



ROBOMASTER 2022
超级对抗赛及高校单项赛
华中科技大学狼牙战队
赛季规划

目录

1. 团队文化.....	1
1.1 对比赛文化及内容的认知及解读.....	1
1.2 队伍核心文化概述.....	2
1.3 队伍共同目标概述.....	3
1.4 队伍能力建设目标概述.....	4
2. 项目分析.....	5
2.1 步兵机器人.....	5
2.2 哨兵机器人.....	8
2.3 英雄机器人.....	11
2.4 空中机器人.....	13
2.5 工程机器人.....	17
2.6 飞镖系统.....	22
2.7 雷达.....	25
2.8 人机交互系统.....	26
2.9 技术中台建设规划.....	32
3. 团队建设.....	40
3.1 团队架构.....	40
3.2 岗位职责和要求.....	41
3.3 团队文化建设计划.....	44
4. 基础建设.....	46
4.1 可用资源分析.....	46
4.2 协作工具使用规划.....	46
4.3 研发管理工具使用规划.....	49
4.4 资料文献整理.....	52
5. 运营计划.....	56
5.1 运营综述.....	56
5.2 宣传计划.....	57
5.3 商业计划.....	61
6. 团队章程及制度.....	64
6.1 团队性质及概述.....	64
6.2 团队制度.....	64

1. 团队文化

1.1 对比赛文化及内容的认知及解读

全国大学生机器人大赛 RoboMaster 机甲大师赛是由共青团中央、全国学联、深圳市人民政府联合主办，DJI 大疆创新发起并承办的机器人赛事。作为首个全球性的射击对抗类的机器人比赛，大赛颠覆了传统的机器人比赛方式，采用了以射击对抗、资源争夺、战术策略为主的比赛方式，配之以震撼人心的视听冲击力、激烈硬朗的竞技风格，吸引了诸多企业和科技爱好者的关注。

而在我们团队内经过综合分析后，对大赛文化进行了深刻解读，总结出大赛的以下几重内涵——

技术头脑风暴的空间。作为竞技对抗类比赛，RoboMaster 机甲大师赛侧重考察参赛队员对理工类学科的综合应用能力与工程实践能力，充分融合了“机器视觉”、“嵌入式系统设计”、“机械控制”、“惯性导航”、“人机交互”等众多机器人相关技术学科，同时创新性的将电竞呈现方式与机器人竞技相结合，使机器人对抗更加直观激烈。在备赛期，各参赛队伍根据大赛组织方公布的规则对本团队的机器人进行技术上的创新，通过本团队内的学习交流、不同高校不同团队的技术交流、大赛官方的开源交流等形式，同学们将理论应用于实践，不同的思想在技术的创新中碰撞出火花，最终达到了技术的交流传播和专业知识的提升的目的。

科创环境的缔造者。每一个 RoboMaster 团队都有着多个技术组，不同技术组负责着同一个机器人的不同部分，最终成为可以赛场驰骋的机甲；而在团队的管理方面有着运营组的统筹规划，管理着物资分配、团队文化建设、宣传工作等，保障着备赛期技术创新的进行，这种科创环境是平时的大学课堂所不具备的。

工程师文化的塑造者。RoboMaster 大赛的参赛者设计出一个优秀的机器人需要精准的机械结构设计和装配、精妙的代码编制和准确的电路控制，而这需要的是团队的交流与不同专业技术人员的沟通合作；在紧张而有限的备赛期中，青年工程师们将好奇变为创造力，将一个个 idea 变为实际存在的创新，经过了专业知识与工程师品质双方面的磨砺，从技术小白变成具备动手能力和独特想法的青年工程师，最终成为追求极致、有实干精神的梦想家。

1.2 队伍核心文化概述

华中科技大学狼牙战队创建于 2015 年，于 2018 年正式更名为狼牙战队。在参赛的数年内，狼牙经历过辉煌与低谷，但我们的团队仍是在一届又一届队员的共同努力下，完善自身的管理体制，创新队伍梯队培养模式，加大队伍校内宣传力度，向着团队共同的目标不断前进着。

而在不断变化的体制、不断更新的队员外，不变的是狼牙的内在精神和核心文化——技术至上，永远热爱，团队协作，鼓励创新，不馁不惧，不断传承。

永远热爱——团队中的所有人永远热爱自己手中的机甲，永远热爱自己为之付出的比赛和团队。作为一支老牌参赛队伍，狼牙不断提高着自身技术实力和校内外影响力，不仅是校内技术团队、创新团队的代表，在队伍内更是一个其乐融融的大家庭，来自不同专业、不同技术组与运营组的同学们为了同一个梦想聚集在一起，星星之火最终成燎原之势。同时，狼牙不断提高曝光度和影响力，让更多校内师生了解、热爱我们的团队，让我们的成绩成为他们引以为傲的荣誉，让团队的队员永葆热爱。

团队协作——狼牙是一个关系融洽、合作愉快的大家庭，也是一个分工明确的技术团队。在备赛过程中，狼牙采取分技术组、分项目组进行汇报的制度，不同技术组的成员共同完成同一机甲的研发，由不同技术组成员进行沟通交流，使机械结构、算法视觉、电路控制等有机结合，形成技术上的闭环，将团队作用最大化。

鼓励创新——在每一年规则发布后，技术组成员通过组会分析、技术总结等提出各自的新赛季设计方案，并鼓励在所有可行的方面进行创新。

不馁不惧——积极克服在研发过程中所遇到的各种问题，愿意为之付出时间与精力，在想法遇到阻碍甚至失败时不气不馁，及时思考其他方法；在比赛过程中提高自信心，面对强队不畏惧。

不断传承——不断完善梯队的培养机制，每一年的主力队员进行梯队培养和技术总结，对于当年的研发任务、调试情况、技术细节以及所感所得等及时交代给下一年的队员，进行技术的传承与迭代创新。

在备赛过程中，狼牙始终牢记“明德厚学，求是创新”的校训，牢记团队文化核心，以最高要求、最高标准要求自己，追求着更多的创新、更精妙的设计、更强大更稳定的性能、更精准的打靶，一往无前华科行，气壮山河狼牙名。狼牙，不破不立，且行且战。

1.3 队伍共同目标概述

21 赛季的失利给团队敲响了警钟，狼牙痛定思痛，积极总结出现的问题，弥补团队的缺陷。所谓不破不立，破而后立，22 赛季的狼牙战队将在武汉这座英雄的城市涅槃重生。我们会以积极的态度、昂扬的斗志、不屈的精神、蓬勃的生机面对前方种种困难。在新的赛季我们设定分区赛四强，总决赛十六强的保底成绩，并且在此基础上超越自我不断改进创新，力争分区赛前二，突破建队以来从未达到的总决赛八强。在向着目标迈进的路上，狼牙将从如下四个方面进行团队建设：

1.3.1 打卡时间

去年的失利首要的原因就是进度的拖沓，而究其根本原因还是打卡时间管理的不科学。今年战队制定每周的打卡时间标准，引入钉钉作为打卡工具用以记录大家的打卡时间，可以在第一时间观测团队成员积极性的高低。在此基础上制定有趣的打卡时间投掷版“大富翁”文化墙（详见 5.1.2），最大程度调动团队成员的工作积极性。此法奖罚分明，但惩罚的趣味性极大程度弱化了传统惩处措施给队员带来的抵触心理。

1.3.2 物资管理

上个赛季的物资没有采取电子仓库模式的统一管理，今年将把物资的分配管理落到实处。战队统计了现有的包括电机在内的众多公用物资，将数据记录进电子仓库统一管理，做到每一次使用都有领用时间、人员的记录，避免了物资情况的不可追溯。在物资的购置方面，战队将建立严格但快速的审批通道，首先由组长、队长审批是否通过申请，再详细记录购买信息发票等资料，使报账的速度与规范得到保障。

1.3.3 例会制度

我们将沿用并继续完善例会制度。往年的例会时间过长，因此临近考试时为了不影响队员考试复习团队会取消例会。而没有大例会的监管大家的进度普遍拖沓，导致实际进度与时间轴的规划严重不符。今年将减短大例会的时间以保证大例会的次数，同时邀请往届学长、学姐参与例会指点不足，提高大例会的质量。往后的大例会也将积极推动校校合作，校企合作，积极对外交流学习，实现技术互补，挂钩前沿的技术，不断提升实力。

1.3.4 招新培训

团队利用暑假的时间招募了一批热爱机甲的同学。夏令营的招募区别于新学期招新，审

核标准与难度都相对较高。我们希望通过夏令营挑选出一批已经具有一定技术基础的梯队，同时在后续培训中给新成员适当施加压力以开发潜力。

在梯队管理模式上，我们采用“4+6+2”的创新培养模式使梯队能够用最短的时间适应团队。“4”指梯队将会分配给机械、算法、嵌软和电路四个方向的不同主力，让梯队对机器人的工作模式有一个基础的认识，同时培养梯队各个方向的基础能力，避免往后非机械梯队不会拧一些简单螺钉导致进度受到影响的类似问题的出现。“6”指在基础培训后将梯队进行六个不同组别的实战培训，详细介绍每一辆车的关键技术点，使得前一阶段学到的知识与实际交融，加深对知识理解的同时感受不同车辆的科技魅力。“2”指团队会在基础的技能知识培训后将梯队分配给两个同一方向的主力，避免了一个主力因为个人原因没时间管理梯队使得梯队学习效率大打折扣的情况，同时两个主力的分别讲授也远比一对一培训更全面完整，两人互相补足可以使梯队了解到更全面更详实的知识。

1.4 队伍能力建设目标概述

首先，在技术能力方面，狼牙拥有得天独厚的条件——排名顶尖的电信学院和机械学院和优质的教学平台和教师资源，对加入队伍的梯队进行定向系统化的培养。我们不仅会对各技术组进行本组技术的培训，培养该组同学具备相应的机械、算法、电路等方面的理论实践基础，掌握基本的软件、机器的使用方法，最终达到可以在备赛期间提出创新方案、在赛场上可以临时应变的需求，同时，我们会对各技术组同学进行适当的交叉培养，让各技术组熟悉其他技术组所做的事情，最终共同设计出一台功能齐全、有创新性设计的机甲车。

其次，在综合能力方面，狼牙战队实行分兵种的研发制度，让个技术组的同学沟通交流，培养队员沟通合作的能力；例会打卡制度要求队员在繁忙的学业中抽出时间进行学习研发，同时要将所做工作以书面形式汇报，培养队员们的时间管理和表达概括能力等等。

一言蔽之，在技术层面上，我们希望培养出有着专业知识与丰富动手能力，对前沿的机器、软件等有所了解，对临场的需求可以尽快提出解决方案的优秀青年工程师；在综合素养层面，我们希望培养出走出校园舒适圈，并具有精确时间管理、团队沟通意识、交流表达能力、创新性思维等有助于队员今后个人发展的综合能力，让队伍不仅成为学校科创团队的领军人物，更要成为人才培养方面的领头羊。

2. 项目分析

2.1 步兵机器人

2.1.1 需求分析&设计思路

2022 赛季与 2021 赛季相比主要有以下几点改变与步兵机器人相关：

- (1) 增加了起伏路段的占比。
- (2) 增加了旋转起伏台的设定，对机器人提出了更高的要求。
- (3) 增加了工程机器人给步兵机器人补弹的设定，要求。
- (4) 对于平衡步兵机器人，携带的装甲板类型更改，并且增加了死亡后可以增加辅助结构帮助其恢复平衡。

在此基础上，我们总结得出了步兵机器人的核心需求：底盘平稳快速移动，斜坡爬升能力在颠簸路面上有更好的稳定性。底盘功率控制高效合理，可以通过超级电容提高机动性；射击准确率高，发射机构弹丸无卡弹问题，云台控制稳定，射频控制精准，能够与工程快速对接补弹。特别的，针对平衡步兵，需要提升自身在携带大装甲板条件下的生存能力。

功能	需求分析	设计思路
底盘移动及自旋	快速全向移动，在起伏路段减震效果好，能够飞坡，高速小陀螺自旋，直线运动效率高，能够飞坡	采用平行四边形悬挂，保证灵活度兼具飞坡性能。通过坐标系的变换，实现小陀螺。优化功率控制
射击	射频高，不卡弹，弹道稳定	多次测试确定最优机械结构，优化两个摩擦轮电机的稳定控制
云台双轴响应	云台俯仰角大，响应迅速且准确	减小云台的转动惯量；内置拨盘电机。通过系统辨识及引入前馈控制，提高响应速度
机器人防护	防护结构强度高，易拆装，不会被卡死角	防护外框采用双碳板夹层式设计，整体采用弧线设计
机器人控制仿真	提前进行运动控制仿真，验证模型并提高迭代速度	利用 coppeliasim 结合 Simulink 进行运动学算法验证，
击打能量机关	准确、快速识别并激活能量机关	结合传统视觉与 PnP 算法实现识别与预测

功能	需求分析	设计思路
自瞄	准确识别，区别装甲板数字，反小陀螺	深度学习结合传统视觉，PNP、Kalman Filter 及 EKF Filter 算法；SVM 装甲板分类器

图表 2-1 步兵机器人需求分析&设计思路

2.1.2 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	舵轮底盘	提高舵轮悬挂的结构强度，纠正舵轮运动以及飞坡的轮组姿态
	自适应底盘	缩小尺寸，优化防护，提高飞坡稳定性； 减小轮组硬度，更好的适应盲道
	云台架	优化俯仰角；减小云台前后长度，加快响应； 减小 yaw 轴转动惯量
	发射机构	优化子弹限位机构，提高弹道准确度
	电器元件安装及快拆	优化防护安装，更改电路板及线路位置，方便检修
	平衡步兵底盘	设计轮足式步兵，有利于平衡的控制，同时可以改变装甲板的高度，有利于提高生存率。
硬件	超级电容控制板	方便调试、维修及后续开发
	陀螺仪	更换性价比更高的主控芯片，根据机械需求改进 PCB 板
	24V 转 19V 稳压模块	实现自主设计
	红外靶	制作红外靶，便于弹道测试的量化分析与记录对比
	云台板	制作云台板黑盒子，预留外设接口，优化云台整体布线
电控	系统辨识	得到传递函数，云台的实际转动惯量、力臂及摩擦系数，修正出更优的 PID 控制器
	动力学前馈	在系统辨识得到各种参数的基础上，搭建力矩前馈控制
	freeRTOS 操作系统	优化 freeRTOS 使用规范
	模块封装	优化各函数模块封装，实现简明的程序设计
	机器人控制仿真	仿真适应现实的环境配置与参数设定
	平衡步兵底盘控制	LQR 的稳定控制与飞坡
算法	自瞄	PNP 算法选择，滤波算法选择，滤波初值选择，二值化阈值调整，弹道补偿，根据子弹速度更新预测，击打优先级选择
	反小陀螺算法	结合装甲板分类，提高识别算法的稳定性，敌方平移着的小陀螺预测，EKF 状态的更新逻辑

组别	改进对象	改进内容
算法	能量机关预测算法	更快拟合出圆，用新的点更新与校正拟合的曲线，初态速度相位后续校正

图表 2-2 步兵机器人改进方向

2.1.3 人力及资源评估

步兵机器人数量多，角色重要，步兵组的组员需要具有更加更好的团队沟通交流的能力。同时，步兵组又负责普通步兵、平衡步兵及自动步兵的开发，开发任务较多，需要组员们投入更多的经历进行开创性研发，也需要组内的各技术组之间协调安排好进度，做到各技术组都能同时开展任务，提升研发效率。

具体的，机械方面：组员需要具备工程制图、Solidwork3D 建模、机械设计、材料力学、理论力学等方面的理论知识，以及简单雕刻机、台钻、切割机等加工设备的实际操作能力；电控方向：组员需要具备仿真研发、系统辨识，云台动力学前馈、PID 调试、现代控制原理、单片机控制、机器人学等方面的理论知识；硬件方向：组员需要具备：PCB 设计，EDA 软件使用的实际经验，以及模电、数电、重要分立元件特性和参数、直流无刷电机的驱动等方面的理论基础，还有电路板焊接、电气系统布局布线的操作及检修能力；算法方面：组员需要具备：Ubuntu 操作系统的基本使用能力，C++/Python 独立完成较大工程的能力，数字图像处理，视觉 SLAM，工业相机，非线性优化等理论知识掌握，有远程通讯的实践基础，具备基本调参理论知识与实践基础，具备算法评估与分析能力。

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
麦轮自适应底盘	能快速全向移动，在起伏地形减震效果好，在斜坡路段抓地能力强，能够飞坡	机械 1 人 电控 1 人	机械：熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物 电控：掌握麦轮运动分解原理，电机 PID 控制	5 周	8000 元
舵轮底盘	高速小陀螺自旋，直线运动效率高，电机能量利用率高，能够飞坡	机械 1 人 电控 1 人 硬件 1 人	机械：熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物硬件： 电控：各种运动学仿真软件的使用，熟练掌握各种调试软件	8 周	3000 元

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
			硬件：超级电容及其稳压，电气系统布局布线		
云台	俯仰角大，响应快速，准确	机械 1 人 电控 1 人	机械：能够根据需求选择轴承等标准件 电控：熟悉电机性能参数，系统辨识及调试双环 PID	5 周	3000 元
发射机构	射频高、不卡弹、弹道稳定	机械 2 人 电控 1 人	机械：对子弹发射进行理论建模，分析弹道的影响因素 电控：摩擦轮及拨弹盘的 PID 控制	8 周	2000 元
自动射击	快速、准确识别敌方机器人，反小陀螺	电控 1 人 算法 2 人	算法：熟悉基本的滤波算法、坐标系变换理论知识，具备算法分析与性能评估的能力 电控：提供上位机调试接口	整赛季 不断调试优化	7000 元
建图定位	自动步兵能够在比赛场地中自主进行运动路径的规划	电控 1 人 算法 2 人	电控：提供上位机调试接口 算法：熟悉 ROS 操作；掌握 SLAM 框架	6 周	3000 元

图表 2-3 步兵机器人人力及资源评估

2.2 哨兵机器人

2.2.1 需求分析&设计思路

2022 赛季与 2021 赛季相比主要有以下几点改变与哨兵机器人相关：

- (1) 取消了哨兵攻击补血的增益

(2) 在前哨站被击毁后，如果哨兵无法正常比赛则己方会得到 200 金币

(3) 增加起伏路段的面积

对此，哨兵机器人在固定的轨道上巡航，可发射 17mm 弹丸，对敌方机器人有着自动打击的能力。两个发射机构有多种可供选择的方案可以适应不同的战术需求，但总发弹量仍为 500 发，装弹量也改为 500 发，对弹丸的分配和哨兵的打击策略有较高要求。

新增的起伏路段增加了哨兵与敌方相互攻击的难度，使哨兵受到的威胁更多来源于高地，也对哨兵的视觉识别提出更高的要求。

哨兵整体的质量要比较小以及执行有效的功率限制算法，这样才能保证在底盘功率限制在 30W 的情况下跑得更快。另外要求挂载方式简单实用，实现快速装载和拆卸哨兵。同时，云台能够 360 度旋转，能够在不同位置，不同角度精确打击地方机器人；双发射能实现更大范围的杀伤。视觉上自主打击降低错误识别，扩大自主打击识别范围。以及有较高的动态打击命中率及识别预测。总的来说，哨兵将以自主反击为主，运动躲避为辅，实现对基地的有效保护。

