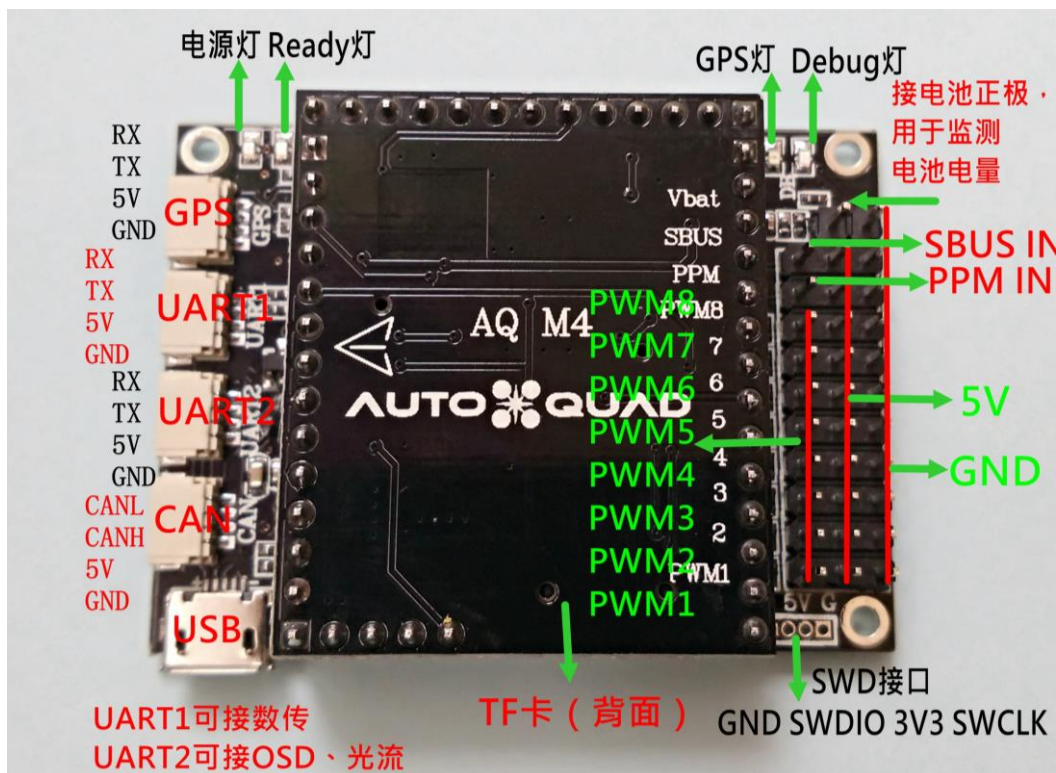


AutoQuad M4 使用说明

BY 反重力航模 V1.4

1、硬件介绍

AutoQuad M4 硬件实物几个部分描述如下：



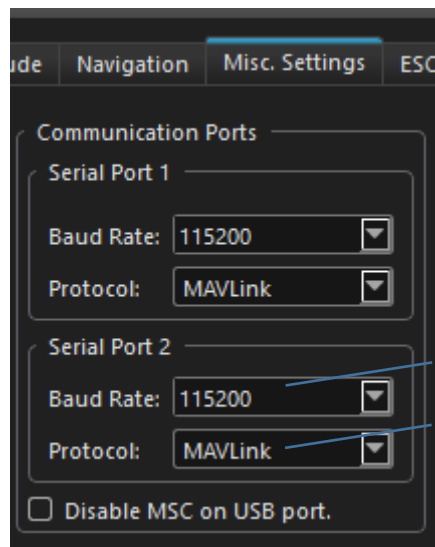
1.1 硬件参数

- 主控 STM32F405 168MHZ 主频;
- ACC&GYRO MPU6000 SPI 接口;
- MAG HMC5983 SPI 接口;
- 气压计 MS5611 SPI 接口;
- 板载 CAN 收发器;
- TF 卡插槽;
- MICRO USB 接口;
- 两路基于 MavLink 协议的 TELEM 接口 (UART1、UART2) 用于连接地面站或者数传;
- GPS 接口;
- 8 路 PWM 接口;
- 2 路 RC 输入, PPM 或者 SBUS;
- 电池电压检测接口 Vbat+ Vbat-;
- 3 个状态指示灯。

1.2 Serial (UART) 接口说明

飞控上的 UART 接口用于连接飞控和地面站或者接数传电台、OSD、光流模块等，UART 接口和外部通信时使用的是通用的 MAVLink 协议。

飞控有两路 Serial 接口:UART1 和 UART2; 如果用户用不到 PWM7 和 PWM8 的话，PWM7 和 PWM8 可以当做 **Serial2(UART2)**使用。PWM、PWM8 当做 Serial2 需要在地面站上做设置：



