



Using a 52-58 motor driver chip and  
Hall-Effect sensor (HES), the  
RoboMaster G20 Brushless DC Motor Speed  
Controller enables precise control over motor  
torque.

Exclusively designed for the RoboMaster  
M2023 P18 Brushless DC Motor and  
G20 Brushless DC Motor Speed Controller,  
this 2150H Assembly Kit includes several  
wheels and a hand tool.

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

Kit M2023 Assembly Kit includes several  
wheels and a hand tool, which are  
designed for quick assembly when in the  
competition arena.

# ROBOMASTER 2024

## 机甲大师超级对抗赛

# 赛季规划

吉林大学 TARS\_Go 战队 编制

2023年12月 发布

## 目录

前言.....	4
<b>1. 团队目标 .....</b>	<b>5</b>
1.1 目标明确 .....	5
1.1.1 目标背景.....	5
1.1.2 确定目标.....	7
1.2 目标制定依据.....	8
1.2.1 旧赛季成绩 .....	8
1.2.2 内部资源分析.....	8
1.3 过程跟踪的动作 .....	9
1.3.1 数字化管理工具.....	9
1.3.2 会议制度.....	10
<b>2. 项目分析 .....</b>	<b>12</b>
2.1 上赛季项目分析经验.....	12
2.1.1 人员 .....	12
2.1.2 进度 .....	12
2.1.3 资金 .....	13
2.1.4 团队建设.....	13
2.2 新赛季规则解读 .....	13
2.2.1 整体规则的分析解读.....	13
2.2.2 规则的改动点分析 .....	15
2.3 研发项目规划.....	17
2.3.1 步兵机器人 .....	17
2.3.2 英雄机器人 .....	21
2.3.3 工程机器人 .....	27
2.3.4 哨兵机器人 .....	32
2.3.5 空中机器人 .....	39
2.3.6 飞镖系统.....	41
2.3.7 雷达 .....	43
2.3.8 人机交互.....	44
2.4 技术储备规划.....	47
2.4.1 通用技术储备.....	47
2.4.2 特定兵种技术储备 .....	50
<b>3. 团队架构（10） .....</b>	<b>52</b>
3.1 组织架构图.....	52

---

3.2 职能职责描述.....	53
<b>4. 资源可行性分析 (10) .....</b>	<b>58</b>
4.1 上赛季的资源使用情况回顾.....	58
4.2 本赛季可用资源概述.....	58
4.3 资金预算分配规划.....	60
4.4 资源可行性分析 .....	60
<b>5. 宣传及商业计划 (10) .....</b>	<b>62</b>
5.1 宣传计划 .....	62
5.1.1 宣传目的.....	62
5.1.2 宣传指标.....	62
5.1.3 宣传规划.....	63
5.1.4 周边规划.....	64
5.2 商业计划 .....	66
5.2.1 战队招商客户规划 .....	66
5.2.2 战队招商资源优势及亮点 .....	66
5.2.3 战队招商目标规划 .....	67

# 前言

本报告由 TARS\_GO 战队编制，适用于 RoboMaster 2024 机甲大师超级对抗赛。主要撰写人员包括：

模块	撰写人员 1	撰写人员 2	撰写人员 3	撰写人员 4	撰写人员 5
机械	张雨菲	张闫麒先	张硕	赵天培	
硬件	杨名扬	冷永泉	何俊健		
软件	杨焱植	袁铨	户昱翔	孙建力	郑梦旭
视觉	赵隽博	孙岩	王锦峰	龙金徽	
AI	孙承洋	穆子圣	杨好	包海风	
管理	宋炳烨	张天乐	周焕缤	王瀚毅	梁淞赫
宣传	于千惠				
商务	张天乐	宋炳烨			

# 1. 团队目标

## 1.1 目标明确

### 1.1.1 目标背景

#### 1.1.1.1 队伍可调用的资源

目前战队通过四年的比赛经验和备赛流程框架，逐渐形成了适应战队本身特质的资源与调用相适应的流动体系。

##### ➤ 资金：

目前战队主要资金来源仍是学校经费支持，以“RoboMaster 全国大学生机器人竞赛”立项申请项目经费，包括加工费、材料费、差旅费等。由于单项赛和人工智能挑战赛的改制，以项目数量初步评定经费的评定体系对战队资金造成了一定的负面影响。24 赛季向学校申请的资金融刚好维持战队的正常运转，不能保证留出试错和创新空间，也难以对整车进行迭代，因此相对来说仍然捉襟见肘。

在招商方面，由于战队知名度和比赛成绩都仍有不足，至今没有拿到商业赞助机会，目前仍然在争取。

总而言之资金方面勉强足够，相对短缺，学校经费支撑和招商支持与比赛成绩的恶性循环亟需破坏。

##### ➤ 人力：

通常在 RM 赛事中，参赛学生年级越高那么技术水平和备赛经验都更加丰富，将成为战队优势。本赛季留队大三人数是历年之最，参与备赛正式队员和参与管理或指导的顾问加起来有 13 人，尽管比起强队仍有不足，但已经足以支撑起本赛季各兵种技术的基本实现和一定程度的创新与突破。大二的正式队员平均技术水平和进度相对较快，人数基本满足备赛需求同时不会冗余拖慢进度。梯队的培养也在更完善的培训体系下按部就班的进行。

##### ➤ 技术积累：

经过四年的参赛经历，也形成了一些技术基础建设和迭代莫基准备。

机械方面，建立并完善了机械规范手册（附录），提高了新队员规范化、统一化的意识，也加快培养效率、上手速度。通用化底盘已经初见成效，大大减少装配时间，充分适应机械人员不足的现实情况。

电控初步建立了代码和布线的规范化，硬件方面经过两届人员的迭代以具备初步实战能力，视觉写出了初版能用的代码，AI 组成员完成 22 年及之前人工智能挑战赛的技术传承与

经验总结。

#### ➤ 团队管理：

战队的管理更加成体系，组织架构经过定义重构变得更加清晰，人员职能也更明确，人事流动更合理。历年积累下来适应现实情况的规章制度形成战队条例，保证有条可依，同时能够持续完善并延用。

### 1.1.1.2 本赛季预期完成的内容

根据 23 赛季的备赛经验来推断 24 赛季的任务内容完成情况，23 赛季的大体情况即为刚好满足上场配置，兵种特色职能实现、人员训练都亟待优化，稳定性不适应赛场工况，因此评估 24 赛季完成内容。

#### ➤ 基础内容：

各兵种实现基础功能，具备参加对抗赛的基本机器人数量，并保证每个机器人能稳定的基本活动，能凑齐一套操作手阵容，基本可以完赛。

#### ➤ 进化化内容：

机械的小功能创新一代完成或二代迭代完成，例如工程机械臂，英雄吊射等，完成实验室环境测试和赛场工况测试；电控和算法与操作手练习相协调，在复刻的场地中完成计划内的组织训练。只有稳定性得到保障后才能进行战术的策划与博弈。电控与算法部分的代码能够尽可能规范化，以面对赛场突发情况或人事流动而不影响战队总进度。

### 1.1.1.3 其他参赛队伍当前技术和能力水准

当前的 RM 各高校队伍逐渐拉开差距，随着赛事历史的前进和规则的不断迭代完善，主要出现以下两种趋势：

**强者愈强：**在赛季中有一到两个亮眼兵种，其余参赛机器人功能稳定发挥，在国赛中拿到优异成绩，实验室传承和技术迭代方向相对成熟。在比赛中能基本覆盖官方的规则引导，同时积极研发未来一到两个赛季的新技术。在论坛开源中鼓励交流，为其他战队提供新思路。例如东大的神仙哨兵，和华农筹备了三年的导航组在 23 赛季哨兵身上大放异彩，深大的飞镖和英雄都在尝试新的技术变革并取得不错的效果.....在组委规则的引导下主动创新，通过比赛成绩等扩大知名度，而提升商业价值和纳新质量，同时配合学校的培养体系或鼓励政策，进入创新——成果展示——资源扩充——发展创新的正向循环。

**新星启航：**随着赛事传播度和大环境的支持程度，每赛季参赛学校或战队数量仍在增多，同时随着开源盛世的到来，新战队与赛事接洽的速度大大提升，例如长理第一次参加联盟赛拿出了全碳英雄、轮腿步兵、双头哨兵的豪华阵容。因此新战队的潜力之大可见一斑。除此



之外，官方也在规则设置中保留了基础功能部分，为强队提供展示舞台的同时也保证了新队伍的参与度和体验感，新队伍上场仍有操作空间。

## 1.1.2 确定目标

### 1.1.2.1 希望达到最理想的成绩以及认为必须达到的保底成绩

最理想成绩：进国赛

保底成绩：复活赛，即小组出线+小胜

### 1.1.2.2 团队建设的目标

**人员的合理流动：**正式队员入队退队动作的程序化和考核化，避免人力资源数量和质量出现不可协调的问题；人员传承方面建立能管理 50 数量预备队员的梯队制度、稳定在 10 名老队员投入下可以培训 30 名新队员的培训体系；进度考核中通过飞书等数字化工具完成“每人进度全队公示”的目标，使队员的表现形成指标评价体系，为人员的调动起退提供依据。

**财务的正常运转：**在队内流动资金、学校财务处报销、指导老师提供资金、队员垫钱采购之间构建流畅的财务程序，避免队员在“自费打比赛”中影响个人生活或进度安排，同时将花销可视化、物资文档化、报销流程化落到实处。

**和谐的团队氛围：**在队伍中构建起团结协作、和谐共处、积极向上的团队氛围，避免小团体或队员之间的直接矛盾，尽可能减少隔阂和误会，从而加速队内信息流动，让本就异地协作的战队更快速转动。

**清晰的团队章程：**将实验室管理和战队备赛管理的日常制度化，为以上团队建设提供文本条例的依据，同时将日常管理留存传承，保障实验室长久运转下去，避免人员流动带来的制度重建。

目录	
一、组织架构	3
1. 吉甲大师双创新示范基地	3
2. 人员职能	3
3. 组织架构	4
二、项目管理制度	4
1. 入队制度	4
2. 退队制度	5
3. 进度考核制度	6
三、物资管理制度	6
1. 物资种类说明	6
2. 管理制度	7
3. 物资使用制度	7
四、财务制度	8
1. 报销制度	8
2. 采购制度	9
3. 注意事项	10
5. 队员	
6. 每年秋季学期出(9月份)结合夏令营培训情况,经过管理层一致同意,设置赛季启动大会并完成正式队员入队	
7. 涉及特殊情况,如学期中或赛季中入队,经管理层一致审核即可	
8. 正式队员人员信息接入飞书系统,纳入TARS_Go架构	
<b>2. 退队制度</b>	
1. 列出以下几种情况,同意申请退队	
1) 严重拖延、耽误进度,详见 <sup>1</sup>	
2) 主动申请退队,但已经分配的任务已完成	
3) 经过管理层一致审核影响队伍发展、运作	
4) 违反实验室安全条例(以实验室张贴版本为准)或战队管理条例(以最新更新版本为准)	
2. 退队流程:	
1) 提交报告	
2) 管理层一致同意	
3) 飞书退出组织	
4) 周会公示,以确保没有未完成任务	
3. 若有不服从以上退队流程的情况,如,莫名其妙消失或失联,将上报给指导老师严肃处理 <sup>1</sup> .	
<small><sup>1</sup> 具体条例“战队管理条例部分”和“严重耽误进度下定义”</small>	

图 1-1 团队制度

### 1.1.2.3 重大技术突破目标

#### 1. 机械臂（深度相机+自定义控制器）：

上一赛季面对空接金矿和兑换站多位姿的需求，我们仍然选择了龙门架+二级抬升+吸盘的方案，面对新赛季工程相关的规则改动，我们将进行机械臂和视觉兑矿的相关研发，同时配合自定义控制器将工程的取矿、兑矿效率实现最优。

#### 2. 步兵通用化底盘：

我们战队一直面临机械队员人数不足、培养周期长、留队时间短的特点，为了长期规划尽可能缩短机械研发难度和装配工期，并考虑短期内在赛场上更换备件方便，进行了轮组通用化的研发。

## 1.2 目标制定依据

### 1.2.1 旧赛季成绩

23 赛季取得成绩为区域赛小组未出线，三局比赛中，与长安大学 1：1 平，与中北大学 0：2 负，与哈工程 0：2 负，成绩不是很理想。

### 1.2.2 内部资源分析

资金：目前战队的主要资金来源仍是学校项目经费支持，可以基本覆盖赛季花销。招商仍在努力。

人力：大三留队的老队员较多，大二的新队员水平稳定，大一的梯队正在培养，但部分



水平突出者已成为正式队员。

技术：通过对 24 赛季新规则分析与需求拆解，对每个兵种进行详细的职能划分，再由机械开始进行图纸设计，同时结合往届技术积累和新需求，设计了技术的突破方向。

### 1.2.2.1 外部环境分析

除了上文提到的“强者愈强”和“新星启航”之外，有一点值得注意，24 赛季我们战队从过去两年的甲级队伍变成非甲级队伍，这也就意味着，在梯队抽签的规则下，我们将有更大概率在区域赛小组抽签遇到更多强队，提高了小组出线的难度，甚至是死亡分组。

## 1.3 过程跟踪的动作

### 1.3.1 数字化管理工具

如何在保证效率的前提之下，让每个人的技术得到充分施展，同时协调不同校区、不同技术组之间的进度是一个比较困难的问题。对于赛事项目的整体管理，我们也在实践过程中，吃过不少苦头，也不断摸索出新的方法。比如使用数字化软件管理工具。

**项目管理用飞书：**今年队内开始使用飞书进行管理，工作效率较去年提升明显。作为一个学生组织，以前进度把控只能依赖于个人自觉，人员流动也是口头形式管理进出。在使用飞书后，我们不仅将队伍架构管理起来，也将进度的可视化和管控工作在队内公示，起到相互推进、相互监督的作用；同时在知识库中将重要文档，包括规章制度和传承文件等进行整理。



图 1-2 飞书云文档进度公示面板

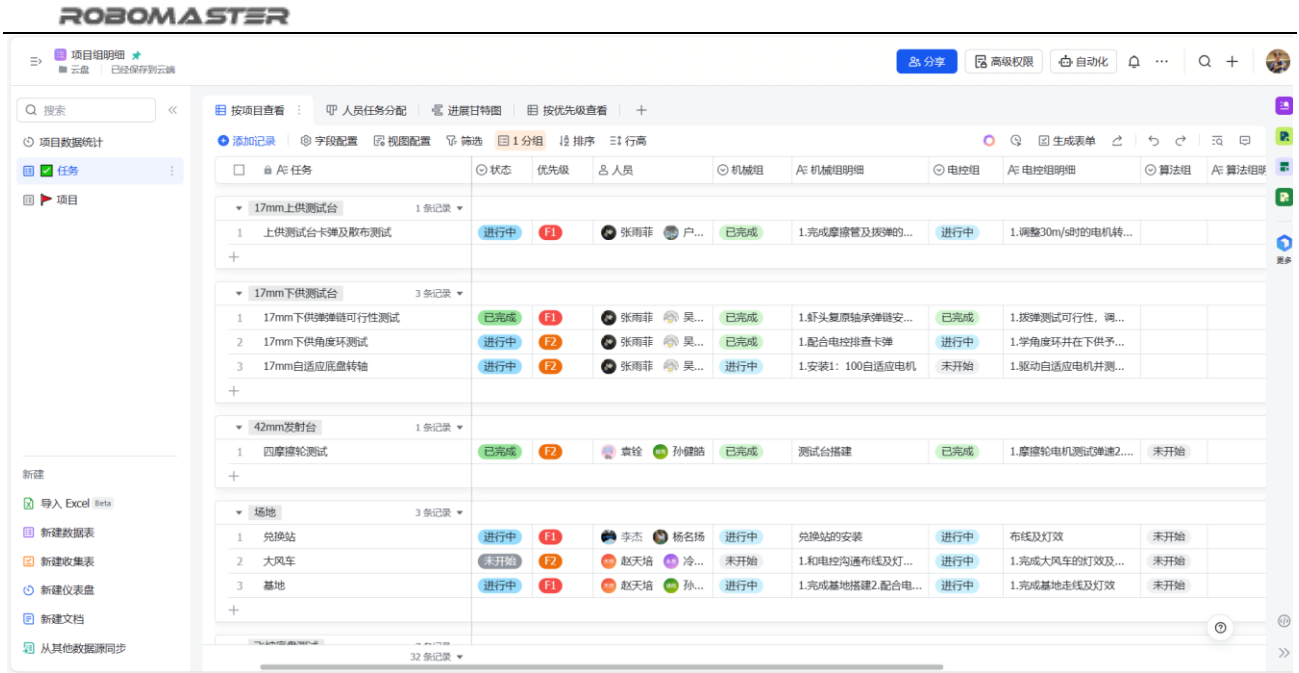


图 1-3 飞书云文档项目协作与任务分配面板

**图纸管理用追光几何：**在机械图纸方面，则是用追光几何进行图纸版本迭代管理，数据同步及审核工作。

借助数字化软件工具，进行便捷化、可视化、标准化的工作管理方式，很适合人数较多、项目和人员交叉、人员分散的团队背景，也更贴合 RM 的赛事需要。

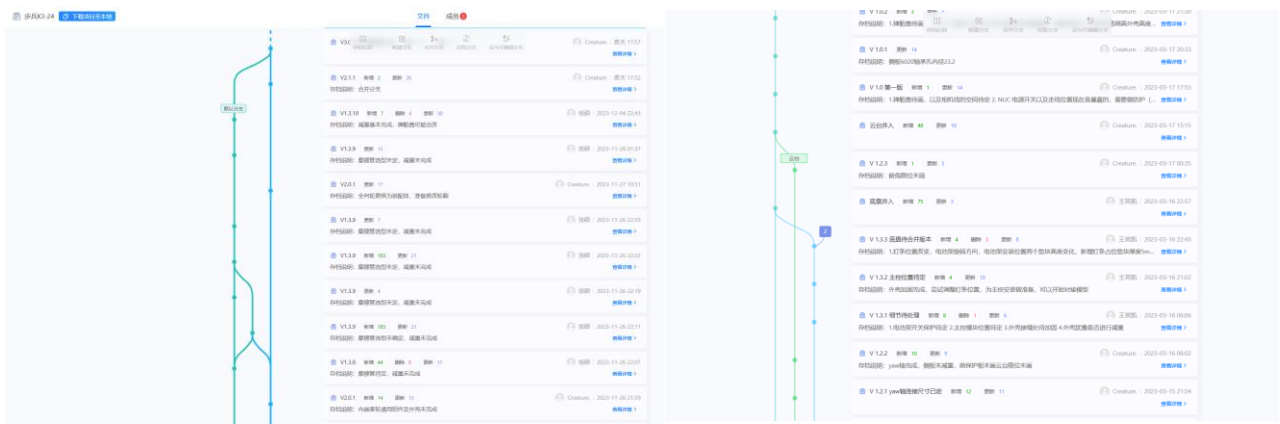


图 1-4 追光几何任务存档面板

### 1.3.2 会议制度

我们子在这个赛季推行了一周三会的会议方案，作为线下交流难度大的经典人员分散在各个校区的高校战队，试用起来颇有成效：

**全体周会：**每周战队全员开一次周会，交流项目进度。技术组组长以及大三的老队员互通上周成果，以及下周计划，并同步到飞书云文档向全队公示。

**组长会议：**组长们将在会上完成互通进度、资源协调、技术交流等沟通工作，保证战队

的正常运行并符合赛事考核要求和进度需要。

**技术组内部会：**保证组内进度没有信息差，组内设计进展在可控范围之内，监督并审核组内每个成员的任务完成情况，节省周会的无意义讨论时间。将本组一周问题或资源需求汇总，由组长在内阁会上提出交流，完成资源调用，形成闭环。一般技术组内部会要求在周内进行，即周三、周四最佳，其目的是与周会错开时间，方便检查周内完成情况或是否遇到问题，避免队员一周任务拖延到周六日才开始做，从而实现任务布置的最合理化。

