

# 基于 Pixhawk 控制器的四轴四旋翼无人机组装与调试

李晓妮 顾绮芳

无锡城市职业技术学院工业互联网学院, 中国·江苏 无锡 214101

**摘要:** 论文详细介绍了基于 Pixhawk 控制器的四轴四旋翼无人机的组装与调试。通过描述无人机的机架、动力系统、控制系统的组装步骤以及飞控调试等方面的研究, 实现了 500 轴距四轴四旋翼无人机的制作。飞行结果表明, 该无人机能够满足飞行控制要求, 实现稳定飞行。

**关键词:** PIXhawk 控制器; 四轴四旋翼无人机; 组装; 调试

## Assembly and Debugging of Quadcopter Unmanned Aerial Vehicle Based on Pixhawk Controller

Xiaowei Li Qifang Gu

Wuxi City Vocational and Technical College Industrial Internet College, Wuxi, Jiangsu, 214101, China

**Abstract:** This paper provides a detailed introduction to the assembly and debugging of a quadcopter unmanned aerial vehicle based on Pixhawk controller. By describing the assembly steps of the drone's frame, power system, control system, and flight control debugging, the production of a 500 wheelbase quadcopter drone has been achieved. The flight results indicate that the drone can meet the flight control requirements and achieve stable flight.

**Keywords:** PIXhawk controller; quadcopter unmanned aerial vehicle; assemble; debugging

### 1 引言

四轴四旋翼无人机因其结构简单、机动性强等特点, 在航拍、农业植保、物流配送等领域得到了广泛应用。PIXhawk 控制器作为一款开源的高性能飞控系统, 为无人机的稳定控制提供了有力支持。论文旨在设计一款基于 PIXhawk 控制器的四轴四旋翼无人机, 以满足飞行任务需求。

### 2 四轴四旋翼无人机的材料清单

选择轻质高强度的碳纤维材料制作机架, 确保机身结构的稳定性和轻量化。主要材料详情如表 1 所示。

表 1 500 轴距旋翼机主要材料清单

名称	数量	型号	参数
起落架	2	碳纤维材料	$\Phi 16 \times 240$
	4		$\Phi 10 \times 250$
中心板	2	74420DY274	SS20-606017-T
机臂	4	无	无
电调	1	20-3S LIPO	BEC 2A@5v
电机	4	A2212-13	980CCw
电池仓	1	无	无
电流计	1	A400	AC100-240v
桨叶	4	9450R	9450L
电池	1	11.1v-35c	4000HAM
接收机	1	FSIA6B	带 PPM 转换器
GPS 支架	1	无	无
安全开关	1	无	无
蜂鸣器	1	无	无

### 3 安装流程

#### 3.1 安装起落架

起落架与中心板的安装需要找对孔位, 孔位一定要安装正确。中心板安装的时候需要将中心板的插头朝下, 避免电调等后续安装出现障碍问题。

#### 3.2 安装电调

电调带香蕉头一端连接电机, 带红黑电源线一端连接中心板。先将电调区分连接中心板的一端。将电烙铁加热, 将电调的正负极焊接到中心板的正负极 (注意焊接中心板的电源插头在起落架下方, 焊接过程先将锡打到焊盘上, 再将导线焊接成光滑的小球)。要注意避让电机臂, 不能妨碍下一步电极臂的正常安装, 电极臂中间预留电调线和信号线通口。

#### 3.3 安装电机

四旋翼无人机包含 4 个电机, 取出电机的时候仔细查看电机的旋转方向, 应该是两个 CW, 表示顺时针旋转电机; 两个 CCW 电机, 表示逆时针旋转电机。电机线从电机座下方穿过, 电机和电机座下方的孔位对好之后, 用螺丝对角拧紧, 四个电机全部安装在机臂之后, 安装位置如图 1 所示。

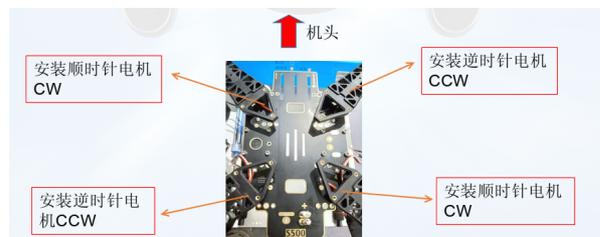


图 1 电机臂与中心版安装示意图

### 3.4 安装电池架

将工型胶圈放入电池连接件中,准备四个。将装好的连接件穿进连接杆,间距可以随意但是要大体在中心点两端。电池碳板用四颗沉头螺钉固定在连接架上。将组装好的电池架安装到起落架的下方位置,孔位固定,拧紧即可,电池架就已经安装完成。

