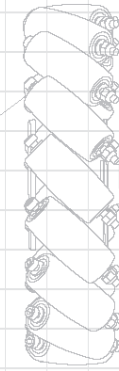




Using a BL-M motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster G20 Brushless DC Motor Speed Control enables precise control over motor torque.



Exclusively designed for the RoboMaster G20, this 18 Brushless DC Motor and G20 Brushless DC Motor Speed Controller, this 18360F Assembly Kit includes several tabs and a terminal block.

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

The M209 Assembly Kit includes several tabs and a terminal block, and a complete propeller system kit for the M209 assembly.



ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛

赛季规划

齐鲁工业大学 Adam 战队编制

2023年12月 发布

目录

前言.....	6
1. 团队目标	7
1.1 团队情况分析.....	7
1.2 目标细则	8
1.2.1 参赛目标.....	8
1.2.2 重大技术突破目标	8
1.2.3 团队建设目标.....	8
1.3 目标追踪	9
2. 项目分析	10
2.1 上赛季项目分析经验.....	10
2.2 新赛季规则解读	11
2.3 研发项目规划.....	12
2.3.1 步兵机器人	12
2.3.2 英雄机器人	18
2.3.3 工程机器人	21
2.3.4 哨兵机器人	27
2.3.5 空中机器人	32
2.3.6 飞镖系统.....	36
2.3.7 雷达	40
2.3.8 超级电容	41
2.3.9 人机交互.....	42
2.4 技术储备规划.....	43
2.4.1 通用技术储备.....	43
2.4.2 特定兵种技术储备	45
3. 团队架构（10）	46
3.1 团队架构	46
3.1.1 组织架构.....	46
3.1.2 岗位职责及要求.....	47
3.2 招募与培训.....	51
3.2.1 目标群体.....	51
3.2.2 招新渠道.....	52
3.2.3 队员选拔流程.....	53
3.2.4 培训计划.....	53
3.3 团队规章制度	59

3.3.1 会议制度.....	59
3.3.2 项目管理制度.....	59
3.3.3 人员管理制度.....	64
3.3.4 物资管理.....	66
3.3.5 财务管理.....	67
4. 资源可行性分析 (10)	68
4.1 上赛季资源使用情况及异常情况分析	68
4.1.1 上赛季的资源使用情况.....	68
4.1.2 上赛季异常情况分析.....	69
4.1.3 本赛季的优化行动项.....	69
4.2 战队现有资源.....	69
4.2.1 资金来源.....	69
4.2.2 机械物资.....	70
4.2.3 电控物资.....	70
4.2.4 视觉物资.....	71
4.2.5 官方物资.....	72
4.2.6 宣传物资.....	73
4.3 资金预算分配计划.....	73
4.4 资源可行性分析	74
4.4.1 资金方面.....	74
4.4.2 技术方面.....	75
4.4.3 人员方面.....	75
4.4.4 时间方面.....	76
5. 宣传及商业计划	80
5.1 宣传计划	80
5.1.1 宣传目的.....	80
5.1.2 宣传指标.....	80
5.1.3 宣传工作概述.....	81
5.1.4 宣传途径.....	83
5.1.5 宣传规划.....	87
5.2 商业计划	91
5.2.1 战队需求.....	92
5.2.2 战队招商客户规划	93
5.2.3 战队招商资源优势及亮点	96
5.2.4 战队招商目标规划	97

前言

本报告由齐鲁工业大学 Adam 战队编制，适用于 RoboMaster 2024 机甲大师超级对抗赛。

主要撰写人员包括：

模块	撰写人员 1	撰写人员 2	撰写人员 3	撰写人员 4	撰写人员 5
机械	张晟祥	魏轩	张政宇	龚学超	何德欢
硬件	王志强				
软件	尹燕玺	李海鹏	魏甜甜	李杰相	
算法	尹燕玺	李海鹏	魏甜甜	梁一博	
管理	张政宇	龚学超	谭靖萱	戴锐	肖博
宣传	谭靖萱				
商务	张翠娟				

1. 团队目标

1.1 团队情况分析

齐鲁工业大学 Adam 战队是一支依托 RoboMaster 机甲大师高校系列赛（RoboMaster University Series）而创立的大学生创新实践团队，自 2019 年创立以来，现已备战超级对抗赛三年。从初创时期缺少资金、场地和人员，到如今得到学校多部门的支持，Adam 战队逐渐展现出其强大的实力和潜力，一直保持着持续稳定的成长与发展。

本赛季，战队的首要任务是在确保全阵容车辆稳定性能的基础上，实现稳定的自瞄功能和英雄吊射功能，研发平衡步兵机器人。尽管当前面临着新赛季规则的大幅度改动，对于参赛队伍的技术要求提高，战队前方的道路更具挑战，但我们坚信“雄心勤奋实践造就奇迹”。战队将以参与超级对抗赛为基本目标，同时积极向晋级全国赛这一更高目标发起冲击。我们深知前方的道路艰难漫长，但我们相信团队的力量可以战胜一切，凭借团队的决心与努力 Adam 必能取得优异的成绩，必能在 RoboMaster 的赛场上闪耀属于 Adam 的光芒。

在技术积累方面，战队已经具备了相对成熟的步兵发射机构和麦克纳姆轮底盘技术。然而，与强队相比，战队在电控和视觉方面的技术积累还是相差较多。本赛季，战队将加大力度发展电控和视觉技术，寻求技术创新突破，以弥补队伍在这方面的技术短板。

在团队成员方面，战队拥有成员 40 余名，其中本赛季核心队员共 15 名。由于核心队员数量相对较少，技术开发压力相对较大，需要高效合理的分工来充分发挥每个队员的能力和潜力，以提高团队整体水平，达到团队理想目标。

在团队构架方面，战队在技术层面设有机械、电控、视觉、运营四大组别，一起协调合作、共同创新。此外，为了更好地针对不同兵种进行精细化运作，设立了六大机器人组，包括英雄、工程、步兵、飞镖、无人机和哨兵。这样的组织架构旨在确保每个组别和车组都能够充分发挥各自的专业技能和优势，为战队的整体实力提升做出贡献。

在团队管理方面，战队将继续完善进度管理制度、考勤制度、例会制度、招募与培训体系等，旨在使队伍管理更加规范化、科学化、人性化。战队更加注重听取每个人的意见，让每个人都有发言的机会，以便更好地集思广益，共同推动战队的发展。

在队伍可用资源方面，今年战队拥有 10 万元的经费，相较于往年较为充足。但长时间的备赛、高要求的目标，需要战队投入大量的研发资金。不过，学校为战队提供了实验室，作为研发备赛的场地资源。这些资源将为战队提供良好的备赛条件，保证了战队研发工作的顺

利进行。

1.2 目标细则

1.2.1 参赛目标

Adam 战队 2024 赛季参赛目标为：超级对抗赛区域赛八强，联盟赛 3v3 八强，联盟赛步兵 1v1 对抗赛四强。

1.2.2 重大技术突破目标

(1) 视觉方面

目前，战队的视觉识别方案适用于对简单低速移动目标的识别，而面对在复杂的赛场环境下快速移动的机器人目标，战队现有技术的识别和追踪效果不尽如人意。因此开发一套适合识别、追踪复杂环境下快速移动目标的视觉识别方案，成为本赛季战队视觉研发的重点目标。

(2) 机械方面

在现行规则下，英雄对于远距离吊射的需求显著增加。然而，传统的两摩擦轮发射方案在面对弹丸左右偏转问题时表现出一定的局限性。因此，战队决定开发一种具有更好定心效果的三摩擦轮发射机构，在本赛季实现狙击点稳定吊射前哨站和基地的目标。

(3) 电控方面

腿轮平衡步兵对于复杂地形的适应能力是其他底盘无法比拟的，并且平衡步兵仅仅只有两块装甲板，生存脱困能力也是优于普通底盘的步兵，公路区高度降低并取消围栏，拥有跳跃能力的平衡步兵会使进攻路线更加多样化。因此，本赛季战队将开发平衡步兵机器人作为电控方面的技术突破目标。

1.2.3 团队建设目标

本赛季将继续完善团队规章制度建设，科学规范的进行团队管理。改变过去一些呆板的规定，制定出更加人性化、有助于增强团队凝聚力的规章制度。

本赛季将进一步完善进度管理制度，包括完善和落实项目管理制度、兵种负责人制度。通过使用飞书工具进行项目进度把控，使战队成员能够实时了解战队的任务进度，及时发现并解决备赛过程中出现的问题。

在招新与培训方面，技术组制定了全面的培训与考核计划。为了充分激发梯度队员的积极性和创造力，我们采用了理论学习+线下项目实践的形式进行培养。

1.3 目标追踪

为了保证不发生严重的进度失控问题，在整个赛季中，战队将确保目标是明确且可衡量的，并在此基础上紧密围绕清晰的目标展开备赛工作。通过制定详细的进度规划，确保任务分工明确、时间可控。队内将每周召开周会、技术组会，不定期召开兵种会议，个人汇报任务进度以及工作中遇到的问题，并提出自己的需求，由组内成员一起讨论、解决技术问题，讨论研发方向，以促进团队内的沟通和协作。在实际进度和计划目标之间，队长和项管将定期进行差距检查，以便快速调整队伍备赛工作，开展下一步的计划。通过定期的全队总结反馈，及时调整目标与计划，吸取成功和失败经验并修正不足之处，这样能保证目标追踪的过程与结果更加科学合理。

为了更好地实现以上的目标追踪动作，战队使用飞书作为管理工具。通过飞书的共享文档、在线表格、共享日历等协作工具，帮助战队更好地实现目标追踪和团队管理工作，提高团队的协作效率和成果质量。详细内容见 3.3 节。

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

(1) 上赛季成功原因

① 团队凝聚力与积极氛围

上赛季战队注重团队建设，鼓励团队成员之间保持良好的沟通和协作，定期举行团队会议，让每个人都能够分享自己的想法、问题和建议。队员们拥有共同的价值观和理想信念，每个人都得到尊重和重视，团队的凝聚力与合作精神促进团队备赛任务的顺利进行。

② 整体进度把控

上赛季对开发进度的整体把控较好，时间线总体提前。确保团队成员之间保持良好的沟通，及时分享进度、问题和建议。通过定期的团队会议和讨论，保持信息的畅通和透明。在面对多个任务和目标时，明确每个任务的优先级，并集中精力解决重要和紧急的问题。通过优化团队协作和提升技术水平，提高了研发效率和质量。

(2) 上赛季问题挑战

① 基础力量不足

战队缺乏基础力量，技术积累不足，导致整体水平落后。

② 技术水平认知不足

对自身实力定位不清晰，队员未深入了解赛事技术发展，导致决策失误。

③ 缺乏整体性规划

战队缺乏清晰可行的整体性规划，对各阶段目标和重点认识不深入。

(3) 新赛季项目分析与研发规划：

① 培训计划制定

制定系统的培训计划，包括基础技术培训和赛事规则学习。结合线上和线下培训方式，并组织实际项目或模拟比赛，让团队成员将所学知识应用到实际场景中，确保培训内容丰富、有针对性和实用性，以加强团队整体基础力量。

② 技术调研与决策论证

加强对赛事技术发展的调研，了解当前赛事技术发展的趋势和最新进展，确保决策有充

分的依据，召集相关人员进行决策的详尽论证。

③ 整体规划与灵活调整

制定清晰可行的整体性规划，对各个阶段目标和重点有深入的认识，通过定期的评估和反馈，及时发现问题并进行调整，这样可以确保规划始终与战队的发展目标保持一致。

④ 时间线前移与备赛进度

提前制定备赛时间线，确保在各个时间节点前完成任务，在备赛时间线中，设定一些重要的里程碑和关键时间节点。通过设定这些节点，可以留有充足的时间进行测试和训练，更好地跟踪进度并确保团队成员在关键时刻发挥最佳水平。

⑤ 技术积淀与传承

确保对技术的持续研发，集中团队现有技术力量突破几项关键技术点，形成完善的技术研发文档，以实现技术的积淀与传承，助力团队的技术发展。

2.2 新赛季规则解读

(1) 场地改动

在 R2 环形高地下，隧道的增加使比赛从原先的两条动线提升至现有的三条动线。大资源岛金矿石的放置方式发生了变化，增加了获取金矿石的难度。补给站数量由两个补给站减为一个补给站，实体补弹数量减少，下供弹及半下供弹优势明显。

(2) 半自动控制模式

从技术上来说半自动控制是向全自动控制过渡的中间状态。并且半自动控制机器人可以使队员们更加专注于通信、自瞄、定位等更集成化的底层功能。

(3) 调整经济体系，工程职责专业化

本赛季工程机器人强化了其为获取经济主要来源的兵种定位，并且加强了工程机器人的防御增益。金矿石的放置位置发生改变，兑换矿石的难度也有所增高，比赛的趋势要求工程机器人必须更加专注地进行高自由度高难度的兑矿；同时也在鼓励参赛队伍进行视觉兑矿，开发自定义控制器、开发力反馈功能，深入强化人机交互。

(4) 调整经验和性能体系

本赛季经验体系调整为 10 级，而性能体系则取消射速优先和有关射速的限制，经验体系的调整使得敌对双方机器人升级更为公平，这则削弱了比赛机制对胜负的影响，而更考验参

赛队伍机器人的整体实力水平；此外，取消射速的有关限制避免了出现装甲板检测不到击打情况。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

2.3.1.1 规则解读

基于 2024 赛季 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛最新规则手册以及对比 2023 赛季 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛规则手册，战队对新赛季与步兵相关规则的一些重要解读如下：

（1）降低了公路区高度，取消围栏，新增隧道地形

24 赛季前，步兵的快速进攻和回防基本依赖飞坡，新赛季场地的改动丰富了路线的选择，同时也提出新的功能要求：在能飞坡的基础上具有跳跃和攀爬的能力；具有通过隧道地形的能力。

（2）平衡步兵优势放大

在 23 赛季限两台的基础上改为了限一台，并且增益区间由原来的基础属性增益改为了成长增益，但其本身具有属性优势以及装甲板侧向对敌的战术没有改变。新赛季经验体系改动，平衡步兵机器人能够获得额外 50% 的经验使得平衡步兵在等级上的优势被放大，其输出能力和生存能力的优势随之放大，故新赛季平衡步兵的研发优先级提高。

（3）补给站附近结构调整

补给站数量减少至一个，可补给弹丸数量降至 400 发，且后续可能会取消实体补弹；机器人在补给时有底盘功率加成，在补给完毕后能够快速加入战场。同时远程补弹补血、立即复活的金币价格降低，使得地面机器人在经济保证的情况下能够快速的衔接进攻。

（4）经验和性能体系的调整

本赛季经验体系调整为 10 级，性能体系则取消射速优先。经验体系的改动，避免了在比赛的前期出现一次失误就会葬送全局的情况，使比赛有了更多的可能，提高了比赛的强度以及观赏性。弹速优先的取消，对于能量机关的激活与自动瞄准的精准度有着显著的提升。

（5）飞坡增益增加

飞坡缓冲能量增加至 250J 并有持续 20 秒的 50% 的防御增益，对于步兵组织进攻，把握

比赛节奏有着很大的提升。

(6) 能量机关增益增加

小能量机关具有防御增益并提高经验值，大能量机关兼具攻防增益，并且攻防增益随着打符命中准确度的提高而增加。对于新赛季的能量机关，要求视觉对能量机关具有高识别性与识别速度。

2.3.1.2 需求分析

上赛季步兵不足：

- 半下供弹步兵的云台本应做到轻量化，而事实是由于链路过长，导致云台较重，转动惯量大。
- 枪管限位效果较差，易损坏，且枪管的固定方式导致拆卸较繁琐。
- 飞坡落地姿态较差，飞坡稳定性不足。
- 底盘功率利用率较低，功率控制板虽稳定但较为落后，未能利用官方缓冲能量，电容组实际电容值较低。
- 云台响应速度一般，使用传统纯双环 PID，未能得到良好的响应速度。
- 发射机构设计冗余，导致云台工作于极限区边缘，搭配重力补偿后有所缓解。
- 整车设计未考虑快拆问题，导致部分组件拆装困难，耗时较长。

本赛季步兵需求：

- 拥有隧道通过能力：本赛季在高地下增加隧道，拥有通过隧道能力的步兵进攻路线可以更多样化。
- 整车控制代码体系化、模块化：模块化封装既有利于逻辑清晰，调用方便，同时利于提高开发效率和代码运行速度。
- 击打可旋转装甲板：上赛季的自动瞄准仅仅局限于对于 平移目标的识别击打，在小陀螺普及的当下比赛中已经不能满足需求，因此我们需要拥有击打可旋转装甲板的能力。
- 击打能量机关：在现行规则下，击打能量机关带来的增益将会对战局带来很大的优势，稳定击打能量机关使我们步兵的重要需求
- 提升云台响应速度：云台的响应速度直接影响到视觉的自动瞄准，以及操作手操作

体验，因此本赛季将会着手提升云台的响应速度

2.3.1.3 设计思路

表 2-1 步兵设计思路表

机构	设计思路
整体设计	在不影响发射机构链路和底盘重心的情况下尽量降低整体尺寸，满足通过隧道的要求；同时下调 Yaw 轴结构，与底盘相连接，提高结构强度、降低高度的同时降低重心，满足飞坡要求，避免飞坡落地前倾问题；整车科学合理镂空，降低质量，同时避免 17mm 弹丸进入机器人内部。硬件及线材内置于机械结构内，且对接口处进行保护；裁判系统合理放置，拆装方便。
全向轮底盘	上赛季由于底盘超重导致无法飞坡，因此本赛季底盘要做到轻量化、紧凑设计（底盘重量不超过 14kg），保证质心居中，缩减底盘尺寸大小；采用独立悬挂，在弹簧方案上增加减震效果；能够满足爬坡、飞坡的强度要求；底盘内部空间充裕，安装裁判系统和电控元件方便。
平衡步兵底盘	采用轮腿方案，减轻重量的同时保证结构强度；对底盘结构冗余部分进行优化再设计使用井字形架构，板材和铝方管的合理镂空；重心居中偏下；能够满足爬坡、飞坡的强度要求；前后采用导轮减轻断电后平步倒地后的冲击，并限制轮腿倒地姿态。更好的恢复平衡。
麦克纳姆轮底盘	提高机动性和稳定性：优化布局，底盘减重设计（冗余强度材料更换和镂空）；优化悬挂弹簧设计（使用模具弹簧）。
平衡步兵轮组	轮毂轻量化设计同时提升摩擦效果，轮毂外包胶，采用 9025 电机。
平衡步兵轮腿及关节	腿部采用 5 连杆机构，并使用碳板，同时关节电机采用宇树 A1 交错放置，关节部分采用轴承减少摩擦力。

机构	设计思路
发射机构	优化定心结构（采用定心轴承结构）；优化摩擦轮安装结构，在结构设计上减小装配带来的误差，提高稳定性；提高中程击打能力，进一步优化精准度（7m 内散步不超过一块小装甲板）；保证长链路下的射频（20hz 以上）；稳定弹速（开发摩擦轮温控）。
云台	直驱 Yaw 轴间驱 Pitch 轴，简单稳定高效；同时 Yaw 带有半下供弹大弹仓，采用增加预存弹量，可预存七百发，同时云台重心降低；云台运动惯量较小，且具有额外重力补偿设计。

2.3.1.4 技术难点分析

表 2-2 步兵技术难点分析表

技术难点	解决方案
半下供弹链路卡弹和射频问题	采用板材链路设计，将材料导致的误差降到最小，优化链路内部设计，在转角处使用轴承，使用摩擦系数小的材料作为链路。
全向轮底盘稳定性及强度	在设计阶段进行调研和结构仿真，制作样机进行测试；结构设计上保证强度，增加日常测试次数，保证稳定性。
底盘功率问题	硬件方面设计并制作“双向”DC-DC 功率控制板，同时学习开源制作主动均衡电容组；软件方面设计功率控制算法，提高能量利用率。
云台响应问题	机械方面减轻发射机构对于云台的压力；电控方面使用 PID+前馈使得响应延时降低；视觉方面识别目标时引入预测，并改善上下位机通信使得通信延迟降低。
发射机构高频高命中率	电控方面需保证发射机构弹速稳定；机械方面保证发射机构不卡弹和弹速稳定的条件下弹道优良和较好的发射精度；视觉则需保证在云台响应较好的基础上高目标识别率并优化相机至枪口的坐标系转化。

