

V1.0

Using a M1-M8 motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster C200 Brachium DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.



Exclusively designed for the RoboMaster M2000 P100 Brushless DC Motor and C200 Brachium DC Motor Speed Controller, the M2000 Assembly Kit includes several wheels and a bracket board.

RoboMaster System Identification Manual, RoboMaster User Manual, Introduction of RoboMaster System Module

The M2000 Assembly Kit includes several wheels and a bracket board, serving as a complete assembly system solution for four independent motors.

第二十一届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2022 超级对抗赛

赛季规划

RoboMaster 组委会 编制
2021年 11月 发布



目录

哈尔滨理工大学A. I. R. 战队	1
1. 团队文化	5
1.1 对比赛文化及内容的认知及解读	5
1.2 队伍核心文化概述	5
1.3 队伍共同目标概述	6
1.4 队伍能力建设目标概述	6
2. 项目分析	8
2.1 规则解读	8
2.1.1 比赛机制变化	8
2.1.2 比赛机制变化	10
2.2 研发项目规划	10
2.2.1 步兵机器人	10
2.2.2 哨兵机器人	21
2.2.3 英雄机器人	33
2.2.4 工程机器人	46
2.2.5 飞镖系统	59
2.2.6 空中机器人	72
2.2.7 雷达	83
2.3 技术中台建设规划	86
2.3.1 具备技术	86
2.3.2 待突破技术	87
3. 团队建设	88
3.1 团队架构设计	88
3.1.1 战队整体架构	88
3.1.2 战队人员分布	92
3.1.3 岗位职责分工	93
3.2 团队招募计划	97
3.3 团队培训计划	98
3.4 团队文化建设计划	99
3.4.1 吐槽文化	99
3.4.2 娱乐文化	99
3.4.3 学习文化	100
3.4.4 “生斗文化”	100

4. 基础建设	101
4.1.1 可用资源分析战队自有加工工具	101
4.1.2 战队的外部机加工工具	101
4.1.3 官方物资资源	101
4.1.4 场地资源	101
4.2 协作工具使用规划	102
4.2.1 图纸管理	102
4.2.2 代码管理	102
4.2.3 往届资料管理	102
4.2.4 测试数据管理	102
4.2.5 物资管理	102
4.3 研发管理工具使用规划	102
4.3.1 QNES Wiki	103
4.4 资料文献整理	103
4.5 财务管理	103
5. 运营计划	104
5.1.1 宣传计划宣传目的	104
5.1.2 宣传途径	104
5.1.3 宣传任务	104
5.2 商业计划	105
5.2.1 招商目的	105
5.2.2 招商对象	105
5.2.3 招商渠道	105
5.2.4 赞助形式	106
5.2.5 可提供权益	106
6. 团队章程及制度	108
6.1 团队性质及概述	108
6.1.1 审核决策制度	108
6.1.2 各项制度	110



1. 团队文化

1.1 对比赛文化及内容的认知及解读

RoboMaster 机甲大师赛作为一个为全世界青年工程师打造的机器人竞技平台。其目的是为了推动广大高校学生参与科技创新实践，培养工程实践能力、提高团队协作水平、培育创新创业精神，启发更多怀有科技梦想的个人与群体，参与到科技创新中。DJI 大疆想打造一方天地，用最好的土壤，悉心滋养科技创造的树苗，打造一个像是世界杯一样的顶级赛事，给广大的热爱机器人竞技的青年工程师提供一个追梦的舞台。

“让工程师和发明家成为万众瞩目的明星”。这也是大疆在举办比赛时致力去突出的一个要素。RM 是一个集科学技术、选手个人能力、以及团队配合于一身的大赛。丰富的学科交叉属性使选手开阔了思维视野，兵种的多样与长备赛期锻炼了同学的时间规划能力，而公司化的团队管理模式更加锻炼了同学们的团队协作与人际交往能力，这些共同组成了一个独一无二的盛大赛事。

从RM 近年来的规则与比赛内容的更改趋势来看，机器人功能更加贴近于实际的工业生产应用，让参赛队员真正有所收获，面对未来学有所用，拓宽了实现梦想的道路。比赛注重合作与分享，不管是队友还是对手，互相激励相互进步，共同成长。让比赛的意义不只是那冷冰冰的获奖证书，而是人情味浓重，回忆满满的宝贵经历。这与RM“为青春赋予荣耀，让思考拥有力量，服务全球青年工程师成为践行梦想的实干家”的使命相得益彰。

1.2 队伍核心文化概述

哈尔滨理工大学 AIR 战队成立于 2015 年，第一届 RM 开始参赛到明年已经八年，想来惭愧，八次参赛从未进入国赛、几度易名、濒临解散。面对种种问题、矛盾、困难、挑战总有人带着 AIR 的精神传承一步步走下去，回望过往的七年这种精神凝练成八个字：生无所息，斗无所止！

诚然，在这第八个年头光有这八个字是远远不够的。所以，在上赛季末这赛季初，留下的老一辈队员痛定思痛，决定从上至下进行全方位的整体改革，重构基础建设，基础建设详见 4，建立更加全面的战队文化，完善战队传承，用更高的标准，更严的要求激励自身，并期望借此取得突破，改革后具体制度详见 6.2。

在经过近三个月的改革及磨合，战队风气焕然一新，蓬勃发展，对于管理，初步形成了，“事事讲规矩，件件按流程”的管理制度；对于战队成员，初步形成了，“不讲借口，不畏艰苦”的实干风气；对于招新培训，初步形成了“理论与实践结合，基础与创新并进”

的较完善体系框架；对于宣传招商，初步形成了“多远发展化，长效持续化”的工作态度。针对目前战队所处阶段，战队从细微做好，行远自迩，登高自卑，脚踏实地的做好每一项，坚持即为胜利！真正的将“生无所息，斗无所止！”的战队精神落实传承下去，相信在不远的将来，战队能真正的发展起来。

我们经历过，或者说一直在低谷，但我们心中有火，向往更高处的光明，哪怕心中的火苗再小，我们也一直坚守，一直奋斗，永不停止。这就是我们的口号：生无所息，斗无所止！

1.3 队伍共同目标概述

在 2022 赛季，战队的目标是挺进国赛，寻求突破。行远自迩，登高自卑，进入国赛与更多强校进一步交流学习，进一步完善提升战队自身，是战队当前的基础目标。更深远的目标就是战胜对手，而我们的对手只有过去赢弱的自己！

战队认为成绩提升有三大要素：资金投入、技术突破和良好的团队管理。在这些方面做出提升是战队的共同目标。

对于宣传招商方面积极主动扩大校内外影响力，进行招商，成立 RM 基金会，完善物资统计进一步减少浪费，物资申报严格审查等。

技术突破方面成立 6 人的测试小组，专门进行创新技术突破尝试，完善战队服务器，将技术资料整理总结上传云端，便于积累学习。同时对基础培养加以重视，进行大规模招新与系统阶段化培养，详见 3.2、3.3。

对于管理方面深入改革的基础上进行如下调整：

① 更改重心将主力队员从大二成员调整为大三成员，预计花费 2 到 3 个赛季进行技术沉淀。

② 建立良好的物资及考勤管理系统，使用 ones 等工具管理进度等搭建服务器方便成员进行资料储存传承等，对实验室物联网管理，数据可视化。

③ 引进升降级考核机制，学期出与学期末两次考核，梯队成员与战队成员同时参加，考核落后者不担任主要技术岗位工作，主要负责基础招新培养以及战队基本运营工作。

④ 实行例会制度，每周四管理组例会，周五全体例会，同时对于审图，技术汇报，赛季进度等周期进行会议。

⑥ 对文娱活动建设进行投入，增加凝聚力，是队伍更加积极乐观，良性发展。

1.4 队伍能力建设目标概述

由于战队历史遗留问题，存在严重断层，导致相比于机械方面技术电控与视觉算法等方



面较弱。目前战队正在寻找电控方面以及计算机方面的专业人才，希望战队获得技术成长与沉淀。同时，相较较强的机械方面，战队将进一步注重理论与实践相结合，进行创新性设计与突破；在创新性设计提升性能的同时，压缩成本减少兵种制作价格；提高对于相关结构设计突破的成果转换程度，提高论文与专利产量等。



2. 项目分析

2.1 规则解读

2.1.1 比赛机制变化

比赛机制

- 修改前哨站机制
- 修改资源岛矿石释放机制
- 修改英雄机器人狙击点机制
- 修改能量机关机制
- 修改飞镖发射机制
- 修改经济体系：一方基地护甲展开时，可获得金币；中期进度考核中的“技术方案”成绩与初始经济关联

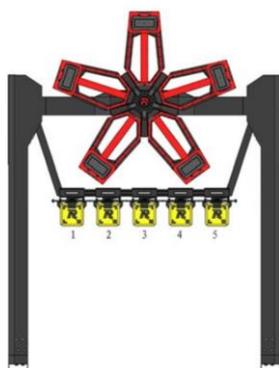
前哨站机制解读：

前哨站放置于前哨站底座上，靠近公路飞坡，由装甲模块、前哨站主体、飞镖检测模块组成。装甲模块分为顶部三角装甲模块和中部旋转装甲模块。本赛季增加了中部旋转装甲模块，增加了英雄机器人击打前哨站的难度，提高了对自瞄算法的要求。

资源岛相关机制解读：

(1)资源岛矿石释放机制：

- 1.小资源岛设有三个固定位置的矿石凹槽，凹槽内放置有矿石。
- 2.资源岛悬挂有 5 个矿石，从左到右依次为 1-5 号。每局比赛中，资源岛的矿石会分为两批释放。第一批释放的时间为比赛开始 15 秒后，第二批释放的时间是比赛开始 3 分钟后。第一批随机释放 2 号、4 号矿石，间隔时间约为 5 秒；第二批释放剩余的 3 个矿石，其中首先同时释放 1 号、5 号的矿石，间隔 5 秒后释放 3 号矿石。



矿石编号示意图

(2) 增加资源岛增益点:

占领资源岛增益点的工程机器人可获得 50%防御增益。资源岛两侧增益点相互独立，双方工程机器人均可对资源岛两侧增益点进行占领。若一方机器人占领某侧资源岛增益点，另一方机器人无法同时占领。

英雄机器人狙击点的规则解读:

R3 和 B3 梯形高地分别为双方的英雄机器人狙击点，当英雄机器人占领己方英雄机器人狙击点时，该机器人的 42mm 弹丸对对方基地的伤害值将会获得 2.5 倍增益，且该机器人的发射机构每检测到其发出 1 发 42mm 弹丸时，可获得 10 枚金币奖励。当一方的基地受到来自占领狙击点的英雄机器人发射的 42mm 弹丸的伤害后，将会进入 10 秒的防御期。在防御期内，该方基地获得对 42mm 弹丸 100%防御增益。

本赛季的英雄机器人整体变动不大，但场地机制增加了对英雄机器人的增益点如增加了狙击点，让英雄机器人远距离吊射前哨站甚至的对方基地，并且能获得一定增益，这也是变相的加强了英雄机器人的作用和在赛场的能力。与此同时，比赛规则也给英雄机器人增加了相应的难度，例如，盲道的覆盖面积变广，对机器人的底盘悬挂的设计及机器人整体的结构稳定更加严格，设置了远距离设计的狙击点，对机器人的云台及发射机构和自瞄算法的要求也更加严格。但英雄机器人作为唯一可以发射 42mm 大弹丸的机器人单位，依然是场上获胜的关键。

能量机关机制解读:

能量机关位于资源岛正上方。能量机关由电机驱动并按照一定规律转动。机器人需占领能量机关激活点以激活能量机关。能量机关分为红蓝两侧，一侧为蓝方能量机关，另一侧为红方能量机关。红蓝能量机关共轴旋转。本赛季的能量机关增加了旋转台，因此对步兵机器人击打能量机关提高了要求。

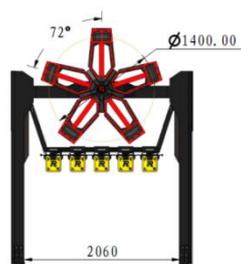


图 2-36 能量机关示意图

飞镖机器人规则解读：

飞镖系统由飞镖和飞镖发射架组成。飞镖发射架作为飞镖的载体，为飞镖提供初始动力。

飞镖依靠自带的视觉系统定位作用对象，通过螺旋桨（最多允许使用一个）、舵面、喷气等方式控制飞行方向，最终撞击作用对象实现击打效果。

飞镖发射架需要安装裁判系统，空中机器人云台手可以控制客户端操作界面，通过学生数据端口传输数据控制飞镖发射架。飞镖发射架可配置一个激光瞄准器。

飞镖制作参数如下所示：

表 2-8 飞镖制作参数说明

项目	限制	备注
最大供电总容量 (Wh)	4	-
最大供电电压 (V)	8.4	-
最大重量 (kg)	0.22	不包括飞镖触发装置
最大尺寸 (mm, L*W*H)	250*150*150	<ul style="list-style-type: none"> 飞镖飞行方向长度不大于 250 飞镖翼展不大于 150

2.1.2 比赛机制变化

战场

- 增加起伏路段面积
- 增加资源岛增益点
- 能量机关激活点增加旋转起伏台
- 修改前哨站外观
- 调整英雄机器人狙击点位置

2.2 研发项目规划

2.2.1 步兵机器人

1 需求分析

步兵机器人作为战场中基础的输出型机器人，主要负责干扰，支援，偷袭，进攻，防守等一系列任务，是影响战场走向的关键性环节。相较于 2021 赛季，对于步兵机器人而言，本赛季规则主要有以下几点变化，如图 2.1：



图 2.1 主要变动规则

步兵机器人射击建筑伤害减半的机制，导致步兵机器人“拆塔”能力不强，因此步兵本赛季的第一目的仍是充当比赛中的“杀手”，主要对对方有生力量进行杀伤。步兵的第二个目的是激活能量机关，因大小能量机关可对整个队伍提供加成，激活能量机关也是十分重要。针对规则变动的需求分析详见表 2.1:

表 2.1

变动	分析
交战战场变为起伏路面	应提高机器人的越野能力和快速机动能力

能量机关激活平台变为旋转起伏平台

- 1、对步兵的云台稳定性提出了新的要求;
- 2、算法方面需要精准的进行预测

今年步兵机器人仍然是击杀机器人的核心。近距离缠斗将成为步兵的主要交战方式，步兵机器人每场最多可发射 1500 发弹丸，由于整体经济总量限制，不会出现全部分配的情况，所以命中率是重点。因此对云台发射机构的稳定性、射频、命中率，对自瞄算法的稳定性，对底盘的越野能力和机动能力有更加严格的要求。

根据以上分析，我们可以确定出新赛季步兵的整体需求如图 2.2:



图 2.2

2 设计思路

(1) 底盘分析

由于本队的历史遗留问题，在 2021 赛季前步兵机器人一直处于羸弱状态。两台步兵的自瞄，飞坡效果不理想。悬挂是传统的独立悬挂。因上赛季没有系统进行受力分析，很多部件都超负荷工作，仅仅比赛了几场，铝方管就出现了变形和断裂的情况。因此这次在设计过程中，对所有受力件都进行了静力学分析。

① 首先是铝方管的选型上，由静力学的分析可知， $30*30*1$ 的铝方管的强度是 $20*20*2$ 强度的 3 倍，同长度的重量也只重 $1/9$ ，如图 2.3。应用范例参考了上海交通大学 2020 赛季步兵的铝方管框架，如图 2.4。由图可知，在受力区域的型变量很小，完全可以承载机器人任何工况下的极限载荷。

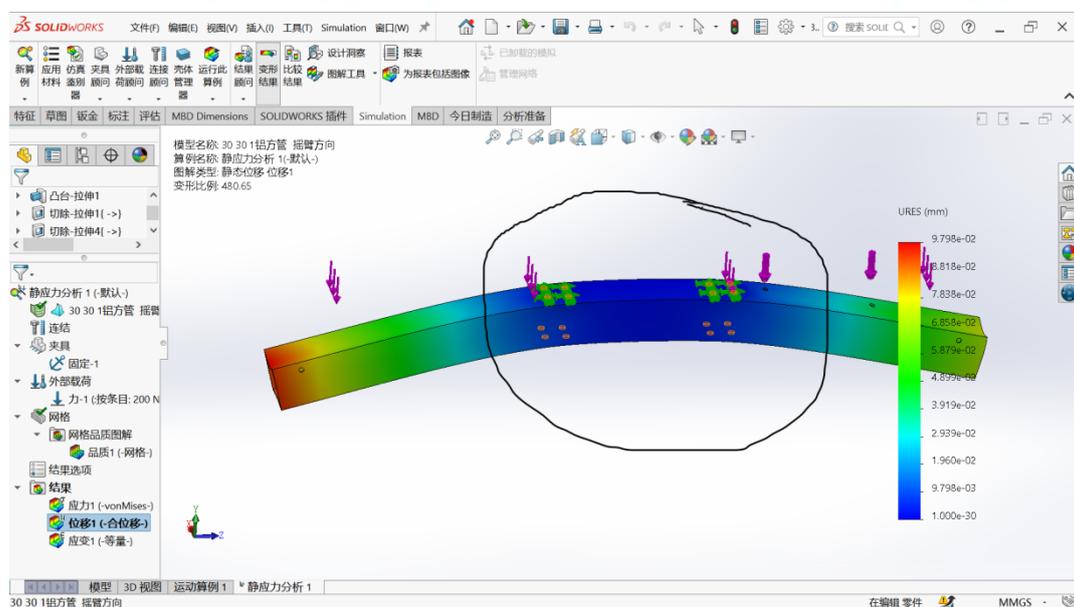


图 2.3 $30*30*1$ 铝方管静力学分析

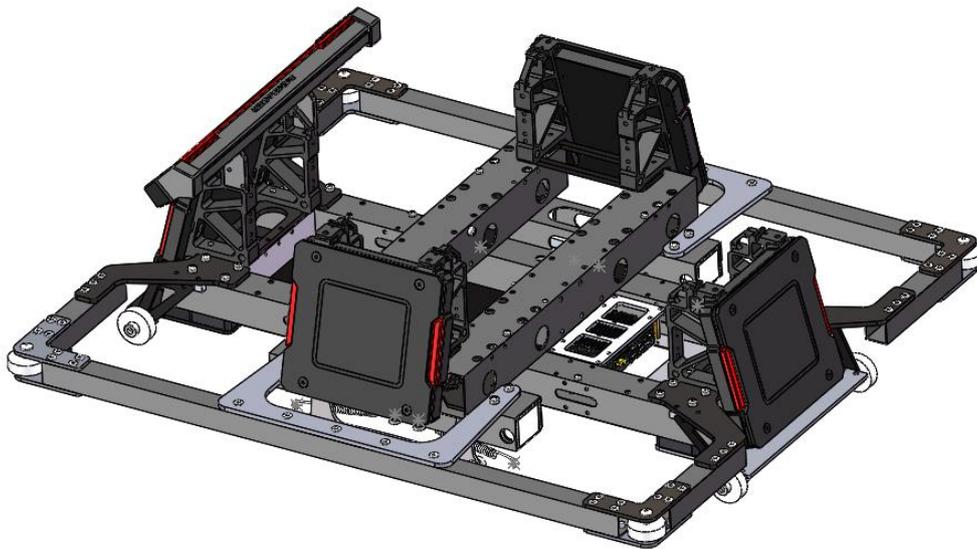


图 2.4 上交 2020 赛季车架

② 车架类型选择上，有两种类型，一是华南理工的拼接式底盘，二是传统堆叠式底盘。

● 拼接式车架：

优点

A 可以大大节约底盘与云台之间的空间

B 也方便外框架的安装，

C 降低云台的高度，从而降低整车重心提高飞坡的通过率

缺点：

A 拼接强度需要有加强梁加固，这导致整车重量偏高，机动性能受限；

B 拼接对走线极不友好，因云台和底盘之间直接相连，底盘所有线都要方管打孔才能通过，检修也是一大难题；

C 对铝方管接缝处平整度要求很高，极容易因接缝不平导致轮偏情况；

D 装配难度较高，维修难度大。因一根螺栓穿过至少四层板和方管

● 堆叠式车架：

优点：

- A 走线容易，走线可以通过两层之间的高度差也可将方管打孔
- B 装配方便，只需将两层铝方管堆叠固定即可
- C 加工精度要求低，只需打孔即可，没有平面的切削
- D 重量较轻

缺点：

- A 空间利用率较低，云台较高使整车重心较高
- B 不方便外框架安装

综上，经过权衡，本赛季采用堆叠式底盘设计

③ 摇臂方案

考虑到本赛季交战区域为起伏路面，对机动性要求较高。因此，采用见后轮反馈机制悬挂（如图 2.5 虎式坦克负重轮悬挂），相较于独立悬挂，好处是可以为越障和爬坡提高更大的正压力，如图 2.6 所示。同时采用双段避震弹簧设计，如图 2.7 所示。在前后轮起伏小于 30mm 时，主减震弹簧不起作用，由下面较为轻质的拉簧避震，当起伏大于 30mm 时，主弹簧和拉簧一起作用，经计算选型，弹簧可完全适用本赛季。

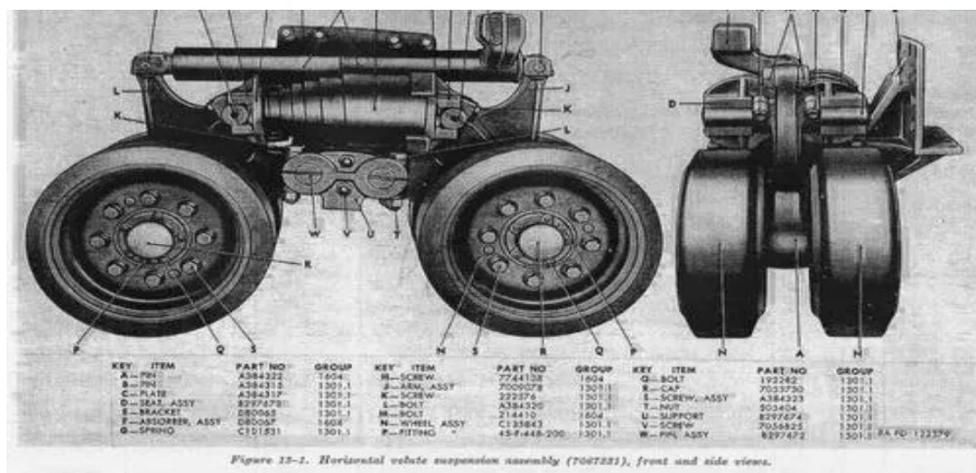


图 2.5 虎式坦克悬挂

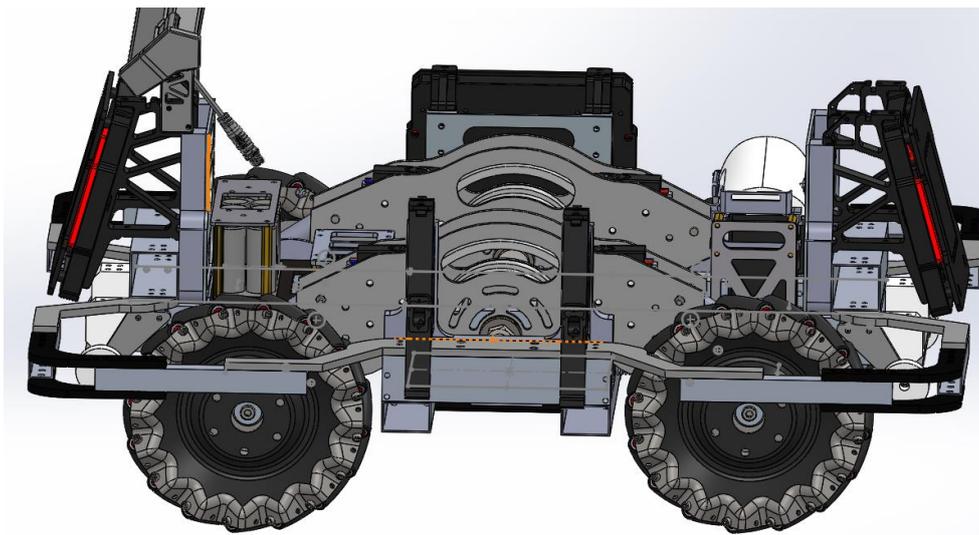


图 2.6 机器人采用方案

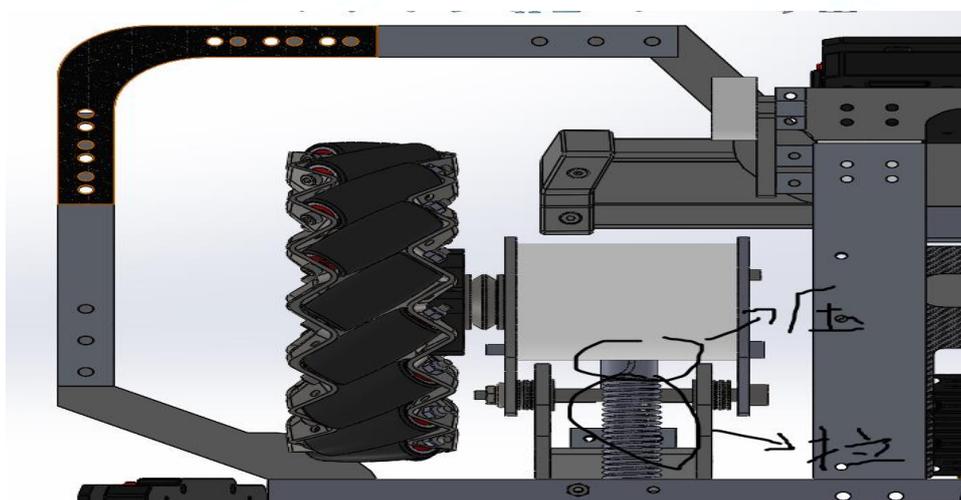


图 2.7 双避震弹簧

(2) 云台分析

本赛季需要在运动中击杀敌方机器人，且起伏路面会导致云台的晃动幅度更大，因此在云台的稳定性要求极高，上赛季步兵云台体积较大，本赛季采取缩小云台尺寸设计避免头重脚轻。由于小弹丸重量较轻，且底盘空间不足，无法实现下供弹，采取上供弹方案。

① 发射部分：

发射部分改进：缩短前后长度（去掉微动开关，在不改变拨叉齿数的情况下缩小拨弹仓的直径），增大落弹口的面积避免卡弹情况。

② Yaw 轴部分：

Yaw 轴轴承采用等截面四点接触薄壁轴承，对电机进行保护，选等截面四点接触薄壁轴

承的原因是，价格实惠，质量轻，强度高。

③pitch 轴部分：

云台参考大连理工步兵 pitch 轴连杆内置的思路，尝试 pitch 轴连杆内置

3 模块分析以及功能实现



图 2.8 优化方案及预期目标

4 测试和迭代分析最优解

(1) 轮系选择

上个赛季，很多战队都采取了不同传统的舵轮或者全向轮设计，在小陀螺速度和飞坡通过率上都使人眼前一亮，但本赛季对规则和比赛场地有了一些改动，传统麦轮的设计又有了优势，分析结果如下：

舵轮优点	舵轮缺点
<ul style="list-style-type: none"> A. 能量损耗低 B. 小陀螺速度更快 C. 加速更快 	<ul style="list-style-type: none"> A. 本赛季将舵向电机算入地盘功率，导致驱动电机功率较上赛季有所降低 B. 主要交战区均为起伏路面，这导致舵轮的小陀螺优势也不明显 C. 舵轮的机械结构也较为复杂，底盘重量也比传统的麦轮步兵要重。机动能力受限 D. 没有舵轮方面的电控积累，机械的参考资源也较少。
麦轮优点	麦轮缺点
<ul style="list-style-type: none"> A. 参考资源较为丰富，电控也比较简单 B. 底盘结构简单，经验丰富 C. 重量较轻 	<ul style="list-style-type: none"> A. 能量损耗较大 B. 小陀螺速度较慢 C. 加速较慢，灵活性较差

综上，由于本赛季时间很紧迫，没办法将大量时间放在舵轮的研发方向，打算第一台步兵还是传统的麦轮步兵，之后会制作个舵轮底盘与麦轮底盘进行对比测试，确定第二台步兵的地盘类型。

(3) 总结

本赛季的主要迭代方向就是围绕麦轮和舵轮的选择和前后两轮联动迭代到四轮互联自适应方案。这些迭代方案，都需要一定的测试才能最终选择，因此，在设计初都是先选用较为简单的方案进行制作，之后再软件仿真和实际的测试查看效果后确定是否要迭代升级。

(1) 悬挂选择

本赛季在主要交战区是以起伏路面为主，对底盘的越野能力有很大要求，因此之前的独立悬挂肯定不适用于新场地。前后轮联动悬挂和四轮互联自适应悬挂将成为本赛季的主要方向。分析结果如下：



四轮互联自适应悬挂优点	缺点
<p>A.更好的越障能力和机动性能</p>	<p>A: 机械方向难度较大</p> <p>B: 系统整体稳定性有待考证</p> <p>C: 在越障和爬坡时很有可能会因自适应的起伏高度不同导致平行轮对地面的正压力不同，导致无法走直线</p> <p>D: 加工难度较大，对内部空间占用较大</p>
前后轮联动悬挂优点	缺点
<p>A.结构难度小，可靠性高</p> <p>B.加工难度低</p> <p>C.功能实现效果好</p>	<p>A.越障性能较差</p>

5 项目人员组成及分工

(1) 人员现状

在 2022 赛季中，步兵机器人仍然是赛场中最基础的兵种，需要十分稳定的机械结构和电控调试。在单项赛中，也加入了自动步兵和平衡步兵的赛项，对各个参赛队都是一个不小的考验。目前，在机械设计方面一个有两人，电控一人，但面临可能会有三台步兵机器人的设计的工作仍然显得有些困难。技术人员较少是当前面临的问题，在保证设计创新的同时保证技术的传承工作，是现在的当务之急，尽量让新人参与到新步兵的设计、组装、调试的工作中去，让他们快速成长。

