



Using a 32-bit motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C620 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster C620 P19 Brushless DC Gear Motor and C620 Brushless DC Motor Speed Controller, this 32-bit Assembly Kit includes a motor, motor and a terminal board.

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

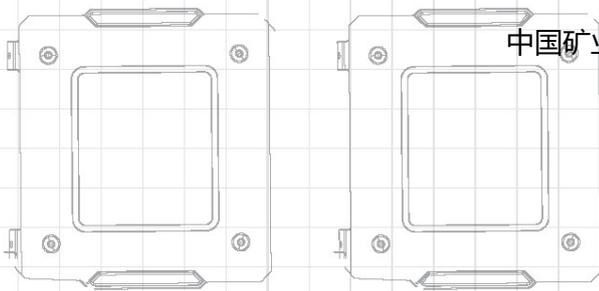
See M800 Assembly Kit include several cables and a control board, creating a complete competition system robot for four independent teams.

ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛

中国矿业大学 酷博特战队 赛季规划

中国矿业大学 CUBOT 战队 编制

2023年12月 发布



目录

前言	6
1. 团队目标 (5)	7
1.1 战队总目标概述	7
1.2 目标内容	7
1.2.1 参赛目标	8
1.2.2 团队建设目标	8
1.3 规划落实的方案	8
2. 项目分析 (50)	10
2.1 上赛季项目分析经验	10
2.1.1 团队表现分析	11
2.1.2 反馈和改进计划	11
2.2 新赛季规则解读	12
2.2.1 兵种变化	12
2.2.2 比赛机制更改	16
2.2.3 比赛场地调整	19
2.3 研发项目规划	21
2.3.1 步兵机器人	21
2.3.2 英雄机器人	24
2.3.3 工程机器人	29
2.3.4 哨兵机器人	32
2.3.5 空中机器人	35
2.3.6 飞镖系统	38
2.3.7 雷达	41
2.3.8 人机交互	43
2.4 技术储备规划	46
2.4.1 通用技术储备	46
2.4.2 特定兵种技术储备	48

3. 团队架构 (10)	54
3.1 团队招募计划.....	58
3.2 团队培训计划.....	59
4. 资源可行性分析 (10)	63
4.1 资金资源.....	63
4.2 物资资源.....	64
4.3 加工资源.....	67
4.4 宣传资源.....	68
4.5 人力资源及任务分配.....	69
4.6 协作工具与使用规划.....	71
4.7 研发管理工具使用规划.....	71
4.7.1 机器人制作周期规划	72
4.7.2 方案决策规划	72
4.7.3 进度追踪.....	73
4.7.4 测试体系.....	73
4.7.5 知识共享平台	73
5. 宣传及商业计划 (10)	75
5.1 宣传计划.....	75
5.2 商业计划.....	77
5.2.1 招商评估.....	77
5.2.2 招商计划.....	78
5.2.3 赞助商义务.....	79
5.2.4 赞助商权益.....	79
6. 团队章程及制度	80
6.1 团队性质及概述.....	80
6.1.1 团队属性.....	80
6.1.2 团队目标.....	80
6.1.3 发展方向.....	81

6.2 团队制度	81
6.2.1 审核决策制度	81
6.2.2 会议制度	83
6.2.3 考勤制度	83
6.2.4 财务制度	83
6.2.5 安全制度	86
6.2.6 巡查管理制度	87
6.2.7 卫生管理制度	87
7. 团队章程及制度	89
7.1 附录一：CUBOT RMUC2024 考勤制度	89
7.2 附录二：CUBOT RMUC2024 财务制度	89
7.3 附录三：CUBOT RMUC2024 安全管理制度	89
7.4 附录四：CUBOT RMUC2024 巡查制度	90
7.5 附录五：CUBOT RMUC2024 卫生制度	90
7.6 附录六：CUBOT RMUC2024 进度推进 Seatable 系统	90

前言

本报告由 中国矿业大学 CUBOT 战队编制，适用于 RoboMaster 2024 机甲大师超级对抗赛。主要撰写人员包括：王江龙、刘勇伸、许忠鑫、袁夏楠

模块	撰写人员 1	撰写人员 2	撰写人员 3	撰写人员 4	撰写人员 5
机械	王江龙	刘灿雯	刘勇伸		
硬件	彭鹏程				
软件	许忠鑫	冯家齐			
算法	陆强	卢奎均			
管理	王江龙	许忠鑫			
宣传	袁夏楠				
商务	袁夏楠				

1. 团队目标（5）

1.1 战队总目标概述

在 2023 赛季，经过队员们的拼搏努力，CUBOT 战队重回全国赛赛场，但止步于 32 强。这个成绩对于 CUBOT 战队来说并不理想，向上走的路一定是艰难的，但一步一个脚印的重新走向山顶的过程才是最享受的。

24 赛季，我们希望能够在往届积累的基础上，进一步创新、优化、整合资源，设计并制造设计完善、功能完备、稳定可靠的机器人队伍，希望在保证打进国赛的基础上，挺进全国 8 强。

1.2 目标内容

战队的统一目标，为团队奋斗的动力之源，只有将初心统一，将目标一致，队员们的方向才会明确，行动才会朝着共同的朝向快速奋进，达到彼此的最终目标。

就我战队的实际情况而言，我们有这样几点讨论：

- 1) 自战队自建队开始，就在不断优化和完善团队制度，由于每赛季战队的备赛环境总处于一种不确定的状态，导致每个赛季战队的管理模式都不尽相同，由于管理上问题导致进度研发进度推迟的情况时有发生。24 赛季，队伍将投入较多资金建设备赛场地，在此基础上确立一套不断优化的管理制度，进一步贯彻落实各项战队规章制度，在每周例会 对各个项目组及运营内容进行讨论与评估，对未按时完成进度的组别询问拖延进度的原因、 并提出解决方案。在整个赛季例会过程中，持奖惩制度，保证战队的良性发展与不断进步。
- 2) 我们认为战队的资金和开源材料都处在较为充足的水平，但人力 和技术积累方面，在两年疫情和学校政策等的多重影响下，技术断代较为严重，培养体系不够完善，也导致人力资源并不充足。完善线上线下培训体系，加强校内宣传，保证实验室人力资源充足。队伍目前只要战队梯队队员与战队正式队员两种划分，处于培训、考核阶段的同学为梯队队员，完成所有的培训与考核后完成一个独立项目后即可成为实验室正式队员，正式进入备赛阶段，进入兵种项目组进行备赛工作。培训和考核阶段，实验室的四个主要技术组（机械、电控、硬件、视觉）都有 2-4 名老队员负责新队员的培

训与考核，每次大规模招新各个技术组的招新人数在 50 人左右，目标存留人数为 10 人。

- 3) 在重大技术突破点上，在 24 赛季中队伍最想攻克的里程碑技术是工程机器人的机械臂完整构型与控制模式、英雄机器人气动发射机构的实现、进一步迭代哨兵机器人的全自动模式、常规舵轮麦轮底盘的上台阶机构。此类目标将与本赛季战队的战术方案挂钩，相信在新老队员的协作下这些目标都可以实现。

1.2.1 参赛目标

在 24 赛季 CUBOT 战队的目标为江苏省省赛冠军、分区赛四强、全国赛 8 强。

1.2.2 团队建设目标

在本赛季期望将 CUBOT 战队建设成为中国矿业大学大学最大最具技术力的学生团队组织、成为全国范围内享有一定知名度的大学生科创组织，并且在 24 赛季取得更好的成绩，

深化落实队伍制定的团队成员梯队制度，实现稳定可控的人员更迭；CUBOT 战队现役成员横跨三个本科年级，各有分工。希望吸纳更多专业更多年级的同学进入队伍，队伍进一步扩大，参加更多的机器人比赛，在更多的领域变的优秀。

1.3 规划落实的方案

CUBOT 战队采用垂直分级管理的项管制度，各兵种组长对项管负责，向项管汇报小组工作进度，组织小组成员推进备赛进度。本赛季计划对该制度进行进一步实践，落实细节问题，提高团队作业的协调性、高效性，为实现参赛目标作保障

每周六晚上进行全体成员例会，各个兵种项目组的技术负责人进行汇报进度（例：哨兵机器人的机械负责人、电控负责人、视觉负责人汇报各自部分的进度）。每周的进度研发内容更新至 SeaTable 的项目进度表中。

使用 SeaTable 为 CUBOT 战队在本赛季中记录进度研发内容的一种模式，所有人的研发内容以项目记录，分别有重点项目与重点项目任务两个栏目。重点项目为队员长期执行的研

发任务，时间周期一遍为一周以上，重点项目有且仅有一个负责人，我们希望每个重点长期的研发任务最终有人能负责，有人可以统一项目落实过程中具有分歧的声音，保证项目正常推进。重点项目任务是重点项目的子内容，我们希望通过此记录一个长期任务的实现过程，这样的子任务可以有多名同学参与完成，可同时进行多个子任务，所有子任务由重点项目的负责人去统一规划。

SeaTable 的第三栏是所有正式队员的项目参与情况一览表，实验室的奖惩措施都是给予此内容进行的，同时比赛前报名的职位与是否可以去比赛现场都是基于此内容的。

[CUBOT 研发进度表链接](https://cloud.seatable.cn/dtable/links/23a51d005d51471c9ae8)

<https://cloud.seatable.cn/dtable/links/23a51d005d51471c9ae8>

2. 项目分析（50）

2.1 上赛季项目分析经验

在 23 赛季，CUBOT 战队遇到了很多的挑战

- 1) 疫情影响机器人的进度推进，由于疫情的原因，各种研发内容都是队员线上完成，每次汇报与展示内容看起来都没什么大问题，但当实际落地的时候才发现有很多败絮其中的问题，工程机器人由于前期绘图太过理想，导致工程机器人在前期特别难调试，直到后半赛季老学长介入才有不错的起色。其他兵种也有类似的情况发生。

在 24 赛季，队伍将在前期重点关注机械结构的研发工作，新队员与老队员一同完成机器人的最初绘图任务，更多老队员的介入，新队员可以更快的进入备赛状态，兵种研发的进度也会更快。

- 2) 在 23 赛季，实验室的备赛场地多次改变，疫情本身压缩了一定的备赛时间，又花了至少一两个月进行实验室搬迁，三次大规模的搬迁不仅大大滞后了实验室的进度，更使队员的备赛热情大幅度下降，这种情况直到后半赛季指导老师与学院领导多次交涉并为实验室环境建设投入大量资金才得以稳定一段时间。

实验室多次搬迁的原因主要是实验室队员经常熬夜备赛、队员在熬夜备赛后没有及时整理物资、未将物资摆放整齐导致大创中心多次封禁实验室。本赛季实验室规则制定严格执行实验室环境制定方面的问题，严格要求队员维持实验室环境，尽可能的减少实验室环境方面的问题，减少意外因素对实验室产生的影响。

- 3) 在实验室 23 赛季实验室的人员变动较多，这样的实验室人员变动很多发生在实验室管理人员上的变动，管理人员的变动导致实验室的很多管理规定未能很好的落实，同时研发进度也没有很好的监督，导致各个兵种的进度层次不齐。

本赛季在赛季初花费较长时间确认了实验室的核心管理人员和其他管理人员，这些同学都会参与整个赛季完整的备赛工作，自上而下的统一将会使本赛季实验室的管理更容易贯彻，实验室的研发进度受到更多同学的监督。

2.1.1 团队表现分析

CUBOT 战队是一个大家庭，团队对每一位队员付出的汗水和取得的成果抱有尊重和感恩的态度。以指导老师、队长、项目管理和顾问为核心的管理团体兢兢业业，鼓励大家全身心投入备赛，但是并不允许队员以此为借口抛弃学业、本末倒置，例如部分队员在课业紧张阶段，其备赛任务会有其他队员帮助分担，队伍制度也会适当放宽约束；从而在队员内心逐渐建立起互相信任、互相扶持的氛围。

队伍风格严肃活泼，团建体系完善细致，定期组织全体团建，放松队员身心，促进队员交流，帮助队员排解备赛过程中众多难题所带来的内心疲惫和方向迷离。对冠军的追求不止需要莫大的勇气，更需要不折不扣的执行力和管理力。战队对每一位队员的方方面面细心呵护，但对于备赛期间队员的划水行为是零容忍的，CUBOT 战队从来不允许队伍内存在队员尸位素餐、无所用心等情况，这有违 CUBOT 战队“挑战极致”的口号，也不符合参与比赛之初心；面对紧张的备赛进程，合理规划了完善的招新培训体系、考勤体系、请假制度、学习流程，队员需要端正自身态度，努力学习相关的资料内容，遵守战队的规章制度，以吃苦耐劳、持之以恒的精神去一步步完成比赛项目，凭借年轻热血和强力管理战胜平庸岁月，使自己能够有机会与优秀同龄人会在比赛聚光灯下，检验自己数月来的辛勤成果。

CUBOT 战队未来的发展方向是明确的。那就是坚持学术与实践结合，以机器人比赛为基础打造出契合高校培养方案和学生发展情况的完备系统，涵盖嵌入式、机械设计、视觉算法、管理规划、宣传运营等方面，做到新人有所学，故人有所创，即欢迎好之者的大胆尝试，也鼓励知之者的创新钻研；立志成为一支受人尊重的队伍，无论人员更迭、赛制变动，总能让同行的高校队伍和本校的莘莘学子提起 CUBOT 战队时，望见青年工程师砥砺前行的灯火，届时何其荣光！

2.1.2 反馈和改进计划

CUBOT 有计划地开展团队氛围建设，增强和老队员、指导老师的交流，贯彻队伍传承。

首先，从制度层面明确分工，机械组、电控组、视觉组及不同兵种负责人之间的合作是否顺利，条理清晰的分工才能有良好的合作。另外，分工明确并不意味着互不相关，所有的事都是战队的事，都是大家的事，分工明确仅仅是代表工作是由谁来执行，如此才不会发生互相推诿责任等影响工作氛围的情况发生。

其次，CUBOT 从实验室文化建设着手，利用不同制度比如例会制度、茶话会制度、总结反馈制度、打卡制度，来提高员工工作激情，营造一个相互帮助、相互理解、相互激励、相互关心的工作氛围，从而稳定全体队员的工作情绪，激发大家工作热情，形成一个共同的工作价值观，准确达成 RM2024 赛季各项目目标。

再次，真诚、平等的内部沟通是创造和谐的工作氛围的基础。每次例会我们都不断鼓励、强调不同年级、不同小组成员之间的互相信任、互相帮助和互相尊重，每一个 CUBOT 成员都有充分表达创意和建议的权利，能够对任何人提出他的想法，主动地进行沟通，被沟通方也应该积极主动地予以配合、回答或解释，但沟通的原则应是就事论事，绝不可以牵扯到其它方面。

最后，我们还重视部门内团队的建设，努力构建学习型战队，鼓励和带领团队成员加强学习先进的技术和经验，营造相互学习的工作氛围。每周组会在进行工作总结时，进行广泛有针对性的沟通和交流，分享经验，总结教训，防止大家踩同样的坑，提高战队整体效率。

2.2 新赛季规则解读

从目前最新的《RoboMaster2024 机甲大师超级对抗赛规则手册 V1.0》比赛规则来看，本赛季具有三大方面的重大优化：其一部分机器人结构相关机制，其二比赛机制发生多处改动，其三战场设施出现新增和部分修改，具体内容如下：

2.2.1 兵种变化

2.2.1.1 哨兵机器人

哨兵机器人在 24 赛季又迎来了很多方面的规则改动。在本赛季中，哨兵机器人摆脱了云台手的操控，成为了名副其实的全自动运行的机器人，云台手每向哨兵发送一条指令都要花费一定数量的金币，如果哨兵不能够人工智能运行的画，将会给队伍带来非常大的经济压力，也会分散云台手的注意力，这让哨兵能够全自动运行变成了一项不可或缺的能力。

我们在刚刚结束的 2023 赛季中或许会称哨兵为数值怪，因为在热量、冷却、血量等输出数值上均强于其他兵种，所以哨兵机器人拥有非常高的输出能力和生存能力。相较于上赛季，

本赛季哨兵机器人在属性上迎来了一定幅度的削弱，血量上限由原来的 1000 点降低到了 400 点，规则上也给出了一定的鼓励，希望哨兵机器人可以前出，在对方击毁前哨站的一瞬间，哨兵机器人的血量会在原有的基础上增加 600 点，此时哨兵机器人的血量可以超出血量上限，如果在己方前哨站被摧毁的同时哨兵是满血状态，那么在前哨站被摧毁后，哨兵的血量将来到 1000 点，但是这额外多出来的 600 点血量是一次性的，如果被击杀复活，那么血量的最高值就是 400。也就是说在对方前哨站被击毁后，接下来的每一次进攻都会使敌方的哨兵机器人永久的损失一部分血量。这会使后期的进攻更加猛烈，因为哨兵机器人的血量将直接影响比赛的胜负。同时哨兵机器人的复活次数也被加入了比赛胜负的判定条件中，也就是我们要尽量减少哨兵机器人的阵亡次数。也就是要求哨兵要拥有非常好的自主决策能力，要在合适的时机回补给区回复血量，自主脱战进行保命。再看其他方面，底盘功率由 150w 降低到了 100w，相比于上赛季，本赛季哨兵要是想要获得高机动性就要做的轻量化，拥有高通过性的底盘，这对我们队伍来说将会是不小的挑战。在进攻方面，本赛季哨兵机器人的初始热量由 240 提高到了 400，这将会使哨兵拥有非常高的爆发能力，如果自瞄效果非常好的话，这将会是非常大的提升。400 点的初始热量和高冷却，这将会导致哨兵的弹丸消耗的非常迅速，而本赛季，初始发弹量从 750 变成了 400，但是哨兵可以去补给区购买发弹权限，这要求哨兵要由自主购买的能力。除去哨兵本身的这些改动，在场地上的改动也对哨兵的自主性提出了非常高的要求，巡逻区新增了环形高地和符合区域，这对哨兵的上坡能力和决策能力提出了挑战。

总体来看，我们认为本赛季的规则提高了哨兵机器人的上限，同时研发难度也大大增加。底盘功率上限减少，如果需要更高的机动性，这表明需要对哨兵的机械结构进行优化。新增环形高地和符合的巡逻区以及可以购买发弹权限，这些要求哨兵机器人拥有非常强的自主决策能力。同时对雷达的定位和导航能力也提出了非常高的要求，在保证稳定的前提下，精度也至关重要。

2.2.1.2 步兵机器人

步兵机器人相较于 23 赛季在战场定位上并没有较多变化，更改主要是在比赛机制及场地适应方面，步兵机器人的小巧灵活变得更加重要。

在 24 赛季中，有两个关于场地的重大改变，一是公路区的台阶高度降低了 5cm，由原先的 20cm 变成了现在的 15cm，这个台阶高度比大多数的常规底盘要高一些，但是变得不是不可逾越了，在之前的比赛中，只有少数拥有跳跃能力的平衡机器人可以跳上这个台阶，在本赛季，步兵机器人和英雄机器人经过一定的改动完全可以拥有登上这个台阶的能力，上台

阶的能力也可以让我们的队伍在制定战术方案时拥有更多的选择。第二个的重大的改变是在 R2 环形高地中间开了一个较小的隧道可供通行，而通过尺寸又恰好比常规的步兵机器人尺寸小一些。关于通过隧道，最大的优势便在于可以大幅度减少进攻或防守的路程，也多出来一条十分重要的进攻路线，战略意义极大。但隧道在带来巨大收益的同时也带来了一些较为致命的缺陷，如果机器人在设计过程中对于隧道仅仅只有通过性（在隧道中无法进行自旋）那么当敌方机器人抓到通过隧道的时机很有可能直接轻而易举地秒杀通过隧道的机器人，所以操作手要对战局一定要有很精准的把控能力。甚至隧道可以作为一个陷阱，两面包抄快速击败敌方一辆机器人，形成以少打多的优势局面。如果机器人在设计的过程中设计的尺寸很小，在隧道里可以的自旋，可以提高很多容错率，但依旧需要不低的战局把控能力，而且较小的底盘还会带来减少轮组轴距而产生的隐形问题，鱼和熊掌不可兼得，到底如何还是仁者见仁智者见智了。

这两处场地的重要变动，使之前一条单一的进攻路线，变成了三条。这使得队伍有了更多的战术选择，相信可以在这个新场地中打出很漂亮的攻防战。

2.2.1.3 工程机器人

工程机器人首先在制作规范的延展尺寸上有了一定程度的提升，抬升高度由 1000mm 提升到 1100mm。延展尺寸的提升意味着工程机器人机械臂有了更多的活动空间和设计范围，更高的抬升高度似乎也可以在战场上辅助队友获得很多的信息。

除了工程机器人本身的尺寸变化，场地上矿石的获取方式也有了翻天覆地的变化，金矿石被放置到了大资源岛上带有凹槽的狭窄通道当中，自此，再无空接金矿石，夹爪机构将会完全退出历史舞台。兑换方面，在 24 赛季兑换站的最高难度的机械臂偏转范围有了进一步的提升，兑换站的 Yaw 自由度甚至在 -135° 到 135° ，加上兑换时间超过 15s 后金币的获取数量还有一定程度的衰减更是在时间方面对兑换提高了要求。取金矿的巨大改变和兑换站难度的较大提升几乎明示这机械臂是工程机器人必不可少的一部分，而要想灵活的控制机械臂快速的实现各种功能，一个优秀的自定义控制器更是必不可少的。在 23 赛季，只有少数几个队伍做了自定义控制器，都取得了很惊艳的效果，本赛季一定会涌现出很多优秀的设计。

总体来看，工程机器人在高自由度机械臂、优秀自定义控制器等方向必须向远向深探索了。工程机器人还可以选择半自动方式，这将会给队伍带来多百分之五十的金币增益，但是工程的半自动操作也是难度最高的，希望可以在分区赛中呈现出来。

2.2.1.4 飞镖系统

在本赛季，飞镖系统还可选择随机位置来击打基地，不仅可以获得更加高额伤害还可以为步兵、英雄机器人提供 1000 经验值平分，还可以让敌方全体机器人立即受到血量上限 25% 的伤害，一发这样的飞镖完全可以在很多情况逆转局势创造奇迹，在 23 赛季的比赛中，因为飞镖而扭转战局的场面已经出现很多次了，所以飞镖的地位变得越来越重要。

