



Using a 35-36 motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C630 Brushless DC Motor Speed Control can realize precise control over motor speed.

Exclusively designed for the RoboMaster M630 P18 Brushless DC Motor and C630 Brushless DC Motor Speed Controller, this M3605 Assembly Kit includes several motor and a terminal block.

RoboMaster System Specification Manual, RoboMaster System User Manual, Introduction of RoboMaster System Module

The M3605 Assembly Kit includes several motor and a terminal block, suitable for competition systems.

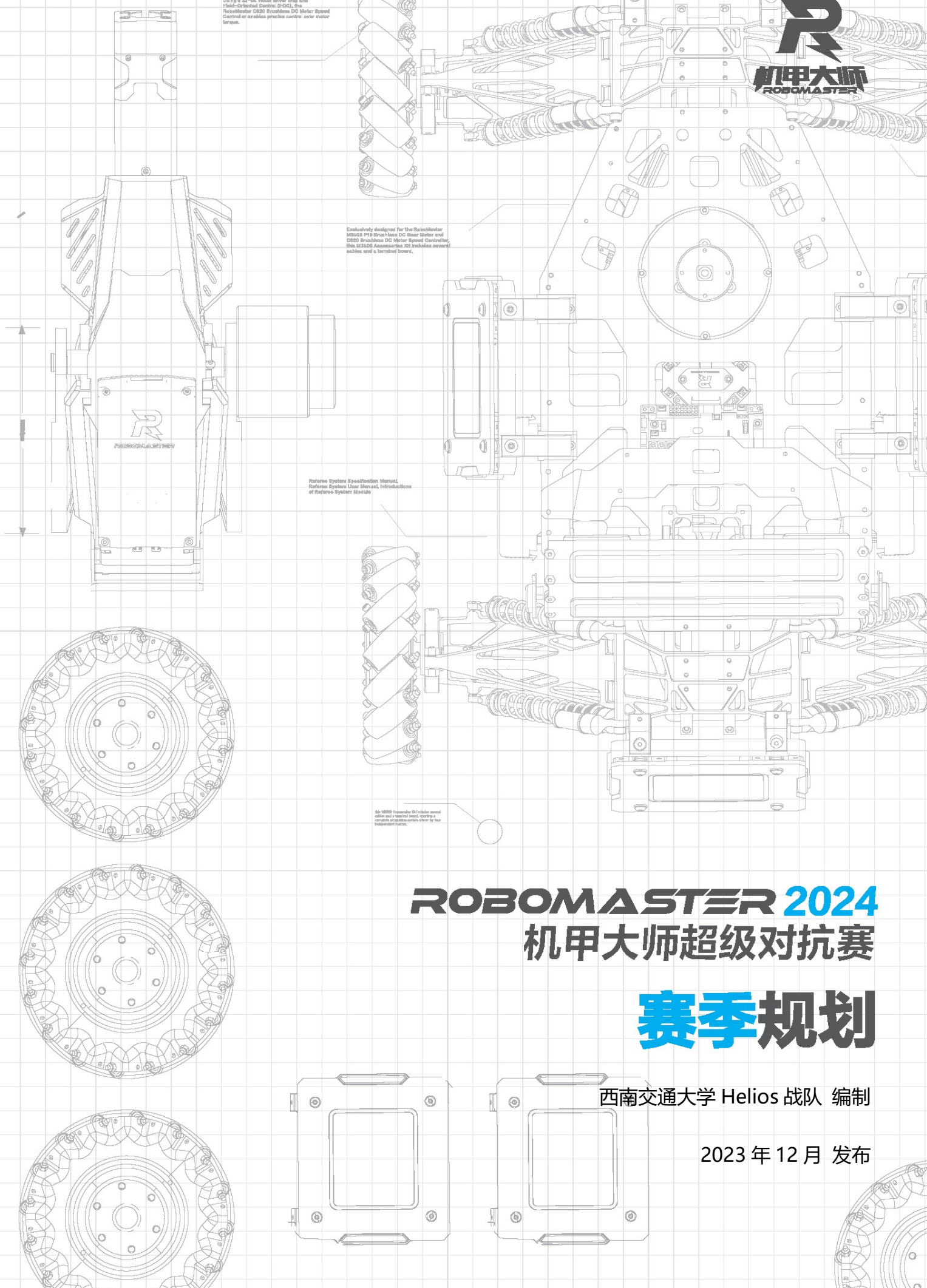
ROBOMASTER 2024

机甲大师超级对抗赛

赛季规划

西南交通大学 Helios 战队 编制

2023 年 12 月 发布



目录

前言.....	4
1. 团队目标	5
1.1 概述.....	5
1.2 技术突破目标.....	5
1.3 队员发展目标.....	6
1.3.1 新人入门.....	6
1.3.2 队员提升.....	6
1.3.3 团队精神建设.....	7
1.4 赛季成绩.....	7
2. 项目分析	8
2.1 上赛季项目分析经验.....	8
2.1.1 正面经验总结.....	8
2.1.2 需要改进的方面.....	8
2.2 新赛季规则解读.....	8
2.2.1 调整能量机关增益.....	9
2.2.2 新增半自动操作方式.....	9
2.2.3 调整步兵补给规则.....	9
2.2.4 新增雷达“易伤”机制.....	9
2.2.5 新增桥洞通道.....	9
2.3 研发项目规划.....	10
2.3.1 步兵机器人.....	10
2.3.2 英雄机器人.....	22
2.3.3 工程机器人.....	24
2.3.4 哨兵机器人.....	29
2.3.5 空中机器人.....	36
2.3.6 飞镖系统.....	39
2.3.7 雷达.....	42
2.3.8 人机交互.....	44
2.4 技术储备规划.....	44
2.4.1 通用技术储备.....	44
2.4.2 特定兵种技术储备.....	52
3. 团队架构	57
3.1 队伍管理架构.....	57

3.2 团队任务管理.....	59
3.2.1 团队管理体系.....	59
3.2.2 任务管理体系.....	60
3.3 队员招募.....	62
3.3.1 队员招募方向.....	62
3.3.2 队员招募流程.....	63
3.4 队伍氛围建设与传承.....	63
3.4.1 战队例会与新老队员交流会.....	63
3.4.2 和谐团建营造队内氛围.....	64
3.4.3 对外宣传.....	64
4. 资源可行性分析.....	65
4.1 上赛季资源使用情况分析.....	65
4.2 本赛季可用资源.....	65
4.2.1 可用资源总览.....	65
4.2.2 战队设备资产清单.....	66
4.3 资金预算分配规划.....	67
4.4 资源可行性分析.....	68
4.4.1 资源来源可行性.....	68
4.4.2 资源使用可行性.....	68
5. 宣传及商业计划.....	71
5.1 宣传计划.....	71
5.1.1 宣传目的.....	71
5.1.2 宣传指标.....	71
5.1.3 宣传规划.....	72
5.1.4 宣传内容.....	73
5.2 商业计划.....	74
5.2.1 商业背景.....	74
5.2.2 招商计划.....	75
5.2.3 合作模式.....	75
5.2.4 招商途径.....	76

前言

本报告由西南交通大学 Helios 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	侯乃毓	程子羿	谢羽兵	任翰林	陈瀚璋
硬件	姚锦涛	林兰熙	赵一安		
软件	苗思雷	姚文贤	姚锦涛	蔡俊豪	陈俊伟
算法	刘寒	林沐阳	李君琪	桂天翔	李逸凡
管理	赵一安	李逸凡	陈瀚璋		
宣传	邓莹				
商务	汪婷杨				

1. 团队目标

1.1 概述

西南交通大学的 Helios 战队以古希腊太阳神的名字命名，象征着我们的决心能够如同赫利俄斯的太阳战车一样，冲破重重困难。我们是一个经过重新组建的团队，犹如一束火种，注定会生根发芽，展现“星星之火可以燎原”的力量。

在过去的一年中，我们一直在不断探索和树立自己的风采。战队秉承着西南交通大学“实扬华，自强不息”的精神，汇聚出太阳神般的精神——勇往直前，坚持不懈，永不放弃。我们誓言要在竞技的 RM 领域中发光发热。

Helios 战队以强大的凝聚力为后盾，凭借持续学习和坚守的决心，以及自身的战略和机甲技术，我们携手筑梦，努力成为西南交通大学在高校竞技场上的骄傲。在战队建设的过程中，我们不仅收获了相关知识和技能，更锤炼了自己，通过沟通倾听，永不言弃，互相帮助，共同成长。在战队的大家庭里，每位成员都是最亲密、最信任的伙伴，我们一同书写着青春的篇章，收获着友谊和感动。

1.2 技术突破目标

在对本赛季规则进行深入分析后，我们明显觉察到更加自动化的机器人在对战中具有更大的优势。我们深刻理解这一点，认为 RoboMaster 比赛的未来将不断趋向于机器人的自动化对战。同时，随着行业对更智能机器人算法的需求不断增长，我们队伍决定在本赛季迎接技术的重大突破。

为了顺应未来机器人对战的趋势，我们决定将原本采用单片机作为机器人主控的传统模式进行改革。本赛季，我们引入了 ROS（机器人操作系统）系统，将其作为机器人的上位机主控，以更灵活、高效地控制机器人。这一决策的核心在于我们认识到 ROS 系统的先进性，它不仅提供了更丰富的控制选项，还能够支持更复杂、先进的算法。

通过这一技术升级，我们的机器人在未来发展中将能够更加轻松地搭载各种复杂的大型算法。这包括但不限于更智能的路径规划、感知系统和决策算法，为我们的机器人在比赛中展现出更高水平的自主性和智能化提供了坚实的基础。我们相信，这一技术方向的突破将为我们在本赛季的 RoboMaster 比赛中赢得关键性的优势，并为未来的竞技场提供创新的技术解决方案。

1.3 队员发展目标

在本赛季中，我们将从以下几方面注重队员发展与培养。

1.3.1 新人入门

结合历年招新情况，我们为新成员设计了一套系统化的培训计划，旨在通过分门别类的技术组培养方案，为其提供全方位的学习和发展机会。我们将团队技术分为“电控”、“算法”、“机械”和“运营”四个方向，并为新成员提供了根据个人兴趣选择的机会。

我们计划通过招新流程招募赛季梯队新队员约 24 人，其中机械方向 9-10 人，电控方向 6-7 人，算法方向 4-5 人，运营方向 2-3 人，并达成新队员 60% 的留存率。

在招新后，新同学可以根据自己的兴趣选择一个或多个技术方向进行深入学习。每个方向的培训周期约为十周左右，涵盖该领域的基础知识、最新技术发展以及实际项目应用。这个过程将使新成员在专业领域获得系统而深入的了解，为未来的实际工作奠定坚实的基础。

培训结束后，团队将发布考核题目，新同学通过完成考核题的方式不仅对先前的知识进行整合，还能综合运用于一个较完整的项目中。这个过程既是对个人学识的检验，也为团队提供了机会了解新成员在实际项目中的应对能力。这样的考核不仅是对技术水平的一次验证，也是对个体能力的一种证明。

我们强调培养新成员的全面素质，不仅关注技术能力的提升，也注重团队协作、创新思维和领导力的培养。因此，我们提供导师制度，由有经验的成员指导新人，分享实践经验，帮助他们更好地适应团队文化和项目需求。

此外，我们鼓励团队成员积极参与社交活动，加强团队协作和文化建设。定期的团队活动旨在促进团队成员之间的沟通和合作，建立紧密的团队关系，使每位成员在一个积极向上的工作氛围中共同成长。

通过这一全面而有序的培训计划，我们力求为新成员提供一个良好的学习和发展平台，使其在机器人领域获得全方位的素质提升，为未来的工作和个人职业发展打下坚实的基础。

1.3.2 队员提升

对于老队员而言经过前几期比赛的积累，已经积累了完整开发项目的丰富经验。在新的赛季比赛中，老队员们将承担独立负责一个车组的责任，负责该车组在技术组相关领域的具体工作。在这一过程中，他们会根据本赛季的规划方案，明确本赛季的发展方向。这包括了一系列重要的技术目标，如将“机器人控制算法逻辑部分”从单片机独立演进到采用 ROS 系统

的上位机控制机器人，以实现更高水平的控制和协同性。同时，老队员们将探索采用新的底盘结构（舵轮），以提高机器人的灵活性和机动性。此外，为了更好地满足车辆的需求，他们还计划自主研发嵌入式开发板，以使控制板更加契合车辆的特殊要求。这一系列的技术升级和创新，不仅是对过去经验的延续，更是对未来发展方向的明确规划。老队员们将以更加成熟和全面的视角，引领车组朝着技术创新和项目发展的方向前进，为本季比赛注入更多的激情和实力。

1.3.3 团队精神建设

我们期望通过制定一系列以人为本的举措，重点关注团队成员的身心健康，促进团队凝聚力的提升。我们将建立灵活的工作时间表，鼓励休息和放松，提供心理健康支持并定期组织团队活动。此外，我们将强调成就的认可，建立积极的奖励制度，并持续评估和改进措施，以确保团队健康与凝聚力的全面提升。

1.4 赛季成绩

在这个 RoboMaster 比赛的赛季里，我们怀揣着远大的期望和坚定的决心。我们不仅怀有渴望，也具备实现这个期望的能力。我们的目标是通过团队的共同努力，将我们的战队成功引领进入“春茧”体育场，这不仅是一项远大的愿景，更是我们为之努力拼搏的目标。

这个赛季，我们注定要付出不懈的努力，以确保我们的梦想不仅停留在渴望之中，更能够通过我们的汗水和努力变成现实。我们的队伍将在比赛的每一场中展现出强大的团结和协同作战能力，为了实现进入“春茧”体育场的目标而全力以赴。

这一批充满朝气和活力的队员将发挥他们的最大潜力，用技术、智慧和团队协作的力量，引领我们的战队迈向更高的舞台——全国赛。他们的努力将不仅是为了个人的荣誉，更是为了我们战队的荣耀，为了在全国赛上展现出我们战队的强大实力。

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

2.1.1 正面经验总结

在上个赛季中，我们通过两个关键方面提升了项目安排的效率：

加强团队沟通： 我们增加了整体会议的频率，每周召开一次全员会议。这一举措有效提高了项目协调和方案敲定的效率，同时减少了由于沟通问题而导致的时间拖延。

优化任务分配： 复杂任务如工程、平衡步兵等交由大三同学完成技术突破，而麦轮步兵、英雄等基本完成的兵种由大二同学负责。这种分工不仅提高了任务完成质量，还促使队员在维护过程中积累了更多技术经验。

2.1.2 需要改进的方面

尽管在正向方面取得了一些进展，但仍存在一些需要改进的地方：

人员管理不足： 我们尚未建立起一套稳定运行的项目管理体系，导致大多数任务的推进仍过于依赖队员的自觉。这可能引发老队员发现剩余任务量巨大，而新队员因不清楚应该做什么而产生怠惰的情况。

任务分配与交接问题： 目前存在较少的工作交接，新队员接手相对简单的项目后虽然可以参考以前的工作成果，但仍需花费大量时间进行学习摸索。这主要源于缺乏详尽的技术文档。

2.2 新赛季规则解读

在本赛季中，影响巨大的几点变化是

- 调整能量机关的增益
- 新增半自动控制方式
- 调整步兵补给规则
- 新增雷达“易伤”机制
- 新增桥洞通道

2.2.1 调整能量机关增益

主要考验机器人的发射部分，对于开启能量机关这一需求而言，需要优秀的机械设计，优秀的运动控制算法，快速准确的视觉识别也必不可少，可以说这是一辆车综合实力的体现，其价值的提升合乎情理

2.2.2 新增半自动操作方式

承接 2023 赛季出现的新型哨兵，在本赛季中能够半自主运行的机器人获得了极为夸张的经验加成。通过对其实现难度、所需资源投入、成品稳定性等方面进行分析后，我们队伍认为在本赛季开发这样的半自动控制机器人代价过高。

但上赛季的哨兵出现以及本赛季的半自动机器人的出现意味着 RoboMaster 比赛未来的发展趋势会不断向智能化靠拢，我们大胆猜想也许数个赛季后操作手的任务不再是进行“机器人枪战”而是更偏向于对战中的战斗指挥。

为此，我们队伍从哨兵入手开始了我们的机器人架构的一大进步

我们将原本的单片机运行所有机器人控制逻辑与控制算法，小电脑运算解算信息进行了升级，使用 ROS 系统在上位机运算所有的机器人逻辑算法，下位机只进行数据的转发与电机的控制算法等实时性高的任务，如此获得了搭载更复杂算法的可能性，在未来赛季中这套架构可能用于其他车组。

2.2.3 调整步兵补给规则

本赛季减少了补给站的弹丸供给，意味着步兵需要更多的预装弹丸数量，发射结构需要从原本较简单的上供弹变为半下供弹或是完全的下供弹，这是对机械设计的一大难点。

2.2.4 新增雷达“易伤”机制

雷达在以往赛季的功能单一、战术定位较为边缘，因此技术投入成本较小。新赛季规则加强了对雷达准确定位的收益，这就需要在这一技术领域上不断迭代优化提升性能表现。

2.2.5 新增桥洞通道

桥洞的出现以及其较小的尺寸为比赛带来了更多的可能性，但其也需要机器人具有更小的体积（或是变体积的能力）这意味着参赛队伍需要去设计更加精巧的结构。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

2.3.1.1 总体规则分析

- 限制了平衡步兵机器人上场数量，上场平衡步兵数量至多为一。
- 新增半自动控制方式。
- 新增隧道地形。
- 调整回血复活机制。
- 调整能量机关相关增益。一方机器人激活大能量机关后，系统将根据其击中的总环数提供相应的攻击力和防御增益。
- 调整经济体系。
- 调整经验和性能体系。比赛开始时，步兵机器人等级为一级，可通过增加经验值实现等级提升，最高可提升至十级。
- 性能体系中删除了弹速优先类型，所有机器人均为弹速优先模式。
- 限制了每局比赛中实体弹丸的兑换量，补给站最多提供 400 发 17mm 弹丸，远程兑换次数不限。
- 性能体系删除了平衡底盘的选项，平衡步兵失去初始血量和冷却优势。
- 公路区台阶高度由 200mm 下降为 150mm.

