

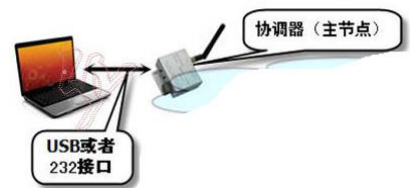


## 无线倾角传感器 —— 工业级设计 军品技术

产品规格书 (Product Specification)

型号：ZB-HMI600-Modbus 协议

描述：(低功耗)中精度无线传输倾角传感器





## 生产执行标准参考

- 企业质量体系标准：GB/T19001-2016/ISO9001:2015 标准(证书号：AILY-19Q-00156)
- GB/T 17626-11A 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度
- GB/T 191 SJ 20873-2003 倾斜仪、水平仪通用规范
- GBT 14412-2005 机械振动与冲击 加速度计的机械安装
- GBT 18459-2001 传感器主要静态性能指标计算方法
- ROHS (证书号：BSTSH190311693901CC-R1)
- CE 认证(证书号：BST18089710801SC)
- FCC (证书号：BSTSH18089710801EC)
- JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示
- GJB 450A-2004 装备可靠性通用要求
- GJB 909A 关键件和重要件的质量控制
- GJB899 可靠性鉴定和验收试验
- GJB150-3A 高温试验
- GJB150-4A 低温试验
- GJB150-8A 淋雨试验
- GJB150-12A 沙尘试验
- GJB150-16A 振动试验
- GJB150-18A 冲击试验
- GJB 1846-1993 机载无线电罗盘通用规范
- GJB150-23A 倾斜和摇摆试验
- GB/T 17626-3A 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626-5A 浪涌(击)冲抗扰度试验
- GB/T 17626-8A 工频磁场抗扰度试验
- 版本：VT2025
- 修订日期：2022.03.25



## 一、产品特性

ZB-HMI600-Modbus 协议是迈科传感自主研制超低功耗，小体积，且高性能的无线倾角传感器，针对用户无供电使用条件或实时动态测量物体姿态角度的行业应用。采用锂电池供电，基于物联网技术蓝牙、Zigbee(可选)无线传输技术，所有内部电路都经过优化设计，采用工业级 MCU、三防 PCB 板、进口电缆、宽温金属外壳等各种措施来提高产品的工业级别，长期稳定性好和零点漂移小，可以自动进入低功耗休眠模式，从而摆脱对使用环境的依赖。

产品结构紧凑，设计精密，对温度和线性度进行了再次补偿，集成了短路、瞬间高压、极性、涌浪等全面保护功能，使用简单方便，无线数字信号传输方式消除了长电缆传输带来的布线繁琐，噪声干扰；工业级设计具有极高的测量精度和抗干扰能力，无线传感器节点可以组成庞大的无线网络，支持上千个测点同时进行倾角监测，配套专业的电脑软件，无需实地勘测，可实时数据测量和记录被测物体状态；适合工业现场，危旧房屋、古代建筑，土木工程，各种塔架的倾斜变形等远程实时监测和分析的需求安全监控系统；

## 二、产品性能

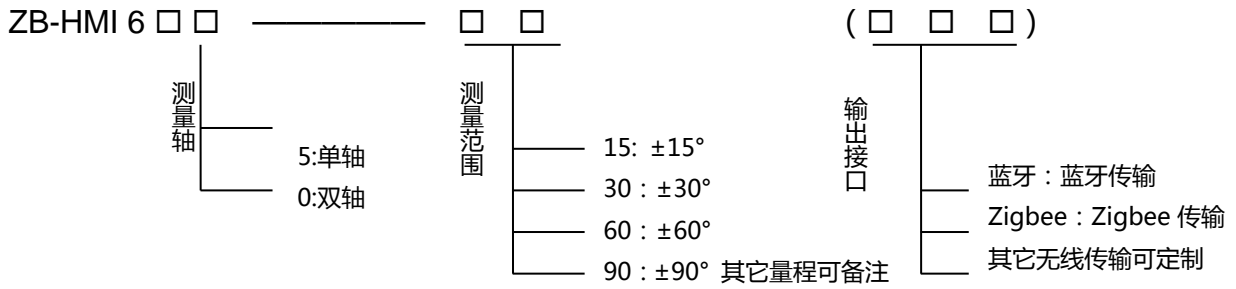
- 双轴监测（单轴可选）
- 量程：双轴 $\pm 90^\circ$ ，单轴 $\pm 180^\circ$ （ $360^\circ$ 可选）
- 精度： $0.01^\circ$ ，分辨率  $0.002^\circ$
- 体积(94\*74\*64mm)（可定制）
- 超低功耗
- 内置可充电锂电池供电
- 宽温工作 $-40 \sim +85^\circ\text{C}$
- IP67 防护等级

