

目录

前言	5
1. 团队目标	6
1.1 团队建设概述	6
1.2 赛季目标指依据	8
1.3 目标实施与跟进	9
2. 项目分析	11
2.1 上赛季项目分析经验	11
2.1.1 正向经验反馈	11
2.1.2 上赛季问题总结	11
2.1.3 上赛季问题落实方案	11
2.2 新赛季规则解读	12
2.2.1 规则的分析解读	12
2.2.2 充分理解规则的技术方向引导点	13
2.3 研发项目规划	14
2.3.1 步兵机器人	14
2.3.2 英雄机器人	21
2.3.3 工程机器人	30
2.3.4 哨兵机器人	37
2.3.5 空中机器人	45
2.3.6 飞镖系统	47
2.3.7 雷达	52
2.3.8 人机交互	55
2.4 技术储备规划	56
2.4.1 通用技术储备	57
2.4.2 特定兵种技术储备	66

3. 团队架构	77
3.1 团队架构.....	77
4. 资源可行性分析	83
4.1 资源使用情况分析	83
4.1.1 上赛季资源使用.....	83
4.1.2 异常情况.....	83
4.2 本赛季资源可用情况分析	84
4.3 资金预算分配规划	87
4.4 资源可行性分析	88
4.4.1 项目规划.....	88
4.4.2 潜在风险.....	88
4.4.3 解决方案.....	89
5. 宣传及商业计划	90
5.1 宣传计划.....	90
5.1.1 团队文化建设	90
5.1.2 宣传指标.....	90
5.1.3 宣传规划.....	91
5.1.4 周边规划.....	92
5.2 商业计划.....	93
5.2.1 战队招商客户规划	93
5.2.2 战队招商资源优势及亮点	97
5.2.3 战队招商目标规划.....	98

前言

本报告由齐奇战队编制，适用于 RoboMaster 2024 机甲大师超级对抗赛。主要撰写人员包括：

模块	撰写人员 1	撰写人员 2	撰写人员 3	撰写人员 4	撰写人员 5
机械	张昊阳	于耀淇	张含钰	滕树远	王梓豪
硬件	杨子彭	吕学辉	薛福祥	王浩	刘昕洋
软件	李徽之	宋东阳	李昱昊	吴沼甫	杨子彭
算法	孙肄昂	徐福睿	齐浩龙	王亚栋	李徽之
管理	于丽敏	李国瑞	刘昕洋	李晓龙	宋东阳
宣传	逢玥	孙志伟	于紫烨	踪金坤	李国瑞
商务	孙平学	王子游	崔嘉懿	梁义庆	于丽敏

1. 团队目标

1.1 团队建设概述

齐奇战队最早成立于 2006 年，自成立以来秉持着“科研为主，竞赛为辅。服务大众，公益社会。”的理念旨在为喜爱机器人设计研发的同学构架技术交流的平台，有组织有计划的为山东理工大学机器人爱好者提供指导与服务。同时积极参与各种高水平机器人竞赛，以赛促学，提高队员们工程应用的能力。

2024 赛季中，我队将从以下几个方面对战队实际情况进行分析：

1. 资金分析

战队资金分为学院经费、团队自筹、项目奖金几个部分，基本能够维持整个赛季的花费。此外，在本赛季中，团队与校外公司塔城合作，通过为公司完成一定的研发任务获得公司的资金与物资支持。

2. 加工资源分析

团队本身具有 3D 打印、管材切割，简单的钻铣以及车削的加工能力。同时在本赛季中我队获得了学校工程实训中心的机械加工支持，并且通过招商获得了嘉立创的机加工和 PCB 打板的支持，降低了机械加工成本。

3. 物资分析

齐奇战队连续两年参加超级对抗赛，基本具备各个兵种所需要的电机开发板等物资。队内还有宇树科技和本末动力赞助的电机用以本赛季工程机器人和飞镖系统的开发。因此本赛季除部分机器人旧电机、开发板和线材的跟换外，主要物资需求在机械结构件加工、视觉设备升级。

4. 团队技术分析

在 23 赛季中我队突破了在视觉方面的短板，研发出一套稳定可靠的视觉方案。本队在 23 赛季设计的小尺寸步兵以及自 21 赛季起使用的半下供 17mm 发射机构的设计也能够满足本赛季对通过性以及更大载弹量的要求。团队前期对于飞镖制导的研发目前取得良好的效果，很大程度上提高了技术研发的进程。但是在整车结构设计以及稳定性方面还存在不足。

5. 团队管理分析

在 23 赛季中，我队存在职责不明确、管理制度不严格、研发进度安排混乱等问题。在本赛季初期，队内针对上赛季存在问题进行调整，制定了一套适用于本队的管理制度，并使用飞书平台进行考勤、物资采购以及资料管理等。如图 1、2 所示。

6. 人员分析

相较于上赛季，本赛季中我队人员配置更加合理，每台机器人的主要研发人员在 2-3 人。同时本赛季协调了部分老队员进行一些关键技术点的研发，减轻主力队员的研发压力。

姓名	考勤组信息	出勤统计				
	考勤组	工作日出勤天数	休息日出勤天数	休息或未排班天数	实际出勤时长(小时)	班内工作时长(小时)
王梓豪	齐奇2024	2	0	0	0	0
齐浩龙	齐奇2024	3	0	0	4.8	4.8
王浩	齐奇2024	3	0	0	11.8	11.8
崔嘉懿	齐奇2024	3	0	0	10.5	10.5
王子游	齐奇2024	2	0	0	7.5	7.5
于丽敏	齐奇2024	0	0	0	0	0
吕学辉	齐奇2024	3	0	0	15.9	15.9
刘昕洋	齐奇2024	3	0	0	16.3	16.3
薛福祥	齐奇2024	3	0	0	21.4	21.4

图 1 考勤记录



图 2 采购流程

1.2 赛季目标指依据

基于对上述情况的分析，齐奇战队在 24 赛季中制定以下目标。

表 1

24 赛季目标		制定依据
比赛成绩	<ol style="list-style-type: none"> 1. 超级对抗赛进入总决赛； 2. 高校联盟赛一等奖； 3. 跻身甲级队伍。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本队现阶段排名 84，距甲级差 12 名； 2. 21, 23 高校联盟赛中均取得步兵对抗殿军。 3. 22 年单项赛英雄吊射亚军。
团队建设	<ol style="list-style-type: none"> 1. 实行“一带多”的方式，由一个正式队员负责培养多个梯队队员。 2. 技术培训采用正式队员与退役队员互补的培养方式。队内确保 25 名队员能够完成对 45 名左右梯队队员的培养。 	<p>该培养方式是结合了通过对于上赛季新队员培养过程中存在的问题进行分析而制定。前期试行中已经取得了良好的效果</p>
技术研发	<ol style="list-style-type: none"> 1. 步兵机器人实现自动激活能量机关； 2. 英雄实现自动机打前哨站旋转装甲板； 3. 哨兵机器人实现自主导航； 4. 研发能够满足本队需求的超电系统。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 23 赛季中，本队哨兵的自主识别与反击以及反小陀螺的预瞄机制取得了良好效果； 2. 哨兵的导航以及超电的研发均由经验丰富的老队员负责并且已经取得显著的成效。
文化宣传	<p>预计举办 5 项机甲大师主题的校内活动，宣扬工程师文化，营造科创氛围。</p>	<p>社团每年举办活动 12 项，每项活动参与人数在 200 人以上。</p>

1.3 目标实施与跟进

1. 完善考勤制度

统计正式队员每个学期的课表，根据队员不同专业的课程安排制定相应的出勤要求。使用飞书假勤功能进行签到签退，保障队员的出勤时间。

2. 制定合理的研发进度

在不与团队整体研发计划相悖的前提下，根据各兵种研发小组的不同情况制定相对应的研发进度。如图 3 示，使用飞书进行研发进度管理，根据各个阶段完成情况进行分析与调整，以保证研发进度有序稳定的进行。

				2023年11月									
				周	月	季	年	今天					
□	🔒 A# 研发任务	👤 人员	☰ 研发任务针对的项目组	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	找商家加工新弹链	崔嘉懿	步兵组										
2	细化舵轮图纸: 1.找地...	滕树远	步兵组	1.安装超电以及中心板 2.安装保险杠 3.计算接近角和托底角度, 保证能够正... 8天									
3	完成英雄底盘的设计并...	于耀淇	英雄组	完成了底盘的设计, 并且和英雄的云台完成装配, 最终成品重量在29kg左右... 8天									
4	步兵组: 完善第二版麦...	王梓豪	步兵组 哨兵组	麦轮步兵: 完成麦轮底盘第一版完整版 哨兵: 完善轮组悬挂部分, 以及电子... 8天									
5	机械臂图纸完善到可以...	张昊阳	工程组	将工程机械臂图纸优化完成, 全部发加工 8天									
6	设计大符, 制作随身装...	王浩	场地道具组 运营宣传	大符机械结构设计基本完成, 擂台赛规则制定 8天									
7	学习机器人系统仿真	孙肆昂	哨兵组	完成ROS课程机器人仿真和模拟机器人导航的学习 8天									
8	11.15日英雄云台出图完...	于丽敏	英雄组	英雄云台部分交图已经审核完毕, 淘宝已经下单买件 8天									
9	改飞镖代码, 帮助工程...	吕学辉	飞镖组 工程组	飞镖代码发射架部分修改了一部分, 完成了新生arduino培训文档的编写 8天									
10	相机标定, ros2参数学习	徐福睿	步兵组 哨兵组 +2	ros2参数学习 8天									
11	1.整理社团年度评选资...	于紫烨	运营宣传	1.已从中国青年网投稿2.已安排社团会员活动事宜 8天									
12	借教室, 物资采购汇总。	孙平学	运营宣传	招新复盘 发票报销 值日表及教室安排 财务审批 8天									
13	实现底盘绝对航向角, ...	刘昕洋	哨兵组	完成32购买清单 8天									
14	学会并实践keil5变量数...	李徽之	步兵组	完成keil5数据导出;熟悉舵轮代码 8天									
15	研究弹道拟合和自瞄	杨子彭	英雄组	1研究弹道拟合 2自瞄 3研究超电 4高锥英雄滑环问题 5修英雄 8天									
16	1.测试弹链2.细化图纸的...	张含钰	哨兵组	1. 测试长度为168mm的弹链, 更改弹链连接部分和枪管。2. 测试出一版... 8天									
17	1.rm观影任务检查收取 ...	逢玥	运营宣传	观影作业 第二次培训 团队介绍ppt 培训视频发布 推文发布 8天									

图 3 项目进度

3. 标准化

对于队内部分结构（如 17mm 供弹、云台安装位置、接线端子）实行标准化，标准化结构在没有重大突破的情况下不再进行重新设计。标准化机构既能降低研发成本又能降低后期维护的投入，利于提高研发效率。

4. 研发资料管理

本赛季为解决上赛季出现的数据丢失和难以共享问题，在研发资料管理方式上进行了改进，在存储方式上从过去使用本地数据存储改为现在的云端存储，在数据传递上，从以前的U盘数据传递改为现在的云端数据的上传以及下载。相较于过去数据存储在本地的云端存储使数据共享变得更加的简单，数据的传递变得更加的便捷，并且数据丢失问题在一定程度上得到了解决。

5. 以赛代考的考核机制

对于梯队队员不再使用培训加考试的考核机制，实行以赛代考的考核机制，即根据梯队队员校赛、省赛以及其他国赛中的成绩和培训表现对其能力进行评估。以此作为24赛季队员选拔的依据。

6. 加强校内合作

加强与本校其他科创团队间的合作，取长补短，实现技术与资源的共享。

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

2023 赛季我队在项目研发上完成了视觉装甲板识别的精准击打、舵轮底盘的设计、哨兵的跟随式导航、第一版吸盘工程、轮腿平衡步兵底盘翻到自救等研发成功。同时，也有大弹仓上供弹步兵云台、错误升级麦轮底盘、工程抬升卡顿等反面经验。

2.1.1 正向经验反馈

1. 技术迭代，我们队伍 2022 赛季第一次进入超级对抗赛，在 22 赛季部分技术已经有了研发(视觉的装甲板识别等)，从而我队在 23 赛季的项目研发中已经有了技术基础。
2. 招商取得突破，我队 23 赛季获得嘉立创、宇树科技、本末科技的赞助，为项目研发提供硬件基础。
3. 队员对比赛的热情，队员的备赛积极，愿意长时间投入到备赛和调试过程中。

2.1.2 上赛季问题总结

1. 人手资源有限，2023 赛季我队仅有四位电控组成员，导致很多技术点无法及时调试完成。
2. 经费资源有限，由于经费有限，导致部分机器过度压缩成本以至于机械强度不足，以及部分新研发项目缺少试错成本。
3. 管理方式待改变，由于管理方式较为松散，导致部分研发进度跟进不足，以至于缺少验证时间，从而较难发挥机器的性能。

2.1.3 上赛季问题落实方案

1. 2024 赛季我队各技术组人员相对充足，且有数名往届队员参与项目研发与提供技术指导。

2. 2024 赛季我对遗留物资与机器进行合理利用以节约成本，同时与外界公司合作获得经费。详情可见可利用资源分析。
3. 2024 赛季我对管理方式改革，目前同期进度相对往年有极大改善。详情可见团队建设。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 规则的分析解读

2024 赛季的规则在做到向下兼容的同时进一步提高了技术上限，半自动化控制和雷达溢伤的加入使得 2024 赛季技术对于比赛的决定性作用进一步加大。2024 赛季比赛地形的改动，（如公路区的变化，隧道的加入）会使 2024 赛季战术的多样性更加丰富，比赛的对抗性会进一步提高，同时比赛对地形通过性好的机器人更加利好。同时比赛的经验体系变得复杂，意味着比赛中机器人的性能相对以往赛季是线性提升，所以机器人的控制鲁棒性更加重要。2024 赛季增益点的 buff 加成也发生了变化（如环形高低的冷却增益为随时间变化），意味着比赛后期的激烈程度会大大提高，同时机器人的可持续输出能力更加重要，也意味着 2024 赛季对工程机器人获得经济的能力要求也更加重要。

2024 赛季的规则中，各兵种的职能分工也显得更加明确。

1. 英雄机器人与步兵机器人取消弹速优先，同时 2024 赛季取消机动枪管，意味着英雄的职能锁定“拆塔”，步兵则是获得 buff 以及作为地面中坚力量。
2. 2024 赛季中金矿获得难度的提高以及买活、远程补给等价格的下降，意味着工程机器人获取矿石的能力对比赛胜负的影响力更大。
3. 哨兵机器人的性能与机制变化，意味着哨兵约等于一个自动步兵，同时导航技术的水平直接影响 2024 赛季哨兵是“经验宝宝”还是“大杀器”。

综上所述，2024 赛季规则中不同兵种的配合也尤为重要。

2.2.2 充分理解规则的技术方向引导点

1. 机器人通过复杂地形的能力

依据：2024 赛季公路区围栏消失、隧道的加入等，使能通过复杂地形的机器人对比赛的支援能力与撤退能力有了极大的提高。

2. 机器人自主识别导航

依据：2024 赛季半自动控制方式的引入，以及采用半自动控制的机器人享受成长经验的加成极大。

3. 柔性机器人与人机交互设计

依据：2024 赛季比赛兑换站兑矿难度提高，鼓励自定义控制器等人机交互设计，同时对于机器人变形的要求放宽。

4. 鼓励飞镖制导

依据：基地上方添加移动靶，且命中后有的对比赛对局的影响极大。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

2.3.1.1 需求分析及设计思路

仔细阅读 2024 年 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛规则，能够发现 24 赛季规则对步兵性能提出更高的要求。

1. 24 赛季在环形高地下开辟了隧道，提供了新的进攻路线，步兵可以通过隧道快速抵达战场对队友进行支援或者快速压进，但也限制了步兵的尺寸，这就要求机械部分进行尺寸压缩，提高空间利用率。同时观察场地可以发现在隧道前侧有上坡路段，这就需要机器人具备高机动性。
2. 在 24 赛季，实体补弹数量从 1500 减少到 400，补给区由两个改为一个，则对步兵弹舱容积要求提高，需提高载弹量来提升续航能力。
3. 24 赛季关于飞坡的增益机制有所更改，第一个进行飞坡的步兵可以获得经验加成，所以飞坡的战略地位大幅上涨，低级步兵若想进行飞坡更要进行合理的重心分布规划。

总结 24 赛季的规则，24 赛季步兵设计思路如图 4 所示：



图 4 步兵机器人研发思路

2.3.1.2 研发进度安排

表 2

时间	组别	舵轮步兵+麦轮步兵
第一阶段 9.01-10.14	机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 召开纳新会议，安排纳新事宜； 2. 维修 23 赛季机器人，更换备件，向新生展示。
	电控	<ol style="list-style-type: none"> 1. 初步调试机器人性能进行测试，保证正常运行； 2. 整理机器人线路，调试电机、电调。
	视觉	<ol style="list-style-type: none"> 1. 结合开源及学长讲述自瞄原理加强理解，学习并理解实践 OPENCV、ROS2 和 PNP； 2. 与电控讨论数据传输方式。
第二阶段 10.15-2.25	机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机械组全体队员审图； 2. 向加工商询价，并将整车配件发加工； 3. 测试中期进度考核的内容。
	电控	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完善车体走线，优化双板通信，与视觉联调自瞄； 2. 研究自定义控制器通信协议； 3. 与机械组配合装车走线，对新车进行调试，优化代码，进行中期进度考核。
	视觉	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究 23 赛季自瞄代码并调试 23 赛季步兵自瞄； 2. 学习扩展卡尔曼滤波，学习并应用深度学习； 3. 调试机器人性能，进行中期进度考核。

时间	组别	舵轮步兵+麦轮步兵
第三阶段 2. 26-3. 30	机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 召开组会，分析中期进度考核出现的结构问题； 2. 优化车辆图纸并进行测试； 3. 初步测试完整形态考核的内容。
	电控	<ol style="list-style-type: none"> 1. 召开组会，分析中期进度考核出现的问题，明确优化方向； 2. 优化代码，进行飞坡等基本功能测试； 3. 分析 23 赛季完整形态考核视频，进行 24 赛季完整形态考核的初步测试。
	视觉	<ol style="list-style-type: none"> 1. 应用深度学习； 2. 优化自瞄相关部分。
第四阶段 4. 1-5. 2	机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 总结机器人制作及测试过程中出现的问题，明确结构优化方向； 2. 进行飞坡、击打能量机关等基础性能测试。
	电控	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据测试过程中出现的问题优化代码； 2. 优化功率控制模型； 3. 优化飞坡模式。
	视觉	<ol style="list-style-type: none"> 1. 进行自瞄测试，优化自瞄代码； 2. 重新测试并修正动作预判。

时间	组别	舵轮步兵+麦轮步兵
第五阶段 5.2-以后	机械	1. 进行赛场环境模拟测试； 2. 进行对抗测试、疲劳测试，对已损坏零件结构进行优化或备份； 3. 加强对操作手的训练。
	电控	1. 优化整车代码； 2. 统一机器操作按键； 3. 模拟训练，培养操作手之间的默契。
	视觉	1. 测试并修正车辆自瞄及动作预测； 2. 测试步兵击打能量机关能力。

2.3.1.3 人力投入安排

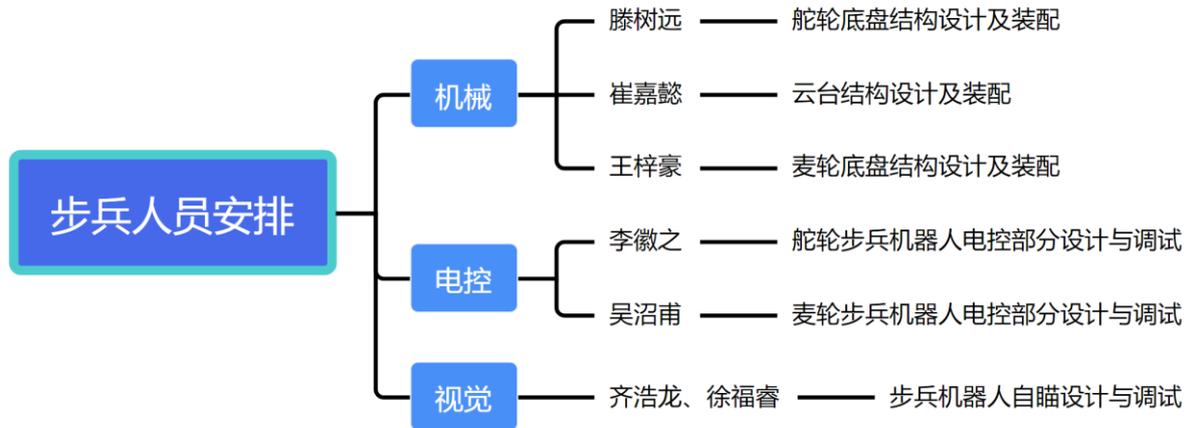


图 5 步兵机器人研发人力安排

2.3.1.4 技术难点分析

表 3

技术难点分析	解决方案	
低等级步兵底盘功率较小，飞坡成功率低。	电控	增添飞坡模式； 改小电机减速比，增大电机转速上限； 应用功率控制模型，充分利用缓冲能量。
	机械	减轻车体重量；轮系采用舵上缓震，重心位置合理分布，增大轮距。
自瞄射击精准度低。	深度学习投入训练的数据集数量不足，继续优化代码逻辑。	
1. 麦轮底盘高度过高，无法通过隧道； 2. 轮系结构复杂，不便于拆卸； 3. 轮系间车架强度低，轴承处铝管易变形。	1. 把安放云台架铝管下沉，放置于车架下； 2. 优化轮系结构设计，使其稳定和方便拆卸； 3. 加强轮系间车架铝管强度，内嵌板材进行加固。	