2.3.1.2 平衡步兵机器人

功能需求分析

在兵种方面，相较上个赛季，平衡步兵机器人本身并没有太大变化，虽增加了半自动控制方式，但经过全队讨论后觉得各方面性能和反应能力可能不如之前的控制方式，而且相较于普通 4 轮步兵机器人，平衡步兵机器人的控制难度更高，所以本赛季暂时没有采用半自动控制方式。

在赛场地形方面，本赛季新增隧道地形，场地更加复杂，因此为更好得实现战术安排，我们需要平衡步兵机器人的底盘更加灵活，适应能力更强。相较上个赛季，需要减小平衡步

兵机器人的宽度以便能够通过隧道地形，需要减轻质量以更好地实现跳跃上 150mm 台阶的功能。

自身功能方面，本次规则调整后，限制了每局比赛中实体弹丸的兑换量，补给站最多提供 400 发 17mm 弹丸，远程兑换次数不限。为减少在比赛的关键时刻出现弹丸空缺，步兵机器人应尽量一次性预装足够数量的弹丸，这对步兵机器人的弹仓容量、供弹方式及云台布局都有了更高的要求。

本次规则更改对大能量机关的触发有了新的要求，激活大能量机关后所获得的增益将与击打的总环数相关，击打环数越高则获得的增益越多，最多可高达攻击增益 500%，防御增益 50%。这一改动提高了对步兵机器人云台稳定性和打符时视觉自瞄辅助能力的要求，因此本赛季平衡步兵机器人的击打精度要进一步提升，同时需要更加关注视觉辅助设计功能的提升，实现快速响应、准确打击的执行效果。

主要工作及后续功能

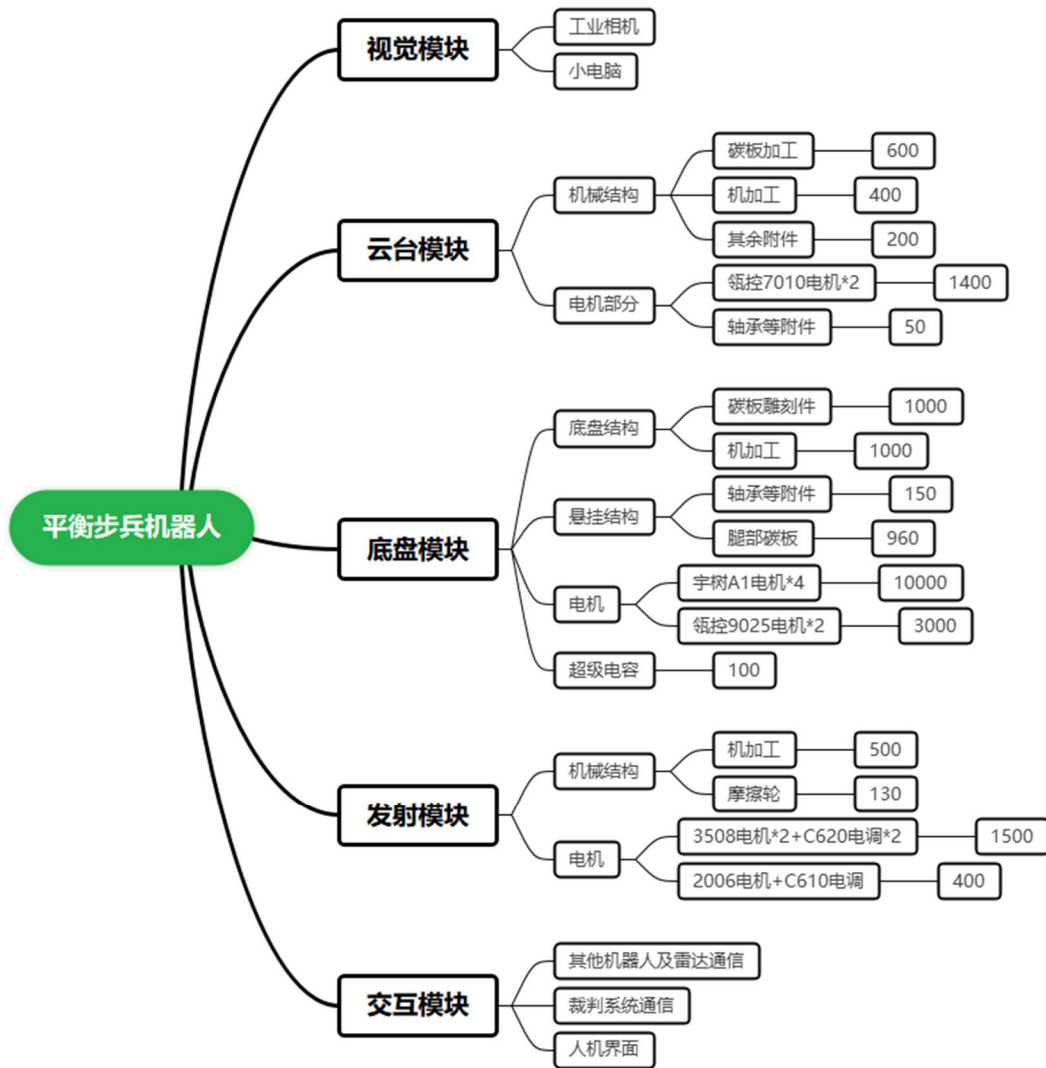
改进方向

- 1.重新设计云台 pitch 轴的固定结构，使仰角满足 40°、俯角能够达到 30°。
- 2.优化合理的快拆结构，使之与新云台相适应，在赛场上能够实现快速换头。
- 3.变更供弹方式，尽量减少弹舱对 pitch 轴相应影响，并提升弹舱容量。
- 4.优化链路结构，提升链路强度及刚度，减少链路损坏风险，提升弹丸通过性。
- 5.优化腿型设计，使平衡步兵能够适应上下坡，飞坡，盲道等地形变化。
- 6.优化底盘设计，使其能够适配新的云台设计，结构更加紧凑，质量更轻。
- 7.整车要求可以过隧道，做到更轻更小。
- 8.调节 LQR 权重矩阵，实现较好的加减速性能和平衡稳定性
- 9.优化支持力解算，使离地检测更灵敏，能够稳定飞坡跳台阶
- 10.优化卡尔曼滤波，整车建模改进，能够实现较好的打滑检测
- 11.视觉方面将对上个赛季的预测算法（包括滤波器以及运动预测部分）进行全面的总结分析，尝试在原有的技术储备基础上实现更多的拓展和功能的提升。

主要工作

组别	内容	目标
机械	云台整体结构优化	重新设计 pitch 轴和 yaw 轴结构，提升云台响应速度及弹舱容量，能过隧道
	链路优化	以板件为主体，保证弹丸的通过性，不卡弹，且基本满足强度要求
	底盘整体结构优化	结构紧凑，能够通过隧道，质量更轻，机动性更优秀，结构强度要求能够多次飞坡不损坏
	腿型设计优化	能够跳上 150mm 台阶，能够上下 20 度坡
电控	LQR 算法	实现多状态控制，能保持较好的平衡姿态
	离地检测	轮离地时通过支持力解算判定是否离地，完成飞坡下台阶等任务
	跳跃算法	能跳台阶，有很高的通过性
视觉	重构原有代码模块及架构	采用 ROS2 作为框架，将原有程序拆分为独立的子模块节点，优化冗余代码，保证清晰可读。并且能够在兼容能量机关和装甲板自瞄的基础上尽可能减小运行开销
	优化算法调试效率	利用 ROS2 的节点通信、多机通信等功能，形成高效、可视化的算法调试流程。
	进一步提升算法的精度	优化整车观测的算法参数，优化弹道解算的参数。采用重投影计算误差的方法优化对装甲板的 yaw 值求解

物资需求与资金评估



人力需求及时间规划

时间段	具体时间	主要任务	人员安排
2023 年期末考试周前	11.01-12.01	对上赛季进行复盘, 需求分析并且确定最终方案	机械 1 人 电控 1 人
		根据规则, 完成第一版图纸的构建, 并验证部分机构, 同时测试发射机构	机械 1 人
	12.01-12.08	完成第一版平衡步兵机器人的加工与装配	机械 1 人
		完成基本功能的调试, 进行大量测试, 并着手优化结构, 完成第二版步兵机器人的设计	机械 1 人 电控 1 人
	12.08-12.22	完成第二版步兵机器人的加工与装配	机械 1 人

时间段	具体时间	主要任务	人员安排
		完成第二版步兵机器人的联合调试	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人
		测试及大能量机关, 针对相关问题进行改进与优化	电控 1 人 视觉 1 人
考试周及中期检查	1.06-寒假	优化车辆, 迭代结构, 操作手熟悉并训练, 进行车辆配合训练	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人
春节到省赛赛前	2.18-省赛	完成第三版步兵机器人装配并开始新一步测试与调试	机械 1 人 电控 1 人 视觉 2 人
省赛到分区赛前一个月	省赛-4 月	总结省赛的经验教训, 制作并进行车辆迭代	机械 1 人 电控 1 人 视觉 2 人
分区赛前一个月	4 月-分区赛	操作手高强度训练, 并制定相应战术	机械 1 人 电控 1 人 视觉 2 人

2.3.1.3 麦轮步兵机器人

功能需求分析

在兵种方面, 相较上个赛季, 步兵机器人兵种本身并没有太大变化, 虽增加了半自动控制方式, 但经过全队讨论后觉得各方面性能和反应能力可能不如之前的控制方式, 所以本赛季暂时没有采用半自动控制方式。虽然平衡步兵机器人在部分性能上优于不同步兵机器人, 但本次规则调整限制了平衡步兵的上场数量只能为一, 也就意味着麦轮步兵机器人的进一步研发仍十分重要。

由于本赛季场地复杂多样, 有起伏路段、飞坡地形、隧道地形等特殊地形, 因此为更好得实现战术安排, 我们需要有底盘灵活, 且适应能力强的步兵机器人作为场上主力。而相比平衡步兵机器人, 麦轮步兵机器人底盘较为灵活, 可以适用于多种地形, 因此它可作为场地上战术的主要执行者进行活动。麦轮步兵机器人需要同时拥有良好执行战场情况侦查、争抢

激活能量机关、干扰并击杀敌方单位、搬运路障等功能的能力。

自身功能方面，本次规则调整后，限制了每局比赛中实体弹丸的兑换量，补给站最多提供 400 发 17mm 弹丸，远程兑换次数不限。为减少在比赛的关键时刻出现弹丸空缺，步兵机器人应尽量一次性预装足够数量的弹丸，这对步兵机器人的弹仓容量、供弹方式及云台布局都有了更高的要求。

本次规则更改对大能量机关的触发有了新的要求，激活大能量机关后所获得的增益将与击打的总环数相关，击打环数越高则获得的增益越多，最高可高达攻击增益 500%，防御增益 50%。这一改动提高了对步兵机器人云台稳定性和打符时视觉自瞄辅助能力的要求，因此本赛季步兵机器人的击打精度要进一步提升，同时需要更加关注视觉辅助设计功能的提升，实现快速响应、准确打击的执行效果。

主要工作及后续功能

改进方向

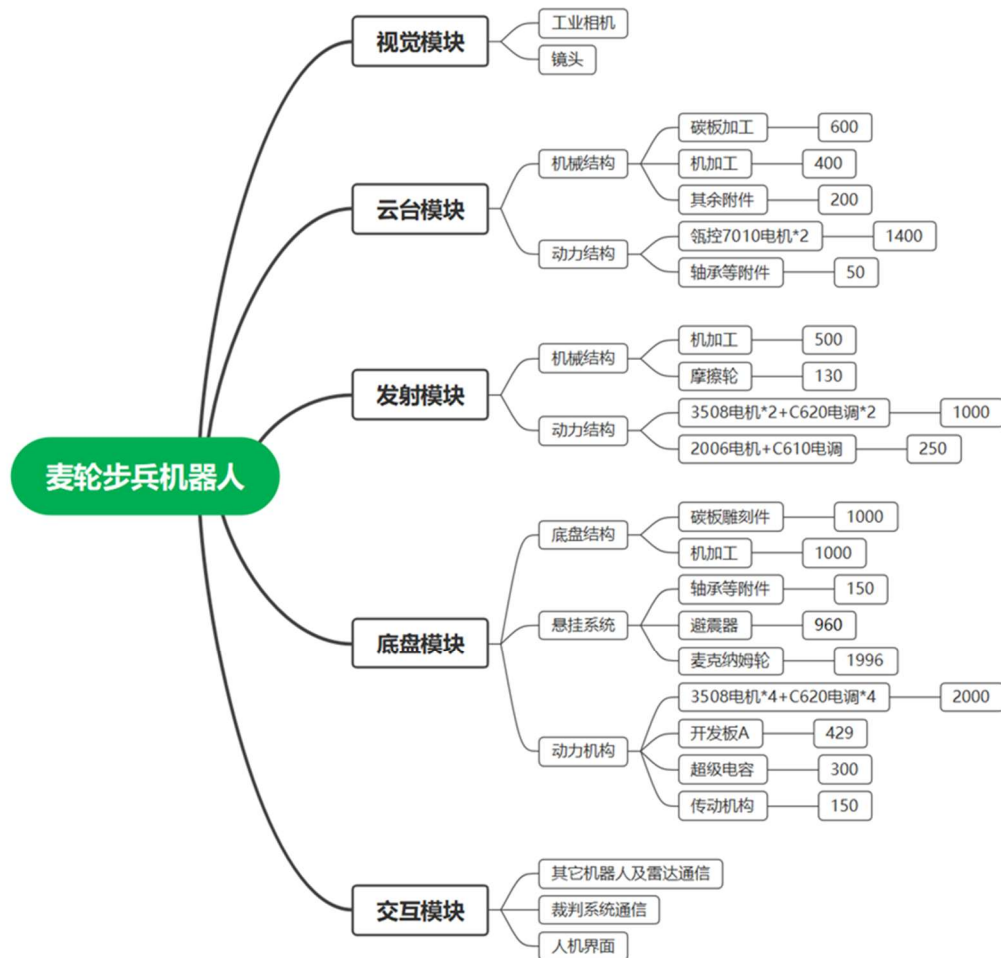
- 1.重新设计云台 pitch 轴的固定结构，使仰角满足 40°、俯角能够达到 30°。
- 2.优化合理的快拆结构，使之与新云台相适应，在赛场上能够实现快速换头。
- 3.变更供弹方式，尽量减少弹舱对 pitch 轴相应影响，并提升弹舱容量。
- 4.优化链路结构，提升链路强度及刚度，减少链路损坏风险，提升弹丸通过性。
- 5.优化底盘设计，使其能够适配新的云台设计，结构更加紧凑，质量更轻。
- 6.整车要求可以过隧道，做到更轻更小。
- 7.电控代码重构，解决隐患 bug,提高后续调车效率
- 8.视觉方面将对上个赛季的预测算法（包括滤波器以及运动预测部分）进行全面的总结分析，尝试在原有的技术储备基础上实现更多的拓展和功能的提升。

主要工作

组别	内容	目标
机械	云台整体结构优化	重新设计 pitch 轴和 yaw 轴结构，提升云台响应速度及弹舱容量，能过隧道
	链路优化	以板件为主体，保证弹丸的通过性，不卡弹，且基本满足强度要求
	底盘	能够快速通过上下坡及起伏路段，能在多种地形下稳定云台，能过隧道

组别	内容	目标
	悬挂	能完全适应飞坡以及盲道对云台的影响
电控	嵌入式框架	重构嵌入式框架，增强代码可移植性
	功率控制	建立功率控制模型，增强功率可控性
	自瞄算法	优化了相关参数，提升稳定性
视觉	重构原有代码模块及架构	优化上个赛季代码的框架结构，增强其可读性，可拓展性和可复用性。同时做到在新的框架下进行性能开销和运行速度的优化。
	优化算法提高稳定性	改进上赛季的预测系统出现的问题，比如对目标观测的角度或者角速度不准的问题，弹道补偿不准的问题，开火逻辑无法适应复杂运动状态问题等。
	引入神经网络进行自瞄	通过神经网络对已有的目标检测系统进行改善，降低误识别的概率，并且通过神经网络对装甲板上面的图案或者数字进行快速精准的识别，从而根据不同的装甲板提供不同的参数进行预测。

物资需求与资金评估



人力需求及时间规划

时间段	具体时间	主要任务	人员安排
2023 年期末考试周前	11.01-12.01	对上赛季进行复盘，需求分析并且确定最终方案	机械 1 人 电控 1 人
		根据规则，完成第一版图纸的构建，并验证部分机构，同时测试发射机构	机械 1 人
	12.01-12.08	完成第一版步兵机器人的加工与装配	机械 1 人
		完成基本功能的调试，进行大量测试，并着手优化结构，完成第二版步兵机器人的设计	机械 1 人 电控 1 人
	12.08-12.22	完成第二版步兵机器人的加工与装配	机械 1 人
		完成第二版步兵机器人的联合调试	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人
测试及大能量机关，针对相关问题进行改进与优化		电控 1 人 视觉 1 人	
考试周到春节	1.06-寒假	优化车辆，迭代结构，操作手熟悉并训练，进行车辆配合训练	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人
春节到省赛赛前	2.18-省赛	完成第三版步兵机器人装配并开始新一步测试与调试	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人
省赛到分区赛前一个月	省赛-4 月	总结省赛的经验教训，制作并进行车辆迭代	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人
分区赛前一个月	4 月-分区赛	操作手高强度训练，并制定相应战术	机械 1 人, 电控 1 人, 视觉 1 人

2.3.1.4 舵轮步兵机器人

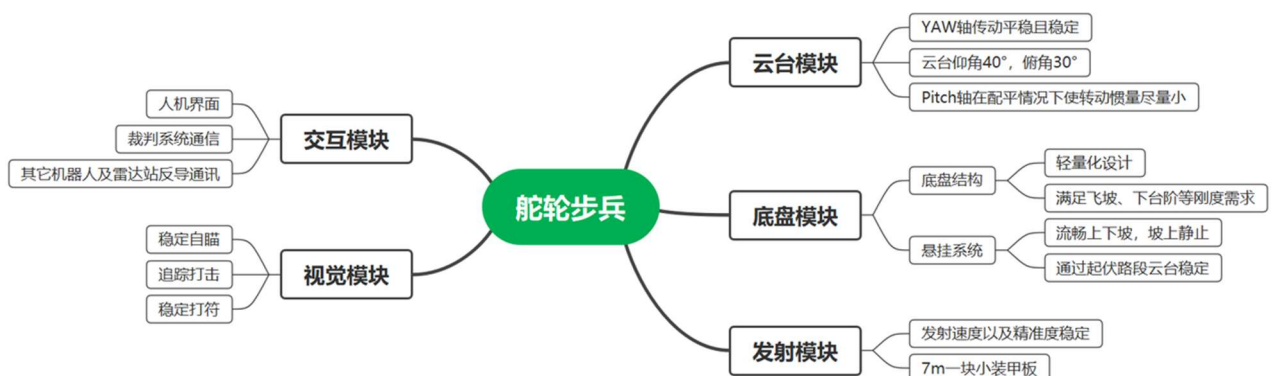
功能需求分析

在兵种方面，相较上个赛季，步兵机器人兵种本身并没有太大变化，本队近几个赛季均将主要研发精力投入在普通步兵机器人与平衡步兵机器人上，因此本次兵种上的改动对步兵机器人而言影响较小。虽然平衡步兵机器人在部分性能上优于不同步兵机器人，但本次规则调整限制了平衡步兵的上场数量，也就意味着其他种类的步兵机器人的进一步研发仍十分重要。

由于本赛季场官方提供了更多攻防路径，地图主导的战术安排利好快速穿插进攻。因此为更好得实现战术安排，我们需要有底盘响应更快，且适应能力更强的步兵机器人作为场上主力。麦轮步兵机器人和全向轮步兵机器人前者小陀螺速度不及舵轮底盘，而后者直线行驶速度不及舵轮底盘。在可被救援能力被快节奏比赛淡化的背景下，舵轮步兵的优势渐渐突出，在悬挂设计合理的情况下舵轮底盘也可以适用于多种地形，因此它可作为场地的袭扰单位和进攻核心进行活动。舵轮步兵机器人需要同时拥有良好执行战场情况侦查、快速穿插攻防、争抢激活能量机关、干扰并击杀敌方单位的能力。

自身功能方面，本次规则调整后步兵需在赛前预装弹丸，并强调远程兑换，场上补弹有了数量限制。为减少在比赛的关键时刻出现弹丸空缺，步兵机器人应尽量一次性预装足够数量的弹丸，这对步兵机器人的弹仓容量、供弹方式及云台布局都有了更高的要求。

本次规则更改对大能量机关的触发有了新的要求，击打高环数获得的增益更大。同时能量机关进入可激活状态 30 秒后，若其仍未被激活，则将恢复为不可激活状态，因此相比激活速度不能太慢，并且击打的精确度更高要尽可能高。这一改动提高了对步兵机器人云台稳定性和打符时视觉自瞄辅助能力的要求，因此本赛季步兵机器人的击打精度要进一步提升，同时需要更加关注视觉辅助设计功能的提升，实现快速响应、准确打击的执行效果。



