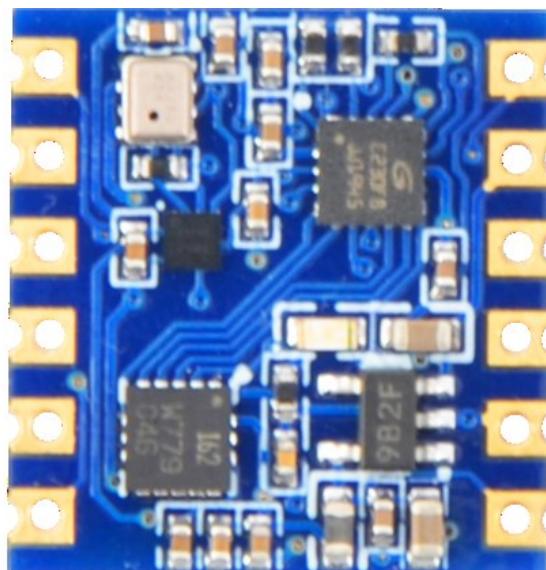


ATK-IMU901 角度传感器 模块用户手册 V1.0



修订历史:

版本	日期	原因
V1.0	2020.05.06	第一次发布

目录

1. 产品简介	5
2. 性能参数	6
3. 引脚说明	6
4. 轴向说明	7
5. 软件使用说明	9
5.1 基本使用	9
5.2 查看数据波形	10
5.3 查看模块上传数据	11
5.4 模块校准	12
5.4.1 加速度计校准	12
5.4.2 磁力计校准	13
5.4.3 陀螺仪自动校准	15
5.4.4 气压计自动校准	15
5.5 设置陀螺仪加速度的量程和带宽	15
5.6 设置串口波特率和数据回传速率	16
5.7 设置回传内容	16
5.8 设置扩展端口（D0~D3）	17
5.9 恢复出厂设置	18
5.10 警报设置	18
5.11 算法选择	19
5.12 安装方向	19
6. 串口通讯协议	21
6.1 模块至上位机指令（主动上传）	21
6.1.1 上传姿态角	21
6.1.2 上传四元数	22
6.1.3 上传陀螺仪和加速度计数据	22
6.1.4 上传磁力计数据	22
6.1.5 上传气压计数据	23
6.1.6 上传端口状态数据	23
6.2 上位机至模块指令	25
6.2.1 命令列表	25
6.2.2 保存当前配置 SAVE	26
6.2.3 设置传感器校准 SENCAL	26
6.2.4 设置传感器校准状态 SENSTA	27
6.2.5 设置陀螺仪量程 GYROFSR	27
6.2.6 设置加速度量程 ACCFSR	27
6.2.7 设置陀螺仪带宽 GYROBW	28
6.2.8 设置加速度计带宽 ACCBW	28
6.2.9 设置串口波特率 BAUD	28
6.2.10 设置回传内容 RETURNSET	29
6.2.11 设置回传速率 RETURNRATE	29

6.2.12 设置姿态解算算法 ALG	30
6.2.13 设置姿态解算算法 ASM	30
6.2.14 设置陀螺仪自校准开关.....	30
6.2.15 设置气压计自校准开关.....	30
6.2.16 设置 LED 灯开关.....	31
6.2.17 设置端口 D0 模式 D0MODE.....	31
6.2.18 设置端口 D1 模式 D1MODE.....	31
6.2.19 设置端口 D2 模式 D2MODE.....	32
6.2.20 设置端口 D3 模式 D3MODE.....	32
6.2.21 设置端口 D0 的 PWM 高电平宽度 D0PULSE.....	32
6.2.22 设置端口 D1 的 PWM 高电平宽度 D1PULSE.....	32
6.2.21 设置端口 D2 的 PWM 高电平宽度 D2PULSE.....	33
6.2.22 设置端口 D3 的 PWM 高电平宽度 D3PULSE.....	33
6.2.23 设置端口 D0 的 PWM 周期 D0PERIOD.....	33
6.2.24 设置端口 D1 的 PWM 周期 D1PERIOD.....	33
6.2.25 设置端口 D2 的 PWM 周期 D2PERIOD.....	34
6.2.26 设置端口 D3 的 PWM 周期 D3PERIOD.....	34
6.2.27 恢复默认设置 RESET	34
7. 其他	35

1.产品简介

ATK-IMU901 角度传感器模块是广州市星翼电子科技有限公司（正点原子）新推出的一款角度测量传感器模块。串口直接输出姿态角度，外接 MCU 只需解析角度数据即可，无需进行复杂的姿态解算。模块用于倾角测量、姿态角测量、气压测量、磁场测量、海拔高度测量，可应用于无人机、3 轴云台、VR、测量仪表等场合。模块有如下特点：

- 模块集成高精度的陀螺仪、加速度计、磁力计、气压计，采用 32 位 72MHz 高性能微处理器快速求解出模块当前的实时运动姿态。
- 模块采用自主研发的姿态解算算法，静态 X\Y 轴测量精度 0.05 度，有磁力计或无磁力计情况下，航向角长时间都无漂移！
- 内部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。
- 模块内部自带电压稳定电路，工作电压 3.3v~5v。
- 串口输出姿态角、加速度、角速度、磁场、气压值、海拔高度等数据，最高 250Hz 数据输出速率。串口速率 2400bps~921600bps 可调。
- 保留 4 路扩展端口，可以分别配置为模拟输入，数字输入，数字输出，PWM 输出等功能。
- 采用邮票孔镀金工艺，可嵌入用户的 PCB 板中。**注意：模块嵌入到 PCB 板子上时，磁力计芯片下方不能布线，以免干扰到磁力计。**

2. 性能参数

ATK-IMU901 角度传感器	
工作电压	3.3V~5V (推荐 5V)
工作电流	<25mA
串口波特率	TTL 电平 (3.3V), 2400~921600 可调
角度精度	X、Y 轴: 静态 0.05° 动态 0.1° , Z 轴: 0.5°
角度范围	角度: X、Z ±180° , Y ±90°
陀螺仪范围	±250、±500、±1000、±2000 °/S 可设置
加速度范围	±2、±4、±8、±16g 可设置
测量维度	加速度 (3 维)、角速度 (3 维)、磁场 (3 维)、姿态角 (3 维)、气压 (1 维)
输出数据	加速度、角速度、姿态角、磁场、端口状态、气压、海拔高度
数据输出速率	1~250Hz
4 路扩展端口	模拟输入 (0~3.3V)、数字输入、数字输出、PWM 输出 (D1、D3)
尺寸	15.57mm×16.20mm×2mm
焊盘间距	上下 2.54mm 左右 15.57mm

3. 引脚说明

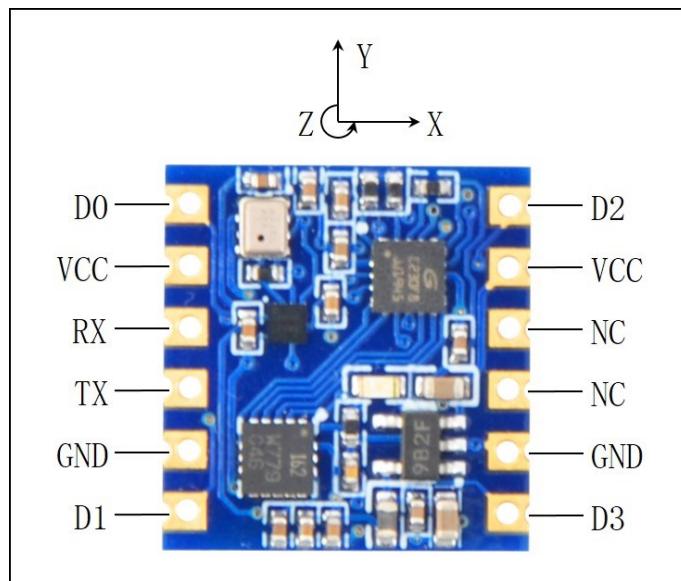


图 3.1 引脚说明图

表 3.1 引脚功能描述:

引脚	功能描述

VCC	输入电源, 3.3V 或 5V (推荐) 输入
RX	串行数据输入, TTL 电平 (3.3V)
TX	串行数据输出, TTL 电平 (3.3V)
GND	输入地线
NC	保留
D0	扩展端口 0 (模拟输入、数字输入、数字输出)
D1	扩展端口 1 (模拟输入、数字输入、数字输出、PWM 输出)
D2	扩展端口 2 (模拟输入、数字输入、数字输出)
D3	扩展端口 3 (模拟输入、数字输入、数字输出、PWM 输出)

