



Using a 33-55 motor driver chip and Field-Effect Control (FEC), the RoboMaster C820 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M820S P19 Brushless DC Gear Motor and C820 Brushless DC Motor Speed Controller, this 48-hole Assembly Kit includes an overall socket and a terminal board.

RoboMaster System Specification Manual, RoboMaster System User Manual, introductions of RoboMaster System Manual

The M820S Assembly Kit includes overall socket and a terminal board, ensuring a complete assembly system when in four independent motors.

ROBOMASTER 2023

机甲大师超级对抗赛

赛季规划

西北工业大学 WMJ 战队 编制

2022年12月 发布

目录

1. 团队目标	6
1.1 团队情况分析.....	6
1.2 目标细则.....	6
1.2.1 赛事目标.....	6
1.2.2 研发目标.....	7
1.2.3 管理目标.....	7
1.3 目标跟踪.....	8
2. 文化建设	9
2.1 对比赛文化及内容的认知及解读.....	9
2.2 队伍核心文化概述.....	12
2.3 团队文化建设方案.....	13
2.3.1 团建活动.....	13
2.3.2 团队文创.....	14
2.3.3 文化建设与宣传.....	14
3. 项目分析	16
3.1 规则方向性解读.....	16
3.2 研发项目规划.....	17
3.2.1 英雄机器人.....	17
3.2.2 工程机器人.....	22
3.2.3 步兵机器人.....	34
3.2.4 平衡步兵机器人.....	39
3.2.5 哨兵机器人.....	45
3.2.6 空中机器人.....	53
3.2.7 飞镖系统.....	58
3.2.8 雷达.....	61
3.2.9 人机交互.....	64
3.3 技术储备规划.....	66
3.3.1 机械.....	66
3.3.2 电控.....	67
3.3.3 视觉.....	70
3.4 团队架构.....	72
3.4.1 组织结构.....	72
3.4.2 岗位职责和要求.....	74

3.5 团队招募计划	78
3.5.1 目标人员分析	78
3.5.2 招新渠道分析	80
3.6 团队培训计划	81
3.6.1 机械组	81
3.6.2 电控组	83
3.6.3 视觉组	84
3.6.4 运营组	86
3.6.5 操作手组	87
4. 基础建设	89
4.1 可用资源分析	89
4.1.1 资金资源	89
4.1.2 物资资源	89
4.1.3 加工资源	93
4.2 协作工具使用规划	94
4.2.1 机械组	94
4.2.2 电控组	94
4.2.3 视觉组	95
4.3 研发管理工具使用规划	97
4.3.1 QQ	97
4.3.2 飞书	98
4.4 资料文献整理	101
4.5 筹集资金计划及成本控制方案	103
4.5.1 赛季经费情况说明	103
4.5.2 可争取的资金资源	104
4.5.3 可减少的支出	105
5. 运营计划	107
5.1 宣传计划	107
5.1.1 宣传目的	107
5.1.2 宣传平台	108
5.1.3 宣传日程	111
5.2 商业计划	112
5.2.1 招商对象	112
5.2.2 招商类别	113

5.2.3 招商方案	113
6. 团队章程及制度	115
6.1 团队性质及概述	115
6.2 团队制度	115
6.2.1 考勤制度	115
6.2.2 会议制度	118
6.2.3 保密制度	119
6.2.4 物资管理制度	120
6.2.5 卫生制度	120
6.2.6 惩罚制度	121
6.2.7 项目组制度	122
6.2.8 机器人组制度	123
6.2.9 财务报销制度	124

1. 团队目标

1.1 团队情况分析

WMJ 战队是一支依托于 RoboMaster 机甲大师高校系列赛（RMU）而创立的大学生创新实践团队，创立至今共参加六届比赛，经历过巅峰，也踏入过低谷。从 2017 赛季的新生队伍，到 19 赛季作为中部四强第一次进入全国赛，取得步兵单项季军，我们展现过实力；到 2021 赛季重启之年，我们又一次进入国赛，却也又一次折戟 32 强；在刚刚过去的 2022 赛季，我们的成绩高开低走，赛场表现不尽如人意，尽管对复活赛充满信心，最终却也没能得到展现的机会。从刚开始的资金、人手不足到现在得到学校多部门的支持，当选为校级创新创业基地，战队一直保持着成长和发展。

战队现作为校级大学生创新实践基地，每年拥有经费超过 40 万元，但是暂未拥有稳定的赞助商。战队在学校工程实践训练中心拥有专属办公区域与调试场地，可作为日常备赛的活动区域。

战队现常态拥有成员超过 50 人，核心成员 20 余人。其中研究生队员 1 名，已保研大四队员 3 名，大三队员 14 名。与其他大部分队伍相比，我队今年在高年级队员人数具有极大的优势，拥有较强的研发能力。

战队现拥有机械、电控、视觉、运营四大组，同时亦划分为英雄、工程、步兵、平衡步兵、哨兵、空中（包括空中机器人和飞镖机器人）六大车组。自上赛季战队重建管理制度起，现队伍已拥有基本完善的管理制度，包括进度管理制度、财务报销制度、招新制度、答辩制度等。

在技术积累方面，战队主要以视觉和算法见长，在保证机械电控基本功能、重点突破关键技术点的基础上，大力发扬视觉技术优势是我们贯彻多年的核心思路。

1.2 目标细则

1.2.1 赛事目标

战队曾在 21 赛季高校联盟赛西北站和山东站取得双冠的好成绩，并在 22 赛季也以联盟赛夺冠作为目标。由于联盟赛环境简单，视觉发挥空间较大，结合我们传统稳定的步兵机器人和对新哨兵核心技术的研发自信，战队认为可以继续以至少一个站点夺冠作为目标，保底目标应当为四强以上。

在超级对抗赛中，近年来竞争愈发激烈，新一代强队也逐渐崛起，我们面临更大的挑战。结合上赛季的管理经验和本赛季的人力优势，战队认为应当在区域赛中制定达成四强的目标

和晋级国赛的保底目标；对于全国赛而言，理想目标为冲击八强，突破我们的历史最好成绩。

1.2.2 研发目标

机械方面，本赛季核心突破点主要包括轮腿平衡步兵和机械臂工程两项。其中轮腿平衡向 22 赛季优秀开源看齐，并作改进和优化；机械臂的设计与研发将由机械设计经验丰富的两名机械组老队员担任，以求最大的研发效率和可行性。

电控方面，将继续改进上赛季沿用至今的功率板方案，并对云台、功率、射速控制过程的细节做更深入的研究和优化，以期配合视觉达到更稳定的效果。

视觉方面，本赛季将倾注最大的人力物力去完成哨兵机器人定位和导航功能的研发，为此将上赛季自动步兵组、哨兵组和雷达组合并为新哨兵组，目标是完成哨兵在部分简单区域的路径规划和自动导航任务。另一方面，为了更好的完成反前哨站和能量机关激活任务，将分配少数人员重点研究突破目标跟踪和信息计算方向问题，目标是在稳定的前提下最大化击打效率。

研发目标规划详见后文第 3.2 节与第 3.3 节。

1.2.3 管理目标

战队今年汲取上赛季管理失败教训，首当其冲要解决的一个问题是管理人员的职责交叉导致的责任人缺失和决策矛盾问题。由于本赛季高年级队员较多，现已将各管理层人员名单和职责明确划分，极力避免“一人多责、一责多人”的问题再次发生。

在梯队队员培养方面，战队已拥有较为完善的招新考核与培训方案，计划本赛季改变以往“宁缺毋滥”的招新策略，将通过校内赛和参与其他小型非 RM 赛事的方法培养锻炼低年级队员并观察其能力和表现进行二次筛选。目标是本赛季成功举办校内赛，并推动梯队队员自发组队完成部分工创比赛等，计划秋季与春季招新共最终保留新队员 20 人左右。详见后文第 3.5 节。

在战队规章制度方面，将继承上赛季的规章制度并加以完善和落实，尤其是财务报销制度和答辩制度等重要制度。另外本赛季新增项目组制度和奖励，以激励有能力的队员对关键技术进行重点攻关。目标是至少在秋天完成 2 个项目组的申报和结项，并逐渐在未来推行该奖励制度以鼓励技术中台建设。详见后文第 6 章。

在成果转化方面，战队在过去几年内已逐渐积累有大量技术和完整的文档报告，却没有产出与其等量的专利、软著等成果转化，这对全队队员的长久发展也造成了部分负面影响。因此，战队计划本赛季与校内另一基地合作参加“挑战杯”和“互联网+”比赛，增加成果转化率，促进综合发展、交流和队员成果转化能力的培养。期望通过本次合作打磨 2~3 个较为

成功的项目长线发展，并引入优秀的运营队员。

1.3 目标跟踪

为充分利用本赛季充足的人力资源，避免 22 赛季进度失控问题再度发生，战队新建立“队内中期考核”制度。战队将在寒假放假前对各个车组的机器人进行考核，考核标准依据技术评审考核细则和车组技术研发要求综合制定并明确。未能如期完成考核要求的车组将被减少半数的正式队员参赛资格，并重新讨论车组技术方案和后续进度安排。被取消正式队员资格的队员可通过项目组制度或春季备赛阶段的个人表现重新获得正式队员资格。详见后文第 6.2.8 节。

在进度控制方面，本赛季战队计划引入飞书作为新的管理工具，其在目标制定、任务追踪方面相比于 QQ 有显著的优势。目标是本赛季内将大部分战队管理事务由 QQ 平台转移到飞书，包括会议、公告、答辩、共享文档、进度规划、任务发布、物资管理等等。详见后文第 4.3 节。

2. 文化建设

WMJ 战队是一支依托于 RoboMaster 机甲大师高校系列赛（RMU）而创立的大学生创新实践团队，创立至今已有 6 年时间。RoboMaster 机甲大师高校系列赛由大疆创新发起，是全国大学生机器人大赛旗下赛事之一，是专为全球科技爱好者打造的机器人竞技与学术交流平台。自 2013 年创办至今，始终秉承“为青春赋予荣耀，让思考拥有力量，服务全球青年工程师成为追求极致、有实干精神的梦想家”的理念，致力于培养与吸纳具有工程思维的综合素质人才，并将科技之美、科技创新理念向公众广泛传递。

WMJ 战队也在大赛文化基础上充分结合战队实际与学校特色，在长期的比赛中不断发展，在多年的时间内坚持创新，成为了一支拥有较大体量、具有独特文化与精神的团队。

2.1 对比赛文化及内容的认知及解读

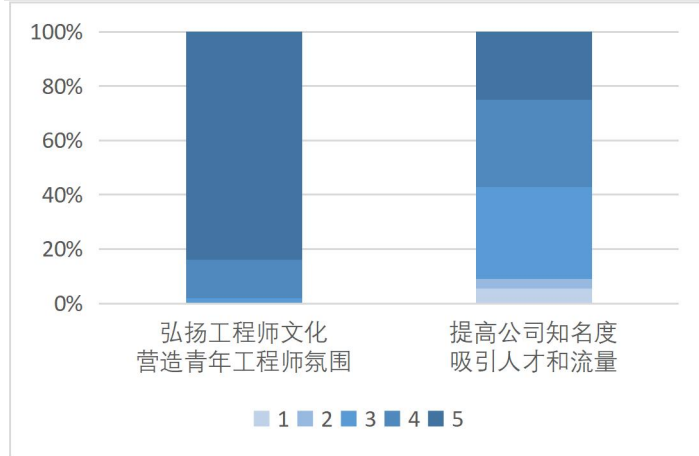
RoboMaster 机甲大师高校系列赛在“为青春赋予荣耀，让思考拥有力量。以学术价值为根基，培养具有工程思维，拥有实干精神的综合素质人才，并将科技之美、科技创新理念向公众传递”的赛事愿景、“以先进科学教育理念，培养未来优秀工程师人才；以严谨科技竞赛规则，提升机器人竞赛整体水平，推动机器人行业技术发展；以前沿科技创新手段，激发学子对科技创新的兴趣与热爱”的赛事宗旨与“以人才为核心，打造全球顶级大学生机器人科技创新竞技赛事。传播崇尚科学与创新，擅于分享和实干，一切以解决问题为导向、追求极致的青年工程师文化”的赛事理念基础上，形成了多元且包容的大赛文化，这也是 WMJ 战队所坚持的观念，是构建战队的核心所在。

为了了解队员对比赛文化和内容的认知，我们在队内发布了问卷调研。其中，每个问题设有“非常不认同”至“非常认同”五个不同级别，对应得分 1~5。参与问卷调查的包括战队现役队员、梯队队员、顾问和部分退役队员，共收到 56 份有效问卷。

（一）办赛目的

在对办赛目的的调研中，超过 80%的队员非常赞同弘扬工程师文化、营造青年工程师氛围这一目的，且没有人表示反对；另外，也有一部分人认可大疆创新为了提升公司知名度、吸引人才和流量的目的，仅有少数人反对这一点。

这说明我队对于工程师文化普遍非常认同，也通过比赛对大疆创新公司有了更多的了解。

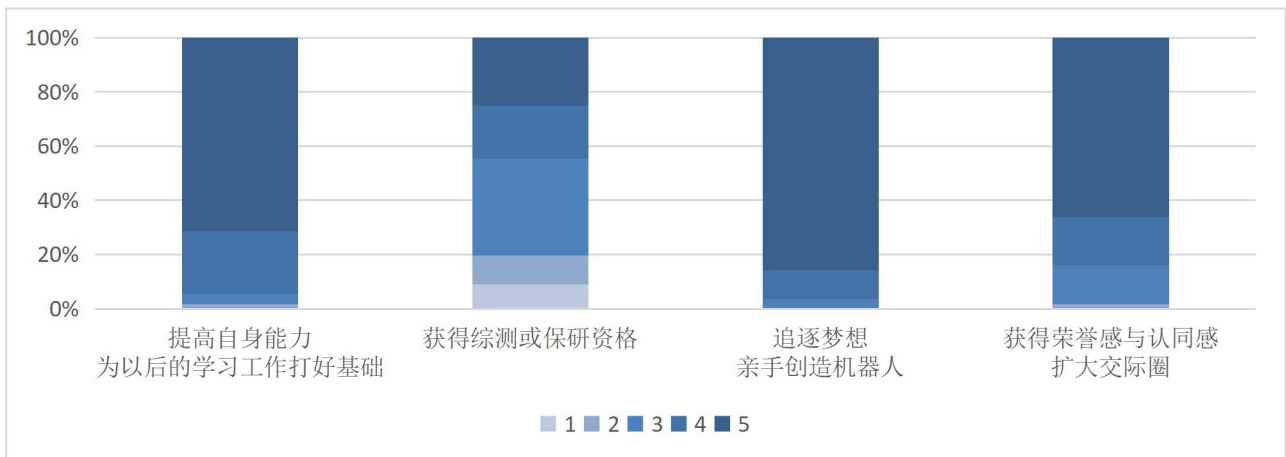


图表 2-1 对办赛目的的认知统计图

(二) 参赛目的

在对于参赛目的的调研中，战队中的同学最认可的还是“追逐梦想、亲手创造机器人”这一点，同时绝大部分的队员也认为提高能力、获得荣誉感非常重要。仅有不到 50%的队员认为参赛是为了综测和保研，有 20%的队员不是为了获奖而参赛。

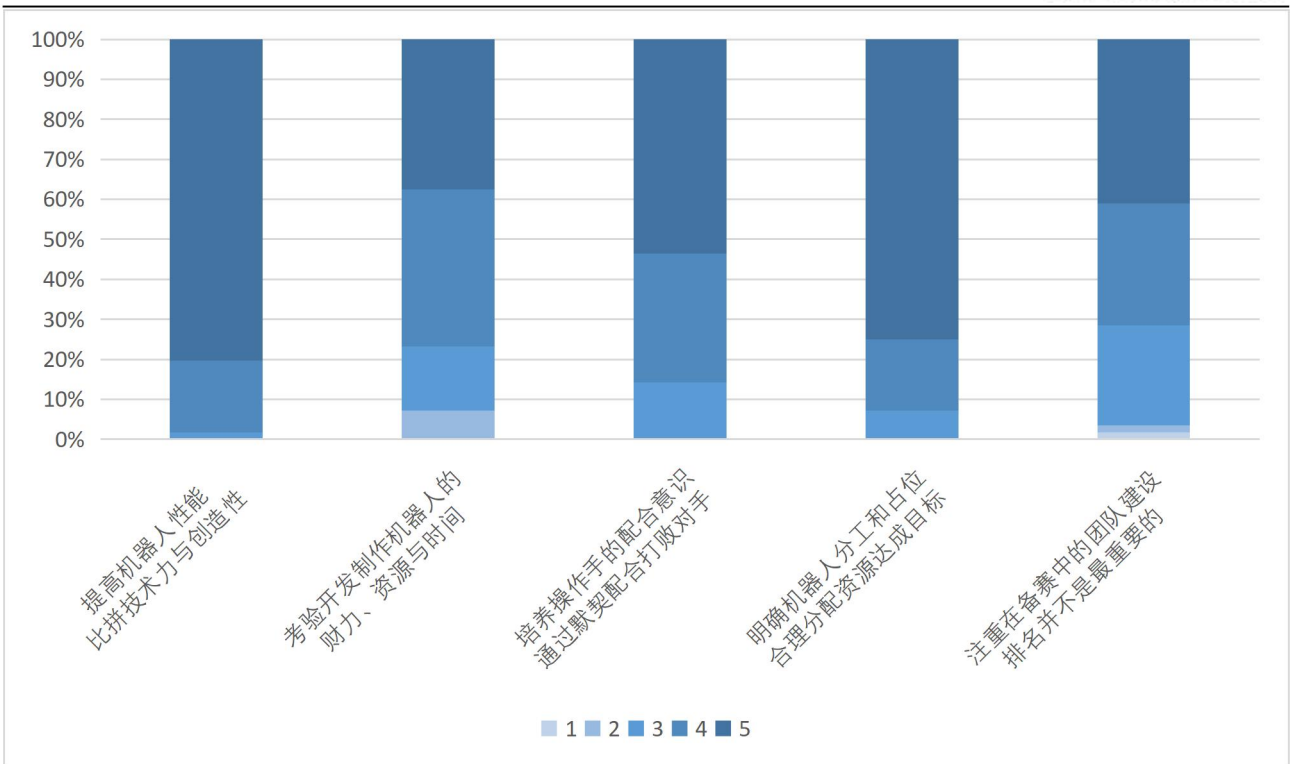
这说明我队大部分队员对于梦想保持着较高的热忱，并且也希望通过比赛平台锻炼能力和扩大交际圈，综测和保研并非队员参赛的首要目的。事实上在我们备赛的过程中也时常能感受到，队员们对备赛本身的要求是大于成果转化的需求的。



图表 2-2 对参赛目的的认知统计图

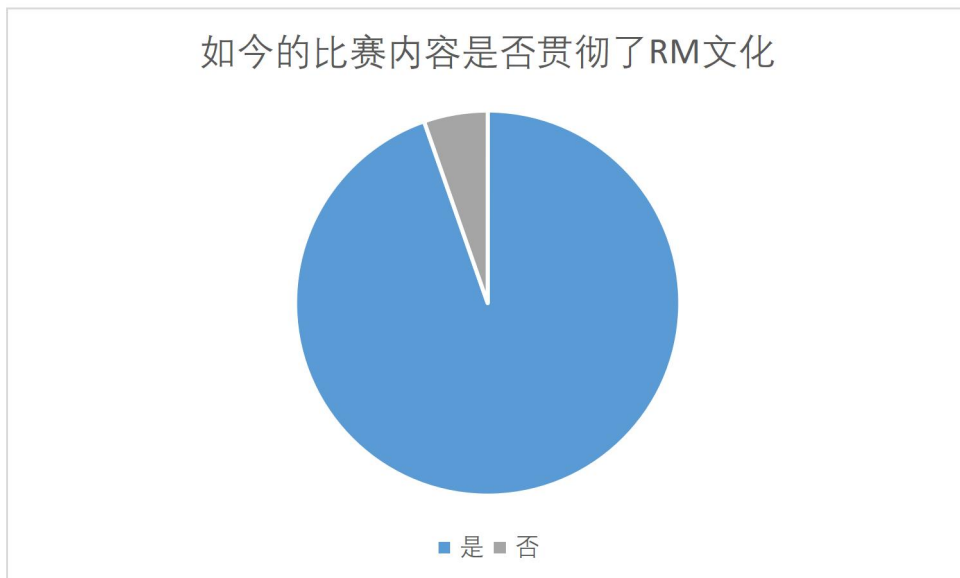
(三) 比赛的规则和内容

根据以往的参赛经历，即使在战队核心成员当中，对于比赛规则和内容也往往有着不一样的理解。根据本次调研，战队队员认为以下五点均是比赛的重要内容，在此之中技术力是比赛的首要核心，其次是操作手的配合意识与机器人的合理分工。此外，团队中也有一部分成员会有对资源和团队建设的忽视，这些虽然不是主要因素，但也是战队通过比赛不断成长而必不可少的内容。



图表 2-3 对比赛规则和内容的认知统计图

最后，在提到了比赛内容是否贯彻了 RM 文化的问题时，有 94% 的队员认为“是”，仅有 3 名队员认为“否”。这说明如今 RoboMaster 比赛与其文化的结合发展势态良好，但仍然存在问题，在我队历史中也曾经遇到过。对于这些矛盾点的处理是我们在战队管理的过程中尤其需要重点关注的。



图表 2-4 对比赛内容是否贯彻 RM 文化的认识统计图

2.2 队伍核心文化概述

西北工业大学 WMJ 战队成立于 2016 年，挂靠于西北工业大学工程实践训练中心，得到了学校教务处、研工部等部门支持。最早一批成员来自于学校舞蹈机器人基地、航模队、智能车基地等，现役队员以本科生为主，成员院系丰富多样，并且有多位研究生及以上的战队顾问指导，拥有丰富的技术储备与研究基础。自建队以来，战队秉持学校“公诚勇毅，三实一新”的校风，发扬大赛的人文精神，不断积极进取、开拓创新，队伍也在不断的发展、壮大，在技术、运营、管理等多方面也有着长足的进步与迭代。

我们认为战队的核心文化精神主要有三点：

（一）“热爱”是 WMJ 战队的核心内容

从成立至今，WMJ 战队一直对比赛和战队进行宣传，定期举办培训活动，并在本赛季进行了 RoboMaster 校内赛的尝试，同时以开放日等的形式不断宣传大赛与战队文化，让更多喜欢机器人、热爱机器人竞赛的同学可以参与其中，体会到做技术的乐趣。WMJ 战队致力于为热爱技术、热爱竞赛的学生提供一个能够实现梦想的广阔平台，无论学院、专业或成绩如何，战队都一视同仁，只要对比赛充满向往，有一颗无畏的心，愿意付出心血，都能在战队里有一席之地，战队在成员工作方向的选择上没有限制，任何成员都可以选择自己热爱的方向进行深耕，以热爱作为导向和动力，贯彻“敢热爱，你就来”的大赛精神。

（二）“开放包容”是 WMJ 战队一直坚持的理念

在战队交流中，WMJ 战队一直保持高度的开放。我们乐于分享自己的技术，乐于为新队伍答疑解惑，虽然技术实力有限，但热衷于扮演传道者的角色，力求为 RoboMaster 高校赛事友好交流环境的建设贡献自己的一份力量。同时 WMJ 战队也始终将开放与包容作为进步的核心动力之一，不断与其他战队交流，吸纳优秀的经验与技术开源，充分参与 RoboMaster 高校赛事所构建的青年工程师交流平台建设。在西安范围内同参与 RoboMaster 的高校组成西安联盟，分享技术心得，进行战队间的线上线下交流。除此之外，也与其他众多高校保留着交流与沟通途径。吸纳热爱技术、追求卓越、勇于创新且开放包容的“极客精神”，构建 WMJ 战队的文化内核。

（三）“坚韧”是 WMJ 战队的内核与共同价值

在备赛与比赛中，不论遇到任何挫折都不肯放弃，追求超越极致的竞技精神，不忘大赛的竞技文化。“踏石留印，抓铁有痕，久久为功”是 WMJ 战队自 2022 赛季起制定的口号，也是 WMJ 战队在学校文化与大赛文化共同作用下形成的精神内核的最好体现。WMJ 的队员们一贯以高的标准来要求自己，以推动技术进步和能力养成作为长期目标，不懈地追求更精妙的设计、更强大的性能和更高的稳定性。队伍着力培养队员坚忍不拔、顽强拼搏的意志，

并对战队成员的技术保持高的要求，不断完善战队的培养体系与技术传承，使 WMJ 战队的成员都能够拥有足够的能力和意志去完成比赛，并在比赛之外的领域做出自己的成绩。

2.3 团队文化建设方案

团队文化建设一直是 WMJ 战队管理所注重的关键内容。围绕大赛文化与团队文化，WMJ 战队的文化建设主要服务于团队的氛围建设与凝聚力建设，目的是增强团队意识、发扬团队精神，让新加入的成员有归属感，让老队员也能体会到团队的继承与发展。战队的团队文化建设主要分为团建活动、团队文创、文化建设与宣传三大领域。

2.3.1 团建活动

前赛季末或本赛季招新前在队内组织一次团队建设活动，主要由老队员参与。通过聚餐的形式展开，其中加入如桌游、自由讨论和队内情感联络的环节，还可以邀请已退役的队员一同参与，活络队员们之间的情感，进一步消除平时由于日常备赛工作内容不同而产生的陌生感，畅谈战队的发展以及对新赛季的展望。

在招新结束后进行一次较大规模的团建活动，新老队员与指导老师一同参与，形式不限，主要目的是进行“破冰”行动，解除新队员的紧张感，拉进各组人员之间的感情，同时让新队员进行自我介绍，老队员讲解队内的文化和传统，由指导老师进行工作内容与对接上的说明，打通队员、管理层和老师之间的疏离层，加强战队的集体荣誉感和归属感。并且安排如桌游或其他形式的互动，通过较强度交流的即时交流使新老队员彼此认识，并初步认知其性格，方便团队建设与备赛的进行。

备赛中后期举行 3~4 次小规模团建娱乐活动，帮助任务稍重的机器人组成员交流经验、缓解压力，春季学期的节假日更多，相对而言的课业压力较秋季学期会小一些，因此活动形式可以多样化，进行如运动会、互动游戏、队内的车组娱乐等，车组娱乐活动如可以操作英雄进行打靶，通过环数进行娱乐竞赛，本身具有一定的趣味性，也能一定程度上检查车组进度。

节假日可以举行一些适时的团建活动，形式简单化，主要用于营造队内的氛围，避免备赛带来的过度紧张，舒缓队员的神经，如中秋节，可以购买月饼给队员发放，并抽出一小段时间观看中秋晚会或自行组织一些娱乐项目，营造战队的“家文化”，促进队员们的团结意识形成和情感上的熟络。

2.3.2 团队文创

WMJ 战队文创设计类型较丰富，贯穿整个赛季，在 2022 赛季的文创产品交换上也有不错的反响。战队在 2023 赛季将继续进行文创产品的产出，对以往较受欢迎的文创进行订制，同时设计新的文创产品，贴合大赛文化主题，贴合战队的文化内涵，做到具有原创性，且有装饰性或实用性：

（一）DIY 队服

在上赛季中，队服主要分为冬装、夏装（分区赛和国赛两版）与自定义的战队文化衫，冬装仍有结余库存，因此 2023 赛季预计进行夏装的设计订制，版型依然为常规的短袖 T 恤，需展示个人化的 title、战队名称、车组图案、校徽与 RoboMaster 官方 LOGO。

（二）WMJ 抱枕

为上赛季较受欢迎的文创产品，2023 赛季将在存留库存的基础上进行一些枕套的重新设计，一方面针对队内进行兑换，同时预留一些可能的战队文创产品交换。

（三）鼠标垫

加入 WMJ 战队的元素和 RM 元素，并编写或寻找 5 句 slogan，进行印花鼠标垫的制作，设计大小两种，鼠标垫作为常用的办公用品，对于所有组都是很好的日常用品，加入战队与赛事元素，同时附上 slogan，可以增强战队的团队感，并时刻激励战队成员。

（四）亚克力立牌

图案选用战队队徽、机器人形象或线稿（取决于成本）等要素，可以做到大量且系列化的订制，作为日常宣传活动或者队内文创纪念品都很合适，要素内容突出且轻巧便携。

（五）各类挂坠

可以采用金属或塑料等材料制作，设计以简单为主，加入比赛与战队元素即可，作为成系列的战队文创，可以随身携带，也可以配合文化衫等进行个人化的改造。

（六）明信片合集

可以利用往期或新拍摄的图片素材制作明信片，为队内成员做留念，也可以进行对外的赠予或交流，是体现战队氛围与战队文化的最直接产品。

2.3.3 文化建设与宣传

在一些特定节日举办文化活动，例如国庆节、中秋节、元旦等，装饰战队工作场所烘托节日气氛，制定一些促进队内成员交流的互动活动和蕴涵大赛、团队文化的文化活动，既能贴合节日主题，也可以结合特定文化进行团建。可以达到丰富战队文化内涵与疏解战队紧张情绪的双重目的。

继续建设战队的照片文化墙，记录队伍和队员发展成长的过程，还可以将明信片与加入其中，打造 WMJ 战队本赛季的图片发展史，并可将其作为战队的传统建设项目，可以让未来新加入的成员快速了解战队的发展和变化。

结合宣传计划发布以车组为单位的推送介绍，用一种较为轻松且直白的方式对内对外进行人物经历分享，促进队内“家文化”建设，还可以用个人叙述的角度打破队员间的不熟悉感。

在办公场地内进行 WMJ 战队文化角的建设，布置 RoboMaster 官方物资（例如队旗、官方文创、比赛铭牌等），以及其他学校赠送的文创纪念品，同时加入一些 WMJ 战队设计的周边文创产品，既能展示大赛文化，也可以通过文创产品展示多校之间的深厚情谊，丰富的文创产品本身也是传承战队文化的良好手段。

通过 1~2 个长视频的方式进行新老队员的采访和交流，以新老队员的视角分别阐述对于战队文化和精神的理解，促进战队核心文化的继承和发展，同时可以结合一些其他视频，共同构建 WMJ 战队的视频内容，将 WMJ 战队的文化和精神以视频的方式保存在互联网上，也可以跨越时间和地域与其他战队或对于 RoboMaster、对于 WMJ 战队感兴趣的人进行交流。

3. 项目分析

3.1 规则方向性解读

2023 赛季相比 2022 赛季改动内容较多，以下将按我们认为的重要性等级由高到低依序解读部分重要的方向性变化；针对具体兵种的规则分析详见第 3.2 节中各兵种规则分析。

（一）哨兵改版

新的赛季中，哨兵的运动模式从只能在固定轨道上巡逻改为可以在地面自由行动，不变的是仍然具有凶猛的火力和强大的属性。简单分析可知，哨兵的核心技术仍然主要在视觉方面，而且新增了定位和导航的需求。各参赛队可以很轻易地做一版下供弹甚至上供弹全向轮的单云台步兵作为哨兵的保底方案，只要原地陀螺并保持搜索自瞄即可。但是这还远不能最大化发挥当前哨兵的理论上限。

根据规则设定，哨兵在前哨站被击毁前将保持无敌状态，且允许自由行动。假使哨兵能从后场根据自动导航移动到前场保持火力压制，没有稳定命中的飞镖或远程吊射等超远距击打手段的队伍将难以突破哨兵的防线攻击我方前哨站。其 750 发的载弹量至少能保持 4 分钟的火力压制，且能保持自身的存活。

在防守端，哨兵在地面保持高速陀螺状态已经很难被快速击杀，如果能自动转移到一处高地巡逻区规避，将更难以被摧毁，并拥有更好的反击视野。

综上，我们认为哨兵在保证自瞄功能的基础上拥有稳定而高效的定位和自主导航功能将在战术层面带来极大的灵活性，更容易在局部场面制造优势。但是，为了保证其稳定运作，在调试阶段势必需要大量的测试和完备的行为树设计，加之最高权限的操作手控制，才能保证作为全自主运动机器人的哨兵机器人在场中相对安全的运动。