(2) 人员架构

机械组：陈华铨（✿）、路志远（兵种负责人）

电控组：赵昱程

算法组：李学智，陈成斌

(3) 各组分工

① 机械组：兵种机械结构的设计与开发，购置相应的机械零件并加工所需零件，进行装配，再配个电控进行调试，布线；针对出现的机械结构进行优化。

② 电控组：对兵种的电控部分代码进行迭代与开发，对兵种的性能如底盘模块，云台模块，射击模块和电源模块进行针对性的调试，提升该兵种在场上的稳定性。此外，还要对老步兵发弹进行射击测试，以达到上场比赛的标准，做好赛场备车的准备。

③ 算法组：基于神经网络与 OpenCV 实现装甲板的识别，在确保准确性的前提下提高代码的运行速度。识别并打击能量机关。能够识别到小陀螺时的装甲模块，并实现打击。添加数字识别模块，实现对特定目标的优先打击。

6 项目进度安排

表 2.2

时间	规划及进度安排
10.23~11.1	第一代底盘设计完毕，花花第一代云台设计完毕。充分考虑走线等问题
11.2~11.14	底盘和云台迭代完毕，并进行力学分析，保证机械结构可靠稳定，准备机械组审图
11.15~ 11.22	解决审图出现的问题，联系加工并制定预算
12.5~12.15	对云台和底盘进行加工，并组装。交给电控 zyc 同学调试
12.5~12.15	因为进入考试周，需要复习的时间，因此只对机器人进行性能测试工作（包括单独底盘和步兵整体）。进行较为激烈的测试以验证极限条件下的机器人可靠性。本工作由我和 zyc 及部分大一同学进行。测试期间全程录像作为工作记录，记录一系列问题
12.16~1.1	针对问题进行改进，联系加工，继续测试，直到没有问题
开学-省赛	对机器人进行复原，使其达到比赛水平，同时操作手疯狂训练，熟悉机器人
省赛-分区赛	根据省赛问题进行相应改进，备用件或者备用车的加工

7 资源需求分析

(1) 场地需求

为测试步兵机器人在不同地形上的移动能力和适应能力，需要由 15°坡、盲道、台阶、飞



坡场地、以及平地场地，用来测试机器人在场地的表现性能；同时需要老的步兵机器人当陪练，测试新步兵机器人的击打效果，大幅系统，测试击打效果。

(2) 物资需求

需要 6020 电机，3508 电机，等一系列物资。

(3) 所需设备

雕铣机、3d 打印机、大连铣床、车床等。

8 项目预算

表 2.3

相应模块	所需耗材	预计费用
底盘	铝方管，玻纤板，3d 打印丝，机加件，过孔集电滑环，螺栓，轴承，个 3508 电机+电调；一个 6020 电机，若干成品件	8650
云台	玻纤板，2 个 3508 电机+电调，一个 6020，，3d 打印件，铜柱，机加件	4500
整车	外壳，扎带，布基胶	300
视觉	nuc, 工业相机	2500
总计		15950

2.2.2 哨兵机器人

1 需求分析

(1) 规则变化

2022 赛季的哨兵较 2021 赛季在规则方面并无太多改动。无论是轨道的长度、形状，还是对于机器底盘功率的限制都没有变化。本届比赛哨兵轨道仍为直线，可有 500 发弹丸“免费”发射。在比赛开始前会分发两包荧光弹丸，共 1000 发。在 2022 赛季的经济机制下，哨兵的火力输出依然重要。

(2) 各项参数限制

表 2.4 哨兵新赛季参数限制

类型	底盘功率上限 (W)	初始血量	血量上限	射击初速度上限 (m/s)	枪口热量上限	枪口热量每秒冷却值	经验价值	弹丸射速 (round/s)	初始位置
哨兵机器人	30	600	600	30	320	100	7.5	详情请参阅“3.2.2 枪口热量超限和冷却”	哨兵轨道

根据《超级对抗赛比赛规则》文档，哨兵机器人各项参数如表 2.4，其明确指出哨兵底盘功率上限为 30W，也就是说在底盘调参时，需要适当考虑 30W 额定功率闭环下的底盘运动状况。除此以外，该表格另外一个需要考虑的就是枪口射速与热量问题，射速参照规则文档中，不难发现射速不得超过 30 米每秒，否则哨兵也会受到自动扣血的影响，前期对发射机构的测试因此显得尤为重要。热量问题参照计算公式来看，平均每秒射出一个弹丸的时候，热量不会有显著的增加。发射一个消耗 10 热量，每个检测周期会增加 10 热量，最佳预期为做到每秒射出两个到三个弹丸，关于此还需要参考以往发射机构的射速和弹丸供给情况。

(3) 枪口热量超限和冷却

设定机器人的枪口热量上限为 Q_0 ，当前枪口热量为 Q_1 ，裁判系统每检测到一发 17mm 弹丸，当前枪口热量 Q_1 增加 10（与 17mm 弹丸的初速度无关）。每检测到一发 42mm 弹丸，当前枪口热量 Q_1 增加 100（与 42mm 弹丸的初速度无关）。枪口热量按 10Hz 的频率结算冷却，每个检测周期热量冷却值 = 每秒冷却值 / 10

(4) 新赛季哨兵战术定位分析

哨兵前期可以防守前哨站，提供远点的支援火力。后期可以拖延敌方的进攻节奏，帮助地面部队进行反击。然而，敌方的平衡步兵、自动步兵、英雄机器人获得大幅的伤害加成，在直线轨道上运动方式的单一让哨兵的“生存”面临极大的挑战。在 2021 赛季的比赛中发现，越来越多的步兵机器人采用舵轮的机构，英雄车也基本采用下供弹的结构，小步兵更是灵巧敏捷。配合着超级电容的使用，地面部队的速度在这一赛季得到了很大的提升。这对于哨兵的视觉算法要求提高了，同时，超小云台的结构设计日趋重要。值得一提的是，哨兵的枪口热量要比其他兵种占优势，且哨兵可拥有两个云台和两个发射机构。这也意味着哨兵可以看的更远更广，火力更加凶猛。设计需求分析如图 2.9。

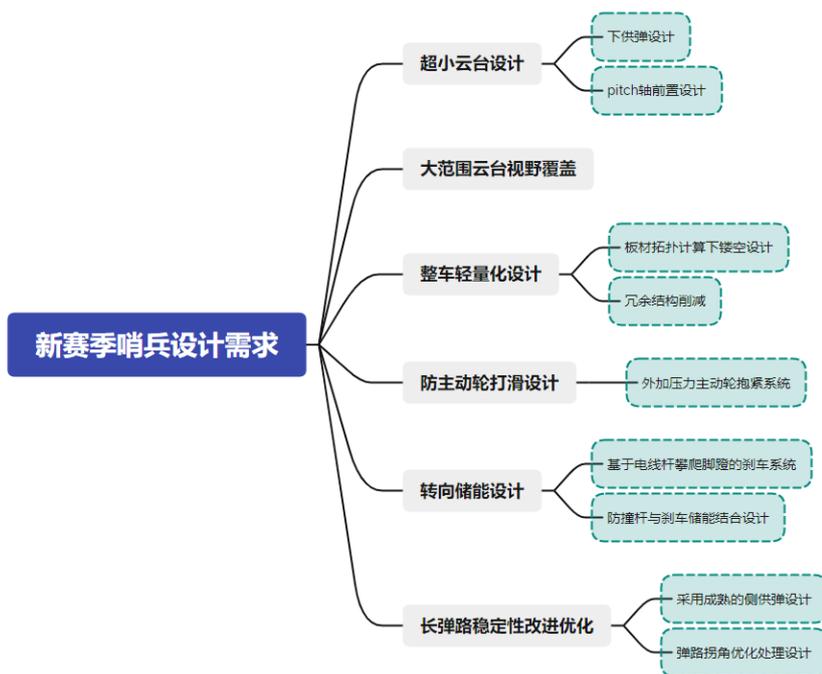


图 2.9 设计需求分析

综上，我的设计重点为：

- ① 减小哨兵云台的转动惯量。
- ② 提高哨兵的底盘稳定性，设计轻巧的储能弹射结构增强其机动性。
- ③ 设计新型的动力结构，使哨兵在减重设计的同时依旧可以获得更大的加速度。
- ④ 开发多机通讯的功能。

2 设计思路

(1) 整车结构思路分析

由于队内上赛季技术传承等多方面因素，本队上赛季哨兵机器人仅是完成了基础功能的实现，在技术上并没有很大的突破，在与桂林电子科技大学技术交流中，收获很多，外加技术积累与新赛季的开始，作为基地门卫定位的哨兵必须进行升级与进步。2022 赛季对于哨兵运作环境与任务分配都无太大变化，但规则的不变才是对设计者更大的挑战，

整体的轻量化设计是贯穿整个设计过程的，对于车体框架的搭建，我们依旧选择以镂空玻纤板加铝方管的方式搭建，由于分析到上下云台占位设定不一样，所以上下云台的结构设计也有着很大的区别。优秀的平移以及制动性能，外加较强的云台响应速度都是在整个设计中主要方向。

(2) 底盘分析

动力轮抱紧系统

争对上届哨兵加减速主动轮打滑，使哨兵在轨道转向缓慢，主动轮电机能量不能充分利用的情况，本届哨兵底盘将设计有一套外加的对主动轮压力的控制系统，通过杠杆实现力的扩大，以及简易的结构，使外加抱紧系统，更稳定与精简，如图 2.10 所示。

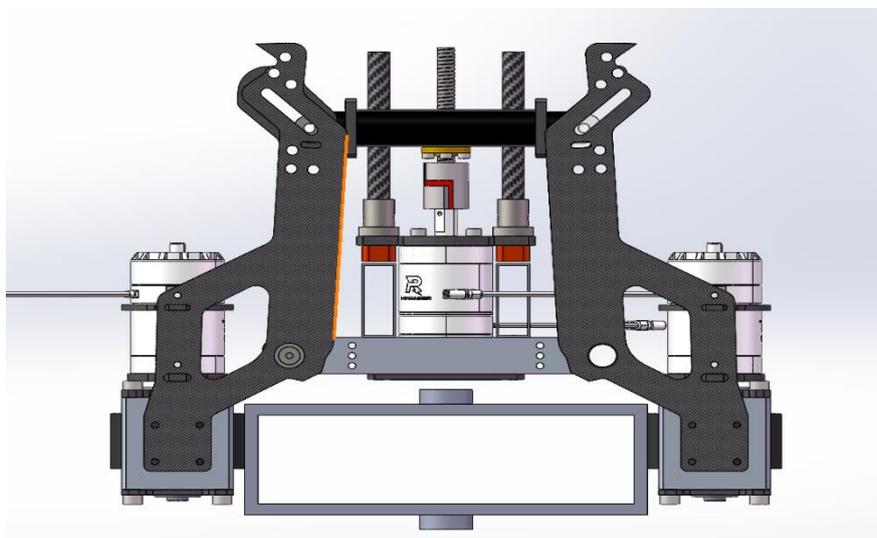


图 2.10 动力轮抱紧系统

快拆结构

不同于地面机器人，哨兵机器人底盘需受结构力的基础上，还需外加快拆系统，使其难度增大，而快拆结构的稳定性与方便性则是设计重点，如图 2.11 所示。

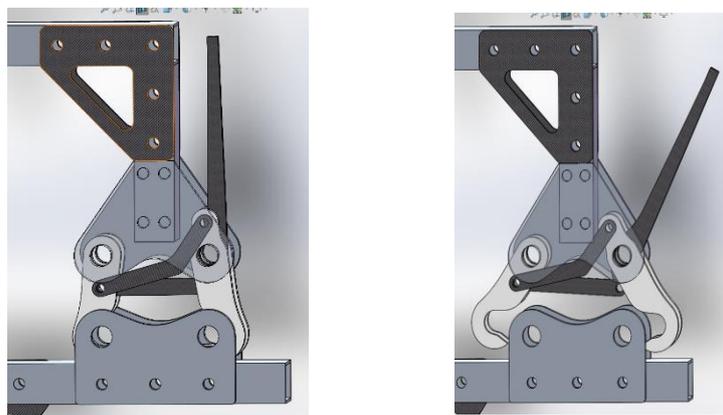


图 2.11 状态一: 闭合锁紧状态

状态二: 打开自由状态

设计时考虑到外界因素使快拆结构在比赛时打开，设计者在加扭簧自动闭合的基础上，防止开合杠杆因初始状态设计缺陷易被弹丸撞开的问题，将开合杠杆与机身其他零件贴靠时状态为卡扣闭合状态，有效防止弹丸误击时快拆结构打开问题。整体快拆结构上做到了，极便捷操作与稳定。

底盘整体布局

如图 2.12 整体结构设计图所示。

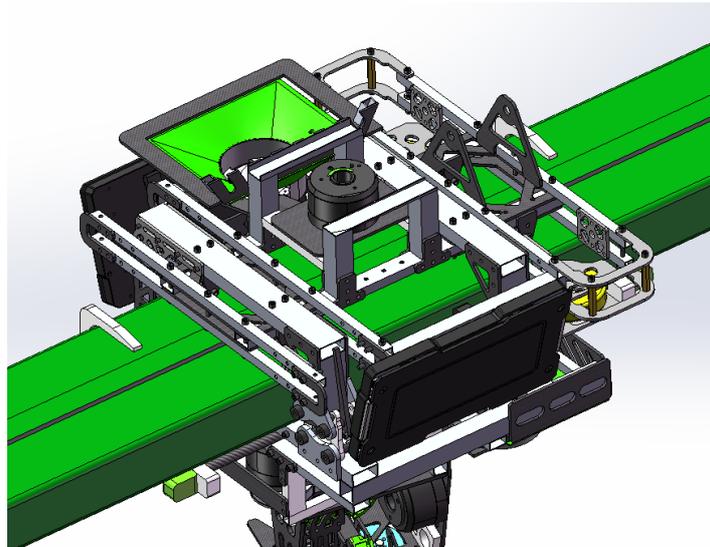


图 2.12: 底盘整体结构设计图

(3) 云台分析

面对多个敌方单位，哨兵的双云台和双发射机构就成为了反击的必要配置。不仅在火力上可以做到不落下风，对于不同方位的敌人仍可以做到有决策的分别打击。而对于哨兵的尺寸限制，双云台的放置有两种方式：一上一下放置、双下放置、双上放置。我们对比几种放置方式，选择了综合应对能力最高的一上一下放置。双下放置和双上放置都会缺失一部分宝贵的射击视野和角度。

面对对面多个机器的进攻，不仅要保证哨兵射击的流畅性，更要提高哨兵的射频。对于拨弹轮的迭代升级需要经过多次实验。找出最合适的拨叉齿数。增设扰动鳍和弱摩擦底座。

传统云台的设计，摩擦轮和测速放置在了 pitch 轴的一侧。配平需要另外放置运算或是电控设备。这无疑会增加了云台的转动惯量 ($I=ml.^2$)。参考桂电的设计方案后。我们重新设计链路，把摩擦轮和测速放置在 pitch 轴两侧。缩小云台的尺寸，提高 pitch 轴的响应速度。整个绕 pitch 轴转动的部分只有发射机构、摄像头、部分弹链。弹仓将固定在底盘上， pitch 轴电机将移至云台基座。 Yaw 轴电机通过齿轮传动，方便走线和弹丸链路的布置，如图 2.13 所示。

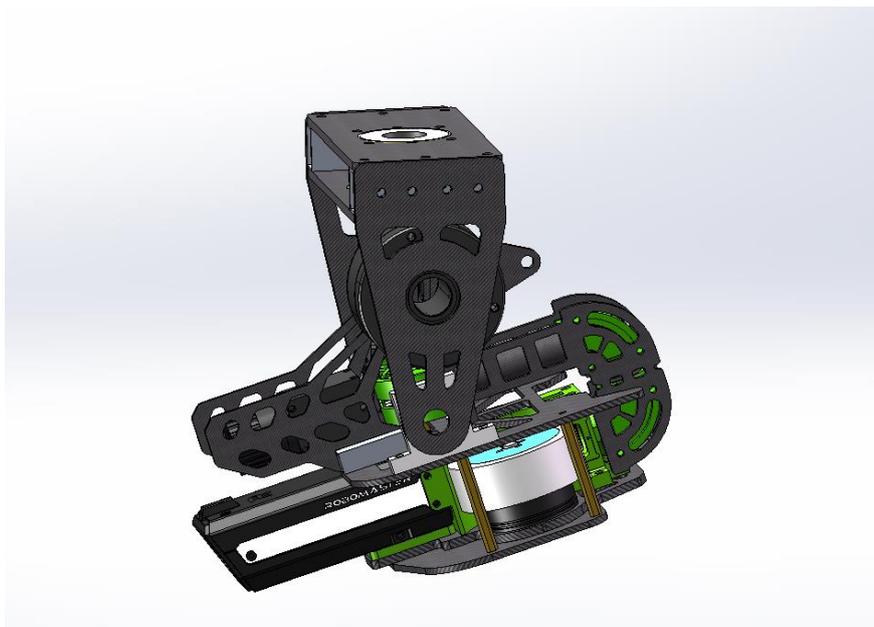


图 2.13 下云台 pitch 轴前置三维图

底盘供弹方案将云台惯量减到最小，因 17 毫米弹丸非侧供弹的设计只借鉴下供弹英雄后颈过弹的情况下，经验不足，以及时间的限制，依旧选择了传统侧供弹方案。

在侧供弹、底盘供弹，以及 pitch 轴前置的设计，使弹路长度和曲折程度大大增加，所以弹路在拐角的处理重要性就体现了出来。在弹路接口处避免台阶式接口，都采取由小入大的原则，拐角处加微型轴承减小摩擦，如图 2.14 所示。

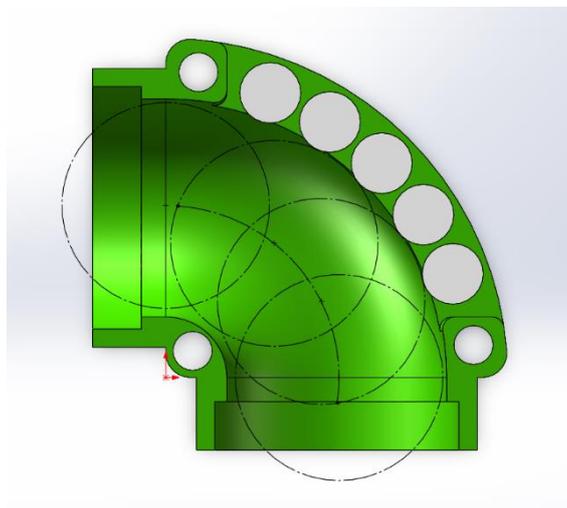


图 2.14 弹路拐角优化

(4) 拨弹系统设计

对于云台的供弹系统需求分析时有两种方案选择

第一种：是常规中心拨盘切向拨弹方式，传统拨弹因较成熟，无需作过多改进。

第二种：则是中心供弹方案，如图 2.15 所示。

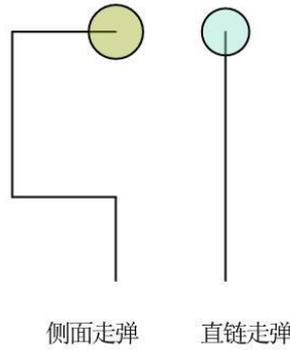


图 2.17: 链路区别 (均为正视方向)

又因队内无 17 毫米弹丸直链走弹设计的经验积累，综上决定采用侧面走弹的形式，减小研发周期，增大稳定程度。

(6) 电路布线规划

由于哨兵空间较小，集成度较高，所以布线是否合理直接影响哨兵整体及维护难易度，电路布线规划图如图 2.18 所示

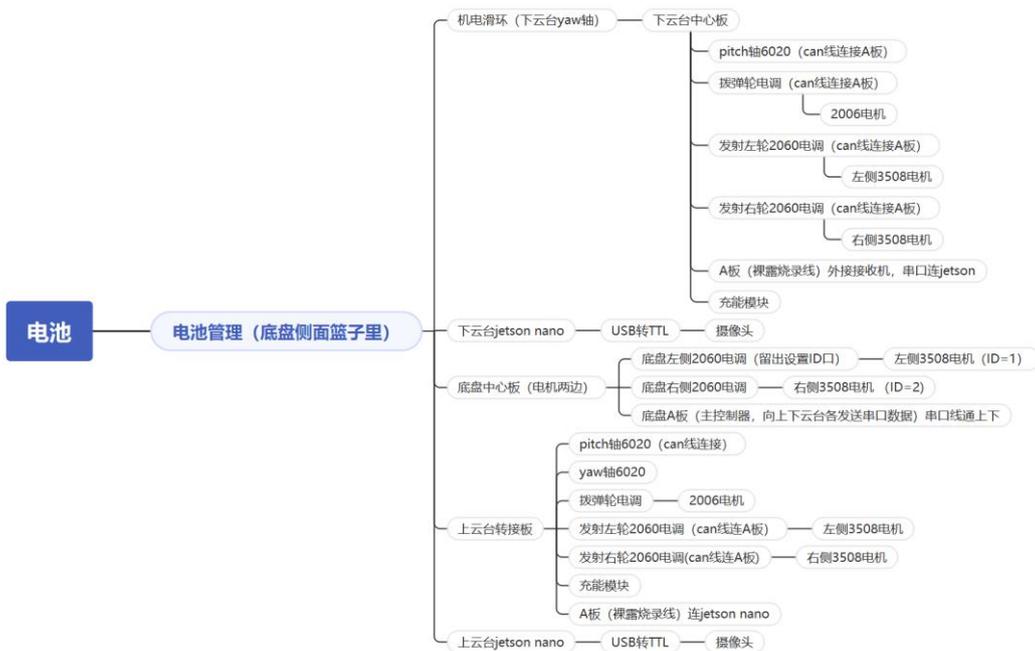


图 2.18 电路布线规划

(7) 整机设计图示

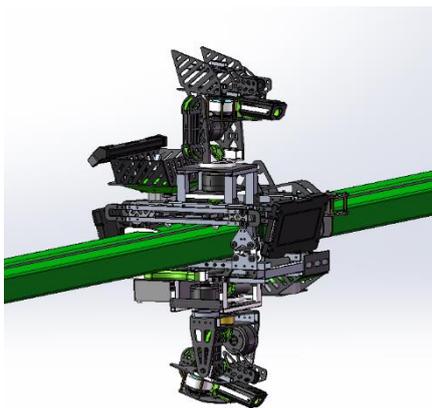


图 2.19 整机图示

3 技术难点分析

根据设计需求主要设计难点如图 2.20 所示：

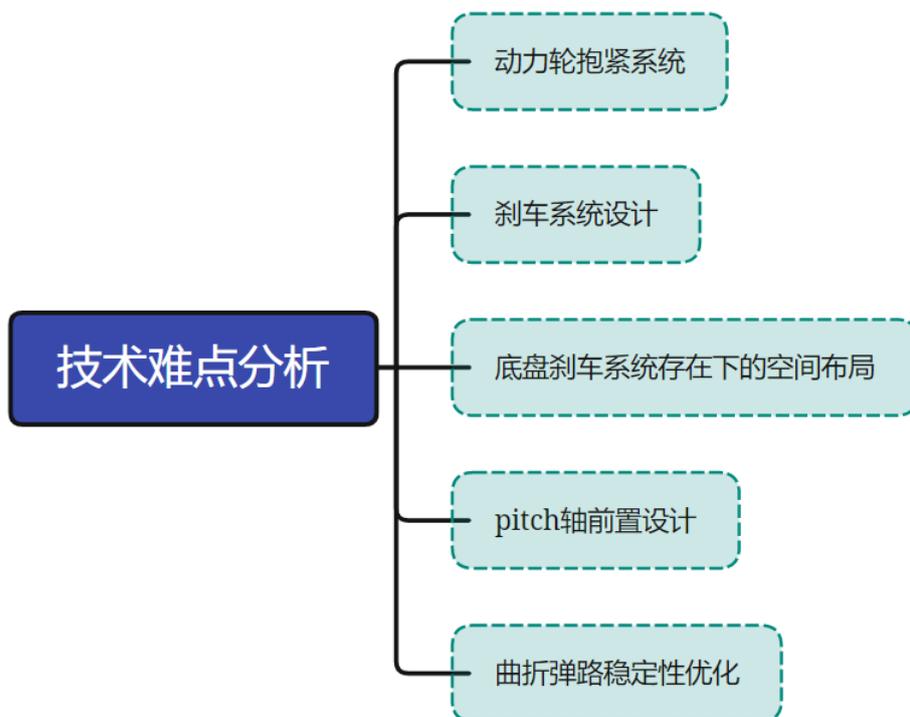


图 2.20 技术难点分析

4 测试和迭代分析最优解

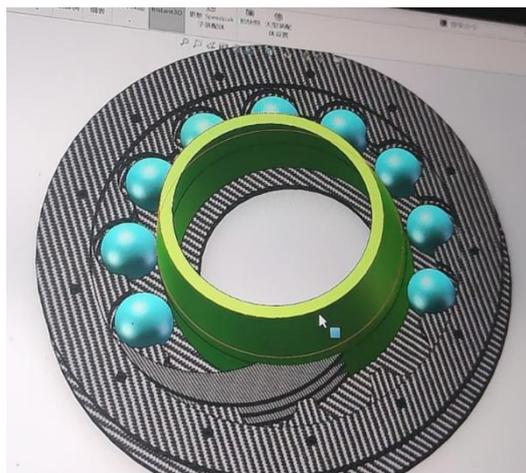


图 2.21：中心供弹设计初期

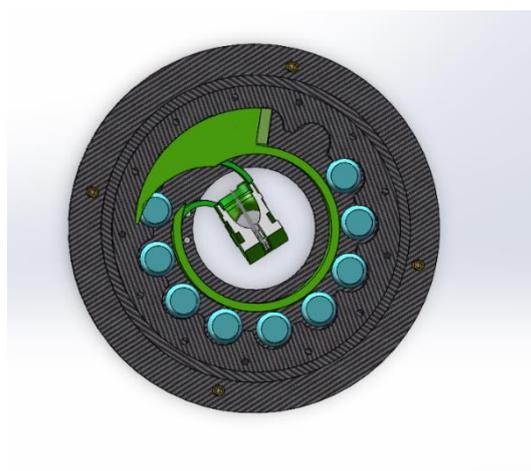


图 2.22：中心供弹设计改进后

(1) 螺旋拨齿的设计迭代

在初期，因思维惯性，设计思路为利用多层板材组成空间螺旋拨齿构建，但在后期设计装配时发现因空间有限的原因，多层板叠积的方案并不好装配安装，因为该零件体积小，结构分多层，相对复杂，则考虑运用打印件更为合理。

(2) 更换新摩擦轮后有无枪管测试

表 2.5

	八米散布	十米散布	十二米散布
无枪管	直径 95mm	直径 143mm	直径 165mm
有枪管	直径 91mm	直径 122mm	直径 150mm

由测试得出，即使更换新摩擦轮后的测速模块中有枪管依然优于无枪管。

(3) 对于板件厚度选择以及拓扑算例镂空思路

对于截面为 a （宽） $\times b$ （长）的板材材料来说

由材料力学的矩形截面惯性矩公式可知：

$$I_x = \frac{ab^3}{12}$$

7 / 9

梁所受的弯曲应力 σ 的公式为：

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x}$$



其中 M_{max} 是梁所受的最大弯矩， W_x 是以 x 为中性轴的抗弯截面系数，而 W_x 的公式为：

$$W_x = \frac{I_x}{|y_{max}|} = \frac{I_x}{\frac{b}{2}}$$

带入 I_x 的公式，就可以得到：

$$W_x = \frac{ab^2}{6}$$

在板材受法向力的情况下，如果需要相同条件下板材抗扭曲能力更强，就得增强结构的抗弯截面系数，此时应该增大长边 b ，而如果需要减重 而需要去除材料，那在减小较多 aa 的同时增大少量 bb ，则可以实现保持法向的承载能力的同时 减重的目的。简而言之，板材越厚，抗弯越好，在同等重量下‘厚板材+大减重’的抗弯能力要好于‘薄板材+少减重’的方式，且更节约整体结构的体积。以此结果，我们改正了以前的设计误区。

5 项目组人员组成及分工

(1) 人员现状

原哨兵负责人离开后，现由一名机械组成员进行哨兵机器人的设计与加工装配，一名电控人员进行调试，两位队内算法组同学负责算法工作。

(2) 人员架构

机械组：岳强（兵种负责人）；

电控组：韩诗禹

视觉组：李学智，陈成斌；

(3) 各组分工

① 机械组：兵种机械结构的设计与开发，购置相应的机械零件，并加工该兵种的所需零件，并对其进行装配，再配合电控进行调试，布线；针对出现的机械结构问题进行进一步改进。

② 电控组：对兵种的电控部分代码进行迭代与开发，对兵种的性能如底盘模块，云台模块，射击模块和电源模块进行针对性的调试，提升该兵种在场上的稳定性。

③ 算法组：视觉模块：实现自动打击。识别到小陀螺时的装甲模块，并实现打击。添加数字识别模块，优先击打威胁程度高的目标

6 项目进度安排

表 2.6 进度安排

时间	规划及进度安排
10.23-10.28	第一代哨兵底盘完整设计与装配。
11.2-11.8	完成下云台的完整设计与底盘链接装配
11.8 -11.12	完成上云台的设计与装配，与底盘链接装配
11.9-11.14	对整机进行细节修改与各属性计算检查
11.14	机械组内部审图，对机器人提出相关问题，要求改进
11.15-11.21	完成缺陷设计的迭代；对重要受力构件进行有限元分析，结构优化；
11.22-11.27	再优化，列出采购清单；作部分板件的二维出图，为加工做准备
11.28-11.30	跟指导老师提出审图请求，对机器人进行详尽的分析
11.31-12.4	对出现的问题继续改进，再次找指导老师审图，完善之后，上报采购物资，开始加工。
12.4-12.18	找老师进行加工交流，开式加工
12.20-1.16	继续加工，完成机器人的装配和调试工作，完成中期形态视频
二月-开学	在此期间，改进在测试时出现的相应问题，操作手训练
开学-省赛	操作手训练，熟悉机器人，为比赛做准备。
省赛-分区赛	根据省赛问题进行相应改进，备用件或者备用车的加工；