官方应许多队伍需求，进一步解放了飞镖镖体的尺寸限制，由原先的 250*150*150 增加到了 250*250*150，增大了飞镖翼展的尺寸限制，更大的翼展赋予了镖体更大范围的展弦比，对于一般的物理飞镖有了更多的设计范围，精度也会相应的增加。

增加镖体尺寸范围最重要的还是希望向着制导飞镖的方向去制作。对于制导飞镖，我们有两种设计构思。第一种制导飞镖是将识别、控制集成一体的飞镖，在空中识别落点位置，通过调节镖翼来修正方向，从而改变落点，最终实现制导的完成。但这种方案的难点在于如何将这功能集成起来，同时空中较短的飞行时间能否有足够的算力和时间去识别解算，进而改变飞镖方向与落点。这种方案对我们队伍的技术储备来说还不够实现，未来或许可以按照这种思路去制作。

第二种制导飞镖的思路是将飞镖的识别与制导两任务分开，制作两种飞镖，一种飞镖作为侦测飞镖，其作用就是检测识别其与目标的相对位置，回传图像给飞镖架，由飞镖架来进行解算下一发飞镖应做怎样的调整才能击打到目标。飞镖架在处理好侦测飞镖的信息后，将偏移量的内容传输给下一发飞镖，第二种制导飞镖具备转向能力，在飞行过程中执行飞镖架的命令信息，从而实现制导飞镖的精确打击效果。但这种思路最大的问题就是信息的传输方式，比赛赛场上对无线信号的要求较为严格，如何在规则范围内快速的传输信号便是最难以解决的问题。

本赛季仍采用摩擦轮发射的方案，对比老飞镖，今年新飞镖在横向上做了限位，保证了飞镖加速过程中姿态正确，同时采用摩擦轮驱动滑台的方案，对滑台进行提前减速飞镖依靠惯性脱离滑台。

2.2.1.5 半自动控制方式

“半自动控制，机器人将不会获得图传画面和常规控制链路权限，且在七分钟比赛阶段内不允许使用遥控器。选手端将会显示与云台手近似的大地图界面，操作手可以通过在大地图界面内点击的方式向所控制的机器人发送信息，两次发送间隔不得短于 3 秒。”

半自动控制方式类似于 23 赛季的哨兵机器人，在一定的自动化基础上还可以有操作手去控制机器人。选择半自动控制方式下的步兵、英雄机器人可以获得 150%的经验收益，工程机器人可以额外获得 50%的金币收益。

对于英雄机器人，其远程吊射敌方建筑的责任重大，一般需要操作手根据弹道情况调试云台去吊射敌方建筑物，同时还需观察敌方机器人东西，听队友信息随时准备进攻或撤退。如果英雄机器人想较好的进行半自动控制方式，首先要做到雷达有不错的识别能力，提前为英雄机器人预警，其次视觉要根据大弹丸的落点去修正，保证命中率，还考虑到英雄机器人与其他机器人合作进攻还需要灵活的移动能力。结合此类前提，半自动控制方式对于英雄机器人并不算一个十分合适的控制方式。

对于步兵机器人，他是 RM 赛场正面对抗最激烈的一个兵种，经常遇到遭遇战，突袭等情况，而且步兵机器人还要执行很多任务，比如开符、骚扰敌人英雄机器人、围堵敌人机器人、接力追杀残血机器人、保护英雄机器人、配合其他机器人一起进攻等。在复杂的战场条件下，如果我们的决策和战场的态势感知做的不够好的话，步兵机器人的失误很可能就会影响比赛的胜负，步兵机器人半自动控制的方式在一定程度下不如操作手控制来的收益更高。

对于工程机器人，当前工程机器人的队伍资源的支柱，工程机器人只需一直进行取矿、兑换就是对队伍最大的贡献，对于取矿这一功能，相对容易的在传感器的辅助下便能完成全自动取矿，再加以一定的路径控制便可以回到兑换站前。工程机器人相对来说是功能较为单一的机器人，最难的兑换矿石还可以交予操作手完成，故工程机器人采用半自动化控制的方式收益较高，如果能较好的实现，一定能为整个队伍提供更坚实的经济基础。

2.2.2 比赛机制更改

2.2.2.1 回血复活机制

在回血机制中，哨兵机器人不再和上个赛季一样拥有脱战自动回血功能，而是与其他地面机器人一样必须回到补血点补血，这一点对于全自动的哨兵机器人来说是非常困难的，对于路径规划和导航的算法也提出了很大的挑战。对于所有的地面机器人，远程买活和买血的次数限制都被取消了，这给经济获取能力强的队伍提供了更大的可操作性。

在复活机制中，哨兵机器人和其他地面机器人一样拥有了读条复活的能力，但如果不是购买金币立即复活还要像其他机器人一样去补血点刷卡解锁发射机构。这些操作都要求哨兵机器人独立自主完成。一共四次复活能力，复活后恢复 100%血量的哨兵机器人显然带给队伍

相对更强的防守力量与防守机会。同时，哨兵机器人的复活次数也被算在了比赛胜负的判定条件中。所以还是要尽量保证哨兵机器人的存活，这样才能获取更大的主动权和优势。

2.2.2.2 能量机关相关增益

在新的经验体系之下，每个机器人的等级由原先的三级变成了现在的十级，现在每一等级的提升所带来的性能提升也变得更加的平滑，而不是之前的阶梯式提升，这样也就不会出现之前赛季中因为等级而碾压的局势。通过等级的增多，升到最高等级的经验量也更加庞大，不过相对的，经验的获取方式也变得比较多，其中一种很重要的途径就是激活大、小能量机关，能量机关不仅可以给队伍中的机器人带来伤害和防御的加成，还可以带来非常可观的经验加成，小能量机关可以为全队获得经验获得加持 100%的 BUFF，大能量机关能为激活点的机器人立即获得 500 经验值，这都是十分可观且十分有战术意义的。

相比于经验的获得，大能量机关高环数带来的超高增益 BUFF 才是最吸引注意力的，35 环以上 200%的攻击增益已经可以直接改变战局走向，40 环到 45 环 300%的攻击增益更是可以决定团战胜负，最高 50 环 500%可怕的攻击增益和 50%的防御增益，如果拿到了这个增益，相信在能量机关的 buff 结束之前，可以进行一波非常可观的伤害，甚至可以团灭敌方所有机器人，这将会给己方带来非常大的优势。

2.2.2.3 经济体系的调整

在本赛季的经济体系中，工程机器人兑换金矿石获得的收益更高，同时更多金币所带来的增益也越多。但是兑换金矿石的难度也变得更大了，兑换站的最高等级机械臂的变换范围超过了 90 度以上，这对于工程的兑换能力提出了很高的要求。本赛季新加入了兑换时间的限制，15s 以内兑换可以获得所有的兑换奖励和等级加成，而一旦时间超出了 15s，那么将会按照超出时间的长短按比例扣除等级加成，到达 50s 以后将只会获得上一级难度的金币数量。所以兑换过程的操作必须精准快速，才可以给队伍带来最大的经济优势和经验加成。工程如果选择半自动的兑换方式将会额外获得百分之五十的金币数量，这也是一大优势，将会是我们接下来要攻克的难关。

经济体系中，空中支援所花费的金币数量没有改变，延续了上赛季的冷却机制，购买金币数量于冷却时间呈正比关系。对于地面机器人，远程购买允许发弹量所需的金币数量降低，远程购买血量和立即复活所需的金币也有所下降，而且远程购买血量和立即复活的次数限制也被取消，我们可以想象到一个队伍的工程机器人若是有十分强大的金币获取能力，甚至可

以供给己方机器人无需回到补血点进行补给可以一直进行作战。这样整个队伍前方的压制能力将会非常强，不给对手任何喘息的机会。

24 赛季的经济体系对一个队伍的工程机器人提出了更高的期望，工程机器人对整个队伍的战术选择和战术意义有了新的提升，一个血量不高的脆皮盾牌远远不如一个可以源源不断为队伍提供经济支撑的工程机器人。工程机器人的血量下调，也将会使它的使命变得更加艰巨。

2.2.2.4 经验和性能体系的调整

本赛季对经验体系有了较大幅度的调整，步兵机器人和英雄机器人的等级范围都扩展到 10 级，升级到 10 级共需要 5000 经验，十分的庞大。因为等级数量的增加，使得现在每一等级的提升所带来的性能提升也变得更加的平滑，而不是之前的阶梯式提升，这样也就不会出现之前赛季中因为等级而碾压的局势。通过等级的增多，升到最高等级的经验量也更加庞大，不过相对的，经验的获取方式也变得比较多，首先击杀敌方的机器人是比较重要的一个经验获取途径，不同的兵种也拥有不同的经验价值。第二种方式是发射弹丸，每发射一颗其中弹丸，都会获得相应的经验加成，弹丸的数量是由金币数量决定的，所以金币的获取能力也影响着队伍的经验增长。第三种途径就是激活大、小能量机关，小能量机关可以为全队获得经验获得加持 100% 的 BUFF，大能量机关能为激活点的机器人立即获得 500 经验值。还有在前哨站停转之前击毁它也可以获得经验，还有狙击点吊射、飞坡增益、半自动操作方式增益等等。本赛季获得经验的方式是非常多的，所以更多的是会出现势均力敌的场面，等级碾压的局势不会频繁的出现。在 23 赛季中。如果平衡步兵在开局一分钟就击杀了对方的英雄机器人，那么步兵机器人将会非常快的升级到三级也就是最高等级，那么赛场上的局势就会出现一边倒的场面，这是不希望看到的。这一辆步兵机器人在赛场中将会是无敌的存在。

因为等级提升带来的性能提升变得平滑，对我们来说，控制机器人的算法就要更加精准，在功率使用方面，本赛季提升一个等级功率会上升 5w，如果做不好功率控制的话，为了不超出功率限制，会将功率限制在原先的数值基础上，机器人的性能并没有因为单一等级的提升而发生什么变化，只有在等级提升了很多级以后才能够看出来。这对机器人在调试过程中性能的精细控制提出了更高的要求，如果不能做到更精细的控制，那么即便是有等级优势也无法很好的表现出来，导致机器人没有发挥出等级优势。

在性能体系中，取消了平衡底盘的选项，这使得普通底盘和平衡底盘获得了一样的数值基础，普通底盘的数值提高了，普通步兵也有了和平衡步兵一战的能力。

2.2.3 比赛场地调整

2.2.3.1 隧道地形的增加

隧道位于 R2 环形高地内部，将基地区于荒地区连接了起来，直接打通了红蓝双方的基地，隧道上方为透明材质。隧道为比赛提供了一条全新的进攻路线，这条进攻路线相比于之前的单一路线，路程大大缩短，进攻和回防所需的时间也大大缩短。这条道路风险与收益并存，可以是进攻敌方的高速路，也可以是敌方进攻我们的高速路。这使得防守更加的困难，几乎很难做到一夫当关，万夫莫开的局势了。

因为隧道的狭窄，对于底盘的结构大小进行了严格的限制，再次让队伍聚焦于机器人的底盘结构设计，要想要从隧道里通过，就要设计出一款比初始尺寸小很多的底盘，同时还需要具有上台阶的能力，机械结构的合理设计变得非常重要。

2.2.3.2 大资源岛结构的改变

大资源岛的改变聚焦在金矿石上，首先是取消了夹爪落矿机构，金矿石变成了固定在资源岛底部狭窄通道+凹槽的结构。大资源岛是双方共享的，金矿石对于双方都是一样存在的，作为需要争夺的资源，双方必须进自己所能尽快拿到更多的矿石。

金矿石的放置位置处于封闭狭窄的通道中，所以传统的夹爪机构是无法取出金矿的，需要采用灵活的机械臂和吸盘的形式取出金矿石。

2.2.3.3 高地区位置和结构的改变

R2 环形高地的宽度增加了，在上赛季中，总会出现一辆车堵在环形高地上以后，其他车辆就无法通过了，加宽以后，可以允许两辆通过，围堵变得更加艰难。还有一个改动就是两边的围挡高度降低了，在地面的机器人可以更加轻松的攻击到站在环形高低上的机器人了，这对于吊射的英雄机器人来说，生存环境更加恶劣了。

R3 梯形高地改动较大，上高地的坡度由 12° 提升到了 20° ，面积也变得更小了，所以结构更加紧凑，上坡以后就是英雄机器人的狙击点，相对之前的狙击点更靠后一些，这使得英雄机器人的狙击距离变得更远了，同时，对方的步兵机器人也更难去骚扰英雄机器人，给

了操作手更多的反应时间，更有利于英雄机器人在遇到突袭时逃跑或其他预警进行反打，提高了英雄机器人的输出环境。

R4 梯形高地的面积同样也变小了，登上高地的坡由原先的两个变成了现在的一个，取消了 30° 的陡坡，只保留了一个入口。

2.2.3.4 公路区结构和尺寸的改变

公路区最大的改动便是公路区的高度由原先的 200mm 降低为 150mm，从之前的不可逾越变成了现在的进攻路线之一，同时还取消了飞坡落点处的围挡，登上台阶的面积变得更大了。

对于飞坡来说，落点距离相比于之前增加到了 649mm，更远的距离就代表了更高的难度，在飞出时，要有更快的初速度和更好的角度。

2.2.3.5 补给站附近结构的改变

补给站在本赛季削减为 1 个补给口，一个补给口将会导致两辆步兵无法同时进行补弹，这就导致补给的时间会变为原来的两倍甚至更多。同时战场提供的实体弹丸也减少到了 400 发，这是绝对无法满足一局比赛中两辆步兵车的消耗的，所以我们就需要更大的弹仓进行预装更多的弹丸，减少实体弹丸的补充。与此同时，补给区的面积也大大小于之前的补给区，同时需要进入补给区的机器人增加了哨兵，这就意味着补血、购买发弹权限更加拥挤了，这也是在变相催促工程机器人拥有更强的资源获取能力从而使补给区的需求降低，减少补给区的使用频率。这也同时要求这操作手之间的配合要更加密切，避免同时出现在补给区的情况。

2.2.3.6 障碍块的取消

在新的规则体系下，障碍块的战略意义得到了巨幅的增加，甚至可以说影响比赛的 Bug，无论是拿起当上台阶的斜坡作为我方进攻路线还是作为障碍物直接放到隧道内减少敌方进攻路线都十分的完美。但移动障碍块获得的技术力是远远比不上机器人自主上台阶，机器人集成缩小化所需的技术力的。故取消障碍块是十分合理的。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

最新的规则中，比赛的场地新增了隧道，隧道的尺寸比步兵的初始尺寸小了一点，所以 24 赛季的舵轮步兵机器人的初始尺寸限制比隧道小一些，是为了可以轻松通过隧道的小型步兵机器人。还有一个主要的特点是能够灵活地上下 150mm 的台阶，可以适应各种地形和不同的坡度，同时保持较小的尺寸，还要具有稳定的飞坡能力。对于平衡步兵，需要有横向移动的能力，这样就可以侧身去追击敌方的机器人，这样可以很大程度上防止反打。提高了步兵的生存能力。采用半下供弹机构，大弹仓，可以预装 500 发左右的弹丸，不用从补给站中获取。

2.3.1.1 功能及需求分析

功能	需求分析	设计思路
普通步兵底盘	保证结构强度的情况下，尽可能轻量化设计，使用独立悬挂，具备上台阶，过隧道的能力；提升功率控制效果，合理分配电容充电时机	底盘框架设计使用大截面薄壁铝方管进行井字形焊接车架，大大提高车身的强度，节省出更大的空间布置电控元件和线材，对车体主要板材进行拓扑算例分析和静应力分析，降低车重。将结构于裁判系统相连，减少固定件，使结构更加紧凑。使用新型的功率控制方法，功率更精准。电容放电时做功率控制，使用双向 buck-boost 拓扑，对代码控制部分进行编写。
平衡步兵底盘	采用传统的轮腿机构，质心重心保证在车体的旋转中心，并在机械上设计防倾倒机构，采用新型机构，实现侧身横移。	平衡步兵对底盘质心的位置要求很高，底盘设计是对称的，所以在设计底盘的时候会合理安排电池以及一些裁判系统的位置来调节机器人重心。防倾倒功能可以通过在两侧增加防倾倒机构来实现，或者在前后加导轮，在机器人倾倒时不至于全身倒在地上，此时只需要关节电机提供适当的扭矩，就可以将机器人的机身抬起，重新恢复平衡。横移新机构将胶轮换成两个全向轮，并在底盘中间增加一个航向机构来提供横移的力，类似于自行车的结构。
平衡步兵悬挂	悬挂采用轮腿的伸缩机构，保证底盘的平稳	单腿采用五连杆结构，当两电机转动角度相等时，会使机体沿着垂直方向抬升，满足重心运动坐标始终垂直地面的需求，使整体结构简单，并且可以更好地保持机器人底盘稳定，以及减轻关节电机负载

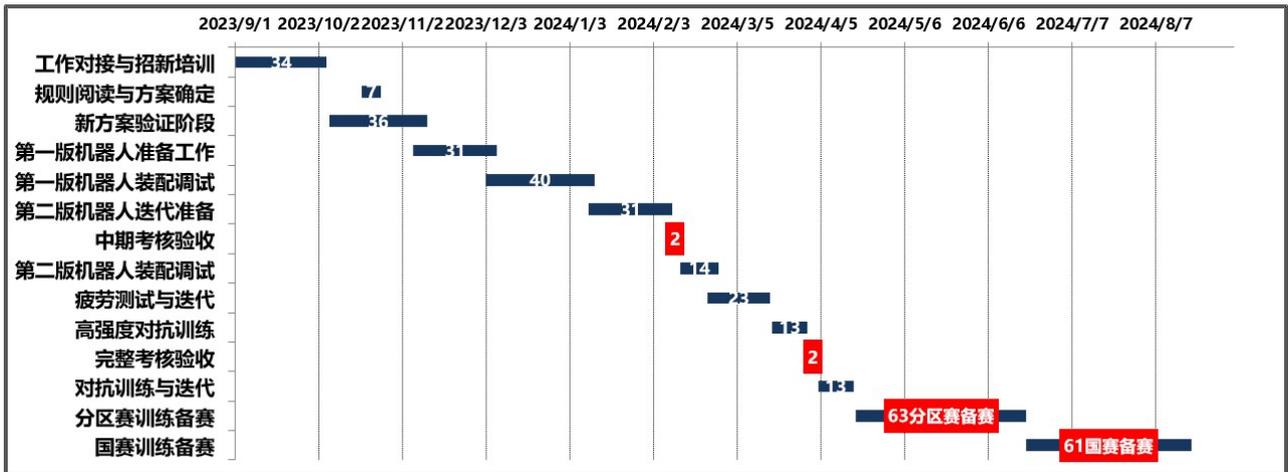
Yaw 轴部分	保证云台稳定性及抗冲击性，避免云台摇晃	yaw 轴部分采用 RU9008 交叉滚子轴承进行连接，可以承受多个方向的强大载荷并保证平整度，承受飞坡时的大扭矩，保证整体结构的稳定性。
云台模块	采用半下供弹结构，加大弹仓，减少补弹次数	增加半下供弹链路，采用圆形链路，减小切入角，降低卡弹概率，加大弹仓，更改云台机械结构，优化 nuc 等元件的布局，使云台达到配平的效果。

2.3.1.2 进度安排

步兵机器人研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/10/5	34	完成底盘设计—1/2 周 调试云台基本功能—1/3 周 实现使用深度学习的识别方案雏形	底盘图纸通过机械组初审，整体结构设计可实现预期功能 可使用 c++对装甲板识别和框选
规则阅读与方案确定	2023/10/1 8	2023/10/2 5	7	完成底盘设计—2/2 周 调试云台基本功能—2/3 周 学习曲线拟合的方法 1/3	底盘图纸通过步兵组终审，结构设计满足预期所有功能
新方案验证阶段	2023/10/6	2023/11/1 1	36	完成舵轮底盘设计 调试云台基本功能 拟合理想状态下大符旋转曲线参数	完成
第一版机器人准备工作	2023/11/6	2023/12/7	31	平衡步兵测试版本加工完成并投入测试 新功能实现完成，写入原有库 采样视频中 大符速度时序元素，拟合旋转曲线参数	完成
第一版机器人装配调试	2023/12/3	2024/1/12	40	舵轮底盘加工及装配 编写代码使用传统视觉识别轮廓识别大小符，并给出预测的击打点的世界坐标	
第二版机器人迭代准备	2024/1/10	2024/2/10	31	平衡步兵进行整车加工以及装配 调试新车参数、飞坡，上台阶等场地相关测试 学习并尝试搭建卷积神经网络识别大小符	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	中期形态视频拍摄 实现新代码需求	
第二版机器人装配调试	2024/2/13	2024/2/27	14	对第一版舵轮步兵以及平衡步兵不合理结构进行优化 完成新车布线与调试	

疲劳测试与迭代	2024/2/23	2024/3/17	23	进行对抗训练 大量测试、协助测试弹道	
高强度对抗训练	2024/3/18	2024/3/31	13	在操作手训练对抗中测试整车性能，维护整车 修改操作代码和 UI 显示 配合进行测试效果	
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	进一步优化，确定省赛 最后的形态 协助对抗训练，修理车辆 分析实际操作中存在的问题	
对抗训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	在对抗训练中进行维护，解决问题 翻新线路，并测试新线路可靠性	
分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	在对抗训练中进行维护，解决问题 总结问题，解决问题，维护 识别与预测	
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	在已有基础上再进行迭代优化和维护 总结分区赛问题，解决问题	



2.3.1.3 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	刘灿雯	平衡步兵负责人，负责平衡步兵整车的机械结构设计以及后期维护，设计加工横移机构，测试平衡步兵的弹道，保证机器人的稳定性。
	安旭	舵轮步兵机械结构设计，缩小舵轮步兵的底盘，达到可以通过隧道的要求，设计加工舵轮的上台阶机构。

组别	人员	分工安排
电控	刘旭	调试平衡步兵，研究 lqr 控制算法原理，进行合理数学建模与仿真。
	吕博生	调试并维护舵轮步兵，优化舵轮步兵的底盘功率控制算法，和超级电容适配。
	曾毓林	调试并维护舵轮步兵，主要调试云台的发射机构部分，保证摩擦轮和供弹机构的正常运行。
视觉	陆强	负责研发以及调试步兵机器人的自瞄系统，提高命中率，研发反小陀螺算法。
	刘姜	负责研发以及调试步兵机器人的能量机关击打部分算法。保证能够稳定的开启能量机关。