## 三、产品应用

- 广告牌监测
- 桥梁建筑
- 云台调平
- 船舶航行姿态测量
- 高铁路基隧道监测
- 卫星太阳能天线定位
- 医疗设备
- 各种工程机械角度控制



## 产品订购信息



例如：ZB-HMI600—15（Zigbee）：双轴/标准型/±15°测量范围/无线 Zigbee 传输；**水平向上安装默认**，需其他安装方式，参照“产品安装方式”示意图说明，订购时备注。

## 产品性能指标

参数	条件	ZB-HMI600				单位
测量范围		±90				°
测量轴		X, Y 轴				
零点温度漂移	-40 ~ 85°	±0.002				°/°C
灵敏度温度系数	-40 ~ 85°	≤150				ppm/°C
频率响应	DC response	100				Hz
分辨率		0.002				°
精度	-40 ~ 85°C	0.01				°
长期稳定性	-40 ~ 85°C	<0.015				°
上电启动时间		0.2	0.2	0.2	0.2	s
响应时间		0.05	0.05	0.05	0.05	s
无线频率	2460MHZ (默认), 2405~2480 可调					
传输距离	1.6KM					
内置电池容量	6000mAh					
平均工作时间	≥55000 小时/次					
抗冲击	20000g,0.5ms,3 次/轴					
抗震动	10grms、10 ~ 1000Hz					
绝缘电阻	≥100MΩ					
防水等级	IP67					
重量	460g (不含包装盒)					

## 电气指标

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	标准	4.7	5	5.5	V
电流消耗	工作模式		35		mA
	休眠模式		5		
内置电池容量			6000		mAh
工作温度		-40		+85	°C
存储温度		-55		+125	°C

## 机械特性

连接器	防水航空插座
防护等级	IP67
外壳材质	铝合金磨沙氧化
安装	四颗 M4 螺丝



### 名词解释：

**分辨率：** 是指传感器在测量范围内能够检测和分辨出的被测量的最小变化值。

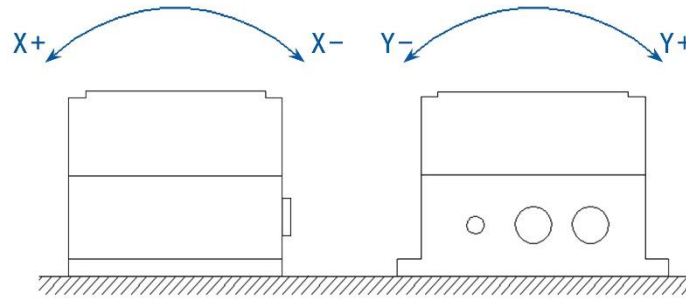
**精度：** 绝对精度是指在常温条件下，对传感器的绝对线性度、重复性、迟滞、零点偏差、及横轴误差的综合误差。

