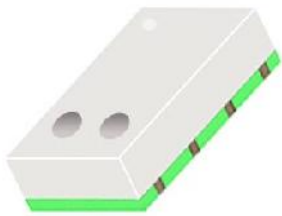


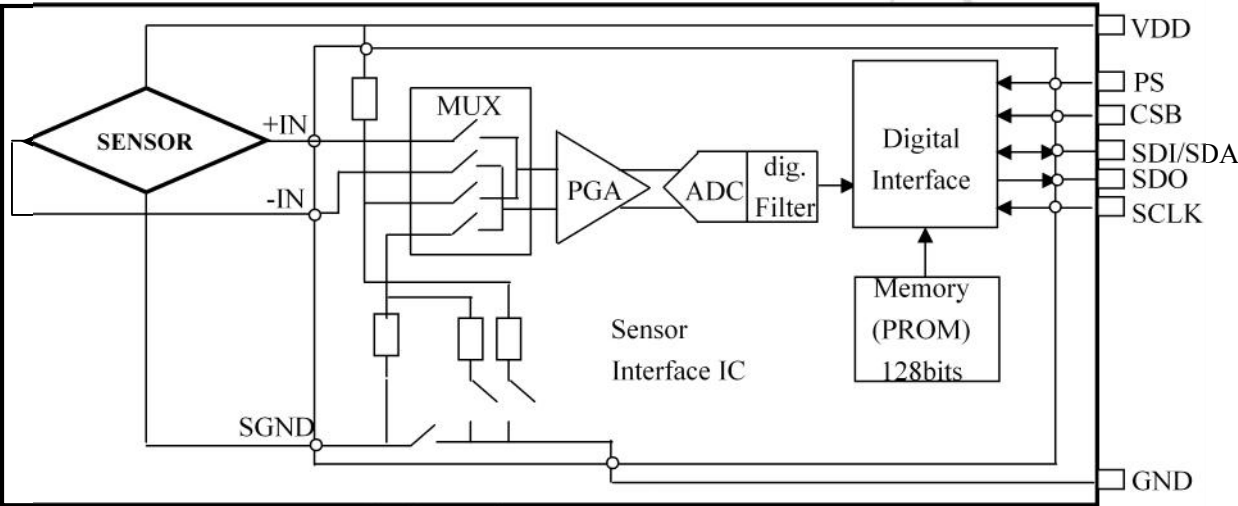
BP5607 微小型数字气压计模块

BP5607 是一款采用 MEMS 技术将高线性压力传感器与一个低功耗的 24 位模数转换电路（ADC）集成于一体的数字气压传感器模块。该产品支持 SPI 和 I2C 总线传输协议，可与任何微处理器匹配工作。用户可根据实际应用的转换速度和功耗在软件中选择不同的工作模式。传感器的输出电压信号经过 24 位 ADC 转换后输出的数字信号可读出准确的压力值和温度值。在不需要额外传感器的同时，该产品能同时测量绝对海拔高度或者相对高度，高度分辨率可高达 20cm。



该模块将传感器采集的信号经过模数转换器后输出 24 位的数字信号可直接与微处理器通信，便于集成，相对于以前的模拟信号输出的产品，减少了信号放大等电路，同时也节省了标定环节的时间和资金。BP5607 小体积（5.3×3.0×1.7mm），低功耗，高精度，高分辨率，响应时间快，可应用于手持仪表、气压计、高度计、防盗系统、移动电话、GPS 等领域。

原理图



技术参数:

传感器性能参数（VDD=3V）				
压力	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围	10		1200	mbar
ADC	24			bit
分辨率（1）	0.13 / 0.084 / 0.054 / 0.036 / 0.024			mbar
精度 25℃，750mbar	±0.1%			FSO
误差区域，-20℃~+85℃ 300 mbar~1100mbar（2）	-2.5		+2.5	mbar
响应时间（1）	0.5 / 1.1 / 2.1 / 4.1 / 8.22			ms
长期稳定性		-1		mbar/年
温度	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围	-40		85	℃
分辨率		<0.01		℃
精度	-0.8		+0.8	℃

注：（1）AD 转换器采样频率：256 / 512 / 1024 / 2048 / 4096

（2）每一个压力点自动归零。

网址: www.bjybf.com 电话: 010-59457569 销售工程师: 陈工 13552834074

性能参数

绝对最大额定值

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VDD		-0.3		+4.0	V
存储温度	Ts		-40		+125	℃
过载压力	Pmax				6	Bar
焊接温度	Tmax	时间<40s			250	℃
静电保护		人体静电	-4		+4	kV

电气特性

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	VDD		1.8	3.0	3.6	V
工作温度	T		-40	+25	+85	℃
供电电流 (每分钟采样)	IDD	OSR 4096		12.5		μ A
		2048		6.3		
		1024		3.2		
		512		1.7		
		256		0.9		
峰值电流		转换期间		1.4		mA
稳态电流		25℃		0.02	0.14	μ A
VDD 电容值		VDD 与 GND 之间	100			nF

模数转换器（ADC）

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出字				24		Bit
转换时间	Tc	OSR 4096	7.40	8.22	9.04	ms
		2048	3.72	4.13	4.54	
		1024	1.88	2.08	2.28	
		512	0.95	1.06	1.17	
		256	0.48	0.54	0.60	

压力输出特性（VDD=3V,T=25℃除非另有说明）

参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
工作压力范围	Prange	准确度范围	300		1100	mbar
扩展压力范围	Pext	ADC 线性范围	10		1200	mbar
区域总误差 无自动清零	25℃， 700~1100mbar		-1.5		+1.5	mbar
	0~50℃， 300~1100mbar		-2.0		+2.0	
	-20~85℃， 300~1100mbar		-3.5		+3.5	
	-40~85℃， 300~1100mbar		-6.0		+6.0	
区域总误差 压力点自动清零	25℃， 700~1100mbar		-0.5		+0.5	mbar
	0~50℃， 300~1100mbar		-1.0		+1.0	
	-20~85℃， 300~1100mbar		-2.5		+2.5	
	-40~85℃， 300~1100mbar		-5.0		+5.0	

最大误差	V _{DD} =1.8V~3.6V	-2.5		+2.5	mbar
分辨率	OSR	4096	0.024		mbar
		2048	0.036		
		1024	0.054		
		512	0.084		
		256	0.130		
长期稳定性			-1		mbar/年
回流焊影响	IPC/JEDEC J-STD-020C		+0.4		mbaar
焊接恢复时间（1）			7		天

