

V1.0



Use a 30-32 mm outer diameter and
unconstrained center hole. Do
not include O-ring. Ensure the
mounting hole is clean and free of
debris.



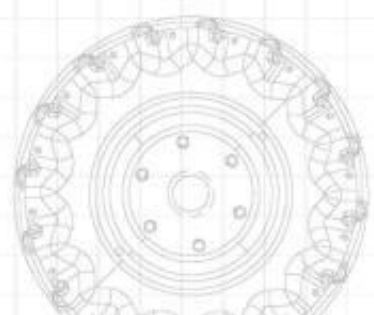
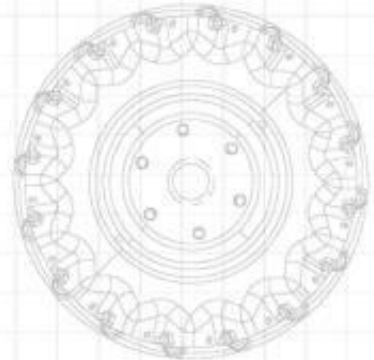
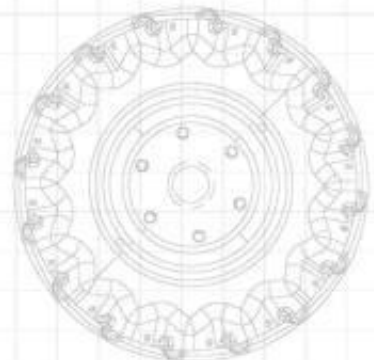
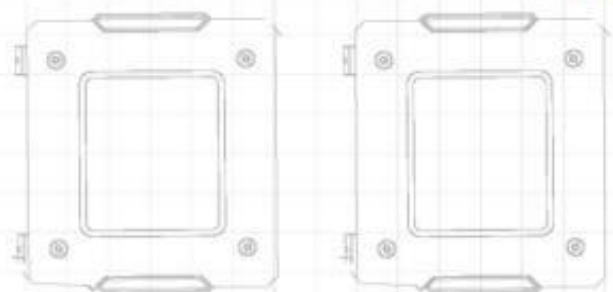
Substrate material for the
robot's chassis. Use a material with
high strength and low weight.
Ensure the material is clean and
free of debris.

Before using the substrate, please
ensure the surface is clean and
free of debris.

Use a 30-32 mm outer diameter and
unconstrained center hole. Do
not include O-ring. Ensure the
mounting hole is clean and free of
debris.

第二十一届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2022 西北工业大学WMI战队高校单项赛

赛季规划



目录

1. 规则技术点分析	2
2. 技术方案分析	2
2.1 机械结构方案设计	2
2.2 硬件方案设计	3
2.2.1 硬件整体框图	3
2.2.2 单板硬件说明	4
2.2.3 重要传感器选型说明	4
2.3 软件方案设计	4
2.3.1 电控	4
2.3.2 视觉	5
2.4 算法方案设计	5
2.5 测试方案设计	6
3. 项目进度计划	6
4. 赛季人力安排	7
4.1 团队人力安排	7
4.2 团队架构设计	7
4.3 团队建设思路	7
5. 预算分析	8
5.1 预算估计	8
5.2 资金筹措计划	8
6. 技术方案分析参考文献	9

1. 规则技术点分析

在之前赛季的经验积累下，各学校在飞镖打靶技术上都有了一定基础，2022 赛季规则变化不大，目前要在各校既有经验下取得优势，一是要提高飞镖初始飞行姿态和飞行轨道的稳定性，二是实现制导。

飞镖打靶首先确保对前哨站攻击的准确性，在各方面满足对前哨站攻击有效后，才能进行对基地的进一步攻击。其次在满足飞镖制导要求的前提下，尽量减轻飞镖镖体重量，缩减不必要的空间和尺寸，这有利于飞镖在飞行过程中姿态调整的快速响应和后续开发改进。

相较于上赛季飞镖打靶单项赛允许雷达上场，在首要确保飞镖精准度和稳定性的前提下可以考虑雷达反馈发射结果辅助调整发射角度。

基地和前哨站位置与上赛季相比发生未改变，飞镖打击基地和前哨站的难度较大但收益较大。而基地和前哨站的位置未曾发生改变给予飞镖的命中提供了可能性，所以可以通过简单的理论计算得出大体的发射速度，再根据离目标的角度调整飞行姿态从而提高集中目标的可能性。

在本赛季，希望通过全队队员不懈努力，能够稳定发射，达到精准打击基地或前哨站的效果。所以这对于飞镖的飞行稳定性及发射稳定性提出了巨大要求。不仅要求飞镖在空中姿态保持非常平稳，其次，飞镖在脱离发射架之前保持稳定的姿态。从中不难发现，发射架的姿态稳定只需要机械结构的稳定，最难的便是飞镖在飞行途中姿态的稳定，这时候就需要视觉和电控的互相辅助，通过图片确定自身位置与目标的差距进行控制达到精准打击的目的。

