

Modbus 协议用户手册 (V2007)

一、概述

感谢您购买并使用我公司的产品。

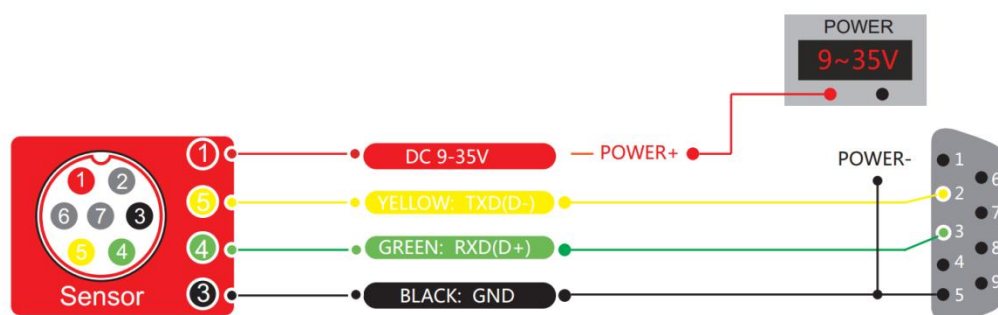
本产品是利用地球重力原理，安装方便快捷，只需用螺丝将传感器固定在被测物体的表面，即可测量出物体的水平夹角。使用简单，配套专业的通信软件进行数据测量和记录。产品体积小、功耗低、一致性和稳定性高，是倾角测量的理想产品。

其他详细信息请参见公司网站 www.bwsensing.com.cn。

二、线色功能

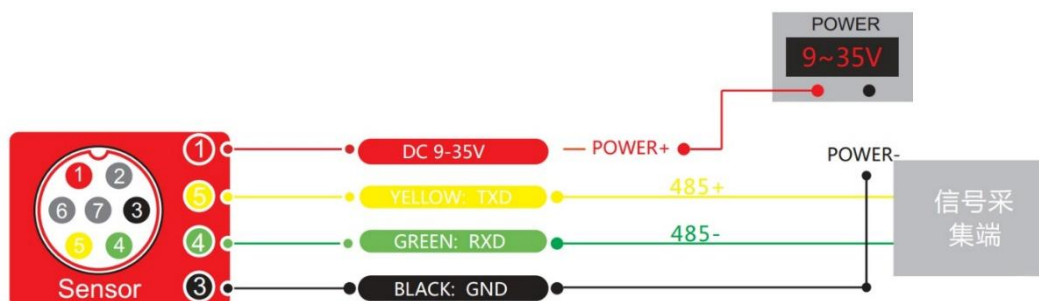
RS 232接线定义

	红色RED	蓝色BLUE	黑色BLACK	绿色GREEN	黄色YELLOW
线色功能	1	2	3	4	5
	电源正极 DC 9-35V	NC	GND地	接收RXD	发送TXD



RS 485 接线定义

	红色RED	蓝色BLUE	黑色BLACK	绿色GREEN	黄色YELLOW
线色功能	1	2	3	4	5
	电源正极 DC 10-35V	NC	GND地	485-	485+



注：1. 通讯接口只能 TTL、RS232、RS485 三选一；

2. 单轴产品默认为 X 轴；

3. 供电电压请按照实际产品标识的为准；

4. 多余其他线色为厂家调试线，请勿短路、勿接电源的正负极。

三、产品安装

传感器安装时应最大限度地保持传感器安装面与被测目标面平行，并用螺钉将传感器固定紧，防止晃动。

安装过程中，不正确的安装会导致测量角度误差增大。尽量要保证“两面”和“两线”的正确安装。“两面”指传感器安装面与被测物体的安装面要完全紧靠，不能有夹角产生。“两线”指传感器轴线与被测面轴线平行，两轴线之间尽量不能有夹角产生。

