



ROBOMASTER 2023

超级对抗赛

华中科技大学狼牙战队

赛季规划

2022年12月 发布

目录

1. 团队目标	6
1.1 目标明确	6
1.2 目标制定依据	6
1.3 过程跟踪动作	7
2. 文化建设	8
2.1 对比赛文化及内容的认知及解读	8
2.2 队伍核心文化概述	9
2.3 展示团队文化建设的具体方案	10
2.3.1 团队文化建设目标	10
2.3.2 团队文化建设途径	10
2.3.3 具体执行计划	11
3. 项目分析	13
3.1 规则解读与研发项目规划	13
3.1.1 步兵机器人	13
3.1.2 哨兵机器人	25
3.1.3 英雄机器人	29
3.1.4 工程机器人	32
3.1.5 飞镖系统	37
3.1.6 雷达	40
3.1.7 空中机器人	42
3.1.8 人机交互	46
3.2 技术储备规划	51
3.2.1 皮筋发射架设计及制导飞镖方案	51
3.2.2 半机械臂上层结构设计	52
3.2.3 侧供弹推弹机构设计	53
3.2.4 双轴云台结构设计	54
3.2.5 舵轮底盘结构设计	55
3.2.6 机械自适应底盘结构设计	56
3.2.7 气缸自适应底盘结构设计	57
3.2.8 超级电容控制板设计	58
3.2.9 电路系统模块化设计	59
3.2.10 电源管理系统设计	60

3.2.11 机械臂末端位姿控制	61
3.2.12 Vrep 仿真环境搭建	61
3.2.13 通信检测上位机开发	62
3.2.14 弹道补偿测试上位机开发	64
3.2.15 基于深度学习的辅瞄识别算法开发	64
3.2.16 自动驾驶系统算法开发尝试	68
3.3 团队架构	71
3.4 团队招募计划	78
3.5 团队培训计划	79
4. 基础建设	87
4.1 可用资源分析	87
4.2 协作工具使用规划	87
4.2.1 技术图纸管理	87
4.2.2 代码工程管理	89
4.2.3 运营资料与素材管理	90
4.3 研发管理工具使用规划	90
4.3.1 源目标	90
4.3.2 微助教	91
4.4 资料文献整理	91
4.5 筹集资金计划及成本控制方案	96
4.5.1 财务管理	96
5. 运营计划	100
5.1 宣传计划	100
5.1.1 宣传目的	100
5.1.2 宣传途径与内容	100
5.1.3 宣传工作安排	101
5.2 商业计划	102
5.2.1 招商需求分析	102
5.2.2 招商权益	103
6. 团队章程及制度	104
6.1 团队性质及概述	104
6.2 团队制度	104
6.2.1 审核决策制度	104

6.2.2 考勤制度	105
6.2.3 绩效考核制度	106
6.2.4 成果激励制度	107
6.2.5 惩罚制度	108
6.2.6 物资管理制度	110
6.2.7 会议制度	112



1. 团队目标

1.1 目标明确

22 赛季战队的技术实力只能说中规中矩，但凭借着区域赛的 8 强成绩，侥幸拿到了全国赛的入场券。虽然评上了全国一等奖，但我们认为，以战队目前的实力来看，我们并不是很够格。考虑到今年规则的改动，和我们战队在算法方面的技术短板，在新的赛季我们定下在区域赛要维持住八强的水平，全国赛达到十六强水平的保底成绩，在此基础上，我们希望能够达到的最理想整体目标是分区赛亚军，并突破建队以来从未达到的全国八强水平。

为了达到这样的成绩，我们在本赛季计划做出这样的改动：重构战队管理制度，包括恢复之前的委员会制度，以及改善财务管理与物资管理的流程和规范；更新梯队培养制度，交叉进行技术组内联培和公选课通识培训，用微助教等工具进行课堂质量管理与课下交流反馈；大力推动举办校内赛，倒逼团队的场地建设与文化建设，加速宣传和资金的流动，增加校内知名度与团队凝聚力；改进个人责任制与激励惩罚制度结合，通过成果激励的方式，鼓励队员们积极备赛。

对于这些改动，我们希望团队能够达到以下建设目标：在新赛季的招新窗口期内，能够有 500 人报名，录用的梯队规模达到 60 人；主力内的大三大四同学达到 20 人左右；在本学期结束前（1 月），除哨兵和工程外均完成第一版机器人出车；将报账周期提速到两周一汇总，两周一下发；将机械组的审图工作提升到支持 10 人协同的水平；提升视觉组对于局域网服务器的利用率达到日均 5 人。同时我们希望完成诸如半机械臂上层设计、激光雷达建图与定位、路径规划算法和自动标注系统等技术突破的目标（详见技术储备规划部分）。

1.2 目标制定依据

在以上的比赛成绩目标、团队建设目标和技术突破目标时，我们主要依据狼牙战队自身的优势：

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的优质教学平台资源，对加入队伍的梯队能够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、电路等方面的的理论与实践基础，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，我们也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、有创新性设计的机器人战车。

其次，在综合能力方面，狼牙战队实行按照兵种需求分项目的研发制度，让不同技术组的同学互相之间能够加强沟通交流，培养团队合作的能力；例会、考勤制度与绩效考核要求队员在繁忙的学业中抽出时间进行技术研发，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。

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。

1.3 过程跟踪动作

对于以上明确的比赛目标、团队建设目标与技术突破目标，我们计划采取长短期结合的监督方式，来对我们实现目标的行动进行过程化跟踪。短期而言我们采用技术组会讨论方案与大例会汇报进度的方式，将源目标作为汇报的工具载体，完成我们对于项目整体进度的管理与调控。长期而言，我们将绩效考核与重要节点验收相结合，不定期地，根据比赛中地重要时间节点来对项目成果进行展示和验收，并在验收阶段里，通过源目标工具平台，对所有项目成员进行绩效考核。我们以绩效考核和节点验收地成果为依据，参照激励制度对战队队员进行成果激励。

通过这样的制度与规则，来对我们的项目推进过程进行监督和把控，初期方案讨论、短期进度汇报、长期绩效考核与不定期节点验收交错结合地进行，对我们的进度与预期目标进行差距评估和反思调整，并在此基础上做持续改进，以提高我们目标的完成度。

2. 文化建设

2.1 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。

我们在团队内经过综合分析后，对大赛文化进行了一定程度的解读，并在此基础上，总结了以下几重内涵——

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、专业能力的提升的目的。

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。好的科研环境同样包含场地和实验室建设，对应于不同技术组的需求，实验室需要配备不同的加工设备和测试场地，我们需要对此能够做出合理有序的规划。

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。且随着海内外疫情形势的逐渐好转，我们有希望以业界内技术交流和国际技术交流的方式，来接触领域内优秀团队的工程师文化，在交流碰撞之后，丰富我们团队自身的工程师文化内涵。在紧张而有限的备赛期中，各个团队的青年工程师们在团队文化的驱动下，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。

2.2 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。

2.3 展示团队文化建设的具体方案

2.3.1 团队文化建设目标

- (1) 提升队伍凝聚力，通过团建破冰活动让队员相互认识与了解，员工墙和文化墙让队员找到自己在团队中的位置，建设队员在团队中的归属感；
- (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) 延续狼牙传承文化，保持与老队员的联系，让老队员的精神文化在团队成员中得到延续与发展，同时起到监督团队成员研发进度的作用；
- (4) 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；
- (5) 对外，树立好狼牙战队走在机器人第一线的形象，让更多的人了解到狼牙战队的工作态度与丰硕成果，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。

2.3.2 团队文化建设途径

- (1) 宣传：通过社交媒体发布团队相关的视频与动态，在团队成员获奖时发布喜报祝贺成员的比赛佳绩，增加团队成员的成就感，同时发布人物传记类的视频记录下老队员的故事，以激励队员们不忘初心砥砺前行；
- (2) 活动：定期举行团建活动，加强队员之间的关系羁绊，在节日装饰实验室增添其节日氛围，开展交换礼物明信片等节庆活动；
- (3) 周边：设计文化周边，对内作为奖励纪念品表彰工作认真的成员，对外发放精美周边扩大团队的文化影响力，例如手环、勋章、手提袋、队服等；
- (4) 人文关照：对战队建设有贡献的退役老队员以及全部现役队员，在其生日及节日时通过祝福短信以及周边礼物的形式，让新老队员们都能在狼牙战队找到家的归属感；
- (5) 文化照片墙：将实验室内的部分展板内容，用现役队员照片墙和退役队员功勋墙的形式做好展示和更替，让这里能够成为新老队员来实验室参观的打卡点，并结合与老队员的交流联系，建立具有仪式感的文化传承；

- (6) 宣传纪录片：参考官方的纪录片风格，通过运营组邀请校内其他的摄影社团，为战队的历史故事、备赛日常等方面进行纪录片的拍摄和制作。一方面它可以作为团队文化的载体，随着团队发展历久弥新；另一方面它可以让更多新队员更好地熟悉团队，让新老队员的交接传承更具仪式感。

2.3.3 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：通过哔哩哔哩、微信公众号、QQ、公众号等媒体平台发布战队最新动态以及比赛的日常等；
2. 队员生日祝福：加强与老队员的联系，建立新老队员通讯录，在生日以及节假日送上周边礼物和祝福；
3. 节庆活动：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. 团史学习：在赛季初招新，和比赛重要节点前后，进行队史回顾，激励队员们继往开来砥砺前行；
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. 文化周边：周边设计准备，如狼牙队服、狼牙专属徽章、狼牙定制手环、狼牙定制帆布袋、狼牙定制充电宝等。

(3) 团队文化建设时间轴

1. 招新阶段：9-10月期间，制作战队海报、撰写公众号推文、发布宣传视频并策划路演活动。通过让队员们参与这样团队合作的活动，促进相互交流，形成团队文化氛围；队员们轮流参与招新面试，熟悉自己技术组内的技术板块和面试方式，在新人里发掘有热情又能力的接班人，在潜移默化里促进团队的文化传承。
2. 备赛阶段：10-12月期间，设计战队周边，包括但不限于战队本赛季风格的定制手环、定制口罩、定制帆布袋以及定制鼠标垫等。通过团队公众号、B站号等载体记录和发布备赛日常；用团队定制周边对备赛时期内的项目进度与绩效考核进行激

励，增强队员们对团队的文化归属感；1-4月期间，设计与定做战队队服，通过激励参赛队员们参与队服设计元素的构思与讨论，形成团队的文化共识，最终以队服作为其实物载体而记录留存下来。

3. 比赛阶段：5-8月期间，通过公众号等宣传渠道，即时更新战队的比赛情况；在赛前赛后与其他战队的技术交流中，通过交换周边等方式促进战队间的工程师文化交流，让队员们对 RoboMaster 大赛文化有更进一步的认识，也在比赛中将团队文化以战术布置、技术突破等形式展示出来。



3. 项目分析

3.1 规则解读与研发项目规划

2023 赛季的规则相比 2022 赛季的变动主要在哨兵机器人、兑换站与资源岛机制、大符机制、前哨站机制和复活机制上。

哨兵的规则变化，使得其赛场特征上向自动步兵有所靠拢，且极大地提高了对自动驾驶系统领域技术的要求（包括但不限于强化学习、深度学习、SLAM、传感器融合等）。通过虚拟护盾的数值改动，削弱其防守的属性，且结合无敌的机制能够增加它的进攻属性。我认为它将是这个赛季，视觉算法技术方向，所要突破的最难技术点。

兑换站机制的改动，直接影响到工程机器人的上层结构设计。机械之臂的兑换站机制、小资源岛更多的银矿石结合上工程机器人制作规范的极限高度限制，其上层取矿兑矿机械结构的设计，毫无疑问将是本赛季内机械组需要攻关的难题。

大符机制的改动，我认为一定程度上，是考虑到环境上部分战队已经有了较为稳定的打符能力，但为了提高比赛对抗性和观赏性，故通过系数待定的正弦函数结合上环数机制，使得视觉算法更快更精准的战队能够拿到更为机制的 buff 激励。

前哨站机制里，变速旋转的装甲板，既激励了双方抢占控制区的积极性，也对战队的战术布置带来了更加灵活多变的思路。而考虑到战术方面，金币复活机制在很大程度上，也对参赛队伍的攻守战术提出了很高的要求。

总体而言，我认为本赛季的规则，一方面需要战队在维持机器人的电路与嵌入式控制系统稳定性的基础上，大力地发展机械结构与视觉算法技术，拥抱智能制造和自主系统等学术前沿；另一方面，需要战队能够通过多机器人配合打出更加灵活的协同战术。更加细致的规则解读与项目研发，请参见接下来各个兵种的分析。

3.1.1 步兵机器人

3.1.1.1 规则解读

步兵机器人是赛场上的常驻机器人，是最灵活、最稳定的地面作战兵种，自 RM 比赛成立以来，都积极活跃在赛场上。针对 2023 赛季的规则，步兵方面主要有以下几点改动：

- (1) **平衡步兵上场数量：区域赛最多 1 台，复活赛、国赛最多 2 台。**相比 2022 赛季，平衡步兵迎来了一波小削弱，但这并不影响平衡步兵的预期需求以及其在超级对抗赛中的高战略地位。根据上赛季部分战队平衡步兵的精彩表现，加之本赛季的国赛上场数量

增加，我们对其的研发是必要的。上个赛季我们对平衡步兵已经做了一定的研发，有一定仿真和实车调试经验，因此本赛季目标是结合开源资料研发出两辆拥有基本功能同时能飞坡和射击精度较高的平衡步兵。

- (2) 弹丸补给机制：可预装弹丸，选择补血点兑换和远程兑换（价格更高）。预装弹丸这一规则的改变使得步兵在比赛中的补弹时间大大减少，远程兑换更能在关键时刻起到重要作用，考虑到整场比赛步兵射击的平均总弹丸数和整车设计限制，将弹仓扩大至能大约装载 400 发小弹丸。
- (3) 补血复活机制：可用金币远程兑换血量、兑换复活冷却时间或立即复活；补血点回血速度增加、复活读条速度增加，读条复活需要返回到补血点才能解锁枪管。在比赛经济至关重要的情况下，金币兑换血量和复活时间的优先级不高，同时虽然工程取消了救援卡，但鉴于在补血点复活的读条进度提高和解锁枪管的功能，本赛季依然选择工程将步兵移动到补血点复活。
- (4) 能量机关相关机制：小能量机关变为 25% 防御增益；大能量机关根据击中总环数提供相应增益，一方激活后另一方还有 10s 能激活，成功激活后先激活方增益减半。能量机关的激活难度增加，同时大能量机关关于打击准确度的规则改变增大了难度，在前两年打符能力都不是很理想的情况下，实现精准打击对视觉方面的算法识别和发射机构的弹道稳定度提出了更高的要求。
- (5) 飞坡相关机制：步兵由 2 级升 3 级所需经验值增加，爆发优先的发射机构增强。步兵升级所需的经验值增加，而击毁前哨站得到的经验相对减少，在战术方面需进行相应调整。而爆发优先的发射机构大幅度增益，对三种发射机构进行定量测量后结合需求重新进行发射机构类型的选择。

3.1.1.2 研发项目规划

普通步兵

普通步兵和上赛季相比在机器人的制作方面改动不大，根据规则的变换和部分需求的变化，核心需求总结如下：

- (1) 底盘能平稳快速移动，具备斜坡爬升能力，在颠簸路面上有更好的稳定性；
- (2) 底盘功率控制高效合理，可以通过超级电容提高机动性；
- (3) 射击准确率高，发射机构弹丸无卡弹双发问题，云台控制稳定，射频控制精准。

表格 3-1 普通步兵需求分析和设计思路

功能	需求分析	设计思路
射击	高命中率，低发弹延迟，高射频，不卡弹，弹速稳定。	测试多种摩擦轮电机，修改摩擦轮安装位置，包胶硬度，限位机构等变量多次测试出稳定的弹道方案；修改链路消除卡弹风险、降低弹丸发射的延迟。
		优化热量控制方案，优化两个摩擦轮电机的稳定控制。
云台多轴响应	云台俯仰角大，pitch 轴和 yaw 轴响应迅速而准确，在起伏路段视觉上抖动小。	采用下供弹设计将弹舱部分移动到底盘上；合理分布云台发射机构，图传等器件，调节云台重心，减少云台双轴的转动惯量。
		通过系统辨识设计控制算法及引入模糊 PID 和前馈控制，提高响应速度和准确性。
底盘移动及自旋	快速多方向移动，在起伏路段减震效果好，车身抖动幅度小；高速小陀螺状态云台视角平稳；能够平稳飞坡；能量利用率高，不出现运动死角。	底盘采用自适应结构提升车身在运动过程中的平稳度；采用多种避震器进行测试，找到适合飞坡和起伏路段的避震器。
	快速全向移动，在起伏路段减震效果好且保证不超功率，能够高速小陀螺自旋，直线运动效率高。	通过合适的运动解算控制底盘全向移动。通过坐标系的变换，实现小陀螺，优化功率控制方案。
	提高超级电容的能量利用率，提高步兵爬坡，越障适应能力。	优化超级电容控制板，提高 11V 以下放电效率和功率控制时效性。
飞坡	在不扣血的情况下能够飞坡，且要在战术上充分考虑增益和	优化功率控制方案，使步兵在飞坡起步时可以走直。

功能	需求分析	设计思路
	飞坡风险。	
自瞄	准确识别, PnP 的准确解算, 反小陀螺算法, 击打能量机关。	深度学习结合传统视觉, 非线性优化与 PnP 解算结合, 敌方旋转与平移运动的解耦。

平衡步兵

平衡步兵的上场数量限制修改为区域赛一辆国赛两辆, 根据规则的变换和部分需求的变化, 核心需求总结如下:

- (1) 底盘能平稳快速移动, 具备斜坡爬升能力, 在颠簸路面上有更好的稳定性;
- (2) 底盘功率控制高效合理, 可以通过超级电容提高机动性;
- (3) 射击准确率高, 发射机构弹丸无卡弹双发问题, 云台控制稳定, 射频控制精准;
- (4) 在携带大装甲板条件下具有较强的生存能力;
- (5) 能够在高强度撞击下保持平衡, 倒地自救, 稳定飞坡, 稳定跳跃 20cm 以上。

● 轮腿平衡步兵

表格 3-2 轮腿平衡步兵需求分析和设计思路

功能	需求分析	设计思路
机器人控制仿真	进行平衡步兵运动控制仿真, 验证模型并提高开发效率与迭代速度。	使用 Webots 进行五连杆轮腿式机器人仿真, 验证 LQR, 运动学以及动力学解算。
平衡控制	高强度撞击下或者轮子打滑情况下保持机器人平衡。	调整 LQR 参数, 使控制更有鲁棒性, 将 IMU 信息与轮子编码器数据融合以防打滑。
稳定飞坡	设计较好的离地检测算法时刻检测每个轮子的离地状态, 防止机器人在空中位姿发散。	通过关节力矩反馈反向求解支持力判断轮子状态。
稳定跳跃	充分利用关节力矩, 根据机器人自身的质量规划足端轨迹实现稳定跳跃。	利用动力学方程, 给出预期轨迹, 计算每一时刻关节电机的输出力矩, 以此实现稳定控制。

功能	需求分析	设计思路
	稳定跳跃跳跃的高度能达到 20cm 以上。	高跳跃需要电机极大的扭矩，选用宇树 A1 电机以满足需求。
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。
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。	为了适应场地的起伏路段，选择用轮腿主动避震，以更好的控制车的运动。
	提高超级电容的能量利用率，提高步兵爬坡，越障适应能力。	优化超级电容控制板，提高 11V 以下放电效率和功率控制时效性。
	底盘增加陀螺仪达到更精确控制。	云台和底盘双陀螺仪，提高标定精确度从而使控制更准确。
自瞄	准确识别，PnP 的准确解算，反小陀螺算法，击打能量机关。	深度学习结合传统视觉，非线性优化与 PnP 解算结合，敌方旋转与平移运动的解耦。

● 双轮平衡步兵

同时，针对传统轮式倒立摆平衡车，我们构想了一种重心自适应双轮平衡步兵，我们提出一种新的想法：带有重心自调整结构的双轮平衡步兵。即在车体上引入水平导轨，增加可沿导轨移动的滑块，从而调整中心，使得控制部分更加完善，提高了稳定性能。

双轮平衡步兵由同轴两轮平行布局及紧凑车体组成，移动性能灵活优越，同时适合赛场上地形的变化，因此开展对于此类平衡步兵的研发也具有重要意义。

其中双轮平衡步兵运动控制部分如下：

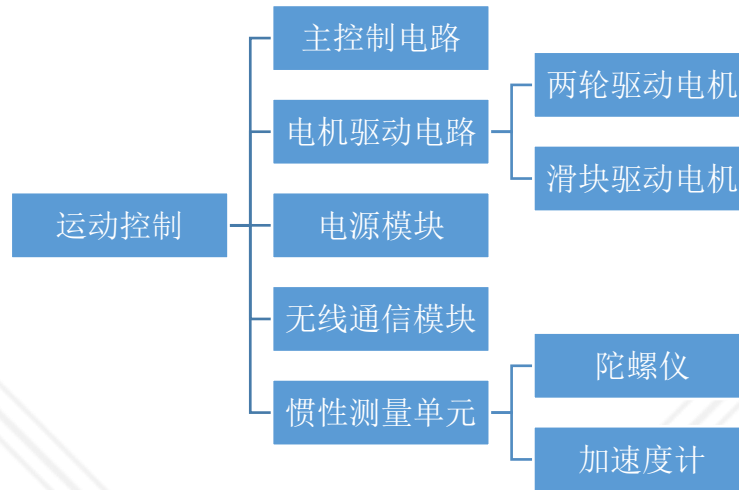


图 3-1 非轮腿平衡步兵运动控制部分

闭环控制流程如下：

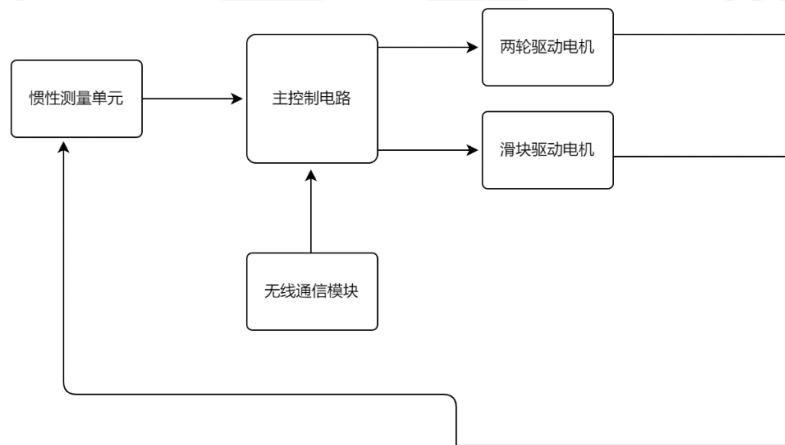


图 3-2 闭环控制流程

表格 3-3 双轮平衡步兵需求分析和设计思路

功能	需求分析	设计思路
机器人控制仿真	运用仿真软件验证不同环境或状态下的运动状态。	利用 Webots 搭建简易滑块——双轮平衡车；进行力学分析，研究各运动状态下滑块产生力矩、车身速度等对于运动的影响。
重心自适应平衡能力	结合滑块，改变重心，保持平衡。	不断接收 IMU 数据，利用 PID 等控制算法控制车体平衡。
抗外界干扰	优化控制算法，提高平衡控制鲁棒性。	仿真中模拟飞坡或地面存在弹丸等干扰场景，优化控制算法。

功能	需求分析	设计思路
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。
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。	采用五连杆双轮设计，在两个轮子具有差速就可以完成小陀螺和飞坡的功能。
	提高超级电容的能量利用率，提高步兵爬坡，越障适应能力。	优化超级电容控制板，提高 11V 以下放电效率和功率控制时效性。
	底盘增加陀螺仪达到更精确控制。	云台和底盘双陀螺仪，提高标定精确度从而使控制更准确。
自瞄	准确识别，PnP 的准确解算，反小陀螺算法，击打能量机关。	深度学习结合传统视觉，非线性优化与 PnP 解算结合，敌方旋转与平移运动的解耦。

3.1.1.3 改进方向

普通步兵

机械在上赛季已经进行过多种底盘和云台方案的实测和选择，本赛季不做额外的研发，依然是以自适应底盘和全向轮底盘为主，云台采用下供弹设计，提升储弹量，底盘采用避震分离式自适应机构。整车的基本电路结构不变，进行局部电路优化和主控板的改进。控制方面增加 SD 卡记录数据同时优化功率控制、PID 和陀螺仪的数据处理，以使整车性能尽可能达到最佳。算法方面进行辅瞄的优化和陀螺仪数据综合，在能量机关实物做出后尽快实现基本击打能力，后续向增强精准度方面改进。

表格 3-4 普通步兵改进方案

组别	改进对象	改进方案
机械	发射机构	优化子弹限位机构，包括更改摩擦管限位距离、更换不同的限位轴承进行测试；更改摩擦轮间距以及摩擦轮包胶的材质；更换不同材质的摩擦管。