技术难点	解决方案
人机交互控制问题	设计多种战斗模式，部分控制权下放至主控板，操作手更加专注于决策命令；优化 UI 设计，使操作手对整机状态有更明确的了解；优化控制方案，优化代码逻辑，使得程序拥有更高的运行速度。
击打可旋转装甲板	参考交龙战队视觉开源，使用卡尔曼滤波实现预测并利用神经网络的高鲁棒性实现对移动及旋转装甲板的识别。
击打能量机关	参考西工大 WMJ 战队的能量机关运动模型开源，使用神经网络识别能量机关扇叶的基础上融合运动模型实现识别随机点亮的扇叶。
保持平衡状态以及纵在平衡状态下的纵向运动	用 MATLAB 进行 LQR 算法的仿真验证，利用 Webots，根据设计参数搭建平衡步兵底盘模型，在该模型下进行 LQR 算法的仿真，并测试其抗干扰能力。
平衡状态下的转向控制	利用差速+前馈 PID 实现其转向控制。
弹丸检测	检测驱动轮的支持力变化优化控制模型。
平衡步兵底盘重量偏重，机械机构设计冗余	减少结构冗余，降低板材厚度，以减少不必要的强度过剩，合理镂空铝方管，对于轮腿关节限位，减小体积。

2.3.1.5 人力资源评估及进度安排

表 2-3 步兵人力资源评估表

技术组	姓名	主要工作
机械组	张晟祥	全向轮步兵机器人机械设计：对于机械结构进行合理的方案制定，并对设计的合理性进行测试；购买零件进行装配；配合电控及视觉进行调试；对于测试中的损坏进行维修，不合理地方进行迭代优化。
机械组	魏轩	平衡步兵机器人云台机械设计：确定平衡步兵云台方案，完成结构分析和设计；购买零件完成装配；配合电控视觉进行调试。

技术组	姓名	主要工作
电控组	王志强	全向轮步兵及麦克纳姆轮步兵调试、维护；大能量机关制作。
电控组	尹燕玺	平衡步兵机器人开发。
视觉组	梁一博	开发步兵自动瞄准与大能量机关运动方程解算。

表 2-4 步兵进度安排表

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
底盘	M3508 电机*4、GM6020 电机*1、机加工零件、板材、导电滑环、3D 打印件、标准件	机械一人 电控一人	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，进行底盘运动学解算。	3 周
云台	M3508 电机*2、GM6020 电机*1、M2006 电机*1、控制板、机加工零件、板材、3D 打印件、标准件	机械一人 电控一人 视觉一人	设计云台结构，完成云台装配；学习云台硬件及电路，完成云台的 PID 前馈优化；完成相机固定。	3 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	机械一人 电控一人	完成弹链设计，优化拨弹盘，提高预置稳定性；稳定射速。	3 周
自动识别	miniPC、高帧率工业相机、短焦镜头	视觉一人 电控一人	熟悉装甲板识别、控制代码，拥有自动瞄准参数整定经验。	整赛季
能量机关击打	大能量机关	视觉一人 电控一人 机械一人	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问题。	整赛季

2.3.2 英雄机器人

2.3.2.1 规则解读

基于 2024 赛季 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛最新规则手册以及对比 2023 赛季 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛规则手册，战队对新赛季与英雄相关规则的一些重要解读如下：

首先是取消弹速优先选项，初级弹速变为 16m/s。然后是吊射狙击点相对于前哨站和基地的距离变远。并且前哨站中部装甲板的转速由 0.4rad/s 变为 0.8rad/s。同时飞镖检测装甲由小装甲板变为大装甲板。在装甲板停转之前对对方前哨站每累计造成 500 点伤害，所共获得的经验增益由 25% 变为 100%。

本赛季在狙击点的增益效果未发生变化，在狙击点发射弹丸依然会获得 10 点金币的奖励，并且在狙击基地装甲板时同样会获得伤害增益。

总体而言，本赛季的规则改动不大，英雄作为唯一的 42mm 弹丸发射单位，依旧是作为核心伤害输出单位存在，对于建筑物的高伤害是其他兵种无法比拟的，并且在狙击增益点吊射前哨站和基地的优势明显。

2.3.2.2 需求分析

上赛季英雄不足：

- 上赛季的英雄底盘高度较低，底盘较大，并且缺少下台阶能力，对于地形适应能力差。
- 上赛季英雄的发射机构缺少对于远距离目标的击打能力。

本赛季英雄需求：

- 本赛季的英雄机器人相当于默认弹速优先，对于狙击点狙击和近距离打击都会提供帮助，并且狙击点的增益效果没有改变，在狙击点狙击优势明显，所以本赛季英雄机器人需要拥有在狙击点稳定吊射前哨站和基地的能力。因此我们决定开发三摩擦轮发射机构用于英雄狙击，并且由于摩擦轮材质原因，受到温度影响较大，因此需要控制发射机构的温度，降低环境对发射机构的影响。
- 在英雄到达狙击点和环形高地之前，各需要通过 20°坡和 13°坡，所以英雄机器人需要拥有爬坡能力。因此我们选择采用独立悬挂，电机内嵌式轮组，提高机器人对于地形的适应能力，并且改装减速箱用于提高加速度。

- 在 23 赛季中，有很多队伍在公路区的台阶上尝试下台阶被卡住，在现行规则下，英雄机器人对于建筑物的伤害远远高于其他 17mm 发射机构机器人，若英雄机器人在台阶上被卡住，丧失战斗力，会导致整个队伍在本局比赛陷入劣势，因此需要为英雄机器人安装防卡导轮来避免卡坡和翻车。

2.3.2.3 设计思路

表 2-5 英雄设计思路表

机构	设计方案
发射模块	采用三摩擦轮发射机构，并且增加温度控制装置，开发单发限位装置，稳定弹丸进入摩擦轮的角度以及速度。
底盘模块	采用独立悬挂，使用内嵌电机轮组，底盘质量控制在 14kg 以下（含裁判系统，不含弹丸），并且使得重心靠后，提高底盘结构稳定性，可以适应高强度比赛节奏。
供弹模块	采用切向后供弹，载弹量为 55 枚，6hz 射频不卡弹，拨盘电机上电后自动校准，并且优化供弹链路减小发弹延迟。采用鹅颈链路避免卡弹。
外保护壳	采用 1mm 碳板制作，减轻重量，提高强度，避免小弹丸进入，并且可以承受大弹丸攻击。
云台模块	云台仰角达到 45°，俯角达到 20°，云台整体重量控制在 6kg 以内（包含裁判系统）。

2.3.2.4 技术难点分析

表 2-6 英雄技术难点分析表

技术难点	解决方案
远距离狙击对于精准度要求极高，传统两摩擦轮机构定心效果不好，会产生不可控的左右旋转。	采用三摩擦轮发射机构，限制弹丸自由度，并且通过可控的后旋来减小不可控的左右旋转，并且稳定的后旋也可以起到破风作用并使弹丸运动速度朝弹道方向。

技术难点	解决方案
摩擦轮受到温度和湿度的环境影响大，会对狙击的精准度有很大影响。	采用温度控制系统，通过对摩擦轮的稳定加热，使得在比赛中摩擦轮处于恒温状态，实现稳定狙击。
狙击点距离基地有 20m 左右距离对于瞄准有很大难度。	通过在图传前增加倍镜，并且将图传与云台分离，使得在狙击时操作手依然可以通过图传观察到装甲板，并且可以根据落点进行实时调整。
中远距离狙击。底盘、云台稳定性问题	英雄机器人需要有狙击模式，表现为在狙击状态下，底盘抗冲击性强，云台移动高度精确，发射机构温度、转速稳定，操作手具有良好视野，工业相机也需要切换至长焦镜头。
视觉自瞄远近距离难以兼顾	采用两部工业相机，一部装有长焦镜头，在狙击模式下使用该相机，一部装有常规镜头，近距离作战时使用该相机进行自动瞄准。
云台的响应速度和稳定性不满足吊射需求	采用前馈和 PID 反馈的复合控制，提高云台的响应速度和抗干扰能力。
瞄准策略	经过多次的场地试验得到数据，并且经过数学方法进行拟合得到弹道方程，专为英雄狙击打造的刻度的 UI 瞄准线。

2.3.2.5 人力资源评估及进度安排

表 2-7 英雄人力资源评估表

技术组	姓名	主要工作
机械组	张政宇	英雄整体方案确定，发射机构设计及测试，零件购买及装配，并负责维护及迭代。
机械组	吕长斌	英雄底盘机械结构设计及测试。
电控组	尹燕玺	英雄调试，维护与功能优化改进；摩擦轮温度控制装置开发。

技术组	姓名	主要工作
视觉组	梁一博	移植步兵自动瞄准，自动瞄准参数调整。

表 2-8 英雄进度安排表

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
底盘	M3508 电机*5、GM6020 电机*1、机加工零件、板材、大导电滑环、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 1 人	独立完成底盘结构设计，完成底盘装配；学习底盘电路，连接并检查线路，进行底盘运动学解算。	3 周
云台	M3508 电机*3、GM6020 电机*1、M2006 电机*1、控制板、机加工零件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	独立完成云台结构设计，完成云台装配；测试倍镜安装角度，学习云台硬件及电路，完成云台的 PID 前馈优化；完成相机固定。	3 周
发射机构	3D 打印件、板材、复写纸、42mm 小弹丸若干、42mm 弹丸测速模块	机械 1 人 电控 1 人	完成弹链设计，优化拨弹盘，避免，提高预置稳定性；增加温度控制装置。	整赛季
自动识别	miniPC、高帧率工业相机、短焦镜头	视觉 1 人 电控 1 人	熟悉装甲板识别、控制代码，拥有自动瞄准参数整定经验。	整赛季

2.3.3 工程机器人

2.3.3.1 规则解读

基于 2024 赛季 RoboMaster 机甲大师超级对抗赛最新规则手册以及对比 2023 赛季

RoboMaster 机甲大师超级对抗赛规则手册，分析解读本赛季针对工程机器人相关的改动主要是：经济体系改变、矿石兑换难度增加、大资源岛结构调整、障碍块取消、工程机器人防御增益提高。

首先是经济体系改动，7mm 和 42mm 弹丸远程兑换所需金币数量降低；购买血量与买活次数更改为不限次数，单次买活所需的金币数量有所减少。此外，每颗金矿石所能够兑换的金币数量增加了 100，使得金矿的抢夺成为经济的重要来源。

兑换站机械结构没有发生变化，但是每一难度等级下兑矿的难度相较于 23 赛季均有不同程度的增加。其中难度增加最大的是 3-5 级难度，尤其是五级难度，其 Yaw 轴变化角度最大可以达到 135°。这对工程机器人的执行机构提出了较大的考验。

在累计金币数量方面，基本沿用了 23 赛季国赛的机制，累计金币数与最低选择难度将会影响到比赛后期兑换所获金币的倍率。这说明工程机器人在队伍中发挥的作用进一步加大，工程机器人所选择的兑换难度将会直接影响全队能获得的最高经济值。此外，兑换矿石还引入了随时间流逝所获金币数减少的机制，对于工程机器人的兑矿速度提出了较高的要求。

大资源岛结构做出了很大的改动，主要是取消了矿石下落机制，将矿石放置在较窄的通道中，并且取消了首金奖励。弱化了工程机器人的对抗性，使得工程机器人在拿取金矿石的时候更加从容，但同时较窄的通道也对工程机器人的执行机构的体积以及精准度提出了较高的要求。此外，小资源岛银矿石数量改为三个，因此更加要求工程机器人拥有较好的大资源岛取矿能力。

障碍块在 24 赛季中不再存在，同时针对工程机器人的各种防御机制有所增加，例如前三分钟有 50% 防御增益，比赛的前一分钟占领大资源岛后有 75% 的防御增益，占领兑换区后工程机器人无敌。以上这些改动更加弱化了工程机器人的对抗属性，使得工程机器人能够更加专注于完成取矿和兑矿的本职工作。

2.3.3.2 需求分析

上赛季工程不足：

- 执行机构自由度过低，导致无法选择较高的兑换难度。
- 前伸使用丝杆传动导致速度太慢。
- 没有储矿机构。
- 升降使用四个电机驱动并且使用了齿轮齿条传动，重量太大。

- 硬件器材及线材外置且未有保护不耐冲击，导致损坏、维修频繁。
- 单控制板控制电机，CAN 线数据负载较重，丢包率较高，操作体验不好
- 遥控器通道控制执行机构，未能展现出执行机构全部的自由度。
- 无气泵快拆结构，若气泵损坏，则无法迅速更换。
- 双 TB48S 电池开启时导致瞬时电压过大极易烧毁中心板。
- 未使用自定义控制器。
- 无视觉方案引入。

本赛季工程需求：

- 增加执行机构的旋转自由度，研发高自由度机械臂，达到高难度兑换的要求。
- 弃用丝杆传动的前伸结构，改为同步带或齿轮齿条传动，增加移动速度。
- 设计能够储存 1-2 个矿石的存矿机构，增加效率。
- 升降改用两个电机驱动的双倍行距结构，且弃用重量较高的钢制齿轮齿条，减轻重量。
- 合理放置并保护硬件器材及线材，并留有充足接口方便更换和维修。
- 优化中心板电路并安置较大容量电容吸收电池开启时高电压释放的电量。
- 工程机器人设计模块化，同时控制模块化，使用多控制板控制本机器人，使得每个控制板都能以最优性能运行本模块任务。
- 降低 CAN 线负载，降低丢包率和延迟；适当改变控制频率和发送频率。
- 为了降低机械臂的操作难度，同时增加兑换速度，需要研发易于操控的自定义控制器。
- 由于大资源岛金矿存放在隧道中，所以需要设计体积较小的机械臂使其可以进入隧道取矿。

2.3.3.3 设计思路

表 2-9 工程设计思路表

机构	设计方案
底盘模块	采用内嵌 M3508 式麦克纳姆轮，采用铝方管搭建井字形底盘框架
升降模块	使用铝方管搭建升降框架，使用一对 M3508 电机驱动链条或同步带，采用双倍行距的结构
前伸模块	使用铝方管搭建前伸的基本框架，其上安装抽屉滑轨与直线导轨，使用 2 个 M3508 电机分别驱动两侧前伸结构，采用同步带驱动，同样采用双倍行距的结构
横移模块	使用铝方管作为基本框架，其上安装直线导轨，导轨所搭配的滑块与机械臂的根部相固定，使用 M2006 电机驱动，使用同步带进行传动
储矿模块	使用玻纤板作为基本框架，将板材安装机器人的底盘上，搭建起能够容纳矿石的空间，实现存矿的功能
机械臂模块	使用板材搭建起基本框架，为其设计五个旋转轴，根部的旋转轴使用 M3508 电机加同步带间接驱动，且在传动结构处加减速比保证电机的扭矩足够，末端三轴采用 M2006 电机驱动以减轻重量，使用同步带和齿轮进行传动，同时增加减速比保证扭矩。此外，机械臂上还增加了丝杆传动的伸缩结构，目的是保证在 24 赛季新大资源岛的隧道中可以使机械臂接触到较远的矿石
主控模块	主控模块放置于底盘模块内部，负责给各个模块发送指令并接受反馈，主控模块包括两块主控制板 C 板
电路模块	电路模块包括连接电源模块和其他模块的能源链路，和连接主控模块和其他模块的信号链路，两链路重合部分较高，因此清晰合并布线，并使用诸如拖链等进行柔性固定
气路模块	气路模块包括气源气泵、末端吸盘以及二者连接的气路管道，气泵放置于底盘模块并具有快拆结构；末端采用风琴吸盘利于吸取矿石；连接的气路部分跟电路一起布置，部分则外置服务于高自由度机械臂

2.3.3.4 技术难点分析

表 2-10 工程技术难点分析表

技术难点	解决方案
由于兑换难度的提高，为了能够获取更多的经济，工程机器人需要更高自由度的机械臂，需要更大的工作空间	研发 3P5R 机械臂，增大平动的活动范围，由末端机械臂完成精准的兑换
大资源岛改动后，矿石都被放在狭窄的通道之中，较大取矿机构无法进入，且如果控制精度不足，矿石容易卡在通道之中无法获取	设计小体积的机械臂，优化控制方式，使得控制机械臂的最小分度值更低
机械设计方案优化，机械上限急剧提升，电机等执行器的数量增加	单主控板 C 板的 CAN 通讯已无法支撑电机执行器的 CAN 数据，因此需要使用双主控板控制工程机器人
整车电机控制延时较高，且不稳定，控制效果不好	降低 CAN 发送和反馈频率，并减少 CAN 总线负载，使得 CAN 负载率达到最优值
高自由度机械臂每个自由度单独控制费时费力且误差较大	优化机械臂控制算法，对工程机器人机械臂建模并进行逆运动学结算
键鼠控制难以满足高自由度兑换，且操作手感较差	研发自定义控制器，充分开发利用机械臂的自由度

2.3.3.5 人力资源评估及进度安排

表 2-11 工程人力资源评估表

技术组	姓名	主要工作
机械组	龚学超	开发工程机器人的横移、机械臂
机械组	何德欢	开发工程机器人的底盘、升降、前伸、储矿
机械组	邱书杨	开发工程机器人的自定义控制器

技术组	姓名	主要工作
电控组	李海鹏	编写工程机器人的控制程序、研发自定义控制器、研发机械臂逆运动学解算

表 2-12 工程进度安排表

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
底盘	M3508 电机*4、麦克纳姆轮*4、3D 打印件、铝方管、玻纤板、标准件	机械 3 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、铝方管、玻纤板、标准件	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*2、3D 打印件、铝方管、玻纤板、标准件	机械 2 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，完成布线；解决前伸线材保护和走线问题。	2 周
横移	M2006 电机*1、3D 打印件、铝方管、玻纤板、标准件	机械 1 人 电控 1 人	设计横移机构并完成装配；学习横移代码。设计编写横移控制代码；完成横移模块的走线和保护；测试并修复代码问题。	2 周

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
机械臂	M2006 电机 *4、 M3508 电机*2、3D 打印件、铝方管、玻 纤板、碳纤维板、标 准件	机械 1 人 电控 1 人	调研并确定机械臂构型,完成 5p 机械臂设计并完成装配;学习 MATLAB 机械臂仿真算法并编写机械臂控制方案;完成机械臂电路设计,进行机械臂的调试和路径规划。	7 周
自定义控制器	M2006 电机*3、C 板 *1、3D 打印件、玻 纤板、标准件	机械 1 人 电控 1 人	调研并确定自定义控制器的控制原理,完成控制器的设计和装配;学习编写程序代码,完成控制器的走线和保护。	4 周

2.3.4 哨兵机器人

2.3.4.1 规则解读

与上赛季规则改变分析:

- (1) 上限血量从 1000 点降低至 400 点,生存能力进行了一定程度的削弱。
- (2) 底盘功率由 150w 降低为 100w,机动性进行了一定削弱。
- (3) 枪口的热量限制由 240 提高到 400,爆发力得到了很大程度的提高,双枪哨兵对于机器人的快速击杀能力得到了很大的提高。
- (4) 哨兵的初始允许发弹量由 750 发降低至 400 发,在发射完后也可以补血点兑换以及远程购买。
- (5) 复活机制的增加以及血量回复机制的变化。哨兵也拥有两种复活方式:读条复活和花费金币立即复活,哨兵每局比赛最多可以复活 4 次,在读条复活后恢复至满血但是需要回到补血点激活发射机构,如果是花费金币立即复活则可以立即解锁发射机构。
- (6) 最后就是控制方式的变化,上赛季的云台手是可以给哨兵发送指令的,但是本赛季的发送一次指令是需要 50 金币,因此本赛季需要提高导航决策能力。

2.3.4.2 需求分析

上赛季哨兵不足：

- 上赛季调试时遗留的陀螺仪“零漂”问题，导致哨兵的整体运动稳定性受到影响，无法满足本赛季的导航需求。
- 上赛季由于导航功能的尚未完善，导致哨兵全局移动能力无法充分发挥。
- 上赛季中由于哨兵拨盘速度过慢，射频过低，因此其爆发能力无法得到充分展现。
- 上赛季中由于使用传统纯双环 PID，云台未能得到良好的响应速度。在自主巡逻模式中自瞄预测能力表现较差，命中率较低。