技术难点分析	解决方案
实体补弹量减少	由 23 赛季上供弹步兵更改为半下供弹步兵，扩大弹舱，增加续航能力。
新增隧道地图，对车体尺寸限制增大。	降低云台高度，将硬件、摄像头紧凑安放，增加空间利用率，舍弃冗余板材。
进行舵轮减重	取消整块玻纤板的使用，通过仿真进行镂空； 减少铝件的使用。
舵轮保证小陀螺速率的同时提升移动速率，并实现快速地全方位移动响应。	设计轮系偏心距，分析新轮系的底盘运动学结算，MATLAB 进行仿真建模来验证可行性。
云台标准化，实现云台快拆与互换	YAW 轴与云台架连接方式统一，不同底盘为云台留出足够的干涉范围。

2.3.1.5 物资需求

表 4

机构	所需物资	预算 (元)
底盘	光杆*12+自润滑铜套*8+光轴安装座*24+弹簧*4 1: 14 减速比 3508 电机*4+铝管、碳板、玻纤板若干	3000
云台	工字形铣件*2+枪管铣件*1+小轴承*20+碳板、玻纤板若干	1500
自瞄	摄像头*1+PC*1	4000

2.3.2 英雄机器人

2.3.2.1 设计创新点

根据历年比赛情况分析，我们不难发现官方不断突出英雄对打击建筑物这一重要特点。但在今年的规则中，官方对这一重要职能提出了更高的要求。英雄不单单是一个击打建筑物的迫击炮，它更应该是一个灵活的移动炮手。

在 24 赛季的规则中，英雄的规则相较于去年没有较大的变化，但地图中进攻路线的多样性改变和雷达易伤效果的增加对它的吊射带来了全新的挑战。英雄在具备良好的吊射能力的同时，也应具备灵活的移动和对装甲板更快的锁定。在以往的赛场上，英雄只需寻找一个合适的位置例如梯型高地进行吊射即可，前期在己方步兵的保护下受到对方的干扰会相对较少，敌方只能通过飞坡或者在能量机关激活点进行骚扰。但今年雷达易伤的加入让英雄在固定点位吊射成为难题，一旦被雷达锁定，敌方步兵便可以通过飞坡或者公路区直接击杀英雄。这一规则要求英雄应具备更加灵活的移动性。因此今年英雄在设计上会更加注重底盘的轻量化，同时也对超级电容提出了更高的要求。

缺少固定的吊射点位就要求新赛季的英雄机器人在面对前哨站是拥有更快的锁定速度进行快速精准的打击。在以往的赛季中，英雄的瞄准更偏向于操作手的手瞄。这在 24 赛季是行不通的。因此这一改动对视觉提出了更加艰巨的挑战。同时，英雄也需要一个更加稳定的发射机构，为自瞄提供一个良好的基础。

在上个赛季的比赛中，自适应悬挂的设计花费了我们大量时间进行改进并且牺牲大量底盘空间，但效果差强人意，并且当前场地对自适应的需求不高。因此备赛英雄准备采用独立悬挂，节省底盘空间的同时缩小整体尺寸，提高灵活性。

总结 24 赛季的规则，24 赛季英雄设计思路如图 8 所示：



图 6 英雄机器人研发思路

综合 2024 赛季规则变动以及我方英雄机器人在 2023 赛季的表现，在新的赛季中我方对英雄机器人做出如下规划：

1. 进一步缩小底盘尺寸，采用轻量化设计减轻底盘重量。
2. 采用技术更成熟的独立悬挂，节约底盘空间。
3. 采用鹅颈中供的供弹方式，缩短弹链长度，减低发弹延迟。
4. 采用定制摩擦轮，降低弹道散度。
5. 通过视觉算法提供自瞄，快速锁定前哨站，提高弹道精度。
6. 优化超级电容模块，进一步提升底盘性能，便于英雄飞坡。

2.3.2.2 设计创新点

在上个赛季的比赛过程中，由于英雄步兵的底盘结构均属于单独设计的，在维护的过程中除了各自的研发负责人外，其他人都因为不了解结构而无法维护。这在一定程度上耽误了研发进度。因此在本赛季的设计上，英雄的底盘就是基于上个赛季性能最优的步兵底盘改装在设计而成，在轮组和基本框架上与步兵保持一直，初步实现了机械设计上的标准化，让所有英雄步兵的机械负责人都可以轻松理解各自的设计并辅助维护。

2.3.2.3 相关进度安排

表 5 英雄进度安排表

时间	整体规划	英雄（责任人：于丽敏）		
		机械	电控	视觉
9.01-9.30	总结上赛季英雄机器人出现的问题	从轮系底盘以及云台拨弹结构入手，首先根据赛场上出现的机械问题进行系统性反思，整理所出的原因，以及解决方法，制定出合理的修改方案。	结合赛场上英雄机器人出现的电控问题，提升代码强度和逻辑性，整理出更加合理的代码思路。	根据上赛季的识别效果，首先反思自身代码框架进行改进。
9.31-10.07	修改与调整英雄底盘出现的问题	轮组图纸的修改，底盘由自适应改为独立悬挂	原有基础上修改和提升英雄底盘代码	根据修改方案，完成原有逻辑的升级
10.08-10.14	修改与调整英雄云台出现的问题	云台的图纸修改，有侧供弹改为了中心供弹	英雄云台控制方式调整	同机械组队员协商工控与摄像头最佳位置
10.15-10.21	修改完上赛季问题的英雄机器人云台与底盘适配调试	云台与底盘的机械适配。装车调整	构建英雄云台和底盘协调控制代码	完善逻辑算法
10.22-11.1	根据新赛季规划，制定英雄新赛季方案	根据新赛季方案优化英雄机械设计方案	构建英雄整体代码架构	完善优化逻辑
11.2-11.20	适配新赛季英雄底盘绘制与修改	轮组图纸升级优化与轮组模块性能测试。底盘的灵活性以及防撞性能的设计改进	优化英雄底盘代码	根据改进方案完成逻辑初版代码

时间	整体规划	英雄（责任人：于丽敏）		
		机械	电控	视觉
11.21-12.1	新赛季云台配置性测绘	云台图纸绘制，在不影响最佳发弹效果下修改弹链结构以及进行云台图纸的审查与改进	构建优化发弹代码	完善并优化逻辑代码
12.02-12.15	云台制作以及弹链测试调整	云台的构件和组装，测试云台稳定性、测试云台基本机械性能。	英雄云台调试	测试代码和识别效果
2023.12.16-2024.1.5	车体整体组装测试	<ol style="list-style-type: none"> 1. 底盘的组装； 2. 测试底盘的防撞性能以及减震的稳定性； 3. 测试底盘悬挂的传动能力及各轮系的受力变形情况 	英雄底盘调试，优化功率控制算法，优化操作逻辑，方便操作手操作	与电控联调，条件优化自瞄性能，实现精准打击
1.06-2.04	进行疲劳测试并改进以及进行中期进度考核视频材料录制	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对各个模块进行二次测试； 2. 结构配合测试； 3. 盲道测试； 4. 大陀螺测试； 5. 远程吊射测试； 6. 视觉辅助测试； 7. 底盘功率测试； 8. 超级电容测试； 对出现的结构问题进改善或者更换。		

时间	整体规划	英雄（责任人：于丽敏）		
		机械	电控	视觉
2.19-2.23	中期考核视频整理以及操作手训练测试	1. 多次测试英雄，查找易劳损结构； 2. 进行操作手选拔训练； 3. 与其他兵种进行战术配合。		
2.26-3.1 (中期考核)	提交中期考核视频，调整机器出现的问题	对测试过程中出现的机械问题进行汇总	电控问题汇总	逻辑算法出现的问题汇总
3.4-3.15	新赛季车整体调整	新出现的云台以及底盘发弹出现的问题进行修改	电控视觉联调	电控视觉联调
3.16-3.21	修改问题后进行整体调试	1. 对各个模块进行三次测试 2. 结构配合测试 3. 盲道测试 4. 大陀螺测试 5. 远程吊射测试 6. 视觉辅助测试 7. 底盘功率测试 8. 超级电容测试		
3.22-3.29	操作手训练已经配合训练	配合操作手一同测试车辆，对机器进行进一步优化把机械、电控、识别做到稳定		
4.1-4.5 (完整形态)	完整形态视频录制与提交	对车辆进行完整形态考核视频录制以及测试		
4.8-4.28	操作手训练并及时修理问题	及时修改车辆出现的机械、电控、视觉问题		

时间	整体规划	英雄（责任人：于丽敏）		
		机械	电控	视觉
4.29-5.2	再次进行机器人成体性能测试	1. 对各个模块进行四次测试 2. 结构配合测试 3. 盲道测试 4. 大陀螺测试 5. 远程吊射测试 6. 视觉辅助测试 7. 底盘功率测试 8. 超级电容测试 对出现的结构问题进行改善型或者更换		
5.2以后	进行战术配合与操作手训练	1. 多次测试英雄，查找易劳损结构 2. 进行操作手选拔训练 3. 与其他兵种进行战术配合		

2.3.2.4 人力投入情况

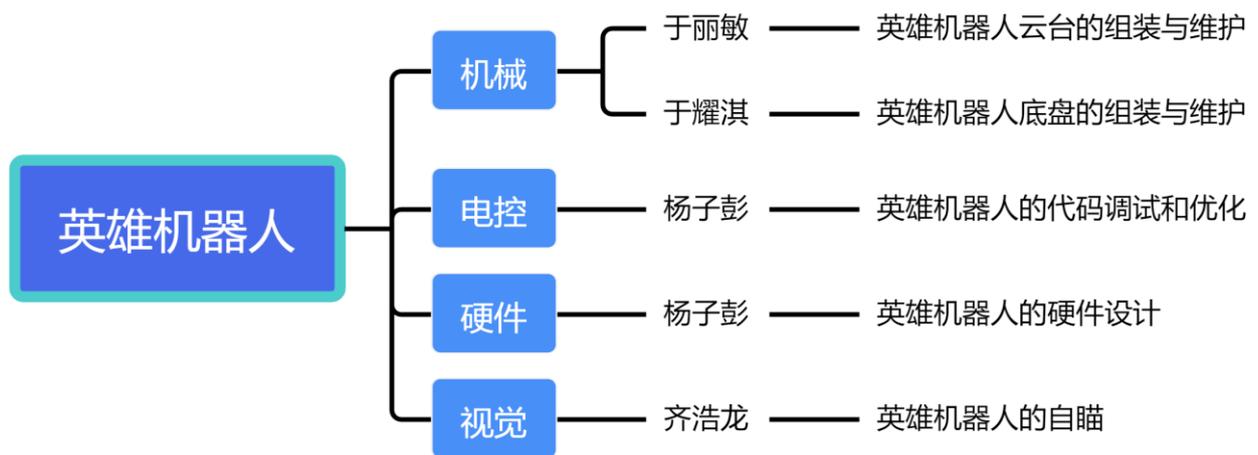


图 7 英雄机器人研发人力安排

2.3.2.5 技术难点分析

表 6 英雄技术难点分析表

技术难点		设计与构想
机械	底盘利用率较低	采用独立悬挂，缩小底盘空间，保证正常减震的前提下提高底盘利用率。
	小陀螺性能较差，云台会因小陀螺而晃动	云台轴承改用交叉滚子轴承，减少了深沟球的虚位对云台的影响； 采用机械重力补偿，减少 PITCH 轴的受力。
	拨弹盘和弹链存在卡弹问题	通过拨弹电机反转退弹重新填装的方式减少卡弹，并通过板材拼接弹链替换打印件拼接弹链，保证转接部分同心。
	拨弹响应速度较慢	采用鹅颈中供弹链，减小整体弹链长度。同时将原来的双限位改为单限位，加快拨弹相应速度。
	发射精度较低，散度过大	采用定制摩擦轮，通过测试选出最优的摩擦轮间距；在摩擦轮电机安装是加装垫片，减小电机的挠度变化。
	缺乏吊射性能	提高云台的仰角；保证图传与发射机构的夹角合理，便于观测；加装倍镜辅助瞄准。
电控	老版底盘代码较差，机动性不足	自主研发超级电容控制板，拟合功率模型，实现稳定功率控制，为高坡度爬升提供保障，同时采用麦轮解算，使机器人更加灵活。
	车体线路较乱以及尺寸不合理	使用滑环和自制 PCB，合理搭配牛角座元件，线路集中管理，统一合理分配，减少不必要线头，缩短重要部件间电线长度，从而起到一定的线路保护作用。

技术难点		设计与构想
	云台稳定性一般	串级 PID 控制，MATLAB 拟合数据。
	弹丸发射精准度不足，操作难度不够简便	自定义设计吊射控制模式，减少吊射后座力影响、使用 MATLAB 进行弹速拟合，稳定摩擦轮转速，使得弹速稳定，同时采用龙格库塔法解算弹道。
	数据获取不精准	多传感器联合使用，采集多项数据，使用卡尔曼滤波算法降低数据误差。
	UI 界面不合理，操作手不易通过 UI 获取相关信息。	自定义 UI 界面
	射击准度较差，无法辅助操作手进行目标击打	自瞄控制算法，卡尔曼滤波处理串口数据。
视觉	手动瞄准精度欠佳	进行装甲板辅助瞄准功能的研发，提高瞄准精准度。
	远程吊射命中率低	尝试研发专用于英雄吊射的自动瞄准技术，通过卡尔曼滤波进行弹道预测，提高命中率。

2.3.3 工程机器人

2.3.3.1 需求分析及设计思路

仔细阅读 2024 年 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛规则，我们发现，24 赛季对于工程机器人相关规则的改动很大，这也要求我们的工程机器人在获取矿石以及兑换矿石过程中，更加的灵活精准且迅速。

第一，在新的规则中，以往的空接被取消，将大资源岛改为三条覆盖有透明材质的封闭路径，工程机器人要从大资源岛内部取出矿石。仔细观察场地图纸，就可以发现，金矿石所在的大资源岛内部通道入口狭窄，并且矿石半埋在封闭路径底面内，这对于机器人取矿机构的灵活性和稳定性提出了很高的要求。

第二，今年在兑换过程中，操作手可自主选择难度等级。不同难度等级的可获得金币数量不同，随着通过矿石兑换所获得的累计经济的增加，参赛队伍可选择的最低难度等级将逐渐被限制，这就要求我们工程机器人的兑换能力足够稳定，才能在整场比赛为全队提供持续的经济保障；此外，在操作手选定兑换难度，且兑换槽运动到选定难度对应的位姿后，直到确认兑换或取消兑换为止，本次兑换所能获得的金币价值将随这期间经历的时间下降，前 15 秒内下降比例为 0%，而 50 秒后下降比例为 100%，这就要求我们的机器人在兑换矿石过程中做到迅速且精准，否则将直接影响本次兑换所获得的金币数量。

第三，今年工程机器人的血量仅为 250 点，在开局前三分钟内有 50% 的减伤护盾，这导致今年的工程机器人相较于去年更加的脆弱。这使得很多学校以工程机器人作为团战肉盾的战术优势大减，这也就更加突出了工程机器人的经济属性。我们 2024 赛季工程机器人的主要研发方向在于提升其获取矿石的灵活性，以及兑换矿石的准确性和速度。

第四，工程若实现半自动化，可获得 50% 的额外经济加成。这要求今年的工程要更加智能化，才能发挥其最大价值。这需要我们为工程部署新的导航与定位系统，使其能准确且快速地到达取矿区与兑矿区。同时也要添加矿石识别算法，配合模块化全自动程序，来实现工程的自动取矿。

2023 赛季我方上场的工程机器人为全电动结构，抬升结构存在电机堵转，电调丢信号等问题，导致该结构经常失效，使机器人不得进行程序重置，稳定性很差且拖慢我方机器

人比赛节奏；前端兑换结构自由度不足，且 Pitch 轴存在电机易过热的情况；存矿、转矿结构不完善；云台抖动过大，严重影响操作手操作。

总结 24 赛季的规则，24 赛季工程设计思路如图 10 所示：

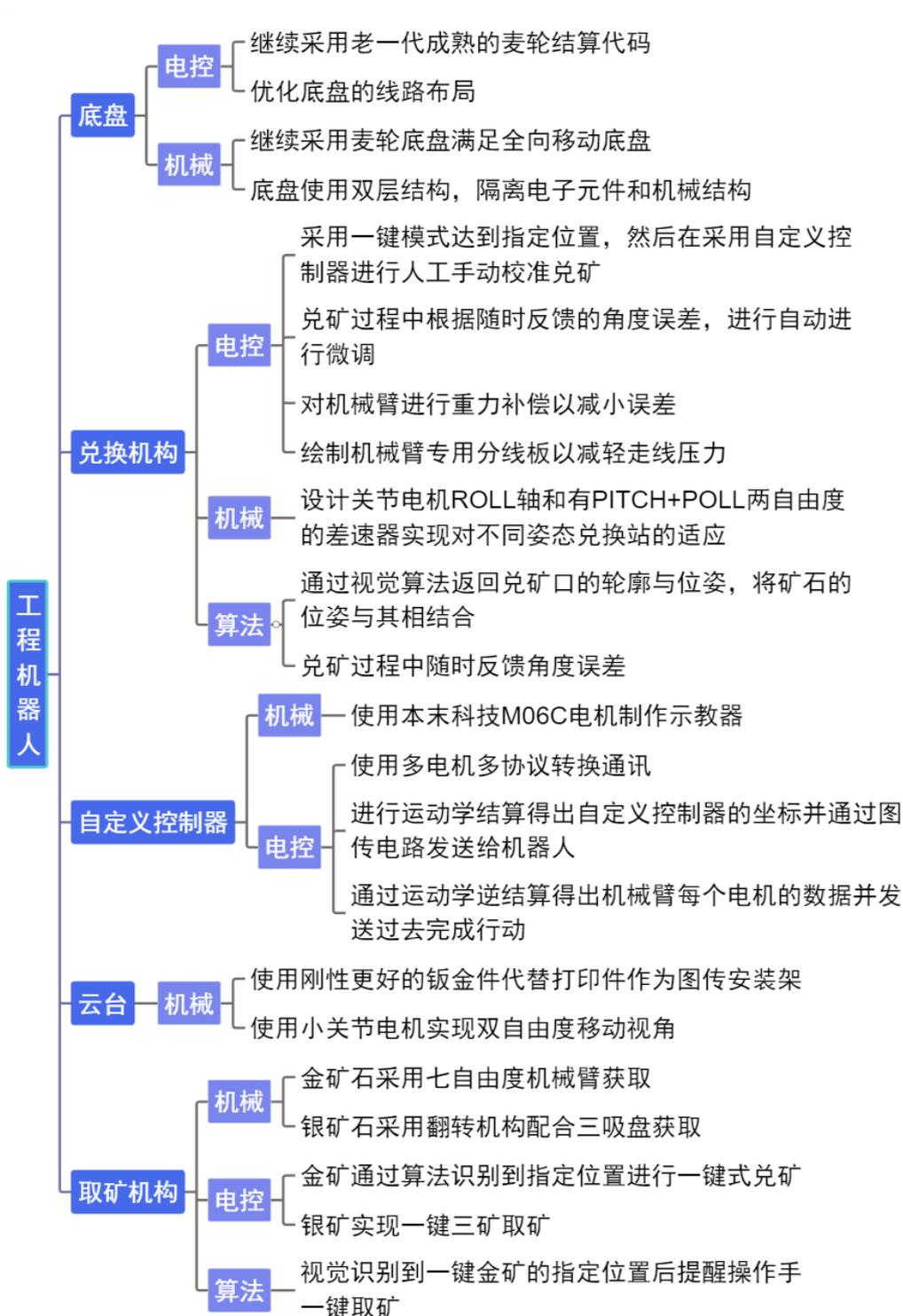


图 8 工程机器人研发思路

综合 2024 赛季规则变动以及我方工程机器人在 2023 赛季的表现，在新的赛季中我方对工程机器人做出如下规划：

1. 实现通过七自由度机械臂进行矿石获取和兑换；
2. 通过自定义控制器和视觉对位实现对于机械臂的控制；
3. 保证图传安装结构的稳定性，并且为该机构添加两个自由度，以便于操作手更加迅速的获取和兑换矿石；
4. 设计更多实用的 UI 来辅助操作手获取和兑换矿石；
5. 实现通过较简易机构实现一次性对于三块银矿石的获取；
6. 通过视觉算法计算兑矿口的轮廓与位姿；
7. 将矿石的位姿和兑矿口位姿相结合，计算最优兑换方法，提高兑换速度；
8. 兑矿过程中随时反馈角度误差，并自动进行微调，提高兑换精度。

2.3.3.2 项目进度安排

表 7 工程研发时间表

时间	任务	内容
9.01-9.30	深入了解学习上赛季工程机器人，维修上赛季工程机器人，查找机械问题	拆解并分析上赛季工程机器人的机械结构，总结其优缺点，总结改进意见
9.31-10.07	初步设计新版工程机器人和了解工程代码	1.优化底盘； 2.重新设计前伸机构和兑换机构； 3.改进抬升机构
10.08-10.14 10.15-10.21	改进上赛季工程机器人，优化上赛季代码	1.测试软硬吸盘，选定了吸盘型号 2.设计了风琴吸盘支撑架
10.22-11.1	阅读 24 赛季规则，初步确定工程机器人方案	1.优化现有工程底盘 2.开始进行机械臂设计
11.2-11.20	初步确定机械臂方案	1.对吸盘结构的实物进行优化； 2.进行电机选型 3.完成机械臂图纸绘制
11.21-12.1	机械臂成型	1.进行零件采购 2.定制零件加工、采购 3.实物组装
12.02-12.15	三银矿机构设计成型	1.按照现有气路方案设计获取矿石结构 2.设计抬升结构 1 设计调节装置
2023.12.16- 2024.1.5	整车成型	1.底盘以及三矿石结构零件采购 2.进行相应零件的测试 3.进行整车装配，走线 4.优化走线，气路

