



Using a 32-bit motor driver chip and field-oriented control (FOC), the RoboMaster C20 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M3000 P19 Brushless DC Gear Motor and C200 Brushless DC Motor Speed Controller, this 32-bit Assembly Kit includes several cables and a terminal board.

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

The M3000 Assembly Kit includes several cables and a terminal board, offering a complete peripheral system option for your RoboMaster robot.

ROBOMASTER 2024

机甲大师超级对抗赛

赛季规划

西安电子科技大学 IRobot 战队编制

2023年12月 发布

目录

| | |
|-------------------------|-----------|
| 前言..... | 3 |
| 1. 团队目标 | 4 |
| 1.1 团队分析 | 4 |
| 1.1.1 战队情况分析..... | 4 |
| 1.2 团队具体目标..... | 5 |
| 1.2.1 赛事目标与制定依据..... | 5 |
| 1.2.2 重点研发目标与制定依据 | 5 |
| 1.2.3 团队建设目标与制定依据 | 6 |
| 1.3 目标实现计划..... | 8 |
| 1.3.1 赛事目标实现计划 | 8 |
| 1.3.2 研发目标实现计划 | 8 |
| 1.3.3 团队建设目标实现计划 | 8 |
| 2. 项目分析 | 10 |
| 2.1 上赛季项目分析经验..... | 10 |
| 2.1.1 上赛季回顾 | 10 |
| 2.1.2 赛季经验总结..... | 11 |
| 2.2 新赛季规则解读 | 12 |
| 2.2.1 规则方向性解读..... | 12 |
| 2.2.2 规则改动点分析..... | 12 |
| 2.3 研发项目规划..... | 14 |
| 2.3.1 步兵机器人 | 14 |
| 2.3.2 平衡步兵机器人..... | 26 |
| 2.3.3 英雄机器人 | 31 |
| 2.3.4 工程机器人 | 39 |
| 2.3.5 哨兵机器人 | 49 |
| 2.3.6 空中机器人 | 59 |
| 2.3.7 飞镖系统..... | 64 |
| 2.3.8 雷达..... | 69 |
| 2.3.9 半自动控制机器人 | 75 |
| 2.3.10 人机交互..... | 81 |
| 2.4 技术储备规划..... | 82 |
| 2.4.1 机械技术储备..... | 82 |
| 2.4.2 电控技术储备..... | 84 |

| | |
|---------------------------|------------|
| 2.4.3 视觉技术储备..... | 85 |
| 3. 团队架构 | 87 |
| 3.1 团队概述 | 87 |
| 3.2 队伍分工 | 87 |
| 3.2.1 研发组 | 88 |
| 3.2.2 运营组 | 89 |
| 3.2.3 操作手组 | 91 |
| 3.3 岗位职责和要求 | 91 |
| 4. 资源可行性分析 | 98 |
| 4.1 上赛季资源使用分析 | 98 |
| 4.2 本赛季可用资源概述 | 99 |
| 4.2.1 基础资源 | 99 |
| 4.2.2 人力资源 | 101 |
| 4.2.3 物资 | 101 |
| 4.2.4 加工资源 | 104 |
| 4.2.5 技术资源 | 106 |
| 4.3 资金预算分配规划 | 109 |
| 4.4 资源可行性分析 | 109 |
| 5. 宣传及商业计划 | 111 |
| 5.1 宣传计划 | 111 |
| 5.1.1 宣传组工作内容、责任与义务 | 112 |
| 5.1.2 主要宣传平台 | 112 |
| 5.1.3 宣传时间规划 | 115 |
| 5.1.4 周边规划 | 117 |
| 5.2 商业计划 | 118 |
| 5.2.1 战队招商目标规划 | 118 |
| 5.2.2 战队招商客户规划 | 118 |
| 5.2.3 战队招商资源优势及亮点 | 120 |

前言

本报告由 IRobot 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 | 卢宇豪 | 任朔 | 陈子明 | 陈延科 | 林敦淇 |
| 硬件 | 邓亦晨 | | | | |
| 软件 | 梁伟涛 | 祁灵 | 陈军伟 | 李良福 | 张家铭 |
| 算法 | 张必豪 | 赵宏伟 | 李曾阳 | 吴勇前 | |
| 管理 | 郭飞翔 | 卢宇豪 | 邓亦晨 | | |
| 宣传 | 刘佳焯 | | | | |
| 商务 | 刘佳焯 | | | | |

1. 团队目标

1.1 团队分析

1.1.1 战队情况分析

IRobot 机器人战队是西安电子科技大学规模最大，资源最多，技术能力最为突出的机器人团队，自 2016 起至今已参加七届比赛，两次铩羽分区赛，一次进入复活赛，四次晋级国赛，虽未能在国赛取得新的突破，但我们一直都没有放弃想要突破极限的想法。20 赛季疫情断代，21 赛季从头开始，22 赛季擦肩而过，23 赛季重回国赛！一代又一代的队员，在这里汇聚梦想，倾注心血，过往的遗憾与不甘，都成为我们继续前进的动力。强劲的新生力量，也源源不断的为战队带来新的想法与希望。我们将走出舒适区，突破极限作为我们一直以来的目标。

战队依托校团委，近年一直保持着成长发展，也获得学校其他部门的诸多支持，目前队伍经费 40 万以上，无稳定的赞助商，有一间用于办公的实验室和一间加工室，以及一块 10m*5m 的调试场地，可作为备赛的活动场地。

战队人力资源方面，战队日常成员 70 多名，有过参赛经历的核心成员 20 多名，研究生队员 2 名，大四队员 8 名，大三队员 10 名。我队的高年级队员与有参赛经历的队员占比较高，相对拥有更强的技术能力。战队拥有嵌入式组，算法组，机械组三个技术组以及一个非技术组——运营组。每个技术组的人员规模大致为 5-8 名正式队员和 20 名左右的尚在培训的预备队员，运营组有一名财务以及 4-5 名宣传组成员。整体人员规模较大，可以满足我们后期备赛的人员需求，但也对我们的人员安排与合作能力提出更高要求。

战队运行制度方面，目前我们已经有了基本完善的规章制度，进度管理制度，会议制度，纪律制度，经费制度，物资管理管理制度。

在技术积累方面，我校通信工程与电子信息等专业较为突出，嵌入式与算法是我们的强项，有较为深厚的技术积累，我们将持续优化机械设计，并且继续在算法方面发挥所长，继续突破。

1.2 团队具体目标

1.2.1 赛事目标与制定依据

IRobot 在 23 赛季西北联盟赛的成绩并不理想，主要原因为哨兵进度落后，没能在联盟赛有一个出色的发挥，最终只拿到分区赛殿军的成绩。今年，我们有着去年的哨兵的技术积累，同时加大对哨兵的人力和资源的投入，预期哨兵将会有有一个不错的赛场表现，另外我们有着稳定出色的步兵机器人，所以我们今年的联盟赛目标为夺得一个赛区的冠军，保底目标为联盟赛前三。

超级对抗赛中，随着比赛规则的不断变化，技术创新与技术指标的较量越来越激烈，拥有更高的研发能力的队伍的获胜可能性更大。结合对队伍过往赛季积累以及今年赛季研发能力的判断，战队的在区域赛的目标是分区赛四强，保底目标为 8 强，晋级国赛。在国赛中目标是全国 16 强，突破我们过往的记录。

制定依据：

主要依据是 IRobot 过往成绩以及技术能力发展情况。我们过去在联盟赛的成绩是前三，但在 23 赛季西北站只拿到殿军的成绩，所以我们希望从过去吸取教训，在 24 赛季联盟赛取得成绩的突破。我们在对抗赛过往成绩最高止步全国 32 强，同时我们有信心在今年对一些兵种做出较大的优化和改进，所以想要在稳定进国赛的基础上在做出突破。

1.2.2 重点研发目标与制定依据

机械方面，为适应比赛规则变化，以及比赛技术趋势，我们主要研发目标为机械臂工程，双头龙哨兵，英雄气动发射机构，可飞坡的英雄结构。机械臂工程与哨兵双头龙是我们本赛季将要重点突破的两个项目，研发人员分别为两位经验丰富的老队员担任，保证研发工作稳步推进。同时我们这赛季继续优化的目标为四轴无人机，轮腿平衡步兵，弹簧飞镖架。

电控方面，步兵与英雄方面将继续尝试新的超级电容方案，同时对功率闭环做进一步研究和优化。工程将重点研发小机械臂与自定义控制器。

视觉方面，将重点研发哨兵机器人的决策逻辑的研发，全向感知，增加重定位方案，优化导航方案。针对上赛季哨兵在赛场上出现的不稳定的 bug 进行修复，增加哨兵的稳定性。

制定依据：重点研发目标的确定主要依据是兵种在上赛季的需求与表现，比赛技术方向发展趋势，本赛季规则导向制定。上赛季我们的工程较为落后，同时规则对于工程兑换的难度和工程的重要性进一步提高，所以机械臂工程将是我们重点研发的项目之一，同时我们上赛季的哨兵相对于其他学校的表现也并不突出，同时本赛季规则下哨兵做的好的学校在比赛中会有更好的成绩，所以哨兵是我们决定要重点突破的另一个兵种。

1.2.3 团队建设目标与制定依据

1.2.3.1 人力资源建设目标

本赛季计划发展 30 名左右主力队员，通过招新培训计划培养 40 名左右梯队队员与预备队员。在正式队员中培养技术能力强，有责任心的队员担任兵种负责人，负责协调整组资源，推进兵种进度，为下一年的管理人员做准备。

制定依据：

本赛季约有 10 名上赛季的正式队员留队，10 名左右参与过上赛季兵种研发的梯队队员转正，此外需从今年招新的梯队队员队伍中再根据能力筛选 10 人左右转为正式队员作为主力研发队员。为保证下一赛季的人员需求能够满足，根据过往的人员流失情况，今年计划培养 40 名左右梯队与预备队员作为人才储备。

1.2.3.2 培训体系建设目标

建设较为完备的培训筛选机制，培训时长持续一年，每组由 3-4 名老队员负责前期培训与后期考核。在主体的培训路程上为部分能力突出的同学开放快速成长通道，培训目标根据能力筛选出 20 人左右作为本年度正式或梯队队员参加比赛，剩余 40 人左右作为第二年的主力队员储备。

制定依据：

我们招新的主要面向对象是新生，所以需要建立一套持续一年左右的完整科学的培训流程，来保证下一年有足够的人才储备，同时需要部分能力突出的同学在当前赛季就可完成转化，参与到备赛兵种研发之中。

1.2.3.3 人才培养建设目标

帮助所有队员制定发展规划，提升技术能力，培养 5-8 名可以在战队独当一面的技术大佬。

制定依据：

我们希望战队的每一位成员，在打好比赛的同时，也能够有更好的发展，希望实验室的平台和资源可以帮助更多的同学成长。同时希望各个组都能有技术能力突出的大佬起到带头作用，为后续技术发展提供方向指引。

1.2.3.4 实验室制度建设目标

3 个月内逐步建立完善的进度管理制度，会议制度，纪律制度，经费制度，物资管理制度。

制定依据：

战队的规模较大，想要凝聚大家的力量去打好这个比赛，管理者的管理能力只是一部分，更重要的是有一套不断完善的规章制度来让团队高效稳定的运转。

1.2.3.5 战队研发模式建设目标

建设一整套可应用于全兵种的从需求挖掘，方案选定，合作研发，定期答辩，验证测试的研发流程。

制定依据：

为保证兵种研发按期进行，且避免后期出现方案频繁调整，验收效果不佳等情况，所以需要建设一套合理的研发流程保证研发稳步推进。

战队文化建设目标：建设全队 90% 以上队员认可的战队文化。

制定依据：

战队文化可以帮助新成员快速了解融入团队，也可以增加队员对于战队的归属感与凝聚力。

1.3 目标实现计划

1.3.1 赛事目标实现计划

为实现联盟赛的冠军目标，我们要有稳定出色的步兵，哨兵与英雄。时间规划上在联盟赛前两周功能完善，进行充足的测试与训练。

对抗赛的赛事目标实现计划，回顾去年我们在分区赛与国赛的表现，兵种研发方面限制我们成绩的最大因素是工程机器人的无法兑换最高等级的矿石，导致我们在经济方面落后于其他同水平队伍，这是我们国赛失利的主要因素。所以我们今年将工程的研发作为重点，来保证在比赛中足够的容错率。同时我们也要根据规则的变化，对其他兵种的研发做一些突破，如提高兵种对复杂地形的适应能力，增加步兵的初始可载弹量，以及提高英雄远程吊射能力。我们要在保证所有兵种稳定性的基础上，有一到两个兵种可以具有较高能力水平，作为我们的杀手锏在场上有突出的发挥。同时也要制定合理的测试计划与战术训练，这些工作应该在备赛周期内同步有序进行。

1.3.2 研发目标实现计划

为了顺利实现研发目标，我们计划在人力分配，资源分配，进度跟踪方面做出努力，首先在人员分配上，工程与哨兵都由经验丰富，能力突出的老队员负责，同时分配新队员参与研发过程作为下一年的研发储备。机械，电控，视觉各两到三名老队员，以及一到两名新队员。资源分配上会尽力保证这两个兵种的研发需求，来保证功能的实现。同时重点关注进度推进，了解兵种每周进度情况，在关键时间节点对项目功能进行审核。

1.3.3 团队建设目标实现计划

战队这赛季引入飞书作为新的管理工具，进行我们战队事务管理，主要内容有知识库，制度规范，进度管理，物资采购，任务发布。

在新人培训方面，为保证培养目标能够顺利实现，我们在培训开始前，各组制定完整的培训计划，由老队员为新队员授课，并在每次课程后收集队员反馈，及时复盘，确保培训效果实现。同时对人才培养做长期规划，鼓励大家参加大创等比赛锻炼能力。

在战队制度方面，在以往的制度的基础上进行改进与补充，借助飞书重点落实财务采购制度，进度管理制度，会议制度等，让战队运行更加制度化，规范化，流程化。

在战队研发管理上，通过项管，技术组长，兵种负责人三位一体，协同监督，在兵种会，技术组会上进行进度跟进，在飞书更新项目进度并通过白板公示，提高大家积极性同时避免进度滞后影响整体进度的情况。

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

2.1.1 上赛季回顾

2.1.1.1 规划：规则解读与方案制定

上赛季在整体规则解读上，充分认识到了经济体系的重要性，制定方案时，决定将研发重心偏向工程，但是未能正确认识战队在工程上的过往技术积累和研发人员能力，制定较为冒险的六轴机械臂工程研发方案，在制作机械臂时对各个臂长和机械限位考虑不周，导致研发出来的机械臂在最大伸展尺寸限制下只能实现一级兑换，最终被迫舍弃机械臂方案，浪费了宝贵的研发时间。但上赛季的规则中重点关注到首金兑换经济收益加成，在后期的研发过程中也没有放弃对首金的追求，这一决策为工程在分区赛的不错发挥打下基础。但针对国赛规则的改动并没有及时做出方案调整，在大多数学校可以兑换五级的情况下，我们只能兑换四级矿石，经济落后导致比赛失利。

在其他兵种的研发安排上，结合战队研发人员情况安排了为下赛季准备的轮腿的长期预研任务与本赛季上场的板凳平衡的研发任务，事实证明在规则增益加成下，板凳平衡也有着相当不错的赛场表现，提高了我们的地面压制能力。

2.1.1.2 规划：人员安排

同时在人员安排上，前期选拔时审核不严，导致有部分队员能力与态度并不能满足所负责的兵种的研发需求，在备赛期出现了态度消极，进度落后的情况，最终造成严重后果。另外由于人员缺少，传承断代，某些兵种完全由新队员负责，进度缓慢。对预备队员关注度不够，在后期备赛时对预备队员不管不顾，导致大部分预备队员在后期没有参与感而离开战队。

2.1.1.3 执行：进度管理

上赛季留队的老队员较少，新队员较多，新队员对于比赛的热情更高，对于管理来说，能更好的团结大家，决策与方案在执行过程中的阻力比较小，备赛过程中队员执行力更高。

项目管理与进度管理方面相比去年有较大进步，虽然前期技术组长缺位，但队长与项管尽职尽责，积极推进兵种进度，并且为重要节点留出充足空余时间，基本保证任务有序进行。

2.1.1.4 执行：机器人效果实现

大部分队员能力较强，能够保证机器人的功能基本完善的同时也可以在某些方面做出技术突破，比如视觉的反小陀螺算法，提高了战队的正面作战能力。

由于留队老队员较少以及与其他学校交流较少，导致我们在备赛过程中对比赛发展趋势不够明确，很多地方并没有做到追求极致，固步自封，自认为做的不错，但与其他学校相差甚远。另外由于场地有限，机器人稳定性较差，操作手训练时间较少，最终效果并不理想。

2.1.1.5 执行：文档记录

上赛季文档记录工作执行较差，虽然试图使用 ONES 平台作为进度管理与文档积累平台，由于没有树立文档积累意识，培养文档积累习惯，执行效果并不好，会议记录与文档积累并没有坚持执行下来，在传承与复盘时存在诸多不便。文档积累意识较差这一点在终期评审报告中也有体现，由于队伍由上到下都不重视，最终报告得分极低，导致分区赛金币开局-75。

2.1.1.6 执行：顾问维护

在实验室为留队但不参赛的老队员提供部分工位，其一是充分保留了老队员的备赛和技术经验，新队员能够快速/实时地获取这些经验，保证欠缺经验的新队员不走/少走弯路，避免重复造轮子，对于现有技术能够有针对性地传承和继续推进。其二是只有老队员才有能力去进行一些新技术的预研，虽然这些技术可能实现可能性不大，或者短期内看与赛事无关，但如果成功实现，则能下放到正式队员的技术栈（22 赛季的自动步兵-23 赛季的哨兵），总之这样的点亮科技树或者踩坑的研发也是很有用的。

2.1.2 赛季经验总结

首先在初期充分解读规则的基础上，结合比赛技术发展趋势，与战队自身情况，制定合理的项目方案。强化以周为小节点和以月为大节点的进度监督和考核机制，消除存在的潜在问题，及时调整人员分配，确保任务持续推进。

要注重招新与培训，打好技术基础，培养自学能力，在相对长期的培训过程中，筛选有参赛潜质的队员，每一个在培训中忽略的点，都有可能成为后面备赛中的地雷。相信自己对于新队员的投入能在不久的将来成倍返还。

注重文档积累，看似耗时耗力，实际上如果能够利用好，对于战队技术传承和迭代非常有用，在文档中说明自己设计或者代码中的一些细节和思想能够让后面的学弟学妹正确使用前人的东西。此外，长期对于当前所完成的技术进行整理归纳是可以直接作用于比赛的。能够在技术评审中拿到高分的队伍应该也是花了很长时间进行技术文档的编写。所以一定要重视各类技术研发中的资料总结，后期能够将这些材料转化为完整形态的技术报告。

队伍需要积极复盘和反思，及时召开复盘会，回顾前一阶段的成功与失败的原因，及时修正错误，才能提升实力，给队伍带来成长。

需要进一步完善考勤，奖惩等团队管理制度，以确保团队的纪律和积极性。及时发现并采取措施对待在团队中表现不佳、懈怠的队员，有助于提高整个战队的工作进展。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 规则方向性解读

整体规则改动用云浩老师的话说就是“大家都超模等于都没超模”，24 赛季对能量机关，雷达等进行加强，同时对 23 赛季强势的战术方案（飞镖中基地，吊射英雄）也并未削弱，只做部分修改，为之前做到一定高度的队伍拓展了提高发挥的空间。从比赛角度分析，意味着对于大部分战队来说，能够保证拥有稳定的基础兵种，此外再有一到两个做到版本”极致“的强势兵种，作为自己的战术核心，就可以在比赛中有一个不错的成绩。从技术方向分析，总体思路是将 RM 规则技术研发导向与实际需求结合不论是拥有复杂地形适应能力的轮式平衡机器人还是柔性机构/机械臂，又或者是全自主的哨兵机器人，在实际生活中都有具体的行业应用。

2.2.2 规则改动点分析

（一）工程取矿，兑换难度增加

24 赛季大资源岛矿石由掉落改为半封闭空间固定位置，兑换难度提高一个等级，同时兑换速度与金币收益挂钩，半自动工程增加 50% 金币。

规则改动中改变金矿获取方式，同时兑换难度增加，机械臂方案将会更加适应规则，且大资源岛的封闭结构对工程的精确控制提出更高的要求。兑换速度决定影响经济收益，虽然影响有限，但从比赛局势角度分析，越快的兑换，也就有着更好的压制力，24 赛季在经济体系上降低了远程兑换与原地复活的金币花费，在增益机制上给予工程防御增益，对于工程的防御增益机制和经济体制的变动可以看出，官方对于工程机器人的定位仍然是专注于经济获取，而不需参与其他战术功能。

（二）哨兵决策情况更加复杂，发挥空间更大

哨兵初始允许发弹量减少，但哨兵可以花费金币进行立即复活、补血、购买允许发弹量等；这些变动在拉低哨兵下限的同时提高了哨兵的上限，相较于上赛季的固定的 750 发，如果没有自主购买发弹量的能力，哨兵的打击能力将大幅下降。但如果有购买发弹量的决策，本赛季理论上哨兵可以发射的弹丸将更多，火力更猛。同时将把经济引入哨兵的决策中，哨兵自身的决策情况更加复杂，可以进行更多的操作，提高了对决策的要求。巡逻区新增环形高地及能量机关激活点；在前哨战被击破后哨兵获得更多的活动范围，有了更多的可能性。

（三）雷达识别对方产生易伤

本赛季雷达要求在检测精度上，各个位置的精度下限要求较高，同时雷达精度的准确性将直接影响战局的对拼情况；雷达向裁判系统发送坐标频率也会大大影响标记的进度。易伤值相对保守，所以对于我们战队来说，雷达作为一个长期预研项目推进。

（四）场地变动——公路区整体高度降低，补弹区数量减少，环高增加狭窄隧道

隧道的出现缩短的进攻路线的长度，但可以通过隧道的步兵在设计上有一定门槛，也会影响该步兵比赛的性能，所以我们对隧道步兵持保守态度，它也许会成为扭转局势的“奇兵”，或者大军压境中可快速突破的“骑兵”，但对于我们战队来说更需要的是稳扎稳打，减小风险，提高基础收益。



公路区-飞坡路段作为有技术门槛的可选通路，是队伍快速突破，进攻敌方大后方的绝佳路径，稳定飞坡依旧是必须实现的内容，同时拥有高低差适应能力的兵种可以在这条路径上选择不飞坡而采用上台阶的方式，这样可以规避飞坡翻车风险的同时突击对面，轮腿无疑是这里最能突显优势的兵种，可以在这个位置拥有多个选择。

实体弹丸数量减少，需要根据实际需求设法预装或在赛中获取更多实体弹丸。并且在未来赛季中，补给站可能被完全取消，实体弹丸可能完全依赖预装和赛内自主获取。所以机械方面的研发也应该针对这个方向进行准备。具体到战队来说，提高初始载弹量是最合理的应对方式。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

