

# Modbus 倾角传感器/开关 用户手册

合肥硕锋电子科技有限公司编写

2017-11-20

## 一、通信协议

## 1.1 数据帧格式

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	第一个寄存器 的高地址 (1byte)	第一个寄存器 的低地址 (1byte)	寄存器数量的 高位 (1byte)	寄存器数量的 低位 (1byte)	CRC 校验 (2byte)
01						

出厂设置为：8 位数据位，1 位停止位，偶校验，波特率 9600

功能码： 0x03:读保持寄存器                    0x04:读输入寄存器

          0x06:写保持寄存器                    0x05:强制单个线圈

数据格式：16 进制

地址码：默认为 0x01

寄存器地址：需要操作的寄存器起始地址

寄存器数量：需要操作的寄存器数量

名称	输入寄存器	备注
X 轴角度绝对值	30001	带 n 位小数①
Y 轴角度绝对值	30002	
Z 轴角度绝对值	30003	
X 轴角度相对值	30004	
Y 轴角度相对值	30005	
Z 轴角度相对值	30006	
内部温度数值	30010	无小数位②，单位℃
名称	保持寄存器	备注
站地址	40100	1-31，默认为 1
波特率	40101	4800；9600；19200，默认为 9600
校验方式	40102	0-无校验,1-奇校验,2-偶校验，默认为 2
X 轴相对角度参考值	40103	带 n 位小数①
Y 轴相对角度参考值	40104	
Z 轴相对角度参考值	40105	
X 轴正方向报警角度值	40106	带 1 位小数
Y 轴正方向报警角度值	40107	
X 轴负方向报警角度值	40108	
Y 轴负方向报警角度值	40109	
X 轴正方向回差值	40110	
Y 轴正方向回差值	40111	
X 轴负方向回差值	40112	
Y 轴负方向回差值	40113	

名称	线圈	备注
设置 X 轴当前绝对角度为其相对角度参考值	00001	
设置 Y 轴当前绝对角度为其相对角度参考值	00002	
设置 Z 轴当前绝对角度为其相对角度参考值	00003	
X+报警输出	00004	1=报警，0=不报警
X-报警输出	00005	
Y+报警输出	00006	
Y-报警输出	00007	

## NOTE:

- ①带 n 位小数，对于 SSA00，n=2。对于 SSA03 系列 n=3，对于 SSA60 和 SSA10 系列 n=1。即读取的数值是真实数值扩大了 10 的 n 次方倍。如果写入数值，也需要扩大 10 的 n 次方倍再写入。
- ②温度数值不含小数，单位为℃。例如读取数值为-12，则实际温度为-12℃。

**相对角度的含义为：**绝对角度相对于相对角度参考值所得到的数值。相对角度 = 绝对角度 - 相对角度参考值。其实绝对角度也可以看成是相对于绝对水平面所得的数值。

**相对角度参考值的含义为：**相对角度值的参考数值。

■例如当前绝对角度值为 22 度，相对角度参考值为 3 度，则相对角度为 19 度。

■例如当前绝对角度值为-22 度，相对角度参考值为-3 度，则相对角度值为-19 度。

■例如当前绝对角度值为-22 度，相对角度参考值为 3 度，则相对角度值为-25 度。

## 1.2 命令格式

### 1.2.1 读取 X 轴绝对角度，发送命令：(输入寄存器 30001)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存 器的低地址	寄存器数 量的高位	寄存器数 量的低位	CRC 校验	
01	04	00	00	00	01	31	CA

应答命令：

地址码	功能码	字节数	数据高位	数据低位	CRC 校验	
01	04	02	××	××	××	××

例如当前返回 01 04 02 00 84 B9 53，则 00 84 为角度数值，0084 换算成 10 进制为 132。若传感器为通用版 SSA00 系列，其 n=2，则角度数值为 1.32 度。若传感器为高精度 SSA03 系列，其 n=3，则角度数值为 0.132 度。若传感器为低价位 SSA60 系列，其 n=1，则角度数值为 13.2 度。本说明书中所有出现 n 代表的数值均参照此取值。以下同理。

### 1.2.2 读取 Y 轴绝对角度，发送命令：(输入寄存器 30002)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存器 的低地址	寄存器数量 的高位	寄存器数量 的低位	CRC 校验	
01	04	00	01	00	01	60	0A