2. 技术方案分析

飞镖发射架要实现两个自由度的精确调整，yaw 和 pitch 轴都要依靠于滚珠丝杠进行调整，滚珠丝杠有良好的自锁性和精准性，可以实现两个自由度上的准确调整。其次是发射装置要尽量减小发射过程的摩擦，保持发射初始速度和姿态基本稳定。

2.1 机械结构方案设计

实现飞镖稳定发射，要从快速连发和飞镖初始速度姿态及稳定性下手。其中快速连发通过对导轨、承载件、飞镖牵引装置的设计实现，设计回路实现飞镖发射完成后回路不干涉，后者则需要利用摩擦轮摩擦飞镖承载装置，从而带动飞镖发射，调整飞镖；采用摩擦轮提供足够的加速度和加速时间，从而稳定的控制初速度。

击打前哨站和基地要切换飞镖发射角度，通过电机带动滚珠丝杠去实现 pitch 轴的角度调

整， yaw 轴移动以齿轮和电机实现，需要合适的转台和一定减速比的电机，或者也同样利用滚珠丝杠去带动 yaw 轴，两者需要进一步测试确定合适方案。

飞镖镖体方面，一方面现有镖体无法满足电控和视觉模块放置的空间需求，另一方面新飞镖尺寸也给了设计研发更大的拓展性。目前方向为拓宽镖体宽度以适配视觉模块，适当缩短飞行方向尺寸减轻不必要重量，增大翼面和垂尾面积来增强飞行过程稳定性。

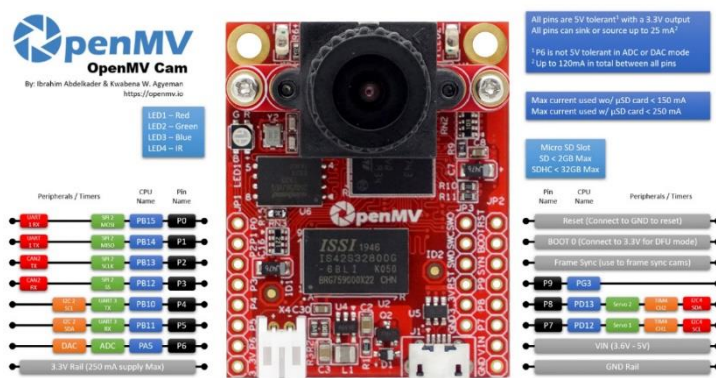
2.2 硬件方案设计

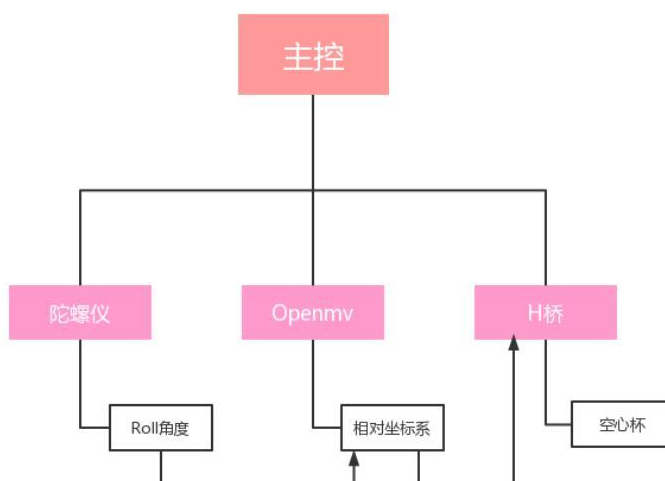
为了在飞镖镖体内狭小的空间内实现对飞镖姿态控制和引导灯识别，我们采用飞镖飞控板+OpenMV 双板方案。飞镖飞控板使用 stm32f405RGT6 作为控制器，搭载板载陀螺仪检测镖体姿态；此外还搭载直流电机驱动，驱动镖体内的动量轮控制飞镖姿态稳定，提高弹道精度。

为了实现对前哨站和基地引导灯的识别，我们在飞镖镖体中搭载了 OpenMV。为了能安装在飞镖镖体内，我们基于 OpenMV 的开源方案进行了修改，使其符合机械安装要求。

此外，为了实现视觉板识别的目标能有效作用在飞镖镖体姿态上，飞控板和视觉板间通过串口通讯，同时满足高控制速率和识别帧率的要求。

2.2.1 硬件整体框图





2.2.2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
OpenMV	提供镖体与目标的相对位置	镖体落地对其造成伤害
主控板	控制 H 桥和接收视觉和陀螺仪的数据	镖体落地时，对仪器造成伤害