（二）工程职责专一化

在新的规则中，工程机器人取消了刷卡救援，新增了远程兑换复活、远程兑换血量等机制，另外银矿石的数量和价值也获得了加强。综上改动主要产生了两大影响：工程机器人的职责从多面手转向了单一的取矿机器人，只要获得足够量的经济便可以满足作战单位的大部分需求；由于银矿石的加强和兑换等级机制的存在，工程机器人之间在空接上的直接较量减少，增加了不同完成度的工程机器人之间的区分度，较弱的工程机器人也能获得一定的经济。

另一方面，如果想要在场上获取稳定的经济数量，银矿石加四级难度的兑换组合无疑成为最保险的选择，而空接的延续也使得吸盘机构继续保持其更优的地位。因此，我们认为工程机器人的最优设计方案基本可以确定为在底盘 XYZ 平移机构的基础上搭载吸盘机械臂，以

满足其复杂的取矿需求。

（三）大能量机关

在新赛季中，大能量机关的决胜意义依然，但是在抢夺激活方面加入了更多复杂的判定，归根到底可以总结为如下两个方面：一是精准的弹道，二是快速而精确的解算和预测。如果考虑到敌方的干扰，己方步兵最好能够实现在陀螺状态下激活大能量机关，这就对整体的发射精度也提出了更高的要求，包括机构的稳定性、云台控制的前馈等。

3.2 研发项目规划

3.2.1 英雄机器人

3.2.1.1 规则分析

与 2022 赛季相比，2023 赛季主要有以下改动与英雄机器人有关：

- (1) 新增加了在每场比赛的前三分钟对前哨站造成一定伤害获得经验的机制。
- (2) 缩小了起伏路段的分布面积，并增设了控制区及相关机制。
- (3) 新增加了原地复活、金币兑换复活、远程兑换可允许发弹量机制。

总体而言规则变化不大。作为场上唯一可以发射 42mm 大弹丸打出高额爆发性伤害的单位，英雄还是作为核心伤害输出而存在的，但是一些机制的增减和改变却给英雄机器人的策略带来了新的思路。具体而言，我们认为目前的规则导向给了英雄机器人两种截然不同的设计和战术思路。

（一）组织参与地面进攻

主动组织参与进攻的英雄机器人主要朝着灵活、轻快的技术方向发展，带领己方其他地面机器人组织大规模地面团战。通过击杀对方机器人拿下一血经验值奖励实现快速升级，随后继续通过击杀对方地面单位的方式稳固人数优势，或迫使敌方退出控制区从而降低前哨站装甲板转速，在步兵的掩护下在较近的距离安全攻击前哨站，不断扩大经验、人数和建筑物血量优势从而最终获得胜利。

新赛季的自动复活、远程兑换复活和远程兑换可允许发弹量机制给了英雄机器人更自由的发挥空间和更高的容错率，前三分钟击打前哨站的经验奖励和控制区机制也给予了主动出击的行为更多的奖励，而平衡步兵和具有强大火力的哨兵也将给英雄机器人施加更多的压力。

（二）远程吊射输出

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。

2023 赛季哨兵机器人机制的改变将使得自主能力强大的哨兵成为我方组织进攻的强力威胁，那么安全、快速地击毁敌方前哨站从而限制敌方哨兵行动的重要性也随之提高。另外，吊射点拥有非常开阔的视野和相对敌方机器人较为安全的距离，此外还有吊射点伤害奖励和经济奖励，如果能做到在远距离准确命中前哨站和基地，将获得极大的优势。

通过对两种方案的分析比较，结合目前战队英雄机器人研发进展情况和与其他车组整体配合情况，我们认为主要选择参与地面进攻的研发方向更适合当前队伍的现状。在此基础上，逐渐发展高精度命中的相关技术，以扩大赛场战术储备。

3.2.1.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
高机动性及高强度	速度快，重量轻，结构稳定，强度高，在尽量减重的前提下可以承受长时间的弹丸射击而不出现结构损坏；全车重量减轻至 20kg 左右；最好具有飞坡能力。	减小车体总重量，尽量 20kg 以下；尽可能降低各个转轴的转动惯量；合理设计铝合金结构管截面形状；用碳纤维板加强结构；利用有限元分析对碳板极致减重。
远射程及高命中率	仰角要达到最远射角 45° ，最好能到 67° 及以上；10 米距离弹道散布在小装甲范围内；Pitch 轴与 Yaw 轴要保持传动精度，尽可能减小虚位。	优化摩擦轮机械与电控参数；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。
射速稳定	不会超射速及明显掉速，弹速波动 $\pm 0.2\text{m/s}$ 左右；保证弹丸每次进入摩擦轮之前的位姿基本不变；摩擦轮对弹丸摩擦力与理想轨迹同向。	云台 PID 控制加入前馈，考虑温度反馈带来的影响；合理缩小进入摩擦轮之前的输弹管管径；提高摩擦轮的安装精度。
良好通过性	底盘尺寸小，尽量达到 $500\text{mm} \times 600\text{mm}$ ；使用自适应悬挂，以适应盲道以及更方便的上下坡。	采用新型自适应传动，节省空间同时减轻重量；合理排布底盘结构，电控缩减控制系统硬件体积。
优化功率方案	软硬件两级均实现精准控制，在不超功率的前提下实现对能量的最大化利用。	优化软件限功率方案，尝试不同算法；合理限制底盘行为；调节硬件参数；PCB 设计优化。
自动瞄准	1~5 米范围内稳定识别敌方装甲板并跟随预测，命中率 75% 以上，以具备良好的对地面单位进行输出的能力。	使用深度学习方案进行识别，利用基于卡尔曼滤波器的预测算法进行预测。
反前哨站	能够在 5~8 米对旋转装甲板进行稳定识别和打击，并能适应不同前哨站转速，命中率达到 75% 以上。	使用数学建模和卡尔曼滤波器两套方案进行前哨站运动建模。

功能	需求分析	设计思路
精准狙击	能够在英雄狙击点稳定识别前哨站或基地引导灯并精准测距，定点吊射命中率50%以上。	使用长焦相机和传统识别方案识别引导灯，锁定底盘进行稳定击打。

3.2.1.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	自适应悬挂	采用拉线自适应，追求更稳的底盘、更轻的重量和更小的体积。
	轮系	采用新版麦轮，更轻，有更好的跃障能力和机动性。
	Yaw 轴	快速拆卸更换设计，尝试使用 4310 电机，高扭矩以提高 Yaw 轴响应。
	云台	快拆设计，高度降低，重量降低。
	弹仓	合理布局拨弹轮，扩大弹仓，采用弹性材料消除弹仓卡弹点。
	输弹管路	采用整体件，减少卡弹点，避免出现卡弹情况。
电控	底盘功率	采用新型自研功率方案，优化软件限功率算法，修复硬件漏洞，保证稳定性和高机动性、爆发性。
	滑环优化	选择新滑环，降低云台高度。
	PID 前馈	Pitch 轴 PID 增加前馈，减小静态误差，减少系统复杂度。
	UI 优化	扣血检测提示，卡弹提示，机器人当前状态提示，优化操作手与机器人的人机交互，使操作手易于对机器人进行控制。
视觉	自动瞄准	通过头顶单目相机运行神经网络识别算法侦测全部可见的敌方装甲板并获得装甲板颜色标号和大小；利用基于卡尔曼滤波器的运动建模算法对目标运动状态进行建模，预测目标位置并解算击打点；视觉 PID 根据目标击打位置解算云台速度，通过 U 转 CAN 设备与电控通信控制云台。
	反前哨站	通过神经网络识别算法，识别敌方前哨站旋转装甲板并通过数学建模或卡尔曼滤波器解算前哨站装甲板运动状态，自动判断前哨站转速，根据前哨站运动状态选择击打时机并进行坐标解算，发送目标云台位姿。
	精准狙击	通过长焦相机运用传统识别发现敌方前哨站或基地引导灯，锁定底盘并发送目标云台位姿；运行操作手狙击模式按键微调云台位置。

3.2.1.4 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	9015 电机*1、4310 电机*1、3508 电机*4、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，连接并检查线路，学习底盘控制算法、修复代码问题。	4 周	
云台	GM6020 电机*1、3508 电机*2、陀螺仪、加工零件、主控、标准件。	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	设计云台结构并完成装配；学习云台硬件电路，完成云台的 PID 前馈优化，尝试选择最佳相机安装位置。	4 周	
发射机构	3D 打印件、板材、复写纸、红外电子靶、42mm 大弹丸若干、42mm 弹丸测速模块。	机械 1 人 电控 2 人	弹仓优化、弹路整体件设计、拨弹优化、防空弹逻辑编写、防卡弹逻辑编写，射速稳定改善。	整赛季	
自动识别	miniPC，高帧率工业相机，可供调试的完整机器人、短焦镜头等。	视觉 1 人 电控 1 人	完成神经网络识别算法的优化、研发稳定基本版本反前哨站算法、优化反前哨站算法，迭代反陀螺算法、各模块功能进行压力测试，寻找潜在问题并解决。	整赛季	

3.2.1.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
13° 坡、15° 坡、盲道、飞坡场地、下台阶段地及平地场地	测试英雄机器人在各种地形的运动和越障能力。
带有旋转装甲板及顶部装甲的前哨站	测试英雄机器人反前哨站以及吊射能力。
带有顶部装甲的基地	模拟远程吊射。

(二) 物资需求

设备	用处
3D 打印机	打印制作枪管、预制等来验证方案的可行性。
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。
装甲板等裁判系统	模拟进攻, 实战测试。
靶车	测试自瞄和反陀螺。
42mm 弹丸	英雄机器人弹丸散布测试。
舵机、2006 电机、弹簧等	预制新方案设计验证。
红外电子靶	弹道检测。

3.2.1.6 人力资源分析

英雄机器人作为主要输出单位, 无论是在发动进攻还是后方吊射都处于核心地位。在研发过程中的技术突破对人员的各种要求都很高, 本赛季队员需要不断进行技术突破和新技术的学习, 解决上赛季已有功能出现的问题, 拓展下赛季的关键技术, 与此同时, 做好对新队员的培训, 使队员尽快进入技术研发队伍, 做好传承工作, 防止技术断代。

技术组	姓名	主要工作
机械组	陈纳川	英雄机器人机械设计; 对设计的运动部分和结构部分进行合理性检验; 购买零件并进行车体装配; 配合电控组进行调试; 对测试过程中损坏的部分进行维护; 分析比赛需求与机械可优化部分, 对现有机器人进行迭代升级。
电控组	王超凡	英雄组组长, 探索并引进新技术, 思考技术突破点, 英雄机器人日常维护及新方案设计, 功率方案维护。
电控组	孙鹏程	设计并焊接电路板, 修理部分主控板以及设计功率板, 维护调整整车代码, 优化 PID 参数, 测试更加适合的底盘限功率方案。

技术组	姓名	主要工作
视觉组	黄永乐	维护并继续研发神经网络识别算法，减小远距离识别前哨站旋转装甲板误差；研发基于数学建模和卡尔曼滤波器的反前哨站算法，提高击打前哨站旋转装甲板命中率；优化反陀螺算法和英雄机器人发射逻辑，提高操作手手感；研发维护视觉狙击模块，保证远程狙击稳定性；维护英雄机器人视觉代码主仓库。

3.2.2 工程机器人

3.2.2.1 规则分析

相较于 2022 赛季，2023 赛季中工程的初始尺寸、最大伸展尺寸等并未作出改动，而是对经济体系、取矿、兑换、救援等机制作出了相当大的调整。

有关经济体系的相关改动中，增加了经济的使用途径：可以利用经济来多次呼叫空中支援，可远程购买弹丸发射次数，可直接通过经济换取机器人血量，甚至原地快速复活。此外，经济的获取途径也有所改动，移除了上赛季末的攻击前哨站旋转装甲的经济加成，增加了银矿石的数量。这些改动都使得经济成为影响比赛走势的重要因素之一，而团队经济的主要获取者——工程机器人，其取矿、兑换功能的稳定性更是至关重要。另外，由于新增了兑换首个金矿石的额外奖励，比赛双方对于第一个金矿石的争夺将变得更加关键，这也对工程机器人的空接能力、自动对位能力提出了更高的要求。

矿石获取方面，更改了金矿石掉落的顺序，第一批将只掉落一个金矿石，这将使得工程机器人之间的空接较量更加激烈。1、3、5 号矿石的最终落入资源岛槽中时将呈现为随机姿态，这使得吸盘的对位更加困难，同时也使得以机械臂为核心的执行机构获得更大的优势。另外银矿石数量的增加一定程度上保证了经济的获取，从而使得绝对经济压制的局面更少发生。

兑换方面，是本赛季最大的改动之一。兑换时工程机器人底盘将断电，机器人需要有更大的变形尺寸。增设了兑换等级，不同等级的兑换难度不同，获取的经济收益也不同，同时不同的兑换姿态也对机械臂的研发提出了要求，兑换槽的出现也使得吸盘相对于夹爪具有更大的便利。机械结构多自由度的设计、机械臂的控制和视觉对新兑换站的识别，都将变得更加困难。

救援方面，移除了刷卡救援机制，保留拖拽救援。英雄和步兵机器人均可以随时间流逝自动复活或兑换直接复活，部分降低了工程的任务压力。但是考虑到补给区的复活速度是原

地复活速度的 4 倍，救援结构仍需保留。

总之，新赛季中经济获取功能仍然是工程机器人的核心，并且将更加专注于该任务。一台性能优秀，取矿和高等级兑换都流畅自如的工程机器人能带给队伍巨大的作战优势和更高的容错率；而功能相对一般的工程机器人，也能通过兑换低等级矿石来保证经济收益，以此来保证队伍的基本发弹量需求。但要想充分发挥工程机器人的价值，多自由度的取矿、兑换尤为重要。

3.2.2.2 功能需求分析

（一）功能分析

一级功能	二级功能	机构	优势	问题
获取矿石	取矿机构	夹爪	1.有相关技术储备，设计难度低，功能实现较为稳定； 2.夹取迅速稳定，夹取力度大，矿石不易脱落； 3.夹爪上可加设矿石姿态调整机构（Pitch 轴翻转）。	1.夹爪会损失一定的尺寸，若从上方翻转会占用一定的空接高度，从下方翻出不利于矿石的储存； 2.对位难度高。
获取矿石	取矿机构	吸盘	理论上不存在空接尺寸损失，可在 1000mm 处直接获取姿态合适的矿石。	1.传统真空泵吸力小，不稳定，矿石可能脱落； 2.自研真空泵吸力强，但稳定性仍待测试； 3.需要将吸盘正对矿石表面，对位要求高。
		卷吸	可同时获取多个矿石，获取效率高。对位简单。	1.机构复杂，空间占用大； 2.控制复杂。
	升降	一级升降	机构简单，控制稳定，有多个赛季的技术经验储备。	一级升降行程小，在保证底盘性能的前提下很难达到 1000mm 的高度。
二级独立升降		1.机构简单且独立； 2.可达到 1000mm 的最大空接高度。	1.需要两套执行机构来分别控制两层的升降，控制复杂； 2.第二级的执行机构需要跟随第一级移动，占用了上层空间且线路排布难度加大。	

一级功能	二级功能	机构	优势	问题
		二级联动升降	1.执行机构少，空间占用小； 2.可达到 1000mm 的空接高度。	1.机构复杂，设计难度大，稳定性需要验证； 2.升降电机需要跟随第一级移动，增加了线路排布的难度。
	横移	一级横移	机构简单，控制稳定，已有多个赛季的经验积累。	1.横移距离小，只能辅助对位； 2.可能无法满足某些兑换等级的需求。
		二级联动横移	1.横移变形量大，可满足高兑换等级的需求； 2.可在 3 号矿位置通过横移来获取 2、4 号矿石。	1.机构复杂，空间占用大，车体重心高度上升； 2.未经过足够测试，机构稳定性未知。
	前伸	一级前伸	机构简单，稳定性好，理论上达到 500mm 的前伸距离。	前伸量过大时有轻微变形。
	小型机械臂	p-p-y-r 机械臂	1.构型相对简单； 2.取矿、存矿流程都相对合理、简洁。	1.损失了最大空接高度； 2.第一个 Pitch 轴关节电机力矩需求大。
获取矿石	小型机械臂	y-y-p-r 机械臂	1.构型相对简单； 2.空接高度损失小； 3.对第一个 Yaw 轴关机电机的力矩需求相对小。	取矿、存矿、兑换等流程复杂，需要配合横移实现。
	多轴机械臂	5、6 轴机械臂	自由度丰富，可完成各种姿态的兑换。	1.结构复杂，空间占用多，空接高度损失； 2.控制逻辑复杂； 3.对关节电机性能的需求大。
矿石存储	矿石存储方向	水平矿石存储	存矿机构可以和升降框一同运动，完成空接之后不需要降下升降框就可以完成存储矿石。	空间利用率较低，需要占用 400mm 以上的车内水平空间。
		垂直矿石存储	存矿稳定，上一赛季进行了一些测试，有研发经验。	1.空间利用率较低； 2.完成空接之后需要降下升降机构才能完成矿石存储。

一级功能	二级功能	机构	优势	问题
		倾斜矿石存储	车内空间利用率高。	矿石存储时姿态无法稳定，增加了翻矿时间，降低了效率。
	矿石抬升机构类型	升降平台	结构简单，稳定，不存在抬升矿石时发生的矿石姿态变化问题。	无法保持矿石姿态调整，第一个矿石的姿态会影响之后矿石的存储。
		摩擦轮滚吸	效率高，可以集成矿石翻转机构。	结构较为复杂，占用车内空间较大。
	矿石翻转	摩擦轮翻转矿石	1.转矿稳定； 2.相机观察视野好，易于自动姿态调整的开发。	机构较为复杂，增加了不稳设计和控制的不稳定性，但是可以和存矿机构整合设计。
		夹爪上安装翻转矿石电机	不需要单独设计机构，设计简单，安装方便。	1.对夹爪长度有要求； 2.降低了夹爪的咬合力，会影响夹取的稳定性； 3.不易安装相机，不易开发自动姿态调整。
	矿石兑换	移动平台	升降、前伸、横移 结构简单稳定，有多个赛季的经验积累。	机构自由度少，仅能兑换零、一、二级矿石。
		p-p-y-r机械臂	1.构型相对简单； 2.兑换流程相对合理、简洁； 3.可满足高兑换难度的需求。	1.损失了最大空接高度； 2.第一个 Pitch 轴的关节电机力矩需求大。
		y-y-p-r机械臂	1.构型相对简单； 2.空接高度损失小； 3.对第一个 Yaw 轴关机电机的力矩需求相对小； 4.可满足高兑换难度的需求。	取矿、存矿、兑换等流程复杂，需要配合横移实现。
		5、6轴机械臂	自由度丰富，可完成各种难度的兑换。	1.结构复杂，空间占用多，空接高度损失； 2.控制逻辑复杂； 3.对关节电机性能的需求大。

一级功能	二级功能	机构	优势	问题
救援	机械夹爪救援	钩爪式	1.结构简单; 2.对位较为容易。	只有一个自锁状态, 在通过盲道时产生的抖动可能会使其脱钩。
		夹爪式	不容易脱钩。	1.强度难以保证, 受力复杂; 2.机构较为复杂、对位难度受救援方和被救援方设计影响较大。
		索套式	1.对位简单; 2.救援结果稳定, 拖拽下基本运动都可以实现。	1.救援杆的高度越高, 救援越稳定, 可对位难度越高, 需要寻找设计上的平衡; 2.需要其他车设计救援杆, 增加了固连的可能性。
		可变形钩爪式	1.无需对位, 救援流程简易; 2.连接闭合, 拖拽时不会脱钩。	1.机构复杂, 空间占用大; 2.稳定性未经测试。

(二) 需求分析

根据上一小节中的分析, 我们结合上赛季的设计趋势和对本赛季规则的理解分析本赛季的需求, 并针对其提出设计思路。

功能	需求分析	设计思路
地形自适应性	能顺利通过赛场上 15° 的斜坡, 实现登上环形高地, 驱逐在环形高地上攻击哨兵的敌方步兵机器人。	设计自适应悬挂底盘。底盘高度可适当降低, 以此降低底盘重心, 降低工程机器人在快运动时的翻车概率。
取矿	本赛季第一个兑换的金矿石有额外的经济收益, 空接显得尤为重要。空接高度每高 1mm, 就能在前期获得更大的经济优势。因此需要在不影响大资源岛和小资源岛取矿的前提下获得 1000mm 的最大升降高度。	综合考量机构所占用的空间和控制的复杂性, 我们决定采用联动式二级变形机构, 采用单个电机带动的联动式两级抬升机构, 实现从 600mm 到 1000mm 超大抬升。
	传统夹爪研发难度较低, 但是上限较低; 吸盘空接高度高, 在空接时可以获取极限的空接高度, 上限很高。	我们将设计小型机械臂和吸盘结构, 从而获得 1000mm 的空接高度, 在空接中获得更大的优势。并且机械臂拥有更多的自由度, 可完成不同姿态矿石的获取。

功能	需求分析	设计思路
	分析本赛季规则，兑换时底盘断电，但高等级兑换难度下任然需要 510mm 的横移量；考虑到兑换站额外有 rpy 角，需要完成各种情况的兑换共需要 910mm 的横移量。	为了满足高等级的兑换要求，我们将设计一款二级横移机构，实现 910mm 以上的左右双向横移行程。
	矿石识别和辅助吸取。	通过深度相机进行识别与抓取辅助。在矿石掉落至合适位置时发出抓取信号，快速、准确地吸取矿石；并识别槽内与掉落在地上的矿石，控制升降和机械臂，辅助吸取并放入存储机构。
矿石兑换	本赛季的兑换分成了不同的难度，高等级的兑换除了 xyz 轴的需求之外，还增加了 rpy 角的需求，因此需要设计能满足各种兑换情况的小型机械臂配合升降、横移完成兑换。	设计一款 y-y-r-p 构型的小型机械臂，在不损失空接高度的前提下，能完成各种矿石 rpy 角度的调整，并配合升降、横移机构完成兑换。
矿石存储和姿态调整	由于掉落到地面上的矿石姿态未知，因此需要设计一个机构，可以同时兼备矿石存储和矿石 Pitch、Roll 轴姿态的调整。同时尽可能使矿石姿态调整方便进行自动化处理，方便设计矿石姿态自动调整。	设计两组垂直的摩擦轮，实现矿石的上下运动。同时通过这组摩擦轮还可以实现矿石姿态的翻转。
	为了增加矿石姿态调整的效率，我们可以在没有操作手参与，不占用操作手精力的条件下自动的完成矿石翻转。	设计车体内部进行矿石姿态识别和旋转翻面的机构。在该结构内首先识别 R 标或者矿石的矩形和梯形相关位置，从而确定矿石的相对姿态，然后根据姿态进行翻面使二维码朝下。
	获取矿石之后还需要兑换成功才能获取金币，因此兑换矿石的流程也是工程机器人设计所需要考虑的重要一环。	在完成姿态调整后，通过摩擦轮将矿石抬升至存储机构的最高位置，使用夹爪或吸盘将矿石送入兑换窗口。

功能	需求分析	设计思路
救援	使用结实可靠的钩爪将英雄和步兵拖拽回补给区复活。	配合步兵机器人和英雄机器人底盘进行设计，对不同的救援机构进行测试，实现机构稳定性和对位效率的最优解。同时设计自动触发装置，降低对位要求，提高救援效率。

3.2.2.3 改进方向

(一) 机械

改进对象	改进内容	期望效果	较之前的优势
取矿机构	设计 y-y-r-p 构型的小型机械臂。	可在 1000mm 高度完成空接。	达到理论的最大空接高度。
	改进并测试吸盘机构	实现对矿石的稳定吸取并不以脱落。	获得 1000mm 的空接高度，且吸盘吸力更强，更有利于争夺金矿石。
升降机构	使用二级联动升降。	保证在未变形时和变形后都能横移，同时获得 1000mm 的最大变形尺寸。	能获得 1000mm 的最大空接高度。
横移机构	使用二级联动横移机构。	取矿时能有保证有更大的自动对位容错，并协助机械臂完成兑换。	兑换底盘断电时也可通过大尺寸横移满足不同等级的兑换需求。
存矿机构	设计兼顾翻矿和存矿的矿石存储机构。	在保证能对矿石 Pitch 轴和 Roll 轴姿态进行调整，同时使用该组摩擦轮实现矿石垂直升降。	设计垂直存储，防止矿石姿态改变；集成姿态调整功能，同时实现对 Pitch 轴和 Roll 轴姿态的调整。
底盘悬挂机构	设计独立、稳定的拉线自适应悬挂机构。	能够在盲道、坡路上有更好的抓地力和自适应能力。	避免独立悬挂在上坡、通过盲道时个别轮悬空而导致的动力不足，方向不可控等问题。
钩爪救援	设计可靠的单自由度救援。	与步兵和英雄机器人相适配，保证在下坡时和盲道上不脱钩。	避免在盲道上救援时存在虚位而导致脱钩，降低对位难度。
整车重量	降低整车重量，尽量配置在中心靠下的位置。	合理分配各机构的位置和重量，避免在行进过程中急刹车导致翻车。	降低重心，降低翻车的可能性。

改进对象	改进内容	期望效果	较之前的优势
图传位置	合理设计图传位置，使在没有自动对位，只凭操作手视角即可实现高效对位。	设计后置桅杆式图传，实现操作手“第三人称取矿”。	操作手操作更加方便，降低因自动对位失效导致的损失；同时视野更宽广，更利于获取战场的信息。

（二）电控

改进对象	改进内容	期望效果	较之前的优势
矿石抓取机构解算	采用灵活度更高的机械臂，实现机械臂的解算流程。	至少兑换任意三级矿。	对于新兑换站的构型有较好的适应性，保证队伍的经济来源。
自动流程	进一步优化自动流程，改善操作手体验，增加稳定性，减少异常退出引发的错误。	迅速稳定的完成取矿、存矿、翻转、兑换等一系列流程。	减少由于场上出现的突发状况造成的时间浪费，加快出抓取兑换矿石速度。
控制策略	尝试前馈和非线性 PID，新的电机同步方式，优化机构控制。	机构控制更快，更精准。	大大增加了自动流程流畅度。
新的关节电机	采用双编码器，扭矩更大，走线方便。	实现机械臂的功能。	克服 3508 重量大，扭矩相对较小，不适宜用作关节电机的缺点。
更改控制流程	优化与操作手人机交互，优化键位，完善客户端的自定义 UI，显示状态，对于机械臂控制尝试新的操作方式。	操作手更易操作机器人，人性化显示机器人状态。	优化操作手体验。
通信优化	使用队列的思想，优化总线上发包的策略。	减少丢包、堵包、总线错误带来的控制问题。	控制更流畅，出现故障的概率更少。

(三) 视觉

改进对象	改进内容	期望效果	较之前的优势
矿石识别	通过深度相机进行识别与抓取辅助。在矿石掉落至合适位置时发出抓取信号，快速、准确地抓取矿石；识别槽内与掉落在地上的矿石，控制升降和抓取机构，辅助抓取并放入存储机构。	调节深度相机的 SDK 使之能在赛场灯管混乱的情况下稳定识别，可以通过整个矿石矩形或者四周角点进行识别。为了识别的鲁棒性，本赛季使用深度识别和传统识别融合的方式识别矿石。	重新开发 RealsenseSDK 提高在赛场的稳定性。传统识别和深度识别相结合，在赛程上增加可选择性。
矿石姿态调整与存储兑换	设计车体内部进行矿石姿态识别和旋转翻面的机构。在该结构内首先识别 R 标或者矿石的矩形和梯形相关位置，从而确定矿石的相对姿态，然后根据姿态进行翻面使二维码朝下。	利用模式识别或者深度学习的方式识别当前姿态。	通过两种识别算法识别矿石姿态。
兑换站识别	根据兑换站的四个特征角点识别当前兑换站的姿态，解算兑换站姿态。	使用传统识别思想稳定识别。为了避免出现兑换站出视野而影响识别，所以应考虑三特征点识别的情况等。	较以往使用了更多的识别标准，减少误识别率，同时新版识别软件摆脱了对 Realsense 深度筛选的依赖，使工程兼容多种相机，提高赛场上的应对突发状况的能力。
相机驱动	重构深度相机的驱动，解决上赛季无法实现曝光异常，读图掉线问题。同时增加对 UVC 相机的兼容，便于应对深度相机出现异常情况。为了避免兑换站整体超出相机视野情况，本赛季拟在工程机器人上增加 UVC 小相机，辅助识别。	在场上激烈的运动中保持相机在线。同时保证在近距离兑换时能够实现多个相机同时识别，避免兑换站超出视野等无法识别情况。在视觉状态机出现部分相机掉线的情况下仍能通过余下相机进行识别。	新版深度相机驱动和多相机融合使用将提高赛场上的应对突发状况的能力。

改进对象	改进内容	期望效果	较之前的优势
空接	在资源岛相应的灯闪烁的时候提前预知，控制底盘或者横移夹爪进行对位到即将下落的矿石下方。并通过矿石的位置进行微调。	识别闪烁的灯并输出对应位置。	本功能在上赛季已经实现。
路径规划	通过深度相机获得工程的点云信息，通过点云进行路径规划。	开局7秒工程自动移动到资源岛。	该功能将在上述功能完成的情况下进行开发，该功能将大大提高操作手赛场上空接抢夺矿石的成功率。

3.2.2.4 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	资金评估
底盘	M3508 电机*4、 麦克纳姆轮*4、 3D 打印件、铝材、 板材、标准件。	机械 1 人 电控 1 人	设计底盘结构，进行部分材料的加工，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	
升降	M3508 电机*2、 3D 打印件、铝材、 板材、标准件、 滑轨滑块。	机械 2 人 电控 1 人	设计升降结构，完成升降机构的装配；完成升降机构的走线和保护；学习并编写适合本赛季机器人的二级升降代码；测试二级升降模块。	3 周	
前伸	M3508 电机*1、 3D 打印件、铝材、 板材、标准件。	机械 1 人 电控 1 人	设计前伸机构并完成装配；学习上赛季升降模块的代码结构，并基于上一赛季代码改写出适合本赛季升降模块的控制代码，完成走线；解决前伸线材保护和走线问题。	2 周	
横移	M3508 电机*1、 3D 打印件、铝材、 板材、标准件。	机械 2 人 电控 1 人	设计二级横移机构，完成横移模块的装配；学习横移代码，设计编写二级横移控制代码；完成横移模块的走线和保护；测试并修复代码问题。	3 周	

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金评估
存矿翻矿	M2006 电机*2、3D 打印件、铝材、板材、标准件、大摩擦皮筋、Realsense 深度相机。	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	设计二自由度转矿机构，并完成转矿模块的装配；完成转矿模块的走线和线材保护；编写二自由度转矿机构控制代码并测试；利用深度学习或模式识别来识别矿石的 R 标或二维码，完成矿石姿态调整。	4 周	
小型机械臂	4310 电机*4、3D 打印件、铝材、板材、标准件、自研真空泵、吸盘。	机械 2 人 电控 2 人 视觉 1 人	确定机械臂构型，完成 4 轴机械臂结构设计，并完成装配；学习机械臂仿真算法并编写机械臂控制方案；完成走线，进行机械臂的调试和路径规划；利用模式识别或深度学习来识别兑换站位姿，并将矿石调整到合适的姿态。	6 周	
救援	3D 打印件、铝材、板材、标准件、滑轨滑块、微动开关、步兵机器人、英雄机器人。	机械 1 人 电控 1 人	设计救援机构并完成装配；完成救援机构控制代码编写。	2 周	
自动流程	完整功能的工程机器人、大资源岛、小资源岛、兑换站。	电控 1 人 视觉 1 人	设计大资源岛、小资源岛、兑换站、空接状态机并完成测试；进行大量整车测试，发现问题并及时改正。	8 周	

3.2.2.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
有状态指示灯和自动释放装置的大资源岛，小资源岛。	测试工程机器人采矿性能和稳定性。
具有多个自由度的兑换站，并完全模拟官方灯效。	测试工程机器人兑换自动流程的性能和稳定性。
30° 坡道、35.5° 坡道、17° 坡道、盲道。	测试工程机器人救援步兵和英雄机器人的能力。

