

HWT905 姿态角度传感器说明书



产品规格书 :SPECIFICATION

型 号: HWT905-232, HWT905-TTL

描 述: 高精度 10 轴姿态角度传感器带温度补偿

生产执行标准参考

企业质量体系标准: ISO9001:2016 标准

倾角开关生产标准: GB/T191SJ 20873-2016

产品试验检测标准: GB/T191SJ 20873-2016

修 订 日 期: 2019.12.02

版本号	版本更新内容	更改人	日期
V1.0	发布	章小宝	20180628
V1.1	更新 485		20181122
V1.2	更新参数及内容	李钟焕	20190902
V1.3	更新为 232, TTL 通信	胡名林	20191202

目录

1	产品概述.....	- 6 -
2	性能参数.....	- 7 -
3	产品尺寸（单位 mm）	- 7 -
4	线色功能.....	- 8 -
5	轴向说明.....	- 8 -
6	硬件连接方法.....	- 9 -
6.1	232 电平连接	- 9 -
6.1.1	连接线路图	- 9 -
6.1.2	连接方法	- 9 -
6.2	TTL 电平连接.....	- 10 -
6.2.1	连接方法	- 10 -
7	上位机使用方法.....	- 11 -
7.1	使用方法	- 11 -
7.2	恢复出厂设置	- 14 -
7.3	模块校准	- 14 -
7.3.1	加计校准	- 15 -
7.3.2	磁场校准	- 17 -
7.3.3	Z 轴归 0.....	- 18 -
7.3.4	高度置零	- 19 -
7.3.5	陀螺仪自动校准	- 19 -
7.4	设置回传内容	- 19 -
7.5	设置回传速率	- 20 -
7.6	设置通信波特率	- 21 -
7.7	记录数据	- 22 -
7.8	安装方向	- 24 -

7.9	休眠及解休眠	- 24 -
7.10	测量带宽设置	- 24 -
7.11	设置 IIC 地址	- 24 -
7.12	九轴算法与六轴算法	- 25 -
7.13	设置报警状态	- 26 -
8	串口通信协议	- 27 -
8.1	模块至上位机:	- 27 -
8.1.1	时间输出:	- 27 -
8.1.2	加速度输出:	- 28 -
8.1.3	角速度输出:	- 28 -
8.1.4	角度输出:	- 28 -
8.1.5	磁场输出:	- 29 -
8.1.6	四元素输出:	- 30 -
8.2	上位机至模块	- 30 -
8.2.1	寄存器地址表	- 30 -
8.2.2	保持配置	- 32 -
8.2.3	解锁指令	- 32 -
8.2.4	设置校准	- 32 -
8.2.5	设置安装方向	- 32 -
8.2.6	休眠与解休眠	- 32 -
8.2.7	算法转换	- 32 -
8.2.8	陀螺仪自动校准	- 33 -
8.2.9	设置回传内容	- 33 -
8.2.10	设置回传速率	- 34 -
8.2.11	设置串口波特率	- 34 -
8.2.12	设置 X 轴加速度零偏	- 35 -
8.2.13	设置 Y 轴加速度零偏	- 35 -
8.2.14	设置 Z 轴加速度零偏	- 35 -
8.2.15	设置 X 轴角速度零偏	- 35 -

8.2.16 设置 Y 轴角速度零偏	- 35 -
8.2.17 设置 Z 轴角速度零偏.....	- 36 -
8.2.18 设置 X 轴磁场零偏	- 36 -
8.2.19 设置 Y 轴磁场零偏	- 36 -
8.2.20 设置 Z 轴磁场零偏.....	- 36 -
8.2.21 设置模块报警	- 36 -
9 应用领域.....	- 37 -

1 产品概述

本产品内置 BMI160 模块、RM3100 地磁模块、SCA3300 加速度计，通信协议及具体参数请参考资料：

<https://pan.baidu.com/s/1YyFgW2SvCAbrh0jQVKEAVQ#list/path=%2F>

- ✧ 模块集成高精度的陀螺仪、加速度计、RM3100 地磁场传感器，采用高性能的微处理器和先进的动力学解算与卡尔曼动态滤波算法，能够快速求解出模块当前的实时运动姿态。
- ✧ 采用先进的数字滤波技术，能有效降低测量噪声，提高测量精度。
- ✧ 模块内部集成了姿态解算器，配合动态卡尔曼滤波算法，能够在动态环境下准确输出模块的当前姿态，姿态测量精度 0.05 度，稳定性极高，性能甚至优于某些专业的倾角仪！
- ✧ 模块内部自带电压稳定电路，工作电压 3.3v~5v，引脚电平兼容 3.3V/5V 的嵌入式系统，连接方便。
- ✧ 支持串口 RS232/RS485 数字接口。方便用户选择最佳的连接方式。串口速率 2400bps~921600bps 可调。
- ✧ 最高 200Hz 数据输出速率,输入内容可以任意选择。
- ✧ 4 层 PCB 板工艺，更薄、更小、更可靠。

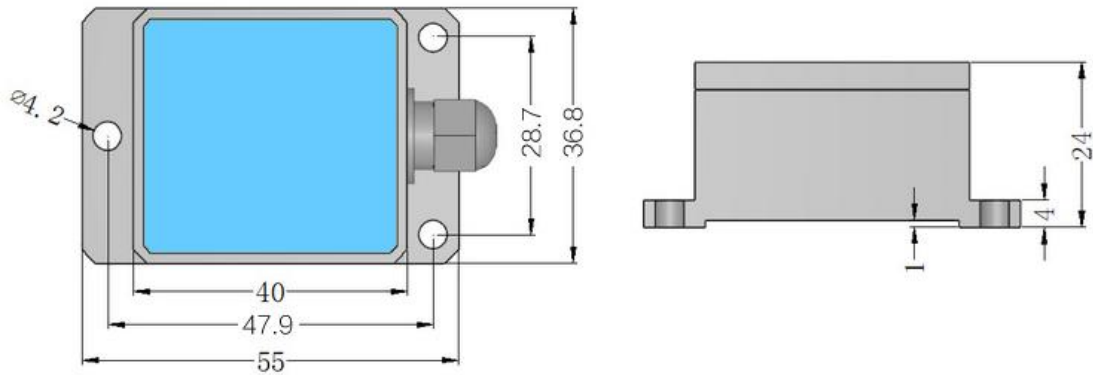
2 性能参数

- 1、电压：TTL（5V）
- 2、电流：<40mA
- 3、体积：55mm X 36.8mm X 24mm
- 4、测量维度：加速度：3 维，角速度：3 维，磁场：3 维，角度：3 维。
- 5、量程：加速度： $\pm 3g$ ，角速度： $\pm 2000^\circ/s$ ，角度 X Z 轴 $\pm 180^\circ$ Y 轴 $\pm 90^\circ$ 。
- 6、稳定性：加速度：0.01g，角速度 0.05°/s。
- 7、测量误差：X Y 轴 0.05°，Z 轴 1°（磁场校准好，且没有被磁场干扰）。
- 8、数据输出内容：时间、加速度、角速度、角度、磁场、气压、高度。
- 9、数据协议：串口通信协议
- 10、数据接口：串口（TTL/RS232 电平，波特率支持 2400、4800、9600（默认）、19200、38400、57600、115200、230400、460800、921600）。

RM3100模块参数

Parameter	Cycle Counts		
	50	100	200
Field Measurement Range	-800 μT to +800 μT		
Noise	30 nT	20 nT	15 nT
Gain @ 3V (LSB/ μT)	20 nT	38 nT	75 nT
Linearity over $\pm 200 \mu T$	0.5 % (typical)		
Sensitivity	50 nT	26 nT	13 nT
Max 3- - Axis Sample Rate	534 μA	284 μA	147 μA
Current Usage @ 8 Hz, 3 Axes	70 μA	135 μA	260 μA
Circuit Oscillation Frequency	180 kHz		
Bias Resistor (RB)	121 Ω		

3 产品尺寸（单位 mm）



4 线色功能

线色功能	红色 RED	黄色 YELLOW	绿色 GREEN	黑色 BLACK
	VCC 9-36V 供电电源正极	TX	RX	GND 电源负极

5 轴向说明



如上图所示，模块的轴向在上图的，向左为 X 轴，向上 Y 轴，垂直于纸面向外为 Z 轴。旋转的方向按右手法则定义，即右手大拇指指向轴向，四指弯曲的方向即为绕该轴旋转的

方向。X 轴角度即为绕 X 轴旋转方向的角度，Y 轴角度即为绕 Y 轴旋转方向的角度，Z 轴角度即为绕 Z 轴旋转方向的角度。

6 硬件连接方法

6.1 232 电平连接

6.1.1 连接线路图



6.1.2 连接方法

与计算机连接，需要 USB 转 232 电平的串口模块。推荐以下两款 USB 转串口模块：

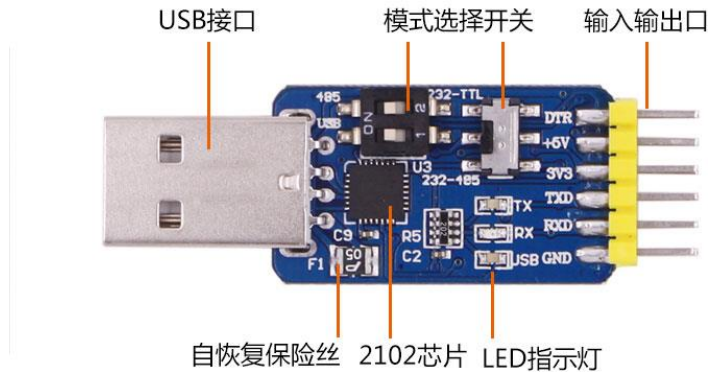


三合一购买链接：

<https://item.taobao.com/item.htm?id=574767679001&spm=2014.21600712.0.0>

六合一购买链接：

<https://item.taobao.com/item.htm?id=553416023259&spm=2014.21600712.0.0>



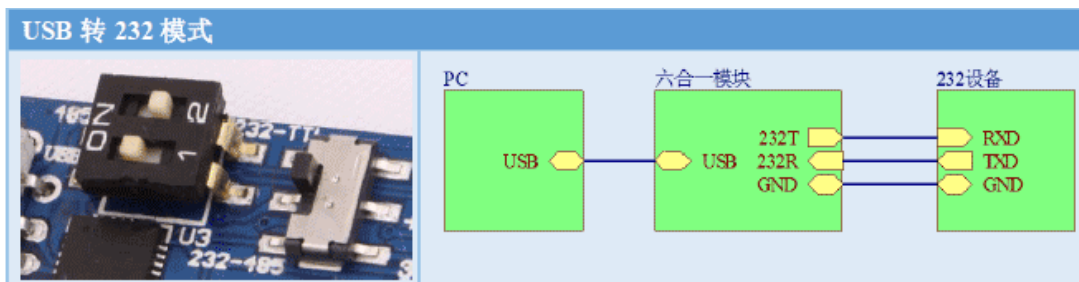
六合一

(1) 六合一模块连接传感器的方法是：USB 串口的拨码开关 1 拨至 ON, 拨码开关 2 拨至（丝印）2，开关 S1 拨至上（下图中靠近 232-TTL 丝印），232T 接传感器的绿色线，232R 接倾角仪的黄色线，GND 接传感器的 GND。

