AMS 5935
电路板安装式的数字信号输出（I²C / SPI）的 OEM 压力传感器

特性

- **电路板安装式的数字信号输出（I²C / SPI）的 OEM 压力传感器**
- **校准和温度补偿**
- **单向差分压力（表压）、双向差分压力**
- **压力测量范围：1.25mbar 到 2000mbar**
- **高精度数字信号输出的压阻式传感器**
- **在 200 mbar 到 2 bar 的压力范围内，室温下的总精度<0.1%FSO**
- **在 200 mbar 到 2 bar 的压力范围内，综合精度 TEB<0.25%FSO（-25…85° C）**
- **睡眠模式下的超低电流消耗，适合电池供电**
- **测量速度高达 250 Hz**
- **工作电源范围 1.7V...3.6V**
- **I² C/SPI 的数字输出：24 位压力和温度数值**
- **数字 I²C 地址可编**
- **DIP-08 陶瓷封装形式（宽度：0.6 英寸）**
- **压力连接端口：金属管或者法兰式**
- **符合 RoHS 环保标准和 REACH 化学品认证**

简介

OEM 压力传感器 AMS 5935 系列是带有 18 位数字信号 I²C/SPI 输出的高精度电路板安装式的 OEM 压力传感器，输出压力和温度二种信号。它是高品质的压阻式压力传感器芯体和先进的模拟数字混合 CMOS 专用集成电路在陶瓷基板上组合而成的。该传感器经过校准和在 -25…85 °C 温度范围内进行补偿，从而获得高精度和长期稳定性。AMS 5935 压力传感器具有超低的电流消耗和 1.7…3.6 V 的宽电源电压范围，特别适合电池供电的应用。

OEM 压力传感器 AMS 5935 系列是封装成便于在 PCB 电路板上安装的双立直插形式（DIP），压力进出端口是通过垂直于封装平面的金属管子引出或者通过一个合适的法兰形式引出。

OEM 压力传感器 AMS 5935 系列可以提供不同压力范围，用于不同压力测量的系列产品：

1：单向差分压力传感器（表压）：
0…2.5 mbar 到 0…1000 mbar

2：双向差分压力传感器：
±1.25 mbar 到 ±1000 mbar

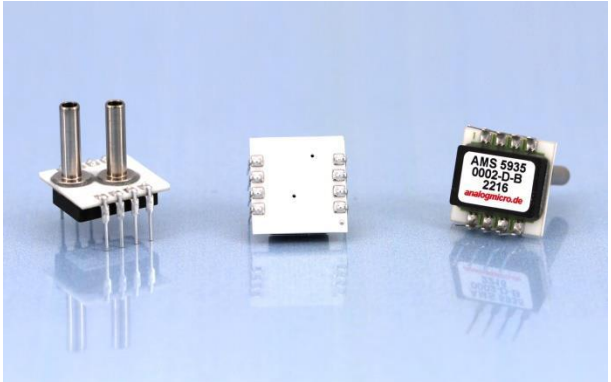
3：绝对压力传感器：0…500mbar 到 0 ... 2bar

4：大气压力传感器：700...1200

OEM 压力传感器 AMS 5935 系列也可以根据客户要求标定压力测量范围和专门定制。

典型应用

- 静态或动态的压力测量
- 气体流量测量
- 液位测量
- 医疗设备
- 暖气 / 通风 / 空调（HVAC）
- 电池供电和移动应用
- 真空测量



shanghai yunsheng microelectronics
上海芸生微电子有限公司
上海市金都路 3000 号 1422 室

电话: 021-33586462
传真: 021-33586462
网站: www.sym-china.cn
Email: zzhiyun@126.com

2023 Rev. 1.1

AMS 5935
带有放大的数字（I²C）输出的 OEM 压力传感器

压力测量范围（带有垂直金属管的压力端口，用于连接软管的）

压力传感器型号	压力类型	压力范围 in mbar	破坏压力 [1] in bar	压力范围 in Pa	破坏压力 [1] in kPa
微压压力传感器					
AMS 5935-0002-D	单向差分压力 / 表压 [2]	0 … 2.5	>0.2	0 … 250	>20
AMS 5935-0005-D	单向差分压力 / 表压	0 … 5	>0.2	0 … 500	>20
AMS 5935-0010-D	单向差分压力 / 表压	0 … 10	>0.2	0 … 1000	>20
AMS 5935-0001-D-B	双向差分压力	-1.25 ... 1.25	>0.2	-125 ... +125	>20
AMS 5935-0002-D-B	双向差分压力	-2.5 ... +2.5	>0.2	-250 …+250	>20
AMS 5935-0005-D-B	双向差分压力	-5 ... +5	>0.2	-500 … +500	>20
AMS 5935-0010-D-B	双向差分压力	10 … +10	>0.2	-1000 … +1000	>20
低压压力传感器					
AMS 5935-0020-D	单向差分压力 / 表压	0 … 20	>0.4	0 … 2000	>40
AMS 5935-0035-D	单向差分压力 / 表压	0 ... 35	>0.4	0 … 3500	>40
AMS 5935-0050-D	单向差分压力 / 表压	0 … 50	>1	0 … 5000	>100
AMS 5935-0100-D	单向差分压力 / 表压	0 … 100	>1	0 … 10000	>100
AMS 5935-0020-D-B	双向差分压力	-20 … +20	>0.4	-2000 … +2000	>40
AMS 5935-0035-D-B	双向差分压力	-35 ... +35	>0.4	-3500 … +3500	>40
AMS 5935-0050-D-B	双向差分压力	-50 … +50	>1	-5000 … +5000	>100
AMS 5935-0100-D-B	双向差分压力	-100 … +100	>1	-10000 … +10000	>100
标准压力传感器					
AMS 5935-0200-D	单向差分压力 / 表压	0 … 200	>1.7	0 … 20000	>170
AMS 5935-0350-D	单向差分压力 / 表压	0 ... 350	>1.7	0 … 35000	>170
AMS 5935-0500-D	单向差分压力 / 表压	0 … 500	>5	0 … 50000	>500
AMS 5935-1000-D	单向差分压力 / 表压	0 … 1000	>5	0 … 100000	>500
AMS 5935-0200-D-B	双向差分压力	-200 … +200	>1.7	-20000 … +20000	>170
AMS 5935-0350-D-B	双向差分压力	-350 ... +350	>1.7	-35000 … +35000	>170
AMS 5935-0500-D-B	双向差分压力	-500 … +500	>5	-50000 … +50000	>500
AMS 5935-1000-D-B	双向差分压力	-1000 … +1000	>5	-100000 … +100000	>500
AMS 5915-0500-A	绝对压力	0 ... 500	>5	0 … 50000	>500
AMS 5915-1000-A	绝对压力	0 … 1000	>5	0 … 100000	>500
AMS 5915-1500-A	绝对压力	0 ... 1500	>5	0 … 150000	>500
AMS 5915-2000-A	绝对压力	0 ... 2000	>5	0 … 200000	>500
AMS 5915-1200-B	大气压力	700 … 1200	>5	70000…120000	>500