时间	任务	内容
1.06-1.25	自定义控制器的制作	1.自定义控制器设计 2.优化自定义控制器图纸 3.自定义控制器零件采购 4.自动控制器组装 5.自定义控制器结构调整
1.25-2.21 2.21-2.23	调试新一代工程机器人 提前录制中期考核视频	1.检修机械臂容易造成电线损伤的位置 2.优化气路布置 3.重新布置底盘电子元件； 4.进行底盘螺栓连接点优化 1.在试录制视频过程中提高三银矿接结构准确性；
2.26-3.1 (中期考核)	提交中期考核视频，对出现的问题进行调整	1.录制中期进度考核 2.对整车进行调试，优化机器人性能
3.16-3.29	进行机械结构优化 进行外观优化	1.改进机械臂干涉问题 2.优化裁判系统安装位置
4.1-4.5 (完整形态)	完整形态视频录制与提交	对车辆进行完整形态考核视频录制以及测试
4.8-4.28	进行底盘疲劳性能测试 进行取矿兑矿机构疲	1.增加微动开关 2.优化电机过热问题 3.添加同步带张紧轮
4.29-以后	进行战术配合与操作手训练	1.根据操作手反馈优化云台结构 2.商讨场上战术 3.修改操作逻辑

2.3.3.3 人员安排

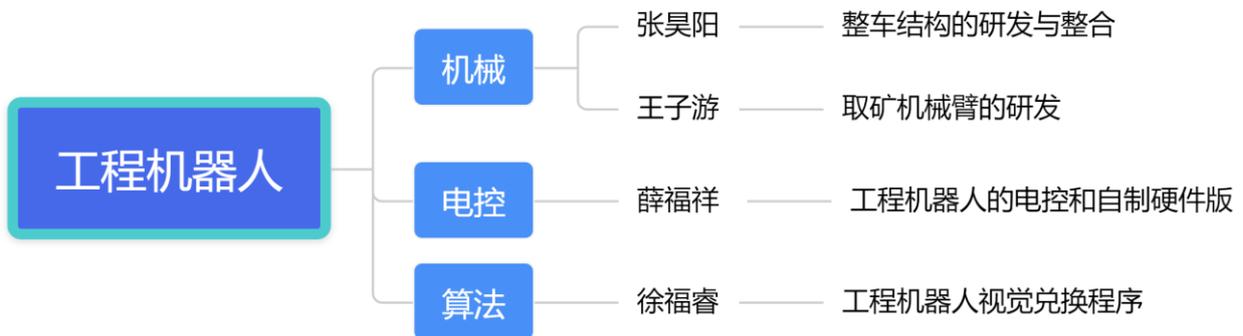


图 9 工程机器人研发人力安排

2.3.3.4 技术难点分析

表 8

难点	解决方法
单吸盘吸矿	更换不同软硬程度的吸盘，设计吸盘支撑架。
如何获取机械臂实时位置及控制角度	使用 DH 解算算出机械臂位置，采用 Craig DH 与 Standard DH 配合的办法来适应不同的机械结构，并进行路径规划实现机械臂智能操作。
如何实现机械臂结构与控制器结构的重力补偿	通过仿真模型，结合 MATLAB 算法模型实现实时重力补偿。
自定义控制器控制思路	采用示教器模型，通过正运动学解算，从而做到实时控制机械臂末端位置及形态。
人机交互所需的通讯繁多单个 A 板无法满足	利用了图传电路实现机械臂与自定义控制器的通讯，使用双板通讯。

难点	解决方法
工程操作过于复杂	使用自定义控制器操作机械臂减轻操作难度，机械式动作采用一键模式。
机械臂位置可能存在误差	在机械臂侧端加上摄像头供操作手实时观察机械臂动态进行校正。
赛季工程精度要求较高	采用动态 UI 与物理 UI 结合模式实现在、更高精度的取矿与兑矿操作。
银矿取矿难度较低但逐次取矿时间较长	采用三吸盘一键取矿并将矿石存放工程车中，再使用机械臂进行兑矿。

2.3.3.5 物资需求

表 9

机构	所需物资	预算（元）
底盘	3508 电机*4+避震器*8+推力球轴承*8+阶梯型转轴*4 铝管、玻纤板若干	1800
机械臂	抽屉滑轨*2+宇树 A1 电机*4+3508 电机*1+同步带轮*2+丝杆*1 真空泵*1+吸盘*1+碳纤维板、玻纤板若干	2000
兑换机构	2006 电机*2+同步带轮*2+斜齿轮*3+玻纤板若干	1000
银矿机构	金属光轴*3+轴承座*5+铝管+同步带轮*2+3508 电机*2 滑轨*2+真空泵*3+吸盘*3	2000
救援机构	舵机*2+玻纤板若干	200
自定义控制器	本末 M6 电机*4+2006 电机*2+3508 电机*1+打印件若干	600

2.3.4 哨兵机器人

2.3.4.1 需求分析及设计思路

在 24 赛季，如图 12 所示，哨兵机器人降低了初始血量，底盘功率上限和初始发弹量，同时提高了枪口热量上限。同时扩大了巡逻区，且可以通过读条或兑换的方式复活，自主性更强，我们决定设计轻量化哨兵，充分发挥机动性，快速进行支援，使哨兵在合适地方合适时间歼灭敌人。哨兵单枪易出现超热量、超射速等风险，对于哨兵机器人的单枪稳定性要求极高，同时对于高机动性，自主避障，导航精准度要求更高，实现智能辅助己方，快速进攻和回防。

底盘层面，24 赛季哨兵要在赛场上路线规划，自主移动，面对复杂地形，占据哨兵增益点，以及哨兵机器人血量降低，所以需要为哨兵设计一款新底盘，可全地形运动，自旋小陀螺更快，防御力更强的底盘。

云台层面，要设计一个稳定的云台，降低转动惯量，减小 YAW 轴晃动保证自瞄稳定，增大 PITCH 轴俯仰角，仰角能够做到击打前哨站，甚至能量机关，俯角可以击打到贴近哨兵的敌方单位。为保证自动巡航的稳定，采用三维雷达提升定位和导航能力。

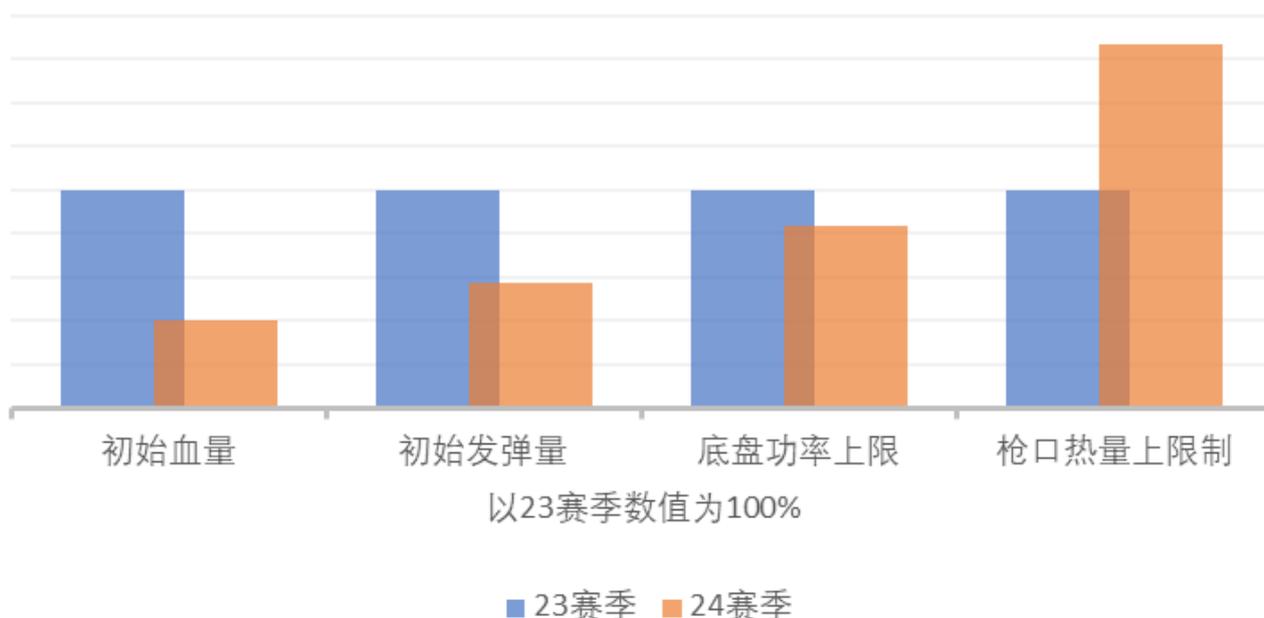


图 10 哨兵各数值比较

总结 24 赛季的规则，24 赛季哨兵设计思路如图 11 所示：

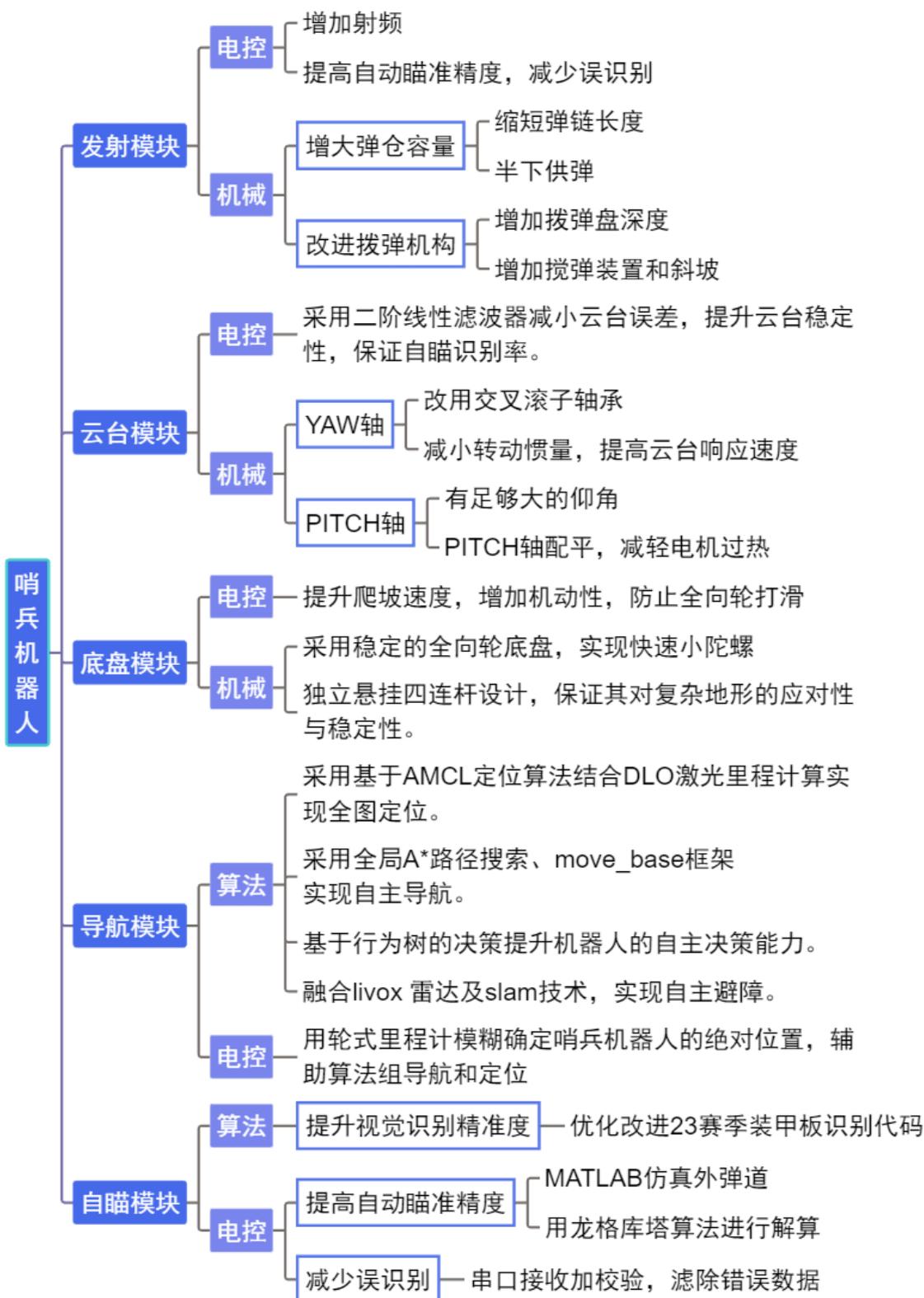


图 11 哨兵机器人研发思路

2.3.4.2 项目进度

表 10

时间	任务	组别	内容
9.01-9.30	初步研发	机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 看别的学校的开源，学习全向轮底盘； 2. 尝试设计云台双发射机构。
		电控	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完善车体走线； 2. 研究裁判系统通信； 3. 优化步兵代码。
		视觉	结合开源及学长讲述自瞄原理加强理解，学习并理解实践 OPENCV、ROS2 和 PNP。
9.31-10.06	优化上一代哨兵代码，构思机械结构	机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分析全向轮开源，构思全向轮轮系； 2. 设计初版哨兵底盘和云台图纸。
		电控	学习 MATLAB 数据拟合。
		视觉	研究 23 赛季自瞄代码并初步调试。
10.07-10.14	对上一代哨兵代码进行测试，绘制新版哨兵图纸	机械	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改进初版哨兵底盘和云台，测试新拨弹系统； 2. 根据 24 赛季规则确定哨兵设计方向； 3. 完善哨兵轮系，调整轮组悬挂部分。
		电控	修改哨兵 C 板位置和接线，用四元数重构了 IMU，调整了二阶控制器。
		视觉	优化上一代视觉算法，提升算法稳定性与精准度。

时间	任务	组别	内容
10.15-10.21	制定新一代哨兵方案，设计新版哨兵	机械	<ol style="list-style-type: none"> 对哨兵云台和地盘进行细化，设计合理走线空间，保证裁判系统安装符合规范； 继续测试拨弹系统； 完善底盘细节，合理安放裁判系统位置。
		电控	<ol style="list-style-type: none"> 测试优化初代哨兵代码； 优化哨兵功率控制部分；
		视觉	<ol style="list-style-type: none"> 调试新一代自瞄算法； 学习上一代导航定位方案。
10.22-11.01	测试哨兵自动瞄准，细化哨兵图纸	机械	<ol style="list-style-type: none"> 完成云台和底盘部分的绘制，将底盘和云台部分进行装配，修改干涉部分； 加装底盘保护壳。
		电控	与视觉联调，优化自动瞄准部分，提升命中精准度
		视觉	配合电控调试自瞄
11.02-11.20	完成哨兵图纸绘制，组装哨兵机器人	机械	<ol style="list-style-type: none"> 板材发加工，购买铝管，螺栓等标准件； 组装哨兵，进行测试。
		电控	<p>利用双板通信进行控制，实现底盘绝对航向角，在不考虑云台的情况下实现定位。</p> <p>利用轮式里程计进行对底盘绝对坐标控制。</p>
		视觉	<ol style="list-style-type: none"> 编写导航定位和路径规划代码； 调试自瞄代码与定位导航代码并优化

时间	任务	组别	内容
12.02-12.15	优化哨兵 机器人程 序	机械	基于测试结果改善设计。
		电控	优化云台，减少云台抖动，提升自瞄精度。
		视觉	配合电控调试优化自瞄。
2023.12.6- 2024.1.5	测试哨兵 稳定性	机械	完成哨兵所有结构部分的设计与组装。
		电控	编写路线规划部分代码，初步实现哨兵路线规划。
		视觉	提升路线规划精度，优化算法，初步实现自动避障。
1.06-2.19	提升哨兵 稳定性	机械	配合电控随时对机械结构做出优化或维修。
		电控	提升定位精准度。
		视觉	配合电控调试优化路径规划代码。
2.19-2.23	哨兵模拟 测试，检测 哨兵实战 能力	机械	在模拟赛场上对哨兵进行模拟测试，与其他兵种进行联合战术配合，优化哨兵自动运行时的战术。
		电控	
		视觉	对哨兵进行稳定性测试，提升哨兵稳定性。
2.26-3.1 (中期考 核)	录制中期 考核视频。	机械	对哨兵经过一段时间测试后进行结构测评，将易损坏的零件结构进行优化或备份。
		电控	
		视觉	
3.4-3.15	讨论哨兵 自主决策	机械	对哨兵自主决策的讨论，增加哨兵回补给区购买允许发弹量和回复血量的可行性。
		电控	
		视觉	

时间	任务	组别	内容
3.16-3.29	提升哨兵稳定性	机械	在模拟赛场上对哨兵进行模拟测试，与其他兵种进行联合战术配合，优化哨兵自动运行时的战术。
		电控	
		视觉	
4.1-4.5 (完整形态)	录制完整形态视频	机械	对哨兵进行稳定性测试，提升哨兵稳定性在模拟赛场上对哨兵进行模拟测试，与其他兵种进行联合战术配合，优化哨兵自动运行时的战术。
		电控	
		视觉	

2.3.4.3 人员安排

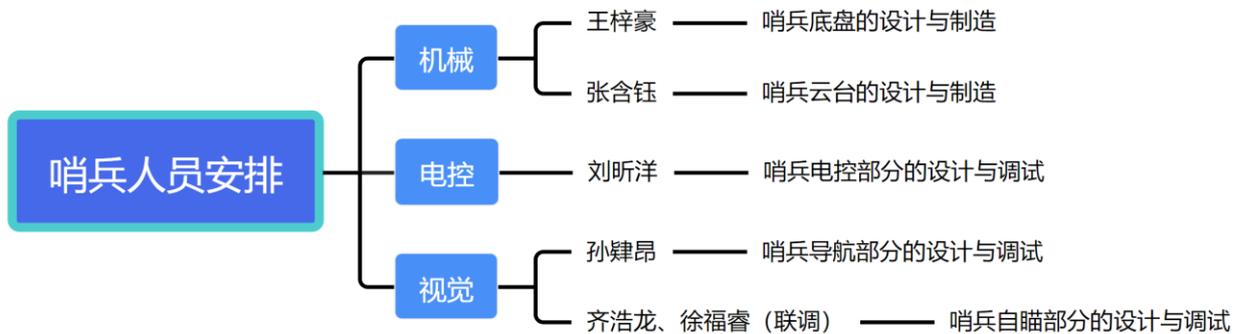


图 12 哨兵机器人研发人力安排

2.3.4.4 物资需求

表 11

机构	所需物资	预算（元）
底盘	电机座铣件*4，推力球轴承*4，法兰轴承*4，铝管、碳板、玻纤板若干	1500
云台	铝管*5，枪管铣件*1，小轴承*20，深沟球轴承*1，碳板、玻纤板若干	1500
自瞄	摄像头*1，NUC*1	4500

2.3.4.5 技术难点分析

表 12

模块	技术需求分析	设计思路
机械	保证防御反击功能,提高射频,短时间内对敌方单位造成大量伤害。	改进拨弹结构,设计更加稳定的拨弹盘。增加拨弹盘深度,避免空弹情况发生;拨弹轮增加搅弹装置和斜坡,加速弹丸下滑。
	增大弹仓容量,至少承载 400 发弹丸。	采用半下供弹的方式,将弹仓置于 PITCH 轴,尽量减少弹链的长度,降低卡弹概率。
	有足够大的仰角以保证能击打到前哨站和能量机关。减小转动惯量,提高云台响应速度。	YAW 轴改用交叉滚子轴承,使 YAW 轴转动更稳定。基于双发射机构选择弹仓分置于 YAW 轴,减少因为双拨弹盘同时工作而造成干扰。 在设计时考虑布线规范和布线空间,为视觉算法电器元件预留位置。

模块	技术需求分析	设计思路
电控	优化底盘代码	在底盘安装 C 板，利用双板通信构建底盘绝对坐标系，利用轮式里程计模糊确定哨兵机器人的绝对位置，辅助算法组导航和定位。
	提高机动能力,增加小陀螺转速。	全向轮解算、利用底盘陀螺仪识别爬坡，提升爬坡速度，增加机动性，同时防止全向轮打滑，保证哨兵运动稳定。
	提升云台稳定性,保证自瞄识别率。	采用线性二阶滤波器保证云台误差小于 10^{-3} ，重构陀螺仪，优化姿态解算，通过滤波减少误差。
	提高自动瞄准精度,减少误识别。	串口接收加校验,滤除错误数据。同时用 MATLAB 仿真外弹道，在已有的外弹道模型下运用龙格库塔算法进行解算。
算法	提升视觉识别精准度,保证哨兵在高速移动的情况下,对目标进行精准打击。	优化改进 23 赛季装甲板识别代码，融合 Livox 雷达及 slam 技术，实现自主避障，对路线规划进行合理仿真。
	实现哨兵机器人的地图定位、自主导航、路径规划功能,提升哨兵机器人的自主决策能力。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采用基于 AMCL 定位算法结合 DLO 激光里程计算实现全图定位； 2. 采用全局 A*路径搜索、move_base 框架实现自主导航； 基于行为树的决策行为提升机器人的自主决策车能力。

2.3.5 空中机器人

2.3.5.1 需求分析及设计思路

24 赛季中，每队各拥有免费的空中支援呼叫机会，且每次支援时间增加为 35s，冷却时间减少为 170s 使得空中机器人在比赛中的性价比获得了大幅上升。空中无人机满载弹量为 500 发，支援时间为 35s。

所以在理想情况下，为满足饱和火力输出，无人机挂载的机动 17mm 发射机构至少需要达到 15 发/s 的射频并不出现卡弹或其他发射机构故障。且无人机在支援过程中始终处于飞行状态，为满足对位于远距离的主要攻击目标（基地、哨兵）的打击精度，需要无人机与发射机构均具有较高的稳定性。此外空中无人机的射速限制为 30m/s，超速将扣除空中无人机的支援时间，有损空中无人机的效率，因此要限制弹丸发射速度不能超过 30m/s。

