

RoboMaster 2019 空中机器人机架开源文档

RoboMaster 2018 全国大学生机器人大赛中，空中机器人大显神威，在战场中起到了至关重要的作用，有时甚至是决定比赛胜负的关键角色。2019 年的比赛中，我们将继续凸显空中机器人的重要战略地位，给予它更强大的火力输出。因此，我们尝试采用了拥有更大载重和动力的机架结构，现开源机架方案供大家参考。

一、空中机器人方案概述



图 1 空中机器人三维图纸



图 2 空中机器人实物拍摄

空中机器人规格参数	
规格	参数
外形尺寸 mm (长 x 宽 x 高)	1200 X 1200 X 750 (保护杆高于桨平面 300mm)
重量 Kg	9.7 (TB47D/不含弹丸/带裁判系统)

1. 动力系统：相比于 2018 年的空中机器人方案，本方案更换采用了 E2000 Pro 动力系统，E2000 动力系统 Pro 版电调集中在电机下方，比较节省空间和重量。E2000 动力系统单轴最大拉力为 5.1Kg，由于此需要 48V 的电压驱动，本方案中也搭载了 4 块 *DJI TB47D/TB48D* 电池。

2. 导航控制系统：采用了 N3 飞控配合 Guidance 的导航控制系统。

3. 云台系统：Yaw 轴电机采用 6020 云台电机进行驱动，Pitch 轴电机采用 GM3510 电机进行调控，摩擦轮发射电机采用 snail 电机驱动，拨弹轮采用 2006 电机进行驱动。

E2000 Pro 动力系统下飞行时间测试数据				
起飞重量	推重比	极限飞行时长 (TB47D)	极限飞行时长 (TB48D)	备注
11.2Kg	1.82	10 分 10 秒	11 分 30 秒	飞机重量为 9.2Kg； 不含裁判系统和弹丸重量。
12.7Kg (携带配重 进行测试)	1.61	7 分 02 秒	7 分 12 秒	12.7Kg 接近飞机载重的极限值，此时动力电机发热严重，电压波动大，电路效率低； 此时飞机重量 10.35Kg，规则限重为 10Kg，采用 E2000 Pro 动力系统的话，推荐重量为 9.5Kg 以下，即推重比大于 1.72。