4. 轴向说明

模块的轴向定义如下图 4.1.1 所示。向右为 X 正轴, 向上 Y 正轴, 垂直模块向外为 Z 正轴。即为东北天坐标系。(说明: 为了 PCB 布线方便, 陀螺仪芯片顺指针旋转 90 度放置, 但内部程序做了逆时针旋转处理)

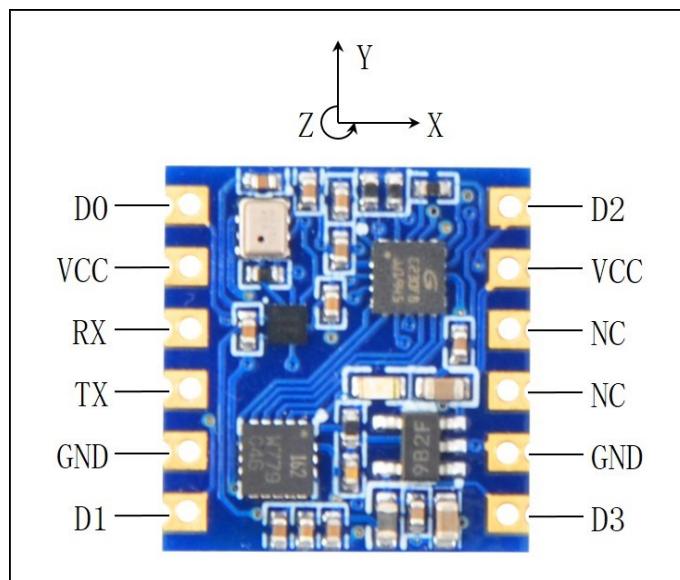


图 4.1.1 轴向说明

模块姿态解算采用上诉的东北天坐标, 欧拉角旋转顺序为 Z-Y-X, 即先绕 Z 轴旋转, 再绕 Y 轴转, 再绕 X 轴转。Z-Y-X 旋转顺序决定了欧拉角表示范围, 绕 Z 轴旋转范围 ($\pm 180^\circ$)、绕 Y 轴旋转 ($\pm 90^\circ$)、绕 X 轴 ($\pm 180^\circ$)。

当表示为飞行姿态角时, X 轴正方向为机头前进方向, ROLL (滚转角) 绕 X 轴旋转, PITCH 绕 Y 轴旋转, YAW 绕 Z 轴旋转。

旋转符合右手法则, 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,

旋转以右手定则，逆时针旋转时角度为正，反方向旋转则为负。旋转方向说明如下图 4.1.2 所示。

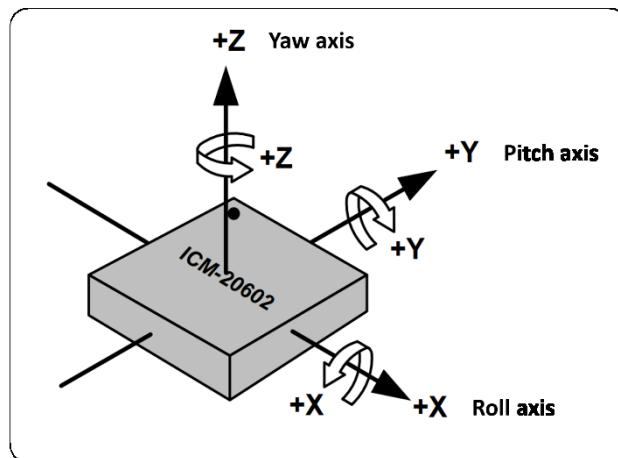


图 4.1.2 旋转说明

注意：由于欧拉角表示姿态角会存在万向节死锁的问题（大家可百度了解），会导致如下个问题：

- 当 PITCH 旋转到 90° 附近时，ROLL 和 YAW 会有突变；

5.软件使用说明

5.1 基本使用

第一步，自备好 USB 转串口模块（CH340 或其他型号），并通过杜邦线连接好模块，USB 线连接电脑。实物连接如下图 5.1 所示：

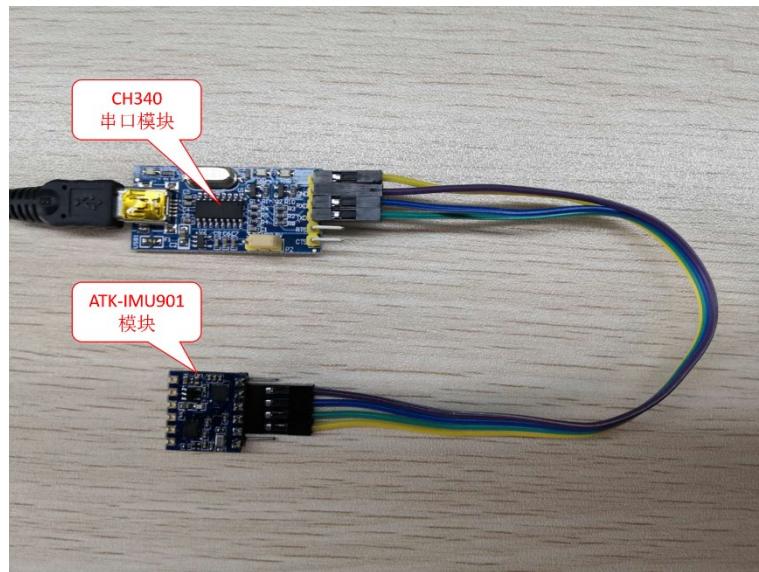


图 5.1 实物连接图

第二步，安装 USB 转串口模块 CH340 驱动。驱动文件在模块光盘资料包中，按照提示安装即可（其他型号驱动自行到网上下载安装）。USB 转串口模块连接到电脑，在设备管理器中即可查看到对应的端口号，如下图 5.2 所示：

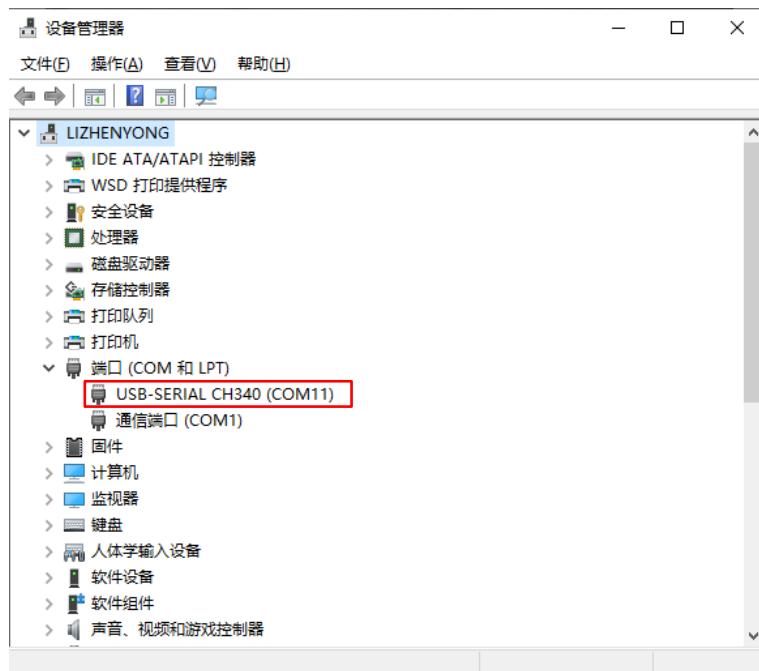


图 5.2 设备管理器的端口号

第三步, 安装上位机所需的插件。插件如下图 5.3 所示: (先安装【00 必要插件】, 如果上位机 ATK-IMU.exe 还是打不开需要再安装【01 插件】)

名称	修改日期	类型	大小
00-请先安装此插件 (必要)	2020/7/20 15:20	文件夹	
01-软件打不开安装此插件 (非必要)	2020/7/20 15:20	文件夹	
02-置各上位机	2020/7/20 15:20	文件夹	
ATK IMU ATK-IMU.exe	2020/7/20 14:45	应用程序	541 KB
AxInterop.UnityWebPlayerAXLib.dll	2020/7/20 14:45	应用程序扩展	7 KB
Interop.UnityWebPlayerAXLib.dll	2020/7/20 14:45	应用程序扩展	8 KB
modelSuppt.unity3d	2020/5/7 20:45	UNITY3D 文件	283 KB
必读.txt	2020/7/20 14:54	TXT 文件	1 KB

图 5.3 安装插件示图

第四步, 打开上位机 ATK-IMU.exe, 选择在设备管理器查看到的端口号, 并打开串口。主界面如下图 5.4 所示: (注意: 上位机长时间打开飞机 3D 模型可能会出现卡顿现象, 点击左上角的刷新按钮解决卡顿。)

