



Using a 33-bit motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster G30 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Constructively designed for the RoboMaster G30 Brushless DC Motor and G30 Brushless DC Motor Speed Controller, the M3300 Accessories Kit includes essential cables and a terminal block.

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

The M3000 Accessories Kit includes several cables and a terminal block, creating a complete peripheral system for your RoboMaster system.

ROBOMASTER 2023

机甲大师超级对抗赛

赛季规划

贵阳人文科技学院 BIU 战队 编制

2022年12月 发布

目录

1. 团队目标	4
1. 文化建设	5
1.1 对比赛文化及内容的认知及解读	5
1.2 队伍核心文化概述	6
1.3 展示团队文化建设的具体方案	8
1.3.1 团队氛围建设	8
1.3.2 队伍传承	9
2. 项目分析	12
2.1 规则解读	12
2.1.1 总体规则解读	12
2.1.2 赛道规则解读	17
2.2 研发项目规划	19
2.2.1 步兵机器人	19
2.2.2 哨兵机器人	24
2.2.3 英雄机器人	28
2.2.4 工程机器人	33
2.2.5 飞镖系统	39
2.2.6 雷达	41
2.2.7 空中机器人	43
2.2.8 人机交互	45
2.3 技术储备规划	45
2.4 团队架构	46
2.5 团队招募计划	49
2.6 团队培训计划	51
3. 基础建设	52
3.1 可用资源分析	52
3.1.1 资金	52
3.1.2 设别清单	52
3.1.3 预算分析	53
3.2 协作工具使用规划	53

3.3 研发管理工具使用规划	55
3.4 资料文献整理	56
3.4.1 视觉组	56
3.4.2 机械组	56
3.4.3 电控组	56
3.4.4 运营组	56
3.5 筹集资金计划及成本控制方案	57
4. 运营计划	58
4.1 宣传计划	58
4.1.1 宣传目的	58
4.1.2 宣传计划	58
4.1.3 预期成果	60
4.1.4 具体计划	60
4.1.5 战队交流纪念周边	60
4.1.6 宣传调整	61
4.2 招商计划	61
4.2.1 招商目的	61
4.2.2 招商需求	62
4.2.3 赞助商需求	62
4.2.4 招商说明	62
5. 团队章程及制度	64
5.1 团队性质及概述	64
5.2 团队制度	64
5.2.1 审核决策制度	64
5.2.2 考勤制度	66
5.2.3 会议制度	66
5.2.4 实验室基本守则	67
5.2.5 实验室安全操作管理制度	68
5.2.6 实验室设备管理职责	68
5.2.7 技术方案参考文献	69

1. 团队目标

BIU 战队成立至今共参加两届比赛，每届比赛都是一笔宝贵的财富，为我们积累了宝贵的经验，正如大赛组委会每年都会对比赛规则进行更新与迭代，我们也在不断探索，砥砺前行，在长达一年的备赛周期里，我们坚信可以更上一层楼，极限犹可突破，至臻亦不可止。

在 2023 赛季 BIU 战队希望达到最理想的成绩是：报名参加的超级对抗赛、3V3 对抗赛、步兵对抗赛均争夺西南赛区一等奖。希望达到的保底成绩是：超级对抗赛稳住区域赛三等奖，3V3 对抗赛向西南赛区二等奖进军、步兵对抗赛向西南赛区一等奖进军。

战队不仅仅是为了比赛而比赛，我们注重结果也注重过程。队伍的管理体系、技术研发体系都将在参赛的过程中去实践去完善整改，不断进步。目前，BIU 战队得到了学校领导的肯定与大力支持，资金充足，几年的坚持让队伍从最初的 7 人扩大到了今天的 32 人，自主研发环境不断发展完善，拥有各种加工器械与设备，战队也在探索中不断的成长进步。

在团队管理方面：战队分为视觉组、电控组、运营组和机械组，队长统筹管理，副队长协调管理，项目管理把控任务进度，各技术小组的组长带领梯度队员培训学习。每两周一次例会，由指导老师监督把控，运营组负责撰写会议记录。对于战队招新方案，我们始终坚持“严进严出”的原则，在去年的基础上，今年新增专业知识笔试环节，同时制定考核任务，让梯度队员保持对机器人热爱的同时具备一定的专业能力，能够独立开发项目，解决实际问题，严格把控 BIU 战队核心成员技术水平。

在技术研发方面：机械组在熟练掌握 SolidWorks 画图软件的基础上，进一步去熟悉和掌握 solidworks 的有限元分析，去摆脱靠感觉，凭经验的基础设计方式，掌握科学的机械设计方法与理论。电控组在硬件方面，熟悉电路设计和制作，以及对接和封装通信接口，完成各电驱设备的选型。在软件方面，主要掌握程序控制。进一步学习各类电驱设备的驱动和传感器的控制原理、嵌入式主控单元的软件开发还有机器人战车的调试。视觉组将从传统的视觉向深度学习方向靠拢，相互结合，研读其他学校的开源，真正将其吸收为自己的东西，在许多算法上进行优化，考虑融入 SLAM 等技术，相信在大家的不断努力下战队的技术水平能够提升一个层次。运营组深入学习 AE、PR、PS 等软件，为战队剪辑宣传视频，设计战队海报，记录每一个对战队有意义的时刻。另外，运营组也在学习 Blender 建模软件，融入宣传方式，提升战队的知名度，为战队寻找招商机会拓展资金来源。除此之外，为了战队进行更多兵种的研究和器材的配备，我们积极外接项目，扩展资金来源。力求建设一个管理制度完善，培养优秀青年工程师的实验室，打造一支同甘共苦，高度协作，精益求精的战队。

1. 文化建设

1.1 对比赛文化及内容的认知及解读

RoboMaster 机甲大师高校系列赛（RMU, RoMater University Series），是“全国大学生机器人大赛”中的四大赛事之一，是行业内的引领者与最具影响力的项目，作为全球首个射击对抗类机器人比赛，其独创的机器人竞技平台，不仅包含了机器人赛事、机器人生态、以及工程文化等多项内容，体现竞技性的同时，兼顾了极佳的观赏性，也在全球范围内掀起了一场机器人科技狂潮。

对于 2023 赛季 BIU 战队对比赛文化及内容的认知解读共发放问卷 32 份，收回 32 份，队内成员参与率达 100%。通过回收的调查问卷进行整理汇总，梳理归纳如下。BIU 战队全体队员了解到，RoboMaster 机甲大师赛自创办以来，始终秉承“为青春赋予荣耀，让思考拥有力量，服务全球青年工程师成为践行梦想的实干家”为使命，致力于通过搭建全球机器人竞技交流平台，向世界传播工程师文化、培养和发掘新一代的青年工程师人才，并将科技之美、科技创新理念向公众广泛传递。战队全体成员认为，参加 RM 比赛，能让自己在热爱的事业里找到了一个最能提升自己，能学到最多东西，还能和全国乃至全世界各大高校志同道合的人交流分享。这是一个全新的世界，为更多热爱机器人事业的年轻人提供了一个辅存公平的竞技平台，让每个人都能竭尽所能的去追逐自己的梦想。

RoboMaster 机甲大师赛专注于培养青年工程师，始终秉承“为青春赋予荣耀，让思考拥有力量，服务全球青年工程师成为追求极致、有实干精神的梦想家”，为热爱机器人的广大青年学生提供了自我展示的平台，致力于打造明星工程师，引领青年工程师文化，其独特的比赛规则，与时下最流行的电子竞技游戏相结合，抓住了绝大多数青年的眼球，具有强大的包容性，对于我们这样的刚刚起步将要走上正轨的的战队，不仅有高项单项赛给予新队员们练手的机会，也有超级对抗赛给了有一定比赛经验队员的更高挑战。

RoboMaster 机甲大师赛自 2013 年创办至今，由机器人自主移动打靶的设置到具体化的射击对抗类比赛，从 2015 年的第一届顺利举办，到 2020 年的首次线上比赛，每年的规则都有一定的变动，2023 赛季也在规则上作出了很大的改动，地图设置的改变、金币的运用、能量机关的击打精准程度、工程机器人功能的改变与哨兵功能的升级，始终秉持公心，反思自省。也给了我们团队备战 23 赛季更多的挑战与思考空间，如何优化算法与获得比赛 buff 的利益最大化，成为了我们除保障机器人在赛场上的正常战斗使用外的头号难题。

在比赛中考验的不仅仅是操作手的临场反应能力，更多的是一个团队的综合能力，对于我们团队的理解而言，RM 更像是一个完整的项目，一个我们需要在视觉、电控、机械、运营各个组之间大家互相配合，学科交叉融合的项目，一个让菜鸟在磨难中，在每一次对错误的自我检讨中努力向上蜕变成一个更强的菜鸟的过程。在这个过程中我们磨合、了解彼此，也让自己在学习中的知识得到了实战性的运用，在结交到志同道合的队友的同时，也提高了自己的专业知识能力，让我们真正有可能去实现，聚是一团火，散是满天星。

欲买桂花同载酒，终不似少年游，RM 新赛季的再次开启，希望在本次赛季中战队能够共同努力，在 2023 的春天，珍惜每一次的比赛机会，吸取每次比赛的经验，奋斗出属于我们专属的盛夏，一步一脚印，我们踏实走，慢慢来，期待我们站在深圳湾捧起那令人向往的奖杯。

1.2 队伍核心文化概述

贵阳人文科技学院 BIU 战队成立于 2019 年 10 月，是贵阳人文科技学院最有活力的机器人研发团队。成立初期，战队名为“TNT”，寓意着战队在接下来的比赛中将火力全开，势不可挡。在 2021 年 10 月正式更名为喀秋莎战队。喀秋莎取自苏联歌曲，是一首来自二战时期的苏联经典歌曲，战争使《喀秋莎》这首歌曲体现出了它那不同寻常的价值，而经过战火的洗礼，这首歌曲更是获得了新的甚至是永恒的生命。同时，喀秋莎也代表一门名叫喀秋莎火箭炮的重工业武器，我们将比赛看作是战场，喀秋莎就是战场上最具有杀伤力的武器，鼓励团队内的成员在比赛中勇往直前，追求极致，突破自我。

战队于 2022 年 5 月更名为 BIU (Brave, IAndomitable, Unique)，寓意团队成员要勇于创新、不屈不挠，探索出一条真正属于 BIU 战队自己的独一无二的竞技之路！勇敢也许是天生的，但通过后天努力得来的可能来得更加珍贵。Brave 是指不怕危险和困难，有胆量，不退缩。勇敢产生在斗争中，勇气是在每天对困难的顽强抵抗中养成的。我们战队的箴言就是勇敢、顽强、坚定，就是排除一切障碍。IAndomitable 作形容词时意为“不屈不挠的；不服输的；不气馁的”。不服输就是对现实中的自己的一种否定，就是对成功的一种挑战，只有敢于向自己挑战，向成功挑战，才能够有成功的机会，有梦想，有机会，有奋斗，年轻一代的手中有无限可能。但是多少人说着梦想，却不过是空想，唯有挫折中前行、不磨灭初心，梦想才有价值。没有一场胜利是唾手可得，没有一个冠军不经历风雨，恰如歌中所唱的，“梦想需要多么久的时间，多少血和泪，才能慢慢实现”。年轻，人的性格是不服输。Unique 作形容词时译为“独特的，稀罕的；作名词时译为“独一无二的人或物”。每个人都是一件珍宝，因为

我们都是独一无二的，我们拥有属于自己的个性。我们希望每个成员都能在战队中展示自己，做一个独一无二的自己。



图 2.1 战队 logo

从 2019 年到 2022 年，战队迎来了两次改革，战队成立之初，在没有任何赛事经验以及技术传承的情况下，在第一届队长林龙涛的带领下成立的机器人实验室，带领团队成员参加了报名参加了高校联盟赛步兵对抗赛、高校单项赛步兵竞速与智能设计赛事，在高校联盟赛步兵对抗赛中我们取得四川站区域二等奖的好成绩，这对于我们新队伍来说是莫大的鼓励，第一届 RM 的比赛的成绩为后续我们报名参加联盟赛和单项赛提供了丰富的技术底蕴，让我们在新的赛季更加有信心冲击更高层次。在第二届队长的带领下我们在 22 赛季的线上评审 RoboMaster 取得高校联盟赛 3V3 对抗赛非甲级三等奖和 3V3 对抗赛机器人兵种奖(步兵机器人)非甲级三等奖的成绩。通过此次备赛期，我们团队意识到团队内部的工作协调配合默契是比赛的关键，一个优秀的团队必然有着优秀的管理制度，在本赛季招新之初，我们制定了一系列的团队建设方案。

我们秉承着“修身、自信、乐学、笃行”的校训，对于战队整体，我们始终向强队看齐，潜心钻研技术，打造具有我们自身特色的团结和谐、充满活力、积极向上的团队文化。对于战队成员，我们期望战队所有成员都具有坚持不懈、努力奋进的精神，决不能因为胜利而骄傲，决不能因为成就而懈怠，决不能因为困难而退缩。让团队内部的所有成员抱着积极向上的学习心态去备赛，力求突破自我，在 RM 这个大舞台能完成对自身的突破。我们经常团队里面对新人说的一句话：“只要有想法，我让你去做，无论成功与否”，当然，我们也给予团队所有成员“不飞则已，一飞冲天”的美好期望。让所有队员在团队中找到归属感，能够更加积极的投入到备赛之中。

在接下来的赛事中凭着自身强劲的实力，可以砥砺前行，一路过关斩将，我们的团队宗旨取自哈工大的“极限尤可突破，至臻亦不可止”。实践是检验真理的唯一标准，做为校内

最大的机器人研发团队，我们希望在提升团队素养的同时，尽我们所能在校内发扬工程师精神，展现科技之美，成为贵阳人文科技学院科研创新的标志性团体，在 RoboMaster 的参赛道路上砥砺前行！

1.3 展示团队文化建设的具体方案

1.3.1 团队氛围建设

1.实验室运动会

为保证每位团队成员的基本身体健康，更加高效的学习与工作，战队每月举办一次队内运动会，组织战队成员参与各类运动游戏，设立单项赛，并准备精美的礼品（如电脑贴纸，保温杯，鼠标垫，坐垫，靠枕等）。让队员在竞争与游戏的过程中加深友谊，增强团队凝聚力，并锻炼身体，提高工作效率。



图 2.2 足球竞技

2.户外拓展和团建

户外拓展即在完成重要的研发任务和完成比赛项目之后安排适当的团队活动，如一起进行聚餐，组团包车出游，露营烧烤，观看电影，狼人杀，三国杀等团建项目，缓解备赛压力，让队员放松身心，也能增强部门之间的沟通协作，增强团队合作意识。团建通常安排在节假日，增进队员之间的默契和感情，创造一个队员间熟悉彼此的机会。寒暑假尽量在实验室进行集训，对应安排大型团建，以此缓解备赛和学习压力。



图 2.3 战队聚餐

3.实验室建设

共同设计实验室荣誉墙，对实验室战队名称、愿景、目标及荣誉资质等进行展示。创建实验室成员介绍栏，用于放置战队及成员表彰、成员集体活动照、个人证件照，实验室成员各自的心愿目标、相互祝福等。实验室宣传墙，放置实验室作品、成果展示，参赛照片等。还有对实验室进行门牌设计，队员工位调整，室内设计等。

4.开展交流会

战队根据实际情况开展分享会，邀请担任战队顾问的老学长，战队的指导老师参与，大家汇报自己在任务进度中遇到的难题或者瓶颈，建立一个经验簿，每一个问题的提出都将记录在战队的经验簿中，供下一届新队员的参考。大家积极讨论想法、解决目前难题、互相督促进度，促进队员相互了解，提高配合度和默契度。一代代的传承，一点一滴的积累；每一个问题积累，解决都成为我们走向成功的基石。

