SV SensTech

华景传感科技

Data Sheet

Version 2.0/July 2022

SV-DIP6-010D

拥有核心芯片技术的MEMS传感技术公司

A MEMS Sensor Company with Advanced Core Chip Technology

上海
芯片研发：上海张江

无锡
研发测试中心：无锡高新区

北京
华北销售中心：北京海淀

德国
芯片研发：斯图加特

苏州
封测生产：苏州高新区

深圳
华南销售中心：深圳南山

产品规格书

SV-DIP6-010D 表压压力传感器

● 产品描述

SV-DIP6-010D是一种由MEMS压阻式压力传感器芯片和专用信号调理芯片组成的数字输出压差传感器。ASIC包括24位Sigma-Delta ADC、OTP存储器和接口电路。存储在OTP存储器中的校准数据可用于SV-DIP6-010D 的校准。每个模块都经过线性校验和温度补偿，使其电压输出信号线性正比于输入压力，并不受工作温度影响.

● 产品特点

- 压力类型：表压型
- 压力范围：0~10kPa
- 待机电流：＜0.1μA
- 高分辨率：1Pa (RMS, 高分辨模式)
- 数字I2C接口：气压ADC分辨率24 Bit
  温度ADC分辨率16 Bit
- 工作温度范围：-20℃ ~ 85℃
- 可靠性高、稳定性好、长期漂移低

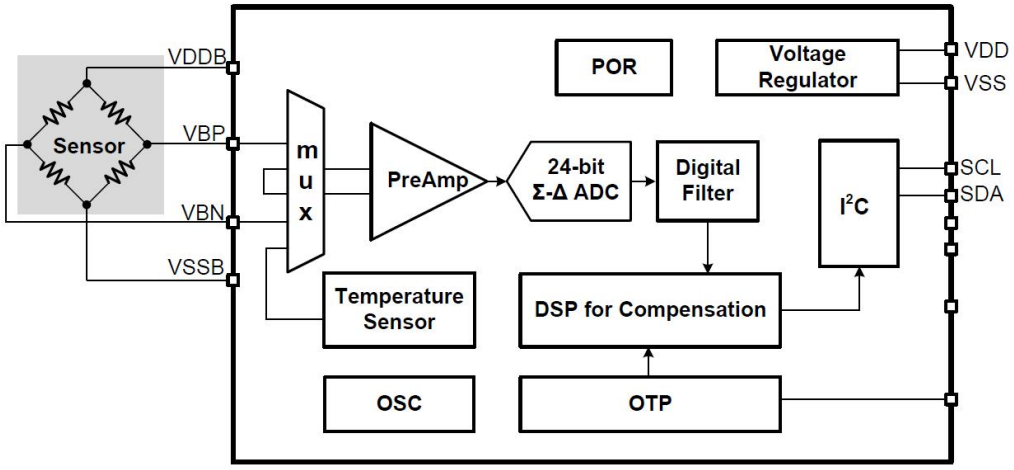
● 产品应用

- 水位压力测试
- 工业/工程气压控制
- 表压传感器系统
- 医疗仪器

目录

1. 器件内部功能框图 4
2. 极限参数 4
3. 规格参数 4
4. I2C 通讯协议 5
5. 工作模式、操作顺序 6
5.1 上电时序 6
5.2 IIC 写入命令 6
5.3 等待 7
5.4 IIC 读取命令 8
5.5 换算 8
6. 典型应用电路 9
7. 参考应用结构 10
8. 外形结构 11
9. 更改版本 11
10. 联系方式 11
11. 附件：IIC 参考例程 12

1. 器件内部功能框图



2. 极限参数

参数	条件	最小	最大	单位
存储温度		-40	105	℃
供电电压	所有的引脚	-0.3	3.6	V
IO 引脚电压	所有的引脚	-0.3	3.6	V
ESD（HBM）		-2	2	kV
过载			30	kPa