本赛季哨兵需求：

- 整车控制代码体系化、模块化：模块化封装既有利于逻辑清晰，调用方便，同时利于提高开发效率和代码运行速度。
- 保证整车运行稳定：本赛季需要结合哈工程创梦之翼战队的开源陀螺仪算法改进原有的陀螺仪算法从而抵消“零漂现象”。
- 提高装甲板识别预测能力：哨兵的高频高爆发需要做到高命中率才能造成高伤害，因此本赛季需要加强哨兵的自瞄能力，我们采用交龙战队的视觉开源算法，使用神经网络对旋转移动的装甲板进行识别预测并跟踪。
- 增加全局建图导航功能：巡逻区面积扩大，对哨兵机器人自主移动和决策能力提出了更高的要求，同时也意味着哨兵必须具备完整的场中巡逻并建图能力，同时能够随时根据战场情况返回至最优巡逻区。
- 开发更先进的功率控制板：由于哨兵的上限血量和底盘功率降低，并且哨兵的复活次数与比赛的胜负判定直接相关，因此需要开发更先进的功率控制板和具备主动均衡的电容组。

2.3.4.3 设计思路

表 2-13 哨兵设计思路表

机构	设计方案
发射模块	采用纵置双枪管设计，提高爆发性；采用摩擦轮发射机构，并且使用体积更小的 Snail 2306 电机用来进行 17mm 弹丸发射，同时为实现稳定的单发和连发，我们需要开发弹丸限位装置。在近距离作战时，具有高速优势的 Snail 2306 电机可以弥补其开环控制的带来的缺陷。
底盘模块	采用独立悬挂，使用麦克纳姆轮使哨兵可以实现全向移动以及小陀螺功能。快拆设计使得底盘维修极为方便；传统麦克纳姆轮底盘直行通过性更好，底盘稳定性更优，适应高强度比赛节奏。
云台模块	云台仰角达到 50°俯角达到 20°。采用云台位置环 PID 使用陀螺仪数据以提高云台的反应能力以及云台的稳定度，保证哨兵机器人在移动、射击时云台的准确程度，为视觉实现稳定准确的自瞄功能提供高响应低延时的保证。
供弹模块	采用切向供弹拨弹盘，保证不卡弹，并且拨盘上电后自动校准。采用中部供弹，并且设计容量可以达到 800 发的大弹舱，满足比赛弹丸需求。在控制供弹的频率中，结合裁判系统相关数据，实现智能的“轮流发弹”提高效率。
主控模块	包括主控制板 C 板和机载运算平台零刻迷你主机，分别控制哨兵机器人的运动行为和自主控制。
SLAM 模块	利用 Livox mid-360 激光雷达作为机器人感知模块，使用 fast_lio2 算法构建赛场 3D 点云地图，再依托点云数据和雷达自身 IMU 数据使用 ICP 算法实现机器人位姿定位，最后利用 Navigation2 功能包实现路径规划和控制解算。
自主决策模块	使用行为树方法构建机器人行为框架，在相应的环境背景下，为机器人提供下一步的目标位姿和行为命令。
外保护壳	采用 1mm 碳板制作，减轻重量，提高强度，避免小弹丸进入，并且可以承受大弹丸攻击。

2.3.4.4 技术难点分析

表 2-14 哨兵技术难点分析表

技术难点	解决方案
发射精准度	采用自制弹簧钢限位，使弹丸进入摩擦轮的角度及位置保持一致，从而减小发射差异性，提高发射精准度。
中部供弹弹链长易卡弹	采用板材加轴承链路，减小链路阻力，并且提升供弹链路强度，避免产生晃动使弹丸卡住。
维持云台稳定	学习开源算法并改进自身陀螺仪算法，以此抵消“零漂”影响，并维持哨兵机器人稳定运行。
云台高响应低延时	云台位置环 PID 使用模糊 PID 并加以前馈控制。
发射机构高频命中率	该方案涉及到机械电控视觉；机械需要设计出优异的发射机构并分析出稳定的弹道，电控则需保证在热量限制和稳定弹道的基础实现高频高射速；稳定优异的目标识别。
提升底盘功率效率	硬件方面需要重新开发功率控制板，使得电量转移过程中具有更小的损耗；优化电容组使得电容组在符合规则要求下“充的满，放的干”；软件方面则要把功率控制算法加载在控制底盘算法中，并且充分利用官方缓冲能量。
击打可旋转装甲板	参考交龙战队视觉开源，通过卡尔曼滤波实现预测并利用神经网络的高鲁棒性实现对移动及旋转目标的识别，诸如识别机器人的小陀螺和前哨站的旋转。
击打能量机关	参考西工大 WMJ 战队的能量机关运动模型开源，在通过神经网络识别能量机关扇叶的基础上融合运动模型实现识别随机点亮的扇叶。
自主决策控制	使用行为树方法构建机器人行为框架；C 板使用串口通信打包裁判系统相关数据发送给上位机，上位机通过多传感器融合自行决策相关行为，并将指令发送至 C 板控制机器人执行所需行为。

技术难点	解决方案
自主路径规划	使用激光雷达构建 3D 点云地图，通过行为树自主制定距目标点最优路径。

2.3.4.5 人力资源评估及进度安排

表 2-15 哨兵人力资源评估表

技术组	姓名	主要工作
机械组	张政宇	解决哨兵卡弹、易进入异物、不能沿直线行走问题；设计激光雷达安装位置，哨兵维护迭代。
电控组	魏甜甜	解决哨兵云台响应较慢、高频爆发弹速不稳定、底盘功率利用率较低、与上位机通讯延迟较高等问题。
视觉组	季怀明	移植步兵自动瞄准，自动瞄准参数调整；优化哨兵机器人定位和导航框架，实现自主决策和导航功能的联调。

表 2-16 哨兵进度安排表

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
底盘	M3508 电机*4、GM6020 电机*1、机加工零件、板材、大导电滑环、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 1 人	能够完成底盘装配；设计底盘电路，编写底盘控制算法。	1 周
云台	M3508 电机*2、Snail 电机*4、GM6020 电机*1、控制板、机加工零件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	能够完成云台机械结构迭代；设计云台硬件电路；合理安装激光雷达及工业相机位置。	1 周
发射机构	3D 打印件、板材、复写纸、42mm 小弹丸若干、42mm 弹丸测速模块	机械 1 人 电控 1 人	更换供弹链路材质，优化拨弹盘；实现稳定拨弹。	2 周

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
自动识别	miniPC、高帧率工业相机、短焦镜头	视觉 1 人 电控 1 人	熟悉装甲板识别、控制代码，拥有自动瞄准参数整定经验。	整赛季
自动导航	激光雷达	视觉 1 人 电控 1 人	能够运用 ROS2 开发、测试哨兵机器人的定位和导航；视觉和电控能够进行自主决策和导航功能的联调。	整赛季

2.3.5 空中机器人

2.3.5.1 规则解读

2024 赛季规则发布后，与上赛季相比较针对空中机器人的改动较小，缩短了 5 秒冷却时间，相应的延长了 5 秒的空中支援时间。在空中支援时间内，空中机器人将获得第一视角画面和 500 发允许发弹量；同时，每呼叫一次空中支援即可获得一次补弹机会；并且空中机器人没有枪口热量限制，这意味着空中机器人在 35 秒的时间内，可以“毫无顾忌”的发射至多 500 发 17mm 小弹丸，对地面单位进行“火力压制”。

在 23 赛季的比赛中，空中机器人的技术优势在比赛过程中所起到的作用已经显现，许多学校的空中机器人在赛场上起到了决定性的作用。当己方地面进攻陷入僵局时，空中机器人可以从高空提供视野支持以及火力压制；在己方占据优势时，空中机器人可以凭借自身先天优势帮助团队积累优势。毫无疑问，空中机器人超高发弹量、超高射频以及枪口无热量限制等天然优势，使得空中机器人将会成为建立团队优势的法宝和改变战局的利器。

2.3.5.2 需求分析

空中机器人具有视野广泛、爆发性高的优点，因此在超级对抗赛中扮演着为友方提供全局视野和对敌方进行火力压制的角色以第一人称视角的画面从空中发起进攻，对地面进行空中支援。在实际赛场上地面火力性价比不如空中火力，这就要求空中机器人拥有更高的发射频率和命中率，具有全覆盖桨叶保护罩，同时要求空中机器人满足载重及竞技行为，以防止在比赛过程中出现安全事故。

上赛季空中机器人不足：

- 桨保设计不合理，使得飞行动力损失较大，
- 不合理的机械结构导致扎网时，网容易与桨叶相接触，有飞行安全隐患；
- 云台 Pitch 轴为四连杆间接传动，传动部分过软，电控调试难度大；发射时抖动剧烈降低发弹命中率

本赛季空中机器人需求分析：

- 飞行悬停：本赛季空中机器人能够实现稳定飞行悬停是首要目标，一个优秀的机械结构，轻量化的机身设计，偏差不大的质心位置，合适的轴距便是实现平稳飞行的前提条件；此外本赛季无人机依然为充能冷却机制，这无疑提高的无人机的出场率，所以拥有一个良好的续航，轻量化的整机重量来提高足够的飞行时间也是必要的；
- 发弹射击：无人机没有枪口热量上限，需要在 35 秒内发射至多 500 发 17mm 小弹丸，因此本赛季需要研发新的云台，更换 Yaw 轴、Pitch 轴传动方式，优化力的传递，尽可能提高发射机构的稳定性和命中率。

2.3.5.3 设计思路

表 2-17 空中机器人设计思路表

机构	设计方案
桨叶保护模块	采用独立桨保方案，便于运输拆装；使用电机底部四个螺纹孔进行固定，保证桨保与电机的固连，最大程度上减轻飞行时桨保的振动；采用主流的“鸟笼型”，保证桨叶、电机安全以及减轻桨保支架对飞行气流去流的影响。
云台模块	Yaw 轴、Pitch 轴采用 GM6020 直驱，配平云台质心，优化 Pitch 轴力的传递。提高云台对电控调试的友好程度；依然采用上下二层的分层设计，方便后期云台调试。
发射模块	合理运用队内已有的技术积累，发射模块与哨兵机器人一致，使用 Snail 电机作为摩擦轮电机，在减轻重量的优势下，维持发射机构稳定性。
机身模块	采用四旋翼的整体机身设计。
飞行控制系统	采用开源飞控系统 PX4，借助其丰富的第三方模块生态，可以实现多传感器融合保证飞行稳定。

2.3.5.4 技术难点分析

表 2-18 空中机器人技术难点分析表

技术难点	解决方案
无人机重量控制	拓扑优化板材镂空，以结构强度代替板材强度；使用四电池方案，保证飞行的要求前提下尽可能提高飞行时间。
云台发射抖动	将 Pitch 轴驱动方式更改为直驱，减轻发射时的晃动。在摩擦轮发射机构处叠加板材与加工件，加强发射机构处的刚性，保证弹丸发射时发射机构的稳定不变形。
弹路卡弹	减缓弹路的弯道角度，使用轴承、特氟龙胶带等方式润滑，优化弹丸在弹路内部的力传递。
拨弹盘卡弹	机械方面对拨弹盘进行优化，入口处添加轴承分流，以及制作柔性毛刷作为扰动刷，防止弹丸在落入第一层时被卡在弹丸出口处；电控方面，增设反转逻辑解决卡弹问题。
桨保轻量化、结构稳定、易拆装	采用独立桨保，使用打印件底座与电机底部的四个螺纹孔连接，便于拆装；对桨保支架进行拓扑优化镂空，在不减少强度的同时，追求轻量化。
飞机存在晃动组件，导致飞行振动较大	尽可能保持飞控与机身的刚性连接，防止振动对飞控的干扰，影响调试效果。同时飞控根据飞机固有频率和实际情况配置滤波器。

2.3.5.5 人力资源评估及进度安排

表 2-19 空中机器人人力资源评估表

技术组	姓名	主要工作
机械组	周昀泽	完成空中机器人云台及弹仓设计；解决云台传动机构抖动问题；提高发射机构的稳定性与精准度。
机械组	邱书扬	负责新桨叶保护的设计；减轻桨叶保护对于气流去流方向的干扰；并优化桨叶保护设计，保证桨叶保护网不会于桨叶发生接触。

技术组	姓名	主要工作
电控组	李杰相	优化空中机器人的飞行调试。
电控组	王志强	优化空中机器人的供电方式设计，以满足空中机器人的飞行需求。
视觉组	梁一博	移植步兵自动瞄准，自动瞄准参数调整。

表 2-20 空中机器人进度安排表

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
机身	好盈 X6 电机*4、机加工零件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 1 人	设计机身结构，完成机身装配；学习飞控相关知识，连接并检查线路，进行飞行调试。	3 周
云台	Snail 2305 电机*2、GM6020 电机*2、M2006 电机*1、控制板、机加工零件、板材、3D 打印件、标准件	机械 2 人 电控 1 人	设计云台结构，完成云台装配；学习云台硬件及电路，完成云台的 PID 调试优化。	3 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 2 人 电控 1 人	完成弹链设计，优化拨弹机构，提高发射稳定性与精准度。	3 周
桨叶保护	板材、标准件	机械 1 人	完成桨叶保护设计，减少气流去流方向动力损失。	3 周
飞行调试	雷迅 X7+飞控、GPS 模块	机械 2 人 电控 1 人	学习四旋翼飞行器调试方法；掌握基本的 PID 调试逻辑。	整赛季

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
自动瞄准	miniPC、高帧率工业相机	电控 1 人 视觉 1 人	熟悉装甲板识别、控制代码，拥有自动瞄准参数整定经验。	整赛季

2.3.6 飞镖系统

2.3.6.1 规则解读

在新赛季规则中有以下几点改动：

(1) 基本参数的变化

飞镖镖体最大尺寸改为 250*250*150mm，重量限制也由原本的 0.25kg 放宽至 0.35kg。飞镖发射站相较于上赛季与前哨站以及基地的距离均有了一定的增加。基地的飞镖检测模块由原本的小装甲模块替换为大装甲模块。从气动设计的角度考虑，更大的展向尺寸和重量可以获得更大的翼面积，有效提高升阻比，使布置机内元器件变得更加从容。

(2) 命中收益的变化

飞镖击打基地目标新增随机位置选项，命中后可造成 1200 点伤害并对其余所有敌方机器人造成血上限 25% 的伤害，同时还可遮挡敌方操作手界面 15 秒。命中对方前哨站、基地飞镖检测模块默认位置、随机位置时，己方存活 的步兵和英雄机器人分别平分 200、600、1000 点经验。

总体来说，随机位置目标的设立，增加了飞镖的难度，但同时也加大了飞镖击中目标的收益，这些升级有利于制导飞镖的发展。作为一个独立于经济体系的发射单位，飞镖系统能对前哨站和基地进行精确打击，其极高的伤害和致盲敌方操作手的效果能让比赛瞬间扭转。因此，飞镖系统可以成为一支队伍在比赛中建立优势的关键因素。

2.3.6.2 需求分析

上赛季飞镖系统不足：

- 发射架发射角度晃动：由于 Yaw 轴使用齿轮传动存在背隙，导致 Yaw 轴控制精度不足。
- 发射架射程不足：发射过程中能量损耗太大，导致飞镖发射初速度过小。
- 镖体发射散布大：由于上赛季未对飞镖发射过程进行限位，导致飞镖发射时姿态不

一致。

- 未开发制导飞镖：上赛季仅开发非制导镖，未对制导飞镖进行研发。

本赛季飞镖需求：

- 对于飞镖发射架：需要实现多发飞镖的高重复度击中，飞镖系统需具备高重复度、发射角度调节、飞行姿态等关键因素。首先，飞镖架整体刚性必须具备足够的强度，以减小后坐力对下一发飞镖的影响甚至消除其影响。调节发射角度以实现目标切换，同时需要通过瞄准修正发射角度。飞镖可以通过机械结构进行定位定心以保证发射姿态的高重复度。
- 对于飞镖：非制导镖需要保证发射轨迹的稳定性和可重复性，因此飞镖的整体结构具有足够的刚性和稳定性，以减小外界因素对飞行轨迹的干扰。同时建立飞镖的轨迹模型，为飞镖击打角度的调节提供参考。制导飞镖在发射后能够对飞行方向进行控制，因此其主要需求转为对飞行过程中的控制。在这种情况下，识别算法的准确性和实时性显得尤为关键，特别是在飞行速度较高的情况下，应能迅速捕捉击打目标，并及时调整飞镖的姿态。为实现这一目标，还需要飞镖本身具备稳定的控制系统，能根据识别算法的指令及时调整飞镖姿态。

2.3.6.3 设计思路

表 2-21 飞镖系统设计思路表

机构	设计方案
飞镖发射架模块	Yaw 轴使用 M3508 电机驱动滚珠丝杆进行调整，保证 Yaw 轴的调节精度，配套线性滑轨保证虚位最小；增加底盘面积，使用磁吸座将底盘牢固吸附于飞镖发射站的滑台，从而提高发射的稳定性。采用双层轨道方案，将飞镖储存于装填层轨道，通过同步带进行推动，将后部的飞镖推至前部，然后移至发射层轨道进行发射。
发射模块	使用拉簧为飞镖提供动力；设计发射座、导向板对飞镖进行定心；使用拉力传感器对初始弹簧张力进行校准；使用激光瞄准器对目标进行瞄准。

机构	设计方案
非制导飞镖	非制导飞镖需要较高的重复度，不需要主翼面提供法向加速度以改变轨迹，所以非制导飞镖使用较小的主翼面来适应双轨道自动装弹的环节，并且采用镂空设计进一步减小翼面面积来减小升力，增大尾翼面积进一步增加稳定性。
制导飞镖	采用前掠翼设计，提高飞行效率；通过控制舵面对飞行进行控制。采用 OpenCV 模块进行图像识别，通过飞镖体搭载的运算平台，实时解算飞镖体姿态，通过动态调整舵面击中目标。

2.3.6.4 技术难点分析

表 2-22 飞镖系统技术难点分析表

技术难点	解决方案
发射高重复度	<ol style="list-style-type: none"> 1.发射角度：Pitch 轴设置为固定角度，减少可动轴对发射角度的影响。发射架与底盘增加接触点增加结构刚性。 2.发射精度：Yaw 轴使用回转支撑轴承进行转动，使用 M3508 电机驱动滚珠丝杆进行调整，采用扩展 PID 算法进行控制，在保证精准调节角度的同时也不会因为后坐力而失控。 3.零点设置：设置机械零点，上电时 M3508 电机旋转直到堵转，根据电流堵转电流值异常作为信号，记录此时编码器值，作为复位零点。
飞镖飞行轨迹稳定性	<ol style="list-style-type: none"> 1.弹簧储能：使用拉力传感器获取弹簧张力数据，实时记录弹簧初始拉力与发射拉力。 2.加速行程调节：根据拉力传感器获取的数据，调节发射加速行程，以确保每发飞镖的初速度的一致性。 3.发射姿态：为了保证飞镖发射后飞镖体的初始姿态的一致性，可以在发射部分的设计中增加限位导轨。
飞行轨迹模拟	<ol style="list-style-type: none"> 1.理论模型:利用 MATLAB 对飞行轨迹进行仿真模拟，设置合理的参数进行拟合，获得理论曲线。

技术难点	解决方案
	<p>2.发射测试：通过测试获得发射角度、发射初速度、发射距离等大量数据，获得实验曲线。</p> <p>3.比对分析：将实验曲线与理论曲线进行对比，根据实验数据和曲线的差异，通过调整模型的参数，使得仿真曲线能够更好地与实验曲线吻合。</p>
镖体损坏率高	通过仿真计算软件模拟镖体的撞击过程，并根据仿真结果加强镖体的薄弱部分，着重于保护镖体内部损坏价值较高的电子元件。

2.3.6.5 人力资源评估及进度安排

表 2-23 飞镖系统人力资源评估表

技术组	姓名	主要工作
机械组	何德欢	飞镖系统整体方案确定，发射机构、底盘、镖体设计及测试，零件购买及装配，并负责维护及迭代。
电控组	李海鹏	编写飞镖系统的自动控制程序；测试并改善飞镖系统的精密性；建立飞镖的飞行轨迹模型；开发并验证制导飞镖体方案；测试制导飞镖体对目标的跟踪能力，以及对飞行姿态控制能力。