根据实际需要选择比特率

选择 MAVLink 协议

1.3 USB 接口说明

飞控上的 USB 接口起到 USB 虚拟串口的作用，这个虚拟串口也是用的 MAVLink 协议，所以这个 usb 口可以让我们很方便的连接飞控和地面站

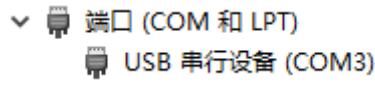
2、地面站和飞控的连接

2.1 飞控 USB 口连接地面站

首先使用 usb 线连接飞控和电脑，连上后，飞控上电源灯会亮起，大约 2 秒后 ready 灯闪烁。

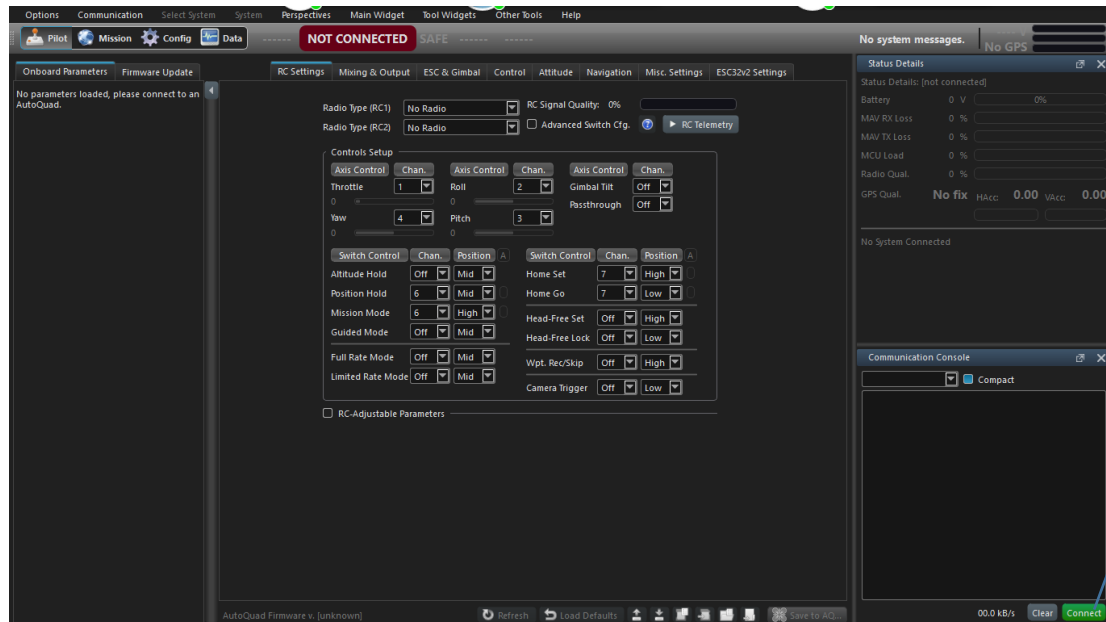


然后查看电脑设备管理器，飞控应该能被识别成了一个串口设备：

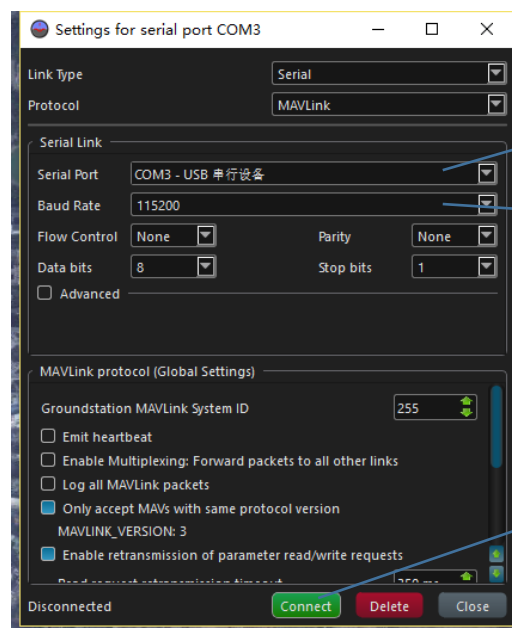


如果你的电脑设备管理器中没有出现串口，那么请安装 AutoQuad usb 驱动，驱动见 autoquad 资料包\usb 驱动。

双击 qgroundcontrol_aq.exe 打开 AutoQuad 地面站



单击右下角的 connect 按钮，会弹出如下对话框：



1、选择串口

2、选择波特率

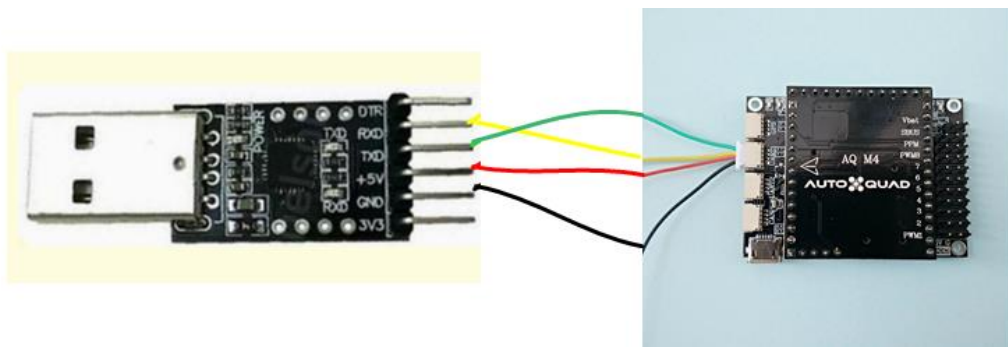
3、点击连接

按照上图的步骤操作就可以连上地面站了。连上后我们可以旋转飞控， Primary Flight Display 窗口会有对应的变化。



2.2 Serial 接口连接地面站

使用 Serial 接口连接地面站时需要外接一个 USB 转串口模块，USB 转串口模块和飞控的连接示意如下：



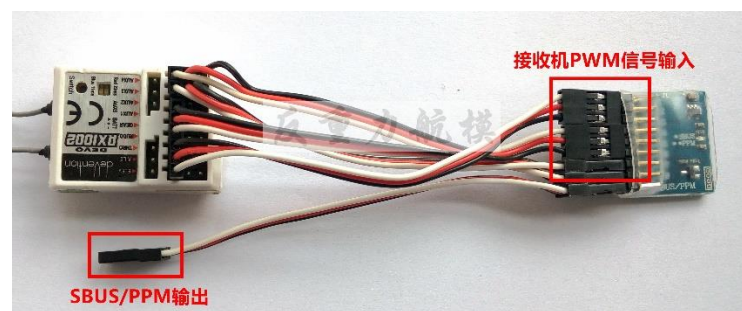
连接好后，其他步骤和 2.1 中的一样，这里就不累述了。

3、接收机连接和设置

3.1 接收机的连接

飞控支持 Sbus 或 PPM 输入。如果你的接收机不支持 Sbus 或者 PPM 输出，那么需要用信号转换器来进行接收机的信号格式转换。

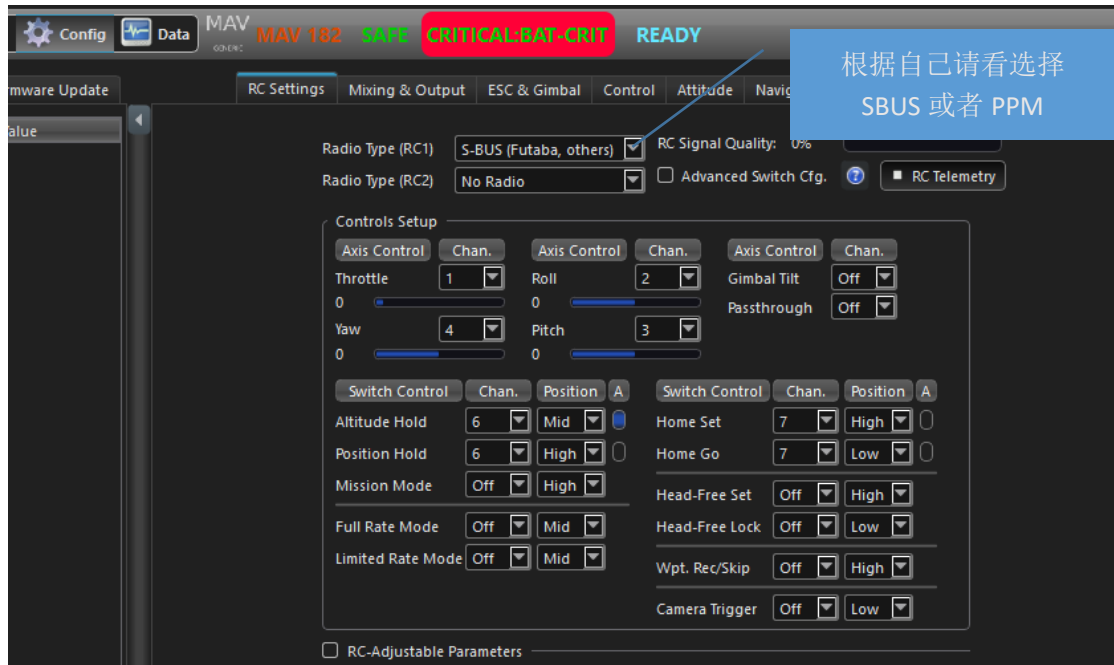
转换模块和接收机的连接示意如下：



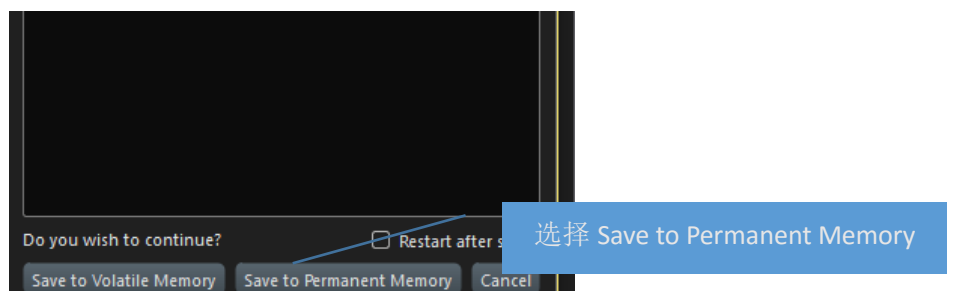
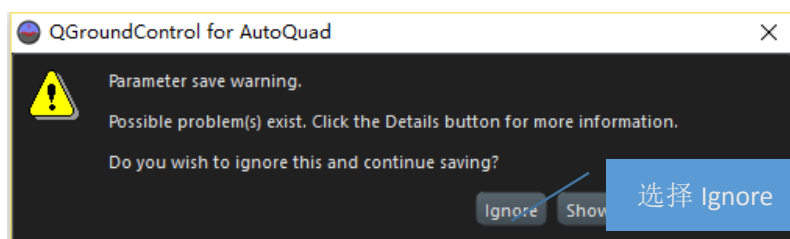
有了 Sbus 或 PPM 信号后，只需将 Sbus 或 PPM 信号接到飞控对应的插针上就好了。

3.2 遥控器设置

选择 Config 中 RC Settings 页面：



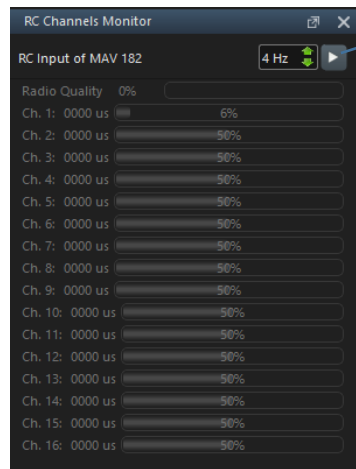
在 Radio Type (RC1) 中根据实际情况选择信号输入类型，然后点击保存：