1.3.2 队伍传承

1.队员交流群

通过建立关键技术的文档记录制度，规范对内资料库，各兵种的资料以 QQ 群形式存留，同时还搭建了服务器，并在云平台上留存代码、以往比赛的资料和战队的基本情况等；用于队内成员的交流学习和代码迭代更新，便于队员进行资料的快速提取，同时以便新人更快地吸收前人的技术积累和开发经验；也便于其他人快速的了解 BIU 战队。自 21 赛季正式参赛以来，所有正式队员均在 QQ 群中，主要包括已毕业队员和在队队员，并实时更新，日常交

流技术问题及相关就业问题，也为在队的队员以后的发展的方向提供了参考信息。

2.老队员传承制度

已毕业或退队的老队员在参加完某一赛季之后，需将自己的心得及资料统一保存至服务器中，部分队员可选择留队，为顾问职位，对梯度队员进行培养，在空闲时间内，能够积极解答新成员的所遇到的问题，或及时为战队提供相应的技术支持或物资支持。

3.资料传承制度

队伍的技术报告、机械图纸、程序代码、文献资料、测试视频及数据等在移动硬盘留存一份，记录在实际的测试中做遇到的问题，和改进的方案，以便下一赛季的队员的参考并总结设计经验，站在前人的肩膀上去更好的备赛。

4.钉钉工作群

往届资料保存在钉钉中,方便保存战队的技术积累和一些文档资料。在钉钉中保存不用担心遗失，另外也大大缩减了大家去寻找的时间。

5.技术交流会

由于毕业、实习和准备靠公考研的老队员难以经常回到学校，所以可商定时间通过腾讯会议等举办经验分享会，技术交流会，老队员技术指导，近期学习心得等。

6.测试记录备份

各队员进行测试时将测试数据填写在本人电脑的 excal 表格中，测试完成后将所有数据导入腾讯在线文档中。并将测试数据写在自己的周报告中。其他队员查看则是通过腾讯在线文档查看。数据存储多份。防止意外发生导致宝贵的测试数据丢失。（本赛季的测试尚未开始，此项暂未实施）。

7.利用坚果云存放共享资料

上赛季所有机器人的代码以及硬件设计等所有资料全部存放于坚果云之中，坚果云文件更改和管理主要由大三老队员负责，大二队员共享所有参考资料文件。

8.一对一指导

每个老队员对一个大二队员进行负责，对其进行技术指导，以将其上赛季的经验传授给大二队员，以便大二队员更快地提高。老队员定期对新队员进行答疑帮助解决一些调试过程中无法解决的问题。

9.利用 Gitee 进行工程文件共享

每赛季结束后将工程整理好，归档至同一工程并上传到 Coding 平台。开发及调试过程中遇到的问题及解决方案、原理大多以注释的形式存在于源文件中，而工程的架构、各模块协作流程及实现方法以文字+UML 模型的形式附在工程文档中。

2. 项目分析

2.1 规则解读

2.1.1 总体规则解读

23 赛季整体大部分主要延续了 22 赛季狭长赛道为主，单一路线为特点。此次赛季取消了哨兵轨道，哨兵兵种由原来在天上飞，现位于地上跑，前期处于无敌形态。矿石作用越发重要，金币增添复活兵种的机制。工程机器人在比赛中起到了很重要的一个作用。详情请见研发项目规划中各个兵种的规则解读。

机器人调整：

(1) 调整步兵机器人的经验体系以及性能体系

与 22 赛季相比，23 赛季的经验体系中①比赛过程中出现首个机器人（除空中机器人、雷达、飞镖系统）战亡或被罚下时，若击毁者为英雄机器人或步兵机器人，该击毁者将获得额外 50 点经验值（22 赛季额外获得 5 点经验值）；否则 50 点经验值平均分配给获得击毁者一方当时存活的英雄机器人和步兵机器人；②步兵机器人每 6 秒增加 1 点经验值，英雄机器人每 3 秒增加 1 点经验值。若步兵机器人或英雄机器人处于战亡状态，原经验值保持不变，战亡过程中不再获得自然增长的经验值。等级提升后，若经验溢出，计入下一级的经验。（22 赛季中步兵机器人每 12 秒增加 0.2 点经验值，英雄机器人每 12 秒增加 0.4 点经验值。）③且升级所需的经验值由 3、6 调整为 30、60。

性能体系中：取消了自动步兵机器人的属性。

(2) 调整平衡步兵机器人的上场数量

23 赛季还调整了在区域赛（国际赛区）、复活赛及全国赛中，平衡步兵机器人的最多上场数量由原来的最多 1 台提升到了最多 2 台平衡步兵机器人。

(3) 调整哨兵机器人的相关参数和机制

哨兵机器人是赛场上唯一的全自动运行机器人，主要功能是击杀敌方机器人和负责守护己方基地。在 2022 赛季，哨兵的活动范围只能在哨兵轨道上。而在 2023 赛季，对哨兵机器人的定义以及相关机制进行了调整，取消了哨兵轨道，并在两个梯形高地之间设置了启动区，启动区加上两个梯形高地组成了哨兵巡逻区，使得一开始哨兵机器人放在巡逻区正中心，至此哨兵机器人变成了另一台“步兵”机器人。哨兵机器人在总体结构上将会由原来的依靠

杆单一方向运动变为全面运动的机器人，所以会将底盘改为与步统一结构。让哨兵更加灵活。

(4) 取消雷达基座和操作间雷达对应的显示器

表 3.1 总体规则分析

22 赛季	23 赛季	变化
<p>1 台官方显示器：用于确认是否有信号源输入 HDMI 分配器，显示画面与操作间雷达的显示器显示画面相同</p> <p>1 个 HDMI 分配器：将雷达的信号源分别传输至操作间和雷达基座内的官方显示器</p> <p>1 个供电插座：为雷达、官方显示器和其他官方设备供电</p> <p>以上设备在平台上放置不可移动</p>	<p>放置平台放置有 1 个供电插座，为雷达和其他官方设备供电</p> <p>该插座不可移动</p>	<p>取消雷达基座和操作间雷达对应的显示器</p>

比赛机制：

(1) 调整经济体系、弹丸补给机制、允许发弹量兑换机制

经济体系:与上赛季相比，本赛季双方的初始金币有原有的 200 金币变成 400 金币，每隔一分钟增加的 100 金币变为了每隔一分钟增加了 50 金币，直到比赛开始五分钟后（倒计时 1:59）结束。比赛开始六分钟后（倒计时 0:59），双方可再次获得的金币由 200 金币变成了 150 金币。

弹丸补给机制:具备发射机构的机器人均可预装弹丸，其次机器人和英雄机器人可在补给站进行弹丸补给。在己方补给站内，操作手可通过客户端进行弹丸补给，择补给的弹丸数量后，补给站会自动释放对应数量的弹丸。每局比赛中，补给站限制了弹丸提供数额，最多提供 1500 发 17mm 弹丸。

允许发弹量机制:不同弹丸的允许发弹量独立计算，当发单量为零时，发射机构会断电。

(2) 调整前哨站相关机制

前哨站 23 年赛季在 22 年赛季规则解读中增加了一条也就是一方前哨站被击毁后，若该方哨兵机器人持续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过 10 秒，则每秒扣除 25 点虚拟

护盾血量。若因此原因导致基地虚拟护盾降为零，或基地虚拟护盾变为零后哨兵连续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过 10 秒，则该方基地护甲展开。

(3) 新增“控制区”相关机制

2022 赛季无新增“控制区”，到目前 2023 赛季新增“控制区”，控制区位于资源岛附近，分为红方控制区和蓝方控制区。红蓝双方各有一片控制区。当任意一方的前哨站存活时，控制区机制生效，且一方机器人仅能占领己方控制区。当一方步兵机器人或英雄机器人占领己方控制区且对方未占领其控制区，超过 6 秒时，对方前哨站的旋转装甲转速减半，直到占领方的步兵机器人、英雄机器人全部离开己方控制区为止。

(4) 调整能量机关相关机制

表 3.2 总体规则分析

能量机关	22 赛季	23 赛季	变化
小能量机关	一方机器人成功激活小能量机关后，该方所有机器人获得 1.5 倍攻击力增益	一方机器人成功激活小能量机关后，该方所有机器人获得 25%的防御增益，持续 45 秒。该防御增益失效后，该方在增益持续时间内对对方机器人造成的累计伤害将转化为经验，平均分给当时存活的全队机器人，转化比例为伤害：经验=10:1，最高转化经验上限为 100	小能量激活放由该方所有机器人获得 1.5 倍攻击力增益变为 25%的防御增益。
大能量机关	一方机器人激活大能量机关后，该方所有机器人获得 2 倍攻击力增益与 50%防御增益。若此时对方也在尝试激活大能量机关，则根据大能量机关激活时对方的点亮支架数，对方机器人发射的 17mm 弹丸获得点亮 支架数乘	进入可激活状态。大能量机关的每个装甲模块被划分为 1-10 环，装甲模块可以精确检测弹丸击打的环数。一方机器人激活大能量机关后，系统将根据其击中的总环数 提供相应的攻击力和防御增益， 一方（先激活方）激活大能量机关后，将立即获得其总环数对应的增益，同时另一方的大能量机	大能量进行了彻底的改制。由之前固定的增益被变为了获得的总环数对应的增益。

能量机关	22 赛季	23 赛季	变化
	以 20%的攻击力增益, 42mm 弹丸获得点亮支架数乘以 10% 的攻击力增益。	关将保持可激活状态, 持续时间 10 秒。若另一方 (后激活方) 在这个时间内激活能量机关, 其总环数超过 40 且比先激活方总环数大 5, 则后激活方获得总环数对应的增益, 先激活方的增益变为总环数 50% (向下取整) 对应增益	

(5) 调整兑换站机制

在 23 赛季中, 17mm 子弹兑换上限为 1500 发, 兑换上限为 42mm 子弹 100 发, 空中支援兑换上限为 3 次, 血量 (远程兑换) 兑换上限为 2 次/队, 立即复活兑换上限为 2 次/台, 子弹兑换和空中支援兑换与 22 赛季相比没有变化, 新增的血量 (远程兑换) 兑换和立即复活兑换使得比赛更加灵活多变。

2022 赛季兑换系统			2022 赛季兑换系统		
兑换项目	兑换比例	兑换上限	兑换项目	兑换比例	兑换上限
17mm 允许发弹量	补血点兑换: 50 金币/50 发	1500 发	17mm 弹丸	补血点兑换: 50 金币/50 发	1500 发
	远程兑换: 200 金币/100 发			远程兑换: 200 金币/100 发	
42mm 允许发弹量	补血点兑换: 75 金币/5 发	100 发	42mm 弹丸	补血点兑换: 75 金币/5 发	100 发
	远程兑换: 300 金币/10 发			远程兑换: 300 金币/10 发	
空中支援	$[25 \times \text{ROUNDUP}(\text{剩余冷却时长}/25)]$ 金币/1 次	3 次	空中支援	第一次: 0 金币; 第二次: 300 金币; 第三次: 300 金币 呼叫空中支援后, 空中机器人可以在 30 秒内发射 500 发 17mm 弹丸 (弹丸无需消耗金币)	3 次
血量 (远程兑换)	$[100 + \text{ROUNDUP}((420 - \text{比赛剩余时长})/60 \times 20)]$ 金币/1 次	2 次/队			
立即复活	$[\text{ROUNDUP}((420 - \text{比赛剩余时长})/60) \times 100 + \text{机器人等级} \times 50]$ 金币/1 台	2 次/台			

图 3.1 兑换体系

(6) 调整回血复活机制

在 23 赛季中, 除了被罚下的机器人无法回血和复活、哨兵机器人无法复活之外, 其他地面机器人都可以回血和复活。对于复活机制, 战亡的机器人需完成复活读条, 且操作手在客户端确认复活后, 才能实现复活。在 23 赛季中英雄机器人和步兵机器人增加了自动复活机制, 在战亡时可以立即复活, 机器人复活后, 保持战亡前的等级、性能点与经验值, 暂时处于无敌状态, 持续 10 秒, 且血量恢复至上限血量的 10%, 所以也受到比赛进程和机器人等级影响。

另一种复活机制是花费金币购买复活，通过此种方式复活的机器人血量恢复至上限血量的100%，底盘功率上限提高1倍，持续4秒，下次复活所需的读条延长20，这样的复活形式存在限制但也可扭转局势。

(7) 调整空中机器人相关机制

空中支援：在23赛季中，比赛开始时空中支援处于冷却状态，冷却时长为175秒。冷却状态解除后，队伍方可呼叫空中支援。当空中支援处于冷却状态时，可使用金币兑换空中支援。每次空中支援时长为30秒；空中支援结束后，将恢复175秒冷却时长。在22赛季中，比赛过程中，空中机器人每被呼叫一次空中支援，即可获得一次补给500发17mm弹丸的机会。飞手需向飞手裁判示意申请补弹。当取得裁判确认后，飞手有30秒时间可自行行为空中机器人装载弹丸。30秒补弹时间从飞手打开补弹窗口开始算起。与22赛季相比，23赛季获得空中支援的条件更高。

攻击扣除：在23赛季中，攻击扣除机制没有发生改变。

(8) 调整哨兵机器人相关机制

在2023赛季，由于哨兵机器人由原来的的轨道上改为地面上，所以在2023赛季中对哨兵机器人的活动范围做出一定的限制：己方前哨站被击毁后，若己方哨兵机器人持续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过10秒，则每秒扣除25点虚拟护盾血量。若基地虚拟护盾变为零后哨兵连续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过10秒，则该方基地护甲展开。因哨兵机器人的存亡会关系到己方基地护甲的闭合和展开。所以在实战中，提高哨兵机器人的生存能力变得尤为重要，要想提高哨兵机器人的生存能力，一是在己方火力输出不足的情况下要有灵活闪躲的能力，二是在敌方火力输出不足的情况下能具有快速歼灭的能力，因此，在平时的测试中要做好以上两手准备，以备不时之需，让哨兵机器人起到关键作用。在哨兵机器人与前哨站的相互关系中，前哨站摧毁前处于无敌状态，但当己方前哨站被击毁，己方哨兵机器人的无敌状态被解除，虚拟护盾生效，该部分沿用了上个赛季的规则。

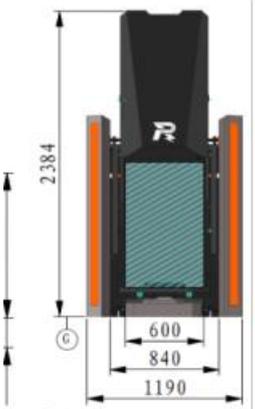
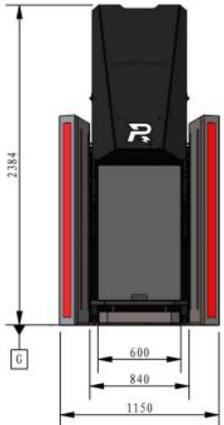
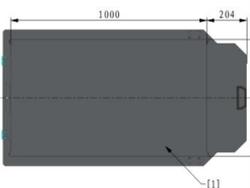
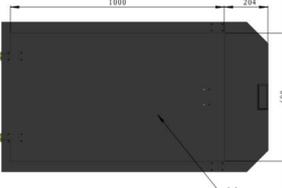
(9) 调整雷达以及多机通信机制

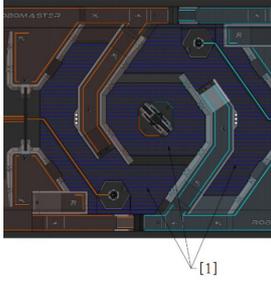
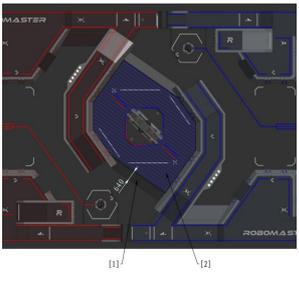
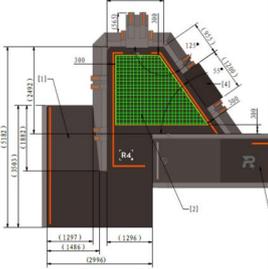
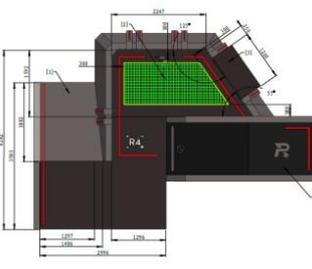
雷达传输的信源画面且雷达可通过此定位标签获取全场位置信息。作为赛场上唯一可以获得全局视野的单位，可为全队机器人提供视野，也可通过多机通信向己方机器人发送信息，获取全场视角并且识别检测目标机器人，对机器人进行位置标注，同时对关键资源点占领情况进行识别示警，在本赛季雷达对于赛场变化的监控与协调不同机器人的战术布置有着至关重要的作用。

