



## 全姿态 MODBUS 型三维电子罗盘

产品规格书 (Product Specification)

型号 : ACM396S-M



## 一、产品介绍

ACM396S-M 型产品是一款全姿态倾角补偿式三维电子罗盘；内部集成三轴磁力计和三轴加速度计，通过工业级 CPU 系统实时解算航向角，使得产品在横滚 $\pm 180^\circ$ 、俯仰角 $\pm 90^\circ$ 的范围内依然能够输出准确数值，

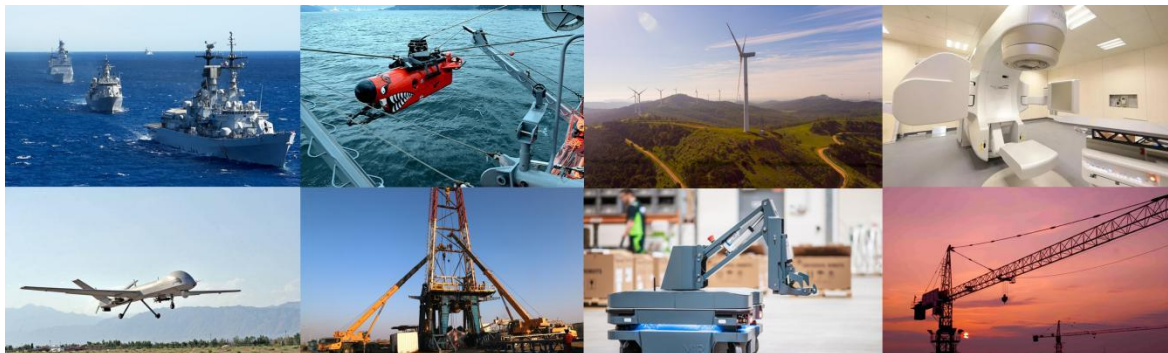
内部集成了硬磁干扰与软磁干扰补偿技术，保证了产品的抗干扰能力和稳定性，保证了产品的测量精度。

产品默认 MODBUS RTU ( 485 ) 串口通讯。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，塔吊防碰撞，定向导航系统集成等众多领域得到广泛应用。

## 二、应用场景

- 无人飞行器
- 航空航海领域
- 云台调平、高空作业车
- 风机方向监测
- 水下机器人、水下导航
- 塔吊防碰撞系统
- 无人叉车
- 医疗设备
- 组合导航系统
- 高精度激光平台



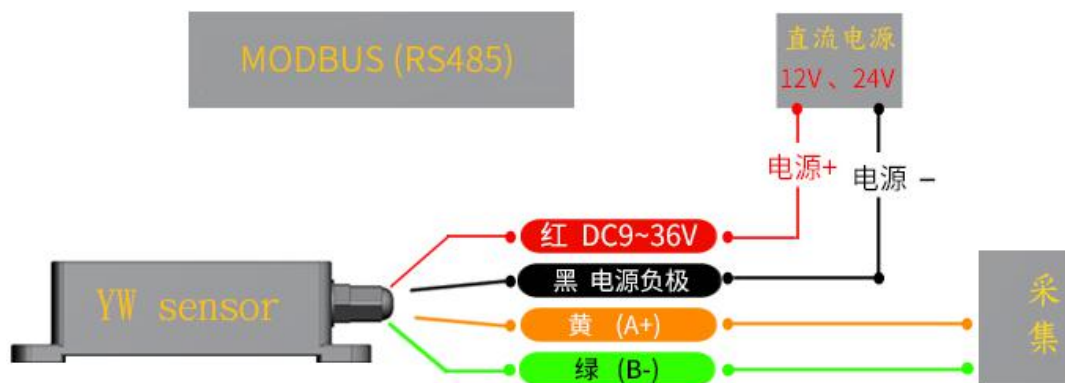
### 三、性能参数

罗盘航向参数	航向精度	1° ( 俯仰<90° )
	分辨率	0.1°
	重复性	0.1°
	测量范围	0~360°
罗盘倾角精度	倾角精度	0.2°
	倾角分辨率	0.01°
	倾角补偿范围	俯仰角±90°，横滚角±180°
校准	硬磁校准	有
	软磁校准	有
	磁场干扰校准	有
接口特性	通讯方式	默认MODBUS ( 485 )、其它
	采集频率	50Hz
	启动延时	<50ms
电源	支持电压	DC5V或9~36V ( 可选 )
	工作电流	45mA
物理特性	尺寸	L55×W37×H24 ( mm )
	重量	80g
	连接线	1.5m 4芯屏蔽线
环境	储存范围	-55~+125°C
	工作温度	-40~+85°C
	防护等级	IP67或IP68

