



HTS6 高精度数字输出倾角传感器

产品说明书

V1.9-20230918

✔ 技术亮点

- ❖ 量程 $\pm 1 \sim \pm 90^\circ$ 可选;
- ❖ 小量程精度 0.005° ;
- ❖ 分辨率 0.001° ;
- ❖ DC 9 ~ 36V 宽电压输入;
- ❖ RS485、RS232、RS422、TTL 输出接口可选。



✔ 产品介绍

HTS6 系列 高性能单/双轴倾角传感器，在稳定可靠特性的基础上，进一步提升了测量精度并优化了温漂性能。该产品集成高精度 16 位差分 A/D 转换器，结合 5 阶数字滤波算法，可精准测量传感器相对水平面的横滚与俯仰角度。

多协议数字输出：支持 RS485、RS232、RS422 及 TTL 接口，适应不同工业通信需求。

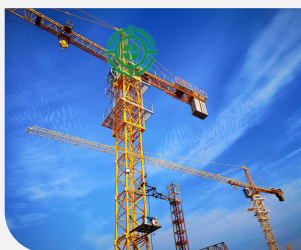
智能温漂补偿：内置高精度数字温度传感器，实时修正温漂误差（可选温度输出），确保在宽温环境下保持优异重复性。

工业级可靠性：采用强化设计，该产品凭借优异的扩展性与环境适应性适用于严苛工业环境，具备卓越的抗干扰能力与长期稳定性。

✔ 应用范围

该系列产品典型应用场景包括：工业自动化、工程机械平台调平系统，光伏跟踪支架控制系统，航空航天姿态参考系统，精密仪器水平校准装置，平台调平等高精度倾角测量领域。

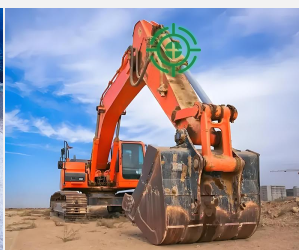
工程机械设备测控



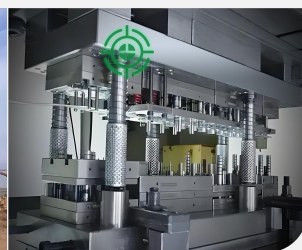
桥梁大坝安全监测



挖掘机角度测控



高精度大型治具



性能参数

HTS6	条件	参数			
测量范围	-	±10°	±30°	±60°	±90°
测量轴	-	单轴 / 双轴			
分辨率 ¹⁾	-	0.001°			
测量精度 ²⁾	@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 ³⁾	-40 ~ 85℃	0.0005°/℃			
灵敏度温度系数 ⁴⁾	-40 ~ 85℃	≤50ppm/℃	≤50ppm/℃	≤50ppm/℃	≤100ppm/℃
上电启动时间	0.5S				
响应频率	20Hz				
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	≥99999 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				
防护等级	IP67				
配线	标配 2m 电缆线，线径 6.0~6.5mm，线重 < 155g				
重量	≤200g(不含电缆线)				
*其中单轴最大量程为±90°，双轴最大量程为±89.5°。					

- 1) 分辨率：在有效量程内可识别的最小角度变化量，反映其对微小倾角波动的监测能力。
- 2) 测量精度：指在标准环境温度下，传感器各项性能指标的综合评定，包括线性度误差、重复性误差、迟滞误差、零点偏移误差以及交叉轴灵敏度误差的总体表现。
- 3) 零点温度系数：传感器在零输入状态下，其输出值随温度变化的比率，定义为额定工作温度范围内零点偏移量与常温基准值的比值。
- 4) 灵敏度温度系数：传感器满量程输出值随温度变化的稳定性指标，表征额定温度范围内灵敏度相对于常温参考值的漂移率。

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		其他电压		
工作电流	无负载		50		mA
工作温度		-40		+85	℃
存储温度		-40		+85	℃

