

本人自认为自己是一个大渣渣，且在航模领域是个大外行，文章中都是自己碰到的一些实际的坑，现把经验写出来，供大家参考。主要是无人机原理图、PCB、软件框架、PID 调试、通讯协议等等过程中碰到的坑。

- 1) 别自己一个人调试，最好有一个小伙伴一起调试，他会指出一些低级错误，而你永远不知道自己的惯性思维会不会害你多花半个月时间，除非你有大量时间可以浪费。
- 2) 最好手里有一个现成的小四轴无人机可供参考，最好是原理图、源代码均开源；并且软件框架模块化设计，便于二次开发移植等。最重要的是可以方便的使用地面站的示波器功能实时显示各种参数的波形，以供对比。

此类的小四轴有很多，匿名、圆点博士等。推荐基于 CREELINKS 平台的小四轴无人机，专为此用途而生，相关资料可直接百度 CREELINKS 无人机。建议先对比参考一下各自的代码框架再作决定。

最好找个像 CREELINKS 小四轴无人机开源代码，完全不基于任何处理器平台，要移植到自己的无人机上也非常的容易，可以用来测试自己的硬件是否有问题。

- 3) 别以为自己很强大，想玩点新花样，搞点 MPU9250、BMP160 等功能强大，但是很少用于无人机上的 IC，除非你是高高高手中的高高手，和有着大大大大的大经验。如果第一次做无人机，人家用什么，你就用什么，要知道大家这么用自有大家的目的。更何况相关的资料会很多，遇到问题也好解决。有了这些基础经验后，再使用更强大的 IC 也为时不晚。
- 4) 一般都会 3.7V 转 5V 再转 3.3V 的 DC-DC 电池方案，如果你不想无人机 MCU 出现频繁复位的情况，请在最后 3.3V 侧，来个 330uF 以上，最好两个 470uF 的钽电容。
- 5) 别总想着用了三轴地磁传感器会更好，小四轴基本上要告别地磁传感器了，为啥？给你举个例子：大疆部分型号无人机把地磁安装到距离电机最远的脚支架上！
- 6) 气压传感器，就先用 MS5611 吧，会用了、用熟了再去想其它的。气压传感器请注意：别放到 PCB 板的正面，尤其是桨下方。要放到 PCB 板下面，并且越靠近中心，越远离桨越好。有条件了，在气压传感器上粘一块海绵，相信我，你会谢你的行动的。
- 7) 电机有 720、820、8520，电机是要分正反转的，正反转不对，会影响电机寿命的，为啥？这是与有刷电机刷片的结构有关。
- 8) 试飞时，最好别在水泥地上（除非你的无人机耐摔），也别在土多的草地了（空心杯上电机上有四个孔，里面进了沙子什么的，电机就差不多报废了），最好在干净的草地、或学校的橡胶跑道上调试。

有条件了，给你的无人机打四个孔，安装上小尼龙柱，即当无人机正面或反面直接着陆时，电机及桨不会直接接触到地面。由此可以避免无人机面向下掉落时，四个电机全部被轴打穿而一起报废的情况。

- 9) 请保证你的电机转动方向正确，小四轴电机比较小，如果不仔细观察，你是发现不了电机反着转，或桨叶反着装导致的无人机某一个轴风向上吹的情况（正常是四个桨风均向下吹）。你会发现，你在调 PID 的时候，电机的转速与 PID 算法输出的结果相同，可无人机就是不能正常稳定下来，那可能就是风方向吹反了（我这个大渣渣一个人调试无人机，因一个轴风向上吹，调了一个星期 PID 没调出来）。

请确定四个电机两顺时针、两逆时针转动，并且相同方向的电机处于对角线上，否则你永远调不好 PID 环节中的 Yaw 轴。

- 10) 在高度过程中，如果发现无人机非常不稳定，并且噪声很大。具体表现为会发生偶然性的抖动，飞行时会突然向一方发生偏移，如果经检测，并不是脉冲干扰什么的，那么八成是空心杯电机的 PWM 频率太低了。