### 四、电气连接

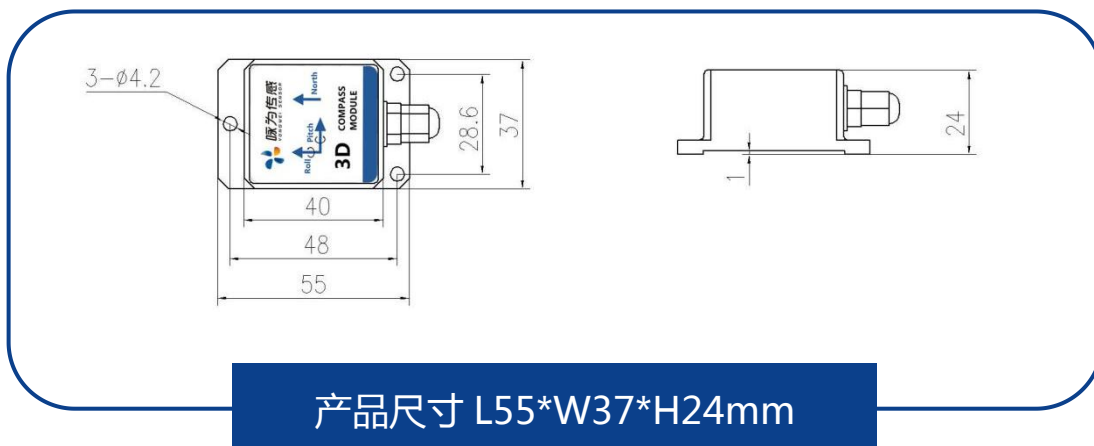
红、黑、绿、黄表示线的颜色

功能	红	黑	绿	黄
RS232	VCC	GND	RXD	TXD
RS485	VCC	GND	(B、D-)	(A、D+)
TTL	VCC	GND	RXD	TXD

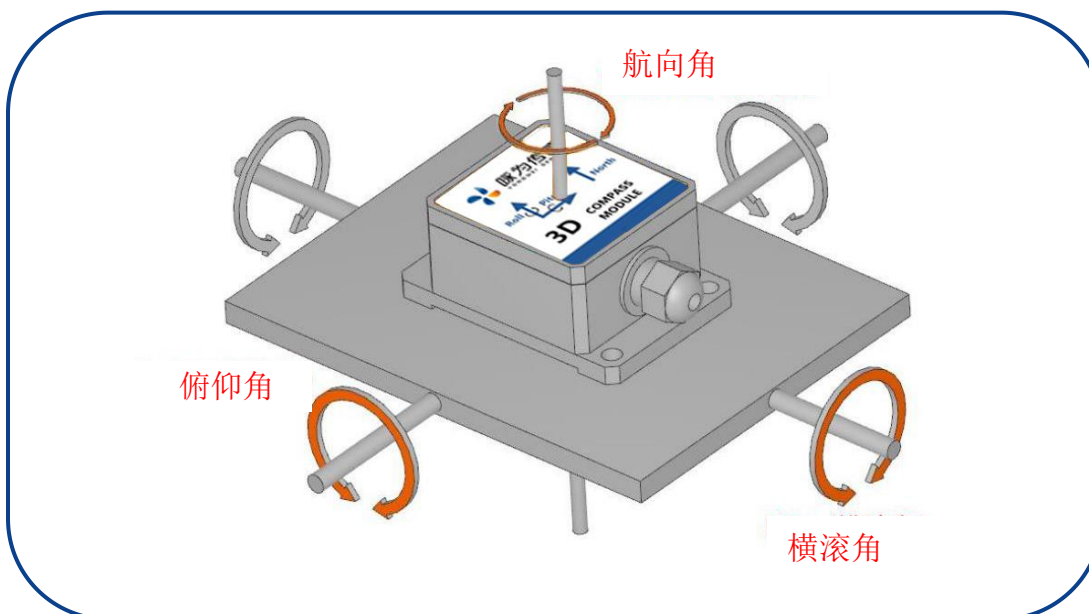


## 五、尺寸与安装

### 1. 产品尺寸图



### 2. 产品测量说明(水平安装)



注意：尽管电子罗盘能够补偿磁干扰，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。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。

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。

我们建议的安装方式：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（转动杆垂直于转动平台，尽量做到避免大的外界磁场干扰）。

### 3. 校准方法

校准前提：

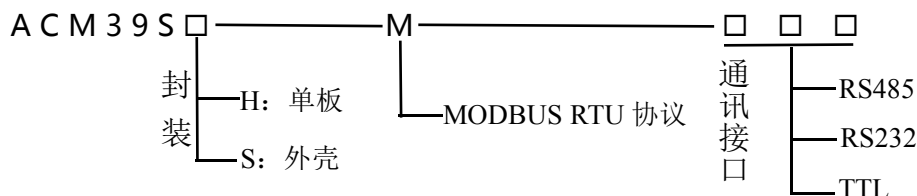
1)：罗盘安装环境有磁场干扰，这种干扰是固定的，并且这个干扰磁场与罗盘安装之后不会在发生距离变化（例如：罗盘安装在一个铁材料之上，因为铁会有磁场干扰，这时就需要把铁与罗盘一起旋转校准，并且这个铁在使用过程中是不会和罗盘再分开（安装固定），一旦分开时需要再重新校准。

