



Using a 34-BL motor driver chip and Field-Effect Transistor (FET), the RoboMaster C620 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M6200 P19 Brushless DC Gear Motor and C620 Brushless DC Motor Speed Controller, this 4.5mm Axonometric Pin includes an oval, notches and a terminal board.

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

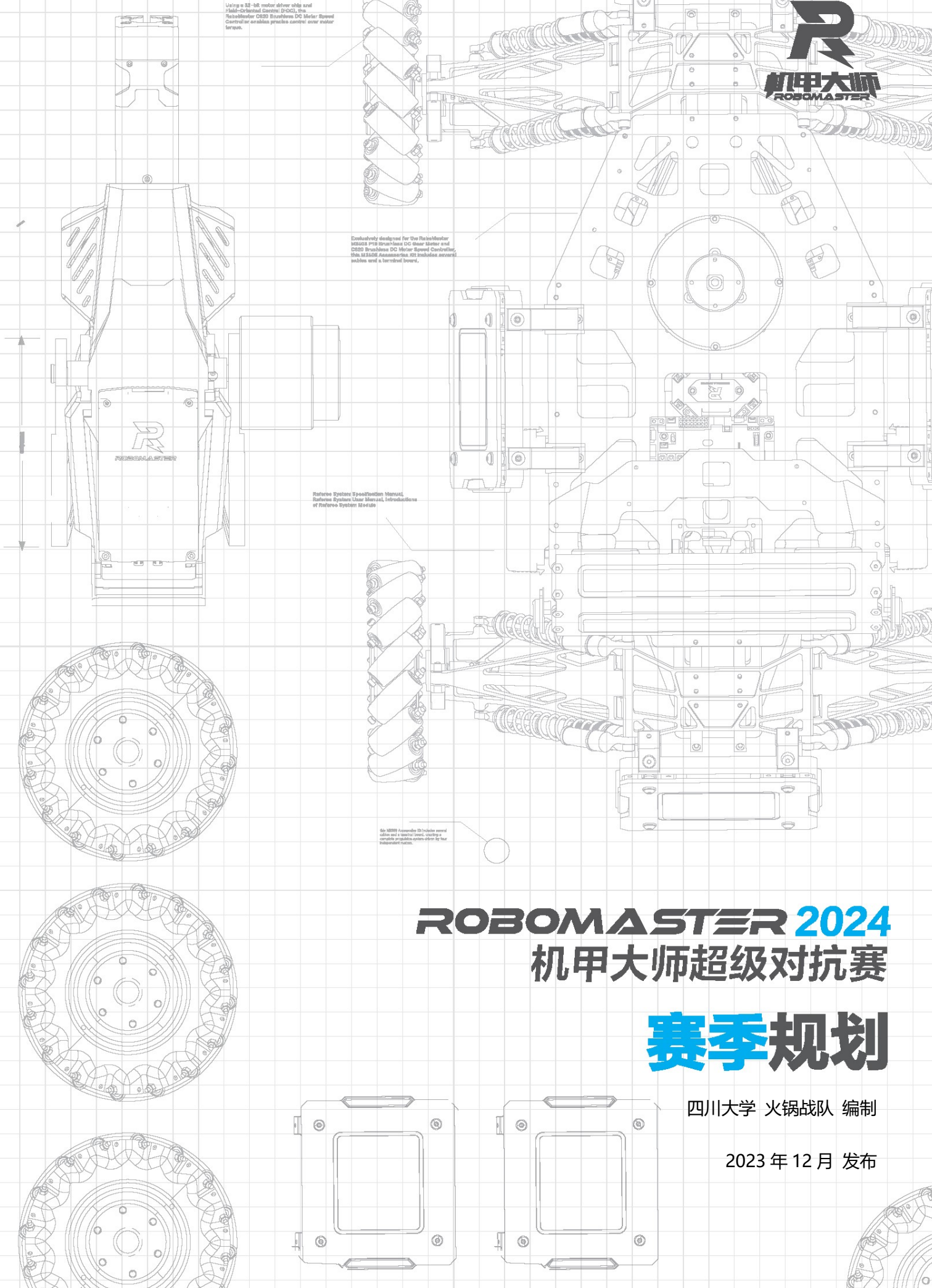
6in M6200 Assembly Pin includes oval notches and a terminal board, ensuring a compatible assembly system when for four independent motors.

# ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛

## 赛季规划

四川大学 火锅战队 编制

2023年12月 发布





# 目录

前言.....	5
<b>1. 团队目标 (5)</b> .....	<b>6</b>
1.1 前情提要.....	6
1.2 赛季资源分析 .....	6
1.3 队伍管理时间轴.....	7
1.4 RM 赛事技术和能力分析.....	8
1.5 团队目标.....	9
1.5.1 赛事目标 .....	9
1.5.2 团队建设目标 .....	9
1.5.3 技术突破目标 .....	9
1.6 过程跟踪.....	10
1.6.1 考勤制度 .....	10
1.6.2 进度监管制度 .....	10
1.6.3 财务管理制度 .....	11
1.6.4 实验室管理制度 .....	11
<b>2. 项目分析 (50)</b> .....	<b>12</b>
2.1 上赛季项目分析经验 .....	12
2.1.1 赛季回顾 .....	12
2.1.2 成功因素 .....	13
2.1.3 失败因素 .....	14
2.1.4 经验总结 .....	15
2.1.5 解决方案 .....	15
2.2 新赛季规则解读.....	18
2.2.1 步兵和哨兵机器人.....	18
2.2.2 英雄机器人.....	19
2.2.1 工程机器人.....	20
2.2.2 空中机器人.....	22
2.2.3 飞镖系统 .....	23
2.2.4 雷达系统 .....	23
2.3 研发项目规划 .....	24
2.3.1 步兵机器人.....	24
2.3.2 平衡步兵机器人 .....	31
2.3.3 哨兵机器人.....	34
2.3.4 英雄机器人.....	38

2.3.5 工程机器人.....	43
2.3.6 空中机器人.....	44
2.3.7 飞镖系统.....	45
2.3.8 雷达系统.....	46
2.3.9 人机交互.....	47
2.4 技术储备规划.....	48
2.4.1 通用技术储备.....	48
2.4.2 特定兵种技术储备.....	52
<b>3. 团队架构（10）.....</b>	<b>57</b>
<b>4. 资源可行性分析（10）.....</b>	<b>63</b>
4.1 上赛季资源使用情况.....	63
4.2 本赛季资源优化方案.....	63
4.2.1 资金优化方案.....	63
4.2.2 物资与设备优化方案.....	64
4.3 本赛季可用资源概述.....	65
4.4 资金预算分配规划.....	67
4.5 资源可行性分析.....	67
<b>5. 宣传及商业计划（10）.....</b>	<b>69</b>
5.1 宣传计划.....	69
5.1.1 宣传工作内容、责任与义务.....	69
5.1.2 宣传任务.....	69
5.1.3 宣传途径.....	70
5.1.4 宣传总结及预期.....	72
5.1.5 宣传规划.....	73
5.1.6 周边规划.....	74
5.2 商业计划.....	78
5.2.1 本赛季招商计划.....	78
5.2.2 本赛季招商规划.....	78
5.2.3 战队招商资源优势及亮点.....	78
5.2.4 本赛季赞助权益.....	79

# 前言

本报告由四川大学火锅战队编制，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	陈果	李金峡	屈国浩	黄靖凯	丁靖童
	江飞龙	崔皓锦	潘立	张浩	胡宇辉
	潘建宇	向天乐			
硬件	黎耀祥	杨康韦	汪磊		
软件(嵌入式)	洪锦忠	孙铭池	石国宇	黎耀祥	蔡孟宸
	黄诗晋	杨康韦	程睿		
算法	丁利	赵家丙	陈盛烽	夏旗	龚俊吉
	匡皞泽	陈霆旭	闫创业		
管理	赫彦杰	金维聪	王涵		
宣传	宋天佑	刘彦麟			
商务	苏锐				
说明	以上成员均对本文档做出贡献，成员顺序不分先后				

# 1. 团队目标（5）

## 1.1 前情提要

在本文的所有正式内容之前，我想先介绍一下四川大学战队的一些情况，作一个目标制定之前的前情提要：

- 四川大学火锅战队于自 2015 年正式组建，原名 AK 战队。
- 火锅自建立以来的 9 年时间里，从未进过全国赛，线下赛最好的成绩为 21 年杀入复活赛
- 四川大学大部分学生（如机械、电气、电子）大一、大二的同学在在江安校区，大三、大四才会搬到望江校区，两校区来回通勤时间约 2.5h；计算机学院的同学四年江安校区；火锅的实验室位于望江校区，主力队员为大三的同学。
- 火锅战队大部分队员的平均 RM 生涯只有 1 年。
- 火锅 23 赛季为灾后重建的一年，前几年的传承基本断层，23 赛季基本上是铺路的一年。
- 火锅一直以来的经费来源为校团委 10 万，机械学院 2.5 万，2024 赛季由于冠名取消等原因，校团委取消了原本经费的支持。
- 火锅目前依靠 21 年进入复活赛的成绩仍在甲级队伍的行列中，若 24 赛季仍无理想成绩，火锅之后将被移除甲级战队资格，并将无法参加或很难参加下一年的超级对抗赛。

## 1.2 赛季资源分析

### （一）资金方面

需与各个学院、指导老师、赞助商的沟通与协商，使得本赛季的总经费与去年基本一致，达到 12.5 万左右水平，维持实验室与比赛的正常运转；此外，火锅战队之前从未依靠学生的力量去招商引资，面对本赛季的资金现状，团队必须在招商方面打开突破口，需达到招商有效金额 3 万左右的目标；火锅本赛季将引入飞书进行项目管理，其中包括财务管理，本赛季将为各兵种明确预算并使战队的财务状况动态可视化，明确成本控制，紧缩不必要开支。（详见 4.2）

### （二）技术方向

本赛季需秉持每个兵种都不放手的理念，每个兵种都安排相应的人手去突破技术难关，每一个兵种都需要在对抗赛前达到较高的完成度。

### （三）人力资源

由于 23 赛季团队氛围融洽且成员全部数顺利保研，所以留任的管理层相较于 23 赛季的 2 人达到了空前的 9 人，所以应充分发挥老队员的留任作用，虽然不进行技术开发工作，但要在队伍管理、进度把控、

技术指导、经验传承等多个方面发挥自身价值。

其次，需加大招新力度以及除了在夏季进行正式招新外增设队伍之前从未有过的冬招制度，在赛季中旬再进行一次纳新用于应对人员更迭以及补充研发人手；再次，需本赛季将保证每一个技术点都处于开发状态，不掉点；最后，抓住战队下设的 RM 机器人社团，形成“战队辐射社团，社团补足战队”的人才培养体系，使得人才能够源源不断输送到战队，形成人才培养闭环。

### (四) 技术积累

本赛季需尽可能地让大四的老队员们留在队伍中指导新队员，并对上赛季的工作做完整并充实的总结与记录，需给出新赛季应着力突破的技术方向，并提供对新队员的技术传承与指导；同时本赛季不应该盲目创新，应该在 23 赛季的基础上从机械、硬件、电控、视觉等方面对老队员的成果做迭代与二次开发。

### (五) 开源材料

本赛季队员们首先应充分吸收火锅老队员的经验总结，其次需从官方论坛、B 站视频、论文门户等各个渠道去获取新技术的开源材料，使技术更上一层楼。

## 1.3 队伍管理时间轴

以下为火锅战队第二次月结会分析赛季时间轴用图，两张图很明确地将整个赛季划分为 4 个黄金阶段和比赛月以及其他零碎的时间。



图 1-1 火锅战队管理时间轴

四川大学火锅战队员一般于9月初正式通过考核成为比赛的正式队员,之后首先会迎来一个黄金期,本阶段我们称之为小项目预研发阶段,本周期新机械队员主要负责做一些老队员们认为必要但队伍目前没有的机构与技术,如英雄的吊射望远镜机构、步兵的中供弹机构、以及轮腿机器人等等,而其他电控与视觉的同学在此阶段熟悉上个赛季的代码,以及真正理解队伍的算法等。

随着10月中旬的规则启动,小项目预研阶段告一段落,迎来下一个连续的阶段,即新手保护期。机械组根据战队的赛季规划开始新车的设计与装配,同时根据机械组进度电控与视觉开始调试与联调,该阶段包含了期间的考试,总有效时长大概在2-3个月左右,本阶段时间较为充裕,为的是给新队员留足试错时间,并且让新队员能迅速成长。以中期考核的要求为基准,所有工作在1月20日前完成,整个团队完成对第一版车型的基本性能测试。

在本阶段之后,进入寒假假期,此阶段战队将根据战队目前的技术漏洞进行针对性招新,也即战队第一次实践的冬招计划,在寒假假期内将组织对新成员的培训,使其在返校后能够迅速适应战队的强度与节奏。

在寒假返校后,队员们迎来第三个黄金期,此阶段队员们刚刚开始下一学期的课业,课程压力小且相比刚刚入队后有更充足的经验,所以在此阶段机械队员将听取电控、视觉组员的意见针对自己第一版车的不足进行迭代优化,随后全体队员在3月末完成对所有功能的测试与完善。

进入4月后,战队将会发挥地域优势,与身边省内的高校进行对抗交流,以赛促练,以达到练兵与赶进度的效果,同时这也是一个将队内矛盾转化为队外矛盾的机会,使所有队员团结起来,一致为了打败对手而努力奋斗。并且4月也将参加高校联盟赛,更是一次提升大家水平与查漏补缺的机会。

忙碌的4月比赛月结束后,距离对抗赛大约有1个月左右的时间,这段时间是对抗赛前最后一次黄金期,队员们经过交流赛与联盟赛的洗礼,已经懂得了自己做的东西与强校的差距,能够继续对车进行第三次完整地迭代与优化。同时联盟赛后,管理层将换届,新队员将接替我们的工作,继续让队伍更好地走下去。

## 1.4 RM 赛事技术和能力分析

常常听到队伍的老人们说这样一句 RM 圈子里的老话:“只要把车做稳定了,比赛的时候不出问题,就能进复活赛和全国赛。”而打完23赛季的对抗赛包括看比赛时我感受到,以上这句老话描述的时代已经过去了,当前 RoboMaster 这个赛事水涨船高,随着各个高校地不断涌入,以及各个队伍内部技术的不断传承与迭代,当前赛季不仅仅要求全体机器人的稳定性,还要求拥有一两项做得十分出彩的核心技术,纵观进入23赛季全国赛的高校阵容,每一个学校都在稳定性的基础上有多项出彩技术,比如哈工程的轮腿步兵、浙大的无人机、南航的自定义控制器与飞镖、大交的英雄、深大的哨兵、东大的工程,每一个顺利挺进全国赛的队伍都在机器人稳定性的基础上实现了部分技术的卓越突破。

对此,我队本赛季将首先保持机器人的赛场稳定性,而同时在此基础上掌握一些令其他学校措手不及的核心技术。



## 1.5 团队目标

### 1.5.1 赛事目标

正如前文所说，火锅战队的 24 赛季是背水一战的赛季，在资金支持、甲级名额、学院要求等各个层面的压力下，如果 24 赛季仍然止步于区域赛没有拿到全国赛、复活赛名额的话，火锅战队可能将不复存在。

因此，本赛季火锅战队的目标为冲出区域赛，晋级复活赛或全国赛，火锅的全体成员一起到深圳看海。

### 1.5.2 团队建设目标

本赛季是冬季招新计划的第一年，也是着重完善社团建设的第一年，我们将形成由点到面的影响辐射，同时各技术组长通过培训的方式让社团成员更加贴近比赛，锻炼能力。

具体量化指标为：

- 通过本赛季的优化管理使得队员间不产生大的摩擦。
- 通过冬招将所有正式队员席位补齐，使团队能够全力输出，团结向前。
- 使所有队员各司其职，保证技术规划中的所有技术点都有人研发，保证不掉点。
- 且通过社团人员培养在正式夏季招新中比往年的报名人数提高 50%，实际通过培训留队人数比往年增长 20%。

### 1.5.3 技术突破目标

本赛季根据全体队员的讨论，将轮腿机器人的研发、自定义控制器作为本赛季的首要技术突破目标。

轮腿机器人相比其他类型的机器人具有较强自由移动能力：轮腿机器人采用轮子和脚的结合设计，能够在不同地形上自由移动，具有较强的适应能力，可以应对复杂的环境。在比赛中轮腿机器人也很有潜力，面对新版地图的变化能够发挥巨大作用。首先，新增的桥洞为它提供了更多的移动选择。可以利用桥洞来避开敌方视线，进行狙击或者潜行行动，增加了刺杀敌方英雄的机会。其次，降低公路区的台阶高度使得步兵在公路区域的移动更加顺畅。平衡步兵可以更快速地穿越公路区，迅速调整位置、躲避敌方攻击或者追击敌方英雄。这些变化对于团战围剿也非常有帮助。但是由于轮腿机器人本身是一个不稳定系统，所以对控制器的精度及鲁棒性有着很高的要求，而比赛场上存在的地形变化以及障碍物的变化无疑都是对控制器的挑战。所以在今后的调试中，首先要先保证机器人的基础运行能够顺利的进行，在后面的优化中，要注重提升控制器的抗干扰性和鲁棒性，在此基础上，还得进一步优化操作手的手感以及开发出跳跃台阶，下降机体高度通过桥洞等功能，使得轮腿机器人能在赛场上活动自如，准确而快速地击杀对方机器人。

自定义控制器对于工程机器人的研发和性能提升具有至关重要的作用。工程机器人作为全队的作战基础，其性能直接关系到整个团队的作战效率和经济效益。通过自定义控制器，可以不断优化机器人的运动控制和操作能力，提升其整体性能，从而为团队提供更加稳定、高效的支持，保障作战任务顺利完成并提高经济效益。它可以实现高自由度和高灵活性，提高定位精度和运动准确性，适应多样化任务需求，同时

也能够提升整体作战基础和经济效益。在兑换高级矿石等复杂任务中，自定义控制器可以精确地控制机械臂、运动部件等，实现更灵活、多样化的动作，从而提升工程机器人的适应性和灵活性，进而提高任务完成的效率和成功率。

## 1.6 过程跟踪

### 1.6.1 考勤制度

(1) **制度作用对象和目标：**该制度作用于 2024 赛季所有正式队员。目的在于保证全队基本工时，建立起实验室的基本工作氛围，同时确保队内各组别各队员能够有充足时间完成自己工作和了解他人的工作任务。

(2) **考勤时长：**望江打卡时长 32h/每周，基本打卡时长 20h/每周，同时保证值日时段和周六 9:00 到 21:00 在实验室打卡（周末 12h/每周）；江安打卡时长 20h/每周。望江考勤由 220 打卡机记录，江安考勤由极客邦打卡机记录，每周在大群公布各队员打卡时长。

(3) **考勤要求：**各队员需要及时签到签退，要求值日时段必须在实验室，禁止出现打卡签到但不在实验室的“假打卡”情况，每周必须完成基本的打卡时长。

(4) **请假与报备：**所有请假须在 2024 赛季大群提前申请并说明原因。周六如有请假须在周日补齐时间。如果因请假出现值日时实验室无人的情况需要与其他队员协商更换值日时间。如需要准备其他竞赛、科研项目等需长期占用时间的情况也需要向项目组长报备并协调任务和时间。

(5) **考勤不达标：**出现两次无故值日缺勤会被警告一次（根据打卡机导出的时段确认）。该周时长不达标需要说明原因，并在下一周额外补齐缺失时长，如下一周还未补齐缺失时长会被警告一次，警告两次约谈，警告如果达三次会直接被战队剔除。

(6) **进度优先机制：**若进度完全领先但考勤不达标，可以酌情不予以处罚。

### 1.6.2 进度监管制度

(1) **制度作用对象和目标：**该制度作用于 2024 赛季所有正式队员。目的在于把控各兵种进度，督促各兵种完成赛季目标和任务。

(2) **项目监督方法：**每周开展技术组会或项目组会。技术组会是由电控、机械、视觉组长牵头，负责派发各队员任务，检查各队员该周工作以及进行技术分享。项目组会是由队长项管牵头，各个兵种项目组汇报近两周的进度，以此来把控各项目组的整体进度。前期以技术组会为主，后期技术组会和项目组会交替开展。同时，各组成员每周需在飞书上写周总结，不限字数但要求能够完整展现本周的工作，并保证自己的工作任务和工作进度公开透明。

(3) **项目进度不达标：**当周任务不达标须向组长说明原因同时在下周找额外时间补完，（不会影响下周任务的派发）未补完由管理层警告一次。

(4) **月度总结会议：**每个兵种项目组需在月结会上对当前月的整体工作情况做汇报总结，管理层将根据月结会的整体进度适时调整队伍的工作状态。

### 1.6.3 财务管理制度

(1) 本赛季会为每个兵种拟定一个基本预算，包括机械加工、零件硬件采购、视觉设备采购等在内，目的是为了规范大家对成本的控制，减少不必要的采购等。预算情况与实际情况会有参差，管理层将根据实际情况灵活调整

(2) 本赛季使用飞书来进行财务管理，每一笔需要报销的账目需要使用飞书进行登记，登记需及时，使战队对本赛季经费有更清晰的认识，原则上不登记不报销，在飞书上没有找到相关账目不予报销。

(3) 为了防止出现拖账、烂账等问题，本赛季报销以月结会为节点，对前面本月的所有需要报销的内容进行清账，原则上不及时不报销，如果出现时间间隔 2 个月以上的发票不予报销。

(4) 金额接近或超过 500 元的金额可申请战队预支付，需凭借技术组长或管理层同意的截图发送给财务负责人进行战队预支付，预支付同样需要及时登记，如果多次不规范将取消预支付资格。

### 1.6.4 实验室管理制度

(1) **物资管理：**各种工具、加工设备、硬件设备等战队物资须按分配的负责人专人专项管理。如与其他实验室借器材由值日人员负责登记报备。其中贵重设备各兵种机器人，电机，电源，裁判系统等如需借出实验室需要向负责人和管理层报备。对于裁判系统、电机、电调等物资，使用需使用飞书的出库入库功能进行登记，便于对物资的溯源追踪。在使用工具类物资时请务必用完后归还原位，硬件设备调试如遇损坏需向负责人说明并使用标签注明损坏部位。

(2) **加工管理：**类设备使用人员需保证已熟悉加工流程或者有其他人员指导，使用雕刻机等大型加工器件时需注意做到加工区不离人。请各位爱护实验室公用物资，如打印机，3D 打印机等按操作规范使用，任何由加工不当，使用不规范等造成的损失须有加工人员自行承担，损失过大会由管理层警告一次。

(3) **卫生管理：**每周末安排一次大扫除，加工装配区域卫生由加工装配人员及时清理。禁止在实验室食用气味浓烈食物或留下外卖等垃圾。

(4) **保密管理：**技术组资料（如机械图纸、电控代码、硬件图纸、测试视频）未经允许不得随意透露。战队鼓励各位与其他学校的参赛人员进行线上或线下交流，但资料交换须征得管理层同意，线下交流须向管理层报备，违者警告一次。