2.3.2 英雄机器人

本赛季我们计划研发两种不同发射弹丸的方式的英雄机器人，将英雄机器人分为摩擦轮英雄与气动英雄两种，两种英雄机器人的主攻方向有所不同，摩擦轮英雄要求拥有较高的地形适应能力和可通过性，底盘要小型化，可以通过隧道进行进攻，有一定的吊射能力。气动英雄的主攻方向为弹道，不要求很强的通过性和场地适应能力，但是要拥有超远程吊射的能力。主要定位为远距离吊射和精准打击。

2.3.2.1 功能及需求分析

功能	需求分析	设计思路
底盘供弹模块	均采用下供弹的结构，拨弹盘和供弹链路部分在保证结构强度的情况下，尽可能轻量化设计。尽量拥有较好的通过性，最好可以飞坡。	底盘框架在原本的铝方管堆叠车架下进行设计优化，将之前的板材拼接方式改为焊接和铆接，进一步增加强度，降低车重。给弹仓提供更多的空间，节省出更多的重量。

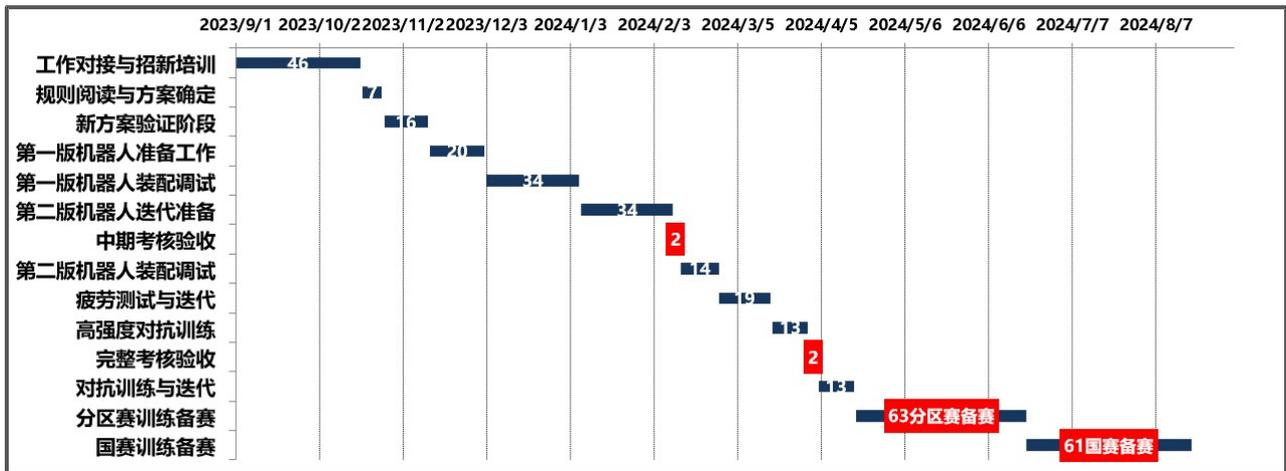
发射机构	摩擦轮英雄需要有十米以内的吊射能力，气动英雄要有 25 米稳定吊射基地的能力。	摩擦轮采用二段拨弹进行预置，保证每颗弹丸接触摩擦轮的姿态和初速度都相同，获得稳定的弹速。气动采用不同直径的胶片，测试出最好的，采用稳压阀门，获得稳定的弹速。
云台模块	因大弹丸非常重，在发射时会有很大的后坐力，要求云台能够承受较大的后坐力，pitch 有自锁机构。	Pitch 传动方案由原来的 6020 改为丝杆，丝杆本身具有几所能力，可以很好的固定发射机构，可以避免发射后复位不准的问题。
视觉模块	可以在超远距离看到装甲板的位置和弹丸落点的差距，这么可以很好的帮助操作手校准吊射角度。	在图传前面加装倍镜，帮助操作手获得更好的视野，看的更远更清楚，可以用较少的弹丸修正落点。

2.3.2.2 进度安排

英雄机器人（摩擦轮）研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/10/17	46	分析上赛季英雄机器人机械结构 改云台控制逻辑，解决国赛遗留的云台方向不一的问题 实现使用深度学习的识别方案雏形	枪管设计停滞 FreeRTOS 框架搁置
规则阅读与方案确定	2023/10/18	2023/10/25	7	分析新规则的变动，分析摩擦轮英雄在赛场上的定位 学习知识为接下来的研发方向做技术储备 整理代码，优化识别速度和精度	完成
新方案验证阶段	2023/10/26	2023/11/11	16	对现有机构进行弹道测试，并解决出现的问题 调整发弹系统控制逻辑，重写打弹代码，并使小拨弹盘达到慢拨弹的效果 在原识别方案基础上寻找更好的优化方案，判断可行情况	未能完成不同硬度摩擦轮对弹道影响的测试
第一版机器人准备工作	2023/11/12	2023/12/2	20	采购材料并做出新版摩擦轮英雄的新发射机构并对其进行技术验证 调小拨弹盘，解决对弹丸推力不均的问题，并调整功率控制方式	完成

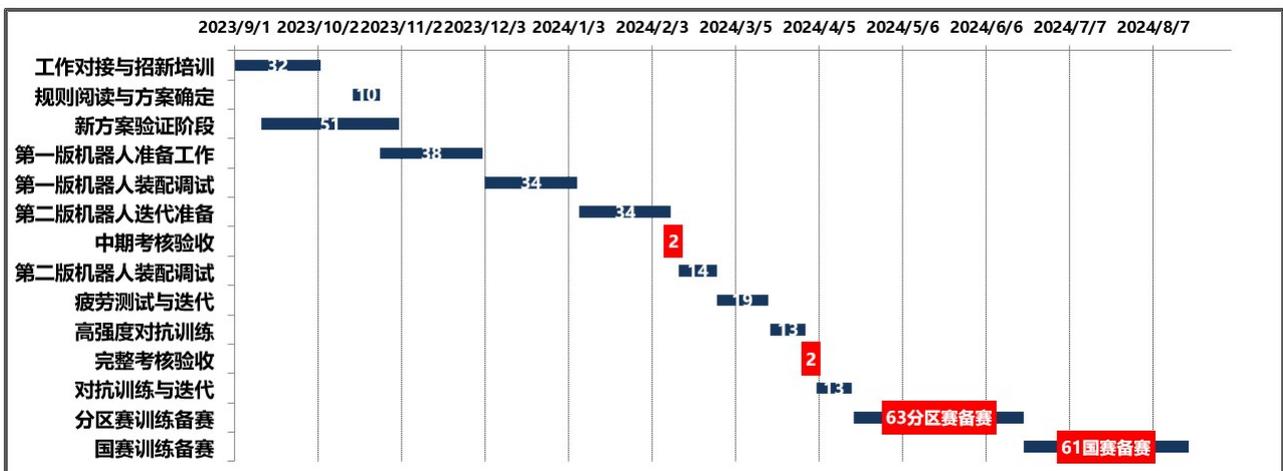
				初步实现带有关键点识别方案的识别算法	
第一版机器人装配调试	2023/12/3	2024/1/6	34	做出云台整体实物并装配配合机械布线并调试云台模型优化识别方案，提升帧率和对小物体的识别情况	完成
第二版机器人迭代准备	2024/1/7	2024/2/10	34	进行整车机动性测试，对问题加以改进，出图整车调试，达到中期形态视频水平，并和视觉对接联调将原有识别方案采用 gpu 进行推理，以便在需要 gpu 的车上使用	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	完成中期形态视频的拍摄工作 英雄机器人的弹道问题解决，开始着手云台底盘机构	
第二版机器人装配调试	2024/2/13	2024/2/27	14	对整车进行弹道测试，并解决出现的问题 配合机械对整车进行调试 配合预测部分进行车辆识别和预测的测试	
疲劳测试与迭代	2024/2/27	2024/3/17	19	对整车进行弹道测试，并解决出现的问题 完成整车底盘云台打弹等基本调试工作 对出现的测试相关问题进行改进	
高强度对抗训练	2024/3/18	2024/3/31	13	在操作手训练对抗中测试整车性能，维护整车和操作手联调，改进不合理结构	
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	进一步优化，确定省赛最后的形态 维护车辆正常控制功能	
对抗训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	解决在进行对抗训练遇到的问题 优化 ui 界面以及操作手感	
分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	维护车辆，配合操作手改进维护线路以及电控功能	
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	总结区域赛机器人不足，在已有基础上再进行迭代优化，保持机器性能。	



英雄机器人（气动）研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/10/3	32	分析上赛季英雄机器人机械结构 验证气动发射机构 实现使用深度学习的识别方案雏形	完成
规则阅读与方案确定	2023/10/1 5	2023/10/25	10	分析新规则的变动，分析气动英雄 在赛场上的定位 设计制作发射测试平台 整理代码，优化识别速度和精度	完成
新方案验证阶段	2023/9/11	2023/11/1	51	优化发射机构、反复测试发射机构 调整发弹系统控制逻辑，重写打弹代码 在原识别方案基础上寻找更好的优化方案，判断可行情况	完成
第一版机器人准备工作	2023/10/2 5	2023/12/2	38	整车图纸设计 整车代码编写 初步实现带有关键点识别方案的识别算法	整车图纸 未完成
第一版机器人装配调试	2023/12/3	2024/1/6	34	整车图纸完成并出车 配合机械布线并调试云台模型 优化识别方案，提升帧率和对小物体的 识别情况	
第二版机器人迭代准备	2024/1/7	2024/2/10	34	进行整车机动性测试，对问题加以 改进，出图 整车调试，达到中期形态视频水平，并 和视觉对接联调 将原有识别方案采用 gpu 进行推理，以 便在需要 gpu 的车上使用	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	完成中期形态视频的拍摄工作 英雄机器人的弹道问题解决，开始着手 云台底盘机构	

第二版机器人装配调试	2024/2/13	2024/2/27	14	对整车进行弹道测试，并解决出现的问题 配合机械对整车进行调试 配合预测部分进行车辆识别和预测的测试
疲劳测试与迭代	2024/2/27	2024/3/17	19	对整车进行弹道测试，并解决出现的问题 完成整车底盘云台打弹等基本调试工作 对出现的测试相关问题进行改进
高强度对抗训练	2024/3/18	2024/3/31	13	在操作手训练对抗中测试整车性能，维护整车 和操作手联调，改进不合理结构
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	进一步优化，确定省赛最后的形态 维护车辆正常控制功能
对抗训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	解决在进行对抗训练遇到的问题 优化 ui 界面以及操作手感
分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	维护车辆，配合操作手改进 维护线路以及电控功能
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	总结区域赛机器人不足，在已有基础上再进行迭代优化，保持机器性能。



2.3.2.3 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	陈立清	气动英雄机器人负责人，负责英雄机器人整车机械设计、迭代与维护。调试好气动发射机构的弹道，拥有超远程吊射能力。
	张继元	摩擦轮英雄机器人负责人，负责英雄机器人整车机械设计，缩小麦轮底盘，使机器人获得通过隧道的能力。
	任安鹏	双段拨弹机构测试和摩擦轮弹道的测试工作。
电控	王天宇	调试气动英雄机器人整车运动控制，并根据吊射需求进行代码部分的改进。
	罗旭阳	调试摩擦轮英雄机器人整车运动控制，调试拨弹和发射机构部分的代码，获得更好的控制效果。
	郭志灿	调试摩擦轮英雄机器人底盘的运动控制和超级电容的适配。
视觉	马詠鑫	调试摩擦轮英雄机器人的自瞄算法，测试定时发射模式，获得较好的前哨站击毁效果。
	刘洋	调试气动英雄机器人的自瞄，有较远的识别能力。

2.3.3 工程机器人

本赛季的工程机器人取消了空接的机构，金矿石由原先的掉落改为了狭窄的固定槽，所以取金矿的机构必须改为机械臂加吸盘的结构，在尺寸限制方面，工程机器人的延展尺寸高度提高了 100mm，对于臂展有了更大的发挥空间，所以可以设计自由度更高，更加灵活的机械臂进行取矿兑矿。兑换站的难度也有了一定的提升，最高等级的难度兑换站的槽口偏转角度将会超过 90 度以上，这要求机械臂必须拥有很高的灵活性才能够将矿石在规定的 15s 内放进兑换槽。对于机械臂的控制，采用遥控器和鼠标做映射过于复杂，最直观的是采用自定义控制器，可以达到很好的控制效果。

2.3.3.1 功能及需求分析

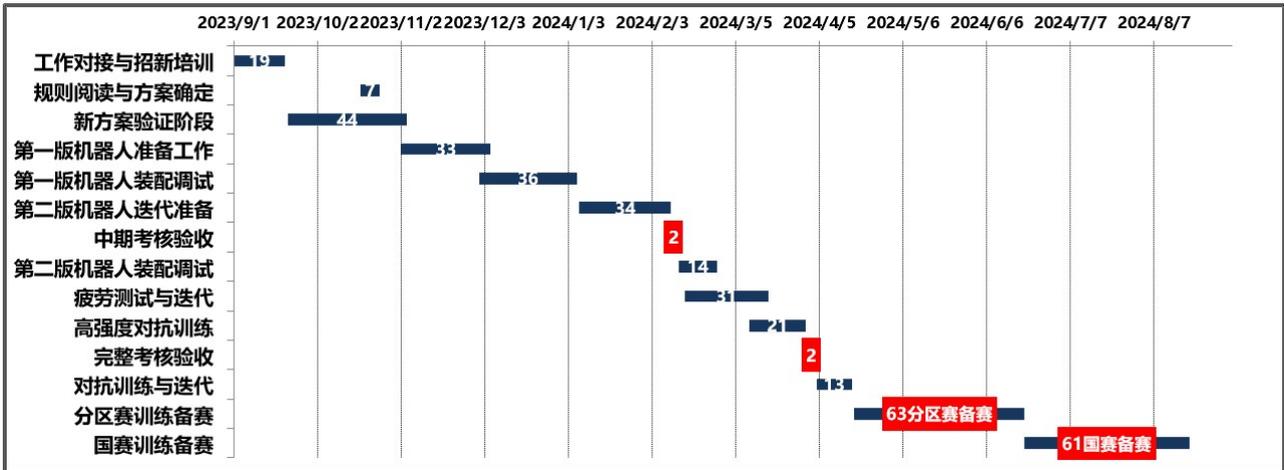
功能	需求分析	设计思路
底盘模块	本赛季的取矿机构与兑换机构将分开，机械臂和取矿机构将并列放置于底盘上，机械臂的重量一定会大于取矿机构。故在底盘设计过程中要进行重心调整，使机器人快速移动过程中不会发射侧翻的情况。	底盘车架会将机械臂的 YAW 轴部分和取矿机构下沉一部分以达到重心降低的目的。同时机械臂会尽量靠近底盘中心，取矿机构位置不与机械臂主要活动空间冲突
取矿模块	取矿机构主要针对金矿石进行功能实现，达到快速拿取金矿并且可以在一侧拥有拿到五个金矿的能力。	取矿机构由一组简单的抬升机构和前伸机构加一组真空泵吸盘构成，提前编写好取矿程序，进行快速的取矿。拿到矿石后由机械臂放置到储矿机构上
兑换模块	本赛季兑换站最高级难度的自由度进一步提升，故上赛季 3 自由度+3 自由度的兑换模式不适用于本赛季，更灵活的机械臂才是相对来说比较优的解法	机械臂结构参考工业机械臂模型，依靠多段传动，将大负载的电机均置于机械臂底部，降低前端负载，降低重心，更好的实现兑换功能。
视觉模块	增加相机实现机械爪与矿石的居中对位，并协助判断矿石二维码的朝向，改用双目相机对自由度随机兑换站进行姿态结算，逆结算出末端吸盘最终位姿，实现自动兑换	相机安装到机械臂的关节 2 位置，这样即便兑换最高级难度矿石依旧可以完成对兑换站姿态的解算。

2.3.3.2 进度安排

工程机器人研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/9/20	19	维护已有的机器人，整理上赛季使用的物资和设备 复盘上赛季比赛中暴露出的问题，总结上赛季的工作经验	完成
规则阅读与方案确定	2023/10/18	2023/10/25	7	研究新赛季规则，对比并研讨这赛季的总体方案和构型 根据本赛季的研发方向进行前期的技术储备和测试工作，学习后续涉及到的理论知识	完成

新方案验证阶段	2023/9/21	2023/11/4	44	确定本赛季的研发方向为机械臂，细化构型，确定部分选型 推导机械臂的逆解模型，使用 matlab 进行验证 搭建代码框架	完成
第一版机器人准备工作	2023/11/2	2023/12/5	33	完成第一版工程机器人图纸 通过 matlab 机器人工具箱和 simscape 联合仿真，验证解算 模型 测试第一版识别模型，优化识别 方案	工程机器人图纸未 完成
第一版机器人装配调试	2023/12/1	2024/1/6	36	优化图纸，采购零部件装 配第一版机械臂 进行第一版机械臂的布线，搭 建代码框架 测试识别方案，根据测试结果 优化	
第二版机器人迭代准备	2024/1/7	2024/2/10	34	第一版机器人维护，着手确定 优化方案 调试机器人的各部分基础功 能，满足中期形态视频的需求 继续测试，调整解算的方案	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	完成中期形态视频的拍摄工 作，确定之后的改进方向	
第二版机器人装配调试	2024/2/13	2024/2/27	1 4	完善第二版机器人的图纸 改进控制方式，整理代码 测试上下位机通信，配合仿真 验证使用效果	
疲劳测试与迭代	2024/2/15	2024/3/17	31	加工并装配第二版机器人 配合仿真优化代码结构，自定 义控制器优化测试 联调测试解算和电控配合的效 果	
高强度对抗训练	2024/3/10	2024/3/31	21	维护机器人，进行局部优化 布线并测试第二版机器人 配合进行测试工作	
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	完成完整形态视频的拍摄，分 析当前的问题并规划下阶段任 务	
对抗训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	维护机器人，配合进行功 能测试 完善代码，进行高强度测试检 验各项功能的可靠性 配合进行测试工作，调整优化 代码	
分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	维护机器人，配合进行操 作手训练 根据操作手训练优化交互逻辑 并提高稳定性	
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	维护机器人，局部优化，提 高可靠性 根据比赛实际进行优化，持续 测试训练 复盘分区赛经验，优化方案	



2.3.3.3 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	郭奎皓	负责工程机器人底盘和机械臂部分的设计和加工，配合电控组调试机械臂，负责整车的维护。
	王江龙	负责自定义控制器的设计和制作，设计出一个缩小比例的机械臂。
电控	冯家齐	工程机器人总负责人，工程机器人机械臂部分的调试和以及控制工作，负责自定义控制器的调试工作，解决机械臂和自定义控制器的通信。
	李腾宇	负责工程机器人的底盘调试工作，负责整车与裁判系统的各路通讯协议链路稳定。对工程车进行半自动控制。

2.3.4 哨兵机器人

哨兵机器人本赛季延续了上赛季的无敌机制，在前期要进行猛烈的进攻才能发挥较大的作用，而本赛季哨兵机器人的功率减少到了 100w，这就要求整车必须要进行轻量化设计，车体的重量要控制在比较轻的范围，不能太重，否则机器人的机动性变差，可能会无法在规定时间内返回巡逻区，导致基地护甲展开。哨兵因为拥有双发射机构以及高热量和快速冷却，

弹丸的消耗是非常快的，初始发弹量减少为 400，这显然是不够的，所以要设计 800 大弹仓。云台手每向哨兵发送一条信息就会扣除 50 金币，所以本赛季要求哨兵为全自动运行。

2.3.4.1 功能及需求分析

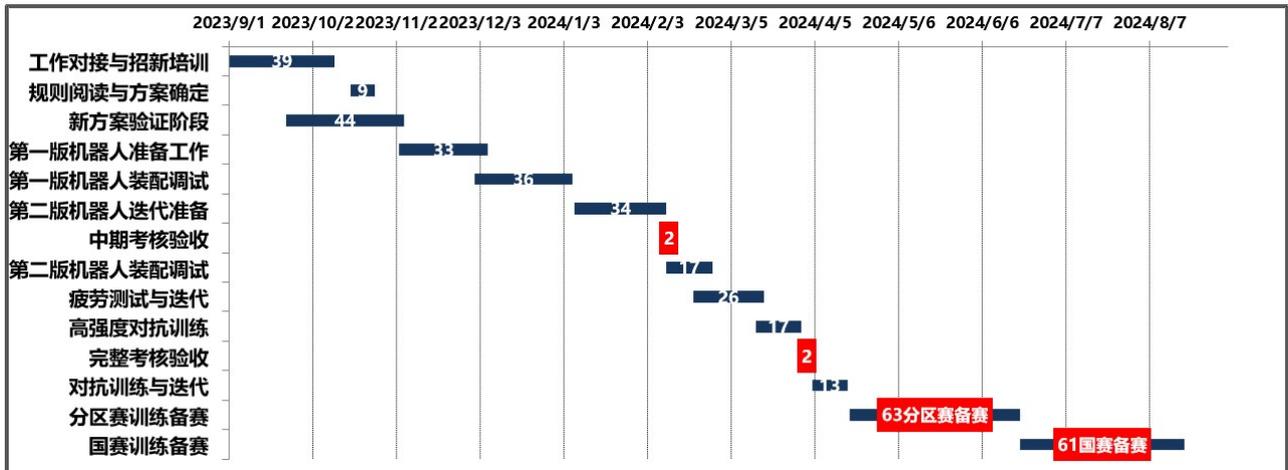
功能	需求分析	设计思路
发射机构	拥有双测速模块，初始热量为 400，拥有非常高的爆发能力，因为射频的限制，只有双发射机构才能不浪费热量。	采用三 yaw 轴双发射机构，这样可以在底盘自旋的同时保证云台不受影响，可以进行任意的攻击和巡航，小 yaw 并排放置，可以同时击打不同方向的敌方机器人，拥有更强的火力。
底盘设计	底盘采用舵轮底盘，因为哨兵巡逻区新增了环形高地和能量机关激活点，这对哨兵的上坡能力提出了很大的要求，舵轮可以实现任意角度上坡，有着良好的适应能力。	采用四个舵轮组成舵轮底盘，在尺寸限制的范围内尽量增加轴距防止翻车的风险发生，在底盘四周加装放卡墙机构，防止不能自旋被卡在墙边，被集火攻击。
定位导航算法	哨兵要进行全自主移动和决策，要求哨兵可以进行自主攻击，自动巡航，补血、买发弹权限等功能，这要求哨兵拥有完整严谨的决策逻辑和可靠的定位导航算法。	采用 mid-360 激光雷达进行定位和导航，360 可以获得更多的点云信息，提高定位的精准和速度，导航采用最近的算法，优化路径，拥有很好的避障功能，写出完整的决策树，模拟赛场的情况。