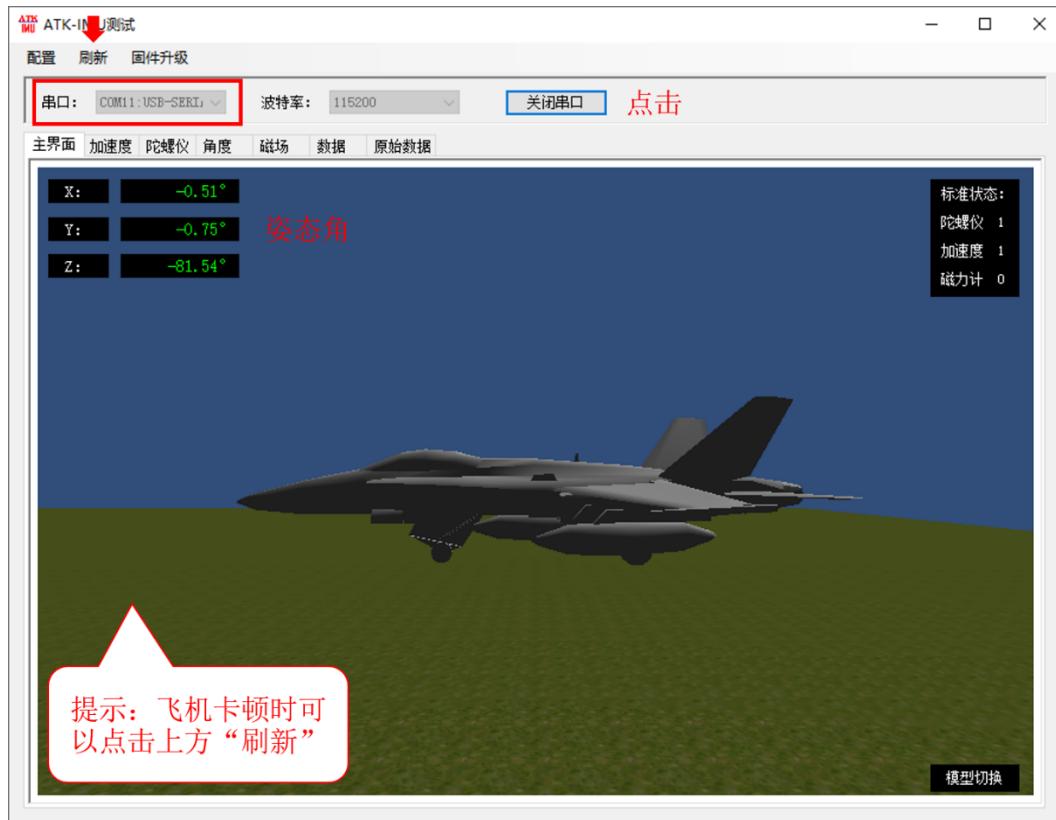


图 5.4 上位机主界面

5.2 查看数据波形

在界面中点击加速度、陀螺仪、角度、磁场即可查看其对应的数据波形, 如下图 5.2.1 所示: (提示: 在波形显示区域鼠标左键点击左右滑动可加快、减慢波形显示速度)

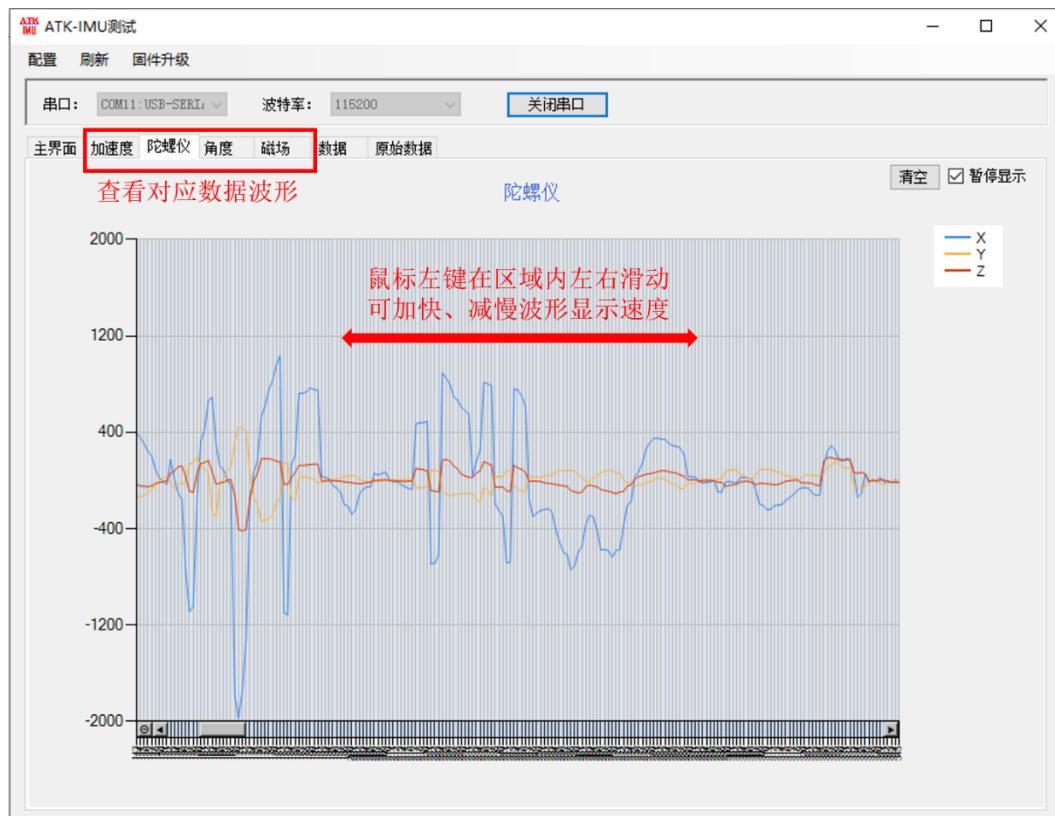


图 5.2.1 波形显示示图

5.3 查看模块上传数据

在界面中点击数据既可查看模块上传的数据，如下图 5.3.1 所示：（提示：如果某一项数据全显示 0，说明配置得回传内容该项没有勾选上传。）

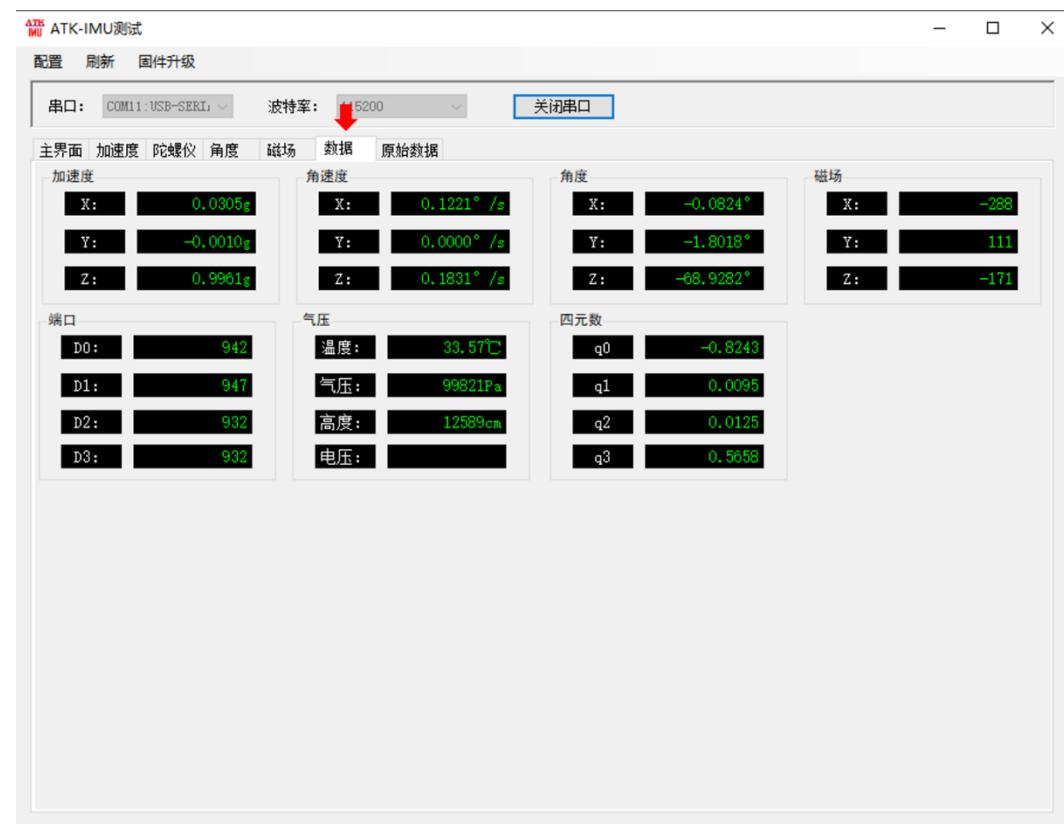


图 5.3.1 模块上传数据显示图

5.4 模块校准

5.4.1 加速度计校准

加计校准用于去除加速度计的零偏。模块出厂时会校准一次，如果发现模块放置水平时，X、Y 轴的角度不为 0，可以在上位机配置界面中重新校准。操作如下图 5.4.1 所示：

