



专利号: ZL 201830752890.0
CE 认证: AT18250EC200968
RoSH 认证: 测试号 18300RC20410801

V2.0

高精度数字输出型单双轴倾角传感器

HCA516T/HCA526T

技术手册



瑞芬资质认证

- 质量管理体系认证：GB/T19001-2016 idt ISO19001:2015标准（证书编号：128101）
- 质量管理体系认证：IATF16949：2016（证书编号：T178487）
- 知识产权管理体系认证：GB/T29490-2013标准（证书编号：41922IP00281-06R0M）
- GJB9001C-2017标准 武器装备质量管理体系认证（注册号：02622J31799R0M）
- 高新技术企业（证书编号：GR201844204379）
- 深圳市专精特新企业（编号：SZ20210879）
- 中国国家知识产权外观专利权（专利号：ZL 201830752890.0）
- CE认证：AT18250EC200968
- RoHS认证：登记号18300RC20410801
- 修订日期：2026-7-17

注：产品功能、参数、外观等将随技术升级而调整，购买时请与本司售前业务联系确认。



HCA516T/HCA526T

- ★ 单/双轴倾角测量
- ★ 分辨率0.001°
- ★ 高抗振性能>2000g

► 产品介绍

HCA516T/HCA526T 是瑞芬科技开发的一款双轴精度高的双轴倾角仪，传承 SCA 系列的稳定性,而精度得到有效提高、温度漂移性能更优更稳，另外系统内置精度高的 16bit A/D 差分转换器，同时通过 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。输出接口 RS485、RS232、RS422、TTL 可选。由于内置了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（温度输出可选），保障产品在低温与高温环境下的高重复性。产品属于真正工业级产品，性能可靠，扩展性好。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 $\pm 1 \sim \pm 90^\circ$ 可选 | ★ 尺寸: 90×50×34mm |
| ★ DC 9 ~ 36V 宽电压输入 | ★ 宽温工作-40 ~ +85℃ | ★ 分辨率 0.001° |
| ★ IP67 防护等级 | ★ 高抗振性能>2000g | ★ 防水航空插头 |

► 产品应用

- | | | |
|-------------|--------------|------------|
| ★ 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 | ★ 雷达车辆平台检测 | ★ 地下钻机姿态导航 |
| ★ 基于倾角的方向测量 | ★ 船舶航行姿态测量 | ★ 盾构顶管应用 |



性能指标

HCA516/526T	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		0.001	0.001	0.001	0.001	°
测量精度	@25℃	0.005	0.01	0.01	0.02	°
长期稳定性		0.01	0.02	0.05	0.08	°
零点温度系数	-40 ~ 85℃	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	°/℃
灵敏度温度系数	-40 ~ 85℃	≤50	≤50	≤50	≤100	ppm/℃
上电启动时间		0.5	0.5	0.5	0.5	S
响应频率		20	20	20	20	Hz
输出速率	5Hz / 15Hz / 35Hz / 50Hz / 100Hz 可设置					
输出信号	RS232/RS485/RS422/TTL/MODBUS					
电磁兼容性	依照 EN61000 和 GBT17626					
平均无故障工作时间	≥98000 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、宽温、屏蔽电缆线 4*0.4mm2 航空连接器					
重量	≤250g(不含电缆线)					

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

*其中量程是±90°，双轴输出最大为±89.5°。

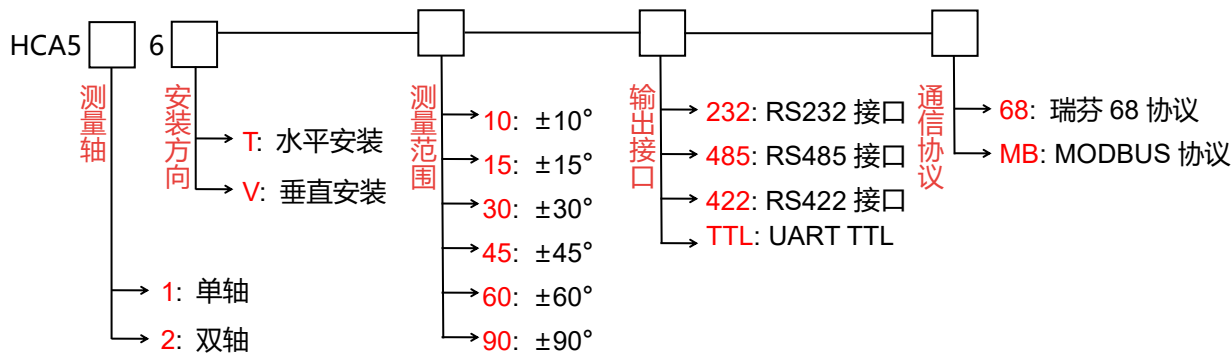
名词解释：

- 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		其它电压			V
工作电流	无负载		50			mA
工作温度		-40			+85	℃
存储温度		-40			+85	℃