(二) 物资需求

物资	用处
3508 电机	底盘电机，升降、前伸、横移电机。
2006 电机	转矿电机。
4310 电机	机械臂关节电机。
装甲板、电源管理灯裁判系统	裁判系统，满足检录要求。
真空泵	吸盘方案产生负压吸取矿石。
吸盘	吸盘方案吸取矿石。
Realsense 深度相机	取矿对位。
障碍块	测试障碍块搬运性能。
金银矿石（至少三个）	测试取矿性能。
麦轮四个	底盘轮系。
机械零件若干	整车机械结构。
线材若干	机构通信和供电。

3.2.2.6 人力资源分析

工程机器人在本赛季中仍是获取经济、辅助救援的核心单位。其对矿石的获取、兑换有着至关重要的作用。本赛季需要现有队员消化吸收工程机器人的研发流程，且进行各个方向的模块测试，为中期视频和之后整车的开发做好技术积累。

(一) 机械组

工程机器人机械结构设计，对设计机构进行答辩审核，购买零件并进行车体装配；配合电控组进行测试，对测试过程中损坏的部分进行维护，分析机械问题并提出解决问题进行迭代。

(二) 电控组

电路板设计，原件采购、电路板焊接；控制代码编写、维护改进优化及整车测试。编写工程机器人键位和自动流程状态机。

(三) 视觉组

识别矿石位姿，实现自动对位、自动姿态调整等。

技术组	姓名	主要工作
机械组	高世宇	开发工程机器人底盘、横移、升降、前伸机构和小型机械臂等。
机械组	柏忠卫	技术指导，开发工程机器人的转矿机构。

技术组	姓名	主要工作
电控组	王浩柠	编写工程机器人底层模块状态机、机械臂控制模块。
视觉组	侯博森	识别矿石位姿，实现自动对位、自动姿态调整等。

3.2.3 步兵机器人

3.2.3.1 规则分析

与 2022 赛季相比，2023 赛季主要有以下改动与步兵机器人有关：

- (1) 缩小了起伏路段的分布面积，并增设了控制区及相关机制。
- (2) 增加了原地复活、金币兑换复活机制。
- (3) 允许预装 17mm 弹丸，并增加了远程兑换弹丸机制。
- (4) 在每场比赛的前三分钟提高了 17mm 弹丸对前哨站的伤害，并且增设了在此期间对前哨站造成一定伤害获得经验的机制。
- (5) 大小能量机关激活收益调整。

具体地分析，首先，步兵机器人的经验值除了之前的自然增长、击毁和助攻等，还可以通过击打前哨站和小能量机关获得经验，在地面攻防未产生击毁时也可以升级；而原地复活和初始金币的增加使得步兵机器人在比赛初期的战斗变得更为频繁，前期的战术安排也更为多样，经验获取也更为重要。同时远程兑换等机制也对步兵机器人的载弹量提出了一定要求，下供弹的设计重新列入考虑范围。其次，小能量机关激活后想要利益最大化，就要积极发动进攻以获取更多的经验值。由于激活大能量机关时候的击打精准度决定着激活后的收益，也为了避免本方激活后被对方反超，发射和解算的精度应当尽可能提高。最后，步兵作为场上最主要的对敌作战单位，要发挥它的灵活性，适应不同路段，同时增加操作手舒适度。

我队普通步兵机器人现存在两个设计方向分支：其一负责近身作战，其二负责精准激活能量机关。对于前者，我们将优化其机动性能和操作手感，具体包括缩减底盘尺寸和重量、提高底盘效率和功率控制、使用单目相机和深度学习识别方案以最大化其中近距离交战能力。对于后者，我们将优化其云台控制方案，开发新的射速控制和云台前馈控制方案，使用更精准的双目测距和更优的数据解算方法，以达成快速、准确的激活能量机关的同时保持小陀螺旋转确保自身安全的目的。二者略有区别，但大多数技术方案均可通用，场上亦可临时交换职责。

总体而言，新赛季对步兵的改动不算大，最突出的一点还是在于拥有了更多获取经验的途径。赛场上，操作手要抓住这一点制定合适的策略快速升级，为团队快速取得优势。

3.2.3.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
灵活移动	缩减底盘尺寸，将常规步兵的底盘重量控制在 14kg 以内。经过盲道和越障时，云台抖动小。	通过使用 HEXROLL 麦轮减小悬挂占用空间。调整空间布局以减小整车质量，使用不同劲度系数的弹簧以保证车体在变速运动时的稳定性及对不同路况的适应性。
精确射击	7 米弹道散布一块小装甲内，射速稳定，22Hz 以上射频。	优化摩擦轮、预置等，以对远距离目标精准射击；更改拨弹盘出弹口结构，以提供高速且稳定的射频不卡弹。
射速稳定	不会超射速，也不会出现明显掉速，射速稳定在合理区间	采用温度反馈方案，利用摩擦轮电机回传的温度，并拟合温度-摩擦轮转速曲线。
功率控制	对不同功率上限的精准功率控制，不烧功率板。	优化限功率算法，合理控制底盘，完善底盘控制代码。继续推进功率控制板的研发及优化。
精准响应	提高云台的响应速度和精准度，避免在陀螺旋转时出现稳态误差以影响自瞄位置。	通过增加云台控制前馈并设计更准确的控制模型以替代 PID 调参的传统方法，达到更精准的控制效果。
自动瞄准	7 米范围内稳定识别敌方装甲板，对敌方运动模式进行估计和预测。	使用传统识别和深度学习两套方案，侦测敌方灯条，进行匹配和数字识别筛选出目标；对目标装甲板运动建立 CA 模型，利用卡尔曼滤波器估计并预测击打点。
反小陀螺	在敌方小陀螺状态下实现预测和打击。	通过整车建模对敌方装甲板位置进行记录，并预测装甲板位置。
能量机关激活	能够稳定识别能量机关，在陀螺状态下 4 秒之内激活能量机关。	通过传统识别检测扇叶并使用双目测距以获得更精准的测量数据，采用多参数拟合三角函数等方法去尝试求解目标角度的精确方程。

3.2.3.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	底盘	重新设计防撞框导轮，防止飞坡时防撞框触地。重新设计整车框架，通过压缩整体布局在原本尺寸上进行缩减，进而减小整车质量。需要测试新底盘各个部位的结构刚性是否能够满足比赛强度。

组别	改进对象	改进内容
	轮系	重新设计轮系结构，采用比原本轮系重量更轻更小的 HEXROLL 麦轮，减小簧下质量，提高越障能力，减少空间占用。寻找轮系铣件出图时的合适公差，形成稳定可靠的标准。
	Pitch 轴	尝试使用 4310 电机，设计合适结构保证电机同轴度。
	云台	设计新版云台结构，合理利用云台相机两侧空间，满足电控走线要求。缩短云台长度，减轻整体质量。
电控	底盘功率限制	优化限功率算法，保证机动性并继续推进功率控制板的研发及优化。
	滑环优化	取消滑环 KF 端子使用，滑环直接焊 XT30 端子与集线板相连。
	射速优化	采用温度反馈控制摩擦轮转速，从而使射速稳定在更小的区间。
	云台控制优化	优化 Pitch 轴限位方式，增加 Yaw 轴和 Pitch 轴控制前馈，减小因重力，摩擦等引起的稳态误差。
视觉	自动瞄准	优化装甲板单目测距，提升远距离识别的精准度；改良深度学习算法，提高深度学习模型的精准度。
	能量机关激活	优化传统识别的逻辑与算法，同时寻找新的能量机关转动方程的解算方案，提高对于目标方程参数解算的精度，尤其是角频率分量。

3.2.3.4 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	GM6020*1、3508*4、加工件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 2 人	底盘结构，完成底盘装配，设计底盘电路，编写底盘控制算法	4 周	
云台	GM6020*1、4310*1、3508*2、2006*1、陀螺仪、加工零件、标准件、相机、miniPC	机械 1 人 电控 2 人	设计云台结构并完成装配，设计云台硬件电路，完成云台的 PID 控制算法的编写和优化。	4 周	
发射机构	3D 打印件、板材、复写纸、17mm 小弹丸若干、17mm 弹丸测速模块	机械 1 人 电控 2 人	设计发射机构测试摩擦轮各方案摩擦轮电路控制。	整赛季	

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	资金预估
自动瞄准	miniPC, 高帧率工业相机, 可供调试的完整机器人、短焦镜头等	视觉 1 人 电控 1 人	熟悉装甲板识别、控制代码, 有参数整定的经验。	整赛季	
能量机关识别	可供调试的完整机器人、能量机关场地、17mm 弹丸若干、miniPC 等	视觉 1 人 电控 1 人 机械 1 人	了解基本图像处理算法、常见的信号处理方法, 能够及时发现并解决测试过程中出现的问题。	5 周	

3.2.3.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
30° 坡道、35.5° 坡道、17° 坡道、盲道	测试步兵机器人在各个地形的运动和越障能力。
具有保护的飞坡测试场地	测试步兵机器人飞坡性能。
能量机关	模拟能量机关击打。

(二) 物资需求

设备	用处
3D 打印机	进行机器人上的塑料零件的制造。
小型 CNC 雕刻机	进行机器人上金属加工件、金属板材和碳纤维板材的制作。
激光切割机	进行机器人上亚克力等板材的制作。
靶车	测试自瞄性能。
17mm 弹丸	弹丸散布测试。
各类必需工具, 如复写纸、各种用于加工的	解决后续装配和维护过程中出现的问题。

原材料	
红外电子靶	弹道检测，直观化步兵的弹道散布。

3.2.3.6 人力资源分析

步兵机器人在比赛中的任务和要求与以往基本没有变化，但是对我们战队而言仍然存在提升的空间，需要车组成员们再接再厉，继续提升步兵机器人的性能，使其在赛场上拥有更好的表现。

（一）机械组

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。

（二）电控组

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。

（三）视觉组

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
机械组	任午豪	完成步兵机器人的结构分析和设计，完成零件的加工和装配，并负责步兵后续调试过程中的维护工作。
电控组	唐彦科	完成机器人电路板设计、元器件采购及后续焊接和维护；优化机器人控制和解算算法。
电控组	薛亚鹏	普通步兵调试，维护与功能优化改进。
视觉组	陈昕萌	步兵组组长，协调全组工作，同时维护步兵视觉代码。
视觉组	赵子豪	优化大能量机关运动方程解算方案。

3.2.4 平衡步兵机器人

3.2.4.1 规则分析

与 2022 赛季相比，2023 赛季主要有以下改动与平衡步兵机器人相关：

- (1) 限制了平衡步兵机器人的上场数量。
- (2) 缩小了起伏路段的分布面积，并增设了控制区及相关机制。
- (3) 增加了原地复活、金币兑换复活机制。
- (4) 允许预装 17mm 弹丸，并增加了远程兑换弹丸机制。
- (5) 在每场比赛的前三分钟提高了 17mm 弹丸对前哨站的伤害，并且增设了在此期间对前哨站造成一定伤害获得经验的机制。

上场数量的限制封锁了多平衡步兵机器人的属性压制策略，对平衡步兵机器人的单兵作战能力和战术运用提出了更高的要求。对于后四条，由于场地和机制多个方面的变化使得比赛前期的对抗性和节奏加快，而平衡步兵因其具备云台和底盘的规则性能优势，所以使平衡步兵更加倾向于参与地推作战，而非远距离的站桩侦查和防守，因此我们可以暂时不考虑使用平衡步兵激活能量机关，而是注重其运动稳定性、灵活性以及其自瞄性能。

另外，由于平衡步兵发射机构自带 50% 额外冷却属性，我们认为射速加点是最适合平衡步兵机器人的发射机构属性，因此应主要以该属性参数为准进行设计和调试。

而由于平衡步兵机器人因其机构和技术特点并不擅长地面单位的直接混战与对抗，所以需要使其具备灵活转移能力和良好的地形适应性。相比于 2022 赛季研发的轮式平衡步兵机器人，本赛季我们选择了姿态多样、适应性更强的轮腿式设计来满足我们的战术需求。

3.2.4.2 功能需求分析

（一）平衡机器人特性分析：

核心参数	符号	具体影响
质心与地面接触点的距离	l	l 越大，则产生的驱动力越大，机器人加速与减速就越快，运动能力越强，但同时控制的裕度越小，越难实现稳定可靠的控制。
地面接触点与车体前沿的最大角度	α	α 越大，则产生的驱动力越大，机器人加速与减速越快，运动能力越强，但同时倒地后重新起立所需要的扭矩越大，越容易造成前后倾倒翻车。
车体质量	m	车体质量与平衡步兵机器人的整个控制过程和参量有着不可分割的关系。

(二) 技术方向分析:

技术方向 1	普通轮腿式平衡步兵机器人
优势	1.控制简单; 2.有着大量的开源资料, 便于学习; 3.学习成本较低。
劣势	1.此方案下平衡步兵无法主动调整接触角和地面接触点, 在运动中会产生前俯和后仰; 2.不具备横移能力; 3.在操控时的加速与减速中产生的前俯和后仰会给操作手带来巨大的操作负担。
分析结论	1.普通平衡步兵的控制方式实际是其他类型平衡步兵机器人的子集, 在完成其他平衡步兵机器人的研发的基础上可以比较容易的将技术迁移至普通平衡步兵机器人上; 2.因此本赛季我们不将研发的核心放在普通平衡步兵机器人上。

技术方向 2	质量块轮式平衡步兵机器人
优势	1.运动能力强大; 2.没有像轮腿机器人那样巨大的关节电机和腿本身的质量, 经济并高效; 3.通过调整质量块的位置, 可在一定程度上使机器人在加速与减速时不发生前倾和后仰。
劣势	1.质量块想要发挥更大的作用需要使用更大质量的质量块和更长的运动行程。对于平衡步兵机器人而言是难以实现的; 2.同时它也不具备如轮腿机器人所具备的主动悬挂滤震, 通过变形、跳跃等功能实现战略价值的功能。
分析结论	投入全部精力研究此技术方向对我们而言并非一个明智的选择。

技术方向 3	共轴麦轮式平衡步兵机器人
优势	可以给机器人带来横向移动的能力。
劣势	在横向运动时极易被盲道阻挡； 由于麦轮的结构导致转动过程中与地面接触时不平滑的，这导致控制由些许离散，与普通平衡步兵相比平衡控制更加不平滑。
分析结论	这类平衡步兵机器人不在我们的考虑范围内。

技术方向 4	轮腿式平衡机器人
优势	1.可以使用腿来配置轮子与地面的接触点，在不改变机器人重心和车体与地面倾角的前提下可以实现极强的运动能力； 2.通过控制腿长，可以实现主动悬挂滤震、跳台阶、稳定下台阶和飞坡等功能； 3.哈尔滨工程大学关于轮腿平衡步兵机器人控制算法的开源大大降低了轮腿平衡步兵机器人的研发难度。
劣势	轮腿机器人控制器过于复杂。
分析结论	本赛季我们决定将平衡步兵机器人的研发重心放在轮腿式平衡步兵机器人上。

根据以上的分析，我们结合上赛季的设计趋势和对本赛季规则的理解分析本赛季的需求，并针对其提出设计思路。

功能	需求分析	设计思路
精准射击	7m 弹道散布在一块小装甲以内，射速稳定，射频达到 22Hz 以上。	进一步优化枪管设计，以实现远距离目标精准射击；改善拨弹盘与枪管连接部分的结构，以提供高速且稳定的射频。
快速移动	简化结构，缩小机器人体积，将底盘重量控制在 14kg 以内。	舍弃电机并联轮腿的方案而采用电机串联轮腿，缩小车体体积，合理化布局底盘结构，减少冗余用材。
根据需要进行变形	需要有合理的连杆设计来使机器人拥有足够的变形尺寸，以实现跳跃台阶、站立等功能。	结合电控的控制和解算算法，使用基本力学和运动学原理，对连杆参数进行计算，求取最优值作为轮腿连杆的参数。
自主瞄准		
反小陀螺		
能量机关激活		
与步兵机器人一致，可参考第 3.2.3.2 节。		

3.2.4.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	Yaw 轴	减小 Yaw 轴模块体积和旋转半径，简化设计，进一步使零件减重孔合理化，在保证 Yaw 轴强度的基础上进行轻量化设计。
	云台	调整云台构型，提高空间利用率，减小云台重量和体积以减小转动惯量。同时优化弹舱开关等设计细节和细小机构。
	轮腿连杆	优化计算方法，不断计算、测试和迭代，直至寻找出两岸参数的最优解。同时优化连杆的连接和排布设计，简化结构。
	底盘	选择适配于电机串联轮腿式平衡步兵机器人的底盘结构，保证稳定的基础上进行最大化结构简化。
电控	控制算法	底盘采用 LQR、vmc 等算法，实现优雅精准的轮腿控制，适应飞坡、盲道等多种场景；云台 Pitch、Yaw 轴控制算法中加入前馈控制，使运动过程中云台更平稳，给视觉的辅助瞄准及能量机关算法平台更加稳定；射速控制中引入温度、反馈等因素，使射速更为稳定，射击更加精准。
	操作手 UI	重点着眼于人机交互性与赛场体验性，使操作手自如发挥，更方便地了解自身状态及场内信息。
	底盘功率控制	优化功率限制代码，实现能量高效利用，保证机动性，提高战场生存能力。
	底盘控制硬件集成优化	将数控电源、继电器统一为功率板模块，提高底盘硬件集成度，减轻步兵重量。
	滑环模块化	取消 KF 端子连线，将滑环线连接方式改为插线连接，使滑环线独立于滑环板，减轻拆滑环的难度与工作量。
	走线与模块连接	设计统一的走线规范，便于排查问题，同时减轻走线难度，节约工时。
视觉	能量机关激活	在能量机关击打方面，平衡步兵应承担部分相关功能实现与调试，在识别准确度，弹丸弹道精确度方面做更多调试。
	自主瞄准	在攻击敌方机器人方面，高射速带来更远的击打范围，这对视觉远距离识别的准确度提出了挑战，在设计调试识别功能时应优化小目标的检测能力，以充分利用平衡步兵性能优势。

3.2.4.4 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	资金预算
底盘	GM6020*1、MG8016*4、MS9025*2、加工零件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 2 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。	3 周	
云台	GM6020*1,3508*2,2006*1,陀螺仪、加工零件、标准件、相机、miniPC	机械 1 人 电控 2 人	设计云台结构并完成装配，设计云台硬件电路，完成云台的 PID 控制算法的编写 和优化。	4 周	
发射机构	3D 打印件、板材、复写纸、17mm 小弹丸若干、17mm 弹丸测速模块	机械 1 人 电控 1 人	设计发射机构，测试摩擦轮各方案，进行摩擦轮电路控制。	整赛季	
轮腿连杆	板材、标准件、加工件、GM6020*2，测试平台	机械 1 人 电控 2 人	具备力学和运动学的基础知识，具备一定的计算能力，能够对参数进行计算优化。	2 周	
自动识别	miniPC，高帧率工业相机，可供调试的完整机器人、长焦镜头等	视觉 1 人 电控 1 人	熟悉装甲板识别、控制代码，有参数整定的经验。	整赛季	

3.2.4.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
30° 坡道、35.5° 坡道、17° 坡道	测试平衡步兵机器人的爬坡能力和复杂地形的姿态稳定性。
有保护功能的飞坡测试场地	测试平衡步兵机器人飞坡性能。
盲道	测试平衡步兵机器人的主动悬挂性能。

(二) 物资需求

设备	用处
3D 打印机	进行机器人上的塑料零件的制造。
小型 CNC 雕刻机	进行机器人上金属加工件、金属板材和碳纤维板材的制作。
激光切割机	进行机器人上亚克力等板材的制作。
靶车	测试机器人自瞄性能。
17mm 弹丸	用于发射机构的测试和其他日常测试训练。
各类必需工具，如复写纸、各种用于加工的原材料	解决后续装配和维护中出现的问题，用于零件的制作。
红外激光电子靶	用于弹道散布的测试。

3.2.4.6 人力资源分析

相较于 2022 赛季所研发的轮式平衡步兵机器人，本赛季计划研发的轮腿式平衡步兵机器人在各方面都有较大的技术难点，但其在功能和性能上都具有巨大的优势，需要也值得投入较多精力进行研发，因此需要负责的同学具有较强的责任心、学习能力以及对待设计具有严谨的态度。在团队条件允许的情况下，建立合理的人员架构，保证技术的更新和传承。

(一) 机械组

需要结合电控的控制算法和基本力学和运动学原理进行轮腿结构的计算和设计，求解最优方案，同时设计平衡步兵机器人整车的设计和迭代，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。

(二) 电控组

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，完善平衡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。

(三) 视觉组

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。

技术组	姓名	主要工作
机械组	韩显焯	负责平衡步兵机器人的整体设计、迭代和维护工作，负责轮腿结构的研发、计算。

技术组	姓名	主要工作
电控组	王俱博玺	负责平衡步兵的研发和新技术的实验，统筹组内的进度安排和其他事务，调试和维护平衡步兵。
电控组	高婷婷	调试平衡步兵试验车，测试平衡步兵基本原理，编写平衡步兵的驱动程序，测试新设备。
电控组	钱卫	学习控制及相关原理，协助组内成员调试平衡步兵。
视觉组	王云飞	负责平衡步兵视觉功能调试与维护。

3.2.5 哨兵机器人

3.2.5.1 规则分析

与 2022 赛季相比，2023 赛季的哨兵机器人规则有了较大的变更，主要体现在以下几个方面：

- (1) 哨兵的活动范围由原来的轨道改为了巡逻区，并且在前哨站被击毁之前可以离开巡逻区，只需在前哨站被击毁之后的 10 秒之内返回巡逻区则不会造成虚拟护盾的损耗。
- (2) 底盘功率提升至 150W，高于普通步兵。
- (3) 17mm 发弹上限由 500 提升至 750，并且仍然可以拥有两个发射机构，热量上限下降至 240，每秒冷却值下降至 80。
- (4) 缩小了起伏路段的分布面积。
- (5) 哨兵在初始尺寸限制 700mm*700mm*700mm 的基础上，最大可变形尺寸可达 800mm*800mm*800mm。

活动范围的扩大赋予了哨兵机器人更大的作用，在技术实力下允许的情况下哨兵可以在己方前哨站被击毁之前大范围地移动，辅助其他机器人的战斗。在前哨站被击毁之后，虽然哨兵绝大多数时间必须在巡逻区内移动，但相比以前活动空间也有了很大的扩展，更有利于防守。但是要实现以上功能，也对哨兵机器人的自主决策，自主移动的能力有了更高的要求。

更高的功率上限可以使哨兵拥有更强的运动能力。可以一定程度帮助哨兵更快的在三块没有连接的巡逻区之间移动，也可以在防御时获得更快的小陀螺转速等机动性能。

本赛季的哨兵基本延续了之前的 17mm 弹丸发射的相关机制，可以拥有两个发射机构，总发弹数目有所提升，但热量上限和冷却速度有所降低。虽然哨兵规则的大规模改动大概率会使发射机构的设计发生改变，但是哨兵的反击能力仍然很强大，仍然可以发挥中后期防守核心的作用。

在规则大改的第一个赛季，哨兵的尺寸限制相对宽松，可以允许参赛队有更加充分的设

计空间，结合自己队伍的技术特点和战术需求做出更合适的设计。

3.2.5.2 功能需求分析

底盘方案		
方案	优点	缺点
麦克纳姆轮底盘	之前大多数地面单位均采用麦克纳姆轮底盘的设计。可以沿用之前的机械设计和控制程序，稳定性较高。	麦克纳姆轮效率较低，同功率下小陀螺速度相对其他两种底盘较低，不利于哨兵原地防御。
全向轮底盘	效率较高；结构简单，控制与设计难度不大。	技术积累较少，机械结构效果不确定性较大。
舵轮底盘	效率很高，可以适应多种不同的运动情况；最大速度快机动性强；有相关技术积累。	结构较为笨重，体积较大。舵电机会消耗额外功率。

考虑到队伍之前的技术积累，我们本赛季哨兵主要的移动方式是在不受较大干扰的情况下以相对较低的速度在目标位置之间移动，到达目标位置之后如果有需要会以较快速度原地陀螺。不需要很强的机动能力，但是需要在防御时拥有较大的小陀螺速度。同时需要在大功率运动时具有较高的稳定性。综合以上分析，我们最终选择全向轮底盘。

云台方案		
方案	优点	缺点
双枪单云台方案	只需要一个云台，控制逻辑简单	配合下供弹方式时，弹路较复杂，设计难度大，并排发射的弹丸不够集中，命中效率不高。
单云台单枪管双测速切换方案	只需要一个云台，控制逻辑简单；结构较简单，设计难度较低。	由于哨兵的枪口冷却速度和热量上限较高，两个测速共用一个发射机构。要求发射机构能承受较高的射频。

云台上下分布结构：龙门架挂载上云台，底盘上搭载下云台。	机械结构设计较简单。两个云台独立控制，控制较简单，上云台位置较高，视野较远。分开供弹，弹路设计较简单。	龙门架会造成一定的视野遮挡，不利于视觉自瞄和导航。
采用 y-y-p 的结构，中心大 Yaw 轴上并排放置两个独立云台。	第一级 Yaw 轴无需过高响应速度，只需维持其上两个云台基本处于并排位置，快速的响应由独立云台的 Pitch 轴和 Yaw 轴提供。两个云台视野较好，响应较快。弹舱可以置于第一级 Yaw 轴之上，供弹线路不会过于复杂。	战队以前没有类似结构的设计经验，不确定性较大。双云台并排放置要求的横向空间较大，具有一定的设计难度。第一级 Yaw 轴需要搭载两个云台强，结构强度要求较大。

由于哨兵机器人总发射量较大，弹舱体积和重量较大，为保障云台响应速度，只能采用下供弹的方法，双枪方案如果使用下供会使发射机构过于复杂，不易实现。单枪管双测速方案需要单一弹路有较快的射频，我们目前的结构允许的最大射频难以充分利用本赛季规则下的枪口冷却，影响哨兵的输出能力。

所以我们决定选择后面两种独立云台方案，我们认为前者的难度较低，后者的性能更好，所以我们决定先设计并测试难度较低的上下云台的方案，再根据这套方案的效果与经验积累决定是否尝试 Yaw-Yaw-Pitch 结构。

建图定位方案

方案	优点	缺点
基于 AMCL 的 2D 激光雷达定位和基于 gmapping 的建图方案	有成熟的开源解决方案，不受场景的限制，算法简捷，同时也可以兼顾算法的精度问题。	计算量大，收敛需要一定的时间，需要里程计支持。
基于 Cartographer 的 2D 激光雷达建图定位方案	可以兼用于建图和定位，不受场景的限制，计算速度快，算法更稳定，可以不需要里程计。	算法复杂，参数复杂，计算量大。

建图定位方案

方案	优点	缺点
基于 RGBD 视觉 SLAM 的 3D 建图定位方案	可以实现 3D 的建图和定位，更能适应赛场复杂环境。	速度慢，计算量大，实际测试效果不稳定。

由于本赛季哨兵需要小陀螺功能，所以在底盘安装里程计基本不现实，所以 AMCL 的方案首先倍抛弃。考虑到哨兵未来有需要上高地的需求，3D 的定位方案是最好的选择，但是现在测试过的多种 3D 方案实际表现还完全无法达到能上场要求，所以我们最终选择了 Cartographer 和 RGBD 视觉 SLAM 同时发展的技术路线：将已经有一定技术积累的 2D 的 Cartographer 方案作为基础方案，继续深入以求达到能在赛场上稳定发挥的程度，同时不断完善改进基于 RGBD 的方案，前期以 2D 为主，中期 2D 和 3D 方案互相补充，后期争取完全应用 3D 方案。

3.2.5.3 改进方向

（一）机械方向

进入 2023 赛季，由于规则的改变，哨兵由在固定轨道移动变为了按照实际情况进行自动移动。可以说，本赛季的哨兵机械结构与上赛季哨兵机械结构差距极大，反而与原有的地面机器人在一定程度上有所相似。因此，这对哨兵机械组成员提出了较大的挑战，要求我们根据实际情况出发，在较短的时间内完成一个“新兵种”的机械结构设计。

本赛季的哨兵机械主要存在以下几个改动方向：发射机构改动、底盘及轮组改动、供弹体系改动、激光安装雷达改动。接下来将对以上四点及其下属分支方向进行阐述。

1. 发射机构改动

根据规则改动，本赛季哨兵至少需要两个发射机构以充分运用极高的功率上限。而在对两个发射结构的设计上存在双云台方案与双枪管方案两个发展方向。在综合考虑之后，初步的设计方案是使用双云台方案，两个云台的 x 轴，y 轴数据相同，但是在不同的 z 轴高度上，下云台采用下供弹方式，上云台采用上供弹方式。并且在设计此双云台方案的同时进行双枪方案的测试。进一步的设计方案是两个云台处于同一高度上，拥有各自的独立 Yaw 轴与 Pitch 轴，并且两者共用一个大 Yaw 轴，使两者可以一起旋转。或是根据双枪方案的测试结果决定是否使用双枪云台设计。

2. 底盘及轮组改动

根据规则改动，本赛季哨兵底盘功率有了极大的提高。考虑到麦克纳姆轮在高速旋转的情况下的表现并不出色，为使功率得到充分使用，决定本赛季哨兵使用全向轮机构。根据全向轮的工作原理，原有地面机器人通用的方形底盘不再适用。所以本赛季哨兵将设计研发圆形底盘及诸如防撞、装甲板安装的底盘附属机构。

3. 供弹体系改动

根据规则改动，哨兵需在比赛开始前预装足够的 17mm 弹丸。考虑实际需求，弹舱中至少需要预装 750 枚左右的弹丸。在这种情况下，较为成熟的上供弹方案因重量超标而无法使用，因此在讨论之后决定采用下供弹供弹方式。之后随之而来的就是对下供弹弹路的设计问题，考虑到弹路设计的最高优先项是稳定不卡弹，因此决定使用侧供式弹路作为下供弹体系的弹路结构。

4. 激光雷达安装改动

激光雷达通过激光发射器在水平面上旋转的同时不断发射并回收激光，从而构建出周围的地形，在进行安装时要满足视角足够大、高度尽量低、旋转速度低三点需求。因此，初步的安装方案是将激光雷达放置于 Yaw 轴区域，并且有一定的前伸来保证足够的视角。但该方案无法保证较低的高度与合适的旋转速度。因此，进一步的设计方案是为激光雷达提供独立的 Yaw 轴，让其可以自由的在 Yaw 轴上进行圆周旋转。

（二）电控方向

本赛季的哨兵电控主要存在以下几个改动方向：限功率代码改动、控制算法改动、发射模块代码改动、底盘运动代码改动。接下来将对以上四点及其下属分支方向进行阐述。

1. 限功率代码改动

根据规则改动，本赛季哨兵的功率上限是 150W。而且哨兵无法被操作手直接控制，限功率可以使哨兵在无操作手控制的情况下功率逼近 150W 却不超功率。我们建立了一个底盘功率模型，通过对模型的预估计算，得到对电机输出电流的限制比例，以此限制底盘不会超功率。

2. 控制算法改动

由于限功率逻辑，底盘的响应速度会受到很大的影响，我们需要优化哨兵的控制代码和修改哨兵底盘控制的 PID 参数，再综合考量限功率和底盘响应速度两方面的因素来进行优化。

3. 发射模块代码改动

本赛季哨兵测试双枪效果，首先，本赛季哨兵有两个发射机构，我们增加了一个发射模块的代码。其次，对发射逻辑的修改，来判断两个机构的弹丸发射顺序。最后，我们加上了

枪口的限热量模块，来对发射速度、发射时间做出合适的判断。

4. 底盘运动代码改动

本赛季哨兵将使用全向轮。这与麦轮的解算方式有所不同，我们修改了底盘代码运动解算方面的代码，可以使哨兵拥有更快的小陀螺速度。

（三）视觉方向

在新赛季规则下，哨兵仍然是一个全自动的机器人，但由原来的固定轨道移动变为了全方位的移动，并设有特定的巡逻区。在机制上，本赛季的哨兵机器人和上赛季的自动步兵有些相似。因此，本赛季的哨兵机器人算法是基于上赛季自动步兵机器人算法的进一步改进，并针对超级对抗赛规则做一些新的研发，在代码功能和代码结构两方面具体改进内容如下：