(5) **其他须知：**工作时间禁止在实验室大声喧哗；正式队员禁止在实验室打游戏或进行其他娱乐活动，被管理层抓到记为一次警告；最后离开实验室成员需要关闭灯光，空调并锁好门后离开。

## 2. 项目分析（50）

### 2.1 上赛季项目分析经验

#### 2.1.1 赛季回顾

回顾上赛季，我们在战队断代的情况下实现了从 0 到 1 的铺垫，在各个基础技术方向有较好的完成情况，但是还是有部分功能没有实现，特别是空中机器人、雷达系统等兵种处于放弃研发的状态，因此在战果上也没有取得重大的突破。以下列出上赛季的已实现与未实现功能表格，其中重点功能加粗标注。

项目兵种	已实现功能	未实现功能
步兵	基本平移与小陀螺、适应起伏路段和坡道、功率控制、 <b>全向轮底盘</b> 、 <b>平衡底盘</b> 、云台控制稳定且响应快速、提高弹道精确性和发弹稳定性、结构紧凑化并重心下移、 <b>切换双枪管</b> 、热量控制、 <b>自动瞄准与反陀螺</b> 。	轮腿平衡底盘、稳定飞坡与下台阶、击打能量机关、超级电容及功率控制板。
英雄	基本平移与小陀螺、适应起伏路段和坡道、解决轮组向外偏斜问题、功率控制、下台阶、 <b>顺畅的下供弹</b> 、云台控制稳定且响应快速、提高弹道精确性和发弹稳定性、 <b>重力补偿装置</b> 、击打前哨站。	超级电容及功率控制板、自动击打旋转前哨站、瞄准镜。
工程	基本平移与小陀螺、适应起伏路段和坡道、结构稳固、顺畅的抬升和前伸、 <b>末端机械臂结构</b> 、 <b>气泵吸盘吸取矿石</b> 、转矿机构、图传云台、一键定位、救援机构。	视觉自动取矿、兑矿。
哨兵	基本平移与小陀螺、适应起伏路段和坡道、 <b>顺畅的中心下侧供弹</b> 、全向轮底盘、编码器闭环控制、云台控制稳定且响应快速、提高弹道精确性和发弹稳定性、 <b>上下双供弹双枪管</b> 、 <b>自动瞄准与反陀螺</b> 、巡视模式。	自主导航。
空中机器人	无。	稳定飞控、可以射击。
飞镖系统	云台手多机通信、精确调整发射角度、精确控制发射初速度、发射架安装后快速校准、纯机械飞镖逐枚调参。	制导飞镖、目标校准。
雷达系统	无。	提供视野、定位敌方机器人并做出预警。

人机交互	操作手客户端自定义 UI 界面。	自定义控制器。
------	------------------	---------

综合上表可以看出，上赛季的研发重点放在了步兵这类基本地面兵种上，重点研发了切换双枪全向轮步兵、平衡步兵、抬升前伸末端机械臂工程以及上下双供弹哨兵。

这是由于上赛季的赛季规划阶段将步兵定位成场上的主要火力输出，而将英雄和哨兵等地面兵种作为补充火力，视觉自瞄算法与反小陀螺算法也主要部署在步兵上。也是因为上赛季的机动枪管也计划安装在步兵上，空中机器人只在双枪步兵不上场的情况下才能射击，因此构想空中机器人更多作为侦察单位，提供战场的俯视视角便于战术部署。本赛季飞镖系统的主要目标是击打前哨站，次要目标是击打基地，由于之前赛季的飞镖系统已经可以通过对每一枚飞镖单独调参，可以实现连续精准打击到远距离的目标，所以不准备对飞镖系统进行大改，而是通过大量测试精益求精，使纯机械飞镖做到精确打击，但是忽视了上场后场地道具位置的校准工作因此效果也不佳。雷达系统也处于放弃研发的状态。人机交互方面自定义控制器只停留在测试阶段，没有实际上场使用。

现在复盘可以发现上赛季放弃空中机器人、雷达系统等兵种是非常可惜的决策，同时也没能在赛季初意识到自动击打旋转前哨站的重要性，英雄相应的视觉算法与瞄准镜研发迟迟没有展开，哨兵的自主导航也没有最终落实。又因为上上赛季出现了机器人减重过度导致部分零件过于脆弱，上赛季的机器人都以稳固性为主，质量与体积都偏大，降低了设想中的高机动性。

## 2.1.2 成功因素

### （一）强大自驱与热爱

设计研发人员的强大自驱和对战队的热爱是一切成功的基础因素，好在上赛季的每一位队员都是带着满怀热爱、一腔热血进入战队的，特别是英雄组的组员们。所有组员随叫随到，各项功能的基本上都按照规定时间节点完成，不会出现长期拖延的情况，且每次出现技术问题都会加班加点的进行修复。

### （二）严格的进度监管

以步兵组为例，上赛季步兵组的进度管理最为严格，步兵的各项功能都是严格按照规定时间节点完成的，也是所有兵种中进度最快的。这也源于设计研发人员的强大自驱和对战队的热爱，以及之前赛季步兵组留存的传承资料。步兵组在进度出现问题后也会尽快完成迭代优化，例如赛季初采用的独立悬挂系统在上坡时的性能不佳，组员加装拉簧作为非独立悬挂，在限定的一周内完成了几十种不同长度、材料的拉簧的测试，最终得到比赛季初更好的性能。切换双枪管也在限定的五天内便完成了结构加固与实装。

### （三）坚持不懈的投入

这一因素在上赛季的工程组得到了很棒的阐释，因为上上赛季工程组删库跑路没有传承资料，工程组的起点比任何一个兵种都要落后，但是工程组毫不气馁，坚持不懈进行基础研发，而且离比赛越近，工程组投入的时间就越多，在比赛前一周，工程组每天都坚持兑换 50 个二级银矿，付出了大量的时间精力。工

程组的成员都是成都本地人，在寒假假期期间全组都继续研发调试。当然，其他各组也在上赛季中付出了大量的精力，在赛季中经常相互监督，相互追赶进度。

#### （四）创新、迭代、优化

不仅是上述步兵组有着快速迭代的工作方式，上赛季的英雄组和哨兵组也提出了很多创新的想法和解决方案，并迅速开始测试与迭代优化。例如上赛季英雄创新的三摩擦轮发射机构一经提出迅速获得批准，并在两周内完成了初代机构的设计、制造、装配与测试，随后经历两次较大的迭代以及若干次细节调整，最终获得了较好的表现。哨兵组各项新功能基本上每次从提出到实现的速度都很快。例如规则公布后，哨兵组很快的设计出了全新的中心供弹版的全向轮底盘和下侧供弹的云台，在联盟赛后，又用两周时间设计组装出了上下双供弹系统，再次加强哨兵的作战能力。

#### （五）合理的分工与合作

步兵、英雄、工程在上赛季的人员分工整体都非常合理，每个模块都有专人负责，这使得每个模块的进度都能透明公开，也非常便于追责。另一方面，组内合作让所有兵种组的组员拧成一股绳，团队凝聚力让大家的工作可以更加顺利的进行。而组间合作则让整个战队团结起来，例如哨兵组的人数相对于需要实现的功能还是较少，所以每次遇到困难时，其他兵种都会鼎力相助，包括机械结构的设计与检修、电控视觉代码的调试等。

### 2.1.3 失败因素

#### （一）赛季规划不明确

赛季规划不明确首先是对规则的理解不够到位，一些针对规则的设计根本没有考虑过，例如联盟赛哨兵可以回到补给点回血、空中支援可以免费呼叫、不允许直接查看雷达拍摄到的图像、雷达标记高亮等，也没有关注到上赛季前哨站的重要性，直接导致上赛季将重点放在了步兵上，而忽视了英雄、哨兵、工程等兵种一样重要的战术地位，甚至放弃了空中机器人和雷达系统的研发。

没有考虑清楚各项功能的取舍，例如英雄又想要自动瞄准击打敌方的步兵、英雄因而调试了很久的自动瞄准与近距离弹道，又想要有连续吊射功能，想装填足够多的弹丸所以没有考虑机动性和轻量化。机动枪管计划安装在步兵上，空中机器人此时只能起到侦察作用，因此被不断弱化最后舍去。

上赛季的规划整体较为保守，很多突破性、创新性的功能没有实现，甚至根本没有提出需求，例如飞镖组被要求不要大改，目标校准功能没能实现，导致场上没有很好的表现，大量调试工作付之东流。也有些需求发现时为时已晚，例如英雄的瞄准镜到最后两周才提出，恰逢战队换届事务繁忙，无法进行研发。

从上赛季可以看出一个明确的赛季规划对于该赛季的重要性，因此在本赛季我们将根据规则制定非常明确的赛季规划，这也正是这篇文档产生的根本原因。

## （二）人手与资源不足

上赛季硬件组人手紧缺，只有一名队员完整参与到整个赛季的硬件研发之中，在承担大量硬件焊接、修复、布线的情况下没有足够的时间兼顾超电，导致超级电容以及功率控制板没有得到很好的实现，只能靠开源项目勉强上场，极大的限制了机器人的机动性。

除了硬件组，视觉组也存在人手不足、技术积累不足，在前半赛季几乎没有任何进度，在后半赛季只做出了稳定的步兵自瞄与反陀螺。另外分工也有误，例如英雄浪费了很多精力在普通自瞄上，而没有针对定点击打旋转前哨站做出相应优化。哨兵的自主导航作为上赛季的重点，受限于资源也没能研发成功。

飞镖和空中机器人组的电控成员中途离队，飞镖组交给了工程组电控兼职管理，研发进度也受到了阻碍，而空中机器人组则因为队内缺少有大型飞行器飞行经验的队员，以及对运输成本的担忧几乎解散。

很多研发方向也因为人力、资金等各类资源缺乏而被搁置，例如舵轮底盘、工程的视觉兑矿、雷达等。

除了研发方面的人手不足，上赛季管理层人手也是十分缺乏的，对于对研发进度的监管、成本控制、招新计划等工作上都有些力不从心。

## （三）场地与场地道具

由于上赛季留任管理层大多不是操作手，对场地不够熟悉，也没考虑到场地道具的重要程度，很多功能没能在上场前得到充分的测试，例如飞坡功能可以在实验室中实现，且空中姿态正常，但是由于实验室地面摩擦系数与赛场地面摩擦系数有差异，无法在场上复现。

击打能量机关功能未实现是因为自制的新版能量机关迟迟没有制作出实物，视觉组无法调试。自动击打旋转前哨站也因为自制的前哨站实物不够便携，带不到调试场地，阻碍了调试进度。

本赛季的场地做出了较大的改动，更要重视场地与场地道具的还原。

### 2.1.4 经验总结

总体而言，上赛季凭借队员强大的自驱力以及对机器人的热爱、严格的进度监管决策以及投入的大量精力，在战队断代的废墟上重新建立的秩序，这些精神值得随着上赛季的技术积累一同传承下去。同时为了防止再次出现断代的问题，需要有一套完整稳定的项目管理系统与传承资料管理系统。

但是由于赛季规划不明确、人手与资源不足以及场地与场地道具的重视程度不够，使得最后的战果不尽人意。为此本赛季首先应该重视赛季初的规划与决策，不可以放弃任何一个兵种，也不能过于保守，需要有一些新的想法和技术方向的尝试，人手方面则需要在招新、培训中优化，让更多人补充到战队缺少的位置上，最后场地与场地道具必须得到重视，这样才能在比赛前充分适应场地，充分进行场地道具相关的测试，避免再次出现上场了才发现有些功能无法实现的情况。

### 2.1.5 解决方案

我们通过经验总结，拟定了以下几个解决方案，在成功经验上继续提升，在失败经验上进行修正。

## （一）飞书项目管理

本赛季准备利用飞书多维表格功能，搭建一套项目管理系统，用于全队研发进度的管理，包括任务分发、进度汇报，也兼有人员分工与人员信息登记功能。

队员作为使用者，需要在每周组会之前扫描实验室内张贴的二维码填写周报，简述上周进度以及下周计划；接下来进入在线表格查看其他组员的汇报，为组会做准备，以缩短组会流程，提高效率。管理层（主要是个技术组组长）在分发任务之余，需要提醒队员及时填写周报，认真审阅周报并安排组会流程，同时也要留意其他技术组的周报，及时进行组间沟通。

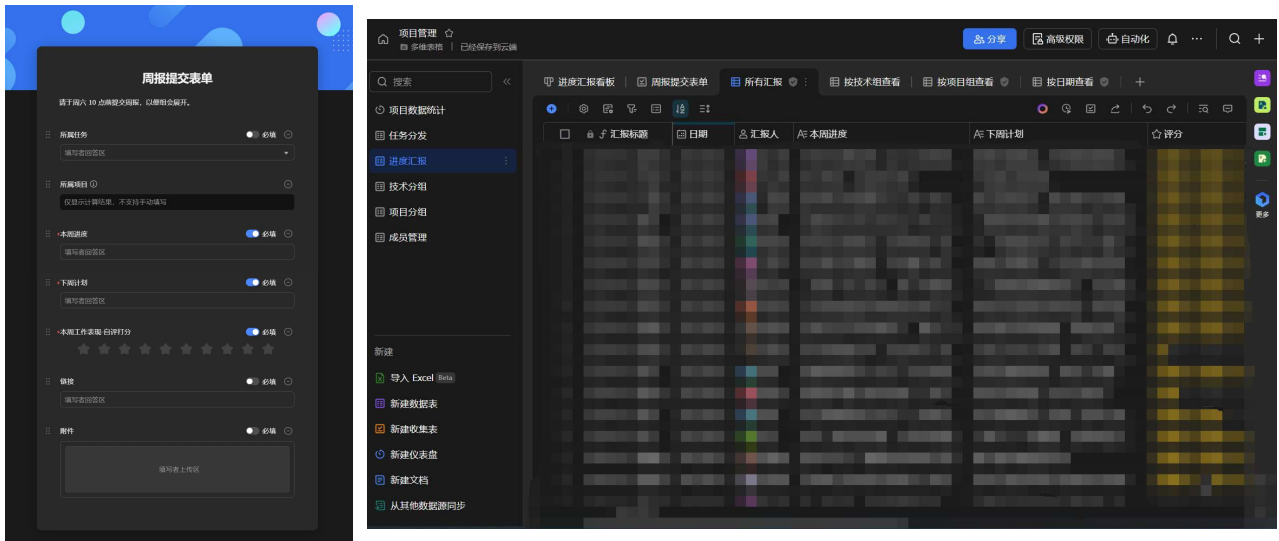


图 2-1 飞书项目管理表单与在线表格界面

为了方便该系统的运行，我们搭建了配套的自动化流程，可以实现：

- （1）进度汇报提醒，自动提醒队员填写周报；
- （2）任务到期提醒，在任务到达截止日期时发送提示；
- （3）任务分发提醒，在任务分发时告知队员，并自动添加至队员的飞书任务中；
- （4）按技术组/项目组汇报，将周报内容发送至对应负责人，并转发到管理组群聊中；

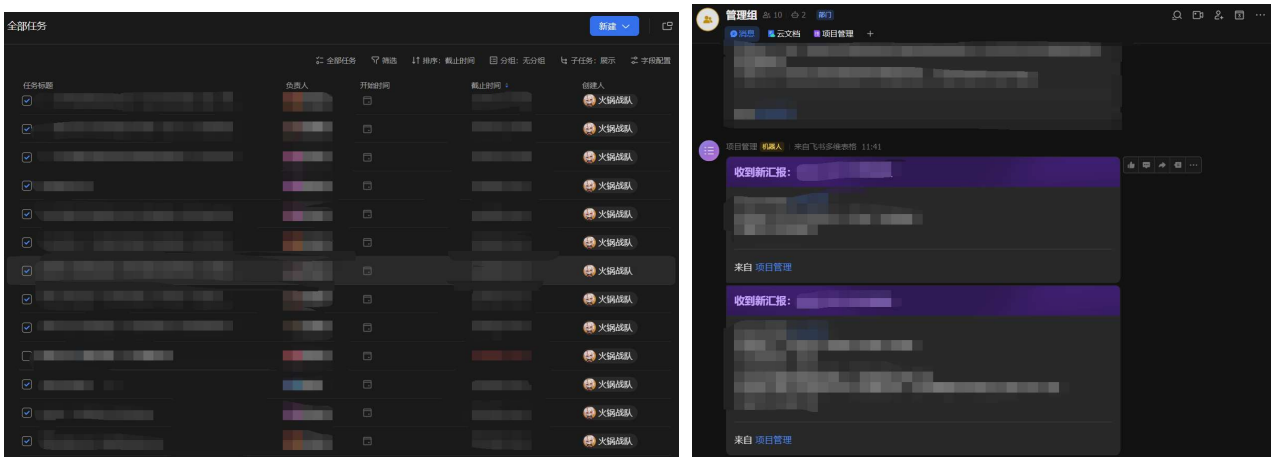


图 2-2 飞书任务下发流程以及自动汇报流程



## （二）技术传承平台

为了预防再次出现技术性断代的问题，本赛季使用追光几何作为机械图纸的备份平台，本赛季所有图纸保证三端备份，即队员保留一份、追光几何云储存一份、战队传承硬盘留档一份，提前预防删库跑路的情况再次出现。同时追光几何提供的在线查看功能可以方便进行图纸的审阅与检查工作。

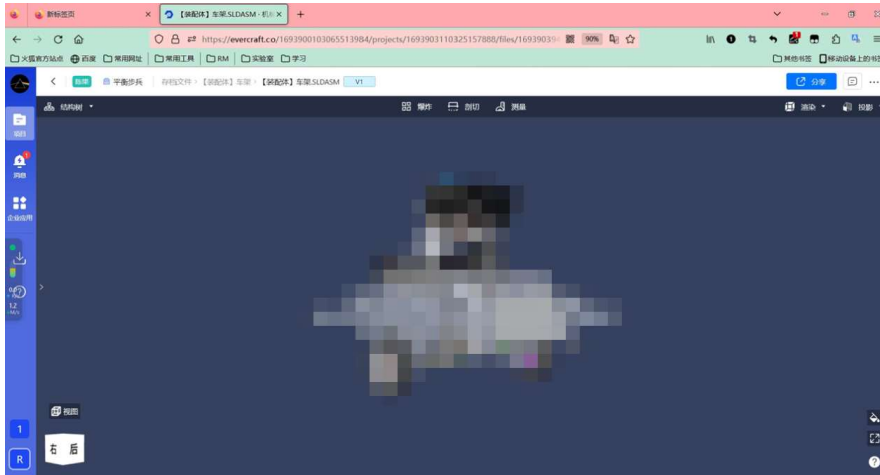


图 2-3 追光几何界面

电控与视觉的代码继续使用 CODING 作为代码托管平台，但是本赛季将规范化分支命名（Gitflow）与日志命名（Angular 规范），从而避免上赛季出现的日志命名混乱导致找不到正确的回滚版本这一类问题，此外我们将会部署持续集成（CI），配合 Docker 使用云构建避免环境配置问题导致的错误。

战队规则、各种软件的使用教程、各种加工设备的使用教程、各种调试工具的使用教程等则会移至飞书知识库功能之中，可供所有队员快速查看。

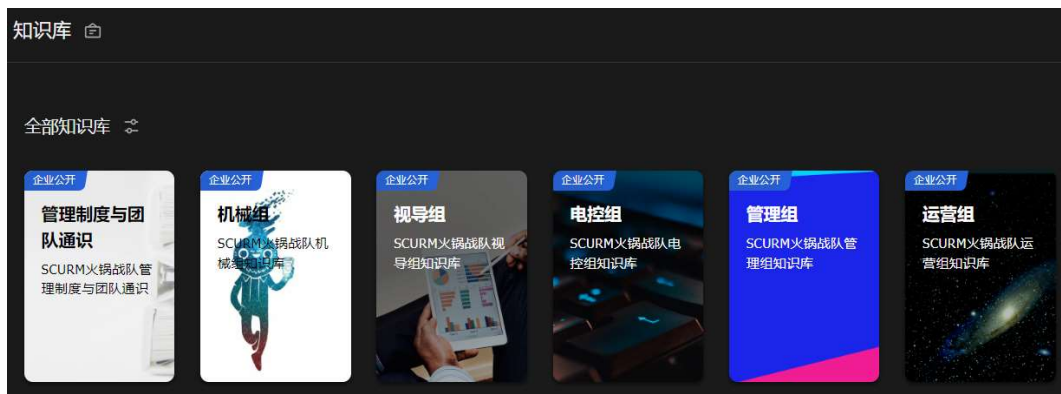


图 2-4 飞书知识库界面

## （三）小项目计划

为了防止复刻上赛季由于规划不明确导致前期大段时间被浪费，同时很多新的功能与设想提出的太晚导致无法实现，本赛季提出小项目计划。

小项目是由一些实验性、抽象化的技术点衍生出的小型项目，可能是小机构、新硬件、小工具、甚至新方案。该计划将平行于技术/项目组，直接由项目管理推进。目的是度过机械队员 9-11 月的空窗期，根本目的还是取得一些技术突破。前期由管理组分发，后期由队员自主立项。

## （四）冬招计划

为了防止因为人手不足影响战队研发进度，本赛季将引入冬招计划，在原本的夏季招新的基础上增加一次扩招机会，战队将根据战队目前的技术漏洞进行针对性招新，该次招新考核将会十分贴合战队的实际工作，因此难度较夏季招新有所增加，考核后将在寒假假期内将组织对新成员的培训，使其在返校后能够迅速适应战队的强度与节奏。

另一方面冬招计划也是为了鞭策已经入队的队员，防止出现入队摆烂又不可替代，影响战队进度与氛围，冬招计划有望让战队的警告与剔除机制更有威慑力。

## （五）场地规划

为了更好的适应场地，我们向学院长期借用一间大型教室，并将其改造成场地区，参考比赛场地的构造并尽量还原场地元素，例如环形高地、盲道、桥洞、坡道等。目前我们已经完成了建模、采购、施工工作，还需要一些完善工作即可交付使用，如下图所示。



图 2-5 场地实物图

除了场地，我们的能量机关、前哨站、新资源岛等场地图具也在制作和完善过程中。除了实物，为了方便视觉组验证算法，同步开发了 Unity 仿真器，目前也已经投入使用。

## 2.2 新赛季规则解读

### 2.2.1 步兵和哨兵机器人

于步兵而言，本赛季的改动可以分为三大方向，更加平稳的性能体系、更加多样的进攻路线和更加快速的战斗支援。

性能体系上，相较于 RM2023 赛季超级对抗赛，2024 赛季选择了分 10 级更加平滑的经验体系，性能上将弹速优先取消，无论任何模式都拥有最高弹速，这极大增强了自瞄强校的前期进攻能力也利好弱队开发更有效、精准的自瞄程序。不同性能体系的同等级差异极小，不同性能体系的对抗能力近乎持平，而每一级别所需要的经验几乎都在 550 点左右，同时经验的获取方式取消了自然增长，发射弹丸而无法命中的