2.3.4.2 进度安排

哨兵机器人研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/10/10	39	完成底盘设计—1/2 周 调试云台基本功能—1/3 周 实现使用深度学习的识别方案雏形	底盘图纸通过机械组初审，整体结构设计可实现预期功能 可使用 c++对装甲板识别和框选
规则阅读与方案确定	2023/10/16	2023/10/25	9	完成底盘设计—2/2 周 调试云台基本功能—2/3 周 学习曲线拟合的方法 1/3	底盘图纸通过步兵组终审，结构设计满足预期所有功能

新方案验证阶段	2023/9/22	2023/11/5	44	在原有舵轮底盘基础画新舵轮底盘并改进改进云台代码并进行初步验证 确定本赛季雷达的主要功能和研发方向，学习需要用到的算法理论	完成
第一版机器人准备工作	2023/11/3	2023/12/6	33	新舵轮底盘图通过验收，开始加工、进行整车装配配合机械测试供弹链路设计新的哨兵视觉代码，在lio_livox的基础上增加了建图，重定位，回环检测功能	完成
第一版机器人装配调试	2023/12/1	2024/1/6	36	对现有机构进行弹道测试，并且解决出现的问题根据测试结果，开始对机械结构进行优化和改进配置lio_livox代码，可以运行定位功能模块	
第二版机器人迭代准备	2024/1/7	2024/2/10	34	读取裁判系统数据，并进行整体调试测试并优化弹道增加建图模块，同时处理PCD文件过大不能处理问题	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	完成中期形态视频的拍摄增加回环检测模块，优化哨兵定位，建图	
第二版机器人装配调试	2024/2/10	2024/2/27	17	维护布线，与视觉组联调并优化代码增加重定位模块	
疲劳测试与迭代	2024/2/20	2024/3/17	26	接入裁判系统参与对抗训练，与视觉组联合优化上层运行逻辑设计上层运行逻辑框架，借鉴其他学校的设计逻辑	
高强度对抗训练	2024/3/14	2024/3/31	17	改进第一版机器人的问题，准备第二版车的布线和调试工作编写上层逻辑代码，实现与lio_livox空间的通信	
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	调试第二版机器人完成完整形态视频的拍摄进一步优化整体代码	
对抗训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	继续进行调试，争取多参与到机器人对抗训练，优化改进上层逻辑总结前面研发过程中产生的问题、解决的问题以及未解决的问题，以便确定之后研发方向	
分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	维护机器人布线，并配合视觉组进行高强度测试将本赛季研发代码全部上机进行调试，确保能够在赛场上正常使用	
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	总结分区赛时出现的问题，并适当参考其他学校的方案，进行少量改动进一步优化之前代码	



2.3.4.3 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	刘勇伸	哨兵组负责人，哨兵整体进度的规划。哨兵机器人半下供弹链路的测试和云台的设计加工。
	李鹏超	舵轮底盘的设计和加工制作，负责整车后期的维护和迭代工作。负责第二版整车图纸的设计优化和加工制作。
电控	欧阳佚炫	哨兵机器人整车的布线和调试工作，与雷达进行通信，保证和裁判系统之间的通信稳定和通信协议的更新。
	赵泽宇	调试底盘的运动部分和超级电控。对底盘的功率进行精准的控制。
视觉	刘昊华	哨兵机器人决策算法的撰写和测试工作。
	刘姜	雷达定位和路径规划的算法调试和改进工作。

2.3.5 空中机器人

23 赛季无人机主要是使用大疆的成品机，最大的问题是飞机本身为摄影行业机，本身机身过重导致严重限制云台的电机选型和能力发挥，以及自瞄的加装和辅助悬停 guidance 系

统的安装，优点是较为稳定，但是限制造成飞机上限较低（今年基本已经是性能上限了），想要更高更强的能力就需要制造一架新飞机（我们已经是国赛唯一的 m600 了，唯二的六轴飞机了）。

新飞机能够实现安全距离下单次呼叫破掉前哨站，或者连续两次呼叫带走哨兵，如果有希望争取尝试吊射基地。飞机最大的优势就在于不可被攻击，无法阻拦，无视地面战局状况，只要保持安全距离，飞机就可以是制胜的关键

2.3.5.1 功能及需求分析

机体方面

采用四轴配 x6 电机（实验室有，相关材料已准备完了），n3 飞控配合 guidance 系统，浆保采用分体式全封闭浆保（方便运输以及最快时间内完成组装），机臂采用南理的快拆结构。

整体飞机不准备采用 m600 的外挂云台模式，而是采用拨弹盘内嵌模式（例如南航，东大，华南理工），飞机机体头顶弹舱，容量要在 1000 发以上（23 赛季比赛补单频繁，限制飞机的出动架次，并且无法一次性解决哨兵）。额外加装 guidance 系统辅助飞手空中定位（飞手视野太窄，而且无法具体操作飞机悬停在指定位置）。

云台方面

采用 3508 电机作为摩擦轮电机，原 snail 电机代码掉速较严重，远距离目标散布较大，所以采用 3508 摩擦轮同时能够和地面兵种通用。

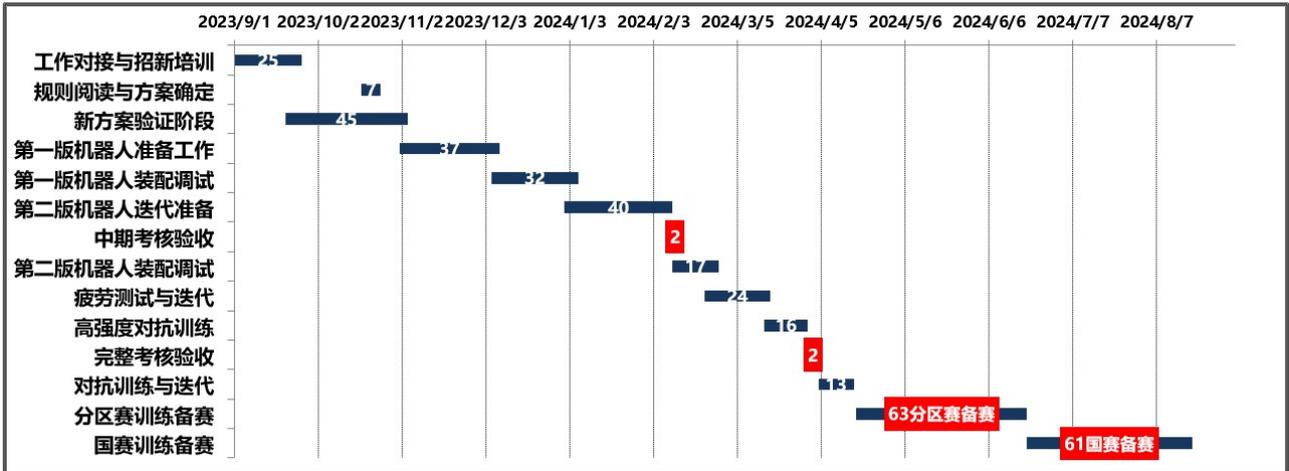
同时要加装较轻的小电脑实现静止靶的自瞄攻击，23 赛季无人机并未考虑打击前哨站的功能，导致只能靠飞手贴着很近来提高命中率，对飞机来说是极度危险的，容易被飞溅的弹丸击中，所以新飞机要像浙大一样能处在一个安全的区域打击前哨站的能力。

2.3.5.2 进度安排

无人机研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/9/26	25	制作小飞机用于后续测试 n3 飞控以及 guidance 系统 整理无人机代码 研究国赛其他队伍代码	完成
规则阅读与方案确定	2023/10/18	2023/10/25	7	完成小飞机的布线以及初步通电测试 编写无人机新代码 确定本赛季研发方向，学习该方向所需的理论知识	完成
新方案验证阶段	2023/9/20	2023/11/4	45	完成初步飞机飞行悬停测试以及学习飞机系统完成 guidance 系统的返厂刷固件以及设置 放弃焦库方案，尝试继续编写新代码，以及测试旧云台	小飞机可以正常使用训练
第一版机器人准备工作	2023/11/1	2023/12/8	37	完成大飞机电装的完善以及部分部件的制作 以及测试新代码恢复云台功能 解决 pnp 中 yaw 角跳变问题、试图重构反陀螺框架	反陀螺框架未搭建完成
第一版机器人装配调试	2023/12/5	2024/1/6	32	初步完成大飞机的制作以及装配 完成云台布线，对云台弹道进行测试 重构反陀螺框架	
第二版机器人迭代准备	2024/1/1	2024/2/10	40	外发材料完善飞机达到最终精细版本 调整云台功能，满足中期形态视频需要	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	着手调试大飞机保证其功能完善，同时装配云台进行联动测试 完成中期形态视频的拍摄工作	
第二版机器人装配调试	2024/2/10	2024/2/27	17	完成飞机的完全功能并且逐步测试优化 进一步学习完善代码，保障云台功能 研发前哨站辅助瞄准代码	
疲劳测试与迭代	2024/2/22	2024/3/17	24	完成飞机的完全功能并且逐步测试优化 在新云台上完成布线测试功能 上机调试自瞄、反陀螺和反前哨代码	
高强度对抗训练	2024/3/15	2024/3/31	16	完成飞机的完全功能并且逐步测试优化 对新云台功能进行完善 进一步优化反陀螺和自瞄代码	
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	完成飞机的完全功能并且逐步测试优化 进一步优化代码逻辑，适应新云台需要	
对抗训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	完成飞机的完全功能并且逐步测试优化 完善代码，保障进行测试的功能完善可靠	

分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	完成飞机的完全功能并且逐步测试优化 优化操作逻辑，保证比赛时云台的稳定、可靠性 将本赛季研发代码全部上机进行调试，确保能够在赛场上正常使用
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	完成飞机的完全功能并且逐步测试优化 总结分区赛出现的问题，并且对此进行优化、调试 进一步优化之前代码



2.3.5.3 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	薛锦淮	空中机器人负责人，负责空中机器人的维护以及后续空中机器人迭代设计。使用 N3 飞控调试并操控空中机器人。
电控	张文豪	调试并维护空中机器人，优化空中机器人螺旋桨的功率控制。
视觉	刘洋	负责无人机的算法部分。

2.3.6 飞镖系统

上赛季末很多队伍的飞镖都有着较高的命中率，我们在本赛季也要努力提高飞镖的命中率，挤入一流飞镖的行列，在有余力的情况下研发制导飞镖。

本赛季仍采用摩擦轮发射的方案，对比老飞镖，今年新飞镖在横向上做了限位，保证了飞镖加速过程中姿态正确，同时采用摩擦轮驱动滑台的方案，对滑台进行提前减速飞镖依靠惯性脱离滑台。在供弹上，由于不在是摩擦轮直接驱动飞镖镖体，老飞镖加特林转盘加推杆的方式行不通，所以采用夹爪的方式，直接进行夹放。在 yaw 轴与 P 轴上设计总体不变，飞镖镖体先借用南航飞镖进行测试，后续完善适合的飞镖。

2.3.6.1 功能及需求分析

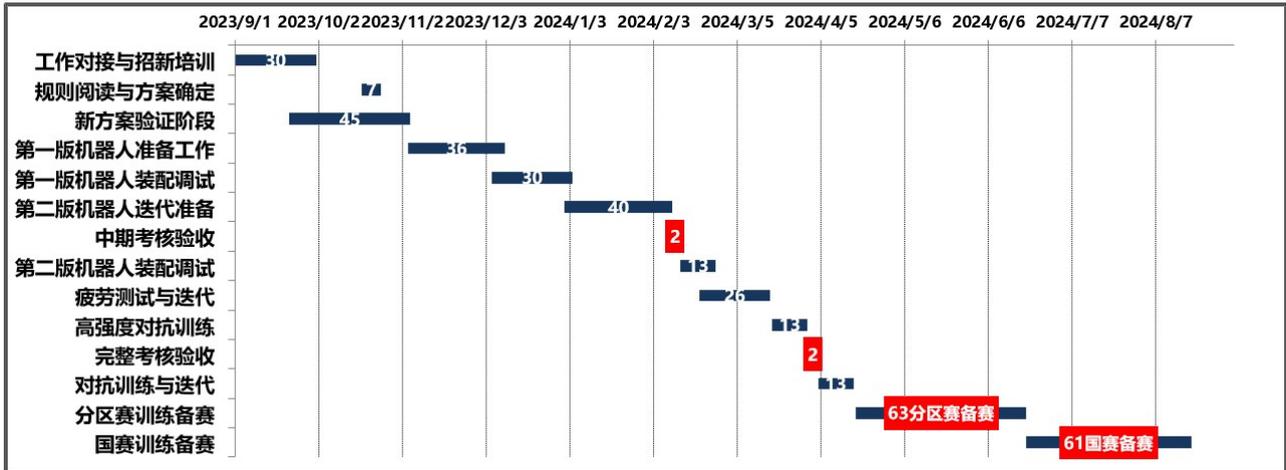
功能	需求分析	设计思路
飞镖滑台	摩擦轮与飞镖镖体直接接触经过较多的测试后飞镖镖体会损坏，为了减少这种取矿采用滑台发射	飞镖滑台优势在于，不需要摩擦轮与飞镖镖体直接接触减少了对飞镖的损坏与影响，同时可以更方便的调整摩擦轮与滑台接触的距离。
飞镖镖翼	一体化飞镖在发射后会与地面摩擦导致飞镖镖翼磨损，过多的磨损会使飞镖	参考南航飞镖设计，其尾部是打印件与木板拼接，这样飞镖镖体经过一段时间测试之后只需要更换尾部木板就可以了，无需更换整个镖体。既降低了成本有提高了飞镖的准确程度。

2.3.6.2 进度安排

飞镖系统研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/10/1	30	维护老飞镖、学习其它学校方案 整理飞镖代码，恢复老飞镖功能、学习其它学校方案	老飞镖机械结构恢复完成；代码整理完成
规则阅读与方案确定	2023/10/18	2023/10/25	7	维修老飞镖、测试弹道 (1/2) 减小飞镖散布范围	完成
新方案验证阶段	2023/9/21	2023/11/5	45	维修老飞镖、测试弹道 (2/2) 新飞镖代码编写 (1/2) 新飞镖结构设计 (1/2)	放弃老飞镖方案（因老飞镖结构设计缺陷导致重组后难以达到预期要求）
第一版机器人准备工作	2023/11/4	2023/12/10	36	新飞镖测试结构设计并出图 (2/2) 新飞镖代码编写 (2/2)	完成

第一版机器人装配调试	2023/12/5	2024/1/4	30	新飞镖测试结构组装 新飞镖的布线与调试 测试新飞镖弹道散布	
第二版机器人迭代准备	2024/1/1	2024/2/10	40	在测试结构基础上完善设计 图纸，完善新飞镖功能 调试发射结构，提升其击 打基地的命中率	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	新飞镖对前哨站有较为稳定 的打击效果（四中二）	
第二版机器人装配调试	2024/2/13	2024/2/26	13	总结第一版发射架的经验 与问题，完善第二版图纸 改进完善发射代码，使其 具有击打移动靶的功能	
疲劳测试与迭代	2024/2/20	2024/3/17	26	加工组装第二版发射架 调试移动靶代码，同时调 试改进发射弹道，减少散 布、提升命中率	
高强度对抗训练	2024/3/18	2024/3/31	13	维护发射架，优化部分结 构 优化调试击打移动靶功能	
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	新飞镖有较为出色的击打 基地的效果（四中二）	
对抗训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	完善优化所有局部细节， 进行测试 完善代码，保障进行测试 的功能完善可靠	
分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	维护发射架，不间断测试 训练 优化操作逻辑，保证比赛 时发射架的稳定、可靠性	
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	在分区赛的效果基础上进 行优化达到更高的精准度	



2.3.6.3 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	杨海波	飞镖负责人，负责飞镖的维护和测试，以及后续飞镖迭代的设计。
电控	张天阳	飞镖发射架调试，飞镖镖体调试与测试。

2.3.7 雷达

本赛季中雷达得到了加强，当精准识别到敌方机器人并在比赛系统中记录读条大于 100，敌方机器人会受到易伤的 DEBUFF,造成 1min 的易伤还可以获得易伤升级的机会，从-15%易伤效果增加到 30%的易伤效果。

雷达不仅可以为队伍提供小地图的视野，还可以在在一定程度上为队伍减轻防守压力，甚至可以作为队伍进攻的“信号枪”。再加上本赛季进攻路线增加了很多，雷达的战略意义不言而喻。

2.3.7.1 功能及需求分析

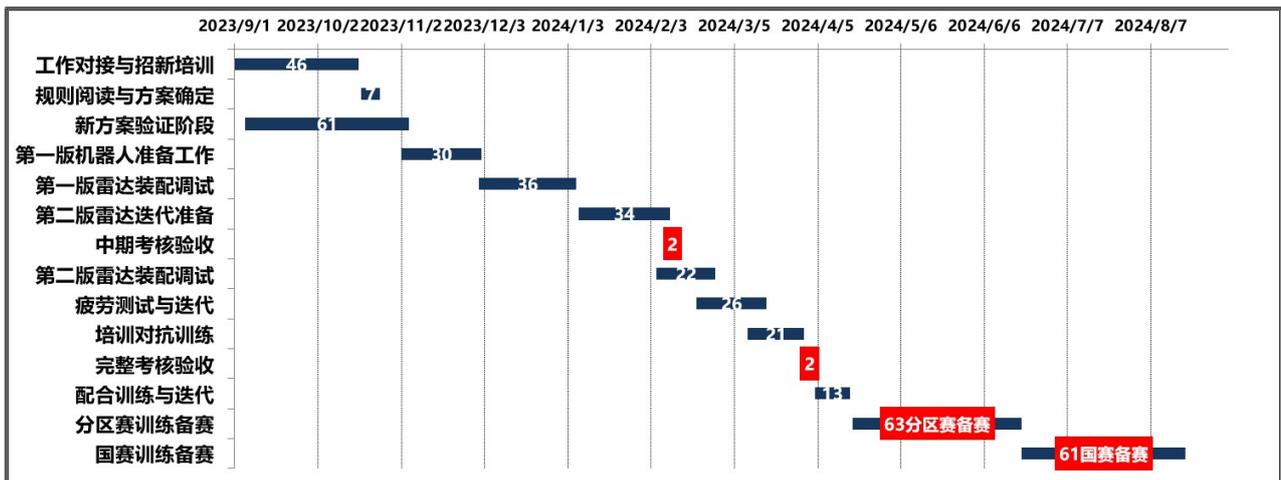
功能	需求分析	设计思路
视觉模块	提供目标机器人视野并提供坐标，实现弹丸发射轨迹分析	根据对手优先级排序帮助操作手决策
通讯模块	分析传输比赛信息实现机器人之间交互	实现与其他兵种间的交互，人机交互自定义画面完善设计，

2.3.7.2 进度安排

雷达研发时间节点计划进度甘特图

项目节点名称	开始时间	结束时间	耗时	具体说明	完成情况
工作对接与招新培训	2023/9/1	2023/10/17	46	学习调研其他学校方案，整理雷达站代码	完成
规则阅读与方案确定	2023/10/18	2023/10/25	7	确定本赛季雷达站的主要功能和研发方向，学习需要用到的算法理论（1/2）	完成
新方案验证阶段	2023/9/5	2023/11/5	61	确定本赛季雷达站的主要功能和研发方向，学习需要用到的算法理论（2/2）	完成
第一版机器人准备工作	2023/11/2	2023/12/2	30	1. 视觉识别模块使用 tensorrt 加速推理 2. 更换相机，修改相机驱动模块 设计雷达站的机械结构	完成
第一版雷达装配调试	2023/12/1	2024/1/6	36	yolo 模块改用 torchscript 部署 点云模块增加点云配准等功能	
第二版雷达迭代准备	2024/1/7	2024/2/10	34	完成并改进相机与雷达的联合标定，尽量减小外参误差 调整雷达、相机的位置	
中期考核验收	2024/2/10	2024/2/12	2	调试改进雷达代码，完善深度获取逻辑	
第二版雷达装配调试	2024/2/5	2024/2/27	22	改善雷达与相机数据融合结果 改进雷达、相机的位置	
疲劳测试与迭代	2024/2/20	2024/3/17	26	完成并调试与裁判系统通信模块	

培训对抗训练	2024/3/10	2024/3/31	21	完成雷达站的基本功能，并对其测试优化，提高帧率
完整考核验收	2024/4/1	2024/4/3	2	1. 优化 qt 模块，根据云台手反馈优化 ui 界面 2. 减小雷达位置与实际位置误差
配合训练与迭代	2024/4/4	2024/4/17	13	完善雷达站代码，保障代码的稳定性与可靠性
分区赛训练备赛	2024/4/18	2024/6/20	63	完成雷达站的完全功能，总结优化的地方并改进
国赛训练备赛	2024/6/20	2024/8/20	61	完成雷达站的完全功能并不断测试保证其稳定性



2.3.7.3 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	郭奎皓	雷达机械，负责加工、维护雷达基座。
视觉	杨宇航	雷达算法负责人，主要负责雷达功能的实现。

2.3.8 人机交互

本赛季规划根据裁判系统串口协议附录实现机器人与操作手客户端通信，设计自定义 UI 界面；实现机器人间通信，交互，使得各机器人操作手在紧张的比赛之中能够准确得知机器

人当前状态，并且使得不同机器人操作手无论在进攻还是在防守时都能拥有紧密的配合，在比赛中取得出奇制胜的效果。

自定义控制器也是本赛季研发的一大重点，主要研发工程机器人机械臂的自定义控制器，无论是东大自定义控制器还是南航自定义控制器都是优秀的范例。优秀的自定义控制器可以大幅度降低工程机器人兑换矿石的难度。

2.3.8.1 功能及需求分析

本赛季规划根据裁判系统串口协议附录实现机器人与操作手客户端通信，设计自定义 UI 界面；实现机器人间通信，交互，使得各机器人操作手在紧张的比赛之中能够准确得知机器人当前状态，并且使得不同机器人操作手无论在进攻还是在防守时都能拥有紧密的配合，在比赛中取得出奇制胜的效果。

