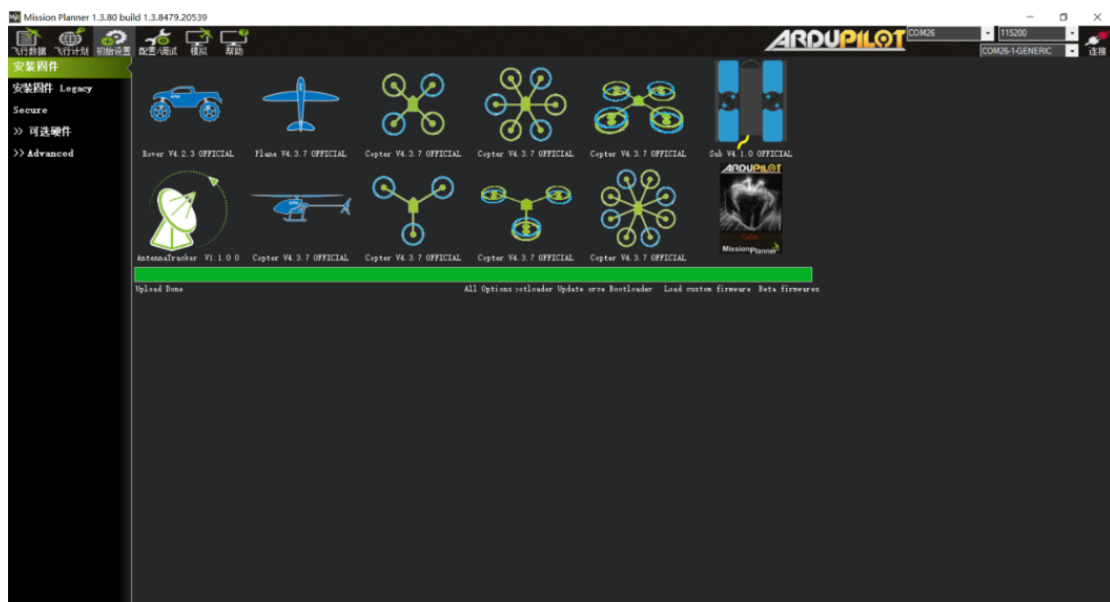
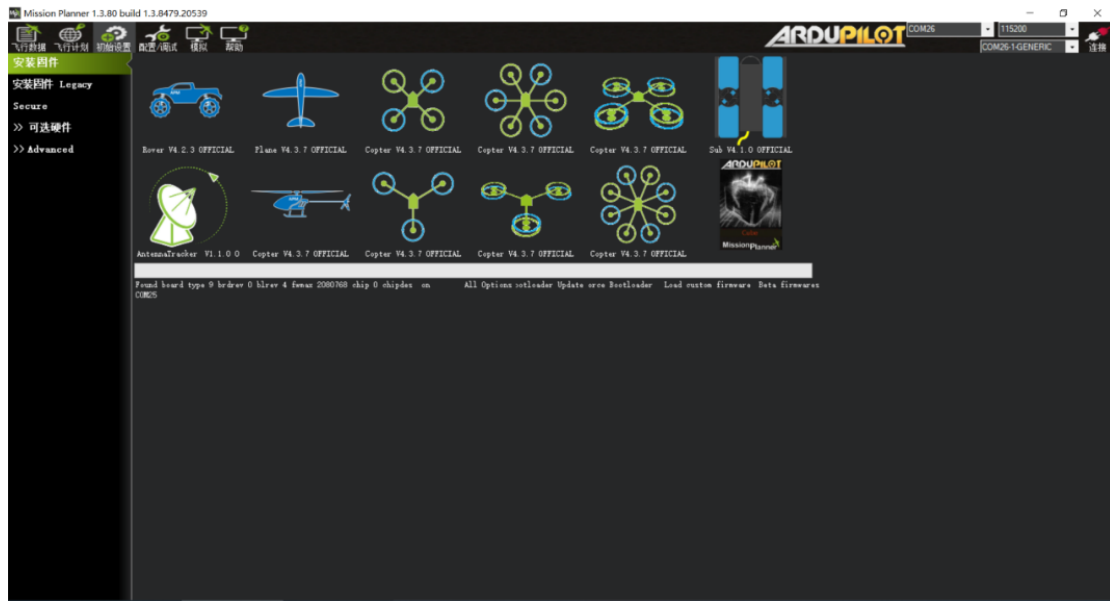


