



工业级 MODBUS 型单轴倾角传感器

产品规格书 (Product Specification)

型号：LCT616T-M



一、产品介绍

LCT616T-M 型是一款工业级 MODBUS 型单轴倾角传感器，内置双通道测斜单元，把采集到的重力场变化值经过 n 阶滤波融合算法进行补偿、修正后，最终输出角度值。

产品工业级设计，工作温度范围-40~+85℃；默认 MODBUS RTU 协议 RS485 接口，其它可选。测量精度为 0.1°，分辨率 0.01°。

产品测量准确、性能稳定；独特的为应用在工业领域设计的抗电磁干扰电路，保证产品能够在恶劣工业环境中长期稳定工作。

产品使用简单、设计紧凑、预留多种接口，适合集成到系统里；在安全监测预警、自动化调平等多个领域得到广泛应用。

二、应用场景

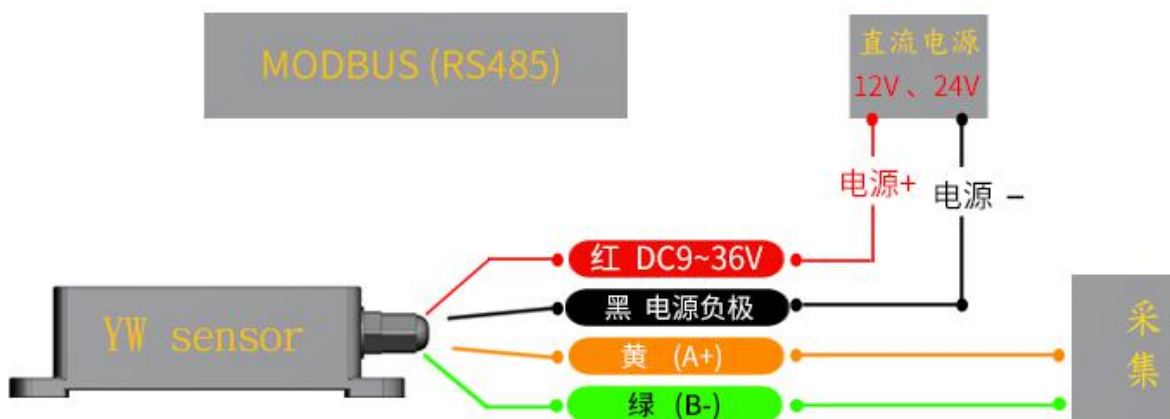
- 塔杆、风力发电设备
- 桥梁健康监测
- 云台调平、高空作业车
- 边坡等地质灾害领域
- 钻进机、海上平台
- 危房、古建筑
- 高支模、基坑监测
- 医疗设备
- 各种工程机械角度控制
- 高精度激光平台



三、性能参数

参 数	条 件	LCT616T-M -10	LCT616T-M -30	LCT616T-M -60	LCT616T-M -90	单 位
测 量 范 围		±10	±30	±60	±90	°
测 量 轴		X 或 Y 轴	X 或 Y 轴	X 或 Y 轴	X 或 Y 轴	
绝 对 精 度	-40 ~ +85℃	0.1	0.1	0.1	0.1	°
分 辨 率		0.01	0.01	0.01	0.01	°
长期稳定性	@25℃	<0.12	<0.12	<0.12	<0.12	°
检 测 频 率		100	100	100	100	Hz
零点温度系数	-40 ~ +85℃	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01	°/℃
工 作 电 压	DC5V 或 DC9~36V					
工 作 电 流	DC12V	30mA				
通 讯 接 口	默认 MODBUS (RS485)、其它可选					
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 或 IP68					
电 缆 线	默认 4 芯屏蔽电缆线 1.5 米					
重 量	180g (不含包装盒)					