应答命令：

地址码	功能码	字节数	数据高位	数据低位	CRC 校验	
01	04	02	××	××	××	××

例如当前返回 01 04 02 FC 5F B8 08，则 FC 5F 为角度数值，换算成 10 进制为 64607,64607-65535=-928。

### 1.2.3 读取 Z 轴绝对角度，发送命令：(输入寄存器 30003)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存器 的低地址	寄存器数量 的高位	寄存器数量 的低位	CRC 校验	
01	04	00	02	00	01	90	0A

应答命令：

地址码	功能码	字节数	数据高位	数据低位	CRC 校验	
01	04	02	××	××	××	××

例如当前返回 01 04 02 00 64 B8 DB，则 00 64 为角度数值，换算成 10 进制为 100,则角度数值为 10.0 度。

### 1.2.4 设置 X 轴相对角度参考值，发送命令：(保持寄存器 40103)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存器 的低地址	寄存器数量 的高位	寄存器数量 的低位	CRC 校验	
01	06	00	66	**	**	**	**

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	06	00	66	××	××	××

◆数据域的范围是【 $-A*10n$  ,  $A*10n$ 】，其中 A 代表传感器的量程，例如传感器量程为【-15 , 15】，则  $A=15$ ，若  $n=2$ ，则数据域的范围是【-1500 , 1500】。

◆我们以 SSA61 和 SSA00 系列为例，其  $n=2$ ，我们设置了 X 相对角度参考值为 550（即以 5.50 度为相对测量参照面）。如果当前绝对角度值为 1350（即 13.50 度），则相对角度值为  $1350-550=700$ （即 7.00 度）。

#### 1.2.5 设置 Y 轴相对角度参考值，发送命令：（保持寄存器 40104）

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	67	××	

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	67	××	

说明：同上。

#### 1.2.6 设置 Z 轴相对角度参考值，发送命令：（保持寄存器 40105）

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	68	××	

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	68	××	

说明：同上。

#### 1.2.7 读取 X 轴相对角度值，发送命令：（输入寄存器 30004）

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存器 的低地址	寄存器数量 的高位	寄存器数量 的低位	CRC 校验	
01	04	00	03	00	01	C1	CA

应答命令:

地址码	功能码	字节数	数据高位	数据低位	CRC 校验	
01	04	02	××	××	××	××

1.2.8 读取 Y 轴相对角度值, 发送命令: (输入寄存器 30005)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存器 的低地址	寄存器数量 的高位	寄存器数量 的低位	CRC 校验	
01	04	00	04	00	01	70	0B

应答命令:

地址码	功能码	字节数	数据高位	数据低位	CRC 校验	
01	04	02	××	××	××	××

1.2.9 读取 Z 轴相对角度值, 发送命令: (输入寄存器 30006)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存器 的低地址	寄存器数量 的高位	寄存器数量 的低位	CRC 校验	
01	04	00	05	00	01	21	CB

应答命令:

地址码	功能码	字节数	数据高位	数据低位	CRC 校验	
01	04	02	××	××	××	××

1.2.10 强制线圈置 X 轴当前绝对角度值为 X 轴相对角度参考值, 发送命令: (线圈 00001)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	05	00	00	FF 00	8C	3A

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	05	00	00	FF 00	8C	3A

备注: 请求 PDU 说明了强制的线圈地址。从 0 开始寻址线圈。因此, 寻址线圈 00001 为 00000。线圈值域的常量说明请求的 ON/OFF 状态。十六进制值 0XFF00 请求线圈为 ON。十六进制值 0X0000 请求

线圈为 OFF。其它所有值均为非法的，并且对线圈不起作用。

1.2.11 强制线圈置 Y 轴当前绝对角度值为 Y 轴相对角度参考值，发送命令：(线圈 00002)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	05	00	01	FF 00	DD	FA

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	05	00	01	FF 00	DD	FA

备注：同上

1.2.12 强制线圈置 Z 轴当前绝对角度值为 Z 轴相对角度参考值，发送命令：(线圈 00003)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	05	00	02	FF 00	2D	FA

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	05	00	02	FF 00	2D	FA

备注：同上

1.2.13 站地址设置，发送命令：(保持寄存器 40100)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	06	00	63	1~127	××	××