1 固件下载

MP 地面站: [ArduPilot firmware : /Tools/MissionPlanner](#)

AMP 固件: [ArduPilot firmware : /Copter](#)

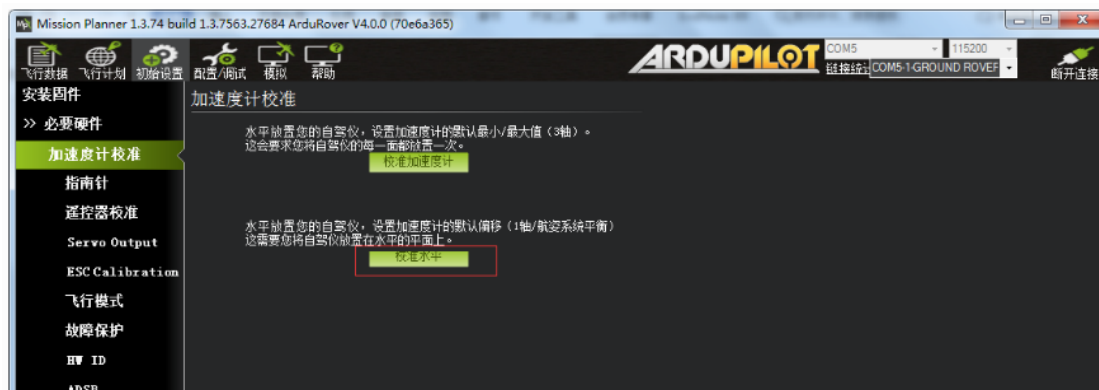
飞控通过 USB 连接 PC, 在地面站与飞控未连接的情况下, 选择初始设置页面→安装固件→点击 Load custom firmware 选择固件即可自动升级:



2 校准

2.1 加速度计校准

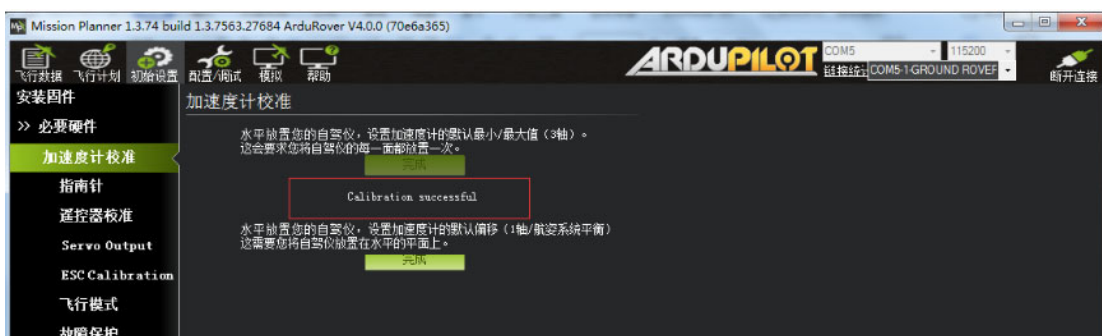
点击左侧列表“加速度计校准”进入校准界面，按提示放置飞控，首先校准水平，每一步完成后点击绿色“Click When Done”按钮，如果安装最新地面站后界面为中文，按提示完成校准操作即可。



随后校准加速度计，提示如下：

- 第一个：Place vehicle level and press any key:（请把无人车水平放置然后按任意键继续）
- 第二个：Place vehicle on its LEFT side and press any key:（请把无人车右边向上垂直立起）
- 第三个：Place vehicle on its RIGHT side and press any key:（请把无人车左边向上垂直立起）
- 第四个：Place vehicle nose DOWN and press any key:（请把无人车机头向下垂直立起）
- 第五个：Place vehicle nose UP and press any key:（请把无人车机头向上垂直立起）
- 第六个：Place APM on its BACK and press any key（请把无人车底部向上水平放置）