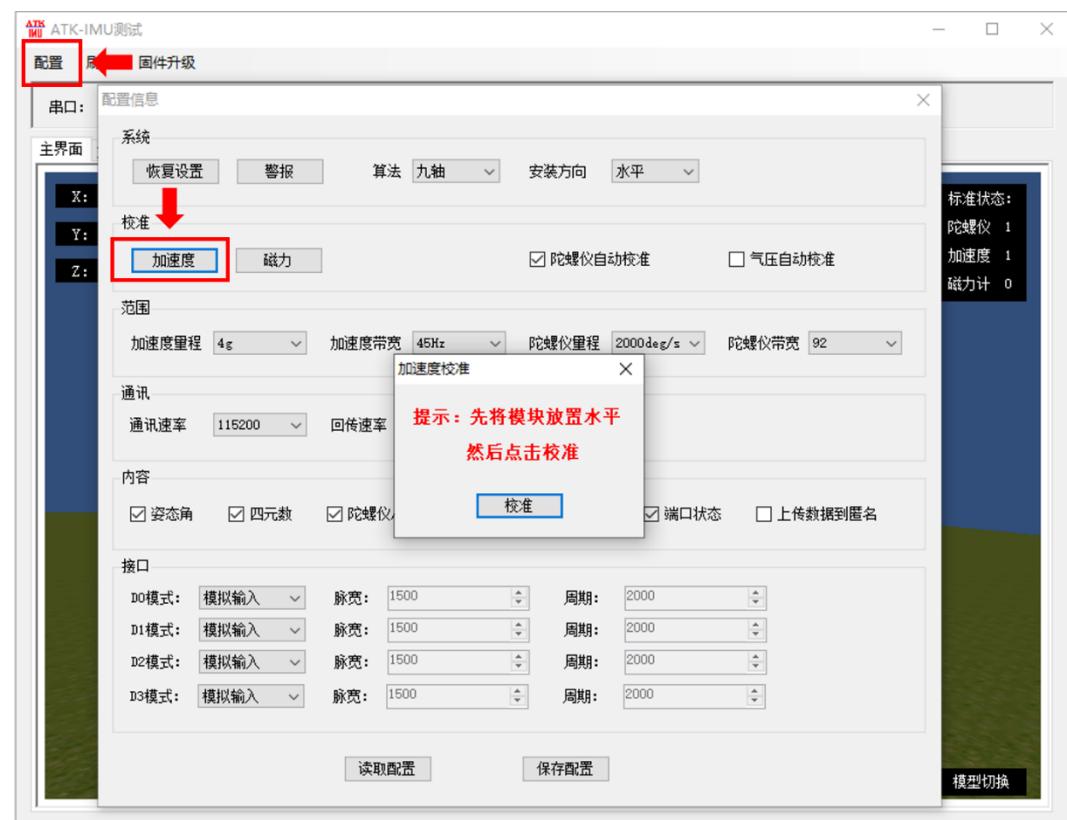


图 5.4.1 加速度校准示图

点击校准后, X\Y 轴的角度会慢慢的趋向于 0, 模块内部自动将校准得零偏值保存到内部的 Flash。注意: 点击校准前必须让模块水平并且静止!

5.4.2 磁力计校准

磁力计校准用于去除传感器的零偏。通常磁场传感器在制造时、PCB 线路都会导致其有零点误差,如果不进行校准,将会影响航向角 Z 轴角度测量的准确性。校准操作如下图 5.4.1 所示:

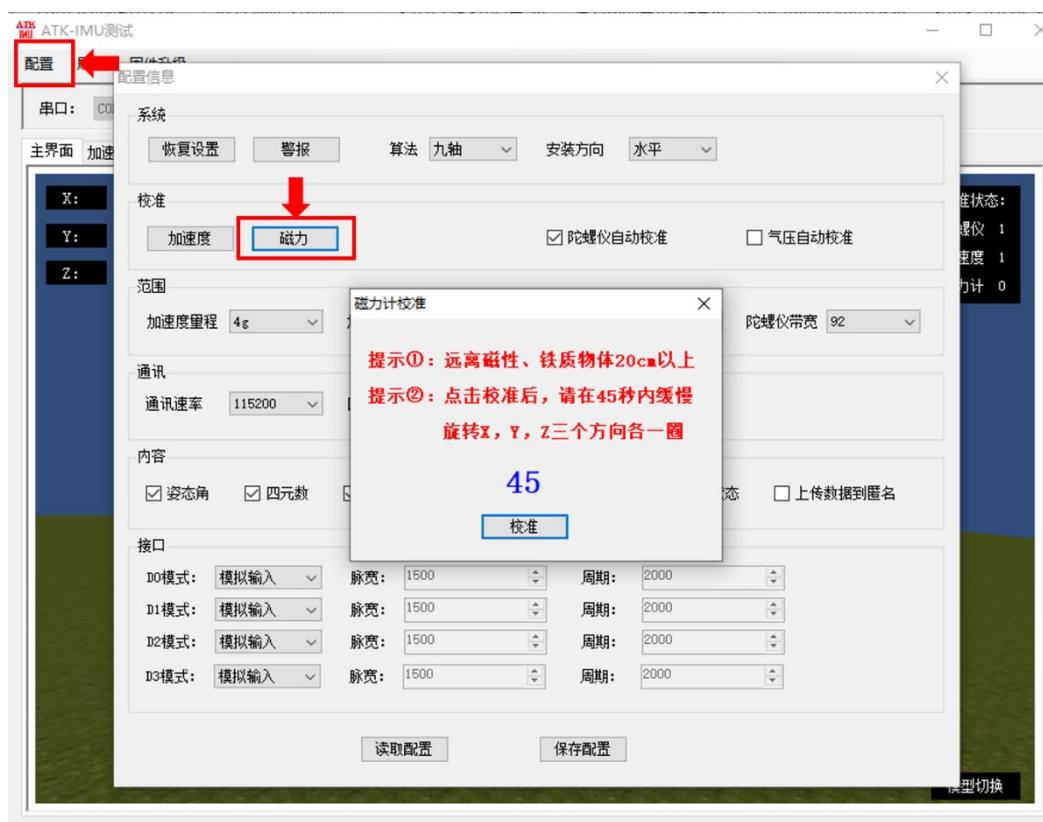


图 5.4.1 磁力计校准示图

提示①：磁力计很容易受到周围环境的磁性和铁质类的物体影响。所以校准时必须远离此类物体 20cm 以上，否则校准结果不准确！

提示②：点击校准后，请在 45 秒内缓慢旋转 X, Y, Z 三个方向各一圈。旋转示意图如下图 5.4.2 所示：

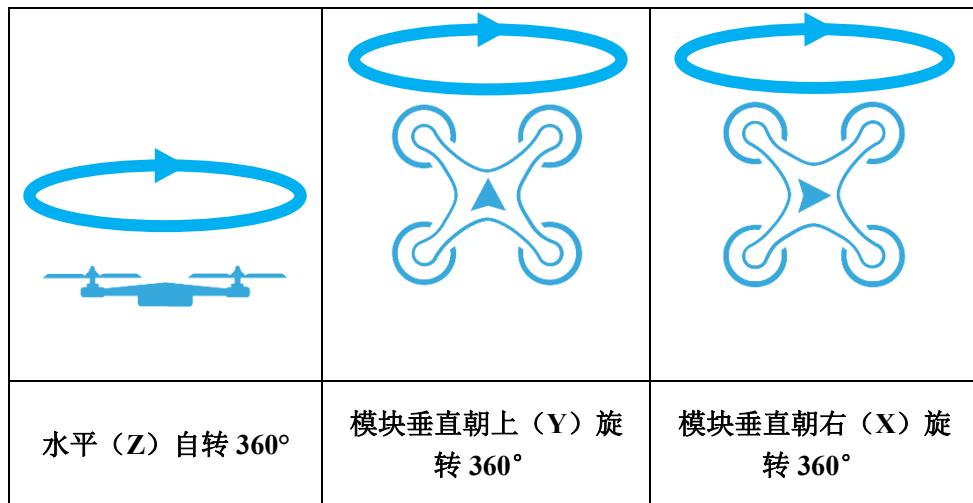


图 5.4.2 磁力计校准旋转操作图

点击校准后，按照提示完成旋转操作，**注意：旋转时必须缓慢旋转！** 45 秒结束后，模块自动计算校准零偏值，并存入内部 Flash。

提示：校准完后，模块即可当指南针使用。当 yaw=-90°附近时，X 轴正方向为南极，相反，yaw=90°附近时，X 轴正方向为北极。（大家可以使用手机自带的电子罗盘功能验证）