1. 代码功能

由于新赛季哨兵机器人是全自动机器人，哨兵机器人的移动需要配有导航算法。于是，在上赛季自动步兵算法的基础上，进一步改进建图、定位、导航算法。移植用于上赛季自动步兵机器人的谷歌开源算法 Cartographer 至新赛季哨兵机器人，仅靠一个单线激光雷达就能实现场地的 2D 建图、定位。以 ROS2 的 Navigation2 包为基础，实现哨兵机器人两点之间的导航。预期加装深度相机，同步开发 3D 建图导航算法，基于视觉 SLAM 实现建图导航，以实现步兵到达高地巡逻区的需求。

2. 代码结构

老代码存在可读性差、耦合度高、难以调试等一系列问题，且相比于原先用于自动步兵机器人的 ROS1 架构，ROS2 改进了编译系统，可以使用 C++11，使用相同 API 在进程间和进程内通讯，提高了开发效率。基于机器人操作系统 ROS2 提供的框架，大规模重构和封装代码，修改新的代码规范，减少老代码的耦合程度，降低调试难度。因为哨兵机器人是全自动机器人，需要根据比赛场上不同情况自主决策，做出不同测量，故采用行为树制定基本的行为策略，代替老代码中的状态机。

3.2.5.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	任务	耗时评估	资金预算
底盘	底盘机械结构相关零部件、3508 电机*4、超级电容等电路元件	电控 1 人 机械 1 人	底盘的结构设计，嵌入式控制代码的编写，功率软硬件方案的设计。	4 周	

项目	物资需求	人力评估	任务	耗时评估	资金预算
云台	GM6020 等电机、云台机械结构相关零部件	电控 1 人 机械 1 人	云台结构的设计, 云台角度解算与控制方案优化。	4 周	
发射机构	摩擦轮等零部件、测速模块	电控 1 人 机械 1 人	研发小弹丸全下供技术和双枪技术。	2 周	
自动瞄准射击	相机、PC、17mm 弹丸等	视觉 1 人	优化自瞄算法, 并移植进新的代码框架。	2 周	
反导		视觉 1 人	优化对飞镖的识别效果。	2 周	
自主决策	相机、PC、激光雷达等	视觉 1 人	设计并编写决策树相关代码。	6 周	
自动巡航		视觉 2 人	2D、3D 的 SLAM 建图定位与导航系统的研发。	10 周	

3.2.5.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
巡逻区以及两侧完整的高地	测试哨兵建图、定位、导航等自动巡航功能

(二) 物资需求

	物资	用处
设备	3D 打印机	进行机器人上的塑料零件的制造。
	小型 CNC 雕刻机	进行机器人上金属加工件、金属板材和碳纤维板材的制作。
	激光切割机	进行机器人上亚克力等板材的制作。
维护与调试物资	靶车	测试机器人自瞄性能。
	17mm 弹丸	用于发射机构的测试和其他日常测试训练。
	自制装甲板	用于测试自瞄性能。

物资		用处
	各类必需工具，如复写纸、各种用于加工的原材料	解决后续装配和维护中出现的问题，用于零件的制作。
	红外激光电子靶	用于弹道散布的测试。
零部件及制作工具	碳板、铝板、螺丝螺母等各类标准件	用于机器人机械结构。
	各类电机、电调、电池	用于机器人动力部件。
	各类线材元器件	用于机器人各模块电路连接。
	相机线*2、6mm 大恒相机*2、NUC11*2、激光雷达*2、深度相机*2	视觉功能的开发与调试用。

3.2.5.6 人力资源分析

哨兵机器人的研发需要机械电控视觉三个技术组沟通协作齐力完成，运营组日常的记录和宣传也会给车组的研发带来一定帮助。

组内由参赛老队员协调管理，新组员根据各自能力和兴趣担任相关工作，具有较强责任心。每周召开组会总结一周工作，设计制作调试的相关技术点细化到个人，确保按规划完成相关任务并进行完成情况汇报，遇到技术瓶颈，大家一起商讨解决，严格按照规划进度完成任务，对消极怠工或者因学业耽误的进度，及时调整分配给有能力有时间做的队员，保证项目的进度和质量。

（一）机械组

1. 研读新规则，分析哨兵机器人的需求和目标。
2. 设计新型全自动底盘和关于激光雷达方案，并进行理论分析。
3. 设计供弹线路以及发射机构，配合电控开展测试，优化供弹线路，减少阻力。
4. 完成初代哨兵机器人的结构分析和设计，完成零件的加工和车体装配。
5. 对初代步兵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。

（二）电控组

主要负责哨兵的控制代码和相关算法的研发、机器人的日常调试，以及部分硬件电路的研发与维护。

（三）视觉组

负责哨兵的自动瞄准与预测算法、2D/3D 的 SLAM 建图定位和导航、实时决策、视觉里程计开发与测试，与电控组联调进行功能测优化。

技术组	姓名	主要工作
机械组	牛和煦	负责哨兵机器人整体结构设计，主要为哨兵底盘以及供弹线路设计。
机械组	张兵扬	负责双枪发射机构的研发，以及哨兵机器人下云台设计。
机械组	翁培楠	负责哨兵机器人弹路的优化以及新型 Pitch 轴电机选型。
电控组	王尘子	有过两年备赛经验，负责哨兵代码结构与部分新功能设计与控制算法优化。
电控组	胡浩然	有过一个赛季梯队队员经历，负责哨兵的日常维护、调试并参与部分新功能的研发。
视觉组	吴奇优	负责 2D 的 SLAM 建图定位和导航开发，以及在仿真环境和实车上的测试。
视觉组	陈卓	负责基于 ROS2 的相机驱动开发，决策树编写，原自瞄向 ROS2 的迁移。
视觉组	许洋洋	负责基于 ROS2 的串口通信封装，哨兵整体代码维护、测试。
视觉组	王云飞 王穆泽	负责 3D 的 SLAM 建图定位和导航开发，以及在仿真环境和实车上测试。
视觉组	王鸣浩 赵亮程	负责哨兵顶层框架设计，以及部分技术难点开发。由于大三面临考研压力，参与备赛任务时间较少。

3.2.6 空中机器人

3.2.6.1 规则分析

与 2022 赛季相比，2023 赛季与空中机器人最直接相关的改动便是呼叫空中支援的方式由花费 300 金币购买改为了等待 175 秒冷却后免费呼叫，或使用约 1 金币每秒的价格提前呼叫空中支援。在不使用金币的情况下，7 分钟比赛时间内可以稳定呼叫两次空中支援，而若想呼叫三次空中支援最少只需要花费 125 金币。这意味着在本赛季，除去常规的视野侦察功能外，无人机的战略威慑作用大大提升。500 发子弹在保证 60%命中率的前提下可造成 3000 点伤害，在团战、抢符、组织进攻，或地面力量短时间薄弱时，都可以成为改变战局的重要力量。毫无疑问，空中机器人将成为团队优势建立的最有效工具之一。

3.2.6.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
飞行安全	飞行保护装置完备，飞行场地安全。	设计以碳纤维材料为骨架，聚乙烯网包裹的的桨叶保护装置，保护无人机的桨叶免受外部损坏；选择空旷安全的测试场地，且场地具有安全防护网。无人机飞控、供电线路等排列整齐，方便飞手起飞前检查。
平稳飞行	无人机悬停平稳，控制灵敏，稳定性好。	<p>组装完成后调试飞行控制系统参数，保证飞机飞行动力充足，控制灵敏。</p> <p>设计重心居中、靠近桨叶平面的无人机结构。</p> <p>设计布局简洁、余量足够的供电系统，满足正常供电需求。</p> <p>减轻云台重量、减小云台尺寸，使云台在更好控制的同时对飞机的姿态影响减小。</p>
快速机动	快速补弹方法	优化弹仓结构，合理排布弹仓位置。使补弹更加方便。子弹不易滞留在弹仓中或受晃动掉出。
	快速起降与控制响应	优化无人机轻量化设计，优化控制算法，探索更好的无人机构型和动力系统。
精准弹道	发射机构稳定	<p>优化摩擦轮电机控制算法。研究高射频下射速稳定，弹丸持续快速输出设计新的摩擦轮发射方案，提供给弹丸更稳定的初速度。</p> <p>设计以直道为主的输弹结构和优化枪管的预置设计，使子弹的供给更加稳定。</p> <p>设计新的弹仓结构和拨弹轮结构，实现弹丸流畅供给，射频稳定。调整控制方式，调整控制参数。</p>
	云台控制稳定	<p>设计集成度高，质量较轻的云台，迭代云台的机械结构和使用材料，在保证强度下减轻重量。同时通过合适的云台控制技术，稳定云台，消除后坐和其他扰动。</p> <p>在 Pitch 轴电机上设置合理前馈，平衡重力影响，提高 Yaw 轴电机响应。</p> <p>改进电池架的位置和脚架的位置，在不影响云台正常工作的情况下，优化发射结构的枪管设计，减小子弹在俯仰方向的散布。</p>

3.2.6.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	发射机构	参考论坛开源方案和相关资料，优化发射结构和枪管设计，在保证轻质量的情况下，减小发射散布，优化弹道。评估和解决高射频下弹丸掉速和拨弹机构卡弹的问题。将 3508 电机替换为 Tmotor f80 pro 电机，减轻云台重量和云台尺寸，同时弹道散布不能差于上赛季的效果。该发射机构将在无人机上优先测试，技术成熟后将推广应用在其他机器人上。
	云台部分	在保证机械强度的情况下减轻重量，优化构型，对输弹管进行轻量化处理，注意云台的质心位置。在 Tmotor 发射机构的基础上，减小云台尺寸，减小云台转动和发射时对无人机飞行姿态的影响。
	机架部分	在保证机械强度和稳定性的情况下减轻重量，合理安装飞控模块、定位模块和控制模块等。
		协同云台一起调配重心高度，使重心尽可能靠近桨叶平面，使机身高度集成化，提高机动性能。
		合理布局电池仓的安装位置和脚架的安装位置，做到不影响云台的视角，同时使机架更加稳定，强度更高。
改变弹仓的结构布局，增加弹仓和机架的集成程度，合理分配空间。优化内部结构，解决子弹滞留在弹仓内的问题。由于新赛季的比赛节奏更快，设计弹仓时需要考虑快速补弹方法。		
		继续优化桨叶保护罩的碳框架结构和扎网方式，增加结构强度，减轻重量。
电控	走线优化	优化走线，两个摩擦轮、4310、6020 通过 XT30 头直接供电，拨弹轮使用 8P 头供电和 CAN 通信。微调主控板，摩擦轮使用 PWM 口，取消排针连接方式，优化视觉接口，也采用 8P 头进行供电和通信。
	云台控制	移植到 FreeRTOS 操作系统，优化代码结构。
		加入云台限位，同时设计对应 UI，提示到达云台极限。
		Pitch 轴使用 4310 电机，在控制上加入重力前馈，是 PID 控制更稳定和精准，加入不平衡云台控制，即使云台未配平，也可以稳定控制。
		Yaw 轴继续使用 6020，优化控制代码，提高响应速度。
	新摩擦轮电机控制	采用编码器，精准控制 Tmotor 电机转速。

组别	改进对象	改进内容
视觉	射击稳定	由于无人机的目标距离一般较远，受图像采集噪声的影响，测距误差较大，从而导致控制系统不稳定进而影响自瞄命中率。首先可以选用长焦相机镜头，对更远距离的目标采集更清晰的图像。其次可以对图像进行亚像素处理，让灯条轮廓点跳动频率和幅度减小，从而保证像素坐标相对稳定，使得直接测距结果抖动减小。然后对结果进行卡尔曼滤波，进一步降低测量误差。从而保证自瞄控制的稳定。

3.2.6.4 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	人员技能需求	耗时评估	资金预估
机架	P60 动力套装、TB48D*12、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	有过无人机组装和调试的经验。	7 周	
云台	GM6020*1、4310*1、加工件、板材、3D 打印件、标准件	机械 2 人 电控 1 人	对云台、闭环控制方面有设计、调试经验。	10 周	
发射	Tmotor f80 pro*4、M2006*1、加工件、板材、3D 打印件等	机械 1 人 电控 1 人	有耐心和创造力，尝试多种改进方案，能够对产生的问题进行分析。	6 周	
自动射击	长焦相机一台、NX 一台	视觉 1 人 电控 1 人	对无人机视觉识别、视觉辅助瞄准设计富有经验。	12 周	

3.2.6.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地用途	场地需求
无人机飞行测试场地	考虑到无人机飞行测试的危险系数较大，存在较大不确定性。在组装完成后，前期测试应当在具有安全防护网，光线明亮，天气适宜，GPS 信号良好，飞行区域净空，无杂物和无关人员的条件下进行。结合学校现有条件，计划在操场进行室外训练。后期测试在无 GPS 信号的室内开阔场地进行，测试视觉定位模块的工作情况、进行飞手飞行训练，并且配合其它地面机器人进行战术演练，计划在车

场地用途	场地需求
	间场地进行。对于标签识别测试定位，前期在电脑模拟器内运行，中期制作小轴距无人机在悬挂安全绳的场地内测试，后期考虑在空中机器人上机测试。
发射机构测试场地	此测试场地为室内静态测试场地，使用铝型材框做支撑搭建离地面约 2m 的测试平台，以模拟无人机飞行时的高度，测试自瞄系统和无人机吊射功能。场地应该拥有足够的深度，周围设有挡板和防护网方便收集子弹，在地面上标志出 8m、10m、12m 等位置，配备电子靶以检测无人机在不同射击距离下弹道散布。

（二）物资需求

物资	用处
4310 电机	Pitch 控制电机。
定制电路板	主控控制。
6020 电机	Yaw 电机。
裁判系统	满足检录需求。
Tmotor 电机+编码器	摩擦轮控制。
2006 电机	拨弹轮电机。
NX	视觉识别处理
17mm 弹丸	弹丸散布测试。
遥控器+接收机	机器人远程控制。
A3 飞控	无人机飞行控制。

（三）设备需求

设备	用处
3D 打印机	机器人零件打印。
车、铣、钻等加工机床	用于机器人零件制作。
激光切割机	用于板材切割。
电子靶	弹道散步测试。
钳工工具	用于对零件的加工。

3.2.6.6 人力资源分析

空中机器人在调试阶段需要更多的时间投入，需要组员能在课业学习之余能抽出时间参加机器人调试，且有兴趣、有能力、负责任；组内成员如果因故不能按规划完成工作，或遇

到技术问题，需要在组内商议解决问题或延长时限，保证项目总体进度；每一到两周组会总结目前进度，统一制定下阶段任务，保证机器人总体进度。同时全组人员要加强合作，灵活分工，一同测试机器人功能。

空中机器人由于其特殊性，需要有过多轴飞行器组装和飞行经验的同学来担任飞手，同时需要在调试过程中格外注意安全。

(一) 机械组

进行设计研发，装配调试，维修分析。

(二) 电控组

负责各电机和云台的控制，进行代码优化。

(三) 视觉组

对于上赛季代码进行改进，对远距离识别和自瞄控制方面做针对性优化。

技术组	姓名	主要工作
机械组	姚睿东	负责飞行平台（机架）、桨叶保护罩、云台和发射机构的设计、装配、维护与后续迭代改进；使用 SolidWorks、Ansys 等工具进行优化设计。
电控组	胡陈宇帆	负责云台和 Tmotor 电机控制的调试，将原有代码移植到 FreeRTOS 上。
视觉组	孙啸	负责无人机识别、测距调试和优化，并调整代码使之适应 NX 平台。

3.2.7 飞镖系统

3.2.7.1 规则分析

本赛季飞镖系统的制作规范相较于上赛季没有改动；机制方面主要改动了命中后操作手界面遮挡时间叠加这一解算方式，在保证命中的情况下能为地面团战带来更多的帮助，但是其核心价值还是在于对前哨站或基地快速、安全的造成大量伤害。一套稳定的飞镖系统不仅能给队伍带来关键伤害收益，还能带来团战优势，毫无疑问，飞镖机器人可以成为一支队伍在比赛中建立优势的关键因素。

从击打目标上分析，基地和前哨站位置与上赛季相比发生未改变，可以一定程度上在上赛季累计的测试理论和数据上继续优化发展。

在本赛季，希望通过全组成员的不懈努力，实现更加稳定的发射和一套完整的飞镖镖体分析设计体系，同时继续发展探索飞镖制导方案，达到精准打击基地或前哨站的效果。这对于飞镖的飞行稳定性及发射稳定性提出了巨大要求，不仅要求飞镖在空中姿态保持非常平稳，也需要飞镖在脱离发射架之前保持稳定的姿态。发射架的姿态稳定只需要机械结构的稳定，

而飞镖镖体的飞行姿态需要将航空航天专业知识进行合理转化运用。对于制导镖体而言，则需要视觉和电控的互相辅助，通过分析所采集的图像确定自身位置和自身与目标的相对位置，对飞行姿态进行控制，从而达到精准打击的目的。

3.2.7.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
稳定发射	快速连发	通过对导轨、换弹、供弹和发射机构的设计实现。
	飞镖姿态稳定	利用摩擦轮摩擦飞镖承载装置，从而带动飞镖发射，调整飞镖；设计合理的镖体气动外形和气动布局实现空中姿态稳定。
击打前哨站和基地	发射架 Pitch 轴、Yaw 轴角度调整	通过电机带动滚珠丝杠去实现 Pitch 轴和 Yaw 轴的角度调整。
飞镖制导	飞镖具有姿态调整模块，可通过反馈进行良性制导，调节飞行轨迹	通过陀螺仪回传数据和识别相机图像得到的与引导灯相对角度及距离，采用动量轮进行飞镖姿态控制，从而引导飞镖运动轨迹使其以合适速度角度命中飞镖检测模块。
	动量轮控制	购买不同型号空心杯电机测试，选出在响应速度和调整响应上最佳型号，装载尺寸和重量合适的动量轮，先实现单轴控制，再实现两轴联动控制。
	视觉识别	通过陀螺仪回传数据得到镖体世界坐标系中角度和角加速度，再利用高帧率 CSI 相机或自研 FPGA 摄像头模块进行图像采样，并解算出相应的位置坐标和角度。最后通过 FPGA 控制器对动量轮进行调整以控制飞镖姿态，从而引导飞镖运动轨迹使其以合适速度及合适角度命中装甲板。

3.2.7.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	攻击目标切换	Pitch 轴角度调整精度良好，但整体结构刚性有待提高，Yaw 轴选用精度和传输力矩更高的滚珠丝杆调整，以机械自锁稳定发射架。
	发射姿态	调整飞镖气动外形以及不同气动布局的相关参数，需要大量测试的理论分析。
	飞镖形体	整体气动布局进行多样化设计，同时保障内部空间，采用多种模式设计。

组别	改进对象	改进内容
电控	飞镖姿态控制	结合陀螺仪和动量轮，抛弃传统算法采用新算法进行姿态修正。
	发射系统	采用摩擦轮的方案，用速度环控制发射的初速度，并且自动检测舱门。
视觉	识别方案	减少对图像矩阵的遍历操作，通过调整相机参数或增加滤光片使引导灯发出的特定波长绿光更清晰。
	硬件系统	通过自研 H7 芯片模块或 FPGA 模块将摄像头图像采样系统独立出来，在硬件层面通过流水线方案对图像信号进行处理以提升摄像头采样与识别帧率。

3.2.7.4 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
发射架	零部件、装配工具、加工工具、官方物资、电机、摩擦轮等。	机械 1 人 电控 1 人	机械负责人有一定机械结构设计知识和经验，有装配经验和动手能力。电控负责人有良好的控制能力和调试经验。	4 周	
飞镖	可打印柔性耗材的 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 视觉 1 人	机械负责人需掌握多种飞行动力学，了解空中控制实现方法。电控负责人需掌握飞行动力控制系统。视觉负责人需要有相关控制调试经验。	5 周	
制导机构	相机、舵机、识别处理模块、动量轮、陀螺仪等。	视觉 1 人 电控 1 人	有相关控制调试经验。	3 周	

3.2.7.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
30m*8m 测试场地	满足飞镖最大射程，周围无易碎物品。
模拟前哨站和基地	测试飞镖的击打。

（二）物资需求

物资	用处
小型空心杯电机	镖体动量轮控制。
定制电路板	镖体制导控制。
3508 电机	发射架电机。
装甲板、等裁判系统	满足检录需求。
飞镖触发头	飞镖配平测试。

（三）设备需求

设备	用处
3D 打印机	测试不同气动外形的镖体飞行稳定性。
小型 CNC 雕刻机	加工实用碳板。
铣床	加工镖体配重块。

3.2.7.6 人力资源分析

飞镖机器人主要由机械组成员带领进行设计研发、装配调试和维修分析，同时需要全组成员协助进行飞镖发射架的测试，以及其他先进方向的控制方案研发任务，并互相商量讨论，不断进步，互相督促进度，以确保飞镖研发进度。

技术组	姓名	主要工作
机械组	陈铁仁	飞镖发射架以及飞镖镖体机械结构的设计、审核、装配、测试、维护、迭代。
电控组	聂海涛	负责制导镖体电路板和硬件的设计绘制和调试，负责制导方案及其控制硬件的代码的编写、调试。
电控组	郭祥宇	负责发射架部分电路板和硬件的设计绘制和调试负责发射架及其控制硬件的代码的编写、调试。
视觉组	陈昕萌	视觉制导硬件选型与测试，包括开发板、相机、陀螺仪等。引导灯高帧率识别与测距测序。通过飞镖自身角度与引导灯相对飞镖角度解算目标角度程序。PWM 等舵机或动量轮控制程序。

3.2.8 雷达

3.2.8.1 规则分析

与 2022 赛季相比，2023 赛季主要有以下改动与雷达机器人有关：

- (1) 取消雷达基座和操作间与雷达相对应的显示器。
- (2) 雷达正确识别并定位对方机器人持续超过 3 秒，则该机器人将在己方小地图上被特殊标识。（具体机制尚未明确，等待后续规则更新）
- (3) 新规则下的哨兵机器人可能需要雷达通讯辅助。

具体地，对于第一点，这一规则改动意味着雷达失去了其最基本的图传功能，无法向云台手显示场上实时画面。这标示着雷达如果要继续发挥全场视角的功能，就必须精进完善识别和定位的功能，不能依靠简单的图传机制为云台手提供场上信息，需要做出相应的技术进步。对于第二点，目前的规则尚不明确，需要等待新版规则对此做出解释，才能明确具体的小地图标识机制。对于第三点，哨兵机器人在本赛季改动最大，其机制和具体参数发生了颠覆性变化。哨兵机器人的新机制，使哨兵更加自主，而就需要哨兵通过自身以及通过多机通信获得的信息来进行自主决策运行。雷达可以获得全场视角的信息，完全可以与新赛季的哨兵进行深度互动。

总体而言，新赛季对雷达的改动较大，最突出的一点是在于失去了雷达基座及操作间的显示器。赛场上为了正常发挥雷达的功能，就必须保证雷达在赛场上的识别与定位流程足够稳定。同时还要考虑实现并优化哨兵机器人与雷达的联动。

3.2.8.2 功能需求分析

功能	需求分析	设计思路
识别目标	全场视角识别我方与敌方的各兵种机器人，确定机器人位置与类别。	通过使用深度学习双层识别的方案，第一层获取机器人目标整体的位置，之后通过第二层识别机器人的主要装甲板位置供机器人后续定位，同时获得机器人的类别。
地图定位	通过图像的识别获取机器人在场上的实际位置，并准确地在小地图中进行标识。	使用激光雷达获取场上点云数据，在相机与激光雷达、相机与场地进行标定的条件下，通过坐标转换算法得到机器人在小地图上的位置。
多机通信	将雷达获取并处理后的信息按需求发送给云台手或其他机器人。	按后续需求设计多机通信的通讯协议。
哨兵联动	实时获取哨兵机器人在场上的位置与姿态，并通过多机通信在哨兵需要时提供信息工哨兵自主决策使用。	使用 AprilTag 图案，对哨兵机器人进行特殊识别，获取哨兵机器人的位置与姿态，以及场上情况，校准哨兵机器人的建图定位，为其提供决策信息。

3.2.8.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
视觉	定位	使用激光雷达获取点云数据，在激光雷达与相机准确标定的条件下，通过坐标转换对识别到的机器人进行相机系的定位。通过相机与场地的准确标定，进而转换得到小地图上的坐标。相比原来仿射变换方案准确度更高。
	哨兵联动	通过在哨兵上固定 AprilTag 板，实现雷达对哨兵机器人的特殊识别与定位。通过与哨兵的通信，即可为哨兵机器人的自主决策提供辅助信息。
	通信	优化当前已有的通信方案，设计更加高效、稳定的通讯协议。预计算数据大小，以位为单位规划内存空间，按后续需求合理优化数据密度。
机械	设备支架	优化支架机械结构的设计，使其可以稳定承载激光雷达以及相机的较大重量。

3.2.8.4 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
联合标定	Livox MID70 激光雷达、大恒工业相机	视觉 1 人	掌握线性代数及基本 SLAM 知识。	4 周	
识别	大恒工业相机	视觉 1 人	了解深度学习基本原理知识，掌握深度学习方案训练、调参、优化等技巧。	3 周	
多机通信	主控模块、电源管理模块、u 转 ttl	视觉 1 人	了解通信协议基本原理，掌握通讯协议设计能力，会使用裁判系统。	4 周	
哨兵联动	哨兵、AprilTag 板、Livox MID70 激光雷达、大恒工业相机	视觉 1 人	掌握 SLAM 相关知识，了解 AprilTag 相关内容。	整赛季	
地图定位	MID70 激光雷达、大恒工业相机	视觉 1 人	掌握 SLAM 相关知识，掌握算法分析与测试的技能。	5 周	
设备支架	三脚架、3D 打印件	机械 1 人	掌握机械设计基本方法。	1 周	

3.2.8.5 资源需求分析

(一) 场地需求

场地	用处
基本完整、符合实际尺寸的对赛场地	测试雷达的完整功能。

(二) 物资需求

设备	用处
AprilTag 标定板	对相机和激光雷达进行标定。
哨兵测试车	测试雷达与哨兵的联动功能。
Livox MID70 激光雷达	机器人定位测距。
大恒工业相机	全场视角图像获取。
电源管理模块和主控模块	测试多机通讯。

3.2.8.6 人力资源分析

由于雷达机器人研发任务主要为视觉方向，故常态化人员仅包含视觉组成员。机械部分需委托其他车组成员协助设计制作，不设置专职人员。

技术组	姓名	主要工作
视觉组	王穆泽	雷达视觉代码和算法部分的设计与开发。

3.2.9 人机交互

3.2.9.1 客户端界面 UI

功能	需求分析	设计思路
电容能量条	操作手需要能够了解电容能量状态,帮助主动决策调整功率方案。	电容能量条根据当前实时反馈回来的电容电压进行计算,将电容的能量(单位: J)以能量条的形式显现出来,当能量减少的时候,能量条会相应的减少,并且会通过颜色变化提示操作手当前操作策略。

功能	需求分析	设计思路
辅助瞄准线	辅助操作手进行瞄准射击,提高命中率。	结合地形、位置及功能需求设计瞄准线位置,如当与敌方机器人保持一定距离时,若将敌方机器人装甲板框在两条横线之间,在弹道射速稳定的情况下,可以直接命中装甲板。
视觉反馈显示	使操作手清楚地知道当前视觉模式;为视觉在场间的临时调整提供指导。	由于视觉模式是否开启或当前处于视觉的哪一个控制逻辑中无法直观显示,所以将信息绘制到客户端界面边缘,不影响操作手视野;在场下调试时,可以向视觉报告识别信息,如锁定装甲板 ID、是否识别到灯条等。
功率板错误码	由于功率板运行过程中,有概率会出现错误,需要操作手及时知晓并改变操作策略。	在客户端视野中醒目提醒当前错误码,使操作手及时改变决策。

3.2.9.2 车间通讯

新赛季规则变动后,不呼叫空中支援时无人机没有视野,并且取消了雷达在操作间的显示屏,降低了操作手之间的粘合度。敌方动向信息的缺失,可能使得我方在敌方击打前哨站、哨兵、基地等重要单位时无法及时获知。因此,对敌方位置及状态信息的标定显得极为重要。而雷达可以通过视觉算法标定敌方的位置以及状态,经过信息整合后通过车间通信发送至己方其他单位,通过 UI 绘制到己方操作手客户端,实现更直观高效的信息交流。

功能	设计思路
敌方机器人位置	雷达识别到敌方机器人位置后,整合通过车间通信发送到小地图。
预警信息	雷达识别到敌方机器人打符、飞坡等重要状态时,及时发送信息至其他机器人客户端,通过绘制 UI 提醒操作手。
英雄受击	英雄装甲板检测到伤害时,立刻向其他地面单位发送信息,以便迅速组织保护英雄。

3.2.9.3 自定义控制器

由于工程机器人需要使用机械臂结构,在这种情况下键鼠的可操作性降低,而自定义控制器则有希望做到快速、高效、稳定地对工程机械臂进行控制,可以提高取矿或兑换时的效率。

功能	需求分析	设计思路
稳定通讯	通过学生串口实现和遥控器相同的控制稳定性。	测试客户端串口通讯可行性，服务器广播稳定性，机器人串口控制的稳定性。
控制平移与机械臂运动	仅通过单个控制手柄实现对机器人底盘和上层的所有控制。	改装现有的 PS2 手柄进行，对信道进行划分。
人机交互	机械臂控制状态回传，实现力控反馈。	测试机器人串口向客户端通讯，进而向控制器通讯传递控制效果。

3.3 技术储备规划

3.3.1 机械

3.3.1.1 已具备的技术能力

技术名称	技术描述	技术成熟度
连杆机构设计	利用连杆、平行四连杆等机构实现转轴位置的转移，提高空间利用率，并实现重心位置的调整。	成熟
3508 内嵌麦轮	HXEROLL 麦轮可将 3508 电机嵌入麦轮中，降低整体厚度和空间占用，使底盘空间利用率更高。	成熟
舵轮底盘	利用舵电机打舵带动轮电机，完成各个轮系的方位调整，使功率损失更小。	不成熟，有提升空间
17mm 高频拨弹	利用双层拨弹轮，快速拨出 17mm 弹丸，提高机器人射频。	较成熟，仍有提升空间
42mm 下供	42mm 弹丸弹仓位于底盘，42mm 弹丸弹路将通过中空滑环，经过 Yaw 轴、Pitch 轴最终达到摩擦轮前，使云台更加简洁，质量更轻，响应更快。	较成熟，仍有提升空间

3.3.1.2 准备突破的技术能力

技术名称	技术描述	技术目标
自适应悬挂	通过连杆、拉线等方式使底盘拥有自动适应地形的能力，在通过盲道和坡路时更加稳定，且不易出现空转的情况。	稳定，自适应效果好，满足各种场地情况的需求。
双枪云台	通过两个竖置电机带动 4 个摩擦轮完成 17mm 弹丸的发射。	简洁、稳定，两侧射频、弹路基本一致，且单枪满足 7m 小装甲板散布。
Tmotor 摩擦轮云台	使用 Tmotor 电机作为摩擦轮驱动电机完成发射，简化云台结构并减轻云台质量。	机构简洁，射频、射速保持稳定，命中率满足 7m 小装甲板散布。
全向轮底盘	使用全向轮作为底盘轮系，换用圆形或接近圆形的防撞框，使底盘具有更好的小陀螺能力，并减小小陀螺过程中的速度损失。	运动稳定，有地形适应能力，能通过场地中的各种坡路，不易被卡位。
机械臂	多关节机械臂，完成多自由的运动。	结构简洁合理，性能稳定，在运动过程中保存足够的刚度，并实现多自由度运动。
17mm 下供	17mm 弹丸弹仓位于底盘，17mm 弹丸弹路将通过中空滑环，经过 Yaw 轴、Pitch 轴最终达到摩擦轮前，使云台更加简洁，质量更轻，响应更快。	简洁、稳定，保持高频率拨弹仍不会卡弹。