保存完成后，关闭地面站，给飞控断电。再次供电，连接地面站后就可以接着下面的工作了。

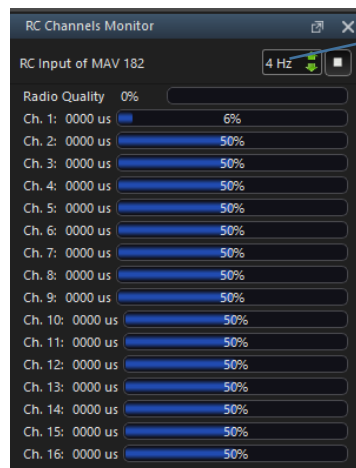
3.3 遥控器通道观察

在地面站上点击 Tool Widgets，选择 **RC channels monitors**：



点此开始显示

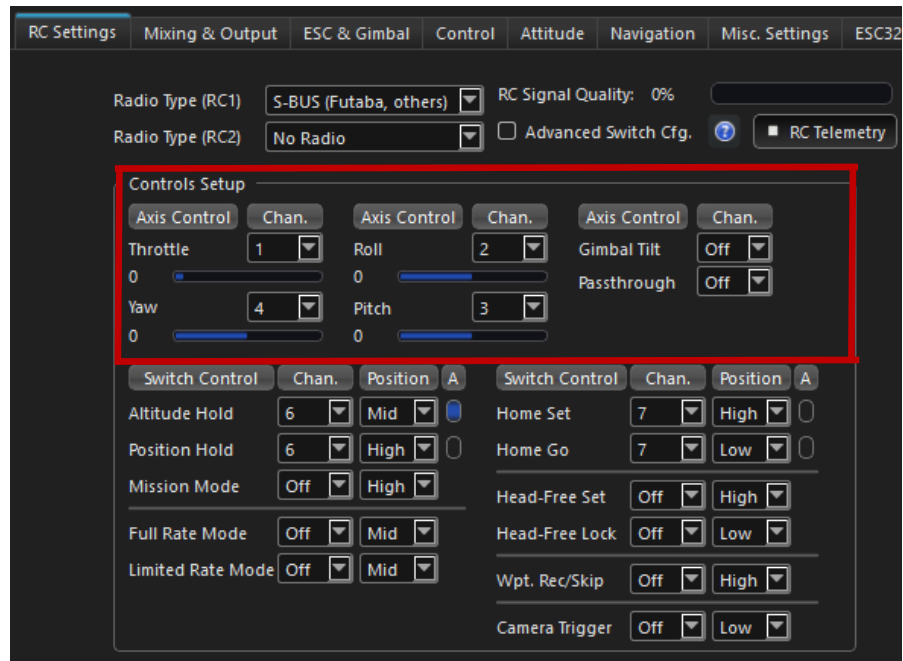
RC channels monitors 默认是暂停状态，需要点击右上角那个开始按钮后才开始显示实时的遥控器通道值，点击后这个窗口变为这样：



增大这里，提高实时性

好了，这时候你用遥控器打杆，就会看到相应的通道有变化，如果你觉得通道值显示时实时性不好，就调大右上角那个 Hz 值，调到 20 基本就很好了。

除了这个观察方法外，RC Settings 界面上也能观察到相应通道的值，见下图红色框



留心观察你会发现这里观察到的数值和 RC Channels monitor 上观察到的数值不一样, 的确, 这两个地方观察到的值确实不同: RC Channels monitor 上的数值是通道原始值, 而 RC Settings 中的值是飞控内部经过转换后的值, 飞控内部控制就是用的这些转换后的值。

3.4 遥控器通道分配

控制 AutoQuad, 我们至少需要 6 个可用通道, 其中 4 个摇杆通道, 2 个 3 段开关。

在 RC Settings 中分配将 4 个摇杆通道分别分配给 Throttle、Roll、Pitch、Yaw;

将 2 个 3 端开关分配给飞行模式控制和 Home 设置。

各个通道的范围应该如下:

Throttle 0 — 1400
 Roll -700 — 700
 Pitch -700 — 700
 Yaw -700 — 700
 Aux1 -650 — 650
 Aux2 -650 — 650

如果你观察到自己的通道值范围不是这样 请调整自己遥控器的 EndPoint。

PS: 如果你还有多余的 3 端开关, 那可以将其分配给 Head-Free 控制。

3.5 遥控器摇杆通道方向

Throttle 最下边 0 最上边 1400

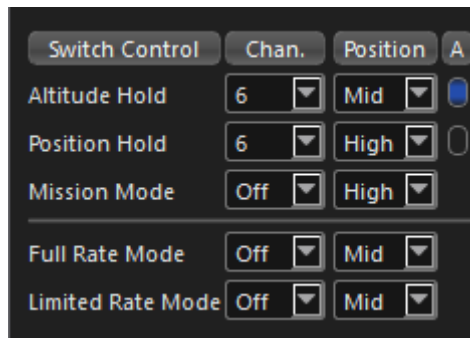
Roll	最左边 -700	最右边 +700
Pitch	最上边 -700	最下边 +700
Yaw	最左边 -700	最右边 +700

打杆观察各通道是否像上面描述的那样，如果不是请自己设置遥控器的通道反向功能。

4、飞行模式说明

4.1 基本飞行模式

在 RC Settings 界面我们可以看到 AutoQuad 的基本飞行模式如下：



有 2 个特技模式：Limited Rate Mode 带角度限制的角速度模式

Full Rate Mode 角速度模式

有 3 个高级模式：Altitude Hold 定高模式

Position Hold 定点模式

MissionMode 任务模式

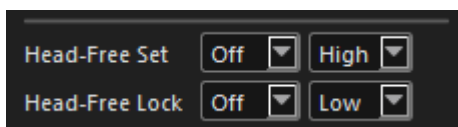
其实还有 1 个模式这里没有体现出来：

常见的自稳模式：当飞行模式的 3 段开关放在某个位置，而这个位置又没有被设置成其他模式时，则自动进入自稳模式。

注意：一定要保障有一个位置留给自稳模式！否则无法解锁。

4.2 无头模式

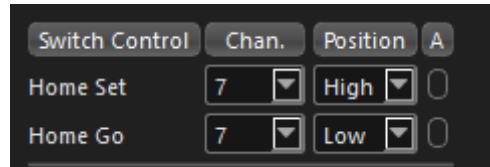
AutoQuad 提供无头模式，如果有多余的 3 段开关，可以分配给无头模式控制。高低为分别设置为 Head-Free-Set 和 Head-Free-Lock。



需要说明的是，无头模式只在定点模式小有效！

4.3 一键返航

AutoQuad 支持一键返航和返航点动态设置。



使用一个 3 段开关，高低为分别设置为 Home-Set 和 Home-Go。打到 Home-Set 位置即是重新设置返航点，打到 Home-Go 位置即是开始返航。

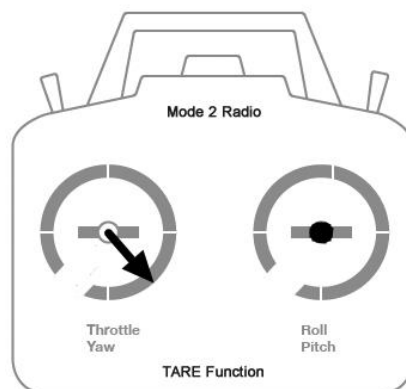
返航点包括 **经度、纬度、当前高度** 3 个参数，默认的返航点是 GPS 卫星数达到起飞条件后记录的，如果在返航前没有重新设置过返航点，那么飞行器会直接返航到地面。

建议将返航点设置到 2 米以上！

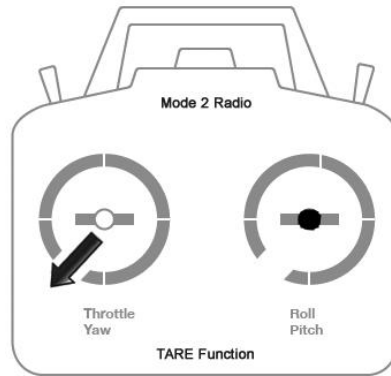
5、遥控器相关动作

5.1 解锁、上锁

解锁动作



上锁动作：



注意：只有在 Home 开关和 Head-Free 开关在中间位置且飞行模式是自稳模式时才能解锁

6、传感器校准

AutoQuad M4 有 3 种校准传感器的方法：

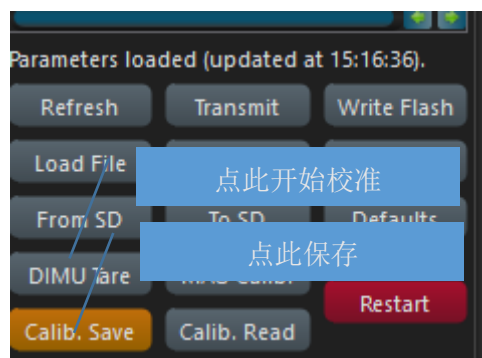
- 1、最简单的板上传感器校准—使用遥控器或者地面站完成；
- 2、完整的无温度补偿的传感器校准—较复杂，需要使用动态数据收集以及机体旋转；
- 3、完整的带温度补偿的传感器校准—最复杂，需要使用动态数据收集以及机体旋转还有温度变化参与；