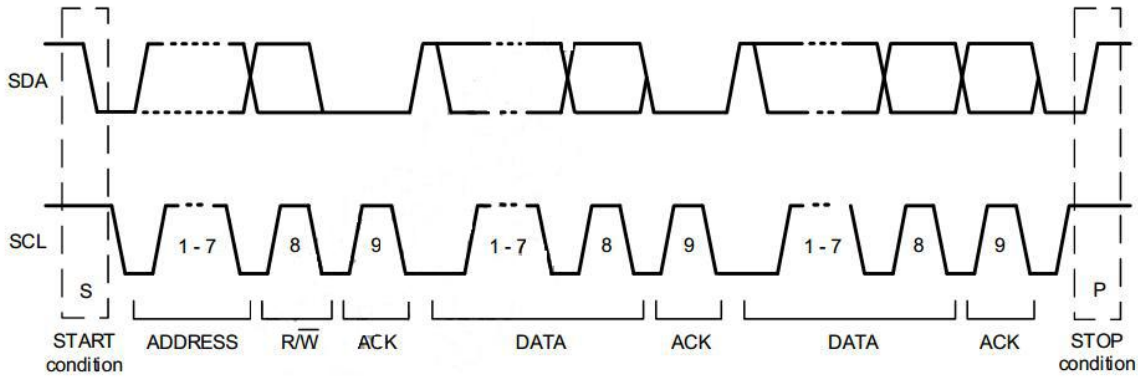
3. 规格参数

（Vs=3.3V DC，T_A=25℃）

参数	符号	条件			最小值	典型值	最大值	单位
工作温度	TA				-20		85	℃
工作量程	P				0		10	kPa
供电电压	VDD				1.8	3.3	3.6	V
电流消耗（1 Hz）	Idd	工作模式	OSR_P	OSR_T				μA
		低功耗模式	1024X	2048X		10		
		次低功耗模式	2048X			14		
		标准模式	4096X			19		
		高精度模式	8192X			28		
		超高精度模式	16384X			46		
待机电流	Iddsbm	@25℃				0.1		

压力/温度测量时间	Tc	工作模式	OSR_P	OSR_T				ms
		低功耗模式	1024X	2048X		13		
		次低功耗模式	2048X			19		
		标准模式	4096X			31		
		高精度模式	8192X			56		
		超高精度模式	16384X			105		
ADC 分辨率		压力				24		Bit
		温度				16		Bit
压力精度	P_A	0-65°C			-1		1	%F.S
温度精度	T_A	0~65°C			-1.5		1.5	°C
串行数据时钟	fI²C	I²C					3.4	MHz

4. I2C 通讯协议



I2C 通讯协议

- START Condition

SDA 由空闲高状态转换为低状态，这时 SCL 保持高；也能在传输过程中重复发送 start condition，这预示通讯将会重新开始而没有中间的停止位。

- Address Bits

在第一个字节传输过程中，前 7-bits 提供设备的指定地址，默认为 0x78，这个地址的设备将会应答本次的通讯。

- Read/Write Direction Bit

在第一个字节传输过程中，最后一比特指出通信方向，0 表示主设备写操作，1 表示主设备读操作；如果主设备请求读从设备，则主设备将在后来的字节控制 SDA 线输出数据。

- Data Byte

所有其他的字节，除了地址和读、写位，在 SDA 上传输被认为是通信的数据字节。

➢ Acknowledge or Not Acknowledge Bit

应答位用来告诉发送者字节已经接收到，设备收到数据需要应答每个字节，包括地址字节；在这个时刻，发送数据的总线设备停止驱动 SDA 线并且 SDA 线被拉高；不应答一个字节，接收设备不需要做任何事；应答一个字节，接收设备需要把 SDA 拉低。

一个接收从设备不需要应答，如果从设备不是寻址的设备或者设备不能处理接收的字节，从设备不应答；如果主设备在接收中并且想要结束通讯，如果遇到不应答，设备传输数据需要产生一个停止位。

➢ Stop Condition

SDA 从低状态转换到高状态，而且 SCL 保持高，这时结束 I²C 通信。

5. 工作模式、操作顺序

产品上电后仅在接收到相应的 I²C 命令后才会启动一次压力和温度的测量及校准过程,完成测量后自动进入深度休眠状态以节省功耗。在深度休眠时，内部电路中除 I²C 接口外其余电路全部关闭，消耗的电流约为 0.1μA。

