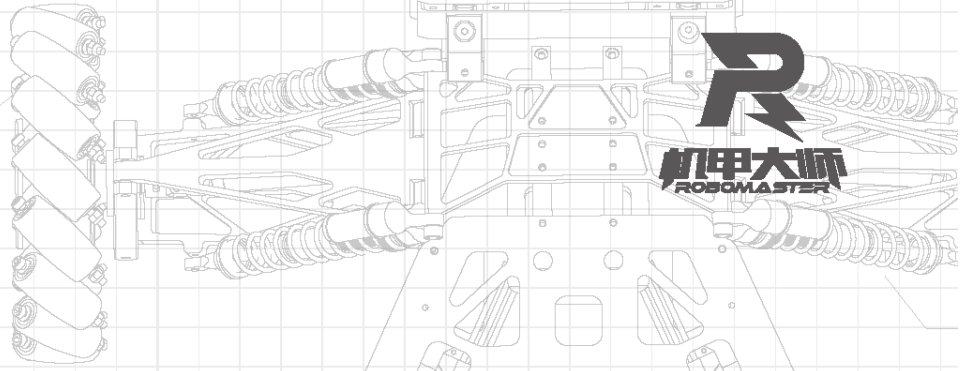
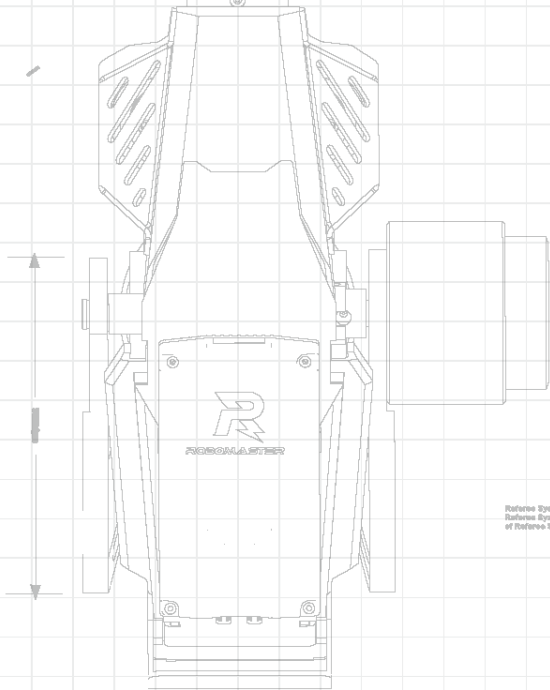


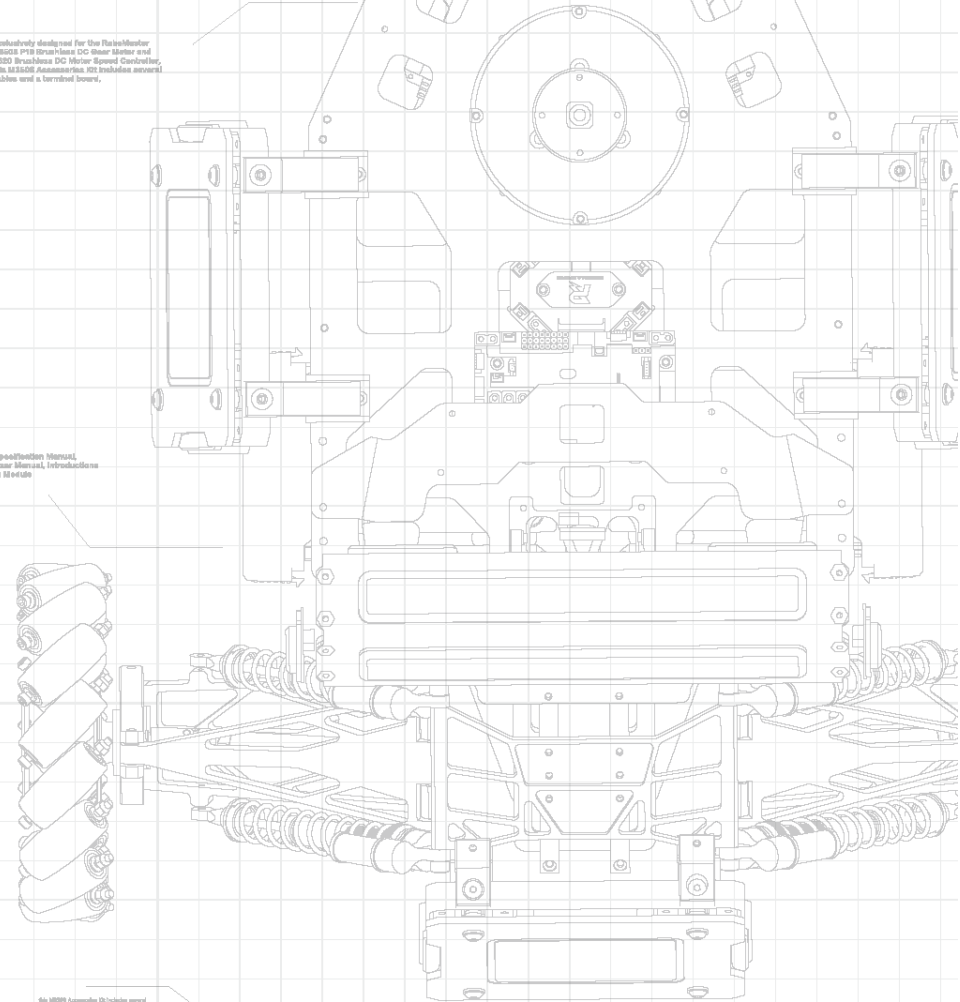
Using a BL-66 motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C200 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor speed.



Exclusively designed for the RoboMaster M8008 P18 Brushless DC Motor and C200 Brushless DC Motor Speed Controller, this M8506 Assembly Kit includes several cables and a terminal block.



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

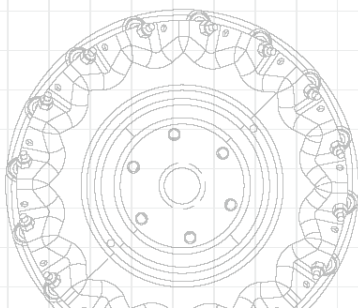
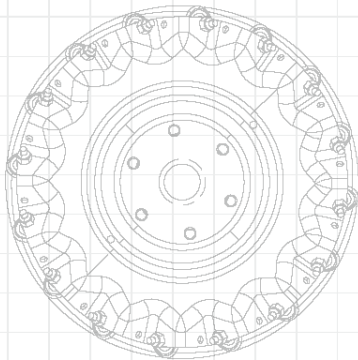
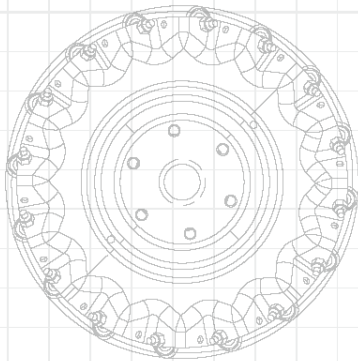
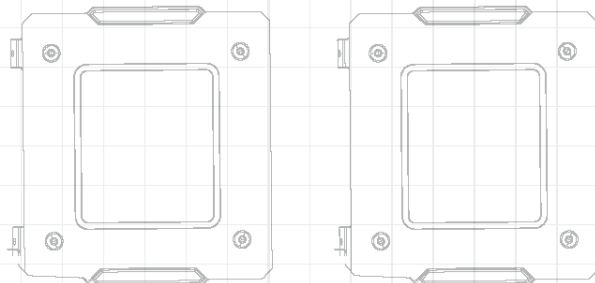


The M8508 Assembly Kit includes several cables and a terminal block, ensuring a complete propulsion system for four independent motors.

ROBOMASTER 2024 首都师范大学 超级对抗赛 赛季规划

首都师范大学 PIE 战队编制

2023年12月发布



目录

1. 团队目标	1
1.1 队伍现状概述	1
1.2 队伍共同目标概述	2
1.3 目标制定依据	3
1.4 过程跟踪动作	4
2. 项目分析	5
2.1 上赛季项目经验分析	5
2.2 新赛季规则解读	5
2.2.1 整体分析	5
2.2.2 比赛场地变化	5
2.2.3 机制变化	6
2.2.4 机器人制作规范变化	7
2.3 研发项目规划	7
2.3.1 步兵机器人	7
2.3.2 工程机器人	10
2.3.3 哨兵机器人	13
2.3.4 英雄机器人	16
2.3.5 飞镖机器人	19
2.3.6 无人机	20
2.3.7 雷达	21
2.3.8 人机交互系统	24
2.4 技术储备规划	28
2.4.1 通用技术储备	28

2.4.2 特定兵种技术储备.....	32
3. 团队架构.....	40
3.1.1 职位分工.....	40
3.1.2 职位分布.....	43
3.1.3 队员晋升.....	43
3.1.4 队伍传承.....	44
3.2 团队招募计划.....	48
3.2.1 宣传途径.....	48
3.2.2 招新活动.....	48
3.3 团队培训计划.....	51
3.3.1 科研培训.....	51
3.3.2 校内赛.....	55
4. 资源可行性分析.....	57
4.1 资源使用情况分析.....	57
4.1.1 预算及使用情况.....	57
4.1.2 预算使用情况分析.....	58
4.1.3 资源使用控制方案.....	59
4.2 预算分配规划.....	62
4.3 可用资源分析.....	62
4.4 协作工具使用规划.....	66
4.4.1 培训协同工具.....	66
4.4.2 备赛协同工具.....	66
4.4.3 测试记录.....	76
4.5 研发管理工具使用规划.....	78

4.6 资料文献整理.....	79
4.7 财务管理.....	83
4.7.1 预算分析.....	83
4.7.2 成本控制方案.....	84
4.7.3 物资购买流程.....	85
4.7.4 报销流程.....	86
4.7.5 物资管理.....	91
5. 运营计划	96
5.1 宣传计划.....	96
5.1.1 宣传目标.....	96
5.1.2 宣传指标.....	96
5.1.3 宣传任务安排.....	96
5.1.4 宣传途径.....	98
5.1.5 宣传能力建设.....	102
5.2 商业计划.....	103
5.2.1 招商对象.....	103
5.2.2 招商优势及亮点.....	103
5.2.3 合作模式.....	107
5.2.4 赞助需要.....	110
5.2.5 赞助商权益.....	111
5.2.6 招商单页.....	111
5.2.7 新赛季招商目标.....	111
6. 团队章程及制度	113
6.1 团队性质及概述.....	113

6.1.1 团队名称.....	113
6.1.2 团队性质.....	113
6.1.3 团队原则.....	113
6.1.4 团队文化.....	113
6.1.5 团队目标.....	113
6.1.6 团队共识.....	114
6.1.7 团队会议.....	114
6.1.8 团队权利.....	114
6.1.9 沟通机制.....	114
6.2 团队制度.....	115
6.2.1 审核决策制度.....	115
6.2.2 会议制度.....	119
6.2.3 考勤制度.....	120
6.2.4 考核制度.....	120
6.2.5 奖惩制度.....	121
6.2.6 培训制度.....	121
6.2.7 退队制度.....	121
6.2.8 设备管理制度.....	122
6.2.9 值日制度.....	124
6.2.10 其他制度.....	125

前言

本报告由 PIE 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	刘适宁	雷恩泽	张京皓	车向彤	许家辉
硬件	陆天宝	陈铭	付垚	段一	
软件	田祚远	高云鹏	付跃洋	钱心亦	姚静萱
算法	秦良宇	朱元彬	黄恩浩	王梓任	
管理	王文婕				
宣传	段佳怡				
商务	陆诗语				

1. 团队目标

1.1 队伍现状概述

2023 赛季 PIE 战队是战队第二次参加超级对抗赛，这次比赛暴露了许多问题，并未取得理想的成绩。怀抱着赛场失利的遗憾以及对未来的憧憬，PIE 战队报名了 2024 年的比赛。PIE 战队共参加了 RoboMaster 机甲大师赛的 3 个项目，分别是超级对抗赛、联盟赛 3v3、联盟赛步兵 1v1。

今年是 PIE 战队第三年参加对抗赛，也是 PIE 战队第三年从物理系招新转向全校招新。相对于去年仅有十几人的小队伍，今年战队人数达到 35 人，人力资源相对充足。而资金上，由于学校的原因，来自学校的资金支持相较去年少了一些。但是我们拉取赞助，同时也尽可能地争取工科基地开放基金、实验室开放基金、校内创新实训基地等等，以此来支撑比赛所需的资金。同时，PIE 战队发展至今，技术之间的传承少不了一代又一代的积累。我们有码云和远程仓库供电控成员进行代码更新和整合，有 NAS 以便机械、电路成员们上传各种测试记录、技术文档，以及搜集的各高校开源资料，而 NAS 同时也存放了运营组所需要的照片和视频。

在参加了 22 赛季以及 23 赛季的对抗赛之后，PIE 战队获得了很多经验：造车周期、调车周期、备赛准备、赛场所需。在 23 赛季，我们造出了两台步兵、一台英雄、一台工程、一台哨兵、一台飞镖。虽然实际队员与理想队员人数一致，但是仍未完成赛季初的既定目标。而今年队伍有了更多的经验，我们秉持着能够在下一赛季取得更大的进步的目的，在本赛季周期，我们计划合理利用暑假、寒假以及课余时间，希望能够实现步兵、英雄、哨兵、工程、无人机、飞镖、雷达的兵种规模，同时能够在周期内解决机器人出现的问题，至少将机器人迭代一次。

在 2023 赛季的赛场上，我们认识了许多来自各个高校各个战队的朋友们。而在平时看比赛相关资讯的时候，也会向一些队伍学习、交流。他们为我们提供了丰富的机器人制作思路和经验，同时在战术上提供了新视角。上海交通大学战队的自定义控制器使人眼前一亮，在技术创新的基础上又能保持机器人性能的稳定。东北大学战队团队基础强，设计能力、创新能力强，并且人手充足，维护能力强。太原理工大学战队团队氛围融洽，技术稳定，创新能力强，战术制定上非常有想法。他们都非常值得 PIE 战队总结并且学习经验。分析部分队伍在赛场上展现出的机器人和战术特点，能够指引我们的战术方向和机器人制作方向，在有

限的资源和很少的人力下尽快追上强队们的脚步。

我们希望在去年的基础上，在不同专业的同学的共同努力下，从技术、管理、宣传、招商等方面全面提升能力，让 PIE 战队有更好的成长。

1.2 队伍共同目标概述

战队今年希望达到的最理想的成绩是：超级对抗赛区预赛出线进入国赛，必须达到的保底成绩是区域赛小组积分排名组内第三；高校联盟赛拿到区域赛前三，非甲级第一。

技术上，希望能在 2024 实现两台步兵（普通步兵和平衡步兵）、一台英雄、一台哨兵、一台工程、一架无人机、一套飞镖、一套雷达的兵种规模。硬件上的突破点为超级电容模块以及先辑开发板。对于超级电容模块，希望能够通过使用基于数字电源的技术，能进一步降低电容死电，同时使其具有动能回收这一项特性，解决上一代超级电容板间通信的问题。对于主控板，我们计划做出一款外设数量相当于 C 板两倍的主控板，同时在尺寸上尽可能地缩小使其更好地装配在机器人上，该主控板将采用核心板加底板的形式，这样在赛场上若其中一部分出现问题可以迅速更换；机械上首先确保新兵种实现基本功能，加强旧兵种整体结构稳定性，具体体现在增强步兵机动性且更加轻便，提高对场地的适应能力，加强步兵单发限位设计，保证巩固英雄吊射能力，增强哨兵各个基本功能，提高全图探索能力和机动性，保证工程稳定取矿能力和高效兑矿能力；电控上通过开发 RISC-V 架构的 MCU 来提升整体芯片算力，并最终部署到机器人上。控制原理上推进 LQR 的研发并目标将系统较为复杂的控制部分改为 LQR 控制。正向解算电机的功率消耗，并将其利用到底盘功率控制上，并以此为基础对底盘电机功率实现二次重分配。结合摩擦轮温度等因素调节发射机构，减少弹速变化和弹道飘逸；视觉上优化相机采集与数据时间戳同步以提高程序稳定性，实现整车模型并改进弹道补偿以加强自瞄效果，应用 ROS 推进程序架构规范化，利用机器学习模型提高能量机关识别精度，整体上以实现稳定高效的自瞄为总目标。

管理上，建立一套更加切实可行的进度追踪制度，避免任务的累积导致最终任务丢失，真正实现队长以及各技术组组长安排任务，项管追踪任务，队长、项管等管理者的工作应该与技术组的备赛任务相辅相成，共同推进备赛进行。其次，由于战队人数增加，往年的扁平化管理出现了低效、沟通不及时的问题，今年希望建立一个相对成熟的战队管理体系，可以满足 30-50 人高效交流的需求。再次，自 21 赛季面向全校招新后，培训压力增大，经过两年

的发展，今年将建立一个稳定在 10 名老队员投入下可以培训 100 名新队员的培训体系。

宣传方面，做到有规划的定期推出宣传内容，预计 1 个月至少推出 4 个包括推送、视频在内的宣传成果。其次，往年宣传成果内容较多，难以在快餐阅读和短视频盛行的新媒体宣传方面抓人眼球，本赛季计划精简推送和视频内容，获得更好的宣传效果。再次，带领新人建立更加成熟的宣传小组，紧跟 RM 宣传小组考核，保持优秀宣传小组的水准。最后，今年预计设计出至少 5 款更为实用的新周边。

招商方面，一方面，提升合作对象的规格和增加合作对象的数量。计划寻找一家冠名合作伙伴或战略合作伙伴，与 6 家公司建立合作伙伴的关系。另一方面，进一步建立更为系统化的招商模式、赞助商反馈模式，促进在招商方面推进团队的传承。

1.3 目标制定依据

目标	依据
24 赛季比赛成绩	23 赛季比赛成绩
技术方面	往年技术积累较为充足 战队招新成功显著，人力资源充足
进度追踪制度	结合往年项目管理经验 借鉴了太理、华南理工等学校的经验
战队管理体系	结合往年项目管理经验 战队人数增加的客观需要
培训体系	结合往年培训经验 培训人数增加的现实需要
宣传方面	上个赛季的宣传成果
招商方面	上个赛季已和优信电子等 6 个单位建立合作关系 战队本赛季资金有限

1.4 过程跟踪动作

(1) 完善实验室物资管理制度

利用飞书审批功能及多维表格完善实验室的物资管理、财务报销问题，解决不同房间的物资存储，培训物资的发放、维修、回收，官方物资、自购物资、裁判系统之间的区分，时刻掌握库存物资数量等问题。

(2) 完善资料文献整理

建立规范的代码开源上传的流程和格式规范，便于其他成员的参考借鉴；完善 NAS 的管理，让团队形成资料共享的习惯；完善日常照片及视频的上传规范。

(3) 完善针对多院系的培训体系

逐步完善针对多院系的培训体系，协调好不同院系之间的关系。针对上个赛季出现的不同院系之间能力差距较大，导致团队备赛氛围和进度不统一、关系不融洽等问题进行解决。

(4) 扩大新生培训场地

一年内建立一个校级平台，在良乡校区规划至少 3 块区域作为培训场地。针对参与培训的成员的增多，人均可用空间减少，校内赛备赛空间拥挤，且不便于日常加工，管理不便等问题。

(5) 完善宣传体系

具体计划为制定推送制作最短/最长周期，建立长期固定宣传栏目，拓展宣传平台，合理开发新媒体，推出新颖的宣传方式。

2. 项目分析

2.1 上赛季项目经验分析

硬件上，考虑方案时要考虑全面，研发时间要合理分配，把控好研发进度。

机械上，在经过大量测试后的结构如果想再继续优化一定要做好备份，对于机构的每一次优化都要做好最坏的打算，防止出现优化后发现负效果时无法倒退版本的状况；对于视觉的研发上缺少时间和人力投入的问题，要尽可能去提前机械出车的时间，以此来为视觉争取研发时间。

电控上，步兵性能和稳定性还有很大的提升空间，实战中一些情况，比如飞坡、打符等，不能很好的应对；所以新赛季应明确步兵的主要任务为提高性能和稳定性，第一目标是最大程度提高底盘性能，以及发射机构的稳定和精度；其次是合理计划各组别的任务时间，避免冲突影响整体调试进度。

视觉上，制定研发目标时，应符合实际，避免对后续的项目规划安排产生干扰影响。在研发过程中，我们需要注重代码的结构和模块化设计，以提高可维护性和稳定性。合理安排项目进度和分配人力资源是成功实现功能的关键。同时，加强对新功能的研发和测试工作，以及进行充分的调试和验证，有助于提高功能的稳定性和可靠性。当进度无法完成预定目标时，优先满足基本需求。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 整体分析

今年的比赛规则提高了对局前期的容错率，增加了对局中后期的激烈程度。间接的削弱了操作手水平和理解对对局结果造成的影响。从技术上，在保留了一定向下兼容性的同时，对各个技术组别提出了新的要求，机械组要求结构的小型化和机器人的稳定性。硬件组将会涉及现代自动控制理论，机器人逆解等相关技术栈，同时和软件组的配合更加紧密。软件组将被鼓励使用多种传感器来解决问题，同时，会接触决策、SLAM等相关方面知识。

2.2.2 比赛场地变化

比赛场地新添加了隧道。这为战场增添了继飞坡和起伏路段之后的第三条沟通红蓝方空间的道路，但是和飞坡一样，隧道对机器人的尺寸有要求，是一条具有技术门槛的通路。如

果一方可以利用好隧道，将为战场中后期的快速战略部署带来巨大优势。

比赛场地飞坡公路取消了围挡。同样，这增加了在 R4 / B4 附近单位的灵活性，他们将会同时有进攻和防守的选择。

比赛场地的 R3/B3 高地面积缩小，距离前哨站的距离增加，并在侧面有一坡道。该高地一直是赛场常用的英雄点位之一，距离前哨站和基地距离的提升，将会给英雄设计的精度带来更高要求；该点位更加靠近己方腹地，并有坡道可以更加快速的机动，英雄在此被步兵击杀的概率将会大幅减小。

比赛场地的环形高地，以及环形高地后方的缓坡宽度增加。现在战场中双方经常争夺的区域都保证了一定的机动空间，利用机器人碰撞或堵住他人退路取得优势的方式将变得更加困难。

补给站减少至一座。如果机器人单仓容量过小，这将会对机器人的出击效率造成巨大削弱。

2.2.3 机制变化

等级被切分为十级，经验获取方式被修改，有人单位的半自动操作方式，和平衡底盘可以增加经验获取比例。相应的优先机制被重做，弹速优先被取消。这会让等级升级变得更加平缓，鼓励在任何时间激进对抗。同时对特殊技术兵种的奖励由之前单纯的数值碾压，变成了对经验增长比例的增强，这将对技术兵种的稳定性和前期自身的强度提出要求。

17mm 发射机构拥有初始 30m 弹速上限，而 42mm 发射机构拥有初始 16m 弹速上限。这将会让所有单位发射机构的命中率提高，比赛的命中率将会提高，有效交战距离变远。

击打大能量机关取得高环数可获得的增益增加，击打小能量机关的经验奖励修改。对于绝大多数队伍可以达到的大能量机关击打环数来说，该增益较小；小能量机关的经验奖励修改结合今年的经验机制改动，增加了队伍在小能量机关加成作用期间进攻获得的收益。

雷达增加了易伤机制雷达现在不仅可以为队伍提供情报上的优势，还将增加队伍整体的作战效率，但是收益是否明显有待考证。

补给站可以兑换的弹丸减少。这对拥有 17mm 发射机构机器人的弹仓容量提出了要求。

远程补给、远程血量兑换、立即复活的金额减少。经济充足的队伍将会获得更多的战术选项。工程能力的提升为队伍带来的收益提升变化将会更加连续切平缓。

场地的各个增益点提供的枪口冷却将随时间变化。这降低了操作手在前期的操作上限，搭配对经验机制的改动，对局将会呈现越靠近后期，每次交战对胜负影响越大的趋势。

哨兵的机制修改，并且云台手与哨兵间的手动通信将需要付出金币。削弱了哨兵在纯数值上的优势，如果要取得更高的作战成果，哨兵的自主导航、智能决策是必须的。

工程机器人的工作更加复杂，对兑矿时长做出要求，兑换站的位姿变化变得更复杂，大资源岛的去矿方式发生变化。对工程机器人的构型提出了更高要求，工程机器人的技术含量显著上升。也再次强调工程机器人的战术定位，抛弃了工程机器人除为团队获取经济外的其他功能。

2.2.4 机器人制作规范变化

2024 赛季的机器人制作变化主要在于 17mm 机动枪管被取消，17mm 机动枪管在上赛季可以装置在步兵、英雄和无人机上，其中最大影响在于双枪步兵，从上赛季的联盟赛来看双枪步兵的火力极具压制力，在对抗赛上来看对于没有对无人机发射弹丸进行研发的队伍，将机动枪管放在步兵上，也在一定程度上提升了战斗力，然而机动枪管的取消也意味着双枪步兵也不再存在，也促使和鼓励队伍去研发空中机器人。

除了机动枪管的改变，自定义控制器的尺寸限制也有了改变，尺寸限制从 350*350*350mm 扩大到了 500*500*500mm，并且重量限制也被取消，这一方面的改动，鼓励了队伍在设计自定义控制器减少尺寸的限制，增加设计上的多样化。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

步兵要参加的比赛是贯穿始终的。步兵作为最基本的机器人，在战略意义上无疑是至关重要的。今年的总目标为制作出两台台高稳定性高性能的全向轮下供弹步兵、并优化上个赛季的一台平衡步兵。结合规则中环形高地新增的隧道，经过内部讨论后决定，步兵应该具有通过隧道的能力，故缩小步兵底盘并降低云台高度。考虑到今年规则中减少了补弹次数，再结合云台降低的需求，我们选择了下供整体思路弹。总体上步兵还是以稳定为主，在新步兵设计上应该遵循稳定以及轻量化的原则对步兵进行再设计、再优化。

2.3.1.1 需求分析

在超级对抗赛中，要求步兵有很强的机动性，灵活穿梭于战场之中，同时由于哨兵的改动我们对于飞坡进行敌后骚扰战术有很大的需求，对于步兵底盘的性能有了更高的要求。尤其是在去年有了一定实战经验的基础上，我们希望能从各方面提升它的作战能力。为了达成以上目标，在机械设计方案上，为了保证步兵灵活性，底盘将采用全向轮独立悬挂，在保证通过性的前提下，降低地盘减轻重量。本赛季对规则进行分析后决定降低云台改为下供弹，因此本赛季步兵需要整体重新设计。射击部分采用新的方案，使用 U 型轴承进行单发限位，并随着测试对参数进行优化，云台 pitch 轴采用 3508 钢齿轮的方式驱动，大幅减轻重量缩小空间，尽可能将重量居中，减小云台惯量。由于平衡步兵对战术的选择有很大帮助，所以我们会优化共轴麦轮平衡步兵。包括更改供弹方式，以适应规则，减轻重量，增加飞坡功能。

在电控方面，我们试图让步兵机器人实现灵活稳定，小巧的身材，这个赛季我们试图在步兵的发射机构上做研发。配合机械上对发射机构的研发，稳定步兵机器人的弹道和弹速，参考沈航的温度补偿开源，以减少摩擦轮温度变化对摩擦轮的影响。同时，我们也想改进超电方案，更大提高步兵机器人整体性能。我们想实现一个稳定飞坡，精准控制的步兵机器人。计划在本赛季上的控制上进行优化，参考各大学校的开源调整优化控制方式，长期参数整定和测试，让步兵机器人灵活穿梭在赛场上，并且具有很高的控制性和射击稳定性。

在视觉算法方面，由于步兵在 RM 赛场上担任着进攻与防守抗压的主要功能，其高速的射频与灵活的进攻撤退能力也是步兵机器人的一大亮点。为了能带给操作手更好的操作体验以及为团队带来更高的收益想过，其自瞄与击打能量机关的能力便显得至关重要，在进攻时优秀的自瞄水平可以让机器人快速的锁定机器人的装甲板以及拥有良好的反陀螺能力，可以在与对方机器人狭路相逢时更好的获取攻击优势。同时这个赛季大大提高了能量机关在击打高于 35~50 环的攻击与防御收益，这意味着激活能量机关将有着更大的战略优势，在进攻时



图 2-1 平衡步兵需求框架

高额的攻击与防御收益可以更好的加强我们的进攻优势，在防守时获得能量机关也可以大大提高我们在防守反击的成功率。综上稳定的自瞄与击打能量机关能力再加上步兵本身的灵活性可以大大提高步兵无论是冲锋还是游击还是防守的威胁，提高其在队伍中的战略价值。

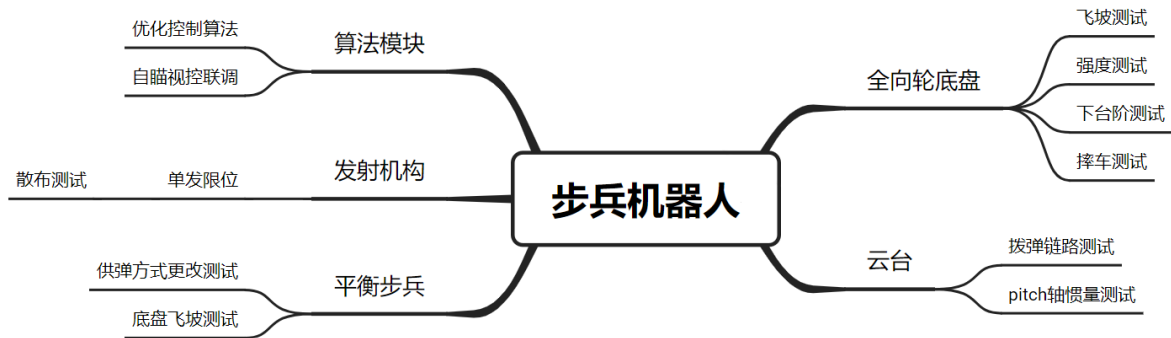


图 2-2 步兵需求框架

2.3.1.2 进度安排

时间	任务	人员
11.15-11.30	步兵云台测试，链路测试	机械 1 人，电控 1 人
12.1-12.10	底盘图纸	机械 1 人
12.11-12.30	考试复习	机械 1 人，电控 1 人，电路 1 人，视觉 1 人，操作手 1 人
1.1-1.14	整车装配，测试	机械 1 人，电控 1 人
1.15-2.9	全面测试，完善改进	机械 1 人，电控 1 人
2.10-2.30	平衡步兵优化，测试	机械 1 人，电控 1 人
3.1-3.30	视觉自瞄 操作手训练	视觉 1 人，操作手 1 人

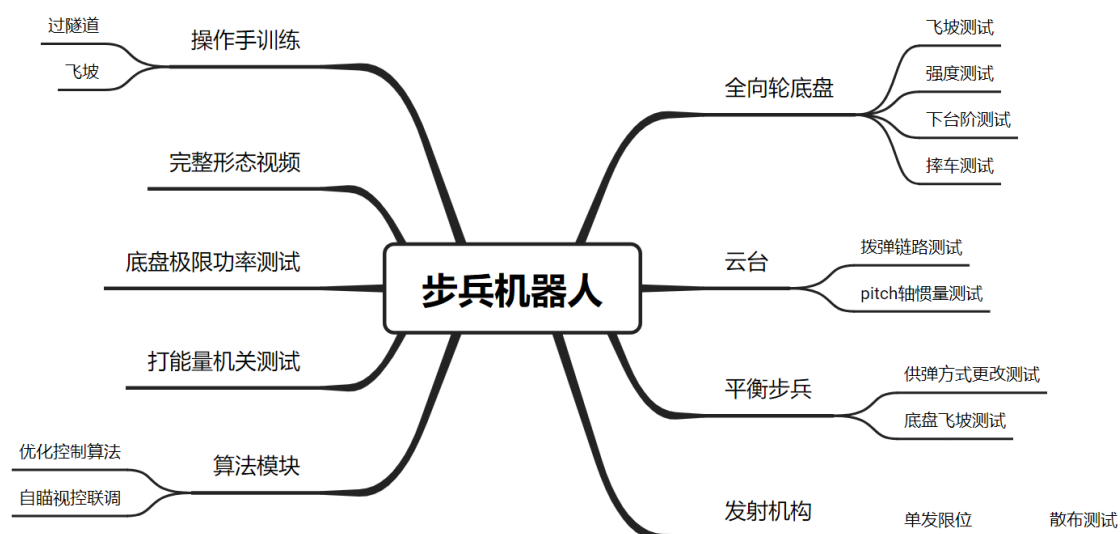


图 2-3 步兵详细任务安排

2.3.2 工程机器人

2.3.2.1 需求分析

本赛季，官方再次进行规则大改，原有的大资源岛获取金矿的形式由高处掉落转变为大资源岛内部取矿模式，金矿被放置在大资源岛内部的矿槽中，矿石位置虽相较之前更加固定，但是限制机械臂取矿的空间，对取出金矿的操控要求也更加细微精确。兑换站中可大范围内移动的机械臂保持不变，但机械臂的位姿更加多样化，兑矿时各不同等级的难度也都存在着一定程度上的提升。与此同时，本赛季还对兑矿时间有着一定的限制，随着时间的增加，可获得的金币数量随之减少，要想获取多的金币，就必须挑战难度系数高的兑换等级且具备快速兑矿的能力，这无疑为本赛季工程机器人的设计增加了更多的难题。值得一提的是，在本赛季的设置中，金矿石与银矿石可兑换的金币数量有着显著差距，这使争夺金矿有了新的意义。但与 2023 赛季相比，本赛季取消了障碍块机制，使工程机器人功能更加专一，空间更加富裕，整体的设计向着精细机械臂与更多自由度的方向发展。综上所述，新规则出来之后，设计工程机器人的难度直线上升。

而作为一支新晋队伍，在本赛季中，工程机器人最主要的任务依旧是稳定地获取并高效地兑换矿石以获得更多的金币，从而为步兵机器人、英雄机器人等其他机器人提供充足的金币资源。要能够稳定地获取金矿石，各关节更加小巧灵活必不可少，而高效兑换矿石则主要对自由度数量与各关节尺寸有着一定的要求。因此，在本赛季，六个自由度的设计依旧必不可少。根据规则进行方案规划，于是在新赛季的工程上，多个 yaw 轴、pitch 轴、roll 轴以及

抬升的联动设计是最为重要的。对于获取矿石，本赛季将更加聚焦于吸盘的使用，在上赛季中，吸盘获取矿石效果优异，但整体体积过大，重量仍待进一步减小。而且由于大资源岛的巨大改变，优化吸盘末端，使其更加小巧、简便、快捷，成为了本赛季的重要任务之一。

为了能够实现矿石兑换站的五级难度的对位，应对 135° 的位姿，我们将主要使用 SCARA 的机械臂构型，此想法主要来源于南方科技大学战队 2023 赛季的设计。与此同时 pitch 轴、roll 轴位置往前端移动，使得前端有更多的自由度，更加灵活。对于 SCARA 的构型，我们尽量对各关节进行耦合，合理规划各关节尺寸，扩大其运动空间范围，便于直接定位到兑换槽位置。yaw 轴驱动选用了 GO-8010 电机与 3508 电机。roll 轴和 pitch 轴采取锥齿轮的集成方式，放置了 2 个 2006 电机进行 roll 轴和 pitch 的转动。由于前端放置了多个自由度和各关节机械臂，减轻重量以及重心调配就成了非常重要的问题。

而抬升都是上一个赛季制作过的东西，因此能够积累一些经验，但是由于本赛季空接不再成为优势功能之一，二级抬升的需求减弱，又因为二级抬升挤占空间且在上赛季中存在刚性不足等问题，因此今年准备尝试丝杠抬升或者同步带为主的伪丝杠设计，优化抬升的刚度与稳定性。

因为获取矿石机构的体积有了很大的缩小，因此夹取矿石之后，我们给矿石预留出了储藏多个矿石的位置。因为需要储藏多个矿石，转矿和如何从车中取矿的设计就十分关键。我们选用多个 2006 电机驱动滚刷转动，从而让矿石可以顺畅的进出矿仓，并转到合适的角度以便兑矿。目前我们的储藏区可放置四个矿石，加上吸盘吸取的一个，所以一个工程机器人最多能同时有五个矿石，能足够的满足其他机器人对金币的需求。至于底盘，我们仍然打算使用麦轮作为底盘，在上一个赛季的基础之上进行改进，将 3508 电机内嵌，改善底盘外八情况，将拉簧更改为减震器等等。同时，上一个赛季的工程轮距和轴距其实不算很大，能够利用的空间也不是很多，所以新赛季的工程底盘还会增大轮距和轴距，保持车的稳定性。

为满足机器人的机械臂复杂、灵活的控制需求，我们将对机器人进行运动学建模，摒弃以往的“挖掘机”式的单电机控制，转而采用基于运动学模型的逆运动学控制，操作手只需在实在的物理三维空间中进行一系列符合人体直觉的操作，而不用考虑抽象、复杂的机械臂关节空间的运动效果，简化了操作难度，同时对算法提出了一定挑战，因此优秀的运动学算法也将是本赛季将要攻克的重点任务。

在电路上，我们期望能够用尽可能少的电路板来控制整车的运动，同时缩小主控板体积，向开发型 C 板的尺寸看齐。我们将使用 HPM6750 作为主控板的芯片，其双核处理器能够让

我们的机器人拥有更高的性能。我们设计的主控板是核心板加底板的形式，这样在某一部分出现问题时我们可以立马拿出备用替换件掉核心板或底板，而不是把整块板都换掉。这样做有着不少的技术难点，比如：HPM6750 芯片是 BGA 封装，需要使用 6 层 PCB 来引出它的引脚；HPM6750 芯片不具备 Flash 功能，需要为其搭配 Flash 芯片，该芯片对于走线要求极高，需要所有数据线等长才能够正常工作；基于新规则的改动，电路板需要大大缩小尺寸，在外设需求没有变动的的前提下将其缩小，希望能够向 C 板的尺寸看齐。