这里我们只说一下第一种最简单的方法,其他两种方法，详见官网：

<http://autoquad.org/wiki/wiki/configuring-autoquad-flightcontroller/autoquad-calibrations/fully-temperature-compensated-imu/>

6.1 使用地面站进行简单的 ACC+Gyro 校准

连接好飞控和地面站，把**机身静止放水平**，进入 Config 界面，在 Onboard Parameters 窗口点击 DIMU Tare 按钮，开始校准，大约 1 秒后校准完成，然后点击 Calib Save 保存校准结果。

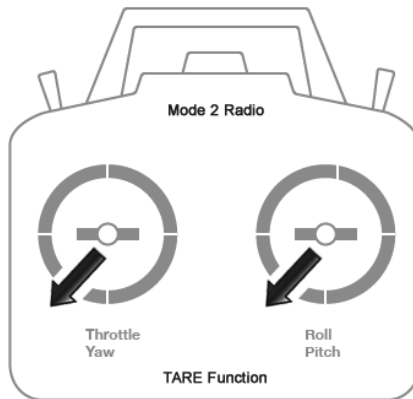


在校准和保存的同时，我们可以再串口 Console 端看到如下信息：

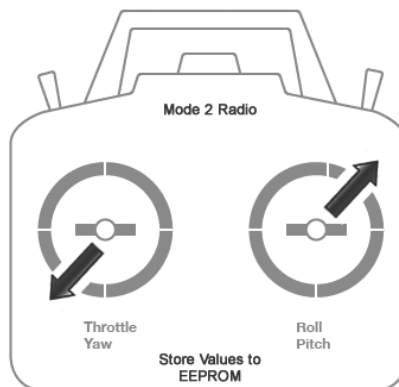
```
(MAV 182) SUCCESS: Executed CMD: 241
(MAV 182) Level calibration complete.
(MAV 182) SUCCESS: Executed CMD: 245
(MAV 182) DIMU: wrote calibration parameters to EEPROM
(MAV 182) SUCCESS: Executed CMD: 246
```

6.2 使用遥控器进行简单的 ACC+Gyro 校准

遥控器的摇杆打到如下图所示的位置，并保持 1 秒钟以上，当 Debug 灯和 Ready 灯亮起后表示校准动作开始，校准完成后 Debug 灯和 Ready 灯的状态返回原来的闪烁状态。



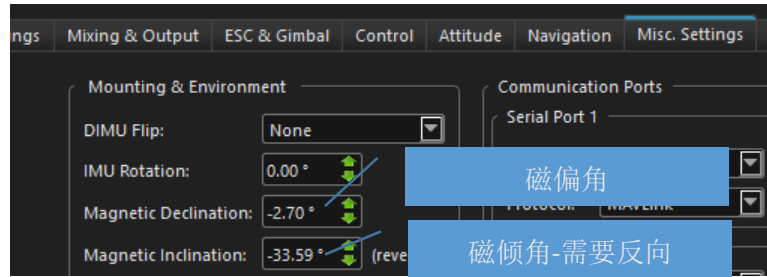
接下来我们就可以保存校准参数了，保存时遥控器打杆到如下位置，并保持 1 秒钟以上，当 Debug 灯和 Ready 灯亮起后表示校准数据已保存，然后 Debug 灯和 Ready 灯的状态返回原来的闪烁状态。



6.3 使用遥控器进行磁罗盘校准

进行磁罗盘校准请在室外开阔地进行，并保证周围没有强磁干扰，周围不要有大的金属物品，随身携带的手机等电子产品以及钥匙扣等也请放远一些。

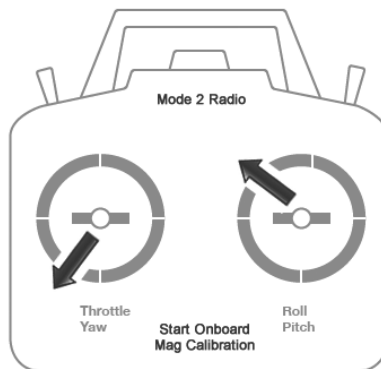
另外我们还要在 Misc Settings/Mounting & Environment 中设置好磁偏角（Declination）以及磁倾角（Inclination）：



磁偏角和磁倾角可以在这个网站进行查询：<http://www.magnetic-declination.com/>

注意 查到的磁倾角输入时需要加个负号。

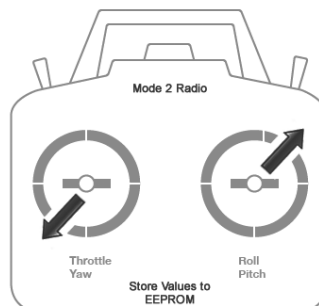
遥控器的摇杆打到如下图所示的位置，并保持 1 秒钟以上，当 Debug 灯、Ready 以及 GPS 灯开始快速闪烁表示进入磁罗盘校准模式。



我们要做的就是**沿着机架的各个轴随机旋转机体**，旋转时注意观察那 3 个 led 灯的闪烁情况。

这 3 个 led 灯的闪烁情况指示了校准步骤的完成情况，led 开始快闪，随着动作的进行变为慢闪，最后变为常亮，当常亮后表示数据收集完成。当 3 个 led 都变为常亮，表示磁罗盘校准完成，这个时间大约需要 2-3 分钟。

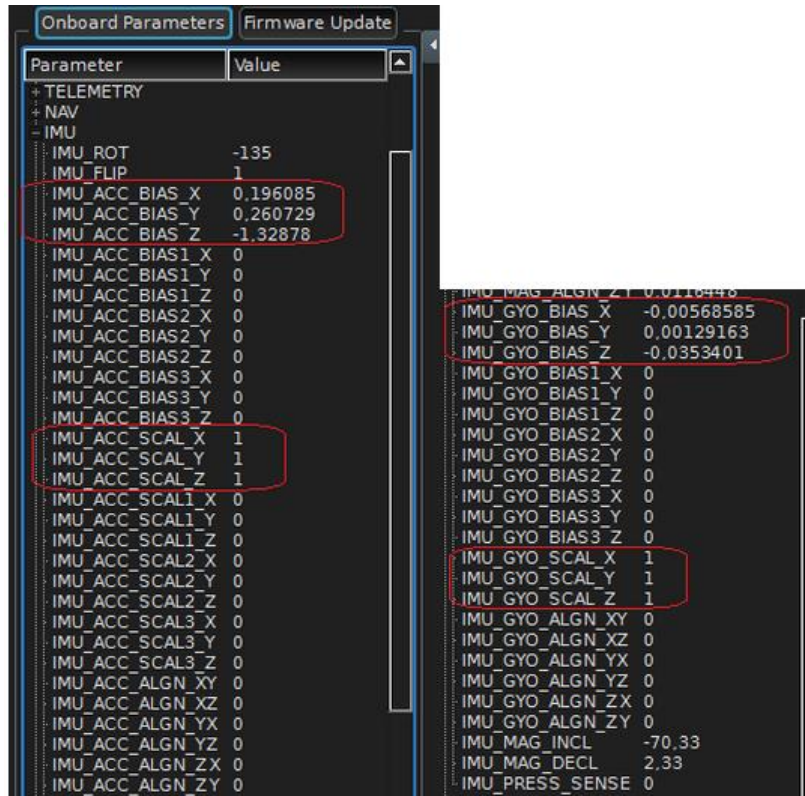
接下来我们就可以保存校准参数了，保存时遥控器打杆到如下位置，并保持 1 秒钟以上，当 Debug 灯和 Ready 灯亮起后表示校准数据已保存，然后 Debug 灯和 Ready 灯的状态返回原来的闪烁状态。