电源供电：9-36 正极接模块红色线，9-36 负极接模块黑色线

注意：模块黑色线既要和串口的 GND 连接 也要和电源负极连接（共地）。

注意：六合一模块 232T，232R 管脚在背面。



(2) 三合一接法

电源供电：9-36 正极接模块红色线，9-36 负极接模块黑色线

三合一 232T 接传感器的绿色线，

三合一 232R 接倾角仪的黄色线，

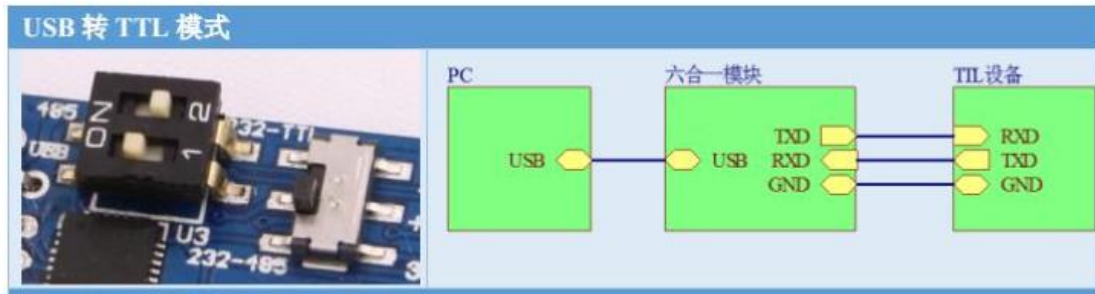
三合一 GND 接传感器的 GND。

6.2 TTL 电平连接

6.2.1 连接方法

1. USB-TTL 串口模块：把模块和 USB-TTL 连接好，在插到电脑上。模块和 USB-TTL 连接方法是：模块的 VCC TX RX GND 分别于 USB 串口模块的+5V RX TX GND 对应相接，**注意 TX 和 RX 需要交叉**，即 TX 接 RX，RX 接 TX。

2. 六合一模块：模块拨码开关 1 拨至 ON, 拨码开关 2 拨至 2, 开关 S1 拨至 other（丝印）。模块的 VCC TX RX GND 分别于六合一模块的+5V RX TX GND 对应相接，**注意 TX 和 RX 需要交叉**，即 TX 接 RX，RX 接 TX。六合一拨码如下图：



3.三合一接法

三合一模块的+5v 接 模块的 VCC
 三合一模块的 RX 接 模块的 TX
 三合一模块的 TX 接 模块的 RX
 三合一模块的 GND 接 模块的 GND

7 上位机使用方法

7.1 使用方法

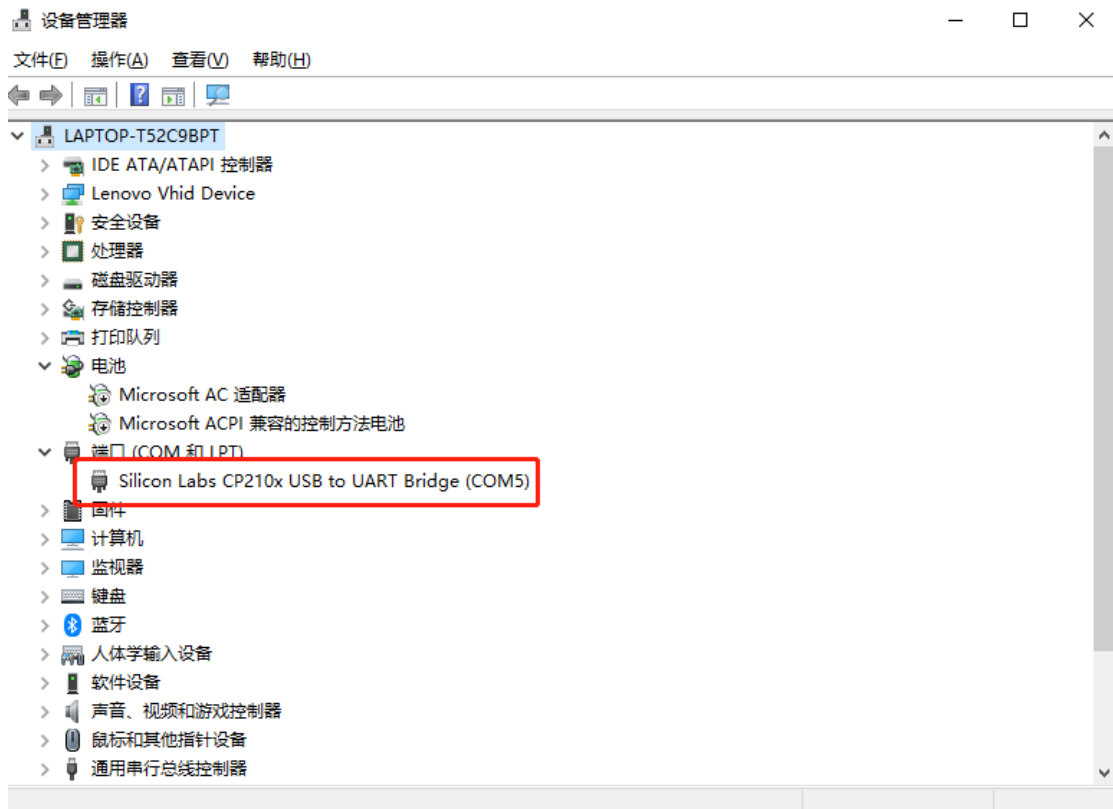
注意，上位机无法运行的用户请下载安装.net framework4.0:

<http://www.microsoft.com/zh-cn/download/details.aspx?id=17718>

通过串口模块连接上电脑打开上位机，安装好串口模块对应的驱动 CP210X 或者 CH340 以后，可以再设备管理器中查询到对应的端口号， 下图安装的是 CH340 驱动设备管理器显示如下：



