



倾角补偿式电子罗盘 —— 工品标准 军品技术

产品规格书 (Product Specification)

型号：SCM386T-M

描述：MODBUS 型 80°倾角补偿三维电子罗盘



生产执行标准参考

- 企业质量体系标准：ISO9001:2015 标准（认证号：328406）
- 倾角传感器生产标准：GB/T 191 SJ 20873-2003 倾斜仪、水平仪通用规范
- 倾角传感器计量院校准标准：JJF1119-2004 电子水平仪校准规范
- 陀螺加速度测试标准：QJ 2318-92 陀螺加速度计测试方法
- 光纤陀螺仪测试方法：GJB 2426A-2004
- 产品环境试验检测标准：GJB150
- 电磁抗干扰试验标准：GB/T 17626
- 版本：VT(2018-2019)
- 修订日期：2018.02.18

一、产品介绍

SCM386T-M 型产品是一款高精度三维电子罗盘，全范围精度 0.5°。内部集成专利磁通门技术，通过工业级 CPU 系统实时解算航向，内置三轴加速度计，对罗盘进行倾角补偿，使得产品在±80°的倾角范围内，依然能够输出准确数值，提高了产品的适用性，内部集成了硬磁干扰与软磁干扰补偿技术，保证了产品的抗干扰能力和稳定性，使得产品在有铁、磁等磁性物体干扰的情况下依然能够通过二次校准消除磁场影响，产品通讯协议 MODBUS RTU。

通过配套的上位机软件，用户可以直接观测数据。罗盘能够在恶劣环境下可长期稳定工作。产品体积小、功耗低，适合集成到高精度控制系统里面，目前在无人飞行器，天线稳固，车辆，医疗器械系统集成等众多领域得到广泛应用。

二、主要特性

- 方位角测量范围 0~360°
- 输出接口 MODBUS
- 波特率 2400~115200 可调
- 工作电压 DC5V 或 9~36V
- 尺寸 L60*W59*H29mm
- 有硬磁、软磁及倾角补偿 (±80°)
- 航向精度 0.5°
- 倾角精度 0.1°
- 宽温工作-40 ~ +85°C
- 防护等级 IP67

三、产品应用

- 单兵作战设备
- 铁路机车监测
- AVG 小车
- 石油地质测井
- 船舶航行姿态测量
- 无人机、机器人
- 卫星太阳能天线定位
- 医疗设备
- GPS 导航
- 高精度激光平台设备



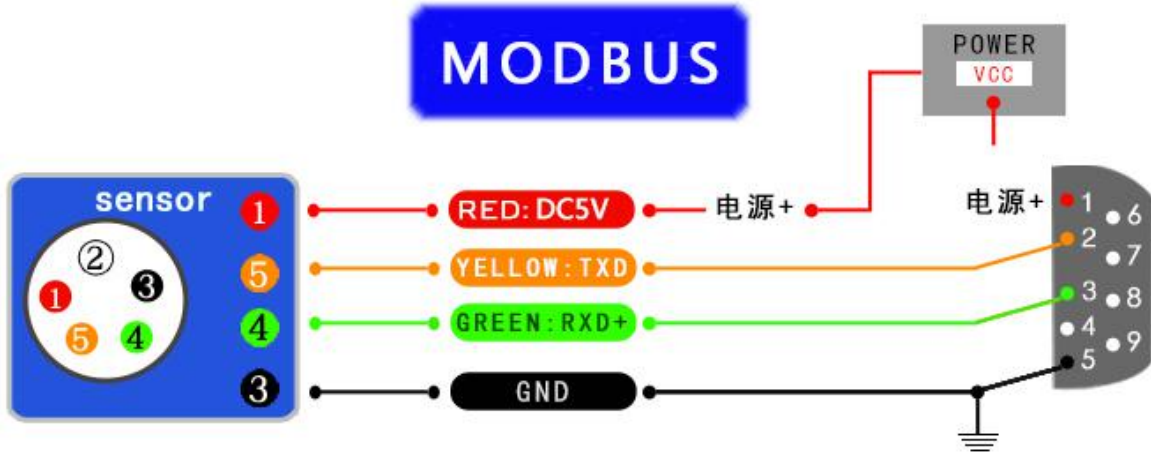
四、产品性能指标

罗盘航向参数	航向精度	0.5°
	分辨率	0.1°
	重复性	0.3°
罗盘倾斜参数	横滚精度	0.1°
	俯仰精度	0.1°
	倾斜范围	俯仰±80°
	倾角分辨率	0.01°
校准	硬铁校准	有
	软铁校准	有
	倾斜校准	有
接口特性	通讯方式	MODBUS
	最大采样速率	50次/秒
	输出格式	16进制高性能协议
	启动延时	<50ms
电源	支持电压	DC5V或DC9~36V
	电流（最大）	45mA
	工作模式	35mA
物理特性	尺寸	L60×W50×H29 (mm)
	重量	180g
	连接线	1.5m 5芯屏蔽线
环境	储存范围	-55~+125°C
	工作温度	-40~+85°C
	抗震性能	2500g