总结 24 赛季的规则，24 赛季空中机器人设计思路如图 13 所示：

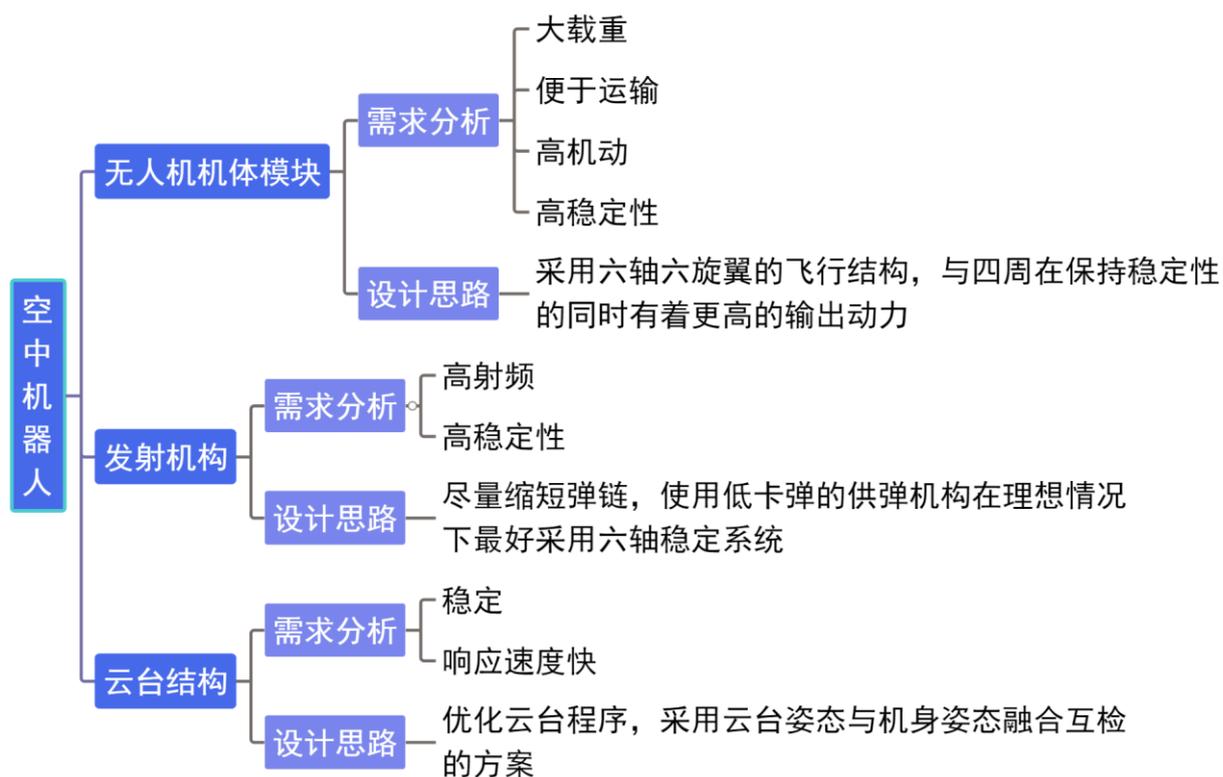


图 13 空中机器人研发思路

2.3.5.2 项目进度

表 13

时间	整体规划
9. 31-10. 07	对空中机器人进行系统的学习研究
10. 8-10. 21	对无人机运载平台的整体进行设计以及零部件的选型
10. 22-11. 15	对空中机器人的发射机构及云台进行设计
11. 16-11. 30	部件选型加工及组装
12. 1-12. 31	系统独立运行测试，合练运行测试
1 月以后	继续对空中机器人进行测试，继续优化

2.3.5.3 人员安排



图 14 空中机器人研发人力安排

2.3.6 飞镖系统

2.3.6.1 飞镖系统 2024 赛季规则解读

2024 年赛季的飞镖系统规则变动对比于前一季度，主要体现在两个方面：首先，飞镖镖体的尺寸及重量上限有了明显的提高；其次，基地飞镖检测模块引入了随机位置状态。这些规则变更带来了系统设计和研发上的一系列机遇和挑战。

首先，提高了飞镖镖体的尺寸及重量上限，这一变化直接影响到飞镖系统的整体设计。通过增大飞镖镖体的尺寸和重量上限，规则的调整降低了飞镖系统设计的难度。更大的设计空间使得研发团队能够部署更为庞大且复杂的机械和电子机构，为飞镖系统的创新提供了更大的发挥余地。这意味着研究人员能够更加自由地进行飞镖系统的设计和优化，进一步推动了飞镖技术的创新。

其次，基地飞镖检测模块随机位置状态的引入，这项规则的改变使得基地飞镖不再是静止不动的目标，而是具有随机移动状态。这不仅增加了对飞镖系统制导技术的研发难度，同时也为成功命中基地飞镖带来了更高的回报。一旦成功命中，将获得 1200 点的攻击伤害以及 25%血量上限的 AOE 伤害，这几乎可以成为比赛中决定胜负的关键因素。因此，这一规则的变更着重提高了对于飞镖主动制导系统研发水平的要求，鼓励团队在飞镖系统设计中更加注重对视觉及飞镖有控制导系统的开发研究。

综上所述，2024 年新赛季的组委会对飞镖系统研发方向的引导仍然集中在飞镖自动寻的、主动制导的技术目标上。在保持原有工作目标不变的同时，新规则的引入增加了对制导镖的基地移动靶的研究要求。因此，2024 赛季中，飞镖制导技术的研究应被视为本系统的重中之重，团队应致力于提升飞镖系统在动态环境中的精准制导和打击能力，以迎接新赛季的挑战。

2.3.6.2 技术需求分析

表 14

规则场景	涉及系统模块	技术需求
发射飞镖速度稳定、装填快捷	发射架发射单元	能够精确控制飞镖发射速度及初始角度。
	发射架装填单元	换弹迅速 初始位置一致性好。
	飞镖镖体	不同镖体差异小 飞行轨迹一致性高。
快速且准确切换打击目标	发射架发射单元	能够快速且精确调整发射方向及飞镖落点距离。
准确命中、飞镖检测模块	发射架	位置稳定性好，速度控制精确且可根据情况随时对各项参数进行灵活调节。
	飞镖镖体	飞行稳定性好 精确制导 飞行控制灵活。

2.3.6.3 2023 赛季各系统模块优劣势评估

表 15

系统模块	优势	劣势
发射架-摩擦轮发射机构	充能速度快、射频高、可以快速进行转速调节。	速度调节精度低、发射方式变量过多稳定性差、高速摩擦过程中对飞镖损伤较大。
发射架-摩天轮式旋转供弹机构	结构简单、换弹速度快、控制简便。	中轴单 2006 电机驱动，对位精度低，在采取磁铁吸合辅助对位后堪堪达到正常运行水平。
发射架-底盘及 PITCH&YAW 轴角度调节机构	YAW 轴采用了齿轮齿盘结构，PITCH 轴采用了丝杆滑轨结构，可调节范围大，速度快。	玻纤板材加工而成的齿轮齿盘配合间隙较大，控制精度低、PITCH 轴连接部分过于单薄，在发射时稳定性不足，晃动较大，严重影响飞镖轨迹精度。
镖体-材料结构	采用了 3d 打印 TPU 外层与硬质 PLA 内衬相结合的制造工艺，耐冲击性极佳，经过多轮比赛仍无太大损伤。	柔性 TPU 材料过于柔软，受发射冲击时翼面不规则形变较大，对飞行姿态干扰较强；TPU 耐磨性较差，与摩擦轮高速接触时易熔化剥落并粘附于其上，造成摩擦轮表面污染，使摩擦力难以保持一致。
镖体-航电系统	运行简单可靠	集成度低，充电及安装过于繁琐。
镖体-制导系统	激光制导方案新颖，前期实验结果较为理想。	后期投入不足，未能推进后续研发。

2.3.6.4 2024 赛季飞镖系统改进思路

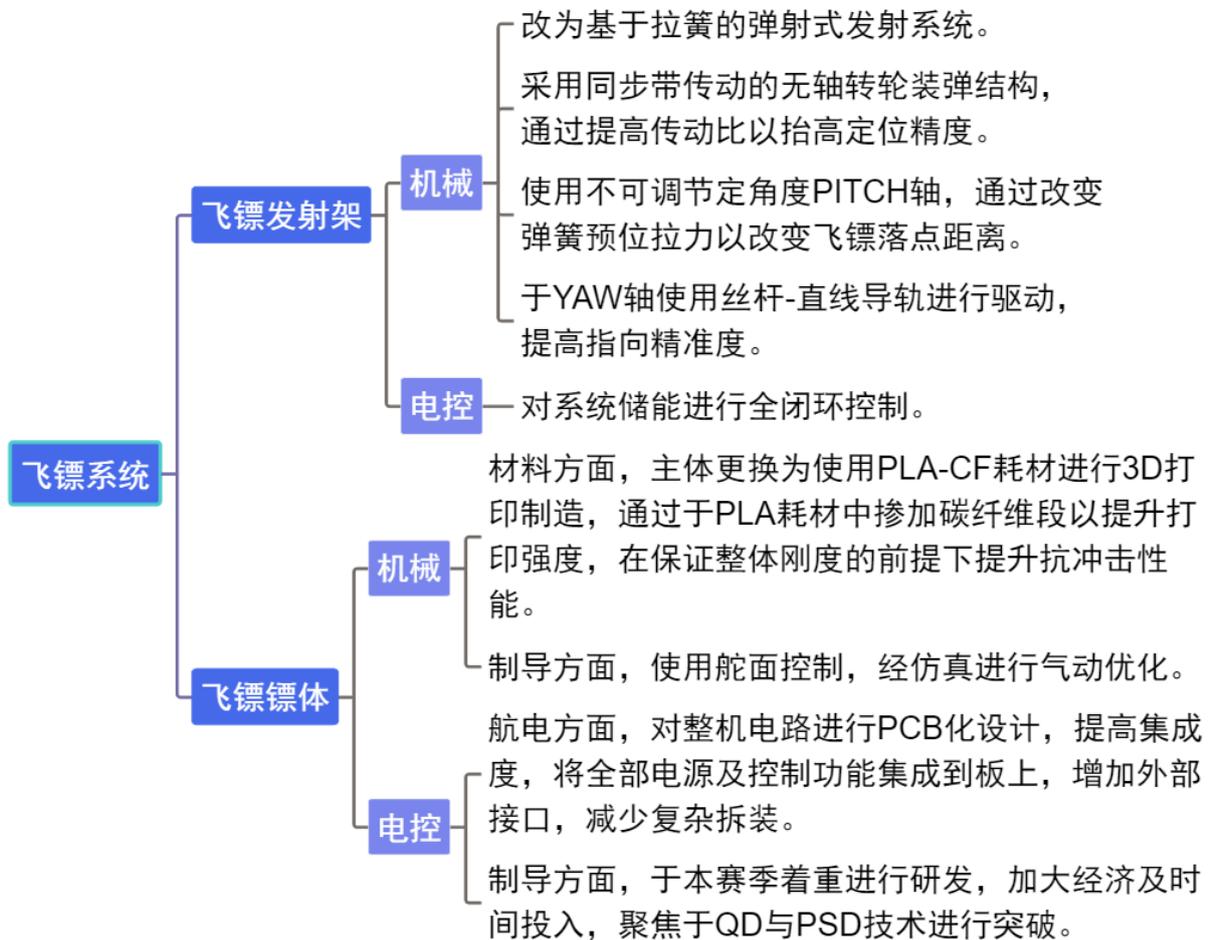


图 15 飞镖系统研发思路

2.3.6.5 研发阶段安排

表 16

时间	项目内容
9.1-11.26	飞镖系统发射架与镖体的设计与制造，对新一代飞镖系统进行多方位仿真实验，飞镖系统发射架代码编写。
11.27-12.24	进行飞镖发射架的调试与发射试验
12.25-1.14	模拟击打前哨站和模拟击打基地测试
1.15-2.09	持续进行飞镖系统的测试，完善飞镖系统稳定性
2.19-3.1	进行中期考核视频的录制与提交
3.4-3.21	进行飞镖可控调节设计与代码编写
3.22-3.29	自主可控飞镖发射测试
4.1-4.5	进行完整形态考核的录制与提交
4.8-5.11	设计制导飞镖，进行制导飞镖电控代码编写与 PCB 设计。
5.12-5.21	进行制导飞镖识别测试，修改飞镖镖体机械结构问题，优化飞镖识别逻辑，优化飞镖飞行中的稳定性。
5.21-以后	持续进行飞镖发射测试，优化飞镖稳定性。

2.3.6.6 人员安排

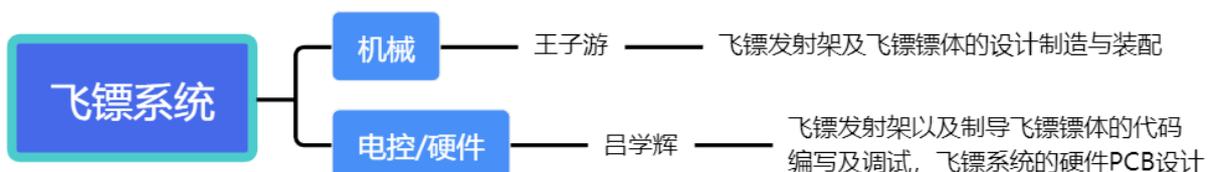


图 16 飞镖研发人力安排

2.3.7 雷达

2.3.7.1 需求分析及设计思路

1. 赛场机器人定位：

雷达站可为全队机器人提供视野。仔细阅读 2024 年 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛规则+我们发现赛场对雷达识别的精准度做出了更严格的要求+高亮易伤机制的加入使雷达的高精度识别有了更强的反馈。而可自主翻倍易伤效果这一设置+也将雷达的作用推向了高潮+无论是基础属性还是战术战略+雷达都能提供相当可观的辅助。

2. 多机通信+辅助机器人自主决策：

通过多机通信向己方机器人发送信息。在 24 年赛规中+可以看出现在的比赛正在向半自动转变+而雷达在保证识别准度的前提下+可通过多机通信返回我方机器人的位置+从而帮助机器人实现自动导航。所以 24 赛季雷达的主要研发方向就是提高识别精度与标记准确度。

总结 24 赛季的规则，24 赛季雷达设计思路如图 17 所示：

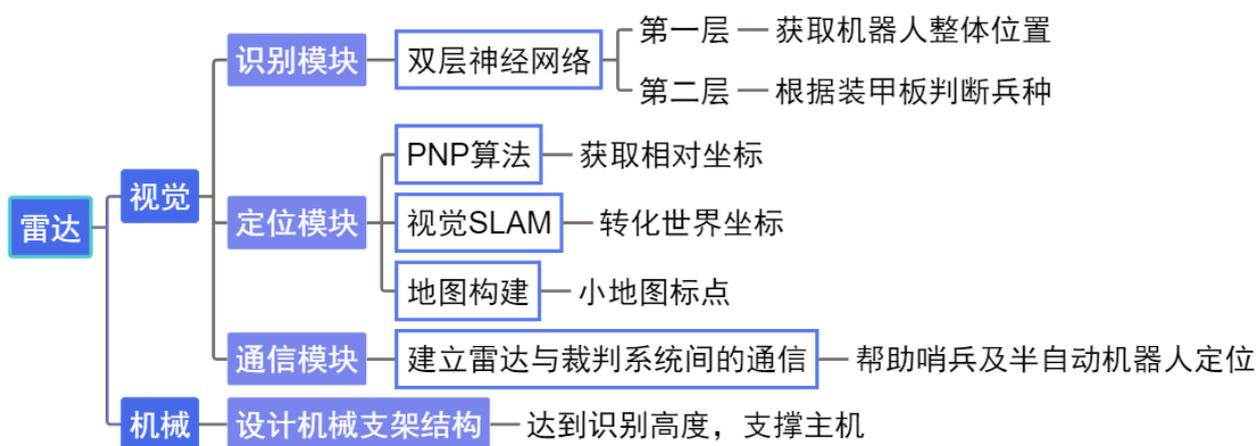


图 17 雷达研发思路

2.3.7.2 技术创新点

1. 深度学习双层识别方案；
2. 定位追踪技术；
3. 坐标转换技术。

2.3.7.3 项目进度

表 17

时间	任务	内容
9.1-10.14	学习相关知识	1.学习视觉 SLAM 2.学习神经网络
10.15-11.1	阅读 24 赛季规则, 确定雷达机器人设计方案	完成深度学习框架和算法的选择, 定位系统方案的确定
2023.11.2-2024.1.5	1.构建雷达基本代码框架 2.调试识别代码并改进	1.构建雷达基本代码框架, 梳理代码结构 2.搭建深度学习双层识别网络
1.6-2.23	1.编写定位代码 2.进一步调试代码并优化	1.先算出相对位置从而推出绝对位置, 完成地图构建并标点 2.检验雷达精准度, 优化识别与定位
2.26-3.1	录制中期考核视频	完成雷达机器人的识别功能
3.4-3.29	1.创建通信机制 2.设计并制造机械支架	建立雷达与裁判系统的串口通信
4.1-4.5	录制完整形态视频	整合雷达所有功能并调试
4.8-以后	1.适应哨兵需求, 优化代码 2.优化雷达性能	1.根据哨兵需求添加功能 2.优化代码

2.3.7.4 人员安排



图 18 雷达研发人力安排

2.3.7.5 物资需求

表 18

机构	所需物资	预算（元）
雷达主机	NUC*1	5000
识别系统	海康 cs016-10uc 摄像头*1	2000

2.3.8 人机交互

2.3.8.1 UI 设计规划

机器人控制器采用遥控器以及电脑键鼠+二者相兼容+实现电脑鼠标键盘的第一人称视角的控制+提高操作舒适度；操作界面通过用户自定义 UI+结合机器人的图传视角+伸展状况+传感器和相机反馈信息等+提供给操作手更多的实时场地信息+操作界面标注地盘尺寸+摩擦轮状态+电容电量+各个装甲板受击等状况。还可以通过自定义 UI 来绘画瞄准准心辅助操作者瞄准+提高操作者的操作手感。

2.3.8.2 自定义控制器

在新赛季自定义控制器能极大地方便工程取矿+遥控器或键盘鼠标的控制方式是极其不便的+如果每一个机器人都使用了自定义控制器+将使人机交互变得及其便利+我们可以更简单+更精准的控制机器人。例如+在新赛季+机械臂工程机器人成为刚需+但考虑到通过鼠标键盘或遥控器控制机械臂是难以控制精准的情况+自定义控制器的应用可以更好的解决这个问题+我们为工程机器人机械臂部分设计一款定制化的自定义控制器+自定义控制器感知手臂运动+控制机械臂运动+人操控手控制机械臂更加简单+更加精准+为人机交换提供了更好的解决方案。为保证自定义控制器的配置数据发送的通用性+合理利用裁判系统的图传链路来发送自定义控制器的信息。

2.4 技术储备规划



图 19 技术储备

2.4.1 通用技术储备

2.4.1.1 机器人的模块化设计

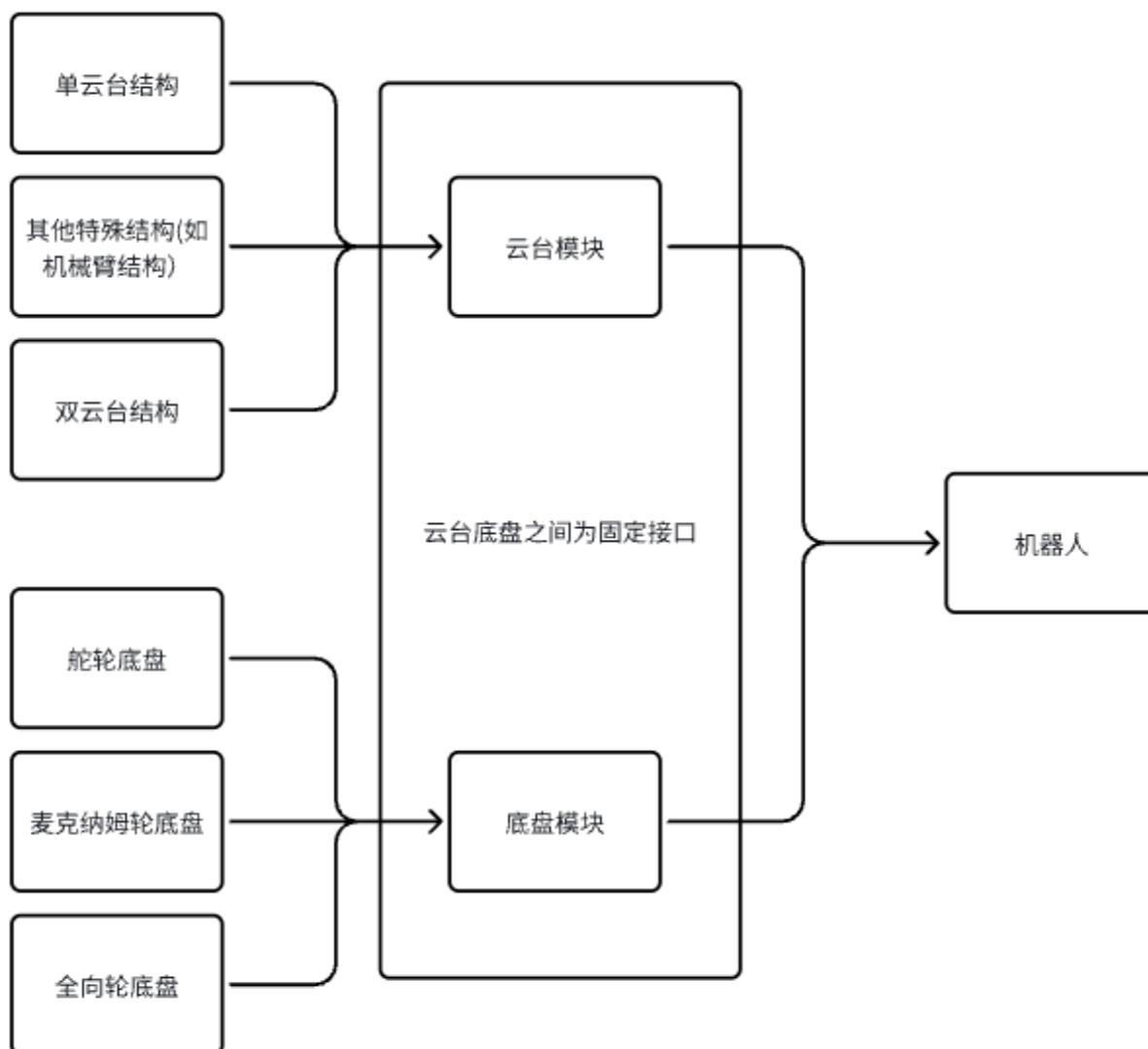


图 20 机器人模块化设计

机器人模块化设计是本赛季研发的一个核心目标，机器人模块化是指在设计机器人时分模块设计，如上图 20，整体机器人分为云台与底盘两个独立的模块，两个模块之间的接口为固定的机械结构，以及固定的电控系统接口（包括软件通信接口以及硬件线路接口），底盘与云台之间相对独立，可以实现不同底盘与不同云台之间的换装，比如单云台结构与麦克纳姆轮底盘、单云台结构与舵轮底盘结构换装。这样可以使机器人分模块设计，切实提升了机器人研发效率。