UI 界面实时刷新数据，使操作手对机器人状态有更深入的了解，UI 界面实时显示机器人各模块如电机、陀螺仪、上下位机交互等的健康状态，操作手根据机器人机体当前的健康状态对机器人下一步操作做出反应，避免意外的发生。电控软件代码中有对各模块健康检测的相关程序，在有模块离线时，操作手能第一时间知晓，并在赛后及时进行针对性的抢修。

本赛季的 UI 程序最大程度上提高通信速率，在硬件限制的基础上尽可能多地展示有用的信息，与此同时，本赛季的 UI 程序提高了 UI 数据刷新频率，减小通信延迟，降低了数据信息显示的滞后性，使数据动态更新更及时，操作手能够更加准确地获知当前时刻所操控的机器人的重要状态数据，降低了操作手误操作的可能性，减少了比赛过程中意外的发生。

本赛季的 UI 程序规划了 UI 数据发送组合，将所需要展示在操作手界面的各部分重要信息分层包装结合，按照比赛过程中的实际需要确定各数据组合的重要程度，对所有封装结合的 UI 数据发送组合设置发送优先级。由于串口通信速率带宽等因素，UI 绘制的信息图形有限，对数据发送组合设置优先级后，随着比赛过程的推进，程序将根据所设置的优先级将发送组合呈现在操作手控制界面上，最大程度地利用串口通信的带宽，将当前时刻最重要的数据信息告知操作手，并将用处不大的数据信息撤下来，避免信息浪费。

封装 UI 绘制所需的函数接口和常用图形接口，将绘制的各个数据图形的程序操作进行封装，保证代码的可移植性和可靠性，使得此程序代码的复用性更强，并且能够跟方便地进行针对性地进行，修改便于开发利用。使得当前的 UI 程序的代码能够满足多台不同兵种的机器人共同使用，无需重复造轮子，提高工作效率以及代码成果利用率。

对于超级电容模块，本赛季规划实现电容电压动态显示，实时显示电压数值，在操作手使用超级电容后，能够确定掌握当前超级电容所消耗的能量幅度以及所剩余可利用的能量幅度，当前时刻超级电容电压若低于某一数值，则会对操作手进行警示，将超级电容的数据图形进行变色处理，令操作手能及时对超级电容进行充电，避免在紧急时刻超级电容里没有电的尴尬局面。对于工程机械臂，平衡步兵等，本赛季规划实现在客户端显示其类似形态和位置，便于操作手进行下一步操作。

根据裁判系统协议附录编写机器人间交互函数，将机器人间交互函数接口和发送数据长度及数据内容接口留出，以便各兵种开发利用，实现多机通信，增强机器人间交流合作，最大程度上发挥通信的作用，最大程度上发挥哨兵等机器人的功能。

2.3.8.2 人员安排

组别	人员	分工安排
机械	张博文	工程机器人自定义控制器机械结构设计
	郭奎皓	工程机器人自定义控制器机械结构设计
电控	冯家齐	工程机器人自定义控制器的代码控制实现
	李腾宇	工程机器人自定义控制器的代码控制实现
	曾毓林	设计自定义 UI 界面；实现机器人间通信，交互，使得各机器人操作手在紧张的比赛之中能够准确得知机器人当前状态

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

2.4.1.1 云台控制平台基站

对于云台控制技术而言，以英雄为例，我们从机械和电控两个维度进行讨论。本赛季之前我们已经具备了以下技术能力：

1) 英雄实现稳定下供弹，射击效果明显提高。

2) 英雄 Pitch 轴俯角角度大小对于上一年而言有较大突破，仰角保持稳定，除此之外云台前后重心调节得当，使得转动惯量减小，提高云台响应速度的效果很明显。

3) 云台算法稳定性提高，参数调节得当，兼顾目标和响应两方效率。而在新赛季中，战队想突破的技术能力是以下几点：

1) 完善云台供弹链路，使弹丸传输效果更连贯

2) 实现云台轻量化，降低控制难度，提高稳定性。

3) 仰角角度能有所突破，能更好地满足吊射需求。

4) 实现图形化上位机调参，尝试 ADRC 算法控制，和原本的调试方式进行对比，提高调试效率和调试精度。

2.4.1.2 电容控制技术

目前 CUBOT 超级电容已经实现了恒功率充电、功率路径切换、模态切换和闭环功率控制等电容供电功能，同时针对赛场上多变的环境进行了不同程度的保护。

为了防止电机制动时所产生的反电动势对控制板上元件造成损坏，电容研发队员在控制板输出接口处增加了理想二极管控制器，以抑制电流反灌；同时在电容充电回路上，为了防止电容电压反灌回电池，增加了大功率二极管来阻挡电流回流。

其中恒功率充电和闭环功率控制都需要 ADC 来进行电流的采样，在电流采样的过程中，现在采用的是霍尔传感器和运算放大器结合的方式，传统的纯运放电流检测电路电路尺寸过大，在紧凑的电容控制板显得冗杂，所以在元件密集的位置布置了霍尔传感器作为电流检测，而在元件稀疏的位置则采用了运算放大器来尽可能提高精度，降低霍尔传感器本身带来的采

样电流上的微小误差。同时，灵活运用 PID 算法，将电容模组的电压和充电电流加以控制保证电容模组在使用过程中的安全且合乎规则。

模态切换功能则可以尽可能让电容充满，使其能够存储进比赛规则限制下 2000 焦耳的能量，并在释放能量时能尽可能将电容电量放干净，让电容作用的持续时间更长，充分发挥电容在比赛中的作用。

新赛季准备突破电池电容同时供电和制动能量回收的功能。在上个赛季分区赛实战中步兵机器人、英雄机器人出现了在电容供电过程中，由于电容电量放尽导致电容充电和底盘运行同时进行，导致底盘电压不足导致底盘停转的问题，为了让战车不会在战场上出现“熄火”的现象，我们希望能够实现在打开电容时可以让底盘同时接受电池供电。而针对底盘功率有限的问题，我们希望能够做到，回收车体制动产生的反电动势并加以利用，让整车的动力更充足。

2.4.1.3 舵轮控制技术

目前 CUBOT 已经实现了对舵轮底盘的灵活控制，在直行、转弯、自旋以及边自旋边平移等方面都表现出了良好的性能。在赛场上能够进行灵活地避障，并且能够实现快速的移动。

舵轮底盘在机器人上电启动的时候先进行初始化配置，创建舵轮底盘结构体，并且配置电机链表参数。将舵轮底盘的 4 个舵向电机以及 4 个航向电机注册到电机链表里面去，根据 32 电机的型号和 ID 配置各电机回调，不同电机的 CAN 返回数据包会在电机链表中匹配到对应的电机，然后进行不同的数据解包以及计算。

在初始化任务中，还将电控调式的各类参数如 PID 参数填入对应的结构体，后传入到舵轮结构体里面的各模块，为后续控制底盘做准备。在完成舵轮底盘初始化之后，根据电机链表间 CAN 接收回调收到的各个不同电机类型不同 ID 的数据包解算后作为 PID 控制的返回值。配置串口一接收遥控器数据，将遥控器拨杆 ch1、ch2 的变化量作为以舵轮底盘最终运动的 X-Y 双轴下的目标速度分量。然后求取该输入速度向量在正交坐标系下的分量，接着求解向量的模和角度，将编码器数据特定的零点位置转换为角度，根据舵轮期望角度和反馈角度的夹角判断最小目标角度，从而求解出舵轮底盘舵向电机的目标角度以及航向电机的目标速度。

根据舵轮运动逻辑解算，在舵轮逆运动学解算后计算 3508 和 6020 的输出电流值，然后跟据裁判系统的返回的实时功率以及剩余缓存能量对底盘输出进行功率控制，在满足不超

功率扣血的情况下，将功率使用率最大化，实现更快更丝滑的运动性能。最后根据接收机是否离线，判断是否发送正常底盘控制信号，在关闭遥控器后使舵轮底盘 8 个电机零输出，从而使底盘在调试时有了一层安全保护。

2.4.2 特定兵种技术储备

2.4.2.1 雷达控制技术

23 赛季中雷达通过检测移动的飞镖实现了飞镖预警；识别出装甲板后，通过透视变换实现了图像上的点与场地地图坐标的映射。实战中发现一台相机所能提供的视野有限，所以我们希望使用多个相机来获取不同方向和角度的视野，来将小地图的范围绘制的更大一些。

由于单目相机透视变换无法实现空间上的映射，上个赛季中只做到了前哨站附近的地图绘制。要实现全场的位置计算需要获得深度信息，考虑到场地的大小，双目相机的误差则过大。所以希望通过相机与激光雷达相结合的方法来计算车辆的空间坐标。

对于飞镖预警，战术上讲，得知对手飞镖闸门开启的信息是很重要的，及时获取信息可以方便做出快速采取避战或正面对抗的决策。并且希望通过框出飞镖闸门区域并观测闸门是否开启，来决定是否发出预警信号。

2.4.2.2 自主哨兵控制技术

总述：已有的技术储备为云台控制技术，自瞄技术等基础技术功能，还需开发自动定位与导航技术，将要进一步开发的任务如下：

1) 自瞄：对于机器人车载视觉包括装甲板识别、车体 ID 识别和颜色识别和车体姿态识别。因车载计算设备计算能力较弱，因此采用 yolo v5 算法框架和 network Sliming 思想对模型剪枝，保持精度在可接受范围内，实现 4ms 内完成一次模型推理并将其压缩到 1.3M 大小。对于静止的装甲板，我们可以稳定的实现五米内百发百中；对于运动的装甲板，采用激光雷达作为车体测距信息采集传感器。在实际比赛中为了更好的击打敌方机器人的装甲板，需要对敌方机器人运动轨迹进行预测，可以在机器人决策与定位部分利用以上所有数据和机器人感知数据进行卡尔曼滤波融合。

2) 激光雷达感知：障碍物检测系统框图如下图

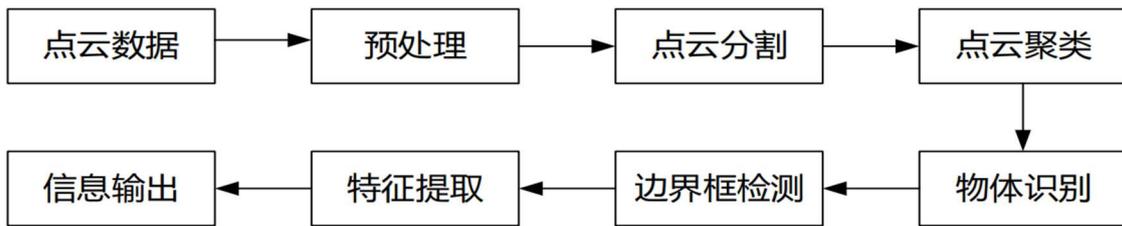


图 2-4-2 障碍物检测系统框图

3) 点云预处理与分割：借助比赛固定的场地范围作为先验知识进行直通滤波，获取感兴趣范围内的点云数据，再采用 VoxelGrid 体素滤波器降低数据量。针对场地地面平整的特性，采用高度阈值法进行地面点云分割。高度阈值法利用自身高度信息对点云数据进行判断。原始点云数据经过坐标变换，获得在车辆坐标系中的位置信息，可知每个点云数据 p_i 具有 x_i, y_i, z_i 的三维坐标值。在底盘坐标系中，车辆底盘平行于地面，和地面有着固定的高度差。经测量得此高度差值 $h = 0.1m$ 。依据高度差值向点云数据 p_i 中添加 f_i 的标识属性，即 $p_i = \{x_i, y_i, z_i, f_i\}$ 。根据底盘坐标系，每个点云数据 p_i 距离地面的高度值可由式 (3-1) 得到：

$$h_i = z_i + h \quad (3-1)$$

根据式 (3-1) 结果，对点云数据 p_i 的 f_i 属性进行赋值：

$$f_i = \begin{cases} 0 & h_i \leq \varepsilon \\ 1 & h_i > \varepsilon \end{cases} \quad (3-2)$$

其中 ε 为高度阈值，针对点与数据之中所有点的高度参数进行对比，将 $f_i = 0$ 的点云数据全部祛除，保留 $f_i = 1$ 的点云数据，即可得到障碍物的点云数据。通过点云数据的高度信息来进行障碍物点云数据与地面点云数据的区分，算法流程简便且具有良好的实时性。对于静态障碍物的分割，我们将无动态障碍物的点云地图保存下来，进行地面分割后，对其中的静态障碍物进行聚类，提取场地中所有静态障碍物的质心并保存其位置信息，与之后实时处理的点云数据 进行比较，通过比较剔除场中静态障碍物的点云数据，检测动态障碍物的位置。

5) 点云聚类与边界框检测：预处理后的点云数据，移除背景区域和地面。针对障碍物采用 DBSCAN 算法聚类。要求聚类空间中一定区域内所包含对象的数目不小于给定阈值。有利用密度聚类，计算速度快，有效处理噪声点，发现任意形状的空间聚类等优点。

生成边界框的方法是沿 x 轴和 y 轴对点云进行界定。如下图所示，在框选点云时，只需考虑在 xy 平面上该分割物体横纵向距离的最大、最小值。物体的横向距离为 $x_n - x_{n-1}$ ，纵向距离为 $y_n - y_{n-1}$ ，这样可以最大化地将分割物体框定在一定范围。同时令空间中该聚

类点云的最大高度为 z_{max} 。聚类完成后，障碍物的中心坐标与尺寸信息可通过计算聚类后点云的轴向平行包围盒得到，将信息提供给其他模块使用。

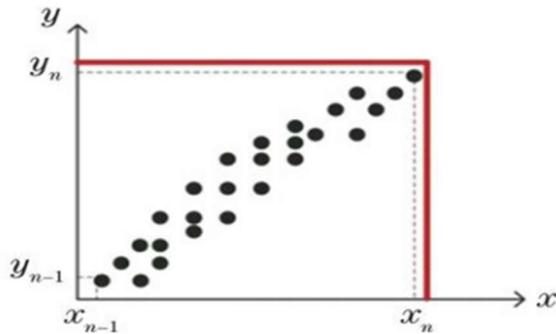


图 2-4-3 生成边界框

6) 机器人定位：机器人的全场定位是所有功能实现的基础，我们采用 IMU、里程计与 ICP 点云匹配的方法实现激光里程计从而实现车子的全局定位。车子自带的里程计虽然比较准确，但是由于其具有累计误差，在长时间的情况下其定位便不再准确，并且在长时间运行后，计算得到的 x, y, θ 变换坐标系与初始坐标系不再重合。采用粒子滤波方法可以很好的解决这一问题，但是所耗时间较多。

为实现较高精度的定位，我们采用了局部地图 ICP、里程计与 IMU 的扩展卡尔曼滤波，再以粒子滤波为重定位方法。

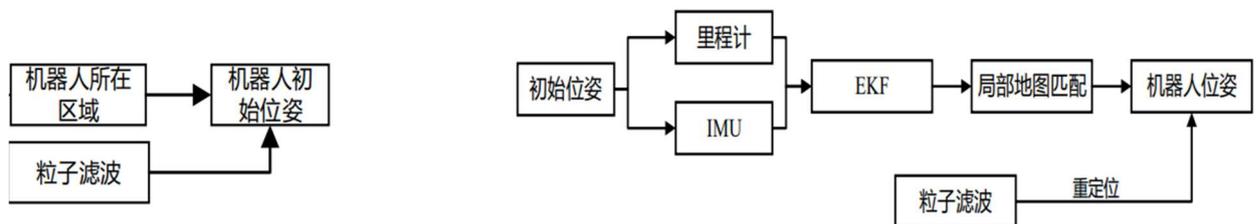


图 2-4-4 重定位流程图

首先将场地划分为两块，分别定义为 0 区域与 1 区域，在获得初始位姿时先利用哨岗信息获得机器人所在区域后，在此区域内进行粒子滤波，获得机器人的初始位姿。此种方法可以使得机器人在随意初始点进行启动。在获得初始位姿后，里程计与 IMU 采用扩展卡尔曼滤波进行融合，里程计与 IMU 的信息在短时间内是比较准确的，在短时间内信任里程计与 IMU 信息作为机器人的位姿。当累计运行一段时间后，将机器人与所在区域的局部地图进行一次 ICP 匹配，获得机器人在此区域的位姿，由于区域与全局的关系已知，从而获得机器人在全局当中的具体位姿。全局匹配的过程激光点置信距离会随机器人移动速度加快而增大，以适用高速运动。在运动过程中发现数据发散，则利用哨岗定位作为先验，采用粒子滤波方法实现机器人的重新定位。

经过测算，在实际情况下，运行算法的平均时间达到 2.4ms。由于激光雷达的频率为 10Hz，其帧速率为 10fps。在实际场地的运行中，其定位误差稳定在 10cm 内，巡逻 10 分钟，没有触发重定位。

7) 运动规划：路径规划主要由两部分构成，全局规划层和局部规划层。全局规划层是根据上层决策指令和预先建立的环境地图，搜索可行的行驶路径；局部规划层是根据传感器实时反馈数据，将全局路径解算成可行的轨迹。

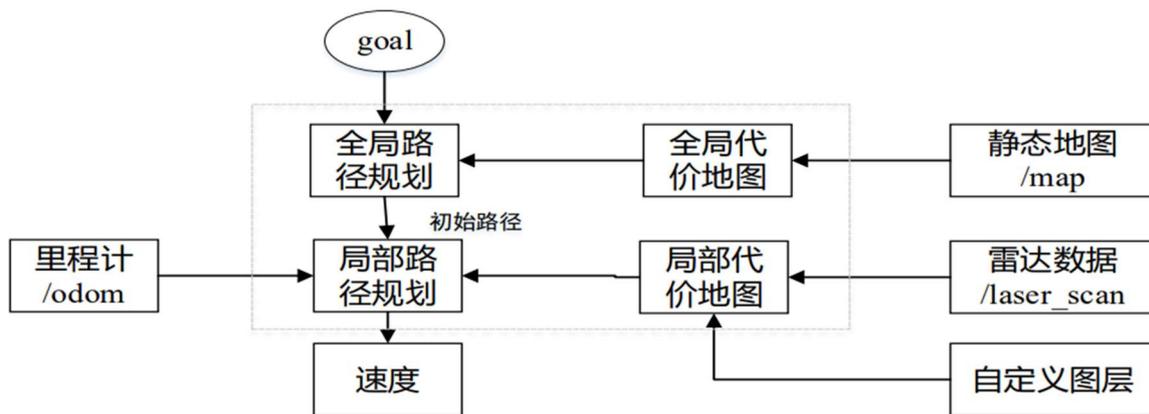


图 2-4-5 运动规划流程图

8) 建立分层代价地图：我们通过建立分层的代价地图来实现机器人的运动规划，其中包括：静态地图层、障碍层、膨胀层、友方层、动态障碍物层。

对于动态障碍物，为避免与场中车辆发生碰撞，我们在 2D 栅格图上通过对动态障碍物进行矩形集合信息表示，在 Costmap 中插入动态障碍层。障碍物感知算法会对雷达扫描到的点云进行处理，将属于 动态障碍物的点云分割出来，然后将经过处理的车辆点云数据点标记为障碍物。加入动态障碍物层之后，我方车辆在规划时会避免与场地中的其他机器人产生撞击。对于友方机器人，我们设置一个图层插件来标记其的位置。例如对于 1 号机器人，2 号机器人的位置会实时更新为障碍物，所以在协同攻击模式下，2 号机器人会从其他方向接近敌方机器人，而不会干扰 1 号机器人的射击视野。对于加成惩罚区的非实体障碍块，我们在静态层中加入惩罚区障碍物，根据裁判系统所得的信息动态刷新惩罚区域，保证机器人活动路径躲避惩罚区。

9) 全局规划：全局规划通过 A*算法规划出从机器人当前位置到期望目标位置的最优路径，并为局部规划器提供初始值。

10) 基于 TEB 的局部规划: 针对赛场上不断变化的机器人采用 TEB 进行更高频率的速度控制和避障, 得到满足运动学约束的 光滑轨迹。TEB 算法在运动过程中会调整自己的位姿朝向, 对于机器人射击、游走和躲避是至关重要的。

11) 总体决策框架: 我们将行为树和强化学习两种方法结合来完成决策任务。在比赛过程中, 优先使用强化学习方法, 并根据感知模块获取到的信息, 实时比较敌我双方机器人血量差, 若我方总体血量低于敌方 500 点血量, 说明本场比赛中, 强化学习决策算法在和敌方对抗中不 占优势, 此时切换决策方法, 改为较为传统可控的行为树决策方法。

无论是决策树还是强化学习, 其决策结果都为机器人某个具体行为, 例如巡逻、攻击等, 每个行为 都有其既定模式, 由基础模块实现。

12) 行为树: 行为树是典型的规则型决策算法, 这里我们通过定义根节点、并行节点、选择节点、顺序节点、条件节点和执行节点 j 来实现攻击、逃跑、加成、援助、巡逻等作战决策行为。

13) 强化学习: 选择强化学习算法时主要考虑输出为相对简单的离散输出, 即攻击、逃跑、加成、援助、巡逻五种动作行为, 因此选择以 DQN 强化学习算法为核心。

算法输入为敌我双方位置、血量与我方机器人剩余子弹数, 算法输出为机器人行为决策结果, 包括 攻击、逃跑、加成、援助、巡逻五种行为。考虑到现行规则下, 机器人血量是反映场上双方对抗局势的 最重要指标, 因此选择根据敌我双方血量信息建立奖励函数。具体为: 敌方机器人血量共 4000 点, 敌方机器人血量每降低 20 点 (一次有效攻击最低伤害), 获得奖励 $20/4000 = 0.005$, 反之, 我方机器人血量每降低 20 点, 获得奖励 $-20/4000 = -0.005$ 。