四、电气连接

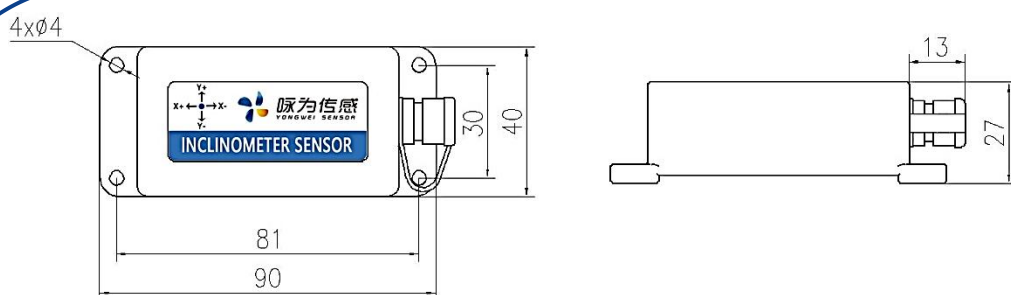


红、黑、绿、黄表示线的颜色

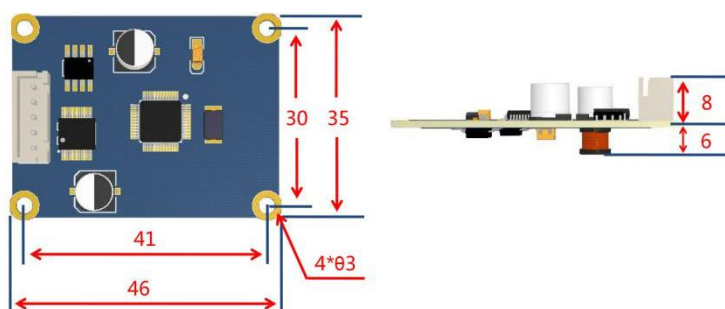
功能	红	黑	绿	黄
RS232	VCC	GND	RXD	TXD
RS485	VCC	GND	(B、D-)	(A、D+)
TTL	VCC	GND	RXD	TXD