表 1: OEM 压力传感器 AMS 5935 系列的压力测量范围（其它压力范围请咨询 AMG 公司)

压力测量范围（O 型圈法兰安装形式，-N）

压力传感器型号	压力类型	压力范围 in mbar	破坏压力 [1] in bar	压力范围 in Pa	破坏压力 [1] in kPa
微压压力传感器					
AMS 5935-0002-D-N	单向差分压力 / 表压 [2]	0 … 2.5	>0.2	0 … 250	>20
AMS 5935-0005-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 5	>0.2	0 … 500	>20
AMS 5935-0010-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 10	>0.2	0 … 1000	>20
AMS 5935-0001-D-B-N	双向差分压力	-1.25 ... 1.25	>0.2	-125 ... +125	>20
AMS 5935-0002-D-B-N	双向差分压力	-2.5 ... +2.5	>0.2	-250 …+250	>20
AMS 5935-0005-D-B-N	双向差分压力	-5 ... +5	>0.2	-500 … +500	>20
AMS 5935-0010-D-B-N	双向差分压力	10 … +10	>0.2	-1000 … +1000	>20

压力传感器型号	压力类型	压力范围 in mbar	破坏压力 [1] in bar	压力范围 in Pa	破坏压力 [1] in kPa
低压压力传感器					
AMS 5935-0020-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 20	>0.4	0 … 2000	>40
AMS 5935-0035-D-N	单向差分压力 / 表压	0 ... 35	>0.4	0 … 3500	>40
AMS 5935-0050-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 50	>1	0 … 5000	>100
AMS 5935-0100-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 100	>1	0 … 10000	>100
AMS 5935-0020-D-B-N	双向差分压力	-20 … +20	>0.4	-2000 … +2000	>40
AMS 5935-0035-D-B-N	双向差分压力	-35 ... +35	>0.4	-3500 … +3500	>40
AMS 5935-0050-D-B-N	双向差分压力	-50 … +50	>1	-5000 … +5000	>100
AMS 5935-0100-D-B-N	双向差分压力	-100 … +100	>1	-10000 … +10000	>100
标准压力传感器					
AMS 5935-0200-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 200	>1.7	0 … 20000	>170
AMS 5935-0350-D-N	单向差分压力 / 表压	0 ... 350	>1.7	0 … 35000	>170
AMS 5935-0500-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 500	>5	0 … 50000	>500
AMS 5935-1000-D-N	单向差分压力 / 表压	0 … 1000	>5	0 … 100000	>500
AMS 5935-0200-D-B-N	双向差分压力	-200 … +200	>1.7	-20000 … +20000	>170
AMS 5935-0350-D-B-N	双向差分压力	-350 ... +350	>1.7	-35000 … +35000	>170
AMS 5935-0500-D-B-N	双向差分压力	-500 … +500	>5	-50000 … +50000	>500
AMS 5935-1000-D-B-N	双向差分压力	-1000 … +1000	>5	-100000 … +100000	>500
AMS 5915-0500-A-N	绝对压力	0 ... 500	>5	0 … 50000	>500
AMS 5915-1000-A-N	绝对压力	0 … 1000	>5	0 … 100000	>500
AMS 5915-1500-A-N	绝对压力	0 ... 1500	>5	0 … 150000	>500
AMS 5915-2000-A-N	绝对压力	0 ... 2000	>5	0 … 200000	>500
AMS 5915-1200-B-N	大气压力	700 … 1200	>5	70000…120000	>500

表 2: OEM 压力传感器 AMS 5935 系列的压力测量范围（O 型圈法兰安装形式）（其它压力范围请咨询 AMG 公司)

电路参数边界条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位
最大供电电源电压：V_S (max)			3.6	V
工作温度：T_{op}	-25		85	°C
储存温度：T_{amb}	-40		125	°C
系统压力：P_{cm} [3]			16	bar

表 3: 电路参数边界条件

注意：

[1] 破坏压力是指一个压力连接端口相对于另一个压力连接端口（或者在只有一个连接端口）之间所容许加的最大压力而不会引起压力传感器的密封性能损坏。

[2] 相对压力是指一端的压力相对于环境压力（大气压力）而言，也称作表压。

[3] 系统压力P_{cm}是指差分压力传感器二个压力连接端口之间同时所容许加上的最大压力而不会损坏压力传感器。

电气参数

所有测试在 V_S =3.3 V 和 T_{op} =25 °C 条件下，（除非另外注明）

参数	最小值	典型值	最大值	单位
数字输出信号（压力测量） [1]				
在指定的最小压力（见压力范围）[2]		$0.1 \cdot 2^{24}$		Counts
在指定的最大压力（见压力范围）[2]		$0.9 \cdot 2^{24}$		Counts
输出电压幅度（FSO）[3]		$0.8 \cdot 2^{24}$		Counts
没有压力时（双向差分压力）		$0.5 \cdot 2^{24}$		Counts
数字输出信号 （温度测量） [4]				
在最低温度时 T = -25 °C		$0.\overline{09} \cdot 2^{24}$		Counts
在最高温度时 T = 85 °C		$0.\overline{75} \cdot 2^{24}$		Counts
精度 [5] **（压力测量）在常温 T= 25 °C**				
压力范围：±1.25 mbar, 0 … 2.5 mbar			±0.6	%FSO
压力范围：±2.5 mbar, 0 … 5 mbar			±0.5	%FSO
压力范围：±5 mbar → ±100 mbar			±0.3	%FSO
压力范围：0 … 10 mbar → 0 … 100 mbar			±0.3	%FSO
压力范围：0 … 200 mbar → 0 … 2 bar			±0.1	%FSO
TEB 综合误差 [6] **（压力测量）在温度范围 *T = –25 ... 85 °C***				
压力范围：±1.25 mbar, 0 … 2.5 mbar			±1.5	%FSO
压力范围：±2.5 mbar, 0 … 5 mbar			±1.0	%FSO
压力范围：±5 mbar → ±100 mbar			±0.5	%FSO
压力范围：0 … 10 mbar → 0 … 100 mbar			±0.5	%FSO
压力范围：0 … 200 mbar → 0 … 2 bar			±0.25	%FSO
综合误差（温度测量）				
所有 AMS 5935 压力传感器类型 T= –25...85 °C			±1.5	%FSO
长期稳定性			< 0.5	%FSO/a
工作电源 （V_S）	1.7	3.3	3.6	V
A/D-转换器分辨率		18		bits
数字信号输出分辨率（压力信号）[7]	17		18	bits
数字信号输出分辨率（温度信号）			16	bits
睡眠模式的电流消耗			250	nA
运行模式的电流消耗			2	mA
活动模式下的时间/0xAAHex 的单次测量时间		4.0		ms
活动模式下的时间/4 次过采样测量 0xADHex 的时间		14.5		ms
启动时间（V_S 上升至准备进行首次测量）		2.5		ms
最大测量速度（采用 0xAAHex）		250		Hz
数字信号 I²C 输出输入端				
输入高电平	80		100	% V_S
输入低电平	0		20	% V_S
输出低电平	0		20	% V_S
负载电容 @ SDA			100	pF
时钟频率 SCL		100	400	kHz
上拉电阻	1		20	kΩ
压力循环测量次数	10^6			
补偿温度范围	–25		85	°C
重量		3		克
测量介质兼容性		参见注意事项 [8) 9)]		