5.4.3 陀螺仪自动校准

陀螺仪校准是校准角速度的零偏值。陀螺仪自校准默认是打开的，即每次模块重新上电都会自动校准一次陀螺仪零偏值。如果此项功能关闭，则模块会使用最近一次自动保存的零偏值。**(注意：陀螺仪校准需要模块保持静止 1 秒以上（不能手持、有震动），否则校准不通过。当使用设备一直处于有震动的运转时，可以关闭自校准，否则建议打开此功能)**

5.4.4 气压计自动校准

气压计自动校准是模块上电后计算当前海拔高度为基准值，后续上传海拔高度减去此基准值。如果此项功能关闭，上传的海拔高度则为气压值实时转换的海拔高度。

5.5 设置陀螺仪加速度的量程和带宽

设置陀螺仪、加速度的量程和带宽，操作如下图 5.5.1 所示：

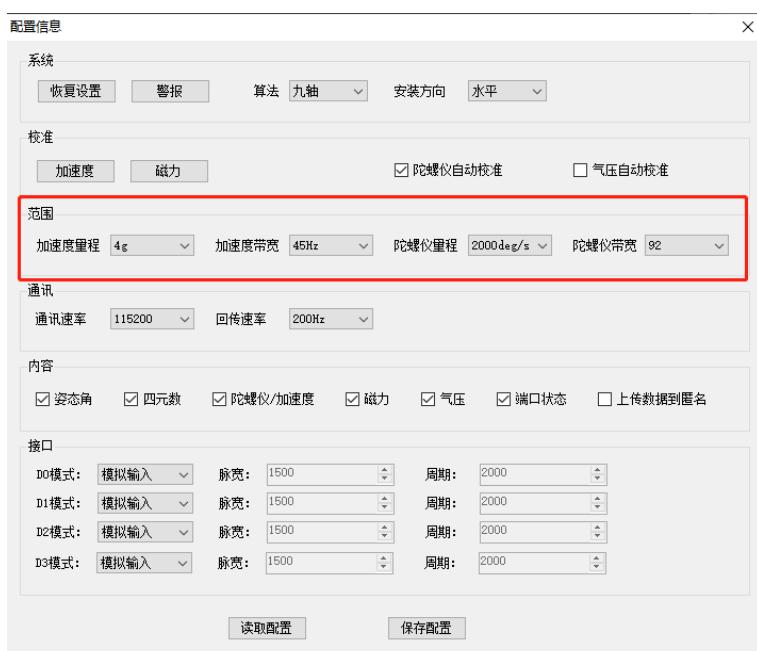


图 5.5.1 设置陀螺仪加速度的量程和带宽

加速度量程：

可选 2G \ 4G \ 8G \ 16G (默认 4G)。

陀螺仪量程：

可选 250dps \ 500dps \ 1000dps \ 2000dps (默认 2000dps，即 2000 度每秒)。

加速度带宽：

可选 218hz \ 99hz \ 45hz \ 21hz \ 10hz \ 5hz (默认 45hz，根据使用场合设置，一般建议设置 45hz 以下)

陀螺仪带宽：

可选 176hz \ 92hz \ 41hz \ 20hz \ 10hz \ 5hz (默认 92hz，根据使用场合设置，一般建议设置 92hz 以下)

带宽作用：衰减高于设置带宽频率的干扰信号，保持默认设置或更低即可。

注意：该项设置并保存配置后，需模块断电重启才生效。

5.6 设置串口波特率和数据回传速率

设置模块串口（tx\rx 引脚）的波特率和数据回传速率如下图 5.6.1 所示：



图 5.6.1 设置串口波特率和回传速率

通讯速率（波特率）：

支持（2400~921600）范围。修改后，点击下放保存配置。注意：模块断电重启生效。

数据回传速率：

支持（1~250hz）范围。修改后，点击下放保存配置，保存后即可生效。如图设置，模块会以 200hz 速率上传已勾选上的内容数据（姿态角、四元数……）。

注意：回传速率为 200hz，上传内容如图，波特率设置低于 115200 时，由于波特率太低，回传数据过多，回传的速率就会达不到 200hz，这时模块会自动降低回传速率，以最高速率上传。

5.7 设置回传内容

设置回传内容如下图 5.7.1 所示：



图 5.7.1 回传内容设置

勾选后，模块串口（tx 引脚）就会回传相应数据。回传的数据格式请参考<6.串口通讯>

协议>章节。

上传数据到匿名：勾选后，可以使用匿名上位机观察姿态和数据波形。但是建议设置波特率 115200 以上（建议设置为 256000），否则回传速率达不到 200hz。匿名上位机在资料包<00-上位机\02-匿名上位机>路径下。

5.8 设置扩展端口 (D0~D3)

模块有 4 个扩展端口 (D0~D3)，支持模拟输入、数字输入、输出高电平、输出低电平、输出 PWM(D1 和 D3)等功能。设置操作示图下图 5.8.1 所示：



图 5.8.1 端口设置

另外可以数据界面查看端口的状态（回传内容需勾选了端口状态），如下图 5.8.2 所示：



图 5.8.2 端口状态

- 当端口模式设置为模拟输入时，端口显示模拟电压 ADC 值，最大为 4095(3.3V) 最小 0 (0V)。
- 当端口模式设置为数字量输入时，端口显示输入电平状态，1 表示输入为高电平，0 表示输入低电平。
- 当端口模式设置为高电平输出模式时，端口显示为 1。
- 当端口模式设置为低电平输出模式时，端口显示为 0。
- 当端口模式设置为 PWM 输出时，端口显示高电平宽度，以 us 为单位。

5.9 恢复出厂设置

恢复出厂设置有两种方法：①上位机发送指令②短接端口 D2 方法。第一种方法操作如下图 5.9.1 所示：

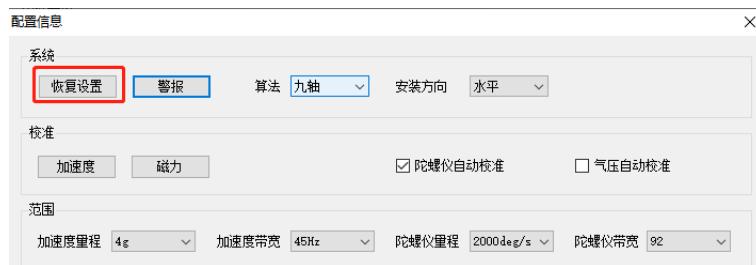


图 5.9.1 上位机发送恢复设置

第二种方法：将模块的 D2 引脚和 VCC 引脚通过导线或镊子短接，然后给模块上电，LED 灯常亮，持续 2 秒左右，LED 灯熄灭，完成恢复出厂设置操作。操作示图如下图 5.9.2 所示：