组别	改进对象	改进方案
	弹仓	加大弹仓体积，优化拨盘包括拨盘形状以及拨盘材质，保证拨弹过程顺利。
	云台	改变 GM6020 电机摆放位置，减小云台前后长度，降低转动惯量，将弹舱放到底盘上，增大弹舱的容量。
硬件	超级电容模块化	将超级电容控制板充放电以及底盘控制部分集成化的同时模块化，使用 BTB 进行模块化连接，以便于对某一模块进行快速检修。
	超级电容控制板	优化超级电容控制板，提高 11V 以下放电效率和功率控制时效性。
	24V 转 19V 稳压模块	实现自主设计，减小模块体积和重量。
	红外靶	制作红外靶，便于弹道测试的量化分析与记录对比。
	仿制新规则能量机关	增加打靶精准度感应。
嵌软	日志系统记录	通过 SPI 读写 Fat32 系统的 SD 卡，增加日志系统记录功能，分为突发的异常消息记录和周期性消息记录。其中异常消息是裁判系统的数据包中关于伤害类型的部分，周期性记录的消息包括时间戳、云台和底盘的运动模式，可按需加入。
	模块封装	优化各种函数模块的封装，实现简明的程序设计，也方便功能模块的移植。
	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。
	动力学前馈控制	在系统辨识得到的各种参数的基础上，搭建力矩前馈控制。
	提高云台响应和	采用一阶卡尔曼滤波用于消除低频抖动，采用二阶卡尔

组别	改进对象	改进方案
	稳定性	曼滤波和预测融合用于自瞄。
算法	姿态解算	将 PnP 解算与非线性优化结合，同时优化解算得到的姿态矩阵以及世界 3D 点。
	反小陀螺	将敌方小陀螺的旋转与平移运动解耦，对旋转部分建立连续的观测模型，平移项也同时使用滤波观测。
	击打能量机关	深度学习模型识别能量机关，优化曲线拟合速率。
	装甲板识别	将深度学习与传统视觉相结合，并且优化敌方装甲板被部分遮挡时的识别方案。

平衡步兵

平衡步兵优先级比较高，所有机械主力均参与平衡步兵的研发，第一版先复刻开源进行轮腿和非轮腿两个版本平衡步兵的制作，同时也对云台结构进行重新绘制。整车的基本电路结构不变，电机通信方式改变重制底盘主控板和连接板，同时进行在底盘加陀螺仪的尝试，以使全车性能更优。控制方面提前进行整车的仿真，算法方面和普通步兵无明显差异。

表格 3-5 平衡步兵改进方案

组别	改进对象	改进内容
机械	发射机构	更改摩擦轮之间的间距，更换摩擦轮包胶厚度以保证弹道的精准性。
	云台 yaw 轴	通过更换轴承和改良底盘结构的方法尝试将 GM6020 下移，降低云台重心。
	弹舱容量	研究下供弹云台，将弹舱放到底盘上，增大弹舱的容量。
	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。
	全向轮底盘	将独立悬挂结构改为自适应的结构以适应飞坡。
	轮腿式平衡步兵底盘	设计五连杆式平衡步兵，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。还可以进行跳跃来完成更多的操作。

组别	改进对象	改进内容
	独立悬挂平衡 步兵底盘	改良底盘铝管框架，减轻重量，将各个功能模块化，便于维修替换，优化布线线路，改良位置方便检修。
硬件	超级电容模块化	将超级电容控制板充放电以及底盘控制部分集成化的同时模块化，使用BTB进行模块化连接，以便于对某一模块进行快速检修。
	超级电容控制板	优化超级电容控制板，提高11V以下放电效率和功率控制时效性。
	24V 转 19V 稳压模块	实现自主设计，减小模块体积和重量。
嵌软	日志系统记录	通过SPI读写Fat32系统的SD卡，增加日志系统记录功能，分为突发的异常消息记录和周期性消息记录。其中异常消息是裁判系统的数据包中关于伤害类型的部分，周期性记录的消息包括时间戳、云台和底盘的运动模式，可按需加入。
	模块封装	优化各种函数模块的封装，实现简明的程序设计，也方便功能模块的移植。
	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。
	提高云台响应和稳定性	采用一阶卡尔曼滤波用于消除低频抖动，采用二阶卡尔曼滤波和预测融合用于自瞄。
算法	姿态解算	将PnP解算与非线性优化结合，同时优化解算得到的姿态矩阵以及世界3D点。
	反小陀螺	将敌方小陀螺的旋转与平移运动解耦，对旋转部分建立连续的观测模型，平移项也同时使用滤波观测。

组别	改进对象	改进内容
	击打能量机关	深度学习模型识别能量机关，优化曲线拟合速率。
	装甲板识别	将深度学习与传统视觉相结合，并且优化敌方装甲板被部分遮挡时的识别方案。

3.1.1.4 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，步兵组负责普通步兵、平衡步兵的开发，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。具体地，机械方面：组员需要具备工程制图、Solidworks 3D 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；嵌软方向：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。

表格 3-6 步兵机器人人力及资源评估

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
发射机构	射频高，不卡弹，弹道稳定。	机械 2 人	对子弹发射进行理论建模，分析弹道的影响因素，改变参数进行实际测试，优化结构。	10 周	3000 元
		电控 1 人	摩擦轮及拨弹盘的 PID 控制。		
下供弹云台	俯仰角大，响应快速、准确，将弹舱	机械 1 人	能够根据需求选择轴承等标准件。	5 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
	放到底盘上，增大弹舱的容量。	电控 1 人	熟悉电机性能参数，系统辨识及调试双环 PID。		
平衡步兵轮腿底盘	在盲道上运动保持底盘稳定，强撞击条件下机器人不倒，能够跳上台阶，腿长可变，在复杂环境下保证机器人的灵活性。	机械 1 人	熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物。	8 周	20000 元
		电控 1 人	各种运动学仿真软件的使用，熟练掌握各种调试软件，电机 PID 控制。		
		硬件 1 人	超级电容及其稳压，电气系统布局布线。		
平衡步兵双轮底盘	在盲道上运动保持底盘稳定，强撞击条件下机器人不倒，适应各种复杂环境，更加轻量，具有稳定运动能力。	机械 1 人	熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物。	8 周	15000 元
		电控 1 人	各种运动学仿真软件的使用，熟练掌握各种调试软件，电机 PID 控制。		
		硬件 1 人	超级电容及其稳压，电气系统布局布线。		
自动射击	快速、准确识别敌方机器人，反小陀螺。	电控 1 人	提供上位机调试接口。	整赛季	7000 元
		算法 2 人	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。		

3.1.2 哨兵机器人

3.1.2.1 规则解读与需求分析

2023 赛季与 2022 赛季相比主要有以下几点改变与哨兵机器人相关：

- (1) 取消哨兵的轨道，改为地面机器人；
- (2) 哨兵血量由 600 上升至 1000，基地的虚拟护盾由 1000 降至 250；
- (3) 哨兵的枪口热量上限从 320 降至 240，枪口热量的每秒冷却值从 100 降至 80；
- (4) 在前哨站未被击毁前，哨兵的活动区域是全地图，在前哨站被击毁后，哨兵的活动区域变为在巡逻区；
- (5) 增加了哨兵巡逻区增益点、高地增益点和飞坡增益点。

今年取消哨兵的轨道，哨兵改为地面机器人，整体结构设计会参考步兵设计，但哨兵的尺寸大小为 700×700×700，并且具有两个发射机构，因此哨兵的底盘和云台都需要从新设计。考虑到底盘的运动高机动性和高精度，底盘第一版设计采用全向轮结构，在电控解决 CAN 多负载接入的问题后，第二版设计选择使用控制精度更高的舵轮结构。哨兵拥有两个发射机构，对于云台的设计有两个方案。第一个方案是选择使用两个独立云台，两个云台处于同一水平，yaw 轴可 360 度旋转。第二个方案是选择使用一个云台，两个发射机构的双枪云台，两个发射机构的 pitch 轴相对独立，当上方的摄像头发现目标时，两个发射机构同时朝向攻击目标进行攻击，以达到攻击火力最大化。同时限制改为地面机器人后，哨兵也可以采用小陀螺功能来规避敌方的攻击。

哨兵血量由 600 上升至 1000，基地的虚拟护盾由 1000 降至 250，这会导致整个进攻策略的改变。当前哨战被击毁时，由于哨兵血量远高于基地虚拟护盾的血量，敌方机器人会选择绕开哨兵主动打击基地。这对于哨兵的机动性和反击性能是十分高要求的，需要哨兵在高度灵活的机动性能下实现很好的打击能力，通过火力遏制敌方机器人直接避开哨兵来攻击基地。

哨兵的枪口热量上限从 320 降至 240，枪口热量的每秒冷却值从 100 降至 80。热量上限和热量冷却值得降低会使哨兵得整体射击频率稍有下降，但发弹量从 500 发增至 750，使哨兵得持续打击能力有了较大提升。总体来看哨兵的攻击能力增强，在保证近距离的打弹高命中率的情况下，能对靠近基地的敌方机器人造成大量伤害。

取消哨兵轨道后，哨兵的活动区域发生很大变化。同时在哨兵机器人、前哨战与基地相互关系中增加了一条：前哨站被击毁后，哨兵在非巡逻区停留不能超过 10s，每超过 1s，扣除基地 25 点虚拟护盾血量。在前哨站未被击毁前，哨兵的活动区域是全地图，在前哨站被

击毁后，哨兵的活动区域变为在巡逻区。当基地的虚拟护盾消失后，活动区域不受限制。

活动区域的变化对哨兵提出了场地的精确定位要求，精确定位是哨兵自动巡逻、精准打击和有效规避攻击的重要保障。哨兵定位的初步要求是能保证哨兵在哨兵循环区中左右巡逻，同时保证在进行小陀螺时定位稳定。哨兵定位的更高要求是能够保证哨兵按照设定的路线进行快速移动到敌方前哨站附近，对敌方前哨站进行打击。初步方案是选择激光雷达与里程计结合的方式进行定位。

哨兵增加了哨兵巡逻区增益点、高地增益点和飞坡增益点，合理利用增益点能对哨兵的攻击能力和防御能力有极大的提升。但考虑到飞坡增益点的实现对哨兵的场地定位要求很高，结合哨兵定位的初步要求，哨兵的活动在哨兵巡逻区增益点的综合收益最高，既能获取攻击增益，同时保证自身运动定位的准确性。

表格 3-7 哨兵机器人需求分析和设计思路

功能	需求分析	设计思路
底盘移动及自旋	快速全向移动, 高速小陀螺自旋, 直线运动效率高。	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。
双轴云台	配合底盘进行高速小陀螺自转。	双轴云台底部增加大 pitch 轴, 使底盘转动时云台能够相对地面静止。
双枪云台	提高云台响应速度。	对于小 yaw 轴和 pitch 轴, 通过配重使云台重心更靠近转轴, 同时使用下供弹方式减少小 yaw 轴转动时的转动惯量; 对于大 yaw 轴, 云台结构设计对称, 使重心正好落在转轴上, 同时在保证不超尺寸的前提下, 尽量使云台长度和宽度相差不大, 减少转动惯量。
	两个云台均 360° 旋转, 可同时识别打击多个目标。	两个云台使用滑环, 便于布线; 两个云台独立工作, 可以同时打击两个不同的目标, 也可以同时打击同一目标。
	结构设计为上下云台。	由两个 pitch 轴电机分别控制, 上下弹仓分离
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。
	反小陀螺算法。	深度学习结合传统视觉, PnP、Kalman Filter 及 EKF 算法。

	射频高、不卡弹、弹道稳定。	优化发射机构设计，改进限位结构。
自动底盘	能够在比赛场地中按照预定路径运动。	使用 SLAM 技术实现哨兵的自主运动，通过编码器 PID 和路径规划算法实现准确的路径规划，通过雷达实现精准避障，通过决策树准备哨兵的下一步行为动作。

3.1.2.2 改进方向

表格 3-8 哨兵机器人改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	全向轮底盘车架	优化车架结构，方便布线及维护。
	全向轮底盘悬挂	调整避震器安装，减小压力角，优化底盘布局。
	云台响应	利用配重调节云台重心使之靠近云台转轴；通过尺寸合理设计减少云台转动惯量。
	供弹链路	两个云台弹仓分离；两个云台均使用滑槽链路，缩小供弹链路长度。
	发射机构	优化发射机构设计，改进限位。
电控	云台板	根据功能优化接口数量与位置。
	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。
	超级电容 24V 稳压输入	实现自主设计。
	超级电容控制板	提高超级电容能量利用率。
	CAN 总线负载均衡	提高 CAN 总线硬件稳定性。
	底盘移动控制	对于第一版底盘使用的全向轮和第二版底盘使用的舵轮编写底盘移动控制代码，保证精准移动。
	底盘功率	改写新的功率控制代码，实现缓冲能量有效利用。

算法	自动底盘	使用 SLAM 技术实现哨兵的自动移动，通过编码器 PID 和路径规划算法实现准确的路径规划，通过雷达实现精准避障，通过决策树准备哨兵的下一步行为动作。
----	------	--

3.1.2.3 人力及资源评估

相较于 22 年赛季，哨兵整体改动巨大。取消自动步兵后，哨兵机器人是全场唯一没有操作手的兵种。最大的改动为取消哨兵的轨道，改为地面机器人，具有了更高的机动性，但也对哨兵的结构设计和运动策略有了更高的要求。因此本赛季对于哨兵的机械和算法有了更高的要求，也相应的增加了负责机械和算法部分的队员。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，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。

人员安排如下：

机械组：谢彩萍、彭泳锋、刘泽旭；

电控组：田炜程、李蔚明；

视觉组：李磊、庞昀懿、卢诗齐。

表格 3-9 哨兵机器人人力及资源估计

哨兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
全向轮底盘	能快速全向移动，在斜坡路段抓地能强，能够飞坡。	机械 1 人 电控 2 人	机械：熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物； 电控：掌握全向轮运动分解原理，电机 PID 控制，掌握超级电容及其稳压，电气系统布局布线。	5 周	5000 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 2 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，掌握多 CAN 总线高负载拓扑设计，电气系统布局布线。	6 周	5000 元

双轴云台	响应速度快、转动惯量小、两个云台都可以 360 度识别打击。	机械 1 人 电控 2 人	机械：掌握运动学仿真、CNC 机加工，能自主设计稳定性高的云台； 电控：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。	6 周	5000 元
双枪云台	响应速度快、转动惯量小、攻击火力大。	机械 1 人 电控 2 人	机械：掌握运动学仿真、CNC 机加工，能自主设计稳定性高的云台； 电控：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。	6 周	4000 元
发射机构	射频高、不卡弹、弹道稳定。	机械 2 人 电控 2 人	机械：具备独立进行机械装配的能力和较强的实验总结能力； 电控：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	快速、准确识别敌方机器人，反小陀螺算法。	算法 2 人	算法：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
自主底盘运动	能够在哨兵活动区域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。	8 周	4000 元

3.1.3 英雄机器人

3.1.3.1 规则解读与需求分析

23 赛季相比 22 赛季，与英雄机器人有关的改动主要有以下几点：

- (1) 起伏路面大幅度减少；
- (2) 经济体系改动——刷卡复活改为读条复活或金币复活；
- (3) 控制区机制，己方机器人占领控制区 6s 以上时，敌方前哨站旋转装甲板转速减半；

(4) 经验增长机制改变，升级所需经验由 8-12 变为 6-14。

目前看来，英雄机器人的定位依旧是对敌方建筑造成伤害的同时配合步兵机器人和哨兵机器人等地面作战单位协同输出。在吊射点位未进行大改动的前提下，自动步兵的加入使得英雄机器人在场地中间位置的输出环境更加恶劣，狙击点吊射精准度显得更加重要，这就需要更加精准的弹道、弹速、定位和辅瞄。同时，虽然减少了场地中的起伏路段，但由于飞坡、上坡需求的存在，英雄机器人你仍需要一个比较优秀的底盘悬挂系统。从 22 赛季的比赛来看，最后环形高地和狙击点是英雄机器人输出敌方前哨站比较好的地方；而比赛最后几分钟往往是决定比赛胜负的关键，因此新赛季下英雄机器人也要有飞坡能力，对敌方进行出其不意的打击，在最后几分钟有扭转局势的能力。

表格 3-10 英雄机器人需求分析与设计思路

功能	需求分析	设计思路
移动灵活	重量轻、速度快、悬挂性能高	优化功率控制算法，简化结构，修改悬挂硬度。
高通过性	能过 35 度角，能快速上坡	优化电路板布置，减小占用体积，延续自适应悬挂。
飞坡	重心低、车架强度高、速度快	优化框架结构和整体布局，优化超级电容方案。
远程吊射	高精度弹道	测出最稳定的摩擦轮厚度和间距； 设计狙击时 yaw 轴抱死机构； 设计云台过弯处推弹机构，防止双发问题。
	高精度辅瞄	使用双相机识别，优化识别代码。
自动瞄准	精准目标识别	引入深度学习，改进识别算法。
	运动预测	优化预测代码，提高辅瞄准确度。

3.1.3.2 改进方向

表格 3-11 英雄机器人改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	发射机构	修改弹丸过弯方案，尝试推弹机构修改限位，提高精度。
	供弹链路	采用侧链供弹。
	弹仓模块	加大弹仓容量，解决拨盘转动时的卡弹问题，增加竖直拨叉。

	yaw 轴传动	减小轴承尺寸，优化滑环安装模式。
	车身框架	降低车辆重心，增强车身强度。
	悬挂模块	提高悬挂硬度，减少飞坡翻车可能性。
电控	底盘控制	对底盘速度进行滤波控制，提高底盘平稳性。
	电路硬件	改进超级电容板，实现超级电容板以及其他电路板模块化设计。
	人机交互	优化操作界面，让操作手获取更多机器人的数据。
	云台控制	采用反馈和前馈的联合控制，提高云台响应速度和精度。
	代码结构	优化代码结构，合理使用 FreeRTOS 的任务通信和中断处理。
视觉	目标识别	改进识别算法，引入深度学习。
	运动预测	优化预测策略，提高击打精准度。

3.1.3.3 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，但需要解决以往遗留的不少稳定性问题，故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。

表格 3-12 英雄机器人人力及资源评估

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	M3508*5、加工件、板材、标准件等。	机械 2 人 电控 2 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	GM6020*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供弹链路，熟悉侧链供弹结构。	6 周	5000 元
发射机构	M3508*3、电缸*1、加工件、板材、测速模块等。	机械 2 人 电控 2 人	熟悉发射机构，了解影响发射精度的各种因素。	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、位姿解算等。	10 周	7000 元
------	---------------------	------------------	---------------------	------	--------

3.1.4 工程机器人

3.1.4.1 规则解读与需求分析

工程机器人在 2023 赛季与 2022 赛季相比主要有以下几点改变：

- (1) 取消刷卡原地复活其他机器人的功能；
- (2) 金矿掉落顺序改变，新增首金奖励机制，部分金矿掉落后状态随机；
- (3) 银矿石数量增加至 5 个；
- (4) 大小资源岛高度一致，统一为 500mm；
- (5) 兑换获得金币值与兑换难度相关，同等难度下金银矿石兑换金币值差别很小，随着队伍累计经济总量增加，兑换难度增大。

对于取矿方面，工程需要取到五种状态下的矿石，分别是大资源岛平台上掉落规则的矿石，大资源岛平台上掉落不规则的矿石，空中正在掉落的矿石，落在地面上的矿石，小资源岛平台上的矿石。大资源岛的平台取矿历来是使用次数最多的取矿方案，但今年金矿石的不规则掉落、银矿石数量的增加以及同等兑换难度下与金矿石兑换金币差值的减小使得拿取银矿石成为本赛季取矿首选。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，虽说今年大资源岛取矿的优先度有所降低，但首金奖励机制的新增使得空接功能的竞争性依然很高，在这样的环境下，工程的 1000mm 极限高度的取矿成为工程的刚性需求。考虑到空接的失误率以及双方争抢过程中矿石掉落到地面上，我们需要使自己能够取到地面的矿石来应对矿石落地带来经济损失。

对于兑换方面，新赛季的兑换规则可描述为：操作手兑换时手动选择兑换难度，在一个限定的球面范围内，每次矿石兑换时，兑换槽的六个自由度（三个平动自由度和三个转动自由度）会根据兑换难度随机变动，而且随着队伍累计兑换金币值的增加，发生变化的自由度也会增加，兑换难度随之加大。兑换槽的三个转动自由度以及兑换时底盘断电机制的增加，使得工程机器人在保持基本外形尺寸和合理的伸展尺寸外至少要保证执行机构末端有三个自由度。工程机器人将矿石二维码一面朝下放置于兑换槽内经过扫描识别后兑换成功，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机构，矿石的姿态大概率不适合去兑换，这对兑换造成极大的不便利，对经济方面也有较大损失。理论上来说，使矿石发

生两个正交方向上的转动就可以使任意姿态下的矿石变成适合兑换的姿态，工程机器人末端三自由度之一的 roll 轴转动可以使矿石发生一个方向上的旋转，只需在矿仓或其他地方增加一个使矿石发生单向转动的机构即可使矿石调整到合适姿态。

对于救援方面，今年取消了工程机器人刷救援卡原地复活其他机器人的功能，改为阵亡机器人可原地读条复活或兑换金币复活，但由于刚读条复活的机器人血量薄弱且需要回补血点重新解锁发射机构，可以考虑在其阵亡后由工程机器人将其拖回补血点，这样可以加快复活读条，提供一个安全的复活环境，同时方便复活后快速回复血量和解锁发射机构。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，由于大资源岛附近盲道的存在，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。

对于障碍块获取方面，工程基础的功能就需要能够稳定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。

表格 3-13 2023 赛季工程机器人需求分析

功能	需求分析	设计思路
稳定快速移动	盲道平稳移动	独立悬挂保证每一个轮子经过盲道的时候不会对其他轮组造成过大的影响，选择参数合理的避震器。
	平地快速移动	底盘合理布局，降低重心，整车科学减重。
直线副自由度	实现上层机构抬升、前移、横移	一级抬升：链传动+直线导轨、防止前倾（伸缩杆）。
		二级抬升：气缸+直线导轨。
		前移：齿轮齿条传动+二级抽屉导轨。
		横移：齿轮齿条传动+双直线导轨（固定、吸盘横移）。
旋转副自由度	实现上层机构末端 pitch 轴、yaw 轴、roll 轴转动	pitch 轴：蜗轮蜗杆传动+向心轴承。
		yaw 轴：电机倒置+同步带传动+向心轴承。
		roll 轴：电机直连+内嵌。
取矿	大资源岛取矿	规则掉落：前移+吸盘。
		不规则掉落：前移+横移+yaw 轴+pitch 轴+吸盘。

功能	需求分析	设计思路
	小资源岛取矿	前移+吸盘。
	空中接矿	一级抬升+前移+吸盘，卡 1000mm 极限高度，传感器快速对准。
	地面取矿	二级抬升（降低）+前移+pitch 轴+吸盘。
调整矿石	兑矿时使二维码面朝下	方向一转动：末端 roll 轴。 方向二转动：矿仓内摩擦轮（两边同向转动）。
输送矿石	将矿仓内的矿石送到吸盘可以吸到的位置	矿仓内摩擦轮（两边反向转动）。
兑换矿石	将矿石放入各个姿态的兑换槽	零级、一级、二级：一级抬升+前移+横移+吸盘。 三级：一级抬升+前移+横移+pitch 轴+yaw 轴+吸盘。 四级：抬升+前移+横移+pitch 轴 yaw 轴 roll 轴+吸盘。
救援	稳定拖动已阵亡的机器人	动力源：气缸。 连杆机构、机械死点原理、各方向受力合理。
障碍块搬运	流畅拿起放下障碍块	连杆机构、气缸、与救援二合一。 与取矿吸盘对接、用障碍快保护前哨站。
视觉云台	pitch 轴、yaw 轴转动	舵机带动图传云台转动。 保证操作手一定的视觉范围。
摄像头	可以随时捕获到兑换槽位置	与吸盘连接，随吸盘而动。

3.1.4.2 改进方向

表格 3-14 2023 赛季工程改进方向

组别	改进对象	改进内容
电控	自动取矿	计算半机械臂运动路径进行自行抓取，优化逻辑，使其运动更迅速。

	空接传感器	选择红外传感器防止场地灯光干扰。
	缓速启动	使整体底盘更加稳定。
机械	抬升	采用 MGN12 导轨使抬升更稳定。
	平移	增加平移适应全新的兑换站。
视觉	识别矿石	从 K210 换为了 Jetson TX2，更加准确且高效的实现识别矿石位置，并且采用双机位进行数据融合。
电路	布线	优化布线方式，以适应半机械臂更大的活动范围，同时使主控板移到上层，适应底盘断电。

3.1.4.3 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，同时从战略上可以移动己方机器人，搬运障碍块，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，取矿的吸盘、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陈出新，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：刘旭东、吴培诚；