3.3.2 电控

3.3.2.1 已具备的技术能力

技术名称	技术描述	技术成熟度
USB 转 CAN 模块	通过 USB 转 CAN 模块，将视觉上位机所提供的 USB 信号转换为 CAN 信号，与电控下位机通讯。实现高可靠性，低延迟的视觉通讯。	成熟

技术名称	技术描述	技术成熟度
麦克纳姆轮底盘控制框架	对麦克纳姆轮底盘的速度模式、开环位置模式、静默模式、急刹模式等控制模式；遥控器、视觉、代码接口、键鼠等数据源进行了封装，方便进行二次开发和移植。	成熟
基本平衡底盘控制框架	对平衡底盘的直立环和速度环控制进行封装，实现平衡底盘稳定直立和基本运动。封装速度模式和静默模式两种控制模式；遥控器、视觉、代码接口、键鼠等数据源，方便二次开发和移植。	成熟
工程机器人开发框架	包含电机控制接口、机构模块开发框架、自动流程开发框架、键位开发框架、等集成的开发框架；电机扩展板、舵机扩展板、气动扩展板等外围模块。方便工程机器人和飞镖发射架的快速高效开发。	成熟
UI 绘制框架	封装了裁判系统的 UI 绘制中常用的函数接口和一些常用的图形模块，并进行了大量测试，保证移植时的可靠性，方便机器人开发中的 UI 绘制。	成熟
步兵主控板	自制稳定且低成本主控板，并编写完善的说明文档与底层代码从而方便二次开发。且拥有足够的接口，方便地实现步兵机器人所需要的功能。	成熟
硬件接口规范	制定了详尽的硬件接口规范，严格规定了每一种电压所对应的接口，降低了硬件接口错误问题出现的可能性，加快了硬件开发的成功率，降低了接线中产生问题的风险。	较成熟，有优化空间
电容方案	自研高效率的电容方案，增加底盘功率的利用效率，并回收电机反向电动势所产生的能量，增强机器人运动速度和运动能力。	成熟
舵轮底盘控制与功率分配方案	舵轮底盘的控制方案与功率分配方案，将底盘和电容的能量合理的分配给舵电机和轮电机，提高舵轮运动性能和能量利用率。	有较稳定方案，还有优化空间

3.3.2.2 准备突破的技术能力

技术名称	技术描述	技术目标
FOC 电机驱动方案	基于开源的无刷电机控制方案 simpleFOC 开发自己的无刷电机 FOC 控制方案，扩展电机选型的范围，降低开发成本。	开发自己的无刷电机 FOC 控制方案，降低开发成本。
相机硬触发	在嵌入式部分对相机拍摄时间进行控制并利用 IO 口输出高低电平控制相机进行拍摄。以便视觉获取的图像数据能与陀螺仪和编码器等传感器时间同步，提升自瞄等操作的准确性和响应效果。	硬触发频率可调，触发稳定，无丢包现象。
Tmotor 电机控制技术	通过加入编码器结合特殊算法实现对 Tmotor 电机直接而精准的闭环控制，可以大大缩小发射机构的体积与重量，提升机器人的性能。	实现对电机精准闭环控制。
全向轮底盘控制框架	实现全向轮底盘运动的解算与控制，将全轮底盘的各种运动模式进行封装并纳入机器人底盘代码框架。在部分兵种上使用全向轮底盘，提升底盘的效率与小陀螺等运动模式的效果。	实现稳定有效的全向轮解算及控制。
配合电容控制板的底盘功率控制方案	通过对电机模型和底盘运动的模型进行分析推导与仿真。设计一种优于之前基于 PI 控制器的限功率方法，减少限功率式的功率波动，提升运动性能与稳定性。	在对能量的利用效率最大的情况下保证不超功率。
自研陀螺仪模块	使用 bmi088 陀螺仪传感器+磁力计的回传数据并将其解算为四元数，并使用 CAN 协议进行通讯。用以替换之前价格较高、体积较大的成品陀螺仪。	数据稳定，零漂小，温度可控，使温漂尽量小。
动量轮飞镖姿态控制	配合陀螺仪模块实时检测飞镖姿态并使用动量轮控制、稳定飞镖 Roll 轴姿态，避免 Roll 轴自旋导致的飞镖落点产生影响。	使飞镖姿态可控，避免自旋的影响
轮腿平衡步兵 LQR 控制器	通过 LQR 算法对轮腿平衡步兵进行控制，提升平衡步兵的运动能力，实现底盘抬升；跳跃等基础平衡步兵不能实现的功能。并且使平衡步兵的飞坡、小陀螺等运动状态具有更高的稳定性。	通过 LQR 算法对轮腿平衡步兵进行控制，提升平衡步兵的运动能力。

技术名称	技术描述	技术目标
工程机械臂控制框架	设计一套机械臂控制方法以解决机械臂自由度和大力矩等控制难点，并对其进行封装便于移植与二次开发。	完成一套稳定，简洁的控制框架，以便后续开发。
工程机械臂自定义控制器	工程机械臂自由度高，控制复杂，故设计一种自定义控制器简化操作手控制机械臂做出复杂运动的难度。	稳定、简洁、便于后续开发。

3.3.3 视觉

3.3.3.1 已经具备的技术能力

技术名称	技术描述	技术成熟度
传统视觉装甲板识别	通过使用 OpenCV 库对图像进行图像处理，逻辑判断，得到图像中敌方装甲板位置。	成熟
深度学习装甲板识别	运用深度学习目标检测算法，对图像中装甲板目标进行检测与精准定位。	较稳定，有较大优化空间
测距与位姿解算	掌握单目，双目相机目标测距算法，单目测距精度在 5 米达到 10 厘米之内，双目测距精度在 7 米达到 5 厘米之内。	成熟
能量机关识别与运动结算	通过使用 OpenCV 库对图像进行图像处理识别能量机关位置与状态，并分析能力机关运行逻辑，解算目标击打位置。	有稳定方案，还有优化空间
PID 云台控制器	通过当前云台位姿、目标解算云台位姿和时间戳解算电机所需的控制速度，形成精确、流畅的云台电机速度闭环控制。	成熟
上位机通讯	通过不同通讯总线与电控进行数据通信，实现视觉上位机对机器人的控制过程。	成熟
卡尔曼滤波与运动预测	对于测距出现的误差波动，通过滤波将其滤除，使得云台的控制更加平稳。同时考虑弹丸飞行时间，对目标可能移动的位置进行预测，以提高运动目标射击命中率。	较成熟，有优化空间

技术名称	技术描述	技术成熟度
深度学习整车识别与定位	主要运用于雷达站,通过运用深度学习方法对图像整车识别和定位,并建立全场小地图。	有可用方案
旋转目标击打解算	针对旋转前哨站与旋转机器人目标,观测并解算运动规律,实现准确预测打击。	不成熟,有较大优化空间
深度相机识别与定位	主要运用于工程机器人,对于矿石位置进行精确定位,控制工程机器人抓取机构的定位,更高效快速地获取矿石。	有稳定方案,还有优化空间
激光雷达建图导航	通过单线激光雷达对周围环境进行扫描,建立一个平面的场地模型,并在机器人移动过程中实时更新。通过激光雷达所建立的地图为自动步兵的行为模式和移动位置提供基础判据。	有可用方案,有较大优化空间
相机硬触发时间同步	通过电平信号控制多相机与陀螺仪同时读取数据,对其传感器数据时间,使传感器数据稳定,提高控制的精准度。	基本稳定

3.3.3.2 准备突破的技术能力

技术名称	技术描述	技术目标
深度学习装甲板识别	运用深度学习目标检测算法,对图像中装甲板目标进行检测与精准定位。	在上赛季基础上,加入对装甲板大小的分类判断,提升装甲板角点回归的精度,强化模型在装甲板灯条拖影、极端光照条件下的鲁棒性。
卡尔曼滤波与运动预测	对于测距出现的误差波动,通过滤波将其滤除,使得云台的控制更加平稳。同时考虑弹丸飞行时间,对目标可能移动的位置进行预测,以提高运动目标射击命中率	对敌方机器人运动建模,并力求通过卡尔曼滤波器获取其准确运动状态。
视觉标签定位	通过对场地视觉标签进行识别和定位,进而求解当前机器人场地位置信息。	通过识别视觉标签位置辅助机器人校正位姿信息。

技术名称	技术描述	技术目标
激光雷达建图定位	通过激光雷达对周围环境进行扫描，建立一个平面的场地模型，并在机器人移动过程中实时更新。	通过激光雷达所建立的地图定位哨兵机器人场地位置信息。
视觉里程计与三维建图	通过光学传感器提取环境视觉特征，解算机器人运动里程信息，建立三维地图。	视觉 SLAM 技术预研，协助获取哨兵机器人运动里程信息。
全地形导航	基于激光雷达或视觉构建场地地图，实现场地任意两点间导航路径规划。	初步实现稳定场景中全局导航与局部避障路径规划。
ROS2 系统应用	使用 ROS2 框架组织机器人各功能模块并辅助测试。	应用 ROS2 框架构建并组织哨兵机器人各功能模块，修改新的代码规范，降低调试难度。

3.4 团队架构

3.4.1 组织结构

WMJ 战队在队伍结构上采用学生自主、整体平级、多组交叉的队伍管理结构。

具体而言，学生自主是指整体由学生自主管理战队，指导老师仅参与技术指导、战队与对接、财务报销、战队重大事务审核等事务，而战队的技术方向、进度控制、评审监督机制、考核制度、招新流程、宣传与招商等均由学生团队自主管理。

整体平级是指，战队内虽然有队长和组长之分，但是没有等级的区分，战队的每个人都有义务做好自己的本职工作，也有权利指出任何人的问题。战队贯彻敢说敢做的精神，保证每个队员为战队建设出力的权力。即便是指导老师、队长或项目管理，也只是运营组的一员，虽然具有管理战队的权力，但其它队员也有自由提出质疑的权力。

多组交叉是指虽然战队分为技术组和机器人组等组别，但同一个人都要参与到多个组别中，例如一名视觉组员要参与到视觉技术组，同时也要参与到步兵机器人组作为步兵视觉组员，共同为战队的赛季总体目标努力。

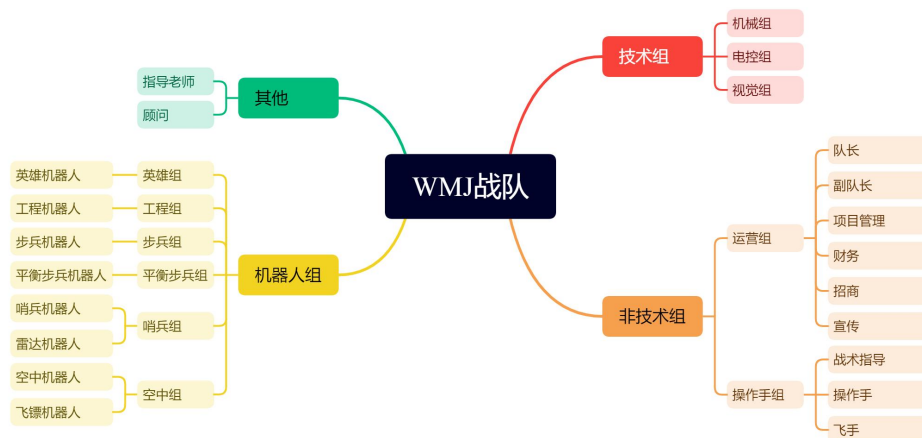


图 3-1 WMJ 战队组织架构示意图

WMJ 战队目前按照技术方向分为机械、电控、视觉三个技术组和运营、操作手两个非技术组（在讨论管理问题时，一般将运营与机械、电控、视觉一同认作为“技术组”）；与此同时，按照不同的机器人分为英雄、工程、步兵、平衡步兵、哨兵和空中六个机器人组。其中每个技术组、非技术组和机器人组均设有一位组长，技术组每组设有一位物资管理。

战队工作在招募、培训方面主要以技术组划开展，在任务进度安排方面主要以车组划开展。具体而言，一名队员在通过招新考核后首先会以一名技术组员的身份再进行一段时间的学习，随后分配车组（包括运营组队员）。操作手组将在赛季中期逐渐开始组建并开展培训和练习任务，具体人员将从全队范围内的正式队员中通过长期的训练和考核择优选取。

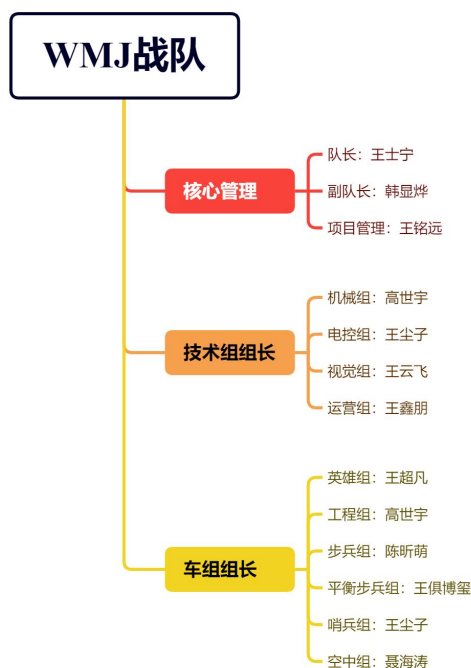


图 3-2 WMJ 战队管理结构

在队伍管理方面，本赛季将对所有任务类型进行明确的责任划分：战队综合事务交由核心管理协商负责，招新、培训类事务交由技术组组长负责，进度规划类任务交由车组组长负责；若任务涉及组外人员一律由组长协商决定。通过这种将责任明确区分、划分到人的方式，我们将能够更好地追踪任务进度，明确管理人员职责，避免出现过多的任务集中到一人导致顾此失彼，或者多人同时负责同一任务导致决策矛盾甚至进度失控的情况发生。

3.4.2 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
指导老师			1.负责为战队整合校内资源。 2.负责在自己的专业领域内指导队内技术。 3.负责团队的的人身财产安全。 4.申请、管理、指导竞赛期间团队经费的使用。 5.协助队长积极配合组委会工作。	战队所在的学校中具备科研、教学工作资格的讲师、教授或其他职务的教职人员。	3人
顾问			1.根据自身的研发及比赛经验，研究规划战队技术的发展方向，从宏观层面指导研发。 2.为战队提供技术支持，在调试、研发中为队员解答疑难问题。 3.探索、发现前沿技术，为战队技术研发贡献思路和灵感。 4.针对战队的管理、运营等方面所存在的问题或不足之处提出意见或建议。	顾问主要从队内退役老队员中招募，须具备两年以上的比赛经验，自身技术实力强劲或管理经验丰富，具有足够的时间完成顾问的工作，且在役期间无重大过错。	3~5人
正式队员	管理层	队长	1.负责和组委会进行积极对接。 2.负责整个战队的传承和发展计划制定。 3.负责统筹整个战队的人员安排。	队长从队内招募，为具备两年以上比赛经历的队员。要求对整个比赛有较深程度的理解，技术面广、管理能力强，对整个战队的发展和管理具有一定理解。可以凝聚士气、团结队伍，带领队伍	1人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			4.负责整个战队的制度管理。	前进。	
		副队长	1.负责整个战队的对外交流。 2.负责和各相应负责人审查战队技术方案。 3.负责战队财务并配合各技术组物资管理的申报物资、报销流程。 4.负责牵头机器人的模块化测试、整机测试等测试方案。	副队长从队内招募，由队内具有一年以上比赛经验的队员担任，须对整个比赛有较深入的理解。 副队长要求具有丰富的沟通交流技巧和协调能力，可以辅助队长完成事务；须对其他校内平台和校外战队有一定了解，擅长对接校内队外事务。	1人
		项目管理	1.负责把控所有项目的整体进度。 2.负责整个战队的文档、资料管理。 3.负责项目相应文档的撰写做好文档传承、制度传承等工作。 4.负责整个战队的物资管理。	项目管理从队内招募，由队内具有一年以上比赛经验的队员担任，对战队有深入的了解和管理经验；项目管理要求擅长把控进度和制定制度，有总结规划、管理人员的能力；须在文档撰写和梳理上具备组织能力，能够做好文档整理和传承。	1人
	技术组	组长	1.负责协同机器人组组长及其它技术组组长进行技术方案敲定。 2.负责本技术组的对外交流。 3.负责本技术组文档、共享平台管理以及相关传承事项构建。 4.负责本技术组的组员定期考核，为本技术组的进度总负责协调人。	技术组组长由队内具有一年以上比赛经验的技术组成员担任，对该技术组技术具有深刻认识和了解。组长须充分了解组内项目进度和战队整体情况，具有统筹文档资料、管理组内组员的能力。	1人
		物资管理	1.负责与队长进行财务对接报销，向队长提供采购审批单、账目报销所需等相关资料。 2.协同技术组组长（物资管理的审核人）管理组内物资。 3.协同技术组组长（组内物资	技术组物资管理由队内成员担任。物资管理须对组内资源物资有充分的了解，擅长物资记录和管理；具有责任心，有耐心进行物资使用和耗材统计。	1人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>购买审核人) 管理组内账目。</p> <p>4.统计耗材的使用情况，记录非耗材的状态。</p>		
		组员	<p>1.负责按时完成技术组组长发布的技术组任务。</p> <p>2.负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的剩余等。</p> <p>3.了解其它战队的技术走向，并作出合理评估。</p> <p>4.每周制定学习计划，并在组内例会上分享汇报。</p>	<p>技术组组员由梯队成员完成项目合格后担任。技术组成员须具备该组核心技术知识，具有责任心和较强的学习能力；了解组内项目和技术发展情况，对技术发展和传承有一定的见解。</p>	5~8 人
机器人组		机器人组组长	<p>1.负责协同技术组组长及其他机器人组组长进行技术方案敲定。</p> <p>2.负责本机器人组的组员任务、进度安排。</p> <p>3.负责本机器人组的对外交流。</p> <p>4.负责把控机器人组本赛季机器人的研发、制作、调试进度。</p> <p>5.负责明确机器人组本赛季的研发目标，把握研发进度。</p> <p>6.负责本机器人组的组员考核，拥有推荐正式队员名额的权力。</p>	<p>机器人组组长由对规则相对更熟悉的，具有一年以上比赛经历的技术组队员担任。机器人组组长须对比赛和机器人有深入了解，掌握该组机器人的研发进度和项目评估；具有规划机器人发展方向，统筹技术研发的能力；能够调动组内队员，配合其他车组和管理人员。</p>	1 人
		机器人组组员	<p>1.按时完成技术组组长发布的技术组任务。</p> <p>2.负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的剩余等。</p> <p>3.了解其它战队的技术走向，并作出合理评估。</p> <p>4.每周制定研发计划，并在组</p>	<p>机器人组组员由技术组成员报名协调后担任，须对比赛和机器人技术充分了解。掌握该机器人的部分研发技术和研发方向；具有技术钻研能力和方案评估能力，能够协助组长优化改进机器人。</p>	3~7 人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>内例会上分享汇报。</p> <p>5.详细关注所负责的机器人的相关动态。</p> <p>6.及时和操作手交流需求和测试结果，在操作手的评估结果下进行技术优化。</p>		
		宣传经理	<p>1.负责开发、整合战队的宣传资源，并打包更新至运营组资料共享平台。</p> <p>2.负责与别的战队或官方组委会互动。</p> <p>3.协助队长做好对外交流。</p> <p>4.负责战队的队内活动策划。</p> <p>5.负责协助队长做好队伍传承（上一届老队员资料收集、队员纪录片等）。</p>	<p>宣传经理由运营组具有一年以上的比赛经历的队员担任，须具有一定的宣传运营能力。熟悉PS、PR、AU、AE等图像视频处理软件，熟悉公众号推文制作，熟悉多媒体宣传平台的推广和应用。有一定的摄影摄像技术，团结战队内其他队员，积极为战队宣传做贡献。</p>	2~3人
		招商经理	<p>1.负责开发、整合战队的招商资源。</p> <p>2.负责赞助商的对接跟进任务。</p> <p>3.负责调研赞助商的需求、以求多种渠道为战队寻求赞助。</p> <p>4.负责与组委会交流、并详细了解侵权定义等相关法律条文。</p>	<p>招商经理由运营组具有一年以上的比赛经历的队员担任，负责开发、整合战队的招商资源，与赞助商进行对接跟进任务。负责调研赞助商的需求、以求多种渠道为战队寻求赞助，责与组委会交流、并详细了解侵权定义等相关法律条文等。</p>	1人
	操作手组	战术指导	<p>1.负责详细了解往届其它学校战队的水平，并根据能收集到的现有资料做客观预测。</p> <p>2.负责详细研究往届比赛中所展示出的技术点、战术方案等。</p> <p>3.负责根据战队的机器人实际情况、对方战队实力做出合理的战术方案。</p> <p>4.负责操作手训练的训练任</p>	<p>队内招募，须具备一年以上比赛经验，在战略制定、战术指挥、战局预测等方面突出，及时掌握队内机器人性能，准确评估实力，了解其他战队战略动向和往年打法等。</p>	1人

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>务，以及组织开展模拟对战等活动。</p> <p>5.在比赛时协助队长做好准备事项，并提高整个战队士气。</p>		
		操作手	<p>1.负责地面机器人赛场操作和战术制定。</p> <p>2.在备赛期间积极训练，针对机器人的性能做出评估给技术组合理反馈。</p> <p>3.为自己制定科学的训练方案，并针对每次的训练效果进行记录。</p>	<p>队内招募，通过操作手选拔即可成为操作手，操作手选拔包含战略战术考核、虚拟对抗考核、实车对抗考核，要求操作手应具备</p> <p>良好的团队配合、敏捷战术思维、规则充分理解和机器人基本操作能力。</p>	5~7 人
		飞手	<p>1.负责空中机器人的赛场飞行和战术制定。</p> <p>2.在备赛期间积极训练，针对机器人的性能做出评估给技术组合理反馈。</p> <p>3.为自己制定科学的训练方案，并针对每次的训练效果进行记录。</p> <p>4.向战术指导提供战术方案。</p>	<p>队内招募，具有丰富的多旋翼无人机操作经验，对比赛规则有较为深入的了解，拥有良好的团队配合能力和比赛心态。</p>	1~2 人
		梯队队员	<p>1.学习相关技术知识，掌握该技术组的相关技术知识。</p> <p>2.按时完成技术组组长发布的技术任务。</p>	<p>通过 WMJ 战队对外招新考核的成员。梯队成员须具有较强的自学能力、认真负责的学习态度；具备一定的技术基础，能够胜任研发学习任务。</p>	每技术组 3~5 人

3.5 团队招募计划

3.5.1 目标人员分析

3.5.1.1 人员需求

2023 赛季将主要进行两次较大规模的团队招募行动，第一次在 2022 年秋，即 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛 2023 赛季初期进行，主要面向 2021 级、2022 级本科生。各技术组与运

营组均参与招募,对于目标人员的要求为:2022 级本科生需热爱机器人比赛,对于 RoboMaster 机甲大师赛事有一定的了解,具有一定的学习能力,能够融入队伍;2021 级本科生需有一定的机器人或相关比赛经历和对应技术能力基础,能快速融入队伍。

第二次招新在 2023 年春,即 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛 2023 赛季中期进行,主要面向 2022 级本科生。各技术组与运营组根据当前组内人员配置进行招新需求的计划安排,若有较强的任务安排需要,可能需要考虑额外招募大二有较强能力的同学。对于目标人员的要求为:2022 级本科生需热爱机器人比赛,对于 RoboMaster 机甲大师赛事有一定的了解,具有较好的学习能力或相关能力基础,能够融入队伍;2021 级本科生需有较强的机器人或相关比赛经历和对应技术能力,能快速融入队伍和工作岗位。

此外,运营组招新一般不对年级作较严格要求,主要以对比赛的热情和工作能力为考量标准,有相关宣传、招商或财务管理经验者优先。

操作手组的招募将在寒假放假前展开,人员主要来自队内自愿报名和推荐,不单独对外开放招募。

3.5.1.2 招新方向分析

根据各组工作内容与技术学习的差异,在面向不同院系进行招新宣讲时,将考虑该院系学习方向对于组内工作的适应情况,如计算机学院的招新宣讲主要集中在视觉方向,其他组别介绍相较之更简单,同时将由视觉组成员进行宣讲。

西北工业大学进行本科生教学的学院共有 27 个,除去国际教育学院外共有 26 个。根据战队工作的需要,在招新过程中主要分为五类:机械类、电控类、视觉类、运营类、无明显倾向类。其中部分学院存在多专业方向,以战队往年成员的院系构成作为参考。

分类	院系
机械类	航天学院、航空学院、航海学院、材料学院、机电学院、力学与土木建筑学院、民航学院、伦敦玛丽女王工程学院
电控类	电子信息学院、微电子学院
视觉类	计算机学院、软件学院、网络空间安全学院、国家保密学院
运营类	管理学院、公共政策与管理学院
无明显倾向类	自动化学学院、动力与能源学院、数学与统计学院、物理科学与技术学院、化学与化工学院、生命学院、外国语学院、教育实验学院、马克思主义学院、生态环境学院

对于每一个学院,战队将根据队内来自该类学院的成员比例或队员的建议进行宣讲方向的制定。战队鼓励新生优先了解学院对应类别的技术方向,但并不限制其在招新考核和后续

正式入队时的方向选择。

在招新宣传阶段，招新群组的管理员会注意标记对于赛事有了解或表现出较高热爱程度的同学；并筛选出有过机器人或相关比赛经历的同学。对于上述两类学生，各组负责人将加强关注，在面试或后续培训阶段中进一步了解。

3.5.2 招新渠道分析

WMJ 战队 2023 赛季纳新渠道将以战队统一招新活动为主，以校内赛招新和其他特招为辅。

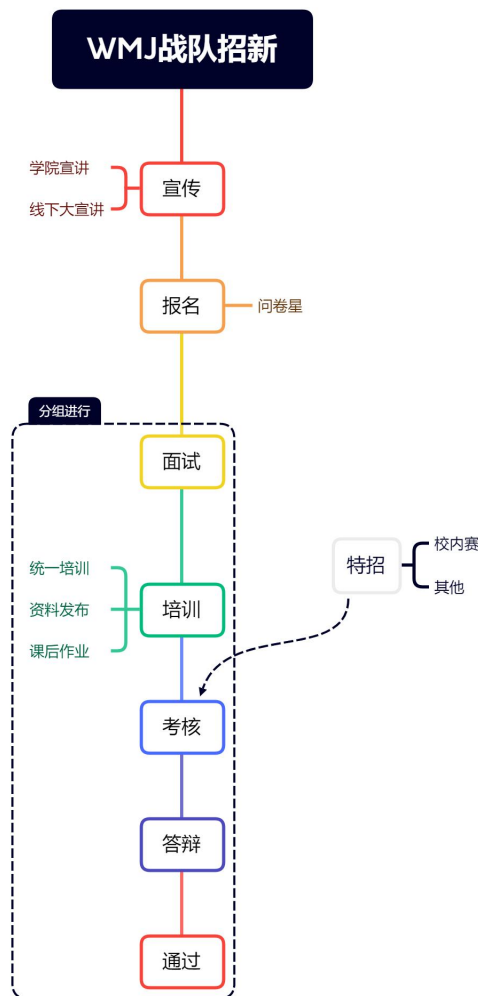


图 3-3 WMJ 战队招新流程示意图

（一）统一招新活动

WMJ 战队统一招新活动为每学期固有活动，是战队招新的主要渠道。一般宣传阶段持续 2~4 周不等，培训考核阶段视各组安排不同持续 4~6 周不等。

前期宣传阶段，将视具体需要灵活结合线上线下两种渠道，后期培训与考核以线下渠道为主、线上渠道为辅。考虑到大学生常使用的社交软件，以 QQ 群组作为招新群，根据相关

学院的基地社团宣讲政策决定宣讲方式。

线上宣讲将通过腾讯会议的方式进行，联系工作主要由运营组负责，并根据院系情况安排不同组别的队员宣讲，宣讲人通过招新 PPT 进行战队以及组别的介绍，并进行简单答疑，将对于比赛与战队有兴趣的同学邀请进入招新群组，进行进一步答疑；

线下宣讲分为针对学院的宣讲、百团大战宣讲与 WMJ 战队招新大宣讲，学院宣讲主要内容与线上宣讲类似；而招新大宣讲则是战队招新最重要的宣传环节，由 WMJ 战队预约场所，进行详细的战队介绍与各技术组、运营组的工作内容介绍，并展示战队的成绩与团队建设成果，同时在宣讲期间组织一定的活动活跃氛围；百团大战宣讲由于时间相对 WMJ 战队的预计招新时间较为滞后，因此不作为主要的宣传途径，但同样安排宣传活动。

在考核过程中，我们将重点培养新人的关键技术能力，并引导其自学更深入的知识。关于培训的具体细节详见第 3.6 节中各组入队前培训部分。

一般来说，招新考核更重视基础知识、学习能力和态度，而非绝对以考核成绩为准，故而面试和答辩也是最终决定招新考核是否通过的重要一环。关于新人招收的要求详见第 3.4.2 节中岗位和职责要求。

（二）校内赛招新

校内赛招新将结合今年首次举办的西北工业大学第一届 RoboMaster 机甲大师校内赛开展，主要面向校内赛复赛成绩优秀的参赛队员。该渠道招新过程和要求完全由各技术组和运营组组长决定，能力要求与统一招新一致，作为统一招新的补充。若校内赛成绩优异，亦可不参与统一招新的考核任务，或单独完成组长认为有考核意义的其他任务作为检验。

（三）其他特招

当赛季备赛过程中，若因技术组人员意外流失或任务量评估有误，在技术组组长认为有必要时，可以单独开展特招活动。特招以技术组为单位开展，不组织大规模宣传或培训，主要面向有良好的技术基础、对比赛感兴趣的同学，完成考核任务并通过答辩即可。

根据往届经验，该渠道目标人员主要来自其他团队离职队员、队内特殊推荐或因故未能参与统一招新活动但能力出众者。

3.6 团队培训计划

3.6.1 机械组

（一）入队前培训

1. 面试

通过面试对参加招新的同学进行一些基本情况了解，包括对 RoboMaster 比赛的认识，对

各个机器人的认识以及一些常用简单的零件的提问，并了解新人的 SolidWorks 使用能力。主要目的在于筛选具有机械、设计思维的同学。

2. 培训

面试结束后，将完成基础知识的培训任务。

时间	培训内容	主讲人	作业
第 1 周	SolidWorks 使用。	陈纳川	SolidWorks 建模练习和软件自学。
第 2 周	加工方式、材料。	姚睿东	相关知识练习。
第 3 周	传动机构、执行机构。	任午豪	相关知识练习。
第 4 周	机械结构设计。	高世宇	最终考核设计。

3. SolidWorks 考核

第三周末将进行 SolidWorks 考核，考试形式为线下机试。考核时长 3 小时，需要在规定时间内，根据所提供的图纸，完成两套装配体的建模。考核结束后将统一批改，根据各位的完成情况，选出符合要求的同学参加最终考核。

4. 最终考核

第 4 周培训结束后将公布最终考核题目。最终考核为期 3 周，大一同学的考核任务是设计一款能够从指定地点获取弹丸并能将弹丸补充给步兵机器人的小型机器人；大二同学的考核任务是设计一款能够在赛场内移动、筛选并收集场地上散落的 42mm 弹丸、并能够运输到指定地点的小型机器人。3 周考核时间结束后将组织线下方案答辩，根据方案的合理性、完整性选出符合要求的同学，成为机械组梯队队员。

（二）梯队队员培训

入队之后，将对梯队队员进行相关机械技能培训，包括但不限于 3D 打印机、出图、小型工具使用、车床铣床等大型设备的使用。此外，还会定期组织梯队队员进行优秀开源资料的学习，并由老队员进行相关的讲解。期间给梯队队员布置一些小型任务，根据其完成情况决定是否成为正式队员。

3.6.2 电控组

(一) 入队前培训

1. C 语言考核

通过在 Vjudge 网站上在线发布题库，对参与招新的同学的 C 语言基础能力进行考察，考核范围包括基础语法、简单算法等，核心目的在于以题库为导向指导新人学习 C 语言、巩固基础知识点。