7 资源需求分析

(1) 场地需求

需搭建 1:1 哨兵轨道，进行上机测试

(2) 所需设备

雕铣机、3d 打印机、大连铣床、车床等。

8 项目预算

相应模块	所需耗材	预计费用
底盘	铝方管, 玻纤板, 3d 打印丝, 机加件, 定向轮, 直线轴承, 1 块大疆 A 板, 2 个 3508 和电调	1600
云台	过孔集电滑环, 3d 打印件, 2 块大疆 A 板, 4 个 6020 电机, 2 个 2006 电机和电调, 4 个 3508 电机和电调, 碳管, 法兰轴承, 等截面轴承, 微型轴承, 六面块, 铜柱若干, 螺丝若干	6200
整车	外壳, 轧带, 布基胶	300
调试	焊锡, 线材若干	200
视觉	Jetson nano, 工业相机	3200
总计		11500

2.2.3 英雄机器人

1 需求分析

英雄机器人作为全场唯一可发射 42mm 大弹丸的机器人, 高伤害爆炸性输出决定了其在赛场上的输出主导地位。相较于 2021 赛季, 对于英雄机器人而言, 本赛季规则主要有以下几点变化, 如图 2.23 所示:

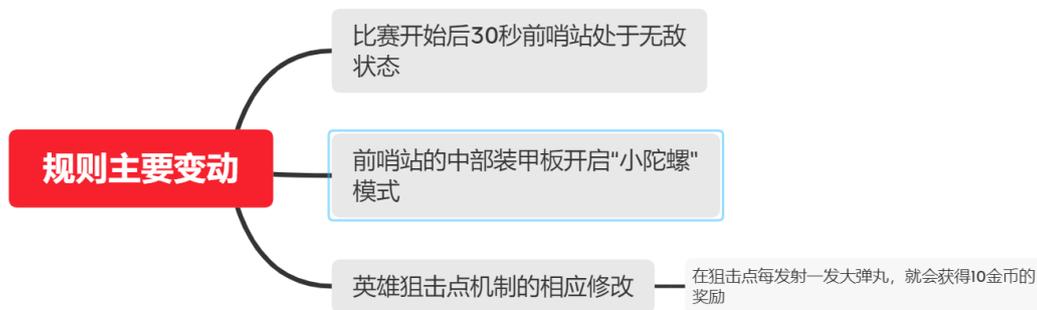


图 2.23 规则相应变动

同时因前哨站机制的保留，英雄的战术定位并未发生太大的变化，本赛季的英雄机器人仍以快速推掉敌方前哨站为首要目标，同时由于规则的变动，对英雄机器人的性能提出了更高的要求，详见表 1:

表 2.7 变动以及性能分析

变动	分析
比赛开始后 30 秒前 哨站处于无敌状态	英雄机器人在前期的机动性尤为重要 并且有一定自保能力
前哨站的中部装甲板 开启“小陀螺”模式	1、对英雄的输出能力提出了新的要求; 2、算法方面需要精准的进行预测
上部装甲板仍处 于静止状态	需要具备精准的远程吊射能力
英雄狙击点机制的 相应修改在狙击点 每发射一发大弹丸, 就会获得 10 金币的奖励	规则鼓励英雄机器人在狙击点进行打击

2022 赛季，42mm 发射机构有仍然保留了两种性能机制——爆发优先和弹速优先。爆发优先对于近战输出有较大的优势，而弹速优先更有利于远程吊射。由于经济体系的保留，本赛季英雄的大弹丸同样是需要金币去兑换，大弹丸 75 金币/5 发，这些弹丸打击机器人只能造成 500 点伤害，而用同样的金币购买小弹丸可以造成 750 点伤害；而对建筑进行打击时，如果只是打击中部旋转装甲板，仅需 75 金币，英雄能够打击 1000 点伤害，打击顶部三角装甲板可以造成 1500 点伤害，站在狙击点吊射最多可以一发打击 750 伤害，而相比之下小弹丸只能打 375 点伤害。

表 2.8 伤害扣血机制

伤害类型	血量伤害值
42mm 弹丸	<ul style="list-style-type: none"> ● 机器人装甲模块：100 ● 基地、前哨站装甲模块：200 ● 基地和前哨站三角装甲模块：300
17mm 弹丸	<ul style="list-style-type: none"> ● 机器人装甲模块：10 ● 基地、前哨站装甲模块：5

因此今年英雄机器人仍然是攻城拔寨的核心，且远距离吊射的重要性要大于近战对阵敌方机器人的能力。今年英雄的重点仍然是对建筑物的打击能力以及英雄的远程吊射能力，弹速优先会有更大优势。

根据以上分析，我们可以确定出新赛季英雄的整体需求，如图 2.24 所示：



图 2.24 英雄整体需求

2 设计思路

(1) 整车结构思路分析

由于本队的历史遗留问题，在 2021 赛季前英雄机器人一直处于羸弱状态，设计人员在上个赛季保留了上供弹结构，弹链引入滑轨机构，在赛场上达到了不错的效果，上供弹英雄的输出能力不容小觑。但在目前赛场上，英雄的下供弹结构几乎已经取代了传统的上供弹结构，本队上赛季上供弹机器人与哈尔滨工业大学（深圳）开源的下供弹英雄的主要数据对比，如表 3：

表 2.9 上供弹英雄与下供弹英雄主要数据对比

对比分析	上供弹	下供弹
质心离地高度(mm)	271.2	200
空载重量 (kg)	24.15	22.32
命中率 (5m 大装甲板)	95%	95%
命中率 (8m 大装甲板)	83%	80%

从上表中我们不难发现，重心的高度降低了 71.2mm，空载质量也有了小幅降低，但在机器人满载的状态下，两种不同的英雄就可以看出来区别。

这里设计人员设置了一个尺寸为 83.9mm*70.83mm*50mm，重量为 3kg 的立方体，模拟载荷 60 发大弹丸时的质心位置，如表 4:

表 2.10 质心位置图

参数	上供弹	下供弹
满载时质心离地高度	314.7	190.66

上供弹英雄的距离的上升幅度比下供弹英雄多了 34.14mm，处于明显的劣势。实际过程中，弹丸近似均布于整个弹仓的，两者重心的高度会有一些的上升，实际的质心会相较测试更高，下供弹在适应地形方面的优势显著，下台阶、下坡、飞坡的难度明显下降；但在最为重要的射击精度上几乎没有任何变化，所以可以确定，下供弹英雄在保证射击精度大致相同的基础上，可以实现机动性的大幅提升。于是，下供弹结构成为新赛季英雄的主要结构方向，再配合大陀螺功能，可以实现很好的机动性能和自保能力。

(2) 底盘分析

2022 赛季新增的几乎布满全场的起伏路段，对机器人的悬挂系统提出了新的要求，由上海交通大学提出的四轮联动的非独立悬挂系统可以较好地适应起伏与上坡路段，针对此的优化改进也是我们目前主要的研究方向，如图 2.25 所示：

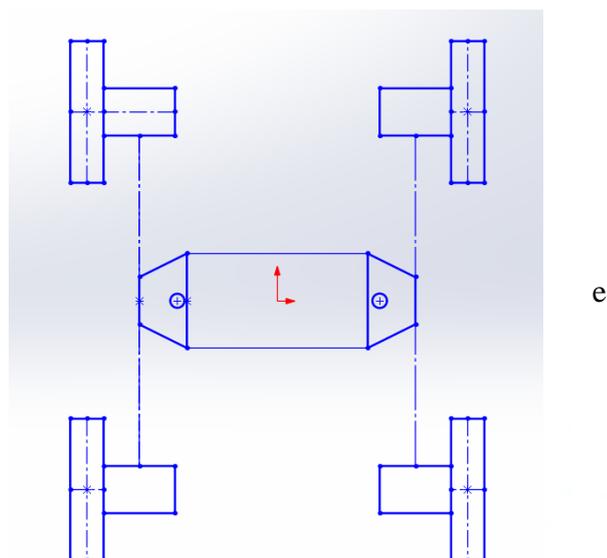


图 2.25 非独立悬挂机构简图

同时，底盘弹丸承载能力是一个关键，2022 赛季仍保留的经济体系，不需要工程给英雄补弹，仅需在三分钟准备阶段装填弹丸即可。足够的弹丸对英雄是极其重要的，于是英雄机器人至少需要承载 70 发大弹丸（不包含弹链）。

（3）云台分析

前哨站中部旋转装甲板增大了英雄的推塔难度，英雄的打击精确度需要提高到较高的水平，同时新增的英雄狙击点的奖励机制和上部装甲板仍保持不动，可以看出英雄狙击点的战略定位有所提高，要求英雄机器人的输出能力和命中率都需要提升一个档次，与此对应的是单发限位是否足够稳定，进入发射时弹丸的能量是否大致相同，射击补偿是否足够精确，这些都是我们本赛季的研发重点。

本队的云台设计方案是弹链从过孔集电滑环走出后，只经过一次大弧度转向就直接进入待发状态。Yaw 轴利用同步带轮传动，以达到传动稳定和轻量化的目的，pitch 轴采用平行四边形连杆结构，电机后置，保证稳定的同时，也满足了配重需求，且 pitch 轴转动中心需要与待发弹丸的形心基本重合，如图 2.26、2.27 所示。

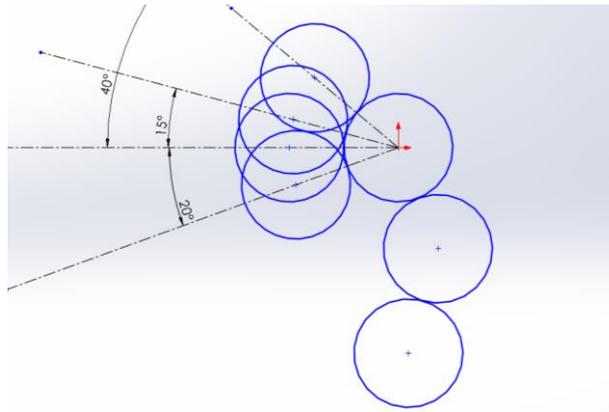


图 2.26 pitch 轴转动原理

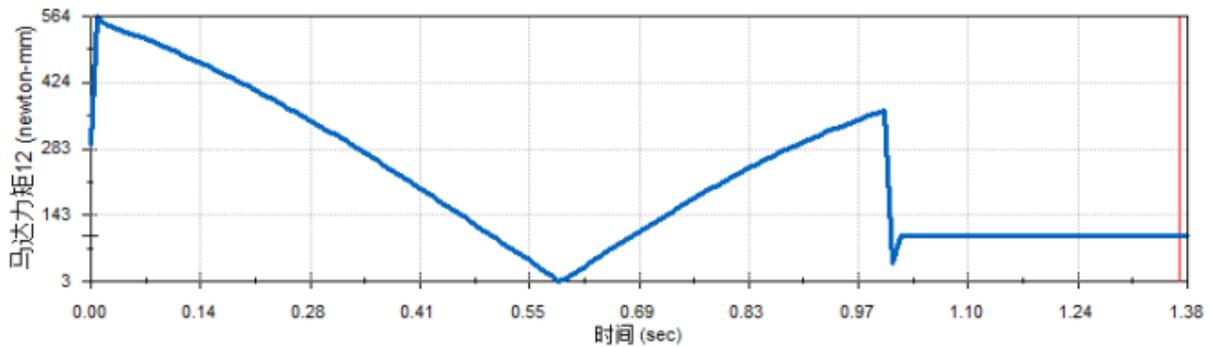


图 2.27 pitch 轴电机输出扭矩

(4) 发射机构分析

英雄机器人连发超热量的后果是极其严重的，于是单发限位的设计是极其重要的。设计人员结合上海工程技术大学的英雄机器人在上赛季的稳定表现，借鉴了其开源的机械限位的设计并加以改进，可以较好的将弹丸固定在相应的位置，确保了供弹的稳定性，但由于进度原因，还未找到较好硬度的拉簧或皮筋，这是我们在接下来的测试中，着重考虑的，如图 2.28 所示。

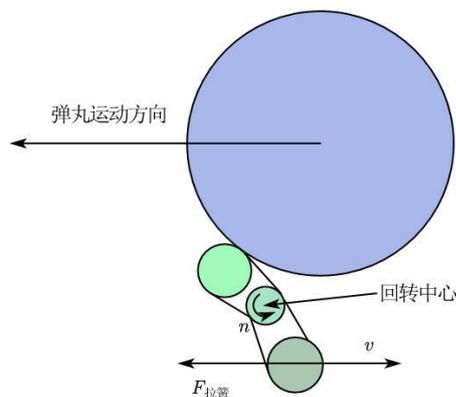


图 2.28 单发限位原理

3 技术难点分析

新技术往往面临着新问题。可以说，卡弹是下供弹英雄永远的痛，一旦卡弹，可以说战场的主导权基本已经拱手相让，如何在快节奏的比赛中，保证弹路的顺滑，精准控制机器人的发射，是整辆车的难点。第一，容易在进弹口和弹路中卡弹，这个可以通过在弹路中加入大量的微型轴承解决，以及扩大其转弯半径来解决相应问题；第二，弹路的连贯性是比较难以解决的问题，由于我们队采用的是弹丸经电滑环后直接进入待发状态的设计方案，于是在俯仰时，弹路和发射台连接处会有一段变化的路径，需要我们对滑块进行相应的设计；第三，由于英雄超热量的后果过于严重，于是如何保证英雄的单发射击是我们着重需要考虑的，难点在于弹丸的单发限位的设计上，拉簧或皮筋的软硬需要通过不断的测试，达到理想的效果。以下是本队在赛季针对以上难点需要做的相应测试及测试对象，本队目前在拨弹轮、弹链末端的滑块机构上取得了较大的进展，但由于进度原因，单发限位仍在测试中，测试要点如图 2.29 所示：

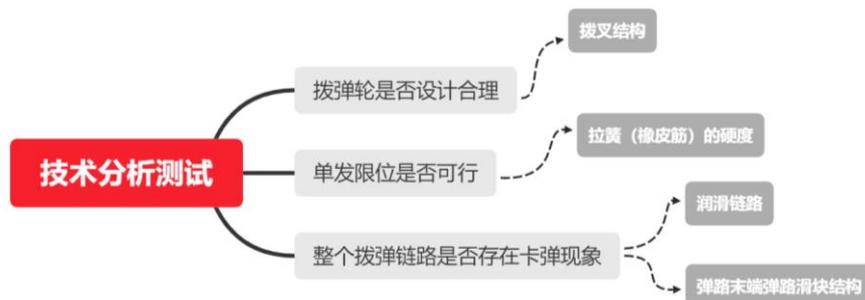


图 2.29 测试要点

4 模块分析以及功能实现

总体而言，这赛季保留的经济体系、允许发弹量的限制以及规则的改进，英雄机器人的子弹变得愈发金贵，命中率可以毫不夸张地说是英雄的命根，一台机动性能好，射击精度高，远程吊射能力强的英雄机器人，才可能让全队在赛场上占据上风。英雄机器人设计框图如图 2.30。

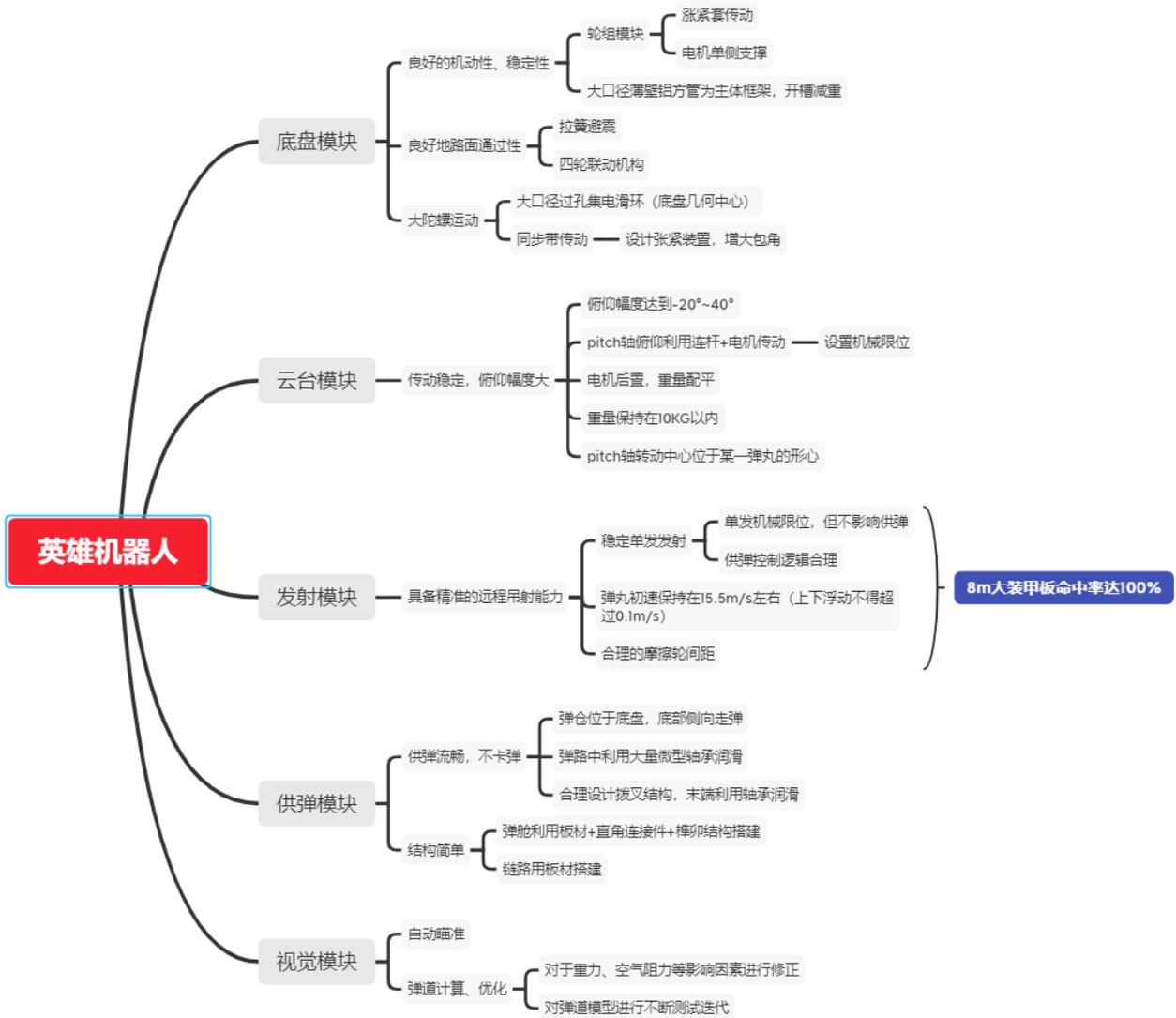


图 2.30 各模块功能分析以及实现方案

5 测试和迭代分析最优解

(1) 轮组模块中联轴器的选择

在轴上线切割出一个 D 型孔，再把 3508 的电机轴塞进去，就形成了一个简易、耐用的联轴器，在以往赛季，本队均沿用了这款设计。但在 2020 赛季，上海交通大学设计出一款新型的夹紧式联轴器，如图 9 所示，引得不少高校争相模仿，设计人员在联轴器的有了新的思考，于是，在本赛季初设计人员提出了以下三种联轴器方案如图 2.31：

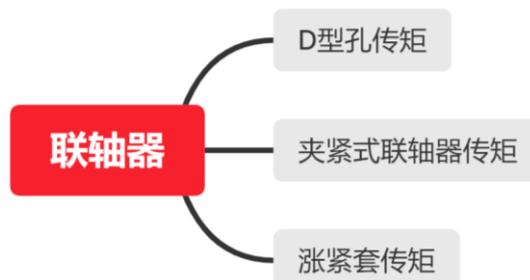


图 2.31 联轴器方案

经过上赛季强度不算高的几轮测试之后，我们发现，英雄机器人的 D 型孔在长期急转急停的状态下，再加上 6061 铝合金较软，导致 D 型孔有一个较大的变形，在正反转切换时会有一定的空程，对英雄的机动性能造成较大的影响。最后上场时，在轴上钻孔后拧上螺丝，解决了这个问题。这样的操作过于繁琐，而夹紧式联轴器给我们了一个较好的解决方案，如图 2.32 所示：

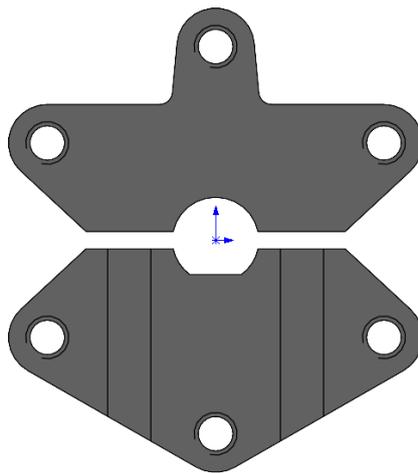


图 2.32 夹紧式联轴器

在 D 型孔仍保持输出扭矩的同时，螺栓从上往下穿过、拧紧，将轴抱紧之后可以输出较大的扭矩，一旦出现松脱现象，仍可以调节螺栓再次将轴抱紧。这款联轴器，价格低廉，效果上佳，成为了很多队伍的首选，但在使用过程中，这款联轴器再配合上推力球轴承，容易出现“外八”现象，电机轴承受了一定的弯矩，对电机的寿命产生了一定的影响。如图 10 所示，在两侧均受力的基础上，会形成一个逆时针的扭矩，造成“外八”，原理如图 2.12 所示。

表 2.12 扭矩参数比对

参数	数值 ($N \cdot m$)
3508 额定输出扭矩	3
涨紧套最大输出扭矩	12
夹紧式联轴器最大输出扭矩	19

于是针对于以上两种联轴器的优缺点，结合相关资料，决定采用涨紧套传矩的方案，外侧有轴深沟球轴承，将承力点外移，大大改善了“外八”现象，且传矩稳定可靠，如图 2.33

所示。

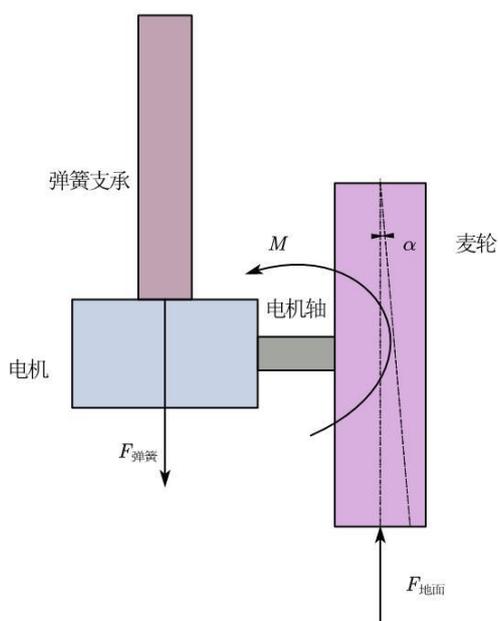


图 2.33 “外八”现象原理

(2) 供弹链路的选择

下供弹英雄的供弹链路有两种形式如图 11 所示，一种是，从侧面走弹，弹链过长，拨盘电机载荷大，但在弹路中不用考虑弹路长度是否发生变化，弹链长度保持不变；另一种是链路的一部分直接作为 Yaw 轴，这样的优势在于弹路的长度明显减小，但是在弹路末端会有弹路的长度变化，卡弹的几率大大增加，如图 2.44 所示。

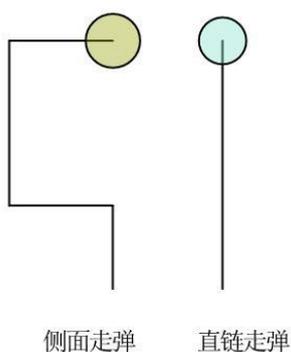


图 2.34 链路区别（均为正视方向）

为考虑减小云台的转动惯量，减少供弹阻力，减少电机负荷，决定采用直链走弹的形式，同时也能减轻一部分重量，部分英雄云台质量如图 6 所示，以达到轻量化的目的，如表 2.13 所示：

表 2.13 部分开源英雄云台质量



学校	云台质量 (kg)
东北大学	7.054 (计算滑环)
华南理工大学	4.65 (未计算滑环)
哈尔滨工业大学 (深圳)	4.234 (未计算滑环)

注：滑环质量在 1kg 左右

前两所院校采用侧面供弹，当子弹充满弹链时，重量会更重，转动惯量会明显增加，故采用直链走弹形式。

6 项目人员组成及分工

(1) 人员现状

英雄机器人在比赛中有着很高的战术定位，其性能的好坏往往决定了比赛的走势。上赛季英雄机械组有两人进行研发，电控两人调试，取得不错效果。但本赛季需要对底盘和供弹结构进行全新设计，同时英雄机械只留下一人进行设计，电控组成员也仅有一人主要负责，工作量相对较大；技术人员较少是我们必须面临的问题，需要在技术组成员进行技术创新的同时，做好技术传承，以免断代。

(2) 人员架构

机械组：周柏年（兵种负责人）；

电控组：黄昊，王家润；

视觉组：李学智，陈成斌；

(3) 各组分工

① 机械组：兵种机械结构的设计与开发，购置相应的机械零件，并加工该兵种的所需零件，并对其进行装配，再配合电控进行调试，布线；针对出现的机械结构问题进行进一步改进。

② 电控组：对兵种的电控部分代码进行迭代与开发，对兵种的性能如底盘模块，云台模块，射击模块和电源模块进行针对性的调试，提升该兵种在场上的稳定性。此外，还要对老英雄的发弹进行射击测试，以达到上场比赛的标准，做好赛场备车的准备，如图 2.35 所示、如图 2.36 所示。



图 2.35 英雄机器人调试总体规划

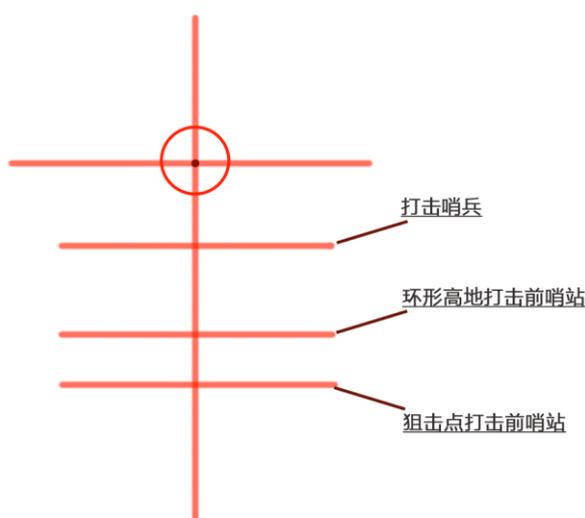


图 2.36 UI 界面预计设计说明

③ 算法组：英雄需要强大的自瞄系统，对子弹运动过程中重力、空气阻力等影响因素进行修正，对云台仰角进行补偿，提高 6 弹丸的有效命中率，对于小陀螺及移动打击精度要高。

7 项目进度安排

时间	规划及进度安排
10. 23-10. 28	第一代英雄机器人绘制（侧重于云台），同时采购测试用板材和铝型材
11. 2-11. 6	完成自适应底盘的正式版本的第一次迭代，同时对发弹滑块进行绘制，同时进行供弹链路的测试；
11. 7-11. 8	完成对一代机器人的整体绘制，与战队顾问进行交流，发现问题
11. 9-11. 14	对一代自适应进行相应的改进，二次迭代；



11. 14	机械组内部审图，对机器人提出相关问题，要求改进
11. 15-11. 21	完成云台的设计工作；完成二代自适应的相应迭代；同时对重要结构件进行有限元分析，结构优化；
11. 22-11. 27	再次找顾问审图，开始列出采购清单；写出设计计算步骤，留存有限元分析结果；对相应机构进行详细说明
11. 28-11. 30	跟指导老师提出审图请求，对机器人进行详尽的分析
11. 31-12. 4	对出现的问题继续改进，再次找指导老师审图，完善之后，上报采购物资，开始加工。
12. 4-12. 18	期末考试周，在此期间委托加工老师帮忙加工板材或铝方管
12. 20-1. 16	继续加工，完成机器人的装配和调试工作，完成中期形态视频
二月-开学	在此期间，改进在测试时出现的相应问题，操作手训练
开学-省赛	对机器人进行复原，使其达到比赛水平，同时操作手疯狂训练，熟悉机器人
省赛-分区赛	根据省赛问题进行相应改进，备用件或者备用车的加工；

8 资源需求分析

(1) 场地需求

为测试英雄机器人在不同地形上的移动能力和适应能力，需要由 15°坡、盲道、台阶、飞坡场地、以及平地场地，用来测试机器人在场地的表现性能；同时需要相同比例的简易前哨站模型，通过调整车与模型的相对位置，模拟在狙击点，环形高地上击打前哨站的效果。

(2) 物资需求

为测试供弹链路的顺滑程度，需要大量的大弹丸作为链路中的一部分，需要准备足够量的大弹丸；同时为顺滑链路，需要准备大量的微型轴承，为保证正常运动，需要 6020 电机，3508 电机，大口径过孔滑环等一系列物资。

(3) 所需设备

雕铣机、3d 打印机、大连铣床、车床等。

9 项目预算

表 2.14 预算表

相应模块	所需耗材	预计费用
底盘	铝方管, 玻纤板, 3d 打印丝, 机加件, 过孔集电滑环, 螺栓, 轴承, 5 个 3508 电机+电调; 一个 6020 电机, 若干成品件	10650
云台	玻纤板, 2 个 3508 电机+电调, 一个 6020, 两个同步带轮, 两个摩擦轮, 3d 打印件, 铝柱, 机加件	5250
整车	外壳, 扎带, 布基胶	300
视觉	nuc, 工业相机	2500
总计		18700