电控组：吴垂云、李宜桐、王世康、满春阳；

视觉组：柳清星。

表格 3-15 2023 赛季工程预算和人力分配

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，具有力学分析以及再设计能力；	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
			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	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； 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； 了解传感器的原理，能够写传感器识别的代码。	4 周	4000 元
救援	2006 电机、和其他组配合	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。	2 周	400 元
矿石存储	电机、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
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； 具有基础的控制舵机的能力。	3 周	300 元
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

3.1.5 飞镖系统

3.1.5.1 规则解读与需求分析

飞镖系统相较于2022赛季没有太大变化，飞镖仍具有毋庸置疑的战略意义，可以用于直接摧毁或者配合地面地面部队进行战略推进。飞镖的尺寸和重量足够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，以及易损部件方便更换。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。飞镖的设计和组装，要做到标准化、统一化，将个体间误差降到最低。飞镖系统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，并且在发射架上的交互屏幕上显示发射架当前状态，以及飞镖发射情况。

表格 3-16 飞镖系统需求分析与设计思路

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，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 制导	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。

功能	需求分析	设计思路
	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。

3.1.5.2 改进方向

本赛季主要研究方向为在上赛季无制导飞镖基础上,结合开源方案进行研发制导飞镖，在发射结构上，摩擦轮发射具有设计简易，速度便于调整等优点，但必须要在飞镖的两侧保留足够的与摩擦轮的接触部分，这在一定程度上影响了制导飞镖的翼面位置以及进行姿态调整时的受力方式，因此考虑测试皮筋发射以便于飞镖镖体的形态设计。而在飞镖内部需要摄像头以及陀螺仪来计算调整飞镖姿态，以及控制飞行轨迹的调整。

表格 3-17 飞镖系统改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	换弹模块	由类似叉车换弹更换为旋转换弹方式，降低换弹所需时间。
		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	皮筋发射与摩擦轮各一版，做到速度稳定可控。
		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。
		增大摩擦轮质量，保证发射瞬间速度稳定。
		增加红外激光器，增加测距和瞄准功能。
机械	飞镖制作	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。
		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。

组别	改进对象	改进内容
电路	制导方案	对核心电路板等元器件做好撞击保护，对于易损部件做到易拆装、易维修。
嵌软		测试使用通用主控板或OpenMV开发板，提高识别精度和帧率。
		增大舵机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。	

3.1.5.3 人力及资源评估

表格 3-18 飞镖系统人力及资源评估

飞镖系统	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	yaw轴转动时发射稳定，能吸附在托盘上。	机械1人 电控1人	具有底盘设计基础，了解各种传动结构；具有综合布线电路系统设计的能力。	3周	2000元
云台	pitch轴转动时发射稳定。	机械1人 电控1人	能够和底盘良好连接，保证结构合理性；能够自制大型且稳定的轴承用于传动。	3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，能够对其做精准的闭环控制。	2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，保证换弹模块的工作稳定性； 熟练掌握各种传动结构，能够对速度与精准度等指标进行评估。	2周	1300元

飞镖系统	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
飞镖	稳定飞行，精准打击。	机械1人 电控1人	<p>拥有基本的空气动力学知识，掌握Flow Simulation用以仿真；</p> <p>能在有限重量和空间安排合理的机械结构；</p> <p>能熟练使用舵机有基本的控制逻辑设计与参数调试能力；</p> <p>有很好的制作轻量型主控板和线路的能力，了解各种材料的性能。</p>	8周	3600元

3.1.6 雷达

3.1.6.1 规则解读与需求分析

目前新规则中对雷达站部分改动较小，除原有小地图机制有所调整外，暂未推出新机制。雷达站的基本功能仍然是识别敌方机器人，并为己方提供敌方坐标信息，在此基础上为队伍提供预警、决策等辅助功能。在基本功能方面，本赛季雷达研发方向主要包括：扩大雷达站视野，使有效检测范围覆盖大资源岛区域；提高目标检测的精度和效率；实现对公路区坡道等地形的检测，进而提供更多预警信息。

其中，由于成品双目相机受到基线长度、相机焦距等诸多因素限制，在场上功能受到制约。新赛季中，将使用工业相机搭建双目相机，从而将工业相机性能、成本及立体视觉的优势结合，为队伍提供更广的视野和更丰富的赛场信息。此外，目标检测方面，将通过模型的选择和优化等，实现更加可靠的检测效果；定位方面则通过优化立体视觉算法，实现更加精确的坐标及姿态解算功能。

由于新规则对哨兵、无人机等机器人机制的调整，在新赛季中，雷达站将承担辅助哨兵定位、决策的任务，还可能需要为无人机在起飞前提供视野。对哨兵的支援将是开发的重点和难点，雷达研发重点将放在：基于定位标志检测及解码的目标定位及姿态估计；与哨兵的机间通信和决策辅助。

表格 3-19 雷达站需求分析

功能	需求分析	设计思路
目标检测及定位	敌方机器人的识别； 识别到机器人后定位； 获取哨兵坐标。	传统视觉方法实现双目相机功能，进而计算目标距离；使用 YOLOv7 等目标检测模型，实现敌方机器人的识别。
辅助定位	确定己方哨兵机器人位姿； 与哨兵机器人交换信息。	通过视觉标签的识别及解码，识别己方哨兵并大致确定其云台姿态，机间通讯向哨兵提供相应信息，辅助其定位。
生成地图	将位置信息在平面上显示。	基于目标检测及定位功能，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。	通过裁判模块进行通讯。
预警	在敌方机器人到达特定区域时发出警告信息。	构建决策树对机器人行为建模并预警。
辅助决策	为操作手提供提示信息； 对哨兵行为进行干预。	预先设计策略，依据机器人分布及裁判系统信息进行决策，通过机间通信提供提示信息。

3.1.6.2 改进方向

表格 3-20 雷达站改进方向

组别	改进对象	改进内容
算法	目标检测	改进图片预处理部分，选择更优模型及训练数据。
	敌车定位	优化立体匹配、三维重建算法，尝试使用基于深度学习的立体匹配方法，提高精度。
	哨兵定位	通过结合视觉标签信息和车辆形态信息，实现更精准的位姿估计。
	定位预警	使用隐马尔可夫链或决策树等算法建立更复杂的模型并预警。
	目标检测	改进图片预处理部分，选择更优模型及训练数据。

3.1.6.3 人力及资源评估

表格 3-21 雷达站人力及资源评估

雷达	需求	人力评估	人员技能要求	耗时	预算
视觉识别	敌我机器人识别	算法 1 人	能够借助深度学习方法实现目标检测，基于传统视觉方法完成三维重建及坐标转换。	4 周	4000 元
	己方哨兵定位		掌握视觉标签检测及解码算法，熟悉视觉 SLAM。	2 周	
	模式识别与预警		熟悉模式识别及相应机器学习方法。	2 周	
系统搭建	用工业相机搭建双目系统	算法 1 人 机械 1 人	熟悉工业相机硬件及控制方法，具有实现双目系统所需的几何及算法知识。	1 周	2000 元
机间通信	与哨兵通信，辅助哨兵定位	算法 1 人 哨兵组员	能够实现较为准确的视觉定位，熟悉视觉 SLAM 及机间通信。	1 周	400 元
交互功能	传输地图所需识别信息	算法 1 人	熟悉裁判系统及机间通信。	1 周	400 元
决策辅助	为操作手及哨兵提供提示信息	算法 1 人	熟悉裁判系统及机间通信。	1 周	400 元

3.1.7 空中机器人

3.1.7.1 规则解读与需求分析

2023赛季与2022赛季相比，空中机器人在制作规范上变化不大。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2022赛季中各战队的空中机器人表现，空中机器人适合在地面单位僵持不下时通过扫射地面单位创造优势。空中支援规则改为初始免费，冷却175s，500发小弹丸，可以在比赛中期提供强大的火力支援，性价比极高，因此本赛季空中机器人的预期目标是能够在合适的时机压制对方地面单位，为我方争取足够优势。

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。

表格 3-22 空中机器人需求分析与设计思路

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精准定位。
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布； 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。

3.1.7.2 改进方向

对比2022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。2022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。上赛季的发射机构限位出现问题，导致弹链空弹率较高，射频与射速不稳定，这个赛季将重点测试发射机构限位并修改。除机械方向外，电控方向还将对云台电机控制方式进行改进。

在此基础上，本赛季发射机构还将配备辅助瞄准系统，提高命中率。由于空中机器人的视角原因，视野中极易出现多个地面单位的状况，需要通过视觉算法稳定地锁定目标地面单位装甲板，对敌方单位进行瞄准。

2022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，云台手提前在测试无人机上进行训练，增加练习时间以保证足够的熟练度。同时操作手也将有合适的训练条件，我们将相应的增加操作手的训练时间，并针对训练过程中出现的问题及时解决。

表格 3-23 空中机器人改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	保护罩结构	设计新的保护罩结构，方便拆卸、维护及更换。
	云台结构及供弹链路	更改云台结构，调整重心至pitch轴电机轴线上，实现自稳定；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	云台的响应速度及射击稳定性	基于CoppeliaSim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，保持云台射击时的高稳定性。
	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速度环开环改为闭环控制，改善发射机构出现的间歇性掉速问题。
	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 On-Board 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。
算法	辅瞄系统	更换算力更强的平台，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	操作熟练度	提供有利的训练条件，增加操作手的训练时间。

3.1.7.3 人力及资源评估

表格 3-24 空中机器人人力及资源评估

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

空中机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
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操作。	4周	1300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	1500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	1500元
电控硬件	智能电源管理模块、稳定的电路系统。	电控1人	熟练使用EDA软件； 熟悉电路系统设计。	4周	1300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	熟悉图像处理算法； 有一定嵌入式Linux开发的能力。	3周	4200元

空中机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
操作手	执行飞行任务和操作云台。	2人	熟悉飞行器控制； 通过飞手考核。	-	-

3.1.8 人机交互

3.1.8.1 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，便于机器人间数据的收集、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。

3.1.8.2 人机交互必要性分析

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。从前两个赛季赛季实战结果来看，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。



图 3-3 英雄吊射辅助线

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。

3.1.8.3 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。

英雄机器人与步兵机器人

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、设计思路见表格 3-25：

表格 3-25 英雄与步兵机器人人机交互内容与分析表

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

类型	人机交互内容	需求分析
		示找到平时使用的最合适的吊射角度，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

类型	人机交互内容	需求分析
		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。

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、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格 3-26 所示：

表格 3-26 工程机器人人机交互内容与分析表

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。
	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

类型	人机交互内容	需求分析
		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。

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表格 3-27 所示：

表格 3-27 空中机器人人机交互内容与分析表

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。

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格 3-28 所示：

表格 3-28 雷达人机交互内容与分析表

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。

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。

3.2 技术储备规划

3.2.1 皮筋发射架设计及制导飞镖方案

(1) 已有技术储备

1. 飞镖采用发泡 PLA 打印，做到强度和重量都兼顾，同时也考虑到飞镖与摩擦轮接触的磨损，在飞镖侧方增加了两个能够承受磨损的模块；

2. 飞镖发射初速度以及空中姿态稳定，打击能力较上赛季有明显提高；
3. 能够精确调整发射架的 pitch 和 yaw 轴，并增加了角度的机械限位，能够实现上层的精确旋转与升降；
4. 能应用两级摩擦轮发射飞镖，后坐力显著减小，发射速度可调性大，发射速度精度高；
5. 发射架配备了能够实时显示与更改摩擦轮转速的显示屏与操作系统，实现了对摩擦轮转速的精准调控；
6. 为了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；
7. 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；
8. 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；
9. 发射架可一次装填四个飞镖，能够自动控制发射，并能自动根据飞镖标号调整摩擦轮转速与发射架旋转角度，做到迅速且精准的打击。

(2) 新赛季研发目标

1. 对于换弹模块，由于新赛季飞镖尺寸稍有增加，换弹模块将采用类似军用换炮弹的机械结构，能够快速精准的换弹，降低换弹所需时间；
2. 对于发射模块，新赛季队飞镖改动较大，将两级摩擦轮更换为皮筋发射，能够做到出口速度接近，增加红外激光器，增加测距和瞄准功能；
3. 对于发射架底层 yaw 旋转，采用自制大型球轴承，保证上下连接稳定性和自适应性；
4. 对于飞镖本体，要实现制导功能，在稳定飞镖飞行姿态的基础上，在飞镖两侧增加舵机驱动的柔性翼，能够精准的控制飞镖飞行方向；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。做到结构紧凑，对电路板等核心元件做好撞击保护；
5. 实现制导方案，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，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。

3.2.2 半机械臂上层结构设计

(1) 已有技术储备

1. 取矿机构：上赛季工程采用四连杆机构取矿，通过合理计算四连杆的长度，使用 M3508 电机利用齿轮传动使得四连杆机构可以快速运动，完成大小资源岛的取矿；

2. 取矿机构相关搭配结构：使用轴承盒减小摩擦，搭配气缸可以使四连杆转换为空接模式，通过传感器检测矿石掉落，完成空接；
3. 救援爪：利用气缸，连杆机构驱动救援爪运动，并通过死点防止救援爪在救援时脱钩的情况。叉车的结构与救援爪基本相同。

(2) 新赛季研发目标

1. 高自由度的取矿机构：由于本赛季规则的改动，想要取得经济的优势就需要能够完成等级比较高的兑换模式。所以相应取矿机构就需要更高的自由度。目前打算利用三个直线副完成 X, Y, Z 三轴平移的自由度要求，利用三个旋转副完成 pitch, yaw, roll 三轴旋转的自由度要求，从而完成兑换。
2. 新机械限位：由于高自由度的取矿机构仍想在不超过尺寸限制的情况下尽可能完成空接，可能需要新的机械限位来保证在完成功能的情况下不超尺寸。
3. 类似机构的合并：由于叉车和救援机构在设计上有着基本相似的结构和功能，同时安装救援机构和叉车会占用很多的空间，故本赛季打算把两个机构进行合并，简化结构。

3.2.3 侧供弹推弹机构设计

(1) 已有技术储备

1. 侧链优点：在 22 赛季，侧链供弹英雄已经在一些战队有所体现，而狼牙战队依旧使用传统的鹅颈供弹。综合分析来说，侧链路供弹有以下优点：pitch 轴有更大的空间；不需要滑槽，减少卡弹风险；便于快速拆卸。在以上优点的情况下，狼牙战队 23 赛季的英雄机器人计划更改为侧链供弹模式。
2. 方案分析：传统侧链供弹在进入云台顶部过弯处时，是依靠拨盘转动传递弹丸依次向前传递推力推动，如图 3-4 所示。

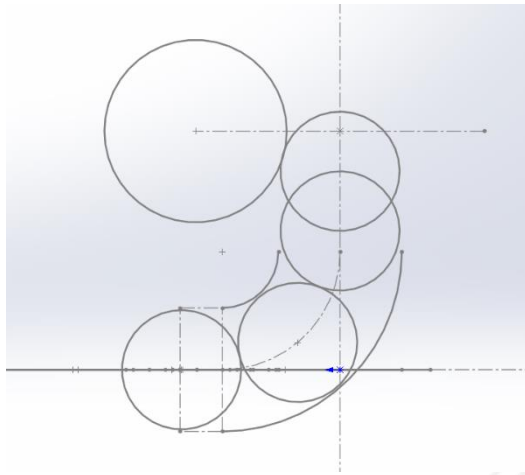


图 3-4 传统侧链草图

这样易造成双发现象并且有卡弹风险，弯道内每个弹丸受力都较为复杂。因此，本赛季研发方向之一为推弹摩擦轮发射机构，即弹丸经挤压进入云台头部后，由推弹机构直接推至摩擦轮处，减少弯道，杜绝双发超热量和弯道卡弹问题，同时可以减小云台头部宽度，实现轻量化，降低重心等等。如图 3-5 所示。

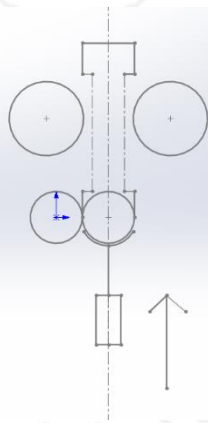


图 3-5 推弹设计草图

(2) 新赛季研发目标

目前共有两种可行的设计方案会在本赛季进行测试：

1. 曲柄滑块机构：由 M3508 电机带动曲柄转动，曲柄带动摇杆，摇杆推动滑块实现推弹，对安装精度和加工精度要求较高。
2. 使用小型电缸：类似气缸推动，但由于无气源选择使用电缸，在最大推速下可以实现每 0.6s 推动一次。

3.2.4 双轴云台结构设计

(1) 已有技术储备

1. 360° 下供弹云台：通过滑环和同步带结构，实现云台采用下供弹的供弹方式的同时，

减少云台体积和重量，提高云台的相应。

2. 侧供弹供弹链路：通过从侧面的供弹管道进行供弹，但是具有供弹链路较长，卡弹率较高的缺点。

(2) 新赛季研发目标

1. 三 yaw 轴云台：新增大 yaw 轴与底盘连接，用于配合底盘的高速小陀螺旋转，使得双轴云台和发射机构相对于地面保持静止，同时每个云台具有独立的 yaw 轴，保证其既可以同时打击同一目标，也可以同时打击多个目标。

2. 滑槽链路供弹的研发：通过使用滑槽链路，改进侧供弹链路，大量减少链路长度，减少卡弹的风险，提高打弹的稳定性。

3.2.5 舵轮底盘结构设计

(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 M3508 电机作为轮电机，GM6020 作为转向电机，自己设计轮毂以及聚氨酯包胶进行组装；M3508 电机采用沉入式设计，部分位于轮毂之中，M3508 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. 飞坡功能：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. 救援功能：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。

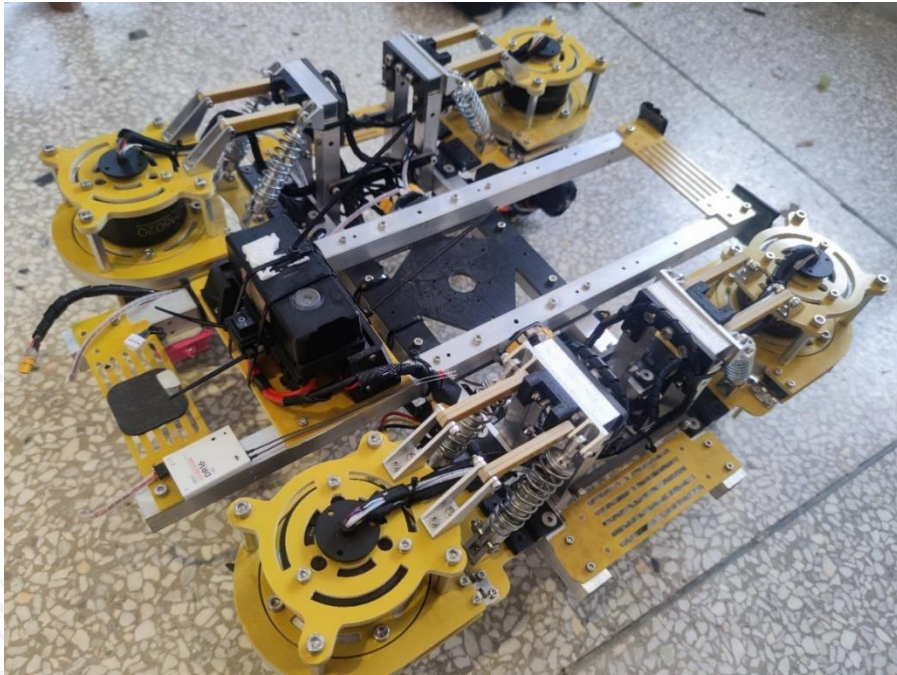


图 3-6 第一版舵轮底盘

3.2.6 机械自适应底盘结构设计

(1) 已有技术储备

1. 安装方式：位于同侧的两个麦克纳姆轮组分别通过连杆型弹簧减震装置与联动三角板连接，另外两个麦克纳姆轮组安装在底盘框架另一侧且分别通过连杆型弹簧减震装置与另一联动三角板连接，左右联动三角板一角为轴与车架连接，另一角通过一联动杆相连。
2. 运动原理：当 1 轮压力较大时上抬，推动左三角板逆时针转动一定角度、2 轮下压，同时带动联动杆左移，右三角板也逆时针转动，带动 3 轮下压、4 轮上抬。使相邻两轮悬挂运动相反，保持四轮同时触地且压力尽量平均，保证机器人移动正常。

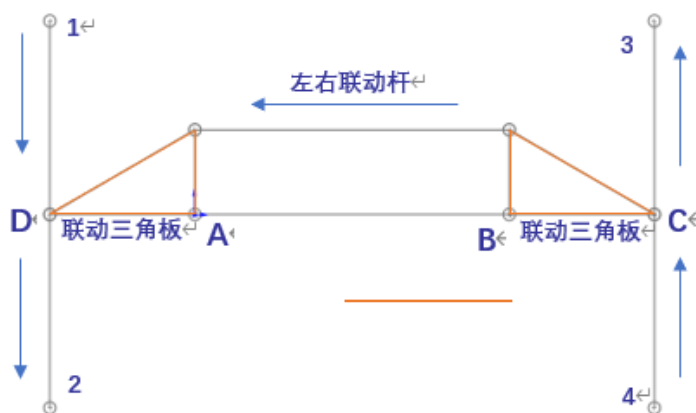


图 3-7 机械自适应底盘结构示意图

采用自适应悬挂使系统能够适应多种特殊地形，并有效解决变速和转弯时因相邻轮子向

同一方向运动导致的晃动和倾斜现象，系统抗冲击能力强，连接稳固，实用性强。

(2) 新赛季研发目标

1. 现有方案的改进：对现有悬挂和轮组进行减重及尺寸优化，提高抗点头性能。
2. 新方案的设计：为了适应新赛季大片起伏路面的地形，对悬挂系统进行改进或重设计：
 - a) 重新设计轮组，减轻簧下质量，提高悬挂响应；
 - b) 设计双段悬挂，在行驶中受到小行程冲击时，可以过滤掉小幅度的颠簸（如起伏路面）而不引起车体的抖动，在受到较大冲击时（如下台阶和飞坡），整体的减震器能达到有效缓冲减震。达到提高减震效果的同时尽可能缩小减震器长度。

3.2.7 气缸自适应底盘结构设计

(1) 已有技术储备

1. 安装方式：包括底盘载体，麦克纳姆轮轮组，气缸非独立悬挂。底盘载体包括底板、支撑管和气缸连接悬臂；气缸非独立悬挂包括气缸、悬挂转轴铰接件、气管。悬挂转轴铰接件设于短方管的前后端的下方，转轴连接有控制麦克纳姆轮轮组旋转的侧板，麦克纳姆轮置于侧板之间通过联轴器与电机连接。气缸缸尾固定于悬臂两侧，具有一个旋转副，气缸活塞杆通过鱼眼连接于轮组侧板之间的铰接件上。气缸倾斜固定于悬臂和轮组侧板之间，缸尾固定在悬臂上，活塞杆通过连接鱼眼固定在侧板之间的铰接件上。
2. 工作原理：上电后，电机驱动法兰联轴器带动麦克纳姆轮转动，底盘开始运动。当遇到地面凸起或凹陷时，气缸悬挂将会根据不同的凸起或凹陷不同程度地压缩/伸展活塞杆，联动地带动四个麦克纳姆轮轮组进行不同角度的旋转，同时气缸内充有一定气压的空气从而充当缓震器的作用。

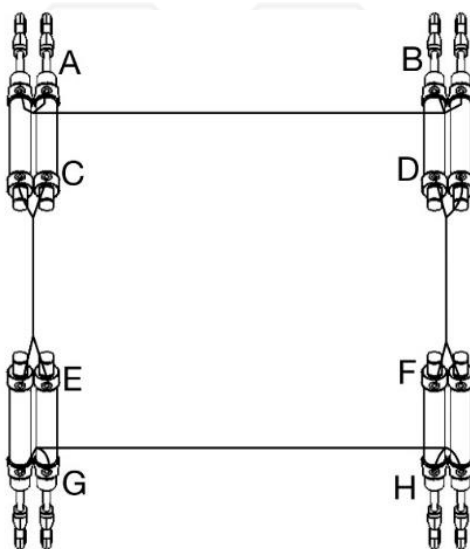


图 3-8 气缸自适应底盘示意图

假设左前轮遇到凸起，首先会压缩左前轮侧板铰接件上连接的左前轮侧的气缸内的空气，空气起到缓冲的作用，压缩到一定程度后，左前轮轮组向上旋转抬升，带动左前轮侧的活塞从 A 气室向 C 气室移动，由于四组气缸彼此贯通，左前轮侧的气缸 A 气室内压力降低，C 气室内气压升高，由此产生的气压差会使右前轮侧的气缸的 B 气室与 D 气室也产生一定的气压差，从而使得右侧前轮的活塞杆由 D 气室向 B 气室方向移动，带动右前轮轮组向下旋转降低紧贴地面；同时左后轮侧的气缸 E 气室内气压升高，与 G 气室的气压差带动活塞由 E 气室向 G 气室移动，从而使左后轮轮组向下旋转降低紧贴地面；最后，右后轮侧的气缸 H 气室内压力升高，F 气室内压力降低，从而使活塞杆从 H 气室向 F 气室方向移动，带动右后侧轮组向上旋转抬升。总体达到的效果是使左前侧与右后侧轮组向上旋转抬升，右前侧与左后侧轮组向下旋转降低从而使四个轮组都紧贴地面从而保持抓地力，以达到四个轮组的附着力达到最大从而提高遇到障碍的脱困能力。

