

ANO TC ANO Technology&Creation

匿名科创

拓空者飞控

用户手册

V1.10

2017.12.17



注意事项

- 1、安装飞行器时，请确保飞行器重心在机架中心，有负载的在机架中心的垂直方向上。
- 2、安装主控器时，尽量安装在靠近中心位置，确保主控印有标记的一面朝上，并使其与机身水平面保持平行，否则会导致飞行器水平方向飘移。
- 3、主控器安装有方向要求，务必使箭头的朝向与飞行器机头方向一致。
- 4、在固件升级、调试过程中请断开电调与电池的连接或移除所有桨翼！
- 5、飞行时切记先打开遥控器，然后启动多旋翼飞行器！着陆后先关闭飞行器，再关闭遥控器！
- 6、切勿将油门的失控保护位置设置在 10%满量程以下。
- 7、在飞行过程中油门杆量须始终距熄火位置 10%满量程以上！
- 8、低压保护的目的是不是娱乐！在任何一种保护情况下，您都应该尽快降落飞行器，以避免坠机等严重后果！
- 9、GPS 与指南针模块为磁性敏感设备，应远离所有其他电子设备。
- 10、GPS 模块为选配模块(非标配)，请选用此模块的用户关注说明书中涉及 GPS 的内容，未选用此模块的用户请忽略 GPS 控制模式下的相关内容。
- 11、强烈建议将接收机安装到机身板下面，天线朝下且无遮挡，以避免无线信号因遮挡丢失，而造成失控。
- 12、飞行前请检查所有连线正确，并且确保连线接触良好。
- 13、使用无线视频设备时，安装位置请尽量远离主控系统 (>25cm)，以避免天线对主控器造成干扰。
- 14、飞控必须使用多旋翼专用电调，使用旧版固定翼飞机使用的电调（比如天行者）会出现无规律抖动、甚至炸鸡等异常现象。
- 15、请尽量使用质量较好的电机、电调、螺旋桨，特别是螺旋桨，动平衡相当重要，推荐电调使用好赢乐天，电机和螺旋桨使用大疆、银燕、朗宇等产品。只有搭配良好的飞行器套件才会取得优秀的飞行效果。
- 16、飞控更新源码版本后，一定要清空所有参数，恢复默认 PID，恢复默认参数，然后重新校准所有传感器，避免出现参数异常。

匿名团队：

匿名是一个爱好技术，爱好分享的团队，匿名有活跃的讨论群和社区，欢迎大家加入匿名！

匿名讨论群：190169595

匿名官网：www.anotc.com

匿名淘宝：anotc.taobao.com

1、飞控介绍

欢迎使用拓空者飞控，拓空者飞控是匿名团队针对飞控爱好者推出的一款完全开源的飞控产品，使用最常见，资料也是相当丰富的 STM32F407 芯片作为主控芯片，并且提供完全开源的飞控整体工程文件(开发环境：KEIL)，玩家拿到源码后直接编译下载即可。强大的主控芯片（168Mhz）提供了强大的性能冗余，可以支持进行多种二次开发。并且飞控预留多个拓展接口（串口，可以外接多种串口设备，例如 GPS、光流、超声波、wifi，甚至是树莓派、X86 等等）。使用匿名完善的强大的软硬件平台进行学习和二次开发，可以起到事半功倍的效果。目前匿名独家开源代码已经实现效果良好的 姿态自稳效果，并且已经开源气压计定高、超声波定高代码，买家在此基础上只要加入外部控制环，比如 GPS、光流等，即可实现定 点悬停、航线飞行等等功能。



特点：

拓空者抛弃了其他开源产品还在使用的 mpu6050 等 iic 通信方式的传感器，飞控板上采用全 SPI 方式的传感器。iic 总线速度只有 400k 的波特率，而我们采用 SPI 传感器后，数据读取波特率达到了 10M 每秒，大大提升飞控性能，节省大量时间，使飞控可以增加更复杂的算法，拓展更多的功能。

拓空者飞控采用的惯性传感器，使用的是性能比 mpu6050 更加强大的 icm20602，传感器的噪声、零点漂移等性能均有提升。而惯导传感器直接影响飞控的飞行性能，换用更好的传感器可以提升飞控的整体性能。而且飞控板载高性能气压计 spl06，相比 ms5611，其气压精度和灵敏度更高，提升飞控的气压定高效果。

使用亚克力外壳，不仅美观，而且方便拆卸。飞控拓展接口经过重新设计，保留多个串口，可方便的外接 GPS、超声波、数传等模块。接口采用 Molex 插接件，防止反插。并且每个接口都有详细的丝印标注，每个 IO 的功能，都一目了然，方便爱好者针对飞控进行二次开发。

