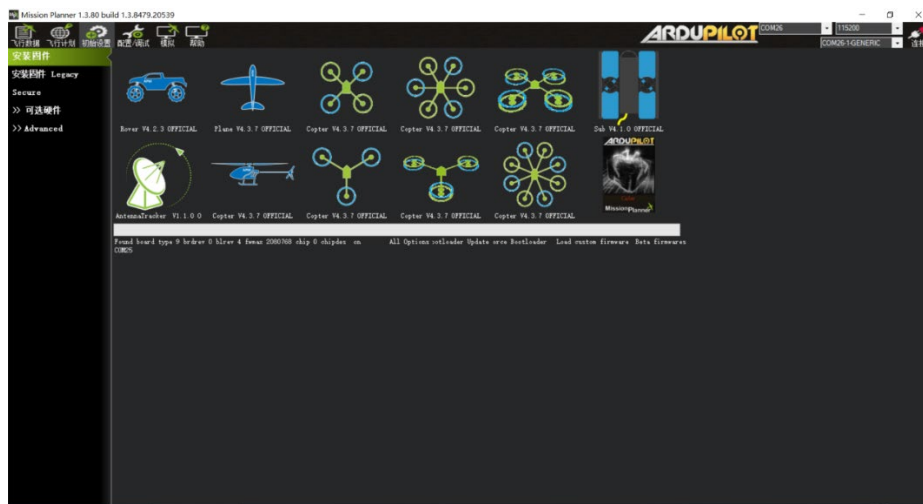


## 一 固件下载

<https://firmware.ardupilot.org/Tools/MissionPlanner/> MissionPlanner 地面站

<https://firmware.ardupilot.org/Copter/> APM 固件

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：

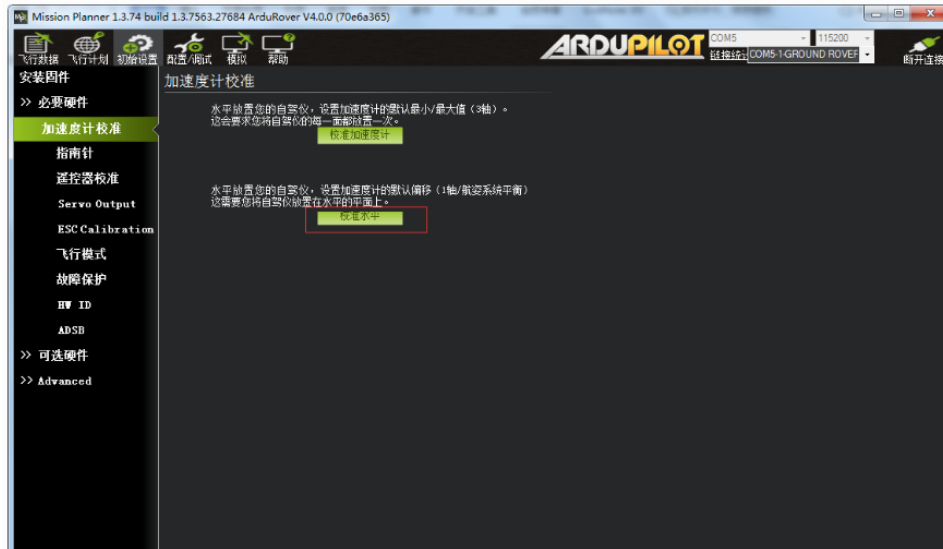


## 二 校准

### 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：

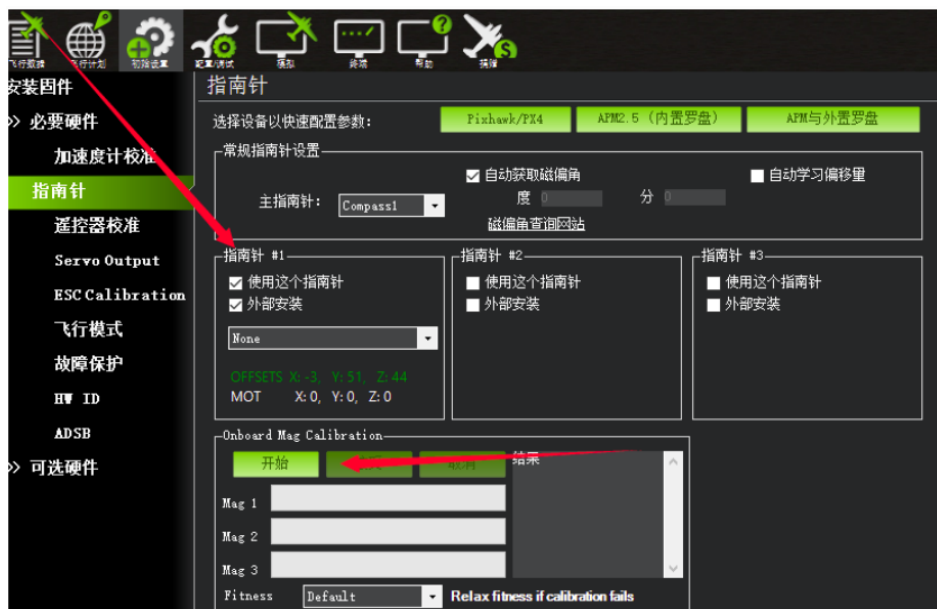
1. 连接飞控
2. 初始设置-必要硬件-罗盘
3. 只勾选第一个，（如需提高精度也可添加外置罗盘）准备好后点击开始现场校准