（1）恢复 66%因回流焊造成的影响时间

温度输出特性（V_{DD}=3V,T=25℃，除非另有说明）

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
绝对精度	25℃	-0.8		+0.8	℃
	-20~85℃	-2.0		+2.0	
	-40~85℃	-4.0		+4.0	
最大误差	V _{DD} =1.8V~3.6V	-0.5		+0.5	℃
分辨率	OSR	4096	0.002		℃
		2048	0.003		
		1024	0.005		
		512	0.008		
		256	0.012		

数字信号输入（CSB,I2C,DIN,SCLK）

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
串行数据时钟	SCLK	SPI 协议			20	MHz
输入高电平	V _{IH}	CSB 管脚	80%V _{DD}		100%V _{DD}	V
输入低电平	V _{IL}		0% V _{DD}		20% V _{DD}	V
输入漏电流	I _{leak} 25℃	25℃			0.15	μ A
	I _{leak} 85℃					
输入电容值	C _{IN}				6	pF

压力输出（I2C,DOUT）

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出高电平	V _{OH}	I _{SOURCE} =1.0mA	80%V _{DD}		100%V _{DD}	V
输出低电平	V _{OL}	I _{SINK} =1.0mA	0%V _{DD}		20%V _{DD}	V
负载电容值	C _{LOAD}				16	pF

功能介绍

概述

BP5607 包含了一个硅压阻传感器和一个模数转换接口电路，它把从压阻式传感器输出的未经补偿的模拟电压转换为 24 位的数字信号，提供一个 24 位的数字压力值和温度值信号。根据气压、温度与高度之间的换算公式，也可利用软件的方式测量高度值使用

工厂校准

工厂出厂的每个模块都是在两个温度点和两个压力点下进行单独校准。并且在每个模块的 128 位的寄存器上存储有 6 个参数，用于温度变化以及其他因素影响的补偿。6 参数必须由控制器通过软件读取，并转换为 D1 和 D2 中压力和温度的补偿值。

串行接口

BP5607 模块具有 SPI 和 I2C 两种串行接口，PS 处于低电平的时候为 SPI 协议通信（此时 PS 不能悬空）,PS 处于高电平的时候为 I2C 总线协议通信。

PS 管脚	通信接口模式	使用管脚
高电平	I2C	SDA
低电平	SPI	SDI,SDO,CSB

SPI 模式

在传输数据时，外部处理器时钟通过 SCLK(串行时钟)和 SDI（串行数据）与模块通信。在 SPI 模式下模块可以同时接受时序相反的模式 0 和模式 3.传感器在输出端 SDO（串行数据输出）给予响应。片选管脚（CSB 管脚）用于控制该接口的工作状态，因此不影响其他设备使用同一个 SPI 总线。当发送命令或者命令执行完后该片选管脚（CSB 脚）被拉回至高电平（比如转换结束）。在进行 ADC 转换时，当 SPI 总线处于闲置时或者没有其他设备在利用该总线时噪声性能最好。

I2C 模式

在传输数据时，外部处理器时钟通过 SCLK(串行时钟)和 SDA（串行数据）与模块通信。I2C 总线接口在同一个双向通信的 SDA 管脚响应，因此这种接口只需要两条信号线，不再需要片选信号。在 I2C 模式下片选信号（CSB 脚）的增加提供了 LSB 的 I2C 的地址，因此在同一个 I2C 中线上可以携带多个传感器模块工作。

注：CSB 管脚不能悬空，可以接 VDD 或者 GND 端。

指令

BP5607 只有五种基本指令：

- 1. 复位
- 2. 读取 PROM 数字（128 位校验字）
- 3. D1 转换
- 4. D2 转换
- 5. 读 ADC 输出数据（24 位压力/温度值）

压力和温度计算

开始
最值计算结果
P_{MIN}=10mbar P_{MAX}=1200mbar
T_{MIN}=-40℃ T_{MAX}=85℃ T_{REF}=20℃

读取存储在芯片内部 PROM 的校准数据（工厂校准）

变量	描述 方程	推荐的 变量类型	位数	最小值	最大值	例如/典型值
C1	压力灵敏度 SENST1	unsigned int 16	16	0	65535	46372
C2	压力偏置 OFFT1	unsigned int 16	16	0	65535	43981
C3	压力灵敏度的温度系数 TCS	unsigned int 16	16	0	65535	29059
C4	压力偏置的温度系数 TCO	unsigned int 16	16	0	65535	27842
C5	参考温度 TREF	unsigned int 16	16	0	65535	31553
C6	测温的温度系数 TEMPSENS	unsigned int 16	16	0	65535	28165

读取数字压力值和温度值

D1	数字压力值	unsigned int 32	24	0	16777216	6465444
D2	数字温度值	unsigned int 32	24	0	16777216	8077636

温度计算

dT	区分实际温度与参考温度[1] $dT=D2-TREF=D2-C5\times 2^8$	signed int 32	25	-16776960	16777216	68
TEMP	实际温度（-40~85℃，0.01℃分辨率） $TEMP=20^{\circ}C+dT\times TEMPSENS=2000+dT\times C6/2^{23}$	signed int 32	41	-4000	8500	2000 =20.00℃