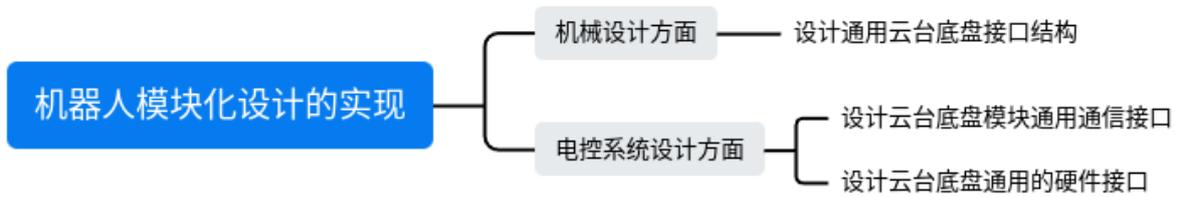


图 21 模块化设计思路

如图 21 所示，为实现机器人模块化设计目标，本赛季我们从机械设计以及电控系统两方面入手实现机器人模块化设计。

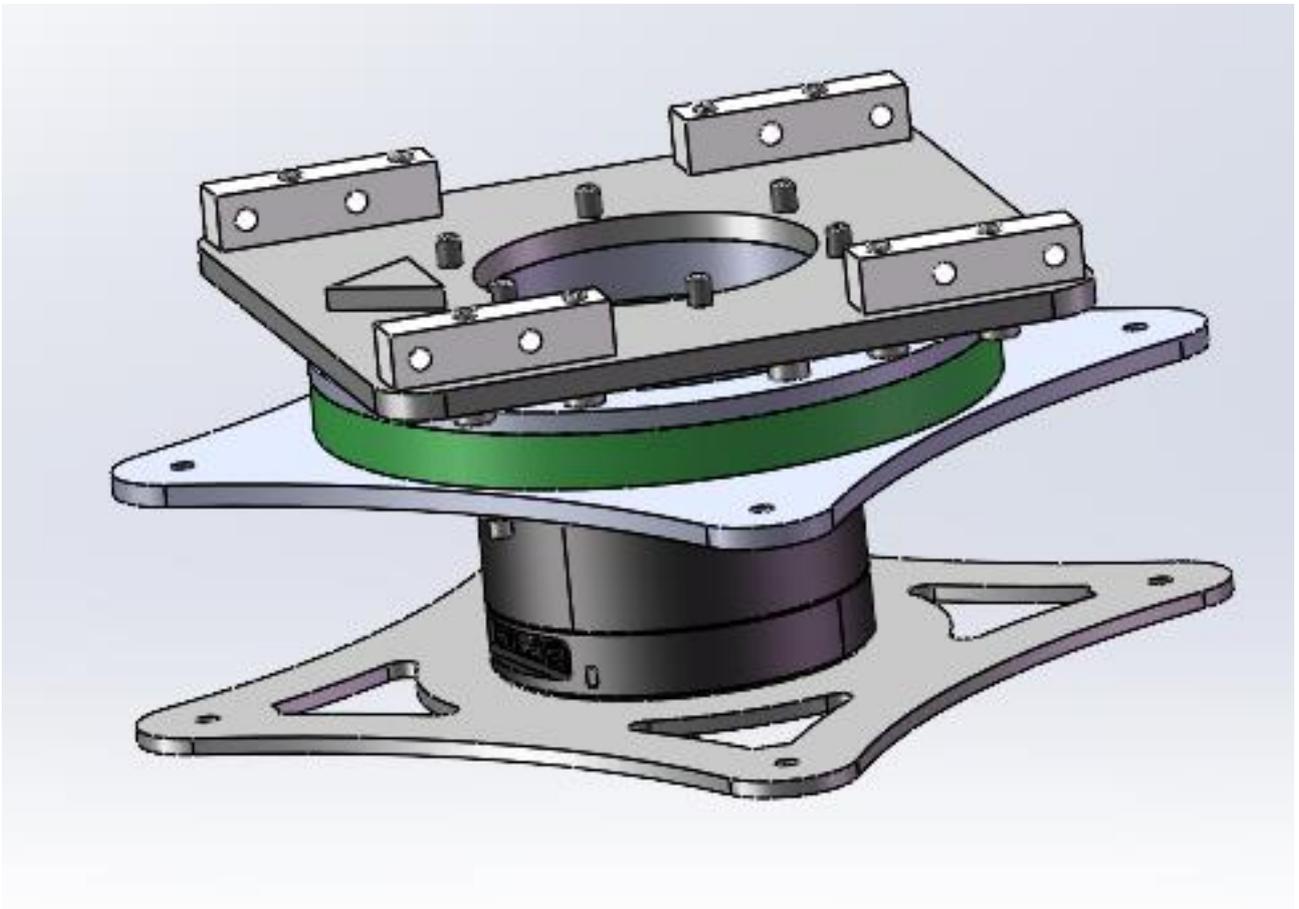


图 22 标准化 YAW 轴

如图 22 我们在机械设计层面上，设计了一款通用的云台底盘接口结构，即一个统一的机器人云台 YAW 轴结构（如上图所所示），未来在绘制机械图纸仅需考虑机器人云台底盘接口的安装以及一些基本的机械干涉问题，不需要像过去分模块绘制机械图纸时，需要考虑过多

另外一方机械设计并且需要重新设计 YAW 云台底盘连接结构。切实减小了机械设计工作量，并为未来机械设计迭代发展提供了助力。

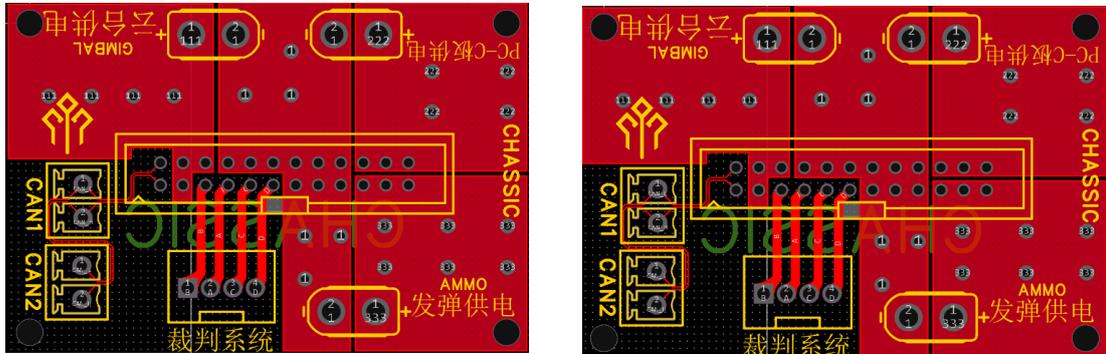


图 23 标准化插口



图 24 布线思路

如图 23 在机器人电控系统设计上，设计了一款适用于英雄、步兵、哨兵通用线路结构，并为机器人电控系统的云台与底盘模块连接部分设计通用可行的硬件线路接口（如上图 24 在导电滑环连接云台底盘模块之间加入硬件电路板，该电路板承担这供电以及通信的作用，以导电滑环线路进入，以固定端子输出，保证线路端子的标准化，以及实现模块化。在软件设计上设计了一版通用的通信程序，该软件通信接口应用于控制板与控制板之间的数据通信。

2.4.1.2 算法的仿真实证

过去我们团队在电控算法参数整定上一直以工程调参为主，从来没有使用工程计算的方法进行参数整定，更没有设计过一个泛化的系统控制器，以致花费大量时间进行工程调参也无法让系统的各项指标到达一个比较理想的状态，致使云台以及底盘控制上一直不甚理想。究其原因，主要是因为并没有真正研究过算法仿真。

算法的学习需要仿真，算法的设计需要仿真，算法的工程实践更需要仿真，没有仿真验证一切算法研究基本等于一纸空谈。没有仿真验证，一个基本的算法可以落地，但是更深层的优化研究几乎无法完成，由此可见，算法验证的研究必须要在本赛季落实。

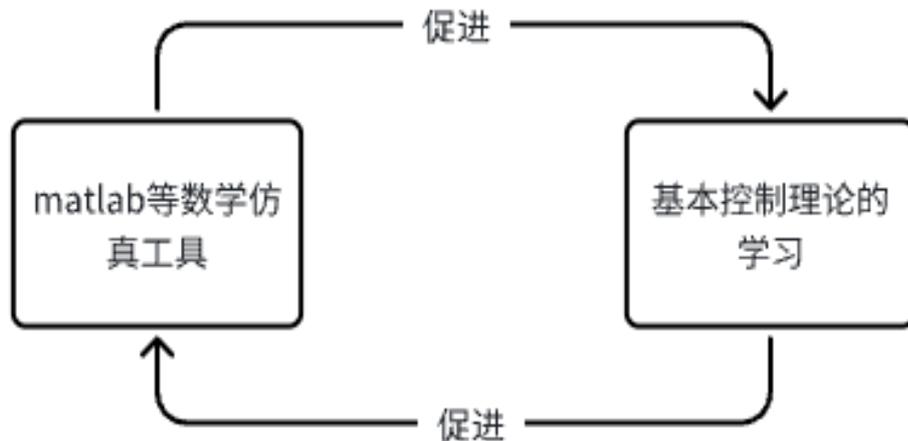


图 25 算法优化思路

为此在本赛季我们要大力推动 MATLAB 等数学仿真工具的学习，并同时加大基本控制理论的研究。使用 MATLAB 等数学仿真工具进行控制理论实践，使用控制理论实践提升 MATLAB 的使用，两者相互产生正向反馈，共同提升。

2.4.1.3 坐标变换问题的研究

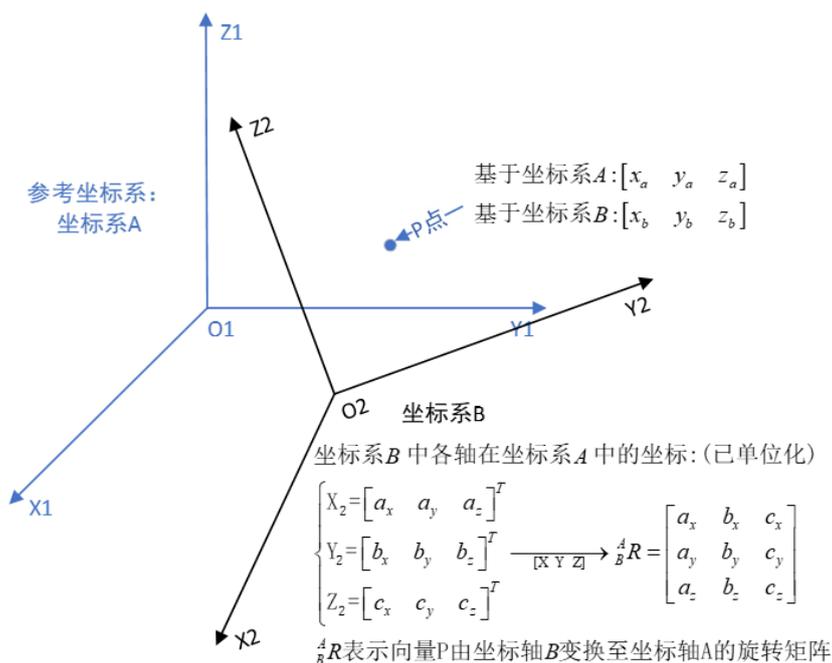


图 26 坐标解算

在上赛季不管是辅助瞄准系统、舵轮运动学解算、IMU 数据解算还是本赛季将要研究的机械臂运动学解算、自主导航技术，说到底都是坐标变换问题。

如何从一个坐标系平移到另一个坐标系，如何从一个坐标系旋转到另一个坐标系，上赛季在这些问题上我们苦恼了很久以致工程研发进度受到严重阻挠。

坐标变换问题为机器人研发的根本，本赛季目标要明确的坐标变换的相关知识体系，在空间层面明确刚体坐标变换的基本操作，比如平移、旋转。并能通过坐标变换明确四元数与旋转矩阵与欧拉角的转换关系，并能应用于工程实践。

2.4.1.4 进一步完善辅助瞄准系统

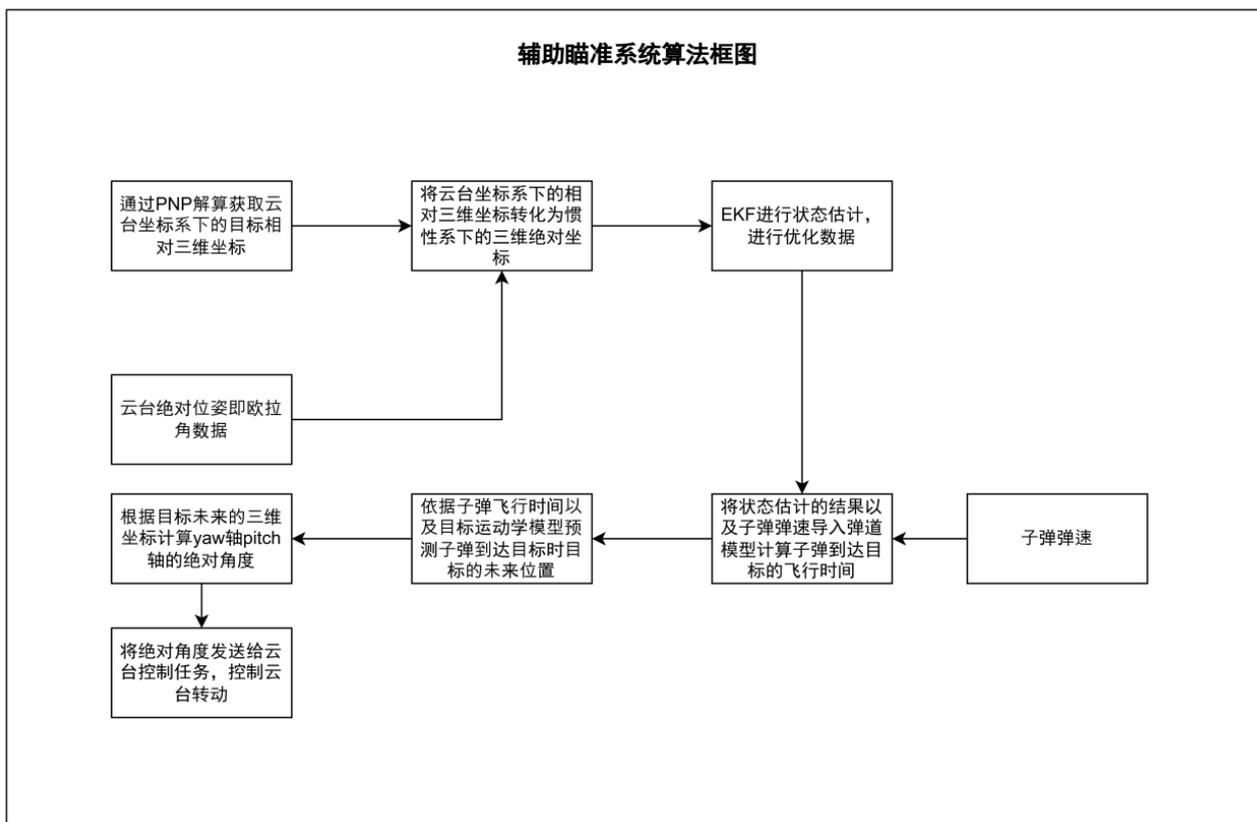


图 27 辅助瞄准算法

如上图 27 上赛季完成了辅助瞄准算法的相关基础研究。明确了辅助瞄准算法流程如上，上位机通过相机识别定位使用 PNP 算法获取目标的相机坐标系下的相对三维坐标，通过坐标平移以及旋转操作将相机系下的相对坐标转化到云台系下，然后使用云台 IMU 的三轴欧拉角数据，将相对坐标转化到绝对坐标，然后通过 EKF 进行整体状态估计获取机器人的整体状态，然后通过弹道模型求解子弹飞行时间以及弹道补偿，通过火控算法进行目标的击打。

但是经过实际测试在击打静止以及小仰角目标时符合设计要求，但是在击打移动以及大仰角目标时效果十分惨淡。命中率大大降低，无法满足算法在工程上的理想落地要求。

如下图 28，赛后我们开始分析我们的不足，推断出了很多影响击打移动以及大仰角目标命中率的因素。

由于本赛季我们采用为迭代法求解在完全空气阻力下的子弹弹道模型，求解精度可能略显不足，本赛季预研究通过龙格库塔法代替迭代弹道模型进行弹道模型的求解，提升系统拟合精度。然后在火控算法上，由于我们上赛季火控算法采用偏差累计次数判断的方式来控制发射，发弹实时性差，击打变速目标能力差。

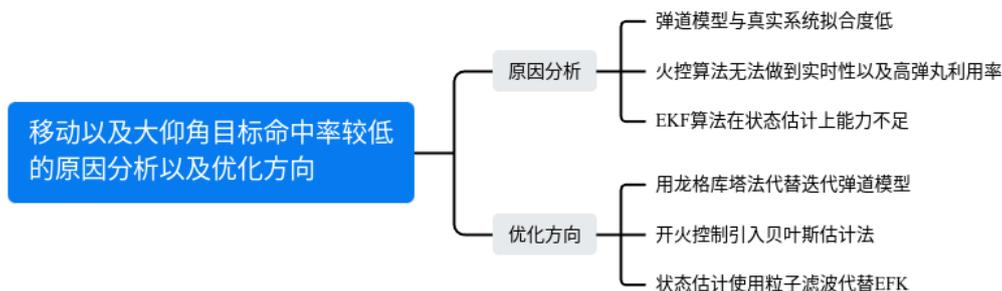


图 28 火控算法优化思路

本赛季将研究引入贝叶斯估计的方法实现开火判断。最后是 EKF 对机器人状态估计能力可能略有不足。本赛季预使用粒子滤波代替 EKF，提升对机器人整体状态估计的能力。

2.4.1.5 能量机关的激活

能量机关的激活是团队多个赛季以来的一个一直梦想完成的目标。但是由于缺少对整个辅助瞄准系统的设计流程的理解，以及团队经费以及人员问题，能量机关的激活研发进度一直在不断的延后，能量机关的激活遥遥无期。

本赛季建立在上赛季辅助瞄准系统以及上赛季能量机关项目组的研发基础上，着力研究能量机关激活的实现，力争在本赛季完成能量机关的激活。

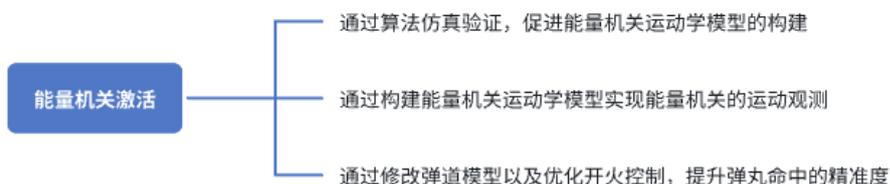


图 29 能量机关激活算法思路

如图 29，为实现能量机关激活这一研发目标，本赛季加强算法验证工具的使用，以此构建能量机关的运动学模型，并在加强对弹道模型的研究以及火控算法的研究，以此实现能量机关的激活这一目标。

2.4.1.6 机器人自主导航以及定位技术

上个赛季以来机器人自主导航以及定位技术在比赛中发挥的作用越来越重要的作用。本赛季机器人自主导航以及定位技术可用于所有地面机器人，所以本赛季我们将着力研发这项技术。

本赛季我们将基于 Ubuntu 操作系统和 ROS 机器人操作系统实现机器人自主导航以及定位，针对赛场的复杂环境采用激光雷达实现赛场建图的任务；采用基于 AMCL 定位算法结合 DLO 激光里程计算实现机器人定位；采用全局 A*路径搜索、move_base 框架实现机器人自主导航。通过以上技术的综合运用实现机器人自主导航以及定位。