安装 CP210X 驱动设备管理器显示如下：



三合一驱动程序为 CH340，如下：

<https://pan.baidu.com/s/1LWxOTc6XmGvowi7f9ltfhA#list/path=%2F>

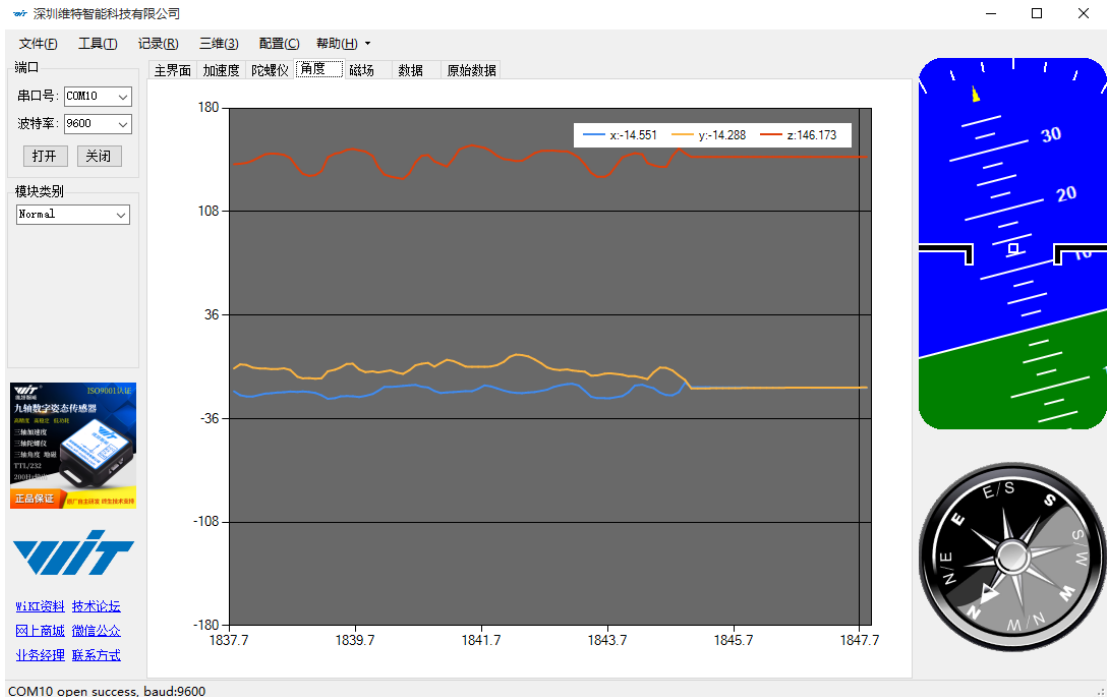
六合一驱动为 CP2102 如下：

<http://pan.baidu.com/s/1o6Rleae?frm=fujian>

打开 MiniIMU.exe 软件，在【资料包/上位机】中，点击串口选择菜单，选择刚才设备管理器里面看到的 COM 号。

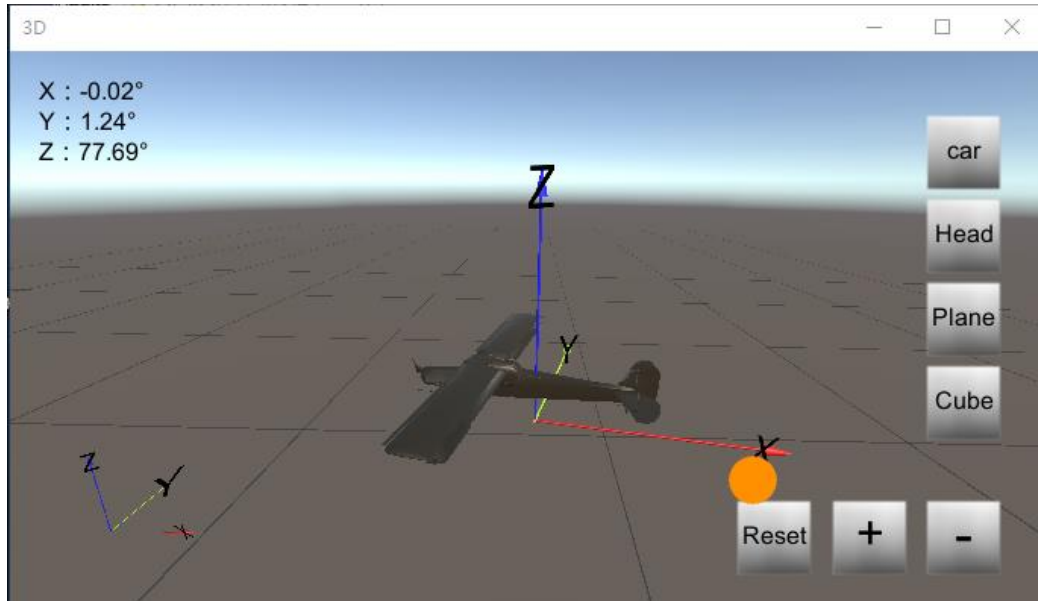


在上位机软件上点击波特率菜单选择波特率，9600 选择完成后，点击“打开”上位机软件上即可出现数据。



当本次采集数据与上一次采集数据间隔时间较长时，图表更新会比较慢，此时可以右键点击图像，弹出清图栏，点击清图选项加快数据刷新速率。

点击三维按钮，可以调出三维显示界面，显示模块的三维姿态。



7.2 恢复出厂设置

将 HWT901-TTL 或者 HWT905-232 模块和电脑通过串口模块连接好，点击设置选项卡，点击恢复设置即可。恢复出厂设置以后，需对模块重新上电。（此方法需要提前知道模块的波特率，如果波特率不匹配指令将无法生效，请尝试使用短路法进行恢复）。

7.3 模块校准

注意：模块校准和配置要上位机配置栏右下角显示在线（在线）状态下进行，如下图所示，离线说明上位机没有控制到模块。

模块使用前，需要对模块进行校准。HWT905 模块的校准包括加计校准、磁场校准。JY61P 模块校准包括 Z 轴归 0、加计校准。

Normal - Config

速传感器配置
锁定
解锁
校准时间

系统

恢复设置
睡眠
报警
算法: Axis 9
安装方向: Herizon
指令启动

校准

加速度
磁场
高度
Z轴角度置零
设置角度参考
陀螺仪自动校准

范围

加速度: 16 g/s2
陀螺仪: 2000 deg/
带宽: 20 Hz
GPS时区: UTC 中时区

内容

时间
加速度
角速度
欧拉角
磁场
接口
压力
经纬度
地速
四元数
定位精度
GPS 原始

通讯

通讯速率: 115200
回传速率: 10Hz
设备地址: 0x50
更改

接口

D0 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0
D1 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0
D2 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0
D3 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0