### 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，以免断开飞控。

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 来回拨动遥控器的开关，使每个档位分别到达其最大和最小，MP 遥控通道上红色线条的显示，让地面站记录其最大行程和最小行程。

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](https://www.bilibili.com/video/BV1YQUVYxESB/?spm_id_from=333.1007.top_right_bar_window_custom_collection.content.click&vd_source=e3d21c83c1c95183426043466df2e3ad)

## 三 飞控配置

连接完飞控后，飞控通过 USB 接入电脑，打开 Mission Planner 地面站软件，配置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。

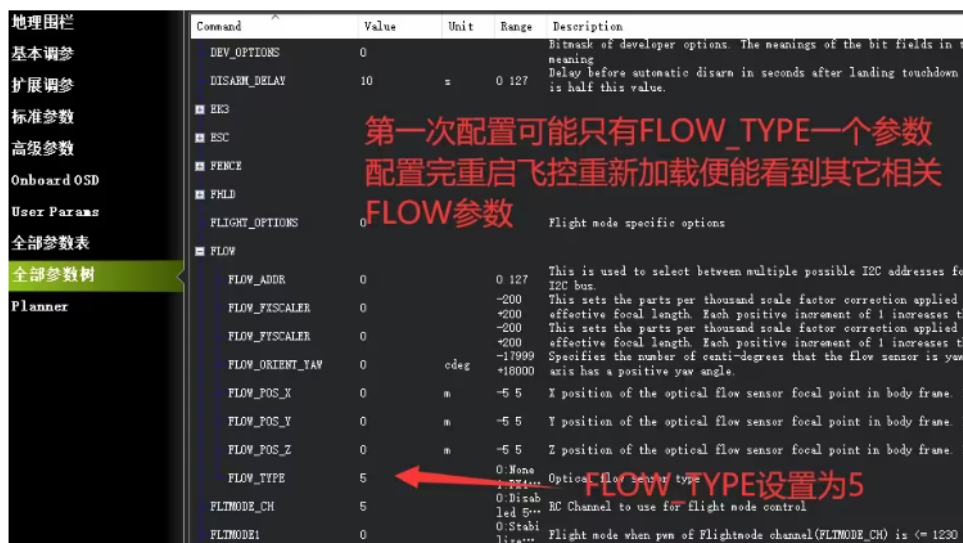
### 3.1 配置 SERIAL 参数

地面站连接，并加载完飞控参数后，打开“参数树”，找到 SERIAL2 相关参数，将波特率修改为 115，协议值为 1。



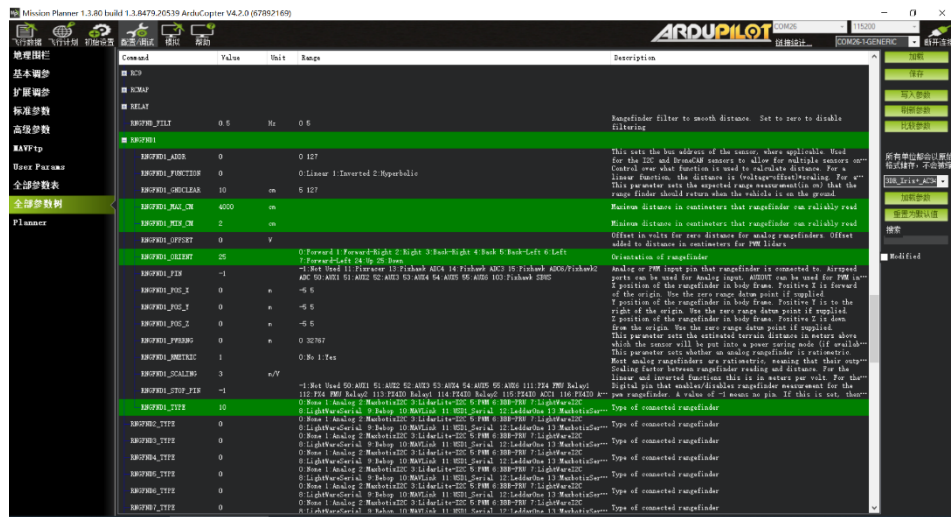
### 3.2 配置 FLOW 参数

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，那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，除非你可以自己重新编译 ardupilot 固件