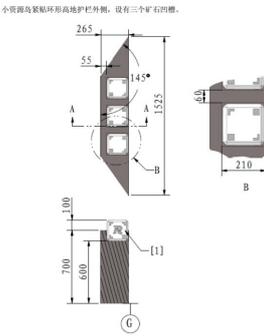
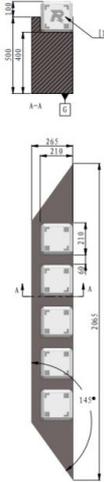
2.1.2 赛道规则解读

比赛机制上前哨站、矿石释放机制等调整，经济体系更加规范化。哨兵前期的无敌机制，工程车在比赛中表现得更加重要。在中央荒地区起伏路段的面积有所缩减，也同时考验了兵种在非平整平面的机动性。对于控制区，兵种需要在占领区域的同时阻止和阻挠敌方占据控制区。对于能量机关增添了 BUFF，对于整体机制攻击和防御都提升了一定的百分比。

表 3.3 赛道规则解读

场地名称	22 赛季	23 赛季	变化
基地区	启动区、基地、飞镖发射站、停机坪、雷达基座、补给区、兑换区和哨兵轨道	启动区、基地、飞镖发射站、停机坪、雷达基座、补给区、兑换区	取消了哨兵轨道，其余没什么变化
启动区	地面机器人的放置区域	地面机器人（哨兵机器人除外）的放置区域	1. 六边形区域尺寸略微变动。 2. 增添矩形哨兵机器人启动区
飞镖发射站			飞镖整体宽度由 1190 变为 1150
			底部形状发生变化
补给区	补给区是机器人进行弹丸补给、战亡复活和血量恢复的重要区域	补给区是机器人进行弹丸补给和血量恢复的重要区域	取消了战亡复活

场地名称		22 赛季	23 赛季	变化
荒地区		双方基地以外的地面区域为荒地区，主要包含前哨站、资源岛，部分区域为起伏路段	双方基地以外的地面区域为荒地区，主要包含前哨站、能量机关、资源岛、控制区，部分区域为起伏路段	<ol style="list-style-type: none"> 增加了“控制区” 增加了能量机关
起伏路段				起伏路段分布变小
梯形高地	R3 梯形高地			<ol style="list-style-type: none"> 高地增益点面积变宽 高地整体面积缩小
	R4 梯形高地			
障碍块		双方场地各有 3 块障碍块，双方机器人均可以使用这 6 块障碍块	双方场地各有 1 块障碍块，双方机器人均可以使用这 2 块障碍块	由原来的三块变为 1 块

场地名称	22 赛季	23 赛季	变化
小资源岛	<p>小资源岛紧贴环形高地护栏外侧，设有三个矿石凹槽。</p> 	<p>小资源岛紧贴环形高地护栏外侧，设有 5 枚矿石。</p> 	两者变化为由三块银矿石变为 5 块银矿石
哨兵活动范围	哨兵轨道	哨兵巡逻区	哨兵不再在轨道活动，改为陆地机器人，常态下在巡逻区内活动。

今年场地最大的改动是取消了哨兵机器人的轨道，活动范围变为了巡逻区，梯形高地的面积也相对缩小。增加了哨兵机器人全自动技术的难度，考验了视觉组和电控组之间的协作能力。想要克服比赛场上不尽人意的的问题，必须在机械结构流畅的基础上，视觉需加强自动瞄准的精准，电控必须确保能够精准的控制机器人人的运动。其次是资源岛的改动，23 赛季的 2 号、4 号矿石下方的凹槽较为平整，1 号、3 号、5 号矿石下方的凹槽底部不为水平面。矿石下落后姿态随机。

2.2 研发项目规划

2.2.1 步兵机器人

2.2.1.1 规则解读

与 2022 赛季相比较 2023 赛季步兵相关规则改动主要有：

1. 新增加“控制区”。
2. 调整前哨站相关机制。
- 3 调整能量机关相关机制。

机制的改变，对步兵机器人也提出了新的挑战。新增加的“控制区”需要保证前哨站的

存在的前提下，确保己方英雄和步兵机器人占领己方控制区超过 6 秒，且敌方未占领控制区，才可以获得对方前哨站旋转装甲转速减半的增益效果。前哨站奖励机制调整为由金币改为经验，在三分钟后，击破将没有任何奖励。该机制的出现，加大了步兵机器人的吸引力，使前期比赛中提高了整体对抗性，这样的奖励出现可能会是取胜的关键。我们想在前期取得优势，对步兵机器人需要考虑到的因素增加，在符合步兵机器人的制作规则上，增强步兵机器人的抗击打能力；考虑到步兵机器人会成为火力的集中点，如何有效避免被打击到，也成为了我们需要考虑到的问题；能量机关相关机制的调整为大能量机关 BUFF 奖励与击打能量机关精准程度有关，大能量机关被划分为 1-10 环，击打环数越高获得的攻击与防御增益越强，因此在经济相同或存在一定差距的情况下，能否取得增益 BUFF 将成为比赛获胜的重要关键点。

2.2.1.2 需求分析

机械：在历届 RM 比赛中，步兵机器人一直作为赛场上主要的战斗力，拥有很强的灵活性与机动性等优势。步兵机器人的底盘性能和云台响应速度优化的研发在 23 赛季仍是主要任务，赛场的地形整体改动不大，仍然对步兵的结构强度、避震性能与高机动的灵活性提出了很高的要求。

电控：步兵机器人灵活性高，在追求速度的同时，射击的精准性也是同样重要，且场地起伏路段增多，如何保持机动性，对于步兵的悬挂性能和云台稳定性 PID 算法提出了更高要求。

视觉：由于今年能量机关装置添加了一款全新的传感器，能够检测到每个弹丸的打击位置，越靠近中心的位置 BUFF 的加成越强。所以需要在步兵的传统视觉基础上继续加强，要求了视觉相关算法进一步增强步兵的击打准确度。

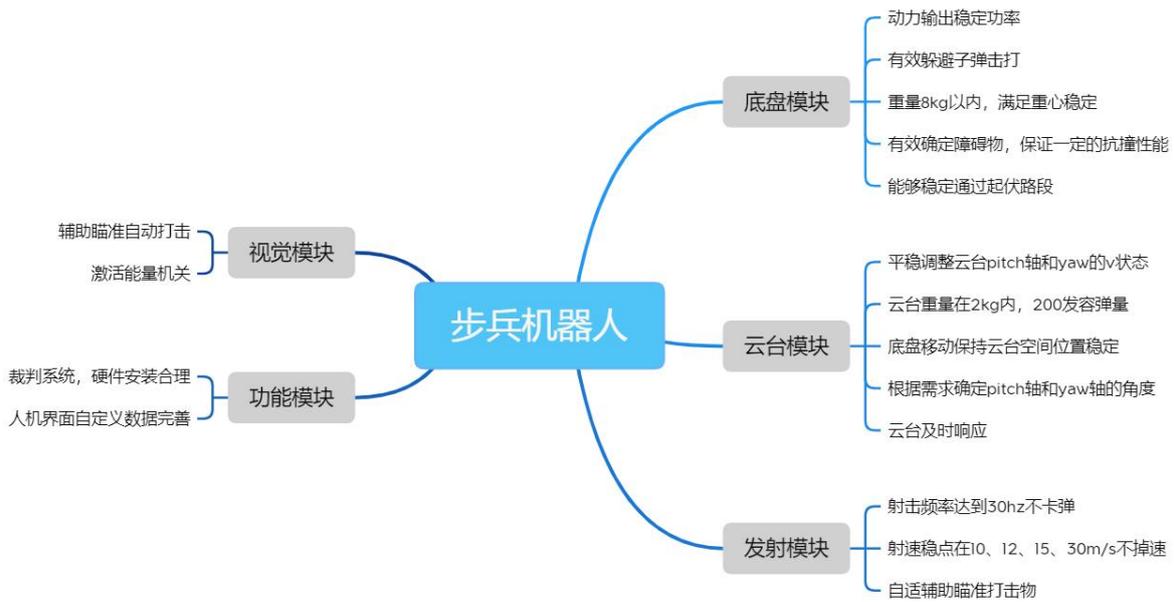


图 3.2 步兵机器人需求分析

2.2.1.3 技术需求及难点分析

表 3.4 步兵机器人技术需求分析

步兵机器人	技术需求	设计思路
底盘	<ol style="list-style-type: none"> 1.降低路线对云台旋转带来的影响。 2.做出小陀螺。 3.添加避震结构，减小颠簸，降低翻车概率和操作难度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.原有尺寸上适当增加 2.材料选择以及板材尺寸的确定
云台	<ol style="list-style-type: none"> 1.加固云台模块结构实现 Yaw 轴能 360°旋转并且旋转稳定。 2.电器元件合理分布，保证布线均匀。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.制作中由下之上及下重上轻，做到重心在中间，受力均匀。 2.机械结构预留出良好的走线路径。
发射	<ol style="list-style-type: none"> 1.避免因打印件误差，安装误差引起的子弹在拨出去时引起卡弹。 	拨叉形状在原有的基础上进行改进，合理设计解决卡弹问题。
辅助瞄准	<ol style="list-style-type: none"> 1.识别能量激活装置，地方机器人以及敌方基地装甲板问题。 2.发射点及弹道模型预测问题。 	在步兵的传统视觉基础上继续加强，改进算法提高模型预测准确度。

步兵机器人	技术需求	设计思路
自动打击	自动射击的精度问题。	基于辅助瞄准优化自瞄算法，提高自动射击精度。

表 3.5 步兵机器人技术难点分析

步兵机器人	难点分析	设计思路
底盘	<ol style="list-style-type: none"> 1.云台减震。 2.在原基础上增加底盘结构可靠性，保证高强度对抗下能够正常运行。 3.设计合理的独立纵臂式悬挂。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.在云台与底盘间增加减震模块。 2.在做测试时先高强度运行一段时间，然后对结构进行拆分，观察步兵机器人的损坏程度。最后根据情况进行优化改善。 3.添加避震结构，减小颠簸，降低翻车概率和 操作难度。
云台	加强云台在运动中的稳定性，降低云台在转动时的颤抖。	设计结构时考虑到云台重心位置需要在中间。组装需从下往上组装，这样子受力才均匀并且稳定性高。
发射	<ol style="list-style-type: none"> 1.因打印件误差，安装误差引起的子弹与两摩擦轮之间不同心问题。 2.摩擦轮的确定。 3.弹道的偏差。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.特殊结构保证供弹顺畅，不易卡弹。 2.平衡性好，容易调试。 3.在转盘和导块（按压块）上安装轴承，减小摩擦。尽量采用 3D 打印或雕刻机加工，节省人力。到对子弹精确动力输出。
算法	优化和改进算法。	<ol style="list-style-type: none"> 1.在步兵的传统视觉基础上继续加强，改进算法提高模型预测准确度。 2.基于辅助瞄准优化自瞄算法，提高自动射击精度。

2.2.1.4 资源需求分析

表 3.6 资源需求

步兵机器人	组别	物资
底盘	机械组	机械加工、场地搭建等

步兵机器人	组别	物资
	电控组	M3508 电机等
云台	视觉组	工业相机、NUC11、摄像头、GPU 运算平台等
	电控组	6020 电机、主控板、TX2 微型主机、2006 电机、摩擦轮及 M3508 电机等
发射	电控组	M3508 电机转子部分等

表 3.7 人力需求

步兵机器人	人员安排
底盘	杨胜法、庄官友、夏洋洋
云台	杨胜法、庄官友、夏洋洋
发射	杨胜法、夏洋洋
辅助瞄准	谢廷昊
自动打击	谢廷昊

2.2.1.5 研发进度

表 3.8 步兵机器人研发进度

步兵机器人	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
底盘	1.降低路线对云台旋转带来的影响 2.做出小陀螺	机械组 1 人	对悬挂系统进行设计，保证机器人在起伏路段上移动稳定，在底盘轻量化设计条件下，需做到飞坡后能够平稳，具有一定的防撞框架，加入传感器增加底盘的移动避障性能。做出小陀螺（2 周）	3000
云台	1.加固云台模块结构实现 Yaw 轴能	机械组 1 人	加入测距模块，时刻得出与敌方距离结合视觉做出最大优化的击	2000

步兵机器人	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
	360°旋转并且旋转稳定 2. 电器元件合理分布，保证布线均匀	电控组 1 人	打方案，做出响应。在设计时，需尽量降低重心，从而达到在机器人在快速转弯时稳定，需合理分布，保证更好的接通各个部件。需解决惯性带来的瞄准问题（3 周）	
发射	1. 因打印件误差，安装误差引起的子弹在拨出去时引起卡弹	机械组 1 人 电控组 1 人	需采用尼龙材料，解决拨出时的卡弹问题，合理控制电机加速度，提高目标打击精确度（2 周）	3000
辅助瞄准	1. 识别能量激活装置，敌方机器人以及敌方基地装甲板问题 2. 发射点及弹道模型预测问题	视觉组 1 人	利用 OpenCV 视觉库算法进行目标检测，并优化参数提高识别精度，同时结合 YOLO、PNP 等算法提高模型预测准确度（2 周）	/
自动打击	1. 自动射击的精度问题	视觉组 1 人	需达到准确识别，在瞄准后能够快速自动打击，利用辅助瞄准对能量机关等，实施更精准的打击。（2 周）	3000

2.2.2 哨兵机器人

2.2.2.1 规则分析

哨兵机器人是赛场上唯一的全自动运行机器人，主要功能是守护己方基地。

在 2022 赛季，哨兵的主要活动范围在哨兵轨道上，而在 2023 赛季，哨兵机器人的定义以及相关机制被调整，取消了哨兵轨道，并在两个梯形高地之间设置了启动区，启动区加上两个梯形高地组成了哨兵巡逻区，至此哨兵机器人变成了一台特殊的“步兵”机器人。

一开始哨兵机器人放在巡逻区正中心，在前哨站摧毁前处于无敌状态，且哨兵机器人的

存亡会关系到己方基地护甲的闭合和展开，在实战中，提高哨兵的生存能力也是关系到比赛的一个走势，要想提高哨兵机器人的生存能力，一是在己方火力输出不足的情况下要有灵活闪躲的能力，二是在敌方火力输出不足的情况下能具有快速歼灭的能力，因此，在平时的测试中要做好以上两手准备，以备不时之需，让哨兵机器人起到关键作用。

2.2.2.2 需求分析

机械：

- (1) 需要调整哨兵整体尺寸大小。
- (2) 弹仓上置结构方案，方便子弹下落，防止卡弹。
- (3) 设计 V 型发射口，让子弹稳定发射。
- (4) 摄像头放置于发射枪管与弹仓中间。