表 2-24 飞镖系统进度安排表

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
底盘	M3508 电机*1、3D 打印件、铝方管、板材、标准件、滚珠丝杆	机械 1 人 电控 1 人	能够完成底盘装配；设计底盘电路，编写底盘控制算法。	2 周
发射架	M3508 电机*2、M2006 电机*2、3D 打印件、铝方管、板材、标准件	机械 1 人 电控 1 人	优化装填设计，提高装填稳定性，完成发射机构设计，稳定发射；设计发射电路，编写发射控制算法。	2 周

项目	物资需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估
飞镖镖体	3D 打印件、锂电池、板材	机械 1 人 电控 1 人	设计飞镖结构;设计飞镖镖体电路,对飞镖飞行轨迹进行仿真。	1 周

2.3.7 雷达

2.3.7.1 规则解读

雷达站配备了一套较高帧数的工业摄像头及性能较高的运算平台，在部署神经网络后可以做到快速识别分析敌方机器人的实时位置。能够为我方操作手提供战场的全局视野，收集敌我信息，并辅助进行战术决策。并且雷达站还要起到引导哨兵进行战术机动，进攻或撤退，探测并计算敌方飞镖的状态的作用，是战场上的信息中枢。

由于雷达站是固定设施，无需进行物理运动，其工作的效果主要依靠其搭载的视觉算法，对机械电控的需求很低。

2.3.7.2 主要功能及设计

(1) 得到敌我双方的地图坐标与机器人种类

采用大疆官方与自制的数据集训练 YOLO v5 神经网络进行目标检测，再搭配跟踪算法以及目标分类获取信息。再将信息进行坐标系转变，将机器人坐标绘制到相对于场地的二维坐标，得到战场上敌我机器人的位置状态信息

(2) 对飞镖进行探测

用一个摄像头用做飞镖警戒，当敌方飞镖闸门开启后，摄像头将会识别到敌方的飞镖发射架，并发出警报。

(3) 对战场情况进行分析，反馈给操作手

接收裁判系统并结合本机探测到的数据进行融合分析，为我方机器人提供预警情报，给操作手提供提示与建议，防止其陷入被包围等的危险。并根据决策树对我方哨兵机器人进行战术指挥。

2.3.7.3 需求分析

表 2-25 雷达需求分析表

需求分析	设计思路
得到敌我双方的地图坐标与机器人种类	采用大疆官方与自制的数据集训练 YOLO v5 神经网络进行目标检测，再搭配跟踪算法以及目标分类获取信息。再将信息进行坐标系转变，将机器人坐标绘制到相对于场地的二维坐标，得到战场上敌我机器人的位置状态信息。
对飞镖进行探测	将一个摄像头用做飞镖警戒，当敌方飞镖闸门开启后，摄像头将会识别到敌方的飞镖发射架，并发出警报。
对战场情况进行分析，反馈给操作手	接收裁判系统并结合本机探测到的数据进行融合分析，为我方机器人提供预警情报，给操作手提供提示与建议，防止其陷入被包围等的危险。并根据决策树对我方哨兵机器人进行战术指挥。

2.3.7.4 技术难点

从无到有实现雷达对于敌方目标的准确识别；能对识别到的信息进行快速准确地坐标系转化，得到准确的二维地图坐标信息；当敌方机器人较小的时候不出现漏检与误检场地灯光的情况；对战场形势变化进行快速、准确的反馈；实现机器人之间稳定的信息交流；通过决策树对哨兵的有效指挥。

2.3.8 超级电容

2.3.8.1 需求分析

在现有规则下，裁判系统对底盘功率的限制使得机器人无法实现快速移动，而超功率的代价过于严重，稍有不慎就有可能死亡。故而，在规则范围内，为实现机器人更加快速的移动，以达到飞坡和紧急支援的要求，一款在底盘功率限制外、可以快速充放电的数字电源就成为了不可或缺模块。

而在上赛季超级电容单向充放电的基础上，已实现数控电源的双向 DC-DC 拓扑，经过不断测试与改进，现在的超级电容已经能够实现稳定的双向充放电。但是，正因超级电容的增加，使得缓冲能量已无法正确反映底盘在规则下的功率阈值，基于缓冲能量的功率控制已无法满足需求。因此本赛季需要研发新的功率控制方案。

2.3.8.2 设计思路

装上超级电容后，电容组的电压成为影响底盘功率的重要因素。而 60J 的缓冲能量与电容组电量相比，显得无关轻重。故而，决定暂时忽略缓冲能量，以压榨电容组电量为目标，建立新的功率控制。故而，在不影响底盘运动的前提下，基于电容组电压的功率控制方案成为研发的首选。而如何既能够最大限度的压榨缓冲能量，又能使电容组处于极限充放电状态，又成为了一个难题。

2.3.8.3 改进方向

在上赛季已知不等比例缩放电机电流会造成底盘小陀螺模式下不走直线的情况下，功率控制改为依据电容组电压对底盘电机电流进行等比例缩放。并在此基础上，研究建立底盘电机模型的可能。

2.3.8.4 人员配置

表 2-26 超级电容人员配置表

时间	技术组	人员	主要工作
2023 年 11 月 1 日- 2023 年 11 月 22 日	电控组	王志强、崔胜禹	修改超电代码、调试
2023 年 11 月 23 日- 2023 年 12 月 15 日	电控组	王志强	改写整车代码，尝试功率控制
2023 年 12 月 16 日- 2023 年 12 月 20 日	电控组	王志强、崔胜禹	适配新车
2023 年 12 月 21 日后	电控组	王志强、崔胜禹	解决调试中出现的问题，优化超电算法

2.3.9 人机交互

新赛季加入兑矿时间限制后，提高工程机器人的兑矿速度就成为至关重要的问题。使用 DT7 遥控器控制执行机构的传统兑矿方式操作难度较高、兑矿效率低下，这样的操控方式已经难以适应新赛季的规则。所以，为了提高工程机器人的兑矿的速度，降低操作手操作难度，提高效率，本赛季研发自定义控制器，通过自定义控制器实现对工程机器人执行机构的控制，将大大提高操作手的操作速度。由于传统的控制链路不再适用自定义遥控器，因此需要针对

其研发图传链路，通过设计控制算法将人手臂姿态映射到执行机构。

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

2.4.1.1 机械

(1) 小弹丸鹅颈链路

在实体补弹量减少，并且允许预装弹丸后，下供弹和半下供弹的优势开始展现出来。因此鹅颈链路的开发显得尤为重要。为之后的下供弹步兵哨兵，以及无人机做技术积累。

(2) 小弹丸中心供弹拨盘

下供弹步兵哨兵如果采用传统拨盘，会使底盘的体积非常大，不适合现在的战场环境，因此我们将在本赛季开发小弹丸中心供弹拨盘，为之后下供弹步兵、哨兵以及无人机做准备。

(3) 大弹丸中心供弹拨盘

英雄的传统下供弹方式会使底盘集成度非常低，不利于提高机动性和底盘集成度，我们在 23 年暑假开始研究大弹丸中心供弹，争取在 25 赛季让我们的中心供弹英雄登上赛场。

(4) 大型机械臂

在如今的比赛中，大型机械臂的优势越来越明显，但是大型机械臂的解算难度比较大，在 24 赛季我们在做好传统机械臂解算的同时也要开发大型机械臂。

2.4.1.2 电控

(1) 超级电容的功率控制算法

本赛季超级电容的硬件层已经更新完成，对于新版的超电来讲，为什么需要软件功率控制算法进行限制，

(2) PID+前馈的控制算法

简单的 PID 反馈控制没有办法达到控制云台更加稳定的，更快的响应以及更优操作手感的目的，特别是对英雄，工程这种精度和响应以及稳定程度要求高的兵种来讲。因此采用 PID+前馈的控制算法很有必要。

(3) 多板之间的 CAN 通信

目前一个主控板已无法满足控制工程和平衡步兵机器人的需求，而市场上的开发板功能

不全,自研主控板成本较高,基于性价比的考虑我们选用两个 C 板进行对工程机器人的控制,C 板间采用 CAN 通信,此外在限制底盘功率的机器人上主控板可以和功率控制板通过 CAN 通信以交换更多数据。

(4) 通用代码框架的开发与更新

随着各兵种职能定位清晰,具有各自特色,各兵种的代码也差异较大,这样易造成代码丢失、调试困难和学习成本上升等问题。因此我们需要使用统一的代码框架,而将各兵种代码的功能性部分封装,使用 Github 仓库定期上传和更新。

(5) MATLAB 与 Webots 等仿真软件的使用

在研发过程中,仿真本就是十分重要的一环,不仅可以控制成本增加试错机会,不至于调试过程对车体造成不可逆的损失,还可以积累经验,应用到实物中会更加的得心应手。

(6) 轮组或者其他组合执行机构的运动学解算

目前战队轮组主流还是以麦克纳姆轮为主,但是随着机器人灵活度的提高,舵轮以及全向轮将会更加普及,而且目前全向轮的开发已经在进行中,所以全向轮甚至舵轮的代码部署是必须的。对于成熟的运动机构比如五连杆,机器臂,其逆运动学解算与分析虽然比较难,但是为了后续赛季开发更新的技术,这也是需要考虑的。

2.4.1.3 视觉

(1) TensorRT 加速识别过程的推导速度

速度在瞬息万变的赛场上是至关重要的,而使用 TensorRT 来加速推理可以在不损失太多精度的情况下,显著提高模型的推理速度,使得模型能实时处理更多的数据。

(2) 预测器当中 EKF(拓展卡尔曼滤波)的使用

预测器在自动瞄准过程中起着关键的作用。应用 EKF 能够根据目标的历史运动数据来预测目标未来的位置,从而实现对目标的自动跟踪和瞄准。在存在噪声和不确定性的实际环境中,EKF 通过不断更新和修正预测模型,能够有效地减少预测误差,提高瞄准的准确性。

(3) Flask 框架实现的 web 在线调参

传统的停机调试方法每次调参都需要重新运行程序,而且离不开小屏幕和键盘,不仅效率低下,而且有安全隐患。使用 web 在线调参可以实现在线实时更新参数,大大提高调试效率,降低调参过程中的安全隐患。

2.4.2 特定兵种技术储备

表 2-27 特定兵种技术储备表

兵种	技术储备
步兵	可以在所有现有底盘上通用的半下供弹云台。
英雄	中心供弹拨盘；三摩擦轮发射机构。
平衡步兵	<p>1.适配现有底盘的半下供弹云台。</p> <p>2.平衡步兵的底盘建模，在仿真环境验证算法正确性：对于平衡步兵来讲，保持平衡状态牵扯到多个变量，控制系统的复杂程度不支持直接上手调试，所以需要进行仿真验证。</p> <p>3.高级控制算法的设计-LQR 控制器：平衡步兵的控制系统不再是单输出和单输出的，因此传统的 PID 控制算法使用起来极其复杂，针对复杂的控制系统需要针对其设计更优的控制系统。</p>
工程	<p>1.大机械臂机械结构；</p> <p>2.3p5r 机械臂逆运动学解算；</p> <p>3.基于机械臂逆运动学解算的自定义控制器设计；</p> <p>4.基于各种滤波处理的流畅控制。</p>
飞镖	飞镖制导，新赛季中，基地打击目标变为可移动目标，虽然在本赛季不是必选项，但是很可能以后就变为必选项，所以这赛季必须开始研发飞镖制导。

3. 团队架构（10）

3.1 团队架构

3.1.1 组织架构

齐鲁工业大学 Adam 战队团队架构如下图所示。在团队架构上采用管理层领导团队、多组交叉分工的矩阵型管理结构。

管理层包括队长、项目管理。作为队伍最高层，负责制定团队整体目标、把控团队整体发展方向、决策团队重大事项，管理团队技术研发、人员、财务等方面，负责与组委会、校院、指导老师等对接交流。

矩阵型组织架构是指技术组由组长直接领导，根据团队整体进度安排组内工作任务。其中各技术组成员又参与到不同的兵种组中，例如一名机械组员可能同时参与英雄组和步兵组。

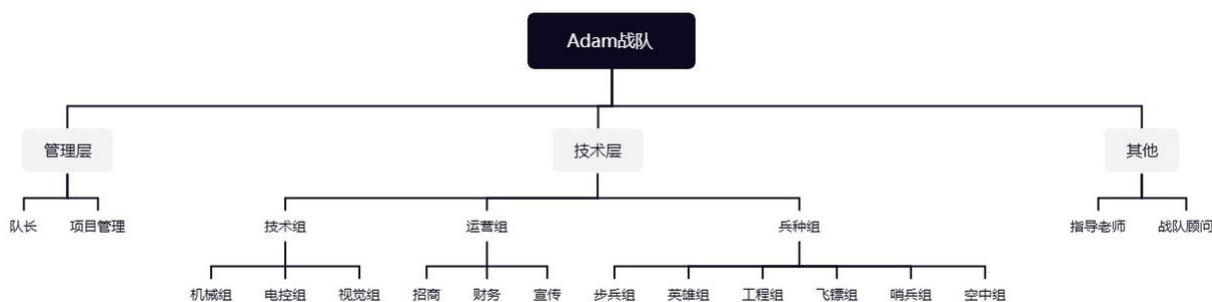


图 3-1 组织架构图

（1）技术组与运营组的关系

运营组首先要做的是关注队内的发展与情况。将各技术组团结在一起，相互鼓励，相互支持，共同进步。

运营内容以技术组为基础。围绕技术组的研发进度，研发过程，备赛日常等进行记录与宣传。例如公众平台的大事记；B 站和抖音的学习组培训日常，都是建立在技术组日常工作基础之上。所以运营组的工作是不能脱离技术组而独立存在的。

运营组是技术组坚强的后盾。不论是后勤保障工作，还是解决队员的心理问题、人员关系矛盾，都由运营组负责，尽量解决技术之外的问题，为成员们的技术研发保驾护航。

（2）技术组之间的关系

① 机械与电控

机器人的制作需要机械电控的支持，机械设备和控制系统之间互为补充，相互配合，才能实现快速、准确的运动。机械人的控制与制造相结合，才能实现制作机器人的目标。

② 电控与视觉

电控和视觉之间的关系是相互配合、相互支持的关系。电控主要负责机器人的程序编写和电机驱动，而视觉组则主要处理机器人通过传感器采集到的信息进行视觉系统处理。两者相互配合，共同实现机器人的自动化控制和操作。

③ 机械与视觉

机械结构是视觉系统的载体。机器人的机械结构需要设计得足够稳定和精确，以确保视觉系统能够正确地识别和定位目标物体。如果机械结构不稳定或不精确，视觉系统将无法准确地识别和定位目标物体，从而影响机器人的性能。

3.1.2 岗位职责及要求

表 3-1 岗位职责及要求表

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			决策战队重大事项、指导团队建设发展；给予战队资金、技术、场地及外联等支持；清晰合理规划队伍发展。	从事机器人制造相关领域的工作或教学，了解比赛信息、战队情况。	3-5
顾问			对战队提出具有建设性的建议，提供技术上的指导。	有丰富的参赛经验；对电控、视觉、机械等方面的技术均有涉及，熟悉实验室内部运转。	5
正式队员	管理层	队长	负责统筹战队全局，与组委会、学校、指导老师对接；把控队伍研发方向，同时要做好团队的	队内招募，曾作为核心队员参与过RoboMaster 机甲大师赛。要求对整个比赛有	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数	
			传承，对战队发展做出长远规划。	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。		
		项目管理	负责战队研发项目的执行、监督和管理，战队物资的统筹、规划与供给。	能把控项目整体进度，富有责任心和上进心，具有良好的团队协作、沟通协调能力。	1	
	技术组	机械组	组长	负责机械组的任务规划、技术研发、进度监督和人员培养。	具有责任心和团队协作能力，丰富的机械相关知识。	1
组员			参与机器人结构方案的制定，分析、设计、加工和装配机械结构。	对机械有浓烈的兴趣，有一定机械知识储备，具有良好的沟通协调、团队合作能力。	7	
电控组		组长	负责电控组的任务规划、技术研发、进度监督和人员培养。	具有责任心和团队协作能力，丰富的电控相关知识。	1	
		组员	负责嵌入式主控单元的代码设计开发和调试，硬件维护和制作。	有一定电子电路知识储备，愿意投身于机器人控制方面的学习与研究。	3	
视觉组		组长	负责视觉组的任务规划、技术研发、进度监督和人员培养。	具有责任心和团队协作能力，丰富的机器视觉相关知识。	1	

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		组员	负责机器人的识别、跟踪、预测算法开发设计、部署、调试。	有一定机器视觉知识储备,愿意付出热情投身于机器视觉方面的学习与研究。	2
	运营组	宣传经理	负责策划、执行战队宣传工作,做好队内文化建设。同时负责团队氛围的建设,保证队员们的备赛热情以及个人获得感。	能够掌握相关剪辑和图片处理软件,善于与人沟通交流。	1
		招商经理	负责撰写和完善战队招商方案,对接赞助商。	善于与人沟通交流,工作态度积极认真。	1
		财务管理	负责资金管理和财务报销。	熟悉学校报销流程与基本财务知识,熟练运用 office 软件,细心,有高度责任心。	1
	兵种组	组长	负责兵种的任务规划、技术研发和人员培养;把控兵种组的研发、制作、调试进度,把握研发进度。	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;	6

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
				能够调动组内队员,配合其他车组和管理人员。	
		组员	负责各兵种的设计制造、日常调试、数据记录。	兵种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。	9
	战术指导	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;负责根据战队机器人特点制定战术方案。	队内招募,具备比赛经验,在战略制定、战术指挥、战局预测等方面突出;了解队内每个机器人性能,能够根据队内技术特点进行战术安排;了解其他战队战略动向和往年战术等。	0	
梯队队员	机械梯队	学习机械组的相关知识,协助正式成员车辆组装、调试。	对机械有浓烈的兴趣,有较强的自学能力。	20	
	电控梯队	学习电控相关知识;使用单片机和编程语言协	有一定电子电路知识,愿意投身于机器人控	15	

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			助正式队员进行备赛。	制方面的学习与研究。	
		视觉梯队	学习视觉相关知识，协助正式队员进行视觉开发。	对机器视觉有浓厚兴趣，愿意付出热情投身于此。	10
		运营梯队	学习运营相关知识，协助正式队员进行运营工作。	掌握相关剪辑和图片处理软件，愿意为战队发展真心付出。	3

3.2 招募与培训

3.2.1 目标群体

2024 赛季战队主要进行两次集中招募：分别在 2023 年秋季与 2024 年春季，两次面试皆以普招为主要方式，主要招募对象为大一、大二学生。其他年级的优秀学生也可以通过特招加入战队。

表 3-2 目标群体表

目标年级	目标院系	招募需求
大一、大二	电子电气控制学部、计算机科学与技术学部、数学与人工智能学部、机械工程学部、能源与动力学部、材料科学与工程学部、艺术设计学部、经济与管理学院等学院。	热爱机器人，能拿出时间学习相关知识； 有一定的工程能力，遇到问题不退缩； 有团队精神，能够快速融入团队； 有较强的学习能力和行动效率，乐于接受新的知识； 对赛事感兴趣并有一定的了解。

3.2.2 招新渠道

表 3-3 招新渠道表

方式	渠道	效果
线下	报道日迎新	学校官方活动，活动范围覆盖到校外媒体，有利于提高战队在学校的知名度。
	教室宣讲	战队自发活动，针对目标院系各班小群体宣讲，利用 PPT 讲解战队基本信息，可以比较直观展示战队形象，吸引新生加入。
	百团大战	学校官方活动，活动范围覆盖较广，采用摊位展示机器人+趣味活动赢周边的形式，极大程度上吸引新生、宣传战队。
	大屏幕视频推广	战队自发活动，针对全校学生，在食堂利用大屏幕播放比赛视频，吸引潜在群众关注战队、关注比赛。
	军训路演	战队自发活动，针对目标院系，在晚训期间进行机器人路演，可以直观的展示团队，高效的进行宣传。
线上	院系新生群	帮助新生提前了解赛事，了解战队，提高赛事知名度。
	微信公众号	招新系列推文 12 篇，累积阅读量 2502 人次，微信公众号涨粉 262 个。
	短视频平台	招新系列视频 19 条，累积观看量 64997 人次，累计涨粉 199 个。

