



SCA INCLINOMETER

► 产品介绍

HMQJC是针对工业现场控制领域推出 MODBUS 输出型单/双轴倾角传感器，采用 RS485 硬件差分总线传输数据。内置精度高的 16bit A/D 差分转换器，通过 5 阶滤波算法，从而可以测量传感器输出相对于水平面的倾斜和俯仰角度。由于内置精度高的数字温感器，可根据内置温度传感器的变化修正传感器温度漂移，保障产品在低温与高温环境下的高重复性。输出响应频率标准可达 18Hz，如需更高的响应频率我司可根据用户定制。产品属于真正工业级产品，性能可靠稳定，扩展性好，多种输出可供选择。适合应用于各种恶劣工业控制环境。

► 主要特性

- | | | |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| ★ 单/双轴倾角测量 | ★ 量程 $\pm 1 \sim \pm 180^\circ$ 可选 | ★ 两种通信协议可选 |
| ★ DC 9 ~ 36V 宽电压输入 | ★ 宽温工作 $-40 \sim +85^\circ\text{C}$ | ★ 分辨率 0.01° |
| ★ IP67 防护等级 | ★ 高抗振性能 $>2000g$ | ★ 直接引线式接口 |

► 应用范围

- | | | |
|-------------|--------------|------------|
| ★ 铁路机车监测 | ★ 各种工程机械倾角测量 | ★ 地质设备倾斜监测 |
| ★ 石油钻井设备 | ★ 地下钻机姿态导航 | ★ 盾构顶管应用 |
| ★ 基于倾角的方向测量 | ★ 船舶航行姿态测量 | |



性能指标

HMQJC	条件	参数				单位
测量范围		±10	±30	±60	±90	°
测量轴		X/XY	X/XY	X/XY	X/XY	轴
分辨率		0.01	0.01	0.01	0.01	°
测量精度	@25°C	0.02	0.03	0.05	0.06	°
长期稳定性		0.05	0.05	0.05	0.05	
零点温度系数	-40 ~ 85°C	±0.006	±0.006	±0.006	±0.006	°/°C
灵敏度温度系数	-40 ~ 85°C	≤100	≤100	≤100	≤100	ppm/°C
上电启动时间		0.5	0.5	0.5	0.5	S
响应时间		0.02	0.02	0.02	0.02	s
输出速率	5Hz、15Hz、35Hz、50Hz 可设置					
通信协议	68 协议 / MODBUS					
电磁兼容性	依照 EN61000 和 GBT17626					
平均无故障工作时间 MTBF	≥50000 小时/次					
绝缘电阻	≥100 兆欧					
抗冲击	100g@11ms、三轴向(半正弦波)					
抗振动	10grms、10 ~ 1000Hz					
防水等级	IP67					
电缆线	标配 1 米长度、耐磨、防油、宽温、屏蔽电缆线 4*0.4mm ²					
重量	≤220g(含 1 米电缆线)					

*本性能参数只列出±10°、±30°、±60°、±90°系列以作参考,其它测量范围请以最相邻参数为参考。

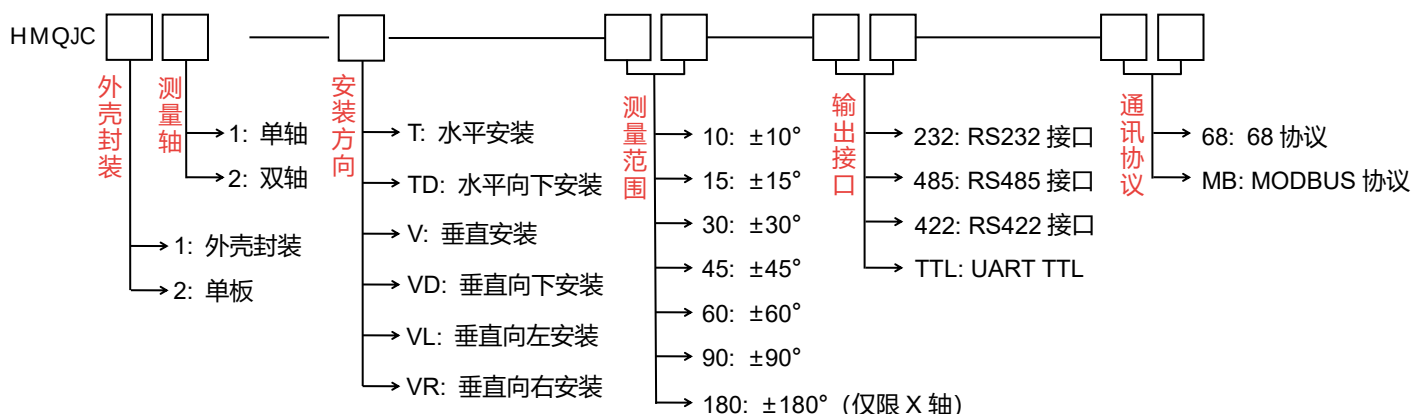
名词解释:

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。
 测量精度: 是指在常温条件下,对传感器的线性度、重复性、迟滞、零点偏差、及横轴误差的综合误差。
 长期稳定性: 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间的偏差。
 响应时间: 是指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。

电气参数

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	标准	9	12、24	36	V
	可定制		5		V
工作电流	5V		42		mA
	12V		26		mA
	24		17		mA
工作温度		-40		+85	°C
存储温度		-40		+85	°C

► 订购信息

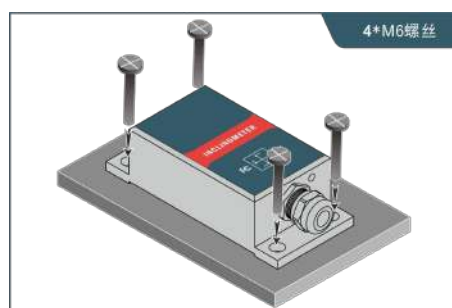


例：HMQJC12T-10-232-MB：外壳封装/双轴/水平安装/ $\pm 10^\circ$ 测量范围/RS232 输出接口/MODBUS 协议。

注：RS422/TTL 输出接口仅供68 协议选择。

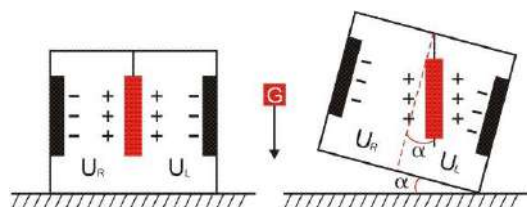
► 机械参数

- 连接 器：1m 直线引线（可定制）
- 防护等级：IP67
- 外壳材质：铝合金磨沙氧化
- 安 装：4 颗 M6 螺丝



► 工作原理

采用进口核心控制单元，运用电容微型摆锤原理。利用地球重力原理，当倾角单元倾斜时，地球重力在相应的摆锤上会产生重力的分量，相应的电容会变化，通过对电容容量放大，滤波，转换之后得出倾角。

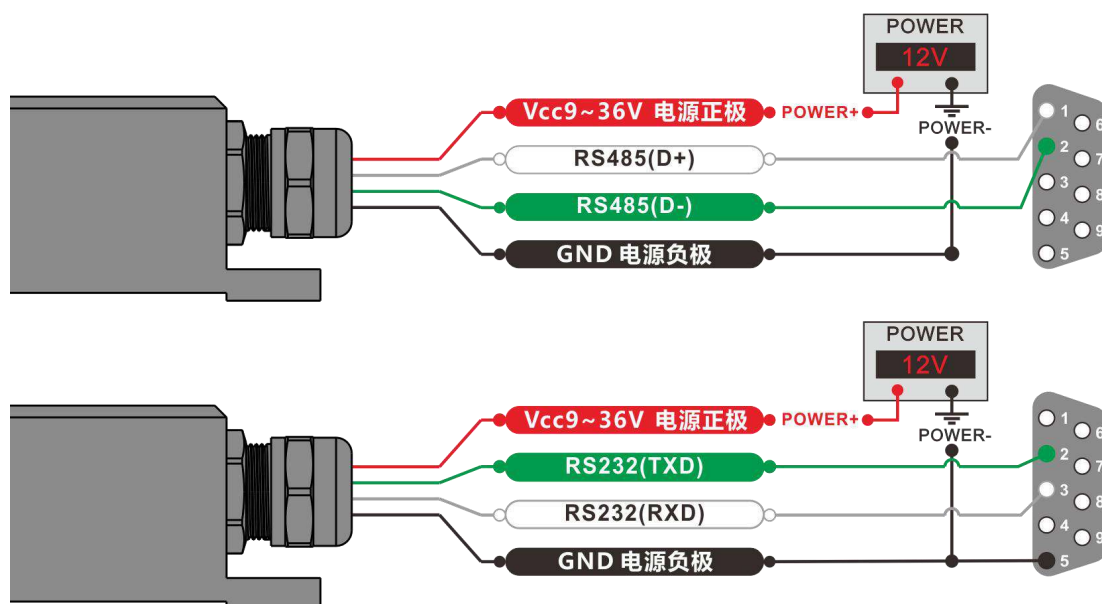


U_R, U_L 分别为摆锤的左极板和右极板与其各自对应电极间的电压，当倾角传感器倾斜时， U_R, U_L 会按照一定规律变化，所以 $\int (U_R, U_L)$ 是关于倾角 α 的函数： $\alpha = \int (U_R, U_L)$