我在调试 PID 时，出现上面状况，连续一个多月小四轴不管怎么调，总是不稳定，

并且噪声很大，响声也不均匀。而那时我的 PWM 配置为 2KHz，当我改为 20KHz，即增加 10 倍后，奇迹发生了，起飞时桨的声音很细腻，没有其它的噪声，飞得也很稳定。是的，我这个大渣渣因这个问题，多花了近一个月时间。

- 11) 无人机与遥控器、地面站通讯时，请多花点时间来制定通讯协议，别搞如

```
buf[0] =( val>>8) &0xFF;  
buf[1] =( val>>0 )&0xFF;
```

这种方式，因为你会发现你添加删除一个参数时，会花掉你大量时间的精力，并且可能会花掉大量时间来调 Bug。

可以参考一下 CREELINKS 无人机的打包拆包库，CePackage.h 与 CePackage.c，是的，你没听错，当我想添加或删除一个参数时，只需要简单的在 CePackageSend 或 CePackageRecv 结构体中添加这个参数即可，就这一步，不需要任何额外操作！参数数量、长度、打包、拆包等均不用做任何更改。调用 dealSend 就会将结构体打包成 byte 数组，直接发送即可。而调用 dealRecv 把接收到的 byte 数据直接拆包并将参数更新到 CePackageRecv 结构体中，连帧头、校验合都不用去关注了。关于库的具体使用，这里不详细说了，可查看 CREELINKS 平台小四轴无人机的源代码。

如果与地面站点通讯，想在地面站点也增加一个额外的参数呢？我敢说让你去修改 C#或 JAVA 的源代码，你一定会发疯的，但是可以直接在 CREELINKS 无人机地面站主界面上点击通讯协议，直接在协议里添加一个新参数即可。

你能体会到上面说的操作，在短短 10 多秒内就可以完成通讯协议中多个参数的添加与删除的强大之处么？如果不能，那么请自己定一个通讯协议并且调调看看，然后再对比一下吧。

- 12) 无人机调试，别用遥控器，手机什么的，最好用地面站，把需要的、不需要的、可能需要的、未必需要的、媳妇说这个需要的、小三说那个不需要的参数，统统传出来。比如从 MPU6050 直接读到的加速度、滑动滤波后的加速度、由加速度直接解算的姿态参数等等，全部传给地面站，以供观察波形。等调试完成后，再把这些无用参数给删掉就可以了。啥？添加删除参数很麻烦？那是因为你没有使用类似 CePackage 的库！

比如我在调试无人机时，发现 MPU6050 的某个轴总是有大量毛刺干扰，就是通过观察波形发现的。

- 13) 调试 PID 参数时，肯定需要把无人机绑起来，Pitch 与 Roll 分开调，那么还需要保证电机长时间的运转。如果有条件，请改装一个大号的锂电池（我是直接使用大号穿越机上的三组串连锂电池，改装为三组并连锂电池，用来调试），或直接连接到 3.7V 的直流电压源上，因为当你用 650mA 电池调试 PID 参数时，你就知道有多费事了。

小四轴无人机室外试飞调试，请准备足够的锂电池，想一下三分钟试飞一次，再花半个小时充一定电是什么感受，我可是每次室外，口袋里都揣了 20+块充好电的锂电池。

- 14) 如果你的无人机是自己拿来玩的，不打算开源、不打算让别人二次开发、不打算出 2.0 版本，那么无人机软件框架及代码可以随意定。但如果代码写出来是给人看，并且需要进行维护和叠代的，那么请认真多花点时间来设计你的软件框架，我想你 unwilling 在调试过程中，出现 a.c 中的一个变量，在 b.h 与 c.h、d.c 中被 extern 了；并且有在 haha.h 中 #include"hehe.h"，而在 hehe.h 中又要#include"haha.h"的情况。请善待您的劳动成果，并请对得起学习您代码的那些孩子的脑细胞。

- 15) 我这个大渣渣是技术出生，不会讲话，写的有些乱，将就看吧。如果你能一条一条的看到这里，那么恭喜你肯定想做出自己风格的无人机，加入 CREELINKS 无人机的 QQ 群，和更多的人交流更多的想法吧。