功能	需求分析	设计思路
底盘巡逻	实现更加智能的躲避	建立云台打击和底盘移动的结合策略，使得哨兵在不利情况下能够多变向躲避，通过修改拨弹部分的位置，减轻底盘重量
	缓冲能量最大利用化	设计有效的功率限制思路，利用弹簧机构参与两侧变向的加减速过程，实现能量转化利用
云台结构	提高云台响应速度	通过配重使云台重心更靠近转轴
	上下云台 360°旋转识别打击	给上下云台增加滑环,便于布线
有效识别	在复杂环境下能排除环境光干扰	用深度学习方法查找 ROI，再用传统视觉做精确灯条定位
	在 8m 内保证识别准确度的同时保证帧率高且稳定	在保证识别率的同时尽量压缩原始图片的大小
精准发射	预测装甲板类型和运动	识别装甲板灯条之间的数字并用卡尔曼滤波预测装甲板的位置
	提高 8m 内小装甲板命中率	优化发射机构设计，改进限位结构
	射频达到 20 发/s，不卡弹	缩短并优化供弹链路，减小卡弹几率

功能	需求分析	设计思路
交互通信	与无人机操作手、雷达通信	借助裁判系统与其他操作手进行通信，实现哨兵在关键情况下的有效打击和变向躲避

图表 2-4 哨兵机器人需求分析&设计思路

2.2.2 改进方向

组别	改进对象	改进内容
算法	灯条识别	将原来利用传统视觉检测方案改为利用 yolo 模型找到装甲板的 ROI，之后将 ROI 图片转到 HSV 色域进行识别的方案
	装甲预测	加入了基于卡尔曼滤波的装甲板位置预测方案
	帧率	原来的代码直接读取相机原始图片，现在对原始图片利用图像金字塔降采样，并结合 PnP 解算得到的距离实时更新采样率，从而兼顾识别率和帧率
电控	线路布局	优化线路布局，使布线以及更换线路更方便
	功率检测模块	提高功率检测板的稳定性
	底盘功率	改写新的功率控制代码，实现缓冲能量有效利用
	交互通信	增添与无人机操作手、雷达之间的通信，以指令控制哨兵在特殊情况下进行打击和变向
机械	底盘运动	优化机械结构，减轻整体重量，增强底盘运动稳定性
	云台响应	利用配重调节云台重心使之靠近云台转轴
	供弹链路	上下云台弹仓分离，缩短下云台供弹链路，优化上云台供弹链路
	发射机构	优化发射机构设计，改进限位

图表 2-5 哨兵机器人改进方向

2.2.3 人力及资源评估

调试哨兵首先需要哨兵轨道用于放置哨兵，另外也可以装甲板移动测试平台用于哨兵识别反击的测试。

零部件及制作工具：碳板，铝板，螺丝螺母等各类标准件，电机，电调，电池等动力原件，各类线材元器件，相机线*4，工业相机*2，TX2 和 NUC 各一个。

官方物资：主控、电源管理、测速、装甲板等模块。

电路工具：焊台、热风枪、各种线等。

哨兵机器人需要机械电控视觉三个技术组沟通协作齐力完成，由参赛老队员任组长协调管理，新组员有兴趣且有能力强担任相关工作，具有较强责任心；设计制作调试的相关技术点细化到个人，每周按规划完成相关任务并进行完成情况汇报，遇到技术瓶颈，大家一起商讨解决，严格按照规划进度完成任务，对消极怠工和有事耽误的工作，及时分配给有能力有时间做的队员，保证项目的进度和质量。

哨兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	重量小、变向迅速、功率利用率高	机械 1 人 电控 2 人	需具备熟练使用三维建模和机械装配的能力,对电机运动有所了解 能熟练使用多种传感器和熟悉嵌入式设计、可自主设计功率读取模块	4 周	5700 元
云台	响应速度快、转动惯量小、360 度识别打击	机械 1 人 电控 2 人	掌握运动学仿真、CNC 机加工,能自主设计稳定性高的云台 掌握电机控制算法和双环 PID 控制算法、有 PID 调试经验,熟悉云台电路的布局	8 周	5000 元
发射机构	不卡弹、弹道正常	机械 1 人 电控 2 人	具备独立进行机械装配的能力和较强的实验总结能力 掌握电机的闭环控制及相关线路的设计	6 周	6000 元
自动射击	辅瞄有效度高、弹道方程合适	算法 1 人	掌握双目相机空间定位原理和图像处理算法、了解相机模型	6 周	18000 元
反导机制	有效识别飞镖、解算时效性高	算法 1 人	了解运动目标的预测算法、掌握常见的滤波算法	6 周	1500 元

图表 2-6 哨兵机器人人力及资源评估

2.3 英雄机器人

2.3.1 需求分析&设计思路

2022 赛季与 2021 赛季相比主要有以下几点改变与英雄机器人相关：

- (1) 英雄狙击点改到 R3 高地，而且每发出一发弹丸可获得 10 金币奖励
- (2) 2022 赛季起伏地形大面积增加

关于英雄狙击的相关变动，极大地有助于英雄消耗对方基地血量，而且英雄拥有强大的吊射能力可以让战术更加丰富更加灵活。但相比 21 赛季的狙击点，R3 高地距离基地更远且高度更低，英雄需要更小的弹道散布以及更高精度的定位与瞄准。

而起伏地形大面积增加对英雄的机动性提出了更高的要求，可以通过减小重量和设计并调教好一套更优秀的悬挂系统，优化功率控制算法，让机器人即使在低功率的情况下也能在起伏路面上快速移动。

另外英雄在高地上无论是吊射建筑或攻击敌方机器人都具有很大优势，所以故比赛时会经常上下高地或在地面上快速通过，英雄需要能快速上下坡且体积较小减少磕碰，而自适应悬挂可以很好地应对上下坡问题，同时底盘接近角、离去角和通过角要满足通过障碍块上坡的需求。从 21 赛季的比赛来看，在攻击敌方基地时，敌方环形高地和 R3 高地都是十分好的吊射基地点，而通过飞坡能快速到达这两个地形，所以新赛季的英雄要有飞坡的能力，增加进攻手段，让战术体系更丰富。丰富战术体系。

功能	需求分析	设计思路
移动灵活	重量轻、速度快、悬挂性能	优化功率控制算法，简化结构，修改悬挂
高通过性	能通过 35 度角，快速上坡	优化电路板减小占用体积，使用自适应悬挂
飞坡越障	重心低、强度高、速度快	优化框架结构，优化超级电容供电方案
远程吊射	高发射精度	稳定摩擦轮转速，更改弹丸定位及限位装置
	视觉吊射辅助	弹道方程拟合，使用长焦镜头提高识别距离
	云台稳定	优化陀螺仪算法及云台控制算法
自动瞄准	反小陀螺	改进小陀螺状态检测算法，改进击打策略
	快速、精准的装甲识别	多线程框架，装甲分类器
	高命中率	减小弹道散布，敌方运动预测

图表 2-7 英雄机器人需求分析&设计思路

2.3.2 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	发射机构	修改弹丸定位及限位方案，提高发射精度，
	悬挂	改用自适应悬挂，提高在斜坡等地形的移动能力
	轮组结构	3508 电机直连减小体积重量，夹紧式联轴器减小空程
	供弹链路	缩短供弹链路，保证拐角角度足够大，减小弹链阻力
	车身框架	铝框架用大口径薄壁铝管，简化框架结构
	YAW 轴传动	将 YAW 轴改为同步带传动，提高传动精度，减轻重量
	拨弹仓	简化弹仓结构，缩小体积，降低拆装难度
电控	功率控制	减小启动时的功率损耗，增大缓冲能量的使用效率
	弹道优化	提高拨弹轮角度控制精度，提高摩擦轮转速稳定性
	人机交互	优化操作界面，使操作手更高效地操控机器人
	云台控制	优化控制算法，提高云台响应速度和精度
	电路硬件	改进超级电容板及其他电路板，缩小体积
视觉	反小陀螺	改进小陀螺状态检测算法，改进击打策略
	弹道方程	改进弹道修正算法，调试期间的交互性，迭代弹道模型

图表 2-8 英雄机器人改进方向

2.3.3 人力及资源评估

英雄作为高输出单位，在击破前哨站哨兵和基地这些关键单位中发挥着主导地位。今年英雄主力没有很大变动，但由于英雄以往的技术水平较低，需要较多时间进行研发改进及测试。需要同学有积极创新和精益求精的精神，完成更多的技术突破，做出更优秀的英雄机器人。本赛季需要在研发、进行技术积累的同时做好梯队的培训，做好技术传承。

英雄机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	3508*5、加工件、板材、标准件等	机械 2 人 电控 1 人	建模、加工能力、熟悉底盘及悬挂结构	8 周	10000 元
云台及链路	6020*2、加工件、板材、标准件等	机械 1 人 电控 1 人	熟悉往年云台结构和硬质供弹链路	6 周	5000 元
发射机构	3508*2、加工件、板材、测速模块等	机械 2 人 电控 1 人	熟悉发射机构，了解影响精度的各种因素	5 周	2000 元

自动射击	NUC 及保护壳、工业相机、长焦镜头	电控 1 人 算法 1 人	会图像处理、自动算法识别、位姿解算	10 周	7000 元
------	--------------------	------------------	-------------------	------	--------

图表 2-9 英雄机器人人力及资源评估

2.4 空中机器人

2.4.1 需求分析&设计思路

2022 赛季与 2021 赛季相比，空中机器人在制作规范及相关的比赛规则上变化不大。故本赛季空中机器人的备赛重点将在性能的优化与提升上。结合 2021 赛季中各战队的空中机器人表现，空中机器人适合在经济充裕甚至大幅度领先时快速扩大优势局面锁定胜局，或是在地面单位僵持不下时通过扫射地面单位或吊射哨兵创造优势。空中支援为 300 金币/次、500 发，命中率越高，空中支援的性价比越高。本赛季空中机器人的预期目标是能够在合适的时机击杀敌方哨兵机器人或吊射敌方基地。

飞行安全是空中机器人作战的根本。本赛季，我们将为空中机器人配备自主研发的电源管理模块，确保供电系统的安全，同时按照比赛规则制作桨叶保护罩，保证空中机器人不被赛场的流弹干扰，也保证赛场其他人员的人身安全。其次，本赛季的空中机器人要实现非常稳定的悬停。稳定悬停时稳定射击的前提。一架能够稳定悬停的无人机，需要有稳定的机械结构、可靠的动力系统和精准的室内定位系统。在稳定悬停的基础上，我们将重新设计发射机构，实现 8m 及以上的稳定弹道，小装甲板的命中率达到 85% 以上。本赛季空中机器人将配备辅助瞄准系统，实现对移动目标的追踪和击打。

功能	需求分析	设计思路
稳定悬停	动力系统稳定可靠、悬停力效高；重心调整至桨平面；室内稳定悬停；	优化机身及云台结构、二次开发光流模块实现室内高精度定位
远程射击	8m 及以上稳定弹道，自动识别及追踪移动目标并实现精准击打	优化发射机构及弹道散步、提升云台响应速度、加装辅瞄系统
安全飞行	安全稳定的电路系统、高强度、气流影响小的桨叶保护罩	制作飞行电源管理模块；采用独立桨叶保护罩，优化保护罩结构

图表 2-10 空中机器人需求分析&设计思路

2.4.2 改进方向

对比 2021 赛季，本赛季的空中机器人有很大的改进空间。

机械结构方面是本赛季的改进重点。2021 赛季，我们将机身重心由机身后方调整至机身正中心，飞行稳定性有了明显的提升。本赛季我们将通过调整弹仓位置调整机身重心至桨平面，进一步提升飞行稳定性。上个赛季，我们在保护罩的制作上耗费了的大量的人力物力，尤其是在分区赛中，更换一个全新的保护罩需要三个人花费近两个小时。因此，本赛季我们将重新设计保护罩的结构及保护网的安装方式。上个赛季的空中机器人的发射机构仅具有 5 米内的稳定弹道，远不能满足本赛季的目标，也是本赛季的重点改进方向。除机械方向外，电控方向还将对摩擦轮电机控制方式进行改进。在基础上，本赛季发射机构还将配备辅助瞄准系统，提高命中率。

在 2021 赛季中，我们使用的是 DJI Guidance 进行室内定位，但在实际飞行中效果不佳，因此本赛季我们将在飞控上进行二次开发，使用光流传感器定位，希望能够改善室内定位问题。同时，我们还将借助 MATLAB Simulink、Vrep 等仿真工件，精准调节云台的 PID，提升云台响应速度。

早在 2019 赛季，我们就遇到了因智能电池互相充电完成后电池关闭，导致供电电压不足无人机迫降的情况。本赛季，我们决心解决这一问题。

受实验室场地限制，2021 赛季空中机器人飞手及云台手的训练时间都非常短，操作熟练度严重不足。本赛季实验室场地将会重新布置，操作手将有合适的训练条件，我们将相应的增加操作手的训练频率，并针对训练过程中出现的问题及时改进优化。

组别	改进对象	改进内容
机械	机身重心	由下置弹仓改为上置弹仓，将无人机重心提升至桨平面
	保护罩结构	设计全新的保护罩结构及保护网的安装方式，方便拆卸、维护及更换
	云台结构及供弹链路	更改云台结构及布局，调整云台的重心至 Pitch 轴电机的轴线上，实现云台的自稳；同时改用滑槽式管道，缩短供弹链路，减少动能损失
	发射机构	采用全新的弹道散布更优的发射机构，提升命中率
电控	室内定位系统	参考 DJI 开源的空中机器人室内定位方案，基于 DJI OnBoard SDK 对 N3 飞控进行二次开发，外接光流传感器进行定位，测试 GPS 弱信号的情况下无人机定位情况。与 DJI Guidance 视觉模块进行综合对比，选择最佳者作为本赛季的室内定位方

		案。
	云台的响应速度及射击稳定性	基于 Coppeliassim 和 MATLAB Simulink 联合调试, 进行云台的 PID 反馈控制和前馈控制仿真, 同时利用系统辨识得到的云台模型参数结合 MATLAB 精准调节云台的 PID, 提高云台响应速度, 保持云台射击时高度稳定。
电控	摩擦轮闭环控制	对多种摩擦轮电机实际测试, 并尝试将原有的摩擦轮电机开环控制改为闭环反馈控制, 改善发射机构出现的间歇性掉速问题。
	供电系统	增加电源管理模块, 提升飞行安全系数
算法	辅助瞄准系统	算力平台更换算力更强的 TX2, 尝试 UKF、EKF 等非线性预测方法, 优化构建的弹道方程, 提升跟随速度及准度
操作手	提升操作熟练度	努力为操作手提供训练条件, 增加操作手训练频率

图表 2-11 空中机器人改进方向

2.4.3 人力及资源评估

本赛季空中机器人战术地位不高, 且优化和改进的重点为机械方向, 故本赛季空中机器人机械人员需求相对较高。

空中机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
动力系统	评估动力系统性能, 要求推重比 ≥ 1.8 , 悬停力效较高	机械 1 人	熟悉常见的多旋翼飞行器动力系统参数性能及评价方式	2 周	2200 元
机身	稳定的机械结构、机身重量 12Kg 以内, 易于拆装及维护的保护罩、装配精度高	机械 3 人	熟悉机械原理及机械设计基础、熟练使用 Solidworks 进行建模及仿真分析、熟练各种加工方式及装配	4 周	800 元
发射机构	8m 以上稳定弹道、散布集中、摩擦轮电机闭环控制	机械 1 人、 电控 1 人	熟悉发射机构原理; 熟悉摩擦轮电机控制	4 周	500 元

云台	云台布局合理、实现云台自稳、PID参数仿真、云台响应迅速、射击稳定性高	机械2人、 电控2人	熟悉机械原理及机械设计基础、熟练使用Solidworks、熟练使用各种加工方式及装配;熟悉电机控制、MATLAB、Simulink 或 Vrep 仿真、熟悉系统辨识	2周	500元
电控硬件	智能电源管理模块、稳定的电路系统	电控(硬件)1人	熟练使用AD、熟悉电路设计、熟悉电力电子控制	4周	300元
辅助瞄准	快速识别和跟踪敌方目标、提高识别帧率、提高预测准确度	算法1人	熟悉常用图像处理方法、良好的数理基础、熟悉嵌入式开发	3周	2200元
操作手	执行飞行任务、操作云台	2人	熟悉飞行器控制,通过飞手考核、熟悉FPS游戏操作		

图表 2-12 空中机器人人力及资源评估

2.5 工程机器人

2.5.1 需求分析&设计思路

工程机器人在 2022 赛季与 2021 赛季相比主要有以下几点改变与步兵机器人相关:

- (1) 尺寸方面左右的最大伸展尺寸从 1000 变成了 1200
- (2) 第二波矿石掉落的顺序变成了同时掉落 1 号与 5 号矿石, 然后间隔 5s 掉落 3 号矿石
- (3) 银矿石的可兑换的金币提升至 100
- (4) 场地上从基地到大资源岛的一整段路都遍布盲道
- (5) 工程机器人可以从兑换站换取 17mm 小弹丸, 开局携带 42mm 的大弹丸

对于取矿方面, 工程需要取到四种状态下的矿石, 分别是大资源岛平台上的矿石, 空中的矿石, 地面的矿石, 小资源岛平台上的矿石。大资源岛的平台取矿从上个赛季以来就是使用次数最多的取矿方案, 所以这是工程的基础配置也是最简单的取矿方式, 对于这种成功率

最高使用次数最多的取矿方式工程必须要争做稳定高效。在 22 赛季空接成为绝大多数学校的标准配置，空接高度也越来越高，所以若是拘泥于仅仅在平台上取矿，面对实力强劲的队伍时很可能会出现无矿可取的尴尬地步。在这样的环境下，工程的 1000 高度极限的取矿成为工程的刚性需求。空接的失误率居高不下，加上为了防止对面的战略打落矿石，我们需要使自己能够取到地面的矿石应对矿石落地带来经济损失。22 赛季银矿石的经济价值升高至 100，能取到银矿石在优势的时候是优势的进一步扩大，在劣势的时候三个银矿石也能抵上一个金矿石，在出现意外没能取到金矿石的时候是对经济的补足，不被对方拉开太大的差距，所以这是一种必要的补足手段。

对于左右伸展尺寸的加长和第二波矿石的掉落顺序的确定，工程需要拥有强大的对位能力和左右平移能力。在实际的比赛场上出现两个工程机器人同时夹住一个矿石的时候绝大多数情况下会出现僵持不下，所以想要在取矿方面争过对方就得在对方的工程未对位的时候就已经取走矿石，不给对方造成僵持的机会，这就不仅需要优秀的取矿动作流畅度和速度，还需要对位的速度领先对方。