五、尺寸与安装

1. 产品尺寸图

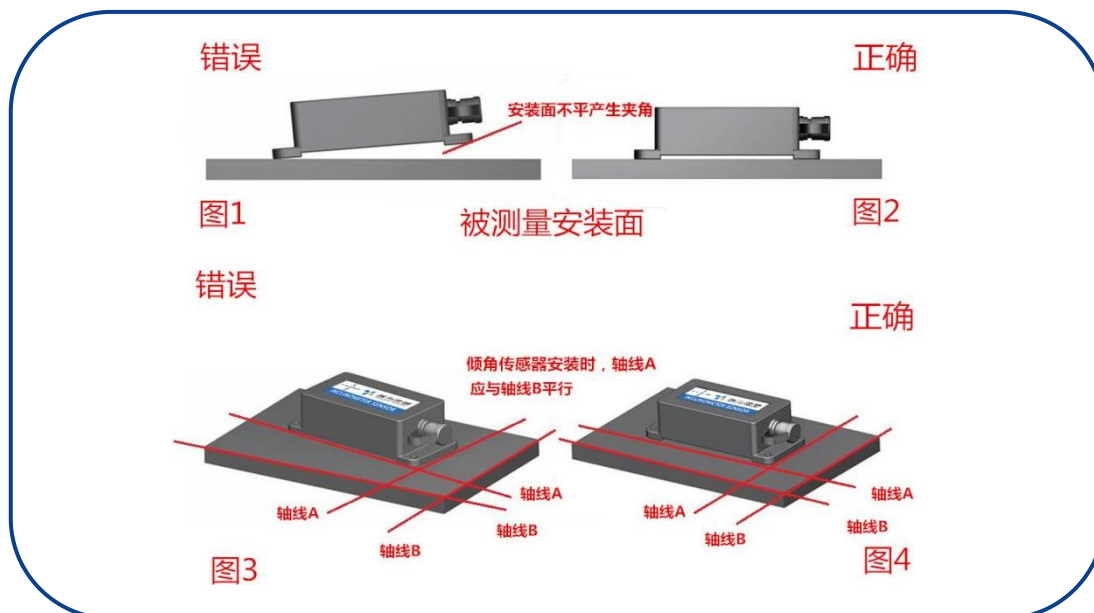


含外壳 产品尺寸 L90*W40*H27mm

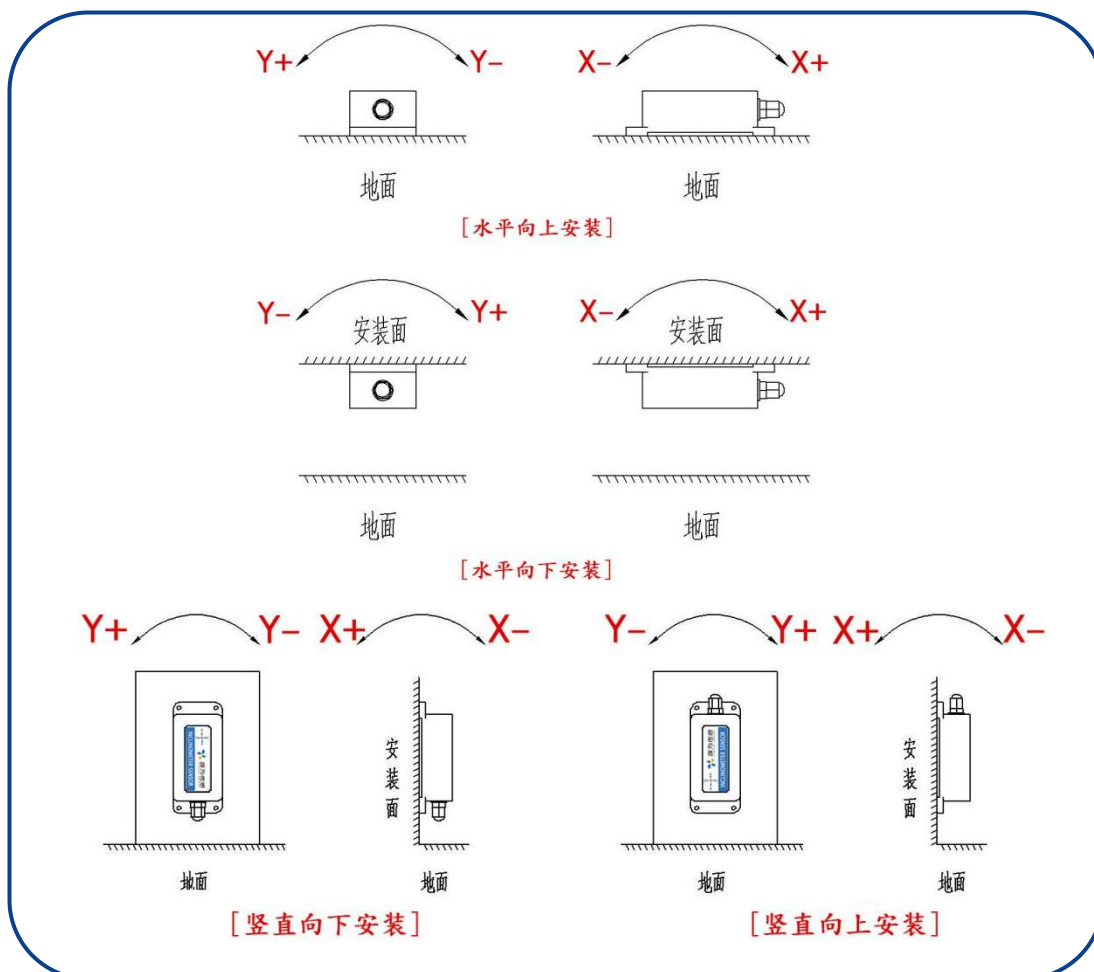


单板 产品尺寸 L46*W35*H8mm

2. 产品安装说明



3. 产品轴向说明（水平安装或竖直安装 二选一）



六、调试软件

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 倾角传感器
- (4) 协议类型: 默认 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

注意对传感器进行设置后, 一定要发送 “ 掉电保存 ” 指令。

七、数据格式

1.1 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)	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 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 (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 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)	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 轴角度 (0x**3FBD70A4**) = 1.48000°

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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Num H (1byte)	Num L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (1byte)
0x01	0x03	0x08	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XX	XX

注：例如应答回复帧：01 03 08 **BD A3 D7 0A 3F BD 70 A4** FE 5D，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**BDA3D70A**) = -0.080000° Y 轴角度 (0x**3FBD70A4**) = 1.480000°

2.4 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。

2.5 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。

2.6 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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (1byte)
0x01	0x06	0x00	0x0B	0x00	0x01	0x39	0xC8

例如发送 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)	Addr H (1byte)	Addr L (1byte)	Data H (1byte)	Data L (1byte)	CRC16 L (1byte)	CRC16 H (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。

注意：设置后 发送掉电保存指令，

2.7 update flash(掉电保存)

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，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);  
}
```

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(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