



高精度 MODBUS 型三维电子罗盘

产品规格书 (Product Specification)

型号：ACM396T-M



一、产品介绍

ACM396T-M 型产品是一款高精度全姿态三维电子罗盘；它采用专利硬磁和软磁校准算法，产品集成专利技术的三轴磁通门，通过中央处理器实时解算航向，使用三轴加速度计对倾斜角进行航向补偿，使其在横滚角 $\pm 180^\circ$ ，俯仰角 $\pm 90^\circ$ 全倾角范围内都能提供高精度的航向信息。

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



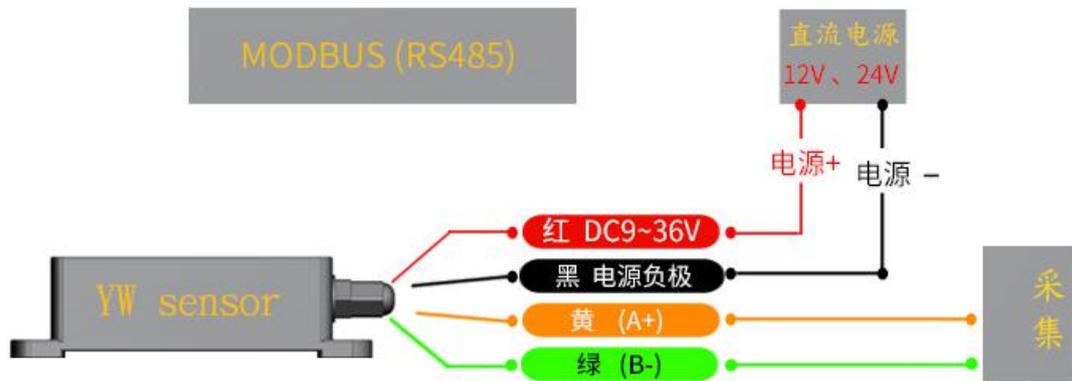
三、性能参数

罗盘航向参数	航向精度	0.2~0.5° (俯仰<90°)
	分辨率	0.1°
	重复性	0.05°
	测量范围	0~360°
罗盘倾角精度	倾角精度	0.1°
	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	L118×W23×H23 (mm)
	重量	200g
	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

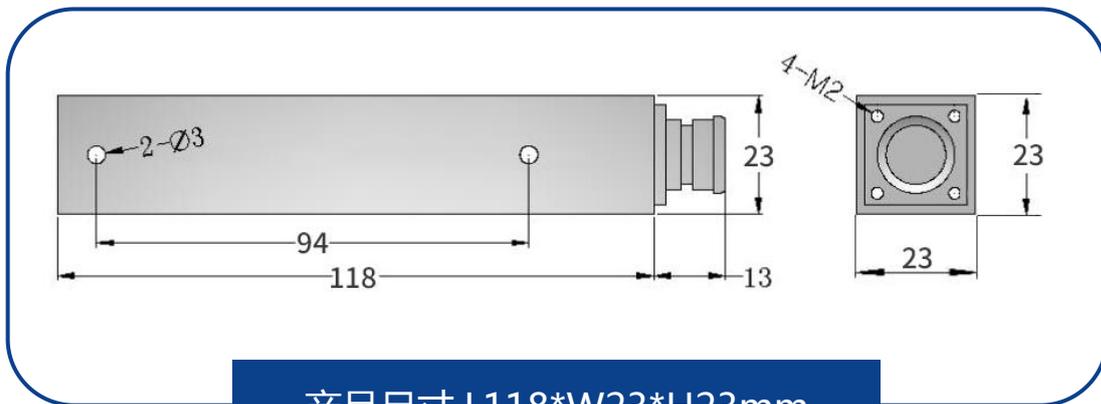
红、黑、绿、黄表示线的颜色

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



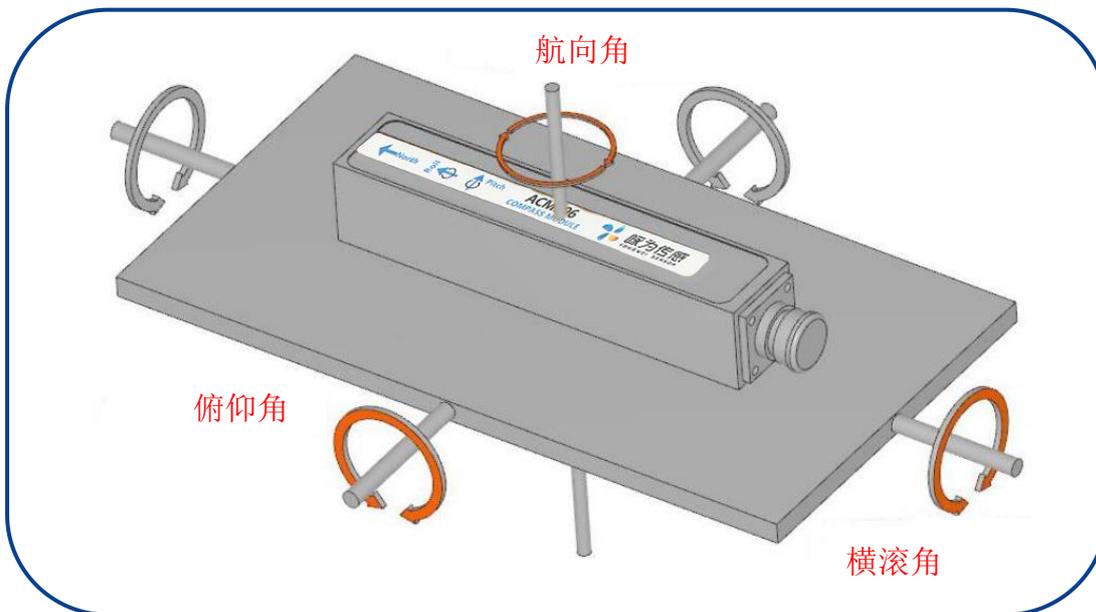
五、尺寸与安装

1. 产品尺寸图



产品尺寸 L118*W23*H23mm

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：

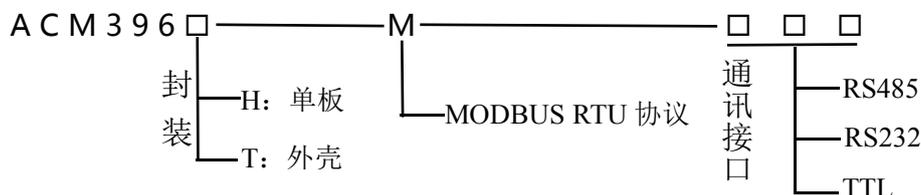
1)：罗盘安装环境有磁场干扰，这种干扰是固定的，并且这个干扰磁场与罗盘安装之后不会在发生距离变化（例如：罗盘安装在一个铁材料之上，因为铁会有磁场干扰，这时就需要把铁与罗盘一起旋转校准，并且这个铁在使用过程中是不会和罗盘再分开（安装固定），一旦分开时需要再重新校准。

【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：ACM396T-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 0
- (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**BDA3D70A**) = -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**BD A3 D7 0A**) = -0.080000° Roll 轴角度 (0x**3F BD 70 A4**) = 1.480000°

Azimuth 轴角度 (0x**43 87 01 48**) = 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