五、电气参数

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	默认		5		V
工作电压	可选	9	12	36	V
工作电流			35		mA
工作温度		-40		+85	°C
存储温度		-55		+125	°C

六、产品电气连接



接口 \ 线色	红	黑	绿	黄
MODBUS	VCC	GND	RXD	TXD

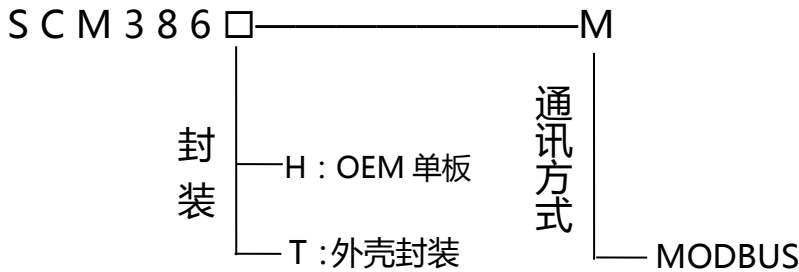
七、产品尺寸图 (单位: mm)



产品尺寸: L60*W59*H29mm

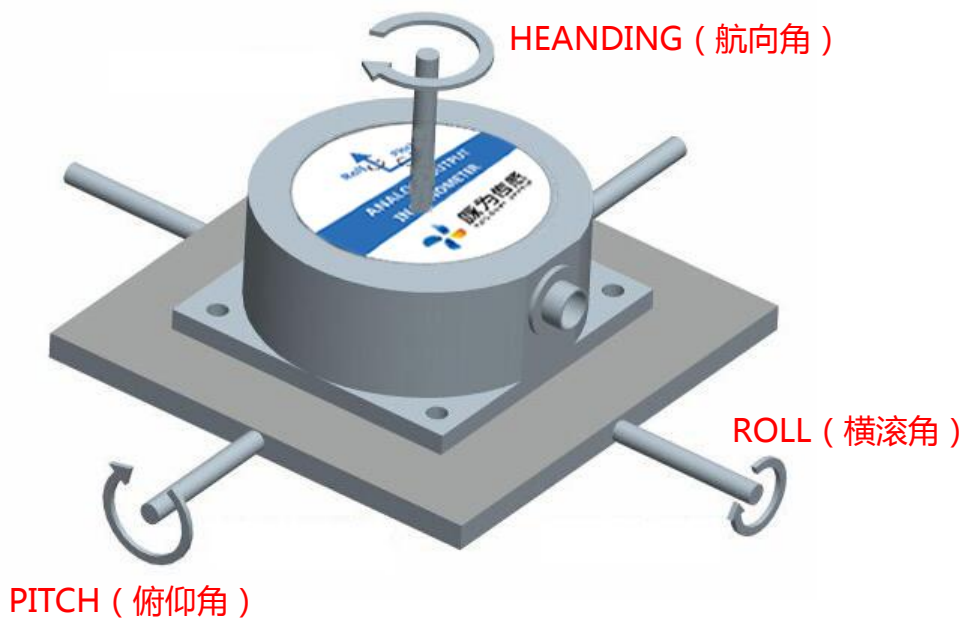
默认水平向上安装: 安装时应保持传感器安装面与被测目标面平行; 安装方式请参考旋转示意图。需其他安装方式, 参照“产品安装示意图”, 订购时备注。

八、产品订购说明



例如：SCM386T—M：三维/外壳封装/输出接口 MODBUS；默认水平安装（罗盘在水平放置时，横滚、俯仰角度输出为零），需其他安装方式，参照“产品安装示意图”，订购时备注。