► 电气连接

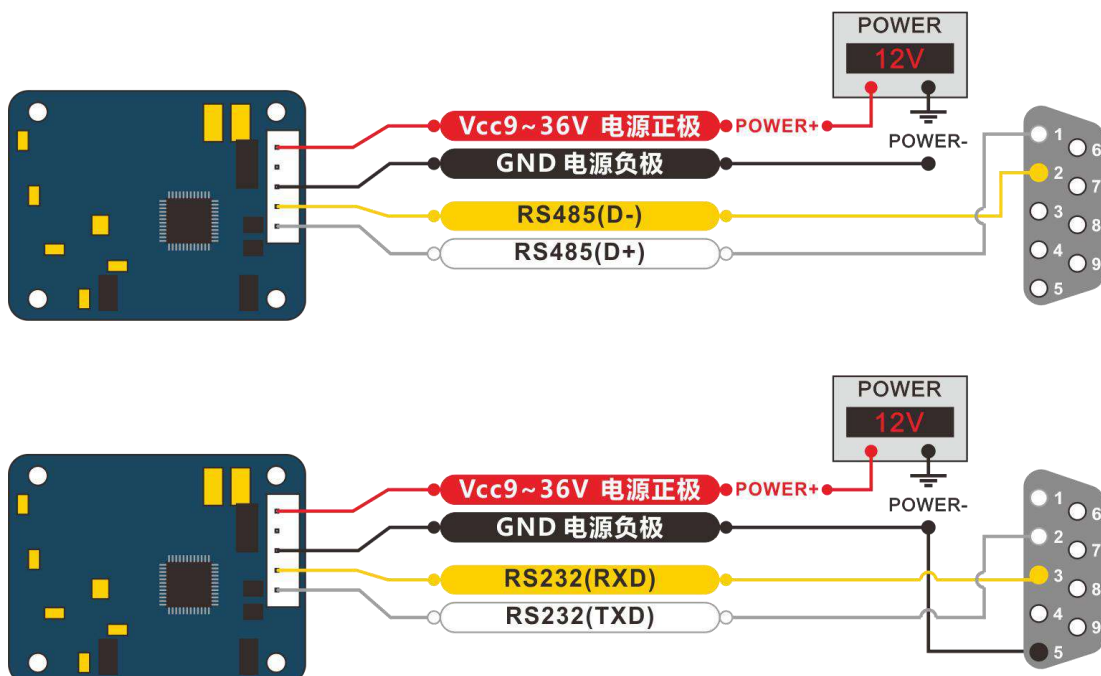
RS485/RS232/TTL 标准外壳接线定义

线色	黑色 BLACK	白色 WHITE	绿色 GREEN	红色 RED
功能	GND 电源负极	RS485(D+) RS232(RXD) TTL(RXD)	RS485(D-) RS232TXD) TTL(TXD)	DC9 ~ 36V 电源正极



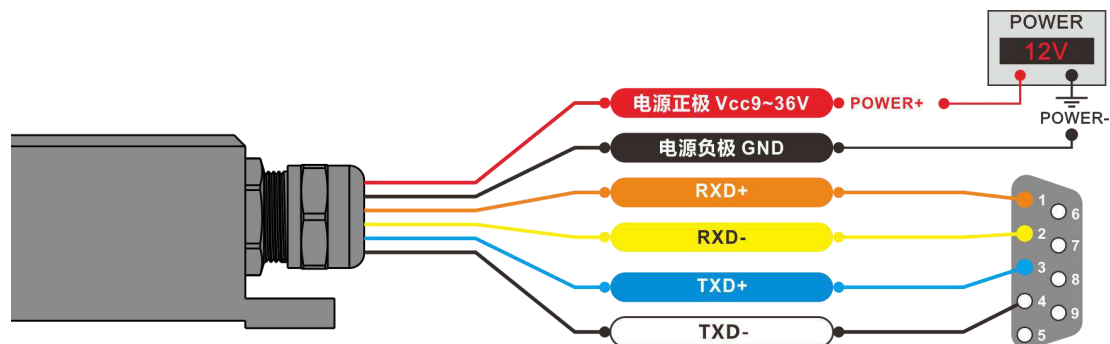
RS485/RS232/TTL 单板接线定义

线色功能	红色 RED	黑色 BLACK	白色 WHITE	黄色 YELLOW
	DC 9~36V 电源正极	GND 电源负极	RS485(D+) RS232(TXD) TTL(TXD)	RS485(D-) RS232(RXD) TTL(RXD)



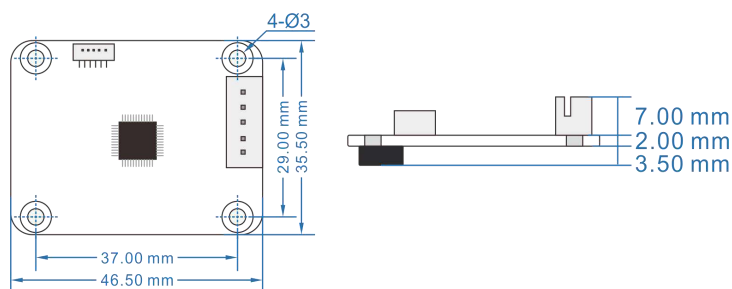
RS422 标准外壳接线定义

线色	红色 RED	黑色 BLACK	橙色 ORANGE	黄色 YELLOW	蓝色 BLUE	白色 WHITE
功能	DC9~36V 电源正极	GND 电源负极	RXD+	RXD-	TXD+	TXD-