2.3.1.1 规则分析

对于步兵而言，与 RMUC 2023 相比，RMUC 2024 有以下关键变化：

场地调整：实体补弹区数量由 2 减为 1，并且补弹数量由减至 400。取消飞坡挡板，降低整体台阶高度，新增隧道地形。

整体的地形改动上，对步兵底盘对场地的适应性有了更高的要求，如下台阶的稳定性和同功率下爬坡的速度有了更高的要求。同时，拥有多线进攻能力的队伍更容易打出突破，例如稳定的飞坡能力、更小巧的步兵拥有钻过桥洞的能力。

而场地调整上，减少了一个补给区并大幅度减少实体补弹数量要求步兵初始能够携带更多弹丸，减少实体补弹次数，这就要求队伍实现腰供或者下供步兵。

经验、增益体系变动：

调整能量机关相关增益：小能量机关在防御机制（25% 45s）不改变的前提下，将造成伤害提升经验改为了，所有英雄、步兵机器人获得的任意经验提高 100%，上限 800。大能量机关大幅度增加了 35 环以上提供的攻击增益，且为击打能量机关的步兵提供了 500 经验。

调整经济体系：买活和买血次数由 2 次增加到了 unlimited 次数，且价格略有下降（买血 240 -> 190; 买活 850 -> 760）。远程兑换弹丸的数量略有下降由 200 金币 100 发改为了 150 金币 100 发。

调整经验和性能体系：步兵获取经验的方式由最开始单一的“自然增长、击毁或助攻、击打前哨站、小能量机关机制等”增加为更多种方式：除了造成伤害和击毁敌方机器人可以增加经验外，发射弹丸、飞坡，击打能量机关、飞镖命中等等。同时，之前赛季主要经验来源最关键的击毁敌方机器人上，由单纯某个等级对应某个某种经验，变成依据被击败者和击败者之间的等级差决定。（哨兵+步兵 vs 哨兵）降低了死亡的风险。同时提高了击溃对方哨兵等高等级机器人的价值。

性能体系上由原来的 3 级制改为了 10 级制，性能提升变得更加平滑。同时跨等级挑战也变得存在可能。具体性能上，功率优先底盘和血量优先底盘高等级参数没有本质的区别，而底盘的选择更多服务于前期的策略 --- 是进行正面遭遇多一点而选择血量优先在低功率但能够有不俗小陀螺转速的全向轮、两舵两全向底盘拥有血量优势进行正面抗敌；还是选择功率优先底盘的麦轮、舵轮能够拥有更好的机动性，通过飞坡、下台阶等突袭方式创造机会（获取经验）。而云台的选择上，最重要的变动是取消了 15ms 和 18ms 弹速，这有利于步兵弹道调试。

调整增益点机制：主要是在基地、高地、飞坡、前哨站的枪口热量增益上由原来的都是5s改为了 倒计时分别为 04:59-04:00、03:59-02:00、01:59-00:00，占领增益点的机器人分别可获得 2、3、5 倍枪口热量冷却增益。是对新的云台性能体系的平衡。

其中，对于步兵设计最重要的应该是能量机关的改动，增加了小能量机关在比赛前期的重要性--大幅增加获取经验，而小能量机关只有一个队伍能够获得，这对队伍点亮小能量机关的速度有了一定的要求；而大能量机关的点亮上，最重要的就是准度的提升，结合云台体系的改动，这要求队伍在 30ms 弹速的要求下通过进一步优化算法、弹道、弹速实现。这是一个视觉、电控、机械综合性的问题。

其次就是更加丰富的性能参数，对于功率闭环和热量闭环的调试也提出了优化空间。同时，需要符合战术的更加充分的利用参数，实现高爆发或高机动的前提是云台的射频能够在更高的爆发下不卡弹；底盘的结构在更大速度的激烈对抗中保证强度。

其他和步兵相关改动：

取消了机动枪管，改为无人机固定枪管。故不再考虑双枪步兵。

2.3.1.2 研发方向对比与选择

| 实现功能 | | 优点 | 缺点 |
|------|------|-----------------|------------------------|
| 云台 | 上供 | 弹道短，不易卡弹，电机传动力大 | 弹舱质量大，重心偏高，稳定性较差 |
| | 腰供 | 重心较低，弹道较简单 | 新尝试，稳定性不确定 |
| | 下供 | 重心低，云台质量较小，响应快 | 弹道长，设计复杂，容易卡弹， |
| 底盘 | 普通麦轮 | 技术成熟，飞坡难度小一些 | 底盘缩小体积困难 |
| | 共轴麦轮 | 单方向面积小，可通过隧道 | 底盘需要重新设计，飞坡困难，功率损失可能较大 |

| | | |
|--------|--|----------------------------------|
| 单边固定轮组 | 占用空间小，在整车小的同时最大化轮距，悬挂好设计 | 容易外八，需要精心设计和维护 |
| 双边固定轮组 | 行走稳定，技术成熟 缺点：占空间大，缩小车的大小会导致轮距太小，容易翻车，悬挂不好设计，加自适应悬挂会导致整车很大 | 空间占用较大，更重一点 |
| 十字形结构 | 缩小体积，减轻重量，结构轻巧 | 飞坡和上下坡稳定性一般 |
| 井字形结构 | 叠加式：刚度好，加工成本低方案成熟，底盘稳定 缺点：占空间较大 焊接（铆接）同一平面式：刚度好的同时，不太占空间，建议使用铆钉板材配合固定方式 缺点：焊接成本高，维修困难 | 有点重，不易缩小体积 |
| 全向轮 | 结构简单，重量轻，容易维护，小陀螺节省功率 | 上坡困难 |
| 舵轮 | 地形适应能力强，控制方便，机动性好 | 功率分配需要注意，重量较大 |
| 两舵两全向 | 节省功率，移动快 | 操作时上坡得主动轮向前，可能操作起来有一点困难，飞坡也有待测测试 |

| | | | |
|------|------|------------------------------|------------------|
| 超级电容 | 串联供电 | 裁判系统与电容通过功率路径串联管理后向底盘供电，研发简单 | 总效率由于为两级效率乘积而特别低 |
| | 并联供电 | 裁判系统与电容通过理想二极管并联向底盘供电，效率高 | 有一定的研发难度 |

根据本赛季规则，为了适应复杂地形，优先研发舵轮和两舵两全向底盘较好，同时共轴麦轮也可以做一定尝试。底盘框架尝试十字形结构，轮组单边固定，从而减小重量和体积，满足机动性需求。

2.3.1.3 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 设计思路 |
|------|-------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 云台 | 云台载弹量 | 满足初始载弹量 500 发以上 | 使用腰供，增加弹舱容量 |
| | 云台射频 | 20Hz 的射频不卡弹。 | 供弹角度变小以减小拨盘供弹阻力，不同数据的枪管需要测试，得出最佳数据。 |
| | 射击精确度 | 10 米距离弹道散布在小装甲范围内；射速稳定在正负 0.5m/s; | 优化枪管设计，测试不同枪管精度和稳定性 |
| | 云台响应 | 仰角要达到 35°，幅角要达到 15°云台响应速度：观察实际曲线 | 云台重心靠近 pitch 轴，响应灵活。 |

| | | | |
|------|--------|---|---|
| 视觉识别 | 自瞄 | 7 米内稳定识别敌方装甲板，实现对敌方平移等运动方式的稳定预测。 | 沿用传统识别方案，通过弹道模型的改进减少调试次数，同时提高击打准度；优化击打策略，实现多目标之间的瞄准切换；推进深度学习方案的探索和优化。 |
| | 反小陀螺 | 精确打击敌方小陀螺状态下的目标，结合自动开火节约发弹量。 | 结合实车调试进行代码优化。 |
| | 能量机关激活 | 击打环数由原来的 25 环左右提升到 35 环左右 | 尝试最小二乘法拟合策略 |
| | 视控一体 | 使用同一个 nuc 实时运行云台与底盘的控制算法，自瞄算法，避免因延时等问题导致自瞄不精确。 | 以 ros-control 框架为思路，将代码分为硬件层（HW）、传感器层（sensor）、控制层。分别编写云台硬件通讯节点、传感器节点、云台控制节点、底盘控制节点。 |
| | 感知 | 后方 3m 出现敌方机器人能稳定识别 | 在云台后侧增加一个 usb 摄像头，运用深度学习目标检测识别装甲板，并将相关信息发送给操作手 UI。 |
| 底盘 | 地形适应性 | 下台阶不同功率下的稳定性。在起伏路段上旋转小陀螺的速度，不使用超级电容的 45w 功率上能量机关激活点的速度能控制在 10s 内。 | 改进轮组功率分配，使用两舵两全向，减轻底盘重量，比如十字形底盘 |

| | | | |
|----|--------|---------------------------------------|--|
| | 超级电容优化 | 功率控制板工作的稳定性，对不同功率上限和车辆功率需求的控制，满足飞坡要求。 | 裁判系统电压源，与数字双向 DC-DC 及电容组并联。通过调节 DC-DC 及输入输出功率，实现裁判系统缓冲能量得到充分利用 |
| | 结构强度 | 100w 下的碰撞和飞坡落地不损害基本的底盘结构及底盘和云台链接结构。 | 优化防撞框导轮结构，底盘增高 |
| | 高机动性 | 尺寸限制在 500x400；减重；飞坡 | 采用单边固定轮组；底盘框架采用十字形结构；提高底盘和保护框高度，便于飞坡 |
| 整车 | 轻量化设计 | 将步兵的重量控制在 17kg 以内。相较去年 18.55kg 做出优化。 | 十字形结构底盘，单边固定轮组，长方形底盘形状，碳板尽可能镂空，改进自适应悬挂 |

2.3.1.4 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 | 较之前优势 |
|----|--------|---------------------|------------------------------|----------------------------|
| 机械 | 底盘框架 | 采用十字型底盘结构，调整高度，缩小体积 | 在保障稳定性情况下，减轻重量，调整重心，使得飞坡不易翻车 | 更轻更小的底盘将更好的实现飞坡等功能 |
| | 轮组 | 单边固定结构改进 | 功率充分利用，不易外八 | 便于拆卸，上坡容易，减小体积重量 |
| 算法 | 能量机关击打 | 尝试将之前的傅里叶变换拟合方 | 击打精度更高 | 傅里叶变换找到了 w 的精确值，但不一定是振幅和 |

| | | | | |
|----|--------|--|----------------------------|--|
| | | 案改为最小二乘法，之后尝试使用三维圆的拟合 | | <p>初速度的最优值。最小二乘法综合了三者情况，找到了全局最优。</p> <p>其次，傅里叶变换对时间采样间隔有很精确的调控，必须两个数据是 0.01 秒的差距，因此必须使用线性插值来保持这个差距。而最小二乘法不需要线性插值，可以用比较少的数据来拟合 a，T_0 和 w，且可以减少线性插值带来的误差。</p> |
| | 击打策略 | 对先前有关状态估计及开火决策等部分代码进行优化。 | 操作手可以依据自身想法更改视野范围内的自瞄击打目标。 | 让操作手运用自瞄的体验更好，避免自动瞄准的目标与操作手的期望不一致。 |
| | 弹道模型 | 尝试删去原先模型中考虑空气阻力的部分。 | 增加击打精度和击打距离。 | 减少调参次数，实现对远距离目标的击打。 |
| | 感知 | 增加后向感知 | 后方 3m 出现敌方机器人能稳定识别 | 辅助操作手反应后方偷袭 |
| 硬件 | 超级电容拓扑 | 由串联的 buck 级联 boost 改并联 buck-boost 电路。去冗余电路 | 45w 步兵放电至 200w 并实现飞坡。 | 去冗余电路减小体积。同时满足飞坡需求。 |

| | | | | |
|----|-------|---|--|--------------------------------|
| 电控 | 云台响应 | 给 6020 升级最新固件后将最大转速由 60 调为 300，根据地盘转速反馈给 6020 添加一个方向的转速偏置 | 达到视觉要求，小陀螺自瞄也能有不错的响应 | 可以更快的达到视觉要求响应 |
| | 功率闭环 | 目前队内三种功率闭环方案进行结合，优势互补 | 任何情况下不超功率，怠速时多余功率达到有效利用，上坡和飞坡时功率利用率拉满，缓冲能量期待保持一半以下 | 缓冲能量可以得到更好地利用，合理分配剩余功率和超级电容的关系 |
| | 热量闭环 | 本赛季将会采用上赛季哨兵相同腰供，单发问题解决后就可以进行严格的热量闭环 | 稳定单发，且单发和连发具有相同的发射精度，热量利用没有任何剩余，特别是一级普通步兵 | 可以稳定单发，热量利用率更高 |
| | ui 界面 | ui 更新过慢，如果无法改进则开发硬件 ui | 更快的 ui 更新，特别是在云台手和半自动步兵操作手的界面上进行投入 | 希望可以提醒操作手在场地上能够时刻把握战局，听指挥，打胜仗 |

2.3.1.5 技术难点分析

机械：

- 1、自适应悬挂可能需要设计一种新的结构便于绳子拉动，绳子足够硬，进而减轻重量

2、底盘框架可能得尝试比如十字型框架减小一个方向宽度，或者长方形结构；底盘增高，便于装甲板放置不同高度，同时轮组不要过分大

3、飞坡优化底盘重心分配，需要尝试仿真

4、参考哨兵发射机构，优化腰供供弹链路，设计腰供拨盘结构

电控：

1、新的超级电容，使用以及功率的分配

2、总结升级全新功率闭环方案，特别是平衡步兵和轮腿（期待只有腿）

3、自定义控制器的开发，步兵利用自定义控制器达到更加流畅控制，减少操作手负担

4、裁判系统通信部分的升级，解决上赛季裁判系统通信稳定性不强的问题，同时编写雷达、哨兵等车间通信新内容

视觉：

1、自瞄的调试有很大的问题，一辆车固定，另一辆车在远处移动的测试无法完全模拟场上环境。需要开发新的自瞄测试系统方案。

2、小能量机关的击打速度、大能量机关的击打准度。

3、自瞄状态估计及弹道模型的优化，尝试云台控制在 NUC 端，增加自瞄时云台响应速度和命中率。

2.3.1.6 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|----|--------------------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------|------|
| 底盘 | 3508 电机*4、加工零件、板材、3D 打印件、标准件，24 线电滑环 | 机械 1 人 电控 1 人 | 设计舵轮底盘结构，学会物资选型，优化原舵轮结构 | 4 周 11 月 30 日至 12 月 30 日 | 2000 |

| | | | | | |
|---------|--|------------------|------------------------------|--------------------------------|------|
| 云台 | 3508 电机*2、2006 电机*1、6020 电机*2 加工零件、板材、3D 打印件、标准件，24 线电滑环，摩擦轮包胶*2 | 机械 1 人 电控 1 人 | 设计腰供云台结构，学会物资选型，优化腰供结构 | 4 周 11 月 30 日至 12 月 30 日 | 2000 |
| 超级电容 | 必备芯片、PCB 板 | 硬件 1 人 | PCB 设计技能 基本焊接技能 硬件测试技能 | 4 周 11 月 30 日至 12 月 30 日 | 1500 |
| 整车运动 | 遥控器接收端*1 C 板*2 遥控器*1、必须线材 | 机械 2 人 电控 1 人 | | | 0 |
| 算法部署和调试 | 遥控器*2 外接屏幕*1 必须线材 | 电控 1 人 视觉 2 人 | | | 0 |
| 感知 | 1 个 USB 摄像头 | 算法 1 人 | 基础视觉相关理论，深度学习基础 | 1 周 | 200 |

2.3.1.7 测试需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|--------|-------------------|----------------------------|
| 云台弹速测试 | 光电门及弹丸收集器、17mm 弹丸 | 完成弹速稳定性测试，实现弹速稳定在正负 0.5m/s |
| 云台散度测试 | 红外电子靶、17mm 弹丸、复写纸 | 弹道检测，直观化步兵的弹道散布 |

| | | |
|--------|------------|-------------|
| 自瞄性能测试 | 靶车、17mm 弹丸 | 实际测试反小陀螺的性能 |
|--------|------------|-------------|

2.3.1.8 其他设备需求分析

| 设备 | 用处 |
|------------|-----------------|
| 回流焊机 | 用于 PCBA 制作 |
| 小型 CNC 雕刻机 | 机器人玻纤板和碳纤维板材的制作 |
| 3D 打印机 | 机器人上 PLA 零件的制造 |

2.3.1.9 人力资源分析

机械方面：以往的技术积累和新赛季的任务需要，对步兵机器人整车进行迭代，完成零件的加工和车体装配，并在后续的调试过程中完成维护的工作。对当前机器人进行性能测试、记录和分析，为下一步迭代提出方案，进行测试并优化。

硬件方面：负责机器人需要的电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。在前期与机械组对机器人的线路布局做好提前规划并负责后期对机器人进行走线。

嵌入式方面：优化代码架构，完善步兵底盘和云台的各项功能，开发应用新算法、新技术以提升平衡步兵的性能，实现更优的控制效果。

视觉方面：对于上赛季代码进行改进，提高基础功能（包括自瞄、控制等）的鲁棒性，尤其是优化 能量机关激活方面的算法精确性。

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|---------------------------------|
| 硬件 | 邓亦晨 | 负责步兵超级电容控制板设计、元器件采购及后续焊接和测试及维护。 |
| 电控 | 梁伟涛 | 负责步兵整车的调试以及和算法组联调，通信 |
| 电控 | 王一凡 | 作为预备队员学习并帮助步兵整车的调试及裁判系统 ui 界面设计 |

| | | |
|----|-----|--------------------|
| 机械 | 陈涵倩 | 负责步兵腰供云台的设计和制作 |
| 机械 | 卢超 | 负责舵轮底盘的设计和制作 |
| 视觉 | 刘昕泽 | 负责平衡步兵自瞄代码的维护和优化 |
| 视觉 | 段壮壮 | 负责平衡步兵能量机关代码的维护和优化 |

2.3.2 平衡步兵机器人

2.3.2.1 规则分析

本赛季取消了平衡步兵的平衡底盘，50%冷却增益，改为50%经验加成，造成了一定的削弱，对平衡步兵的场上发挥提出了更高要求：需要能够在场上表现出更出色的对抗能力才能获得这50%经验加成的优势，而等级制度的改动也意味着中后期平衡步兵成长速度的会远高于普通步兵。

同时本赛季增加了“狗洞”这一防守、进攻通道，扩大了共轴脉轮平衡的优势，但共轴脉轮并不具备跳跃能力，不能抬高底盘，在某些位置不具备轮腿平衡的优势。

综上，本赛季对平衡步兵的正面对抗和地形通过能力提出更高的要求，由于上赛季已经开启了轮腿平衡的研发，因此本赛季选择地形通过性更强的轮腿式平衡步兵作为主要研发方向。

2.3.2.2 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 研发思路 |
|-------|--------|-------------------------------|--------------------|
| 全地形通过 | 超级电容上坡 | 基于55W功率下上环形高地不扣血 | 更先进的超级电容，能够实现定功率输出 |
| | 稳定站在坡上 | 在17°坡上平衡能够在任意方向站稳，前后震荡范围在5cm内 | 提高LQR中位移误差的代价 |

| | | | |
|------|--------------|---|---|
| | 超级电容 飞坡 | 基于 55W 功率下飞坡不扣血 | 基于 55W 功率下上环形高地不扣血 |
| | 跳跃上台 阶 | 能够通过跳跃上 20cm 台阶 | 根据机体 pitch 轴姿态来调整对地支持力的方向 |
| | 下台阶 | 从 50cm 的高处落下保持姿态平稳 | 稳定的离地检测算法来控制车体在失重下降低电机输出 |
| | 急停 | 从 2.5m/s 减速到 0 的刹车距离在 1m 内 | 更合理的 LQR 参数整定和输入状态量的限幅来应对 LQR 缺陷 |
| | 更出色越 障能力 | 轮子通过大弹丸、飞镖镖体过程中车体倾斜在 10°以内 | 结合 imu 的打滑检测在解决打滑下姿态发散的问题 |
| 高效火力 | 弹道散度 优化 | 5m 弹道散度在一块小装甲板内 | 机械更合理的枪管结构设计，电控摩擦轮转速稳定 |
| | 云台响应 迅速 | 在连续变化（速度 4rad/s）的控制指令中云台响应在 5ms 内达到 | 采用双环 pid+前馈的算法，同时在加入对目标变化的速度预测 |
| | 更先进的 火控算法 | 热量闭环能够适应步兵的爆发、冷却的所有等级，并同时能够在 1s 内爆发出该等级下热量上限 50% 的发弹量 | 运用指数函数拟合热量闭环来自动调节发弹间隔 |
| | 视觉反小 陀螺 | 视觉的整车建模误差在 10cm 内并且自瞄指令离实际误差在 8cm 内 | 采用 KF 解决变加速运动状态下 mahony 算法缺陷，减少 PNP 算法在 yaw 接近 0°时的误差 |

2.3.2.3 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 |
|----|----------|--------------------|---------------------------------------|
| 电控 | 状态估计算法优化 | 姿态解算算法采用 KF | 解决变加速运动状态下 mahony 算法缺陷 |
| | | 超级电容及功率方案优化 | 功率控制板工作的稳定性，对不同功率上限和车辆功率需求的控制，满足飞坡要求。 |
| | | 里程计融合 imu、电机电流反馈 | 解决打滑状态下轮式里程计的不可靠 |
| | 系统建模精度 | 采用电机具体参数测量 | 具体测量出电机转矩系数用于控制 |
| | | 系统辨识实时改进模型 | 能够根据弹丸载荷不同来调整控制 |
| | | 改进基础模型，考虑旋转、地面摩擦系数 | 实现边旋转、边平移，适应不同地面 |
| | 控制算法优化 | 底盘自适应补偿云台 | 在倾斜路面上小陀螺云台旋转轴、高度不变 |
| | | 小陀螺平移 | 边小陀螺边定向移动 |
| | | 任意时刻稳定跳跃 | 在加减速下跳跃姿态不发散 |
| | 算法平台优化 | 控制板改为 H7 系 | 更高的算力来部署 EKF 之类的更复杂算法 |
| | | 采用 nuc 进行 mpc 控制 | 能够解决 LQR 无法限制状态量的缺陷 |

2.3.2.4 研发进度安排

| 项目 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 |
|-----------------------|-------------------|---|--------------|
| 机械底盘修改 | 机械 1 人、 电控 1 人 | 机械人员具备底盘的设计、装配和测试能力与经验；电控人员能够设计底盘电路，编写底盘控制算法。 | 至 2023.11.5 |
| 打滑检测 | 电控 1 人 | 了解 imu、轮速计估计速度位置的优点和缺点，并能结合两者优点，设计 KF 算法 | 整赛季 |
| 飞坡 | 电控 1 人 | 离地检测算法 | 至 2023.11.19 |
| 云台控制算法优化， 自瞄优化 | 电控 1 人、 视觉 1 人 | 电控理解双环 pid 原理，并且根据自瞄需求改进控制算法，视觉了解 PNP 算法，能够使用 EKF 优化对整车建模估计 | 至 2023.11.26 |
| 基于 KF 做 imu 姿态估计 | 电控 1 人 | 理解 imu 姿态估计原理，具备在嵌入式上部署 KF 的能力 | 至 2023.12.3 |
| 提高平衡抗干扰性， 减少加减速的滞后 | 电控 1 人 | 基于 LQR 控制算法的部分改进 | 至 2023.12.10 |
| 跳台阶 | 电控 1 人 | 物理建模分析的知识 | 至 2023.12.17 |