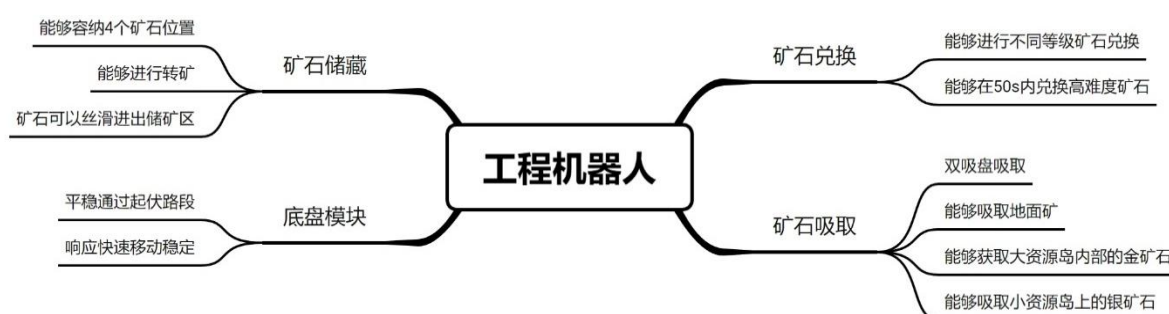


图 2-4 工程机器人需求框架

2.3.2.2 进度安排

时间	任务	人员
10.27-11.10	吸盘 roll 轴和 pitch 轴转动	机械 1 人，电控 1 人，电路 1 人
11.11-11.18	吸盘末端 yaw 轴转动	机械 1 人，电控 1 人
11.19-11.30	SCARA 构型运动	机械 1 人，电控 1 人
12.01-12.12	抬升和储矿	机械 1 人，电控 1 人
12.13-12.22	底盘	机械 1 人，电控 1 人
12.23-12.27	整车布线	机械 1 人，电控 1 人
12.27-01.05	矿石识别与对位	机械 1 人，视觉 1 人
01.06-01.18	改造与结构维护（开始迭代）	机械 1 人
01.19-1.24	稳定的取矿兑矿功能	全体

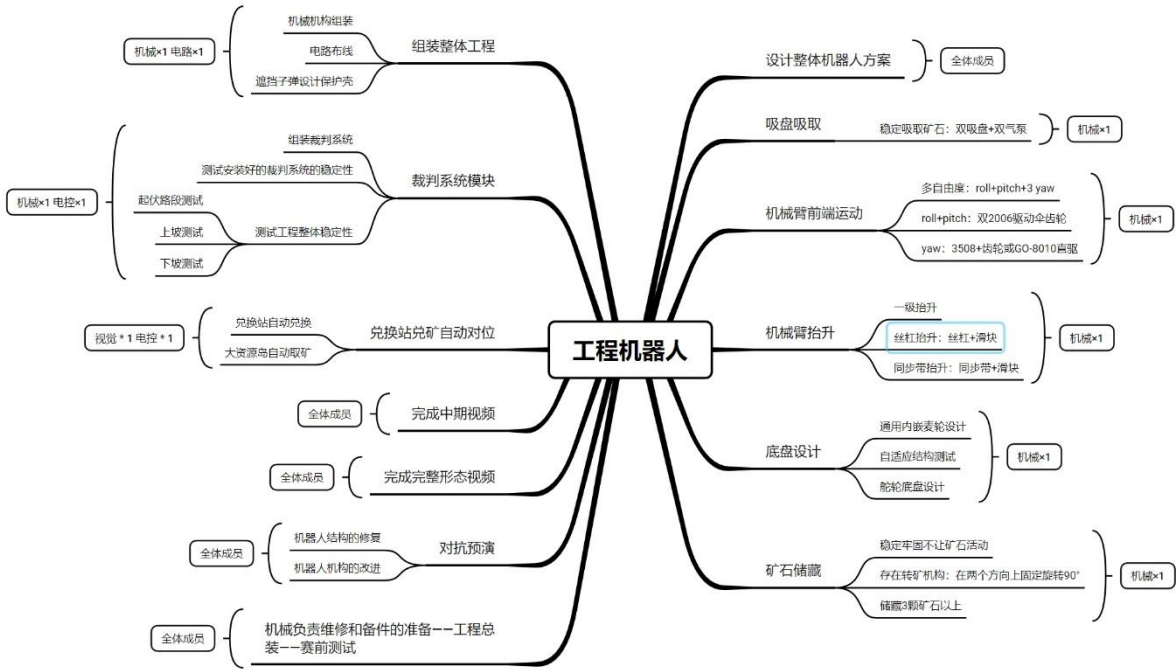


图 2-5 工程详细任务安排

2.3.3 哨兵机器人

2.3.3.1 需求分析

2024 赛季的哨兵机器人规则在 2023 赛季规则大改的基础上进行了小改动，基本的功能仍然延续上赛季，哨兵机器人作为地面单位，保留两个发射机构。规则在基本属性以及地形上的改动让哨兵机器人相比上赛季有不一样的战术定位，我们从规则出发，总结出对于哨兵机器人有一定影响的规则改动。

首先是哨兵机器人的基本数值的变化，哨兵机器人在前期仍然拥有强大战斗力，对于哨兵的储弹量以及发射机构的要求没有变化。

其次是哨兵机器人的复活机制和巡逻区机制，这赛季哨兵机器人将增加复活机制，并且巡逻区增多，哨兵机器人的可移动范围更广，也不再受战亡的约束无法进行强火力输出，这对于哨兵机器人追加了更多关于自主决策的需求，包括哨兵机器人虚拟补弹的增加和云台手指挥的付费要求，大大提高了全自动的要求。

从本赛季整体规则来看，哨兵机器人的作战方式更像是一台步兵机器人，因此在拥有自瞄、导航的同时，我们还需要让哨兵感知战场的局势变化，结合自身的血量和发单量等状况，在正确的时间到达正确的地点，完成战术战略意图。

规则尺寸的限制为 700*700*700，在底盘部分可以容纳 1000 发左右的弹丸，因此传统的上供弹显然不适合当前赛季的规则，供弹方式为半上供弹以及下供弹的方式，使云台部分更轻量化，响应更迅速，定位更精确。

底盘部分为了增加哨兵机器人的自主决策能力，决定使用激光雷达。所以在设计哨兵机器人时轮组部分选择了舵轮，相对于其他轮组的优势在于该轮组和麦轮、全向轮相比更不容易发生打滑现象，打滑的问题对导航的影响是非常大的。悬挂部分也更加注重减震的情况，尽可能让激光雷达在工况好的情况下运行。

由于我队第一次做哨兵的导航，我们将会尝试简单可靠的单线平面雷达方案，通过里程计和 imu 进行位姿估计，相较于 3D 雷达，平面雷达的帧率快，抗干扰能力强，对视觉处理的要求也相对较小。我们计划中哨兵将会具有可以自由往返场地所有水平路面的能力，可以有效威胁对方前哨站和地面单位。

根据战略需求，哨兵的决策是非常重要的，2024 赛季的场地增加了多个进攻和防守路线，因此哨兵机器人的不同地形通过性也有了一定的要求，但哨兵机器人的双枪管的强火力输出也不想舍弃掉，所以我们在云台方案上决定使用上下双云台的设计，设置上云台得到更广的视野，增强防守能力，同时上云台和下云台进行解耦，面对不同的对手可以很快的调整哨兵的战术定位，拆掉上云台后哨兵的整体尺寸极小，可以通过新赛季增加的隧道场地，使得哨兵机器人决策具有多样性。我们也对云台尝试除 PID 外的新的控制系统。使得云台的响应速度更快，且更加稳定。同时我们也设计了良好的通信与控制系统，使得哨兵机器人既可以自主决策，也可以接受操作手的简单指令。

哨兵的自瞄我们将会采取和步兵英雄一样的自瞄算法框架，使用整车模型 EKF 来增强哨兵对小陀螺目标的自主反击能力，增加命中率，尽可能减少子弹消耗，来保存珍贵的发弹量。在这套算法下，必要时，哨兵还可以瞄准前哨站，用尽可能少的弹丸开销，快速击毁对方前哨站来为团队带来先发优势。在不同的交战情况下，也会做自主决策，分析交战状况以决定自瞄锁定的优先目标和双云台的旋转策略。

在我们的战术设计当中也会结合前哨站的血量去分析下一步需要去回家支援，亦是继续推进，还是防守交通要道。并且在执行上述操作的全过程，一旦认为自己有在己方前哨站被摧毁之后无法回航的风险，就会优先执行回航程序。同时为了确保哨兵的防御能力，我们实现哨兵在小陀螺状态下进行前进后退等基本运动，包括在巡逻区时能够实现不同功率下的小陀螺运动来降低哨兵被敌方击杀的概率。

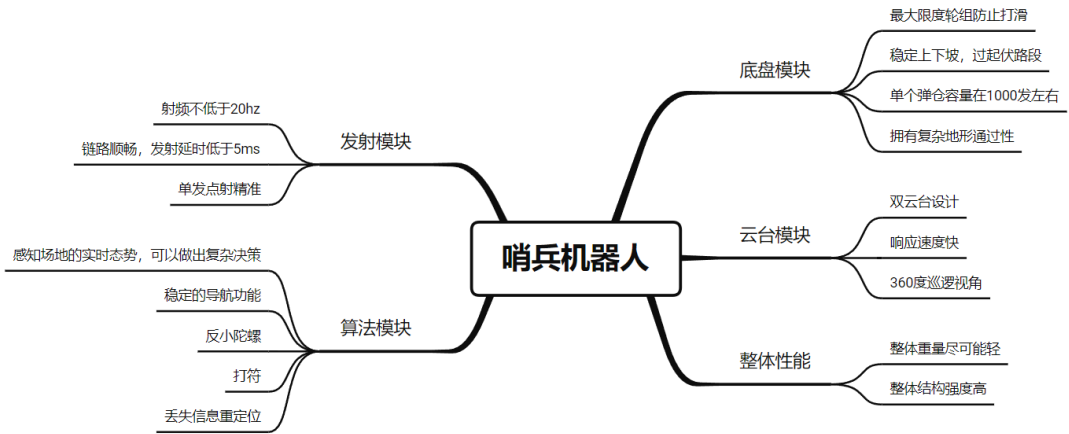


图 2-6 哨兵机器人需求框架

2.3.3.2 进度规划

时间	任务	人员
11.5-11.24	哨兵底盘图纸	机械 1 人,
	哨兵下云台图纸	机械 1 人
11.24-12.1	哨兵下云台装配	机械 1 人
	哨兵下云台测试	机械 1 人, 电控 1 人
12.1-12.14	哨兵底盘装配	机械 1 人
	哨兵上云台图纸	机械 1 人
12.28-1.4	哨兵底盘测试	机械 1 人, 电控 1 人
	哨兵底盘与下云台合体	机械 1 人, 电控 1 人
1.4-1.11	哨兵底盘下云台整体测试	机械 1 人, 电控 1 人
	哨兵上云台装配	机械 1 人
1.11-1.18	哨兵上云台与整体结合	机械 1 人, 电控 1 人
	哨兵云台精准度测试	机械 1 人, 电控 1 人

1.11-1.19	哨兵精确定位测试	视觉 1 人
	哨兵自瞄调试	视觉 1 人

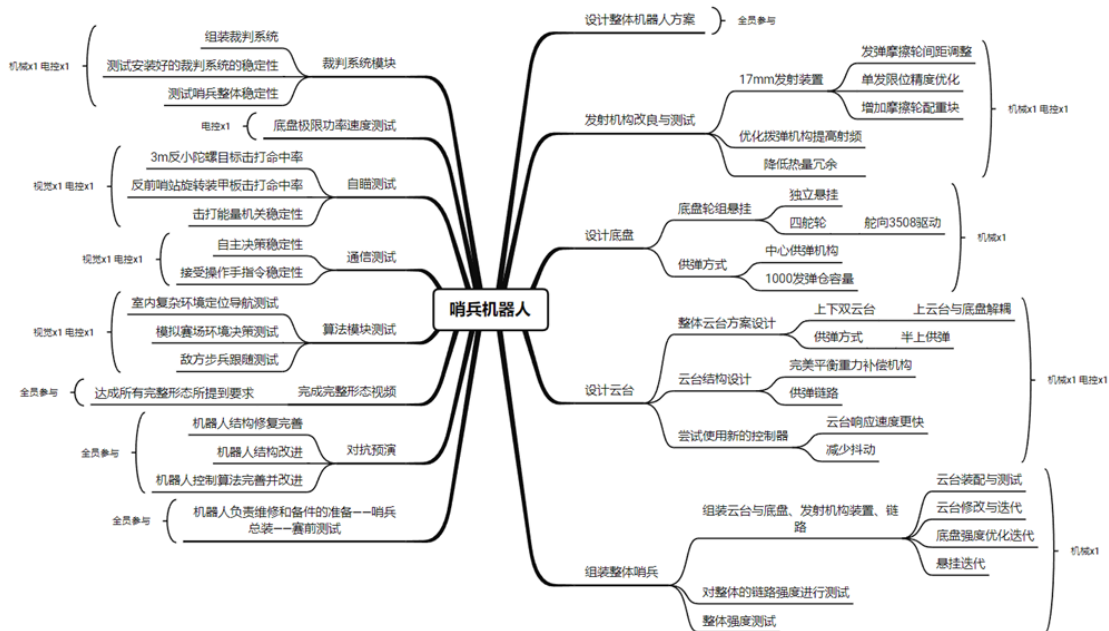


图 2-7 哨兵详细任务安排

2.3.4 英雄机器人

2.3.4.1 需求分析

2024 赛季，大弹丸对于前哨站以及基地的伤害依旧很高，同时 2023 赛季全国赛的比赛中，英雄的吊射进准度对比赛的影响程度逐渐增大，因此英雄远距离击打能力依旧是很重要的一个功能。地图调整使得赛场的情况更加复杂多变，更多的通路选择使得英雄机器人的生存压力大大提高，所以在站位上英雄机器人会更偏向后方，这对于英雄机器人的射击精度要求极高；其次，在更加复杂的赛场环境下，步兵等单位很难时刻对英雄进行有效的保护，所以英雄机器人自身的机动性也不可或缺。所以，这一赛季英雄的射击精度和机动性仍是重要的研发点。

本赛季场地方面，因为隧道的增加，使得场地中出现了第三条进攻路线，为了使英雄机器人的能够充分利用隧道这一新场地工况，本赛季英雄机器人整体体积缩小，准备完成通过隧道的目标，准备在比赛的最后时间段完成有效进攻或者防守。同时 2023 赛季中，一部分英雄利用飞坡增益点，完成飞坡奇袭，扭转战局。在比较完三种底盘类型后，同时为避免上

赛季舵轮底盘因为光电门归中而产生的问题，本赛季英雄机器人选取了传统四麦克纳姆轮作为底盘驱动。底盘整体框架将通过铝管堆叠的方案进行固定。在拨弹方面，因为英雄机器人整体尺寸的缩小，以及中心供弹缩小后卡弹风险增大，本赛季选择了下供弹的方式给英雄机器人进行供弹，并且配置了独立弹舱，减小了存弹问题，同时下供弹弹舱后置能够使得英雄机器人重心位置在后，在飞坡时减小前翻的风险。

云台方面因为 pitch 轴整体重量过大的问题导致在仰角过大时云台会产生抖动无法进行自瞄，因此我们通过改变为丝杠驱动的方案保证云台不再抖动的同时可以通过锁死的功能去提高吊射精度。yaw 轴上为了保证在云台质量增加后可以满足自瞄需求在不改变传动电机的情况下将 1:1 的同步带传动改为 1:2 的齿轮传动，为了齿轮消除驱动电机处采用两个薄齿轮用拉簧拉紧的方案。同时为了实现拨弹盘到发射机构之间链路的解耦，我们尝试通过在发射机构后方添加二级拨弹的方式进行解耦，保证每发子弹进入发射机构的状态具备一定程度上的相同以提高发射精度。此外参考到 23 年比赛时赛场上很多的吊射英雄有着望远镜给操作手提供更清晰的吊射视角，所以会在图传一侧加装一个倍镜提供吊射视角。

基于新赛季规则改动，我们尝试将机器人做小做精，因此在电路上我们期望能够用尽可能少的电路板来控制整车的运动，同时缩小主控板体积，向开发型 C 板的尺寸看齐。我们将使用 HPM6750 作为主控板的芯片，其双核处理器能够让我们的机器人拥有更高的性能。我们设计的主控板是核心板加底板的形式，这样在某一部分出现问题时我们可以立马拿出备用替换件掉核心板或底板，而不是把整块板都换掉。由于底盘功率的限制，我们将在本赛季继续研发超级电容模块，本赛季的主要方案是基于数字电源技术的边充边放。

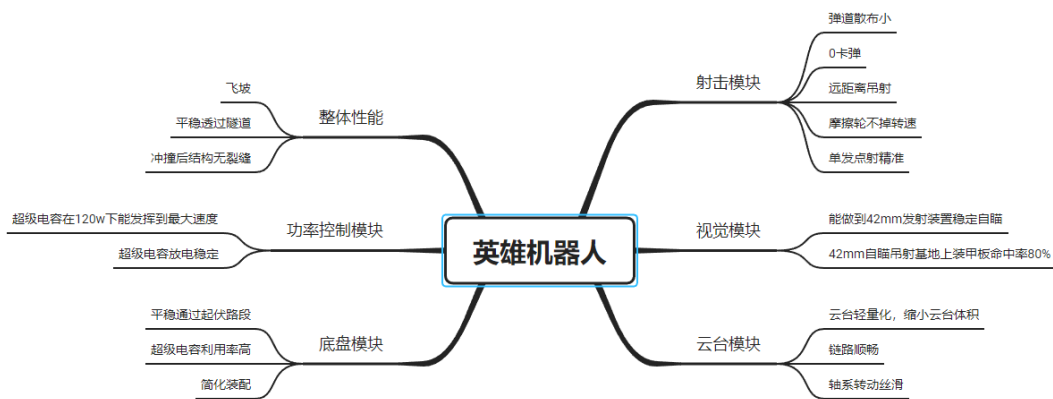


图 2-8 英雄机器人需求框架

2.3.4.2 进度规划

时间	任务	人员
11.30-12.14	麦克纳姆轮底盘装配	机械 1 人
	弹道散布测试	机械 1 人, 电控 1 人
12.14-12.21	底盘测试及优化	机械 1 人, 电控 1 人
	云台优化, 做到 8m 吊射	机械 1 人, 电控 1 人
	调试自瞄	视觉 1 人
12.21-1.12	云台底盘合体出车测试	机械 1 人, 电控 1 人
	调试自瞄	视觉 1 人
	操作手训练	操作手 1 人
1.12-1.25	维护英雄	机械 1 人, 电控 1 人
	操作手训练	操作手 1 人
	调试自瞄	视觉 1 人

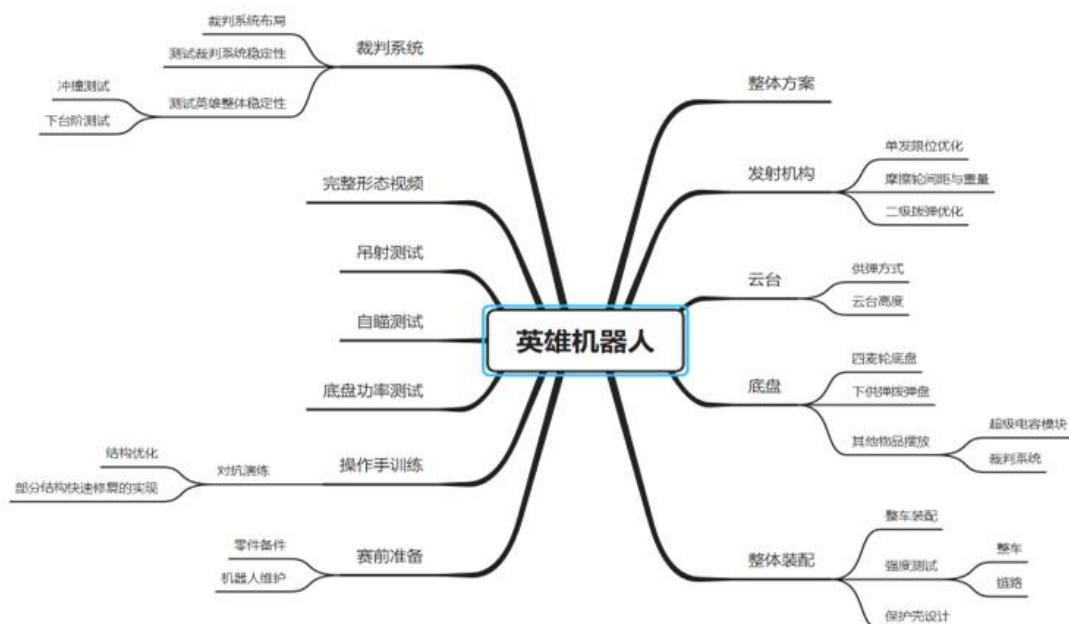


图 2-9 英雄详细任务安排

2.3.5 飞镖机器人

2.3.5.1 需求分析

飞镖机器人在 2024 赛季的规则中变化不大，依然可以以较低的成本对对局产生较大的影响。在经过前几年的技术沉淀，在上个赛季已经产生了众多“镖王”，但我们作为较晚进行飞镖研发的队伍，技术储备并不像其他学校那么充足，同时能用于飞镖的人力投入也较少，所以本赛季对飞镖的需求并不高，能打中前哨站即可。

本赛季的飞镖镖体在东北大学的方案上进行修改，采用四直翼十字排列，加大尾翼的长度以及宽度，压缩飞镖体的体积，从而加长飞镖体质心与压心的距离，来让飞镖的姿态以及稳定性更好，同时还配合电池以及其他重心调节方式调节飞镖镖体发射姿态。飞镖体的定位则通过一根高精度滑轨实现。我们还要注重飞镖之间的统一性，保证每发镖的质量相差 1g 以内，并且在飞镖上标出发射次数来保证磨损度相同。

飞镖发射架方面，发射动力源准备采用摩擦轮加钢配重块的方案来提高发射速度以及降低摩擦轮速度波动对于飞镖镖体出射的影响。将镖体头尾相连排列在滑轨上来提高整体的可靠性以及统一性。在设计前需要对飞镖 pitch 挠度做出要求，并对选装装置的传动装置，承载机构等配合位置做出精度要求范围，保证在飞镖发射时角度精确，不会受到飞镖装置本身刚度不足造成的挠性形变的影响，同时为了保证发射稳定性，在放置到飞镖发射架时一定要要求保证飞镖发射架底盘水平且稳定，需要采用水平调节装置以及磁铁吸附装置，拥有稳定，高刚度、高精度的飞镖发射架是飞镖准确无动力发射的前提。

飞镖的校射通过大量的测试配合测速仪进行 matlab 运动学建模，得出飞镖的轨迹以及落点模型，配合激光雷达进行瞄准。

2.3.5.2 进度规划

时间	任务	人员
11.30-12.7	飞镖镖体设计	机械 1 人
	飞镖镖体制作	机械 1 人，电路 1 人
12.7-12.21	飞镖发射架发射部分设计	机械 1 人
	飞镖发射架发射部分制作	机械 1 人，电控 1 人，电路 1 人
12.21-1.5	飞镖发射架云台部分设计	机械 1 人

时间	任务	人员
	飞镖发射架云台部分制作	机械 1 人，电控 1 人，电路 1 人
1.5-1.26	测试以及校射	机械 1 人，电控 1 人，电路 1 人



图 2-10 飞镖详细任务安排

2.3.6 无人机

2.3.6.1 需求分析

2024 赛季中的空中机器人主要以前期配合侦察、获取视野以及干扰对方激活能量机关使用为主要目的，在资源上空中无人机可以呼叫免费的空中支援。不用额外消耗金币。鉴于 2023 赛季空中机器人的研发状况，以及本赛季科研进度缓慢，人手不足，以及带发射机构的无人机经费高昂。本赛季空中机器人将会留出更多的人力资源以及经费给其他地面兵种。

在此战术定位下，对无人机的要求就减少了许多，负载只有图传，主控，电源管理系统，然后包含一个图传云台，预计负载不超过 2kg，因此对无人机的要求只有一个四旋翼无人机能超过 2kg 的负载能力，同时推重比大于 1.5 保证无人机悬停稳定性即可。因此我们选用 zd450 机架四轴无人机结构基础上进行改装，同时自主设计云台结构，设计桨叶保护，保证无人机飞行稳定性即可。

桨叶保护的方案想使用拱形过轴重心，同时尽可能让桨保远离桨平面，减少对桨叶气动流线的影响，采用上下拱形桨叶，保证桨保上下稳定，在大弹丸打击时要求能够不被破坏，同时保证整体结构强度，符合制作手册要求。电路上要求满足改装灯带外观航灯的需求，同

时电源要使用大疆生产的电池，满足检录需求。

飞控选择了开源飞控 Pix4.0，接收机使用专用的 DR16 并修改信号链路为 SBUS，需求使用飞控能完成挂载图传云台能稳定飞行即可。

图传云台能够负载起 0.22kg 的稳定转动即可，调整好双环 PID，能给出稳定的图像，保证能发挥无人机的战术用途。

2.3.6.2 进度规划

时间	任务	人员
11.30-12.14	无人机配件选型	硬件 1 人
	硬件结构改装	硬件 1 人
12.14-12.21	云台结构设计	机械 1 人
	电池位置确定	机械 1 人
12.21-12.28	云台整体结构设计	机械 1 人，硬件 1 人
	飞控调参	电控 1 人
1.1-1.20	机架搭建实物测试	机械 1 人，硬件 1 人，电控 1 人
	云台手操控训练及飞手训练	云台手 1 人，飞手 1 人



图 2-11 空中机器人详细任务安排

2.3.7 雷达

2.3.7.1 需求分析

从规则上显而易见的：本赛季雷达不仅局限于标记对手的位置，当标记精度到底一定程度之后还可以提供对方单位的易伤加成，雷达甚至可以自主决策，在合适的时间开启双倍易伤功能。而隐藏在规则背后，雷达因为其独特的摆放位置和很宽松的硬件限制，还可以为团

队提供更多有用的信息。例如雷达可以在场上某些重点位置进行预警，当有地方车辆经过时向操作手发出告警；又比如雷达不仅可以识别地方车辆，还可以识别己方车辆，为己方单位提供自身坐标的高精度信息，以此来增加英雄的吊射精度，或是辅助步兵击打能量机关。

基于这些需求，和往年制作雷达站的经验，我们发现技术方面主要有以下几个重点。

传感器的选型。雷达的安装位置离战场相对较远，单个相机不可能在保证视野范围的同时识别到高精度的目标装甲板，因此雷达所使用的传感器选型和设计都是相当关键的，我们要选取多个合适焦距的工业相机以一定的角度摆放，尽可能在视野清晰的同时保持足够大的视野范围。我们知道，规则允许的光学传感器，如果从探测方式的角度来分类，无非可以分为主动和被动两类，主动光学传感器，比如各类激光雷达，擅长通过发射光束并接受其回波来探测距离信息；被动光学传感器，比如各类工业相机，擅长通过接受环境中的自然光，分析其波长（颜色），和不同方向波长的组合规律（形态），来判断目标的语义信息。因此，主动探测更适合获取距离信息，而被动探测更适合获取语义信息。按照上述思路，在必要时，我们还可以使用激光雷达来提供主动的光学探测，或是使用可变焦的长焦镜头来提供某一目标的极高精度图像。

软件算法以及运算平台的算力。在工业相机获得图像的处理上，我们需要获取目标的语义信息，在不能直接准确观测目标装甲板的图案和灯条颜色的前提下，我们选择使用双层神经网络进行语义识别，第一层神经网络负责框选包含一辆 RM 机器人的 ROI，第二层神经网络结合低精度的 PNP 解算，识别目标装甲板上的图案，结合灯条颜色信息和装甲板大小，我们就可以推断出该单位是 RM 比赛中可能包含的所有类型单位中的哪一个。在激光雷达数据的处理上，我们可以预先对 RM 场地进行建图，然后在比赛开始前雷达被摆放到雷达基座上时进行雷达当前所在位置位姿的标定。在比赛中雷达正常运行时，通过将当前获得到的点云信息和 RM 场地原本的点云信息进行比较，就可以得出比赛场上所有新增目标的位置。甚至，我们可以和工业相机所提供的灯条位姿信息进行数据融合，从而得出装甲板平面的位姿信息。因为算法必定设计到多传感器融合，所以在 ROS 上进行开发是必要的，这不仅会一定程度上避免重复造轮子的现象，更为我们理清的代码架构，提供给我们丰富的开发工具。关于算力平台，因为不再有机人上对算力平台尺寸和功耗的严苛限制，我们可以使用一台自组台式机来保证算力，增加检测频率。

雷达的机械结构设计及和硬件的融合。雷达除去视觉所负责的部分，机械和硬件组的工作也同样重要。机械需要提供可靠的平台来搭载传感器，同时他应该有可移动的滑轨或是悬

臂，以此来快速调整传感器位置，寻找最优的探测角度。当调节旋钮锁死时，机构应该确保自身的稳定性和刚性连接，以此来避免刚刚标定的传感器外参作废。雷达的硬件也是必不可少的，因为常见的台式机不具备串口通信的能力，所以硬件组将会负责作为裁判系统和算力平台之间的媒介来转发数据。与此同时，如果雷达上存在需要电控控制的云台电机或是变焦镜头步进电机，硬件需要与算力平台同步并完成这些控制。

2.3.7.2 进度安排

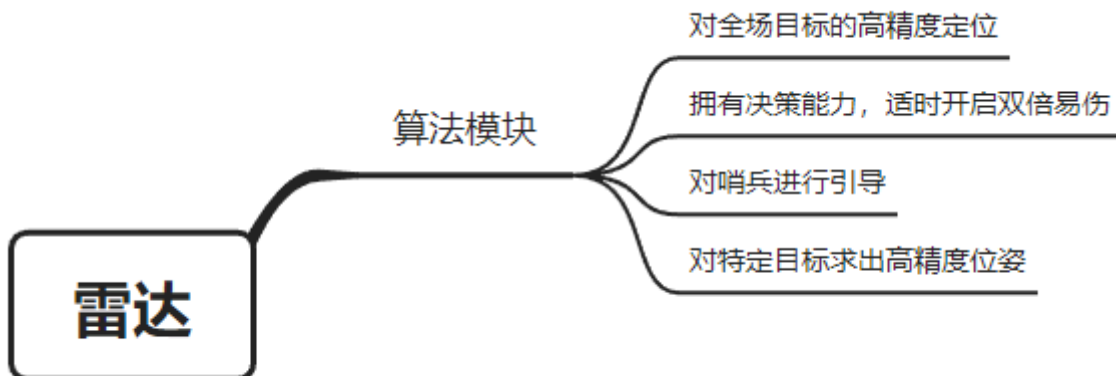


图 2-12 雷达需求框架

时间	任务	人员
11.5-11.24	传感器选型与测试	视觉 1 人
	ROS2 相关学习	视觉 1 人
11.24-12.1	神经网络的开发	视觉 1 人
	神经网络的数据集标定	不限组别, 若干人
12.1-12.14	多传感器融合测试	视觉 1 人
12.28-1.4	雷达平台的机械设计与装配	机械 1 人, 电控 1 人
	雷达机平台测试	视觉 1 人, 电控 1 人
1.4-1.11	完整流程程序的部署	视觉 1 人
	完整流程程序的测试	视觉 1 人, 电控 1 人
1.11-1.18	Bug 修复与参数精调	视觉 1 人, 电控 1 人

2.3.8 人机交互系统



图 2-13 人机交互系统设计框架

2.3.8.1 需求分析

(1) 规则分析

在新赛季更新规则后，地面机器人对于战场的适应性能力被提到了一个新的高度。本赛季战场地貌发生了比较明显的改动——隧道。隧道的出现导致机器人制作上需要机械将机器人尺寸尽可能缩小，也需要电控将整套自动控制做的更加的精准，但最重要的是在人机交互上需要帮助操作手更有效地展现出小机器人本身的优越性和对于复杂场地的可通过性。

因此在战场上能够帮助操作手进行外科手术般精准移动的很重要一环是需要一套高效的人机交互系统，进而研发一套优秀的人机交互显得尤为重要。

(2) 自研调试系统

根据对往期赛季的研发流程和周期进行分析，我们发现新的电控队员通常在对 RTOS 和控制原理的了解上存在着学习效率低下的问题，对自己上手时出现的问题束手无策，更明显的是对运行中的机器人的调试无从下手。如果可以以无线的形式实时监测程序运行的逻辑和周期、重要数据的变化则可以有效提高新入队电控队员的学习效率，也可以帮助新老队员缓解调参的压力。

因此我们在推进自研上位机和无线调试器，能够有效解放电控生产力并提升工作效率，更方便项目内的进度调整和把控。

(3) UI

设计上我们借鉴了 MOBA 游戏中小地图、队友属性等元素，同时也参考了市面上主流的 FPS 游戏来设计与发射系统相关的信息展示图层，技术上我们通过机器人间通信来使操作手可以在任何时刻得到友方机器人的准确数据，减少人为沟通所可能带来的错误理解和信息差。

关于 UI 的基本需求包括以下几个方面。

① 机器人当前状态:

官方已经在操作手端为操作手提供了最重要的机器人血量、剩余缓冲能量等信息，除此之外机器人当前状态中重要的一条就是超级电容的剩余量。在显示超级电容的剩余电量为前提下，进一步可以直接在 UI 上显示出机器人接下来一段时间内的推荐运动状态。如:超级电容剩余量足够则显示绿灯，支持大幅度动作或者对底盘进行加速;超级电容剩余量中等则显示黄灯，不建议进行长距离底盘加速且后续对于超级电容的使用需要操作手注意;超级电容剩余量明显较低则显示红灯，不建议操作手进行大幅度动作，最好暂时主动减缓地面战斗节奏，等待机器人的重新整備。

② 机器人当前模式以及模式切换:

在 RM 的战场中不同的机器人有不同的职责，在执行不同职责时需要有不同的自身控制状态，例如步兵机器人在乱战中适合开启小陀螺，在飞坡时适合对底盘横向移动和自旋移动进行锁死等。以此为基准在 UI 界面上显示机器人此时的状态并根据不同的状态显示特有的一些重要数据，例如飞坡时显示底盘速度方便操作手判断是否继续飞坡等。

③ 与雷达等第三方数据来源进行协同:

雷达可以在成功实现对方机器人定位后通过私有通信链路告知我方机器人，进一步可以对敌方机器人进行位置判断，例如对方步兵成功飞坡则在 UI 界面上进行高亮显示等。

在拥有了高效便捷的 UI 界面后，操作手的键位、操作习惯等强私有化属性也是我们要考虑的一点。我们发现通用的操作模板并不适合所有人，偶尔也会出现操作手将就着用的情况。所以我们通过对键鼠控制部分和 UI 显示部分代码进行了二次封装并给出容易上手的 API 函数，允许操作手简单高效地对键位控制和 UI 做出一定程度的修改以此满足操作手的个人

习惯。与以往的操作手反馈而后电控进行更改不同的是，让操作手自行更改代码效率更高，也更能让操作手自己打磨想要实现的效果。

(4) 自定义控制器

常规键鼠控制在面对具有较多自由度的复杂机器人机构，并想对其进行各个关节协同、灵活地控制时，难免有操作手操作复杂、效率低下、控制灵活度不足、操作键位不足等局限，故希望通过研发自定义控制器来探索人机交互新的可能，即更高效、优雅、符合操作直觉的操作体验。此外对于传统键鼠，自定义控制器得益于更符合操作直觉的操作模式，对操作手的要求更低，降低了操作手适应、训练的成本和难度，为备赛提供了更多容错。

为满足这一需求，我们设想的方案有：

①微缩示教模型：即设计与机器人运动学模型相同的等比缩放模型，并通过安装角度传感器将控制预期“映射”到实际机器人上，以此实现方便的控制，且不需要考虑机器人的控制算法。但此方案较为复杂，人力、材料、时间成本较高，研发、维护难度较大，在后期使用中也将面临标定难、精度有限等困难。

②空间摇杆：类似 VR 手柄，我们的思路是使用能提供空间定位能力的光学传感器，如双目相机、深度相机等，以及能提供空间姿态的 IMU 传感器，通过数据融合获取控制器的空间位姿，并以此为基础来控制机器人，如在机构坐标系下对自由度进行增量控制，或直接将控制器位姿“映射”到机构上等等。此方案材料成本较高，但研发、维护难度较小。

考虑到诸多因素，我们预期将会推进“空间摇杆”方案。

此外，使用自定义控制器对机器人也有一定要求，例如较高的机械精度以供标定，启动时能够提供所有关节的参数等等，部分要求我们已有解决方案正在推进，如使用自研的磁编码器来获取角度等等。

(5) 机器人操作配置灵活性

由于大部分机器人的操作手和控制研发并不是同一人，而操作手上手操控机器人时会有频繁的修改操作键位、UI、设置等配置需求，故为了节省备赛的人力成本、提升备赛效率，我们预计将 UI 和操作端的代码重构并包装为易于使用的 API 函数等，使操作手能够简单高效的自行对 UI 样式、数据和控制器的功能配置做出调整以适应其操作需求。

2.3.8.2 难点分析

(1) 自定义控制器

- ①如何在自定义控制器上将多种传感器的数据融合并处理以提供符合操作端需求的数据；
- ②如何让机器人适配自定义控制器的操控逻辑，例如逆运动学分析、关节角度反馈等等。

(2) 数据传输

- ①机器人间通信的带宽有限，如何及时准确的在机器人间传递状态数据。
- ②自定义通信带宽有限，如何利用有效的带宽为赛场上机器人提供敌方每个机器人的位置信息，需要在有效的带宽内实现大量，准确的数据传输。
- ③UI 需要使用串口进行通讯，而且通讯波特率为 115200，带宽有限，如何使用有效的带宽实现大量的信息传输。
- ④无线调试器怎么如何提高数据采样率并扩大适用范围。

(3) 资源分配

- ①实际比赛过程中，机器人功能繁多，而按键数量有限，如何高效利用有限的键位实现复杂的功能。

2.3.8.3 进度安排

结合往期赛季已有的 UI，UI 部分新增功能的实现还是以探索通信为主，各条链路间通信的开发周期各设定为 1 周，重点目标还是在实现自定义控制器上，因为机械出车需要时间且自定义控制器的实现需要整车做方案验证，所以人机交互方面的 DDL 设定在机械整体出车后的一周。

任务	人员
机器人间通信	电控：1 人
自定义控制器通信	电控：1 人
UI 设计及页面布局	电控：1 人
雷达获取位置信息并进行通信	电控：1 人，视觉：1 人
无线调试器	电控：1 人
上位机	电控：1 人

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

2.4.1.1 嵌入式方向

(1) 功率控制

在以往赛季上对于功率控制是在底盘功率限制的基础上增加缓冲能量的剩余值，但是整体的控制思路是通过读取裁判系统反馈的实时功率和剩余缓冲额能量对底盘电机进行输出的限制，这样的控制因为裁判系统的采样周期较低等种种因素导致了功率控制整体代码对底盘移动和超级电容充电有很大的滞后影响。因此本赛季着手研发正向解算的功率控制，即在对电机转矩电流的控制时直接获取每个电机输出应该达到的功率，以此及时的获取底盘将要输出的功率，并实现缩放底盘电机的输出。

此种方法类似于依靠经验控制的前馈算法，但是更重要的是如何能够正确的获取底盘电机的实际输出功率。而难点则是如何将理论输出功率尽可能地靠近附带误差与损耗的实际输出功率。