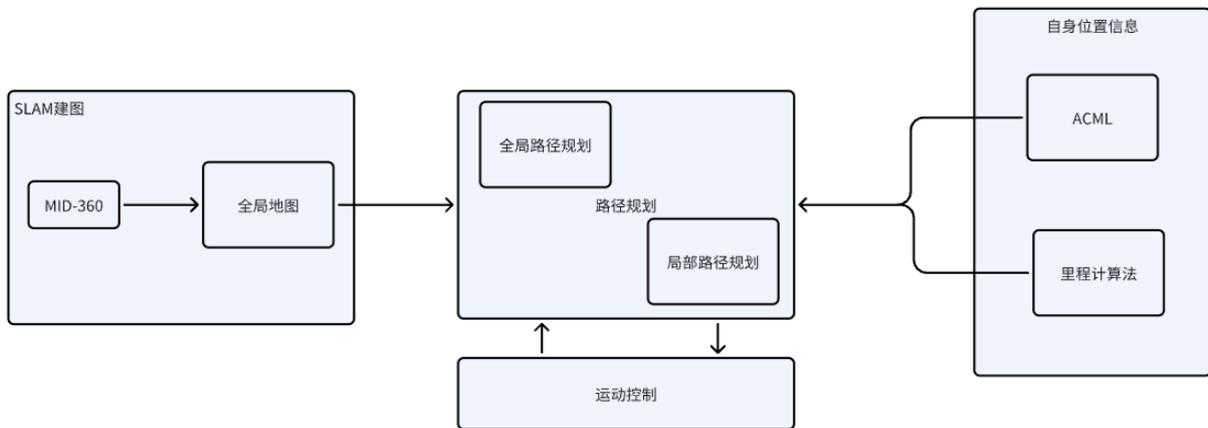


图 30 自主导航研发思路

2.4.1.7 播弹盘结构的再优化

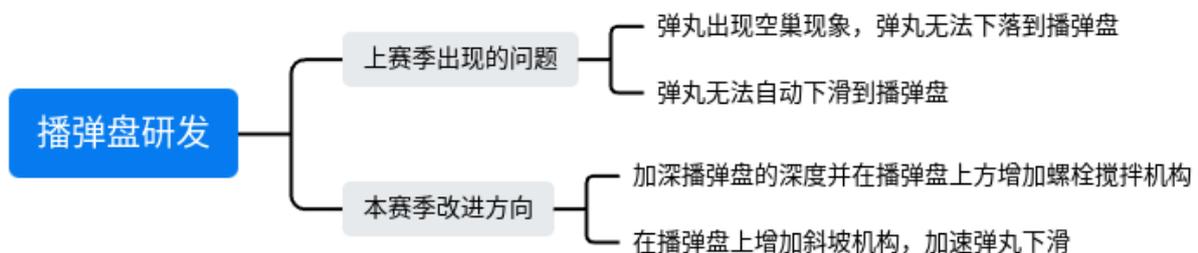


图 31 播弹改进思路

几个赛季以来设计一版标准且能实现装备在步兵以及哨兵机器人上的一版稳定且满足各项设计指标的播弹结构一直是我们团队几代机器人研发者的核心工作目标，可惜在本赛季之

前，一直没能使这个目标真正实现。但是在本赛季我们总结了前几个赛季的出现问题并参考上海交通大学播弹盘设计，在结构上进一步优化，力争设计一款满足各项设计指标的一款播弹结构。

如图 31, 在上赛季在播弹盘研发上我们出现了由于弹仓弹丸挤压过满, 导致弹丸出现“空巢现象”, 致使弹丸内部出现稳定的空间结构致使弹丸无法下落到播弹盘内部, 出现前期无法播弹, 机器人射频减慢, 影响机器人赛场发挥, 为解决这个问题, 上赛季我们选择在播弹轮上增加搅拌机构, 但是由于搅拌机构机械设计的不合理, 导致弹丸在搅拌时出现, 弹丸搅出现象, 致使机器人在后期出现弹丸被搅出无法下滑到弹仓, 并有大量弹丸一直存积在弹仓内部, 导致机器人比赛后期火力输出不足, 影响机器人的后期火力输出能力。

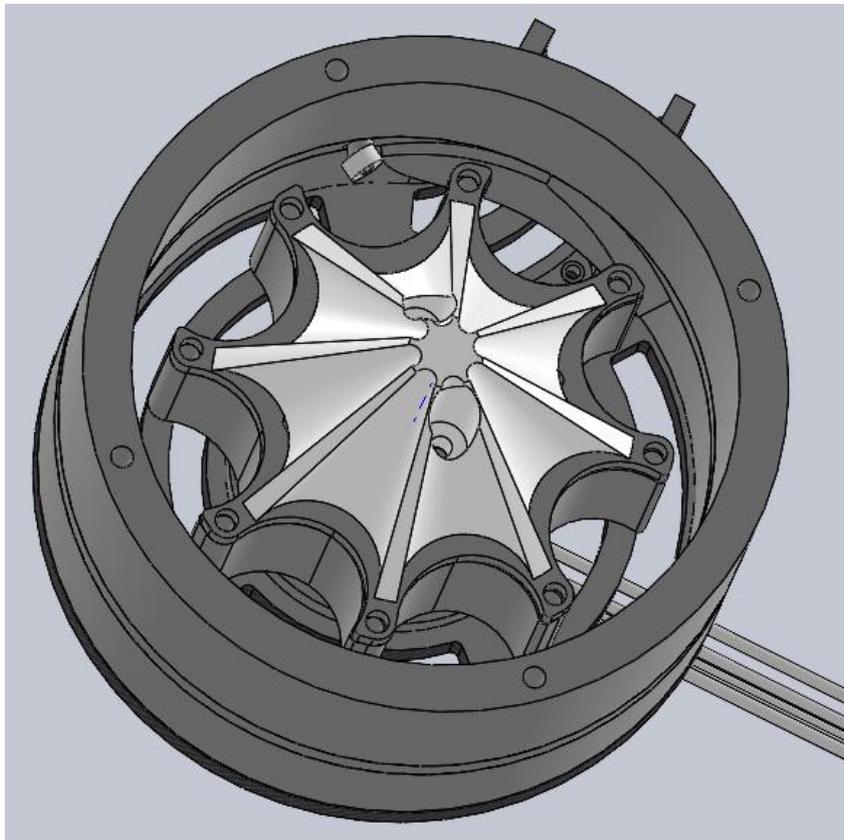


图 32 步兵 17mm 发弹机构

如上图 32, 在本赛季为解决以上问题, 我们为解决控制解决弹仓弹丸出现空巢现象这个问题, 在播弹轮上增加了螺栓搅拌机构, 搅拌弹仓内的弹丸, 并加深播弹盘的深度保证弹丸不会搅出, 防止出现弹丸无法下落到播弹盘内部, 并在播弹轮上增加斜坡机构, 加速弹丸的下滑。

2.4.2 特定兵种技术储备

2.4.2.1 工程机器人机械臂的设计以及控制

在前几赛季在工程机器人机械机构设计上一直使用传统的非机械臂结构，机器人的取矿机构灵活度较低，但是也能满足前几赛季的工程设计要求，但是在本赛季大资源岛大幅变化以及兑换站的难度进一步提升，传统的非机械臂的工程机器人的取矿以及兑矿机构已经完全不能满足本赛季的工程设计要求，工程机械臂的研发刻不容缓。

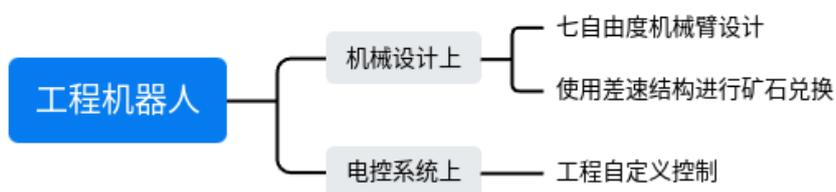


图 33 自定义控制器设计思路

如上图 33，在本赛季我们团队针对工程比赛任务要求，我们分别在机械结构设计上以及电控系统上完成工程机器人的整体设计。

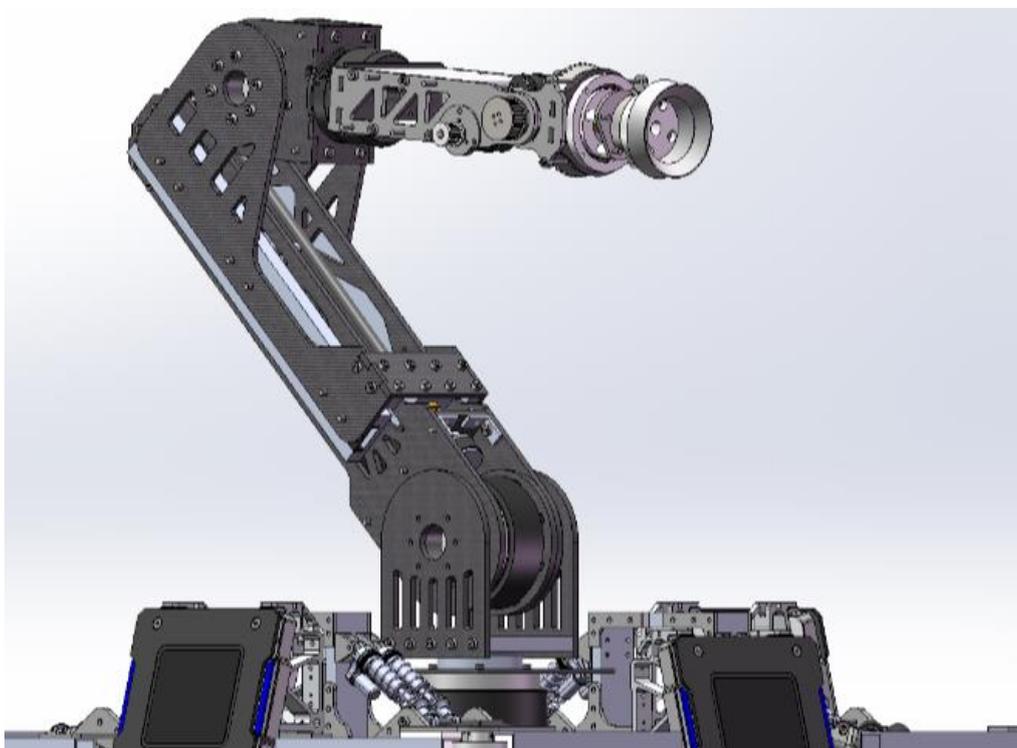


图 34 六自由度机械臂

如图 34, 在机械结构设计上, 设计了一款拥有七个自由度的工程机械臂, 该机械臂拥有极高的自由度, 能灵活的满足机器的资源岛的取矿任务, 并使用差速器结构增强工程机器人矿石兑换能力。

在电控系统设计上, 为更好的实现工程机械臂的操作手使用控制器控制工程机器人进行取矿以及兑矿操作, 特为工程机器人设计了一款机械臂定制控制器, 该控制器与机器人自由度数量相同, 在控制机械臂运动时, 控制器的每一自由度的转动会映射到机械臂的对应自由度的转动, 以此完成工程操作手对工程机器人的机械臂的控制。

2.4.2.2 英雄机器人的中供弹链结构

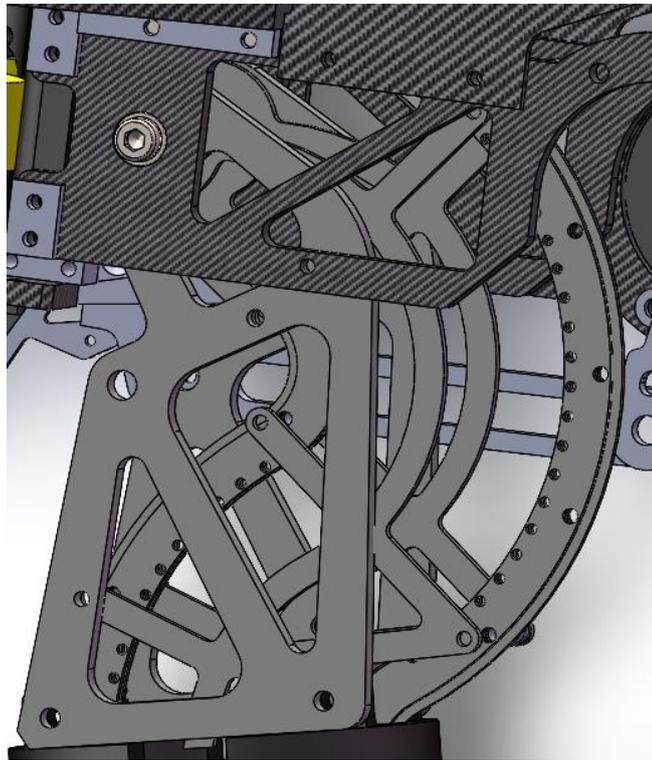


图 35 中走弹链

前几个赛季英雄机器人一直采用测供弹链结构, 导致英雄机器人发弹延时过大, 影响英雄机器人的赛场发挥能力。但是在本赛季在英雄机器人云台弹链结构设计上从测供弹链结构改为中供弹链结构, 这样能显著减少英雄机器人的发弹延时过大的问题, 并由于更改为中供弹链结构, 云台体积相较于过去的英雄机器人大大减小, 质量上也大大减轻。英雄整体质量以及体积也随之减少, 相较于过去, 英雄机器人不仅在发弹延迟上减少了在整体质量上大大减轻, 更在赛场作战运动灵活度上有了极大的提升。

2.4.2.3 舵轮步兵机器人的舵上减震结构

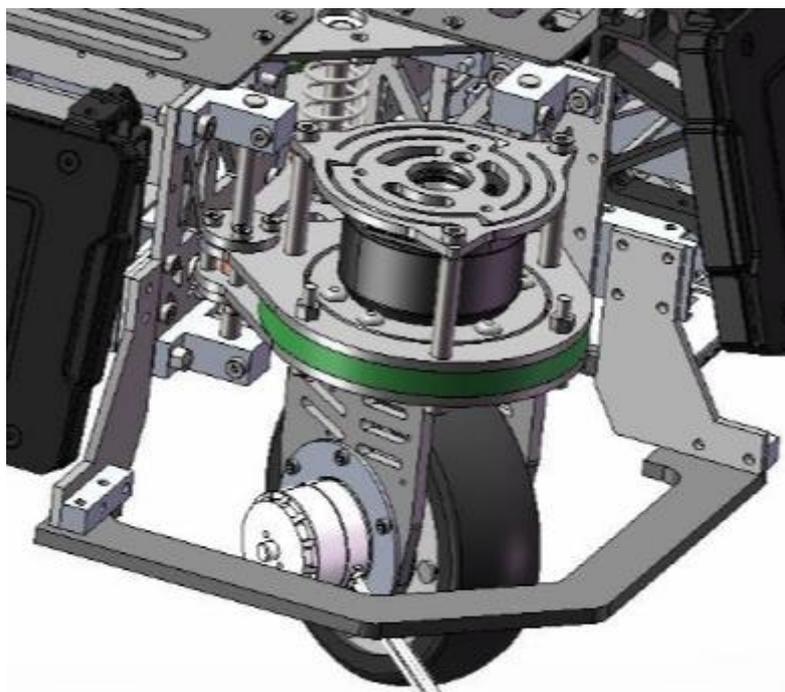


图 36 舵上减震轮组

上赛季在舵轮研发设计上由于初次研发，经验不足，整车在机械结构设计上有极大的问题，导致舵轮步兵场上表现不佳，本赛季在解决上赛季的基本机械问题上，更改了舵轮减震结构，从舵下减震改为舵上减震。更改为舵上减震结构后舵轮底盘的舵下的机械结构相较于上一般舵下减震底盘更加的简单，在轮组强度上也获得显著的提升，整个舵轮步兵机器人相较于上赛季获得稳定的机动能力。

2.4.2.4 基于弹簧的飞镖发射系统

上赛季飞镖使用传统的摩擦轮结构控制飞镖镖体的发射，但经历上赛季的实际测试，摩擦轮在控制发射时会出现系统时变过大的现象，即发射动能系数不稳定，导致飞镖发射初始动能不稳定，导致飞镖飞镖不稳定，严重影响飞镖的命中。

在本赛季，总结上赛季问题，为解决飞镖发射动能不稳定的问题，在发射结构上进行了重新设计，将摩擦轮发射结构改为弹簧弹射发射结构，相较于过去使用摩擦轮发射，系统时变程度大幅降低，飞镖发射的初动能变化较小，飞镖发射更加稳定。

2.4.2.5 2024 赛季飞镖发射系统

分析本赛季飞镖系统工作需求，将基于弹簧储能控制系统的弹射发射方案作为 2024 新赛季的首选方案。

1. 弹簧储能方案的优势

相对于摩擦轮与飞镖间极其复杂的能量传递，弹簧与飞镖间的能量传递行为较为简单，由弹簧储能公式：

$$E = k \frac{x^2}{2} \quad (1)$$

可知弹簧存储弹性势能 E 只与弹簧劲度系数 k 及弹性形变量 x 有关，控制与测量都相对简单稳定。对于弹簧劲度系数 k 这一未知量，我们则可以根据弹簧弹力公式：

$$F = kx \quad (2)$$

通过对弹簧拉力 F 及弹性形变量 x 的测量进行求解，并在每次发射时进行自动修正，以消除弹簧蠕变老化对飞镖发射初速度的影响。

综上，相较于原有的摩擦轮发射方案，弹簧储能方案具有控制简单稳定、不可控变量较少的优点，而其再装填速度较慢的缺点也尚在容许范围内，利大于弊，故选此为本赛季飞镖发射系统的首选方案。

2. 动能控制系统主要工作原理分析

1. 模块介绍及方案特点

此方案将动能控制系统分为①注能及释放、②储能及调节、③能量传递以及④拉力测量四个主要部分。

其中：

①注能及释放部分，采用了 3508 电机带动同步带将滑台牵引到闭锁位置，而后通过弹性杠杆闭锁机构锁定滑台位置，最后使用舵机进行能量释放的方案。维持飞镖每次发射起始与离架位置固定，确保了每枚飞镖基准位置相同。

②储能及调节部分，使用了六根高强度钢弹簧并联作为储能单元，一端经由能量传递部分与发射滑台连接，另一端固定于一可调滚珠丝杆上，通过电机带动丝杆旋转，可

以调整弹簧组的预张紧量，以调节飞镖的发射动能。具有储能连续可调、控制精度高的优点。

③能量传递部分，使用 0.8mm 编织钢索与 v 形轴承组成的四倍速滑轮组将能量在储能弹簧与发射滑台组之间传递。在保证高强度与低形变量的同时兼顾了轻量化及长加速行程，维持了较高的动能传输效率。

④拉力测量部分，使用一高精度应变式力传感器直连钢索一端，对系统拉力进行测量，可提高静拉力测量精度，并根据发射过程的拉力数据对飞镖获取动能进行精准测算。

2. 系统方程推导

由弹簧储能公式（3）、飞镖与滑台动能公式（4）、弹簧拉力公式（5）公式联立，可得飞镖速度公式（6）：

$$E = k \frac{x^2}{2} \quad (3)$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \quad (4)$$

$$F = kx \quad (5)$$

$$v = \left(\frac{Fx}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

由此可知，我们只需要对飞镖与滑台质量和 m 、弹簧弹性形变距离 x 进行精确控制，并对弹簧弹力 F 进行准确测量，即可以保证每枚飞镖的发射初速度得到精确的控制。

2.4.2.6 2024 赛季飞镖制导系统

根据工作原理，制导系统组成可分为捷联惯性捷联导航与激光寻地制导，捷联惯性导航作为姿态与航向传感控制组件在一下两种方案中均有应用，于寻地制导方案中不做赘述。

1. 捷联惯性导航:

基于本方案特有的飞镖气动设计，在无大偏角风切变及自激震荡条件下，飞行航向轴与导引头视轴同轴误差 $\leq 2\%$ ，可视为基本重合，而且由于抛体非升力体飞行器对静定要求不高，在低升阻比低雷诺数的飞行条件下，空气阻力矩与空气粘性力矩起主导作用，结合尾翼气动导向设计以及弹体偏航稳定性，质心直接作用变轨效率明显高于航向偏转升力变轨成为首选控制方案。综上 IMU 仅需采集弹轴自旋转角加速度与三轴直线加速度，而飞控系统仅需对飞行自旋解耦并与导引头导引量耦合进驱动传递函数，大大缩减飞控计算负担，提高飞行控制效率。

2. 激光寻地制导:

激光制导主要分为光电位置敏感探测（PSD）与分象限光电转换探测（QD）两种探测方式，而 QD 探测又可分为焦平面探测与分体视场开关探测。

3. 焦平面 QD 探测器制导方案（首选方案）

焦平面象限探测器（QD）是激光制导中最常用的激光探测方案，其利用光刻技术将一个圆形或方形的光敏面分割成几个相互隔离、面积相等、形状相同、位置对称的象限区域的光电探测器件，或者采用裸晶片拼接的方式，组成由多晶片置于同一平面的象限探测器。常用的有二象限、四象限、八象限等，可用于准直、定位和跟踪系统。要实现目标二维位置信息的探测，需用四象限以上的象限探测器件。

目前，国外激光半主动制导系统的方位探测接收中所采用的探测器件多为四象限探测器。在理想情况下，四象限探测器各个象限具有相同的光电特性，在均匀的光斑照射下，每个象限产生的光电流相等，通过后级电路将光电流进行放大，得到的电压信号相等。当目标位置偏离光轴时，通过光学系统，在探测器光敏面上形成的光斑偏离器件的中心，因此各个象限接收得到的光能量不同，从而输出不同的光电流。通过比较各个象限的电流大小，来确定光斑的具体偏离位置，从而解算目标的方位信息。象限探测器可

以对目标位置的变化进行连续探测，具有位置分辨率高、响应速度快等特点。四象限探测器在生产过程中，需要对光敏面进行分割，象限间的分割线不再具有感光特性，因此通常称为“死区”。死区会影响探测效率，并且引入探测误差，特别当光斑较小时，死区的影响会更加明显。另外，在象限探测器工作时，随着目标偏离光轴的位置改变，光斑可能会落入某一个象限，此时，只有该象限有输出，其它象限输出均为 0，从而无法从象限输出判别光斑在该象限内的具体位置。因此需要根据系统要求，合理设计光斑大小，以获取最大的线性工作范围。