在线

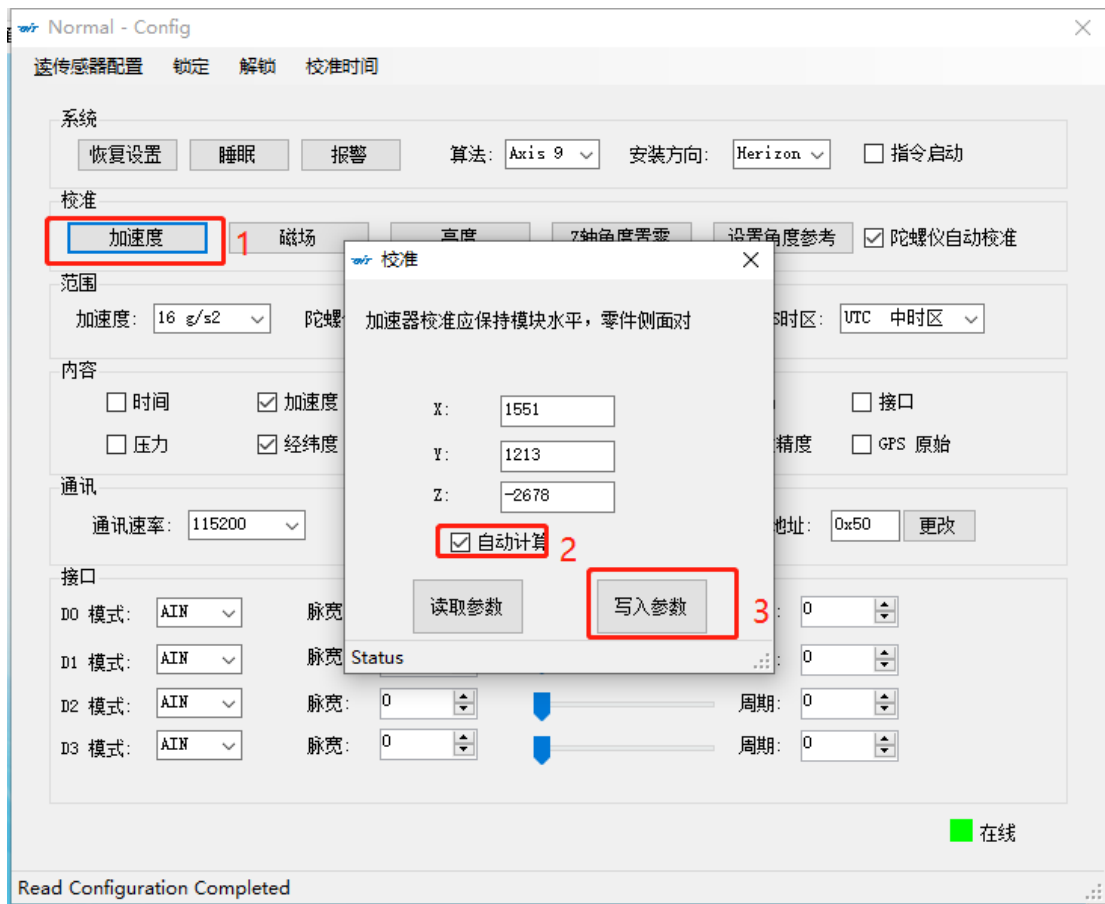
Read Configuration Completed

7.3.1 加计校准

加计校准用于去除加速度计的零偏。传感器在出厂时都会有不同程度的零偏误差，需要手动进行校准后，测量才会准确。

加计校准方法如下：

- 1.首先使模块保持水平静止，点击配置栏里的加速度，会弹出一个校准界面。
- 2.把自动计算选项勾上，上位机会自动计算加速度零偏值，再点击写入参数。



点击上位机左侧“数据”可以看到角度数据如下图所示：

3. 1~2 秒后模块加速度三个轴向的值会在 0 0 1 左右，X 和 Y 轴角度在 0° 左右。校准后 X Y 轴角度就跟精确了。

注意：Z 轴水平静止的时候是有 1 个 G 的重力加速度的。



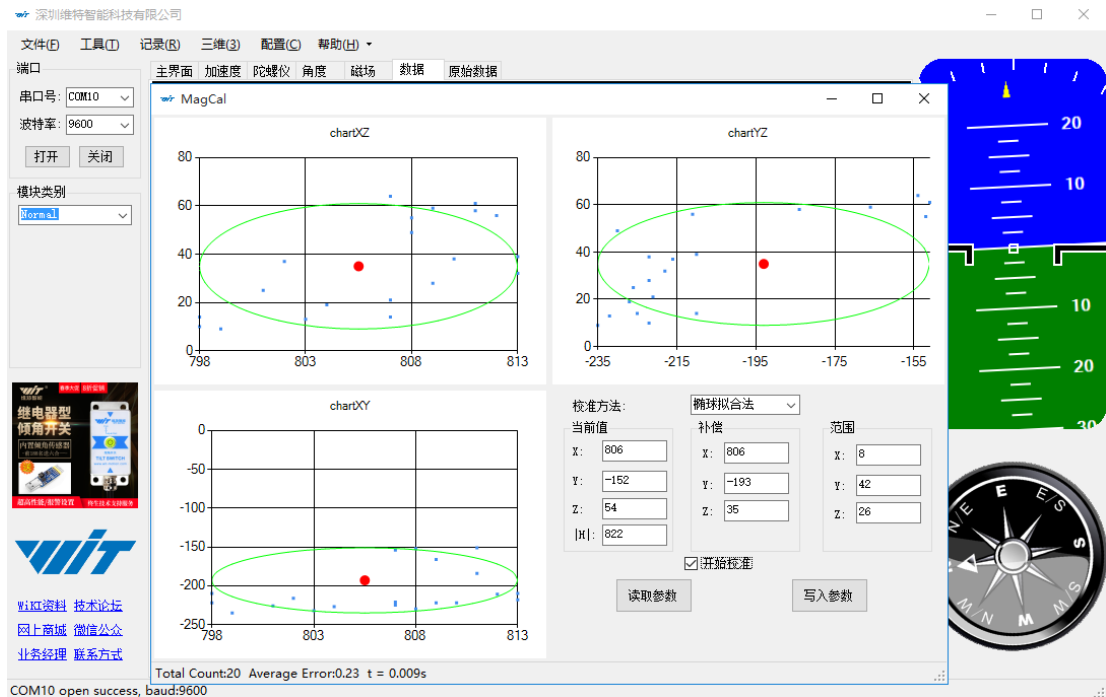
7.3.2 磁场校准

磁场校准用于去除磁场传感器的零偏。通常磁场传感器在制造时会有较大的零点误差，如果不进行校准，将会带来很大的测量误差，影响航向角 Z 轴角度测量的准确性。

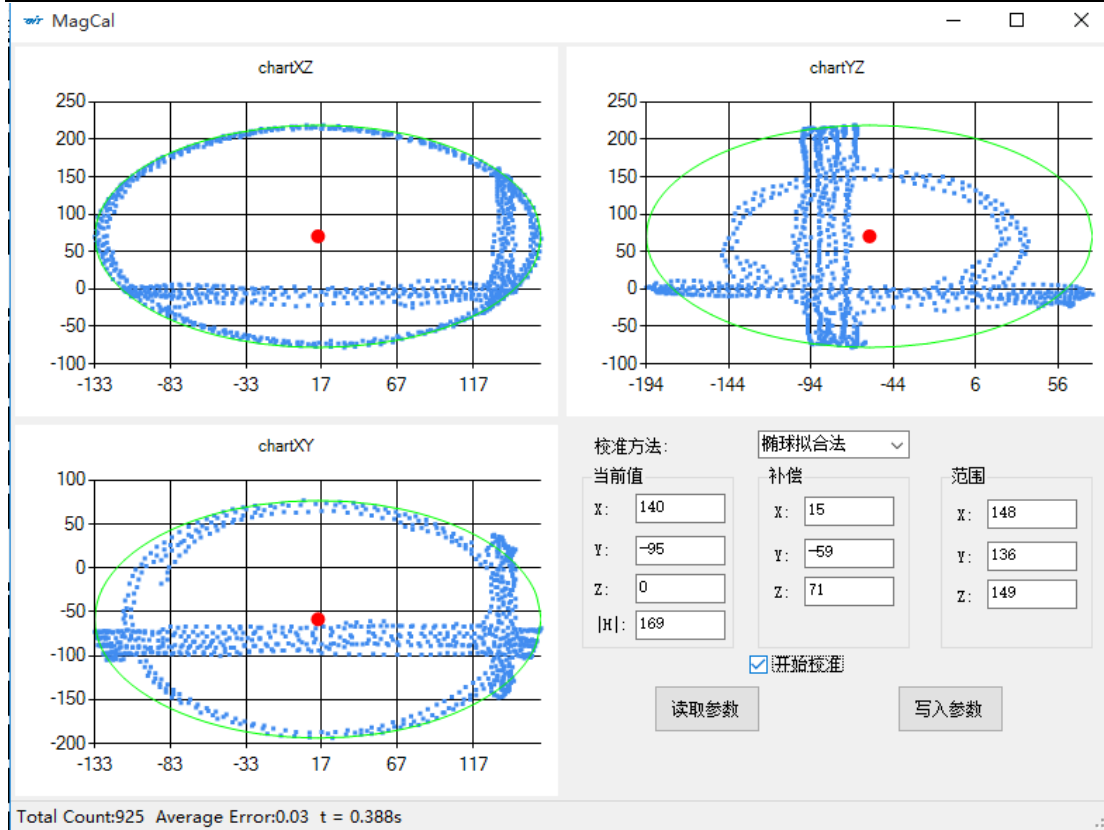
磁场校准方法如下：

1. 校准时，先连接好模块和电脑，将模块放置于远离干扰磁场的地方（即远离磁和铁等物质 20CM 以上），再打开上位机软件。

2. 在设置页面中，点击校准栏下的磁场按钮，就可以进入磁场校准模式，这时弹出 MagCal 窗口，在此窗口下点击开始校准。



3. 然后缓慢绕三个轴转动模块，让数据点在三个平面内画点，可以多转几圈，等画出比较规则的椭圆以后，就可以停止校准了。校准完成后点击写入参数。



注意：数据点尽量在椭圆以内，不能再椭圆外面，如果不能画出椭圆，请远离磁场干扰，再参考校准视频，把模块放在地球磁场南北轴线上缓慢转圈。

校准视频：<https://pan.baidu.com/s/1kVN0EZP>

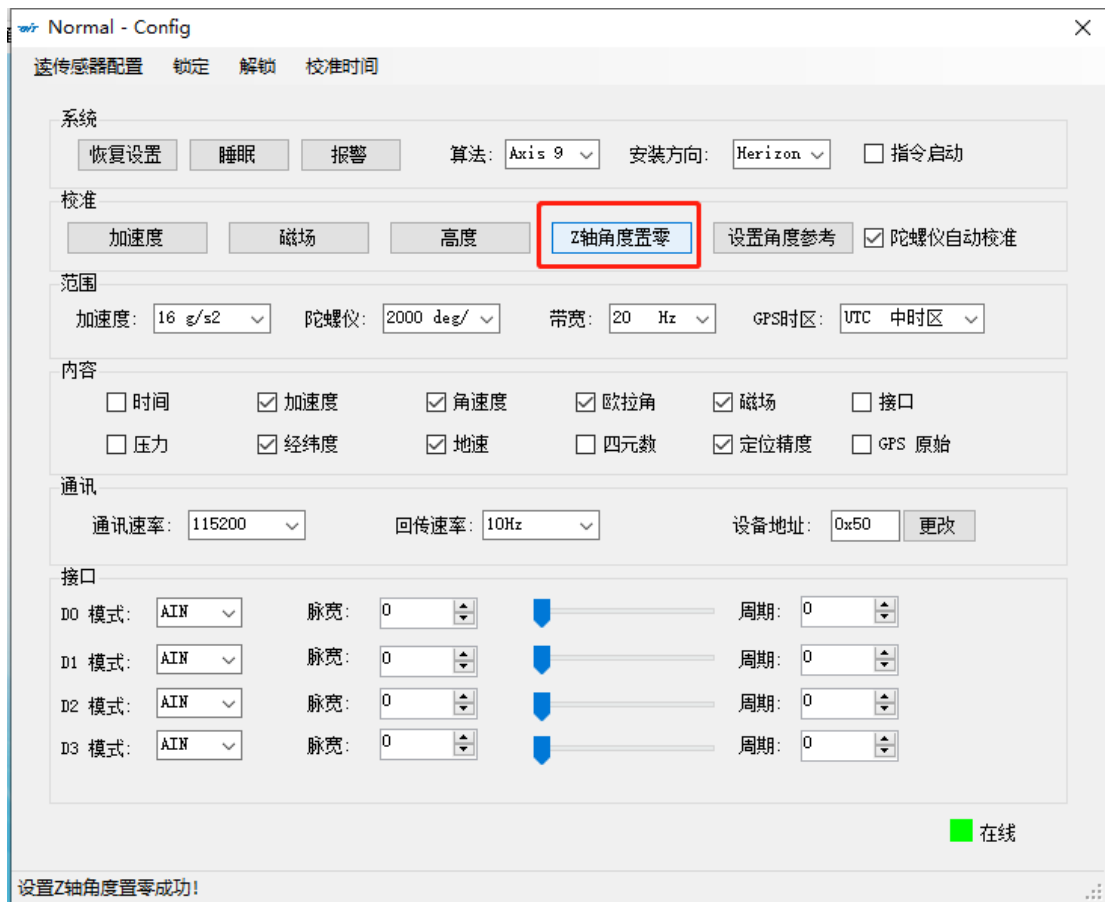
7.3.3 Z 轴归 0

注意：Z 轴归 0 只对 JY61P 有效。

HWT905 的 Z 轴角度是绝对角度，以东北天为坐标系，不能相对归 0。

Z 轴归 0 是使模块 Z 轴角度初始状态为相对 0 度角，模块使用前和 Z 轴漂移较大的情况下可以进行 Z 轴归 0 校准，模块上电时 Z 轴会自动归 0。

上位机 Z 轴归 0 方法如下：首先模块静止放置，点击配置打开配置栏，在配置栏里面的“Z 轴角度置零”选项，模块数据栏里面可以看到 Z 轴角度回到 0°。



7.3.4 高度置零

高度置零是对模块输出的高度进行归 0 的操作。模块的高度输出是根据气压计算出来的，高度归 0 操作就是将当前气压值作为零高度位置进行计算。操作方法是点击配置栏里的“高度”选项即可。只有带气压模块（JY901B、JY61PB）才有高度输出。

7.3.5 陀螺仪自动校准

陀螺仪校准是校准角速度，传感器默认是有进行校准的。
只有当模块是匀速旋转的情况下，可以把陀螺仪自动校准去掉。

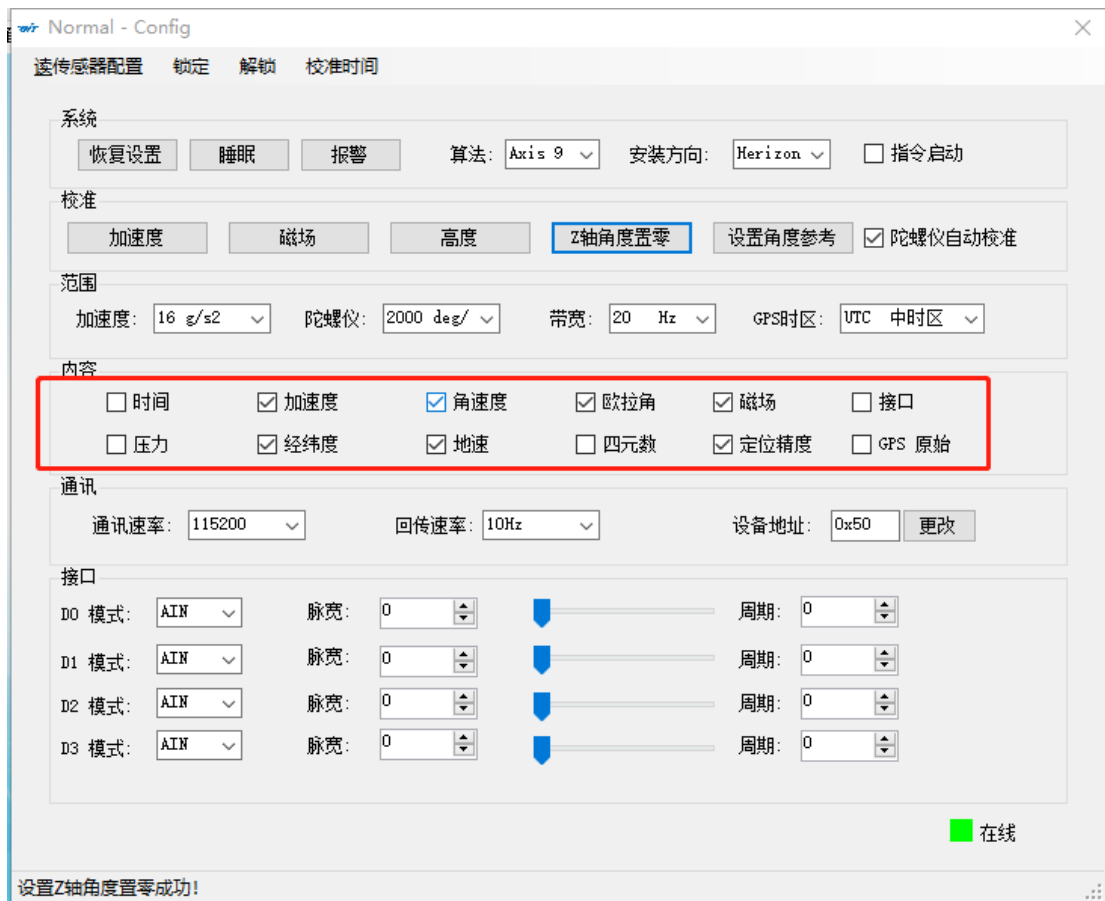
7.4 设置回传内容

设置方法：数据回传的内容可以根据用户需要进行定制，点击配置选项栏，在需要输出的数据内容前面打钩即可。以 JY901 为例，模块默认输出为加速度、角速度、角度、磁场。

时间为模块内部的时间，默认是以上电初始时刻为 2015 年 1 月 1 日 0:0:0.0。如果连接 GPS 模块，将 GPS 接收到的时间作为模块的时间。注意 GPS 时间会比北京时间晚 8 小时。