注：空中机器人的机动性可以用推重比进行衡量，推重比越大，无人机的机动性能越好，一般推重比大于 2 的无人机具有较好的机动性。感兴趣的同学可以自行进行研究。

$$\text{推重比} = \frac{\text{动力系统的最大推力数值 (Kg)}}{\text{空中机器人起飞重量 (Kg)}}$$

二、电路部分须知

1. 连接框图

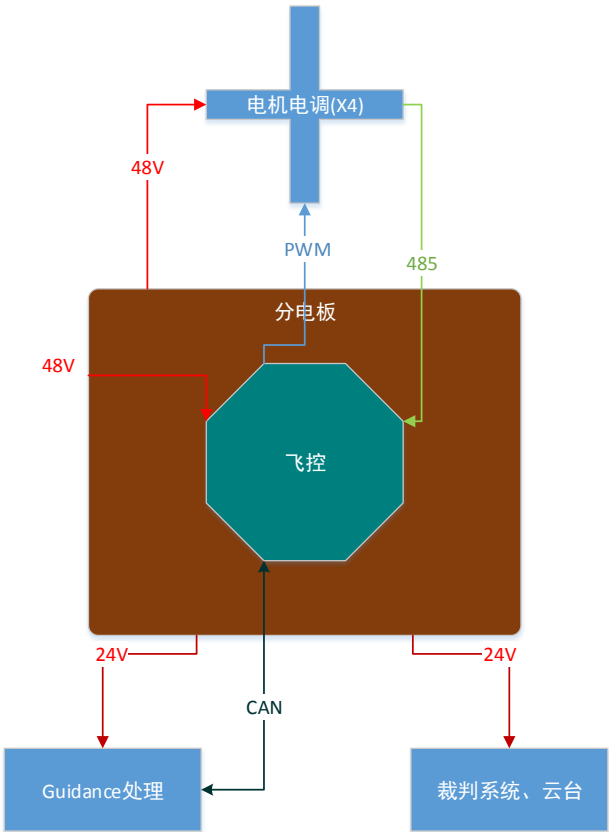


图 3 机架部分连接框图

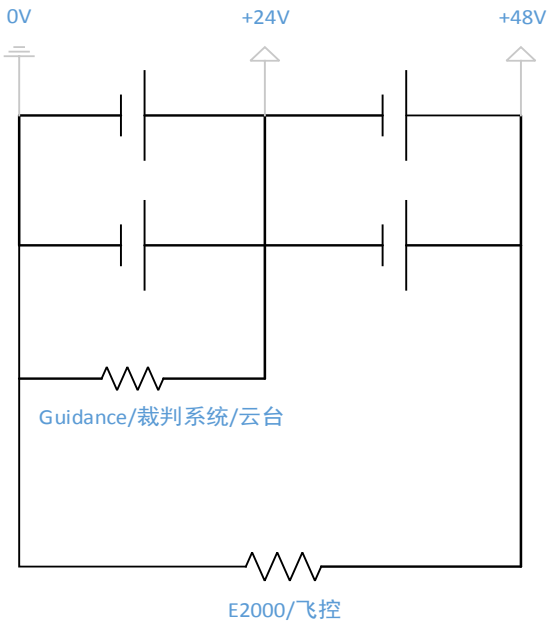


图 4 电源连接部分

整机电源由 4 块 TB47 或 48 电池组成，给 24V 及 48V 用电器供电，需要注意的是，24V 的用电器应该与 48V 用电器的 GND 电位保持一致，否则使用过程中两个元件地线之间产生电位差会出现问题。

建议大家根据电流大小自行设计 PCB，节约空间，或可到某宝搜索植保机的分电板进行使用。

- 24V 的用电器有 Guidance、裁判系统以及云台系统；
- 48V 的用电器包括桨叶电机以及飞控
(飞控用 48V 供电的原因是要测量电压)；

注：N3 不支持和 TB47 通信，只能使用测电压的方式测量电量。也不要尝试将不同电势电池的信号线接到一起。

2. 其他注意事项

- N3 与 Guidance 配合使用；
- Guidance 需要使用 1.4 版本的固件；
- N3 的固件应该没有硬性要求，2018 的固件和 2017 的固件都可，如尝试各种方法都失败可更新到最新的固件尝试；
- 建议大家把 RS 485 的 hub 用上，使电调和飞控有通信，并在飞控设置中开启 DJI 智能电调功能。

3. N3 与 Guidance 连线



图 5 N3 与 Guidance 连线图示 (左侧端子最右边一根接口不用连接)

使用前建议先标定 Guidance，标定好且 Guidance 与 N3 互相连接后，打开遥控器，如 N3 的 LED 灯效为双闪绿，则连接成功。如果灯效不对请检查线材以及重新标定。

三、机架安装须知

1. 机臂碳管定位孔用 2.5mm 光轴插入定位，用水平仪手动调整桨平。

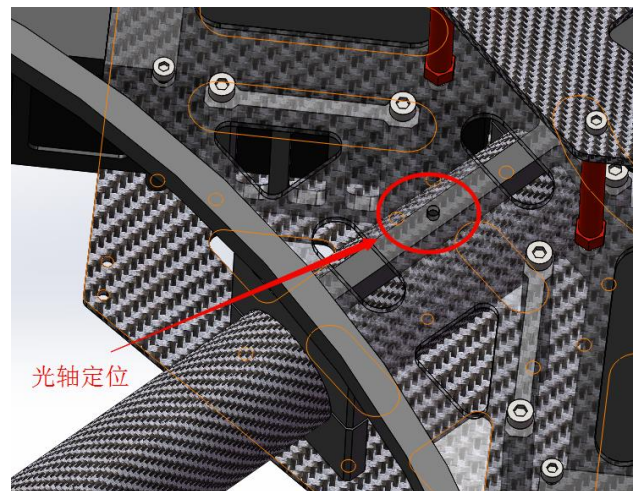


图 6 机臂定位孔位置图示

2. 机臂管夹上下夹紧，安装上下两层碳板时注意安装顺序。
3. 保护罩碳管和脚架碳管用胶水加固或打孔固定。
4. 机架空间较为封闭和狭窄，建议大家在设计机架的过程中考虑好走线路径和位置，避免装配中走弯路。
5. GPS 在室内虽然没有定位作用，但内部包含有指南针模块，不安装无法起飞，且对于大电流以及强磁的模块要留有一定距离，避免磁干扰。