6.4 检验校准结果

校准完成后，重启飞控、重启地面站，重新连接。

在 Onboard Parameters 窗口点开 IMU 选项，你可以看到类似下图中的新的校准值

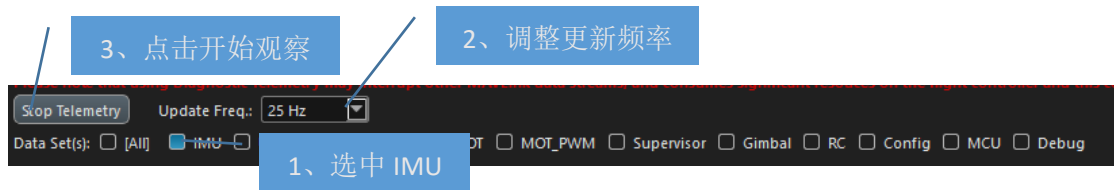


旋转机体，在 Primary Flight Display 也能看到对应的姿态以及航向角的对应变化：



最重要的一步是我们要观察机体放水平后 ACC 的矢量和以及磁罗盘的矢量和是否在一个合理的范围，方法如下：

点击地面站上 Data/AQ Diagnostic Telemetry 窗口：



选中观察 IMU 数据，如果校准的很好，那么可以发现当放平机身时 ACC Magnitude 在 9.086（1 个 G）左右，MAG Magnitude 在 2.0 左右（周边无强磁干扰的情况）

AQ_ROLL	0.246434
AQ_PITCH	1.44581
AQ_YAW	252.766
IMU_RATEX	-0.00581747
IMU_RATEY	0.00243568
IMU_RATEZ	-0.00330605
IMU_ACCX	0.240211
IMU_ACCY	-0.0231658
IMU_ACCZ	-9.80208
ACC Magnitude	9.80505
ACC ROLL	0.13541
ACC PITCH	1.40382
IMU_MAGX	-1.91559
IMU_MAGY	0.0470005
IMU_MAGZ	0.780462
MAG Magnitude	2.06902
AQ_Pressure	100450
IMU_TEMP	48.6357
adcData.vIn	4.19181
UKF_ALTITUDE	73.5074
UKF_POSN	-3.14949e-06

如果你发现自己的数据偏差很大，那么请重新进行校准。

7、机架类型设置

7.1 机架类型选择

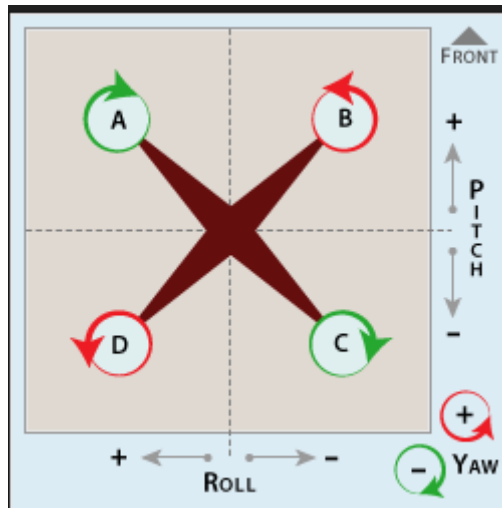
地面站总 Config/Mixing&Output 设置选择用于设置机架类型，



上图中选择的的就是 X 型四轴类型，选择完成后，点击 Save To AQ 进行保存。

7.2 电调与飞控的连接

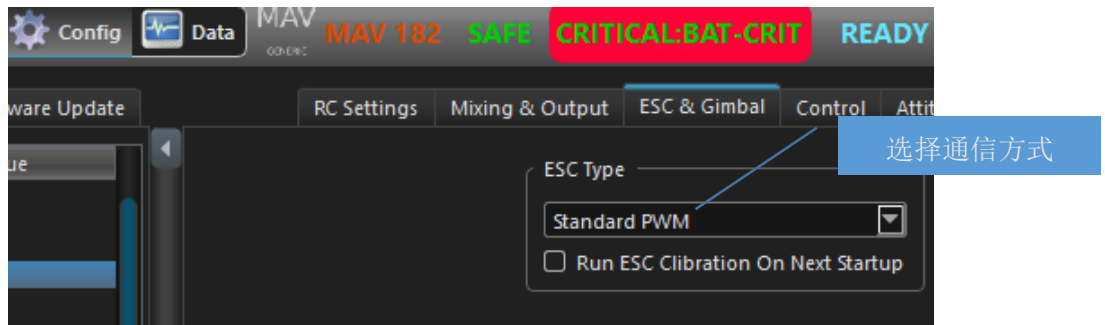
当选择好机架类型后，对应此类型的示意图也会显示出来，此图用于指导电调和飞控的连接还有指导电机旋转方向的确定。



图中 A B C D 依次对应飞控上的 PWM1—PWM4，我们按顺序连接就好。连接时一定要注意不要弄错顺序，否则等着炸鸡吧。

7.3 飞控输出类型设置

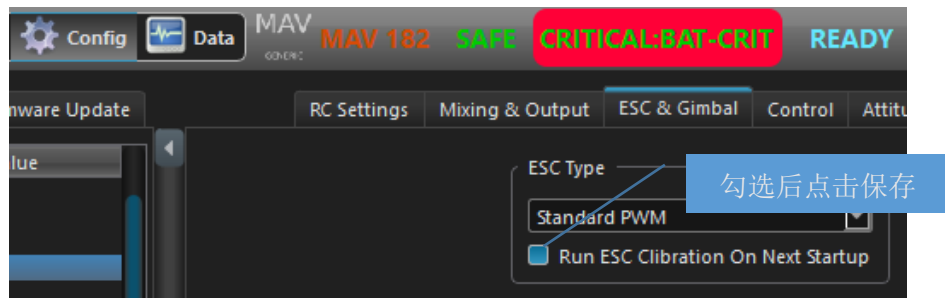
设置完机架类型后还要再 Config/ESC & Gimbal 设置中选择飞控和电调的通信方式：



普通电调请选择 Standard PWM。选择后记得点击保存。

8、电调校准以及相关设置

AutoQuad 内部集成了电调校准功能。如下图，选择 Run ESC Calibration On Next Startup，然后点击保存，在下次上电时飞控就是输出用于校准电调的高位 PWM 和低位 PWM 值，将电调校准好。



注意：校准电调时一定要**拿掉桨，拿掉桨，拿掉桨!!!**

9、飞控配置参数保存和导入

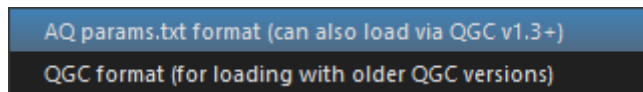
9.1 飞控配置参数保存为文件

当我们费了很大精力，改过很多次 PID 等参数终于把自己的飞机调的很好了，自然想将整套配置保存起来，待下次使用或者分享给其他人（分享自己的经验是玩航模的最大乐趣之一）。AutoQuad 地面站提供了整套配置保存的功能。

首先连接地面站，在 Onboard Parameters 窗口点击 Save File:



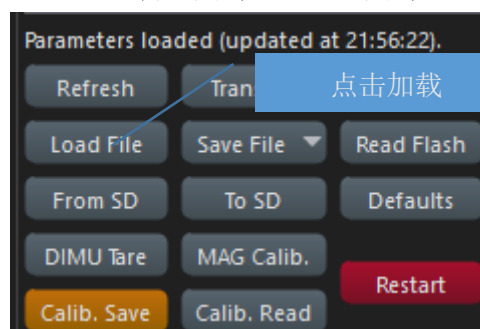
选择 AQ params.txt format



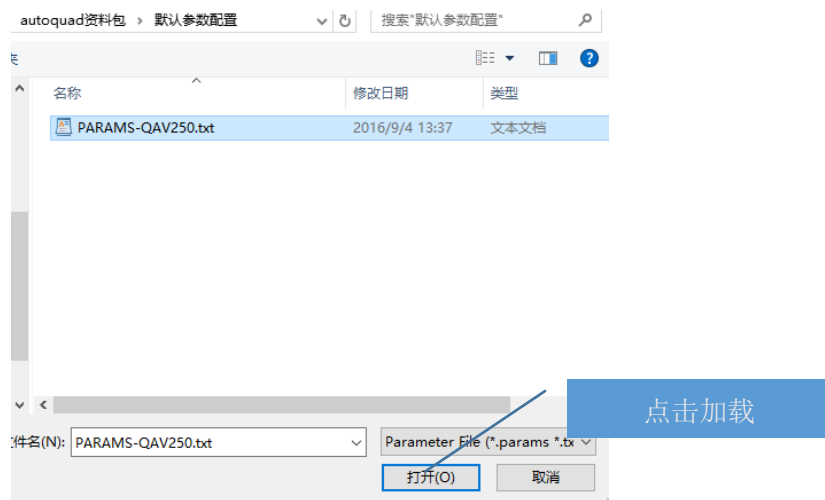
最后选择保存路径 保存就好了。这样你所有关于飞控的设置就都保存为了一个 txt 文件。

