



Using a 52-58 motor after this and Field-Effect Control (FEC), the RoboMaster C620 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M300A P19 Brushless DC Gear Motor and C620 Brushless DC Motor Speed Controller, the M300A Assembly Kit includes a motor and a control board.

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

See M300A Assembly Kit for more detail and a control board, operating a complete competition system after the four RoboMaster parts.



# 东北大学秦皇岛分校

Northeastern University at Qinhuangdao

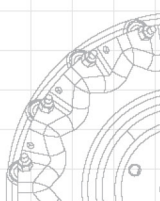
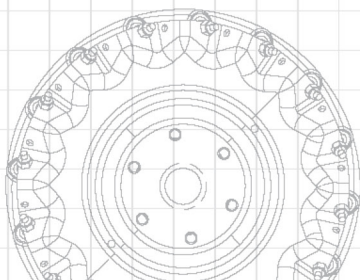
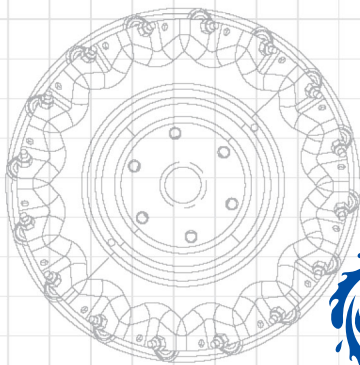
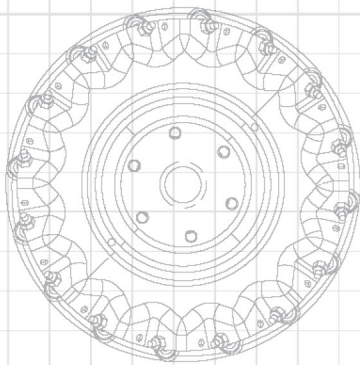
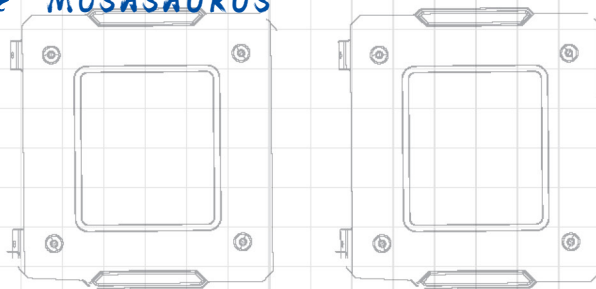
## ROBOMASTER 2023

### 机甲大师超级对抗赛

# 赛季规划



2022年12月发布



## 目录

1. 团队目标	3
2. 文化建设	4
2.1 对比赛文化及内容的认知及解读	4
2.2 队伍核心文化概述	5
2.3 展示团队文化建设的具体方案	6
3. 项目分析	10
3.1 规则解读	10
3.1.1 对变更部分理解	10
3.1.2 规则对技术方向的引导点	12
3.2 研发项目规划	13
3.2.1 步兵机器人	13
3.2.2 哨兵机器人	21
3.2.3 英雄机器人	28
3.2.4 工程机器人	36
3.2.5 飞镖系统	42
3.2.6 雷达	45
3.2.7 空中机器人	46
3.2.8 人机交互	50
3.3 技术储备规划	51
3.3.1 结构组	51
3.3.2 电控组	52
3.3.3 上位机组	54
3.3.4 硬件组	55
3.4 团队架构	56
3.5 团队招募计划	64
3.5.1 总则	64
3.5.2 录用原则	64
3.5.3 录用标准（目标群体）	64
3.5.4 制约条件	65
3.5.5 目标群体分析	65
3.6 团队培训计划	66
4 基础建设	69
4.1 可用资源分析	69
4.2 协同工具使用规划	69
4.2.1 结构组	69
4.2.2 电控组	70
4.2.3 上位机组	70
4.2.4 硬件组	71
4.3 研发管理工具使用规划	71

---

4.3.1	QQ 使用	71
4.3.2	钉钉使用	72
4.3.3	ONES 使用	73
4.4	资料文献整理	74
4.5	筹集资金计划及成本控制方案	77
4.5.1	常规成本控制手段	78
4.5.2	资金筹集计划	78
5	运营管理	79
5.1	财务部分	79
5.1.1	预算管理	79
5.1.2	花销统计	79
5.1.3	报销流程	80
5.1.4	物资管理	80
5.2	宣传部分	80
5.2.1	线上宣传	80
5.2.2	线下宣传	81
5.3	商务部分	82
5.3.1	招商对象	82
5.3.2	赞助商分类	82
5.3.3	赞助商权益	83
5.3.4	招商计划	84
6	团队章程	86
6.1	团队性质及概述	86
6.2	团队制度	86
6.2.1	审核决策制度	86
6.2.2	例会制度	89
6.2.3	考勤及请假制度	90
6.2.4	奖惩制度	91

# 1. 团队目标

征龙凌沧战队至今共参加两年超级对抗赛，从 2021 年未完成移动外的其他功能到 2022 年基本完成全功能进入小组赛，再到 2023 赛季开始思考新想法、新功能，技术储备日趋完善，三年来战队不断发展、不断进步，正需要一个展现自己的机会，打破两年来小组赛未能出线的瓶颈。2023 赛季，战队结合队内资源、技术积累、其他队伍的能力、面临的较大困难等实际情况确定本赛季的目标：

战队的资金和人力是战队能走多远的主要保障，本赛季战队获得了学校较大额度的资金支持，能够保证本赛季备赛的平稳进行；在人力方面由于学校规模较小、学生数量，因此战队的人力资源相较于动辄数百人以上的机电专业的院校的队伍要少一些，在此校情下战队坚持“人不在多而在精”的理念，经过三年培养出来了数位能够独当一面、技术积累深厚的老队员。在队伍新人培训方面，通过科学、严谨的培训和考核，遴选出 30 位左右的梯队队员，并在入队后采取一个老队员直接指导几个新队员的方式让新人更快吸收前人的技术积累和开发经验。

在其他战队技术不断进步的今天，足够的技术积累是战队和其他战队掰手腕的底牌，23 赛季战队继承了 22 赛季基本实现所有机器人功能的基础上继续突破，在确保稳定实现本赛季机器人基本功能的前提下，向着 22 赛季没有实现的技术点和 23 赛季出现的全新技术点进发，例如平衡步兵的研发、舵轮英雄研发、自动哨兵的开发等。

在 22 赛季，不少战队出现了令人眼前一亮的机器人，如哈尔滨工程大学的轮腿平衡步兵、东北大学的吸盘工程、广东工业大学的中心供弹步兵和机械臂工程等，给战队提供了优质的开源资料，帮助我们更快进步。

确定团队目标也需要分析目前战队面临的较大困难：1.由于外界因素的不确定性，战队遭遇过不少不可抗力因素拖缓备赛进度，如实验室的多次搬迁、校区封闭实验室无法前往、地区原因无法接收物流、提前返乡备赛等。2.同时也需要预估将来会遭遇的难题，如寒假备赛物资交流的困难、备赛人员无法按时开学到校的风险等。

综合分析以上优势、劣势以及其他战队的的能力，我们希望战队在 23 赛季能够认真备赛、细致规划、不忘初心、坚定前行，以进入全国 32 强为保底成绩，冲击全国 16 强。

在团队建设上希望能够培养出 10 位在各自技术层面能够独当一面、做到一人能够承担一个机器人一个技术组的工作，并建设 1 名经验丰富的老队员能够培训 3 名新队员的培训体系。

在 22 赛季，平衡步兵成为赛场的一大热门；在 23 赛季，重新改动的哨兵机器人将成为各大战队研发的重点。本赛季将以平衡步兵的研发、自动哨兵的开发为重大技术突破目标。

## 2. 文化建设

### 2.1 对比赛文化及内容的认知及解读

全国大学生机器人大赛 RoboMaster 机甲大师赛是由共青团中央、全国学联、深圳市人民政府联合主办，DJI 大疆创新发起并承办的机器人赛事，作为全球性的射击对抗类的机器人比赛，在其诞生伊始就凭借其颠覆传统的机器人比赛方式、震撼人心的视听冲击力、激烈硬朗的竞技风格，吸引到全球数百所高等院校、近千家高新科技企业以及数以万计的科技爱好者的深度关注。在比赛文化方面，RoboMaster 有其突出的特征：

一、**备赛期间是更重要的战场。**除了场上的竞争之外，更强调场下备赛过程中的竞争。RoboMaster 是一个规模大、备赛时间长、备赛难度大、技术要求高的机器人赛事。除了在赛场上强调临场发挥能力，在一整年的备赛期如何在现有资源下做出决策，如何知行合一的推进机器人制作、调试，如何稳定处理人员架构、财务管理、宣传招商等都是酷炫赛事背后对参赛队员真正的考验。正所谓“备赛中出现的问题，在战场上能够无限放大”。能够克服这些纷繁复杂的问题，也能在诸多不利的外界因素影响中找到解决办法，拥有坚定的意志和高效的行动力的队伍，定能脱颖而出。

二、**强调初心高于胜负的精神。**从参赛队员的角度，RoboMaster 赛事是一项长期高投入的比赛，是每个队员追寻内心的向往，无问西东，义无反顾地投入的比赛，是战队成员一致认为大学以来最纯粹、最热血、最酷的比赛。RoboMaster 发掘了一批能够静下心来做好一件事的优秀人才，大学是花花世界，能够在诸如保研、考研、绩点、文娱等事情中坚定的选择自己的热爱和兴趣，持续专注投入地做好一件事，而非浮于表面走马观花，也是如今浮躁的社会中最稀缺的人才。从承办 RoboMaster 赛事的大疆创新看来，RoboMaster 比赛不是想要与其他赛事一决“胜负”，亦非想要以此赚钱，其“初心”是将工程师文化、机器人文化传播更广，搭建一个优秀青年工程师的交流平台，提高青年创新能力，打破内卷现状。

三、**强调战队间的分享、互助。**RoboMaster 组委会鼓励各战队开源，并设置奖项，这些开源的资料可供其他战队学习。同时设有 RM 论坛、QQ 群进行战队之间的技术交流和经验分享，在交流与分享之中，战队共同进步形成良性竞争。在备赛场上，所有的队伍不分敌我互帮互助，互相借用物资，共同解决问题，在 22 赛季中部区域赛不少战队给予我们技术和物资上的帮助，在此也特别感谢他们。

为更加深入理解赛事文化，战队成员对举办比赛和战队参赛的目的、规则与比赛内容的理解、如今比赛对“RM 文化”的体现等问题做了讨论

(1) 举办方举办 RM 比赛的目的是，战队中 67.5% 的队员认为举办 RM 赛事的目的是弘扬机器人文化、展现青年工程师的魅力，给予青年工程师一个纯粹、热血、极致的舞台展现青春风采，提高大学生科技创新能力，正所谓“98% 的队伍在这里被打败，然后变得更强”；22.5% 的队员认为举办该比赛目的是能够提高举办方和赞助商的知名度，由此吸引更多优质人才前往该企业。



(2) 关于参赛队员参加 RM 比赛的目的,战队中 75%的队员认为选择 RM 比赛、是选择了大学生活中不一样的生活方式,为自己所热爱的事业付诸一切,无问西东。“经历过赛场,就无法抵抗对 RM 的追求”,“大学期间参与过其他比赛后,才意识到 RM 才是家”,“上一届的学长没有实现的目标还等着我们去完成”; 62.5%的队员认为参与 RM 比赛能够接触更前沿的科技知识,能够走出课堂从理论走向实践,能够学到更多的知识,接触到校内校外的大佬; 27.5%的队员选择参加 RM 比赛能够丰富自身的经历,将来在职场中更具备竞争力,比赛获奖能够为保研、升学等加分。

(3) 规则与比赛内容,战队中 82.5%的队员认为比赛规则和内容能够指引各战队技术发展的方向,使参赛队员不断挑战自己,追求卓越,实现技术突破;同时也对战队的传承提出更高的要求,需要站在上届队员的肩膀上守正创新。而 35%的队员认为比赛规则和内容是模拟工程设计和测试中给出的限制条件和目标,即告诉我们是目的指引需求,需求决定方向,同时例如功率限制、尺寸限制等告诉我们在具体的工程问题上都有各种限制,需要细致入微和考虑各种成本。

(4) 关于如今比赛是否贯彻“RM 文化”的问题,67.5%的队员认为比赛很好的贯彻了 RM 文化,炫酷的比赛现场吸引了无数大学生的目光,给大学生甚至中小学生种下了机甲梦,比赛中有极限尤可突破,至臻亦不可止的对于极致的追求,也有考虑成本与性能、人数和技术积累、团队传承和管理的复杂,将 RM 文化刻在了比赛中。22.5%的队员认为比赛体现了较多 RM 文化,但有其他因素影响了 RM 文化的体现,如 22 赛季因各种因素取消的全国赛和线下联盟赛使得不少战队不能完全展现自己的风采,相信 23 赛季能够克服不利因素将比赛办好。

## 2.2 队伍核心文化概述

东北大学秦皇岛分校征龙凌沧战队成立于 2019 年 10 月,是一支非常年轻、朝气蓬勃的队伍,我们的核心文化如下:

队名: 征龙凌沧

队徽:



经过三年的不断发展,征龙凌沧战队基本具备研发所有类型机器人,部分

机器人达到较高水准的能力，且各技术组培养出了部分技术水平能够独当一面的队员。在核心成员对本赛季技术力等条件的评估下，决定将原来的“英联sudu”战队更名为“征龙凌沧”战队，寓意为“厚积薄发，风云化龙，穿越沧海，征战四方”。队徽采用校徽的“东大蓝”致敬校徽设计者林徽因先生，龙是战队所在地秦皇岛的文化图腾，凌沧是穿越沧海，扶摇直上的意思。从历史文化而言，战队所在地秦皇岛是全国唯一以皇帝命名的城市，秦始皇“奋六世余烈，振长策而御宇内”“秦人勿忘东出之志”体现的正是厚积薄发的传承、坚定求胜的意志。

**关键词：**不忘东出，厚积薄发

“每个人心中都有一个机甲梦。”我们队伍致力于发掘校园里热爱机器人技术，热爱机甲大师赛，刻苦努力的优秀同学，将在实验室默默付出，默默奉献的队员推到聚光灯下，打造校园里的“明星工程师”，实现每一个队员的自我价值。我们还希望赋予冰冷的机器人以热情，将以前晦涩难懂的机器人理论知识以校内赛实践等有趣的方式在大学生群体中推广，大力弘扬工程师精神，持续扩大 RoboMaster 赛事在全社会的影响力。加入我们队伍的每一个同学，无论之前是否接触过机器人，只要坚持以兴趣为动力，以提升工程技术水平为导向，以遵守团队制度、认同团队价值观为基础，那么一定能够在这个庞大的队伍体系中找到属于自己的位置，收获知识，健全人格。我们希望队员们持续传递战队和赛事的文化精神，弘扬社区开源精神和工程师文化，在将来为我国的社会主义建设而出力，为实现中华民族伟大复兴而出力。

**我们的口号是：**凌云亮剑，壮志在胸，超越梦想，勇攀高峰！

## 2.3 展示团队文化建设的具体方案

**团队文化建设目标：**

东北大学秦皇岛分校作为东北大学有机组成的一部分，“985”工程建设子项目，在工科特别是自动化类具有很强的优势，同时在计算机科学、机械工程等学课均有所建树，发挥东北大学秦皇岛分校是河北省唯一一所 985 高校的优势，带动河北省各高校机器人队共同发展，促进燕赵地区机器人队互相交流，目标在 2023 赛季与周边地区高校战队联合举办一次友谊赛。

在队内将制作战队队服、工作服、具有战队特色的鼠标垫、钥匙扣等文化周边，在 2023 年将进行不少于 2 次的户外团建活动。同时通过学校大创平台举办创享沙龙、实验室开放日等宣传活动，提高团队在校内的知名度。

**团队文化建设时间轴：**

目前战队在校内举办过 2 次校内赛、3 次创享沙龙宣讲会、3 次实验室空间开放日，建队以来均获得学校颁发的“十佳科创团队”。至今我们制作了三套队服、文化周边包括钥匙扣、信仰尺、贴纸、桌面背景、PCB 纪念板等，同时设有战队 QQ、微信公众号等宣传账号，宣传内容主要为战队日常、团队文化、成员介绍、赛事资讯等，目的为提高队伍凝聚力和归属感。

23 赛季队员归属感强，参赛意愿强烈。经过 2 次超级对抗赛的参加和线上战队之间的互相交流，战队在河北周边地区具有较高感知力，在全国范围内也

有所提高，越来越多外部高校战队认识到我们。

我们将以此时间轴来进行文化建设安排：

<p><b>招新期</b></p>	<p>整理实验室，粘贴照片墙、奖状强等提高队员荣誉感</p> <p>进行创享沙龙宣讲活动传播战队文化</p> <p>实验室空间开放日，并讲解机器人和战队文化</p> <p>制作信仰尺、PCB 文化板等向新队员发放</p> <p>新队员破冰活动、校内赛</p> <p>举行全体大会，全员线下看规则</p>
<p><b>备赛期</b></p>	<p>制作队服、工作服，提高队员归属感</p> <p>老队员告别会</p> <p>中秋节、圣诞节、春节等节日聚餐</p> <p>校外团建</p> <p>与周边高校举办友谊赛和线下交流会</p>
<p><b>参赛期</b></p>	<p>准备战队文化周边赠送给其他战队</p> <p>为机器人装上带有战队文化特征的外壳</p>

在每个阶段结束后进行阶段性复盘，总结该阶段文化建设成果，以上列出的指标是否完成，并在赛季结束后进行整体复盘，总结本赛季文化建设进程，是否达到本赛季团队建设目标。

**执行规划：**

1. 队长和宣传经理制定文化建设计划，并经过指导老师审核后发布
2. 由队长和宣传经理负责时间轴安排和分配文化建设任务；
3. 个人任务分配到指定运营组或技术组的队员，完成任务后由队长或宣传经理审核完成效果
4. 团队任务由队长组织队员参与其中，如各类团建活动、与外部战队友谊赛、线下交流活动等
5. 任务结束后总结此次文化活动效果是否达到预期，评估是否有必要重新开始或下一步任务安排

以下为各类文化建设活动照片展示





图 2-1 校内赛合照



图 2-2 团建合照



图 2-3 圣诞节团建合照



图 2-4 东秦-燕大线下交流会

## 3. 项目分析

### 3.1 规则解读

我们战队对于 2023 年 RoboMaster 超级对抗赛的规则解读主要分为赛事规则及地图变更理解、全局赛事规则理解和参赛机器人的规则规范理解。在每一个大分类下依次列出详细的分类。这样细分下来我们认为基本做到了细而不杂，多而不乱，能够帮助战队更好的备战 2023 赛季的比赛。

#### 3.1.1 对变更部分理解

##### 一、经济体系

“要想发育好，经济不能少”，自从 2021 赛季首次在线下比赛取消弹丸补给，采用了最新的经济体系之后，我们一直认为这一项是体系规则变动最大，最值得思考的地方。今年在原有经济体系的基础上，增加了经济来源的方式，同时也通过经济上的补偿来平衡比赛，减少了出现一边倒的可能性，增加了比赛的不确定性。

比赛开始时双方各有 400 金币，之后每分钟增加 50 金币，第五分钟结束后停止，也就是说 5 分钟时共有 650 金币，第七分钟开始后增加 150 金币，故整场比赛总共能获得 800 金币，基础金币相较于 22 赛季的 900 金币略少。大资源岛上共有 5 个金矿石，两边的小资源岛各有 5 个银矿石，本赛季金矿石和银矿石的价值差距缩小，即在同等兑换级别下金矿石仅比银矿石提供多 25 金币，而本赛季获取经济的重点由 22 赛季的抢夺金矿石变为提高兑换难度以获取更多金币，且在每局首次兑换成功金矿石会获得额外 250 金币奖励能够为初期带来较大的经济优势。

相较于 22 赛季金币只能用于购买小弹丸、大弹丸的发射次数和空中支援，23 赛季在原来的基础上增加了远程兑换血量、立即复活机器人、远程兑换弹丸的功能，因此金币的获取和利用成为战队制胜的关键法宝。兑换进行较高级别的兑换能够获取大量金币，但对工程机器人的机构要求也提高了很多，工程机器人的设计重心将由抢夺金矿石改为获取多个矿石并进行高难度兑换。同时队伍的战术安排也更多元化，有限的金币用在不同的功能上会产生不一样的效果，这是对参赛方战术安排的考验。

除此之外，比赛场上双方可以通过英雄在狙击点吊射的方式获取金币，根据本赛季的情况来看，经济上的差异在中后期才会逐渐显现出来，而增加的金币来源会一定程度上削弱优势方的经济优势，从而弱势方的翻盘可能性更大了。

##### 二、机器人性能和功能

###### 1. 兵种及功能变更



23 赛季的规则变更，哨兵发生了较大程度上的功能变化，从原本的定轨道局限范围内巡检变为了可以全场主动出击自动击杀敌方地面机器人或吸引火力（前哨站未被摧毁时）的存在。由于防守方前哨站附近可以获得 5 倍的枪口冷却增益，而哨兵在己方前哨站未被摧毁时是无敌状态，因此在英雄吊射及飞镖击打不理想时，哨兵是赢得前哨站前攻坚战的关键。

工程机器人的兑换功能发生了较大的变化，“卷”的点从争夺金矿石，变为稳定获取矿石并进行更高难度的兑换。

## 2. 性能变更

除哨兵以外机器人的性能体制并未发生较大修改，如限制平衡步兵上场数量，允许步兵远程兑换及预置补弹，起伏地面的大幅缩减，能量机关按准度给增益等，并未对研发和战术产生较大技术路线上的变更，只是从规则上给了能“卷”出更好效果对应的增益。