尺寸图

单板尺寸图

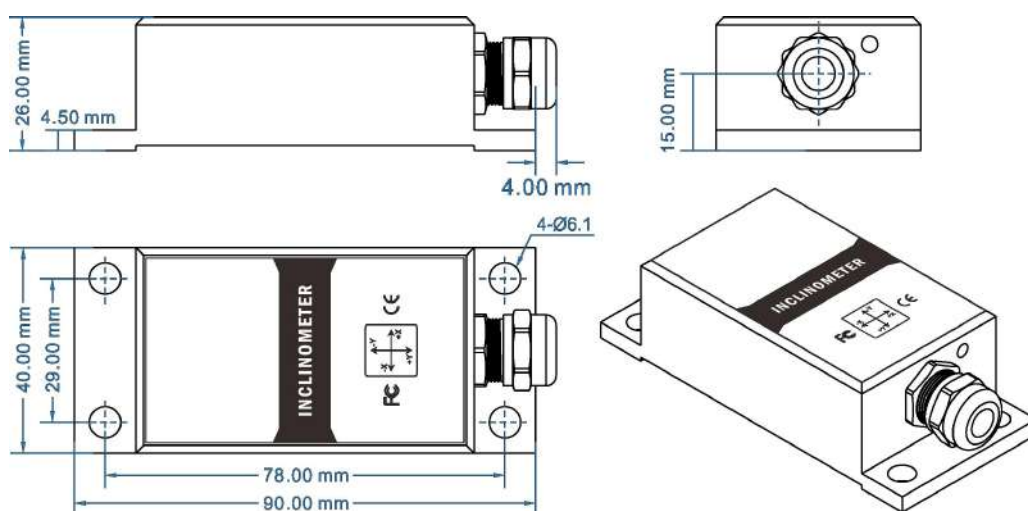


单板尺寸: L46.5×W35.5×H12.5mm

安装尺寸: L37×W29mm

安装螺丝: 4 颗 M3 螺丝

外壳封装尺寸图



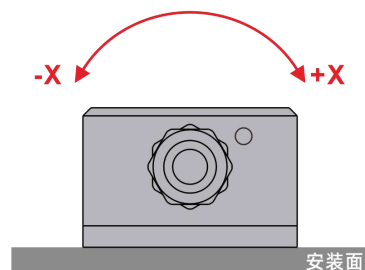
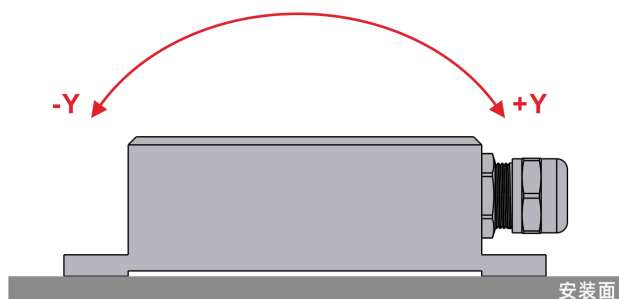
外壳尺寸: L90×W40×H26mm

安装尺寸: L78×W29mm

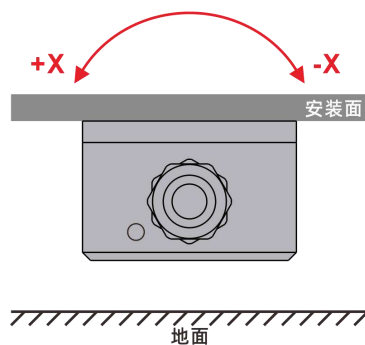
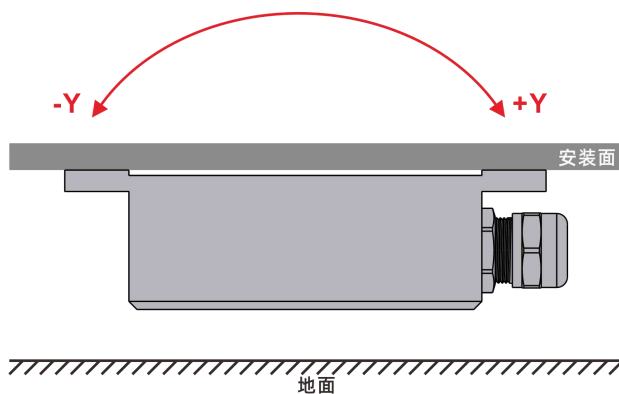
安装螺丝: 4 颗 M6 螺丝

► 安装方向

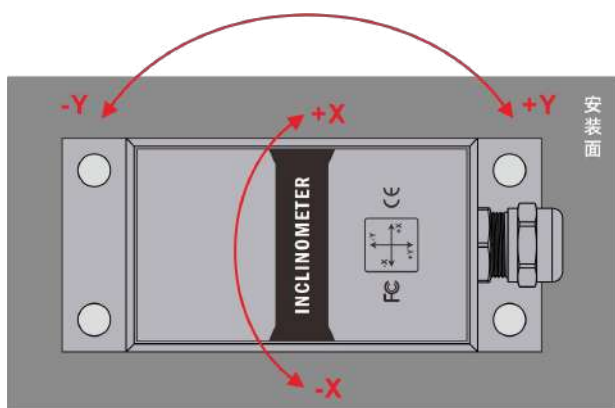
安装时应保持传感器安装面与被测目标面平行，并减少动态和加速度对传感器的影响。六种安装方式可订购，下单前请与客服确认安装方向，安装方式请参考下面示意图：