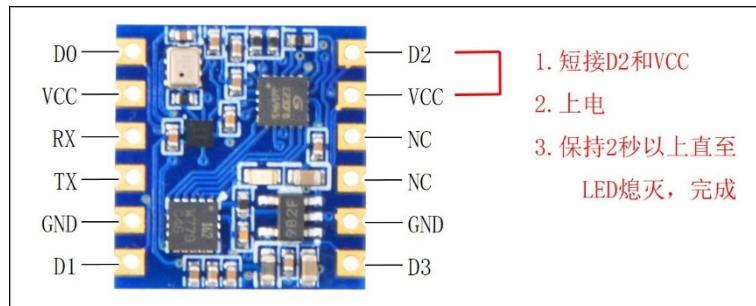


图 5.9.2 短接端口 2 恢复出厂

5.10 警报设置

警报设置如下图 5.10.1 操作所示：

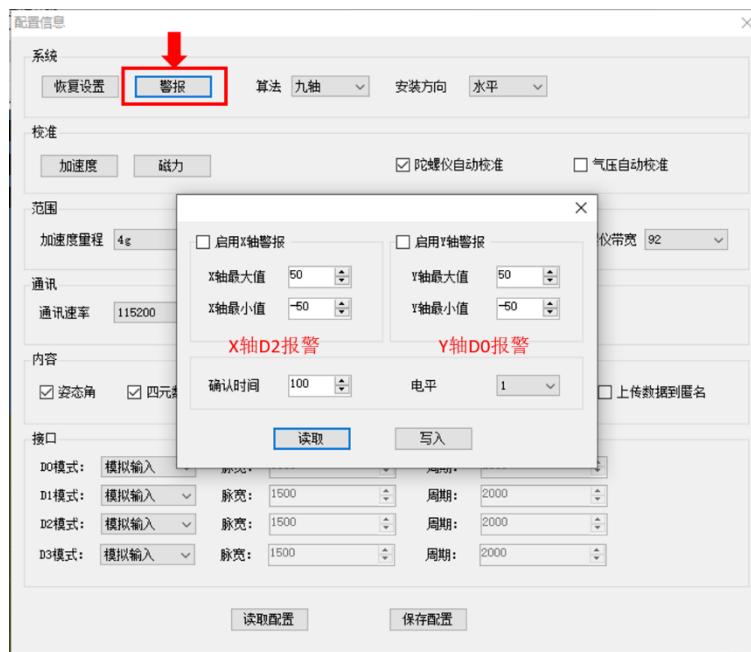


图 5.10.1 警报设置

如图所示，勾选后表示启用警报。**X 轴报警输出端口为 D2**，通常输出 1（高电平），当 X 轴大于最值，或小于最小值时，且持续时间大于确认时间 100（单位 ms）则 D2 输出 0（低电平）。电平选择为 0，则默认为 0，触发报警时为 1。**Y 轴报警输出端口为 D0**。（注意：勾选启动报警后对应端口配置为其他模式是无效的，如模拟输入）

5.11 算法选择

模块姿态解算采用自主研发的姿态解算算法，算法支持六轴和九轴解算。解算可以做到即使没有磁力计的情况下（六轴算法），航向角长时间都不会漂移。那么六轴解算和九轴算法区别在哪？区别如下：

1. 六轴解算，模块上电后航向角 yaw 等于 0。
2. 九轴算法，模式上电后航向角 yaw 为真实电子罗盘的航向角。

注意：更改算法后，需重启才生效。

5.12 安装方向

模块支持水平和垂直安装方式，默认是水平的。当需要垂直使用时（如 VR 内部电路板可能是垂直的）这时我们就需要在上位机上配置安装方向为垂直。事物安装示图如下图 5.12.1 所示：

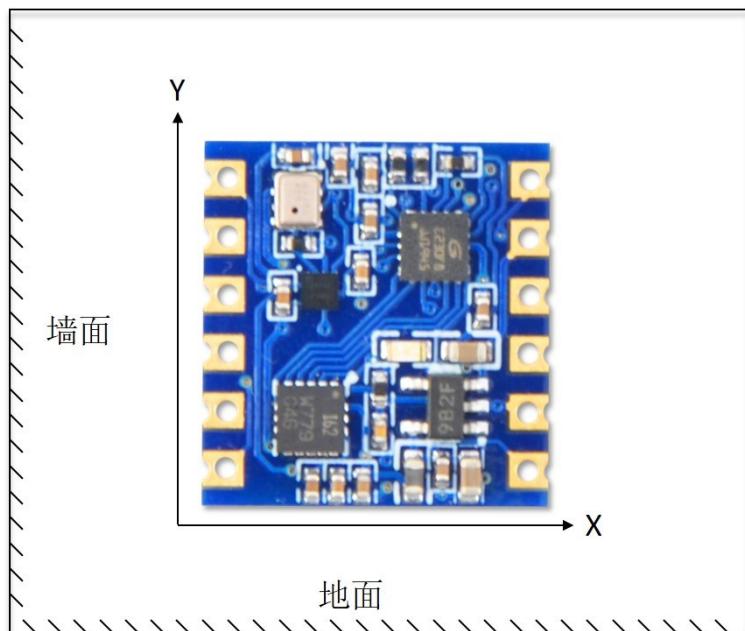


图 5.12.1 垂直安装示图

注意：更改安装方向后，需重启才生效。

6.串口通讯协议

6.1 模块至上位机指令（主动上传）

模块上传格式：

帧头 1	帧头 2	帧 ID	数据长度	数据	校验和
1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	N 字节	1 字节
0x55	0x55	ID	N	DATA	SUM

- 帧 ID：上传过程，每个数据帧都有不同的 ID。
- 数据长度：为数据 DATA 的长度。
- DATA：数据。
数据流高低字节说明，如 DATA 为 int16_t 型，那么数据流 buf[0]=DATA1_L, buf[1]=DATA1_H，即高字节在前低字节在后。
- 校验和：帧头 1 至 DATA 所有单个字节之和（DATA 为 16 位或 32 位时，需拆分字节再累加），不考虑溢出。
 $SUM = 0x55 + 0x55 + ID + N + DATA_1_L + DATA_1_H + \dots + DATA_n_L + DATA_n_H;$

6.1.1 上传姿态角

帧格式：

0x55	0x55	ID = 0x01	N = 6	DATA	SUM
------	------	-----------	-------	------	-----

数据 DATA：

RollL	RollH	PitchL	PitchH	YawL	YawH
-------	-------	--------	--------	------	------

计算方法：

滚转角（X 轴） $Roll_{(float)} = (float)((int16_t)(RollH << 8) | RollL) / 32768 * 180$ (°)

俯仰角（Y 轴） $Pitch_{(float)} = (float)((int16_t)(PitchH << 8) | PitchL) / 32768 * 180$ (°)

偏航角（Z 轴） $Yaw_{(float)} = (float)((int16_t)(YawH << 8) | YawL) / 32768 * 180$ (°)

校验和：

$SUM = 0x55 + 0x55 + 0x01 + 0x06 + RollL + RollH + PitchL + PitchH + YawL + YawH.$

说明：

前面<4.轴向说明>章节：姿态计算旋转顺序为转顺序是 Z-Y-X，这决定了各轴的旋转角度范围，如下：

滚转角（X 轴） $Roll: -180^\circ \sim 180^\circ$

俯仰角（Y 轴） $Pitch: -90^\circ \sim 90^\circ$

偏航角（Z 轴） $Yaw: -180^\circ \sim 180^\circ$

6.1.2 上传四元数

帧格式:

0x55	0x55	ID = 0x02	N = 8	DATA	SUM
------	------	-----------	-------	------	-----

数据 DATA:

Q0L	Q0H	Q1L	Q1H	Q2L	Q2H	Q3L	Q3H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

计算方法:

$$q0_{(float)} = (\text{float}) ((\text{int16_t}) (Q0H << 8) | Q0L) / 32768 \quad (\text{范围 } 0.0 \sim 1.0)$$

$$q1_{(float)} = (\text{float}) ((\text{int16_t}) (Q1H << 8) | Q1L) / 32768 \quad (\text{范围 } 0.0 \sim 1.0)$$

$$q2_{(float)} = (\text{float}) ((\text{int16_t}) (Q2H << 8) | Q2L) / 32768 \quad (\text{范围 } 0.0 \sim 1.0)$$

$$q3_{(float)} = (\text{float}) ((\text{int16_t}) (Q3H << 8) | Q3L) / 32768 \quad (\text{范围 } 0.0 \sim 1.0)$$

校验和:

$$\text{SUM} = 0x55 + 0x55 + 0x02 + 0x08 + Q0L + Q0H + Q1L + Q1H + Q2L + Q2H + Q3L + Q3H.$$

6.1.3 上传陀螺仪和加速度计数据

帧格式:

0x55	0x55	ID = 0x03	N = 12	DATA	SUM
------	------	-----------	--------	------	-----

数据 DATA:

AxL	AxH	AyL	AyH	AzL	AzH
GxL	GxH	GyL	GyH	GzL	GzH

加速度计原始数据:

$$Ax_{(\text{int16_t})} = (\text{int16_t}) (AxH << 8) | AxL;$$

转换为加速度 (单位G) :

$$ACCX_{(float)} = (\text{float}) Ax / 32768 * 4;$$

说明: 4 = 用户设置的量程 G, 1G 表示 $9.8m/s^2$ 。

陀螺仪原始数据:

$$Gx_{(\text{int16_t})} = (\text{int16_t}) (GxH << 8) | GxL;$$

换为旋转速率 (单位° /S)

$$gyro_x_{(float)} = (\text{float}) Gx / 32768 * 2000;$$

说明: 2000 = 用户设置的量程, 单位为° /S。

校验和:

$$\text{SUM} = 0x55 + 0x55 + 0x03 + 12 + AxL + AxH + AyL + AyH + AzL + AzH + GxL + GxH + GyL + GyH + GzL + GzH.$$