静态传感器在测量、读取数据时，被测物体必须静止，防止加速度、振动对产品角度的影响。楼层较高的房屋都是有轻微晃动的，高精度测量场合，需要评估测量场合是否满足要求，一般建议放置于一楼或专用的隔振地基上。

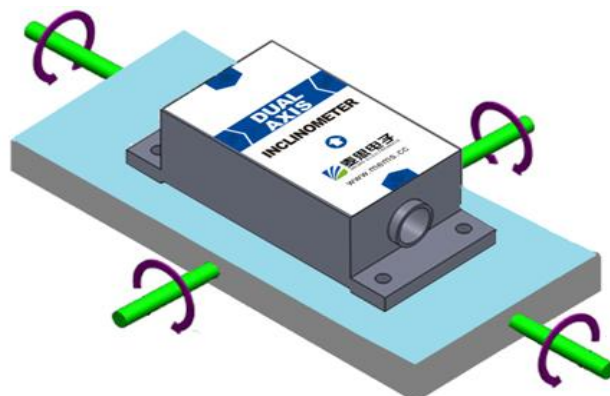
动态传感器在实际使用中，可以有效消除一部分加速度的影响。

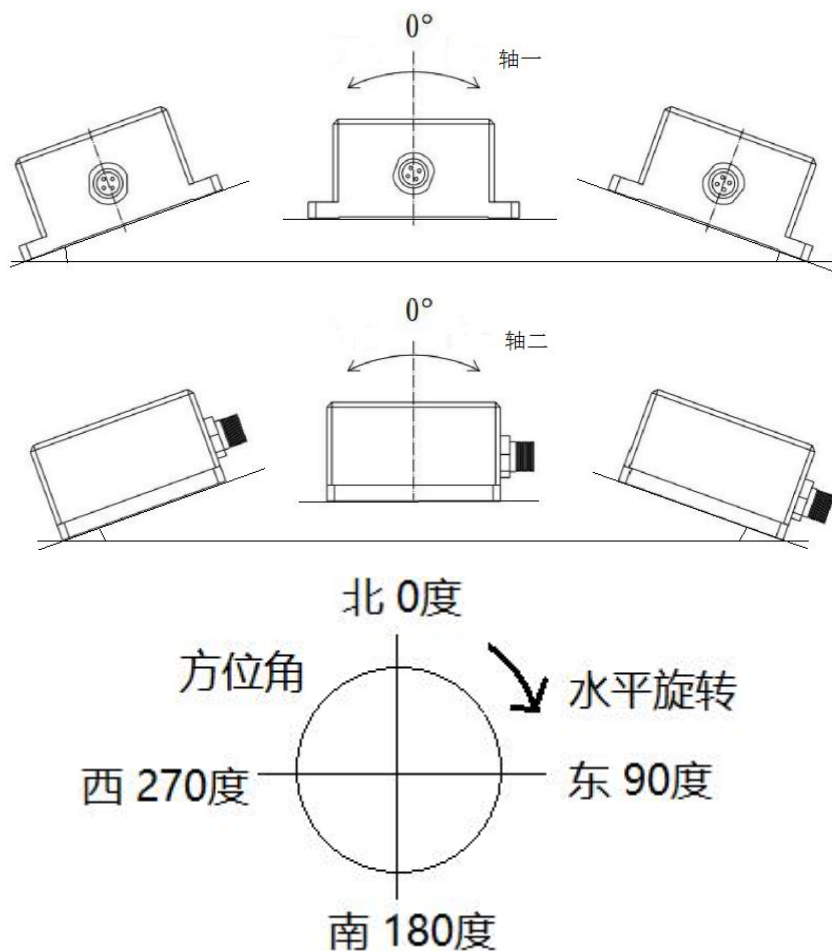
传感器轴向的方向请根据产品标签确定。



四、角度旋转

产品角度是按照如下图所示，按照标签标识的轴向旋转。测量的角度是轴与水平面的夹角，轴向的实际方向请以产品标签为准。





五、调试软件

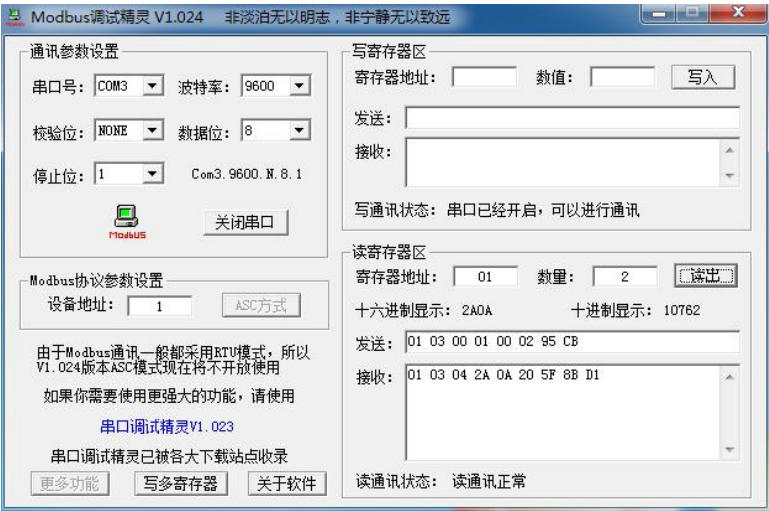
产品调试时，我们为您推荐两种方式通过串口与产品通讯，相关软件及说明均可直接在官网 www.bwsensing.com.cn（技术服务->下载专区）下载。

5.1 使用带 Modbus 功能的串口调试助手，然后通过相应的协议命令来访问。串口助手需设置好串口号、波特率（默认为 9600）、无校验、1 位停止位、数据发送和接收均为 16 进制显示等。

串口调试助手 一
(第三方软件)



串口调试助手 二
(第三方软件)



5.2 利用提供的专用上位机软件来进行通讯，更为方便直观。



六、通讯协议

6.1 数据帧格式：（8 位数据位，1 位停止位，无校验，默认波特率 9600）

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	寄存器起始地址（高字节在前，低字节在后） (2byte)	寄存器数量（高字节在前，低字节在后） (2byte)	CRC 校验 (2byte)
01	03（读） 06（写）	XX XX	XX XX	XX XX

- 数据格式：16 进制数；
- 地址码：默认为 01（注意：地址不可超过 FF）；
- 功能码：03 代表查询、06 代表设置；
- 寄存器起始地址：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；
- CRC 校验：CRC16 (ModbusRTU), 自地址码开始，通过主机计算得出，高字节在前，低字节在后。