通过此种算法的情况下我们可以更有效地对底盘进行功率重分配，将已经到达预期速度的底盘电机输出功率有合理地缩小，留出更多的可分配功率给到有需要的电机，比如在机器人上坡时分配给后轮更大的功率等，能够有效的提高整体能量的使用率，也可以更有效地减小超级电容的消耗。

(2) 先楫 HPM6750 芯片

在新赛季计划使用先楫 HPM6750 作为机器人的主控。主要工作是学习先楫官方提供的 SDK 以及开发板示例程序，掌握 HPM6750 的使用方法之后，将 C 板上的功能迁移到 HPM6750 芯片上，在 HPM6750 上实现接收遥控器数据、与裁判系统通信、控制电机、陀螺仪姿态解算等功能。

由于 HPM6750 与 C 板的芯片架构不同，为 RISC-V 架构，并且硬件支持的功能也有所不同；在移植 C 板上的裁判系统读取、遥控数据接收等需要串口的功能上，HPM6750 并不支持 STM32F407 那样的 DMA 串口闲时中断机制，所以开发过程较为曲折，最终并未完全移植 C 板的程序逻辑，而是基于 HPM6750 支持的功能以及一些其他方法实现了串口数据接收。

目前已经实现基于 HPM6750 芯片外接 BMI088 模块的姿态解算、裁判系统数据读取，遥控器信息获取以及控制电机等基础功能，能够控制车辆移动，会在这个赛季继续优化程序结构。

(3) 磁编码器

在对机器人方案进行制定时往往会出现 6020 扭矩不够而 3508 出轴控制不精准的问题，为此我们研发了磁编码器，通过在 3508 出轴或者所控制机构上合理安装径向磁环和磁编码器芯片可以有效解决 3508 记圈误差导致的控制误差。使用这种磁编码器不仅可以解决 3508 在整体控制上的记圈方案带来的程序中的角度误差，还可以有效解决机器人在战场上出现的死亡过程中电机出轴角度发生变化但是程序无法记录的问题。

2.4.1.2 视觉算法方向

(1) 自瞄技术

自瞄部分是视觉算法最为核心与综合的部分，其中包括识别方案的择优以及复杂的解算与数学建模。在识别上，我们一般有传统视觉与神经网络两种选择，在研发时我们采取双向研发，以应对赛场上出现的临时需求可以有多样性的选择思路。在算法部分，由于大部分交战距离将看做 3~4 米，而弹速为 30m/s，这将会导致子弹的飞行轨道并不能简单的看做直线，需要考虑其运动的抛物线模型。又由于子弹在飞行时的速度和其质量较轻，则需要考虑其在运动时收到的空气阻力，又由于没有有效的数据测量其在飞行时阻力收弹速的一次方影响较大还是弹速的二次方影响较大，所以需要建立这两套数学模型来做判断，在一次方下我们可以运用简单的运动学计算解算他的数学模型，而在二次方下由于无法求出子弹轨道的解析解，我们将会才有龙格-库塔解微分方程的方法进行模型的建立。在选择好数学模型后我们还需要选择预测的滤波模型，由于考虑到帧率对于反陀螺和运动预测的重要性大于滤波，所以我们选择计算量小的模型主要为卡尔曼滤波(KF)和扩展卡尔曼滤波(EKF)，通过实际上自瞄的击打情况来来做选择。

(2) 能量机关识别

相比于自瞄，能量机关有着更复杂的几何模型，所以能量机关的识别思路更为重要。在识别方案上我们依然选择制作两套方案：神经网络和传统视觉。由于其复杂的几何图像，所以在传统识别中我们需要先制定好合理的图形识别与筛除思路，同时避免使用形态学解算，这样会加剧图像的不规则性。在之后我们需要调试相机的曝光，对比度等各种参数，使图像中的二值化图像可以出现我们想要的几何图像，从而进行平面几何的预算得到我们需要的数据。而在神经网络上我们可以选择 YOLOv5-face 或 YOLOv8 这种包含关键点损失函数的神经网络模型，从而提取能量机关的关键集合点进入解算中。在能量机关的解算部分由于其位置相较于自瞄更远，所以更加需要考虑阻力对于弹道的影响，所以我们选择阻力与弹速平方成比例的关系来做运动学建模，同样适用龙格-库塔法去解微分方程。又由于能量机关在固

定位置以 \sin 函数关系的转速进行运动，所以可以采集点集进行相应函数关系的拟合进行运算。而由于大符的转速固定我们可以比较方便的去计算帧率所造成的误差，所以我们将有更多的选择，我们可以尝试分别选用卡尔曼滤波(KF)、扩展卡尔曼滤波(EKF)、不敏卡尔曼滤波(UKF)分别进行尝试，通过检测帧率，击打效果以及输出的波形图来选择使用哪个。

(3) 雷达定位导航技术

在本赛季中，能够拥有自主活动能力的兵种逐渐增多，且天然能够在现有规则体系下得到更大的优势，这表现了官方对全自动导航技术的侧重。而我们的战队在过去由于人力分配原因，在雷达定位导航技术缺乏发展。我们计划在本赛季开始，稳定投入人力进行雷达定位导航的技术研发，结合其它战队的优秀开源，计划在本赛季至下一赛季能够实现哨兵的稳定高效导航，并在未来将技术同步至其他兵种。

(4) 决策规划技术

在本赛季中，哨兵拥有了自主决策主导下的补弹、补血等行为，并加大了云台手人工干预的成本，同时随着其它兵种半自动模式的出现，使机器自主决策规划能力的技术需求逐步提升。我们计划在未来二至三个赛季，开始进行决策规划技术的探索与研发，结合稳定的雷达定位导航技术，实现各兵种的自动化、半自动工作模式。

2.4.1.3 硬件方向

(1) 超级电容模块

在上个赛季中，我们的超电已经比较成熟，但依然存在模块内数据传输异常的问题。经过测试发现问题的根源是排针链接不稳定的问题。本赛季中，我们将尝试开发超电的数电方案。原模电方案已经基本成熟，只是修改板间连接方式即可解决问题，因此本赛季可以尝试开发新的超电方案，同时也可以把旧方案作为保底保证开发不会影响本赛季的内容。数电方案相比于模电方案虽然复杂，但是给予了开发者更高的自由度。

在主控选择方面，数电方案中，主控需要满足支持强的实时性、能精准快速的采样、有可以精准控制的 PWM。因此，选用高性能 DSP 是个不错的方案，但是明显的是，DSP 在我们战队中并不常用，学习成本比较大，因此选择常用的 MCU 作为主控。经过搜索，我找到了 ST 的 D-Power 产品组。该产品组中有高精度定时器，可以输出高分辨率的 PWM 信号，这使得占空比控制可以足够精准并且可以输出足够极限的占空比信号，让超电的升压能力足够强。我选择的该产品组中 STM32F334 系列做测试开发。F334 系列是该产品组中最便宜的系列，作为测试开发很合适。如果其运算性能不够，后期将会更换为更快、更精准的 G474

系列。

在电路拓扑方面，电路设计中，我们将会选择 4 开关双向 Buck-Boost 拓扑。这个拓扑的优点是可以让电压在两个方向升降压，难点在于同一方向升降压模式的丝滑切换与解决 NMOS 常开导致栅极电压下降的问题。如果这不太好解决，我们可能会砍掉电容侧半桥，使其只有单方向的升压与单方向降压的能力，这可以避免很多问题，并且电容的升压充电对于我们来说是弱需求，因此是可以的。

(2) 先楫 HPM6750 主控板

主控板采用 HPM6750 作为芯片，主控板采取核心板加底板的形式，这样在需求有变更时只需要重新设计底板而不需要画 HPM6750 芯片最小系统部分，大大节省时间成本。

核心板由于 HPM6750 的 BGA 封装，需要绘制 6 层 PCB 来对其进行引脚的引出，在设计核心板的同时可以积累 PCB 的 6 层板布线经验，为之后设计更高性能的电路板打下基础。

由于 HPM6750 独特的架构，普通廉价的烧录器无法对该芯片进行烧录调试或者速度太慢，而高性能的烧录器成本又太高，为节约成本，我们尝试自主设计研发能够为 HPM6750 芯片烧录调试的烧录器。

因为机器人有对于陀螺仪的需求，所以我们还需要为 HPM6750 的底板设计 BMI088 陀螺仪模块。我们计划将 BMI088 和 HPM6750 主控板结合为一个整体，其难点在于陀螺仪模块的缓震方案，目前我们有两个方案：一个是使用泡棉加 FPC 座的方式，另一个是采用缓震球结构。但因为要控制主控板的尺寸，所以我们会优先采用第一个方案。

2.4.1.4 机械加工方向

(1) 板材加工

由于我们拥有一台三轴铣床，在过去我们已经熟练掌握对 3240 环氧板，FR4 玻纤板，碳板的平面铣削能力。这种材料的优势是成本低，加工时间较短，有很大的试错空间，基本满足对于机器人主体结构的强度要求，因此我们将其作为机器人的主要结构。由于技术和机床限制，我们仅能对板材进行铣削、挖槽、打孔等二维平面的操作，基本满足机器人的设计需求。我们还拥有一台激光切割机，可以对亚克力板材，木板等切割，可作为辅助加工。

(2) 管材加工

我们已经熟练掌握对铝方管、铝型材等管材的切割和打孔能力。相较于板材，铝的强度更高，更适用于机器人称重结构。

(3) 3D 打印

我们已经熟练掌握 3D 打印的使用及参数的调整，一般使用 PLA，PETG，PLA-CF，ABS，TPU 的 3D 打印材料，并将 3D 打印技术用于铣削无法胜任的不规则零件，如拨盘，发弹限位等。并根据需求选择对应 3D 打印材料。

(4) 铝管焊接

已掌握，但由于碰撞会引起整体损坏，更换维修成本过高，故放弃。

(5) 铝件加工

本赛季希望研究中小型铝件的二维铣削问题，并掌握自主加工中小型铝件的能力。在机器人的设计中经常需要一些高强度的零件，而玻纤板的结构特征不能满足要求。因此需要研究铝件的铣削。新赛季购置了一台全新的三轴铣床，专门用来加工铝件等强度更高的材料，并依据具体的铣削效果来规划铝件在机器人上的使用方式。同时，在对铝件进行铣削后，希望能够对铝件自主进行攻丝，满足对机器人设计的需求。因此购置一台自动攻丝机来学习研究攻丝的流程和操作。

(6) 铝管弯折

本赛季步兵采用全向轮，保险杠是一个完整的圆形，如果采用铝管弯折，可以提升整体强度。

(7) 常温光固化短簇碳纤维

价格比铝价低，适用于异形实心结构件，强度比板材高。

2.4.2 特定兵种技术储备

2.4.2.1 平衡步兵机器人

基于上赛季我们共轴麦轮平衡步兵采用串级 PID 控制算法的实际效果差强人意，这赛季我们了解到 LQR 算法，就打算把它部署到平衡步兵上。

LQR 的全称是线性二次型调节器（Linear Quadratic Regulator）。Linear 线性，指的是 LQR 需要一个线性模型，这个模型通常用一组动态方程和输出方程描述系统。如果一个系统满足线性定理，那么它所遵循的动态可以表示为线性方程。其中，“线性”一词指的是，当每个输入变量与某个参数按比例变化时，输出变量也会相应按比例变化。

Quadratic 二次，是指二次代价函数的意思。在 LQR 控制的过程中，通过设计一个二次型的代价函数来描述控制系统的性能指标，并通过最小化该二次型代价函数来实现系统的优

化调节。二次型代价函数通常采用如下的形式：

$$J = \int_0^{\infty} |e(t)| dt = \int_0^{\infty} |x(t) - x^*(t)| dt$$

图 2-14 具体公式

PID（比例-积分-微分）控制器是一种经典的反馈控制器，它本身就是一种控制器。而 **LQR**（线性二次型调节）是进行最优控制设计的一种方法，在其中，我们需要使用数学工具帮助我们计算出一个反馈矩阵来实现最优的状态反馈控制。

LQR 的优点：1 能量最优，系统状态能够以最小能量的方式从当前状态快速转移到期望的状态；2 多状态反馈，**PID** 只能考虑到参考输入和实际输出的误差；3 强大的鲁棒性，能够应对多种不确定因素引起的干扰。**LQR** 也有一些缺点：1 需要建模，需要更加精确的数学模型才能进行控制器设计，而 **PID** 则相对简单；2 设计和实现更复杂，需要实时计算状态反馈矩阵和控制增益。但是对于共轴麦轮平衡系统摆长固定，是时不变系统，因此不需要实时计算状态反馈矩阵和控制增益，提前求好即可。下面是 **LQR** 系统框图：

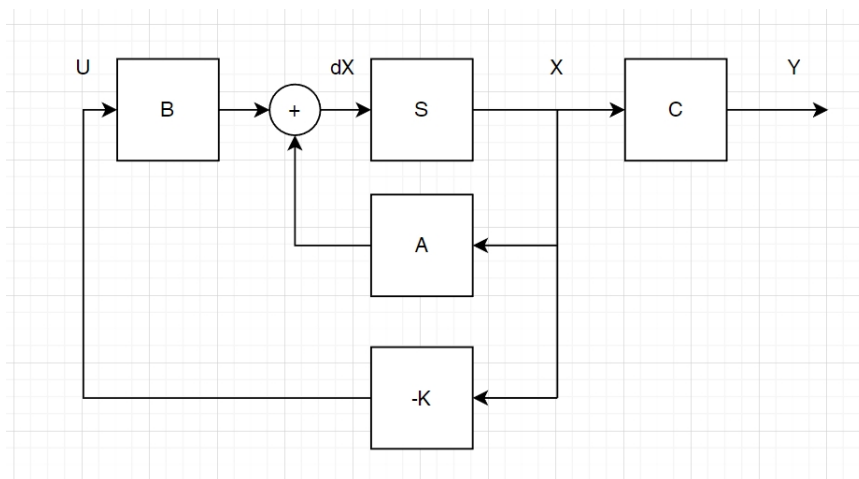


图 2-15LQR 系统框架图

我们这赛季大致计划：先学习控制理论知识，再用仿真平台搭建模型来验证算法，最后将 **LQR** 控制算法部署到实体平衡步兵上并进一步调试，希望可以带来更好的控制效果。

2.4.2.2 步兵机器人

上赛季步兵机器人在底盘结构上有巨大创新，在经过科学计算后得出驱动轮越少底盘效率越高的结论，自适应悬挂解决了底盘接地性能的问题，二者结合起来我们设计了一款自适

应对角舵轮底盘，很好满足了步兵机器人的轻量化、高机动需求，同时搭配稳定的云台，使得步兵能达到功能定义。上赛季步兵机器人的整備质量达到了 20.91kg，舵轮的复杂结构设计导致重量过大限制了这辆车的地盘灵活性，自适应结构占地空间大，所以我们想要得到一辆集体积小、质量轻的步兵机器人。鉴于本赛季新规则当中对于场地道具的更改，对于地面机器人最大的变动就是隧道的出现。由于隧道尺寸为 550*550*450，上赛季的步兵机器人由于使用了自适应底盘，体积较大，虽然有自适应的功能，但是本赛季隧道的出现让我们想做体积较小的步兵机器人，完成某些战术目的，所以本赛季步兵的底盘将采用全向轮的结构，云台则采用下供弹的形式，降低高度，为了尺寸以及结构的可拆卸性，我们并没有采用上赛季已经成熟的中心供弹，而是采用上供弹的拨盘下方到地盘上。云台设计上因为没有了弹舱，质量是恒定的，云台就可以完美配平。利用零转动惯量，3508 无刷电机也可以驱动 pitch 轴，这使得我们的整车质量进一步下降。期望做出一辆重量在 17kg 底盘大小在 500*500 左右的步兵机器人。

在发射机构方面我们仍需做出一些突破。在 23 赛季，我们的步兵机器人弹道散布非常不好，摩擦轮异常磨损，导致打符时无法精确命中目标，无法对远距离目标造成威胁并驱逐，使得我们的步兵机器人战斗力较低。本赛季为了解决弹道弹速等若干问题，本赛季期间我们将要对其进行了深入研究，试图去解决这个问题。

弹道散布圆过大的核心点在于如何定心---如果每颗子弹接触摩擦轮的位置相同的话，那么理论上弹道的散布圆是最小的(忽略弹丸磨损不同导致的大小不相同)。利用数学建模我们可以得知子弹与摩擦轮的相对位置关系，由此研究 U 型轴承间距对于弹道的影响。

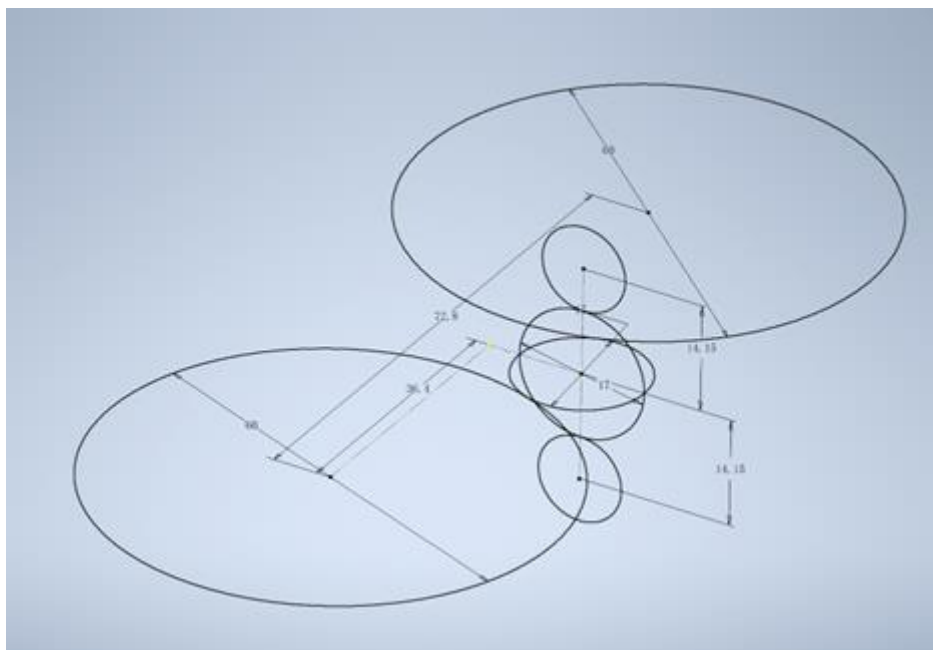


图 2-16 弹道散布

同时，摩擦轮异常磨损问题也亟待解决。我们认为需要改进机械加工工艺，使得子弹可以同时接触摩擦轮，这样才不会导致单边磨损过大。

2.4.2.3 哨兵机器人

上赛季哨兵机器人经过规则的改动，将轨道哨兵转移到地面机器人，机械设计上有很大的改动，重新设计底盘，采用四全向轮的稳妥方案，保证小陀螺的高转速性能，同时有弹仓容量大、中心供弹的需求，四全向轮的设计可以很好地配合这些机构进行设计。中心供弹经过一年的研发，对拨盘的形状以及子弹分流板的不断改进，已经可以达到 20hz 的射频且基本无卡弹情况，并且在设计上尽量减少组装成本。对于哨兵，由于规则改动较大，并没有对双发射机构进行设计，以稳定为前提，达到老哨兵火力的一半的标准。新的赛季，经过一年的研发历程和其他战队的比赛交流以及在比赛中看到强队设计的哨兵机器人，至此我们对哨兵机器人的战术定位理解以及需求有了更多的了解，并根据新赛季规则进行重新设计，云台方案上选择上下双云台，上云台可以有效地提供广阔的视野，同时双云台的火力也更加凶猛，在考虑到新赛季对于导航的要求有所提高，对于更易实现导航且更易通过复杂地形的功能有一定的需求，选择将上云台与整车进行解耦的设计，可以在短时间内将双云台转换为单云台形态，增加了自行选择哨兵机器人的决策能力。

2.4.2.4 工程机器人

上赛季工程机器人有六个自由度，采取链抬升实现 z 轴上二倍行程的自由度，以及使用

同步带实现 x 轴的二倍行程移动，在 y 轴上采取两侧同步带传动的方式实现其自由度。而对于矿石的转动，则主要有 yaw、pitch、roll 三轴的运动，分别使用 6020、3508 和 2006 来进行驱动，同时这三个自由度集中在吸盘取矿部分，以便于更好的符合规则中兑换站和大小资源岛需要。而这一赛季的工程机器人，通过分析新赛季兑换站和大资源岛等规则之后，同样计划拥有六个自由度，但主要应用 SCARA 构型，并且结合 z 轴方向与 pitch、roll 三个自由度从而实现需求。其中，pitch 和 roll 轴使用伞齿轮作为主要传动方式，z 轴创新性使用丝杠作为承载零件。对于获取矿石，新赛季仍采取吸盘取矿的方式，由于前端取矿部分自由度集中，重心前移，因此会对此部分进行重力配平设计。

在本赛季，我们首次使用机械臂的构型，通过需求分析与仿真设计，根据臂总长、自由度叠加作为固定参数，将关节臂长作为变量，从而仿真得出机械臂的移动范围，再通过更改变量，得到满足兑换站各位姿的范围最大值。同时需搭配以往没有尝试过的对机械臂这样复杂机构的逆运动学控制，从而取得灵活的控制效果和符合直觉的操作体验。

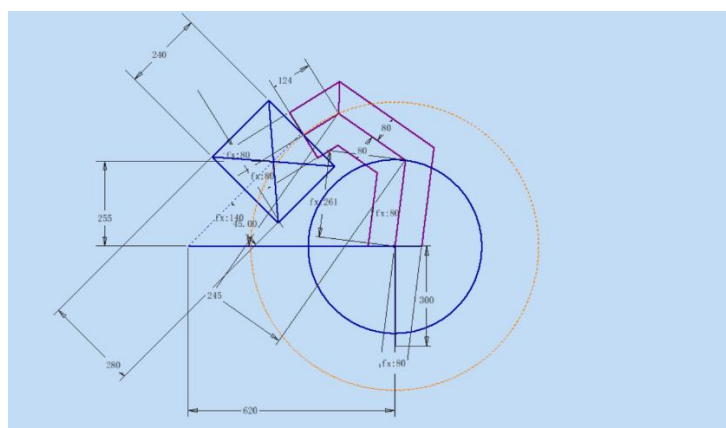


图 2-17 模拟 SCARA 二维简图

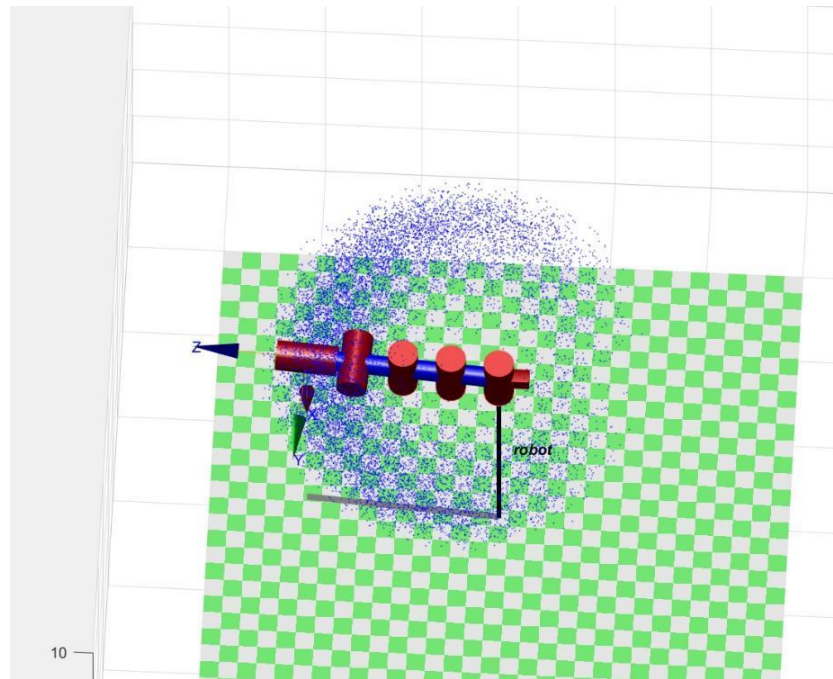


图 2-18 仿真机械臂模型与工作空间

2.4.2.5 英雄机器人

上赛季英雄机器人在机械设计方面重新设计了大弹丸拨盘、底盘和云台方案。中心供弹解决了英雄机器人因载满大弹丸导致的重心偏移底盘中心问题。新设计的舵轮底盘可以让英雄机器人具有相比同类型底盘：如麦轮底盘、全向轮底盘较快的直线速度和小陀螺速度，缓解了英雄机器人的生存问题。云台配平方案将老版英雄云台设计不合理的方案都进行了优化，对云台进行了再配平，减少 pitch 轴转动惯量。而这版英雄的卡弹问题仍然没有得到解决。弹丸在弹舱中会出现“搭桥”、与铝管干涉等影响英雄正常发射大弹丸的问题，这与拨盘及弹舱空间设计有关；针对这个核心问题需要设计更合理的铝管布局和弹舱布局，同时这个赛季也要优化云台方案，包括：研究符合英雄需求的 pitch 轴重力补偿以进一步减少 pitch 轴转动惯量、减小 yaw 轴转动惯量以求更快的云台响应速度。同时也要将原本占一整个底盘空间的拨盘进一步小型化轻量化，为其他设备腾出空间，变相给弹舱留出空间。

今年新场地隧道的出现，为英雄机器人提供了一种新的路线选择。因此，我们打算利用这一新的路线来对英雄机器人进行提升。对此，我们选择了传统麦克纳姆轮作为底盘，采用独立悬挂的方式，同时尽可能的缩小英雄机器人的体积，使得其底盘面积大小控制在 510*660 之内，使英雄机器人能够顺利通过。同时，将 3508 电机嵌入到麦克纳姆轮中，能够有效缩减轮组的宽度。与传统轮组相比，内嵌轮组能够有效节省空间。

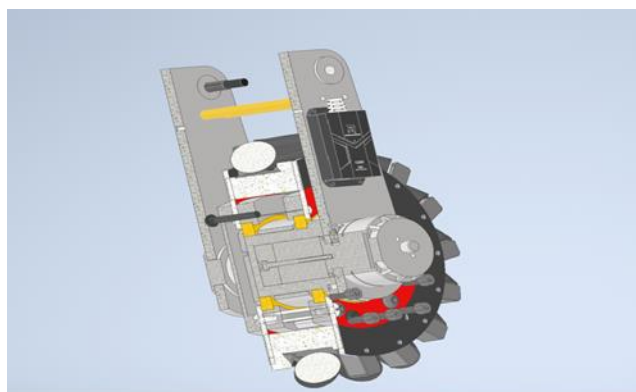


图 2-19 内嵌 3508 麦轮轮组的剖面图

此外英雄吊射精度的难题仍然是我们在面临的，这一赛季我们想要通过在发射机构前通过二级拨弹的方式进行一次链路上的解耦以达到统一进入发射机构前弹丸状态，对此在各种位置与拨弹方式的尝试下做后选择了对单发限位进行优化改变，形成二级拨弹还有单发限位的功能。

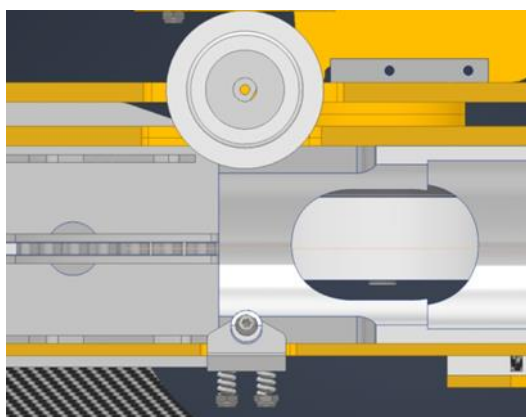


图 2-20 二级拨弹及单发限位示意图

2.4.2.6 飞镖系统

我们希望在飞镖制导方面有一定成果。非制导的飞镖需要在发射时严格控制出射状态以及镖体在空中的稳定性，而为了提高飞镖的灵活性，并应对未来可能出现的活动目标，可以再镖体上增加视觉系统，通过控制飞镖的外形或动力源，实现飞镖制技术。我们计划从未来二至三个赛季开始，投入人力与飞镖兵种组共同研发，结合视觉识别与空气动力学，探索飞镖制导技术。

2.4.2.7 雷达系统

我们想要在雷达识别决策技术方面有一定突破。本赛季中，雷达新增了易伤机制，同时从规则倾向中也可能看出，官方正在提高雷达在赛场上的影响比重，赋予其直接影响比赛的

能力，不仅局限于提供一个特定视角。在过去赛季中，我们的雷达仅仅局限于实现了对车辆目标的识别，缺乏进一步决策和提供信息的能力。我们计划在本赛季开始，研发雷达对于赛场信息的分析和决策能力，同时提高雷达识别信息的精度，使雷达更多参与到赛场的对抗之上。

3. 团队架构

3.1.1 职位分工

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
		指导老师（5人）	协调校内资源，提供资金和场地支持，指导团队制定项目计划，监督备赛进度	指导老师应为物理系科研创新实验室的负责人，熟悉本科生科研创新活动，有能力向学校审批资金和场地支持，有责任心带领本科生进行科研活动
		顾问（5人）	参与方案审核和考核检查，判断项目的完成度和可行性，传承经验，提供技术帮助	招募大四及以上有资历的旧队员，有丰富的科研活动经验，熟悉各个技术方向，知识面广，有过硬的技术能力
正式队员	管理层	队长（1人）	制定团队备赛总体规划，协调人员分配，把控总体进度，统筹物资购买，带领团队建设积极的备赛氛围，同时与组委会积极对接，推动团队顺利度过各个备赛时间节点；在赛季初作为培训工作的总负责人，规划培训的教学和考核安排，推动队伍的传承	队长由大三或大四的队员担任，是上一届 RM 比赛的主力队员，有突出贡献。熟悉整个比赛流程规范，有热情和积极性带领团队进行备赛。对各个技术组别的工作都有一定的了解，合理分析比赛需求，有一定的领导能力，厘清任务优先级，合理分配人力、物力、财力等资源，让团队每个人的能力得到最大的体现，给予队员足够的发展空间，有团队的传承意识
		副队长（3人）	协助对行监督各组别的任务完成情况，把握队伍整体备赛节奏；协同项管制定团队章程，维护管理团队建设	由大三或大四的队员担任，副队长应该是上一届 RM 比赛的主力队员。熟悉参赛流程，对备赛进度有把握，对团队有责任感。
		项目管理（2人）	协助队长制定团队备赛总计划，梳理项目任务，制定项目预算，把控项目进度、成本，协调战队的资金、物资、人力资源，建立团队规范和制度，整理团队资料，调整战队备赛氛围，增强团队凝聚力和积极性	由大二、大三及大四的队员担任，有 RM 比赛的经历。熟悉比赛的流程体系，工作有条理性，熟练使用 office 软件基本操作，能合理把控团队的进度和开销，协调好管理层和技术方向的配合

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
	技术执行	机械 组长 (1人)	与队长共同完成兵种的人员分配，协助机械组组员制定各个兵种的总方案，对各个兵种任务进度进行定期考核和监督，提供经验和技术指导，组织机械组进行方案技术交流，带头进行测试任务；在赛季初负责机械方向的培训，选定机械方向人才并进行后期技术指导	由大二或大三的队员担任，面向全校各专业，是上一届 RM 比赛的机械组主力队员。要求有突出的技术能力，同时有领导力、执行力和对 RM 比赛的主动性、积极性，能合理安排机械组的整体时间线
		机械 组员 (5人)	制定各自兵种的总体方案以及每周各自的备赛任务，积极完成小组工作，完成机械结构的设计加工和装配，定期上传工作成果，接受考核	从机械组的梯队队员中选拔能力优秀者成为正式队员，招募对象应为全校各专业的大二及以上年级。要求在培训的校内赛中成绩优异，态度认真，对机械方向有热情和兴趣
		电控 组长 (1人)	制定电控组备赛总体时间线，把控电控研究方向，带领组员解决困难技术问题，带头进行测试任务；在赛季初期负责电控方向的培训，选定电控方向的人才并进行后期技术指导	由大二或大三的队员担任，面向全校各专业，是上一届 RM 比赛的电控组主力队员。要去能力突出，熟悉各个兵种对电控的需求，有领导力和组织能力，有较为丰富调试的经验
		电控 组员 (5人)	制定个人每周备赛任务，负责机器人的代码编写、调试，硬件的维护和制作，定期上传工作成果，接受考核	从电控组的梯队队员中选拔能力优秀者成为正式队员，招募对象应为全校各专业的大二及以上年级。要求在培训的校内赛中成绩优异，态度认真，对 RM 电控方向有兴趣
		视觉算法 组长 (1人)	制定视觉组备赛总体时间线，把控视觉研发方向，带领组员解决困难技术问题，带头进行测试任务；在赛季初负责视觉方向的培训，选定视觉方向的人才并进行后期技术指导	由大二或大三的队员担任，面向全校各专业，是上一届 RM 比赛的视觉组主力队员。有突出的技术能力，并且有领导力，组织规划能力
		视觉算法 组员 (2人)	制定个人每周备赛任务，负责识别算法和机器人自瞄、打击能量机关等视觉功能的实现，定期上传工作成果，接受考核	从梯队队员中选拔能力优秀者成为正式队员，招募对象应为全校各专业的大二及以上年级。要求在培训的校内赛中成绩优异，态度认真，对 RM 视觉方向有兴趣

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
	运营执行	宣传 (2人)	负责团队公众号的日常记录和招新时期宣传海报、视频的制作，培养新人融入团队，维护积极温馨的团队氛围	招募对象为全校各专业各年级的梯队队员和正式队员。要求对团队的运作方式和日常活动比较熟悉，对团队有热情和积极性，会剪辑视频，运营公众号，制作海报，策划宣传活动等
		招商 (1人)	获取赞助，联络盈利性研发项目	招募对象为全校各专业各年级的梯队队员和正式队员。要求对团队的运作方式和日常活动比较熟悉，对团队有热情和积极性，对招商工作流程有一定的了解
		财务 (1人)	赛季初进行预算审核，记录团队日常开销流水，公开财务信息，收集各类物资采购票据，申请报销，管理队内物资	招募对象为战队大二及以上的正式队员。要求熟悉团队的运作方式和日常活动，能细心仔细记录团队日常开销，熟悉报销流程，有严谨的管理态度
梯队队员		机械 (10人)	学习开源方案的机械结构设计，熟练画图软件和各种加工机器的使用，协助机械组正式队员日常工作，积累经验	招募对象为全校各专业新生，有过类似比赛经验的和能力突出者不用经过培训考核阶段，可以直接作为梯队队员加入团队
		电控 (12人)	熟悉机器人程序结构和硬件系统，协助电控正式队员进行调试，积累经验	招募对象为全校各专业新生，有过类似比赛经验的和能力突出者不用经过培训考核阶段，可以直接作为梯队队员加入团队
		视觉算法 (8人)	学习视觉相关算法的知识，完成基础识别任务，学习视觉正式队员的研究过程，积累经验	招募对象为全校各专业新生，有过类似比赛经验的和能力突出者不用经过培训考核阶段，可以直接作为梯队队员加入团队
		运营 (4人)	学习各类宣传制作类软件的应用，参与团队日常运营活动，熟悉工作流程，积累经验	招募对象为全校各专业新生，有过运营经验的和能力突出者可以直接作为梯队队员加入团队

3.1.2 职位分布

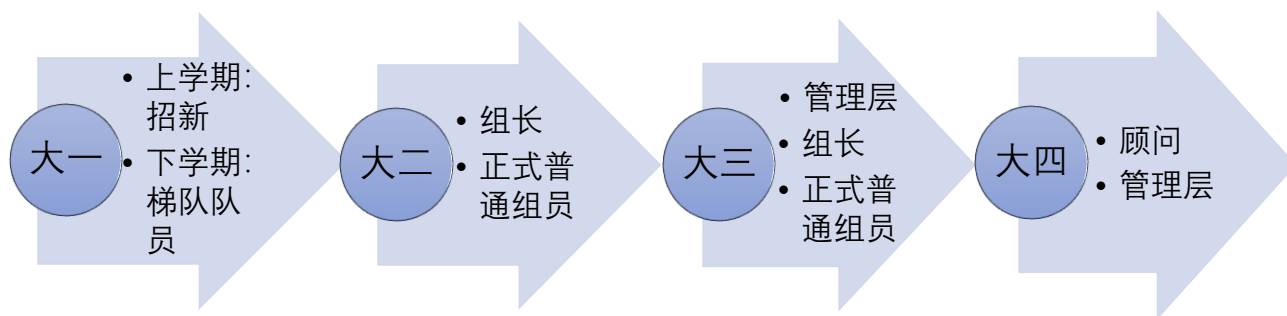


图 3-1 年级职位分布图

如图所示，顾问只对大四开放，管理层只对大三和大四开放，组长和正式普通组员对大二和大三开放。其中顾问、管理层和运营组的财务负责人只对物理系同学开放。大二和大三的队员的技术能力相对来说较强，学业压力相对适中，构成了 RM 比赛的主力军，同时也负责对大一新生进行培训。考虑到大四的队员面临考研或者找工作的压力，不再让大四队员承担主要技术工作，可以担任顾问或者成为管理层队员，如果有保研或其他因素即压力不大的大四队员也可以作为正式技术执行队员。

3.1.3 队员晋升

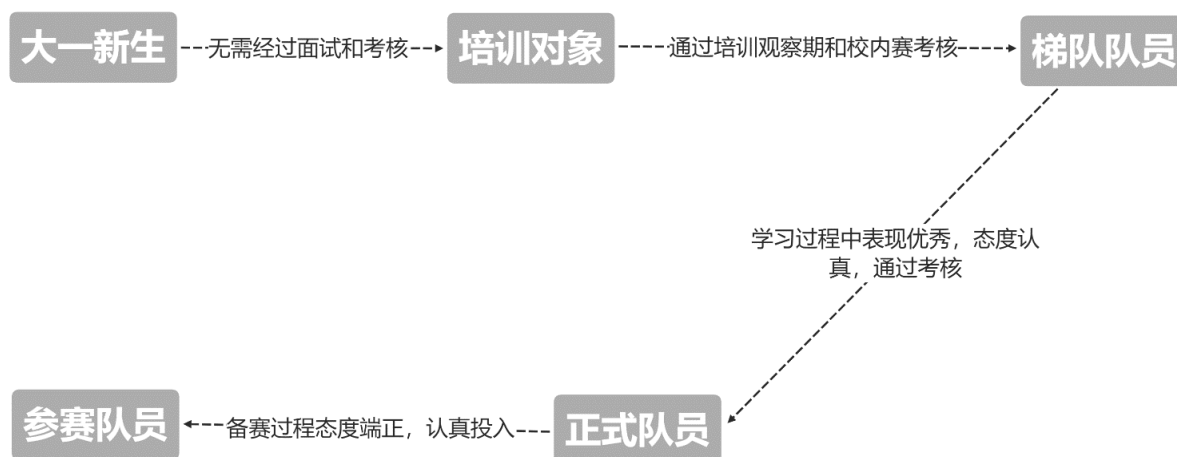


图 3-2 队员晋升流程

如图所示，PIE 战队每年的主要招新时间是开学第一个月，面向全校各个专业的新生，招新对象无需经过考核，可以直接参加物理系创新实验室的培训。培训过程持续一个学期，在此期间会记录大一同学出勤情况，课下作业完成情况，上课态度，以及校内系列赛的成绩和表现，培训结束后会根据大一同学的个人意愿和考核成绩将成绩优异、态度端正的新生划