2.3.2.5 场地设备需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|---------|-------------|----------------------------|
| 弹速测试 | 光电门及弹丸收集器 | 完成弹速稳定性测试，实现弹速稳定在正负 0.5m/s |
| 弹道散度测试 | 红外电子靶 | 弹道检测，直观化步兵的弹道散布 |
| 自瞄性能测试 | 靶车 | 实际测试反小陀螺的性能 |
| 上坡测试 | 较宽的 30°坡道 | 测试定功率下的平衡上坡、坡上小陀螺 |
| 飞坡测试 | 具有保护的飞坡测试场地 | 实现定功率下的飞坡 |
| 上、下台阶测试 | 20cm 长台阶 | 实现跳跃上台阶，平稳下台阶 |

2.3.2.6 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|-------------------------|----------------------|
| 2006 电机、3508 电机、6020 电机 | 云台 Yaw, Pitch, 摩擦轮电机 |
| 宇树 A1 电机、3508 电机 | 关节电机、轮毂电机 |
| 大疆 C 板、H723 开发板 | 控制板 |

2.3.2.7 人力资源分析

机械:

根据以往的技术积累和新赛季的任务需要，对步兵机器人整车进行迭代，完成零件的加工和车体装配，并在后续的调试过程中完成维护的工作。对当前机器人进行性能测试、记录和分析，为下一步迭代提出方案，进行测试并优化。

硬件：

负责机器人需要的电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。在前期与机械组对机器人的线路布局做好提前规划并负责后期对机器人进行走线。

算法：

优化代码架构，完善步兵底盘和云台的各项功能，开发应用新算法、新技术以提升平衡步兵的性能，实现更优的控制效果。

视觉：对于上赛季代码进行改进，提高基础功能（包括自瞄、控制等）的鲁棒性，尤其是自瞄反小陀螺的精确性。

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|--|
| 电控 | 陈军玮 | 完成机器人电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。提高底盘性能，优化云台控制算法 |
| 硬件 | 邓亦晨 | 负责平衡步兵超级电容控制板设计、元器件采购及后续焊接和测试及维护。 |
| 视觉 | 刘昕泽 | 负责平衡步兵自瞄代码的维护和优化 |
| 视觉 | 段壮壮 | 负责平衡步兵能量机关代码的维护和优化 |
| 机械 | 潘丽婷 | 负责平衡步兵底盘设计制作与维护 |
| 机械 | 陈涵倩 | 负责步兵腰供云台的设计和制作 |

2.3.3 英雄机器人

2.3.3.1 规则改动分析

相比于 RM2023 赛季，RM2024 赛季对英雄影响较大的改动有以下几点：

(1)经验体系的改动同时经验获取来源增加了。对于英雄而言，从战略角度，获取经验的主要行为有三种

①通过攻击敌方车辆，获取<发射弹丸、造成机器人伤害和击毁机器人>经验。②通过攻击前哨站，获取<发射弹丸、造成建筑伤害和前哨站机制>经验。③通过吊射基地，获取<发射弹丸、造成建筑伤害和吊射成功>经验。

(2)新增半自动控制方式：类似上个赛季哨兵的操作方式下操纵机器人，并获得 100% 的经验加成。由于半自动机器人增益极大，考虑将英雄机器人设计为半自动机器人。半自动方案将在后文详细讨论。

(3)场地的改动：首当其冲就是隧道，考虑到英雄机器人需要预装大量 42mm 弹丸，需要具备吊射能力，需要极强的底盘稳定性，而通过隧道功能需要设计极小的机器人体积，与以上多重需求矛盾，故不考虑研发英雄机器人的隧道通过能力。

本赛季英雄的前期策略还是快速推掉前哨站，而这之后的选择则变得丰富起来，既可以配合步兵逐步控制场面，整体推进赢下比赛；又可以作为吊射的炮台，较为安全的换取胜利。但吊射的基础建立在对方步兵压制力不如我方或与我方相差不大的基础上，一旦对方步兵加英雄的火力迅猛，而我方吊射的英雄缺乏正面火力掩护，无法保证良好的输出环境。那么，胜利的天平很容易导向另外一方。

增加进攻路线，优化战术支配能力非常有必要。本赛季，哨兵巡逻区新增环高区域，且机动枪管成为无人机固有枪管，会有更多的队伍制作无人机。环高吊射基地这个区域势必在本赛季受到猛烈的火力覆盖。我们的英雄很难像 23 赛季那样，冲上环高吊射基地。在舍弃隧道英雄方案的情况下，又需要英雄具有快速突击正面战场的能力，飞坡是最为合理的方案。

综上，本赛季我们重点设计两个方向上的英雄，首先是具备突出吊射能力但牺牲一定运动性能的吊射英雄，力求优化 42mm 发射机构的发射功能，故该发射无需具备发射 10m/s 的 42mm 弹丸的功能。目标稳定弹速在 15.5m/s 和稳定弹道；具备在狙击点吊射对方基地的能力；进行远程吊射的英雄机器人主要朝着命中率、射程等技术方向发展，通过在吊射点远距离对敌方建筑物造成稳定伤害并避免接触正面战场，保证自身安全的同时获得建筑物血量优势，从而给予敌方更大的进攻压力。

第二个就是兼顾吊射、正面战斗能力和飞坡能力的三摩擦轮英雄，三摩擦轮最早由五邑大学研发，其他学校后续也有研发，但测试效果并不理想，而今年南科大三摩擦轮在比赛中的亮眼表现，再次引起许多学校对于此方案的重视。如果三摩擦轮能够保证弹速与弹道的情況下，将会是一辆全能英雄，在拥有吊射能力的同时还可以保留突进与正面对抗能力。

2.3.3.2 研发方案对比与选择

| 发射机构结构 | 优点 | 缺点 |
|--------|--------------------------------|---|
| 双摩擦轮驱动 | 结构简单，质量小，技术迭代次数多，具有一定的设计经验积累 | 此结构决定了发射能力的上限，难以通过机械结构设计和驱动程序的优化提升发射性能。 |
| 三摩擦轮驱动 | 在机械结构上改善了双摩擦轮发射机构的缺点，提高了发射性能上限 | 结构更复杂，质量更大，无技术经验积累 |
| 气动 | 进一步提高了发射性能的上限 | 结构最复杂，质量极大，无技术经验积累，气路结构较为脆弱，需要特殊保护 |

综上，我们本赛季重点研发气动发射机构与三摩擦轮发射机构

我们选择对于两种方案同时研发，主要是考虑到三摩擦轮方案的难度，很难保证研发成果，而气动是我们有望研发成功的方案，气动优点与缺点都比较明显，但是也可以为我们战术安排有更多的调整空间。

2.3.3.3 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 设计思路 |
|------|------|---|--|
| 云台 | 吊射云台 | 仰角要达到最远射角 45° ，俯角达到 20° ； Pitch 轴与 Yaw 轴要保持传动精度，尽可能减小虚位。 | 尝试选择合适预置方案； 尝试离合器方案锁死底盘保证射击时不受其他因素影响。 |

| | | | |
|----|--------|---|--|
| | 下供弹 | 在 30 度以内的任何陡坡上，以任何角度放置均能实现稳定流畅供弹； | 供弹链路内加小轴承，或使用特氟龙代替轴承。 |
| | 气动发射 | 10 米距离弹道散布在小装甲范围内； 射速稳定在 15.5m/s； | 增强气动回路气密性，优化发射驱动气室结构，使启动发射的高压气体利用率达到最高，同时增强每一次发射的可重复性，确保每次发射因气压波动等原因带来的发射弹速不稳定性以及弹道不稳定性降到最低。 |
| | 轻量化设计 | 云台总重量小于 5Kg | 碳板极限镂空，优化结构设计，减少冗余结构 |
| 视觉 | 装甲板识别 | 减少错误识别（小陀螺旋转时误识别两个装甲板之间） | 优化识别过程 |
| | 状态估计 | 加快收敛，增加准确性，配合开火策略（考虑枪口热量） | 优化数值分析过程 |
| | 反前哨站 | 减少开始识别到状态收敛开始射击的时间至<3s；优化弹道稳定性，9 发以内打掉前哨站 | 优化状态估计，弹道解算 |
| | 基地定点吊射 | 吊射基地命中率 70% | 定点辅助 |

| | | | |
|----|--------|--------------------------------------|---|
| 底盘 | 高机动性 | 尺寸限制在 500x600；减重；飞坡 | 采用单边固定；将交叉滚子轴承改为四点接触轴承；增加底盘高度，增高保框高度； |
| | 超级电容 | 超级电容管理模块以及超级电容模块整理能量效率达到 85% 以上 | |
| | 功率方案优化 | 在任何运动状态都不超功率的前提下，将缓冲能量剩余量降至 20J 以下 | 提高功率控制算法的临界最大功率收敛速度，并进一步提高最大功率的阈值 |
| | 登岛模块 | 实现登上一级 150mm 台阶并不出现翻倒、底盘刮蹭以及卡在台阶上等问题 | 采用十字形架结构，有效减少冗余质量和体积，不会影响英雄机器人的地面运动性能以及飞坡能力 |

2.3.3.4 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 | 较之前优势 |
|----|-------|-------------|-------------------|--------------------|
| 机械 | 自适应悬挂 | 采用拉线自适应 | 更稳的底盘、更轻的重量和更小的体积 | 更轻更小的底盘将更好的实现飞坡等功能 |
| 机械 | 轮组 | 单边固定，采用碗组轴承 | 不出现外八 | 降低维护成本，便于拆卸 |
| 机械 | yaw 轴 | 交叉滚子轴承换四点接触 | 强度不变的条件下减重 | 减重，提高机动性 |
| 机械 | 拨盘 | 拨盘电机改为达妙电机 | 替代编码器作用，准确拨弹 | 弹舱空间增大 |

| | | | | |
|----|-----------------|-----------------|---|--|
| 机械 | 底盘框架 | 堆叠放置铝管 | 车体尺寸减小但是弹舱和设备舱空间基本保持不变 | |
| 机械 | 摩擦轮发射机构 | 气动发射机构 | 发射 42mm 弹丸弹速稳定在 15.5m/s，25m 距离吊射弹道散布直径小于 20cm | 获得更稳定的弹速和弹道，容易实现狙击点吊射对方基地 |
| 硬件 | 超级电容控制模块（单向升降压） | 超级电容控制模块（双向升降压） | 能量利用率升高 15%，模块体积减小 30% | 相同加速功率下，可以提供给机器人更长高速运动时间，减小设备舱中所占体积，减小质量 |
| 机械 | 避震器 | 阻尼不同的双避震器 | 可以同时满足飞坡和普通路段对避震的不同需求 | |
| 机械 | 保框与底盘 | 提高保框和底盘的高度 | 提高飞坡成功率 | 飞坡时可以实现前轮先着地，而非保框先着地 |
| 视觉 | 整车状态估计 | 加快收敛 | 收敛时间<3s | 更快打掉前哨战 |

2.3.3.5 技术难点分析

机械：

- 1.队内无气动发射结构设计的经验积累，需要借鉴和探索；
- 2.气动发射机构共包括两个部分，其中一部分功能为：将链路中的弹丸预装填至发射室；另一部分功能为：利用高压气体将发射室中的弹丸发射。故此气路结构较为庞大而且复杂，难以保证整体气路的严格密封性。

- 3.队内除工程外，无单边固定的经验积累；
- 4.yaw 轴四点接触轴承外圈固定采用 pom，强度存疑；
- 5.车辆质心位置对飞坡成功率的影响目前还需研究，测试。

电控：

1.队内无气动发射结构控制的经验积累，难以在气源气压有波动的情况下精准控制输出气压，较难确定气阀开关时间阈值，以保证高压气体被完全利用释放，同时又最小幅度减少气源消耗；

2.由于气路较为庞大，将会占据云台大量体积和质量，会大幅度增加云台转动惯量，在云台运动相同驱动能力的条件下会减缓云台的响应速度。携带此气路的云台难以将质心完全保持在 yaw 轴上，这将使云台电机在使云台保持平稳状态时长期输出力矩，可能会导致云台电机产生大量热量难以发散，导致电机进入过热保护，导致云台失控；

3.在发射室气压达到 0.7MPa 时，弹速均值达不到 15.5m/s。

视觉：

1.卡尔曼滤波器难收敛，收敛时间长，过程噪声和观测噪声的设定缺乏经验，整车状态估计不稳定，跟踪器（tracker）由目前的装甲板消失到追踪下一块出现的装甲板之间的优化不够完整。

2.弹道解算缺少调试经验，新的弹道解算模型缺少验证。

2.3.3.6 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|-------|---|------------------|--|--------------------------------|------|
| 小尺寸底盘 | 4310 电机*1、3508 电机*4、6020*1、加工零件、板材、3D 打印件、标准件，大型电滑环 | 机械 1 人 电控 1 人 | 设计底盘结构，完成底盘装配；学习底盘电路，连接检查线路，学习控制算法，修复代码问题。 | 4 周 10 月 30 日至 11 月 30 日 | 5000 |

| | | | | | |
|----------|--|----------------------------|---------------------------------|------------------------|------|
| 气动云台 | 3508 电机*1、2006 电机*1、气瓶*1、加工件、板材、3D 打印件 | 机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人 | 机械：学习研究气动回路及发射结构，做技术积累；完成画图和装配。 | 11 月 1 日至 11 月 30 日 | 5000 |
| 三摩擦轮发射机构 | 3508 电机，摩擦轮，加工件，板材，3d 打印件 | 机械一人，电控一人 | 设计三摩擦轮发射机构，优化设计，稳定弹速 | 整赛季 | 4000 |

2.3.3.7 场地设备需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|--------|-----------|----------------------------|
| 云台弹速测试 | 光电门及弹丸收集器 | 完成弹速稳定性测试，实现弹速稳定在正负 0.5m/s |
| 云台散度测试 | 红外电子靶 | 弹道检测，直观化步兵的弹道散布 |
| 自瞄性能测试 | 靶车 | 实际测试反小陀螺的性能 |
| 吊射测试 | 带有顶部装甲的基地 | 模拟远程吊射，实现 80% 命中率 |
| 飞坡测试 | 15°坡 | 实现稳定飞坡 |

2.3.3.8 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|---------------------------------|--------------------------|
| 4310 电机、3508 电机、6020 电机，2006 电机 | 云台 Yaw, Pitch, 摩擦轮以及底盘电机 |

| | |
|--------------|----------------|
| 碗组轴承与四点接触轴承 | 代替原先轮组、yaw 轴轴承 |
| 气瓶*1、加工件、板材、 | 气动发射机构 |

2.3.3.9 人力资源分析

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|--|
| 硬件 | 邓亦晨 | 完成机器人超级电容电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。 |
| 机械 | 王嘉逸 | 做英雄底盘，完成零件的加工和装配，维护与功能优化改进，修理好老英雄 |
| 机械 | 陈子明 | 完成英雄机器人的气动云台结构分析和设计，完成零件的加工和装配，并负责英雄后续调试过程中的维护工作 |
| 机械 | 师嘉鑫 | 完成英雄机器人三摩擦轮的设计，完成零件的装配与加工，并负责后期的维护工作 |
| 电控 | 练嘉铖 | 负责英雄机器人的电控代码维护与机器人功能测试 |
| 视觉 | 金硕捷 | 负责视觉识别代码，实现自瞄击打前哨站 |

2.3.4 工程机器人

2.3.4.1 规则分析

2024 赛季的工程在大资源岛矿石取矿机制有较大改变，在兑换机制上提高了兑换难度，在经济体系上降低了远程兑换与原地复活的金币花费，制作规范也有一定调整。

制作规范的调整：

1.取消了对矿石抓取机构的有关限制，如任何能够在大资源岛接触到矿石的机构都被视为矿石抓取机构，矿石抓取机构向前伸出时，超出机体部分尺寸不得超过 500mm，且不得超过大资源岛中线。加上资源岛的改变，使得在自家的资源岛增益区取到所有五个矿有了可

能性。所以工程对于金矿获取的机构需要进一步设计，要能够到 470 左右的距离取到金矿，并且取矿机构的形式也有其他方案可供选择。

2.工程变形尺寸改为了 1200*1200*1100,在高度上又增加了 100mm 的额度。机械臂的限制变小了，让六轴的机械臂收到的限制减少，让参赛队伍设计机械臂的尺寸更好发挥，场上的机械臂应该会逐步增加。

经济体系改动在保留经济多种使用途径的基础上，降低了远程补弹，远程补血，原地复活的花费。一定程度可以提高比赛中其他机器人使用上述功能的次数。在上赛季的赛场表现来看，关键时刻的原地复活，远程补弹可以影响比赛的走势，甚至逆风翻盘。所以拥有更能“赚钱”的工程，可以让其他兵种具有更多的机会使用上述功能，在比赛中也就拥有更大的容错率和进攻的有效性。

取矿难度较之前有所提高，金矿石由大资源岛掉落改为大资源岛内包含三条封闭路径，矿石以 2-1-2 比例分布在路径内，且路径出口处底部有遮挡。机械臂类型柔性取矿机构在取矿时具有更大优势，但要保证机械臂的稳定性与高效性。没有首金，不需要抢夺第一个金矿石，但如果能够设计连续取一条路径里的两个矿石的取矿机构，在比赛中的优势也非常明显。另外如果可以设计同时取三个银矿石的机构，也会节省大量路程时间。这十分考验工程的机械设计能力。

兑换改动，兑换难度在之前难度上整体提高了一级，高难度的兑换姿态对机械臂的研发也提出了更高的要求，同等级银矿石的兑换收益与之前相比相同，金矿石在之前的基础上增加 100 块钱，累计金币和难度限制相关规则中，累计金币数有小幅度变化。同时在一次兑换所能获得的金币价值将随时间下降，最多下降为下一等级金币数量。

在比赛的第一分钟（即倒计时 06:59-05:59），占领资源岛增益点的工程机器人可获得 75%防御增益。兑换区增益点仅能由己方工程机器人占领。占领兑换区增益点后，工程机器人将处于无敌状态，在比赛的前三分钟（即倒计时 6:59-4:00），工程机器人拥有 50%防御增益。从**比赛增益机制**看出，官方对于工程机器人的定位仍然是专注于经济获取，而不需参与其他战术功能。

总之，24 赛季对于工程的需求仍然是稳定高效的取矿与兑换。

2.3.4.2 研发方向对比与选择

| 实现功能 | | 优点 | 缺点 | 电控实现难度并打分 | 机械实现难度并打分 | 视觉实现难度并打分 | 场上收益并打分 |
|------|------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 取矿 | 六自由度机械臂 | 自由度丰富，适合取金矿石 | 控制算法复杂，对电机要求高 | 10 | 10 | | 10 |
| | 龙门架加小臂 | 可取大小资源岛 | 占用空间大，自由度少，一次取一个效率低 | 9 | 8 | | 9 |
| | 龙门架伸缩杆取矿机构 | 适合取大资源岛，结构简单 | 自由度少，一次只能取一个矿石 | 5 | 6 | | 5 |
| | 龙门架加翻转机构 | 结构简单，适合取小资源岛，可同时取三个 | 不能取金矿 | 6 | 6 | | 5 |
| 兑换 | 六自由度机械臂 | 自由度丰富，可实 | 开发难度大，需要购置=电 | 10 | 10 | | 10 |

| | | | | | | | |
|------|--------------|--|-------------------------|----|---|---|----|
| | | 现各种姿态兑换 | 机，涉及到选型和实际测试，需要比较大的研发投入 | | | | |
| | 龙门架加3轴小臂 | 能参考上赛季工程进一步研发，降低研发难度。增加官方电机能满足关节的驱动需求，成本较低 | 可能五级矿需要更多的自由度 | 10 | 8 | | 8 |
| | 龙门架加翻转机构 | 结构更加稳定简单 | 可兑换等级低 | 7 | 5 | | 6 |
| 控制方案 | 传统键鼠控制 | 研发简单 | 控制效率低，不流畅 | 6 | 0 | | 6 |
| | 自定义控制器深度相机方案 | 操作简单 | | 8 | 5 | 6 | 10 |

| | | | | | | | |
|------|------------|--|--|----|---|--|---|
| | 自定义控制器体感方案 | | | 10 | 6 | | 9 |
| 存矿机构 | 吸盘上下夹取 | | | 3 | 3 | | 3 |

经对比分析，我们选用龙门架加小臂方案，龙门架 3 套前伸机构分别搭载两套翻转机构，一套小臂。

2.3.4.3 功能需求分析

| 模块 | 功能 | 需求分析 | 设计思路 |
|------|--------|--|--|
| 取矿机构 | 取金矿石 | 实现快速稳定取矿，到达大资源岛后，10s 内取一个矿石，30s 内连取两个。 | 单独设计两个前伸机构获取矿石 |
| | 取银矿石 | 10s 取三矿 | 设计三个位于矿石中心的吸盘位置，直接获取三个矿石 |
| | 取地面矿石 | 机械臂获取 | 设计小机械臂 |
| 兑换机构 | 任意等级兑换 | 四级/五级 | 四级：改进小机械臂 五级：设计更具工作空间的机械臂，或者设计六轴机械臂 |

| | | | |
|------|---------|----------------------------|----------------------|
| 底盘 | 地形适应能力 | 通过起伏路段的时候车辆不会有太大抖动，可以 15°坡 | 底盘轮组修改 |
| | 快速全向移动 | 避免启动时出现翻车等失误 | 底盘轮组避震器选型 |
| 云台 | 转向，抬升 | 连接到抬升机构 | 升降云台 |
| 抬升机构 | 抬升取矿或兑换 | 响应快，1s 内到达指定高度，稳定保持在指定位置 | 使用恒力弹簧减小电机负载，修改为链条传动 |
| 前伸机构 | 前伸 | 响应快，1s 内到达指定位置， | 使用 2006 电机驱动 |

