• 产品描述

7 SMART Sensor Module传感器模块由电化学传感器和数据采集处理板组成。传感器为标准7系结构(盛密科技电化学传感器)，数据采集处理板对传感器信号进行放大、采样、滤波，经MCU数据处理后实现气体的检测。通过配置不同传感器，模块可对环境中存在的各类有毒有害及可燃性气体进行实时浓度检测，方便用户在不同场合下以简洁的方式快速组成系统，适用于室内、室外的空气质量检测，以及工业领域等的气体检测。

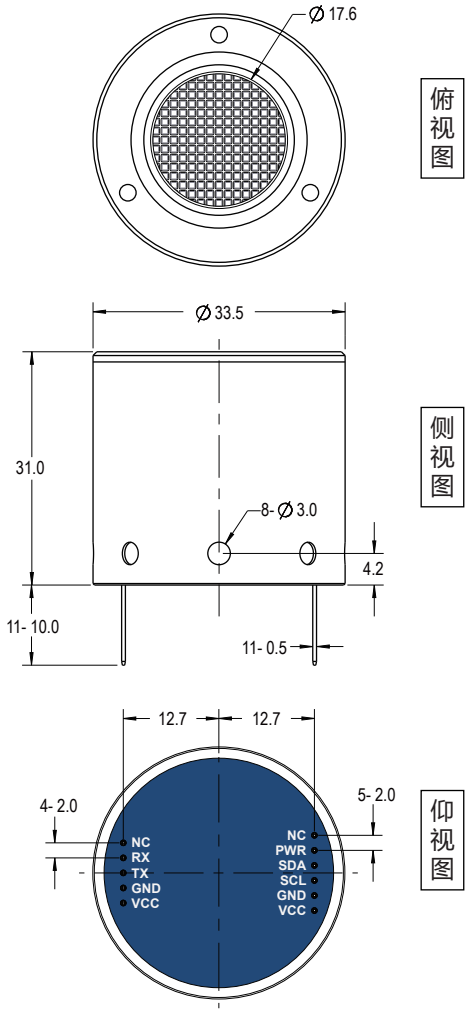
• 产品特点

- 统一的电气接口、机械尺寸和通讯协议；
- 可以根据需求选择不同的传感器，灵活应用于不同的场合；
- 模块内置温度、湿度传感器，并置入温度补偿算法，以减小环境温度变化对测量结果的影响；
- 多种输出接口，包括USART、I²C；
- 配置金属外壳 (可选)，具有保护内部电路防尘防水功能；
- I²C地址可编程，方便用户根据需求自定义。

• 技术参数

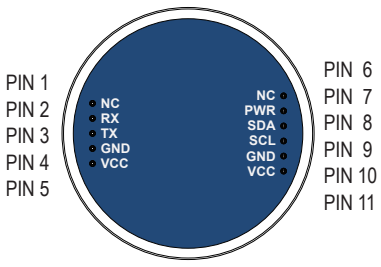
传感器配置:	7系列及环保系列传感器
检测原理:	电化学
测量范围:	依所选传感器规格书而定
分辨率:	依所选传感器规格书而定
测量误差:	依所选传感器规格书而定
工作电压:	(3.2 ~ 5.5) VDC
工作电流:	≤ 5 mA @ 5 V
信号输出方式:	USART (3.3V TTL电平)
	I²C (3.3V TTL电平)
安装方式:	11脚插针
工作温度:	-20°C ~ 55°C
工作湿度:	0% ~ 90%RH (无冷凝)
工作压力:	1 ± 0.1 标准大气压
外壳材质:	铝合金
外形尺寸:	Φ 33.5 x 31 毫米
重量:	30 克
工作寿命:	传感器寿命见数据手册
	电路板寿命5年 (无腐蚀环境下)

• 产品尺寸



所有尺寸标注以毫米为单位
除非另有说明，所有公差±0.20毫米

• 引脚定义图



• 引脚定义

1	NC	预留针脚 (悬空)
2	RX	串口输入RX
3	TX	串口输出TX
4	GND	电源地
5	VCC	电源 (3.2 ~ 5.5 V)
6	NC	预留针脚 (悬空)
7	PWR	模块电源使能 (低电平关闭，高电平开启，内置上拉电阻) 默认上拉高电平
8	SDA	I²C信号SDA (内置10kΩ上拉电阻) 默认上拉高电平
9	SCL	I²C信号SCL (内置10kΩ上拉电阻) 默认上拉高电平
10	GND	电源地
11	VCC	电源 (3.2 ~ 5.5 V)