传感器 IIC 地址:传感器默认的 7bits I2C 设备地址为 0x78

操作顺序：

1) 上电后需等待，参考上电时序
2) IIC 写入
3) 等待
4) IIC 读取
5) 数值换算

5.1 上电时序

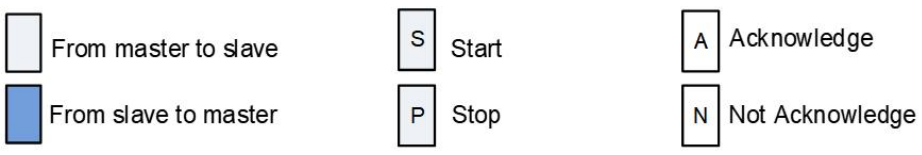
上电时序				
启动时间	T_{STA1}	VDD 上升至接口开始通讯的时间	1	ms
	T_{STA2}	VDD 上升至开始测量的时间	2.5	ms
唤醒时间	T_{WUP1}	休眠状态至接口开始通讯的时间	0.5	ms
	T_{WUP2}	休眠状态至至开始测量的时间	2	ms

5.2 IIC 写入命令

发写命令 0xAC 或者 0xBX（X 代表 1~6 中的某个数），可以获取到利用内部算法校准的数据，二种选一种，推荐使用默认模式。

5.2.1. 发送 Get_Cal 命令(0xAC)， 默认模式

发送 0xAC 命令获取校准值的步骤如下：



表：发送 Get_Cal 写命令

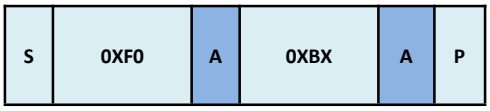
写命令中的 0xF0 表示默认的 7bits I2C 设备地址为 0x78，最后 1bit 为 0 表示主设备写操作。

Get_Cal 命令的过采样率是由 OTP 中的配置决定的，是固定不变的。

5.2.2 或者发送 Get_Cal_S 命令（0xBX），（X 代表 1~6 中的某个数）

Get_Cal_S 命令(0xB1 ~ 0xB6)与 Get_Cal 命令(0xAC)几乎一样，除了测量时 ADC 的过采样率的设定有所不同。Get_Cal_S 命令的过采样率是由命令本身的内容决定的。在工厂校准完传感器并烧写 OTP 数据之后，Get_Cal_S 命令允许用户用不同的过样率完成测量，以实现高精度、中等精度或低精度测量。

名称解释：过采样，类似于硬件滤波，数字越大，精度越好，需要消耗的时间越多，功耗也越高。



表：发送 Get_Cal_S 写命令

Command 0xBX(HEX)	Function	Detail
X 的第[3] Bit	测量温度时 ADC 的过采样率 OSR_T	0: 2048x 过采样率
X 的第[2:0] Bit	测量压力电桥时 ADC 的过采样率 OSR_P	001: 16384x 过采样率　100: 2048x 过采样率 010: 8192x 过采样率　101: 1024x 过采样率 011: 4096x 过采样率　110: 512x 过采样率

备注：发送 0xB3（标准模式）和发送(0xAC)一样的效果

5.3 等待

发送完写命令后需要等待一段时间再发送读命令，因为内部完成整个测量需要一段时间。等待的时长取决于压力过采样率和温度过采样率的设置（温度的过采样固定为 2048x）。不同的过采样率对应的等待时间不同。

等待的时长不需要计算，可以通过不断的读 IIC 状态字的方式判断出是否采集已经完成。

如下时间为 温度测量+压力测量的时间。

ADC 转换								
ADC 转换速率	FS, raw	OSR 为 1024X~16384X			20		1350	Hz
压力/温度测量时间	Tc	工作模式	OSR_P	OSR_T				ms
		低功耗模式	1024X	2048X		13		
		次低功耗模式	2048X			19		
		标准模式	4096X			31		
		高精度模式	8192X			56		
		超高精度模式	16384X			105		