2.3.4.4 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 | 较之前的优势 |
|----|---------|--|-----------|----------|
| 机械 | 机械臂结构设计 | 使用广东工业大学 4R3P 结构 转动：pitch-yaw-roll-pitch+roll (roll+pitch 使用锥形轮) 平移：X-Y-Z | 可以兑换四级矿 | 自由度高，速度快 |
| | 银矿获取装置 | 一位三矿 | 一次取三颗矿石 | 速度快，收益高 |
| | 金矿获取 | 两个单独的前伸机构，可以快速获取两个矿石 | 20s 取两颗矿石 | 速度快 |

| | | | | |
|----|---------------------------|--|----------------|------------------|
| | 抬升机构改为链条 | 将抬升机构改为由链条驱动，并且将抬升机构放在车架外 | 抬升响应快 | 避免同步带影响抬升 |
| 电控 | 小机械臂解算 | 完成机械臂的正逆解算，实现控制 | 机械臂流畅控制 | 自由度更高 |
| | 自动化动作执行流程 | 优化自动化动作的执行流程，提高效率，优化操作体验 | 动作连贯高效 | 动作切换更加节省时间 |
| | 前馈与非线性PID | 优化控制方案，系统响应更流畅 | 系统响应更顺滑 | 节省时间 |
| | 人机交互控制流程 | 获取自定义控制器姿态，控制矿石姿态 | 控制更为丝滑 | |
| | 通信优化 | 接收融合图传链路信息 | 通信稳定 | 更加保险稳定 |
| 视觉 | 采用2个摄像头，采集视觉信息 | 双视觉进程，减少视觉盲区 | 消除盲区 | 减少遮挡造成的解算数据缺失 |
| | 视觉结合自定义控制器 | 自定义控制器的加入，能够有效提升兑换难度和兑换速度 | 兑换难度提升，速度加快 | 避免键鼠操作效率低下 |
| | 操作手图传视角，能够显示兑换准星，兑换状态提示信息 | 在图传链路控制信息里面加入简单图形提示信息，例如画面准星或矿石姿态，或兑换框识别结果 | 操作手能够及时调整车身姿态， | 获取最优识别视角和，提升兑换速度 |

| | | | | |
|--|-------|-----------|--|--|
| | 半自动控制 | 实现半自动控制取矿 | | |
|--|-------|-----------|--|--|

2.3.4.5 技术难点分析

视觉：

1. 自动兑换

目前识别使用的都是前期比赛录像，要识别兑换框中心位姿，由于车身抖动，相机帧率等因素，都会引入兑换框中心的位置误差。目前计划误差范围控制在 5mm 半径范围，这个结果是否满足兑换，需要实体验证。

2. 手眼标定

机械臂路径规划中使用的相机和机械臂绑定，需要手眼标定，以保证坐标系转换精度，考虑在兑换时锁定横移机构保证坐标转换正确。

电控：

1. 多电机通信及控制

按目前设计规划，云台主控板上要挂载十几个电机，原先的 CAN 线路数不足。考虑设计 SPI 转 CAN 扩展板以增加可控制电机数目。

2. 机械臂逆运动学

由于担心 miniPC 的稳定性，想将机械臂逆运动学解算移动到 A 板上，需要在运用 stm32 数学库编写机械臂逆运动学解算过程。

机械：

1. 机械臂设计

目前规则下兑换五级矿石需要机械臂要有比较多的自由度，工作空间大。机械臂还要完成和金矿吸取机构和银矿吸取机构交接矿石，需要在 yaw 轴有 180° 的旋转。设计要考虑机械臂电机的负载能力。

2. 一位三矿

要实现一次拿取三颗银矿石并且可以拿取地面矿石，同时还要确保取矿机构与机械臂之间的交接稳定。设计要考虑取三颗矿石的时候结构的稳定性。

2.3.4.6 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|---------------------|---------------------------------------|----------------------------|---|------|------|
| 取矿与兑换机构（取金矿、取银矿、兑换） | 3508 电机*4 2006 电机*3 加工零件，板材，打印件，标件 | 机械 3 人 电控 1 人 | 设计云台架，小机械臂，取矿机构，完成该机构的装配。电控控制该机构稳定运行。 | 4 周 | 4000 |
| 底盘与升降机构调整优化 | 板材，加工件，链条 | 机械 1 人 电控 1 人 | 设计底盘，升降机构，完成底盘升降机构的装配，编写并测试抬升模块 | 2 周 | 2000 |
| 自定义控制器 | 妙算，A 板，深度相机 | 算法 1 人 电控 1 人 机械 1 人 | 实现自定义控制器的姿态解算与数据传输，对数据进行解读并映射于机器人 | 4 周 | 3000 |
| 视觉辅助兑矿 | usb 相机，妙算 | 算法 1 人 电控 1 人 | 视觉识别兑换站姿态，将位姿信息传输到电控，电控完成机械臂逆运动学解算实现兑换。 | 4 周 | 4500 |

2.3.4.7 场地需求分析

| 场地 | 用处 |
|------|---------|
| 大资源岛 | 用于取金矿测试 |
| 小资源岛 | 用于取银矿测试 |
| 兑换站 | 模拟五级兑换 |

2.3.4.8 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 例：4310 电机、9015 电机、3508 电机、6020 电机 | 云台 Yaw, Pitch, 摩擦轮以及底盘电机 |
| 3508 电机*4 | 机械臂驱动加取矿 |
| 2006 电机*6 | 机械臂加取矿机构 |
| 大疆 A 板 | 作为工程机器人的控制板 |
| 真空泵与吸盘 | 吸盘方案吸取矿石 |
| 深度相机 | 取矿对位 |
| 机械零件 | 整车机械结构 |

2.3.4.9 人力资源分析

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|-------------------------------------|
| 机械组 | 林敦淇 | 修改工程机器人的底盘与升降机构等 |
| 机械组 | 陈延科 | 机械臂以及一位三矿结构设计，零件加工与整体装配 |
| 机械组 | 崔建国 | 大小资源岛的制作，辅助工程机器人机械研发与维护 |
| 算法组 | 张天晓 | 视觉辅助兑换，自定义控制器，机械臂轨迹规划 |
| 电控组 | 李良福 | 负责工程机器人的电控代码维护更新，完成功能升级迭代，以及后期测试与维护 |

2.3.5 哨兵机器人

2.3.5.1 规则分析

哨兵：每次人为干预哨兵行为，将会花费 50 金币；如果像上赛季一样云台手频繁进行操作，将消耗大量经济，这几乎是不可能的，这赛季对于哨兵的自动化程度的要求提高了很多。所以哨兵的决策显得尤为重要，要求哨兵在场上复杂的环境中做出精准的判断。

哨兵初始允许发弹量减少（750 \rightarrow 400）；但哨兵可以花费金币进行立即复活、补血、购买允许发弹量等；哨兵枪口热量上限有所增加（240 \rightarrow 400）；哨兵最多复活 4 次（自然复活时哨兵将满血但是需回到补给区解锁发射机构）；这些变动在拉低哨兵下限的同时提高了哨兵的上限，相较于上赛季的固定的 750 发，如果没有自主购买发弹量的能力，哨兵的打击能力将大幅下降。但如果有购买发弹量的决策，本赛季理论上哨兵可以发射的弹丸将更多，火力更猛。同时将把经济引入哨兵的决策中，哨兵自身的决策情况更加复杂，可以进行更多的操作，提高了对决策的要求。哨兵底盘超功率将会扣除一定比例血量；与复活机制一样将哨兵跟步兵的机制更像。巡逻区新增环形高地及能量机关激活点；在前哨战被击破后哨兵获得更多的活动范围，有了更多的可能性。哨兵血量上限减少至 400（前哨站被击破时增加 600 点血量）；与上赛季相比其实是加强，初始血量相同的同时有了复活的能力

综上，本赛季哨兵要求具备优异的自主决策导航能力和机动性，能够快速往返我方及对方半场进行补给、防御和进攻。

2.3.5.2 规则分析

| 功能 | 优点 | 缺点 |
|------|--------------------|------------------------------------|
| 下供云台 | 弹丸储量大，云台配平稳定，转动惯量小 | 弹丸进入摩擦轮时推力较小，容易卡弹；链路过长维修困难；相关机构重量大 |
| 上供云台 | 设计简单，维修简单 | 弹丸储量小，云台重心会变化 |

| | | |
|------|--|------------------------------------|
| 舵轮 | 功率利用充分，对地形适应能力好，控制精度高 | 质量较大 |
| 全向轮 | 结构简单，重量轻，易维护，小陀螺省功率 | 上坡困难，导航时控制精度略低 |
| 单头单枪 | 机构简单；和步兵可以共用云台方便检修；重量轻，机动性高 | 火力较弱 |
| 单头切枪 | 重量相对较轻，且能提供较长的火力压制 | 哨兵能发现敌人的时间较短，切枪发挥不了太多作用 |
| 单头双枪 | 两套发射机构，火力猛，且同时使用下供和腰供，冗余度高，缓解下供卡弹问题 | 重量大，机动性差，维修困难，两套发射机构产生两个着弹点，不利于调自瞄 |
| 双头双枪 | 两套发射机构可以分别转动，既可以对单目标火力压制，也可以对多目标反击，弹舱容量大，单个云台转动惯量小，响应速度快 | 重量大，机动性差，结构复杂，设计较困难 |
| 全向感知 | 360°无死角全向检测敌方机器人和地形障碍物 | 多相机图像协同容易出现问题 |
| LIO | 高精度：Lidar 传感器能够提供非常精确的距离 | 对点云的处理需要较高算力，实时性较差 |

| | | |
|-------------|---|---|
| | <p>测量，可以用于高精度的定位。</p> <p>独立于光照：Lidar 不受光照变化的影响，适用于各种环境条件。</p> <p>多线程处理：可以并行处理激光数据，适合多核 CPU 架构</p> | |
| VIO | <p>相对经济：相机和 IMU 传感器相对雷达来说更便宜，降低了机器人总成本。</p> | <p>光照敏感：摄像头受光照变化的影响，可能在暗光或强光条件下表现不佳。</p> <p>特征依赖：VIO 算法通常依赖于环境中存在足够多的视觉特征，可能在某些场景下效果不佳。</p> <p>图像处理和姿态估计需要更多的计算资源</p> |
| Dijkstra 算法 | <p>能够找到最短路径，适用于权重非负的图。</p> <p>适用于稠密图和稀疏图的路径搜索。</p> | <p>计算复杂度高，对于大规模地图可能不够高效。</p> <p>不适用于离线路径规划，因为它不考虑未来代价。</p> |
| A*算法 | <p>搜索效率高，通常能够找到最短路径。</p> <p>允许引入启发式函数（heuristic function）来加速搜索过程。</p> <p>适用于离散环境，如栅格地图和网络图。</p> | <p>对于高维度或连续环境，搜索空间可能过大，导致计算复杂度高。</p> <p>需要精确的启发式函数来保证最优性，对于复杂环境难以确定。</p> |

| | | |
|--------|--|---|
| RRT 算法 | 适用于高维度连续环境 能够处理动态障碍物和未知环境。 没有需要事先知识的启发式函数。 | 不保证找到最短路径，通常用于快速路径探索。 可能产生路径不光滑的结果，需要进一步的优化。 |
|--------|--|---|

根据上赛季经验，哨兵导航不一定求快，可以求稳，且本赛季哨兵采取买弹机制，总弹量与经济有关，为了提升上限选择优先研发**舵轮底盘，下供双云台，LIO，A*算法**。

同时由于本赛季新增半自动机器人，所以规划在赛季中后期再进行设计哨兵备用车（半自动步兵中详细描述），此车将采用舵轮底盘，腰供单云台，尽量满足机动性需求。

2.3.5.3 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 设计思路 |
|------|---------|---|--|
| 云台 | 小云台 | 俯仰角范围为-40°~20°，仰角可以在巡逻区打击环高敌人，俯角可以打击装甲板前敌人；8米距离弹道散布在小装内；Pitch轴与Yaw轴要保持传动精度，尽可能减小虚位；单个小云台重量小于2kg；采用模块化设计，可以在场上直接更换小云台模块。 | 优化摩擦轮机械与电控参数；优化枪管限位轴承间距，减小散布；pitch电机换位小米cybergear电机，减少重量；保护壳一体化钣金；云台向外的线材采用航空接头连接，拆卸只需拔一股线 |
| | 供弹链路：腰供 | 1000发不卡弹；射频能够达到20fps； | 采用鹅颈链路；链路材料选用特氟龙板 |

| | | | |
|------|---------|--|--|
| | 枪管设计 | 8 米距离弹道散布在小装甲范围内；射速稳定在 $28\pm 0.5\text{m/s}$; | 枪管限位轴承距离优化，减少对弹丸进入摩擦轮的阻力 |
| | 设备舱设计 | 舱盖透明或镂空，可观察内部情况，minipc 可以快速更换 | minipc 模块当快速模块 |
| | 布线设计 | 布线方便，易损坏部位设计冗余 | 机械设计上留出布线空间和快速更换 |
| 视觉识别 | 装甲板识别 | 复杂环境下也能精准识别 | 传统与深度结合 |
| | 状态估计 | 精准估计与预测车辆装甲板 | 对估计的装甲板位姿进行重投影，与识别到的装甲板进行比对，并与两云台相机，两云台相机识别到的同一装甲板位姿融合，得到更精准的装甲板位姿。为机器人平移单独构建线性跟踪器 |
| | 反前哨站 | 拥有开局摧毁敌方前哨站的能力 | 改进自瞄与决策 |
| 底盘 | 高机动性 | 四舵轮底盘 | 6020 作为舵向电机，3508 作为航向电机，单边固定 |
| | 大 yaw 轴 | 轻量化，支撑整个云台以及弹舱 | 使用四点接触轴承，可以承受较大的轴向载荷，同时质量较轻且成本低。 |

| | | | |
|----|-------------|--|---|
| | 超级电容及功率方案优化 | 功率控制板工作的稳定性，对不同功率上限和车辆功率需求的控制，满足飞坡要求。 | 整体方案由 BUCK-BOOST 主拓扑、辅助电源、驱动电路、电压电流监测电路、MCU 主控构成。 裁判系统电压源，与数字双向 DC-DC 及电容组并联。通过调节 DC-DC 及输入输出功率，实现裁判系统缓冲能量得到充分利用 |
| 定位 | 定位 | 误差 0.1m 以内 | 使用 Point-lio 和 Faster-lio 两种 LIO 算法 |
| | 重定位 | LIO 算法出现较大误差或者直接漂移现象时能够实现重新精准定位 | 修改 LIO-Livox 算法，提取点云特征分类进行 ICP。 |
| 导航 | 路径规划 | 保证路径的较优性与不碰撞 | A*全局规划+cmu-exploration 局部规划算法 |
| | 控制器 | 在平地与上坡时的路径准确与平滑，尝试上台阶与飞坡 | 使用适合底盘的控制方案 |
| 决策 | 行为树 | 减少云台手的干预 | 强化学习+仿真平台测试 人为修改 |
| | 车间通信 | 能稳定获得裁判系统的信息 | 电控通过主板从裁判系统读取，处理后通过 can 发送给 NUC |
| 感知 | 全向感知 | 能 360°感知四周信息，相机图像重叠区域实现准确深度估计，为导航等提供适量信息 | 利用深度学习目标检测，对敌方装甲板位置提供相对 yaw 角，同时占用尽可能小的算力，为其他功能让出更多算力 |

2.3.5.4 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 | 较之前优势 |
|----|----------|---|--|--|
| 机械 | 舵轮 底盘 | 轮组结构改进 | 功率利用更加充分， 控制更精准 | 提高控制精度，更易 上坡，机动能力更 强。 |
| 机械 | 鹅颈 链路 | 将原本较长的的供弹链路更 换为鹅颈链路 | 解决卡弹问题 | 缩短了供弹链路减小 卡弹概率 |
| 机械 | 电气 走线 | 设计时留走线槽 | 所有线都能得到较好 保护，已损坏部分留 冗余线材 | 增加稳定性，方便维 修，减少故障 |
| 电控 | 通信 方式 | 将与视觉的通信部分根据速 率、优先级等功能需求改为 SPI、USB FDCAN 融合通 信，拓展数据传输内容 | 能够正常进行通信， 有较高的通信频率的 基础上有更多的细节 状态信息反馈提供给 NUC 做决策分析。 | 减轻原先 CAN 通信的 通信压力，并能够在 一定程度上解决时间 辍的对齐问题 |
| 视觉 | 定位 | 增加重定位功能，解决与电 控的坐标系对齐问题 | LIO 算法出现较大误 差或者直接漂移现象 时能够实现重新精准 定位 | 实现更精准可靠的定 位能力 |
| 视觉 | 决策 | 完善行为树 | 尽量减少云台手对哨 兵的干预 | 增加稳定性 |

| | | | | |
|----|----|---------------------|--|---------------------------------|
| 视觉 | | 改为双 nuc 分别负责自瞄和导航决策 | 在一个 nuc 出问题时的功能可以继续使用 | 增加稳定性 |
| 视觉 | 感知 | 实现全向感知 | 能 360°感知四周信息，相机图像重叠区域实现准确深度估计，为导航等提供适量信息 | 实现全向感知功能，让哨兵云台无需一直旋转扫描，快速响应周围敌情 |

2.3.5.5 技术难点分析

机械：

- 1.双头龙和舵轮机构减重
- 2.鹅颈链路 pitch 连接的活动链路部分
- 3.保证大 yaw 轴刚性

电控：

- 1.双头龙时两个小云台与大 Yaw 轴的限位与配合问题。
- 2.舵轮底盘的控制与功率闭环的限制。
- 3.与视觉的通信部分改为 SPI 通信。
- 4.新的小米 cybergear 电机在控制上与原先的大疆电机以及达妙电机有较大的不同，需要重新构建控制逻辑以适配不同通信协议的电机的同时通信控制问题。

视觉：

- 1.导航时与电控的坐标系问题
- 2.自瞄中弹道精度的提升与弹道模型的改进，一个模型适应不同高度不同距离
- 3.决策中对所有可能性的判断与各功能的耦合
- 4.全向感知多相机图像处理的耦合

2.3.5.6 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|------|--|------------------|---|--------------------------------|----------------|
| 底盘 | 6020 电机*4、3508 电机*4、达妙 4310*1 加工零件、板材、3D 打印件、标准件，导电滑环 | 机械 1 人 电控 1 人 | 设计底盘结构，完成底盘装配；学习底盘电路，连接并检查线路，学习底盘控制算法、修复代码问题。 | 4 周 10 月 30 日至 11 月 30 日 | 2k |
| 云台 | 达妙 4310*2、6020 电机*2、2006 电机*2、3508 电机*4、加工零件、板材、3D 打印件、标准件、nuc12、mid360 激光雷达、24v 降 19v 模块*2、C 板*3、工业相机及其镜头*2、广角 usb 相机*4 | 机械 2 人 电控 1 人 | 机械拥有充足云台设计经验；机械有布线知识基础；机械对铝框架结构有认识，做过工程最佳。 | 5 周 10 月 30 日至 11 月 7 日 | 4k(部分物资队内回收利用) |
| 全向感知 | 广角 usb 相机*4 | 算法 1 人 | 算法拥有扎实的视觉基础和代码构建技能，做好识别和处理。 | 4 周 11 月 9 日至 11 月 30 日 | (含在云台) |

2.3.5.7 场地设备需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|--------|-----------|----------------------------|
| 云台弹速测试 | 光电门及弹丸收集器 | 完成弹速稳定性测试，实现弹速稳定在正负 0.5m/s |

| | | |
|--------|------------|------------------------------|
| 云台散度测试 | 红外电子靶 | 弹道检测，直观化步兵的弹道散布 |
| 自瞄性能测试 | 靶车 | 实际测试反小陀螺的性能 |
| 爬坡测试 | 各角度斜坡，超级电容 | 可以爬 30°坡 |
| 车间通信测试 | 两套裁判系统 | 保证使用裁判系统的通信的稳定性（包括雷达） |
| 战术配合测试 | 至少一辆陪练车 | 可以根据陪练车不同的状态来模拟敌我不同状态的哨兵决策 |
| 全向感知测试 | 至少一辆陪练车 | 可以根据陪练车不同的状态来模拟敌我不同状态的哨兵全向感知 |

2.3.5.8 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|--------------------------------|--------------------------|
| 200 电机、3508 电机、6020 电机、4310 电机 | 云台 Yaw, Pitch, 摩擦轮以及底盘电机 |
| 铝管、碳板等加工件 | 整车结构主体及保护 |
| NUC*2 | 计算单元 |
| mid-360 激光雷达 | 导航功能的开发 |
| C 型开发版*4 | 作为主控板 |
| 广角 usb 相机*4 | 全向感知 |

2.3.5.9 人力资源分析

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|-------------------------------|
| 机械 | 任朔 | 负责底盘的设计组装和维护 |
| 机械 | 卢宇豪 | 负责云台的设计组装 |
| 机械 | 裴玉 | 负责云台的设计组装和维护 |
| 电控 | 祁灵 | 负责哨兵的电控代码编写和电控维护 |
| 视觉 | 吴勇前 | 负责导航的维护和决策的编写 |
| 视觉 | 李曾阳 | 负责全向感知的编写 |
| 视觉 | 金硕捷 | 负责自瞄代码的维护和优化 |
| 硬件 | 邓亦晨 | 完成机器人超级电容电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护。 |
| 电控 | 李明杰 | 预备队员，学习哨兵整车控制 |

2.3.6 空中机器人

2.3.6.1 规则分析

支援时间从 30s 增加到 35s，冷却时间从 175s 减少到 170s。在 7 分钟的比赛时长中，我们就可以稳定的呼叫两次空中支援。

无人机第一次冷却结束是在 4:10 的时候，10s 后前哨站将停止旋转，大部分队伍都会在这个时候选择呼叫空中支援，对前哨站的血量进行进一步的压制，如果此时前哨站的已经被摧毁的话，那么无人机 500 发 17mm 的弹丸亦将协助我方发起对敌方半场的第一波攻势。

之后，如果没有使用金币来减少冷却的话，下一次无人机将会在 1:00 的时候冷却完成，比赛也进入了最白热化的阶段，此时无人机的火力压制也是一个不容忽视的部分。

综上，本赛季无人机至少能够两次起降，在空中悬停约 3 分钟，去协同己方进行进攻和防御。同时无人机应该进一步增加命中率，成为一个能攻能守的炮台。

2.3.6.2 研发方案对比与选择

空中机器人 RMUC 2024 规则相较于 RMUC 2023 规则并未有较大变化，所以机械方面将继续维护并优化 RMUC 2023 国赛无人机，同时针对这一版无人机存在的问题提出相应的解决方案，并在 2024 年初设计新一版无人机。

| 功能 | 优点 | 缺点 |
|--------|---------|------------|
| 更小轴距机架 | 重量轻，震动弱 | 空间利用率要求较高 |
| 可收缩脚架 | 云台视野广 | 脚架稳定性和强度减弱 |
| 续航 | | 耗电快 |