2.2.4 工程机器人

1 需求分析

本赛季工程机器人较上赛季规则上总体而言变化不大。具体变化如下:

- ① 最大伸展尺寸长宽高由 1000*1000*1000 提升至 1200*1200*1000 (取矿机构伸展尺寸限制未变)。
- ② 大资源岛放置矿石平面离地高度由 400mm 提升至 410mm。
- ③ 工程取矿单项赛有放置于地面的矿石和斜放在资源岛上的矿石各一颗。

由于本赛季规则较上赛季变化不大, 各支队伍有上赛季的积累可以较轻松完成基础功能, 本赛季工程机器人大方向上会有更多队伍尝试上赛季赛场上展现的新技术如空接等功能, 以及上赛季中不完善的功能如移动障碍块以及夹取地面矿石等功能。

在上赛季中, 本队的工程只有采兑矿以及救援两项功能, 且采兑矿功能的实现效果距离



预期仍有较大差距。

综合以上分析，本赛季本队工程首先需要保证采矿兑矿功能稳定和高效，其次在上赛季的救援系统的基础上进行改进，最后在保证前两项功能稳定的前提下对空接、地面矿、障碍块等功能进行尝试。

2 设计思路

总体而言，通过总结上赛季经验以及参考开源资料，否定了上赛季尽量不使用气动驱动的思路，将工程机器人按功能分为底盘、采矿兑矿机构、升降机构、救援机构以及夹取地面矿石及障碍块机构几大功能分区，各模块功能分析以及实现方案如图 2.37 所示：



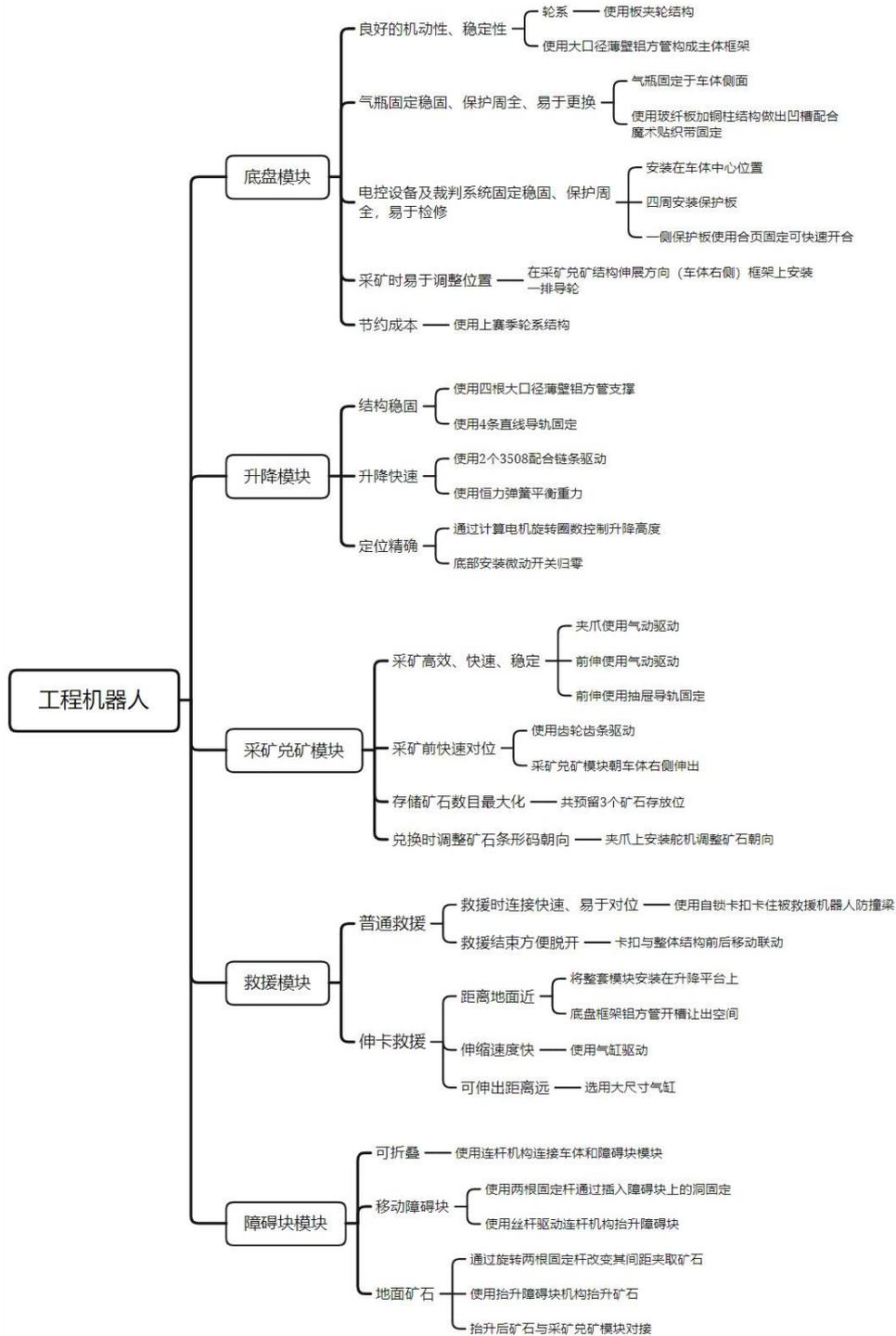


图 2.37 各模块功能分析以及实现方案

各功能分区具体设计思路如下：

(1) 底盘设计分析

底盘整体框架方面通过分析开源资料决定使用大尺寸薄壁铝方管搭建主要框架，中间部分由于需要避让救援机构对铝方管进行了切割并在其上增加了方管进行补强，如图 2.38 、 2.39 所示。

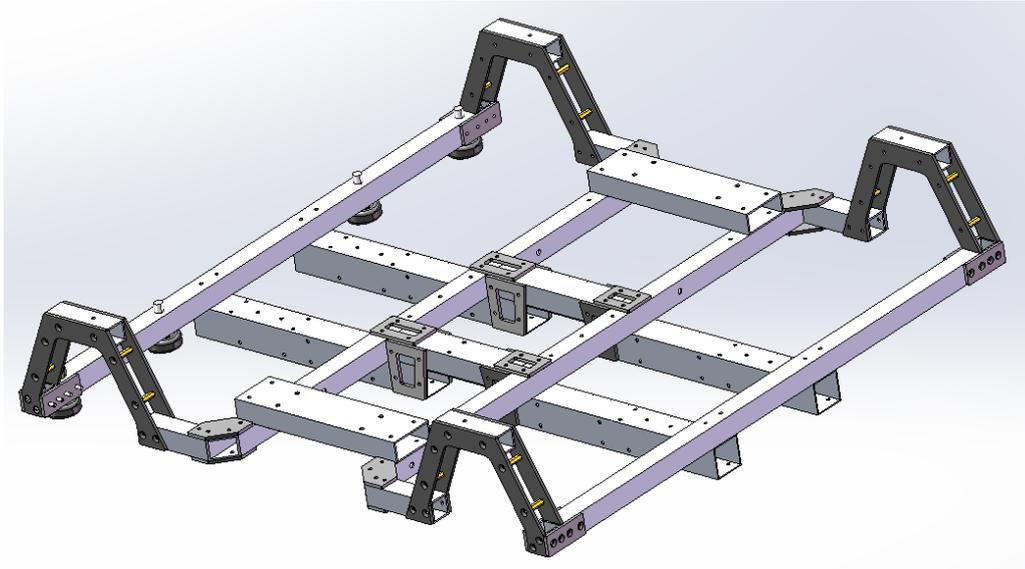


图 2.38 底盘框架结构图

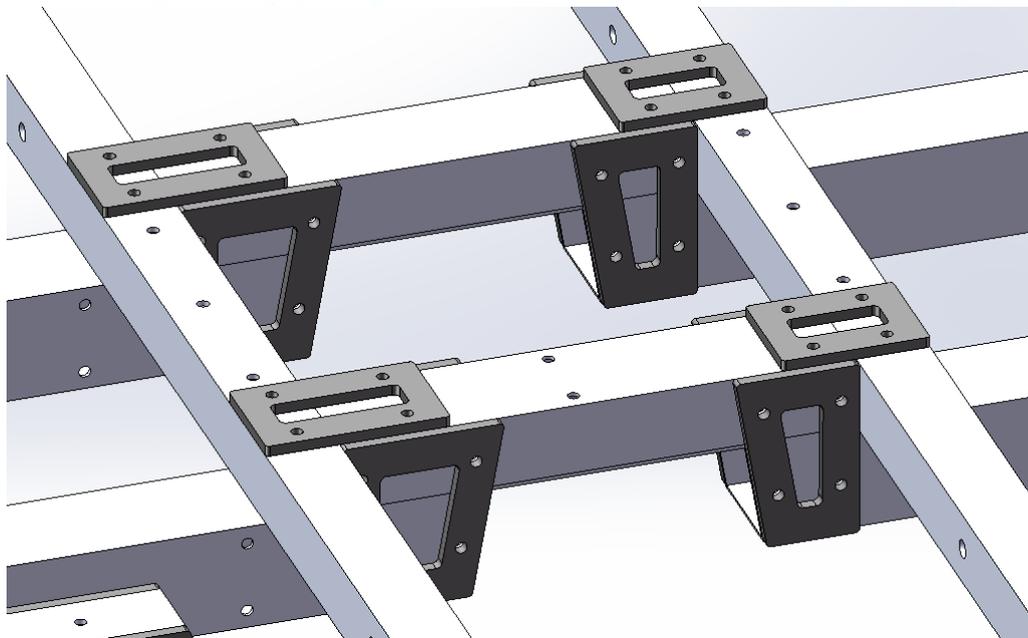


图 2.39 切割及补强位置结构图

轮系部分由于上赛季使用的轮系结构稳定，在比赛过程中未出现过故障，并且出于节约经费的考虑，决定沿用上赛季使用的轮系结构。本赛季仅对有损耗的玻纤板进行重新加工，以及根据本赛季工程机器人对避震弹簧进行重新选型，如 2.40 所示。

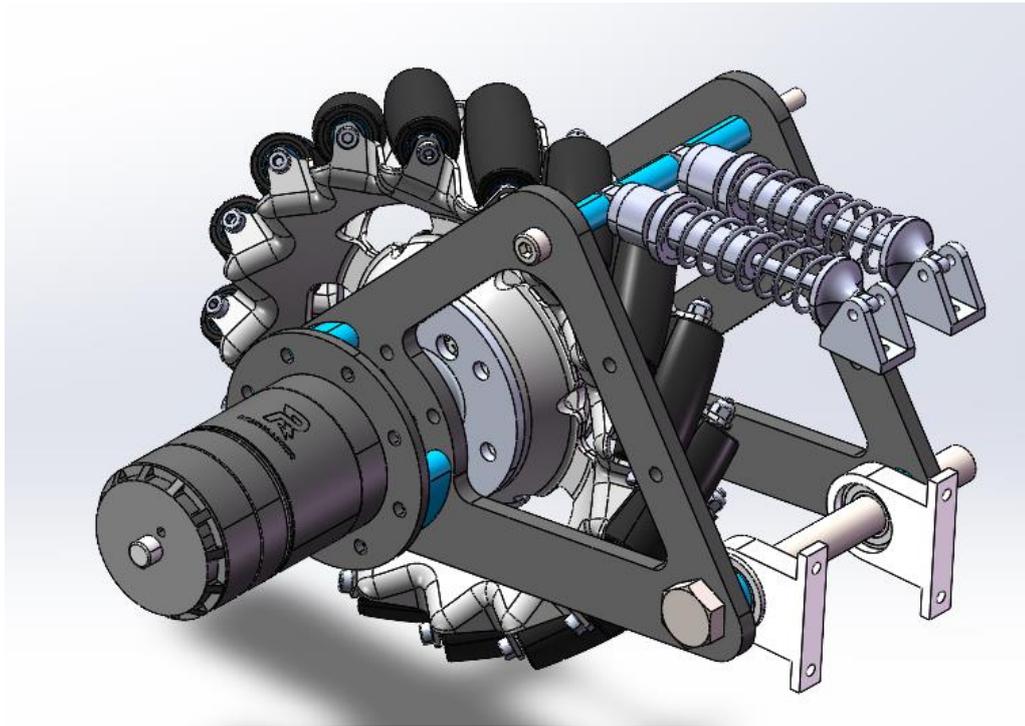


图 2.40 轮系结构图

防撞框架部分主要使用 20*20*1.5mm 规格的铝方管作为防撞梁，在轮系区域使用玻纤板配合铜柱进行了加高以避免轮系活动范围，图 2.41 、2.42 所示。

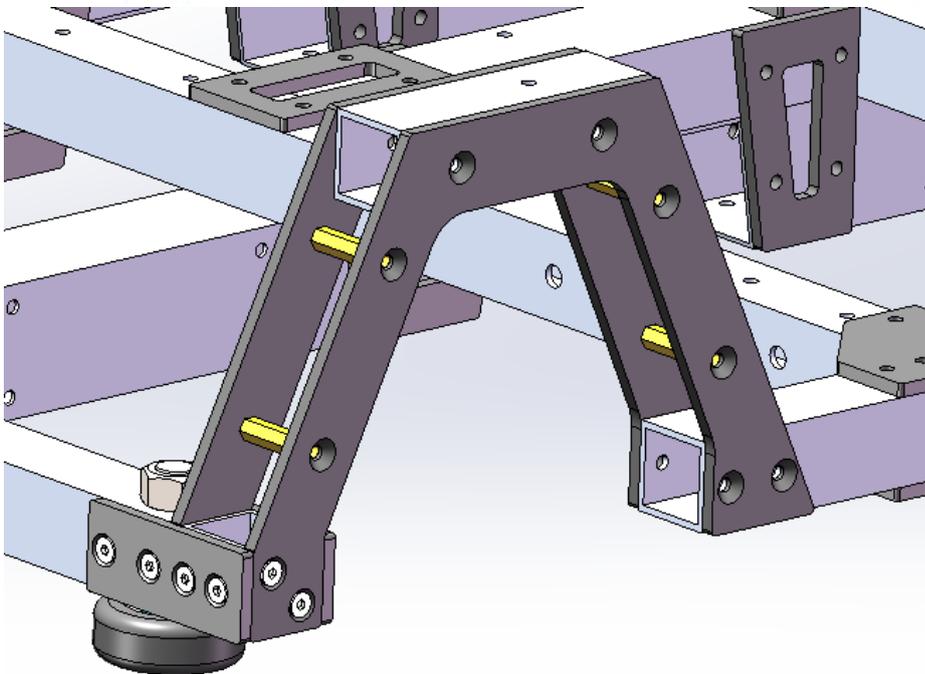


图 2.41 防撞框架加高处结构图

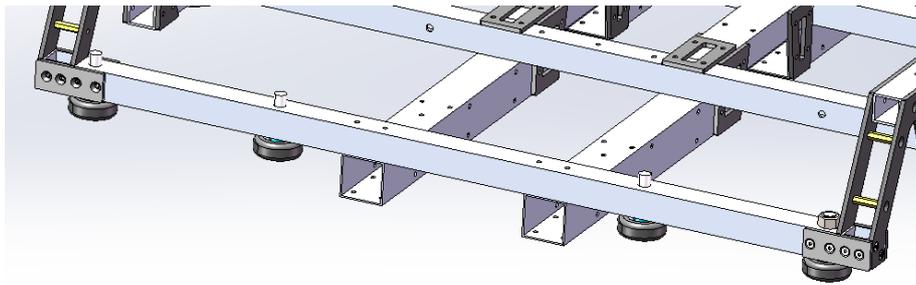


图 2.42 防撞框架右侧导轮结构图

气瓶固定部分使用玻纤板配合铜柱的结构做出了放置气瓶的凹槽并通过魔术贴绑带将气瓶固定在凹槽内。由于采矿兑矿机构向机器人右方伸出，并且使用的 0.45L 的钢制气瓶重量较重，决定将气瓶固定在底盘左侧，可以平衡机器人重心并且方便更换气瓶，如图 2.43 、 2.44 所示。

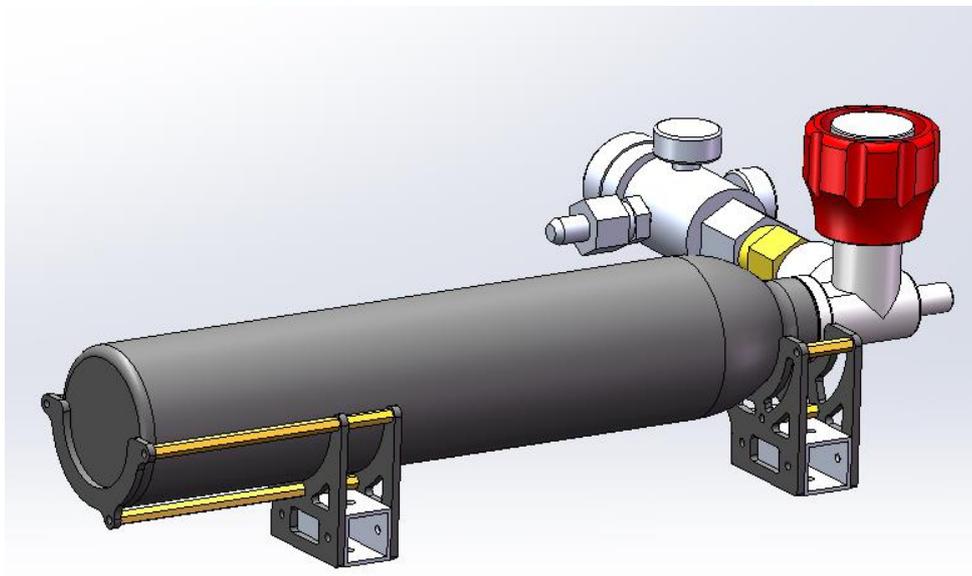


图 2.43 气瓶固定结构图

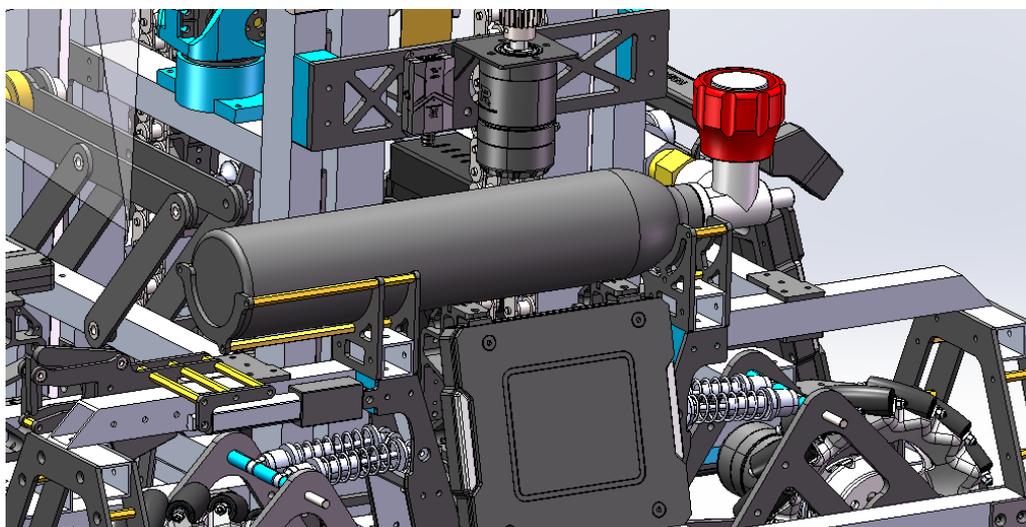


图 2.44 气瓶固定安装位置示意图

(2) 采矿兑矿机构设计分析

采矿在稳定的基础上还要加快取矿的速度，总体设计思路是采用气动结构。根据上个赛季的经验，把整体夹矿结构设计在了整车的侧面。以方便整车更加灵活的对位，如图 2.45 所示。

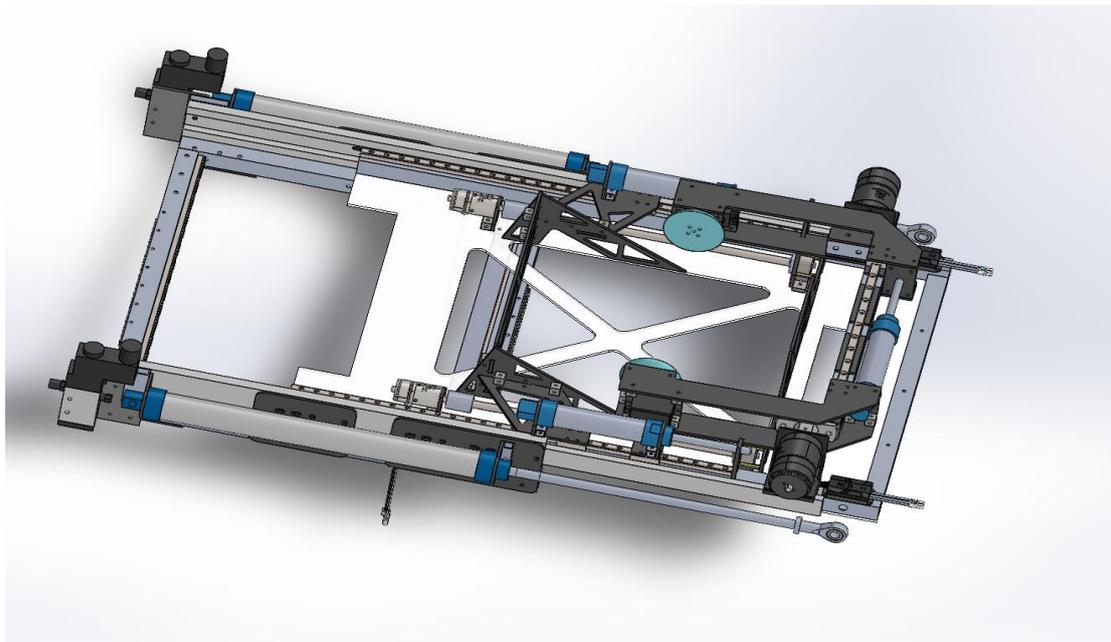


图 2.45 取矿结构整体预览图

兑换结构考虑到矿石的条形码需朝下以及单项赛的规则等问题，决定在爪子上用舵机进行矿石方向的调整。后期改进时加了轴承受力以保护舵机，如图 2.46 所示。

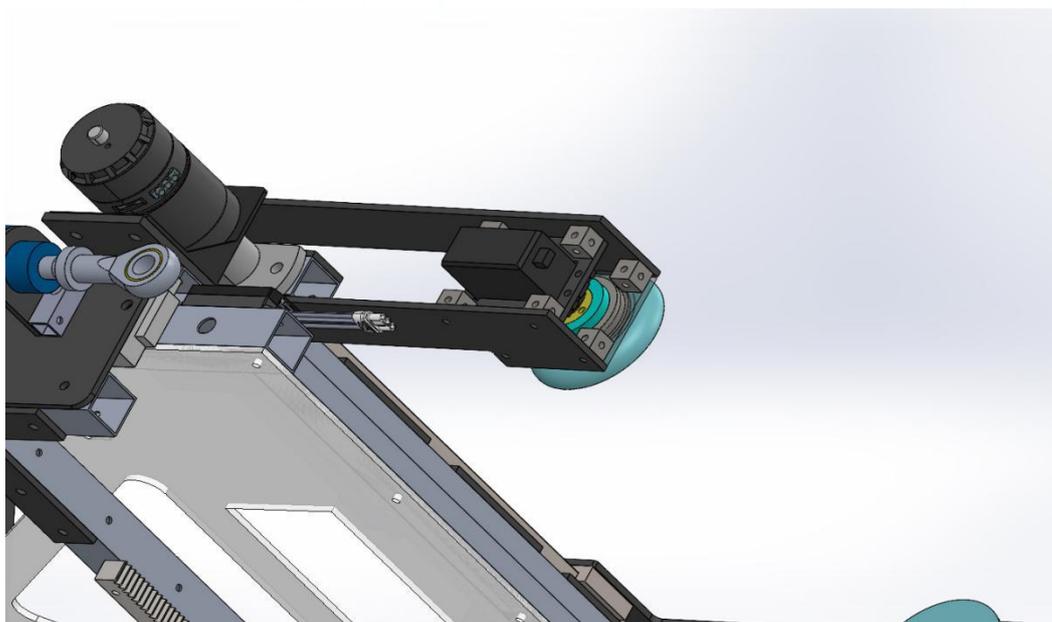


图 2.47 爪爪调整图

夹爪的设计是采用去年相对稳定的结构，采用气动结构，改动部分是在夹爪上安装了调整矿石转向的舵机，并且外加了轴承受力以保护舵机的结构。

为实现自动对位，结构上外加了自动对位的左右微调结构。采用齿轮与直齿条配合滑轨并使用 3508 进行驱动。能左右微调的范围 $\pm 100\text{mm}$ ，如图 2.48 所示。