3.2.3 队员选拔流程

3.2.3.1 新队员选拔流程

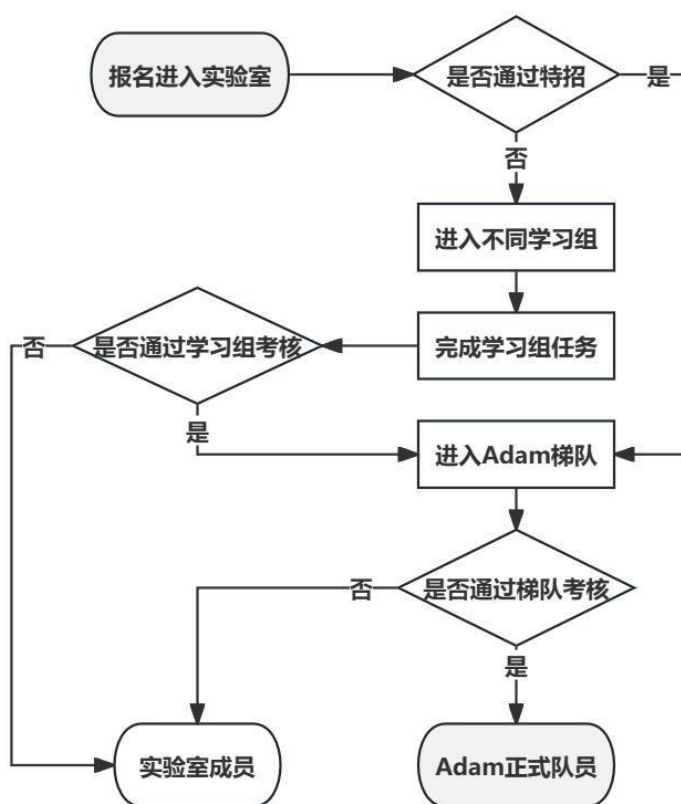


图 3-2 新队员选拔图

招新方式分为特招和普招，特招面向有一定知识积累及项目经验的同学，通过面试、考核后之后直接进入梯队；普招通过面试后进入学习组，若顺利完成学习组任务通过考核，将进入梯队跟随正式队员进行备赛；梯队考核通过后便可成为正式成员。

3.2.3.2 管理层选拔

时间是每年赛季末到次年赛季初进行。选拔方式为 24 赛季正式队员根据意愿选择想要担当的职位，在赛季换届大会上演讲，由全体队员投票表决决定初期管理层，进入试用期，通过试用期后正式任命。管理层选拔要求担任人员具有较高的比赛热情和责任心，个人能力强，符合该职位职能的要求，具有较好的自我管理和团队意识。

3.2.4 培训计划

(1) 机械组

① 培训目标

要求学习组掌握建模软件基本功能，能够独立完成一些简单结构的设计装配；能够认识并正确使用机械工具；对于机械相关理论，如理论力学和材料力学、机械设计等内容简单了解学习；了解各种材料的属性和应用；学会机械设计需求分析，了解机器人整体设计制造流程；对于 RoboMaster 制作规范和参赛规则有一定的了解。

② 培训内容

3D 建模、工具使用、理论力学与材料力学，材料的选择与校核、材料加工和标准件、机器人设计、RoboMaster 规则研读、机械结构设计。

③ 考核方式

采用平时成绩+最终考核的形式。在每次上交作业后集中打分，整理成表格，培训结束后发布考核任务，为限时一小时的 3D 建模和裁判系统相关问题的提问。最终结合平时评分，和考核成绩进行筛选。

④ 具体规划与安排如下

表 3-4 机械组培训规划安排表

内容	培训时间	培训人员	考核方式
机械通识	2023 年 10 月 22 日- 2023 年 10 月 24 日	张晟祥	线上作业考核
3D 建模培训	2023 年 10 月 21 日- 2023 年 11 月 21 日	吕长斌	线上作业考核
工具的使用及使用规范	2023 年 10 月 25 日- 2023 年 10 月 28 日	龚学超	线下实践考核
理论力学与材料力学；材料选择与校核	2023 年 10 月 30 日	魏轩	线上作业考核
材料加工与标准件	2023 年 11 月 3 日	张政宇	线上作业考核
机器人整体设计制造	2023 年 11 月 4 日	张晟祥	线上作业考核

内容	培训时间	培训人员	考核方式
RoboMaster 机器人制作手册与参赛规则	2023 年 11 月 10 日	周昀泽、邱书扬	线上作业考核+线下实践考核
建模软件再培训	2023 年 11 月 15 日	郑睿、何德欢	线上作业考核
成图大赛题目练习讲解	2023 年 11 月 18 日	郑睿	线上作业考核
结构设计	2023 年 11 月 20 日	张晟祥	线上作业考核

(2) 电控组

① 培养目标:

要求学习组成员掌握基本 C 语言的语法, 认识各元器件并学习电路图的绘制以及焊接, STM32 简单外设的使用, 最终可以独立开发简单的 32 的项目。

② 培训内容:

C 语言基本知识, STM32 的学习及应用, 硬件基础知识及应用。

③ 考核形式:

采用平时成绩+最终考核的形式。在每次上交作业后集中打分, 评分等级为 A、B、C、D, 超过两次未提交作业, 视为自动退出。培训结束后发布考核任务, 为限时两天的 STM32 项目。最终结合平时评分和考核成绩进行筛选。

④ 具体规划与安排如下:

表 3-5 电控组培训规划安排表

内容	培训时间	培训人员	考核方式
C 语言-基本数据类型、运算符、判断选择循环语句	2023 年 10 月 23 日- 2023 年 10 月 29 日	戴锐	线上作业考核

内容	培训时间	培训人员	考核方式
C 语言-函数、数组、字符串	2023 年 10 月 30 日- 2023 年 11 月 5 日	戴锐	线上作业考核
C 语言-指针、结构体、枚举体	2023 年 11 月 6 日- 2023 年 11 月 13 日	戴锐	线上作业考核
C 语言-多文件编程	2023 年 11 月 14 日- 2023 年 11 月 23 日	戴锐	线上作业考核
STM32 的学习及应用-了解单片机的基础知识,配置单片机开发环境,学会使用 CUBemX+keil5	2023 年 11 月 6 日- 2023 年 11 月 23 日	王志强	线上作业考核
硬件基础知识及应用-硬件电路基础培训与嘉立创培训	2023 年 11 月 16 日- 2023 年 11 月 21 日	王志强	线上作业考核
硬件基础知识及应用-焊接培训	2023 年 11 月 28 日- 2023 年 12 月 3 日	王志强	线下实践考核
STM32 的学习及应用-外部中断+GPIO	2023 年 11 月 22 日- 2023 年 11 月 27 日	尹燕玺	线上考核+线上答辩
STM32 的学习及应用-定时器+PWM+定时器中断	2023 年 11 月 29 日- 2023 年 12 月 5 日	尹燕玺	线上作业考核
接受阶段性考核,选拔出预备梯队	2023 年 12 月 8 日- 2023 年 12 月 10 日	尹燕玺	线上考核+线下考核
C 板例程学习	寒假时间	李海鹏	线下作业考核

(3) 视觉组

① 培养目标

要求学习组掌握基本 C/C++语言的语法,懂得工业相机的选型,熟练使用 ubuntu 终端相

关命令，熟悉比赛要求的相关的 OpenCV 函数，最终需要掌握简单的 C++项目的 OpenCV 程序。

② 培训内容

C 语言基本知识；工业相机入门；Linux 操作系统讲解；C++多线程入门；OpenCV 简易应用。

③ 考核形式

采用平时成绩+最终考核的形式。在每次上交作业后集中打分，评分等级为 A、B、C、D，超过两次未提交作业，视为自动退出。培训结束后发布考核任务，最终结合平时评分和考核成绩进行筛选。梯队考核需要独立实现使用 OpenCV 调用 UVC 摄像头获取图像进行简单处理实战训练阶段，梯队队员可以和正式队员协同工作，接触实际的视觉组工作最终考核则要求完成一个功能相对完备的自瞄程序。

④ 具体规划与安排如下：

表 3-6 视觉组培训规划安排表

培训内容	培训时间	培训人员	考核方式
C 语言-基本数据类型、运算符、判断选择循环语句	2023 年 10 月 23 日- 2023 年 10 月 29 日	戴锐	线上作业考核
C 语言-函数、数组、字符串	2023 年 10 月 30 日- 2023 年 11 月 5 日	戴锐	线上作业考核
C 语言-指针、结构体、枚举体	2023 年 11 月 6 日- 2023 年 11 月 13 日	戴锐	线上作业考核
C 语言-多文件的编程	2023 年 11 月 14 日- 2023 年 11 月 23 日	戴锐	线上作业考核
相机基本知识	2023 年 11 月 23 日- 2023 年 11 月 26 日	李海鹏	学习报告，梯队考核
Linux 运行时环境部署	2023 年 11 月 26 日- 2023 年 11 月 29 日	李海鹏	梯队考核

培训内容	培训时间	培训人员	考核方式
OpenCV 入门	2023 年 11 月 29 日- 2023 年 12 月 5 日	梁一博	学习报告，梯队考核

(4) 运营组

① 培养目标:

掌握宣传方面的技能、能独立完成公众号推文的制作与发布、设计作品、素材拍摄、视频剪辑等；掌握招商方面的技能与素质，能独立撰写简单的招商文档，具有良好的沟通与交涉能力。掌握财务基本知识与技能，熟练运用工具进行财务报表的制作、发票的整理核对等。

② 培训内容:

office 系列、公众号推文、PS、摄影

③ 考核形式:

平时分+作业完成情况+最终考核成绩。

平时分由任务贡献度、平时积极程度组成，根据学员对于运营组不同任务的贡献度以及主动承担任务的积极程度进行分数统计，总分 50 分。

作业完成情况是指根据布置的三次作业完成质量进行打分，总分 15 分。

最终考核形式为独立完成一项活动策划案，包括确定活动前期预热形式、准备活动物资、制作活动后续物料等，对于运营能力的考核比较全面，总分 35 分。

④ 具体规划与安排如下

表 3-7 运营组培训规划安排表

内容	培训时间	培训人员	考核方式
Office 基础课： Word+Excel+PPT	2023 年 10 月 21 日- 2023 年 10 月 28 日	谭靖萱	线上作业考核
公众号推文：如何制作并 发布	2023 年 10 月 28 日- 2023 年 11 月 4 日	何文彬	线下实践+线上作业考核

内容	培训时间	培训人员	考核方式
PS 基础课: 认知界面+基础工具	2023 年 11 月 4 日- 2023 年 11 月 11 日	谭靖萱	线上作业考核
摄影: 对相机的初步认识与使用	2023 年 11 月 14 日	白宇	线下实践考核

3.3 团队规章制度

3.3.1 会议制度

每周例会:

每周日晚上八点举行, 由团队成员轮流主持召开例会, 各成员总结本周工作、汇报进度, 进一步安排下周任务。会议结尾由队长和项目管理进行本周战队整体总结, 并将下周整体任务以及官方通知传达给每一位队员。并留有 10 分钟共同讨论时间, 讨论队内、组内涉及到团队建设、技术研发、人员培养等各个方面的问题。

技术组会:

在每周例会前召开, 由各组组长负责主持, 组内成员全体参会。组长明确各组任务规划以及人员分工安排, 并统计各组员上周进度情况。同时技术组会也会组织组内学习比赛相关的、尚未标准化或无开发经验的知识, 提炼优秀问题和经验进行分享讨论。

项目组会:

在每周例会前召开, 由各兵种负责人召集并主持会议, 明确该兵种在下一阶段内的研发方向, 同时针对技术问题进行详细讨论, 并决定最终执行方案。例如讨论是否要开发某项技术、该技术采用什么方式进行研发等。

3.3.2 项目管理制度

(1) 进度管理制度

战队采用飞书在线表格进行进度管理, 将大任务分解成为一级任务、二级任务, 并规划开始时间, 预计完成时间, 在任务实际进行时, 实时更新表格; 项目管理会在每周中期查看每个人的进度情况, 进行督促与提醒。进度管理表格的使用使团队项目进度可视化, 便于及时了解各成员的实时进度, 督促研发的推进并及时调整时间节点, 以便后续的任务进行与安

排。

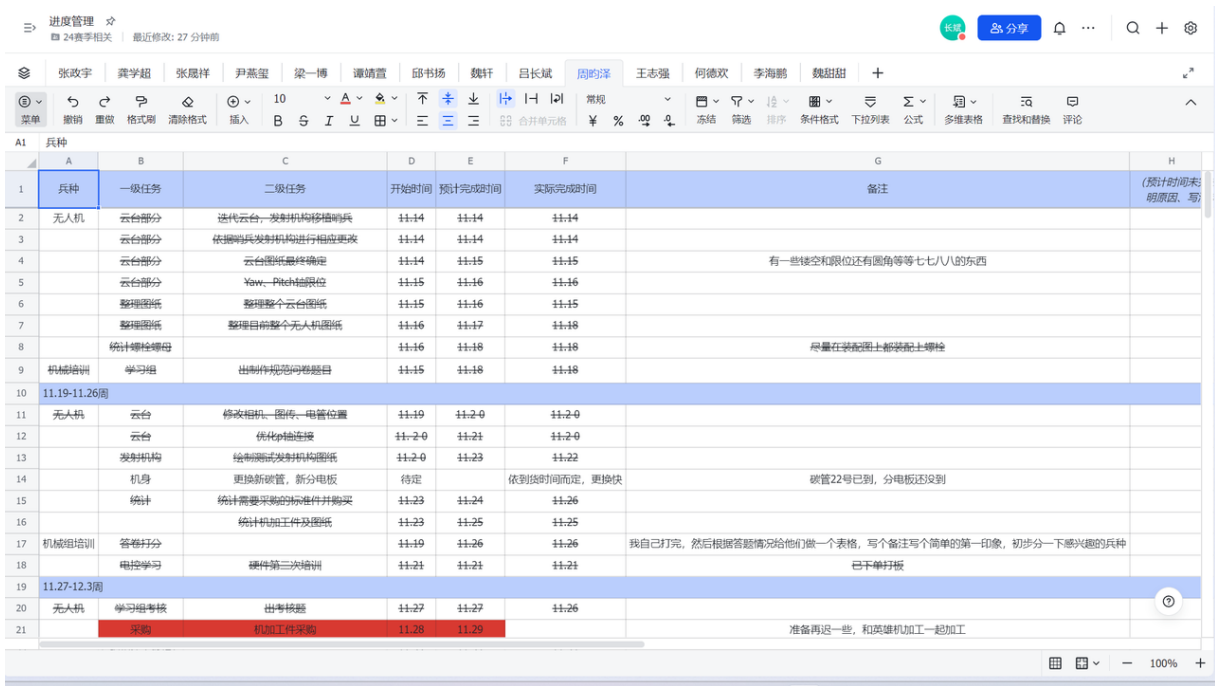


图 3-3 进度管理制度例图

(2) 兵种阶段性任务划分

表 3-8 兵种阶段性任务划分表

制作流程	核心工作			验收方案
	机械	电控	视觉	
上赛季车辆维护	检修机械部件，老化零件进行换修	检验代码完整性，检修电器物件	视觉评测车辆，解决遗留问题	研判车辆是否退休，编写维护报告
规则分析	研读规则手册，分析兵种定位，作用，提出基础功能和技术指标			各兵种撰写规则分析报告
方案制定	队内讨论明确基本功能、核心技术、难点突破，后与顾问，老师讨论，考虑可行方案，总结提出最终方案。			提出成型方案，明确责任分工

制作流程	核心工作			验收方案
	机械	电控	视觉	
项目设计	设计满足需求的机械结构（零件及装配图）	设计硬件（电气接线图、PCB图）	算法分析及迭代设计	针对基本功能研究设计
方案审核	装配体审核	硬件模块测试	视觉识别功能测试	审核通过，提出修改建议
方案修改	根据队内及老师的意见提出的建议进行修改和复审			基本功能理论层面的完善
物资采购	核对物资，进行购买			物资清单
模块化测试	模块化装配	各模块进行布线和编写程序对基本模块功能进行测试	测试视觉模块算法	模块测试结果分析
整车测试	完成整车的装配	重新布线，移植模块程序进行整车基本功能测试。		整车测试结果分析
完善优化	发现问题，修改不合理设计，提升性能	代码调试和完善，修改BUG	优化算法，提高效率	撰写技术报告

制作流程	核心工作			验收方案
	机械	电控	视觉	
实战测试	操作手使用机器人与其他车辆进行对抗战测试，发现整车问题，并由负责人及时修改完善			完整机器形态

(3) 阶段任务参与队员安排

表 3-9 阶段任务参加队员安排表

阶段任务	参与队员安排
上赛季车辆维护	各项目组负责人及顾问团
规则分析	各项目组成员。
方案制定	各项目组成员、顾问团及指导老师
项目设计	各项目组成员
方案审核	各项目组成员、顾问团及指导老师
方案修改	各项目组成员
物资采购	各项目组负责人及采购总负责人
模块化测试	各项目组成员
整车测试	各项目组成员
完善优化	各项目组成员
实战测试	各项目组成员及操作手