主要工作及后续功能

改进方向

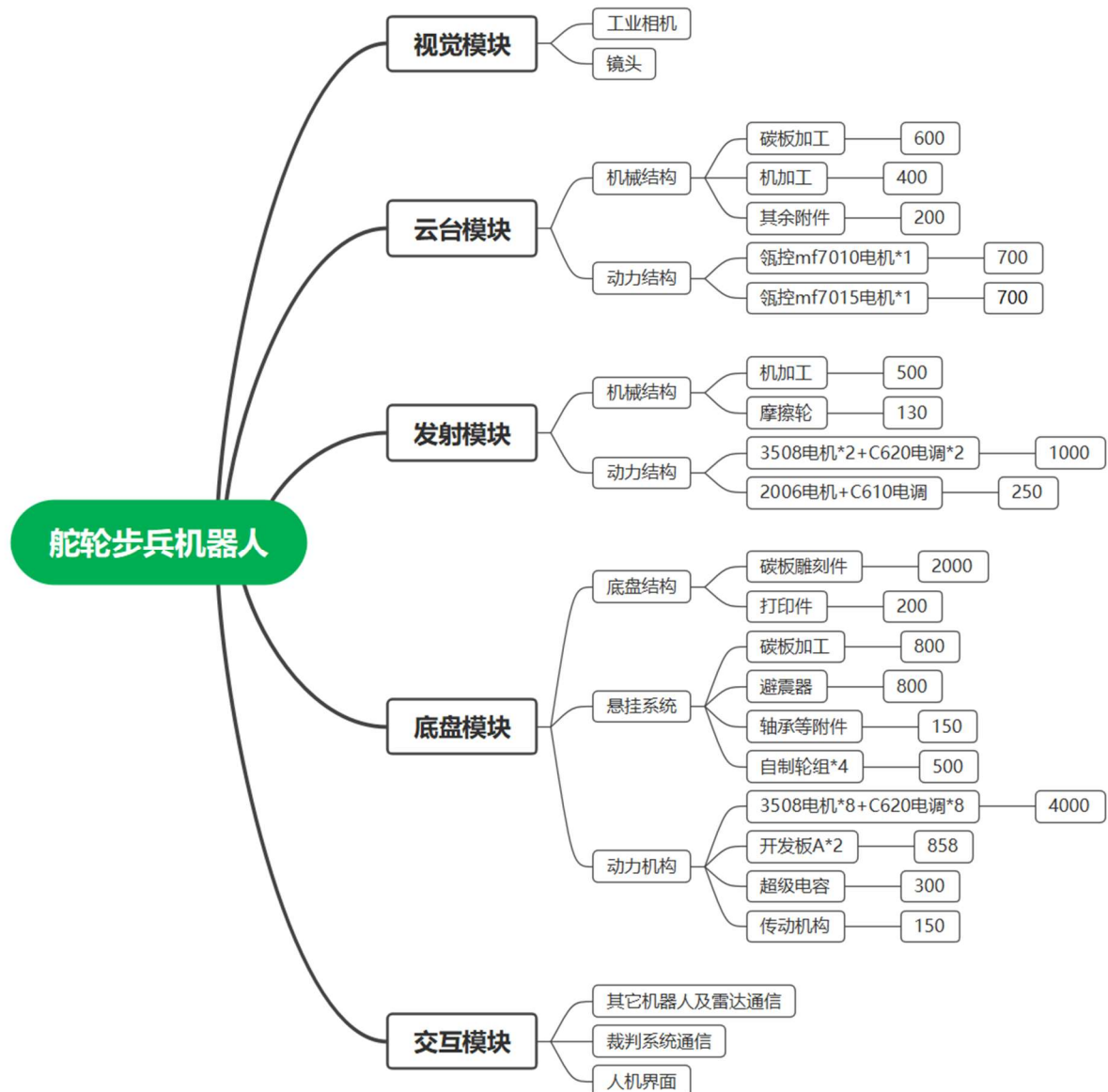
- 1.设计合理的快拆结构，使之与新云台相适应，在赛场上能够实现快速换头。
- 2.变更供弹方式，尽量减少弹舱对 pitch 轴相应影响，并提升弹舱容量。
- 3.优化链路结构，提升链路强度及刚度，减少链路损坏风险，提升弹丸通过性。
- 4.优化底盘悬挂结构，减少连杆轴的阻力，在保证系统刚度的前提下使步兵在自适应有更好的响应，更加适应盲道地形。
- 5.缩小底盘尺寸，使步兵可以较轻松地通过环形高地通道。
- 6.优化合理电气仓的快拆结构，合理化走线和电气布置，可以便捷维修。
- 7.视觉方面将对上个赛季的预测算法（包括滤波器以及运动预测部分）进行全面的总结分析，尝试在原有的技术储备基础上实现更多的拓展和功能的提升。
- 8.电控方面为解决 PID 大角度超调问题，引入 ADRC 算法，设计新的控制器实现新的控制方法；重构代码，提高步兵云台通用性，提高控制稳定性；在云台主控和超级电容控制板上分别进行功率限制，优化功率控制。

主要工作

组别	内容	目标
机械	云台整体结构优化	重新设计 pitch 轴和 yaw 轴结构，提升云台响应速度及弹舱容量，能过隧道
	链路优化	以板件为主体，保证弹丸的通过性，不卡弹，且基本满足强度要求
	底盘	能够快速通过上下坡及起伏路段，下台阶，过隧道，能在多种地形下稳定云台
	悬挂	能完全适应飞坡以及盲道对云台的影响，减小阻力，加快系统响应。
电控	自抗扰控制算法	引入 ADRC 算法，设计新的控制器实现新的控制方法，云台超调问题解决，响应速度加快。
	重构代码	重构代码，增强其可读性，可拓展性和可复用性，提高整车稳定性，步兵云台代码通用性。
	功率控制	建立电机功率模型，云台主控和超级电容同时限制功率

组别	内容	目标
视觉	重构原有代码模块及架构	优化上个赛季代码的框架结构，增强其可读性，可拓展性和可复用性。同时做到在新的框架下进行性能开销和运行速度的优化。
	优化算法提高稳定性	改进上赛季的预测系统出现的问题，比如对目标观测的角度或者角速度不准的问题，弹道补偿不准的问题，开火逻辑无法适应复杂运动状态问题等。
	引入神经网络进行自瞄	通过神经网络对已有的目标检测系统进行改善，降低误识别的概率，并且通过神经网络对装甲板上面的图案或者数字进行快速精准的识别，从而根据不同的装甲板提供不同的参数进行预测。

物资需求与资金评估



人力需求及时间规划

时间段	具体时间	主要任务	人员安排	
2023 年期末 考试周前	11.01-12.01	第一版车完成装配及走线	机械 1 人 电控 1 人	
		电控完成底盘运动功能	电控 1 人	
		测试第一版底盘机械结构和控制逻辑	机械 1 人 电控 1 人	
	12.01-12.10	完成第二版车图纸迭代	机械 1 人	
		实现整车部分运动功能进行大量测试，并着手优化结构	电控 1 人	
		尝试部署神经网络对装甲板的检测到检测模块上，并且进行测试，优化其效果，与上赛季代码中原有的识别代码的效率进行对比，优化。	视觉 1 人	
	12.10-12.30	第二版整车装配完成，完成第二版新步兵机器人联调。	机械 1 人	
		实现整车的运动，射击等基本功能，进行整车运动逻辑调试	电控 1 人	
		完成新步兵机器人联调	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	
	考试周结束 到春节	1.10-2.1	实现步兵基本功能并测试其完成度、思考优化和迭代第三版方案。	机械 1 人
			整车运动逻辑优化，整车稳定性测试优化	电控 1 人
	春节	2.1-2.20	优化和迭代第三版方案。	机械 1 人
整车运动逻辑优化			电控 1 人	
寒假结束到 省赛赛前	2.20-省赛	讨论车辆优化方案，并持续测试备战省赛	-	
省赛到分区 赛前一个月	省赛-4 月	优化车辆，迭代结构，操作手熟悉并训练，进行车辆配合训练。	-	

时间段	具体时间	主要任务	人员安排
分区赛前一个月	4 月-分区赛	总结省赛的经验教训，制作并进行车辆迭代	-

2.3.2 英雄机器人

2.3.2.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2024 赛季规则的变动对于英雄机器人的影响如下：

- 1、英雄机器人以对前哨站和基地的高伤害的优势，作为主要的火力输出单位，同时吊射点与建筑距离拉大，对吊射能力要求提高。
- 2、比赛阶段不可补充实体弹丸，对弹仓容量和满载状态时的供弹顺滑要求提高。

2.3.2.2 功能需求分析

英雄机器人主要任务仍是集中在攻打建筑物上，新赛季的英雄吊射点到前哨站的距离被拉大，这要求更加稳定的发射和精准的弹道。英雄机器人在战场上作为重要的输出单位，也要能对对方机器人进行追踪击打，能在对方机器人的攻击下，进行反击或者在血量低时迅速撤离，这需要高效率的自瞄和优异的底盘性能。

本赛季规则对英雄机器人击打旋转装甲和吊射提出了很高的要求，所以英雄机器人的弹道必须要精准、重复率高，射速控制稳定，链路顺滑不卡弹，降低发射延迟，因此本赛季我们主要针对于英雄机器人的发射机构进行大量研究测试。

2.3.2.3 主要工作及改进方向

技术组别	内容		目标
机械	发射机构	摩擦轮类型	12m 打一块装甲板
		摩擦轮间距	
		摩擦轮转速	
	弹仓		弹丸稳定发射不空弹不卡弹
云台	Yaw 轴	连接牢固，阻尼小，响应快；	

技术组别	内容		目标
		Pitch 轴	连杆传动，质量轻，响应快，虚位小；仰角 50°，俯角 40°；
	底盘	动力轮组	内置齿轮箱运行平稳且磨损较小，使用寿命较长；轮齿适当变位，模数 0.6；
		悬挂脚部单元	脚板从动轮一体化且竖直方向行程>20mm；重量控制在 130g 以内；
		中心舱体	碳板拼插结构强度高，能承受较大载荷；鱼腹横梁，主要承受云台载荷，应力分布合理；
电控	弹道优化		调整新发射机构的各项控制参数，达到弹道重复率为 90%，10m 吊射散布小于 70mm×80mm
	代码框架优化		优化代码框架，删除冗余逻辑判断和运算，使代码更加清晰明了
	控制算法优化		使用 matlab 系统识别，对云台参数进行自动调整并加入前馈控制
	布线优化		重新对整个机器人进行布线，使其更易排查问题

2.3.2.4 物资需求与资金评估



2.3.2.5 人力需求及时间规划

时间段	年月	主要任务	人员安排
规则发布到 2023 年 学期结束前	2023 年 10 月-12 月	完成主要机构功能测试	机械 1 人
		对新版发射机构 1 进行测试	电控 1 人
寒假留校期间	2024 年 1 月	完成新一版云台绘制	机械 1 人
		对新版发射机构 2 进行测试，重新布线，重构机器人测试代码	电控 1 人
寒假返校	2024 年 1-2 月	完成新一版云台搭建	机械一人
		重构机器人比赛代码	电控 1 人
下半学期至省赛前	2024 年 3-4 月	不断进行优化和迭代，补全功能细节	机械 1 人
		保证车体稳定性，开发新功能	电控 1 人
省赛至分区赛	2024 年 4-5 月	移交操作手，继续验证稳定性，以及击打测试	机械 1 人
		保证车体稳定性，开发新功能	电控 1 人

2.3.3 工程机器人

2.3.3.1 规则分析

与 2023 年赛季相比，2024 赛季规则在工程机器人方面改动有以下几点：

最大伸展尺寸变化

工程机器人在最大伸展尺寸上从 2023 赛季的 1200*1200*1000 改为了 1200*1200*1100，最大高度放宽了 100mm，给队伍更大发挥空间。考虑到兑换站所能达到的一些极限位置，拥有更大行程的抬升机构是我们努力的目标。

大资源岛

本赛季相对于 2023 赛季有了较大变化，中央大资源岛取消了长期存在的空接机构，转而改为了深槽取矿，槽的通过大小仅比矿石本身大一点，并且起始与终止段均有凸起障碍，此改动对取矿机构的灵活性与小型化提出了要求。

兑换难度

在兑换站自由度上，最高级数 5 级会出现极端的 yaw 轴 135 度的情况，这对兑换机构的自由度提出了更高的要求。

经济体系

场内所有关于机器人的功能实现均与经济强挂钩，比如买活，兑换弹丸，呼叫空中支援等等。在新赛季规则下，工程机器人兑换的经济量与兑换时间强挂钩，对工程兑换效率做出了更高的要求。本赛季准备通过自定义控制器+视觉辅助兑换的方式完成更高效率的兑换。

场地道具变动

取消了障碍块，在一定程度上缓解了工程机器人结构上的臃肿，使队伍设计更加注重工程机器人的基本功能，对机械设计更加友好。

救援部分

由于买活机制的存在，目前不考虑救援机构的设计。

经过队内讨论分析，认为大机械臂方案较上赛季有加强，但是相比于龙门架+中机械臂的方案仍没有较大优势，我们讨论认为拥有直线运动机构仍然有必要，这对取矿与兑换的便利性有较大帮助，且对电控解算任务做了一定程度上的解放，最终选择了龙门架+中机械臂的方案。

2.3.3.2 功能需求分析

底盘模块

我们认为，相比于通过荒地区域对起伏路段的抑振性，在兑换时底盘的稳定性更有必要，所以我们选择拥有自适应的底盘而放弃了传统独立悬挂底盘。同时，要保证底盘足够结实以防在对抗中出现结构性损坏，同时重心一定要低，防止出现翻车情况。

取矿兑换机构

我们上层机构选择了龙门架+中机械臂的方案

龙门架：

本赛季相对于去年对工程最大伸展尺寸的限制做了一定程度上的解除，为了达到更多兑换站的兑换范围，对龙门架的抬升行程提出了更高的要求，要求在具有更高行程时兼顾结构

的稳定性和更高的重心控制。

机械臂

本赛季对大资源岛做了较大变动，传统大龙门架已经不再能满足要求。我们认为要在狭窄并且带有障碍的区域取矿，取矿机构的小型化和灵活性必须保证，优先选择吸盘取矿而非夹爪。同时要保证机械臂小型化和灵活性。

本赛季对兑换自由度提出了更高要求，出现了 5 级 Yaw135° 的情况，传统 3 轴机械臂已不再能满足需求，我们认为能成功兑换要满足以下三点：矿石姿态的确定，矿石中心空间位置的达到，兑换路径中的避障。为了满足这些要求，我们认为末端三轴需要尽可能体积小以避免兑换时造成的障碍，同时通过更多旋转副与移动副的排列组合完成任务。

兑换效率本赛季也提出了更高要求，本赛季拟用自定义控制器与视觉辅助兑矿提升兑换效率。

存矿机构

存两个矿石，同时具有翻矿能力。

图传模块

要求图传模块视野尽量清晰以更好满足操作手需求，同时设计 3 自由度图传云台以获得更大的视野空间。

2.3.3.3 主要工作及改进方向

技术组别	内容	设计方案
机械	底盘	采用自适应悬挂，保证四轮受力一致，具有一定的地形适应能力。
	抬升	采用同步带驱动，两倍行程抬升，单自由度，保证抬升高度满足兑换需求。
	横移	采用同步带驱动，一级线轨，单自由度，实现横向机械臂运动的微调。
	机械臂	采用吸盘拾取，拥有五级自由度，（分别为：Yaw 自由度 1，前伸，Yaw 自由度 2，Pitch，Roll）。
	云台	三自由度（抬升，Yaw，Pitch）。
电控	电机控制	电控代码实现电机按照逻辑正常运作以达到机械预期的效果。

技术组别	内容	设计方案
	人机交互	研发自定义控制器，简化操作手操作。优化客户端自定义 UI，将工程机器人的各种状态显示在 UI 上。
	机械臂运动解算	机械臂运动解算，底盘、云台、抬升、横移配合机械臂运动。
	车间通信	通过裁判系统规定的协议在工程与其他兵种之间通信，获得必要信息。
视觉	兑换站位姿识别	电控代码实现电机按照逻辑正常运作以达到机械预期的效果。
	机械臂运动逆解	使操作机器人更人性化，便于操作手操作。优化客户端自定义 UI，简化操作逻辑。
	与单片机通信	通过串口协议在上位机和下位机之间通信，获得相关信息。

2.3.3.4 物资需求与资金评估



2.3.3.5 人力需求及时间规划

时间段	年月	主要任务	人员安排
规则发布到 2023 年 学期结束前	2023 年 10-12 月	完成工程机器人第一阶段主要功能的设计（机械臂，抬升，横移，底盘）	机械 3 人
		完善嵌入式控制框架，学习机械臂运动解算，进行自定义控制器的验证。	电控 1 人
寒假留校期间	2024 年 1 月	完成第一版工程的主要功能的组装，完成主要功能的验证。	机械 3 人
		完成自定义控制器，开始调试机器人。	电控 1 人
寒假返乡期间	2023 年 1-2 月	根据验证中暴露的问题，进行第二版工程机器人的优化设计。	机械 3 人
		根据所要实现的功能，逐步完善代码，封装好各类控制函数，基本实现工程所需要的功能。	电控 1 人
		视觉部分完成机械臂的仿真，并与电控进行联调。	视觉 1 人
寒假返校	2023 年 1-2 月	组装迭代后的结构，再次验证功能。	机械 3 人
		根据操作手的反馈，绘制并调整 UI。根据前面测试反应的问题修改代码。视觉上车联调，确定视觉兑换操作逻辑。	电控 1 人
			视觉 1 人
下半学期开学至省 赛前	2023 年 3-4 月	不断对功能结构进行迭代，补全功能细节。	机械 2 人
		继续测试工程机器人，绘制 UI 并对代码结构进行修正。	电控 1 人
			视觉 1 人
省赛至分区赛	2023 年 4-5 月	操作手训练，继续验证稳定性。	机械 2 人
		根据操作手的反馈调整代码，以适应操作手的操作，配合操作手熟悉工程机器人。	电控 1 人
			视觉 1 人

2.3.4 哨兵机器人

2.3.4.1 规则分析

相较于 23 赛季，哨兵在近期进行了一系列重大改动。其中最显著的变化是其获得了复活和回血能力，并且可以购买子弹。这一改动意味着哨兵现在能够具备可持续进攻的能力，拥有游击战的能力，从而使其在侵略性和主动性方面更强，战略地位也更加突出。然而，与此

同时，哨兵的初始血量和初始允许发弹量却被削弱，这导致哨兵在前期的爆发能力有所降低。另外，哨兵的巡逻区域也得到了扩大。值得注意的是，哨兵的巡逻区域与许多场地增益区域重叠，这意味着哨兵在选择巡逻区时有更多的灵活性，不再受限于回到基地附近。

2.3.4.2 功能需求分析

哨兵机器人的运行基础是一个稳定的机械和电控框架。在机械方面，我们需要对上赛季的一些难以适配电控需求的机械结构进行改进，例如改进 yaw 轴减速比等。而在电控方面，为了提高电控代码部分对视觉部分的兼容性，并构建一个更合理、规范的框架，我们计划进行软件和算法部分的重构，并将大部分代码移植到上位机，只保留一些对实时性要求较高的算法部分在下位机上。

由于哨兵的功能增加，简单的 if-else 逻辑判断已无法满足需求，因此编写一套决策系统和仿真系统是非常必要的。本赛季的地图和哨兵规则的改动，使得上坡能力成为必要的要求。由于我们采用的是全向轮底盘，上坡时很容易打滑，因此上赛季使用的轮式里程计已经不可靠。因此，本赛季计划采用快速激光惯性里程计 (fast_lio2)，利用哨兵的激光点云数据和 IMU 数据，以实现哨兵机器人的快速定位。

对于哨兵而言，由于机械上设计了并排的双枪管，它能够对单个目标形成强大的火力压制。然而，这也带来了命中率无法保证的劣势，并且难以应对多个目标的联合进攻。在本赛季中，我们的主要目标是解决上赛季自瞄命中率过低的问题。

2.3.4.3 主要工作及改进方向

机械结构

云台

因为上赛季 yaw 轴轴系游隙过大导致云台晃动，所以我队在这赛季选择使用交叉滚子轴承来替换深沟球轴承，交叉滚子轴承相比于深沟球轴承可以提供更高的刚性和承载能力，从而减少游隙。其次因为采用平行枪管结构，我们采用云台、底盘分别供弹的双链路结构，为了云台电机响应更快，我们将用瓩控 mf9025 电机代替原用的 6020 电机；9025 电机可以提供更大的扭矩和更快的响应时间，这将直接提高云台的指向精度和反应速度。