表 4: 电气参数

注意事项：

1) 数字压力信号输出与工作电压不是比例输出的。
2) 压力测量最大最小范围参见表 1 和表 2
3) 输出信号幅度（FSO）是在指定的最大压力下输出的信号与在指定的最小压力下输出的信号差值（根据压力范围）。
4) 数字温度信号输出与工作电压不是比例输出的。所给出的温度值是压力传感器芯体处的温度，受到测量介质的温度、环境温度、传感器自身散热以及与传感器接触的材料的热导率等等的影响。
5) 精度是指在常温下所测量的数值与理想状态下的线性曲线之间的最大偏差并除以幅度值的百分值，包括校准偏差（零点和满度）、非线性、迟滞、重复性。非线性是指在测量压力范围内所测量的压力数值与最佳直线拟合（BFSL）数值的偏差。压力迟滞是指在压力范围内，对任意一个压力，经过压力范围内的一个压力循环变化所测量的压力的最大偏差。重复性是指在压力范围内，对任意一个压力，经过压力范围内的 10 次压力循环变化所测量的压力的最大偏差。
6) 综合误差（总误差）是指在整个温度范围内（-25 … 85 °C），测量数值与理想状态下的线性曲线之间的最大偏差并除以幅度值的百分值。
7) 对于 0…2.5mbar 和-1.25…+1.25mbar 的压力范围，最小分辨率为 16 位。
8) 压力连接端口 1 处的介质兼容性：（端口 1 处的描述见图 7 和图 8） 干净的、干燥的气体，对硅材料、室温硫化硅橡胶（RTV-Silicone）、黄金材料无腐蚀性的气体（碱性或酸性液体将会导致传感器的损坏）。对于带金属管的压力传感器，还必须考虑镀镍钢管及其环氧树脂粘合剂的介质兼容性。
9) 压力连接端口 2 处的介质兼容性： （端口 2 处的描述见图 7 和图 8）对硅材料、派热克斯玻璃（Pyrex）、室温硫化硅橡胶（RTV-Silicone）等无腐蚀性的气体或液体。对于带金属管的压力传感器，还必须考虑镀镍钢管及其环氧树脂粘合剂的介质兼容性。

工作原理

OEM 压力传感器 AMS 5935 系列是高品质的压阻式压力传感器芯体和先进的模拟数字混合 CMOS 专用集成电路在陶瓷基板上组合而成的。它可以进行数字修正，从而使压力的测量精度更高，漂移更低，长期稳定性更好。

OEM 压力传感器 AMS 5935 系列的工作原理见图 1。

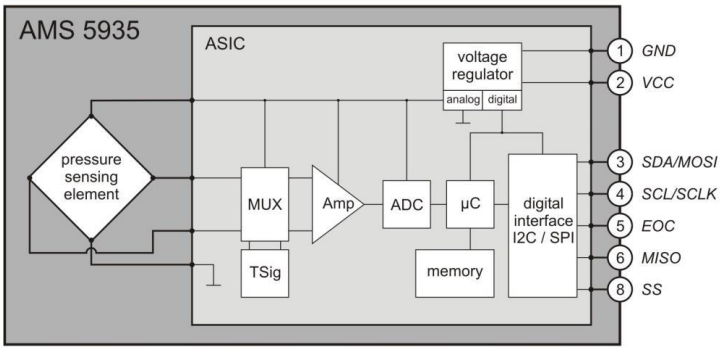


图 1: 工作原理

原则上压力测量是从压阻式压力传感器芯体开始，它把测量压力转化成一个与压力成正比的差分电压信号。该差分信号经过专用集成电路 ASIC 的多个步骤的处理和修正最后输出数字信号。

首先这个由压力测量传感器芯体得到的差分信号经过专用集成电路 ASIC 放大（Amp）和多工调制器（Mux）处理送往 ADC 并转换成分辨率为 18 bits 的数字信号。此数字信号由后面的微处理器（µC）进行线性化和温度补偿以及校准处理。经过对传感器批量方式进行的精密数字修正得到每一个传感器的修正数据储存到只读存储器 EEPROM 里。用这种方法使每一个传感器的压力信号能够得到数字化的校准和修正（温度补偿和线性化）。为了进行温度补偿所必要的温度信号同样也是从压阻式压力传感器芯体中得到并且经过多工调制器处理送往 ADC 转换成数字信号。在专用集成电路 ASIC 中的微处理器 µC 有一个循环程序不断运行，它利用每个数字化的压力和温度数值和修正数据计算出修正后的标准化 24bit 压力数字信号，同时也计算出了一个标准化 24bit 温度数字信号。这些计算出来的修正好的 24-bit 的压力和 24-bit 温度数字信号被写入专用集成电路 ASIC 的输出

寄存器并且不断更新。通过压力传感器的 I²C/SPI 输出接口从输出寄存器读出压力和温度的标准化数字输出值。I²C 通信使用的管脚 PIN3（SDA）和 PIN4（SCL），SPI 通信使用管脚 PIN3、PIN4（SCLK）、PIN6（MISO）和 PIN8（SS）。这个通过 I²C/SPI 接口输出的压力和温度数字信号与工作电压不是成比例输出的。

AMS 5935 的功能模块由稳压电源供电，稳压电源分为两部分供电：数字部分为微控制器、存储器和数字接口供电和模拟部分为传感元件、MUX、放大器和 ADC 供电。

为了减少传感器的电流消耗，传感器具有睡眠模式。通电后，它立即进入睡眠模式，其中只有 ASIC 的数字部分通电，并等待 I² C/SPI 接口上的命令。为了从 AMS 5935 获得测量数据，必须在数字接口上发送测量请求。在接收到测量请求后，ASIC 进入活动模式，传感器的模拟部分通电，并开始测量。根据发出的命令，传感器执行一次测量或四次测量，从中计算平均值。测量周期完成后（持续时间：单次测量为 4.0ms，四次测量为 14.5ms），经过程序修正后的压力和温度数据存储在输出寄存器中，ASIC 返回睡眠模式。压力和温度的标准化数字 24 位输出值可以通过 I² C/SPI 从传感器的数字接口读取，而无需将传感器从睡眠模式中唤醒。