电控：

(1) 由于本赛季哨兵机器人改为地面机器人，需要重新考虑哨兵的运动方式，使哨兵机器人不局限于左右移动，并与机械组重新设计走线问题。

(2) 需要与视觉进行信息交互，确保信息的稳定传输，从而实现哨兵机器人自瞄功能和躲避功能。

(3) 根据比赛规则，调整哨兵机器人功率上限问题，避免因功率过大导致裁判系统断电的问题。

(4) 由于哨兵机器人不可复活。需要提高哨兵机器人在场上的生存能力，避免枪口过热带来的问题。

视觉：

(1) 首先保证自瞄算法的实现，确保能与电控进行信息的传送。

(2) 本赛季对于算法、精准度要求更高，需要结合神经网络提高识别准确率，也会尝试去融入 SLAM，SFM 三维重建等技术。

(3) 在自瞄的基础上，需要突破的是对哨兵的运行路线进行模拟验证，从而在以前的平面运动路线向多维空间运动路线的延伸。

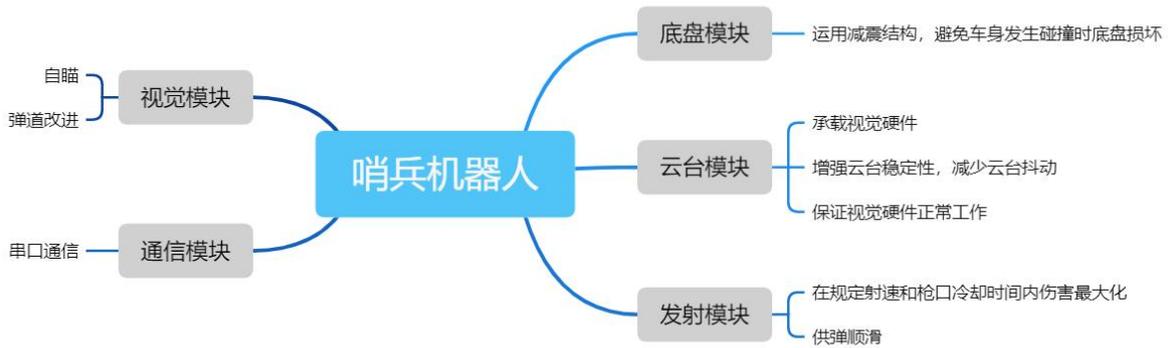


图 3.3 哨兵机器人需求分析

2.2.2.3 技术需求及难点分析

表 3.9 哨兵机器人技术需求分析

哨兵机器人	技术需求	设计思路
底盘	底盘轻量化。	利用有限元分析减轻不必要的重量，删除冗余结构，重新设计外壳，在保证强度的前提下，选用较轻的材料。
云台	增强云台稳定性。	设计时需要考虑重心位置
发射机构	摩擦轮转速稳定，弹道稳定。	拨弹机构不卡弹，采用弹仓上置结构同时电控方面多测试，发现问题及时改进。
自动瞄准	精准识别出敌方机器人装甲板，从而实现目标精准击打。	当摄像头检测到敌方装甲板后，将相机距离装甲板的角速度，距离，俯仰角等信息发送给下位机，从而控制下位机上的舵机移动，使枪口正中心正对着装甲板正中心，实现自瞄功能。

表 3.10 哨兵机器人技术难点分析

哨兵机器人	难点分析	设计思路
底盘	如何让底盘轻量化。	减少不必要的结构。
云台	如何让云台转动不受	让其重心分布尽可能在中间

哨兵机器人	难点分析	设计思路
	影响。	
发射	如何自动发射。	了解射速上限值、枪口温度上限和冷却时间，再根据场上需求调整代码，使机器人的伤害尽可能的打满。
自动瞄准	怎样使哨兵在各种运行路线下，都能保证在每种空间状态下精准击打敌方机器人。	结合 SLAM,SFM 来实现定位与建图，将实战中哨兵的运行路线模拟成功，更方便的实现全自动。

2.2.2.4 资源需求分析

表 3.11 资源需求

哨兵机器人	组别	物资
底盘	机械组	机械加工、场地搭建等
	电控组	M3508 电机，传感器，陀螺仪等
云台	视觉组	工业相机、NUC11、摄像头、GPU 运算平台等
	电控组	6020 电机、主控板、TX2 微型主机、2006 电机、摩擦轮及 M3508 电机等
发射	电控组	M3508 电机转子部分等
	机械组	采用 V 型枪管加工件

表 3.12 人力需求

哨兵机器人	人员安排
底盘	罗军、张锦涵
云台	罗军、张锦涵
发射	罗军、张锦涵

哨兵机器人	人员安排
自动瞄准	赵凌

2.2.2.5 研发进度

表 3.13 哨兵机器人研发进度

哨兵机器人	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
底盘	结构稳定，发生碰撞不产生形变。	机械组 1 人 电控组 1 人	三周	3000
云台	云台需要覆盖 360°，保证灵活性。	机械组 1 人 电控组 1 人	三周	3000
发射	结构稳定平稳发弹。	机械组 1 人 电控组 1 人	三周	4000
自动瞄准	精准识别敌方机器人，为己方机器人提供火力输出。	视觉组 1 人	五周	2000

2.2.3 英雄机器人

2.2.3.1 规则分析

在以往赛季中英雄机器人均属于主力输出，是单体攻击伤害最高的机器人，主要体现在血量、爆发等三个方面。虽然大弹丸的发射会消耗较大的能量且冷却时间更长，但英雄机器人单发弹丸造成的伤害是非常可观的。如果能利用好其特点，在 23 赛季中将会取得更加优异的成绩。

相比于 22 赛季，23 赛季制作和机制变化有：

(1) 制作参数：23 赛季的英雄机器人的发射机构允许再安装一个机动 17mm 的发射机构，原有的一个固有 42 mm 的发射机构不变；最大供电量增加到 265Wh，其他基本没有变动。

(2) 复活机制：23 赛季中英雄和步兵机器人能够在战亡之后随时间自动复活，但也受

到比赛进程和机器人等级影响。另一种复活机制是花费金币购买复活，同时将获得爆发性的地盘功率加成，这样的复活形式存在限制但也可扭转局势。

(3) 经济机制：经济体系上相比上个赛季，经济体系从初始 200 金币，随后每分钟增加 100 金币，最后 1 分钟增加 200 金币的经济增长规律变成了，初始 400 金币，随后每分钟增加 50 金币，最后 1 分钟增加 150 金币的经济增长规律，使得前期节奏加快，相比上赛季，英雄狙击点吊射金币收益仍然为每发 10 金币，但是收益性价比降低，同时，金银矿石的收益变更，通过首次金矿石兑换额外机制，间接引导对金矿石的争夺，比赛节奏更快，而英雄机器人的基础伤害最高，在前期的资源争夺上优势更加突出。

(4) 战术选择上，根据控制区机制，若己方英雄机器人占领控制区，对方机器人不占领控制区，那么对方前哨战旋转装甲转速减半，所以前期优先选择占领控制区，为击打前哨站做准备，提高比赛前期的整体对抗性。前哨站在前 30s 是无敌的，解除无敌之后就可打击前哨站，同时在旋转的时候击破前哨站还可以获得额外奖励。

2.2.3.2 需求分析

机械：英雄机器人体型及重量较大，需要考虑灵活性及底盘的稳定结构，保证在斜坡和不平稳路面能保持高度的平稳，以达到云台发射时能精准命中敌方。而且能在狭窄地段能有很好的灵活性，以免发生碰撞导致英雄兵部件损坏，造成不良后果。同时也要考虑车体的防碰撞强度。此外，在比赛的核心战斗区域还需要保证机器人处于非平整路面时也能正常运动。

电控：英雄机器人主要实现的是进攻功能，就需要主控电路协调，需要底盘以及云台结构设计具有较好的稳定性；在发射弹丸时需要控制发射的频率和距离；裁判系统的感知以及灯条的血量体现需要，为了各模块能正常运行就需要考虑到布线的合理性。

视觉：英雄机器人是单体攻击伤害最高的独立作战兵种，因为 23 赛季的哨兵机器人的大幅度改变，致使英雄机器人的对敌方哨兵进攻需求从单一平移单位变成了平面乃至三维的移动单位，需要精度更高的弹道落点预测算法进行辅助射击，在前哨站装甲板停止旋转后，比起操作手手动射击，在自动射击算法精度高的情况下，选择自动射击效率更高，所以需要配置好自动瞄准算法以及弹道落点预测算法进行辅助，以便完成对前哨站与处在哨兵巡逻区的哨兵机器人的进攻

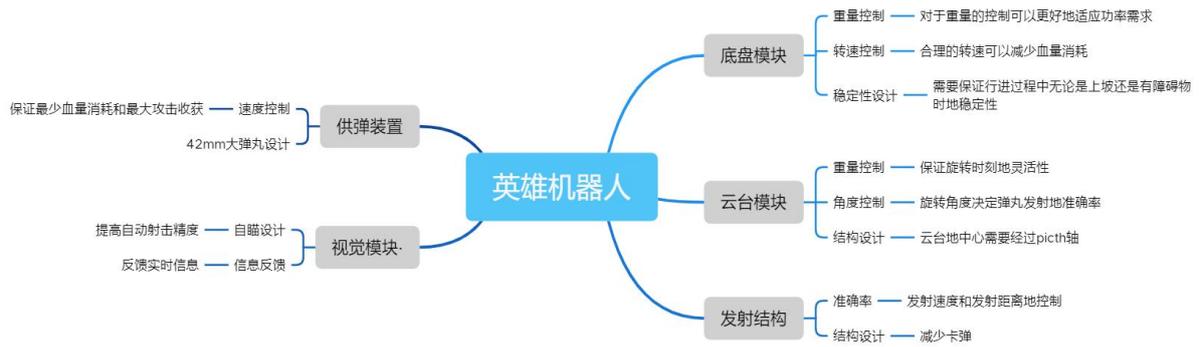


图 3.4 英雄机器人需求分析

2.2.3.3 技术需求及难点分析

表 3.14 英雄机器人技术需求分析

英雄机器人	技术需求	设计思路
底盘	1.保证减震结构在飞坡时能达到最好的性能，同是保证减震器不受损坏	通过自适应悬挂减震，用双弹簧结构以达到减震效果
	2.轻量化底盘，保证灵活性	通过加大底盘强度及结构稳定的情况下，尽量减轻重量
	3.提高电池装置和一些易坏部件快拆效率	采用弹簧插销搭配搭扣实现快插
云台	1.减少云台抖动，保证视觉硬件正常工作	采用重心位置居中，加强减震效果
	2.设计合理供弹结构	通过对拨盘拨出的子弹轨迹进行分析，判断子弹运动轨迹
	3.电器元件合理分布，保证布线均匀	通过加大底盘长宽，能避免对线材的损坏
发射	1.摩擦轮转速稳定	参考东北大学的战队的结构

	2.敌方英雄识别精准度	通过加强视觉识别算法，增加反陀螺算法，实现自动判断对方是否处于陀螺状态并做出针对性的打击算法
视觉	1. 自瞄算法的精度 2. 弹道预测的精度	与电控相互联合，保证图像及时传输，优化自瞄算法，提高精度

表 3.15 英雄机器人技术难点分析

英雄机器人	难点分析	设计思路
底盘	1.控制底盘重量	确保在不同路况下稳定运动
	2.超级电容的功率问题	为了让机器人性能发挥到最优，考虑在不同情况下底盘的功率优先还是血量优先
云台	1.尺寸问题	结合底盘尺寸，保证两者不冲突
	2.重心问题	云台的重心需要过 pitch 轴
发射	1.发射角度、转动角度	通过 PID 算法对电机调参，使转动速度实现精准而快速的控制。
供弹	1.弹舱结构设计	考虑弹舱容量和整体结构
	2.供弹速度	进行拨弹和防卡弹测试，总结出现的问题
拨弹	1.拨盘设计	机械结构参考上海交通大学
	2.拨弹速度	通过 PID 算法控制
辅助射击	识别前哨站旋转装甲板，敌方机器人、敌方基地装甲板问题	利用 Opencv 视觉库算法进行目标检测，并优化参数提高识别精度
	发射点及弹道模型预测问题	同时结合 YOLO、PNP 等算法提高模型预测准确度
自动射击	自动射击精度问题	借鉴上赛季团队本身的自瞄算法并优化，提高自动射击精度

2.2.3.4 资源需求分析

场地需求

英雄机器人制作完成后，操作手需要模拟实战训练，测试机器人的稳定性，持久性等的

各项参数的测试，需要独立搭建测试场地。需要提前搭建好场地，需要宽大的场地布置测试场地，搭建斜坡台和狭窄通道供机器人测试。

物资需求

表 3.16 物资需求

英雄机器人	组别	物资
底盘	机械组	碳纤维板材料、3D 打印耗材、铝方管、铝合金加工件、机械标准件、弹簧，轴承，麦克纳姆轮
	电控组	底盘主控板、M3508 电机、C620 电调、陀螺仪、超级电容、超级电容模块、走线所需线材
云台	机械组	3D 打印件、碳纤维板、铝方管
	电控组	陀螺仪、摩擦轮电机电调、走线所需线材、遥控模块
	视觉组	工业相机
主控模块	电控组	STM407 系列、A 板、C 板

表 3.17 人力需求

英雄机器人	人员安排
底盘	机械组：田小刚 电控组：张小丽
云台	机械组：田小刚 电控组：张小丽
发射	机械组：田小刚 电控组：张小丽 视觉组：刘旭
视觉	视觉组：刘旭

人力需求

2.2.3.5 研发进度

表 3.18 英雄机器人研发进度

英雄机器人	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
底盘	轻量化，结构稳定，抗撞	机械组 1 人 电控组 1 人	①机械 3D 设计需要 2 周、制作及安装硬件需要耗时 2 周； ②电控对硬件的调控需要耗费 2 周时间	6000
云台	在底盘转动时能稳定方向不变	机械组 1 人 电控组 1 人	①机械 3D 设计需要耗时 3 周、制作及硬件需要 2 周； ②电控对硬件的调试在机械安装的基础上需要 2 两周。	8000
自瞄和装甲板识别	精准识别敌方机器人与前哨站，基地的装甲板	电控组 1 人 视觉组 1 人	①视觉的自瞄算法需要耗时 3 周，测试及调试需要 2 周； ②电控配合视觉组调试通信协议。	6000

2.2.4 工程机器人

2.2.4.1 规则分析

参考 2023 赛季机器人规范制作手册，工程机器人在比赛中起到了很大的作用，在工程机器人中：工程机器人需要快速并稳定的搬运障碍块，工程机器人矿石抓取结构，一台工程车只能有一个矿石结构并且每次只能进行抓取一个矿石，杜绝使用黏贴性材料的使用，确保机

器结构的流畅性，不得超过规则中所设定的机器尺寸。根据新赛季的所制定的经济机制和矿产机制的规则，矿产资源在比赛中越发重要，在比赛最后的复活机制，甚至可以决定比赛最后的走向，在此次赛季中要更多的注重矿石的作用，更多的争夺矿石。

2.2.4.2 需求分析

机械：创新型开发，保障工程机器人可以完整流程的运行，避免“外八”。更好的适应规则，在遵守规则的前提下更快更好的确保工程机器人的运行和功能的实现

电控：保证机器人底盘有着良好的灵活性，机械臂的抓取，搬运障碍物。

视觉：通过自动视觉识别检测目标和频率对比，实现自动对位、矿石位姿调整、预测矿石的释放。



图 3.5 工程机器人需求分析

2.2.4.3 技术需求及难点分析

表 3.19 工程机器人技术需求分析

工程机器人	技术需求	设计思路
底盘	离地高度仅 45mm，同时除了不具备飞坡功能，可自由通过全地形	大量使用大截面积薄壁铝管，铝管数量少且结构简单，整体结构强度高
高空抓取矿石	快速识别矿石下落，并对矿石进行抓取	由视觉组进行快速识别方法，由 2006 电机快速驱动机械臂对其夹取
升降	优化升降结构 PID 算法及参数，使升降的响应快速且稳定。	由机械组设计二级抬升结构，通过 3508 电机控制从而实现二级抬升
矿石兑换	识别兑换窗口位置，对矿石进行一定的姿态调整	抬升到一定高度从矿仓中夹取矿石根据图像识别得到的数据将矿石进行姿态调整再将其送入兑换窗口
图传	快速、精确的完成目标检测	首先完成对矿石、发光灯条的准确识别，再由机械臂完成相应操作
障碍物搬运	碍块搬运	在底盘设计气缸推送连杆
吸盘	牢牢吸附住抓取的矿石且做到吸附自如	由真空泵对矿石起吸附作用
识别矿石条形码	对矿石进行翻转	通过图像识别，对矿石的 logo 和条形码进行检测，判断是否翻转矿石

