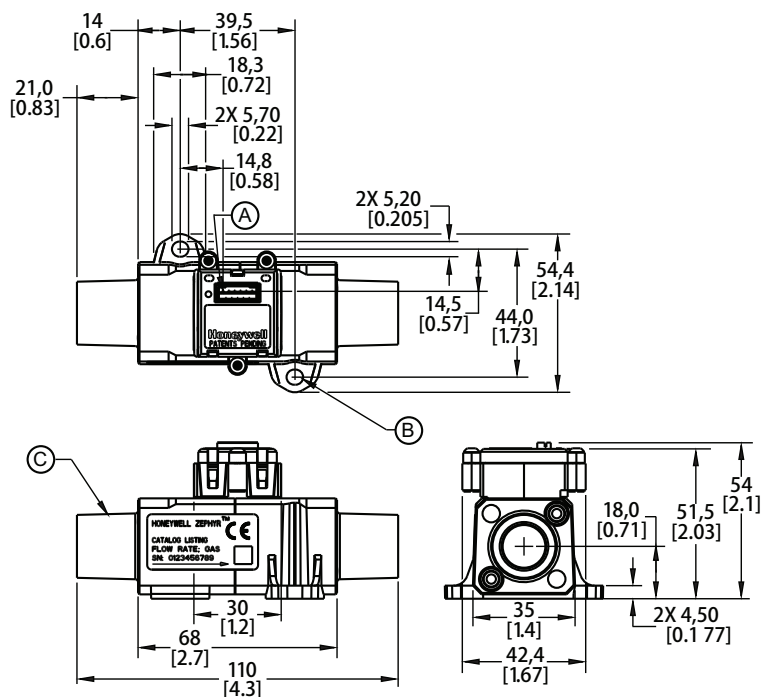
安装区域



- (A) 引脚 1
- (B) 4X 10-32 平头螺钉 1.13 Nm[20 in-lb] 紧固力矩。
- (C) 2X 压盖 (用于 O 形环 AS568-113), 13.94 mm 内径 x 2.62 mm [0.549 in ID x 0.103 in] 宽。需要两个 O 型环 AS568A-113(硬度 A65 到 A80, 硅或 Viton 材料) 将传感器密封到歧管上。不包含 O 形环。
- (D) 气流通道。

端口类型: 22 mm OD 锥形公接头 (符合 ISO 5356 标准)

安装区域



- (A) 引脚 1
- (B) 2X 10-32 平头螺钉, 1.13 Nm[20 in-lb] 紧固力矩。
- (C) 15 mm 内径 /22 mm 外径锥形接头 (符合 ISO 5356 标准)。