9.2 导入配置文件

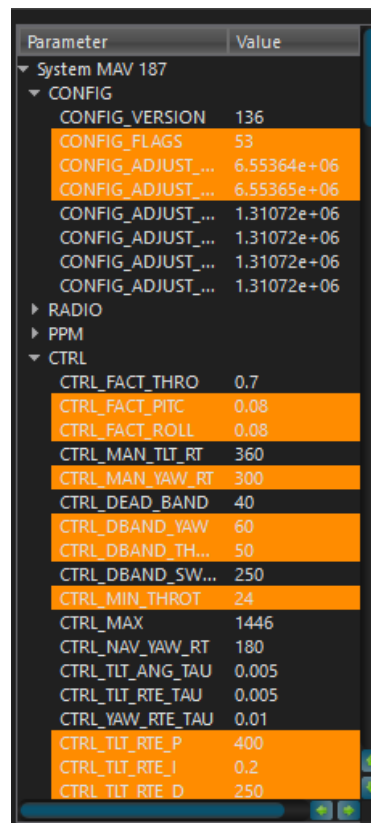
将现有的配置文件导入自己的飞控，操作方法是这样的：
连接地面站，Onboard Parameters 窗口点击 Load File 点击



然后选择要导入的文件：



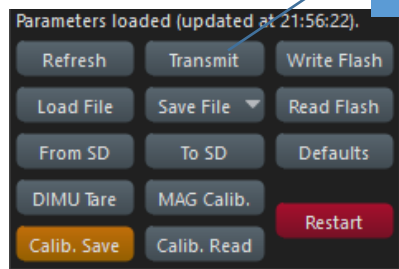
加载文件后，会发现类似下图中黄色区域的变化：



这些黄色区域的参数已经被刚才加载的文件替换掉了。

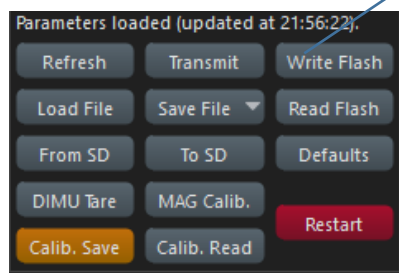
接下来，点击 Transmit，将参数转到 config 窗口的各个子

点击 transmit





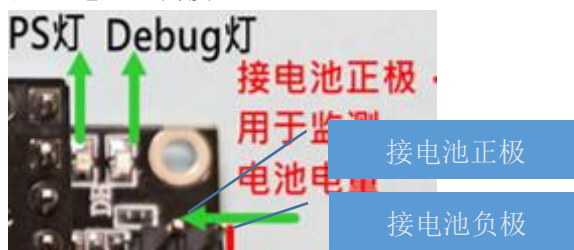
最后点击 Write Flash ， 完成。



点击 Write Flash

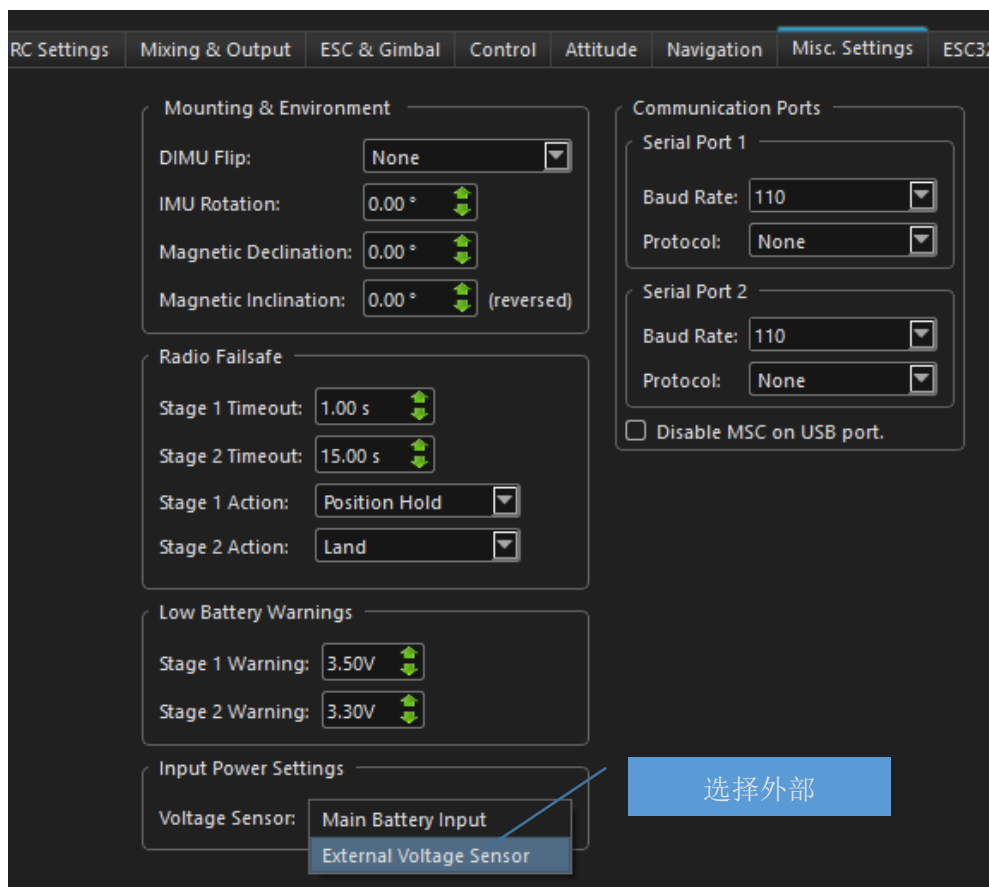
10、电压监测设置

AutoQuad 飞控板上提供一组电压监测接口：



电压检测口上已经有了内部分压电阻，我们只需要将电池电压接到这个口上就好了，程序会自动判断是几s的电池。

当我们将电池电压接到监测接口后，要在地面站做好对应的设置并保存：

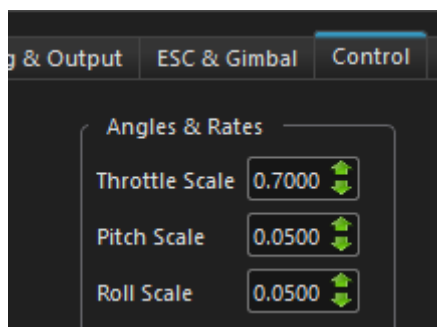


这里我们选择外部，因为我们是监测外接电池的电压

11、各个限制值设置

11.1 飞行最大横滚、俯仰设置

在 Config 设置项的 control 子项目中，Pitch Scale 和 Roll Scale 用于设置飞行中的最大俯仰角和横滚角。



计算方法为：最大值 = 设置值 * 700。

上图中的参数 是这种最大值 = $0.05 * 700 = 35$ 度。

设置完记得点保存哦。

11.2 飞行最大角速度设置

在 Config 设置项的 control 子项目中，Tilt Rate 和 Yaw Rate 用于设置飞行中的最大角速度。

其中 Tilt Rate 设置横滚和俯仰的最大角速度；

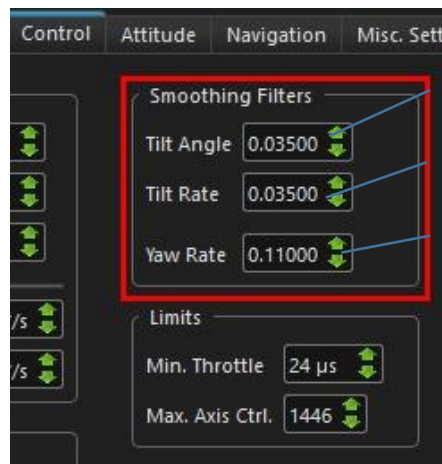
Yaw Rate 设置偏航的最大角速度；



设置完记得点保存哦。

11.3 灵敏度设置

可以调整滤波参数来调整飞行器对于摇杆操作的灵敏度：



自稳模式灵敏度调整

角速度模式灵敏度调整

航向控制灵敏度调整

以上参数越大操作越柔和，参数越小操作越灵活。

12、固件烧录接口说明



SWD 接口顺序： GND SWDIO 3.3 SWCLK

AutoQuad 飞控板采用烧录器下载的方式来更新固件，我们可以使用 jlink 仿真器来烧录。

Jlink 详情: <https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.91.gq5j5u&id=527361671017&ns=1&abbucket=5#detail>