## 2. 项目分析

### 2.1 上赛季项目分析经验

#### 2.1.1 人员

人员管理：由于人员变动较大或技术没有完全传承，在本赛季各兵种技术组均出现退队情况，那么该队员身上的任务就会半途而废甚至影响整个兵种组的任务进度。例如无人机组和工程组的视觉都在承接了任务后在赛季中期退出，原有在规划中的任务没有人力可以调用，直接导致该兵种组视觉为零。机械更是出现在完成了工程机器人的全部出图、派件、装配、调试的工序后，才发现车辆稳定性差，结构有难以弥补的劣质设计，因此该机械队员被劝退，由原来的英雄机械负责人兼操作手重新设计并装配，勉强赶上赛期，却浪费了大量资源。

人员调配：在赛程存在着由于不同兵种之间出现退队、摆烂情况，原有的技术突破任务直接中断，再交由另外的技术人员将直接浪费大量的时间成本和沉没成本。上赛季的电控部分队员在步兵、飞镖、无人机等兵种来回调配，不仅浪费了队员的时间和精力，也影响兵种相关人力资源分配，步兵优先级比飞镖和无人机更高却没有分配水平更高的电控人员。

负责人制度不坚定：相关技术组至少有一位负责人统领管理进度、技术水平、组员执行情况，而这几项都由于不同的原因未能执行到位，例如相关技术组组长不履行管理职能，组员怠惰没人检查等。

#### 2.1.2 进度

进度规划：技术实现与备赛阶段的衔接都不同程度的出现问题，如哨兵改图和工程做第二辆车，都严重影响了不同技术组的联调，同时，如强度测试、基本功能测试等备赛阶段未能顺利衔接，用实际赛场情况来发现问题、解决问题，势必影响最终的稳定性或发挥。与此同时，没有重视操作手训练，在实验室环境下搭建服务器链接图传的次数屈指可数，可想而知对机器人的人机交互熟悉程度并不能差强人意。

没有一套可以参考的设计流程，其中包括没有用于明确里程碑与交付物。流程不清晰，会导致设计的审核不严，就会造成有人把尚未评估与完善的想法投入设计与制造，轻则会造成时间，资金的浪费，重则会影响整个战队的比赛情况。里程碑与交付物不清晰，会导致项管对非专业的进度失去把控，仅仅只能审查一些简单的指标，并且进度汇报的时候容易被带跑偏，而且很难将每一次周会的汇报按大时间轴梳理起来，项目管理的效果也就大大降低了。

## 2.1.3 资金

赛季初的预算设计与赛季中期的实际花销出入较大，甚至出现了有两辆车的机械装配资金完全出现在预算外的情况，造成了较大的资金压力。在差旅费的定价上由于经验不足也存在预算额度浪费，在学校的报销流程上存在困难。一辆动量块平衡步兵、一辆传统工程、一个下供底盘、一个双头哨兵底盘，装配出来后完全不具备上场条件或没有坚持完成测试任务，不具备资源的合理利用性质，形成了资金和人力的完全浪费，其中的平衡步兵和工程本身是赛事中成本几乎最高的两类机器人，更是对团队造成了很大的资金负担，影响整体资源运作和资金来源。除了研发成本之外，重复性采购和无意义报销也占据了一部分浪费总额，由于吉林大学具有校区数量的专业分布散的特点，我们战队具有三个实验室，其中两个在上个赛季中进行了重建和搬迁工作，在此过程中造成的物资丢失和重新采购不可避免的影响了资金的分配。

## 2.1.4 团队建设

抓好进度规划和人员管理、其余的例如物资管理、预算管理、实验室场地管理等将一一落实至专人专项负责，尽可能避免类似问题在新赛季再度发生。由于战队队员分散在各个校区，难以用实验室出勤率硬性要求，加上团队凝聚力深深受到线上工作的影响，往往小团体的出现和校区、专业相关，一点一个人出现摆烂倾向将迅速传播到这个小团体甚至整个兵种组。因此以制度建设和文化建设为核心的团队建设，看似可有可无，其实深度决定着战队的走向。

# 2.2 新赛季规则解读

## 2.2.1 整体规则的分析解读

### 2.2.1.1 变动较小

24 赛季规则的变动整体较小，本次规则升级与上个赛季衔接紧密，从地形、技术路线、打法等方面而言可以说与 23 赛季一脉相承。

地形方面变动较小，延续了坡高相错的基调，推塔流仍是主流打法，同时鼓励各战队向克服复杂地形的方向进行迭代，不管是平衡步兵还是主动悬挂都是适应延续之前的地形思路。由于保留了风车点、吊射点、环高增益点、哨兵巡逻区等，各兵种的职能拆解和需求分析也没有太大变化。桥洞的增加丰富了进攻或撤退路线，无疑会增强对抗性和观赏性，拓宽战术打法。飞坡公路区台阶的出现利好轮腿等具备上下台阶能力的机械结构，也会丰富进攻路线，

但并不影响整体运筹。

### 2.2.1.2 继续完善

新赛季的规则一方面在延续旧有思路，与之前的技术研发方向一脉相承，通过简单的条件改动或增加赛场的表现情况来吸引资源的投入，精进研发方案。可以说是在继续完善规则设计思路，将前几个赛季受限于难度水平而不敢提出的方案进一步诠释，引导各战队进行研发投入。

工程取兑矿石：增加空间和时间限制，引导高精度机械臂，战术作用变相削弱

台阶：利好轮腿

雷达站：鼓励原来存在感不高的兵种研发

在原有规则的基础上进行拔高，可以感受到是对某个技术细分领域的探索，规则推陈出新的思路是可以遇见到的，例如从轨道哨兵，到自动步兵，到半自动全兵种。不难看出未来的发展方向一定是向着更加智能化、自动化的方向将整个赛事的重心进行改动；以及飞镖移动靶的出现，为此各战队可以尽早进行技术规划与储备，合理完成长期规划的闭环。

### 2.2.1.3 备赛

当桥洞、台阶出现时，是新规则更利好轮腿等新兴技术的突破，大风车精度加强和兑换站限时是对细分技术，如弹道和散布、机械臂精度的精进要求，因此无疑是加强强队的上场机会和引导着技术完善或突破方向，同时鼓励各学校工程师们精进技术、突破极限。同时，对于整体的规则把控，变化幅度并不大，甚至各兵种的变化都在“上赛季的老车仍能上场”的范围内，随着“开源盛世”和赛事影响力的上升，对弱队和新队的局势建立奠定基础，同时，半自动到自动、自定义控制器等各兵种通用技术储备是对全体队伍提出的挑战，因此新队或弱队也同样拥有上场机会，如果能调试好机器人的稳定性或做好战术配合，将不弱于传统强队。

### 2.2.1.4 总结

战场地形的小变化在引导更具观赏性的战术打法出现，鼓励积极研究战术博弈和兵种战术作用

同时鼓励强队追求创新，做好技术突破领军作用；又给弱队留出常规打法空间

有明确的技术引导方向，有利于战队做未来几个赛季的技术积累



## 2.2.2 规则的改动点分析

### 2.2.2.1 地型变化

地形的整体变动不大，保留了上赛季大部分地型，也意味着继承了推塔流的打法，地面兵种仍然是前哨站——哨兵——基地的进攻顺序，进攻路线颇有丰富，使战术和配合更多样化和具有观赏性，加剧了战场的不确定性。

#### ➤ 桥洞

在大资源岛的两侧环形高地中间增加了两个桥洞，大小可容纳轻量化步兵通过。一方面，在允许补弹量缩减的情况下要平衡扩大弹舱和通过桥洞，另一方面小体积必然意味着装甲板的相对目视度提高和灵活性的增强，都是需要从战术和技术两方面考量，因此一辆轻量化小步兵过桥洞+一辆传统步兵的方案可能会是大部分战队的首要选择。

除此之外，桥洞连接了荒地区和哨兵初始巡逻区，使得从自家基地到对面基地有了几乎直线的更短距离，不仅仅能够快速突进方便翻盘或被翻盘，同时将围绕着桥洞展开猛烈的攻防，倘若尺寸合适的平衡步兵能巧用两块装甲板死守桥洞或变为堡垒，也许将是这个赛季的绝佳 buff。

对我们而言当首先做好步兵底盘和云台纵向尺寸的缩小以保证拥有通过桥洞的能力，再考虑英雄和哨兵的突进或防守能力平衡上场阵容，以保证输出和攻防态势灵活转换的取舍。

#### ➤ 飞坡公路区格挡变台阶

在飞坡公路区发生的地形变化无疑是给了平衡步兵灵活上下台阶的一个展示机会，能更加灵活的实现单刀突刺到敌方腹地，也影响了追逃堵截路线。对非轮腿的地面兵种而言，仍然有“月球车”的 17 赛季的古早思路可以选择，不过出于尺寸限制和技术研发的性价比，应不会成为主流技能树方向。一个台阶从上到下的过程也存在“落凤”的风险，情急之中容易产生这样的意外情况，导致机器人在该小局中直接下场，如果操作手能控制好机器人行进状况是可以避免这种情况的，因此下台阶基本可行，俨然成为一条新的后退路线。

#### ➤ 大资源岛

大资源岛取消了空接机制，所有金矿变为预存在通道孔位中，因此吸盘+机械臂的方案基本成为主流解决思路，同时一方站位一次最多取得金矿数量也有所改变，随着比赛时间落下金矿的机制变为只要能拿到就能取走，相当于取得金矿的时间提前，经济小高峰也将提早出现，可能改变整体的进攻节奏。由于金矿预存通道材质尚未知，视觉取矿方案在本赛季实现难度仍然未知，难度也较高。由此观之自定义控制器依旧是各战队的迭代方向，摆脱键鼠通知或两杆遥控器的约束，鼓励通过多形式的控制器和工程机器人不同的机械臂构型相适应，

来获得更快的取矿、兑矿速度。

### 2.2.2.2 兵种改动

#### ➤ 雷达站

雷达站的升级是显而易见的，通过对雷达识别或标定到的敌方机器人进行 debuff 来增强雷达在赛场中的表现力，也增强了观赛的丰富度，同时高亮在小地图上的体现也为操作间的操作手提供了第二视野，配合云台手报点也能丰富战术。不过由于实验室条件较难复刻赛场工况，不管是相对高差还是曝光条件都较为特殊，赛场外的功能复现和链接裁判系统的测试较为困难。

#### ➤ 飞镖

飞镖在本赛季新增了打击目标，在打击基地时可以选择固定靶或移动靶。固定靶即为上赛季原规则，移动靶还在等待更新，两种打击目标的决策也能体现出飞镖正在引导着更远的吊射和更精准的制导。

#### ➤ 步兵允许补弹量

步兵的实际允许补弹量大大缩减从 1500 发减少到 400 发，一方面是鼓励各队伍减少无效发弹，合理利用预装弹丸的数量，与能通过桥洞的轻量化小步兵形成对比；另一方面，也对云台的弹道和散布等提出更高的要求，力推各队伍在自瞄和精确打击方面进步。

#### ➤ 工程兑换站

工程兑换站整体规则与 23 赛季变化不大，但是提升了最高级兑换的难度，且不同等级的兑换位姿之上增加了限时和兑换金币的绑定机制，更快更准难度更高的兑换获得的收益更大，从规则上要求、鼓励兑矿的精度和速度，纯手动操作工程机器人的抬升、前伸等机构实现兑矿的难度直线增加，通过识别兑换站特征点实现视觉解算和数据迁移将是最优方案，将兑矿的步骤自动完成来保证时效性，拿到更多的金币优势。从工程机器人的兵种职能来讲，更增强了作为“辅助”的经济补充作用，障碍块的取消更进一步削弱了工程机器人的战术目的，在和其余地面兵种配合推进时，站位和挡拆等更高难度的配合动作被推上台面。

#### ➤ 半自动兵种

经过 22 赛季哨兵的熟悉和试探，23 赛季加入了全兵种的半自动机制，通过点位传达进行自动的走位和行进，通过经验和金币收益的加成鼓励大步突破。

### 2.2.2.3 经验体系

经验体系中，地面兵种升级级数上限变高，但数值更趋于平缓，经过计算，步兵尽多打击敌方装甲板获得的经验收益要高于搜刮残血机器人，从参赛队的角度来讲，一方面是对弹

道和散布的要求更加精细明确，一方面也能提高赛场的刺激惊险程度，丰富参与度和观赏性。

### 2.2.2.4 经济体系

对经济体系来说，金矿改为预置会导致金币补给时间高潮的提前，考虑到时间限制兑换矿石难度有所增加，其余兵种依托 buff 增加部分金币，如英雄在吊射点吊射，但由于数值相对较小，因此经济体系大体思路不变，仍是以工程的技术升级和稳定性进为核心的经济获取体系。值得注意的是，远程兑换弹丸花销减少；血量兑换和远程复活花销减少，变成无限次数；补给站 17mm 补给数量从 1500 发改为 400 发；哨兵初始发弹量 750 变为 400，同时适用兑换允许发弹量机制等鼓励金币花销方式，无疑也丰富了经济体系的运作流转，变相增强了工程在赛场上的作用。

## 2.3 研发项目规划

### 2.3.1 步兵机器人

#### 2.3.1.1 需求分析

本赛季为保证英雄能稳定对建筑物的输出，如击打敌方前哨站，步兵需阻拦敌方步兵飞坡或从 R2 环形高地干扰击杀我方英雄，同时别辆步兵可以配合哨兵输出，干扰敌方工程取矿或者选择飞坡干扰敌方英雄击打我方前哨站，操作手还需注意能量机关激活时间，根据场内局势判断是否在能量机关激活点击打能量机关，从而获取全队加成。

鉴于本赛季步兵对机器人造成伤害经验加成高于击毁机器人的规则变动，步兵倾向于干扰敌方，对敌方机器人造成一定伤害，不必强求击杀而深入敌方场地。

#### 2.3.1.2 列举初步的设计思路

云台：本赛季步兵云台以上供云台为主选方案，半下供及下供云台为备选方案，优先满足通用底盘的安装需求，在上赛季大容量连杆 pitch 轴的基础上，优化云台整体布局及重量尺寸，对原先较小的俯仰角（俯：22 度，仰：20 度）进行优化（俯：16 度 仰：30 度）；在此基础上对云台的走线布线及电气设备进行规范化定位安装，合理运用弹簧合页实现重点电气设备的检修和排故。

供弹：在沿用双层拨叉拨盘，优先选择上供弹的基本方案下，搭建下供弹测试台，预先测试弹路阻力，弯管数量，限位间距对于下供弹卡弹的影响。

底盘：通用化底盘，模块化设计，底盘架构不变的情况下，通过更换通用化的麦轮，全向，舵轮轮组实现短时间内重要结构的快速更换，同时能够实现不同兵种之间的底盘通用，

并有效改善不同赛季步兵车辆铝件不通用的问题。为满足规则中的部分场地改动，将步兵底盘缩小至 550\*570\* 以下，并标准化走线位置及电气设备安装位置，形成一套通用化，产品化的步兵底盘。

动力设备选型：

云台	摩擦轮	3508 无减速箱*4
	pitch 轴	6020*1
	yaw 轴	6020*1
	拨弹	2006*1
底盘	轮组	3508*4

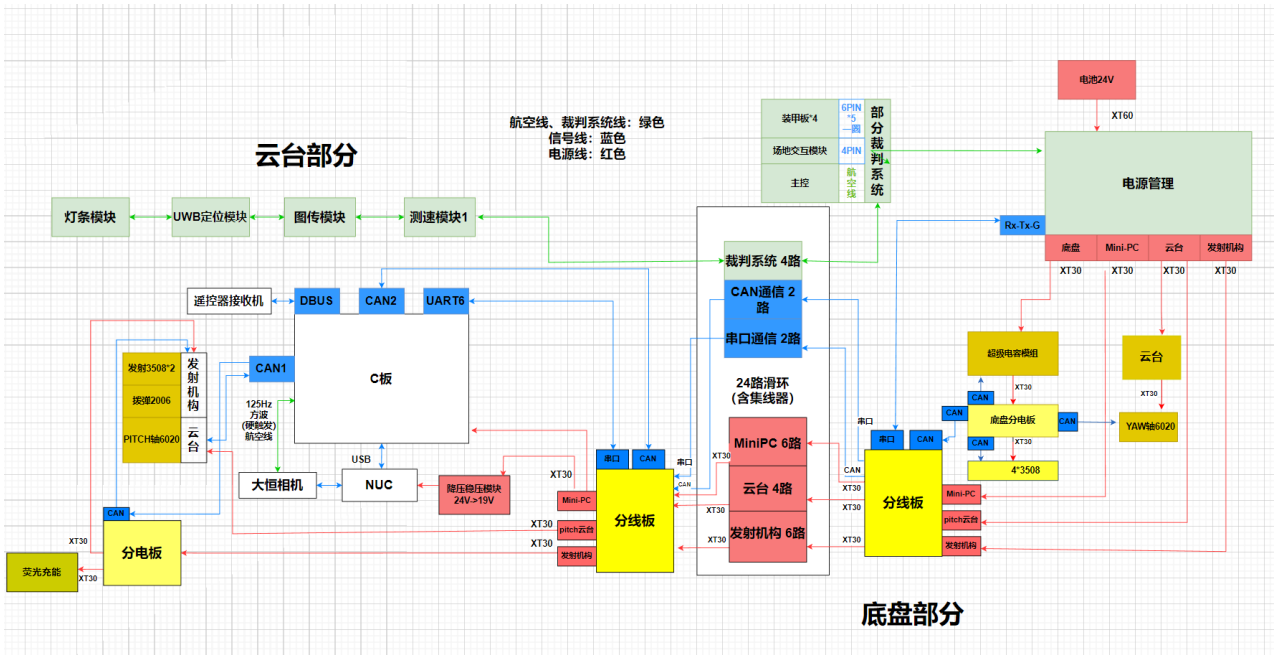


图 2-1 步兵机器人电气布置

算法（大风车）：

使用基于 ros2 的代码框架，节点式开发。神经网络模型为 yolov5-keypoint 五关键点回归预测模型。因为本赛季使用的关键点最小外接矩形作为回归矩形框与原始 YOLO 结构有所不同，为此我们使用 QT 自主开发了数据集标注软件，重新自定义了数据集格式。在模型训练方面采用 wingloss 作关键点回归、ciou 作矩形框回归，可以得到更高的回归精度。

