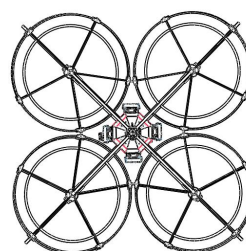
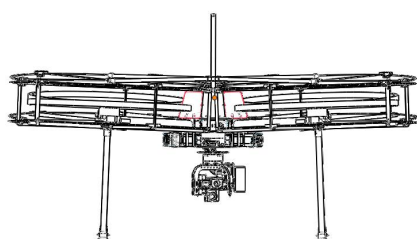
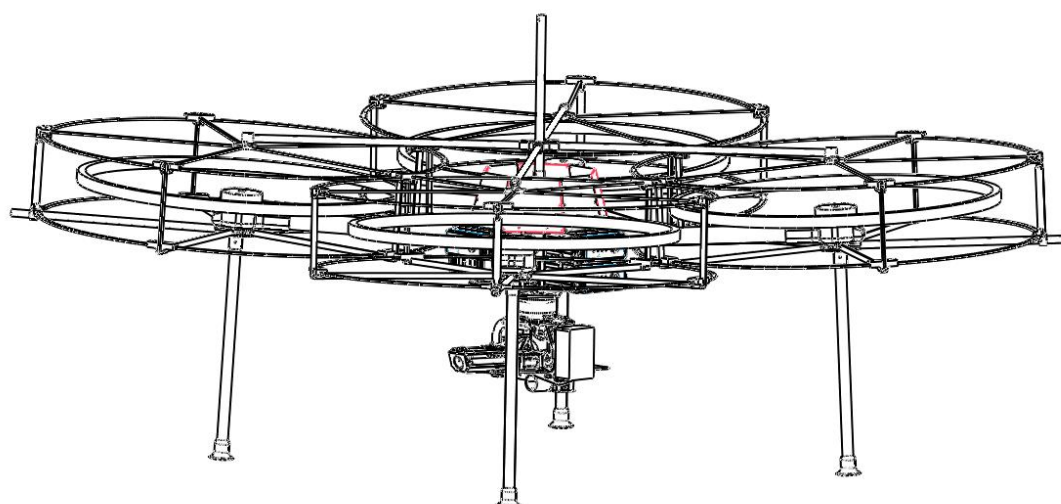


Bitzh Aerial

北理珠

空中机器人

设计汇总



免责声明

感谢您查看本文档，请仔细阅读本声明。本开源资料，仅供交流学习使用，不得用于任何商业行为，本文档阐述且仅阐述本飞机的设计原则与思路，不代表行业普遍设计原则。因观看本开源资料造成的任何损失，北理珠高巨毅恒战队不承担任何法律责任。

本文将按照以下顺序说明。

规则分析.....	
设计原则.....	
硬件部分.....	
效果展示.....	

规则分析

纵观 RM2021 规则，无人机的打击能力大幅被削弱，同时增加了能隔离大弹丸的全包围桨叶保护罩。从研发本兵种获得的收益的角度讲，相比 19 赛季，无疑是收益降低了。从研发本兵种的难度的角度讲，相比 20 赛季，无疑是难度增加了。所以，浅层次讲，在当前规则经济体系下，无人机的击打能力，直接受制于地面工程机器人的采矿能力，深层次讲，亦取决于地面单位的其他兵种的消费能力。所以，纵观本体系，无人机的性价比相比 19 赛季是低了很多。

但是，在 RM 赛场上，存在即合理，存在无人机这个角色，就一定有它的好处。今年无人机规则只对无人机是否发射弹丸做了限制，需要花费 300 金币才可呼叫空中支援，但并没有对于无人机是否起飞做要求，所以说，无人机可以全程在空中的。毫无疑问，无人机在空中飞着，对于敌方地面单位，也会产生一定的心里压力，当然，最重要的，是云台手可以给全队提供一个机动的上帝视角（即高空第三视角）。就是说，在安全绳允许的范围内，无人机可以到处跑路的，可以一目了然的看清全场战况，且经济允许的情况下，还可以随时呼叫空中支援，无疑，本赛季无人机亦是一个炙手可热的兵种。所以，本着长航时，稳悬停，急火力的原则，进行的本赛季无人机的研发。