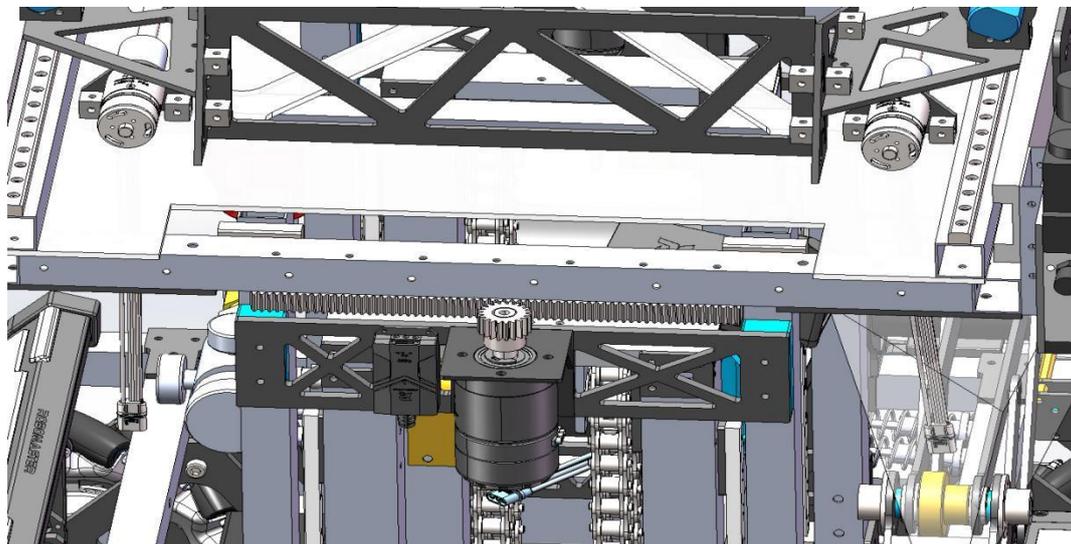


图 2.48 左右微调自动对位图

为尽可能多的存储矿石，今年预留了 3 个矿石的位置。如图，为车上两个夹爪上一个。由气动夹紧固及 2006 带动丝杆推动矿石，如图 2.49 所示。

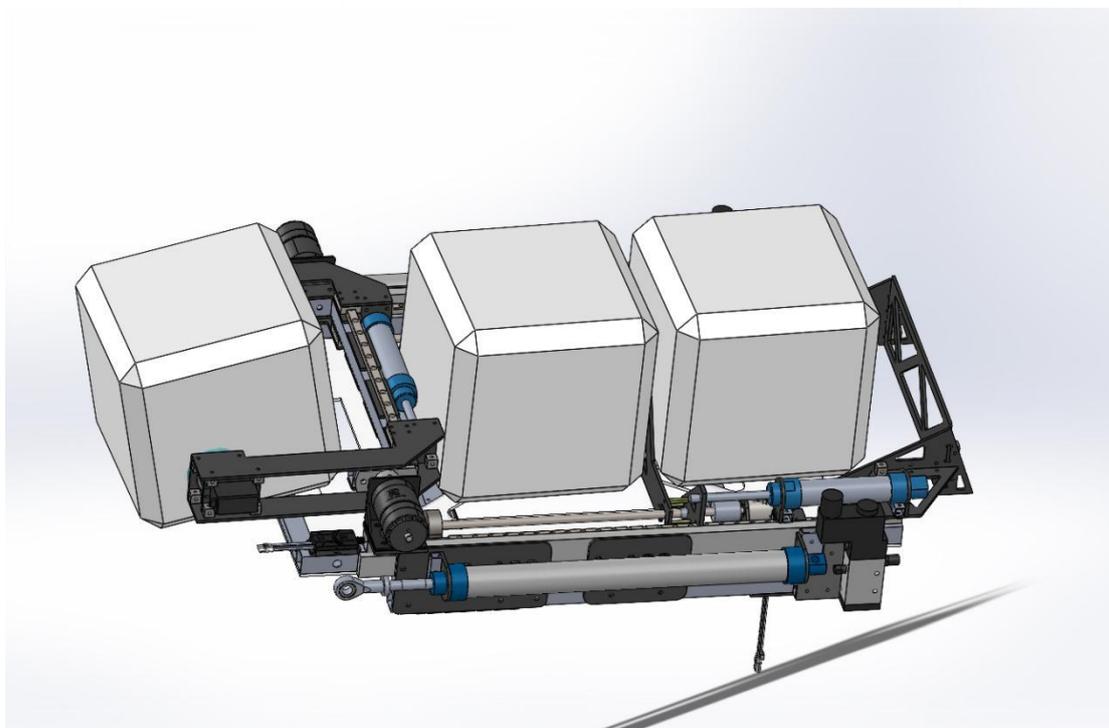


图 2.49 矿石预存图

(3) 救援机构设计分析

救援机构分为普通救援和伸卡救援两部分。

普通救援：普通救援主体为两个夹爪，夹爪安装在车体前部的直线导轨上，可前后滑动伸出车体。夹爪前后运动通过电机连接丝杆驱动，图 2.50 所示。

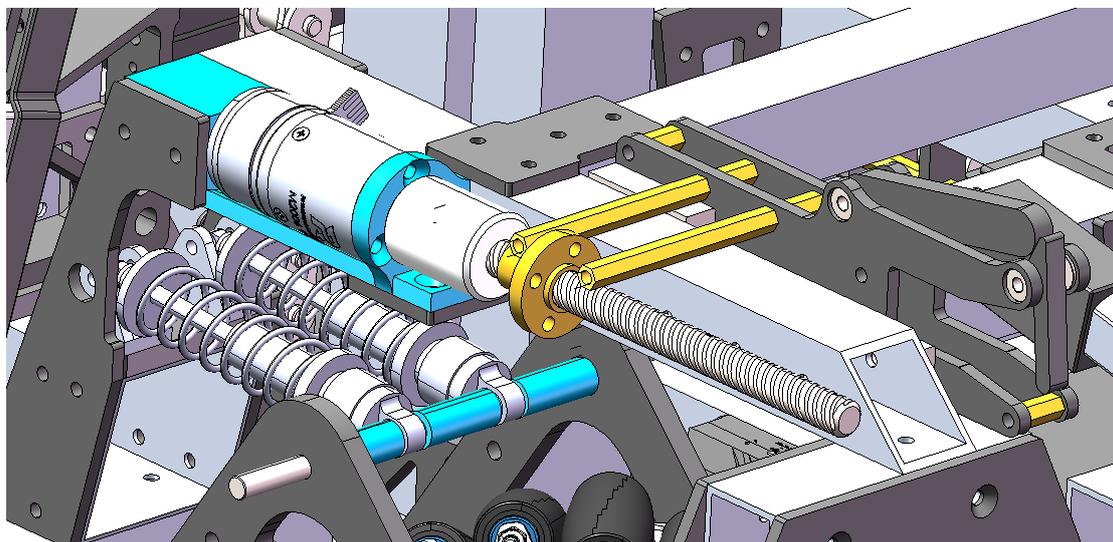


图 2.50 普通救援结构图

伸卡救援：伸卡救援采用气缸驱动伸缩方管伸缩。伸缩结构安装在升降平台上，升降平台由电推杆驱动，如图 2.51 所示。

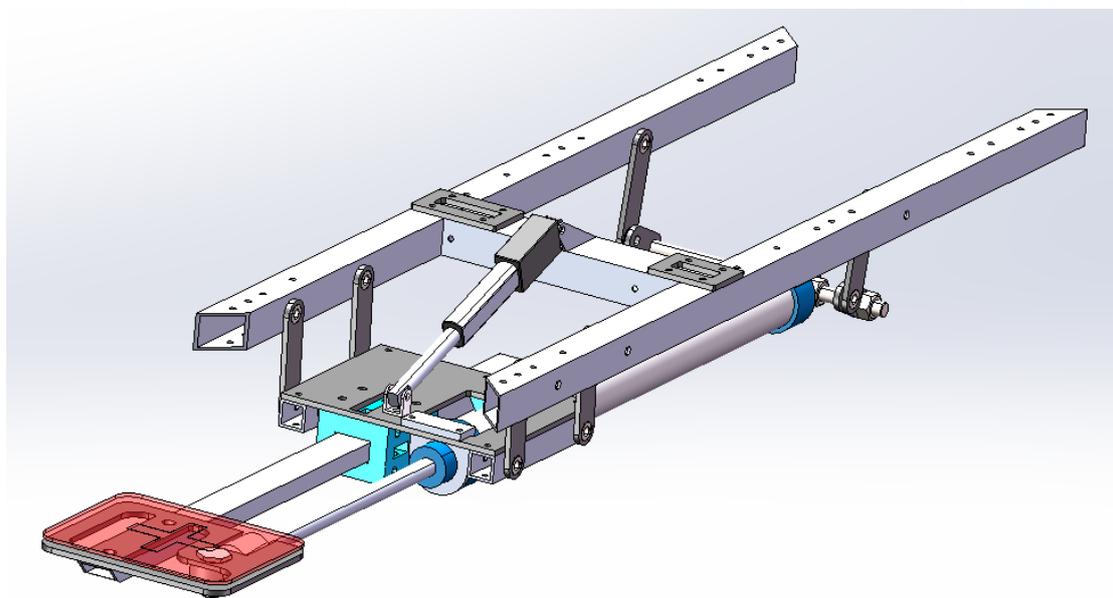


图 2.51 伸卡救援结构图



3 测试和迭代分析最优解

(1) 空接方案尝试

在 2020 赛季很多强队都已经完成了空接的突破。今年，本队经过商议，考虑到光电门相对稳定，实现起来相对简单，于是决定在夹爪上加光电门。通过改变光电门的灵敏度与倾斜角度来调整夹爪闭合的时间，以达到空接矿石的目的。由于整个气动夹爪的设计思路与 2020 赛季相比并没有太大变化，所以在整车在加工之前，我们队就已经对光电门空接进行了尝试，测试结果如表 2.15 所示。

表 2.15 空接角度测试

角度（度）	是否空接成功
30	否
35	否
40	否
45	否
50	否
55	否
60	是

根据多次测试结果表明：当倾斜 60 度时，光电门测量结果达到最佳，能准确空接矿石，所以之后会在夹爪上将光电门倾斜 60 度放置。到达空接效果后，本队工程在赛场中抢矿的能力将有很大提升。整队在赛场上的经济状况就更乐观。

(2) 普通救援伸缩的驱动方式

概述：普通救援模块中的夹爪需要在救援时伸出，救援完毕后缩回，该机构通过直线导轨固定在底盘上，需要一种驱动方式驱动其做直线运动。

其工况具有以下特点：

- ① 做直线运动
- ② 运动行程较小（约为 50mm）

- ③ 需要承受较大冲击
- ④ 不需要在行程中间停留

经过上述分析，共列出三种驱动方案如下：

方案一：使用气缸驱动

该方案优缺点如 2.16 表所示

2.16 表所示

优点	缺点
伸缩速度快	不适合承受较大冲击
控制简单	消耗有限气源

方案二：使用电推杆驱动

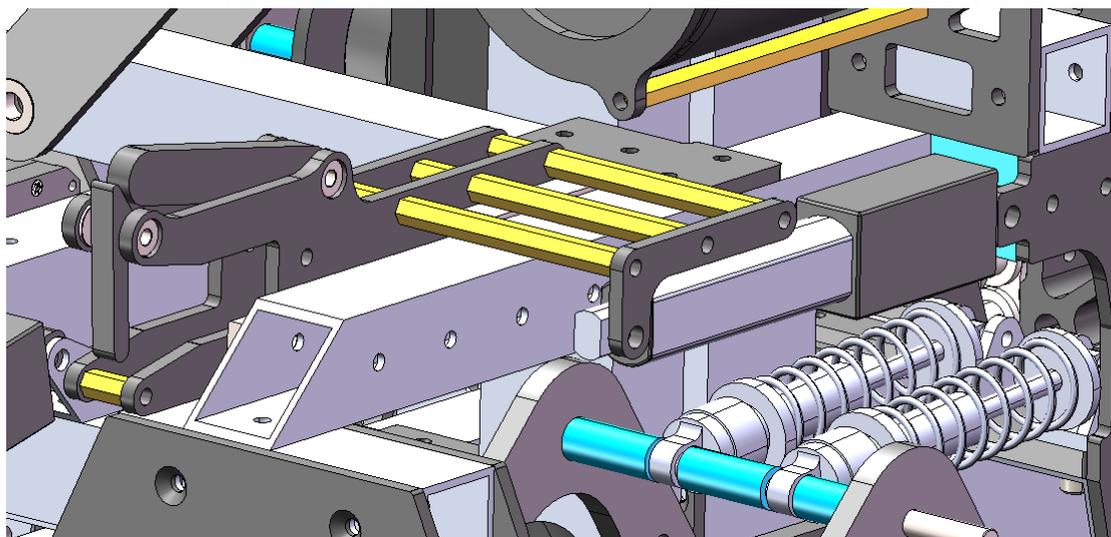


图 2.52 结构图

该方案优缺点如下表

优点	缺点
推力较大	成本高
控制简单	伸缩速度较慢

方案三：使用电机通过丝杆螺母驱动

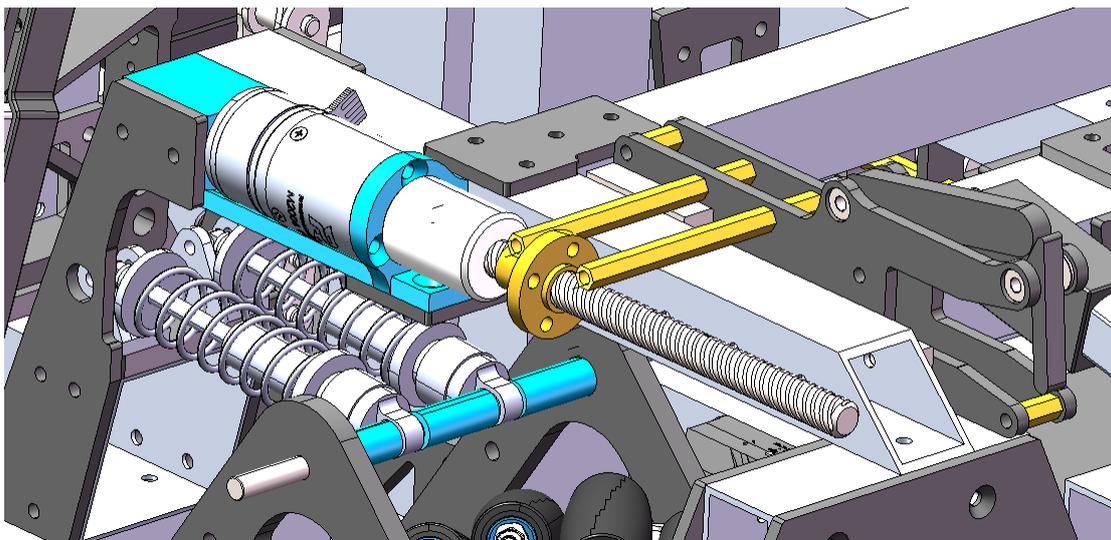


图 2.53 结构图

该方案优缺点如下表

优点	缺点
推力较大	需要安装微动开关控制其行程
成本低	结构较复杂

权衡三种方案的优缺点，三种方案都能基本达到要求，但出于节约气源以及节约经费，最终选择方案三。

4 项目人员组成及分工

(1) 人员现状

机械组：赵际云，徐诗洋

电控组：陈韦乔

算法组：战秋成

(2) 成员分工

赵际云：前期主导规则分析、整车技术路线的确定、整车设计、部分加工搭建以及培训工作，中后期辅助徐诗洋。

徐诗洋：前期参与规则分析整车技术路线的确定、负责一个主要结构的设计工作以及加工搭建，中后期逐步接替赵际云。

陈韦乔：参与规则分析、整车技术路线的确定、配合机械想法做一些可行性小测试、提

前写好整车程序框架，整车基本组装出来后进行调试工作。

战秋成：负责算法自动夹取的功能研发。

5 项目进度安排

时间	规划及进度安排
10.22~10.28	工程上夹取及翻转结构设计及升降平台的测试尝试
10.29~11.4	工程夹取前后伸缩的气动设计及升降平台的设计
11.5~11.13	工程夹取的左右调整设计及整体装配
11.14	机械组初步审图
11.15~11.21	根据审图时存在的问题，对整体进行完善。
11.22~11.27	再次对图进行修改，列出采购清单，对部分重要零件进行拓扑运算及有限元分析。
11.28~12.3	对于出现的问题继续修改，完善之后，上报物资，准备加工。
12.4~12.19	期末考试周，委托老师进行部分加工。
12, 20~1.05	整车机械部分安装完成。
1.05~1.15	整车调试完成，完成中期视频。
假期	对中期测试出现的问题，经行改进迭代。
开学	继续改进机器人，同时训练操作手。

6 资源需求分析

(1) 场地需求

为测试工程机器人各项功能完成情况，需要模拟出大资源岛、小资源岛、兑换站以及平面场地。同时为测试救援功能，还需要其它兵种机器人停放在场地上。

(2) 物资需求

为测试取矿兑矿功能，需要至少三颗矿石；为测试障碍块功能，需要一个障碍块。



(3) 所需设备

雕铣机、3d 打印机、数控铣床等。

7 项目预算

相应模块	所需材料	预计费用
底盘模块	铝方管, 玻纤板, 3D 打印丝, 4 个 3508+电调, 4 个导轮, 轴承, 铜柱, 沉头螺栓, 机加件	4000
升降模块	铝方管, 玻纤板, 3D 打印件, 2 个 3508+电调, 链条, 轴承, 机加件, 恒力弹簧, 直线滑轨, 机加件	2200
采矿兑换模块	铝方管, 玻纤板, 3D 打印件, 直线滑轨, 2 个 360 度舵机, 4 个气缸, 2 个 2006, 法兰轴承, 机加件	2000
救援模块	铝方管, 玻纤板, 3D 打印件, 气缸, 3 个 2006, 轴承, 铜柱, 直线导轨, 机加件	1200
障碍块模块	铝方管, 玻纤板, 3D 打印件, 2006, 轴承, 法兰, 联轴器, 机加件	800
总计		10020

2.2.5 飞镖系统

1 需求分析

飞镖机器人是飞镖系统是 2020 赛季新引入的兵种, 自从登场就展示出其重要的战略地位。在 2021 赛季, 飞镖仍是进攻前哨站和基地的有利武器, 其 1/5 上限血量的高额输出最大可能成为创造优势、扭转战局的关键。同时本赛季当飞镖命中对方基地或前哨站时, 对方所有操作手操作界面被遮挡 10 秒, 若连续命中, 则操作界面被遮挡时间叠加计算。这无疑巨大加强。

相较于 2021 赛季飞镖主要有以下变化, 如图 2.54 所示。

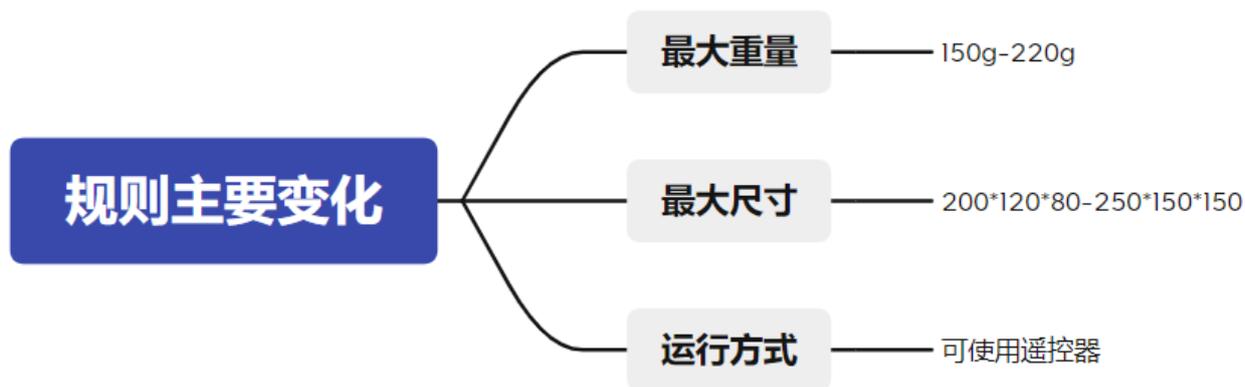


图 2.54 规则变动图

在 2022 赛季调整飞镖的最大重量从 150 克增长到 220 克，最大尺寸由 200*120*80 变为 250*150*150。尽管尺寸和操控方式有所变化，但对打击精度和打击速度的要求没变。一套稳定精准的飞镖系统将会给队伍带来巨大收益，因此本赛季需要全方位提升飞镖系统性能，稳定发射的同时打得快、打得准。

同时，在 2022 赛季飞镖攻击伤害也发生了变化，更加凸显了飞镖在新赛季中的重要地位。飞镖对前哨站和基地产生更大的伤害，变化如下，图 2.55 所示。

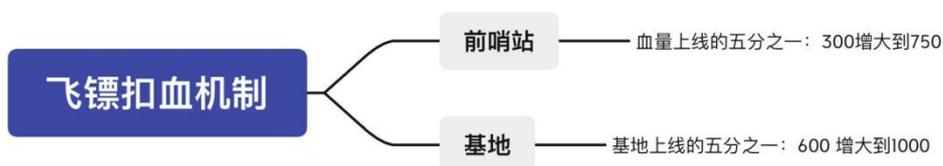


图 2.55 扣血机制改动

综上，今年飞镖机器人的重要性在不断提高，具有直接拆除前哨站的能力，能致盲地方对团队有巨大加成。

2 设计思路

（1）整体结构思路分析

由于去年飞镖发射稳定性问题有待解决，今年计划采用丝杠传动的方式，既保证稳定性的同时，同时提高了精度，设计图如 2.56 图所示。



图 2.56 飞镖设计图

(2) 底盘设计

Pitch 采用双丝杠水平共滑动调节的方式进行 pitch $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 的调节。因为精度和强度的要求，采用 m12 的滚珠丝杠进行调节，尽管丝杠传动过程中不受径向的力，之受轴向的力，大约在 60N 左右，但考虑到飞镖发射过程中，存在一定的反冲作用力，进而会使丝杠收到些许径向作用力。所以采取 m12 滚珠丝杠进行 pitch 轴调节。

Yaw 轴转动采取前丝杠滑动，后餐盘轴承转动的转向。因考虑到强度和加工精度，强度的问题，尽可能采取标准件进行装配。

在定位方面，电控采用步进电机结合丝杠的角度调整方式，步进电机具有无累计误差，精度高等特点，但转速不能太高，但飞镖本身角度调整无需过高速度，所以在目前看来步进电机是最优选。

由于 pitch 轴角度调整方面机械采用的是电机加丝杠，鉴于上赛季的工程案例，电机的同步率是一个待解决的问题，若同步率相差较大或者出现其中一个电机停转的情况会将机械结构直接破坏，会极大影响整体进度。

参考其他高校解决方法，如图。

2.1.2.2 Pitch 轴的调整

Pitch 轴的调整同样也是使用电机来提供动力，电机连接丝杆，通过丝杆来传动，利用板件和直线滑轨将丝杆和发射结构铝架连接起来，来实现抬升。选用简单的三角形结构，增强稳定性同时方便角度的解算。因 Pitch 轴调整具有限位要求，在转轴处增加了弧形滑槽作限位，角度范围 25° – 45° ，同时加上限位开关实现电机反转，避免出现故障转动导致发射架损坏，从而来实现 Pitch 轴的调整。

机械限位虽然稳定，但是个人认为是提升空间的。在本次飞镖研发中采用新的方案，通过外置的姿态传感器实时读取飞镖架 roll 轴姿态来为电机丝杠提供实时的同步，同时在比赛过程中可以通过读取 yall 轴和 pitch 轴数据并加以调整改变打击目标。理论上是可以达到所需精度要求，但仍待测试。如图 2.57 所示。

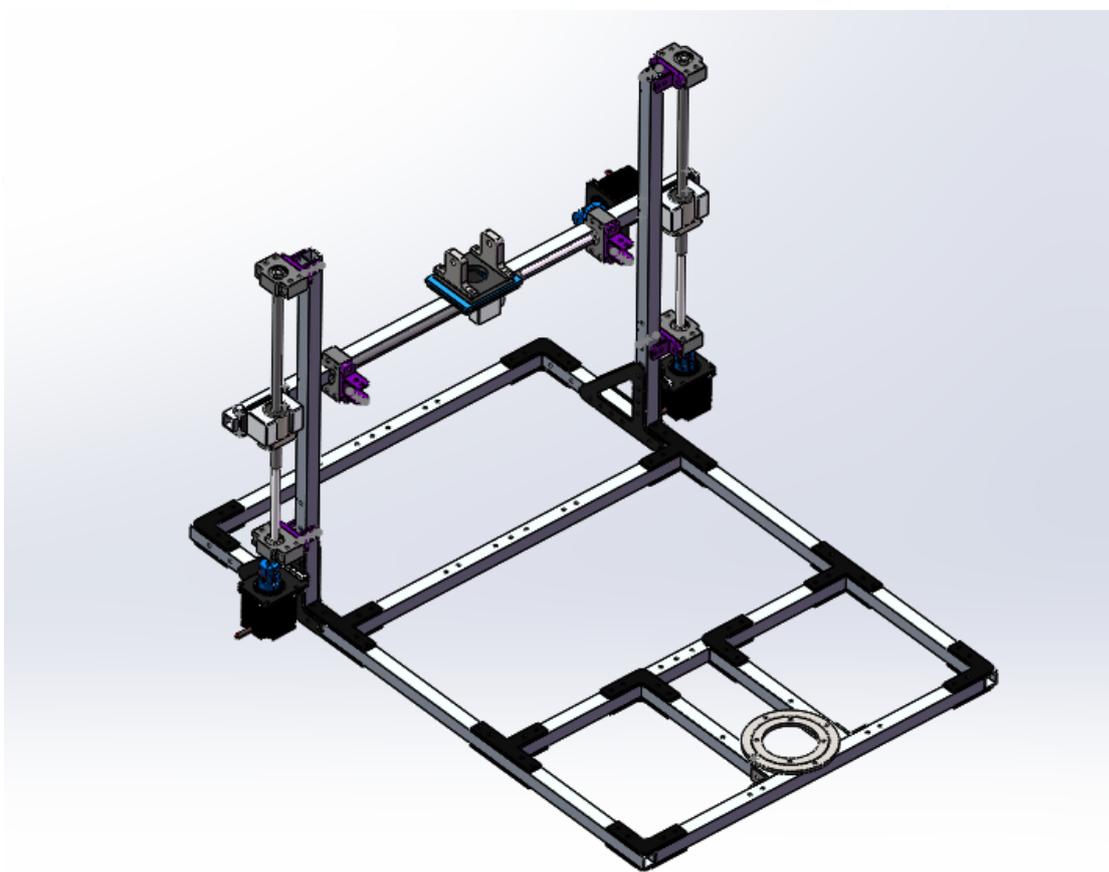


图 2.57

(3) 发射模块设计

要给飞镖提供动能，可选的几种方式有气动、摩擦轮、弹性势能（弹簧或橡皮筋）等。由于气动后来被禁，摩擦轮不便于发射形状较复杂的飞镖，且控制的精度不足可能造成每一发飞镖发射状态的差异，最后选择了摩擦轮的方式。

同时，通过对摩擦轮的测试，可满足要求的数据，确定了摩擦轮之间的间距和转速，和摩擦轮与摩擦轨道的高度差。

为飞镖本体提供动能采用的是二级摩擦轮方案，经过初步测试以及上赛季其他战队的案例，可行性较强，相对于上赛季的皮筋储能方案对结构的刚度要求较小。在发射时滑轨垂直方向收到的瞬间作用力较小，故相对上个赛季的方案较为稳定。具体的摩擦轮参数需要后期进行测试。如图 2.58，图 2.59。

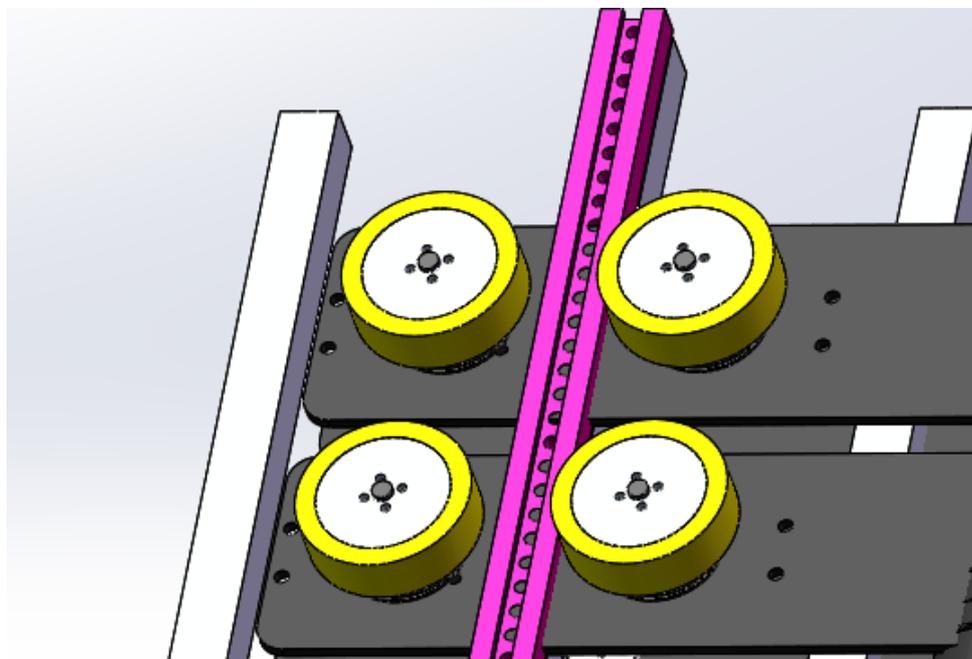


图 2.58

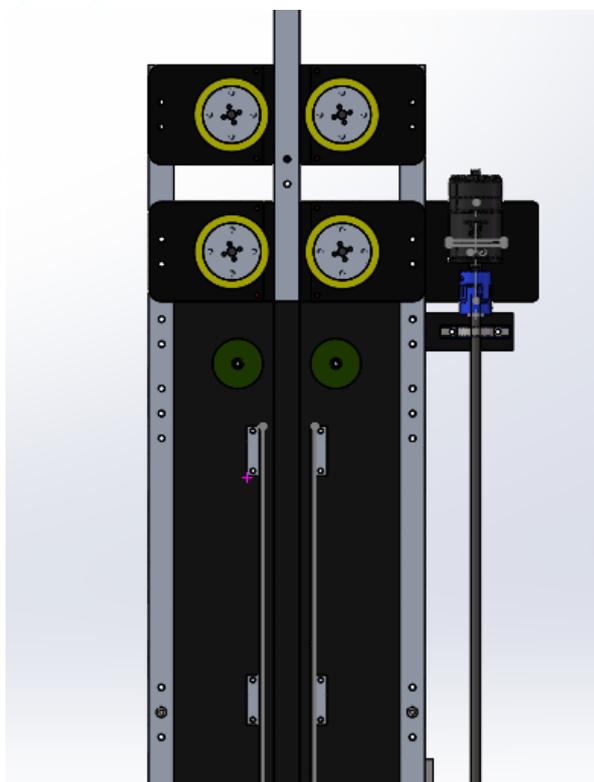


图 2.59

(4) 填装模块设计

采用将四个飞镖顺次放在轨道上，轨道两侧有限位的平板，采取 3508 电机控制丝杆推进的方式进行填装，同时在轨道前侧放置两对包胶轮进行限位调整姿势的作用，同时安装微动开关，进行飞镖移动时微动控制。如图 2.60

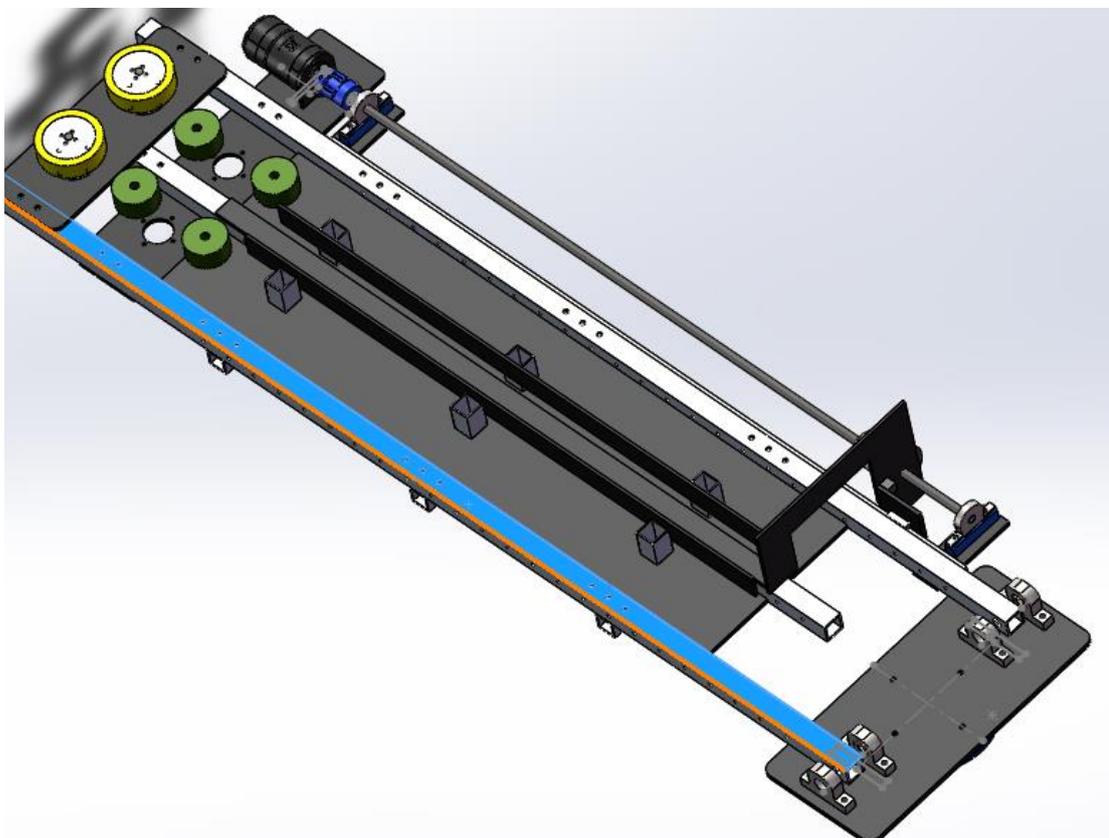


图 2.60

(5) 飞镖本体设计

对于螺旋翼来说，我们分析可得螺旋角度越大，则飞行途中的阻力越大，射程就会降低，但是旋转的就会越快，飞的就越稳。机翼的面积越大，同样阻力越大，旋转的就越快，飞的越稳。同时采用相同四个螺旋翼的方式可以使飞镖本体在空中螺旋行径，可以满足足够的稳定性，且可以减小阻力，在一定初速度的同时可以满足飞的更稳。图 2.61 示