6.2 寄存器顺序

寄存器地址	读/写	参数			
		BWK/L/N/M 系列等	VG/IMU/MINS /AH/罗盘	BWM827/BWN827 BWH/BWS	BWS4700
0001H	读	X 轴角度	X 轴角度	X 轴 整数位	X 轴 整数位
0002H	读	Y 轴角度	Y 轴角度	X 轴 小数位	X 轴 小数位
0003H	读	/	方位角度	Y 轴 整数位	Y 轴 整数位
0004H	读	/	地址	Y 轴 小数位	Y 轴 小数位
0005H	读	/	零点	地址	Z 轴 整数位
0006H	读		/	零点	Z 轴 小数位
0007H	读			/	地址
0008H	读				零点
000AH	写	设置零点			
000BH	写	设置波特率			
000DH	写	设置地址			
000FH	写	保存设置			
0010H	写	设置中值滤波参数			
0011H	写	多面校准开始			
0012H	写	多面校准完成			
0013H	写	清除磁力计校准数据			
0014H	写	平面校准开始			
0015H	写	平面校准完成			
0016H	写	设置模拟量输出模式 0:0-5V;1:0-10V;5:4-20mA;6:0-20mA;7:0-24mA			
0017H	写	设置模拟量 X 轴上限 xUpperLmt = (Value-20000)/100;			
0018H	写	设置模拟量 X 轴下限 xLowerLmt = (Value-20000)/100;			
0019H	写	设置模拟量 Y 轴上限 yUpperLmt = (Value-20000)/100;			
001AH	写	设置模拟量 Y 轴下限 yLowerLmt = (Value-20000)/100;			
001BH	写	设置自动输出时间间隔			
001CH	写	设置自动输出数据的寄存器起始地址和数量			
001DH	写	设置浮点数字节顺序			
001EH		设置绝对水平零点			
001FH	写	设置中精度字节长度			
0020H 0021H	读	温度 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0022H 0023H	读	X 轴角度 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0024H 0025H	读	Y 轴角度 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0026H 0027H	读	Z 轴角度 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0028H 0029H	读	X 轴加计 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
002AH 002BH	读	Y 轴加计 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
002CH 002DH	读	Z 轴加计 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
002EH 002FH	读	X 轴角速度 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0030H 0031H	读	Y 轴角速度 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0032H 0033H	读	Z 轴角速度 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0034H 0035H	读	X 轴磁场 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0036H 0037H	读	Y 轴磁场 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0038H 0039H	读	Z 轴磁场 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
003AH 003BH	读	四元数 1 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
003CH 003DH	读	四元数 2 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
003EH 003FH	读	四元数 3 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0040H 0041H	读	四元数 4 (浮点数) Byte Order: Intel, Value Type:IEEE Float			
0058H	写	设置 X 轴的正方向报警角度		xUpperLmt = (Value-20000)/100;	
0059H	写	设置 Y 轴的正方向报警角度		xLowerLmt = (Value-20000)/100;	
005AH	写	设置 X 轴的负方向报警角度		yUpperLmt = (Value-20000)/100;	
005BH	写	设置 Y 轴的负方向报警角度		yLowerLmt = (Value-20000)/100;	

005CH	写	设置的 X 轴的正方向开延时时间	Delaytime_Xup= Value/100
005DH	写	设置的 X 轴的正方向关延时时间	Delaytimestop_Xup= Value/100
005EH	写	设置的 X 轴的负方向开延时时间	Delaytime_Xdown= Value/100
005FH	写	设置的 X 轴的负方向关延时时间	Delaytimestop_Xdown= Value/100
0060H	写	设置的 Y 轴的正方向开延时时间	Delaytime_Yup= Value/100
0061H	写	设置的 Y 轴的正方向关延时时间	Delaytimestop_Yup= Value/100
0062H	写	设置的 Y 轴的负方向开延时时间	Delaytime_Ydown= Value/100
0063H	写	设置的 Y 轴的负方向关延时时间	Delaytimestop_Ydown= Value/100