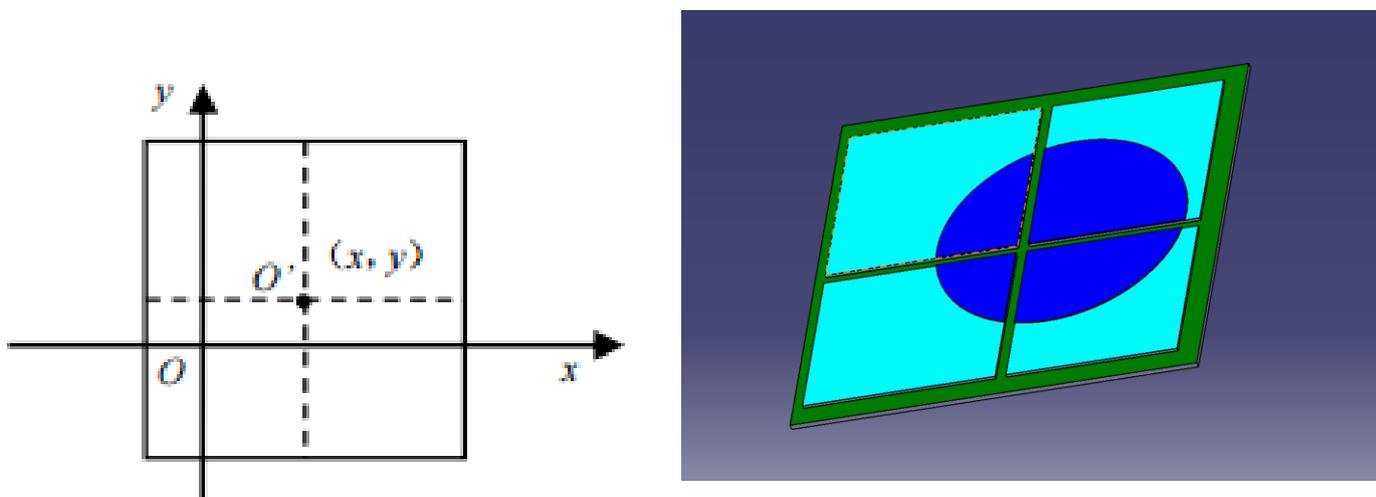


图 37 四象限探测器工作原理

图中蓝色圆圈为离焦成像光斑，绿色为基底，蓝灰色为探测器敏感区域。

4. 分体 QD 探测器制导方案（技术验证方案）

分体式象限探测器与焦平面探测器同属于象限探测器，不同的是分体四象限外置于弹体并偏离轴线一定距离以保证测量宽范围，与焦平面四象限探测器相比，分体四象限不需要严格的位于焦平面上结构也更为简单，仅用于阈值测量目标反射光。其探测原理也与焦平面四象限探测器有所不同，其仅需测量视场内目标全部光强，并产生光强测量信号经由阈值门电路甄别后进入飞控，作为二值开关量为变轨作动提供信号。

其测量原理简单，精度中等，性价比极高，不需要高精度的光学组件，每一只硅光电池（雪崩二极管）为独立光学系统，更换维护更加低成本；若采用雪崩二极管作为探头，则能大大提升探测灵敏度。

但其缺点也尤为明显，因其输出量为二值信号，只能进行提供偏航导引指令，对于偏移量偏移速度无法测量，且探测器之间干扰与像差漂移均相互独立，不具备互相参考价值，因此在伪目标与抗环境干扰方面表现不佳，且因其二值化反馈特性，由于“探测—作动”回路存在延迟，不当的气动外形与驱动设计可能造成探测—作动闭环系统正激震荡，进而影响飞行稳定与导引可靠性。

当目标光斑位于四象限视锥交叉区域时，导引轴线指向目标，结合航向修正气动设计，可使得飞行方向指向目标；若存在偏移量，则向对 0 值输出方向采取变向动作。

5. PSD 探测器制导方案

PSD 探测器具备直接测量二维平面上光斑峰值偏移的能力，而无需对传感器阵列采集的图像进行二值化以及图像边缘提取与滤波并计算中心点来输出导引量，对于当前比赛环境下所使用的光源指标目标表面特征以及空间光路介质有很高的宽容度，其坐标转换式如下：

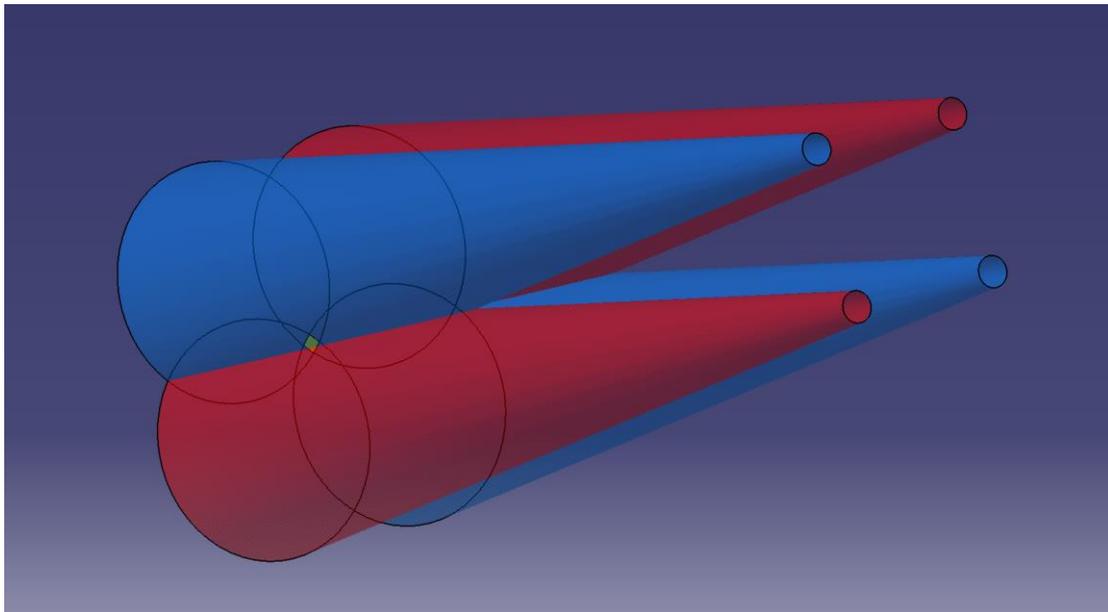


图 38 分体探测器系统示意

红蓝色为两轴交叉对角象限，四象限中心存在交叉区域

$$\frac{(I_2 + I_3) - (I_1 + I_4)}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4} = \frac{2X}{L} \quad (7)$$

$$\frac{(I_2 + I_4) - (I_1 + I_3)}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4} = \frac{2Y}{L} \quad (8)$$

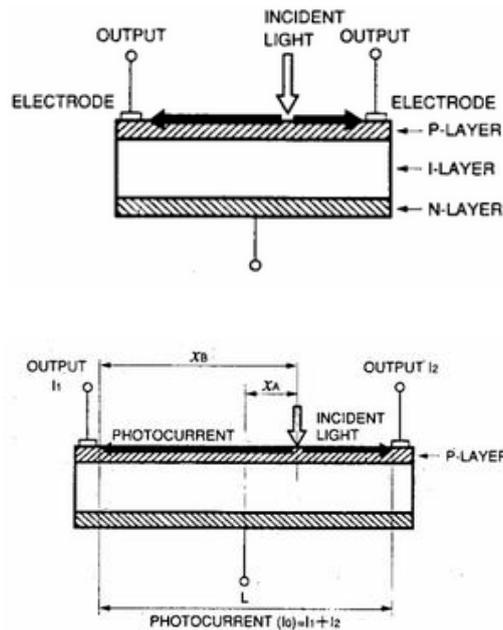


图 39 PSD 探测器基本原理

四通道输出电流经精密跨阻放大后进入 14bit (AD9245) 高速 AD 采样, 通过导引头 FPGA 计算目标偏移量, 偏移速度, 偏移加速度打包生成导引量发送给弹载计算机进行变轨操作。

对于 PSD 导引方案, 其优点为低暗电流: 5v 1nA (提高信噪比), 短上升 (下降) 时间: 2 μs (提高扫面频率), 有效灵敏区域无探测死角: 传感器面尺寸 9*9 (mm), 除以上特点, PSD 探测方案可计划与多脉冲调制激光源进行实时测距, 预计精度可达 5mm。

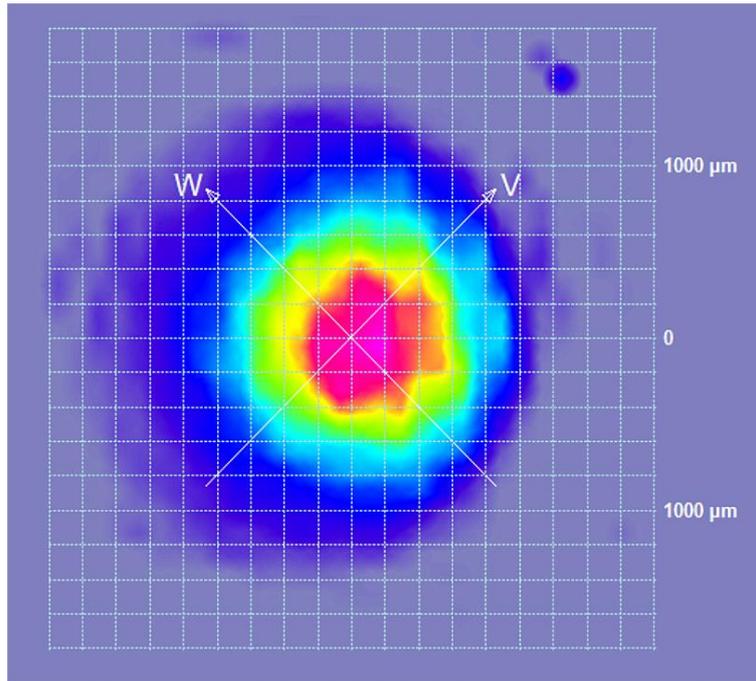


图 40 PSD 测量样例

从迭代升级与导引精度方面考量，对于 PSD 方案尚存在不可忽视的些许不足，在目标中心点识别方面，若光斑形状为非泊松分布结构，会造成光斑中心点的偏移，进而产生过大的脱靶量。其次在探测器结构方面，PSD 探测器为全面垒结构，在同尺寸同灵敏度下存在很大的结电容，这将导致高刷新时存在寄生电荷进入测量系统，进而引起测量误差与整体探测分辨率，PSD 在生产和封装工艺时边缘结厚与介电性能会存在差异，这将导致探测器在边缘光斑探测的时候存在高于典型值五十倍的漏电流以及结区介电接触不稳定引入的抖动噪声，这对于坐标测量是相当致命的，为避免此类情况对探测可靠性影响，在选片以及光路设计时应避免探测器工作于低信噪比低可靠性区域，并对设计方案进行可靠性校核。

3. 团队架构

3.1 团队架构

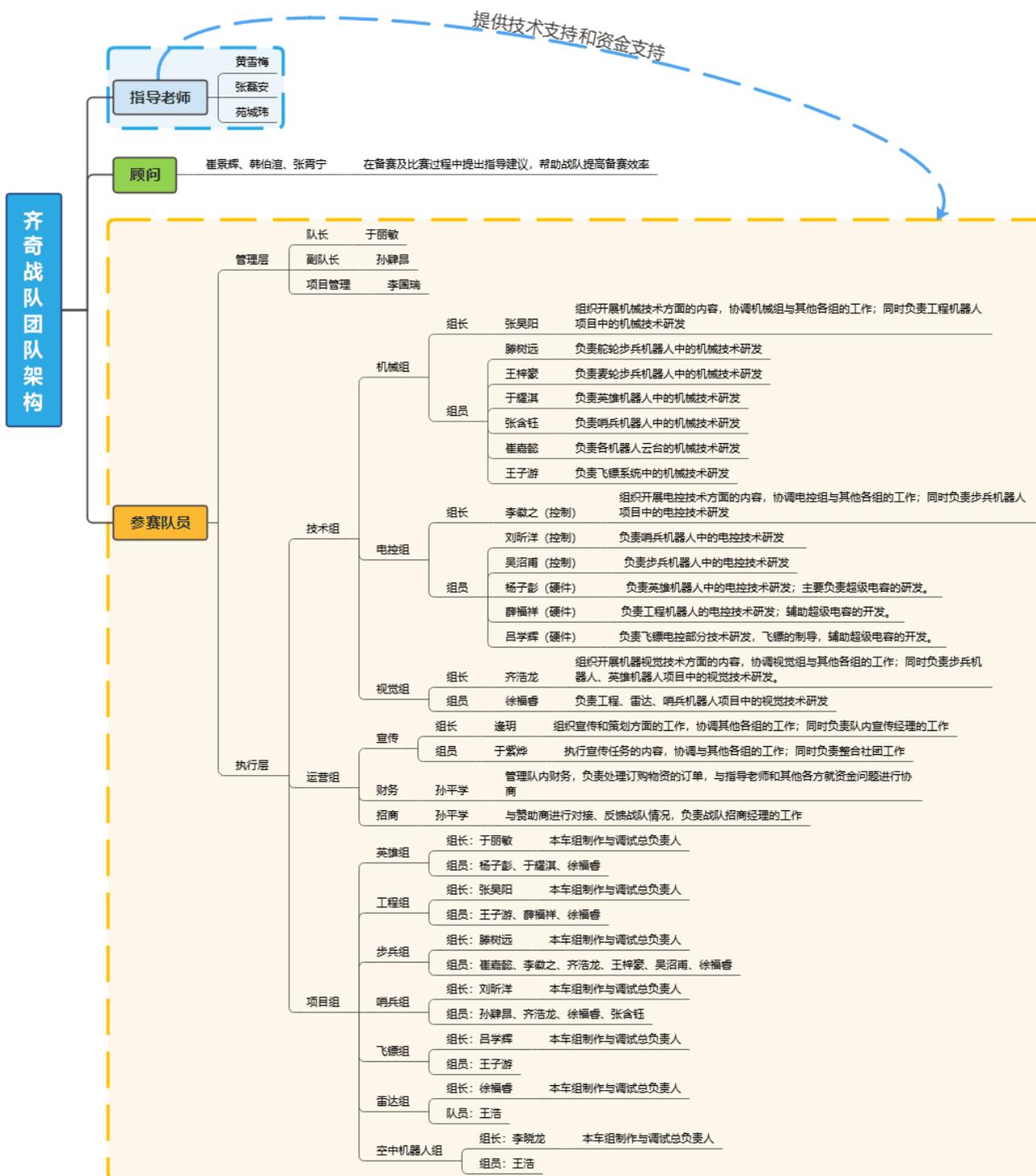


图 41 齐奇战队团队架构

表 19

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		指导老师	1.最直接的团队负责人。 2.负责指导竞赛期间团队经费的使用。 3.负责指导相关技术。 4.比赛期间负责全队人员的生命与财产安全。 5.协助管理层建设好团队氛围与队伍传承。	参赛队伍所在的高等院校中在 2024 年 8 月以前毕业具备科研、教学工作资格的教职人员；热爱团队。	3
		顾问	1.对新赛季的要求做出切实可行的解决方案或思路。 2.为梯队队员解决技术方面问题。	具备良好相关知识储备； 具有足够的时间进行研究指导方向。	5
正式队员	管理层	队长	1.参与队内各项重大事务的抉择。 2.周会召开，督促各项目组掌握好进度安排，把握研发速度与方向。 3.与组委会的联系人。 4.比赛时的绝对领导人，战术指导，赛务申请仲裁负责人。 5.提醒队内关键节点。 6.团队氛围建设的第一负责人，队伍传承的第二负责人。	1.具有至少一年参赛经验。 2.具有良好的研发能力，在研发方向出现问题时及时指出。 3.具有优秀的时间把控能力。 4.有强大的心理素质，具有绝对的判断力，良好的管理能力，可以在紧张的环境下可以做出最正确的选择。 5.性格开朗，在强大的压力下可以调动全队积极的情绪。 6.有良好的人际关系处理能力，为团队氛围建设提供正确的方向。	1
		副队长	1. 协助队长参与队内各项重大事务的抉择，与队长把握研发速度与方向。	1.具有至少一年的参赛经历。 2.具有良好的研发能力，在研发方向出现问题时及时指出。	3

			<p>2.发现并纠正队长的错误，队长出现重大错误可与项目管理联合罢免。</p> <p>3.负责对团队之外的沟通与联系。</p> <p>4.保存整理各比赛的文档与技术报告。</p> <p>5.队伍传承的第一负责人，团队氛围建设的第二负责人。</p>	<p>3.关注 RoboMaster 论坛、参赛群动向，及时向队内反馈重要通知。</p> <p>4.与项目管理监督队长。</p> <p>5.具有良好的沟通能力。</p> <p>6.具有足够的整理文档能力，能将队伍传承做好并发扬。</p> <p>7.良好的性格，能够协助队长建设好团队氛围。</p>	
	项目管理		<p>1.负责资源管理和财务管理，来确保项目的顺利推进。2.不断地评估项目进展情况，及时调整计划和资源分配，确保项目能够按照目标、时间表和预算完成。3.与副队长一起监督队长 4. 队伍传承的第三负责人，团队氛围建设的第三负责人。</p>	<p>1.拥有至少 1 年参赛经验。</p> <p>2.对各车具有足够的了解，明白各车组的时间规划并及时做好调整。</p> <p>3.能够合理对车组根据总资金进行资金分配，进行资金节流。</p>	1
技术执行	机械	组长	<p>1. 审核各车组的机械结构。</p> <p>2.和相应车种的负责人定好每辆车的机械结构，各车结构规范化。</p> <p>3.调节好机械组组内氛围。</p> <p>4.规划机械组梯队队员的培训。</p> <p>5.协调组内任务安排。</p> <p>6.整理好各车图纸，做好机械类传承。</p>	<p>1.有较强的协调能力和专业技术能力。</p> <p>2.在技术组内人际关系良好，可以与组内组员进行良好的沟通。</p>	1
		组员	<p>1.每辆车的机械责任人，与机械组组长及管理层协商车的主题架构。</p>	<p>1.认真负责，沟通能力良好。</p>	7

		<p>2.把车做出来，与电控一起合作使其达到上场水平。</p> <p>3.与各车电控协商好布线，配合组长做好自己负责车的传承。</p>	<p>2.在机械方面，其具有扎实的技能和专业知 识，能够熟练了解和维 护所负责的车辆。</p> <p>3.有协作精神，遇到问题时能够及时与上层或者管理层进行沟通和交流，共同解决问题。</p>	
电 控	组 长	<p>1.协助项目管理协调各位电控组 成员的进度。</p> <p>2. 协调组内任务安排。</p> <p>3.规划电控组梯队队员的培 训。</p> <p>4.调节组内气氛。</p> <p>5. 与电控组成员制定好代码 规范，做好电控代码传承。</p>	<p>1.有较强的协调能力和专业技术 能力。</p> <p>2.在技术组内人际关系良好，可以 与组内组员进行良好的沟通。</p>	1
	组 员	<p>1.每辆车的电控责任人。</p> <p>2.做好车的底层逻辑，与机械 一起合作使负责的达到上场水 平。</p> <p>3.与各车机械协商好布线。</p> <p>4.配合组长做好自己负责车的 传承。</p>	<p>1.认真负责，沟通能力良好。</p> <p>2.在电控方面，其具有扎实的技能和 专业知识，能够熟练了解和维 护所负责的车辆。</p> <p>3.有协作精神，遇到问题时能够及时 与上层或者管理层进行沟通和 交流，共同解决问题。</p>	6
视 觉 算 法	组 长	<p>1. 协助项目管理协调视觉算 法组 成员的进度。</p> <p>2.与视觉算法组成员制定好代 码规范，做好视觉代码传承。</p> <p>3.规划视觉算法组梯队队员的 培训。</p> <p>4.调节组内气氛。</p> <p>5.协调组内任务安排。</p>	<p>1.有较强的协调能力和专业技术 能力。</p> <p>2.在技术组内人际关系良好，可以 与组内组员进行良好的沟通。</p>	1

		6.做好视觉算法类传承。		
	组 员	<ol style="list-style-type: none"> 1.对自己负责的车的视觉研发。 2.根据赛季新添规则做好人机交互。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.需掌握众多算法、了解Ubuntu系统与嵌入式系统串口通讯。 2.进行深度神经网络与自适应算法的学习，熟练掌握常用的框架例如 pytorch，还要学习 slam 等技术，使机器人可以自主寻导。 	2
	战 术 指 导	<ol style="list-style-type: none"> 1.充分了解比赛规则，在比赛时制定比赛的战术和策略。 2.做好新赛季地图的每个点位的称呼，使比赛时信息能够高效率流通。 3.指导操作手的训练。 4.本赛季战术指导将在管理层和各组长之中选出。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.头脑冷静，能够制定战术方案，进行战术指挥。 2.能够协调兵种之间的合作，实现全面、有序的作战行动。 3.灵活应变：能够根据战场实际情况，灵活调整战术方案，应对敌方的变化和意外情况。 4.能将理论知识与实际相结合，善于分析、决策和指挥。 	3
运 营 执 行	宣 传	负责整个团队绝大部分的向外文化输出，扩大团队的影响力。	<ol style="list-style-type: none"> 1.具有沟通能力、创意能力、策略规划能力、决策能力、分析能力、团队合作能力、时间管理能力。 2.掌握各种办公软件，宣传软件。 	3
	招 商	<ol style="list-style-type: none"> 1.负责招商引资，开展招商活动，吸引机甲大师赛沿线项目的投资者和企业来投资、合作或设立新的项目。 2.需要进行市场调研、行业分析等手段找到潜在的投资机会，并与相关方进行沟通和协商。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.具有良好的 PPT 制作能力，敏捷的目光审视能力，对各项目组都有足够的了解。 2.有一定招商经验、具有较强的人际沟通力和理解力、有强烈的目标感和进取心。 	1
	财 务	负责团队内公共资金的流转，辅助副队长及项目管理理清各组支出。	认真细致，对 Excel 等办公软件有一定的熟练度。	1