气压数据仅支持配备了气压传感器的 JY901B、JY61PB 型传感器，对没有配气压传感器的 JY-901 无效。

经纬度和地速信息仅在模块连接了 GPS 模块后有效。要获得正确的数据还需要将设置内容里面的“经纬度”、“地速”、“定位精度”勾选上。注意：勾选上“GPS 原始”之后模块只输出 GPS 原始的信息了，其它数据都不会输出。



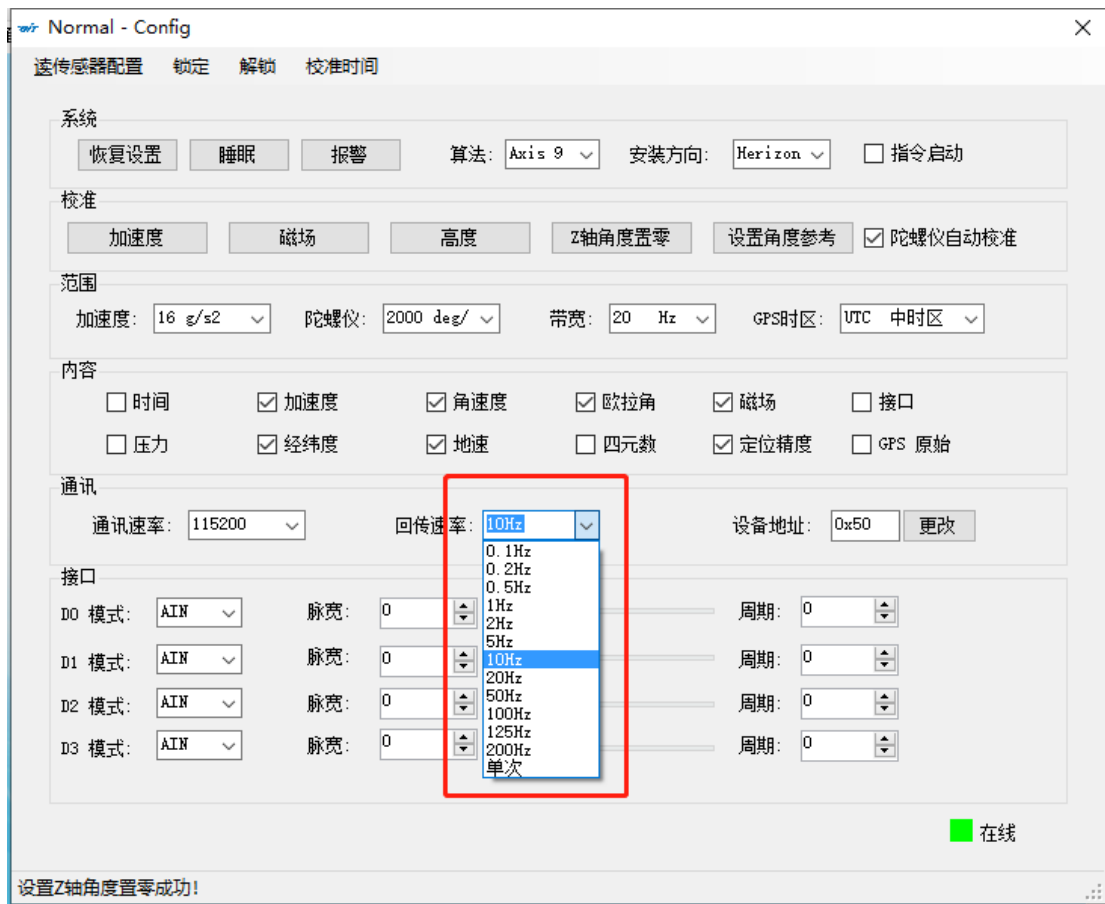
7.5 设置回传速率

设置方法：点击上位机配置选项，在配置栏里选择回传速率 0.1~200HZ 可选。

模块默认的回传速率是 10Hz，回传的速率最高支持 200Hz。

10HZ 指的是 1S 回传 10 个数据包，按默认回传 1 个数据包是 11 个字节。

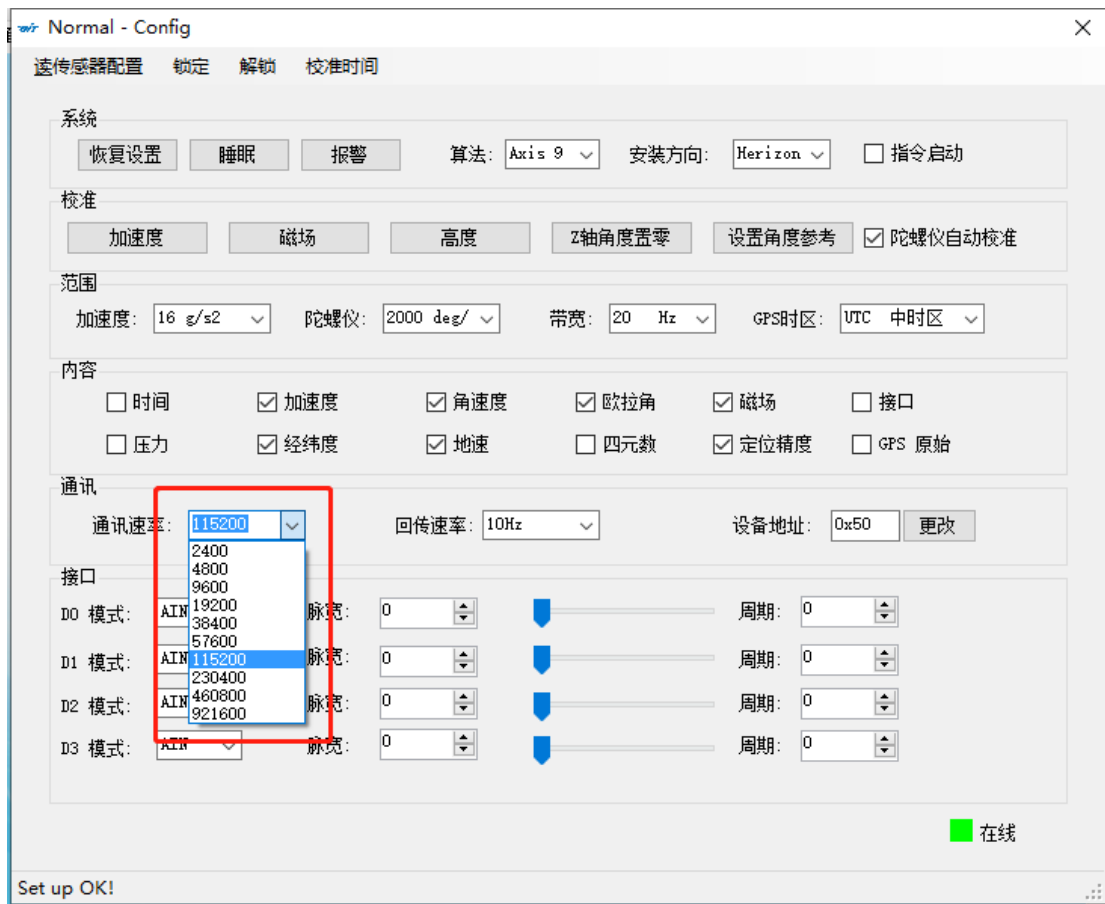
注意:如果回传内容较多，同时通信的波特率又较低的情况下，可能没法传输这么多数据，此时模块会自动降频，并以允许的最大输出速率进行输出。简单点说就是回传速率高的话，波特率也要设置高一点，一般用 115200。



7.6 设置通信波特率

设置方法：模块支持多种波特率，默认波特率为 9600。设置模块的波特率需要在软件与模块正确连接的基础上，在**配置栏（Normal-Config）**里的通信速率下拉框中选择需要更改的波特率。

注意：更改以后，模块在原来的波特率下已经不输出数据了，要重新在上位机主界面重新选择已经更改好的波特率，才会输出数据。



7.7 记录数据

传感器模块内部不带存储芯片，数据可以通过上位机来记录保存。

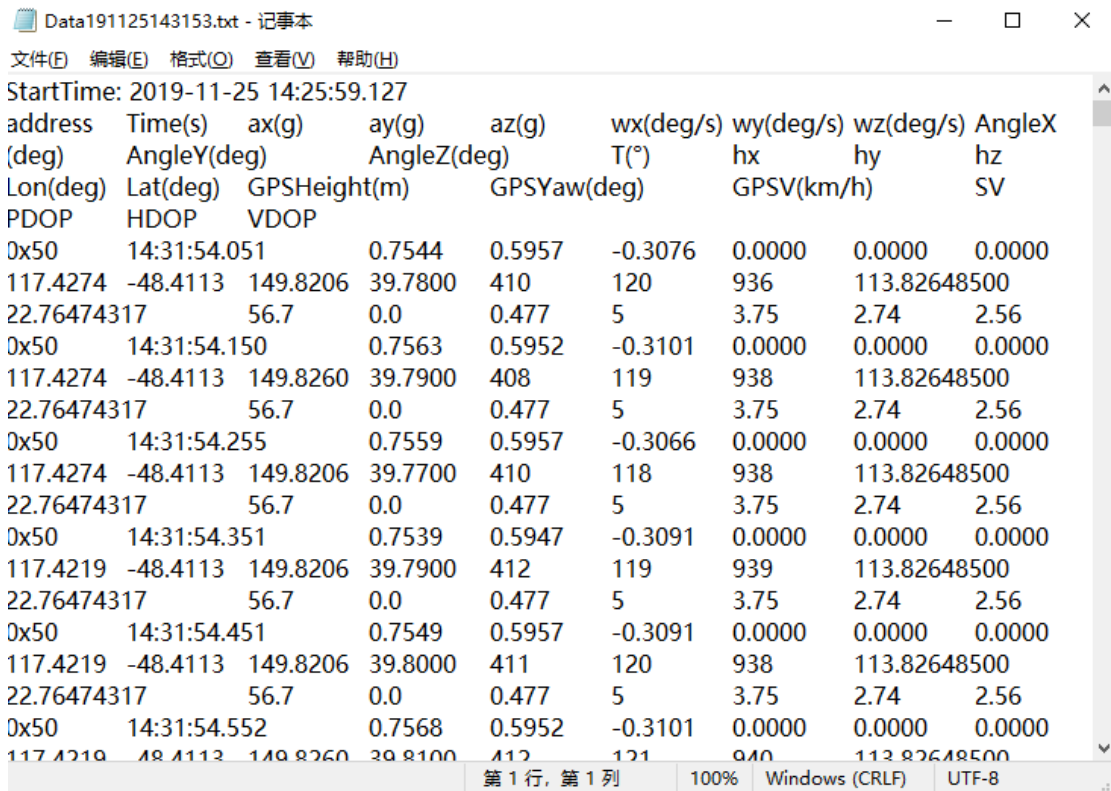
使用方法：点记录---开始按钮可以将数据保存为文件



点击停止按钮，出现如图所示的弹窗：



点击确定，即打开保存的文件,如下图所示。保存的文件在上位机程序的目录下
 Data191125143153.txt: 文件开头有标明数据对应的值，Time 代表时间，ax ay az 分别表示 x y z 三个轴向上的加速度，wx wy wz 分别表示 x y z 三个轴向上的角速度，AngleX AngleY AngleZ 分别表示 x y z 三个轴向上的角度，T 代表时间，hx hy hz 分别表示 x y z 三个轴向上的磁场。