使用说明

电气连接

OEM 压力传感器 AMS 5935 的电气连接通常是通过将它们焊接在印刷电路板上或将它们安装在合适的插座上来实现。根据使用要求是采用 I² C 还是 SPI 协议，它们的连接方式是不同的。

对于使用 I² C 协议输出数据，AMS 5935 传感器的基本电路如图 2 所示。将 PIN1（GND）、PIN2（VCC）和 I² C 总线连接到 PIN3（SDA）和 PIN4（SCL）就可以了。

注意：每根总线的连接线必须加上一个上拉电阻（推荐 10 kΩ）并与电源 VCC （或者+3,3 V）连接。

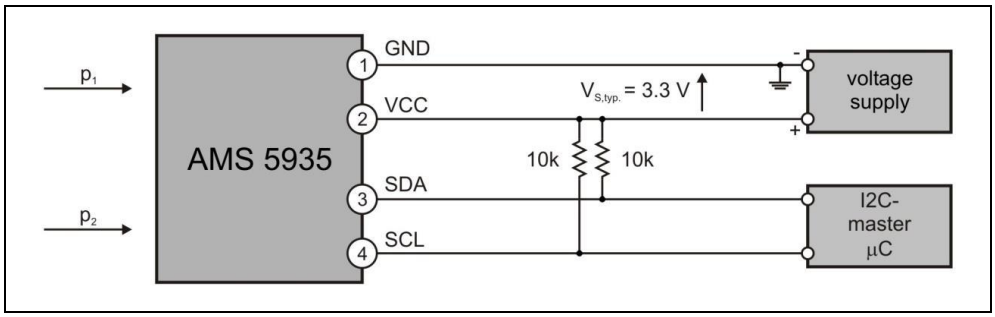


图 2: I2C 基本电气连接图

为了使用 SPI 协议输出数据，AMS 5935 传感器的基本电路如图 3 所示。对于 SPI 通信，必须连接 PIN1（GND）、PIN2（VCC）和 PIN3（MOSI）、PIN4（SCLK）、PIN6（MISO）和 PIN8（SS）的 SPI 总线。

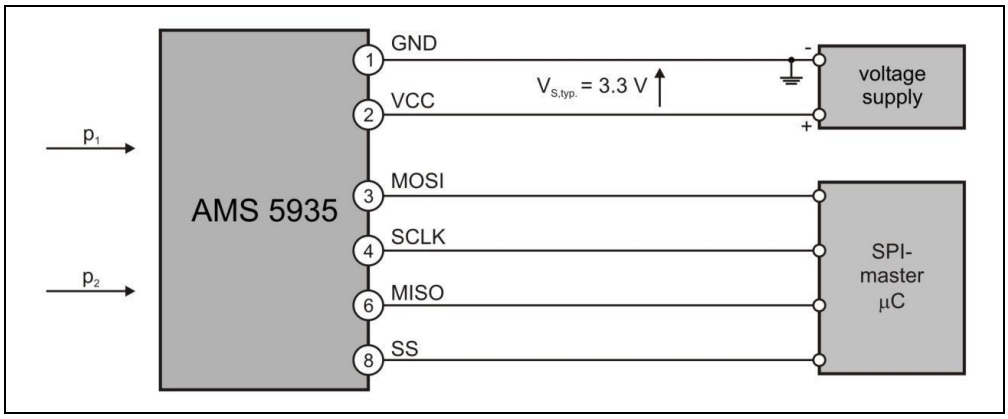


图 3: SPI 基本电气连接图

无论使用何种通信协议，PIN5（EOC）都可以另外连接到微控制器，可用于确定启动的测量周期是否已经完成，以及测量数据是否准备好读出。它在测量周期期间处于低电平（逻辑 0），并且一旦可以从输出寄存器读取测量数据时就变为高电平（逻辑 1）。

压力端口连接

压力测量连接端口有二种，一种是用金属的管子制成的压力连接端口；还有一种是无金属管的法兰安装式端口（陶瓷平面上的小孔）。压力连接端口 1 和 2 的连接要注意以下一些条件（这里 P1 是指端口 1 处的压力，P2 是指端口 2 处的压力）：

压力传感器类型	压力测量类型	压力端口 p1	压力端口 p2	测量要求
AMS 5935-XXXX-D	差分压力	连接 p1	连接 p2	p1 ≤ p2
	正差分压力（正表压）	空	连接 p2	p2 ≥ pambient
	负差分压力（真空）	连接 p1	空	P1 ≤ pambient
AMS 5935-XXXX-D-B	双向差分压力	连接 p1	连接 p2	p1 ≥ p2 或者 p1 ≤ p2
AMS 5935-XXXX-A	绝对压力	连接 p1	空	p1 = 测量压力
AMS 5935-XXXX-B	大气压力（绝对）	连接 p1	空	p1 = 测量压力

不同压力端口的位置和尺寸见图 7 和图 8。测量介质的兼容性要参考“电气参数”表中的注意事项 8、9 条。

注意：

1. 对于压力小于30 PSI （2bar），AMG公司建议使用硅胶管（内径Ø=2 mm，外径Ø=6 mm）。
2. 除引脚7外，未使用的引脚必须保持未连接状态。引脚7内部未连接。
3. 在组装和生产中需要有预防ESD静电的措施。在生产和组装中，要求设备和人员都有接地的措施。

AMS 5935 的数字通讯接口介绍

对于测量数字信号的数据读出，AMS 5935 压力传感器提供了能够通过 I²C 或 SPI 协议进行通信的数字接口。I²C 通信的基本电路如图 2 所示，SPI 通信的基本电路如图 3 所示。在以下部分中，将详细描述 I²C 通信。有关 SPI 通信的资料，请联系 info@analogmicro.de。

I² C 通信（基础资料）

OEM 压力传感器 AMS 5935 系列有一个数字 I²C 信号的输出接口。通过数字 I²C 信号输出接口可以从输出寄存器读出经过修正的实时的压力和温度数值。

通过 I²C 总线通讯时依照的是主从原则，就是说，数据传输时，首先通过主机比如微处理器发送给一个从属机比如压力传感器 AMS 5935 一个初始化命令，然后作为从属机的压力传感器开始工作和应答。数据传输始终由主机初始化，由主机发送该传感器的 7 位地址，紧接的是发送数据传输方向位。如果数据传输方向位为“0”（read 读取），则传感器使用其输出寄存器中的数据进行应答（回复）。如果数据传输方向位为“1”（write 写入），则传感器接收主机命令并对其进行处理。