2.3.6.3 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 设计思路 |
|------|-------|-----------------------|--------------|
| 云台 | 云台 | 10 米距离弹道散布在小装甲范围内 | 优化摩擦轮机械与电控参数 |
| 视觉识别 | 装甲板识别 | 在灯光较暗的环境下也可以做到比较精确的识别 | 视觉识别算法持续优化 |
| | 状态估计 | 能够精准预估待击打车辆的装甲状态 | 算法优化 |

| | | | |
|----|--------|------------------------------|----------------------|
| | 反前哨站 | 在关键时刻可以摧毁敌方前哨站 | 自瞄优化与调试 |
| 机架 | 高机动性 | 尽量在保证机架拥有足够强度和稳定性的前提下具有较轻的重量 | 优化弹舱结构，机架结构，减轻云台重量 |
| | 易拆卸 | 电池更换，桨保，电机，桨叶更换尽可能便捷 | 布局简洁，位置分布合理 |
| | 功率方案优化 | 解决烧电池，烧电调的问题 | 限制输出电流幅度，测试不同电调，对比性能 |
| 整机 | 飞行稳定 | 无人机稳定飞行 | |

2.3.6.4 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 | 较之前优势 |
|----|---------|----------------------|---------------------|---------|
| 机械 | 机架 | 机架主体结构 | 更轻更容易维护，机架中心空间利用率更高 | 更轻更容易维护 |
| 视觉 | 无人机定位算法 | 使用 t265, vins, lio 等 | 拥有视觉规避功能，实现无人机智能化 | 定位更稳定精确 |
| 电控 | 弹道 | 弹道的稳定 | 10m 误差一个小装甲板 | 命中率更高 |

2.3.6.5 技术难点分析

机械：机架结构设计，设计既轻又能保证强度的机架；尽可能减少机臂震动，做机架震动仿真。

电控：无人机难以做到精准的定点，云台的弹道因为过长的距离和无人机的移动散布过大。

视觉：相关算法和实际环境不匹配，出现偏差过大问题。

2.3.6.6 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|----------|--|------------------|-------------------------------|-------------|------|
| 维护，改进老机架 | 碳管碳板 电机电调桨叶 标准件，3D 打印件 遥控器接收机 | 机械 1 人 电控 1 人 | 设计机架结构，完成底盘装配；学习机架电路，连接并检查线路。 | 11 月初至 1 月初 | 2000 |
| 云台 | GM6020*1， 4310*1，加工件， 板材，3d 打印件，标准件 | 机械 1 人 电控 1 人 | 设计云台，实现闭环控制并调试 | 7 周 | 3000 |
| 新机架 | 好盈 x6， TB48s*6、加工件、标准件、板材、飞控系统、传输系统、定位系统等 | 机械 1 人 电控 1 人 | 无人机设计与装配 | 6 周 | 3000 |

| | | | | | |
|----|--------------------|------------------|------------------|-----|--|
| 自瞄 | 长焦相机， miniPC 一台 | 视觉 1 人 电控 1 人 | 对无人机视觉识别，有自瞄调试经验 | 3 周 | |
|----|--------------------|------------------|------------------|-----|--|

2.3.6.7 场地设备需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|--------|--------------|----------------------------|
| 云台弹速测试 | 光电门及弹丸收集器 | 完成弹速稳定性测试，实现弹速稳定在正负 0.5m/s |
| 云台散度测试 | 红外电子靶 | 弹道检测，直观化步兵的弹道散布 |
| 自瞄性能测试 | 靶车 | 实际测试反小陀螺的性能 |
| 飞行测试 | 南操飞行测试，需要搬飞机 | 单次飞行可以至少稳定飞行 6min |

2.3.6.8 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|--------------|------------------|
| 6020 电机 | 云台 Yaw, Pitch 电机 |
| 2006 电机 | 拨盘电机 |
| 朗宇电机 | 机架动力电机 |
| Cuav X7 飞控 | 飞行控制 |
| 3508 或 snail | 摩擦轮 |
| PMU Lite | 电源管理 |

2.3.6.9 人力资源分析

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|-------------------------------|
| 机械 | 朱嘉钰 | 完成机器人结构设计，机架可行性验证和机架的拼装、维护工作。 |
| 机械 | 资留阳 | 负责无人机云台的设计，组装测试与后期维护 |
| 电控 | 张佳硕 | 无人机飞行和云台的调试 |

2.3.7 飞镖系统

2.3.7.1 规则分析

相较于上赛季飞镖系统的制作规范，本赛季飞镖镖体的最大重量增加，最大尺寸增加，飞镖发射架制作规范没有改动。机制方面本赛季基地的击打目标分为“默认位置”和“随机位置”（即移动靶），飞镖命中随机位置时，对方操作手操作界面被遮挡时间为 15 秒，机器人获得的经验更多，对基地的伤害也更大，并且对方存活机器人立即受到相应攻击伤害。

上赛季的飞镖表现来看，有许多学校已经拥有稳定的发射，且飞行姿态平稳的飞镖，可以实现稳定击打前哨站甚至基地的能力，规则的改动在尝试引导参赛队伍制作制导镖，但相较于定点镖而言，制导镖除了需要保证发射姿态稳定与飞行稳定还需要参考更多的空气动力学知识来实现姿态调整，对于大多数队伍仍有较大难度，所以我们本赛季飞镖要首先保证实现稳定的击打前哨站与基地固定靶，同时继续探索制导镖以尝试实现击打移动靶。

2.3.7.2 研发方案对比与选择

| 功能 | 优点 | 缺点 |
|-------|---------------------------|-------------------------------|
| 摩擦轮发射 | 机械结构简单；发射精度高；装填机构简单，换弹速度快 | 摩擦轮受温度影响大，现场调试难度大 对镖体的冲击较大 |

| | | |
|-----------|-------------------|-------------------------------------|
| 弹簧弹射 | 弹簧受环境影响小，现场不需过多调试 | 结构复杂，体积较大，装填机构复杂 弹射储能距离长，拉伸储能速度慢 |
| 机械臂装弹 | 装弹精准 | 重量大，机构复杂 |
| 平行四边形连杆装弹 | 机械结构简单 | 镖体滑落时动量较大，不容易与发射滑台配合 |

镖体最大尺寸和最大重量的增加扩大飞镖的设计的可能，击打目标难度升级，鼓励战队研发制导飞镖。

对于发射架，由于不占场地优势，本赛季我们的研发着重于采用弹簧弹射的发射架，在装填方式上考虑先装弹后将发射滑台扣到扳机上，缩短装弹时间，减小镖体下滑时脱镖的可能。

对于镖体，考虑到制导飞镖的研发难度，本赛季任选择非制导镖，镖体的镖翼 配重等将在后续测试中，基于测试数据，再确定方向。

2.3.7.3 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 设计思路 |
|----------|---------|---|--|
| 击打前哨站和基地 | pitch 轴 | 俯仰角范围 $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，理论上 45° 发射角能达到最远发射距离， | 使用两根丝杆实现 pitch 轴的抬升，丝杆由 M3505 电机通过同步轮同步带实现同步 |
| | yaw 轴 | yaw 轴无角度限制，需尽可能减小虚位，增加飞镖发射的稳定性 | 同样使用丝杆进行调节，利用梯形丝杆的自锁性减小弹射反冲导致的 yaw 轴移位 |

| | | | |
|------|--------|-------------------------------|---|
| 稳定发射 | 弹簧选型 | 使飞镖达到需求速度的同时减小发射架的震动 | 换用不同劲度系数的弹簧进行测试 |
| | 发射滑台缓冲 | 让发射滑台的速度在短时间內减小，减小滑台与镖架主体间的冲击 | 采用推簧从发射滑台平行侧缓冲 |
| 快速装填 | 装弹机构 | 装弹精准，速度快，能实现15秒发射两镖 | 舵机抓夹夹持镖体，6020电机（后续根据镖架总重考虑是否更换其他电机实现减重）作为关节电机，驱动机械臂实现装填 |

2.3.7.4 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 | 较之前优势 |
|----|---------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 机械 | 攻击目标切换 | pitch轴和yaw轴的优化，提高角度调整精度以及结构刚性 | 虚位小，控制更精准 | yaw轴虚位小，控制精度更高 |
| 机械 | 发射滑台缓冲 | 由原来的拉簧改为推簧 | 缓冲滑块不会受到较大的扭矩导致损坏 | 滑块在受力上更平衡 |
| 机械 | 装填机构 | 由原来的平行四边形连杆抬降装弹改为机械臂配合机械爪实现装弹 | 不掉镖，不卡镖 | 装弹速度更快， |
| 电控 | 角度及力度解算 | 通过现场测量距离来调整姿态及力度 | 可以通过测量解算略微调整镖架，来适应场地变化带来的误差 | |

| | | | | |
|----|-----|-------------------------|------------------------|--|
| 电控 | 摄像头 | 通过摄像头，观察飞镖具体落点以及基地引导灯位置 | 可以识别引导灯位置，同时记录飞镖发射落点位置 | |
|----|-----|-------------------------|------------------------|--|

2.3.7.5 技术难点分析

机械：

- 1.pitch 轴支撑的稳定性
- 2.装填机构的机械臂设计

2.3.7.6 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|------|--|--------|-----------------------|--------------------------------|------|
| 底座 | 3508 电机*1、2006 电机*1 角度编码器*2 加工零件，铝管，板材，标准件，3D 打印件 | 机械 1 人 | 设计底座结构，完成底座装配；了解基本布线 | 1 周 10 月 30 日至 11 月 7 日 | 4k |
| 装填机构 | 6020 电机*1，舵机*3 板材，标准件，加工件，3D 打印件 | 机械 1 人 | 设计装填结构，完成结构装配 | 1 周 11 月 17 日至 11 月 25 日 | 1k |
| 激光测距 | 激光测距模块 | 电控 1 人 | 装备激光测距，将距离参数传入系统板进行解算 | 2 周（好像还没用过测距模块，需要有场地测试呀） | 500 |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|------------------|------------------------|-----|----|
| 飞镖 | 打印柔性耗材的 3D 打印机、柔性打印耗材、微处理器、微型电池、微型电机等 | 机械 1 人 电控 1 人 | 机械需要完成镖体设计，了解空气动力学相关知识 | 整赛季 | 2k |
|----|---------------------------------------|------------------|------------------------|-----|----|

2.3.7.7 场地设备需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|---------------|------------|----------------------------|
| 30*8 (m) 测试场地 | 具有模拟前哨站和基地 | 测试飞镖的射程以及粗速度能够击中前哨站与基地 |
| 测试飞镖发射速度 | 光电门传感器 | 速度波动范围 $\pm 0.2\text{m/s}$ |

2.3.7.8 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|------------------|---------------|
| 3508 电机，2006 电机， | yaw 轴，pitch 轴 |
| 激光测距模块，光电门 | 测试用 |
| 裁判系统 | 满足检录需求 |
| 飞镖触发头 | 飞镖配平测试 |

2.3.7.9 人力资源分析

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|--------------------|
| 机械 | 王昌娥 | 飞镖发射架的设计和组装，以及后期维护 |
| 电控 | 刘宇航 | 飞镖架的调试与测试 |

2.3.8 雷达

2.3.8.1 规则分析

规则改动：

- 1、对于雷达检测精度的判断新增“半准确”类别，“错误”类别的判断精度稍微放宽。
- 2、雷达新增对敌方机器人施加“易伤”机制，且积累一定的时间后，可主动发送命令增强10s“易伤”的数值。

具体的，对于第一点相比上赛季，雷达站标记“准确”的要求有微微宽松，并且增加了“半准确”的放宽，但又将“错误”标记的积累惩罚加大，之前的此点“错误”类别精度判断条件的宽松可能属于官方对 uwb 定位模块自身可能发生“漂移”的补偿。因此在检测精度上，不同队伍之间雷达的差距将会进一步细化体现，对于识别精度高、稳定性好的雷达站能更加快速达到“高亮”标识效果；识别稳定性差的雷达站会因为“错误”的更高标记扣分而效果差。

对于第二点的“易伤”机制，直接提升了雷达站在实战战术规划的地位，加强了雷达站对战局的影响。如果雷达站在特定的时间点和场合下，能够更加专注于特定机器人（如英雄机器人）或者特定场地（如己方前哨站）的定位识别和向裁判系统发送的频率，敌方机器人几乎“立刻”就会易伤。在步兵战术协同作战时，搭配上雷达站的加强“易伤”效果，很有可能会在战局上产生扭转局势的效果。

总体而言，这个赛季雷达站的基本识别的“全局眼位”基本功能修改不大，但新增加的雷达站的“易伤”机制使得对于定位拥有高精度、高稳定性的雷达站能在战局在产生举足轻重的作用。

2.3.8.2 研发方案对比与选择

| 功能 | 优点 | 缺点 |
|-----------|-------------------|-----------------------------------|
| 神经网络检测装甲板 | 已有优秀模型参数，有大量原始数据集 | 对于较远处识别置信度不够高，只能识别机器人装甲板完整露出来的区域。 |

| | | |
|------------------|-----------------------|------------------------|
| 神经网络检测全车 | 识别率很高 | 数据集不足 |
| 激光雷达进行世界系下距离的测量 | 已有成熟方案和实践经验 | 当前激光雷达最终处理速度落后于相机识别速度 |
| 相机进行世界系下距离的测量 | 可以去除激光雷达，实现机器人位置检测的快速 | 解算方案实现难度大，可实现性和实现效果暂未知 |
| 追踪 | 对短时间被遮挡的机器人做出位置预测 | 实际效果可能不够显著 |
| 车辆小地图运动的 2.5D 限制 | 对检测错误的结果进行适当拉回 | 无 |
| 特定区域识别 | 增强极其交战区的检测或发送频率 | 无法在比赛进行时进行区域转变 |
| 车间通信 | 可以根据雷达信息向机器人发送相关信息 | 无 |

综上，我们本赛季在上赛季已有基础上，重点尝试突破相机进行世界系下距离的测量。

2.3.8.3 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 设计思路 |
|------|-------|------------------------|------------------------|
| 视觉识别 | 装甲板识别 | 实现相机图像上存在的装甲板 99% 的识别率 | 优化数据集，尝试更多小目标的训练方法进行增进 |

| | | | |
|------|--------------------|--------------------------------|--|
| | 整车识别 | 实现相机图像上存在的机器人车 99% 的识别率 | 制作自己的整车数据集，尝试各种模型进行实验 |
| | 追踪 | 对在画面中消失车辆进行短时间位置预估，发送预估坐标 | 使用前沿 MOT 算法与装甲板检测模型配合进行追踪 |
| 相机测距 | 相机进行世界系下距离的测量 | 实现只使用双目相机测距，去掉激光雷达以达到更高的位置更新频率 | <p>1.保底方案：直接用检测模型+SGBM 算法，该方案作为后期上限方案不可行时的备选方案</p> <p>2.上限方案：用深度学习直接对场景进行深度估计(Depth estimation)，例如 Lite-mono 等</p> |
| 小地图 | 车辆小地图运动 2.5D 限制 | 不合理运动区域之间不应该出现直接移动，如高地和平地 | 对连续检测出的目标在预测上增加”墙体“限制 |
| 其他模块 | 车间通信 | 完成相关需求通信的成功发送 | 提高官方裁判系统发送 |
| | 特定区域识别 | 在特定区域或特定机器人的发送频率高于次关注区域机器人 | 在需求区域加相机或者增加指定区域相关目标的发送频率 |

2.3.8.4 改进方向

| 组别 | 改进对象 | 改进内容 | 期望效果 | 较之前优势 |
|------|------------------|---------------------------------|--|--------------------|
| 算法 | 装甲板识别 | 数据集再制作，加更多小目标方法 | 实现相机图像上存在的装甲板 99% 的识别率 | 高识别率和准确性 |
| 算法 | 激光雷达 | 换性能更优秀的激光雷达 | 将最终点云处理与装甲板匹配速度提上去 | 发送频率提升 |
| 算法 | 相机进行世界系下距离的测量 | 加入新的测距算法 | 在去掉激光雷达的情况下仍然可以进行准确测距 | 位置发送频率提升 |
| 算法 | 特定区域识别 | 在需求区域（如前哨站）加相机或者增加指定区域相关目标的发送频率 | 在特定区域或特定机器人（如英雄机器人）的发送频率高于次关注区域机器人 | 能配合在战术上提供雷达的易伤的辅助 |
| 算法 | 车辆小地图运动的 2.5D 限制 | 对连续检测出的目标在预测上增加如“墙体”限制 | 不合理运动区域之间不应该出现直接移动，如上一时刻一直检测在环形高地，后误识别在资源岛，此情况不可能发送，在算法上给予纠偏 | 降低雷达因误识别而发送错误坐标的频率 |
| 人机交互 | 车间通信 | 打通车间通信 | 实现尤其与机器人，尤其哨兵的流畅互动 | 实现车间通信功能 |

2.3.8.5 技术难点分析

视觉：相机进行世界系下距离的测量

- 1、神经网络进行小尺度目标识别的准确率和召回率的极高要求。
- 2、雷达站的预测与追踪算法的应用，尝试整车进行语义分割的多车辆状态下的预测与追踪算法。
- 3、雷达站实现战场复杂战术的要求下，对机器人的车间通信设置通信协议，并进行完备决策。
- 4、雷达站在有限发送频率下，对战术上特定机器人的发送频率的优先快速发送坐标给裁判系统。
- 5、雷达站优化激光雷达和相机目标检测的点云计算，单目相机同时进行深度估计，突破激光雷达点云计算的帧率限制。

2.3.8.6 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|---------------|------------------|--------|--------------------|---------------------------------------|-----------|
| 神经网络装甲板识别 | NVIDIA3080 微机工作站 | 算法 1 人 | 神经网络知识，阅读前沿论文并实践能力 | 分区赛前持续优化 | 已有工作站 |
| 激光雷达 | 新优秀雷达 | 算法 1 人 | 熟悉激光雷达原理，使用激光雷达经验。 | 1-2 月 | 1w 购买激光雷达 |
| 相机进行世界系下距离的测量 | 大恒工业相机 | 算法 1 人 | 有较高的数学分析能力，代码实现能力 | 保底方案很简单，约 3-4 周 上限方案需要做其他调研与尝试，不定时 | 队内有遗留相机 |

| | | | | | |
|-----------------|------|------------------|------------|-----------------------|---------|
| 追踪 | | 算法 1 人 | 熟悉卡尔曼滤波等算法 | 约 2 周（需要与神经网络装甲板识别配合） | |
| 特定区域识别 | | 算法 1 人 | 代码实现能力 | 2 周 | |
| 车辆小地图运动 2.5D 限制 | | 算法 1 人 | 代码实现能力 | 2 周 | |
| 车间通信 | 裁判系统 | 算法 1 人 电控 1 人 | 官方通信串口使用 | 初步打通 2 周 | 队内有裁判系统 |

2.3.8.7 场地设备需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|------------------|----------|------------------|
| 检测精度测试 | 复杂场地、机器人 | 完成检测精度误差和效果评估测试 |
| 特定区域识别 | | |
| 车辆小地图运动的 2.5D 限制 | | |
| 车间通信 | 裁判系统、机器人 | 雷达站消息的发送、机器人端的接受 |

2.3.8.8 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|--------|--------|
| 大恒工业相机 | 场地图像检测 |
| 激光雷达 | 距离测距 |

| | |
|------------|------------------|
| 3080 微机工作站 | 训练深度学习网络，跑深度学习网络 |
| 雷达架 | 放置雷达站 |

2.3.8.9 人力资源分析

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|-----|--|
| 算法 | 江奕卓 | 完成相机进行世界系下距离的测量、追踪 |
| 算法 | 李曾阳 | 完成神经网络装甲板识别优化、特定区域识别、车辆小地图运动的 2.5D 限制、车间通信 |
| 嵌入式 | 梁伟涛 | 车间通信 |
| 机械 | 陈子明 | 机械相关配合 |

2.3.9 半自动控制机器人

2.3.9.1 规则分析

半自动机器人主要优势在于能够获得更多的经验从而快速升级：

处于半自动控制操作方式下的英雄、步兵机器人获得的任意来源经验均提升 100%。

处于半自动控制操作方式下的工程机器人，通过兑换矿石获得的经济提升 50%，且该值与兑换站机制下经济倍率独立乘算。

半自动机器人是今年规则新增加的机器人，可以看出官方对于比赛形式的期待不再是第一人称的设计游戏，半自动甚至全自动的机器人将会是更加符合比赛趋势的方向，所以我们也积极尝试半自动机器人，但综合制作难度，比赛收益的考虑，我们决定从半自动步兵开始研发。

2.3.9.2 功能需求分析

| 一级功能 | 二级功能 | 需求分析 (量化指标) | 设计思路 |
|------|-------|--|---|
| 云台 | 小云台 | 俯仰角范围为 $40^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，仰可以在巡逻区打击环高敌人，俯可以打击装甲板前敌人；8 米距离弹道散布在小装甲板内；Pitch 轴与 Yaw 轴保持传动精度，减小虚位；小云台重量小于 2kg；模块化设计，可以在场上直接更换。 | 优化摩擦轮机械与电控参数；优化枪管限位轴承间距，减小散布；pitch 电机换位小米 cybergear 电机，减少重量；保护壳一体化钣金；云台向外的线材采用航空接头连接，拆卸只需拔一股线 |
| | 腰供链路 | 1000 发不卡弹;射频能够达到 20fps; | 采用鹅颈链路；链路材料选用特氟龙板 |
| | 枪管设计 | 8 米距离弹道散布在小装甲范围内；射速稳定在 $28\pm 0.5\text{m/s}$; | 枪管限位轴承距离优化，减少对弹丸进入摩擦轮的阻力 |
| | 设备舱设计 | 舱盖透明或镂空，可观察内部情况，minipc 可以快速更换 | minipc 模块当快速模块 |

| | | | |
|------|---------|---------------------------------------|--|
| | 布线设计 | 布线方便，易损坏部位设计冗余 | |
| 视觉识别 | 装甲板识别 | 复杂环境下也能精准识别 | 传统与深度结合 |
| | 状态估计 | 精准估计与预测车辆装甲板 | 对估计的装甲板位姿进行重投影，与识别到的装甲板进行比对，并与两云台相机，两云台相机识别到的同一装甲板位姿融合，得到更精准的装甲板位姿。为机器人平移单独构建线性跟踪器 |
| | 反前哨站 | 拥有开局摧毁敌方前哨站的能力 | 改进自瞄与决策 |
| 底盘 | 高机动性 | 四舵轮底盘 | 6020 作为舵向电机，3508 作为航向电机，单边固定 |
| | 大 yaw 轴 | 轻量化，支撑整个云台以及弹舱 | 使用四点接触轴承，可以承受较大的轴向载荷，同时质量较轻且成本低。 |
| | 超级电容 | 功率控制板工作的稳定性，对不同功率上限和车辆功率需求的控制，满足飞坡要求。 | 裁判系统电压源，与数字双向 BUCK-BOOST 及电容组并联。通过调节 BUCK-BOOST 及输入输出功率，实现裁判系统缓冲能量得到充分利用 |
| 定位 | 定位 | 误差 0.1m 以内 | 使用 Point-lio 和 Faster-lio 两种 LIO 算法 |

| | | | |
|----|------|--|---|
| | 重定位 | LIO 算法出现较大误差或者直接漂移现象时能够实现重新精准定位 | 修改 LIO-Livox 算法，提取点云特征分类进行 ICP。 |
| 导航 | 路径规划 | 保证路径的较优性与不碰撞 | A*全局规划+cmu-exploration 局部规划算法 |
| | 控制器 | 在平地与上坡时的路径准确与平滑，尝试上台阶与飞坡 | 使用适合底盘的控制方案 |
| 决策 | 行为树 | 减少云台手的干预 | 强化学习+仿真平台测试 人为修改 |
| | 车间通信 | 能稳定获得裁判系统的信息 | 电控通过主板从裁判系统读取，处理后通过 can 发送给 NUC |
| 感知 | 全向感知 | 能 360°感知四周信息，相机图像重叠区域实现准确深度估计，为导航等提供适量信息 | 利用深度学习目标检测，对敌方装甲板位置提供相对 yaw 角，同时占用尽可能小的算力，为其他功能让出更多算力 |