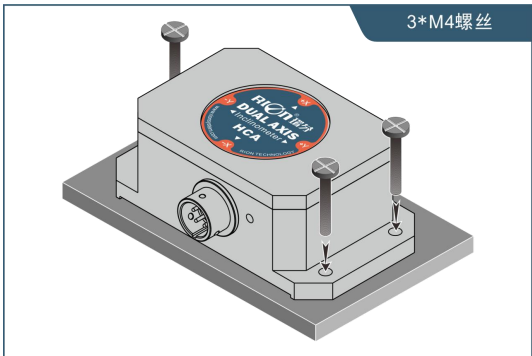
► 订购信息



例: HCA526T-10-232-68: 双轴/水平安装/ $\pm 10^\circ$ 测量范围/RS232 输出/瑞芬 68 协议。

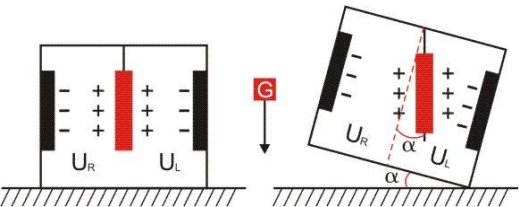
► 产品机械参数

- 连接器: 航空连接器 (1 米直接引线可定制)
- 防护等级: IP67 (航空插头)
- 外壳材质: 铝合金屏蔽氧化
- 安装: 三颗 M4 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, 相应的电容量会变化, 通过对电容量处量放大, 滤波, 转换之后得出倾角。

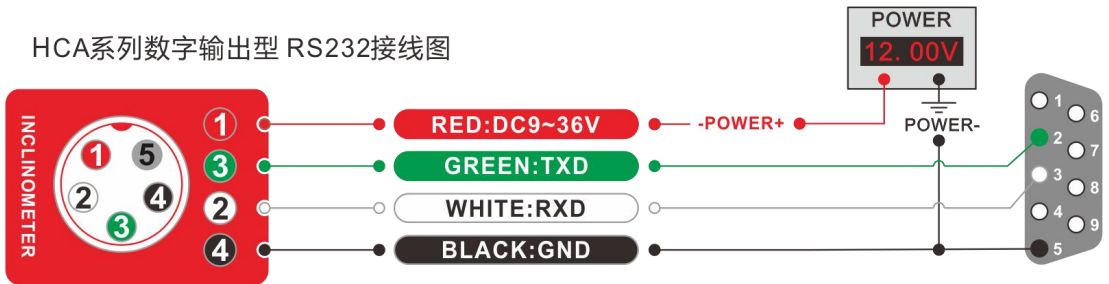


U_R, U_L 分别为摆锤的左极板和右极板与其各自对应电极间的电压, 当倾角传感器倾斜时, U_R, U_L 会按照一定规律变化, 所以 $\int (U_R, U_L)$ 是关于倾角 α 的函数: $\alpha = \int (U_R, U_L)$

► 产品电气连接

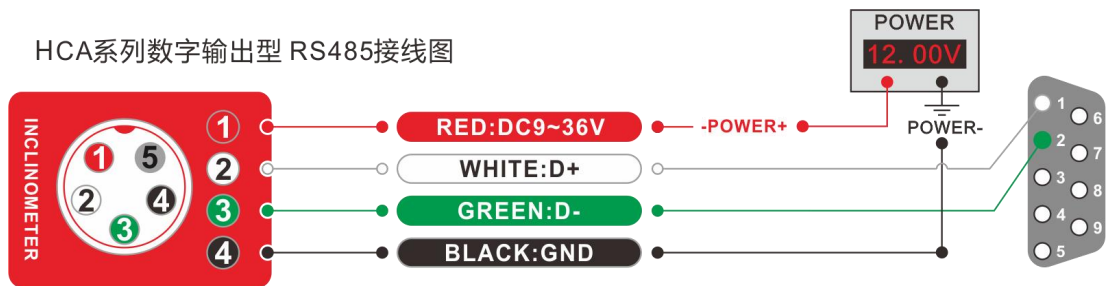
1: RS232/TTL/RS485 接线定义

线色	黑色 BLACK	白色 WHITE	红色 RED	绿色 GREEN
功能	GND 电源负极	RS232/TTL(RXD) 或 RS485(D+)	DC 9~36V 供电电源正极	RS232/TTL(TXD) 或 RS485(D-)