2.2.3 重要传感器选型说明

误差源最小化。在大多数应用中，振动敏感度是最大的误差源。本陀螺仪可以轻松地通过校准或求取多个传感器的平均值来改善。

其中还有一个重要因素是偏置稳定度规格。它描述的是陀螺仪的分辨率下限，毫无疑问，对于镖体 MPU6050 已经符合预取。

2.3 软件方案设计

2.3.1 电控

通过读取陀螺仪的数据，让镖体知道现阶段自身的世界坐标系，再通过 OpenMV 得知自身位置与目标位置的相对夹角。通过坐标系转换和数据转换得知世界坐标系下的夹角，通过 H 桥和空心杯调整自身角度，在整个过程形成开环控制系统，进行精准打击。

2.3.2 视觉

2.3.2.1 基于 OpenMV4 的镖体控制方案

硬件平台

该方案选用 OpenMV4 作为镖体制导运算平台。OpenMV4 采用 STM32H743II 芯片，具有 1MB RAM，2MB flash，同时可通过 IO 接口输出 PWM 直接控制舵机或电机。因此，该方案可以直接使用 OpenMV4 模块集成引导灯识别、陀螺仪数据解算、飞镖姿态调整角度解算及舵机或电机控制等飞镖制导程序，满足飞镖控制需求的同时确保了通信可靠性和稳定性。

测试和调试方案

(1) log 调试

通过 OpenMV4 文件系统在 OpenMV4 脱机运行时将 log 文件存入 sd 卡中，运行结束后通过观察 log 文件进行调试。

(2) 无线调试

通过 OpenMV4 无线模块远程观察运行结果并直接进行无线调参。

2.3.2.2 基于 bananapi m2 zero+USB 相机的镖体控制方案

硬件平台

该方案选用 bananapi m2 zero 作为镖体制导运算平台。bananapi m2 zero 使用全志 H2+，四核 Cortex-A7 处理器，可搭载 linux 系统，并通过 Mini HDMI 接口进行图形界面的编程与调试，通过 micro USB 接口完成与 USB 相机之间通讯，通过串口读取陀螺仪数据，通过 IO 接口输出 PWM 直接控制舵机或电机。

测试和调试方案

(1) log 调试

通过 linux 开机脚本方式脱机运行飞镖制导程序，同时将 log 文件存入 sd 卡中，运行结束后通过观察 log 文件进行调试。

(2) 图形界面视频调试

在测试飞行过程中录制 USB 相机读取画面后，可在该开发板上通过图形界面直接运行识别程序并通过观察图像识别效果并进行调试。

2.4 算法方案设计

鉴于飞镖运动过程中图形畸变、飞镖控制帧率需求、运算平台算力限制等影响因素，识

别算法采用低相机曝光下绿色色块识别方案直接对引导灯突出特征进行识别。该算法通过颜色阈值筛选出绿色像素点并通过绿色像素点组成的色块大小与形状进行色块筛选以选出引导灯色块，如若使用全局快门减少运动畸变则可通过色块形状进行二次筛选。选出引导灯色块后可通过单目测距方案对相机与引导灯相对坐标角度进行解算，读取陀螺仪数据后可转换为世界坐标系角度。最后可通过数学模型及 PID 控制算法对飞镖姿态进行相应控制。

2.5 测试方案设计

飞镖镖体上，购买不同型号空心杯电机在测试平台进行简单测试，选出在响应速度和调整幅度上最适合飞镖的，装载尺寸和重量合适的动量轮，先测定单轴（roll）最合适的，再测定双轴（roll 和 pitch）。

通过陀螺仪回传数据和识别相机图像得到的与引导灯相对角度及距离，采用舵面或动量轮进行飞镖姿态控制，从而引导飞镖运动轨迹使其以合适速度角度命中装甲板。

通过陀螺仪回传数据得到镖体世界坐标系中角度即角加速度，通过识别 USB 相机或 CSI 相机回传图像进行引导灯识别，并对识别结果进行相对角度和距离的解算。解算完成后通过 PID 控制逻辑对舵面或动量轮进行调整以控制飞镖姿态，从而引导飞镖运动轨迹使其以合适速度及合适角度命中装甲板。