2.3.9.3 研发进度安排

| 项目 | 物资需求 | 人力评估 | 人员技能要求 | 耗时评估 | 资金预估 |
|----|--------------------------------|--------|---------------------|------|------|
| 底盘 | 6020 电机*4、3508 电机*4、4310*1、加工零 | 机械 1 人 | 设计底盘结构，完成底盘装配；学习底盘电 | 4 周 | 2k |

| | | | | | |
|------|---|------------------|--|-----|----------------|
| | 件、板材、3D 打印件、标准件，导电滑环 | 电控 1 人 | 路，连接并检查线路，学习底盘控制算法、修复代码问题。 | | |
| 云台 | 达妙 4310 电机、6020 电机、2006 电机、3508 电机、加工零件、板材、3D 打印件、标准件、nuc12、mid360 激光雷达、24v 降 19v 模块*2、C 板*3、工业相机及其镜头*2、广角 usb 相机*4 | 机械 2 人 电控 1 人 | 机械拥有充足云台设计经验；机械有布线知识基础；机械对铝框架结构有认识，做过工程最佳。 | 5 周 | 4k(部分物资队内回收利用) |
| 全向感知 | 广角 usb 相机*4 | 算法 1 人 | 算法拥有扎实的视觉基础和代码构建技能，做好识别和处理。 | 4 周 | (含在云台) |

2.3.9.4 场地设备需求分析

| 测试任务 | 场地、设备需求 | 完成目标 |
|--------|------------|----------------------------|
| 云台弹速测试 | 光电门及弹丸收集器 | 完成弹速稳定性测试，实现弹速稳定在正负 0.5m/s |
| 云台散度测试 | 红外电子靶 | 弹道检测，直观化步兵的弹道散布 |
| 自瞄性能测试 | 靶车 | 实际测试反小陀螺的性能 |
| 爬坡测试 | 各角度斜坡，超级电容 | 可以爬 30°坡 |
| 车间通信测试 | 两套裁判系统 | 保证使用裁判系统的通信的稳定性（包括雷达） |

| | | |
|--------|---------|------------------------------|
| 战术配合测试 | 至少一辆陪练车 | 可以根据陪练车不同的状态来模拟敌我不同状态的哨兵决策 |
| 全向感知测试 | 至少一辆陪练车 | 可以根据陪练车不同的状态来模拟敌我不同状态的哨兵全向感知 |

2.3.9.5 物资需求分析

| 设备 | 用处 |
|---------------------------------|--------------------------|
| 2006 电机、3508 电机、6020 电机、4310 电机 | 云台 Yaw, Pitch, 摩擦轮以及底盘电机 |
| 铝管、碳板等加工件 | 整车结构主体及保护 |
| NUC*2 | 计算单元 |
| mid-360 激光雷达 | 导航功能的开发 |
| C 型开发版*4 | 作为主控板 |
| 广角 usb 相机*4 | 全向感知 |

2.3.9.6 人力资源分析

| 技术组 | 姓名 | 主要工作 |
|-----|----|------------------|
| 机械 | 任朔 | 负责底盘的设计组装和维护 |
| 机械 | 裴玉 | 负责云台的设计组装和维护 |
| 电控 | 祁灵 | 负责哨兵的电控代码编写和电控维护 |

| | | |
|----|-----|---------------|
| 视觉 | 吴勇前 | 负责导航的维护和决策的编写 |
| 视觉 | 李曾阳 | 负责全向感知的编写 |

2.3.10 人机交互

2.3.10.1 UI 设计

| 功能 | 需求分析 | 具体实现 |
|---------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 电容充电指示 | 操作手需要时刻注意电容，避免在紧急时刻没有电容可以使用 | 用根据电容反馈能量条指示当前电量 |
| 平衡姿态展示 | 平衡步兵操作手需要知道平衡车姿态，防止被卡住 | 根据底盘倾角反馈动态显示在屏幕上 |
| 弹道下坠辅助线 | 可以让操作手更精准的打击目标 | 30m 或 15m 弹速，在 2m，3m，5m 等画出对应弹道下坠指示线 |
| 车机状态显示 | 让操作手知道车处于什么模式，比如弹舱盖是否关闭 | 根据车辆整体信息，将操作手需要知道的车辆状态反馈在 ui 上 |

2.3.10.2 雷达车间通信

1、敌方机器人位置：雷达站识别到敌方机器人的位置之后，通过车间通信发送给操作手小地图。

2、预警信息：步兵及英雄机器人图传模块后方相机识别到敌方机器人后，通过车间通信及时发送给操作手，绘制相关 UI 提醒操作手注意后方来车。

3、全局信息：雷达站识别到敌方机器人完成飞坡、穿越隧道、占领能量机关增益点、英雄梯形高地吊射时，通过车间通信发送给操作手，绘制相关 UI 提醒操作手进行相关战术操作。

2.3.10.3 自定义控制器

工程机械臂控制：将自定义控制器的姿态与矿石姿态对应，让操作手更好控制矿石姿态以提高对矿速度。

步兵整车控制：将自定义控制器与步兵的发弹、自瞄相结合，增加调试的方便程度，让操作手更好的控制步兵机器人。

英雄整车控制：将自定义控制器与英雄吊射前哨站、基地相结合，让操作手更便捷控制英雄机器人。

2.3.10.4 硬件 UI 设计

设计硬件 ui，避免因为裁判系统通信问题导致信息不能实时显示。

2.4 技术储备规划

2.4.1 机械技术储备

2.4.1.1 继续优化的技术能力

| 技术名称 | 技术类型 | 技术描述 | 优化目标 |
|------|------|----------------|--------------|
| 小机械臂 | 工程 | 多轴机械臂设计 | 优化结构 |
| 底盘 | 平衡步兵 | 五连杆结构设计 | 优化底盘设备舱及走线问题 |
| 侧供弹 | 英雄 | 由左侧链路改为前侧和左侧结合 | 供弹流畅 |

| | | | |
|-------|-------|------------|---------------|
| 俯仰角调节 | 飞镖 | 用梯形丝杆的自锁实现 | 减小虚位 |
| 底盘 | 两舵两全向 | 结构优化 | 优化底盘结构，缩小底盘大小 |

2.4.1.2 尝试突破的技术能力

| 技术名称 | 技术类型 | 技术描述 | 技术难点/突破点 |
|----------|------|---|----------------------|
| 下供弹方案 | 通用 | 将弹仓置于底盘，提供更大的载弹量同时减小云台负载 | 过长链路导致的卡弹问题 |
| 线驱动机械臂 | 工程 | 电机不直接放置于关节处，通过线或同步带远程驱动，减小驱动负载 | 同步带/线驱动的结构不易设计，论文少 |
| 腰供 | 步兵 | 将弹仓放在 pitch 轴，增加弹容量，降低云台中心 | 没有尝试过，经验积累少 |
| 三摩擦轮发射方案 | 英雄 | 将发射机构的枪管改为三摩擦轮枪管 | 参考方案较少，队内没有经验积累，需要尝试 |
| 可收缩脚架 | 无人机 | 在保证脚架强度和稳定性，而且不会增加太多重量的情况下使脚架可收缩，不会阻挡云台视野 | 减重，强度 |
| 气动发射 | 英雄 | 减小气室体积，从而减小云台重量 | 找到弹速不减小情况下的最小气室体积 |

| | | | |
|-------|----|-----------------|-------------------|
| 气动发射 | 英雄 | 减小工作气压，从而减少消耗气量 | 找到不减小弹速情况下的最小工作压强 |
| 机械爪装填 | 飞镖 | 缩短装弹时间，确保装弹稳定性 | 对飞镖的限位 |
| 中心供弹 | 通用 | 增大载弹量，减小转动惯量 | 经验积累少 |

2.4.2 电控技术储备

2.4.2.1 继续优化的技术能力

| 技术名称 | 技术类型 | 技术描述 | 优化目标 |
|--------|------|---------------------------------|---|
| 级联电容方案 | 通用 | 基于上一代 buck 串列 boost 的 CMS 方案 | 优化上一代体积过大和解决死区控制不准的问题 |
| 单板舵轮解算 | 舵轮步兵 | 通过对 6020 和 3508 降频实现单 c 板控制八个电机 | can 线上用于通信的空间很拥挤，用 mcp2515 实现 spi 转 can |
| 小底盘 | 英雄 | 让英雄能不扣血飞坡 | 优化飞坡，配合机械实现英雄稳定飞坡能力 |
| 功率控制 | 通用 | 通过前馈控制优化 PID 控制器 | 优化控制系统整体性能,达到更高效的控制 |
| 机械臂 | 工程 | 对机械臂的控制 | 实现用自定义控制器控制工程机械臂 |
| 云台 | 通用 | 引入传感器数据优化自瞄系统 | 更加精确读取摄像头数据，并结合红外线传感器获取更准确的环境信息，实现精确自瞄 |

2.4.2.2 尝试突破的技术能力

| 技术名称 | 技术类型 | 技术描述 | 技术难点/突破点 |
|------|------|------------------|---------------|
| 定点 | 无人机 | 使用 T265 对无人机进行定点 | 稳定的定点 |
| 定位 | 飞镖 | 使用摄像头及激光来瞄准目标 | 弹道是否与摄像头及激光重合 |

2.4.3 视觉技术储备

2.4.3.1 继续优化的技术能力

| 技术名称 | 技术类型 | 技术描述 | 优化目标 |
|-------|----------|--|---|
| 装甲板识别 | 通用 | <p>1、传统视觉算法装甲板识别：通过传统视觉算法（颜色通道相减、寻找灯条，灯条匹配装甲板）检测装甲板。</p> <p>2、深度学习算法装甲板识别：通过 yolov7-Npose 进行装甲板识别和四个角点（关键点）回归。</p> <p>3、深度学习+传统视觉算法装甲板识别：小模型 yolov7-Npose 初步检测装甲板，然后用传统视觉算法找四个角点</p> | <p>1、提高在侧向装甲板的识别精度和准确率。</p> <p>2、深度学习算法精度和实时性的共同提高。</p> |
| 定位导航 | 哨兵/半自动步兵 | 赛场中估计自身位置并自动导航到目标点 | <p>1.动态更新障碍层的全局规划</p> <p>2.更平滑的局部规划与控制器</p> |

| | | | |
|------|----|-----------------------------------|------------------------|
| 数字识别 | 通用 | 使用自己搭建的含一个 ResBlock 的卷积神经网络继续分类判断 | 兼顾对于光照变化的鲁棒性的同时，提高识别精度 |
|------|----|-----------------------------------|------------------------|

2.4.3.2 尝试突破的技术能力

| 技术名称 | 技术类型 | 技术描述 | 技术难点/突破点 |
|----------|------|-------------------------------------|----------------------|
| 仿真器 | 通用 | 使用软件结合 ROS2 模拟场地提高算法验证效率以及精度，制作数据集等 | 仿真合理性 |
| 三维圆拟合打符 | 步兵 | 建立扇叶在三维空间里的圆形模型，用于预测扇叶击打位置 | 建模 |
| 自动兑换方案 | 工程 | 结算处兑换站的姿态结合 ROS control 实现机械臂自动兑换 | 机械臂闭环控制 |
| 单目测距 | 雷达 | 去掉激光雷达模块，只采用两个单目相机分别测距，提高跟踪+测距速度 | 模型前馈速度与准确率的平衡 |
| 行为树状态 | 哨兵 | 在每一个状态自瞄与导航都能够紧密耦合 | 列举所有可能性 |
| 自主跟随击打目标 | 哨兵 | 根据雷达或自瞄获得的地方车辆位置信息，自主跟随击打目标 | 导航点的选择 敌方车辆位置的预测 |
| 强化学习决策 | 哨兵 | 利用赛场已知信息通过强化学习对哨兵应该进入的状态与自瞄目标进行选择 | 仿真环境的搭建 强化学习代码的设计 |

3. 团队架构

3.1 团队概述

IRobot 战队在队伍架构上采取**学生自主、管理分层、平等交流、多组交叉**的管理结构。

学生自主是指队伍整体由学生自主管理，指导老师主要帮助战队和学校进行对接、处理财务报销、审核战队重大事务以及进行技术指导。战队的技术方向、进度管理、培训机制、人员管理、考核监督制度、文化建设、宣传招商等均由学生团队自主管理。

管理分层是指战队整体大方向决策以及大进度节点（如出车时间）等由队长、副队长、项目管理组成的一级管理层在与相关队员探讨的基础上决定；再由技术组长和兵种负责人等二级管理层加以落实分配细节的技术节点（如某个技术点的实现时间、某个知识的学习完成时间等）。并且在进度管理上，一级管理层主要对大节点进行考察，对细节节点进行抽查；细节节点的推进主要由二级管理层执行。这么做可以避免困难决策拖拉，分摊管理压力，避免一个人管理过多节点导致疏忽。

平等交流是指战队虽然有分层管理的架构，但是在技术交流和决策讨论时没有等级之分。每个人都有义务做好自己的工作，同时有权利指出任何人的问题。我们的共同目标都是为了让战队走的更远，在技术上做出更多创新。即使是队长、项管，虽然有管理队员的权力，也应该能虚心接受其他队员的质疑。对其他队员的工作或决策有质疑，也不应藏着掖着，及时处理，增加沟通，平等交流，才能消除隐患。

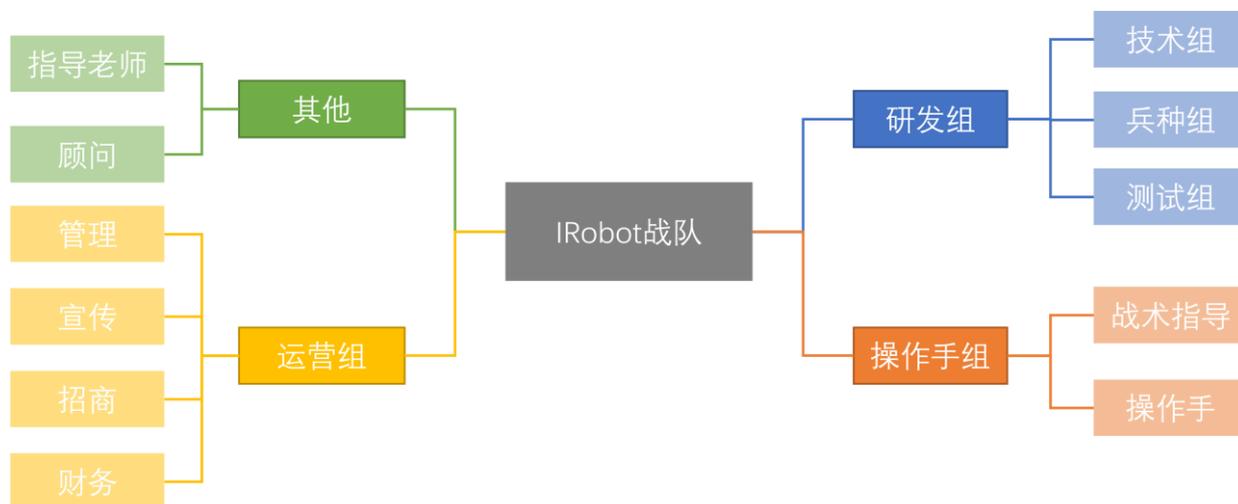
多组交叉是指战队的二级管理架构分为技术组线、兵种组线和测试组线，三条线的人员有所重复。比如一名哨兵机械既要参与机械技术组又要参与哨兵兵种组，还有可能要交叉参与其他兵种的测试工作，共同为赛季目标努力，防止同兵种组在测试工作中护短问题。

3.2 队伍分工

战队目前按照在队伍分工分为研发组、运营组、操作手组三种组别，指导老师和顾问不参与日常研发运营工作，但是会帮助队伍解决高难度问题和与学校沟通协调，并根据战队状况不定期给出建议。

3.2.1 研发组

研发组分为技术组、兵种组、测试组三条管理线路，三条线相互交叉，互相督促，为进度管理做了双保险，研发组织架构见下图。



在赛季初，培训与招新阶段，队伍管理主要以技术组划分展开，而到兵种组分配开始研发后，任务安排主要以兵种组划分。当遇到需要多技术栈问题时，由兵种组负责人协调全兵种组成员共同处理；当遇到单个技术栈的难题，可由技术组共同商讨解决方法。同时每周召开兵种组会，同步兵种组各成员的进度节点；每两周召开技术组会，交流学习进度以及新技术知识，同时通过分享进度给进度较慢的队员敲响警钟。

在机器人出车后，会由其他兵种组成员与该兵种组成员共同组成测试组，对机器人进行测试评估，防止兵种组对自己机器人护短现象。测试组测试人员平时不单独分组，仅在某兵种出车后由各技术方向的同学共同担任模块以及整车测试任务，并给出是否符合需求的意见。对于机器人的长期强度测试，则由操作手组执行。

值得一提的是，兵种组中单列了场地道具组，该组主要由梯队队员组成，负责场地的设计搭建，以及在老队员带领下完成一些调试测试道具的研发（如自研无线调试器，视觉靶架），通过对这些道具的研发，也可以培养梯队队员的工程能力。

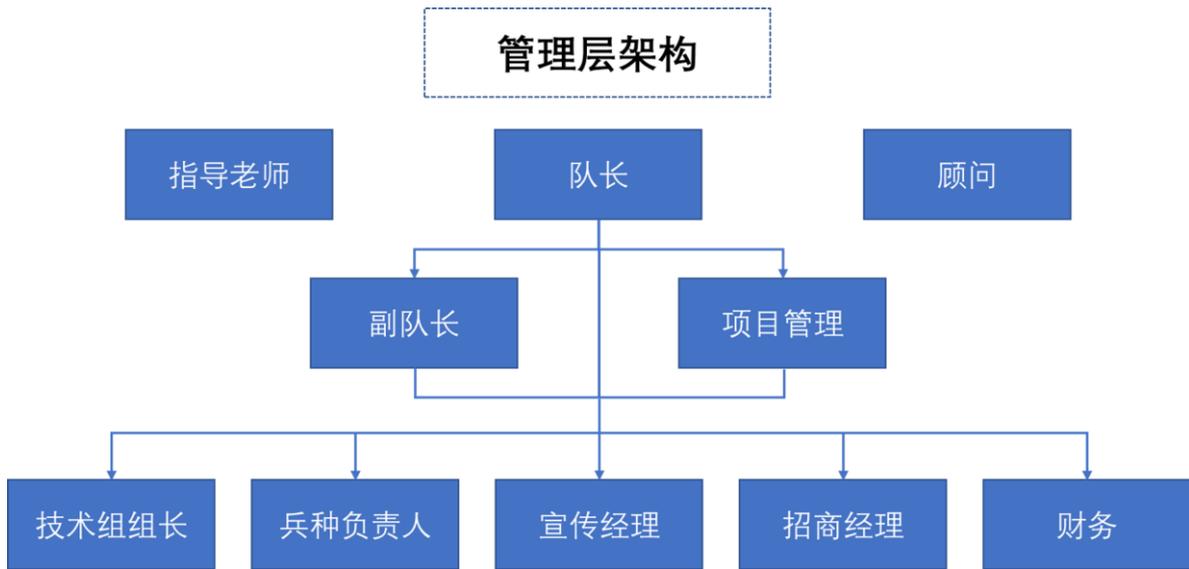


3.2.2 运营组

运营组分为**管理、宣传、招商、财务**四个部分。

其中管理部分有两层层级，示意图如下图。队长、副队长、项目管理组成一层管理，技术组组长、兵种负责人、宣传经理、招商经理、财务组成二层管理。在决策和方向制定上，一层管理主要把握战队整体大方向决策以及大进度节点（如出车时间）；二层管理主要负责制定和推进具体节点（如某个知识点的学习ddl、某个小模块的出图时间）。在进度管理上，一级管理层主要对大节点进行考察，对细节节点进行抽查；细节节点的推进主要由二级管理层执行。

对于技术组的二级管理，本赛季我们细分了职责，技术组长主要负责培训招新、技术学习、规划预研工作；兵种负责人主要负责节点规划，辅助项管进行进度管理；涉及组间合作的一律由组长（负责人）和项管沟通解决。这么做可以避免困难决策拖拉，分摊管理压力，避免一个人管理过多节点导致疏忽。当然分层管理也会带来上层管理层脱离基层，不能敏捷发现隐患的问题，这就要求了所有管理层都要频繁交流，同步所有项目的状态，并且经常和基层队员沟通工作状态。

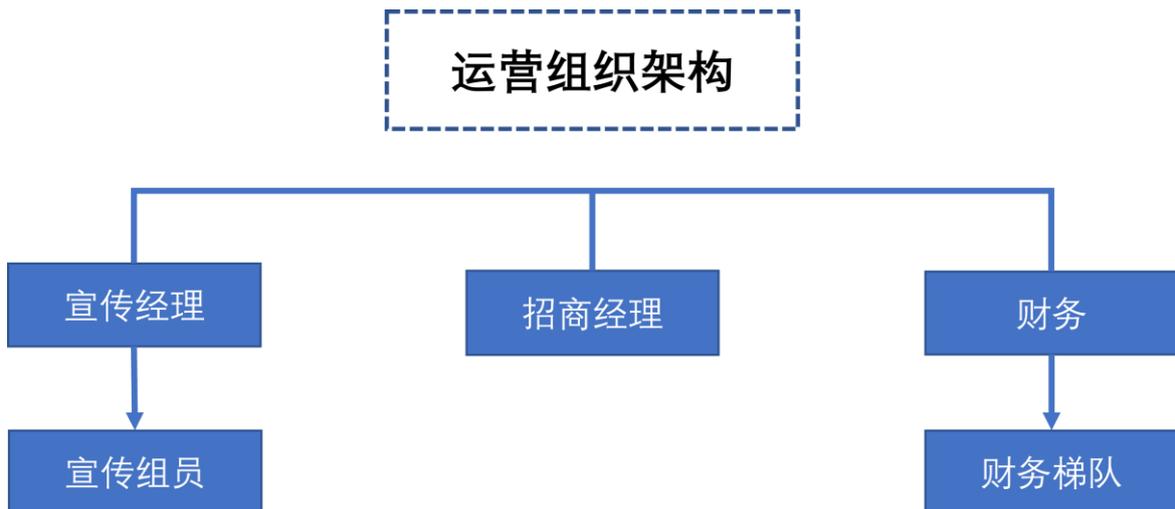


对于管理外的运营分组，主要负责团队的后勤保障。

宣传组由宣传经理带领每月制定宣传计划，跟随热点，产出视频推文；同时运营实验室水吧，更新任务白板，组织团建活动提升大家的参赛体验。

招商组主要由招商经理和一级管理一起，关注外部企业的学生优惠活动，及时申请获取优惠；主动与制造业，互联网企业沟通，尽可能获取物资赞助；主动与有社会抱负的企业联系，尝试获取资金支持。