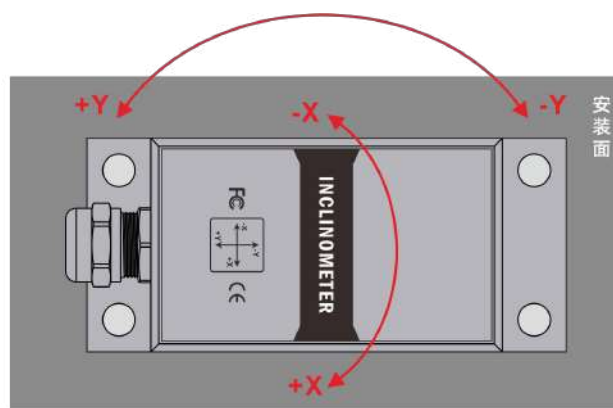
水平安装



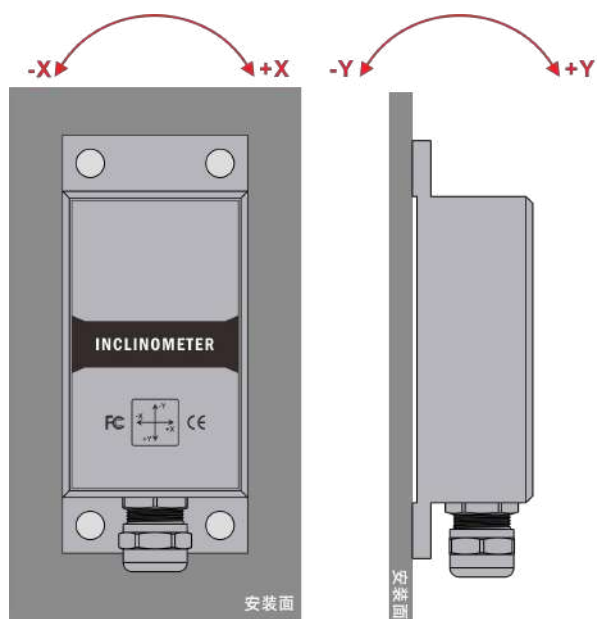
水平向下安装



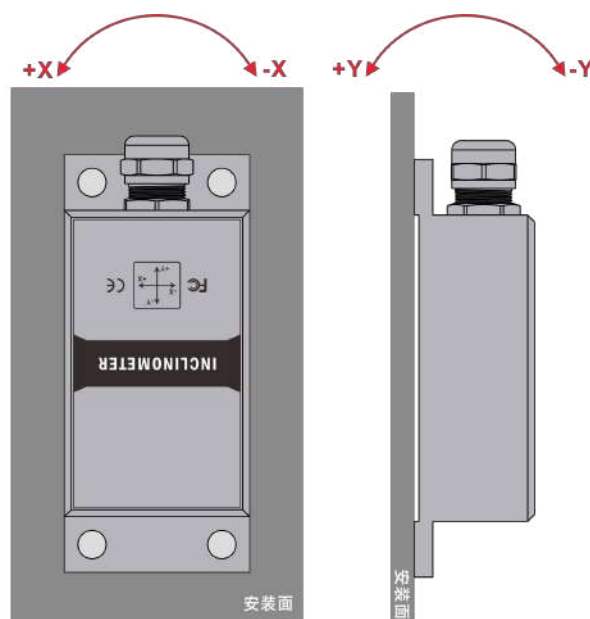
垂直向左安装



垂直向右安装



垂直安装

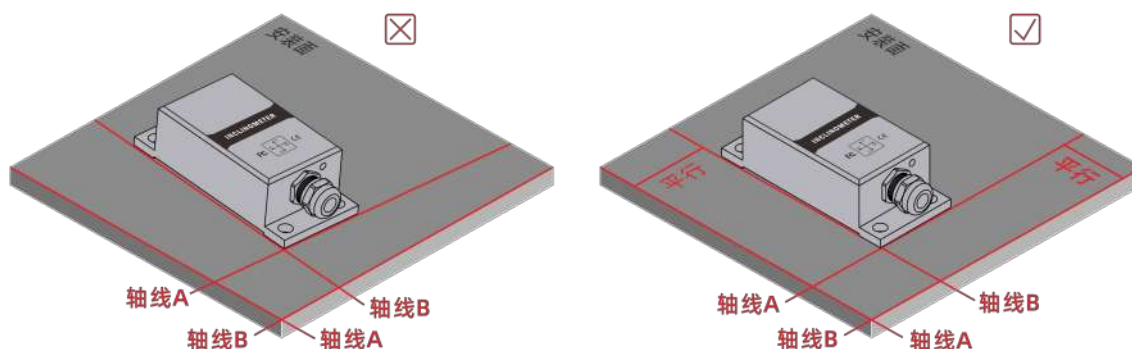
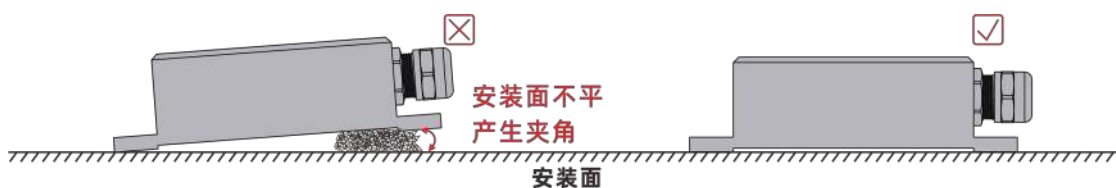