# 三、战场地图

## 1. 战场结构

23 赛季战场相较于 22 赛季大幅减少了起伏路段，这对机器人在战场的移动速度、旋转速度提高了要求；哨兵机器人“出轨”，原有的哨兵轨道取消，基地地区门前活动范围增大；小资源岛矿石由原来的 3 个银矿石增加为 5 个银矿石且高度下降了 100mm，降低了银矿石获取难度，提高了战场资源总数和工程机器人工作量。兑换站由 22 赛季的固定兑换站更改为机械臂兑换站，同时在经济体系上有较大的改动，多轴的机械臂兑换站对工程机器人兑换矿石的要求提高了很多。

## 2. 战场内设置

**控制区：**控制区的出现使期成为“兵家必争之地”，控制区在双方前哨站之间、资源岛两侧，控制区在任意一方前哨站存活时控制机制生效，只允许占领己方控制区；当 A 方已占领 A 方控制区而 B 方未占领 B 方的控制区超过六秒，B 方前哨站将受到旋转装甲转速减半的惩罚。本机制强调了双方步兵或英雄机器人的站场时间，加强控制区的射击对抗，相应的惩罚机制对于敌方而言便是奖励机制，能够降低控制区优势方击打前哨站的难度。

**兑换区：**工程机器人在兑换区选择兑换操作时，工程机器人的底盘将断电，进入兑换状态。相较于 22 赛季的兑换过程中不断电，23 赛季的兑换机制将提高工程机器人兑换难度和兑换前的对位准确度，对上位置后将无法控制底盘的移动，减少了工程机器人在兑换矿石时的不稳定性和底盘可操作性；兑换站的随机性提高了操作手的操作要求。

**能量机关：**小能量机关的增益由 22 赛季的获得 1.5 倍攻击力增益更改为 25% 的防御增益，且在增益期间对对方机器人造成的累计伤害将转化为经验值分配到存活的机器人中。小能量机关的改动意在引导激活方推进进攻，在防御增益的时间内击打更高伤害从而获取更高的成长经验值；大能量机关的激活机制更改为装甲模块准确检验弹丸击打的环数（1~10 环），而提供不同幅度的攻击力、防御力增益，同时增加了大

能量机关的抢夺的对抗性。大能量机关的改动意在引导参赛队伍提高视觉识别的精度和机器人射击的准确度，是对参赛队伍追求极致的考验。

**哨兵巡逻区：**哨兵巡逻区是本赛季新哨兵体系下对场地的调整。在一方前哨站被对方击毁后，哨兵巡逻区将自动检测哨兵的场地交互模块，若超过 10 秒未能检测出来则基地虚拟护盾以每秒 25 的速度减少，当虚拟护盾降为 0 后 10 秒内还未能检测出哨兵的场地交互模块，此时基地护甲将展开。哨兵巡逻区意在引导哨兵巡逻的范围，影响哨兵机器人的决策，当己方前哨站被击毁后，哨兵机器人应自动回防巡逻区，避免收到相关机制的惩罚，对哨兵机器人的算法提出了新的要求。

### 3.1.2 规则对技术方向的引导点

1. 哨兵在现有规则下比较类似于性能指标大幅上涨且在前中期无敌的自动步兵，也就是说做出全功能的哨兵是重中之重。
2. 起伏地面的大幅削减稍微降低了机器人通过性的要求，同时拉大了舵轮与全向轮步兵相比传统的麦轮在跑动上的差异，可以更优先的去考虑舵轮和全向轮了。
3. 小能量改为防御增益和大能量机关按环数给增益，都抬高了打符的下限，提高了打符的上限，需要进一步多的时间去调试打符和优化弹道以及优化云台控制速度和精度。
4. 步兵允许了预置弹丸，预置弹丸去做下供和半上供相比传统的上供在射击准度上都会有进一步提升，结合打符的环数要求，变相在鼓励预置弹丸的步兵。
5. 控制区的加入为英雄推前哨站提供了新思路，在吊射效果不理想时可配合步兵压制对面机器人，占领控制区后近距离输出敌方前哨站，但这对英雄机器人的快速移动提出了进一步的要求，改变了 22 赛季上英雄只要吊射准度高移动缓慢也不是事的旧印象。
6. 工程机器人的兑换机制变更，要求参赛方需要设计多轴的矿石兑换模块实现多轴的机械臂矿石兑换，意在引导参赛队伍开发、设计类机械臂结构进行兑换任务的完成，机械臂的设计同时涉及到了运动学解算和力学仿真，对参赛队伍的技术水平提出新的要求。



## 3.2 研发项目规划

### 3.2.1 步兵机器人

#### 3.2.1.1 规则分析

步兵机器人作为老兵种，我们下对比 22 赛季进行分析。相比 2022 赛季的规则，23 赛季步兵除了传统补弹外允许了预置弹丸而只补给可发射子弹数，这一改动对步兵的供弹方式从上供弹为最优解外开辟了全新的下供和半上供的可能性。同时起伏地面大幅削减，只有资源岛中间拥有起伏地面，己方半场和敌方半场均为平地，对步兵机器人的加速度和灵活性有了进一步的要求，也就是对结构的刚度和轮系的选取，超级电容的输出控制和功率控制上有了显著的需求。舵轮的舵向电机依旧是和驱动电机 1:1 算功率，因此我们判定在 23 赛季轻量化的全向轮依旧是最优解。同时能量机关从原本全部激活便能拿全收益变为了按击打精确度判定收益，这降低了对击打大符速度的要求，提高了对击打大符准确性的要求，对应了上位机的拟合精度要求和控制上稳定性与控制延迟稳定，结构上精度稳定且散步小的需求。同时 22 赛季出现过步兵机器人与对方工程机器人出现固连导致一方判负，因而必须将尽可能避免固连需求提高优先级。

#### 3.2.1.2 功能/需求分析

步兵作为 RM 的传统兵种，在 RM2023 赛季的战场上机制并未发生较大改变，仍为队伍能够胜利的重要地面压制力兵种，小弹丸伤害对建筑相较于 2022 几乎没有什么改动，因而不需要考虑步兵的击打建筑的要求，因而步兵的职责主要有三项：平地和高地对地方机器人的压制；飞坡后快速击杀敌方吊射英雄；能够激活大小能量机关。2023 赛季相较于 2022 赛季大幅缩短了起伏地面的面积，观察 2022 赛季的地面缠斗可发现由于大范围的起伏地面，舵轮与全向轮底盘在性能上与麦轮无较大差异，而 2023 赛季减少起伏地面能真正在场上性能突出优秀轮组方案的效果；飞坡相较之前无任何变化，依旧集中在通过角足够，加速度够快，超级电容功率足够，落地距离足够，姿态合理等一些旧问题上，需进一步优化稳定；大能量机关对击打的速度要求有些许降低，更多的是要求击打的准确性，视觉组任务几乎没有变化，对机械结构精度和电控控制精度与速度有了进一步要求。

平衡步兵在 22 赛季赛场上大放异彩，新赛季只限制了平衡车上场数量，考虑我们队研发精力，最终仍决定研发轻量化稳定的传统两轮平衡步兵。相较于 22 赛季，本赛季的平衡步兵在底盘性能和枪口热量上没有改动，但由于起伏路段面积的减少，使得平衡步兵能够在大部分的路径可以更加稳定的移动，减少因抖动而导致疯车的情况，这相当于变向增强了平衡步兵在赛场上的表现。

我们 22 赛季拥有一台全向轮自适应步兵和一台传统麦轮步兵，相交 21 赛季步兵除激活能量机关外基本功能已较为稳定，需要进一步优化稳定功能，下列举与对比新赛季需要优化的功能与已完成的功能的优劣势。

我们 22 赛季步兵的优势：

1. 发射稳定，精度高，射频可达理想的 25-30HZ，弹速波动小，最终精度

较为优异。

- 2.拥有自适应悬挂，在旋转上坡与侧向上坡时表现良好。
- 3.机架刚度强度极高，机体无出现过任何过大弯曲变形与破坏。
- 4.整体电气布线相对合理，无不牢固元器件。
- 5.轮组互换性和模块化比较优秀，可迅速更换维护。

劣势：

- 1.麦轮步兵陀螺速度较慢，跑动精准度较低。
- 2.全向轮步兵机架设计较大，导致整车质量偏沉。
- 3.发射系统偶尔依旧会出现无法挽救的卡弹。
- 4.机架设计过于复杂，导致后期维护性较差。
- 5.外置的保护板在碰撞时易被撞烂。

基于以上优劣势分析和对 23 赛季步兵变动规则的解读，我们决定普通步兵分为较为传统保守方案的优化和新方案的尝试研发，平衡步兵选用两轮构型进行优化改良。

上位机的需求分析：

需求	分析
自动瞄准	当敌方单位出现在步兵机器人面前进行阻击时，使用自动瞄准对敌方机器人进行反击。
击打旋转装甲板和反小陀螺	前哨站的旋转策略类似于小陀螺，具备击打旋转装甲板的能力即可更加有效精准的击毁敌方前哨站。具有反小陀螺能力也可以更加有效的对敌方步兵单位进行反击。
击打能量机关	四轮步兵稳定性较高，击打能量机关过程中底盘可以保持稳定。击打能量机关可以给团队带来增益，是十分重要的功能。

### 3.2.1.3 设计思路

#### 1.机械结构部分

较为传统的步兵机器人依旧采用内嵌电机自制碳板全向轮上供弹构型，砍去自适应结构；进一步增加各个结构间的模块化；机架通过铝管配合圆碳管与碳管夹进行设计；整车重量含裁判系统控制在 14-15KG 左右；pitch 轴从 6020 配平行四连杆改为更大扭力与极低背隙的准直驱 6012 云台电机直连；基于之前拨盘自主研发的经验，借鉴优化开源的成熟拨盘方案；优化发射机构定心与限位装置，进一步提升精度；保护板内置，保证在撞击时只有抗冲击的防撞梁参与撞击。

新方案的步兵机器人决定底盘基本沿用优化后的全向轮底盘，整车重量控制在 17KG 以内；云台部分决定采用中心供弹构型，配合过孔滑环和 6020 电机内孔进行供弹，弹链部分通过比赛视频观察广东工业大学 2022 赛季步兵和开源的 2020 赛季华南虎下供弹最终决定放弃弹链长度和弯折次数较少的鹅颈弹链，

选取传统的外部侧链路弹链。

平衡步兵机器人依旧采用两轮构型，轮系电机决定先选取减速箱体质比较相近的 3508 电机测试，根据结果研判齿隙的影响究竟能否接受，倘若不行，轮组模块化更换 9025 直驱电机即可；观察其他学校平衡步兵，两轮平衡步兵无动量块，动量轮，腿电机主动改变重心等措施，易于出现高速转弯时或急刹车急起步时加速度不够的现象，因而打算控制整车含裁判系统质量在 10-11KG 降低此影响；悬架采用 watt 连杆设计，保证轮心始终在车的轴线平面上。

## 2.软件部分

### 传统四轮步兵：

软件部分代码框图：

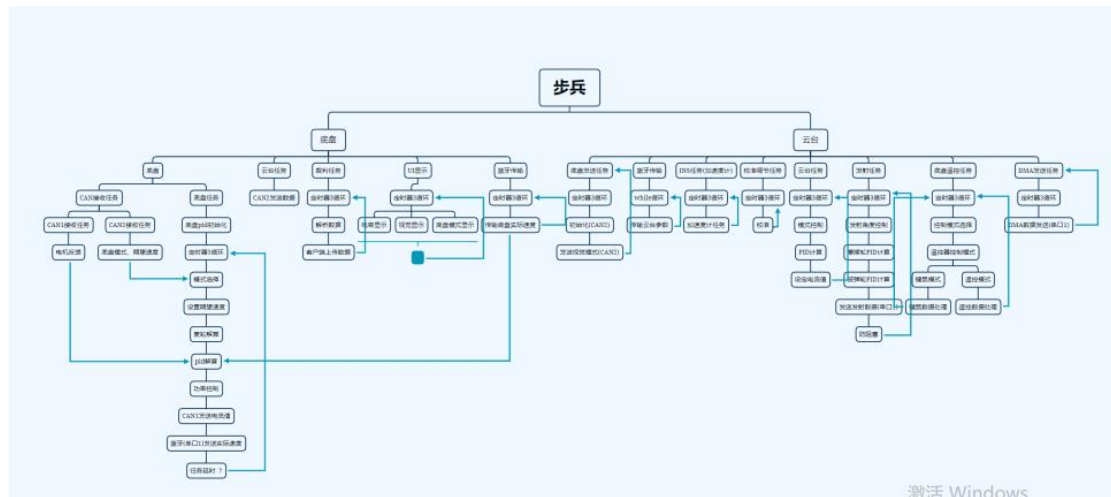


图 3-1 步兵软件代码框图

软件部分设计思路（难点）：

底盘控制的难点在于在没有超级电容的情况下如何限制底盘功率，使得底盘在需要消耗大量功率的情况时，不会使得移动速度变得过慢或者旋转速度变得过慢，从而使操作手操作得更加流畅；在有超级电容的情况下，技术难点在于如何合理且有效地控制电容充放电使得机器人能够始终拥有即快又稳的启动、移动速度，以及如何提高电容充放电效率。

云台控制的难点在于如何让云台响应的够快，同时能够保证其稳定性；如何使其控制精度达到视觉要求的控制范围；如何在盲道上行进时减少其抖动。

发射机构控制的难点在于对其热量射速的智能控制，如何在不同模式下与操作手更好的配合，达到即不超热量，又能让操作手有更自由的发挥空间。

较去年的改进方向：

<b>控制算法</b>	在原步兵代码架构上优化结构，使用操作系统对其运算进行更合理的分配；优化云台 PID 算法，使得云台控制精度更加准确，能够配合视觉完成更好自瞄
<b>底盘功率限制：</b>	去年功率限制较为死板，今年将在去年的基础上使功率限制更为平滑，对整个功率环的控制结构做出调整。（预计将采用双环 PID）
<b>操作手 UI：</b>	去年的操作界面只有最基础的瞄准辅助功能，今年将增加实时电容电量显示，操作辅助等更多能够帮助操作手操作更自如的功能
<b>布线与模块连接：</b>	设计统一的走线规范，便于排查问题，同时减轻走线难度，节约工时。

平衡步兵：

模块	设计思路	改进方向
<b>底盘控制</b>	使用 LQR 控制方式，通过查询论文来实现对底盘的整体建模和 AB 阵的获取，通过不断调整 Q 和 R 矩阵中不同项的值来改变权重，使底盘可以展现不同的运动和静止状态。	由于底盘整体是非线性系统，这导致 LQR 有一定的局限性，不能在运动过程中很好的保持自身的稳定，后期将在 LQR 的基础上实现变参数 LQR 系统，或 PID 与 LQR 相结合，以该是 LQR 控制中只有 P 项的缺点，更好地适应底盘的各种姿态和情况。
<b>底盘抗干扰性能</b>	使用神经网络对底盘在失控时的各项姿态和轮子数据进行分析，判定为失控和正常两种状态，再使用神经网络得出的函数参数对底盘状态进行判断，以应对失控状态下底盘的平衡。	后期可以增加在底盘有失控趋势的判断，能够及时预防底盘的失控，减少调整时间。
<b>云台</b>	使用模糊 pid 对云台 pitch 进行控制，先将 pitch 的 pid 参数调到一个能够基本稳定的值后，再在这个基础上加上模糊控制系统输出的增量值，使得在有大幅度震荡时也能快速稳定下来。	可以增加对云台的前馈控制，通过打表的方式在不同弹药量的情况下给出不同参数，以更好适应弹药重量带来的重心变化。

### 3.硬件部分

超级电容拓扑图如下

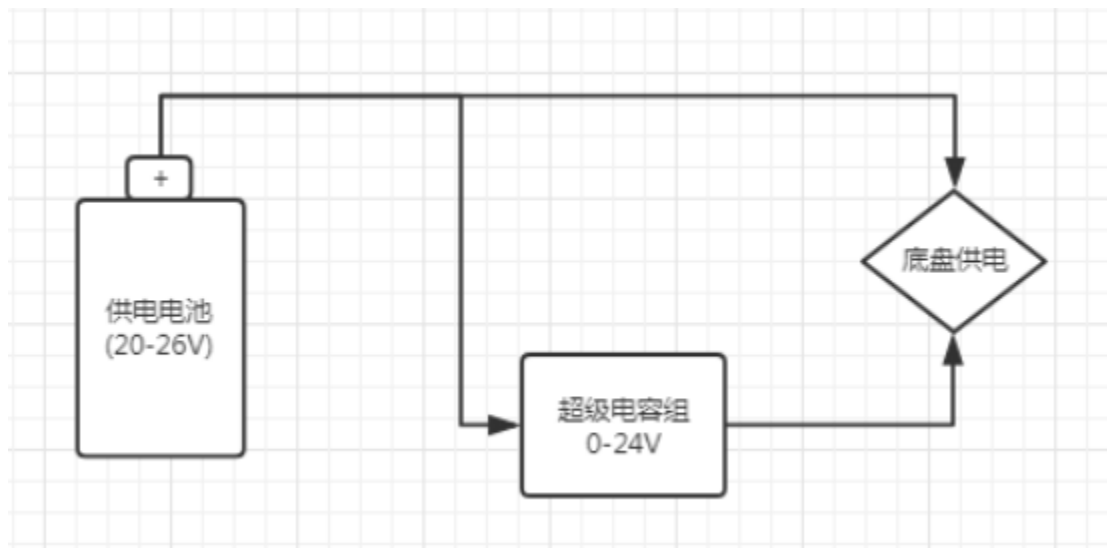


图 3-2 步兵硬件拓扑图

对于超级电容，难点在于如何通过软件计算余量，把机器人底盘功率还有余量时把余量收集起来，不能超过功率限制，同时还要保证能量供应的效率。因此，要设计裁判系统通信模块，实时读取裁判系统功率限制，与超级电容计算的实时输入功率做比较，精准限制能量的输入。同时，对于底盘突然刹车产生的反电动势，考虑到反电动势的高压会反灌入超级电容内部，可能会烧毁器件，因此设计了反电动势吸收模块，保护超级电容不被反电动势击毁。

同时，因为 c610 电调的低压保护，存在电容组电压低于 13v 时底盘无法正常运动的情况，设计了电容供电与电源供电的切换模块，当电容组电压触发电调的低压保护时，及时切换到电源供电直接绕开超级电容组，电源直接供电到底盘。这样设计避免了超级电容的功率损耗，但同时增加了下位机组对于功率限制的要求。

#### 4. 算法部分

对于自动瞄准，难点在于识别装甲板并进行下一时刻的预测。为此需要设计一套算法对装甲板进行实时高效准确的检测，通过获取装甲板前一段时间的运动状态来预测下一时刻的装甲板位置，从而实现枪口预先瞄准，防止抖动严重。

对于反小陀螺，首先为简化操作手的操作，小陀螺状态的识别和反小陀螺击打的开关由上位机代码通过相机获取的敌方装甲板的位置等信息来自动控制。具体思路是设置一个判断参数（陀螺系数），然后根据具体情况设置多种奖励和惩罚机制来对判断参数的值进行修改，另设两个辅助系数（持续识别系数和未识别系数）来辅助判断参数的更改。当参数的值达到要求时，则开启反小陀螺击打。基础拓扑图如下：（其中状态 1 和状态 2 是指敌方装甲板运动中的一种状态，我们依次为参照来判断其是否在转动。）



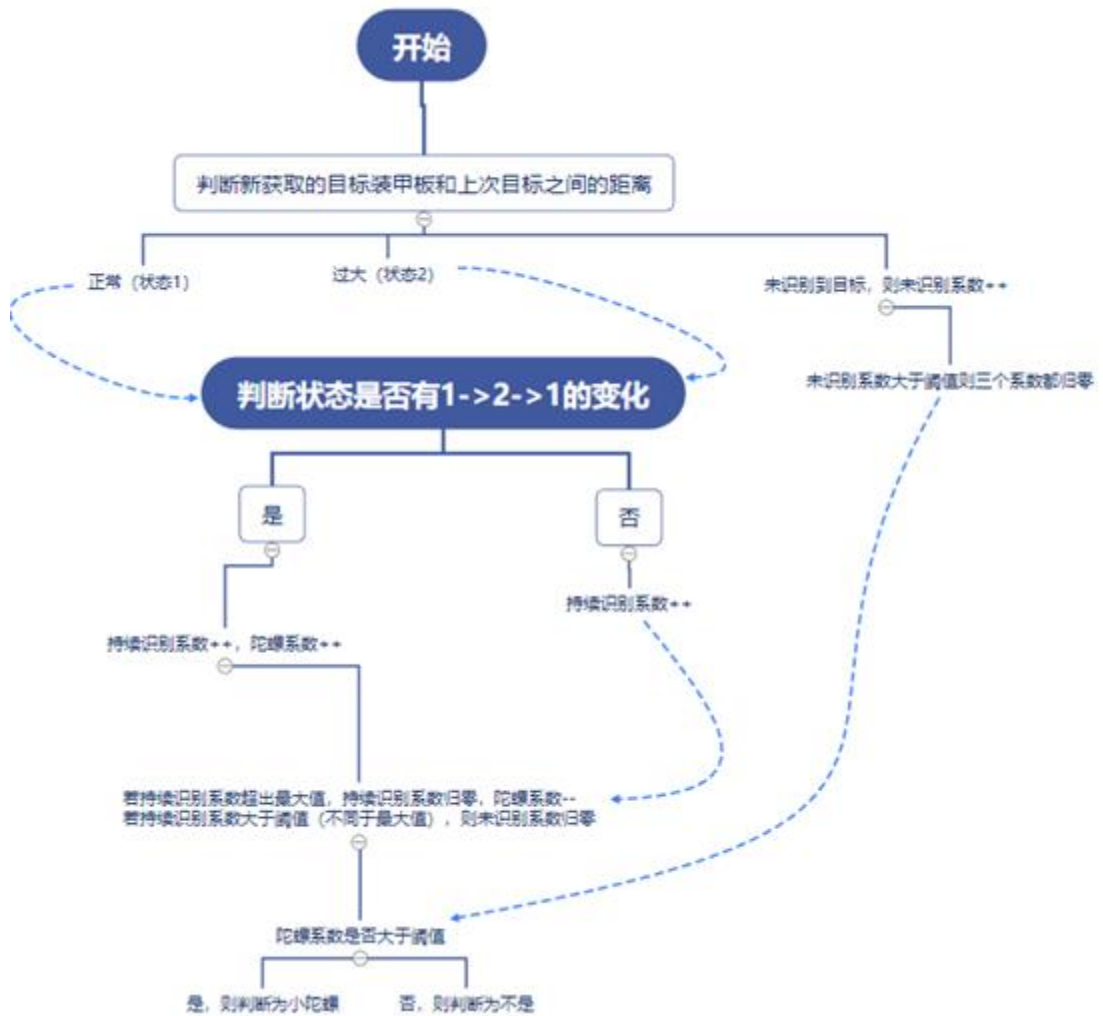


图 3-3 算法拓扑图

### 3.2.1.4 资源需求分析

场地需求：

场地	用途
30° 坡、35.5° 坡、17° 坡、盲道	测试步兵机器人各种地形的适应能力和越野性能
模拟赛场的地胶和飞坡测试场地	测试步兵机器人的飞坡能力
简易能量机关	方便携带的能量机关，模拟能量机关的击打
前哨站模型	测试前哨站击打效果