整个 DQN 的功能结构如图

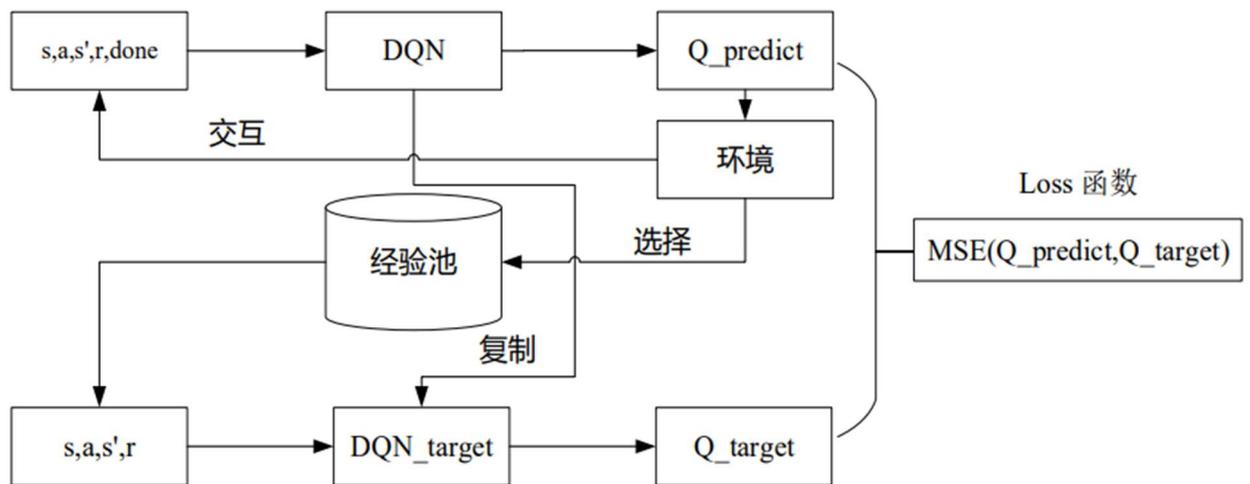


图 2-4-6 DQN 功能结构图

向 Q 网络中输入由动作、状态、奖励和结束标志组成的数据，输出预测值 $Q_{predict}$ ，根据该值选择动作（攻击、逃跑、加成、援助、巡逻）传入环境中进行交互，得到新的状态值 s' ，继续送入训练。同时，每次与环境交互的结果也会存入固定长度的经验池中；每隔固定步数再从 Q 网络复制一个结构和参数相同的 Target_Q 网络，用来稳定输出目标，Target_Q 网络从经验池中采样数据，输出一个稳定的目标值 Q_{target} ，整个 DQN 的 loss 函数直接取两个预测值 $Q_{predict}$ 和 Q_{target} 的均方误差。

3. 团队架构（10）

CUBOT 队伍构成包括指导老师、技术顾问、正式队员和梯队队员四部分，人员主要为信控学院、机电学院、经管学院和计算机学院。

正式队员约 32 人，包括队长、项管、副队长、机械组、电控组、硬件组、视觉组和运营组，主要为大二、研一学生；梯队队员约 28 人，为队伍个技术组后备力量，随时补充正式队员流失产生的空缺，主要为大一学生；技术顾问人员数量不固定，主要为退役老队员，为大三、大四、研二学生。

指导老师统筹大局，协调队伍各方面资源，保证队伍正常运行；队长副队长项管负责管理队伍所有具体细节，同时队长项管定期向指导老师汇报队伍近况，副队长可随时向指导老师提出意见；各技术组设立组长，各兵种设立兵种负责人，协助管理队内事宜。

职位	分类	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数	
	指导老师	<ul style="list-style-type: none"> ●需对全体队员的人身财产安全负责 ●建立健全各类团队管理规范和制度 ●协调校内资源，指导团队制定项目计划，把控备赛进度，帮助团队顺利完成比赛 ●参赛期间，指导老师需积极配合组委会的工作 	无	3	
	顾问	<ul style="list-style-type: none"> ●给团队提供战略、技术、管理等指导与支持 ●顾问可承担实际的机器人制作工作以及其它参赛事务 	<ul style="list-style-type: none"> ●了解并热爱本项比赛 ●务实、细心且热情 ●十分熟悉相关技术且经验丰富 ●时间充裕，花费精力投入战队 	5	
正式队员	管理层	队长	<ul style="list-style-type: none"> ●负责人员分工、统筹以及战术安排、调整 ●比赛期间，队长需参与领队会议，代表队伍确认每场比赛的成绩、参与申诉流程和处理申诉等 ●赛后，队长需负责队伍的传承与发展 	<ul style="list-style-type: none"> ●真正热爱本门比赛 ●具备团队管理经验 ●对队内各方面技术有一定知识储备 ●行事务实细心，有强烈的责任心 ●对比赛可投入大量时间精力 	1

技术执行	副队长	<ul style="list-style-type: none"> ●与队长组成队伍核心管理层 ●协助队长管理队伍 	<ul style="list-style-type: none"> ●对队伍某方面技术精通 ●了解战队运作方式 	1	
	项目管理	<ul style="list-style-type: none"> ●负责项目任务的梳理，协调团队的资金、物资、人力等资源 ●对团队项目的目标、进度、成本等进行合理规划和管理 	同队长	1	
	机械	组长	<ul style="list-style-type: none"> ●组织记录机械组组会 ●管理层管理组内事务，把控组员进度，向管理层反应问题 ●所有机械方案的总规划和审核 ●相关技术文档的编写 	<ul style="list-style-type: none"> ●机械相关技术水平高，相关知识储备丰富 ●与每位组员有良好的人际关系，在组内有一定威信 ●对组内各兵种设计均有所了解，熟悉组内每部分的目标规划和分工 	1
	机械	组员	<ul style="list-style-type: none"> ●按计划完成兵种机械结构设计 ●按图纸完成加工组装 ●后期完善与维护 	<ul style="list-style-type: none"> ●具备机械原理、机械设计等基础知识 ●熟练运用 solidwork 进行机械构图 ●了解仿真分析和理论计算以及零件的受力和强度分析 ●熟练使用各种机械加工工具 	5
	电控	组长	<ul style="list-style-type: none"> ●组织记录电控组组会 ●协助管理层管理组内事务，把控组员进度，向管理层反应问题 ●分配组内任务，审核项目方案 ●相关技术文档的编写 	<ul style="list-style-type: none"> ●软硬件技术水平高，相关知识储备丰富 ●与每位组员有良好的人际关系，在组内有一定说服力 ●对组内各兵种控制逻辑均有所了解，熟悉组内每部分的目标规划和分工 	1
	电控	组员	<ul style="list-style-type: none"> ●按计划完成兵种控制硬件与程序的设计和开发 ●与视觉组联调 	<ul style="list-style-type: none"> ●具备数电、模电的基础知识 ●具备嵌入式开发调试基础 ●熟悉各种通信协议与外设操作技巧 	8
	视觉算法	组长	<ul style="list-style-type: none"> ●战车视觉相关算法的研发测试与部署 ●组织记录视觉组组会 ●协助管理层管理组内事务， 	<ul style="list-style-type: none"> ●计算机视觉知识储备丰富 ●具备优秀的代码开发水平 ●与每位组员有良好的人际 	1

			<p>把控组员进度，向管理层反应问题</p> <ul style="list-style-type: none"> ●相关技术文档的编写 	<p>关系，在组内有一定说服力</p> <ul style="list-style-type: none"> ●熟悉组内每部分的目标规划和分工 	
	视觉算法	组员	<ul style="list-style-type: none"> ●按计划完成视觉程序算法的开发和测试 ●与电控组联调 	<ul style="list-style-type: none"> ●熟练掌握 C++或 python 语言设计与开发 ●了解 opencv 或机器视觉等相关知识 	5
	战术指导		<ul style="list-style-type: none"> ●负责详细了解往届其它学校战队的水平，并根据能收集到的现有资料做客观预测 ●负责详细研究往届比赛中所展示出的技术点、战术方案等 ●负责操作手训练的训练任务以及组织开展模拟战等活动。 ●在比赛时协助队长做好准备事项，并提高整个战队士气。 	<ul style="list-style-type: none"> ●在战略制定、战术指挥、战局预测等方面突出，及时掌握队内机器人性能，准确评估实力，了解其他战队战略动向和往年打法等 	2
运营执行	宣传		<ul style="list-style-type: none"> ●负责整合队伍的宣传资源，建立完善的宣传体系，通过多渠道策划执行宣传活动，提高队伍影响力 	<ul style="list-style-type: none"> ●熟练使用 PS、AI、AE、PR 其中 2 种设计软件 ●要求有良好的文案功底，乐于策划活动 ●对新媒体平台运营有浓厚兴趣 	2
	招商		<ul style="list-style-type: none"> ●负责整合队伍的内外部资源，撰写完善招商方案，通过多种渠道找到合作伙伴，为队伍提供技术支持、资金赞助等 	<ul style="list-style-type: none"> ●具备财务、人力资源管理能力 ●有良好的谈判能力 	2
	财务		<ul style="list-style-type: none"> ●负责战队财务申报、日常流水管理 ●负责物资出纳、采购、协调、汇总，负责实验室的日常管理 	<ul style="list-style-type: none"> ●具备财务、人力资源管理能力 ●有良好的谈判能力 	1
梯队队员	机械	<ul style="list-style-type: none"> ●协助正式队员完成比赛 		同各组组员招募要求	7
	电控				8
	视觉算法				2
	运营				3

CUBOT 在 2023 赛季推行不同于预备队员的梯队制度，依据队员能力和意愿，将电控、机械、视觉、运营各组成员划分为一、二、三梯队：

第一梯队可认为传统制度下的正式队员，直接承担主要参赛兵种的设计和装配任务；第二梯队主要负责战队常规工作，可承担部分参赛兵种的设计或装配任务，或自行设计实现与备赛有关的任务，如场地元素搭建、场地道具设计制作等；第三梯队作为外围周边队员，辅助第二梯队队员进行常规工作；也可利用实验室资源进行小物品小项目的加工制作。

而队员所属一、二、三梯队的身份并非盖棺定论，调整周期一般为两周（或视任务工期而定），评定标准由各组负责人和队长项管决定，其中包括但不限于日常出勤、任务进度、个人能力、比赛理解等方面的考核，结果在每周大会上公布；如果对结果不满意可以找队长沟通，每次调整并非只有升降，更多的情况应当是持平状态。

除开梯队制度之外，在队伍的管理中，还根据各技术组分设了技术组长来进行包括但不限于组内技术进度、战队事务、队员状态等的管理协调工作，辅助队长项管对队员们进行任务分配、督促与落实，有效提高了整个队伍运行的协作效率。

综上所述，梯队制度下队员还有归属分组，服从队长和项管以及相应技术组长的调配管理。有效地提高了整个队伍处理技术项目或其他战队日常事务的效率，建立了确保能够责任到人、有效落实、有人维护的日常运行状态。

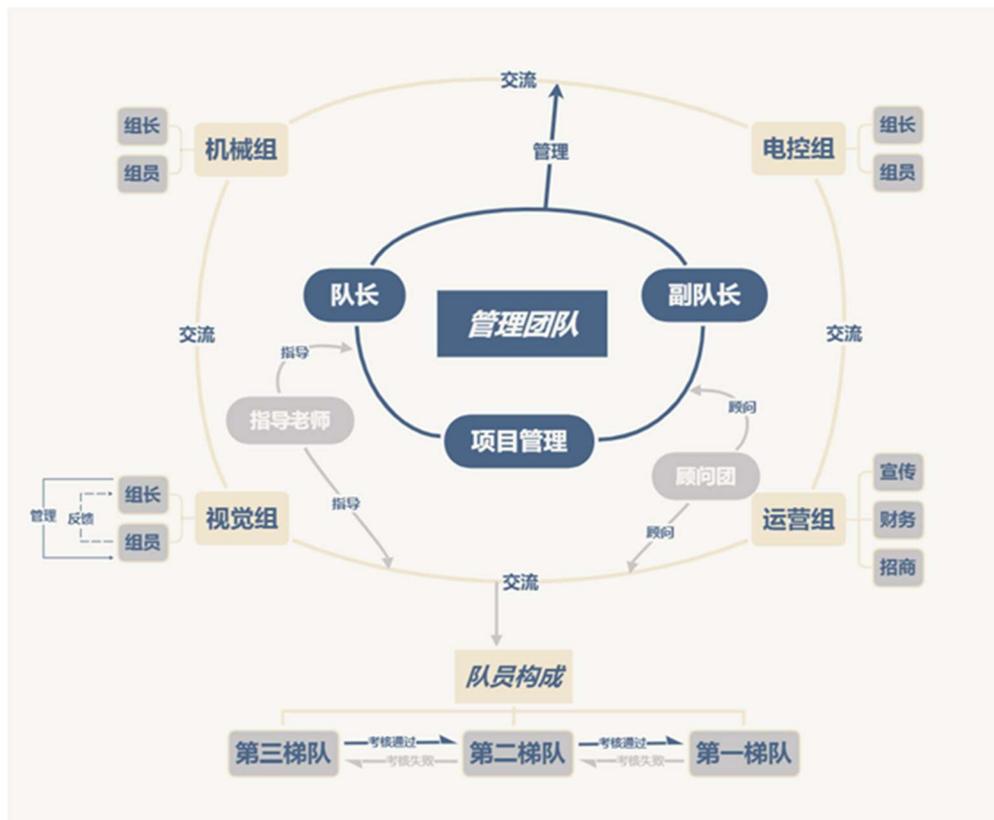


图 3-6 团队构架设计

3.1 团队招募计划

鉴于本科生专业知识储备有限，队伍招募历来以比赛态度为首位，队员招募最看重的是为队员热爱机甲的初心、热情以及一丝不苟的务实态度。招募时，队伍会考虑队员任务安排与专业方向最大程度契合，争取既促进队员学习成绩，也可以激励队员在比赛中投入更多热情和精力。

队伍赛季初实际招新到 71 人，其中机械组 26 人、软件组 17 人、硬件组 18 人、视觉组 5 人、运营组 5 人。考核结束后留队人员 27 人，其中机械组 8 人、软件组 7 人、硬件组 8 人、视觉组 1 人、运营组 3 人。下图为队内成员晋升流程：

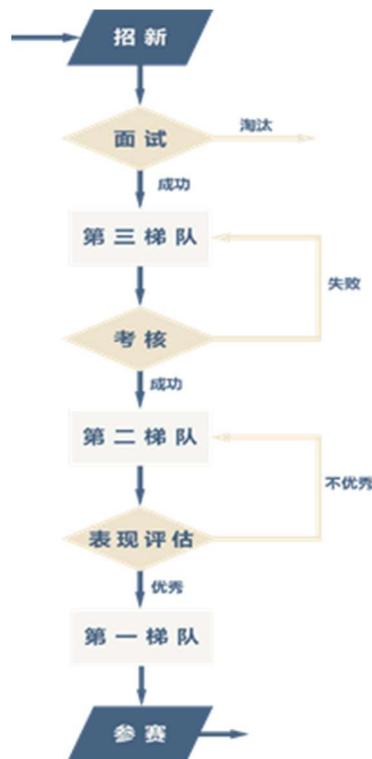


图 3-7 团队招募流程

机械组现有正式成员 13 人，预备队员 8 人。正式队员中 7 人为上届所留预备队员，新招 6 人。最终确定机械组项目人员安排为步兵 1 人、平衡车 2 人、工程 3 人、英雄 2 人、哨兵 2 人、无人机 1 人、飞镖 1 人、发射架 1 人。考虑到机械组工作量大，人员流失比较大，计划各兵种均配备至少 1 名预备队员。

软件组现有正式成员 7 人，预备队员 7 人。正式队员中 3 人为上届所留预备队员，新招 4 人。最终确定软件组项目人员安排为步兵+工程底盘 1 人、平衡车+大符 1 人、工程机械臂

1人、英雄1人、哨兵1人、全自动1人、发射架1人。计划软件组各兵种均配备至少1名预备队员。

硬件组现有正式成员4人，预备队员8人。正式队员中2人为上届所留预备队员，新招2人。最终确定硬件组项目人员安排为超级电容+大符1人、主控1人、9015电调1人、飞镖软硬件1人。考虑到硬件组焊板等工作量大，十分消耗时间，计划硬件组每位正式队员均配备至少2名预备队员辅助工作。

视觉组现有正式成员4人，预备队员1人。正式队员中1人为上届所留预备队员，新招3人。最终确定视觉组项目人员安排为大符1人、自瞄预测1人、雷达1人、全自动1人。考虑到视觉组对队员知识储备要求较高，前期以学习为主，工作量不大，计划视觉组配备至少1名预备队员随时补充人员流失的空缺。

运营组现有正式成员2人，预备队员3人。正式成员均为上届所留预备队员。最终确定运营组项目人员安排为宣传经理1人、财务经理1人。考虑到宣传方面工作量较大，财务工作容易出现误差，计划运营组配备至少1名预备队员辅助正式队员工作。

3.2 团队培训计划

总体方向分配如下：

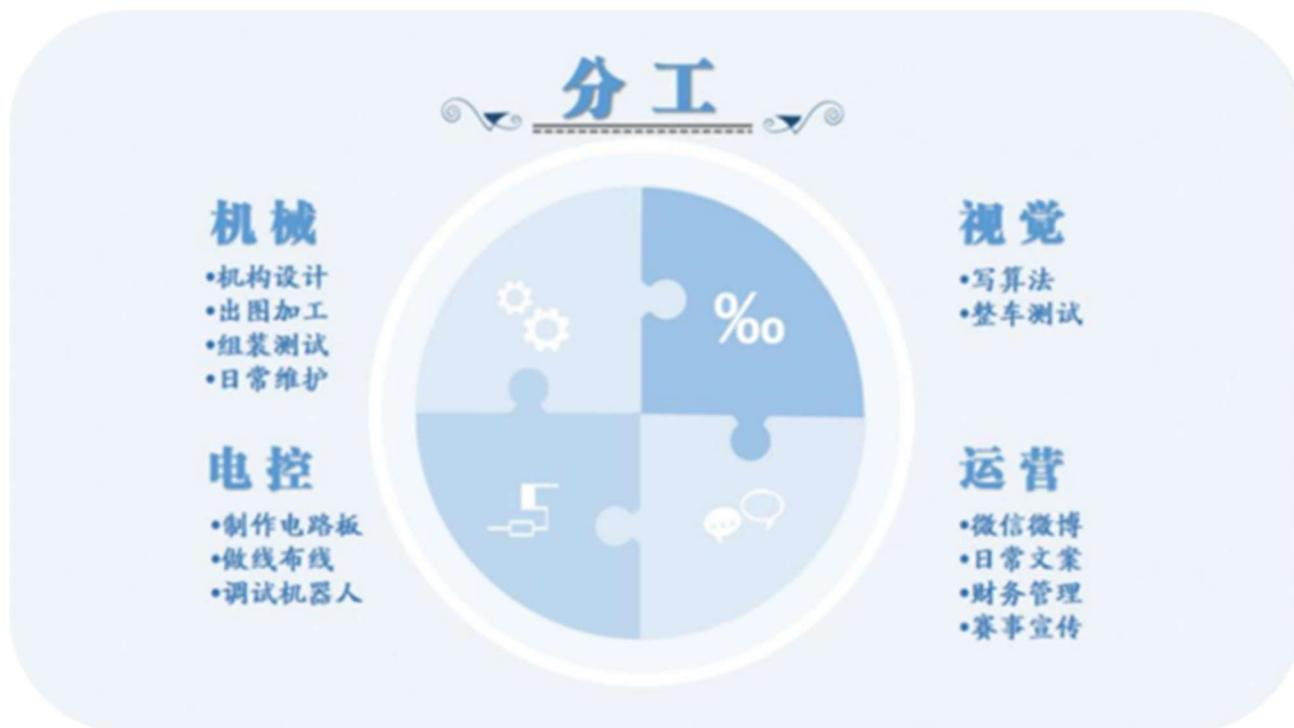


图 3-8 团队培养计划

本赛季机械组各成员的初步职责分工如下：

表 3-32 机械组任务分工

兵种	分工内容	负责人员
英雄机器人	英雄云台+仿真	张继元
	英雄底盘+大炮弹道	陈立清
步兵机器人	步兵云台+小炮弹道	刘灿雯
	步兵底盘	安旭
工程机器人	工程机械臂	郭奎皓
	工程采矿+场地复刻	王江龙
飞镖	飞镖发射架、弹体	杨海波
空中机器人	无人机	薛锦淮
平衡车机器人	平衡车	刘灿雯
哨兵机器人	哨兵云台	刘勇伸
	哨兵底盘	李鹏超

本赛季软件组各成员的初步职责分工如下：

表 3-33 软件组任务分工

分工内容	负责人员
全自动机器人底盘+技术顾问	焦睿轩
平衡车机器人+大符	许忠鑫
哨兵机器人+无人机+小炮弹道测试	欧阳佚炫
工程机器人	冯家齐
飞镖发射架	张天阳

步兵机器人+工程底盘	曾毓林
英雄机器人	罗旭阳

本赛季硬件组各成员的初步职责分工如下：

表 3-34 硬件组任务分工

分工内容	负责人员
超级电容+大符	彭鹏程
飞镖电控	段劲松
主控板	高兆龙

本赛季视觉组各成员的初步职责分工如下：

表 3-35 视觉组任务分工

分工内容	负责人员
大符	陆强
雷达	杨宇航
全自动步兵	刘姜、刘昊华
自瞄预测	宫智乾、刘洋
工程兑换	程基瑞、卢奎均

横向上队员划分四组：机械、电控硬件、电控软件、视觉，各组设 1 名组长，把控组内各成员进度。

纵向上各兵种设立兵种负责人，熟悉机械、硬件、软件的整体工作内容，了解兵种定位，制定兵种计划安排。

表 3-36 各兵种技术分工

战队岗位职责划分	机械组	软件组	硬件组	视觉组
英雄机器人	2	1	3	2
步兵机器人	2	1		
工程机器人	3	2		

哨兵机器人	2	1		
平衡车机器人	1	1	1	1
无人机	1		1	1
飞镖	2	2		1
全自动机器人	0	1		1
雷达	1			

对于梯队队员的培养，战队将以实践性培养为主。在通过基础知识学习期后，将由梯队队员与正式队员双向选择结成“老带新”对子。除队伍统一安排的对梯队队员学习培训任务以外，由梯队队员主动寻找正式队员；正式队员主动带领梯队队员进行所负责项目的设计、装配、调试过程，保证梯队队员的参与感与成就感。同时在这一实践过程中，梯队队员将累积大量设计、装配经验，为梯队队员在本赛季成长为正式队员或在下赛季中大放异彩提供技术积累。

4. 资源可行性分析（10）

4.1 资金资源

战队经费来源主要有以下 7 个方面：

1. 中国矿业大学信控学院和机电学院的学生竞赛资金
2. 中国矿业大学大创中心下拨的专项科研经费
3. 战队成员利用战队资源参与大学生创新创业训练计划获得的拨款
4. 企业提供的物资、赞助和捐款等
5. 战队在 RoboMaster 比赛中获得的奖金
6. 战队成员利用战队资源参加其他竞赛（如：挑战杯、互联网+等）获得的拨款和奖金
7. 往年战队资金结余