九、产品安装说明



注意：尽管 SCM386T-M 能够补偿磁干扰，但是用户应该选择一个磁干扰小的环境来安装和使用。尽可能的选择远离铁、镍、磁铁、发动机和其他磁性物质放置 SCM386T-M。如果周围有这些磁介质，请至少需要维持 0.5m 远的距离。为保证产品达到测量效果,安装时须采用非磁性螺丝刀和非铁质螺丝。务必严格避免磁铁、电动机等强磁物质靠近罗盘 10cm 之内，这可能会造成罗盘的测量精度不可逆下降。

每个 SCM386T-M 电子罗盘都提供 1.5 米的电缆线，电缆线长度可选。尽管罗盘能够在稳定的磁环境下补偿磁偏差，但是它不能补偿变化的磁干扰。例如：带直流电的电线产生磁场，如果直流电改变，磁场大小也将改变。电池是另一个变化的干扰源。每个安装位置磁场环境都是不同的，用户必须评估该操作环境下的安装可行性。

SCM386T-M 的航向精度能达到 1° ，这是经过严格验证不容置疑的，科学的测试方法同样至关重要。我们建议的测试方法是：将电子罗盘安装在垂直竖起的铝（或者其他无磁性的材料）制杆上进行航向精度测量（转动杆垂直于转动平台，尽量做到避免大的外界磁场干扰）。

校准方法

校准前提：

- 1)：测试罗盘达不到精度。
- 2)：罗盘安装环境有磁场干扰，这种干扰是固定的，并且这个干扰磁场与罗盘安装之后不会在发生距离变化（例如：罗盘安装在一个铁材料之上，因为铁会有磁场干扰，这时就需要把铁与罗盘一起旋转校准，并且这个铁在使用过程中是不会和罗盘再分开（安装固定），一旦分开时需要再重新校准。

咏为传感出品的电子罗盘在工厂已经进行无磁环境下的传感器校准，在无磁环境中使用时无需另外进行环境校准。当罗盘周边存在铁性或者合金材料时(比如铁、镍等)、电池、麦克风、大电流线圈或电机等，罗盘周围的地磁场会受到扭曲(包括硬磁干扰和软磁干扰：硬磁指的是恒定的磁场，如永磁铁产生的磁场；软磁指的是可以被磁化改变的磁场，如硅钢片等)，这种场合下建议进行环境校准。进行环境校准时，周边的干扰物质在罗盘旋转过程中和罗盘的相对位置应该保持不变(即随罗盘一起转动)。环境校准时罗盘可以学习周围被干扰的磁场环境，并对硬磁和软磁的影响进行补偿，提高罗盘使用精度。