### 3.5 飞控安装

因为飞控是有方向的,在安装的时候一定要注意方向和位置,方向与机头的方向一致,位置最好放在飞机的中心位置,飞控的箭头和中心上板的箭头一致表示方向正确。在放置飞控的时候,因为飞控与中心上板有螺钉并不能完全放在中心位置,所以需要在向机头方向移动避开螺钉固定在中心板上。

### 3.6 GPS 安装

安装 GPS 支架,先找到支架的位置,支架的十字槽口对准中心板的孔位,放置好后再用带螺帽的螺丝从上往下拧紧。GPS 支架的位置尽量向外移动,这样可以避免飞控对 GPS 的信号干扰。

### 3.7 接收机安装

富斯遥控器所配接收机为 FS-1A6B 接收机,要配合 PPM 转换器与飞控连接,连接接收机就是一一对应(如转换器的 GND 和 5V 连接接收机的 CH1 端口并供电,其余通道按顺序连接即可)。

### 3.8 接收机连接飞控

接收机和转换器连接正确之后就可以连接飞控,先将转换器的另一端,连接飞控的 RCIN 端口。连接完毕之后对接收机和转换器进行固定,先选择等大小的 3M 胶对接收机粘在中心板的上侧合适的位置。转换器黏贴在合适的位置,方便线的插入。接收机的信号线聚在一起信号强度不高,所以为了避免信号不良,应该将接收机的信号线分开布置。

### 3.9 电调信号连接飞控

先将电调线统一捋到机尾,这个时候需要记住是哪个电调线对应的方向的电调。将电调线分清楚了①②③④,信号线在左上角就是③号线,需要连接飞控的 MAIN 端口三号线接口,剩下的以此连接飞控,注意白色是信号线。对信号线路进行整理美化, S500 四轴无人机就安装完成了。

## 4 PIXhawk 控制器与机载传感器

### 4.1 Pixhawk 控制器

Pixhawk 是一款无人机控制系统,可运行 PX4 及 APM 环境。支持包括:固定翼、多旋翼(3-8 旋翼)、直升机、垂直起降无人机 VTOL、无人车、无人船等多种机型,是世界上最出名的开源飞控硬件厂商 3DR 推出的开源飞控。

### 4.2 主要传感器

飞行控制器主要包括加速度计 IMU(惯性测量单元)、气压计等部件。IMU(惯性测量单元)由三轴陀螺仪、三轴

加速度计和三轴地磁传感器组成,是主要用来检测和测量加速度与旋转运动的传感器。这些传感器能感知无人机在空中的姿态、位置和运动状态,是无人机飞行控制的基石。

#### 4.2.1 陀螺仪

陀螺仪是一种用于测量和维持方向的装置,其核心部件是一个高速旋转的陀螺,通过三个灵活连接的轴固定于一个框架内。不论外部框架如何移动,旋转的陀螺由于角动量守恒,能够保持其原始方向。安装在三个轴上的传感器可以精确检测并计算框架的旋转角度和速度。在航空器的自动控制系统中,陀螺仪充当角速度传感器,监测飞行器的俯仰、翻滚和偏航运动。

#### 4.2.2 加速度计

加速度计即速度的变化量和方向,在无人机的飞行控制系统中起着关键作用,它测量和分析无人机沿三维空间轴线的加速度,为飞控系统提供了比较精确的动态反馈。尽管加速度计对于飞控系统的稳定和可靠性至关重要,但在高振动环境下,它的性能可能会受到噪声的干扰,从而影响数据的准确性。

#### 4.2.3 磁力计

通过霍尔效应来测量磁场的强度,根据地磁向量,求出飞行器与磁场的夹角。由于地磁磁场太过微弱,只有 0.5 高斯,所以很容易受到外界干扰,数据变化较大。一般将地磁干扰分成硬磁干扰和软磁干扰两种。硬磁干扰:认为是飞行器上被磁化的物质所产生的,一般干扰是一个固定值,不随着航向的变化而变化。

软磁干扰:认为是地磁磁场与飞行器周围的磁化物质相互作用而产生的,这个干扰数值通常不是一个固定值,与航向有关。

#### 4.2.4 气压计

气压计运作的原理,就是利用大气压力换算出高度。压力传感器能侦测地球的大气压力。由气压计所提供的数据能协助无人机导航,上升到所需的高度。准确估计上升与下降速度,对无人机飞行控制来说相当重要。意法半导体已推出 LPS22HD 压力传感器,数据速率达 200Hz 可满足预测高度时的需求。