2. 面试

面试的过程中我们会了解同学们的相关情况，并综合考虑 C 语言考核成绩、相关能力基础和个人意愿，将所有人划分为 51 组和 32 组两个不同的难度级别，分别学习 51 单片机与 stm32 单片机。

51 组重在打好基础、了解单片机的原理与编程思维；32 组适合有基础或是编程水平较高的同学。选择 32 组需要在 C 语言的考核中表现靠前。

3. 单片机与 AD 自学阶段

分组完成后，我们按周发布学习任务和作业要求，并安排一次开卷测验。学习任务安排表如下。

周数	51 组	32 组
第一周	创建工程，跑马灯，独立按键；AD 工程创建。	创建工程、跑马灯，AD 的基本工程的创建，了解绘制 PCB 板的步骤。
第二周	定时器，中断，矩阵按键 AD 绘制元件原理图。	时钟系统与定时器；AD 绘制元件的原理图及其封装。
第三周	串口通信，AD 绘制元件封装（PCB）。	中断优先级管理与外部中断、定时器中断，看门狗；AD 绘制原理图。

第三周周末统一测验

第四周	数码管、LCD（AD 绘制原理图）。	串口通讯，ADC、DAC，AD 学习画 PCB（规则设置与布局、走线）。
第五周	IIC 和 EEPROM。	spi、DMA；AD 学习画 PCB（裁剪板子形状、滴泪、铺铜）。

第六周	AD 绘制完整 PCB 图。	CAN 通信。
-----	----------------	---------

4. 最终考核

最终考核分为机试和面试两部分。机试将考察之前所学的所有内容，包括单片机和 AD。时长约 8 小时，允许使用电脑中储存的资料，不允许联网。中途可以休息、吃饭，但是仍计入考试时间。面试将在机试批改完成后进行，当面考察技术点的掌握程度并了解个人情况。我们将综合计算最终考核的成绩，选出符合要求的同学加入电控组，作为战队电控组的梯队队员。

(二) 梯队队员培训

从入队之后到成为电控组正式队员之前，梯队队员需要继续学习并掌握 STM32HAL 库、cubemx、FreeRTOS 操作系统等电控组必备知识。最终需要独立完成一个组内提供的小项目，并根据完成质量决定是否可以成为正式队员。

3.6.3 视觉组

(一) 入队前培训

本赛季视觉组招新培训与考核分为秋季与春季两个批次完成，入队前完成基础知识培训内容，并根据知识掌握情况择优录取，培训流程图如下。

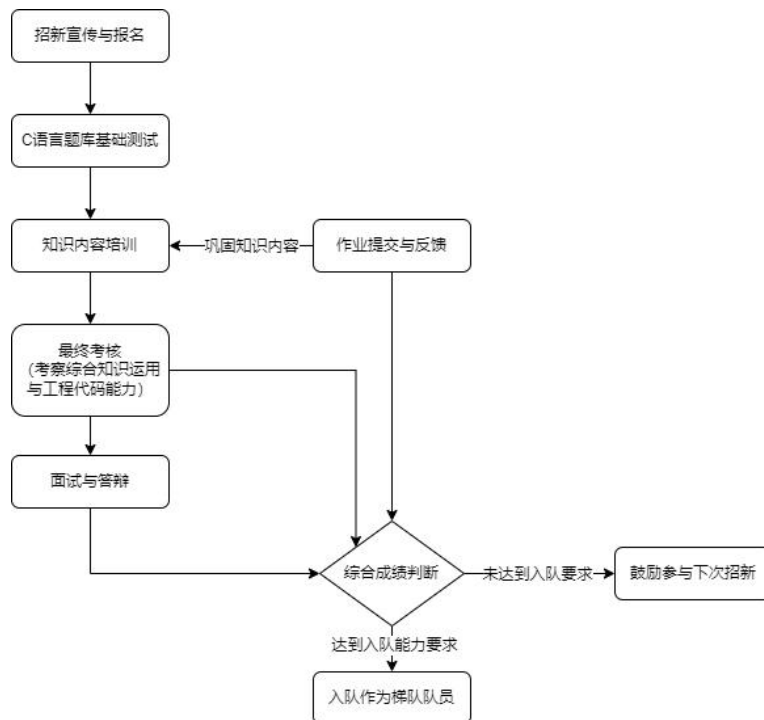


图 3-4 视觉招新流程图

时间	培训内容	主讲人	作业内容
10月15日	C++面向对象编程	赵子豪	大数计算器
10月22日	Linux 基础开发	陈卓	CMake 项目编译与 Git 使用
10月29日	OpenCV 基础	许洋洋	OpenCV 图形识别
11月5日	控制方法与坐标变换	黄永乐	PID 使用, 坐标变换
11月12日	ROS2 基础	吴奇优	ROS2 基础通讯测试

入队前培训主要以老队员分技术模块讲解培训结合课后作业巩固的形式展开, 视觉组组长作为培训主要负责人。同时, 为新生提供详细技术学习路线文档与资料。

2023WMJ视觉组自学指导

2023WMJ视觉组自学指导

修改记录
写在前面
1. 零基础入门
IDE安装——以DevC++为例
C语言语法基础学习建议
2. 基本开发工具
Linux基础
Git
CMake
Vim
Markdown
3. C++面向对象
4. OpenCV入门
5. 单目相机姿态解算
6. PID控制
7. 卡尔曼滤波
8. 串口通讯
9. 多线程编程
10. ROS2与和建图导航*

修改记录

时间	版本	修改内容
2022.10.5	v0.2	增加单目测距和卡尔曼滤波内容, 补充OpenCV安装教程
2022.9.26	v0.1	首次发布

写在前面

本文针对有意愿加入WMJ战队视觉组的同学, 结合WMJ视觉组现有基础与对新队员能力的期望, 给出以下学习方向指导内容, 作为对不同年级、不同基础队员应当掌握的技术能力的学习指导。

学习建议:

1. 未接触过计算机编程和C语言基础较弱的同学可以先专注于C/C++基础语法, 数据结构等知识的学习。
2. 有C语言编程基础的同学可以先完成Ubuntu系统的安装及体验(虚拟机或双系统), 熟悉Linux开发环境, 安装好所需软件包。
3. 在学习完C++面向对象编程后, ROS2与和建图导航可以作为独立模块进行学习(其基本框架学习难度不大), 感兴趣的同学后续在ROS2框架中可以进行更多专项扩展知识学习。

以下内容, 仅作为自学参考, 非最终入队考核要求。后期培训我们将对其中的部分内容展开讲解。

图 3-5 视觉自学指导文档(部分)

此外, 本赛季开始前, 我们联合西安高校联盟, 撰写了视觉联培资料包。该资料包作为辅助培训材料下发给新生, 同时作为队内技术参考保存。

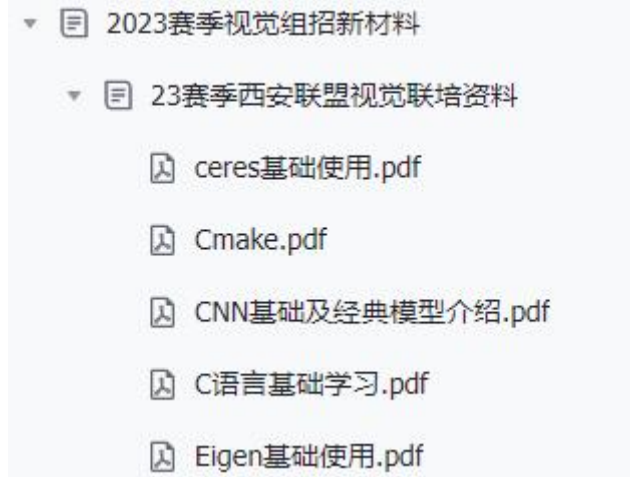


图 3-6 西安联盟视觉联培材料（部分）

（二）梯队队员培训

梯队队员培训以代码整体理解、机器人调试和老带新分技术点学习结合。每个梯队队员入队后，在巩固基础知识基础上，需要完成对基础步兵代码的学习理解与步兵代码实车调试。在理解整体代码逻辑的基础上，按个人兴趣与意愿，结合各兵种人员需求，以一对一老带新的形式，分兵种有针对性的学习某项技术点或某个兵种功能实现方法，完成对功能代码的传承与优化。

（三）队内集中培训

针对新赛季与上赛季队内研发的通用技术，需要组内成员保持知识同步。针对这些技术内容，该技术开发主要负责人将作为培训人，以技术文档、线下集中培训讲解等形式开展培训，保证组内成员及时掌握最新代码开发与使用方法。

3.6.4 运营组

（一）入队前培训

2023 赛季运营组的招新培训与考核主要分为三次，目的是为了遴选出适合运营组工作，有一定的宣传、招商或财务管理能力的同学，综合考核时间与培训内容等方面，主要的培训分为三次进行，并且每一次的培训后进行一次考核作业的布置，参与培训的成员有一周的时间完成考核作业。

每次考核作业的评判标准为该次作业的考核要求，以对于内容、参数与技术要求的符合程度为打分的依据，同时根据该名同学的日常表现以及其他优势能力进行评估，最终通过考核的同学成为运营组梯队队员。

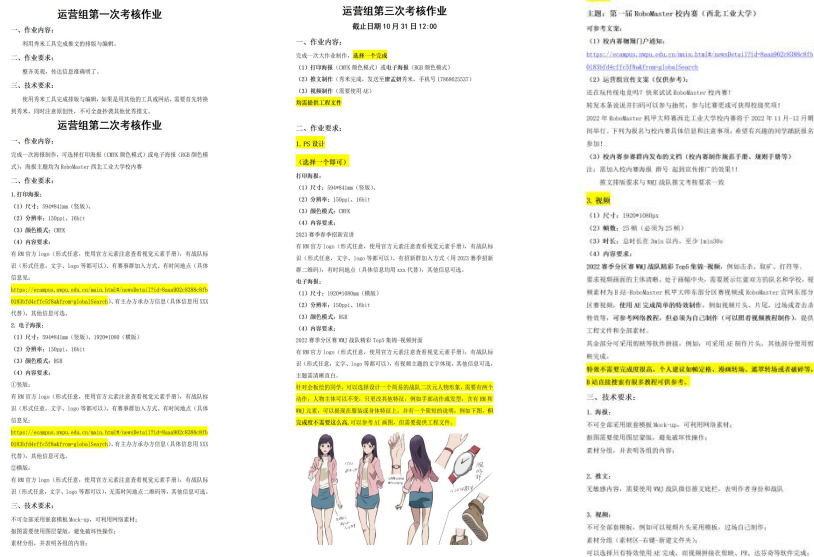


图 3-7 运营考核任务（部分）

（二）梯队队员培训

梯队队员的培训分为两个方向，分别为宣传、招商，根据各梯队成员在入队前考核的情况与个人意愿进行初步的分组；宣传方向的梯队队员进行进一步的培训，主要内容依然以 PS 类平面设计软件、视频剪辑类软件为主，同时进行一定的 AE 软件教学，加强队员的宣传材料制作能力；招商方向的梯队队员参与新赛季招商手册的制作，并逐步在工作中进行进一步的能力提高。

3.6.5 操作手组

由于我队一般更重视比赛中的技术元素，在过去几个赛季中对操作手的培训较为疏忽。在现今比赛技战术不断进化，技术研发与战场决策结合程度不断加深的情况下，操作手的培训逐渐成为不可忽视的一环。

在 2023 赛季中，WMJ 战队操作手组的选拔依据将主要包含以下几点：

- (1) 参赛热情与参赛经验；
- (2) 对比赛规则的认识程度（队内规则测评得分是其中一大重点）；
- (3) 对机器人的综合了解程度和操作水平。

操作手优先自正式队员和有参赛经验的队员中选拔；考虑到对机器人的综合了解程度，其操作机器人分配将优先考虑本车组所在机器人。自寒假起，战队将逐渐开展对操作手（包括飞手）的比赛常识、战术素养和机器人操作训练三个方面的培训。

（一）比赛常识

比赛常识是操作手必须熟悉的基本内容，主要包括比赛规则、比赛流程、往届比赛历史

等部分内容，主要培训形式为会议学习讨论和共同观看比赛回放等，计划在寒假初期完成。

（二）战术素养

战术素养为长期培训内容，计划通过沙盘模拟、对抗讨论和模拟器对抗逐渐锻炼。该项目的目的是为了培养操作手在赛前的战术制定、场上的决策和战术执行能力；另外通过模拟器训练也能培养操作手之间的沟通能力和默契。

（三）机器人操作训练

机器人操作训练将结合车组进度适时开展，时间主要集中在赛前数周机器人调试期间，实际为3月至7月内间断进行。机器人操作训练的主要目的是为了使操作手熟悉机器人性能和操作方式，在真实场地中感受赛场环境和比赛流程，并通过模拟演练比赛环节和战术执行提高熟练度；另一方面，通过操作手实际感受反馈到车组，也能为技术改进提出部分指导性意见和故障反馈。

此外，飞手将由空中组单独组织安排飞手训练和飞手-云台手联合练习。由于飞手身为操作手又“身处局外”，往往能在比赛复盘时发现更多的问题，为后续的比赛给出更为清晰的建议，因此飞手的战术素养也是关键素质之一。

4. 基础建设

4.1 可用资源分析

4.1.1 资金资源

来源	资源描述	初步使用计划
学校教务处竞赛专项经费、工程实践训练中心部分教学经费	可以满足基本的备赛需求，保障战队的基本运行。	主要用于购买各机器人组物资、官方物资等。此项经费用于战队大部分研发预算支出，但仅可购买赛季初申请的赛季经费预算内所包含的内容，不可购买经费预算之外的。
战队自有经费	由本赛季申请的创新创业项目（科研成果转化）经费以及比赛奖金组成，是战队内部的可自由使用经费。	主要用于团队建设、文化氛围建设、紧急项目支出等，紧急项目支出是指在一些特定条件下会出现学校经费无法及时报销但购买需求十分迫切的情况。
队员自发筹款	该部分经费是指在备赛最为关键时期出现学校经费和战队经费在不可控情况下无法及时支出，此时需队员自发筹款，形式为战队负债形式。其他经费到位后第一优先级返还。	十分紧急情况下物资购买，如比赛出发前的加急、财务封账后垫付、比赛期间购买的物资等。

4.1.2 物资资源

4.1.2.1 机械组物资

机械组物资大部分为往届遗留及学校提供，少部分物资如打印机、打印料等为赞助商提供，另有部分易丢失、易损耗物资工具本赛季进行了购买和补充。

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	极光尔沃 A8S	1	台	用于打印较为精细的零件
往届遗留	极光尔沃 Z603S	1	台	打印零件
赞助商提供	纵维立方 Chiron	3	台	打印尺寸较大的零件
学校公用设备	钻铣床	1	台	用于修改和制作零件
学校公用设备	精雕机	1	台	主要用于自制板材用于测试

来源	物资资源	数量	单位	用途
学校公用设备	激光切割机	1	台	用于切亚克力板和木板,用于测试和制作宣传纪念品
往届遗留	切割机	1	台	用于切割铝方管角铝等
往届遗留	220V 电钻	1	把	功率较大,用于钻孔和扩孔
往届遗留+本赛季购买	小型电钻	5	把	用于钻孔径较小的孔或者拧螺钉
往届遗留	铆钉枪	3	把	用于拉铆钉
往届遗留	电动锉刀	1	把	用于修改零件的误差
往届遗留	电钉枪	1	把	用于装订木板,制作场地
往届遗留	气铆钉枪	1	把	用于拉铆钉
往届遗留	台钳	2	个	用于装夹零件便于后续加工
本赛季购买	虎钳	7	把	用于拆卸零件、变形零件等
往届遗留	锉刀	5	把	用于清理毛刺、修改零件尺寸
往届遗留+本赛季购买	游标卡尺	3	把	用于测量零件尺寸、装配误差等
往届遗留	角磨机	1	个	用于打磨、切割
往届遗留	拉马	2	个	用于拆卸轴承、同步轮等零件
往届遗留	锤子	3	把	用于拆卸或者装配
往届遗留+本赛季购买	丝锥	2	套	用于手动攻丝,便于装配
往届遗留	手锯	3	把	用于制作和修改零件
往届遗留	纵维立方 PLA 打印料	50	卷	耗材
赞助商提供	Bamboo Lab 3D 打印机	1	台	用于快速打印零件
本赛季购买	木工锯	1	把	用于切割木板,制作临时场地

4.1.2.2 电控组物资

电控组物资大部分为往届遗留,其中有部分易丢失、易损耗的工具及物资如胶布、J-Link 调试器等本赛季进行了购买和补充。

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	斜口钳	7	把	焊接工具

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	尖嘴钳	4	把	焊接工具
往届遗留	剪刀	7	把	拆快递包装, 裁切胶带等
往届遗留+本赛季购买	弯头镊子	7	把	焊接工具
往届遗留+本赛季购买	直头镊子	7	把	焊接工具
往届遗留	胶枪(插电式)	3	把	粘接结构, 固定线材
往届遗留	胶枪(24V 电池供式)	1	把	粘接结构, 固定线材
往届遗留	焊台	4	个	焊接
往届遗留	热风枪	1	把	焊接, 拆卸
往届遗留	加热平台	1	个	焊接铝基板
往届遗留	示波器	2	台	分析电路波形
往届遗留	逻辑分析仪	1	台	分析通讯协议逻辑和数据
往届遗留	电源箱	1	个	测试电路板
往届遗留+本赛季购买	电工胶布	若干	卷	绝缘, 保护线材
往届遗留+本赛季购买	纤维胶布	若干	卷	保护线材
往届遗留+本赛季购买	绒布束线胶布	若干	卷	保护线材
往届遗留+本赛季购买	束线管	若干	卷	保护线材
往届遗留+本赛季购买	3M 双面胶	若干	卷	固定板子等负载较低の場合
往届遗留+本赛季购买	J-link 调试器	12	个	调试下载代码
往届遗留+本赛季购买	端子固定胶	若干	卷	固定端子

4.1.2.3 视觉组物资

视觉组大部分物资为往届遗留, 其中有部分易丢失、易损耗的工具及物资本赛季进行了购买和补充; 同时为适应新版本规则, 本赛季购买了新的激光雷达等用于雷达站的研发。

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	大恒工业相机	20	台	视觉自瞄图像采集主要设备
往届遗留	Realsense 深度相机	2	台	用于工程机器人定位图像采集设备
往届遗留	海康威视 USB 相机	1	台	雷达定位图像采集设备
往届遗留	RED Vision 相机	2	个	雷达定位图像采集设备
往届遗留	USB 相机	2	个	飞镖测试图像采集设备

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	Ov 5640	2	个	飞镖测试图像采集设备
往届遗留	nvidia xavier nx	1	台	车载运算平台
往届遗留	nvidia jetson tx2	1	台	车载运算平台
往届遗留	intel NUC10	6	台	车载运算平台
往届遗留	intel NUC11	5	台	车载运算平台
往届遗留	minipc v210	4	台	车载运算平台
往届遗留	名硕 minipc	2	台	车载运算平台
往届遗留	bananapi m2 zero	8	个	飞镖上位机
往届遗留	maix bit	1	个	飞镖测试上位机
往届遗留	OpenMV4 H7	1	个	飞镖测试上位机
往届遗留	Nanopi Duo 2	1	个	飞镖测试上位机
往届遗留	便携装甲板	2	个	便于自瞄调试工作
往届遗留	卷尺	3	个	测距验证
往届遗留	标定板	1	个	相机标定
往届遗留	硬盘	1	个	储存视觉组资料与录像
往届遗留	便携屏	2	个	用于配置运算平台
往届遗留+本赛季购买	装甲板贴纸	若干	张	贴装甲板
往届遗留+本赛季购买	镜头湿巾	若干	包	用于擦拭清洗相机镜头
往届遗留+本赛季购买	USB 转接头	若干	个	防止运算平台接线时接口受损
往届遗留+本赛季购买	USB 转接线	若干	根	运算平台接线延长或转接
往届遗留	HDMI 线	若干	根	用于连接显示器
往届遗留+本赛季购买	网线	若干	根	用于远程连接车载运算平台
往届遗留+本赛季购买	网线延长线	若干	根	防止车载运算平台网口受损
往届遗留+本赛季购买	镜头盖	若干	个	保护相机镜头
往届遗留+本赛季购买	镜头固定螺丝	若干	个	固定镜头焦距与光圈
往届遗留	三脚架	1	个	支撑雷达相机
往届遗留	相机镜头（6mm）	15	个	主要用于步兵、哨兵自瞄相机
往届遗留	相机镜头（9mm）	4	个	主要用于英雄、哨兵自瞄相机
往届遗留	相机镜头（12.5mm）	1	个	主要用于无人机自瞄相机
往届遗留	相机镜头（16mm）	1	个	主要用于英雄吊射相机

来源	物资资源	数量	单位	用途
往届遗留	相机镜头（25mm）	3	个	主要用于英雄吊射相机、无人机自瞄相机
本赛季购买	Livox mid-70 激光雷达	1	个	用于雷达站建图
往届遗留	思岚 A2 激光雷达	2	个	用于哨兵机器人建图

4.1.2.4 运营组物资

运营物资有部分物资如帐篷、易拉宝等物资为往届遗留，大部分物资如纪念品、宣传物料等本赛季会重新设计购买。

来源	物资资源	数量	单位	使用计划
本赛季购买	帽子	50	个	用于比赛、战队交流、校内活动等集体性场合，作为纪念品赠送给其他战队队员或同学。
本赛季购买	卡贴	100	张	
本赛季购买	鼠标垫	100	个	
本赛季购买	帆布包	100	个	
本赛季购买	横幅、海报	若干	张	用于战队宣传，助力提升战队整体赛事文化氛围，增强队员荣誉感和获得感，提高赛事影响力。
往届遗留	帐篷	4	个	用于校内活动举办。
往届遗留	易拉宝	4	个	用于校内活动举办、外场宣传。
往届遗留	KT 板支架	3	个	用于校内活动举办、外场宣传。

4.1.3 加工资源

类别	来源	资源描述	初步使用计划
加工资源	学校工程实践训练中心冷加工部部分公用加工机器	战队受工程实践训练中心冷加工部的支持，可在老师指导下使用的车床、铣床、台钻、非金属激光切割机、激光打标机。在经过老师的培训之后可使用精雕机、钻铣床。	用于加工简易机加工件，进行铝方管打孔、切割亚克力板等工作。

类别	来源	资源描述	初步使用计划
加工资源	淘宝店铺加工	常用店铺包括： 1.五金加工件-晋辉五金、宇斯诺机械。 2.铝方管定制-天弘铝业。 3.碳纤维板加工店家-精密 CNC、哈长伟碳纤维板精加工。 4.螺钉螺母等紧固件店家-博瑞特。 5.齿轮齿条同步轮等传动部件-广发传动。	机械组主要加工手段，完成大部分材料加工工作。
加工资源	印制电路板	常用店铺包括： 1.嘉立创 2.捷配	电控组主要通过线上代加工印制电路板。

4.2 协作工具使用规划

4.2.1 机械组

机械组协作主要以线下为主。机械组会定期组织线下例会，例会上会对现有问题进行分析和总结，并讨论新的解决方案。此外，机械组还使用 QQ 进行线上沟通，使用飞书进行一些进度规划和一部分文档的管理，使用移动硬盘记录机构测试情况和图纸管理。

WMJ-项目管理	2021/9/3 10:18	文件夹
LexarDataShield_1.0.39.app	2021/11/17 10:12	文件夹
机械组群文件	2021/11/26 23:00	文件夹
MCsBackup	2021/12/29 19:37	文件夹
图纸整理	2022/1/13 18:19	文件夹
项目	2022/1/13 18:25	文件夹
中期视频	2022/1/29 19:47	文件夹
emuelec4.3正式版-S905M-S905L-58G	2022/3/2 2:07	文件夹
其他战队中期视频	2022/3/6 12:55	文件夹
Youku Files	2022/4/27 0:55	文件夹
22文档及图纸	2022/10/20 17:40	文件夹

图 4-1 机械组硬盘文件管理示意图（部分）

4.2.2 电控组

电控组的协作主要以线下协作为主。在定期例会中，我们会对上一阶段所出现的问题进行反馈，之后认真讨论并确定解决方案。针对硬件研发，我们设计了一套硬件研发流程。针对软件，我们使用坚果云和 Git 分别对设计资料和各兵种代码进行管理，并于各项目组组内讨论、寻找方向并最终确定方案。



图 4-2 电控组坚果云文件结构

坚果云的文件结构如上所示，其中主要包括：

- (1) 官方物资资料、其他参考文档资料：电控组使用的各类模块和电机、传感器的使用说明文档；
- (2) 硬件项目：自研电路板图纸；
- (3) 各机器人资料：各个机器人的设计文档、通讯协议、使用说明文档等；
- (4) 测试记录：部分重要项目的测试报告等。

该网盘将在所有电控组成员的电脑上同步，便于实时共享。该网盘中还保存了电路板相关文件、成熟完善的压缩代码版本、硬件接口规范、机器人通讯协议、一些说明书和常用的关键性文档，每个版本的代码和硬件测试结果也需要在网盘中留档以备日后所需。

项目ID	项目名称	团队状态	状态	负责人	成员	仓库数	星标	操作
P1005	提供机器人开发	...	...	王金子	3	1	☆	...
P1007	规则库和每日规则	...	...	王奕博	11	1	☆	...
P1001	开源学习	...	...	王奕博	7	1	☆	...
P1011	天璇正义-无人机	...	...	蔡奇斌	1	1	☆	...
P1010	比赛板代码	...	...	于斌	4	1	☆	...
P1009	多线程开发	...	...	王奕博	3	1	☆	...
P1006	工业机器人开发	...	...	王奕博	4	4	☆	...
P1004	多任务机器人开发	...	...	王奕博	5	4	☆	...

图 4-3 电控组 Gitee 仓库项目（部分）

电控组使用 Gitee 进行机器人和部分重要项目的代码管理，不同成员分管分支开发和后期审核，并为每个兵种都专门建立了不同的独立代码仓库，以保证整个电控组代码体系和开发过程的合理性和可追溯性。

4.2.3 视觉组

视觉组协作采用线上与线下相结合的形式。线下沟通需求并进行组内讨论确定设计方并

进行调整。遇到问题时及时组内技术人员或其他技术组沟通交流，提出解决方案。线上使用飞书 OKR 和任务管理项目进度，使用 Gitee 管理视觉组代码。

视觉组使用 Gitee 的目的是规范化代码开发流程、远程保管代码仓库以及便于多人协同开发。运用 Git 记录代码开发日志和文档，确保开发过程安全、可靠，提高协作效率。

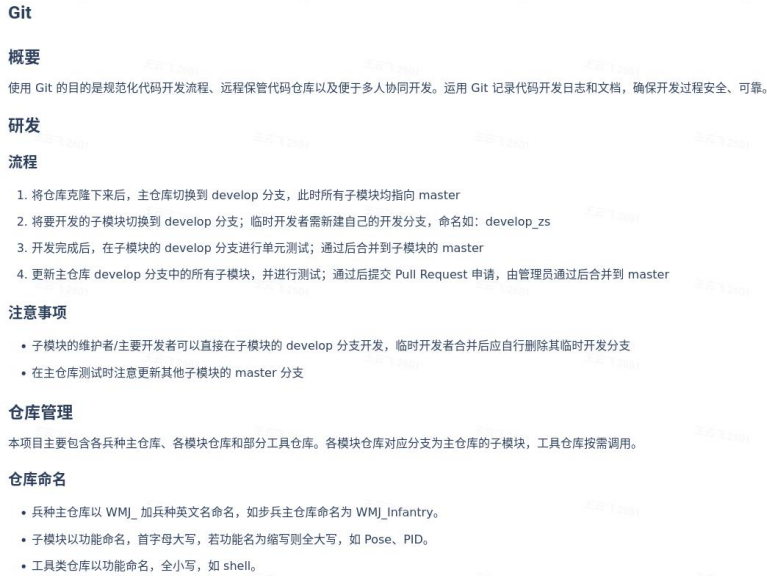


图 4-4 视觉组 Gitee 开发规范（节选）

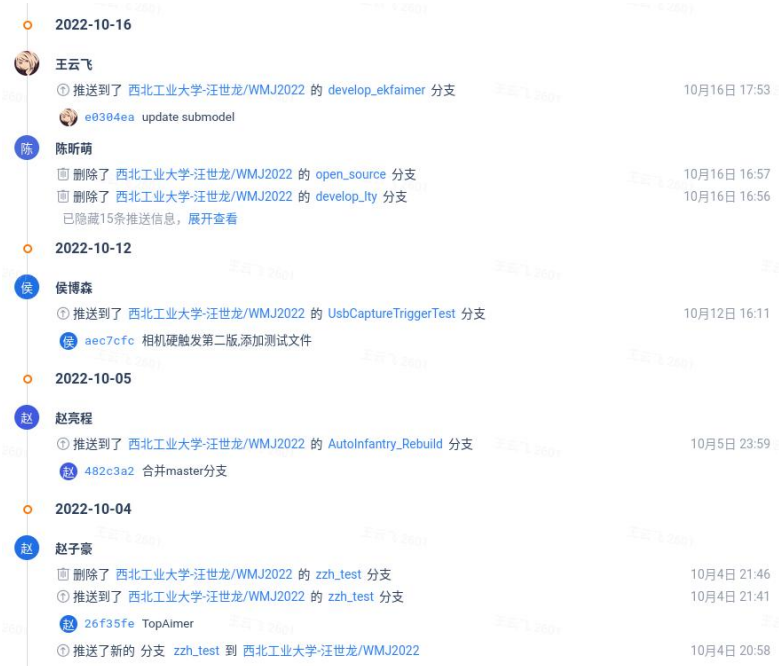


图 4-5 视觉组 Gitee 管理记录（节选）

视觉组制定了代码规范来统一代码风格，增强代码的可读性和可继承性。

代码规范

头文件

- 头文件必须使用 `#pragma once` 来防止头文件被多重包含
- 使用标准的头文件包含顺序可增强可读性，避免隐藏依赖：C 库、C++ 库、其他库的头文件、本项目内的头文件，用一个空行分隔每个组

例如：

```
#pragma once
(空行)
C 系统头文件
C++ 标准库头文件
(空行)
其他库的头文件，如 OpenCV、RealSense 等
(空行)
本项目内头文件

• 项目内头文件应按项目源代码目录结构排列，快捷目录、上级目录和当前目录，例如，/home/WMJ2022/libFSM/include/StateMachine.h 应该按如下方式包含：

#include "libFSM/include/StateMachine.h"
```

作用域

- 代码应在命名空间中，在我们的代码中命名空间为 `wmj`；不要使用 `using namespace` 指令
- 使用静态成员函数或命名空间内的非成员函数，不要用裸的全局函数。

类

- 仅对承载数据的被动对象使用 `struct`，其它一概使用 `class`。
- 将所有数据成员声明为 `private`，除非是 `static const` 常量类型成员。
- 将相似的声明分成一组放在一起，`public` 在 `private` 前，函数在变量前。

函数

- 推荐优先使用返回值作为函数输出，函数的参数列表排序为：输入参数在前，输出参数在后。
- 推荐编写简短且内聚的函数，单个函数不应过长
- 函数应该对自己的输入和输出负责，即对于参数与调用其他函数的结果进行检查，并保证自己的输出有效

图 4-6 视觉组代码开发规范（节选）

4.3 研发管理工具使用规划

在 2023 赛季中，WMJ 战队引入飞书，计划使用以飞书为主、QQ 为辅的研发进度管理方式，以逐渐取代过去以 QQ 为核心、较为混乱的进度管理。

4.3.1 QQ

基于 QQ 作为一款大家广泛使用且便捷的聊天工具，在过去的几个赛季中，战队主要使用飞书进行沟通和进度管理。但是由于 QQ 缺乏专业的管理工具，在复杂事务的处理中显得较为麻烦，因此战队计划在本赛季内逐渐将原 QQ 中具有的功能转移到飞书当中。