分进入机械组、电控组和视觉组，这些同学即成为梯队队员。在上学期的培训中能力表现尤为突出的同学，可以在培训时期成为梯队队员，进行专项学习和研究。梯队队员在大一下学期进行学习和模块化开发，学期结束时会对梯队队员进行考核，决定是否能在大二上学期成为正式队员，如果有能力特别突出的可以选拔成为小组组长。备赛过程中正式队员还需要态度端正，认真投入，方可最终成为参赛队员。大三时上一届比赛中贡献多和能力突出者的物理系成员可以选拔为管理层队员。

3.1.4 队伍传承

老队员去向如下表所示：

年级	核心成员 姓名	个人简介	毕业去向
2014	王甜	首批核心技术骨干，掌握嵌入式设计和虚拟仪器技术，为学生创新核心团队创始成员	保研至北京邮电大学，已签约中国移动
	赵静	首批核心技术骨干，掌握嵌入式设计和虚拟仪器技术，曾开发无人机项目	保研至北京邮电大学，已签约美团公司
	杨春	首批核心技术骨干，掌握嵌入式设计和虚拟仪器技术，曾开发无人机项目	参加优秀辅导员计划，保研至首都师范大学
	张燕	首批核心技术骨干兼团队运营，掌握电路设计技术，精通软硬件，致力于实验室建设与宣传，为学生创新核心团队创始成员	升学至华北电力大学，已签约中国航天长征火箭技术有限公司
	王丛嗣	首批核心技术骨干，掌握虚拟仪器技术，曾开发无人机项目	升学至首都师范大学
	李泽远	首批核心技术骨干，掌握嵌入式设计、虚拟仪器技术、电路设计技术，为学生创新核心团队创始成员	就职于北京增益科技有限公司，虚拟仪器射频技术代表
2015	靳熙芃	学生创新核心团队创始成员，第一任负责人，精通系统架构设计、嵌入式设计、图像识别与处理，编写实验室使用库文件，完成多项前沿性工作	留学至 The University of Florida
	叶志远	技术骨干，掌握嵌入式设计技术，大三转型至光学领域继续开展研究，本科期间发表多篇 SCI 论文	保研至北京师范大学

年级	核心成员 姓名	个人简介	毕业去向
	刘雪晴	技术骨干，参与多项虚拟仪器相关课题，大三转型至光学领域继续开展研究	保研至北京航空航天大学
	杨晓瑜	团队技术骨干，掌握嵌入式设计，主攻 C 语言编程，竞赛与学习全面发展	升学至北京交通大学
	张小童	团队技术人员，掌握嵌入式设计，主攻 C 语言编程，竞赛成果丰富	升学至首都师范大学
	高佳敏	团队运营负责人，规划团队工作，完善团队建设，实验室宣传工作一把手	返乡就业
2016	朱立巍	团队技术骨干，掌握电路设计技术和 ROS 平台的使用，为实验室开发教学电路板	保研至北京交通大学，在读
	王欣悦	核心技术骨干，掌握嵌入式设计，在各类光电竞赛中表现突出，实验室宣传二把手	升学至首都师范大学，在读
	祁劲容	核心技术骨干，精通嵌入式设计、图像处理与系统仿真，负责 PID 算法教学	升学至首都师范大学，在读
	聂吟雪	团队技术人员，掌握嵌入式设计技术，发挥师范生作用协调团队工作，维护团队氛围	就职于北京市爱乐实验小学，教师
2017	代明聪	核心技术骨干，掌握嵌入式设计与电路设计技术，软硬兼通，各项全能学霸	保研至北京航空航天大学
	张蕊	团队技术骨干兼运营，掌握嵌入式设计，兼顾实验室运营宣传财务各项事宜，科研及运营能力突出	保研至北京邮电大学
	韩丽	团队技术骨干，掌握嵌入式设计，参与多项科研比赛及项目，成果丰富	保研至中国科学院大学
	赵符锐	核心技术骨干，团队负责人，掌握电路设计和嵌入式设计技术，参与多项科研比赛及项目，在电路设计领域有所造诣。	就职于北京经纬恒润科技有限公司
2018	李聪聪	团队技术骨干，机械组负责人，掌握机械设计、仿真、加工等相关技术，熟悉 ROS 和视觉识别算法的相关知识，参与多项学科竞赛，是实验室 RoboMaster 竞赛的带头人和机械方向的创始人	就职于深圳大疆创新科技有限公司

年级	核心成员 姓名	个人简介	毕业去向
	肖时有	团队技术骨干，视觉组负责人，熟悉掌握视觉图像处理技术，掌握 C、C++、Python 等多种编程语言，参与多项学科竞赛，是 RoboMaster 视觉方向的创始人	保研至北京邮电大学
	毛清航	团队技术骨干，机械组成员，掌握机械设计、加工等相关技术，参与多项学科竞赛	升学至首都师范大学，在读
	单思乔	团队技术骨干，电控组和算法组成员，熟悉嵌入式底层代码，掌握嵌入式设计技术	就职于北京经纬恒润科技有限公司
	张文漪	团队技术骨干，培训组负责人，熟悉嵌入式编程和自动控制调试方法，2020 年全面负责新生科研创新培训，讲授课时超过 60 学时	升学至首都师范大学，在读
	张逸卓	团队技术骨干，电控组成员，熟悉嵌入式编程，是 RoboMaster 电控组带头人	升学至首都师范大学，在读
	刘筠川	团队技术成员，电控组和算法组成员，熟悉嵌入式编程和深度学习知识	升学至首都师范大学，在读
2019	朱晓卉	团队技术骨干，机械组负责人，握机械设计、加工等相关技术，参与多项学科竞赛	就职于北京市海淀区五一小学
	李格	团队技术骨干，机械组成员，掌握机械设计、加工等相关技术，首创了完整的机械组培训体系	保研至北京邮电大学，在读
	王芋霏	运营组项管创始人，运营组负责人，规划团队工作，完善团队建设	保研至北京大学，在读
	王少珂	核心技术骨干，电路组负责人，掌握电路设计和嵌入式设计技术，参与多项科研比赛及项目，在电路设计领域有所造诣	就职于深圳市正浩创新科技股份有限公司

除了离队，目前有很多已经毕业或者大四的老队员选择了留队或者担任顾问。选择留队的老队员，在群里担任起了管理者、技术领头者的角色，是战队的核心力量，由于经验丰富，留队老队员有能力推动着整个战队的备赛进度；担任顾问的老队员，由于考研、工作及读研等个人事务，无法奋战在一线，但是仍然远程提供各种技术指导，为战队新成员提出宝贵的经验教训，继续为战队发光发热。



图 3-3 顾问学长学姐提出建议



图 3-4 留队学长学姐提出建议

3.2 团队招募计划

3.2.1 宣传途径

开放良乡校区学生创新实验室，并在新生报到的第一时间通过多种途径宣传吸引学生和家長到实验室参观，了解实验室情况和院系政策；通过新生家长会、专业介绍会等院系层面组织的官方活动，介绍官方的政策等途径，推荐、引导、鼓励学生投身创新实践活动；通过微信公众号、哔哩哔哩视频等新媒体手段，推送实验室情况、历年作品、相关宣传视频，让学生更加直观生动地了解到创新实践活动的乐趣所在，调动学生的积极性；通过学长学姐的言传身教，为学生从同龄人角度分析解释创新实践活动参与的重要性，可以帮助其克服恐惧和抵触心理。

3.2.2 招新活动

(1) 嘉年华

为了让新生有更直观的感受和更丰富的体验，PIE 战队延续了 2023 赛季招新时举办的嘉年华模式，并对嘉年华上的很多活动内容进行了创新。新生可以打卡这些活动收集盖章兑换奖品。活动内容包括：

"车模展示"--近距离观察车模，学姐学长答疑解惑；

"撸码体验"--参与音乐播放器游戏，自主编写程序，体会码农快感；

"神笔马良"--体验 3D 绘图和打印，人人化身神笔马良；

"焊武转世"--焊接点亮 LED，体验玄幻电子世界；

"开车炫技"--第一视角操控步兵射击绕障，体验 RM 激情；

"实力开挂"--听讲视觉算法，亲手调参体验科技与狠活儿；

"运筹帷幄"--运营宣传管理，体会团队的氛围。

嘉年华活动点的设计围绕 RM、智能车、机械、电控、硬件、视觉、运营 7 大板块开展，力图让新生通过嘉年华直观地体会到科研竞赛所需要的不同技术方向及之前的团队合作关系，在动手实操上寻找到自己的兴趣点。

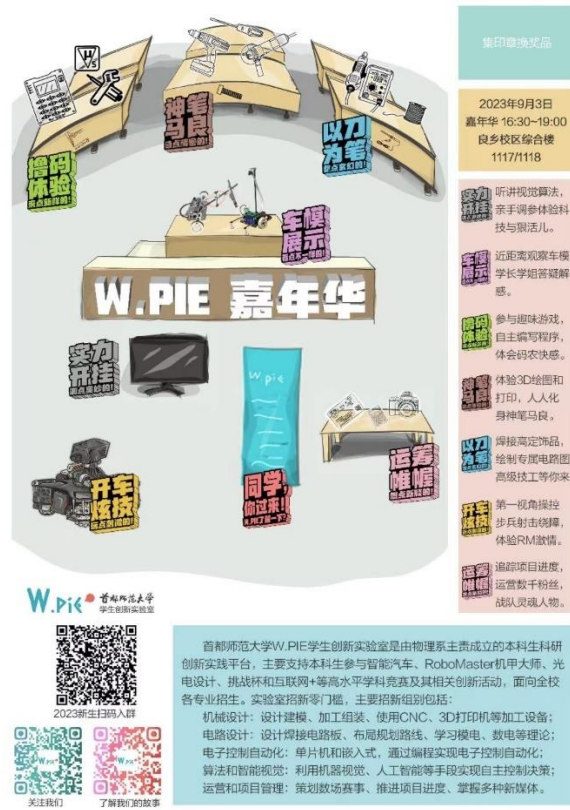


图 3-5 嘉年华传单



图 3-6 嘉年华活动体验现场



图 3-7 嘉年华 RM 机器人展示环节

(2) 招新宣讲

招新宣讲设于嘉年华活动之后，实验室的核心成员以 PPT 配合视频的形式向大一新生详细介绍实验室的情况，内容包括：战队背景、获奖情况、技能要求、比赛内容、战队日常等。通过宣讲会，新生将对自己感兴趣的方向、实验室的情况以及比赛获得更深入的了解。



图 3-8 宣讲会现场

3.3 团队培训计划

3.3.1 科研培训

目前，创新实践培训固定于大一秋学期每周三晚上和周日全天举办。周三晚上答疑，周日上课。共持续 13~15 周，每周 8 课时，共计约 120 课时，每年培训新生 120 人左右。

通过一至两年的创新实践锻炼，旧参赛队员已经有了丰富的知识储备和宝贵的经验积累。他们重新走向课堂，以老师的身份向新生教授专业知识，传授经验教训，一方面，同龄人的教授可以拉近新生与学长学姐及整个团队的距离，在培训过程中增进团队亲和力和凝聚力。另一方面，在备课的过程中，也能让旧参赛队员沉淀知识，做好积累和传承工作。

培训的授课主体是大二和大三的团队成员，各技术组出一名成员为主讲人，其余成员可以作为助教配合培训课程，这样的人员分配可以较好地平衡好培训和备赛之间的关系。培训的第一阶段是理论学习加上课后作业，从最基础的 C 语言开始，到机械的基础知识，以及运营的技术部分，都有详细的课程安排，中期是一系列校内赛，后期是总结整理和更专业的教学及联系。培训课程安排如下图所示。

日期	星期	课程名称	授课教师	授课地点	授课内容	考核方式	备注
2023/9/7		新生入学教育					
2023/9/10		培训					
2023/9/13	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/9/17	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/9/20	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/9/24	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/9/28	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/1	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/5	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/9	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/13	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/17	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/21	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/25	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/10/29	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/2	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/6	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/10	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/14	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/18	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/22	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/26	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/11/30	周三	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周五	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
2023/12/4	周六	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	
	周日	RoboMaster 入门	RoboMaster 团队负责人	图书馆三楼会议室	介绍 RoboMaster 比赛规则、参赛流程、报名方式、比赛地点等。	无考核	

图 3-9 培训课表

此外，作为师范学校的战队，我们对于培训的态度十分严谨。备课过程中，讲师需要对团体和个体差异进行分析，通过设计课程结构、优化教学方法、开发实验教具、组织课堂教学、完成作业评判、撰写课堂总结等手段做到因材施教，这样可以显著提升战队成员的师范教学技能，丰富锻炼自我的机会。

W.PiK 培训器材检查清单				W.PiK 培训事项检查清单			
序号	器材名称	数量	检查要点	序号	器材名称	检查要点	责任人
1	签到表	1	检查是否打印本节课的签到表	1	备课并撰写课程教案	尽早	主讲
2	硬件情况记录表	1	与运营组和电路组确认是否需要	2	提出硬件、软件、教具准备需求	上课前至少 10 天	主讲
3	中性笔	2		3	试讲并对课程进行优化	上课前至少 3 天	主讲+讲师组
4	激光笔	1	检查接收器	4	完成所有硬件、软件、教具准备需求	上课前至少 1 天	各任务责任人
5	HDMI 转接器	1		5	按照《培训器材检查清单》检查上课用品	上课前 1 小时	主讲+运营组
6	运动相机	2	检查存储空间是否足够 240 分钟 检查电量	6	GoPro 视频上传 NAS	上课当天返校后	运营组
7	八爪鱼支架	1	注意使用改装为 GoPro 接口的八爪鱼	7	录屏文件上传 NAS	上课当天返校后	主讲
8	充电宝	2	检查电量	8	学习通发布作业	上课当天返校后	主讲
9	USB Type-C 充电线	1		9	课件上传学习通	上课当天返校后	主讲
10	无线麦克发射器	2	检查电量	10	现场照片视频等宣传素材上传 NAS	上课后 1 天内	助教
11	无线麦克接收器	1	检查电量	11	剪辑视频	上课后 1 天内	运营组
12	RODE 标志 Type-C 线	3		12	视频上传学习通	上课后 1 天内	运营组
13	10m 接线板	3	检查是否缠绕妥当	13	视频上传 B 站	上课后 1 天内	运营组
14	备用套件	--	检查是否有未修复的硬件问题 检查是否已经做好登记	14	GoPro 和无线麦克充电	上课后 1 天内	主讲/运营组
15	本节课程的其它硬件	--		15	对课程情况进行总结和反思	上课后 1 天内	主讲
				16	对课程情况进行讨论	上课后 2 天内	主讲+讲师组
				17	在学习通上判作业并进行点评	下一节课之前	主讲
				18	完成《培训教案与总结》并上传 NAS	下一节课之前	主讲

图 3-10 培训检查清单

W.PiC		培训总结与反思	
课程名称	单片机基础与编程基础		
组别	电脑		
主讲人	刘国梁		
助教	刘嘉浩, 姜玉博		
授课时间	2023年9月13日 18:30		
授课地点	综合楼 1225		
教学准备	硬件准备及责任人	1. 培训课件 21-30 (高云鹏, 刘嘉浩)	
	软件准备及责任人	2. Keil 安装相关工具及教程 (李俊杰)	
	教材	3. 课程内容 (刘国梁)	
	其他准备及责任人	4. 笔记本电脑, 安装 EV 录屏并提前测试可以收录无线麦克风的声音 (刘国梁) 5. GoPro (确认电量存储空间), 三脚架或八爪鱼 (注意调整为 GoPro 连接方式), 充电宝和数据线 (负责组) 6. 无线麦克风主机, 从机*1, 数据线 (注意充电) (负责组) 7. 激光翻页笔, hdmi 转 vga (负责组) 8. 签到表 (负责组)	
问题和反思	<p>9. 第一节课的编程设计, 主要是帮助他们建立起编程的体系, 之后好往里面加东西, 但是课程设计不合理, 让他们一整节课的大部分时间都在跟着我走, 缺少了他们自己思考的步骤, 所以最后课程只像他们跟上了, 但应该只是感性的跟上了。</p> <p>10. 课讲得急了, 因为一开始发现了自己讲的问题, 然后想要改正, 但是没有准备, 就乱了阵脚, 后面的讲课节奏就难以把控住, 在最后一节课 21 点, 就快速的出掉了几页的准备好的 ppt, 感觉不应该。</p> <p>11. 在离开 golego 视野范围, 也教高会在讲台以外的地方讲课, 会让后期整理变得困难。</p> <p>12. 缺少和学生的互动, 第一节课的课堂氛围没有带动得很好。</p> <p>13. 有一些比较抽象的知识和没有很好语言, 一开口讲的时候没有讲好, 就停了一会再回去问高徐他回去, 所以应该讲这种抽象的东西, 一定要先提前准备好。</p> <p>14. 忘记提前检查软件安装了, 导致课中练习的时候出现了软件有问题的问题, 耽误了进度, 然后给他们解决完软件问题的时候当堂练习的题目, 导致他们当时的注意力没有集中在课上。</p> <p>15. Ppt 要做的美观一点, 因为会课后上传给他们看, 标题部分什么应该做的清晰一点, 方便</p>		
教学改进及建议 (后续课程)	<p>她们之后来看, 然后引导性的语言在 ppt 里面也应该多一点, 而不是放育了答案。</p> <p>16. Ppt 的排版分屏要做好, 也不能在 ppt 里放有答案, ppt 的引导做好一点方便他们课后复习。</p> <p>17. 在 golego 视野范围内讲课。</p> <p>18. 提前测试无线麦克风连接, 不要在她们面前吸引她们上正确的注意力, 拿到教室其它地方解决。</p> <p>19. 在课程设计中, 要多去交互环节, 及时掌握他们的课程跟进情况。</p> <p>20. 讲课不要着急, 最好时间来不及也不要怎么着急讲什么东西不讲。</p>		
后续工作及责任人	<p>21. 写好总结上传 NAS (刘国梁)</p> <p>22. 传 PPT, 作业到学习通 (刘国梁)</p> <p>23. 作业批改 (刘国梁)</p>		

图 3-11 培训教案总结

战队的课程资料统一上传至 NAS，方便后期查看，也能给以后参加培训的队员留下丰富的培训资料。

2023级 机械 寒假培训	2023/12/2 19:08	文件夹
20230903 嘉年华	2023/10/24 15:08	文件夹
20230903 物理系宣讲	2023/9/26 21:06	文件夹
20230903 招新宣讲	2023/10/20 20:47	文件夹
20230913 电路 单片机基础与C语言基础	2023/12/3 14:40	文件夹
20230913 运营 绪论+秀米	2023/9/18 19:36	文件夹
20230917 电控 初识STC, keil与IO基础	2023/9/25 15:13	文件夹
20230917 电路 焊接基础	2023/9/21 20:58	文件夹
20230917 电路 数码管	2023/9/19 20:02	文件夹
20230917 机械 初识Inventor+机械基础	2023/9/21 16:40	文件夹
20230917 运营 跟课	2023/10/8 16:53	文件夹
20230920 电控 第一节课复习	2023/11/30 18:44	文件夹
20230920 电路 AD安装	2023/9/26 21:16	文件夹
20230920 运营 推送封面制作、剪映讲解	2023/9/21 16:43	文件夹
20230924 电控 C语言基础及数码管1	2023/10/10 20:12	文件夹
20230924 电路 基础元件 AD原理图	2023/11/28 22:32	文件夹
20230924 机械 加工和轴系设计	2023/10/14 15:12	文件夹
20230924 机械 设计思路和发射机构	2023/10/14 15:12	文件夹
20230927 运营 excel讲解	2023/10/4 10:44	文件夹

图 3-12 课程资料

每次的课程都会有全程录像和录屏，上完课后运营组负责剪辑视频，并上传至NAS、学习通、B站等账号上供大家反复观看学习。

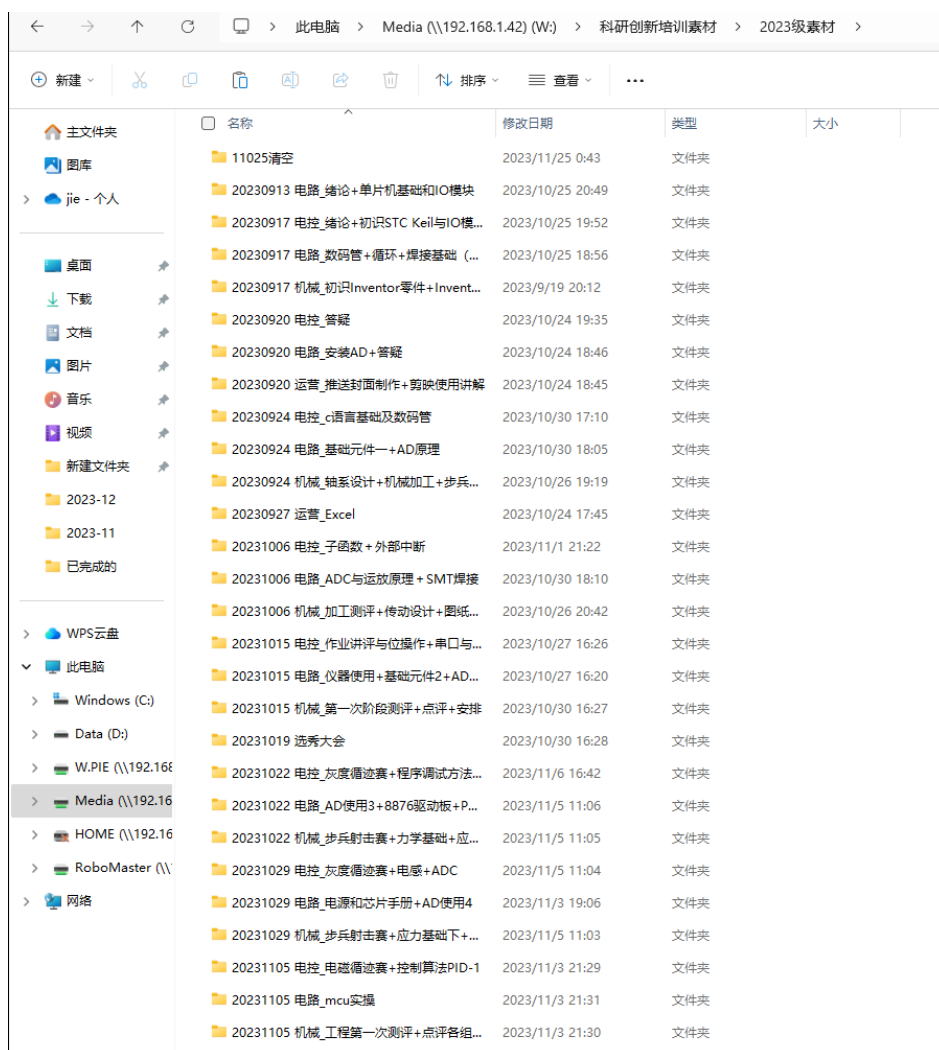


图 3-13 培训课程录像及照片

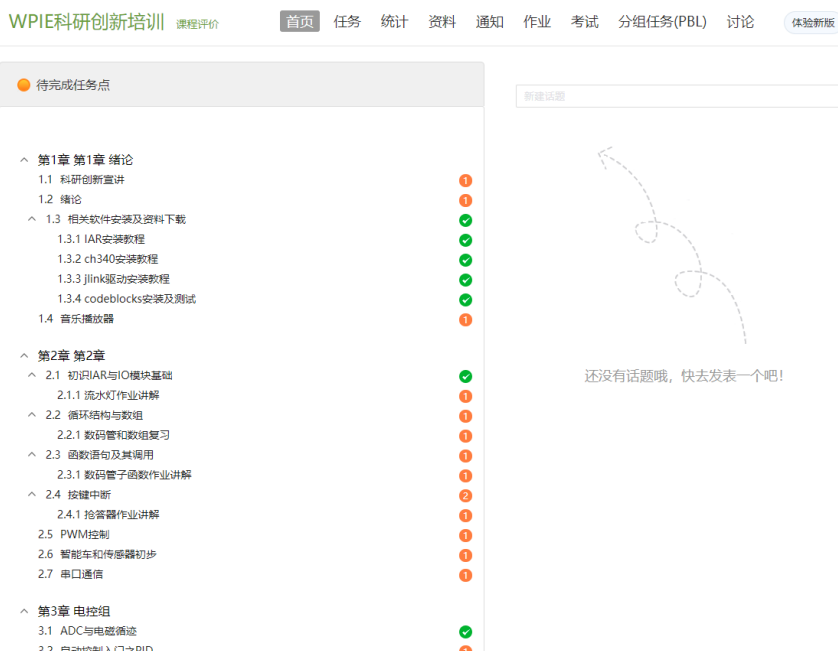


图 3-14 学习通上传课程



图 3-15 公众号上传课程

3.3.2 校内赛

为了调动大一学生的积极性，挖掘他们在课堂以外的学习潜力及丰富培训形式，我队在大一秋季学期期末将举办首都师范大学智能车系列赛和 RoboMaster 机甲大师赛。通过合理设置系列赛的赛题，可以在检验新生的学习效果的同时，对日后发展的不同技术方向有一个感性的认识，为日后专业培养和人才选拔做准备。

培训选拔流程详见 [3.1.3 队员晋升](#)。

队员	决赛积分	决赛积分归一化	第一次比赛成绩	第一次比赛积分	第二次比赛成绩	第二次比赛积分	第三次比赛成绩	第三次比赛积分	第四次比赛成绩	第四次比赛积分	第五次比赛成绩	第五次比赛积分	平时积分汇总	最终积分
李彦博 高睿茜	15.00	19.23	0.07	7.23	0.11	11.15	0.08	7.60	0.13	12.95	0.49	48.79	87.72	91.10
田雨蒙 李海宇	12.00	15.38	0.08	7.86	0.08	8.03	0.12	12.20	0.14	13.71	0.06	6.07	47.87	59.49
王瑞 李心婧	6.00	7.69	0.04	4.46	0.10	10.05	0.14	14.49	0.13	12.52	0.06	6.07	47.59	43.94
姚玉 臧妍	12.00	15.38	0.03	3.34	0.05	4.61	0.01	1.15	0.06	6.11	0.06	6.07	21.28	43.54
王博宇 朱雯博	3.00	3.85	0.08	7.67	0.08	8.19	0.12	12.22	0.11	10.63	0.06	6.07	44.77	34.56
刘一初 李昊蔚	9.00	11.54	0.09	9.37	0.01	0.87	0.05	4.93	0.01	0.85	0.03	2.91	18.93	34.43
王森康 王颖泰	6.00	7.69	0.11	10.88	0.01	0.87	0.02	2.40	0.14	14.15	0.00	0.00	28.29	32.36
卢梦实 杨晨皓	6.00	7.69	0.03	3.34	0.07	6.99	0.11	10.88	0.02	1.77	0.00	0.00	22.98	29.17
邢艺晨 申宇杰	3.00	3.85	0.09	8.67	0.10	9.66	0.08	7.85	0.00	0.00	0.06	6.07	32.26	27.05
白天焱 吴彤	0.00	0.00	0.10	9.96	0.08	8.09	0.10	9.77	0.10	10.45	0.06	6.07	44.33	26.60
李尧远 梁耀大	0.00	0.00	0.07	6.75	0.09	9.14	0.08	7.75	0.08	8.10	0.06	6.07	37.81	22.69
李泽宇 邱耀斌	3.00	3.85	0.03	3.34	0.09	8.58	0.01	1.15	0.08	7.92	0.03	2.91	23.90	22.03
梁瀚奇 魏雨霖	3.00	3.85	0.03	3.34	0.01	0.87	0.08	7.61	0.01	0.85	0.03	2.91	15.57	17.04
张博惠 贾焱焱	0.00	0.00	0.02	1.60	0.09	9.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.91	6.55
李蕊辰 杜承英	0.00	0.00	0.06	5.64	0.02	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.45	4.47
杨熙 王珂琪	0.00	0.00	0.03	3.34	0.02	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.14	3.09
刘晴辰 郑佳鑫	0.00	0.00	0.02	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.96
王若羽 贾鹏羽	0.00	0.00	0.02	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.96

图 3-16 电控比赛成绩总表

4. 资源可行性分析

4.1 资源使用情况分析

4.1.1 预算及使用情况

PIE 战队是属于首都师范大学物理系 W.PIE 学生创新实验室的一支队伍，通过指导老师和学校的沟通，实验室能够获得学校每年分发的科研项目拨款和实验室维护费等费用，以及通过招商所获得的经费赞助。科研项目拨款包括了材料费、固定资产费等物资购买费用；实验室维护费包括了团队宣传费、差旅费等运营费用。实验室主要参加两种比赛，RoboMaster 机甲大师赛属于其中之一，指导老师根据实际情况，将学校下发的经费进行合理分配。

上个赛季 PIE 战队总体预算主要在五个方面，分别是机器人制作、团队资产、运营宣传和差旅。

除了联盟赛之外，上赛季是 PIE 战队第二次报名对抗赛，因此在机器人制作方面，我们的预算考虑到了步兵、英雄、哨兵、工程、无人机、飞镖、雷达 7 个兵种，在考虑到可能消耗的试错成本后，制定了机器人制作方面的预算。

我们预期参加高校联盟赛两站及对抗赛的分区赛和国赛，共四项，考虑到队员们的食宿及往返车票以及团队周边制作，分别做了相应预算。

下表为团队上赛季的总体预算情况：

项目分类	预算资金/元
机器人及场地道具制作	120177
团队资产	189372
运营宣传	18500
差旅	44100

针对上赛季的对抗赛，相关开销主要为两辆步兵、一台哨兵、一辆工程、一辆英雄、一架无人机、一个飞镖的制作、矿石掉落装置搭建、前哨站搭建、周边制作、去青岛参加比赛的差旅。经费使用情况如下：

项目分类	预算金额/元	使用金额/元	预算情况
机器人及场地道具制作	120177	110231	盈余
团队资产	189372	163367	盈余
运营宣传	18500	9887	盈余
差旅	44100	49824	超支

其中机器人制作又分为官方元件、机械标准件、非标准件、耗材、加工工具、机载电脑及摄像头等；场地搭建包括场地地面铺设，场地元素制作和围挡等；团队资产包括 3D 打印机等加工设备、PLA 等耗材；运营宣传包括招新海报、实验室周边纪念品、队服等；差旅包括交通、食宿等费用。

4.1.2 预算使用情况分析

去年是 PIE 战队第二年参加对抗赛，做预算时有较充足的准备，且战队部分物资传承性很大，再加上战队去年囤货较多，所以去年大部分预算都出现了盈余的情况。

针对官方物资预算盈余的问题：官方物资是十分必要且重要的物资，并且可以在多个赛季使用，传承性很高，所以必须做好保留管理的工作。在本个赛季做预算工作时，对已有的官方物资进行了清点，做好了分配工作。

除了官方物资以外，机械部分仍旧存在着许多不足需要改进，比如在人为失误的部分，一定要减少，加工造成的损失也需要多多了解相关加工知识，设计干涉问题在设计完成图纸之后一定要检查干涉，没有干涉是做好机械的第一步，同时在装配的时候注意螺丝的安装方向，避免出现安装时的干涉错误造成损失。

针对电路部分预算超支的问题：可以通过从机械部分转移盈余预算的方式解决。并且今年在对所有兵种的电路以及超电有了更多的了解后，能够给明年节约很多试错成本。

差旅方面，去年通过队员补交通差价及花费实验室积攒的自有资金解决了上赛季差旅部分预算超支的问题。总体来说，由于是第二年参加超级对抗赛，依然有部分预算分析不到位。本个赛季做预算时吸取了上赛季的教训，更加全面地考虑到各方面花销，尽量把花销把控在预算范围内。技术组在上赛季对各个兵种都进行试错后，本个赛季可以省去很多试错费用，以节约战队花销。

4.1.3 资源使用控制方案

4.1.3.1 支出流水表

上赛季，我们通过财务负责人定期查看队员物资购买记录，清楚的记录指出时间、内容、价格等数据，汇总成一个支出流水表的方法进行成本控制。

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
支出人	日期	用途	数量	单价	总价	兵种	用途	兵种	用途	兵种	用途	兵种	用途	兵种	用途	兵种	用途
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	100	100	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	43	1.00	43	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	200	1.20	240	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	100	2.40	240	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	10	2.40	24	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	20	1.24	24.8	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	4.83	4.83	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	5	4.83	24.15	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	30	4.10	123	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	1.018	1.018	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	100.00	100.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	100.00	100.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	18.80	18.80	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	48.00	48.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	4	15.00	60.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	20.00	20.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	2	160.00	320.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	5	150.00	750.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	4	23.20	92.80	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	10	2.00	20.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	20	2.00	40.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	2	14.00	28.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	2	20.00	40.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	200	0.17	34.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	3000	0.02	60.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	10	8.50	85.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	3	0.01	0.03	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1200	0.17	204.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	20	0.10	2.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	1	50.00	50.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	20	2.00	40.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	30	1.80	54.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	60	1.98	118.80	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	40	6.50	260.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	40	7.00	280.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	70	7.00	490.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	40	3.00	120.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	50	1.80	90.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	10	1.18	11.80	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	50	2.80	140.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	100	3.00	300.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	21	20.00	420.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	40	4.00	160.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	30	20.00	600.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	120	4.10	492.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	30	3.80	114.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	40	4.00	160.00	步兵											
梁玉婷	2022/11/10	蒙玉婷	50	0.20	10.00	步兵											

图 4-1 支出流水表

上赛季后期将支出流水表的形式做了修改，主要变动为增加了兵种的分类，并且会在每周组会的时候，汇报各个兵种在这周的开销情况和花费总金额。经过实践发现这种方式更好。

因为本来的支出流水表是项管负责定期整理，但是战队的其他人，尤其是技术组各个兵种的采购负责人对于自己的开销情况却很不清楚，并不能很及时的知道自己已经用掉了多少预算，对兵种的整体开销情况把控不好。调整后，每周的组会上项管给大家展示这周的开销情况，并且计算出各个兵种截至当下的总开销，这样技术组的采购负责人会更有节约成本意识和观念。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
日期	支出人	用途	兵种	数量	单价	总价	兵种	用途	兵种	用途	兵种	用途	数量(个)	单位
2022/11/10	梁玉婷	RM	步兵									圆柱垫片	200	个
2022/11/10	梁玉婷	RM	步兵									USB接口	20	个
2022/11/10	梁玉婷	RM	步兵									2Pin3大电涌动开关	100	个
2022/11/10	梁玉婷	RM	步兵									2Pin3大电涌动开关	800	个
2022/11/13	张京皓	RM	步兵									RM维修服务	133	个
2022/11/14	梁玉婷	RM	步兵									贴片	35	个
2022/11/15	梁玉婷	RM	步兵									芯片	30	个
2022/11/16	付彦	RM	步兵									黑色尼龙头螺丝	1	包
2022/11/16	付彦	RM	步兵									电视螺十字头螺丝	1	包
2022/11/16	付彦	RM	步兵									圆头十字带垫螺丝	1	包
2022/11/17	张京皓	RM	步兵									亚克力板	20	个
2022/11/20	梁玉婷	RM	步兵									无线射频模块	4	个
2022/11/20	梁玉婷	RM	步兵									电池电源管理芯片	50	个
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									带阻拉簧	4	个
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									绝缘柱塑料垫片	1	包
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									绝缘柱塑料垫片	1	包
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									螺栓	8	个
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									铁板	10	个
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									铜夹	40	个
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									铜夹	20	个
2022/11/3	张京皓	RM	步兵									内六角带打螺丝	1	包
2022/11/4	张京皓	RM	步兵									阻容	23	个
2022/11/5	刘国梁	RM	步兵									微直导轨滑块	16	个
2022/11/5	刘国梁	RM	步兵									微直导轨滑块	8	个
2022/11/6	张京皓	RM	步兵									带阻拉簧	8	个
2022/11/6	张京皓	RM	步兵									全向轮	4	个
2022/11/6	张京皓	RM	步兵									磁吸器	8	个
2022/11/7	张京皓	RM	步兵									电机润滑油	1	个
2022/11/12	张京皓	RM	步兵									传感器芯片	4	个
2022/11/21	张京皓	RM	步兵									带阻拉簧	8	个
2022/11/25	付彦	RM	步兵									内六角带打螺丝	1	包
2022/11/25	付彦	RM	步兵									内六角带打螺丝	15	包
2022/11/25	付彦	RM	步兵									内六角带打螺丝	20	包
2022/11/25	付彦	RM	步兵									内六角带打螺丝	15	包
2022/11/25	付彦	RM	步兵									内六角带打螺丝	15	包

图 4-2 增加兵种分类的支出流水表

本赛季，我们大体上沿用这种方法，同时，我们会对预算使用进度过快或者过慢的兵种或组别给出提醒或警告，把成本把控落实到每个周上。

4.1.3.2 物资整理、使用规范

上赛季，队员在进行加工、装配、测试时，会因使用不当造成损失，以机械方面举例，人为失误造成的成本损失问题有：一是加工造成的非标准零件损坏，包括摔坏亚克力板、在安装过程中未注意公差强行安装等。这部分的损失大多是加工的非标准零件和少部分的如螺丝，轴承这样的零件。二是设计过程中的失误导致的空间干涉，导致重复加工，造成损失。三是加工装配过程中不注意零件分类，比如乱丢螺丝螺母等零件。这些被乱丢的零件最后会汇聚成一大筐，队员们不愿意花费时间从中找到需要的型号，只会从整理好的螺丝墙中拿取，这样会造成大量的资源浪费。

由于让队员在紧张的装配中时刻注意零件分类较为难以实现，所以在本赛季，我们将零件分类纳入各组别每天整理必做的内容中。同时，强调物资使用规范并做出提示板，张贴在相应位置上。各个组别撰写相应的物资整理、使用规范文档，内容包括借用规范等。通过上述方法来减少这部分的开销。

我们还完善了物资管理方法，详情可见 [4.7.5 物资管理](#)