7.8 安装方向

模块默认安装方向为水平安装，当模块需要垂直放置时，可以用垂直安装设置。

垂直安装方法：垂直安装时，把模块绕 X 轴旋转 90° 垂直放置，在上位机配置栏里面“安装方向”选项中选择“垂直”。设置完成后要进行校准才能使用。



垂直安装

7.9 休眠及解休眠

休眠：模块暂停工作，进入待机状态。休眠后可以降低功耗。

解休眠：模块从待机状态进入工作状态。

使用方法：模块默认为工作状态，在上位机配置栏里面点击“休眠”选项，进入休眠状态，再点击“休眠”选项，模块解除休眠。

7.10 测量带宽设置

测量带宽：模块只输出测量带宽以内的数据，大于带宽的数据会自动滤除。

使用方法：在上位机配置栏里面点击“测量带宽”选项，即可设置。默认为 20HZ。

7.11 设置 IIC 地址

模块的 IIC 通信地址默认为 0x50，可以通过软件更改。设置模块的 IIC 地址需要在软件与模块正确连接的基础上，在设置选项的 IIC 地址文本框内输入新的 16 进制 IIC 地址，再点击后面的“更改”按钮。

注意：更改以后，模块的 IIC 地址不会立即更改，需要重新上电以后，才会生效。

本模块未留出 IIC 接口，在进行配置更改时请不对 IIC 地址进行更改。

Normal - Config

速传传感器配置
锁定
解锁
校准时间

系统

恢复设置
睡眠
报警
算法: Axis 9
安装方向: Herizon
指令启动

校准

加速度
磁场
高度
Z轴角度置零
设置角度参考
陀螺仪自动校准

范围

加速度: 16 g/s2
陀螺仪: 2000 deg/
带宽: 20 Hz
GPS时区: UTC 中时区

内容

时间
加速度
角速度
欧拉角
磁场
接口
压力
经纬度
地速
四元数
定位精度
GPS 原始

通讯

通讯速率: 115200
回传速率: 10Hz
设备地址: 0x50 更改

接口

D0 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0
D1 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0
D2 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0
D3 模式: AIN
脉宽: 0
周期: 0

■ 在线

Read Configuration Completed

7.12 九轴算法与六轴算法

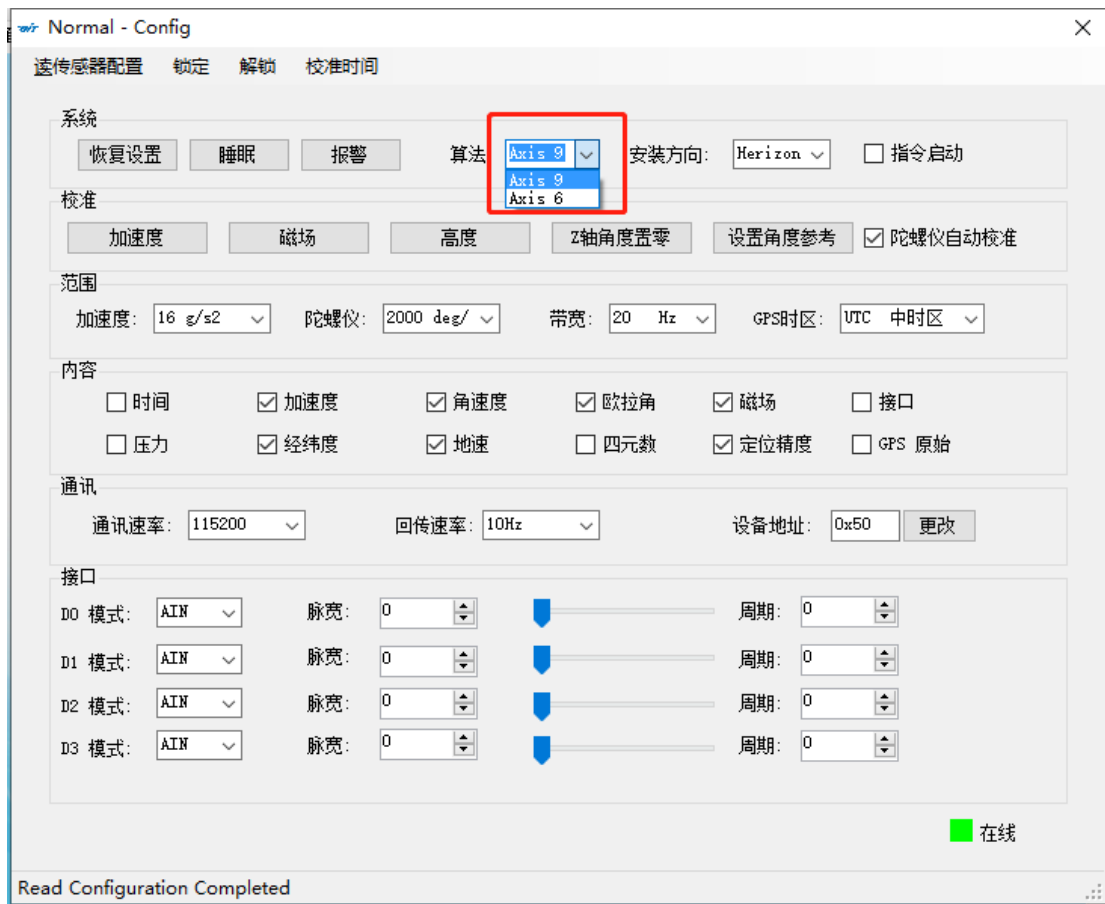
JY61P 用的是 6 轴算法，Z 轴角度主要是根据角速度积分解算的。

HWT905 用的是 9 轴算法，Z 轴角度主要是根据磁场解算的，不会有漂移现象。

当 HWT905 使用环境有磁场干扰时，可以尝试用 6 轴算法检测角度。

九轴算法转 6 轴算法使用方法：在上位机配置栏里把算法改成“Axis6”，再进行加计校准和 Z 轴归零校准。校准完成后就可以正常使用了。

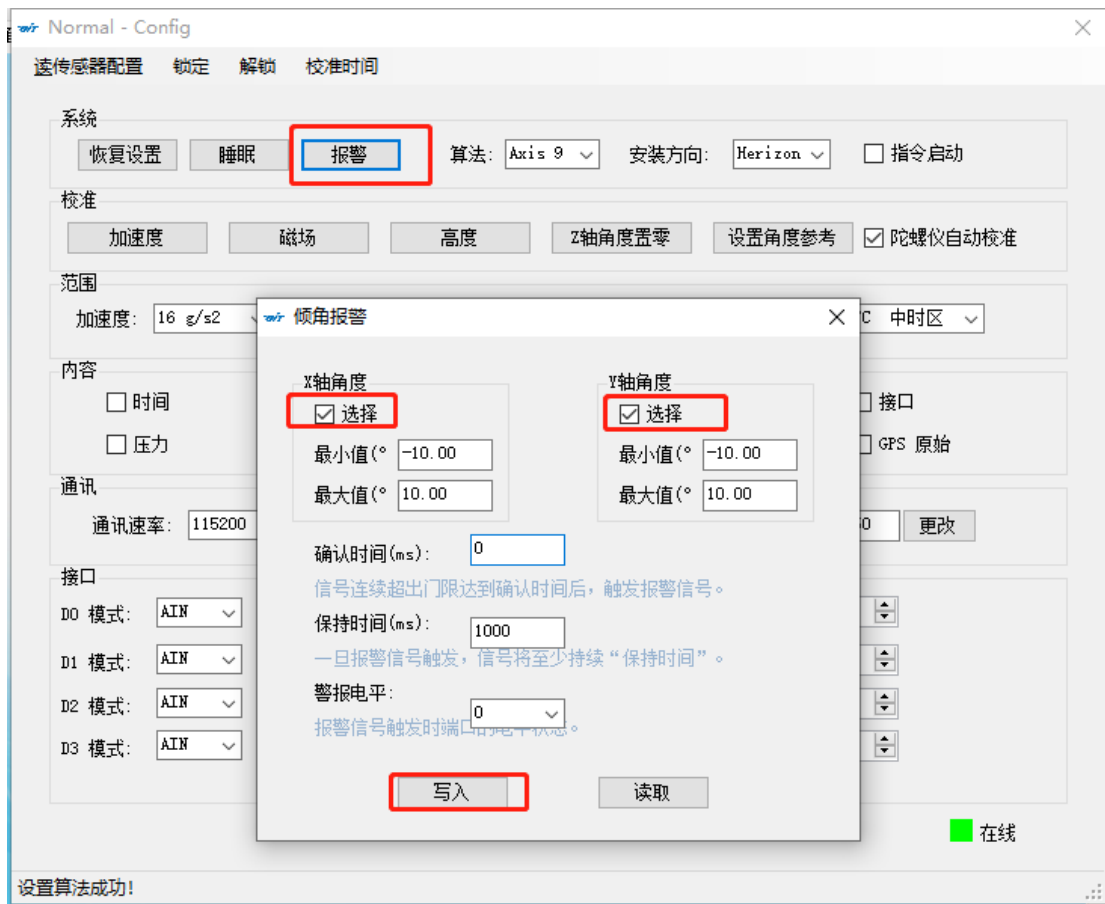
注意：这里只能是 HWT905 可以进行算法转换，系统默认为 9 轴算法。6 轴模块是不能进行算法转换的。



7.13 设置报警状态

通过上位机报警设置可以将下面引脚设置成报警状态输出口。以下面设置为例，平常状态 4 个端口输出为低电平（0V），X Y 轴角度值大于 10° 或者小于 -10° 的时候，对应端口会输出高电平(3.3V)。