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	06	00	63	××	××	××

备注：站地址范围是 1-31。例如发送命令 01 06 00 63 00 02 F8 15,则设置当前设备的地址为 02.设置后会  
自动返回应答信息，之后将以新地址生效。"在设定设备地址的过程中，保证不存在有相同地址的两个  
设备非常重要。如果发生重复，整个串行总线工作将不正常，而主节点将无法与总线上所有存在的节  
点通信。"

1.2.14 波特率设置，发送命令：**(保持寄存器 40101)**

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	06	00	64	××	××	××

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	06	00	64	××	××	××

备注：数据域 4800,9600,19200（需要以 16 进制数发送），默认波特率为 9600。例如当前波特率为 9600，希望修改为 4800，则发送 01 06 00 64 12 C0 C4 E5，波特率将被设置为 4800。设置完成后，设备会以原波特率 9600 返回应答信息 01 06 00 64 12 C0 C4 E5，之后将以新波特率 4800 生效。建议对设备断电重启。

1.2.15 校验方式设置，发送命令：**(保持寄存器 40102)**

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	06	00	65	××	××	××

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)	
01	06	00	65	××	××	××

备注：校验方式 00 代表无校验，01 代表奇校验，02 代表偶校验。例如发送 01 06 00 65 00 00 99 D5，则校验方式被设置为无校验。设置完成后设备会返回应答信息，之后以新校验方式生效。建议对设备断电重启。

1.2.16 读取传感器内部温度值，发送命令：**(输入寄存器 30010)**

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	第一个寄存器 的高地址	第一个寄存器 的低地址	寄存器数量 的高位	寄存器数量 的低位	CRC 校验	
01	04	00	09	00	01	E1	C8

应答命令：

地址码	功能码	字节数	数据高位	数据低位	CRC 校验	
01	04	02	××	××	××	××

备注：温度数据不含小数，例如当前返回 01 04 02 00 18 B9 3A，则 00 18 为温度数值，换算成 10 进制为 24，则温度数值为 24℃。部分传感器不支持温度数据输出。读取的温度为传感器内核温度，可能与环境温度有差别，这属于正常现象。若长时间处于同一环境温度下，则读取的温度将更趋近于环境温度。



## 1.2.17 设置 X 轴正方向报警角度值，发送命令：(保存寄存器 40106)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	69	××	

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	69	××	

说明：含 1 位小数，例如设置报警角度值为 5.5 度，则 55 换算成 16 进制是 37，则发送数据 01 06 00 69 00 37 18 00 当传感器检测到当前角度大于 5.5 度，则相应继电器会动作。

## 1.2.18 设置 Y 轴正方向报警角度值，发送命令：(保存寄存器 40107)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6A	××	

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6A	××	

说明：同上。

## 1.2.19 设置 X 轴负方向报警角度值，发送命令：(保存寄存器 40108)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6B	××	

应答命令：

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6B	××	

说明：同上。

## 1.2.20 设置 Y 轴负方向报警角度值，发送命令：(保存寄存器 40109)

地址码	功能码	寄存器	寄存器	数据域	CRC 校验

(1BYTE)	(1BYTE)	的高地址	的低地址	(2BYTE)	(2BYTE)
01	06	00	6C	××	

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6C	××	

说明: 同上。

#### 1.2.21 设置 X 轴正方向回差值, 发送命令: (保存寄存器 40110)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6D	××	

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6D	××	

说明: 回差值含 1 位小数, 回差值必须比该方向上的报警角度值小。最大回差值=报警角度值-0.1。例如设置了回差值为 2.0 度, 设置了报警角度值 5.5 度。则当传感器检测当前绝对角度大于 5.5 度, 相应继电器动作, 报警发生, 直到角度小于  $5.5-2=3.5$  度时候, 相应继电器才释放, 报警解除。

#### 1.2.22 设置 Y 轴正方向回差值, 发送命令: (保存寄存器 40111)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6E	××	

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6E	××	

说明: 同上。

#### 1.2.23 设置 X 轴负方向回差值, 发送命令: (保存寄存器 40112)

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)