**长期稳定性：** 长期稳定性是指传感器在常温条件下，经过一年的长期工作下最大值与最小值之的偏差。

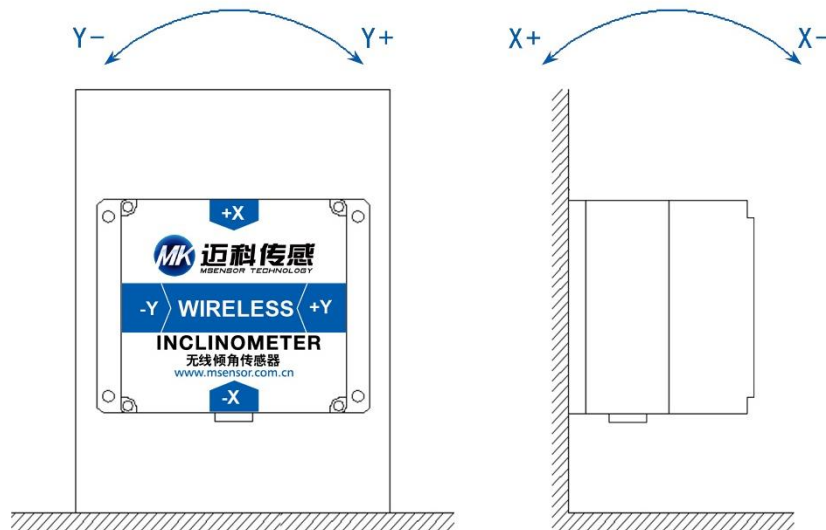
**响应时间：** 响应时间是传感器在一旦的角度变化时，传感器输出达到标准值所需的时间。

## 产品安装&测量方向

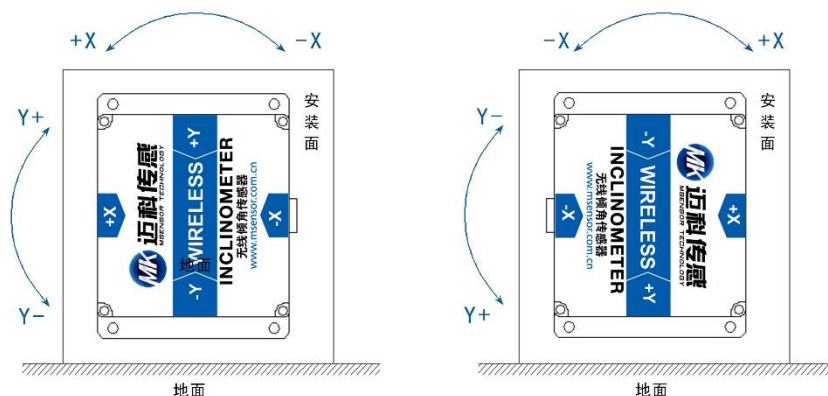
安装时应保持传感器安装面与被测目标面平行；本产品可水平安装也可以垂直安装，安装方式请参考下面示意图：



水平向上安装



垂直向下安装



(垂直向右安装)