表：ADC 转换时间

比特位	意　义	描　述
Bit7	保留	固定为 0
Bit6	上电指示 (Power indication)	1 设备上电（VDDB on）； 0 设备掉电
Bit5	忙闲指示 (Busy indication)	1 设备忙，表明最近一次 I2C 命令所要求读取的数据还未有效。如果设备忙，新的命令将不被处理。 0 表明最近一次 I2C 命令所要求读取的数据已经准备好被读取
Bit4	保留	固定为 0
Bit3	工作状态 (Mode Status)	0　NOR mode 1　CMD mode
Bit2	存储器数据完整性指示 (Memory integrity/error flag)	0 表示 OTP 存储器数据完整性测试 (CRC)通过； 1 表示完整性测试失败。对数据完整性的测试只在上电过程中(POR)计算一次，所以被写入的新 CRC 值只能在接下来的 POR 之后使用。
Bit1	保留	固定为 0
Bit0	保留	固定为 0

表：Status 字节比特位描述

5.4 IIC 读取命令

要保证写指令和读指令的时间间隔大于测量的时长才能够读出校准数据，读数格式如图 4 所示，读命令中的 0xF1 表示默认的 7bits I2C 设备地址为 0x78， 最后 1bit 为 1 表示主设备读操作。读到的校准数据共 6 个字节，依次为 1 字节状态字，3 字节气压相关值 BridgeDat[23:16],BridgeDat[23:16]，BridgeDat[23:16]

2 字节温度相关值:TempDat[15:8],TempDat[7:0]。

读值时候压力和温度要一起读取出来。如果不需要温度值，可以不进行温度的转换计算。

S	0XF1	A	Status	A	BridgeDat [23:16]	A	BridgeDat [15:8]	A	BridgeDat [7:0]	A	TempDat [15:8]	A	TempDat [7:0]	N	P

图：I2C 读出 3 字节压力相关值或 2 字节温度相关值

5.5 换算

气压值换算公式：输入输出关系：

$$\boldsymbol{Pressure} = \frac{\mathbf{P_{MAX}} - \mathbf{P_{MIN}}}{\mathbf{D_{MAX}} - \mathbf{D_{MIN}}} \cdot (\mathbf{D_{test}} - \mathbf{D_{MIN}}) + \mathbf{P_{MIN}}$$

Pressure：实际压力值； Dtest：传感器的数字输出值； PMIN：传感器零点压力值； PMAX：传感器满量程压力值；DMIN：传感器零点时对应的数字输出值；DMAX：传感器满量程时对应的数字输出值；

例子：读到校准数据后，需要将以百分比形式表示的无符号数进行简单的换算。

为方便理解，我们假设读到的校准数据为：0x04　0x9B　0xB0　0xC5　0x56　0xAA

0x04 为状态字：Bit5 如果为 1 表明最近一次 I2C 忙，需要等待一段时间。如果 Bit5 为 0 表明设备非忙，可以读取数据。关于状态字各比特的详细描述参考之前表格。

0x9B 0xB0 0xC5 三个字节为压力相关电桥校准值

0x56 0xAA 两个字节为温度校准值

压力换算：将无符号数 0x9B 0xB0 0xC5 转换为十进制数为 10203333,

本次计算假设校准时使用的量程为 **0 ~ 10kPa**，对应的 AD 输出为 2516582.4~14260633.6（15%AD~85%AD）

根据气压输入输出关系校准公式得到：

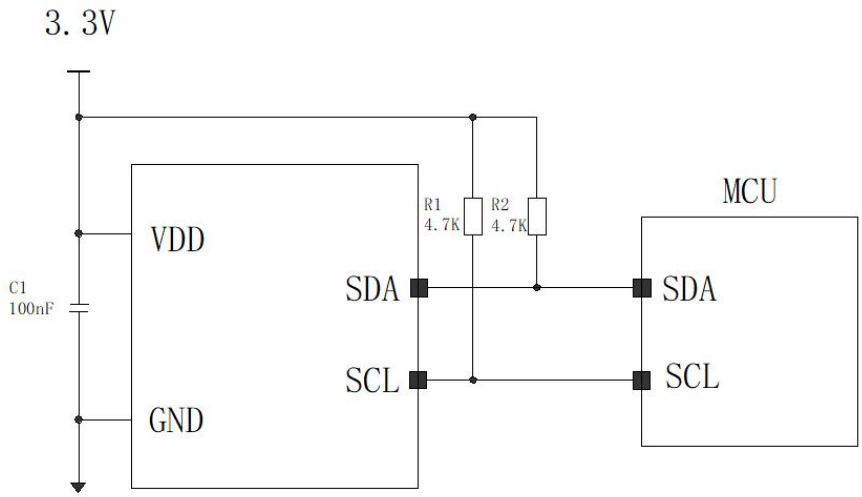
实际压力值=（10-0）/（14260633.6-2516582.4）*（10203333-2516582.4）+ 0 = 6.545 kPa