表 3.20 工程机器人技术难点分析

工程机器人	难点分析	设计思路
取矿机构	吸盘结构	采用了双吸盘的设计，拥有足够的容错性和交互性能
底盘	伸缩结构	伸缩部分由两段组成：第一段行程 400mm，抽屉滑轨+气缸；第二段行程 175mm，直线导轨+气缸。这样设

工程机器人	难点分析	设计思路
		设计的目的是尽可能腾出中间的空间以防止转矿干涉。
	转矿结构	模仿上海交通大学 21 赛季的设计，通过设计我们实现了“矿石一键旋转 90 度”的功能。也做了将矿石放入该机构时的“自动调正”
升降机构	动力驱动	电控调高阈值，3508 电机驱动链条
	直线驱动	MGN12 系列的滑轨滑块，整体结构刚度高无晃动且双边驱动同步性好，使用 MGN12H 滑块还有一个优点在于容错率高。
	承受力	底盘机架内层全为焊接，大量节省出了板材和连接的空间。而外层 防撞为板材和子母螺丝连接，连接强度可靠且不会外露螺母，保证强度的同时有效防止了固连的发生。同时防撞若发现变形损坏，可快速拆卸并进行更换
矿石姿态调整	摩擦轮翻转	设计一组垂直的摩擦轮，实现矿石的上下运动。同时通过这组摩擦轮还可以实现矿石姿态的翻转。
	爪子上安装翻转电机	通过图像识别进行矿石姿态识别和旋转翻面的结构。在该结构内首先识别 R 标志位置或者矿石的矩形和梯形相关位置，从而确定矿石的相对姿态，然后根据姿态进行翻面使二维码朝下。
超级电容	设计电路，设计超级电容代码	能够实现电源超级电容。电机之间的功率控制。同时也要保证超级电容的稳定性，不会莫名的断电

2.2.4.4 资源需求分析

场地需求：

工程机器人是一个具有抢夺矿石，为己方带来经济优势的机器人。所以需搭建一个大小资源岛，从而测试工程机器人的取矿、兑矿性能和稳定性。

物资需求：

表 3.21 资源需求

工程机器人	组别	物资
底盘	机械组	麦克纳姆左右轮、避震器、铝材、机械标准件、碳纤维板材、螺丝螺母
	电控组	3508 电机、底盘主控板、陀螺仪、8 路继电器、C620 电调
升降	机械组	铝材、碳纤维板材、气缸、、气瓶、链轮、直线滑轨、螺丝螺母
	电控组	3508 电机、C620 电调、L298n 电驱版
爪钩	机械组	气缸、铝材、轴承、滑轨
	电控组	3508 电机。3508 摩擦轮
云台	视觉组	工业相机
遥控指令接收	电控组	比赛专用遥控器与接收器
取矿	机械组 电控组 视觉组	按照官方 1: 1 的搭建资源岛，从而测试取矿功能
超级电容	电控组	大容量电容组及配套电路
官方资源		装甲板、电源管理灯裁判系统、

表 3.22 人力需求

工程机器人	人员安排
底盘	机械组（李继超） 电控组（王培江）
交互	机械组（李继超）

工程机器人	人员安排
	电控组（蔡晨文）
云台	视觉组（王全秀）
	电控组（王培江）
	机械组（李继超）
矿石抓取	视觉组（王全秀）
	电控组（王培江）
	机械组（李继超）
升降	视觉组（卢小艳）
	电控组（蔡晨文）
	机械组（李继超）
整车组装	视觉组（王全秀）、（卢小艳）
	电控组（王培江）、（蔡晨文）
	机械组（李继超）

2.2.4.5 研发进度

表 3.23 工程机器人研发进度

工程机器人	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
升降	能够稳定且快速的抬升到相应高度且降低往复升降导致的误差	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	利用机械电机加传动轮配合，优化升降机构，实现抬升高度一定高度（2 周）	3000
采矿	实现取矿石的自动对位，完成对不同情况下的矿石抓取	机械 1 人 电控 1 人	利用底盘对位，气缸推动伸出夹爪至指定位置，通过气缸夹紧矿物，3508 电机旋	3000

工程机器人	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
		视觉 1 人	转夹爪调整调整条形码朝向，收回夹爪实现矿物回收，通过调整夹爪初始位置保证可以精确夹持小资源岛矿物，通过调整伸出的长度以夹取不同位置的矿物。（2周）	
障碍物 搬运	稳定获取、搬运、放置障碍块	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	在底盘设计气缸推送连杆从而对障碍物进行搬运（4天）	2000
底盘	对避震悬挂系统进行设计，通过仿真改变弹簧的劲度系数，观察底盘质心起伏。降低重心，减少车体震动，防止下坡时翻车。	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	悬挂系统良好的缓冲作用和刚性保证机身在取矿以及搬运中不会产生剧烈晃动，从而有利于取矿机构的稳定性提高。以此保证工程机器人的取矿效率，需实现机器人在平地快速全向移动，稳定实现上下坡。缓冲减震系统需同时实现盲道缓震需求保护车体（2周）	3000
整车装 备	将以上所有结构全部进行组装	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	检测机器人所有结构并测试其功能 3(天)	/

2.2.5 飞镖系统

2.2.5.1 规则分析

总体规则来看，飞镖系统在 2023 赛季中，并未做出太大的调整变化。飞镖与飞镖发射架的制作参数、与场地的交互并没有较大的变化。作为就一个提供高额输出的兵种，飞镖系统

的稳定性、精确性仍然是本赛季赛场上的关键点。飞镖发射机制中，每局比赛开始 30 秒后，飞镖发射站闸门有两次开启机会，每次开启时长为 15 秒。当飞镖发射站完全开启后，另一方前哨站或基地的飞镖检测模块将会刷新检测窗口期，持续时间为 20 秒。发射的飞镖需在检测窗口期命中飞镖检测模块，否则攻击无效。当飞镖命中对方前哨站或基地时，对方所有操作手操作界面被遮挡 5 秒或 10 秒，若连续命中，则操作界面被遮挡时间叠加计算。当基地或前哨站的飞镖引导灯亮起时，若飞镖命中基地或者前哨站，其对应的增益点暂时失效，持续时间为 30 秒，若连续命中，则重置失效时间。飞镖对于赛场整个战局的影响力是举足轻重的。

2.2.5.2 需求分析

飞镖不仅拥有强大的攻击力，对于飞镖命中前哨站或基地时对操作手造成的致盲时间以及增益点的暂时失效都是主导比赛发展方向的重要因素。在飞镖系统的实现上，我们重点关注发射模块与飞镖的基础功能，在此基础上添加能够进一步辅助飞镖准确的制导模块。



图 3.6 飞镖系统需求分析

2.2.5.3 资源需求分析

表 3.24 飞镖系统需求分析

飞镖系统	组别	物资
发射模块	机械组	机械标准件、加工件等
	电控组	大扭矩云台电机、6020 电机、3508 电机等
飞镖模块	机械组	3D 打印件等
	电控组	红外识别、舵机控制等
制导模块	视觉组	摄像头等
	电控组	飞镖触发头，线材等

2.2.5.4 研发进度

表 3.25 飞镖系统研发进度

飞镖系统	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
发射架	稳定的快速连发和流畅的换弹	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	对导轨、承载件、飞镖牵引装置的设计、测试以及实现 (2 周)	3000
飞镖	稳定的滑翔路线以及调整空中姿态的能力	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	通过陀螺仪回传数据对飞镖姿态进行调整 (2 周)	3000
制导	飞镖的精准打击	机械 1 人 电控 1 人 视觉 1 人	识别相机图像得到的与引导灯相对距离对飞镖姿态调整 (4 天)	2000

2.2.6 雷达

2.2.6.1 规则分析

本赛季取消了雷达基座和操作间雷达对应的显示器，调整了雷达以及多机通信机制。雷达作为赛场上唯一可以获得二全局视野的单位，可为全队机器人提供视野，也可通过多机通

信向己方机器人发送信息，获取全场视角并且识别检测目标机器人，对机器人进行位置标注，同时对关键资源点占领情况进行识别示警，在本赛季雷达对于赛场变化的监控与协调不同机器人的战术布置有着至关重要的作用。

2.2.6.2 需求分析

表 3.26 雷达技术需求分析

雷达	需求	关键技术
定位模块	准确定位场上各个机器人	激光雷达定位，视觉定位算法等
识别模块	迅速准确的框选出图像中机器人的位置，识别出兵种等信息	YOLO 神经网络算法等
通讯模块	通过裁判系统发送小地图信息，实时传递敌方机器人信息	高效的通讯协议，数据加密等

2.2.6.3 研发进度

表 3.27 雷达研发进度

雷达	设计需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
基本要求	提供全场视野	机械 2 人 电控 1 人 视觉 2 人	使用多个摄像头，进行图像拼接，传输等操作，设计雷达基座，保证视野等（2 周）	3000
进阶要求	标出更有威胁的目标	机械 1 人 电控 1 人 视觉 2 人	识别整车、标定坐标、对比坐标、显示信息等，显示敌方机器人血量等（2 周）	3000

2.2.7 空中机器人

2.2.7.1 规则分析

空中机器人在本赛季规则变化不大，比赛开始时空中支援处于冷却状态，冷却时间为 175 秒。冷却状态解除后，队伍方可呼叫空中支援。每次空中支援时长为 30 秒。在空中支援时间内，空中机器人将获得第一视角画面和 500 发允许发弹量。同时，每呼叫一次空中支援即可获得一次补弹机会。空中支援的需要金币兑换，只有在充足的经济保证的情况下空中机器人的优势才可以发挥，经济体系的改变使得经济获取难度提高，所以每一次空中支援都十分宝贵，对空中机器人的各项性能提出了更高的要求。

2.2.7.2 需求分析

空中机器人需要实现稳定发射的能力，达到击杀敌方机器人的效果，这对空中机器人的飞行稳定性及射击稳定性提出了巨大要求。不仅要求空中机器人在空中有着较为平稳的飞行状态，而且还要再保证射速的情况下尽量提高发射的准确性。空中机器人主要依赖于自动瞄准，所以视觉部分对于空中机器人弹道的预测也十分重要，这对机械、电控、视觉部分都是一个巨大的挑战。



图 3.7 空中机器人技术需求分析

表 3.28 空中机器人关键技术分析

空中机器人	需求	关键技术
平稳飞行	飞行轨迹稳定，悬停平稳	调试飞行控制参数，重心设计等

空中机器人	需求	关键技术
高命中率	云台稳定、射击精准、射速稳定	云台材料、电池和脚架的位置、枪口设计等
安全稳定	飞行保护装置	对机翼的保护结构，避免浆叶收到损坏，测试场地的安全防护措施等

2.2.7.3 资源需求分析

场地需求

空中机器人调试过程中危险系数较大，在初步完成后需要不断调试，试飞，因此应在空间较为开阔，光照充足，有足够安全防护措施的场地进行测试，测试期间避免无关人员进入，防止发生危险意外事故。同时，对于发射功能的测试，需要搭建相关测试平台，用于确定无人机的弹道以及模拟飞行高度等。

物资需求

表 3.29 空中机器人物资需求

物资	功能
遥控器、接收器	空中机器人的远程操控
6020 电机	云台 Pitch 轴
2006 电机	拨弹结构
3508 电机	地盘电机
17mm 弹丸	弹道测试

2.2.7.4 研发进度

表 3.30 空中机器人研发进度

空中机器人	物资需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
-------	------	------	--------	------

空中机器人	物资需求	人力预估	研发时长预估	资金评估
机架	机加工零件、标准件、飞控系统、传输系统等	机械 2 人 电控 1 人	7 周	15000
云台	加工零件、板材、3D 打印件、6020 电机等	机械 2 人 电控 1 人	5 周	6000
发射	3508 电机、2006 电机、机加工件等	机械 2 人 电控 1 人	5 周	1000
自瞄	摄像头、NUC11、树莓派等	视觉 2 人 电控 1 人	7 周	5000

2.2.8 人机交互

设计思路：

人机交互是研究人与计算机之间通过相互理解的交流与通信，在最大程度上为人们完成信息管理，服务和处理等功能。从人员的安排上可以细分为以下两种情况：

1. 机器人与操作手之间的交互，通过 UI 界面显示。在机器人进入比赛之后，操作手可通过 UI 界面接收到战场的信息，以便做出下一步的判断。同时，UI 界面还可以反应机器人的状态，自身设备状态和血量。

2. 机器人与开发调试人员之间的交互，通过 TFT 屏显示。在机器人调试阶段，主要是机器人的外设模块与通信，通过 TFT 显示屏来显示各部分外设的状态。

视觉方面：通过 UI 界面，我们能清晰的判断各个机器人所涉及的识别算法和定位信息，如：哨兵机器人识别敌方机器人的战场信息等，方便我方操作手做出相应决策；同时，也可以检测自瞄的开启状态，能将识别效果对应数据通过串口通信传送给电控，从而辅助电控做出精准判断。

电控方面：在调试阶段，机器人与操作手之间的交互主要体现在软件编写和硬件连接上，从机器人底盘、云台、发射装置的连接与调试，实现上位机和下位机的联动。

2.3 技术储备规划

已有的技术储备和新技术的规划：

(1) 底盘控制技术：包括对麦轮和舵机两部分。目前已经可以实现全向运动的操控，并且能利用 PID 算法控制和改进。还有就是对于底盘功率，我们设置了上下限控制其不会超出限制。

(2) 云台控制技术：同样我们利用 PID 算法对云台控制。在后期我们会综合考虑云台与底盘、发射装置连接的问题。

(3) 发射控制技术：包括拨弹和供弹是会出现的情况，我们进行了全面分析，但有部分问题还待解决。

(4) 自动瞄准技术：现在自瞄技术已经很成熟的情况下，我们选择将传统视觉与神经网络相结合去发展和完善我们项目工程。

(5) 自动定位与导航算法：我们会结合 SLAM,SFM 来实现定位与建图，将实战中机器人的运行路线模拟成功，更方便的实现全自动，总之，将传统视觉与新视觉技术之间相互结合是我们团队的初衷。