在模型部署方面，我们根据不同的步兵特点和性能需求，选择了不同的推理平台，同时实现了 OpenVino 和 TensorRT 两种部署方案。为了得到更高精度和更高的识别率，我们打算

尝试一种类似孪生神经网络的双并行网络（yolov5 为基本网络）的结构，结合纯仿真数据集模型提取的特征向量和纯现实数据集模型提取的特征向量融合计算最终的大风车扇叶关键点位置。大风车的预测我们同时测试只选用扇叶做最小二乘法拟合和识别 R 标计算角速度两种方案的实际效果，择优选择。

### 2.3.1.3 研发进度安排与人力投入安排

时间安排	具体任务安排	人力投入安排
2023.10.27-2023.11.03	对轮组进行模块化	机械：张雨菲
2023.11.04-2023.12.30	整车模型完成并完成装车	机械：张雨菲
	对新步兵的布线完成 装甲板识别及能量机关识别预测	电控：杨焱植 冷永泉 视觉：赵隽博
2024.02.03-2024.02.16	调整发射间距	机械：张雨菲
	防卡弹功能调试	电控：杨焱植 冷永泉
	电控视觉联调测试	视觉：赵隽博
2024.02.17-2024.03.01	用盲道，起伏路段调试悬挂	机械：张雨菲
	起伏路段测试保持云台稳定性	电控：杨焱植 冷永泉
	视觉识别调试	视觉：赵隽博
2024.03.02-2024.03.08	飞坡试验，对悬挂和重心进行调整	机械：张雨菲
	视觉识别调试	电控：杨焱植 冷永泉
	视觉识别调试	视觉：赵隽博

### 2.3.1.4 技术难点分析

#### ➤ 机械：

1.通用化底盘，模块化设计，在底盘架构不变的情况下，满足不同轮组，不同悬挂，不同供弹方式云台的安装需求及结构强度，且尽可能的降低成本与尺寸，充分利用车体空间。



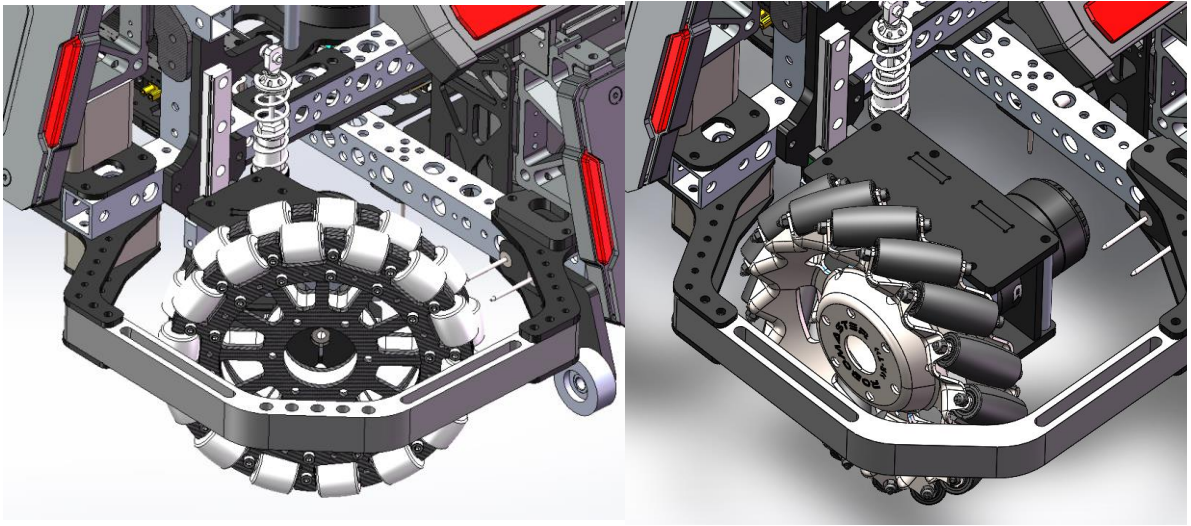


图 2-2 步兵机器人通用底盘

2.由于各种原因,步兵尚未实现飞坡,需搭建飞坡场地进行大量测试验证底盘强度及重心位置的可靠性,同时为满足通用化底盘的测试数据完整性,需对不同轮组下的通用化底盘进行飞坡测试。

3.弹路阻力,弯管数量,限位间距对于下供弹卡弹的影响未知,且下供弹无法与通用化上供云台底盘进行直接通用,需对通用化底盘进行二次迭代。

4.为保证自瞄及风车算法的效果准确性,需对弹道进行散布估计并进一步优化,更改限位方式及摩擦管结构,通过大量测试及仿真彻底的对影响散布因素进行分析和排查。

➤ **电控硬件:**

1. 单片机的摆放位置考虑较多,既要摆放平整使陀螺仪稳定,又要方便布线,不能因为位置过于苛刻导致线路过于交叉复杂造成维护困难的问题。分电板和分线板的位置也要方便布线。

2. 滑环的线数选择,材料选择,滑环线与信号线和电源线的接口选择,对外部裸露金属的绝缘避免因 ESD 造成毁坏。

3. 针对大功率耗电的模块,注意设备的散热,并对可能意外出现短路的线路进行保护。

4. 整车布线的时候注意线的定长,在投影方向上,按横平竖直的棋盘式排列,线束尽量避免斜方向布置,颜色协调

➤ **电控软件:**

1. 注意功率控制下功率的分配问题,尤其在小陀螺模式下的移动。

2. 发射机构的调试和控制是一个难点,调试得当可以避免停止延迟时造成超热量。同时,对于卡弹的判定导致热量的积累也会引发超热量。



3. 对裁判系统发来的异常数据要提前进行预防处理，防止出现 bug。

4. 云台的响应速度要快，并且避免超调，要在击打能量机关和攻击敌方装甲板时快速转动到准确位置。在面对视觉数据发送频率和电控云台控制频率较大而产生的云台卡顿问题时，下位机可以通过卡尔曼滤波处理数据。

5. 陀螺仪的调试和补偿，通过调试陀螺仪来减小漂移，保证角度稳定，这对击打目标和云台稳定至关重要。

### ➤ 视觉

1.tf 消息收发与解算，相机坐标系、云台坐标系、odom 坐标系位置有所不同，需要准确表达他们之间的关系。

2.鲁棒可靠的装甲板识别算法。装甲板灯条识别传统算法的精度与识别率较高，数字识别使用多层感知机，可以达到高效高精度识别的要求。

3.风车角速度回归预测，对于风车击打点的选择，需要先准确计算出角速度。

4.关键点检测神经网络模型精度对比传统算法有待提高。希望能设计出更高精度的模型，击打位置更加准确。

## 2.3.2 英雄机器人

### 2.3.2.1 需求分析

根据本赛季规则的变动，英雄兵种的最优先职责仍然为高命中率击打前哨站和基地，从而夺得胜利。其次为击杀哨兵机器人或对步兵工程造成伤害，以达到快速升级的目的。

为使英雄更好地完成自己的职责，本赛季英雄机器人将会保证 8m 散布在小装甲板范围内，实现在环高或吊射点自瞄前哨站旋转装甲板，在敌方环高、飞镖架附近或吊射点击打基地装甲板，对基地精准造成大量伤害。视觉在普通自瞄的基础上添加了反前哨站算法，实现开局速推前哨站和精准对敌方基地“剃头”的战术目标。同时，为提高英雄自保能力及完成远距离吊射的职责，英雄将提升自己的移动能力，能够快速稳定地上下各种坡。

### 2.3.2.2 列举初步的设计思路

#### 1. 云台

##### (1) 发射机构

为保证发射精准性，本赛季使用四摩擦轮发射机构，为防止零件精度和装配精度带来的偏差影响，摩擦管使用 6061 铝合金 CNC 加工，与板材装配使用销轴及凸台作为定位，摩擦管内部链路部分有 120 度 V 型槽作为弹丸的横向定位，上方有微动开关作为弹丸预置检测装

置，经过散布测试，摩擦轮间距选择 98.5mm。限位机构延用上赛季摩擦轮限位，使用 N20 电机及机加工轮毂包胶，与摩擦管的装配使用凸台定位。

### （2）视觉相关配件布置

为满足吊射需求，视觉相关部件使用 pitch 分离结构，提升视野高度，在枪口仰角较大的前提下依旧能通过图传看到前哨站、基地等目标或视觉识别装甲板或飞镖引导灯，满足视觉辅助吊射需求，在分离云台上放置图传、激光测距、长焦工业相机、短焦工业相机、瞄准镜等，NUC 与云台架固连，随 yaw 轴旋转，不随 pitch 轴旋转。

### （3）pitch 轴

pitch 轴为满足精度需求使用直连方式驱动，云台配重使用重力补偿机构，将云台全部重量集中于 pitch 前端，方便重力补偿机构的选型与放置。

### （4）yaw 轴

yaw 轴在大弹丸过中轴的条件下选择同步带传动提高传动精度，轴承由回转支承轴承改为薄壁交叉滚子轴承，减轻结构重量，滑环由定制 15 路过孔滑环改为成品 12 路过孔滑环，提高经济性并使用板间通信弥补滑环线路的减少。

## 2. 供弹系统

### （1）弹链

拨弹出弹口链路及云台链路均使用板材拼接而成，云台链路使用侧供弹，避免鹅颈供弹在某些情况可能会发生的链路长度不一致的问题，同时优化链路长度，避免过多弹丸在链路当中造成的链路阻力过大的情况。

### （2）拨弹

拨弹依旧沿用上赛季下供弹拨盘，优化拨弹尺寸以缩减车体尺寸，优化拨盘结构重量及拨叉、导流条、分流条、链路轴承位置以避免卡弹现象和减少链路阻力。

## 3. 底盘

### （1）车架

以承载式车架作为机器人骨架，整体采用 40\*40\*1 薄壁铝方管栓接，使用板材等将各模块连接起来，各零件使用静力学仿真及拓扑优化进行减重。

### （2）悬挂

悬挂沿用上赛季自适应悬挂，使用直线导轨限制同侧轮组间连杆的移动，缩短车体轮组方向尺寸，使用塞打螺栓与长圆孔的配合进行转轴圆周运动到导轨直线运动的过渡，同时为避免轴与孔之间的间隙使用较紧的过渡配合。

### （3）轮组

轮组使用内嵌麦轮，满足快拆需求，通过双边支撑承受车体重量，避免出现外八情况。

4. 动力设备选型

云台	摩擦轮	3508 无减速箱*4
	限位	N20*1
	分离 pitch 轴	7015*1
	pitch 轴	6020*1
	yaw 轴	6020*1
底盘	拨弹	3508*1
	轮组	3508*4

2.3.2.3 研发进度安排与人力投入安排

时间安排	具体任务安排	人力投入安排
2023.10.27-2023.11.03	四摩擦轮弹道测试 弹道模型的编写和仿真测试	机械：张闫麒先 电控：袁铨 视觉：孙岩
2023.11.04-2023.12.30	双板通信设计及实际上车测试 新英雄布线设计 新英雄云台设计，整车模型完成及拼装 弹道模型的编写和仿真测试 前哨站旋转模型建模及预测算法编写	机械：张闫麒先 电控：袁铨 视觉：孙岩

2024.01.01-2024.01.30	新英雄布线 电控视觉联调测试 前哨站自瞄算法测试 视觉融合测距传感器的编写与测试 视觉吊射系统的编写 功率预测及限制	机械：张闫麒先 电控：袁铨 孙健皓 视觉：孙岩
2024.02.20-2024.03.02	视觉吊射系统的编写及测试 视觉整体稳定性测试 新英雄新底盘的采购加工装配 底盘增稳	机械：张闫麒先 电控：袁铨 孙健皓 视觉：孙岩
2024.03.02-2024.03.08	视觉整体稳定性优化测试 英雄整体稳定性优化测试 维修，测试，优化，迭代	机械：张闫麒先 电控：袁铨 视觉：孙岩

### 2.3.2.4 技术难点分析

#### ➤ 机械

##### 1. 发射机构

英雄机器人的远程吊射能力在本赛季更加重要，弹丸的竖直散布主要由弹速决定，左右散布主要由定心决定，而摩擦轮发射又是稳定性较差的发射方式，通过控制摩擦轮温度、多摩擦轮稳定弹速、使用凸台销轴提高装配精度、约束定心效果等方式提高摩擦轮精准性，或是寻找新结构比如弹射、弹弓、气动、摩擦带等，并且解决新结构的灵活性差，稳定性差等问题。

##### 2. 云台

yaw 轴和 pitch 轴的精准度同样影响发射的精准度，越多的传动结构越会增加结构的不稳定性，同步带会由于使用时间过久导致老化松弛，连杆可能会因为轴与轴承的配合、轴承与板材的配合之间存在间隙导致传动不精确，齿轮、丝杆等结构会因使用的磨损扩大背隙，所以在结构上尽量使用电机直驱，或通过使用过盈或过渡配合减少传动背隙，常检查、更换传

动结构避免背隙过大。

### 3. 底盘

本赛季战斗性更强，英雄的生存空间更加狭小，机器人的轻量化、灵活性尤为重要，在满足结构强度的前提下，降低机器人重量，使用动力学仿真确定结构受力，再使用静力学仿真及拓扑优化对铝方管、玻纤板等零件进行减重，使用自适应悬挂及增加接近角、离去角提高上下坡能力。

#### ➤ 电控

##### 1. 双板通信

英雄本赛季为节省开支，采用十二路滑环，相比原先的 14 路滑环少了裁判系统的两路串口线，为保障机器人上下部分信息能及时传递和处理，故采用双板通信。双板通信采用 can 总线，由于 can 总线自身协议，数据帧最多携带 8 字节，而接收邮箱仅仅只有 2 个，发送邮箱仅仅只有 3 个。因此，需要保障所必要的数据邮箱不会被挤占的同时，还需保障上下数据能够及时地互相传递反馈，最终实现两板的信息交互以及自身处理数据分别控制机器人的能力。

##### 2. 弹速控制

在连续击发弹丸时，由于摩擦轮热量增加，导致弹丸和摩擦轮之间的摩擦力不断加大，进而造成弹速的提升。连发实测弹速提升会达到 0.5m/s 左右，为保障弹道模型的准确性提升吊射击打装甲板的精准度，对摩擦轮转速需进行一定的反馈控制。弹速反馈相对间隔较长，赛场击发弹丸实际情况复杂多变，致使弹速反馈需用更加高明的控制算法，以及在冷却状态下分不同发射速度大量测试去验证。

#### ➤ 视觉

##### 1. 辅助吊射

吊射是比赛后期对敌方制造压力乃至绝地翻盘的重要手段，但纯操作手瞄准过于困难，视觉辅助吊射便成为大多数队伍选择的优先方案。

我队吊射基本思路为：先识别敌方基地的飞镖引导灯并解算获取 yaw 轴转角，再获取目标距离输给弹道模型，解算得到 pitch 轴转角，进而得到较为精准的发射姿态。然而赛场环境下飞镖引导灯很容易出现过曝的情况，在远距离吊射时现象更加严重，导致 yaw 轴解算误差较大甚至无法识别。为此我们采用基于注意力机制的深度残差网络(resnet34)对其进行识别，在识别基础上通过给 G 通道更多注意力实现更优异的识别效果。由于距离较远，测距也成为了一大难题。长焦加 pnp 解算测距精确度过于低下，为此我们采用更稳定精准的激光雷达测距。

##### 2. 前哨站运动预测

作为重要的目标建筑，前哨站对前期比赛节奏起到重要作用，精确而快速的击打可以极大推进我方进攻节奏。

前哨站有两大模块可供击打：顶部装甲板和旋转装甲板。那么如何预测旋转装甲板和识别顶部装甲板便成为了重要问题。

旋转装甲板：根据前哨站的运动特点——定心匀速旋转运动，我们计划建立对应的扩展卡尔曼滤波（EKF）预测模型。

其中，选择旋转中心三维坐标、装甲板 yaw 轴姿态、转速和转轴长度作为状态量，装甲板坐标及其 yaw 轴姿态作为观测量。其中，转轴长度和转速可以直接给定对应值。

状态转移矩阵 f:

$$\bar{x}_c = x_c$$

$$\bar{y}_c = y_c$$

$$\bar{z}_c = z_c$$

$$\bar{\theta} = \theta + V_\theta * dt$$

$$\bar{r} = r$$

状态观测矩阵 h:

$$Z_{x_r} = \bar{x}_c - \bar{r} * \sin(\bar{\theta})$$

$$Z_y = \bar{y}$$

$$Z_{y_r} = \bar{y}_c - \bar{r} * \cos(\bar{\theta})$$

$$Z_\theta = \bar{\theta}$$

考虑到状态转移矩阵涉及三角函数这类非线性运算，我们将其求雅可比矩阵线性化后再计算卡尔曼增益。

由于模型将角加速度视为零，因此过程误差主要来源于其变化。利用分段白噪声模型的思想，我们可以很容易地依照运动学模型对噪声进行建模，建立过程噪声协方差矩阵 Q。

$$error_{xyz} = \frac{1}{2} * noise * (dt)^2$$

$$error_\theta = noise * dt$$

整体算法如下：



$$\begin{aligned} \mathbf{F} &= \left. \frac{\partial f(\mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t)}{\partial \mathbf{x}} \right|_{\mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t} \\ \bar{\mathbf{x}} &= f(\mathbf{x}, \mathbf{u}) \\ \bar{\mathbf{P}} &= \mathbf{F}\mathbf{P}\mathbf{F}^T + \mathbf{Q} \\ \mathbf{H} &= \left. \frac{\partial h(\bar{\mathbf{x}}_t)}{\partial \bar{\mathbf{x}}} \right|_{\bar{\mathbf{x}}_t} \\ \mathbf{y} &= \mathbf{z} - h(\bar{\mathbf{x}}) \\ \mathbf{S} &= \mathbf{H}\bar{\mathbf{P}}\mathbf{H}^T + \mathbf{R} \\ \mathbf{K} &= \bar{\mathbf{P}}\mathbf{H}^T\mathbf{S}^{-1} \\ \mathbf{x} &= \bar{\mathbf{x}} + \mathbf{K}\mathbf{y} \\ \mathbf{P} &= (\mathbf{I} - \mathbf{K}\mathbf{H})\bar{\mathbf{P}} \end{aligned}$$