对于兑换方面，工程需要能将矿石从自己的矿石仓库放置于兑换站上方经过扫描识别后推入兑换站收集槽。由于矿石掉落以及收集具有较大不确定性，如果没有调整矿石姿态的装置，矿石的面不一定就是合适去兑换的那一面，这对兑换造成极大的不便利，对经济方面也有较大损失。对于将矿石推入兑换站收集槽方面，工程需要能够快速稳定地将矿石推入，兑换的稳定保证了经济不会损失，而兑换的快速则能使得工程机器人尽快回到前线充当坦克的战略角色，避免自己因为兑换的问题造成场面上出现对方多打少的局面，这对一场比赛的前期节奏较为关键。

对于救援复活方面，工程需要在场上出现其他机器人阵亡的时候前往救援并且将其复活，对于救援爪的救援功能需要保证救援爪能稳定抓住阵亡的机器人并且将其拖拽至复活处，由于今年增加了盲道，在路段上行驶需要爪子更大的稳定性，不能出现路上脱钩的情况。而对于复活功能，工程机器人需要能自如流畅地伸出自己的复活卡，在很多时候战略一般会选择原地复活，这时候工程应该能保证自己的救援卡能顺利被场地交互模块所感应，这就不仅需要机械设计的稳定流程，还需要对位系统保证。

对于障碍块获取方面，工程基础的功能就需要能够自如地搬运障碍块并且将其放置于关键的战略点比如飞坡点阻碍对手飞坡，或者稳稳地挡住工程的前装甲板作为战略的盾牌角色，在突进或者防守方面战略意义极大，对于今年前哨站的底部旋转也可以一定程度地抵挡敌方子弹的威胁。

对于补弹供弹方面，工程需要能够有弹药仓库来装备弹丸，并且能够对位上英雄机器人和步

兵机器人的弹药仓库进行供弹操作。今年新增的工程携带弹丸的功能使得步兵机器人可以长期呆在前线，避免了我方步兵机器人因为回去补弹产生的防守薄弱，给对手可乘之机，同时也能给予攻坚的步兵机器人极大的补给，使其能够越战越勇，这具有极大的战略性意义。

功能	需求分析	设计思路
稳定快速移动	盲道地形的平稳运动	独立悬挂保证每一个轮子经过盲道突起的时候不会对其他轮组造成过大的影响
	平地地形的快速稳定移动	拉簧的悬挂设计将底盘的重心降低
取矿	空中取矿	采用四连杆的设计达到高度与前移的极限，吸盘取矿，二级抬升，K210 快速对位，爪子斜向上前端安装传感器
	地面取矿	双取矿机构，单独设计一个取地矿机构
	大小资源岛的平台取矿	二级抬升，K210 快速对位
兑换矿石	调整矿石的姿态	爪子前端的电机旋转，矿石仓库的内部旋转，视觉识别正确翻转位置
	推矿石入兑换站收集槽	爪子增加气缸推矿石
补弹与供弹	从补给站获取 17mm 的弹丸	舵机控制仓库顶部打开与闭合
	将弹丸准确供给给目标机器人	弹药仓库倾斜，管道运输
障碍块搬运	流畅拿起放下障碍块	两个电机控制两根直杆旋转
云台视觉	pitch 轴与 yaw 轴双轴转动	舵机控制摄像头旋转
救援	稳定拖动已阵亡的机器人	死点设计，各方向受力稳固
	原地复活阵亡机器人	气缸推动复活卡沿着导轨平动

图表 2-13 工程机器人需求分析&设计思路

2.5.2 改进方向

组别	改进对象	改进内容
电控	空接传感器	挑选合适的传感器，配合相应的控制算法进行空接，提高空接的灵敏度
	自动取矿	优化控制逻辑和调参，增强自动取矿的稳定性和准确性
	单轴角度陀螺仪	实时控制抓取装置的角度，同时限位，实现准确抓取
	主控模块	实时分析传感器需求和电机选型需求以后，从成本和性能角度

组别	改进对象	改进内容
		选择最合适的主控型号，并针对性地设计出最方便布线的控制板。
视觉	自动对齐	使用 K210 双目摄像头识别金矿，解算距离，实现工程车与金矿的自动对齐功能
机械	底盘机构	尽可能降低底盘高度，降低重心，同时增加底盘过盲道的稳定性与速度
	抬升机构	在保证抬升的稳定的同时，提高抬升的高度与速度
	救援模块	保证机械爪在钩住已阵亡的机器人时能够稳定拖动，上下颠簸时不会松开爪子，左右拖动的时候爪子不会因为横向受力而出现过大形变或者松开爪子
	取矿装置	提高其空接时的稳定性，使其能够在最大的高度稳定取到矿石，增加在取矿状态下矿石与取矿装置的固连程度

图表 2-14 工程机器人改进方向

2.5.3 人力及资源评估

总的来说，工程机器人是团队内唯一的能够获取场上金币资源的机器人，同时从战略上考虑也是唯一一个具有原地复活己方已阵亡机器人的机器人，在赛场的作用弥足关键。工程机器人相比其其他机器人可以拆分的模块更为细小，可开发性强，取矿的爪子、救援爪子甚至包括弹药仓库的设计都可以单独拿出来细细讨论分析。我们需要能够精益求精，积极研发积极创新的队员，在已有的基础上不断完善推成出新，进行不同方案的高强度测试，把每一个功能在做到稳定后提升其速度以及效率。同时工程组组长需要具有良好的合作能力，在团队工作中积极合作，博采众长制作一辆优秀的工程车。在团队合作配合方面工程机器人组内需要严格分工，积极交流，不管是机械组内建模时的统一还是各个组之间的配合都值得反复商榷讨论出一个尽可能满足双方的方案。

人员安排如下

机械组：陈劲元、吴培诚、方茂涌、贺鹏程、刘旭东

电路组：胡洪策、李泽立、祝科伟、王世康

视觉组：邹佳吕

工程机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	麦轮、电机、常用零件等	机械 2 人 电控 2 人	有底盘设计基础，十分了解悬挂的减震原理，具有力学分析	4 周	6500 元

工程机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
			以及再设计能力 具有良好的电路结构系统设计能力 具有针对性设计需要的主控板的能力		
取矿	气缸、等比的大小资源岛	机械 1 人 电控 1 人	具有场地的制作能力 学习能力接受新事物能力强，积极测试不同的方案，勇于打破现有模式 具有一定力学分析能力 了解气缸的原理，具有基础的布气路能力 熟悉传感器的原理，能够写传感器识别的代码	4 周	4000 元
救援	气缸、其他组的配合	机械 1 人 电控 1 人	具有良好的沟通交流能力 具有一定仿真基础有限元分析基础， 能够合理设计救援爪形状 具有基础的布气路的能力	2 周	400 元
矿石存储兑换	电机、气缸、矿石、等比兑换站	机械 2 人 电控 1 人 视觉 1 人	能够合理地安排设计机械结构 有视觉识别的经验 具有一定的布线路基础	3 周	500 元
障碍块搬运	电机/障碍块	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	熟悉视觉识别的流程及软件 定位障碍块的孔 具有基础的调电机能力以及布线能力	2 周	600 元
多角度云台	舵机、摄像头、常用零件等	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	熟悉舵机的准确控制方法 熟悉视觉图像分割，图像识别 机械设计具有大局观	3 周	250 元
弹药存储	舵机、常用零件等	机械 1 人 电控 1 人	具有基础的机械设计基础 具有良好的沟通能力	3 周	300 元

工程机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
			具有基础的控制舵机的能力		
抬升机构	链条链轮、常用零件等	机械 1 人 电控 1 人	具有良好的力学分析能力 熟悉基本零件的配合关系,有机械设计的基础 具有控制电机的能力	2 周	1300 元

图表 2-15 工程机器人人力及资源评估

2.6 飞镖系统

2.6.1 需求分析

飞镖系统相较于 2021 赛季没有太大变化,主要变化在于飞镖初速上限取消,同时增强了飞镖命中建筑物的效果,命中一发可以让对面操作手获得十秒的黑屏时间,多次命中可以叠加。

这一改动无疑是大大增强了飞镖的战略意义,可以用于直接摧毁或者配合地面地面部队进行战略推进。另外,飞镖的尺寸和重量都有增加,这也给带控制的飞镖增加了可操作空间。命中率高的飞镖可以在赛前就给对手带来巨大的心理压力。同时飞镖本赛季采用发泡材料打印,做到轻量化,也考虑到赛场其他车辆的碾压,重要电子零件做好保护措施,以及易损部位方便更换。发射架没有较大改动,依旧是常规尺寸和重量限制,需要稳定的状态保证飞镖发射初速度和状态的稳定。攻击目标分为前哨战和基地,因此 YAW 和 PITCH 也需要精准控制,以及 25-45 角度调整的机械限位。

功能	需求分析	设计思路
发射飞镖	为了对基地或者前哨战进行战略打击,需精确调整发射架 PITCH 和 YAW 轴。	YAW 轴调整: yaw 轴调整利用电机提供动力,电机链接小齿轮,上层链接大齿轮,通过两个齿轮链接旋转来实现上层角度的精准旋转。
		PITCH 轴调整: pitch 轴利用两根电动推杆控制角度精准调整,具有方便可控稳定的特点。
	发射架要能提供稳定的发射初速度以及发射时稳定,保证飞镖平稳发射。	利用两级摩擦轮发射,相较于皮筋发射具有低后座力、速度精准可调的特点;同时保证发射时发射架稳定,底盘做成较大矩形,

		以及增加电磁铁吸在发射站底板上，可以保证稳定性。
飞镖换弹	因开启时间有限，为配合地面机器人推进，需做到一次开启发射四发，需在保证准确度时做到快速响应。	换弹部分采取旋转换弹部分，每次电机旋转90°即可 为了实现高效的换弹和装填，飞镖采取“滑块”和飞镖本体一体化设计，在导轨尾端增加V型开口设计，保证顺利推入
飞镖	无控制飞镖：要保证轻量化设计，以及飞行姿态稳定，重心位置合适，强度较高，易损部位容易更换。	飞镖本体利用发泡 PLA 材料 3D 打印构成，可以做到强度和重量都兼顾。同时无控制飞镖前端和后端做成两个部件，方便机翼损坏更换。
	带控飞镖：本体具有视觉识别的能力，并根据是识别结果做出精准调整，对内部元器件做好保护措施。	对于带控制飞镖，电路部分设计更加紧凑，算力平台高效可靠，机械结构精准稳定。控制连接部分由于精度要求以及体积小，因此采用光固化打印。

图表 2-16 飞镖系统需求分析&设计思路

2.6.2 改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	换弹模块	由类似叉车换单更换为旋转换单方式，降低换单所需时间
		利用舵机或者其他机械结构固定飞镖，保证发射时轻微晃动不会掉落
	发射模块	皮筋发射更换为摩擦轮，做到速度稳定可调
发射架 YAW 轴采取自制大型轴承，保证上下连接的稳定性和自适应性		
嵌软		增大摩擦轮质量，保证发射瞬间速度稳定
机械	飞镖本体	增加红外激光器，增加测距和瞄准功能
		无制导方案更改飞镖外形和结构，飞行自转保证飞行姿态稳定不偏航
		采取新的发泡 PLA 材料，做到抗冲击，密度小的特点
电路		结合空气动力学仿真，验证飞镖重心位置合理性，避免材料的严重损耗
		对于制导方案做到结构紧凑，对电路板等核心元件做好撞击保

		护
嵌软	制导方案	由通用主控板改为 K210 或 OPENMV 板，提高识别能力和帧数
		增大给舵机电电压减小舵机的抖动，更加精准的控制方向
除了舵面控制外，增加矢量电机制导方式，能够额外提供推力		
算法		或将识别图像传回发射架进行专门的控制处理，实现无线通信方式控制

图表 2-17 飞镖系统改进方向

2.6.3 人力及资源评估

飞镖机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	YAW 轴转动, 发射时稳定, 吸附在托盘上	机械 1 人 电控 1 人	具有底盘设计基础, 掌握各种传动装置, 了解精度和响应速度 具有合理布线和设计主控板的能力	三周	2000 元
云台	PITCH 轴转动, 发射稳定	机械 1 人 电控 1 人	能够和底盘良好连接, 保证结构合理性, 没有很大晃动。 能够自制大型且稳定的轴承用于传动的能力	三周	1800 元
发射模块	摩擦轮发射初速稳定	机械 1 人 电控 1 人	熟练使用航模电机, 油门标定, 精确控制电机转速 掌握动量等相关知识	两周	1600 元
换弹模块	快速响应, 位置精确	机械 1 人 电控 1 人	拥有较好的代码逻辑能力 合理安排换弹机械结构, 保证换单稳定性。 熟练掌握各种传动结构, 比较速度与精准度	两周	1300 元

飞镖机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
飞镖	飞行稳定，精准打击	机械 1 人 电控 1 人	拥有基本的空气动力学知识，掌握 flow simulation 用以仿真 能在有限重量和空间安排合理的机械结构 能熟练使用舵机 有基本的算法知识 有很好的制作轻量型主控板和线路的能力 了解各种材料性能	八周	1600 元

图表 2-18 飞镖系统人力及资源评估

2.7 雷达

2.7.1 需求分析&设计思路

由于本赛季规则中关于雷达的引导变化不大，故在机械、电控方面没有分配对应的技术组组员。雷达系统的主要任务是提供高空视野将场地信息传回操作间，通过运行高算力的平台，以视觉方式得到敌我双方的位置信息，并对信息进行模式识别，达到预警功能。

另外，雷达站本赛季的研发难点主要在和哨兵机器人、自动步兵机器人进行交互，实现更智能更精确的打击。同时还可以通过高空视野判断敌方飞镖发射状态，检测到飞镖后可控制哨兵机器人进行打击。

功能	需求分析	设计思路
目标检测	敌我机器人的识别	对图片预处理后利用 YoloX 等网络来检测
距离测量	识别到机器人后确定位置	使用双目相机测量距离
生成地图	将距离信息在平面上显示	利用先验相机位姿进行坐标变换
地图显示	将地图传输到操作手界面	通过裁判模块进行传输
危险情况预警	在敌方机器人偷家时预警	利用决策树等算法对机器人行为建模并预警
自动步兵控制	与自动步兵交互并控制	通过裁判模块读取信息并传输指令

图表 2-19 雷达需求分析&设计思路

2.7.2 改进方向

组别	改进对象	改进内容
算法	目标检测	添加图片预处理、特征提取 更换较精确的目标检测模型
算法	定位预警	使用隐马尔可夫链或决策树等算法建模并预警
算法	自动步兵控制	保证信息传输准确性和实时性

图表 2-20 雷达改进方向

2.7.3 人力及资源评估

运算平台：NVIDIA RTX3070

视觉系统：双目相机、三脚架

人员分配：

视觉组：徐名韬、梯队若干名

算法组分工：

完成视觉硬件平台搭建，对双方机器人位置的识别、坐标的标注，并将相关信息传输到操作手的显示终端。同时，根据敌方机器人的运动方向分析其行为，提供预警功能。

雷达	需求	人力评估	人员技能要求	耗时	预算
视觉识别	识别敌我机器人	算法 1 人	熟悉 OpenCV 熟悉深度学习	4 周	4000 元
	模式识别与预警	算法 1 人	熟悉模式识别 熟悉机器学习	2 周	500 元
系统设置	搭建相机硬件系统	算法 1 人	熟悉双目相机 SDK	1 周	1000 元
交互控制	传输地图信息	算法 1 人	熟悉裁判模块	1 周	500 元
机间通讯	自动步兵控制	算法 1 人 自动步兵 研发组	熟悉 SLAM 动态规划	4 周	1000 元

图表 2-21 雷达人力及资源评估

2.8 人机交互系统

2.8.1 裁判系统通信功能分析

裁判系统可以通过串口为机器人提供比赛中各种信息，主控接收信息后可以自行提取有用的部分做特定控制。裁判系统还具备用户自定义图形的功能，由机器人主控通过串口协议将数据发送给裁判系统，裁判系统服务器端通过串口数据内的命令码区分交互类型，通过发送者 ID 与接收者 ID 区分收发对象。

用户可将自定义的图形数据发送到自己客户端屏幕上，以起到功能辅助、提示、预警等作用。也可利用车间通信将有用数据经由裁判系统服务器发送至我方其他机器人，便于机器人数据的收集、统计与处理。

客户端支持绘制多种类型图形，支持字符显示，提供多种颜色，可以满足绝大部分人机交互应用场景。

2.8.2 人机交互必要性分析

团队从今年年初才开始研究人机交互系统的使用，为各机器人订制了必要的交互界面，有助于提高操作手控制机器人的效率。

从上一赛季实战结果来看，人机交互图形界面在实战中起到了不可忽视的重要作用。

例如英雄机器人开局可以在我方 R1 高地下坡处利用吊射辅助线精确吊射敌方前哨站，在上一赛季的每一战局中都起到了鼓舞士气、夺得先机的作用。

无人机在呼叫空中支援后时间较为宝贵，如何在一定时间内尽可能多地将子弹命中敌方目标，需要通过绘制辅助瞄准射击线以确保瞄准的准确性。

雷达站可以将解算得出的敌方坐标发送至我方操作手客户端上，在小地图中绘制敌方目标，对我方操作手起到提示与警示作用，便于组织进攻与防守战术。

工程机器人需要在屏幕上标出机械爪延长线以便抓取矿石，标出救援爪延长线以便实施友军救援。

除上述列举的人机交互内容外，其他人机交互内容也都起到了辅助、提示的作用。

上一赛季大多数参赛队伍也展示出了各自设计的人机交互界面，可以预见人机交互系统将会在本赛季的比赛中发挥更加重要的作用。

2.8.3 各兵种交互系统设计

我们设计的交互系统的内容大致可以分为以下三个种类：信息指示类、性能辅助类、功能提示类。

信息指示类交互内容作用是显示机器人自身各种状态，用于使操作手确认机器人状态，避免出现误操作；性能辅助类交互内容主要是辅助线，用于标定各类机构的延长线、辅助对齐线，射击辅助瞄准线等，可以有效提高机器人操作性能；功能提示类交互内容包含突发事件提示、按键提示、功能按键等，主要对操作手起到警告与提示作用。

根据机器人种类与功能不同，所需的交互系统内容也不同，接下来分别介绍各兵种所需的交互系统内容。

(1) 英雄机器人&步兵机器人

由于英雄机器人与步兵机器人同属地面部队，并且所具备的功能与结构相似，所需的人机交互内容也相同。由于功能较为复杂，因此所需的交互内容数量较多，详细人机交互内容与需求分析、设计思路见图表 2-22：

类型	人机交互内容	需求分析
信息指示类	超级电容余量指示	由于超级电容对机器人性能的提高具有重要作用。使操作手明确自身机器人超级电容余量对最大化利用超级电容具有重要意义。
	云台 Pitch 轴角度指示	由于操作手无法精确判断自身机器人云台俯仰状态。操作手在赛场上可以很容易根据 Pitch 角度指示找到平时使用的最合适吊射角度，能有效稳定操作手的发挥，辅助提高吊射精确度。
	底盘云台夹角检测指示	由于机器人底盘跟随云台，操作手移动视角后，当底盘云台夹角过大时，会出现提示，引起注意。
	弹舱盖开关状态指示	由于赛场环境复杂，场地地形高低起伏可能使子弹洒落造成浪费，若操作手可以明确自身机器人弹舱盖开关状态则可以避免这一点。
	底盘运动状态指示	由于机器人底盘具有多种运动模式，并且操作手视野内无法观察到自身底盘，因此需要让操作手明确自身底盘运动状态，便于切换与运动。
	云台模式状态指示	由于机器人云台具有多种控制模式，使操作手