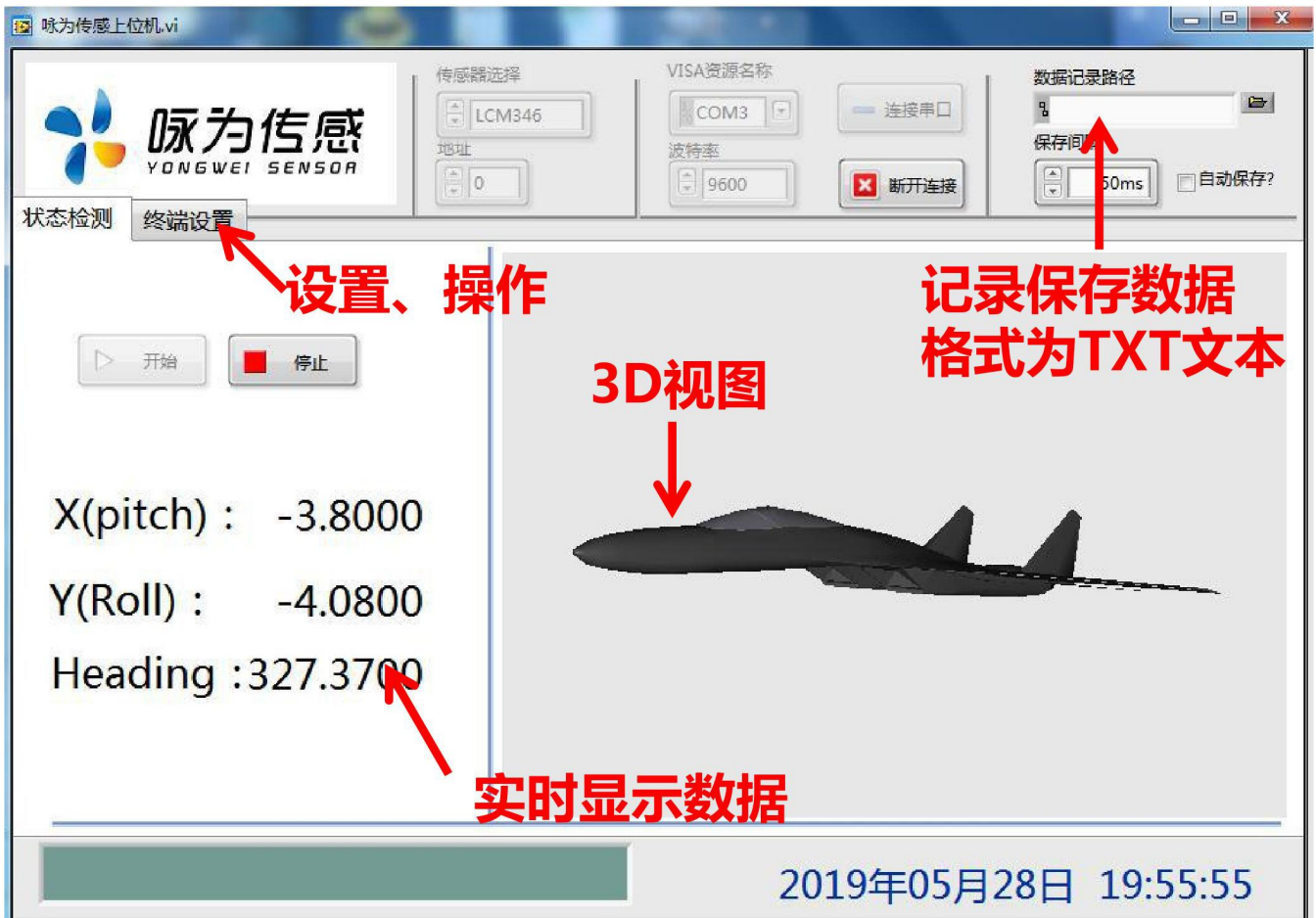
【注意】环境校准时需要操作者身上没有手机，钥匙以及能影响电磁场的金属或者通电设备。

1. 将罗盘放置在远离干扰的水平面上,然后正确连接到通讯接口，打开电源。
2. 用 16 进制格式发送校准开始命令：68 04 00 08 0C
3. 罗盘会返回响应命令。
4. 将罗盘原地从 0° 到 360° 旋转一圈（或一圈以上），罗盘采集周围磁场数据。(旋转速度不宜太快,控制在 40 秒/圈以上.)
5. 回到 0° 之后,用 16 进制格式再发送停止校准命令：68 04 00 09 0D，校准成功。

注意：如果罗盘是固定安装于其它配套设备当中,请将罗盘安装好之后,与配套设备一起旋转,可以采集到配套产品的干扰源,保证罗盘能准确测量。

十、上位机软件

可以在咏为传感科技官方网站上下载倾角罗盘调试助手进行初步测试，如果您希望直接访问倾角传感器，可以通过倾角传感器的通信协议和大众版的串口调试助手访问，这样传感器可以方便的集成到您的系统中。



电子罗盘上位机

设备型号：选择对应的产品型号

串口端口：选择设备对应的 COM 口

设备地址：填入传感器当前地址码，出厂默认是 01

波特率：选择传感器当前波特率，出厂默认是 9600

状态监测：连接串口，点击开始，进行数据采集

状态设置：对传感器功能参数进行设置

十一、数据格式

1 数据帧格式：（RTU 模式 8 位数据位，1 位停止位，无校验，默认速率 9600）

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	NumH (1byte)	NumL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03 读 0x06 写	XX	XX	XX	XX	XX	XX

数据格式: 16 进制

地址码：出厂默认 0x01（用户可根据需要设置，最不超过 0xFF）

功能码：0x03 读取保持寄存器 0x06 预置单寄存器

寄存器地址：需要读写的寄存器起始地址

寄存器数量：需要读写的寄存器数量

CRC 校验：地址码、功能码，寄存器起始地址、寄存器数量、CRC 校验，计算机通过专用 CRC16 校验工具、计算得出（注意：当地址码、功能码或者寄存器起始地址变化时，CRC 检校会变化。当您命令改变时请相应改变 CRC 检校。）

注意：使用 Modbus 串口助手软件，访问传感器通讯时，不需要加上 CRC 校验；普通串口调试助手需要

注意，使用前请仔细阅读以下项目：

1) 由于 MODBUS 协议规定两条数据帧之间应至少大于 3.5 个字节时间(如 9600 波特率下，该时间为 $3.5 \times (1/9600) \times 11 = 0.004s$)。但为了留下足够余量，本传感器将此时间提高到大于 10ms，所以请在每条数据帧之间至少留下 10ms 的时间间隔。主机发送命令 - - 10ms 空闲 - - 从机回覆命令 - - 10ms 空闲 - - 主机发送命令.....