综上便可建立出前哨站 EKF 模型。

顶部装甲板：我们计划通过识别前哨站飞镖引导灯获取引导灯平移矩阵，加以补偿便可得到顶部装甲板的击打坐标。

### 3. 优化弹道模型

本赛季机器人获弹量下降，命中率变得至关重要。我们计划利用变步长龙格库塔法 (RK45) 建立高精度弹道模型。

通过计算四阶与五阶方法来递推迭代，并通过比较两种方法的结果来估计误差。如此可以在保持弹道模型较高精度的同时，根据迭代过程的误差变化灵活地调整计算步长，提高模型的计算效率。

## 2.3.3 工程机器人

### 2.3.3.1 需求分析

根据规则分析，本赛季工程机器人的主要目标是获取金银矿石，并进行兑换，以获取金币来保障队伍整体经济能力，同时对敌方机器人进行阻碍，帮助我方步兵、英雄机器人进行更好输出。

假设开局拥有初始 400 金币，在此基础上连续以四级难度兑换 3 枚银矿石，获得 625 金币，则此时其通过矿石兑换和初始经济所获得的累计经济将达到 1025，此后若其又以四级难度兑换 1 枚金矿石，则此次兑换获得的金币量为  $350 \times 1.4 = 490$ ，累计获得的总金币达到 1515，可满足队伍的战术需求。因此，工程机器人在本赛季应具有一次站位获取三个矿石的能力，并在视觉及自定义控制器的辅助下，稳定实现 15s 内兑换 4 级矿。

### 2.3.3.2 列举初步的设计思路

#### 1. 执行机构

### (1) 机械臂

机械臂采用 scara 构型，相比于传统六轴机械臂更符合规则的正方形最大伸展尺寸需求，同时垂直方向的力由轴承承受，对关节电机的扭矩需求更小，可以使用扭矩更小（意味着重量更轻）的关节电机完成同样的操作。吸盘选择单层重载吸盘，避免吸取矿石后吸盘与矿石表面不平行的情况发生。机械臂由三个 yaw 轴、一个 pitch 轴和一个 roll 轴组成，pitch 轴和 roll 轴由两个电机通过同步带驱动两个锥齿轮与一个大锥齿轮进行传动，通过电机的同向传动或反向传动实现 pitch 轴和 roll 轴的旋转，将结构尺寸缩减到 110\*100 的范围内，以便伸入大资源岛封闭路径内抓取矿石，三个 yaw 轴通过动力学仿真依次选择扭矩递减的电机直接驱动机械臂，关节使用 20\*40\*3 铝方管相连，通过静力学仿真及拓扑优化对铝方管进行减重，避免结构重量过大使关节电机超负荷工作。图传位于第二关节节点附近，方便观察矿石姿态。

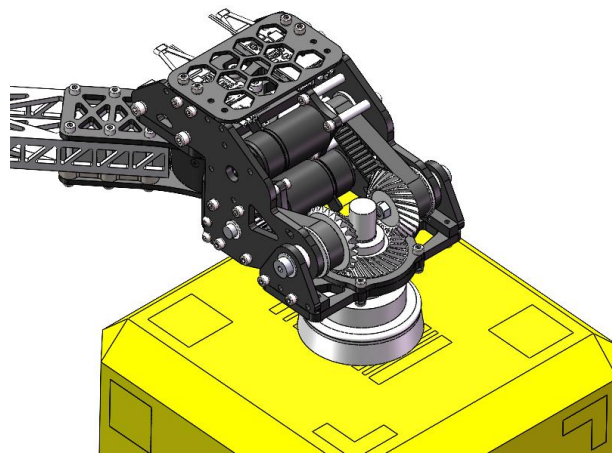


图 2-3 机械臂末端三轴模型

### (2) 横移

横移采用同步带传动，使用张紧机构防止运动过程中同步轮出现跳齿现象，通过大尺寸横移实现机器人定点大范围抓取矿石的操作，节省取矿时间，及时为队伍提供经济。

### (3) 抬升

抬升采用二级抬升，通过中间的抬升架，将链条两端分别与底盘和横移相连，实现 600mm 大行程移动，满足大资源岛矿石中心离地高度 440mm 及兑换最高高度 900mm 的需求。

## 2. 底盘

### (1) 车架

以承载式车架作为机器人骨架，整体采用 20\*30\*1 薄壁铝方管栓接，使用板材等将各模块连接起来。

### (2) 矿仓

矿仓与底盘结构固连，每次存储三枚矿石。

(3) 悬挂

悬挂采用并联式主动悬挂，通过被直线导轨限制移动的玻纤板连接同侧轮组，使用电推杆驱动连杆移动，当机械臂伸出车体导致重心偏移、车体倾斜时，电推杆推动连杆向机械臂方向移动进行校正，未伸出时利用电推杆的自锁特性将悬挂处于对称布置，并且可以通过选择合适的推力及速度来满足自适应悬挂的需求。

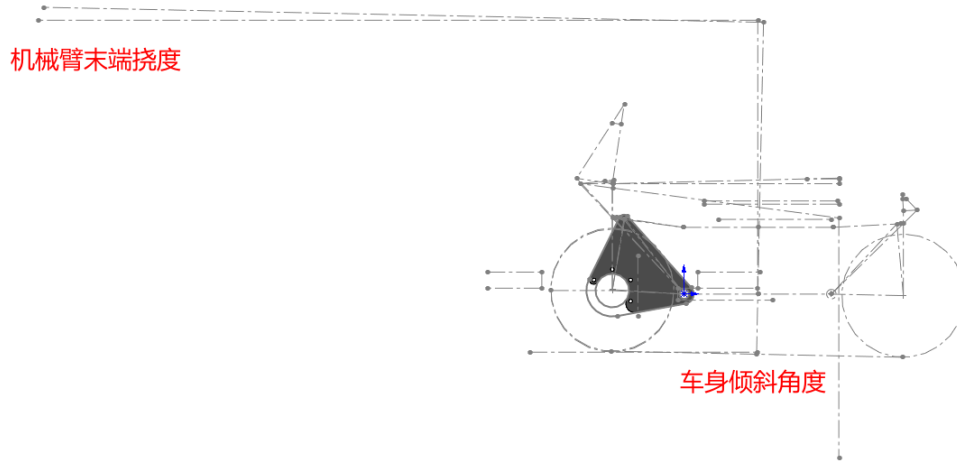


图 2-4 车身倾斜角度与机械臂末端挠度

(4) 轮组

轮组使用内嵌麦轮，满足快拆和占用空间小的需求，通过双边支撑承受车体重量，避免出现外八情况。

(5) 地面矿

通过蜗轮蜗杆驱动吸盘 pitch 轴吸取地面矿石，再由机械臂吸盘吸取，在其他情况还可充当一个矿槽使用。

3.动力设备选型

执行机构	真空泵	VN-C1*1
	末端 pitch 轴、roll 轴	2006*2
	末端 yaw 轴	MG4005*1
	第二关节	DM6006*1
	图传 pitch 轴	MS3008*1
	图传 yaw 轴	MS3008*1
	第一关节	DM8006*1

	横移	3508*1
	抬升	3508*2
底盘	悬挂	电推杆*2
	地面矿	2006*1
	真空泵	VN-C1*1
	轮组	3508*4

### 2.3.3.3 研发进度安排与人力投入安排

时间安排	具体任务安排	人力投入安排
2023.10.27-2024.11.03	机械臂装配 机械臂电机调试及代码封装 兑换站 blender 建模+识别 兑换站仿真姿态解算	机械：张闫麒先 电控：何俊健 郑梦旭 视觉：王锦峰 周焕缤
2023.11.04-2024.12.30	底盘及抬升、横移及机械臂、悬挂及裁判系统、视觉及布线设计 机械采购、加工 机械臂串口编写 机械臂解算代码编写及调试 机械臂状态机及代码接口编写 兑换站代码封装 自定义控制器方案确定及物资采购 兑换站代码实物测试	机械：张闫麒先 电控：何俊健 郑梦旭 视觉：王锦峰 周焕缤
2024.01.01-2024.01.30	装配工程 电控布线及调试，实现基本功能 优化迭代	机械：张闫麒先 电控：何俊健 郑梦旭 视觉：王锦峰 周焕缤
2024.02.20-2024.03.02	进行操作手训练并结合实验室实际场地模拟赛场情况	机械：张闫麒先 电控：何俊健 郑梦旭 视觉：王锦峰 周焕缤

2024.03.02-2024.03.08	维修、测试、优化、迭代 并配合其他兵种进行配合训练	机械：张闫麒先 电控：何俊健 郑梦旭 视觉：王锦峰 周焕缤
-----------------------	------------------------------	-------------------------------------

### 2.3.3.4 技术难点分析

#### ➤ 机械

##### 1. 矿石抓取机构

大资源岛的封闭路径尺寸仅有 210\*220，且高度方向上还有 30\*30 的三角形挡块，这就要求抓取机构的尺寸要尽量做得小，防止横向尺寸超过封闭路径导致无法深入，也防止纵向尺寸过大导致矿石无法抬到最高拿出，传统龙门架三轴平移加末端三轴旋转的结构会因为龙门架尺寸过大导致末端执行机构无法够到矿石，传统 yaw、pitch、roll 结构常常会因为电机及传动结构自身体积问题导致不能做的太小，较为深入的金矿位置同样也需要较长的前伸尺寸或较大的 yaw 轴角度，同时取多个矿石的需求同样需要较长的伸展距离、较窄的机械结构及较为灵活的传动结构，scara 机械臂结构较传统龙门架结构更加小巧灵活，同时相较于六轴机械臂结构在抬升尺寸、伸展范围、电机扭矩要求等方面更有优势，三锥齿轮结构能将末端执行机构的尺寸缩小。

##### 2. 抬升机构

大资源岛矿石中心离地高度 440mm，兑换最高高度 900mm，兑换 pitch 轴角度最大 90 度，最大伸展尺寸 1100mm，为了同时兼顾这些尺寸，就需要较大的抬升距离，齿轮齿条加链条、单链条、双齿条等结构作为传动装置能够提高移动距离，也不需要额外增加电机。

##### 3. 底盘

底盘包括存矿、抬升架、轮组、悬挂、地面矿等结构，需要合适的尺寸布局才能将各个结构的尺寸做到最大化，同时执行机构伸出车体后由于前端重量导致重心偏移、车体倾斜，通过调节避震器位置使车体重心回正，还可以作为自适应悬挂使用。

#### ➤ 电控

##### 1. 机械臂的状态机设计

本队机械臂运动的控制存在两种模式：纯解算运动和手动控制关节角度运动。由于机械臂解算逻辑的限制，对于某个特定位姿，可能只得到一种解，这限制了关节角度组合的可能性，此时强行切换自动挡和手动挡就可能会引发同一位姿下关节的角度突变，对机器人和其附近的人员造成伤害。为了解决这个问题，状态机的逻辑设计变得至关重要。

## 2.自定义控制器的逻辑设计

自定义控制器的逻辑编写是自定义控制器的核心，如何设置自定义控制器与机械臂的步长比例，如何保证接收坐标的连续性，当接收的上位机坐标超过了机械臂的工作空间时应该怎么设计，这些都影响了自定义控制器的稳定性。

## 3.工程机器人的电路气路设计

利用 A 板的 24v 可调电源外加电磁阀对气泵进行开闭控制。开启 24v 可调电源使气泵在整个比赛过程中处于可使用状态，利用电磁阀对气泵进行二次控制，完成矿石的抓取和释放兑换。

### ➤ 视觉

赛季规则对兑矿速度提出明确要求，视觉辅助兑矿算法的鲁棒性和速度需要提高。兑换站识别相较于装甲板的灯条识别较为复杂，容易受场地内其他光源的干扰，对轮廓的筛选逻辑和参数设置会更为复杂，考验算法鲁棒性；相比装甲板识别，兑换站识别在进行角度解算时必须对识别出的角点进行排序，要求对特殊角点的识别稳定准确，在判断特殊角点的逻辑和参数设置上难度较大。

大资源岛结构封闭，出口处有小障碍物，需要有更好的控制和定位能力。对金矿石的位姿估计精度要求更高，需要更大数量和更多样的真实数据和仿真数据集训练识别神经网络。

## 2.3.4 哨兵机器人

### 2.3.4.1 需求分析

哨兵作为前哨站摧毁后的最后一道防线，一方面有节约血量保护基地的职能，另一方面在前哨站完好时的无敌状态，由于等级等数据优异，在自动导航规划完善的情况下也起到进攻先锋的作用。

为保证己方其他机器人能够安全的输出，哨兵需阻拦敌方步兵机器人，同时能够配合步兵输出，保证自身全程且必要的情况下维持小陀螺和寻敌模式。保证哨兵本身自瞄的准度，以及攻击敌方机器人的静止模式，小陀螺模式，反小陀螺模式，敌方前哨站以及基地。

鉴于本赛季哨兵需要自主前往补血点回血以及购买弹药，哨兵追求更完美的路线规划，要拥有指哪打哪，去哪走哪的能力。

### 2.3.4.2 列举初步的设计思路

云台：由于哨兵预制弹丸的数量较多且较为主要的收到敌方机器人的攻击，选用半下供或下供弹的双云台作为主体设计方向，双云台覆盖 360 度的攻击范围，且在满足功能需求的



情况下尽可能的缩减云台体积及重量，使哨兵整体更为迅速机动

底盘：为拆装便利及迅速更换，哨兵底盘将在步兵通用化底盘的基础上稍作铝管及架构的尺寸修改，且添加通用化舵轮轮组作为备选轮组，优先保证底盘内部空间足够大 yaw 轴及弹仓的安装，并适当缩减哨兵的重量。结合通用化底盘进行模块化设计，底盘架构不变的情况下，通过更换通用化的麦轮，全向，舵轮轮组实现短时间内重要结构的快速更换，同时能够实现不同兵种之间的底盘通用，并有效改善不同赛季车辆铝件不通用的问题。并标准化走线位置及电气设备安装位置，形成一套通用化，产品化的底盘模块。

供弹：在沿用双层拨叉拨盘，优先选择下供或者半下供弹的基本方案下，搭建下供弹测试台，预先测试弹路阻力，弯管数量，限位间距对于下供弹卡弹的影响。

### 2.3.4.3 研发进度安排与人力投入安排

时间安排	具体任务安排	人力投入安排
2022.10.27-2022.11.03	对轮组进行模块化 搭建仿真环境验证 2D 导航算法	机械：张雨菲
2022.11.04-2022.12.30	整车模型完成并完成装车 对新步兵的布线完成 装甲板识别预测 验证 2D 导航算法部署实车 设计行为树框架	机械：张雨菲 电控：孙建力 算法：孙承洋 杨好 包海风
2023.02.03-2023.02.16	调整发射间距 防卡弹功能调试 电控视觉联调测试 测试纯激光里程计抗干扰 3d 点云处理,点云分割	机械：张雨菲 电控：孙建力 算法：孙承洋, 杨好, 包海风

2023.02.17-2023.03.01	用盲道，起伏路段调试悬挂 起伏路段测试保持云台稳定性 视觉识别调试 起伏路段测试 3D 纯激光里程计 部署 3D 导航算法	机械：张雨菲 电控：孙建力 算法：孙承洋， 杨好，包海风
2023.03.02-2023.03.08	视觉识别调试 测试 3D 导航效果	机械：张雨菲 电控：孙建力 算法：孙承洋， 杨好，包海风

#### 2.3.4.4 技术难点分析

##### ➤ 机械：

- 1.由于哨兵预装弹丸量较多，优先选用半下供及下供弹作为供弹方式，且能够满足电控的响应速度。
- 2.为满足雷达有较好的定位效果，优先选取舵轮轮组，为降低成本和通用化，尽量在轮组方面与步兵通用，且在架构方面适配通用化底盘的架构设计。

##### ➤ 电控：

- 1.我们需要使哨兵机器人能够在保持旋转和搜索敌人的同时，精确地导航到指定位置。一旦前哨站被破坏，哨兵应能在规定时间内自动返回巡逻区。遭遇敌方步兵时，哨兵应优先拖延敌人，如果面对多重包围，则应迅速撤离以避免被围剿。
- 2.自动瞄准需要细致调校。对哨兵在不同俯仰角度下的射击弹道进行校准，确保在自动模式下能够精确打击目标。当视野中有多个敌方目标时，哨兵应能自动分析并选择对友军最有利的攻击对象。
- 3.若前哨站被摧毁，哨兵应以保守的方式在巡逻区边缘移动，避免离开指定区域，确保在无敌状态失效时仍能自我保护。
- 4.根据最新规则，哨兵应能自主前往补给站回血或补充弹药。如果被击毁，它应能自动使用金币进行复活。同时，操作员对哨兵的指令应简洁明了，以单一指令完成多项任务，避免资源浪费。

5.为了应对不同战场情况，哨兵的行为不能固定化。应具有随机应变的能力，体现其人工智能的特点。

➤ 算法：

1.首先第一要点保证哨兵场上可移动性：

导航部分有 2D 激光雷达和 3D 激光雷达两种方案，2D 雷达方案有部分 RMUA 的经验，相对比较成熟，故我们采用双雷达，并放置于底盘,将雷达数据输入 Navigation2 进行导航。