底盘

上赛季我队哨兵机器人设计目标为追求更快的自旋速度，所以采用了四全向轮结构做为底盘，并且轮系采用大疆 3508 电机进行直驱；为了减小轮组轴系的摩擦，我们需要在 3508

电机与轮组之间使用轴承，这就不得不拆掉电机原有的限位卡簧，我们在装配时将电机输出轴拉紧后再安装轴承、联轴器等结构件来确保轴承的压紧以及轴系的稳定。同时为了更稳定的上坡能力，我们将使用刚度（ k 值）更小的弹簧可以减少上坡时由于悬挂系统过硬导致的角度限制。

控制部分

由于本赛季不准备开发半自动机器人，因此在不考虑云台手标点的情况下，哨兵将是唯一的一个全自动机器人。对于全自动机器人而言，电控端最重要的任务就是做到稳定性，使电控端能够始终在整场比赛中能够执行上位机发送的指令。在上赛季中，这种稳定性是有所欠缺的，比如在联盟赛中出现了裁判系统模块的离线，发射机构超射速，又或者是在区域赛中出现了 CAN 信号线在比赛过程中被扯断，云台电机故障等等。

由于电控端可以主要分为三个部分，分别是硬件、软件、算法，而本赛季为了让电控的代码部分对视觉部分更加友好，并且拥有一个更合理、规范的框架，我们将会把软件和算法部分进行重构，移植大部分的代码到上位机，留下对实时性要求高的部分算法留在下位机。因此设计过程主要分为硬件设计部分以及视控一体部分两个部分进行更详细地描述。

硬件设计

出于队内技术栈的扩充和尝试还有节省经费的目的，本赛季决定研发队内自研开发板。目前开发板采用了 STM32F407 作为主控，引出了 UART,CAN,IIC 等常用接口以供哨兵下位机部分与外设进行通信。

视控一体

在以往赛季的电控代码中，出现的一个比较严重而又普遍的问题在于，电控端的代码框架庞大并且难以维护。上赛季的哨兵代码是从麦轮步兵的代码移植过来的，并且没有进行一个比较完整重构，导致代码十分臃肿，有很多根本不适配哨兵的代码存在在整个框架中，在调试的时候甚至有可能引起一个联动的错误，对于开发进度来说影响很大，并且不利于战队的其他人员（包括新人）进行接手。

本赛季的重构目标在于，拆解机器人的逻辑结构，在各个部分之间进行解耦合。以哨兵为基础，发展衍生出一套能够被灵活引用的机器人结构控制库，例如对不同类型的底盘的运动学解算库或者控制器，这样在机械设计出不同的底盘的时候可以进行灵活的模块组合，快速完成电控端代码。并且电控组的不同人员可以对各个方面的库进行单独的迭代重构，再部署到每一种兵种上。并且增强对视觉代码的支持，减少对单片机的依赖，合理运用上位机的

高算力。但是由于上位机上部署的 Linux 系统本身不具备实时性，并且我们暂时没有找到解决方法，因此像 PID 这种控制算法还是需要依赖于下位机。至此，单片机在整个电控端中就变成了一个驱动器，主要作为一些需要的硬件外设和电机的驱动器。

由于视觉部分的代码框架依赖于 ROS2，因此我们在上位机的电控端主要选用 ROS2 Control 作为框架，以串口通信作为通信方式，确定一套完整的电机控制协议。而对于遥控器、陀螺仪、裁判系统等能够支持串口的设备可以直接通过队里自制的 USB2TTL 模块接入上位机进行接受和解算。

而对于单片机需要做好四个任务：一是以面向对象的思想对电机和外设进行抽象，并且完成算法的改进。二是做好单片机的其他外设资源的抽象，使得上位机能够通过单片机控制外设。三是做好意外保护措施，比如上位机和单片机之间的通讯中断的时候单片机应该做好一套完整的操作来保证机器人不会意外疯车。四是保证代码的简洁性和可移植性，为之后的赛季可能产生技术突破的半自动机器人进行技术储备。

算法部分

除了完成视觉识别自动瞄准与射击任务外，哨兵机器人还需要具备自主移动和自动决策的能力。实现自主移动机器人离不开定位建图、环境感知识别、路径规划以及决策控制等核心模块的支持。

我们基于对以上四个模块的分析，设计了一种基于 ROS2 机器人框架的哨兵机器人系统。

机器人建模

在设计哨兵机器人相关算法之前，需要明确机器人涉及的坐标系定义以及不同坐标系之间的转换关系。复杂的机器人系统涉及到多个坐标系，包括不同关节和传感器在不同的空间变换关系中。因此，确切地定义和理解这些坐标系以及它们之间的关系是非常重要的。这有助于确保算法在不同坐标系下的正确运行，并使不同模块之间的数据交流变得更加容易和准确。

本赛季沿用上赛季的方案，采用 ROS2 中 URDF (Unified Robot Description Format) 来描述机器人结构和动态特性。

感知部分

要实现哨兵的自主移动和击打功能。需要能够感知周围的环境，并准确地识别不同的物体和场景信息，并确定它们的空间位置。本赛季相比于上赛季，会优化敌方机器人识别的问

题。

导航方面的感知主要通过 imu 和 mid360 的点云数据来采集自身和环境的数据来实现精准定位。

而感知敌方机器人这一方面除了通过相机外，本赛季还计划用点云数据排除地图点后，对机器人做一个聚类分析，从而感知敌方机器人的大致方位。

导航部分

本赛季哨兵巡逻区增加，且哨兵具有复活能力。哨兵有自主移动的功能极为必要。因此对哨兵的导航要求更高了，本赛季计划让哨兵有爬坡能力。

要实现爬坡能力，由于我们哨兵的机械底盘是全向轮底盘，上坡容易打滑，因此上赛季用的轮式里程计就不可靠了。因此本赛季计划采用 fast_lio2（快速激光惯性里程计），利用哨兵的激光点云数据和 imu 数据，来进行哨兵机器人的定位。

另外由于上赛季用的 AMCL 重定位比较适合于 2D 导航，且在高速移动的情况下重定位不是很稳定。因此本赛季计划更换重定位算法。使用点云 ICP 重定位作为重定位算法，效果较好，但资源占用过多，不适用于我们的计算平台。因此本赛季。

导航部分由于上赛季的纯跟随算法在机器人避障和高速移动方面表现不佳，而其他学校使用的 TEB 算法参数过多，难以调节。因此本赛季计划基于 TEB 做一个 TEB 的轻量化版本，来实现快速准确的导航。

决策部分

由于新赛季对哨兵的改动，强调了哨兵的自主行动能力，所以为哨兵编写一套决策系统是非常必要的。哨兵决策的基本目的是实现哨兵与其他地面单位的协同化，即实现哨兵与其他地面单位的协同进攻与防守，将自动化哨兵在战场上的表现尽可能切合操作手的操作习惯。

本赛季对于哨兵决策系统的编写主要采用行为树的模式架构，即根据不同场景选择不同的策略进行行动。同时编写另一套自适应强化学习算法作为提高部分，强化学习算法通过真实对战的各种数据，例如血量，子弹数，基地以及前哨站血量等，进行自主决策。但是这部分由于现有的数据集过少，难以训练完成一个高质量的全自动哨兵系统，所以作为提高部分。

基础部分的行为树决策，通过获取敌我机器人血量、敌我机器人的位置坐标、敌我的经济情况、比赛的进行情况（比赛时间）、敌我前哨站和基地的状态等进行决策，根据不同情况，自主选择是协同进攻还是回防基地，亦或是利用自己的优势对敌方进行火力压制以掩护

队友行动。对不同的状态进行不同的决策，采取不同的行为，实现全自动机器人的功能。

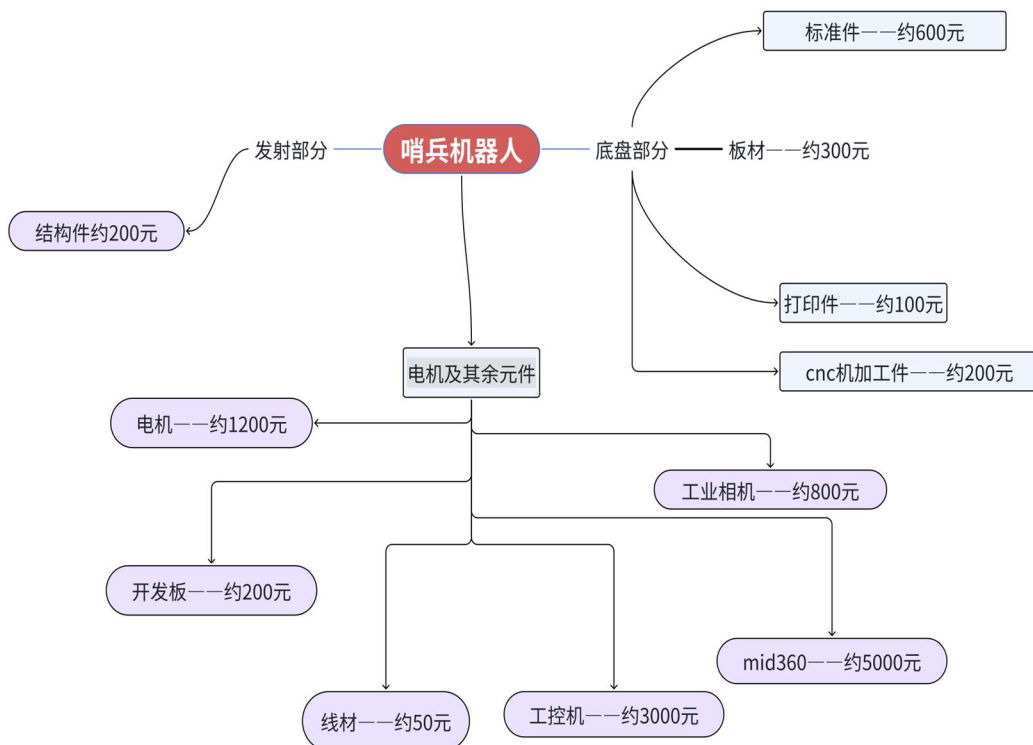
自瞄部分

自瞄部分的主要任务在于对对方的地面力量形成一个压制力，配合己方的地面力量进行进攻。对于哨兵而言，由于机械上设计的是并排双枪管，能够对单个目标形成强大的火力压制，但是带来的劣势就是命中率不能够有很大的保证，并且难以应对多个目标的联合进攻。因此自瞄能保证达到一个 50-60%的命中率，配合己方步兵进攻即可。本赛季主要会解决上赛季自瞄的命中率过低的问题。

从算法上来说，本赛季将会采用扩展卡尔曼滤波进行整车观测，并且参考上海交通大学在青年工程师大会上的使用重投影误差计算准确的 yaw 的方法来稳定装甲板的 yaw 值，从而使对敌方的小陀螺旋转速度达到一个更稳定的状态。另外由于在实际比赛中，敌方的机器人对于我方来说是有优先级区分的，因此我们还会尝试解决优先级跟踪目标的问题，在存在多个目标的时候优先瞄准并击杀对我方的战术价值高的目标。

另外还要识别的方式，在以往的赛季中使用传统视觉面对的一个很大的问题即调参，在本赛季中将会尝试突破神经网络识别这个技术难点，争取增强场上建筑目标的识别率，稳定达到 80%左右。

2.3.4.4 物资需求与资金评估



2.3.4.5 人力需求及时间规划

时间段	日期	主要任务	人员安排
规则发布到 2023 年学期 结束前	2023-10 月至 2024-1 月	电控自研板的设计	电控组成员 1 人
		哨兵新分电板的设计	电控组成员 1 人
		视控一体化的基本实现	电控组成员 1 人 算法组成员 1 人
		yaw 轴电机、轴系和同步轮减速比的更换	机械组成员 2 人
		3V3 模拟器搭建	算法组成员 1 人
		高校联盟赛决策树的预编写	算法组成员 1 人
		哨兵重新走线	电控组成员 1 人
		哨兵小电脑降压器的设计	电控组成员 1 人
		哨兵走线的机械配合	机械组成员 1 人
		重新压紧轮组里的推力球轴承	机械组成员 1 人
		哨兵能实现基本的建图和定位功能	算法组成员 1 人
		决策树在模拟器上的测试	算法组成员 1 人
哨兵导航新控制器的编写和测试	算法组成员 1 人		
寒假留校期 间	2024-1 月至 2024-2 月	超级对抗赛决策树的预编写	算法组成员 1 人
		5V5 模拟器的制作	算法组成员 1 人
		5V5 决策树模拟器测试	算法组成员 1 人
下学期至分 区赛	2024-2 月至 2024-6 月	自瞄测试	算法组成员 1 人
		3V3 和 5V5 模拟器上车测试	算法组成员 1 人

2.3.5 空中机器人

2.3.5.1 规则分析

与 2023 赛季相比，2023 赛季中空中机器人的主要改动有以下一点

空中支援机制的改动：冷却时间由 170s 增加到 175s，同时，支援时间由 30s 增加到 35s。

2.3.5.2 功能需求分析

空中机器人是 RM 赛场上唯一的空中单位，它能在空中获得第一视角的全局画面并从空中发起攻击。无人机在起飞时间内的全局视野能够为队伍提供大量的信息，而且无人机的强大火力由于其空中位置的优越性而无法被地面单位拦截。在 24 年的规则改动中，无人机的支援时间得到增加，其支援作用进一步提高。经组内讨论分析，我们认为应持续改进无



人机的结构、云台的布局与结构，实现高负载下的稳定飞行和发射。

2.3.5.3 主要工作及改进方向

飞行平台设计

改进飞行平台结构，优化电气元件的空间布局，使其与相关模块的配合合理，控制机架的质量分布，让整个飞行平台做到结构坚固，质量小，无冗余。

云台设计

优化了云台的 pitch 轴设计，使最大俯角能达到 40 度，平衡重心位置更好配合电控调试，轻量化设计，尽量减小云台质量。

安全设计

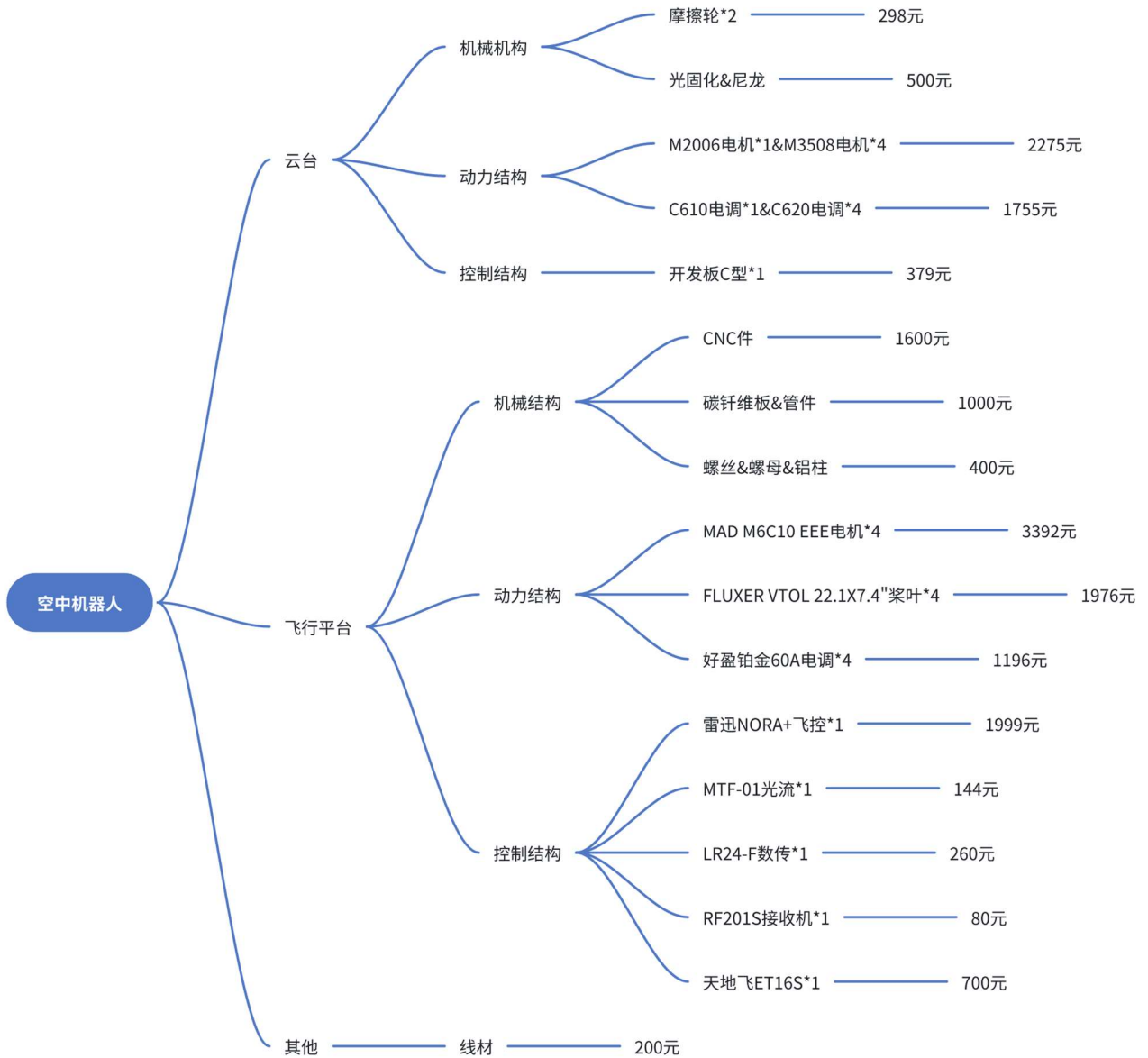
前几赛季的比赛中，由于比赛场上的复杂环境，都出现过无人机被流弹击落的情况。因此对桨叶的全方位保护是十分必要的，在保证强度的情况下，尽可能轻的桨保是各

队伍的研究方向。

供弹设计

供弹模块维持 2023 赛季设计，同时扩大载弹量以增加空中机器人的持续输出能力。

2.3.5.4 物资需求与资金评估



2.3.5.5 人力需求及时间规划

时间段	具体安排	主要任务	人员安排
		就近寻找足够空中机器人测试飞行的场地，向学校保卫处报备	运营 1 人
		完成空中机器人图纸的绘制	机械 1 人

时间段	具体安排	主要任务	人员安排
规则发布到 2023 年学期 结束前	2023 年 10 月-	完成空中机器人的代码编写	电控 1 人
	2024 年 1 月 7 日	完成第一版空中机器人的装配	机械 1 人 电控 1 人
考试周及中 期检查	1.8-2.9	完善飞行平台功能，调试视觉定位模块，测试使用效果。结合视觉定位下的飞行视角，调整发射参数，提高发射的稳定性和准确度	电控 1 人 视觉 1 人
春节到省赛 赛前	2.10-省赛	优化飞控，保持飞行的稳定，减小飞行中的摆动，减小射击云台摆动，实现吊射基地	机械 2 人 电控 2 人 视觉 1 人
省赛到分区 赛前一 个月	省赛-4 月	根据第一版空中机器人的测试情况，制作并调试第二版空中机器人	机械 2 人 电控 1 人
分区赛前一 个月	4 月-分区 赛	结合其他车辆的完成情况进行调整、测试，飞手和云台手进行相关训练	机械 2 人 电控 2 人 视觉 1 人