计算带温度补偿的压力值

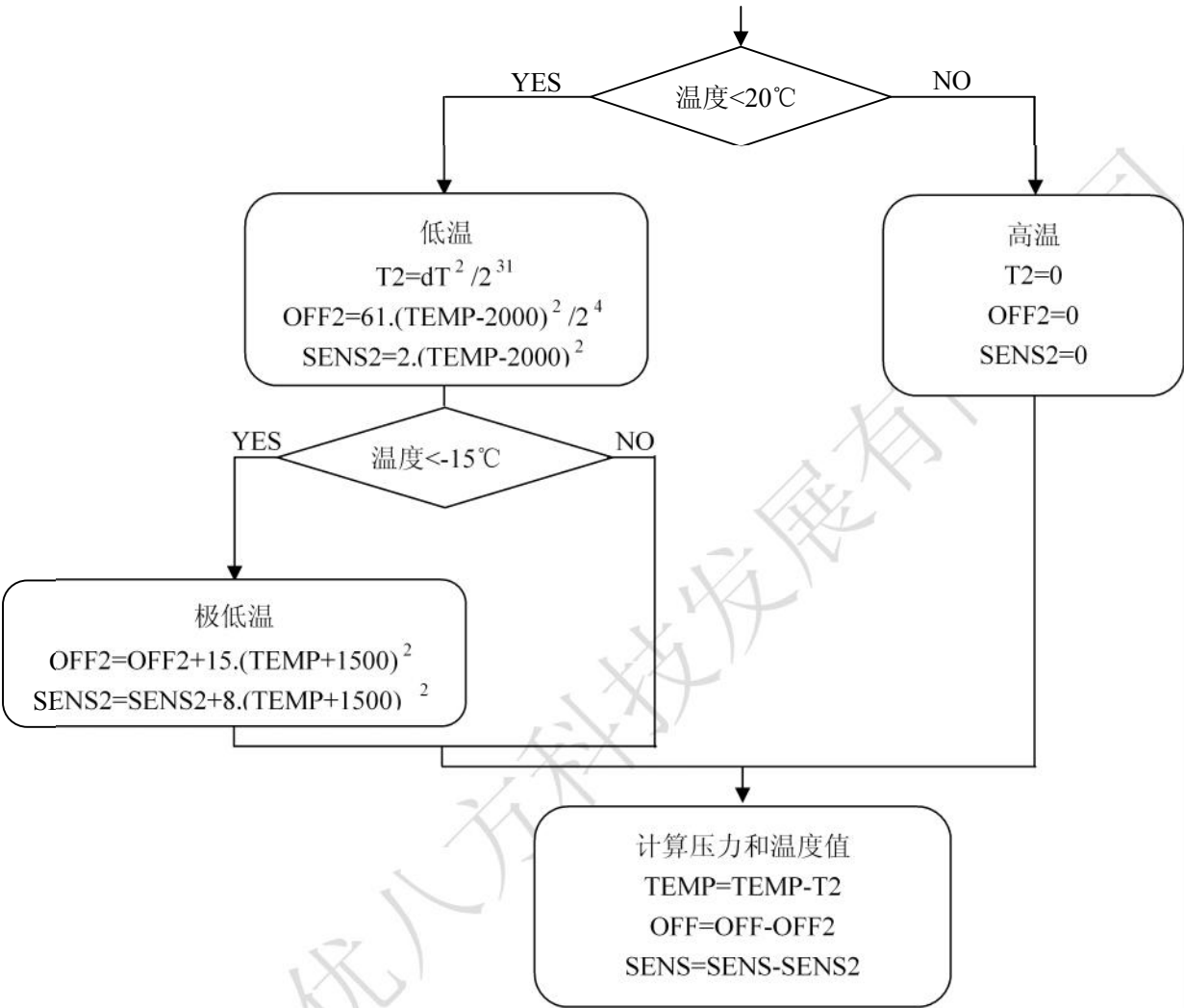
OFF	实际温度漂移[1] $OFF=OFFT1+TCO\times dT=C2\times 2^{17}+(C4\times dT)/2^6$	signed int64	41	-17179344900	25769410560	5764707214
SENS	实际温度灵敏度[1] $SENS=SENST1+TCS\times dT=C1\times 2^{16}+(C3\times dT)/2^7$	signed int64	41	-8589672450	12884705280	3039050829
P	压力的温度补偿（10~1200mbar，0.01mbar 分辨率） $P=D1\times SENS-OFF=(D1\times SENS/2^{21}-OFF)/2^{15}$	signed int32	58	1000	120000	110002=1100.02mbar

显示压力和温度值

[1] 必须定义最大最小值

二阶温度补偿

为了在全温度范围内获得最佳精度，特别是低温区域，建议对温度的非线性进行补偿。通过二阶修正系数对标准计算出来温度值，漂移，灵敏度进行修正重新计算。二阶修正系数如下计算：



SPI 接口

指令

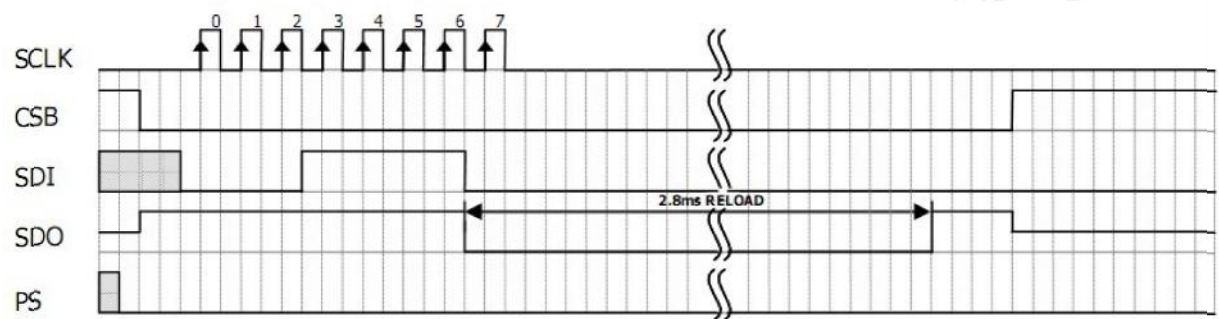
如下表所示，每条指令的大小是 1 个字节（8 位）。在 ADC 收到读指令后，该设备读取 PROM 的 16 位值并返回为 24 位数值。存储在 PROM 内部的地址通过 A2, A1, A0 位读取。

	Command byte								Hex value
Bit number	0	1	2	3	4	5	6	7	
Bit name	PRM	COV	-	TYP	AD2/ OS2	AD1/ OS1	AD0/ PS0	STOP	
Command									
Reset	0	0	0	1	1	1	1	0	0X1E
Convert D1(OSR=256)	0	1	0	0	0	0	0	0	0X40
Convert D1(OSR=512)	0	1	0	0	0	0	1	0	0X42
Convert D1(OSR=1024)	0	1	0	0	0	1	0	0	0X44
Convert D1(OSR=2048)	0	1	0	0	0	1	1	0	0X46