开源：

飞控所有资料以资料包的形式提供给买家，提供飞控开发环境、各种驱动、STM32 芯片各种资料、所有传感器资料、飞控相关知识资料等，而且还有匿名飞控全部源码，我们开源的代码都是整套的工程，买家拿到后可直接编译下载。

使用我们的资料，可以方便的入门飞控的学习，学习飞控工程的结构和思想，待对我们飞控有一定了解后，买家就可以方便的移植我们的飞控程序到自己的系统中，或者添加自己需要的功能。

二次开发：

因为飞控源码是开源的，大家可以方便的在我们飞控上进行二次开发，我们硬件上也为二次开发做好了准备，预留了多组串口，可以和各种外接模块或者开发板进行通信。

2、硬件配置及拓展接口

主控: STM32F407 : 1M FLASH 192K RAM 运行频率 168MHz 带来卓越的运行速度

惯性传感器: icm20602 : 3 轴陀螺 + 3 轴加速度

磁场传感器: ak8975 : 3 磁罗盘

气压传感器: spl06 : 高精度气压计

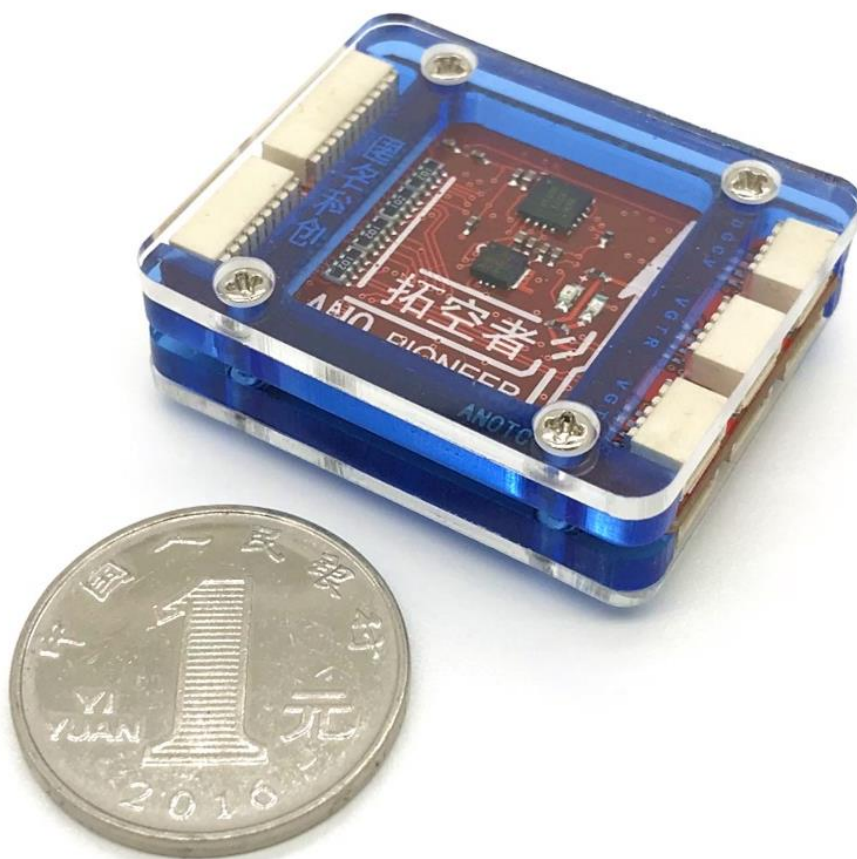
8 * PWM in: 8 路硬件 PWM 采集, 用于接收航模接收机信号

8 * PWM out: 8 路硬件 PWM 输出, 用于驱动无刷电机或者舵机等设备

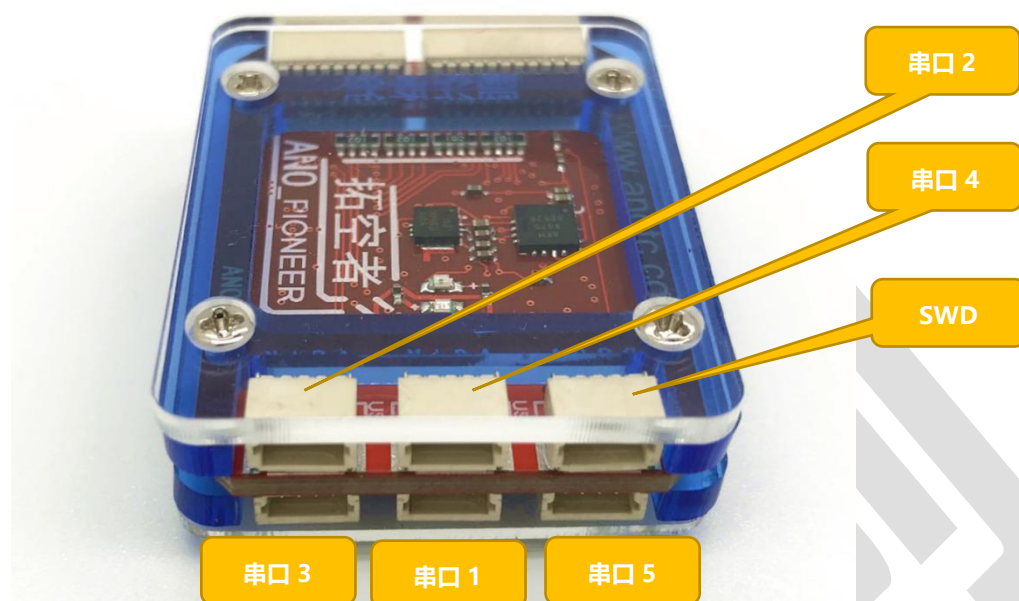
5 * 串口: 飞控引出 5 路串口, 最多可外接 5 个串口设备。同时, 也可通过修改源码, 将串口 IO 初始化成不同功能, 比如 gpio、adc、iic 等, 可以拓展更多设备。