2.3.6 飞镖系统

2.3.6.1 规则分析

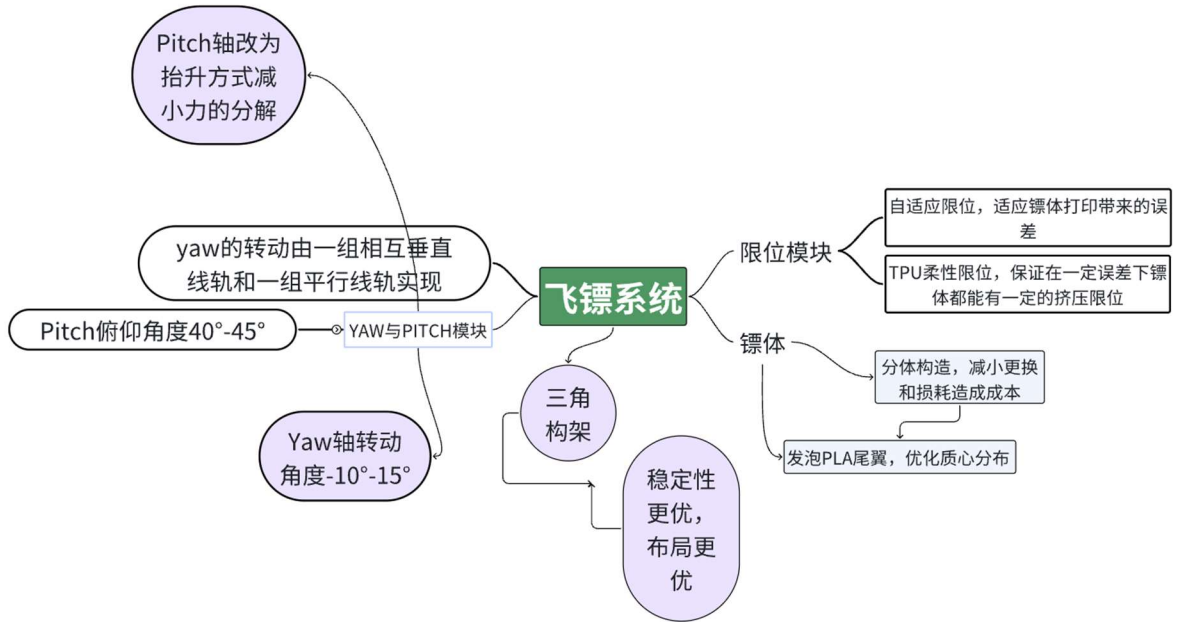
与 2023 赛季相比，飞镖系统结构上的以及功能上的修改较少，放大了镖体的重量限制从 0.22kg 到 0.35kg，侧向放宽了制导镖的限制，同时更宽容的镖体质量限制也引导我们去 做弹射发射架【制导——质量大——需要弹射】。同时本赛季增加了基地的随机目标选择，让飞镖的战略意义更上一层楼。

2.3.6.2 功能需求分析

相比于英雄和哨兵推前哨站，飞镖可以在高收益低损耗的情况下推到前哨站，而不会出现因为推前哨站而造成的英雄、哨兵状态较差无法立即扩大战果。在 24 赛季飞镖就是强队弱队的分界线，拥有有效击打能力的飞镖在对峙时拥有极大的主动权，打防守战也会逼迫对手进攻，是改变战局的重要因素。因此我队要着重致力于前哨站的击打测试与改进，为能够多次测试、减小损耗，我队研究了分体镖体，为了减小散步误差我队研究了双级摩擦轮和自适

应性限位，提升镖体的落点精密度，不断测试，改进，复验，不断深入。

飞镖不仅对前哨站具有极大的伤害以及摧毁效率，一个具有高精度的飞镖对基地也具有极强的威慑能力，一发镖中即可扭转局势，今年的南航以及给我们展示了飞镖的威慑力。具有稳定较强的地面力量是进入国赛的门票，能有效击打的飞镖则是在国赛立下脚跟的基石。

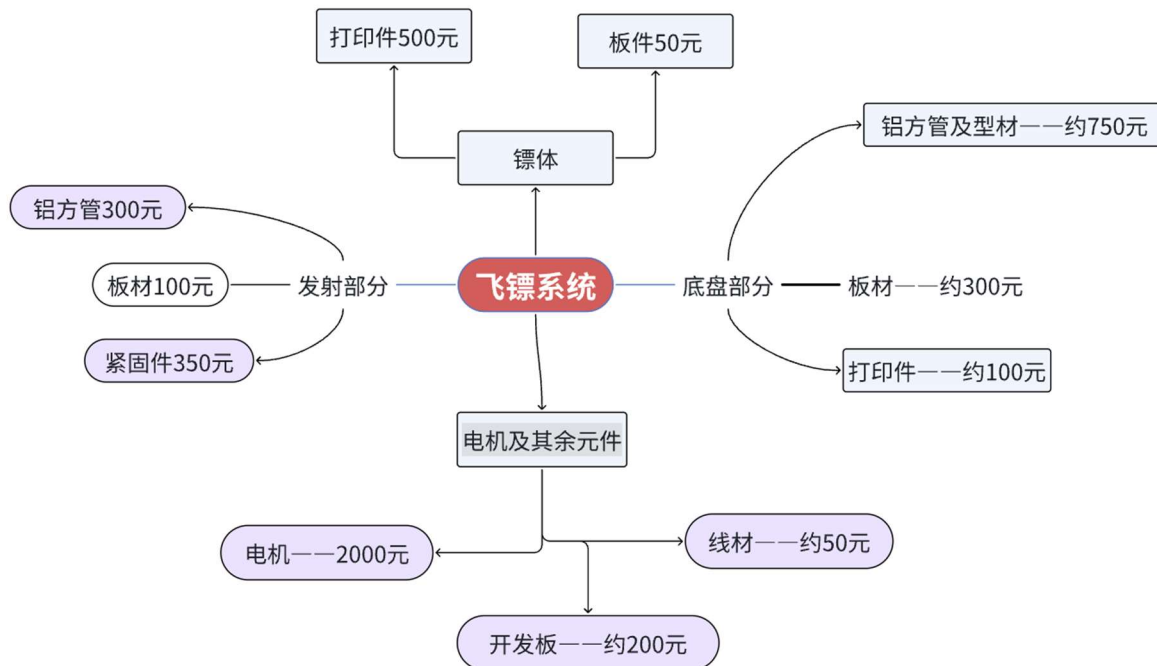


2.3.6.3 主要工作及改进方向

技术组别	内容	目标
机械	底座	稳定放置，能减小大部分电机带来的震动和后坐力，方便走线以及拆卸所有电机
	yaw 轴	使用一组相互垂直的线轨替代一个旋转副，再使用一组丝杆线轨即一对轴承带动转动。使用电机为步进电机，yaw 轴轴承采用餐盘轴承与回转轴承双孔位配置，在不超重情况下更换为回转轴承。目标旋转角度-10°——15°（左负右正）
	pitch 轴	步进电机驱动丝杆，配合两组轴承实现抬升式改变俯仰角，可以稳定锁住角度，具有较高角度控制精度。目标变化角度 41°-45°
	发射部分	稳定，发射落点散布小
	推送装置	速度恒定
	镖体	制作时间短，成本少便于多次测试，重复性高
电控	PID 算法	优化 PID 算法
	开发板	自制 STM32f407 开发板，接出更多的 GPIO 引脚

技术组别	内容	目标
	调试	编写 QT 上位机软件，方便调试。使用 ozone 可视化调试，调试效率更高和有效。

2.3.6.4 物资需求与资金评估



2.3.6.5 人力需求及时间规划

时间段	年月	主要任务	人员安排
规则发布到寒假开始前	2023 年 10 月-12 月	装配飞镖全部整体的机械结构，确保没有机械结构的严重问题	机械 1 人
		调试飞镖发射架，确保 yaw 的传动和 pitch 传动无问题	电控 1 人
寒假留校期间	2024 年 1 月	找到发射架的问题，优化问题，确保功能正常	机械 1 人
		调试飞镖精准度，优化摩擦轮 PID 参数	电控 1 人
寒假返乡期间	2024 年 1-2 月	优化镖体的打印质量问题，解决打印质量差造成散布大的问题	机械 1 人
		测试飞镖发射精准度，分析散步，优化前后摩擦轮的差速。	电控 1 人
寒假返校	2024 年 1-2 月	前哨站测试，确定击打前哨站所需数据	机械 1 人
		前哨站测试，继续优化 PID 参数和摩擦轮的差速。	电控 1 人
	2024 年 3-4 月	不断进行优化和迭代，补全功能细节	机械 1 人

时间段	年月	主要任务	人员安排
下半学期至省赛前		代码优化和 FreeRTOS 的优化	电控 1 人
省赛至分区赛	2024 年 4-5 月	移交云台手，继续验证稳定性，以及击打测试	机械 1 人
		移交云台手，继续验证稳定性，以及击打测试	电控 1 人

2.3.7 雷达

2.3.7.1 规则分析

与 2023 赛季相比，雷达的重要性得到大幅度加强，在定位准确且达到一定时间时不仅可以获得官方提供坐标位置，还可以对敌方车辆提供 15% 的易伤以及可自行选择的 10 秒中双倍易伤，让雷达的战略意义得到极大的增强，同时为了能够获得给对手上易伤的优势，对雷达的精度要求有了更高的提升。

2.3.7.2 功能需求分析

总览

目前雷达的主要作用依然是准确识别并定位敌方机器人动向，为队伍提供全局视野和比赛状态信息等，为队伍的决策提供强力的数据保障。在精确掌握比赛状态和场上各方机器人的动向下，我方可以作出更好的决策充分发挥自己方的优势，也可以让队伍及时抓住 能量机关激活，敌方飞坡等关键时机，增强队伍的行动效率。

定位精度

新赛季的易伤机制对雷达的定位精度有了更高的要求。在 24 赛季拥有一个优秀的雷达将对队伍在进攻或者防守上拥有更多的优势，若能及时启动易伤累加效果那么将极大减轻作战压力，精准的定位还可以及时防范对面的奇兵，及时对策略作出调整。为了增强精度，我们在新赛季将同时优化识别和预测两个部分，以期能够在赛场上拥有出色发挥。

代码规范

旧有代码结构较为混乱，目前关于雷达的算法上也只有一些初步的构想，所以代码结构上需要尽可能地解耦模块化以方便后期对于新算法新功能的添加。同时代码应尽可能减少 BUG 的产生以确保上场时雷达能够正常运行。

运行速度

雷达向裁判系统数据发布速度上限为 10HZ，但为了提高定位精度和预测精度我们需要

更有实时性的检测结果，因此新赛季下在保证雷达的所有功能不受影响的情况下尽可能提升运行速度。

透视

考虑到操作手在激烈的对抗中可能不会有精力专注于小地图，雷达可以根据识别到的敌我机器人的位置关系将敌方车辆在我方操作手的 UI 界面上显示出来以达到类似与“隔墙透视”的效果，可以帮助操作手更好更直观地利用雷达信息作出调整。

2.3.7.3 主要工作及改进方向

核心内容	后续改进方向
整体方案	以往雷达站使用的是单目相机，目前计划为继续延续这一方案，根据后续实际表现再进一步判断是否采用双相机或者相机+激光雷达方案
视觉算法检测	以往检测方案为使用基于神经网络的目标检测，事先对图片上关键区域划分 ROI，再直接检测机器人装甲板。本赛季计划采用双阶段模型检测，先用一个模型检测场上所有的车辆，在单独将车的图片提取 ROI 检测装甲板，同时将模型推理框架由 opencv 改为 tensorrt 以保证检测速度。
视觉算法预测	以往预测部分仅为在三维下使用卡尔曼滤波在机器人消失时预测后续的运动方向。现改进为在三维下使用 SORT 系列的目标跟踪算法来保证机器人被大面积遮挡时依然能有好的识别效果。同时将卡尔曼滤波的轨迹预测从三维转移到小地图的二维上并将卡尔曼滤波升级为扩展卡尔曼滤波来让对敌方机器人的定位点的变化更流畅更准确。

2.3.7.4 物资需求与资金评估

工业相机：保证分辨率高且帧率高的获取图像 1300 元

运算平台：队员自己的计算机设备

相机支架：保证相机有足够的视野同时也方便调整相机视角 99 元

2.3.7.5 人力需求与时间规划

时间段	日期	主要任务	人员
新规则发布 至 2023 学 期结束	2023-10 月至 2024-1 月	优化整理原有雷达站代码，更新检测部分算法策略并训练新的模型	算法组成员 1 名
寒假留校期 间	2024-1 月至 2024-2 月	优化预测算法，尝试部署新的目标跟踪算法	算法组成员 1 名
下学期至分 区赛	2024-2 月至 2024-6 月	增加比赛状态相关功能，裁判系统到了后完成与多机通信，后续再与操作手联合测试	算法组成员 2 名， 操作手若干

2.3.8 人机交互

(以下为撰写要求，完成正文后需删除)

这里的人机交互主要指：

- 通过多机通信的方式丰富操作手客户端自定义 UI
- 通过自定义控制器以非常规键鼠手段控制机器人

如在新赛季中有相关功能规划，可以在此处进行说明。

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

从本赛季起，我们利用飞书知识库进行各方面技术的储备。对于我们队内研发出来的关键技术或者测试出来的数据都建立文档进行记录，关键技术写成技术文档形式，写明参考文档、设计思路、优势与劣势，测试数据形成测试报告，写明测试原因、测试环境，测试内容，变量，测试数据，测试结果以及分析，测试存在的问题。

此外，在每赛季结束后我们会针对赛季的积累对技术文档进行修改补充，避免出现技术的断代问题。

2.4.1.1 机械组技术储备

底盘轮组

基于上赛季以及上上赛季轮组存在的问题，我们有以下三个改进方面：1.轮组快拆；2.解决轮组左右横移时刚度不够的问题；3.自研避震。

快拆结构我们改进了以前的麦克纳姆轮中心轴的轴系以及轮组转轴的轴系，在有备用轮组的情况下，能够实现 7 分钟以内更换轮组。

刚度问题使用两个 CNC 件代替之前的碳板+打印件结构，极大的提高了轮组的刚度。

自研避震是我们打算进行研究的的技术，考虑到板簧质量轻，价格便宜，调 K 值很方便，我们打算使用板簧代替市面上购买的避震，通过测试对板簧的类型、材料等进行调整

移动副与驱动的设计与选择

传动机构包括齿轮齿条传动、同步带轮传动、链轮传动、连杆传动的设计技术细节以及选型依据

移动副及转动副包括直线导轨、直线轴承、圆周轴承的设计以及选型。

走线规范

走线在本赛季划归为机械组的职责，在这篇技术文档中，我们总结了走线的注意事项、走线方法、常用线材、走线基本常识、移动副与转动副走线方法、线材保护方法、走线槽及走线孔的设计、走线实例这些方面

轻量化设计

我们基于摸鱼斯基开源的的文档并结合队内的设计实例编写，并增添了 Ansys 进行有限元分析的步骤 装配技术

包括装配精度的把控、装配时的注意事项、快拆结构的设计三个方面

打印机技术以及维修

我们机器人的设计中通常会大量使用打印件，对于打印机打印出现的各种问题我们进行了详细的总结，从十个大方面进行：打印机的维修与保养、打印零件出现的各种问题的解决办法、耗材性能对比、回抽操作、参数与设置方面、精度方面、各向异性、取模、换料、强度问题

机器人参数评估

这个是在完成了一台机器人的设计制造后进行的评估，用来反应机器人的性能、指导之

后的设计方案，并且对于比赛战术的安排也有很大的帮助。

2.4.1.2 电控组技术储备

云台控制

针对 PID 算法进行了一定改进，基于官方步兵开源的 PID 之上加入了其他变式 PID，如微分先行，变速积分，梯形积分，微分滤波和输出滤波。同时使用串级 PID 增强了云台控制的稳定性。内环使用速度环，外环使用角度环。用快速响应的电机回传速度使角度控制精准的同时兼顾了响应。但由于 PID 参数较多，本赛季研究了 Stimulink 和 matlab 进行调参，使用系统辨识工具来科学调参，针对云台建模得出传递函数。

代码部分进行重构，将以往高度耦合的代码拆分开来，参照湖南大学跃鹿战队的开源，封装了底层的 can 通信，大疆电机等，在应用层里直接调用，省去了很多由于底层导致的代码混乱和 Bug,节省了研发时间。

超级电容

电容组部分，采用小单体电容并联后再串联，均衡电路部分选择被动均衡加上飞渡电容式主动均衡，这样能有效的防止电容过电压，实现较高的电容均衡效率。限功率模块采用四开关 Buck-Boost 电路，开关频率为 125kHz，功率补偿模块采用同步整流 Boost 电路，开关频率为 250kHz。场效应管选用 TDM3434 或 HSU4094，以实现较低的管耗。场效应管驱动电路选择 EG2104 作为驱动芯片，电流采样部分通过霍尔电流传感器 CC6903SO-30A 实现，MCU 型号选择为 STM32F334K8T6，其具有 HRTIM，高速 ADC 与 FPU，能胜任数字电源的控制工作。后续改封装为氮化镓材质，争取提高超级电容的效率。

功率控制模型

借鉴西交利物浦开源功率控制方案，对行进轮电机进行建模，在超级电容和主控两方面同时进行功率控制；使用 matlab 对电机功率进行拟合建模，得出电机功率准确模型，以实现准确功率控制。

自研开发板

多车组使用外设更为丰富（较官方开发板）的自研开发板，外设丰富，8 路 PWM，6 个串口，2 个 CAN，1 路板载 SPI 转 CAN；满足了机器人多电机控制的需求。

板载 SPI 转 CAN：满足了机器人多 can 通讯电机控制的需求，有望实现一个机器人只用一个开发板，提升了嵌入式软件开发效率；

自制能量机关

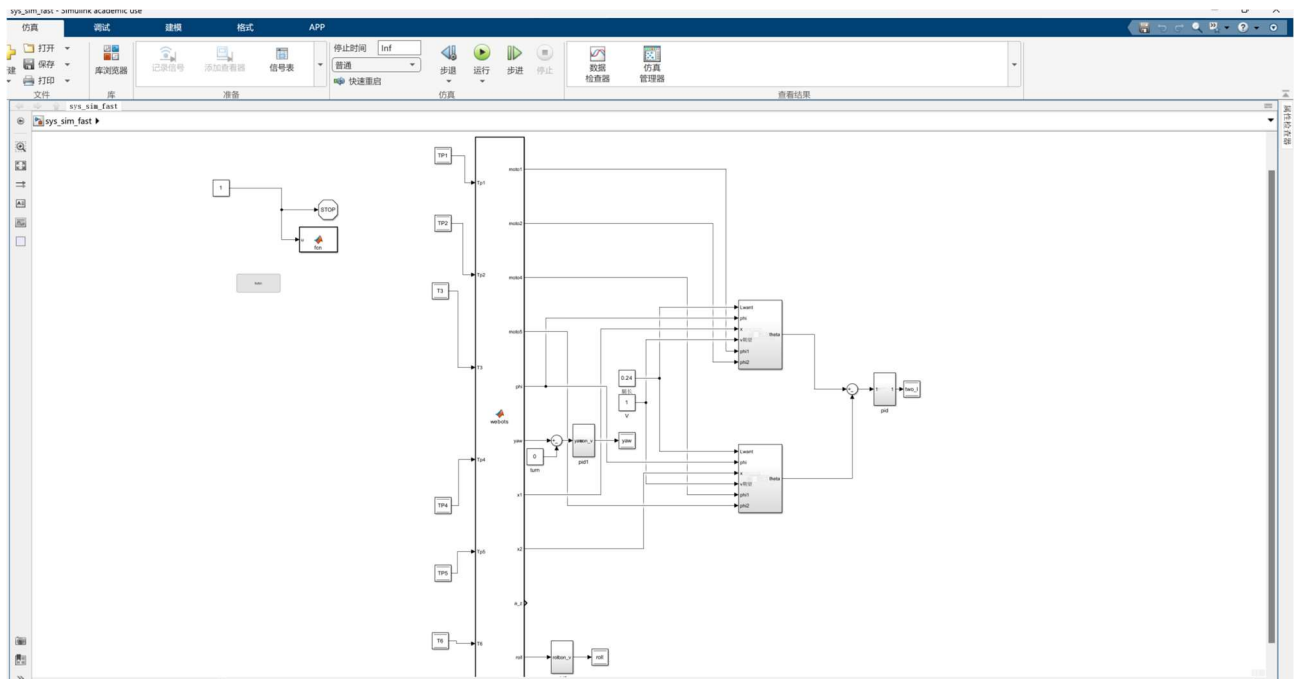
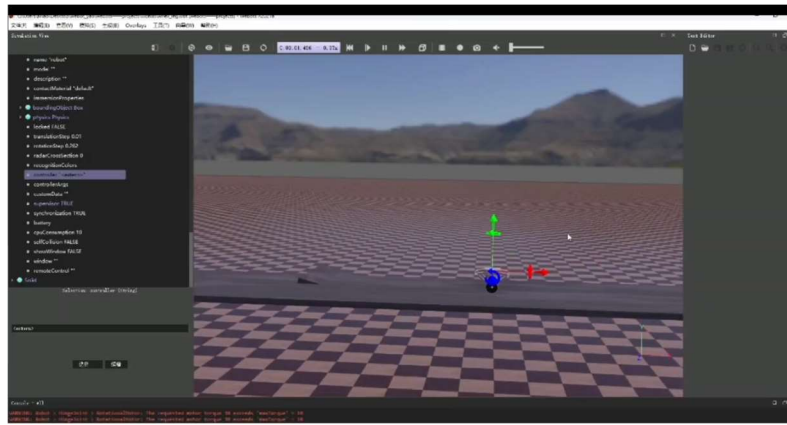
大符设计采用深圳大学开环设计，大符的基于微动开关的可环数检测能量机关由机械支架、电路控制两大部分组成。其中，环数检测部分的每一环由一组微动开关组成，单独反馈状态；每块灯板 PCB 由串行级联 WS2812B 灯珠构成，分成三部分。逻辑控制部分硬件由六块 F103RCT6 单独控制灯光效果及环数检测，F407VET6 控制电机，彼此使用 CAN 通讯控制激活与状态反馈。每块灯板 PCB 正常工作下的消耗功率为 40W，故使用 300W 的 220V 转 5V 变压器供电给灯效及控制等。中轴的电机及 F407VET6 供电由 TB47S 电池提供。视觉组可以根据每次激活的环数来对应调整弹道，从而在比赛场上以最快的速度拟合识别，并击打获取较高环数，从而得到更高的增益加成，在比赛中积累优势。