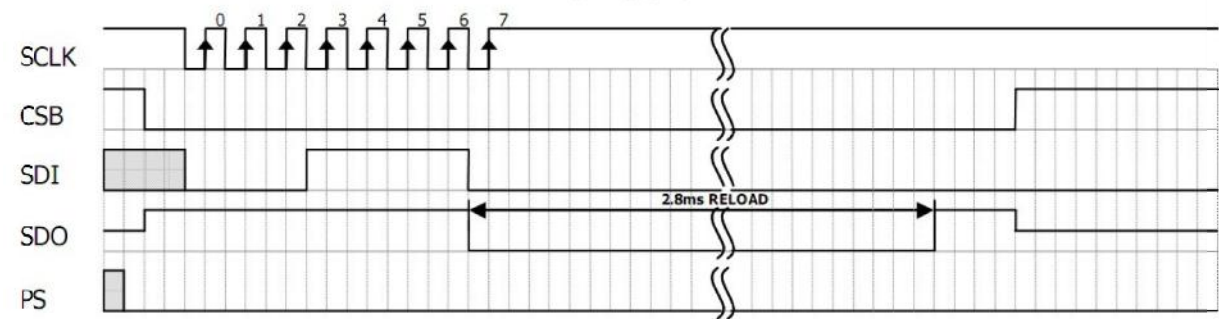
Convert D1(OSR=4096)	0	1	0	0	1	0	0	0	0X48
Convert D2(OSR=256)	0	1	0	1	0	0	0	0	0X50
Convert D2(OSR=512)	0	1	0	1	0	0	1	0	0X52
Convert D2(OSR=1024)	0	1	0	1	0	1	0	0	0X54
Convert D2(OSR=2048)	0	1	0	1	0	1	1	0	0X56
Convert D2(OSR=4096)	0	1	0	1	1	0	0	0	0X58
ADC Read	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
PROM Read	1	0	1	0	Ad2	Ad1	Ad0	0	0xA0 to 0xAE

复位序列

在上电后应先发一次复位序列，确保 PEOM 的校准参数装载到内置寄存器中。也可以在运行中出现未知错误的时候进行复位。



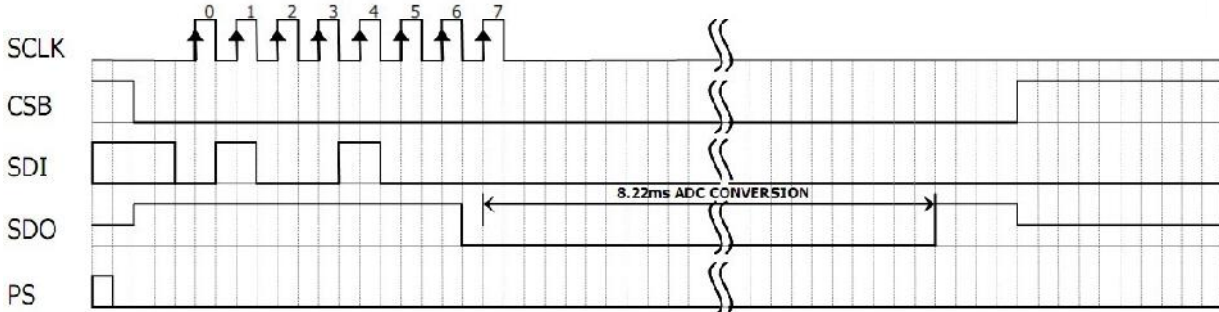
SPI 为模式 0 时的复位指令序列



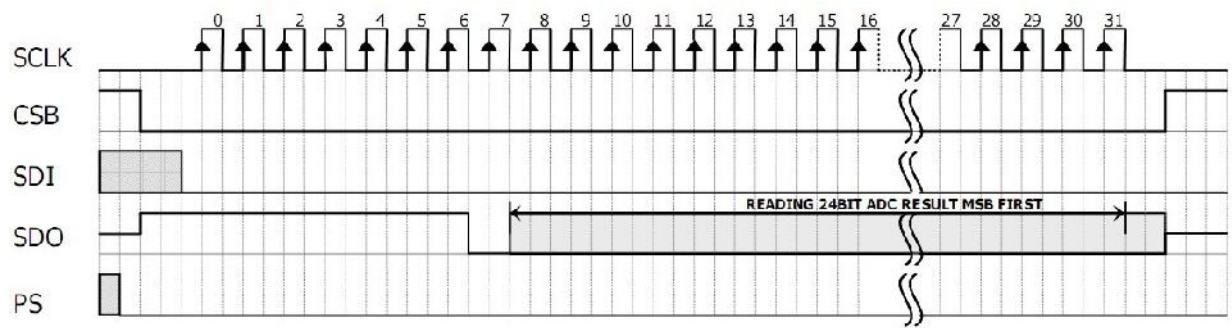
SPI 为模式 3 时的复位指令序列

转换序列

转换指令通常从未补偿的压力（D1）或者未补偿的温度（D2）开始转换，此时片选信号将不起作用。转换后，先输出最高有效位。如果在 ADC 读指令前转换或者 ADC 重复读取指令时，转换不会停止，它输出错误的结果 0，在转换已经开始后发出的转换序列也得不到正确的结果。



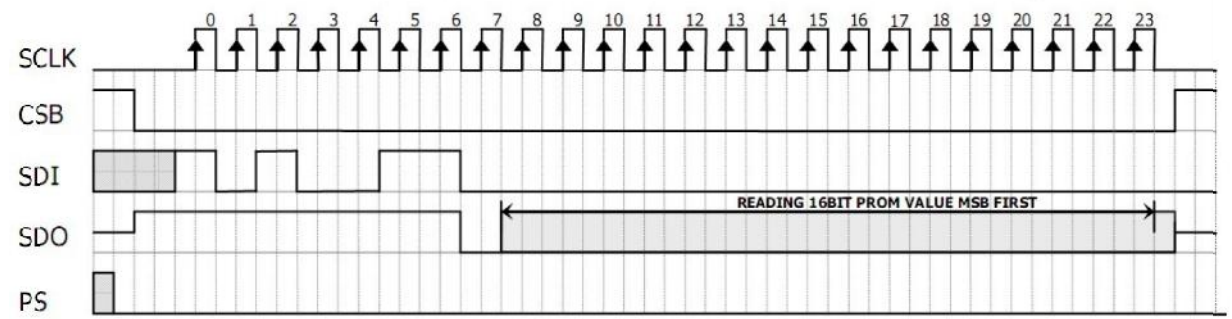
转换出来的序列，Typ=d1,OSR=4096



ADC 读序列

PROM 读序列

用户在重新校准补偿系数时应执行一次 PROM 的读指令。128 位寄存器共有 8 个地址。第一个地址中存储的是工厂出厂设定的数据。地址 1-6 存储计算出来的校准系数。地址 7 包含了串行代码和 CEC。