01	06	00	6F	××	
----	----	----	----	----	--

应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	6F	××	

说明: 同上。

1.2.24 设置 Y 轴负方向回差值, 发送命令: **(保存寄存器 40113)**

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	70	××	

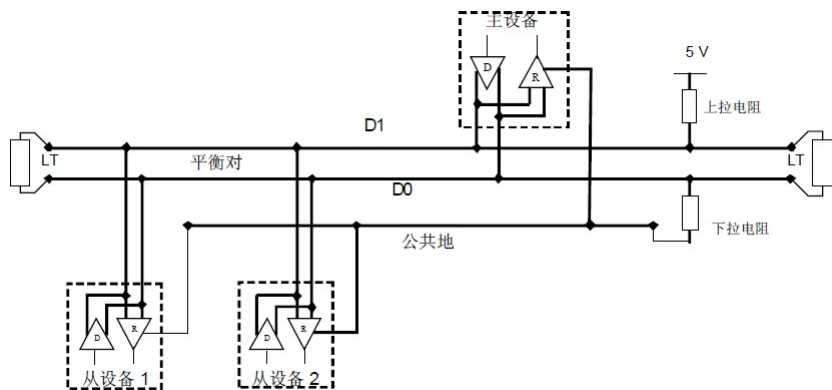
应答命令:

地址码 (1BYTE)	功能码 (1BYTE)	寄存器 的高地址	寄存器 的低地址	数据域 (2BYTE)	CRC 校验 (2BYTE)
01	06	00	70	××	

说明: 同上。

## 二、两线 Modbus 定义

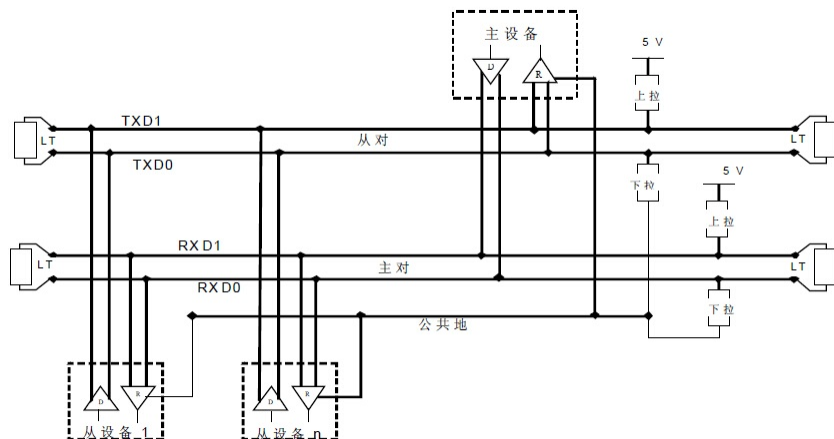
- ◆ 串行链路上的MODBUS解决方案应当依照EIA/TIA-485 标准实现“2-线”电气接口。
- ◆ 在这个2线-总线上，在任何时候只有一个驱动器有权发送信号。
- ◆ 实际上，还有第三条导线把总线上所有设备相互连接：公共地（可选的公共地）。



上图：2 线制一般拓扑结构图

## 三、可选的4-线Modbus定义

- ◆ 这种MODBUS设备同样允许实现2 对总线(4线)单向数据传输。在主对总线(RXD1-RXD2)上的数据只能由从站接收，而在从对总线(TXD0-TXD1)上的数据只能由主站接收。
- ◆ 实际上，公共地作为第五条导线必须把4-线总线上的所有设备相互连接（可选的公共地）。
- ◆ 和2 线-MODBUS 一样，在任何时刻只有一个驱动器有权利发送数据。
- ◆ 这种设备必须依照EIA/TIA-485 对每一对平衡线实现一个驱动器和一个收发器。（有时候这种方式被称为“RS422”，这是错误的：RS422 标准不支持几台设备在一对平衡线上。）