## 物资需求：

物资	用途
3D 打印机	用于制作结构测试样机
17mm 弹丸	射击测试
各类必须工具	装配及维护
各类调参工具	机器人调试

## 3.2.1.5 人力需求分析

步兵机器人作为场上数量最多的机器人，在赛场上承担着重要的角色。同时平衡步兵机器人在各方面都和普通步兵机器人有较大的区别，同时两者在规则上也具有巨大的优势，需要投入较多精力进行研发。因此负责的同学在整个设计调试阶段需要有责任心，遇到问题及时解决。结合队情，战队如今具有部分能够独当一面的老队员，而新队员基础较弱、数量较少，因此步兵机器人各技术组采用老队员承担主要工作、新队员辅助工作的方式进行安排，因此在下方表格仅给出老队员工作安排

## 个人主要工作

技术组	姓名	主要工作
结构组	段一辉	研究方案可行性，负责传统步兵机器人和平衡步兵机器人的机械研发、设计、装配、优化
电控组	李紫璇	传统步兵负责人，负责传统步兵机器人进度的推进，嵌入式调试与维护
电控组	金旭峰	平衡步兵负责人，负责平衡机器人进度的推进、测试平衡步兵原理、嵌入式调试与维护
电控组	闫浩霖	传统步兵的调试与维护
硬件组	杨宗键	步兵机器人超级电容的开发与调试
上位机组	许嘉恒	负责上位机控制算法和能量机关激活算法，开发和维持传统视觉自瞄方案

## 3.2.1.6 备赛时间安排

时间	任务	人力投入
9月	上赛季步兵机器人总结、平衡步兵设计、自瞄测试、超级电容研发	2 结构 3 电控 3 硬件 5 上位机
10月	步兵机器人规则分析解读、平衡步兵制作、调试、超级电容测试、自瞄优化、能量机关拟合	2 结构 4 电控 3 硬件 7 上位机
11月	平衡步兵优化、超级电容优化、传统步兵设计、能量机关测试、自瞄优化	2 结构 4 电控 3 硬件 7 上位机
12月	传统步兵制作、调试、超级电容迭代、自瞄方案迭代、平衡步兵结构升级，能量机关优化	2 结构 4 电控 3 硬件 7 上位机
1月	传统步兵、平衡步兵性能测试、自瞄方案优化、能量机关击打迭代	2 结构 4 电控 1 硬件 7 上位机
2月	传统步兵迭代、平衡步兵维护，备用步兵设计、整体联调	3 结构 5 电控 3 硬件 7 上位机
3月	暴力测试，模拟比赛，操作手训练，备用步兵制作、结合反馈不断优化，机械结构维护	2 结构 4 电控 3 硬件 7 上位机
4月	暴力测试，模拟比赛，操作手训练，备用步兵调试、结合反馈不断优化，机械结构维护	2 结构 4 电控 3 硬件 7 上位机
5月	临赛检修，各技术组维护，操作手训练，寻找不稳定并解决，达到最佳上场状态	2 结构 4 电控 3 硬件 7 上位机

## 3.2.2 哨兵机器人

### 3.2.2.1 规则分析

23 赛季的规则变更，哨兵发生了较大程度上的功能变化，从原本的定轨道局限范围内巡检变为了可以全场主动出击自动击杀敌方地面机器人或吸引火力（前哨站未被摧毁时）的存在。由于防守方前哨站附近可以获得 5 倍的枪口冷却增益，而哨兵在己方前哨站未被摧毁时是无敌状态，因此在英雄吊射及飞镖击打不理想时，哨兵是赢得前哨站前攻坚战的关键。

新赛季的哨兵由于脱离了一维轨道的束缚，变得更加像是一台自动步兵，这对上位机与下位机之间的紧密联系提出了更高的要求，上位机需要及时根据自身状况以及全局局势做出最佳判断，因此所需要的信息量大大增加。哨兵机器人的调整对参赛队上位机决策、雷达、SLAM 建图等提出了极大的考验，

### 3.2.2.2 功能/需求分析

通过以上规则分析，我们做出哨兵机器人的需求分析

机械结构：

模块	需求分析
底盘	在功率有限的前提下，不同的轮系方案天生运动效率不同，同时较轻的质量和较轻的轮的转动惯量以及较大的抓地力能进一步提升加速度加快跑点速度，同时底盘高度不能低于 70mm，通过角接近角不能小于 30°，陀螺速度够快
云台	Yaw 轴转动惯量小精确度足够，pitch 电机响应速度与低速精确度足够，整体云台架刚度足够
中心供弹	新规则下，中心供弹系统对于步兵和哨兵来说都是各种意义上的最优解之一，一套稳定好用的中心供弹系统是值得去探索的。

## 电控部分：

需求	分析
双向通讯	完善与视觉部分的双向通讯，视觉要能够及时了解自身状态和把握战场情况，下位机要对接收到的命令及时响应，提高哨兵的生存能力和杀伤力。
功率限制	接收上位机的命令后结合超级电容状态做出合理响应，提升自身机动能力，并避免功率超过限制导致底盘断电
底盘移动	新赛季的哨兵在二维平面中移动，需要避免对地图边缘和己方机器人的碰撞。为了实现这一目标，需要知道自身位置并感知周围环境。
射击	首先要避免枪口热量超限；其次要合理利用子弹，结合自身血量、子弹数量、命中概率和敌方单位危险程度判断是否需要射击。在血量少而弹药多时降低射击阈值，反之则提高。

## 上位机部分：

需求	分析
环境感知	哨兵机器人需要全自动运行，因此需要在已知地图的情况下能对机器人当前的位置进行定位、对视野中出现的敌我单位或场地中的道具进行躲避。如果出现不可避免的大幅度被动移动，可以快速的对自身的位置进行重新定位。
决策树	由于比赛中信息十分复杂，因此需要通过决策树对哨兵机器人的行为进行控制。以便于机器人面对场上不同的局面时可以做出相对正确、对我方有利的决定，并配合下位机进行执行。
自动瞄准	由于哨兵机器人在前哨站未被击毁时处于无敌状态，因此考虑使用哨兵机器人作为进攻的重要力量。具备自瞄能力可以使哨兵机器人具有进攻敌方机器人、装甲板的能力。同时作为基地的防线具有防守能力。
击打旋转装甲板和反小陀螺	前哨站的旋转策略类似于小陀螺，具备击打旋转装甲板的能力即可更加有效精准的击毁敌方前哨站。具有反小陀螺能力也可以更加有效的对敌方单位进行反击。





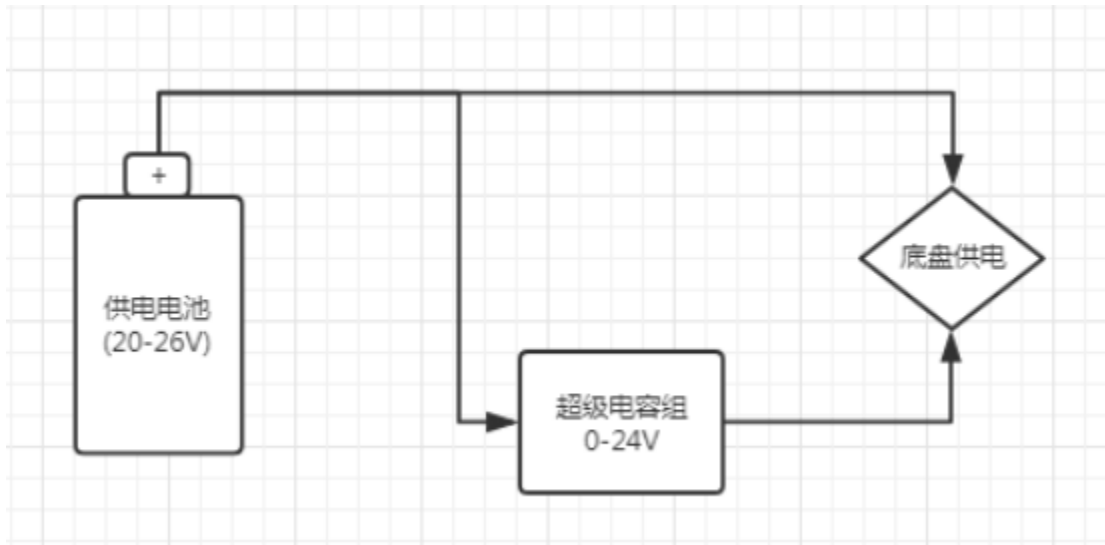


图 3-5 哨兵硬件拓扑图

哨兵机器人功率较高，超级电容输入功率高。

对于超级电容，难点在于如何通过软件计算余量，把机器人底盘功率还有余量时把余量收集起来，不能超过功率限制，同时还要保证能量供应的效率。因此，要设计裁判系统通信模块，实时读取裁判系统功率限制，与超级电容计算的实时输入功率做比较，精准限制能量的输入。同时，对于底盘突然刹车产生的反电动势，考虑到反电动势的高压会反灌入超级电容内部，可能会烧毁器件，因此设计了反电动势吸收模块，保护超级电容不被反电动势击毁。

同时，因为 c610 电调的低压保护，存在电容组电压低于 13v 时底盘无法正常运动的情况，设计了电容供电与电源供电的切换模块，当电容组电压触发电调的低压保护时，及时切换到电源供电直接绕开超级电容组，电源直接供电到底盘。这样设计避免了超级电容的功率损耗，但同时增加了下位机组对于功率限制的要求。

#### 算法部分：

对于自动瞄准，难点在于识别装甲板并进行下一时刻的预测。为此需要设计一套算法对装甲板进行实时高效准确的检测，通过获取装甲板前一段时间的运动状态来预测下一时刻的装甲板位置，从而实现枪口预先瞄准，防止抖动严重。

对于反小陀螺，首先为简化操作手的操作，小陀螺状态的识别和反小陀螺击打的开关由上位机代码通过相机获取的敌方装甲板的位置等信息来自动控制。具体思路是设置一个判断参数（陀螺系数），然后根据具体情况设置多种奖励和惩罚机制来对判断参数的值进行修改，另设两个辅助系数（持续识别系数和未识别系数）来辅助判断参数的更改。当参数的值达到要求时，则开启反小陀螺击打。基础拓扑图如下：（其中状态 1 和状态 2 是指敌方装甲板运动中的一种状态，我们依次为参照来判断其是否在转动。）

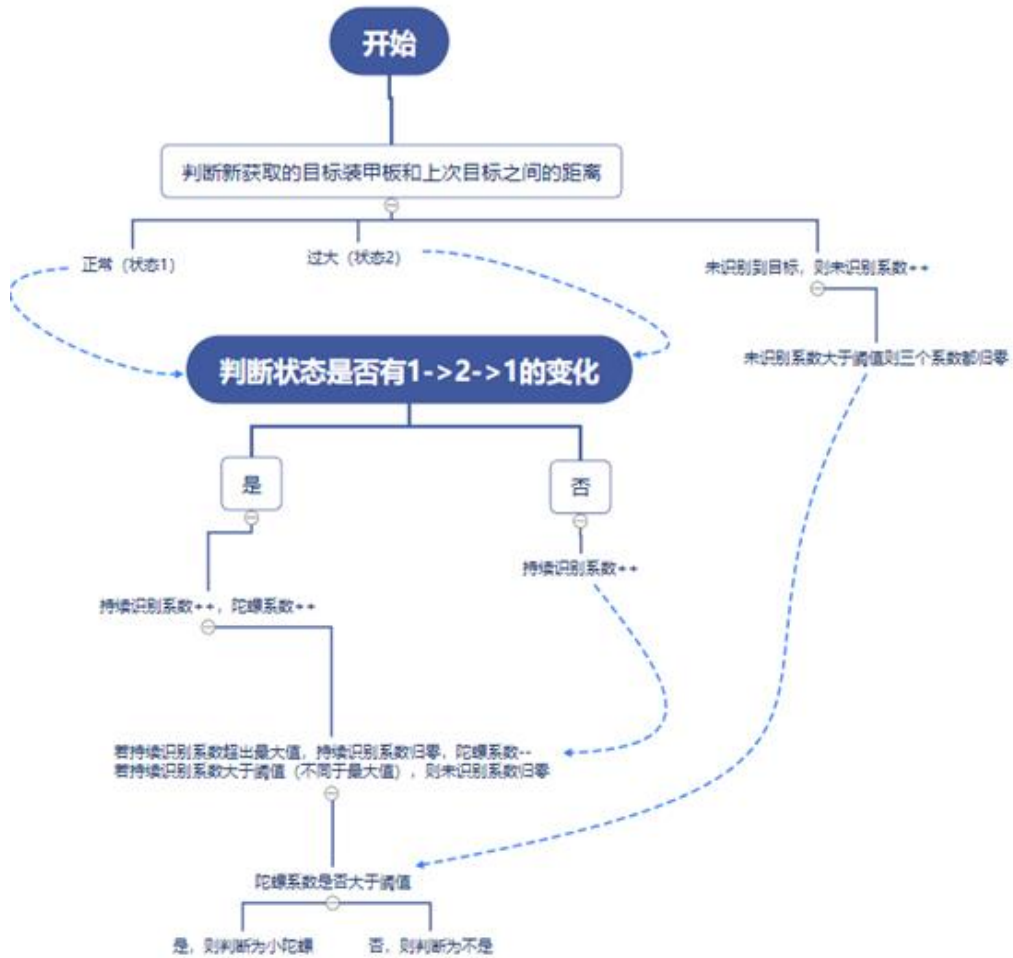


图 3-6 哨兵算法拓扑图

提前根据官方规则对场地地图进行建图，存储到主机中。使用 ORB\_SLAM 算法对机器人的位置进行实时的追踪定位。综合当前已知的全部信息，并通过决策树对信息进行判断、决策。通过路径规划算法控制机器人前往指定地点，达成指定目标。期间一直开启自瞄程序，对视野中的敌方单位进行打击。

### 3.2.2.4 资源需求分析

场地需求：

场地	用途
30° 坡、35.5° 坡、17° 坡、盲道	测试哨兵机器人各种地形的适应能力和越野性能
模拟半场	为哨兵机器人 SLAM 建图提供场地条件，锻炼哨兵自主巡航能力
前哨站模型	测试前哨站击打效果

## 物资需求：

物资	用途
3D 打印机	用于制作结构测试样机
17mm 弹丸	射击测试
各类必须工具	装配及维护
各类调参工具	机器人调试

## 3.2.2.5 人力资源分析

哨兵机器人作为本赛季全新兵种，其本质更像是一台自动步兵，对下位机和上位机的要求较高，因此战队决定在一台传统步兵的基础上改造成具备哨兵机器人，将投入更多上位机的成员进行哨兵机器人的研发。结合队情，战队如今具有部分能够独当一面的老队员，而新队员基础较弱、数量较少，因此步兵机器人各技术组采用老队员承担主要工作、新队员辅助工作的方式进行安排，因此在下方表格仅给出老队员工作安排

## 个人主要工作

技术组	姓名	主要工作
结构组	段一辉	研究方案可行性，负责哨兵机器人机械研发的指导
结构组	徐芑阳	负责哨兵机器人机械结构的设计、装配、维护
电控组	李紫璇	哨兵机器人底盘部分的调试与维护，与上位机联调
电控组	王文博	哨兵机器人云台的调试与维护，与上位机联调
硬件组	杨宗键	哨兵机器人超级电容的开发与调试
上位机组	许嘉恒	哨兵机器人负责人，负责推进哨兵机器人整体研发进度，负责自动步兵算法和 SLAM 建图的研发，开发和维护传统视觉自瞄方案
上位机组	张宏博	负责哨兵机器人建图、巡航算法的开发

## 3.2.2.6 备赛时间安排

时间	任务	人力投入
11月	讨论分析规则，开始部署哨兵机器人方案设计，上位机配置调试环境	2 结构 2 电控 1 硬件 5 上位机
12月	哨兵机器人结构设计、上位机理论测试环节	2 结构 8 上位机
1月	哨兵机器人制作、调试、上位机编写哨兵算法程序，超级电容测试	2 结构 2 电控 1 硬件 8 上位机
2月	哨兵机器人上位机测试、模拟场地搭建	1 结构 2 电控 8 上位机
3月	上下位机联调，在模拟场地中测试哨兵机器人功能	1 结构 2 电控 8 上位机
4月	暴力测试，模拟打靶，优化算法，研究战术配置决策树，机械结构维护	1 结构 2 电控 8 上位机
5月	临赛检修，各技术组维护，寻找不稳定并解决，达到最佳上场状态	2 结构 2 电控 1 硬件 8 上位机



## 3.2.3 英雄机器人

### 3.2.3.1 规则分析

英雄本赛季的定位依旧是击打建筑的主要力量，相比 22 赛季，控制区的增加，防守方前哨站 5 倍的冷却增益，起伏地面的减少和前期对前哨站造成伤害的奖励对英雄的技术有部分影响，控制区的增加需要英雄在场上吊射不佳时可配合步兵占领控制区进一步对前哨站贴脸输出，起伏路段的大幅缩减也导致对于英雄这种短距离跑点的机器人，舵轮已是最优解，而舵向电机仍与驱动轮电机 1:1 分配功率，因此传统的 6020 舵机不适用，需要更高效率的舵轮电机选用，同时需要算法进一步优化限制避免频繁转舵浪费功率与高速下转舵带来的超功率扣血。

由于防守方前哨站 5 倍巨大的冷却增益，常规来讲英雄的吊射或飞镖机器人已是推掉前哨站的几乎唯一解，因此英雄的双发和吊射准度问题得到了进一步要求，从现有其他队伍水平来看，传统 3508 摩擦轮上限是可以做到目前吊射要求的，出于人力安排和稳定性的打算，本赛季不尝试新的弧形摩擦轮或其他发射方案。

### 3.2.3.2 功能/需求分析

2023 赛季的英雄保留了吊射点吊射的金币返还机制，同时前哨站增加了防御方的枪口冷却增益，哨兵从定轨变为了全自动步兵，以及新添加的控制区机制。这些改动对英雄的要求在于进一步提升了英雄吊射的战略意义，以及英雄在不进行吊射或推敌方前哨站时或防守自家时的快速短距离跑点能力，相比之下在有限的备赛时间中降低了英雄反陀螺准度和击打地面机器人的需求，进一步向“能够短距离快速移动的攻城机器人”发展。

结合 2022 赛季观察其他队伍的机器人吊射实际效果，目前来看传统溪地的 60mm 摩擦轮配 3508 转子能够满足吊射需求，影响吊射精度的更多在弹链的顺滑程度和拨弹机构的阻力，结合队伍人力安排不考虑研发新的弧形摩擦轮与弹射，飞轮蓄能等方案。另观察今年区域赛中，大量队伍侧翻或卡在台阶上导致丧失战斗力，分析得这些英雄大多底盘最低距地高度不够导致通过角较低，因而英雄在尽可能降低重心的同时必须保证足够高的底盘距地高度从而避免这种情况发生。

由此我们得到英雄机器人的基本结构设计需求如下：

模块	需求分析
底盘	在功率有限的前提下，不同的轮系方案天生运动效率不同，同时较轻的质量和较轻的轮的转动惯量以及较大的抓地力能进一步提升加速度加快跑点速度，同时底盘高度不能低于 70mm，通过角接近角不能小于 30°，陀螺速度够快
云台	Yaw 轴转动惯量小精确度足够，pitch 电机响应速度与低速精确度足够，整体云台架刚度足够
发射机构	发射初速度稳定，发射精度高，最低可达到吊射前哨站要求，发射摩擦轮及摩擦轮电机易于更换维护，不出现双发
拨弹机构及弹链	给定上电位置后不发射卡弹，弹舱最大容量 70 发+，拨弹阻力均匀无突变以保证每发弹丸的延迟近似，
外观	外观美观且易于检录维修，不被大小弹丸击碎，碰撞时任意方向保护壳没有可能被碰撞到

软件部分：

需求	分析
功率限制	舵轮转向电机亦算入功率计算范围内，因而需要对机动性与操控性进行权重分配。
前哨站击打	新规则下前哨站击打难度有所降低，需持续优化控制精度以确保其威慑性