如图校准成功后提示 success:



2.2 指南针校准

校准步骤如下：

- 1、 连接飞控
- 2、 初始设置-必要硬件-罗盘
- 3、 只勾选第一个，（如需提高精度也可添加外置罗盘）准备好后点击开始现场校准



4、 进行校准

方法：每个面绕其中心轴旋转 360 度，校准过程中注意不要碰到 USB 线，以免断开。

5、 校准完后，界面会有新的三轴的值，绿色值表示正常。

6、 注意事项

（1）在室内会做校正罗盘时候，室内设备会对地磁产生干扰影响罗盘精度，如需提高精度建议在室外做一次。

（2）APM 内置的罗盘很容易受到飞控内电子元件干扰，还有电池、接收机等其它的干扰，如果用外置的罗盘的话精度会增加不少。

（3）在飞行器重新布线、升级固件、添加或者换设备时候，建议重新做一次校正罗盘。

2.3 遥控器校准

1、 开始遥控器校准（以美国手为例）将遥控器通道按钮都拨至最上方，同时按下遥控器两边的开机按钮。

（1）连接地面站（飞控自检完成后）

（2）点击初始设置-可选硬件-遥控器校准

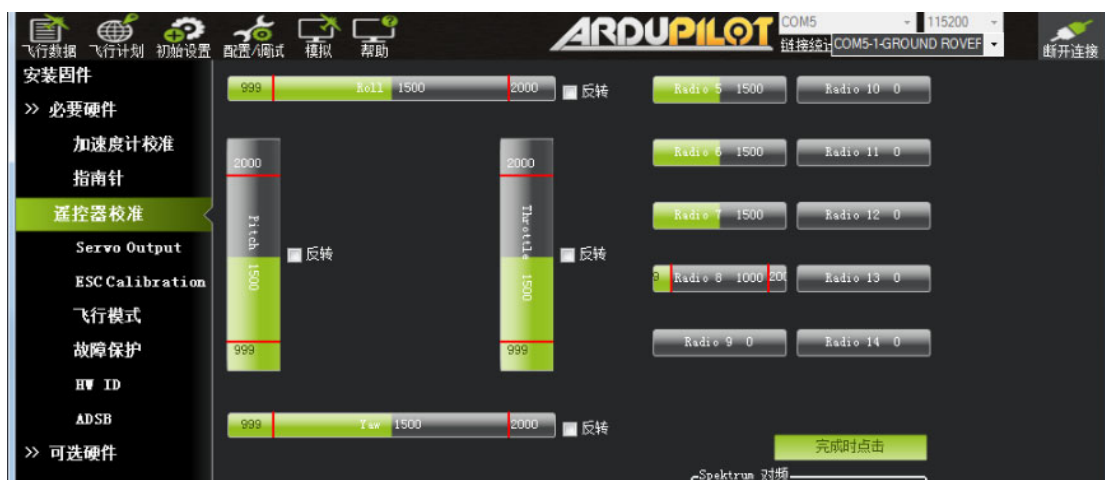
（3）打开遥控器，确认已接上接收机。

（4）拨动遥控器开关，使每个档位分别到达其最大和最小，MP 遥控通道上红色线

注意：这里要保证油门上推，代表油门的绿色条也向上，roll 和 Yaw 也是，pitch 相反，如果不是，可在遥控器的舵机相位中修改正反相

（5）点击完成，会出现各通道值。

（6）观测遥控器行程，最小值小于 1100，最大值大于 1900，则遥控器正常



2.4 电调校准

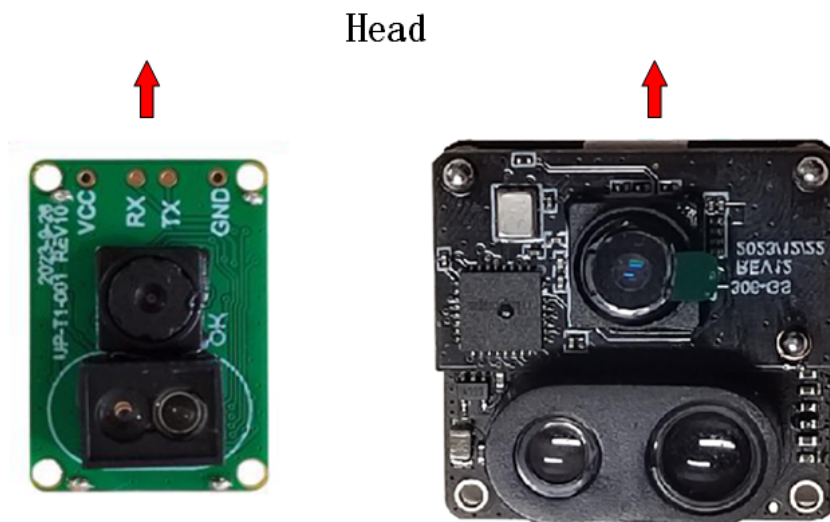