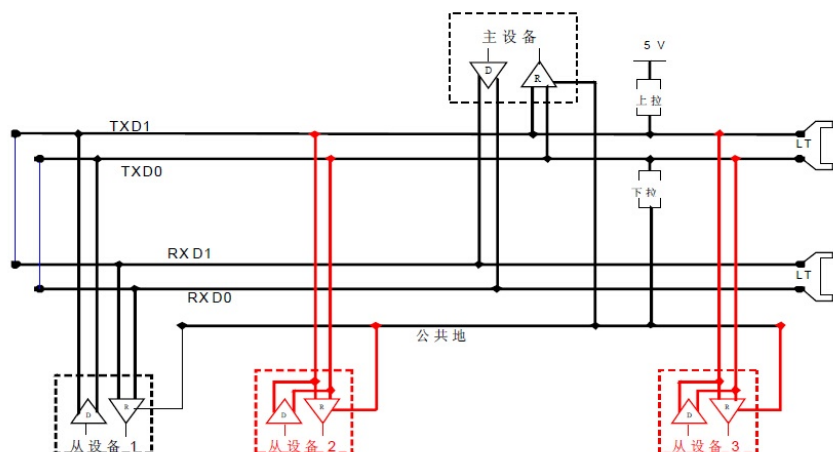
- ◆ 4线-电缆系统必须在ITr(主干间的接口称为ITr，主干接口)与主站的IDv(设备和无源接头间的接口称为IDv，分支接口) 之间，使两对总线交叉。这种交叉由交叉电缆实现，但是在2线系统中这种交叉电缆的连接可能会引起损害。解决连接4线主站的好方法是使用含有交叉功能的接头。

#### 四、2线接入4线电缆的方式

本传感器为2线制，为了将执行2线物理接口的设备接入一个已存在的4线系统，4线电缆系统可以按下述修改：

- ◆TXD0 信号应与RXD0 信号连接，使之成为D0信号。
- ◆TXD1 信号应与TXD0 信号连接，使之成为D1 信号。
- ◆上拉，下拉电阻和线路终端电阻应重新安排以正确地适应D0，D1 信号。

下图给出一个使用2线接口的从站2和3能与使用4线接口的主站和从站1一起工作的例子。



上图：2线接入4线电缆的方式

#### 五、关于通信距离

(1) 主干电缆端到端的长度必须有限制。其长度由波特率，电缆（规格，电容或特征阻抗），菊花链上的负载数，以及网络配置（2线或4线制）所决定。

(2) 对于最高波特率为9600，AWG26（或更粗）规格的电缆，其最大长度为1000m。在2线接入4线电缆的方式的特殊情况下（4线制用作2线制的系统中）最大长度必须除以2。

(3) 分支必须短，不能超过20m。如果使用x分支的多口接头，每个分支最大长度必须限制为40m除以x。

#### 六、关于线路终端

(1) 沿线路传播的移动信号波遇到不连续的阻抗，造成在传输线路中的反射。为了使在RS-485电缆终端的反射最小，需要在接近总线两端点处放置线路终端。

(2) 由于传播是双向的，故在线路两端都加置终端是非常重要的，但在一个无源D0-D1平衡对上，加的LT 不能超过2 个。也不能在分支电缆上放置任何LT。

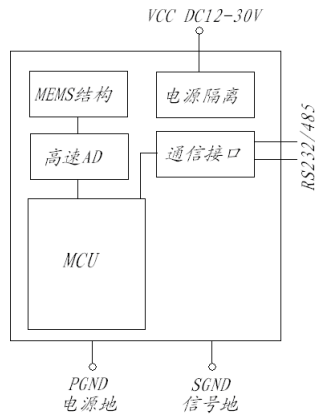
(3) 每个线路终端必须连接在平衡线D0和D1 的两条导线之间。

(4) 线路终端可以是150 欧姆（0.5W）的电阻。

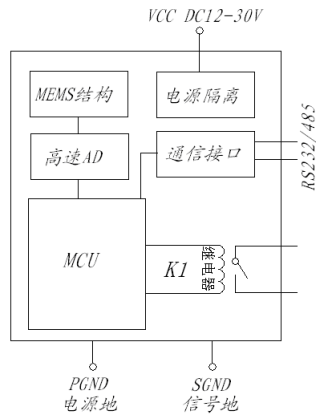
(5) 当对线极性偏置时，最好选择电容（1nF，最低10V）与120 欧姆（0.25W）电阻串联。在4 线系统中，在总线的两端，每一对线都必须有终端。在RS232 互联中，可以不用连接终端。