AMS 5935 的 I² C 通信遵循标准 I² C 通信协议（如图 4 所示），具有以下几个阶段：

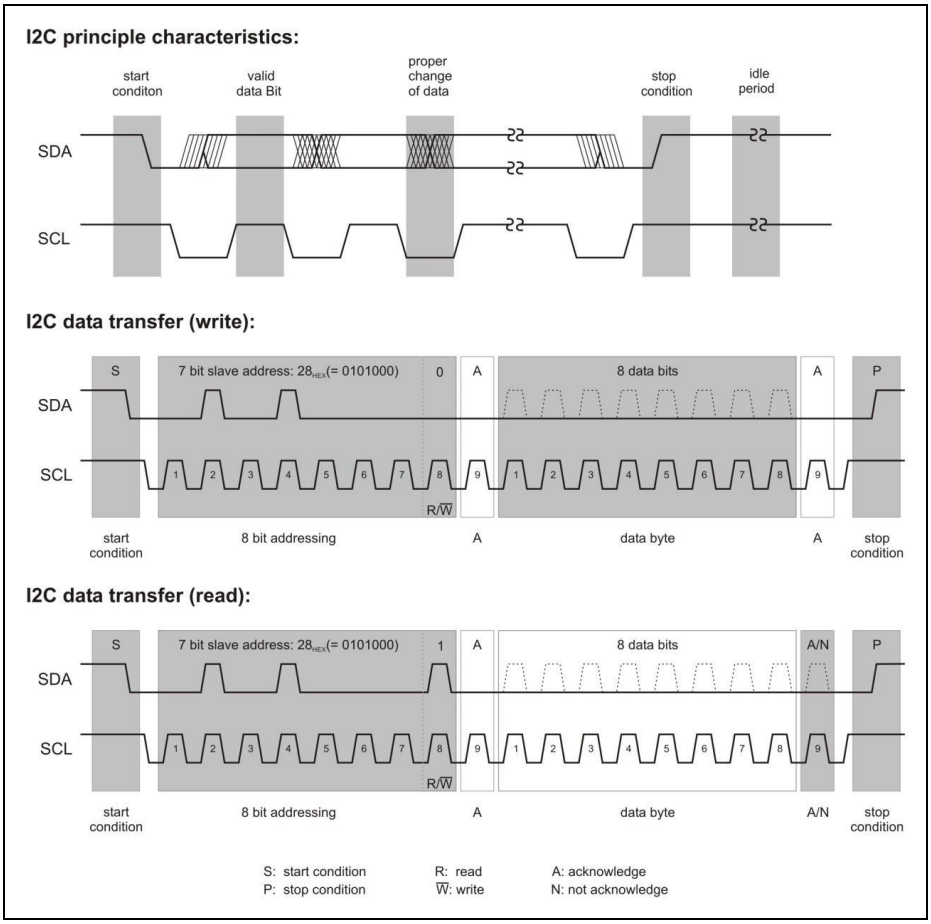


图 4： I²C-通讯协议标准

Idle Period （空闲时间）

在空闲时间，二根 I²C-总线导线（SDA 和 SCL）通过上拉电阻处于工作电压的电位（高电平）。

Start S （启动条件）

总线在信号传输前， 必须产生一个启动条件。该启动条件始终是通过 I²C 主机发出的。当 SDA 导线上的电平从高电平变成低电平同时 SCL 导线上的电平为高电平时，就是满足启动条件的。从 AMS 5935 输出寄存器读出的数字信号始终随着一个启动条件开始的。

Stop P （停止条件）

停止条件始终是通过 I²C 主机发出的，只要一个数据传输完整地传输结束后。当 SDA 导线上的电平从低电平变成高电平同时 SCL 导线上的电平为高电平时，就是满足停止条件的。数字信号的读出随着停止条件的发出而结束。

Valid Data （有效数据）

数据传输始终以一个字节（8 位），就是最高有效位（MSB）开始。每个时钟脉冲都有一个位（bit）传输过去。只有在启动条件以后，当 SDA 导线上的电平保持常数同时在 SCL 导线上的电平为高电平时，所有传输过去的位数才是有效的。只有当 SCL 导线上的电平是低电平时，SDA 导线上的电平必须开始改变。

Acknowledge A （确认）/ Not Acknowledge N （不确认）

一个字节传输过去后，每个接收设备（主机和从机）都要发送一个接收确认信号（附加的确认位）。对此主机会产生一个附加的与确认位相关的时钟脉冲。在附加时钟脉冲信号时间，接收设备发送这个确认位信号是通过 SDA 导线上的电平变为低电平。如果接收器在确认相关时钟脉冲期间将 SDA 导线拉至“高电平”，则被解释为未确认，并且主设备和从设备之间的通信停止。

Adressing/ Slave Adresse （寻址 / AMS 5935 的 I²C 地址）

为了寻找某个压力传感器，在发出应该启动命令后，主机再发送一个与某个压力传感器相应的寻址字节。寻址字节包含了各个相应的从机设备（AMS 5935）的 7 位地址和一位数据传输方向位读或写命令（R/$\overline{W}$）。如果从主机到从机（传感器）的读或写命令（R/$\overline{W}$）是 „0“，就说明是写入 W： 主机想将数据写入所选出的从机（传感器）中去。如果数据传输方向位读或写命令是„1“， 就说明是读出 R： 主机想获得所选出的从机（传感器）的数据。

OEM 压力传感器 AMS 5935 在生产中统一写入相同的 7 位的从机寻址地址 **$0x28_{Hex}$** (0101000bin)。

如果同时有多个 OEM 压力传感器 AMS 5935 通过 I²C 总线与主机相连，那么每个压力传感器必须编有不同的独立的地址。根据用户需要每个压力传感器在生产时就可以写入各自不同的一个 7 位寻址地址（7 位，就是 7bit-寻址地址可以有 128 个不同的地址）。由于地址 **$0x04_{HEX}$** 到 **$0x07_{Hex}$** 由 AMS 5935 内部使用，它们不能用作 I²C 地址，那么还有剩余 124 个地址可以供用户使用。当然用户也可以借助于操作设备 USB-Starter-Kit 为压力传感器直接编写各个传感器的各自的寻址地址（见附件）。

注意：与原始的 I²C 通信协议相比，AMS 5935 的通信协议有三个不同之处：

1. 不允许在没有时钟脉冲的启动条件之后直接出现停止条件。这将导致下一次通信的通信错误。
2. 当 SCL 仍然为高时，不允许在数据传输期间出现第二个启动条件（重新启动）。
3. 在启动条件和第一个上升 SCL 边沿之间，不允许出现下降的 SDA 边沿。

通过 AMS 5935 的 I²C-输出输入接口读出数字信号数据

默认情况下，AMS 5935 在通电后处于睡眠模式。要将传感器从睡眠模式唤醒并开始测量，必须从 I² C 主机向从机压力传感器发送数据请求。传感器测量完成后（单次测量 4.0ms，四次测量 14.5ms），I² C 主机可以从传感器的输出寄存器读取数据。