硬件部分：

需求	分析
功率限制	底盘功率在大部分时间是不超过限制的，余量白白浪费掉。因此需要制作超级电容把余量收集起来，在需要爬坡，加速时爆发出来。

算法部分：

需求	分析
远程吊射	吊射距离较远，较小的偏差就会带来较大的误差。受到操作手本身的熟练程度、鼠标控制精度的影响等因素，操作手手操吊射难以保证准确度。使用上位机对弹道进行解算并进行击打可以提高吊射的准确率。
自动瞄准	当敌方单位出现在英雄机器人面前进行阻击时，由于英雄机器人本身较为笨重，难以对敌方机器人打来的子弹进行灵活的规避。使用自动瞄准便于英雄机器人进行快速精准反击，有效保护自身。
击打旋转装甲板和反小陀螺	前哨站的旋转策略类似于小陀螺，具备击打旋转装甲板的能力即可更加有效精准的击毁敌方前哨站。具有反小陀螺能力也可以防止敌方突脸单位开启小陀螺导致英雄难以自卫。

### 3.2.3.3 设计思路

针对上述突出的功能需求分析，我们做出以下设计思路

结构部分：

模块	设计思路
底盘	机架主体采用 3040 壁厚 1 的铝管定位上层和弹舱，配合 20mm 壁厚 1.5 的碳管配管夹加固和配合碳管保护套充当防撞梁，轮组方案使用 3508 转子配偏置多圈绝对值编码器和齿圈当舵的舵轮，悬架使用线规导向的独立悬架可快速更换和维护以及良好的鲁棒性。
云台	pitch 轴更换大扭力低齿隙 6012 云台电机保证在配平做的不是很好的情况下依旧有快速准确的云台响应速度精度，YAW 轴使用传统的同步带配 1:2 减速配大过孔滑环，内插外径 50 内径 44 的特氟龙管。

发射机构	发射枪管 CNC 制作且含定位凸台易于与碳板过盈配合，该碳板再与摩擦轮电机做过渡配合，保证不出现装配误差。摩擦轮 3508 电机 pid 参数合适，包胶轮沿用上赛季设计及间距，采用厚碳板固定 3508 转子保证不发射弯曲形变，弹丸定心方案考虑三点定心或 U 型轴承的四点定心，限位方案采用拉簧
拨弹机构及弹链	拨弹机构尺寸和弹链长度参考上海交通大学开源英雄，拨盘传动更改简化，降低成本与易于维护，弹链尝试特氟龙管配碳板加紧制作，避免传统轴承方案长期使用后轴承进灰及生锈需要维护更换，同时减少弯折次数与增大弯折半径减少阻力。
外观	1mm 碳板配合四孔 M3 铝制转接件连接

**软件部分：**

对于功率限制，难点在于当缓冲区能量不足时，应该保证机器人能平衡操纵性与机动性，同时防止机器人因功率不足而导致在坡道上失控。当有超级电容时，尽可能提高机器人性能“。为此，要设计一套状态检测机制，通过对不同地形给予功率控制不同权重，例如在坡道上时可以优先保证转向电机角度控制精准，避免坡道翻车。

同时，由于本赛季英雄机器人或将首次采用舵轮结构，要结合友校战队的先进经验，与新地盘充分磨合，确保能较为完整的发挥出新机械结构的全部潜力。

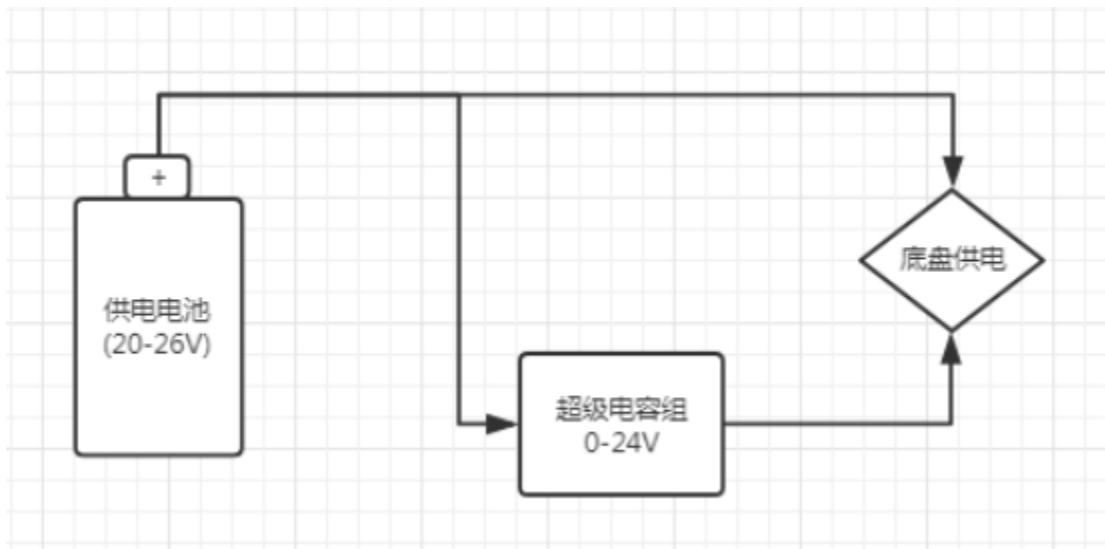
对于前哨站击打，难点在于”保证云台控制精度“。本赛季中英雄机器人或采用新 Pitch 轴控制电机，同时将优化控制算法，与上位机负责同志加深合作，达成良好云台控制效果。

较去年的改进方向

改进方向	详情
控制算法	通过优化 PID 算法，提高控制精度；优化代码结构，减少硬件资源消耗、增强代码可读性
功率限制	通过电流值对功率进行控制，提高控制灵活性
UI 界面	打磨操作手界面，保证使用体验流畅
硬件接线	标准化走线操作，有效应对复杂应用场景

**硬件部分：**

超级电容拓扑图如下



**图 3-7 英雄硬件拓扑图**

对于超级电容，难点在于如何通过软件计算余量，把机器人底盘功率还有余量时把余量收集起来，不能超过功率限制，同时还要保证能量供应的效率。因此，要设计裁判系统通信模块，实时读取裁判系统功率限制，与超级电容计算的实时输入功率做比较，精准限制能量的输入。同时，对于底盘突然刹车产生的反电动势，考虑到反电动势的高压会反灌入超级电容内部，可能会烧毁器件，因此设计了反电动势吸收模块，保护超级电容不被反电动势击毁。

同时，因为 c610 电调的低压保护，存在电容组电压低于 13v 时底盘无法正常运动的情况，设计了电容供电与电源供电的切换模块，当电容组电压触发电调的低压保护时，及时切换到电源供电直接绕开超级电容组，电源直接供电到底盘。这样设计避免了超级电容的功率损耗，但同时增加了下位机组对于功率限制的要求。

**算法部分：**

对于吊射弹道的解算，难点在于准确的测得前哨站的距离。受限于摄像头的像素和焦距，旧相机的 1440\*1080 分辨率、8mm 定焦镜头难以满足要求。因此本赛季考虑使用更高分辨率、更长焦距的相机套装进行定位，或者使用较为成熟的深度相机，进行更高精度的定位

对于自动瞄准，难点在于识别装甲板并进行下一时刻的预测。为此需要设计一套算法对装甲板进行实时高效准确的检测，通过获取装甲板前一段时间的运动状态来预测下一时刻的装甲板位置，从而实现枪口预先瞄准，防止抖动严重。

对于反小陀螺，首先为简化操作手的操作，小陀螺状态的识别和反小陀螺击打的开关由上位机代码通过相机获取的敌方装甲板的位置等信息来自动控制。具体思路是设置一个判断参数（陀螺系数），然后根据具体情况设置多种奖励和惩罚机制来对判断参数的值进行修改，另设两个辅助系数（持续识别系数和未识别系数）来辅助判断参数的更改。当参数的值达到要求时，则开启反小陀螺击打。基础拓扑图如下：（其中状态 1 和状态 2 是指敌方装甲板运动中的一种状



态，我们依次为参照来判断其是否在转动。)

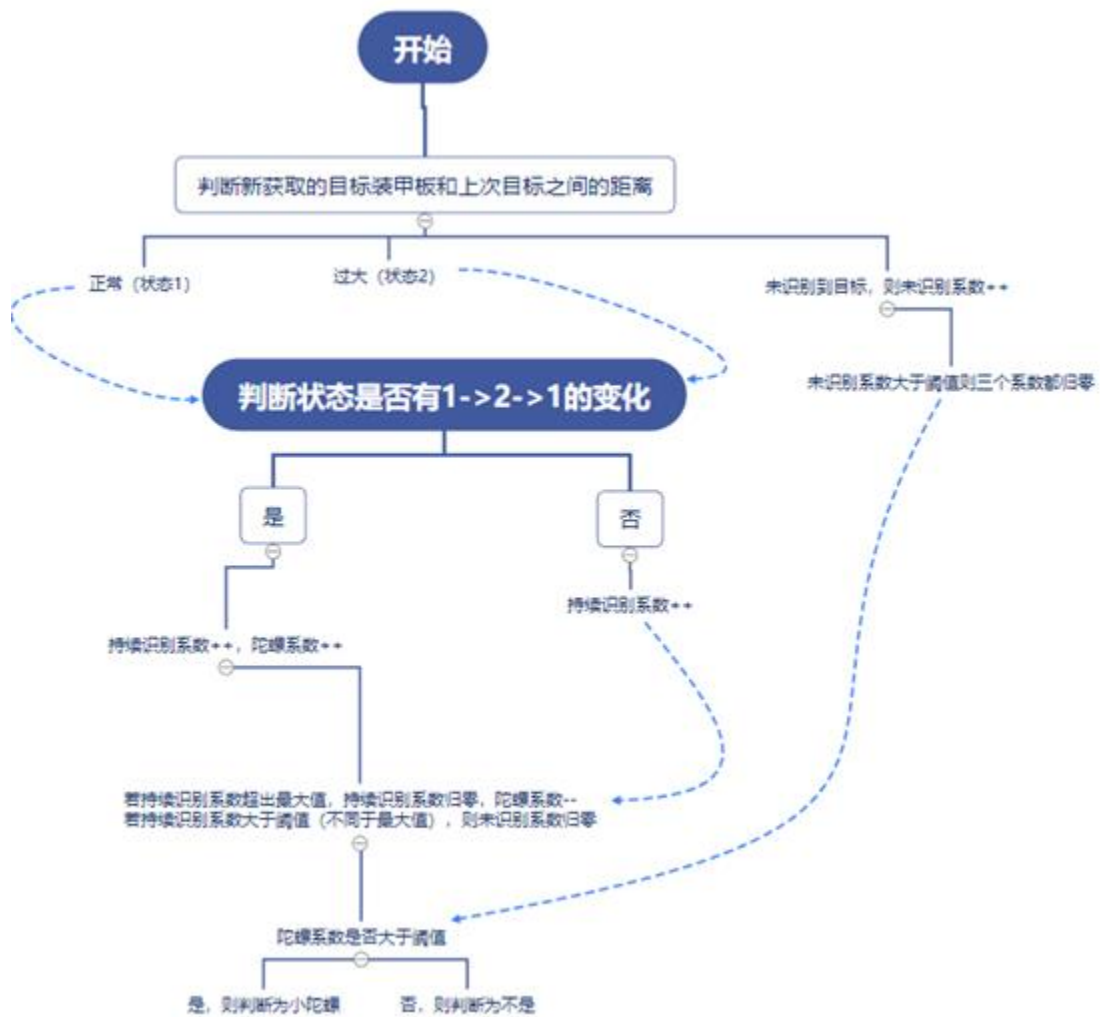


图 3-8 英雄算法拓扑图

### 3.2.3.4 资源需求分析

#### 场地需求

场地	用途
30° 坡、35.5° 坡、17° 坡、盲道	测试英雄机器人各种地形的适应能力和越野性能
模拟赛场的地胶和飞坡测试场地	测试英雄机器人的飞坡能力
前哨站模型	测试前哨站击打效果

## 物资需求

物资	用途
3D 打印机	车体零部件制作
42mm 弹丸	测试英雄机器人射击
各类必须工具	装配及维护
各类调参工具	机器人调试

### 3.2.3.5 人力需求分析

英雄机器人在 23 赛季依然是强大的攻城武器、输出单位，对基地、前哨站等打击起到决定性作用，是直接影响战局胜负的关键机器人。战队在前两赛季英雄机器人在赛场是均出现过比较严重的卡弹问题，导致无法进行输出，本赛季将投入有技术力的队员进行英雄机器人的攻关，同时做好技术传承。结合队情，战队如今具有部分能够独当一面的老队员，而新队员基础较弱、数量较少，因此步兵机器人各技术组采用老队员承担主要工作、新队员辅助工作的方式进行安排，因此在下方表格仅给出老队员工作安排

#### 个人主要工作

技术组	姓名	主要工作
结构组	段一辉	研究方案可行性，负责英雄机器人机械研发、设计、装配、优化，同时是英雄机器人负责人，负责英雄机器人进度的推进
电控组	尹隽骞	负责英雄机器人舵轮底盘的代码开发、调试与维护
电控组	李紫璇	负责英雄机器人云台的调试与维护
硬件组	杨宗键	英雄机器人超级电容的开发与调试
上位机组	许嘉恒	负责上位机控制算法，开发和维护传统视觉自瞄方案，开发英雄机器人远程吊射算法

## 3.2.3.6 备赛时间安排

时间	任务	人力投入
9月	上赛季英雄机器人总结、自瞄测试、超级电容研发	1 结构 2 电控 3 硬件 5 上位机
10月	英雄机器人规则分析解读、超级电容测试、自瞄优化	1 结构 3 电控 3 硬件 5 上位机
11月	超级电容优化、舵轮底盘设计、反陀螺测试、自瞄优化	1 结构 4 电控 3 硬件 5 上位机
12月	舵轮底盘制作、调试、超级电容迭代、自瞄方案迭代、云台设计、制作，反陀螺优化	1 结构 4 电控 3 硬件 5 上位机
1月	英雄整车测试、自瞄方案优化、反陀螺击打迭代	1 结构 4 电控 1 硬件 5 上位机
2月	英雄结构迭代，备用英雄设计、整体联调	2 结构 4 电控 3 硬件 5 上位机
3月	暴力测试，模拟比赛，操作手训练，备用英雄制作、结合反馈不断优化，机械结构维护	2 结构 4 电控 3 硬件 5 上位机
4月	暴力测试，模拟比赛，操作手训练，备用英雄调试、结合反馈不断优化，机械结构维护	2 结构 4 电控 3 硬件 5 上位机
5月	临赛检修，各技术组维护，操作手训练，寻找不稳定并解决，达到最佳上场状态	2 结构 4 电控 3 硬件 5 上位机

## 3.2.4 工程机器人

### 3.2.4.1 规则分析

23 赛季规则变化中与工程机器人直接相关的如下：

(1) 大资源岛比赛开始 15s 下落金矿石改为 1 个，且矿石凹槽不是水平，小资源岛银矿石增加至 5 个。

(2) 兑换站兑换机制更改，兑换采取难度分级，分五级从零级至四级，成功兑换矿石难度等级越高，获取的金币将会越多，且随着队伍的矿石兑换累计经济越多，队伍所能选择的最低兑换难度等级将会被限制。

(3) 工程机器人取消救援和复活卡机制，其他兵种机器人可以通过在补血点回血和通过远程兑换血量回血，阵亡机器人可以原地读条复活和通过金币兑换立即复活。

23 赛季的工程机器人有不少变化，但最核心的任务仍是获取场地中央大资源岛上的金矿石和小资源岛上的银矿石并成功兑换金币。金币可以用于兑换空中支援、17mm/42mm 弹丸、回血机会和立即复活。可以发现 23 赛季大部分功能都要使用到金币，经济体系显得尤为重要，可见工程机器人的能力直接决定了队伍整场比赛的经济水平，进而在很大程度上影响比赛的走向。通过分析上述 3 点，可以发现金矿石的获取难度相比 22 赛季增大，且第一个金矿石一定会发生争抢，金银矿石兑换金币数量相差变少和银矿石的增加可以减少队伍双方前期的经济差距，兑换的金币数量更多取决于兑换难度而非金银矿石，因此争取兑换较高难度矿石优先级应高于在大资源岛抢夺金矿石。兑换站机制更新，兑换的难度增大，零级凹槽为固定位置；一级凹槽在 XZ 平面固定，Y 轴方向随机位置；二级凹槽在三轴方向均为范围随机位置；三级凹槽增加在 pitch 和 roll 方向的角度旋转；四级凹槽在增加 yaw 轴方向旋转，给取矿机构提出更高的要求，也是本赛季工程机器人的技术难点。

综上所述，我们对工程机器人功能优先级进行排序：兑换高难度矿石>获取矿石>搬运障碍块，我们今年将会将主要精力用于研究如何兑换高难度矿石和获取矿石。

### 3.2.4.2 功能/需求分析

通过以上对本赛季规则的分析，我们做出以下需求分析：

模块	需求分析
底盘	工程机器人是 RM 赛场中唯一不限功率的地面机器人，因此工程机器人对速度和加速度均有一定要求，同时需要有足够的越野能力，重心放低避免伸展变形时出现侧翻

矿石获取及兑换	由于本赛季对经济体系的修改和兑换站的重做，工程机器人取矿机构功能难度提高了，是整车的难点，我们将以稳定三级兑换难度争取四级兑换难度为需求，设计能够实现空接、抓取地面矿石，多自由度的取矿机构
抬升	为满足较高高度的空接和拾取地面矿石同时满足兑换需求，我们将开发一款能够满足以上需求的抬升机构
矿石姿态调整和储存	为提高矿石兑换的效率和稳定性，将研发一种能够调整矿石姿态且能够储存两个矿石的矿石储存机构
外观	外观美观且易于检录维修，不被大小弹丸击碎，碰撞时任意方向保护壳没有可能被碰撞到
视觉辅助取矿	金矿石有较为明显的视觉特征，可以通过相机对金矿石进行识别、定位，通过控制机械臂的动作实现对金矿石的全自动的精确抓取。可以有效提高取矿过程的效率，缩短用时。

### 3.2.4.3 设计思路

根据以上需求分析，从功能实现的角度提出以下设计思路  
机械结构部分：

模块	设计思路
底盘	机架主体采用铝方管和碳纤维板进行装配，轮组方案采用自研电机内嵌式麦克纳姆轮确保全向移动能力，Z轴抬升采用抽屉导轨、直线导轨、齿轮齿条等方案实现Z轴的二级抬升，以满足各种方位的矿石获取和矿石兑换。
取矿、兑矿机构	取矿机构的伸出收回即X轴移动采用齿轮齿条方案，确保X轴方向500mm的运动范围；横移机构即Y轴移动采用同步带轮方案，确保Y轴方向能够向有±320mm以上的运动范围；取矿机械臂采用同步带差动机构，2个3508电机实现pitch和roll轴的旋转运动，可考虑给取矿机械臂增加yaw轴方向的旋转运动以满足最高级兑换条件，采用真空吸盘进行矿石的抓取



矿石储存和姿态调整	由于兑矿机构具有 roll 轴旋转能力，因此矿石姿态调整只需考虑 pitch 轴方向的二维码朝向变动，通过 4 个 2006 电机实现矿石的升降收纳和方向调整，并且同时能够储存 2 个矿石
二级抬升	上赛季工程机器人采用俯仰角的方案实现从地面到空接的高度转换，其缺点在于运动范围为圆形，在较高的高度会出现 X 轴方向距离不够的问题，将抬升机构优化为二级直线抬升，将能够实现从底盘到最高的高度范围直线抬升且 X 轴距离保持不变

电控部分：

模块	需求分析
底盘	由于工程机器人不限制功率，要在起伏路段快速移动，所以底盘麦克纳姆轮控制给予大功率
矿石获取及兑换	设计测距模块测距，确保在兑换矿石时进行位置判断，增加传感器，实现距离、角度的测算，服务于操作手操作
抬升	升降机构采用电驱板控制，可以稳定简易实现上下移动
操作板面设计和 UI 界面	由于工程机器人电机众多，控制键位复杂，所以需要设计自动控制流程，将一系列操作简化为一个操作，保证操作手准确快速取矿兑矿。并且设计一套 UI 界面用来给操作手进行辅助。
控制算法	优化底盘和各个机构电机的控制代码，进行 PID 算法的优化，增加辅助功能代码，优化自动控制流程代码，增加稳定性



图 3-9 工程软件框架图

**算法部分：**通过相机对矿石的位置进行识别、定位。通过上位机控制机械结构进行调整，实现类似于机器人抓取的功能，提高采矿的精确程度。

### 3.2.4.4 资源需求分析

#### 场地需求

场地	用途
大资源岛、小资源岛	测试工程机器人的采矿性能
兑换站	测试工程机器人兑换矿石的能力
盲道、15°坡	测试工程机器人的地形适应能力和减震效果

#### 物资需求

物资	用途
3D 打印机	车体零部件制作
矿石	测试工程机器人采矿、兑换
各类必须工具	装配及维护
各类调参工具	机器人调试

### 3.2.4.5 人力资源分析

工程机器人作为设计难度较复杂，控制模块较多且在赛场中承担经济体系的重要角色，在各个组别均需要投入较多的人力物力以及较长的研发周期、调试训练周期。

#### (1) 结构组分工：

需要完成工程机器人的结构需求定义、具体实现方案分析、具体结构设计、完成零件加工和整车装配、重要部位的力学仿真、调试过程中的维护工作，对

机器人进行性能测试从而思考机械结构层面的迭代方案并不断测试优化。

(2) 电控组分工：

负责优化上一赛季的工程代码架构，编写新机构部分的控制代码，然后进行各个部分的单独调试以及之后的整车功能调试，设计一套自动化控制流程和 UI 界面辅助取矿兑换。

(3) 操作手：

要求熟悉各个功能的操作、比赛规则，主动向技术人员提出操作功能的需求，熟悉各种 UI 界面，以及辅助功能的使用

结合队情，战队如今具有部分能够独当一面的老队员，而新队员基础较弱、数量较少，因此步兵机器人各技术组采用老队员承担主要工作、新队员辅助工作的方式进行安排，因此在下方表格仅给出老队员工作安排