温度换算：将无符号数 0x56 0xAA 转换为十进制数为 22186，由于读取到的校准数据是以百分比形式表示的，这个百分比在数值上等于我们换算得到的十进制数与 16 bits 无符号数的最大值（65535）之比，所以在换算百分比时可进行如下计算

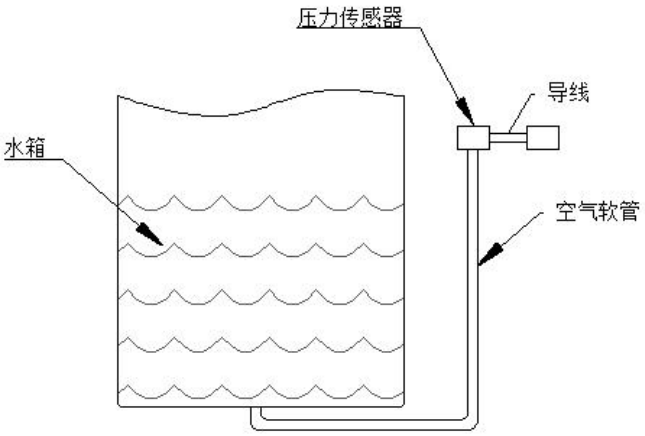
22186/65536*100% = 33.85%

温度的校准范围规定为-40℃~150℃ 所以校准值=(150-(-40))*33.85% - 40 = 24.32℃

6. 典型应用电路



7. 参考应用结构



参考上面应用结构图所示，水箱的水位高低检测是根据与水箱底侧相连的管子里的空气压力大小来判断。通过一个塑料管子和压力传感器连接起来，放水时水进入塑料管压缩管中空气，水位的高低和管中空气的压力大小呈正比，水位越高，水压就越大，空气压力就越大，压力传感器根据受到压力的大小相应输出与空气压力呈正比的信号给到 MCU，进而可以实时监测水箱水位高度，实现自动补给或输送水箱水量。

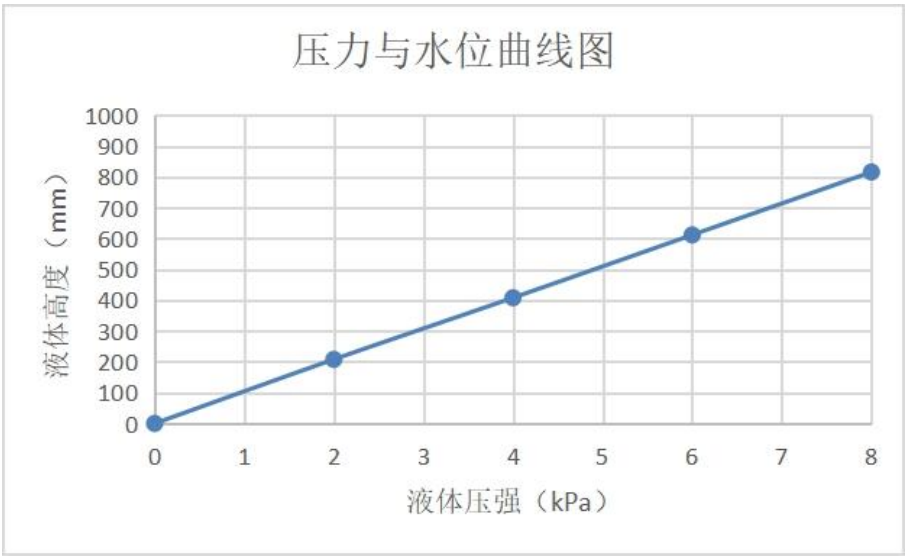
压力对应水位高度换算：

$$P\_f\ (Pa) = \rho\, g h$$

其中：P_f 为液体对水箱底部产生的压强；ρ 为液体密度，假设水箱中液体为水，则水的密度 ρ 为 $1.0 \times 10^3\ kg/m^3$；g 为重力加速度 $9.8 m/s^2$；h 为液体高度，由此液体高度 h 可得到：