### 七、内部结构示意图

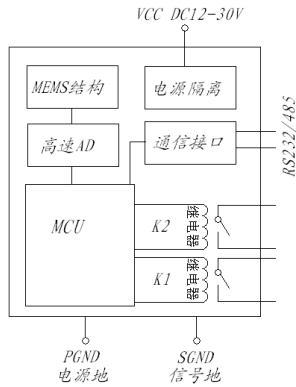
下图为典型倾角传感器/开关的内部结构示意图，从图中我们可以看出二者的区别在于倾角传感器内部无继电器，而倾角开关内部有1个、2个或4个继电器。其他部分完全一样。



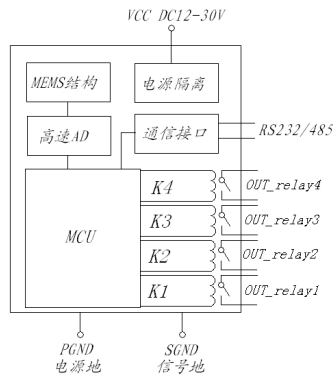
上图：倾角传感器内部结构示意图



上图：倾角开关内部结构示意图（单继电器）



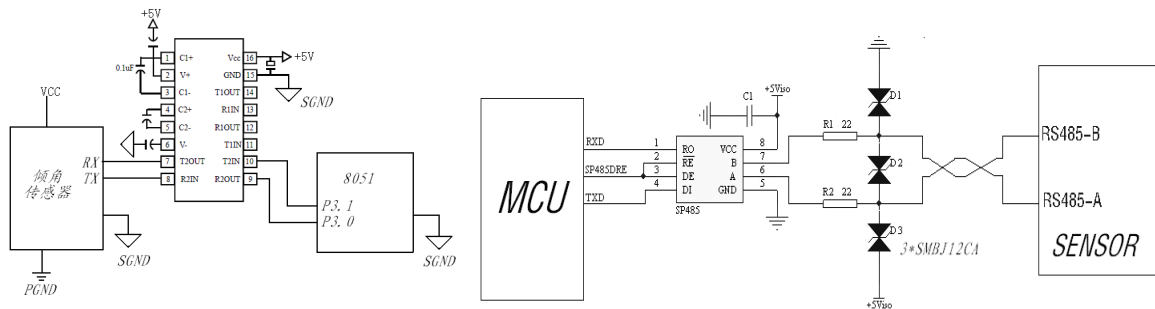
上图：倾角开关内部结构示意图（双继电器）



上图：倾角开关内部结构示意图（四继电器）

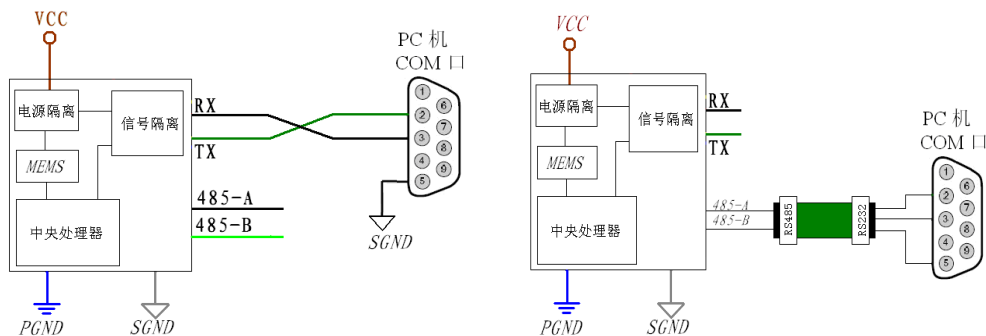
### 八、传感器与单片机通信

下图（左）为 RS232 接口倾角传感器与单片机通信示意图，则需要接电平转换芯片 SP232、MAX232 等。下图（右）为 RS485 接口倾角传感器与单片机通信示意图，需要电平转换芯片 MAX485、SP485、65LBC184、SN65176 等。D1、D2、D3 为保护元件，推荐双向 TVS 管 SMBJ12CA，也可以不接。



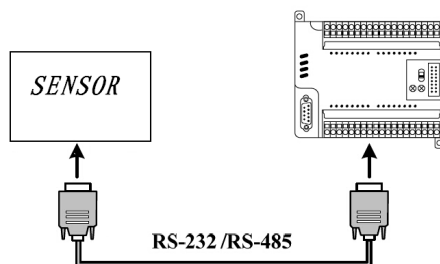
## 九、传感器与电脑通信

RS232 输出方式可以直接和电脑的串口连接，RS485 输出方式需要 RS232 转 485 转换器与 PC 机通信。如果计算机没有串口，可以直接使用 USB 转 485 转换器。推荐使用兼容性较好的 USB 转串口线，与 PC 机串口通信示意图如下：