### 个人主要工作

技术组	姓名	主要工作
结构组	赖文凯	工程机器人负责人，负责工程机器人进度的推动，研究方案可行性，工程机器人的机械研发、设计、装配、优化
结构组	陈飞宇	工程机器人辅助设计、装配，后期维护，迭代
电控组	程前	工程机器人底盘的调试与维护
电控组	谭淳	工程机器人取矿机构的调试与维护
电控组	贺鹏宇	工程机器人 UI 界面绘制
上位机组	许嘉恒	负责视觉辅助兑换功能的开发和调试

## 3.2.4.6 备赛时间安排

时间	任务	人力投入
9月	上赛季工程机器人总结、吸盘机构测试	2 结构 2 电控
10月	工程机器人规则分析解读	2 结构 3 电控
11月	工程机器人结构设计	2 结构 3 电控
12月	工程机器人制作、加工，机械臂样机调试	2 结构 3 电控
1月	工程整车测试	2 结构 3 电控
2月	工程结构迭代，备用工程设计、整体联调	2 结构 3 电控
3月	与上位机联动，研发视觉方案，备用工程制作、结合反馈不断优化，机械结构维护	2 结构 4 电控 3 上位机
4月	暴力测试，模拟比赛，操作手训练，备用工程调试、结合反馈不断优化，机械结构维护	2 结构 4 电控 3 上位机
5月	临赛检修，各技术组维护，操作手训练，寻找不稳定并解决，达到最佳上场状态	2 结构 4 电控 3 上位机

### 3.2.5 飞镖系统

#### 3.2.5.1 规则分析

飞镖在 2023 赛季规则无变动，观察 22 赛季其他战队实战中的飞镖水平，可以看出目前飞镖的发射架对位精度和发射后重复对位精度还有待提升，镖体本身的姿态不稳定和制造精度为实际击打的重复精度产生额外的影响。飞镖在 23 赛季中的目标应定在尺寸细节的优化上，因此传统的正向研发可能不适合本战队的人力安排。

#### 3.2.5.2 功能/需求分析

机械结构：

需求	分析
发射架对位准确	拥有激光瞄准器或其他光学及其他传感器模式，保证对位精度
发射架重复发射精度	拥有吸盘或电磁铁装置，保证飞镖架与底座保证时刻固连；pitch 轴和 Yaw 轴本身控制精度或结构带自锁
飞镖镖体姿态正常	合理设计镖体结构和外形，考虑工艺合理性，重要尺寸记载优化时考虑

电控部分：

需求	分析
实时调整飞镖姿态	在飞镖飞行过程中，能够同时改变飞镖的飞行姿态来实现对飞镖的实时调整。
飞镖速度稳定	保证飞镖的速度在飞出飞镖架时也能保证与理想值不会相差太多，能够更加准确计算飞镖的飞行路径，方便上位机的调试。

#### 3.2.5.3 设计思路

由以上对于飞镖系统的需求分析，我们得出以下设计思路

机械结构：

模块	设计思路
发射架运动	拥有激光瞄准器或其他光学及其他传感器模式，通过齿轮齿圈形式实现 yaw 轴转向，通过电动推杆的方式实现 pitch 角度调整。同时采用“一字排开”模式进行飞镖的装填发射
发射架发射精度	拥有吸盘装置，保证飞镖架与底座保证时刻固连；pitch 轴和 Yaw 轴本身控制



	精度或结构带自锁
飞镖镖体	通过流体仿真设计镖体，提高飞镖性能

电控部分：

模块	设计思路
飞镖本体	通过飞镖头部的图像识别，以及飞镖 IMU 数据实时调整飞镖飞行的姿态，使得飞镖能够更加精确地击中前哨站。
飞镖发射	通过对摩擦轮速度闭环，实现对飞镖本体发射时速度的稳定，同时使用前馈控制系统，保证飞镖在飞出发射架时不会降速太多，使理想值与飞出的实际值保证相近。

### 3.2.5.4 资源需求分析

场地需求

场地	用途
前哨站、基地模型	测试飞镖系统的击打效果

物资需求

物资	用途
3D 打印机	飞镖的零部件制作
各类必须工具	装配及维护
各类调参工具	机器人调试

### 3.2.5.5 人力资源分析

飞镖系统与 22 赛季规则上没有出现变化，且其本身结构、控制相对简单，在战场中的定位也没有步兵、英雄、工程等地面机器人的战术地位高，因此飞镖系统的设计优先级是低于前面提到的机器人的。本赛季结合战队队情，我们将飞镖系统的开发安排为老队员负责技术指导，新队员负责具体的技术设计与执行，也通过飞镖系统锻炼新队员的能力。

个人主要工作

技术组	姓名	主要工作
结构组	王昱博	飞镖系统负责人，负责飞镖架的机械结构设计、制作，推动飞镖系统的研发进度
结构组	王凯	飞镖镖体的开发与制作
电控组	任赫楠	飞镖系统电控部分的研发、调试与维护

## 3.2.5.6 备赛时间安排

时间	任务	人力投入
10月	飞镖系统规则分析解读	6 结构 1 电控
11月	飞镖系统结构设计	6 结构 1 电控
12月	镖体设计, 样机调试	6 结构 1 电控
1月	飞镖系统加工制作、镖体制作	6 结构 1 电控
2月	飞镖系统调试	6 结构 1 电控
3月	与上位机联动, 研发视觉方案, 结合反馈不断优化, 机械结构维护	6 结构 2 电控 2 上位机
4月	暴力测试, 模拟比赛, 结合反馈不断优化, 机械结构维护	6 结构 2 电控 2 上位机
5月	临赛检修, 各技术组维护, 寻找不稳定并解决, 达到最佳上场状态	6 结构 2 电控 2 上位机

## 3.2.6 雷达

### 3.2.6.1 需求分析

#### 作用：

雷达负责给全队机器人提供视野和预警信息。雷达放在赛场外，云台手可以观察雷达的画面，雷达也可通过多机通信功能向己方机器人发送信息。其中雷达基座上放置雷达传感器。

#### 设计要求：

由规则可知雷达的具体设计：运算平台端、传感器端和雷达基座。

#### 物资需求：

除了购买运算平台和传感器外，我们还要设计稳固的雷达基座和传感器支架，保证符合规范；运算平台也要有较高的精度，保证提供良好的视野。

### 3.2.6.2 设计思路

雷达传感器支架需要提高传感器高度，并且要易于携带，预计采用可折叠的机械结构设计；

雷达设计对机械结构的要求比较低，对算法要求较高；

在软件方面，上位机采用妙算运算平台，使用传统视觉算法和深度学习确定目标信息；

预计在仿真模型中建立等比例的场地模型，可以观察是否看到全局视野，同时采用多传感器联合定位确定目标位置，3D激光雷达确定深度信息。

### 3.2.6.3 人力资源分析

雷达系统本体的结构与控制较简单，因此本赛季雷达系统将由上赛季开发过雷达系统的队员负责雷达系统的开发

技术组	姓名	主要工作
上位机组	许嘉恒	负责雷达制作和功能开发、进度推进
上位机组	陶予涵	负责算法代码的撰写，雷达具体功能的实现和调试、维护

## 3.2.7 空中机器人

### 3.2.7.1 规则分析

空中机器人和过去几年相比其尺寸、重量限制等均未变化，主要的变化点在于经济体系上的变化，即召唤无人机所需的代价。由于战队之前没有空中机器人的实战经验，本赛季空中机器人将重新安排设计制造和调试工作。从性价比而言，空中机器人相对于其他地面机器人较低，依赖工程机器人的稳定性和自身空中支援的发挥，且空中机器人本身制作成本较高，因此其优先级低于其他地面机器人。

从实战角度分析，空中机器人在战场上发挥的作用主要有：攻击前哨站、攻击地面机器人（干扰打符）、为全队提供视野。而空中机器人本身就可以起飞进行全局探测，而击打目标需要消耗金币且对空中机器人云台的稳定性、射击精度等具有较高要求，因此空中机器人设计还未完善前可以作为空中侦察单位，而在技术实现程度较高后可以追求较高精度的击打效果。其依然是战场中战术地位较低的兵种。

本赛季，希望通过空中机器人组队员的努力，完成战队第一台上场的空中机器人，并能稳定实现功能。同时空中机器人的飞手也需要多加训练以应对战场上的不同变化

### 3.2.7.2 功能/需求分析

结合上述规则分析，我们提出以下需求分析  
机械结构：

需求	分析
稳定飞行	无人机能够平稳悬停，控制精度高且灵敏，能够稳定发射弹丸
安全性能高	良好的机械结构，保证空中机器人在空中 50 mm 自由落体后机器人不产生明显形变，不被损坏，同时加入全封闭桨叶保护罩对桨叶进行保护。

电控部分：

需求	分析
较高的稳定性和命中率	优化云台限位，增加视觉接口，优化与视觉的通讯模块，减小通讯延迟，优化代码结构，采用 FreeRTOS 操作系统，优化 Pitch 轴和 Yaw 轴的控制算法，使双轴控制更加平稳，抗干扰能力更强。

上位机部分：

需求	分析
自动瞄准	空中机器人视野较为开阔，可以更加自由的对视野中的目标进行打击。使用自动瞄准可以提高空中机器人的弹丸命中率，提高杀伤力。

### 3.2.7.3 设计思路

我们计划采用碳纤维材料进行机架设计，选用 M600 PRO 类型机架，动力系统采用 DJI E2000 专业版，用以提供较大的拉力保证空中机器人灵活运动，导航控制系统使用 DJI A3 和 DJI Guidance 配合使用。云台部分使用 GM6020 电机对 YAW 轴和 PITCH 轴控制，拨盘电机使用 M2006 电机，摩擦轮使用 Snail 2305 电机，上位机使用 Manifold 2 进行相机图像数据处理。首先保持无人机中心部分在机架中心点位置并尽量靠近电机水平，根据机器人制作手册设计密封保护罩保护桨叶，使用卡尔曼滤波算法与互补滤波算法进行空中机器人自身定位来增强空中机器人射击时稳定性，实现定点悬停并减少机身因射击而产生的晃动造成的不好的影响最后测试不同的算法以提升识别准确率与速度来提升射击的精度。

**机械结构：**

设计时重心控制居中且靠近桨叶平面，装配精度高，电路布局合理，机架整体选用 M600PRO，自制桨保实现提供桨叶保护

**电控部分：**

云台部分	发射机构
调试好云台的响应速度，以及稳定性，为攻击远距离目标做出准备。 利用 MPU6050 调试好云台三轴，并设计相应的电控限位	调节好摩擦轮的转速，保证摩擦轮运动的稳定性，使连发更加稳定。 完成拨弹盘与发射机构供弹逻辑代码，保证告诉供弹的稳定性

上位机部分：

自动瞄准
与上位机配合联调，设计好通信逻辑，发射逻辑，使无人机具备自动瞄准自动射击功能



### 3.2.7.4 资源需求分析

#### 场地需求

场地	用途
无人机飞行测试场地	具有安全防护网，光线明亮，天气适宜，GPS 信号良好，飞行区域净空，无杂物和无关人员的条件下进行。用于空中机器人的上机调试
弹道测试场地	室内静态测试场地，测试自瞄系统和无人机吊射功能。场地应该拥有足够的深度，周围设有挡板和防护网方便收集子弹

#### 物资需求

物资	用途
3D 打印机	无人机零部件制作
17MM 弹丸	测试发射系统
各类必须工具	装配及维护
各类调参工具	无人机调试

### 3.2.7.5 人力资源分析

空中机器人定位是非核心战术机器人，其功能更多是在其余机器人性能稳定之余提供锦上添花的作用，结合队情可用人力较为紧张的情况下，我们选择在核心地面机器人制作之余抽出时间进行空中机器人的制作和调试，同时接收对无人机感兴趣且有一定基础的新队员参与无人机的设计、调试、训练。

#### 个人主要工作

技术组	姓名	主要工作
结构组	赖文凯	负责无人机整机机械结构设计
电控组	金旭峰	负责空中机器人飞控调试、云台 PID 调试
上位机组	许嘉恒	负责空中机器人的辅助瞄准算法和预测算法

## 3.2.7.6 备赛时间安排

时间	任务	人力投入
11月	空中机器人规则解读	1 结构 1 电控 1 上位机
12月	空中机器人设计	1 结构 1 电控 1 上位机
1月	空中机器人加工制作、云台设计	1 结构 1 电控 1 上位机
2月	无人机调试，云台制作、调试	1 结构 1 电控 1 上位机
3月	与上位机联动，研发视觉方案，结合反馈不断优化，机械结构维护	1 结构 1 电控 1 上位机
4月	暴力测试，模拟比赛，飞手训练，结合反馈不断优化，机械结构维护	1 结构 1 电控 1 上位机
5月	临赛检修，各技术组维护，寻找不稳定并解决，达到最佳上场状态	1 结构 1 电控 1 上位机

### 3.2.8 人机交互

#### 设计思路:

机器人与操作手之间的交互通过客户端的 UI 界面，实时显示机器人状态以及战场状态。机器人实时状态通过自身裁判系统来读取，战场状态通过多机通信来进行提示。

我们将会在 UI 界面中加入底盘朝向的实时显示，受攻击方向的实时显示，pitch 轴电机角度的实时显示，雷达站建议的进攻目标，当前重要事件的提示（如激活能量机关，无人机起飞等）

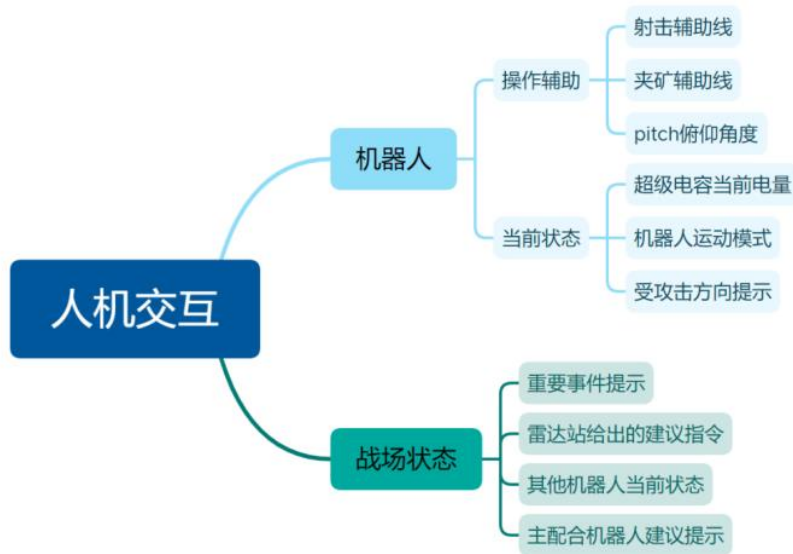


图 3-10 人机交互框图

## 3.3 技术储备规划

### 3.3.1 结构组

#### 已具备的技术能力

##### 麦克纳姆轮底盘设计

本队在 21 和 22 赛季均使用了部分机器人的麦克纳姆底盘设计，包含了稳定内嵌电机式的二次开发式麦轮和轻量化可快拆的麦轮轮系，包含可采用的单纵臂四独悬或含连杆的自适应非独立悬挂，及小范围探索了含气缸的自适应悬架。

##### 全向轮底盘设计

在 22 赛季我们战队探索了全新的全向轮底盘，经过迭代，目前掌握了内嵌电机式可快拆稳定的全向轮底盘，含平行四连杆四独悬或基于平面四连杆的自适应悬架。

##### 稳定精准的发射机构

基于通用的 60mm3508 摩擦轮，在 22 赛季及暑假期间我们改良结合了能够看见听闻的发射机构方案，现有 17mm 发射机构可以做到在 20HZ 射频附近散度做到 5m 散步 5cm 的圆内（不考虑极个别弹丸发生碰撞引起的极差），同时上供弹拨盘不发生卡弹的极限射频在 25-30HZ。

##### 有限元静力学仿真的初步使用

通过阅读 ansys 的帮助文档及网络上相关资料，目前常用的 ansys workbench 中显式动力学，结构动力学，静力学，拓扑分析模块本战队已基本能够基本给出合理简化模型从而给出合理的边界条件，材料参数及载荷去进行使用，已在飞镖镖体的落地冲击分析，自制齿轮的啮合应力分析，平衡步兵轮组安装大梁在承受冲击时是否失效等方面使用。

##### 动力学仿真软件的基本使用

结合网络相关资料，我们目前初步掌握了 admas 软件结合命令流进行如麦轮，全向轮这类复杂底盘的悬架优化和飞坡分析，结合可视化窗口可进一步分析优化设计。

##### 3D 打印机和 CNC 装置软硬件的使用及维护

战队现有 3D 打印机一台及 CNC 装置一台，目前已可熟练掌握其可能加工的各类所需材料及相应的维修和护理。

##### 高压气泵和气瓶气缸的稳定使用

在 22 赛季我们战队工程组掌握了高压气泵和气瓶气缸的稳定使用，能够完成气缸传动的设计、气瓶的充气放气、气缸的控制等。

## 准备突破的技术能力

### 舵轮底盘的设计

舵轮底盘在平地上的运动性能绝对优于传统麦轮底盘，由于 6020 舵效较低，我们需要掌握其他舵电机设计的舵轮底盘及掉电再上电的零位确定。

### 平衡底盘的悬架优化

目前队内平衡步兵采用的是基于瓦特悬架的包胶轮底盘，连杆悬架法向刚度较低，考虑采用新式轮毂减震轮去砍掉复杂的悬架设计。

### 全新中心供弹系统

新规则下，中心供弹系统对于步兵和哨兵来说都是各种意义上的最优解之一，一套稳定好用的中心供弹系统是值得去探索的。

### 类机械臂的设计

根据新赛季的规则变动，工程机器人装载类机械臂机构有助于兑换矿石，适应更高级别的兑换，同时机械臂是智能制造中常用的设备，掌握机械臂的设计和控制在非常值得的。

### 真空泵和吸盘的设计、使用

为了满足更高的取矿高度和更适配新赛季的兑换站，工程机器人的夹爪部分将升级为真空吸盘方案。

## 3.3.2 电控组

### 已具备的技术能力

#### 麦克纳姆轮底盘控制框架

对麦克纳姆轮底盘的速度模式、开环位置模式、静默模式、急刹模式等控制模式；遥控器、视觉、代码接口、键鼠等数据源进行了封装，方便进行二次开发和移植。

#### 平衡底盘控制框架

将平衡底盘运动模式分为常规模式、小陀螺模式、随动模式、无力模式。其中常规模式用于打符；小陀螺模式用于与敌方对抗；随动模式用于正常情况下机器人的移动，其下还分为平衡模式、速度控制模式、位置控制模式，以应对移动过程中可能会遇到的情况；无力模式用于平衡车在受到较大干扰时的应急措施；遥控器、视觉、代码接口、键鼠等数据源进行了封装，方便进行二次开发和移植。

#### UI 界面绘制框架

依据裁判系统的发送说明，设计与封装了一套能够自由绘制 UI 界面的框架，进行了大量测试，能够保证移植的可靠性

### 云台控制框架

目前战队所用云台控制技术是串级 PID 控制，外环为角度环，内环为速度环，其中外环使用 PID 控制，内环使用 P D 控制。针对云台零漂问题，使用陀螺仪温控技术，对陀螺仪工作温度进行控制，为了方便比赛时机器人快速启动，将零漂数据写入 flash 方便快速读取。

### 底盘功率限制方案

适用于所有地面机器人，能够在超级电容无法工作的情况下还保持底盘正常移动，且不超过规定的限制功率。

### 准备突破的技术能力

#### 底盘功率控制方案优化：

能够提高步兵/英雄底盘功率的利用率，并且使其运动更加顺滑。

#### 平衡底盘控制算法优化：

将使用变参数 LQR 控制方式，在底盘不同状态下输出不同的参数值以适配平衡车这个非线性系统，也将使用 PID 和 LQR 相结合的方式改善原本 LQR 控制中只有 P 项的缺点。

#### 云台 pitch 轴控制算法优化：

将传统的 PID 算法改为模糊 PID 算法，以适应场上的颠簸情况，以及在运动过程中的急停和加速。

#### 推进各个兵种的开发者日志记录

能够完全的记录每个机器人在开发时遇到的各种 bug，使得该机器人无论是在项目交接或者是赛场上 bug 重现都能够依据日志上的记录找到源头，使得开发更为顺畅。

#### 舵轮底盘功率分配方案：

研发合理且高效的舵轮底盘功率分配方案，将底盘和电容的能量合理的分配给舵电机和轮电机，提高舵轮运动性能和能量利用率。

#### 整体代码架构优化：

上赛季各个代码并未上操作系统，使得各控制部分控制时效无法保证，这赛季将利用操作系统将整体代码框架进行更合理的优化。

#### 尝试对云台姿态控制进行优化：

使用 MPU6050 对原始数据进行滤波，并用相应算法估算云台实际角度，减小云台反馈角度的误差。



### 3.3.3 上位机组

#### 已具备的技术能力

##### 基于 opencv 的视觉识别定位击打装甲板方案

适用于所有需要射击的机器人，能够对相机采集到的画面中的装甲板进行识别、定位，并进行自动击打。通过 opencv 对相机传入的画面进行处理，通过特定条件和 SVM 对装甲板进行识别，随后使用 PnP 算法进行定位，对击打所要求的俯仰角和偏航角进行计算，并控制下位机转动到指定角度进行击打。