(2) 新赛季研发目标

1. 现有方案的改进：目前的技术方案受限于气缸的尺寸影响，后续会对现有悬挂和轮组减重及尺寸优化。此外，由于气缸和气路气密性原因，难以配置各个气室内的气压，以及配置后气路漏气导致底盘不平的问题还亟待解决。

2. 新方案的设计：

- 为适应新赛季大片起伏路面地形，对悬挂系统进行改进或重新设计；
- 重新设计轮组，对挡板进行减重；
- 选用其他型号的气缸，重新设计悬挂系统以满足尺寸的同时兼顾性能要求；
- 解决气路气密性的问题。

3.2.8 超级电容控制板设计

(1) 已有技术储备

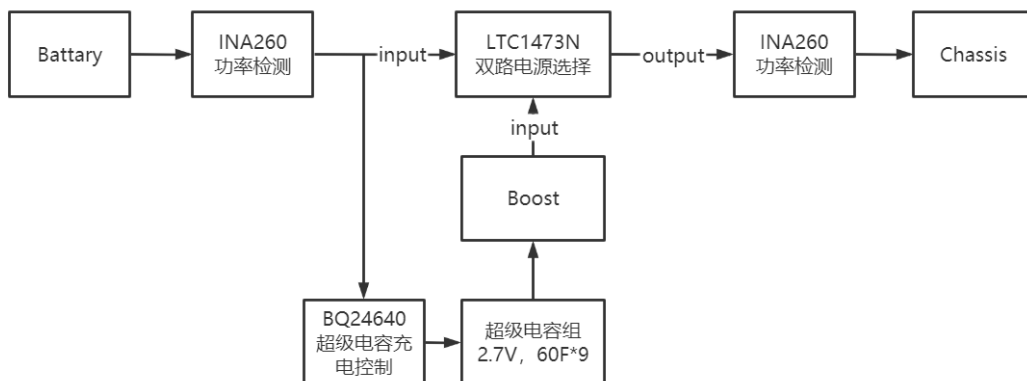


图 3-9 2022 赛季超级电容控制电路系统框图

1. 超级电容充放电以及底盘控制部分集成化，但布局密集不易检修；
2. 能快速控制超级电容充放电，效果较为理想；
3. 超级电容放电时电压特性较好，但 11V 以下放电效率较低；
4. 超级电容组稳定安全，几乎没有出现过安全事故；
5. 使用 ADC 实时采样超级电容组充电功率，对功率控制时效性好。

(2) 新赛季研发目标

1. 优化器件选型与 PCB 布局布线、提高电路板稳定性；
2. 将超级电容充放电控制与底盘控制部分集成化的同时模块化、使用 BTB 进行模块化连接，以便于对某一模块进行快速检修；
3. 设计双向 Buck Boost 原理、提高对电容组能量的利用能力；
工作原理：精确控制蓄电池和超级电容的输出功率，实现电池与电容的双向功率流动，在底盘功率低于功率限制时通过 DCDC 向超级电容充电，在底盘功率高于功率限制时电容通过 DCDC 提供功率补偿；
4. 增加板载 TF 储存卡检测超级电容板工作时的功率数据，以便实现更好的控制效果。

3.2.9 电路系统模块化设计

电路模块化的思路：将实际的总体电路进行模块划分，划分的原则是每一个电路模块都应该有明确的功能特征和相对独立的结构，将各个功能相对独立的模块独立出来，形成模块并配有简单、统一口，便于模块彼此之间的连接，如板对板连接器，焊盘，排针等方式连接。降低模块和主控的耦合度，避免不必要的硬件迭代，便于调试和维护。

目标：根据需求权衡模块化和集成，在考虑模块化的设计约束条件下，将较容易损坏的模块独立出来，并对模块化后的电路并进行可靠性分析，以达到效率、稳定性、空间利用率等性能的综合提升。

电路模块化的优势：

1. 能更好的应对硬件变更需求，避免整版的迭代，提高迭代效率；
2. 发生故障时，确定故障位置之后可以直接更换对应的模块，提高备赛效率。
3. 模块化的布局使得电路结构清晰，同时也便于多人共同参与设计，加快工作进程。

(1) 已有技术储备

已完成模块化设计的电路：主控模块、电源和外设接口模块、24v 转 5v 稳压模块、USB 转串口模块、陀螺仪模块。

(2) 新赛季研发目标

根据团队的实际需求新赛季我们将要模块化以下电路板：超级电容功率控制板、蓝牙串口模块、WIFI 模块。

3.2.10 电源管理系统设计

(1) 已有技术储备

解决了无人机动力系统电源互充的问题，采用 LM5050 Oring 电路和 LM5145 稳压电路实现并联电池防互冲和 48V 转 24V 降压稳压。

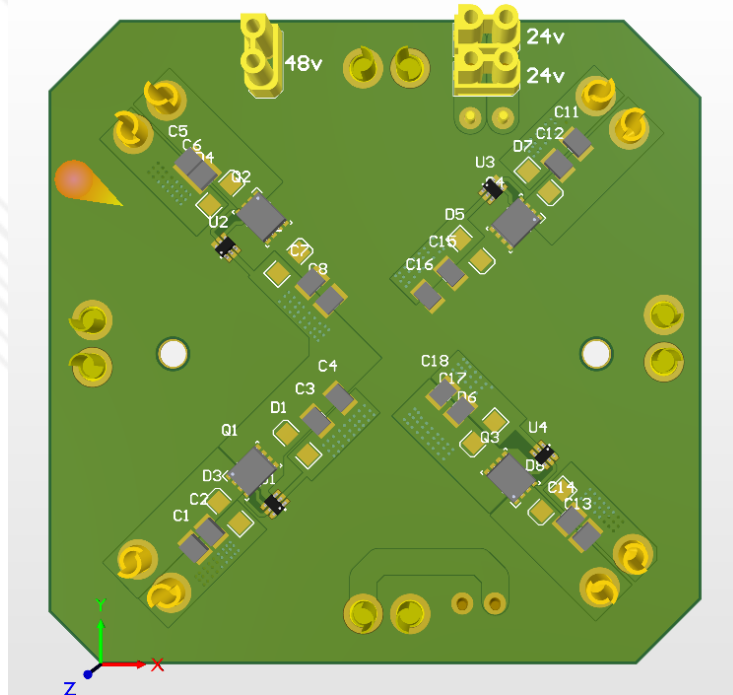


图 3-10 2022 赛季无人机分电板 PCB

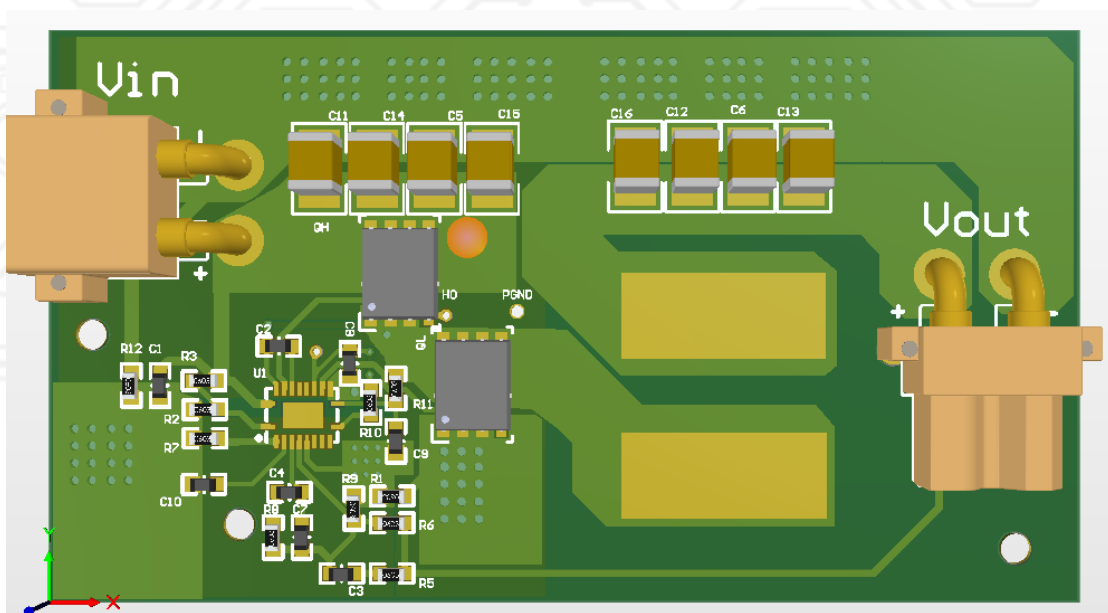


图 3-11 2022 赛季 48V 转 24V 稳压模块 PCB

(2) 新赛季研发目标

此套设计上赛季发现两个问题：

1. 各个电池电压不能相差太多，否则 ORing 电路中的 MOS 管有概率烧坏；
2. 在摩擦轮急停的瞬间云台板会复位，产生很大的浪涌电流并导致 TVS 烧坏，目前推测是稳压模块设计的问题，需要进一步的测试和研究。

综上所述，我们新赛季会在该电路稳定性上做出更加深入的研究。

3.2.11 机械臂末端位姿控制

(1) 已有技术储备

1. 在 CoppeliaSim 中实现六自由度机械臂的运动学模型构建，运动仿真，算法验证；
2. 通过机械臂逆运动学算法在仿真环境中实现对机械臂末端执行结构的位姿控制；
3. 利用多项式拟合算法实现机械臂的平滑运动，以减轻各关节电机的实时负载。

(2) 新赛季研发目标

1. 在单片机上实现同时对六个关节电机位置的连续平滑控制；
2. 将仿真算法移植到单片机上，实现对真实机械臂的末端执行机构位姿控制；
3. 考虑到机械臂运动过程中的中心偏移现象，引入重力补偿算法，减小系统误差；
4. 搭建电控，视觉联合仿真环境，验证视觉识别算法的有效性和准确性；
5. 配合视觉算法，实现机械臂对于自身初始位姿的感知。

3.2.12 Vrep 仿真环境搭建

本赛季团队使用 CoppeliaSim 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 CoppeliaSim 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 MATLAB 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。

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，开发综合验证机器人软件控制的功能。

3.2.13 通信检测上位机开发

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，往往需要逐一调试排查才可以知道。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。

我们计划主要检测机器人的云台和底盘上的串口通信、CAN 总线等通信子系统的异常情况。我们可以通过手机 APP 或者 PC 上位机等前端界面来获取对某个通信总线工作状态的监视，或直接获取机器人上整个通信子系统的工作情况。

(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. 基于帧定界法的检测代码封装；
3. 基于 Qt 引擎的前端 UI 界面开发。

(2) 新赛季研发目标

1. 增加全部检测和部分检测的流程自动化功能；

2. 提高其对不同种机器人的泛用性;
3. 提供自定义测试的功能;
4. 提供绘图或其他可视化功能。

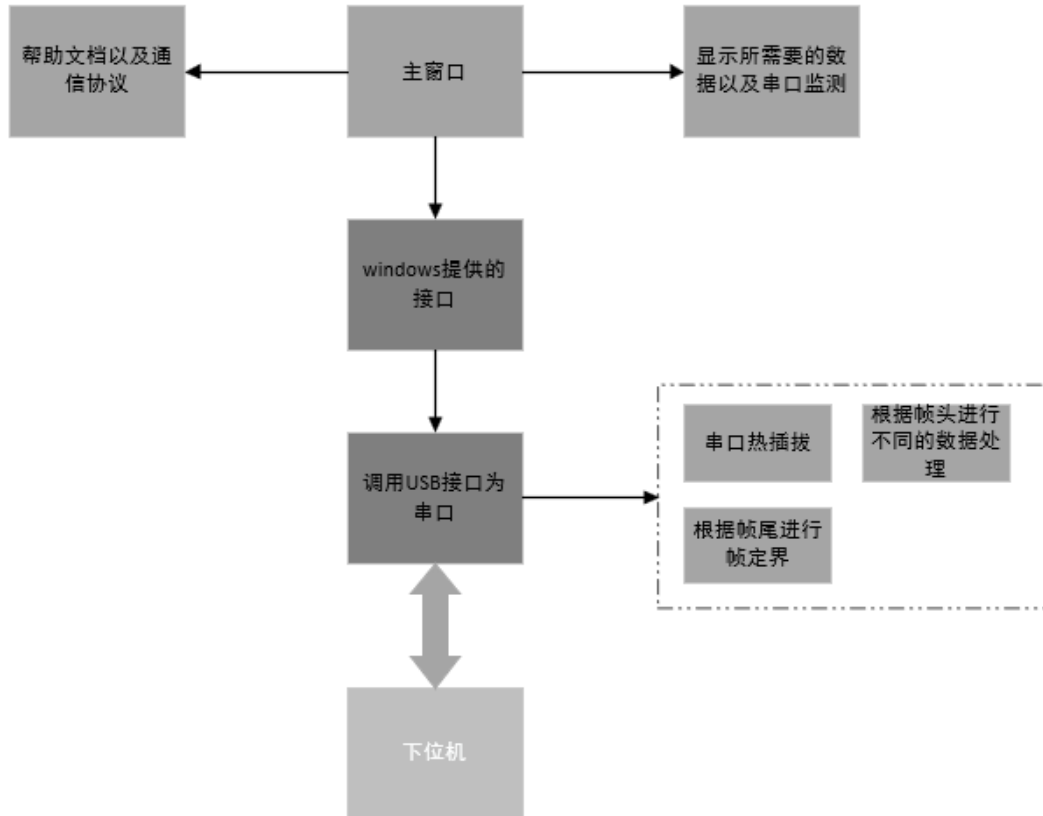


图 3-12 通信检测上位机接口框图

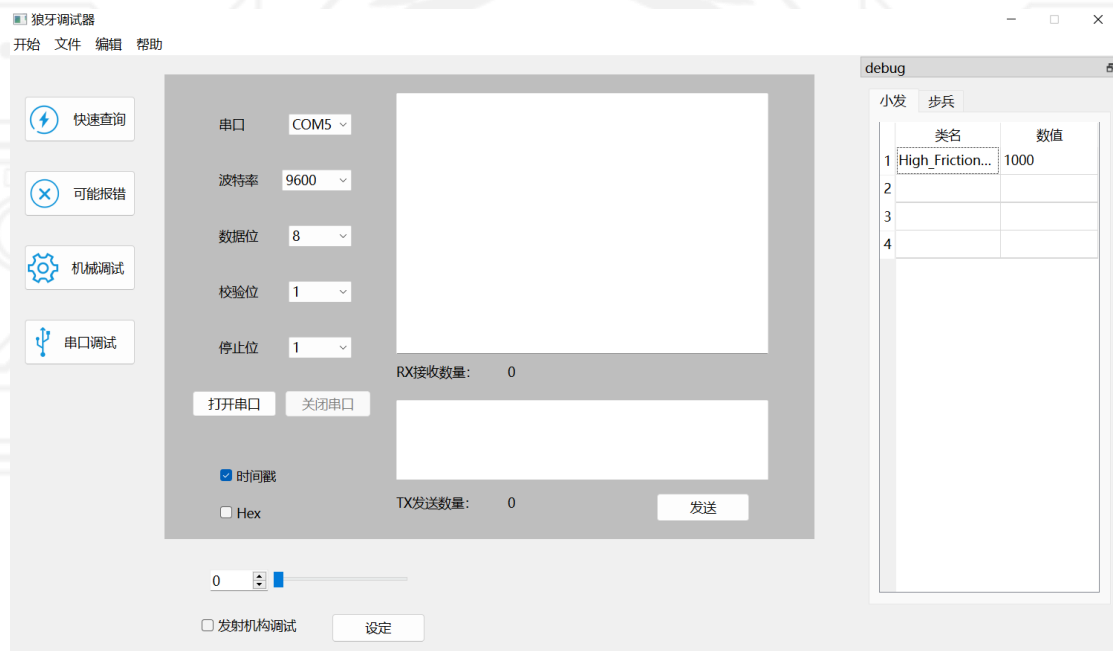


图 3-13 通信检测上位机 GUI 界面设计

3.2.14 弹道补偿测试上位机开发

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。人工记录的效率较低，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，故我们研发了一款快速测试弹道补偿方程的图形化上位机。



图 3-14 弹道测试界面

(1) 已有技术储备

1. 主力队员具有 QT 编程经验，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. 尝试开发网页前端辅助调参，使得调参更加的便捷；
2. 添加绘制波形功能，可以更加直观地微调弹道补偿方程；
3. 开发其他图形化上位机，如动态调试卡尔曼滤波的参数。

3.2.15 基于深度学习的辅瞄识别算法开发

(1) 已有技术储备

1. 识别方案:

我们在 22 赛季及之前采用的是数字图像处理技术以及 HOG+SVM 检测的方法, 这种方式对于环境背景以及环境光有着较高的要求, 在识别过程中容易受到干扰, 出现误识别, 给调车带来了较大的困扰。因此, 上个赛季结束本赛季开始前, 我们完成了一个基于 YOLOX 的辅瞄框架, 并且在推理单张图片, 识别单一目标的装甲板角点上取得了不错的效果。

2. 数据集:

针对上个赛季 HOG+SVM 的目标检测方案, 我们已经制作了一个由各类装甲板数字组成的规模超过三万张图片的数据集。基于这个模型, 我们训练了 22 赛季的 svm 模型, 并在目标装甲板数字识别上取得了不错的成果。但是目前的数据集仅包含低曝光下的装甲板数字, 并不适用于深度学习模型。且目前我们所用的这一数据集过于庞大, 数据集质量也不够优秀, 使得目前的 svm 识别存在着不小的过拟合现象。此外, 目前标注数据集的方法为纯手工标注, 效率低下。

(2) 新赛季研发目标

1. 将基于深度学习的辅瞄识别方案部署到车辆上:

2023 赛季中, 我们将深度学习引入到我们的装甲板识别中, 以期望获得更高的识别准确度并降低视觉调试难度。目标检测的深度学习框架众多, 基于识别准确度以及识别速度的考虑, 我们选择了 YOLOX 来实现我们的预期功能, 并采用 OpenVINO 在车上部署训练好的 YOLOX 模型。

相较于 YOLO 系列的其他框架, YOLOX 有如下的改进: 将 Yolo-head 修改为 Decoupled head, 新增 Mosaic 和 Mixup 数据增强方式, 采用 Anchor-free, 使用 SimOTA 标签分配策略。YOLOX 的网络结构如下图所示:

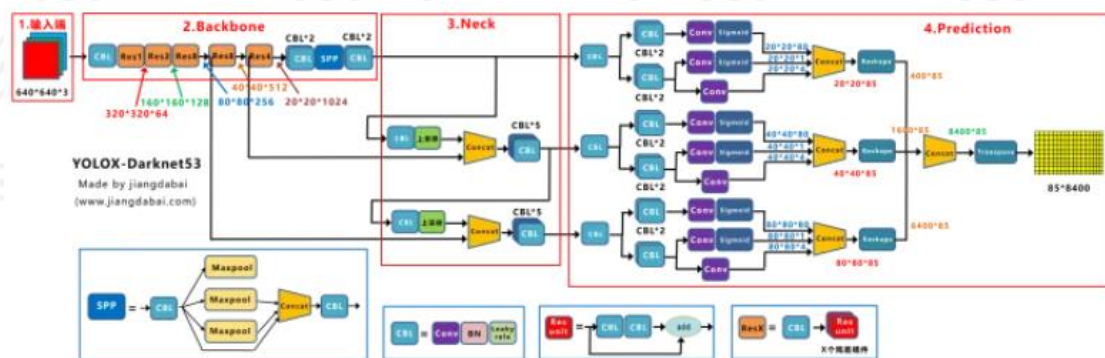


图 3-15 YOLOX 网络结构

YOLOX 实现的是目标检测, 只能够识别装甲板的区域, 要能够正确的识别装甲板四

个角点，需要对 YOLOX 网络进行修改，其中最主要的部分即是预测阶段，要能够输出我们需要的装甲板类别，装甲板置信度，装甲板四个角点。也正是因为 YOLOX 采用了解耦的方式，对于修改 Predictor 来适配装甲板角点识别十分友好，修改 Predictor 的结构如下图所示：

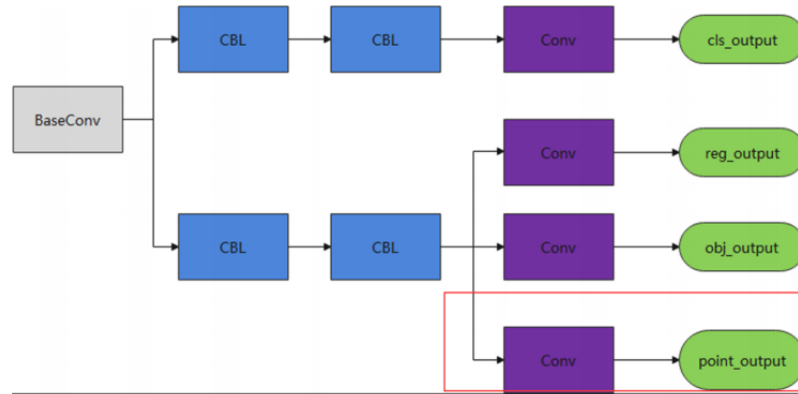


图 3-16 修改 Predictor

在服务器端训练我们的 YOLOX 模型，将训练好的模型（ONNX 格式）拷贝上车，采用 OpenVINO 部署模型。

2. 以更高的效率制作质量更优的数据集：

2023 赛季中，我们团队将开发一款基于 opencv::dnn 和 openVINO 的自动标注脚本。

自动标注脚本的标注流程如下图可见：

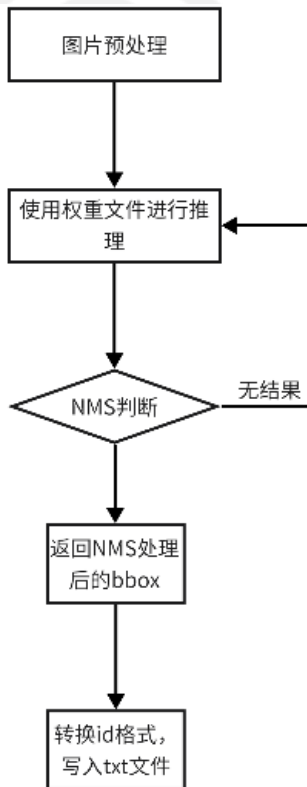


图 3-17 自动标注流程图

由于使用的是上海交通大学的开源权重文件对其进行推理，脚本泛用性较差，故我们后续会添加其他不同权重文件的推理模式并将数据输出容器做统一化处理。其中，输出文件包括的信息按顺序分别是标准化的种类标签（见下表）和左上、左下、右下、右上的归一化 xy 装甲板坐标，归一化坐标指原坐标的 x 除与图片长度， y 除与图片宽度。标注的识别率在 80% 左右，对于复杂灯光场景和较远的虚焦物体识别较差；经过小样本比对（目前标注文件较少，后续会继续定量测试），对于步兵的识别率较高，而对于一些非场景步兵例如基地、哨兵、前哨站等识别效果较差，对于红蓝两色识别率较高，熄灭与紫色情况识别率较低。

表格 3-29 标准化种类标签表

贴纸↓颜色→	B（蓝色）	R（红色）	N（熄灭）	P（紫色）
G（哨兵）	0	9	18	27
1（一号）	1	10	19	28
2（二号）	2	11	20	29
3（三号）	3	12	21	30
4（四号）	4	13	22	31
5（五号）	5	14	23	32
O（前哨站）	6	15	24	33
Bs（基地）	7	16	25	34
Bb（基地大装甲）	8	17	26	35

脚本语言方面，我们使用的是 Python 语言，使用时直接运行 `model.py` 文件即可，后续会考虑加入带参的命令行运行方式，以便更加方便的修改参数和运行。推理部分用到的是 `opencv::dnn` 模块，可以选择 CPU 或者 GPU 推理，考虑到 GPU 推理针对不同显卡版本会出现的问题，同时使用了 `openVINO` 推理模式，增加脚本的通用性。NMS 部分为极端情况，即有装甲板相交便去除数据。图片输入后，对图片进行图片预处理，预处理内容主要是根据网络输入特征编写，可以使用 Netron 查看网络特征；将预处理后的图片进行推理并进行置信度第一次筛选，然后按照置信度排名分别对图片进行 NMS 处理，最后只保留不相交的、不同种类的、置信度最高的文件，并写入 `txt` 文件（后续可能会考虑加入转 XML 的代码）。