基于前期研发制作机器人的经验上，我们总结并归纳出现过的问题。希望在原有的代码上对机器人的各方面进行优化，让机器人达到最优的战备状态。

2.4 团队架构

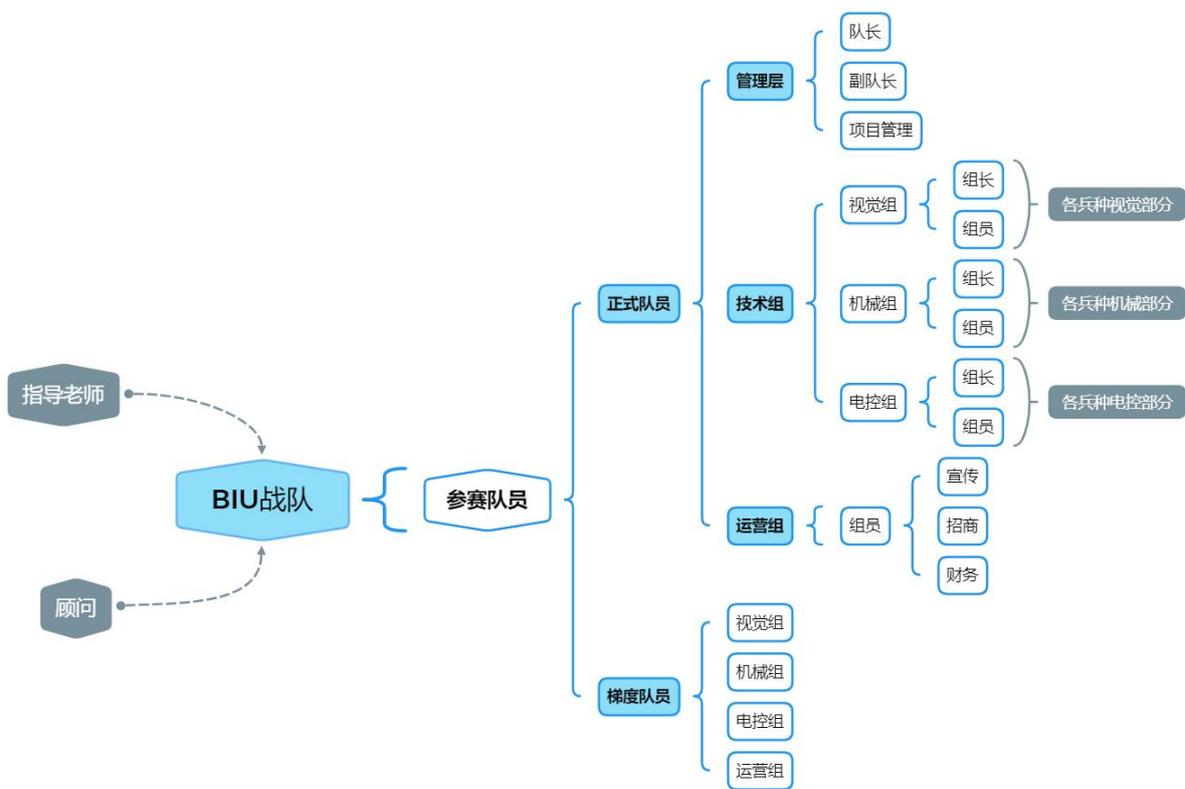


图 3.8 BIU 战队团队架构

表 3.31 BIU 战队成员职责

职位	分类	角色	职责职能描述	人员要求	预计人数
		指导老师	战队的总负责人，负责与学	有责任心，具有丰富的经验，	2

职位	分类	角色	职责职能描述	人员要求	预计人数	
			校的对接，重大事项的决策与审核，对整个战队的建设和发展方向进行指导。	管理能力以及一定的技术能力，能够给战队提供一定的技术指导。		
		顾问	对项目提供技术指导与管理建议。	技术能力强，具有一定的参赛经验。	6	
正式队员	管理层	队长	熟悉比赛流程，有一定的抗压能力，能够把控好比赛进度，直接管理各组组长，负责统筹整个战队的发展。	技术能力强，沟通管理能力强，责任感强，热爱机器人比赛，热爱战队。	1	
		副队长	负责协助队长对战队进行管理。	具有一定的技术水平和管理能力。	1	
		项目管理	负责战队的项目规划，项目进度，协调参赛相关事务安排。	热爱战队，具有一定的管理规划能力，责任心强，做事细致。	1	
	技术执行	视觉	组长	负责统领视觉全组，对视觉组全体人员、任务以及物资进行管理，把控战队视觉算法的研究方向，解决项目中遇到的技术难点。	计算机视觉算法技术强，专业能力强，管理协调能力强，责任感强，热爱战队。	1
		视觉	组员	对机器人目标识别、跟踪检测等功能的实现编写代码，并不断优化改良。	有一定的计算机视觉算法能力知识，一定编程能力和专业知识，责任感强，热爱战队。	10
		机械	组长	负责统领机械全组，对机械组全体人员、任务以及物资进行管理，把控战队机械结构的研究方向，解决项目中遇到的技术难点。	机械设计能力强，组装和改装机械能力强，专业能力强，管理协调能力强，责任感强，有耐心，热爱战队。	1
		机械	组员	配合其他组的需求，设计实现项目的各个部分机械结构，对机械结构进行总体的装配调整。	有一定的机械结构知识，机械设计改装能力，专业能力强，有耐心，热爱战队。	10

职位	分类	角色	职责职能描述	人员要求	预计人数
	电控	组长	负责统领电控全组，对电控组全体人员、任务以及物资进行管理，把控战队电控相关的研究方向，解决项目中遇到的技术难点。	电控能力强，专业能力强，管理协调能力强，责任感强，热爱战队。	1
		组员	控制和调试整车运动，射击等各个模块的功能，负责电控部分的代码编写，故障分析，功能优化等。	有一定的电控知识以及编程能力，专业能力强，管理协调能力强，热爱战队。	10
	战术指导		清晰战队所有兵种的优缺点，对参赛项目做出战术规划。	熟悉比赛规则，参赛流程，机器人制作手册等，拥有参赛一定的参赛经验。	3
	运营	组长	负责统领运营全组，对运营组全体人员、任务以及物资进行管理，针对运营方式与相关问题提供指导和意见。	运营经验丰富，管理能力强，责任感强，做事认真细致，热爱战队。	1
		宣传	直接负责战队的宣传建设以及全部宣传工作，包括 logo 设计，线上平台运营，参赛纪念品制作等。	对战队以及 RoboMaster 赛事有一定了解，拥有运营经验，认真负责，热爱战队。	2
		招商	直接负责战队的全部招商项目引进等工作，包括完善招商方案，寻找与对接赞助商等。	对战队有一定了解，对招商模式了解，有一定的招商经验，热爱战队。	2
		财务	直接负责战队的财务工作，包括赛季经费预算，发票报销等。	对战队有一定了解，有良好的沟通交流能力，对发票报销处理有一定经验，做事认真细致，热爱战队。	2
	梯队队员	视觉	书写部分代码，辅助正式队员完成视觉部分地模型训练，调参等。	具有一定地算法与编程能力，热爱战队。	5

职位	分类	角色	职责职能描述	人员要求	预计人数
		机械	辅助正式队员设计部分零件，对整车进行装配等。	具有一定地机械知识和建模能力，热爱战队。	5
		电控	理解电控代码，辅助正式队员对项目各项功能进行调试等。	具有一定地电控知识和编程能力，热爱战队。	5
		运营	辅助正式队员对宣传渠道地日常运营，进行日常地组会记录等。	对战队以及 RoboMaster 赛事有一定了解，有一定地运营能力，热爱战队。	5

2.5 团队招募计划

RM 赛事一直是战队自建队以来，一直看重的一项重要赛事，不仅仅能够培养学生的实操能力，经过 RM 锻炼的队员，在外都能独当一面，能够应付各项赛事的工作，真正成为一名优秀的青年工程师。同时，RM 的备赛期漫长而又煎熬，对于战队的所有成员都是一项不小的考验，需要对 RM 赛事和战队有着极大的热情才能够在这个过程中持之以恒的去完成各项任务，因此招募到一批志同道合的团队成员和建设我们的团队便显得尤为重要。

对于我们战队来说，虽然已经有过三年的参赛经验，但是之前的招新都是局限于班级群转发的形式进行招募，存在的问题有宣传覆盖不够广泛，缺少有效的吸引同学的方法，因此为了提高战队与 RM 赛事的知名度，吸收更多的新生力量，战队以运营组为核心，其他各组配合，指定宣传计划，通过制作海报、公众号推送、校园招新展示等方式向全校同学进行招募。

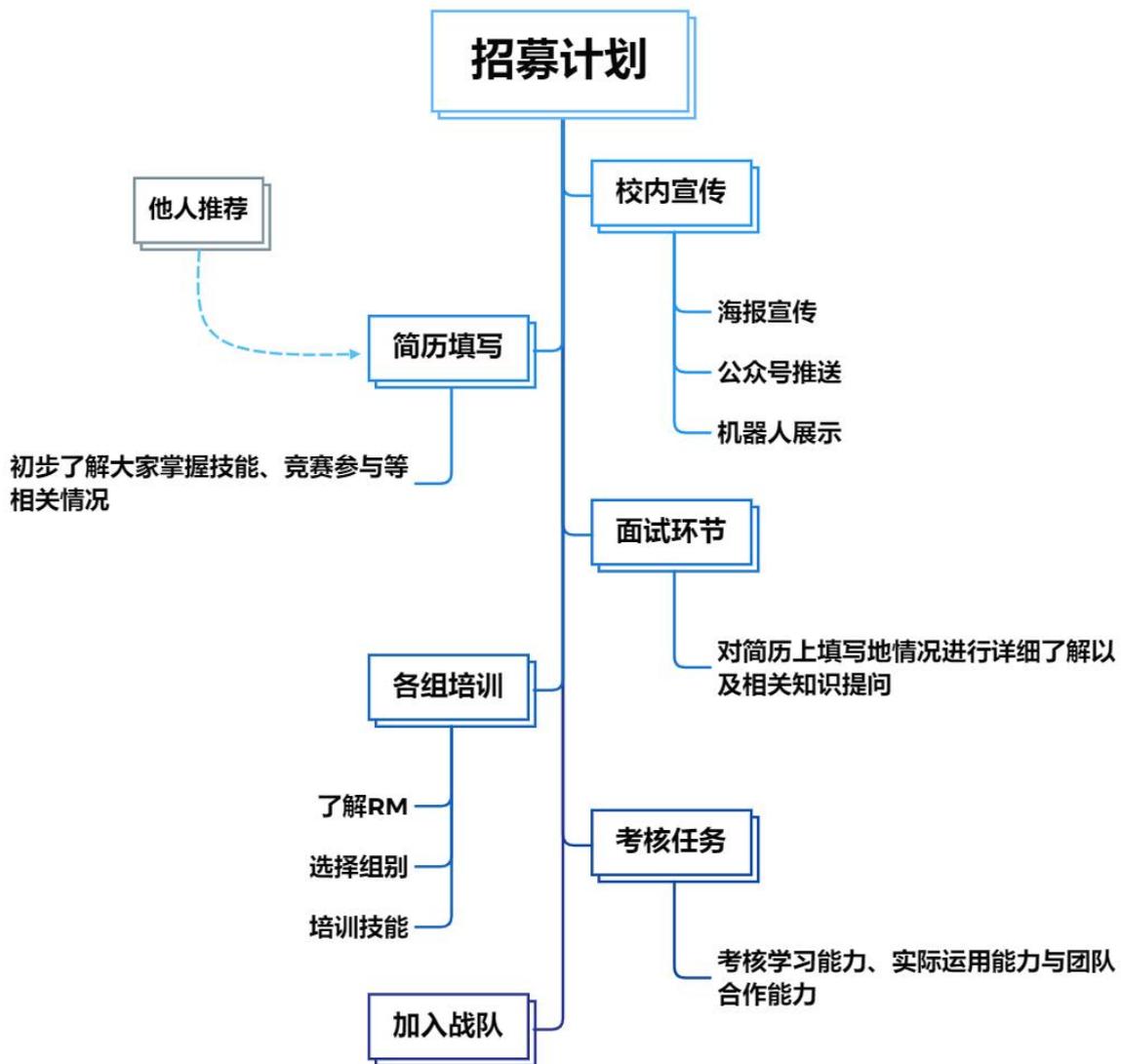


图 3.9 招募计划

● **校内宣传：**每年进行两次招新计划，通过张贴海报、公众号推送宣传视频、校内展示机器人、老师推荐等方式宣传和吸引对 RoboMaster 赛事有一定了解或者感兴趣的同学。

● **简历填写：**通过简历填写的内容，以及他人推荐的人选，筛选出具备相关技能，做事风格与队内核心风格一致的同学进入面试环节。

● **面试环节：**通过面试对大家简历填写的情况有进一步的了解，以及进行基础的知识提问，确定进入培训的名单。

● **各组培训：**对赛事进行详细解读，战队发展以及各组职能的介绍，确定大家的意

向组别并针对组别由正式成员培训相关技能。

- **考核任务：**经过培训后，设置相关考核任务验证培训成果，根据考核任务完成过程以及最终效果考核大家的学习能力、解决问题能力、实际运用能力和团队合作能力。

2.6 团队培训计划

表 3.32 BIU 战队培训计划

组别	培训时间	培训任务	培训形式
视觉	2022.09.01~2022.10.31	掌握 Python、OpenCV 的基本使用。	B 站教程自学
	2022.11.01~2022.12.30	了解比赛规则与比赛机制，能够独立完成部分模块。	老队员讲解培训
	2023.01.01~2023.01.15	熟悉视觉代码的框架结构，能够理解并设计视觉代码。	一对一老带新
机械	2022.09.01~2022.10.31	熟悉 Solidworks 的基本操作，了解实验室机械加工器材的规范使用。	老队员讲解示范
	2022.11.01~2022.12.30	了解赛场机制，能够设计单个零件。	老队员讲解
	2023.01.01~2023.01.15	熟悉不同兵种的机械结构，能够独立设计不同模块。	一对一老带新
电控	2022.09.01~2022.10.31	学习 51 以及 STM32 的使用方法，能够实现部分功能。	B 站教程
	2022.11.1~2022.12.30	掌握比赛所用开发版的使用以及熟悉各个电机的控制。	老队员讲解
	2023.01.01~2023.01.15	学会调试车辆的基本功能。	一对一老带新
运营	2022.09.01~2022.10.31	学会 Pr、Ae、Ps 等软件的基本操作与使用。	B 站教程
	2022.11.1~2022.12.30	掌握 B 站视频、公众号等宣传渠道的日常运营方式。	老队员讲解
	2023.01.01~2023.01.15	熟悉赛事流程，战队发展，熟练视频的剪辑、制作等。	老队员讲解

3. 基础建设

3.1 可用资源分析

3.1.1 资金

表 3.33 战队资金清单

类别	来源	数额（单位：元）	初步使用计划
资金	学校支持	140000	车辆制作物资购买、战队建设
资金	赛事奖金	5000	团队建设
资金	自发项目	10000	团队建设
资金	外接项目	10000	物资购买

3.1.2 设别清单

表 3.34 战队设备清单

组别	名称	资源数额	单位	备注
设备	NUC11	3	台	实验室购买
设备	3D 打印机	2	台	实验室购买
设备	可视化显示屏	1	台	实验室购买
设备	工业相机	3	台	实验室购买
设备	飞利浦 275E1S 显示器	5	台	实验室购买
设备	攻丝机	1	台	实验室购买
设备	台钻	1	台	实验室购买
设备	USB 摄像头	5	个	实验室购买

3.1.3 预算分析

表 3.35 战队预算清单

类目	物资类别	费用（单位：元）	说明
视觉	工业相机、NUC11、摄像头、GPU 运算平台等	15000	各个兵种的视觉平台搭建
机械	机械加工、场地搭建等	20000	各个兵种的机械加工、测试场地搭建
电控	RM 官方物资、战队其他电控物资采购等	20000	各个兵种的基础物资采购
运营	实验室基础办公物资等	5000	日常办公物品
差旅	战队外出比赛交通、住宿等	20000	/
团建	调节战队气氛，建设战队文化	3000	/

3.2 协作工具使用规划

2023 赛季我们引入了新的团队协作工具——“简单云”。团队协同需要将团队成员的工作成果进行共享，集思广益，可以使项目开发的时间大大的减少，避免团队的成员闭门造车。同时使用协同工具，建立云文档，实时发布对每个队员的任务，以及更新制度管理都尤为重要。