(4) 评审体系

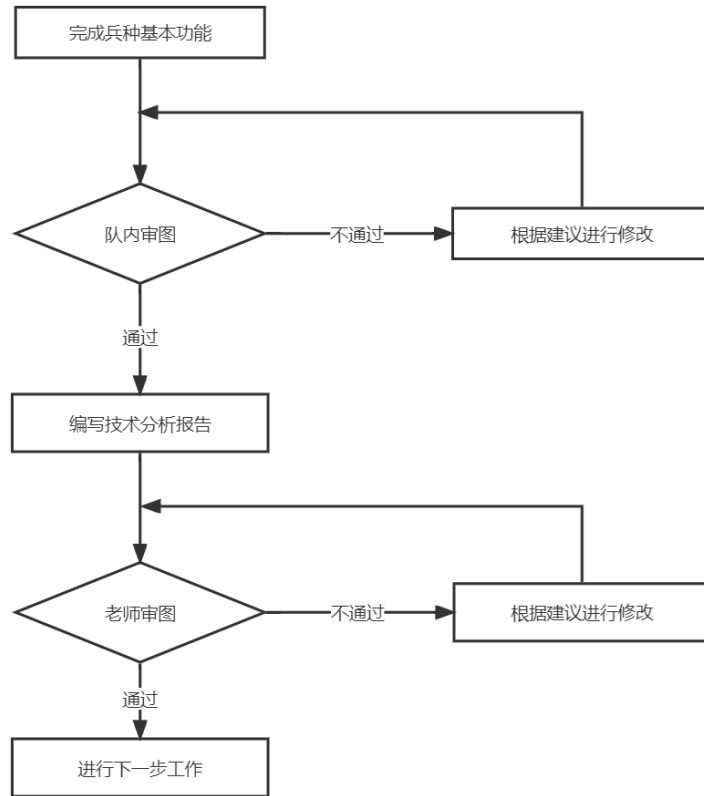


图 3-4 评审体系图

(5) 进度追踪

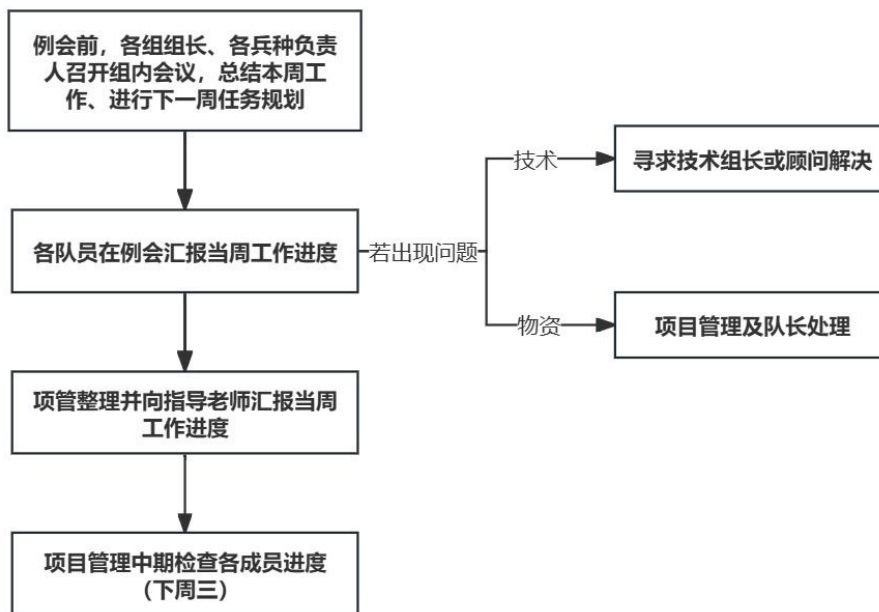


图 3-5 进度追踪表

(6) 成果验收

- ① 模块化功能测试

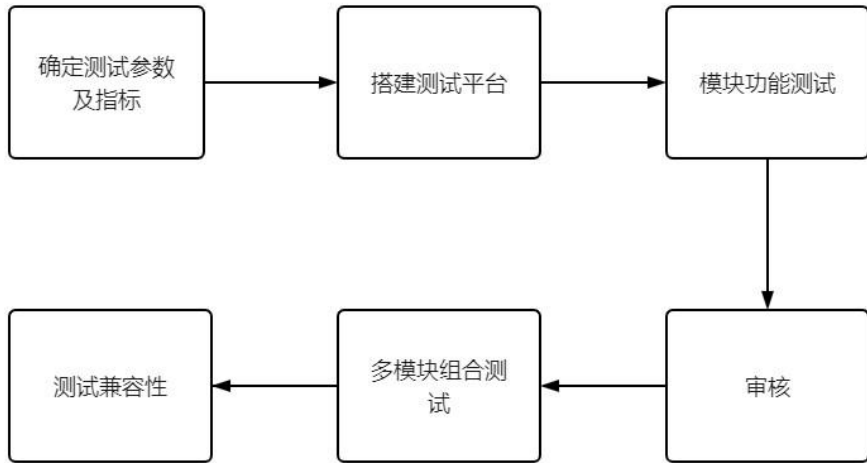


图 3-6 模块化功能测试表

② 整车实战测试

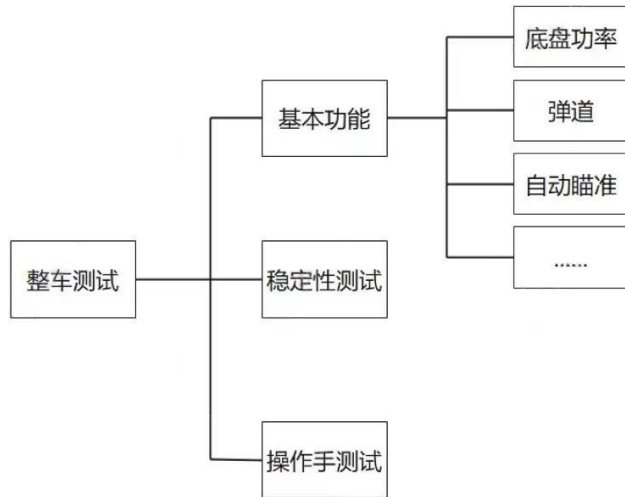


图 3-7 整车测试表

3.3.3 人员管理制度

3.3.3.1 考勤制度

(1) 考勤时长

正式队员每周考勤时间不少于 30 小时、梯度队员每周不少于 15 小时打卡时间将根据个人的课余时间进行安排，允许自行调整上下班时间，但总时长应不低于要求时长。满足最低打卡时间是基本要求，若本周内工作任务未能如期完成，责任人需自行增加工作时间，以确保项目进度能够正常推进。

(2) 考勤形式

采用飞书的假勤进行打卡。

(3) 检查形式

在每周例会上对本周考勤时间进行检查。如果该成员考勤时长不达标，则视为消极怠工，战队管理层将会与该成员谈话，了解未达标原因。若连续三周考勤时长不达标，则考虑对该队员做劝退处理。

The screenshot shows a web interface for attendance management. At the top, there are filters for date (2023/11/19 - 2023/11/25), department, and exam group name, along with a search and filter button. An 'Export' button is also present. The main table lists 10 employees with columns for: Name, Working days, Rest days, Days off or not scheduled, Actual working hours, In-class working hours, Leave hours, Out-of-office hours, Number of absences, and Compensation. The bottom of the page shows pagination: '共 15 条' (Total 15 items), page numbers '1' and '2', '10 条/页' (10 items per page), and a '跳至' (Jump to) field.

姓名	作日出勤天数	休息日出勤天数	休息或未排班天数	实际出勤时长(小时)	班内工作时长(小时)	出差时长	外出时长	外勤次数	补
谭靖萱		0	0	34.1	34.1	0	0	0	0
测控22-2李海鹏		0	0	59.5	59.5	0	0	0	0
尹燕玺		0	0	18.4	18.4	0	0	1	1
魏甜甜		0	0	39.1	39.1	0	0	1	0
王志强		0	0	33.3	33.3	0	0	0	1
周韵泽		0	0	32.5	32.5	0	0	0	1
邱书扬		0	0	45.6	45.6	0	0	0	0
何德欢		0	0	44.1	44.1	0	0	1	1
张政宇		0	0	34.0	34.0	0	0	0	1
吕长斌		0	0	33.3	33.3	0	0	0	0

图 3-8 考勤时长例图

3.3.3.2 考核制度

对于团队成员的考核区分学习组阶段、梯队阶段、正式队员阶段，不同阶段有不同的考核标准。

对于正式队员，主要考核方面为考勤时长、任务完成质量、任务完成用时。为了避免成为正式队员后出现态度不积极、任务完成拖沓、拖后团队整体进度等不良情况，所以对于正式队员的考核要求比较严格，由管理层对考勤时长不达标、任务进度拖沓的队员进行谈话，了解原因，如无特殊情况则视其问题严重性进行惩罚处理；如果该队员后续仍然出现问题，则考虑劝退处理。

对于梯度队员，主要考核方面为每周考勤时长、任务贡献度、平时积极程度等。为了提高留队率，提高每一位梯度队员的完成相应分配任务后，由负责人评价各个梯度队员的工作状态，给予态度最积极、工作成果最优秀的队员鼓励，升为正式队员。

对于学习组队员，主要考核方面为参与培训课程情况、作业完成情况、平时积极程度、

最终考核成绩等。根据考核结果评估学习组队员是否进入梯队阶段，成为梯度队员。详情参考 3.2.3 培训计划。

(1) 普通惩罚方式

- ① 为实验室购买公共物资，如纸杯、饮料等。
- ② 打扫实验室卫生三次。
- ③ 整理 100 克螺丝一次。

(2) 严肃处理措施

降级处分(负责人降为普通队员)并检讨反思自己行为；严重者退队处理。

(3) 奖励措施

- ① 人物志专栏编写推文进行宣传。
- ② 赠送不同形式的战队周边。
- ③ 年会时进行年度人物表彰、发放奖状。

3.3.4 物资管理

为了规范物资管理制度，我们选择利用飞书建立我们的物资管理平台。

(1) 物资购买流程

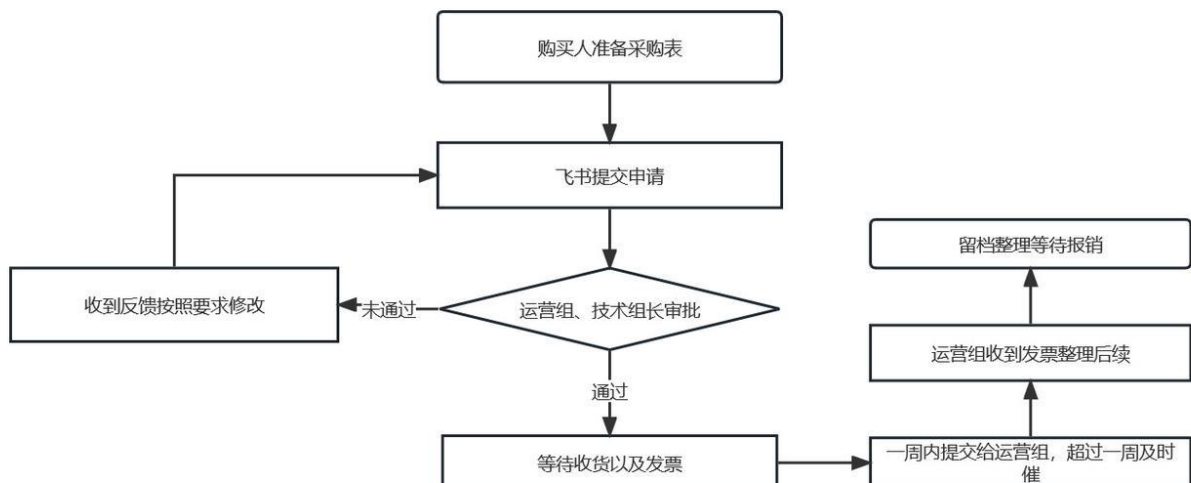


图 3-9 物资购买流程图

购买申请人收到物资后需及时提交发票给运营组，由运营组统一归档整理。运营负责发票的后续整理，并且根据支出流水表上的对应部分是否填写发票号，及时催促队员提交。

(2) 物资借用规则

所有物品借出需要项目管理和队长的审批，借出物品需要进行登记，以明确物资流向。管理员可以在后台较为直观的看到各类物品的库存，并在库存告急时及时进行补充。

团队希望支持梯队参加其它比赛，需要借用团队物资的同学也需要在这一平台上进行申请，同时也会安排队员及时跟进耗材使用情况，未使用的耗材也能得以及时归还。

3.3.5 财务管理

(1) 审批流程

材料采购及报销之前，都要先在飞书上提交审批，填好购买物品的用途、金额等信息，审批通过后才可进行下一步购买。战队资金管理由运营组、各技术组长参与，所有支出必须由运营组或各技术组长审核，并在战队账目文件内进行记录，账目文件在飞书建立赛季总账单进行实时更新共享。

(2) 飞书的"审批"功能细则

在“工作台-发起申请-采购申请”中进行填写。所属部门：选择当前的工作组（相应的技术组/项目组）；简述购买物资用途，提交审批。



图 3-10 采购审批流程图

(3) 记账流程与报销

完成采购后，采购人及时将完整的发票和支付凭证交给财务管理人员，及时在总账单上更新发票信息，财务管理队员及时做好记账，完成资金支付。最重要的是要整理好发票及付款凭证，以便后续报销。

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、余额、账目类型、发票类型和报销状态。

4. 资源可行性分析（10）

4.1 上赛季资源使用情况及异常情况分析

4.1.1 上赛季的资源使用情况

2023 赛季 Adam 战队在全赛季备赛阶段分为阶段一(2022 年下半年)和阶段二(2023 年上半年), 在阶段一中我们主要在维修遗留物资、官方物资购买、第一版机器人加工类零件的购买这三方面花费了约为四万两千元的资金。其中官方物资购买花费较多约有两万八千元。

在阶段二中, 团队成员回家备赛, 并开始组装机器人。然而, 由于干涉问题, 部分零件需要重新加工, 导致了约 1500 元的资金浪费。此外, 官方物资损坏和板材件的无效加工也导致了 2600 元的资金浪费。随后, 机器人制作方面的经费主要用于机器人迭代所需的各种零件, 包括机加工件、板材件、标准件、成品件以及非官方成品模块, 总计约为 38000 元。其中, 步兵机加工件约 4000 元, 工程非官方成品模块件约 1800 元, 飞镖和无人机板材件约 2400 元, 用于研发哨兵导航和自瞄的雷达、工业相机等模块约 10000 元, 用于补充损坏的电机和测试过程中消耗的弹丸等官方物资的开销约 6000 元。另外, 搭建场地物资(分车、起伏路段、各平台)约 8000 元, 在预算之外, 还投入了 5000 元进行平衡步兵的研发。此外, 差旅费用约 20000 元, 其中包括租车费用约 12000 元, 住宿费用约 6000 元。根据以上数据, 2023 赛季的资金预算约为 160000 元, 实际花费约为 140000 元。尽管有一些额外开销, 但战队在利用现有资源方面做到了合理利用, 并且还修好了雕刻机并增加了几台 3D 打印机。

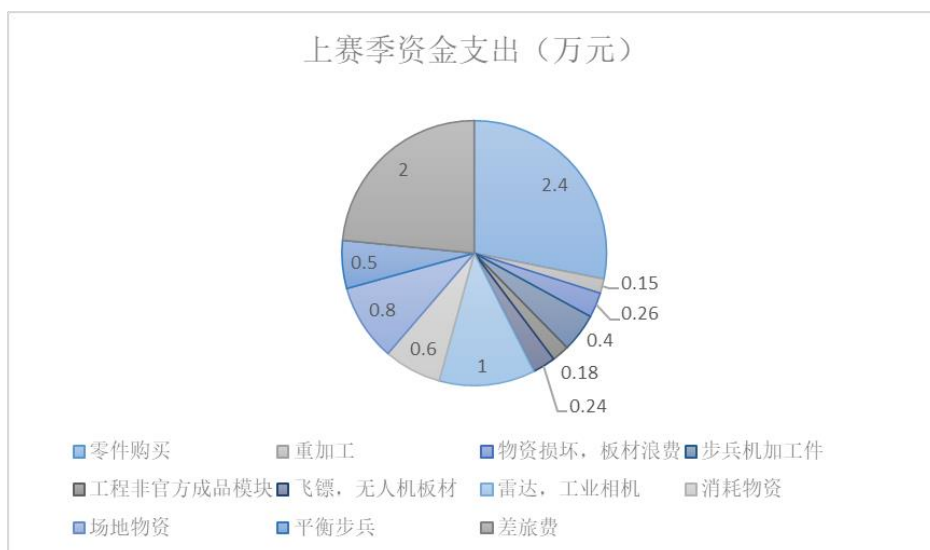


图 4-1 上赛季资金支出图

4.1.2 上赛季异常情况分析

根据上述 2023 赛季资源使用情况，针对其暴露出的异常情况进行以下分析：

步兵机器人在存在干涉问题的情况下外包加工：由于在审图方面的粗心，步兵的干涉问题未在审图阶段发现。并且在完成步兵绘图任务后，步兵的机械队员被调往其他兵种帮忙，没有二次检查。

无人机官方物资损坏和板材件无效加工：在外包板材时，向商家发送了一批错误图纸，导致加工出的板材全部报废。同时在装配过程中，由于没有经验，造成了官方物资的损坏。

购买大量的非官方成品模块：未花费大量人力投入到非官方成品模块的研发，自研模块占比较低。

机加工花费较多：队员在设计时没有拿标准件代替机加工件的意识，对于外包机加工件的审核较宽松。

4.1.3 本赛季的优化行动项

做模块化验证，利用实物检查该模块是否存在问题，通过后外包加工。

对于外包加工件派专人进行二次检查，降低错加工的风险。

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。

在队员设计时要求队员优先考虑标准件，提高对机加工件的审核要求，提高机械设计中成品件、标准件的比重。

建立机械零件标准库，减少机加工件使用，尽量使用标准件。

4.2 战队现有资源

4.2.1 资金来源

表 4-1 资金来源表

来源	资源描述	数额	单位	初步使用计划
学校、学院 下拨经费	可以满足部分备赛 需求	3.5	万元	用于购买机器人的零件、官方物资等

来源	资源描述	数额	单位	初步使用计划
指导老师	指导老师出资支持	4.2	万元	用于购买机器人的零件、官方物资等，以及用于团队建设、文化建设、差旅支出等
往届遗留	上赛季申请创新创业项目经费、往届比赛奖金等	2.3	万元	用于购买机器人的零件、官方物资等

4.2.2 机械物资

表 4-2 机械物资统计表

来源	名称	数量	单位	初步使用计划
往届遗留	云图创智大黄蜂 3D 打印机	1	台	用于打印精度要求不高的零件以及自主设计的周边
购买	拓竹 P1P 3D 打印机	1	台	用于打印精度要求较高的零件
往届遗留	雕刻机	1	台	用于雕刻精度要求不高的板材
往届遗留	台钳	2	台	用于装夹零件便于后续加工
往届遗留	虎钳	8	把	用于拆卸零件、变形零件等等
往届遗留	电钻	5	把	零件打孔和螺栓装配
往届遗留	角磨机	2	台	零件切割
往届遗留	锉刀	5	把	清理毛刺

4.2.3 电控物资

表 4-3 电控物资统计表

物资来源	名称	数量	单位	初步使用计划
往届遗留	剥线钳	8	把	剥除线材漆皮

物资来源	名称	数量	单位	初步使用计划
往届遗留	斜口钳	1	把	焊接工具
往届遗留	剪线钳	3	把	剪断线材
往届遗留	热风枪	3	台	拆除电路元件
往届遗留	电烙铁	2	台	锡焊
往届遗留	热熔枪	6	把	粘接线路接口
往届遗留	示波器	1	台	硬件开发
往届遗留	万用表	5	台	故障排查
往届遗留	舵机	若干	个	机器人制作

4.2.4 视觉物资

表 4-4 视觉物资统计表

物资来源	名称	数量	单位	使用规划
往届遗留	海康威视工业相机	3	台	视觉自瞄图像采集主要设备
往届遗留	大华工业相机	1	台	视觉自瞄图像采集主要设备
往届遗留	迈德威视工业相机	2	台	视觉自瞄图像采集主要设备
往届遗留	乐视深度相机	1	台	视觉 SLAM 开发
往届遗留	Intel NUC	5	台	车载运算平台
往届遗留	零刻电脑	1	台	哨兵车载运算平台
往届遗留	Nvidia Orin nano 开发板	1	个	车载运算平台
往届遗留	思岚雷达 S2L	1	台	激光 SLAM 方案开发
购买	Mid 360 激光雷达	1	台	机器人导航

4.2.5 官方物资

表 4-5 官方物资统计表

物资来源	名称	数量	单位	使用规划
往届遗留、购买	Robomaster 开发板 C 型	10	个	机器人、能量机关、前哨站等制作
往届遗留、购买	MM3508 电机	18	个	机器人、能量机关、前哨站等制作
往届遗留	MM2006 电机	9	个	机器人、自定义控制器制作
往届遗留	GM6020 电机	9	个	机器人制作
往届遗留、购买	Snail 电机	6	个	机器人制作
往届遗留、购买	C620 电调	17	个	机器人、能量机关、前哨站等制作
往届遗留	C610 电调	11	个	机器人、自定义控制器制作
往届遗留、购买	C615 电调	6	个	机器人制作
往届遗留、购买	辘子	14	盒	旧麦克纳姆轮备用
往届遗留	左旋麦克纳姆轮	3	个	机器人制作
往届遗留	右旋麦克纳姆轮	3	个	机器人制作
往届遗留	老款麦克纳姆轮	1	个	机器人制作
往届遗留	电池架	1	个	机器人制作
购买	激光灯	2	个	机器人制作
往届遗留	TB48s 电池	17	个	机器人制作
往届遗留	TB47s 电池	1	个	机器人制作
往届遗留	17mm 弹丸	700	个	机器人测试

物资来源	名称	数量	单位	使用规划
往届遗留	42mm 弹丸	30	个	机器人测试

4.2.6 宣传物资

表 4-6 宣传物资统计表

物资来源	名称	数量	单位	使用规划
定制购买	招新海报	24	张	战队纳新期间张贴宣传
定制购买	宣传单页	500	张	战队纳新期间为新生发放宣传
往届遗留	定制手环	334	个	与其他战队进行文化交流、纳新宣传
往届遗留	定制便利贴	50	个	与其他战队进行文化交流、纳新宣传
往届遗留	定制项链	300	个	与其他战队进行文化交流、纳新宣传
往届遗留	定制钥匙扣	49	个	与其他战队进行文化交流、纳新宣传
往届遗留	电机贴纸	若干	张	与其他战队进行文化交流、纳新宣传
往届遗留	队伍旗帜	5	个	用于比赛出行、拍摄活动等，展示团队形象