注: 两个VCC信号内部连通

• USART通信协议

1. 串行通信参数

起始位：1；　数据位：8；　停止位：1；　校验位：无；　波特率：115200 bps
无特殊说明时，应答回复时间小于100ms (特殊情况请参考具体指令说明)，当前命令回复前无法响应其他指令

2. 帧格式 (每一通信帧的格式如下)

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
H	ID	F	A	N	D	CRC16

H：数据头，1Byte固定为0x3A
ID：设备码，1Byte默认为0x10，可由用户自定义
F：功能码，1Byte，例如（0x03）
A：起始地址，2Bytes，例如0x0001
N：数据长度，1Byte，以2个字节为单位，例如（0x02: 4字节）
D：数据，N*2Bytes，高位在前，例如（MSB LSB）定义为有符号短整型（signed short）
CRC16：数据校验，2Bytes，使用MODBUS_CRC16校验算法（算法详见附录1）

3. 指令说明

3.1 读取传感器类型

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x01	0x0000	0x01	0x0000	0x82B0

例：3A 10 01 00 00 01 00 00 82 B0

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	数据	校验位
0x3A	0x10	0x01	D (1byte数据)	CRC16

传感器类型代码 (十进制):

0,1：无定义 2：CO 3：O2 4：H2 5：CH4 6：无 7：CO2 8：O3 9：H2S 10：SO2
11：NH3 12：CL2 13：ETO 14：HCL 15：PH3 16：无 17：HCN 18：无 19：HF 20：无
21：NO 22：NO2 23：NOX 24：CLO2 25：无 26：无 27：无 28：无 29: 无 30：无
31：THT 32：C2H2 33：C2H4 34：CH2O 35：无 36：无 37：无 38：无 39: CH3SH 40：C2H3CL

例：3A 10 01 0F 4C AD (十六进制0F=十进制15，即得到该传感器为PH3传感器)

3.2 读取传感器数据 (单位为μg/m³)

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0000	0x02	0x0000	0x7352

例：3A 10 03 00 00 02 00 00 73 52

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0000	0x02	D	CRC16

D：接收到的数据，4Bytes 高位在前

例：3A 10 03 00 00 02 00 00 00 5E 25 35 (D=0x0000005E=94，得到传感器值为94μg/m³)

3.3 读取传感器数据 (单位为ppb)

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0002	0x02	0x0000	0x72EA

例：3A 10 03 00 02 02 00 00 72 EA

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0002	0x02	D	CRC16

D：接收到的数据，4Bytes 高位在前

例：3A 10 03 00 02 02 00 00 00 4C A4 DA (D=0x0000004C=76，得到传感器值为76ppb)

备注：读取数据显示精度为1ppb，具体测试精度根据传感器不同而不同

3.4 读取温度传感器数据 (单位为°C)

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0004	0x01	0x0000	0x8262

例：3A 10 03 00 04 01 00 00 82 62

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0004	0x01	D	CRC16

D：接收到的数据，2 Bytes 高位在前，除以100后得到温度值。

例：3A 10 03 00 04 01 0A 3D 45 13 (D=0x0A3D=2621，除以100得到温度值为26.21°C)

3.5 读取湿度传感器数据 (单位为%RH)

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0005	0x01	0x0000	0x839E

例：3A 10 03 00 05 01 00 00 83 9E

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0005	0x01	D	CRC16

D：接收到的数据，2 Bytes 高位在前，除以10000后得到百分比湿度。

例：3A 10 03 00 05 01 14 89 4D 38 (D=0x1489=5257，除以10000后得到湿度为52.57%RH)

3.6 读取多个参数 (地址0000 ~ 0005)