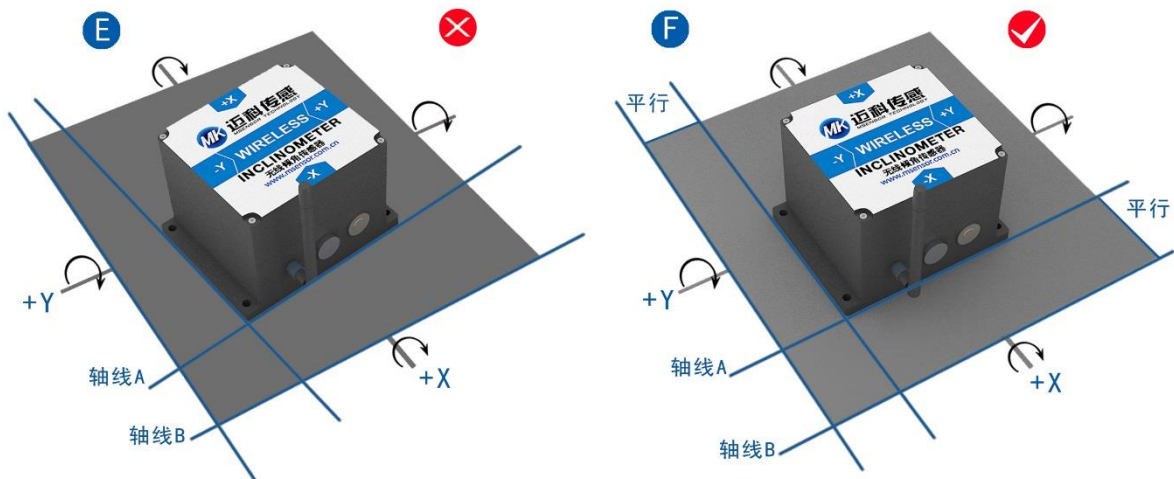
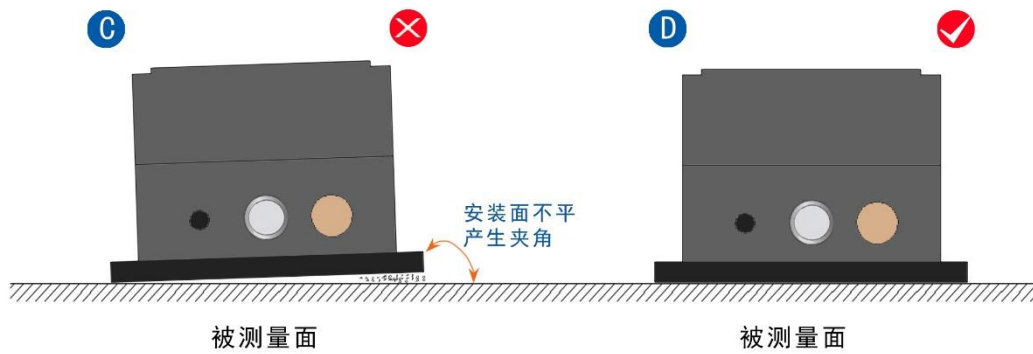
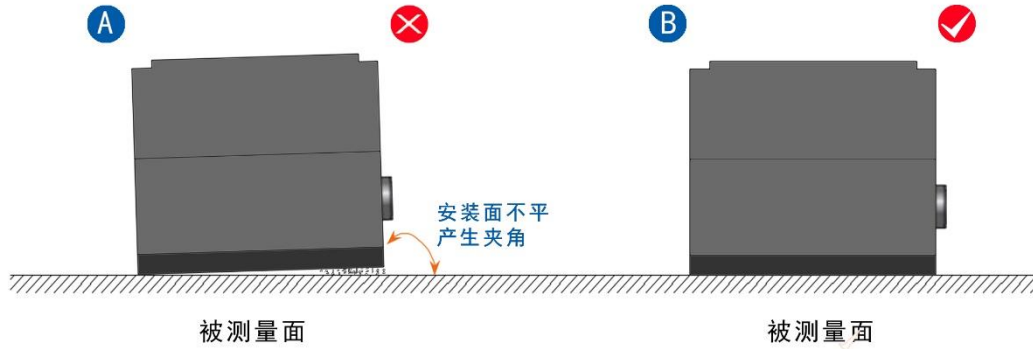
(垂直向左安装)