经验获得极低，这就意味着**前期必须展开有效的进攻**才能够在后期有足够的等级和性能压制从而更好的获胜，对操作手和低等级机器人操作提出了一定的要求，低等级属性下，如果有大符增益或者地形增益等，兵种对抗也会取得极其正面的效果，这也对**机器人的高机动性和队伍的击打能量机关提出了一定要求**。同时新增加了半自动控制模式，将原来的 fps 对抗模式转变为 rts 方式控制，额外获得 100%经验，操作手可以给**半自动控制下的步兵**通过小地图发送相应指令，这其实就是 2023 赛季的哨兵模式，但取消了巡逻区和前期无敌的属性，但获得了经验翻倍的加成，这有利于**前期获得性能上的巨大领先从而产生压制力，因此有余力的强队可以尝试下放哨兵模式，强化训练操作手战术意识**；

进攻路线上，**新版地图**在环形高地处新增了一处桥洞，并降低了公路区的台阶高度，很明显是利好拥有强地形适应力的步兵，作为战场刺客，如果可以拥有这些能力，对于**击杀吊射英雄、团战围剿和最后偷家等情况都能够发挥巨大作用**。平衡步兵在构型上就占据了这些优势，但是每个战队只能上场一台平衡步兵，所以对**普通步兵**如麦轮步兵、全向轮步兵的构型提出了**更高的要求**，目前战队已开始**预研发麦轮气缸上台阶方案等**。同时团队注意到环形高地增益区面积缩小，正对于基地部分被消除，这对于今年的英雄机器人上环形高地击打基地的战术有一定克制作用，鼓励英雄机器人在吊射区吊射而不是敌方环形高地击打；

战斗支援上，本赛季**削减补给站数量以及补给站的实体弹丸数量上限至 400 颗**，开放远程补弹数量至无上限，经队伍粗略统计而言，国赛一辆步兵一局所使用弹丸数量平均在 300 颗左右，所以现有实体弹丸数量甚至不足以支撑起上一赛季的对抗，更不用提及规则修改下大幅度增加了对抗性的本赛季，所以本赛季对大容量弹舱也就是**下供弹与中供弹有一定技术要求**。同时开放的桥洞过路选项有效避免了上一赛季的前哨战大乱斗团战打法，但桥洞尺寸限制较严格，对小尺寸步兵提出了一定的要求。而小尺寸步兵必然会在性能上有一定损失，强通过性和小尺寸两个技术方向点存在一定程度的矛盾，是本赛季的一个主要创新点，最好是二者兼容，其次是取一个，利用步兵数量平摊战术要点。与此同时，与上赛季相比，能量机关激活得到的攻击增益在击打环数 35 环以上的范围内大幅增加，最高可达 500%的攻击增益，因此**能量机关击打的必要性进一步增加**，不仅要能激活还能打得准，对算法识别、电控和机械的稳定性提出了更高的要求。

总体而言，对步兵本赛季的大多数改动都体现在机械结构上如：高通过性、小机体尺寸和大容量弹舱等，其中两两中间存在一定的冲突矛盾，而如何解决这些冲突矛盾会是本赛季的一大主要难点，视觉算法上则是引入了新的半自动控制模式，将去年的哨兵模式下发给了步兵，对**稳定的控制程序与框架提出了高要求，而不是寄希望于灵机一动**。

## 2.2.2 英雄机器人

与 23 赛季相比，24 赛季规则的变动对英雄没有太大的影响，主要改动方面是：

- (1) 取消了 17mm 机动发射机构；
- (2) 经验体系和性能体系发生了部分更改，经验体系更加平缓；

其他方面：

- (1) 赛场地形发生改变, 新增了桥洞、降低了公路区障碍高度, 整体地图的通过性与战术选择性增加;
- (2) 半自动模式的引入; 半自动操作的机器人在获得经验时, 额外获得原经验 100%的经验;
- (3) 能量机关增益效果改动, 难点增益大幅度提高;

总体而言, 规则变动不大。但是赛场地形和部分机制的调整, 让我们对英雄的设计提出了两种方向。一是隧道的增加给英雄进攻提供了更多可能。因此英雄的第一种设计思路是要做小做轻, 设计方向向着灵活、机动性强的方向发展。增加的进攻路线、性能体系和体验体系的更改、能量机关增益效果的改动都预示着比赛对抗性的增强, 因为机器人不再能同通过自然增长获得经验, 必须通过其他方式, 如发弹、击毁对方机器人, 狙击前哨战、基地等方式才能获得经验, 这意味着今年对命中率有着更高要求, 只有通过发射弹丸和命中敌方建筑物才能快速获得经验, 等级提升。而且升级所需经验值大幅增加, 满级时的各状态性能均比去年时高, 这也更加强调等级提升的作用, 并且是一个正向反馈的过程, 伤害越高就等级越高, 等级越高就伤害越高, 对机器人前期的能力提出了更高要求, 所以英雄和步兵在赛场上都必须更加主动。而英雄本身的基础数值相对较高, 前期对抗占有一定的优势, 可以通过带领团队多次击杀敌方机器人的方式来快速升级。还可以在步兵的掩护下去击打前哨战。另外, 如果英雄的尺寸能够通过桥洞, 在后期相当于多了一条直达对方基地的路线, 再加上公路挡板的取消, 对于战术的设计上也提供了更多选择, 英雄在具备飞坡能力的前提下, 能够灵活地根据战场的形势选择是否跑路、偷家、吸引对方火力进行防守, 为步兵钻隧道突破创造空间等等。

二是将重点放在弹道的稳定性和精准度的提升上。首先隧道的尺寸相对英雄机器人来说较为狭窄, 如果我们想要更多的载弹量, 就得在尺寸方面做一些取舍, 而且缩小尺寸对于英雄机器人来说较为困难, 就算做出来了也可能带来一些性能和稳定性方面的损失。其次 24 赛季哨兵机器人的基础数值直接拉满, 在前期对于英雄来说是一个巨大的威胁; 地形变化尤其是飞坡落点区域平台高度的降低, 意味着敌方机器人可以更容易地干扰我们的英雄机器人击打前哨站。因此为应对这些规则上的变化, 我们将重心放在快速击毁敌方前哨战上, 如果具备进行远程吊射的能力, 英雄机器人就能够远离前线作战, 不仅具有一定的自保能力, 还能在较远的距离稳定对敌方建筑物造成伤害, 加上击打能量机关和升级带来的增益效果, 英雄能造成的伤害想必相当可观。再考虑到前哨战击打奖励和狙击伤害经验奖励, 如果英雄机器人能保证吊射的稳定性和准确度, 在前期升级、推塔等方面都将具备较大优势; 同时我们也需要针对击打前哨站进行算法开发, 提高击打速度和稳定性。前哨站转速统一调整为  $0.4\text{rad/s}$ , 我们需要专门设计算法应对这一固定转速, 以优化射击时机和提高准确度。雷达兵种的加强促使我们的战队更加重视雷达系统的开发, 催生出更多战术方案的设计, 例如, 为雷达辅助英雄吊射提供了更多可能性。

综上所述, 比较两种方案, 我们目前的设计思路还是偏向第二种, 考虑到缩小尺寸可能带来的性能损失和设计上的难度, 我们认为保证弹道的稳定和准确是英雄最重要最核心的技术, 将 24 赛季英雄机器人的技术突破点放在了弹道上。

## 2.2.1 工程机器人

对于工程机器人, 新的赛季又一次迎来了大改, 下根据第一版规则对有关工程机器人进行规则解读:

## （一）整体规则分析解读

从整体来看，2024 赛季的工程机器人再一次迎来大改动，从整体来看，经济体系和上一赛季的重要程度同样保持在较高水平，经济体系与全队攻防态势、战术选择等均有较大关系，对于经济体系，最佳的选择是“韩信点兵，多多益善”。从 RM 早期开始，工程机器人一直扮演着赛场多面手的角色，从经济获取，团队救援，视野获取，挡拆抗伤等方面均对团队的胜利默默保驾护航，扮演了辅助的角色，但是从 23 赛季开始，经济体系重要性的大幅度提升不仅仅意味着工程机器人需要开始玩“单机游戏”，对于团体的参与度也有相当的下降，后期其血量的减少更注定了这一点。但是对于工程机器人而言，经济的高额高效获取就是最有意义的参团，无论是弹丸的获取，“复活甲”的购买还是血量补给、弹丸补给与 24 赛季规则中的半自动控制的指令下达均需要金币，故对工程而言，多多采矿，快速稳定采矿无疑是最优的选择，工程操作手需要学会将战场交给成熟的地面和空中力量，自己并不能发挥作用，但是更多的钱钱就是最大的作用。

## （二）规则改动点分析

（1）自定义控制器在 23 赛季首次出现，在面对复杂的兑矿条件时，自定义控制器相较传统的键鼠操作无疑有着更大的优势，对稳准快的兑换，兑换时的随时间衰减的兑矿奖励更是强化了这一点，因此自定义控制器的出现和相关的规则改动强行拔高了各个参赛队伍的技术下限，自定义控制器在日后将成为各队标配，不进行相关技术研发的后果可能意味着被迫打低保局，或者被对方造成数倍的经济碾压最终难以获胜；

（2）工程机器人的血量相较上个赛季末并未变化，均为 250，同时其经验值在前期较高，这两项意味着：在后期团战中工程不能参团，即使参团也是毫无目标意义的“炮灰”；工程在前期当肉盾也是不合理的战术安排，因为该时间段应快速建立经济优势以便形成优势局面（农 P 都知道对线期掉兵甚至是没有补兵对全局是多么大的危害，进而形成雪崩效应）。除此之外，工程还在比赛前一分钟在资源岛有着 75% 的防御增益，而在兑换站则是无敌的存在，这两项奠定了我们对新赛季工程机器人的初步想法：快速完成大资源岛金矿石的采集并快速建立经济优势，在此之后利用银矿石和高难度兑矿跟进满足队伍进一步经济需要，若上述两项工程得以顺利完成，则可以在自家半场协防涵洞或登上高地进行视觉侦察；

（3）障碍块取消，意味着仅存的有官方背景的挡拆作用取消，工程变成了一种意义上的“单机游戏”；

（4）步兵可补实体弹数的大幅度减少不仅意味着对步兵组的技术造成了一定困难，也表明在某种意义上工程可能要重新拾起古早时期的实体弹获取功能，不过在新赛季和“可能取消兑换站”的未来将以全新面貌呈现出来；

（5）兑换难度的进一步升级（主要是五级矿的超难  $135^\circ$  yaw 轴角度）和大资源岛取矿难度的进一步上升（包括末端的障碍快）和极小的转动空间，均给灵活取矿带来了更大的难度，，兑换时间的限制也使得自定义控制器的重要性带来了进一步的放大；

## （三）技术方向引导点剖析

（1）机械臂导向性明显：兑换难度的加大、空接的取消和取矿难度的加大均导向了工程的未来趋势是

机械臂，传统的龙门架构型在本赛季规则中不一定能比全臂结构做得更好，但是从实用性和经济性考虑，本赛季和上赛季一样，龙门架+中小机械臂仍会成为主流，做到了向上拓展，向下兼容的原则；

(2) 自定义控制器、更强人机交互功能在本赛季新的规则下成为快速准确兑矿的不二之选，在不远的未来，以物流产业机器人为导向的工程机器人将加入更面向对象的控制方法和驱动实现；

(3) 鼓励不同构型的工程机器人的出现：该项表明了在一定程度上传统技术和构型将引领新的技术风尚，多个赛季之前出现的吸盘方案、空接方案、涵道风扇方案等技术革新多多少少在之后的赛场上大放异彩，在机器人功能上实现了质的飞跃。

## 2.2.2 空中机器人

2024 赛季对于无人机的规则改动较少，对冷却时间和支援时间进行了微调，分别从 175s 减到 170s 和从 30s 加到 35s。但规则透露出来最引人注目的是一条关于有可能开放更多种类电池的说明。传统的 tb47/48 电池因为放电功率和容量的限制，虽然能满足无人机起飞和发射需求，但是对于无人机续航和稳定来说，效果不尽人意。但是因为时间原因，我们战队不可能一直等新电池发布，目前还是以原有电池进行无人机的设计和制作。（补充：12 月 1 日，官方通告 24 赛季空中机器人不开放第三方电池的使用许可）

根据规则，在不使用金币时，空中机器人能够拥有两次稳定增援的机会。空中机器人的机制使战场更加瞬息万变。通过分析规则和 2023 赛季的比赛视频，空中机器人在整局比赛的定位能够分为两点。第一点是推进团队节奏的作用。根据空中机器人在战场上的飞行范围可知，敌方的前哨站和能量机关增益点属于空中机器人的威胁范围内。由此，空中支援不仅能够给正身处能量机关增益点的地面机器人施予火力压力，也能在团队推进过程中负责前哨站的摧毁。第二点是空中火力支援。在团队撤退时，空中机器人能够给正在追击的敌方地面机器人带来火力威胁，缓解本方机器人的战斗压力；而在团队大举进攻团战一波的时候，空中机器人的瞄准目标将锁定对方后方支援力量，利用空中机器人的无热量限制优势，实现瓦解对方战斗力的作用，与本方地面机器人配合一举拿下对方基地。因此如何选择空中支援的时机尤为重要。

下图为与空中支援相关的重要时间节点重要事件：

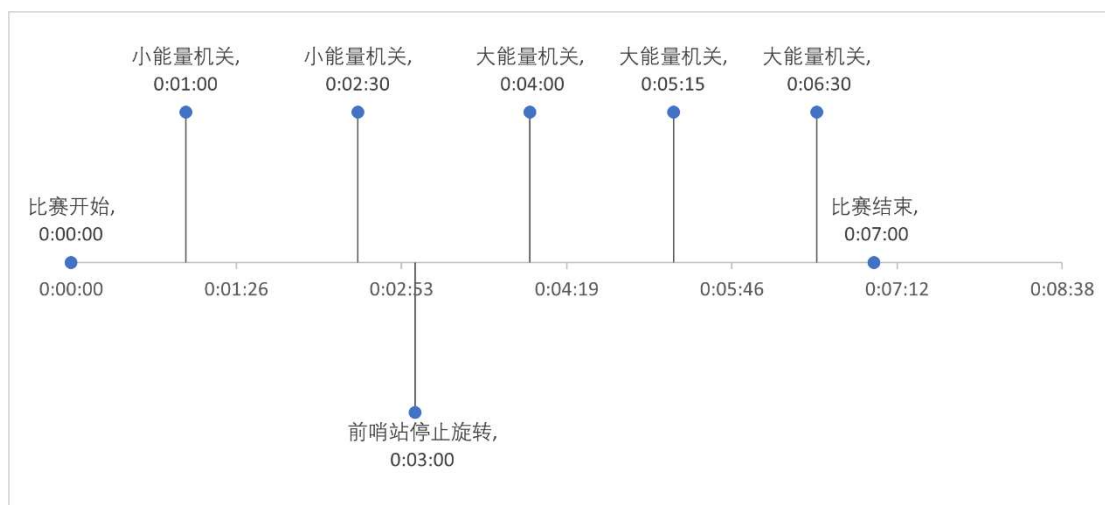


图 2-6 空中支援有关时间节点

在不使用金币呼叫空中支援的情况下，我们将在比赛开始后 2 分 30 秒的时候（即比赛结束倒数 5 分 30 秒）获得第一次呼叫空中支援的机会。此时前哨站停止了旋转，如果己方还没有完成前哨站的摧毁，空中支援此时能够很好地完成推进战斗节奏，如果队友已经完成了前哨站的摧毁，则可以将空中支援留在大能量机关开启或己方存有劣势的时候；按照冷却结束就马上呼叫空中支援的情况下，在 6 分 15 秒的时候（即比赛结束倒数 45 秒）又将获取第二次空中支援，而此时距离最后一次大能量机关开启仅剩 15 秒，此时空中支援可以通过干扰敌方机器人获取大能量机关增益来帮助队友完成最后的团战。由此可以看出，空中机器人的战场作用是至关重要的。

### 2.2.3 飞镖系统

飞镖系统可发射飞镖对前哨站和基地造成客观的伤害,是打开双方基地血量差距的重要手段,但由于飞镖发射的次数和单次发射窗口内的时间限制,飞镖需要有高命中率和较快的装填时间来在单次窗口时间内完成发射。

相比上个赛季,飞镖规则上主要增加了可选的随机基地靶选项,命中后会有对对方全体 25%的 AOE 伤害和致盲时间。放宽了飞镖重量和翼展的限制。本赛季规则变动旨在鼓励制导飞镖的研究。

### 2.2.4 雷达系统

己方雷达位于与无人机停机坪相邻的赛场外边缘高台上，承担检测出地方单位的任务。将检测出的地方单位的位置发送到裁判系统服务器，该位置依照敌方单位真实位置的 0.8m、1.6m 的直线距离划分为“准确”“半准确”“错误”三级标注准确度等级。

依照标注等级，将会获得对地方单位的不同标记进度。标记进度的范围是 0~120，对于连续“准确”的标注，将会使得标注进度呈现 1、2、3、4……的快速增长；“半准确”标注将会打断这一快速增长，下次连续“准确”的标注进度增量将会重新从 1 开始增加，而持续的“半准确”标注则会产生缓慢的标注进度增长，数值为 0.5；如果是连续的“错误”标记，将会使标注进度快速减少，每次减少量呈现 0.8、1.6、2.4……的减少趋势，“准确”和“半准确”标注都可以打断这一快速下降。

因此，标注进度最快增长需要的时间比标注进度最快掉落需要的时间更短。

当标记进度达到 100，将会在地图上标注出 UWB 定位模块确定的准确位置；如果进度没有达到 100，但是己方雷达对该地方单位有判断，则会将己方的标注显示在小地图上，但没有特殊标识。最低的标注间隔是 0.5s，一旦超过改间隔，则视为一次“错误”的标注。

在本赛季规则中，雷达增加了使敌方获得 15%易伤的辅助功能，当总的易伤时长（多个机器人不可累加）达到一分钟，还将会获得已标注机器人全体获得 30%易伤的主动技能。该技能每局比赛最多获得两次。

#### 规则改动点的分析：

本赛季相比于上个赛季的雷达，出现了两处改动，第一是标注进度的计算方法，第二是增加了附着标记敌方单位易伤的辅助功能。

首先关于计算方法的改变，引入了”半准确“这一标注准确度等级，将有效标注的直线距离扩大到原来的两倍，实际上将有效标注点的面积扩大到原来的四倍，降低了雷达兵种的门槛与风险，此举意在促进各战队发展雷达兵种。同时，雷达的标注难度有所下降，也相应地加快了”错误“标注导致标注进度下降的速度，单次标注”错误“的数值从 0.7 调整到 0.8。但总体而言，本赛季关于雷达标注进度计算方法的改变有效减少了发展雷达兵种的后顾之忧。同时在实际比赛中，雷达相对更容易标注成功也增强了操作手对场地信息的掌握，有利于比赛的顺利进行。

其次是关于雷达附加”易伤“的规则变化。这一规则使得雷达成为了具备群体抑制的兵种。15%与 30%的易伤百分比在通常所见的电子竞技中已经不低，再加上是作用于群体的效果，已经使得雷达具有了“造成”伤害的能力，由此可以进一步强调团队发展雷达兵种的必要性。退一步来说，在标记敌方单位成功的基础上还能附加易伤，对于操作手们的比赛状态也有较大的溢出。

在雷达本身的规则之外，本赛季推出的半自动控制其实对雷达提出了很高的隐性要求。在过去的全自动哨兵的方式中，使用激光雷达进行 SLAM 建图控制是常见的方式。如果将全部的步兵都按照哨兵的配置来要求，无疑对于团队造成了很大的经济负担。但是半自动控制控制步兵的方式很重要的一点是可以进行频繁的人为干预，那么哨兵的全自动索敌难道还是必须的吗？如果操作手能够通过小地图观测到地方车辆所在的方位，那么就可以通过自定义的通信协议向步兵发送目标位姿，再配合上自瞄，那么半自动控制是否就已经在当前成本下可行了呢？这里的关键技术就在于雷达，如果雷达足够可靠、识别效果足够好，那么就可以使用半自动控制的方式使步兵获得近乎翻倍的增益；反之，若是按照哨兵的配置来，激光雷达和多摄像头依然只能发现并打击附近的单位，对若雷达效果不好则全局信息的掌握严重不足，在这方面来说对于比赛的负面影响是极大的。因此半自动控制这一增益效果极强的控制方式实际依赖雷达的识别效果。

可以预见的是，在上个赛季雷达在赛场上发挥的作用受到人的关注、一些强队对雷达进行方案的开源、官方修改雷达兵种规则的共同作用下，本赛季的战队雷达兵种持有率会大幅提升。如何将传感器的信息与运算设备的效用最大化成为雷达兵种的关键问题。

## 2.3 研发项目规划

### 2.3.1 步兵机器人

#### 2.3.1.1 需求分析与设计思路

对于新赛季，我们认为与步兵机器人相关的主要规则改动如下：

- (1) 在路线上，新赛季地图在环形高地处新增了宽为 550mm，高为 450mm 的隧道
- (2) 在经验体系上，删除了自然增长经验，最高等级提升至十级
- (3) 新增半自动控制方式，机器人获得的任意来源经验均提升 100%
- (4) 补给站弹丸数量锐减至 400 发

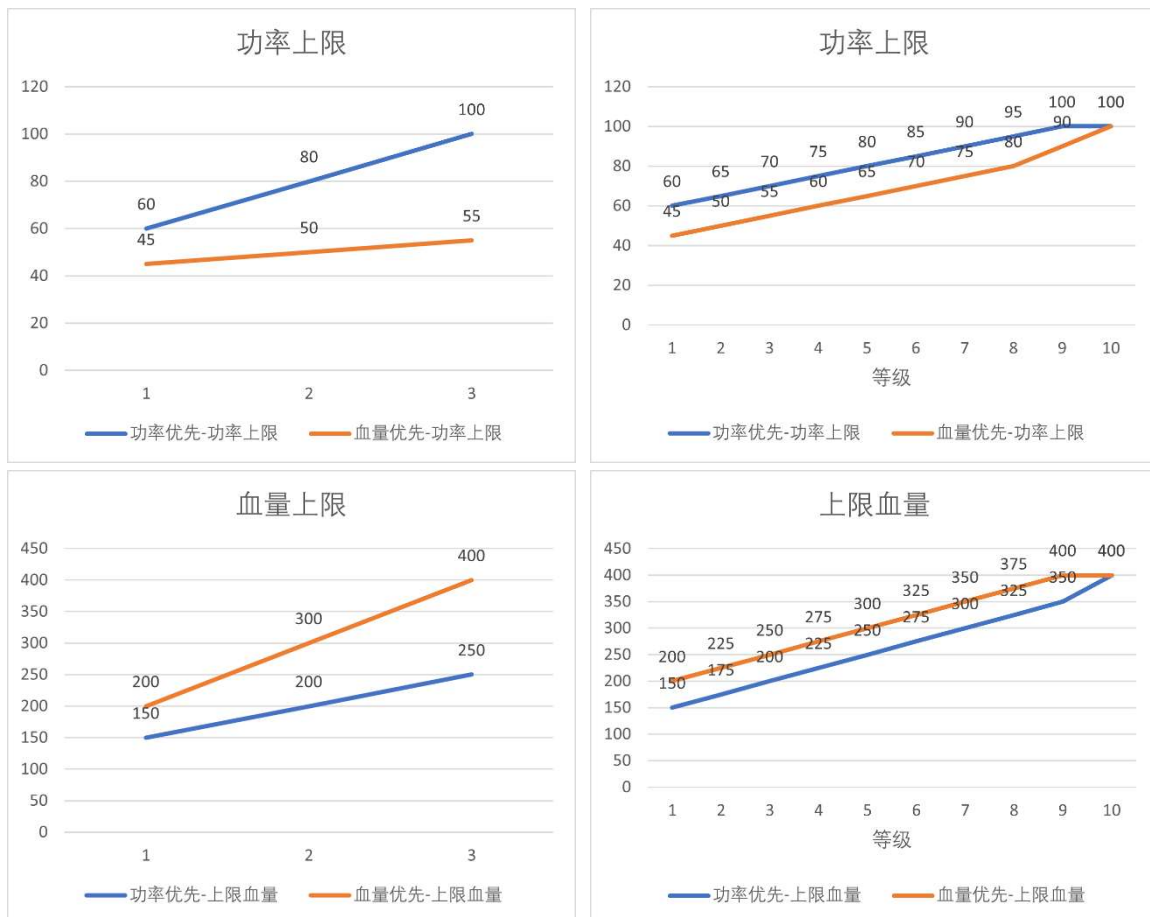


(5) 射速不再受限，以 30m/s 作为上限

24 新赛季，经验体系发生较大改变，取消自然经验增长，升级难度增加，经验增加除了飞坡增益外，绝大部分来源于击打机器人以及造成伤害等，即以极大程度取决于命中率，同时补给站可供弹丸减至 400 发，战斗性能需求激增，意味着无论是对机械结构还是控制都提出了更高的要求。