1 * SWD: 用于下载程序, 单步调试

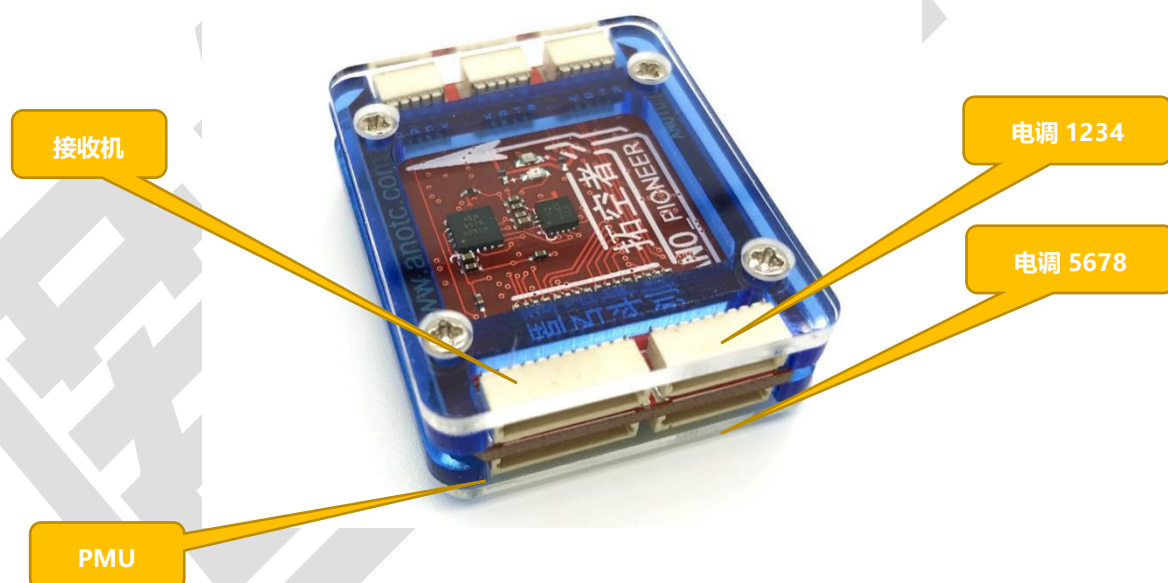
1 * USB: 提供一个 USB 接口, 方便连接飞控进行调试和固件升级

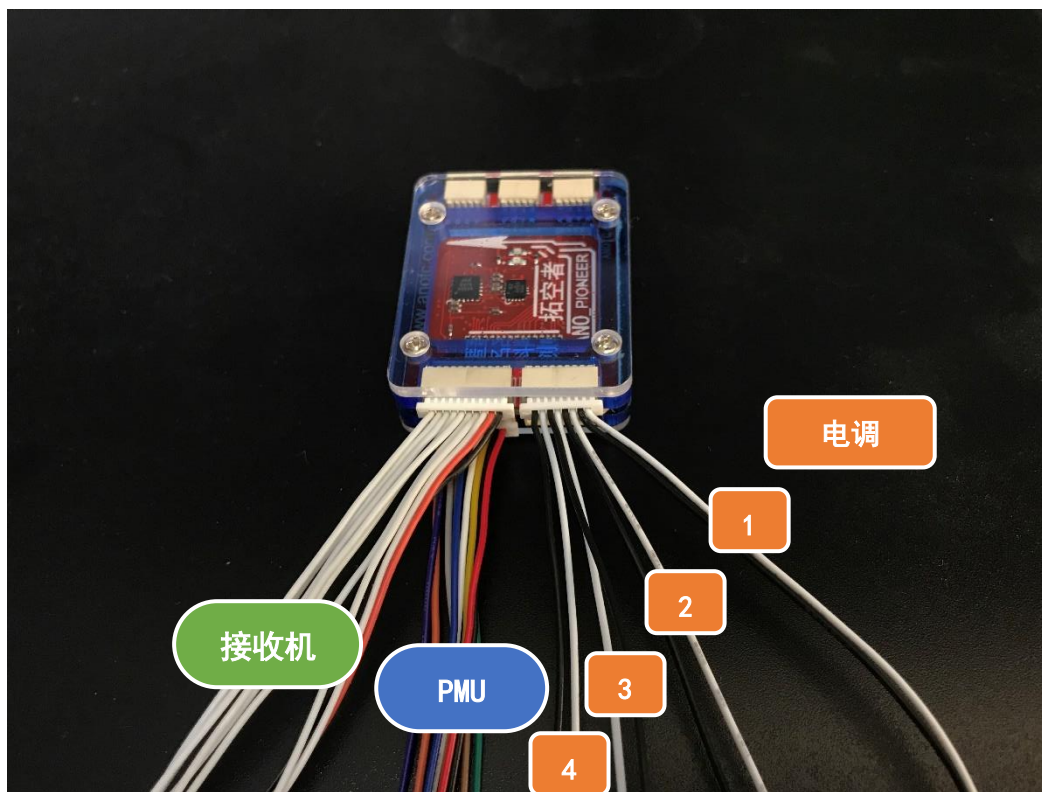


4、飞控实物介绍



注意：串口为 4p，如图，上层串口从左至右，分别为 RX、TX、GND、VCC (5V)，下层串口相反，如图，从左至右，分别为 VCC(5V)、GND、TX、RX，注意，如果飞控反过来看，下层接口要反向，SWD 接口，如图从左至右，分别为 VCC (3.3V)、CLK、GND、DIO。





注意：

接收机接口：如图从右至左，分别是 GND、VCC (5V，给接收机供电)、通道 1、2、3、4、5、6、7、8。若使用 PPM 输出方式的接收机，只需要连接接收机接口的最右边 3 根线，从左至右分别是 PPM 信号、GND、VCC。

PMU 接口：本接口的导线颜色无任何意义，只起连接作用。PMU 模块上有单独的红黑两根导线，红色接电池正极，黑色接电池负极。(支持 3s-6s 锂电池)

电调接口：上层电调接口接近接收机接口的是电调 4，向右依次为 4321。下层电调接口，远离 PMU 接口的是电调 8，向左依次为 8765。