飞镖发射架则只需要简单的控制电路对 yaw 和 pitch 以及循环供弹机制进行调控。

3. 项目进度计划

- (1) 12 月 13 号前完成圆弧导轨飞镖架装配。交付电控测试。
- (2) 12 月 20 日前电控完成测试，机械完成飞镖镖体改进，要求能够放得下电控视觉的所有模块，并交付电控视觉进行陀螺仪、动量轮和相机的初步简单测试。
- (3) 12 月 15 日前完成飞镖圆弧导轨装配及新镖体的下单，同时电控在测试平台对陀螺仪和空心杯电机进行简单测试。
- (4) 1 月 21 日前调整飞镖，不断测试收集数据，完成循环供弹，完成 pitch 轴和 yaw 轴设计。
- (5) 1 月 21 日到 2 月 21 日放假。
- (6) 分区赛前实现实现摩擦轮飞镖的完整功能和皮筋发射架完整功能。

4. 赛季人力安排

4.1 团队人力安排

总体人力需求：

机械组成员进行设计研发，装配调试，分析修偏，同时需要全飞镖组成员协助进行飞镖发射架的装配，测试，移动，以及其他方向的控制人物，并互相商量讨论，不断进步，互相督促进度，以确保飞镖研发进度。

各组人员安排

组别	人员
机械	周倩
电控	聂海韬
视觉	陈昕萌

4.2 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人数
机械组	飞镖发射架以及飞镖机械结构的设计、审核、装配、测试、维护、迭代。	机械负责人有一定机械结构设计知识，了解一定的机械原理，有装配经验和动手能力，有一定的飞行器知识储备，懂空中控制实现方法。	1
电控组	负责发射架部分电路板和硬件的设计绘制和调试。 负责发射架及其控制硬件的代码的编写，调试。 负责飞镖发射的 PID 调试工作视觉组分工。	电控有良好的根据需求去控制的能力和调试经验。	1
视觉组	完成飞镖识别、制导部分的代码编写并测试。	有相关控制调试经验。	1

4.3 团队建设思路

充分调动每个成员的积极性和沟通交流热情，利用每周进度汇报来互相督促工作开展，同时利用每周组会例会来促进想法的交流碰撞，积极对研发现状进行讨论研究，对改进方向

进行商讨，在此过程中，让组内成员知道对方都在做些什么，该如何配合对方的工作。

5. 预算分析

预算分为飞镖发射架研发和镖体研发两个方面。

- (1) 飞镖发射架需要零部件、装配工具、加工工具、官方物资、电机、摩擦轮等，预算 4000。
- (2) 飞镖镖体需要可打印柔性耗材的 3D 打印机、微处理器、微型电池、微型电机等，以及制导机构需要的相机、舵机、识别处理模块、舵机或动量轮、陀螺仪，相机等模块比较贵重，且前期测试过程难免存在损毁，预算为 23000 左右。

5.1 预算估计

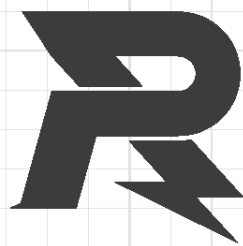
类目	子类目	费用	说明
研发耗材	机械部件	5000	费用估算逻辑：分部估计，底盘+yaw 轴+pitch 轴+发射机构
	硬件相关	5000	费用估算逻辑：镖体主控板，H 桥，空心杯，Openmv，控制发射架 yaw, pitch, 轴的电机，发射架主控
	工具相关	6000	费用估算逻辑：扳手、切割机、钻床、电钻等常用工具，队伍统一使用

5.2 资金筹措计划

来源项	预计金额	筹措思路
学校赞助经费	20000	学校专项拨款主要由教务处竞赛专项经费和工程实践训练中心部分教学经费构成，可以满足基本的备赛需求，保障战队的基本运行。
战队自有经费	6000	主要由本赛季赞助商赞助战队申请的创新创业项目（科研成果转化）经费以及比赛奖金组成。
危机经费	10000	备赛最为关键时期出现学校经费和战队经费在不可控情况下无法及时支出，此时需队员自发筹款，形式为战队负债形式。其他经费到位后第一优先级返还。

6. 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12206&extra=page3D126filter3Dtypeid26orderby3Ddateline	两级摩擦轮，无弹夹，双垂尾，直线排列发射。发射快且加速行程非常短。
https://pan.baidu.com/s/14PEBUBKX-uZQ5C6GKTinqQ 提取码：2021	看飞镖镖体设计方案，打破传统两个尾翼布局，采用四个对称尾翼，镖体很稳。
https://pan.baidu.com/s/1tXhEM9TZ3djkNJZ0qZzB_w 提取码：ti2y	YAW 轴不一样，平时大多采用齿轮传动，电机直连小齿轮然后带动中心大齿轮，桂电的用了滚珠丝杠在前半部分横向带动，后部用轴承固定，两个之间距离使得扭矩增大。
Blog.csdn.net.2021.[online]Availableat:< https://blog.csdn.net/u013528298/article/details/80435009 > [Accessed 19 November 2021].	前馈控制+PID



邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽镇茶光路1089号集成电路设计应用产业园2楼202