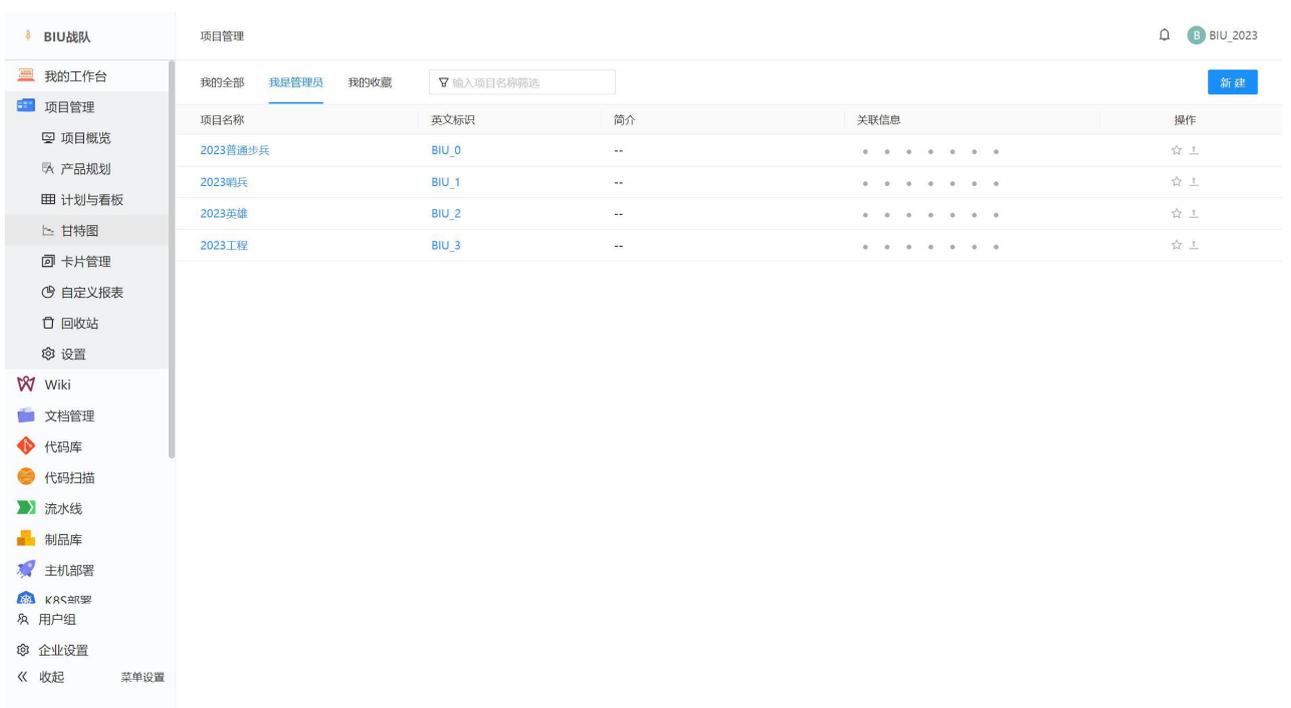


图 3.10 简单云界面

2023 赛季我们对于往届遗留的设计图纸、代码、其他学校的开源资料进行了规范的归类整理，按照不同组别以及不同的文件类型进行分类，本地留存备份并且上传至“简单云”的云空间以便成员查阅；对于代码协作部分，“简单云”拥有的代码仓库实时更新协作，团队合作可以更加高效便捷；对于其他队伍方案调研部分，由顾问收集开源资料上传至云空间中；对于测试记录部分，代码统一存放在代码空间中管理，结果规范文档上传至云空间。

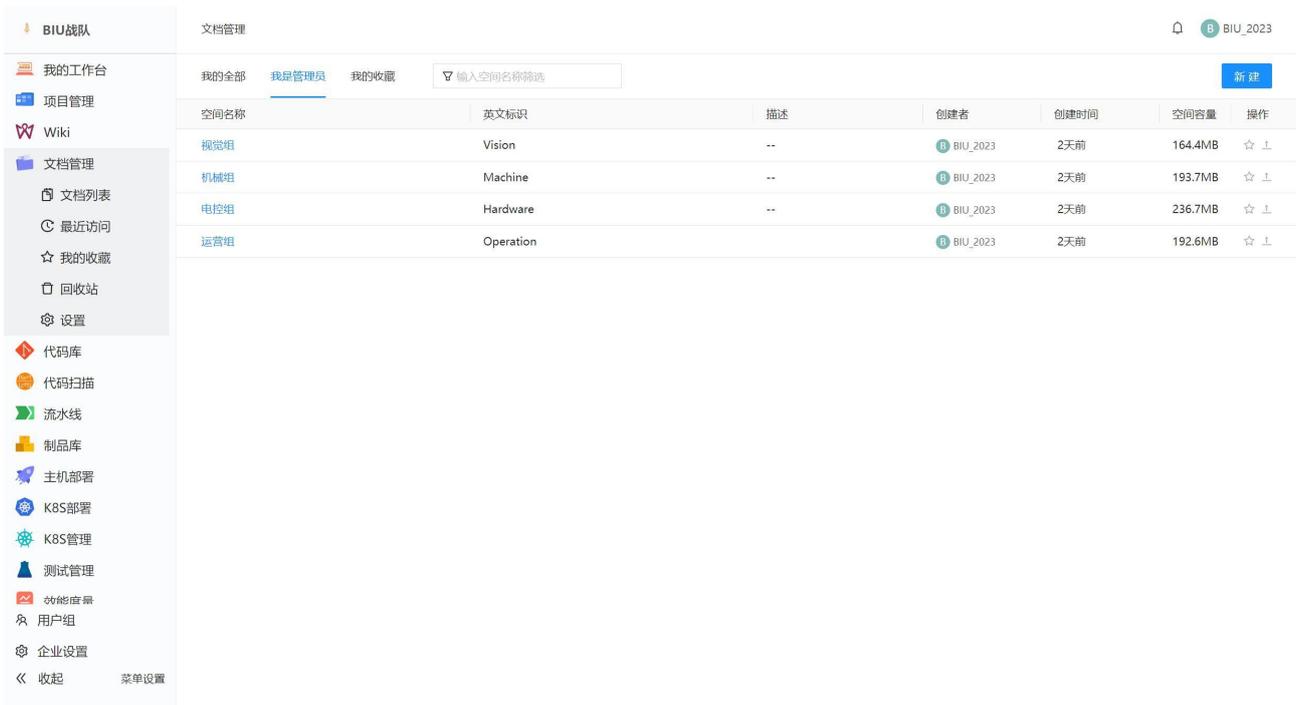


图 3.11 云空间

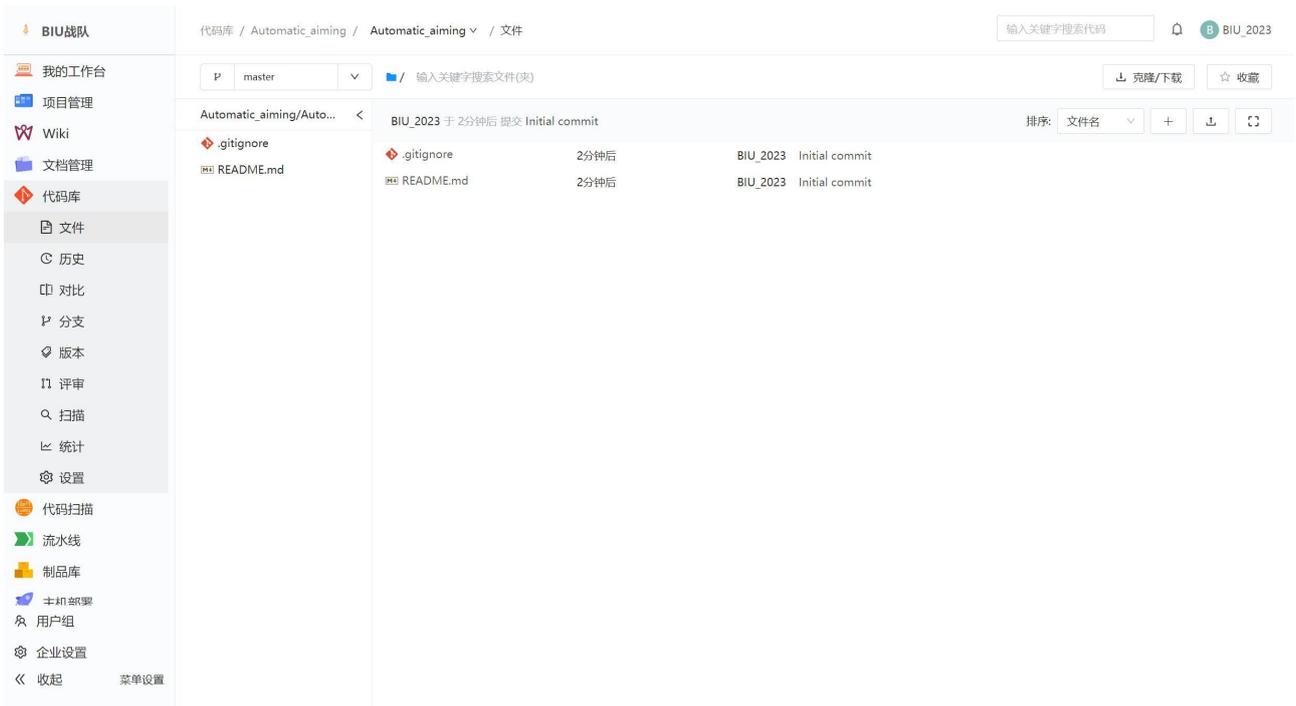


图 3.12 代码库

3.3 研发管理工具使用规划

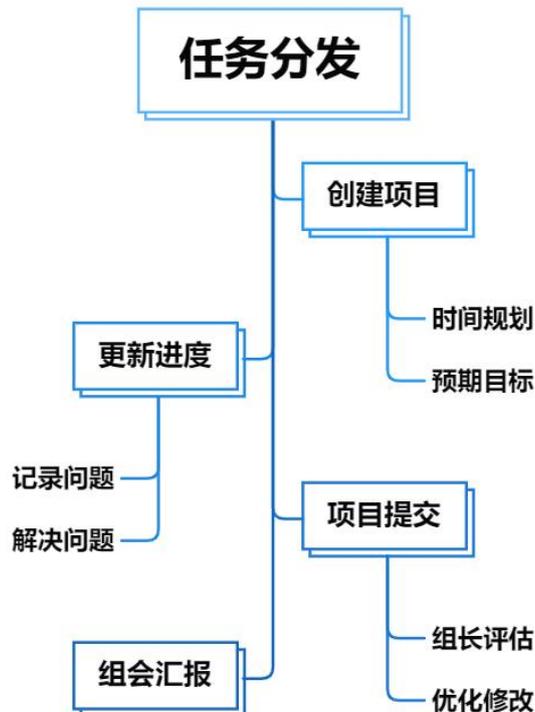


图 3.13 任务分发流程

每次组会由各组组长分发各组成员任务，各组成员确认任务后在“简单云”上创建项目，添加项目时间规划与预期目标，完成过程中严格按照项目规划时间轴逐步完成预期效果并按照进度实时更新进度，记录问题，解决问题，项目最终结果在截止日期前提交，最终由各组组长对工作完成情况进行整体评估，优化修改，在下一次组会汇报中展示并总结汇报。

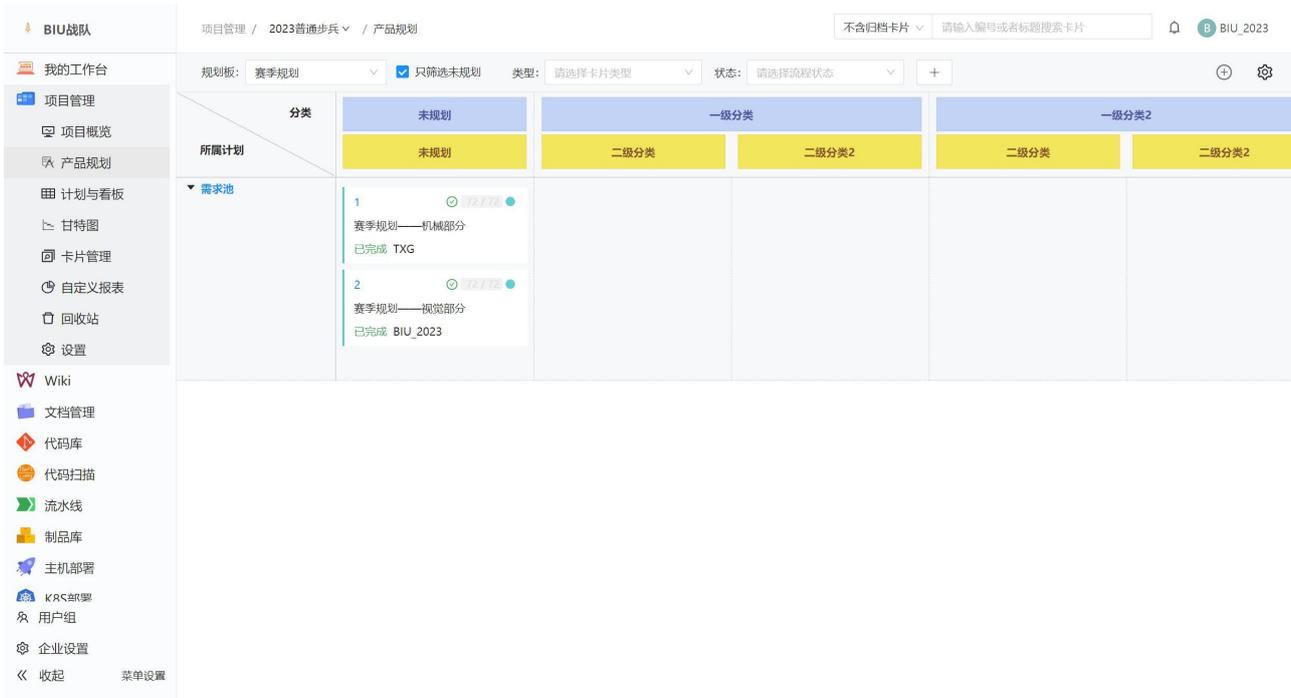


图 3.14 项目管理页面

3.4 资料文献整理

3.4.1 视觉组

[视觉组资料文献](#)

3.4.2 机械组

[机械组资料文献](#)

3.4.3 电控组

[电控组资料文献](#)

3.4.4 运营组

3.5 筹集资金计划及成本控制方案

BIU 战队以机器人实验室分属管理，主要资金来源为学校对于实验室的建设支持，为进一步扩充本赛季资金储备，在战队的资源与技术基础上计划以自发项目、外接项目和竞赛奖金三个方面获得资金。

1.自发项目：

战队可在现有技术资源的基础上进行项目课题的自主研发，结合不同兵种的特性进行部署，例如在高空检测方向上，可以在 22 赛季的哨兵作为下位机部署目标检测模型，可以运用在交通（行人检测、车辆检测等）方面；在普通步兵的基础上加入深度摄像头，搭建三维重建项目，对一定空间内的物体进行三维检测，三维重建技术在无人驾驶方面有着很好的应用；利用现有的嵌入式设备，结合工业化的 Solidworks 进行 3D 建模，自主设计小型的创意产品，可通过和商家合作，进行出售，合作共赢。

2.外接项目：

战队拥有自己独立的宣传手段，通过短视频、b 站等运营方式提高知名度，同时运营组自主招商，根据实验室现有资源与技术对外承接项目，针对客户需求去设计开发，目前实验室可承接 web 前端的网页制作、微信小程序开发、移动端的 APP 以及部分海报设计等项目。

3.竞赛奖金：

战队成员在备赛期完成项目同时，积极组队参与“互联网+”全国大学生创新创业大赛、“挑战杯”全国大学生创业计划大赛、全国大学生数学竞赛、人工智能创意赛等各类学科专业竞赛，通过参与获奖可以得到学校奖金与主办方奖金，在应用中既锻炼自身技术能力又可以获得资金支持。

对于成本的控制方面，首先是清点上一赛季的遗留物资，可以有效减少本赛季在采购上的重复浪费。战队在 23 赛季初已完成对上一赛季遗留物资的清点盘算，剩余物资包括官方物资、加工零件等，这些物资在本赛季仍然可以利用可以有效节省物资购买资金；其次对于必须的零件上，我们会优先利用战队设备（攻丝机、台钻、电锯等）进行自主加工，以节省不必要的零件加工费用；最后是物资采购上，对于部分机械零件，在不影响机器本身质量与性能的情况下，我们会考虑采购部分较新的二手物资，相较于全新的零件，这些二手零件不影响使用同时在价格方面也更加友好，可以有效节省战队资金。

4. 运营计划

4.1 宣传计划

4.1.1 宣传目的

- (1) 为了能让更多学生了解机械行业，让对机械感兴趣的学生进入机器人团队。
- (2) 通过宣传提高战队的知名度，吸引更多对机器人感兴趣的同学加入我们的战队。
- (3) 间接促进学校学科类进步。