## 5 飞控调试

### 5.1 Mission Planner 1.3.7 基本情况

新版 Mission Planner 已将大部分菜单汉化,非常贴合国情。主界面左上方为八个主菜单按钮,飞行数据实时显示飞行姿态与数据;飞行计划是任务规划菜单;初始设置用于固件的安装与升级以及一些基本设置;配置调试包含了详尽的 PID 调节,参数调整等菜单;模拟是给 PIXHAWK 刷入特定的模拟器固件后,将 PIXHAWK 作为一个模拟器在电脑上模拟飞行使用;终端是一个类似 DOS 环境的命令行调试窗口,功能非常强大。主界面右上方是端口选择、波特率以及

连接 / 断开按钮 (connect/disconnect)。

## 5.2 Pixhawk 的校准

### 5.2.1 连接飞控

当我们对 MP 进行固件加载和升级完成后, 就可以对飞控进行校准了, 首先要做的是三件事: 一是遥控输入校准, 二是加速度校准, 三是罗盘校准。如果这三件事不做, 后续的解锁是不能进行的, MP 的姿态界面上也会不断弹出红色提示。

### 5.2.2 加速度计校准

首先把飞控放平, 点击校准加速度计, 当机子装好之后再再将飞控制于机子上需重新校准, 这样校准好再装到飞机上很容易, 由于 PIX 与飞机之间的安装不水平导致当飞机水平放置的时候 PIX 认为不是水平的, 结果还是要在飞机上重新校准一次), 一次完成水平向左、向右、向前、向后、向背的校准操作。每步操作均有提示, 完成后提示校准成功。

### 5.2.3 指南针校准

罗盘校准的页面也跟上面的加速度校准一样在同一个菜单下, 点击 Installsetup (初始设置) 下的 Mandatory Hardware 菜单, 选择 Compass 菜单, 勾选对应的设置以后点击 Live Calibrat (现场校准), 飞控版本不同校准页面显示不同, 有球状体显示或者流程条指示。

### 5.2.4 遥控器校准

首先对码:

①按住遥控 (型号为 FLY S-) 上的 BLIN 键, 打开电源, 出现对码中——状态。

②接收机对码线接在 B/VCC 端子, 然后接收机供电。

③出现对码成功, 如果不出现, 多操作几次。

Radio Calibration 然后点击初始设置下的 Radio Calibration, 然后点击校准遥控, 再点击 OK 就开始对遥控器校准了。

### 5.2.5 电调的校准

电子调速器负责使电机运行在飞控 (即 APM、PX4 或 Pixhawk) 所请求的旋转速度, 这样电调才能知道飞控发出的最小与最大的 PWM 值。

①打开发射机, 并将油门摇杆置于最大。

②连接锂电池。APM 上的红、蓝、黄 LED 灯会以循环模式亮起。这说明 APM 已准备好在下一次再连接时进入电调校准模式。

③油门依然保持高, 断开然后重新连接锂电池。APM 现在进入了电调校准模式, 并让油门通过它直达电调 (你可能会注意到红色和蓝色的 LED 的灯交替闪烁, 就像警车一样)。PX4 或 Pixhawk 另外需要按下安全按钮。

④等待电调发出音乐声, “哔” 音数量通常表明电池

芯数 (即 3S 为 3 声, 4S 为 4 声), 接下来另外两个 “哔” 音表示最大油门已被捕获。把发射机油门拉到最小。电调接下来会发出长音表示最小油门已被捕获, 校准已完成。可以尝试试飞, 试飞前检查电池电量, 机身是否紧固等, 然后在飞行网或者室外空旷的地区进行试飞操作, 本次试飞控制情况良好, 图 2 是离地飞行的无人机。



图 2 试飞中的无人机

## 6 结语

论文成功设计并实现了基于 PIXhawk 控制器的四轴四旋翼无人机组装与调试。通过合理的机械结构组装、动力系统配置、控制系统优化和软件系统调试, 无人机实现了稳定可靠的飞行。组装调试过程结合工匠精神, 体现了专业课程思政渗入, 未来可进一步优化设计, 拓展其应用领域, 为相关领域的发展提供有力支持。

### 参考文献:

- [1] 黄芳艳,刘永福,林镇滔,等.基于四旋翼无人机的组装与调试研究[J].科技与创新,2019(16):38-39.
- [2] 白虑召.基于PIXHAWK四旋翼无人机飞控算法的研究[D].石家庄:河北科技大学,2022.
- [3] 卢孟常.Pixhawk飞控在无人机中的应用研究[J].信息记录材料, 2021,22(5):151-153.
- [4] 邱鹏瑞,袁希平.基于Pixhawk的四旋翼无人机光流改进算法研究[J].微型电脑应用,2018,34(7):6-9.
- [5] 蓝波,吴昊,郭清才,等.基于超声波传感器的四旋翼飞行器室内定位与控制[J].电子设计工程,2018,26(5):141-145.

课题项目: 2021 年校级 “课程思政” 示范课程项目 (项目编号: 0530605020)。