类型	人机交互内容	需求分析
		明确自身当前所处状态可以防止出现错误的判断。
性能辅助类	车道宽度辅助线	在快速进行移动时，无法准确判断机器人自身宽度，可能导致与其他机器人发生碰撞产生固连，或与障碍物发生碰撞影响运动。因此使用机器人车道宽度辅助线可以辅助操作手控制时避障。
	快速瞄准辅助线	由于机械安装具有一定偏差，需要人为做辅助线进行标定，以保证手动快速瞄准射击的精确度。
	吊射瞄准辅助线	由于机器人在赛场某些情况下需要进行精确的远程手动吊射，吊射辅助瞄准线可以加速操作手找到合适的吊射角度的过程，提高手动吊射的准确度与速度。
功能提示类	协同开关与提示	当敌方单个机器人出现同时暴露在我方火力范围下，此时适合围攻目标机器人，可一键协同攻击同一目标，可大幅提高火力，快速集火消灭单个目标。
	哨兵运动状态开关与提示	由于哨兵巡逻以及扫描，有时会产生盲区，导致敌方机器人趁虚而入。或者当敌方机器人进攻前哨站时，哨兵的巡逻机制导致无法加入防守战，损失一部分火力。此时可以由人工控制哨兵底盘云台运动状态以及停止位置，增加灵活性。

图表 2-22 英雄与步兵机器人人机交互内容与分析表

(2) 工程机器人

工程机器人是比赛中极为关键的兵种，并且由于规则中具有采矿、兑换、救援、复活、搬运等机制，使得工程机器人成为了比赛中操作难度最大、键位最为复杂的机器人，对操作手的操作水平与经验也提出了很高的要求。同时，由于工程机器人通常具有升降、伸缩变形的功能，操作手通常难以准确判断自身处于哪种状态，导致操作手可能出现操作失误。因此，设计友好的人机交互界面主要起到对操作手的提示作用，对降低操作难度、提高操作水平、

稳定发挥具有重大意义。

针对具体的需求，设计的人机交互内容如表 2-23 所示：

类型	人机交互内容	需求分析
信息指示类	操作模式指示	由于工程机器人功能较多，包含取矿、兑换、救援、复活、搬运等功能，在操作手进行模式切换时，可能切换失败或操作失误，不清楚自身所处状态。需要显示对操作手进行提示。
	抬升机构位置指示	由于工程机器人具有抬升机构以适应不同的应用，操作手视野内可能难以判断自身抬升所处位置，需要显示对操作手进行提示。
性能辅助类	救援爪延长辅助线	由于工程机器人救援爪在机器人背面，处于机器人背面相机盲区，因此需要在屏幕上作救援爪辅助延长线，以确保救援爪能够准确快速连接步兵以及英雄的救援杆。
	复活卡延长辅助线	由于工程机器人复活卡处于机器人底部视野盲区，需要对复活卡伸缩结构作延长线。
	取矿爪对齐辅助线	由于工程机器人具有取银矿、取金框的机制，并且具有空中抢矿以及一次取两个矿石的能力，在实现抓取功能时需要将取矿夹与矿石进行对齐。
	障碍块搬运辅助线	由于工程机器人障碍块抓取装置处于机器人前部视野盲区，在需要搬运障碍块时，需要将装置插入障碍块固定孔，操作较为精细，需要作辅助线以辅助操作手对齐。
	车道辅助线	在快速进行移动时，无法准确判断机器人自身宽度，可能导致与其他机器人发生碰撞产生固连，或与障碍物发生碰撞影响运动。因此使用机器人车道宽度辅助线可以辅助操作手控制时避障。
功能提示类	操作键位提示	由于工程机器人功能复杂，键位复杂，复用功能多，因此可以将操作键位表显示在屏幕上，对操作手进行提示。

图表 2-23 工程机器人人机交互内容与分析表

(3) 空中机器人

由于空中机器人在启动后具有时间限制，同时又有发弹量限制，如何在限定时间内尽可

能多地命中目标是一个难题。同时由于飞行过程中的气流影响，导致云台操作手更加难以稳定瞄准目标，在较远距离处，飞手也难以观察到自身姿态。因此需要对空中机器人人机交互界面进行设计，使得飞行更加平稳，射击更加精确。

针对以上需求，设计的人机交互内容如图表 2-24 所示：

类型	人机交互内容	需求分析
信息指示类	飞行状态指示	由于空中机器人飞手在远处难以观察到准确的飞行状态，若能将机器人的高度、速度、姿态角以及电量等信息显示在屏幕上，则可以辅助飞手进行控制。
性能辅助类	快速瞄准辅助线	由于机械安装具有一定偏差，同时由于无人机在空中气流影响下较为不稳定，需要人为做辅助线进行标定，以保证手动快速瞄准射击的精确度。

表 2-24 空中机器人人机交互内容与分析表

(4) 雷达

雷达站因为其战略特殊性，可以为场上的其他机器人提供远程技术支援。雷达站主要通过裁判系统的车间通信将有价值的信息广播至各个机器人，例如敌方报点、危险预警等，在赛场中发挥无可替代的重要作用。具体的人机交互内容如表 2-25 所示：

类型	人机交互内容	需求分析
信息指示类	敌方位置小地图报点	由于我方小地图默认只能显示友军位置，而敌军位置未知，战局具有未知性，也不利于我方进攻防守战术的组织。而雷达站具有全局探测能力，可以将敌方位置信息识别后通过裁判系统服务器发送至我方操作手小地图上，为我方提供敌方位置报点。
	敌方距离探测	由于战场环境较为复杂，高低起伏并且有障碍物阻碍视线，存在操作手视野盲区。雷达站可识别场上敌我位置坐标，并根据坐标计算敌我机器人位置距离，若有敌方机器人出现在我方机器人一定距离内，可以产生预警，提高警惕防止偷袭。
	敌方入侵危险警报	由于操作手存在视野盲区，可能被敌方趁虚而入，造成难以逆转的局面。若使用雷达识别地方机器人所处的位置，当敌方有机器人存在入侵行为，则可以迅速发送警报给我方所有机器人注意防范。

图表 2-25 雷达人机交互内容与分析表

2.8.4 存在的问题及改进方向

目前团队使用的裁判系统用户自定义图形串口发送函数经过较为简单的封装，但在使用的上还不够便捷，用户作图依然需要手动依次修改每一包数据的各项内容，如颜色、形状、字号等，尤其是在设计可变的图形时，流程繁琐，代码量大，代码可读性较差。使得代码难以维护，不利于修改，并且不熟悉代码的人难以调试。

这部分的改进计划是将自定义图形配置流程再次进行封装，免去用户对每个参数进行设置的重复流程，用户仅需传参即可完成数据包的装载，实现较高的代码可读性以及可维护性，同时提高开发的速度。

2.9 技术中台建设规划

2.9.1 发射机构

(1) 已有技术储备

①发射机构：目前发射机构采用拆下减速箱的 2006 电机，自行设计的聚氨酯包胶摩擦轮以及自行设计的片状 TPU 限位打印件，在测试架上可以实现 8 米小装甲板 95% 以上的命中率。3508 电机和 2305 电机在同步测试中，目前测试效果不如 2006 电机，正在对包胶和限位进行改进。

②发射机构测试相关设施：使用 PVC 管和渔网搭建了用于发射机构测试的场地，测试用的靶子为 A4 纸面大小，使用卡扣搭配合页的设计，可以实现快速更换 A4 纸和复写纸。测试用的刚性测试架可以在一定范围内调节高度，以实现不同距离的散布测试。

(2) 新赛季研发目标

① 对于弹道的整体要求：

新赛季对于弹道的整体要求是在测试机构上 8m 小装甲命中率 100%，摩擦轮、限位的使用寿命在 5000 发以上，发射机构装上车之后的命中率下降控制在 5% 以内，整个发射机构无卡弹、掉速情况。

② 红外靶的研究与制作：

现有的测试机构用复写纸记录，效率较低，而且数据不好记录，人工成本高，红外靶可以自动记录保存数据，在电脑上显示着弹点，计算散布和命中率，大幅提高弹道测试效率，

目前红外靶正在制作。

③ 新限位机构的尝试：

关于限位机构，目前普遍采用的 U 型轴承或者微动开关，高精度的 U 型轴承除限位外还有一定的定位作用，理论上可以保证子弹发射时处于弹道的正中心，但由于安装精度和磨损等原因，会导致打弹时 U 型轴承的“蹿动”，定位效果不佳，新赛季打算尝试“三点定位”，利用下边两个凸台和上方 TPU 达到限位和定位。

④ 寻找子弹掉速脱靶的原因：

子弹掉速脱靶是弹道测试中普遍存在的问题，目前可知的是掉速与子弹本身有一定关系，新赛季尝试找到子弹掉速的其他问题，并找到解决措施。

2.9.2 超级电容

(1) 已有技术储备

- ① 超级电容充放电以及底盘控制部分集成化，但不易检修。
- ② 对超级电容充放电的控制效果较为理想。
- ③ 超级电容放电时稳压效果较好。
- ④ 超级电容组稳定性较好，几乎不会出现安全事故。

(2) 新赛季研发目标

- ① 希望能够将超级电容充放电以及底盘控制部分集成化的同时模块化，使用 BTB 进行模块连接，方便紧急需要时的快速更换，也方便针对某一模块检修。
- ② 希望能将通用的各个部分模块化以后，尽可能针对各个机器人的需求设计不同的连接板，以适应不同的安装空间需求和节省不必要的接插件使用，从而节约成本。
- ③ 优化板子设计,尽量减少板子损坏不可修的情况。
- ④ 增加 ADC 采样部分,检测超级电容充电功率,以便实现更好的控制效果。

2.9.3 云台控制

(1) 已有技术储备

① 双连杆云台的系统辨识：

输入一个单位脉冲函数后得到输入和输出曲线，通过 MATLAB 中 system identification APP 来实现云台的系统辨识，得到传递函数。

② Simulink 云台仿真

通过在 Simulink 中搭建一个简易的程序框图，表征角度和速度的双环控制，并利用得到的传递函数以及 pid tuner 工具箱来进行 pid 的自整定。

③ 云台的模糊控制

其一，加入云台位置环的模糊控制，构造模糊表后通过分析云台运动的速度差和加速度差来完成 PID 控制中 k_p , k_i , k_d 的自适应调整。另外，通过计算转动惯量得到云台前馈系数，加入后可以减少积分项的输入，更好地适应操作手的手感。

(2) 新赛季研发目标

① 底盘缓变起步和停止的优化：

减小启动和停止时的功率过大消耗，更充分地利用缓冲能量，且能让车跑得更丝滑、流畅。另外，可以仿造汽车 ABS 系统的功能，减小机器人的制动距离，减小不必要的功率消耗。

② 底盘功率限制的研发：

完成新的底盘功率限制方案，在避免机器人超功率扣血的基础上让车跑得尽可能的快，可以有效地增加机器人的机动性。

2.9.4 电源管理

(1) 已有技术储备

① 电源管理模块：

提供 5V、12V、24V 直流电源供其他裁判系统模块使用。电源管理模块具有通信转发功能，可将各模块发送的数据包按照要求转发至目标模块。

② 飞行器供电：

标称电压为 48V。24V 取电方式为对总电池组电压进行降压，具体采用 LM5116BUCK 电路进行降压。根据供电电流计算，采用两个 LM5116 降压模块并联输出的方式给裁判系统和发射机构供电。为防止电源之间互充，采用理想二极管模块来阻止此种情况。

(2) 新赛季研发目标

① 将电压稳定在 19V，减小噪声的叠加，特别是过冲的幅值，防止过冲过大的跳变引起电路的发热。

② 实现理想二极管模块化，获得更广泛的应用范围。

2.9.5 舵轮

(1) 已有技术储备

① 第一版舵轮底盘初稿：

目前舵轮底盘采用 3508 电机作为轮电机，6020 作为转向电机，自己设计轮毂以及聚氨酯包胶进行组装；3508 电机采用沉入式设计，部分位于轮毂之中，3508 缩进轮毂，车身宽度减少，从而减少了转动惯量；悬挂目前采用了平行四边形悬挂，使得转向电机轴能够保持竖直，不至于在运动中影响整个机器人的姿态。

② 机械强度：

经过测试，机械方面的强度能够达到比赛要求，在后续设计中会优化一些机构，进一步提高机械强度和耐久。

(2) 新赛季研发目标

① 在低功率下的灵活度：

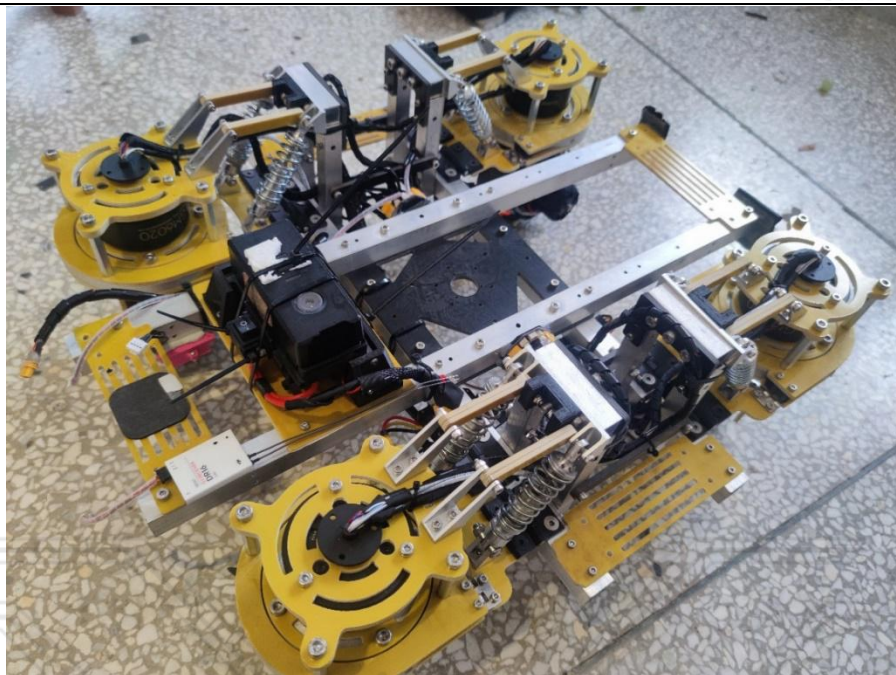
新赛季规则中将舵轮的转向电机计入了底盘功率之中，在原有的功率要求之下增多了一倍负载，这要求机械方面设计出能合理的机构提高能量的利用率，保持舵轮灵活度的优点并减少能量消耗。

② 飞坡

由于舵轮运动受转向电机的姿态影响较大，因此采用平行四边形悬挂是能够进行飞坡的，之后会调整舵轮的机构位置并增加脚轮以对飞坡时的姿态进行调整；现由于铝管长度问题会使得飞坡落地姿态与理想情况相差较大。

③ 救援

舵轮运动时保证灵活度就需要从转轴到轮体部分保持竖直，但这种设计难以进行救援，在后续设计中需要使得轮体部分能够产生变形，使舵轮在存活与死亡时具有两种不同的姿态，即在存活状态下与地盘产生点或者线摩擦，减少转向时的阻力，在死亡时具有万向轮的结构，能够轻松被工程救援。



图表 2-26 第一版舵轮底盘

2.9.6 Vrep 仿真

本赛季团队使用 `coppiliasim` 作为仿真软件来验证控制和视觉算法的可行性，能在算法上车前最大程度地减少代码中的 `bug`，并对相关参数进行初步的调试，从而加速机器人的迭代，提高软件系统的鲁棒性，大大减少赛前调试的工作量，在对未来队员的训练上也有不错的潜力。

(1) 已有技术储备

- ① 利用 `coppiliasim` 实现机械模型 `urdf` 导入，并兼容仿真环境，接着对其进行运动学算法验证，仿真和优化。
- ② 结合目前模型搭建较为成熟 `matalb` 的 `Simulink`，设置符合实际的参数，抽象核心模型，实现数据收集与电机选型
- ③ 云台+小陀螺调试场景

该场景包含了一个带云台的麦轮小车和一个不带云台的麦伦小车。其中不带云台的那辆作为靶车，可全方向移动和原地做小陀螺运动，移动速度可实时调整。车上装甲板有与真实装甲板类似的击打反馈。本场景由 `lua` 脚本完成，不依赖外部环境，可跨平台运行。

未来将会进一步实现车体模型尺寸和现实机器人的匹配，并引入图表来实时监控云台的运动速度曲线，从而帮助梯队更好地学习 `pid` 参数的调试

- ④ 大符调试场景

该场景包含了一个带云台的麦轮小车和大符系统，大符运动和实际大符的运动相同，并拥有和实际大符一样的击打机制。

该仿真场景能解决上个赛季中团队由于实体大符故障而无法调试大符代码的痛点，大大加快了大符代码的开发进度。另外本场景由 lua 脚本完成，可跨平台运行。

(2) 新赛季研发目标

- ① 开发一套完整成熟的仿真链，使得仿真流程有效，将单片机的 freertos 系统融入仿真环境，使得仿真算法即最终代码，减小开发周期和资源浪费。
- ② 总结与分析各个仿真软件的优点与作用，使得后续新研发的项目进行评估后直接利用对应能快速实现的仿真环境进行开发。
- ③ 搭建电控，视觉联合的赛场仿真环境，使得能综合验证机器人的软件控制功能。

2.9.7 多线程架构

(1) 已有技术储备

串口通信需要等待 IO，而相机也需要等待缓存，这些工作都在等待资源，却又在占用 CPU 资源，导致 CPU 资源无法被有效利用。构建一个好的多线程框架，能够显著提高程序的性能

(2) 新赛季研发目标

- ① 多线程设置的线程数应该根据上位机的核心数来决定，考虑到团队上位机暂时使用的 CPU 是四核的，选取 2-3 个线程为宜
- ② 将需要等待图片资源的相机采集线程，串口通信线程这两个等待资源的线程和中心处理线程分开，有利于充分利用 CPU 资源
- ③ 如何安全高效进行线程之间的通信是多线程框架的难点，如果线程之间采用拷贝的方式传递数据，那么时间开销是很大的

其中安全方面：利用原子变量以及内存模型，实现有序访问同一片内存；[高效方面](#)：利用 `std::move()` 的特性，快速在线程之间传递数据

- ④ 为了提高代码的可扩展性，我们将 `Thread` 定义为虚基类，并且类内开辟一片静态内存区域，所有的线程可以通过调用函数对这片内存区域进行有序访问，从而避免了线程之间传递参数导致过耦合