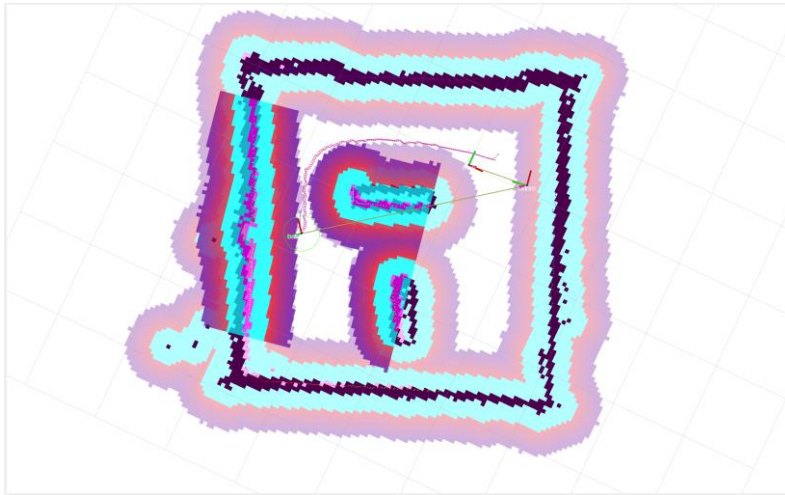


图 2-5

通过融合算法将扫描得到的数据融合互补，确保哨兵没有盲区；雷达放置于底盘降低扫描高度，确保扫描获得的外部环境数据可靠。避免上一赛季扫描到机器人云台不利于路径规划。

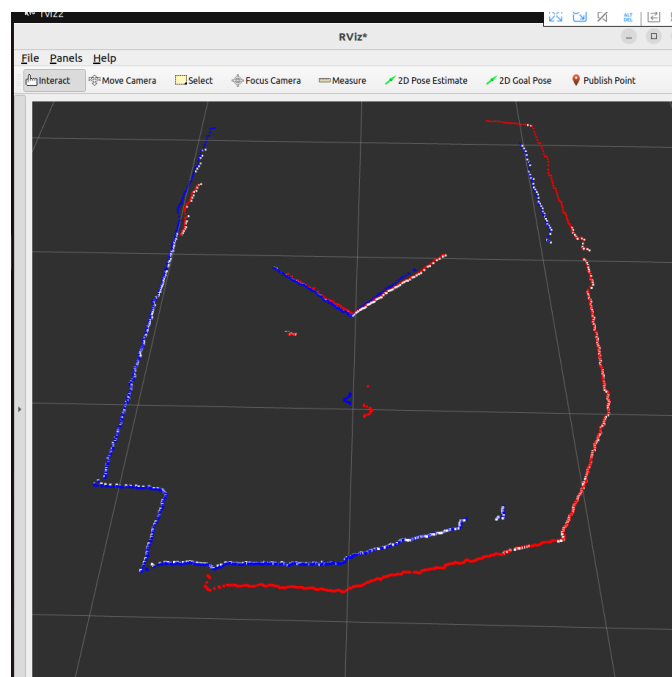


图 2-6

2D 方案相对成熟，在赛季开始第一个月基本完成。但是有其缺点，主要体现在地形适应

性上。对于 RMUL 的平坦地形可以正常工作。但是 RUMC 有起伏路段和上坡需求，2d 方案显得非常局促，考虑的优化方向是融合行为树和 IMU 数据，通过不同状态的不同行为对 2D 方案进行补足。但是实现相对复杂且稳定性难以保证，故考虑使用 3D 方案。通过 3D 激光雷达，扫描空间  $360^{\circ} \times 59^{\circ}$  的范围，同时雷达自带的 IMU 测量出的姿态数据可以很好的获取环境的障碍物，可以极大增强哨兵机器人的感知能力。

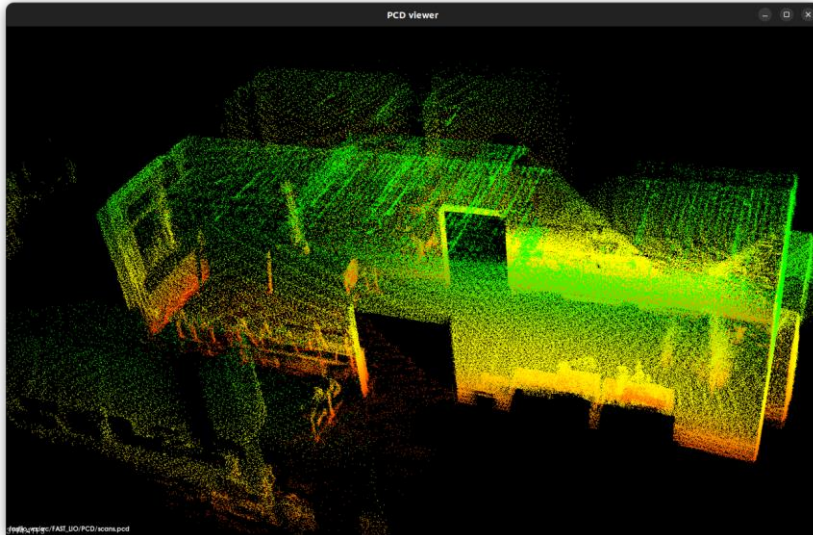


图 2-7

在该条件下的导航方案，我们考虑使用 3D 点云数据压成 2D 数据用于导航使用。该方案会比 2D 雷达方案更稳定，具体体现在可以减少地形起伏带来的雷达数据与地图不匹配的问题，其余部分大致和 2D 方案类似。此外考虑到本身 3D 雷达具备 3D 导航条件，我们也在 3D 导航方向努力，以便更好地应对上坡等条件。

## 2. 其次是哨兵的自主规控能力：

我们考虑到哨兵需要的感知能力不仅局限于环境的感知，还需要信息的感知。哨兵机器人自主决策需要大量的实时数据。所以第一步我们选择采用上位机 NUC 收发裁判系统数据，首先可以极大的减少下位机处理庞大的裁判数据所带来的负担，其次上位机 NUC 可以直接实时处理数据。另外本赛季允许哨兵自主做出兑弹，复活，买活等行为，裁判系统数据转移至 NUC 优势明显。

第二决策算法我们使用行为树(BehaviorTree)库，行为树相对于有限状态机 (Finite State Machine, FSM) 更能应对复杂的决策逻辑。FSM 适用于描述有限数量的状态和状态转换，而行为树通过节点组合支持更复杂的行为序列和并发。其中最明显的支持并发的特性。哨兵机器人算法部分采用 ROS2 框架，有非常多的异步通信行为，而行为树对异步通信支持的很好。同时行为树本身具有高可读性、扩展性、可视化、模块化的优点，另外提供了对状态的有效管理，包括节点的执行状态、黑板 (Blackboard) 的使用等。有效减少了开发的时间和难度。

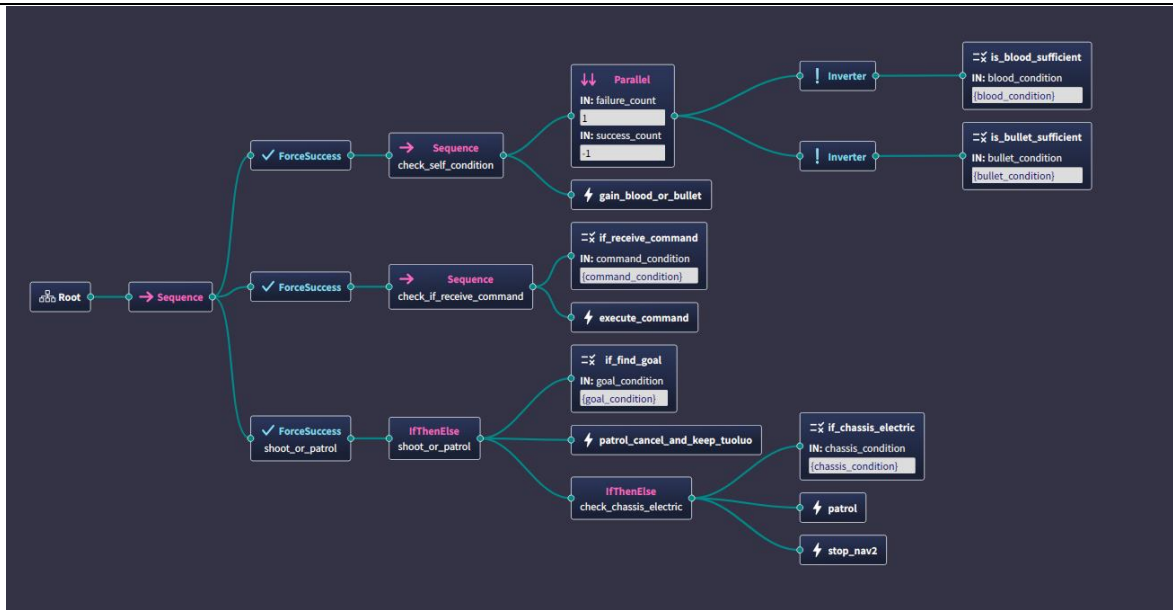


图 2-8

➤ 视觉：

本赛季的获弹量的下调的改动对视觉的识别和预测的准确性要求有所提高，因此我们从更新弹道模型和改进预测算法两方面入手以期提高弹丸击打的命中率。

1、弹道模型上采用变步长龙格库塔法（RK45），通过计算四阶与五阶方法来递推迭代，并通过比较两种方法的结果来估计误差。如此可以在保持弹道模型较高精度的同时，根据迭代过程的误差变化灵活地调整计算步长，提高模型的计算效率。

2、预测方面采用扩展卡尔曼滤波算法（EKF），相较于传统的卡尔曼滤波算法(KF)，EKF 可以适用于弱非线性系统的状态估计问题，并仍然具有较高的实时性能，对于赛场上非线性运动的装甲板有着更准确的预测效果。

我们简化目标装甲板的运动特点为——匀速平移、旋转运动，建立对应的扩展卡尔曼滤波（EKF）预测模型。

其中，选择旋转中心三维坐标、装甲板 yaw 轴姿态、转速和转轴长度作为状态量，装甲板坐标及其 yaw 轴姿态作为观测量。

状态转移矩阵 f:

$$\bar{x}_c = x_c + V_{x_c} * dt$$

$$\bar{y}_c = y_c + V_{y_c} * dt$$

$$\bar{z}_c = z_c + V_{z_c} * dt$$

$$\bar{\theta} = \theta + V_{\theta} * dt$$

$$\bar{r} = r$$

状态观测矩阵  $h$ :

$$Z_{x_r} = \bar{x}_c - \bar{r} * \sin(\bar{\theta})$$

$$Z_{y_r} = \bar{y}_c$$

$$Z_{y_r} = \bar{y}_c - \bar{r} * \cos(\bar{\theta})$$

$$Z_{\theta} = \bar{\theta}$$

考虑到  $h$  矩阵涉及三角函数这类非线性运算，我们将其求雅可比矩阵线性化后再计算卡尔曼增益。

由于模型将平移和旋转加速度均视为零，因此过程误差主要来源于其变化。利用分段白噪声模型的思想，我们可以很容易地依照运动学模型对噪声进行建模，建立过程噪声协方差矩阵  $Q$ 。

过程噪声协方差矩阵  $Q$ :

$$error_{xyz} = \frac{1}{2} * noise * (dt)^2$$

$$error_{\theta} = noise * dt$$

整体算法如下:

$$\mathbf{F} = \left. \frac{\partial f(\mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t)}{\partial \mathbf{x}} \right|_{\mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t}$$

$$\bar{\mathbf{x}} = f(\mathbf{x}, \mathbf{u})$$

$$\bar{\mathbf{P}} = \mathbf{F}\mathbf{P}\mathbf{F}^T + \mathbf{Q}$$

$$\mathbf{H} = \left. \frac{\partial h(\bar{\mathbf{x}}_t)}{\partial \bar{\mathbf{x}}} \right|_{\bar{\mathbf{x}}_t}$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{z} - h(\bar{\mathbf{x}})$$

$$\mathbf{S} = \mathbf{H}\bar{\mathbf{P}}\mathbf{H}^T + \mathbf{R}$$

$$\mathbf{K} = \bar{\mathbf{P}}\mathbf{H}^T\mathbf{S}^{-1}$$

$$\mathbf{x} = \bar{\mathbf{x}} + \mathbf{K}\mathbf{y}$$

$$\mathbf{P} = (\mathbf{I} - \mathbf{K}\mathbf{H})\bar{\mathbf{P}}$$

综上便可建立出 EKF 模型。



## 2.3.5 空中机器人

### 2.3.5.1 需求分析

本赛季针对空中机器人的火力压制，为地面机器人提供火力支援的定位，规划能够在 30 秒内高效发射 500 发子弹，要求在测试中检验命中率并不断优化，并且确保在接下来的 1000 发射击中不会发生卡弹情况。为了提升作战持续性，我们还配备了加弹桶，使机器人能够减少补弹次数补充弹药并持续执行任务。旨在确保在实际赛场环境中，机器人能够迅速、可靠地提供强大的火力支援。

### 2.3.5.2 列举初步的设计思路

#### 1. 无人机模块

裁判系统快拆：放在不被遮挡的上层，弹舱扩容且加弹方便。

采用空腔式贯穿弹舱：增加弹量的同时，充分利用空间，减少板材重量。

减重整机重量 12kg 以下：以结构强度取代板材强度，优化设备布局，进行减重

缩短机架以下部分长度：yaw 轴内置于弹舱，布局更加紧凑定高定点且动力足够，使用 px4 光流及测距模块进行定高及定点。

#### 2. 云台模块

提升云台稳定性 提升云台运动精准度保持陀螺仪零漂在 0.698 deg/h 以内，减少卡弹，输弹顺畅连贯，发射每千发弹丸的卡弹数保持在五发以内，并具有一定的防堵转功能

### 2.3.5.3 研发进度安排与人力投入安排

时间安排	具体任务安排	人力投入安排
2023.10.27-2023.11.03	对 23 赛季机器人进行优化完善并测试发射；23 试飞设备调参；完整的 FreeRTOS 任务体系及各结构正常通信；	电控：户昱翔 机械：张雨菲
2023.11.04-2023.12.30	机架设计初版；弹仓云台设计；完成基于陀螺仪控制的云台；验收卡尔曼滤波器，完善反陀螺	电控：户昱翔 机械：张雨菲
2024.01.01-2024.02.02	完成机架设计；测试版云台正常发射弹丸；完成第一部分代码	电控：户昱翔 机械：张雨菲

2024.02.03-2024.02.23	调试弹道稳定性，进行试飞工作，电控视觉联调，进行攻击前哨站和地面兵种测试。	电控：户昱翔 机械：张雨菲
2024.02.24-2024.03.29	完成整机优化；飞手练习；完善代码；进一步提高整体命中率。	电控：户昱翔 机械：张雨菲
2024.03.30-2024.04.13	整机完整性训练；适应性训练	电控：户昱翔 机械：张雨菲 飞手：何俊健

### 2.3.5.4 技术难点分析

#### ➤ 机械

1. 减重：因本无人机选用的动力系统推荐整机重量为 14.5 千克，而为保证无人机在赛场上具有更好的机动性，无人机的整机重量需要尽可能的小。首先，选用相同扭矩下体积和重量更小的云台电机；其次，排除“死重”后，设计时紧凑设备布局，优化空间利用十分重要，同时尽量以结构强度取代板材强度，且在满足强度要求的情况下对板材尽可能的减重镂空。

2. yaw 轴内置：因 22 赛季无人机因弹链弯管数过多导致弹链中阻力过大，拨弹轮对弹丸的推力不足使弹丸不能通过限位轴承，从而出现卡弹或断弹的情况。因此 24 赛季无人机采取 yaw 轴内置，使弹丸不必穿过 yaw 轴 6020 电机的通轴才能从弹舱进入云台，将原本的七个弯管缩短至三个弯管，并且 yaw 轴的内置使机架以下的部分长度缩短，起落架长度缩短，结构布局更加紧凑，整机看起来更具整体性和美观性。

#### ➤ 电控

1. 云台稳定性：无人机在飞行过程中云台的稳定性是弹丸能够精准射击的前提，传统的依靠电机编码器进行串级 PID 角度环控制，在无人机飞行不平稳时不能够很好的保证云台的稳定性，因此我们使用陀螺仪作为串级 PID 的外环反馈，在此控制方式下云台能够更平稳的转动，即使在无人机飞行不平稳的情况下也能保持云台在 pitch 和 yaw 的稳定性。同时如何使用更多的数据融合来解决陀螺仪的零漂和精度也是很大的挑战。

#### ➤ 视觉

1. 相较于普通步兵的自瞄，无人机的自瞄更偏向于击打远距离单位，因此我们使用了深度学习，对远距离单位的识别效果更加优秀。

2. 因为攻击距离较远，所以我们使用了 BA 优化来对测得的距离数据进行优化，明显的提升了测距的精确性。

3. 由于无人机上搭载的运算平台需要满足轻量化的要求，所以算力稍低于一般的运算平台，我们采用后剪枝策略，对训练好的模型进行剪枝操作，精简模型参数。同时，部署时使用 int8 加速，可以有效提高帧率。在不影响模型性能的情况下，尝试蒸馏操作，进一步提高推理速度。

## 2.3.6 飞镖系统

### 2.3.6.1 需求分析

本赛季飞镖系统在击打前哨站和基地固定靶方面与上赛季相比差别不大，要求在规定时间内完成飞镖发射和打击任务。比赛要求参赛队拥有装载并发射四枚飞镖的能力，且飞镖能够在预期的飞行姿态下击打到敌方的前哨站和基地，通过识别并造成伤害。要点在于如何自主填充飞镖并发射，且飞镖镖体的设计能够让飞镖获得良好的滞空能力并按要求撞击到装甲板且被检测出伤害。飞镖系统包括能够自主蓄力并发射四枚飞镖的发射架，以及能够进行姿态控制和目标跟踪的飞镖镖体。同时注意到，新规则增加了敌方基地顶部装甲板可移动的选项，对飞镖在飞行途中进行导航的能力提出了新要求。

### 2.3.6.2 列举初步的设计思路

#### 1. 底盘模块

yaw 轴角度调整：使用丝杆推动，齿条齿廓带动旋转。

pitch 轴 25°-45°调整：用丝杆改变支撑杆一端位置来改变高度。

保证整个飞镖发射架稳定：发射架底盘面积大，设计对称且重心低。

#### 2. 发射模块

发射飞镖：使用摩擦轮发射。

飞镖供弹：利用丝杆推动飞镖前进。

#### 3. 镖体模块

能够被前哨站及基地准确识别：重心靠前，翼动力靠后。

射出后飞行轨迹稳定：仿流体型镖体。

### 2.3.6.3 研发进度安排与人力投入安排

时间安排	具体任务安排	人力投入安排
2023.10.01-2023.10.27	学习老飞镖整体代码思路	电控：杨名扬
2023.10.28-2023.11.15	设计新飞镖镖体结构 调试相关电机，编写发射机构代码	机械：赵天培 电控：杨名扬
2023.11.16-2023.11.30	绘制飞镖发射架和底盘 编写调节底盘 yaw 轴和 pitch 轴角度的代码	机械：赵天培 电控：杨名扬
2023.12.01-2023.12.10	审图 完成整机代码	机械：赵天培 电控：杨名扬
2023.12.11-2023.12.20	外派加工，飞镖系统及飞镖镖体装配完成	机械：赵天培
2023.12.21-2024.01.10	调试飞镖系统，练习打击前哨站	电控：杨名扬
2024.02.13-2024.02.20	完成中期考核，并拍摄视频	电控：杨名扬
2024.02.20-2024.03.01	根据发射效果，调节摩擦轮间距和转速	机械：赵天培 电控：杨名扬
2024.03.01-2024.03.07	调节 yaw 轴和 pitch 轴的限位	电控：杨名扬
2024.03.07-2024.03.15	试飞飞镖，观察落点，调节各个角度，寻找能精准打击的位置	电控：杨名扬
2024.03.15-2024.03.22	根据实际情况优化镖体结构	机械：赵天培
2024.03.23-2024.03.29	再次试飞，查看发射效果，进行相应的优化	电控：杨名扬
2024.03.30-2024.04.05	完成完整形态考核，并拍摄视频	机械：赵天培 电控：杨名扬