四、安全注意事项

1. 改装后的空中机器人桨叶尺寸较大，为 21 寸，一定要先拆掉桨调试程序和桨平，避免出现安全问题。
2. 桨叶具有方向（CW 和 CCW），对角的桨叶方向一致，安装时一定要注意，不然会出现起飞机身翻覆的风险。
3. Guidance、电源板和 N3 模块发热相对较大，布线时一定要留足够空间，避免温度过高出现安全隐患。
4. 自行设计时尽量减少螺丝的安装，减轻重量，推荐飞机质量为 9.5Kg 以下

(不含裁判系统和弹丸), 如果载重比较大, 动力系统电机发热较严重, 动力系统效率低下, 影响续航。同时建议大家将重心尽量提高到桨平面, 否则飞行时不好进行控制, 飞机晃动较大。

5. 由于 21 寸桨尺寸和空气流量都很大, 在靠近墙边容易出现晃动, 建议大家在空旷地形和墙边都进行测试。

附录

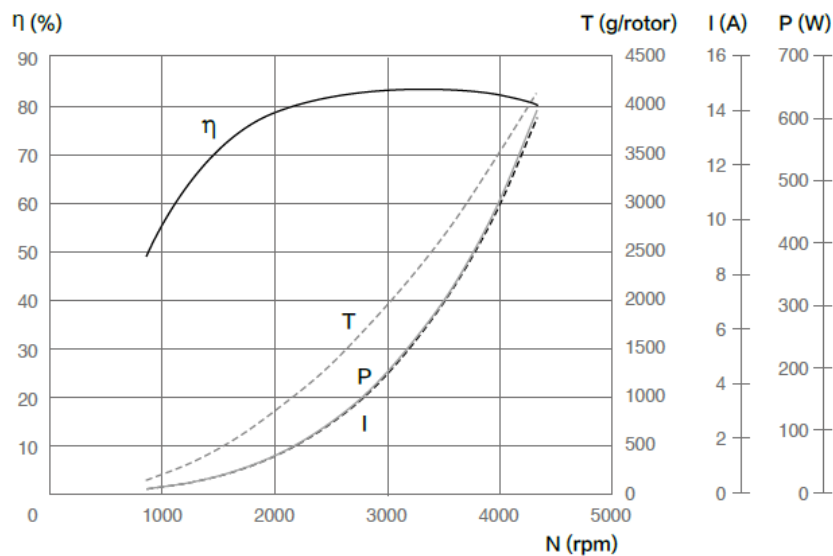
1. 参赛队预计采购物资统计表

物资名称	预估数量
N3飞控	1
Guidance套件	1
E2000 专业版套件	4
TB47D/48D电池	4
遥控器DT7&DR16	2
裁判系统套件 (测速模块、UWB、电源板、WIFI模块、激光、图传)	1
snail电机	0-2
snail电调	0-2
电源板	1
M2006电机	0-1
C610电调	0-1
6020电机 (含电调)	0-2
GM3510电机 (含电调)	0-1
开发板	0-1
红点激光器	0-1
妙算 (2) /Mini PC	0-1

附录 1 物资统计表

2. 续航计算参考

对于 E2000 动力系统，单个动力桨的工作曲线为：



η- 电效率, T- 拉力, I- 电流, P- 输入功率, N- 转速

以上数据均为电调输入电压 44.4 V、室温 25℃、海平面高度的环境下, 变化油门输入调节转速测得。

附录 2 E2000 工作曲线

(1) 计算续航的过程：

假设使用 TB47 电池，起飞重量 11kg。4 块 TB47 两组串联构成的电源可等同于一个 9000mAh 的 12s 电源（单块为 4500mAh），起飞重量 11kg，单轴负重为 2.75kg。

根据上图曲线，负重 2.75kg 的工况下，电流为 8A 左右，4 个电机的总电流在 32A 左右，整个电源在 32A 的放电下可工作。

$$\frac{9 \text{ Ah}}{32 \text{ A}} = 0.28 \text{ h} = 16.8 \text{ min}$$

(2) 测试问题反馈

因为飞机工作中有运动过程需要电机提供更大的升力消耗更多的电能，以及需要考虑云台、飞控、Guidance 的功耗，最终测得的飞行时间为 10min，约为计算结果的 60%，大家可以以此为参考。

注 1：负载为 11kg 时，电池可以消耗 80% 电量后才自动降落，而在 13kg 的负载下大约只能消耗 60% 的电量（发热导致电阻增大而分压），如果考虑到电池可消耗的容量，最终实测结果约为计算结果的 75%

注 2：电池的新旧程度以及电路结构的合理性也会对电压造成影响，建议大家设计过程中多考虑这些方面