寄存器 0001H 到 001DH 数据类型为 uint16。

Value 为该寄存器的写入值 (uint16)。

6.3 部分协议举例

读取角度

① 部分静态系列读取角度：

BWK/L/N/M 系列 双轴 角度值：

◆发送值：01 03 00 01 00 02 95 CB

●返回值：01 03 04 31 70 1D 1D 3C 4D

★解析方式：实际角度=（转换为10进制数据域-10000）/100。

X轴角度返回值是 3170，转化成十进制是12656，真实数据为
（12656-10000）/100=26.56 度；同理，Y轴角度为-25.47度。

BWK/L/N/M 系列 单轴 角度值：

◆发送值：01 03 00 01 00 01 D5 CA

●返回值：01 03 02 50 A7 C5 FE

★解析方式：实际角度=（转换为10进制数据域-20000）/100。

X轴角度返回值是 50A7，转化成十进制是20647，真实数据为
（20647-20000）/100=6.47 度。

② VG\IMU\MINS\AH\电子罗盘系列读取三轴角度：

◆发送值：01 03 00 01 00 03 54 0B

●返回值：01 03 06 46 CC 59 09 4E 20 C9 25

★解析方式：实际角度=（转换为 10 进制数据域-20000）/100。

X轴角度返回值是 46CC，转化成十进制是18124，真实数据为
（18124-20000）/100=-18.76 度；同理，Y轴为27.93度,Z轴为0度。

③ BWM827/BWN827/BWH/BWS 系列读取双轴角度：

◆ 发送值：01 03 00 01 00 04 15 C9

●返回值：01 03 08 27 18 30 74 26 FB 03 57 C0 64

★解析方式：实际角度=（高 2 字节数据-10000）+（低字节数据-10000）*0.0001

X轴角度返回值是 27 18 30 74，Y轴角度返回值是26 FB 03 57

27 18转换为10进制数为10008，10008-10000为8；

30 74转换为10进制数为12404，（12404-10000）*0.0001为0.2404

最终 X 轴角度为 8.2404 度，Y 轴角度为-21.9145 度

④ BWS4700 读取三轴角度：

◆发送值：01 03 00 01 00 06 94 08

●返回值：01 03 0C 27 1A 2F E7 27 0D 0D EF 27 5F 2C 2D E1 3D

★解析方式：实际角度=（高 2 字节数据-10000）+（低字节数据-10000）*0.0001

X轴角度是 27 1A 2F E7，Y轴是27 0D 0D EF,Z轴是27 5F 2C 2D

27 1A转换为10进制数为10010，10010-10000为10；

2F E7转换为10进制数为12263，（12263-10000）*0.0001为0.2263

最终X轴角度为10.2263度，Y轴为-3.6433度，Z轴为79.1309度。

⑤ 浮点型读取三轴角度

◆发送值: 01 03 00 22 00 06 65 C2

●返回值: 01 03 0C 8D 97 DE BF A8 C6 8B 3F 00 00 00 00 2D AC

★解析方式: 按照低字节在前, 高字节在后浮点计算后:

X 轴角度: -1.739 度 Y 轴角度: 1.092 度 Z 轴角度: 0 度

⑥ 浮点型读取三轴加速度

◆发送值: 01 03 00 28 00 06 45 C0

●返回值: 01 03 0C 56 0D C2 3B D6 8D 37 3D D9 5E 83 3F 21 81

★解析方式: 按照低字节在前, 高字节在后浮点计算后:

X 轴加速度: 0.005922g Y 轴加速度: 0.044813g Z 轴加速度: 1.026332g

写入类命令

⑦ 设置绝对\相对零点

◆发送值: 01 06 00 0A 00 00 A9 C8\01 06 00 0A 00 01 68 08

●返回值: 01 06 00 0A 00 00 A9 C8\01 06 00 0A 00 01 68 08

★绝对零点: 测量角度以出厂标定的零点为基准

相对零点: 测量角度以当前安装设置时的位置为零点

该命令需要发送保存设置命令, 否则断电失效。

⑧ 设置波特率

◆发送值: 01 06 00 0B 00 02 79 C9

●返回值: 01 06 00 0B 00 02 79 C9

★当画横线部分为 00 00 时, 波特率设置为 2400

00 01 时, 波特率设置为 4800

00 02 时, 波特率设置为 9600

00 03 时, 波特率设置为 19200

00 04 时, 波特率设置为 115200

00 05 时, 波特率设置为 38400

00 06 时, 波特率设置为 57600

该命令需要发送保存设置命令, 否则断电失效。

⑨ 设置地址

◆发送值: 01 06 00 0D 00 02 99 C8

●返回值: 02 06 00 0D 00 02 99 FB

★表示将地址有 01 设置为 02。

该命令需要发送保存设置命令, 否则断电失效。

⑩ 保存设置

◆发送值: 01 06 00 0F 00 00 B9 C9

●返回值: 01 06 00 0F 00 00 B9 C9

★设置类命令发送后, 再发送保存命令后, 参数才写入 FLASH。否则重新上电后, 设置失效。

设置浮点数字节顺序

◆发送值: 01 06 00 1D AB CD A7 69

●返回值: 01 06 00 1D AB CD A7 69

A 代表高字节, D 代表低字节;