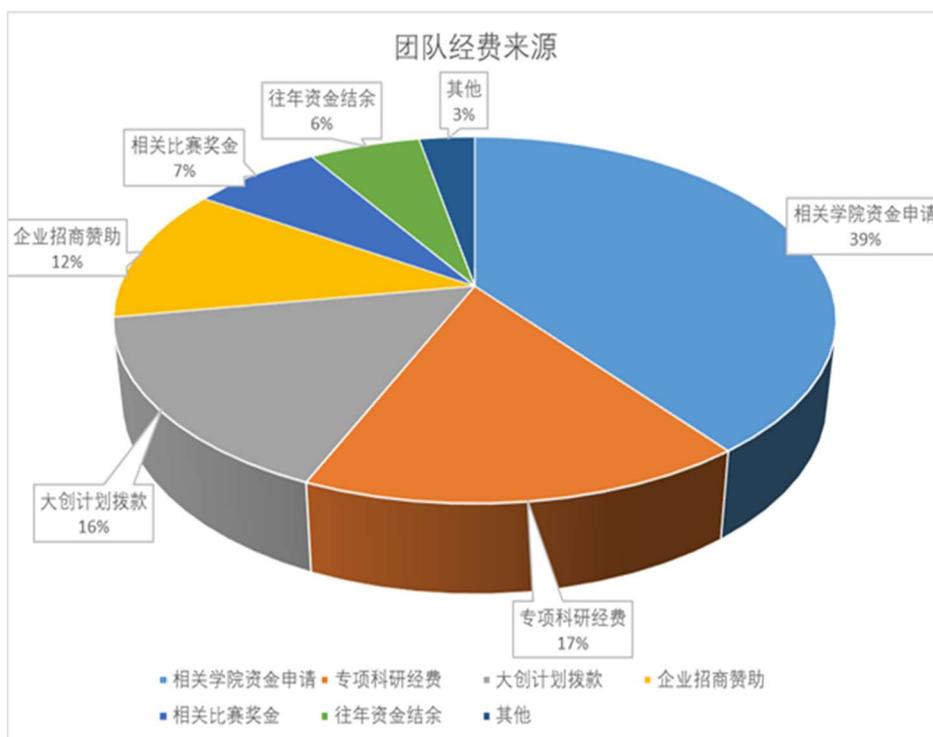


图 4-1 团队经费来源

4.2 物资资源

4.2.1 机械组物资

表 4-1 机械组物资清单

品名	数量	备注
板材	若干	
PLA 打印丝	×60	
三用氩弧焊机	×1	三用 WSE250 上海欧缔焊机
雕刻机	×2	上海易雕 4060 一台，6090 一台
台钻	×2	菱豹精品五金机电
手动攻丝机	×1	西马特机床
FDM 3D 打印机	×6	ANYCUBIC Mega-M ×4、Vyper×2
光固化打印机	×2	ANYCUBIC Mono ×2
树脂	×20	
切割机	×1	更换不同锯片可切割铝材、木材等
角磨机	×3	配备砂轮磨片、百叶片、立式座等，可适应多种工况
手枪钻	×4	可更换不同披头或钻头，完成装配或打孔任务
冲锋钻	×2	大功率电机可适应大孔径、多数量的打孔需求
铆钉枪	×1	可快速铆接 M3-M5 的多种规格铆钉
曲线锯	×1	可精细切割特殊形状的木板、铝板、铝方等
其他手动工具	若干	包括但不限于六方、扳手、螺丝刀等工具

4.2.2 电控组物资

表 4-2 电控组物资清单

品名	数量	备注
胶枪	×10	粘接结构，固定线材
焊台	×4	焊接
热风枪	×4	焊接、拆卸
加热平台	×4	焊接铝基板
示波器	×2	分析电路波形
电源箱	×1	测试电路板
镊子	×20	焊接工具
剪刀	×4	剪切胶布等
斜嘴钳	×2	焊接工具
尖嘴钳	×1	焊接工具
ST-link 调试器	×30	调试下载代码
热缩管	若干	保护线材

4.2.3 视觉组物资

表 4-3 视觉组物资清单

品名	数量	备注
intel NUC11	×12	车载运算平台
大华工业相机	×20	视觉自瞄图像采集主要设备
深度相机	×2	工程机器人定位图像采集设备
openmv4 H7	×4	学习测试上位机

便携装甲板	×4	便于自瞄测试工作
硬盘	×1	储存视觉组资料和录像
卷尺	×3	测定距离
网线	×4	用于远程连接车载运算平台
三脚架	×1	支撑雷达相机
便携屏	×2	用于配置运算平台
HDMI 线	×6	用于连接显示器
标定板	×1	相机标定

4.2.4 运营组物资

表 4-4 运营组物资清单

品名	数量	备注
索尼 A7 相机	×1	记录战队日常活动
钥匙扣	×100	用于比赛、战队交流，校内活动等集体性场合，用作纪念品赠送给其他战队队员或同学
手环	×100	
卡贴	×100	
横幅、海报	×10	用于战队宣传，助力提高战队整体赛事文化氛围，增强队员的荣誉感和获得感，提高赛事影响力

4.2.5 官方物资

A. 公共资源网站

1) ROBOMASTER 赛事论坛

<https://bbs.robomaster.com/forum.php?gid=61>

2) ROBOMASTER 技术交流论坛

<https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=forumdisplay&fid=63>

B. 官方物资清单

- 1) RoboMaster 标签模块
- 2) RoboMaster UWB 定位系统
- 3) RoboMaster 基站模块
- 4) RoboMaster GM3508 直流无刷电机
- 5) RoboMaster 红点激光器
- 6) RoboMaster 麦克纳姆轮右旋
- 7) RoboMaster 麦克纳姆轮左旋
- 8) RoboMaster 2312 电调-420S
- 9) RoboMaster TB47 电池 100W 充电器成品（不含 AC 线）
- 10) RoboMaster 机器人专用遥控器接收机
- 11) RoboMaster 机器人专用遥控器套装
- 12) RoboMaster 电调中心板
- 13) RoboMaster 麦克纳姆小胶轮
- 14) RoboMaster 电池架（兼容型）

4.3 加工资源

一、大学生创新训练中心

实验室得到校大创中心的支持，可在老师的指导下使用如下加工设备

表 4-5 大创中心加工设备

资源设备	设备名称	型号
车加工设备	普通车床	C6140A
	数控车床	SK50S
铣齿磨设备	立式铣床	X5032
	数控雕铣机	BCT D50
热加工设备	等离子电焊机	LGK-100A

激光设备	高速精密激光雕刻机	E1309RF
------	-----------	---------

二、合作商家

- 1) CNC 加工件：腾嘉昌精密机械
- 2) 铝方管定制：振心金属
- 3) 碳纤维板加工店家：中锐碳纤维、哈长伟碳纤维板
- 4) 螺钉螺母等紧固件店家：佰瑞特
- 5) 齿轮齿条同步轮等传动部件：广发传动。
- 6) 电路板：嘉立创
- 7) 3D 打印：未来工厂

4.4 宣传资源

一、微信公众号

微信公众号是酷博特战队向其他战队展示自己战队日常风采的最主要途径，也是官方获取战队信息以及评判运营成绩最重要的方式。

- 1) 公众号内容每周更新一次，更新内容包括战队进度、实验室日常分享以及实验室大事记，例如与其他学校战队交流等，年中年末战队中期总结等推文
- 2) 公众号内容包括但不限于推文、海报、视频，主要以推文为主
- 3) 有选择性转载官方公众号内容，宣传 RM 比赛的同时也是提高战队实力的一种方法
- 4) 每次推文通过 QQ 分享到空间增加浏览量和粉丝数。力争在 23 赛季结束后粉丝量达到 5000+

二、QQ 公众号

QQ 公众号是酷博特战队向校内学生展现战队日常状态和战队风采的最主要途径，是扩大在学校的影响力的重要宣传方式。

- 1) QQ 公众号分享、记录实验室琐碎日常以及进行招新宣传等内容。展现队员们备赛日常的同时，也让其他同学真正了解酷博特战队
- 2) QQ 公众号应多于校内其他学院公众号合作，以增强战队影响程度
- 3) 将每次微信推文截图分享

三、微博公众号

微博公众号与 QQ 公众号内容大致相同，但与其他战队的交流性更强，所以在发布内容的同时，要注意与官方和其他战队公众号进行互动。

四、B 站账号

B 站账号主要用于发布一些战队日常或酷博特战队相关的故事集锦，以视频形式向广泛的大学生 B 站用户宣传战队日常以及 ROBOMASTER 赛事的信息，不仅可以增强团队成员间的团队凝聚力、向心力，还可以通过视频形式生动地展现团队风貌以及赛事讯息。

4.5 人力资源及任务分配

CUBOT 战队将依据 RM 官方的时间安排把备赛过程分为了四个部分，每个阶段对队员的任务要求以及时间安排不同：

●初期：开始建队-寒假放假结束

初期阶段，队伍将组织全体队员研读比赛规则和开源资料，同时以“老带新”的方式安排新队员的培训并对各组的阶段性任务安排进行规划。

该阶段中：

◎机械组队员需要尽快掌握设计流程、加工流程，以队伍可行的加工方式为基础，辅以参考优秀结构案例设计并实现第一版机器人；

◎电控软件组队员在以往 STM32 的开发基础上，通过复刻以往代码等方式迅速掌握机器人的控制逻辑架构及各类传感器的使用；

◎电控硬件组队员将学习模电数电等必要知识，在完成复刻以往自研主控板、超级电容等模块的基础上，根据规划需求进行新主控板、超级电容模块的研发工作；

◎视觉组队员需要在了解视觉部分基础知识的基础上，根据视觉需求以复刻及实现以往代码等方式，掌握各种需求的实现方法并提出优化方案及算法模型；

◎运营组队员及时记录战队的动态、研发日程，以包括但不限于微信推文等方式进行战队宣传工作，同时辅助指导老师进行战队资金筹措、商业交流等工作。

●中期：新学期开学-分区赛前一个半月

备赛中期战队将进入机器人的迭代阶段。该阶段中，需要尽快对第一版机器人进行性能测试及疲劳测试，发现第一版中出现的问题及时进行优化改进，最终确定出相对成熟可靠的第二版机器人方案。

该阶段中：

◎机械组队员需要主导第一版机器人的测试工作，与其他组员紧密联动配合，发现现有机器人遇到的问题与不足，保持与各组之间的交流，共同商讨可行的优化或修改方案；

◎电控软/硬件组队员需要建立完整的代码架构和硬件体系，完成对各机器人的调试和性能测试，与机械组、视觉组成员共同商讨可行的优化或修改方案；

◎视觉组队员需要针对新规则需求，选择合适的硬件（包括但不限于相机、处理器等），构建第一版适合新赛季的视觉代码，并根据测试情况做出相应的模型优化，同时对出现的问题与机械组、电控组成员共同商讨可行的优化或修改方案；

◎运营组队员继续持续记录战队的设计、装配日常，保持战队的宣传力度，提升战队在全国高校中的知名度，同时设计开展战队的团建等活动，培养维持队员之间的默契与感情。

●后期：分区赛前一个半月-分区赛

备赛后期将成为最重要的决定性阶段。在这个阶段需要完成一套完整阵容的机器人（包括备用机）并作稳定测试、疲劳测试，同时需要选拔/招募操作手，并配合各组队员进行适应性训练。

该阶段中：

◎机械组队员需要完整制作出一套可以上战场比赛的机器人阵容（包括备用机）与电控组/视觉组队员联调后，供给操作手进行测试训练，并在时间允许的情况下对机器人的结构或控制算法进行微调；

◎电控软/硬件组队员需要与机械组/视觉组队员一同完成对完整机器人阵容（包括备用机）的联调，并于操作手积极交流沟通，改进控制算法及操作逻辑，完成操作手的测试与训练；

◎视觉组队员需要与机械组/电控组队员一同完成对完整机器人阵容（包括备用机）的联调，将自瞄，打符，自动采矿等视觉模型算法进行精准度及稳定性调试，得到高效率、高精度、高稳定性的视觉模型；

◎运营组队员在保证日常宣传的同时，着手设计战队周边（包括但不限于战队队服、手环、徽章等），配合 RM 官方完成战队宣传片的拍摄工作。

●总决赛：分区赛结束-总决赛

分区赛结束后，战队需要迅速调整状态，通过分析分区赛的比赛情况，对机器人的实际赛场表现进行分析和集中讨论是否有优化方案或是否有其他战队的优秀方案值得借鉴，并根据机器人的实际情况进行最后的升级迭代；针对分区赛中战术打法上暴露出的优势与不足，及时进行优化调整。同时操作手也要不断进行日常训练，锻炼团队默契；研发各组也要不断

地进行优化调试。力保最终上到总决赛赛场上的机器人阵容，是战队能够达到的最极致的水平。

4.6 协作工具与使用规划

表 4-6 资料管理工具明细

资料归属	管理方式
图纸管理	SVN、百度云、物理存储设备
代码托管	本地 Gitea 服务器, Gitee、百度云、物理存储设备
往届资料	SVN、百度云、物理存储设备
其他战队方案调研	SVN、百度云、物理存储设备
工业对标场景调研整理资料	SVN、百度云、物理存储设备
本届测试记录方式	以视频或文档/表格等方式整理留存归档至 SVN

4.7 研发管理工具使用规划



图 4-2 研发管理流程

4.7.1 机器人制作周期规划

表 4-7 机器人制作周期规划表

所属阶段	进度要求	参与人员	审核标准
基础知识学习阶段	掌握基础的软件操作以及工具使用	所有新成员	给各个成员分配切实可行的设计任务/控制逻辑算法/视觉模型算法等，考察实际项目完成情况
设计第一阶段	第一阶段以概念性设计为主，借助软件或简单实物模型表达	在第一轮中表现突出的队员及积极学习的其他队员	以队员负责的结构模块儿为主体，考察队员的设计以及学习相关知识并转化为现有设计需求的能力
设计第二阶段	第二阶段完善概念性设计，增加设计细节，得到可供装配的完整图纸	在第二轮中设计思路明晰且在老队员的指导下有明确设计方案的新队员	以队员负责的结构模块为主体，考察队员图纸的完整程度及装配可行性
设计第三阶段	主要的设计人员指导该模块的所有参与人员装配整理机器人	机械的设计人员以及电控、视觉的相关参与人员	测试装配完毕的机器人以及各个部分机构的实用性以及效率，最后总体测试稳定性

4.7.2 方案决策规划

由项目管理和副队长辅助队长统筹规划每个兵种的以下信息是否到位，要求细分到各研发组的每个责任同学：

- 是否具有产品总体方案的设想及其正确性、继承性和实现的可能性；是否具有技术可行性分析；

- 是否具有机器人设计、试验、试制周期的估算；
- 是否具有关键技术解决办法及关键元器件、特殊材料货源情况分析；
- 是否进行必要的工艺设计

4.7.3 进度追踪

依照各研发组共同规划出的进度周期，在相应时间节点，由相关负责人进行进度审查。进度正常将示以鼓励；非正常的进度队伍将共同发掘非正常进度的产生原因并给出合适的处理办法。对于因自我原因无法投入足够时间来保证研发进度的项目负责人，将视其对战队的态度进行不同处理，态度积极者将酌情给予缓冲时间。

学习有快慢之分，因此 CUBOT 战队会依照制度下的各项数据来综合评价各个成员的学习状态，非正常进度成员，组长、项管、队长等相关人员务必及时发现并给予相应的帮助，学习进度慢而且态度不到位的同学将被给予警告或退队处理。

4.7.4 测试体系

●**保证真实环境测试。**战队将会视可利用场地大小，对赛场的真实场地元素进行规划，制作出必要的 1:1 还原场地元素进行机器人的实际测试。

●**控制关键变量。**在测试过程中，对于关键变量的记录与控制将会决定测试的有效性。每次测试均要求记录改变的关键结构、关键参数、关键模型等关键变量，必要时还应记录关键环境变量，为测试数据的可溯源性，可靠性，可对比性做保证。

●**可靠性测试：**测试时不以单一测试结果为准，要进行大量的疲劳测试和稳定测试保证机构运转或代码运行的可靠性，保证测试过程和测试数据的样本容量。

●**可维护性测试：**对机械结构和代码逻辑的即时维护或更换做测试，保证紧急情况下模块的快速维护及代码的快速参量变更。

●**测试数据处理：**测试结果或数据将以视频或文档/表格等方式整理留存，辅以测试时记录下的关键变量，以保证测试结果的可传承性和参考价值。

4.7.5 知识共享平台

一、知识共享平台的搭建

每年队伍均会加入新队员，但比赛的核心技术应当从上一年的基础上进行迭代而不是每年都从点亮第一个流水灯开始。因此每个赛季都将留存下来知识共享文档，在下一赛季的新

队员完成基础知识学习后，由老队员用战队的留存知识文档引领新队员快速熟悉并达到队伍现有的技术水平。

二、知识传承、文档撰写方式

各组组长每周汇总组员的学习内容，将好的学习思路以及方法记录至总结文档，每个月同组成员分享当月学习过程中的学习心得，发现学习中的小技巧，提高战队所有成员的技术水平。

战队内部将使用版本控制软件 SVN 来进行包括但不限于电控代码、机械图纸以及视觉代码的版本控制，留存每一个版本的原始代码可以发现原始代码逻辑或原始图纸中存在的关键性问题，便于在多次迭代后仍能溯源。

对于实验室内特有的加工工具以及流程，在指导新队员使用的过程中总结使用过程，以文档方式留存，并实时更新新的加工方式或加工工艺，以便下届队员的学习以及参考。将其上传至 SVN，本届队员及下届队员均可以下载参考，保证了知识文档的可传承性。

5. 宣传及商业计划（10）

5.1 宣传计划

5.1.1 工作内容

负责对校内外同学宣传 RoboMaster 赛事。通过记录备赛视频以及其他公众新媒体社交平台等文稿的宣发，不仅仅面对本校同学，也向社会各界宣传 RoboMaster 比赛以及中国矿业大学 CUBOT 战队。

负责扩大酷博特机器人战队的校园知名度和影响力。通过在各新闻公众媒体上制作并发布酷博特战队的校内的宣传内容产出，展示战队技术与团队精神，可以起到打开局面，宣传开放的作用。

负责加强团队内部凝聚力。通过记录战队故事，设计团队周边塑造健康良好的团队氛围，为团队队员记录并留存珍贵的团队记忆，增强战队队员的归属感和成就感，建设专属于酷博特团队成员的队内精神高地，例如：策划并举办团建活动与设计周边礼品等。

负责酷博特战队内部队员的协调合作。加强团队内部的技术交流氛围的建设与维护，例如：不定期组织不同组别的队员进行交流学习，实现各个组别间的交叉合作。

负责酷博特战队与相关科创基地的对接活动，例如：战队周边纪念品设计制作、团队与基地对接项目活动的组织，制作相应的宣发文稿等。

表 5-1 赛季时间轴

时间节点	月份	负责人	事件	TO-DO（不超过 3 个）	备注
备赛期	22 年 9 月 —23 年 2 月	宣传经理	联盟赛出征准 备	1. 宣传海报设计 2. 队内优秀个人短片制作 3. 官方赛事信息同步	
中期形态	23 年 2 月 —23 年 3 月	宣传经理	赛季中期	1. 剪辑中期形态视频 2. 负责团队中期团建活动	

赛期	22 年 3 月 —23 年 8 月	宣传经理	联盟比赛状态	1. 排机酒住宿 2. 负责团队餐饮 3. 及时拍摄记录战队比赛 状态	
----	--------------------------	------	--------	--	--

5.1.2 新媒体公众号运营

一、微信公众号

微信公众号是酷博特战队向其他战队展示自己战队日常风采的最主要途径，也是官方获取战队信息以及评判运营成绩最重要的方式。

1. 公众号内容每周更新一次，更新内容包括战队进度、实验室日常分享以及实验室大事记，例如与其他学校战队交流等，年中年末战队中期总结等推文。
2. 公众号内容包括但不限于推文、海报、视频，主要以推文为主。
3. 有选择性转载官方公众号内容，宣传 RM 比赛的同时也是提高战队实力的一种方法。
4. 每次推文通过 QQ 分享到空间增加浏览量和粉丝数。力争在 23 赛季结束后粉丝量达到 5000+。

二、QQ 公众号

QQ 公众号是酷博特战队向校内学生展现战队日常状态和战队风采的最主要途径，是扩大在学校的影响力的重要宣传方式。

1. QQ 公众号分享、记录实验室琐碎日常以及进行招新宣传等内容。展现队员们备赛日常的同时，也让其他同学真正了解酷博特战队。
2. QQ 公众号应多于校内其他学院公众号合作，以增强战队影响程度。
3. 将每次微信推文截图分享。

三、微博公众号

微博公众号与 QQ 公众号内容大致相同，但与其他战队的交流性更强，所以在发布内容的同时，要注意与官方和其他战队公众号进行互动。

四、B 站账号

B 站账号主要用于发布一些战队日常或酷博特战队相关的故事集锦，以视频形式向广泛的大学生 B 站用户宣传战队日常以及 ROBOMASTER 赛事的信息，不仅可以增强团队成员

间的团队凝聚力、向心力，还可以通过视频形式生动地展现团队风貌以及赛事讯息。

5.1.3 战队影响力

战队影响力与战队发展息息相关，广泛的影响力可以帮助战队更好地招贤纳士，吸引更多优秀的人才加入战队，进而在未来的比赛中取得的更好的成绩。

1. 战队招新：每年的战队招新不仅是实验室新鲜血液的输入，同时也是向学校开放性展示战队的一次机会

2. 战队开放日：每学期举办至少一次战队实验室开放日，以期扩大校级影响力度，向全体同学展示战队真实日常。同时也可作为实验室吸纳新鲜血液

3. 官方平台：与校团委、校级学生组织等达成合作，在学校各大官方平台以及学院平台宣传酷博特战队

4. 校内赛：与校级组织联办校内赛，从基础比赛开始让更多的人更近距离接触 RM、了解 CUBOT

5. 宣讲会：每学期举办 1-2 次宣讲会，同时进行招新

6. 校级展示活动：积极参加校级组织举行的各种展示类活动，例如迎新晚会、科技文化节等等，增加战队曝光度和影响力。

5.2 商业计划

5.2.1 招商评估

RoboMaster 机甲大师作为一个大型比赛，需要多方面的渠道支持，在近年的参赛过程中，中国矿业大学 CUBOT 战队不断地突破和挑战了自我。同时，也获得了学校的重视和一定程度上的支持，但是由于参赛以及研发、材料购入等耗资较大，因此我们还需要获取第三方的赞助来保证我们能够更好地完成各项赛事准备工作，以实现更好的发展。