垂直向下安装

► 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。
- 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。



68通信协议

一、数据帧格式：(8 位数据位，1 位停止位，无校验，默认速率 9600)

标示符 (1byte)	数据长度 (1byte)	地址码 (1byte)	命令字 (1byte)	数据域	校验和 (1byte)
68					

数据格式: 16 进制

标示符: 固定为 68

数据长度: 从数据长度到校验和 (包括校验和) 的长度

地址码: 采集模块的地址, 默认为 00

数据域根据命令字不同内容和长度相应变化。

校验和: 数据长度、地址码、命令字和数据域的和考虑进位

二、命令字解析

命令字	含义/ 范例	说明
0X01	读 X 轴角度命令 例: 68 04 00 01 05	数 据 域 (0byte) 无数据域命令
0X81	传感器应答回复 例: 68 07 00 81 10 26 80 3E	数 据 域 (3byte) SA AA BB 数据域为 3 字节返回角度值, 为压缩 BCD 码, S 为符号位 (0 正, 1 负) AAA 为三位整数, BB 为小数。其他轴数据与此相同。如 102680 表示-26.8°
0X02	读 Y 轴角度命令 例: 68 04 00 02 06	数 据 域 (0byte) 无数据域命令
0X82	应答命令读 Y 轴角度 传感器应答回复 例: 68 07 00 82 00 66 25 11	数 据 域 (3byte) SA AA BB 数据域为 3 字节返回角度值, 为压缩 BCD 码, S 为符号位 (0 正, 1 负) AAA 为三位整数, BB 为小数。其他轴数据与此相同。如 006625 表示 066.25°
0X04	同时读 X、Y 角度命令 例: 68 04 00 04 08	数 据 域 (0byte) 无数据域命令
0X84	传感器应答回复 例: 68 0D 00 84 00 20 10 10 05 25 00 50 50 9B	数 据 域 (9byte) SA AA BB SC CC DD SE EE FF SA AA BB : 3 个字符表示 X 轴返回角度值, 为压缩 BCD 码, S 为符号位 (0 正, 1 负) AAA 为三位整数, BB 为小数; SC CC DD : 3 个字符表示 Y 轴; SE EE FF : 3 个字符产品内部温度值, 解析方法同 X 轴角度一样。 角度格式与 X 轴或 Y 轴相同解析方法 左例中角度为: X 轴 20.10°, Y 轴 -5.25°, 温度: +50.5°C
0X05	设置相对/绝对零点: 可设置当前角度为 0°, 进行相对测量, 也可设置绝对出厂 0°, 断电保存 例: 68 05 00 05 00 0A	数 据 域 (1byte) 00: 绝对零点 01: 相对零点
0X85	传感器应答回复命令 例: 68 05 00 85 00 8A	数 据 域 (1byte) 数据域中的数表示传感器回应的结果 00: 设置成功 FF: 设置失败
0X0B	设置通讯速率 例: 68 05 00 0B 03 13 此命令设置须断电后重启生效, 同时断电保存功能。	数 据 域 (1byte) 波特率: 默认值为: 9600. 00 表示 2400 01 表示 4800 02 表示 9600 03 表示 19200 04 表示 38400 05 表示 115200
0X8B	传感器应答回复命令	数 据 域 (1byte)