注意：飞控拓空者丝印右边白色箭头指示飞控前进方向，安装飞控时请注意飞控朝向。

匿名坐标系：飞机平放地上，从飞机正上面向下看，机头为 x 正，左侧为 y 正，天为 z 正。该坐标系为匿名科创拓空者飞控参考坐标系，程序里所涉及的所有直角坐标系均为此坐标。

5、飞控使用入门

飞控到手后，请先安装所需要的开发环境，keil for arm，也就是 mdk，然后安装资料包中的 SWD 驱动（JLINK 驱动）。

飞控可以通过 USB 端口连接上位机，使用 USB 线连接飞控 PMU 模块和电脑，飞控买家版程序会将 USB 端口初始化成 HID 设备，免安装驱动程序，只要打开匿名上位机，**选择 HID 通信方式**，点击 HID 设备的搜索按钮，如果连接正常，即可搜索到名称包含“匿名”的设备，然后点击打开连接即可（新版上位机增加设备自动搜索功能，若打开自动搜索，可以不用手动点击 HID 的搜索按钮，程序会自动搜索并打开链接）。

飞行器硬件组装及验证：

第 1 步：

将机架组装好，电机安装于机架上，飞控安装于机架重心位置，飞控 PMU 红黑电源线连接到飞机电池线，注意黑色为负极，红色为正极。（注意，飞控尽量水平安装于机架上，飞行效果最好）