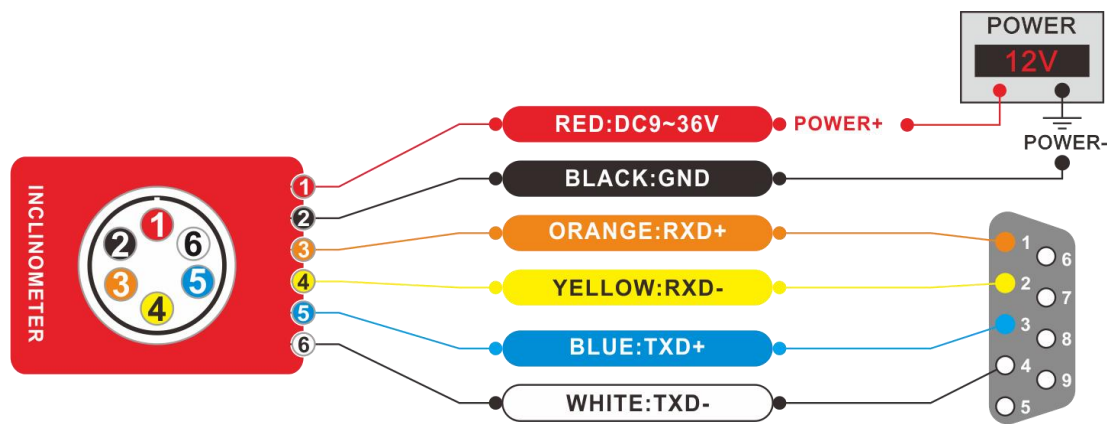
HCA516T/526T 高精度数字输出型倾角传感器

HCA系列数字输出型 RS485接线图

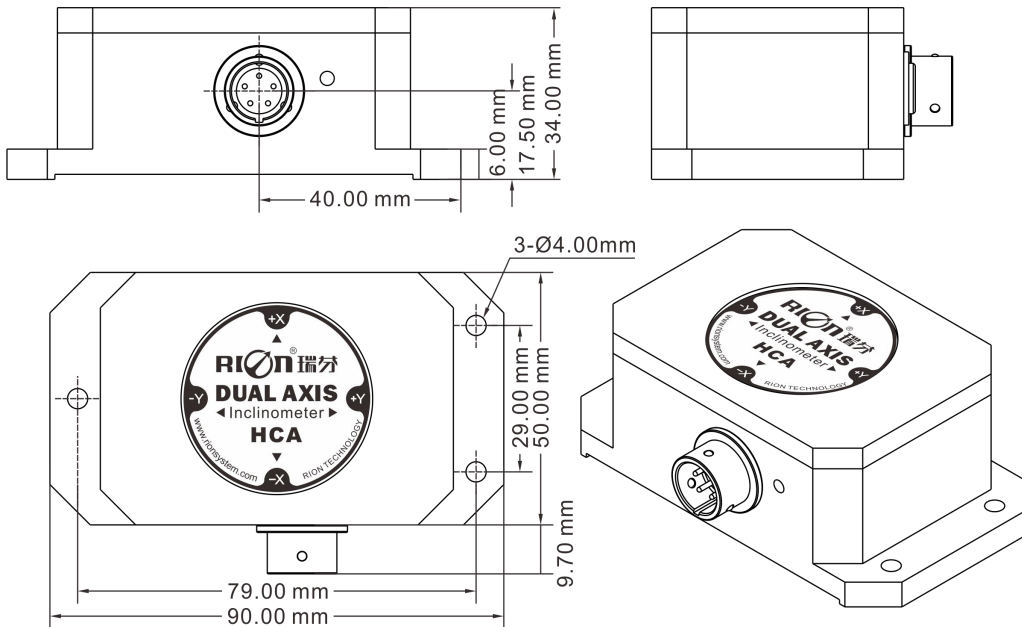


2: RS422 接线定义

线色	红色 RED	橘色 ORANGE	黄色 YELLOW	蓝色 BLUE	白色 WHITE	黑色 BLACK
功能	DC9~36V	RXD+	RXD-	TXD+	TXD-	GND