这些与步兵息息相关的规则改变带来了对于步兵机动性的新挑战，为了实现通过环高下方隧道，与应对减少实体补弹的规则变化，要求机械结构在缩小车身体积的同时增加预装弹量。今年需要在维持底盘功能不减少的同时，减少底盘主控与各种元件的体积，来配合机械尺寸的缩小程度。在今年需要通过频繁交战获得经验的规则变动下，要求步兵必须具有更高的迎战与机动能力，这样才能在频繁的近距离交火中获得更好的表现能力，在平滑等级性能变化带来的加持下，需要优化更好的底盘功率控制算法与控制精度，在维持高机动性的同时限制住底盘的功率消耗。

对比 2023 赛季与 2024 赛季的性能体系：



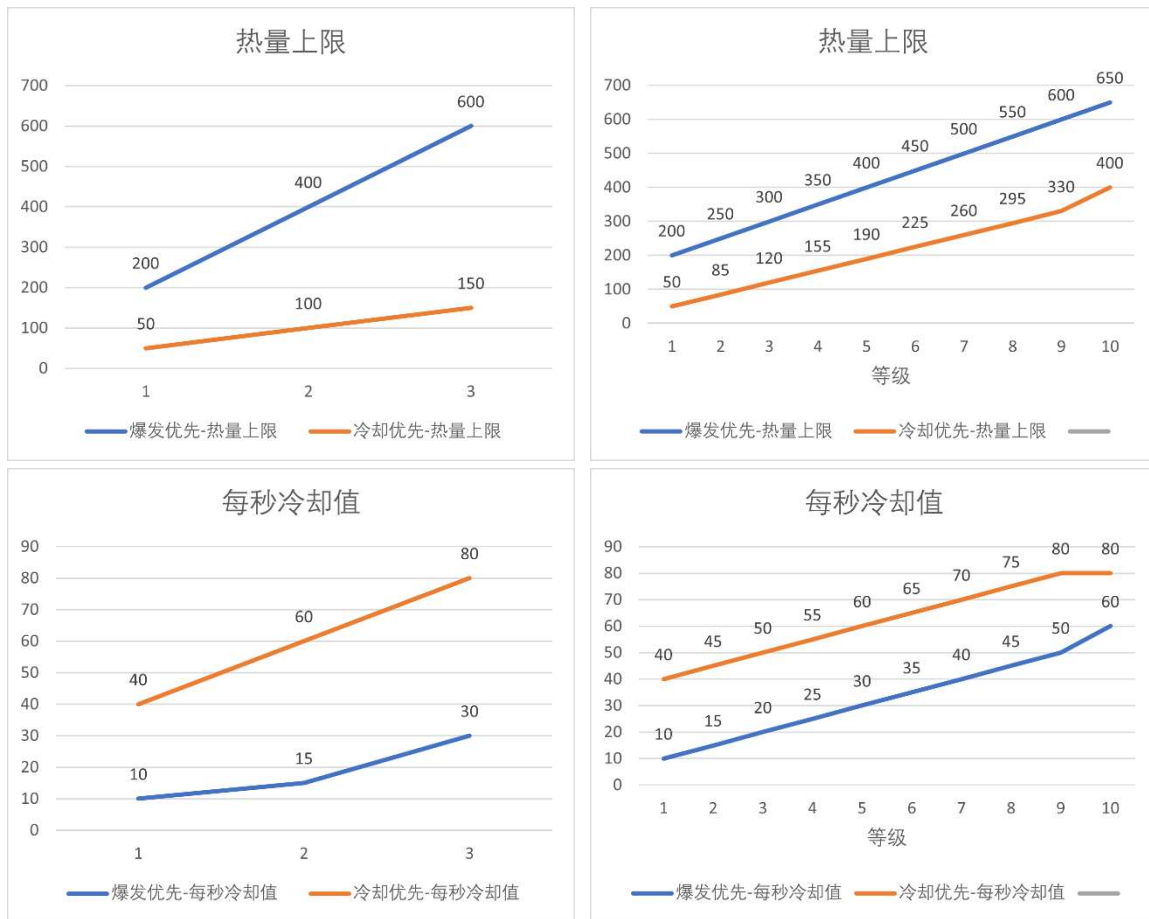


图 2-7 步兵性能体系图

以上图分别为底盘和发射机构的性能模式选择。由图可以得知，2024 赛季的底盘性能体系均会在机器人满级的时候达到相同的性能峰值。因此想要己方步兵相比敌方步兵具有一定优势，就需要己方步兵有足够高的等级。同时，对比 2023 赛季的发射机构性能模式，2024 赛季的发射机构减去射速优先（射速均变成了 30m/s），在每秒冷却值和热量上限两个性能上做了很大的改变。在直接计算一秒钟内可发射弹丸数量的极端假设下，爆发优先和冷却优先的性能如下图：

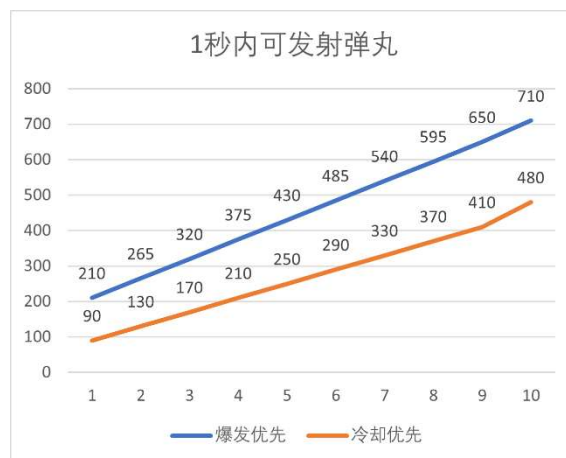


图 2-8 两类模式每秒发射弹丸数量图

通过结合经济体系和一秒内的可发射弹丸的趋势图，选择爆发优先性能模式的步兵机器人不论是在前期还是后期，均具备明显的优势。前期，爆发优先的步兵机器人相比冷却优先更具备短时间获取经验值的

能力；而后期，因为爆发优先的步兵在前期已经制造了足够大的优势，足够的等级差能够让优势不断扩大，因此爆发优先可以算是版本答案。

因此 2024 赛季的步兵机器人需要拥有更加优秀的机动性能、主动攻击能力以及战斗性能。

相较于经验体系等规则改动，我们认为最主要的改动是对机械性能有了更高的要求，地图元素的改动——桥洞也给步兵机器人带来了更多展现机动性能的舞台。不论战术是围捕，还是撤退，或是整体推进，灵动的步兵机器人能更好地为比赛创造优势。

全向轮底盘天生具有速度快，小陀螺速度快的优势，隧道的开辟，为步兵机器人在赛中的表现提供了更多的可能性与机动性，但与之而来的是对通过性有了更高的要求，但由于全向轮本身自身的轮系朝向使得全向轮步兵本身尺寸较大，在上赛季中，我们战队的全向轮步兵尺寸已趋于极限。在新规则下，对全向轮步兵机器人的尺寸也提出了更高的要求，对于全向轮步兵机器人而言，小尺寸底盘百利无害，怎样兼得战斗性能与高通过性，是本赛季较大的挑战。

对于麦轮步兵机器人，由于其本身特性，尺寸可以限制在过桥洞的范围内，所以本赛季主要目标即实现稳定飞坡和上下台阶。因此机器人底盘需要优化设计。

步兵机器人功能需求表如下：

功能	需求分析	设计思路
尺寸性能	缩小机器人尺寸，可以快速通过隧道，在保证强度以及抗冲击性同时，最大程度轻量化设计	全步与麦步均采用‘井’字形底盘结构，提高底盘强度，全向轮轮系整体“内缩”，以镂空与缩小尺寸达到轻量化设计；云台弹仓放在侧面，在降低整车高度的同时扩大弹仓容量。
飞坡和上下台阶	自适应悬挂加上下坡导轮	麦步采用四轮自适应悬挂方案，通过测试调节飞坡和上下坡导轮。
精确射击	8 米弹道散步在一块小装甲内，实现 20Hz 以上射频	采用自抗扰算法 LADRC 控制 PITCH 轴，优化云台在射击状态下的抗干扰性能；使用“发射头”使摩擦轮和弹丸充分接触。
精准响应	减小云台跟踪过程中的跟踪误差和响应时间，实现更快更准的云台控制	通过 MATLAB 系统辨识功能，将云台模型放入 SIMULINK 中进行科学的调参，并利用 MATLAB 生成的 C 代码来实现。
功率控制	在变更功率上限的同时限制底盘四轮功率，同时稳定功控板算法。	优化功控算法，完善底盘代码，推进功率控制板方案的优化与研发。

快速响应	在保证功率限幅的同时，更新底盘控制效果，使控制更加丝滑。	使底盘响应快速，实现快速启动与快速制动，并在功控算法的限制下优化操作手感。
缩小主控体积	地图设计针对步兵机动性，要求体积缩小。	维持功能不变的同时缩小底盘主控，同时不影响通信、供电走线。
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 80%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。
反小陀螺	在敌方小陀螺模式下使用卡尔曼滤波实现预测和打击	通过整车建模的方式对敌方装甲板进行记录，随后进行装甲板预测

### 2.3.1.2 技术难点分析

**全向轮步兵机器人轮系：**由于轮系安放需求全步尺寸较大，底盘较低，且队内采用玻纤板，整个机器人重而大，飞坡等性能上优势极低，新赛季需要在保证性能的基础上对尺寸进行修改，同时适当抬高底盘。同时由于轮系朝向，自适应悬挂开发比较困难，在缩小尺寸后对自适应悬挂合理的布置也增加了难度。

**全向轮步兵自适应悬挂：**由于赛场地形复杂，当独立悬挂的机器人运行到四个轮子不同平面的位置时，由于独立悬挂就会出现协调变形，导致四个弹簧的内力不再一致，进而使得接触地面的力不一致，最后导致轮子悬空，为了进一步提高机器人运行时的平稳性以及轮系协调减震的能力，准备进一步开发自适应悬挂提升性能。

**麦轮机器人的自适应悬挂系统：**采用避震器连杆方案，问题不大，但是导轮机构需要经过测试调整角度；同时初版的上下台阶方案对于现已有结构会产生干涉冲突，需要在方案迭代过程中修改上下台阶机构，同时测试不同方案的性能优势，选择最优解。

**麦轮步兵主动悬挂：**主动悬架系统就的刚度和阻尼特性根据汽车的行驶条件（车辆的运动状态和路面状况等）进行动态自适应调节，使悬架系统始终处于最佳减振状态。但是主动悬架的缺点是结构和控制复杂，硬件要求高、耗能大、成本高，同时目前缺乏适用于小型竞技机器人的主动悬挂方案。

**云台：**需要在减小高度的同时尽可能增大弹仓容量，这要求对以往云台方案做进一步优化。中供弹的方案将会是更优的一种选择。

**云台控制：**云台的控制要求在于如何跟踪误差和响应速度。当收到跟踪目标信息的时候，云台需要第

一时间响应，如何提高响应速度和时间，需要从科学的角度进行分析。云台，通过系统辨识出的系统模型进行实际分析，并设计相应的控制器提高响应速度和减小跟踪误差。PID、LQR、MPC 等是目前主流的控制器，在此基础上需要进一步对控制器系统进行分析。

**底盘控制：**在增加了加速度斜坡函数的 PID 后，车体的操作方式会因为功率控制对加速度的限幅具有更强的滞后性，因此需要增加快速启动与快速刹车算法，相当于给予 PID 一个极大的斜坡单位增量，会存在功率控制限幅后仍具有滞后性或功控失效的结果。因此需要极致优化整个底盘的控制模型，使功率控制与急刹/快速启动之间互不冲突。

**底盘控制模型：**目前来看，由于底盘系统的低精密度要求，PID 是底盘控制的最佳方式，但在面临处理多传感器数据时会十分棘手。飞坡时融合的陀螺仪 yaw 轴数据并不能更好的修正冲刺时踩踏弹丸带来的更大扰动，是控制系统的稳定裕量不足或模型本身不具有对这样扰动的抗干扰能力，因此考虑将底盘的控制模型更换为 MPC，以此为基础的底盘控制算法将融合更多的姿态与传感器变量。

### 2.3.1.3 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	全向轮步兵	缩小尺寸，轻量化
	麦轮步兵	自适应悬挂 提升底盘性能 扩大弹仓容量
云台电控	射频优化	串级 PID 角度环控制，完成单发连发的切换
	射速优化	采用自抗扰 ADRC 进行控制，自制测速电路实现射速和热量控制
	云台控制优化	YAW 轴进行系统辨识，利用 MATLAB 中的 PID tuner 模块实现智能调参完成基础功能后，尝试 LADRC、滑模控制器、TD 微分跟踪器与 PID 结合等新算法思路；PITCH 轴采用变速积分 PID 的方案，在此基础上尝试 ADRC 实现更加优良的抗干扰效果
底盘电控	底盘主控	在不减少主控功能的同时缩减主控体积
	功率控制	优化功率控制算法，保证底盘机动性；推进优化功控板的开发与研究。

### 2.3.1.4 研发进度安排

表 1 步兵机器人研发进度表

项目	物资需求	人力评估	耗时评估
底盘	GM6020*1、3508*4、加工件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 1 人	6 周
云台	GM6020*1、3508*2、加工件、板材、3D 打印件、标准件、复写纸	机械 1 人 电控 1 人	6 周
自瞄	NUC、工业相机、完整机器人、不同焦距镜头	电控 1 人 视觉 2 人	整赛季
能量机关	完整场地、完整机器人、小弹丸若干	电控 1 人 视觉 2 人	整赛季

### 2.3.1.5 人力投入安排

技术组	姓名	主要工作
机械组	屈国浩	负责麦轮步兵机器人底盘结构整体设计、迭代和维护
	李金峡	负责全向轮步兵机器人底盘结构整体设计、迭代和维护
	潘立	负责步兵机器人云台机构整体设计、迭代和维护
电控组	洪锦忠	负责步兵机器人云台控制、调试
	孙铭池	负责步兵机器人底盘控制、调试
视觉组	陈盛烽	能量机关代码开发、调试
	龚俊吉	
	匡睥泽	自瞄代码开发、调试
	丁利	

## 2.3.2 平衡步兵机器人

### 2.3.2.1 需求分析及设计思路

与 2023 赛季相比，2024 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上场数量为最多 1 台；
- (2) 新增了桥洞、降低了公路区障碍高度，整体地图的通过性与战术选择性增加；
- (3) 削减了兑换站实体弹丸数量以及提升远程兑换弹丸数量至无限；
- (4) 经验体系更加平缓，性能体系删除平衡底盘以及平衡步兵额外获得 50%经验；
- (5) 大符难点增益大幅度提高；
- (6) 新增半自动控制方式；

上场数量的进一步限制以及性能体系的改动封锁了平衡步兵机器人的属性压制策略，平衡步兵构型再也不是做出来即可以收获相应增益，而是需要通过稳定的发挥才能获得相应的属性压制，对参赛队伍制作机器人的稳定性提出了更高的要求。场地的变化以及弹丸获取方式的改动使比赛的前期对抗性和节奏加快，平衡步兵的装甲板优势可以使其可以有更加强大的保命能力但在同等级下性能并没有领先，在控制程序与稳定性更加难的情况下，所以本赛季更倾向于使用平衡步兵远距离的站桩侦查和防守，**考虑使用平衡步兵激活能量机关，更加注重其静态自瞄能力以及激活大符能力。**

同时因为平衡步兵机构本身原因和技术特点，其在地面对抗方面处于弱势，受其他兵种冲撞更易倾倒等。同时地图的更改，对地形具有强适应能力的兵种会使队伍拥有更加丰富的战术选择，所以对平衡步兵要求其具备**高地形适应能力以及灵活转移能力**。相较于本战队 2023 赛季的小板凳构型双轮式平衡步兵，**本赛季我们将选择轮腿式双轮平衡机器人来满足战术需求。**

平衡步兵功能需求表如下：

功能	需求分析	设计思路
快速移动	简化结构，缩小机器人体积，可以快速通过桥洞，并将底盘重量控制在 12kg 以内。	优化并联腿结构，进行最大化镂空，尽量减少冗余用材，同时优化电子元件放置方式减小横向宽度。
变形能力	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。	利用 matlab 对腿部五连杆参数进行进一步优化，取最优值作为腿部五连杆的杆长参数。

精确射击	与前述步兵机器人章节所述相同
精准响应	
自动瞄准	
反小陀螺	

因此，相对于已开源的并联式轮腿双轮机器人则有如下设计思路：

改进对象	改进内容	期望效果	较之前优势
9025 轮系	优化轮系结构，使用打印件与板材拼接方式，尽可能降低整体质量	单轮系静态质量低于 1.4Kg	更轻的末端质量可以降低关节电机的力矩需求
五连杆杆长	优化五连杆不同杆杆长，使其更加便于操作手控制。	两端关节电机同向同值旋转角度 50° 以内时，末端轮系中心点运动轨迹近似一条直线	进一步简化电控调试难度
可变腿长	优化腿长变化过程，使机器人能以不同腿长应对变化的地形	可以流畅的切换腿长状态，并保持稳定的控制效果	具有更强的通过性
跳跃能力	得益于五连杆机构，轮腿平衡机器人可以进行跳跃，但跳跃可能使得系统更难控制，所以要在开发的同时优化控制器	可以在比赛的时候进行跳台阶，使其可以流畅的穿梭于地图	具有更强的机动性，可以灵活的在赛场上穿梭
更好的运行姿态	由于轮腿平衡机器人腿倾角可控，可以保持车身在机器人运行时保持水平	机器人运行时机身水平可以进一步提升云台稳定性，使其在遭遇对方机器人时能更快作出反应	云台稳定性和手感进一步增强



### 2.3.2.2 技术难点分析

由于平衡机器人本身是一个不稳定系统，所以对控制器的精度及鲁棒性有着很高的要求，而比赛场上存在的地形变化以及障碍物的变化无疑都是对控制器的挑战。所以在今后的调试中，首先要先保证机器人的基础运行能够顺利的进行，在后面的优化中，要注重提升控制器的抗干扰性和鲁棒性，在此基础上，还得进一步优化操作手的手感以及开发出跳跃台阶，下降机体高度通过桥洞等功能，使得平衡机器人能在赛场上活动自如，准确而快速地击杀对方机器人，取得比赛的胜利。

**控制器方面：**由于结构相较于传统机器人更加复杂，需要控制的状态量很多，所以需要基于状态空间方程设计一个控制器，可以通过 LQR 得到一个基于系统的状态反馈，最小化成本函数来实现系统的最优性能的控制。该控制器可以在考虑系统限制和性能需求的基础上，自动平衡系统的稳定性和响应速度，使得平衡机器人有着很好的控制效果。但是一个适用于实际机器人的控制器还需要在实物上验证并优化，使得控制器能更好地适用于实际机器人的控制。

**平衡机器人跳跃的实现：**由于机器人控制器使用力矩输出达到控制机器人的效果，所以当机器人离地时，由于支持力的消失，可能会影响到机器人系统的稳定性，所以机器人离地判断及控制在机器人离地之后腿部的姿态是实现机器人跳跃不可缺少的部分，这里我们计划采用电机的反馈力矩进行逆动力学解算出机器人收到地面的支持力，进而通过判断支持力的大小来决定机器人控制器的参数及对其姿态的控制，但具体检测效果如何，还有待测试。

**防止打滑，提升机器人的稳定性：**借鉴上个赛季板凳式平衡机器人的经验，当机器人发生打滑或者踩到弹丸时，机器人轮子电机的转速由于与地面的摩擦力减小，会使得轮子电机转速急速增大，导致控制器发散，机器人失控。借鉴于这一点，我们打算尝试多传感器融合在通过卡尔曼滤波得到机器人的速度，而不是仅用轮子电机转速来确定机器人的速度，这样应该可以有效地预防机器人因为踩到弹丸或者打滑而失去控制。但实际效果如何，还需要后期进行尝试和调整。

### 2.3.2.3 研发进度安排

项目	物资需求	人力评估	耗时评估
底盘	GM6020*1、8016*2、9025*2、加工件、板材、3D 打印件、标准件	机械 1 人 电控 1 人	4 周
云台	GM6020*1、3508*2、加工件、板材、3D 打印件、标准件、复写纸	机械 1 人 电控 1 人	6 周

平衡运动仿真	测试平台	电控 1 人	4 周
自瞄	NUC、工业相机、完整机器人、不同焦距镜头	电控 1 人 视觉 2 人	整赛季
能量机关	完整场地、完整机器人、小弹丸若干	电控 1 人 视觉 2 人	整赛季

### 2.3.2.4 人力投入安排

技术组	姓名	主要工作
机械组	陈果	负责平衡步兵机器人底盘结构整体设计、迭代和维护，统筹组内进度安排和其他事务。
电控组	石国宇	负责平衡步兵整车的控制及优化，在哈工程开源的控制模型上进一步优化，开发出可靠性与稳定性更强的平衡机器人。
视觉组	陈盛烽	能量机关代码开发、调试
	龚俊吉	
	匡皞泽	自瞄代码开发、调试
	丁利	

## 2.3.3 哨兵机器人

### 2.3.3.1 需求分析及设计思路

与 2023 赛季相比，2024 赛季主要有以下改动与哨兵机器人相关：

- (1) 增加环形高地,高地等为哨兵巡逻区，双方的这些区域都为哨兵的巡逻区。
- (2) 哨兵的发弹量由上个赛季 750 降低为 400。
- (3) 哨兵的初始血量将由上赛季的 1000 血变为 400 血，在前哨战击毁了后哨兵会增加 600 血量。
- (4) 哨兵可以通过向裁判系统服务器发送信息的方式自主兑换允许发弹量、远程兑换发弹量、远程兑换血量、确认复活、兑换立即复活。同时，云台手可以通过裁判系统选手端相关指令干预哨兵机器人的行