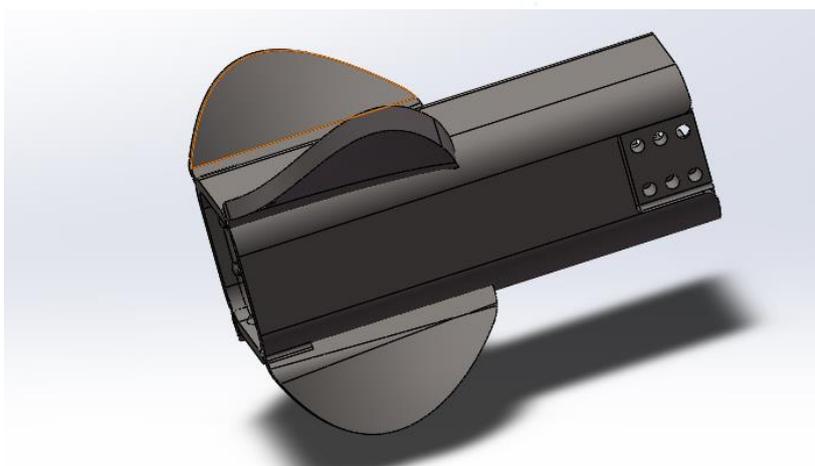
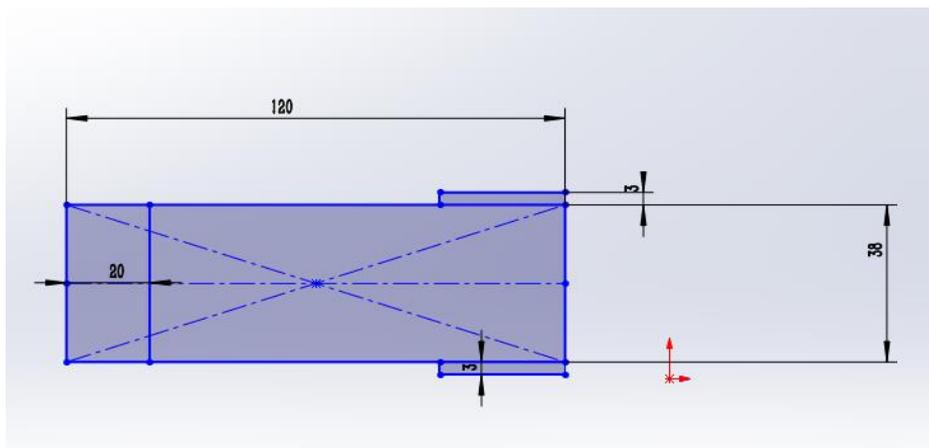


图 2.61

3 模块分析以及功能实现

飞镖机器人设计框图如图 2.62。

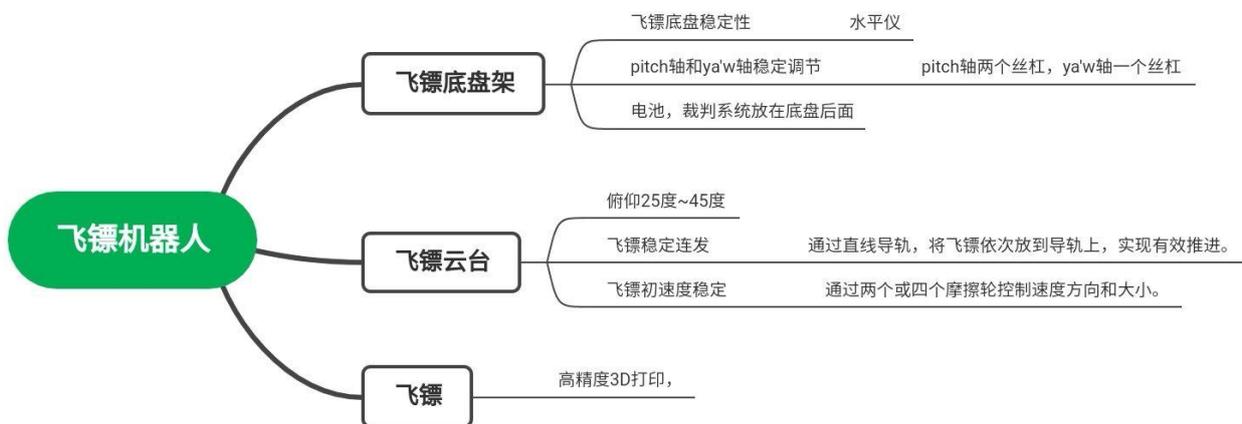


图 2.62

4 测试和迭代分析最优解

(1) 发射方式的选择

若给飞镖提供动能，可选的几种方式有气动、摩擦轮、弹性势能（弹簧或橡皮筋）等。由于气动被禁，弹簧具备众多不稳定因素，且控制的精度不足可能造成每一发飞镖发射状态的差异，最后选择了摩擦轮。同时做了可行性分析，过程如下

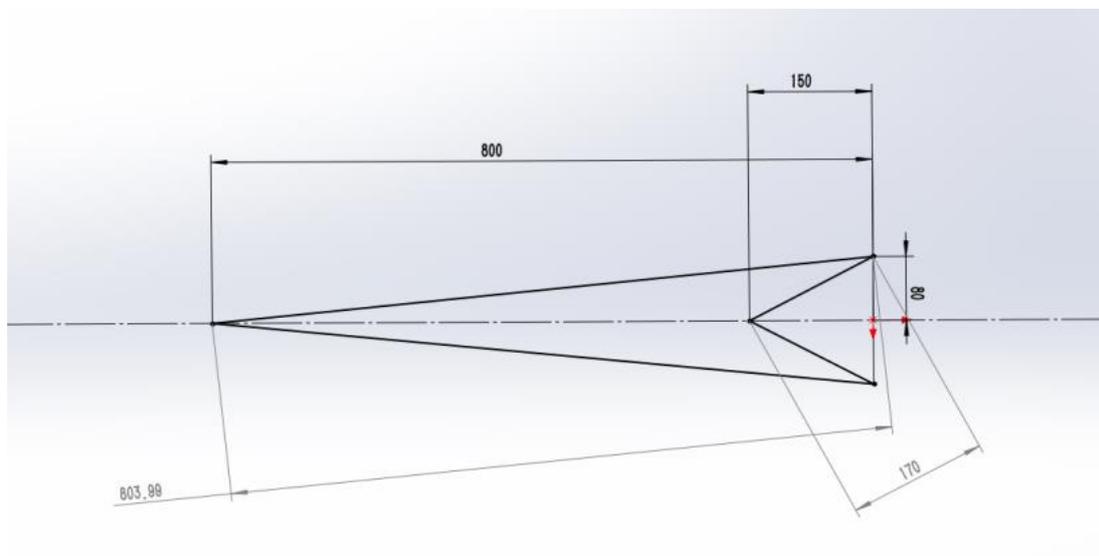


图 2.63

根据规则对发射架尺寸的限制，对橡皮筋拉伸模型做了如上简化，其中橡皮筋原始长度为 $2 \times 170 = 340$ ，伸长量为 $2 \times (803.99 - 170) \approx 1268$ ，根据已买到的橡皮筋，测得的弹性系数约为 200N/m ，代入弹性势能公式：

$$U = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times 1.268^2 \approx 160.8\text{J}$$

设滑块和飞镖的总重量是 250g ，则加速到 17m/s 时的动能为：

$$E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 17^2 = 36.125\text{J}$$

如果不计实际过程中的摩擦阻力、空气阻力以及其他损耗，一根橡皮筋虽然能够满足发射需求。由于实际过程中的摩擦阻力、空气阻力以及其他损耗不易预测或测量，所以在进行了大致定性的分析后没有做进一步计算。针对具体情况，我们的策略是通过增减橡皮筋的组数大致得到一个合适的弹性系数进行了实地测试，发现与预想的一样，稳定性差，且每次弹出后弹簧无法复原，无形中增大了误差。为此做了摩擦轮等有关测试。如下图 2.64

经测试发现当一对摩擦轮转速达到 9000 时，飞镖本体已达到 16m，同时考虑到速度和稳定的要求，增加摩擦轮和包胶轮来调整飞镖进入时的姿态。

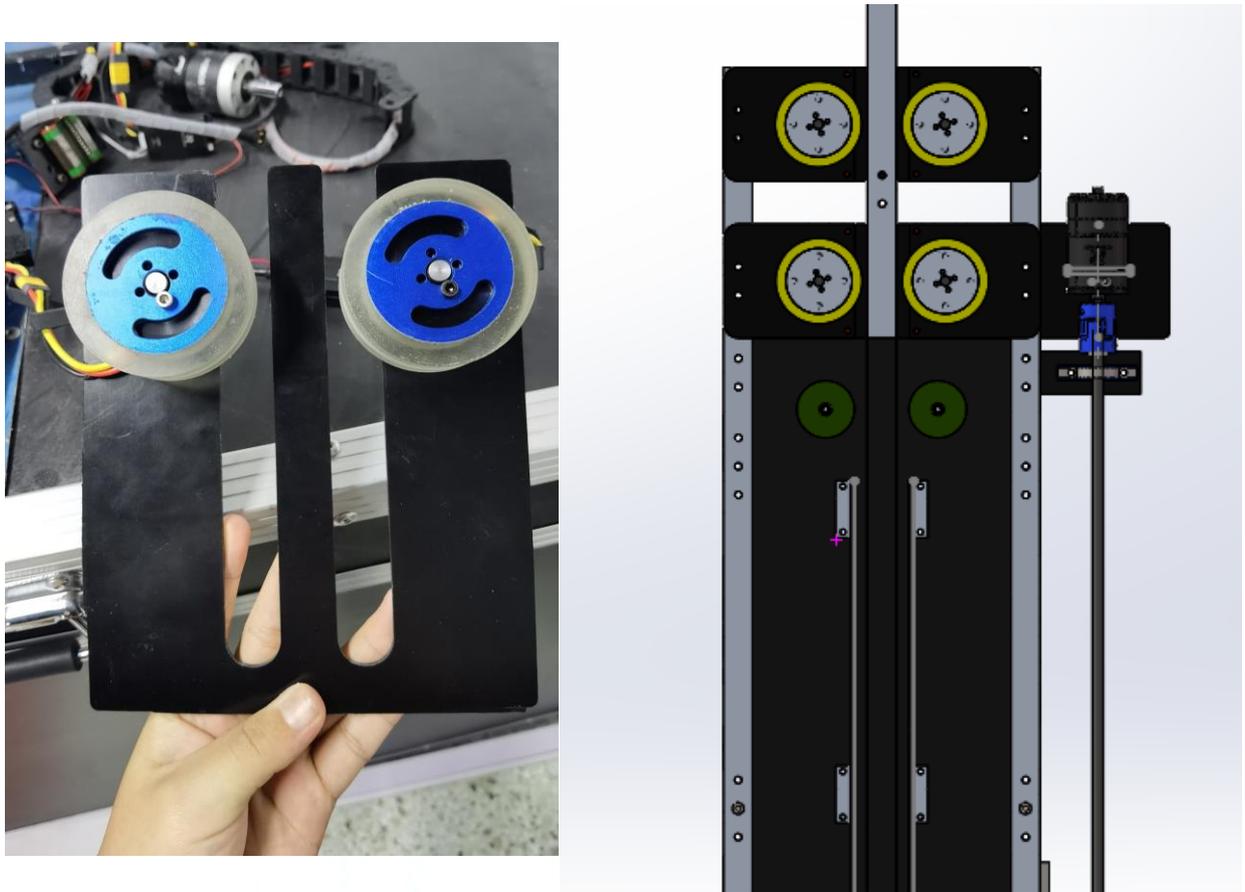


图 2.64

(2) 摩擦轮间距选择

采用直径 60 的摩擦轮组，飞镖本体（初步设计）宽 38mm。测试结果如图 2.65 所示。

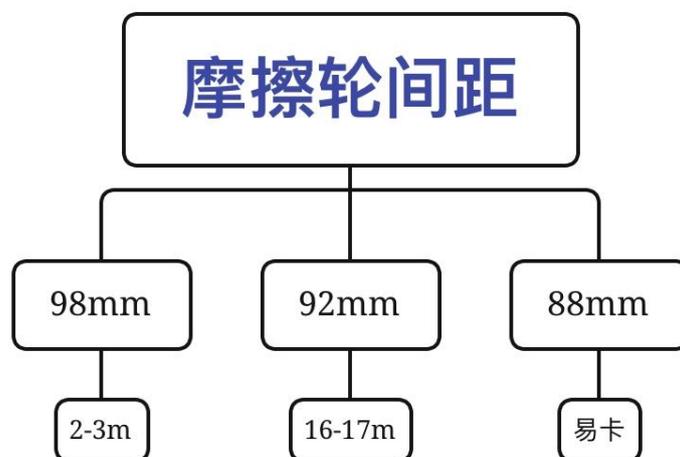


图 2.67

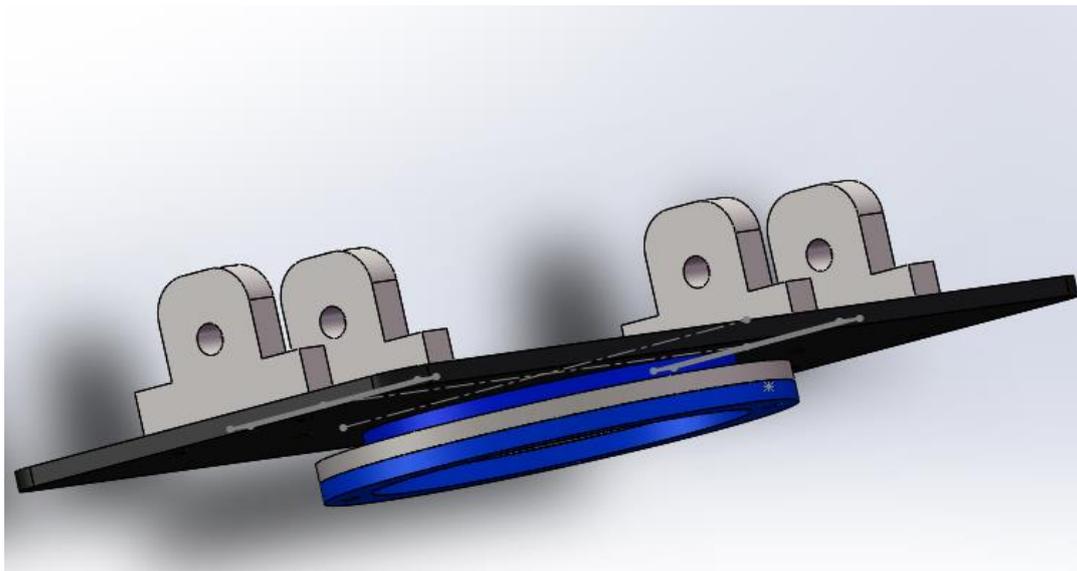
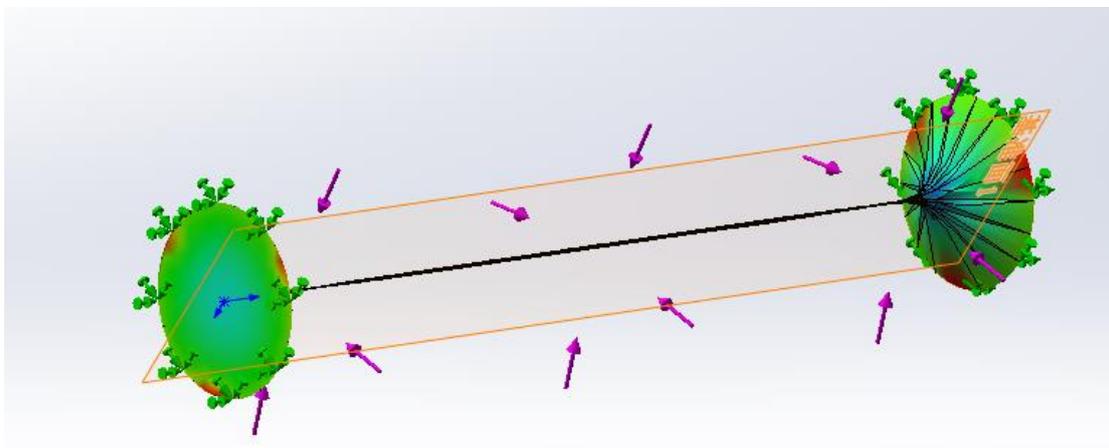


图 2.68

餐盘轴承用轴系连接的方式，对铁制轴系强度进行了应力分析。当 $m=6-8\text{mm}$ 已完全达到了要求。



(4) 飞镖本体设计

通过对规则的了解和测试结果，初步计算飞镖本体在飞行过程中初速度的计算，从而为摩擦轮选取确定方向。

空气阻力计算公式：

$$F = \frac{1}{2} C \rho S V^2$$

式中： C 为空气阻力系数，该值通常是实验值，和物体的特征面积（迎风面积），物体光滑程度和整体形状有关；

ρ 为空气密度，正常的干燥空气可取 1.293g/l ，特殊条件下可以实地监测； S 为物体迎风面积； V 为物体与空气的相对运动速度。

风阻系数大约 1.

发射速度 20m/s 满足要求。

5 项目人员组成及分工

(1) 人员现状

对本赛季规则而言，当两方其余兵种技术实力相差不大情况下，飞镖系统是掌控比赛、扭转战局的兵种。由于飞镖相关经验不足，飞镖系统需要机械组成员不断设计、测试、分析，同时需同全组其余成员协助测试、及时沟通、不断改进。成员之间相互催促进度，以保证后期工作的顺利开展。

(2) 人员架构

机械组：刘子明（兵种负责人）

电控组：季龙华

(3) 各组分工

机械组分工：

飞镖发射架及飞镖机械结构设计、审核、装配、测试、维护、迭代。

电控组分工：

电路板设计，原件采购焊接维护；发射架代码编写，针对换弹和瞄准进行控制代码编写、维护和改进优化，对飞镖测试部分设计进行调试及改进优化。

6 项目进度安排

日期	进度规划
11.23-11.07	完成飞镖 yaw 轴和 pitch 轴飞镖框架，对强度材料进行应力分析，优化结构框架。



11.07-11.14	对飞镖发射补镖机构进行设计，完成第一版整体飞镖架的设计。进行机械组第一次审图。
11.14-11.20	对审图结果进行修改，寻求优秀学长，与外校飞镖交流，解决遇到问题，基础优化。
11.21-11.27	对审图结果进行修改，寻求优秀学长，与外校飞镖交流，解决遇到问题，基础优化
11.27-12.05	迭代，准备加工.中期视频准备。
12.25-2.05	继续加工，完成机器人的装配和调试工作，完成中期形态视频
1.0-3.0	研制飞镖，并测试飞镖架，不断修改迭代
3.0-分区赛	不断优化，测试。同时，操作手训练

7 资源需求分析

(1) 场地需求

为测试飞镖机器人的准确性，需要搭建一简易前哨站用来测试机器人在场地的发射准确率的表现性能，通过调整车与模型的相对位置，模拟在狙击点，环形高地上击打前哨站的效果。

(2) 所需设备

雕铣机、3d 打印机、大连铣床、车床等。

8 项目预算

飞镖系统	物资需求	钱财预估
发射架	零部件、装配工具、加工工具、官方物资、电机、打印件，机加件，玻纤板	5500
飞镖	可打印柔性耗材的 3D 打印机、微	800

	处理器、	
总计		6300

2.2.6 空中机器人

1 需求分析

空中机器人作为全场唯一在空中的机器人，具备察打一体能力。其恐怖的空对地打击能力，使其在 RoboMaster 的赛场上收到无数队伍的追捧。2022 年规则对于无人机来说，没有太大的改动。从 2020 赛季开始无人机的打击能力被大幅度削弱。从研发兵种获得的收益来看，收益无疑是减少了。从研发兵种的难度来看，难度无疑是增加了。在当前的规则经济体系下，无人机的打击能力，直接受制于地面工程机器人的采矿能力，从更加深层次的讲，也取决于地面单位的其他兵种的消费能力。纵观整个体系，无人机的性价比和 2020 赛季一样，相较于以前低了许多。但是，在 RoboMaster 赛场上，存在即合理，存在无人机这个角色，就一定有它的好处。无人机的规则只对无人机是否发射弹丸做了限制，需要花费 300 金币才可呼叫空中支援，但并没有对于无人机是否起飞做要求，所以说，无人机可以全程在空中的。毫无疑问，无人机在空中飞着，对于敌方地面单位，也会产生一定的心里压力，当然，最重要的是云台手可以给全队提供一个机动的上帝视角（高空第三视角）。就是说，在安全绳允许的范围内，无人机可以到处跑路的，可以一目了然的看清全场战况，且经济允许的情况下，还可以随时呼叫空中支援。无疑，本赛季无人机亦是一个受众多战队追捧的兵种。所以，本着长航时，稳悬停的原则，进行本赛季无人机的研发与改进。

2 设计思路

（1）续航能力分析

对于无人机来讲，续航能力，取决于三点，一是取决于电池容量，二是动力电机效率，三是负载大小。所以，分析 RoboMaster 比赛中无人机的状态可知，无人机绝大多数时间，都是在悬停状态，不需要大角度的进行姿态变换和急加速等等，负载就是一个云台发射机构和 500 发小弹丸。我们现在依旧采用的是 4 块 TB48S 电池两两串联再并联来合成两块 48V 电池。



图 1 大疆 TB48S 电池

目前这个赛季我们使用大疆 E2000 电机专业版，适配 21 寸桨叶，即 2170 桨叶，标准设计载荷单轴 1.8—2.5kg。经过我们测算我们无人机（无保护罩）目前空载可悬停 16 分钟，如果是带上云台保护罩飞行，四块 TB48S 电池可以勉强飞行 5 到 6 分钟，可以在一场比赛中支持一次起飞，但降落后就需要更换电池。但在这个赛季由于经济原因，我们无法更换动力套，只能继续采用大疆 E2000 专业版动力套，此动力套没有好盈 X6 动力套动力强劲，但动力系统的效率是所有电机里最高的。

（2）悬停能力分析

因为飞行平台需要搭载发射机构，所以在满足规则的前提下，悬停是最重要的。室外几乎都是采用 GPS+GNSS 定位，即采用卫星定位，但是在室内，卫星信号是没有的，只能通过其他方式定位，如开源最广的光流定位，但是我们现在还是没有弄懂光流定位的底层逻辑，而且有更加直接成熟的视觉导航 Guidance，所以我们直接采用 DJI 很成熟的视觉导航 Guidance。由于上赛季会出现的自旋问题，我们查明原因，推测原因是无人机的质量过重，导致无人机自旋。所以在我们在本赛季中无人机的重量上能减就减，保证无人机在起飞后不会发生自旋问题。

就以上长航时，稳悬停的原则我们开始了本赛季无人机的研发和改进

说明：本赛季空中机器人依旧是在原来四轴的基础上进行更改，大体上没有改变，在保护罩、云台等方面进行了改进。上个赛季中无人机重量是 12.6Kg(摄像机云台)，这个赛季无人机重量是 12Kg 左右(发射云台带弹丸)。完成了赛季初定的减重目标。

(3) 整体设计分析



2022 年赛季空中机器人流程

3 测试和迭代分析最优解

(1) 机架方面

① 减少保护罩的重量

因为在 RoboMaster 的规则中空中机器人必须要携带保护罩，就上赛季保护罩的基础上我们改进设计了一套新的保护罩（见图 2）。这套保护罩依旧是整体保护罩，但在重量方面比去年减少了 1.5Kg。在结构方面相较于上赛季的保护罩更加的简单，强度也比上个赛季更强，更加节省材料。

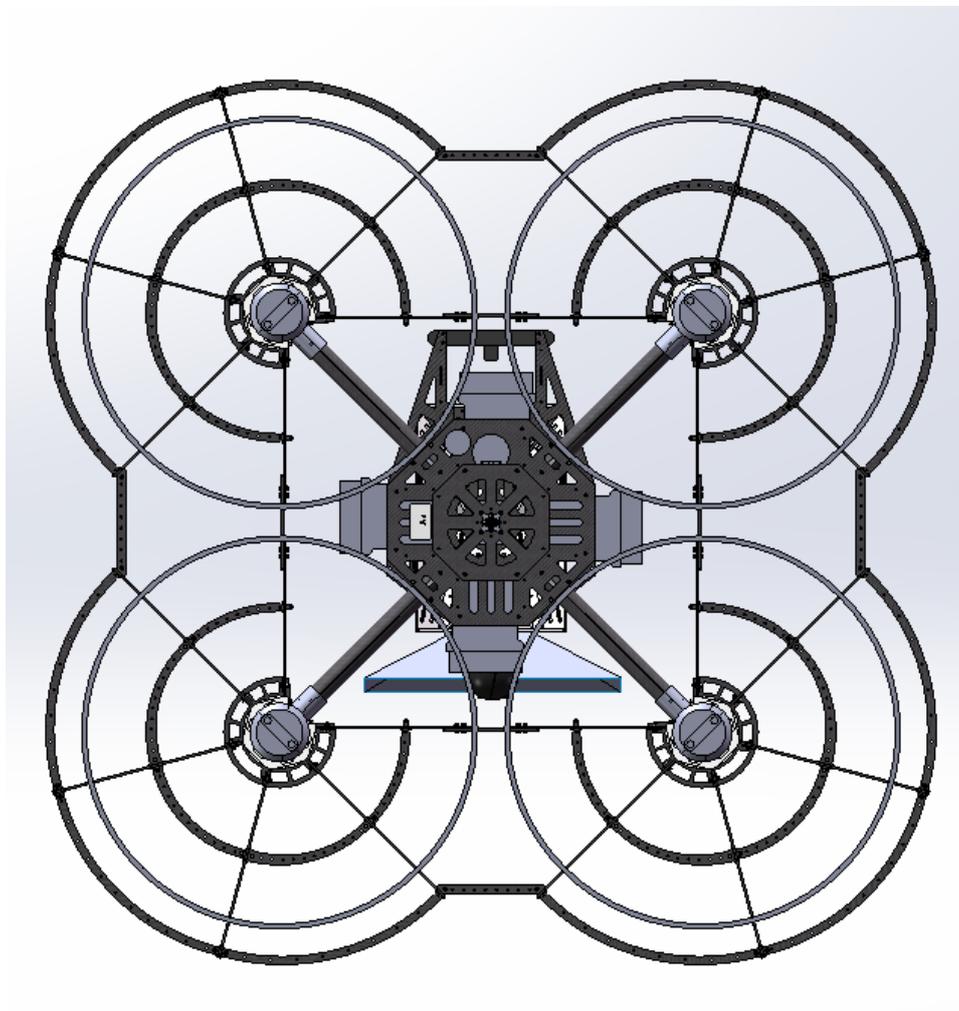


图 2 2022 赛季无人机保护罩

根据受力分析，我们可以得知，这这赛季新设计的保护罩的强度完全符合比赛规则（如图三）

模型名称: 无人机-保护罩(单块)第二版.
 算例名称: 静应力分析 1(默认)
 图例类型: 静应力分析 节应力 应力1
 变形比例: 1

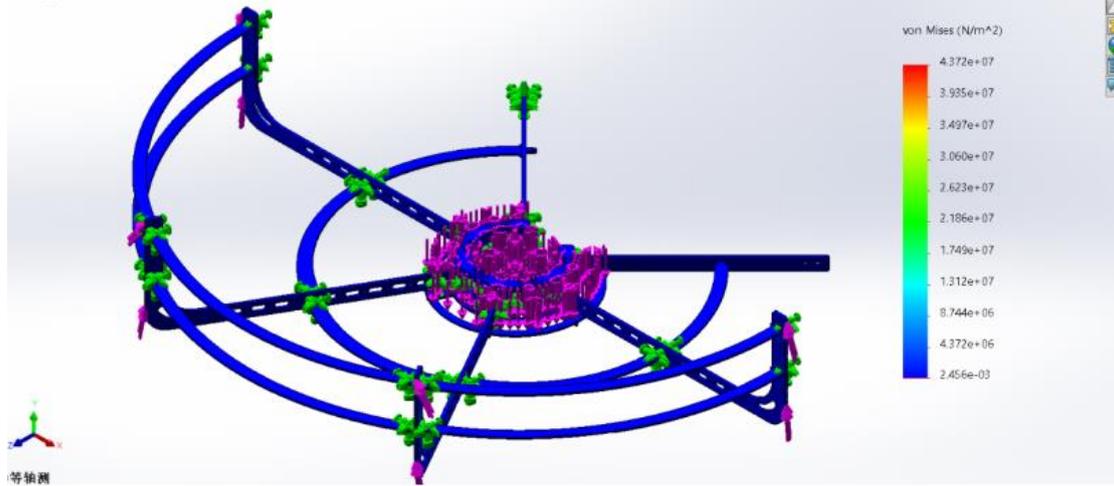


图 3 保护罩受力分析图

② 保护罩连接方式的改进

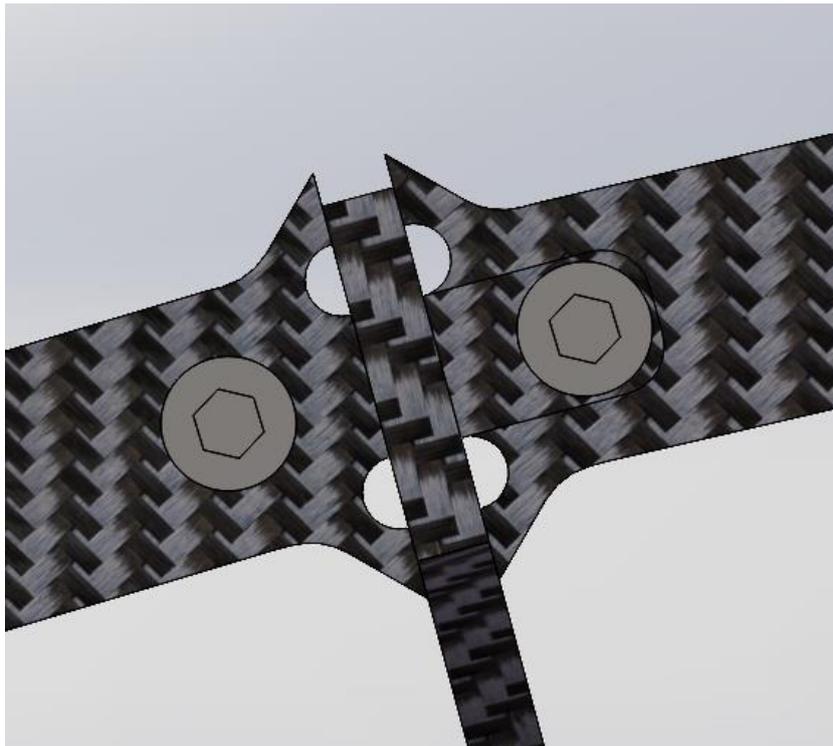


图 4 保护罩连接方式

上个赛季的保护罩连接方式采用的是卡扣方式，但因为设计原因，之间卡的不紧，最后采用的是先用线缠后打玻璃胶，这样强度虽然高，但是重量要更加大，更不方便更换。这个赛季新设计的保护罩采用的是卯榫加螺丝结构（见图 4），先卡住后再用螺丝连接，这样的强度也高，但比前一种方法更加轻盈，更加方便更换。