之后的主要改进会集中于对多种权重的通用性的优化以及自动化程度和速度的提

升。在数据集自动输出之后，再由平台发放给队员进行二次确认以提高准确度，考虑到人工的速度还是较慢，之后可能会考虑多种权重输出之后交叉验证的方式。

3.2.16 自动驾驶系统算法开发尝试

(1) 已有技术储备

我们团队已经有了一定的 SLAM 技术积累，可以使用 2D 雷达基于 Cartographer 对场地做到一个精度较高的建图与定位。并且在上个赛季已经成功完成了雷达及云台手与哨兵之间的一些简单通信和控制。因此本赛季我们计划将研发重心转到哨兵多传感器的数据融合与决策树设计上。

(2) 新赛季研发目标

1. 多传感器数据融合

哨兵的数据融合不止有激光雷达信息与里程计/IMU 的融合，比赛中另一个兵种所获取的信息也可以对哨兵起到很大程度上的辅助作用——雷达站。



图 3-18 雷达站与哨兵协同

由于雷达站相对于世界坐标系是固定不动的，因此它对于车辆的位姿解算也是一个绝对的、世界坐标系下的位姿，并且雷达站的视野还是一个全局视野，是一个对于己方半场以及对方半场部分的一个俯瞰视角。如果哨兵能和雷达站进行数据通信的话，那么就约等于哨兵也拥有了一个全局视野的眼睛。

雷达站能够给哨兵提供的信息有以下几点：

a) SLAM 位置的初始化

即使机器人已经有了场地的完整地图模型信息，将它放在一个随机的位置让它进行初始化，它还是要花费不少的时间来找到自己在地图中的准确位

置。但由于雷达站对于哨兵出生的区域是完全覆盖的，因此可以用雷达站识别到的哨兵位置辅助哨兵进行 SLAM 初始化。这样所需的时间会少很多，更重要的是哨兵对于自己初始位置的认识将会是较为真实的，这对于后续的路径规划有很大地提升效果。

b) 哨兵四周的敌方以及队友位置信息

为了自瞄程序的精准运行，哨兵的相机应当放置于它的枪管之上，但这就导致了一个缺陷，哨兵无法实时获取四周的车辆信息。用 SLAM 扫出的点云来处理出车辆信息是一种可行方案，但可以预料到的是，该方案鲁棒性差，同时由于无法区分车辆是己方还是敌方，实用性很差。但哨兵可以结合自身在地图中的定位信息以及雷达站发送的车辆信息来解算出自身周围的情况，用以作为决策层面的输入。

c) 主动出击后回到哨兵巡逻区的路径引导

可以分析得出，哨兵主动出击时对于 SLAM 的定位精度要求其实没有那么严格，比起在一个几百平米的厂房内对准一个充电插口——精度要求约为 1cm 左右，赛场上哨兵只要能到指定的那个区域附近就行——精度要求大概在 0.5m 左右。因为即使定位出了差错，自瞄程序仍然能正常运行并对敌方车辆进行击打。

但有一个地方对于哨兵的定位精度要求确实是很高的，那就是主动出击后回到己方巡逻区。如果这一步出了差错，那么基地的虚拟护盾就会逐渐被减少直至被扣完，如果哨兵没有强到可以全场乱创、一直主动出击的话，那么扣掉的这些护盾其实损失是非常大的。然而 SLAM 会飘，雷达站却不会。当哨兵回到了己方半场时，雷达站已经能很好识别哨兵的位姿了，此时提高哨兵对于雷达站信息的信任权重，降低自身定位信息的权重。用雷达的“手”牵着哨兵“回家”。

与数据融合同等重要的是机器人能否以规划好的路径进行运动，由于哨兵能实时获取自身在地图中的所处位置，因此这个运动路径拟合不是一个开环控制而是一个闭环控制。利用规划好的路径信息求出此时底盘应有的速度以及方向，将这个信息发送给下位机，下位机最简单有效的方案就是用 PID 去做一个固定路径的拟合，同时上位机不停发送过来的数据还能实时纠正下位机的拟合过程——一个完整的闭环控制系统就诞生了。

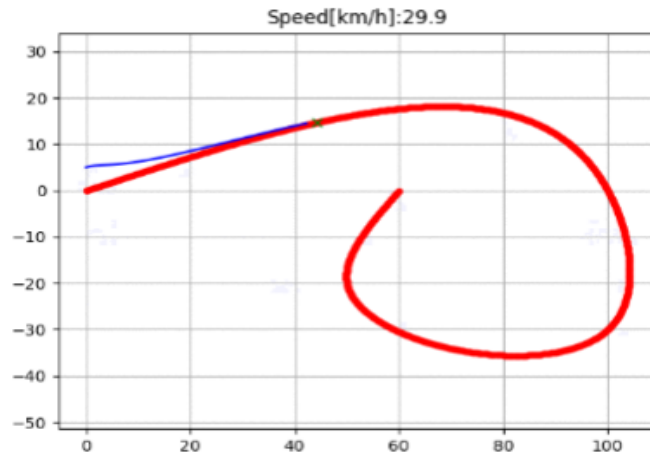


图 3-19 哨兵路径规划

但哨兵并不能仅仅按照预设好的路径进行行走，敌方车辆以及我方车辆都可能出现在这个预设好的路线上，这就涉及到了 SLAM 的局部路径规划部分。通常局部路径规划的实现包括动态窗口算法（DWA），人工势场算法，贝塞尔曲线算法等，也有学者提出神经网络等智能算法。但除此之外，我们还可以借鉴自动驾驶系统中的行为模式。

自动驾驶系统中，车辆只能在两条道或者多条车道上行驶，一般情况下，汽车涉及到的决策只有切换车道或者刹车（没有突发事故发生为前提）。

那么我们也可以给哨兵设几个预定好的“车道”，倘若路径上没有车辆阻挡，那么哨兵就一路跑到底。如果有车辆阻挡的话，就切换到另一个没有车辆阻挡的路线上去。这比单纯地调用“move_base”去控制机器人做路径规划要简单且泛用的多——得出这个说法，主要还是由于哨兵只要能大致到达预设好的位置就行了，而且哨兵主动出击的运动路线基本就是下图中的红色路线。我们可以在图上多画几条“红线”，也就增多了哨兵路径规划的选择项。



图 3-20 哨兵路径规划改进

2. 决策树设计

决策部分有以下两种方案：行为树和强化学习。经过讨论分析，决定先基于行为树来做哨兵的决策部分。虽然行为树需要人为编写每一个分支的情况，工作量较大，但行

为树比强化学习可靠的一点在于：它只会做出行为树中存在的行为，而不会出现一些强化学习的论文中 AI 为了不扣分开始“摆烂”的情况。并且行为树相对于强化学习是好调试的，你可以清楚地看到哨兵目前执行到了行为树的哪个分支，而不是用强化学习训练好了一个哨兵的 AI，后面能做的就只有祈祷它不出问题了。更进一步地，考虑到赛场环境是十分复杂的，即使是强化学习领域内目前的顶刊，发布的也大多是一些红白机游戏的 AI 训练：他们的状态量与赛场上真正的状态量不在一个数量级上。因此强化学习虽然技术更加先进，但也不能因此陷入技术迷信，盲目地去追求更高级的技术方案，这样往往会导致事倍功半。

3.3 团队架构

表格 3-30 团队架构表

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		指导老师	<ol style="list-style-type: none"> 1.向学校争取团队的运转资金； 2.向队员提供技术及资金支持； 3.宏观上监督和调控团队运作。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.战队所在学校中具备科研、教学工作资格的讲师、教授或其他职务的教职人员。 	3名
		顾问	<ol style="list-style-type: none"> 1.具有丰富的研发经验，关注领域内的前沿技术，对研发方向有一定的规划能力，从宏观上为战队的技术研发提供指导； 2.有扎实的技术背景和调试经验，能够为战队提供一定的技术支持，为队员们提供疑难解答；有一定的管理和运营经验，能够对战队的管理提供意见和建议； 3.具有丰富的比赛经验，能够为战队在赛场上的战术策略提供一定的布局和指导。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.一般是战队的往届队员； 2.能够在技术、管理、战术上提供指导性的建议； 3.在一定程度上把控技术组的前进方向，对战队的管理和运营有协助作用，为操作手的战术布局有一定的布置； 4.对团队的发展仍然保持关注，同时对于比赛仍然保有热情。 	5名
	管理层	队长	<ol style="list-style-type: none"> 1.协调团队内成员的关系； 2.完善改进团队架构及制度； 3.监督各个技术组的技术发展； 	<ol style="list-style-type: none"> 1.一般是在以往赛季中有主要贡献，且在队内有至少一个方向的过硬实力的队员； 	1名

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
正式队员			4.与指导老师、助教团队、学校方和组委会方进行协商对接； 5.支持并协助运营做战队的宣传与文化建设工作。	2.对团队绝对认真负责，将团队的整体利益放在第一位； 3.有足够充沛的课外时间，对各个技术方向都有一定程度的了解； 4.有较强的沟通能力和组织能力，能够团结队员、凝聚士气。	
		副队长	1.实施把控团队整体进度； 2.与队长一起协调团队发展； 3.在技术层面上提供指导； 4.协助项管做研发任务的验收； 5.协助队长完成整体管理工作。	1.一般是在以往赛季中有主要贡献，且在队内有至少一个方向的过硬实力的队员； 2.对团队绝对认真负责，将团队的整体利益放在第一位； 3.有足够充沛的课外时间，对各个技术方向都有一定程度的了解；	1~3名
		项目管理	1.督促战队的项目推进情况； 2.负责战队的文档、资料管理； 3.协助队长做制度文档的撰写并督促制度的落实； 4.协助队长做团队的物资管理。	1.有至少一个赛季的参赛经验，对赛季中的各个进度节点的把控有整体观和全局观； 2.具有总结规划和管理评价的能力，能够主导团队研发任务的验收； 3.具有极强的执行力，能够确保验收以及整个反馈制度的严格落实。	1名
	技术执行	机械组长	1.队内机械设计的主要负责人，负责比赛中核心兵种的主要部分设计； 2.协同组内队员确定技术方案；	1.有至少一个赛季的参赛经验； 2.有较强的协调、沟通与管理能力；	1名

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>3.确定组内队员的任务分配、考勤安排和对外技术交流;</p> <p>4.负责机械方向的技术文档撰写、梯队培训计划的制订与协作平台的使用和管理;</p> <p>5.负责对组内队员进行定期考核,把握组员研发进度,适当指导。</p>	<p>3.在机械设计方面有足够广泛的了解,能够把控机械组内的研发方向;</p> <p>4.有较强的创新能力,能够在新技术方案的制订上提供有创意的开拓视野的建议;</p> <p>5.上赛季中,表现优秀的机械组组员优先考虑。</p>	
		机械组员	<p>1.队内机械设计的次要负责人,负责完成组长分配给的兵种结构设计;</p> <p>2.负责完成组长额外分配的纯技术研发任务;</p> <p>3.对自己负责的兵种进行各级测试与维护;</p> <p>4.协助负责同一兵种的其他技术队员完成兵种的设计与调试;</p> <p>5.机械组会议的主要参与者。</p>	<p>1.对比赛有充足饱满的热情;</p> <p>2.需要持续学习机械相关知识,能够保持学习热情;</p> <p>3.能与团队成员和谐相处、积极沟通、讨论问题;</p> <p>4.对 RM 赛事中机械方向的主要技术有一定了解;</p> <p>5.能够服从安排,按时保质保量地完成分配下来的任务;</p> <p>6.上赛季中,表现优秀的机械梯队队员优先考虑。</p>	10名
		电控组长	<p>1.队内硬件电路与嵌入式控制设计的主要负责人,负责比赛中核心兵种的主要部分设计;</p> <p>2.协同组内队员确定技术方案;</p> <p>3.确定组内队员的任务分配、考勤安排和对外技术交流;</p> <p>4.负责电控方向的技术文档撰写、梯队培训计划的制订与协作平台的使用和管理;</p>	<p>1.有至少一个赛季的参赛经验;</p> <p>2.有较强的协调、沟通与管理能力;</p> <p>3.在硬件电路设计或嵌入式控制方面有足够广泛的了解,能够把控电控组内的研发方向;</p>	1名

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			5.负责对组内队员进行定期考核，把握组员研发进度，适当指导。	4.有较强的创新能力，能够在新技术方案的制订上提供有创意的开拓视野的建议； 5.上赛季中，表现优秀的电控组组员优先考虑。	
		电控组员	1.队内电控设计的次要负责人，负责完成组长分配给的兵种结构设计； 2.负责完成组长额外分配的纯技术研发任务； 3.对自己负责的兵种进行各级测试与维护； 4.协助负责同一兵种的其他技术队员完成兵种的设计与调试； 5.电控组会议的主要参与者。	1.对比赛有充足饱满的热情； 2.需要持续学习硬件电路与嵌入式控制相关知识，能够保持学习热情； 3.能与团队成员和谐相处、积极沟通、讨论问题； 4.对 RM 赛事中电控嵌入式方向的主要技术有一定了解； 5.能够服从安排，按时保质保量地完成分配下来的任务； 6.上赛季中，表现优秀的电控梯队队员优先考虑。	5~15名
		视觉组长	1.队内视觉算法设计的主要负责人，负责比赛中核心兵种的主要部分设计； 2.协同组内队员确定技术方案； 3.确定组内队员的任务分配、考勤安排和对外技术交流； 4.负责视觉算法方向的技术文档撰写、梯队培训计划的制订与协作平台的使用和管理；	1.有至少一个赛季的参赛经验； 2.有较强的协调、沟通与管理能力； 3.在计算机视觉领域内有足够广泛的了解，能够把控视觉算法组内的研发方向； 4.有较强的创新能力，能够在新技术方案的制订上提供有创意的开拓视野的建议；	1名

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			5.负责对组内队员进行定期考核，把握组员研发进度，适当指导。	5.上赛季中，表现优秀的视觉算法组组员优先考虑。	
		视觉算法组	<p>1.队内视觉算法设计的次要负责人，负责完成组长分配给的兵种结构设计；</p> <p>2.负责完成组长额外分配的纯技术研发任务；</p> <p>3.对自己负责的兵种进行各级测试与维护；</p> <p>4.协助负责同一兵种的其他技术队员完成兵种的设计与调试；</p> <p>5.视觉组会议的主要参与者。</p>	<p>1.对比赛有充足饱满的热情；</p> <p>2.需要持续学习计算机视觉领域的相关知识，能够保持学习热情；</p> <p>3.能与团队成员和谐相处、积极沟通、讨论问题；</p> <p>4.对 RM 赛事中视觉算法方向的主要技术有一定了解；</p> <p>5.能够服从安排，按时保质保量地完成分配下来的任务；</p> <p>6.上赛季中，表现优秀的视觉算法梯队队员优先考虑。</p>	5~10名
		战术指导	<p>1.具有丰富的比赛经验，能够为战队在赛场上的战术策略提供一定的布局和指导；</p>	<p>1.通常我们由一名顾问兼任战术指导；</p> <p>2.能够在战术上提供完整且细致的策略；</p> <p>3.对往年比赛的对局视频有自己的分析见解；</p> <p>4.对于战队的技术势力和操作手风格有合理客观的认知。</p>	1名
	运营执行	宣传	<p>1.负责团队队员招新、开放日参观等活动的组织筹备与宣传；</p> <p>2.负责协助队长做团队文化建设相关的工作；</p>	<p>1.对宣传工作有足够饱满的热情；</p> <p>2.对待工作有认真负责的态度；</p>	1~2名

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			3.负责团队的微信公众号、微博、B 站号等的运营工作； 4.负责宣传海报、文化周边等的设计与制作。	3.有较好的沟通能力，能够融入团队的文化氛围； 4.对于 RM 赛事有清晰的认识与充分的关注； 5.有撰写推文、平面设计、视频剪辑等经验的队员优先考虑。	
		招商	1.通过商业互动形式为战队带来资源辅助，引入外部资源提供资金用于实验室生产加工、技术迭代； 2.负责整理招商文件，详细记录招商过程细则，整理招商文件资料并交接给下一任招商队员。	1.有较强的资源信息的搜集与整合能力，能撰写足够完善的招商方案； 2.对战队的财务情况与需求有清晰的认知，能分析团队的招商需求； 3.性格开朗，善于与人沟通； 4.有招商工作经验者优先考虑。	1 名
		财务	1.负责周期性地制作财务报表交付队长与指导老师进行报账； 2.负责与学院以及学校财务处对接相关工作； 3.协助副队长管理实验室的财务与设备，能根据现有资金对战队的花费进行合理的规划安排。	1.能够熟悉财务报账的流程； 2.能够熟悉实验室的财务制度； 3.工作上严谨、认真、有条理； 4.对财务相关专业知识有所了解。	1 名
梯队队员		机械	1.队内机械设计主力的接班人； 2.需要持续学习机械设计以及建模软件相关知识； 3.需要熟悉实验室内机械工具与加工设备的使用；	1.对比赛有充足的热情； 2.愿意投入时间和精力到梯队任务的学习、比赛和项目中去； 3.能够主动积极地融入团队；	10~20 名

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
			<p>4.辅助机械组主力队员完成结构装配、投加工件、板材雕刻等实操任务；</p> <p>5.协助参与到测试工作中，熟悉兵种的测试项目与流程。</p>	<p>4.能够服从安排，按时反馈学习等任务进度；</p> <p>5.机械大类内的学员优先考虑。</p>	
		电控	<p>1.队内硬件电路主力或嵌入式主力的接班人；</p> <p>2.需要持续学习硬件电路设计、嵌入式控制及相关 EDA 和 IDE 软件使用的知识；</p> <p>3.需要熟悉实验室内焊接工具与电子仪器仪表的使用；</p> <p>4.辅助电控主力完成 PCB 焊接、布线、控制调参等实操任务；</p> <p>5.协助参与到测试工作中，熟悉兵种的测试项目与流程。</p>	<p>1.对比赛有充足的热情；</p> <p>2.愿意投入时间和精力到梯队任务的学习、比赛和项目中去；</p> <p>3.能够主动积极地融入团队；</p> <p>4.能够服从安排，按时反馈学习等任务进度；</p> <p>5.电信、电气、光电与自动化专业的学员优先考虑。</p>	15~30名
		视觉算法	<p>1.队内视觉算法主力的接班人；</p> <p>2.需要持续学习 C/C++、Python、Linux、OpenCV 等计算机视觉领域内的相关知识；</p> <p>3.需要熟悉实验室内，包括树莓派、Jetson 系列等各种嵌入式 PC 的系统安装配置与开发使用；</p> <p>4.辅助视觉算法主力队员完成等实操任务；</p> <p>5.协助参与到测试工作中，熟悉兵种的测试项目与流程。</p>	<p>1.对比赛有充足的热情；</p> <p>2.愿意投入时间和精力到梯队任务的学习、比赛和项目中去；</p> <p>3.能够主动积极地融入团队；</p> <p>4.能够服从安排，按时反馈学习等任务进度；</p> <p>5.信息大类与生医工专业内的学员优先考虑。</p>	10~25名

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		运营	<p>1.宣传方向：学习公众号平台运营、活动策划；学习摄影与视频剪辑等设计技能，辅助宣传经理完成运营推广任务；</p> <p>2.招商方向：学习招商知识，协助招商经理与队长完成招商策划案撰写等工作；</p> <p>3.财务方向：学习财务报表的制作与整理等技能，了解实验室财务制度与流程，辅助财务管理人员完成简单的财务工作。</p>	<p>1.对比赛有充足的了解与热情；</p> <p>2.愿意投入时间和精力到梯队任务的学习、比赛和项目中去；</p> <p>3.能够主动积极地融入团队；</p> <p>4.能够服从安排，按时完成协助工作成果的交付；</p> <p>5.有相关工作经验者优先考虑。</p>	5~10名

3.4 团队招募计划

战队一年共有三次招募计划，分别为9月份秋季开学、2月份春季开学与七月份的暑假夏令营。战队主要面向华中科技大学的本科学生，以电子信息与通信学院、人工智能与自动化学院、光学与电子信息学院、机械科学与工程学院、计算机科学与技术学院、未来技术学院、电气与电子工程学院为目标学院，但也会像其他学院诸如工程科学学院、社会学院、管理学院、船舶与海洋工程学院与材料科学与工程学院等学院进行招新。

我们对于招新队员的基本要求是，同学们对RoboMaster机甲大师系列比赛有简单的了解，具备团队合作精神，并愿意付出时间和精力投入到比赛中。

夏令营招新是我们战队的一次试水。区别于新学期招新，夏令营的招募的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。从前两次夏令营招新的结果来看，夏令营招新队员的态度与质量是由较高保证的，故我们在本赛季会延续该招募制度。

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。

3.5 团队培训计划

在完成战队的秋季统一招新后我们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。

3.5.1.1 视觉组培训计划

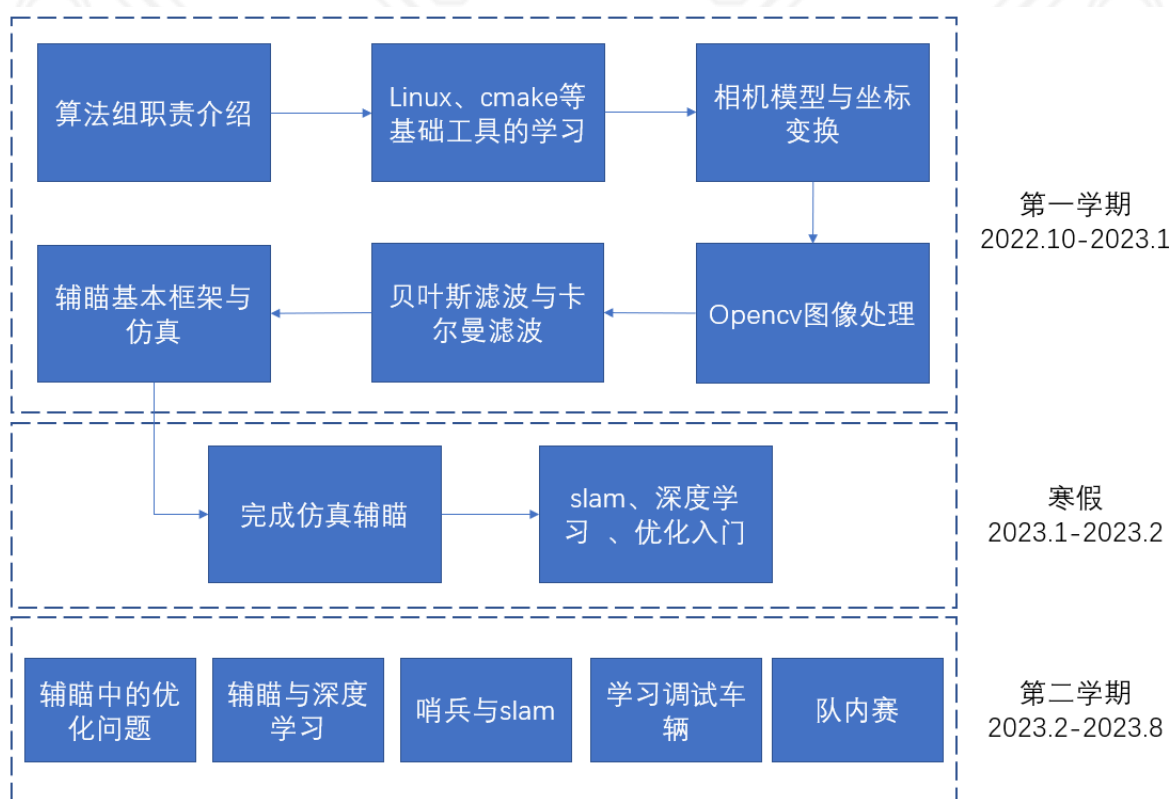


图 3-21 视觉组整体培养方案

(1) 校内培训体系

- 1、培训对象：华中科技大学 RoboMaster 团队算法组梯队成员；
- 2、培训介绍：组内培训旨在快速培养梯队，使其在仅具备少量编程基础的前提下学会设计与维护辅瞄代码所需的所有基础知识，并能熟悉开发过程中所用到的各类硬件软件，养成良好的编码习惯。培训以统一授课为主，老队员帮扶为辅的形式，帮助梯队在学习基本知识的同时，熟悉团队的办公环境，与队友和学长构建良好的人际关系，培养团队协作意识与团队荣誉感。

3、培训制度

a) 主力队员责任落实:

- i. 技术组长: 设计课程大纲, 安排课程主讲人, 批改作业与协调主力与梯队间的对接与梯队评优;
- ii. 主力: 批改自己对应的梯队作业(微助教内)、帮扶自己对应的梯队;
- iii. 主讲人: 确定课程培训内容, 作业及验收标准, 并在线下线上进行授课。

b) 梯队队员培训纪律:

- i. 梯队成员需要按时参加组内培训的授课;
- ii. 成员如若有事无法参加线下培训, 须提前向负责人请假说明原因, 并在课后根据资料自行学习;
- iii. 成员参与每次培训后须完成主讲人布置的任务;
- iv. 成员在任务完成后须将任务上交系统, 由主力进行批改;
- v. 成员如若有事无法及时完成当周任务, 须向负责人说明原因, 并在课后补交任务;
- vi. 成员需每周更新自己的学习计划;
- vii. 成员若多次未按时参加联合培训或未按时完成当周任务或长期未更新学习进度, 且未对负责人进行情况说明, 组长将对其进行警告;
- viii. 培训期间得到警告处罚且寒假作业未能完成者, 经组内讨论将予以退队处分。

(2) 寒假培训体系

1、培训对象: 华中科技大学 RoboMaster 团队算法组梯队成员;

2、培训介绍: 梯队成员在一个学期的学习后, 我们认为其已经具备设计与维护辅瞄代码的基本能力, 因此我们将基于 CopliaSim 平台制作一个仿真辅瞄环境, 让梯队寒假期间完成仿真辅瞄。此外, 我们还将在寒假开展一系列线上课程, 让梯队根据自身兴趣选择学习 SLAM、深度学习等高阶知识, 并能快速上手这些技术点所需的开发与基础知识。

3、培训内容:

a) 材料: 仿真辅瞄框架(团队目前使用的辅瞄代码, 删去图像处理与数据滤波和预测的部分, 仅保留图像获取和串口收发接口), 仿真环境包含一个可以自由移动, 装甲板上带数字的小车和一个 pitch、yaw 轴可自由移动的云台。

- b) 任务：完成辅瞄框架中图像处理和数据滤波及预测的部分，使仿真环境中的云平台能识别并跟随小车身上的装甲板。

3.5.1.2 嵌软组培训计划

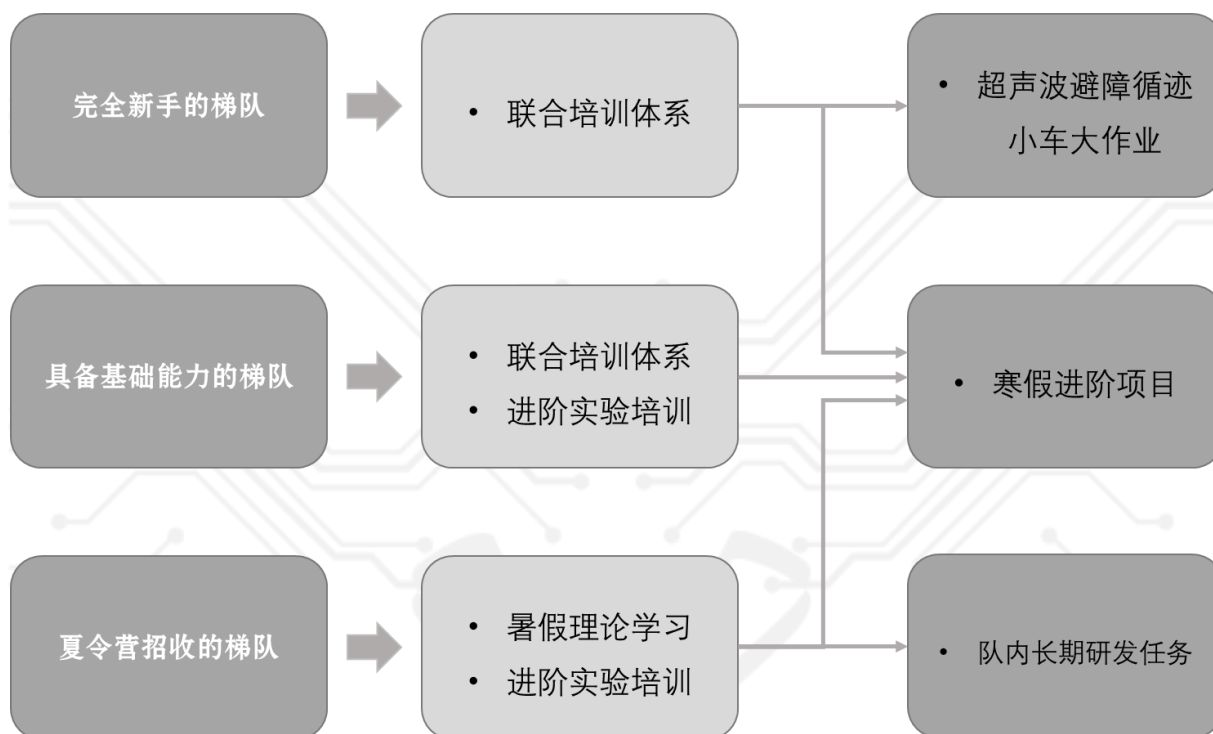


图 3-22 嵌软组整体培养方案

(1) 联合培训体系

- 1、 培训对象：华中科技大学 RoboMaster 团队嵌软组梯队成员；
- 2、 培训介绍：联合培训目的在于对成员既有的知识体系加以深化和完善，培养成员的综合能力。培训不仅以分小组授课、讲演的方式让成员系统了解相关技术知识，更借助实践提升技能，把握实践过程中的各种可能性，解决实践过程中遇到的规律性问题。培训还基于实践过程中技术问题复杂化的现状，引入新观念和新模式，进行跨组别学习，引导成员根据自身既有的技能进行新的尝试与探索，获得全新的体验和全面的认知。培训将线下教学与线上考核巧妙结合，采用主力成员和梯队成员互相结对的模式，激发成员学习热情的核心要素，获得学习掌握情况的及时反馈，为后期进阶项目的完成打下坚实基础。
- 3、 总体培训流程：

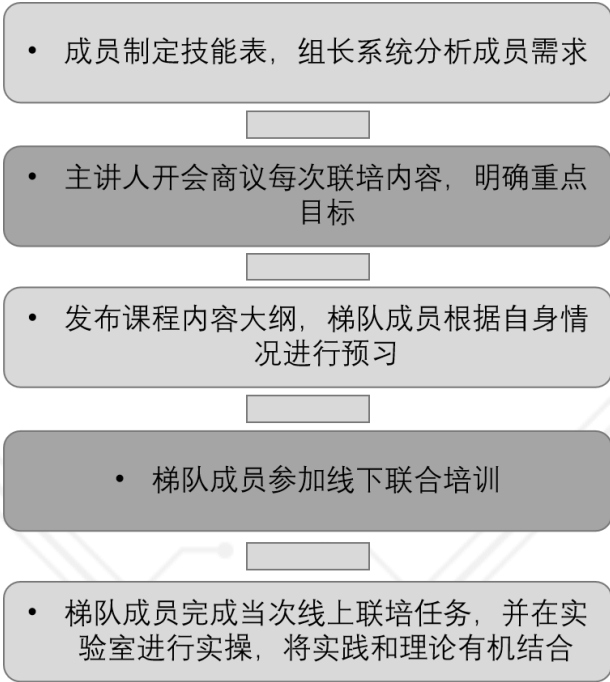


图 3-23 联合培训规划流程

4、嵌入式培训内容：

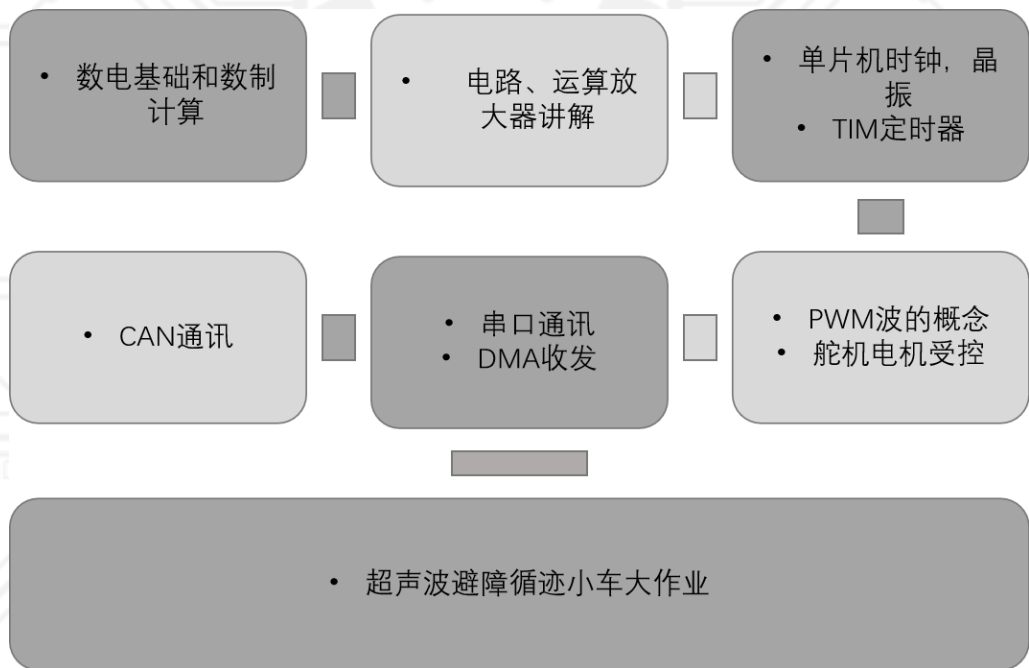


图 3-24 联合培训嵌软部分内容

5、培训制度：

a) 责任落实：

- i. 负责人：负责微助教、主讲人沟通、录屏（串联辅助）；
- ii. 技术组长：完成主力的安排，主讲人一起设置课程、作业批改，任务安排（技术辅助）；
- iii. 主力：批改自己对应的梯队作业（微助教内）；

- iv. 主讲人：确定课程培训内容，PPT，以及课后任务与任务验收标准（三个组验收标准区别开，比如算法的任务，电路梯队只需要最基础的，验收标准要降低）（培训主体）。

b) 培训纪律：

- i. 成员每周都须按时参加联合培训并进行签到；
- ii. 成员如若有事无法参加线下培训，须提前向负责人请假说明原因，并在课后根据资料自行学习；
- iii. 成员参与每次培训后须完成主讲人布置的当周任务；
- iv. 成员在任务完成后须将任务上交系统，由主力进行批改；
- v. 成员如若有事无法及时完成当周任务，须向负责人说明原因，并在课后补交任务；
- vi. 成员若多次未按时参加联合培训或未按时完成当周任务，且未对负责人进行情况说明，态度不佳，行为懒散，将由组长商讨决议，将其退出联合培养；

(2) 进阶实验培训体系

- 1、培训对象：已经具备部分嵌入式开发基础以及嵌入式系统基础知识的团队新人；
- 2、培训介绍：该培训体系面向已经系统学习接触过嵌入式系统基础课程，包含电路、数字电路、模拟电路、微机原理或单片机原理等。或者曾经调试过 51 单片机、Arduino 等微型控制器的团队新人。即导论性质的联合培训体系已经不再适合该类同学，于是我们经过多届嵌软组培训探索总结了一条以实验任务为路线的培训路线。

3、培训路线：

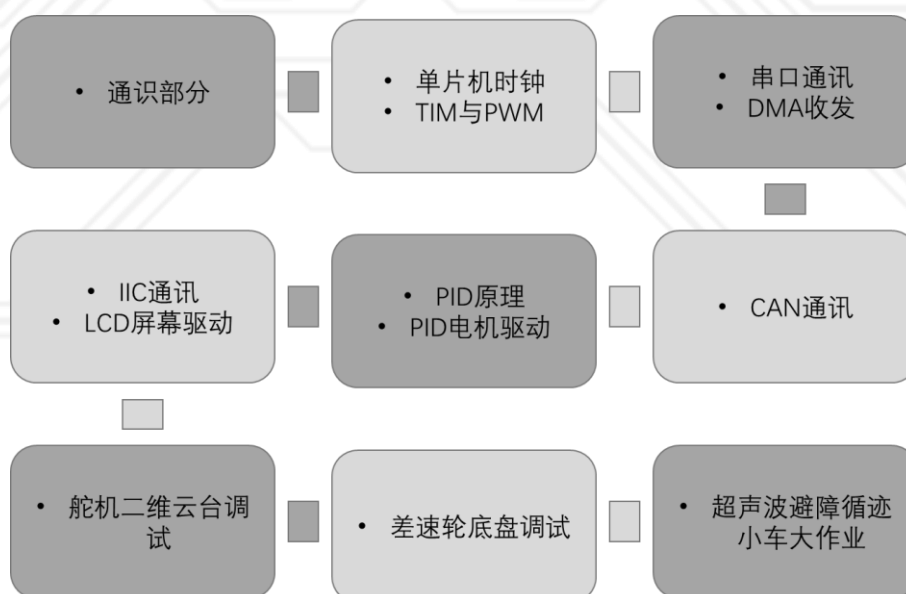


图 3-25 嵌软组培训路线

4、培训内容：

- a) 嵌软开发环境，GPIO 口点灯实验；
- b) 定时器 TIM，PWM 输出，舵机驱动；
- c) 中断，串口通信，DMA；
- d) CAN 通讯与 PID 控制 M3508 转速；
- e) IIC 通信协议，驱动 TFT-LCD 屏幕；
- f) 综合任务 I：舵机二维云台调试；
- g) 综合任务 II：差速轮底盘搭建调试；
- h) 综合任务 III：超声波避障循迹小车。

(3) 寒假进阶培养体系

1、培训对象：已经完成学期内的嵌入式基础能力培养的嵌软组梯队；

2、培训介绍：当新人已经具备对 STM32 单片机完整的学习和嵌入式开发系统设计的基础能力时，我们需要让他们发挥主观能动性进行综合训练，让零散的知识串联起来。

3、培训内容：

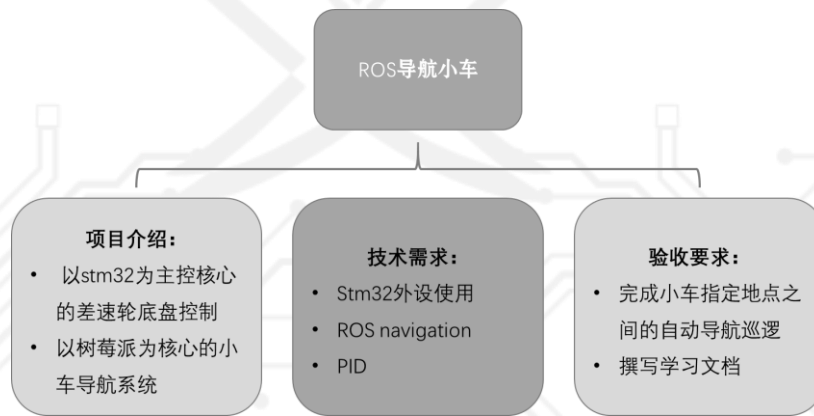


图 3-26 寒假进阶培训项目 1

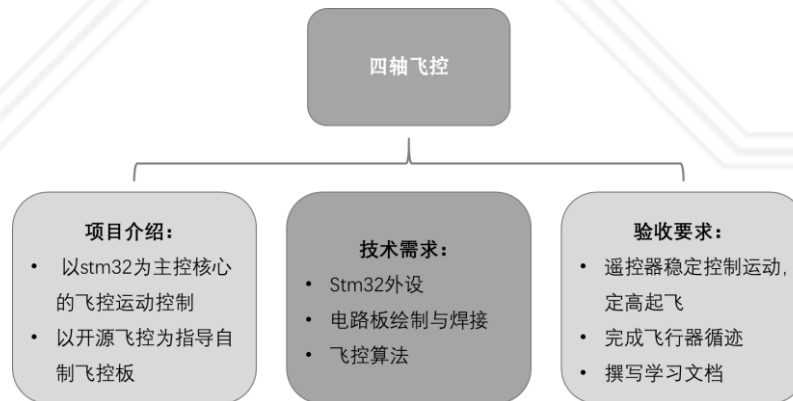


图 3-27 寒假进阶培训项目 2

3.5.1.3 电路组培训计划

(1) 培训对象：华中科技大学 RoboMaster 电路组梯队成员；

(2) 培训路线：

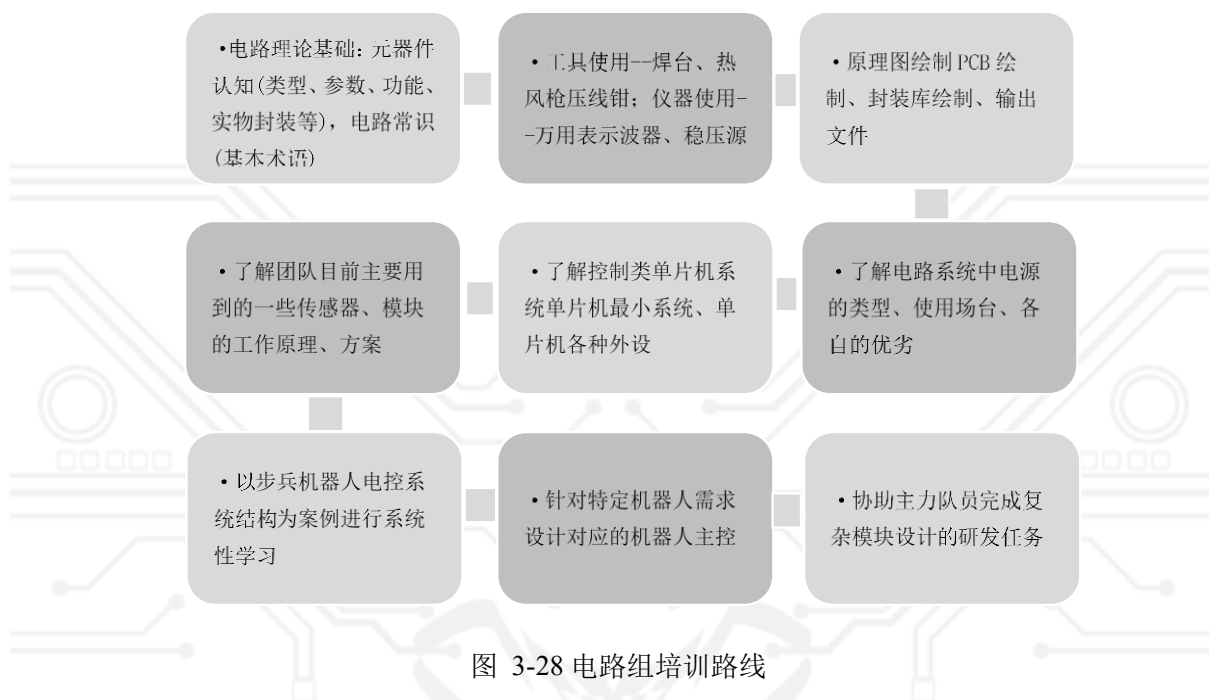


图 3-28 电路组培训路线

(4) 培训内容

1. 通识部分

- a) 学习基本的电路和元器件的知识；
- b) 学习 Altium Designer 软件的使用；
- c) 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；
- d) 学习开关电源、线性电源、电机驱动电路设计基础；
- e) 学习模拟信号处理基础，学习 PCB 布局布线基础；
- f) 以往届电路设计为案例进行分析，并学习 STM32 单片机的基础。

2. 进阶部分

- a) 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；
- b) 深入学习 PCB 设计，学习开关电源；
- c) 深入学习无感无刷电机原理和电调设计。

3.5.1.4 机械组培训计划

(1) 培训对象：华中科技大学 RoboMaster 团队机械组梯队成员；

(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:

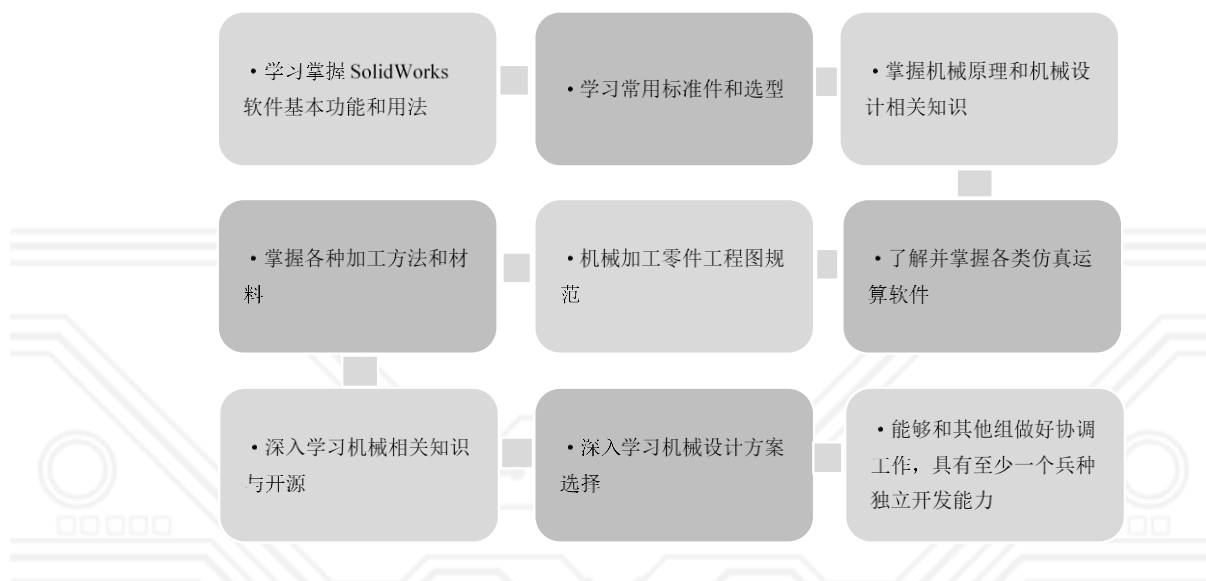


图 3-29 机械组培训路线

(4) 培养计划:

1. 通识部分

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

2. 进阶部分

- a) 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;
- b) 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;
- c) 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;
- d) 掌握结构测试流程，能够独立发现问题，提出迭代方案方法;
- e) 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。

4. 基础建设

4.1 可用资源分析

表格 4-1 可用资源分析表

类别	来源	数额	单位	初步使用计划
资金	学校/学院各级组织	40	万元	用于购买设备建账物资、官方模块与支持实验室基础建设的预算
资金	往届比赛遗留	5	万元	用于购买极大量的小额备赛物资
资金	学科课程建设	3	万元	用于支持团队运营和管理等活动预算
物资	往届遗留	2	万元	主要为可复用的旧麦轮、计算平台等，用于新车方案验证与梯队培训
物资	官方物资	3	万元	用于新赛季机器人的整车装配
物资	校企合作项目物资	芯片、开发板等模块若干		用于相关企业支持技术的创新方案验证、学科课程建设、梯队培训
加工资源	实验室加工设备	雕刻机、3D 打印机、台钻等		用于满足赛季内的常用加工需求（3D 打印、环氧板雕刻等）
加工资源	工程实训中心设备	激光雕刻、激光切割、PCBA 等		用于满足赛季内的特殊加工需求（金属 3D 打印、超高精度雕刻、超精密制造等）

4.2 协作工具使用规划

4.2.1 技术图纸管理

4.2.1.1 机械图纸管理

机械组的交流协作通过追光几何进行，使用追光几何中的存档及新建分支功能实现模型的远程分享以及版本迭代，将机械组的整体进度可视化，也方便老队员进行审图并提供建议。我们把机械组的项目按兵种分成不同的文件夹，各兵种对应的组员都可上传往年模型并每周更新自己画车的进度，其他组员也可随时查看整组模型并添加评论。



图 4-1 团队追光几何主页

由于机械组的日常工作包括很多零件、装配体模型的设计与管理，同时还需要进行项目研发进度的记录，再加上机械组存在两人或多人分时地做同一装配体的设计，故我们采取用追光几何工具协同，附加 QQ 群文件共享的方法进行协作。其中前者可以满足一个项目组内的穿插设计与协作审图需求，后者可以满足从画图、审图到出图的顺序协作流程。机械组组内的主要技术交流有以下几个方面：

- (1) 零件与装配体设计时，要求主力将每一个阶段的 3D 模型截图发到 QQ 群中，以便顾问组和技术组长进行初步的审核，并提供改进建议与改进方向；
- (2) 将审核通过的 3D 打印文件还有雕刻文件共享出来，请当时在实验室的机械队员及时错峰加工；
- (3) 在装车验证后，该图纸工程会被归档到群文件的技术资料中，并在后续的赛季里做技术文档的完善和功能的优化迭代；
- (4) 每个赛季末期，我们会对群文件中的资料进行整理和备份，统一上传到团队硬盘里；
- (5) 日常备赛中的技术问题就交流。以及机械耗材盘点的预警与采购安排。

4.2.1.2 电路图纸管理

电控组的交流协作主要通过 QQ 群进行，考虑到队内电路图纸的工程几乎不存在需要并行协同的场景，再结合上传和下载的便携性来评估，通过 QQ 群文件进行共享，完成画图、审图、出图投板的流程是足够便捷且易于实施的。电控组组内的主要技术交流有以下几个方面：

- (1) 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，以便顾问组和技

术组长进行初步的审核，并提供改进建议与改进方向；

- (2) 在投板验证后，该电路图纸的工程会被归档到群文件的技术资料中，并在后续的赛季里做技术文档的完善和功能的优化迭代；
- (3) 每个赛季末期，我们会对群文件中的资料进行整理和备份，统一上传到团队硬盘里；
- (4) 日常备赛中的技术问题就交流。以及电路耗材盘点的预警与采购安排。