我们采用的是 `valgrind` 工具对多线程框架运行时的内存，运行时间，资源竞争等等问题

进行检测并且处理

2.9.8 通信检测机

在比赛场上，很多时候我们无法很快地知道机器人身上哪一部分的通信出现了问题，往往需要逐一 debug 排查才可以知道。但是比赛时，时间是宝贵的，逐一排查明显会很浪费时间，因此我们就想到了做一个通信检测机的想法。通过通信检测机，我们可以比较快速地知道，机器人身上到底哪一部分的通信出现了问题，然后检查对应的线路，这在比赛时有可能成为输赢的关键。

主要检测机器人的云台和底盘上的串口通信、CAN 通信，以及其他的通信方式的异常情况，我们 可以通过手机 APP 或者 PC 上位机来获取自己想要的通信情况，也可以直接得到机器人上全部通信控制的情况

- (1) 已有技术储备
 - ① 目前可以实现全部通信的检测、不同检测界面的切换
 - ② 检测代码的封装
- (2) 新赛季研发目标
 - ① 增加全部检测和部分检测的功能
 - ② 使其可以适应所有的机器人
 - ③ 可以让使用者自主添加所需检测的通信情况

2.9.9 弹道补偿测试

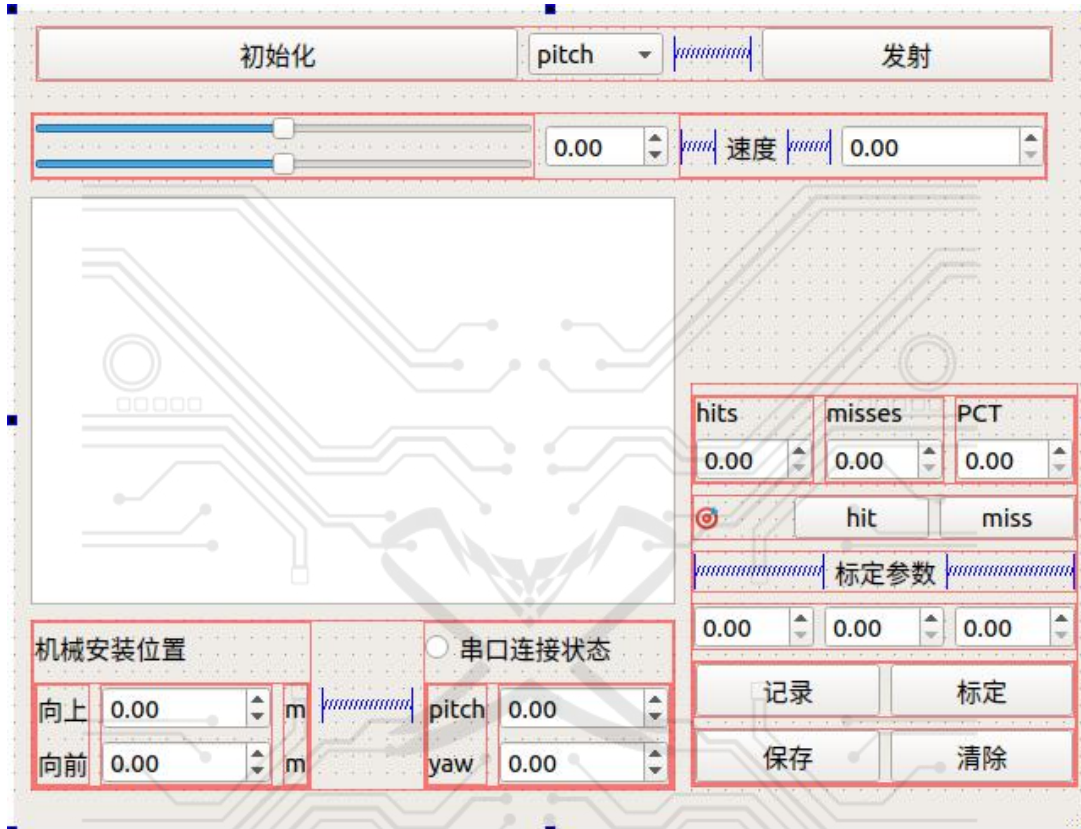
辅瞄要命中敌人，不仅需要精准的识别，还需要有一个精准的弹道补偿。考虑到空气阻力等多方面因素对弹道的影响，很难用一个精确的物理模型描述弹道的下坠，所以我们团队一般是采用记录不同距离子弹的下落高度，来拟合一个与敌方装甲板距离相关的二次函数来进行弹道的补偿，而通过人手工来记录是比较慢的，并且在比赛期间我们要求每一天都必须要对每一辆车进行弹道方程的拟合，所以我们研发了一款快速测试弹道补偿方程的图形化上位机。

- (1) 已有技术储备
 - ① 主力成员具有熟练使用 QT 编程的能力，面对特定的问题，可以快速设计人机交互上位机系统，使调参可视化。
 - ② 可通过此程序直接控制云台的运动和打弹。

③ 可实现参数的快速记录，与自动标定。

(2) 新赛季研发目标

- ① 尝试网页调参，使得调参更加的便捷。
- ② 添加绘制波形功能，可以更加直观的微调弹道补偿方程。
- ③ 开发其他的图形化上位机，如动态调试卡尔曼滤波的参数。



图表 2-29 弹道测试界面

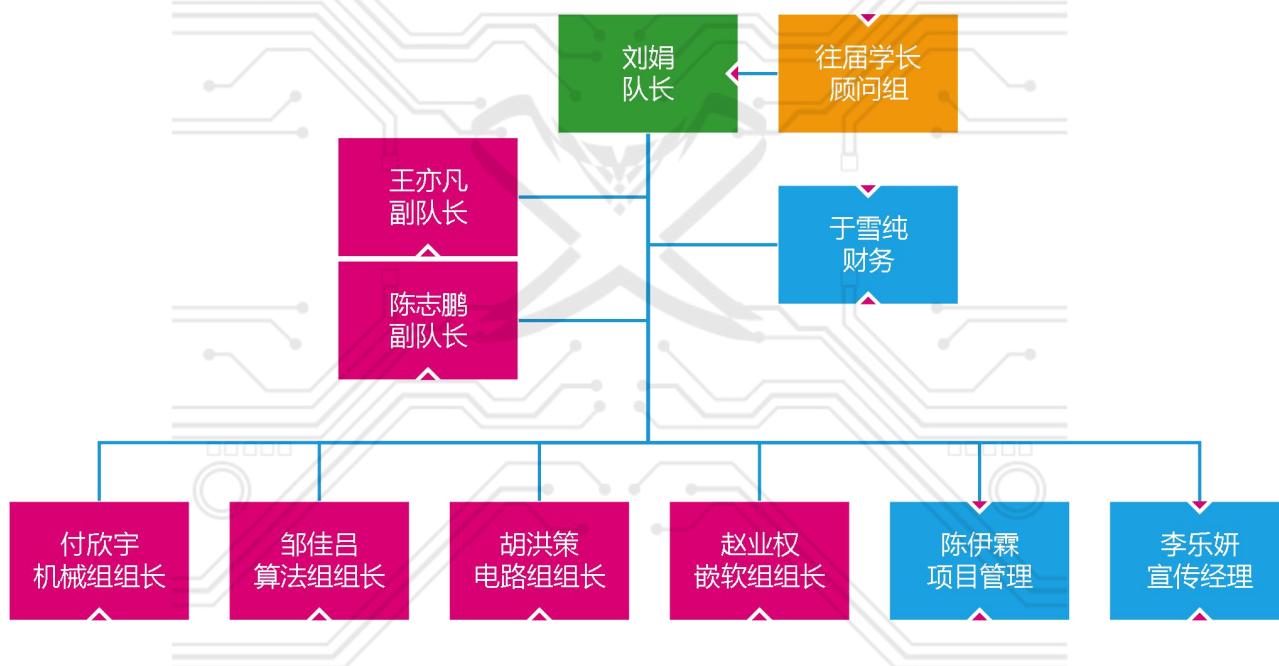
3. 团队建设

3.1 团队架构

3.1.1 组织结构

狼牙战队在校内作为科创组织，具有一定的自主决策能力，在物资购买、财务报销、技术发展等方面都由学生自己把控，但同时也是对学生能力的考验。所以整体架构应较为紧促。

目前团队主要以队长为团队对外交流窗口，负责统筹规划团队各类事物。原则上技术组组长不负责研发任务，技术组组长主要负责监控所属组员的研发进程，并在出现问题时及时提供帮助，保证研发进程健康，团队运作正常。同时技术组组长还要对接团队的其它部分工作，如课程建设、对外交流等。



图表 3-1 团队组织结构图

3.2 岗位职责和要求

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
		指导老师	向学校争取团队的运转资金； 对外寻求技术及资金支持； 在宏观层面监督团队运转。	战队所在的学校中具备科研、 教学工作资格的讲师、教授或 其他职务的教职人员。
		顾问	具有丰富的研发及比赛经验，关 注前沿技术，能规划研发方向， 从宏观层面指导研发； 为战队提供技术支持，在调试、 研发中为队员解答疑难问题； 针对战队的管理、运营等方面所 存在的问题或不足之处提出意见 或建议。	一般是往届的主力成员，能在技 术方向上提出指导性建议，一定 程度上把握技术组前进方向，且 对团队以及比赛仍然保有热情
正式 队员	管 理 层	队长	协调团队内成员的关系； 不断完善改进团队架构及制度； 监督各个技术组的技术发展； 与指导老师协商团队支持需求； 与助教团队协商团队发展方向； 负责团队的对外接洽工作。	对团队绝对认真负责，将团队的 整体利益放在第一位，有较充足 的课外时间，对各个技术方向都 有所了解，有较好的沟通能力和 组织能力，能够团结团队、凝聚 士气
		副队长	实施把控团队整体进度； 与团队管理层一起协调团队发 展； 在技术层面上起到指导性作用； 对团队的开发任务进行验收； 协助队长完成相关工作。	对团队绝对认真负责，将团队的 整体利益放在第一位，有较充足 的课外时间，对各个技术方向都 有所了解，在一或多个技术方向 上有较强能力，有较好的沟通能 力和组织能力
		项目管理	负责整个战队的运营统筹； 负责整个战队的文档、资料管理； 负责项目相应文档的撰写，做好 文档传承、制度传承等工作；	有一年以上的参赛经验，具有总 结规划和管理人员的能力，能提 高团队凝聚力，带领新入队员深 入了解团队

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
			负责监督整个战队的物资管理。	
	技术执行	组长	负责协同组员确定技术方案； 负责本技术组的任务分配、考勤安排、对外交流； 负责本技术组文档撰写、梯队培训、协作平台管理； 负责对本技术组的组员进行定期考核，把握组员研发进度，适当指导。	有一年以上的参赛经历，有较强的协调和沟通能力，对本技术组相关技术有自己的理解，能够把控技术组的技术发展方向
		组员	负责按时完成分配的研发任务； 及时反馈本组物资储备状态； 了解比赛的技术走向，并进行合理规划； 与其它技术组成员协调技术方案，合理规划自己的工作时间。	对比赛有热情，需要持续学习本组相关知识，保持学习热情，能与团队成员和谐相处、积极沟通、讨论问题
	机器人项目执行	组长	负责与各技术组组长、队长共同决定本项目技术方案； 负责协调本项目组中各技术方向的工作情况，配合项目管理监督本项目组的整体进度； 负责确定本项目组的赛季规划； 配合操作手调动本组组员对机器人进行优化。	项目组组长由对本项目相对熟悉，据由一年以上比赛经历的技术组队员担任。需要时刻关注目前比赛的技术走向，掌握该组机器人的研发进度；需要有协调调动组内队员的能力，并在必要时时刻配合其它项目组。
		组员	负责按时完成组长发布的任务； 负责注意本组的物资、耗材库存，及时向物资管理反应； 了解其它学校队伍的技术走向，并提出合理建议。	组员需要有对比赛和技术充分了解的技术组组员担任。需要按时完成组长给予的任务，具有独立研发的能力。
	运	宣传	负责团队对外活动的组织；	对宣传工作有足够的热情；对工

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
	营 执 行		负责团队招新等活动的组织宣传； 负责团队文化建设相关的工作； 负责团队公众号、微博运营工作； 负责宣传海报、文化周边的制作。	作认真负责；有较好的沟通能力；能够比较好的融入团队；有绘画/撰写推文/设计海报的经验
		物资管理	负责团队贵重物资的统一存放； 负责统计团队重要物资的数目； 负责重要物资分发以及收集。	对团队物资的种类有足够的了解；工作严谨、认真、有条理。
		招商	与指导老师和团队管理层对接， 负责与企业的合作事宜。	有招商经验或对招商的工作有热情；了解团队的需要。
		财务	负责制作财务报表进行报账； 负责与校财务处对接； 负责处理团队内财务问题。	对财务报账流程比较熟悉；工作严谨、认真、有条理；对财务相关专业知识有所了解。
梯队队员		机械	学习机械结构设计方法； 学习机加工工艺及工具的使用； 辅助主力完成机器人制作； 学习机械制图的相关规范。	可以使用 Solidwork 绘制三维模型；可以绘制零件的二维工程图纸；了解基本的机械原理机械设计知识。
		电控	学习电路设计软件的使用（AD）； 学习 PCB 板的制作及焊接过程； 学习嵌入式控制系统的开发； 完成小的电控模块的开发工作； 学习掌握电机控制； 学习使用团队常用的模块； 学习使用现有的一些调试工具。	对单片机有一定的了解；对简单的控制算法有所接触；对嵌入式软硬件有兴趣；有较强的学习能力和学习的耐心。
		视觉算法	学习熟悉 C++/Python 语言编程； 学习图像处理的相关算法； 学习基于 OpenCV 的视觉系统开发； 学习掌握工业相机的使用；	有 C++/Python 语言编程基础； 掌握常用数据结构的简单应用； 有较强的学习能力；有简单的英文文献的阅读能力；对人工智能相关的算法有一定了解。

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
			学习计算机/机器视觉相关技术； 学习一些预测、定位、规划算法； 学习了解人工智能相关算法的应用。	

图表 3-2 岗位职责及要求

3.3 团队文化建设计划

3.3.1 文化建设目标

(1) 提升队伍凝聚力，通过文化墙、队服等具有狼牙和机甲大师赛标志性的物品营造实验室的机甲氛围，保持队员们对极佳的热爱，增加队员归属感。

(2) 创建狼牙战队核心文化，帮助队员树立起攻坚克难、技术至上的信念，同时对战队参加比赛的宣传以及战队的日常风采展示等活动，向更多人弘扬狼牙战队精神。

(3) 对内，将狼牙建设为互相帮助、互相扶持的大家庭，队员不仅在备赛期间有技术上的交流，在日常也会有学习、娱乐、生活上的交流分享，例如在备考期间互相帮助、不定期举行团建等等，并进一步加强队员的联系，提升战队备赛效率。

(4) 对外，树立好狼牙战队走在机器人第一线的形象，让狼牙精神成为激励更多人的精神，将狼牙建设为有深刻文化内涵、有执着科研精神的科研团队代表。

3.3.2 建设途径

(1) 宣传

通过媒体宣传、线下特色宣传活动等进行。

(2) 活动

在各大节日举办活动送温暖；定期举办团建活动；队员生日祝福；撰写队员纪念册；开办学习圆桌等。

(3) 周边

设计文化物料，例如手环、队服。

3.3.3 具体执行计划

(1) 总体规划

建立起文化建设记录系统，通过分工合作形式分别完成媒体宣传、活动策划、周边设计等文化建设项目。

(2) 赛季主要文化建设项目

- ① 媒体宣传：通过抖音、B站、微信公众号、QQ公众号等媒体平台发布战队最新动态、人物专访等。
- ② 队员生日祝福：建立队员生日通讯录，送上生日祝福。
- ③ 2021-2022 节假日温暖：在节假日以及重大事情时开展节庆活动，例如小年夜晚会。
- ④ 团队文化学习：在赛季初招新，各层级赛事前进行文化回顾。
- ⑤ 专属活动：策划狼牙团队活动，增进队员感情以及传承战队精神，如狼牙毕业典礼，学习圆桌等；同时策划特色宣传活动，如线下路演、讲座等等，增加战队外同学对战队的了解程度。
- ⑥ 文化物料设计准备，如狼牙队服、大富翁打卡、狼牙专属徽章、手环等。

4. 基础建设

4.1 可用资源分析

时期	来源	数额	单位	初步使用计划
资金	学校/学院各级组织	400000	元	购买官方模块；购买大额物资（单价 1000 元以上）；购买大批量物资；实验室基础建设；参加其它比赛
资金	往届比赛奖金遗留	50000	元	购买小额物资（单价 1000 元以下）；
资金	课程建设及助教工资	30000	元	购买部分无法报销物资；运营活动预算
物资	往届遗留	20000	元	模块研发；方案验证
物资	官方物资	30000	元	新车整车装配
物资	校企合作项目物资	芯片、模块若干		硬件模块开发
加工资源	实验室加工资源、启明学院加工资源	雕刻机，切割机，台钻，3D 打印机等		常用加工需求（如板材雕刻与切割，3D 打印，钻孔等需）
加工资源	工程实训中心	PCBA，激光切割，加工中心等		特殊加工需求（如 PCBA，特殊加工件等）

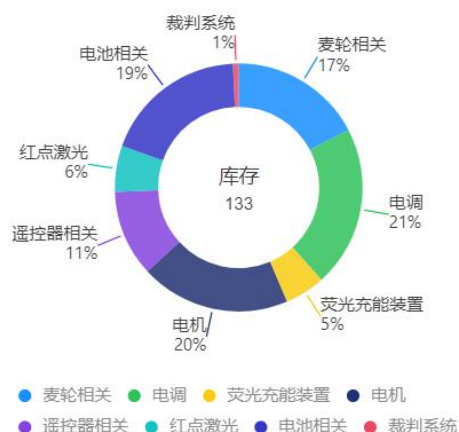
图表 4-1 团队可用资源分析

4.2 物资管理

由于希望减轻团队成员负担，同时因为团队考勤使用的是钉钉考勤机，所以我们的物资管理平台在钉钉上。

贵重物品借出需要技术组组长和队长的审批，同时贵重物资库的出入库由队长负责，而其余物资由各技术组的物资管理负责。管理员可以在后台较为直观的看到各类物品的库存，并在库存告急时及时进行补充。

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



库房	耗材名称	耗材规格	库存
官方物资	电调	C615电调	11
官方物资	遥控器相关	遥控器接收机	5
官方物资	电机	M3508电机	2
官方物资	电机	Snail2305电机	15
官方物资	电池相关	电池架	13
官方物资	电池相关	电池	12
官方物资	电调	C610电调	9

图表 4-2 官方物资库存情况

使用人	耗材名称	耗材规格	使用量
牛天泽	电池相关	电池架	2
付欣宇	电机	M3508电机	4
牛天泽	电机	M3508电机	5
胡洪策	电机	GM6020	0
牛茂森	电池相关	电池架	1