##### 基于 yolov5 的视觉识别定位装甲板方案

适用于所有需要射击的机器人，能够对相机采集到的画面中的装甲板进行识别、定位。通过 TensorRT 框架进行加速后在 NVIDIA TX2 上可以达到 40fps，配合 realsense d435i 读取识别装甲板的位置，实现装甲板的识别、定位。

##### 基于 opencv 的能量机关识别方案

适用于需要击打能量机关的步兵机器人，能够对视野中的能量机关进行不同状态（已激活、待激活）进行识别。通过 opencv 对传入画面进行处理，通过模板匹配对通过预处理的扇叶进行识别，判断当前扇叶的状态。

##### 使用 CMake 构建整体项目

适用于所有需要上位机的机器人。使用 CMake 构建项目可以有效的提高项目的可移植性，降低不同车之间代码的维护成本。不依赖 ROS 之后也降低了由于 ROS 本身的限制带来问题的频率。

##### 基于标准线程库的多线程运行能力

适用于所有需要上位机的机器人，能够以多线程形式运行主程序，识别与计算采用不同线程运行的方式，缩短了一次流程的运行时间。采用线程池形式，减少了对系统资源的占用与浪费。

#### 准备突破的技术能力

##### 基于 git 进行版本管理的能力

搭建本地 git 服务，使用 git 管理现有软件。上赛季中代码版本管理较为混乱，版本区分基本依靠队员记忆，导致部分代码版本混淆、错乱，耗费了大量时间区分、测试不同版本。使用 git 进行版本管理可以较为有效的改善版本管理问题，优化多队员之间代码的协作、调试流程。

##### 基于深度学习和 opencv 的能量机关识别方案

适用于需要击打能量机关的步兵机器人，能够对视野中的能量机关进行不同状态（已激活、待激活）进行识别。通过 opencv 对传入画面进行处理，通过深度学习对通过预处理的扇叶进行识别，判断当前扇叶的状态。

##### 基于 ceres 的能量机关速度拟合、击打方案

适用于需要击打能量机关的步兵机器人，能够对识别出的待击打的扇叶进行角速度的函数拟合，对已拟合的扇叶进行预测、击打。

#### **基于 opencv 的能量机关识别方案**

适用于需要击打能量机关的步兵机器人，能够对视野中的能量机关进行不同状态（已激活、待激活）进行识别。通过 opencv 对传入画面进行处理，通过模板匹配对通过预处理的扇叶进行识别，判断当前扇叶的状态。

#### **基于标准线程库的多线程运行能力优化**

适用于所有需要上位机的机器人，减小或消除在多线程状态下 opencv 出错的概率，提高程序的稳定性。

#### **基于 ORB\_SLAM 的全局定位**

适用于哨兵，用于帮助哨兵在赛场上对自己进行定位，以便进行决策、移动。

#### **基于 ego\_planner 的三维路径规划**

适用于哨兵，用于帮助哨兵在赛场上对自己的行动轨迹进行规划，实现在赛场上自主移动、上下坡功能。

#### **基于 webots 的仿真模拟**

将机器人导入到 webots 模型中进行仿真，可以在不依赖实体机器人的情况下进行算法的验证和逻辑的测试。使用仿真进行算法的验证也可以有效的排除机械、电控环节中的某些问题导致的效果问题，且测试可以多名同学同时开展，可以有效提高新算法的应用、测试的速度。

### **3.3.4 硬件组**

#### **已具备的技术能力**

##### **超级电容控制方案**

适用于所有地面机器人，能够在裁判系统功率限制下较好的限制输入功率。使用的是电源-buck-电容/底盘的拓扑结构，检测电容电压，低于一定电压时及时切换。同时，体积进行了进一步的压缩，适配结构组设计时预留的位置。

##### **能量机关制作方案**

根据规则手册和比赛场上的记录，制作了与比赛场上较为相似且成本较低的能量机关，方便上位机进行击打能量机关的调试。

##### **自研主控方案**

根据 RoBoMaster 开发板 C 型原理图和参考开源资料制作了自研 stm32f4 的主控，包括基本的 SWD、DBUS、BUZZER、CAN、USB、PWM 等模块和自定义 io 口和按键，方便日后下位机拓展更多的功能。

### 无线下载调试方案

参考开源资料制作了无线调试器，方便下位机调试机器人的小陀螺，冲刺，飞坡等功能。

## 准备突破的技术能力

### 超级电容功率限制

现版本为了不超过裁判系统功率限制，超级电容对于输入功率的限制留了较大的裕量。后续继续研究输入功率的检测方案，在裁判系统功率限制下压榨更多的功率。

### 超级电容输出功率

现版本超级电容输出功率不足以让机器人飞坡。后续研究输出电路，与结构组进行沟通优化，提高输出功率完成飞坡。

### 能量机关拓扑

现版本的能量机关制作的较为仓促，没有很好的考虑布线问题，布线布的很杂乱，对后期维护造成了较大困难。正在制作一版新能量机关，兼顾美观与实用。

## 3.4 团队架构

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		指导老师	对战队做全方位的指导，包括机械、电控、视觉、管理、宣传、招商等；与外校企业和学校领导对接，解决经费问题	能够对团队进行全方位的指导，引导团队走向正确的向，积极与团队管理层成员对接，与学校和企业对接	2
		顾问	负责为团队提供理论支持和技术指导，对一些技术问题提供可行的方案和建议	在视觉、电控、机械、管理中任一方面具有突出水平，可以为战队提供技术指导	5
正式队员	管理层	队长	负责团队工作的整体统筹安排，把握团队技术的具体发展方向包括机械、电控、算法，与指导老师对接，对技术方向进行把控	有统筹大局的观念和意识，对队伍整体情况有充分的认识，具有管理经验，对技术与管理运营方面均有见解，强实	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
				力技术与管理能力兼备	
		副队长	负责某一个技术方面的细节把控，团队规章制度的制订和落实	在技术方面有突出建树，熟悉各技术方向的工作内容，能够把控技术细节，具有一定管理经验，能够制定和落实团队的各项规章制度	3
		项目管理	负责保证团队进度的规划与监督，团队事务的安排与氛围建设，战队文件材料的整理包括技术、宣传招商与财务方面。	需要一定的技术背景，有一定的管理经验，有较强的组织协调能力，对团队建设有一定见解	1
	技术执行	机械	组长	负责机械部分的总体分工和安排，负责机械结构的设计与优化	1
		机械	组员	完成组长下发的任务，负责建立三维模型，测试并优化结构方案	3
		电控	组长	负责电控部分的总体分工与安排，负责总体控制方案的制定与部署	1
		电控	组员	完成组长下发的任务，完成负责部分控制方案的落实与测试	6

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数	
		硬件	组长	负责硬件部分的总体分工和安排，负责超级电容、电磁炮部分的研发，确定功率控制的方案	硬件设计能力突出，能够设计团队整体的硬件电路方案，在功率控制方面有一定见解，有一定的组织管理能力	1
		硬件	组员	完成组长下发的任务，按照比赛要求设计并制作电路板和传感器、驱动器等，负责开发板与线路的日常维护	能够熟练使用 Altium Designer 等软件进行电路板的设计与制作，能对开发板和各类元件进行硬件方面的维护	2
		视觉算法	组长	负责视觉算法部分的总体分工和安排，视觉算法的开发和优化，总体视觉方案的部署，状态机的建立	算法能力突出，掌握多种视觉识别方案，掌握深度学习算法，对计算机视觉有一定见解，有一定的组织管理能力	1
		视觉算法	组员	完成组长下发的任务，视觉方案的落实，仿真环境的搭建与测试，状态机的维护	至少能熟练使用一种视觉识别方法，能够利用 ros 操作系统搭建上位机仿真环境并进行测试，对状态机有一定了解	8
	运营执行		宣传	负责各个自媒体平台的新维护，协助进行招新宣传工作，组织开展各类线下活动。	能够熟练使用 PS, PR, AE 等软件进行海报与视频的制作，掌握公众号的运营方法，有一定的文字功底	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		招商	负责挖掘潜在赞助商，维护与现有赞助商的关系，负责招商材料的制作与维护，负责组织与赞助商洽谈以及后续工作的跟进。	对招商方面有一定见解，交流能力强，口才突出，能够提出粗一套完整可行的招商方案并按计划执行，了解商务管理方法	1
		财务	负责分析战队财务状况，制定预算，负责队伍物资的管理与购买，以及发票的报销。	了解战队的财务与物资情况，细心负责，掌握发票的报销流程，了解财务管理方法，能够制定切实可行的物资管理方案	2
	梯队队员	机械	学习掌握 SolidWorks 的使用，学习机械设计的基础知识，学习使用常见工具进行装配和拆解，协助完成机械组的部分任务	对机械设计有一定了解，能初步使用 SolidWorks, Adams 等机械方面软件，有一定的专业基础知识，了解机器人基本的机械结构	10



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		电控	学习掌握基于 STM32 的嵌入式编程方法，学习掌握常用的控制方案，协助完成电控组的部分开发与测试任务	能够使用 C 语言进行编程，能够使用 STM32 进行基本的嵌入式编程，了解基本的控制方法	8
		视觉算法	具备基础的知识框架和体系，能够完成一些小的任务点	具有较好的编程基础，具备基础的视觉识别知识和上位机框架知识，具备基本的制导算法和滤波算法处理的知识	15

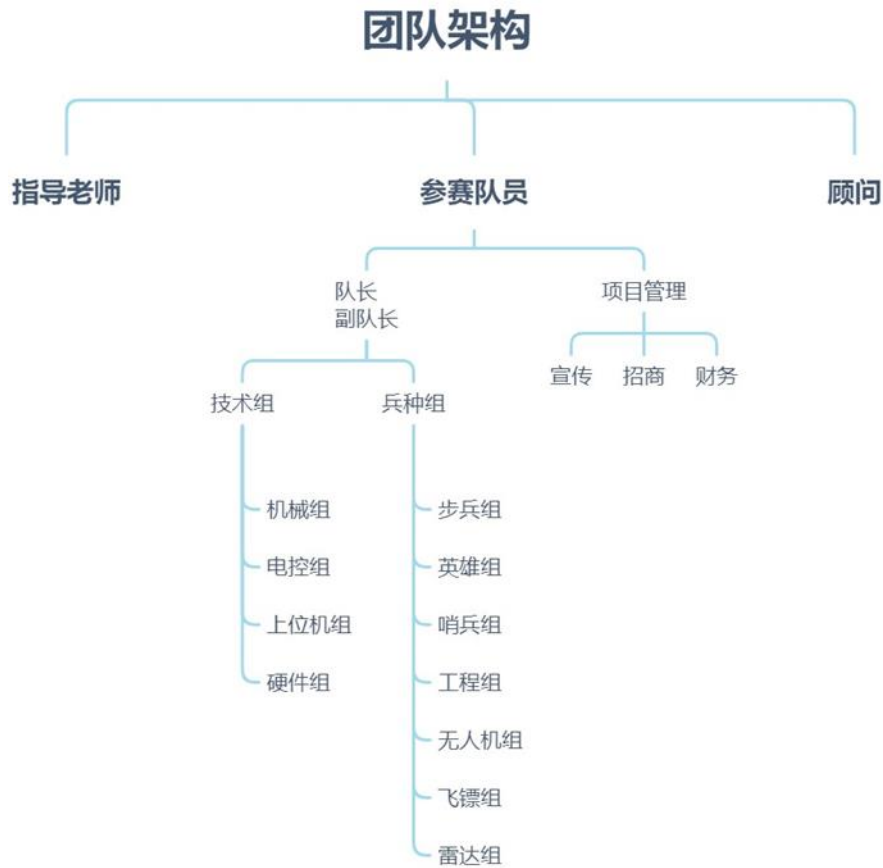


图 3-11 团队架构框图

按照兵种组和项目组划分

兵种/项目组	角色	职责	人数
传统步兵组	负责人	具备全面的技术基础，了解机械结构、电控、上位机、硬件的技术点，具备一定管理能力，能够推动传统步兵组的备赛进度和技术传承	1
	成员	由不同的技术组成员组成，在单个技术层面有较强的技术力，能够独立完成重要部分的技术攻关，相互讨论细节共同完成传统步兵机器人的开发	9
平衡步兵组	负责人	具备全面的技术基础，优秀的创新能力和主观意识，了解机械结构、电控、上位机、硬件的技术点，具备一	1

		定管理能力，能够推动平衡步兵组的备赛进度和技术传承	
	成员	由不同的技术组成员组成，在单个技术层面有较强的技术力，热爱攻关未实现的技术，能够独立完成重要部分的技术攻关，相互讨论细节共同完成传统步兵机器人的开发	6
英雄组	负责人	具备全面的技术基础，了解机械结构、电控、上位机、硬件的技术点，对英雄的开发有足够的经验，能够迅速解决临场问题如卡弹等，具备一定管理能力，能够推动英雄组的备赛进度和技术传承	1
	成员	由不同的技术组成员组成，在单个技术层面有较强的技术力，能够独立完成重要部分的技术攻关，相互讨论细节共同完成英雄机器人的开发	6
工程组	负责人	具备全面的技术基础，了解机械结构、电控、上位机、硬件的技术点，对机械结构拥有自己的理解和具有丰富的工程机器人开发经验，具备一定管理能力，能够推动工程组的备赛进度和技术传承	1
	成员	由不同的技术组成员组成，在单个技术层面有较强的技术力，能够独立完成重要部分的技术攻关，会使用工程机器人特有的设备如高压气泵等，相互讨论细节共同完成传统步兵机器人的开发	6
哨兵组	负责人	具备全面的技术基础，了解机械结构、电控、上位机、硬件的技术点，对深度学习，SLAM 建图有较好基础，具备一定管理能力，能够推动哨兵组的备赛进度和技术传承	1
	成员	由不同的技术组成员组成，在单个技术层面有较强的技术力，哨兵是新调整的兵种，没有上赛季的开源和开发	9

		经验，组员需要具备较强独立思考，自主学习能力，能够独立完成重要部分的技术攻关，相互讨论细节共同完成哨兵机器人的开发	
无人机组	负责人	具备全面的技术基础，了解机械结构、电控、上位机、硬件的技术点，拥有一定无人机开发经验，具备一定管理能力，能够推动无人机组的备赛进度和技术传承	1
	成员	由不同的技术组成员组成，在单个技术层面有较强的技术力，对无人机感兴趣，能够独立完成重要部分的技术攻关，相互讨论细节共同完成空中机器人的开发	5
飞镖组	负责人	具备全面的技术基础，了解机械结构、电控、上位机、硬件的技术点，拥有一定飞镖系统开发经验，具备一定管理能力，能够推动飞镖组的备赛进度和技术传承	1
	成员	由不同的技术组成员组成，在单个技术层面有较强的技术力，对远程制导感兴趣，能够独立完成重要部分的技术攻关，相互讨论细节共同完成飞镖系统的开发	8
雷达组	负责人	具备全面的技术基础，了解雷达系统所需的技术点，拥有雷达系统开发经验，具备一定管理能力，能够推动雷达组的备赛进度和技术传承	1
	成员	大部分由上位机组成员组成，有较强的技术力，能够独立完成重要部分的技术攻关，相互讨论细节共同完成雷达系统的开发	3
战术组	负责人	具有全面的战术理解能力，能够分析瞬息万变的战场局势，能够指导操作手执行战术任务和训练任务，熟读比赛规则，对各兵种技术点有较全面的掌握，能反馈技术上和操作上的不足	1

		之处	
	成员	由各兵种的操作手和备用操作手组成，具有较强的行动力，能够完成战场上的战术任务和训练任务，具备较强的临场应变能力，能够处理战场上突如其来的变化	8
突发事件临时小组	负责人	具备很强的临场应变能力，能够在极端局势下冷静思考，准确判断，做出当前局势下的最优解，是战队在多次突发外界因素影响下新成立的组别，处理过多次搬迁实验室、校方遣返学生返乡等突发事件	1
	成员	每次突发事件中，临时小组的成员组成不一样，成员应具备较强的行动力，和在突发事件中坚定的意志	若干

## 3.5 团队招募计划

### 3.5.1 总则

为满足战队持续、稳定、快速发展对人才的需要，规范员工招聘流程，健全人才选用机制，保证战队各部门、各岗位能及时有效地补充到所需要的人才，特制定本制度。

### 3.5.2 录用原则

坚持公开招聘、平等竞争、因岗择人、择优录用、先内后外、人尽其才、才尽其用的任用原则，并以发挥队员的智慧潜能为目标，务必将最适合的人才安排在最合适的位置上，帮助队员与战队共同成长。

### 3.5.3 录用标准（目标群体）

战队招聘面向本校在读的本科生、硕士生和博士生，根据岗位的不同，在招聘的时候遵循不同的标准。

**技术岗：**要求具有较强的解决问题的能力、学习能力和团队协作能力，有相关经验的人优先，学习成绩突出的优先；

**运营岗：**本赛季招收熟悉运营工作即宣传、财务、招商等工作，将采用公开不定时招募的方式进行纳新，以设计海报、编写推文、处理报销等方式进行考核，面向全校各学院专业的同学

### 3.5.4 制约条件

有下列情形之一者，不能聘用为本战队队员。

- 1.非本校的学生，非在读的学生；
- 2.受过处分且尚未撤销者；
- 3.有挂科者；

### 3.5.5 目标群体分析

招新过程中，战队对本校的控制工程学院和计算机与通信工程学院新生群体较为关注，其包含了机械、自动化、电子信息、计算机等机器人技术专业，这两个学院中具备更多对机器人技术有基础、感兴趣的同学。

随着赛事影响力的不断扩大，今年招新过程中不少大二的同学在高中阶段便听说过 RoboMaster 赛事，并对酷炫的机甲、复杂的传动、技术的实现产生浓厚的兴趣，我们在实验室开放日中向全校大一同学介绍了实验室和战队，每走过一个班级总会有些同学留下了咨询招新、意犹未尽，这些同学大部分参与了实验室招新的报名；在日趋内卷化的今天，从数据上来看确实存在越来越多同学询问进入实验室的好处、对保研的帮助等，但不乏有真正感兴趣、愿意付出时间精力的同学加入我们，我们为这类同学设计了一个通用画像：

姓名：王 X

性别：男

专业：自动化类

年级：大一

性格：乐观开朗，有主见，对未来有自己的想法，不屑于内卷，相信靠自己的双手能够创造属于自己的未来，喜欢炫酷的东西，想要追求不平凡的大学生活，喜欢玩梗。

画像：





经过两轮招新后，我们通过调研入队的队员了解到 RM 比赛和战队渠道，做出了如下的数据统计：47.5%的队员通过实验室空间开放日、百团大战、创享沙龙等官、校方宣传途径了解到战队，20%的队员通过 bilibili 等互联网媒体以及战队的 QQ 空间、微信公众号等看到了战队 vlog 或比赛视频了解到 RM，17.5%的队员在高中阶段便了解过 RM 比赛并非常感兴趣从而报名加入战队，15%的同学通过战队宣传部门走班宣传或在各专业新生群发布的招新信息了解到本战队。由此我们发现，做好校方提供的宣传安排、通过互联网媒体发放战队日常视频，对战队招募新队员起到了非常大的作用。

对此我们做出对应规划：

1. 积极与指导老师、大创、校方沟通，向校方申请更多的官方宣传途径，认真部署增强宣传效果。
2. 提高互联网媒体、QQ、微信公众号等渠道发布战队动态的频率，适当整活。
3. 在招新时期增加班级走访、大群转发战队宣传单的频率，提高内容质量。

### 3.6 团队培训计划

战队在每年都开启战队的招新和培训，招新是为战队注入新鲜血液，而团队培训是确保团队传承重要的一环。只有经过培训，新队员才能快速进入备赛阶段，提高学习效率，掌握老队员的经验和踩过的坑，对此我们对本赛季的培训计划做出如下阐述

**结构组：** 本赛季结构组将进行两次招新，通过结构组负责人在腾讯会议课堂进行培训内容的讲解，并通过带领新队员拆卸全向轮、旧机器人等实践活动传承知识。

第一次招新在 7 月~ 9 月暑期，旨在招募在校内已具备一定参加机械设计赛事经验或机械专业技术能力较强的同学。报名结束后将进行一次为期三周的培训计划，由于招募条件为拥有使用 SolidWorks 基础，因此只在培训计划中的第一周进行 SolidWorks 培训，后两周的培训内容为设计理念的普及以及结构力学知识的传授，使参与培训的队员具备一定设计能力，能够为 23 赛季的机械结构设计工作贡献力量。

第二次招新在 9 月~ 11 月开学季，以两种方式招募新组员：1.以特招的方式招募高中阶段有过相关机器人比赛经验或机械设计、绘图经验者；2.以大规模招募—培训的方式纳入对机器人、机械设计感兴趣的热血青年，为结构组注入新血液。第二次招新将通过为其一个月的结构组培训，其中 1~2 周培训内容为 SolidWorks 绘图基本学习，第 3 周进行基本零部件、材料、加工工艺的讲解，第 4 周普及新队员结构力学知识和设计理念，最后将会以大作业的形式考核新队员，遴选出各方面（技术、品德等）较优秀的同学纳入组别。

**电控组：** 本赛季电控组将进行两次招新，通过网络上优质课程和线下电控组老队员布置作业并亲手教学实现知识传承。

第一次招新在 7 月~ 9 月暑期，旨在招募在校内已具备一定编程基础的 21 级同学。报名结束后将进行一次为期 4 周的培训计划，由于招募条件为拥有一定的 C 语言基础，因此只在培训计划中的第一周进行 C 语言培训，后三周的培训内容为 STM32 单片机的理论知识学习（包括串口，can 等外设），使参与培训的队员能够熟练使用 32 进行相关程序的编写，能够为 23 赛季的电控代码编写，以及调试做出贡献。