如果用户需要自己实现 CRC16 MODBUS 计算，C 语言程序实现如下，供参考：

```
unsigned short ModBusCRC (unsigned char *ptr,unsigned char size)
```

```
{
unsigned short a,b,tmp,CRC16,V;
CRC16=0xffff;//CRC 寄存器初始值
for (a=0;a<size;a++) //N 个字节
{
CRC16=*ptr^CRC16;
for (b=0;b<8;b++) //8 位数据
{
tmp=CRC16 & 0x0001;
```



```

CRC16 =CRC16 >>1; //右移一位
if (tmp)
CRC16=CRC16 ^ 0xa001; //异或多项式
}
*ptr++;
}
V = ((CRC16 & 0x00FF) << 8) | ((CRC16 & 0xFF00) >> 8); //高低字节转换
return V;
}
例如：“01 06 00 0B 00 02” 的校验码为 “79 C9”
  
```

2、命令格式

2.1 读 PITCH 轴角度(倾斜角)

发送命令：01 03 00 01 00 02 95 CB

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	NumH (1byte)	NumL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x00	0x01	0x00	0x02	0x95	0xCB

应答命令：

地址码	功能码	字节数	寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	Byte Count (1byte)	DataH (2byte)	DataL (2byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x04	XXXX	XXXX	XX	XX

注：例如应答回复帧：01 03 04 **BD A3 D7 0A** F1 8A，PITCH 轴为寄存器数据的 1-4 字节（寄存器存储 32 位浮点数，标准 IEEE754 标准），其中 1-2 字节为数据高位（高字节），3-4 字节为数据低位（低字节），高字节在前、低字节在后；

MODBUS RTU 标准协议，根据 IEEE754 标准，角度表示方法如下：

PITCH 轴角度（0x**BDA3D70A**）= -0.080000

2.2 读 ROLL 轴角度 (横滚角重力工具面角)

发送命令： 01 03 00 03 00 02 34 0B

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	NumH (1byte)	NumL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x00	0x02	0x00	0x02	0x34	0x0B

应答命令：

地址码	功能码	字节数	寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	Byte Count (1byte)	DataH (2byte)	DataL (2byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x04	XXXX	XXXX	XX	XX

注：例如应答回复帧：01 03 04 **3F BD 70 A4** 42 78，ROLL 轴为寄存器数据的 1-4 字节 (寄存器存储 32 位浮点数，标准 IEEE754 标准)，其中 1-2 字节为数据高位 (高字节)，3-4 字节为数据地位 (低字节)，高字节在前、低字节在后；

MODBUS RTU 标准协议，根据 IEEE754 标准，角度表示方法如下：

ROLL 轴角度 (0x**3FBD70A4**) = 1.48000

2.3 读 HEADING 轴角度 (方位角度)

发送命令： 01 03 00 05 00 02 D4 0A

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	NumH (1byte)	NumL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x00	0x05	0x00	0x02	0xD4	0x0A

应答命令：

地址码	功能码	字节数	寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	Byte Count (1byte)	DataH (2byte)	DataL (2byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x04	XXXX	XXXX	XX	XX

注：例如应答回复帧：01 03 04 **41 6C 41 89** DF 14，HEADING 轴为寄存器数据的 1-4 字节（寄存器存储 32 位浮点数，标准 IEEE754 标准），其中 1-2 字节为数据高位（高字节），3-4 字节为数据地位（低字节），高字节在前、低字节在后；

MODBUS RTU 标准协议，根据 IEEE754 标准，角度表示方法如下：
 HEADING 轴角度（0x**41 6C 41 89**）= 14.766000°

2.4 读 PITCH、ROLL 和 HEADING 轴角度

发送命令：01 03 00 01 00 06 94 08

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	NumH (1byte)	NumL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x00	0x01	0x00	0x06	0x94	0x08

应答命令：

地址码	功能码	字节数	寄存器数据			CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	Byte Count (1byte)	X Angle (4byte)	Y Angle (4byte)	Z Angle (4byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x0C	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XX	XX