### 2.3.6.4 技术难点分析

#### ➤ 机械

1. 飞镖发射架是将飞镖发射出去的机构，因此，在设计飞镖发射架的时候需要保证飞镖发

射架拥有较高的发射精确度，即保证飞镖有相同的初始状态，飞镖发射架在发射的过程中不会发生较大偏移和振动的情况。飞镖发射架应具备调整角度来适应落点偏差的功能。

2.飞镖镖体是整个飞镖系统中非常核心的一部分，制导飞镖设计难度大，纯机械飞镖飞行轨迹不可控，完全由机械设计决定，受环境因素影响较大，且在设计时飞镖效果不直观，往往需要多次测试和修改才能达到预期效果。而且飞镖翼部分容易损坏，都使用 3D 打印对飞镖镖体进行制造，一体化设计制造成本高，因此，飞镖需要模块化设计，将飞镖翼等高损耗、需要多次修改的部分从主镖体分离，分别设计、制造。

### ➤ 电控

1.飞镖姿态。需要飞镖内的微控制器在发射后的短时间内完成对飞镖姿态数据（roll,yaw,pitch）的采集和摄像头数据的采集，通过陀螺仪数据和摄像头数据的融合，完成对飞镖当前姿态的判断，这对飞镖内的微控制器的性能和对陀螺仪数据的处理都提出了很高的要求。

2.飞镖自控。飞镖的姿态在飞行的过程中容易受到外界气流和自身重力影响，需要飞镖在结合姿态控制算法的基础上实现保持稳定姿态。这对相关控制算法的理解与应用提出了要求

## 2.3.7 雷达

### 2.3.7.1 需求分析

本赛季雷达站主要有目标识别定位、预警、辅助决策三大主要功能模块。由于新赛季规则加强了雷达识别的效果，若能识别并标记敌方地面机器人将对我们增加一个强力 buff，因此对雷达的识别精度以及识别率提出了更高要求，所以需要尝试更为先进的神经网络模型算法和点云处理算法。具体雷达站需要实现的功能有：识别并准确定位敌我机器人、连续跟踪目标机器人、在敌方机器人出现在基地时进行预警、对关键资源点的占领情况进行识别警示、与哨兵机器人通信并发送相关位置帮助哨兵机器人做出判断、对于敌方机器人的动向进行分析，并提供重要决策。

### 2.3.7.2 列举初步的设计思路

装甲板神经网络采用 yolov5-keypoint 四关键点回归模型，采用 TensorRT 进行模型部署，采用点云处理图像深度图映射，图像坐标与深度图融合计算定位到车辆平面坐标，采用 UART 官方裁判通信方式。

### 2.3.7.3 研发进度安排与人力投入安排

时间安排	具体任务安排	人力投入安排
2023.10.27-2023.11.03	相机标定 雷达标定	视觉：赵隽博
2022.11.04-2022.12.30	深度学习框架改进 尝试类孪生神经网络	视觉：赵隽博
2023.02.03-2023.02.16	训练新模型并部署	视觉：赵隽博
2023.02.17-2023.03.01	尝试装甲板跟踪算法	视觉：赵隽博
2023.03.02-2023.03.08	裁判系统通信测试 场地测试	视觉：赵隽博

### 2.3.7.4 技术难点分析

- 1.可靠鲁棒网络模型，数据集较少，模型识别效果可能较差，识别率不高。
- 2.模型回归精度不够，深度学习方法，关键点回归位置有所偏移，上赛季反馈识别到的车会时而在坡上，时而在坡下。新赛季规则改动，对精度的要求更高。
- 3.点云的有效处理，与装甲板目标的跟踪预测。

## 2.3.8 人机交互

### 2.3.8.1 通过多机通信的方式丰富操作手客户端自定义 UI

为了解决操作手界面 UI 绘制困难的问题，我们开发了可以更方便地设计操作手 UI 的软件。此软件目前还处于开发中。此前有其他队开发的类似软件，但操作复杂且效果不佳。我们的版本可以像矢量绘图软件一样方便地绘制 UI 结构，将电控同学从紧盯着操作手端界面调整 UI 的任务中解放出来。

可以基于此软件构建一种操作手端自定义 UI 的描述文件，并通过其他方式将这种描述文件转换为可直接编译的电控代码，或者以其他方式植入电控端框架（如我队的 UIML 框架）中，还可以搭配方便调用的图形元素操纵 API，让绘制操作手 UI 真正像操作图形元素一样简单。



由于存在着键盘指令从操作手发往电控、图形元素从电控发往操作手这两条数据通路，所以通过自定义 UI 实现一套菜单系统是完全可行的。典型的预期应用场景有：操作手控制视觉端进行录制、图像采集；操作手调整视觉端曝光灵敏度；操作手开关自瞄识别框是否出现在 UI 上等。

计划中自定义 UI 至少需要为作战机器人单位提供校正的准心、辅助射击线（如英雄吊射线）、电机状态警告（如拨弹轮电机堵转等），为工程机器人提供机械臂转动状态、气泵状态指示等元素，以及超级电容状态、功率限制状态等重要信息。前文所述的 UI 框架体系可以提供锦上添花的功能，在此不再赘述。

由于比赛现场无线电环境不理想、WiFi 延迟等原因，操作手自定义 UI 经常会出现可感的延迟。为了在此类情况下保留将某些重要信息传达给操作手的备份信道，我们还计划在机器人上加装物理 LED 状态指示，通过更可靠的图传方式将重要的状态信息直接地传递到操作手端。LED 与自定义 UI 互为备份，以此保证重要信息的传达。

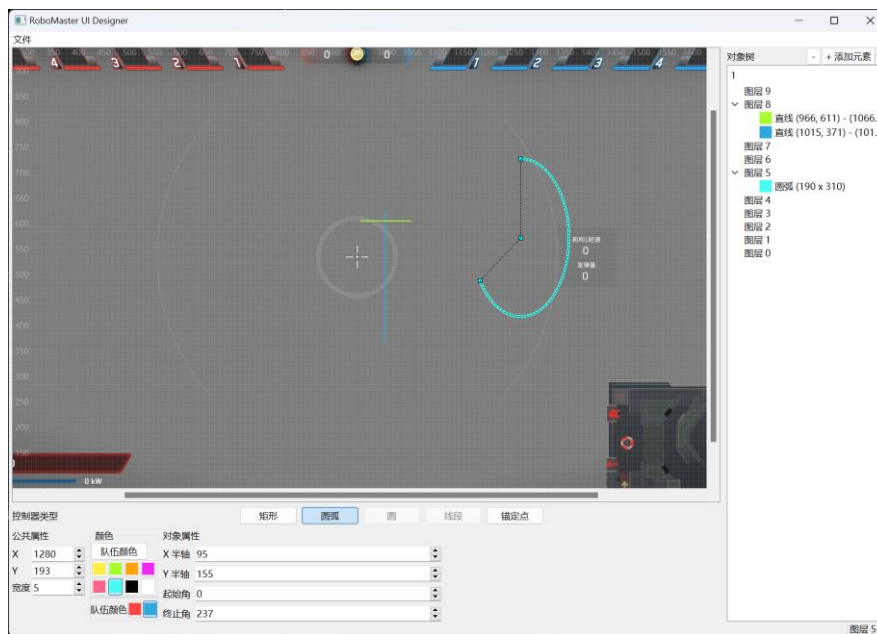


图 2-9

### 2.3.8.2 工程机器人自定义控制器

在 2023 赛季兑换矿石难度加大后，自定义控制器能够有效减少工程的取矿兑矿时间，其基本原理是建立起控制器和机械臂的六轴映射关系，再将控制器的数据转换为电机的转动角度并发给裁判系统，从而令操作手灵活的控制机械臂。下文仅谈论控制器和机械臂映射的方案：

方案一：IntelRealSense D435i 深度相机

D435i 提供了完整的深度相机模块，集成了视觉处理器、立体深度模块、RGB 传感器以

及彩色图像信号处理模块。通过运行 vins-fusion，我们可以得到其在三维空间内的位置信息和姿态角信息，而这两种信息恰好可以与机械臂六轴建立映射；同时，它的开发完全不需要机械同学参与，不仅满足效果还能提高效率。



图 2-10 D435i 深度相机

### 方案二：AprilTag

AprilTag 是由 University of Michigan 的 APRIL Robotics Laboratory 提出的一种视觉基准系统(Visual Fiducial System)，其应用领域包括 AR、机器人、相机校正等。通过对 AprilTag Marker 的识别，可以确定相机的位姿(相对于 Marker)。

相对于深度相机方案，AprilTag 方案不仅能够得到三维空间内的位置信息和姿态角信息，并且它的成本也比深度相机要低廉了很多（其成本为一张 A4 纸），所以为我们在如果深度相机遭遇不测后的备用方案（其为备用方案的原因是我们没想到真的有一个学长留下来的高贵的 D435i）

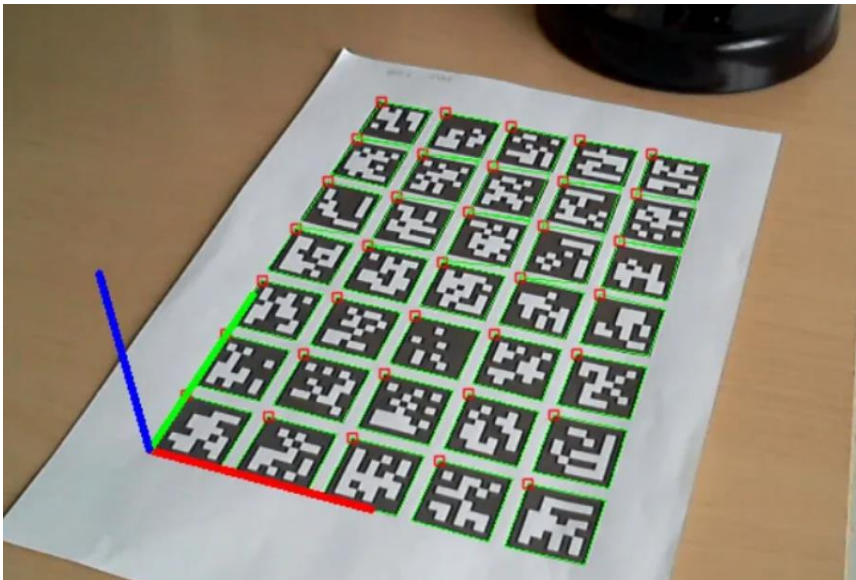


图 2-11 AprilTag

### 方案三：imu 惯导（已弃用）

通过对 imu 的加速度计数据进行积分，同时对其进行滤波来消除累计误差，获得 imu 移动后在三维空间的位置差；同时 imu 本身能够稳定的获得当前状态自身的位姿信息，所以能

够进行机械臂的六轴映射。但是由于我们此前并没有深入研究过传感器滤波方面的技术，考虑到开发的时间成本问题所以被弃用。

## 2.4 技术储备规划

### 2.4.1 通用技术储备

#### 2.4.1.1 自动定位与导航算法

本赛季新增半自动控制方式，并对选择半自动控制操作方式的机器人提供较大经验优势，因此从长期视角下考虑，实现全兵种全自动是未来比赛的一大趋势，有助于提升战队优势及技术高度。

机器人实现自动导航就是实现机器人自主完成行驶任务以及自主避障，所需功能包括定位、建图和路径规划。在 ros2 的代码框架下，可采用的定位方案包括 AMCL 和 SLAM，其中，AMCL 用于 2D 移动机器人的概率定位系统，它实现了自适应（或 KLD 采样）蒙特卡洛定位方法，可以根据已有地图使用粒子滤波器推算机器人位置，而 SLAM 则是同步定位与建图，实现定位及创建地图的功能，根据传感器不同，可分为二维激光 SLAM（例如 Cartographer）、三维激光 SLAM（例如 LIO-SAM 系列和 LOAM 系列）、以及视觉 SLAM（如 ORB-SLAM3）；建图方案可采用较为常用且比较成熟的 gmapping 算法，根据移动机器人里程计数据和激光雷达数据来绘制二维的栅格地图；路径规划方案可采用 Nav2 导航框架，它提供感知、规划、控制、定位、可视化等功能，完成基于传感器数据的环境建模、动态路径规划、避开障碍物等机器人行为。

#### 2.4.1.2 UIML 做持续优化

UIML 为我队开发中的开源通用电控框架，基于 STM32 HAL 库构建，其主要特点是采用类似 ROS 话题通信的方式使模块解耦，且可灵活配置模块适应不同机器人需求。例如，可为机器人加入不同底盘模块或者修改底盘配置文件参数来兼容多种底盘构型的机器人；可为机器人加入不同陀螺仪驱动模块兼容使用不同陀螺仪或主控板的机器人。

由于 UIML 框架在上赛季开发时功能与设计并不完善，在上赛季并未真正投入实战。我们在本赛季对其进行彻底评审与重构，以期解决队内电控代码不统一导致的诸多痛点问题。

本赛季我们将 UIML 框架移植到了基于 CMake+GCC 构建的工具链“PEPB”，以适应现代化开发模式（能够在上位机完成测试样例，可以使用更智能的编辑器辅助开发，等等），并对 UIML 本身做了诸多改进。各模块现在可以通过编写类似 YAML 的文本进行参数配置；引

入现代 C++ 替换了旧代码中的对象模式；引入新的消息数据结构方便编写；引入 clang-format 规范代码格式等，总体上使经过重构的 UIML 更加易用、代码更可读。

本赛季还将为 UIML 加入许多在上赛季未实现的新模块与功能，诸如“操作手通过自定义 UI 操纵视觉上位机”等功能也可以在 UIML 的支持下以更稳定可扩展的方式实现。

### 2.4.1.3 规范手册

各组实时记录团队管理、技术更新等方面的经验。曾走过的弯路，高效的管理方式等都通过文档在队内同步分享；除了传承之外还涉及到队员人物的规范与统一，如电控组的硬件布置或代码编写。技术进步方面，各兵种也有自己的技术交流会和专门的会议记录，为每年的技术交接、工程培训提供了很大便利。



图 2-12 电控组规范手册

## TARS\_Go战队机械组标准化设计规范手册

版本号	更新内容	修改人员	修改时间	备注
V1.0	SolidWorks标准化文件管理	王奕凯	2023.01.01	
V1.1	设计思路: 透光几何	王奕凯	2023.03.01	设计思路: 透光几何部分要优化
V1.2	模型渲染与下载: 推荐渲染序列例: 常见轴类造型	王奕凯	2023.06.20	随时补充
V1.3	设计思路与禁忌: 机械安全规范	王奕凯	2023.06.28	随时补充
V1.4	布线规范: 分线板设计	何俊捷, 王奕凯	2023.06.29	增量方面: 随队机3D打印机要补充
V2.0	加工设备使用与维护: 测试项目: 板卡减重	张闻麒, 张雨菲		

### 一、总述

TARS\_Go战队主要竞赛方向为RoboMaster机甲大赛，有四个主要赛项。

1. RMVC，超级对抗赛，多兵种全弹种的射击对抗比赛
2. RMLL，高阶联盟赛，又分为V13和V11两部分，涉及策略、步兵、骑兵三个兵种
3. RMLT，兵种单项赛，重点在于某一兵种的技术突破（2023赛季暂停报名）
4. RMLA，人工智能挑战赛，偏向算法决策方向，使用官方步兵，对机械无要求（2023赛季暂停报名）

机械组作为战队技术组之一，负责的是战队机器人机械部分的设计、制造与装配。

主要应用的知识涉及物理、材料力学、理论力学、机械原理、机械制造、机械精度、机械设计等多门学科，不过对于比赛用机器人，了解基本的机械设计方法、制造出能稳定运行的机器人即可。

- 在设计过程中，战队主要运用SolidWorks进行设计，并且机械组内应保持统一版本，以防止出现最新版文件在低版本中无法打开的情况。
  - 例如，solid works2021创建的文件无法被solid works2021打开，如果需要向低版本传输文件，或者不确定对方solid works版本时，需要将文件另存为\*.stp或\*.step格式
- 在协作过程中，队内用SolidWorks进行文件版本管理，用NAS进行大文件的保存。
  - （OSS浏览器 用来管理NAS文档，由每非机械组长使用，账号密码联系软件组负责人）
- 在制造过程中，队内有两种加工方式，一种是使用数控机床进行平面的板材加工，另一种是使用3D打印机打印PLA材质的零件，两种方法各自都有各自使用的软件，AutoCAD, Altium, Cura, YGview, Wlabeo等。
- 在装配过程中，队内主要使用气动螺丝以及对应批头，每个兵种配备一个工具箱，拥有一个专属颜色，赛季中发生人为工具丢失、损坏等情况，需要自行负责补全。
  - （黄绿: 红色工程-橙色步兵-黄色骑兵-绿色飞弹-蓝色无人机-紫色黄色-棕色-白色）

1. 零件(SLDPART)是组成机器人的基本单位，由标准件、非标准件、官方模块三个部分组成，零件通过配合组成部件装配体(SLDASSEMBLY)，部件装配体最后组合成总装配体，也就是总装(SLDASSEMBLY)。
  - 官方模块也是一种标准件，只不过因为比赛实际情况使用频率高而被单独列出来
  - 标准件包括国标规范的零部件，例如轴承、紧固件等，还包括在网上可以买到的各种成品零件，例如铝排、铝柱、尼龙柱...
2. 一个恰当的名称能体现零件的某一特征或组别特征，使阅读者在第一时间就能准确的理解其含义，而无须过多的思考，对零件的命名要求做到简洁、恰当、实用、易懂，既不能过分简单或繁琐，也不能给人以歧义感<sup>[1]</sup>。针对每一种零件和装配体都有其命名的规范，根据这种规范可以统一设计习惯，做到通用化管理，也可以为之后的加工装配节省整理文件的时间。
3. 在SolidWorks软件中，零件的文件名其实应该是零件的型号，在零件属性内会有另外的“物料名称”选项，理论上应该对物料名称进行命名，这样在生成BOM表等情况下会很顺畅，但根据战队实际情况，机器人的结构大多在3~4层，且各个模块使用数字编号不够直观，也因为懒得改官方提供的模板，所以我们将零件文件的名称当作“物料名称”来使用，之后的一些BOM表有关的操作也通过对文件名的整理来完成。
  - 针对非标准件命名方式
    - 基本规则: ==材料-名称-型号-版本号==
    - 材料: 写明零件所使用的材料，例如: 铝板, 亚克力, 铝, 光敏树脂, PLA, 铝管等，可以有效提高准备加工工件的速度，同时降低出错率。
    - 名称: 为了使零件更加容易区分，可以通过描述零件的两种到三种特征来给零件命名，常用的特征有: 功能, 形状, 材质, 位置, 位置, 制造方法等，也有一些约定俗成的特殊名称可以用作零件的命名，例如: 摆臂安装座 (特殊名称+功能+形状)、云台支架板 (位置+方向+材料)、90度弯管接头 (形状+功能) 等。
    - 型号: 我们对材料所对应的具体型号，在这一部分进行标注，比如板材厚度3mm, 铝合金型号-6061, 光敏树脂型号-3200, 铝方管规格-15x15x1等。（括号符号以及PLA的型号可以选择省略，不过如果是起支撑作用的PLA块可以写上厚度便于区分）
    - 版本号: 我们在这一部分对零件的兵种以及迭代版本进行标注，以区分加工时所使用的文件，取每个兵种拼音首字母来代表对应兵种，如: 英雄V工程G步兵G骑兵S无人机电飞艇F, 初始版本为1，迭代后数字递增。（也可以使用自己定义的字母作为版本号，但是字母V不允许使用）
  - 例如: 铝板-云台支架板-4mm-B1
    - eg: 铝-3308电机座-4061-V1
    - eg: 光敏树脂-透光充能固定板-S200-S1
    - eg: 铝管-抬升立柱-20x20x1-G2
  - 仅有非标准件可以加入版本号!!!
  - 每个零件的材料必须与实际相符，铝板与碳纤维除外。
- 针对标准件命名方式
  - 标准件主要分为三种，每种有不同的命名方式
  - 紧固件: 螺丝、螺母、弹垫、卡簧
    1. 在ToolBox中生成的零件不需要额外命名，具体使用到的零件可以参考ToolBox使用总结。
    2. 针对翻打螺栓、防松螺母等需要自行建模的零件，命名规则: ==紧固件-类型-型号==,
      - eg: 紧固件-翻打螺栓-D4M5x65