### 3.3 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，T1 的 RNGFND1\_MAX\_CM 设为 400，T2 的 RNGFND1\_MAX\_CM 设为 1500，T1 的 RNGFND1\_MIN\_CM 设为 2，T2 的 RNGFND1\_MIN\_CM 设为 5。



至此，飞控的相关传感器参数配置完毕，重启飞控，并重新连接地面站软件，检查是否有读取光流与距离数据。

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

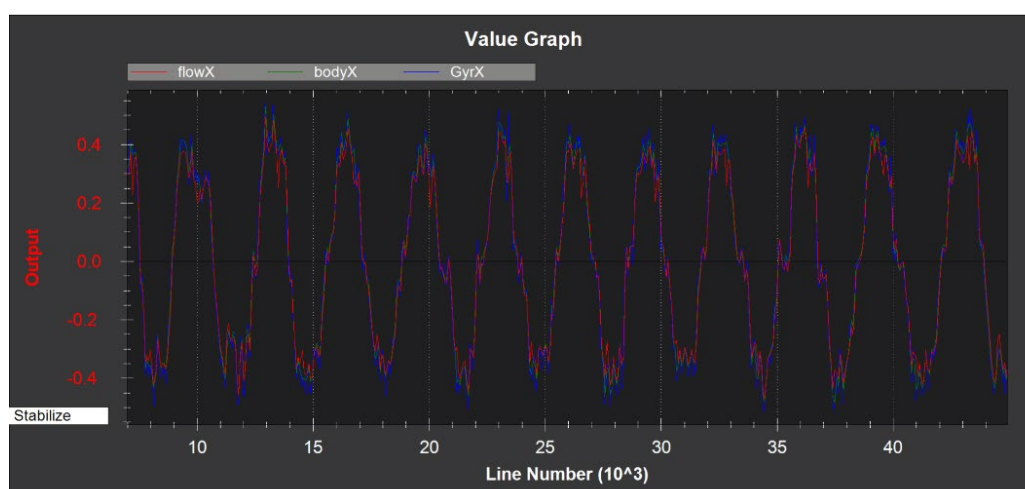
快速	动作	消息	起飞前检查	仪表	Transponder	状态	舵机	Aux Function	脚本	Payload Control	逐帧日志	数据闪存日志
0	gsvv_acc	3949377		lowgroundspeed	False	press_temp	3859	tot				
0	gsvv_acc2	0		magfield	437.722	press_temp2	0	TrascherLocation				
0	gsvv_acc3	0		magfield2	0	QDR	1005.67	turning				
0	gsvv_acc4	0		magfield3	0	radius	0	turnrate				
0	gsvvav	0		message	EKF3 IM	rangefinder1	206	tbluffer				
0	gsvvav2	0		messageHigh	PreArm:	rangefinder2	0	uid				
0	groundcourse	0		messageHighSeverit	EMERGEN	rangefinder3	0	uid2				
0	groundcourse2	0		messages	System	rateattitude	4	version				
0	groundspeed	0.14164		groundspeed	Stabili	rateposition	2	verticalspeed				
0	groundspeed2	0		MovingRate	0.0,0.	ratez	2	verticalspeed_fpm				
0	gs	-2		mx	-230	ratesensors	2	vibelip0				
0	gs2	0		mx2	0	ratestatus	2	vibelip1				
0	gs3	0		mx3	0	remoino	0	vibelip2				
0	gs4	-5		mx4	365	remotesndb	0	vibem				
0	gs5	0		mx5	0	rxmrssi	0	vibep				
0	gs6	0		mx6	0	roll	153.788	vibep2				
0	gsvrsq	az.74456		az	-74	rpm1	0	vibep3				
0	gsvrsq2	0		az2	0	rpm2	0	voltageflag				
0	gsvrsq3	0		az3	0	rsxi	0	vtd0_stat				
0	gr	2		nav_bearing	133	rxmerrors	0	vz				
False	gr2	0		nav_pitch	0.0037	rxrsxi	0	vz2				
0	gns3	0		nav_roll	1.96848	safetynactive	False	vz3				
0	toneAlt	0		noise	0	satcom	0	watts				
0	TrascherLocation	0.0,0.		opt_m	0.00023	satcom2	0	wind_dir				
0	horizindist	3499.69		opt_m_y	-0.0008	satcom3	0	wind_val				
0	levelalt	42880		opt_qua	64	servovoltage	0	wp_dist				
0	hygrchm1	0		opt_x	0	sonarrange	2.06	wpno				
0	hygrchm2	0		opt_y	0	sonarrvoltage	0	wpdr_adsh_t_sys				
0	hygrotemp1	0		packdrspromote	0	speedup	1.00053	wpdr_airborne_stat				
0	hygrotemp2	0		parent	1	SSA	0	wpdr_board_temper				
0	Hzerrors	0		pidchieved	0	target_bearing	0	wpdr_1000_t_end				
0	im1_temp	0		pidchi	0	target_speed	0	wpdr_Pilot_C_enab				
0	im2_temp	99999		pid0	0	targetalt	1.47819	wpdr_gps_ac_fix				
0	im3_temp	0		piddesired	0	targetalt400	1.47819	wpdr_gps_maxvel				
0	Hzindex	7		pidff	0	TargetLocation	0.0,0.	wpdr_ident_aerial				
0	landed	True		pidA	0	ter_alt	0	wpdr_interrogated				
0	landed_state	0		pidF	0	ter_curtal	0	wpdr_maint_req				
0	lat	0		pidFmod	0	ter_low	0	wpdr_mode_A_enab				
0	lat2	0		pidRate	0	ter_pend	0	wpdr_mode_A_squel				
0	lchqqltypes	100		pitch	0.30213	ter_pos	0	wpdr_mode_C_enab				
0	lnc	0		PlaneHomeLocatio	0.0,0.	terrinactive	False	wpdr_mode_S_enab				
0	lnc2	99.99		posd	-0.9777	timeInAir	0	wpdr_nap				
0	load	42.4		pose	-2.9151	timeInAirMinSec	0	wpdr_nic				
1	localsndb	0		posn	-1.7990	timeSinceAvnInAir	0	wpdr_status_pendin				
0	Location	0.0,-0.17		press_abs	1007.70	timeSinceLastshot	0	wpdr_status_unaval				
0	1470117	1470117		swach_azb2	0	txch	0	wpdr_v_bis_stat				