梯队 队员	机械	1.协助机械组成员进行机器人的组装，调试，场地的布置。 2.负责一些小比赛的机械方面。	1.有一定的机械基础，做事认真负责。 2.有独立完成简单项目的能力。	10
	电控	1.协助电控组进行数据测试。 2.负责一些小比赛电控方面。	1.对嵌入式控制有较高兴趣、具有较强学习能力、有责任心。 2.有独立完成简单项目的能力。	10
	视觉算法	1.协助视觉算法组进行调试。 2.负责一些小比赛的电控、视觉方面。	1.对视觉有较高兴趣、具有较强学习能力、有责任心。 2.有独立完成简单项目的能力。	10
	运营	协助运营组进行对外文化输出	1.对运营有较高兴趣、具有较强学习能力、有责任心做事认真负责。 2.有独立完成简单项目的能力。	10

4. 资源可行性分析

4.1 资源使用情况分析

4.1.1 上赛季资源使用

4.1.2 异常情况

由于上赛季舵轮步兵在调试过程中出现结构件板材断裂，导致出现原有计划外的花销，在电控方面线材已经开发板在使用过程中，因为使用不当也有一部分额外维修费用，尤其是在制作这研发过程中，产生了一些浪费现象，由于对物资整体情况摸底不够细致，导致一些零件重复购买。不能合理的利用现有资源，这是这赛季需要迫切修改的问题。其次是在初期计划经济时就应该留有一些余量，避免后期的资金运行紧张。

其次在团队运营和招商管理方面也出现了一部分问题，尤其是招商计划，对原有的项目招商成果不够显著，没有达到预期效果，造成问题的原因是由于战队招商体系还不够完善，外来企业以及校友产业的合作政策实施不完善，对于实际产生价值认可度不明显，后续需要制定一个更加完善的体系。

4.2 本赛季资源可用情况分析

表 25

类别	来源	物资名称	数额	单位	初步使用计划
资金	学校/学院各级组织	现金及报销	2	万元	研发/差旅使用
	团队经费	现金	3	万元	研发使用
物资	往届遗留	开发板	4	个	机器制作
		TX	2	个	视觉使用
		激光雷达	1	个	算法使用
		大恒镜头	2	个	机器制作
		焊机	1	台	机器制作
		导电滑环	2	个	机器制作
		供电线	10	根	机器制作
		全向轮	6	个	机器制作
		摩擦轮	12	个	机器制作
		相机线	4	包	机器制作
		发光带	1	卷	场地制作
		地胶	3	卷	场地制作
		电烙铁	2	个	机器制作
电压线	3	根	机器制作		
NUC	2	个	机器制作		

类别	来源	物资名称	数额	单位	初步使用计划
		打印机内存卡	4	个	机器制作
		手钻	4	个	机器制作
		雷达	1	个	机器制作
		回形针	2	盒	运营物资
		尖嘴钳	3	把	机器制作
		STM32 开发板	4	套	机器制作
		助焊膏	10	盒	机器制作
		漆包线	2	卷	机器制作
		自喷漆	1	箱	运营物资
		航模电池	10	块	机器制作
		护目镜	40	副	运营物资
		热风枪	1	个	电控使用
		万用表	4	个	电控使用
		电调	10	个	电控使用
		易损线材包	2	袋	机器制作
		超级电容	4	块	电控使用
		轮毂电机	6	个	机器制作
		麦轮	12	个	机器制作
		餐盘轴承	4	个	机器制作
		电池充电器	2	个	机器制作

类别	来源	物资名称	数额	单位	初步使用计划
		C620 电调	8	个	机器制作
		开发板C 型	4	个	机器制作
		C610 电调	8	个	机器制作
		接收板	4	个	机器制作
		3508 电机	6	个	机器制作
		周边展示粘板	6	块	运营物资
		遥控器	6	个	机器制作
加工资源	借用	响尾蛇 3D 打印机	1	台	加工
	往届遗留	BOX, 打印机	1	台	加工
	往届遗留	电磨机	1	套	加工
	借用	铣刀	1	个	加工
宣传资源	校社团	机器人爱好者协会		/	宣传媒介
	社交平台	B 站账号	1	/	宣传媒介

4.3 资金预算分配规划

表 26

模块	可用资金预算	备注（如有）
步兵	6000	因有上届遗留物资，预算多作为机械机构更改与电控备件使用。
英雄	7000	
工程	8000	
哨兵	7000	
无人机	3000	因有上届遗留物资，预算多作为机械机构更改与电控备件使用。 如有其他招商资金引入可以考虑更换摄像头。
飞镖	4000	飞镖考虑从新制作更改结构，采用原有餐盘轴承
雷达	3000	从原有雷达上进行调配和升级
运营	4000	制作新赛季周边
差旅	15000	如有更大花销，由队员自理
道具	2000	上届场地元素遗留，本赛季需要新制作一版兑换站和大能量机关
总计	59000	在不考虑招商资金情况下，队员集资以及校内扶持政策预算经济 55000，与所整体预算少 4000 元。

4.4 资源可行性分析

4.4.1 项目规划

通过对 2023 赛季预算的分析，我们发现团队大部分研发需要往届遗留下来的物资，这样也大大减轻了队员的经济压力，因此在项目规划上可以取得更多的资金来支撑本赛季新的开发和试错。

1. 团队成果转化，将比赛所做机器人转换到科创成果来换取实际效益。
2. 参加大创项目，根据往年齐奇战队大创项目获奖情况预测可获奖 2 万元。
3. 参加校外培训合作。
4. 校友赞助计划。
5. 寻找校外赞助。

4.4.2 潜在风险

上述项目大多存在于理论上的可行性，落实还需要看具体实施情况。包括往届物资遗留状况，一些机械、电控、视觉组件可能存在老化、超过使用年限。因此可能对于正常预算来说，还需要更多的预算倾斜。

区别于较大多数院校，齐奇战队资金筹备计划目前仍处于起始阶段，对于校外宣传赞助并不占据优势，其次成果转化需要分出一些人力以及物力，在人员分配上就会产生一些潜在问题，最后是计划的大学生创新创业项目基金，虽然每届队员都会取得一些成绩，但新赛季的情况仍然存在一些不确定性，不能百分之百的确保资金来源可靠。因此除去原本已有资源之外，其余外来资金并不能做到很好的保证，对于完成比赛来说还是有一定的难度，可能需要队员进行部分担负。因此在资金使用上还需要很大程度的节省，才能保证本赛季正常进行。

4.4.3 解决方案

1. 根据上赛季的情况，虽然资金方面略有不足，但队内仍然出现了很多浪费现象，本赛季为了控制不必要的物资损耗，对各个兵种进行了物资规划，已经新的选材买件，报销制度。并且直接由项管与财务进行审批，这样很大程度上减少不必要零件的购买。减少花销成本。
2. 其次是在资源管理方面，对于违反物资管理规范后，出现任何物品损坏，由相关责任人进行等价赔偿。
3. 官方物资成本节约控制，积极参与官方各种活动，可以参与折扣分享，如：优秀赛季规划，官方活动宣传等皆可获得官方赠品（电机、裁判系统、宣传物资，官方折扣等）。
4. 进行成本控制，压缩成本使用，比如：在机械组购买板材时可以一直找相同的商家进行洽谈，进行价格利益最大化。其次是在第一次装车时一些零件可以使用打印件或者玻纤板材等便宜一些的板件，减少试错成本。
5. 差旅成本控制，在外出比赛，以及外派工作时，减少花销，选择低价出行，对住宿的选择应该进行多家店铺筛选，选取性价比最佳的方案。

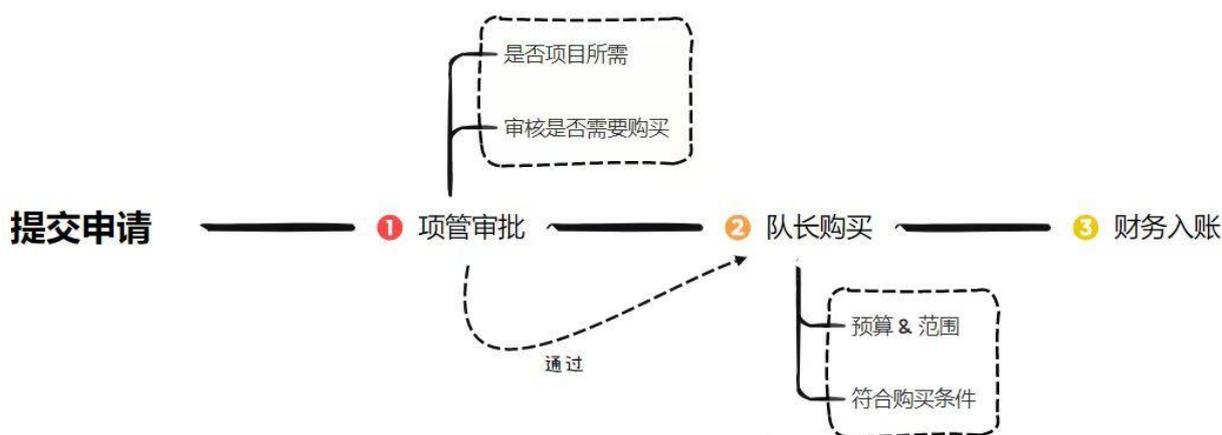


图 42 审核流程图

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

5.1.1 团队文化建设

本赛季团队文化建设目标主要有以下几点：

1. 提高战队知名度及影响力

通过在线下宣发传单、战队周边等宣传物料及在线上官方账号上（b站、微信等）发布代表战队精神的宣传内容，提高战队的感知度，加强队员对战队文化的认识。

2. 增强团队认同感、归属感

通过在线上官方账号上发布战队团体活动、战队榜样专访、战队日常任务相关的推文视频的制作。冲锋衣和马甲、T恤三款队服以及制作发放战队周边，提高战队成员对战队文化的认同感和归属感。

3. 加强文化宣传

通过线上发布视频与线下宣讲、举办活动等方式结合向战队各梯度队员解读战队文化，确保战队在正确价值观的指导下，全身心的投入到科研竞赛以及文化传承的工作中。

5.1.2 宣传指标

表 27

		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
平台	账号名	曝光总量	内容数量	平均曝光量	曝光总量	内容数量	平均曝光量
微信	齐奇 RboMaster 战队	6538	41	159.4	10000	102	170
QQ	山东理工大学齐奇战队	1301	24	54	2000	25	80
B 站	山东理工大学齐奇战队	37980	39	973.8	24000	60	400

5.1.3 宣传规划

表 28

时间	事件	活动目的	活动内容
新生报道日	迎新宣讲	设置展台,介绍齐奇战队及RoboMaster 赛事	设置展台,介绍齐奇战队及RoboMaster 赛事
2023 年 10 月	自习室宣讲	新生结束军训开展晚自习活动时间段内进行教室内宣讲,利用 PPT,视频等多媒体方式进行宣传。	新生结束军训开展晚自习活动时间段内进行教室内宣讲,利用 PPT,视频等多媒体方式进行宣传。
2023 年 10 月	百团大战	在全校各类社团展出纳新,通过分发海报,报名表抽奖与机器人实地展演的方式进行宣传。	在全校各类社团展出纳新,通过分发海报,报名表抽奖与机器人实地展演的方式进行宣传。
2023 年 10 月	校内模拟赛	举办校级比赛,利用模拟器以直观方式让同学们理解RoboMaster 赛事	举办校级比赛,利用模拟器以直观方式让同学们理解RoboMaster 赛事
2023 年 12 月	校内擂台赛	举办校级比赛,采用实际组装小车,撰写技术报告和现场答辩的方式进行积分赛。	举办校级比赛,采用实际组装小车,撰写技术报告和现场答辩的方式进行积分赛。
2024 年 3 月	校内赛	举办校级比赛,采用与擂台赛相同的方式但给出更新和更高难度的赛事要求和技术报告模板。	举办校级比赛,采用与擂台赛相同的方式但给出更新和更高难度的赛事要求和技术报告模板。

5.1.4 周边规划



图 43 战队周边

战队定制了多种多样齐奇战队周边。参考队员们的意见设计出大家满意的队服，在线下活动或日常穿，都能增强队员心中的归属感。与此同时，我们定制了钥匙扣、明信片、口罩等周边，对内提高战队凝聚力、向心力和塑造力，提升集体荣誉感，对外更有效地传播战队文化，提高战队知名度。

5.2 商业计划

5.2.1 战队招商客户规划

5.2.1.1 客户行业分类

表 29

客户行业分类	
企业类	据中华人民共和国相关法律，有效注册并依法从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及经赛事组委会认可的其他行业的企业，均可应征为“全国大学生机器人大赛 RoboMaster2024 机甲大师赛”山东理工大学齐奇战队的赞助企业。
个人类	以个人名义向战队提供物资或者资金也可应征成为“全国大学生机器人大赛 RoboMaster2024 机甲大师赛”山东理工大学齐奇战队的赞助方。

5.2.1.2 目标数量和目标体量

表 30

赞助行业分类/（数量）	赞助内容	赞助费用预算
科技类公司/（1）	提供技术支持和设备支持	5w-10w
材料加工行业/（2）	提供铝材、板材、打印件等材料的加工	3w-8w
服装品牌/（1）	参赛队服以及 LOGO 的制作	1w-1.5w

5.2.1.3 战队招商需求分析

1. 资金支持

在研发建设过程中，对参赛机器人的研发、维护和更新迭代都需要资金，其中包括步兵、英雄、工程、哨兵、无人机等机器人以及飞镖系统、雷达系统的研发，另外还包括场地费用、零件制造、团队建设、赛事差旅等环节，都需要大量的资金支持。本赛季资金预算如下表：

表 31

	经费项目	最低预算(元)	中等预算(元)	最高预算(元)
1	英雄机器人	7000	8000	9000
2	工程机器人	8000	9000	10000
3	步兵机器人	6000	8000	10000
4	哨兵机器人	7000	9000	11000
5	飞镖系统	2000	4000	7000
6	空中机器人	3000	5500	8500
7	雷达系统	3000	6000	7000
8	minpc+相机	10000	11000	22000
9	赛事器材维修、备用费用	8000	8000	15000
10	队伍队服定制费	6000	7000	8000
11	队伍比赛宣传用品	5000	5000	6000
12	比赛中（队伍和赞助商 logo）	4000	5000	6000
13	活动费用	8000	10000	12000
14	机器人运输箱制作费	5000	8000	8000
15	常用五金工具	7000	10000	13000
16	超级电容	4000	6000	8000
17	道具	4000	5000	8000
	总计	97000	124500	168500

2. 场地支持

由于学校内部因素，申请比较合适的场地并可以长期使用的实验训练场地较为困难，且存在较多需考虑因素，场地虽然不是参赛队伍的刚需，但从其他队伍的参赛经验来谈，一个好的场地已然成为比赛取得好成绩的“秘诀”，同时也可以更大程度实现赛前战术的执行，并且可以对操作手进行更为系统的操作训练。因此场地因素也尤为重要。

5.2.1.4 合作模式

表 32

合作模式	
现金赞助	赞助商提供经济资助给被赞助方，用于活动的组织、筹备和执行等方面。
实物赞助	赞助商提供产品或服务给被赞助方，可以是赛事场馆提供的饮料、食品，或者其他与活动相关的实物资源。
冠名赞助	赞助商以其品牌名称作为被赞助方活动、项目或设施的命名权，达到品牌宣传和推广的目的。
知识产权赞助	赞助商通过提供专业知识、技术或专利等知识产权资源，支持被赞助方的研发、创新等活动。

5.2.1.5 渠道来源

1. 校友企业

合理利用学校校友会资源，与校友企业展开联系，展示自己的团队，向其介绍赛事主要内容以及战队状况。与目标校友企业建立联系。深入了解，介绍招商引资方案，达成进一步合作。

2. 科技展会

鼓励队员多参加各类科技展会，同展会人员进行技术交流学习，也可以认识更多对科技感兴趣的企业家、实业家，通过深入交流介绍建立联系，建立合作关系。

3. 导师资源

通过战队指导老师，与老师进行的相关联项目进行合作，互帮互助，进行技术交流，技术学习。甚至场地借用，以及后续技术支持，保证队员技术要求，合理进行技术培训。

4. 校园创业团队

通过全校选拔，参加创新创业团队竞选，引得同行业同学组织进行互帮互助，引起学校关注，提高战队认知度，获得更多的校园助力，从学校也可以申请更大的资助政策。

5.2.1.6 战队招商经历

表 33

序号	赞助公司	赞助内容	乙方协议
1	深圳嘉立创科技集团有限公司	提供耗材费用额度 8000 元，PCBA 金额 6000 元 3D 打印额度 2000 元	比赛期间佩戴由甲方提供的宣传口罩，参赛队员队服展现嘉立创 LOGO，参赛机器人车体露出甲方 LOGO。活动期间做好甲方品牌宣传
2	杭州宇树科技有限公司	提供比赛所需电机，型号 A1，数量 6（价值：15000）	参赛队员队服在背部颈口部位展现甲方 LOGO 图案最小（50mm*50mm），机器人广告位（最小 40mm*40mm）上保留甲方公司图案商标。在自身战队宣传中加入甲方图案商标。
3	本末科技	赞助比赛费用以及宣传物资价值（10000 元）	参赛比赛机器人车体需有甲方 LOGO，如有校园活动，应主动配合宣传，官方媒体跟新内容需有甲方公司商标

5.2.2 战队招商资源优势及亮点

表 34

战队招商资源优势 and 亮点	
学校背景	战队是学校内最具有影响力的组织之一，具有学校的支持和认可，学校提供场地、设备和资源支持，使战队能够提供更好的活动和项目，吸引更多的赞助商和合作伙伴。
战队荣誉	近三年共获得省级及以上奖项 70 余项，大创立项 7 项。（其中国家级立项 4 项，省级立项 3 项。）在 2021 年 RoboMaster 高校联盟赛（山东站）步兵对抗项目获得季军；2022 年 RoboMaster 单项赛英雄吊射项目获得全国亚军；2022 年中国工程机器人大赛摄像头搬运项目获得全国亚军；2023 年 RoboMaster 高校联盟赛（山东站）步兵对抗项目获得殿军。
战队知名度	战队 B 站账号粉丝数 2000+、最大播放量过万。
校内宣传力度	战队成员是学校中优秀且有潜力的学生。他们具有学习能力强、创新思维和团队合作精神等优秀品质。赞助商可通过与战队合作，获得与年轻一代紧密联系的机会。
学生群体	战队成员是学校中优秀且有潜力的学生。他们具有学习能力强、创新思维和团队合作精神等优秀品质。赞助商可通过与战队合作，获得与年轻一代紧密联系的机会。
品牌曝光	战队会在在学校内外举办各种活动和比赛，为赞助商提供广泛的品牌曝光机会。赞助商的标识和名称会出现在战队的服装、器材上，并在活动现场以及社交媒体上展示。有助于提高赞助商的知名度和品牌认可度。

战队招商资源优势 and 亮点

网络传播	战队会利用各种在线平台扩大影响力。通过发布精彩的照片、视频和故事，战队可以吸引更多的粉丝和关注者。为赞助商提供一个宣传品牌和产品的有效途径。
多样化的合作方式	战队可以提供多样化的合作方式，以满足不同赞助商的需求。例如，赞助商可以选择冠名赞助、物资赞助、资金赞助多种方式。
提升双方文化内涵	这种形式的合作对于战队和招商客户都具有双赢的意义。战队能够借助招商客户的品牌影响力和资源优势，进一步提升自身的知名度和形象；而招商客户则可以通过与战队合作，将自己的品牌形象与战队文化相结合，实现品牌推广和市场曝光的双重效应。因此，战队与招商客户之间的合作，不仅在宣传推广方面具备较高的效果，同时也能够为双方带来更多的商业机会和发展空间。

5.2.3 战队招商目标规划

5.2.3.1 招商宣讲 PPT

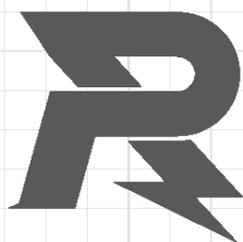
根据上赛季具体招商状况，我们分析出本赛季所需商务合作具体方案，由于战队中经费情况的问题一直以来都有待解决，只能从招商合作中寻找突破点，对此，我们制定了对比上赛季时更加合理的招商方案，同时对于回馈甲方和普及受众方向做了新的调整，更多了进行宣传自身，扩大招商引资能力，提高受众群体，增大战队曝光度。并为此制作了招商宣讲 PPT，设置了较为合理的实施方案。

附：[齐奇战队招商 PPT.pptx](#)

5.2.3.2 赞助权益

表 35

序号	回馈平台	实施方案	受众
1	队伍公众号	所有公众号推送内将展示出赞助商图标，公众号文章每篇大约获得数千的点击数。	公众号的读者。
2	纪念品	在比赛告一段落后，将回馈赞助商比赛纪念品纪念本次比赛。	现场的参赛队伍、众及嘉宾。
3	机器人车身	在竞赛机器人显眼处张贴赞助商标志	机器人车将获得赛场现场数百人的关注，有可能获得赛场媒体采访(如 CCTV 等)
4	队伍视频	赞助商图标呈现于队伍所有宣传视频，首席赞助商有不少于 3 秒的单独展示。	队伍视频将同时发布于众多视频网站，例如 bilibili，并可用于转载。
5	赛场宣传物品	如赞助商提供宣传纪念品，我们将在赛场上进行发放，团队定制的纪念品将会印制赞助商图标。	队伍将定制数百件可发放的纪念品。吗
6	队服	队服上将印有赞助商标志	因队服比赛后还能继续日常穿搭，将会影响许多普通人群。
7	展架、海报	赞助商的图标将印在所有比赛宣传页面上，首席赞助商将获得专门展架介绍。	将获得赛场数百人的参观。



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街道仙茶路与兴科路交叉口大疆天空之城T2 22F