图 2-13 机械组规范手册

### 2.4.1.4 超级电容

超级电容是以双向 buck-boost 电路拓扑为基础，实现对整车功率最大利用的装置。当底盘功率未达到整车最大输出功率时，部分电能将通过双向 buck-boost 流向电容组，为电容组充电；当主控通过 CAN 通讯告知需要飞坡，冲刺等大功率操作时，电容组中的电开始通过双向 buck-boost 反向流动，与电池一起为底盘供电。

### 2.4.1.5 主动悬挂

上赛季做过通过推拉电磁铁实现自适应悬挂到独立悬挂转变的测试，由于推拉电磁铁本身结构刚度不足导致失败。本赛季使用电推杆推动同侧轮组校正工程重心。于是提出猜想，可以选择合适推力、速度的电推杆，通过陀螺仪数据判断是否处于坡地与平地的交接处，来起到自适应悬挂的效果，通过检测起伏路段震动提升独立悬挂的减震效果，同时还能实现“蹠脚”、“侧头”等操作。



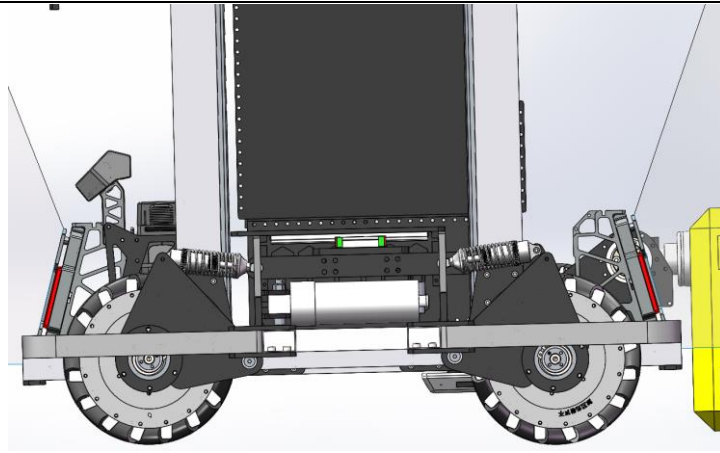


图 2-14 主动并联悬挂 10mm 行程可以使车体倾斜 3.5 度

## 2.4.2 特定兵种技术储备

### 2.4.2.1 轮腿步兵

相较于传统步兵或一般平衡步兵，轮腿构型的平衡步兵使得机器人拥有更多的自由度，为机器人在复杂地形上的平衡与运动带来了极高优势。在 24 赛季新规则中，飞坡起点附近公路的围挡被取消，对于如轮腿等拥有跳跃功能的机器人提供了全新的进攻方式，由此可见轮腿构型不仅能够显著提升机器人的单兵素质，也是团队战术中至关重要的一环。因此进行轮腿机器人的设计与开发至关重要，能够进一步拓宽队伍战术思路、提升战队技术高度。

对于平衡与运动的控制是轮腿机器人控制算法的核心。在机器人的平衡与纵向运动方面，可采用 Matlab 进行多体动力学仿真对系统进行仿真建模，从而得到简化后的机器人模型，并在此基础上使用 LQR 控制器进行控制。除平衡与纵向运动之外还需对机器人的高度与横滚姿态等状态进行控制，对于双腿角度与长度可简单采取 PD+前馈的控制，以此增强机器人双腿的协调性。然而以上控制系统无法在机器人双轮离地的情况下保持机器人姿态稳定，因此需进行机器人离地检测算法的开发，以保证控制系统能够快速准确地切换控制算法，避免机器人在空中的姿态失控。可通过加速度计与关节电机力矩反馈解算地面对机器人驱动轮竖直向上的支持力判断机器人是否离地，兼顾快速性及准确性，可提高机器人在空中的姿态稳定性，确保机器人在飞坡、跳跃时以良好姿态落地。

### 2.4.2.2 yaw 轴偏移英雄

随着比赛向激烈化、自动化方向发展，英雄机器人的生存空间被进一步压榨，在满足精准度、灵活性等条件下如何进一步提高生存能力成为了一个重要的研究方向，尽管英雄机器人可以靠着强大的步兵机器人和哨兵机器人获得输出空间，但如果英雄机器人具备一定的防守反击能力，解放步兵机器人，让其投入到压制敌方机器人的工作中，能够起到更大的战术



作用。

现阶段主流英雄机器人底盘结构沿正向主要分为前仓、yaw 轴、弹仓这三个区域，本构想使用中心供弹，将原本位于后部分的弹仓取消，利用侧仓作为储弹区域，将侧方装甲板向远离 yaw 轴方向偏移，使用舵轮轮组，机器人小陀螺时绕 yaw 轴旋转，能够对敌方视觉造成一定干扰。同时搭配主动悬挂，将远离 yaw 轴的两个轮组伸长，使机器人在墙后面做出“侧头”行为，将枪口伸出障碍物的同时不露出侧面装甲板。

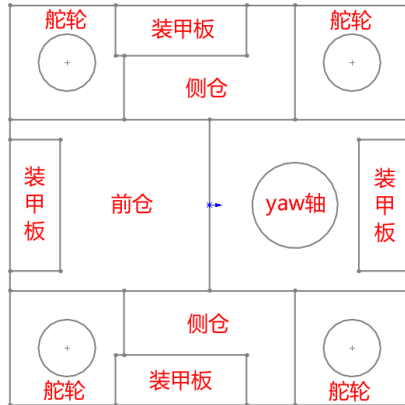


图 2-15 yaw 轴偏移英雄俯视图

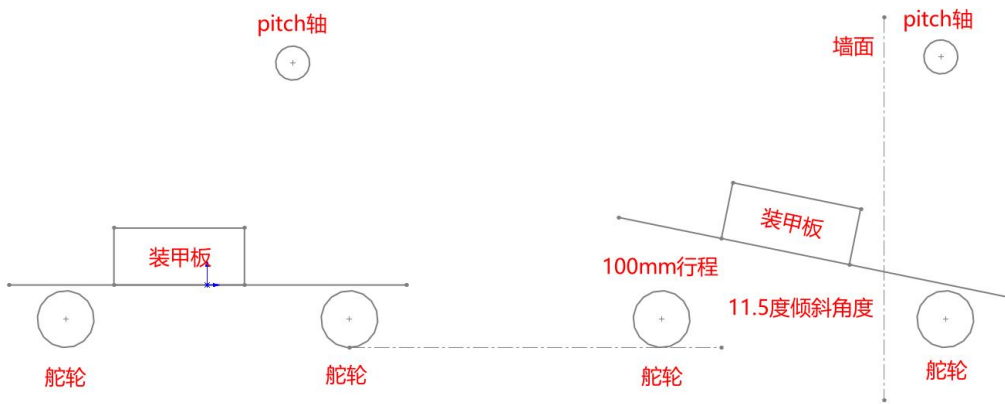


图 2-16 yaw 轴偏移英雄侧视图

# 3. 团队架构 (10)

## 3.1 组织架构图

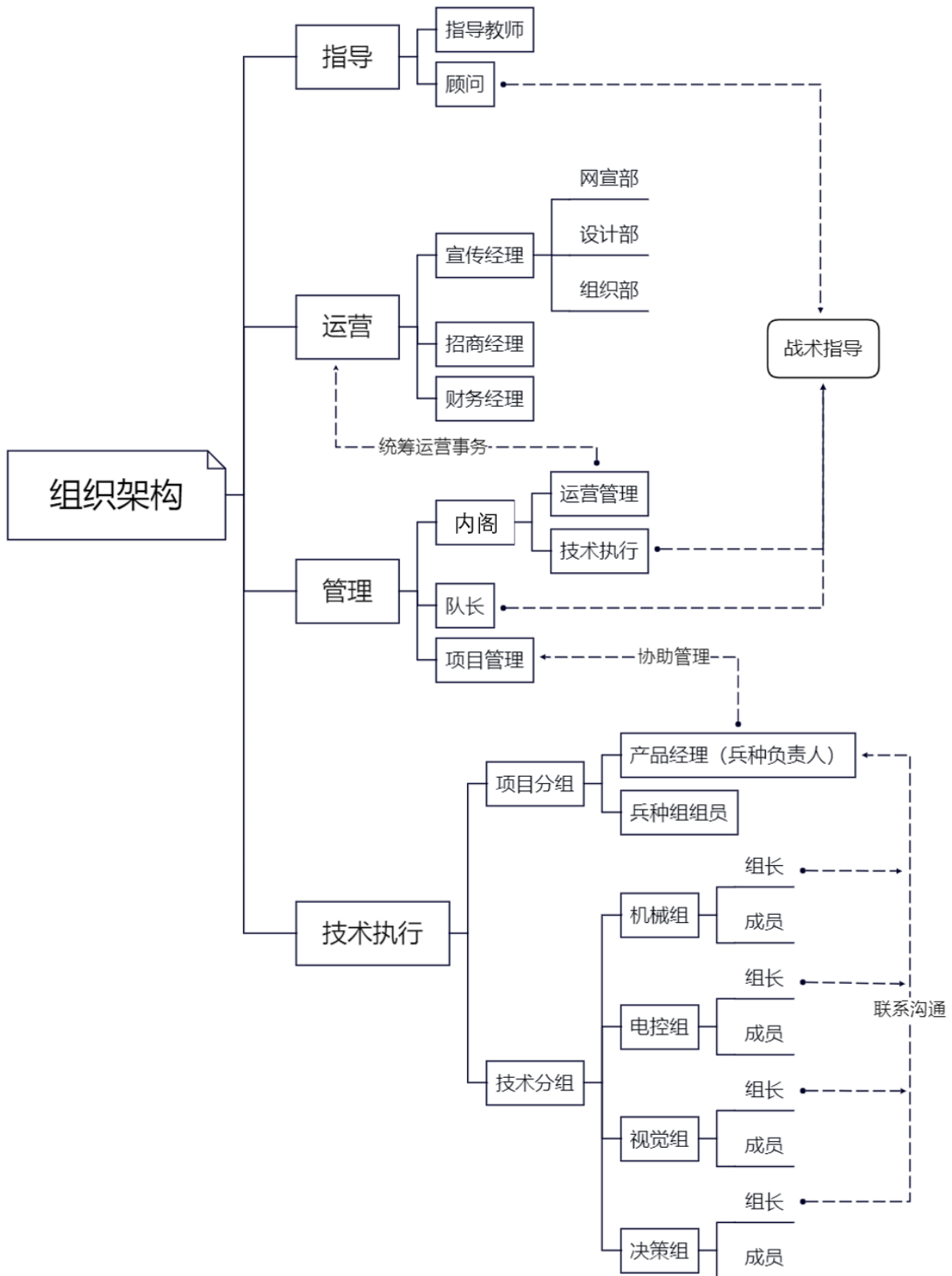


图 3-1 组织架构

## 3.2 职能职责描述

分类	职务	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
指导	指导教师	1.根据组委会及学校的竞赛体系、政策对团队建设做出统筹规划。 2.与学校及企业联系沟通，为比赛争取场地、资金等资源。 3.了解项目内容及团队建设，提供技术上、管理上的指导。 4.把握团队文化建设方向，推动团队氛围。	1.作为本校教师有过硬的专业能力，且对机甲大师赛事有一定兴趣 2.对事负责，有良好的沟通、协调能力及管理能力 3.能够为团队比赛从学校争取资源	4人
	顾问	1.能够在团队成员备赛过程中及时发现队伍问题并给出解决方案。 2.为团队提供技术支持，为其发展提供可行性建议。	1.面向曾经参加过RoboMaster赛事，有一定参赛和备赛经验的本战队前辈。 2.有相关知识及能力，能为团队提供技术支持	5人
	战术指导	1.参与到团队备赛过程中，深入了解队伍实力。 2.了解比赛规则。	本队伍目前不设置专门的战术指导岗位，该职能由队长、项管、内阁成员及顾问兼任，共同商议讨论完成	-
管理	队长	1.统筹规划队内各项工作，做好队内人员分工。 2.与相邻赛季参赛人员对接，保证技术、文化等顺利传承。 3.在队伍内营造良好交流氛围以及正向的价值导向。	1.需至少有一年的在队经验 2.了解团队的技术储备情况，能够洞察项目需求并做出合理规划与决策。 2.对团队有归属感且能引领团队文化建设，创造积极的文化氛围。	1人

<p>项目管理</p>	<p>1.根据团队的实际制定规划、调节项目进度。 2.牵头完成并提交赛季规划、中期及完整形态等多项考核内容，做好统筹工作。 3.负责整个战队的物资管理。</p>	<p>1.需至少有一年的在队经验。 2.有着一定的管理经验和管理能力，对团队发展有长远规划 3.熟悉项目成员且善于沟通，做事认真，能够协调团队分工，督促项目进度。 4.了解参赛流程，擅长文档撰写，能积极配合官方工作。</p>	<p>1人</p>	
<p>管理层决策机构——内阁</p>	<p>1.负责协调不同校区的进度 2.负责对队伍下一步的研发方向进行决议 3.监督并审核组内每个成员的任务完成情况，将本组一周问题或资源需求汇总，由组长在内阁会上提出交流，完成资源调用，形成闭环。</p>	<p>1.需至少有一年的在队经验。了解团队运营管理和技术执行，有一定的管理和统筹能力。 2.至少包括机械、电控、视觉、AI组组长，包括战队及社团的运营管理负责人和宣传经理。 3.由机械、电控、算法三大组组长担任副队长。</p>		
<p>技术执行</p>	<p>组长（机械、电控、算法）</p>	<p>1.与相邻赛季人员对接，保证技术传承 2.负责机械组内的任务安排，确保工作高效进行。 3.与兵种负责人协调沟通，把握全队的机械规划及进度安排。 4.牵头组织梯队成员的培训工作。</p>	<p>1.需作为前一赛季梯队成员接受过系统培训，了解团队及赛事相关内容。 2.热心团队事业，了解团队建设状况，擅于与他人沟通、合作。 3.掌握一定的专业知识及能力。</p>	<p>1人</p>
	<p>机械组</p>	<p>1.讨论并制定各兵种设计方案，完成机器人的机械的结构设计及建模。 2.完成机械结构的加工和整车装配，与同兵种组同学做好协调与沟通。 3.负责机器人的日常维修工作</p>	<p>1.需作为前一赛季梯队成员接受过系统培训，了解团队及赛事相关内容。 2.熟练掌握 SolidWorks、CAD，可以熟练操作雕刻机，有较强的动手能力、创新思维。 3.会使用必要的工具，如电钻，角磨机，车床等。</p>	<p>5人</p>

<p>电控组</p>	<p>1.负责各兵种的电控代码的编写与调试工作</p> <p>2.能够完成电路原理图的设计、对制作的 PCB 能够完成焊接和调试工作</p> <p>3.对设计完成的软件和硬件能够进行迭代优化，并形成说明文档。</p>	<p>1.需作为前一赛季梯队成员接受过系统培训，了解团队及赛事相关内容。</p> <p>2.掌握嵌入式 C 语言编程方法，有一定电路基础</p> <p>3.熟悉 AltiumDesigner 画板软件，并掌握基本 PCB 布局、布线原理</p> <p>4.熟悉 Keil 使用方法，能运用 Keil 开发 ARM 项目</p> <p>5.了解 Multisim、MATLAB 等仿真软件，了解基本通信原理</p>	<p>16人</p>
<p>算法-视觉组</p>	<p>1.负责识别敌方机器人装甲板及位姿估计、精准击打能量机关等视觉代码的编写</p> <p>2.负责摄像头、运算平台等视觉设备的选型</p> <p>3.与其他组别的同学进行沟通，完成联调测试</p>	<p>1.需作为前一赛季梯队成员接受过系统培训，了解团队及赛事相关内容。</p> <p>2.能够较熟练使用 C/C++进行项目开发，系统学过图像处理理论框架。熟悉以下一个或多个内容。</p> <p>3.利用 OpenCV 进行图像处理，能利用 OpenCV 独立写出目标识别/跟踪算法。</p> <p>4.掌握 SVM、CNN、Yolo 等机器学习或深度学习算法；相机姿态估计等</p>	<p>6人</p>
<p>算法-AI组</p>	<p>1.负责机器人定位、路径规划算法、智能决策算法研发及代码编写</p> <p>2.负责激光雷达、IMU 等传感器设备的选型</p> <p>3.与其他组别的同学进行沟通，完成联调测试</p>	<p>1.具备 ROS 基础、能够较为熟练地使用 C++编写程序，了解 CMake 基本语法</p> <p>2.熟练使用 Ubuntu 系统</p> <p>3.掌握 A*、AMCL 等人工智能算法原理及实现，能够在仿真及实际环境中实现机器人自主运行</p>	<p>2人</p>