图表 4-3 物资借用后台

4.3 协作工具使用规划

4.3.1 QQ 群文件

主要用于电控组、机械组的交流协作。

电控组日常的交流协作主要通过 QQ 群进行：根据以往的赛季经验，QQ 群交流可以满足绝大部分交流需求。

交流内容主要有以下几个方面：

- (1) 在电路板设计时，要求主力将每一个阶段的电路板截屏发到 QQ 群中以便其他主力和往届学长学姐进行审核，并提供改进建议和改进方向。
- (2) 在一款电路板设计趋于成熟以后，我们会将整个电路工程根据机器人类型归档到电路组群的群文件中在发现一些比较好的学习资料后，我们会将学习资料也进行归档。
- (3) 我们要求所有人每周撰写当周的工作周报，汇报自己当周工作进度、遇到的问题 and 下周工作规划，并通过 QQ 在线文档链接提交到在线收集表格中。
- (4) 每个赛季结束后，会将所有机器人的电路结构拓扑图和装配注意事项归档发送到电路组

群群文件中一些日常生活中遇到的问题相关交流。

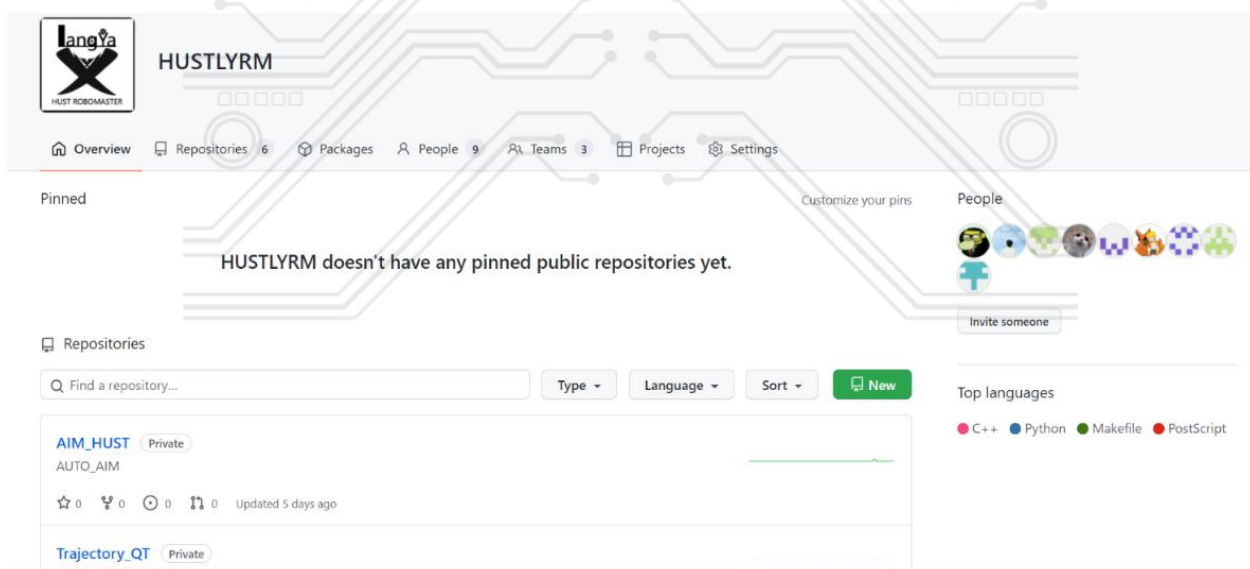
由于机械组设计许多的模型管理和进度记录，因此采取 QQ 文件和在线文档做好管理。在备赛期间通过 QQ 可以满足绝大多数需求，主要设计以下内容：

- (1) 在备赛过程中遇到的问题在群里和学长学姐以及其他主力一起交流。
- (2) 在平时日常管理，耗材清理，物资清点采取线上管理，能够及时更新数量和管理人员。
- (3) 在机器人设计时，通过 QQ 群线上文档或者屏幕分享和往届队员一起讨论结构合理性以及如何进一步优化。
- (4) 确定模型后将模型打包发至群文件规定文件夹中，以及对应 STEP 文件，方便往届队员和其他主力进行审核。
- (5) 赛季结束后，进行所有机器人的技术汇总和赛季总结资料整理，上传至群文件

同时往届重要资料以及技术文档会定期整理，拷贝至移动硬盘和百度网盘中，最好备份，方便技术传承。

4.3.2 GitHub

算法组和嵌软组的交流协作通过 GitHub 进行，使用 GitHub 中的 Organization 功能进行代码管理，我们把算法组中的成员分为管理员，辅瞄，雷达，自动步兵，梯队。每个组都有对应的 Team，每个 Team 中的成员对 Organization 中不同的仓库有着不同的权限。如管理员对所有仓库都有读写的权限，辅瞄小组对辅瞄仓库有读写权限，而对其他仓库只有读的权限。



图表 4-4 团队 GitHub 主页

我们要求每次写完代码都得写一个较为详细的 README 解释这版代码新加了什么功能或者还有什么功能有待完善，方便协作者进度统一。

4.4 研发管理工具使用规划

4.4.1 团队主页

非团队成员直接访问网址，可了解团队的基本概况内容。团队内部成员首次访问，需注册申请团队内个人账号，以全拼音作为用户名进行申请，之后等待后台管理员同意通过即会有邮箱反馈验证。账号注册成功后，可在主页上定期进行组内汇报，项目组汇报以及队内汇报。团队内其它成员可访问主页内所有汇报内容，并在下方可以选择进行评论交流或点赞。团队共享资料的发布都可以通过官网进行，并通过权限管理将部分资料开源。

4.4.2 腾讯文档周报

RM 备赛期跨度较长，需要合理的时间分配和项目管理。为督促组员合理安排工作时间，推进研发项目进度，由于当前学校大环境下学业压力较大，为了将团队工作尽量融入生活并减少大家负担，我们选择用大家常用的 QQ 衍生产品进行管理，同时狼牙战队本赛季采取周报制度。

周报要求每周日上午 12 点前提交本周周报概括本周进度和下周计划，用于周日下午的例会汇报。组会上就周报内容对本周工作进行评估，讨论下周计划的合理性。组会讨论得出的结论作为反馈建议部分记录在周报中。

周报共分为以下几个板块：

(1) 上周 FLAG 及完成情况

记录上周末立下的本周进度规划，并注明完成情况

上周FLAG

- 学习Advanced控制理论控制理论
- 舵轮步兵调车
- LQR控制与Simulink仿真学习阶段二（能用控制基础平衡模型，如倒立摆）

图表 4-5 周报示例（一）

(2) 本周工作记录

按照周一 ~ 周日，上午，下午，晚上三个时间段，记录本周学习工作安排，并注明每天用于团队工作的时间。

	上午	下午	晚上	总时间
周一	上课	上课	数电FPGA学习	0
周二	完成作业	上课	实验考试	0
周三	满课			0
周四	上课与物理考试	排球队训练	舵轮F405基本硬件编写	5
周五	上课	作业	舵轮F405运动控制编写	5
周六	模电作业与发展对象座谈会	舵轮F405运动控制PID编写	舵轮F405编写细节确定 ● 学习Advanced控制理论控制理论LQR与Simulink	12
周日	排球队训练	开例会与学习LQR	写作业	

图表 4-6 周报示例（二）

(3) 本周工作总结

按照任务点，分点列写手头任务的完成情况，分配时间。并提供相关证明。

本周工作总结

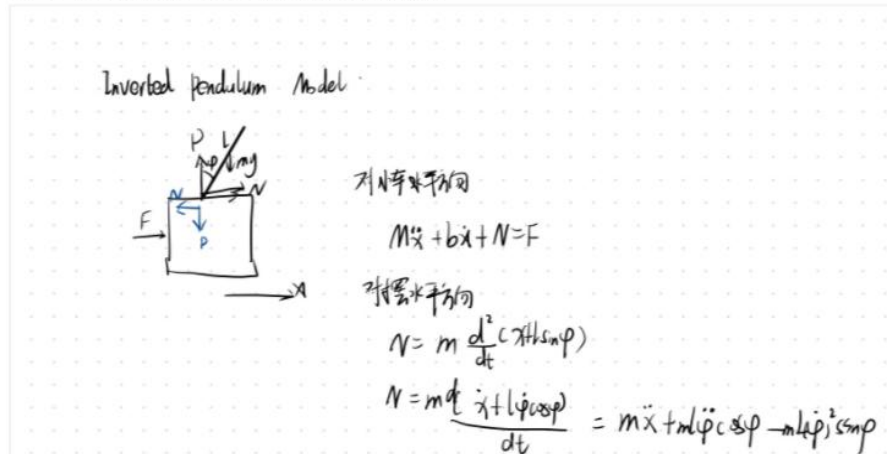
任务一：LQR现代控制理论学习

学习Advanced控制理论，包括状态空间，相图描述，稳定性，可控性，lyapunov第二方法等，从最基础了解LQR原理



图表 4-7 周报示例（三）

任务二：倒立摆webots与matlab仿真模拟



图表 4-8 周报示例（四）

(4) 本周问题总结

总结本周工作中遇到的问题。如有必要，可以提交至组会讨论解决。

(5) 下周工作计划

喜闻乐见的立 FLAG 环节。自行制定下周安排，并注明每项工作预计分配的时间。

下周工作计划

(合理制定工作任务和分配时间)

- 调舵轮步兵
- **LQQ仿真学习三（完成simulink调参选优的深入设计，有目的有目标的设计QR参数）**

图表 4-9 周报示例（五）

(6) 下周时间安排

按照周一~周日，上午，下午，晚上三个时间段，安排下周学习工作安排

(7) 反馈建议

组长每周阅读组员周报后，针对存在的问题与组员交流后，提出相关建议，并记录于此。

周报最终通过复制链接的方式，汇总于统一的表格。提交周报时，应设置全部组员有查看和编辑的权限，便于统一进度以及反馈。

周报模板及具体使用方法见 [RoboMaster 狼牙战队周报模板](#)

4.5 资料文献整理

类型	技术方向	类型	链接
飞镖	机械	参考文献	《外弹道学》
飞镖	机械	参考文献	《航模空气动力学》
空中	机械	参考文献	《多旋翼飞行器设计与控制》全权
工程	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12291
工程	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12274
工程	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12087
工程	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12284
工程	控制	参考文献	https://wiki.sipeed.com/soft/maixpy/zh/index.html
工程	控制	参考文献	https://max.book118.com/html/2019/0810/7164022140002045.shtm
步兵	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8793792
步兵	电路	参考文献	《实用开关电源设计》
步兵	电路	参考文献	https://assets.maxlinear.com/web/documents/spx3819.pdf
哨兵	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12298
哨兵	电控	开源资料	https://gitee.com/EtienneXIONG/oscilloscope-GDIP?_from=gitee_search
哨兵	算法	开源资料	https://zhuanlan.zhihu.com/p/129076683
哨兵	算法	官方资料	https://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/
步兵	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8793792
步兵	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9028180/
步兵	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9079567/
通用	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4650766
通用	控制	论文文献	https://forums.parallax.com/uploads/attachments/41167/106661.pdf
通用	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4608934/
通用	控制	论文文献	https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/3165183
通用	控制	论文文献	https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/504729.504754

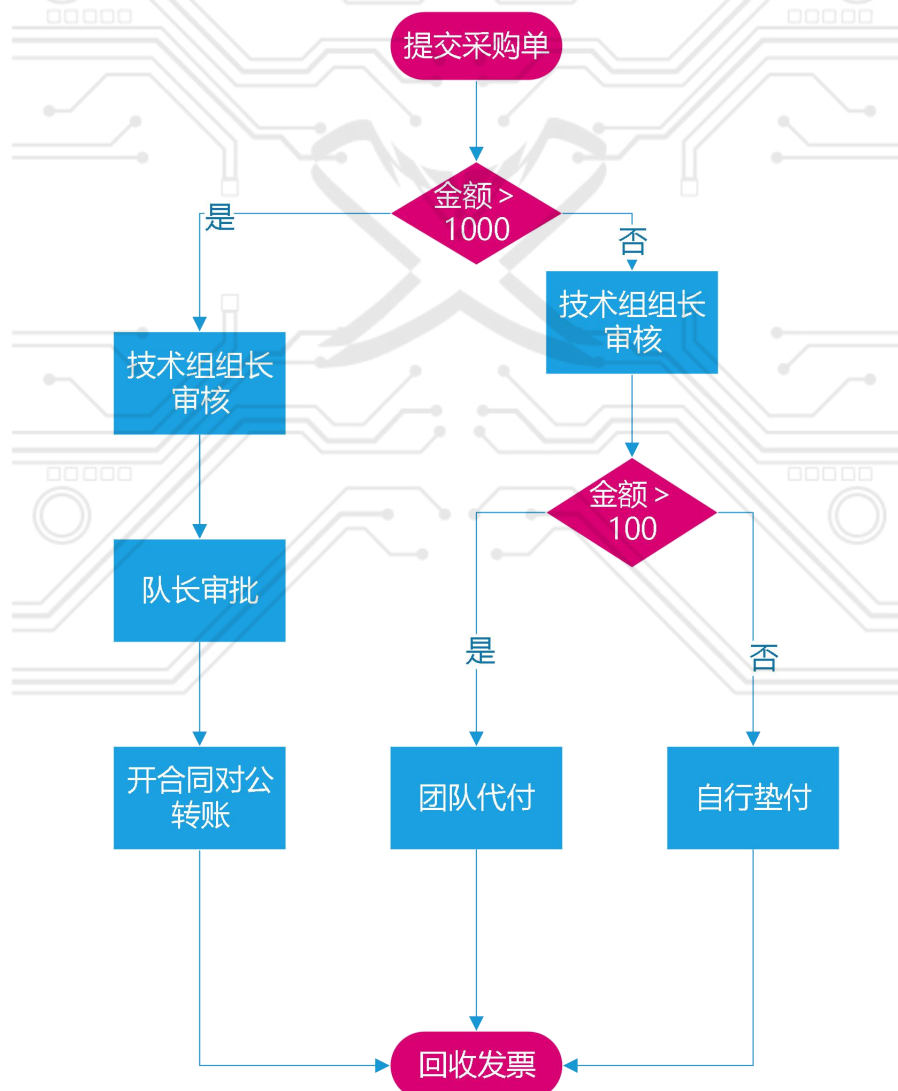
图表 4-9 资料文献整理表

4.5.1 采购流程

为保证本赛季资金明确，资金流清晰，使得资金使用效率最大化，降低项目实施过程中的资源浪费，制定明确的采购流程制度，降低出现物资采购混乱，项目不清和物资管理杂乱出现的可能性，由于团队自由度较高，所以资金管理主要以学生为主。

在备赛中，我们在很多地方需要用小额订单购买材料。其中小额订单指单价小于 1000 元的订单。虽然订单金额较小，但多个小额订单累加起来仍然是个较大的数目。并且，向学校报账时，小额订单的手续也并不会因为其金额小而减少。当订单数目较大的时候，极有可能出现漏报、误报的账单。为了更好地统计与管理小额订单，本赛季我们使用钉钉进行小额花销统计。主要利用了钉钉的“审批”功能。我们新建了一类审批单，专门用于统计报销金额。并将审批数据导出为表格，方便对数据进行统计和分析。

物资采购流程如图：



图表 4-10 物资采购流程图

发起审批 查看数据 分享给同事

付款事由

物资A*N个 xxx元
物资B*N个 xxx元

用途

机械组公共物资 x

付款总额 (元)

1
大写 壹元整

付款方式

需要代付

支付宝

发送到群

付款事由	用途	付款总额 (元)	付款方式	支付宝
MP2482 1.9×40 M...	电路组公共物资	121	需要代付	
Mp2451 0.59×80 ...	电路组公共物资	193.35	需要代付	
2520 4.7uH 电感 0...	电路组公共物资	86.79	自己垫付	
助焊剂 13.5 ×2 烙...	电路组公共物资	105.1	需要代付	
J-Link ×10 单价13....	电路组公共物资	173.65	需要代付	
MX3.0 公头弯针单...	电路组公共物资	50	自己垫付	
STM32f105rBt6 ×1...	电路组公共物资	484	需要代付	
Xt30 公头 焊接式 ...	电路组公共物资	70	需要代付	
GH1.25 端子, 胶...	电路组公共物资	145.94	需要代付	
LDO 3V3芯片 50个	电路组公共物资	43.87	需要代付	
USB3.0转USB 25c...	电路组公共物资	73.96	需要代付	
镊子 4把 25.2元 粘...	电路组公共物资	167	需要代付	

图表 4-11 团队报销审批数据导出图

4.5.3 报销流程

参考往年经验以及团队在资金方面所反馈的问题,发现关于资金的问题主要集中在个人生活费垫付以及学校报销流程较慢。

资金的供给量影响着整个团队的整体进度和队员积极性,在严格执行物资采购流程的基础下,为提升队员的积极性,确保队员造车的热情,尽量减少或避免队员用自己生活费去垫付的现象,同时受到学校报销制度的影响,我们采用大额费用“团队垫付”和“对公转账”的方式,来避免队员因“个人垫付”问题心中一直存有顾虑,导致拖延自身项目进度。

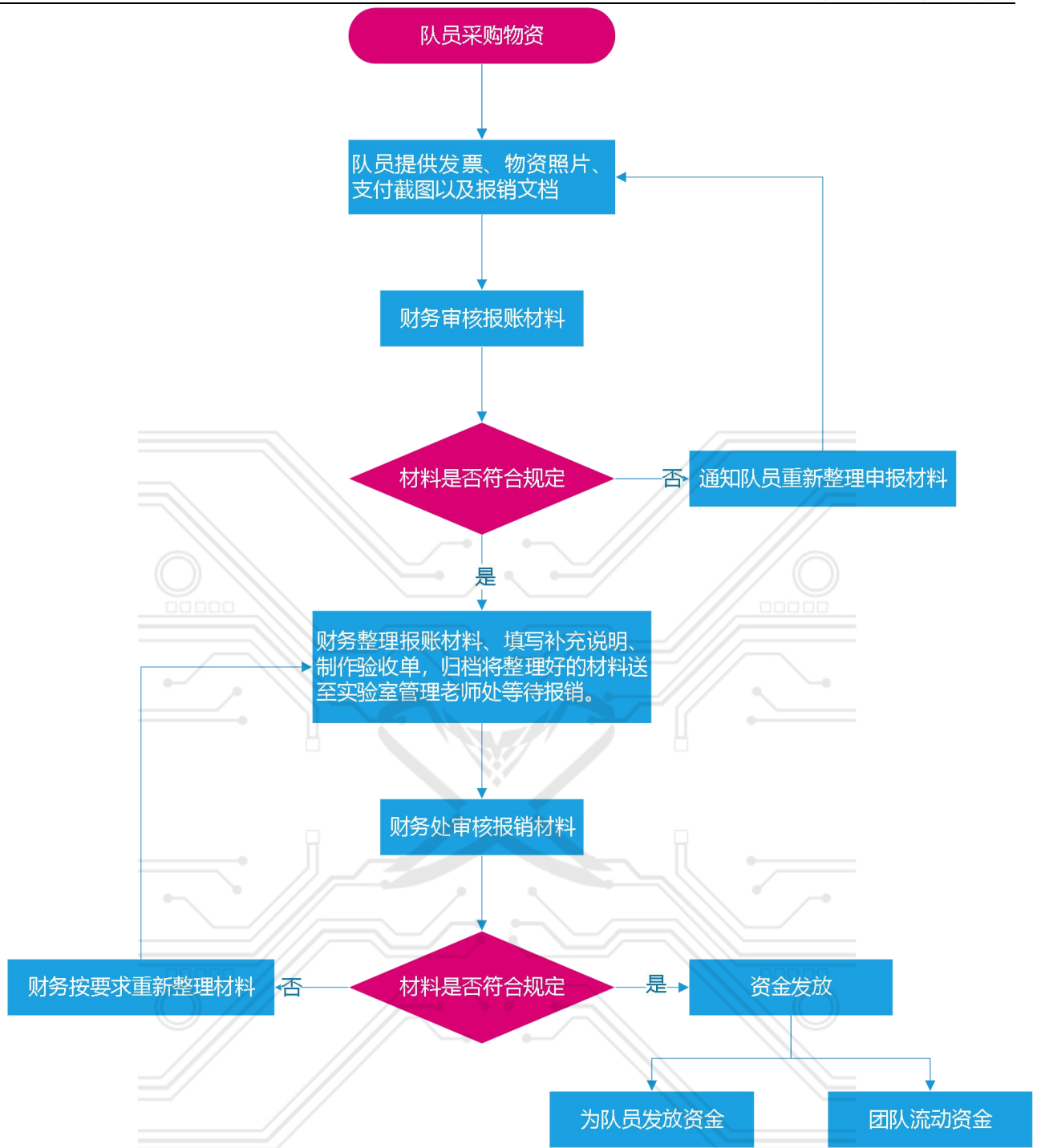


图 4-12 物资报销流程图

5. 运营计划

5.1 运营综述

运营可以说是队伍提升团队文化认同感、扩大机甲战队影响力以及传递 RM 核心价值观的依托。经两轮招新，新赛季运营组人数突破个位数。人员的增多不仅意味着运营组产出有望呈指数型增长，也代表着旧的管理模式需要进行适当更替。初步拟定运营组管理模式如下：