测量开始（发送数据请求）

通过 I²C 总线传输数据总是在 I²C 主机的请求数据传输的要求下进行的。要开始测量，主机必须发送一个数据请求：0xAAHex 用于单次测量，0xADHex 用于四四次测量，图 5 对此进行了描述。首先 I²C 主机在总线上产生一个启动条件的信号，然后 I²C 主机发送一个寻址字节信号，这是一个 7 位的相应的压力传感器的从机地址（出厂时给出的 AMS 5935 的从机地址是 0x28Hex = 0101000bin）。接着主机发出一个数据传输方向位读出或写入命令（R/W=0，读出）。此时相应的压力传感器应答一个确认信号，现在主机可以发送命令 0xAAHex 或 0xADHex。命令 0xAAHex 将触发单个压力和温度的测量，并将测量值存储在输出寄存器中。命令 0xADHex 将触发多次的测量，这里将执行四个压力和温度的测量，并计算这些经过校正和温度补偿的 4 个压力值以及四个温度值的平均值。这些平均值存储在输出寄存器中。因为四次测量之间没有断电，所以测量出来的数据收到噪声的影响比较小，相对精度就高。如果低噪声信号对您的应用很重要，建议使用 0xADHex 命令。

在发送了相应的测量命令之后，AMS 5935 用一个确认位进行应答表示已经理解了该命令。接着为此目的主机产生另一个与确认相关的时钟脉冲。数据请求命令以 I² C 主机发送的停止命令后结束。

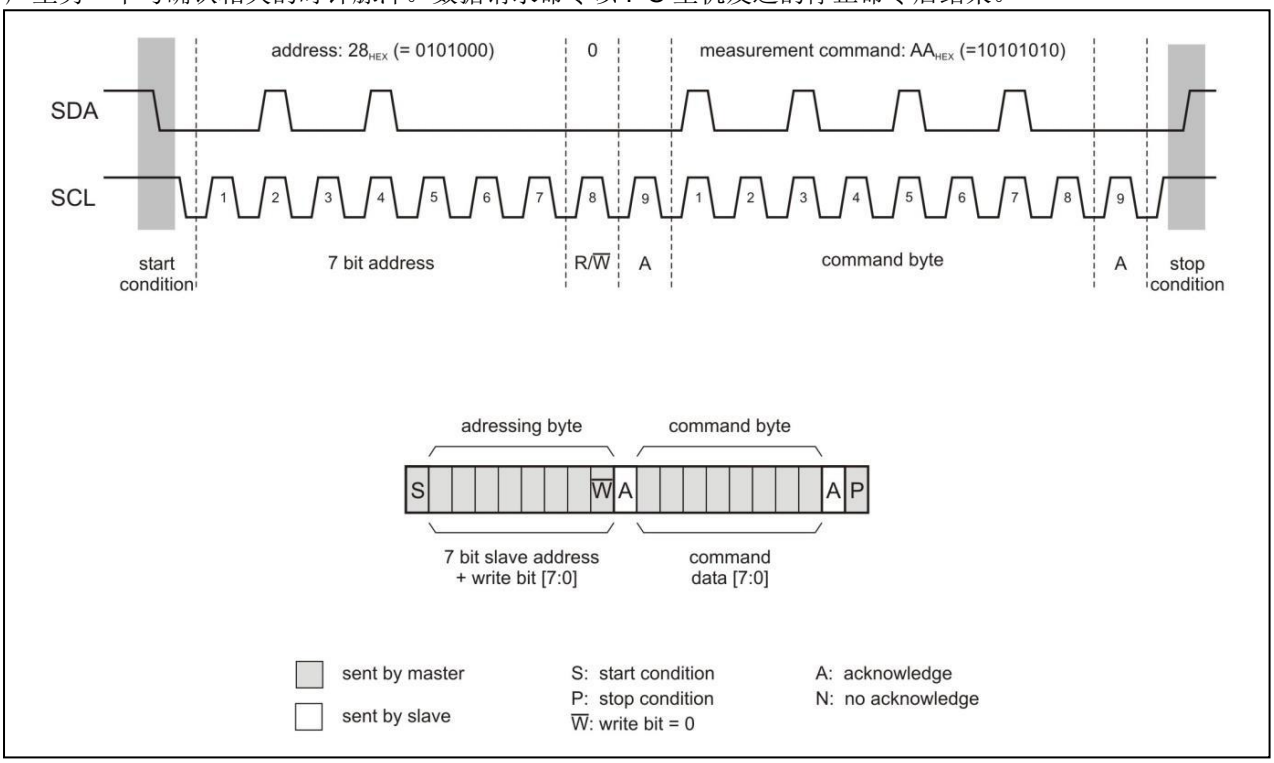


图 5：启动单个测量（使用命令 0xAAHex 的数据请求）

读取测量数据（I² C 读取）

单次采样测量 4.0ms 或者四次采样测量 14.5ms 后，测量周期结束，此时主机可以从传感器的输出寄存器读取数据（见图 6）。为了启动数据读出，I² C 主机发送一个启动条件，并发送相应传感器的 7 位 I² C 地址，然后发送数据传输方向位（R=“1”）。传感器再次在与确认相关的时钟脉冲期间用确认位进行应答，并开始将存储在其输出寄存器中的数据发送到主机。对于一个完整的压力数据和温度数据，一共有 7 个字节数据从压力传感器的输出寄存器发送到 I²C 主机。第一个字节包含传感器的状态，接下来的三个字节是传感器的 24 位压力测量值，最后三个字节则是 24 位温度测量值。测量数据总是以最高有效字节开始，每个字节以最高有效位开始。在每个传输的数据字节上，I² C 主机都会发送一个确认位 A，确认数据被正确接收。在第七个字节之后，主机通过发送一个未确认位 N 和一个停止条件 P 来停止读出。如果需要少于完整的七个数据字节，则主机可以在每个字