PROM 读序列，address=011（系数 3）

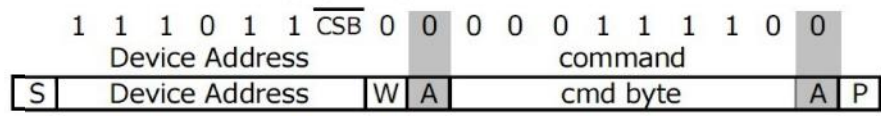
I²C 接口

指令

每个 I2C 通信的开始和结束都有它相应的条件。BP5607 的地址是 111011Cx，这里的 C 由 CSB 管脚的电平值来补充。模块内部不含有微控制器，因而 I2C 和 SPI 指令类似。

复位序列

任何时间都可以进行复位，复位不成功的原因可能是 SDA 管脚被模块的默认状态挡住了。只有在多个 SCLKS 后发送复位序列或者重新上电才能让 BP5607 得以运行。

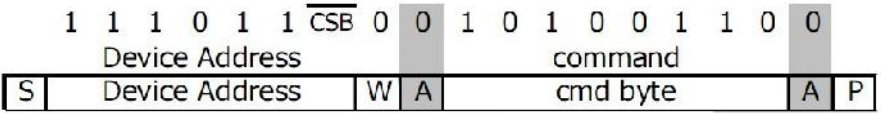


From Master S = Start Condition W = Write A = Acknowledge
From Slave P = Stop Condition R = Read N = Not Acknowledge

I2C 复位指令

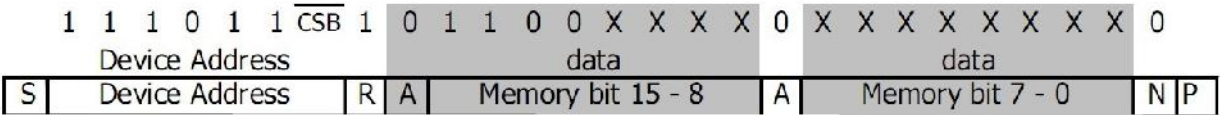
PROM 读序列

PROM 的读指令由两部分组成，第一部分是将系统设置为 PROM 读取模式，另一部分是从系统读取数据。



From Master S = Start Condition W = Write A = Acknowledge
From Slave P = Stop Condition R = Read N = Not Acknowledge

I2C 读取寄存器地址=011 指令（系数 3）



From Master

From Slave

S = Start Condition

W = Write

A = Acknowledge

P = Stop Condition

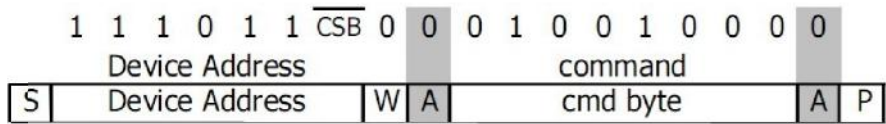
R = Read

N = Not Acknowledge

I2C 从 BP5607 模块获得的回复

转换序列

通过给 BP5607 发送指令来启动转换。当指令发送到后，系统一直处于繁忙状态，直到转换结束为止。当转换接受到一个读指令后，转换完成。当从 BP5607 出现一个默认值时，24 个 SCLK 循环可能会被发送去接收全部转换值。



From Master

From Slave

S = Start Condition

P = Stop Condition

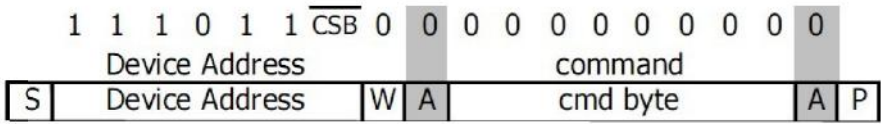
W = Write

R = Read

A = Acknowledge

N = Not Acknowledge

开启一个压力值转换的 I2C 指令 (OSR=4096, typ=D1)



From Master

From Slave

S = Start Condition

P = Stop Condition

W = Write

R = Read

A = Acknowledge

N = Not Acknowledge

I2C ADC 读序列



From Master

From Slave

S = Start Condition

P = Stop Condition

W = Write

R = Read

A = Acknowledge

N = Not Acknowledge

I2C 从 BP5607 获得的响应

循环冗余检验(CRC)

BP5607 包含了一个 128 位的寄存器，一个 4 位循环冗余检验码被用来检查寄存器中数据的有效性。在 BP520 中详细描述了 CPC-4 代码的使用。

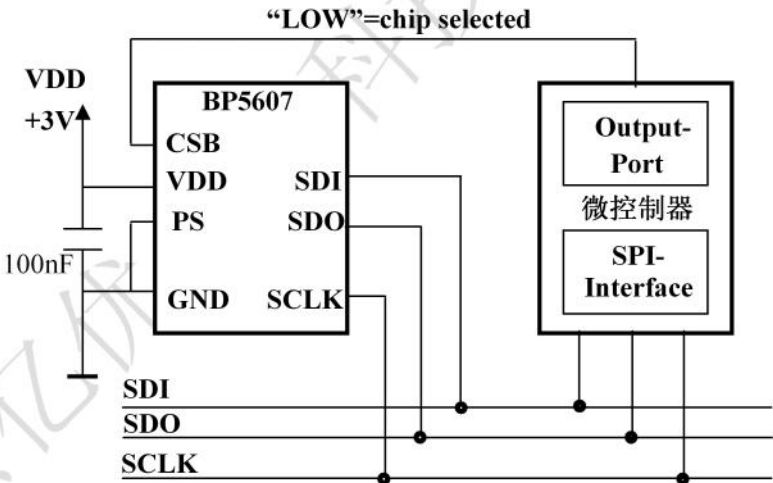
A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
d	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
d	1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
5	4	3	2	1	0											
0	16 bit reserved for manufacturer															
1	Coefficient 1 (16 bit unsigned)															
2	Coefficient 2 (16 bit unsigned)															
3	Coefficient 3 (16 bit unsigned)															
4	Coefficient 4 (16 bit unsigned)															
5	Coefficient 5 (16 bit unsigned)															
6	Coefficient 6 (16 bit unsigned)															
7															CRC	