名称	功能
D2	输出 X + 的报警状态
D3	输出 X-的报警状态
SCL	输出 Y + 的报警状态
SDA	输出 Y-的报警状态



8 串口通信协议

电平：TTL 电平（非 RS232 电平，若将模块错接到 RS232 电平可能造成模块损坏）
 波特率：2400、4800、9600(默认)、19200、38400、57600、115200、230400、460800、921600，停止位 1，校验位 0。

8.1 模块至上位机：

8.1.1 时间输出：

0x55	0x50	YY	MM	DD	HH	MM	SS	MSL	MSH	SUM
------	------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

YY：年，20YY 年

MM：月

DD：日

HH：时

MM：分

SS：秒

MS：毫秒

毫秒计算公式：

$$MS=((MSH<<8)|MSL)$$

$$Sum=0x55+0x50+YY+MM+DD+HH+MM+SS+MSL+MSH$$

8.1.2 加速度输出：

0x55	0x51	AxL	AxH	AyL	AyH	AzL	AzH	TL	TH	SUM
------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----

计算方法：

$$a_x=((AxH<<8)|AxL)/32768*16g$$
 (g 为重力加速度，可取 9.8m/s²)

$$a_y=((AyH<<8)|AyL)/32768*16g$$
 (g 为重力加速度，可取 9.8m/s²)

$$a_z=((AzH<<8)|AzL)/32768*16g$$
 (g 为重力加速度，可取 9.8m/s²)

温度计算公式：

$$T=((TH<<8)|TL)/100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

校验和：

$$Sum=0x55+0x51+AxH+AxL+AyH+AyL+AzH+AzL+TH+TL$$

说明：

- 1、数据是按照 16 进制方式发送的，不是 ASCII 码。
- 2、每个数据分低字节和高字节依次传送，二者组合成一个有符号的 short 类型的数据。
 例如 X 轴加速度数据 Ax，其中 AxL 为低字节，AxH 为高字节。转换方法如下：
 假设 Data 为实际的数据，DataH 为其高字节部分，DataL 为其低字节部分，那么：

$$Data=(short)(DataH<<8|DataL)$$
。这里一定要注意 DataH 需要先强制转换为一个有符号的 short 类型的数据以后再移位，并且 Data 的数据类型也是有符号的 short 类型，这样才能表示出负数。

详细解算示例：

<http://www.openedv.com/forum.php?mod=viewthread&tid=79352&page=1&extra=#pid450195>

8.1.3 角速度输出：

0x55	0x52	wxL	wxH	wyL	wyH	wzL	wzH	TL	TH	SUM
------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----

计算方法：

$$w_x=((wxH<<8)|wxL)/32768*2000(^{\circ}/s)$$

$$w_y=((wyH<<8)|wyL)/32768*2000(^{\circ}/s)$$

$$w_z=((wzH<<8)|wzL)/32768*2000(^{\circ}/s)$$

温度计算公式：

$$T=((TH<<8)|TL)/100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

校验和：

$$Sum=0x55+0x52+wxH+wxL+wyH+wyL+wzH+wzL+TH+TL$$

8.1.4 角度输出：

0x55	0x53	RollL	RollH	PitchL	PitchH	YawL	YawH	TL	TH	SUM
------	------	-------	-------	--------	--------	------	------	----	----	-----

计算方法：

滚转角（x 轴）Roll=((RollH<<8)|RollL)/32768*180(^{\circ})

俯仰角（y 轴）Pitch=((PitchH<<8)|PitchL)/32768*180(^{\circ})

偏航角（z 轴） $Yaw=((YawH<<8)|YawL)/32768*180(^{\circ})$

温度计算公式：

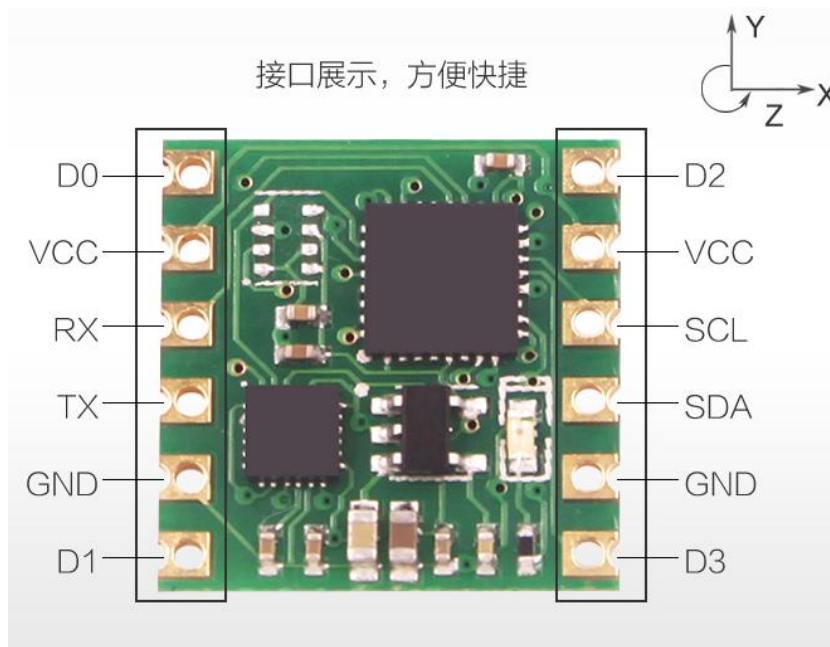
$T=((TH<<8)|TL)/100\ ^{\circ}C$

校验和：

$Sum=0x55+0x53+RollH+RollL+PitchH+PitchL+YawH+YawL+TH+TL$

注：

1. 姿态角结算时所使用的坐标系为东北天坐标系，正方向放置模块, 如下图所示向左为 X 轴，向前为 Y 轴，向上为 Z 轴。欧拉角表示姿态时的坐标旋转顺序定义为为 z-y-x，即先绕 z 轴转，再绕 y 轴转，再绕 x 轴转。
2. 滚转角的范围虽然是 ± 180 度，但实际上由于坐标旋转顺序是 Z-Y-X，在表示姿态的时候，俯仰角（Y 轴）的范围只有 ± 90 度，超过 90 度后会变换到小于 90 度，同时让 X 轴的角度大于 180 度。详细原理请大家自行百度欧拉角及姿态表示的相关信息。
3. 由于三轴是耦合的，只有在小角度的时候会表现出独立变化，在大角度的时候姿态角度会耦合变化，比如当 Y 轴接近 90 度时，即使姿态只绕 Y 轴转动，X 轴的角度也会跟着发生较大变化，这是欧拉角表示姿态的固有问题。



8.1.5 磁场输出：

0x55	0x54	HxL	HxH	HyL	HyH	HxL	HxH	TL	TH	SUM
------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----

计算方法：

磁场（x 轴） $Hx=((HxH<<8)|HxL)$

磁场（y 轴） $Hy=((HyH<<8)|HyL)$

磁场（z 轴） $Hx=((HxH<<8)|HxL)$

温度计算公式：

$T=((TH<<8)|TL)/100\ ^{\circ}C$

校验和：

$Sum=0x55+0x54+HxH+HxL+HyH+HyL+HxH+HxL+TH+TL$

8.1.6 四元素输出：

0x55	0x59	Q0L	Q0H	Q1L	Q1H	Q2L	Q2H	Q3L	Q3H	SUM
------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

计算方法：

$$Q0 = ((Q0H \ll 8) | Q0L) / 32768$$

$$Q1 = ((Q1H \ll 8) | Q1L) / 32768$$

$$Q2 = ((Q2H \ll 8) | Q2L) / 32768$$

$$Q3 = ((Q3H \ll 8) | Q3L) / 32768$$

校验和：

$$Sum = 0x55 + 0x59 + Q0L + Q0H + Q1L + Q1H + Q2L + Q2H + Q3L + Q3H$$

8.2 上位机至模块

说明：

1. 出厂默认设置使用串口，波特率 9600，帧率 10Hz。配置可通过上位机软件配置，因为所有配置都是掉电保存的，所以只需配置一次就行。
2. 数据格式

0xFF	0xAA	Address	DataL	DataH
------	------	---------	-------	-------

8.2.1 寄存器地址表

地址	符号	含义
0x00	SAVE	保存当前配置
0x01	CALSW	校准
0x02	RSW	回传数据内容
0x03	RATE	回传数据速率
0x04	BAUD	串口波特率
0x05	AXOFFSET	X 轴加速度零偏
0x06	AYOFFSET	Y 轴加速度零偏
0x07	AZOFFSET	Z 轴加速度零偏
0x08	GXOFFSET	X 轴角速度零偏
0x09	GYOFFSET	Y 轴角速度零偏
0x0a	GZOFFSET	Z 轴角速度零偏
0x0b	HXOFFSET	X 轴磁场零偏
0x0c	HYOFFSET	Y 轴磁场零偏
0x0d	HZOFFSET	Z 轴磁场零偏
0x0e	D0MODE	D0 模式
0x0f	D1MODE	D1 模式
0x10	D2MODE	D2 模式
0x11	D3MODE	D3 模式
0x12	D0PWMH	D0PWM 高电平宽度
0x13	D1PWMH	D1PWM 高电平宽度

0x14	D2PWMH	D2PWM 高电平宽度
0x15	D3PWMH	D3PWM 高电平宽度
0x16	D0PWMT	D0PWM 周期
0x17	D1PWMT	D1PWM 周期
0x18	D2PWMT	D2PWM 周期
0x19	D3PWMT	D3PWM 周期
0x1a	IICADDR	IIC 地址
0x1b	LEDOFF	关闭 LED 指示灯
0x1c	GPSBAUD	GPS 连接波特率
0x30	YYMM	年、月
0x31	DDHH	日、时
0x32	MMSS	分、秒
0x33	MS	毫秒
0x34	AX	X 轴加速度
0x35	AY	Y 轴加速度
0x36	AZ	Z 轴加速度
0x37	GX	X 轴角速度
0x38	GY	Y 轴角速度
0x39	GZ	Z 轴角速度
0x3a	HX	X 轴磁场
0x3b	HY	Y 轴磁场
0x3c	HZ	Z 轴磁场
0x3d	Roll	X 轴角度
0x3e	Pitch	Y 轴角度
0x3f	Yaw	Z 轴角度
0x40	TEMP	模块温度
0x41	D0Status	端口 D0 状态
0x42	D1Status	端口 D1 状态
0x43	D2Status	端口 D2 状态
0x44	D3Status	端口 D3 状态
0x45	PressureL	气压低字
0x46	PressureH	气压高字
0x47	HeightL	高度低字
0x48	HeightH	高度高字
0x49	LonL	经度低字
0x4a	LonH	经度高字
0x4b	LatL	纬度低字
0x4c	LatH	纬度高字
0x4d	GPSHeight	GPS 高度
0x4e	GPSTYaw	GPS 航向角
0x4f	GPSTVL	GPS 地速低字