节之后通过发送未确认位 N 和停止条件 P 来停止数据传输。例如，这里可以允许仅读取状态字节或在读取压力测量数据之后停止读取。

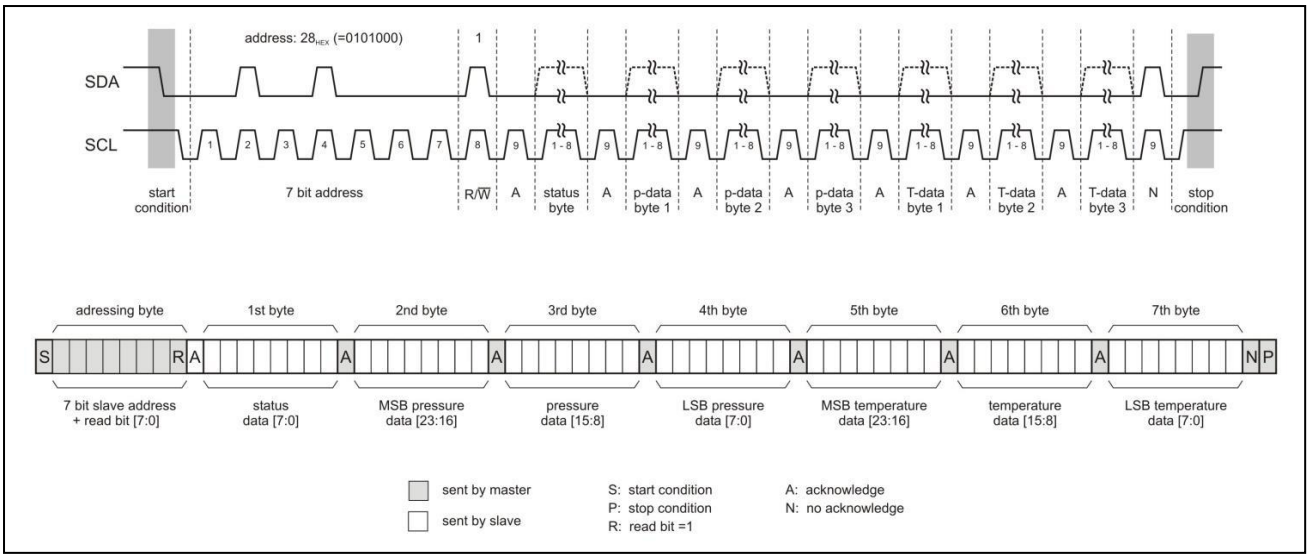


图 6：数字压力和温度值的数据读出（可在单次测量 4.0 毫秒后再进行测量，或者在四次测量 14.5 毫秒后再进行测量）

作为传感器第一个发送的状态字节包含以下信息：

传感器状态位	7	6	5	4	3	2	1	0
默认 default	0	1	0	0	0	0	0	0
含义	–	–	0，如果传感器数据准备就绪	–	–	0，如果完整性测试通过	–	0，如果传感器未溢出

表 5：AMS 5935 的状态字节

状态位 5 / 忙：如果测量周期未结束且仍在运行，则该状态位为“1”。在这种情况下，输出寄存器中的数据无效，必须重复数据读出。只要该状态位为“1”，AMS 5935 就不会接受新命令。如果传感器数据准备就绪，该状态位将变为“0”。通常，如果主机发送了命令 0xAAHex，则测量数据在 4.0ms 后准备就绪；如果发送命令 0xADHex，则数据可以在 14.5ms 后读取。

状态位 2 / 内存检查：在通电期间，AMS 5935 检查其内存。一般来说，这个状态位应该是“0”。如果为“1”，则在启动过程中发生错误，表明传感器工作不正常。

状态位 0 / 溢出指示：如果 AMS 5935 在信号处理过程中遇到问题，则通过此状态位指示。如果传感器数据有效，则为“0”。如果为“1”，则应重复测量。

实时的压力和温度的计算

要得到压力 p 和温度 T 的实时测量值，必须将数字压力信号（24 位）和数字温度信号（24 位）换算成以 bar（或 PSI）和度（°C）为单位的物理测量值。

压力的实时测量值 p（以 mbar 或 Pa 为单位）根据以下公式计算：

$$p = \frac{Digoutp(p) - Digoutp_{min}}{Sensp} + p_{min} \qquad 其中\ Sensp = \frac{Digoutp_{max} - Digoutp_{min}}{p_{max} - p_{min}} \qquad (1)$$

这里 ***p*** 是实时压力（以 bar 或 Pa 为单位），p_{min} 是最小压力（零点），p_{max} 是最大压力（满度），它们由传感器所标定的压力范围决定（见表 1 和表 2）。***Digoutp(p)*** 是实时的 24 位数字压力信号（计数单位），

Digoutp$_{min}$ 和 ***Digoutp$_{max}$*** 是最小和最大数字压力信号（计数单位），***Sensp*** 是压力传感器的灵敏度（计数单位/mbar 或者计数单位/Pa）。

从数字温度信号换算为实时的温度（°C）由以下公式计算：

$$T = \frac{DigoutT(T) - 165}{2^{24}} - 40 \quad \text{（单位 °C）} \qquad (2)$$

这里 ***T*** 是传感器处的温度（单位°C），***DigoutT(T)*** 是实时 24 位的数字温度信号（计数单位）。

举例

一个型号为 AMS 5935-0005-D-B (-5…+5 mbar 双向差分压力) 的双向差分压力传感器输出以下 7 个字节的数字信号：

Byte 1: 0x40$_{Hex}$ Byte 2: 0xB9$_{Hex}$ Byte 3: 0x12Hex Byte 4: 0xD4$_{Hex}$ Byte 5: 0x62Hex Byte 6: 0xAA$_{Hex}$ Byte 7: 0x33Hex

字节 1（Byte1）是状态字节，不需要进行计算。

取字节 2、3 和 4，合并后当前 24 位数字压力值为：

***Digoutp(p)* = B9 12 D4$_{Hex}$ （计数单位）= 12128980$_{Dec}$ （计数单位）**

对于字节 5、6 和 7，数字温度值为：

***DigoutT(T)* = 62 AA 33$_{Hex}$ （计数单位） = 6466099$_{Dec}$ （计数单位）**

对于 AMS 5935-0005-D-B 来说，它的压力范围是：

p_{min} = -5 mbar, p_{max} = 5 mbar，$Digoutp_{min} = 0.1 \cdot 2^{24}$, $Digoutp_{max} = 0.9 \cdot 2^{24}$

根据公式（1）计算得出实时的压力为：

$$p = \frac{(12128980 - 0.1 \cdot 2^{24})\,\text{counts}}{(0.8 \cdot 2^{24}/10)\ \text{counts/mbar}} + (-5)\,\text{mbar} = 2.787\,\text{mbar}$$

根据公式（2）计算得出实时的温度为：

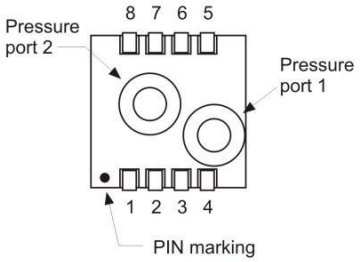
$$T = \frac{(6466099 \cdot 165)\,\text{counts} * °C}{2^{24}\ \text{counts}} - 40\,°C = 23{,}6\,°C$$

外形尺寸和管脚名称

OEM 压力传感器 AMS 5935 的外形是双立直插形式，便于在 PCB 电路板上的安装。同时 AMS 5935 还有一种 O 型圈法兰安装形式的，它们的外形尺寸和管脚名称见图 7 和图 8。