财务带领财务梯队，处理队伍报销，管理流动资金，发起集资采购，保证战队资金流转正常。



3.2.3 操作手组

操作手组不单独招新，在赛季中期由参赛队员中招募，从第一版机器人出车开始，进行操作训练和长期强度测试。将需求与问题反馈给研发人员。在比赛前夕，由战术指导（老操作手中选拔）带领进行战术分析和战术训练。

3.3 岗位职责和要求

| 职位 | 分类 | 角色 | 职责职能描述 | 招募方向/人员要求 | 预计人数 |
|--------|----|----|--|---|------|
| 行政指导老师 | | | <ul style="list-style-type: none"> •帮助团队与学校其他组织部门进行沟通交流 •帮助协调团队预算与申请场地 | <ul style="list-style-type: none"> •西电校团委的指导老师 | 1-2 |
| 技术指导老师 | | | <ul style="list-style-type: none"> •在团队遇到技术问题时可以向技术指导老师咨询 •技术指导老师会不定期来实验室检查技术进度 •为团队在新领域研究时指明方向 | <ul style="list-style-type: none"> •从事机器人、自动化或者电力电子相关工作的校内老师 | 5-6 |
| 顾问 | | | <ul style="list-style-type: none"> •为普通队员的学习与研发指明方向，为战队提供技术支持 •在团队进行重大决策时参与决策 •负责在前沿领域做一些预研工作，为团队探明障碍 | <ul style="list-style-type: none"> •参赛两年以上经验丰富且对比赛充满热爱的老队员 •参赛一年以上，能力突出，拥有对技术追求卓越精神的老队员 | 4-5 |

| | | | | | |
|------|-----|------|--|--|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> •为战队的管理，运营，技术方向，项目执行等方面所存在的问题提出意见或建议 | | |
| | | 战术指导 | <ul style="list-style-type: none"> •在第一版车研发完成后，负责选拔培训操作手，并对车辆进行长周期测试 •在赛前一个月内，根据赛季研发状况制定场上战术预案 •研究其他学校往年战术与技术布局 •比赛期间，总结场上问题，指导操作手选择战术 | <ul style="list-style-type: none"> •拥有两年以上操作手经验，沉着冷静，认真负责的老队员 •由本赛季顾问兼任 | 1 |
| 正式队员 | 管理层 | 队长 | <ul style="list-style-type: none"> •负责与组委会对接，与学校以及其他组织或战队的直接联系 •对战队发展走向拥有最终决策权 •统筹管理战队制度管理，战队传承，人员安排等事务 | <ul style="list-style-type: none"> •有一年以上比赛经历 •做事认真负责，不拖拉 •在队伍中受到大部分人支持 •敢于决策，临场应变能力 •在过往赛季有经历过预备队长培训的老队员 | 1 |
| | | 副队长 | <ul style="list-style-type: none"> •辅助队长和项管完成战队管理工作 •负责战队文化氛围建设，培养大家的比赛热情，让大家把备赛作为一种青春奋斗 | <ul style="list-style-type: none"> •有一年以上比赛经经历 •对比赛有极强热情 •了解多于两个技术组的技术栈 | 1 |

| | | | | | |
|------|----|------|--|--|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> 负责搭建战队飞书平台 协调各个技术组之间的工作，减少技术组间沟通障碍 | | |
| | | 项目管理 | <ul style="list-style-type: none"> 统筹队伍项目进度管理，为每个队员制定大节点；跟进官方节点； 良好的沟通能力，及时和队员沟通； 能够有效地制定项目计划、分配任务和跟踪进度； 识别和评估潜在的风险，制定风险缓解计划； 有效地分配项目资源，在资源有限情况下分析优先级，协助解决资源冲突。 | <ul style="list-style-type: none"> 有一年以上比赛经历，热心负责 积极主动，能够按时完成任务； 经验丰富，具有管理兵种组或技术组、运宣组的经验； 良好的沟通能力； 良好的风险评估和把控能力； 具备解决问题和做出决策的能力。 | 1 |
| 技术执行 | 机械 | 组长 | <ul style="list-style-type: none"> 判断机械结构的设计可行性，发加工前审查图纸 为机械组成员制定具体细致的节点 负责机械组新人的培训工作，制定培训计划并执行 在机械组员遇到瓶颈时指引方向，必要时进行具体帮助 | <ul style="list-style-type: none"> 两年以上机械组参赛经验 学习过机械原理、机械设计、工程力学等机械基础专业课 有极强工程能力，可以快速定位问题并找到应急处置方法 | 2 |

| | | | | | |
|--|----|----|---|---|------|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> •在机器人出图和出车时承担审核验收工作，督促组员完成测试 | <ul style="list-style-type: none"> •有极强结构设计经验，熟悉所有网上开源的 | |
| | 机械 | 组员 | <ul style="list-style-type: none"> •设计机器人的主要结构 •研发新的模块 •装配并维护机器人 •在机器人出现问题时，及时定位问题是否与机械有关，及时修复 •出车后协助电控测试，获取机器人功能参数 | <ul style="list-style-type: none"> •有责任感，本赛季能稳定参赛，持续维护机器人的 •有创新精神、追求完美 •有机械结构设计经验 •有工程力学、机械设计课程基础 •机电院学生优先 | 9-10 |
| | 电控 | 组长 | <ul style="list-style-type: none"> •负责新人的培训，考核的验收，为组员制定后续任务，并定期检查 •组织电控组会进行知识分享，进度预警 •在组员调试车辆时进行经验性指导，相关知识分享 •机器人出车后督促组员进行测试，完成审核验收工作 | <ul style="list-style-type: none"> •至少一年参赛的经历 •参与一个及以上兵种的开发试工作，经验丰富 •丰富的 stm32 调试经验 •有亲和力，能够和各种性格组员进行友好交流 | 1 |
| | 电控 | 组员 | <ul style="list-style-type: none"> •负责本赛季各兵种的调试与维护工作 •与机械配合完成布线，与视觉配合完成调试 | <ul style="list-style-type: none"> •熟练使用嵌入式开发软件 •有较强责任感，对比赛热爱 | 9-10 |

| | | | | | |
|--|------|-------|---|--|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> •定期向组长汇报进度，按时完成 •出车后进行测试，获取机器人功能参数 | <ul style="list-style-type: none"> •有较强的工程能力，可以快速定位问题，并帮助队员一同解决问题 | |
| | 视觉算法 | 组长 | <ul style="list-style-type: none"> •管理组内物资，安排组内人员进度 •协调组内人员及资源统筹安排，出现问题及时调整 •出车后督促组员调试，审核评估自瞄等视觉功能的完成程度 •帮助队员一同解决问题 | <ul style="list-style-type: none"> •一年以上算法组参赛经验 •学习过 OpenCV，深度学习，SLAM 等算法技术 •有较强的工程能力，可以快速定位问题 •熟悉网上的算法开源，为组内做好知识分享。 | 2 |
| | 视觉算法 | 组员 | <ul style="list-style-type: none"> •根据组长安排的工作进行研发，按时完成所安排的进度任务 •在工作中保持热情，精益求精 | <ul style="list-style-type: none"> •有较强责任感，能够打完整个赛季比赛 •有能力持续研发一项以上的技术工作 •有较强的工程能力，能够熟练地调试机器人 •计算机，电子类专业优先 | 5 |
| | 兵种组 | 兵种负责人 | <ul style="list-style-type: none"> •赛季初分析兵种的定位和功能并与兵种组内部人员确定项目需求 •和技术组长确定人力需求 •和队长、项目管理定期汇报兵种组进度 | <ul style="list-style-type: none"> •参与过一个赛季的老队员 •认真负责，不弄虚作假，追求完美 •洞察机器人的需求 •有较好的项目管理能力 •协调不同技术组 | 7 |

| | | | | | |
|------------------|---------------|--------|--|---|----------|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> •对兵种组员的具体任务落实督促 | | |
| | 场地 道具 组 | 组 员 | <ul style="list-style-type: none"> •由各个技术组中梯队和少量老队员按需成立 •制作能量机关、场地道具方便调试、降低成本 | <ul style="list-style-type: none"> •需要培养的各组梯队成员 •高难度道具研发任务交由经验丰富的正式队员 | 按需 成立 |
| 运 营 执 行 | 宣传 | | <ul style="list-style-type: none"> •组织团建活动 •分派宣传任务 •统筹月度宣传计划 •把握赛季纪录片整体拍摄 •抓住时事热点，敏捷出片 | <ul style="list-style-type: none"> •拥有较好审美，可以审查排版问题 •有较强宣传热情，对队伍融入感强 •能抓住时事热点的 •至少掌握平面设计、视频制作、排版文案、三维设计中的三种技能 | 1 |
| | 招商 | | <ul style="list-style-type: none"> •关注外部企业的学生优惠活动，并及时申请 •主动与制造业，互联网企业沟通，尽可能获取物资赞助 •主动与有社会抱负的企业联系，尝试获取资金支持 | <ul style="list-style-type: none"> •有一年以上参赛经验的 •懂礼貌，性格外向，敢于和陌生人交流的 •经管院、人文院学生优先 •有与企业沟通经历或家庭有经商背景者优先 | 1 |
| | 财务 | | <ul style="list-style-type: none"> •管理协调团队预算 •处理报销 •分发报销款项 •收集流动资金 | <ul style="list-style-type: none"> •熟练使用 excel 软件 •善于与人沟通交流 •稳定性强愿意留队一年 •认真细致负责 | 1 |

| | | | | |
|----------|------|--|---|----|
| | | <ul style="list-style-type: none"> •发起集资购买 | <ul style="list-style-type: none"> •经管院学生优先 | |
| 梯队 队员 | 机械 | <ul style="list-style-type: none"> •跟随正式队员维护机器人 •进行简单模块设计研发 •设计场地道具 •帮助飞镖和无人机等兵种测试 •进入兵种组跟随老队员积累经验，为下赛季储备人才 | <ul style="list-style-type: none"> •对机械结构有兴趣的 •空间立体感较好的 •能分配较多时间参赛的 •机电院学生优先 | 8 |
| | 电控 | <ul style="list-style-type: none"> •配合帮助正式队员对车辆进行维护 •帮助正式队员进行项目的测试 •进入兵种组和老队员学习经验，为下赛季正式打比赛积累经验 | <ul style="list-style-type: none"> •平时愿意分配时间完成队内梯队任务 •稳定性强，愿意留队一年进行学习 •对比赛热爱，能完成队内针对梯队队员的大创，冬令营，夏令营等活动 | 10 |
| | 视觉算法 | <ul style="list-style-type: none"> •辅助主力队员进行研发，调试机器人 •作为预备队员参与到比赛中 | <ul style="list-style-type: none"> •对比赛有较大热情；通过任务考核，有较强的潜力 •有较强的意愿参与下赛季的研发当中 •计算机，电子类专业优先 | 6 |
| | 运营 | <ul style="list-style-type: none"> •运营团队水吧 •运营媒体账号记录工作 •协助管理预算、处理报销 | <ul style="list-style-type: none"> •至少掌握宣传四个技能中的一种技能 •有过新媒体运营或者参赛经验者优先 | 3 |

4. 资源可行性分析

4.1 上赛季资源使用分析

| 类别 | 计划使用 | 异常情况 | 原因分析 | 本赛季优化行动项 |
|----|-----------------------|---|--|---|
| 资金 | 学校团委预留专项开发资金 | <p>赛季备赛前期（11-12月）经费不足，影响了项目进展</p> <p>赛季备赛后期存在乱发加工、自行购买物资等资金浪费情况</p> | <p>9到10月份主要精力花在培训上，没有特别大支出。但过度到11-12月，加工等费用逐渐增加时，而当年度的经费报销也见底，经费紧缺</p> | <p>积极沟通团委老师争取经费，同时合理控制开销，开源节流。</p> <p>在赛季初期制定详细的经费使用计划，明确每个阶段的资金需求。</p> <p>赛季备赛前期合理利用大学生创新创业经费。</p> |
| 物资 | 往届重要物资：包括机电调工控机、工业相机等 | <p>往届设备未能有效维护，导致性能下降或损坏，增加了更多的更换和修理成本。</p> | <p>往届设备需要注意维护，而某些设备可能因损坏或性能下降需要更换。</p> | <p>需要专门有人负责重要物资的定期维护和检修，建立重要物资使用记录，及时发现问题并进行修复。保证符合上场标准。</p> <p>同时对于这部分重要物资，清楚能用的数量，留足备件，及时购买</p> |

| | | | | |
|------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------|---|
| 加工资源 | 往届遗留 3D 打印机、三轴雕刻机。 | 对于这部分加工设备，未进行有效的维护和检修，导致提前淘汰和维护成本较高。 | 旧设备老旧，淘汰并购置新设备，同时工具频繁丢失 | 对新设备要注意维护，对工具要有明确管理责任人，避免频繁购置 |
| | 机械加工工具、电控焊接工具 | 对于加工工具的管理不善，频繁购置，重复购买，增加了不必要的成本 | 缺乏对加工资源的长期规划，工具一丢就买的安排不合理 | 对于兵种内工具，分配责任人，谁丢谁买，减少不同兵种之间借用，避免不必要的重复购置。 对于统一工具：定期进行清点和维护，确保工具的完整和可用。 |

4.2 本赛季可用资源概述

4.2.1 基础资源

| 资源类别 | 来源 | 资源描述 | 初步使用计划 |
|------|-------|--|---|
| 资金 | 校团委经费 | 学校团委预留专项开发资金，上限为 60w，一般能够使用大概 40w 左右，并包含 12-14w 元差旅费用。 | 依据 23 赛季数据初步规划： 涵盖绝大部分差旅开销（15w 左右） 涵盖大部分机械加工开销（CNC 合同 6w、板材加工合同 6w） |

| | | | |
|----|------------------|--|--|
| | | | <p>5-6 月份备赛物资购买及报销 (10w)</p> <p>7-8 月份备赛物资购买及报销 (6w)</p> |
| | 大学生创新创业经费 | 使用战队项目进行大创申报并利用大创经费报销，上一年额度约为 5w，本年度 12 月份组织战队成员报名大创，计划额度为 5w。 | <p>支撑战队 11-12 月赛季备赛前期费用。</p> <p>用于战队报销不足时的补。</p> |
| | 战队流动资金 | 大约为 3w，主要由奖金，贩卖二手商品，队内成员集资组成。 | 紧急情况下使用，用于校团委经费、大学生创新创业经费无法报销的地方。 |
| 场地 | 大学生活动中心 406\407 | 作为战队实验室和加工间，队员办公、加工都在此进行 | <p>实验室合理规划工位使用。</p> <p>加工间用于电控机械日常加工，需要维护秩序，保证加工间整洁。</p> |
| | 大学生活动中心 408 舞蹈教室 | 需要借用，暑期可以利用备赛 | 暑假时可以向团委申请借用，平常不可用。 |
| | 大学生活动中心 3L 场地 | <p>用于车辆调试及训练赛开展</p> <p>组会在这里召开</p> | 在原有的基础上，本赛季需要制作新的场地道具存放。响应防火要求，围栏等需要更新。 |
| | 大学生活动中心 511 大会厅 | 需要借用，团委的报告厅 | 用于开全体大会或开展集体观影等活动，注意需要提前 1 周左右借用 |

4.2.2 人力资源

| 技术组别 | 正式队员及顾问人数 | 预备队员人数 |
|------|-----------|--------|
| 机械组 | 11 | 11 |
| 电控组 | 9 | 8 |
| 视觉组 | 9 | 9 |

4.2.3 物资

| 资源类别 | 来源 | 资源描述 | 初步使用计划 |
|---------|-------|-------------|--------|
| 官方物资 | 往届遗留 | 电池架 7 个 | 机器人制作 |
| | | DT 遥控器 15 套 | 机器人调试 |
| | | 遥控器接收端 9 个 | 机器人制作 |
| | | 3508*25 | 机器人制作 |
| | | snail*7 | 机器人制作 |
| | | C615*7 | 机器人制作 |
| | | 荧光充能*2 | 机器人制作 |
| | | 十字激光*4 | 机器人制作 |
| | | C620*19 | 机器人制作 |
| C610*13 | 机器人制作 | | |

| | | | |
|------|-------------|---------------|---------------|
| | | 2006*10 | 机器人制作 |
| | | TB47、TB48*25 | 机器人调试（除空中机器人） |
| | | 无人机电池 TB48S*6 | 空中机器人调试 |
| | | 6020*6 | 机器人制作 |
| | 本赛季 计划购买 | 2006*8 | 机器人制作 |
| | | 6020*5 | 机器人制作 |
| | | 无人机电池 TB48S*6 | 空中机器人调试 |
| 机械物资 | 往届队员购买 | 各类螺丝刀若干 | 用于机器人装配 |
| | 往届队员购买 | 尖嘴钳*5 | 用于机器人装配 |
| | 往届队员购买 | 螺丝若干 | 用于机器人装配 |
| | 往届队员购买 | 拉铆工具*3 | 用于机器人装配 |
| | 往届队员购买 | 3d 打印耗材*5 | 用于 3d 打印 |
| | 往届队员购买 | 锉刀*10 | 用于打磨零件 |
| | 往届队员购买 | 钻头*20 | 用于零件钻孔 |
| | 往届队员购买 | 游标卡尺*5 | 测量细小物体 |
| | 往届队员购买 | 锤子 | 用于装配机器人 |

| | | | |
|------|--------|----------------|----------|
| 电控物资 | 往届队员购买 | 剪线钳*5 | 焊接工具 |
| | 往届队员购买 | 镊子*15 | 焊接工具 |
| | 往届队员购买 | 胶枪*5 | 固定绝缘线材 |
| | 往届队员购买 | 焊台*5 | 焊接 |
| | 往届队员购买 | 热风枪*2 | 焊接 |
| | 国资 | 加热平台*1 | 焊接 |
| | 国资 | 示波器*3 | 分析电路波形 |
| | 国资 | 电流源*1 | 提供直流电源 |
| | 国资 | 信号发生器*1 | 测试芯片通信 |
| | 往届队员购买 | DAP-Link 调试器*8 | 无线调试下载代码 |
| | 往届队员购买 | 线材（各类线材） | 供电，信号线材 |
| | 往届队员购买 | 束线胶皮 | 保护线材 |
| | 往届队员购买 | 电工胶布 | 绝缘 |
| | 往届队员购买 | 各类芯片 | PCBA 制作 |
| | 往届队员购买 | 电容本若干 | PCBA 制作 |
| | 往届队员购买 | 电阻本若干 | PCBA 制作 |
| 视觉物资 | 往届队员购买 | NUC*8 | 机器人制作 |

| | | | |
|--|--------|------------------|-------|
| | 往届队员购买 | Livox_mid360*1 | 机器人制作 |
| | 往届队员购买 | 网线若干 | 机器人调试 |
| | 往届队员购买 | 便携显示器*3 | 机器人调试 |
| | 国资 | 大恒工业相机*10 | 机器人制作 |
| | 往届队员购买 | USB 相机若干 | 机器人制作 |
| | 往届队员购买 | 妙算*7 | 机器人制作 |
| | 往届队员购买 | 电脑主机（搭配 3080 显卡） | 模型训练 |
| | 往届队员购买 | 标定板*1 | 标定相机 |
| | 往届队员购买 | 各类 USB 线材 | 机器人制作 |
| | 国资 | livox_mid70*1 | 机器人制作 |
| | 往届队员购买 | Jetson nano*1 | 机器人制作 |

4.2.4 加工资源

| 资源类别 | 来源 | 资源描述 | 初步使用计划 |
|------------|--------|----------|----------------|
| 机械加工 设备 | 国资 | 雕刻机*1 | 用于少量板材加工 |
| | 国资 | 拓竹 P1P*5 | 用于结构验证及一般零件的制作 |
| | 国资 | 台钻*1 | 用于板材等零件钻孔 |
| | 往届队员购买 | 电钻 | 用于板材等零件钻孔 |

| | | | |
|--------|--------|---------------------|---|
| | 厂商赞助 | 拓竹 X1C*1 | 用于结构验证及一般零件制作 |
| | 国资 | 弯管机 | 用于弯折铝管制作保护框 |
| | 国资 | 台钳 | 用于固定加工零件 |
| | 国资 | 焊台*4 | 用于队员焊接线材，及自制 PCB 板。辅助队员进行车辆布线任务。 |
| 电控加工设备 | 往届队员购买 | 便携焊台*3 | 用于队员焊接电源线，信号线，或者自制适合不同机器人的电路板，控制板。辅助队员进行车辆布线任务。 用于调试机器人，控制板电路问题，包括电源断路短路，信号线信号丢失紊乱等问题。 |
| | 国资 | 热风枪*2 | |
| | 往届队员购买 | 热熔胶枪*5 | |
| | 国资 | 示波器 2 台 + 手持示波器 1 台 | |
| 电子仪器 | 往届队员购买 | 学生电源 1 台 | 用于电子电力硬件设备调试作为负载和电源 |
| | 往届队员购买 | 信号源 1 台 | |
| | 往届队员购买 | 电子负载 1 台 | |
| | 往届队员购买 | 万用表 8 个 | 用于调试机器人，控制板电路问题，包括电源断路短路，信号线信号丢失紊乱等问题。 |
| | 往届队员购买 | 钳式电流表 2 个 | |