霍尼韦尔 Zephyr™ 数字式气体质量流量传感器

HAF 系列 – 高精度

图 8：安装尺寸 – 续（仅供参考：mm [in]）

端口类型：G 3/8 螺纹母接头（符合 ISO 1179 标准）

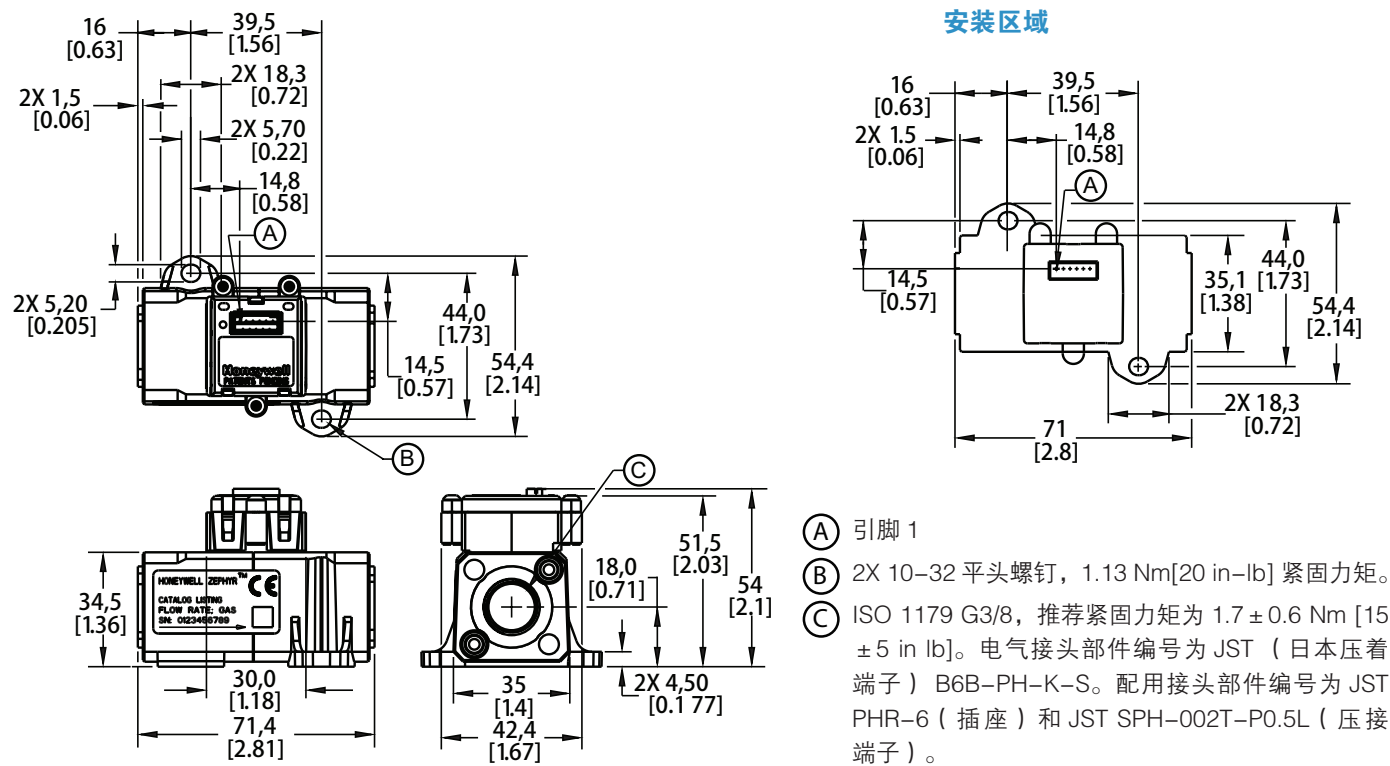


表 11：引脚说明（数字功能）

引脚 1	引脚 2	引脚 3	引脚 4	引脚 5	引脚 6
NC	SCL	VDD	接地	SDA	NC

10 SLPM、15 SLPM、20 SLPM、50 SLPM、100 SLPM、200 SLPM 或 300 SLPM

其他信息

在 sensing.honeywell.com 网站上可以查到以下相关文件：

- 产品线指南
- 产品型号列表 / 命名树
- 产品选型指南
- 技术说明
 - 与霍尼韦尔数字气体质量流量传感器进行 I²C 通信
 - 气体介质兼容性和校正因子
- 数据手册
- 应用说明

警告

文件误用

- 本产品手册中提供的信息仅供参考。请勿将该文件作为产品的安装指南使用。
- 完整的安装、操作和维护信息将在每个产品的说明中给出。

不遵守该说明可能导致死亡或严重的人身伤害。

警告

生命或财产风险

- 在确保系统作为一个整体在设计上已经考虑到相关风险、确保该产品有正确的额定值、并且是按照在整个系统中使用的设计用途而安装的，决不能将该产品用于涉及严重生命或财产风险的应用。

不遵守该说明可能导致死亡或严重的人身伤害。

警告

人身伤害

- 请勿将该产品作为安全或紧急停止装置使用，或将其应用于任何可能由于产品故障导致人身伤害的场合。

不遵守该说明可能导致死亡或严重的人身伤害

保证 / 补偿

霍尼韦尔保证生产的产品不会使用有缺陷的材料和不完善的工艺。霍尼韦尔的标准产品都承诺遵守该保证，由霍尼韦尔另行注明的除外。对于质量保证细节请参考订单确认或咨询当地的销售办事处。如果产品在质量保证期间返回霍尼韦尔，霍尼韦尔将免费修复或更换被确认有缺陷的产品。

上述内容为买方唯一的补偿方法并代替其他的明言或隐含的包括适销性和合用性保证。霍尼韦尔对衍生的，特殊的或间接的损失不承担任何责任。

当我们通过文献和霍尼韦尔网站提供个人应用协助时，应由客户决定产品应用的适应性。

规格可能未经通知进行更改。我们相信提供在此处的信息是精确和可靠的，但不承诺对其使用负责。

其他信息

北京办事处

朝阳区酒仙桥路 14 号
兆维工业园甲 1 号楼
电话 : (86-10) 6410 3000
传真 : (86-10) 6410 3414
邮编 : 100016

深圳办事处

深圳市福田区深南大道 6008 号特区报业
大厦 11 楼西 1102-04 单元
电话 : (86-755) 2518 1226
传真 : (86-755) 2518 1215
邮编 : 518034

上海办事处

上海市长宁区遵义路 100 号
虹桥上海城 B 座 23 楼
电话 : (86-21) 2219 6888
传真 : (86-21) 6237 2493
邮编 : 200051

香港办事处

香港北角英皇道 225 号
国都广场
霍尼韦尔大厦 25 楼
电话 : (86-52) 2953 6408
传真 : (86-52) 2953 6767

广州办事处

广州市海珠区滨江中路 308 号
海运大厦 15 楼 AIJK 座
电话 : (86-20) 8410 1800
传真 : (86-20) 8410 1810
邮编 : 510220

台湾办事处

台北市中和市连城路 168 号 10 楼
电话 : (886-2) 2245 1000
传真 : (886-2) 2245 3241



敬请登陆:
<http://sensing.honeywell.com.cn/>

印刷于 2013 年 12 月
Copyright © 2013 霍尼韦尔版权所有