ABCD 代表高字节在前, 低字节在后 (Byte Order : Motorola);

出厂默认 DCBA;

DCBA 代表低字节在前, 高字节在后 (Byte Order : Intel);

★设置类命令发送后, 再发送保存命令后, 参数才写入 FLASH。否则重新上电后, 设置失效。

设置模拟量输出方式

◆发送值: 01 06 00 16 00 01 A9 CE

●返回值: 01 06 00 16 00 01 A9 CE

红色部分为设置的寄存器的值含义如下:

★0:0-5V 1:0-10V 5:4-20mA 6:0-20mA 7:0-24mA

设置 X 轴上限模拟量角度

◆发送值: 01 06 00 17 5C 6B 41 21

●返回值: 01 06 00 17 5C 6B 41 21

红色部分为设置的寄存器的值, 先减零偏 20000 再除以增益 100,

5C 6B 代表十六进制 0X5C6B, 转换成十进制为 23659

设置的 X 轴上限模拟量角度 = $(23659 - 20000) / 100 = 36.59^\circ$

设置 X 轴下限模拟量角度

◆发送值: 01 06 00 18 43 D5 F9 62

●返回值: 01 06 00 18 43 D5 F9 62

红色部分为设置的寄存器的值, 先减零偏 20000 再除以增益 100,

43 D5 代表十六进制 0X43D5, 转换成十进制为 17365

设置的 X 轴上限模拟量角度 = $(17365 - 20000) / 100 = -26.35^\circ$

设置 Y 轴上限模拟量角度

◆发送值: 01 06 00 19 5C 6B 20 E2

●返回值: 01 06 00 19 5C 6B 20 E2

红色部分为设置的寄存器的值, 先减零偏 20000 再除以增益 100,

5C 6B 代表十六进制 0X5C6B, 转换成十进制为 23659

设置的 X 轴上限模拟量角度 = $(23659 - 20000) / 100 = 36.59^\circ$

设置 Y 轴下限模拟量角度

◆发送值: 01 06 00 1A 43 D5 58 A2

●返回值: 01 06 00 1A 43 D5 58 A2

红色部分为设置的寄存器的值, 先减零偏 20000 再除以增益 100,

43 D5 代表十六进制 0X43D5, 转换成十进制为 17365
设置的 X 轴上限模拟量角度= (17365-20000) /100=-26.35°

2.6 设置自动输出时间间隔(modbus)

发送命令：01 06 00 1B 00 14 F9 C2

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	寄存器的 高位地址	寄存器的 低位地址	数据域 (2byte)	CRC 校验 (2byte)
01	06	00	1B	0XHHHH	xxxx

应答格式：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	寄存器的 高位地址	寄存器的 低位地址	数据域 (2byte)	CRC 校验 (2byte)
01	06	00	1B	0XHHHH	xxxx

注：数据域 0XHHHH 为十六进制数据，单位 ms，如 0x0133 代表间隔 307ms 自动输出一帧数据，设置为 0 时关闭自动输出，出厂默认为 0.设置范围 10~65535ms
例如设置间隔 20ms (50Hz) 自动输出一帧数据，发送命令：01 06 00 1B 00 14 F9 C2
返回：01 06 00 1B 00 14 F9 C2

2.7 设置自动输出数据的寄存器起始地址和数量

发送命令：01 06 00 1C 01 04 48 5F

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	寄存器的 高位地址	寄存器的 低位地址	数据域 (2byte)	CRC 校验 (2byte)
01	06	00	1C	0XAABB	xxxx

应答格式：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	寄存器的 高位地址	寄存器的 低位地址	数据域 (2byte)	CRC 校验 (2byte)
01	06	00	1C	0XAABB	xxxx