	例: 68 05 00 8B 00 90	数据域中的数表示传感器回应的结果 00: 设置成功 FF: 设置失败
0X0C	设置传感器输出模式 应答制: 需要上位机发读角度命令, 传感器才回应相对的角度; 自动输出制: 传感器上电后自动输出 X,Y 角度, 输出频率如右表所设定。(此功能可断电记忆) 例: 68 05 00 0C 00 11	数据域 (1byte) 出厂默认值为: 00 00 应答制式 01 5Hz 自动输出模式 02 15Hz 自动输出模式 03 25Hz 自动输出模式 04 35Hz 自动输出模式 05 50Hz 自动输出模式 注: RS485 只有应答制式无自动输出模式
0X8C	传感器应答回复命令 例: 68 05 00 8C 00 91	数据域 (1byte) 数据域中的数表示传感器回应的结果 00: 设置成功 FF: 设置失败
0X0F	设置模块地址命令 传感器默认的地址为 00, 1. 如将多个传感器同时连接在一组总线上, 例 RS485: 则需将每个传感器设成不同的地址, 以达到分别控制与回应角度。 2. 如成功更改了新的地址后, 后续所有的命令与回应数据包中的地址码都要换成更改之后的新地址码才能有效, 不然传感器不会响应命令。 此命令为断电保存功能。 例: 68 05 00 0F 01 15 设成地址为 01 号 68 05 FF 0F 00 13 用通用地址重设地址为 00 号	数据域 (1byte) XX 模块地址, 地址从 00 致 EF 范围。 注: 所有产品均有一共通地址: FF, 如在操作过程中忘记所设过的地址, 可以用 FF 地址操作该产品, 仍能正常回应。
0X8F	传感器应答回复命令 例: 68 05 00 8F 00 94	数据域 (1byte) , 数据域中的数表示传感器回应的结果 00: 设置成功 FF: 设置失败
0X0D	查询相对/绝对零点 用来查询传感器当前的零度模式是相对零点还是绝对零点 例: 68 04 00 0D 11	数据域 (0byte) 无数据域命令
0X8D	传感器应答回复命令 例: 68 05 00 8D 00 92	数据域 (1byte) , 数据域中的数表示传感器回应的结果 00: 绝对零点 01: 相对零点

► MODBUS 通信协议

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 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.....

2) MODBUS 协议中规定了广播地址---0 的相关内容，本传感器同样也能接受广播地址内容，但一律不会进行回覆。所以广播地址 0 就可以作为以下用途，仅供参考。

1.将总线上挂载的所有本型号的倾角传感器的地址全部设为某一个地址。

2.将总线上挂载的所有本型号的倾角传感器全部设为相对/绝对零点。

3.对整条总线上的该型号传感器进行测试，即主机向总线发送 0 地址询问角度 命令，通信指示灯能闪烁的即通信正常。

3) 为了提高系统的可靠性，设置地址命令和设置绝对/相对命令，这两种命令都必须连续两次发送才会有效。“连续两次发送”是指两次都发送成功（从机每次都有回覆），且两次问答必须前后连续，即主机不能在两次问答的中间插入其他数据帧，否则，该种命令就会被锁定，直到断电，设置过程参考如下：

发送设置地址命令 - - 等待从机发送的设置成功命令 - - （不能出现其它命令）再次发送设置地址命令 - - 等待从机发送的设置成功命令 - - 修改成功

4) 上电后，上述两种设置命令只能分别设置一次，如需再次设置，需重新上电。

5) 当正常通信累计到一定次数后，通信指示灯才会闪烁一次。

一、数据帧格式：

RTU 模式

通讯参数：波特率 9600 bps

数据帧：1 个起始位，8 位数据，偶校验，1 个停止位

二、读取角度数据：

Modbus 功能码 03H

主机查询命令：		从机响应：		
传感器地址	01H	传感器地址	01H	
功能码	03H	功能码	03H	
访问寄存器首地址	00H	数据长度 8 个字节	08H	
	02H	数据字 1 低 8 位	50H	X 轴数据
数据长度 4 个字	00H	数据字 1 高 8 位	46H	
	04H	数据字 2 低 8 位	00H	
CRC	E5C9H	数据字 2 高 8 位	00H	Y 轴数据
		数据字 3 低 8 位	23H	
		数据字 3 高 8 位	20H	
		数据字 4 低 8 位	00H	
		数据字 4 高 8 位	00H	
		CRC	BD61H	

读取测量数据命令应用举例 1:

主机发送					01 H	03 H	00 H	02 H	00 H	04 H	E5H	C9H
从机回复												
01H	03 H	08 H	50 H	46 H	00 H	00 H	23H	20 H	00H	00 H	BDH	61H

注: 从机回复帧的数据域为 50H, 46H, 00H, 00H, 23H, 20H, 00H, 00H

X 轴为数据域的第 1-4 字节, Y 轴为数据域的第 5-8 字节, 低字节在前。角度的表示方法为点数表示法, 一个点对应 0.01° , $0.01 \times (\text{点数} - \text{偏移})$ 即为角度。如测量范围为 $\pm 90^\circ$, 则总共点数为 18000 点。所以 0 对应 -90° , 18000 对应 $+90^\circ$, 9000 对应 0° 。

以上述数据帧为例: 角度的转换过程如下:

- 1) 得到当前角度点数, 注意, 低字节在前, X 轴为 4650H, Y 轴为 2023H。
- 2) 转换为十进制, X 轴: 4650H $\rightarrow$ 18000, Y 轴: 2023H $\rightarrow$ 8227。
- 3) 减去偏移量 9000 (注意: 该数值是与测量范围相关的一个量), X 轴: $18000 - 9000 = 9000$, Y 轴: $8227 - 9000 = -773$ 。
- 4) 得到最终角度, X 轴: $9000 \times 0.01 = 90.00^\circ$, Y 轴: $-773 \times 0.01 = -7.73^\circ$ 。