首先断开飞控电源，打开遥控器，将油门推至最大后接入飞控电源，等待十几秒后断开飞控电源，之后再接入飞控电源同时将遥控器的油门推至最低，等待电机发出滴滴~长鸣后完成校准。

可参考视频：

https://www.bilibili.com/video/BV1YQUVYxEsB/?spm_id_from=333.1007.top_right_bar_window_custom_collection.content.click&vd_source=e3d21c83c1c95183426043466df2e3ad

3 安装

T101-Plus 和 T201 的安装方向如下图所示。红色箭头表示的方向是头部



该图显示了对应于 **FLOW_ORIENT_YAW=0** 的相对板和车辆方向

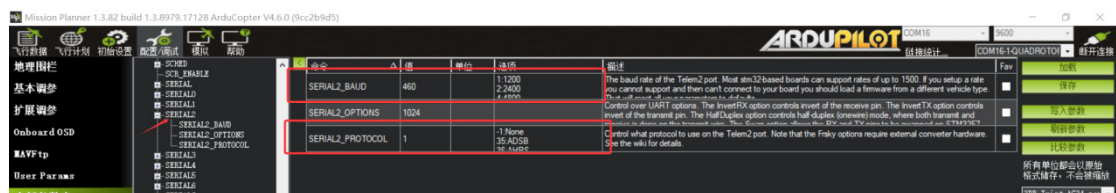
光流模块可以安装在相对于车身框架的任何偏航方向上，但是你必须设置在 **FLOW_ORIENT_YAW** 中使用的值。

4 地面站配置（MP）

首先连接完飞控后，将飞控通过 USB 接入电脑，打开 Mission Planner 地面站软件，配置和修改飞控的相关参数。注意 MP 不能使用过老的版本，不然可能找不到某些参数。本例程使用得 AMP 固件版本为 V4.6.0，飞控为 Pixhawk 6C。

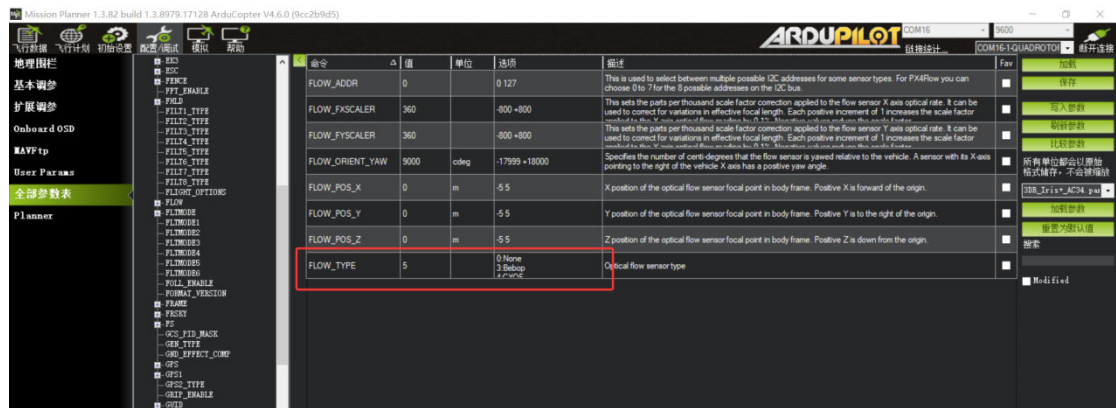
4.1 配置 SERIAL 参数

地面站连接飞控，并加载完飞控参数后，打开“参数树”，找到 SERIAL2 相关参数（本例程使用 TFLEM2 端口进行硬件连接），将波特率修改为 460（不同模块设置对应的波特率，T1-Plus、T2 为 115），协议值为 1。