5.1.1 明确分工

新的赛季，我们希望运营组明确划分工作方向但依旧不局限于“各司其职”战队运营组划分为项目、财务、物资、宣传四个方向，首先按照个人意愿将组内成员进行分流，实现运营框架的搭建以及任务分配优先级的可视化。就运营组实际情况而言，财务、宣传任务量更为繁重。财务的主要工作为维持财务系统正常运转，是团队的生命线，因此除去报账等工作，在无特殊情况（如个人要求）下将不会派发额外任务。宣传的主要工作为运营各平台公众号、策划提升系列活动、完成周边设计制作等，陆续建立微信、微博、QQ、B 站、抖音公众号后，宣传任务量倍增。因此在根据任务分配优先级进行部署仍出现人手短缺的情况下将调配项目、物资方向组员参与宣传，“有活大家一起干”。

5.1.2 建立传承

过去的几年里，运营缺少明确的传承制度，这一赛季，我们决定化用“主力+梯队+考核”制度实现运营传承。上赛季技术组“断代”的境况其实在运营组中也有上演。不过本赛季有不少留下来的“老”运营，为运营长跑递上接力棒。运营组（主要是宣传方向）计划于本赛季化用技术组“主力+梯队+考核”模式。以微信公众号运营为例，主力设定选题 KPI 以训练梯队 idea 活跃性，从中挑选布置撰写推文考核任务，然后就推文文字、排版、风格等方面进行指导。每个梯队收到不同的考核内容不同，主力进一步整理修改之后部分优质内容可以在微信上发布，因此梯队考核完成度可以对应转化为运营组宣传产出。训练与传承并行，有利于运营接力，延续各平台运营风格。

5.1.3 规律汇报

新的赛季，运营加入周例会汇报，为队员“透明化”运营组工作成果。每周大例会汇报是运营组向队员展示阶段性成果的绝佳机会，可以一定程度上解开“不知道运营组干了啥”的疑惑。同时既作为团队文化、价值观的依托，在汇报过程中渗透相关理念，能潜移默化下提

升团队凝聚力、归属感、上进心等。周例会汇报采取“整合+轮班”形式，各组员在群内展示进度每周汇总，要求多图丰富内容，汇报人根据排班表依次参与大例会。通过这种形式，分立的运营方向“分而不离”，与此同时促进运营组成员感受团队氛围，加速融入团队。

提到融入，运营存在感低、难以融入队伍是战队根深蒂固的问题，此前团队做过许多努力但大多收效甚微。本赛季运营组拟通过周例会提高出镜率，通过采访专员对接增强运营和技术人员互动，通过组织系列活动促进运营组和技术组的碰撞，具体计划将在 5.2 中罗列。今年运营组中有两位兼任技术组的成员，他们将成为运营-技术良好的沟通桥梁。希望运营组重新定位，可以摘掉存在感低、打杂的帽子，真正成为科创团队内部的润滑剂、对外输出的重要枢纽。

5.2 宣传计划

5.2.1 宣传组

(1) 宣传目标

- ① 建立校内 Top1 机甲新媒体平台，分享包括机甲讯息、赛事活动等，提升赛事以及战队在校影响力，营造机甲氛围。
- ② 宣传狼牙战队和 RM 相关项目，提高战队在校内的知名度。
- ③ 记录战队在日常的备赛中的过程或趣事，传承战队历史精神和文化，使战队内部有良好的氛围，增加队员归属感。
- ④ 通过宣传形成团队精神及文化，树立团队形象。
- ⑤ 通过与友校团队的交流，建立良好的学校形象，增进赛事了解度，提升战队影响力。

(2) 宣传途径

- ① 平台：战队的新媒体平台，如战队的微信、QQ、微博等；校内其它新媒体平台，如各学院、团委、学生会的宣传平台；RM 官方论坛。
- ② 活动：战队参加校内各项线下活动，如招新，路演等；参加校内各种科技展览活动，如校内科技节；举办线上活动，如 RM 观赛；独立承办活动，如和其他中小学联动，协助素质教育相关培养活动。
- ③ 广告：积极接洽相关宣传机会，如其他大平台征稿。

(3) 宣传的基本任务

① 基础能力培养

技术：需要队员具备 Ps、Pr、Ae 等软件的使用能力；摄影、摄像能力；文案写作能力；排版能力。

行动：创意脑暴策划和项目落地执行。

审美：打磨每一份作品，并形成知识系统。

② 战队宣传工作

赛季规划：完成华中科技大学狼牙战队 RM2022 赛季规划。

赛事跟踪：全程跟进赛季内的宣传工作，包括招新、赛程等。

实验室氛围：照片墙排布、文化墙设计、节日活动筹备。

新媒体运营：各大官方账号的内容输出和运营推广，相关资源的整理，社群运营。

战队视觉形象：战队物料及形象等设计工作。

战队品牌宣传：与其他组织以及校外社会组织的外联事宜。

(4) 具体宣传执行计划

① 赛季规划撰写以及周、月宣传计划制定复盘。

② 春季招新和秋季招新：线上以及线下路演、扫楼等宣传执行、宣传物料制作。

③ 校内 RoboMaster 冬令营和夏令营：在假期间我们将开展校内 RoboMaster 夏令营或冬令营，提高华科学生对机器人的热情，增加 RoboMaster 的知名度和影响力，并为团队吸纳优秀人才。

④ 2021-2022 热点追踪：在节假日以及重大事情时，线上或线下积极配合呼应。

⑤ 官方展览：配合学校的科技展览和开放日活动，展示机器人风采，提高学院领导对团队的认可度，提高团队的影响力。

⑥ 新媒体运营：微信公众号、微博、抖音、B 站（具体见宣传平台规划）的定期推送，通过网络媒体平台扩大团队影响力。同时在比赛期间会进行赛事更新。

⑦ 专属活动：策划狼牙团队活动，增进队员感情以及传承战队精神，如狼牙毕业典礼。

(5) 赛季宣传目标

① 新媒体粉丝增长 1000+。

② 均浏览量 500+。

③ 活动参与人数增长。

④ 完整设计包括战队视觉形象、队服、周边等。

⑤ 宣传渠道拓宽，建立渠道通讯录。

(6) 设计组扩展计划

根据运营组的重新定位，设计组的赛季计划不再局限于周边的设计制作。扩展计划如下：

① 战队 logo 头脑风暴：

对战队 logo 进行二次创作，用于战队文件水印、PPT 模板，或用于项链、贴纸周边制作。

② 团队形象拟人化：

参考华小科的拟人化形象，绘制具有团队特色的 Q 版造型，用于公众号头像，或用于钥匙链、玩偶周边制作。

③ 专题系列图形绘制：

开启战车、人物、字母抽象等专题系列图形绘制，用于辅助推文展示，或用于卡贴、明信片周边制作。

④ 漫画板块展示：

根据队伍中发生的趣事制作条漫，促进设计组人员观察、参与战队日常，用于推文日常板块素材，或用于漫画集制作。

⑤ 战队文化墙制作：

趣味版以大富翁棋盘为参照，打卡时间为行进步数依据，奖惩并行，提高队员积极性。官方版分为历史背景、思想文化、人员分布、赛季目标四大板块，提高队员凝聚力。

另，狼牙月饼为设计组提供了又一创新道路，即联合技术组，碰撞思维，做出具有团队特色的新式周边。



图表 5-1 狼牙“月饼”

5.2.2 宣传平台

(1) 微信公众号

① 宣传目标

延续定位传承；公众号关注增长 1000+；篇平均阅读量 500+；固定更新频率；固定栏目*3。

② 内容规划

结合 RM 比赛以及相关知识进行干货推送、科普，例如筹备打造 RM 圆桌专栏。

素材来源：战队汇报、论坛及其他大佬科普。

狼牙专属故事打造，【人物专访】+【人物研究】，包括备赛日常、现役及往届队员故事。

素材来源：队员故事、实验室故事等。

追踪社会热点，结合战队进行相关推送。

③ 推广计划

熟人圈与 KOL 推荐：队员、爱好者、KOL 转发。

驱动分享：以奖励、好奇、炫耀为主吸引用户转发分享。

分享裂变：公众号与海报、活动、H5 等入口互相补充引流。

社群运营：建立比赛粉丝群，活动交流以及互动，生产更优质内容。

(2) QQ 公众号

首先，微信公众号定位传承，推文内容求精，有一些值得展示但不符合微信推文的素材更适合在 QQ 公众号上发布。其次 QQ 公众号的受众主要是本校各专业学生，年龄架构年轻。再次 QQ 动态不同于推文，简短直观“有梗”的内容更能吸引阅读。因此 QQ 公众号的主要运营模式为“话题+文案+配图”符合动态形式，话题可以有几个固定板块如#机甲生活##大话狼牙##战队风采#等，文案需简短重点突出，配图辅助展示内容。次要运营模式为抽奖或征集活动，吸引本校学生参加战队相关活动或调动剩余脑力资源丰富战队文化。除此之外，微信平台发布的推文内容二次简化之后也将发布在 QQ 动态中，实现优质推文的扩散。QQ 公众号交由组内兼任技术组的成员运营，素材量将得到有效保障，实现每周三更。

(3) B 站公众号

B 站分为三大板块：团队纪录片（包括招新纪录片）、狼牙影视出品人物专访、狼牙人类研究。这些都是耗时长需要很多精力制作的内容。其中，纪录片选择放在备赛尾声、比赛进行阶段拍摄制作。人物专访走官方正式的风格道路，配备专业化的背景搭建、仪器支持，并由组内专人对接撰写采访大纲。这个系列将突出传承特点，采访人的情怀是采访重点，计

划月更。人类研究走搞笑风伪正经的风格道路，由组内专人对接队内比较有梗的队员并设计各式挑战内容增加趣味性，视频后部分则根据研究对象设计（伪）正经采访题目。这个系列将着重于安利队内“宝藏”队员，在娱乐的同时又能让观众从一隅窥得战队部分风貌。后续形式将会多样化，如同时邀请两位队员相互进行人类研究等，可扩展性极强，每两周一更。

（4） 微博公众号

具备一定的粉丝基础的原微博公众号无法激活，且根据不完全调查队内成员对于微博的使用并不频繁，再建的必要性不强，因此运营组计划放弃微博公众号的运营。

（5） 抖音公众号

抖音作为碎片化娱乐手段一定程度上更有利于文化输出。创新拍摄点子、创意剪辑特效、热度话题演绎是抖音运营重点，所以抖音号的运营总结为紧跟潮流“蹭”热度、搞笑娱乐“绘”日常，间歇抒情“激”反差。紧跟潮流但加入战队特征，如弹药箱做壶，大弹丸做球的投壶挑战，既赶上热度班车又不离运营初衷。搞笑娱乐展现战队日常，搞笑娱乐手段更有利于受众接收新领域信息，战队日常时有轻松有趣事件，因此通过这个部分可以很好地像受众安利战队和赛事，提高认同感。间歇抒情出现的反差是戳中受众的又一关键点，一味地搞笑会出现审美的疲劳，偶尔的抒情就显得尤为重要，而这个间歇的抒情就是对外输出团队文化，赛事理念的绝佳机会。受众心理从新奇到轻松到触动再到感动的循环过程是抖音平台希望达到的运营效果。抖音内容更迭过快，更新速度可以就具体情况而定。

5.3 商业计划

5.3.1 招商需求分析

（1） 招商原则

以战队的利益为先，寻找发展观念与战队相契合的企业，按照战队自身定位物色品牌对象，主力先行，长线经营，确保能优先满足战队主要发展方向的需求，并搭建与企业持续合作的桥梁，形成双赢局面。招商项目自身也应具有一定吸引力和创新性。

（2） 招商对象

① 官方赞助

通过参与官方发布活动，完成官方发布任务等方式展现团队积极性，并积极参与各个有一定影响力的比赛，通过在比赛中取得名次提升团队影响力，从而获得官方的支持和优惠。

② 实验室赞助

通过为校内实验室搭建平台，从而寻求相关基金支持和技术指导。

③ 企业赞助

企业招商对象大多是与高校联合密切的企业，如校友企业等。对于这些企业，团队应展现出自身的创新性，让企业感受到团队积极向上的一面。

同时，可以在以团队路线为根本的基础上，适当制作一些符合市场需求的产品或提出相应规划，在创新的同时紧密贴合市场，让产品兼具团队自身特色和一定的实用性，让企业看到产品乃至整个团队的潜力。

(3) 队伍优势

资源优势

华中科技大学 RoboMaster 团队狼牙战队由华中科技大学电子信息与通信学院的两支队伍速加网与 speed dem 以及电工基地的两支队伍 star 1 和 star 2 组成。团队由五个不同的组别组成——机械组、电路组、嵌软组、视觉组和运营组。五组各司其职，有条不紊。团队于启明学院有独立的工作室、地下调试场地和充足的实验设备，现已建成智能硬件创新实验室，并于原“智能互联网技术湖北重点实验室”拥有独立的研发工作室，可以为队员提供良好的工作环境和充足的研发经费。我们还与 TI、ADI 展开密切合作，团队也有多名指导老师和往届队员参加技术指导，提供技术支持。在往年的比赛中，团队在多个领域的大赛获奖，表现优异。我们正全力把团队建设成一个以参加 RoboMaster 比赛为主、以参加其余相关竞赛为辅、以培养队员全面综合水平为目标的综合型团队。

人才优势

狼牙战队队员来自华中科技大学光电、电气、计算机等多个学院多个领域，新老队员人才济济，多数成绩优异，毕业后大都于顶尖高校继续深造或进入知名企业工作。

技术优势

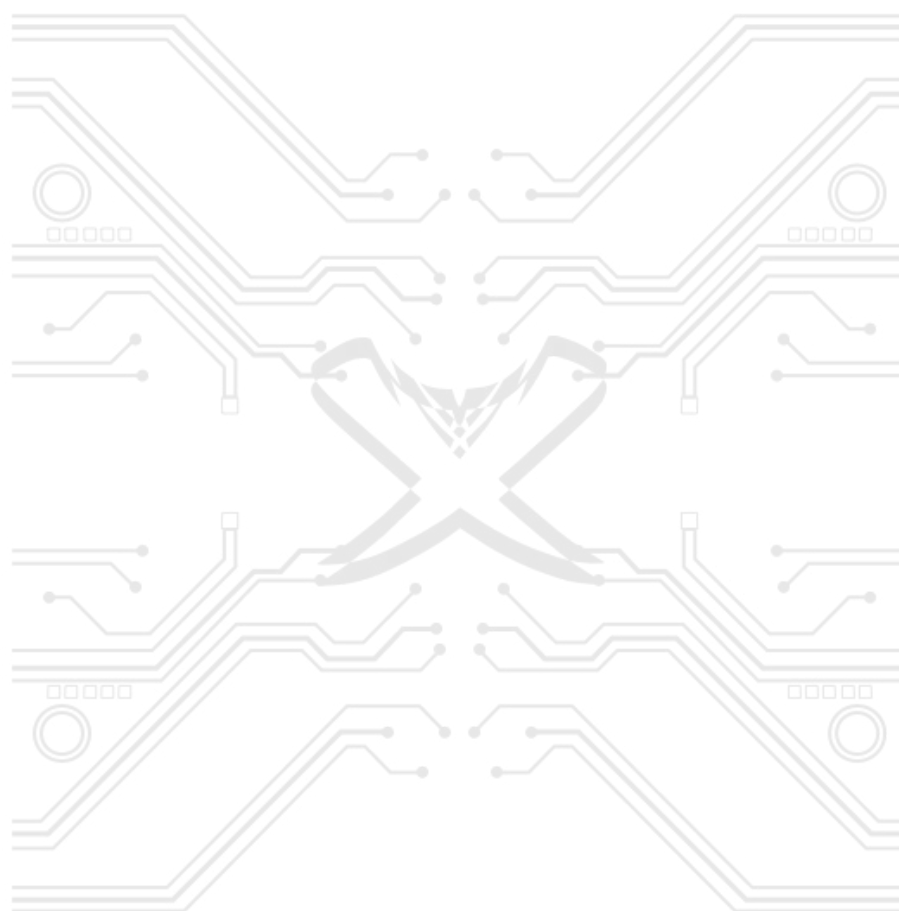
在多年的积累下，狼牙团队积攒了可观的比赛经验和技術资源，在各赛事热点技术中积累了宝贵的经验。队员自身具有一定基础，曾在 RoboMaster 等大赛中多次获得奖项。

5.3.2 招商权益

序号	赞助项目	说明
1	媒体采访广告	比赛期间参赛队员接受不定期的采访时提及赞助商
2	队服广告	在队员队服上印上赞助商 logo 和名称
3	战车车体广告	所有战车车体上印上赞助商 logo 和名称

4	视频广告	在队伍宣传视频里鸣谢赞助商
5	战队指定使用产品	比赛过程中，指定使用的相应产品或服装
6	校内外展位广告	校内外展位展示时可体现的广告位置（赞助商产品）
7	公众号广告	华中科技大学狼牙战队公众号推送的广告位置
8	其他未列入项目	具体项目洽谈商定