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0000	0x06	0x0000	0x3293

例：3A 10 03 00 00 06 00 00 32 93

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x03	0x0000	0x06	D	CRC16

D：接收到的数据，12 Bytes

依次为 (高位在前)：传感器读数μg/m³ 4Bytes；传感器读数ppb 4Bytes；温度值 2Bytes；湿度值 2Bytes。

例：3A 10 03 00 00 06 00 00 00 8F 00 00 00 50 0A 70 16 11 35 96

其中：传感器值(μg/m³)：00 00 00 8F 传感器值(ppb)：00 00 00 50 温度：0A 70 湿度：16 11

3.7 校验错误应答

首字节	设备码	功能码	数据	校验位
0x3A	0x10	0x08	0x00	CRC16

例：3A 10 08 00 0A F9

3.8 零点标定

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x07	0x0000	0x01	0x0000	0x82D6

例：3A 10 07 00 00 01 00 00 82 D6

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x07	0x0000	0x01	D	CRC16

D：接收到的数据 2 Bytes

例：3A 10 07 00 00 01 04 7A 01 F5

备注：请将模块放置于零气环境中稳定至少5分钟后发送零点标定命令

3.9 灵敏度标定

上位机发送请求

首字节	设备码	功能码	起始地址	数据长度	数据	校验位
0x3A	0x10	0x09	0x0000	0x01	D	0x82D6

D：所用标定气体的浓度 2 Bytes，高位在前，单位PPM，

例：3A 10 09 00 00 01 00 0A 03 FF 其中D为00 0A 即：使用10PPM浓度气体进行标定

模块接收正确数据应答

首字节	设备码	功能码	状态	校验位
0x3A	0x10	0x09	0x00 (标定成功) 0x01 (标定中) 0x02 (标定失败)	CRC16

例：3A 10 09 01 CA A9 (标定中)

备注：环保模块标定过程约300秒，工业模块标定过程约60秒，请将模块通入标准气体等待有响应后再发送标定指令。

• I²C通信协议

1. I²C接口

参数	定义	状态	最小	最大	单位
f_{ck}	I²C时钟频率	从模式		100	kHz
t_{su}	数据输入建立时间	从模式	6.5		ns
t_h	数据输入保持时间	从模式	15.5		ns

2. 从设备地址

从设备地址可以通过软件工具自定义
默认设置如下：

CO	0	0	0	0	0	0	1	R/W
O3	0	0	0	0	1	0	0	R/W
SO2	0	0	0	0	1	0	1	R/W
NO2	0	0	0	1	0	1	1	R/W

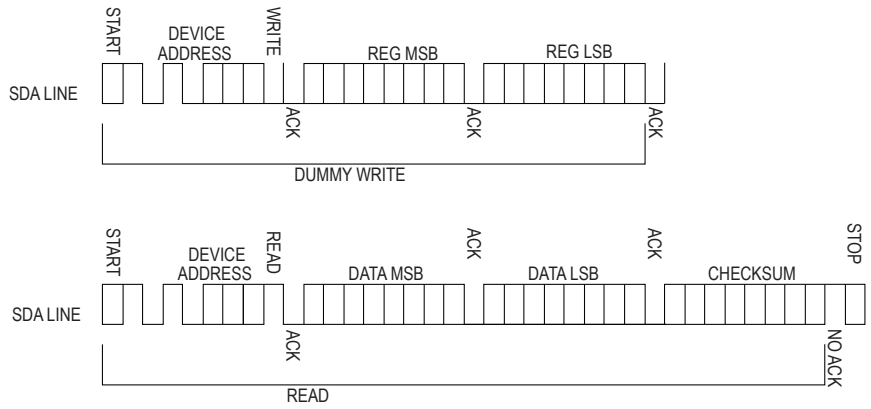
R/W位同时也作为普通的数据位，当要进行读/写时，用1或者0与原数据位进行 '或' 运算 (读为1，写为0)。
详细见下图

I²C地址定义：

CO: 0x02，	CLO2: 0x18,	PH3: 0x14,
H2: 0x04,	C2H2: 0x20,	HCN: 0x1A,
O3: 0x08,	CH2O: 0x22,	HF: 0x1C,
SO2: 0x0A,	C2H3CL: 0x28,	NO: 0x1E,
CL2: 0x0C,	H2S: 0x06,	THT: 0x24,
HCL: 0x0E,	NH3: 0x10,	C2H4:0x26,
NO2: 0x16,	ETO: 0x12,	CH3SH: 0x2A