PROM 的存储器映射

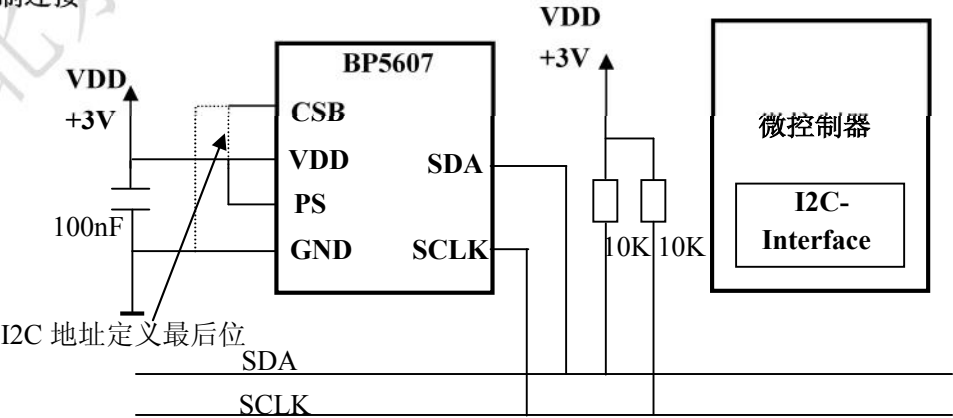
应用电路

BP5607 结合微控制器可以用做移动高度测量。采用 3V 电源供电，低功耗系统设计。

SPI 控制连接



I2C 控制连接

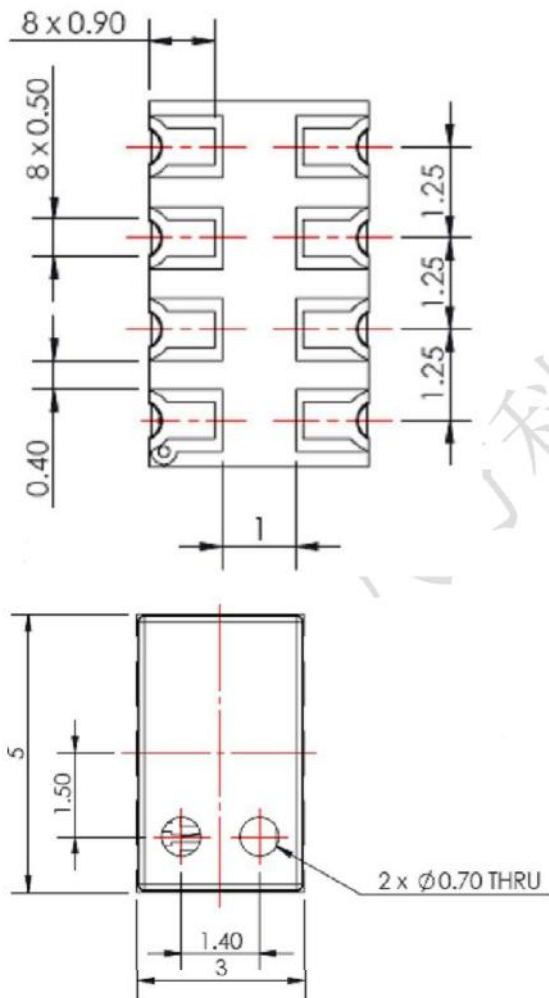
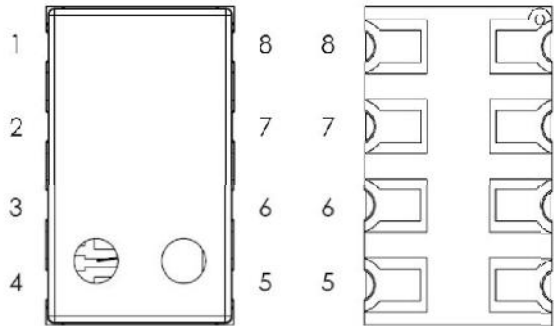


SPI/I2C 控制连接的典型电路

引脚结构

尺寸图

Pin	Name	Type	Function
1	VDD	P	Positive supply voltage
2	PS	I	Protocol select PS high (VDD) → I ² C PS low (GND) → SPI
3	GND	G	Ground
4	CSB	I	Chip select (active low), internal connection
5			
6	SDO	O	Serial data output
7	SDI / SDA	I / IO	Serial data input / I ² C data IO
8	SCLK	I	Serial data clock



注：所有尺寸单位 MM；误差±0.1

安装、装配注意事项

焊接

请参阅焊接手册

安装

BP5607 可以采用真空喷嘴设备安装，真空不会造成损坏，低压装配设备不会影响传感器的滞后效应，并且能更好的焊接，不会出现虚焊等现象。

PCB 板连接

该模块可以灵活的与 PCB 板相连接，这在手表、GPS 等特殊场合是非常重要的。

清洁

该 BP5607 在洁净的环境下进行生产，因此建议在 10000 级或者更好的条件下安装传感器。在有尘埃和沙尘的地方建议对传感器的开口处做一些保护措施。为了避免清洗 PCB 板，建议采用免清洗的锡膏。