4.2.2 代码工程管理

4.2.2.1 嵌入式代码管理

电控组的主要交流通过 QQ 群进行，这一点上面已经提及。虽然其电路图纸是通过 QQ 群文件进行协作管理的，但对于其嵌入式代码工程，考虑到代码工程需要保证其易读性，而这一点 QQ 群文件无法满足，故我们通过 GitHub 进行代码工程的协作管理。我们在一个 Organization 中，按照项目组进行 Team 的划分，以保证这样的权限体系：管理员可以读写 Organization 内的所有 Repo，Team 成员可读 Organization 内所有 Repo 但只能写 Team 内的 Repo。

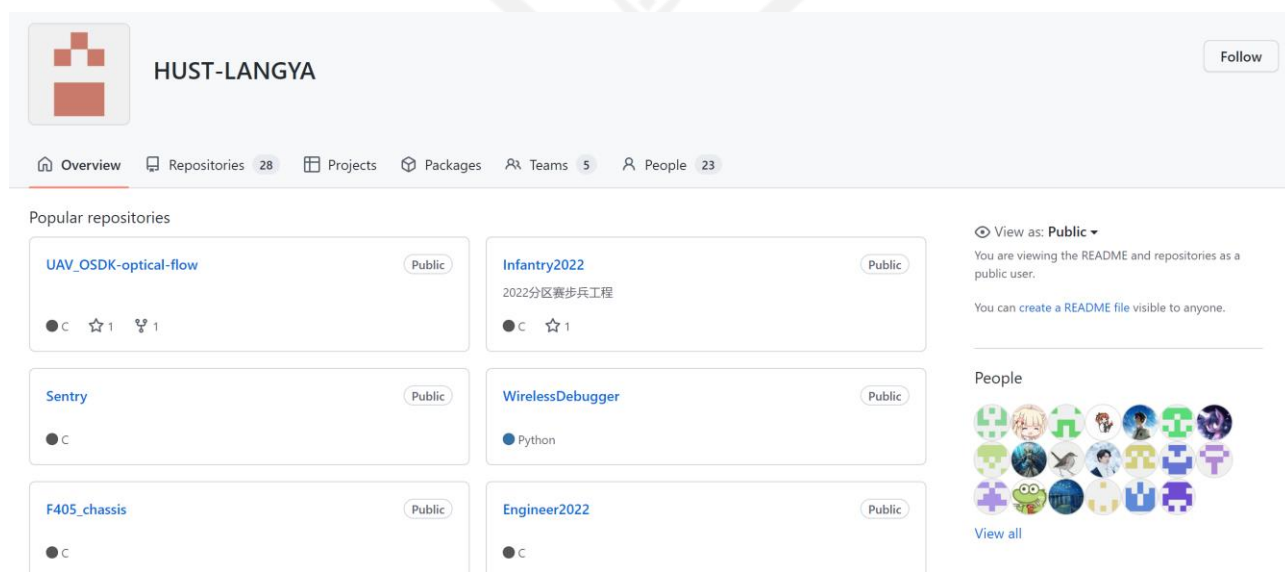


图 4-2 团队电控嵌入式组 GitHub 主页

我们要求每一次提交代码时都需要更新 Repo 里的 README 文件，以保证工程有完整的时间上的更新日志，一方面方便多人协作开发同一项目，另一方面方便管理员对整体的进度有大致清晰的了解。

4.2.2.2 视觉算法代码管理

视觉算法组的主要交流依旧通过 QQ 群进行，由于其代码开发的场景和嵌入式开发有相

似之处，故在协作工具的使用上同样选择了 GitHub。关于使用 GitHub 的原因和计划此处不在赘述，另一方面，由于深度学习技术的引入，相比嵌入式开发，视觉算法组多了存储数据集和跑模型训练的需求。因此我们通过使用学院服务器来满足这方面的需求。由于服务器在校园网内网里，我们在数据集的上传和下载时能够拥有很大的带宽；通过多用户的 ssh 访问，我们可以实现在校内空分复用地对服务器进行多点访问和使用。

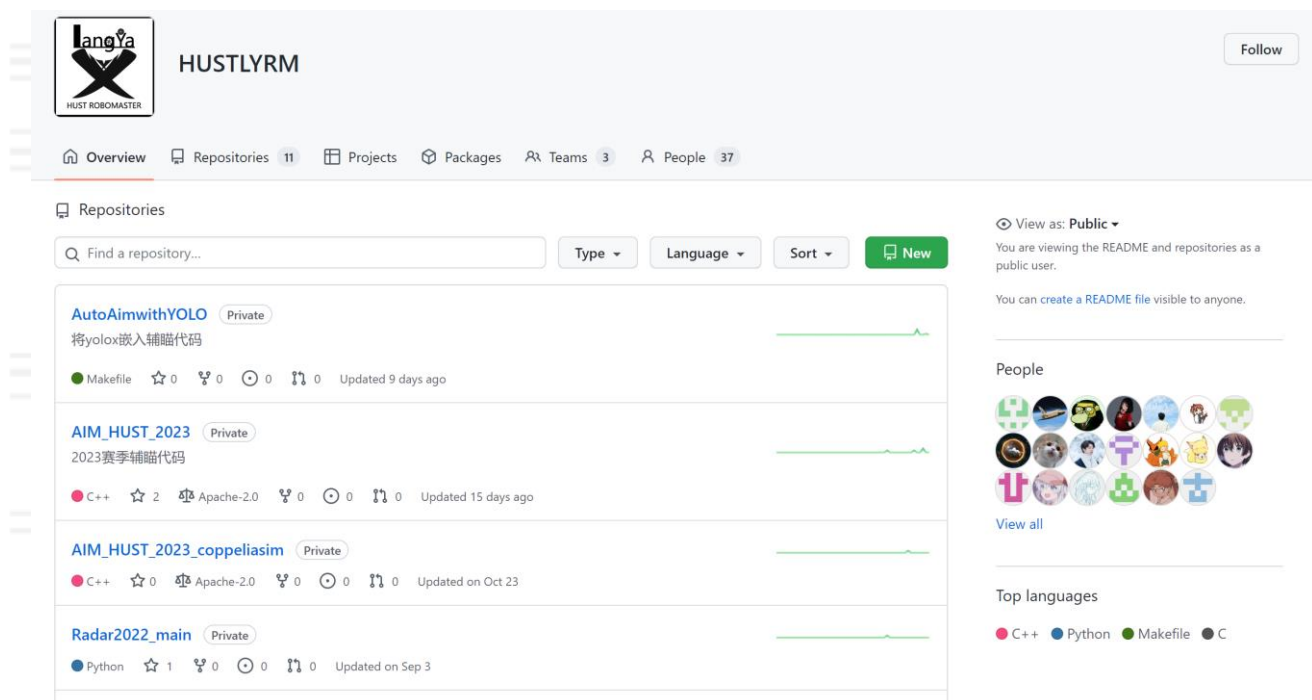


图 4-3 团队视觉算法组 GitHub 主页

4.2.3 运营资料与素材管理

运营组的宣传工作，由于涉及视频剪辑和图像处理的场景，故需要一个高速且大容量的外存设备作为存放素材的载体，以便于即时的素材查找与共享。因此我们参考视觉算法组的按方案，上传到学院服务器里进行即时共享，外加周期性地把成品备份到团队硬盘里。

4.3 研发管理工具使用规划

4.3.1 源目标

我们在本赛季使用源目标进行进度与绩效的管理。上个赛季我们通过腾讯文档进行周报汇报，经实践证明，这样的汇报方式是行之有效的。RM 赛事的备赛周期跨度较长，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，推进项目研发进度，同时也为了队员们互相之间能够即时地了解到相耦合的任务进度，故我们今年采用源目标进行项目进度管理和节点把控。相比于腾讯文档，其好处是团队内的队员都能轻松方便地看到所有任务的推

进情况，且我们可以在每个重要时间节点，通过参考源目标里的任务进度记录，来进行相对公平绩效考核，和更加合理的任务分配。

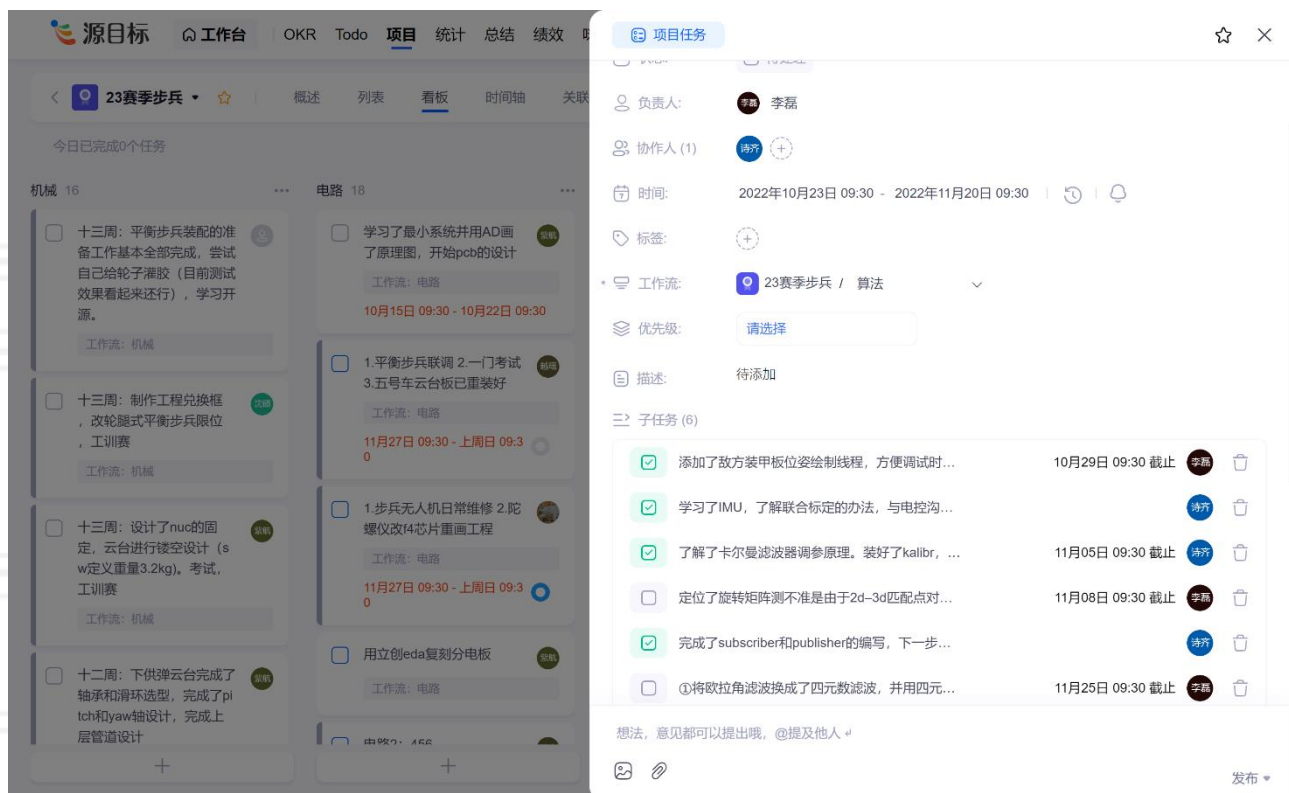


图 4-4 源目标

4.3.2 微助教

我们本赛季中采用微助教平台进行梯队管理。在梯队培训阶段，由于我们存在同一培训和技术组单组培训交叉推进的情况，故我们通过微助教的不同课堂，给不同技术方向的梯队进行作业的布置、上交、批改和反馈（具体内容参见 3.5 团队培训计划）。

4.4 资料文献整理

表格 4-2 资料文献整理

类型	技术方向	类型	链接
飞镖机器人	嵌软	开源资料	http://www.openmv.io
飞镖机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12206
飞镖机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11041

类型	技术方向	类型	链接
飞镖机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12198
飞镖机器人	机械	官方资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=9944
飞镖机器人	机械	官方资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=10274
飞镖机器人	机械	参考文献	《外弹道学》
飞镖机器人	机械	参考文献	《航模空气动力学》
步兵机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12219&extra=page%3D1%26filter%3Dtypeid%26typeid%3D11
步兵机器人	机械	官方资料	2021 赛季 RM 官方步兵战车
步兵机器人	机械	参考文献	https://blog.csdn.net/qq_37335362/category_11088393.html
步兵机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11054
步兵机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12289
步兵机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12325
步兵机器人	机械	参考文献	https://www.guyuehome.com/author/%E7%86%8A%E7%8C%AB%E9%A3%9E%E5%A4%A9
步兵机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12295&extra=page%3D1%26filter%3Dtypeid%26typeid%3D167

类型	技术方向	类型	链接
步兵机器人	机械	参考文献	https://blog.csdn.net/qq_34935373/article/details/88647161?utm_term=solidworks%E7%9A%84urdf%E6%8F%92%E4%BB%B6&utm_medium=distribute.pc_aggpage_search_result.none-task-blog-2~all~sobaiduweb~default-1-88647161&spm=3001.4430
步兵机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12196
步兵机器人	机械	官方资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=9407&fromuid=39845
步兵机器人	控制	参考文献	https://zhuanlan.zhihu.com/p/563048952
步兵机器人	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/document/8793792
步兵机器人	控制	论文文献	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9561579
步兵机器人	控制	论文文献	https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202201&filename=1021889430.nh&uniplatform=NZKPT&v=b8exwGIRQkNmPi5uoA-TdpKrcNxCLjrScDtLdd4kxaAVaRpJnpdqGdwWSM3PWyJ7
步兵机器人	控制	开源资料	https://github.com/Nate711/StanfordDoggoProject
步兵机器人	控制	论文文献	https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CJFD&dbname=CJFD2002&filename=JSYY200201004&uniplatform=NZKPT&v=xVndFJcoWNsVBMLma86zHVA5cS4YTCsJ58qC73SLR56VPWQGAAM3-Gur1o604Oim
步兵机器人	控制	论文文献	https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01122406/document
步兵机器人	控制	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22085&extra=page=9&mobile=2
步兵机器人	控制	开源资料	https://github.com/wuzjun/2021RM_Infantry
步兵机器人	控制	论文文献	《MEMS 惯性航姿参考系统关键技术研究》

类型	技术方向	类型	链接
步兵机器人	控制	论文文献	https://wap.cnki.net/touch/web/Dissertation/Article/10403-1021798257.nh.html
空中机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12328
空中机器人	机械	参考文献	《多旋翼飞行器设计与控制》
空中机器人	控制	开源资料	https://github.com/wuzjun/2021RM_Infantry
空中机器人	控制	开源资料	http://www.cs.unc.edu/~welch/kalman/media/pdf/Kalman1960.pdf
空中机器人	控制	开源资料	http://t.csdn.cn/Q104X
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12291
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12274
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12312
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12230
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12269
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11054
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12266
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12087
工程机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12284

类型	技术方向	类型	链接
工程机器人	控制	论文文献	许洋,周奎,杨亚会,等. 基于增量式 PID 的步进电机速度控制系统设计[J]. 科技与创新,2022(1):172-175,178. DOI:10.15913/j.cnki.kjycx.2022.01.053.
工程机器人	控制	论文文献	刘松国,朱世强,王宣银. 基于矩阵分解的一般 6R 机器人实时高精度逆运动学算法[J]. 机械工程学报,2008,44(11):304-309. DOI:10.3901/JME.2008.11.304.
工程机器人	控制	参考文献	https://coppeliarobotics.com/helpFiles/
工程机器人	控制	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22176
哨兵机器人	控制	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=17629
英雄机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11015
英雄机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11333
英雄机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12300
英雄机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11060
英雄机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12241
英雄机器人	机械	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12264
英雄机器人	机械	官方资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=11526
英雄机器人	控制	官方资料	https://bbs.robomaster.com/thread-4941-1-1.html
英雄机器人	控制	开源资料	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=22101

类型	技术方向	类型	链接
各兵种通用	前端	开源资料	https://blog.csdn.net/weixin_42837024/article/details/81669540
各兵种通用	前端	开源资料	https://blog.csdn.net/wzz953200463/article/details/115100295
各兵种通用	前端	开源资料	https://www.qt.io/zh-cn/product/features?hsLang=zh-cn

4.5 筹集资金计划及成本控制方案

战队的资金来源简单而言可以分为学校报销和比赛获得奖金两大类，队员购买物品尽量选择开具发票，进行学校报销，若无法开具发票如战队运营宣传的支出则用战队奖金进行报销。除此之外，我们还与意法半导体、广和通通信等企业进行短期的夏令营合作，由企业方提供板卡资源与配套课程，实验室通过宣传招募学员和提供培训场地的方式，一方面通过气压合作补充战队的板卡资源，另一方面由多个宣传渠道扩大战队和合作企业的影响力。

关于成本控制，战队负责采购的队员在每次购买新种类物资前会进行货比三家，考虑经济实惠，且质量有保障的店铺作为采购来源。而其他常用物资，在价格不出现大幅变动的情况下我们会沿用之前采购时的共用店铺，进行集中采购。若战队资金，因为报账流程阻塞等原因，导致可灵活支配的部分不足以支持全部采购支出时，我们会优先考虑参赛机器人所需的采购部分，结合队长队员的垫钱，保证比赛硬需求的支出能够及时满足。

4.5.1 财务管理

4.5.1.1 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，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，制定明确的采购流程制度十分必要。

在物资的采购中，许多订单属于小额订单，即物品单价小于 1000 元的订单。订单金额虽小，但若出现多次漏报、误报的情况，累计造成的损失不可小觑。因此，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。我们主要利用了钉钉的“审批”功能，新建了一类审批单，专门用于统计报销金额，并且定期将审批数据导出为表格，便于数据的统计与分析。

物资采购

HUSTRM2023

采购明细 1

***名称**

***价格**

数量

如需采购多种产品, 请点击“增加明细”

如需采购多种产品, 请点击“增加明细”

总价格:

***所属项目组别**

***所属技术组别**

***支付方式**

期望交付日期

图 4-5 物资采购审批单

采购明细		所属项目组别	所属技术组别	支付方式	当前节点	当前负责人	历史审批人
<input type="checkbox"/>	名称 价格						
<input type="checkbox"/>	摩擦管 380	步兵组	机械组	队长代付			
<input type="checkbox"/>	滑块滑轨mgw7h 145	步兵组	机械组	队长代付			
<input type="checkbox"/>	法兰轴承 29.4	飞镖组	机械组	自行垫付			
<input type="checkbox"/>	4*9*4推力球轴承 16	飞镖组	机械组	自行垫付			
<input type="checkbox"/>	同步带 30	飞镖组	机械组	自行垫付			
<input type="checkbox"/>	推力球轴承 16	飞镖组	机械组	自行垫付			
<input type="checkbox"/>	m8 55 m6塞打螺丝 17.16	飞镖组	机械组	自行垫付			

图 4-6 审批数据一览

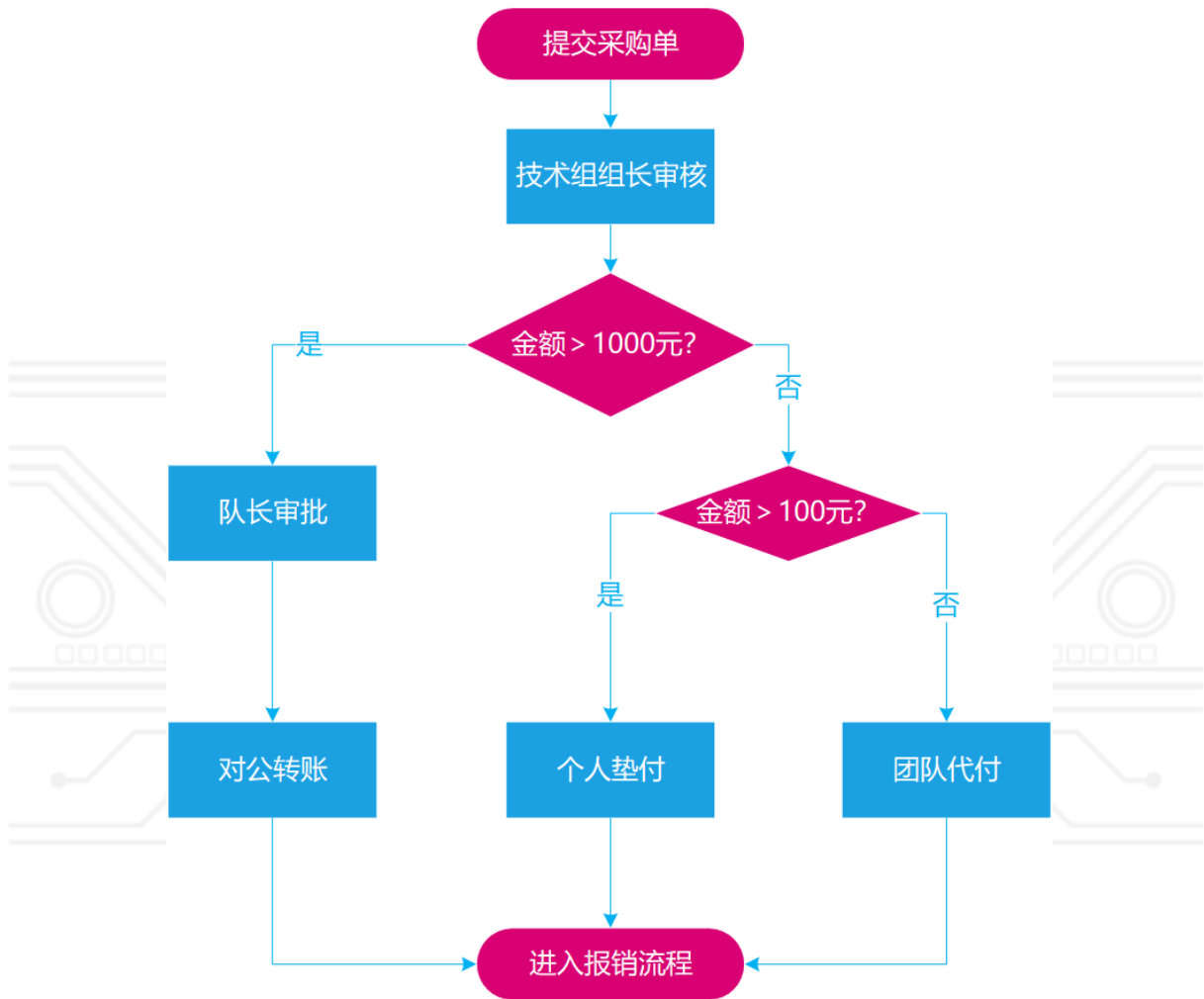


图 4-7 物资采购流程

4.5.1.2 报销流程

根据往年经验及各队员的反馈，我们发现团队资金问题主要集中在两个方面：一是队员个人垫付问题，二是报销不积极导致报销周期长、团队资金流动速度慢的问题。本赛季我们针对这些问题，提出了相应的解决办法。

资金的供给量影响着整个团队的整体进度和队员的积极性，在严格执行物资采购流程的基础上，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，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”问题心存顾虑、项目推进受阻的现象。而为提高保障效率，我们设置报销周期为两周，队长将定时查账以保证每笔订单得到及时上报。