检查内容：

1. 兵种桌面是否符合要求
2. 工具桌上工具是否全在，烙铁是否关闭
3. 螺丝墙所在桌子的桌面
4. 打印机桌面（有无打印废料，U盘在不在桌子上）
5. 打印机背后垃圾桶是否溢出
6. 检查当天要扔的废板子，符合要求的扔掉。
7. 104、106 关灯关空调关电脑

辉辉	车车	垚垚	鸭鸭	段段	雷雷	告告	宁宁
9.8	9.9	9.10	9.11	9.12	9.13	9.14	9.15
9.16	9.17/9.18	9.19	9.20/9.21	9.22	9.23		9.26
9.27	9.28	10.3(错)	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8(错)
10.9	9.10	10.22	10.1(错)	10.14(错)	10.15(错)	10.16	10.17(错)
10.18	10.20	10.20	10.21	10.22	10.23	10.24	10.25
10.26	10.27	10.28	10.29	10.30	10.31	11.1	11.2
11.3	11.4	11.5	11.6	11.7(错)	11.8	11.9	11.10
11.11	11.12	11.13	11.14	11.15	11.16	11.17(错)	11.18
11.19	11.20	11.21	11.22	11.23	11.24	11.25(错)	11.26
11.27(错)	11.28	11.29	11.30	12.1(错)	12.2	12.3	12.4(错)
12.5							

图 4-3 机械每天清扫要求及执行情况

106 使用守则

1. 油性笔用完用完要盖上盖子放回去。
 2. 机械屋子不能吃东西、不能喝开口的水。
 3. 绿色垃圾桶里扔可回收垃圾（打印废件废料和铝管），灰色垃圾桶里扔废板子以及其他物品
 4. 不要在螺丝墙桌子上挫东西（需要挫东西去垃圾桶那里）!!!
 5. 使用完的零件自行放回（不可以一下全拿走）
 6. 拿机械屋的工具请先在小本营里发出“从机械屋内借走 xx”后借走并在当天还回来，换回来后引用上句并发出“已还”（如果找不到了要照价赔偿的哦）
- 注意：如果拿的是兵种分配的工具不是公用工具还要告知相关兵种机械
7. 使用角磨机和斜切锯和台钻时注意不能披头散发和带线织手套

图 4-4 机械屋物资使用、整理规范

107 场地使用规范精简版

原则：场地里尽量不多东西，场地内原本的东西用完复位

场地里的一切东西（电池、场地道具、电子靶、弹丸、凳子、车）使用完应该归还原位：

- 遥控器挂墙上
- 护目镜挂墙上
- 电池放在充电器附近
- 车和机构放在场地两侧
- 场地道具放在柜子里
- 所有弹丸放在对应的弹丸桶
- 插座不许拔走！

不要给场地新添置任何物品，落在场地上的东西可能会被拿拿吃掉

- 如果有必要长期使用或者收纳在场地的机构和道具，请和 素良宇 联系。可能允许被摆放在场地的只可能有机构本身，维修调试用的电脑、工具、零件请在 调试结束后带走。
- 螺丝、工具、机构零件等请一定不要在场地上乱扔！！！！
- 垃圾请带走！

其他规则

- 不要在场地里饮食
- 电子靶在使用时只允许垂直击打，不然很可能损坏红外对管
- 进行弹丸击打时请做好个人和场地的防护，人可以佩戴护目镜，使用弹丸挡板，场地的墙和灯做好防护，做好防护
- 爱护场地的地毯，他真的很难铺
- 不许坐金银矿
- 人走断电，包括车、灯、空调、遥控器

图 4-5 场地屋物资使用、整理规范

4.2 预算分配规划

模块	可用资金预算/元
步兵	35812
英雄	11871
工程	12920
哨兵	14840
无人机	2738
飞镖	5997
雷达	5000
运营	23500
差旅	44100

4.3 可用资源分析

(1) 场地

地理位置	面积 m ²	配置	用途
良乡科技楼 2209B	40	部分五金工具、工作台、8 台低精度 3D 打印机	大一学生科研探究活动
北二区临建楼 101	60	工位	本科生日常学习交流、备赛
北二区临建楼 102	40	五金元件若干、电子元器件若干	电路加工和测试
北二区临建楼 103	40	1 台激光切割机、2 台打印机、各种文具类物品	开组会
北二区临建楼 104	25	2 台铣床、各种板材	进行机械加工
北二区临建楼 106	60	1 台台钻、4 台高精度 3D 打印机、各种装配工具、若干螺丝螺母	进行机械装配

北二区临建楼 107	60	场地	进行机器人测试、调试
------------	----	----	------------

因学校统一规划大一同学都在良乡校区，所以在良乡开辟了一处场地作为大一同学培训时期加工测试机器人使用。因为场地较小无法作为教学培训使用，知识教学仍需另外预定空教室。而且由于大一新生和团队成员两地分隔，使教学培训增加了难度，大二大三的同学不得不每周至少两次往返于校本部和良乡校区之间，进行培训以及进度监督。由此，我们需要细化培训内容以及任务分工，并进一步建立良好的进度检查机制。

校本部教三楼是团队成员的主要工作场所，机械组的同学主要工作于 104 室和 106 室，负责机器人的加工和装配，电路组的同学主要工作于 102 室，负责电路的加工及测试，视觉组、电控组主要工作于 107 室，进行机器人调试。但我们没有因大家在不同区域办公的问题将工位分开设立，而是把所有工位设立于 101 室，将其作为统一的办公场所。一是考虑到这样利于大家的交流沟通，避免因为分组差异而造成的沟通不畅，从而产生矛盾或降低工作效率等问题。二是如此分配增加了团队成员间的日常互动，提高了整个团队的默契以及凝聚力。

(2) 工具

工具	数目	工具	数目
低精度 3D 打印机	8	CNC 数控铣床	2
高精度 3D 打印机	4	钻铣床	1
攻丝机	1	角磨机	1
下料机	1	手持式电钻	3
示波器	4 (常用)	学生电源	4
激光切割机	2	气泵	1

低精度 3D 打印机为大一同学加工零件使用。3D 打印材料为 pla。这是为了进一步培养新生对于机械设计细节的思考能力以及画图能力。高精度 3D 打印机为本部团队成员，加工不规则，强度稍低的零件使用。3D 打印材料为 pla+。

数控铣床一般加工作为主要承重材料的 3240 环氧板或者 fr4 等板材。有时铣床也会加工亚克力板等零件。

铣床的加工效率最高，精准度也最高。3D 打印一般所需时间较长，精度也有一定限制，但 3D 打印机的学习成本和保养成本低于数控铣床。

(3) 物资

物资	数量	物资	数量
裁判系统（套）	4	工业相机	16
小主机	10	航空箱	8
6020	16	TB47S	11
3508	38	C620	43
2006	24	C610	24
麦轮左旋	10	麦轮右旋	10
小弹丸	600	大弹丸	70
遥控器	9	C 板	16

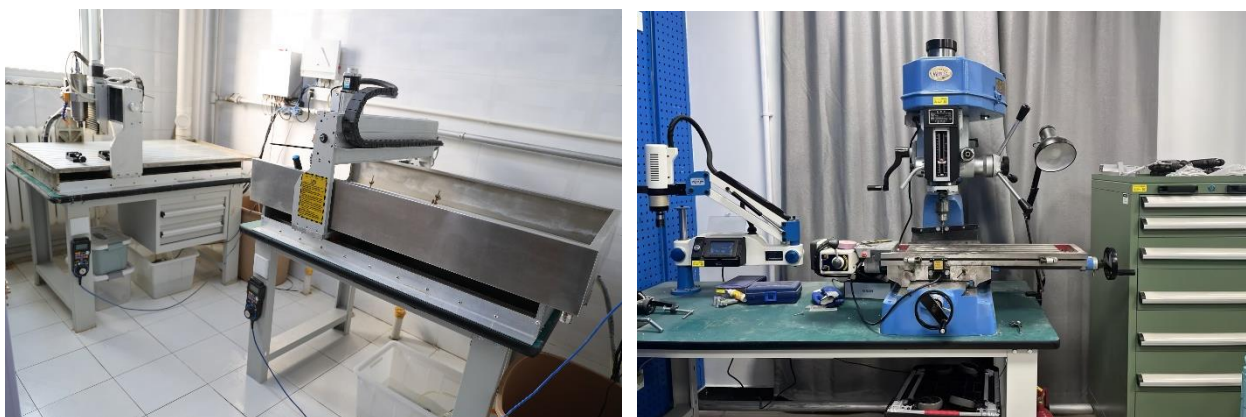


图 4-6 加工区域展示

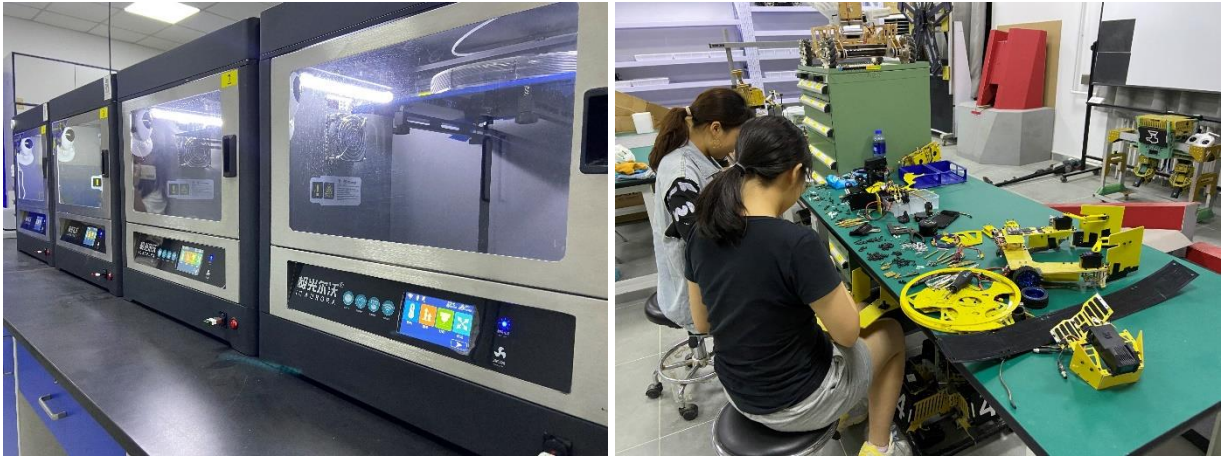


图 4-7 资源使用情况展示

4.4 协作工具使用规划

4.4.1 培训协同工具

经过两学年的实践，我们认为对于跨校区的新生培训及新生学习进度把控而言，学校平台中的师星学堂是较为便利的方式。通过师星学堂，大二及以上年级成员可以在面对面授课时录制视频，并将视频上传到该网页，可以便于大一同学的复习和巩固，大二及以上年级成员还可通过该网页布置作业，用来把控大一同学学习进度。具体情况如图所示：

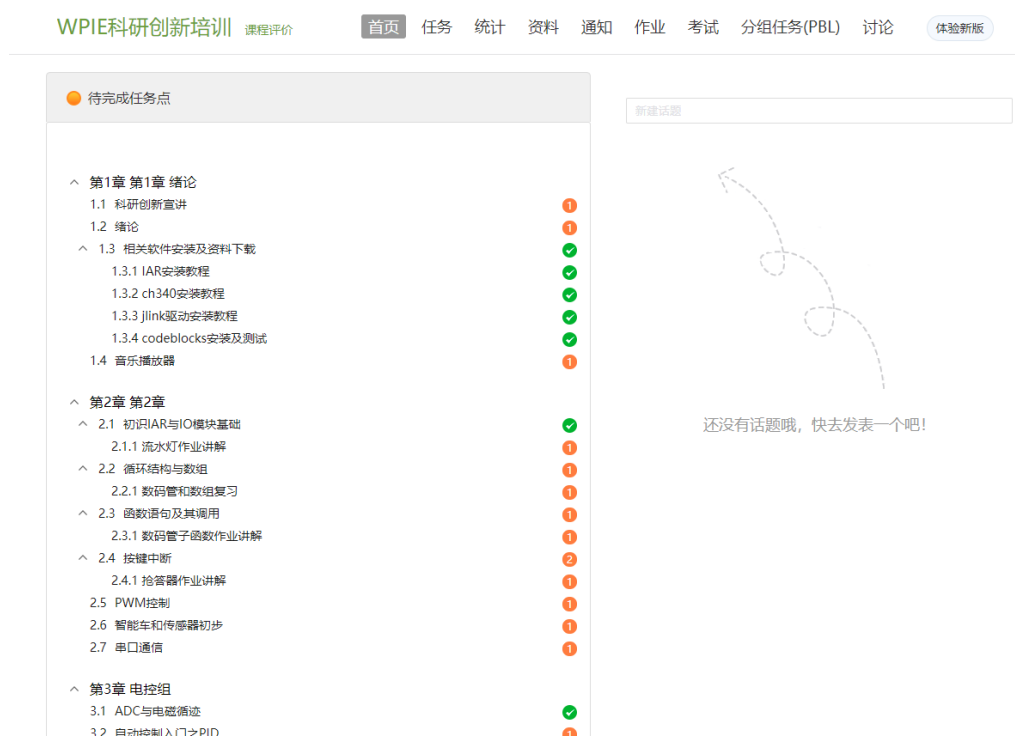


图 4-8 学习通页面

4.4.2 备赛协同工具

对于团队成员协同工作而言，NAS 以及飞书是较为便捷的资料共享方式，Git 是较为便捷的代码托管方式，Inventor 的共享视图是较为便捷的图纸共享方式，MindMaster 是较为便捷的思路整理的方式。

4.4.2.1 基于 NAS 的资料分享

NAS 本质是在电脑上新增一个驱动器，就像电脑里的硬盘一样，可以向其中上传任何格式或大小的文件，其学习难度低，操作简便，尤其是在公共网络中。

实验室使用 NAS 要求为：

实验室成员拥有登录 NAS 的权限，可以在对应文件夹里上传文件资料，需保证分类正

确且明确，不允许擅自删除或者更改公共文件夹。不得把 NAS 里的任何文件擅自导出给实验室外部成员使用。

实验室使用 NAS 方法为：（以下操作需在实验室 WIFI 环境下）

此电脑→计算机→映射网络驱动器

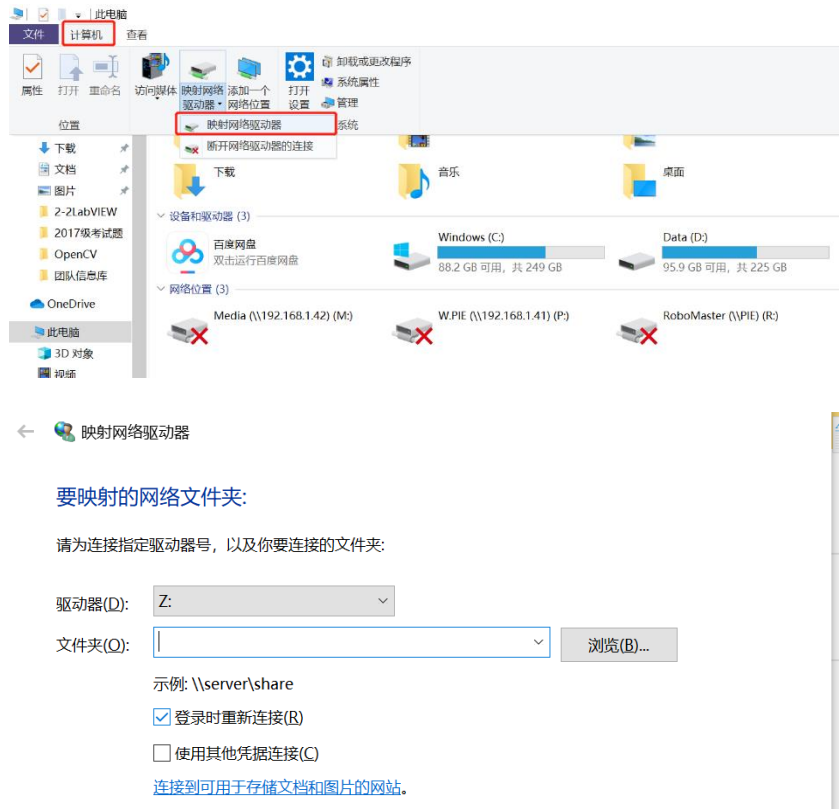


图 4-9 NAS 登录操作

离开实验室网络后，若想登陆 NAS，可通过 [https://wulpie310.cn4.quick connect.cn/](https://wulpie310.cn4.quickconnect.cn/)网站进行访问。

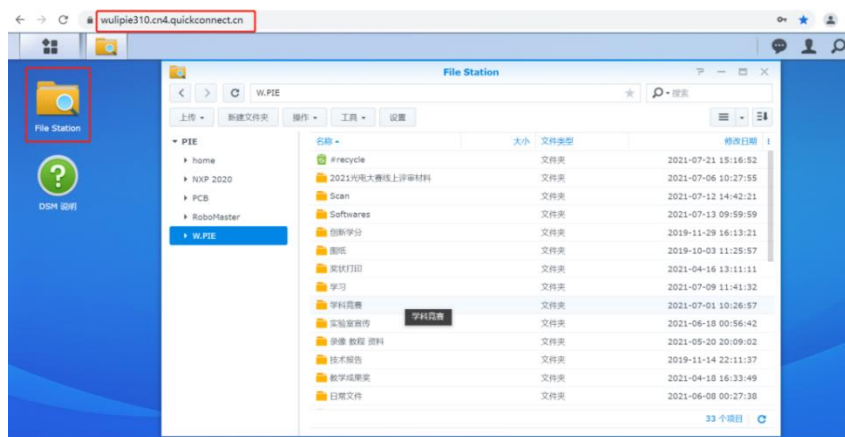


图 4-10 远程访问 NAS

4.4.2.2 基于飞书的沟通交流与项目管理

(1) 基于飞书的交流沟通

功能概述及优点：

飞书与微信不同，因为没有朋友圈，团队成员在这个平台交流可以提高工作效率。

可以在飞书中建立自己的团队，团队成员间不需要添加好友，可以直接进行交流。

飞书群聊交流的功能十分全面。在有重要消息需要经常被查看时，群成员可以选择将消息 Pin 起来，Pin 过的消息会被收藏到绘画侧边栏的 Pin 列表中。且 Pin 列表中的内容所有群成员可见。同时，在群聊聊天框的顶部有“云文档”、“Pin”、“文件”等部分，群成员可以自己设置想要置顶的内容，以方便其他群成员查看并进行快速访问。当有一些紧急消息，但某位团队成员一直未读时，可以使用“加急”功能。该功能有 3 种加急方式：应用消息提醒、“应用+短信”提醒以及“应用+电话”提醒。在群聊中可以创建“话题”，创建后所有相关讨论将会在话题中进行，这样可以避免同话题消息被其他消息覆盖，从而错过信息。

飞书的会议功能也很强大。它自带会议功能，无需下载别的软件，可随时随地开展音视频会议；会议没有时间限制；参会人数上限高，足够满足参赛队伍的需求；可以预约会议，组织者可以提前设定会议开始时间、会议时长、参会人员 and 会议主题，并可以添加会前提醒，以防有人未及时参会；会议中有主持人（可转让），可以在重要人物发言时全员静音，保证开会场面的有序；开会时可以使用“妙享”功能，在会议页面中添加文档，所有参会人员都可以看到并编辑；可以进行共享，即共享自己的桌面或应用窗口，进行动态演示及教学等。同时，飞书有十分强大的会议记录功能，即“妙计”。该功能会将会议中开麦成员的语音进行转文字，形成会议的文字记录，并与会议录屏匹配。点击文字记录中的某一句，即可跳转到会议录屏的对应部分。该功能方便了对会议内容的回顾。

含有日程安排功能。可以添加待办事项，查看会议安排等。

含有云文档功能，可以在飞书里编辑文档（例如会议纪要）并分享到群内供大家共同编辑。云文档内也包含有知识库，各组别可编辑自己的知识库，进行信息的共享。

含有共享空间功能。可以新建文件夹、文档、表格等，方便管理。

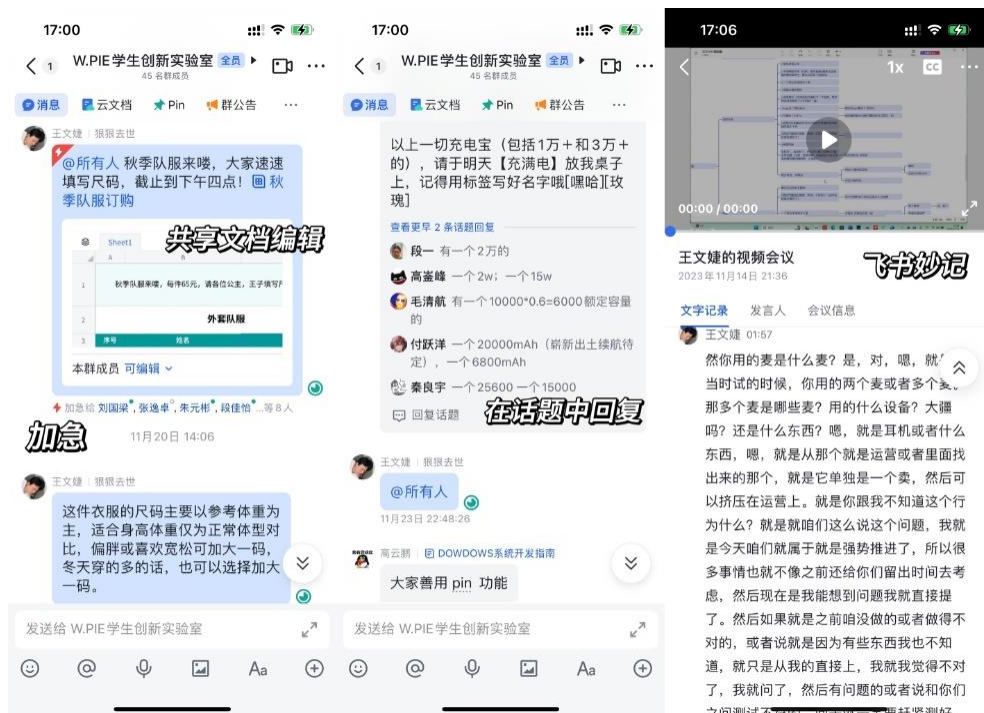


图 4-11 飞书部分使用情景

(2) 基于飞书的项目管理

23 赛季初，PIE 战队使用企业微信的智能表格进行项目进度管理，这个方法仍然存在一些使用方面的问题。比如，有些任务可能是组会时新添加的任务，组会时记录在了任务表里，但是任务负责人可能会忘记执行或者拖延执行，这时候没有一个强有力的途径去通知、提醒任务负责人应该及时推进任务完成。

基于上述问题，PIE 战队在 23 赛季暑假备赛期间开发了飞书作为研发管理工具。飞书作为一款专业的项目管理软件，具有如下优势：

首先，飞书可以创建团队，这样就可以将战队成员拉入一个空间内，方便之后的沟通。它还可以为团队成员添加部门，方便管理。

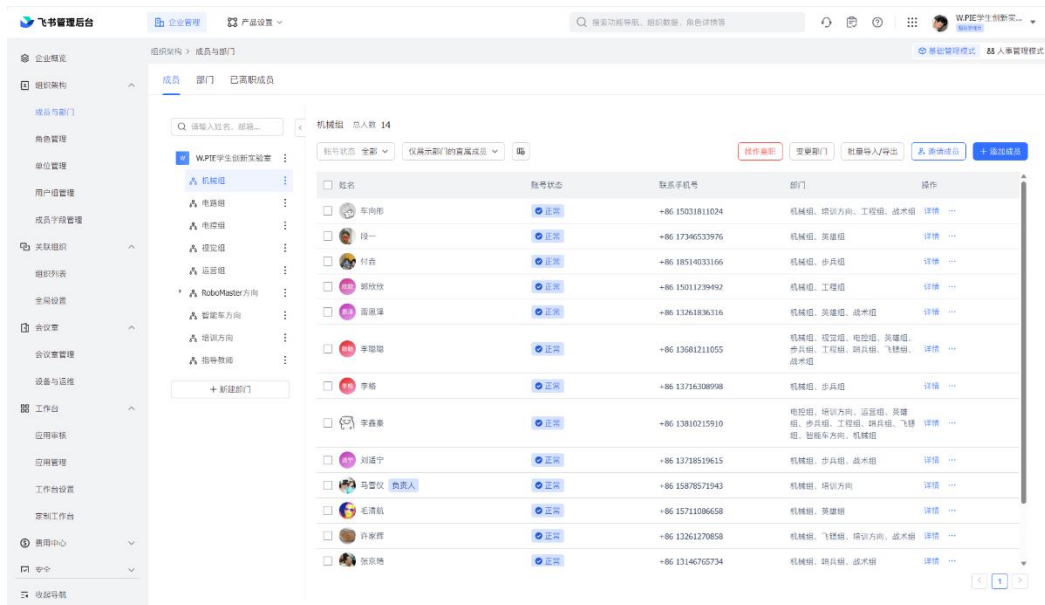


图 4-12 飞书管理后台页面

使用飞书跟踪、推进任务安排好的点在于，它可以在任务记录表里@任务负责人，同时任务负责人就会收到一条提示消息。这种方法就可以很好地解决上述日常进度推进不到位的问题。下图为一个项目进度管理的展示，是一个类似于 Excel 的模板，可以对他的结构格式进行任意改变，也可以在表格中链接其他表格、文档、图片等内容，方便成果展示。同时，同一个任务管理表格会有多个视角的看板。比如：任务状态看板、进展甘特图，按项目查看、按优先级查看等形式，通过这些不同形态的表格可以直观的看到本组成员的任务数量、任务完成情况等信息。

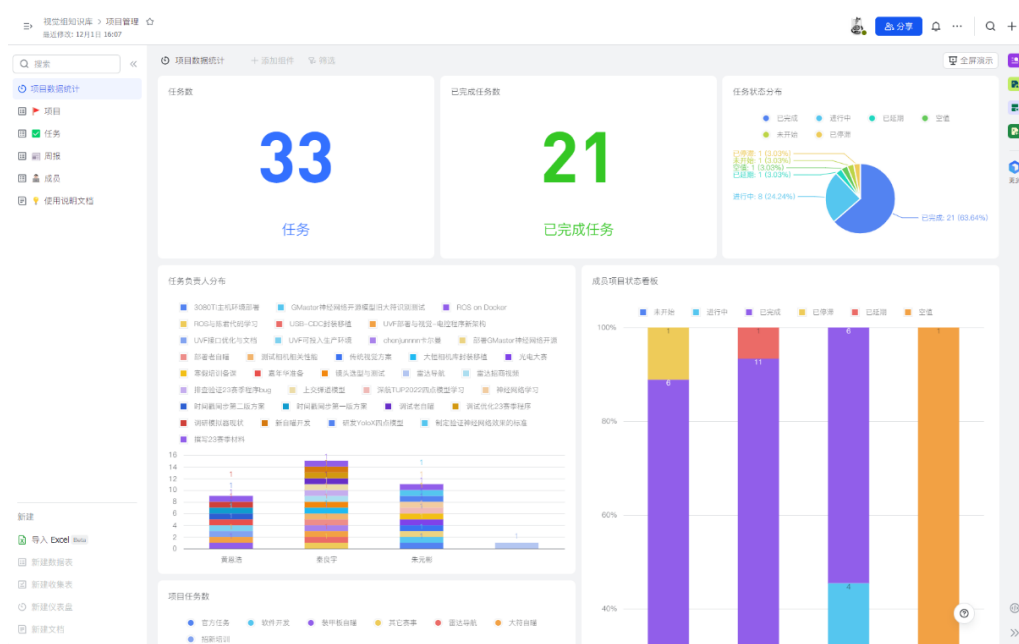


图 4-13 项目数据统计看板

优先级	任务名称	所属项目	优先级	状态	开始时间	截止时间	任务进展	负责人
P0	撰写23赛季材料	官方任务	P0	已完成	2023/07/01	2023/07/04		黄恩浩 姜良宇
P0	时间轴同步第一版方案	软件开发	P0	已完成	2023/08/04	2023/07/18		黄恩浩
P0	排查验证23赛季程序bug	赛艇版自研	P0	已完成	2023/07/04	2023/07/18		姜良宇
P0	调试优化23赛季程序	赛艇版自研	P0	已完成	2023/07/18	2023/08/01		姜良宇
P0	UNF部署与视觉-电机程序新架构	软件开发	P0	进行中	2023/09/16	2023/11/30	2023/09/28: 黄恩浩	姜良宇 黄恩浩
P0	嘉年华准备	招新培训	P0	已完成	2023/09/01	2023/09/03	2023/09/06: 姜良宇	姜良宇
P0	UNF接口优化与文档	软件开发	P0	进行中	2023/09/04	2023/11/30	2023/09/06: 姜良宇	姜良宇
P1	调研模拟器现状	软件开发	P1	已暂停	2023/07/01	2023/07/04		姜良宇
P1	雷达组会视频	软件开发	P1	已完成	2023/08/01	2023/08/01		姜良宇
P1	光电大赛	其它赛事	P1	已完成	2023/07/01	2023/07/31		朱元彬
P1	UNF可控人工生产环境	软件开发	P1	已完成	2023/08/01	2023/08/31		姜良宇
P1	部署RoboMaster神经网络开源	大筒自研	P1	进行中	2023/09/16	2023/09/28	2023/09/14: 朱元彬	朱元彬
P1	ROS on Docker	软件开发	P1	已完成	2023/09/13	2023/09/15	2023/09/06: 姜良宇	姜良宇
P1	ROS与深度学习学习	软件开发	P1	已完成	2023/09/01	2023/09/10	2023/09/14: 姜良宇	姜良宇
P1	部署老自研	赛艇版自研	P1	已完成	2023/09/11	2023/09/13	2023/09/14: 姜良宇	姜良宇
P1	镜头选型与测试	赛艇版自研	P1	进行中	2023/09/26	2023/10/06	2023/09/06: 姜良宇	姜良宇
P2	时间轴同步第二版方案	软件开发	P2	已完成	2023/07/18	2023/07/22		姜良宇
P2	赛艇培训邀请	招新培训	P2	已完成	2023/08/01	2023/08/31		姜良宇
P2	神经网络学习	大筒自研	P2	已完成	2023/09/01	2023/09/15	2023/09/06: 朱元彬	朱元彬
(临时)	调试老自研	赛艇版自研		已完成	2023/09/14	2023/09/18	2023/09/21: 姜良宇	姜良宇
	传统视觉方案	大筒自研		未开始				姜良宇

图 4-14 按优先级查看的任务表格

除此之外，飞书也有包含待办事项记录、团队开会、存储文档、发送表单等适用于团队研发管理的工具，并且提供了很多项目管理模板、流程图等研发管理要素。

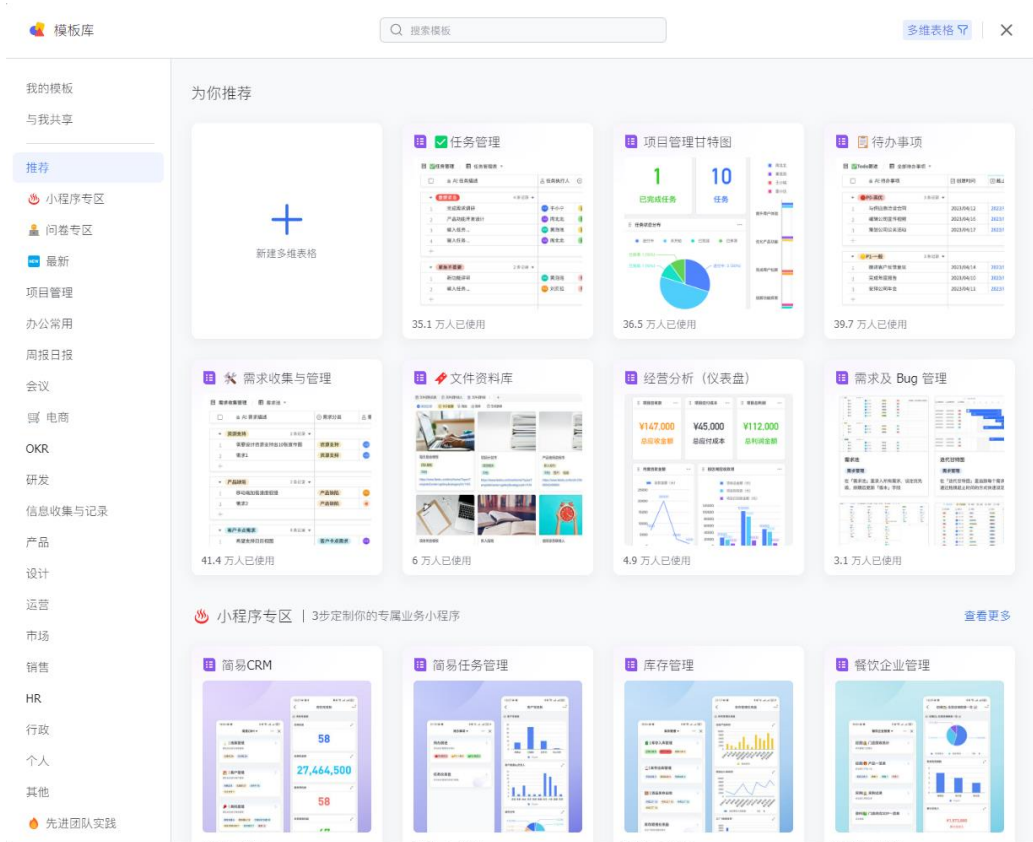


图 4-15 推荐模板

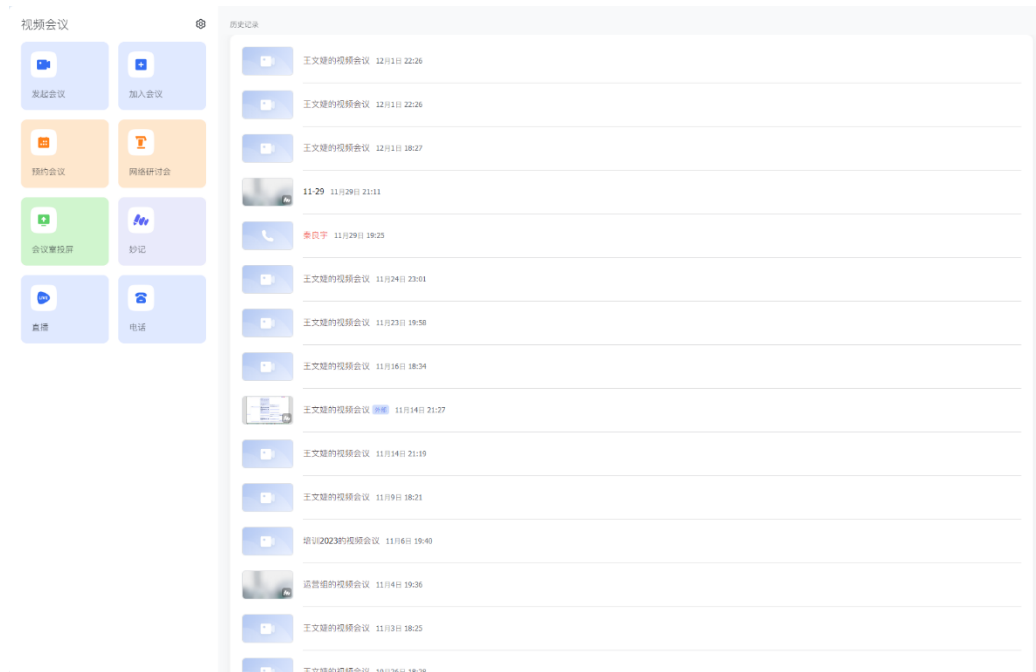


图 4-16 会议页面

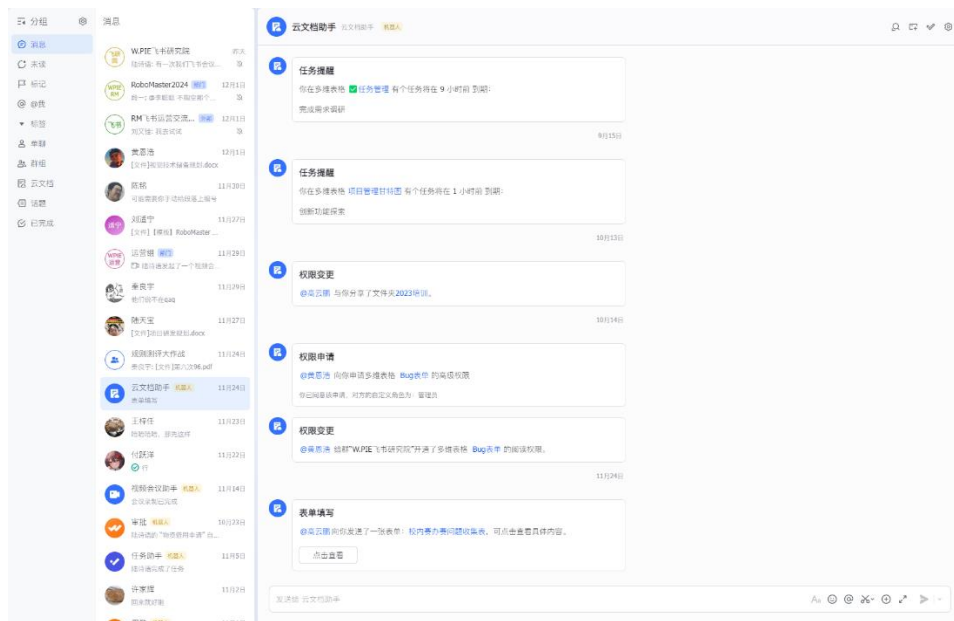


图 4-17 消息提醒

4.4.2.3 基于 gitee 的代码托管

我们使用了 Visual Studio 的团队资源管理器在码云托管代码进行团队开发。Gitee 即码云是基于 Git 的代码托管和研发协作平台，强调个体，适合分布式开发，对于开发同一项目却不聚在一起的团队来说能够极大地提高效率。

Git 的分支功能方便团队个人把自己的代码 Push 到 remotes，由管理员审查后 merge 到主线分支，最终完成个人代码合并进团队工程的过程。而我们使用的可视化图窗即团队资源管理器相比于命令行模式又能很方便的完成这一系列任务。如下图所示。