Pinout and pressure connection:

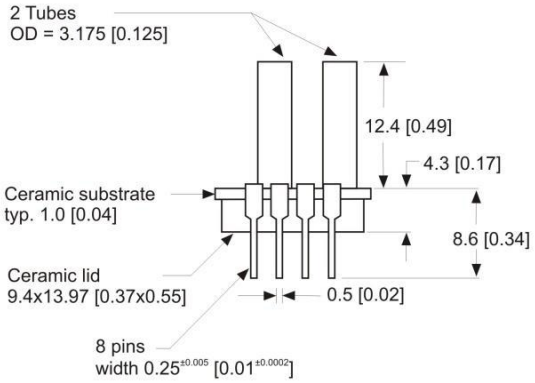
Differential types:



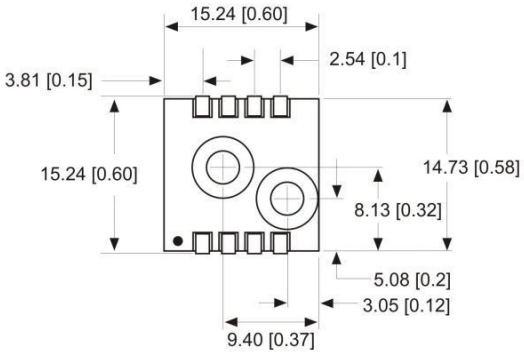
Pin	Description
1	GND
2	VCC
3	SDA/MOSI
4	SCL/SCLK
5	EOC
6	MISO
7	N.C.
8	SS

Package dimensions:

Side view :



Top view :

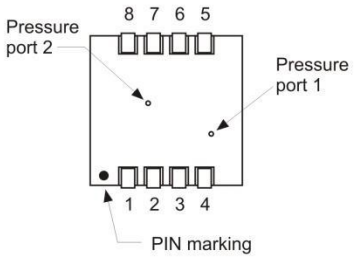


all dimensions in mm [inch], tolerances: ±0.1 mm unless otherwise noted

图 **7:** 管脚名称和外形尺寸（带金属管压力端口）（所有图示尺寸单位是毫米和英寸）

Pinout and pressure connection:

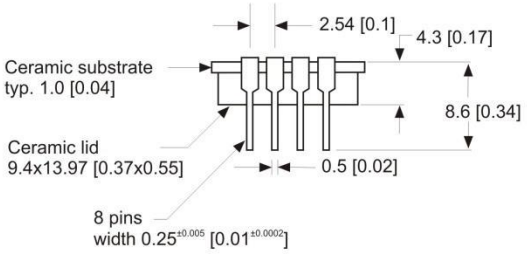
Differential types:



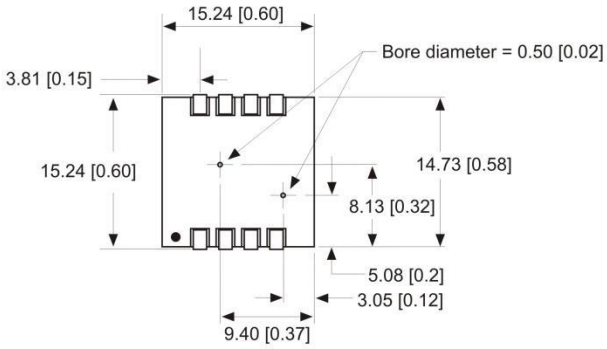
Pin	Description
1	GND
2	VCC
3	SDA/MOSI
4	SCL/SCLK
5	EOC
6	MISO
7	N.C.
8	SS

Package dimensions:

Side view :



Top view :



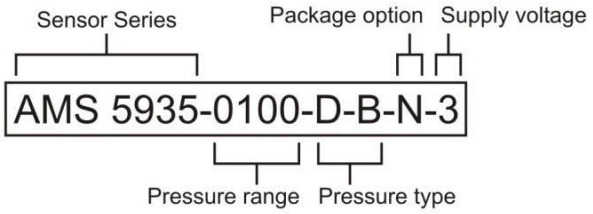
all dimensions in mm [inch], tolerances: ±0.1 mm unless otherwise noted

图 8: 管脚名称和外形尺寸（O 型圈法兰安装式，—N）（所有图示尺寸单位是毫米和英寸）

注意事项（图7和图8）：

1. 除引脚7外，未使用的引脚必须保持未连接状态。
2. 可以根据要求提供带SMD引脚（J引脚）的封装
3. 可根据要求提供带有一个金属管的传感器，比如表压。
4. 压力端口2是向硅压阻传感元件的背面施加压力，因此可以与非腐蚀性液体兼容。参见电气参数的注意事项8.9。
5. 对于AMS 5935的自动焊接（无铅波峰焊或回流焊），建议最高温度为250°C，最长20到30秒。

订货方法



订货代码：

压力测量范围：

压力范围代码	mbar	Pa	PSI	inH_2O（水位英寸）
0001	1.25	125	0.018	0.501
0002	2.5	250	0.036	1.003
0005	5	500	0.073	2.007
0010	10	1000	0.145	4.014
0020	20	2000	0.290	8.029
0035	35	3500	0.507	14.051
0050	50	5000	0.725	20.073
0100	100	10000	1.450	40.146
0200	200	20000	2.901	80.293
0350	350	35000	5.076	140.512
0500	500	50000	7.250	200.732
1000	1000	100000	14.50	401.463
1200	1200	120000	17.40	481.756
1500	1500	150000	21.75	602.195
2000	2000	200000	29.01	802.926

表 **5:** 压力测量范围

压力类型代码	可测量的压力范围
D 单向差分压力 / 表压	0 … 2.5 mbar 至 0 … 1 bar
D-B 双向差分压力	-1.25 … +1.25 mbar 至 -1 … +1 bar
A 绝压	0 …500 mbar 至 0 ... 2 bar
B 大气压力（绝对）	700 … 1200 mbar

压力类型代码	封装形式	可测量的压力范围
	标准封装（带金属管）	-1.25 … +1.25 mbar to 0 ... 2 bar
N	法兰安装（无金属管）	-1.25 … +1.25 mbar to 0 ... 1 bar

压力类型代码	电源	可测量的压力范围
3V	3.0 … 3.6 V, typ. 3.3 V	所有压力范围

附件：

AMS 5935 有一个操作设备 USB Starter Kit 和操作软件。 该设备通过 USB 接口与 PC 机连接，进行简单的数字输出的操作。借助于操作设备可以编写传感器各自独立的 I²C 地址。这样可以同时允许多个 AMS 5935 系列的压力传感器连接在同一个 I²C 总线上。

订货代码	描述
USB Starter-Kit AMS 5935	AMS 5935- Starter-Kit （2 个 PCB 电路板和一个运行软件）

以上资料仅供参考