0x50	GPSVH	GPS 地速高字
0x51	Q0	四元素 Q0
0x52	Q1	四元素 Q1
0x53	Q2	四元素 Q2
0x54	Q3	四元素 Q3

8.2.2 保持配置

0xFF	0xAA	0x00	SAVE	0x00
------	------	------	------	------

SAVE: 设置

0: 保持当前配置

1: 恢复默认（出厂）配置并保存

8.2.3 解锁指令

0xFF	0xAA	0x69	0x88	0xB5
------	------	------	------	------

对模块进行校准时需要先发送解锁指令

8.2.4 设置校准

0xFF	0xAA	0x01	CALSW	0x00
------	------	------	-------	------

CALSW: 设置校准模式

0: 退出校准模式

1: 进入加速度计校准模式

2: 进入磁场校准模式

3: 高度置 0

8.2.5 设置安装方向

0xFF	0xAA	0x23	DIRECTION	0x00
------	------	------	-----------	------

DIRECTION: 设置安装方向

0: 设置为水平安装

1: 设置为垂直安装

8.2.6 休眠与解休眠

0xFF	0xAA	0x22	0x01	0x00
------	------	------	------	------

发送该指令模块进入休眠（待机）状态，再发送一次，模块从待机状态进入工作状态。

8.2.7 算法转换

0xFF	0xAA	0x24	ALG	0x00
------	------	------	-----	------

ALG: 九轴算法与六轴算法设置

- 0: 设置成 9 轴算法
- 1: 设置成 6 轴算法

8.2.8 陀螺仪自动校准

0xFF	0xAA	0x63	GYRO	0x00
------	------	------	------	------

GYRO: 陀螺仪校准设置

- 0: 选择陀螺仪自动校准
- 1: 去掉陀螺仪自动校准

8.2.9 设置回传内容

0xFF	0xAA	0x02	RSWL	RSWH
------	------	------	------	------

RSWL 位定义

位	7	6	5	4	3	2	1	0
名称	0x57 包	0x56 包	0x55 包	0x54 包	0x53 包	0x52 包	0x51 包	0x50 包
默认值	0	0	0	1	1	1	1	0

RSWH 位定义

位	7	6	5	4	3	2	1	0
名称	X	X	X	X	X	0x5A 包	0x59 包	0x58 包
默认值	0	0	0	0	0	0	0	0

X 为未定义名称。

0x50 包: 时间信息包

- 0: 不输出 0x50 数据包
- 1: 输出 0x50 数据包

0x51 包: 加速度信息包

- 0: 不输出 0x51 数据包
- 1: 输出 0x51 数据包

0x52 包: 角速度信息包

- 0: 不输出 0x52 数据包
- 1: 输出 0x52 数据包

0x53 包: 角度信息包

- 0: 不输出 0x53 数据包
- 1: 输出 0x53 数据包

0x54 包: 磁场信息包

- 0: 不输出 0x54 数据包
- 1: 输出 0x54 数据包

0x55 包: 端口状态

- 0: 不输出 0x55 数据包
- 1: 输出 0x55 数据包

0x56 包: 气压&高度包

- 0: 不输出 0x56 数据包

- 1: 输出 0x56 数据包
- 0x57 包: 经纬度包
 - 0: 不输出 0x57 数据包
 - 1: 输出 0x57 数据包
- 0x58 包: 地速数据包
 - 0: 不输出 0x58 数据包
 - 1: 输出 0x58 数据包
- 0x59 包: 四元素输出包
 - 0: 不输出 0x59 数据包
 - 1: 输出 0x59 数据包
- 0x5A: 卫星定位精度
 - 0: 不输出 0x5A 数据包
 - 1: 输出 0x5A 数据包

8.2.10 设置回传速率

0xFF	0xAA	0x03	RATE	0x00
------	------	------	------	------

RATE: 回传速率

- 0x01: 0.1Hz
- 0x02: 0.5Hz
- 0x03: 1Hz
- 0x04: 2Hz
- 0x05: 5Hz
- 0x06: 10Hz (默认)
- 0x07: 20Hz
- 0x08: 50Hz
- 0x09: 100Hz
- 0x0a: 无 (保留)
- 0x0b: 200Hz
- 0x0c: 单次输出

设置完成以后需要点保存配置按钮，再给模块重新上电后生效

8.2.11 设置串口波特率

0xFF	0xAA	0x04	BAUD	0x00
------	------	------	------	------

BAUD: 波特率设置

- 0x00: 2400
- 0x01: 4800
- 0x02: 9600 (默认)
- 0x03: 19200
- 0x04: 38400
- 0x05: 57600
- 0x06: 115200

0x07: 230400
 0x08: 460800
 0x09: 921600

8.2.12 设置 X 轴加速度零偏

0xFF	0xAA	0x05	AXOFFSETL	AXOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

AXOFFSETL: X 轴加速度零偏低字节

AXOFFSETH: X 轴加速度零偏高字节

$AXOFFSET = (AXOFFSETH \ll 8) | AXOFFSETL$

说明: 设置加速度零偏以后, 加速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.13 设置 Y 轴加速度零偏

0xFF	0xAA	0x06	AYOFFSETL	AYOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

AYOFFSETL: Y 轴加速度零偏低字节

AYOFFSETH: Y 轴加速度零偏高字节

$AYOFFSET = (AYOFFSETH \ll 8) | AYOFFSETL$

说明: 设置加速度零偏以后, 加速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.14 设置 Z 轴加速度零偏

0xFF	0xAA	0x07	AZOFFSETL	AZOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

AZOFFSETL: Z 轴加速度零偏低字节

AZOFFSETH: Z 轴加速度零偏高字节

$AZOFFSET = (AZOFFSETH \ll 8) | AZOFFSETL$

说明: 设置加速度零偏以后, 加速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.15 设置 X 轴角速度零偏

0xFF	0xAA	0x08	GXOFFSETL	GXOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

GXOFFSETL: X 轴角速度零偏低字节

GXOFFSETH: X 轴角速度零偏高字节

$GXOFFSET = (GXOFFSETH \ll 8) | GXOFFSETL$

说明: 设置角速度零偏以后, 角速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.16 设置 Y 轴角速度零偏

0xFF	0xAA	0x09	GYOFFSETL	GYOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

GYOFFSETL: Y 轴角速度零偏低字节

GYOFFSETH: Y 轴角速度零偏高字节

$GYOFFSET = (GYOFFSETH \ll 8) | GYOFFSETL$

说明: 设置角速度零偏以后, 角速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.17 设置 Z 轴角速度零偏

0xFF	0xAA	0x0A	GXOFFSETL	GXOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

GZOFFSETL: Z 轴角速度零偏低字节

GZOFFSETH: Z 轴角速度零偏高字节

GZOFFSET= (GZOFFSETH <<8) | GZOFFSETL

说明: 设置角速度零偏以后, 角速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.18 设置 X 轴磁场零偏

0xFF	0xAA	0x0b	HXOFFSETL	HXOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

HXOFFSETL: X 轴磁场零偏低字节

HXOFFSETH: X 轴磁场零偏高字节

HXOFFSET= (HXOFFSETH <<8) | HXOFFSETL

说明: 设置磁场零偏以后, 角速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.19 设置 Y 轴磁场零偏

0xFF	0xAA	0x0c	HXOFFSETL	HXOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

HXOFFSETL: X 轴磁场零偏低字节

HXOFFSETH: X 轴磁场零偏高字节

HXOFFSET= (HXOFFSETH <<8) | HXOFFSETL

说明: 设置磁场零偏以后, 角速度的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.20 设置 Z 轴磁场零偏

0xFF	0xAA	0x0d	HXOFFSETL	HXOFFSETH
------	------	------	-----------	-----------

HXOFFSETL: Z 轴磁场零偏低字节

HXOFFSETH: Z 轴磁场零偏高字节

HXOFFSET= (HXOFFSETH <<8) | HXOFFSETL

说明: 设置磁场零偏以后, 磁场的输出值为传感器测量值减去零偏值。

8.2.21 设置模块报警

1. X 轴角度最小值设置

0xFF	0xAA	0x5A	DATEL	DATAH
------	------	------	-------	-------

比如 FF AA 5A E4 F8 设置的是 X 轴角度最小值位-10 度。

2. X 轴角度最大值设置

0xFF	0xAA	0x5B	DATEL	DATAH
------	------	------	-------	-------

比如 FF AA 5B 1C 07 设置的是 X 轴角度最大值位 10 度。

071C 转换成是进制为 1820,

$1820 * 180 / 32768 = 9.997$ 。

3. Y 轴角度最小值设置

0xFF	0xAA	0x5E	DATEL	DATAH
------	------	------	-------	-------

比如 FF AA 5E E4 F8 设置的是 Y 轴角度最小值位-10 度。

4. Y 轴角度最大值设置

0xFF	0xAA	0x5F	DATEL	DATAH
------	------	------	-------	-------

比如 FF AA 5F 1C 07 设置的是 X 轴角度最大值位 10 度。

5. 确认时间设置

0xFF	0xAA	0x68	DATEL	DATAH
------	------	------	-------	-------

比如 FF AA 68 00 00 设置的确认时间是 0ms。

6. 保持时间设置

0xFF	0xAA	0x59	DATEL	DATAH
------	------	------	-------	-------

比如 FF AA 59 64 00 设置的保持时间是 100ms。

7. 报警电平设置

0xFF	0xAA	0x62	DATEL	DATAH
------	------	------	-------	-------

比如 FF AA 62 00 00 设置的报警电平是 0。

9 应用领域

农业机械



物联网



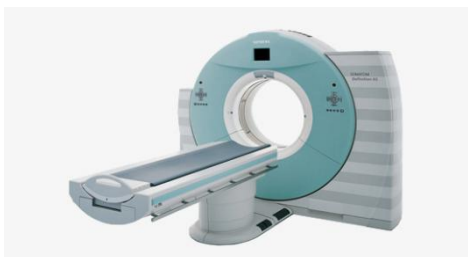
太阳能



电力监控



医疗器械



工程机械



地质监测





深圳维特智能科技有限公司

WitMotion ShenZhen Co., Ltd

高精度 10 轴姿态角度传感器带温补

电话: 0755-33185882

邮箱: wit@wit-motion.com

网站: www.wit-motion.com

店铺: <https://robotcontrol.taobao.com>

地址: 广东省深圳市宝安区松岗镇星际家园宏海大厦