4.2 配置 FLOW 参数

找到 FLOW_TYPE 这个参数，并将其配置为 5。如果确认飞控固件版本大于 4.2.0，但在地面站中始终找不到这个参数值，可能是因为飞控固件编译的时候将光流功能给禁用掉了（通常出于节省 flash 的考虑），解决方案是换飞控，除非可以自己重新编译 ardupilot 固件。

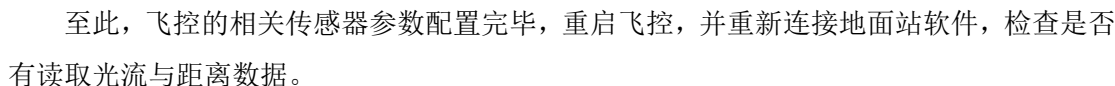


4.3 配置 RNGFND1 参数

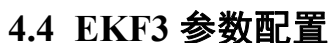
在参数树中找到 RNGFND1（Ardupilot 可以配置使用多组测距传感器），将 RNGFND1_TYPE 设置为 10，RNGFND1_ORIENT 设置为 25，设置最大值 RNGFND1_MAX_CM 和最小值 RNGFND1_MIN_CM，其中：

	最大值/cm	最小值/cm
T101-Plas	400	2

T201	1500	5
T301	2000	10
T021+302-CJ	2000	10



Mission Planner 的飞行数据界面，左下方的状态栏中，有着飞控的所有状态数据，数量非常多，按照参数首字母来排列的，需要耐心寻找一下 **opt** 和 **rangefinder1** 这两项数据，如果这些数据已经显示出数值并不断刷新，就代表正常连接光流模块了。



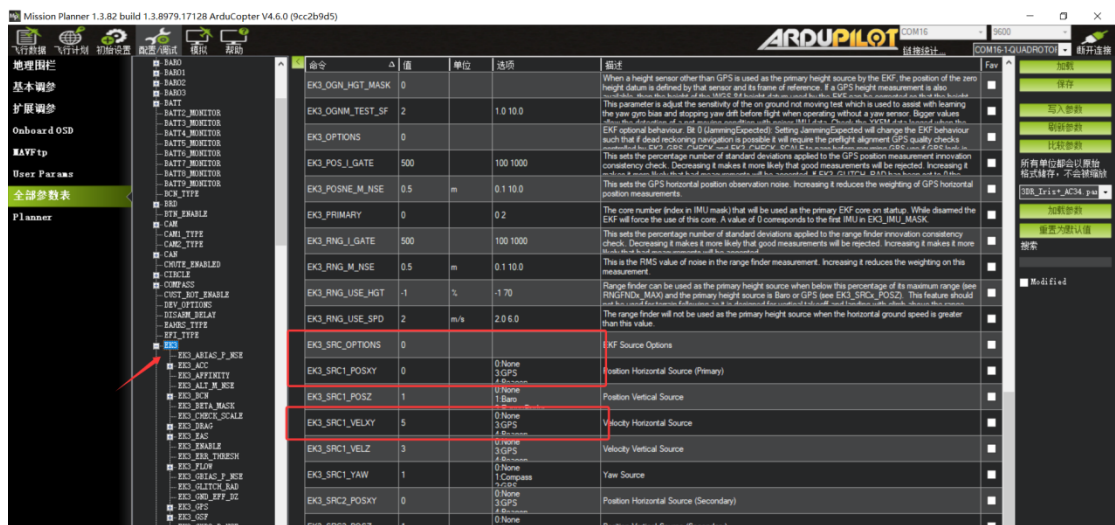
到此为止，工作完成度已经达到 80%了，但仍需要一定的参数配置，才能让 Ardupilot 飞控在飞行中使用光流传感器数据。