注：清洗有可能损坏传感器。

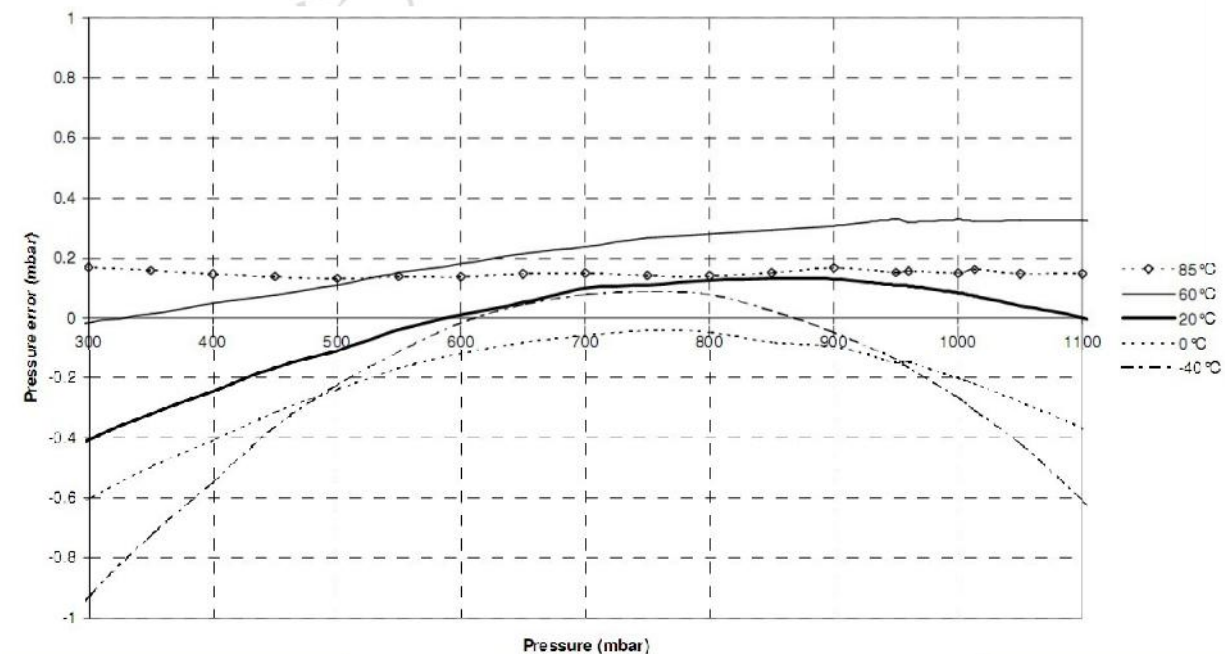
静电释放（ESD）预防

电气连接管脚可以承受高达 4KV 的静电释放（人体模型）。

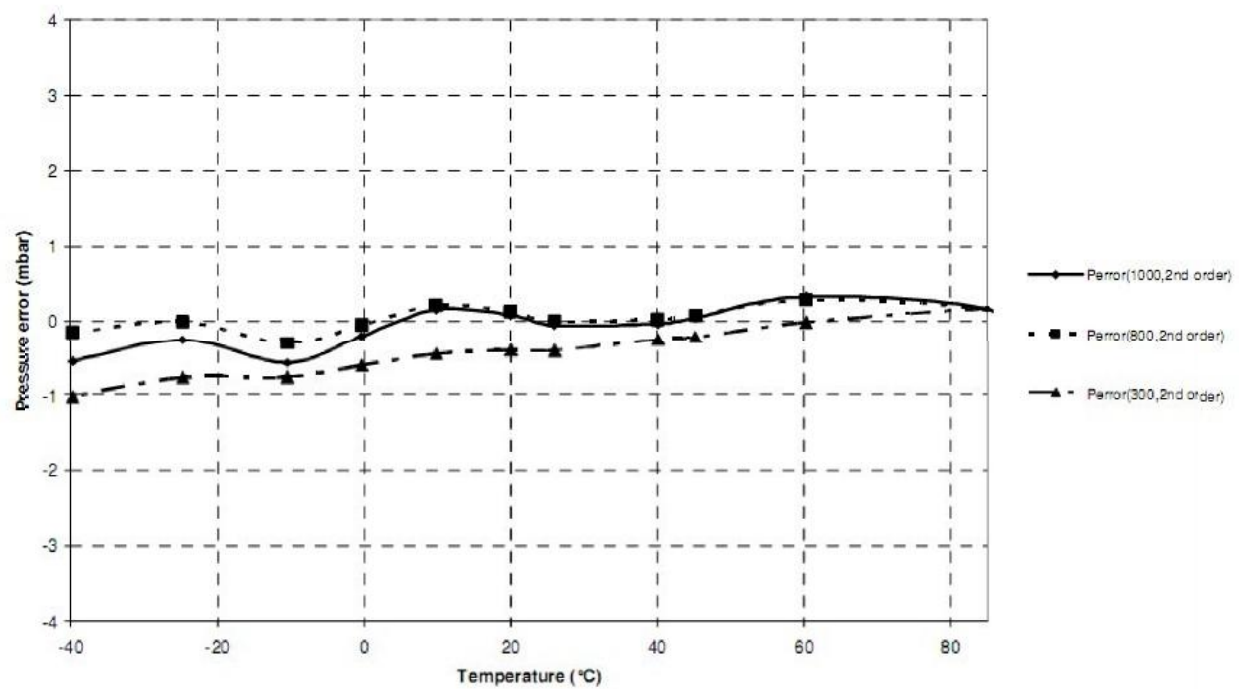
去耦电容

特别注意的是，当传感器连接上供电电源时，必须采用去耦电容。一个 100nF 的陶瓷电容应尽可能的靠近传感器的 VDD 管脚安装。该电容在转换数据时能够稳定供电电源，从而提供更好的精度。