按照上图中的烧录口引脚顺序, 连接到仿真器对应接口上, 给飞控板供电后, 就可以使用 J-flash 软件来烧录了。

注意: J-flash 是 jlink 仿真器安装驱动后自带的软件。J-flash 具体使用方法见:

http://blog.csdn.net/it_newborn/article/details/9928041

13、飞控状态指示灯说明

AutoQuad 飞控上有 Debug、GPS、Ready 3 个状态指示灯。

解锁、未解锁: Ready 灯慢闪 标示未解锁, Ready 灯常亮表示已解锁;

接收机信号: Debug 灯爆闪 (很微弱的光) 表示飞控没有收到接收机信号, 也有可能是遥控器没打开, Debug 灯常亮表示遥控器输入信号正常;

GPS 定位情况: GPS 灯爆闪 (很微弱的光) 表示未 3D 定位, GPS 灯常亮表示 3D 定位 OK;

注意: autoQuad 飞控的 GPS 3D 定位与否是通过判断水平精度大小来做的, 建议等 GPS 等亮起后 10 秒后再起飞。

14、PID 设置

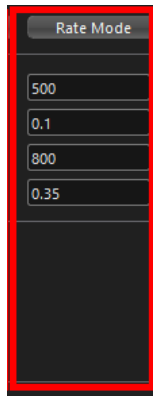
14.1 PID 介绍

下图是 AutoQuad 的 PID 调参界面:

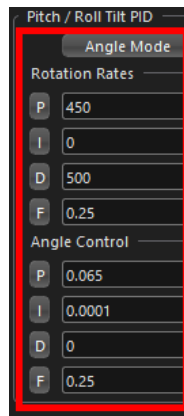


AutoQuad 俯仰和横滚的姿态 PID 控制分两种方法: 一种是并行 PID, 即角度 PID 输出+角速度 PID 输出一起作为最终输出; 另一种是串级 PID, 即角度 PID 的输出作为角速度 PID 的输入, 角速度 PID 的输出作为最终的输出。而航向的 PID 控制就是传统的串级 PID 方法。

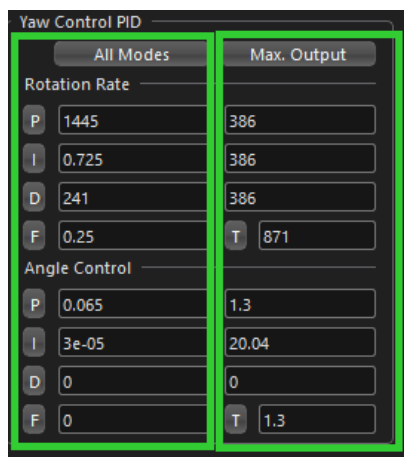
相信大部分人都比较熟悉串级 PID, 笔者也是习惯使用串级 PID。



这一列是**角速度模式**（飞行模式见，飞行模式说明章节）的 PID 设置。如果你不打算飞特技模式，则不用去特意调整这组参数。



这一列是**自稳模式**（飞行模式见，飞行模式说明章节）的 PID 设置，包括角速度 PID 和角度 PID。这是我们需要根据自身机架、动力、载重等情况去调整的。



这一列是**航向控制**（飞行模式见，飞行模式说明章节）的 PID 设置，包括角速度 PID 和角度 PID。这组参数一般不用调。

14.2 输出限幅

Max. Output	Max. Output
9999	386
9999	386
3000	386
T 3000	T 871
300	1.3
60	20.04
300	0
T 300	T 1.3

参数中的 Max. Output 是各个 P、I、D 参数的输出限幅值。其中参数 **T** 是总的限幅值，即 $P_{MAX} + I_{MAX} + D_{MAX}$ 的限幅。

14.3 参数 F 说明

参数 F 控制 D 的作用：0.25 表示 D 的输出的 25% 作为实际的 D 的输出。

常见问题

1 装好机后，电调一直提示无信号

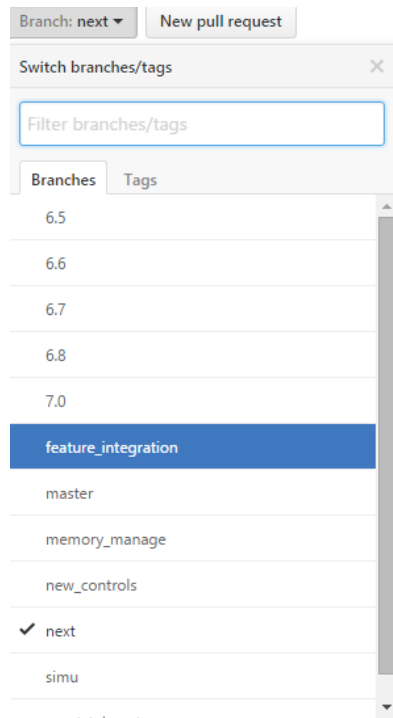
AutoQuad 飞控只有在解锁后，PWM 接口才会输出波形，没解锁前 PWM 不会有输出，所以电调会鸣叫提示无信号输出。

AutoQuad 源码下载及编译说明

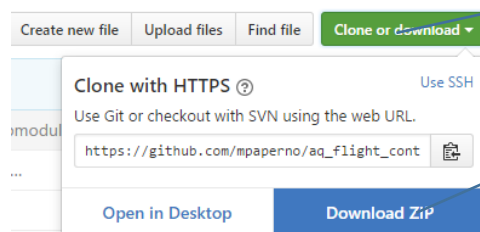
BY 反重力航模 V1.0

1、源码下载

AutoQuad 源码开源在 github。地址: https://github.com/mpaperno/aq_flight_control
访问此链接, 就可以看到源码了:



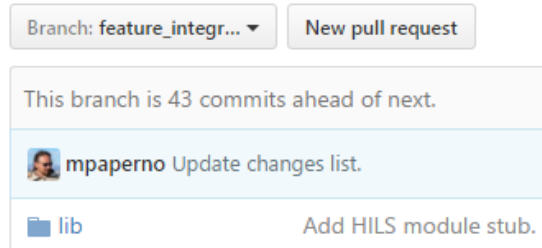
目前 `feature_integration` 分支是最新的代码, 请切换到这个分支, 点击 `Download ZIP` 进行下载:



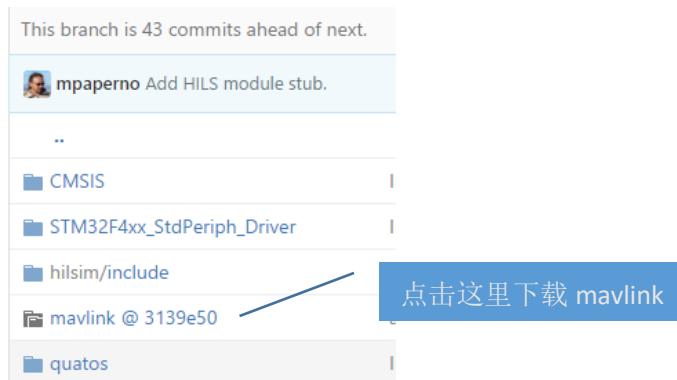
点击下载

下载保存

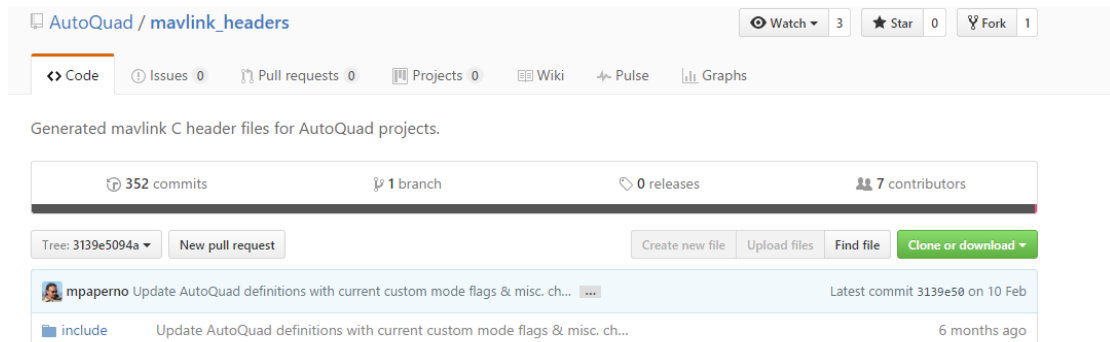
完成之后 还需要单独下载对应的 mavlink 协议相关定义源码。在 feature_integration 分支