订购选型

型号	测量轴	测量范围	信号输出	通信协议	安装方向
HTS6	X: X 轴	10: $\pm 10^{\circ}$	232: RS232	SP: 串口通讯协议	H:水平安装
	Y: Y 轴	15: $\pm 15^{\circ}$	TTL: TTL	MB: MODBUS 协议	V:垂直安装
	D: 双轴	30: $\pm 30^{\circ}$	485: RS485		
		45: $\pm 45^{\circ}$	422: RS422		
		60: $\pm 60^{\circ}$			
		90: $\pm 90^{\circ}$			

例：HTS6X10-232SP-H：单轴 X 轴/测量范围 $\pm 10^{\circ}$ /RS232 输出/串口通讯协议/水平安装。

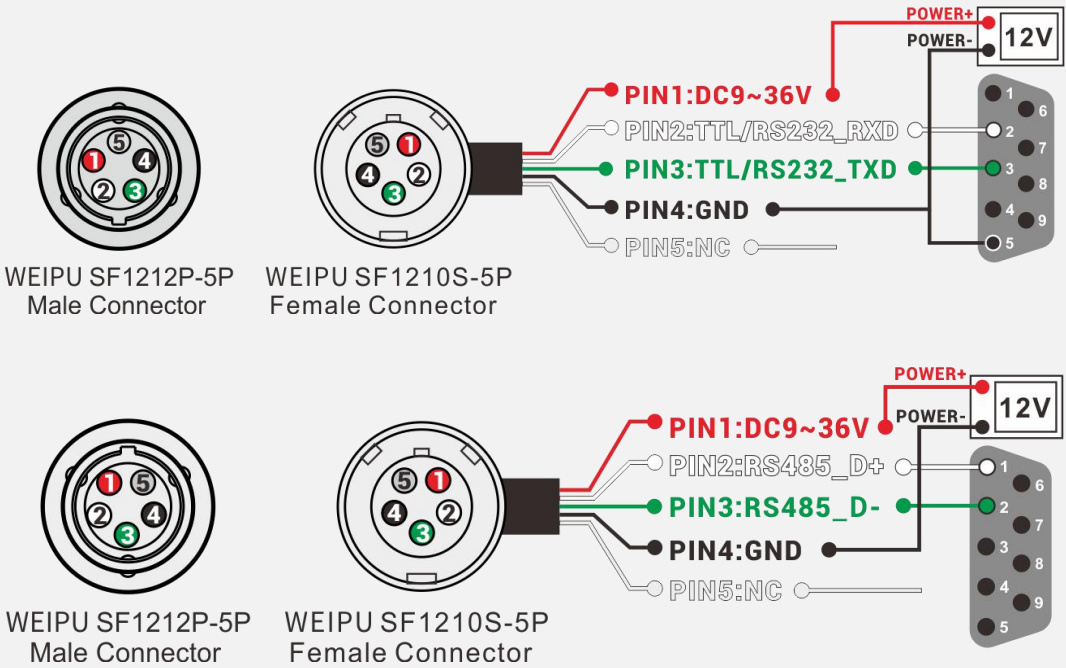
指示灯工作说明

产品上电后红色指示灯常亮，成功建立连接并传输数据时红灯转为闪烁状态。若操作连接过程中红灯持续常亮，表明连接失败，需执行重新连接操作。

接口定义

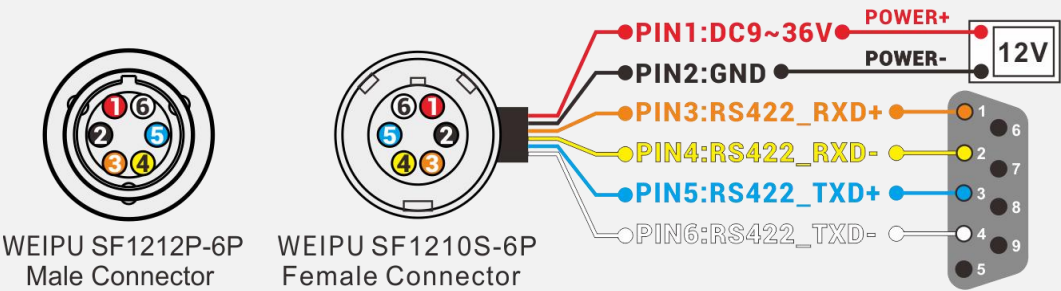
TTL/RS232、RS485 针脚定义

针脚/线色	定义	描述
PIN1 / 红色	DC9~36V	电源正极
PIN2 / 白色	TTL/RS232_RXD、RS485_D+	接收数据
PIN3 / 绿色	TTL/RS232_TXD、RS485_D-	发送数据
PIN4 / 黑色	GND	电源负极
PIN5 / - -	NC	无连接