► 产品尺寸图



外壳尺寸: L90×W50×H34mm

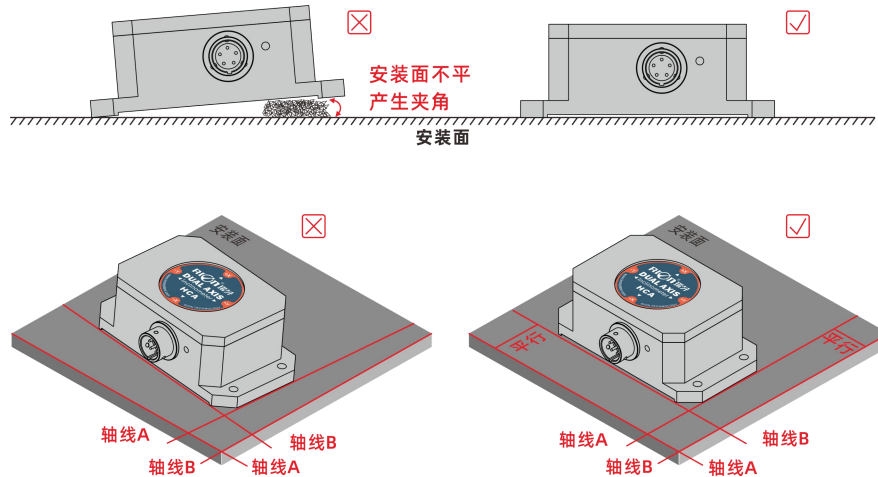
安装尺寸: L79×W29×H6mm

安装螺丝: 3 颗 M4 螺丝

► 产品安装注意事项

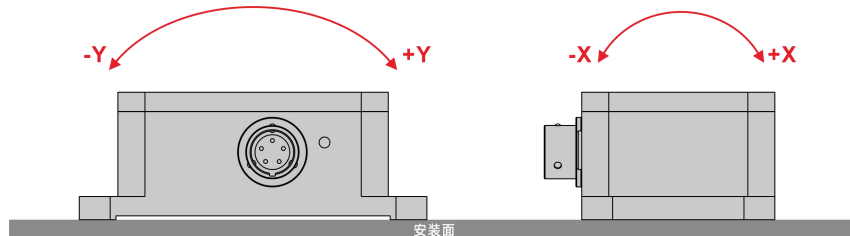
请按照正确的方法进行安装倾角传感器，不正确的安装会导致测量误差，尤其注意一“面”，二“线”：

- 1) 传感器安装面与被测量面固定必须紧密、平整、稳定，如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。

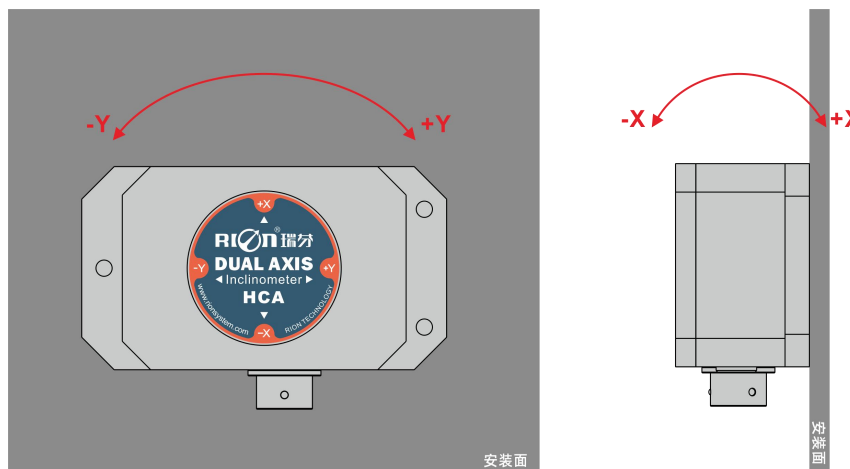


► 产品安装方向

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。本产品可水平安装也可以垂直安装（垂直安装选型只可适用单轴），安装方式请参考下面示意图：