第 2 步：飞控连接接收机

接收机连接时，请先用 USB 连接上位机，打开飞控状态界面，方便观察接收机通道值，然后再进行接收机的连接。

第一步确定接收机模式，是 PWM 模式还是 PPM 模式，在上位机的飞控设置界面，选择对应的模式，并写入飞控。

接收机模式

☒ PWM ☐ PPM

若使用 PPM 模式，只需要接电源和 PPM 信号线至接收机，若使用 PWM 模式，需要按照如下步骤依次接入并确认。

PWM 步骤 1：首先插入接收机的第一通道，拨动摇杆，观察上位机的接收机数据显示区域，应该是 **ROL** 发生变化，并且 **ROL 摇杆往左推，上位机 ROL 的值变小，ROL 摇杆往右推，上位机 ROL 的值变大**。如果不是按照此规律变化，请对遥控进行相应设置，因为不同遥控设置方法不同，这里不能一一介绍，请大家找自己遥控的说明书确认如何修改。

PWM 步骤 2：然后插入接收机的第二通道，波动摇杆，观察上位机的接收机数据显示区域，应该是 **PIT** 发生变化，并且 **PIT 摇杆往上推，上位机 PIT 的值变大，PIT 摇杆往下推，上位机 PIT 的值变小**。如果不是按照此规律变化，请对遥控进行相应设置。

PWM 步骤 3：然后插入接收机的第三通道，波动摇杆，观察上位机的接收机数据显示区域，应该是 **THR** 发生变化，并且 **THR 摇杆往上推，上位机 THR 的值变大，THR 摇杆往下推，上位机 THR 的值变小**。如果不是按照此规律变化，请对遥控进行相应设置。

PWM 步骤 4：然后插入接收机的第四通道，波动摇杆，观察上位机的接收机数据显示区域，应该是 **YAW** 发生变化，并且 **YAW 摇杆往左推，上位机 YAW 的值变小，YAW 摇杆往右推，上位机 YAW 的值变大**。如果不是按照此规律变化，请对遥控进行相应设置。

PWM 步骤 5：最后将接收机的第五、第六、第七、第八通道接入飞控（若有的话，飞控目前需要前 5 通道）。

最后，当按照 PPM 或者 PWM 模式连接好接收机后，对 **THR\ROL\PIT\YAW** 通道进行微调，保证遥控摇杆在中间位置时，上位机的接收机数据显示在 **1500**。

（THR 代表油门，YAW 代表航向，ROL 代表横滚，PIT 代表俯仰）

第 3 步：电调连接及转向确认

注意：进行如下电机转向确认操作时，为了安全，先不要安装螺旋桨，进行测试，所有电机都确认正确后，再安装螺旋桨。

将飞控固定至机身上，以飞控上箭头方向为前进方向。电机编号及转向如下图所示。

首先将 1 号电机的控制线接入飞控 1 号电调接口，给飞机上电，解锁，加油门，测试电机转向，如果错误，只需要交换电机 3 根电机驱动线中的任意两根。

然后按照此方法，依次接入所有电机，并确认电机转向正确。

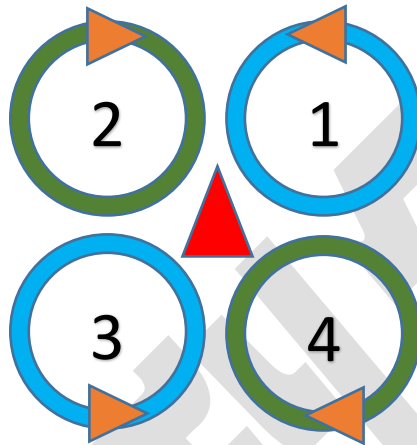
安装好所有电机后，通电，解锁，推油门让电机开始旋转，然后让飞机倾斜，确认处于低处的电机转速上升，高处的电机转速下降，四个方向都确认一遍。注意，测试过程中，不得水平旋转飞行器，否则会造成对角两个电机转速快，另外两个电机转速慢的现象。