### 产品安装注意事项

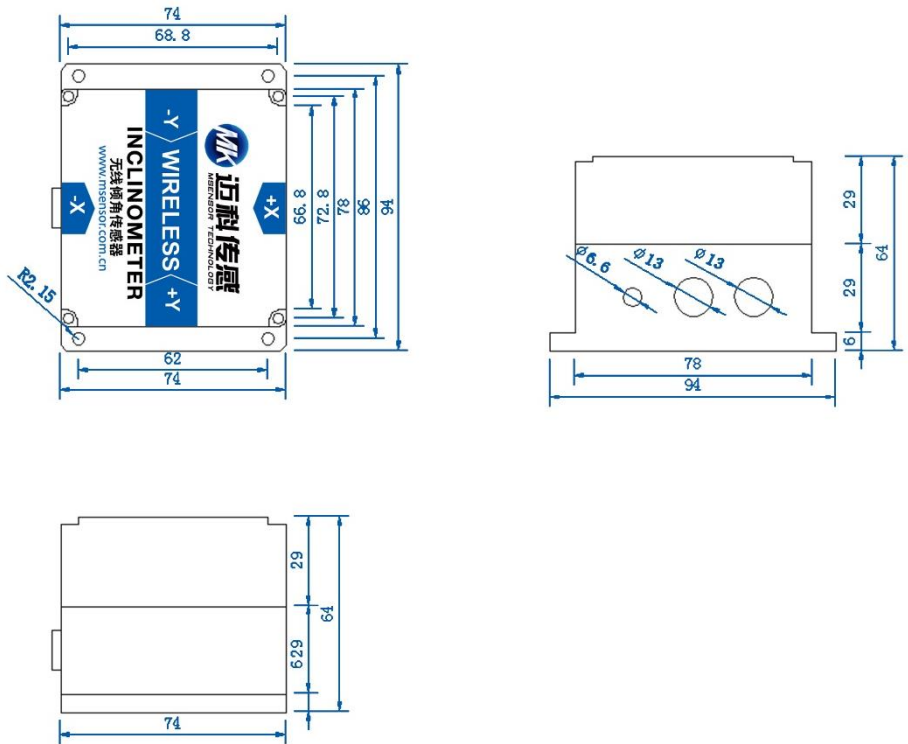
请按照正确的方法进行安装倾角传感器，不正确的安装会导致测量误差，尤其注意一“面”，二“线”：

1) 传感器的安装面与被测量面固定必须紧密、平整、稳定，如果安装面出现不平容易造成 传感器测量夹角误差。见图 A、B、C、D

2) 传感器轴线与被测量轴线必须平行，两轴线尽可能不要产生夹角。见图 E、F



## 产品尺寸图



### 产品尺寸：

L94\*W74\*H64MM

**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“产品安装方式”示意图说明，订购时备注。

## 产品电气连接

线色功能	红 RED	白 WHITE	黑 BLACK	绿 GREEN	黄 YELLOW
输出接口	1	2	3	4	5
蓝牙	VCC	NC	GND	RS232 RX	RS232 TX
Zigbee	VCC	NC	GND	或 RS485 (B、D-)	或 RS485 (A、D+)