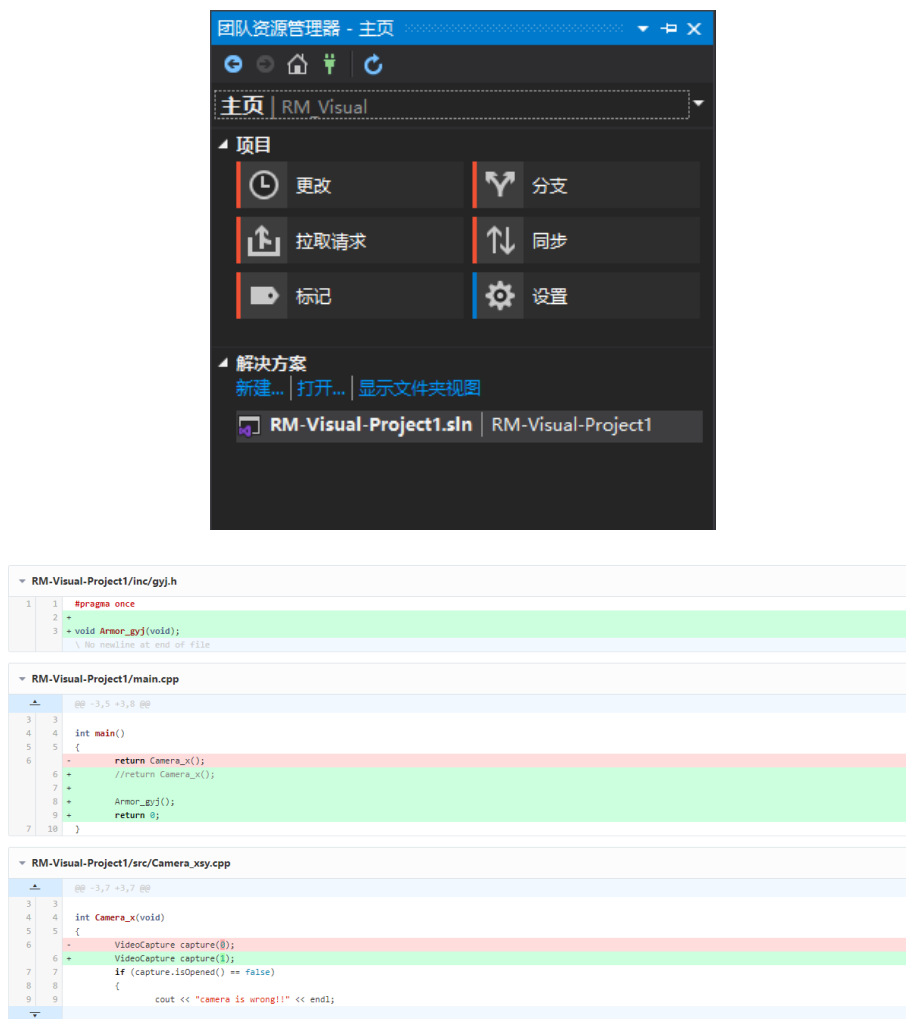


图 4-18 Git 使用说明

同时 Git 支持不同版本代码比较的功能，方便团队管理和个人比较学习。

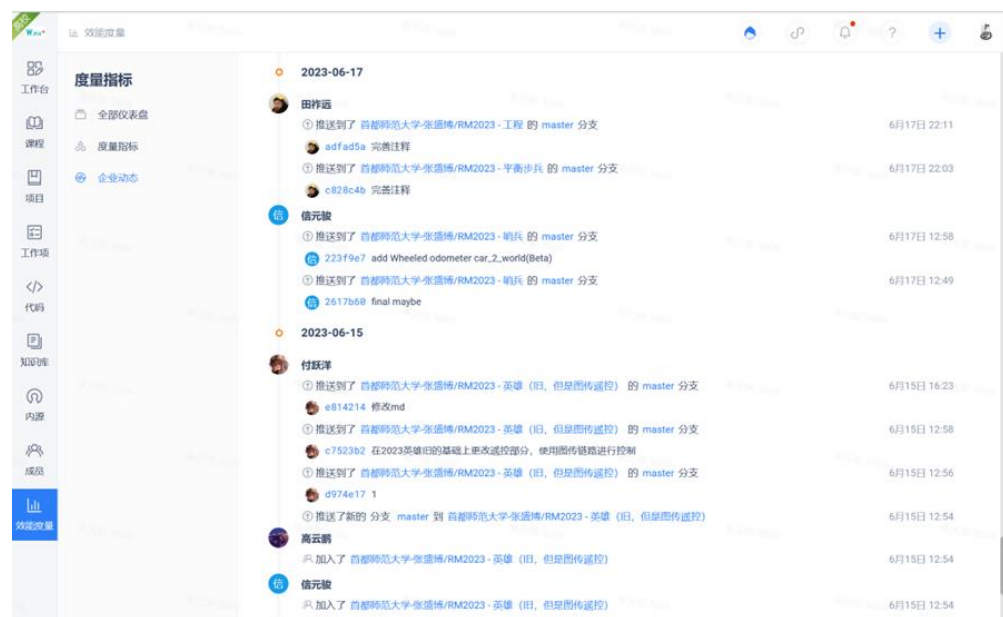
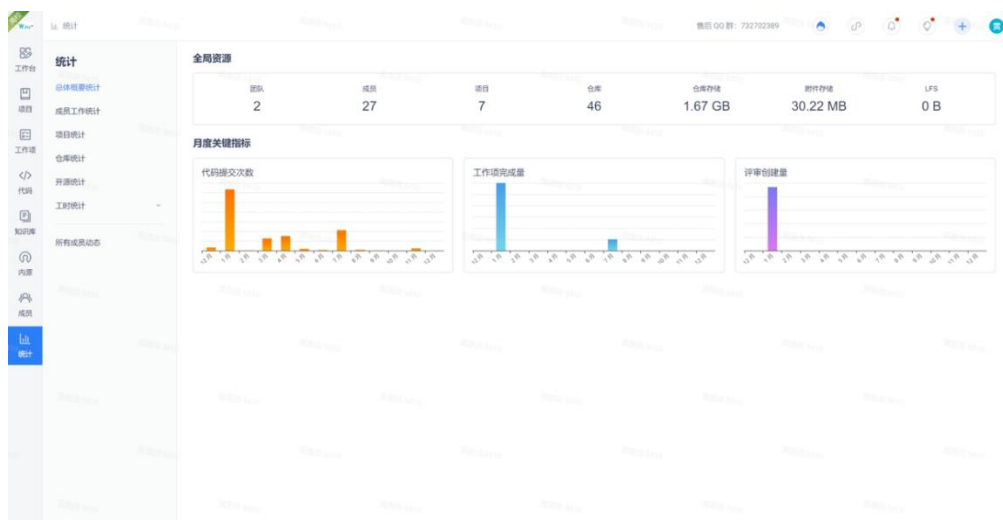
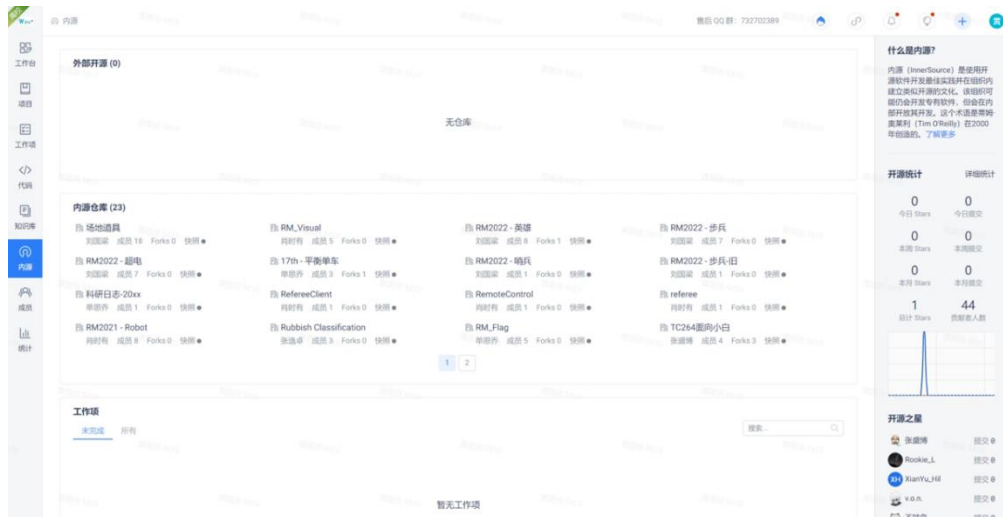


图 4-19 战队使用 gitee 情况

4.4.2.4 基于 Inventor 的图纸共享

Inventor 作为 Autodesk 旗下的著名 3D 设计软件，虽然在 RM 圈里用 Autodesk 做机械设计的情况来看，它是小众群体，不过 Inventor 在本地的使用体验还是非常好的，这里就来介绍一下我们在使用 Inventor 中总结出的有助于加快设计流程和团队协作的小技巧。

功能：共享视图

功能位置：面板中协作->共享视图

大多数时候机械之间需要改稿子还是要视频说，但是这个功能可以把这个流程简化，甚至在手机上都能进行操作，只需要登陆后点击新建共享视图，就可以把目前在操作的装配体或者零件传到云端并生成浏览器连接分享给队友，在手机上都可以打开，在浏览器中就可以查看，并进行零件分解，剖面浏览，标注，测量等一系列操作。并且你在共享视图界面内就可以看到来自队友手机上发来的对零件的标注和评论并回复。

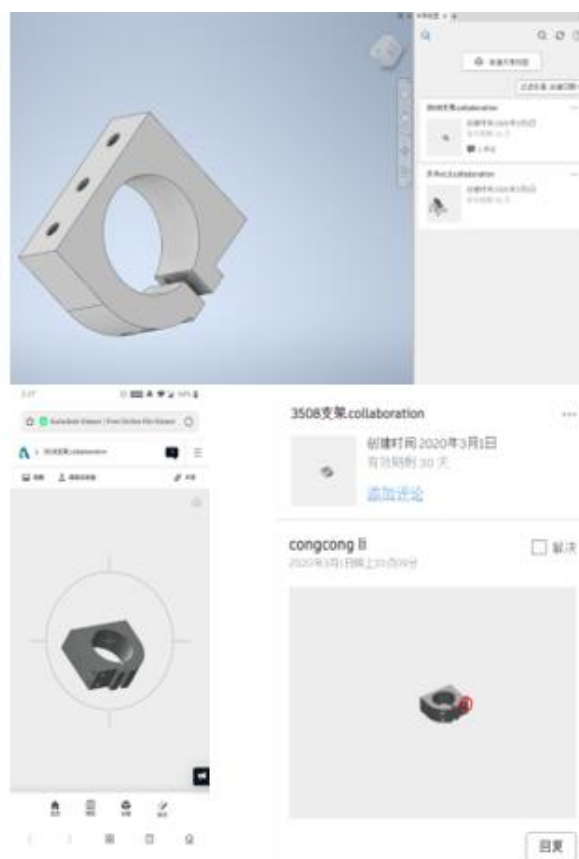


图 4-20 Inventor 使用展示

4.4.2.5 基于 MindMaster 的思路整理

MindMaster 思维导图是深圳市亿图软件有限公司推出的一款思维导图绘制软件。和诸多思维导图软件一样，其本质都是利用简单直观的图形和简略文字组成的树状图来展示处理一件事所需考虑因素的数量和关系。但这款软件在实践看来是目前为止用过的综合性最好的功能最全最方便的。

支持多平台（电脑，pad，手机）多设备同时使用，云存储，多人在线协作完成；较其他同类软件来说，使用操作简单，功能全面，界面干净美观无广告，有多种模板可使用；有线上社区可以直接搜索关键词看其他人公开的思维导图，可以链接分享到其他如微信 QQ 等社交软件，也可以软件内部云分析和建立群分享；所有职务的队员都可以使用，用于整理任务点和层级关系。同组内多人可以合作使用，便于分工。

软件下载地址：<https://www.edrawsoft.cn/download/mindmaster/>;

使用说明及教程：<http://www.edrawsoft.cn/mindmaster/tutorial/>;



图 4-21 MindMaster 使用展示

4.4.3 测试记录

测试项目的进行需要前期的测试计划、测试过程和测试结果的记录。该部分内容在 NAS 中做记录，测试负责人需要在测试之前按照 NAS 中的测试记录模板新建页面，添加到相应位置，填写对应的测试计划和测试内容部分，在测试结束后填写测试结果和分析，完善整个测试记录。

测试过程中的图片和视频资料也存放在 NAS 的测试文件夹的对应区域内。

一、测试目的

-

二、测试安排

1.测试条件

- 软件使用:
- 程序需求:
- 场地需求:
- 材料需求:

2.测试内容

分类	测试项	重要性	通过标准

3.测试结果记录及分析

- 测试任务记录
- 数据记录
- 结果分析
- 调整记录

(自行添加附件)

图 4-22 测试记录模板

4.5 研发管理工具使用规划

24 赛季大体沿用上个赛季的管理模式，进度分发及进度管理都是通过“表格记录任务+在组会上同步进度”的方式进行。由项目管理和相应小组负责人记录周进度计划和完成情况。

项目管理会定期在群里及线下提醒进度。

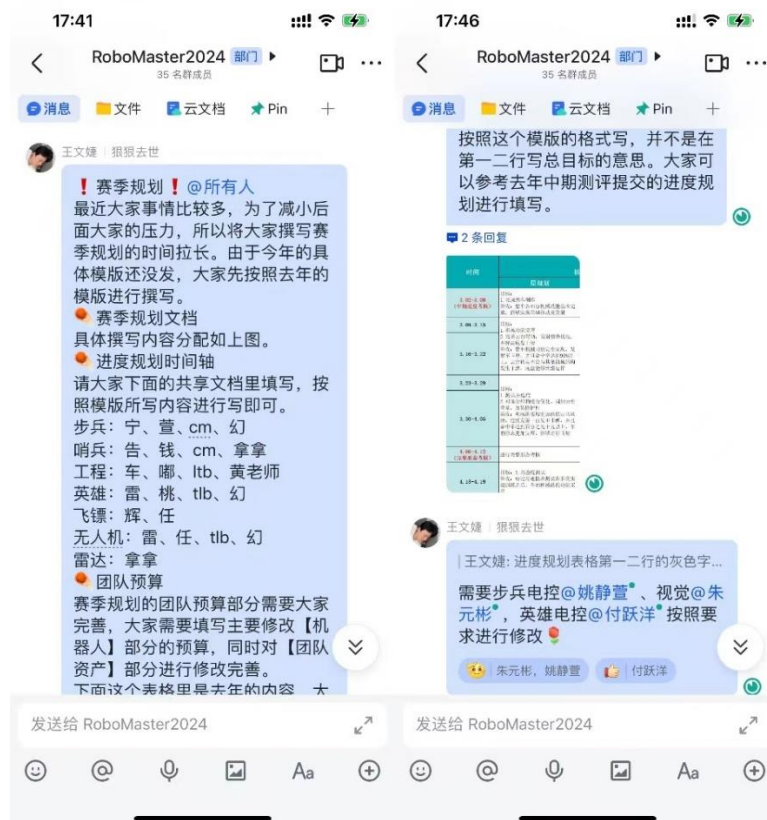


图 4-23 项管催促、跟踪任务

开会之前，各组别开会同步进度，讨论接下来的安排。各组负责人将任务完成情况及接下来的任务安排汇总发给项管，项管进行整合。项管在组会上展示各组任务。

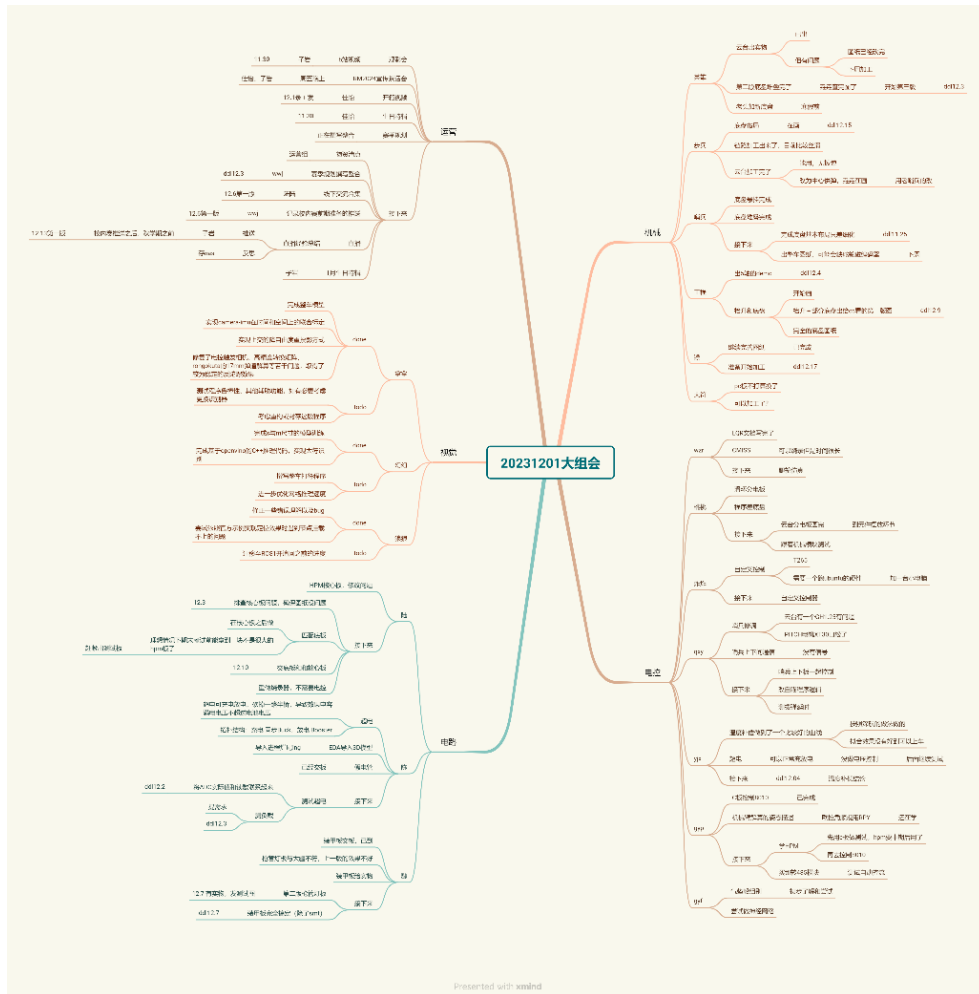


图 4-24 任务汇总图

但是目前 PIE 战队对飞书也处于研发试用阶段，没有在全体成员间完整投入应用，也未能够利用飞书的平台搭建起一套系统的、全面投入使用的物资管理体系。还有一个问题是，对于队员而言，经常会出现忘记或者犯懒不想填写飞书任务的情况，导致项目管理催进度时出现缺漏的情况。

在 24 赛季，战队设置了专门人员来完善飞书，希望能在飞书建立起一个一体化的项目管理+物资管理+人事管理平台。

4.6 资料文献整理

近几个赛季因受到疫情的影响，学校出台了网上授课平台师星学堂，基于此平台，使我

们对于新生培训相关内容得以更好的保存与传承。而针对每一届团队成员的资料传承，我们也分门别类的将备赛所需文档资料以及照片视频等归档至 NAS，便于大家查阅。

针对人群	主要内容	平台	负责人	使用效果
新生、梯队队员	新生培训视频、课程资料包	师星学堂	每年大二、大三的授课同学	第二年使用，目前效果良好
每一届团队成员	技术报告、机械图纸、比赛经验总结、周结、学习资料资源	NAS	机械组	效果好，正逐步完善中
	技术报告、电路原理图、电路 PCB 图、比赛经验总结、周结、学习资料资源	NAS	电路组	
	技术报告、代码整理、比赛经验总结、周结、学习资料资源	NAS/Gitee	电控组	
	技术报告、代码整理、比赛经验总结、周结、学习资料资源	NAS/Gitee	视觉组	
	照片、视频、宣传模板、招商资料、各类文件	NAS	运营组	效果好，正逐步完善中

NAS——RM 专属空间主要分为官方文件、工作成果、资料分享、赛后总结、运营管理进行整理：

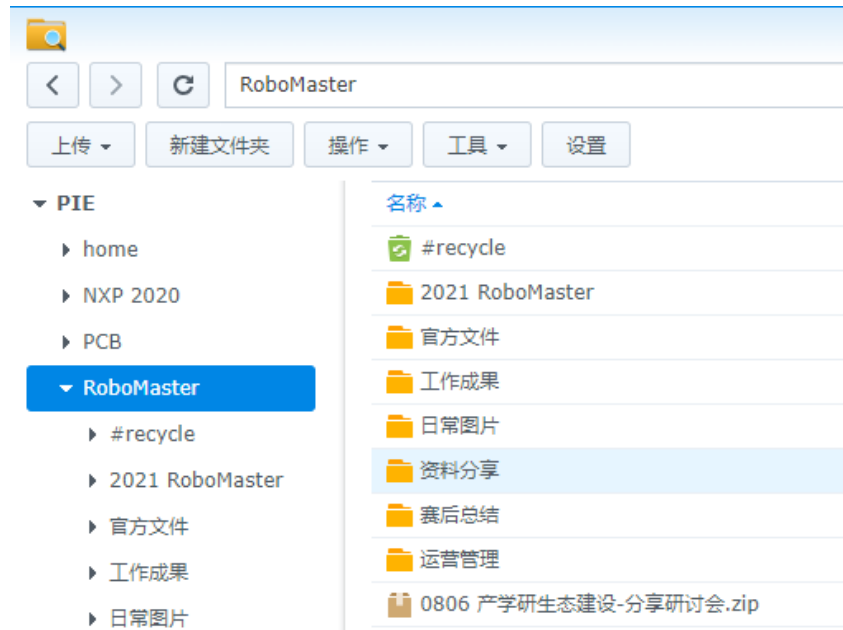


图 4-25 NAS 分区展示

这里展示几个实际使用的情况：

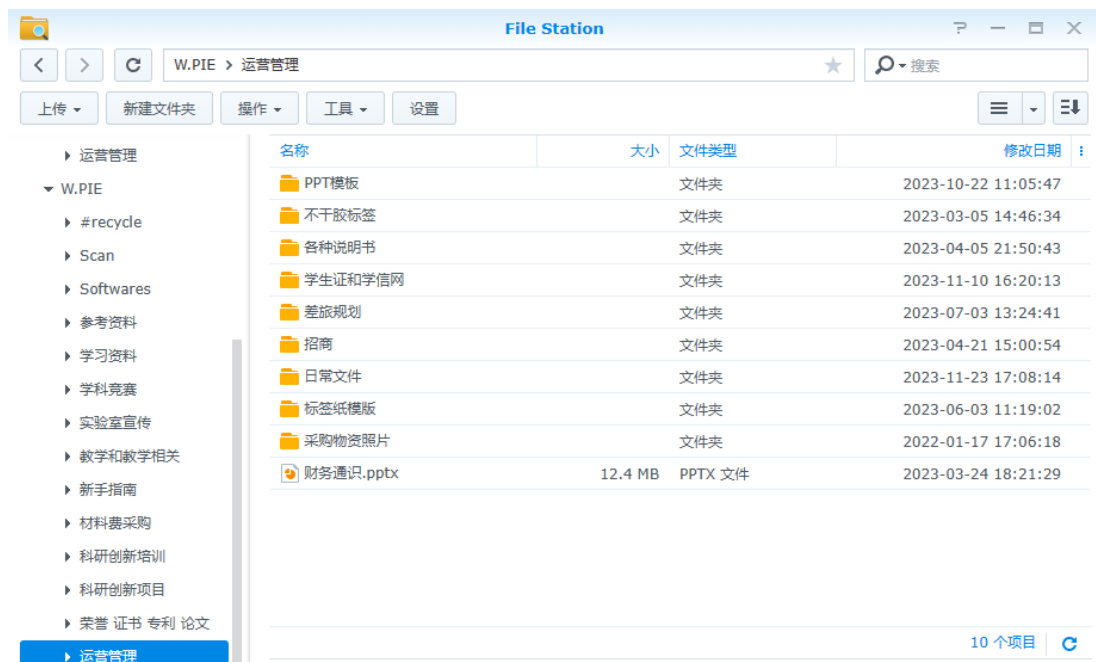


图 4-26 运营组分区

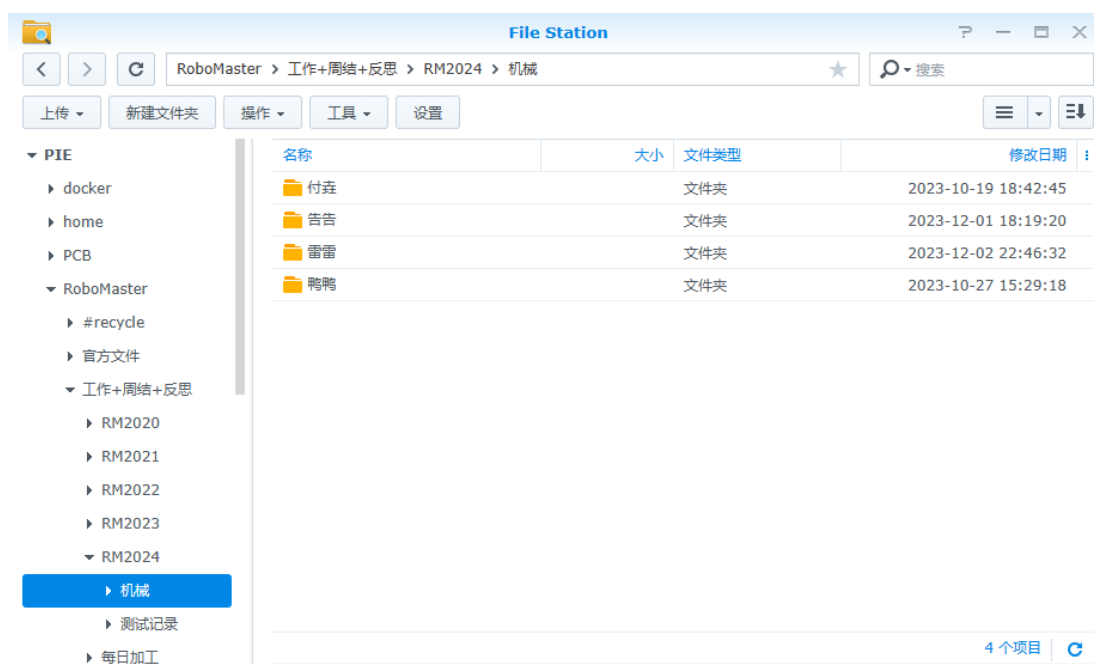


图 4-27 资料分享——机械分区

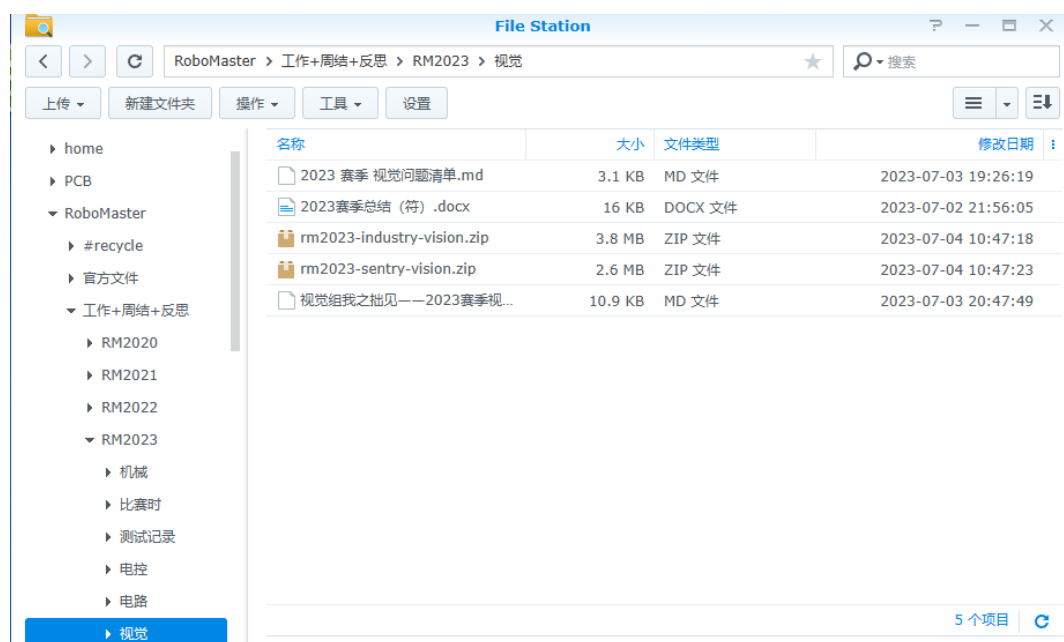


图 4-28 资料分享——视觉分区

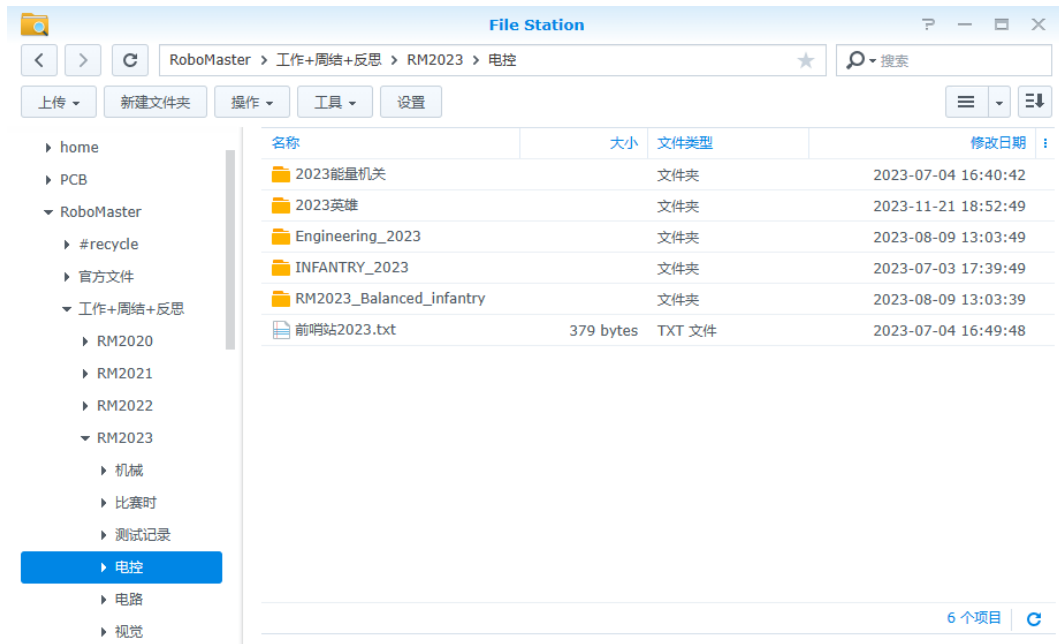


图 4-29 资料分享——电控分区

4.7 财务管理

4.7.1 预算分析

4.7.1.1 预算管理

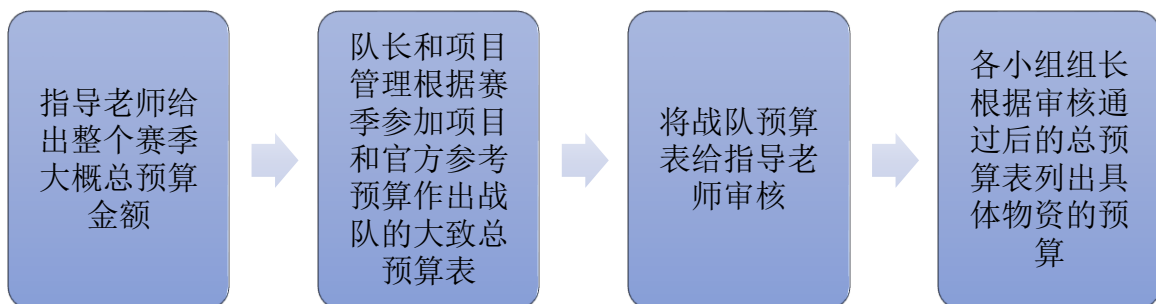


图 4-30 确定预算流程图

4.7.1.2 预算使用计划

团队总体预算主要在四个方面，分别是机器人制作、团队资产、运营、差旅。

本赛季，PIE 战队参与了 RM 的 3 个项目，因此在机器人制作方面，我们的预算考虑到了步兵、英雄、哨兵、工程、飞镖、雷达、无人机七个兵种，其中步兵机器人三台、哨兵机器人两台、工程机器人一台、英雄机器人一台、无人机一架、飞镖一套。在考虑到可能消耗

的试错成本后，制定了机器人制作方面的预算。

在上一赛季我们已有了较为完善的场地建设、工位建设，本赛季会相应地减少场地搭建的预算。将在提升工作效率及提升机器人制造的精度上做出花销，将一部分经费用在增购所需仪器设备上，对团队资产内部的分配做了调整，并分析了相应预算。

我们一共需要参加高校联盟赛两站，以及对抗赛分区赛及国赛。考虑到队员们的食宿及往返车票以及团队周边制作，以及结合新赛季人员的增添，分别做了相应预算。下表为团队本赛季的总体预算情况：

项目分类	金额/元
机器人制作	110080
团队资产	225819
运营宣传	23500
差旅	44100

4.7.2 成本控制方案

4.7.2.1 支出流水表

财务负责人定期查看队员物资购买记录，并做好整理工作，记录清楚支出时间、内容、价格、采购途径、运税费以及开票的各类数据，方便后期整理报销。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
134	2020/1/24	机器人	李朝刚	磁浮	7	¥	18.00	¥	112.00	phyidea	磁浮磁浮	¥	112.00			1	112	112	565	点击查看记录
135	2020/1/27	机器人	李朝刚	磁浮	1	¥	400.00	¥	400.00	京东	芯博博磁浮	¥	400.00			1	400	400	164	点击查看记录
136	2020/1/27	机器人	李朝刚	磁浮	5	¥	65.00	¥	240.00	京东	德立源平年磁浮	¥	240.00			1	240	240		点击查看记录
137	2020/1/27	机器人	李朝刚	磁浮	1	¥	400.00	¥	400.00	京东	科摩利工具集磁浮	¥	400.00			1	400	400		点击查看记录
138	2020/1/28	机器人	李朝刚	白帆	5	¥	119.73	¥	598.65	京东	¥	598.65			1	598.65	598.65			点击查看记录
139	2020/1/24	机器人	李朝刚	长野	2	¥	49.00	¥	98.00	phyidea	新仔美月上海城	¥	98.00			1	98	98	148	点击查看记录
140	2020/1/24	机器人	李朝刚	长野	1	¥	18.80	¥	18.80	phyidea	凡能五金专营店	¥				1	18.8			点击查看记录
141	2020/1/24	机器人	李朝刚	长野	1	¥	18.80	¥	18.80	phyidea	凡能五金专营店	¥	37.60			2	37.6	37.6		点击查看记录
142	2020/1/25	机器人	李朝刚	长野	12	¥	5.40	¥	64.80	phyidea	精工数控机械配件	¥				1	64.8			点击查看记录
143	2020/1/25	机器人	李朝刚	长野	12	¥	5.40	¥	64.80	phyidea	精工数控机械配件	¥				2	129.6			点击查看记录
144	2020/1/25	机器人	李朝刚	长野	10	¥	14.40	¥	144.00	phyidea	精工数控机械配件	¥	273.60			3	273.6	273.6		点击查看记录
145	2020/1/25	机器人	李朝刚	长野	2	¥	2.63	¥	5.26	phyidea	博翼五金专营店	¥	5.26			1	5.26	5.26		点击查看记录
146	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	12	¥	0.02	¥	0.24	phyidea	光源平磁浮	¥				1	5.24			点击查看记录
147	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	10	¥	0.21	¥	2.10	phyidea	光源平磁浮	¥				2	7.34			点击查看记录
148	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	24	¥	0.03	¥	0.72	phyidea	光源平磁浮	¥				3	8.06			点击查看记录
149	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	24	¥	0.03	¥	0.72	phyidea	光源平磁浮	¥	8.78			4	8.78	8.78	403	点击查看记录
150	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	1	¥	6.50	¥	6.50	phyidea	光源平磁浮	¥	6.50			1	6.5	6.5	406	点击查看记录
151	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	10	¥	4.70	¥	47.00	phyidea	光源平磁浮	¥	47.00			1	47	47	89	点击查看记录
152	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	12	¥	3.80	¥	45.60	phyidea	光源平磁浮	¥				1	45.6			点击查看记录
153	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	12	¥	2.00	¥	24.00	phyidea	光源平磁浮	¥	69.60			2	69.6	69.6		点击查看记录
154	2020/1/29	机器人	李朝刚	磁浮	5	¥	96.00	¥	480.00	phyidea	光源平磁浮	¥	480.00			1	480	480	164	点击查看记录
155	2020/1/29	机器人	李朝刚	磁浮	4	¥	25.00	¥	100.00	phyidea	光源平磁浮	¥	100.00			1	100	100	95	点击查看记录
156	2020/1/21	机器人	李朝刚	开槽工具	1	¥	29.00	¥	29.00	phyidea	光源平磁浮	¥				1	29			点击查看记录
157	2020/1/21	机器人	李朝刚	开槽工具	2	¥	42.00	¥	84.00	phyidea	光源平磁浮	¥				2	113			点击查看记录
158	2020/1/21	机器人	李朝刚	开槽工具	1	¥	68.00	¥	68.00	phyidea	光源平磁浮	¥	181.00			3	181	181	833	点击查看记录
159	2020/1/21	机器人	李朝刚	白帆	1	¥	449.00	¥	449.00	京东	¥	449.00				1	449			点击查看记录
160	2020/1/21	机器人	李朝刚	白帆	1	¥	4.60	¥	4.60	京东	¥	453.60				2	453.6	453.6		点击查看记录
161	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	1	¥	27.90	¥	27.90	phyidea	光源平磁浮	¥	27.90			1	27.9	27.9	418	点击查看记录
162	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	1	¥	70.00	¥	70.00	phyidea	光源平磁浮	¥				1	70			点击查看记录
163	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	10	¥	5.00	¥	50.00	phyidea	光源平磁浮	¥				2	130			点击查看记录
164	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	4	¥	2.60	¥	10.40	phyidea	光源平磁浮	¥				3	130.4			点击查看记录
165	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	1	¥	80.00	¥	80.00	phyidea	光源平磁浮	¥	210.40			4	210.4	210.4	430	点击查看记录
166	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	2	¥	79.00	¥	158.00	phyidea	光源平磁浮	¥	158.00			1	158	158	419	点击查看记录
167	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	2	¥	12.00	¥	24.00	phyidea	光源平磁浮	¥				1	24			点击查看记录
168	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	2	¥	12.90	¥	25.80	phyidea	光源平磁浮	¥	49.80			2	49.8	49.8	161	点击查看记录
169	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	8	¥	50.00	¥	400.00	phyidea	光源平磁浮	¥				1	400			点击查看记录
170	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	100	¥	6.00	¥	600.00	phyidea	光源平磁浮	¥	1,000.00			2	1,000	1,000		点击查看记录
171	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	10	¥	1.54	¥	15.40	phyidea	光源平磁浮	¥	15.40			1	15.4	15.4	426	点击查看记录
172	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	1	¥	52.00	¥	52.00	phyidea	光源平磁浮	¥	52.00			1	52	52	428	点击查看记录
173	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	40	¥	1.60	¥	64.00	phyidea	光源平磁浮	¥	64.00			1	64	64	427	点击查看记录
174	2020/1/21	机器人	李朝刚	磁浮	5	¥	96.00	¥	480.00	phyidea	光源平磁浮	¥	480.00			1	480	480	164	点击查看记录
175	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	31	¥	9.90	¥	306.90	phyidea	光源平磁浮	¥	306.90			1	306.9	306.9		点击查看记录
176	2020/1/25	机器人	李朝刚	磁浮	40	¥	10.00	¥	400.00	phyidea	光源平磁浮	¥	400.00			1	400	400	85	点击查看记录
177	2020/1/27	机器人	李朝刚	磁浮	20	¥	0.68	¥	13.60	phyidea	光源平磁浮	¥				1	13.6			点击查看记录