注：数据域 0XAABB 为十六进制数据，高位 AA 代表自动输出的寄存器起始地址，低位 BB 代表自动输出的寄存器数量，如 0x0104 代表自动输出寄存器 1 到寄存器 4 的数据；0x0304 代表自动输出寄存器 3 到寄存器 6 的数据；出厂默认寄存器 1 到寄存器 4。
以 BWS2000 为例，如下所示：
寄存器 1：X 轴整数位；寄存器 2：X 轴小数位；寄存器 3：Y 轴整数位；寄存器 4：Y 轴小数位；
寄存器 5：modbus 地址；寄存器 6：零点类型；寄存器 7：X 轴温度；寄存器 8：Y 轴温度。

例如设置自动输出寄存器 1 到寄存器 4 的数据，发送命令：01 06 00 1C 01 04 48 5F

返回：01 06 00 1C 01 04 48 5F

自动输出的数据：01 03 08 27 1E 46 02 27 10 2D 19 88 A5，

则 X 轴角度为：27 1E 46 02，Y 轴角度为：27 10 2D 19，

271E 转换为 10 进制数为 10014，10014-10000 为 14，

4602 转换为 10 进制数为 17922，17922-10000 为 7922，7922 乘以 0.0001 为 0.7922，

最终 X 轴角度为 $14 + 0.7922 = 14.7922$ 度，相应的 Y 轴角度为 0.1545 度。以上命令设置后须发保存命令：**01 06 00 0F 00 00 B9 C9**

！设置自动输出建议提前将波特率设置为 115200，由于 485 为半双工，在低波特率的自动输出模式下可能导致传感器无法响应发送的命令（发送数据与接收数据相撞），在自动输出模式下修改参数，建议先关闭自动输出（命令：01 06 00 14 00 00 C9 CE）。

方位角校准步骤：

方式一 —— 平面校准：

1. 将产品接入系统中，产品置于水平状态；
2. 打开串口调试工具，发送 **01 06 00 14 00 00 C9 CE**；
3. 将产品在水平面内（俯仰角和横滚角均在 $\pm 5^\circ$ 以内）绕 z 轴（z 轴为竖直方向）进行旋转，旋转 2-3 圈，旋转过程尽可能采用慢速并近匀速旋转，旋转一周的时间控制在 10 秒到 15 秒之间；
4. 将罗盘绕 x 轴或 y 轴进行旋转，旋转过程可以采用慢速并近匀速旋转，绕每个轴旋转 2-3 圈，旋转一周的时间约为 15 秒；
5. 完成校准，发送 **01 06 00 15 00 00 98 0E**。

方式二 —— 多面校准：

1. 将电子罗盘固定在使用环境中，校准时尽量不要携带钥匙、手机等有磁物品。
2. 将罗盘放置于水平状态（ ± 5 度以内）。
3. 用 16 进制格式发送下面校准命令：**01 06 00 11 00 00 D9 CF**
4. 产品置于水平状态，正面朝上（俯仰、横滚都为 0 ± 5 度以内），近视匀速旋转一周，旋转一周用时 10 秒以上；
5. 产品置于水平状态，安装面朝上（俯仰为 0 ± 5 度以内、横滚为 180 ± 5 度以内），近视匀速旋转一周，旋转一周大概用时 10 秒以上；
6. 产品置于垂直状态，壳体的光滑侧面朝下（俯仰为 0 ± 5 度以内、横滚为 90 ± 5 度内），近视匀速旋转一周，旋转一周大概用时 10 秒以上；
7. 产品置于垂直状态，壳体的另一个光滑侧面朝下（俯仰为 0 ± 5 度以内、横滚为 -90 ± 5 度内），近视匀速旋转一周，旋转一周大概用时 10 秒以上；

其中 4.5.6.7 步骤可以交换；

8. 四个面旋转完以后，发送 16 进制命令 **01 06 00 12 00 00 29 CF**。

9.校准完成。

*****本手册为通用类手册，具体请参见 www.bwsensing.com.cn*****