目前，战队在 QQ 仍设有通知大群、车组群、技术组群，作为较为简单、非正式的沟通和协调工具。正式的事务主要在飞书中处理，QQ 仅作为飞书的补充和辅助。

（一）通知群

通知群作为战队的首要群聊，要求各位队员置顶并多加关注。通知群的功能包括会议记录、考勤信息通知、文档共享、活动通知等，由项目管理和队长联合监督使用。

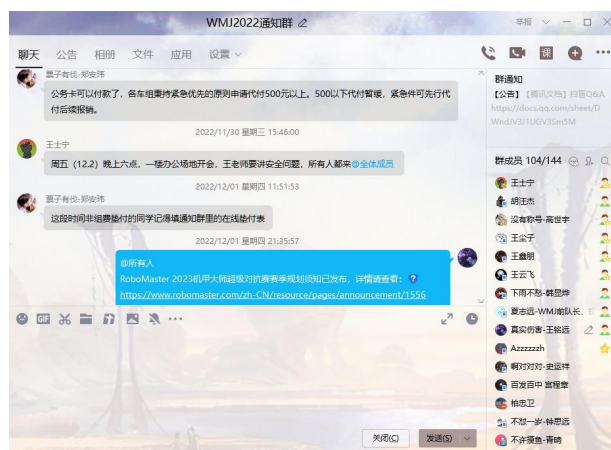


图 4-7 WMJ 战队 QQ 通知群（部分）

(二) 车组群与技术组群

技术组群和车组群由各组长建立监管，项目管理辅助监管。其群内职责包括跟进研发任务、分享技术文档、讨论规则和创新、通知组内事宜等。

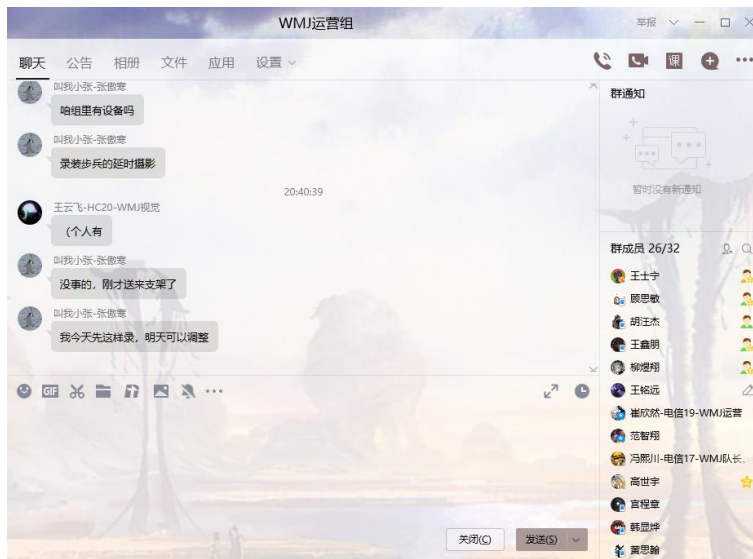


图 4-8 WMJ 战队 QQ 运营组群（部分）

4.3.2 飞书

飞书是字节跳动于 2016 年自研的新一代一站式协作平台，在 2022 年暑假经战队顾问介绍引入战队管理，并决定于 2023 赛季逐渐推广至 WMJ 战队全队。相比于 QQ，飞书在人员管理、任务发布、进度追踪、日程安排、文件共享等方面具有显著的优势。

(一) 部门

飞书的部门设置与战队架构基本一致，分为车组和技术组 2 个一级部门，下设不同车组 and 不同技术组共计 12 个二级部门，每个队员至少归属一个车组部门和一个技术部门。

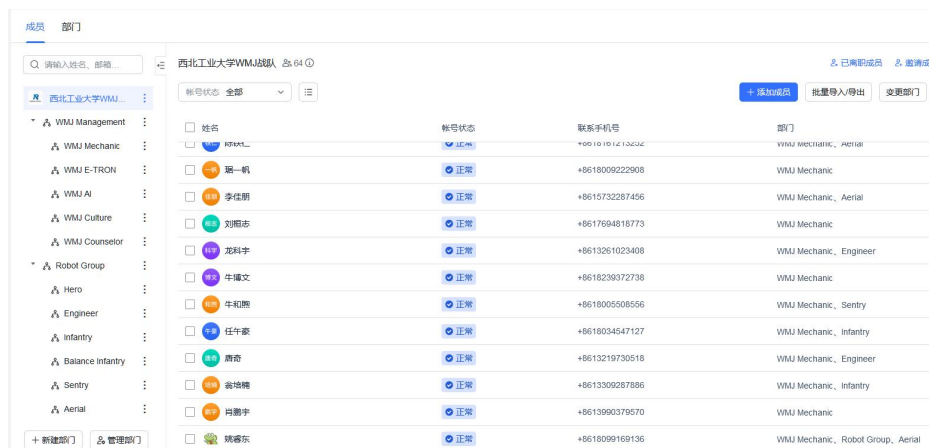


图 4-9 WMJ 战队飞书部门与人员（部分）

部门内分为正式队员和梯队队员（梯队队员仅加入技术组），部门群聊可以加入非本部门的成员，以达到在不干扰统一管理的前提下增强沟通和交流。飞书群聊相比于 QQ 的一个

好处在于可以查阅群内其他成员对消息的阅读情况，以便于提高沟通效率。

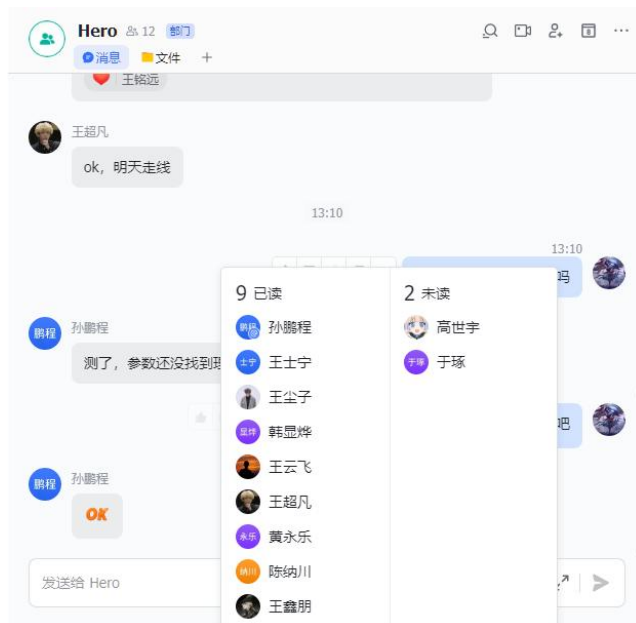


图 4-10 WMJ 战队飞书部门群聊消息阅读情况示意图

(二) OKR

OKR 是一套协助组织进行目标管理的工具和方法，旨在促进员工紧密协作，确保组织上下目标一致，把精力聚焦在最重要的事情上。战队主要使用飞书 OKR 系统制定核心目标、分配重要任务和记录完成情况。



图 4-11 WMJ 战队飞书 OKR（部分）

战队要求所有成员使用 OKR 对任务目标进行中长期规划，并与上级目标对齐。任务目标包括但不限于学习、研发、管理等，OKR 中需明确给定目标的完成要求和时间估计，指定相关人士，并及时在进展记录中填写成果。车组组长与技术组组长在每次组会后必须更新 OKR 以分享进度情况。

(三) 任务

飞书任务功能主要用于技术组和车组内发布一些细节任务，并具体到执行人和完成时间。任务可以在部门群聊中直接发布，也可以在任务列表中分类查阅，以便于记录和进度追踪。



图 4-12 WMJ 战队飞书任务（部分）

(四) 日历与日程

飞书日历与日程功能主要用于协调队内会议和活动的时间安排。战队设有会议日历与公共日历两个公开日历，分别可由组长与全队任何成员预约日程。前者主要包含车组会议、技术组会议等，后者主要包含全体活动、技术答辩等。飞书日历中预约的日程还可以快捷打开线上会议，并附加会议记录。

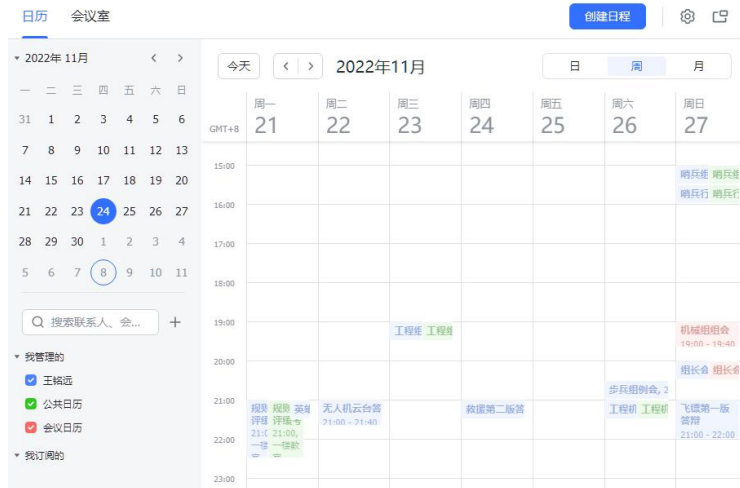


图 4-13 WMJ 战队飞书日历与日程（部分）

(五) 打卡

飞书打卡功能可通过 GPS 定位、Wifi 连接和考勤机打卡，目前战队仅开放 GPS 打卡。飞书考勤记录可查阅不同考勤组或者特定成员的打卡情况，较上赛季使用的钉钉而言更为便捷、直观。目前飞书设有正式队员和梯队队员两个考勤组。

（六）云文档

飞书云文档主要分为共享空间和知识库两部分。共享空间由各车组管理，主要包含测试记录、视频资料等文件，主要分为资料站、下载站和项目管理等部分；知识库由各技术组管理，主要包含各技术组资料、文档和手册等。

4.4 资料文献整理

兵种	技术方向	资料类型	链接	简要分析
哨兵	全向轮	开源资料	https://bbs.RoboMaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22188	全向轮结构设计
工程	横移机构	开源资料	https://bbs.RoboMaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22212	二级联动横移
所有	轮系	开源资料	https://bbs.RoboMaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=21485	HexRoll 内嵌 3508
英雄	下供弹	开源资料	https://bbs.RoboMaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12210	下供弹链路结构
飞镖	镖体翼形	开源资料	https://bbs.RoboMaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12224	镖体翼形设计
硬件	电控	技术开源	https://bbs.RoboMaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12191&fromuid=58610	大连理工大学双向超级电容硬件开源
硬件	电控	技术开源	https://pan.baidu.com/s/187svru50_hqFvnXtIaSRYg?pwd=RPNB 提取码：RPNB	深圳大学超级电容控制器开源
平衡步兵	电控	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/document/8793792	平衡步兵轮腿部分的控制方法
平衡步兵	电控	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/document/9028180	平衡步兵 LQR 辅助全身控制算法

兵种	技术方向	资料类型	链接	简要分析
平衡步兵	电控	论文文献	https://dl.acm.org/doi/abs/10.1177/0278364913506757	平衡步兵轮腿运动轨迹优化控制算法
平衡步兵	电控	论文文献	https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-67361-5_37	轮腿步兵在克服障碍和调整姿态时的控制方法
功率控制	电控	技术开源	https://rm-control-docs.netlify.app/digging_deeper/theory/software_power_limit	通过对电机功率模型建模并根据模型和实时状态来进行软件限功率的方案
飞镖	视觉	参考文档	https://blog.csdn.net/u013528298/article/details/80435009	前馈控制+PID
飞镖	视觉	开源资料	https://bbs.RoboMaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22053	沈阳理工大学开源，基于 FPGA 和传统视觉的光点追踪
哨兵	视觉	开源资料	https://github.com/Harry-hhj/CVRM2021-sjtu	上海交通大学哨兵算法开源
雷达	视觉	开源资料	https://github.com/Harry-hhj/JLR	上海交通大学雷达站算法开源
飞镖	视觉	开源资料	https://scurm.coding.net/public/scurm-2021-vision-master/Planes/git/files	四川大学飞镖算法开源
所有	视觉	开源资料	https://rmcv.52pika.cn/#/rmcv	RMCV 开源数据站
所有	视觉	开源工具	https://github.com/xinyang-go/LabelRoboMaster	基于 QT5 的装甲板数据集标注工具
步兵	视觉	开源资料	https://github.com/yunwaikongshan/RM2020-Horizon-InfantryVisionDetector	华北理工视觉算法开源
步兵	视觉	开源资料	https://github.com/xinyang-go/SJTU-RM-	上海交通大学视觉算法

兵种	技术方向	资料类型	链接	简要分析
			CV-2019	开源
所有	视觉	开源资料	https://github.com/chenjunn/rm_vision	华南师范大学视觉算法 开源
所有	视觉	开源算法	https://github.com/deepcam-cn/yolov5-face	YOLO-face 开源算法
所有	视觉	参考文档	https://docs.opencv.org/3.4.10/d9/df8/tutorial_root.html	OpenCV 官方文档
工程	视觉	参考文档	https://dev.intelrealsense.com/docs	Realsense 官方文档
空中	视觉	参考文档	https://developer.dji.com/cn/onboard-sdk/documentation/tutorial/basic-control.html	OSDK 官方文档
雷达	视觉	参考文档	https://www.livoxtech.com/cn/downloads	Livox 官方文档
所有	视觉	参考文档	https://www.daheng-imaging.com/details/index.aspx?nodeid=297	大恒官方文档
哨兵	视觉	参考教程	https://fishros.com/d2lros2/#/	动手学 ROS2 教程
所有	视觉	参考文档	https://docs.ros.org/en/foxy/index.html	ROS2 官方文档
所有	视觉	参考文档	http://www.ceres-solver.org/	Ceres 官方文档

4.5 筹集资金计划及成本控制方案

4.5.1 赛季经费情况说明

2023 赛季，WMJ 战队资金主要由西北工业大学工程实践训练中心、教务处、研工部三家共同支持，其中工程实践训练中心提供基础项目制作经费 元，教务处提供参加高校联盟赛、超级对抗赛分区赛、超级对抗赛总决赛的差旅费约 元，三家共同负责设备费、材料费、设备调试、迭代和维修费用以及知识产权事务费等费用总计约 万元。

2023 赛季全赛季备赛时间分为 2022 年下半年和 2023 年上半年，2022 年下半年使用经费

为 2022 赛季经费剩余部分， 元。目前，WMJ 战队所有机器人组已完成第一版机器人的下单，机器人加工费用、模块测试费用及损耗零件补充部分花销约为 万元；同时在 2022 年下半年，战队组织了西北工业大学第一届校内赛，校内赛场地布置、参赛队经费报销、宣传费用预算 万元，实际花销为 万元。

2023 年上半年机器人制作方面的经费花销主要为机器人迭代所需的机加工件、标准件、成品件、非官方成品模块及官方元件，约为 万元。其中，包括研发平衡步兵机器人所购买的轮腿电机、轮毂电机在内的非官方成品模块花销约为 万元；为研发哨兵机器人、雷达站所有购买的算法模块部分设备约 万元；包括补充机器人在比赛、日常测试及调试过程中损坏的电机、补充测试过程遗失的 17mm 弹丸及 42mm 弹丸等官方元件所需开销约为 万元。

同时，2023 年上半年要考虑比赛所需的差旅费，主要包括两次联盟赛、一次超级对抗赛分区赛、一次超级对抗赛全国赛，约为 万元。由于战队晋级全国总决赛后，工程实践训练中心及学校教务处会有额外奖励，所以目前经费预算仅考虑两次联盟赛及一次超级对抗赛分区赛，差旅费约为 元。其中，来回路费及物资托运所需费用约 万元；比赛期间住宿费用约 元；比赛期间队员餐补费用约为 万元。为防止比赛期间出现意外情况，差旅费用还包 元的预留费用，用于紧急情况下应急使用。

总体来说，2023 赛季 WMJ 战队目前经费充足，在正常情况下有足够的经费用于 2023 赛季战队的正常研发、备赛工作及比赛差旅费。但同时需要注意在 2023 赛季在保证机器人发挥最高水准的基础上，战队在 2023 赛季上半年需注意开销，减少支出，以保证 2023 年下半年（2024 赛季）战队仍有充足经费用于备赛研发。

4.5.2 可争取的资金资源

2022 赛季在学校工程实践训练中心、教务处、研工部三方的支持下，WMJ 战队经费充足。但是在 2022 赛季战队招商方面出现断层，在 2021 赛季纵维立方赞助商停止赞助后，2022 赛季整个赛季战队没有任何赞助资源。一方面，由于 2022 赛季 WMJ 战队运营组成员出现断代，尤其是招商方面，没有专人来负责相关工作；另一方面，由于 2022 赛季管理人员出现断代，战队内部仅有 7 名老队员留队，其中 3 位为半退队状态，战队管理人员整体缺乏经验，没有在相关方面进行落实。

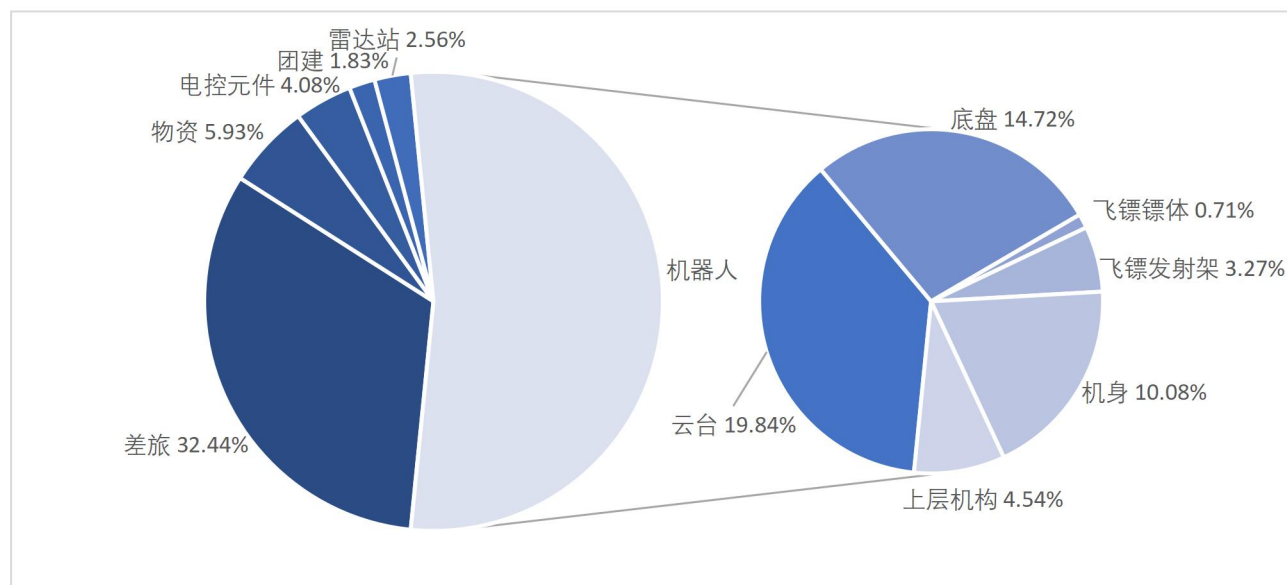
赞助商支持对战队来说，不仅可以作为战队在经费紧张时的后备保障，同时也可以作为紧急情况下战队加工零件、购买物资的缓冲剂，是参赛队伍备赛过程中必不可少的部分。2023 赛季，为解决招商断代问题，战队在运营组方面进行了扩招。运营组在负责战队内部的成果转化、战队宣传等工作的同时，抽出专人担任招商经理，负责战队招商相关的工作事宜。

2023 赛季，战队在赞助方面筹措物资及资金资源的目标为 万元，包括但不限于战队冠名赞助商、加工物资赞助商、加工工具赞助商、队服及宣传物资赞助商等各方面赞助。目前，战队已经对招商手册进行了修订，预计在 2023 赛季至少联 家企业，最终能与 1~2 家企业达成长期赞助合作或与 3~5 家企业达成短期赞助合作。

除赞助方面的资金，战队在 2023 赛季将继续通过参加学校创新创业实践项目、创新创业项目孵化基地、创新创业比赛来获得学校相关方面的竞赛奖励，对 2023 赛季的经费进行补充。

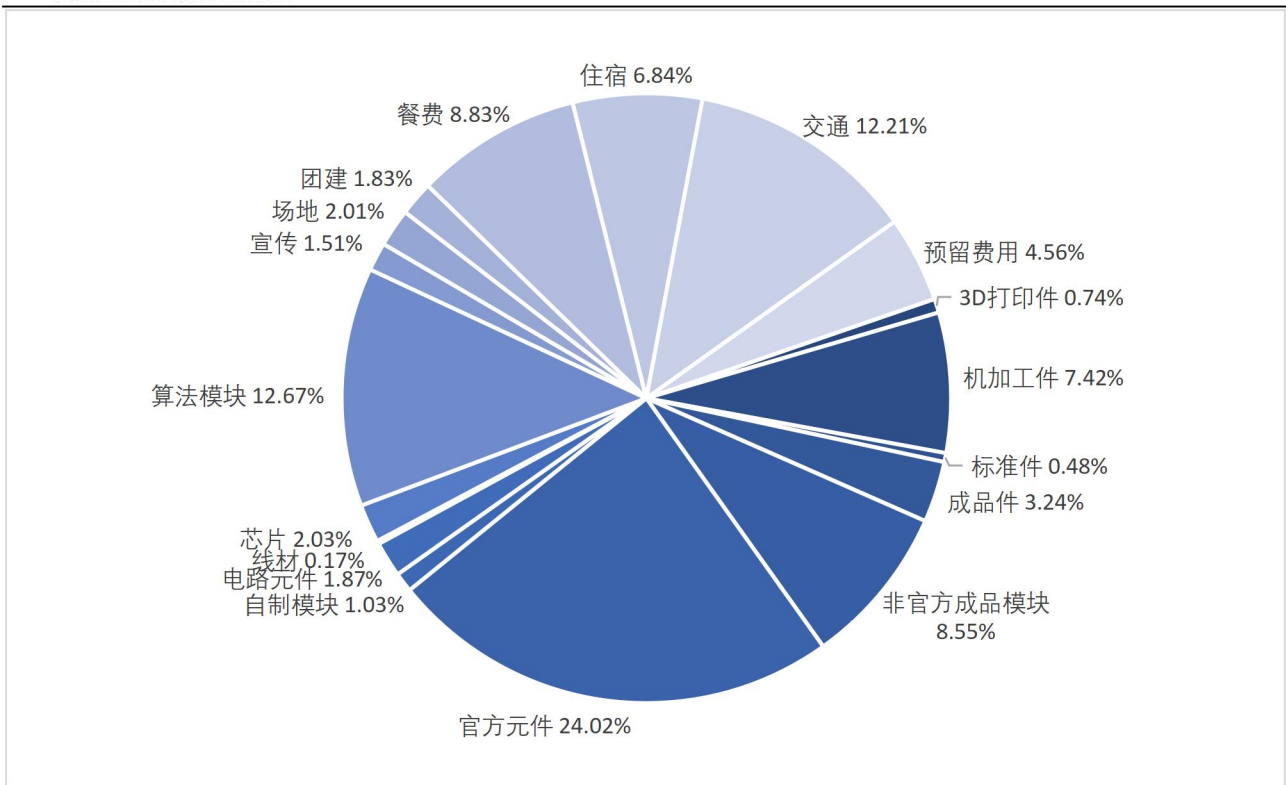
4.5.3 可减少的支出

2023 赛季，战队预算明细中个项目总预算约 元，其中步兵机器人 万元、飞镖机器人 万元、工程机器人 万元、空中机器人 万元、雷达 万元、平衡步兵机器人 万元、哨兵机器人 万元、团队运营 万元、英雄机器人 元、硬件 万元。



图表 4-1 一级分类预算图

二级分类预算中，官方元件 万元、成品件 万元、标准件 万元、电路元 万元、非官方成品模块 万元、机加工件 万元、算法模块 万元、线材及芯片 万元、宣传费用 万元、自制模块 万元。



图表 4-2 二级分类预算图

通过对 2023 赛季预算的分析，我们发现预算中的算法模块、官方元件、场地部分物资大部分为往届预留，刨除相关费用后总预算约为 万元；其中差旅费超过 50%，来回路费约万元、住宿费用约 万元、餐费约 万元、比赛期间预留费用约 万元，总计约 万元。这部分经费主要为学校教务处提供，战队备赛过程中可暂时不考虑相关开销。抛出相关费用后，2023 赛季用于制作及研发机器人所需费用约为 万元。

对这部分费用进行分析，用于购买标准件、成品件所留预算仅为 万元，而机加工及 3D 打印件花销预算为 万元，这说明战队在备赛过程中没有在相关方面进行细致考虑。2023 赛季可通过提高答辩要求，对加工方式等方面进行要求和约束，提高加工方式中标准件、成品件的比重，来减少战队加工方面的支出。

同时，战队在非官方成品模块部分的预算为 万元，而自制模块部分的费用仅为 万元，2023 赛季可以通过投入人力到自研模块的研发工作中，研发可替代非官方成品模块的相关自制模块，以此来控制成本，减少 2023 赛季的支出。

总的来说，目前战队加工方式及技术力方面存在很多缩减空间，一方面可以减少机加工方面的开支，通过战队内部加工、购置成品件的方式来减少开支；另一方面可以提升战队硬件方面的技术力，通过自研控制模块、自制电控元件来减少开支。

5. 运营计划

2023 赛季 WMJ 战队运营计划将主要分为宣传计划与商业计划，分别以战队的队内队外宣传与引资招商为主要规划内容。

宣传计划将在 2022 赛季的原基础上进行一定的更新和适配，以大赛文化和战队文化为特色内容，在多平台上持续进行原创内容输出，充分利用上赛季的宣传资源与基础，同时将战队内部作为宣传工作的服务对象，以良好的战队氛围建设为主要任务，通过文娱活动和组织团建等方式进行战队内部的文化与氛围建设；

商业计划将以 RoboMaster 机甲大师系列赛事参赛队招商手册为参考，以往赛季的招商经历与经验为基础，结合战队实际进行 2023 赛季的商业计划编写，并计划与宣传工作的规划进行一定的配合，扩大战队影响力与知名度，获得符合预期的招商赞助资源。

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目的

（一）宣传大赛文化，扩大赛事影响力

宣传 RoboMaster 机甲大师高校系列赛事与大赛文化，提升赛事在学校中的影响力，传播 RoboMaster 大赛文化，将赛事愿景、赛事宗旨与赛事理念融入战队的宣传与运营，努力在校园以及更大的范围内宣传 RoboMaster 赛事文化，扩大赛事在青年大学生群体中的影响力与知名度，吸引更多的学生与青年工程师关注 RoboMaster 系列赛事，并在宣传过程中扩大战队的规模与实力。

（二）提高战队知名度，形成战队宣传路线

以大学校园为主要宣传阵地，提高 WMJ 战队的知名度，通过对战队文化的创新建设与不断宣传，实现战队软实力的增长，并不断开拓发掘 WMJ 战队在新媒体平台的潜力，通过稳定且持续的原创内容产出扩大战队的影响力，同时期望形成一个较为成熟战队宣传与文化建设路线，让后续的宣传工作可以在一个有序良好的情况下进行，实现战队知名度提高的良性循环。

（三）建设战队文化氛围，丰富队内文化生活

RoboMaster 机甲大师高校系列赛事是以青年大学生为参赛群体的机器人赛事，本身有着传承近十年的赛事文化基础，战队宣传工作应充分体现人文关怀，以赛事文化为基础，形成 WMJ 战队的文化氛围与特色，在紧张充实的备赛中进行战队内部的宣传工作，疏解备赛的焦虑紧张情绪，同时也会提高备赛的效率与队员间的熟悉度，打造战队的集体荣誉感和文化归

归属感，最终使 WMJ 战队成为一个有凝聚力和向心力的团队。

（四）记录战队备赛进展，保存战队日常积累

每赛季的备赛与研发都是一个长期的过程，其中必然有着进度推进的差异和战队成员的变动，宣传运营工作也应当记录并保留该部分的档案和资料，适时的记录是丰富战队日常积累与形成良好战队文化的必由之路，必须通过丰富自身积累增强自身软实力底蕴；充分的记录也是检查进度和自查的重要依据，有利于战队定时的总结和下一阶段的规划。

5.1.2 宣传平台

（一）QQ 平台

QQ 平台主要用于战队日常动态的更新和对一些活动的报道，由于其用户基数大且青年大学生群体的活跃度较高等特点，QQ 平台可以进行较高数量的动态发送，维持战队在校内与多学校间的活跃度，战队 QQ 平台于 2018 年 9 月开始运营，至 2022 赛季完结共发送超过 200 条动态，并在各类活动与战队招新中同其他 QQ 账户进行多次联动，对于扩大 WMJ 战队在校内校际的影响力有着显著的作用；

在 2023 赛季中，QQ 平台将依然作为战队宣传的一个重点方向，将有计划地进行更多的动态发送，更有力地打响战队知名度，同时将努力实现与其他账户的联动，扩大战队 QQ 平台的受众群体。

（二）微信公众号平台

微信公众号平台是众多线上媒体平台中较为正式的平台，主要对战队介绍、赛事相关内容、战队重要决定、商业合作事务与其他工作上的正式内容进行宣传报道，是 WMJ 战队重要的公众平台，也是较为快速、系统了解战队建设的重要媒介，在战队的宣传工作中是不可缺少的部分。战队微信公众号平台创立至今，共发表超过 170 篇微信推文，订阅用户数超 1000 人，对于战队的各项事务等进行了充分宣传。

在 2023 赛季中，微信公众号平台将继续作为战队正式事务的发布平台，持续输出战队的建设内容与其他原创内容，并将进行创新，将微信公众平台与视频平台进行联动，将视频内容与推送内容结合，获得平台间的双向促进，同时视频的加入也将提高推送的信息量，也更符合新媒体宣发的需求。

（三）B 站平台（Bilibili 视频网）

B 站平台是战队在往期赛季中唯一的视频平台，主要进行 WMJ 战队的原创视频内容输出，聚焦于赛事相关、战队培训、战队活动与战队日常四个方面，粉丝数接近 800 人，总投稿作品已超过 50 条，其中有 37 条为视频作品，总播放量超过 3.6 万，同时与 RoboMaster 赛事官方账号、多个高校战队账号进行互动，并与部分企业进行了动态互动，如天之博特

TIANBOT。

在 2023 赛季中，将开始稳定地输出视频内容，其中短视频将作为战队视频输出的主力内容，以投稿数量维持账号的活跃度，提高关注 RoboMaster 高校赛事或西北工业大学相关内容用户的感知度，我们也相信短视频作为目前的潮流可以充分结合“大学生机器人比赛”的主题，在 B 站平台以“科技猎手”、“我在 B 站”系列、“大学”等系列的标签主题进行推广，扩大赛事与战队的知名度。

（四）抖音短视频平台

抖音短视频平台是目前最为火热的视频平台之一，在本赛季之前并未进行抖音平台的创建，但 WMJ 战队将尝试进行短视频平台的账号运营，将 B 站视频平台的部分短视频投稿至抖音平台，并且新赛季中产出的短视频也将同步发送到抖音平台，通过多平台的方式扩大影响力圈，以达到宣传战队和赛事的目的。

在 2023 赛季中，抖音短视频平台的运营将作为试点进行运营，如果可以开通并维持日常活跃度，也将持续进行短视频的产出。

（五）线下平台

线下平台包括校内外场宣传、校内活动宣讲、校内展示等，主要用于扩大战队在校内的影响力，可以通过对赛事的介绍与特殊的比赛机制推广，获得最直接的宣传效果。例如在 2023 赛季初，WMJ 战队共进行 3 次外场宣传、1 次线下宣讲，超 10 次线上宣讲、2 次校内展示，有效宣传辐射人数超千人，招新群内至今仍有 682 人。