研发
协作
管理

利用飞书进行协作，飞书在本赛季中主要用于项目进度管理，知识库汇总以及通知发放：

入队必看

👤 卢宇豪 👤 邓亦晨 👤 郭飞翔 👤 赵宏伟 | 9月3日创建

🚩 本赛季使用飞书作为项目管理工具，若在使用过程中有任何问题可以在[页面底评论](#)或者私信 👤 卢宇豪

一、战队介绍

1. 了解战队

西安电子科技大学IRobot机器人战队

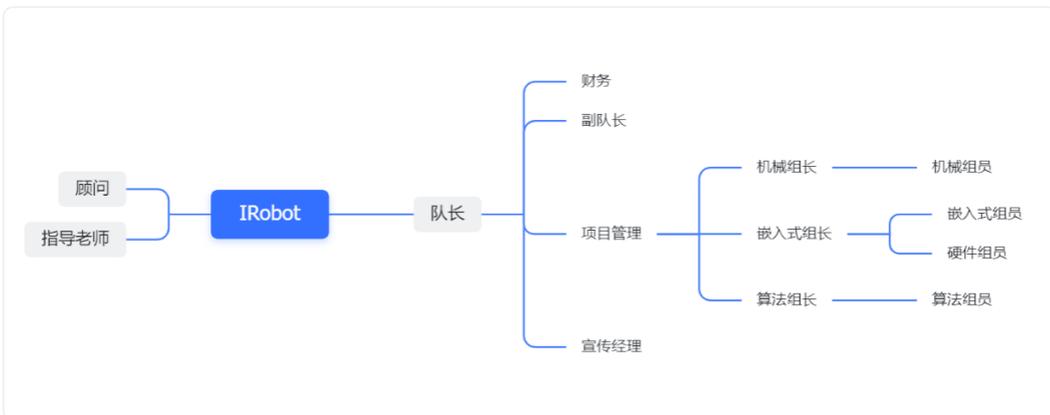
成立于 2016年10月，至今累计培养人才180余人。

由共青团西安电子科技大学团委支持建设，战队队员们来自学校不同的专业，

大家带着各自的兴趣和梦想凝聚在团队里，分为机械组、视觉组、电控组、宣传组。

大家一起学习，努力完成机器人的设计、制作和改进。

2. 战队架构



3. 工位分配

🚩 固定工位会根据队员出勤率动态调整，若成员经常不来固定工位会被收回，一般每月末会更新工位表



2023开源链接汇总

 邓亦晨 | 10月10日创建

[目入队必看](#) <--可以从这里回去

硬件

| 学校-队名-开源名称 | 地址 |
|--------------------------------|---|
| 【手持装甲板开源】一代装甲板魔改 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22697 |
| 仲恺农业-奇点战队-超级电容控制板开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22732 |
| 桂林信息科技学院-GIRT战队-低成本LED显示灯板开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22738 |
| 桂林信息科技学院-GIRT战队-荧光充能装置硬件开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22735 |
| 西交利物浦大学-GMaster战队-电机功率模型与功率控制 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22764 |
| 香港科技大学-ENTERPRIZE战队-数控超级电容方案开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22778 |
| 深圳大学-RobotPilots战队-可环数检测能量机关开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22784 |
| 桂林理工大学-群星战队-超级电容模块完整开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22820 |

嵌入式

| 学校-队名-开源名称 | 地址 |
|-----------------------------|---|
| 【电控开源-湖南大学】完整详细结构分明的嵌入式控制框架 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22751 |
| 上海交通大学-云汉交龙战队-平衡步兵控制系统 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22756 |
| 上海交通大学-云汉交龙战队-工程电控相关开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22757 |
| 华中科技大学-狼牙战队-无人机云台电控开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22800 |
| 华中科技大学-狼牙战队-麦轮+舵轮步兵电控 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22783 |
| JLU-电控统一接口中间件库 (UIML) | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22644 |

算法

| 学校-队名-开源名称 | 地址 |
|------------------------------|---|
| 华南理工大学-华南虎-工程视觉开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22811 |
| 华南理工大学-华南虎战队-面试系统开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22815 |
| 华南理工大学-华南虎-雷达车组开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22816 |
| 华南理工大学-华南虎战队-SimulatorX模拟器开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22792 |
| 华南理工大学 华南虎 工程视觉自动切换+轨迹驱动开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22753 |
| 华中科技大学-狼牙战队-哨兵导航算法开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22812 |
| 华中科技大学-狼牙-英雄视觉开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22804 |
| 华中科技大学-狼牙战队-雷达站算法开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22802 |
| 南航-长空御风-哨兵避障、导航、决策算法开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22796 |
| 中国石油大学(华东) RPS雷达站开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22755 |
| 沈阳航空航天大学TUP战队 哨兵算法开源 | https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22635 |

4.3 资金预算分配规划

| 兵种组/项目 | 预算统计/元 | 预算描述 |
|---------|--------|--------------------|
| 步兵 | 15000 | 用于机器人制作 |
| 平衡步兵 | 10000 | 用于机器人制作 |
| 英雄 | 15000 | 用于机器人制作 |
| 工程 | 10000 | 用于机器人制作 |
| 哨兵 | 15000 | 用于机器人制作 |
| 无人机 | 10000 | 用于机器人制作 |
| 飞镖 | 5000 | 用于机器人制作 |
| 雷达 | 10000 | 用于机器人制作 |
| 运营 | 5000 | 用于周边制作及战队活动策划经费 |
| 差旅 | 100000 | 往返交通费、快递费；住宿费；货拉拉费 |
| 道具、场地材料 | 5000 | 场地道具制作、硬件设备制作 |
| 总计 | 200000 | 总计预算 |

4.4 资源可行性分析

首先，资金方面，战队依托校团委，主要资金来源包括校团委经费、大学生创新创业经费和战队流动资金，经费基本能够覆盖研发与差旅费用。

物资上，往届资源能够支持前半个赛季的研发规划，2024 上半年可能需要购买一批 6020 电机来满足新车研发需求。

加工资源方面，往届遗留的重要技术设备如机电调工控机和工业相机等，需要维护和升级，以保持其性能。此外，新赛季需要持续使用的包括 3D 打印和雕刻机等设备，定期检查和维修尤为重要。

技术资源方面，以往的技术储备情况如下：

机械：已经建立了完善的培训和考核方案，并且有支撑的培训课程 ppt 和学习路线，主要利用百度网盘进行管理。

电控：建立了较为完善的培训路线，但在培训细节和考核验收方面存在安排不清的问题；已经建立了 Github 代码协作仓库，逐步建立代码管理 PR 流程。

视觉：建立了非常完善的培训路线和考核方案；建立了 Github 代码协作仓库，建立较为完善的 PR 流程。

人力资源来看，目前正式队员 29 人，预备队员 28 人，基本能完成战队几个兵种的组员需求和后备人员需求。

综合来看，现有资源在经过合理规划和有效管理后，足以支持研发项目的需求。关键在于物资的管理、资金和技术资源的合理分配与使用、加工资源的管理。优化资金管理、加强技术维护、及时购买缺失物资和加工设备的维护，可以降低项目风险，确保项目的顺利进行。

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

| 宣传平台 | | 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 | 西电 IRobot 战队 | 总阅读量 17833 | 93 篇推文 | 191.75 | 20000 | 100+ | 200 |
| b 站 视频号 | 西电 IRobot 机器人战队 | 总播放量 62565 | 29 篇投稿 | 2157 | 70000 | 50+ | 2500 |
| 微博 | 西电 RoboMaster 机器人俱乐部 | 总浏览量 65000 | 14 篇发表内容 | 4642 | 75000 | 40+ | 5000 |
| qq 账号 | 西电 IRobot 酱 | 总浏览量 3600 | 共 36 篇内容 | 100 | 5000+ | 50+ | 120 |
| 抖音 账号 | 西电 IRobot 机器人战队 | 无 | 无 | 无 | 10000+ | 20+ | 2000 |

5.1.1 宣传组工作内容、责任与义务

（一）宣传赛事文化，扩大比赛影响力

运营组在日常宣传工作中的主要任务就是对赛事和战队的文化进行宣传，扩大比赛的知名度，同时也能扩大战队在校园内部的影响力，让大家了解有这样一个以技术为核心的比赛，将赛事愿景，赛事宗旨和赛事理念融入到日常的运营和宣传中去，让大家了解我们青年工程师的风貌，为学校营造一个积极正面的科研氛围。

具体任务主要体现在记录战队的日常生活，记录我们的研发日常和研发进度，并将其以视频或者推文的形式推向大众，让大家在了解我们的同时，也能了解到关于机器人的技术科普。

（二）队内文化的建设

负责队内精神文化建设与维护，记录战队故事，通过宣传方式塑造健康良好的团队氛围，将队员们在团队内部发生的故事记录下来，宣传我们的比赛精神，展现我们的团队风貌，同时我们也会定期的举办周边抽奖活动，促进大家对于实验室的热情，同时定期举办团建活动，让团队内部大家的联系越来越紧密，增加团队的凝聚力。

（三）记录战队的备赛进展，完成组委会布置的任务

我们会在日常生活和各个关键的节点记录战队的研发进度，为后期的进度规划做准备，完成中期视频的剪辑和 PPT 的制作，搭建战队和组委会之间宣传沟通的桥梁，定期完成组委会发布的宣传任务，配合组委会进行赛事的宣发工作。

5.1.2 主要宣传平台

（一）微信公众号平台

微信公众号平台是网络上比较正规的推送平台，西电 IRobot 战队公众号自 2019 年创立至今，截至目前总粉丝量达 3439 人，每篇推文阅读量大多在 300-500 间浮动，阅读量最高达 1400 次左右，上个赛季累计发表图文 93 篇，其内容涵盖战队日记，比赛记录，日常特辑以及节气海报和倒计时海报等多个方面，不仅能在赛前对我们的赛事进行及时的预告，还能再比赛后对我们赛场上的表现进行复盘记录。这里面的每一篇推文都是我们曾经走过的一段路，记录着 IRobot 的每一天和每一次拼搏。

对于 2024 赛季公众号运营的规划，我们将会推出更多的系列推文，来对我们的队伍文化和赛事文化进行体现，同时将会保持周更的更新速度，持续更新战队日记系列，对实验室的一点一滴进行记录，对于战队的各大重要节点和事情，我们也会产出预热推文和总结推文，提高推文的产量和质量，将运营工作进行的更加全面，让大家更深入的了解 RM 这个群体。

（二）B 站平台（Bilibili 视频播放平台）

bilibili 视频播放平台是目前最受年轻人欢迎的视频播放平台之一，西电 IRobot 机器人战队账号注册于 2020 年，截至目前粉丝量累计 2219 人，共发布了 93 篇投稿，累计播放量 8.9 万，视频获赞数 4252 个。在上个赛季中，我们的视频涵盖了多个方向，包括战队日常 vlog，以及各大比赛的比赛出征视频，比赛回顾和总结宣传片等等，其播放量平均在一千上下，最高的视频播放量能达到 10000 左右，在 b 站的用户群当中产生了不错的反响，也促进了我们和其他队伍的交流沟通。B 站视频账号的主要任务是对于战队和比赛进行更加生活化的记录，同时运用一段时间内累计的素材来进行宣传片的剪辑，回顾这段我们一起拼搏过的热血经历，相比起推文格式化的排版和死板的文字，视频的形式更能体现我们在杯赛期间的热血和鲜活，对于队员们来说而是更加有意义的一种记录形式。

在 2024 赛季，我们在 B 站账号的运营上将会投入更大的精力，作为我队唯一的视频平台，我们将会结合实时的热点话题进行视频方面的产出，提高视频的点击量，以一种更加贴合大众化的方式将我们的战队比赛以及技术推向大众，同时我们也会多进行有脚本有计划的拍摄和剪辑，提高剪辑视频的质量，多对于队员进行采访，学习官方纪录片的拍摄和剪辑手法，提高视频的质量，同时我们运营组的成员也要多贴近技术组组员的生活，这样才能做出和团队与比赛更相关的产出。

（三）QQ 平台

QQ 平台主要用于战队日常的更新，西电 Irobot 战队的 QQ 账号创建于 2020 年，主要发布内容涵盖倒计时海报，即一些日常的随手拍，除了更新产出以外，其主要功能在于对各个粉丝群的创建和运营工作，对于每个赛季赛季初的招新工作有着突出的贡献。

2024 赛季我们对于 QQ 平台的发布将会更加的规范化，同时也会加大更新的力度，定期更新本周实验室的精彩照片合集，建设团队文化，让团队更加的具有凝聚力。

（四）微博平台

微博平台的运营管理方面在前期投入的时间和精力较少，产出较低。截至目前粉丝 579 人，发布内容共计 535 篇，每篇内容的浏览量和阅读量均在 5000 上下。由于其阅读量和浏览量一直较高，这个赛季微博平台也会作为我们宣传运营的一个主要方向，我们会在微博的运营管理上更加的规范化，投入更多的时间，因为其具有较大的发展潜力，可以将我们的战队和比赛推向更多的受众群体，让更多人对我们进行了解，目前我们将会有规划的定期在微博分享我们的备赛日常，也会发布一些我们剪辑的短视频。

2024 赛季的微博运营上我们将会投入更多的时间，希望能把我们的战队和比赛面向大众进行大面积的宣传和传播，除了目前定期更新的图片合集，我们也会开放更多具有讨论度的话题，希望能和广大 RM 参赛战队进行线上的交流和探讨。

（五）抖音平台

抖音平台作为本赛季新注册开始运营的平台，目前还在试运营阶段，考虑到抖音的用户群体较庞大，浏览量和热度都更高，因此我们希望能在 24 赛季在抖音平台上对我们的战队和比赛进行推广，我们将会结合时事热点讨论问题，产出与团队文化相符合的视频。

（六）线下平台

除了线上平台的运营外，宣传组也会不定期的举办一些活动，在线下面向全校同学进行战队的展示和介绍，扩大战队在校园内部的影响力，不仅能为自己招揽到更多的有能力的队员，也是增加学校的科研氛围，通过对于赛事文化和团队文化的介绍，展现大学生应该具有的热血和活力，拼搏和奋斗的精神。

5.1.2.1 曾经成功举办过的活动

- 1、招新宣讲：面向全体大一新生进行战队的招新宣讲，讲解团队和比赛的文化，赛事愿景以及赛事目标，介绍战队各个组别分工以及机器人的研发过程。
- 2、百团大战/科创嘉年华：进行机器人的展示和体验活动，让校园内的同学们了解我们战队的研发成果和研发技术，提高团队和比赛的知名度
- 3、联合书院举办系列培训课程：每年我们都会联合书院举办面向全校同学的系列培训课程，课程设计到机器人研发中的各个方面，从机械制图到硬件焊接培训再到算法代码的编写，带领同学们简单的对机器人制作进行了解，为新生们提供了一个学习的途径，同时也打出了战队的知名度，吸引到了更多对于技术感兴趣的人才才遇到我们的比赛中来。

4、举办夏令营/冬令营/校内赛：每年我们都会根据赛季的时间规划安排举办夏令营或者冬令营或者校内赛，这不仅能让我们在全校范围内接触到更多热爱机器人技术的同学和朋友，同时也是扩大战队知名度的一种方法。这也是我们选拔每年正式队员的一个后备通道。

5.1.3 宣传时间规划

| 时间节点 | 月份 | 负责人 | 事件 | TO-DO | 备注 |
|------|-----|---------|-----------------------------|---|-----------|
| 赛季前 | 8月 | 宣传经理/队长 | 筹备百团大战以及开学招新的具体工作 | <ol style="list-style-type: none"> 1.招新海报及宣传册设计 2.撰写招新外场策划案 3.发布本赛季招新推文，进行团队介绍 | 均在暑假开始进筹备 |
| 赛季初 | 9月 | 宣传经理/队长 | 招新工作展开，组织招新系列活动如招新宣讲，实验室参观等 | <ol style="list-style-type: none"> 1.线下外场安排 2.打印分发宣传物料 3.组织招新系列活动 | |
| 备赛中 | 10月 | 宣传经理 | 完成队服的设计和制作等工作 | <ol style="list-style-type: none"> 1.收集设计方案，联系不同商家发样衣进行比对 2.敲定最终版的设计方案和制作商家 3.统计队员的队服信息，联系商家进行加工 | |

| | | | | | |
|-----|------|----------|----------------|--|--|
| 备赛中 | 11月 | 宣传经理 /队长 | 高校交流赛相关的宣传准备工作 | <ol style="list-style-type: none"> 1.提前制作宣传海报 2.协助交流赛的举办 3.完成交流赛相关的产出 | |
| 备赛中 | 12月 | 宣传经理 | 完成本赛季周边的设计 | <ol style="list-style-type: none"> 1.收集设计方案 2.敲定设计预算 3.联系商家进行加工 | |
| 备赛中 | 3月 | 宣传经理 | 联盟赛预热及宣传 | <ol style="list-style-type: none"> 1.推文编辑 2.倒计时海报设计 3.备赛纪录片的拍摄 | |
| 比赛时 | 4月 | 宣传经理 | 联盟赛赛程记录 | <ol style="list-style-type: none"> 1.战况汇报 2.赛程推送 3.赛后总结 | |
| 备赛中 | 5月 | 宣传经理 | 兵种组系列推文介绍 | <ol style="list-style-type: none"> 1.本赛季兵种组兵种介绍和队员介绍 | |
| 备赛中 | 6月 | 宣传经理 | 分区赛预热及宣传 | <ol style="list-style-type: none"> 1.推文编辑及排版 2.倒计时海报设计 3.视频脚本编写 | |
| 比赛时 | 6-7月 | 宣传经理 | 分区赛赛程记录 | <ol style="list-style-type: none"> 1.赛程推送 2.战况汇报 3.赛后总结 | |

| | | | | | |
|-----|----|------|-----------|------------------------|--|
| 比赛时 | 8月 | 宣传经理 | 复活赛/全国赛宣传 | 1.记录备赛日常 2.赛后进行赛季回顾 | |
|-----|----|------|-----------|------------------------|--|

5.1.4 周边规划

（一）上赛季周边制作情况

战队的周边不仅是一个队伍文化的体现，同时交换战队周边也是高校队伍间相互交流的重要步骤，在上个赛季我们周边制作的种类包括：扇子，吸管杯，徽章（西安联盟 logo 徽章以及战队 logo 徽章），项链，手环，兵种形态钥匙扣等，其中徽章和项链的成本较高，印制的量较少，而扇子，吸管杯手环和兵种钥匙扣等周边则成本较低，大量印制后广受欢迎，因此在本赛季我们将继续延用上赛季的周边设计思路。

（二）本赛季周边制作规划

本赛季预计周边设计总预算在 5000-6000 元之间

| 周边类型 | 设计思路 | 预算 |
|---------------|---|------------------|
| 橡胶手环/发光手环 | 在手环上印制战队标志，学校标志以及口号等，作为主要周边之一，应能起到宣传团队文化的作用，可以印制不同底色的手环，增加美观性。 | 500 |
| 队服（冬季队服/夏季队服） | 本赛季的冬季队服选择了冲锋衣的款式，夏季队服预计选择短袖款式，印有设计的具有团队特色的图案。 | 队员自行缴费购买，团队预算不涉及 |
| 键帽 | 本赛季我们自行按照官方场地中金矿石的模样进行了建模设计，并利用 3d 打印产出了金矿石形状的键帽，同时我们还准备定做其他样式的，带有战队标志的键帽，它可以被应用到战队的日常研发生活中，非常具有意义。 | 1000 |

| | | |
|------|--|-------------------|
| 电宝贴纸 | 上个赛季我们进行了战队吉祥物——电宝的设计，本赛季我们将产出电报系列表情包，并且将其制作成贴纸，可以装饰我们的实验室。 | 500 |
| 竹节杯 | 上个赛季我们设计了竹节杯，杯套上有着电宝的图案，还有战队的名称，和队标等等，可以在宣传战队文化的同时，提醒大家要注意身体，多多喝水。 | 上赛季遗留周边，本赛季不投入新预算 |
| 项链 | 项链采用了铁制的，吊坠上是镂空的 IRobot 的方案。 | 1500 |

5.2 商业计划

5.2.1 战队招商目标规划

战队在 2024 赛季的招商规划上意图扩大战队在社会面上的知名度，吸引更多的企业以及优秀校友的广泛关注，与更多的科技类公司达成长久且稳定的合作关系，本赛季招商的主要目标是获得更加充裕的加工费，材料费以及团队管理方面的相应支出，在这个赛季招商公司的选择中我们也将着重从这几个方面来进行考量。

5.2.2 战队招商客户规划

（一）招商对象

1.企业

根据中华人民共和国法律有效注册并依法经营，从事经营招科技产品研发行业、智能算法研究行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创业产业以及经组委会认可的其他行业，均可成为“RoboMaster2024 机甲大师赛”西安电子科技大学 IRobot 战队的赞助企业。

我队主要以科技创新类公司为招商的主要目标，通过一定的背调来进行招商企业的选择，然后大范围的投放我队已经完成的西电 IRobot 战队招商手册，明确我队的招商条件，有意者再进行进一步的洽谈。

2.个人

以“个人资助方式”提供一定量资金、设备、服务、材料等方面支持的自然人，也可以作为“RoboMaster2024 机甲大师赛”西安电子科技大学 IRobot 战队的招商对象。

（二）招商类别

冠名赞助商 1 名。

品牌合作伙伴若干。

（三）赞助商义务和权力

| 序号 | 赞助项目 | 说明 |
|----|-----------------------|---|
| 1 | 战队冠名权 | 获得西安电子科技大学参赛队伍冠名权限， eg.xx 公司 IRobot 战队 |
| 2 | 比赛媒体采访，广告 | 比赛期间参赛队员接受不定期的采访时提及赞助商 |
| 3 | 队服广告 | 在队员队服上印上赞助商 logo 和名称 |
| 4 | 战车车体广告 | 所有战车车体上印上赞助商 logo 和名称 |
| 5 | 视频广告 | 在队伍宣传视频里鸣谢赞助商 |
| 6 | 战队指定使用产品 | 比赛过程中指定使用的相应产品或服务 |
| 7 | 校内外展位广告 | 校内外展位（双创周、校内展）展示时 可体现的广告位置（赞助商产品） |
| 8 | Robomaster 官方微博微信平台广告 | Robomaster 官微微信微博推送东北大学 TDT 战队的介绍时加上赞助商广告信息 |
| 9 | 实验室公众号广告 | 实验室公众号的推送的广告位置 |

| | | |
|----|-----------|----------------------|
| 10 | 学校创新网站广告 | 所有战车车体印上赞助商 logo 和名称 |
| 11 | 校内外新闻宣传广告 | 校内外发布比赛新闻的广告位置 |
| 12 | 其他未列入项目 | 具体项目洽谈商定 |

注：冠名赞助商享有 1-12 全部权益，品牌合作伙伴享有 5-12 所体现的权益内容。冠名赞助商相比于品牌合作伙伴优先享有所有权益。

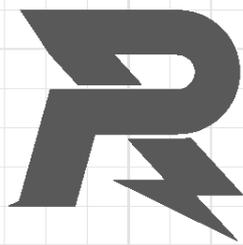
5.2.3 战队招商资源优势及亮点

（一）战队宣传方面

战队具有较强自媒体运营能力，在网络上进行多个平台的运营工作，覆盖微信、b 站、微博、QQ、抖音等多个主要的网络平台，涵盖内容全面，用户群体庞大。主要内容以战队日常和技术科普为主，丰富多元，拥有较高的浏览量，与我方进行合作可以在社交网络上为招商公司进行宣传，提高公司在学生群体中的知名度。

（二）战队周边及队服设计

我队在周边和队服上的制作能力较强，迭代较快，产出较多，在队服方面我们每年会进行两次队服的设计，分别为冬季队服和夏季队服，本赛季冬季队服的设计采用了冲锋衣的形式，在队服的设计中加入战队和学校文化的相关素材，若能和招商公司达成合作，我们将会每年的队服上对合作公司进行宣传。在周边设计方面，每赛季我们都会设计大量周边，目前已有的周边设计有：橡胶手环，兵种钥匙扣，扇子，竹节杯以及明信片等文创产品。



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