图 4-31 支出流水表记录

4.7.2.2 购买物资注意事项

(1) 采购和需求对应

在采购之前，应分析需求必要性和方案可行性，找多个负责人共同评估。

(2) 多渠道购买物资

除了官方渠道，还可以在淘宝上找个人卖家或者购买靠谱的二手物资。

(3) 迭代方案重复使用物资

机器人的机械设计有多个迭代方案，在制作实车的时候注重重复利用之前版本的物资。

①可以重复使用的部分：动力部分、麦轮、摩擦轮、减震、公制零件。

②不能重复使用的部分：所有的非标零件、部分在设计时准备的轴承。

(4) 积极参加官方活动

官方经常有开源奖励，抽奖等活动。团队通过抽奖、开源奖励、项管考核奖励等活动获得过官方赠与物资。

(5) 加强管理

向各队员明确购买物资渠道，统一管理。

有时因为队员个人的操作或方案设计失误导致的物资浪费需重新购买，即使是合理的失误无需自付费用，有队员仍不好意思让实验室承担费用，选择用自己的账号购买。这样不方便团队统计成本及调整预算。

良好的管理模式应该是明确哪些费用是实验室承担，记录时应把所有赛事相关的费用进行统计，标注出实验室付费和个人付费，便于分析成本，总结经验，调整预算。

4.7.3 物资购买流程

随着实验室人员规模의 扩增和比赛项目的增多，需要购买的物资越来越繁杂，提出购买需求的人员越来越多，以前的老队员在长期备赛中已经熟知购买物资的原则和习惯，但是对于新队员来说难以做出最佳决定，老队员也不能每次都去指导新队员下单，因此在本赛季我们只做了物资购买流程，用来约束新队员对物资的挑选和购买流程，这样可以减少因为不熟悉实验室库存而超额购买，因为不够仔细检查型号造成错误购买，从而减少成本浪费。

上个赛季我们将机械和电路购买流程合并，写明通用的购买流程，对流程做了简化，经过一个赛季的检验后，确认这是更为合理且简明的流程。本赛季将继续实施该流程，并结合使用效果不断做出改进。

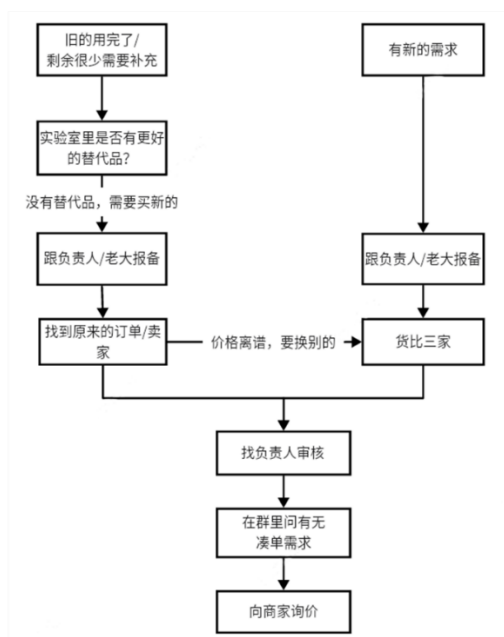


图 4-32 物资购买流程

4.7.4 报销流程

4.7.4.1 开票流程

上个赛季我们意识到财务负责人其实并不能够清楚地了解到物资购买人在购买时和商家沟通出现的细节问题，因此在开票和做账时并不明朗。本赛季我们还将沿用这种方式，但根据今年学校报销流程的大改动，对文档里的开票细则进行了修改与增删。

我们将整个购买流程与根据报销流程的变动将整套购买物资的流程做了整理，也便于队内成员查看。主要分为“商家确认购买需求并向负责人报备→向商家议价→标注发票信息→走零星采购流程→收货催开发票→存档”几步。

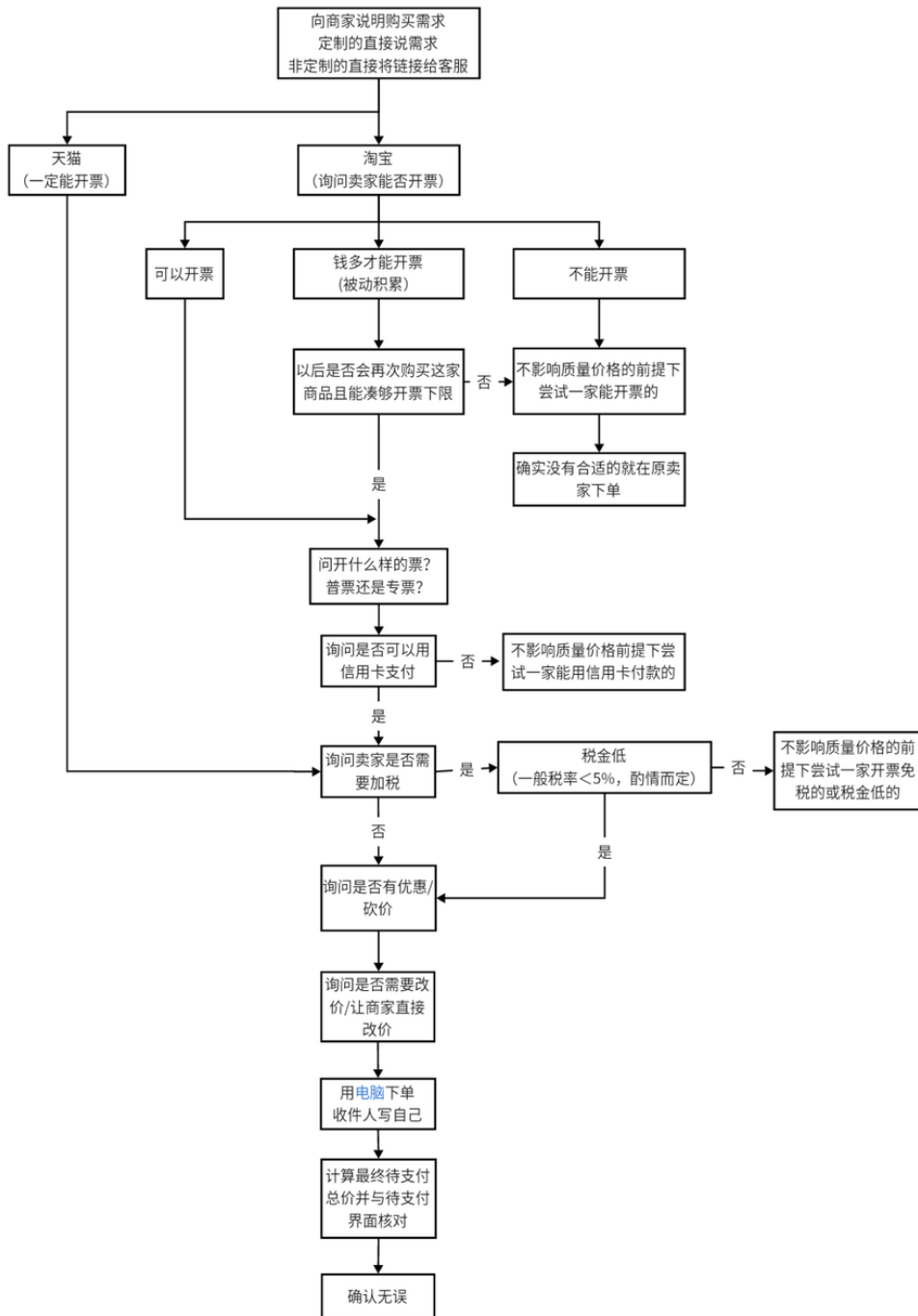


图 4-33 开票、议价流程图

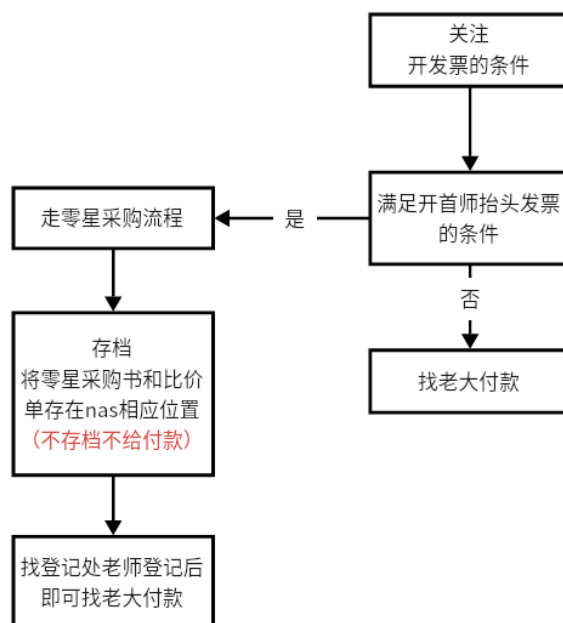


图 4-34 开票与存档流程

针对仅有开票流程只能保证队员向卖家联系过开票问题，但是对于开票成功与否、是纸质还是电子票等问题缺少反馈，队员买完物资不会在乎发票是否收到，项管再去报销的时候就只能一个个的查看卖家聊天记录，这样增添了许多麻烦这一问题，上赛季我们用了淘宝上立旗子的功能让采买人来标记发票信息来解决。由于上赛季我们实行了这个方案之后，出现了有人记错旗子信息的情况，本赛季我们又简化了该流程，直接在最后存档的地方来处理。我们会把每单采买信息上传NAS，采购人需要将自己的采买记录单独建一个文件夹，当这单的发票和其他证明材料没有齐全时会先罗列在大文件夹里。由项管定期检查，发现有没有齐全的发票和材料时，项管会催大家去要发票；发票齐全的会统一放在对应种类的文件夹里。这样就只需要在最后项管核验的环节去检查发票是否开齐就行了。

W.PIE (\\192.168.1.41) (Z) > 材料费采购 >

名称	修改日期	类型	大小
【采购书、比价、照片、发票齐全】	2023/11/29 20:25	文件夹	材料齐全的汇总文件夹
...
...
【作废不采购】	2023/7/21 15:07	文件夹	
20230703 淘宝 1320 全向轮 [...]	2023/12/2 18:43	文件夹	材料不齐全的
20231110 淘宝 1235 工具车和...	2023/11/14 16:03	文件夹	
20231114 淘宝 400 滑轨滑块	2023/11/29 13:54	文件夹	
20231117 淘宝 86.00 滑轨	2023/11/27 15:32	文件夹	
20231121 淘宝 110 XT30(2+2)...	2023/11/27 18:45	文件夹	

图 4-35 在存档环节检查资料是否齐全

4.7.4.2 发票管理

队员将随货取回的纸质发票及时交给项管，项管分类收纳，定期录入 Excel 系统中。

发票管理 Excel 中有多个工作表格，包含“淘宝消费记录”、“公务卡消费记录”、“淘宝开票记录”、“淘宝信息生成”、“公务卡信息排序”等。平时在记录账目时，只需从淘宝中将订单复制粘贴，将消费记录和发票金额导入，表格便可自动将订单、消费记录、发票三者匹配并编号，哪些票开了，哪些票已经收到了，分别开了多少钱，等等信息都可以在表格里通过筛选、链接查找，大大节省人力翻看查找的时间。

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	日期	项目	支出人	内容	数量(个/包)	单位	单价	运费	税费	付款方式	
122	2023/2/21	乒乓机器人	付鑫	宽2mm黑色扎带	10	包	4.90			公务卡	
123	2023/2/25	团队资产	王少珂	防静电工作台	1	台	560.00			公务卡	
124	2023/2/25	团队建设	张雷博	方孔导线挂钩电线挂钩两板挂钩	8	个	4.80	1.47		公务卡	
125	2023/2/25	团队建设	张雷博	连杆挂钩五金工具架	8	个	8.30	2.55		公务卡	
126	2023/2/25	团队建设	张雷博	滑轨板挂钩置物架	10	个	3.90	5.00		公务卡	
127	2023/2/25	团队建设	张雷博	方孔挂板挂钩两板25mm	30	个	1.20	1.95		公务卡	
128	2023/2/25	团队建设	张雷博	方孔挂板挂钩两板75mm	10	个	1.60			公务卡	
129	2023/2/25	团队建设	张雷博	方孔挂钩	4	个	3.80	0.75		公务卡	
130	2023/2/25	团队建设	王宇豪	亚克力立柱雕刻门牌	7	个	29.00	17.00		公务卡	
131	2023/2/27	乒乓机器人	付鑫	雕刻机主轴电机	1	个	575.00			公务卡	
132	2023/2/28	团队建设	房宇晴	特硬长方形飞盘	1	包	69.80			公务卡	
133	2023/3/1	团队建设	房宇晴	广告字定做	49	块	5.00	2.00		公务卡	
134	2023/3/2	团队建设	房宇晴	冲印放大尺寸密封包邮	20	张	2.10			公务卡	
135	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	黑杆头3*10螺丝	1	包	50.00			公务卡	
136	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	黑杆头3*10螺丝	1	包	30.00			公务卡	
137	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	杆头3*14	1	包	28.00			公务卡	
138	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	杆头3*14	1	包	40.00			公务卡	
139	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*16	1	包	8.55			公务卡	
140	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*20	1	包	9.02			公务卡	
141	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*60	2	包	14.25			公务卡	
142	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*45	1	包	11.40			公务卡	
143	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*12	1	包	9.50			公务卡	
144	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*8	2	包	11.40			公务卡	
145	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*30	2	包	9.97			公务卡	
146	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*50	2	包	11.87			公务卡	
147	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*25	2	包	9.50			公务卡	
148	2023/3/13	工程机器人	马晋仪	内六角塞打螺丝6*M5*10	1	包	9.50			公务卡	
149	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	内六角螺丝杯头螺栓M5*14	1	包	3.50			公务卡	
150	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	内六角螺丝杯头螺栓M5*14	2	包	4.50			公务卡	
151	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	内六角螺丝杯头螺栓M5*14	1	包	6.00			公务卡	
152	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	内六角螺丝黑色沉头螺钉5*14	1	包	3.43			公务卡	
153	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	内六角螺丝黑色沉头螺钉4*14	1	包	4.31			公务卡	
154	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	内六角螺丝黑色沉头螺钉6*14	1	包	4.59			公务卡	
155	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	内六角螺丝黑色沉头螺钉3*14	1	包	4.31			公务卡	
156	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	304不锈钢平垫加大加厚金属垫圈M6*12*1	3	包	3.98			公务卡	
157	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	304不锈钢超薄金属调整垫片M3*6*0.2	4	包	3.00			公务卡	
158	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	305不锈钢超薄金属调整垫片M3*6*0.1	4	包	3.00			公务卡	
159	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	306不锈钢超薄金属调整垫片M3*6*0.5	4	包	3.00			公务卡	
160	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	307不锈钢超薄金属调整垫片6*9*0.2	4	包	3.00			公务卡	
161	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	308不锈钢超薄金属调整垫片6*9*0.5	4	包	3.00			公务卡	
162	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	309不锈钢超薄金属调整垫片M3*6*0.3	4	包	3.00			公务卡	
163	2023/3/13	乒乓机器人	付鑫	310不锈钢超薄金属调整垫片6*9*0.1	4	包	3.00			公务卡	
164	2023/3/15	哨兵机器人	张宗皓	Robomaster 机器人 常规款避震器减震阻尼	2	个	79.00			公务卡	
165	2023/3/19	乒乓机器人	付鑫	麦克纳姆轮	1	个	1.00	15.00		公务卡	
166	2023/3/21	乒乓机器人	付鑫	齿板 适用3m-10m宽皮带	4	个	6.00			公务卡	
167	2023/3/21	乒乓机器人	付鑫	橡胶同步带	4	个	14.79	8.00		公务卡	

图 4-36 淘宝开票记录

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	序号	日期	时间	金额	商户名称	淘宝公务卡对比辅助	交易类别	公务卡交易号
2501	2500	2023/01/16	9:50:12	¥ 10.80	支付宝-南京牛兜商贸有限公司	4494210.8		GWK20230116095012
2502	2501	2023/01/17	1:03:43	¥ 6,494.00	京东支付-vivo京东自营官方旗舰店	449436494		GWK20230117010343
2503	2502	2023/01/17	1:04:53	¥ 6,994.00	京东支付-华为京东自营官方旗舰店	449436994		GWK20230117010453
2504	2503	2023/01/17	5:33:03	¥ 294.30	支付宝-上海拉扎斯信息科技有限公司	44943294.3		GWK20230117053303
2505	2504	2023/01/17	8:10:16	¥ (15.80)	支付宝-金华源祥缘喜庆用品有限公司	44943-15.8		GWK20230117081016
2506	2505	2023/01/17	0:51:42	¥ 81.00	支付宝-孔兴泉	4494381		GWK20230117005142
2507	2506	2023/01/18	0:23:50	¥ 7.50	支付宝-和美物业	449447.5		GWK20230118002350
2508	2507	2023/01/18	8:48:22	¥ 16.48	支付宝-谢奕奕	4494416.48		GWK20230118084822
2509	2508	2023/01/18	8:50:38	¥ 10.58	支付宝-义乌亿之欢贸易有限公司	4494410.58		GWK20230118085038
2510	2509	2023/01/18	1:08:00	¥ 514.50	支付宝-北京鑫马	44944514.5		GWK20230118010800
2511	2510	2023/01/19	7:38:04	¥ (6,994.00)	京东支付-华为京东自营官方旗舰店	44945-6994		GWK20230119073804
2512	2511	2023/01/19	4:10:30	¥ 28.90	支付宝-连云港润日网络科技有限公司	4494528.9		GWK20230119041030
2513	2512	2023/01/19	6:34:46	¥ (6,457.00)	京东支付-vivo京东自营官方旗舰店	44945-6457		GWK20230119063446
2514	2513	2023/01/19	6:36:11	¥ (37.00)	京东支付-vivo京东自营官方旗舰店	44945-37		GWK20230119063611
2515	2514	2023/01/20	0:00:09	¥ (71.91)	支付宝-台州天周网络科技有限公司	44945-71.91		GWK20230120000009
2516	2515	2023/01/20	7:57:12	¥ 48.09	支付宝-久久丫	4494648.09		GWK20230120075712
2517	2516	2023/01/21	7:34:58	¥ 10.00	支付宝-拉扎斯网络科技(上海)有	4494710		GWK20230121073458
2518	2517	2023/01/24	4:07:15	¥ 19.80	支付宝-义乌普力电子商务有限公司	4495019.8		GWK20230124040715
2519	2518	2023/01/24	9:03:01	¥ 24.88	支付宝-张大岗	4495024.88		GWK20230124090301
2520	2519	2023/01/25	4:57:35	¥ 190.80	支付宝-北京鑫马	44951190.8		GWK20230125045735
2521	2520	2023/01/25	5:02:19	¥ 61.66	支付宝-久久丫	4495161.66		GWK20230125050219
2522	2521	2023/01/29	1:55:04	¥ 6.00	支付宝-雀巢冰城912687店	449556		GWK20230129011504
2523	2522	2023/01/30	0:01:30	¥ 396.97	京东支付-可口可乐京东自营旗舰店	44956396.97		GWK20230130000130
2524	2523	2023/01/30	0:23:22	¥ 12.26	支付宝-广州兴磁家具配件有限公司	4495612.26		GWK20230130002322
2525	2524	2023/01/30	0:36:45	¥ 9.50	支付宝-广州市嘉帝城五金有限公司	449569.5		GWK20230130003645
2526	2525	2023/01/30	3:28:28	¥ 27.80	财付通-北京麦当劳食品有限公司	4495627.8		GWK20230130032828
2527	2526	2023/01/30	3:38:50	¥ 3.00	财付通-互联互通停车场	449563		GWK20230130033850
2528	2527	2023/01/31	0:38:00	¥ 8.20	支付宝-苏小糖	449578.2		GWK20230131003800
2529	2528	2023/01/31	0:38:59	¥ 67.00	支付宝-温州福多多电器有限公司	4495767		GWK20230131003859
2530	2529	2023/01/31	0:59:36	¥ 7.50	支付宝-邵小洁	449577.5		GWK20230131005936
2531	2530	2023/01/31	1:00:26	¥ 15.60	支付宝-深圳市康联五金有限公司	4495715.6		GWK20230131010026
2532	2531	2023/01/31	1:02:32	¥ 9.14	支付宝-杭州蓝胜工具有限公司	449579.14		GWK20230131010232
2533	2532	2023/01/31	1:03:09	¥ 108.64	支付宝-武汉奕尚建材贸易有限公司	44957108.64		GWK20230131010309
2534	2533	2023/01/31	9:06:17	¥ 2.20	支付宝-杭州蓝胜工具有限公司	449572.2		GWK20230131090617
2535	2534	2023/01/31	0:53:53	¥ (7.50)	支付宝-邵小洁	44957-7.5		GWK20230131005353
2536	2535	2023/01/31	0:57:54	¥ 13.00	支付宝-邵小洁	4495713		GWK20230131005754
2537	2536	2023/01/31	1:17:27	¥ 33.98	支付宝-上海拉扎斯信息科技有限公司	4495733.98		GWK20230131011727
2538	2537	2023/01/31	8:46:55	¥ 16.47	支付宝-苏小糖	4495716.47		GWK20230131084655
2539	2538	2023/02/01	7:31:32	¥ 38.00	支付宝-伍慧武	4495838		GWK20230201073132
2540	2539	2023/02/02	0:30:31	¥ 39.60	支付宝-吴挺	4495939.6		GWK20230202003031
2541	2540	2023/02/02	1:01:22	¥ 34.00	支付宝-蓝天卫士(北京)停车管理有	4495934		GWK20230202010122
2542	2541	2023/02/02	0:24:04	¥ 277.00	京东支付-京东商城业务	44959277		GWK20230202002404
2543	2542	2023/02/02	0:38:48	¥ 44.93	支付宝-蔡梓鑫	4495944.93		GWK20230202003848

图 4-37 公务卡消费记录

	A	B	C	D	E	F
1	序号	时间	淘宝订单号	购买链接	店铺名称	价格
1457	1456	2023/02/18	3207930876118699958	淘宝链接	瑞菲克旗舰店	¥ 25.80
1458	1457	2023/02/20	3213077871775699958	淘宝链接	雕刻机配件一站式购齐	¥ 688.00
1459	1458	2023/02/21	3213980640935699958	淘宝链接	多邦塑料厂	¥ 70.90
1460	1459	2023/02/23	3217416445531699958	淘宝链接	逸帆优品店	¥ 23.00
1461	1460	2023/02/23	3218768319502699958	淘宝链接	公牛开关插座仓	¥ 85.50
1462	1461	2023/02/24	3220435476411699958	淘宝链接	华友金属制品	¥ 560.00
1463	1462	2023/02/25	3222565058341699958	淘宝链接	丰泰工厂店	¥ 38.97
1464	1463	2023/02/25	3222565058340699958	淘宝链接	丰泰工厂店	¥ 68.95
1465	1464	2023/02/25	3222565058339699958	淘宝链接	丰泰工厂店	¥ 39.55
1466	1465	2023/02/25	3222565058336699958	淘宝链接	丰泰工厂店	¥ 52.72
1467	1466	2023/02/25	3222565058335699958	淘宝链接	丰泰工厂店	¥ 15.41
1468	1467	2023/02/25	3222341569369699958	淘宝链接	海润家居专营店	¥ 10.00
1469	1468	2023/02/25	3223320195472699958	淘宝链接	策趣办公旗舰店	¥ 220.00
1470	1469	2023/02/26	3224455669799699958	淘宝链接	天卓五金旗舰店	¥ 7.14
1471	1470	2023/02/27	3226156923999699958	淘宝链接	传力脚轮企业店	¥ 22.40
1472	1471	2023/02/27	3226881855791699958	淘宝链接	精锐雕刻机配件超市	¥ 575.00
1473	1472	2023/02/28	3226239360088699958	淘宝链接	蜂彩包装	¥ 69.80
1474	1473	2023/02/28	3226912633534699958	淘宝链接	方雀旗舰店	¥ 58.03
1475	1474	2023/03/01	3230079842624699958	淘宝链接	宇在广告	¥ 247.00
1476	1475	2023/03/02	3232237358850699958	淘宝链接	集美日用家居商城	¥ 19.80
1477	1476	2023/03/02	3232312093346699958	淘宝链接	阳光印象	¥ 42.00
1478	1477	2023/03/02	3233514315669699958	淘宝链接	阿杜户外	¥ 29.44
1479	1478	2023/03/06	3240954324950699958	淘宝链接	天晓得照明	¥ 7.76
1480	1479	2023/03/06	3242083899659699958	淘宝链接	芳源照明	¥ 4.80
1481	1480	2023/03/06	3241993034893699958	淘宝链接	兴龙塑胶配件直销	¥ 24.00
1482	1481	2023/03/07	3242389752259699958	淘宝链接	宜莱特专业LED照明	¥ 29.79
1483	1482	2023/03/12	3253506912889699958	淘宝链接	luxter旗舰店	¥ 120.00
1484	1483	2023/03/13	3255292296859699958	淘宝链接	丰泰工厂店	¥ 75.12
1485	1484	2023/03/13	3255292296856699958	淘宝链接	丰泰工厂店	¥ 94.88
1486	1485	2023/03/13	3255297156730699958	淘宝链接	驰名电机	¥ 83.00
1487	1486	2023/03/13	3255298344757699958	淘宝链接	浙江鼎力五金厂	¥ 148.00
1488	1487	2023/03/13	3255303708493699958	淘宝链接	天诚五金TC	¥ 156.95
1489	1488	2023/03/13	3255306084360699958	淘宝链接	固万基旗舰店	¥ 18.50
1490	1489	2023/03/13	3256055029923699958	淘宝链接	坚固之星五金专营店	¥ 16.64
1491	1490	2023/03/13	3256203314951699958	淘宝链接	以瑟旗舰店	¥ 11.94
1492	1491	2023/03/13	3255311772159699958	淘宝链接	上海群方标准件	¥ 108.00
1493	1492	2023/03/13	3256516694168699958	淘宝链接	爱尔邦五金	¥ 16.80
1494	1493	2023/03/15	3259506024576699958	淘宝链接	溇地创新	¥ 158.00
1495	1494	2023/03/19	3267265608559699958	淘宝链接	灵思机器人	¥ 16.00
1496	1495	2023/03/21	3271036392792699958	淘宝链接	广发传动配件	¥ 91.16

图 4-38 淘宝消费记录

4.7.5 物资管理

4.7.5.1 官方物资

第一，介于备赛所需要的总物资数量庞大，官方物资相比于其他标准件、耗材等是备赛过程中比较珍贵的物资。第二，裁判系统等借用物资不可以随意支配，需按时归还。所以官方物资需要进行特殊记录。

上个赛季使用对官方物资采取统一清点，统一存放的管理方式，将其分类放入不同的抽屉柜中。分配了专员管理物资借用表格，实验室成员在从柜子内拿取物资或归还物资时及时向管理员申请，管员根据物资的现有数量和使用的必要性确定是否要借出该物资。管理员并登记借用人、用途及借用日期等信息，归还时也需要报备由管理员登记。物资管理员对借还的物资进行分类整理，发现物资不足时要及时按照新版采购流程进行补充。

物资

物料ID	物料名称	规格	单位	数量	借出日期	借出地点	借出人员	借出原因	归还日期	归还地点	归还人员	备注
MRT44224
MRT44225	2023.7.25	...	...	...	...	...	...	...
MRT44226	2023.9.28	...	...	...	...	...	...	...
MRT44227	2023.11.26	...	...	...	2023.11.26	...	...	...
MRT44228	2023.8.24	...	...	...	2023.8.24	...	...	...
MRT44229	2023.11.25	...	...	...	2023.11.25	...	...	...
MRT44230	2023.11.25	...	...	...	2023.11.25	...	...	...
MRT44231	2023.7.15	...	...	...	2023.7.15	...	...	...
MRT44232	2023.9.19	...	...	...	2023.9.19	...	...	...
MRT44233	2023.7.20	...	...	...	2023.7.20	...	...	...
MRT44234	2023.11.20	...	...	...	2023.11.20	...	...	...

图 4-39 官方物资借还记录表



图 4-40 官方物资分类整理



图 4-41 官方物资分类整理

4.7.5.2 非官方物资

对于非官方物资，使用时不需要特殊记录，制作好分类整理即可，督促大家养成用完放回的习惯，并且定期做大扫除整理，让使用这些物资的成员亲自收拾分类，这样可以提高之后使用后的维护效果。



图 4-42 贴有标签的物资存放处

4.7.5.3 建设计划

截至目前，由于实验室成员对于整体流程还不够熟悉，操作起来略显生疏，加上忙于备赛或是其他工作任务，很多时候无暇顾及买来的物资是否按要求分类整理好。在我们专门找物资管理专员统一管理表格后还是会出现记录出错的情况。

第一，当队员急需物资时会出现忘记报备的情况，使得该物资的去向不明，不利于后期追回。第二，一个物资可能流动到很多人手里，如物资损坏时就无法判定是哪个人损坏的，这种无法问责的情况会减少可使用的资金，且无法起到警惕作用让队员爱惜宝贵的物资。第三，上赛季的表格内容过多，每笔操作都在一个表格里，给赛季末复盘时带来很大麻烦。

根据上述问题，我们反思认为这种管理物资的方法到备赛紧张期也是物资使用率的时候，物资登记还是会变得混乱，最后物资清点与复盘时还是不能达到明细物资借用情况及减少物资丢失的效果，所以本赛季我们计划将重要物资，例如：**RM** 官方物资、裁判系统、培训套件等贴上专属条码（唯一标号），用扫描二维码即可看到这个物资的流动情况及扫描后即可出现借还表格的形式减少人力管理的成本，提高管理与借用物资的效率。

关于便签及表格，本赛季吸取上赛季的教训做了以下调整：

之前我们一直在使用标签，标号是按每种物资不同前缀的形式命名，但会出现有几种物资就有多少标号命名，这样很容易弄错编号。本赛季统一将便签设为一种前缀，不分物资种类。这样一是不会弄混编号，二是可以“先签后物”即不需要每次有新物资或者补磨损后的便签时要重新打印相应的标签，只需要提前打印一定数量的标签就任不论物资种类在任何时候可以不分编号大小顺序地贴标签。

之前的便签的材质易磨损，更换频率较高。且市场上的最小型号的标签对于一些小物资也不适配。本赛季我们定制了一批 mini 型号的标签，既能贴在大物资上也能贴到最小的物资上且其材质较好不易磨损。

关于二维码的实现方式，我们计划有一个可以扫码即可实现物资数据记录与查寻的功能。目前我们计划借助飞书多维表格，联动二维码数据实现理想功能。但该功能还没完全可实施，本赛季我们将沿着这个思路完善物资管理。



图 4-43 新型 mini 二维码标签

物资情况表

物资情况总表

序号	物料	物料 (在车上时...)	状态	兵种副本	直接负责人	去向/用途/兵种组	去向/具体描述	是否有损坏	损坏情况描述
1	MR744001	DR16	3508	使用中	老飞碟	[待待请]	检测		
2	MR744002	CR20		在车	老飞碟				
3	MR744003	DR16		在车	老飞碟				
4	MR744004	CR6		在车	老飞碟				
5	MR744005	3508		在车	老工程				
6	MR744006	2006		在车	老工程				
7	MR744007	6020		在车	老工程				
8	MR744008	CR20		在车	老工程				
9	MR744009	CR10		在车	老工程				
10	MR744010	CR6		在车	老工程				
11	MR744011	DR16		在车	老工程				
12	MR744012	6020		在车	老精英				
13	MR744013	3508		在车	老精英				
14	MR744014	CR6		在车	老精英				
15	MR744015	DR16		在车	老精英				
16	MR744016	CR20		在车	老精英				
17	MR744017	6020		在车	老精英				
18	MR744018	CR6		在车	老精英				
19	MR744019	3508		在车	老精英				
20	MR744020	2006		在车	老精英				
21	MR744021	CR10		在车	老精英				
22	MR744022	CR20		在车	老精英				
23	MR744023	3508		在车	精英				
24	MR744024	2006		在车	精英				
25	MR744025	6020		在车	精英				

图 4-44 规划中的飞书物资表

5. 运营计划

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目标

在多渠道的宣传途径和有限的宣传资源下尽可能多的获得学校的认可，能申请到更多资金和场地资源，去更好的完成比赛和科研项目；让更多的同学认识 PIE 战队，认识 W.PiE 物理系创新实验室，对 RoboMaster 更感兴趣，对科研创新更感兴趣，也在这个过程中提高团队内的凝聚力和认同感。

5.1.2 宣传指标

预计下个赛季可以在本赛季基础上数量方面可以发布有一定质量的推文 110 个，视频 60 个。

		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	W.PiE 学 生创新实 验室	7.3w	101	723	8.2w	110	750
B 站	W.PiE 学 生创新实 验室	12.8w	52	2460	14.8w	60	2480

5.1.3 宣传任务安排

时间	事件	活动目的	活动内容
2023 年 9 月	嘉年华+宣讲会+招 新+初步了解	招募尽可能多的预备队员，为 后续考核筛选提供充足候选 池；筹办组织教师节活动	嘉年华活动 制作招新推文和视频 宣讲会

时间	事件	活动目的	活动内容
			选组后进行初步了解 举办教师节活动
2023年10月	培训	培养新成员的基础	教新成员学会使用日常的工具 制作培训相关推文和视频
2023年11月	培训+组织系列赛+筹备校内赛+举办校内赛	培养新成员的基础，逐渐上手操作；举办系列赛阶段性检验教学成果；开始筹备最终的校内赛	撰写系列赛赛事安排表 制作系列赛相关推文和视频 筹备校内赛，制作相关预告
2023年12月	完结校内赛+筹备寒假集训	为了校内赛赛事更加完整，在赛后需要制作出一些相关的推文和视频进行记录，为了更好的让新队员能够有安全且较为舒适的生活环境，拥有办公的地点，所以需要提前规划	制作校内赛相关总结推文和记录视频 筹备寒假集训
2024年1月	寒假集训	为了更好的让新队员更快的融入实验室，所以需要筹备寒假集训	在以往推文和视频的专辑部分继续延续做下去 培养新成员更好的审美 带领新成员更好的融入熟悉老队员
2024年2月	寒假集训筹备制作新周边+筹备过年	为了更好的让新队员更快的融入实验室，所以需要筹备寒假集训	寒假集训带领新成员一起制作周边 完成日常已有的专辑 筹备过年活动
2024年3月	组织 π 日活动+日常测试视频+制作周边	为了让队员们团结一心，集聚凝聚力组织活动	举办 π 日团建活动 制作日常测试视频 适当制作“整活儿”视频，提供队员娱乐 制作筹备周边和队服
2024年4月	参加赛事制作推文和视频	供大家纪念	制作出去比赛的视频更具有时效性，随后发布推文文字性记

时间	事件	活动目的	活动内容
			录 一些“整活儿”视频
2024年5月	参加赛事制作推文和视频	供大家纪念	制作出去比赛的视频更具有时效性，随后发布推文文字性记录 一些“整活儿”视频
2024年6月	参加赛事制作推文和视频+毕业季	供大家纪念，组织一些团建	制作出去比赛的视频更具有时效性，随后发布推文文字性记录 一些“整活儿”视频 组织团建，为老队员组织实验室毕业活动，制作相关视频
2024年7月	制作参赛相关的推文和视频+日常推文	供大家纪念	制作出去比赛的视频更具有时效性，随后发布推文文字性记录 一些“整活儿”视频
2024年8月	日常推文和视频+团建+筹备新学期培训	为招募新成员做准备，策划教师节活动	制作日常推文和视频 组织团建活动 筹备新一学期的培训

5.1.4 宣传途径

5.1.4.1 线上宣传—微信公众号

(1) W.PiE 实验室公众号

微信公众号作为 PIE 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，现有粉丝 2205。当前 PIE 战队的公众号推送主要分为如下几个板块：赛事、培训、日常、经验分享、人物志、节日海报和漫画，未来计划还会开辟兵器谱、小 pie 信箱等板块。目前宣传组保持一周两篇左右的频率更新，本赛季在追求高质量的基础上，提高了时效性。尤其体现在培训系列赛成绩公布上，五周比赛均做到当天比赛，成绩当天公布。

目前，公众号推送以轻松活泼为主要风格，可读性更强，也更能起到记录日常的作用。由于内容质量较高，每篇推文都能获得较为可观的阅读量。同时，实验室其他成员对运营工作全力配合，积极转发运营组推出的视频、推送等工作成果。并且宣传工作紧跟当下热度、贴近实验室内部成员的生活，能引起内部成员以及其他感兴趣老师和同学的不少共鸣。因此，推送能在我校范围内传播起来，让更多的老师和同学了解 PIE 战队的工作和成果、为 PIE 战队的宣传起了正向推进作用。

总结上赛季的经验，本赛季目前宣传组成员 5 位，为实验室增添了新血液。让实验室有了更多的宣传方式记录生活，推文的风格也由之前的轻松活泼更加多样化。为吸引更多人的关注和更好的记录战队风采，我们将结合其他战队的形式推出多个新栏目。

(2) 学校官方公众号

PIE 战队积极寻求与校内新媒体平台的合作。目前已有 CNU 活力调频、花园桥表白墙、首都师范大学招生办、首都师大物理系团委学生会等多个校内公众号发布 W.PIE 学生创新实验室推送，扩大了实验室的校内影响力。