注意事项：
在2024年2月5日之前收到模块的用户，请参照上述的I2C地址，使用AT 191008 - 7 SMART Module Test 软件进行I2C地址修改后再进行I2C通讯。
在2024年2月5日之后收到模块的用户，请直接参照上述地址进行I2C通讯。

3. I²C通信协议



CHECKSUM为累加和取反校验，算法详见附录2

4. 数据解析

REG参数如下表，为模块中数据地址：

REG	MSB	LSB
传感器值 (μg/m³)	0x00	0x00
传感器值 (ppb)	0x00	0x02
温度(°C)	0x00	0x04
湿度(%RH)	0x00	0x05

DATA举例：

DATA	MSB	LSB	CHECKSUM	实际值	备注
传感器值 (μg/m³)	0x0000	0x0005	0xFA	5μg/m³	与USART数据转换方法相同
传感器值 (ppb)	0x0000	0x0005	0xFA	5ppb	
温度(°C)	0x0A	0x3D	0xB8	26.21°C	
湿度(%RH)	0x14	0x89	0x62	52.57%RH	

备注：读取传感器值接收5 Bytes数据，读取温度和湿度时接收3 Bytes数据

• 注意事项

1）本模块不具备电源反接保护及静电防护功能，用户在使用时请正确连接模块电源，并做好静电防护措施；
2）请使用稳定的直流电源给模块供电，电源电压波动应小于1%。

附录1：MODBUS CRC16算法

```
unsigned short modbus_CRC16(unsigned  char *ptr, unsigned char len)
{
unsigned short wcrc=0XFFFF; / /
int  i=0, j=0;
for (i=0; i<len; i++)
          {
                    wcrc^=*prt++;
                    for ( j=0; j<8; j++)
                         {
                              if (wcrc&0X0001)
                                {
                                   wcrc=wcrc>>1^0XA001;
                                 }
                              else
                                {
                                   wcrc>>=1;
                                 }
                         }
           }
return wcrc<<8| wcrc>>8;   //低位在前，高位在后

}
```

CRC-16/MODBUS 算法：

在CRC计算时只用8个数据位，起始位及停止位，如有奇偶校验位也包括奇偶校验位，都不参与CRC计算。

CRC计算方法是：

1、 加载一值为0XFFFF的16位寄存器，此寄存器为CRC寄存器。
2、 把第一个8位二进制数据（即通讯信息帧的第一个字节）与16位的CRC寄存器的相异或，异或的结果仍存放于该CRC寄存器中。
3、 把CRC寄存器的内容右移一位，用0填补最高位，并检测移出位是0还是1。
4、 如果移出位为零，则重复第三步（再次右移一位）；如果移出位为1，CRC寄存器与0XA001进行异或。
5、 重复步骤3和4，直到右移8次，这样整个8位数据全部进行了处理。
6、 重复步骤2和5，进行通讯信息帧下一个字节的处理。
7、 将该通讯信息帧所有字节按上述步骤计算完成后，得到的16位CRC寄存器的高、低字节进行交换。
8、 最后得到的CRC寄存器内容即为：CRC校验码。
9、 举例：一条命令 3A 10 09 00 00 01 00 32 通过上述程序，得到wcrc返回值为02 2D，作为校验码，这样我们就得到了通气标定命令：3A 10 09 00 00 01 00 32 02 2D。

附录2：CHECKSUM 累加和校验

```
unsigned char CheckSum(unsigned  char *buf, unsigned char len) //累加和校验值
{
      unit8_t  i, ret = 0;

     for (i=0; i<len; i++)
          {
                ret +=*(buf++);
           }
                ret = ~ret;
                return ret;
 }
```

累加和算法的实现：

发送方：对要数据累加，得到一个数据和，对和求反，即得到我们的校验值。然后把要发的数据和这个校验值一起发送给接收方。

举个例子：

发送方：要发送0xA8,0x50, 我们使用unsigned char (8位) 来保存累加和，即为0xF8 (0b11111000)，取反得到校验和为0x07 (0b00000111)。然后将这三个数据发送出去。