$$h = \frac{P\_f\ (Pa)}{\rho\, g} = \frac{P\ (Pa)}{\rho\, g}$$

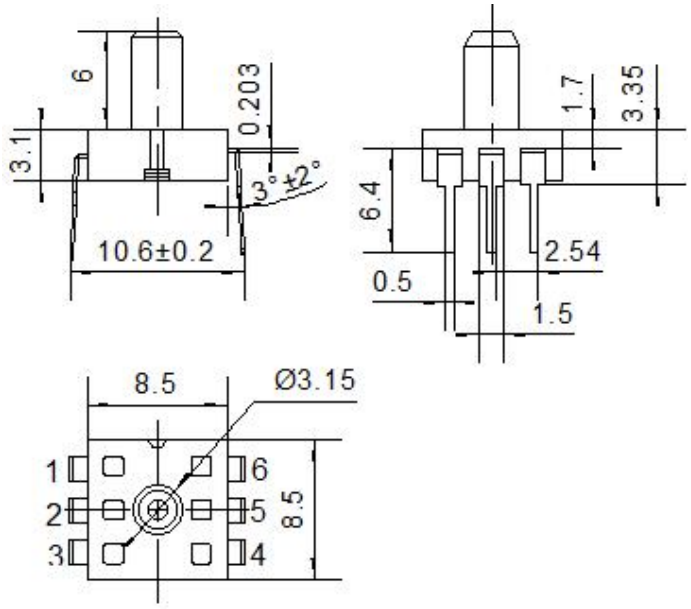
如传感器量程为 0~10kPa，则对应测量的液体水位高度 h 范围：0~1020.4mm；



图：压力与水位曲线图

8. 外形结构

单位：mm



引脚配置图

引脚	定义	说明
1	VDD	电源正极
2	SCL	I²C 通讯时序
3	SDA	I²C 通讯数据
4	NC	空置不接
5	GND	电源负极
6	NC	空置不接

注： NC脚需保持悬空，否则可能会引起产品功能失效。

9. 更改版本

版本号	变更内容	变更日期
1.0	新建	2020-06-18
1.1	增加 IIC 参考例程	2020-08-18
2.0	增加封面，内容格式调整	2022-07-01