滤波算法

针对滤波算法的改进：在原有的一阶低通滤波器以及高阶滤波器的基础上增加相位补偿器，以减小甚至消除信号的相位延迟，新增拓展卡尔曼滤波，mahony 互补滤波，滑动均值滤波，以提供更加多元的滤波方式。采用 matlab-simulink 进行算法仿真测试，修改滤波器代码，提高滤波器可行性和实时性。采集机器人回传的各种数据，如电机速度和角度、云台角度等，使用 matlab 求解数据协方差矩阵，比较引入滤波器前后数据协方差矩阵，判断设置的滤波器参数是否达到预期标准。

控制仿真

赛季初期经过控制理论的学习和物理建模以后，利用 matlab 的 webots 支持包以及配置系统全局变量环境实现了 simulink 运算系统和 webots 实时仿真系统的联合仿真。这一仿真途径取代了传统的用 webots 本地 c 代码控制器控制 webots 仿真机器人。优势在于：1.使用 simulink 模块连线搭建控制系统对比用 c 语言编写大大增加了整个系统的可读性，可更改性，可开发性。2.相比于传统的“printf” debug 可直观看到 simulink 控制系统所有的中间变量，并把变量拉入示波器，精准找出问题所在。3. Matlab 提供了大量数学运算库，包括三角函数处理以及滤波器，大大简化了开发流程。而基于 webots 这个自由度极高的仿真平台，也可以建模出任何想要的测试场地，车体形状，质量，甚至轮毂和地面的摩擦力，相比于用 matlab 自带的 simuspace 自由度更高，开发难度更小。正式调平衡步兵之前用此方法验证了 LQR 算法的可行性，并且测试验证了离地检测，飞坡，小陀螺，跳跃，roll 轴补偿等进阶功能的算法可行性。并在仿真里实现了较好的效果，省去了大量硬件环节及软件 bug，提高了出车效率。同时用 matlab 自动生成代码工具省去了大量数学运算。后续赛季里可以使用此框架尝试多状态控制。



编译工具链

本赛季改成 `vscode+ozone` 的环境，拥有了 `vscode` 中丰富的插件，为写代码提供了更舒服的环境，同时改成 `AC6` 编译，大大提升了编译代码的速率。同时在 `ozone` 实现了调试器自带的示波器功能，频率拉到了 `1KHZ`，为调试，调参，响应等提供了细腻的波形，提升了工作效率，调参质量，可以观察到以往无法发现的突变或者毛刺波形。

2.4.1.3 算法组技术储备

团队合作与版本管理工具

本赛季中，我们将会采用 `git` 作为工具，严格进行版本管理和迭代。将各个模块进行解耦，作为不同的代码仓库。对应的负责人只需要负责自己需要的模块的仓库即可。在完成模块的第一版后队员不再拥有对 `master` 分支的推送权限，当有新特性需要开发时，队员即单开一个专门的分支进行代码的修改，在通过测试后向技术组长提交合并请求，组长检查代码过后进

行测试，若无问题，则可合并到 **master** 分支上，完成新特性的开发。

由于各个模块均需要开仓库进行迭代，因此在组合功能包的时候即需要建立一个部署仓库，将需要的模块添加为其中的子模块，在部署仓库中可以直接同步每个模块最新的更改。由此就可以实现对于不同需求兵种的快速部署。并且不会因为代码管理混乱导致部署的时候出现错误代码的问题。

数据集标注工具

由于本赛季对于神经网络的识别要求巨大，因此数据集的生产是一个至关重要的问题。但是常有的数据集标注工具通常无法满足我们特殊的需求，为了便于统一进行模型的训练，我们将会使用 **C++**和 **Qt** 按照上交开源的数据集标注工具思路自主开发一款适用于本队需求的装甲板数据集标注工具，更够帮助我们灵活地标注不同类型的目标。并且能够使用已有的模型先进行一遍标注，再由队员进行细节上的改动。

并且这个工具将会减少对环境的依赖，使队内的其他组成员也能无障碍安装，协助标注数据集训练模型。

快速部署方案

在上赛季中，本队并没有一个实现快速部署的方法，通常是由队员配置电脑环境再从远程仓库中拉取代码实现的部署。这种方式需要队员掌握复杂环境的配置方法，通常需要专门对新队员进行培训教学。不管是从时间成本还是人力成本上来说开销都是巨大的。

本赛季将尝试使用 **docker** 将为代码和环境构建制品，减少配环境和代码拉取的时间，真正实现一键部署。并且编写了脚本工具进行一键拉取远程仓库的更改，在部署仓库拥有大量子模块的情况下能够直接拉取所有仓库的更改，节约时间。

机甲大师赛模拟器

在上个赛季中，我们面临了一些问题。由于缺乏可以上场的机器人和测试场地，我们无法对哨兵的决策进行测试。此外，赛季开始之初，由于机械电控进度的限制，我们无法进行自瞄和导航的调试工作。因此，我们的视觉进展被推迟到下半学期，而新队员也无法参与实际的调试工作。为了解决这些问题，我们认为开发一个能够仿真赛场环境和规则的模拟器非常必要。

本赛季，我们计划使用 **Unity** 制作比赛仿真，包括联盟赛和对抗赛。我们将利用 **Mirror** 实现多人联机功能，并通过 **ROS2-for-Unity** 将裁判系统数据、陀螺仪数据和激光雷达数据等发布到 **ROS2** 话题中，以供视觉程序使用。同时，我们还可以通过 **ROS2** 话题通信来控制模拟

器中的机器人，实现理想状态下的比赛仿真。这样的改进将使我们能够更好地测试机器人的决策能力，并能够更早地进行视觉算法的开发和调试。此外，新队员也将有机会参与到机器人的调试工作。

自瞄功能储备规划

装甲板识别

装甲板识别在上个赛季中由于神经网络的方案没能达到理想的精准度和速度，因此最终还是选择了采用传统视觉的方案进行识别。在本赛季中，由于本队的工业相机型号基本上是高度统一的，因此我们将会对相机资源进行统一的管理，统一相机的曝光、光圈、焦距等参数信息，从而可以完成传统视觉下的识别参数统一移植。防止出现上赛季的需要重复调整不同相机的参数的情况。

至于对传统视觉的算法优化上，采用上赛季的方案已经可以达到 7-8m 内对装甲板的识别，但是在接近极限距离的情况下会出现比较频繁的识别丢失问题。在本赛季中经过讨论后认为，自瞄的性能优势应当在一个近战的距离中发挥出来即可，大概 5-6m 的距离，因此在识别算法上不需要进行额外的开发工作。但是为了能够让机器人发挥出更大的优势，我们依然存在远距离进行自瞄的需求，但是这种情况下开发传统视觉就属于一个边际递减的效应了，因此必须开发神经网络识别方案，神经网络的泛化性优于传统视觉，在比较极端的情况下都能有较好的表现，可以很大程度上减少视觉现场调参的时间。但相对的，神经网络的耗时和精度之间的平衡则是需要在比赛前就调整好才可以。

但是不管对于传统视觉还是神经网络来说，我们都很难保证角点不产生抖动，但是这种抖动对于 pnp 姿态解算来说影响还是巨大的。考虑到在大部分情况下机器人的运动都是在平地上产生的，因此我们决定采用上海交通大学在 2023 青年工程师大会上开源的思路：使用 pnp 算法求解装甲板的三维位置信息，固定装甲板姿态中的 pitch 和 roll，用 yaw 作为自变量，反投影的矩形和识别到的角点进行做差作为因变量，构建一个下凸函数，并且使用斐波那契优选法迭代出一个较为准确和稳定的 yaw 值，使用这个值作为预测器的输入参数，这样就可以得到一个更加稳定的姿态观测。

能量机关识别

在上赛季中我们依然采用的传统视觉识别能量机关扇叶，先是识别出整个扇页，再简单的一分为二选出是装甲板的那一半。就场上表现而言当参数调整得当传统方法是可以做到识别出目标扇页的，但由于没有一个好的关键点的识别思路，目前的传统方法无法做到一个较

高的识别精度，上限很有限，只能作为一个保底的方案。

新赛季我们将尝试使用神经网络方案来实现能量机关的识别。神经网络可以识别出精度更高的关键点，并且可以同时识别出目标扇页和已激活扇页，这样在预测部分我们还可以充分利用已激活的扇页来减少预测部分的误差以实现更高的激活环数

机器人坐标系建模

上赛季中我们并没有很好地建模出机器人云台的关系信息。在本赛季中我们将会采用机械图纸上的信息对机器人云台的 **roll**、**pitch**、**yaw**、相机这些关节进行，利用陀螺仪的信息，保证识别到的装甲板的位置和姿态能够很好地从相机坐标系转换到陀螺仪坐标系下，并且最终根据陀螺仪坐标系下的信息进行整车运动观测。

并且上赛季中我们忽略了 **roll** 轴对于自瞄的影响，导致机器人在斜坡上不能正确观测目标机器人的运动状态。为了解决这个问题，使我们的机器人在复杂地形上依然能实现自瞄，我们本赛季中将会引入 **roll** 轴来建立机器人的关节信息，解决在斜坡上缺少攻击力的问题。

在本赛季中，我们还会使用 **tf2** 和 **message_filter** 工具进行建模的代码实现，利用其自动插帧和时间戳对齐的特性保证相机中识别出的信息能够和对应时刻的陀螺仪数据进行一个匹配，解决以前使用软触发的时候出现的数据采集时间难以同步的问题。

整车运动观测

上赛季中我们参考了华南师范大学开源的 **rm_vision** 实现了一套整车观测器，但是由于队员的能力不足，最终整车观测器依然存在着一些问题：例如装甲板跳变的处理，扩展卡尔曼滤波器的参数调整，对普通步兵和平衡步兵的适配性不够等等问题均为得到完善的解决。在本赛季中我们将会优化这些问题，得到一个具有高鲁棒性的整车观测器。

上赛季的扩展卡尔曼滤波器中我们输入的观测量为装甲板在陀螺仪坐标系下的位置和姿态，但是我们会分析考虑上海交通大学在青工会上开源的思路：将其对应云台的 **yaw**、**pitch** 和 **distance** 作为观测量输入扩展卡尔曼滤波器。在赛季后期我们将会实现一套这样的代码，并且通过具体的数学分析对比其算法优劣。

能量机关预测

上赛季能量机关预测的总体思路依然是首先根据检测结果计算出当前扇页的转动速度，再对转速进行滤波，滤波后的结果根据官方给出的 $a * \sin (w * t + \text{phi}) + 2.01 - a$ 进行非线性拟合，根据拟合结果再预测扇页接下来的运行轨迹。

上赛季的主要不足是由于识别精度不高导致实际算出来的转速有很大的噪声，纵使加入滤波器效果也不会太好，最终拟合出来的参数距离真实值之间误差还是不小。

由于本赛季能量机关的运动并没有发生改变，所以后续的大致思路将不会发生太大改变。但由于上赛季时间紧迫识别部分的结果只识别待击打扇页，单一扇页的检测结果会使得对速度的计算稳定性很差，本赛季使用神经网络可以一步到位同时识别已击打和待击打扇页，充分利用这些数据可以计算出更加准确的转速。同时，本赛季将尝试把滤波器从普通的 CV 模型卡尔曼滤波升级为可以支持非线性运动的扩展卡尔曼滤波，将进一步增强数据的准确性从而可以拟合出更准确的参数，助力下赛季开出更高的环数。

自瞄击打策略

击打策略主要分为两个类型：其一是保持云台对装甲板的跟随，跟随策略为始终跟随下一刻面向我方机器人的装甲板。其二是瞄准车辆中心，判断下一预测时间点上是否有装甲板会到达此时刻发射弹丸的位置。第一种方案适用于步兵机器人，因为需要保证击发的频率，在短时间内造成大量伤害，而第二种方案适用于英雄机器人击打前哨站，主要需要保证命中率。在上赛季中我们的主要问题在于在步兵上应用了英雄机器人的击打策略，导致虽然命中率能够始终保持一个较高的水平，但是在短时间内却不具备了高伤害爆发力。因此本赛季中我们将会在不同的机器人上选择不同的决策方案，来适应不同兵种的需求。

2.4.2 特定兵种技术储备

2.4.2.1 平衡步兵

赛季初使用 `stimulink` 和 `Webots` 实现了联合仿真，正式调平步之前用此方法验证了 LQR 算法的可行性，并在仿真里实现了较好的效果，省去了大量硬件环节及软件 `bug`，提高了出车效率。同时用 `matlab` 自动生成代码工具省去了大量数学运算代码实现。

2.4.2.2 舵轮步兵

舵轮底盘为本队在这个赛季新的尝试，出实物前利用 `webots` 仿真进行底盘解算尝试；用 `AS5047P` 编码器进行方向电机归中；借鉴西交利物浦开源功率控制方案，对行进轮电机进行建模，在超级电容和主控两方面同时进行功率控制。

2.4.2.3 哨兵机器人

导航与定位

本赛季，在哨兵巡逻区域增加和哨兵具备复活能力的情况下，哨兵的自主移动功能变得

尤为必要。为了满足这一需求，对哨兵的导航性能提出了更高的要求。因此，本赛季计划在上赛季技术积累的基础上，为哨兵增加爬坡能力。

为了实现哨兵的爬坡能力，考虑到哨兵采用全向轮底盘，在上坡时容易打滑，因此，我们不再依赖去年使用的轮式里程计，因其已经不再可靠。为了解决这个问题，本赛季我们计划采用快速激光惯性里程计（`fast_lio2`）作为新的定位解决方案。该方案利用哨兵机器人的激光点云数据和惯性测量单元数据进行定位。快速激光惯性里程计的官方源码可提供相应的功能，但当前官方源码不支持 ROS2 版本。为了适配 ROS2，我们计划对快速激光惯性里程计的官方源码进行移植。这将确保我们能够在 ROS2 框架下使用该定位算法。通过这一改进，我们预期能够实现哨兵机器人的可靠定位，进而提升其在爬坡能力方面的表现。这项工作需要我们进行源码移植以适应 ROS2 环境，并且保持该算法的性能和准确性。我们将致力于完成移植过程，并进行充分的测试和验证，以确保其成功应用于本赛季的哨兵机器人。

此外，由于去年使用的 AMCL 重定位算法更适用于 2D 导航，并且由于动态环境变化导致粒子滤波器难以跟踪，在高速移动情况下重定位的稳定性不佳。因此，本赛季计划更换重定位算法。我们考虑使用 DLL 作为重定位算法，本赛季尝试了 ICP 重定位算法，效果较好。然而，由于资源占用较多，不适用于我们的工控机。因此，我们计划采用 DLL 来实现重定位算法。DLL（直接激光雷达定位）基于点与图的距离的非线性优化，实现了点云到地图配准，因此不需要特征，也不需要点对应关系。给定初始姿势，该方法能够通过从里程计中提炼预测的姿势来跟踪机器人的姿势。该方法的性能比蒙特卡洛定位方法好得多，并且达到了与其他基于优化的方法相当的精度，但运行速度快了一个数量级。

鉴于去年使用的路径规划部分的 `navigation2` 的 `nav2_navfn_planner::NavfnPlanner` 插件已经满足了在 RoboMaster 比赛场地下的导航需求，我们计划继续沿用该方案。然而，在去年的路径规划过程中我们发现了路径来回摆动的问题。经过测试，我们发现当当前进路线被动态障碍物挡住时，会规划出一条新的路径。但当机器人远离动态障碍物后，雷达无法探测到这些动态障碍物，导致全局代价地图仍然认为动态障碍物占据的路径是最短路径。因此，路径规划出现了在两个路线间来回摆动的现象。为了解决这个问题，本赛季我们计划将动态障碍物层移出全局代价地图。这样做的目的是确保全局路径规划产生唯一的路线，避免路径在动态障碍物附近来回摆动。通过这一改进，我们期望能够改善路径规划的稳定性和准确性，提升机器人在比赛场地下的导航表现。

对于导航部分，去年使用的纯跟随算法在机器人避障和高速移动方面表现不佳。而其他学校使用的 TEB 算法参数较多，调节起来比较困难。因此，本赛季计划基于 TEB 算法开发

一款轻量化版本，以实现快速准确的导航。

自主决策

本赛季由于哨兵控制方式的变化，采用编写决策树的方式来实现哨兵的自主行为决策，通过 ROS2 获取裁判系统的相关信息，例如血量、位置、比赛时间等，并根据获取的信息作出判断，从而实现自动化步兵的功能

在以往的哨兵代码中，由于可采用半自动控制，对于哨兵本身运行逻辑的编写并不足够，仅仅停留在使用判断语句与选择语句针对不同场景作出运动规划。这样编写的决策系统，有以下几个缺陷。首先是不方便修改。通过 `if-else` 和 `switch-case` 语句编写的决策系统，修改部分代码时可能会影响到其它判断条件而难以察觉，会提升调试的成本。其次是代码的可读性很差，不方便传承。因为众多的判断语句组成的结构，只阅读部分代码很难理解设计者的整体设计思路，且很容易造成逻辑混乱。最后是代码很冗杂，大块重复代码段，哪怕是函数编写也十分冗杂，且代码内各个模块部分重叠，在与 ROS2 的通信过程中体现出了极大的弊端。

基于以上几个缺陷，本赛季采用了行为树来替代传统的决策方式。首先，行为树与 ROS2 通信只需要额外编写一个消息转发节点，而不用在模块内设置节点，在调试 ROS2 时只需要确保转发节点能够正确收发信息，对于 `bug` 定位会更为准确，极大缩短了调试时间。其次，行为树具有模块化的特点，只需要根据需求将各个功能模块在指定位置使用即可，且修改模块本身，行为树会自动更新，省去了以往很多冗杂的操作。最后，行为树是一个树状图，层次结构清晰可见。哪怕是一窍不通的新人也能够在很短时间内理解整体的决策逻辑并进行修改，可读性增强，逻辑更为清晰，逻辑错误也能够更加直观的显示出来。