注意 Ardupilot 的融合观测器有多个版本，如 EKF2 和 EKF3，本教程以最新的 EKF3 为例，Ardupilot 从 4.2.0 版本开始是默认使用 EKF3 的，但我们仍最好确认一下。



接下来配置 EK3 参数，让其使用光流数据来定位飞行。

1. **EK3_SRC_OPTIONS** 设为 **0**，禁用所有速度融合功能
2. **EK3_SRC1_POSXY** 设为 **0**，不使用位置数据
3. **EK3_SRC1_VELXY** 设为 **5**，速度数据选择使用光流传感器



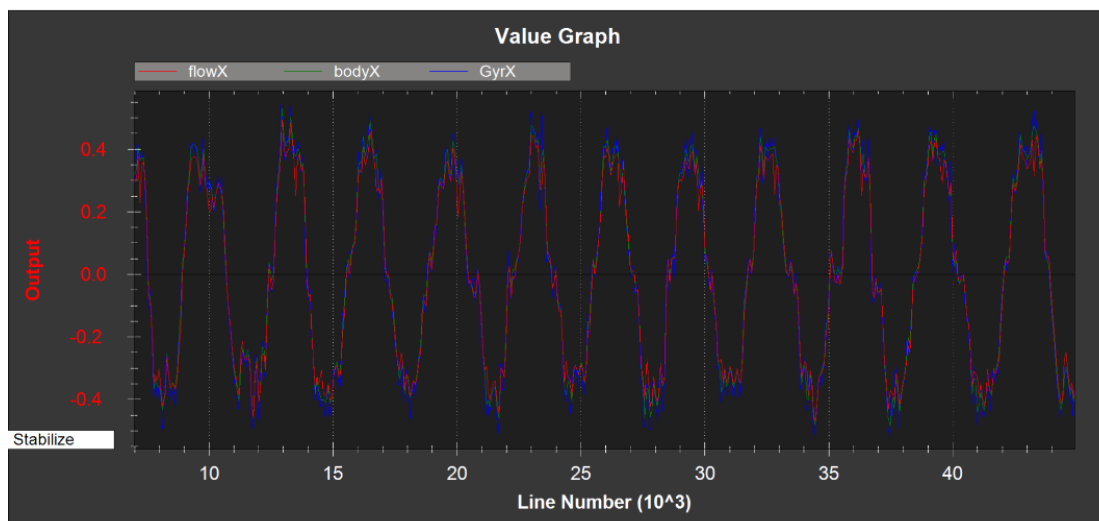
EK3 中还有一些其它和光流相关的参数，暂时保持默认值即可

4.5 校准光流传感器

- 1、使用地面站连接飞控，启用在锁定状态下的飞行日志（Copter-3.3 设置 **LOG_BITMASK** 为 **131071**，Copter-3.4 及以上设置 **LOG_DISARMED** 为 1）
- 2、找一个有明显纹路的地面，确保光照充足
- 3、卸下螺旋桨
- 4、为无人机上电，用手将无人机提起至与视线齐平
- 5、在横滚（Roll）方向上， ± 15 度范围内转动无人机 5 至 10 次，每次大约 1 秒；之后，在

俯仰（Pitch）方向上重复此动作。

- 6、断电，下载此次飞行日志。绘制出 **OF.flowX** **OF.bodyX** 和 **IMU.GyrX** 的数据，结果应该如下：



如果 **OF.flowX** 与 **OF.bodyX** 大小不一致，则需要修改 **FLOW_FXSCALER** 参数使其一致。Y 轴不一致则修改 **FLOW_FYSCALER** 参数。

如果 **OF.flowX** 和 **IMU.GyrX** 的相位不一致，可能由于光流的安装方向不对导致，可以手动更改光流的安装方向或者通过 **FLOW_ORIENT_YAW** 参数调整旋转的角度。