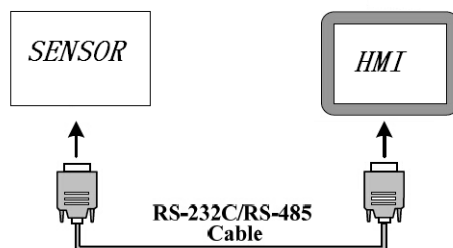


## 十、传感器与 PLC/控制器通信

该传感器可通过 RS232 或者 RS485 接口与 PLC 通信。示意图如下：



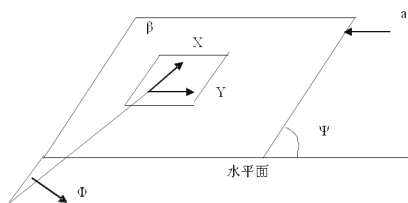
## 十一、传感器与工控屏/触摸屏/串口屏通信



## 十二、使用注意事项

### 1、测量轴问题

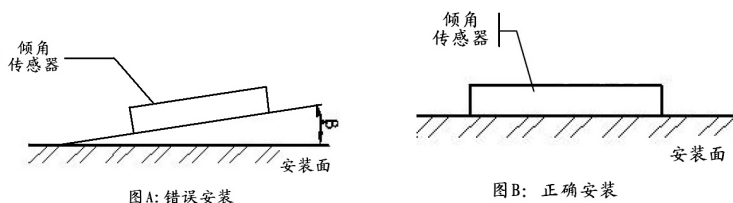
在测量时要注意被测平面的角度运动方向要和双轴、单轴倾角模块的测量轴平行，不能有夹角，如下图所示，用 X 轴测量一个平面 $\beta$ 沿 a（在现实中并不一定是被测平面的边沿）和水平面的夹角 $\Psi$ ，由于存在 $\Phi$ 角，所以模块输出的角度会和实际角 $\Psi$ 之间有差距。会略小于实际的角度。所以在安装和使用倾角模块时应注意这两者之间的关系。



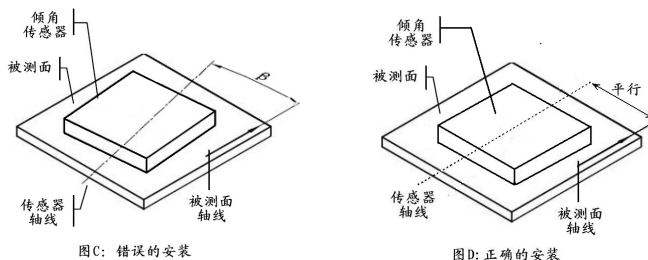
## 2、“两面”与“两线”

在传感器安装时，必须要把握“两面原则”与“两线原则”。

“两面”是指被测物体的安装面与传感器的接触面要紧靠，即被测物体的安装面要尽可能的水平，不能有夹角产生，如下图 A 为错误安装，图 B 为正确安装。



“两线”是指传感器轴线与被测面轴线平行，两轴不能产生夹角。如下图 C 为错误安装，图 D 为正确安装。



## 4、极限参数

VCC 对 GND	-100V ~ +35V
数字输出对 GND	-0.3V ~ +6V
工作温度范围	-55°C ~ +100°C
储存温度范围	-60°C ~ 120°C

强度超出所列的极限参数可能导致传感器的永久性损坏。这些仅仅是极限参数，并不意味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下传感器能有效地工作。延长在极限参数条件下的工作时间会影响传感器的可靠性。

### 十三、传感器上的唯一 SN 编码

2014 年 3 月 1 日之后出厂的倾角传感器，全部带有唯一的 SN 编码，该编码位于传感器侧面，传感器内部也有一套与侧面完全一致的 SN 编码。

如果传感器在使用过程中发生故障，或者丢失产品的使用说明书，您可以向本公司提供 SN 编码号。或者将传感器邮寄到本公司，技术人员可以通过唯一的 SN 编码和专用设备读取传感器内部信息，便于产品的故障排查和责任认定。