确认完所有电机后，**分别根据不同电机的转向（如下图），安装相应螺旋桨，保证每个螺旋桨都向下吹风。**

注意：

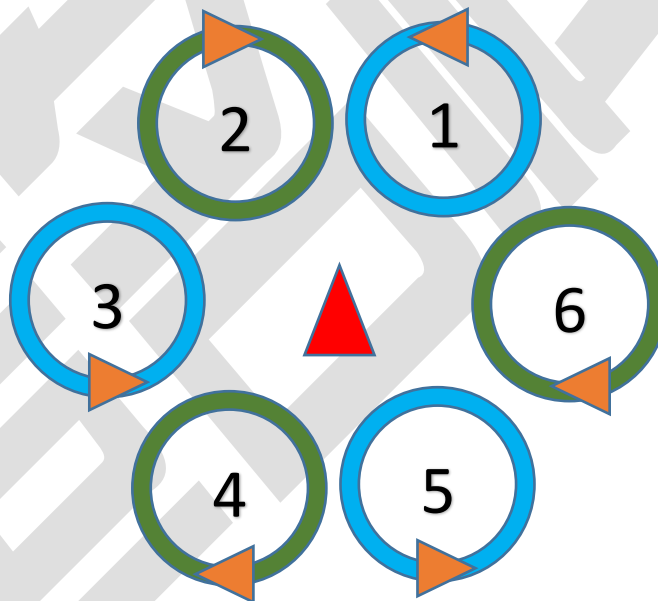
- 1、无刷电机动力很足，电机转动时切记做好保护措施，切记！
- 2、刚开始调试时，尽量使用辅助工具对飞机进行一定固定，比如使用相机用的万向云台固定飞机，防止飞机失控乱飞，我们推荐使用万向云台制作一个调试平台，相关教程请看视频。（优酷搜索关键字：匿名四轴 万向云台）

四轴模式：



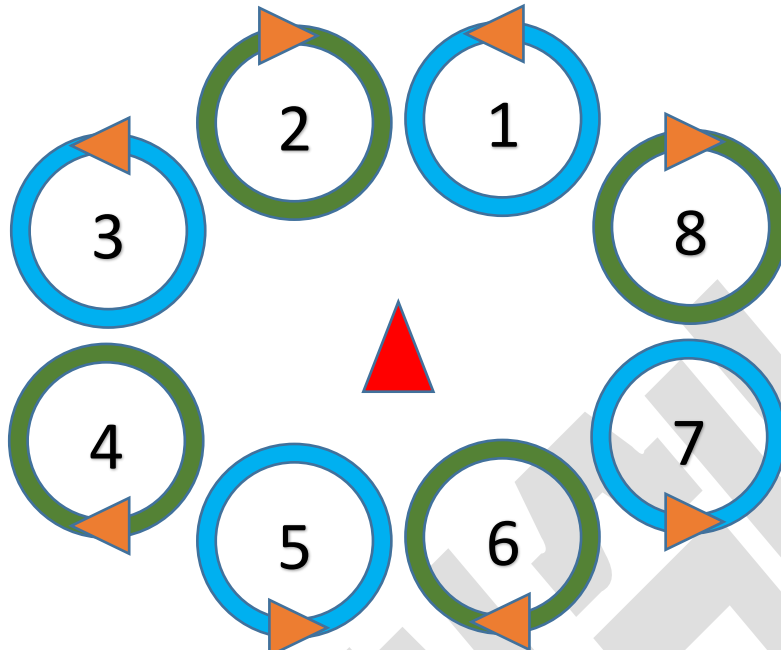
图：电机分布及螺旋桨转动方向

六轴模式：



图：电机分布及螺旋桨转动方向

八轴模式：



图：电机分布及螺旋桨转动方向

飞控解锁方法：

拓空者飞控的解锁方法 1：油门摇杆打到右下方（对应通道值 THR 在 1100 以下，YAW 在 1900 以上），同时方向摇杆打到左下（对应通道值 ROL 在 1100 以下，PIT 在 1100 以下）。(俗称内八字)

拓空者飞控的解锁方法 2：油门摇杆打到左下方（对应通道值 THR 在 1100 以下，YAW 在 1100 以下），同时方向摇杆打到右下（对应通道值 ROL 在 1900 以上，PIT 在 1100 以下）。(俗称外八字)

拓空者飞控加锁方法：在解锁状态下，进行如上操作（内八或外八），飞控会锁定。

注意：解锁试飞前，一定要确认接收机连接是否正在，遥控通道值变化是否和定义相同，电机连接顺序是否正确，螺旋桨风向是否向下，有任何错误，都可能造成炸机。拓空者若启用了解锁急速功能，解锁后，电机将按照 1、2、3、4 顺序启动，用以确认电机序号是否正确。

飞控起飞前工作：

当组装好飞行器相关硬件后，试飞前，需要进行相关参数的配置，才可以进行试飞。

第 1 步：加速度计校准

本步骤相当关键，直接影响飞行器的飞行效果。飞机进行加速度校准前，一定要保持机身水平，也就是所有螺旋桨中心（电机轴）位置，和水平地面平行，必须放置于静止地面，严禁放在有抖动的物体上进行校准。（如果有条件，尽量用气泡水平仪来验证飞行器、飞控的水平角度，只有当校准时，飞行器 4 个螺旋桨的平面与水平面平行，并且飞控安装角度与水平面平行，才有最好的飞行效果）