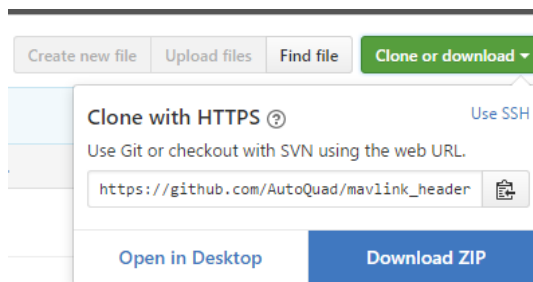
点击 lib 文件夹 进入其中，会看到这样的内容：



然后点击 mavlink @ 3139e50,会跳转到一个工程链接。看到的页面如下：



在这里同样点击 Download ZIP 进行下载。



上述文件按下载完成后，源码算是都下载好了。

接下来要将 mavlink header 文件加入到 AutoQuad 工程目录去：

解压上述下载到的两个压缩包，将

mavlink_headers-3139e5094abb684f485851ccce928d47525ad89d/include
文件夹复制到 aq_flight_control-feature_integration/lib/mavlink 目录下。

复制以后 AutoQuad 源码下 malink 文件夹里是这样的：

原始代码 > aq_flight_control-feature_integration > aq_flight_control-feature_integration > lib > mavlink			
名称	修改日期	类型	大小
include	2016/8/9 9:24	文件夹	

2、源码编译

2.1 开发环境安装

AutoQuad 使用 CrossStudio for ARM 开发，首先要安装好 CrossStudio for ARM 开发环境，官方建议使用 2.3.5 版。

然后申请 CrossStudio 的 30 天试用版，激活 CrossStudio。（这个具体方法参看 CrossStudio 官方网站）

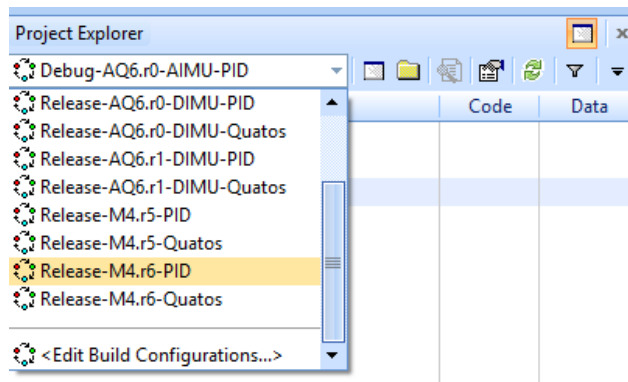
注意：保证 AutoQuad 源码所在路径无空格和中文字符。

2.2 编译源码

双击 autoquad.hzp 打开工程

lib	2016/4/30 19:03	文件夹	
src	2016/4/30 19:03	文件夹	
.gitignore	2016/4/30 19:03	GITIGNORE 文件	1 KB
.gitmodules	2016/4/30 19:03	GITMODULES 文...	1 KB
autoquad.hzp	2016/4/30 19:03	HZP 文件	18 KB
CHANGES.md	2016/4/30 19:03	MD 文件	13 KB
incbuild.js	2016/4/30 19:03	JavaScript 文件	1 KB
LICENSE.txt	2016/4/30 19:03	文本文档	32 KB
Makefile	2016/4/30 19:03	文件	19 KB
README.md	2016/4/30 19:03	MD 文件	12 KB

在下面这里选择对应的版本，我们要选的是 Release-M4.r6-PID



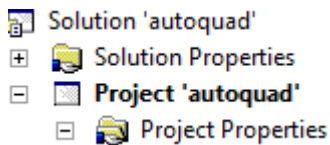
然后点击 build/rebuild autoquad

第一次编译 应该会看到如下的编译错误提示：



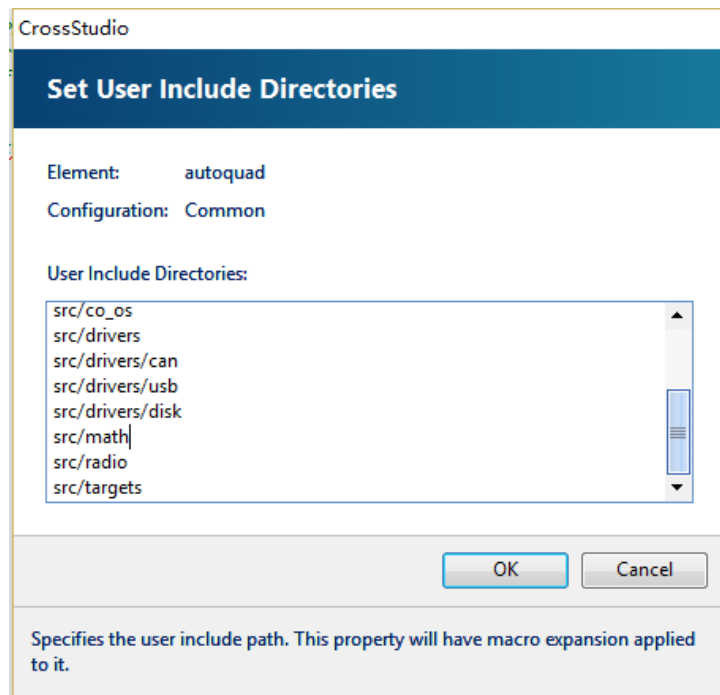
这是头文件路径未加入工程导致的。

点击 Project Properties



找到 User Include Directories: lib/STM32F4xx_StdPeriph_Driver/inc;lib/CMSIS/Inc

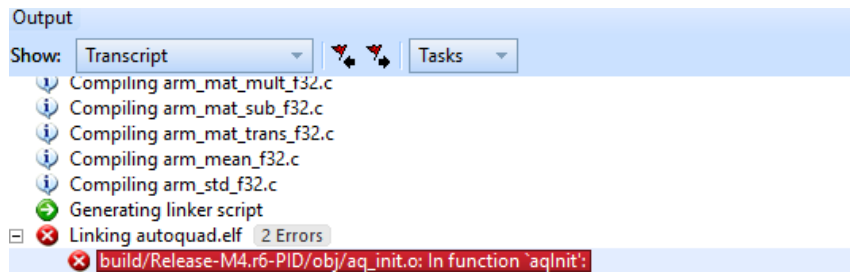
双击，会看到这样的窗口：



将 lib/hilsim/include 加入其中就好：

```
src/drivers
src/drivers/can
src/drivers/usb
src/drivers/disk
src/math
src/radio
src/targets
lib/hilsim/include
```

接下来 再尝试一次编译，会看到如下错误提示：

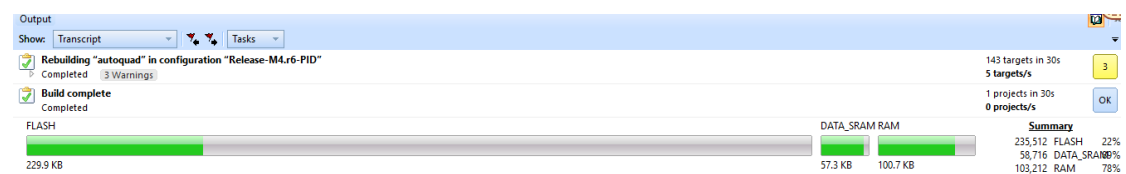


这个解决办法如下：

打开 aq.h，注释掉 32 行的 #define HAS_TELEM_SMARTPORT

// #define HAS_TELEM_SMARTPORT

再编译一下 OK：



生成的目标文件在这里：aq_flight_control-feature_integration\build\Release-M4.r6-PID

AutoQuad 相关资料下载

源码、地面站、开发环境等下载: <https://pan.baidu.com/s/1c2DSiOg>

AutoQuad 相关视频

AutoQuad 功能介绍视频

http://v.youku.com/v_show/id_XNzc0ODYzMTI4.html?from=s1.8-1-1.2&spm=0.0.0.0.Q9TJle#paction

AutoQuad 250 定点悬停视频:

http://v.youku.com/v_show/id_XMTc1NzI3NDMwOA==.html

AutoQuad F450 定点悬停视频:

http://v.youku.com/v_show/id_XMTc2MjlxMjA5Ng==.html

AutoQuad 装机实例