读取测量数据命令应用举例 2:

主机发送				01 H	03 H	00 H	02 H	00 H	04 H	E5H	C9H	
从机回复												
01H	03 H	08 H	00H	00 H	00 H	00 H	00H	23 H	00H	00 H	64 H	1DH

假设该例子的传感器的测量范围为 $\pm 45^\circ$, 则总共点数为 9000 点。所以 0 对应 -45° , 9000 对应 $+45^\circ$, 4500 对应 0° , 角度的转换过程如下:

- 1) 得到当前角度点数, 注意, 低字节在前, X 轴为 0000H, Y 轴为 2300H。
- 2) 转换为十进制, X 轴: 0000H $\rightarrow$ 0, Y 轴: 2300H $\rightarrow$ 8960。
- 3) 减去偏移量 4500 (注意: 该数值是与测量范围相关的一个量), X 轴: $0 - 4500 = -4500$, Y 轴: $8960 - 4500 = 4460$ 。
- 4) 得到最终角度, X 轴: $-4500 \times 0.01 = -45.00^\circ$, Y 轴: $4460 \times 0.01 = 44.60^\circ$ 。

三. 设置传感器相对/绝对零点:

Modbus 功能码 06H

设置相对/绝对零点命令:		从机响应:	
传感器地址	01H	传感器地址	01H
功能码	06H	功能码	06H
访问寄存器首地址	00H 10H	寄存器地址	00H 10H
该字若为非零则为相对零点, 为零则为绝对零点	00 H	该字若为非零则为相对零点, 为零则为绝对零点	00H
	FFH/00H 相对/绝对		FFH/00H 相对/绝对
CRC	C84FH/ 880FH	CRC	C84FH/ 880FH

设置零点命令应用举例:

主机发送	01 H	06 H	00 H	10 H	00 H	FFH	C8H	4FH
从机回复	01 H	06 H	00 H	10 H	00 H	FFH	C8 H	4FH

注: 0010 为寄存器地址, 该寄存器控制传感器输出为相对零点, 还是绝对零点。若为非零 (如上述例子中,

被写入了 00FFH)，则输出为相对零点。相反，若为零（将第 5，第 6 字节改为 00H），则为绝对零点。最后两字节为 CRC 校验和。

四.设置传感器地址:

设置传感器地址码命令:		从机响应:	
传感器地址	01H	传感器地址	01H
功能码	06H	功能码	06H
地址	00H	寄存器地址	00H
	11H		11H
传感器的新地址	00 H	传感器的新地址	00 H
	04H		04H
CRC	D80C	CRC	D80C

设置传感器地址命令应用举例:

主机发送	01 H	06 H	00 H	11 H	00 H	04H	D8H	0CH
从机回复	01 H	06 H	00 H	11 H	00 H	04H	D8 H	0CH

注: 0011H 为寄存器地址, 该寄存器控制传感器地址。上述例子中, 传感器的地址被改为了 0004H, 最后两字节为 CRC 校验和。

五. 设置传感器波特率:

设置传感器波特率命令:		从机响应:	
传感器地址	01H	传感器地址	01H
功能码	06H	功能码	06H
地址	00H	寄存器地址	00H
	08H		08H
传感器的需更改波特率参数	00H	传感器的新波特率	00H
	A2H		A2H
CRC	89B1	CRC	89B1

设置传感器波特率命令应用举例:

主机发送	01 H	06 H	00 H	08 H	00 H	A2H	89H	B1H
从机回复	01 H	06 H	00 H	08 H	00 H	A2H	89 H	B1H

以上举例是设置波特率为 19200, 重新上电后生效。 出厂默认是:9600bps

注: 0008 为寄存器地址, 该寄存器控制传感器波特率。

波特率设置对应: A0H:4800 A1H:9600 A2H:19200 A3H:38400 A4: 115200

六. 设置传感器通讯字符格式:

设置传感器通讯字符格式:		从机响应:	
传感器地址	01H	传感器地址	01H
功能码	06H	功能码	06H
地址	00H	寄存器	00H
	09H	地址	09H
传感器更改 通讯字符格式	00H	传感器的新格式	00H
	01H		01H
CRC	9808	CRC	9808

设置传感器通讯字符格式应用举例:								
主机发送	01 H	06 H	00 H	09 H	00 H	01H	98H	08H
从机回复	01 H	06 H	00 H	09 H	00 H	01H	98 H	08H

以上举例为把字节 格式 设置成 : 一个起始位+8 个数据位 无奇偶校验 +1 个停止位

重新上电后有效。出厂默认是 一个起始位+8 个数据位 偶校验 +1 个停止位

注: 0009 为寄存器地址, 该寄存器控制传感器通讯字符格式。

0000H:一个起始位+8 个数据位 偶校验 +1 个停止位

0001H:一个起始位+8 个数据位 无校验 +1 个停止位