水平安装



垂直安装

► 瑞芬倾角传感器上位机软件

上位机界面如下，主要有由串口设置区、设备设置区、系统设置区、保存选项、实时曲线区、实时数据区及原始数据区组成。鼠标移至栏目“？”处的提示消息为各栏目的内容说明，使用前请自行设置正确的量程与分辨率。以下为界面功能介绍：



- 1. 串口设置：**选择对应的端口；选择设备当前校验方式(N、O、E，出厂默认是 N)；选择设备当前波特率(2400、4800、9600、19200、38400、115200 出厂默认是 9600)，点击按钮打开端口。
- 2. 设备设置：**填写设备地址，点击**连接**按钮设备，若操作正确，则能看到数据刷新。设置设备零点，清除设备零点。
- 3. 系统设置：**设置设备波特率，设置设备地址，设置设备频率；该区作用是客户根据需要对设备进行设置，设置成功则有提示，失败无反馈。
- 4. 保存文件：**编辑框所示为文件路径，可点击**浏览**按钮选择存储路径，选择之后点击**开始**按钮保存数据，打开目录即可找到产品名+DATA+日期的 CSV 文件，文件内容为 XY 轴数据、温度以及时间。
- 5. 实时曲线：**显示实时数据波形，横轴为时间，纵轴为数据值，鼠标左键单击右下拉动可放大绘图区，右键单击移动绘制区。
 - a. 右上角工具条依次功能依次为开始、暂停、显示鼠标、显示十字光标、启用/关闭横轴卡尺、启用/关闭纵轴卡尺、启用/关闭横坐标刻度、启用/关闭纵坐标刻度、截图、绘制/关闭 X 轴数据、绘制/关闭 Y 轴数据。图片保存在软件 Picture 文件下。
 - b. 左下角为数据输出频率及输出出错计数；
 - c. 若无温度数据，则忽略。
 - d. 右下角为数据单位切换、绘制波形长度。
- 6. 实时数据：**点击栏目设置设备量程、分辨率，显示实时数据。
- 7. 原始数据：**串口数据打印功能。

► 瑞芬 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

说明	含义/ 范例	说明
0X04	同时读角度命令 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 40 00 05 05 00 1B	数 据 域 (9byte) AA AB BB CC CD DD EE EF FF AA AB BB: 3 个字符表示 X 轴 CC CD DD: 3 个字符表示 Y 轴 EE EF FF: 3 个字符表示温度数据 角度格式与 X 轴或 Y 轴相同解析方法 左例中角度为: X 轴+02.010°, Y 轴-04.000°, 温度: +50.50°C。 00 20 10 红色三个字节为 X 轴返回角度值, 为压缩 BCD 码, 第一个字节的高位 0 为符号位 (0 正, 1 负) 02 为两位整数, 10 为三位小数值。其他轴数据解析方法与此相同, 此角度解析为+02.010°。 10 40 00 蓝色三个字节为 Y 轴返回角值, 解析方法同 X 轴 05 05 00 绿色三个字节为产品内部温度值, 解析方法同 X 轴角度一样。 CB: 校验和, 所有的数据十六进制总和, 不含字头 68
0X05	设置相对/绝对零点: 可以设置当前角度为 0°, 进行相对测量, 也可设回绝对出厂零度, 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) 00 表示 2400 01 表示 4800 02 表示 9600(默认值) 03 表示 19200 04 表示 38400 05 表示 115200
0X8B	传感器应答回复命令 例: 68 05 00 8B 00 90	数 据 域 (1byte) 数据域中的数表示传感器回应的结果

		00: 成功 FF: 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, 输出频率依据所设定的值。如需高频输出, 请将波特率设为 115200。 (此功能可断电记忆) 例: 68 05 00 0C 00 11	数 据 域 (1byte) 00 应答制式 (默认值) 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
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: 成功 FF: 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 94	数 据 域 (1byte) 数据域中的数表示传感器回应的结果 00: 成功 FF: 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

► 瑞芬产品 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(除读取地址码功能)。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，设置波特率，这三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，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 > 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 (出厂默认)

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	0AH	
	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	
	05H	数据字 2 低 8 位	00H	
CRC	2409H	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	温度
		数据字 5 高 8 位	03	
		数据字 5 低 8 位	57	
		CRC	FA0EH	