第二次招新在 9 月~ 11 月开学季，主要招收的是无任何基础的 22 级同学。报名结束后将进行 4 周培训，前两周为基础的 C 语言培训，C 语言培训后通过笔试淘汰一部分语言基础不过关的同学。后两周进行 STM32 的培训，培训内容为使用 cubemx 配置出相关的代码（包含串口，基本 GPIO 的配置，以及较为简单的逻辑设计），最终筛选出一部分学习能力较强，态度良好的新同学跟队参与简单调试任务。

**上位机组：** 本赛季结构组将进行两次招新，通过网络上优质课程和上位机组老队员在腾讯会议课堂批改作业，线下亲手教学实现知识传承

第一次招新在 7 月~ 9 月暑期，旨在招募在校内已具备一定代码编写、程序设计能力的同学。报名结束后将进行一次为期三周的培训计划，由于招募条件为有编程语言或计算机方面的基础，因此在培训中仅第一周的时间用来了解新系统 Ubuntu 的使用以及复习 C++ 语言的基本语法，后两周的培训内容侧重于 ROS、OpenCV、深度学习等内容，使队员具备基础的代码调试能力，能为 23 年上位机的代码编写和调试工作贡献力量。

第二次招新在 9 月~ 11 月开学季，以两种方式招募新组员：1.以特招的方式招募有参与过视觉项目或者其他机器人项目上位机开发的同学；2.以大规模招募—培训的方式纳入对机器人、计算机视觉、编程感兴趣的热血青年，为上位机组注入新血液。第二次招新将通过为其一个月的上位机培训，其中 1~2 周培训内容为 Ubuntu 系统的基本使用以及 C++ 语言的常识与基本编程，第 3~4 周培训内容为 ROS 的开发与 OpenCV 或深度学习的入门，力争使新队员具备基础的代码能力。最后将会以大作业的形式考核新队员，遴选出各方面（技术、品德等）较优秀的同学纳入组别。

**硬件组：** 本赛季硬件组将进行两次招新，通过网络上优质课程和硬件组负责

---

### 人线下手把手教学实现知识传承

第一次招新在 7 月~9 月暑期，旨在招募在校内已具备一定参加电子设计比赛经验或自动化、电信等硬件相关专业技术能力较强的同学。报名结束后将进行一次为期三周的培训计划，由于招募条件为拥有使用 Altium Designer 基础和一定的单片机相关知识，因此这三周的培训计划为 Altium Designer 软件培训和 stm32 基础培训并行。使参与培训的队员具备一定的设计电路板的能力，同时能看懂，调试硬件驱动代码，能够为 23 赛季的硬件设计，维护工作贡献力量。

第二次招新在 9 月~11 月开学季，通过宣讲、展示，吸引对机器人、硬件技术感兴趣的新生参加培训。培训内容与第一期一致，仅在最后以大作业的方式考核新队员对于知识的掌握情况，择优录取。

## 4 基础设施建设

### 4.1 可用资源分析

品类	来源	数额	单位	初步使用计划
资金	学校科创资金	170000	元	作为项目资金购买物资
资金	英联科技有限公司	13000	元	作为项目资金购买物资
3D 打印机	秦皇岛晟屹科技有限公司	2	台	打印定制化物品
法兰盘	往届遗留	1	袋	作为机器人配件
工控机	往届遗留	2	个	上位机组开发使用
3508 电机	往届遗留	6	个	作为机器人配件
无刷电机	往届遗留	1	个	作为机器人配件
锂电池	往届遗留	8	个	作为机器人配件
充电器	往届遗留	6	个	为电池充电
高压气泵	往届遗留	1	个	作为气源
麦轮全向底盘	往届遗留	4	个	作为机器人配件
机器人开发套件 A	往届遗留	4	箱	作为机器人配件
机器人开发套件 B	往届遗留	4	箱	作为机器人配件
机器人开发套件 C	往届遗留	4	箱	作为机器人配件
机器人开发套件 D	往届遗留	4	箱	作为机器人配件
切割机	往届遗留	1	台	切割相应材料
打磨机	往届遗留	1	台	打磨配件
热风枪	往届遗留	1	个	焊接用具

### 4.2 协同工具使用规划

#### 4.2.1 结构组

结构组的线上技术交流协作主要通过 QQ 群来进行。根据以往赛季备赛情况，QQ 群线上交流和资源共享可以满足绝大部分的需求。在备赛过程中，通过 QQ 群进行的交流主要包括以下内容：

- (1) 结构组涉及的具体文献、开源报告
- (2) B 站等媒体上发布的对备赛有帮助的视频
- (3) 各兵种的 SolidWorks 图纸，通过 QQ 群文件实现图纸的分享，有助于群策群力进行结构设计的优化和改错

(4) 线上备赛时，通过 QQ 群中的语音功能进行线上联机画图、装配等。



图 4-1 结构组 QQ 群知识库

## 4.2.2 电控组

电控组使用的 gitee 来作为代码管理，我们对每个兵种建立独立的代码仓库，方便管理。通过钉钉群进行备赛进度的安排、任务的验收和新生的培训考核。通过 QQ 群进行日常技术交流。



图 4-2 电控组 gitee 库

## 4.2.3 上位机组

上位机组使用 ONES 平台管理知识库，通过钉钉群进行备赛进度的安排，使用自行搭建的 gitlab 平台管理视觉组代码。通过 QQ 群进行日常技术交流。

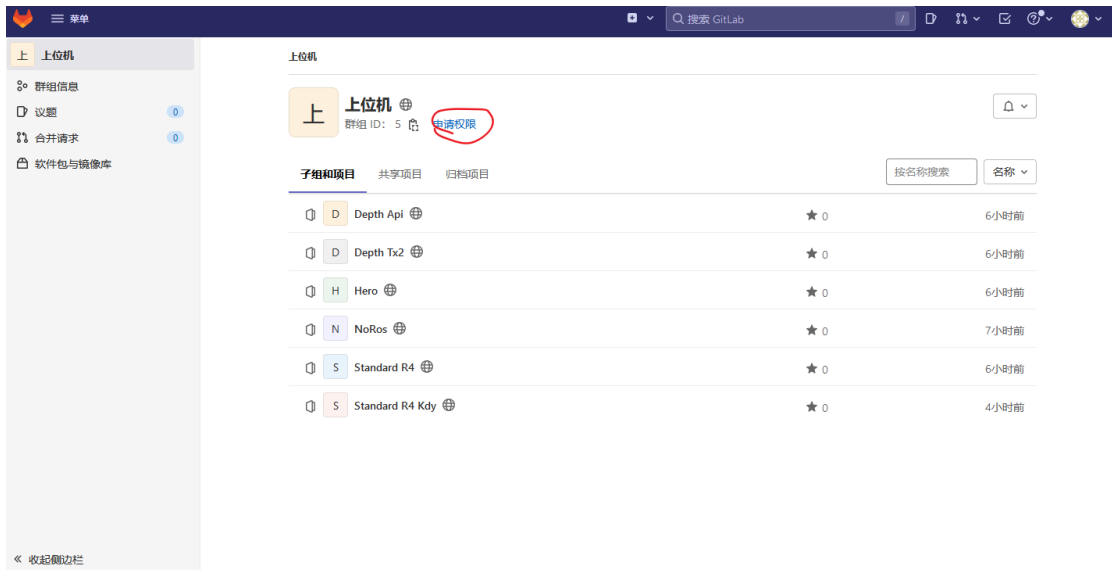


图 4-3 上位机组自建 gitlab 平台

## 4.2.4 硬件组

硬件组使用的 git 来作为代码管理，我们对每个兵种建立独立的代码仓库，方便管理。通过钉钉群进行备赛进度的安排、任务的验收和新生的培训考核。通过 QQ 群进行日常技术交流。

## 4.3 研发管理工具使用规划

### 4.3.1 QQ 使用

基于现役队员日常交流广泛使用 QQ，QQ 作为沟通工具具有及时性、方便性的优势，战队设立 QQ 总群和各技术组、兵种组群，负责任务问题交流和项目跟进检查，由项目管理和各组长进行管理监督。总群由队长管理，负责重大备赛消息的通知和活动的安排通知，各技术组、兵种组群由各负责人负责管理，负责各技术和兵种的研发讨论





图 4-4 战队总群



图 4-5 结构组 QQ 群

### 4.3.2 钉钉使用

战队使用钉钉群进行成员的考勤和进度汇报，采用钉钉记录每周周报验收和上班打卡记录，队长和各组负责人可收集考勤记录，并将统计结果公开至总群。同时采用钉钉合作编辑在线文档的功能共同完成一些线上合作任务。



图 4-6 钉钉周报

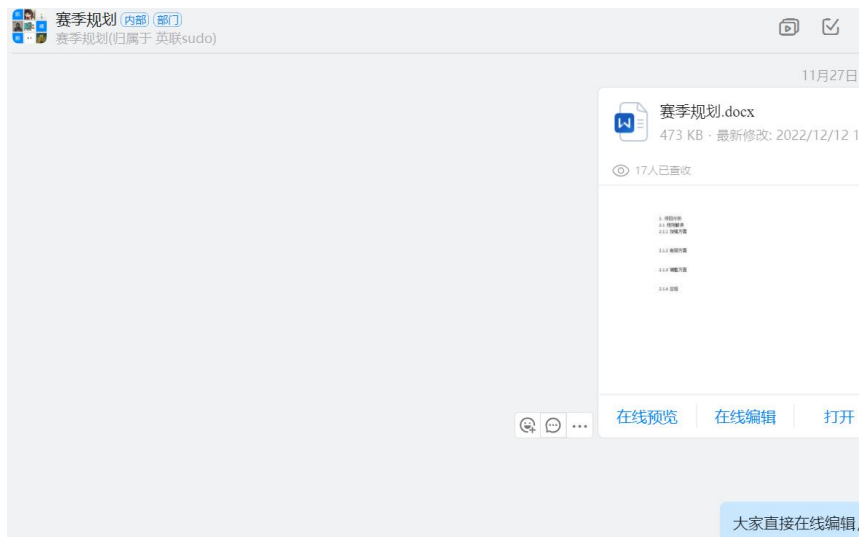


图 4-7 协作完成线上任务

### 4.3.3 ONES 使用

战队使用 ONES 作为知识库，进行每个队员掌握知识的保存，同时方便新队员传承老队员留下的知识



图 4-8ONES 知识库

## 4.4 资料文献整理

类型	技术方向	类型	链接
组员培训	机械 电控 视觉 运营	内部培训资料	<a href="https://robomaster.ones.ai/wiki/#/team/5FwQBMMe/space/W1Mmc5SA/page/P4WRWYTb">https://robomaster.ones.ai/wiki/#/team/5FwQBMMe/space/W1Mmc5SA/page/P4WRWYTb</a>
相关技术文档	机械 电控 视觉	内部技术资料	<a href="https://robomaster.ones.ai/wiki/#/team/5FwQBMMe/space/NXMa43H2/page/NxKRave">https://robomaster.ones.ai/wiki/#/team/5FwQBMMe/space/NXMa43H2/page/NxKRave</a>
相关材料文档	综合	内部资料	<a href="https://robomaster.ones.ai/wiki/#/team/5FwQBMMe/space/P9QFFecM/page/UMFjPbes">https://robomaster.ones.ai/wiki/#/team/5FwQBMMe/space/P9QFFecM/page/UMFjPbes</a>
RoboMaster 机器人基础	机械 电控 视觉	视频资料	<a href="https://www.bilibili.com/video/BV1m4411y792?from=search&amp;seid=12884487752748384525">https://www.bilibili.com/video/BV1m4411y792?from=search&amp;seid=12884487752748384525</a>

类型	技术方向	类型	链接
多传感器融合定位	机械 电控 视觉	博文	<a href="https://zhuanlan.zhihu.com/p/22266788">https://zhuanlan.zhihu.com/p/22266788</a>
学习计划	综合	博文	<a href="https://zhuanlan.zhihu.com/p/22266788">https://zhuanlan.zhihu.com/p/22266788</a>
相关算法	电控 视觉	论坛	<a href="https://bbs.csdn.net/">https://bbs.csdn.net/</a>
C++语法	电控 视觉	图书	<a href="http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/Effective%20C%2B%2B.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659898000&amp;api=v2">http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/Effective%20C%2B%2B.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659898000&amp;api=v2</a>
算法与数据结构	电控 视觉	图书	<a href="http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/%E5%A4%A7%E8%AF%9D%E6%95%B0%E6%8D%AE%E7%BB%93%E6%9E%84.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659897000&amp;api=v2">http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/%E5%A4%A7%E8%AF%9D%E6%95%B0%E6%8D%AE%E7%BB%93%E6%9E%84.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659897000&amp;api=v2</a>
多线程	电控 视觉	图书	<a href="http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/CPU%E5%B9%B6%E8%A1%8C%E7%BC%96%E7%A8%8B%20C%2B%2B11.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659898000&amp;api=v2">http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/CPU%E5%B9%B6%E8%A1%8C%E7%BC%96%E7%A8%8B%20C%2B%2B11.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659898000&amp;api=v2</a>
机器人操作	电控 视觉	图书	<a href="http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/%E6%9C%BA%E5%99%A8%E4%BA%BA%E6%93%8D%E4%BD%9C%E7%9A%84%E6%95%B0%E5%AD%A6%E5%AF%BC%E8%AE%BA.pdf%2B%2B%E6%9D%8E%E6%B3%BD%E6%B9%98%E7%9A%84%E7%BB%8F%E5%85%B8%E6%9C%BA%E5%99%A8%E4%BA%BA%E5%AD%A6.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659896000&amp;api=v2">http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/%E6%9C%BA%E5%99%A8%E4%BA%BA%E6%93%8D%E4%BD%9C%E7%9A%84%E6%95%B0%E5%AD%A6%E5%AF%BC%E8%AE%BA.pdf%2B%2B%E6%9D%8E%E6%B3%BD%E6%B9%98%E7%9A%84%E7%BB%8F%E5%85%B8%E6%9C%BA%E5%99%A8%E4%BA%BA%E5%AD%A6.pdf?version=1&amp;modificationDate=1602659896000&amp;api=v2</a>
概率机器人	电控 视觉	图书	<a href="http://file.narwel.com/download/attachm">http://file.narwel.com/download/attachm</a>

类型	技术方向	类型	链接
			ents/85101772/%E3%80%8A%E6%A6%82%E7%8E%87%E6%9C%BA%E5%99%A8%E4%BA%BA%E3%80%8B%E9%AB%98%E6%B8%85%E4%B8%AD%E6%96%87%E7%89%88.pdf?version=1&modificationDate=1602659898000&api=v2
Linux 相关	电控 视觉	图书	http://file.narwel.com/download/attachments/85101772/Linux%E6%80%A7%E8%83%BD%E4%BC%98%E5%8C%96_%E8%8F%B2%E5%88%A9%E6%99%AEG.%E4%BC%8A%E4%BD%90%E7%89%B9_%E6%9C%BA%E6%A2%B0%E5%B7%A5%E4%B8%9A.pdf?version=1&modificationDate=1602659898000&api=v2
视觉识别	视觉	开源视频	https://pan.baidu.com/s/1dSd-J2EURzR_r9sDxjh_1A
机器人运动规划	机械 电控 视觉	开源视频	https://pan.baidu.com/s/1JDuv_3aCKksOAFB7isaoHQ
机器人状态估计	机械 电控 视觉	开源视频	https://pan.baidu.com/s/1keorh9m0YFFEIM0JUBsxWA
激光雷达	电控 视觉	开源视频	https://pan.baidu.com/s/17uh3HvEpWc7atBeDJLvD-w
学习培训	综合	校图书馆	http://lib.neuq.edu.cn/
学习培训	机械 电控 视觉	论文资源	https://www.cnki.net/
学习培训	综合	论坛	https://bbs.robomaster.com/portal.php
学习培训	机械 电控 视觉	资源网站	https://www.51zxw.net/
学习培训	机械 电控 视觉	论文资源	http://www.wanfangdata.com.cn/index.ht

类型	技术方向	类型	链接
			ml
学习培训	机械 电控 视觉	论文资源	<a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="https://izihun.com/">https://izihun.com/</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="https://588ku.com/">https://588ku.com/</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="https://ibaotu.com/">https://ibaotu.com/</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="https://www.iconfont.cn/">https://www.iconfont.cn/</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="https://huaban.com/">https://huaban.com/</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="https://uiiiuiii.com/">https://uiiiuiii.com/</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="http://sc.chinaz.com">http://sc.chinaz.com</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="http://www.aigei.com">http://www.aigei.com</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="http://client.jjtdown.com">http://client.jjtdown.com</a>
素材资料	运营宣传	资源网站	<a href="http://www.addog.vip">http://www.addog.vip</a>

## 4.5 筹集资金计划及成本控制方案

本赛季战队获得的财务支持分为学校支持以及校外赞助两种。其中学校在 2020 年度提供的可报销经费额度为 15W，2021 年度提供的可报销经费额度为 8W，2022 年度提供可报销经费额度为 20W，但由于战队实际流动资金较少、流动性较差，导致战队在 2022 年度只进行了 15W 的物资采购；校外赞助目前有英联科技有限公司提供资金赞助 1.3 万元、云鲸科技有限公司提供的赞助费 5W 元以及秦皇岛晟屹科技有限公司提供的两台 3D 打印机的实物赞助。预计在 2023 年度提供可报销经费额度约为 20W。

结合以上总结分析战队资金来源的特点为：数额够用但流动性较差，因此需要在个别时期进行筹集资金计划。结合本赛季成本预算表，战队的经费总额足够，无缺口。在此说明战队的常规成本控制手段和个别时期的资金筹集计划。



### 4.5.1 常规成本控制手段

结合 21 赛季和 22 赛季的成本异常情况分析，超出预算的原因主要有：

1. 战队新队员，机械设计经验较少的我们在面对各机器人相对来说较为复杂的机械结构时，遇到了很多困难。在机械加工的具体部分的敲定、机械原料的选择以及定制加工厂的选择上在一开始都出现了问题，我们也犯了强行对照整装图纸进行装配而不顾实际情况的错误，在机械部分走了很多弯路，且后期还需对机器人的机械方面进行进一步的研发升级。经过这次的教训，我们咨询了指导老师，经过老师的指导，我们摒弃了机械的原定设计方案，不再直接按照画的图纸进行组装，而是先手工做出机械框架，然后按照实际情况对每个部分进行个性化设计，逐渐完善，使各机器人逐渐成型。在进行机器人的方案设计时，应考虑到实际情况，不能过于理想化。

2. 因疫情等原因战队进行多次无法预料的搬迁和物资运输，导致出现部分物资丢失或运费成本

对此我们提出了如下成本控制手段：

1. 本赛季战队确定了老队员主要设计、审核，新人辅助设计的策略，在备赛时，各组组长会完全让新队员参与到各个方面，使得这些同学能够快速成长到可以独当一面的水平，以便下赛季时目前的组长退队后有人能立出来承担对应的职责，同时能够有效减少试错成本，降低出现成本异常的风险

2. 战队本赛季将留有部分应急资金，对未知的风险做出一定预案，避免出现意外情况时无从应对导致成本异常的情况。

### 4.5.2 资金筹集计划

在现有流动资金不足但需要使用资金的情况下，战队将采用资金筹集计划

1. 由需要用资金的技术组或兵种组向队长提出资金需求。
2. 队长和项目管理审核该需求是否合理且有必要。
3. 若有必要则视资金的多少决定筹集计划，若缺少资金在 1500 元以内，将由队长、项目管理与该技术组或兵种组全体成员进行资金筹集，每人均摊；若缺少资金超过 1500 元，则将由队长召集战队全体成员进行资金筹集，每人均摊。
4. 资金筹集完毕后将由财务组进行资金筹集登记，并在获得新一轮经费后归还资金。

## 5 运营管理

### 5.1 财务部分

实验室财务工作是实验室能够正常运行的支撑，是科学研究能够顺利开展的保障。为了充分发掘实验室资源的价值，在节约优先的前提下以现有条件为基础取得更加卓越的研究成果，在控制成本的同时提高工作效率，保障本实验室平稳有序的运行及科研工作的顺利展开，特制定本管理制度。

#### 5.1.1 预算管理

1. 每赛季项目开始初期，各兵种组及技术组组长均需对接下来的赛季所需物资做出详细物资需求清单并交给财务负责人。
2. 财务负责人需对各组长交上来的物资需求清单做出汇总工作并删减掉实验室已有物资，之后将汇总表交至队长，由队长进行需求查验工作，驳回不必要的物资需求。
3. 财务负责人对驳回物资做出统计，并同时汇总表上进行相应删减，形成最终的赛季物资初步采购清单，并对相应物资做出价格调查及需求时间分析，形成初步现金流量预算。
4. 物资购买清单

物资名称	单价	数量	总额	需求优先级	备注

Table 0-1 物资购买清单

#### 5.1.2 花销统计

1. 小于 300 元的物资采购由各物资需求人自行购买并进行垫付，之后各垫付人将相应发票交给财务负责人（若为纸质发票，将纸质发票贴上便签放置在发票收集箱中，并拍摄发票清晰图片按要求命名后发送给财务负责人存档；若为电子发票，将文件按要求格式命名后发送给财务负责人），财务负责人将垫付货款结算给垫付人并对其进行记录。
2. 大于 300 元的物资需在钉钉 OA 系统提交申请，经审核批准后由财务负责人转账预付进行采购，并进行记录。
3. 财务负责人每月制作一份各组长花销明细及整体物资购买记录并交给队长。
4. 物资购买记录表