动。

(5) 哨兵经验价值进一步上升，由 75 提升到 500；

哨兵的发弹量降低，对于哨兵的射击精度要求提高了很多，对于哨兵的有效伤害量应该尽可能的提升，因此应该**尽可能的提高哨兵的射击精度**，对于控制算法上，采用 ADRC 子抗扰控制来提高摩擦轮的抗扰性，对射击的速度有保障，在 pitch 轴上，采用系统辨识的 PID 来提高 pitch 轴稳定性，在 YAW 轴上，加入前馈控制来提高 yaw 轴的动态响应。哨兵的初始血量将由上赛季的 1000 血变为 400 血使得哨兵更加容易被击败，因此哨兵的**防守策略应该完善**，在控制上将使用小陀螺加上不规则运动来尽可能的使得哨兵规避大部分伤害，在控制上对于速度的控制应该更加优化。增加环形高地,高地等为哨兵巡逻区，双方的这些区域都为哨兵的巡逻区，通过向裁判系统服务器发送信息的方式兑换，这将为哨兵的作战策略提供更多的思路，**哨兵巡逻范围的扩大与控制方式的拓展**都会对哨兵的战场定位产生**巨大的影响**。在前哨站未被击毁时，哨兵可以凭借其两个发射机构的巨大火力优势帮助其他机器人的进攻。同时由于本赛季小能量机关和大能量机关的经验加成都会增加，且大能量机关可以更具激活环数为己方提供巨额攻击力加成的特性，**哨兵可以通过自身稳定的自瞄在能量机关激活点**为团队提供持续的增益效果。在前哨站被击毁后，哨兵将退出无敌状态。在此时哨兵可以在**环形高地上对进攻的敌人进行躲避与火力压制**。可见，巡逻范围的扩大代表着哨兵有更多的可能性能去承担更多的队内职能，在**前期的进攻与中后期的防守**中都起到**至关重要的作用**。

因此对于哨兵的**决策树要尽可能的想的更多**，哨兵前期作为无敌的状态首先去击打前哨战，尽可能的快速击毁前哨战，为队伍争取更多的资源，再根据事实战场的消息，飞手决定哨兵进行进攻或者防守的策略。

因此有如下功能需求：

导航		
功能	需求	设计思路
导航至目标点	1. 全局规划器； 2. 局部规划器；	1. 使用基于可视图的导航方法进行全局路径规划，优化路径搜索方法，提高规划效率； 2. 使用基于样条插值的局部规划算法进行路径跟踪，获得平滑的速度输出；
在具有不同角度的坡面及高动态的复杂场景内进行导航	实时的地形分析和导航地图更新	1.对点云进行地形可通过性分析以及坡面分析；

		<p>2.优化导航地图构建方法,提高计算效率,保证导航地图的实时更新以实现全局的避障;</p> <p>3.提高局部规划器的前瞻性能,优化路经筛选策略,以满足局部避障需要;</p>
鲁棒的定位和建图	<p>1.在云台快速旋转和撞击的强震动情况下实现鲁棒定位;</p> <p>2.至少 200hz 左右的里程计信息发布速率;</p> <p>3.三维点云地图构建;</p>	<p>1.在 IMU 饱和的情况下进行状态估计;</p> <p>2.提高里程计频率和带宽;</p>
在已知地图的情况下确认机器人位置,以实现初始位置的确定以及里程计定位漂移补偿	<p>1.传感器点云和地图点云的快速配准</p> <p>2.至少 5hz 左右的重定位信息发布速率</p>	<p>1.避免特征提取和最近邻搜索;</p> <p>2.使用更优的配准误差函数;</p>
全自动运行	自主决策	1.基于行为树理论的机器人决策框架
云台手指令接收	行为树可以受到云台手指令的打断	2.为行为树配置不同节点之间的优先关系和阻塞关系
<b>机械</b>		
超大容量弹舱	至少 1000 发小弹丸	优化电子器件布置,提高底盘高度,优化下置中心供弹拨盘高度
全向轮底盘	可无阻碍上下 30° 坡道	优化旧悬挂机构,抬高底盘高度,避免大弹丸堵塞
单枪单云台方案	云台总质量 3Kg 以下	极致简化
<b>电控</b>		
精准响应	减小云台跟踪过程中的跟踪误差	通过 MATLAB 系统辨识功能,

	和响应时间，实现更快更准的云台控制	将云台模型放入 SIMULINK 中进行科学的调参，并利用 MATLAB 生成的 C 代码来实现。
精确射击	8 米弹道散分布在一块小装甲内，实现 20Hz 以上射频	采用自抗扰算法 LADRC 控制 PITCH 轴，优化云台在射击状态下的抗干扰性能；使用“发射头”使摩擦轮和弹丸充分接触；

### 2.3.3.2 技术难点分析

**自瞄精度方面：**由于哨兵弹丸数量有限，且哨兵前期具有巨大性能优势，如果可以实现 80% 以上命中率，将对敌方造成巨大伤害，为己方快速累积前期优势，造成等级差距从而后期碾压。目前队内自瞄框架静态击打率在 90% 动态下低于 60%，帧数过低，将从软硬件角度同步提高自瞄精度。

**定位建图方面：**在 RoboMaster 赛场上，比赛环境错综复杂，机器人常常在高速运动或对战状态下运行，因此震动非常剧烈。此外，本赛季我们将雷达倒挂在哨兵机器人的顶端，导致激光雷达及其内置 IMU 接收到的震动更加明显。这些因素使得原先使用的 Fast-LIO 算法非常容易出现跟踪丢失的情况。基于以上分析，如何处理高扰动的 IMU 数据和消除帧内运动畸变，成为了一个亟待解决的难题。

**重定位方面：**基于 3D 激光雷达的定位研究大多涉及里程计和 SLAM 方法，处理基于地图的定位的方法研究相对较少。但实际上，对于在已知环境中进行导航的场景，这种技术十分重要，它不仅能帮助确定机器人的初始位置，还可以补偿里程计的漂移。常见的方法有 ICP 及其变体，它们稳健且准确，却无法避免计算成本很高的问题，其次还有 NDT 类方法，虽然计算速度有所提升，但准确度下降不少。我们需要寻找一种比较高效（至少 10hz 左右）、准确且鲁棒的重定位算法。

**导航方面：**目前，Navigation2 方案广泛应用，首先其系统规模比较庞大，难以拆分出单个模块使用。其次，框架本身没有对三维点云的信息进行特殊处理，因此在应对复杂场景时，劣势较为明显。例如，在面对坡面时，远处的坡面高度会超过障碍物判定的阈值，因此会被识别为障碍物，导致机器人无法实现上坡。如何利用三维点云丰富的环境信息对地形进行分析是一个值得研究的问题。

**决策方面：**鉴于赛场战况、裁判系统信息等的复杂性，简单的 if-else 语句或状态机已不足以处理如此复杂的逻辑关系。而且，哨兵可能需要接收云台手的指令并且执行对应的动作，如何处理战况和行为的对应关系、各个行为之间的优先级和阻塞关系，也需要深入分析。

### 2.3.3.3 人力投入安排

技术组	姓名	主要工作
-----	----	------

机械	潘建宇	设计哨兵机器人的三维图纸并且完成实际加工与装配，并在后期的工作中协助其他组的调试。
电控组	黄诗晋	哨兵的电控，布线，调试等工作，协调视觉、机械、导航组的工作
视觉组	夏旗	导航、决策算法开发以及系统测试
	闫创业	复杂地形分析算法开发
	黄文俊	定位建图算法开发

## 2.3.4 英雄机器人

### 2.3.4.1 需求分析及设计思路

英雄机器人在赛场上承担着远距离打击固定目标和在步兵对抗进行火力支援的任务。规则中英雄狙击点增益区的设置体现了本赛事对英雄吊射功能的强调，飞坡机制使得位于狙击点的英雄必须要提防从侧翼进行突袭的步兵机器人，并且今年赛季桥洞地形的出现，使得敌方步兵机器人拥有更多威胁的路线与手段。

在应对这种局面时，与拥有性能增益的步兵在狭小区域内缠斗是不明智的选择，因此英雄机器人应该具有能够快速脱离步兵机器人威胁范围的高机动性、陀螺能力，保证不会卡弹的发弹稳定性以及精准的吊射能力。针对本赛季规则变化，英雄机器人的研发有两个重点：

首先是在保证底盘的强度的前提下对整体重量进行减重，提高底盘的综合性能，让英雄也具备飞坡的能力，其次是提高英雄的吊射精准度，本赛季中英雄机器人仍然将作为进攻前哨战的主要火力输出，因此如果要充分发挥英雄对建筑高伤害的特性，就要求远距离下英雄机器人能够精准击打前哨战或基地。以下是针对这两大研发重点进行的详细需求分析：

功能	需求分析	设计思路
轻量高机动性、陀螺能力	在保证结构刚度的情况下，尽量减轻英雄机器人的重量以及缩小机器人的体积，提高其机动性	保留原有下供弹，同时将后供弹改为中心供弹，减小转动惯量，同时优化弹链设计，易卡弹处增加轴承润滑，做到不卡弹；换用碳板夹方铝方案搭建底盘框架，对板材进行镂空处理，减轻重量同时充分利用空间

高通过性	能够适应各种地形，稳定下公路台阶，能够进行稳定飞坡，经过起伏路段云台抖动较小，能够进行小陀螺和小陀螺下台阶	改进优化原有悬挂，采用全局式自适应悬挂
清爽走线	布置清爽可靠的走线，调试时能够方便对线路进行排查和保护	电子元件集中放置，方便走线布线以及排查；对电子元件布局进行合理优化
远程狙击	在不同的距离下，准确的识别前哨站，获得精确的前哨站位置信息、转动角度与角速度信息，能够远距离前哨站和基地进行击打，提高吊射能力	在云台前端增加开镜机构，实现狙击时瞄准镜的自动开关，精准判断远距离目标位置；通过引导灯，前哨站血量灯条等方式增加识别的准确度；通过扩展卡尔曼滤波器或无迹卡尔曼滤波器对前哨站的数据进行滤波，并通过前哨站的旋转速度和角度预测开火时间
射速稳定	能够实现发射时射速和射频的稳定，减少超射速和双发的现象，保证每颗弹丸进入摩擦轮的姿态基本一致；发射时摩擦轮电机掉速小，回到原转速的速度快。	将后供弹改为侧供弹，避免俯仰发弹时弹路长度不同的现象；提高摩擦轮安装精度，对限位结构做适当的测试和调整；考虑采用ADRC 算法，提高摩擦轮电机抗扰能力，降低电机掉速。
云台响应快速、精准	提高云台跟踪的响应速度，减小跟踪误差，提高抗扰性。控制跟踪误差在1度之内，稳态误差在0.1度内。	机械结构上降低云台的转动惯量；采用MATLAB 的系统辨识，对云台进行带载辨识，同时使用PID Tuner 进行自动调参，最后生成嵌入式C 代码放入工程。
弹道精准	弹速稳定，发弹时云台角度稳定；精确的弹道解算，能够做到精准打击；具备吊射基地能力，能够达到40%及以上的命中率。	进行远距离吊射时改用CAN 反馈，减小吊射时由于IMU 零漂造成的云台抖动；提高视觉自瞄识别率，进行识别方案的优化；开发更为精确的弹道解算算法，计算弹丸的空气阻力和升力，得到准确的落点和弹丸飞行时间
轨迹模拟	为机器人提供弹丸信息，实现弹道闭环控制	过预测的弹丸轨迹与实际的弹丸轨迹比较，对枪管的偏移量进行调整

### 2.3.4.2 技术难点分析

英雄机器人采用中心供弹方案，底盘整体布局需要重新考虑，同时为了满足其高机动性要求，对底盘的结构刚度以及悬挂设计的合理性有较高要求。云台采用侧供弹方案，需要对整体链路进行设计，满足输弹过程不卡弹，链路整体便于拆卸和更换的要求，同时要求减低云台整体重量和转动惯量，提高 pitch 轴和 yaw 轴的响应速度。另外，视觉方面前哨站识别相比于自瞄系统对机器人的识别来说简单许多，目前的算法已经能满足粗糙的识别效果。但想进一步提高识别的准确度，需要对前哨站的识别、滤波、击打逻辑、弹道解算、轨迹模拟等方面进行改进和优化，单个方面的改进对整个系统的性能产生影响微乎其微，需要对整个系统进行全面的优化，才能引起质变，达到提高识别准确度的目的。

### 2.3.4.3 研发进度安排

9.4-9.10	学习开源	目标：1.学习开源，并总结学习报告 验收：学习报告通过机械组审核
9.11-9.17		
9.18-9.24		
9.25-10.1	目标：1.完成各自负责小项目，并对实现功能进行测试 验收：1.图纸通过机械组审核，整理项目实现情况	目标：1.完成开镜机构设计 1/2 周 2.完成中心供弹机构 拨盘设计 1/2 周 验收：1.对理论部分进行计算，整体结构设计基本完成 2.整体结构设计基本完成
10.2-10.8	目标：1.完成云台设计—1/3 周 2.完成底盘设计—1/3 周 验收：通过机械组图纸审核，设计结构达到预期功能	目标：1.完成开镜机构设计 2/2 周 2.完成中心供弹机构 拨盘设计 2/2 周 验收：1.完成机构选型和初步搭建 2.完成机构搭建，进行优化
10.9-10.15	目标：1.机械绘制图纸，搭建实物整车 验收：1.图纸通过机械组审核，整车功能结构达到预期	目标：1.完成云台设计—2/3 周 2.完成底盘设计—2/3 周 验收：通过机械组图纸审核，设计结构达到预期功能
10.16-10.22		目标：1.完成云台设计—3/3 周 2.完成底盘设计—3/3 周 验收：通过机械组图纸审核，设计结构达到预期功能
10.23-10.29		目标：1.完成云台设计—3/3 周 2.完成底盘设计—3/3 周 验收：通过机械组图纸审核，设计结构达到预期功能



10.30-11.5		<p>目标：1.对云台结构进行完善，进行配平和重心的调整 2.对底盘结构进行完善，调整电子元件安装位置以及优化弹链</p> <p>验收：云台图纸通过机械组初审，结构设计满足预期功能</p>
11.6-11.12		<p>目标：1.出图加工—1/1 周</p> <p>验收：通过铝件加工图纸审核，清点购入材料，所有材料加工完善</p>
11.13-11.19		<p>目标：1.搭建云台—1/2 周 2.搭建底盘—1/2 周</p> <p>验收：1.搭建出整体云台结构，等待电控组布线 2.搭建出整体底盘结构，等待电控组布线</p>
11.20-11.26		<p>目标：1.搭建云台—2/2 周 2.搭建底盘—2/2 周</p> <p>验收：1.搭建出整体云台结构，等待电控组布线 2.搭建出整体底盘结构，等待电控组布线</p>
11.27-12.3		<p>目标：1.电子元件布置—1/1 周</p> <p>验收：通过机械组电控组审核，电路达到预期功能</p>
12.4-12.10	功能测试，优化结构并汇总技术报告	<p>目标：1.云台测试与改进—1/2 周 2.底盘测试与改进—1/2 周</p> <p>验收：1.对云台各项功能进行测试并总结成测试报告向队内公布 2.对底盘各项功能进行测试并总结成测试报告向队内公布</p>
12.11-12.17		<p>目标：1.云台测试与改进—2/2 周 2.底盘测试与改进—2/2 周</p> <p>验收：1.对云台各项功能进行测试并总结成测试报告向队内公布 2.对底盘各项功能进行测试并总结成测试报告向队内公布</p>
12.18-12.24	期末考试	期末考试
12.25-12.31	期末考试	期末考试

1.1-1.7	目标：1.机械绘制图纸，搭建实物整车 验收：1.图纸通过机械组审核，整车功能结构达到预期	目标：1.设计新一代英雄云台—1/2周 2.设计新一代英雄底盘—1/2周 验收：通过机械组图纸审核，设计结构达到预期功能
1.8-1.14		目标：1.设计新一代英雄云台—2/2周 2.设计新一代英雄底盘—2/2周 验收：通过机械组图纸审核，设计结构达到预期功能
1.15-1.21		目标：1.出图加工—1/1周 验收：通过铝件加工图纸审核，清点购入材料，所有材料加工完善
1.22-1.28		目标：1.搭建云台—1/1周 2.搭建底盘—1/1周 验收：1.搭建出整体云台结构，供电控组布线 2.搭建出整体底盘结构，供电控组布线
1.29-2.4		目标：1.电子元件布置—1/1周 验收：通过机械组电控组审核，电路达到预期功能
2.5-2.18	寒假	寒假
2.19-2.23	中期考核	目标：1.完成中期考核——1/2周 验收：总集所有中期考核视频，汇总中期报告
2.26-3.1 (中期进度考核)		目标：1.完成中期考核——2/2周 验收：总集所有中期考核视频，汇总中期报告并提交
3.4-3.10	功能测试，优化结构并汇总技术报告	目标：1.云台功能测试与改进—1/1周 2.底盘功能测试与改进—1/1周 验收：1.对云台各项功能进行测试并总结成测试报告向队内公布 2.对底盘各项功能进行测试并总结成测试报告向队内公布
3.11-3.17	联合调试，通过调试结果进行细节优化	目标：1.细节优化——1/2周 验收：英雄云台的射击表现以及底盘各项功能达到比赛功能需求，完成整车验收

3.18-3.24		目标：1.细节优化——2/2 周 验收：英雄云台的射击表现以及底盘各项功能达到比赛功能需求，完成整车验收
3.25-3.31	完整考核	目标：1.完成完整考核——2/2 周 验收：总集所有完整考核视频，汇总完整考核报告提交
4.1-4.5 (完整形态考核)		目标：1.完成完整考核——2/2 周 验收：总集所有完整考核视频，汇总完整考核报告提交
联盟赛前	操作手训练	操作手训练
分区赛前		

### 2.3.4.4 人力投入安排

英雄机器人作为战场上唯一发射 42mm 弹丸的机器人，其输出在赛场上占据主要地位。本赛季队员需要在上一季的基础上对卡弹问题、弹道问题等进行解决和优化，不断进行新技术的突破和学习。同时保证技术研发队伍中不出现人员断代，做好传承工作。

技术组	姓名	主要工作
机械组	丁靖童	负责英雄机器人云台结构整体设计、迭代和维护，统筹组内进度安排。购买零件并进行装配，配合电控进行调试并在结构上进行优化升级。
机械组	胡宇辉	负责英雄机器人底盘结构整体设计、迭代和维护，开发中心供弹结构；完成零件加工和装配，并负责后续调试过程的维护和结构优化。
电控组	蔡孟宸	负责英雄机器人的电控代码编写、软件框架优化，功能实现，重难点突破、日常的调试以及参数的修正，配合机械组、视觉组解决上赛季出现的不稳定因素，完成整车的最终测试
视觉组	陈霆旭	负责英雄机器人的算法设计、开发、测试、调试、文档编写等工作。配合机械组、电控组进行机器人的调试和测试，并对代码进行优化和改进。

### 2.3.5 工程机器人

在赛场上，工程机器人承担了采矿兑矿为全队获取经济、获取视野、参与团战、协助防守等类似于辅助的功能，其核心功能毫无疑问是获取矿石并未全队提供经济。针对新赛季的场地变动我们做出了如下设

计思路分析和方案选择，并阐述初步的设计思路：

(1) 中央大资源岛的金矿石需要伸入一细长机构并获得金矿，所需执行机构需要操作灵敏，误差要求小，需要操作手和电控进行精细入微的调整，否则容易导致矿石掉落或不易取出，在该技术上，机械臂具有很大优势，综合大资源岛尺寸，可知伸入 400mm 即可完成取矿操作，故需要一较长较细机械臂结构，同时为了灵活规避大资源岛障碍，我们选择设计一抬升机构从而完成抬升机构；

(2) 小资源岛银矿的获取便于得到，只需将矿石向上抬升即可伸出，机械臂和传统龙门架构型均可完成该功能，我们决定将二者进行有机结合，从而更好发挥二者优点；

(3) 兑矿中主要困难在于五级矿的兑换，24 赛季，队内统一意见和经济体系计算结果表明，兑换五级矿有必要且是必须达到的技术点，为了更快更精准兑换五级矿，且规避机械臂运动奇异点，我们选择了 yaw-pitch-roll-pitch-pitch-roll 六级机械臂方案，机械臂可以通过自身的折叠和车体伸展相结合，灵活进行矿石的获得和五级兑换；

(4) 在车体方面，工程需要通过中央资源岛处的障碍，且在全场比赛中能以较高速度和较高的通过性到达全场的大部分位置，包括平地、荒地区、环形高地等地，需要减震良好、动力强劲，相对灵活的底盘方案，综合上述分析，我们沿用了上一赛季的麦轮轮系，并综合改进了其悬挂，以获得通过性、灵活性的优良综合能力。

在 24 赛季，半自动控制模式对工程而言无疑是一个巨大的诱惑，可以使得己方经济直接翻到原先的 1.5 倍，但是经过仔细分析，场上不可控情况太多，尤其是对工程机器人这一需要灵活补位或者改变战术的兵种而言，半自动模式在一定程度上并非最佳的解决方案，传统的控制方案仍将占到很大的比例。

### 2.3.6 空中机器人

空中机器人的打击对象灵活而且过程不受干扰，在战场上应做到能够直接帮助队伍建立优势或取得胜利，故无人机的打击对象应以前哨战和基地为主，必要时候才对地面机器人进行打击以打断对方进攻和消耗对方有生力量。

功能	需求分析	设计方案（电控）	设计方案（机械）
精确射击	8 米弹道散步在一块小装甲内，实现 20Hz 以上射频	采用自抗扰算法 LADRC 控制 PITCH 轴，优化云台在射击状态下的抗干扰性能；	选用二轴云台，预留发射机构安装位置，运用大疆 c 型开发板控制，并用这块板实现空中机器人的一部分自动功能；
射速稳定	有弹丸发射状态与无弹丸发射状态下的摩擦轮转速相近	选用非线性 ADRC 来控制摩擦轮，利用非线性反馈相对与线性反馈的优势实现更加稳定的控制效果；自制测速模块来实现射速	采用上供弹方案但缩短供弹链路和能装载 1000 发小弹丸的弹仓，确保供弹链路的顺畅，减小卡弹概

		控制；	率； 预留小电脑和摄像头的位置，为搭载自瞄做准备
精准响应	减小云台跟踪过程中的跟踪误差和响应时间，实现更快更准的云台控制	通过 MATLAB 系统辨识功能，将云台模型放入 SIMULINK 中进行科学的调参，并利用 MATLAB 生成的 C 代码来实现；	
稳定飞行	稳定飞行是无人机实施战场策略具备打击能力的基础，飞行的稳定也可增益云台的稳定	利用 DJI assistant 进行调整参数，测试并观察发射弹丸、载弹丸等情况下的飞行状态，分别进行对比；电池实现均流设计方案，保证稳定供电。	选择大四轴设计，并采用 5° 的上反角；在保证中心架强度足够的同时，尽可能的减轻重量；放弃一体式桨保，选用独立式桨保。在保证刚度的同时尽可能减少其对飞行稳定性和动力损耗的影响。
广阔视野	为团队提供全局视野	选用海康威视摄像头搭配图传实现画面的传送	对整体进行减重，为摄像头和小电脑预留重量；在云台上预留摄像头位置，并设计合适的俯仰角
抗干扰能力	往届参赛人员反映无人机在前哨战附近受电磁干扰严重，产生自选	利用大疆飞控 A3Pro 搭载的 3GPS 模式来抵抗电磁的干扰	