4.3 资金预算分配计划

表 4-7 资金预算分配计划表

项目	可用资金预算（单位：元）
步兵机器人	13925
英雄机器人	15497
工程机器人	15719
哨兵机器人	3748

项目	可用资金预算（单位：元）
无人机	10951
飞镖系统	6495
雷达站	0
运营	1246
差旅	25200
其他	3817
总计	96598

4.4 资源可行性分析

4.4.1 资金方面

本赛季 Adam 战队参与了高校联盟赛、超级对抗赛，所以需要考虑到步兵、英雄、工程、哨兵、无人机、飞镖六个兵种的研发与维护。本赛季需研发一台新的全向轮步兵机器人，一台新的英雄机器人和一台新的工程机器人；哨兵机器人本赛季不再做新车，将对上赛季哨兵进行技术升级迭代，使其具备导航能力；无人机沿用上赛季机器人，本赛季将进行技术迭代，使其可以做到稳定飞行和发弹；飞镖沿用上赛季飞镖机器人，本赛季需进行技术迭代使其具备稳定击打前哨站的能力。

总体来看，本赛季需要研发的机器人较多，需要投入比较多的资金，存在经费预算紧张的问题。为了解决预算紧张的问题，我们决定加强对于经费使用的管理，具体措施如下：

依托飞书审批应用建立物资购买的审批制度，队员购买物资需要先提交审批，待技术组长、队长/项管、指导老师均同意购买后，方可购买物资。

建立完整的发票报销制度，队员购买物资需要开具发票，凭借发票才可向指导老师申请报销。

除此上述措施之外，我们还灵活调整各兵种/各机器人的资金分配。例如：

需要研发的工程机器人预计将投入相对更多的研发经费，而对于只需要维护的兵种，例

如两台步兵机器人，则分配较少的经费。

通过实施以上的制度，我们的资金目前没有严重缺乏的情况。而研发和维护这些机器人所需的经费见 4.3 节表格。

4.4.2 技术方面

在 23 赛季，我们的各兵种基本只实现了基础功能，技术储备较为薄弱，其中主要技术短板在于视觉算法、导航算法、机械臂控制、平衡步兵等方面。在 24 赛季凭借现有技术难以取得较好的比赛成绩。在技术人员上，我们人手较为紧缺，主要是视觉组与电控组人手较为紧张，面对以上技术难题，依靠现有人手想要取得技术突破是较难的。针对技术人员紧缺的问题，我们给出了一些解决方案，详细内容见 4.4.3 节。

在技术设备和工具方面，机械组拥有 2 台 3d 打印机与 1 台雕刻机，以及若干加工和装配工具；电控组拥有示波器一台、电烙铁 2 台以及其他工具若干；视觉组拥有 Intel NUC5 台、激光雷达 2 台以及其他设备若干，总体来看在技术设备工具方面较为充裕，能够满足研发需求。具体设备工具见 4.2.2-4.2.5 节。

技术风险，在本赛季所有兵种都进行了新技术开发，并且个别兵种的技术开发难度大，存在本赛季开发失败风险。因此，我们在开发新技术的同时，对于我们现有的机器人与现有技术仍然需要分配人员进行维护，确保在本赛季拥有可以参加比赛的机器人。

4.4.3 人员方面

24 赛季初，Adam 战队共有主力队员 18 人，其中机械组 11 人，电控组 4 人（硬件研发 1 人），视觉组 1 人，运营组 2 人。

其中每个兵种（不包括雷达）由 1-2 名机械组成员负责、每名电控组成员负责 1-2 个兵种的调试、视觉组主要负责哨兵导航以及步兵英雄无人机自瞄的研发。

截至 11 月 27 日赛季规划撰写期间，我们的主力队员剩余 15 人，其中 3 位机械组成员与 1 位运营组成员由于个人原因离队，新增 1 位视觉组成员。至此我们人手较为紧张，每个兵种大约仅有 2 人研发（步兵三台机器人由 2 人共同研发与维护），运营组由一人担任全部工作。

面对以上人手紧缺的问题，我们根据不同的研发阶段对人员安排进行了灵活调整，例如：

- （1）安排负责英雄机器人的机械组同学在完成英雄图纸的绘制后等零件到货期间帮助

飞镖画图。

(2) 在前期研发任务主要集中在机械组，而电控组研发任务相对轻松的时期，调任 2 名电控组成员学习和研发视觉自瞄；

(3) 寻求退役老队员的帮助。

实行以上措施后，各兵种的研发进度目前为止得以正常进行，暂未出现过于严重的进度问题。

4.4.4 时间方面

在整体时间安排方面，由于战队技术储备薄弱，各项研发任务以及官方考核任务需要花费比其他战队更长的时间，针对这样的情况，各项研发任务需安排提前进行，例如在新赛季规则发布后再根据新规则对已有图纸进行改进或重画、提前开始中期考核视频拍摄等等。下表为详细的时间规划表。

表 4-8 时间安排表

时间	整体规划
2023 年 10 月 1 日- 2023 年 10 月 9 日	检修往届老兵种机器人，整理往届遗留的技术突破点，调研强队开源技术，讨论新赛季研发方向及任务。
2023 年 10 月 10 日- 2023 年 10 月 16 日	攻克往届技术难点，学习优秀开源技术，绘制第一版机械图纸。
2023 年 10 月 17 日- 2023 年 10 月 28 日	攻克往届技术难点，绘制第一版机械图纸，进行模块化实物验证，准备赛季规划。
2023 年 10 月 29 日- 2023 年 11 月 6 日	讨论研究新规则，根据当前状况对研发技术点进行调整，讨论本赛季新技术研发方向，绘制第一版机械图纸，进行模块化实物验证，准备赛季规划。
2023 年 11 月 7 日- 2023 年 11 月 14 日	绘制完成第一版机械图纸，组织进行第一次图纸审核，准备赛季规划。

时间	整体规划
2023年11月14日- 2023年11月21日	根据第一次审图建议修改机械图纸，完善图纸细节，准备第二次机械审图，审核赛季规划。
2023年11月22日- 2023年11月29日	第二次审图结束，进行各类物件采购，完善赛季规划。
2023年11月29日- 2023年12月9日	进行实物装配，布置电控线路，进行基本功能的调试，提交赛季规划。
2023年12月9日- 2023年12月16日	整车组装完毕，测试基本功能，收集分析测试反馈数据，分析所暴露出的问题，准备第一次迭代设计。
2023年12月16日- 2024年1月4日	期末考试复习
2024年1月5日-2024 年1月14日	根据中期进度考核任务技术评审点进行测试，进行第一次迭代设计。
2024年1月15日- 2024年1月21日	基本实现中期进度考核任务技术评审点，继续第一次迭代设计。
2024年1月21日- 2024年1月25日	完善中期进度考核任务技术评审点所表述功能，对技术难点进行重点突破，购买第一次迭代所需物资。
2024年1月25日- 2024年2月1日	对技术难点进行重点突破，完成第一次迭代设计。
2024年2月2日-2024 年2月25日	春节放假修整
2024年2月25日- 2024年2月29日	完成中期考核任务要求，对技术难点进行重点突破，准备第二次迭代设计。

时间	整体规划
2024 年 2 月 26 日- 2024 年 3 月 1 日 (中期进度考核)	中期进度考核
2024 年 3 月 4 日-2024 年 3 月 8 日	安装并测试裁判系统对比分析完整形态考核技术差距点，进行第二次迭代设计。
2024 年 3 月 11 日- 2024 年 3 月 15 日	电控视觉进行联调，突破技术难点，机械检修车辆所暴露问题，购买第二次迭代设计所需物资。
2024 年 3 月 18 日- 2024 年 3 月 22 日	完成第二次迭代设计，测试兵种机器人所有功能，保证其稳定性。
2024 年 3 月 25 日- 2024 年 3 月 29 日	进行操作手实车测试，完成各兵种所有技术点，准备完整形态考核。
2024 年 4 月 1 日-2024 年 4 月 5 日 (完整形态考核)	完整形态考核
2024 年 4 月 8 日-2024 年 5 月 1 日	备战联盟赛，进行操作训练，根据训练结果检修兵种机器人问题，保证其稳定性。
2024 年 5 月 1 日-2024 年 6 月 10 日	根据联盟赛和操作手训练情况，对各兵种机器人进行维护和改进，备赛超级对抗赛。

在日常工作时间方面，主要有两大问题

其一是 Adam 战队 24 赛季的主力队员绝大多数为大二同学，课程学业较为繁忙，空余时间较少，这导致前期研发进度较为缓慢。其二是大家工作上进行协作、交流效率低下。

针对第一个问题，我们充分利用飞书对于进度和时间进行规划。在飞书我们设立了打卡制度，队员需在工作期间进行上班打卡以及下班打卡，每周周会前统计队员本周工作总时长，要求队员每周在实验室的工作时长不得低于 30 小时，若不符合要求则采取惩罚措施，例如为

大家购买饮料、整理螺丝等等，若出现严重的时长不足问题，则对该队员进行约谈，询问原因，若该队员多次出现时长不足的问题则对其进行警告。

对于第二个问题，为减少大家相互之间沟通、协同工作时花费的时间，我们积极使用各项工具帮助研发和交流。以下为我们战队历年来使用的一些工具。

- (1) **Github**: 使用 **Github** 实现代码及时共享,提高队员协同工作的效率,减少时间浪费;同时 **Github** 作为代码托管平台可以追溯项目的各个版本,避免代码丢失,减少不必要的时间浪费。
- (2) **Network Area Storage (NAS)**: **NAS** 具有空间大、免费,传输快的特点,可提供跨平台文件共享功能。用 **NAS** 来存放各个组的学习资料、软件、文件等,为队员减轻了大文件存储的压力,提高了战队文件的传送速度,节省了时间,提高了工作效率。

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目的

- (1) 利用现有的宣传渠道与宣传资源，让更多人认识并了解 Adam 战队，提高战队在学生、院系与学校之间的影响力，更多可能的获得学校的认可与支持。
- (2) 宣扬赛事文化，传播战队核心文化与精神，塑造战队形象。提高 RoboMaster 机甲大师赛在学校中的知名度；同时吸引更多的大学生加入到 RoboMaster 机甲大师赛中，加入我们 Adam 战队。
- (3) 记录战队备赛日常，围绕战队备赛的重要节点与特殊回忆进行记录与宣传，为本赛季参赛队员留下属于他们的青春回忆，为战队历史发展留下属于本赛季的脚印，这不仅可以让大众了解战队的工作日常和精神面貌，也有利于提升团队凝聚力、团队归属感。
- (4) 建设团队文化氛围，丰富队内备赛生活。战队内部的宣传工作，在紧张漫长的备赛生活中，为队员们舒缓高度紧张的精神，缓解备赛压力，提高备赛效率，有利于战队长足稳定发展。

5.1.2 宣传指标

表 5-1 宣传统计表

		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
平台	账号名	曝光总量	内容数量	平均曝光量	曝光总量	内容数量	平均曝光量
哔哩哔哩弹幕网	齐鲁工业大学 Adam 战队	33419	42	760	40000	50	800
抖音	齐鲁工大 Adam 战队	143568	45	3190	150000	50	3000

		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
微信公 众号	齐鲁工大 Adam 战队	6536	52	126	7000	55	127

5.1.3 宣传工作概述

5.1.3.1 人员构成及分工

以下是人员构成及负责方向：

表 5-2 人员构成及分工表

分类	人员构成	职责
正式队员	谭靖萱	主要负责整体任务的规划与具体细节分工,把握整体运营组的发展走向与阶段工作内容;以及宣传产出、活动策划、文案编辑等方面的工作。
学习组	喻紫灵、唐璟怡、杨晓璐	掌握一定的宣传技能,需在正式队员的指导下完成工作,负责执行部分宣传工作,协助任务进行。
指导顾问	季怀明、张翠娟	具备成熟的战队宣传思想,完整的参与过一个赛季的战队宣传工作,负责提供想法和建议,参与队内运营的活动筹备和组织,必要时分担工作任务。

5.1.3.2 宣传工作内容

根据宣传工作的具体方向、对象、内容的不同,本赛季运营组的宣传工作可分为以下四个方向:

(1) 团队文化建设

通过团建活动、实验室文化建设、核心文化包装、文创产出四个方面进行团队文化建设,建设队内互帮互助、荣辱与共、彼此信任、相互协作的良好团队氛围,强化战队文化认同感,提高团队凝聚力。

(2) 战队形象经营

通过运营线上新媒体平台,开展线下宣传活动两个方面经营战队形象。线上各平台进行

视频、推文以及海报等各种形式的内容产出打造良好的团队形象；线下运用学部、学校资源，积极参与学校官方活动，开展宣传活动。让战队最大程度的曝光在校内外观众的视野中，展示团队风采、体现团队精神。

（3）战队影响力扩展

通过记录备赛过程的难忘瞬间和赛场上的战队风貌，宣传主题围绕大学生感兴趣的科技前沿、有趣生活、成长就业等方面进行宣传，让参与研发、拼搏比赛的青年工程师成长之路走进大学生的生涯视野中，吸引越来越多潜在的大学生人才走出课堂、加入战队、参与实践，壮大团队的力量。

（4）招新工作的展开

在赛季初期准备招新活动的整体规划与物资准备，包括但不限于制定招新活动时间轴、准备宣传海报、宣传单页、宣传周边，以及与学部、学院进行沟通对接等工作，策划制定每个活动的具体方案，组织调动每个可用人员参与招新活动，并做好活动现场与数据结果的记录，以便后续宣传平台的内容产出和总结复盘。

5.1.3.3 工作机制

由于具有备赛经验的运营正式队员较少，所以在运营学习组阶段后期，就开始接手日常宣传任务，由组长负责整体任务的规划与审核，运营学习组主要起辅助作用。为了让大家实际尽快熟悉运营组日常工作，尽快融入这个团队，运营组设置了值班制度与贡献度制度。

（1）值班制度

因为运营正式队员只有一人，很难保证在需要运营的时候时刻在场，所以除去运营正式队员跟随其他战队成员进行打卡考勤之外，为了更好的建设和服务战队，运营学习组也采用值班制度，根据人员总数分配每周的天数，学习组成员可根据自己的时间安排选择值班的时间，这样不仅能让运营学习组新成员更大程度的接触团队、更快的能融入战队、了解运营组的工作内容，也能增进团体的工作质量，提高工作效率。

（2）贡献度制度

为了鼓励学习组积极参与运营组的宣传、招商工作，运营组进一步设置了贡献度制度。在每周召开运营组会时，组长会对运营本周的任务进行总结归类、任务细分和时间规划，运营学习组可以根据自己擅长、感兴趣的方面选择负责的任务；组长会根据每个任务的难易复杂程度、对团队的重要程度等方面进行贡献度评级，每周总结复盘，进行实物奖励或者问题

谈话等，最终也将贡献度作为梯队考核的一个考察内容。

5.1.4 宣传途径

5.1.4.1 线上渠道

(1) 微信公众号平台

作为战队宣传中最主要的平台，微信公众号已有了较为完善的运营方式。以推送公众号文章的形式，对外传达战队的日常备赛日记、重要事项记录以及赛事推广等。微信公众号的运营，结合战队备赛进程与运营宣传规划，以广大学生乐于接受的方式将战队的故事展现在师生们面前，是了解战队的最佳途径。

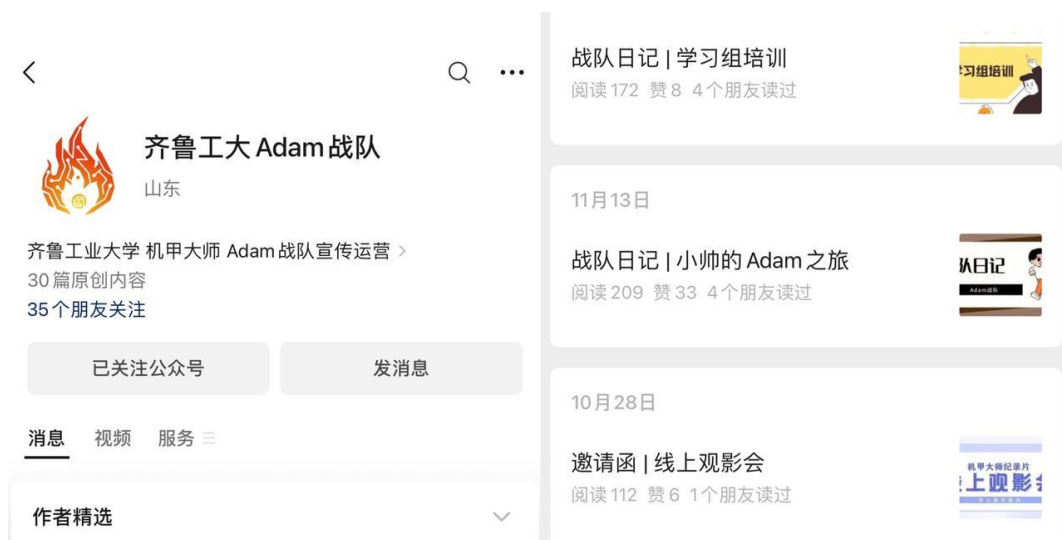


图 5-1 微信公众号例图

(2) B 站平台

通过剪辑发布战队日常备赛、比赛精剪、人物访谈、知识科普等内容的视频，让 B 站平台上对科技、对比赛、对学校感兴趣的观众通过大数据找到并关注战队，以此达到战队的宣传目的。并与公众号平台，抖音平台等形成内容联动，使广大学子可以通过多种渠道认识了解战队。



图 5-2 B 站平台例图

(3) 抖音平台

通过短视频等形式进行推广，内容主要包括赛季宣传、战队日常、欢乐插曲，主要以轻松的内容为主，结合抖音热点吸引更多流量，迎合抖音短视频市场进行战队宣传，让更多的人了解战队，了解 RoboMaster 机甲大师。

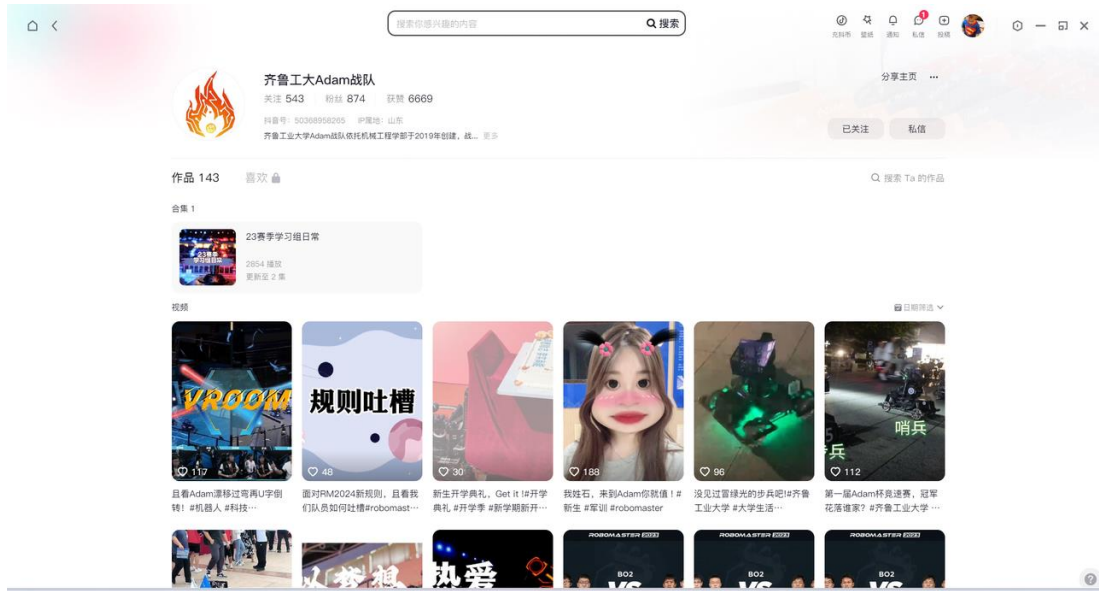


图 5-3 抖音平台例图

(4) 官方网站

战队构建了官方网站，用于宣传和纳新报名，网站地址为：adamteam.cc。网站通过文字图片与专栏文章展示了战队的基本信息与各个组别的详细介绍，页面设计简洁美观，让登录网站的人能清楚、直观的了解战队，并进一步产生加入我们的想法。