设计原则

1. 长航时

对于无人机来讲，续航能力，取决于三点，一是取决于电池容量，再者是动力电机效率，三是负载大小。所以，分析 RM 无人机的状态可知，无人机绝大多数时间，都是在悬停状态，不需要大角度的进行姿态变换和急加速等等，负载就是一个云台发射机构和 500 发小弹丸。这两点已成定局，所以，本赛季从电池容量和桨叶效率进行动力系统的搭建。

无疑，选用 6 块 TB47S 电池，进行三三并连后再串联的经典方式，来合成一块标称 48V 的高容量电池，按照 DJI 生产的经纬 M600 无人机参数可得知，组合后的电池放电倍率，满足 15KG 级无人机的放电能力，所以，6 块 TB47S 电池是满足 RM 无人机的。

至于动力电机的效率，只能是选电机的时候参考生产厂家测试出来的真值表才可得出。经过层层筛选与对比，我们发现，在适配 17 寸到 28 寸桨叶范围的动力电机，同级别同尺寸相比，只有 DJI 生产的动力系统效率最高。根据本赛季的预算，我们无法选用 DJI 动力系统，故只能选用其他厂家生产的。所以，综合多方因素，选用好盈 X6 植保无人机电机，适配 23 寸桨叶，即 2388 桨，标准设计载荷单轴 3--5kg，相比 DJI E2000 的 2170 桨叶，是动力强劲了很多，但是效率略微低下，根据规则满载 15KG 计算，四轴状态下单轴悬停拉力除 4，得到理想悬停需要

3.75KG, 根据理想状态电池容量, 以及各种理想条件下, 不考虑桨保对于气流的损耗, 计算可得到一组电池可以悬停 20 分钟, 当然, 这是初步的理想计算, 实际肯定远远低于计算得到的航时的, 哪怕实际悬停时间砍半是 10 分钟, 对于 RM 战场 7 分钟来讲, 也是够全程起飞的。所以, 选用了当前配置。

无人机动力机架部分, 在保证刚性的情况下, 尽可能的轻, 是毫无疑问的, 所以, 在设计时候, 能减重的就减重, 为此, 我们省掉了分电板, 直接用焊线的方式, 进行电池和动力电机的连接, 不考虑拆卸的问题, 只求保证能轻则轻, 只求当时稳定 (即在 RM 战场上稳定), 同时, 省去复杂的机械结构。纵观行业普遍自组性质无人机, 都是中心板+管夹+机臂碳管, 所以, 依然采用经典的行业普遍性质无人机设计动力机架即可满足飞行要求。全包围桨叶保护罩, 在满足规则规定的不可进入 42MM 大弹丸的前提下, 要保证自身的形变不可与旋转的桨叶发生任何干涉, 所以, 网绷紧, 撑网结构刚性足够即可。无需大量铺设加强筋。参考 DJI Mavic 全包桨, 我们设计了五幅式保护罩, 类似于地笼 (一种捕鱼用具)。在附件效果展示里即可看到。

云台部分, 个人认为, 云台设计需要满足三大原则,

- 1 即每轴的重心, 要尽可能在控制本轴电机的中心线上,
- 2 云台本身的刚性需要满足控制需求。
- 3 云台尽可能的轻便。

所以，我们依然采用我们早已掌握的轻便式吊装云台设计，采用 BIM088 高性能陀螺仪进行闭环，即，用 STM32f103C8T6 进行角速度和角加速度的解算，得到相对角度，通过 can 通讯，发回主控板，进行相应的控制。32 芯片和 BMI088 在同一块 PCB 上，用 3M 减震胶贴到云台 P 轴板上，获得枪口的 P 轴和 YAW 轴姿态，这个解算方式有北理珠祖传详细底层代码，只需改动上次逻辑即可，在链接文档里面有。PCB 亦附上。