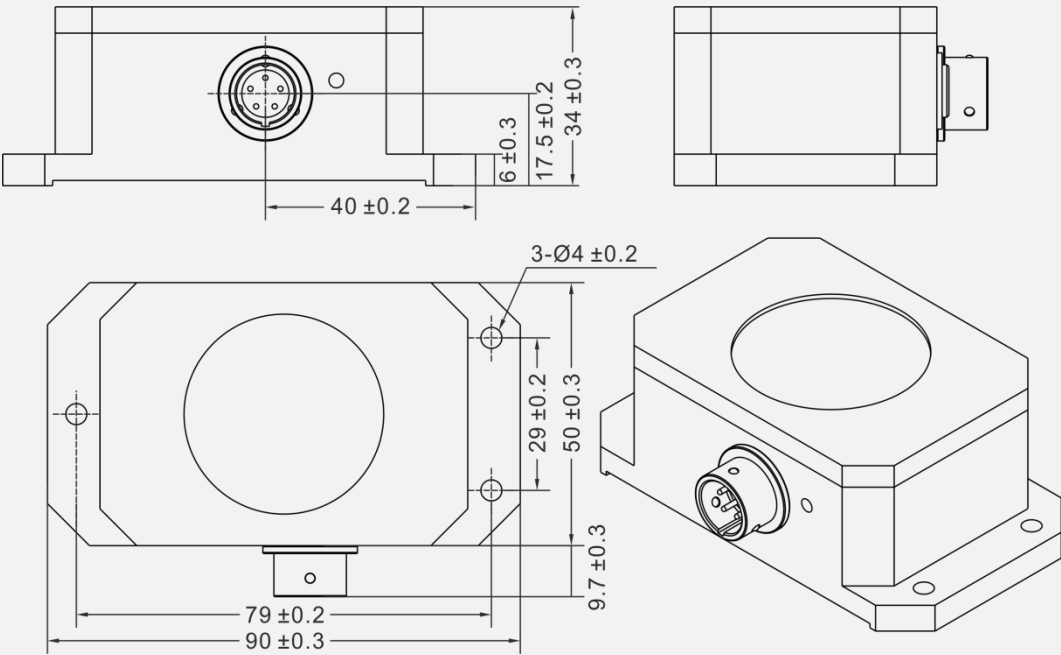


RS422 针脚定义

针脚/线色	定义	描述
PIN1 / 红色	DC9~36V	电源正极
PIN2 / 黑色	GND	电源负极
PIN3 / 橙色	RS422_RXD+	接收端的正信号线
PIN4 / 黄色	RS422_RXD-	接收端的负信号线
PIN5 / 蓝色	RS422_TXD+	发送端的正信号线
PIN6 / 白色	RS422_TXD-	发送端的负信号线