4.1.2 宣传计划

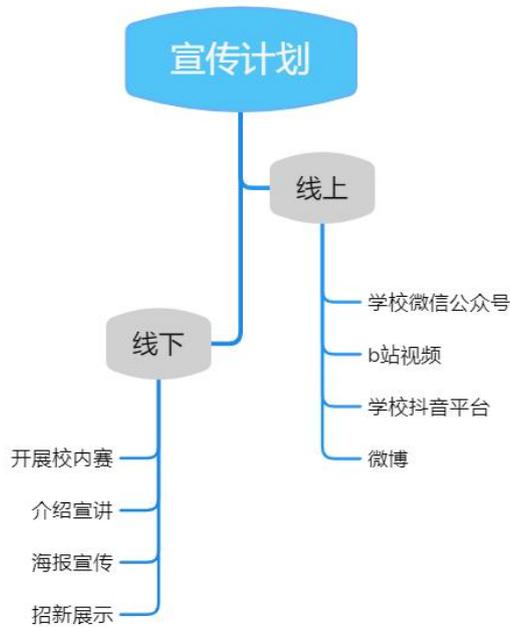


图 5.1 宣传计划

线上宣传：

表 5.1 线上宣传情况

平台	运营情况
学校微信公众号	粉丝：13808 人



图 5.2 Bilibili 人文大信-rob 工作室

线下宣传：

(1) 开展校内赛

在校内举行小型的机器对抗赛，由实验室成员操作机器进行对抗，在比赛环节中，不仅可以锻炼战队的操作手，还可以吸引对机器人感兴趣的同学，邀请他们体验操作，深入感受 RM 的魅力。这一方式不仅可以增加广大同学对机器人的了解与兴趣，还可以增强战队的校内知名度，同时吸引更多的人才加入战队之中。此外，通过比赛也是对我们自己的机器人进行各方面的实战性能测试，让我们可以及时发现不足进行改进。

(2) 介绍宣讲

为了使对机器人领域有兴趣的同学可以学习到更多相关知识，在学校营造科创氛围吸引更多的人才注入。在每个学期开始的第一个月战队会针对 RM 赛事进项宣传讲解，战队成员通过展示比赛规则、战队成果等提高比赛和战队在校内的知名度。也会对感兴趣的同学集中讲解一些机械、电控、视觉、运营简单的入门课程，让学生在学习过程中找到最适合自己的组别。帮助参加培训的同学确定自己的主要发展方向，并提高每个同学相应方面的能力，同

时提高同学们参与科创的热情。将同学们课本中走出来，学习理论，加以实践，学以致用。同时，我们也可以在宣讲中寻找适合战队的新生力量，为实验室注入新鲜血液。

(3) 实地宣传

通过海报宣传等方式，想全校同学发起邀请，欢迎每一个对机器人感兴趣的人观看，对战队进行宣传招新，在招新现场对我们的机器人各项功能进行基础的展示，配合战队的其他成果，引起同学们的关注，为之后战队的发展与传承寻找志同道合的新生力量。

4.1.3 预期成果

让更多的新手小白了解到了 RoboMaster 的比赛文化及机器人竞赛的相关知识，并吸引更多志同道合的伙伴加入到我们的战队之中。提高战队在校内的影响力，打响战队的校外知名度，让更多的高校，企业了解到我们的战队，愿意与我们的战队交流学习，获得更多的资金赞助。

4.1.4 具体计划

表 5.2 具体计划

时间点	时间	负责人	事件	方式
备赛期	2022 年 11 月	文弦	招商宣传	1.海报宣传 2.视频宣传
比赛期	待定	付鸿琳	记录参赛	1.记录参赛视频 2.剪辑宣传

4.1.5 战队交流纪念周边

增进与各战队之间的交流，在赛季赠送战队特制纪念品

- ①3D 建模纪念品
- ②明信片
- ③战队专属贴纸
- ④战队特制手环



图 5.3 战队明信片

4.1.6 宣传调整

根据后期的宣传成果与赛季日程，对宣传方案做适当调整。

4.2 招商计划

4.2.1 招商目的

一个战队对于招商企业来说更多的是一种资源置换，拥有极强的技术水平便能拥有更大的商业价值，而通过商业运作下获得的物质资源也能使得战队提升自己的技术水平，我们 BIU 战队对于招商的看法便是希望在获得包括资金在内以及其他（技术支持、代加工、设备使用权等一系列对于比赛有利的资源）的帮助后，通过提升自己的技术能力来对学校以及企业进行反哺。

BIU 战队作为唯一代表贵阳人文科技学院参加 Robomaster 比赛的一支战队，受到了学院乃至学校内机器人爱好者的广泛关注，而校领导们对于老师学生们自主组织参与比赛，给予了很大的认可与强有力的资源安排，让队员们拥有独立的个人空间与良好的环境，为接下来的全身心备赛提供了有效保障，但 BIU 战队成立时间较短，RoboMaster 机甲大师赛是一个需要具备专业性、实操性、资源性强的比赛，且因为不可抗力原因比赛时间有所更改，导致来年的备赛时间可能会被压缩，虽然学院每年也给予了极大的资金安排，但要通过学校的层层审批，存在着报销时间长、时间缓慢、金额限制等因素，可能导致战队错过最佳的备战时间以及备赛期间差旅费不足等，所以招商的目的便是为了让战队拥有更安心的备战资源与比赛环境。

4.2.2 招商需求

- (1) 资金支持。
- (2) 技术支持。
- (3) 物资支持。

4.2.3 赞助商需求

- (1) 通过校企合作，发掘人才。
- (2) 通过校企合作，打开知名度。
- (3) 通过校企合作，扩展资源。

4.2.4 招商说明

赞助行为是贵阳人文科技学院 BIU 战队与赞助商在 RoboMaster2023 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 RoboMaster2023 赛事组委会、其他 RoboMaster2022 赛事赞助商及 RoboMaster2022 赛事官方招商企业品牌的利益。

4.2.4.1 招商对象

表 5.3 招商对象

合作对象	原因
校友合作	底细明确，方便联系，与学校合作意向大，具有较好的可执行性
产品研发行业	与战队当下所需资源相近，有技术以及产品的支持，且战队可给予人才支持
校园招聘相关企业	对学校有一定了解，且需要人才招募与校内知名度需求，合作需求偏大
个体户	以个人赞助的方式提供资金，更方便快捷。

4.2.4.2 赞助商权益

校内宣传：

- (1) 战队在校园内参加的比赛与进行的招新等宣传活动中进行赞助商品牌文化展示，如

海报、战队 logo、战队纪念品等：

(2) 战队的自营微博、b 站、官网、抖音、微信公众号等社交媒体中进行赞助商品牌文化宣传展示。

(3) 战队可使用赞助商提供的配件、元器件等作为战队指定使用产品

比赛期间宣传

(1) 独家冠名赞助商将会得到战队的独家冠名权

(2) 独家冠名赞助商的品牌 logo、产品名称及图案在不违反大赛要求的情况下可在战队的战车、队服中出现

5. 团队章程及制度

5.1 团队性质及概述

贵阳人文科技学院 BIU 战队是一支以创新为帆、团结为基的科研团队，为学校的机器人爱好者提供了交流平台。作为学校参加 RoboMaster 比赛的唯一代表队伍，团队始终秉承“乐学、自信、修身、笃行”的校训，力求学科竞赛和科研项目交叉互融，推动团队科研创新工作的开展，培育一批创新性强、专业性强的综合性人才，提升学校核心竞争力。对于战队而言，经过了三年的沉淀，团队的规章制度以及各体系正在逐渐完善，在接下来的发展过程中，战队将不断改进不足，打好战队底蕴，力求突破自我，创造辉煌时刻。

5.2 团队制度

5.2.1 审核决策制度

自由与制度结合才是唯一的自由，没有了制度的管控，过度的民主只会将人类推向深渊。战队中所制定的制度是指战队的重大事项的抉择、重大事项的安排、车辆安排以及对于梯度队员的讨论，必须由所有成员集体讨论所制作的制度体系，积极围绕“乐学、自信、修身、笃行”的校训，严行要求团队本身，积极投入到团队的建设中，综合提高实验室本身的竞争实力。

1. 重大事项安排

- 实验室的建设；
- 对于新规则的讨论；
- 赛季测评活动的顺利进行；
- 各个部门针对于本身部门建设的情况完成对于梯度队员的考核；
- 大额实验室建设费用的使用；

3. 制作车各阶段的分工安排

➤ 前期阶段

表 6.1 前期安排

活动名称	描述	分工
------	----	----

活动名称	描述	分工
提出想法	针对于该赛季规则，提出对于该赛季的想法以及兵种制作的想法	全员参与讨论，各个组别对于本组想法进行讨论
设计方案	针对于各个想法的讨论，对其进行方案设计，完善该想法框架的构建	主要以机械组为主要负责成员，其余成员辅助探讨，对于兵种各个方面的要求分析
兵种分配	根据所选定的想法，利用三维图纸进行设计	主要负责该兵种的机械组成员
三维展示	总体三维草图展示	机械组成员三维模式展示
总体评审	对于三维草图进行评审	总体成员对于三维草图的评价

➤ 中期阶段：

表 6.2 中期安排

加工测试	减震结构测试，转向测试	电控组集体上阵调控车代码
结构优化	初步测试之后进行优化	由兵种负责人调整优化
内部讨论	对于雏形结构进行讨论	机械组和电控组相互调节和调动，更好的完善车结构
总体评审	对于优化后的结构进行讨论反馈出更多的想法	全体实验室人员对于此次兵种的评价
加工材料	设计加工	三维图纸加工

➤ 后期阶段：

表 6.3 后期安排

总体制作	兵种组装	机械组和电控组对于兵种调控
完善方案	对于兵种存在的问题基本调试	机械组、电控组和视觉组对于车的最后完善
后期测试	对于兵种的测试	测试调控兵种
总体稳固	兵种加固	外观设计

5.2.2 考勤制度

战队成员使用“钉钉”人脸识别打卡功能，进行实时定位打卡，队长定期查看出勤率，确保每位成员的考勤情况。考勤制度的详细内容为：

- 1.参与人员：战队所有成员、梯度队员；
- 2.周一至周五打卡时长至少 15 小时（每天上限不超 5 小时）；
- 3.特殊时期特殊制度（节假日及备赛期），打卡时间延长；

4.任何人不得以任何理由不遵守规定，破坏考勤制度。如果觉得考勤制度有任何不合理之处可以提出异议，我们将共同商议后共同优化与改进；

会议的考勤制度（纸质签到表）交由运营组负责

5.2.3 会议制度

会议制度将实行一周一小会，两周一大会的形式，这样不仅便于指导老师掌握团队的工作开展情况也能促进团队的整体进度和加强队员之间的联系，会议制度的详细内容为：

一、小组会

- 1.参与人员：各组组长、各组所有成员、各组梯度队员；
- 2.参与时间：周天；

3.小组会由各组的组长自行组织开展，小组各成员汇报学习情况，组长安排下周任务，以及对本组负责的比赛工作进行展开讨论并合理安排。

二、组会

1.参与人员：指导老师、战队所有成员、梯度队员；

2.参会时间：周天；

3.组会由队长组织开展，全体成员汇报两周的学习情况、完成情况以及未来两周的工作计划，指导老师进行点评指导；全体成员共同讨论赛季的规划，战队未来发展和重大决定。

三、其他安排

1.组会请病假或事假应提前向队长提出，连续两次无故缺席组会者，战队可对其做清退处理；

2.每个学期期末开总结大会，由指导老师和队长对本学期的工作学习情况做个总结，并安排假期任务规划；

5.2.4 实验室基本守则

- 所有进入实验室的人员都必须严格遵守实验室有关的规章制度，服从老师和实验室管理人员的指导，如发现仪器设备异常，应立即切断电源，停止操作，报告指导老师及时处理。
- 实验前明确实验目的、内容和步骤，了解相关仪器设备的操作规范和使用注意事项，做好安全防护。
- 遵守实验室安全规则，不得将食物带入实验室，不得将实验设备带出实验室，实验室内严禁吸烟，不得喧哗、嬉闹。
- 遵守实验室一起赔偿制度，爱护公物，贵重仪器请勿随意乱动，各种仪器如有损坏，照价赔偿。
- 实验前要全面检查设备仪器，实验要做好安全措施。若仪器设备在运行中，实验人员应全程在场，避免安全事故。
- 实验过程中应随时注意安全，不得擅自外接，拉配电板，若发现异常现象，应立刻切断电源并报告管理人员与指导老师处理，切勿盲目乱试，擅自拆卸。
- 每次实验结束时，应切断所用仪器设备电源，将实验所用的仪器设备和接线收拾整齐，等待清点和检查后放回原处。
- 保持实验室整洁，定时打扫带走产生的垃圾等。
- 严禁在实验室进行非实验要求的活动，严禁进行危害计算机安全运行的攻击活动、病毒

传播活动。

5.2.5 实验室安全操作管理制度

- 为保障实验操作中的安全规范以及实验室仪器设备的正常使用，促进实验室各项工作顺利开展，营造安全良好的实验环境特制定本管理制度。
- 严格遵守电器使用安全规范，实验相关仪器未经许可，严禁擅自开关或使用。
- 实验开始前务必检查实验设备完好以及是否可以正常运行。实验过程中应至少保证两人以上在场，互相监督，发现违规操作及时停止实验。实验结束后，应确保设备正常关闭断电，保持设备干净整洁并放回指定位置。
- 设备使用过程中要严格最受操作说明，避免损坏设备。严禁使用实验无关设备。
- 如果实验设备或环境出现异常，应及时中止实验并向实验室管理人员报备以便及时修复。
- 实验室内配备一定数量的消防设备，放置于以便于取用的明显位置，全体人员应熟悉消防设备的使用。

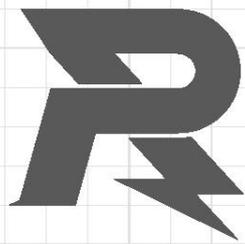
5.2.6 实验室设备管理职责

- 熟悉实验室工作管理规程，安制度行使管理员职权和履行管理职责，确保实验室管理规范化。
- 熟悉实验室仪器的品种规格、性能特点、库存状况、使用规范、维护常识、按照技术规范定期对仪器设备做好安全维护和分类管理。
- 负责按相关规定做好实验器材使用、借用、维护、损坏、检修等管理登记工作，并做好相关登记、审批手续存档。
- 实验室一切物品，未经实验室管理人员允许，不得擅自取用或带出实验室外。
- 按照相关制度要求，提出本实验室仪器设备的购置、更新、改造、损耗供给及修理计划。
- 实验室管理人员应谨慎保管钥匙，不得私自外界或配备，未经许可，非本实验室人员禁止进入实验室，禁止操作使用实验室仪器设备。
- 负责实验安排，实验前应提前准备设备并检查设备是否正常运行。
- 负责实验室常规管理、安全保卫工作，确保室内水、电、消防、排气等设施的安全工作保障。

5.2.7 技术方案参考文献

表 6.4 参考文献

参考文献	参考链接	收获点分析
上海大学-SRM-规划文档	【RMUC2022 赛季规划】上海大学SRM战队赛季规划开源 【RoboMaster论坛-科技宅天堂】	增加了自己的步兵机器人云台稳定性；拨盘设计让卡弹故障几率变小
武汉工程大学-Nautilus-规则文档	【RMUC 2022 赛季规划】武汉工程大学Nautilus战队赛季规划开源	对步兵机器人在需求上有了更深入的了解
哈尔滨工业大学（威海）HERO 战队 规划文档	【RMUC 2022 赛季规划】哈尔滨工业大学（威海）HERO 战队 RMUC 2022 赛季规划开源	使用自适应减震让本队的英雄机器人的减震效果提升；使用PID算法控制拨弹速度让拨弹效果更好
江西理工大学-乘风战队-规划文档	【RMUC 2022 赛季规划】江西理工大学乘风战队赛季规划开源	借鉴了视觉方面的改进方法，明确自身视觉改进方向
【RM2021 赛季规划】东南大学3SE战队赛季规划开源	【RM2021 赛季规划】东南大学3SE战队赛季规划开源	借鉴了飞镖与空中机器人的技术部分
厦门大学 RCS 战队 赛季规划 开源	【RMUT 2022 赛季规划】厦门大学 RCS 战队 赛季规划 开源	借鉴了在人机交互方面的部分内容；增加了自己的人机交互思路
东北大学-英雄机器人开源资料	【东北大学】东北大学 T-DT 战队 RM2019 英雄机器人开源	参考了英雄机器人的拨弹和云台结构，设计出适合自己机器人的结构



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