③ 机架方面的优化

经过我们测算，在机架上有一些重量是不必要的，比如起落架上的脚垫上赛季采用的是铝合金件，我们现在已更换为了橡胶垫，相比于铝合金件更加具有弹性，最重要的是质量轻。再比如上赛季的电机座，质量为 304g，非常的庞大，且强度也有冗余，因此我们改进了电机座质量仅为原来的 20%，考虑到强度问题我们加入了加固件，总质量也不过原来的 25%（见图）

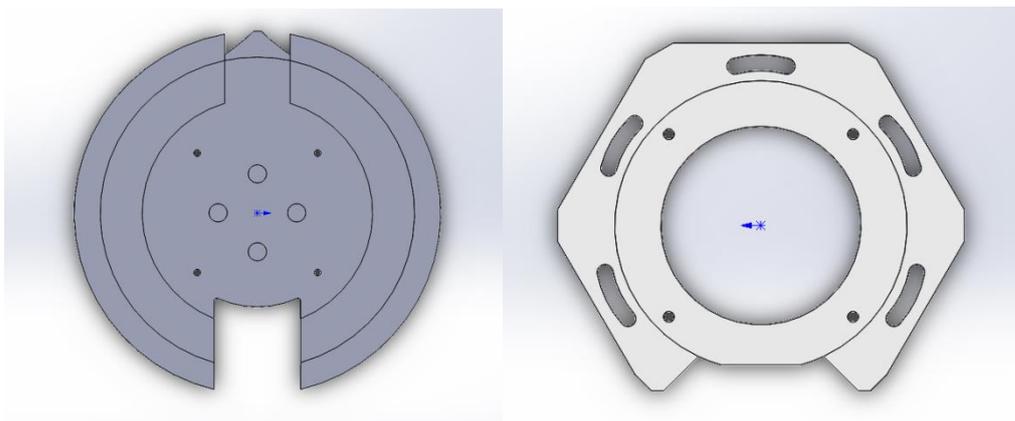


图 5 图 6 上赛季与这赛季电机座的比较

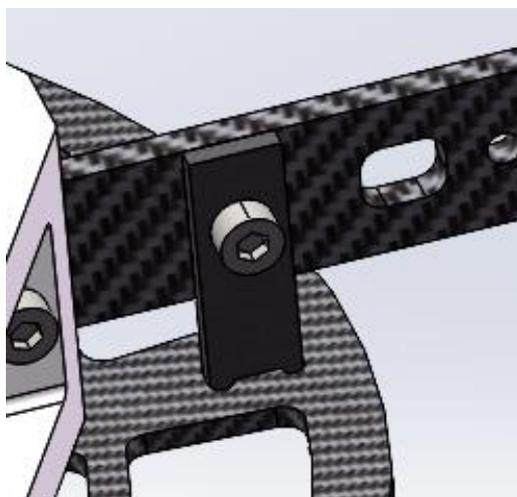


图 7 无人机保护罩的加固件

（2）云台方面

云台方面依旧采用的是传统的二轴云台。设计了全新的弹仓、云台吊板、拨弹结构。把拨弹结构放于无人机的中心界面上，重心稳定。

首先，我们选用的结构是老云台直接换装新的云台吊板及弹舱（图）Yaw 轴限位为左 30，右 90。Pitch 轴限位为仰 32 度，俯 40 度。

主要问题有三

① 云台吊板与中心板下板的连接方式

② 下挂云台过于冗长，首先会造成整机重心下移，无人机重心偏离桨平面越多便越不稳定（见图 8）

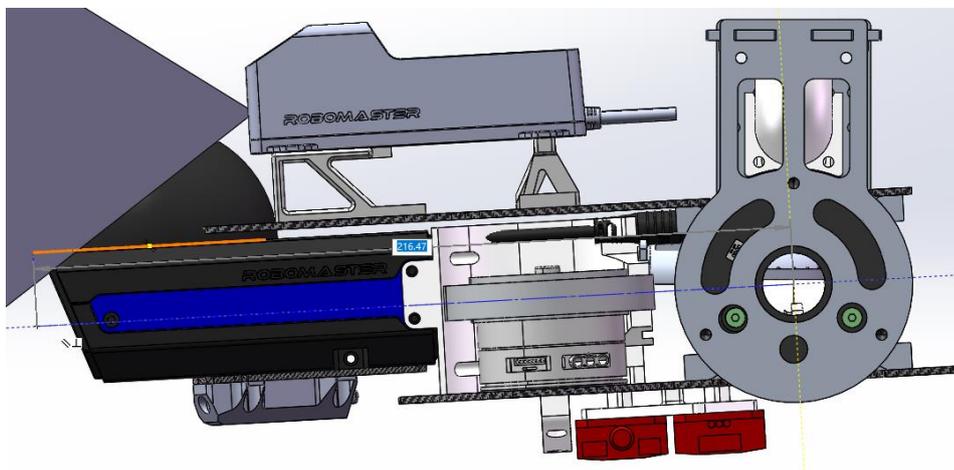


图 8 2022 赛季无人机云台

③ 其次，云台俯视或不通电状态时会高于脚架高度，触碰地面。（图）

针对此问题的最简单方式是：增加脚架高度。

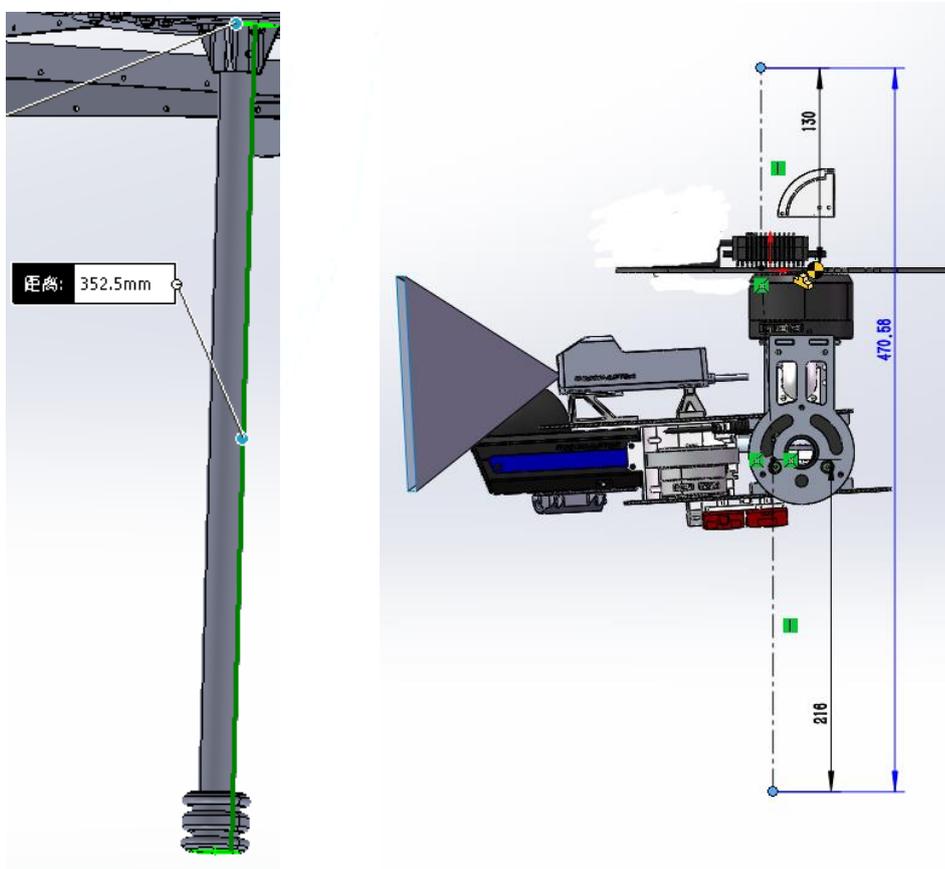


图 9 此为之前脚架高度

图 10 2022 赛季无人机云台第一版总长

需要脚架增高 12cm。重量虽不会增加超过 40g，但是重心偏移过大。

2021.11.18 设计方案一：我们将 Yaw 轴的 6020 电机放置在云台吊板上，并通过拉杆连接。

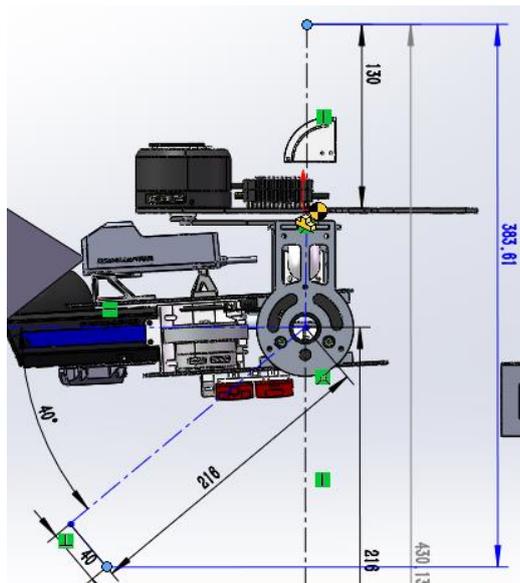


图 11 限位示意图

并改变俯仰限位角度，将俯角改为 40 度，此时总长 385mm。

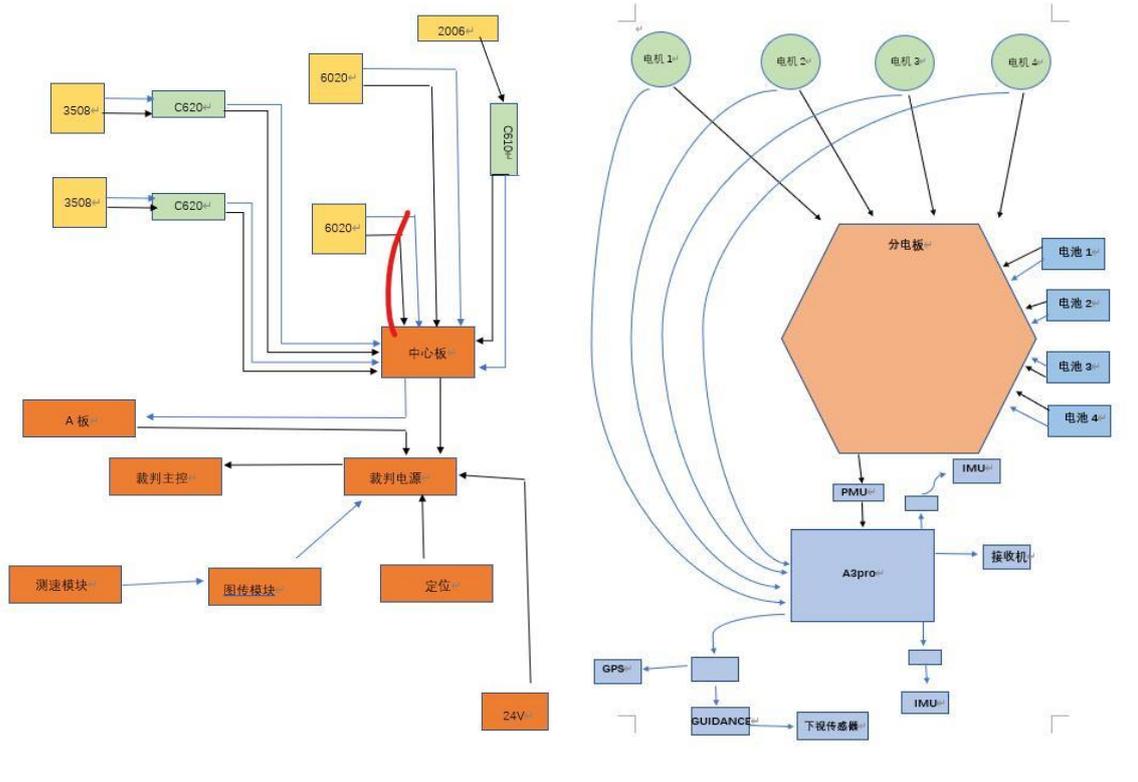
弹舱容量按照 17mm 立方块计算为 565 发载量，因此通过降低弹舱 30mm 高度。（见图）

若限位出现问题，测速模块会先触地，将测速模块下部安装打印件以及海绵垫用于撞击缓冲。（见图 11）。

我们通过这种方法来解决无人机云台过长与脚架太短之间的矛盾。

（3）走线方面

空中机器人对于整体重量以及空间利用率的要求较高，对走线提出了较大的考验，具体走线规划如图



注：蓝线是 can 信号线，黑线都是电源线

图 12 2022 赛季空中机器人走线图

4 项目人员组成及分工

(1) 人员现状

李志鑫：现任无人机组成员，无人机负责人。掌握软件：solidworks 和 autoCAD（建模制图软件），cura wiibox 和 prusaslicer(3D 打印软件), DJI ASSISTANT 2(飞控调参软件)，熟练使用建模软件创建模型并设置合理打印参数，简单操作数控铣床，车床，雕刻机。

周华考：现任无人机组成员。掌握语言：c++，熟练操作无人机飞行并合理组合电子设备，简单掌握 32 单片机等。

李佳乐：现任无人机组员。掌握软件：solidworks（建模软件），cura wiibox（3D 打印软件）。熟练运用 sw 进行模型的创建与优化并加工，简单掌握雕刻机，3D 打印机，无人机飞行。

(2) 人员架构

机械组：李志鑫，李佳乐

飞控组：周华考

算法组：李学智



(3) 各组分工

李志鑫：负责无人机机械设计，结构测试，试飞。

周华考：负责无人机电子设备的研发与组合，飞控调试，试飞。

李佳乐：负责无人机机械设计，加工，强度测试，日常维护。

5 项目进度安排

时间	项目（负责人）	任务
2021.10.26— 2021.10.29	机械部分（李佳乐、李志鑫）	继续测试去年四轴无人机的性能，发现问题（比如上赛季无人机的自旋问题，找到原因），测试无人机的续航及升力比。
2021.10.30— 2021.10.31	机械部分，云台部分，电设部分（李佳乐、周华考、李志鑫）	讨论就上赛季无人机出现的问题，并且讨论解决问题的方案，确定这赛季对新六轴无人机的设计。
2021.11.01— 2021.11.04	云台部分（李佳乐、李志鑫）	重装上赛季云台的发射机构。
2021.11.05— 2021.11.08	云台部分（李佳乐、李志鑫）	设计弹舱及拨弹轮。
2021.11.09— 2021.11.11	云台部分（李佳乐、李志鑫）	加工弹舱及拨弹轮。
2021.11.12— 2021.11.15	云台部分（李佳乐、李志鑫）	确定发射弹丸云台及保护罩的结构，并加工部分内容，保护罩优先。

<p>2021.11.16— 2021.11.25</p>	<p>机械部分（李佳乐、李志鑫） 电设部分(周华考)</p>	<p>完成对新无人机平台的第一版设计，并且对新的六轴无人机平台进行一些模拟分析（结构件的承载力，无人机的升力等），完成后寻找相应的顾问进行审图。在大疆飞控基础之上进行二次开发，学习分析提取飞控数据。</p>
<p>2021.11.11— 2021.11.25</p>	<p>电设部分（周华考）</p>	<p>研究 Guidance 系统以及验证其它飞控(匿名飞控)应用于比赛的可行性(安装，调试匿名飞控，达到室内稳定悬停效果)，并且给出第二套备用的电设方案。</p>
<p>2021.11.26— 2021.11.30</p>	<p>机械部分（李佳乐、李志鑫）</p>	<p>针对第一版无人机平台的设计出现的问题进行更改，完成无人机平台的第二版迭代，完成相应的模拟计算，分析。</p>
<p>2021.12.01— 2021.12.02</p>	<p>机械部分、云台部分、电设部分（李佳乐、周华考、李志鑫）</p>	<p>列出采购清单，加工剩余零件，并且完成组装。</p>
<p>2021.11.26— 2021.11.28</p>	<p>电设部分（周华考）</p>	<p>Guidance 室内暗环境测试。</p>
<p>2021.12.03— 2021.12.05</p>	<p>电设部分（周华考）</p>	<p>安装电设。</p>
<p>2021.12.06— 2021.12.11</p>	<p>机械部分、云台部分、电设部分（李佳乐、周华考、李志鑫）</p>	<p>调试飞行的稳定性。辅助电控组同学完成云台调试，而后进行飞行综合测试。</p>

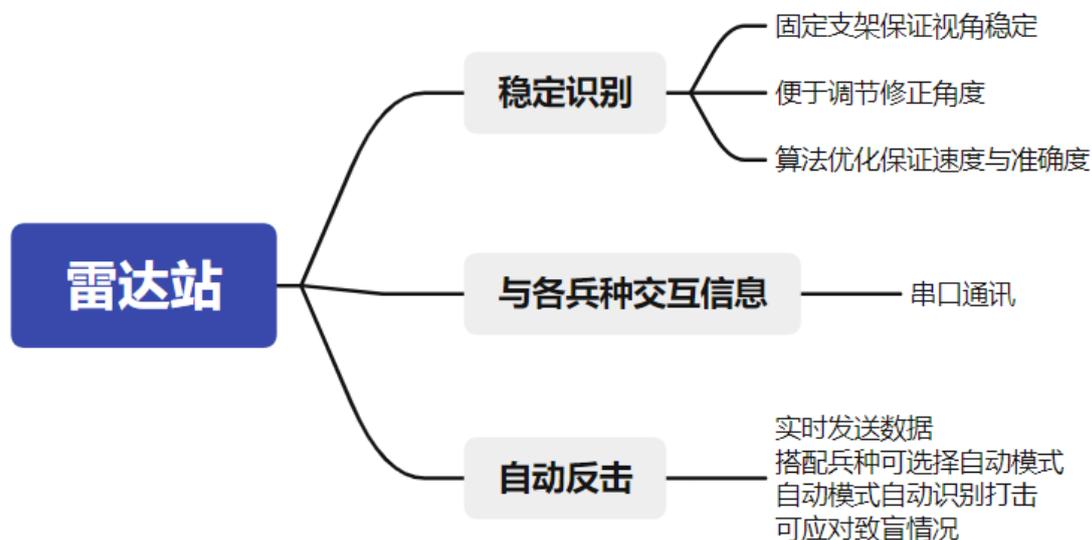
2021.12.12—	机械部分，云台部分，电设部分（李佳乐、周华考、李志鑫）	完成新六轴无人机平台的调试，开始对飞手进行飞行训练。
-------------	-----------------------------	----------------------------

2.2.7 雷达

1 需求分析

本赛季雷达站较上赛季除外形尺寸外无较大变动，主要的方向依旧是为团队提供视野辅助，作为赛场上的眼睛，强大的侦察能力将使敌我信息了然于心，决胜千里之外。值得一提的是，由于飞镖击中的致盲机制，依靠雷达站搭配自瞄系统的自动反击是一个值得研究突破的技术点。

本赛季雷达站的需求主要如下：



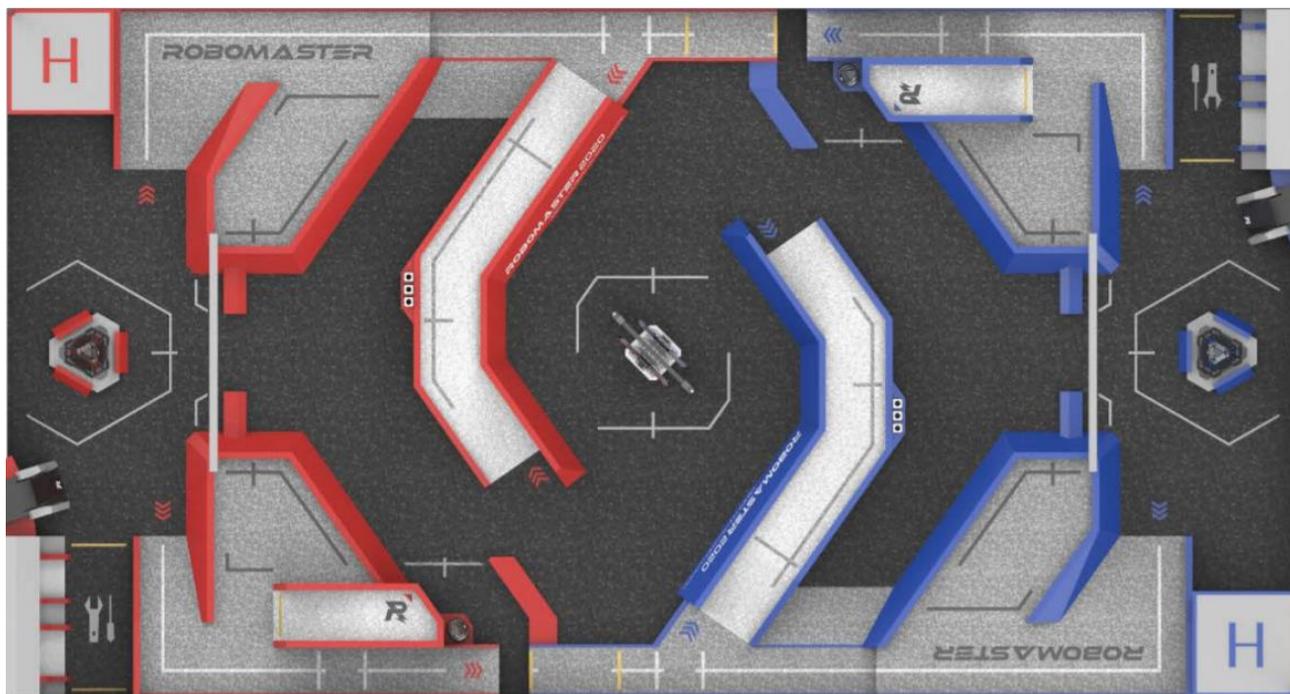
这赛季是雷达站的开始，好的开始是成功的一半，而雷达站最重要的就是识别的精度和即时性，需要尽可能地提高速度和精度，这样才可能在赛场上起到真正的作用。

2 设计思路

对传统视觉对于远端识别，尤其是赛场灯光干扰较大的情况下显然不太适用。取代的是深

深度学习以及激光雷达，由于战队经济原因舍弃了激光雷达，暂时以深度学习的方法进行识别检测。

采用深度学习的方法，使用 YOLOv5 模型搭配 TRT 加速与 PnP 解算位置信息，将敌方信息通过串口通讯，传递至各兵种操作手界面小地图上。



3 测试和迭代分析最优解

对于雷达站来说，机械、电控方面达到功能要求即可，沿用上赛季雷达基座，简单调节就可以适应赛季要求，电控无需改动。

而对于算法方面来说，由于硬件设备限制，我们只能进一步优化算法，减少了卷积层数，发现效果大大倒退，于是我们保留上赛季算法构架：YOLOv5 TRT 加速，使用 deepsort 追踪使用 pnp 解算位置信息。

而对于权重的选择我们试用了 YOLOv5-n 速度得到了较大的提升，但由于数据集深度不足，没有较好的鲁棒性，接下来准备针对丰富数据集入手进一步测试。同时，针对超参数进行了调节，目前未取得实际进展，正在丰富数据集进一步测试。

4 项目人员组成及分工

(1) 人员现状

雷达站在比赛中纵观全局，能起到了解全局局势、控制全局的作用，其性能的好坏一定程度上决定了比赛的走势。本赛季刚建立雷达站，目前只有两名成员，时间较少，工作量相



对较大；人员少是我们目前正在面临的问题，打算从大一开始招收成员，从 0 开始，做好技术传承。

(2) 人员架构

机械：战秋成

算法：胡博华（兵种负责人）战秋成

(3) 各组分工

- ① 战秋成负责 YOLO 模型的建立和加速，以及机架搭建
- ② 胡博华负责将位置信息进行处理，发送
- ③ 两人共同解决过程中遇到的问题

5 项目进度安排

10.23~10.28	仍处于探索阶段，找寻合适思路与解决方法
11.2~11.10	制作 YOLO 小模型进行测试
11.11~11.13	学习摄像头的使用与参数的调整
11.14~11.21	等待雷达站核心到来，同时开始建立代码框架
11.22~11.30	进行代码移植，并继续改进代码
11.31~12.2	完成雷达站的大体设计
12.3~12.9	与其他算法组成员合作，共同解决问题
12.10~12.13	跟指导老师提出审理请求，对雷达站进行详尽的分析
二月-开学	解决雷达站主要问题，完成大体框架
开学-省赛	对雷达站进行最后搭建，使其达到比赛水平，同时和其他组成员进行多次模拟训练，测试整理实际效果据此做进一步调整
省赛-分区赛	根据省赛问题进行相应改进，调整雷达参数；

6 资源需求分析

因战队资金问题，雷达站主要调试在成员电脑上，无需特殊需求。

7 项目预算

相应模块	所需耗材	预计费用
雷达站核心	2 工业摄像头,	6000
雷达站外壳	铝方管、螺钉、螺母、垫片、轴承	500
总计		6500

2.3 技术中台建设规划

2.3.1 具备技术

1 机械组

基本底盘技术

非独立悬挂技术

主动减震技术

哨兵储能技术等

2 电控组

不规则小陀螺技术

云台控制技术

电容控制技术

热量闭环技术等常规技术等

3 算法组

传统图像识别自瞄技术

物资管理系统技术等



2.3.2 待突破技术

1 机械组

平衡步兵底盘稳定技术

舵轮步兵技术

哨兵抱紧加速技术

导弹飞镖技术

2 电控组

射击补偿技术

导航飞镖技术

3 算法组

反陀螺技术

快速击打大幅技术

自动反击技术

工程自动夹取技术

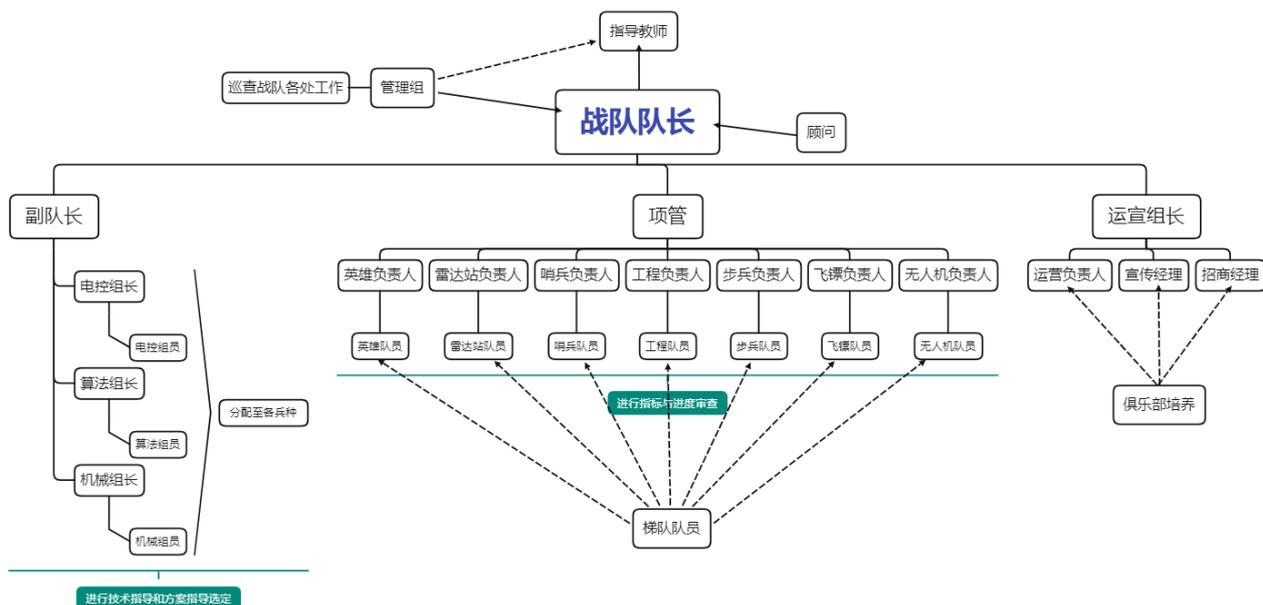
英雄超远吊射识别技术

3. 团队建设

3.1 团队架构设计

3.1.1 战队整体架构

战队的管理模式依旧是以分级管理为主，管理组巡查管理为辅，由队长协调管理项管和副队长，项管和副队长分别从兵种和技术组两方面分别入手对整个战队各方面进行把控和调整；管理组为队长、项管、顾问、副队长、各组组长组成，民主讨论负责战队各项事宜处理，由上至下纵向巡查战队各处进度等问题；各个兵种负责人横向对于自己小组的组员要进行有效的管理以及进度的规划。运营团队作为独立部门专门向队长汇报招商宣传的进度和宣传运营工作的有效进行，固定的时间进行汇报和整理。战队梯队则主要辅助普通队员完成机器人的组装以及维护，后续优秀的梯队队员会给予普通队员的身份纳入兵种的技术组别中。队长需要按时向指导老师以及顾问团队汇报战队情况以及人员，物资等情况，需要和不同的指导老师对接完成相应的工作安排。