同时，计划在收集到足够的数据集之后，编写一套深度强化学习算法框架，通过对赛场真实数据的获取训练，能够使哨兵实现真正的全自动机器人，且使用深度强化学习算法也能提升机器人的鲁棒性，一套优秀的模型能够在一定程度上超越人类操作手。

一体化控制方案

本赛季为了让电控的代码部分对视觉部分更加友好，并且拥有一个更合理、规范的框架，我们将会把软件和算法部分进行重构，移植大部分的代码到上位机，留下对实时性要求高的部分算法留在下位机。这里将对上位机部分进行一个详细的阐述。

在以往赛季的电控代码中，出现的一个比较严重而又普遍的问题在于，电控端的代码框架庞大并且难以维护。上赛季的哨兵代码是从麦轮步兵的代码移植过来的，并且没有进行一

个比较完整的重构，导致代码十分臃肿，有很多不适配哨兵的代码存在在整个框架中，在调试的时候甚至有可能引起一连串的错误，对于开发进度来说影响很大，并且不利于战队的其他人员（包括战队新成员）进行接手。

本赛季的重构目标在于，拆解机器人的逻辑结构，在各个部分之间进行解耦合。以哨兵为基础，发展衍生出一套能够被灵活引用的机器人结构控制库，例如对不同类型的底盘的运动学解算库或者控制器，这样在机械设计出不同的底盘的时候可以进行灵活的模块组合，快速完成电控端代码。并且电控组的不同人员可以对各个方面的库进行单独的迭代重构，再部署到每一种兵种上。并且增强对视觉代码的支持，减少对单片机的依赖，合理运用上位机的高算力。但是由于上位机上部署的 Linux 系统本身不具备实时性，并且我们暂时没有找到解决方法，因此类似 PID 这种控制算法还是需要依赖于下位机。至此，单片机在整个电控端中就变成了一个驱动器，主要作为一些需要的硬件外设和电机的驱动器。

由于视觉部分的代码框架依赖于 ROS2，因此我们在上位机的电控端主要选用 ROS2 Control 作为框架，以串口通信作为通信方式，确定一套完整的电机控制协议。而对于遥控器、陀螺仪、裁判系统等能够支持串口的设备可以直接通过队里自制的 USB2TTL 模块接入上位机进行接受和解算。

而至于单片机上只需要做好四个任务：一是以面向对象的思想对电机和外设进行抽象，并且完成算法的改进。二是做好单片机的其他外设资源的抽象，使得上位机能够通过单片机控制外设。三是做好意外保护措施，比如上位机和单片机之间的通讯中断的时候单片机应该做好一套完整的操作来保证机器人不会意外疯车。四是保证代码的简洁性和可移植性，为之后的赛季可能产生技术突破的半自动机器人进行技术储备。

至目前为止，本技术栈已经开发出了一套基本的上下位机通信协议，并且完成了大部分的上位机代码和单片机代码，经过测试已经能够支持哨兵机器人的电控端任务。

2.4.2.4 英雄机器人

视觉辅助吊射

英雄机器人的自瞄主要是相对于建筑单位而言的，而对于整场比赛的节奏最重要的单位即前哨站。由于优化摩擦轮达到吊射前哨站的难度较高，因此本赛季中将会采用两种方案并行的方式，一边是机械人员研究摩擦轮的优化，一边是视觉人员研究击打旋转装甲板。

前哨站的旋转装甲板可以看作一个拥有三个装甲板并且在匀速小陀螺的单位，因此在对其位置信息和姿态信息的观测上可以直接采用整车观测器。但是值得注意的是，前哨站装甲

板和普通车辆上携带的装甲板区别主要在于其 **pitch** 轴的姿态不同，因此需要单独处理。但是处理的优点在于其旋转速度和半径固定，因此只要能够准确估计其装甲板 **yaw** 轴姿态，即可直接代入其半径和旋转速度信息（在不考虑我方机器人取得占领区的优势情况下）。再采用瞄准中心的方案，即可达到一个较为稳定的击打效率。

至于对 **yaw** 轴的观测也可以参考通用技术储备中的装甲板识别部分的方案。由上可见实现旋转装甲板的击打对于目前本队来说技术栈更加成熟，技术储备更多，在本赛季中有较高概率可以实现本技术。

2.4.2.5 工程机器人

机械臂模型验证

使用 MATLAB 机器人工具箱 **Robotics Toolbox** 验证机械臂的 **DH** 表，计算可达空间验证机械臂是否满足 **2024** 赛季规则工况。同时仿真测试三项式插值算法的效果，并期望应用于机械臂关节空间轨迹规划中促进关节运动平滑；

视觉辅助兑矿

本赛季拟采用视觉兑矿+自定义控制器的双端兑矿方案来提升兑矿的速度。由于新赛季加大了兑矿时间对于矿石兑换的权重，所以缩短兑矿时间也被提升到一个相对较高的优先级上。

在开始兑矿后，相机会根据兑矿站的姿态，对于灯条做一个识别处理，确定兑换站的 **yaw** 轴角度。当 **yaw** 轴角度大于 90° 时，识别兑换站左右两侧的三角灯条，以区分兑矿口的正对位置。获取到灯条位置之后，通过预设的空间相对坐标矩阵，图片角点的实际位置矩阵，使用 **PNP** 算法得到兑矿口中心位置，即我们预设的世界坐标系原点位置。再通过下位机回传的相对位置计算出末端执行器的移动方向和距离，传给机械臂运动学逆解算节点进一步处理。

机械臂运动学逆解算

在获取到兑矿站的中心角点位置之后，同时获取到 **yaw**、**pitch** 和 **roll** 的三个角度，先对机械臂的初始状态进行转化。我们使用开源框架 **moveit2** 来实现运动学逆解算，首先给出机械臂末端执行器的目标位置以及末端姿态，而后进行路径规划，以避免持矿状态下的机械臂与兑换站产生干涉，影响兑矿。在路径规划完成之后，取可行解的最优路线，进行路径的三阶段拆分。由于我们的机械臂设计有横移抬升和前伸三个平移轨道，于是以这三个为状态量，依次获取到三组各个关节的角度数据，发送给下位机执行，同时根据下位机执行后的返回情况进行路径修正，最终将矿石移动到兑矿站口。而后操作手使用自定义控制器完成微调，实现兑矿过程。这一过程能够缩短兑矿的时间，同时也减少了操作手的人为影响。

3. 团队架构

3.1 队伍管理架构

团队的组织架构十分重要，合理的组织架构能够让每个队员明白自己身上的责任与义务，并且了解自己的工作内容，同时也可以让队员之间相互督促、相互监督和发现并解决相关问题，共同提高团队效率和任务进度，攻克技术难关。西南交通大学 Helios 战队主要架构分为管理层、技术层、运营层，由队长、副队长和项管共同领导，在指导老师及顾问的指导下，共同备赛，进行相关的研发及运营工作，确保整体进展能够有条不紊的进行。

本赛季目前正式队员共有 27 人，机械组 11 人，电控组 11 人，算法组 5 人，运营组 1 人。2024 赛季主力队员多为目前在校三年级学生，考虑到下一赛季队伍交替迭代后人力资源降低，且部分技术组成员缺乏参赛经验，考虑到后续任务进行，团队计划在必要时刻随时进行招新以及相关考核任务的展开。

职位	分类	角色	职责职能描述	现有人数
指导老师			1、对战队发展方向提出指导性意见； 2、提供比赛资金、技术、报销、场地以及外联支持	5
顾问			1、提供技术经验支持、活动举办支持、运营经验传授； 2、进行迭代，整理技术和运营管理上存在的漏洞；	5
正式队员	管理层	队长	1、负责与学院老师、组委会、学校对接相关工作，代表队伍对外形象； 2、负责整个赛季重要事件节点的把控； 3、做好队伍制度章程、团队文化建设及未来规划； 4、统筹队伍人力、物力，进行监督指导，跟进全队进度的推进工作； 5、为各组别及各兵种指出发展方向及性能指标；	1
		副队长	1、负责监督各组别任务进度情况； 2、协助队长处理队内大小事务，发展并处理队内存在的技术、情感、学业等方面的问题； 3、协助技术组进行相关技术工作；	1

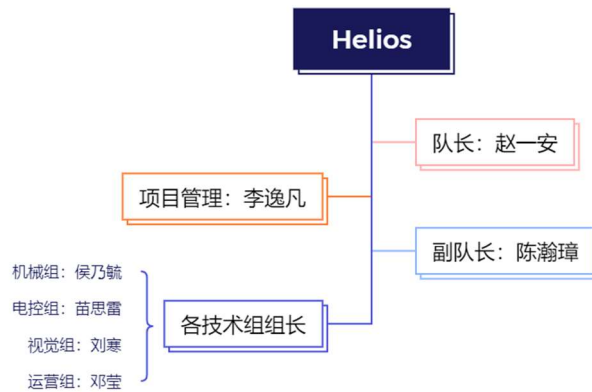
职位	分类	角色	职责职能描述	现有人数
		项目管理	1、协同技术组组长或兵种组组长制定研发计划，并做好时间规划 2、把控整体队伍研发方向及进度； 3、协调各组人力、物力，进行合理的资源分配； 4、进行队伍日常考核、队伍考勤等方向工作；	1
	技术执行	机械 组长	1、管理机械组重要物资； 2、把控机械各个兵种的研发方向及设计； 3、培养新人并带领部分组员攻克技术难题； 4、负责整理收集测试数据，并指出其功能指标；	1
		机械 组员	1、负责各兵种的机械结构方案的设计及出图； 2、负责各兵种的机械零件的采购、加工及装配； 3、负责所属兵种的结构测试及维修；	10
		电控 组长	1、管理电控组重要物资； 2、把控电控组的研发方向； 3、培养新人并带领部分组员攻克技术难题； 4、负责整理收集测试数据，并指出其功能指标；	1
		电控 组员	1、负责各兵种 PID 及程序的调试； 2、负责兵种模块化的程序的编写； 3、负责更新各个兵种的程序流程图；	10
		算法 组长	1、管理算法组重要物资； 2、把控算法组的研发方向； 3、培养新人并带领部分组员攻克技术难题； 4、负责整理收集测试数据，并指出其功能指标；	1
		算法 组员	1、负责各种类算法的测试及编写； 2、负责自瞄、击打能力机关等视觉功能实现； 3、配合组长进行培养新人；	
	运营执行	宣传	1、负责日常官 Q、官微、官博的推送 2、负责与学校社联进行工作对接；	1

职位	分类	角色	职责职能描述	现有人数
			3、负责举办各类校级活动和前后期的准备工作； 4、定制周边及组织团建； 5、整理宣传的资料并进行备案处理； 6、培养新人，负责队伍的宣传与推广；	
		招商	1、寻找赞助商并进行合作洽谈 2、撰写队伍招商手册、制作招商单页、招商 PPT 及视频	1
		财务	1、队伍日常财务报销、整理物资采购表、制作购买清单； 2、协助队长进行合同流程和报销流程； 3、财务预算及整理规划；	1
梯队队员		机械	1、学习 SolidWorks 装配等基本功能，会导出 DXF 二维图纸； 2、协助机械组组员进行装配、场地搭建等实践操作的任务；	
		电控	1、学习 C51、STM32F4 的相关知识； 2、负责各兵种的布线换届；	
		视觉算法	1、负责学习 OpenCV、Linux 操作系统并完成项目计划书；	
		运营	1、负责学习 PS、PR、摄像技术等方面的知识； 2、提供自身人文素养，联系队伍官方的相关宣传文件；	2

3.2 团队任务管理

3.2.1 团队管理体系

西南交通大学 Helios 战队主要管理层为队长，副队长，项目管理。其中，项目管理由经验丰富、时间充裕的大四队员担任，战队下设机械、电控、算法、宣传四个技术职能组，每个组别均设有组长一名。队内宣传经理、招商经理、财务经理均隶属于宣传组，由宣传经理担任宣传组组长。



本赛季为了加强队伍管理，我们以 2020 年初版战队规章为基础，结合近年来积累的一系列管理经验，初步制定了 2023 新版战队规章，并组织全体队员开展了签字实施仪式。新规章主要在实验室纪律、队员权责划分、奖惩机制上做了相应调整，进一步规范队员行为、明确责任边界、维护集体荣誉、提升战队效率，使得各项行为流程化、规范化，管理有据可依，避免推诿扯皮现象的发生。

第三章 实验室管理

实验室将是大家学习工作的主要场所，为保障队伍的高效、有序运行，需要大家共同构建一个良好的实验室氛围。实验室管理由队长、副队长牵头负责，全体成员相互监督、共同负责。

3.1 基本纪律

1. 实验室应用于完成比赛相关的各项任务及活动，不得用于其他用途，严禁在队员工作期间进行各种休闲娱乐活动。
2. 非队员原则上不得进入实验室。如确有需要，经队长或副队长同意并在队员陪同监管下，可进入实验室进行短时间操作。
3. 队员应保持实验室安静、整洁、通风、无垃圾堆放。禁止在实验室内吸烟、喧哗、打闹、乱

Helios 战队 2024 赛季队员承诺书^①

我是西南交通大学校机器人 Helios 战队（以下简称“战队”）2024 赛季队员，代表西南交通大学参加第二十三届全国大学生机器人大赛——RoboMaster 机甲大师 2024 高校系列赛（以下简称“RM”）。为了维护战队利益、确保参赛流程的顺利进行，我做出以下承诺：^②

3.2.2 任务管理体系

西南交通大学 Helios 战队在基础的管理架构体系下，结合战队在本赛季面对老队员缺失、新队员经验不足的情况下，实行项目分组制度。每个兵种项目组都有来自机械、电控、视觉的技术层同学进行负责，且设有一名项目负责人进行进度把控和设计方向的确定。必要时刻需要所有研发人员进行开会商讨某一方案的可行性与必要性。实现项目分组与技术分组分别从横向纵向两个维度交错明确了队员的任务划分：



技术上全体参与，进行协商沟通，有利于整体结构设计和软件调试，推动该兵种的发展进度。将每个兵种精确到人，在出现问题、方案改进或需要维修等情况下，方便最快速度找到队员进行解决。

项目组所有成员共同参与到实际测试中，观察其功能指标，与预期的项目指标进行对比，进行后期的设计修改和调试，并有宣传运营组同学进行拍摄记录，方便后期留存记录资料。

每个项目组都有至少一位经验较为丰富的队员，一方面把控发展方向，一方面带领新队员接触该兵种的专业知识，保证其最快的了解该兵种的机械机构、电控知识及算法调试目标等性能。

有利于各组别之间进行协调合作，保证了团队内的协调沟通和进度信息透明化，让各个组别的人都清楚自身工作和队友工作。

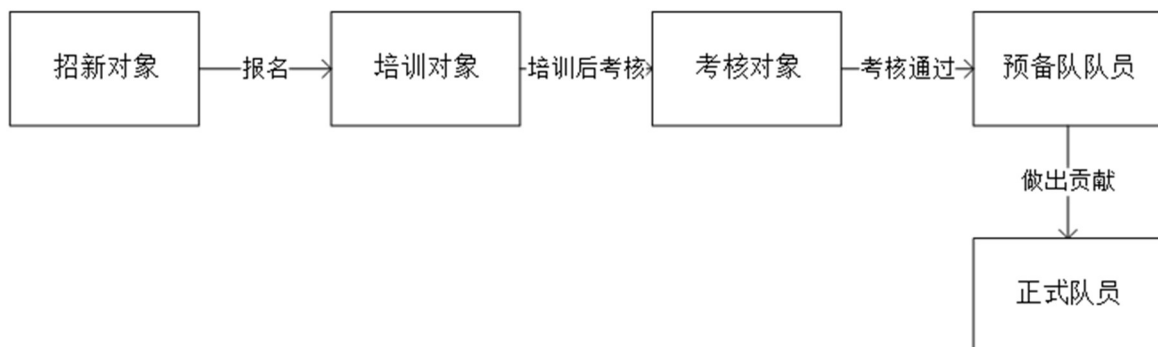
3.3 队员招募

3.3.1 队员招募方向

组别	招募要求	预期发展水平	招募人数
机械组	<ol style="list-style-type: none"> 1.对 RM 机器人竞赛有足够的兴趣。 2.喜欢机械设计，有把事情做到极致的精神。 3.具有较强的三维空间想象能力。 4.会使用机械常用软件的优先。 (SOLIDWORKS ANSYS ADAMS CAD 等) <p>具有一定的机械加工和机器人竞赛经验优先</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、掌握进行基础的图纸绘制，能够二维建模、三维建模，了解机械结构设计、运动仿真和相应的设计软件 2、具有动手操作的经验，了解铝合金、工程塑料、碳纤维等各类材料性能，了解不同加工工艺的加工性能； 3、了解机械设计标准，能够设计出装配合理的机器人； 	9-10 人
电控组	<ol style="list-style-type: none"> 1.具有自主学习能力及创新能力。 2.乐于求知，积极动手实践。 3.工作认真，做事踏实。 4.有一定编程基础。 5.具有 PCB 绘制基础或单片机使用经历者优先考虑。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、编程 C 语言，具有一定的编程基础，或者运用过 DSP、FPGA、ARM、单片机等开发工具和编程语言，会使用 STM32 做嵌入式开发优先； 2、了解电路，具有一定的电路仿真分析能力，或者有电子设计经验可以绘制电路图如：原理图、PCB 等； 3、了解嵌入式系统结构，掌握元器件使用和常见的通信协议 	6-7 人
算法组	<ol style="list-style-type: none"> 1.有较好的 C++ 程序设计基础。 2.有 Linux 系统使用经验优先。 3.接触过机器学习/计算机视觉相关知识优先。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、有 Ubuntu 等 Linux 系统使用经验，熟悉 C++、Python 编程语言，具有一定的编程基础； 2、会使用 OpenCV 进行自主识别算法程序编写以调试，会深度学习算法优先； 3、了解计算机视觉基本算法和其使用场景，并能够将算法运用到实际模型上； 	5-6 人

组别	招募要求	预期发展水平	招募人数
运营组	<p>1、对机器人赛事有明确的认识和了解，热爱技术，掌握一定的机械和电控知识，有融会贯通的学习能力，有技术比赛经历优先；</p> <p>2、善于与人交流，有较好的组织管理能力及公关能力，有较强的责任心，性格开朗，能吃苦耐劳，能完成与学校、老师、社团及校外公司等进行沟通的工作；</p> <p>3、能熟练使用 Pr、Ps、Ae、Office、AI 任一软件；</p> <p>4、细心能干，有冷静的处理问题的能力，不怯场。</p>	<p>1、对机器人赛事有明确的认识和了解，热爱技术，掌握一定的机械和电控知识，有融会贯通的学习能力，有技术比赛经历优先；（无具体要求，可放宽）</p> <p>2、善于与人交流，有较好的组织管理能力及公关能力，有较强的责任心，性格开朗，能吃苦耐劳，能完成与学校、老师、社团及校外公司等进行沟通的工作；</p> <p>3、能熟练使用 Pr、Ps、Ae、Office、AI 任一软件；</p> <p>4、细心能干，有冷静的处理问题的能力，不怯场。</p>	2-3 人

3.3.2 队员招募流程



入队流程如上：本校同学需报名后加入相应组别培训群，进行各组别相关培训。各组别负责人定期布置作业并检查，每次检查结果进行登记汇总。每年培训完一个学期过后，在对应学年的假期布置相关考核题目并给予规定日期。考核对象需在规定时间内做完组别任务进行提交，由各组别负责人对作业进行汇总评分，决定考核对象是否成为预备队队员。加入预备队队员后，预备队队员随队进行赛季任务工作，工作能力较好且为队伍积累了一定贡献度时，由队伍管理层人员共同投票决定该预备队队员是否能升为正式队员。