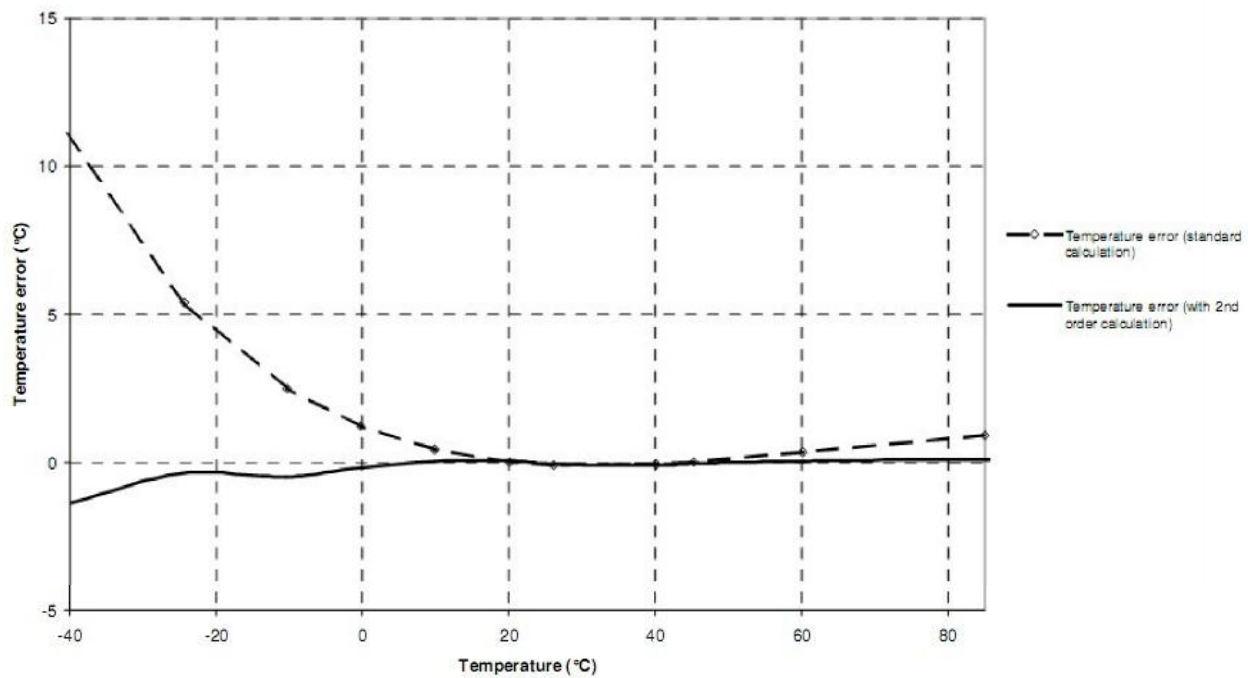
典型性能特性曲线



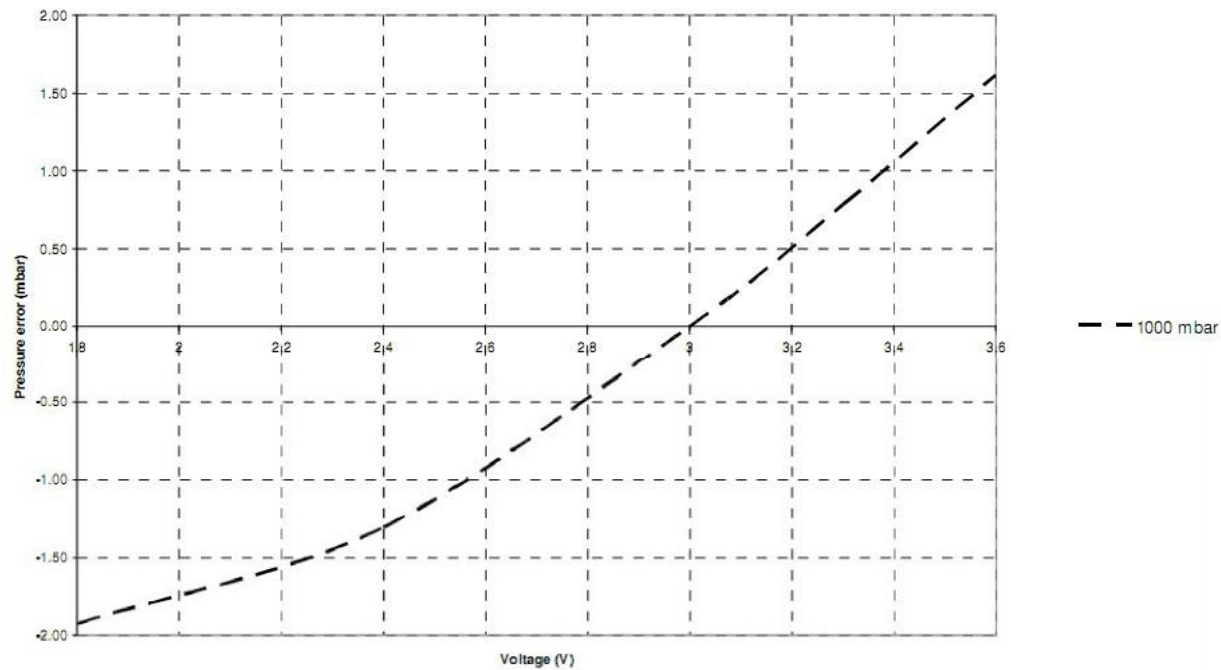
绝对压力精度，二阶补偿



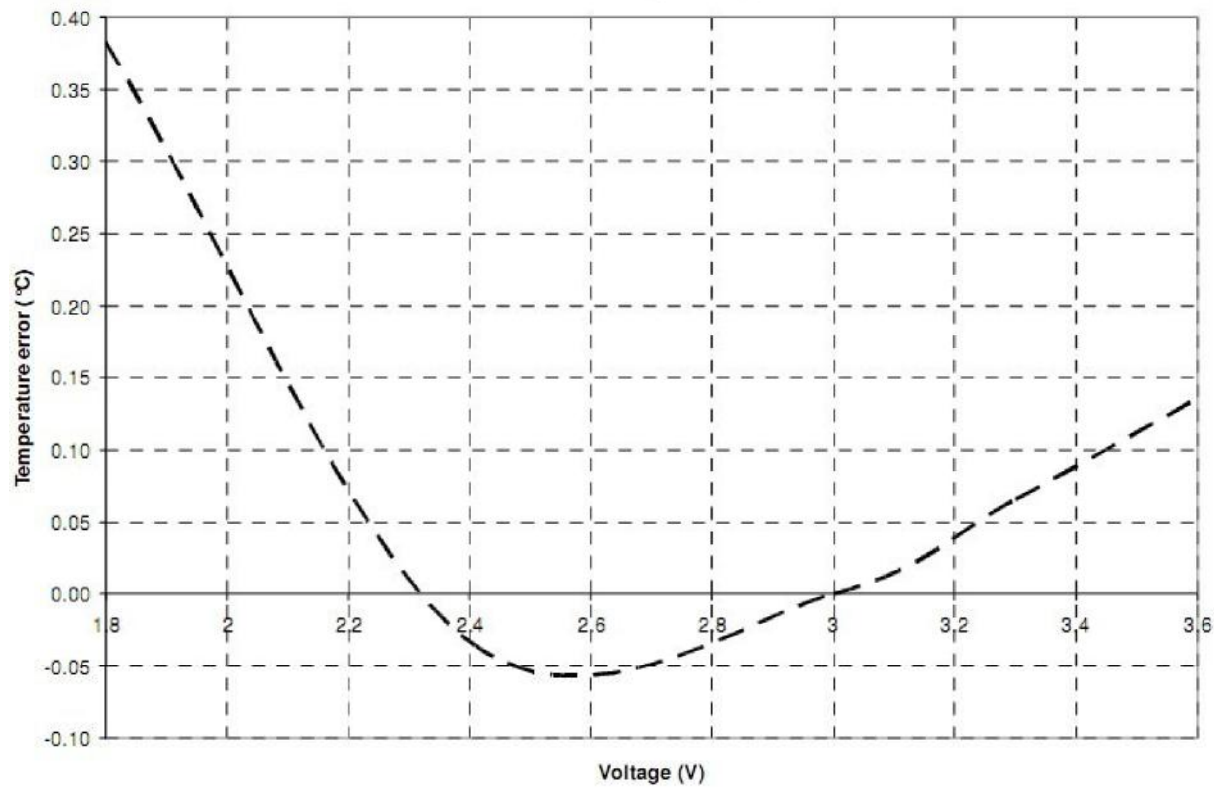
压力误差、精度和温度的关系曲线图



温度误差、精度和温度的关系曲线图



压力误差与供电电压（典型值）关系曲线图



温度误差和供电电压（典型值）的关系曲线图