读取测量数据命令应用举例 1:

主机发送						01H	03H	00H	02H	00H	05H	24H	09H	
从机回复														
01 H	03 H	0A H	50 H	46 H	00 H	00 H	23 H	20 H	00 H	00 H	03 H	57 H	FA H	0E H

注: 从机回复帧的数据域为 50H, 46H, 00H, 00H, 23H, 20H, 00H, 00H, 03H, 57H

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 0.001° , $0.001 \times (\text{点数} - \text{偏移})$ 即为角度。如测量范围为 $\pm 10^\circ$, 则总共点数为 20000 点。所以 0 对应 -10° , 20000 对应 $+10^\circ$, 10000 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 10000 (注意: 该数值是与测量范围相关的一个量, 测量范围值乘 1000, 如果测量范围 $\pm 10^\circ$ 的偏移量为 10×1000 , 测量范围为 $\pm 30^\circ$ 的偏移量为 30×1000), X 轴: $18000 - 10000 = -8000$, Y 轴: $8227 - 10000 = -1773$ 。
- 4) 得到最终角度, X 轴: $-8000 \times 0.001 = -8.000^\circ$, Y 轴: $-1773 \times 0.001 = -1.773^\circ$ 。

温度为数据域的第 9-10 字节

解析: 第九字节的高四位为符号位, 1: 负温度 0: 为正温度

第九字节的低四位为十位, 第十字节的高四位为个位, 第十字节的低四位为十分位,

如从机回复 03H, 57H 温度为: 35.7°C

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	00H FFH / 00H 相对 / 绝对	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
CRC	C84FH / 880FH	CRC	C84FH / 880FH

命令都必须连续两次发送才会有效

设置相对/绝对零点命令应用举例:

主机发送		01H	06H	00H	10H	00H	FFH	C8H	4FH
从机回复									
01H	06H	00H	10H	00H	FFH	C8H	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: (传感器地址出厂默认为 1)

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	00H
	11H	地址	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

命令都必须连续两次发送才会有效

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: (出厂默认是 9600bps)

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	00H
	12H	地址	12H
传感器的波特率	00 H	传感器的波特率	00 H
	XX		XX
CRC	CRC LH	CRC	CRC LH

XX: A0H:4800 A1H:9600 A2H:19200 A3H:38400 A4H:115200

命令都必须连续两次发送才会有效

设置传感器波特率命令应用举例:								
主机发送		01 H	06 H	00 H	12 H	00 H	A2H	A8H 76H
从机回复								
01 H	06 H	00 H	12 H	00 H	A2H	A8 H	76H	

注：0012H 为寄存器地址，该寄存器控制传感器波特率。上述例子中，把传感器的波特率设置成 19200，最后两字节为 CRC 校验和。

六. 读取传感器地址码:

读取传感器地址码命令:		从机响应:	
传感器地址	00H	传感器地址	01H
功能码	42H	功能码	42H
地址	00H	返回数据长度	02H
	11H		
数据长度	00 H	传感器地址	01H
	01H		01H
CRC	CRC LH	CRC	CRC LH

读取传感器地址码命令应用举例:

主机发送	00 H	42 H	00 H	11 H	00 H	01H	E9H	D1H
从机回复								
01 H	42 H	02 H	01 H	01 H	6CH	28H		

七. 设置传感器通讯字符格式: (出厂默认是偶校验)

设置传感器通讯字符格式命令:		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
	09H		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命令应用举例:

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



深圳 · 瑞芬

地址：深圳市宝安区福海街道大洋路 90 号中粮（福安）机器人智造产业园 1 栋

电话：0755-29657137 0755-29761269

传真：0755-29123494

邮箱：sales@rion-tech.net

官网：www.rionsystem.com

北京 · 瑞芬

地址：北京市海淀区上地信息产业基地三街中黎科技园 1 号楼 A 段 245

电话：010-62988656 188 1022 2938

传真：010-62981613

邮箱：sales@rion-star.com

网址：www.rion-star.com

上海 · 瑞芬

地址：上海市浦东新区张江高科科苑路 151 号华强大厦 3 楼

电话：021-50871186 150 0015 4260

传真：021-50871186

邮箱：huasheng@rion-tech.net

全国售后技术服务：199 2529 5781