在 2023 赛季中，线下平台将继续作为 WMJ 战队最主要的宣传途径之一，在以往的基础上举办更多的线下宣传活动。

1. 新生宣讲。本赛季通过外场与线上结合的方式有效扩大了宣传面，获得了良好的宣讲效果。

2. 校园活动。于本赛季初组织策划的第一届 RoboMaster 西北工业大学校内赛已成功举办初赛，目前正在进行决赛的准备工作。

3. 展览展示。国庆期间组织的战队开放日活动充分地介绍了比赛相关内容与机器人的技术展示，并让参观学生体验了步兵对战与工程采矿的实际操作，结合战队特色进行有效的宣传，扩大了战队影响力，为战队注入更多的新鲜血液打下基础。此外，战队还不定期联系各学院单位，为前往基地参观的新生开展机器人展示和比赛介绍等活动，进一步扩大战队宣传面，并有效提高宣传的针对性，如针对工业设计班开展运营组定向宣传活动等。

平台	内容	计划	预期效果
QQ	1.战队日常 2.活动宣传 3.节日文案	1.战队日常：每周至少一条，临近特殊节点则视情况增加。 2.活动宣传：无详细指标，根据战队与校园活动而定。 3.节日文案：在我国传统节日、有特殊意义的节日等发布。 同时对于上述活动，设计对应的原创海报或者结合摄影作品，提高宣传效果。	通过 QQ 平台的宣传，期望可以使官号的浏览量访客量突破 8 万人次，并对战队视频号进行一定的引流。
微信	1.战队进展 2.战队事务 3.战队介绍	1.战队进展：以月为单位进行战队备赛的记录与更新，特殊备赛节点进行高频更新，以中期考核为第一个重要节点，一直持续到全国赛，并且配合相应的摄影或视频，制作原创的封面。 2.战队事务：如战队组织的活动情况与活动宣传，并注意赛务相关的宣传工作，如第一届 RoboMaster 西北工业大学校内赛的进展。 3.战队介绍：以车组为单位进行成员的介绍和对应机器人的简单介绍，以简洁高效的方式对战队的情况进行宣传介绍，是外界了解战队的直接方法，将在 11~12 月期间完成。	提高微信公众号的订阅人数，在本赛季内实现 300 人次的订阅人数增长，原创内容总数突破 80，并对战队的视频号进行引流。
B 站	1.战队日常 2.原创视频 3.技术培训教程	1.战队日常：战队日常将以 Vlog 或搞笑视频等的短视频方式呈现，基础指标为 3 条/月，在此基础上会根据当月情况进行调整。 2.原创视频：将以长视频为主，如宣传视频、采访视频、记录视频等，将以展现战队文化为主要目的，初定为赛季重启视频、新年度赛季宣传视频、老/新队员采访视频、分区赛宣传视频，战队介绍记录视频等。 3.技术培训教程：如各技术组的培训视频与图文资料等的教程，将以录像的形式发布，提升账号内容的知识密度。	实现 B 站账号的粉丝量破千（上赛季初建立，单年涨粉 700 以上），并在总播放量上突破 8 万，实现在本学校相关内容中有稳定的播放量来源。
线下	1.校内外场宣传 2.校内活动宣讲 3.校内展示	校内外场宣传：将结合目前的实际情况与防疫政策，尽可能地在举办活动时配合相应的外场宣传，例如本赛季的招新活动 1.校内活动宣讲：通过组织活动宣传活动的方式提	

平台	内容	计划	预期效果
		<p>高宣传效果与宣传受众，结合线上线下的方式</p> <p>2.校内展示：以开放日为主要形式，通过实机操作的方式提高宣传效果</p> <p>上述活动均会设计对应的外场海报进行宣传</p> <p>同时在赛季内设计原创的文创产品，对于往年的优质文创产品也进行订做，预计在本赛季内至少出品 4 种新的文创产品，并更新明信片，以体现 RM 元素或战队特色为要求</p>	

5.1.3 宣传日程

时间节点	月份	负责人	事件	计划内容	备注
赛季前	8月	运营组长	赛季招新准备	宣传物料设计 招新宣传片 招新推文预备	暑假开始准备，在开学招新前完成
赛季初	9月	宣传经理	赛季招新	宣传物料打印 宣传片投放 线下外场安排	所有物料准备应在9月12日前完成
备赛期	9月	宣传经理	战队宣讲	宣传海报制作 礼品准备	及时预约教室场地
备赛期	10月	队长	战队开放日	准备报名事宜 分配队员进行讲解	准备好流程的编写
备赛期	11月	宣传经理	战队介绍	推文编辑 封面设计	以车组为单位介绍
备赛期	12月	宣传经理	赛季宣传视频	脚本与素材准备 剪辑完善	突出赛季主题

时间节点	月份	负责人	事件	计划内容	备注
备赛期	3月	运营组长	联盟赛预热宣传	推文编辑 预热海报设计 备赛 Vlog 拍摄	
备赛期	4月	宣传经理	战队访谈片	新队员采访 老队员采访	注意访谈内容的设计和引导
赛期	4-5月	宣传经理	联盟赛记录与总结	赛况推文编写 赛况总结编写	提前准备文稿模板
备赛期	5月	宣传经理	分区赛宣传	区域赛宣传片 备赛倒计时推文	按照官方宣传要求进行
赛期	5-6月	运营组长	分区赛跟队宣传	赛中线上宣传 赛况推文编写	
赛期	7-8月	运营组长	复活赛/全国赛宣传	赛中线上宣传 赛况推文编写	
赛季末	8月	宣传经理	赛季总结	赛季总结推文 比赛结果宣传	简洁，参考赛期的宣传进行

5.2 商业计划

商业计划主要服务于战队经费和机器人制作，将以 RoboMaster 商务组制作的《参赛队招商手册》为基础和指导进行商业活动，主要包括招商、对应的宣传配合工作以及对赞助商的权益服务。

5.2.1 招商对象

（一）企业

根据中华人民共和国法律有效注册成立并依法经营，从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、电子通讯行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业

以及经赛事组委会认可的其他行业，均可应征成为“全国大学生机器人大赛 RoboMaster2023 机甲大师赛”参赛队的赞助企业。

WMJ 战队将主要以科技创新类公司为招商对象，通过一定的背调选择范围，进行《WMJ 战队招商手册》的投放，并主动参与一些企业的赞助计划，如松灵机器人或者 AGILEX 机器人战队扶持计划 2.0。

（二）个人

以“个人资助方式”提供一定资金、设备、材料、服务等方面支持的自然人，也可作为“RoboMaster2023 全国大学生机器人大赛”西北工业大学参赛队的招商对象。

5.2.2 招商类别

（一）战队冠名赞助商（每战队仅限 1 席）

给予战队最多支持，有权对指定参赛队进行冠名。战队机器人、战队服装规定位置可喷绘和张贴其品牌 LOGO 或产品名称，也可提供其他权益。

（二）战队赞助商（若干）

给予战队一定的经费及资源支持，数量不限，将提供一定的战队权益。

（三）品牌合作伙伴（若干）

给予战队一定的资源支持。

5.2.3 招商方案

招商负责人暂定为两人，同时运营组长辅助一定的工作。

姓名	年级	职位	工作方向
王鑫朋	大三	运营组长	负责招商工作的进度汇报和与管理层成员的衔接，与其他成员一起进行背调与招商手册的编写。
廖孟妍	大二	招商经理	负责招商工作，主要进行招商手册的编写与招商对象的选择和评估，与有意向的公司企业洽谈。
张傲寒	大一	梯队队员	负责招商工作，与廖孟妍一起进行招商对象的背调与具体招商方案的协商。

首先利用 2022 年的剩余时间进行招商对象的选择和调查，同时完善更新 2023 赛季的 WMJ 战队招商手册，确定具体的招商对象后，由招商负责人编写招商文案并进行海投，实时

关注与企业的进展并负责洽谈，说明赞助商的权益与责任，学习往年招商案例或其他战队的招商经验，并尽可能寻找到冠名赞助商或赞助商，以资金或实物的方式进行支持，推进战队研发制造进度。具体招商宣传项目如下表所示，其他未列入上表中的宣传项目可根据具体合作协议确定合作内容。

序号	宣传项目	说明	数量
1	战队冠名权	冠名形式为：西北工业大学 XX WMJ 战队（XX 为赞助商名称）	1
2	机器人车体广告	参赛机器人上贴装赞助商指定的广告内容。	2
3	队服广告	队服印刷信息位置包括胸标以及两个袖标，具体形式有待进一步商议。	3
4	新媒体宣传	在微信公众号、B 站视频号和 QQ 平台上进行推广。	-
5	公众号品牌露出	在战队微信公众号中推送企业专属宣传文案，并将赞助商品牌在公众号上露出。	-
6	遥控器标识	操作手的遥控器上贴装赞助商指定广告内容。	1
7	战队顾问	以顾问的身份加入战队，与战队共进退，赛季末可获得属于自己的荣誉证书。	3
8	校内赛宣传	每年战队举办校内赛、校内招新等，可在外场、参赛场地贴装赞助商指定广告内容。	-
9	比赛采访广告	在比赛采访过程中，可以提及赞助商指定内容，具体事项可待商定。	-
10	战队视频广告	在战队视频中可加入赞助商指定广告内容。	-
11	参观宣传	会不定期有参观团队来实验室参观，频率大概是每月 5 次，可在参观团队到来时为赞助商宣传。	-
12	其他途径	可商议。	-

6. 团队章程及制度

6.1 团队性质及概述

WMJ 战队是一个包容、开放、创新的技术性团队，认真践行学校“公诚勇毅，三实一新”的优良校风，以培养人才、发展技术、宣传大赛文化、扩大团队影响力为最终目标。同时战队也将继续形成完整的规章制度，在管理、技术、宣传等各个方面，将战队建设成为一个不断发展、勇于创新、成熟团结的集体。

6.2 团队制度

6.2.1 考勤制度

6.2.1.1 目的

从在队伍中投入的时间可以看出一个队员的付出程度，考勤是队内的表彰和处理的一个依据，同时促使队员投入更多时间到基地的研发工作中，促进队员之间的沟通交流。

考勤制度的目的是保证尽可能多的队员同一时间在基地，或有配合的轮流来基地工作，避免因时间安排不合理导致进度滞后，在一定程度上保证需要多人合作的工作能正常推进，避免耽误团队进度。

6.2.1.2 基本要求

正常教学周

(一) 技术组考勤

1. 队员每周要求总计打卡时间不低于 12 小时

打卡时间根据自己的课余时间安排，可自行安排上下班时间，总时长要求不低于 12 小时。满足打卡时长是最低要求，在本周自身工作没有完成时，队员需自行增加上班时间，保证进度正常推进。

2. 周末每天打卡时间不少于 3 小时

由于周末课余时间长，且多数情况下主要工作在周末开展。故规定所有队员周末每天打卡时间不少于 3 小时，周末打卡时长记入当周总打卡时间中。

(二) 运营组考勤

综合考虑运营组工作与技术组的差异性，运营组主要负责记录队伍备赛经过、创造战队文化和活跃队内气氛。

1. 运营组新入队队员第一个月每周需完成 12 小时打卡任务

为帮助运营新人快速融入队伍、了解队伍结构以及保证每周必要的时间投入，运营组新人入队后第一个月与技术组考勤方式相同。

2. 运营组正式队员采用 KPI 考核

组会明确各新媒体平台主要负责人（内容创作人）后，按照阶段性宣传、运营任务进行考勤，不设立打卡时间要求，但对运营任务进行要求。到期任务未完成需向运营负责人提交情况说明，如无故多次未完成任务，则取消正式队员参赛资格。

3. 正式队员轮值制度

为了确保战队相关内容更好创作，同时更好地记录和传承战队文化，运营组正式队员每日安排值班，进行当天战队工作记录（包括会议、调车、训练等）。具体内容如下：

（1）每月末运营组负责人根据队员课表情况发布值班表；

（2）全部正式队员按照值班表进行轮值，工作包括：拍摄照片/视频（运营素材）、进行文字记录（会议记录、调试进度记录等）、对外交流工作等；

（3）值班完成后每日将素材整合打包上传至运营组百度网盘，以每周为一个单元创建文件夹存放；

（4）如因事不能进行值班，则需提前与其他运营人员进行换班，无故不来轮值的正式队员需提交情况说明，多次无故不进行轮值的正式队员取消正式队员资格。

节假日

节假日包括国家法定节假日（国庆节、劳动节等）及暑假、寒假。

（一）法定节假日

法定节假日要求队员每天打卡时长不低于 6 小时，打卡时段分为上午（6:00~12:00）、下午（14:00~18:00）、晚上（19:00-次日 3:00）三个时段，每天需保证至少两个时段各有 2 小时及以上的打卡时间。

法定节假日视备赛情况安排假期，在进度正常推进下一假期时间为假期总时间的三分之一，如：国庆节七天，其中两天为假期，半天为队伍团建，其余时间按打卡时间要求正常上班；清明节三天，其中一天为假期。

如遇比赛或战队进度滞后严重，战队管理人员会视情况减少或取消假期（如劳动节假期在分区赛前一个月，则视情况安排一天假期或半天团建或全力备赛），具体安排由管理小组根据进度讨论决定。

运营组成员按照轮值制度进行。

（二）寒暑假

寒暑假期间战队将开展集中备赛任务，为方便战队进行管理及保证战队人员安全，要求留校的每位队员每天到基地参与备赛，因事不能来基地需向相关管理人员（组长、队长或项管）请假。

队员在寒暑假集训期间要求打卡时长不低于 10 小时，分为白班（5:00~14:00）、夜班（14:00~次日 3:00）两个时段，要求各时段打卡时长均不低于 3 小时。

运营组成员与技术组人员相同，按照打卡时间要求进行考勤。

若节假日出现在教学周内按以下情况统计打卡：

1. 节假日期间按照节假日打卡时间安排进行；
2. 正常教学周期间统一按照周末减 3 小时，周内减 2 小时计算，总时间不低于 12 小时。

6.2.1.3 特殊情况

如遇外出交流、招商、采购等特殊工作情况，视情况由项管和各副队长来决定是否可认定为工作时长。如若认定，外出人员在飞书中补充相应时长即可。

6.2.1.4 考勤方法

战队实行飞书考勤制度，允许使用地理位置和 Wifi 打卡两种方式。考勤注意事项如下：

- (1) 开始工作需打一次卡，结束工作需打一次卡，这样工作时间才会计入每周工作时间。
- (2) 签到时间为上班到岗时间和下班离岗时间。每天凌晨 4 点开始新的一天的考勤，即若前一天仅打卡一次，若第二天凌晨 4 点后再次打卡，那么这次打卡只能算作第二天的打卡开始，第一天的工时无法计算，需通过补卡审核登记。
- (3) 忘记签到者，需及时在每周考勤情况记录表汇总之前联系项管完成补卡登记。

打卡相关惩罚详见惩罚制度。

6.2.1.5 请假制度

战队成员若因有事或考试等情况，无法完成考勤任务或无法参与战队内活动（如例会、外出交流、参加比赛等），必须本人提前向本技术组组长和项目管理二人请假并说明情况。

- (1) 请假缘由应当真实、合情合理，组长和项目管理可视情况有权拒绝队员的请假申请。

各组长和队长、项目管理等战队管理人员若要请假需向其它战队管理人员请假。

- (2) 如因紧急情况或突发急病而无法提前请假时，应当尽早向本组组长和项目管理补假。

请假相关惩罚详见惩罚制度。

注：在请假期间需要交接好自己的任务，确保项目的顺利进行，如果遇到困难及时向组长和相关反应。

6.2.2 会议制度

6.2.2.1 目的

会议制度的目的是为了提升队伍凝聚力、明确各小组进度安排、集中讨论技术方案、安排任务节点、完成赛季任务等。

6.2.2.2 会议安排

（一）全队会议

全体队员参与，会议由项管确定时间并主持。仅在必要时刻召开全队会议。

（二）技术组/车组/项目组会议

车组/项目组成员及相应运营队员参与，会议由组长确定时间并主持。每周应至少召开一次，具体时间由各小组组长确定；如有需要也可以灵活安排。

（三）组长会议

队长、副队长、项管、技术组组长、车组组长参与，会议由项管确定时间并主持。每两周至少召开一次。

6.2.2.3 会议要求

要求全队会议项管做好会议记录，小组会议各组长做好会议记录并定期发给项管汇总，运营组由运营组长负责做好会议记录。

为塑造一个严肃认真的开会氛围，希望大家在例会期间不要使用手机、平板、电脑进行与会议无关的事情，认真听取会议内容，并尝试吸收理解其他队员的研发内容和想法。

6.2.2.4 会议内容

（一）全队会议

各组进度汇报与沟通、安全教育以及与全队比赛相关的事宜，如招新宣讲、赛季规划、比赛出行等。

（二）小组会议

组内成员上一周的工作总结、下一周的进度规划和时间安排细节，同时组长需要积极协调组内工作，灵活安排日程。如果需要组外协助，需要在会议时确认需求并由组长统一安排，若个人代办则需要经过组长同意。各小组组长需根据组内情况灵活安排相应会议内容。

（三）组长会议

各组进度汇报与协调，安排与总结各阶段小组任务和进度，向赛季规划对齐。

6.2.3 保密制度

6.2.3.1 目的

为保障战队整体利益和长远利益，使战队长期稳定高效地发展，适应激烈的竞争，特制定本规定。

战队秘密是指一切关系战队安全和利益，在一定时间内只限一定范围内的人员知悉的事项。所有战队成员都有义务和责任保守战队秘密。本规定适用于本战队所有成员。

6.2.3.2 知识产权

队员在战队内的成果产出，包括但不限于：战队成员互相合作的成果，利用战队的平台产生的成果等，其知识产权归属战队所有，包括专利权、商标权、著作权等内容，战队成员不能擅自将其用于其它用途。

6.2.3.3 保密范围

- (1) 战队就管理作出的重大决策中的秘密事项；
- (2) 战队的工作战略，工作方向，工作规划，工作进展，相关项目及决策等；
- (3) 战队内部掌握的合同，协议，意向书及可行性报告，重要会议记录；
- (4) 战队对外活动（包括校内外活动和商业合作等）中的秘密事项以及对外承担保密义务的事项；
- (5) 战队财务预、决算报告及各类财务报表、统计报表；
- (6) 战队所掌握的未公开的各类信息；
- (7) 战队成员人事档案、联系方式等资料；
- (8) 其它经战队确定为应保密的事项。

6.2.3.4 保密措施

- (1) 战队每个成员应当具备应有的绝对保密意识，发扬西工大的保密精神；
- (2) 队长和项目管理领导保密全面工作，各组组长为各组的保密工作负责人；
- (3) 对外交往和合作（校内外）中需要提供的相关可能涉密内容，需向战队管理人询问；
- (4) 不允许个人在与其它非战队成员交往过程中泄露战队秘密。

6.2.3.5 违纪处理

- (1) 泄露战队机密，尚未造成严重后果的，给予队内警告处分。
- (2) 强制他人违反保密制度的，给予队内严重警告处分，情节严重者考虑给予公开警告或除名。

(3) 泄露战队机密且造成严重后果的，给予队内严重警告处分，情节严重者考虑给予公开警告或除名。

6.2.4 物资管理制度

6.2.4.1 目的

为保证基地内物资充足、资源充分利用、基地环境整洁，避免出现物资紧缺、物资重复购买、经费浪费的情况。战队实行物资管理制度，明确各物资的摆放位置和数量，跟踪贵重物资（如电机，裁判系统）的使用情况。

6.2.4.2 管理方式

除机械组外，各组分别安排一位物资管理人员，需要负责各组组长内的物资去向，每组需要一张专用登记表，由物资管理进行登记。每次购买之后将物品登记进表，作为每组物资参考和流水参考。登记表需要包含内容有且不限于物资名称、物资数量、购买日期、购买价格等。

由于机械组的物资呈现多而杂的现象，所以机械组的物资管理方式由《WMJ 战队机械组物资管理办法》单独列出。

若需要使用队内物资于基地外用途，需征得队长和项管的同意后才能使用。

6.2.5 卫生制度

6.2.5.1 目的

维护基地所有人员卫生健康，营造一个积极向上的工作环境以及卫生环境。

6.2.5.2 管理方式

日常卫生

（一）个人卫生要求

禁止乱扔垃圾，特别是开封后的食品包装袋。在拆装车调试后，清理地面的螺钉和扎带等。

（二）小组卫生要求

每组每周分配两人维护该组区域卫生(运营组每周一人)，人员安排由各小组组长确定维护方式。

1. 每组区域的地面卫生，具体打扫时间视情况而定，每周至少扫地 2 次；
2. 每组区域垃圾桶清理，垃圾袋更换；

3. 各组区域地面箱子整理；
4. 子弹的捡取。

大扫除

每一个月在例会之后，所有人进行大扫除，包括但不限于扫地，拖地，桌面整理。持续时间控制在半个小时到一个小时之内。

6.2.6 惩罚制度

6.2.6.1 目的

为营造积极向上的环境和良好的基地氛围，也为了杜绝摸鱼、拖工期现象。同时督促各车组按时完成战队进度，给予车组组长督促队员完成进度的要求。

6.2.6.2 细则

个人要求

- (1) 打卡时间不满足要求，且未向机器人组长说明情况或者理由不充分，会在聊天群公开警告，三次警告之后会考虑对其清除出队伍。
- (2) 例会会议不参加且未请假，在事后也并未提交书面情况说明者，缺席一次给予警告处罚。
- (3) 严重破坏基地氛围者，视情节严重程度，给予警告到踢出队伍不等惩罚。
- (4) 管理层有权利不对整个赛季里面没有贡献的队员发放比赛证书。对于比赛证书的获得权力并不是进入基地就能获得，而是进入基地，并且对队伍的成绩有贡献者，才有权力得到证书。不赞同不劳而获，没有贡献者不允许开获奖证明和发放证书。
- (5) 最后离开基地但是并未关闭全部用电器的队员因为涉及基地的安全问题需要提交手写检讨。
- (6) 上述未涉及的部分恶劣行为，影响到战队，由整个管理层商讨，给予惩罚。

机器人组要求

- (1) 未完成中期进度检查的机器人组，正式队员名额减半，由机器人组组长决定组内队员是否有资格成为正式队员。
- (2) 机器人组或项目组进度滞后时，组长需给出合理解释，以及完成拖延进度所需时间；如拖延进度过多，严重影响战队备赛进度时，将进行机器人组或项目组重建，组内所有队员在该机器人组或项目组获得的正式队员取消正式队员参赛资格，重新选拔机器人组或项目组组长，原队员划分新组根据备赛表现决定是否获得正式队员资格。

6.2.7 项目组制度

6.2.7.1 目的

为促进战队技术中台建设，对研发任务和生产任务进行区分，特设立项目组制度。

战队技术中台可以保证战队基础技术的优化和前瞻技术的预研工作的进行，在规则变动后快速从平台的积累中拿出现成的技术来快速拼出一台合规且性能优异的机器人。

6.2.7.2 细则

项目组分为战队成立项目组和个人答辩项目组。

（一）战队成立项目组

主要研发方向为战队本赛季明确需要完成的研发任务，研发任务制定为战队上赛季主力成员及顾问成员在赛季初和规则发布后分别进行规则分析、需求分析、可行性分析，明确本赛季研发目标后制定，其主要为提升战队技术水平以及对本赛季比赛有重大帮助的研发项目。

（二）个人答辩项目组

个人答辩项目由战队成员发起，发起人担任项目组组长。项目组成立时简单答辩，结项时完整答辩，由队长、项管、技术组组长等管理人员进行评审。

项目负责人需在成立时简单介绍项目内容、说明可行性、需要的人力物资支持、项目研发时间等，由管理人员讨论评估。项目组成立后，需由项目负责人负责把握项目进度，并定期向项管汇报进度。

项目结项后，需要进行队内统一答辩，说明项目内容、完成程度并进行项目展示。

6.2.7.3 项目组奖惩

奖励

项目组评估后会进行一定程度的分级，根据等级设立分配参赛队员名额、奖金、物资等奖励。

一般保证项目组核心研发人员都能获得参赛队员资格，由项目组组长自行决定分配方式。

奖金由每年竞赛奖励、学校竞赛奖励组成，直接发放到项目组组长手中，由项目组组长决定使用用途。

惩罚

战队成立项目组为赛季重点研发项目，项目组会得到更多正式队员名额及奖金等奖励，同时由于其重要性，地位与机器人组等同；因此重点项目组需在预定交付时间前3周进行第一次答辩，答辩内容包括项目完成情况、是否需要延期等内容。如不参加答辩，则视为项目

中断，管理人员根据情况选择更换项目组人员或更换管理人员进行延期，同时项目奖金取消，项目负责人取消正式队员资格。

所有项目如果到达预定时间无法完成，需至少提前一周与管理人员沟通进行延期。延期时间低于 50%，扣除 20% 奖金；延期时间高于 50%，低于 100%，扣除 50% 奖金，参赛队员名额减半；延期时间高于 100%，则项目组确定为无法完成，奖金及参赛队员名额不发放。

6.2.8 机器人组制度

6.2.8.1 目的

- (1) 保证战队进度推进，按赛季预估规划推进进度；
- (2) 保证战队成员的成果转化；
- (3) 保证机器人组进行更好的预算控制。

6.2.8.2 机器人组例会

为保证战队组会氛围，提升队内成员参与感，战队新赛季以车组会议取代技术组会议，车组会议每周一次，技术组会议根据情况由组长决定开会时间。

6.2.8.3 进度控制

机器人组进度由机器人组组长负责，组长需了解组内队员每周进度，整理为机器人组进度，在组长会议上进行汇报。

6.2.8.4 中期考核

战队在赛季中期（技术评审——中期进度考核附近）会组织机器人组中期考核，以出车为最低要求，其他标准及具体要求由机器人组及管理小组讨论给出。

通过中期考核的机器人组成员才有资格获得参赛名额，并由队长记录。

为通过中期考核的机器人组成员，参赛名额名额减半，由机器人组组长决定参赛队员名单，由队长记录。

6.2.8.5 经费

为更好的进行战队赛季预算控制，保证战队经费合理使用。在赛季初管理小组与各机器人组进行讨论并参考上赛季机器人组花销后，给出机器人组赛季预算。

机器人组组长需根据预算合理分配研发资金及出车经费，超出预算的机器人组组长需对机器人组花销给出合理解释。

6.2.8.6 成果转化

战队内机器人组撰写的文档、软著、专利等为队内资源，未经机器人组组长允许，不得私自提交。

机器人组成果转化由机器人组组长进行安排和分配，战队内可以机器人组为单位参加学校内各类竞赛（互联网+、大创等），由机器人组组长决定。

机器人组组长有权安排组内队员进行软著、专利提交，提交费用由机器人组经费提供。

6.2.8.7 人员

机器人组不负责战队人员招新，技术组招新后，机器人组组长可与技术组组长商议，选择合适的队员进入机器人组。

机器人组组长拥有招募战队正式队员加入机器人组或从组内剔除不满足要求的队员的权力。

梯队队员在经过技术组培训考核后，由技术组组长机器人组组长商讨进行机器人组分配，进入机器人组的梯队队员自动转为正式队员；机器人组组长可拒绝新正式队员的加入。

通过考核的梯队队员如无机器人组接收，可选择成立项目组或继续作为梯队队员；项目组结项同样可以成为参赛队员或正式队员。

6.2.9 财务报销制度

6.2.9.1 资金记录方案

战队资金管理由战队队长领导、各技术组长参与，所有支出必须由队长或技术组长审核并在战队账目文件内进行记录，账目文件在坚果云中进行实时更新共享。

账目文件具体记录内容为以下几点：资金用途名称、账目记录日期、经办人、组别、记账人、金额、账目类型、发票类型和状态、备注。

资金表内容	解释说明
资金用途名称	是指资金入账的来源和支出的去向（例：英雄云台的铣件）
账目记录日期	记录账目记录日期，有利于发票的核对和账目查找，也可用于整赛季的资金管理总结，直观表现资金在赛季不同阶段的使用起伏情况，可以在每赛季大规模花销时提前做好准备。
经办人	此笔资金的申请人，用于后期账目核对核查。

资金表内容	解释说明
组别	组别分为机械组、电控组、视觉组、运营组四个大组。可以清楚了解到每个组在整个赛季的花费情况，是以后传承分析资金管理的数据依据。
记账人	一般为专门的财务人员记账，偶尔也会有临时支出人员记账，便于记账人自己的发票核对，同时也会存在财务人员记录繁忙的时刻，其他人员记账时也会有源可溯。
金额	标明开销数额，便于核对账目与开销的一致性，同时也用来判断全年的资金起伏情况。
账目类型	分为现金流转（借还款、自由资金），开销（比赛开销、其他开销），报销（各种报销途径）。
发票类型和状态	用于记录战队用于进入报销流程的发票状况：分为战队自有资金支出-已报销未到账、已到账、未收到卖家发票、收到发票等待报销状态和公务卡支出-已报销、收到发票未报销、未收到卖家发票等状态。
备注	特殊情况和需求备注

6.2.9.2 物资购买流程

物资购买根据购买物品的价格、不同类型和紧急程度选择不同的资金来源（即学校专项拨款、战队自有资金和危机经费），具体购买流程如下：

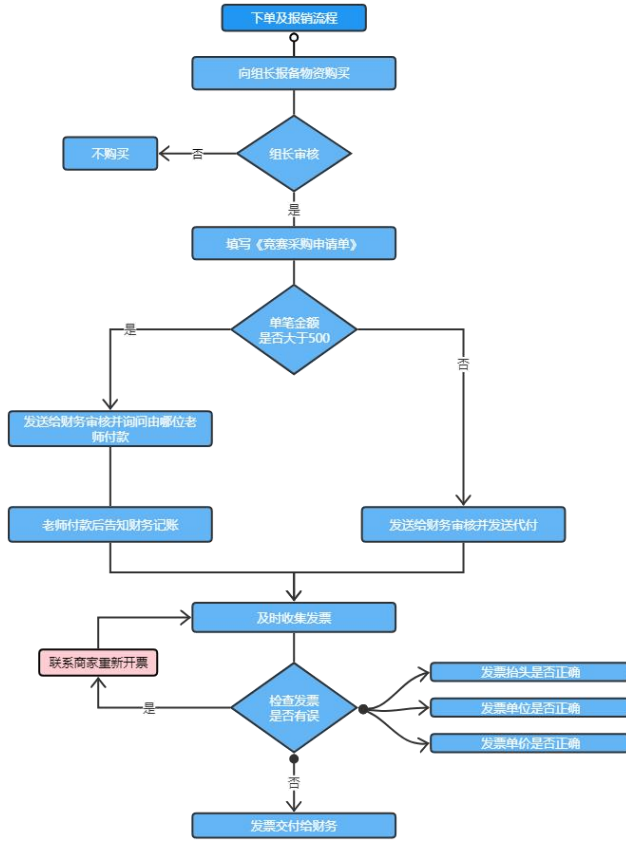


图 6-1 物资购买流程图

6.2.9.3 发票报销流程

发票由对应购买人向卖家索取，收到发票后需检查发票信息，无误后进行粘贴并交给队长，队长审核后签字交给指导老师，指导老师交付给学校财务处进行报销，具体流程如下：

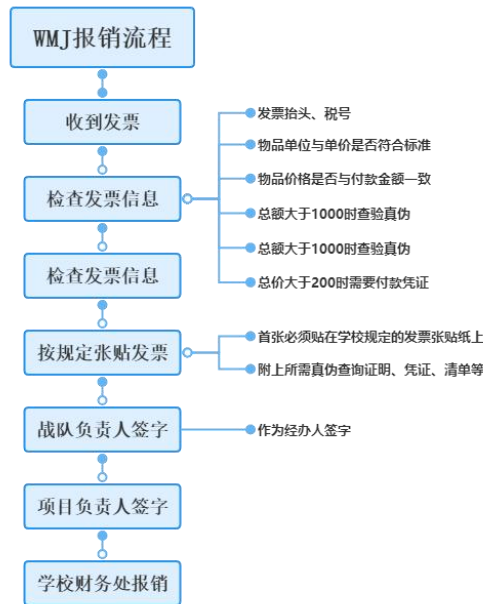
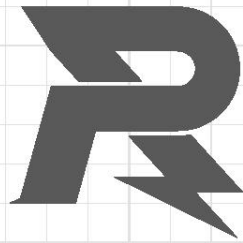


图 6-2 发票报销流程图



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