在招商对象的选择上，往年赛季的招商对象基本上都是实验室的常年合作伙伴。根据实验室目前的需求，在未来，我们预期需要从一些志同道合、有宣传需求的企业中，寻找新的资源来源，企业对于战队的支持可以通过多种途径，包括提供比赛物资、提供教育折扣、提供机械或 PCB 板的加工支持、给予赞助或捐款等。其中，从企业获得的赞助和捐款，预计会占到总资金的 20-30%。

5.2.2 招商计划

一、战队以及赞助商的需求分析

战队需求：资金支持、材料支持、技术支持/交流等

赞助商需求：提升影响力、扩大知名度、吸收人才等

二、招商对象

根据中华人民共和国相关法律有效注册成立并依法经营、从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及经赛事组委会认可的其他行业的企业，均可应征为“RoboMaster2023 全国大学生机器人大赛参赛队”的赞助企业。

三、赞助商梳理

表 5-2 赞助商合作明细

合作状态	公司名称	备注
已合作企业	苏州科维合视自动化设备有限公司	本赛季初需及时与该企业沟通，对过去一个赛季的合作是否满意，以及该企业还有哪些新的需求。同时在工业相机和资金与技术方面，能否在保持原来水平的情况下进一步加大赞助力度。
	米思米（中国）精密机械贸易有限公司	作为老牌合作企业，在新的赛季里也要积极与相关负责人沟通，了解企业需求点，以及寻找战队与企业新的合作点。
	成都机械加工厂	战队对于机械加工零件需求量大，所以在新的赛季要已该家企业为拓展口，寻求更多的原材料合作企业。
	友达光电股份有限公司	该企业也是战队的老牌合作企业，在新的赛季里争取寻求更进一步的合作关系。
	杭州宇树科技有限公司	该企业是战队的新兴合作企业，通过使用该企业提供的关节电机为工程机器人和平衡步兵的发挥助力。
意向合作	徐州电子教育机构	战队与该企业已开始尝试合作，形成了良好的合作成果，双方渴望继续达成共识，目前已经开展了一系列合作项目，预计可以完成。

	徐州市天然置业有限公司	该企业是在赛季初达成合作意向，属于高新技术企业，具体的合作细节还需要后期双方面谈进一步落实。
--	-------------	--

5.2.3 赞助商义务

- ★ 经费支持：承担中国矿业大学 CUBOT 战队参与机器人赛事及研发的相关费用开支（包含但不限于件零件采购、加工开支、交通差旅等）；
- ★ 物资支持：为中国矿业大学 CUBOT 战队提供一定的物资支持；
- ★ 其他支持：（具体项目洽谈商定）；
- ★ 特别说明：该项赞助行为是中国矿业大学 CUBOT 战队与赞助商在 RoboMaster 机甲大师赛事运营基础上达成的合作，需充分尊重赛事组委会的立场，不得以任何方式侵害赛事组委会、赛事官方赞助商及 RoboMaster 赛事官方招商企业品牌的利益。

5.2.4 赞助商权益

表 5-3 赞助商权益

序号	合作项目	说明
1	战队冠名权	冠名形式为：中国矿业大学 XX CUBOT 战队（XX 为赞助商名称）
2	参赛队提供机器人零部件测评反馈	使用赞助商指定的相应产品，记录并提供日常使用时遇到的问题及反馈
3	参赛队举办校内活动可供赞助商做品牌输出	在战队、校内赛的宣传单上可展现企业的 LOGO，以及在校内宣讲、横幅悬挂等环节植入企业的广告和展示企业的产品
4	参赛队员队服广告位露出	在队服的醒目位置印上企业的 LOGO
5	参赛机器人车体广告露出	在车体上黏贴企业的 LOGO
6	参赛队自有媒体持续性露出	在“矿大 CUBOT 酷博特战队”微信公众号和 B 站平台中可展现企业的 LOGO 和提及企业的产品
7	其他未列入项目	其他权益可洽谈商定

6. 团队章程及制度

6.1 团队性质及概述

6.1.1 团队属性

中国矿业大学 CUBOT 战队正式成立于 2016 年，挂靠于中国矿业大学大学生创新中心，战队成员由来自机电学院、信息与控制学院、计算机学院、环测学院、经管学院等各个学院的老师、本科生和研究生组成。战队从创建之初至今已连续参加了六届比赛，这六年来既有过积分榜第二、总决赛季军的辉煌战绩，也有着止步分区赛十六强的黯然离场；期间一代又一代的年轻人们从此处开启了工程师的大门，收获成长，收获感动，逐渐形成了前赴后继，薪火相传之态；无论条件如何刻苦，任务如何艰难，全体 CUBOT 成员始终秉持着“挑战极致”的口号，在技术研发上不断突破前辈，在备赛阶段中严于律己，严于律人；逐渐形成了团结紧张、严肃活泼的工作作风，以果敢、凌厉、迅猛的赛场战斗风格面对强敌，激励团体不断前行！

6.1.2 团队目标

战队的统一目标，为团队奋斗的动力之源，只有将初心统一，将目标一致，队员们的方向才会明确，行动才会朝着共同的朝向快速奋进，达到彼此的最终目标。

战队未来将主攻智能驾驶/自动驾驶的行业应用；机器视觉的行业应用；伺服电机的驱动控制研究等方向，在现有体系与成果的基础上，实现由爱好兴趣到技能技术的稳步提升，为战队队员之后的发展培养更多的可能性。也为实验室整体的技术水平，实现质的突破。

CUBOT 战队以“挑战极致”为队魂，全队队员以此为信仰，逢山开路，遇水搭桥，将实验室精神与中国矿业大学“好学力行、求是创新、艰苦奋斗、自强不息”的传统精神相融合，不断学习新知识，开拓新思路，发掘新途径，顽强奋斗，艰苦拼搏，永不放弃，在技术领域不断开拓进取，攻坚克难，获得突破。在 RM 舞台上夺冠为 CUBOT 战队在赛场上的唯一目标，培养更多优秀的青年工程师同时也是我们更高的追求。

6.1.3 发展方向

CUBOT 战队未来将以 RoboMaster 比赛的技术积累为依托，向“挑战杯”、“创青春”、“互联网+”等赛事延伸。建立更多的校企合作，扩大战队校内、校外的影响力，搭建更丰富的学生实践平台。成为一个智能机器人领域的人才培养、项目孵化的基地。同时未来考虑将机器人操作系统、智能驾驶方面的体系架构和控制方法引入到机器人本体，进一步提升机器人的性能，在技术层面达到更高的突破。

战队全体队员将谨遵指导老师李会军“学一身本领、交一帮朋友、做一番事业！”的教诲，扎实稳打，持续发展。在做比赛的过程中，发挥并传承酷博特的创新精神、挑战极致精神，勇于进取、不轻言放弃精神。鼓励参赛队员乃至更多的人勇于实践、勇于创新，打破现有的技术壁垒，实现更多的技术突破。

6.2 团队制度

考虑到本模块的特殊性，将采用“概述+附录”的形式，助力更全方面展示 CUBOT 各方面制度建设；其中附录采用“超链接+腾讯文档”方式打开，带来的阅读不便，请您谅解；若有疑惑，欢迎您与我们线上联系。

6.2.1 审核决策制度

CUBOT 中的任何决策都要遵循的三个原则

1. 谁负责任务谁决策
2. 共同承担责任的时候谁执行谁决策
3. 共同执行的是谁最有判断能力谁做决策

一、任务的提出——由需求牵引目标导向队伍中的任务安排主要是根据需求来制定的，任务的提出要根据队伍目前的需求以及队伍当前的宏观时间安排进行提出。提出任务后要有一定的任务规划，提出任务的队员先行对其进行任务时间、任务难度、任务所需人员数量、任务对技术组的要求有一定的规划。如果是时间周期较短，难度较低的任务可以直接有技术组负责人进行审核，审核通过后填写到项目组任务的在线表格中。如果是时间周期较长、难度较大、需要多个技术组进行配合的任务，需要让各技术组负责人与队长一同进行审核，从而制定出更为详细的任务流程。

二、任务的验证——验证任务可行性与必要性

在任务提出后，较简单的任务可以直接进行。而相对复杂周期性较长的任务一定要由队长和技术组负责人牵头与有相关经验的队员以及老队员进行方案讨论，细化量化任务的时间以及必要性。关于需求产生任务的取舍需要队长和技术组负责人进行把控，已保证主要兵种任务的进度安排。

三、任务的分配——分配做到合理且合适

任务提出，在负责人验证确有其需求后，由技术组负责人与队长负责对实施任务的相关人员进行调配。技术组负责人要对所有队员的当前的任务安排做到心里有数，要尽量避免队员没有主要任务和队员任务量太大的情况。任务不仅做到任务内容分配到个人，也做到有技术组负责人进行进度跟踪以及相关指导。

四、任务的评审以及进度跟踪——及时关注任务进度

任务的进度跟踪主要由所安排的技术组负责人进行了解，每周至少两次进行询问了解，并要求相关队员更新项目组任务的在线表格。技术组负责人跟进相关进度后要在周六晚全体成员的周会前与队长进行汇报，确保任务进度以及了解队员近期状态。任务内容的评审主要在任务完成后交予技术组负责人与队长进行成果检验。

五、任务的成果验收——任务成果与任务汇报

任务的成果验收不仅需要任务最终的效果成果，还需要成员写一篇关于任务内容的汇报，汇报中主要包括任务过程中遇到的问题以及解决方案，还要写关于后续的迭代改进的方案预想。

任务成果对比任务初期所提出的方案，测试最终的成品效果，判断是否需要继续进行改进。



图 6-1 审核决策制度

6.2.2 会议制度

一、实验室规定每周六晚全体正式队员需在实验室进行周会，汇报总结一周内实验室进度以及所遇到问题，并一定程度上对战队之后的进程予以规划，缺席队员需严格遵循请假制度。

二、在每周周会结束后，各小组相应进行每周小组组会。每个小组需邀请至少两名前队员，细致，更有针对性集体解决本组内部近期所遇到的问题，相互之间起到进程督促作用，并有负责人员对组会进行记录。电控组，机械组需提前邀请老师共同参加指导。

6.2.3 考勤制度

考勤主要在手机 app “钉钉” 进行，有实验室所在范围打卡，战队每周会对战队内所有成员（正式队员和梯队队员）进行打卡时间统计与规范，每周每天打卡时长要求范围可由下图（假期打卡时间另行计算）

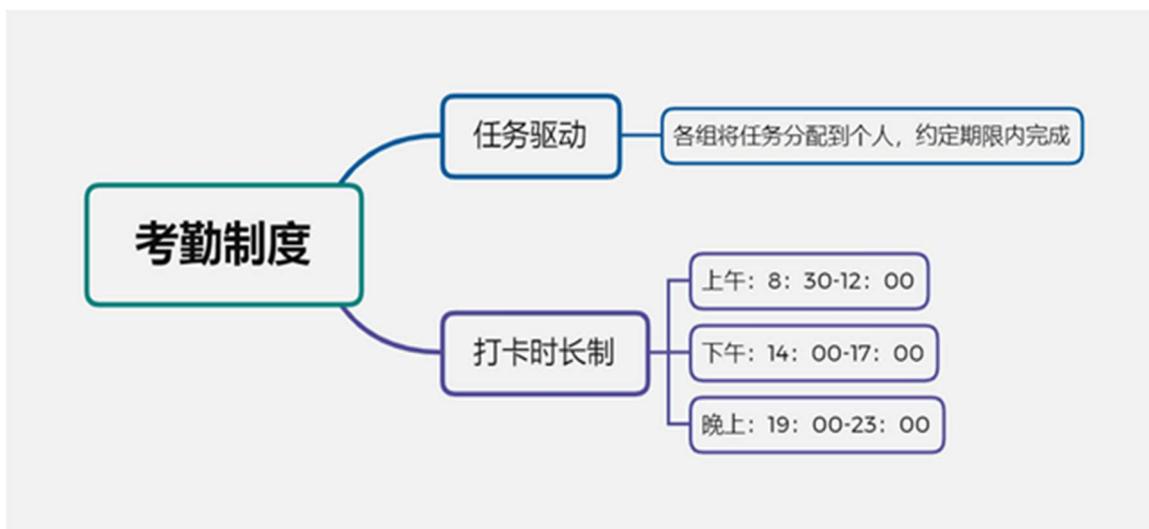


图 6-2 考勤时长制度

详见附录：附录一：CUBOT RMUC2024 考勤制度

6.2.4 财务制度

一、支出总流程

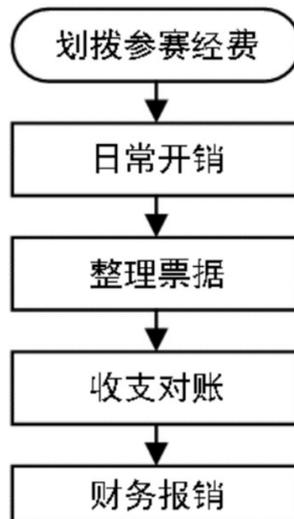


图 6-3 团队支出总流程

二、经费相关说明

1. 参赛经费用途：用于支付备赛和比赛过程中发生的低值易耗品费、设备费、加工费、邮寄费、租车费、市内交通费、参赛队员的差旅费、加工设备维修费、保险费等费用。

2. 参赛经费划拨：按照¥5000 元/次的额度划拨到实验室专用银行卡中，由财务主管统一管理。实验室每支出¥10000 元为一个财务节点，到达财务节点后，财务主管必须和指导老师进行财务对账，出具详细的财务支出报表。

3. 参赛经费审核：小于¥500 元的单笔支出，必须由组长和队长审核完毕之后，财务主管才能付款；大于等于¥500 元的单笔支出，必须由组长、队长和指导老师共同审核完毕之后，财务主管才能付款。

4. 参赛经费管理：参赛经费由财务主管进行统一管理，只能通过实验室公用支付宝账号进行网络支付。

三、线上物资采购流程

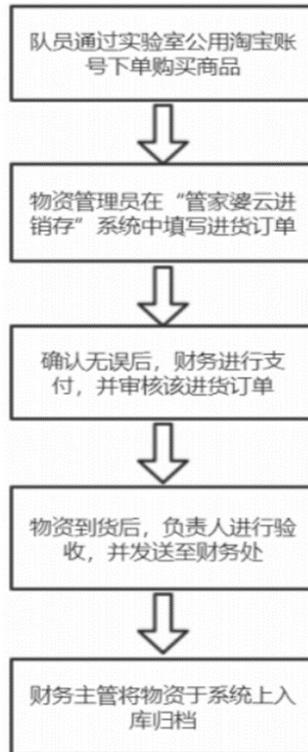


图 6-4 线下物资采购流程

四、 线下物资采购流程

队员在线下进行物资采购时（例如，到东兴物资市场购买材料），先由个人垫付采购费用。队员垫付的费用必须在支出之后 2 天内，凭票据和支付凭证到财务主管处报销。

五、 费用报销流程



图 6-5 团队费用报销流程

六、 注意事项

1. 实验室公用支付宝账号的每一笔支出必须和一笔“进货入库单”对应；实验室公用支付宝账号的每一笔收入必须和一笔“销售出库单”对应。
2. 在网上物资采购过程中，已经通过公用支付宝账号付款，但是供应商尚未发货时，发现采购的物资不满足要求需要退货或者供应商无法及时发货需要退款，可以先完成进货入库然后再发起销售出库，以保证“管家婆云进销存系统”中的单据和实验室公用支付宝账号的收支情况一一对应。

详见附录：附录二：CUBOT RMUC2024 财务制度

6.2.5 安全制度

1. 实验室所有人员必须经过严格培训，熟练掌握实验室相关仪器设备的操作流程之后，才能进入实验室工作和学习。
2. 在实验室内使用相关实验仪器设备时，必须严格按照仪器设备的标准操作规程进行操作，严禁违规操作。
3. 实验室所有人员必须熟练掌握消防器材的使用方法，严禁占用消防器材存放区域，定期检查消防器材的可靠性。
4. 严禁随意变动实验室仪器设备的供电电路。在工作过程中，如需暂时使用插线板或线盘，工作结束之后必须立刻收回。
5. 实验室的机械加工设备(例如：电焊机、台钻、切割机、角磨机、雕刻机、3D 打印机等)必须安排专人操作，在操作时必须正确佩戴和使用防护用品，初次操作要有专业人员陪同指导。
6. 实验室的动力设备(例如：高压打气机、碳纤维气瓶、气泵、射钉枪)必须安排专人操作，在操作时必须正确佩戴和使用防护用品，初次操作要有专业人员陪同指导。
7. 实验室的有毒、易燃、易爆材料(例如：洗板水、工业酒精、光敏树脂等)必须安排专人保管，定点存放，规定领用办法，记录使用情况。
8. 实验室钥匙必须由专人负责保管，非实验室相关人员不得拥有实验室钥匙，避免实验室物品遗失。
9. 实验室内严禁抽烟、酗酒、使用明火。
10. 实验室每天晚上必须安排专人进行巡查，确认水、电、气及门窗的关闭情况，确认完毕后方可离开。

11. 严禁违规使用实验室的仪器设备。如果发现违规使用仪器设备，立即将使用者逐出实验室。由于违规使用仪器设备，造成的一切后果，由使用者自行承担。

详见附录：附录三：CUBOT RMUC2024 安全制度

6.2.6 巡查管理制度

1. 实验室严格制定并执行每天巡查值班制度，每天晚上临走之前检查实验室内的水源、电源、气源、门窗等关闭情况，监督并检查实验室当天的设备归置、工位整理、卫生打扫情况。

2. 实验室巡查人员每天必须检查台钻、雕刻机、切割机、电焊机、3D 打印机、高压打气机、示波器、稳压电源、热风枪、电烙铁等设备的完好情况，检查实验室水路、气路、电路的完好情况。

3. 实验室巡查人员每天巡查完毕之后，必须填写《实验室巡查登记表》，记录巡查过程中发现的问题并签名。

详见附录：附录四：CUBOT RMUC2024 巡查制度

6.2.7 卫生管理制度

1. 实验室严格执行卫生值日制度，每天安排专人彻底打扫实验室公共区域，清理台钻、雕刻机、3D 打印机、切割机、电焊机使用后遗留的边角余料、碎屑和粉尘，清理实验室的垃圾桶。

2. 实验室工位固定，相关人员每天离开实验室前必须整理各自的自工位，做到桌面整洁，设备断电。

3. 实验内严禁堆积杂物、存放与工作无关的私人物品，不常用的设备要放入储物柜或仓库并做好记录。

4. 实验室内严禁乱扔垃圾、随地吐痰等不文明行为，地面/桌面如有积水、油污必须及时处理。

5. 雕刻、切割、焊接等有较大噪音的操作，原则上要放在晚上和周末进行，以免影响其他办公室的正常办公。

6. 实验室卫生管理分工：

1) B711、B712 个人工作区域采取包干到户的方式，每人负责自己工作区域的桌面和地面卫生

2) B715 的 3D 打印区采取排班值日的方式进行卫生打扫，由机械组和电控硬件组负责每天安排值日生打扫

3) 违反实验室卫生管理规定的同学，自动成为下一周公共区域值日生候选人，负责打扫公共区域的卫生

详见附录：附录五：CUBOT RMUC2024 卫生制度

7. 团队章程及制度

进入腾讯文档链接查看文件具体内容：

[2024CUBOT 备赛文件](#)

<https://docs.qq.com/s/25YBHa0qZwBx2t7aZgCLEa>

7.1 附录一：CUBOT RMUC2024 考勤制度

链接：[附录一：CUBOT RMUC2024 考勤制度](#)

https://docs.qq.com/s/URbAwA4Vdhv_9eLgchMMdG

内含文档：《CUBOT RMUC2024 -夏令营备赛出勤制度.docx》

《CUBOT RMUC2024-进度研发甘特图》

7.2 附录二：CUBOT RMUC2024 财务制度

链接：[附录二：CUBOT RMUC2024 财务制度](#)

<https://docs.qq.com/s/NGzaNfe4vN-3ptqKKHESZq>

[CUBOT RMUC2024 物资购买收集表](#)

<https://cloud.seatable.cn/dtable/links/1505d984595f41be8e32>

内含文档：《CUBOT RMUC2024 财务管理制度.docx》

《微信小程序借、还物资.pptx》

7.3 附录三：CUBOT RMUC2024 安全管理制度

链接：[附录三：CUBOT RMUC2024 安全管理制度](#)

<https://docs.qq.com/s/XXtzk4ObkCj89qPusdso0a>

内含文档：《CUBOT RMUC2024 01-安全培训 PPT》

《CUBOT RMUC2024 02-CUBOT 警告情况公示表》

7.4 附录四：CUBOT RMUC2024 巡查制度

链接：[附录四：CUBOT RMUC2023 巡查制度](#)

<https://docs.qq.com/s/DzAZMsyCQgvVgtV2y0sssa>

内含文档：《CUBOT RMUC2024 01-各个技术组招新要求》

《CUBOT RMUC2024 02-视觉组物资管理.xlsx》

《CUBOT RMUC2024 03-机械组物资管理.xlsx》

《CUBOT RMUC2024 04-硬件组物资管理.xlsx》

7.5 附录五：CUBOT RMUC2024 卫生制度

链接：[附录五：CUBOT RMUC2024 卫生制度](#)

<https://docs.qq.com/s/fXNzkqr1w5i4MMtlJWT45q>

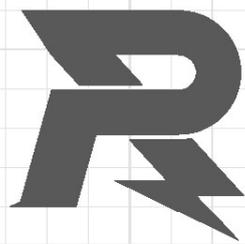
内含文档：《CUBOT RMUC2024 01-实验室值日表.docx》

《CUBOT RMUC2024 02-实验室卫生管理制度.pdf》

7.6 附录六：CUBOT RMUC2024 进度推进 Seatable 系统

链接：[CUBOT RMUC2024 Seatable 系统](#)

<https://cloud.seatable.cn/dtable/links/23a51d005d51471c9ae8>



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