5 调试

5.1 调参各部分的解析示意图

遥控感度：用多大的角速度来修正姿态。4.5 即45度/S的意思，

定点/悬停时突然水平方向发生偏移，P要降；喝醉似的就加大

悬停/RTL时常冲过头就降P，反应慢就升P

P是比例，用多大的力来修正姿态，效率越高P值越小，笨重的飞机P要大一些，就如拔萝卜，力小了就拔不出来，力大了刹不住容易跌倒。I是积分，想成增益最后阶段以多少力来补偿，一般跟P值差不多。D是微分，想成刹车，在最后的完成阶段刹住，防止冲过头。

与加速计z轴相关，需要升降率与实际的升降率补偿，可以通过观察日志来修正，或者观察飞机上升一晃，降低一晃，则p值加大，飞机急速的上下震荡那就要降P，取2倍P

**速度—航点速度，1000=36km/h
半径：航点撞击圈，圈太小飞机来不及掉头，会震动很大。
上升速度：垂直航点上升速度
下降速度：垂直下降速度
留待速度：留待时的水平移动速度**

遥控感度：飞手使用遥控器操纵时飞行器的响应速度，值越大响应也越快，大的值适合穿越，

小的值适合航拍，理论上效率越高的飞行器值越小，PID 首先调整该参数。

5.2 飞行调参

- 1、 首先需要在遥控器校准的时候把第六通道校准，然后设置第六通道为 Rate Roll / Pitch kP，设最小值为 0.08，最大值为 0.20（一般飞机在该范围），点击写入。
- 2、 将遥控器的 ch6 旋钮扭转到最小的位置，按刷新参数按钮，确保速率 roll p 和速率 pitch P 变为 0.08（或非常接近）
- 3、 将遥控器 ch6 旋钮扭转到最大位置，按刷新参数，确保 roll 移动到 0.20



- 4、 在自稳模式下飞行，并转动旋钮直至飞机飞行稳定而不是抖动。
- 5、 去掉飞行器电池，使用 usb 连接地面站，确保 ch6 旋钮处于飞行性能最佳的时候的位置，切换到扩展调参界面记录好 pid 值，重新输入您看到的值并小幅修改，写将 ch6 修改为 none,点击写入。

5.3 调参技巧（针对整机重量在 800g-30kg 的多旋翼无人机）

常规机架（机架类型非异形结构），在无人机动力搭配合理的情况下（动力不存在极大冗余或者不过载），使用自稳模式（Stabilize）或者定高模式（Althold）默认参数起飞，在无风或者微风条件下，无人机姿态能保持基本稳定，假如出现姿态异常的抖动 80%以上都跟控制器参数无关。其中，影响无人机姿态和位置最大的两个因素就是：机械振动和状态估计器。后面会有文章分析机械振动和状态估计器。

假如排除机械振动和状态估计器引起的问题之后，无人机姿态还是出现振荡，那可以减小角速率环的 P 值和 D 值，I 值设置成和 P 值相等（每次减小的值可为 10%-20%），直到振荡消失，要是 P、I、D 值一直减小，飞机姿态控制效果很弱且振荡还没消失，那怎么调整 PID 参数都是没有效果的。

假如都无类似上述问题，那么就可以依照下列步骤对角速率换控制器进行调参：（先调节横滚和俯仰，再调节偏航）。

- （1）每次增加 30%左右的 D 值，直到出现振荡的现象；
- （2）每次减小 10%左右的 D 值，直到振荡现象消失；
- （3）再把 D 值减小 25%。
- （4）每次增加 30%左右的 P 值，直到出现振荡的现象；（每次调整 P 值时，把 I 值设置成跟 P 值一样）
- （5）每次减小 10%左右的 P 值，直到振荡现象消失；
- （6）再把 P 值减小 25%。

接下来就依照上述步骤，自己上手调试 PID 参数吧。实践才是检验真理的唯一标准。

总结：控制器对无人机来说，只是其中的一个关键算法，要想设计一个稳定飞行的无人机，是需要克服很多难点的。当在调整 PID 参数的过程中，不管怎么调试 PID 参数，无人机飞行性能都没有特别大的改善，那就说明还有其他更关键的因素在影响无人机的飞行性能