**【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. 将电子罗盘固定在使用环境中，校准时需要将罗盘和影响它的其他设备一起旋转。
2. 将罗盘放置于水平状态。
3. 用 16 进制格式发送校准命令：68 04 00 08 0C 。
4. 将罗盘绕 z 轴(z 轴为竖直方向)进行旋转，旋转 2-3 圈，旋转过程尽可能采用变速旋转，如：加速->减速 ->加速->减速...，旋转一周的时间可以控制在 10 秒到 15 秒之间。
5. 将罗盘绕 x 轴和 y 轴进行旋转，旋转过程可以采用慢速并近匀速旋转，绕每个轴旋转 1-2 圈，旋转一周 的时间约为 10 秒。
6. 将罗盘随机旋转，旋转过程可以采用慢速并近匀速旋转， 旋转轴尽量不与步骤 4、5 步骤中的旋转轴重合， 并尽量使罗盘的姿态覆盖各个方位。
7. 成功采样后，罗盘会返回命令 68 04 00 66 +15 字节磁场值+1 字节的有效点数目和 1 字节的检校和。有效点数目指的是罗盘采集到的用于校准计算的磁方位的数目。
8. 如果需要退出校准，用 16 进制格式发送停止校准命令：68 04 00 12 16。
9. 如果完成了校准，可以用 16 进制命令 68 04 00 09 0D 保存校准。如果保存校准数据成功，会返回 16 进制命令: 68 09 00 89 FitErr YY（详见后命令列表）。其中 FitErr 为校准误差，该值越小越好，如果该 值>10，需要重新校准。YY 为校验和。

**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。**

## 六、订购说明



例如：ACM396S-M—485：三维/外壳封装/MODBUS 协议（485）接口；默认水平安装需其他安装方式，参照“产品安装示意图”，订购时备注。

## 七、配套软件

此软件可以在无锡咏为传感科技官方网站上下载（www.ywsensor.com）；软件可以更加直观的观测数据，同时可以对传感器进行设置。



### 软件使用简要说明:

- (1) 选择 串口：把 USB 转串口模块插在电脑上后 刷新串口选择即可
- (2) 配置 波特率：一般出厂默认 9600
- (3) 设备类型：选择 电子罗盘
- (4) 协议类型：一般是 MODBUS 协议
- (5) 设备地址：一般出厂默认为 1
- (6) 打开串口：软件上即可显示角度

## 八、数据格式

### 1.1 数据帧格式：（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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Num H (1byte)	Num L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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，最多不超过 0XFF）

**功能码：**0x03 读取保持寄存器 0x06 预置单寄存器

**寄存校验地址：**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 (俯仰角)

**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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Num H (1byte)	Num L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	ByteCount (1byte)	Data H (2byte)	Data L (2byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (1byte)
0x01	0x03	0x04	XXXX	XXXX	XX	XX

例如：回复帧：01 03 04 **BD A3 D7 0A** F1 8A；X 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：

X 轴角度 (0x**BD A3 D7 0A**) = -0.080000°



## 2.2 读 Roll ( 横滚角 )

**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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Num H (1byte)	Num L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	ByteCount (1byte)	Data H (2byte)	Data L (2byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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，Y 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：

Y 轴角度 ( 0x**3FBD70A4** ) = 1.48000°

## 2.3 读 Azimuth ( 方位角 )

**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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Num H (1byte)	Num L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	ByteCount (1byte)	Data H (2byte)	Data L (2byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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、Azimuth 角度值

**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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Num H (1byte)	Num L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	ByteCount (1byte)	Data H (2byte)	Data L (2byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (1byte)
0x01	0x03	0x04	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，Azimuth 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°

Azimuth 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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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，会以原波特率发送回应答命令，重新上电启动，然后立即改变设备通信波特率。注意发送**掉电保存指令**。

## 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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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，需要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. XX 模块地址从 00 致 FE 范围

3. 设置后记得发送掉电保存指令。

## 2.7 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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0F	0x00	0x04	0xB8	0x0A

**\*对于各种参数设置，设置完成后一定要发送“保存设置”命令，否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);
}
```

## 生产执行标准参考

- 企业质量体系标准：ISO9001:2015 标准（认证号：328406）
- 罗盘仪计量标准：JB-T9321-1999 罗盘仪、电子罗盘通用
- 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(2021-2022)
- 修订日期：2021.08.02

---

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