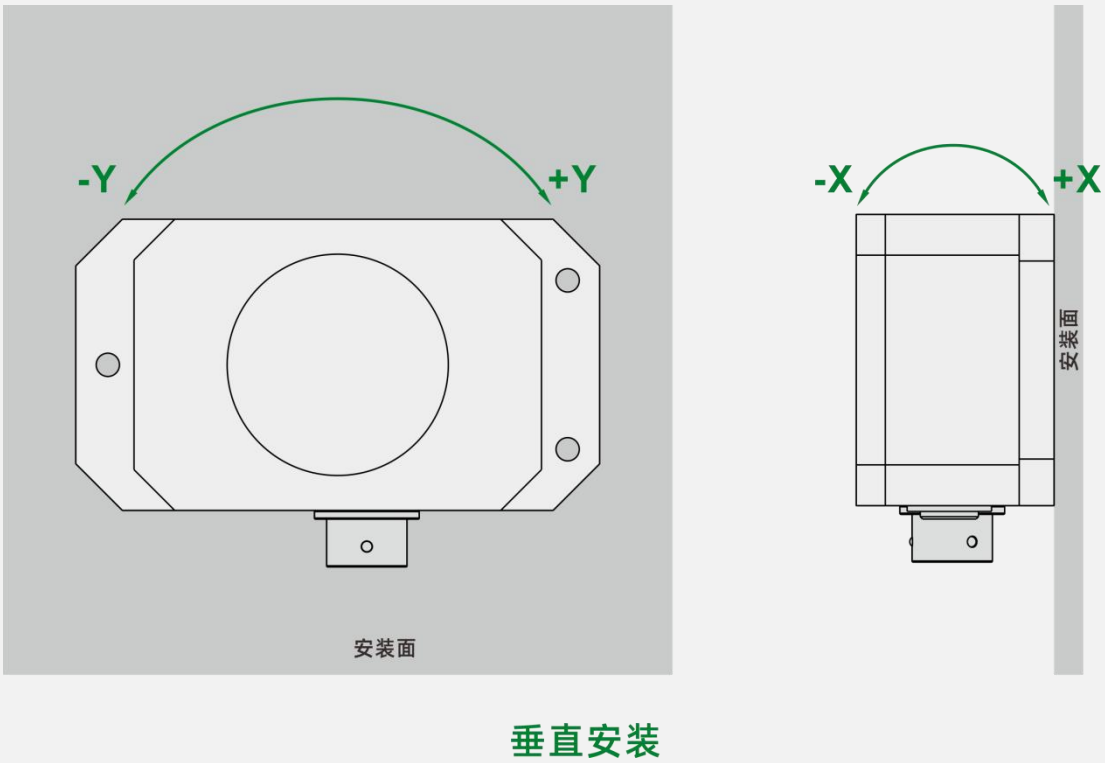
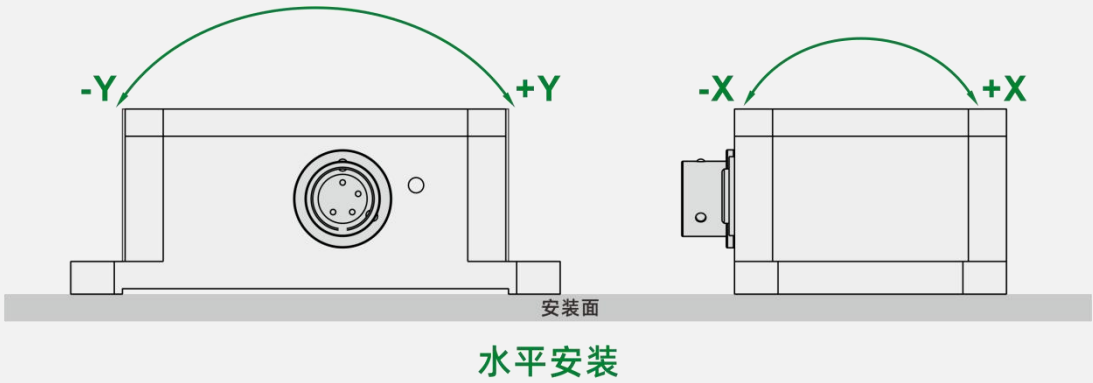


产品尺寸



外壳尺寸: L90×W59.7×H34mm
建议螺丝: 3 颗 M4 螺丝

测量方向



串口通信协议

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 不考虑进位

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 00.000°, 温度: +50.50 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，010 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

 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/相对命令以及设置波特率，这三种命令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 → 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	
数据长度 4 个字	02H	数据字 1 低 8 位	50H	X 轴数据
	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	

		数据字 5 高 8 位	03	温度				
		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	01H	03H	0AH	50H	46H	00H	00H	23H
		20H	00H	00H	03H	57H	FAH	0EH

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×(点数-偏移)即为角度。如测量范围为±10°, 则总共点数为 10000 点。所以 0 对应-10°, 20000 对应+10°, 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→18000, Y 轴: 2023H→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±10°的偏移量为 10*1000, 测量范围为±30°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: -8000×0.001= -8.000°, Y 轴: -1773×0.001=-1.773°。

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℃

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 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	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（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