## 2.3.7 飞镖系统

### 2.3.7.1 需求分析

(1) 击打对方前哨站和基地：这是飞镖系统的最终目标，飞镖可用来击打对方前哨站和基地，在前哨站未被摧毁前基地处于无敌状态。

(2) 发射架 Yaw 轴自动瞄准功能：由于每次飞镖发射的窗口期只有 15s，因此需要飞镖架能够实现自主锁定敌方前哨站和基地的位置，辅助瞄准，云台手只需要选择目标和发射时机。Yaw 轴采用滚珠滑轨来保证高精度的转动，瞄准初步采用机器视觉的方式来自动识别和控制发射架指向敌方目标。

(3) 飞镖发射架对飞镖发射初速度的精确控制能力，由于飞镖整体呈现抛物线轨迹，因此想要精确控制飞镖的落点必须对飞镖发射的初速度有精确的控制，保证每次发射的初速度的一致性飞镖系统命中率

的关键地方。

综上，本赛季以复合弓飞镖为主要研发方向，希望能解决传统摩擦轮飞镖由于环境因素造成摩擦轮摩擦系数和硬度变化等带来的每次发射偏差。复合弓能够实现更加稳定的发射初始状态，从而有更加好的一致性来提高飞镖的命中率和稳定性。

### 2.3.7.2 设计思路

(1) 通过复合弓的蓄能弹射飞镖，通过导轨固定飞镖的初始发射方向，配合拉力传感器实现对飞镖初速度的控制。

(2) Yaw 轴通过步进电机带动滚珠丝杆，实现 Yaw 轴的精确转动，配合飞镖顶部的瞄准器进行瞄准，瞄准器首先第一次由手动瞄准至前哨站位置，程序记录位置后自动推算出基地方向，实现准备是校准瞄准一次就可以实现前哨站和基地位置锁定，后续也可以通过添加视觉系统实现闭环的瞄准。

(3) 对于发射初速度的控制，复合弓通过偏心轮的作用，使本来非线性的弹性力可以变得趋于线性的发射速度，发射时加速度比较恒定，且可以在较小的体积下实现较长的发射初期行程，更好的保证了发射初期的速度方向一致性。配合上对副弦拉力传感器数据的读取，计算后通过步进电机控制副弦的张紧度，从而实现每次发射初速度的控制。

(4) 飞镖镖体首先沿用上一代的惯性镖体，通过螺旋尾翼实现飞镖在空中飞行时自旋形成维持自身稳定飞行状态的惯性力，细节上调整了飞镖内部电路部分的安装位置和整体电路的启动设计，增加了内部调整重心和整体质量的配重设计。

(5) 上赛季的飞镖架发射参数调节是通过遥控器来调节的，这导致参数调节时间较长，调参不精准。因此，本赛季准备尝试使用小键盘来实现快速调参，这能够快速精准地调参。

## 2.3.8 雷达系统

### 2.3.8.1 需求分析

首先是雷达自身的核心技术，就是目标定位，或者确切的说，将在不同平面上的机器人的质心到平面的投影进行定位。要想实现这个目的，最核心的需要的技术是目标检测。除此之外都是辅助信息于技术，包括雷达的点云信息——因为也可以通过目标周围的环境来确定目标的位置。但是为了加强雷达兵种的效果，使用更多传感器与算法也是必须的，提高雷达兵种的上线。在传感器方面，使用激光雷达的点云信息可以较好地获得在相机中检测到的单位的点云图像从而更准确地计算出敌方单位质心；在算法方面，使用目标跟踪等算法能有效防止目标丢失与误识别从而延长检测时间、增长标记进度。除此之外还有很多可以在有限信息下发挥更好效果的方法。

其次是雷达将其产出的结果用于其他部分。如上文所述，官方发布半自动控制的目的不应是需要各队盲目增加成本发展“哨兵式步兵”，而是引导各队在现有成本下寻找出还有哪些信息可以用于半自动控制。这个信息从雷达兵种获取是最合适的，它是接近唯一可以获得全局视野的兵种，掌握着相对最全的战局信

息；但是这并非没有代价，一旦使用半自动控制，原本多个机器人具有的摄像头（多个局部视野）就仅仅用于自瞄而不对操作手展示了。在这种情况下，对半自动控制带来的巨大增益的需求程度将会对团队是否发展半自动控制形成最大的决定因素。

单独从雷达所需要的技术上来看，有如下需求：

- （1）识别敌方机器人单位及其具体编号，用于标记。
- （2）跟踪识别到的机器人，防止目标丢失与误检。
- （3）识别敌方飞镖与无人机状态，及时预警进行拦截与躲避。
- （4）预测估计识别失败的敌方单位，拒绝由于不标记导致的标记错误。

### 2.3.8.2 设计思路

传感器部分由 4k 高分辨率摄像头和 livox mid-70 激光雷达组成。使用 YOLOv5 算法在 Nvidia 显卡上使用 TensorRT 推理引擎进行目标检测；从激光雷达的深度信息中目标检测结果的矩形框中的像素对应的深度，从而得出检测到的车体的中心位置，并将其解算到平面坐标系下传给裁判系统；同时，对于检测到的机器人的矩形框裁剪后用于检测其装甲板，从而得到机器人的编号，与获得的位置一同传输给裁判系统。

以上是雷达兵种基础部分的任务。为了实现更好的检测效果，还有如下开发计划。

- （1）在基础部分之上，使用 Deep-OC-SORT 算法进行目标跟踪，从而在目标短暂消失的情况下不会由于大框（车体检测框）的丢失而失去编号。
- （2）在基础部分之上，使用运动检测方法，对由于只露出部分车体导致的目标检测算法无法识别的情况进行检测，从而可以图像中某区域存在车辆。
- （3）在基础部分之上，使用点云分割算法加强对于检测出的目标的质心的判断。
- （4）使用实时三维目标检测算法进行更加精确的目标检测。
- （5）使用动作识别或视频理解算法等结合 LLM 识别出敌方车辆的状态，如小陀螺是否开启、是否即将进行击打，甚至判断其可能的剩余弹丸量等。

### 2.3.9 人机交互

在自定义控制器方面，为了更快更准确地兑换高级矿石，需要机械臂运动到目标姿态，故自定义控制器十分有必要，由于方案选取为六关节机械臂，除开冗余自由度外，可以通过陀螺仪实现

多机通信与自定义 UI：将机器人与操作手客户端连接起来，实现实时数据传输和指令控制。借助自定义 UI，可以展示机器人的状态、传感器数据、实时图像等，并设计友好的用户界面，供操作手进行交互和控制。

自定义控制器：自制的自定义控制器是这个非常规键鼠手段控制的核心。该控制器能够捕捉和解读操作手臂的运动，并将其转化为机器人关节的控制指令。

**手臂运动反馈：**通过佩戴或握持自定义控制器，可以利用您的手臂运动来控制机器人。移动手臂时，自定义控制器会准确地捕捉手臂的运动轨迹和姿态。这些运动信息会通过裁判系统传输到机器人身上。

**空间坐标控制：**自定义控制器可以将手臂运动以空间坐标的形式映射到机器人的各个关节上。通过在三维空间中的位置和方向变化，可以控制机器人的运动、姿态和动作

**符合人体直观：**这种非常规键鼠手段控制的设计理念是符合人体的第一直观。由于手臂运动是人体最自然、直观的控制方式之一，通过将手臂运动反馈到机器人身上，使操作手能够以更自然的方式与机器人进行交互，减少了操作难度。

**全关节控制：**利用自定义控制器和空间坐标控制，可以精确地控制机器人身上的所有关节。可以实现复杂的动作和灵活的姿态调整。可以通过手臂的运动来控制机器人的每个关节，使机器人能够执行各种动作。

通过自制的自定义控制器和手臂的运动反馈，非常规键鼠手段控制提供了一种直观、自然的人机交互方式。操作手可以通过手臂运动以空间坐标的形式控制机器人身上的所有关节，实现精确的动作控制和灵活的姿态调整，从而提高操作的便捷性和用户体验。

**姿态解算与逆解算优化：**在当前的控制方案中，使用 BMI088 陀螺仪来获取手臂的姿态信息，并通过运动学解算和逆解算来实现末端目标位姿的控制。在进一步完善时，可以考虑优化姿态解算和逆解算算法，以提高系统的精度和稳定性。

**用户反馈与辅助功能：**为了增强用户对机器人的感知和控制，可以考虑添加用户反馈功能，例如在自定义 UI 界面上显示机器人的实时状态、位置轨迹等信息，让操作手感知机器人的运动状态。此外，还可以设计辅助功能，如路径规划、碰撞检测等，以提供更安全和高效的操作体验。

总之，通过多机通信、自定义 UI、非常规控制手段以及优化姿态解算和逆解算算法等方式，可以实现更丰富、直观和灵活的人机交互，提升工程机器人的操作性能和用户体验。

## 2.4 技术储备规划

### 2.4.1 通用技术储备

#### 2.4.1.1 已有技术

##### （一）机械组

技术名称	技术描述	技术成熟度
连杆传动机构	通过一组平行四边形连杆，使电机位置下放也可以驱动云台 pitch 轴	成熟



小弹丸中心供弹	通过改变传统切线供弹拨盘类型，将转子层切换至外层，同时改变内弹丸轨迹通道，使弹丸可以通过旋转中心拨出	成熟
井字型框架	通过多根方铝搭接，配合板材连接定位等，实现车架的快速搭建	成熟
器材使用傻瓜教程	因队伍组成特殊性，队员几乎为一年制，每年几乎都需要从头开始，同时大四管理层事务繁忙，以老带新困难，队内器具使用傻瓜教程必不可少。	一般，有待优化

## （二）电控组

技术名称	技术描述	技术成熟度
功率控制算法	具有将裁判系统规则限制与超电储存电量合理分配的功率控制算法，在此基础上不会降低原有机动性。	成熟
PID 云台控制算法	使用 PID 控制器实现云台对设定角度的实时控制	成熟
ADRC 控制算法	ADRC 自备的自抗扰功能，在发射状态下的摩擦轮控制响应方面具备较优异的效果。	一般，还需优化
低通滤波器	处理视觉自瞄后给下位机发送的数据，滤除高频噪声	成熟
卡尔曼滤波器	对遥控器和键鼠的控制信号进行平滑处理	成熟
系统辨识	通过输入输出信号的对应关系，构建系统在数学工具中进行科学控制	成熟

## （三）视觉组

功能	技术描述	技术成熟度
能量机关识别与运动解算拟合	修改了 YOLOv8 网络框架，得到进一步轻量化模型，部署在 OpenVINO 加速推理引擎上实现了对能量机关的识别，并解算角速度同时滤波处理，ceres 拟合后得到能量机关运动方程。	识别已成熟稳定，运动解算尚待开发优化

测量距离以及位姿计算	使用单目相机，通过 PNP 解算的方法，得到目标物体与自身的距离	成熟
视觉识别装甲板	利用装甲板两侧灯条的特性，使用 OpenCV 库对灯条进行识别进而识别装甲板位置	成熟
深度学习装甲板识别	通过深度学习的方式，识别装甲板上的数字	可以使用，有优化空间
扩展卡尔曼滤波与运动预测	通过使用扩展卡尔曼滤波的方式，将非线性运动问题转为线性，进而通过预测方程和状态方程得到较好的估计量	成熟
弹道解算	使用四阶龙塔库算法，根据实际物理模型，通过迭代的方式得到 pitch 轴上的抬枪补偿	可以使用，有优化空间

### 2.4.1.2 准备突破的技术

#### (一) 机械组

技术名称	技术描述	技术目标
云台重力平衡机构	使用一种纯机械装置来抵消云台重力矩对 pitch 轴云台电机的负荷	根据已有的资料，使用恒力弹簧研究一套适用于步兵哨兵的重力补偿装置
通用麦轮悬挂系统	通用麦克纳姆轮悬挂系统，接口人性化	方便的搭载在步兵、工程、英雄机器人上
通用标准件库	仿真是机器人前期设计中较重要的一环，但通常开源模型中标准件也不一定质量精确，材质正确，队内亟需建立一套属于自己的标准件库。	至少包含裁判系统、螺栓、螺母，且质量或材质正确

#### (二) 电控组

技术名称	技术描述	技术目标
------	------	------

自制 FOC 电机驱动方案	开发自研无刷电机 FOC 方案, 拓展电机选型范围, 扩增获取有效信息范围。	实现对无刷电机的精准闭环控制
云台控制	学习并对比更多控制器方案, 实现更加精准的控制效果。	精准控制
云台总控制框架	构建一个完备体系的控制框架并集成于库中。	完备控制框架

### (三) 视觉组

功能	技术需求分析	技术目标
能量机关滤波与预测	使用的普通卡尔曼滤波算法对存在一定的局限性, 其更适用于线性的运动模型中, 对于能量机关非线性运动模型的滤波预测的准确度不如非线性滤波方法的准确度高。	滤波方法优化为粒子滤波或扩展卡尔曼滤波, 需要拟定合适的状态量和观测量得到更为准确的运动模型以提高滤波精确度。
能量机关深度学习模型识别	受搭载在步兵上的 MINIPC 性能限制, 用于能量机关识别的深度学习模型需足够轻量化, 同时识别的置信度需要较高保障。	进一步轻量化当前所使用的神经网络, 同时继续探索其他网络框架。
自瞄目标选择逻辑	通过获取的目标距离、血量和类型等信息来自动选择最优击打目标	能够自动选择视野内的最优目标, 减轻操作手负担
ROS 节点间零拷贝通信	通过利用 ROS 进程内通信模型传递指针的方式进行节点间零拷贝通信, 减少内存拷贝时间	实现节点间图像和点云传输的零拷贝通信, 节省传输时间
整合自瞄代码, 优化代码架构	整合普通装甲板自瞄、大符自瞄和前哨站自瞄代码, 并且进行良好的架构设计。	将各部分自瞄代码进行整合, 提高程序性能的同时保证代码可读性和易维护性, 让每台部署有自瞄程序的机器人都能够轻松地在不同自瞄功能间切换
扩展卡尔曼滤波与运动预测	对于可能出现的误差波动, 通过滤波的方式将其滤除掉, 使得云台控制更加稳定	提高整体击打精度

弹道解算	通过更换物理模型，从而尝试提高代码计算补偿的精准性，得到更精准的 pitch 补偿值	在垂直方向上优化，提高弹丸命中率
------	--	------------------

## 2.4.2 特定兵种技术储备

### 2.4.2.1 步兵技术储备

#### (一) 已有技术储备

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冲刺模式、普通模式、急刹模式；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
全向轮底盘控制框架	对全向轮底盘的冲刺模式、普通模式、急刹模式；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
步兵主控板	自制了功能稳定、成本低廉的底盘主控板，具有足够的接口与冗余 IO 接口，具有高拓展性，便于二次开发与功能增加。	成熟
自适应连杆机构	使用避震器连接连杆机构形成自适应悬挂，此悬挂系统能保证底盘至少三个轮系着地，大幅度提高底盘稳定性	成熟
导轮机构	增加步兵导轮以便实现飞坡，通过实际测量得出导轮安装位置	成熟

#### (二) 准备突破的技术

技术名称	技术描述	技术目标
舵轮底盘控制框架	实现舵轮底盘运动的控制与解算，将舵轮底盘的运动模式与基本操作封装成函数，与全向轮麦克纳姆轮底盘融合为一套系统框架	实现稳定有效的舵轮解算与控制
全向轮自适应悬挂	独立悬挂的车运行到四个轮子不同平面的位置时，四个弹簧的内力不再一致，进而使得接触地面的力不一致，最后导致轮子悬空。实现全向轮自适应悬挂，提升底盘性能	实现非独立悬挂
云台结构优化	计划增加重力补偿机构，优化连杆机构	重力补偿与优化连杆

麦轮主动悬挂	通过替换弹簧为主动气弹簧，将被动悬挂改进为主动悬挂，配合主动悬挂算法，可以获得更强的地形适应能力，以及必要情况下的爬台阶准备	类轮腿主动悬挂效果
--------	--	-----------

### 2.4.2.2 哨兵技术储备

技术	描述	储备规划
定位建图	场景点云地图构建和里程计，得到机器人相对于初始点的位姿关系	采用一套对高速运动、撞击、紧急启动制动等干扰鲁棒的定位建图算法
导航	路径规划和跟踪	探索新的导航算法和更加轻量级的框架； 对三维点云进行精细的地形分析，除了分析障碍物，还要辨别动态障碍物、坡面等； 探索新的导航地图表示方式和路径搜索算法； 自研局部规划算法，实现更好的前瞻，更平滑的速度和局部避障；
重定位	在已知地图的情况下得到机器人相对于地图坐标系的位姿	采用一套高效准确的点云配准方案； 实现对初值不敏感，甚至可以自动确定初值的重定位； 补偿里程计的漂移，甚至识别里程计的错误运行；
决策	实现全自动运行	1.处理复杂的赛场信息； 2.实现自动的异常恢复或重启； 3.实现用户友好的策略编排；
双枪管云台	通过两个竖置电机带动四个摩擦轮完成17mm 弹丸发射的装置	1.设置简单稳定的发射机构，使得两枪管的射频与弹路基本一致，且散射维持在较小的范围内
重力补偿	使用一种纯机械装置来抵消云台重力矩对pitch 轴云台电机的负荷	根据已有的资料，使用零原长弹簧研究一套适用于哨兵的重力补偿装置

### 2.4.2.3 工程技术储备

#### （一）半自动工程方案

和其他兵种类似，在一定程度上工程机器人同样需要通过较为复杂的路段且有一定的爬坡和减震能力。除此之外，为了更快到达中央大资源岛并完成矿石获取，可以考虑舵轮方案。该方案曾经具有很大的可行性，在工业应用和其他比赛重均已趋近成熟，但是在该赛季由于战队经费问题，我们舍弃了这一方案。舵轮方案可以简述为：通过两独立电机分别操控一轮，该轮即基本的金属轮毂+相较轮胎构型，一电机操纵轮的前进与后退，另一电机通过电滑环操控轮系的 360° 旋转从而实现机器人的灵活前进。

未来，我们可以考虑采用半自动工程机器人的方案，利用激光雷达和 ROS 系统实现全地图导航。该工程机器人将具备高精度的定位和导航能力，能够在复杂的环境中准确感知并构建地图。

通过视觉纠正技术，工程机器人可以实现对矿槽内矿石的精准抓取。利用计算机视觉算法和深度学习技术，机器人可以准确识别矿石的位置和属性，并根据预设的抓取策略进行精准抓取。视觉纠正技术可以帮助机器人在抓取过程中实时调整姿态和位置，确保抓取的准确性和稳定性。

同时，该工程机器人还将实现 SLAM 建图技术。通过激光雷达和其他传感器的数据融合，机器人能够实时构建场景的三维地图，并实现对自身位置的精确定位。这样，机器人可以在不断变化的环境中动态规划路径并避障，以高效而安全地完成任

务。为了提高工程机器人的控制能力，我们将采用决策树算法进行全场位置控制。通过事先编制的决策树，机器人可以基于环境感知和任务需求做出智能决策。决策树能够帮助机器人根据当前状态和目标要求选择合适的动作和路径，从而实现高效、灵活的操作。

综上所述，未来半自动工程机器人将充分利用激光雷达、ROS 系统、视觉纠正技术、SLAM 建图以及决策树算法等先进技术。这些技术的应用将使工程机器人在赛场上能够半自动地完成取矿和兑矿任务。

#### （二）纯机械臂方案

在构型方面，纯机械臂方案将会是未来工程机器人的一大方向，龙门架方案终将推出历史舞台，在该种方案中，机械臂为一六轴大型机械臂，通过电机驱动末端执行器完成相应任务，不依赖于龙门架等外部机构进行运动，上部机械臂和下部车体通过滑环或其他方案相连，同时存矿和转矿机构在一定程度上也有所改进。以 23 赛季上海交通大学交龙战队为代表的工程机器人就是这一版本构型的具体阐述。

除此之外，鉴于在本赛季规则发布之初，官方曾透露过在 25 赛季可能会取消资源岛，该改动带来的不仅仅是步兵弹舱的扩展，18-19 赛季的弹丸供给功能在某种程度上又会出现于工程机器人上，不过在下一个赛季中可能以“扫地机”的形式出现，即：工程机器人前往弹丸掉落较多的地区，进行弹丸搜集和分类，并相应进行弹丸补给，从而为英雄机器人和步兵机器人提供更长时间的续航。

对于工程机器人，我们可以考虑在机械臂上增加力传感器和柔性机构控制，以进一步提升其操作能力和适应性。

引入力传感器可以更精准地反馈出当前机械臂末端受到的力情况。通过实时监测和测量机械臂末端的受力情况，工程机器人可以做出更加精准的动作控制和力度调整。这样一来，机器人在抓取、举起或放置矿石时能够更加灵活、准确地响应外部环境的变化，确保操作的稳定性和安全性。

引入柔性机构控制可以使机械臂具备更强的适应性，能够处理更加复杂的场景和任务。柔性机构可以帮助机械臂在碰撞或接触到不规则形状的物体时，实现柔和的变形和适应，从而减小对周围环境和物体的影响，并保护机械臂和工作环境的安全。此外，柔性机构还可以提高机械臂在狭窄空间或复杂结构中的作业能力，拓展了机器人在实际工程应用中的适用范围。

通过引入力传感器和柔性机构控制，工程机器人的机械臂将具备更加精准的力量感知和更灵活的操作适应性。

#### 2.4.2.4 空中机器人技术储备

技术名称	技术描述	技术成熟度
三轴云台	三轴云台相比于二轴云台，增加了一个 roll 轴，使其具有更稳定的弹道，但带来的后果是无人机重量的增加。	战队尚无
轻薄独立桨保	独立桨保一般较重，对于无人机的飞行稳定和效率影响很大，制作一款轻巧的桨保是无人机优秀的的关键。	在研，效果不佳
4 电池供电	虽然今年是四轴机架，但供电还是选择了 6 个电池供电，而赛场上已经出现了 4 电池供电方案，两个电池的重量对于无人机来说还是不小的负载	战队尚无

#### 2.4.2.5 雷达系统技术储备

雷达兵种部分是团队中相对脱离电控与机械技术的部分，其技术主要依赖于视觉图像处理算法和点云的分析算法。受设备限制与团队成员技术限制，有一些本赛季不打算使用但是会进行储备以备下个赛季使用的技术。