2. 稳悬停

在 RM 赛场上，无人机不同于其他形式的无人机，不需要穿越机的机动性，不需要航拍机的便携性。因为飞行平台需要搭载发射机构，所以在满足规则的前提下，悬停是最重要的。

纵观多轴飞行器，室外几乎都是采用 GPS+GNSS 定位，即采用卫星定位，但是在室内，卫星信号是没有的，只能通过其他方式定位，如开源最广的光流定位，在此不做赘述，因光流导航法据说容易出 BUG，所以我们直接抛弃光流定位法，而是直接采用 DJI 很成熟的视觉导航 Guidance。它的原理，即双目摄像头采集灰度图，两帧之间测速，超声波采集相对高度，融合本身陀螺仪，得到精准的位置信息。这已经是 DJI 玩转的很溜的技术了，DJI 消费级飞行产品几乎全系配备，Guidance 是作为此技术的一款单独的产品，我们无需知道其底

层算法逻辑，只需要使用 Guidance 采集的数据即可。所以飞行定位系统，依然采用祖传 Guidance。

飞行控制系统，纵观所有品牌以及用户评测，无疑，DJI 生产的飞行控制系统是用户评价最稳定最优质的，故，我们依然采用 DJI 生产的 N3 飞行控制器。当然也有更加高质量的 A3 飞行控制器，但对于 RM 来讲，N3 已经足够满足需求。DJI N3 配合 Guidance 是一个近乎完美的组合。

3. 急火力

对于 30 秒内打完 500 发弹丸来讲，射频即 17 发每秒。但是，发射电机开机自检，需要 3S 的时间，所以，射频必须拉到 20 左右，才可勇敢的保证尽可能的击打出 500 发弹丸，所以，射频高依旧是不变的技术点，这个大家都相对成熟，在此不做赘述。

硬件部分

飞行器供电为标称 48V，实际满电电压为 $4.35V \times 12 = 52.2V$

按照常规做法，可以取 0---24V 电池作为裁判系统和发射机构的供电，但是，这样会造成 0--24V 端电池耗电加剧，根据木桶原理，会影响整组无人机电池的续航。所以，我们 24V 取电方式采用总电池组电压进行降压，即使用 48v 降压 24V。采用 LM5116 BUCK 电路，此芯片耐压 100V，可做到 10A 电流。经过测试，两轴云台电机 GM6020 堵转最大电流是 3.5A 左右，所以，两轴最大 7A，加上摩擦轮 20 射频下 28m/s 射速下，以及视觉导航模块和裁判系统耗电，

最恶劣的情况以及超过 10A，所以，我们采用两个 LM5116 降压模块并联输出的方式，给裁判系统以及后面发射机构供电。

摩擦轮采用经典的 Snail2305 穿越机电机，使用原配 430R 电调。

由于摩擦轮电机是给 PWM 信号即可转动，无法获得速度反馈，所以，掉速取决于负载和供电电压，理想状态弹丸负载连续且不变，所以，需要保证电压稳定即可，在此采用 430R 最大允许供电，即 17.4V。我们直接使用 LM5116，做 48V 降压 17V。不受 24V 负载波动影响。同等输出功率下，电压越高，电流越小，电流小无论是对于线路也好，对于电路也好，都是友好的，所以在此尽可能提高电压。

云台主控板采用北理珠自主设计开发的 STM32f407vet6 主控板，陀螺仪使用北理珠自主研发设计并解算角度的 STM32f103c8t6 博世 BMI088 版本。

效果展示

文件附有测试与开发调试过程的视频，供大家直观的观看开发过程，欲了解更多详情请以及算法资料，欢迎+VX