5.1.4.2 线上宣传—哔哩哔哩

首都师范大学 PIE 战队在哔哩哔哩的官方账号已经收获了 3408 粉丝，以培训视频、日常视频和比赛视频为主。

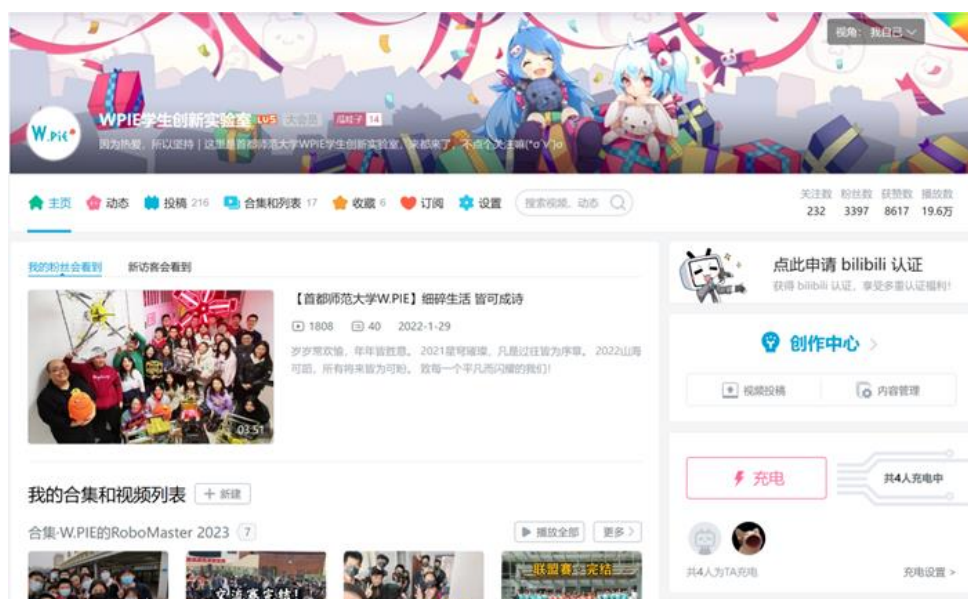


图 5-1 PIE 战队 B 站账号主页

(1) 教学技术类视频

在大一新生培训初期，宣传组成员都会将几次课程录像上传哔哩哔哩，供大家及时复习上课内容。

(2) 吃喝玩乐日常视频

日常视频的风格与公众号推文风格类似，都是比较轻松活泼的。欢乐的日常生活记录辅以轻快的背景音乐，构成了一个 PIE 战队的日常向视频，这类视频播放量一般在 900 左右。由于哔哩哔哩是个面向公众的平台，这为 PIE 战队的校外宣传起到了积极的作用。吸引到了更多外界关注到我们。

(3) 备赛比赛视频

包含新生系列赛、战队的备赛日常、出去比赛的 VLOG、比赛周边旅游等视频。不仅能展示出战队参加的比赛内容，也能展示出一写比赛的故事，体现团队氛围。这些备赛比赛视频可以给每届新人观看，都是很好的展示资源。目前新生系列赛视频数据量之高达 2000-6000，吸引力不少战队的关注，并且也很好的记录了当时的备赛比赛场景。

5.1.4.3 线下宣传

经过微信推文、校内张贴海报等方式的预热，2023 年 9 月 3 日，PIE 战队全体成员在校内开展了招新嘉年华和招新宣讲会两场活动来向大一新生宣传 W.PiE 学生创新实验室。在嘉年华的前期准备中，运营组同学安排嘉年华的流程、形式及场地布置，技术组同学则绞尽脑汁设计充满吸引力的课程；嘉年华进行时，运营组同学向大家介绍实验室、发放 PIE 战队文创产品；视觉组同学指导新生实操步兵机器人；电路组同学向新生展示焊好的电路板带新生体验焊接；机械组同学现场展示 3D 打印；电控组同学展示车模……讲解与实操相结合的方式，最大程度地激发了许多大一新生对智能车和机器人的好奇，起到了更好的宣传作用，嘉年华活动也因此成为了招新的主力军。

5.1.4.4 文创产品设计

PIE 战队的文创产品主要是招新使用、队内使用和交流使用。招新时这些文创产品起到宣传的作用；平时战队成员习惯于使用 PIE 战队的便利贴、鼠标垫等等，起到了凝聚战队成员的作用；外出参赛时，PIE 战队队员都穿着统一的队服，佩戴 PIE 战队的徽章，向其他参

赛学校展示了首都师范大学 PIE 战队的风采，同时，战队还会和其他学校交换周边。

宣传组成员以实验室经典的 PIE 蓝和 PIE 粉为主要色调，制作了一大批优质的 PIE 战队文创产品。目前已推出的文创产品有：PIE 战队队服、异形徽章、钥匙扣、手环、鼠标垫、键帽、明信片、书签等等。预计未来还将推出抱枕、文具套装、帆布袋、鸭舌帽等文创产品。

去年战队迎来了新朋友两只小猫猫“小米辣”，宣传组成员也结合猫猫的形象融合 PIE 元素，设计了相关表情包、贴纸、徽章。形成 PIE 战队的新文化。



图 5-2 周边





图 5-3 队服及文化衫

5.1.5 宣传能力建设

(1) 建立起一套规范的宣传体系

宣传组成员决定将推送/视频制作流程规范化、赛事视频/推送模板统一化，可以起到明确任务、提高效率、保证时效性的作用。

(2) 宣传任务流程系统化

宣传组成员将推送制作时间暂定为：比赛的第一天晚上之前出文案，第二天晚上之前出推送，第三天晚上之前审核完毕并发出。由于按时完成要求对成员配合的要求较高，所以宣传组成员在经过讨论以后确定了相关流程的负责人，将任务分散、简化，这样既提高了效率也减轻了宣传组各个成员的负担。

(3) 宣传格式统一化

宣传组成员还规范了推送模板（包括字体格式、图片格式、推送配色等）、制作了视频的统一片头，这样不仅可以高效率高质量地完成基础宣传任务，还可以形成统一美观的视觉效果。

(4) 宣传指标规范化

宣传组成员制定了推送阅读量和视频播放量的指标，对宣传组工作进行量化评价。在大组会上和技术组成员一样每周汇报自己的情况和下一步计划。

(5) 开通多个平台账号

PIE 战队现阶段线上宣传的主要发布平台是微信公众号和哔哩哔哩。推送和视频具有制作周期长，对内容有一定筛选，这就导致了部分战队日常无法被记录。但由于宣传组人手不

足，这一问题迟迟没有得到解决。今年有五位新鲜血液加入 PIE 战队运营组，开通并运营其他平台的账号成为可能。经宣传组成员和指导老师讨论后，决定在 2024 年建立一个微博或小红书账号，主要用 plog 的形式来记录一些战队小日常，也会同步更新战队视频和节日海报。

(6) 积极寻求校内合作

积极寻求和学校、学院、校内新媒体平台合作，提高 W.PIE 学生创新实验室在校内的知名度，吸引更多有兴趣的同学加入我们的战队。截至目前，活力调频、花园桥表白墙等学生组织运营的公众号都曾和我们有过合作。我们在和学校合作的方面仍有欠缺，未来也会继续加强与学校的沟通。

5.2 商业计划

5.2.1 招商对象

(1) 企业类

从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创业产业等的企业。

(2) 个人类

以“个人资助方式”提供一定资金及服务的自然人。

5.2.2 招商优势及亮点

(1) 技术优势

PIE 战队成立至今，在 RoboMaster 机甲大师赛、全国大学生光电设计竞赛、全国大学生物理实验竞赛创新赛屡获大奖。多年的参赛经验为机器人实验室积累了雄厚的技术资源。我们战队更出色的成绩有助于我们站上更大的舞台，给赞助商提供更大的宣传平台，也有助于提升赞助商在工程师届的形象。个人：以“个人资助方式”提供一定资金及服务的自然人可成为“RoboMaster2023 机甲大师赛”首都师范大学 PIE 战队的赞助企业。

(2) 人才优势

战队成员包括物理系、信息工程学院、教育学院等大一至研二的学生。历年走出战队的老队员中人才济济，大部分保研本校或北邮、北大等院校，数人进入大疆创新等企业。我们能提供给企业面向全国理工科学生的露出，有助于对工程师人才有需求的企业进行雇主品牌

建设。我们的合作能够提供给战队中的青年工程师们一个机会去了解和熟悉贵司的产品、服务以及企业文化和理念，贵司将从与潜在员工建立的良好关系中长期获益。

(3) 交流优势

我队实验室注重战队间与学校间的交流，在北京高校间频繁来往，其他战队常来参观我队实验室。在交流中我们会分享资源，交流赞助商。各个组别的成员在与其他战队队员交流的过程中会互相推荐零部件商、加工商、绘图软件等等。我队很多的线下交流机会可以更直接、广范围地提高企业在各高校间的影响力与传播力。



图 5-4 与部分战队交流



图 5-5 团队交流

(4) 团队推广优势

在战队宣传方面，战队自媒体内容制作能力强，在保质量的基础上能保持一个较快的更新速度。内容以培训课程、日常生活和备赛参赛组成，丰富多元，分享干货的同时不失趣味。目前，战队的微信公众号及哔哩哔哩账号粉丝均破两千，在 RM 相关的自媒体账号中排名前列。

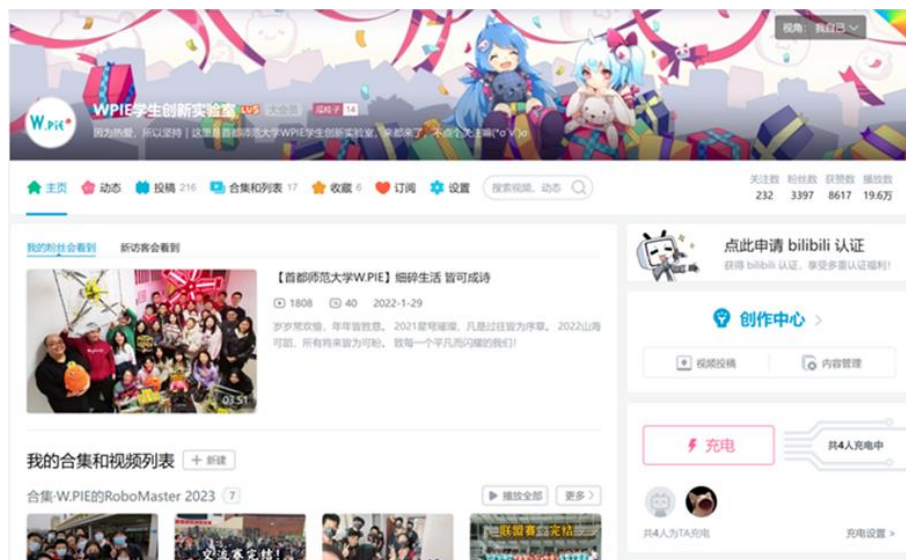


图 5-6 战队 B 站账号首页

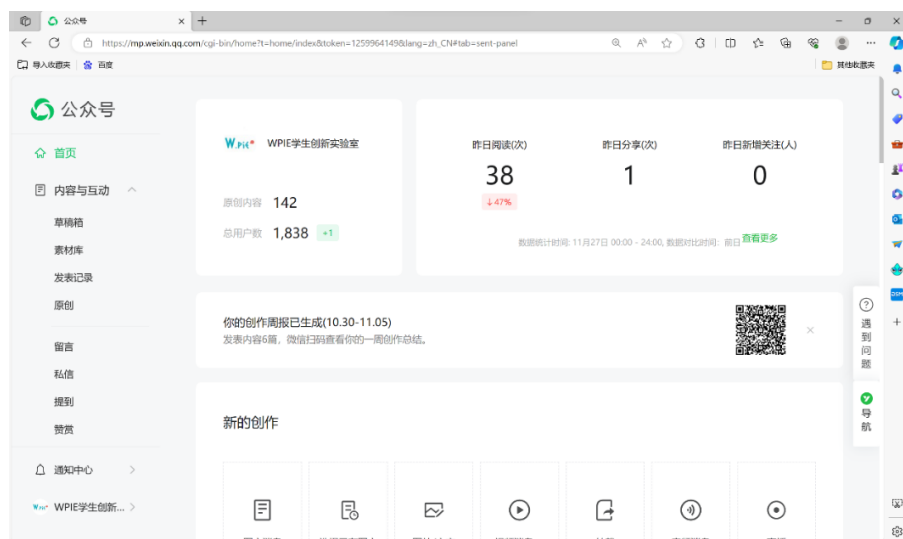


图 5-7 微信公众号数据

在周边制作方面，战队宣传组设计了多款文创周边，比如队服、鼠标垫等，深受本战队队员以及其他战队队员的喜爱。外出比赛时，队员们会统一穿着队服，同时，战队还会与其他战队互换周边。这些文创周边在战队内部及战队间都有着很强大的宣传力。



图 5-8 周边合集



图 5-9 文化建设周边墙

5.2.3 合作模式

		冠名合作伙伴	特约战略伙伴	紧密合作伙伴	合作伙伴	
个数		1	2	若干	若干	
需满足条件	赞助内容折合价值	最高价值超过 5 万元	超过 3 万元	超过 1 万元	低于 1 万元	
	长期技术交流与支持	√	√	——	——	
品牌宣传	冠名	实验室唯一冠名	——	——	——	
	企业 LOGO 展示	车体展示	全兵种 (10cm*5cm)	部分兵种 (5cm*5cm)	——	——
		队服品牌 LOGO 展示	正面 大号图标	背面 大号图标	侧面 中号图标	侧面 小号图标
		实验室对外宣传视频、手册、PPT 品牌 LOGO 展示	大号图标	中号图标	——	——

			冠名合作伙伴	特约战略伙伴	紧密合作伙伴	合作伙伴
		实验室赞助商排版图、展板品牌 LOGO 展示	顶部位置 大号图标	中上部位置 中号图标	中部位置 小号图标	小号图标
		实验室周边 LOGO 展示	√	√	——	——
	网络宣传	实验室平台发布赞助商活动信息	√	√	√	√
		实验室微信公众号 LOGO 展示	大号图标	推送 LOGO 展示	公众号中部 LOGO 展示	公众号末尾 LOGO 展示 小号图标
		实验室 B 站账号视频 LOGO 展示	大号图标	√	√	√
		实验室百度词条品牌展示	√	√	√	——
	社会活动宣传	实验室相关活动新闻稿中介绍，同时享受相应的媒体推介	√	√	√	√
		实验室举办的相关宣传活动	设置专属展台	设置专属展台	——	——
		赛季不超过三次的机器人使用权（可用于商业展览会及公司内部展示等）	√	√	——	——

			冠名合作伙伴	特约战略伙伴	紧密合作伙伴	合作伙伴
		优先邀请出席实验室举办的各类宣传活动并致辞，如新生宣讲会、媒体专访等	√	√	√	√
人才培养		企业与实验室合作，举办高校招聘会	可优先	可优先	可	可
		企业可与本校实验室优先合作开发研究项目	√	√	√	√
		实验室组织队员及相关专业学生赴企业参观交流	√	√	√	√
		企业拥有邀请优秀队员实习的优先权	√	√	——	——
后续影响		企业可使用实验室队名、LOGO、机器人外观等用于企业宣传	√	√	√	——
		企业将定期收到工作进度汇报邮件，开展技术与运营方面的交流学习	√	√	√	√
		赛季结束，企业将收到详细赞助反馈	√	√	√	√
		企业将优先获得实验室	√	√	√	√

		冠名合作伙伴	特约战略伙伴	紧密合作伙伴	合作伙伴
	长期合作权				

5.2.4 赞助需要

5.2.4.1 资金支持

承担首都师范大学 W.PiE 学生创新实验室参与机器人赛事及研发的相关开支（包括但不限于零件采购、加工开支、差旅交通等）。

5.2.4.2 技术支持

提供技术支持或者技术培训。

5.2.4.3 物资支持（包括但不限于以下产品）

（1） 仪器工具类

无线烧录器、万用表、学生电源、示波器、逻辑分析仪、函数发生器、多功能智能焊台、数字电桥、压线钳、防护眼镜、螺丝刀披头、3D 打印机、光固化打印机、铣床、铣刀、工具箱、零件盒、攻丝机、台钻、钻头、斜切锯。

（2） 标准件类

螺丝螺母、交叉滚子轴承系列、滑环。

（3） 原料耗材类

碳板、碳杆、碳管、3D 打印耗材、环氧板、玻纤板、铝管、铝板、铝柱、pc 板、亚克力板、椴木板、雪弗板、型材。

（4） 电子元器件类

插接件 XT30 立式（公头、母头）、XT30 卧式（公头、母头）、插接件 XT60（公头、母头）、航空头插头、STM32F405VGT6、STM32F405RGT6、STM32G474VET6、MM32F3277G9P、TJA1042X 系列、TC264、BQ24640、AD8217、TPS61088、MCP2515。

（5） 成品模块类

C 板、腿轮电机、关节电机、烧录器、红外电子靶、激光雷达、飞控系统、全向轮、麦轮、避震器。

5.2.5 赞助商权益

- (1) 参赛队举办校园内活动可供赞助商做品牌露出
- (2) 承参赛队伍冠名权（冠名赞助商特有权益）
- (3) 参赛队员队服广告位露出
- (4) 参赛队自有媒体平台持续性露出
- (5) 参赛队提供机器人零部件测评反馈
- (6) 参赛机器人车体广告位露出
- (7) 参赛队员接受媒体采访时可对赞助企业进行宣传
- (8) 了解团队的科技人才，以便进行双向选择
- (9) 贵司可以与实验室进行技术上的交流

5.2.6 招商单页



图 5-10 招商单页正反面

5.2.7 新赛季招商目标

上赛季为我队招商首年，合作对象多为合作伙伴形式，总体来看合作规模较小。在有了

一定的招商经验后，本赛季将计划从拉赞助的形式上、提升合作规格方面有所突破。

5.2.7.1 扩展线下交流机会

考虑到在线下的技术展会或直接线下面基能有更广泛的潜在合作对象，且能短时间地介绍实验室，相比于线上更快速地明确双方的义务与权益，我们计划多关注学校附近的线下科技展会，提前筹备宣传资料及招商小册，去往线下拉赞助，提升合作的成功率。

预计准备物料有：招商经理名片、招商宣传手册。

5.2.7.2 提升合作规格

在积累了一些资源后，我们在其他战队的帮助与分享资源下，计划寻找 1 个冠名合作伙伴或若干特约战略伙伴。赞助形式向资金形式倾斜。

在做好上赛季合作伙伴的续约后，适当地提升合作伙伴的规格，再向长期合作方面迈进。

6. 团队章程及制度

6.1 团队性质及概述

6.1.1 团队名称

我们的队名是 **PIE**。这三个字母分别是 **physics**、**information**、**electric** 的首字母，与队员们所在的物理系息息相关；同时这三个字母又是 **passion**、**innovation**、**experience** 的首字母，体现出队员们对比赛的热情和比赛中展现出的创新能力，希望通过比赛丰富经历，增长经验。

6.1.2 团队性质

队员主要来自物理系和信息工程学院，另有一部分来自学前教育学院、化学院、教育学院、马克思主义学院的各年级同学，在指导老师的引导下自愿组成团队。

6.1.3 团队原则

- ①自觉遵守团队规则，执行团队决议。
- ②维护团队的利益，不得对外人和组织和个人泄露团队商业秘密。
- ③尊重团队成员的信仰。

6.1.4 团队文化

团队口号是“因为热爱，所以坚持”。在口号引领的价值观下，各自发挥优势共同为团队的未来努力。

6.1.5 团队目标

- ①提升个人能力，互相学习，共同进步。
- ②培养团队合作意识，提高团队内部自我管理能力和团队协作能力。
- ③打好相关技术基础，积累经验，为日后的新参赛队员提供有效的帮助，促进团队成长和壮大。

6.1.6 团队共识

- ①认真完成自己分内的工作，成员需要帮助时在不妨碍自己工作的情况下，积极给予帮助。
- ②积极维护团队秩序，顾全大局维护团队的合作和统一。
- ③积极参加团队每项活动，备赛过程中要保持团队内部融洽，成员之间积极沟通。

6.1.7 团队会议

- ①会议主持人负责商定协调时间，确保会议内容涵盖会议需要讨论的所有事情。
- ②所有成员必须按时参加团队会议，特殊情况不能参加提前告诉团队负责人。无正当理由缺席组会将执行按奖惩制度方案。
- ③不能参加的团队会议的成员，其他成员相互告知会议内容。
- ④由团队负责人整理总结会议讨论决议及会议纪要。

6.1.8 团队权利

- ①团队所发出的各项任务 and 决定，由全体成员共同评估其可行性，各成员拥有对团队各项工作的批评建议权和监督权。
- ②成员拥有接受团队的辅导、拓展的权力。
- ③成员拥有团队举办的活动的参与权。
- ④成员可以获得团队发放的奖励。

6.1.9 沟通机制

- ①在校期间：多为面对面交流，飞书群辅助交流。
- ②离校期间：团队成员达成共识，通过飞书群进行工作交流及开会，通过微信进行生活上的交流。如有需要还可以增加其他形式的沟通渠道。

6.2 团队制度

6.2.1 审核决策制度



图 6-1 机器人研发流程图

(1) 机器人研发流程及各阶段参与人员

①项目分析：

项目分析阶段为赛季参赛手册和第一版规则手册发布后进行。确定机器人需求和研发方向，协调人力资源，确定各个兵种的负责人及组员。

②方案设计：

方案设计阶段为项目分析后的一至两个周。由各个技术组组长带领主要组员确定机器人的整体方案。视觉组和电控组确定技术需求，规划学习研发任务；机械组确定机器人的整体设计和加工方案，机械组组长分析各个兵种的方案可行性，组员进行优化和完善。

③三维建模：

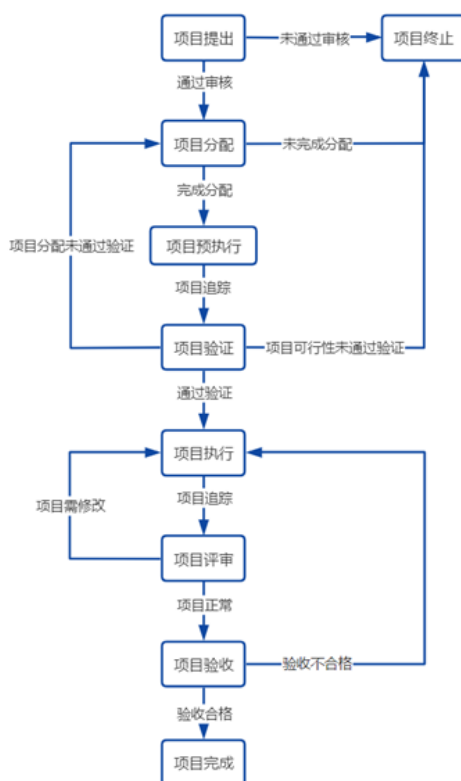
三维建模阶段为完成方案设计之后的一个月。机械组全体成员完成第一版机器人的模块设计和整体装配，最终机械组组长分析确定模型的规范性、可行性和可加工性，标志着此阶段的完成。在此期间，对于已经确定加工方式的结构，提前购买耗材或者外包加工，避免在下一个加工装配阶段内出现大段等待耗材的空档期。电控组和视觉组编写代码为之后做准备。

④加工装配。加工装配阶段为三维建模后的一个月。机械组全体成员根据模型进行加工和装配，期间记录出现的问题，用于下一版的优化迭代，同时电控组可以帮助做相关模块测试，确定方案的可行性。

⑤测试迭代。测试过程为加工装配后的一到两个周。分为机械组对机器人结构强度、稳定性等方面进行测试和电控组对整车进行单个结构及结构间配合测试。测试时需要做好测试记录，方便后期的机械迭代。

⑥各组联调。各组联调在基本确定了机器人的结构之后进行，到比赛之前完成为止。优化程序控制单个机器人以及机器人之间的配合，提高操作熟练性，做好备件，为最终比赛做好准备。

(2) 审核制度



项目的提出是阶段性提出的，一般在官方发重要通知或者战队开过大组会后，在经过团队主要负责人的讨论之后，由队长和项目管理共同商讨确定项目的起始时间和结束时间，并且分配参与该项目的人员。项目的提出最终体现在任务记录表上

项目提出后，项目里的主要负责人（一般是各技术小组组长）接收项目，并且在对应小组组会上分解项目，布置具体任务，和小组组员商讨确定后，项目分配的结果会体现在任务记录表里，项目负责人需要在项目里添加任务以及任务的优先级，描述对任务的要求并添加任务执行者。

项目执行阶段首先需要任务执行者理解任务要求，再开始任务，执行过程中执行者需要在及时更新任务完成情况，反馈问题，便于项目管理追踪进度，也便于项目负责人帮助解决问题。

项目追踪体现。项目管理日常利用任务记录表跟踪进度，小组会上组员分享周结报告的时候，小组组长对任务完成情况作出反馈。大组组会上队长和指导老师对这一阶段项目完成情况作出点评和建议。

为了便于在组会上进行任务审核、任务更新、任务新建的记录，战队采用任务表格+思维导图的方式进行记录。能将任务完成情况，任务完成度评价，任务更新迭代情况快速清除的记录下来，也方便查看每个小组或者个人的任务完成情况。

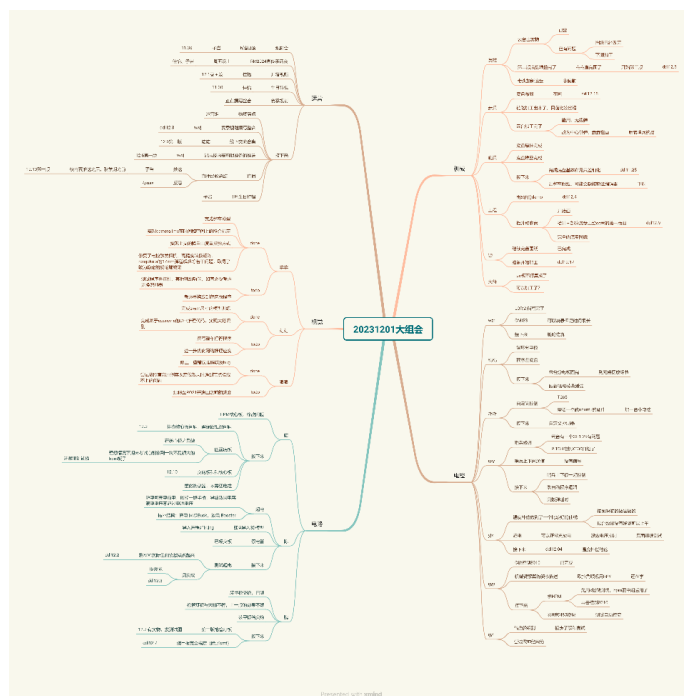


图 6-2 组会展示的思维导图

项目验收。其中任何一步没有通过验收，都会反馈给任务完成者，由任务完成者对任务做优化和改进，并做好记录，优化完成后再从第一步走成果验收流程。

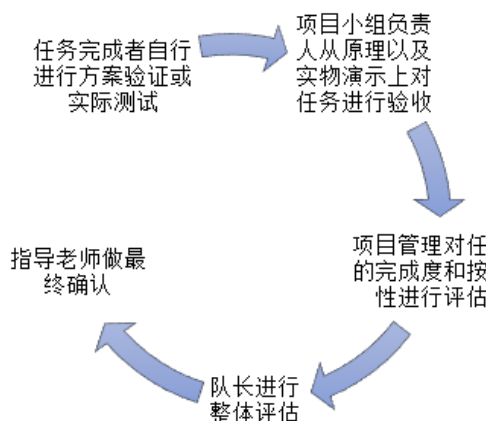


图 6-3 验收流程

(3) 决策制度

①小组讨论决策制度：

关于研发进度、预算管理 etc 具体事项小组所有成员共同讨论决定，必要时有项目管理或队长共同讨论。组内所有观点与意见得到充分表达和记录，如果决策执行中出现问题，通过会议记录进行复盘分析，落实责任归属。

②例会决策制度:

例会决策原则采用少数服从多数，关于队内各重大事项由所有队员进行充分讨论，共同投票决定，投票决定后所有队员应坚决执行决策，共同承担相关决策责任。

③重大事项决策制度:

队内重大事项会向指导老师提出并在与指导老师的例会中进行充分讨论决定，指导老师对于战队重大款项支出与方向性决策具有充分指导权与一票否决权，如果队员决策与老师决策出现相左，由队长、顾问等代表队员同指导老师进行协商。

6.2.2 会议制度

(1) PIE 战队全体成员例会

会议时间：每周一次，每周四晚上 18:30

会议地点：北二临建楼 103

会议内容：主要讨论关键技术和进度管理问题，队长、项目管理检查各个小组的备赛进展，安排下一阶段的任务，根据实际情况调整备赛计划，调节团队氛围，保持团队备赛的积极性。各个成员踊跃发言，发表对备赛情况的意见和建议。每个成员汇报个人的上周任务完成情况，对于本周出现的问题进行讨论解决，针对出现的进度超前或延后修订计划并列下下周的个人任务和实验室总体任务。

会议总结：会议纪要由项目管理进行记录，整理完确认无误后，上传到 NAS 上留作记录。

(2) PIE 战队培训组会

会议时间：每周一晚上 19:30

会议地点：北二临建楼 103

会议内容：培训讲师交流本周培训/比赛情况，指出不足之处，根据实际情况调整下周培训安排。

会议总结：会议纪要由项目管理进行记录，会议结束，确认无误后截图发到飞书群里。

(3) PIE 战队小组例会

会议时间地点：

组别	时间	地点
机械组	每周六上午 10:30	北二临建楼 103
视觉组	每周四下午 16:30	北二临建楼 103
运营组	每周三晚上 21:00	北二临建楼 103
电路、电控联合组会	每周二晚上 21:00	北二临建楼 103

会议内容：组内个人准备好体现本周进度的实物、文档（例如周结）等，汇报本周任务完成情况，组长带领讨论解决遇到的技术问题。分析本周进度提前或延后的原因，找到解决方案，及时调整计划。

6.2.3 考勤制度

首都师范大学 PIE 战队工作时间安排表	
上午	8:30-11:30
下午	14:00-17:30
晚上	19:00-22:40
休息时间	周末的一个上午和晚上（队员根据自身情况调整）
期末阶段	根据各自专业的安排，拥有两周复习时间，一到两周考试时间
备注：每天晚上 21:30 之后可以在实验室工位上进行娱乐活动，其他工作时间禁止在实验室打游戏，在能保证任务完成的情况下，可以在工位上学习课内知识。	

每人以自觉为前提，原则上保证一周有五天（除上课时间）在实验室工作或学习，若有正当理由，可自行调整出勤时间段，但必须按时完成个人任务，不影响团队任务正常进行。

对于已于 24 小时前安排的会议或集体活动，若未提前请假，必须按时出席，迟到一分钟以上按奖惩方案处理。

6.2.4 考核制度

以每个任务的可交付成果为依据，结合工作积极性、方法性及态度，以自评为主，开组

会时进行组内评价，同时指导老师做出评价，以此为评价标准做出奖惩。

6.2.5 奖惩制度

(1) 惩罚制度

- ①拿实验室的水不写名字，被发现 n 次，罚水 2^n 箱。
- ②吃完外卖后不倒垃圾，次日被发现后，罚水 2^n 箱。
- ③开会迟到 n 次，罚 2^n 水箱。
- ④离开工位后，未推转椅，被发现 n 次，罚水 2^n 箱。
- ⑤在跑道上吃东西，罚做全屋的值日。

(2) 奖励制度

奖励会以劳务形式由学校发放，包括培训工资、比赛奖金、任务加成和其他劳务等，依工作量大小可能数额不同。

6.2.6 培训制度

宣传招新事宜于学期前或初期决定，决定内容包括本学期课程时间及内容安排、人员分配、后续材料准备。学期初的宣讲活动做到全体成员共同参与，进行发传单、介绍实验室、展示实验室成果、开宣讲会等活动。

课程主讲人能提前一周准备好课程（包括 PPT、示例程序、练习题及相关硬件）进行试讲。试讲时能做到有至少两名实验室正式成员参与，按正规上课流程进行。每节课有 2 至 3 名助教，协助主讲人解决随堂疑问，并及时观察学生听课状态，通过拍照、视频进行记录。课后及时完成课程总结，并随同上课资料视频等上传到 NAS。注：课程总结包括：课程内容，上课时间，主讲以及助教，并对本节课的重难点、学生反馈以及改进建议等进行记录。在培训中，每人做到至少担任两次助教，且需在上课过程中认真履行助教义务。

6.2.7 退队制度

(1) 退出一线工作

大三下学期开始因考研、就业、实习等原因的，可以自由选择不再参加实验室技术活动，如果能够继续担任指导和顾问，可以保留实验室成员身份。

(2) 主动退队

由于培养期间的大量投入，原则上大三下学期之前不允许实验室成员主动退队，但却因个人原因不能继续坚持的，需由指导教师审核考量。

(3) 被动退队

参考 [6.2.5 惩罚制度](#)；有其他不适合继续在实验室工作情形的。

6.2.8 设备管理制度

实验室设备管理制度规定了实验室设备和实验室空间的管理办法，为队员提供一个实践的优良平台，满足队员的日常学习工作，机械加工与实验、电子制作与实验的要求。

(1) 卫生管理

实验室共有四个大垃圾桶，其中两个位于电路组、机械组屋子内，用于放废弃零件、板材等，另外两个放于门厅，一个用于放空塑料瓶、纸盒等可回收物，另一个用于存放其他垃圾。易腐蚀物不得扔在实验室的垃圾桶内，实验室成员需自觉分类扔垃圾。看到垃圾满了请自觉更换垃圾袋，垃圾袋一般放在门厅最里面的柜子最下层。

每学期初，会按照同组人员或就近原则进行值日组别的分配，值日周期为一周。值日生需在本周负责实验室日常卫生情况，并进行至少一次的大扫除。每周组会前进行检查，若发现本周值日生未有效完成任务，则加罚一周。

103 大桌子可用于吃饭，务必使用餐垫，吃完后及时收拾垃圾。工位上不可吃饭。

(2) 物品管理

①实验室房间的密码不得随意告诉实验室以外成员，也不得随意带朋友进实验室归属房间。

②工具及参考书不得外借，实验室成员用完后需及时归还。

③个人使用完毕且有保留价值的书及笔记可贴好标签存放于实验室的专用柜子里，供其他成员借阅。

④个人存放在公用冰箱内的过期食物要及时清理。

⑤离开工位后，需将椅子推进桌子下面。



图 6-4 姓名贴可用于区分物品

(3) 网络管理

实验室成员拥有登录 NAS 的权限，可以在对应文件夹里上传文件资料，能保证分类正确且明确，不得擅自删除或者更改公共文件夹。不把 NAS 里的任何文件擅自导出给实验室外部成员使用。

NAS	名称	文件夹	账号	密码	备注
PIE	W.PIE	\\192.168.1.41\W.PIE	中文姓名	自己设定	实验室成员必加， 内涵日常必须文件
	RoboMaster	\\192.168.1.41\RoboMaster	中文姓名	自己设定	RM 成员必加， 内涵 RM 各种文件
	PCB	\\192.168.1.41\PCB	中文姓名	自己设定	电路组成员必加
	HOME	\\192.168.1.41\HOME	中文姓名	自己设定	存放个人文件
PIE_Media	Media	\\192.168.1.42\Media	W.PIE	wulipie310	存放实验室日常照片 视频

(4) 实验设备管理

①使用人员爱护仪器设备，按照仪器的使用方法操作，对于特别精密仪器，使用前会先请教有经验的成员进行指导。

②使用者注意使用的规范性，避免造成人身安全问题。

③没有特殊情况不对设备任意的拆分与改装，遇到仪器出现故障，及时上报，等待专业

人员的处理。

④使用者使用后能及时放回原位，方便下一位使用者使用。

⑤能定期打扫清理设备，防止灰尘以及一些杂物的干扰精密仪器。

⑥能定期打扫设备周边的卫生，使用设备时，注意不要弄脏周围的墙壁等不易清理的地方。

6.2.9 值日制度

每学期初，按照同组人员或就近原则进行值日组别的分配，值日周期为一周。值日生能在本周负责实验室日常卫生情况，并进行至少一次的大扫除。每周四组会前进行检查，若发现本周值日生未有效完成任务，则加罚一周。

各组在值日周期的周四组会后对实验室进行全屋值日，包括但不限于：

1. 对全屋（含门厅）扫地、吸地、擦地，清理吸尘器内垃圾，清理拖布桶，清理保洁工具区地面。
2. 整理和擦拭实验室的公共桌面（会议桌、工作台、橱柜、矮柜）、仪器设备、窗台、楼道门。
3. 清理水池和篦子内的异物，利用百洁粉或清洗剂擦拭水池及水龙头。
4. 巡视房间的墙壁，利用干净的、略微潮湿的抹布擦拭被蹭脏的墙壁。
5. 利用洗衣粉或洗衣液清洗抹布并晾干，确保抹布干净无异味。
6. 清理冰箱内过期的、变质的、或长期无人认领的食物。
7. 每周浇花 1-2 次，水线需超过内盆盆底，以高出内盆盆底 3 厘米左右为宜。

各组每天需对实验室卫生进行巡查，包括但不限于：

1. 将会议桌、工具台、场地的公用物品收纳归位，将散落的个人物品整理并要求物品主人收拾整齐。
2. 及时处理房间地面上的各类遗撒、及时擦拭公共桌面的污渍、及时清空垃圾桶并更换垃圾袋、及时打包可回收垃圾、及时清理水池和篦子卫生，确保会议桌、工具台、

场地无杂物。

3. 补充洗手液、纸巾、矿泉水等公用生活物资，确保多媒体、仪器仪表等及时关闭。

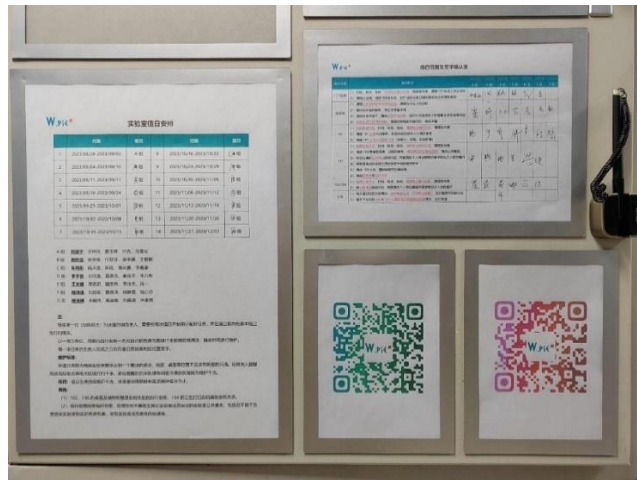


图 6-5 实验室张贴的值日表

6.2.10 其他制度

(1) 赛季整理

赛季结束后，首先个人对本赛季工作进行总结，软件方面整理并上传（包括整车程序及使用说明、各类过程资料、详细技术报告、视频照片），硬件方面归还并收纳。其次听从指导老师的安排，实验室成员集体完成实验室的整理和清扫。

(2) 突发情况处理

临时遇领导参观或实验室检查等情况，实验室成员能听从指导老师安排，积极参与整理清扫等工作。

W.PiE



微信公众号&站：WPIE学生创新实验室