### 3.5 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， $\pm 15$  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

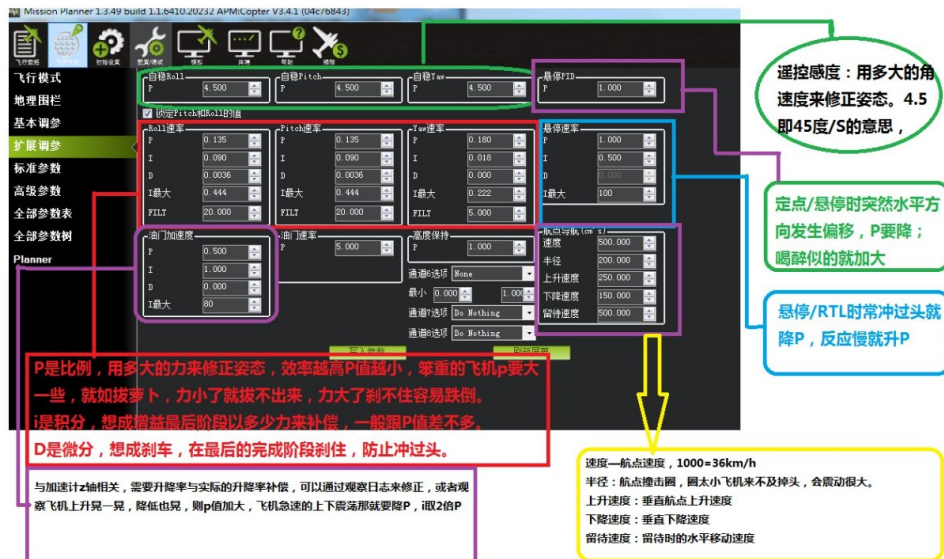


如果 OF.flowX 与 OF.bodyX 大小不一致，则需要修改 FLOW\_FXSCALER 参数使其一致。  
如果 OF.flowX 和 IMU.GyrX 的相位不一致，可能由于光流的安装方向不对导致，可以手动更改光流的安装方向或者通过 FLOW\_ORIENT\_YAW 参数调整旋转的角度。



## 四 PID 调参

### 4.1 调参各部分的解析示意图



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。

### 4.2 在飞行中调 roll 和 pitch（以遥控输入第六通道调参为例）

- 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



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。

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。

### 4.3 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。