3.4 队伍氛围建设与传承

3.4.1 战队例会与新老队员交流会

战队每周末晚 19:30 会组织开展例会，每个月举行一次有指导老师参与的大例会，在会

议上加强战队队员与指导老师之间的沟通与交流，讨论队内目前的整体进度，例会为队员们提供了技术交流和进度沟通的平台。

此外，会不定期邀请老队员来向新队员讲述他们备赛期间与战队以及 RM 比赛之间的故事，使新成员在战队中能够更明确自己的努力方向，更快的融入战队工作氛围，使得战队的极致精神得以传承。

3.4.2 和谐团建营造队内氛围

这一赛季本战队会更加注重并加强队内团队活动建设。由运营组牵头并且进行活动策划，举行活力四射、人人参与的团建活动，通过桌游、轰趴、聚餐、春游等形式增强战队队员之间的交流沟通，提升战队整体的凝聚力，缓解战队紧张备赛过程中的压力，使大家紧绷的神经得以暂时放松，这些对于营造良好的队内氛围起着至关重要的作用，是队内成员之间沟通的桥梁。

3.4.3 对外宣传

战队本赛季将加大对宣传工作的投入，不仅通过当今的主流自媒体平台（如 QQ 空间、微博、微信公众号、哔哩哔哩、知乎等）发布战队工作日常、工作成绩以及活动开展，向外界展示出战队风采和战队文化，使战队形象更加立体的树立在人们心中。同时，我们增加了对赛事和战队周边的制作与投放，通过精心设计招新宣传海报、三折页等吸引新生，设计并定制队服及周边产品等，使西南交通大学 Helios 战队更多的出现在同学们以及公众的视野当中，提升战队的整体荣誉感和凝聚力。

4. 资源可行性分析

4.1 上赛季资源使用情况分析

2023 赛季由于在项目管理上的投入欠缺，没有留下完整的资源使用情况记录。但回顾上一赛季进程，仍可清晰看到许多突出问题。

战队资产丢失：实验室往来人员复杂，而大量闲置设备缺少专人负责管理。上赛季疑似出现实验室重要设备资产被盗现象，造成战队财产损失、影响了备赛的整体进度。

外发加工审核不到位：存在机械加工件图纸有误、未有效布局控制成本的现象。

财务报销流程缺乏规范：发票管理低效、提交报销不及时、报销单制作不规范，导致大量发票不能及时报销变现，可用流动资金受限。

4.2 本赛季可用资源

4.2.1 可用资源总览

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	上赛季结余	实际可自由支配的流动资金	大额支出的临时垫付；
	队员筹集队费		团队建设支出；
	企业赞助金		不能报销项目的实际支出
	社团活动经费	需要发票、机械学院团委负责报销	文创产品、办公用品的主要开支
	竞赛专项经费	需要发票、通过学校科创专项经费报 销	物资购买、差旅费用的主要开支
	SRTP 项目经费		部分物资购买
设备资产	战队传承	详细见 4.2.2 战队设备资产清单	机器人制作
	企业赞助设备		
加工资源	同 ROBOCON 校队 共用	雕刻机 1 台	玻纤板件加工
	同 509 实验室共用	激光切割机 1 台	亚克力板、木板切割加工

类别	来源	资源描述	初步使用计划
宣传资源	战队新媒体平台	哔哩哔哩、微信公众号等	战队日常宣传、交流互动平台
	学校、学院媒体	学校网站、公众号	发布招新、活动通知
	组委会发放	招新宣传物资	奖励战队优秀新队员
	2023 赛季周边		活动奖品
信息资源	学校图书馆	实体书、电子版资源	队员技术学习、设计参考、能力提升
	RM 论坛开源	战队开源文档资料等	
	战队知识库	战队书库、技术文档、实测数据等	

4.2.2 战队设备资产清单

物资名称	总数
RM3508 直流减速电机	40
C620 无刷电机调速器	36
M2006P36 直流无刷减速电机	18
C610 无刷电机调速器	18
GM6020 直流无刷电机	13
RoboMaster 开发板 A 型	8
宇树 A1 关节电机	4
LK9025 电机	2
麦克纳姆轮左旋	12
麦克纳姆轮右旋	12
Bambu Lab X1 Carbon 3D 打印机	2
TB47D 电池	16
TB48S 电池	8
DT7 遥控器	6

物资名称	总数
DT7 遥控器接收器	6
RoboMaster 电池架	14
RoboMaster 分电板	10
无线调试器	4
RM 开发板 C 型	6
RM 开发板 B 型	7
NVIDIA Xavier NX	1
Intel NUC 11 代	3
11 代工控主机	2
Livox Mid360 激光雷达	1
海康威视工业相机	1
MindVision 工业相机	5

4.3 资金预算分配规划

模块	可用资金预算	备注
麦轮步兵	6500（新购）+4000（已有）	
舵轮步兵	8000（新购）+4000（已有）	
平衡步兵	6000（新购）+13000（已有）	
英雄	8500（新购）+3000（已有）	
工程	8000（新购）+5000（已有）	
哨兵	6000（新购）+7000（已有）	
无人机	6000（新购）+4000（已有）+8000（赞助）	
飞镖	3000（新购）+2500（已有）	
雷达	1500（已有）	
运营	2000	文创产品
差旅	88000	

模块	可用资金预算	备注
其他	1000	实验室维护、团队建设
总计	140000 (新) +50000 (已有/赞助)	

4.4 资源可行性分析

4.4.1 资源来源可行性

战队上赛季结余流动资金约 8000 元，可以一定程度上支撑赛季初物资购买时大额支出垫付需求。本赛季战队总预算在 20 万元人民币左右，其中含已购入物资及企业赞助 5 万元，新投入研发成本 6 万元，差旅及战队活动产生费用 8-9 万元。

由于地处西南，线下参赛路途遥远，差旅费用占战队开支的主要部分。本赛季由战队牵头成立了机器人协会这一校级社团组织，拓宽了战队活动资金的报销渠道，也为团队活动和宣传开辟了新的途径。

本赛季战队与打印耗材、动力系统、无人机飞控相关企业方达成了合作关系，并获得了约 15000 元的物资赞助及购买折扣。

本赛季战队积极探索发展模式，通过校友网络，同校内外企业在队员创新创业、教育教学、实习实践方面展开了友好合作，促进队员能力提升、战队高质量发展。

4.4.2 资源使用可行性

4.4.2.1 设备资产管理方案

由于各车组在设计制作时随时可能进行测试以及装配需要，为避免物资混乱，本赛季物资实行小组管理制度。工具均在赛季初进行整体统计，统计后由队长下分物资给技术组长，技术组长根据每个成员项目组赛季初预估需求进行分配。

赛季初为各个车组负责人购买专属装纳盒，各车组负责人将分配至自己车组的物资放入相应收纳盒，其他车组使用时需与该负责人进行借用。

需借用公用物资时，借用人需在飞书上填写物资借用审批单，由相关负责人进行审批后借出，相关负责人需在一个星期内检查物资是否归还。

4.4.2.2 项目成本控制方案

由队长及组长商议后确定各兵种及任务负责人，并对任务进行风险把控，这其中关于成

本的控制十分重要，其中包括技术要素和非技术要素。

因此战队制定了财务报销制度：每种方案的提出须由方案负责人向组长队长提交技术详细说明（例机械提交图纸、电控提交技术、方案流程图），同时还须提交详细 BOM 表，方案通过后可获得资金投入制作。以此减少技术要素造成的影响。

除此之外完善报销流程，要求队员购买物资之前根据物资用途以及价格综合考虑，仔细挑选实用性强的产品，并核对现有物资，仔细检查是否有现有可用或可替代物资，避免浪费。减少非技术要素造成的影响。具体流程如下：

1. 组长审图时反复仔细，避免重复研发带来的无效迭代；
2. 申请人提出购买申请，经由相关负责人同意后方可购买物资，备注物资用途；
3. 按照申请表要求如实填写申请表；
4. 申请表需要找组长签字；
5. 经队长或项目管理审核通过后可获得资金投入制作；

除以上流程外，我将采取下列措施，严格把控研发成本。

加强对于队员对于机械装配工具操作，电机安装保护等方培训，防止因为操作失误导致物资损坏而造成不必要的花销。

方案确定要经过集体讨论和评估，加工前要对图纸装配进行分析，防止因为装配等问题而产生返工，进而导致不必要的经费花销。

在采购物资前，组内要进行确定方案，确定好需要购买的物资是否符合图纸和规则规定，防止采购失误而造成的浪费。

兵种重叠的机构部分可以进行模块化设计，比如说车辆悬挂部分，拨弹发射部分等，通过模块化设计来减少成本。

执行财务统计记录，以月为单位记录统计团队各项支出，严格执行并以一个月为周期进行偏差分析，每个月统计总的成本跟上个月的对比，减少不必要的开支并及时做出调整。

完善财务审核制度，各组严格控制在预算内进行项目物资的采购，对什么能买什么不能买进行规定，涉及大量物资购买时，需向项目管理人员或队长申请和报备，并询问指导老师相关意见进而控制成本。

专项专用，节省日常管理和其他不必要的开支，杜绝浪费。

加强实验室物资的管理，杜绝因物品乱丢乱放出现丢失和不必要的设备破损的现象，加强对实验室人员和物品规范的监督和管理，制定相应的处罚和赔偿措施。

废物利用，充分利用上赛季剩余物质，提取已损坏设备中能够正常使用的元件。避免无效迭代，在交付前必须经项目组集体审核。

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

Helios 战队已迎来成立的第五个年头，作为一个团队想要自我提升并保持永久的动力，团队的精神文化建设与团队的传承至关重要。通过宣传内容的输出，既能够提高队员对战队的归属感、认同感，对队伍的风格感同身受，从而间接性的提升战队的整体性、团队性；又能够打造出独特的队伍文化，向外树立队伍的形象特质，传播队伍的文化与精神，提高校内外知名度，不断吸引新成员的加入，获得校领导老师的支持以及社会的认可。战队文化是战队软实力的体现，是竞争力的核心要素，通过宣传能够提高战队软实力，对战队的形象塑造具有核心作用。

5.1.1 宣传目的

宣传工作的首要的目标是宣传 RoboMaster 大赛和 Helios 战队，借用多方向、多类型的宣传手段提高 RM 比赛和 Helios 战队在校内的知名度，扩大战队和比赛在学校的影响力，推动大学生科技文化交流，营造良好的科技文化氛围，并在此基础上发现和培养一批在机器人领域勇于创新、善于动手、奋勇拼搏的科技精英人才。

对于队内建设而言，宣传的目的是记录下队员的备赛过程和队员付出的点点滴滴，通过内容的输出挖掘并向外塑造队员的个人特色，从而打造团队下的个人影响力。

除此之外，战队作为大赛宣扬青年工程师文化的主体，更重要的是希望通过我们的宣传让更多的同学体会到青年工程师艰苦奋斗、迎难而上的精神，带领大家从幕后走向台前，更好的展现青年工程师的风采。

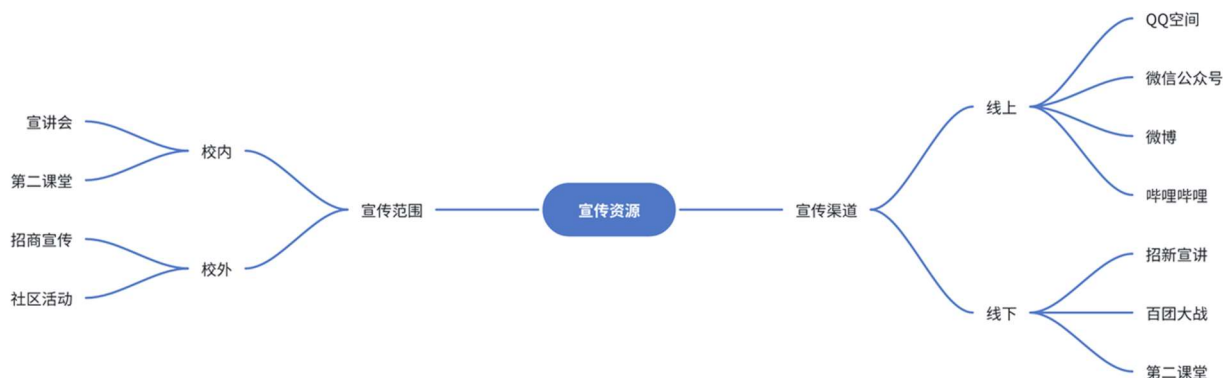
5.1.2 宣传指标

		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
微信公众号	西南交大机器人校队	1827	16	114	3000	20	150
哔哩哔哩	西南交通大学 HELIOS 战队	23511	14	1679	48000	40	1200
微博	西南交通大学机器人战队	/	/	/	1500	5	300

5.1.3 宣传规划

时期	时间	事件	活动目的	活动内容	备注
招新预热期	2023.8-9	招新预热	为正式招新准备相关材料和准备	发布招新宣推送	
秋季招新期	2023.9-10	招新	招募预备队	1.编写发布招新文稿 2.百团大战	
备赛期	2023.10-11	日常宣传	提高活跃度	1. 战队日常视频的拍摄和制作 2. 开展第二课堂	
	2023.11-2024.1	日常宣传	加大战队形象宣传	1. 战队日常视频的拍摄和制作 2. 战队新周边设计与视频宣传 3. 撰写《2024 赛季 RoboMaster 机甲大师赛赛季规划》	
	2024.1	日常宣传	加大战队形象宣传	1. 完成战队新周边制作 2. 战队新周边设计与视频宣传 3. 战队日常视频的拍摄和制作	
	2024.2-3	联盟赛出征准备	扩大战队影响力	1. 备赛视频录制并发布 2. 备赛推文发送 3. 宣传海报的设计	
	2024.4			录制比赛宣传视频 完善战队周边物品 3. 官方赛事信息同步	
赛期	2024.5-8	联盟赛比赛宣传活动	赛期记录	1. 记录拍摄分区赛赛事活动，并上传 2. 为战队成员发布个人形象视频和推文	

5.1.4 宣传内容



5.1.4.1 线上宣传

目前战队线上宣传主要借助微信公众号、Bilibili 和微博三大自媒体平台。

上个赛季微信公众号更新频率较低，今后将加大宣传力度，提升图文质量，加快更新频率，多以战队开展活动的总结为主。

哔哩哔哩目前在对视频的形式、方向、内容等方面进行多种尝试，新赛季的产出的几个视频数据都比较好，已经慢慢摸索出了适合自己的视频风格，并在此基础上进行拓展延伸，从战队产出和个人形象进行宣传，争取新赛季的 b 站运营到达一个新的高度。

微博运营缺少粉丝及受众基础，且微博上的信息更新极快，阅读量和发博数都比较惨淡。以后的微博会更倾向于更新日常向且带 RM 话题相关的 tag，使用当下的高热词，从而积累更多的浏览量与知名度。

QQ 空间通常在招新期间运营，联合学校 QQ 官号以及表白墙等具有校内庞大粉丝基础的账号进行转发宣传，宣传力度都比较大，宣传效果也很好，希望未来能够延续。

5.1.4.2 线下宣传

线下宣传活动主要以战队招新、百团大战、第二课堂等活动为主。线下宣传旨在为同学们提供一个和战队零距离接触的平台，让更多人亲身体会到战队的良好团队氛围和机器人技术的无限乐趣。

5.1.4.3 赛季文化创意产品及战队周边宣传

文创产品类型	规划				
	2023.11-12	2023.12	2024.1	2024.2	2024.3-
新板文创：积木	方案设计初步制定	初代实体完成	积木说明书、明信片设计完成	最终版实体完成	
现有文创：徽章、水杯等					重制传统周边

5.2 商业计划

5.2.1 商业背景

全国大学生机器人大赛 RoboMaster 机甲大师赛是全国学联、深圳市人民政府联合主办，DJI 大疆创新发起并承办的机器人赛事，作为全球性的射击对抗类的机器人比赛，在其诞生伊始就凭借其颠覆传统的机器人比赛方式、震撼人心的视听冲击力、激烈硬朗的竞技风格，吸引到全球数百所高等院校、近千家高新科技企业以及数以万计的科技爱好者的深度关注。

西南交通大学机器人队隶属于西南交通大学机械工程学院，并由机械学院机电测控系主任、高速结构与结构动力学研究中心主任高宏力教授和教务处教学实践科李静波科长担任指导老师。西南交通大学机器人队在全国大学生机器人大赛中已有十余年参赛历史，曾多次获得大赛全国一等奖。其中，RoboMaster 机甲大师 Helios 战队于 2019 年 9 月组建成立。战队始终秉持技术创新的理念，现已构建了机械组、电控组、运营组、算法组等较为完善的管理和合作系统。团队凝聚了来自机械、电气、信息、物理等多个学院一大批素质过硬、潜力无限具有广泛的专业知识和丰富的项目经验的优秀队员，在 RoboMaster 赛事中屡创佳绩。

西南交通大学以理工科见长。学校高度重视学生的科技创新能力，2022 年进入全国高等学校学科竞赛排行榜前 10 名。机器人队作为学校的重要代表，具有较高的知名度和影响力。战队借助学校多个官方媒体渠道进行联合宣传，可为合作企业在校内外带来更广泛、更持久的曝光和宣传效应。

此外，战队运营的自媒体账号创意内容制作能力强，配置专业拍摄团队以及高端摄影器材，短视频内容质量高且创新性强，自媒体账号矩阵流量较为突出，话题度较高，宣传能力强。队伍宣传效率高，投放精准度好，将在能力范围内全力以赴促进合作方影响力与知名度的提高，为合作方品牌升值与人才招聘贡献绵薄之力。

5.2.2 招商计划

5.2.2.1 招商对象

本赛季战队计划同以下四个行业相关企业开展企业赞助合作项目。

- 能源动力研发行业：电气设备、电机、电池生产制造企业
- 电子信息技术研发行业：计算机软硬件、半导体芯片生产研发企业
- 装备制造行业：加工材料、加工设备制造销售企业
- 科技教育类行业：青少年科技创新教育与培训企业

5.2.2.2 招商目标

本赛季招商总额约为五万元人民币。

5.2.3 合作模式

战队希望通过与企业进行招商合作，建立战略性的、长期稳定的合作伙伴关系，实现双方共赢。

品牌授权合作：赞助商将品牌授权给我队，允许我队在赛季期间使用品牌产品及服务，共同宣传与推广。例如，以赞助方品牌命名队伍衍生品，或在校队的宣传材料、活动现场等位置展示赞助方品牌。

材料赞助合作：赞助方提供电子元器件、硬件原料等，推动战队研发、训练和比赛。战队通过多层次、多元化的流媒手段全方位展示赞助方设备与材料的优势和效果，为其增加品牌曝光和市场影响力。

技术支持合作：赞助方提供技术专家、工程师或研究资源等支持，帮助校队提升技术水平和创新能力。校队通过与赞助方的技术团队合作，实现技术交流和共享，共同推进机器人领域的发展。

赞助金合作：赞助方提供资金支持，支持与推进战队日常运营、研发和参赛经费等刚需。校队通过向赞助方提供品牌曝光、宣传推广等回报。

社会活动合作：基于 RoboMaster 赛事体系，赞助方与战队合作举办面向大众的以机器人为主题的社会性活动，如技术论坛、宣讲会、培训课程、机器人作品展览等。双方共同承担活动组织和运营责任，推动品牌推广和宣传。

5.2.4 招商途径

校方资源：战队联系校方指导老师、科技创新中心或产业合作部门，寻求校方资源支持、技术指导和人才培养等方面的合作机会。

企业合作：与企业进行合作是获得招商渠道的重要途径之一。校队主动联系相关企业，探讨合作机会，例如与机器人制造企业、科技公司或教育机构合作开展项目、技术合作和人才培养等方面的合作。

多元平台：利用互联网平台与技术平台，发布校队的项目信息，吸引潜在的赞助商、投资者和合作伙伴。或主动联系意向企业，展示战队优势，寻求合作。

校友网络：依托毕业队员、优秀校友的人脉网络，不断走出去，与相关企业构建联系，提升招商机遇。

交流参展：参加机器人行业的展览会、竞赛和技术论坛等活动，积极与其他参赛学校交流赞助信息，通过展示校队的技术实力和成果，吸引潜在赞助机会。



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