校准方法 1：确认机身水平静止后，连接飞控至电脑上位机，点击上位机飞控设置界面的加速度计校准按钮，飞控 PMU 白色闪烁，直至校准结束。

校准方法 2：确认机身水平静止后，在飞控加锁状态下，左右摇杆同时打到右下方（THR<1100,YAW>1900,ROL>1900,PIT<1100），飞控 PMU 开始白色闪烁，表示校准开始。

本校准工作生成的参数会保存至飞控，并不用每次飞行前都需要校准加速度。当飞控重新安装或者飞行器进行过硬件调整后，需要重新进行加速度校准工作。

小经验：

飞控水平，螺旋桨水平 >>>> 效果最佳；

飞控水平，螺旋桨不水平 >>> 效果不良，飞机姿态会不水平，飞机水平方向持续固定方向漂移；

飞控不水平，螺旋桨水平 >>> 效果不良，飞机控制悬停时影响不大，但动态下会增大各种类型的漂移；

飞控不水平，螺旋桨不水平 >>> 效果最差。悬停不好，动态不好。

第 2 步：磁罗盘校准

本步骤相当关键，直接影响飞行器的飞行效果。经常校准可以使指南针工作在最佳状态。

校准方法 1：使用上位机飞控设置界面的罗盘校准按钮触发校准。

校准方法 2：飞控在加锁状态，将油门摇杆拉到最低保持（ $THR < 1100$ ），此时，快速上下拨动右摇杆（PIT 最低、最高往复）6 次，飞控进入罗盘校准功能。

校准步骤：

1：触发校准后，若飞控未水平，PMU 黄色快闪，提示将飞行器水平放置

2：飞控水平后，PMU 变为绿色呼吸，此时将飞机水平端在胸前，人原地顺时针旋转 360 度，期间需要保持飞机水平，如果旋转中出现异常，比如飞机未保持水平，则返回步骤 1

3：水平旋转完成后，PMU 变为紫色快闪，此时将飞机机头朝上，垂直端在胸前

4：飞机垂直后，PMU 变为蓝色呼吸，此时保持飞机垂直端于胸前，人原地逆时针旋转 360 度，若旋转过程中出现异常，比如未保持飞机垂直，则返回步骤 3

5：垂直旋转完成后，若 PMU 绿色常亮 2 秒，表示校准完成，若红色常亮 2 秒，表示校准失败，需要重新校准。

注意事项：

- (1) 请勿在强磁场区域校准，如磁矿、停车场、带有地下钢筋的建筑区域等。
- (2) 校准时请勿随身携带铁磁物质，如钥匙、手机等。
- (3) 请勿在大块金属附近校准。
- (4) 请勿在室内校准指南针。

第 3 步：设置重心偏移

本步骤十分不建议新手用户使用，本功能是为了进一步提升飞控性能，为已经熟练使用飞控系统的用户设计。

新手用户将本参数的 XYZ 偏移值都设置为 0 即可，也可以有非常好的飞行效果。

设置方法：

以飞控 20602 传感器为坐标原点，建立匿名坐标系（机头为 x 正，左侧为 y 正，天为 z 正），飞机重心的位置，即为重心校准参数的 X、Y、Z 参数。

第 4 步：设置其他参数

1：根据所使用的电池，设置合适的报警电压、返航电压、降落电压。具体电压值可以咨询电池厂家。

推荐报警电压：单节 3.7V（对应 3S 电池 11.1V）

推荐返航电压：单节 3.6V（目前未使用）

推荐降落电压：单节 3.5V（低于此电压，飞行器自动降落）

飞控基本操作方法：

匿名拓空者飞控板载高精度气压计，并且配合完善的定高源码，可以实现稳定的定高功能。所以飞控默认开启定高，同时配合匿名激光测距模块，可以实现激光+气压计智能定高模式。（此模式不用手动开机，飞控在开机时会自动判断，如果开机时激光测距模块已经正确连接，飞控会自动进入融合智能定高模式）

定高模式下，最好使用油门摇杆自动回中的遥控器。此模式下油门摇杆不直接控制占空比输出量，油门摇杆控制上升、下降的速度。当油门摇杆高于 50% 也就是 1500 时，飞行器上升，当油门摇杆低于 50% 也就是 1500 时，飞行器下降，当油门等于 50% 时，飞行器保持当前高度。（1500 上下设置有死区）

激光定高模块连接方法：

匿名激光定高模块通过飞控附赠的串口 4p 线连接于飞控串口 3。

注意，必须在飞控关机状态下连接，连接好后，飞控上电，通过上位机可以看出附加高度值，即为激光测距输出。

注意，激光定高模式不用用户手动打开，当正确连接激光测距模块后，在激光有效范围内，飞控会自动判断激光测距数据有效性，在有效范围内会自动使用激光定高。当超出激光测距有效范围后，自动切换为气压定高。