**备注：**NC 线色功能为预留线 用户使用过程中不接

图 1：无线接收模块



**Zigbee：**分 RS232、RS485 两种接口，用法一样，可以无线互通区别 RS232 点对点传输，RS485 多节点传输。

**订货说明：**单套无线传感器，配送 1 个接收模块，串口线，电源等配件。

**无线透传远距离 1.6km 工业级模块**



## 无线传输示例图

无线网络传输拓扑图，RS485 支持 1 对多或 1 对 1 数据采集，RS232 只支持 1 对 1 数据采集



图 1.1 RS485 多节点数据采集

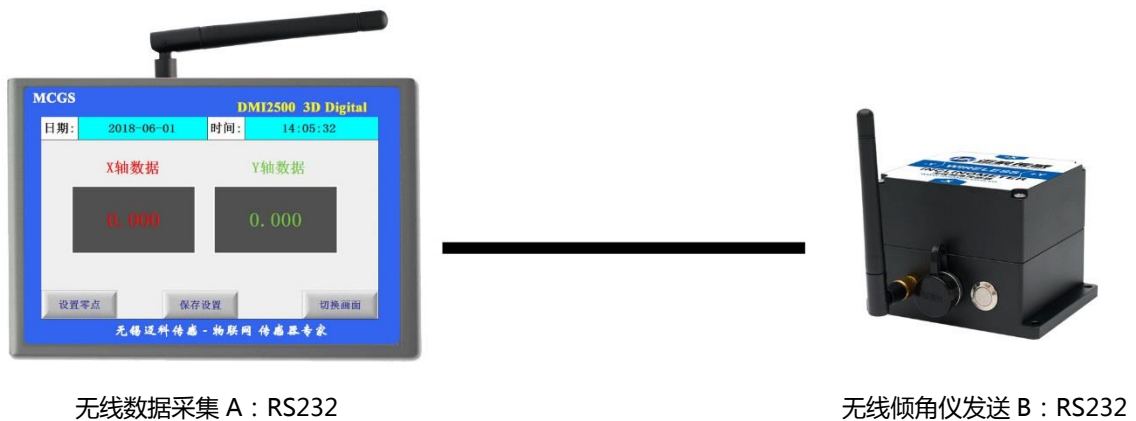


图 1.2 RS232 点对点数据采集

**备注：**用户订购时，参照上述图选择合适接口，或咨询我公司工程师，推荐合适方案

## 调试软件

可以在迈科传感科技官方网站上下载进行初步角度调试，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。



倾角罗盘调试助手

**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

## 通讯协议

**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 X 轴角度

**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	Function	AddrH	AddrL	NumH	NumL	CRC16L	CRC16H	(1byte)	(1byte)
(1byte)	(1byte)	(1byte)	(1byte)	(1byte)	(1byte)	(1byte)	(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 **C0 05 4F DF** A3 9A，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：

$$X \text{ 轴角度 (0x C0054FDF) } = -2.083000$$

## 2.2 读 Y 轴角度

**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 BE 14 7B** D9 20，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：

$$Y \text{ 轴角度 (0x3FBE147B) } = 1.48500$$

## 2.3 读 X、Y 轴角度

**发送命令：** 01 03 00 01 00 04 15 C9

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	0x04	0x15	0xC9

**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)	CRC16L (1byte)	CRC16H (1byte)
0x01	0x03	0x08	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XX	XX

**注：**例如应答回复帧：01 03 08 **C0 05 4F DF 3F BE 14 7B** 74 78，寄存器存储 32 位浮点数，标准 IEEE754 标准，X 轴角度为寄存器数据的 1-4 字节，Y 轴角度为寄存器数据的 5-8 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：

X 轴角度 ( 0x **C0054FDF** ) = -2.083000°

Y 轴角度 ( 0x **3FBE147B** ) = 1.485000°

## 2.4 设置相对/绝对零点

**发送命令：** 01 06 00 0B 00 01 39 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	0x0B	0x00	0x01	0x39	0xC8

**注：**寄存器数据域：0x0000 绝对零点，0x0001 相对零点，发送 01 06 00 0B 00 00 F8 08，设置绝对零点；

**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	0x0B	0x00	0x01	0x39	0xC8

**注：**寄存器数据域：0x0000 绝对零点，0x0001 相对零点；如果设成绝对零点,则测量角度以出厂设置的零点为基准，如果设成相对零点,则测量角度以当前位置为零点基准。

## 2.5 查询相对/绝对零点

发送命令：01 03 00 0B 00 01 F5 C8

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	0x0B	0x00	0x01	0xF5	0xC8

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	0x02	XX	XX	XX	XX

注：例如应答回复帧：01 03 02 00 01 79 84 ，寄存器数据 0001 表示当前为相对零点测量

## 2.6 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 ，0x0005 表示 14400 ，0x0006 表示 38400 0x0007 表示 57600 ，**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

备注：如果需要高频输出，请将波特率设为 115200。

## 2.7 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	0xFB

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。

## 2.8 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	0x0D	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	0x02	XX	XX	XX	XX

## 2.9 恢复出厂设置

发送命令：01 06 00 0E 00 00 E8 09

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

注意：恢复出厂设置重新上电后生效

## 2.10 update flash(保存设置)

发送命令：01 06 00 0F 00 00 B9 C9

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

微信公众号@迈科传感

Alibaba 国际商城

淘宝官方店



无锡迈科传感科技有限公司 · 无锡市新吴区太湖国际传感网科技园立业楼 E 座 6F · 邮编 214061 · 中国  
工程部 ( 产品咨询 ) : 0510-85382096

### 保修卡



产品名称 : \_\_\_\_\_

购货单位 : \_\_\_\_\_

产品型号 : \_\_\_\_\_

购货日期 : \_\_\_\_\_

产品序列号 : \_\_\_\_\_

### 维修记录

报修时间 : \_\_\_\_\_

故障原因 : \_\_\_\_\_

报修人 : \_\_\_\_\_

处理结果 : \_\_\_\_\_

客户信息 : \_\_\_\_\_

注 : 此卡为用户享受维修以及升级服务的依据。