	测试组	<p>1.备赛期进行模块级测试、整机功能测试、机器人之间对战测试等</p> <p>2.记录测试数据，完善设计不足</p>	<p>1.仅面向正式队员，由技术组成员兼职。且各技术组原则上都应有人来进行相应的测试工作。</p> <p>2.分车组、测试模块或测试内容成立测试组，形式较为机动。</p>	2-4人/组
	产品经理	<p>1.洞察兵种需求并理清优先级，沟通和协调兵种组内成员，制定设计方案。</p> <p>2.了解兵种人力需求和安排，协助项目管理工作，把握项目进度。</p>	<p>1.仅面向正式队员，每个兵种组需有且仅有一人。</p> <p>2.需注意尽量避免管理层兼任</p>	5人
运营	宣传	<p>1.网宣部：负责QQ空间、微信公众号、哔哩哔哩等线上宣传渠道的运营，拍摄剪辑团队照片及视频，完成公众号制作等任务。</p> <p>2.设计部：设计制作队服、周边等产品，同时负责海报及宣传单的设计工作。</p> <p>3.组织部：负责战队包括从属社团“吉甲大师创新创业实践基地”的基础运营工作；策划并组织团建、纳新以及各种宣传活动；承担每年校内赛的赛务运营职能。</p> <p>4.宣传经理需明确团队整体宣传计划，统筹各部工作顺利进行，积极推进团队文化建设。</p>	<p>1.需对团队及机甲大师赛事有一定了解和认识，且对之感兴趣。</p> <p>2.熟练掌握PS、PR以及秀米、可画、剪映等一系列设计工具的使用方法。</p> <p>3.有一定的绘画和艺术基础，擅长设计。</p> <p>4.有一定的策划、组织和执行能力，能够促使活动顺利开展。</p>	2人
	招商	<p>1.了解团队商业需求，洞察其招商需求并制定相应资金筹措计划。</p> <p>2.联系赞助商，争取最大程度地获得赞助支持。</p>	<p>1.了解团队发展现状及资金需求，并能做出相应规划。</p> <p>2.有很好的表达能力，擅长文书工作，能够更好地与企业交流。</p> <p>3.可由团队管理层兼任</p>	1人



<p>财务</p>	<p>1.完成该赛季的资产统计，并根据项目管理统计做出赛季整体项目预算。</p> <p>2.完成队内财务报销工作，进行财务资料的整理和归纳。</p>	<p>1.熟悉团队支出及报销流程。</p> <p>2.有责任心，细心认真，能够确保财务工作的严谨性。</p>	<p>1 人</p>
<p>梯队成员</p>	<p>1.学习相关知识，参与队内培训。</p> <p>2.承担一些简单的研发任务和测试工作</p> <p>3.作为下一赛季正式队员的人才储备</p>	<p>主要面向 23 及 22 级的同学</p>	<p>50 人</p>

## 4. 资源可行性分析（10）

### 4.1 上赛季的资源使用情况回顾

结合上赛季资金情况汇总表中的“预算数额”与“实际金额”来看，按照兵种来算，除了自动哨兵机器人还有结余，其他兵种机器人皆出现超支状况。此外，差旅及其他费用（包括团队建设、周边宣传等）也占经费消耗的很大比例。对于成本出现的异常，团队分析有以下几点原因：

#### 1. 物资管理存在漏洞

物资管理流程不够完善。物资管理与财务采购、各技术组任务计划等部分联系十分密切，且物资类型多样混杂，单纯的物资借用、物资入库等步骤不能够很好地完成物资管理。物资出库与入库填写相关材料力度不够。物资出库入库的相关信息填写较为麻烦，队员对于此步骤略有排斥。缺少对队员进行此步骤必要性的讲解，力度不够。

物资管理的漏洞，导致队员对现有物资无法做到心中有数，无法做好准确预算、重复购买物资、弄丢物资等情况时有发生。

#### 2. 采购审批不够完善

对于物资采购审批制度采用钉钉填报方式，经各组负责人审批通过后方可购买，但多数情况下由于购买物资的迫切需要性、随机性和填报流程略复杂，有时队员多处于先购买后审批的状况，致使该流程倒置，失去它本来设定的作用。

#### 3. 制作预算不够详细

预算中缺少占比较重的宣传费用、团队建设费用等。且细节也有所欠缺。

### 4.2 本赛季可用资源概述

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	学校/学院各级组织	现金及报销 8 万元	研发/差旅使用
物资	往年遗留	工业相机、NUC、机电电调等较贵重物资或固定资产	机器人制作
	往年遗留	官方渠道购买的比赛物资	机器人制作
加工资源	借用	光机所 3D 打印机	机器人制作

	往届遗留	3D 打印机	机器人制作
	往届遗留	雕刻机	机器人制作
宣传资源	校媒	吉林大学校园电视台《镜观吉大》栏目	
	自媒体平台	B 站账号	
		微信公众号	
		官方 QQ 号	
		抖音账号	

官方物资统计表:

	物资	数量		物资	数量
南岭	中心板	7	南湖	中心板	1
	c 板	3		c 板	2
	A 板	3		A 板	1
	红点	1		红点	1
	c620 全新	8		c620	11
	电管 2.0	1		电管 2.0	4
	主控	1		主控	2
	电池架	9		电池架	3
	轮组 3508	17		3508	9
	6020	10		6020	2
	2006	5+1		电池充电器	2
	24 路滑环	1		大疆遥控器接收机	4
	17mm12 路滑环	2		测速模块	1
	rfid	1			
	荧光充能	3			

### 4.3 资金预算分配规划

模块	物资预算总计	可用预算分析	备注（如有）
步兵	27789	20000	两辆步兵 NUC、工业相机、电机电调、C板等库存不计入预算
英雄	30306	14500	NUC、工业相机、电机电调、C板等库存不计入预算
工程	26426	15000	NUC、工业相机、电机电调、C板等库存不计入预算
哨兵	26801	15000	NUC、工业相机、电机电调、C板等库存不计入预算
无人机	22081	5000	使用 23 赛季空中机器人进行迭代
飞镖	17931	0	使用 23 赛季机器人
雷达	15719	0	使用 23 赛季机器人
运营	1300	500	周边制作
差旅	3000	10000	仅计算联盟赛辽宁站与区域赛北部赛区
其他	0	0	
总计	180522	80000	

### 4.4 资源可行性分析

目前战队通过四年的比赛经验和备赛流程框架，逐渐形成了适应战队本身特质的资源与调用相适应的流动体系。

#### ➤ 资金：

目前战队主要资金来源仍是学校经费支持，以“RoboMaster 全国大学生机器人竞赛”立项申请项目经费，包括加工费、材料费、差旅费等。由于单项赛和人工智能挑战赛的改制，以项目数量初步评定经费的评定体系对战队资金造成了一定的负面影响。24 赛季向学校申请的

资金刚好维持战队的正常运转，不能保证留出试错和创新空间，也难以对整车进行迭代，因此相对来说仍然捉襟见肘。

在招商方面，由于战队知名度和比赛成绩都仍有不足，至今没有拿到商业赞助机会，目前仍然在争取。

总而言之资金方面勉强足够，相对短缺，学校经费支撑和招商支持与比赛成绩的恶性循环亟需破坏。

#### ➤ 人力：

通常在 RM 赛事中，参赛学生年级越高那么技术水平和备赛经验都更加丰富，将成为战队优势。本赛季留队大三人数是历年之最，参与备赛正式队员和参与管理或指导的顾问加起来有 13 人，尽管比起强队仍有不足，但已经足以支撑起本赛季各兵种技术的基本实现和一定程度的创新与突破。大二的正式队员平均技术水平和进度相对较快，人数基本满足备赛需求同时不会冗余拖慢进度。梯队的培养也在更完善的培训体系下按部就班的进行。

#### ➤ 技术积累：

经过四年的参赛经历，也形成了一些技术基础建设和迭代奠基准备。

机械方面，建立并完善了机械规范手册（附录），提高了新队员规范化、统一化的意识，也加快培养效率、上手速度。通用化底盘已经初见成效，大大减少装配时间，充分适应机械人员不足的现实情况。

电控初步建立了代码和布线的规范化，硬件方面经过两届人员的迭代以具备初步实战能力，视觉写出了初版能用的代码，AI 组成员完成 22 年及之前人工智能挑战赛的技术传承与经验总结。

#### ➤ 团队管理：

战队的管理更加成体系，组织架构经过定义重构变得更加清晰，人员职能也更明确，人事流动更合理。历年积累下来适应现实情况的规章制度形成战队条例，保证有条可依，同时能够持续完善并延用。

## 5. 宣传及商业计划（10）

### 5.1 宣传计划

#### 5.1.1 宣传目的

1. 充分传播队伍文化和精神：对内，起到通知、记录和激励的作用，提高团队凝聚力、认同感、归属感；对外，提高队伍（社团）在学校内外的知名度和声誉，吸引更多人关注认可，提升队伍形象。

2. 推动科技创新和学术研究的发展：与其他高校队伍的交流和竞争，学习和吸收其他团队的优秀经验和技能，提升自身的研究水平和创新能力。

3. 产学研结合和技术转化：可以与企业进行合作，共同研发和应用机器人技术，推动科技成果的转化和商业化。

#### 5.1.2 宣传指标

		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
平台	账号名	曝光总量	内容数量	平均曝光量	曝光总量	内容数量	平均曝光量
微信公众 号	吉甲大师梦工场	9707	30	324	10000	30	330
B 站	吉林大学 TARS_Go 战队	4700	9	522	7950	15	530
微博	吉林大学 TARS_Go 战队	302	1	302	302	1	302
抖音	吉甲大师	622	5	124	622	5	124
QQ 空 间	吉甲大师创新创业实 践基地	3111	17	183	3111	17	183



## 5.1.3 宣传规划

时间	事件	活动目的	活动内容	备注
2023年 9-10月	招新	招募尽可能多的预备队员，为后续考核筛选提供充足候选池。	海报、推文、视频制作 纳新摆台 新生宿舍走寝 宣讲会	
2023年 11-12月	宣传	记录日常并保持活跃度	设计 23 赛季队服及周边 完成战队日常视频拍摄 设计周边，筹备双创周	
2024年 1-2月	宣传	记录日常并保持活跃度	完成系列海报制作和宣发 继续连载团队人物类公众号 整合素材，制作战队日记	
2024年 3-4月	联盟赛	赛事纪录，为复盘总结提供参考，在反思中进步。	联盟赛出征：制作宣传海报； 完成队服订购及周边制作  联盟赛比赛：比赛相关拍摄； 比赛公众号与视频制作；组织 留校队员观看比赛直播  联盟赛总结：召开比赛总结 会；比赛总结公众号与视频制 作	
2024年 5-6月	超级对抗 赛区域赛	赛事纪录，为复盘总结提供参考，在反思中进步。	超级对抗赛区域赛：  公众号、QQ 宣发  出征、比赛相关拍摄与视频制 作	

<p>2024年 7-8月</p>	<p>超级对抗 赛全国赛</p>	<p>赛事纪录，为复盘总结提供 参考，在反思中进步。</p>	<p>超级对抗赛全国赛备赛：  拍摄团队日常；完成队服订购 与补订；相关公众号制作赛期  超级对抗赛全国赛：公众号、 QQ宣发；出征、比赛相关拍摄 与视频制作  超级对抗赛总结：召开比赛总 结会；比赛总结公众号与视频 制作</p>	
<p>2024年 7-8月</p>	<p>夏令营</p>	<p>培训及宣传职能</p>	<p>培训宣传组梯队队员  记录战队队员工作故事，制作 战队日记</p>	

### 5.1.4 周边规划

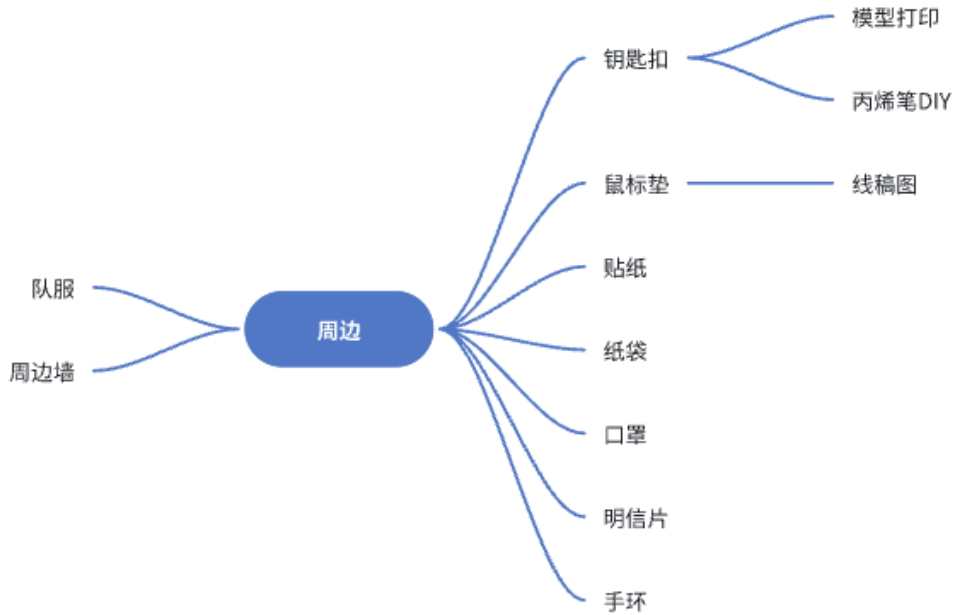


图 5-1 周边规划

目前已有周边展示：



图 5-1 徽章实物图



图 5-2 夏季队服



图 5-3 马甲

## 5.2 商业计划

### 5.2.1 战队招商客户规划

客户 分类	举例	目标数量	目标体量	合作模式	渠道来源
机器人行业	松灵、本末	1	五千	赞助	自主联系
材料加工行业	异型材加工、3D 耗材	1	三千	合作优惠	自主联系
相关零售行业	相关零售行业：卖电机的、卖轴承的	1	三千	合作优惠	自主联系
教育行业	本地编程或机器人教育机构	2	五千	赞助	自主联系

### 5.2.2 战队招商资源优势及亮点

#### 5.2.2.1 自媒体平台

目前战队主要宣传平台有公众号、bilibili、QQ 等，同时有抖音、微博等多平台账号运营。其中，B 站账号拥有粉丝量 1136，QQ 好友及社群覆盖我校三个校区近 2000 人。



图 5-4 宣传招商资源

### 5.2.2.2 学校平台

985 高校平台，学校知名度较高，东北地区影响力大：吉林大学作为吉林省唯一一所 985 高校，对人才和企业的吸引和欢迎程度都屈指可数，在东北地区知名度和企业信任程度较高，学校合作组织或企业较多，也提供了许多机会。

实验室平台，双创示范基地，学科竞赛成绩优异，校内影响力大：战队依托于吉甲大师创新创业示范基地，在各个领域的学科竞赛中取得优异的成绩，被评选为校级双创基地，具有相当程度的校级影响力，能够在校内争取到可用资源或合作机会。

社团平台，人数多，覆盖广：目前平台覆盖吉林大学至少三个校区，八个学院、22 个专业，社群影响人数在 3000 人以上，在学生中受众广泛，能为合作企业带来校内曝光和宣传。

## 5.2.3 战队招商目标规划

### 5.2.3.1 整体目标

战队本赛季计划招商客户行业包括机器人、汽车等高科技领域；3D 打印机、雕刻机等常用设备领域；打印件加工等技术领域；机械耗材、电控耗材等材料领域；服装（队服）等日常生活领域。目标数量为 3-5 个客户。采取冠名赞助商、一般赞助商或合作伙伴的合作模式。招商部门统筹从校友会、其他 RM 战队、学校校企联合服务部门、以及网上资源查询，来与目标客户取得联系。

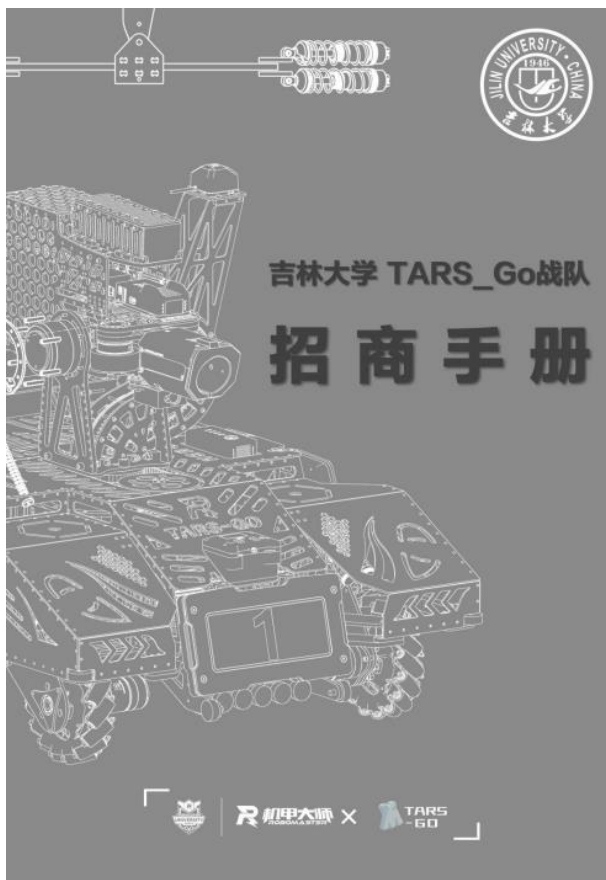
### 5.2.3.2 赞助方式及招商权益说明

1. 经费支持：承担参赛队伍的部分开支（研发生产、差旅交通等）
2. 资源支持或产品折扣
3. 使用赞助商提供的零配件并作为战队指定使用产品
4. 其他支持：合作双方达成的其他合作内容

参赛队冠名赞助商给予战队一定的资金或对应资源支持（5 万~10 万元），享有下表中所有权益；参赛队赞助商给予战队一定的资金或对应备赛资源支持（1 万~5 万元），享有 2-8 所体现权益；参赛队合作伙伴给予战队一定的资金资源支持，享有 5-8 所体现权益。

	权益	说明
1	战队冠名权	获得 TARS_Go 战队冠名权（如：XXX-TARS_Go 战队）
2	队服广告	在队员队服上印上赞助商 logo 和名称

3	机器人车体广告	在所有机器人车体上展示赞助商 logo 和名称
4	视频广告	在队伍宣传视频里鸣谢赞助商
5	宣传物料广告体现	校内外展位（校内赛、科技展）展示时可体现的广告位置（赞助商产品）
6	社团公众号广告	吉甲大师公众号的推送的广告位置
7	社团 QQ 号广告	吉甲大师双创实践基地 QQ 号的宣传广告
8	其他未列入项目	具体项目洽谈商定

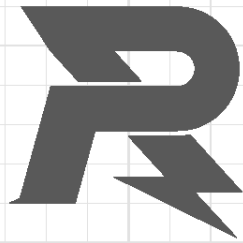


目录

- 一、 赛事介绍..... 3
  - 1. RoboMaster 赛事概况..... 3
  - 2. 赛事规模及影响力..... 3
- 二、 战队介绍..... 6
  - 1. 战队简介..... 6
  - 2. 校内及社团活动..... 7
  - 3. 竞赛成绩..... 8
- 三、 招商资源..... 11
  - 1. 网络媒体宣传..... 11
  - 2. 校园影响..... 12
- 四、 招商明细..... 14
  - 1. 权益说明..... 14
  - 2. 赞助方式..... 14
- 五、 联系方式..... 15

图 5-5 招商手册





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