注：例如应答回复帧：01 03 0C **BD A3 D7 0A 3F BD 70 A4 43 87 01 48 0A B5**，寄存器存储 32 位浮点数，标准 IEEE754 标准，PITCH 轴角度为寄存器数据的 1-4 字节，ROLL 轴角度为寄存器数据的 5-8 字节，HEADING 轴角度为寄存器数据的 9-12 字节；数据高字节在前、低字节在后；

MODBUS RTU 标准协议，根据 IEEE754 标准，数据表示方法如下：
 PITCH 轴角度（0x**BDA3D70A**）= -0.080000°
 ROLL 轴角度（0x**3FBD70A4**）= 1.480000°
 HEADING 轴角度（0x**43870148**）= 270.01

2.5 设置通讯速率：

发送命令： 01 06 00 0C 00 04 48 0A

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0C	0x00	0x04	0x48	0x0A

应答命令：

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0C	0x00	0x04	0x48	0x0A

注：寄存器数据域 0x0000 表示 2400 0x0001 表示 4800 0x0002 表示 9600 0x0003 表示 19200，0x0004 表示 115200，**默认值为 0X02:9600**。每次变更通讯波特率成功之后，发送保存指令，会以原波特率发送应答命令，重新上电启动，然后立即改变设备通信波特率

备注：如果需要高频输出，请将波特率设为 115200。

2.6 设置模块地址

发送命令： 01 06 00 0D 00 02 99 C8

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0D	0x00	0x02	0x99	0xC8

注意： 传感器默认的地址为 01。

应答命令：

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x02	0x06	0x00	0x0D	0x00	0x02	0x99	0xCB

1. 如将多个传感器同时连接在一组总线上，例如 MODBUS，则需将每个传感器设置成不同地址，已达到分别控制与回应速度。
2. 如成功更改了新的地址后，后续所有命令与回应数据包中的地址码都换成更改后的新地址码才能生效，不然传感器不会响应命令
3. XX 模块地址从 00 致 FE 范围。

2.7 查询模块地址

发送命令： FF 03 00 0D 00 01 00 17

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	NumH (1byte)	NumL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0xFF	0x03	0x00	0x0C	0x00	0x01	0x00	0x17

注意：由于 MODBUS 协议里规定产品必须要知道模块地址才能通信，所以 MODBUS 协议通信时，地址是事先知道的，也就不能查询地址的。本产品的查询地址是利用的自定义的协议来查询 MODBUS 协议的地址 FF，也可根据知道地址码查询。

应答命令：

地址码	功能码	字节数	寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	Byte Count (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x0D	XX	XX	XX	XX

2.8 恢复出厂设置

发送命令： 01 06 00 0E 00 00 E8 09

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0E	0x00	0x00	0xE8	0x09

应答命令：

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0F	0x00	0x00	0xE8	0x09

注意：恢复出厂设置重新上电后生效

2.9 update flash(保存设置)

发送命令：01 06 00 0F 00 00 B9 C9

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0F	0x00	0x00	0xB9	0xC9

应答命令：

地址码	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验	
Address (1byte)	Function (1byte)	AddrH (1byte)	AddrL (1byte)	DataH (1byte)	DataL (1byte)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0F	0x00	0x04	0xB9	0xC9

*对于各种参数设置，如果设置完成后不发送**保存设置**命令，则断电后这些设置都将消失。

附录.IEEE754 换算

1) .单精度浮点数转化至标准 4 字节数

//float 转化为 IEEE754 4 个字节 big_endian

//若编译器采用 little endian 模式，请先逆转 bdat 数组

```
void float2byte(float fdat,unsigned char * bdat)
```

```
{
```

```
unsigned char i;
```

```
//获得 float 数据所在 4 个字节地址
```

```
unsigned char *tmp=(unsigned char *)&fdat;  
  
//间接寻址,获得 float 所在 4 字节地址中的数值  
  
for(i=0;i<(sizeof(float));i++)  
  
*(bdat+i)=*(tmp+i);  
  
}
```

2) .4 字节转化至标准单精度浮点函数

```
//IEEE754 4 字节转化为 float big_endian  
  
//若编译器采用 little endian 模式,请先逆转 bdat 数组  
  
float byte2float(unsigned char *bdat)  
  
{  
  
return *((float *)bdat);  
  
}
```

无锡咏为传感科技有限公司 · 江苏省无锡市新吴区菱湖大道 111 号无锡国家软件园天鹅座 D 栋 301 室

• 联系电话 : 15906180154