首先是三维目标检测技术。三维目标检测技术主要有纯视觉、纯点云、相机雷达数据结合三种类别。根据我们的设备与算法效果的综合考虑，将会在本赛季储备相机雷达联合进行三维目标检测的相关技术。该技术能够实现更好的目标检测效果，并且对物体在三维空间中的定位将会更加精确。但是该方案对于算力的需求比较大，RM 的点云数据集目前也还没有出现开源的。因此将会在本赛季中获取这些数据进行标注，并提前学习尝试这些算法以备下个赛季使用。

其次是使用 LLM-Based Agent 进行的机器人控制。可以看到目前的规则越来越趋向于自动化而非人为控制，本赛季更是出现了半自动控制步兵的方案与干预哨兵需要金币的规则。基于这样的趋势，有理由相信完全无人干预的“全自动”机器人竞技将会在未来成为“规则”，在 LLM 快速发展的情况下，借助 LLM

的逻辑分析与决策能力来进行多机器人行为的决策是很有可能、可行性较好的面对这种“规则”的方案。目前团队成员已经就此进行了相应的技术积累安排。

再者是根据上文分析的一些可能的规则变化趋势，比如上文提到使用雷达的小地图视野实际上对于每个机器人的多个视野利用不充分，那么就有可能相应衍生出鼓励多摄像头融合定位的方案规则，团队也会针对这种情况作出相应的技术储备。



### 3. 团队架构（10）

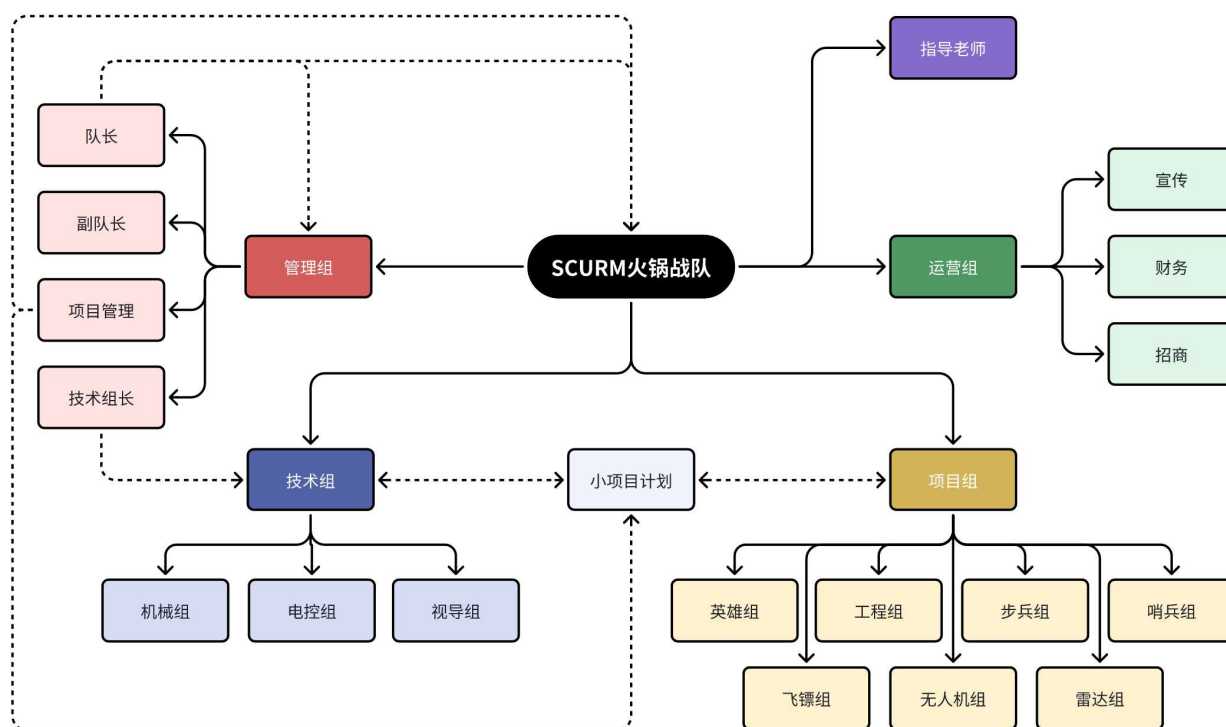


图 3-1 火锅战队团队架构图

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			<ul style="list-style-type: none"> <li>●团队总负责人，需对全体队员的人身财产安全负责；</li> <li>●协调校内资源，指导团队制定项目研发计划，把控备赛进度，帮助团队顺利完成比赛；</li> <li>●向学生传达通知，给予学生技术指导和物资支持；</li> <li>●参赛期间，指导老师需积极配合组委会的工作。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●参赛队伍所在的高等院校中具备科研、教学工作资格的教职人员；</li> <li>●与参赛对于技术、场地、资金等支持密切相关的老师，或是关心RM机器人团队、热爱事业、责任心强的老师。</li> </ul>	7
顾问			<ul style="list-style-type: none"> <li>●参与新队员的教学培训，提供相应的技术指导；</li> <li>●参与团队技术研发，必要时承担机器人的制作和调试工作；</li> <li>●负责管理培养预备队员的技术基础，指导预备队员学习相应知识。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●顾问应当由以往赛季战队队员担任，并且在技术、创新方面具备一定能力</li> <li>●应当保证时间充沛，能够参与到该赛季比赛全周期中。</li> </ul>	3

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
正式队员	管理层	队长	<ul style="list-style-type: none"> <li>●队伍核心成员，团队负责人</li> <li>●负责与指导老师、学校学院领导、组委会紧密联络协调</li> <li>●与副队长组成核心管理层，一同规划团队进度，对团队整体负责</li> <li>●负责人员安排、项目申报、预算分配、队伍传承等</li> <li>●负责按期开展项目组会、管理层会、月结会、技术培训会等，参加技术组组会，督促团队研发进度，统筹管理团队事务</li> <li>●负责协调各技术组的研发工作，对研发进度有整体把控，对争议技术点有最终决定权</li> <li>●负责统筹各项目组的测试和设计经验，组织人员对机器人进行评估验收</li> <li>●负责制定团队日常管理制度，并对团队管理制度做到身体力行</li> <li>●代表战队进行对外宣传，负责校内相关活动的组织和参加</li> <li>●比赛期间，队长需参加领队会议，代表队伍确认每场比赛的成绩、参与申诉流程和处理申诉等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱团队，责任心强，能够协调处理好队内事务，认真履行队长职责</li> <li>●热爱 RoboMaster 赛事，参加过 RoboMaster 机甲大师赛，具备良好的技术实力</li> <li>●需为四川大学在校生</li> </ul>	1
		副队长	<ul style="list-style-type: none"> <li>●队伍核心成员，团队第二负责人，协助队长管理队伍</li> <li>●与队长组成核心管理层，一同规划团队进度，对团队整体负责</li> <li>●主要负责队伍技术研发、战术安排、操作手训练等</li> <li>●获队长授权后，可以行使相应的权力并需承担队长职责</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱团队，责任心强，能够协调处理好队内事务，认真履行职责</li> <li>●热爱 RoboMaster 赛事，参加过 RoboMaster 机甲大师赛，具备良好的技术实力</li> <li>●需为四川大学在校生</li> </ul>	2

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		项目管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>●队伍核心成员</li> <li>●与组委会紧密联络</li> <li>●和队长一同规划团队进度，负责监控团队所有事项的进度，防止“跳票”</li> <li>●负责团队人员调度工作</li> <li>●负责团队各类考核记录</li> <li>●参与财务每月的清算</li> <li>●参与策划团队“团建”活动</li> <li>●负责官方物资采购、加工商沟通</li> <li>●身体力行的同时，以全局观念完成工作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱团队，责任心强，能够协调处理好队内事务，认真履行职责</li> <li>●性格开朗，具备良好的人际关系，能营造出积极向上的团队氛围</li> <li>●热爱RoboMaster赛事，参加过RoboMaster机甲大师赛，具备良好的技术实力</li> <li>●需为四川大学在校生</li> </ul>	1
		机械组长	<ul style="list-style-type: none"> <li>●机械组组长作为机械组负责人，需要对全体机械组成员进行培训与工作分配，能够为整组提供技术方面的指导，包括：绘图、加工和装配等</li> <li>●按时召开组会，督促组员进度</li> <li>●作为整体加工负责人与外包加工商联系</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱团队，责任心强，认真履行职责</li> <li>●热爱RoboMaster赛事，原则上应为RoboMaster机甲大师赛24赛季的正式队员</li> <li>●具备强硬的技术实力</li> <li>●需为四川大学在校生</li> </ul>	1
	技术执行	机械组员	<ul style="list-style-type: none"> <li>●机械组成员需要能够熟练运用机械原理、机械设计等</li> <li>●相关方面知识，自主设计绘制机器人图纸，满足各方面功能要求</li> <li>●使用加工工具完成材料的加工准备，如车铣磨等和3D打印</li> <li>●完成机器人战车的组装，能够作为稳定结构提供给电控视觉组进行调试</li> <li>●机械组成员应当在机器人由于调试等过程导致损坏时及时维修，提供再战能力。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●机械组员基本上应当为该赛季机械工程学院等相关学院大二、大三学生</li> <li>●学习过机械设计、机械原理，掌握基础知识并能够应用</li> <li>●会使用至少一种设计软件（统一要求为Solidworks），曾经参加过机械专业学科竞赛。</li> <li>●通过该赛季正式队员选拔，严格遵守四川大学“火锅”战队管理细则</li> </ul>	11

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		电控组长	<ul style="list-style-type: none"> <li>●需要时刻关注各个组员的工作进度，及时指出机器人代码运行逻辑和电机控制策略设计有问题的地方，并给出改进建议，避免整个设计走偏。</li> <li>●在个人能力上，在基本队员要求的基础上，还需要深入了解自控理论，熟悉PID的工程调参方法，以便能够高效地指导组员调试电机</li> <li>●按时召开组会，督促组员进度</li> <li>●作为硬件组组长，应当具备较完备的硬件基础知识、硬件设计能力、问题解决能力，能够熟练使用相关设备与设计软件</li> <li>●检查指出组员设计电路过程中的问题，为整体设计提供思路与方案</li> <li>●拥有较为丰富的器件选型经验，负责电子器件与设备的总购置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱团队，责任心强，认真履行职责</li> <li>●热爱RoboMaster赛事，原则上应为RoboMaster机甲大师赛24赛季的正式队员</li> <li>●具备强硬的技术实力</li> <li>●需为四川大学在校生</li> </ul>	1
		电控组员	<ul style="list-style-type: none"> <li>●负责机器人嵌入式系统的开发调试、电机控制策略的设计</li> <li>●除了应具备良好的电路原理知识与模电数电知识，能够理解电路运行原理，还应当熟悉C语言的编写，嵌入式系统的运行原理、电机以及自控原理的一些理论知识</li> <li>●前期负责机器人硬件电路板的设计与制作，后期负责改进、维护机器人的硬件设备以及布局布线的优化</li> <li>●应具备良好的电路原理知识与模电数电知识，能够理解电路运行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●控制组员基本上应当为该赛季电气工程学院、电子信息学院等相关学院大二、大三学生</li> <li>●学习过电路原理与模电数电，掌握并能熟练使用书中知识</li> <li>●熟练掌握C语言，了解嵌入式系统开发，曾经参加过类似的专业学科竞赛</li> </ul> <p>硬件组员基本上应当为该赛季电气工程学院、电子信息学院等相关学院大二、大三学生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●学习过电路原理与模电数电，掌握并能熟练使用书中知识</li> </ul>	8

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			原理 ●具备一定的电路原理图设计能力，会使用至少一种电路设计软件（如AltiumDesigner20） ●在此基础上，还应具备一定的动手能力，如手工焊接、电路测试等	●会使用至少一种设计软件（要求为Altium Designer 18~20），曾经参加过类似的专业学科竞赛 ●通过该赛季正式队员选拔，严格遵守四川大学“火锅”战队管理细则	
		视觉算法组长	●负责视觉算法的路线规划，构思、编写、调试和维护视觉算法，研究装甲板的定位以及其他辅助视觉算法，同时指导组员完成参数调试	●热爱团队，责任心强，认真履行职责 ●热爱RoboMaster赛事，原则上应为RoboMaster 机甲大师赛22赛季的正式队员 ●具备强硬的技术实力 ●需为四川大学在校生	1
		视觉算法组员	●视觉组成员需要构思、编写、调试和维护视觉算法，熟练的根据环境的不同修改代码逻辑和相关参数，同时能有自己的见解与创新 ●积极配合机械、电控组进行调试	●视觉组员基本上应当为该赛季计算机学院、软件学院等相关学院大二、大三学生 ●学习过电路原理与模电数电，掌握并能熟练使用书中知识 ●熟悉C++与Python，精通数据结构与算法设计，了解机器学习基础知识和相关工具，曾经参加过类似的专业学科竞赛 ●通过该赛季正式队员选拔，严格遵守四川大学“火锅”战队管理细则	6
	运营执行	宣传	●负责团队日常工作的记录 ●与RM官方紧密联络 ●负责扩大团队在校的知名度与影响力 ●负责团队与其他学校的友好交流 ●负责策划团队“团建”活动 ●完成新学年协会招新和新赛季战队招新的宣传 ●完善管理体制、实验室环境、提高技术组工作效率	●热爱团队，责任心强，认真履行职责 ●熟练操作Office各种软件，会使用PS、Pr、AE等制作海报或视频的软件，熟练运营微信公众号以及微博，活泼开朗，具有一定的想象力与创造力 ●通过该赛季正式队员选拔，严格遵守四川大学“火锅”战队管理细则	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
		招商	<ul style="list-style-type: none"> <li>●参与策划团队“团建”活动</li> <li>●负责赞助商招标</li> <li>●负责与赞助商联系交流</li> <li>●完善财务管理体制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱团队，责任心强，认真履行职责</li> <li>●应当具有类似招商经验，能够</li> <li>●顺畅与企业交流回答相关问题，具备社团管理相关方面的经验</li> <li>●通过该赛季正式队员选拔，严格遵守四川大学“火锅”战队管理细则</li> </ul>	1
		财务	<ul style="list-style-type: none"> <li>●负责团队财务记录</li> <li>●负责团队报账事宜</li> <li>●参与策划团队“团建”活动</li> <li>●负责赞助商招标</li> <li>●完善财务管理体制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱团队，责任心强，认真履行职责</li> <li>●财务经理应当具有类似学生会、社团报账经验，熟练使用Excel等记录软件，细心细致，完善管理战队资金</li> <li>●通过该赛季正式队员选拔，严格遵守四川大学“火锅”战队管理细则</li> </ul>	1
梯队队员		机械	<ul style="list-style-type: none"> <li>●负责战队场地搭建</li> <li>●进行部分小测试</li> <li>●比赛知识学习，提前熟悉比赛，提高赛季交接效率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●责任感强</li> <li>●有较强的学习能力</li> <li>●较好掌握基础机械知识</li> </ul>	10
		电控	<ul style="list-style-type: none"> <li>●与机械组预备队员共同搭建场地道具、进行测试</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●控制组预备队员则需要熟练掌握C语言，了解嵌入式系统的开发，会调用单片机的最基本的软件资源，在此基础上仍需要不断学习，为以后转为正式队员做准备</li> </ul>	5
		视觉算法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●和正式队员一起学习视觉算法，为以后比赛打下基础，积累经验和锻炼思维</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●C++或 Python 基础</li> </ul>	5
		运营	<ul style="list-style-type: none"> <li>●和运营组正式队员一同共同负责战队的运营工作，能够自主解决部分运营相关问题</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●热爱Robomaster，有一颗致力战队发展的决心。</li> <li>●愿意接受学习新事物，能动性较强</li> </ul>	2

## 4. 资源可行性分析（10）

### 4.1 上赛季资源使用情况

上赛季的资源使用主要集中在性价比较高的基础技术和地面兵种上，希望在有限的技术传承与经费条件下获得更高的比赛收益。但是由于赛季规划阶段预算分析不全面、赛季中经费管理不周，以及小电脑意外损坏多台，上赛季的除对抗赛差旅之外共花费 14 万左右，与上赛季规划的 12 万出现严重超支。

此外，由于战队物资管理较为模糊，导致一些物资出现丢失的情况，例如上赛季裁判系统图传模块丢失，导致战队直接损失数千元的同时也造成对研发进度的间接损失，导致本赛季有关图传的调试工作可能无法提前展开；电机、电调、线缆等硬件的混乱摆放也使战队的物资柜形同虚设。

3D 打印机、雕刻机等加工设备的使用与维护也是一大问题，上赛季一度出现战队 6 台 3D 打印机全部无法工作的情况，一部分原因是队员对加工设备的维护不够熟悉，另一原因是加工设备外借、个人使用后出现故障无人负责，加工设备故障则会严重耽误战队进度。

总体来说，上赛季管理层人手不足的情况下，难以顾全所有资源的使用，为了防止本赛季再次产生此类隐患，我们准备建立一套人力成本低、自动化程度高、便于队员使用的资源管理系统。

### 4.2 本赛季资源优化方案

#### 4.2.1 资金优化方案

因此在本赛季在进行预算时，尽量将所有组别的需求全部考虑在内，除了各兵种实际需求的真实成本，还应该设置由于意外原因而导致的弹性预算。具体方案是引入飞书多维表格建立报销标准流程以及预算预警系统，在赛季初制定相应的报销规范让队员有意识在系统中进行登记。为了让队员快速、便捷的完成该流程，我们将飞书表格转换为问卷表单的形式向队员开放，并在实验室中张贴了直通该问卷的二维码。同时我们会让一名管理层队员负责或招收一名财务经理专职负责全队的资金流转等方面的事务。

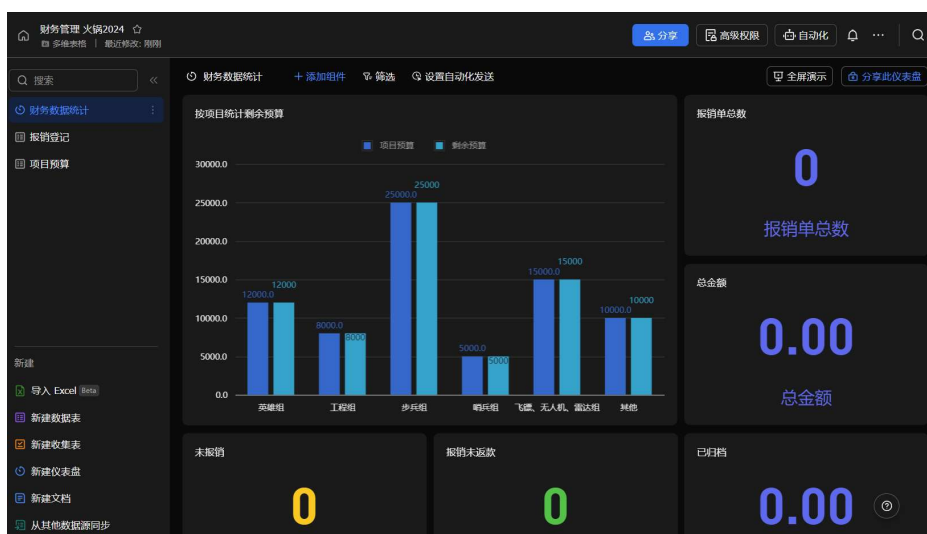


图 4-1 飞书多维表格报销管理界面



SCURM2024

图 4-2 向队员开放的报销登记表单以及准备张贴的二维码

以上是我们将会在节流方面做的工作，而在开源方面，我们将面向社会面广泛招商，主要集中在机器人、智能制造、嵌入式硬件、电机、3D 打印机、CNC 加工等领域，尽量增加战队可用的资源种类与数量。

## 4.2.2 物资与设备优化方案

除了资金方面，我们准备在战队的物资管理、设备管理方面也应用上述飞书多维表格的管理流程。库存管理用于战队的电控物资以及裁判系统的出库入库管理，以防丢失造成大量经济损失，除了让队员取用物品时扫码登记，飞书自动化流程会在登记后触发，自动向项目管理发送该物品出库的消息提醒。设备申请用于管理大型加工设备的个人使用，以免个人使用影响战队进度，申请后会向对应设备负责人自动发送消息，得到许可才能使用。我们会在仓库、加工区张贴相应二维码，方便队员使用。

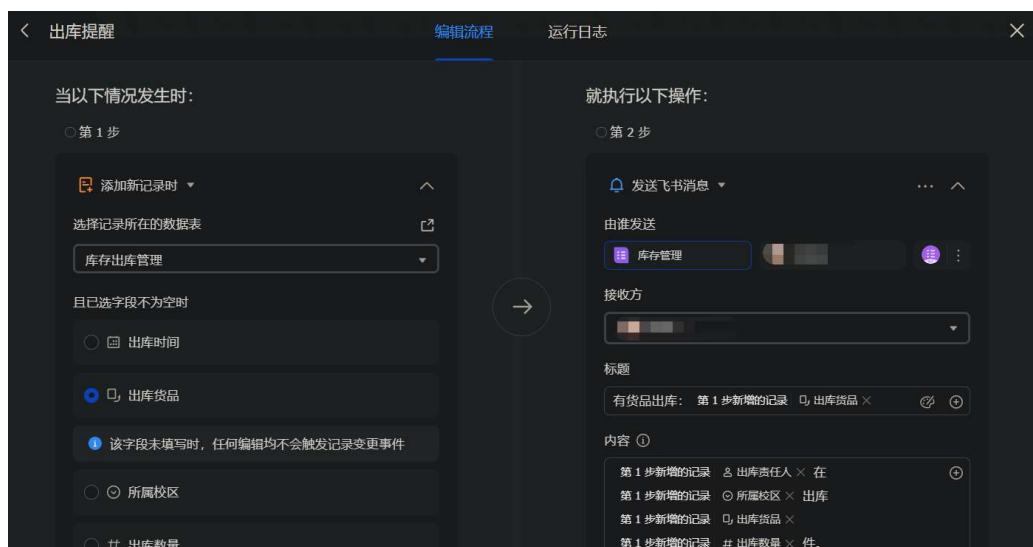


图 4-3 飞书自动化流程（出库提醒）





图 4-4 飞书自动化流程触发的自动消息提醒（设备申请）

### 4.3 本赛季可用资源概述

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	学校 / 学院各级组织	来自学校/学院各级组织的资金支持，包括校团委、学院、社团、工训中心等，为战队提供基础资金支持，保障战队日常运营。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要用于购买 RoboMaster 官方物资、3D 打印耗材、各类板材、小电脑、开发板等研发所需的物资；</li> <li>● 用于队内团队建设，包括队服、战队周边、团建活动等；</li> <li>● 用于战队比赛的差旅费用。</li> </ul>
	战队项目科研经费	队员依靠战队申报的大学生创新创业项目以及各类学科竞赛获得的经费与奖金，是战队资金的重要组成部分。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于购买特定的战队相关物资，例如激光雷达、关节电机等；</li> <li>● 用于紧固件、轴承等通用标准件以及电阻、电容等电子元器件的采购。</li> </ul>
	队员垫付	队员在报销完成前垫付的款项	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于金额较小的物资采购。</li> </ul>
	战队流动资金	为了防止各类经费无法及时报销导致战队出现资金空缺而设置的缓冲资金，在经费紧张的时期满足战队的各类需求，或者在队员无法垫付的情况下提供预支付。流动资金不允许用完。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要用于预支付较大的款项，例如场地加工费、裁判系统购买费用等。</li> <li>● 用于缓冲资金空缺。</li> </ul>
物资	往届遗留	战队长期积累的大量物资以及工具、配件、仪器、设备等，可以继续供队员长期使用。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 回收可用物资并用于战队新技术的研发与调试工作，做好整理入库工作；</li> <li>● 用于考核以及培训队员。</li> </ul>
	赞助企业	例如本末科技提供的电机。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于战队研发。</li> </ul>