物资名称	店铺名称	时间	单价	数量	总额	购买人	发票类型	是否垫付	是否报销

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Table 0-II 物资购买记录表

### 5.1.3 报销流程

1. 财务负责人每周定期进行财务报销，在报销前将报销明细提交至指导老师进行审核，通过审核后继续报销工作。

2. 财务负责人报销过程中，需将报销明细提交至院长及大创老师进行进一步审批，审批合格后将报销材料提交至财经处进行报销。

### 5.1.4 物资管理

1. 每赛季初财务负责人调动实验室人员对实验室已有物资进行核实及记录，形成实验室物资清单。

2. 实验室人员借用实验室公共物资需经队长同意并告知财务负责人进行备案。

3. 物资借用表

物资名称	数量	位置	是否可借出	租借人	租借时间	租借时间	备注

Table 0-III 物资借用表

## 5.2 宣传部分

### 5.2.1 线上宣传

#### 一、宣传渠道

##### 微信公众号

东北大学秦皇岛分校征龙凌沧战队拥有自己的官方微信公众号平台。平台推送内容为：战队人物专访，相关资料分享，机器人人物规划，取得战绩的报道，赞助商介绍，开营大会，校内赛及招新的相关文章的推送。

##### QQ 公众号

战队 QQ 公众号主要对战队日常的一些报道，进行校内赛的直播，相关战绩的赛事速递，战队人物的经验分享，与其它高校交流赛的报道。

##### QQ 交流群

建立 QQ 交流群，定期举办一些抽奖活动，发布一些与机器人相关的题目，

与群内同学相互交流。同时，邀请校内机器人实验室骨干成员担任群管理，为新入营的学员答疑解惑。

## 二、宣传合作

联合学校官方新媒体部门、校内大学生创新创业协会等组织，转发推送大型活动和比赛，扩大自身影响力，在校园内宣传机器人文化。

### 5.2.2 线下宣传

#### 一、机器人展示

在学校迎接新生期间，战队成员在新生报到处设立展示台，对队内机器人进行展示，宣传战队文化并在全校范围内吸引对机器人感兴趣的同学加入战队QQ交流群以方便后期的纳新。

#### 二、交流群培训

定期于QQ交流群发布一些培训资料，并在资料末尾附录一些与资料相关的题目，正确回答题目的同学将会收到战队纪念格尺一把，以此来激发同学们的学习热情。

#### 三、机器人训练营

战队每年定期举办为期一个月的机器人训练营，由战队成员有针对性的对营员进行上位机、下位机、机械、硬件的理论知识培训。每期训练营成员约为200名，经过半个月的理论培训学习，选拔90名进入实践培训，实践培训中营员们将分组进行，每个小组将在理论培训的基础上，自主搭建一辆可以进行视觉巡线并能够键盘操控的机器人，为校内赛做准备。培训期间通过公众号、空间说说等向外界传递培训情况，进一步扩大战队影响力。

#### 四、校内赛

通过机器人训练营的选拔16支队伍进入校内赛，比赛分为常规赛、淘汰赛和决赛三个环节。比赛前通过线上推文、展板摆放等有效宣传手段对比赛进行宣传，比赛的同时在校内食堂等学生聚集场所进行直播。校内赛结束后提取精彩瞬间制作成微信推文，再通过微信公众号进行推送。

#### 五、实验室开放日

每学期定时举行实验室开放日，组织接受新生、中小學生、赞助商、企业、校领导及老师参观实验室，并且实验室骨干队员会进行相关介绍，增强公众对实验室的了解，扩大战队影响力，提升公众支持率。

## 六、实验室专属周边

设计并制作实验室文化格尺和队服。格尺为定制 PCB 板，队服分为定制 T 恤和冲锋衣。

## 七、抽奖活动

招新结束后进行抽奖活动，发放一些实验室相关礼品（定制钥匙扣，定制 PCB 信仰尺，木制书签），增强学生对实验室的了解。并且在校内赛结束后配合官方进行了第二次抽奖活动。

## 5.3 商务部分

### 5.3.1 招商对象

#### 一、企业类

根据中华人民共和国相关法律有效注册成立并依法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。

#### 二、个人类

以个人资助方式提供一定资金、服务等方面支持的自然人

### 5.3.2 赞助商分类

序号	类型	数量	权益
1	参赛队冠名赞助商	1 席	给予战队最多支持，有权对指定参赛队进行冠名。战队机器人、战队服装规定位置可喷绘和张贴其品牌 Logo 或产品名称
2	参赛队赞助商	若干	给予战队一定的经费及资源支持
3	参赛队合作伙伴	若干	给予战队一定的资源支持。权益少于赞助商

### 5.3.3 赞助商权益

#### 一、冠名权

赛队冠名赞助商有权为指定参赛队进行冠名（如：XXX-战队名称）。

#### 二、参赛队服饰广告位

参赛队在参与比赛过程中统一穿着比赛服装。对于服饰广告位置规划如下：

序号	元素内容	体现位置
1	冠名赞助商 Logo	体现在服饰正前方胸口位置
2	一般赞助商 Logo	体现在袖口，衣角等位置
3	合作伙伴 Logo	体现在背部颈口位置

Table 0-I 广告位置规划

#### 三、机器人机体广告位

参赛战队可在机器人车体上喷绘或粘贴赞助商品牌 Logo 或产品名称

#### 四、校内宣传

线下活动包括挂横幅、贴海报、路演、教室桌面宣传、广播台宣传、举办讲座实验室开放日、举办校内赛等进行对战队和赞助商的宣传。可在微信公众号定期推送对赞助商公司宣传或者对赞助商产品的测评。利用 QQ 空间对赞助商进行宣传。

#### 五、技术支持以及机器人课程（针对非高技术行业）

战队提供机器人的展示，开放实验室，同时输送技术型的人才。

#### 六、自制宣传视频广告

在战队自制宣传片中加入公司广告

#### 七、比赛采访广告

东北大学秦皇岛分校作为双一流、985、211 高校，在参加 RoboMaster 比赛中持



续受到关注，队员在接受采访时将提及并感谢赞助商的支持

### 5.3.4 招商计划

#### 一、对战队及赞助商的需求点梳理

战队的需求点：钱；零件；技术

商家的需求点：通过战队线上线下宣传来提高品牌的影响力，品牌建设，科技属性赋能，企业社会责任。

目标赞助企业分类：科技产品研发行业；智能算法研发行业；电子通讯行业；服务行业；汽车行业；餐饮行业；娱乐行业；公益机构；校园团体；创意产业行业；经组委会认可的其他行业。

目前可用资源梳理：校友资源；商家资源；

目标赞助金额及执行方案：目标赞助金额：3-5 万

#### 二、具体落实计划

入手的招商对象可以是属于与机器人相关的高新技术企业。RoboMaster 机甲大师赛与机器人和高新技术是密不可分的，从相关性以及市场契合度来说，与机器人生产研发相关的高新技术企业的确是我们招商的不二选择。

其次战队可以向教育行业招商，他们注重方向在人才的培养上，战队除了为他们的学生提供机器人的展示，开放实验室，丰富了他们的课堂内容，同时可以为他们输送技术型的人才来提供课外的科技教育。

我们可以联系校友公司，校友的身份可能会让工作更好的展开，更容易得到校友的资助。

我们要敢于去尝试不同类型的企业，不单单只是寻求和与机器人相关的企业合作。在开始招商之前，招商经理要提前做好招商手册重点突出比赛的影响力通过和我们的合作可以获得什么样的回报（提高知名度以及得到实际的技术支持等等）。招商经理要带领招商人员对大量公司进行实际调查和联系，只有大的基数才能提高招商到的概率，也要监督队员实时跟进，定期向企业汇报情况。

#### 三、时间线

明确在约 5 月之前资源应尽量到位，全年希望招商 3-5 万，预计由三-四家赞助商分摊金额，需要 4 月资金到账。则 3 月需要和三家赞助商签订合同，2 月需要和十家较有意向的企业沟通中，1 月需要和二十家有潜在合作可能的企业有接触，12 月需要完成招商方向的制定和渠道的盘点，11 月需要完成招商文件的准备。



## 6 团队章程

### 6.1 团队性质及概述

#### 一、战队背景

为加强大学生实践、创新能力和团队精神的培养，填补学校机器人赛事的空白，东北大学秦皇岛分校大学生创新创业中心智能车实验室于 2019 年 9 月创办了 RoboMaster 机器人队，又名 SI 战队，并被学校认定为国家级 A 类赛事。2020 年 8 月，SI 战队继续发扬开创精神，为扩大战队影响力以及参赛规模，成立了东北大学秦皇岛分校 RoboMaster 实验室并组建英联 sudo 战队，在本赛季队员技术评估和确定赛季目标后，更名为征龙凌沧战队

在学校的支持下，RoboMaster 实验室每年将从各个院系、各个专业中招收 40~50 名队员，培养跨学科人才，并从中选取优秀队员加入征龙凌沧战队参与当前赛季的比赛。

#### 二、战队目标

东秦 RoboMaster 实验室征龙凌沧战队是一支以“立足培养、重在参与、鼓励探索、追求卓越”为指导思想，面向校内所有全日制大学生开展的具有探索性的工程实践队伍，它以设计制作在特定场景实现特定功能且具有优越性能的移动机器人这类复杂工程问题为任务，鼓励校内学生组成团队，综合运用多学科知识，提出、分析、设计、开发并研究移动机器人的机械结构、电子线路、运动控制和开发于调试工具等问题，激发在校大学生从事工程技术开发和科学研究探索的兴趣和潜能，倡导理论联系实际、求真务实的学风和团队协作的人文精神。

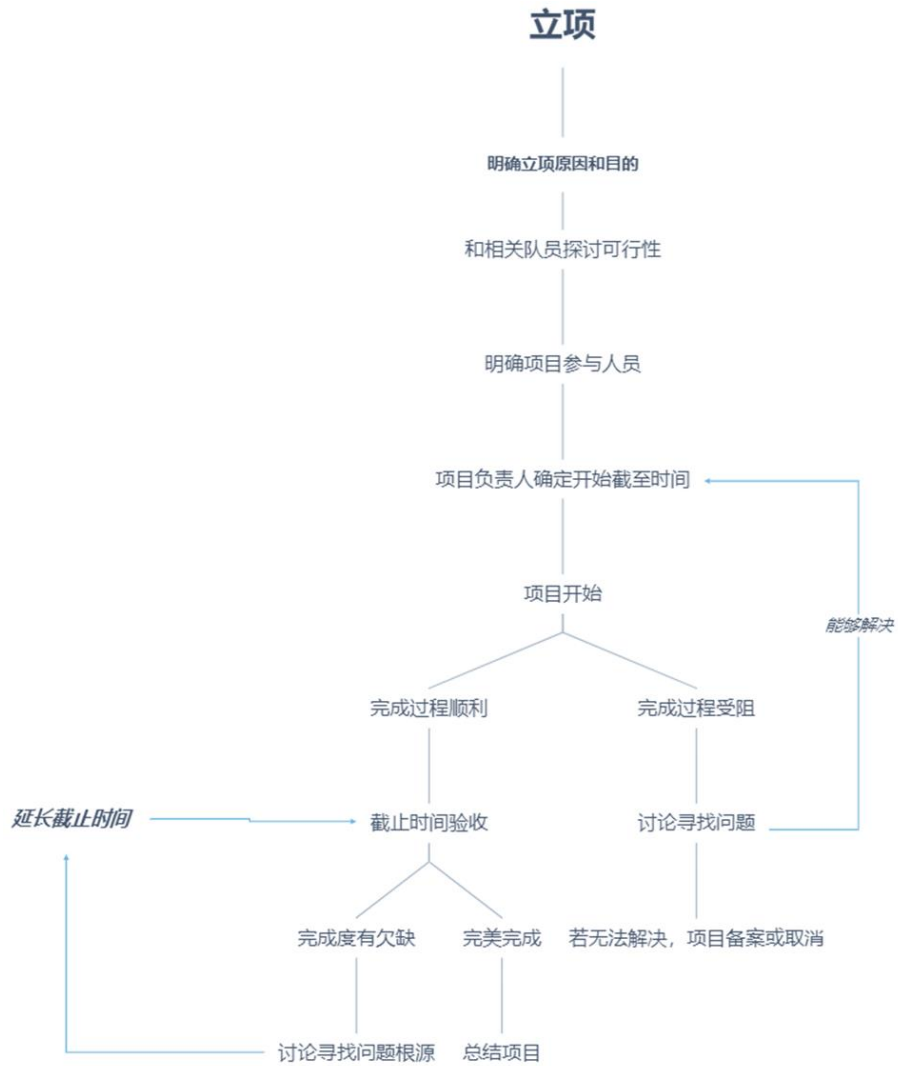
东秦 RoboMaster 实验室征龙凌沧战队不仅涵盖了机械设计、控制、模式识别、传感技术、电子、电气、计算机等多个学科知识，还要求有工商管理、新闻等学科的配合，鼓励上述专业的同学报名加入。

### 6.2 团队制度

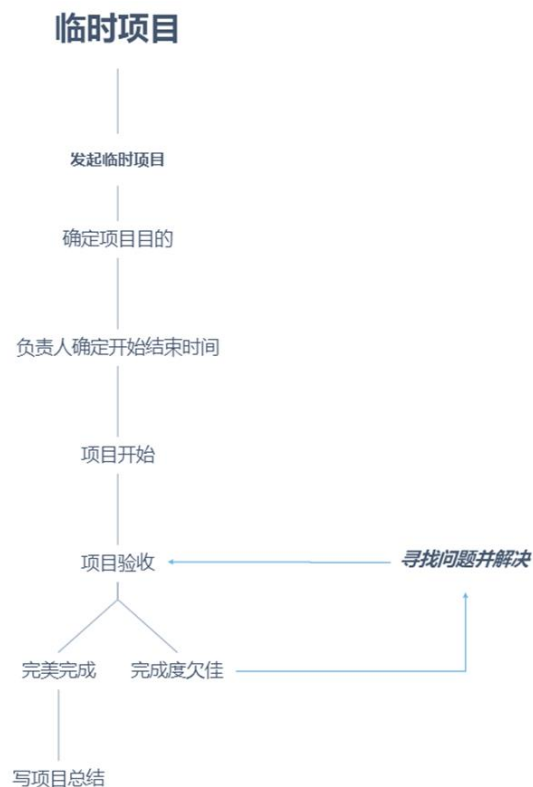
#### 6.2.1 审核决策制度

战队将推动备赛进程的最小单位称为项目，项目分为常规项目和临时项目。

# 一、常规项目立项流程



## 二、临时项目立项流程



## 三、任务立项及分配

战队的任务是以项目的形式展开、运作、验收的。常规项目的立项需由各组组长和队长共同商讨得出，立项后项目负责人需要分配具体任务，最终公示于 ones project 和 ones wiki 的项目栏。

## 四、项目进度追踪

在常规项目的执行过程中，项目负责人需要和队长共同设置两个及以上的检查点，进度直接体现在检查点的查收情况上。检查点的验收情况作为评价的一部分。

## 五、成果验收及评审

当项目依照上述流程图完成后，需要由项目负责人和队长共同验收项目成果，将能体现成果的文件上传至 ones project 中，验收的具体形式依当前项目实施。验收完成后依据完成度执行上图流程填写项目模板，项目模板的总结部分需要包含以下内容：

项目负责人自评，包括项目总体情况以及检查点验收情况的自评

项目负责人对参加本项目队员的总结

若项目取消需写出原因，遇到的困难、待解决的问题

队长对项目的总结评价

注：自评及评价除了叙述性的文字外还需要给出具体评级

共分为五个等级：1.完美完成（100%）

2.略有瑕疵（80%）

3.基本过半（60%）

4.相差甚远（40%）

5.我尽力了（20%）

## 6.2.2 例会制度

为加强战队成员对各部门工作动态的了解，便于发现工作中存在的问题，进一步加大战队各部门间的协作，提高各项工作的周密性与计划性，提高工作效率，激发工作潜能，保障全战队工作有序、高效的进行，特制定战队例会制度，具体要求如下：

### 一、管理与组织

1. 例会分为各小组组会、项管会以及组长会，各小组组会时间由各组组长灵活安排，项管会和组长会时间由队长或副队长灵活安排。
2. 原则上每周都要召开例会，所有应到会人员必须出勤，请假遵循规定的请假制度。若赛季无故缺勤两次予以警告，赛季累计无故缺勤3次将会被劝退。
3. 各个会议都需安排会议记录人员，并在会议结束后上传到 ones wiki 中。会议记录需严格按照格式来写。

### 二、例会内容

小组例会：此项供各组组长参考。小组例会应当包含并不限于以下几项：

1. 小组组员本周的工作进度，分享工作中遇到的难题以及解决思路
2. 小组组员下周的工作安排
3. 组长听取组员汇报后做本周工作总结，并作下一阶段的工作安排
4. 参会人员可发起待讨论的议题及汇报其他事项

组长会议：应包含并不限于以下几项：

1. 各组组长汇报组内进度和组内情况
2. 队长或副队长通报上周考勤情况和请假情况
3. 队长或副队长说明下周的工作安排并和组长共同商定。
4. 参会人员可发起待讨论议题以及汇报其他事项



项管会议：应包含并不限于以下几项：

1. 各项管汇报上周工作进度
2. 工作中遇到的问题，要求问题以议题的形式展开，经会议讨论后得出解决方案或者备案
3. 会议讨论并通过每位项管下周的工作安排

### 三、例会要求

1. 各参会人员在汇报前应有明确的发言提纲，汇报中应做到内容简明扼要，观点清晰明了
2. 在例会的过程中参会人员要充分尊重每一位同学的发言权，且需保持会场纪律
3. 例会的本质是实现自我和团队监督，自我展示以及发扬工程师的开源精神，请参会人员务必认真准备例会
4. 组长会议需由项管完成会议记录

## 6.2.3 考勤及请假制度

战队采取的是钉钉考勤配合蓝牙打卡机来完成团队的考勤任务，钉钉请假完成对应的请假任务。考勤制度分为两种，第一是组长及正式队员的考勤制度，第二是梯队队员考勤制度。考勤会在中后期的正式队员和组长的评审中纳入考核标准，具体标准依当时评选拟定规则为准。

### 一、组长及正式队员考勤制度

工作日：晚上 7：00 到 7：30 上班打卡，22：00 到 23：00 下班打卡。

休息日：上午 8：00 到下午 14：00 上班打卡，晚上 22：30 到 23：30 下班打卡

### 二、梯队队员考勤制度

梯队队员的考勤与组长及正式队员单独计算。

工作日：晚上 7：00 到 7：30 上班打卡，10：00 到 11：00 下班打卡。

休息日：上午 8：00 到下午 14：00 上班打卡，晚上 10：30 到 11：30 下班打卡

注：

1. 梯队队员每周的打卡时间不能低于 10 个小时。
2. 工作日定义为在校期间学校规定的上课时间段，一般为周一到周五，除开国家法定节假日。休息日定义为在校期间非学校规定的上课时间段，一般为双休日，除开国家法定节假日。国家法定节假日以及非在校期间的考勤制度依具体情况即时制定。

3. 战队队长和战队副队长的考勤遵循组长及正式队员的考勤制度。

### 三、请假制度

战队的请假制度依托于钉钉平台，原则上除特殊原因请假其他请假不得超过当天。组长请假需填写队长或副队长为审批人，梯队队员及正式队员请假除需填写队长或副队长为审批人外还需抄送给相应的组长。

1. 工作日请假：由于课程安排或者其他合理原因需要请假，填写钉钉的请假申请。
2. 休息日请假：若是申请在下午或者晚上参与娱乐活动及其他可抗拒原因（例如逛商场买衣服，聚餐等），除需填写钉钉请假表外还需要在当天最迟打卡时间（14:00）之前补齐请假时长。不能以这种形式请假例会，且每月不能超过两次
3. 特殊原因请假：以下情况属于特殊原因请假，特殊原因可以连续多天请假
  1. 考试周准备考试
  2. 病假
  3. 其他

注：关于请假属于哪种性质，由审批人依据此细则严格认定。若请假人对判定有异议，需由审批人和抄送人共同决定是否准假。

## 6.2.4 奖惩制度

### 一、奖励制度

1. 若提前 2 天及 2 天以上完成常规项目且评级为“完美完成”，该项目负责人可申请在下周工作日请假一晚或休息日请假一晚，申请需经队长或副队长审批通过，该请假不得影响其他项目的进行，不得请假例会。参与该项目的剩余同学可以获得零食小礼包。
2. 若在规定时间内完成常规项目，并且评级达到了“完美完成”，则该项目负责人可以获得零食小礼包。

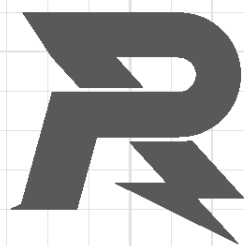
### 二、惩罚制度

1. 若按照项目流程，最终的总结评级为 3 级，项目负责人需倒实验室垃圾一周，参与项目的其他成员负责下一周的实验室卫生。
2. 若按照项目流程，最终的总结评级为 4、5 级，项目负责人除需完成第一条所述内容，还需在组会上宣读检讨书（300 字以上），并唱歌 15s。该项目的其他成员除需负责下一周实验室的卫生打扫，还需要

## 日报及周报制度

战队实行严格的日报和周报制度。

1. 各技术组根据自身情况自行制定日报制度，每周每人日报数量不得少于 3 份。
2. 队员的周报需在开完本周例会后于本周末晚上 24:00 前提交，组长周报需在开完本周组会后于本周末 24:00 前提交，有特殊情况可以缓交，但不能超过下一天 18:00 前。
3. 每周周一，各组组长需统计上周日报和周报的提交情况并将异常情况于当天 19:00 前在各组群中公示。队长及副队长需统计上周各组组长的周报提交情况并于当天 19:00 前将异常情况于组长群中公示，同时监督各个小组组长的公示情况。



邮箱: [robomaster@dji.com](mailto: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