10. 联系方式

华景传感科技（无锡）有限公司

地址：江苏省无锡市新吴区菱湖大道200号F2栋，214135

电话：(86) 0510-8562 2282

传真：(86) 0510-8562 2278

邮箱：sales@svsens.com

网站：www.svsens.com

11. 附件：IIC 参考例程

```
#include "PressureSensor.h"
#include "PressureSensor_IIC.h"

//IIC clock line
sbit SCL = P1 ^ 1;

//IIC data line
sbit SDA = P1 ^ 0;

//Set the input and output mode of IIC data pin
#define Set_SDA_INPUT()
    P1MDOUT &= 0xFE;
    P1 |= 0X01
#define Set_SDA_OUTPUT() P1MDOUT |= 0x01;

////Delay function needs to be defined
void DelayUs(unsigned char i)
{
}

//Start signal
void Start(void)
{
    SDA = 1;
    DelayUs(2);
    SCL = 1;
    DelayUs(2);
    SDA = 0;
    DelayUs(2);
    SCL = 0;
}

//Stop signal
void Stop(void)
{
    Set_SDA_OUTPUT();
    SDA = 0;
    DelayUs(2);
    SCL = 1;
    DelayUs(2);
    SDA = 1;
    DelayUs(2);
}

//Read ACK signal
unsigned char Check_ACK(void)
{
    unsigned char ack;
    Set_SDA_INPUT();
    SCL = 1;
    DelayUs(2);
    ack = SDA;
```

```
    SCL = 0;
    Set_SDA_OUTPUT();
    return ack;
}

//Send ACK signal
void Send_ACK(void)
{
    Set_SDA_OUTPUT();
    SDA = 0;
    DelayUs(2);
    SCL = 1;
    DelayUs(2);
    SCL = 0;
    DelayUs(2);
}

//Send one byte
void SendByte(unsigned char byte)
{
    unsigned char i = 0;
    Set_SDA_OUTPUT();
    do
    {
        if (byte & 0x80)
        {
            SDA = 1;
        }
        else
        {
            SDA = 0;
        }
        DelayUs(2);
        SCL = 1;
        DelayUs(2);
        byte <<= 1;
        i++;
        SCL = 0;
    } while (i < 8);
    SCL = 0;
}

//Receive one byte
unsigned char ReceiveByte(void)
{
    unsigned char i = 0, tmp = 0;
    Set_SDA_INPUT();
    do
    {
        tmp <<= 1;
        SCL = 1;
        DelayUs(2);
        if (SDA)
        {
```

```
            tmp |= 1;
        }
        SCL = 0;
        DelayUs(2);
        i++;
    } while (i < 8);
    return tmp;
}

//Write a byte of data through IIC
uint8 BSP_IIC_Write(uint8 address, uint8 *buf, uint8 count)
{
    unsigned char timeout, ack;
    address &= 0xFE;
    Start();
    DelayUs(2);
    SendByte(address);
    Set_SDA_INPUT();
    DelayUs(2);
    timeout = 0;
    do
    {
        ack = Check_ACK();
        timeout++;
        if (timeout == 10)
        {
            Stop();
            return 1;
        }
    } while (ack);

    while (count)
    {
        SendByte(*buf);
        Set_SDA_INPUT();
        DelayUs(2);
        timeout = 0;
        do
        {
            ack = Check_ACK();
            timeout++;
            if (timeout == 10)
            {
                return 2;
            }
        } while (0);
        buf++;
        count--;
    }
    Stop();
    return 0;
}
```

```
//Read a byte of data through IIC
uint8 BSP_IIC_Read(uint8 address, uint8 *buf, uint8 count)
{
    unsigned char timeout, ack;
    address |= 0x01;
    Start();
    SendByte(address);
    Set_SDA_INPUT();
    DelayUs(2);
    timeout = 0;

    do
    {
        ack = Check_ACK();
        timeout++;
        if (timeout == 4)
        {
            Stop();
            return 1;
        }
    } while (ack);
    DelayUs(2);

    while (count)
    {
        *buf = ReceiveByte();
        if (count != 1)
            Send_ACK();
        buf++;
        count--;
    }
    Stop();
    return 0;
}

// Define the upper and lower limits of the calibration pressure
#define PMIN 0    // Zero Point Pressure Value for example 0kPa
#define PMAX 10000 // Full range pressure Value, for example 10kPa
#define DMIN 2516582.4 //AD value corresponding to pressure zero, for example 15%AD
#define DMAX 14260633.6 //AD Value Corresponding to Full Pressure Range, for example 85%AD

//The 7-bit IIC address of the PressureSensor is 0x78
uint8 Device_Address = 0x78 << 1;

//Delay function needs to be defined
void DelayMs(uint8 count)
{
}

//Read the status of IIC and judge whether IIC is busy
uint8 PressureSensor_IsBusy(void)
{
    uint8 status;
    BSP_IIC_Read(Device_Address, &status, 1);
```

```
    status = (status >> 5) & 0x01;
    return status;
}

void PressureSensor_get_cal(void)
{
    uint8 buffer[6] = {0};
    uint32 Dtest = 0;
    uint16 temp_raw = 0;
    double pressure = 0.0, temp = 0.0;

    //Send 0xAC command and read the returned six-byte data
    buffer[0] = 0xAC;
    BSP_IIC_Write(Device_Address, buffer, 1);
    DelayMs(5);
    while (1)
    {
        if (PressureSensor_IsBusy())
        {
            DelayMs(1);
        }
        else
            break;
    }
    BSP_IIC_Read(Device_Address, buffer, 6);

    //The returned pressure and temperature values are converted into actual values according to the calibration
range
    Dtest = ((uint32)buffer[1] << 16) | ((uint16)buffer[2] << 8) | buffer[3];
    temp_raw = ((uint16)buffer[4] << 8) | (buffer[5] << 0);

    //pressure unit: Pa
    pressure = (PMAX-PMIN)/(DMAX-DMIN)*(Dtest-DMIN)+PMIN;

    temp = (double)temp_raw / 65536;

    //temp unit:    0.01℃
    temp = temp * 19000 - 4000;
}
```