图 5-4 官方网站例图

(5) 其他外部媒体

战队成立至今，已被多家媒体采访报道，包括大众晚报、央广网、闪电新闻等媒体，其涉及范围与曝光量对于战队扩大宣传对象与宣传范围来说意义重大。



图 5-5 媒体报道例图

5.1.4.2 线下渠道

(1) 学校活动

战队成立四年来，在学校也积累了一定的知名度与影响力，在机械学部的推荐下战队也积极参与了很多学校举办的官方活动，登上过学校与学部的官方公众号。比如学校开学迎新日、百团大战、本科开学典礼、电竞节表演、校园开放日等学校举办的各种活动都有战队活跃的身影。战队希望通过线下活动让更多的人知道、认识到齐鲁工业大学有一支这样的队伍，在钻研创新，在为自己的梦想拼搏奋斗。



图 5-6 公众号例图



图 5-7 学校活动例图

(2) 招新活动

① 军训路演

在新生军训夜训期间，在各连队进行短暂的宣讲，通过机器人实物运动展示与宣传单页吸引新生，可以高效率、大范围的覆盖新生群体进行宣传。

② 实验室开放日

为了让新生们感受到我们实验室的备赛氛围与工作环境、更进一步接触机器人、接触战队，我们开展了多次实验室开放日活动，每个队员都参与其中，为新生进行讲解、答疑。让战队的形象在他们心中立体，吸引他们真正地对我们、对比赛感兴趣。

③ 教室宣讲

针对需求人才专业前往各个学部晚自习教室，通过 PPT 辅助讲解，发放宣传单页，运用图片、文字、视频结合的形式，更加详细具体的展示战队形象与优势，宣传战队文化，更有针对性的招募新生。

5.1.5 宣传规划

5.1.5.1 时间规划

表 5-3 宣传时间规划表

时间节点	月份	事件	活动目的	活动内容
换届招新时期	8月	招新活动准备与换届大会	换届大会作为新赛季的开始，给与新赛季队员仪式感，作为24赛季全新奋斗的开始	<ol style="list-style-type: none"> 1.制定招新计划，撰写活动策划方案 2.设计制作招新推文及宣传物品 3.准备并举行换届大会
	9月	进行线上线下招新宣传活动	最大范围的进行招新宣传，招募尽可能多的新生，为战队传承培养可用人才	<ol style="list-style-type: none"> 1.参与学校报道日、百团大战等学校官方活动 2.举办实验室开放日、教室宣讲、军训路演等招新活动 3.记录素材，阶段性总结并发布活动后续内容产出

时间节点	月份	事件	活动目的	活动内容
	10月	面试	对上一阶段招纳的新生进行初步筛选，确定最终进入学习组的人员，进行培训阶段	<ol style="list-style-type: none"> 1.制定面试活动方案，确定活动流程，确保活动顺利 2.拍摄取材，记录现场活动时刻。进行面试工作回顾与面试结果的统计、公布
		2024 赛季启动	跟随官方热点，增加曝光量、扩大宣传范围	<ol style="list-style-type: none"> 1.转发官方推文，参与官方预热活动 2.组织队内观看规则解读直播发布规则吐槽等热点视频
赛季前期	11月	赛季规划	正确合理规划运营赛季任务，以便全赛季运营的发展	<ol style="list-style-type: none"> 1.规划运营组赛季宣传、招商、团队管理方面的有关事项 2.整理赛季规划文档
		学习组培训	全方面教学新生有关知识，为战队培养可用人才	<ol style="list-style-type: none"> 1.记录课程内容，上传 B 站 2.帮助技术组准备课程前期准备 3.记录学习组学习故事，更新战队日记
	12月	周边项目设计	执行赛季周边规划，达成文创产品产出指标	<ol style="list-style-type: none"> 1.完善团队 VI 系统 2.讨论确定团队 IP 形象提案，并开始设计 3.尝试多种形式周边并制作初版
赛季中期	1月	中期考核准备	保证战队顺利通过中期考核	<ol style="list-style-type: none"> 1.配合技术组进行测评视频拍摄 2.整理中期考核文档

时间节点	月份	事件	活动目的	活动内容
				3.进行阶段性文化建设反馈
	2月	春节	增加团建活动形式，建设团队节日文化氛围	1.策划并举办年会活动 2.设计春节海报 3.录制新年祝福视频、制作新年系列壁纸
		日常备赛日记更新	战队日常宣发，保证曝光量与账号活跃度	1.拍摄整理寒假留校/在家备赛素材，更新战队日记
赛季后期	3月	完整形态考核准备	保证战队顺利通过完整形态考核	1.配合技术组进行测评视频拍摄 2.整理完整形态考核文档 3.进行阶段性文化建设反馈
	4月	周边设计项目	执行赛季周边规划，达成文创产品产出指标	1.完善战队VI系统 2.确定并完善本赛季主推周边
区域赛	5月	北部区域赛出征准备	比赛前期预热；保证比赛出行顺利；增加赛时曝光量	1.制作倒计时海报 2.赛场前线日更 3.赛后战果总结
	6月	北部区域赛		
暑假	7月	全国赛出征准备	比赛前期预热；保证比赛出行顺利；增加赛时曝光量	1.制作倒计时海报 2.赛场前线日更 3.赛后战果总结

时间节点	月份	事件	活动目的	活动内容
	8月	赛季总结大会	赛季总结与复盘，总结赛季经验与技术积累，利于战队的传承	1.制作活动策划方案 2.会上及时记录有效素材 3.发布推文总结会议 4.调研复盘赛季运营工作

5.1.5.2 内容产出规划

表 5-4 内容产出时间规划表

项目	内容	成品产出时间
公众号运营	节日海报	全赛季
	战队大事记	
	公众号推文	
宣传物料	宣传单页	换届招新时期
	墙贴海报	
文创产品	战队文化衫	赛季前期（秋季） 赛季后期（夏季）
	赛季周边	赛季中期
影视作品	备赛视频	全赛季
	赛季纪录片	赛季总结期
	招新培训视频	换届招新时期
视觉 VI 系统	战队字体设计	赛季后期
	IP 形象设计	赛季中期

项目	内容	成品产出时间
实验室文化建设	战队周边墙	换届招新期
	战队黑板报	赛季前期
战队历史记录	人物志系列	全赛季

5.1.5.3 周边规划

目前战队已根据队伍核心文化设计了部分 VI 视觉系统，比如队徽、logo 等，以此衍生了钥匙挂件、项链、便利贴、收纳袋、手环等文创周边，秋季队服样式已沿用三年，夏季队服截止到现在已更新迭代三版。本赛季文创周边计划在想法与设计上，更注重实用性与文化传播性，要从大家感兴趣的角度出发，做一些真正能引起共鸣的产品。

(1) 新周边设计规划

- ① 帆布包
- ② 印章
- ③ 桌面摆件
- ④ 鼠标垫

(2) 传统周边再制

- ① 便利贴
- ② 手环

5.2 商业计划

在队伍组建之初，队内认为招商应在队伍成熟并有所成绩后再行筹措，所以一直并未进行招商。随着战队在 23 赛季筹备并参加了超级对抗赛，战队的规模进一步扩大，所需的资金也大幅增多，原有的资金规模也满足不了战队发展的需要；此外，Adam 战队在 23 赛季的曝光度与战绩较前几年有所提高，给队伍增加了去进行招商活动的信心，因此队内在 23 赛季末开始筹备招商计划。

本年 7 月到 11 月期间，战队已经初步与广州雷迅创新科技股份有限公司、广州灵动方程科技有限公司签订赞助合同，提供给战队一定的物资赞助。而 24 赛季战队在资金、物资、技

术和场地等各方面还有较大的需求和缺口，所以为了更好的满足战队发展需要，支持战队的研发，在本赛季初将制定合理的招商计划，投入更多的时间和精力去进行招商工作。

5.2.1 战队需求

(1) 资金支持

在备赛过程中，尤其是对超级对抗赛的备赛，随着兵种的增多，机器人的研发、维护以及更新迭代都需要大量的可支配资金支持，包括但不限于步兵、英雄、工程、哨兵、无人机等机器人以及飞镖系统、雷达系统的研发，且本赛季新增研发全向轮步兵和平衡步兵，对资金的需求大大增加；除此之外，场地搭建、比赛差旅费、文化建设等方面都需要资金支持。

(2) 物资赞助

机器人制作过程中，不仅需要使用 3D 打印机、雕刻机等各种加工设备，而且需要消耗大量的 3D 打印耗材、铝型材、电子元件等耗材，赞助商提供的工具和耗材等物资能很好地提高战队机器人研发的效率和质量，并且可以降低团队物资成本。

(3) 技术交流

经过三年的参赛，战队的技术有了较大的提升，但还是缺少较为丰富的技术积累，也没有领先的技术点和创新点，与强队之间较大的技术差距；参与 RoboMaster 比赛，技术是核心和关键，没有强而有力的先进技术，一切都是泡沫与幻影。所以如果有校外科技型企业愿意提供先进的技术指导与交流，将帮助战队在技术层面有较大的提升，增强核心竞争力。

(4) 场地借用

对日常工作场地的需求：工作场地对一个团队来说是最基础的、也是必需的；充足的工作场地可以提供给队员工作和交流空间、支撑战队进行技术研发。对于本赛季来说，实验室场地缩小，空间不足，没有足够的机器人调试空间，使得对工作场地的需求也更为突出。

对训练场地的需求：在对机器人的各项性能进行测试以及后期操作手的大量训练过程中，需要用到空间充足的能满足训练需求的场地，以超级对抗赛为例，赛场为 15m×28m 的长方形场地。虽然场地为非硬性需求但对比赛也起着较为关键的作用，模拟程度越高、环境越为合适的场地能更好地提升机器人的研发效率，通过大量的测试发现不足并进行优化，同时也可以很大程度制定合理有效的战术，并且可以对操作手进行更为系统的操作训练，提高对场地的适应性。

5.2.2 战队招商客户规划

(1) 赞助商需求

① 品牌推广

赞助商的 logo 出现在播放量较高的以年轻人和知识分子为主的赛事中，并随着各种平台的直播、媒体报道增加出现频率，这可以在很大程度上提高企业的曝光度，并在机甲大师的比赛圈中获得一定的熟识度，可以拓宽业务辐射领域；同时赞助以技术为主的科技创新型比赛，可以增加赞助商的声誉与形象。

② 校企合作

企业发展在于人才，企业每年都会耗费大量的时间和精力去挖掘和培训人才。而有过 RoboMaster 比赛经历的人，实践能力和项目经验都十分充足，可以直接与战队对接，节省挖掘和培训人才的时间成本和资金成本。其次，企业每年在各大高校进行校招，希望能寻求到技术型人才，实现自身的发展，而校招的途径需要有院校人员进行宣传及招聘对接，以便于更好的完成目标。最后，当赞助商提高了宣传需求中所提到的曝光度，那必然会吸引年轻的科技创新型人才的青睐，在长远角度来看，可以很大程度上优化企业人才吸纳的效果。

③ 把握未来发展倾向

RoboMaster 作为一个专为青年工程师打造的国家级科技竞赛，也是全球独一无二的机器人对抗竞技平台，致力于培育新时代的复合型科研人才及下一代青年工程师，在此等环境下，通过与高校战队开展合作，企业可以进一步了解新时代高校学子的发展倾向以及技术水平，同时可以更进一步了解目标院校学生和赞助战队队员是否符合公司的岗位招聘的需要。

④ 形象提升

通过赞助科技竞赛，可以树立“爱科技、爱人才”的企业形象，增加声誉，树立良好的品牌形象，增加企业自身的无形资产的价值。

(2) 客户行业分类

① 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，均可成为齐鲁工业大学 Adam 战队的赞助企业。

② 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，例如校友、圈内人士等，也可作为齐鲁工业大学 Adam 战队的招商对象。

(3) 目标数量与体量

表 5-5 目标数量与体量统计表

类型	目标体量	目标赞助内容	目标数量
冠名赞助商	规模和实力较大，且在业界或科技研发领域有一定的成就和影响力	给予战队最多资金赞助，赞助资金≥5 万；合作时长≥一个赛季	1
品牌合作伙伴	具有一定的规模和实力，且在业界有良好的形象	赞助资金或物资≥2 万；合作时长≥一个赛季	若干
普通合作	基础制造材料性能良好，有较好的产品口碑	单次合作；给予战队一些物资资源	若干

(4) 合作模式

① 宣传合作

齐鲁工业大学 Adam 战队作为新兴队伍取得了良好的成绩，第一年参赛便进入了单项赛的全国赛；在 2023 赛季联盟赛的 3V3 步兵单项赛中斩获季军，并初次登上了 ROBOMASTERUC23 赛季的舞台，增加了战队的曝光度和队伍知名度。可为赞助商提供不同形式的宣传，满足赞助商需求。

表 5-6 赞助宣传例表

序号	赞助项目	说明
1	战队冠名权	获得齐鲁工业大学参赛队伍冠名权限
2	战队名称广告	以赞助商名称命名参赛队伍
3	比赛媒体采访广告	比赛期间参赛队员接受不定期的采访时提及赞助商
4	战车车体广告	所有战车车体上印上赞助商 logo 和名称

序号	赞助项目	说明
5	队服广告	在队员队服上印上赞助商 logo 和名称
6	战队指定使用产品	在比赛过程中，指定使用的相应产品或服务
7	周边产品广告	在进行周边和文化产品产出时，可以增加赞助企业广告位
8	校内外展位广告	校内外展位展示时可体现的广告位置（赞助商产品）
9	视频广告	在队伍宣传视频里鸣谢赞助商
10	实验室公众号广告	齐鲁工业大学 Adam 战队公众号推送的广告位置
11	实验室网站广告	齐鲁工业大学 Adam 战队网站的广告位置
12	校内外新闻宣传广告	校内外发布比赛新闻的广告位置
13	其他未列入项目	具体项目洽谈商定

注：冠名赞助商享有 1-13 全部权益；**品牌合作伙伴**享有 4-13 所体现的权益内容；普通合作 8-13 的权益内容。另，冠名赞助商相比于品牌合作伙伴优先享有所有权益。

② 人才合作

自战队成立以来，共有队员近 70 名，培养出许多机电一体化人才，众多优秀队员上岸中科院、厦门大学等知名学府。赞助公司可以通过赞助机器人实验室，来了解战队里的科技人才，以便进行双向选择；也可以通过战队媒体增加在学校和 RoboMaster 比赛圈中的知名度与曝光度，吸引人才；公司可以与机器人实验室进行技术上与人才上的交流，实现合作共赢。

与学校开展进一步的合作。齐鲁工业大学（山东省科学院）作为山东省省属冲一流高校，具有较强的科技研究能力；战队可以为企业与校园招聘进行对接，提高知名度，吸引人才。

（5）招商渠道来源

- ① RoboMaster 比赛圈内：询问各战队的赞助商并向其他战队求取经验。
- ② 校友企业：初步选择一些具有影响力和能力的毕业校友，通过调研他们的所涉及的领域，优先选择与比赛有一定关联度的校友，与他们进行双向合作，实现共赢。
- ③ 战队资源：有不少老队员已经走上了工作的岗位，可以通过老队员与公司进行协商。

- ④ 互联网筛选：在 B 站、抖音、微信公众号、交流群等中筛选活跃的企业，向更多的企业投递招商手册，增大基数，争取一切的可能性。
- ⑤ 学校合作企业：通过学院与老师，与本校开展校企合作的企业进行商谈，表明合作来意及身份关系，结合企业发展特点和团队优势，开展合作。
- ⑥ 校园招聘：通过校招、企业招聘日活动等，与企业负责人取得联系，将赛事发展前景、团队优势和成绩等内容进行介绍，引起企业注意和兴趣，条件合适的情况下可发出参观战队的邀请，让他们切身感受到比赛的内涵与价值，实行反向招商。

5.2.3 战队招商资源优势及亮点

一个成功的招商，离不开战队自身的吸引力和优势，为了进一步阐述战队招商优势，下面将从战队渠道宣传力、校内外渠道曝光度、战队比赛成绩、创新周边类型、地理和资源优势进行分析。

(1) 战队宣传渠道

战队目前主要运营微信公众号、抖音和 B 站，都具有较多的播放量/阅读量，粉丝也在逐步增多，可以为赞助商在校园内外的品牌宣传起到较大的帮助作用。

表 5-7 战队宣传渠道统计表

渠道	粉丝	单个最高阅读量/播放量	总获赞
微信公众号	490	737	近两月：3646
抖音	867	30000	6660
B 站	573	21000	2305

(2) 校内外渠道曝光度

校内：许多校内组织都希望与战队进行合作来扩大影响力，例如体音学院邀请战队参加电竞节；齐鲁工业大学官方微信公众号及抖音账号多次出现 Adam 战队相关内容，并在本年学校的开学日和迎新活动日都受邀参加活动。

校外：战队先后被央广网、大众日报、齐鲁晚报、闪电新闻等媒体宣传采访，被校内外媒体采访已是战队每一年参加迎新活动时必有的项目之一；在 ROBOMASTER 官方纪录片中也出现了 Adam 战队的镜头，这种种都表明战队的影响力正在不断地提升。

（3）战队比赛成绩

在参赛第一年就获得了 21 赛季单项赛工程采矿全国赛一等奖、步兵对抗赛非甲级队伍一等奖、步兵竞速与智能射击全国赛二等奖；在 2023 赛季，Adam 战队在联盟赛 1v1 步兵单项赛上取得山东站季军的成绩，并初次登上了超级对抗赛的舞台。

（4）创新周边类型

目前已推出的文创产品有：Adam 战队队服（白色短袖及长袖，马甲）、自制 NFC 卡、3D 打印月饼、项链、钥匙扣、手环、便利贴、电机贴纸等等，受到广泛好评。

（5）地理和资源优势

山东作为中国的一个重要工业大省，一直注重工业的发展并努力推动科技进步，齐鲁工业大学作为山东省属“冲一流”建设高校，是重点建设的应用研究型大学，并合并了山东省科学院，科研人员实力雄厚。因为其地理位置的优势，齐鲁工业大学在机械设计制造及其自动化、信息与计算科学等学科领域形成了明显的特色，具有较强的专业优势。此外，学校实行校院合一的管理体制，打造科教融合优势特色，是山东省新型工业科技创新及人才培养领域的重要力量。所以如果赞助商想在校内扩大其影响力，也可以与战队进行合作，吸引人才。

5.2.4 战队招商目标规划

（1）资金缺口

表 5-8 资金缺口统计表

赛季	2023
赛季预算	158245
学校支持	75000
实际花费	168000
资金缺口	85000 左右

由于 23 赛季第一年准备超级对抗赛，资金花费较大，且赛季初未进行招商，学校支持有限，资金缺口较大，为 8.5 万左右；所以本赛季要重视招商的作用，弥补资金缺口，维持战队的基本需求。

（2）招商时间规划

表 5-9 招商时间规划统计表

时间	规划内容
2023 年 10 月-2023 年 11 月	更新 2024 赛季 Adam 战队招商手册。
2023 年 11 月	制作招商单页、PPT 以及招商邮件。
2023 年 12 月-2024 年 1 月	联系目标招商客户，投递招商手册，对与有意向者进行合作详谈。
2024 年 1 月	与达成合作的企业签订合同。
2024 年 2 月-2024 年 8 月	定期向赞助商汇报战队进展情况，落实赞助商权益，如宣传活动、推送文章、队服制作、机器人 logo 制作等。
2024 年 7 月	根据赛季招商情况，更新招商手册。
2024 年 8 月	队内讨论赞助情况（是否争取与合同到期客户续约等）。

（3）招商目标

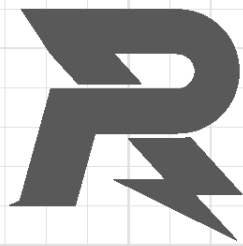
Adam 战队本赛季计划与 3 家企业达成合作。采取冠名赞助商+品牌合作伙伴+普通合作的招商模式。由招商负责人通过联系校友会、其他 ROBOMASTER 战队、学校校企合作公司、以及各公司官方邮箱与目标客户取得联系。计划招商的目标行业包括但不限于机器人、网络技术等高科技公司；机械制造、电子电气等装备制造企业；机械耗材、电子元件等原材料供应生产公司。

表 5-10 招商目标统计表

类型	目标数量
冠名赞助商	1
品牌合作伙伴	≥ 2
普通合作	若干

扩大合作：在 23 赛季末，战队已经与广州雷迅创新科技股份有限公司、广州灵动方程科技有限公司签订初步的赞助合同，两家企业同意为战队提供一定数量的物资，目前仍属于普

通合作。在本赛季我们将与公司相关负责人进行沟通，争取有更深入的合作。



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