6.1.4 上传磁力计数据

帧格式:

0x55	0x55	ID = 0x04	N = 8	DATA	SUM
------	------	-----------	-------	------	-----

数据 DATA:

MxL	MxH	MyL	MyH	MzL	MzH	TL	TH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

- 磁场计算方法:

磁场 (X 轴) $Mx_{(int16_t)} = (int16_t) (MxH << 8) | MxL;$

- 温度计算方法($^{\circ}$ C):

温度 $T_{(float)} = (float) ((int16_t) (TH << 8) | TL) / 100;$

校验和:

SUM = 0x55+0x55+0x04+6+MxL+ MxH+ MyL+MyH+MzL+MzH+TL+TH。

注意: 该帧上传周期固定 10Hz。

6.1.5 上传气压计数据

帧格式:

0x55	0x55	ID = 0x05	N = 10	DATA	SUM
------	------	-----------	--------	------	-----

数据 DATA:

P0	P1	P2	P3	A0	A1	A2	A3	TL	TH
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

气压值 (单位 Pa)

$P_{(int32_t)} = (int32_t) (P3 << 24) | (P2 << 16) | (P1 << 8) | P0;$

海拔高度 (单位 cm)

$A_{(int32_t)} = (int32_t) (A3 << 24) | (A2 << 16) | (A1 << 8) | A0;$

温度($^{\circ}$ C)

$T_{(float)} = (float) ((int16_t) (AH << 8) | AL) / 100;$

校验和:

SUM = 0x55+0x55+0x05+8+P0+ P1+ P2+P3+AL+AH+TL+TH。

注意: 该帧上传周期固定 20Hz。

6.1.6 上传端口状态数据

帧格式:

0x55	0x55	ID = 0x06	N = 8	DATA	SUM
------	------	-----------	-------	------	-----

数据 DATA:

D0L	D0H	D1L	D1H	D2L	D2H	D3L	D3H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

计算方法:

$D0_{(uint16_t)} = (uint16_t) (D0H << 8) | D0L;$

$D1_{(uint16_t)} = (uint16_t) (D1H << 8) | D1L;$

$D2_{(uint16_t)} = (uint16_t) (D2H << 8) | D2L;$

$D3_{(uint16_t)} = (uint16_t) (D3H << 8) | D3L;$

校验和:

SUM = 0x55+0x55+0x06+8+D0L+ D0H+ D1L+D1H+D2L+D2H+D3L+D3H。

说明:

6. 当端口模式设置为模拟输入时, D0 表示模拟电压 ADC 值(上位机显示 ADC 值),
最大为 4095。如需转换为实际电压, 计算公式如下:

$$U_{(\text{float})} = ((\text{float}) D0 / 4095) * 3.3V;$$

7. 当端口模式设置为数字量输入时, D0 表示端口的数字电平状态, 高电平为 1,
低电平为 0。
8. 当端口模式设置为高电平输出模式时, D0 为 1。
9. 当端口模式设置为低电平输出模式时, D0 为 0。
10. 当端口模式设置为 PWM 输出时, D0 表示高电平宽度, 以 us 为单位。

6.2 上位机至模块指令

上位机发送格式：

帧头 1	帧头 2	帧 ID	数据长度	数据	校验和
1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	N 字节	1 字节
0x55	0xAF	ID	N	DATA	SUM

模块返回格式：

帧头 1	帧头 2	帧 ID	数据长度	数据	校验和
1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	N 字节	1 字节
0x55	0xAF	ID	N	DATA	SUM

注：SUM 计算方法请参考 6.1 小节，模块上传格式。

6.2.1 命令列表

以下是上位机与模块通信 ID（有效位 bit0~bit6）列表（寄存器地址列表，一个地址占一个字节）。说明：上位机发送时，ID bit7 == 1 表示读寄存器，bit7 == 0 表示写寄存器。

举例：

上位机发送写指令：

0x55	0xAF	0x03	1	GYROFSR	SUM
------	------	------	---	---------	-----

模块返回：

无

上位机发送读指令：

0x55	0xAF	0x83	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

模块返回：(与上位机写一致)

0x55	0xAF	0x03	1	GYROFSR	SUM
------	------	------	---	---------	-----

命令列表：

帧 ID	名称	说明	只读
0x00	SAVE	保存当前配置到 Flash	W
0x01	SENCAL	设置传感器校准	W
0x02	SENSTA	读取传感器校准状态	R
0x03	GYROFSR	设置陀螺仪量程	R/W
0x04	ACCFSR	设置加速度计量程	R/W
0x05	GYROBW	设置陀螺仪带宽	R/W
0x06	ACCBW	设置加速度带宽	R/W
0x07	BAUD	设置波特率	R/W
0x08	RETURNSET	设置回传内容	R/W
0x09	RETURNSET2	设置回传内容 2 (保留)	R/W
0x0A	RETURNRATE	设置回传速率	R/W

0x0B	ALG	设置算法	R/W
0x0C	ASM	设置安装方向	R/W
0x0D	GAUCAL	设置陀螺仪自校准开关	R/W
0x0E	BAUCAL	设置气压计自校准开关	R/W
0x0F	LEDOFF	设置 LED 开关	R/W
0x10	D0MODE	设置端口 D0 模式	R/W
0x11	D1MODE	设置端口 D1 模式	R/W
0x12	D2MODE	设置端口 D2 模式	R/W
0x13	D3MODE	设置端口 D3 模式	R/W
0x14	D0PULSE	设置端口 D0 的 PWM 高电平宽度	R/W
		D0PULSE 高八位	R/W
0x16	D1PULSE	设置端口 D1 的 PWM 高电平宽度	R/W
		D1PULSE 高八位	R/W
0x18	D2PULSE	设置端口 D2 的 PWM 高电平宽度	R/W
		D2PULSE 高八位	R/W
0x1A	D3PULSE	设置端口 D3 的 PWM 高电平宽度	R/W
		D3PULSE 高八位	R/W
0x1C	D0PERIOD	设置端口 D0 的 PWM 周期	R/W
		D0PERIOD 高八位	R/W
0x1F	D1PERIOD	设置端口 D1 的 PWM 周期	R/W
		D1PERIOD 高八位	R/W
0x21	D2PERIOD	设置端口 D2 的 PWM 周期	R/W
		D2PERIOD 高八位	R/W
0x23	D3PERIOD	设置端口 D3 的 PWM 周期	R/W
		D3PERIOD 高八位	R/W
0x7F	RESET	恢复默认设置	W

6.2.2 保存当前配置 SAVE

上位机写:

0x55	0xAF	0x00	1	SAVE	SUM
------	------	------	---	------	-----

上位机读: 无效

SAVE: 0

注意: 命令列表中 (R/W) 数据修改了, 必须再发送 SAVE 指令才能保存至 Flash。

6.2.3 设置传感器校准 SENCAL

上位机写:

0x55	0xAF	0x01	1	SENCAL	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读：无效

SENCAL：设置传感器进行校准

- 0：加速度计校准
- 1：磁力计校准
- 2：气压计高度置 0 校准

6.2.4 设置传感器校准状态 SENSTA

上位机写：无效

上位机读：

0x55	0xAF	0x82	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

模块返回：

0x55	0xAF	0x02	1	SENSTA	SUM
------	------	------	---	--------	-----

SENSTA：读取传感器校准

- Bit 0：加速度计校准（0：未校准 1：已经校准）
- Bit 1：磁力计校准（0：未校准 1：已经校准）
- Bit 2：陀螺仪校准（0：未校准 1：已经校准）

说明：如果选择了陀螺仪自校准，上电后该位为 0，自校准通过后为 1，否则都为 1。陀螺仪自校准需要上电后保持静止（不要手持）1 秒以上才能校准通过！

6.2.5 设置陀螺仪量程 GYROFSR

上位机写：

0x55	0xAF	0x03	1	GYROFSR	SUM
------	------	------	---	---------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x83	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

GYROFSR：设置陀螺仪量程

- 0：MPU_FS_250dps
- 1：MPU_FS_500dps
- 2：MPU_FS_1000dps
- 3：MPU_FS_2000dps（默认）

6.2.6 设置加速度量程 ACCFSR

上位机写：

0x55	0xAF	0x04	1	ACCFSR	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x84	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

ACCFSR：设置加速度量程

- 0：MPU_FS_2G
- 1：MPU_FS_4G（默认）

- 2: MPU_FS_8G
- 3: MPU_FS_16G

6.2.7 设置陀螺仪带宽 GYROBW

上位机写:

0x55	0xAF	0x05	1	GYROBW	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x85	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

GYROBW: 设置陀螺仪带宽

- 0: MPU_GBW_176
- 1: MPU_GBW_92 (默认)
- 2: MPU_GBW_41
- 3: MPU_GBW_20
- 4: MPU_GBW_10
- 5: MPU_GBW_5

6.2.8 设置加速度计带宽 ACCBW

上位机写:

0x55	0xAF	0x06	1	ACCBW	SUM
------	------	------	---	-------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x86	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

ACCBW: 设置加速度计带宽

- 0: MPU_ABW_218
- 1: MPU_ABW_99
- 2: MPU_ABW_45 (默认)
- 3: MPU_ABW_21
- 4: MPU_ABW_10
- 5: MPU_ABW_5

6.2.9 设置串口波特率 BAUD

上位机写:

0x55	0xAF	0x07	1	BAUD	SUM
------	------	------	---	------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x87	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

BAUD: 设置串口波特率

- 0: BDR_921600
- 1: BDR_460800
- 2: BDR_256000

- 3: BDR_230400
- 4: BDR_115200 (默认)
- 5: BDR_57600
- 6: BDR_38400
- 7: BDR_19200
- 8: BDR_9600
- 9: BDR_4800
- 10: BDR_2400

注意：波特率设置后，需重启模块才能生效！

6.2.10 设置回传内容 RETURNSET

上位机写：

0x55	0xAF	0x08	1	RETURNSET	SUM
------	------	------	---	-----------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x88	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

RETURNSET：

- Bit 0: 上传姿态角开关 (0: 不上传 1: 上传)
- Bit 1: 上传四元数开关
- Bit 2: 上传陀螺仪和加速度计数据开关
- Bit 3: 上传磁力计数据开关
- Bit 4: 上传气压计数据开关
- Bit 5: 上传端口状态数据开关
- Bit 6: 上传数据到匿名上位机开关

6.2.11 设置回传速率 RETURNRATE

上位机写：

0x55	0xAF	0x0A	1	RETURNRATE	SUM
------	------	------	---	------------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x8A	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

RETURNRATE：

- 0: SRATE_250HZ
- 1: SRATE_200HZ
- 2: SRATE_125HZ
- 3: SRATE_100HZ
- 4: SRATE_50HZ
- 5: SRATE_20HZ
- 6: SRATE_10HZ
- 7: SRATE_5HZ
- 8: SRATE_2HZ
- 9: SRATE_1HZ

6.2.12 设置姿态解算算法 ALG

上位机写:

0x55	0xAF	0x0B	1	ALG	SUM
------	------	------	---	-----	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x8B	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

ALG:

- 0: 六轴解算
- 1: 九轴解算

6.2.13 设置姿态解算算法 ASM

上位机写:

0x55	0xAF	0x0C	1	ASM	SUM
------	------	------	---	-----	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x8C	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

ASM:

- 0: 水平安装
- 1: 垂直安装

6.2.14 设置陀螺仪自校准开关

上位机写:

0x55	0xAF	0x0D	1	GAUCAL	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x8D	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

GAUCAL:

- 0: 上电后陀螺仪不自校准
- 1: 上电后陀螺仪自动校准（默认）

说明: 陀螺仪上电后自动校准, 需要模块保持静止状态（无震动）持续 1S 以上。否则自校准不通过！

6.2.15 设置气压计自校准开关

上位机写:

0x55	0xAF	0x0E	1	BAUCAL	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x8E	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

BAUCAL:

- 0: 上电后气压计不自校准（默认）
1: 上电后气压计自动校准，即高度置 0。

6.2.16 设置 LED 灯开关

上位机写:

0x55	0xAF	0x0F	1	LEDOFF	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x8F	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

BAUCAL:

- 0: LED 灯打开（默认）
1: LED 灯关闭

6.2.17 设置端口 D0 模式 D0MODE

上位机写:

0x55	0xAF	0x10	1	D0MODE	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x90	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

D0MODE:

- 0: 模拟输入（默认）
1: 数字输入
2: 输出数字高电平
3: 输出数字低电平
4: 输出 PWM

6.2.18 设置端口 D1 模式 D1MODE

上位机写:

0x55	0xAF	0x11	1	D1MODE	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x91	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

D1MODE:

- 0: 模拟输入（默认）
1: 数字输入
2: 输出数字高电平
3: 输出数字低电平
4: 输出 PWM

6.2.19 设置端口 D2 模式 D2MODE

上位机写:

0x55	0xAF	0x12	1	D2MODE	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x92	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

D2MODE:

- 0: 模拟输入（默认）
- 1: 数字输入
- 2: 输出数字高电平
- 3: 输出数字低电平
- 4: 输出 PWM

6.2.20 设置端口 D3 模式 D3MODE

上位机写:

0x55	0xAF	0x13	1	D3MODE	SUM
------	------	------	---	--------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x93	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

D3MODE:

- 0: 模拟输入（默认）
- 1: 数字输入
- 2: 输出数字高电平
- 3: 输出数字低电平
- 4: 输出 PWM

6.2.21 设置端口 D0 的 PWM 高电平宽度 D0PULSE

上位机写:

0x55	0xAF	0x14	2	D0PULSE	SUM
------	------	------	---	---------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x94	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明: D0PULSE (uint16_t) 和 D0PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位, (注意: D0PULSE <= D0PERIOD) 例如 D0PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D0PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.22 设置端口 D1 的 PWM 高电平宽度 D1PULSE

上位机写:

0x55	0xAF	0x16	2	D1PULSE	SUM
------	------	------	---	---------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0x96	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明：D1PULSE (uint16_t) 和 D1PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位，(注意：D1PULSE <= D1PERIOD) 例如 D1PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D1PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.21 设置端口 D2 的 PWM 高电平宽度 D2PULSE

上位机写：

0x55	0xAF	0x18	2	D2PULSE	SUM
------	------	------	---	---------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x98	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明：D0PULSE (uint16_t) 和 D2PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位，(注意：D2PULSE <= D2PERIOD) 例如 D2PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D2PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.22 设置端口 D3 的 PWM 高电平宽度 D3PULSE

上位机写：

0x55	0xAF	0x1A	2	D3PULSE	SUM
------	------	------	---	---------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x9A	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明：D3PULSE (uint16_t) 和 D3PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位，(注意：D3PULSE <= D3PERIOD) 例如 D3PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D3PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.23 设置端口 D0 的 PWM 周期 D0PERIOD

上位机写：

0x55	0xAF	0x1C	2	D0PERIOD	SUM
------	------	------	---	----------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x9C	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明：D0PULSE (uint16_t) 和 D0PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位，(注意：D0PULSE <= D0PERIOD) 例如 D0PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D0PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.24 设置端口 D1 的 PWM 周期 D1PERIOD

上位机写：

0x55	0xAF	0x1F	2	D1PERIOD	SUM
------	------	------	---	----------	-----

上位机读：

0x55	0xAF	0x9F	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明：D1PULSE (uint16_t) 和 D1PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位，(注意：D1PULSE <= D1PERIOD) 例如 D1PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D1PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.25 设置端口 D2 的 PWM 周期 D2PERIOD

上位机写:

0x55	0xAF	0x21	2	D2PERIOD	SUM
------	------	------	---	----------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0xA1	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明: D2PULSE (uint16_t) 和 D2PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位, (注意: D2PULSE <= D2PERIOD) 例如 D2PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D2PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.26 设置端口 D3 的 PWM 周期 D3PERIOD

上位机写:

0x55	0xAF	0x23	2	D3PERIOD	SUM
------	------	------	---	----------	-----

上位机读:

0x55	0xAF	0XA3	1	0	SUM
------	------	------	---	---	-----

说明: D3PULSE (uint16_t) 和 D3PERIOD (uint16_t) 都以 us 为单位, (注意: D3PULSE <= D3PERIOD) 例如 D3PULSE = 1500 即脉宽为 1500us, D3PERIOD = 2000 即周期为 2000us。

6.2.27 恢复默认设置 RESET

上位机写:

0x55	0xAF	0x7F	1	RESET	SUM
------	------	------	---	-------	-----

上位机读: 无效

RESET: 0

7. 其他

1、购买地址:

官方店铺 1: <http://shop62103354.taobao.com>

官方店铺 2: <http://shop62057469.taobao.com>

2、资料下载

资料下载地址: <http://www.openedv.com/docs/index.html>

3、技术支持

公司网址: www.alientek.com

技术论坛: www.openedv.com

联系电话: 020-38271790