加工资源	机械学院	小型雕刻机及配套电脑、台钻、切割机，焊台、电烙铁、热风枪、回流焊。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于玻纤板材、方铝、铝型材的切割。</li> <li>● 用于电子元器件的焊接。</li> </ul>
	CAD 中心	从 CAD 中心长期借用的创想三维 Ender3 打印机 6 台。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于 3D 打印件的生产。</li> </ul>
	队员资产	队员自用的拓竹 Almini 打印机 3 台以及拓竹 P1P 打印机 1 台。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于 3D 打印件的生产。</li> </ul>
	淘宝外包	各类淘宝外包，需要等待物流周期。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于外包方铝、碳纤维板、铝件、传动部件、光固化 3D 打印件等的加工。</li> </ul>
	工训中心	学生可以在老师指导下使用工训中心的车床、铣床、激光切割机等设备进行加工，需要前往新校区。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主要用于金属板材的切割以及较简单机加工件的加工。</li> </ul>
	赞助企业	例如嘉立创提供的可用额度以及立现三维提供的 3D 打印服务。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于 CNC 机加工件的外包、PCB 制作、SMT 贴片等服务；</li> <li>● 用于精细 3D 打印件的外包。</li> </ul>
宣传资源	QQ 群、B 站官号、微信公众号	战队在各个平台的官方账号，以及学校的各类竞赛、学术社团等群聊。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用于视频、推送等各类宣传工作，扩大战队影响力，让更多学生以及社会人士了解 RoboMaster 比赛，了解战队；</li> <li>● 用于记录战队的备赛情况。</li> </ul>
场地资源	机械学院	位于四川大学望江校区的机械工程学院楼，提供三间教室作为战队的长期活动场地，分别作为办公区、加工区以及调试区。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 办公区为队员设计机器人、编写程序框架、仿真调试的区域，也可作为月度总结等全体会议的会议室，另外也是队员们平时的自习区域。</li> <li>● 加工区为队员加工各类零件并组装机器人的区域，放置了雕刻机、3D 打印机等大型加工设备，也可作为各组组会的会议室。</li> <li>● 场地区为一间大型教室，将改造成比赛场地的构造并尽量还原场地元素，例如环形高地、盲道、桥洞、坡道等。</li> </ul>

i 创街	位于四川大学江安校区的校内商业街 i 创街二楼的“极客邦”，提供一间教室以及一个小型的测试场地。	● 作为江安校区队员的办公、研发、调试场地。
工训中心	位于四川大学江安校区的工训中心，提供测试场地以及机器人暂存场地。	● 用于飞镖的调试，因其需要较大场地进行测试。

## 4.4 资金预算分配规划

此表仅为概览，详细版本见“团队预算”Excel 文件。

模块	可用资金预算	备注（如有）
步兵	25000	保留至少一辆老步兵框架、其余回收再利用
英雄	12000	完整保留老英雄，再做一版新英雄
工程	8000	老工程回收再利用
哨兵	5000	在老哨兵的基础上进行改动
空中机器人	7500	回收老无人机上的电池、电机等
飞镖	2500	完整保留老飞镖，再做一版新飞镖
雷达	5000	无往届遗留硬件
运营	5000	
差旅	20000	两站联盟赛+区域赛
其他	10000	
总计	100000	

## 4.5 资源可行性分析

本赛季的各种资源，特别是资金，由于学校支持力度降低等各种原因还是有点紧张的，而大量的迭代和差旅有产生了大量的资金流失，因此我们提出了上述优化方案（详见 4.2）并在本赛季执行，管理层也根据本赛季的需求制定了每个兵种可以支配的预算。另一方面，我们广泛招商，目前已获 6 个月 3D 打印件外包赞助、5000 元 CNC 件及 PCB 板外包赞助、8000 元电机赞助，补充了将近 2 万的资金漏洞。我们也

将通过学院、社团、工训中心等各种渠道获得更多的资金支持，以减少资金不足的潜在风险。差旅方面本赛季也会进行一些缩减，且战队仍有一些流动资金，总体上仍可以支撑研发项目规划。

除了资金，目前在技术和人员上也有点紧缺，特别是电控与硬件组，不过我们希望通过冬招计划（详见 2.1.5）补齐该方向的技术和人员，确保战队可以完成本赛季的规划。若冬招计划不理想，我们也会召集留任的管理层、顾问以及老队员帮助，确保能够完成基本研发要求来保底。

但是另一方面，本赛季有着充分的加工资源以及场地资源，以及大量留任的老队员，新提出的小项目计划也快速催化了战队的研发进度（详见 2.1.5），如果一切按照计划进行，相信还是有希望创造队史的。

## 5. 宣传及商业计划（10）

### 5.1 宣传计划

#### 5.1.1 宣传工作内容、责任与义务

宣传主要负责宣传 RoboMaster 机甲大师高校系列赛事与大赛文化，提升战队知名度，建设战队文化氛围以及记录战队备赛进展四方面宣传工作。

在宣传工作中，主要通过线上公众媒体的途径，实时记录更新战队的备赛生活、团建生活以及与其他大学战队的交流等，同时在社交媒体上保持和其他战队、企业的友好互动。

#### 5.1.2 宣传任务

时间节点	月份	负责人	事件	计划内容	备注
赛季初	9月	运营组长 宣传经理	赛季招新准备	<ul style="list-style-type: none"> <li>制作招新推送+海报+说说</li> <li>召开战队启动大会</li> <li>官方赛事信息同步</li> </ul>	9月底前完成所有宣传物料设计
备赛期	10月	运营组长 宣传经理	实验室开放日	<ul style="list-style-type: none"> <li>准备报名事宜</li> <li>分配队员讲解时间</li> </ul>	做好实验室引导
备赛期	11月	运营组长 宣传经理	赛季招新	<ul style="list-style-type: none"> <li>百团大战</li> <li>学术大讲堂宣讲</li> </ul>	11月中旬完成协会成员招新
备赛期	11月	宣传经理	战队设计	<ul style="list-style-type: none"> <li>推文编辑</li> <li>封面设计</li> </ul>	以火锅日报的形式更新战队日常
备赛期	12月	宣传经理	战队介绍	<ul style="list-style-type: none"> <li>参考DOTA2战队入场视频</li> <li>素材与脚本准备</li> <li>完成剪辑</li> </ul>	以组别为单位介绍
备赛期	3月	宣传经理	联盟赛预热宣传	<ul style="list-style-type: none"> <li>预热推文</li> <li>设计海报</li> <li>拍摄备赛Vlog</li> </ul>	

赛期	4-5 月	宣传经理	联盟赛记录与总结	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 赛况推文编写</li> <li>● 赛况总结编写</li> </ul>	
备赛期	5 月	宣传经理	分区赛宣传	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 区域赛记录 Vlog</li> <li>● 备赛倒计时推文</li> </ul>	按照官方宣传要求进行
赛期	5-6 月	宣传经理	分区赛宣传	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 赛况推文编写</li> </ul>	

## 5.1.3 宣传途径

### 5.1.3.1 线上宣传——微信公众号

微信公众号作为火锅战队最主要的宣传途径之一，宣传组的成员在其中倾注大量时间与精力，现有 1118 位粉丝。

当前火锅战队的公众号推送的主要内容是赛事信息、协会培训、战队日常、经验分享、和节日海报，目前以火锅 IP 连载了火锅头条内内容。目前公众号保持一周一篇左右的频率更新。



图 4-1 公众号平台

### 5.1.3.2 线上宣传——Bilibili

四川大学火锅战队在 Bilibili 的官方账号已经收获了 6579 位粉丝，以战队日常、Vlog 和比赛视频为主。

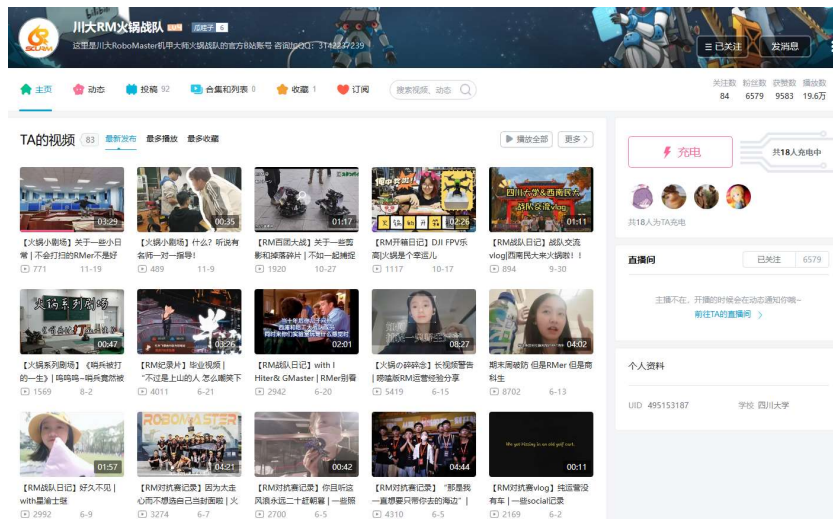


图 4-2 Bilibili 平台账号

### 5.1.3.3 线下宣传

经过微信推文、海报等方式的预热，火锅战队在校内开展学术大讲堂、国际学生交流等宣讲活动，为同学们介绍 RoboMaster 机甲大师高校系列赛事与大赛文化，宣传火锅战队。



图 4-3 学术大讲堂宣讲



图 4-4 与国际学生宣讲

### 5.1.3.4 文创产品设计

上个赛季火锅战队制作的手环、扇子等文创产品在比赛期间文创产品交换获得了不错的反响。在 2024 赛季，战队也将结合队训等精神内涵进行周边设计，目前已经产出了一套专属于火锅战队的表情包，并在战队交流群广为传阅。



同时，火锅战队的队服也在有条不紊的进行设计制作，队服将展示队徽、队训、战队名称、赞助商 LOGO

等战队元素，在交流活动中统一的队服能够增强成员对战队的认同感。

后续我们还将根据机器人特征设计乐高拼图、钥匙扣等文创纪念品，多方面多角度展示战队风采。

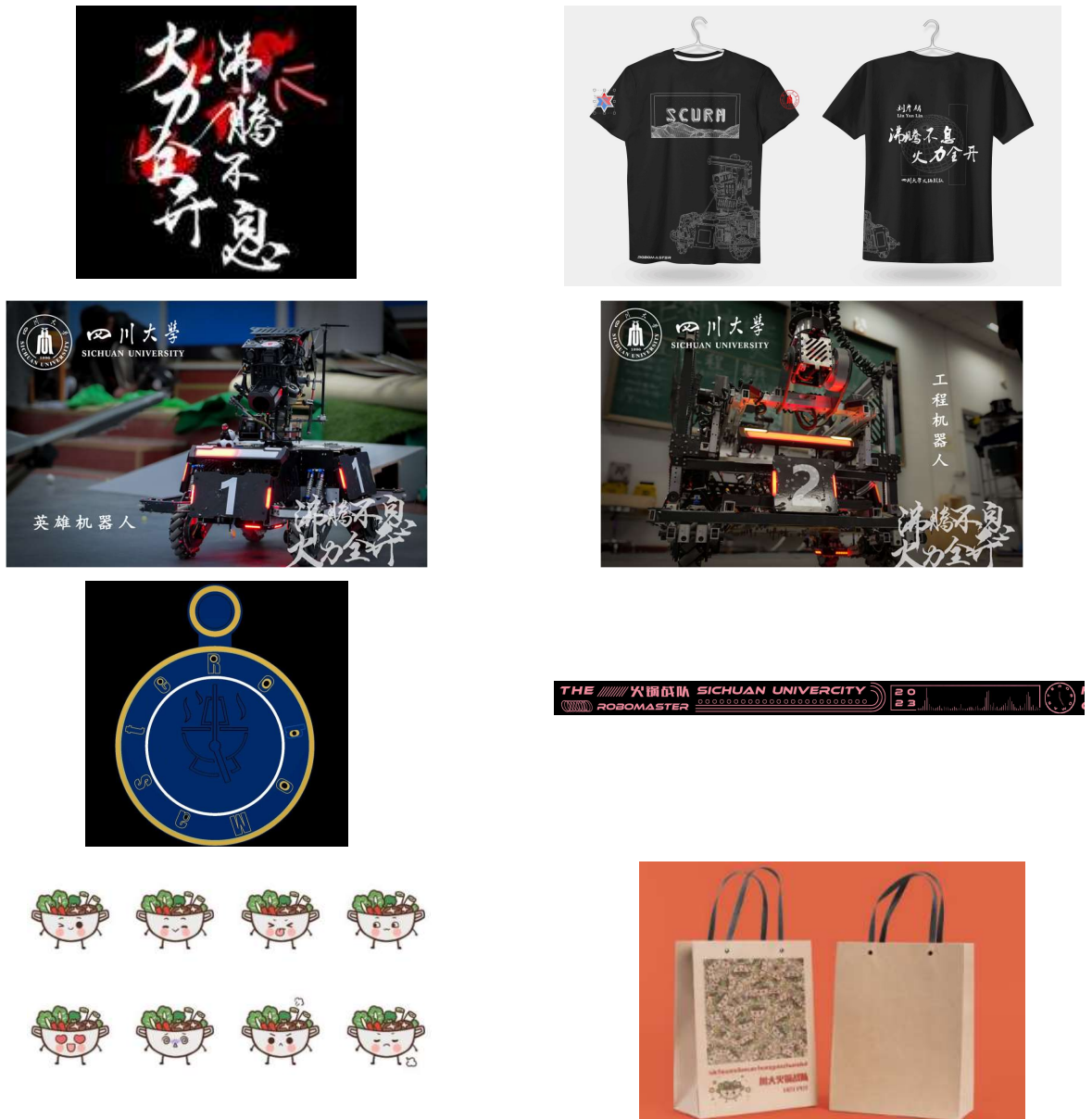


图 4-5 周边设计

### 5.1.4 宣传总结及预期

		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
平台	账号名	曝光总量	内容数量	平均曝光量	曝光总量	内容数量	平均曝光量
微信公众 号	川大火锅 SCRURM	0	0	0	5000	25	200
B 站	川大 RM 火锅战队	144225	39	2943.367	150000	40	3750



## 5.1.5 宣传规划

时间	事件	活动目的	活动内容	备注
2023 年 9-10 月	招新	由于校区的限制，大一大二的同学在江安校区，到望江校区的实验室距离较远，通勤时间较长不方便，成立 RM 管理的社团，为社团提供新鲜血液，	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 百团大战</li> <li>● 面向机械、电气、计算机三个学院的宣讲会</li> <li>● 参观实验室</li> </ul>	宣传组的成员会在 b 站视频网站、公众号等地方进行宣传
2023 年 10 月-12 月	培训	之前的赛季忽视了梯队队员的培养，这个赛季由大四退休的学长对招进社团的同学进行培训，分为机械、电控、硬件和视觉组别，大一大二低年级组别的成员选择自己感兴趣的方面学习，既可以让同学们学到自己想学的东西，也可以为未来进入 RM 战队打好人才基础。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 机械组培训</li> <li>● 电控组培训</li> <li>● 视觉组培训</li> <li>● 硬件组培训</li> </ul>	及时在公众号或者 b 站平台上发布培训消息。
2023 年 11 月	招募留学生	这个赛季和往常的赛季在招募上也有一些区别，24 赛季 RM 火锅战队首次尝试招募留学生。本赛季招募到两位来自摩洛哥的女生加入火锅 24 赛季的视觉组。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 留学生参观</li> <li>● 招新考核</li> </ul>	宣传组活跃组内气氛
2024 年 1 月	冬招	24 赛季也新添加了冬招的环节，为错过夏季招募的同学再次提供入队机会。		宣传组配合技术组完成招新工作
2023 年 9 月- 2024 年 7 月	组织团建活动	增强队内凝聚力，增加一些团建活动。例如：给队内的一些成员过生日，适当组织 3-4 次大型团建活动。包括但不限于春游/秋游、k 歌、爬山等娱乐活动	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 给队内成员过生日</li> <li>● 适当组织一些团建活动</li> </ul>	宣传组组织规划活动

## 5.1.6 周边规划

### 5.1.6.1 传统周边在制

名称	设计理念	进度	展示图
冬夏两季队服	以黑色为底色，正面选用火锅 23 赛季英雄机器人轮廓图片加上手写火锅二字；背面主要展现战队名称、口号、队徽、和个人名称，	冬季队服设计完成，正在制作中，夏季队服还在筹备。	 <p>注：展示图为未加商标版本。</p>
手环	整体初步选择黑红配色,更加符合火锅的特色，寓意红红火火	联系店家在制作	
扇子	印有火锅口号，沸腾不息，火力全开	联系店家在制作	
明信片	用 24 赛季的机器人和一些有纪念意义的照片制作明信片，机器人包括：步兵机器人、英雄机器人、哨兵机器人、工程机器人、飞镖系统、空中机器人、雷达	出车后制作	

RM 时钟 电路 板	ROBOMASTER 圆周排列，做成时钟的样子，时针和分针分别指向 R 和 M，意为 RM 的简写	制作中	
---------------------	---	-----	--

### 5.1.6.2 新周边设计规划

名称	设计理念	进度	展示图
火锅 ip	结合火锅的外观对整体造型进行了拟人化，讲火锅战队的形象设计为可爱的娃娃形象，象征着积极向上，保持学习，不断进步的理念。也印证了火锅的队训“沸腾不息，火力全开”	已完成	
火锅 ip 衍 生动 态表 情包	创新将 IP 进一步变化为常用的表情包动图，增大影响力。	已完成一部分	<p data-bbox="991 1361 1190 1395" style="text-align: center;">火锅公众号发布</p> <p data-bbox="959 1442 1209 1476" style="text-align: center;">(摁住 ctrl 点击跳转)</p>
火锅 ip 衍 生贴 纸	将一部分表情包制作作为贴纸，贴在机器人车体上，以及作为 ip 形象周边赠送给其他战队。	联系制作中	 <p data-bbox="935 1944 1246 1977" style="text-align: center;">注：以上为部分贴纸图案</p>

<p>火锅 ip 衍 生玩 偶</p>	<p>以火锅的 IP 形象定制玩 偶</p>	<p>联系制作中</p>	
<p>火锅 纸袋</p>	<p>火锅叠加使用。制作承 火锅的纸袋</p>	<p>联系制作中</p>	
<p>香薰</p>	<p>以火锅 24 年的机器人 为图案，制作香薰的外 皮，对每个机器人的图 案装不同味道的香薰， 以盲盒的形式赠送。</p>	<p>24 赛季出 车后制作</p>	 <p>注：以 23 赛季部分机器人示例</p>

<p>飞镖卷尺</p>	<p>以飞镖体作为卷尺的拉出端，飞镖架里面藏有卷尺（有点抽象）拉出的过程中就像飞镖从飞镖架发射出去一样</p>	<p>出车后制作</p>	 <p>注：灵感来源</p>
<p>纪念版灯光画</p>	<p>以 24 赛季车体合照制作灯光画</p>	<p>出车后制作</p>	 <p>注：以 23 赛季制作的人像灯光画示例</p>
<p>无人机风铃</p>	<p>3D 打印 24 赛季的无人机模型制作风铃</p>	<p>出车后制作</p>	

## 5.2 商业计划

### 5.2.1 本赛季招商计划

商业计划的工作整体上分为两个部分，具体是实践联系与文件准备。今年招商的总计划是：多方联系企业，尽可能多地争取赞助，为战队开源。

在本赛季，9-11 月的工作多涉及：工作交接、业务熟悉、新赛季招商文件准备（招商手册、招商 PPT、招商邮件、招商单页等）、校内文件处理与等。

11-4 月（次年）联系企业为全四川（主为成都）与深圳等地范围内的企业，目标企业的主营业务应是科技型企业，其次，餐饮类、教育类企业都应纳入备选考虑范围。并且应持续关注与以往合作过的企业的续约的事项考虑，应不遗余力地争取续约工作的完成。在此期间，联系方式预计也会是线上进行。

5 月，以本月为截止日期，必须完成招商工作，确定本赛季冠名企业、二三档权益企业，同时在官方完成权益申报，大概结束 24 赛季的主要工作。从本年 12 月到次年 5 月底，每一次客户谈话都应当记录会议交流细节，以方便经验总结、工作述职、文件保留等。后期收尾工作则主要是应负责战队参赛期间的后勤，保证比赛的顺利进行。

### 5.2.2 本赛季招商规划

(1) 我队应尽力促成与立现三维，嘉立创以及本末科技三家公司的合作，以期对我队的物料赞助。这些公司对赛事了解度较高并有意向赞助队伍。关注不同公司的赞助窗口期，在窗口期内咨询赞助事宜。

(2) 扩大招商团队。在战队招商板块，招商经理处于孤军奋战的状态。下一赛季战队应选择有一定技术经验的队员辅助招商经理进行战队招商工作。

(3) 与运营组并完成业务交接。前期的寻商与对接，共同开展为宜，前期的工作是基础会消耗大量精力，共同开展可保证效率的最大化；后期的关系维护与续约工作，应保持对接人的统一，维持信息交流的稳定。

### 5.2.3 战队招商资源优势及亮点

(1) 战队目前自媒体账号矩阵流量突出，创意内容制作能力较强。

(2) 战队队服、创意纪念品等衍生品开发能力较强，目前已拥有队旗、手环以及队服等多种衍生品并在校园内享有优秀的口碑。

(3) 战队在校园内为品牌宣传推广能力较强。

(4) 各战队之间的技术交流可以让产品在全国各地的高校圈里得到很好的推广，对产业内的各品牌有着较大的吸引力。

## 5.2.4 本赛季赞助权益

### （一）战队赞助权益一览表

序号	合作形式	备注
1	战队服饰广告	战队队服呈现企业 Logo，视赞助商类别的不同确定标志的位置安排
2	战队车辆广告	车辆平滑部分呈现企业 logo，视赞助商类别的不同确定标志的位置安排
3	战队冠名权	此项为冠名赞助商权益
4	战队宣传广告（网络）	战队公众号发文文末或宣传视频等将对赞助商进行特别鸣谢；如有需求将定期发文介绍赞助商
5	战队宣传广告（线下）	战队所举办的活动现场将通过横幅、海报等物料对赞助商进行特别鸣谢

### （二）企业赞助权益概览

序号	内容类别	权益
1	冠名赞助商（赞助费 > 8 万元）	包括团队冠名权之内的服饰、车辆、网络宣传广告位等全部权益
2	一般赞助商（赞助费 > 2 万元）	除过冠名权的全部权益
3	品牌合作伙伴（赞助费 > 5000）	服饰、网络宣传广告位等一般权益



邮箱: [robomaster@dji.com](mailto: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