图表 5-2 团队招商权益表



6. 团队章程及制度

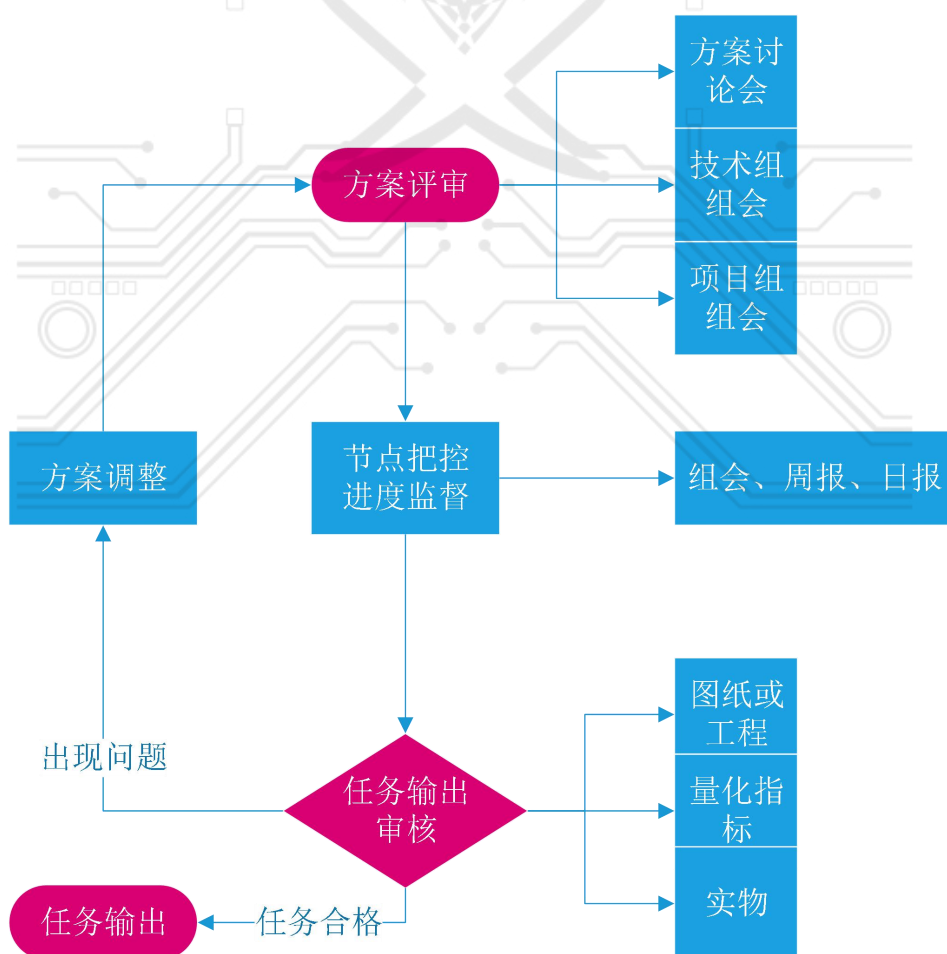
6.1 团队性质及概述

华中科技大学 RoboMaster 团队（狼牙战队）是一支以参加全国大学生机器人大赛 RoboMaster 机甲大师赛为主、全面提升团队成员创新能力为目标的综合型团队。团队致力于促进机器人技术发展，着重培养具备工程理论知识与人工智能实践能力的创新型人才。传播一流科学家、工程师对科技行业的兴趣和热爱，提升队员科学思维和创新力已经成为团队的光荣使命。每一位团队成员都将在科技竞技中获得快乐和成就感，充满信心地面对未来，朝着改变世界的方向前进。

6.2 团队制度

6.2.1 审核决策制度

(1) 流程简图



图表 6-1 团队审核决策流程图

(2) 任务的提出和分工

步骤	具体操作
1	回顾往届比赛经验，总结往届机器人的缺陷与痛点 参考其他队伍的开源设计，分析设计的创新点及其优劣
2	进行技术组组长讨论，由技术组组长提出本届比赛的改进方向 在项目组组会上提出需求，讨论方案 设定数个大验收节点于赛季关键时期，并依照节点安排任务，确定分工
3	对于多兵种通用型任务，特别设立技术小组 由小组负责人分配任务，确定各目标完成时间 对于单兵种任务，由该兵种对应的项目组组长分配任务，确定各目标完成时间
4	以个人或小组为单位进行方案论证、技术研发 提出量化评价指标并测试
5	项目组定期向队长和项管汇报 由队长和项管追踪进度 由技术组组长进行技术指导
6	在验收节点对项目进行验收 以量化指标作为任务完成情况的唯一标准 若通过验收，则重复步骤 2~6 安排后续任务 若没有通过验收，则要反思方案存在的问题，重新更正方案并重复步骤 2~6

图表 6-2 任务提出与分工具体操作表

(3) 进度追踪

① 项目组组会

各项目组每周至少召开 2 次组会（寒假暑假期间至少每 2 天召开一次）。每次组会控制在 10 分钟以内。组会的目的是追踪与评价 3~4 天内的任务安排，精确到每人每日的安排。在组会上，项目组组长主持该组对前 3~4 日的每人每日完成情况进行简单评价。综合考虑当前进度与验收节点的影响后，按每人每日为单位分配接下来 3~4 天的任务。

项目组组会上，要求每人填写工作日报汇报每日进度。项目组组长在组会上通过查阅日

报，能快速把握近期的每人每日进度，从而缩短组会时间。队长与项管不定期检查日报填写的情况，并督促队员规范填写日报。

② 每周汇报

团队每周日晚召开每周汇报。该汇报的目的是检验项目组实际的任务完成情况，是团队“成果导向”管理的重要环节。在每周汇报中，各项目组以“交付件”的形式进行汇报，即只展示新结构、新功能实际运行的情况或新提升的量化指标。除此之外的内容均视为无效的周汇报。

各项目组进行汇报时，其他队员会针对汇报中的内容进行讨论。对于汇报内容少，汇报质量不达标的项目组，队长与项管会针对性地检查该项目组的日报与考勤。如果该组汇报不合格，且日报与考勤也不达标，则会对该组的队员提出警告；如果汇报不合格，但日报和考勤记录确实达到了要求，说明该组的任务分配有不合理之处，队长与项管会与该组的队员进行交流，并提出改善方向。

(4) 验证与审评

在项目开发初期与关键节点，对于项目的总体技术方向，由项目组组内经过讨论后提出，交给队长、技术组组长、顾问。队长、技术组组长、顾问将会召开方案讨论会，专门针对各项目的方向进行评审，指出大方向的缺陷与风险，并提出改进方向。与此同时，在特定节点时期，将其放在例会上供全体队员进行评审。之后，项目组与队长再召开一次组会，对大方向进行修改。

对于项目的具体实现，首先项目组组内进行讨论，提出各个技术领域的具体实现方案，并交给组内负责该技术领域的成员。然后，在各领域的技术组组会上，各个项目组负责该领域的成员将自己项目组的方案拿出来供组会成员进行评审。技术组组长总结会议记录，并将评审结果反馈给项目组组长。项目组组长在下一组会上将对应反馈结果调整具体实现方案。

(5) 风险把控

在整个任务开发过程中，需要引入对开发风险的把控环节。当出现重大技术难题等挫折时，需要采取相应的措施降低损失。风险把控主要针对预研项目，包括之前没有接触的技术内容或者经验匮乏的项目。

(6) 成果验收

在赛季的数个关键时期设定验收节点。在任务分配的初期，队长和技术组组长就会确定下一个验收日期与需要实现的具体指标，并通知给项目组组长。验收日当天，所有项目组统

一进行验收。队长与项管会对照量化评价表对项目组的成果进行验收与评价。

验收节点作为进度安排的 ddl，是严肃且不可动摇的。各项目组在分配任务时需要充分考虑验收节点的日期，保证在验收的现场能够实现预定的功能与技术指标。值得注意的是，验收不允许任何形式地提前或推迟，意为，哪怕在验收日之前确实实现了功能，但只要在验收日当天因为某种原因功能实现失败，将同样视为验收失败。这对项目组的稳定性提出了更高的要求。

由于验收节点是比较少的，这项制度更有效的意义在于为项目组提供可参考的 ddl 与技术指标，让项目组在分配任务、制定计划的时候有清晰的目标。因为之前已经有组会和周会制度保证进度推进，所以验收时出现严重进度问题的可能性不大。如果在验收时仍然出现大量指标不达标的情况，意为着该项目已遭遇重大挫折，队长与技术组组长将仔细分析该项目的现状，并做出进一步处理，必要时将中止该项目，及时止损。

6.2.2 考勤制度

(1) 简介

在吸取了前几个赛季的经验后，本赛季我们修改了考勤制度。本赛季，考勤结果将作为一个参考指标来评价队员的投入情况，而不再作为一个硬性指标直接对队员进行奖惩，因为在“成果导向”的管理思路中，我们最终追求的是实际的成果输出，而不是账面上的打卡记录。然而，对于队员来说，并不意为着可以忽视考勤，因为经验证明，对于大多数人来说，考勤时间与输出成果是呈正相关的。当输出成果不达标时，最直接的原因往往就是考勤时间不够。因此，虽然考勤不再是一个硬性指标，但它仍然具有体现队员工作量的参考作用。

(2) 基本形式与要求

考勤形式：指纹打卡，出入实验室都需要打卡

考勤要求：下表为最低考勤要求

时期	最低要求
学期内	主力每周 16 小时，梯队每周 12 小时
考试周	如果一周有一门考试，考勤时间减 4h 如果有两门及以上，允许酌情减免考勤要求
寒暑假	每天上午 9 点到晚上 10 点

图表 6-3 团队考勤制度要求表

(3) 检查形式

在每周的周汇报上对考勤进行检查。对于汇报成果达标的项目组，可以不检查该组的本周考勤状况。对于汇报不达标的项目组，会针对性检查该组组员的本周考勤状况。如果该组汇报不合格，同时组内某队员考勤也不达标，则视为消极怠工，会对该组队员提出警告。若该组的汇报多次不达标，且组员的考勤也仍不达标，则会提高对该组队员的警告等级，严重时考虑踢出团队。

6.2.3 培训制度

招新后会先组织进行统一培训，并同时向学校申请给参与统一培训的队员公选课的学分，以减小队员的课业压力

(1) 视觉组培训制度

① 培训对象

视觉组培训主要针对大二梯队同学。

A. 基础

通过视觉组考核的同学已经对于数字图像处理中：图像混合、分离颜色通道、调节图像对比度和亮度、滤波、形态学操作、图像变换（canny、sobel、Laplace、Hough、仿射投影变换）、图像轮廓及分割、直方图均衡化等有一定的了解并能够使用 opencv 进行相关的操作。少部分同学能够使用 SVM、随机森林等进行分类操作。

B. 目标

掌握常用的视觉算法开发工具，熟练使用 C++ 编程，掌握基本的图像处理算法，了解并使用机器学习算法、姿态解算算法、目标跟踪算法。能够根据应用场景快速想到合理的解决方案，达到能够担任比赛任务的水平。

② 培训内容

A. 通用性



图表 6-4 算法组培训路线

B. 专题性（后期调整）



图表 6-5 算法组专题培训

(2) 嵌软组培训制度

① 培训对象

华中科技大学 RoboMaster 团队嵌软组成员。

② 培训路线



图表 6-6 嵌软组培训路线

③ 培训内容

A. 通识部分（电控统一培训）

- 嵌软开发环境，GPIO 口点灯实验。
- 中断，串口通信，DMA。
- 定时器 TIM，PWM 输出，舵机驱动。
- IIC 通信协议，驱动 TFT-LCD 屏幕。
- 通识部分考核任务：简易二轴舵机云台。

B. 进阶部分

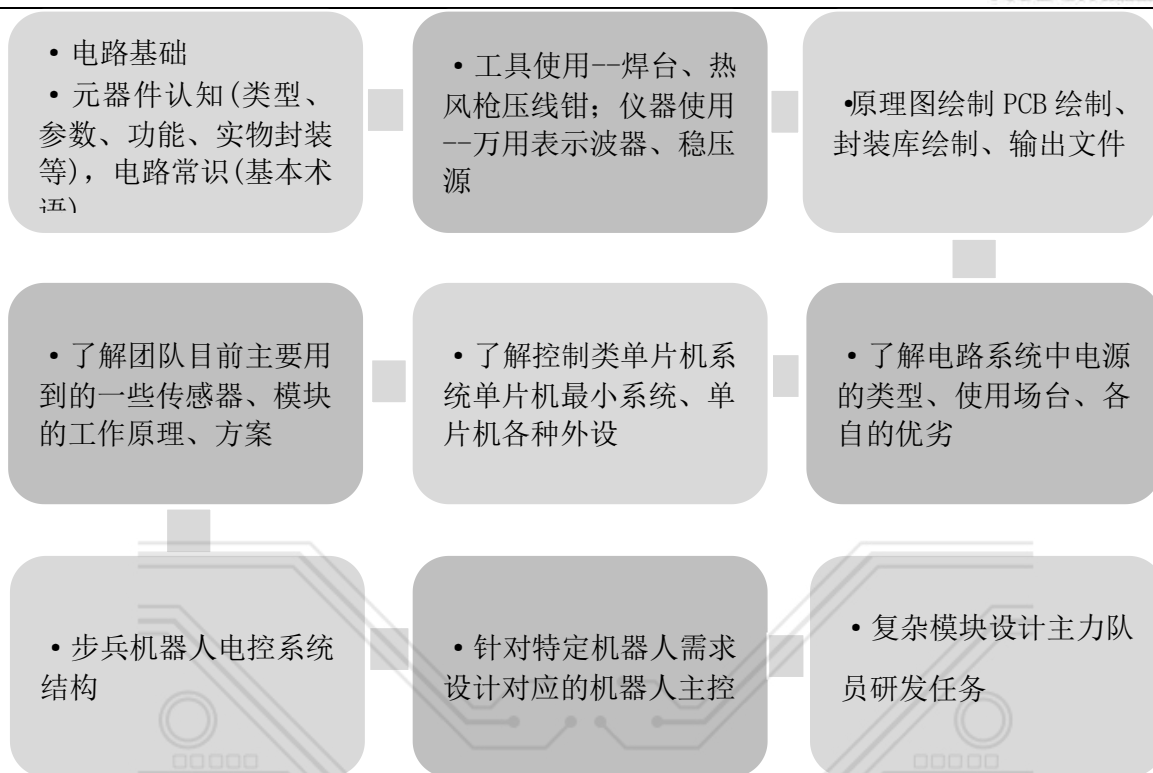
从 HAL 库到标准库	CAN 总线协议	PID 控制原理	M3508 负反馈驱动
PID 双环控制	IMU	麦克纳姆轮底盘驱动	FreeRTOS

(3) 电路组培训制度

① 培训对象

华中科技大学 RoboMaster 电路组成员。

② 培训路线



图表 6-7 电路组培训路线

③ 培训内容

A. 通识部分

- 学习基本的电路和元器件的知识（大致了解即可）。
- 学习 Altium Designer 软件的使用。
- 实际练习，完成一个简单电路的设计和制作，锻炼基本的焊接、调试技能。
- 学习开关电源、线性电源、电机驱动电路设计基础。
- 学习模拟信号处理基础，学习 PCB 布局布线基础。
- 看懂上一届的电路，并学习 stm32 单片机的基础。

B. 进阶部分

- 深入学习重要分立元件特性和参数，尤其是大功率应用时的注意事项。
- 深入学习 PCB 设计，学习开关电源。
- 深入学习无感无刷电机原理和电调设计。

(4) 机械组培训制度

① 培训对象

华中科技大学 RoboMaster 团队机械组成员

② 培训目标

让队员掌握机械原理和机械设计相关知识，培养制造和使用高级工具的能力，有能力独

自承担机器人设计，仿真，制造，优化的能力。

③ 培训路线



图表 6-7 机械组培训路线

④ 培养计划

A. 通识部分

- 学习掌握 SolidWorks 软件基本功能和用法。
- 学习常用标准件和选型。
- 掌握机械原理和机械设计相关知识。
- 掌握各种加工方法和材料，并进行实际练习。
- 掌握机加工零件工程图规范。
- 了解并掌握各类仿真运算软件。

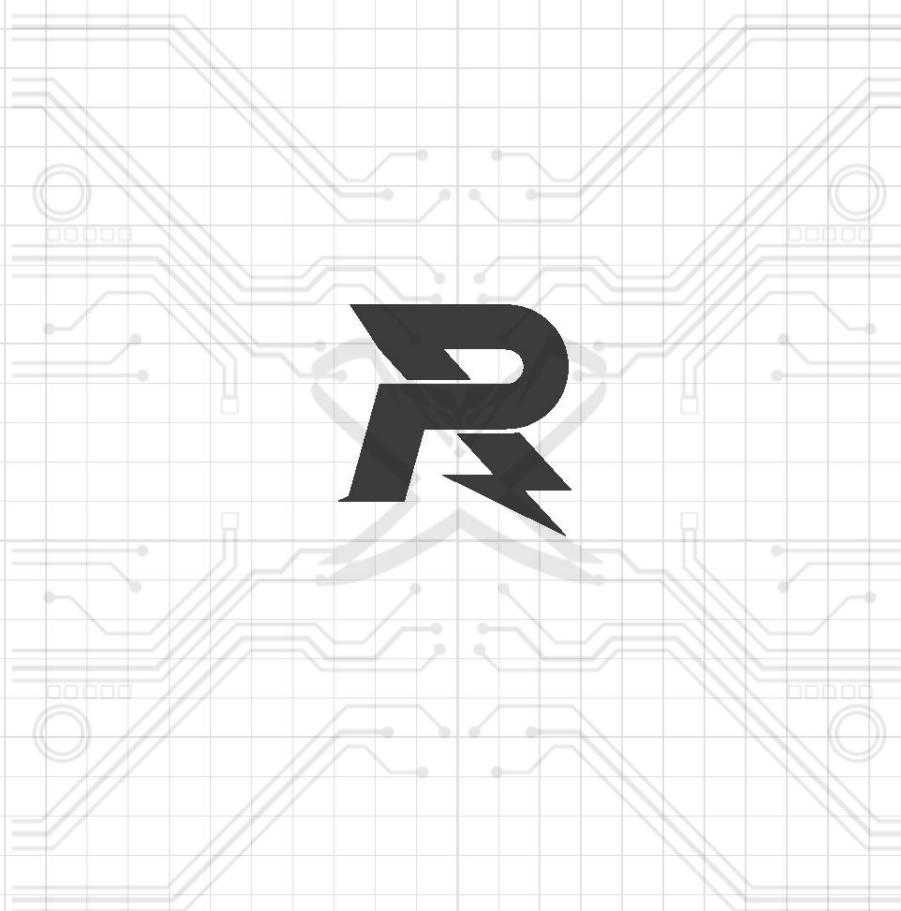
深入学习机械相关知识。

B. 进阶部分

- 头脑风暴，构建质量屋，能够根据比赛实际需要选择合理的方案并使用合理的材料和安装方法。
- 能够对车辆进行关键部位的设计，在尺寸和重量限制下找到最优解，并合理控制成本。
- 对车辆出现故障可能性进行排查，易损部位做好方便拆修准备。
- 掌握结构测试流程，能够独立发现问题，提出迭代方案方法。

- 能够和其他组做好协调工作，并具有至少一个兵种独立开发能力。





邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽镇茶光路1089号集成电路设计应用产业园2楼202