6、光流定点模式

本模式只支持配套使用匿名光流模块。

1、光流模块安装：

匿名光流模块安装方法请参考匿名光流模块使用手册，注意安装方向一定要正确，否则不仅无法实现定点，还会造成失控炸鸡。

最好使用六角尼龙柱将光流模块妥善固定于飞机机架上，注意摄像头距离地面应留有安全距离，防止降落时压到摄像头等设备，造成损坏。

注意不要遮挡光流模块的激光测距芯片，光流必须使用此测距信息进行融合解算，同时保持激光测距模块接收、发射孔的清洁。

通过飞控配送的 4p 串口线，将光流模块连接至拓空者飞控串口 4。

2、光流模块校准：

光流模块妥善固定好后，再进行光流模块校准工作，如果光流模块有任何安装变化，请重新进行光流模块校准工作。（注意，是光流模块校准，不是飞控校准）

光流模块校准方法请参考匿名光流模块使用手册。

3、光流模块配置：

匿名光流模块需要打开融合后光流数据和原始高度数据的输出功能（重要）。

匿名光流模块串口波特率配置为 500000。

4、飞控模式配置：

飞控使用 AUX1 辅助通道来设置飞控的飞行模式。

当 AUX1 小于 1100，飞控为姿态控制模式，此时由遥控器控制飞机的姿态，进行姿态飞行。

当 AUX1 在 1500 左右，飞控为光流定点模式，此时若光流模块连接正常、光流数据输出正常，则飞控进入光流定点模式。若此时光流数据异常，则飞控自动切换为姿态控制模式。

5、注意事项：

- 1、光流定点依靠的是摄像头采集的图像进行光流算法，从而输出水平速度值。所以地面不能是纯色无花纹，纹理清晰的地面光流效果较好。
- 2、光流受算法原理所限，输出的是水平速度值，不是位置，需要对速度进行积分求位移，这就造成长时积分误差，也就是说光流模块最多只能做到近似定点，长时间还会有漂移的存在。同时也决定，光流只适合用来定点，不适合用来导航。
- 3、光流效果和光照条件有关，请在光线明亮处使用。
- 4、光流融合算法必须融合高度值，光流模块测高范围小于 2 米，故高于 2 米后，光流模块会失去作用。
- 5、光流模块安装时不能距离地面太近，最好留有 10 厘米以上距离，因光流融合需要距离信息，距离太近会影响融合。如果实在无法实现距离地面 10cm 以上，也可以使用，此时可以等飞机起飞稳定后，再进入光流定点模式。

灯光信息

状态	灯光	注释
开机静止前	白色快闪	开机后默认状态，飞机正常初始化完毕，并静止后（尽量水平，但不必须），进入正常状态
传感器故障	红色短闪+长间隔	20602：快闪 2 次，8975：快闪 3 次，spl06：快闪 4 次
解锁前	白色短闪+长间隔	闪烁次数 1-3，分别代表飞行模式 1、2、3
解锁后	绿色短闪+长间隔	闪烁次数 1-3，分别代表飞行模式 1、2、3
罗盘校准步骤 1	黄色快闪	罗盘校准第一步提示，请将飞机放平，自动进入步骤 2
罗盘校准步骤 2	绿色呼吸	水平旋转提示，绿色呼吸期间，飞机水平端在胸前，人原地顺时针转 360 度，若过程出错，比如水平倾斜太大，会返回步骤 1
罗盘校准步骤 3	紫色快闪	水平旋转完成标志，此时将飞机机头朝向天空，自动进入步骤 4
罗盘校准步骤 4	蓝色呼吸	垂直旋转提示，蓝色呼吸期间，飞机机头朝上端在胸前，人原地逆时针转 360 度，若过程出错，比如没有保持机身垂直，会返回步骤 3
罗盘校准完毕	红色/绿色	常亮 2 秒，红色表示校准失败，绿色标识校准成功
低压报警	红色短闪+短间隔	高频红色闪烁，表示电压低于报警电压
失控	红色呼吸	遥控接收机异常，飞机进入失控状态
激光测距激活	蓝色闪亮	飞控开机时会判断激光模块连接是否正常，进入激光定高模式蓝色闪 2 次
光流数据有效	蓝色闪亮	当融合后光流数据输出正常时，进入光流定点模式，蓝色闪 1 次
激光测距失效	红色闪亮	如果超过激光测距有效距离，飞控自动推出激光定高模式，红色闪烁 2 次
光流数据失效	红色闪亮	光流模块输出的光流融合数据异常时，飞控退出光流定点模式，恢复姿态遥控模式，红色闪 1 次