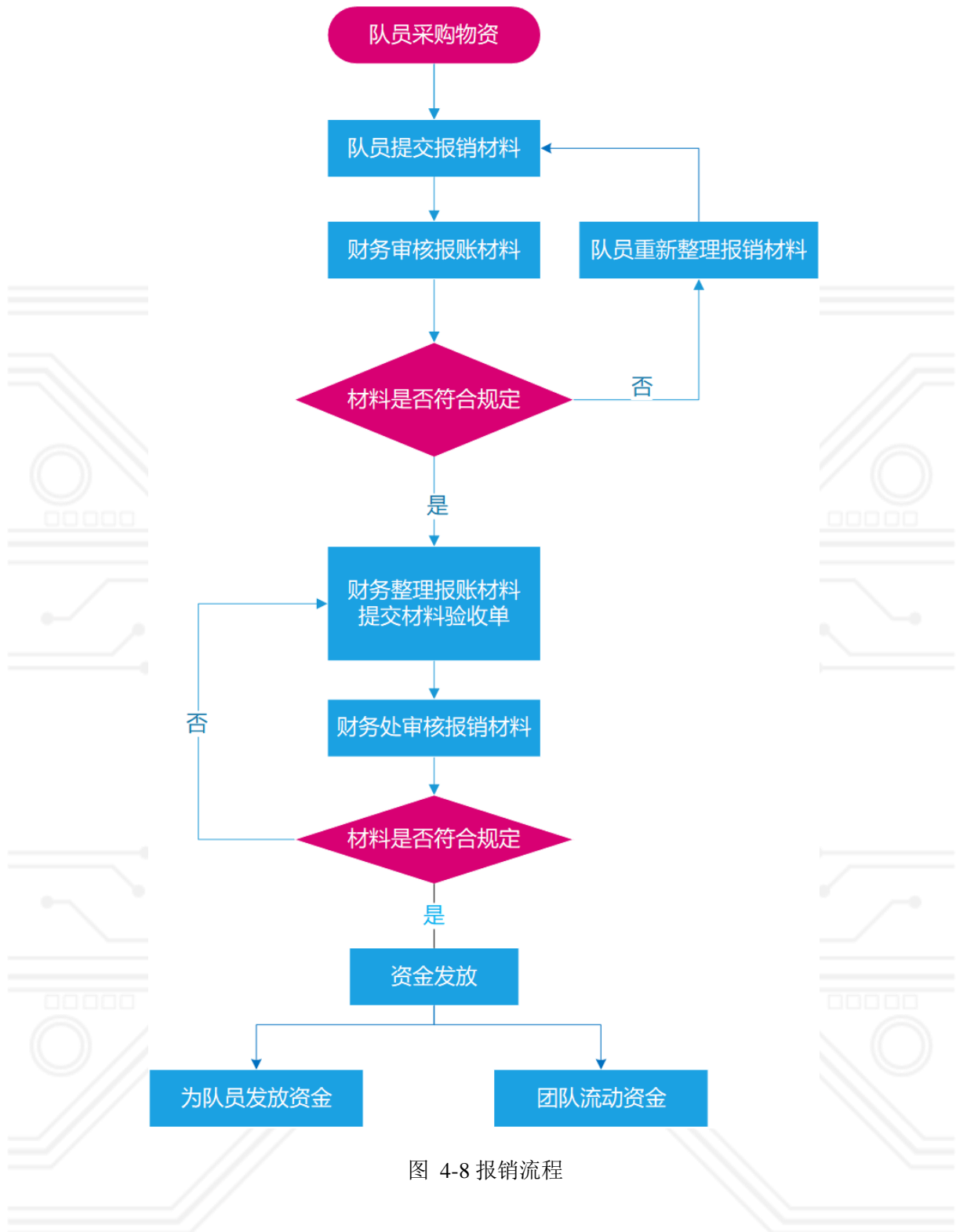


图 4-8 报销流程

5. 运营计划

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目的

运营组的目的首先是为了作为一个见证者与记录者，运营所做的宣传只是将自己见证到的记录到的团队的事情经过一定的加工渲染传递出来。我们的宣传的首要目的实际上是扩大我们在学校的知名度与影响力，这一方面能增长我们成员的团队凝聚力与自豪感，让自己完成的事情或者正在努力做的事情更加有意义，工作也会因此更加努力形成正反馈循环，另一方面当我们在学生中的知名度变高了，在招新的方面会更有优势，想要报名参加的学生会增多，报名参加的学生质量也会更加的高，在老师中的知名度变高了在经费申请和场地申请上都会更为方便，这都无疑是对我们团队发展的正面循环，让这个循环更加高效是运营组宣传的目的。

5.1.2 宣传途径与内容

表格 5-1 宣传途径与内容表

宣传方式	宣传平台	宣传内容
线上	QQ 空间	1、定期发布说说分享团队新鲜事，节日问候说说； 2、在有校内活动的时候发布抽奖宣传说说； 3、转载公众号及哔哩哔哩发布的视频。
	哔哩哔哩	1、制作组委会要求制作的视频； 2、发布赞助方要求发布的宣传广告视频； 3、发布成员日常事； 4、自主创作一些与团队相关的视频，例如：宣传视频、成员专访视频。
	微信公众号	1、成员获奖的相关推文； 2、技术类的知识分享； 3、对哔哩哔哩发布的视频加以排版包装；

宣传方式	宣传平台	宣传内容
		4、团队成员日常生活的周报。
线下	招新活动	1、在九月初开始通过张贴海报的形式宣传战队的招新信息，并且在学校官方途径发布招新信息，通过空间集赞路演等途径扩大面向的学生群体。
	交流活动	1、与其他校内机器人比赛团队的交流，还有与其他学校战队的技术交流。
	校内赛	1、举办线下赛选拔热爱机甲大师的同学，也为更多同学提供观赏的机会实现宣传的目的。

5.1.3 宣传工作安排

表格 5-2 宣传工作安排表

月份	时间节点	负责人	主要事件	TO-DO 项目	备注
9月上旬 ~10月中旬	招新阶段	宣传经理	招新验收	1、发布招新视频及推文； 2、设计并且张贴海报； 3、策划招新路演。	让更多的人了解 RoboMaster 机甲大师比赛，了解狼牙战队，实现招新目的。
10月中旬 ~11月下旬	考核阶段	宣传经理 技术组长	梯队培训	1、发布培训视频； 2、记录梯队培训过程； 3、公众号发布技术推文。	让梯队上的培训有迹可寻，在课后能够回顾复习，并且面向更多想学习相关知识的人起到宣传分享的作用。
12月~5月	备赛阶段	宣传经理 项目管理	联盟赛和对抗赛的备赛	1、团队成员备赛的日常； 2、团队周边的设计；	给更多的人分享团队内部的环境，给大众看

月份	时间节点	负责人	主要事件	TO-DO 项目	备注
				3、团队成员专访视频。	看机器人团队的内部工作。
5月~8月	比赛阶段	宣传经理 队长	参加联盟赛的对抗赛的现场比赛	1、比赛过程的记录； 2、实时更新的赛事推文； 3、在学校官号上宣传赛事与赛程。	让精彩的比赛过程被校园内更多的人看到，吸引更多人对此产生兴趣。

5.2 商业计划

5.2.1 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。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。

2. 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

1. 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 Demo 以及电工基地的两支队伍 Star I 和 Star II 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，团队也有多名指导教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。

2. 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。

3. 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。

5.2.2 招商权益

表格 5-3 招商权益表

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

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）创立于 2014 年，隶属于华中科技大学国家电工电子实验教学示范中心，为启明学院示范性创新团队。团队主要面向全国大学生机器人大赛 RoboMaster 机甲大师赛系列相关赛事，同时也组织参加各类科技竞赛与活动。团队建设有一流的智能硬件系统课程与培训体系、机电设计加工平台、机器人测试场地和顶尖企业协同育人平台。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能力的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

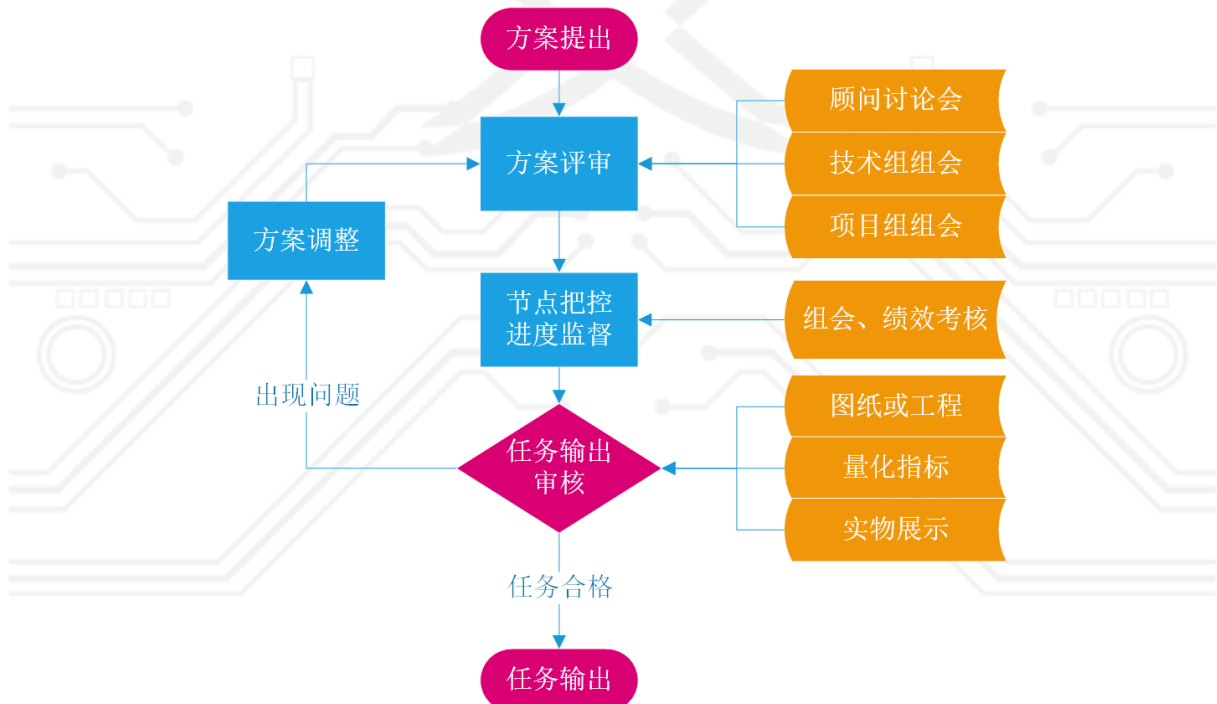


图 6-1 团队审核决策流程图

(2) 方案提出

对于一个新项目方案的提出，在团队内通常是以解读规则、回顾往届比赛经验与参考其

他战队开源设计为起点，结合战队自身所持有的资源和技术来提出可能适用于战队的项目方案。在方案提出时，提出方案的队员需进行相应的调研，在回顾往届比赛经验时，总结往届机器人的缺陷和痛点；在参考其他队伍开源时，需分析设计的创新点及其优劣；扩大参考面，对多个现行的方案进行对比评价，最终在此基础上提出我们的基本方案。

(3) 方案评审

在方案评审的环节，我们会通过顾问讨论会、技术组会和项目组会的方式，确定好本赛季的总体改进方向。项目组会中，我们会进行规则解读与方案讨论；技术组会上，会邀请一两老队员参与方案的设计，安排技术调研的工作与展示；在顾问会里，我们会将较为成熟的整体方案向战队顾问集中展示，根据顾问们的建议做方案微调，并确定大验收节点，再回到技术组会和项目组会上进行任务安排与分工。

(4) 节点把控与进度监督

在任务方案的推进过程中，我们会以大例会的形式进行周期性的进度汇报，同时也会根据方案设计时确定的验收节点，在关键的验收节点进行阶段性验收，并决策任务的后续推进与否。在阶段性验收上，我们会采用激励制度，对于按时与提前完成的验收节点进行奖励，而推迟完成的节点会扣除一部分奖励，未完成的进度会在技术组会讨论后确定是否叫停或修正方案（具体激励制度参考 6.2.4 成果激励制度）。在周期性汇报与节点验收外，我们还会不定期地进行绩效考核，该考核的结果，也会和激励挂钩（具体考核方案参考 6.2.3 绩效考核制度）。

(5) 任务输出审核

任务输出时的审核模式与阶段性验收相近，以明确的功能性指标或量化指标对任务成果进行评价。对于结果的反馈同样使用成果激励制度。如果验收的成果合格，那么任务结果输出，后续仅作基本的维护工作；若验收出现轻微的问题，则对方案设计做适量的微调和回档，重新回到方案评审阶段；若验收时仍然有严重问题，则会通过方案评审的方式确定是否要废除当前项目并作紧急回档，另一方面对于项目负责人适用惩罚制度（具体参考 6.2.5 惩罚制度）。

6.2.2 考勤制度

(1) 制度介绍

考虑到上个赛季，我们对考勤制度进行了较大的改动，且从上赛季的执行情况与最终效

果上来看，该制度时行之有效的，故我们基本保持了原本的考勤制度，仅在最低打卡要求上做了少许改动。本赛季，我们依然将考勤结果作为一个评价队员的贡献度的参考指标。尽管我们依旧以成果导向为主要激励，但对于队员来说，这并不意味着打卡时间是可以忽视的。以往的种种经验都说明，大部分队员的考勤时间与成果输出是有正相关关系的。打卡时间不够往往是成果输出不足的最直接的原因。因此，考勤在一定程度上依旧为体现队员工作量提供了参考。

(2) 基本要求

1. 考勤形式：指纹打卡，出入实验室都需要打卡；
2. 考勤要求：下表为最低考勤要求：

表格 6-1 考勤要求表

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

3. 检查形式：在每周大例会的进度汇报后，公示本周的打卡时长。对于汇报成果达标的项目组，可以不追究该组的本周的考勤不达标状况（如果有）。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，且组内存在有队员考勤不达标，则视为备赛态度消极，并对该队员提出批评。若存在连续地该组的汇报多次不达标，且组员的考勤也仍不达标，则会根据惩罚制度里的红黄牌规则，提高对该队员的警告等级，直到踢出团队。

6.2.3 绩效考核制度

(1) 进度管理

结合源目标协作工具，我们要求每周日上午 12 点前提交本周任务进度，与下周计划，并在周日下午的大例会上进行公示与汇报。另一方面在每周的技术组会上，由参会队员对工作进度进行评估，并确定好下周计划。根据技术组会上确定的内容，对源目标的内容进行更新。

(2) 绩效考核

考虑到绩效考核和进度管理有着很强的相关性，故我们都在源目标平台上进行管理。我们通过对两个月内的项目组进度进行评估，再结合组员自评和技术组长对同组队员的评分，最终通过加权的结果进行绩效排名。我们会将考核排名中绩效突出和严重不达标的队员进

行公示，其中绩效突出者我们会结合成果激励制度进行加分奖励。



图 6-2 绩效考核

6.2.4 成果激励制度

为了提高团队凝聚力，增加队员的备赛积极性，我们推出了荣誉积分制的激励制度，对表现特别优秀的队员给予奖励。狼牙荣誉积分地具体实施规范如下：

- 1、激励制度采用积分制，所有队员的赛季初始狼牙荣誉积分为 0。
- 2、加分按照加分细则表严格实施：

表格 6-2 2023 赛季 狼牙战队 荣誉积分加分细则表

积分项目	积分值
每周技术组会，评出前 20%（向上取整）的队员加分；	200
在每版机器人的验收节点，能够顺利验收成功，则该项目组所有队员加分；	1000
在本赛季中，参加除 RM 以外的竞赛，并取得加分的，按照电信学院 22 年保研竞赛加分条例进行等比例积分（若有队员获得奖励在队员所在学院承认加分，但电信学院不承认的，按照队员所在学院的加分情况计算）；	学院加分值 *100
有论文、专利产出的，按照电信学院 22 年保研加分条例进行等比例积分（若有队员获得奖励在队员所在学院承认加分，但电信学院不承认的，按照队员所在学院的加分情况计算）；	学院加分值 *100

积分项目	积分值
收集团队生活中的素材，给运营组投稿，经筛选后，成功在自媒体上发出；	50
在源目标绩效考核中，各技术组内前 50%的同学，给予一定加分；	绩效考核分 *5
主动参加团队活动（如主持带领参观活动、机器人路演活动等）。	200

3、当队员取得竞赛、论文、专利等加分后，需要主动联系运营组组长进行积分登记。所有的加分记录由运营组统一整理，大例会时对本轮加分情况进行公示。

4、积分值可以兑换奖品，兑换后积分会被冻结但不消失，被冻结的积分不能再兑换。

5、具体的兑换规则参考如下，可兑换的项目会不定期发生变动，具体和物资库存有关：

表格 6-3 2023 赛季 狼牙战队 荣誉积分兑换规则

兑换项目	所需积分值
RM 渔夫帽	5000
木板步兵模型	5000
RM 黑色金属徽章	2000
RM 印章	3000
RM 木制折扇	5000
RM 口罩（黑色款）	3000
RM 口罩（白色款）	3000
RM 萝卜君	10000
狼牙定制帆布袋	2000
狼牙定制手环 2022 赛季款	1000
狼牙定制手环 2021 赛季款	1000
狼牙定制充电宝	8000
狼牙定制鼠标垫 步兵款	4000
狼牙定制鼠标垫 英雄款	4000

6、本规则处于试运行阶段，积分和兑换的规则会根据执行效果做出调整。

6.2.5 惩罚制度

为了规范队员们的行为，让实验室的工作、生活环境更加优越，我们推出了以下惩戒制度，对表现不良的队员给予惩罚，对严重扰乱团队纪律的行为采取红黄牌警告措施。

监管责任由狼牙监察委员会承担，监察委员会由各个项目组成员轮换组成，轮换周期为 2 周。若监察委员会监管不利，被队常务组成员查出，则监察委员会的每个当值成员都将酌

情扣分。

在监管制度的执行时，注意需要拍照留证。值班的监管小组成员发现有队员违反规定后，小组成员将违反规定事项的队员及相应的证据图片汇总到值班项目组的组长处，由项目组组长将信息转交给运营组组长。运营组组长收到扣分信息后，将会将扣分信息反馈给被扣分的同学，并在扣分记录表中更新扣分及原因。

狼牙信誉分惩罚的具体实施规范如下：

- 1、惩罚制度采用扣分制，所有队员的赛季初始信誉分为 100。
- 2、每周的扣分将在大例会公示，信誉分较低者会被增加一些非研发任务，包括但不限于增加打卡时长、带梯队理钉、承包一周加工间清洁等。在队员完成这样的任务后，被扣除的分值会恢复 20 分，但总分不会超过 100 分。
- 3、扣分按照扣分细则表严格实施：

表格 6-4 2023 赛季 狼牙战队 信誉分扣分细则表

扣分项目	扣分值
晚上最后一个离开实验室，没有关灯或关门或关空调；	10
喝剩的饮料瓶、奶茶等放在桌上不丢，直至过夜；	10
使用了实验室的物资不放回，对其它队员造成了严重影响的；	20
用过的垃圾直接放在桌上，人走后仍不丢弃，对实验室环境造成恶劣影响的；	10
监管小组在一个值班期内，未检查出上述行为达到 3 次及 3 次以上，则监管小组成员每人都扣除该项分数。	5

- 4、当发生以下项目中的任何一条时，被认为是严重违反实验室纪律，给予黄牌或红牌警告（2 张黄牌=1 张红牌）：

表格 6-5 2023 赛季狼牙战队 红黄牌警告规则表

警告项目	处罚结果
连续一周不参与考勤打卡，且不提前请假说明；	黄牌
挪用贵重物资且不提前通过物资领用流程登记；	黄牌
贵重物资丢失（价值超过 1000 元）；	黄牌
严重安全事故（如雕刻板不固定、热风枪用完不关闭等会明显危害到人身安全的不当操作）。	红牌

- 5、红黄牌的处理情况都会在大例会上公示并通报批评。情节严重者，常务组会考虑将其从团队开除。

6.2.6 物资管理制度

考虑到尽可能简化流程以减轻队员们的负担，同时因为团队的考勤制度依赖钉钉与其考勤机设备为载体，故我们的物资管理平台也搭建在钉钉上。

贵重物资的申请领用需要对应的技术组长和常务组的审批，归还则仅由常务组审批；同时这些物资的出入库由常务组负责，其余耗材性质的物资则由各技术组内自行管理。管理员可以在后台较为直观的看到各类物品的库存，并对各类物品的去向用途有较为充分的了解。

由于团队希望支持梯队队员在梯队任务之余参加其它小规模比赛进行训练，故对于这些比赛，团队通过这个物资管理平台向梯队队员们提供充分的物资支持与统一的管理调配。

我们基于钉钉宜搭平台的低代码特点，在一套现有的仓库管理模板做二次开发来得到我们的物资管理平台。我们完整的物资管理平台由宜搭上一个提供数据库功能的子程序，加钉钉 OA 审批中的两个流程表单结合而成：前者用于维护整个物资数据库，引出增删改查的功能接口；后者面向全队队员用于发起物资领用和归还的流程。

6.2.6.1 宜搭子程序后端开发与维护

确定需求

我们不需要大企业那样非常完整的 WMS 系统，仅需维持物资入库（购入、归还）、物资借出（出库、领用）、物资信息修改、各种字段的查询与汇总导出。

开发方向

- (1) 裁剪掉销售管理和采购管理的整个模块。销售我们完全不考虑；我们会进行采购，但流程很简单：小额耗材的采购目前不计划通过此系统管理，大额物资采购基本由常务组成员直接负责，故可以直接和入库合并到一步操作里。
- (2) 裁剪掉入库和出库的流程审批。负责物资管理的是常务组成员，没必要自己给自己审批；但战队其他成员发起的物资领用和归还流程需要走另外的审批流程。
- (3) 裁剪掉移库和调拨的功能，因为看不懂，而且目前也用不着。
- (4) 供应商管理从采购管理模块移至基础信息模块。我们期望在物品登记到名录里即记录其供应商。
- (5) 锁死物品设置时的初始数量为 0，避免因登记名录和记录入库混淆而导致的误操作（而出现负库存等奇怪的情况）。
- (6) 在物品登记名录时添加了图片项，期望借此物资管理系统开发的机会，同时积累一波团队的物资图鉴（以方便队员们跨技术方向地了解 and 认识团队物品）。

(7) 在物资的入库单和出库单中均添加了备注项，期望用于冗余地记录一下增删的原因。

系统的基本维护操作

(1) 新增仓库：基础信息-->新增“仓库设置”表单；

1. 现有仓库增删货架：基础信息-->仓库设置-->现有仓库条目的最右侧“详情”-->“编辑”，修改货架清单；

(2) 登记物品名录：基础信息-->新增“物品设置”表单；

1. 新增物品分类：基础信息-->新增“物品分类设置”表项；
2. 新增物品供应商：基础信息-->新增“供应商管理”表单；
3. 现有物品信息修改：基础信息-->物品设置-->现有物品条目的最右侧“详情”-->“编辑”，修改物品信息；
4. 关于物品单价：如果暂时不确定其官方售价，则填 0 元；

(3) 物资入库：仓库管理-->新增“入库单”表单（一张入库单里可以添加多条物资）；

(4) 物资出库：仓库管理-->新增“出库单”表单（一张出库单里可以添加多条物资）；

(5) 物资概况速览：仓库管理-->“即时库存”浏览；数据统计-->“仓库统计”浏览；

(6) 物资信息统计：数据统计-->仓库统计、出库统计；

6.2.6.2 钉钉 OA 审批的前端流程表单

参考物资采购的审批流程，我们可以很容易的设计出适用于物资领用与物资归还的流程表单。通过将钉钉数据联动的功能于人工审核同步地结合起来，我们将前端审批通过的物资领用申请同步到后端的物资出库，将审批通过的物资归还申请同步到后端的物资入库，即实现了整个物资管理系统的流程闭环。

物资领用

HUSTRM2023

物品明细 1

* 物品名称
3508电机

* 数量
10

如需领用多类物资，请点击增加物品明细

+ 增加物品明细

物品用途
如: 日常办公

备注
请输入物品领用详细说明 (比如可以说一说预期啥时候归还)

物资归还

HUSTRM2023

物品明细 1

* 物品名称
M3508电机

* 数量
4

+ 增加物品明细

* 归还物品拍照
+ 添加图片
最多选择9张

备注
请输入物品归还详细说明 (比如只归还了一部分, 还有些还在使用中)

图 6-3 物资领用与归还的流程表单



图 6-4 物资管理系统后台记录

6.2.7 会议制度

(1) 周常大例会

在考试周之外，每周的周日下午三点为例行的周常的大例会时间。在大例会上，我们会汇报本周内所有项目组的项目进展，然后对考勤记录进行公示。公示完后，会对进度与考勤进行综合性的评价（参考 6.2.2 考勤制度）。在这之后，我们会对近期的备赛关键时间节点，以及相关其他事情进行通知（包括但不限于备赛的各种考核节点通知、近期需要准备的其他科创活动通知、报账不规范问题、物资收纳问题等）。

(2) 技术组会

通常会在每周的大例会之前，技术组长会根据组内队员的时间，安排开展技术组会，进行进度汇报和技术方案讨论。我们会邀请顾问组中对应技术方向的成员以及其他在校的战队老队员来旁听会议，对我们的项目进度与技术方案提出建议。

(3) 项目组会

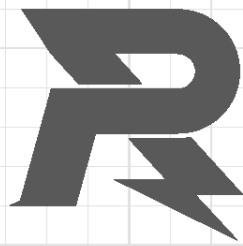
通常来说，我们希望各个项目组每周至少召开 2 次组会，每次组会将时间控制在 15 分钟内，仅在会上对近期 3~4 天内的任务进行安排和评估，精确到每人每日的安排。具体来说，在组会上，项目组长首先对前 3~4 日内，每人每日的任务完成情况进行简单小结；在综合考虑当前进度与验收节点后，分配和明确未来 3~4 日内的任务。

另一种情况是，项目组内由于规则变动等原因，导致组内短期目标不明确或推进受阻，

则需要考虑邀请常务组成员、顾问组成员或其他老学长参与旁听，对当前项目的推进问题提供指导性的帮助，此时的项目组会，在性质上与上述的任务小结与分配有根本性的不同，而是以解决问题为主导，进行方案的分析与讨论，故会议时间也会更长，需要项目组长做好对应的会议记录。

(4) 顾问讨论会

在备赛周期中的数个关键时间节点前，我们会开展顾问讨论会，将对应时间节点上，要交付的内容材料，在会上交付顾问组成员审核，并对于顾问提出的建议做出即时的记录和修改，并确定材料二审的期限。通过这样的方式，我们期望在每个关键节点的重要交付件都尽量保持较高的质量。



邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽街道仙茶路与兴科路交叉口大疆天空之城T2 22F