以上架构横向纵向搭配，组成了一个高效的网络，把控战队向着更高的目标前进。

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
		指导老师	<ul style="list-style-type: none"> 针对各组的设计给出合理化的建议和审视 物资与加工方面给予绝大 	实验室的管理教师



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
			部分的支持	
		顾问	<ul style="list-style-type: none"> 对于各兵种技术方面的指导和提出有价值性的建议和意见 	<ul style="list-style-type: none"> 上赛季参赛人员且担任过兵种负责人或组长 熟悉实验室运作
正式队员	管理层	队长	<ul style="list-style-type: none"> 与组委会事物进行对接 把握机器人的技术方向，跟进机器人研发进度 负责各组人员管理与安排 购买，管理，分配物资 	<ul style="list-style-type: none"> 具有良好的全局意识和战略性思维，优秀的组织、协调、决策能力，具备人才培养和团队激励的能力 曾作为核心队员参与过全国大学生机甲大师赛，有丰富的参赛经验 对比赛有强洞察能力，具备较强的逻辑能力和沟通能力，能快速和战队成员达成共识并推动项目执行落地
		副队长	<ul style="list-style-type: none"> 辅助队长进行队伍管理 协助解决以技术组为分组的技术问题 	<ul style="list-style-type: none"> 具有良好的全局意识和战略性思维，优秀的组织、协调、决策能力，具备人才培养和团队激励的能力 曾作为核心队员参与过全国大学生机甲大师赛，有丰富的参赛经验 对比赛有强洞察能力，具备较强的逻辑能力和沟通能力，能快速和战队成员达成共识并推动项目执行落地
		项目管理	<ul style="list-style-type: none"> 以兵种为小组的项目进度管理 负责战队综合事务的执行、监督和管理 	<ul style="list-style-type: none"> 具备统筹管理的能力各较强的责任心和执行力 熟悉实验室内部运转 对比赛有强洞察能力，具备较

职位	分类	角色		职责职能描述	招募方向/人员要求
					<p>强的逻辑能力和沟通能力，能快速和战队成员达成共识并推动项目执行落地</p>
	技术执行	机械	组长	负责机械组的任务规划、技术指导、进度监督、各项指标审查和人员管理，保障机械组的正常运行	<ul style="list-style-type: none"> 具备超强的责任心和执行力并热爱 RM 比赛 有高度责任心，能承受较大工作压力 具有丰富的技术积累
		机械	组员	<p>对机器人进行功能分析，结构设计</p> <p>对机器人零件加工，并进行装配</p> <p>对机器人进行迭代优化，并进行后期维护</p>	<ul style="list-style-type: none"> 具有很强的执行力和较强的专业知识 对机械有浓厚的兴趣 对 RM 有一定了解，并作为梯队队员备赛参加过，愿意付出一定的时间与精力
		电控	组长	<ul style="list-style-type: none"> 负责电控组的任务规划、技术指导、进度监督和人员管理，保障电控组的正常运行 给与组员对于各个机器人的调试和测试以及代码的技术指导 	<ul style="list-style-type: none"> 具备超强的责任心和执行力并热爱 RM 比赛 有高度责任心，能承受较大工作压力 具有丰富的技术积累
		电控	组员	<ul style="list-style-type: none"> 负责嵌入式主控单元的软硬件开发 对装配完成的机构/机器人进行上电调试，使其实现预期功能 根据需求来制定硬件方案，负责板子的设计与维护 	<ul style="list-style-type: none"> 对电子设计、C/C++编程有浓烈的兴趣 对单片机原理、C/C++代码编写、控制算法、单片机通信有一定基础和理解 对RM有一定了解，并作为梯队队员备赛参加过，愿意付出一定的时间与精力
		算法	组长	<ul style="list-style-type: none"> 负责算法组的任务规划、技术指导、进度监督和人员管 	<ul style="list-style-type: none"> 具备超强的责任心和执行力并



职位	分类	角色		职责职能描述	招募方向/人员要求
				理,保障算法组的正常运作 • 给与组员对于各个机器人的调试和测试以及代码的技术指导	热爱 RM 比赛 • 有高度责任心,能承受较大工作压力 • 具有丰富的技术积累
		算法	组员	• 负责机器人所搭载计算机系统的视觉开发,使机器人具备感知功能 • 与电控组进行联调实现预期的视觉功能	• 有一定 C++/Python 编程基础,对编程及机器视觉知识有浓厚兴趣 • 对 linux 操作系统、OpenCV ROS PCL SLAM 其中部分或者全部有一定了解 • 对 RM 有一定了解,并作为梯队队员备赛参加过,愿意付出一定量的时间与精力
	运营执行	管理		• 协助队长与项管进行管理 • 与兵种负责人和技术组长对接进行进度管理 • 各项制度与规则的监督与管理调整	• 具备超强的责任心和执行力并热爱 RM 比赛 • 对比赛有强洞察能力,具备较强的逻辑能力和沟通能力,能快速和战队成员达成共识并推动项目执行落地 • 熟悉实验室内部运转
		运宣		• 运营战队的公众号、B 站、抖音、微博等 • 战队的卫生与考勤管理 • 负责招新及俱乐部运转 • 平时战队文娱活动的组织	• 了解公众号的运营、推文的撰写和排版、摄影以及 PS、PR 的基本操作 • 有责任心,有较强的组织和管理能力
		招商		• 给队伍带有资金效益和资金支持进行管理 • 负责寻找赞助商,进行合作	• 具有良好的决策、组织、领导和沟通能力 • 有高度责任心,能承受较大工作压力

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求
		财务	<ul style="list-style-type: none"> 对于队伍物资进行管理 负责战队队服、周边等宣传用品的设计制作 	<ul style="list-style-type: none"> 熟练应用办公软件 office 或 WPS 具有良好的决策、组织、领导和沟通能力 有高度责任心，能承受较大工作压力
梯队队员		机械	辅助副队长进行场地的搭建	在俱乐部的培训学习中取得优异成绩并热爱 RM 比赛的同学
		电控	辅助进行测试和调试	在俱乐部的培训学习中取得优异成绩并热爱 RM 比赛的同学
		算法	辅助进行测试和调试	在俱乐部的培训学习中取得优异成绩并热爱 RM 比赛的同学
		运营	辅助运宣经理进行推文的撰写和排版	在俱乐部的培训学习中取得优异成绩并热爱 RM 比赛的同学

3.1.2 战队人员分布

队长：战秋成		项管：安琦	副队长：季龙华 周柏年	顾问：俞昊天，陈华铨	
兵种	兵种负责人	机械	电控	算法	运宣
工程	赵际云	赵际云 徐诗洋	陈韦乔	李学智 陈成斌 胡博华 战秋成 李世翔	琺子晗 谢启泰
英雄	周柏年	周柏年	黄昊 王家润		安琦
步兵	路志远	路志远	赵昱程		郑欣茹 戴婷婷
哨兵	岳强	岳强	韩诗禹		修艳琪 李薇
飞镖	刘子明	刘子明	季龙华		



无人机	李佳乐	李志鑫 李佳乐	周华考	全队总计：29+3 (3名指导教师)
雷达站	胡博华	战秋成		
指导教师：万泉 王贯 夏伟				
机械组：8人		电控组：7人	算法组：5人	运宣组：7人

战队成员目前问题与战队宣传力度不足，战队培训教学体系不够完善等原因有关。战队隶属于实验室，实验室隶属于工程训练中心，指导老师皆为工程训练中心老师，且为机械院的老师，因此战队整体机械水平较高，并且具备自主加工能力。并且学校整体科创水平低，环境差，学校近几年支持创新力度减弱，创新财政支出减少，各院级实验室创新经费也相应减少，导致培养创新型人才困难。实验室已经尽最大可能保障同学创新利益，尽可能结合现有资源发展创新人才，集中经验丰富的老队员来完成备赛。

在本学年，实验室将辅助战队尽可能扩大宣传力度，吸纳进入俱乐部进行学习。今年采取全体老队员进行授课教学，将战队大部分创新设计事宜教给新战队成员，他们上学期作为梯队成员经历场地模拟制作，提高梯队队员对于 RM 赛事的了解程度，尽最大可能将人才留在实验室，为战队培养更好的人才。尽最大可能保障同学们的参赛体验，让他们在有限的资源里体会到机器人的乐趣，开阔创新思维，发展个人实践能力。

3.1.3 岗位职责分工

1 指导教师

指导老师为战队所在的学校中具备科研、教学工作资格的讲师、教授或其他职务的教职人员，包括日常运营指导老师，技术指导老师以及加工指导老师。

- (1) 负责为战队整合校内资源；
- (2) 负责在自己的专业领域内指导队内技术；
- (3) 负责督促、监管战队项目进度；
- (4) 负责团队的人身财产安全；
- (5) 申请、管理、指导竞赛期间团队经费的使用；
- (6) 协助队长积极配合组委会工作。
- (7) 运营指导老师负责协助队长完成战队日常运营管理

(8) 技术指导老师负责战队整体技术水平指导，为战队成员开展技术课程相关培训。

(9) 加工指导老师负责完成战队各个兵种的加工，包括指导学生使用加工设备，在学生的辅助下完成兵种加工

2 战队队长

队长作为战队总负责人，作为战队整体决策者，管理层关键人物之一，为各组的交流代表、技术方案审批人。

- (1) 负责协同副队长完成各兵种技术方案审核；
- (2) 负责战队日常任务的制定、考勤安排；
- (3) 负责战队的对外交流，与其他学校进行沟通交流；
- (4) 负责战队文档、共享平台管理以及相关传承事项构建；
- (5) 负责和组委会进行积极对接；
- (6) 负责与各兵种及时沟通解决常态问题；
- (7) 负责配合战队财务统计申报物资、报销流程，物资整理；
- (8) 负责统筹整个战队的人员安排；
- (9) 负责与指导教师以及加工老师进行交流；
- (10) 协助项管完成项目进度安排工作。
- (11) 负责战队全体成员的压力疏散，在高强度工作下尽可能降低成员压力，为战队成员排忧解难
- (12) 负责把握战队整体风气走向，及时抑制松散氛围，团结战队成员。
- (13) 负责战队团队建设总体方案审核，整体战队管理层都参与方案设计

3 项目管理

- (1) 负责把控项目的整体进度，以及细化后各个兵种的进度安排；
- (2) 负责协调机器人的模块化测试、整机测试等测试方案；
- (3) 负责整个战队的制度管理，协助队长完成战队考勤安排；
- (4) 负责整个战队的技术文档整理；
- (5) 负责项目相应文档的撰写做好文档传承、制度传承等工作。



4 战队副队长

- (1) 负责协助项管对各个兵种进度进行细致管理，督促各个兵种在各自任务周期内完成任务。
- (2) 负责各兵种加工任务的安排和处理，包括加工设备使用时间安排，与加工老师进行沟通等。
- (3) 计划每周安排各兵种例会，参与并收集当前进度情况，技术情况，并进行记录和上报给队长项管。
- (4) 负责督促各兵种的功能测试，收集测试结果与素材，并进行记录和上传。
- (5) 了解其他战队的进度情况，技术走向，并引入资源发展自身战队整体技术实力
- (6) 不定期开展技术研讨会，针对各个兵种的某一技术要点和问题对全员进行考察和创意发掘。
- (7) 针对战队松散成员予以警告，必要时降级或开除出战队。

4 运营负责人

- (1) 负责战队的进度考勤统计，以及各项指标分数的记录。
- (2) 例会负责通报表扬成员情况
- (3) 负责战队制度落实与运营

5 宣传经理

宣传经理为战队及 RM 相关项目的宣传推广负责人，属于运宣组。

- (1) 负责开发、整合战队的宣传资源（打包更新至运营组资料共享平台）；
- (2) 负责与别的战队进行互动、与组委会官方互动；
- (3) 协助队长做好对外交流；
- (4) 负责战队的队内活动策划；
- (5) 负责协助队长做好队伍传承（上一届老队员资料收集，老队员纪录片等）。
- (6) 负责定期收集战队日常，并整合成战队宣传素材
- (7) 负责协助队长完成团建活动定制，团建活动宣传

6 招商经理

招商经理为战队招商赞助联系的负责人，属于运宣组。

- (1) 负责开发、整合战队的招商资源；
- (2) 负责赞助商的对接跟进任务；
- (3) 负责调研赞助商的需求、以求多种渠道为战队寻求赞助；
- (4) 负责与组委会交流、并详细了解侵权定义等相关法律条文。
- (5) 负责协助队长完成团建活动定制，团建招商定制

7 各技术组长

各技术组组长为机械组主要负责人，一般由对规则相对更熟悉，技术水平更成熟的老队员担任。

- (1) 负责与队长及副队长共同审查各个兵种的技术方案；
- (2) 负责安排各自组内组员的具体任务，必要时视情况进行不同兵种人员调配；
- (3) 负责统筹各兵种的测试项目，配合各兵种负责人进行各兵种测试。

8 各兵种负责人

各兵种负责人主要为各个兵种的主要决策者，领导者，主要由机械组成员，且有一定参赛经验的老队员担任。

- (1) 负责兵种整体时间轴安排，各个技术要点，测试环节的制定；
- (2) 负责与组内电控成员沟通交流，完成相应环节的兵种功能测试
- (3) 负责兵种设计技术要点决策制定，基于现有环境因素下调整兵种的技术水平；
- (4) 负责每周一次例会，讨论兵种方案以及时间轴，并定制接下来一周的工作计划；
- (5) 负责兵种所有物资的申报，调配；
- (6) 负责协调兵种内成员心态，带领成员一起完成兵种的各项任务。

9 技术组组员

技术组组员为技术组主要开发成员。主要任务有：

- (1) 负责按时完成各个兵种的任务，严格按照指定时间轴完成任务；



- (2) 负责各自负责的兵种的物资，有供需与兵种组长提出；
- (3) 了解其它战队的技术走向，并作出合理评估；
- (4) 每周的兵种例会需要讨论技术走向，把握自己进度情况，规划下一周的进度；
- (5) 详细关注所负责的机器人的相关动态（其它战队的此机器人动态、目前所负责的机器人的状态、官方规则关于此项机器人的改动等）；
- (6) 负责和兵种负责人，其他技术组成员以及操作手交流，在测试和操作手反馈的结果下进行技术优化。

10 顾问

顾问为各个问题的给予方案和建议的人员。主要任务有：

- (1) 负责随时深入了解各个并重的进度，提出自己的方案和建议；
- (2) 解答各个兵种负责人在设计方面的疑惑，提出合理的参考建议；
- (3) 帮助项管进行查进度，在适当的时候给予成员一定的压力；
- (4) 和机械组一起进行集中审图。

3.2 团队招募计划

战队招新由俱乐部迎新开始，旗下有 **AIR** 俱乐部和 **HUG** 俱乐部均为校级组织，拥有自主办活动以及多种校内宣传形式。每学年刚开学一星期，几乎全校所有同学都会参观工程训练中心，包括我们创新实验室，借此机会介绍战队，结合历届实物以及参赛学长讲解，吸纳新生进入俱乐部迎新群。

除工程训练中心的参观可以吸纳新生加入俱乐部，还可以通过百团大战，大概在开学后半个月举行。由于俱乐部是校级社团且拥有许多创新创业产物，可以进行展示以及宣传，每年百团大战校团委都会给俱乐部一个地方用于专门展示，通过百团大战也可以将对战队实验室还不熟悉的同学拉入迎新群，通过和他们讲解比赛情况，播放比赛纪录片，现场演示第一人称步兵并且提供试玩等策略来吸纳新生加入俱乐部迎新群，从大一新生开始培养，大力宣传，初步纳新人数 1000 余人。

此外每年会举办校内赛会再次宣传战队文化和比赛赛事等，将参赛队员吸引至俱乐部，进行后续的培养纳新。

在新生均加入俱乐部迎新群后，开学后三周内进行规则考核，考核内容为我们的参赛规则内容，2021年由于情况特殊新赛季规则发布较晚，因此考察规则多为专业性知识的学习与了解，从选择题，填空题，计算题，完形填空，问答题等多个角度进行考察，考察内容从赛季更新点到缓冲能量计算公式等等，一共出20题，总分为100分，并且出多套试卷防止套题。考试时间限制四小时，线上开卷考试，并且题目做模糊化处理，防止直接规则文件搜索得到。设置此考核的目的是让同学们更加了解我们的学习内容和我们的严格程度，以及考察同学的抗压能力，如果连题目都不愿意做，后续的学习是压力只会更大。以往答题率约为60%，且录取比例约为80%，有大量的俱乐部成员可进行梯队筛选。

同时，优化了梯队筛选制度，从新生培养。依靠AIR俱乐部，设立专人负责培训招新，利用雨课堂和盗梦空间组织发布培训课程，同步更新至GitHub、学习通、MOOC、B站等。课程不仅针对俱乐部而是面向全校开放，目前深受好评，获得学校支持。在普及完善课程体系的基础上，严格落实梯队选拔培养制度，在第一阶段培训后进行考核，吸纳30-50人左右突出成员，作为预备梯队队员，进行兵种化传承。同时，对俱乐部成员进行实践教学，成员带队参加较简单的赛事进行能力锻炼，在取得突出成果的俱乐部成员中二次筛选吸纳，举办RM相关校内赛，对于优胜者进行吸纳培养（作为校级赛事，全校报名人数近千人，由于疫情原因推迟至下学期举办）。在三次吸纳人员中，进行梯队考核，选拔优秀人员加入梯队，参与RM赛事。

战队隶属于哈尔滨理工大学工程训练中心，工程训练中心为全校唯一加工中心，在全校范围内知名度高。学院实验室如果会有人才或者有对机器人感兴趣的同学，并且项目经验丰富，经过实验室或者导师引荐到我们实验室，经战队面试也可以加入预备梯队。

除此之外，俱乐部加入梯队依旧有绿色通道，只要自我感觉能力足够，可以随时和俱乐部部门负责人提出面试考核，通过即可加入战队预备梯队。俱乐部同学的名额每学年保留一次，学年结束后还没有取得任何赛事成绩的默认退出俱乐部，需要重新考核才可以加入。

3.3 团队培训计划

开设基础培训课程，同步更新至GitHub、学习通、MOOC、B站等。课程不仅针对俱乐部而是面向全校开放，目前深受好评，获得学校支持。

同时战队每学年都会在实验室公众号发布各个技术面的学习路线，如果有不喜欢课堂教学喜欢自主学习的可以通过我们的自学路线进行自主学习，经过自主学习的同学，并且能坚



持下来的同学可以自行找到战队实验室预约考核与面试，确认个人能力达到基本要求，即可加入战队预备梯队。

在已经确认进入战队预备梯队后，也并不代表在下一个赛季直接就会成为正式队员，还会有学习和升降级考核。进入战队的梯队队员可以选择自己感兴趣的兵种跟着老队员进行学习，学习画图的技巧，图纸设计的思维，3D 打印机的使用，车床钻床雕刻机等等，在经过一段时间的学习后，通过升降级考核者，成为正式队员,详见 6.1.2-3 升降级考核制度，战队综合考虑分配主要负责哪个兵种设计制作。

3.4 团队文化建设计划

3.4.1 吐槽文化

除例会总结外，战队内部也会不定期的举办“吐槽大会”类型的茶话会。针对于最近拖进度、消极怠工诸如此类的同学，我们也会进行友好的“批判”和“控诉”。同时，成员对管理制度、队长项管等管理者的意见和建议都可以畅所欲言的交流。对于大家会有的抱怨说出来会比憋在心里好受很多，也能让被吐槽者感到羞愧进而在下一阶段的任务中有突飞猛进的效果。

3.4.2 娱乐文化

实验室会不定期的进行一些文娱活动来促进实验室的同学们和睦相处，进行性格的磨合，让大家能够更好地了解彼此，增加团队凝聚力，在后期的工作中更能进行好的配合和工作。尤其是各个组别之间的交流相较于组内来说就很少，甚至有的电控组的同学不认识自己同组的算法组的同学。在增进友谊的同时还能够提高队员与队员之间的默契，比如球赛、打雪仗等等，毕竟我们还是正值活泼年华的“当代青年”。



3.4.3 学习文化

在已经成为预备梯队队员，每周都会进行一场交流讨论会。现任队员以及老队员负责为新一阶段的队员答疑解惑并同时对他们的学习程度进行严格的把关，了解到梯队队员学习情况，学习态度，是否能够按照指导老师的要求努力提升自我的专业性能力，是否已经具备一名至少作为梯队队员的资格。同时老队员也会对现任队员的设计图纸的情况和进度进行深入交流，共同解决针对于不同兵种之间的不同问题，及时的发现，并在中期考核之前发现目前想啊存在的不足并及时改正。

3.4.4 “生 斗文化”

战队的精神内核是生无所息，斗无所止！这也是战队口号，面对愈发艰难的参赛支持环境，我们愈发不认输，不放弃，反而进行了深化改革和转型，希望能在我们自己手上能够取得突破，真正的实现生无所息，斗无所止！



4. 基础建设

4.1.1 可用资源分析战队自有加工工具

拥有两台桌面级 3D 打印机，一台具有较高的打印精度低并且能够打印较大的打印件，例如步兵机器人、哨兵机器人的弹仓。另外一台打印精度较高，体积小，性价比高，便于携带，能够带到赛场，完成紧急打印件的制作。拥有较为齐全的装配工具，电动螺丝刀、电钻、角磨机、拉花锯等，所有机器人均为队员自行设计和装配。

4.1.2 战队的外部机加工工具

战队本赛季得到了哈尔滨理工大学工程训练中心加工部的大力支持，能够在老师的指导下使用铸造、车床、铣床、台钻、激光切割机、精雕机、多台 3D 打印机、光固化打印机等，可以自行加工轴类零件、铝铣件、玻璃纤维板、3D 打印件等。

4.1.3 官方物资资源

官方物资资源包括比赛专用（如裁判系统等）、比赛通用（电机、电调、电池、主控板等）、折扣机制（折扣券等）等。这都属于战队的重点物资，类似于裁判系统、电机电调等每个兵种的独有物资，由各个兵种负责人保管和存放，类似于折扣券这种通用物资由队长保管，总体上由队长负责。

对于每个兵种负责的物资，每项都要写上所属兵种名称、物资名称、是否完好。对于损坏的物资，需写明损坏原因、所属兵种名称，存放与固定位置。在物资管理文档中详细记录物品的使用状态：正常使用、未开封、损坏。并且在备注中详细注明该物品目前使用在什么地方，如一号步兵上，以此对物资进行详细的状态追踪。

官方物资保管在战队实验室的专门位置，若队员需要将其带出实验室，应向负责人提出申请，由负责人进行记录。对折扣券的管理包括在文档中统计本赛季预计会有多少折扣券（参考规则手册），然后之后在每次折扣券的发放、使用后在文档中记录此折扣券的券号、折扣力度、状态、日期等要素。

4.1.4 场地资源

设计场地：

哈尔滨理工大学实训楼 3 楼为主要的机器人设计场地，我们主要在这里进行机械结构的设计，电控的调试，以及视觉组的打代码的地方。

加工场地：

哈尔滨理工大学工程训练中心地下负一楼和实训楼 3 楼的加工区作为加工的主要场所，里面具有加工所需的各种工具以及机床。

测试场地：

哈尔滨理工大学实训楼 3 楼是今年战队的主要场地，在那里我们搭建了各兵种的测试区。

4.2 协作工具使用规划

4.2.1 图纸管理

使用 PDM、网盘与 ones 结合，储存机械组的设计图纸加工图纸等，进行图纸共享可供讨论交流与梯队学习，提高了图纸交流效率。

4.2.2 代码管理

使用 Git 与 ones wiki 相结合，Git 负责互相协作版本控制，ones wiki 负责技术路线交流，和总结，也是梯队队员学习的参考笔记。

4.2.3 往届资料管理

使用 PDM、网盘、ones wiki 等同步赛季产生的各项资料，每月整理，便于传承总结学习。

4.2.4 测试数据管理

主要将数据上传网盘，ones wiki 表明路线和结果。

4.2.5 物资管理

搭建了管理系统，使用 ZigBee 进行联网控制，建立物资、设备使用管理，每月导出数据进行总结分析。

4.3 研发管理工具使用规划

本赛季的进度管理依托于 ONES Project，根据各兵种的具体时间轴细分任务，并分配到每个人身上。战队的每一位成员都要求在 ONES 上注册，每个任务的完成都必须在 ONES Project 上更新任务状态，并上传任务相关文件或储存连接，作为任务依据和交流。

每个兵种的负责人在赛季初规则刚刚发布时根据讨论决定的设计大方向制定时间轴，然后根据时间轴细化设计任务和测试任务以及每个任务的负责人，并上传到 ONES 上。之后各个兵种负责人必须时刻跟进兵种的机械电控进度，并督促组员更改 ONES 状态。ONES



Project 的权限设为战队成员都可以查看，内容只有负责人才能更改。每个成员都可以随时查看其他成员的图纸、代码、测试记录。

4.3.1 QNES Wiki

ONES Wiki 用作日常的工作与测试记录，战队每位成员到了任务截止日期必须填写工作记录，若是任务拖延必须写明拖延的原因以及接下来的安排，平时的一些方案路线、测试记录、学习心得与机床使用经验也要写在 Wiki 上。

4.4 资料文献整理

战队的资料都上传在 QQ 群文件和 ONES 上，但在赛季结束使都会全部整理到实验室的内部硬盘内。

4.5 财务管理

由于长时间未取得突破和一些历史遗留问题，战队目前经费来源单一，且经费总量较少。战队成立了基金会，由队员和往届队员赞助形成，用于赛季物资购买。同时，成立了工作室组织俱乐部成员进行工艺品加工、航拍、摄影等赚取经费，部分投入基金会。

对于物资使用，采用钉钉审批制度。购买物资同学需填写申报表，说明物资用途以及预期较果，出示模拟测试数据，队长与管理组审核达到标准才允许申报购买，由财务负责人统一购买，并记录汇总。

财务负责人，对每一笔资金流向都精细把控，每周例会汇报，期末进行总结，进行奖惩。

5. 运营计划

5.1.1 宣传计划宣传目的

宣传的首要目的必然是提升整个战队在校内外的影响力，知名度。

提升 RM 在大学生群体中的影响力，吸引更多热爱机器人，热爱创新技术的同学加入战队。吸引更多新生力量使战队一直不断地经营下去，繁荣下去。

同时，宣传组需要普及更多的专业知识，让小白同学也可以了解更多的相关知识，并记录战队成员间的温暖瞬间、有趣时刻作为此赛季的珍贵回忆。宣传组宣传的不仅是技术知识，更是展现战队的凝聚力，团结和永不放弃的精神。

5.1.2 宣传途径

- 1 现有官方宣传平台。例：微博，哔站，公众号，论坛，QQ，抖音
- 2 组委会现有官方宣传平台。例：微博，论坛，微信等；
- 3 校内其他宣传媒体。例：团委，学生会，广播站等；
- 4 战队活动宣传（校内赛，招新等）通过视频海报传单等形式；
- 5 校内组织参观活动。例：百团大战，实验室参观等。

5.1.3 宣传任务

宣传任务主要包括两个方面，一是组委会指派的固定任务例中期视频，其次是战队所必需的活动宣传和招新安排。这就需要在宣传组的同学，需要具有一定的 PSPPR 编辑能力，摄影能力及相应公众号编辑，文案编写能力等。而宣传不仅是于校内同学而言，更是要在校外提高战队的知名度，所以外界的交往能力，沟通能力更是不可或缺的。

宣传组的日常任务基本分为以下几个方面：

1. 各平台官方账号的更新。

例：公众号更新相应组别的基础知识，抖音平台 B 站号发布近期 动态，队员们的高光时刻。

2. 校园内的宣传部分。提高战队在校园内的影响力，力求让更多同学了解战队，想要加入战队。在宣传的同时，与其他社团保持良好关系，力求合作共赢。

3. 完成官方指派的相应任务，例外采视频剪辑等。



- 4.根据官方提供的交流群，更多的结识外校同学，了解自己的不足，弥补差距，进而提升战队实力。技术的交流，文化的交流，都是 rm 赛事所必须具备的。
- 5.制作战队周边。例：海报、名片、书签、摆件 3D 打印件等，可用于日常的活跃平台账号转发抽奖及本年度绩效考核评奖，团建活动奖品等。

5.2 商业计划

5.2.1 招商目的

- (1) 获得资金或物资支持 为战队进行招商，主要以社会上的企业或加工厂商为主，可以获得资金支持、企业产品支持、加工支持、加工材料支持以及一些硬件设施的支持。
- (2) 扩大战队社会影响力与社会上的一些企业进行合作，可以扩大战队在社会上的影响力，更好的传播 RoboMaster 比赛文化及机器人竞赛的相关知识，到 A.I.R.战队。
- (3) 缓解战队经济压力，能更好做技术方面的提升。

5.2.2 招商对象

行业分类：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；组委会认可的其他行业。

5.2.3 招商渠道

1 校友推荐

校友推荐是招商成功率最高的方式，特别是战队的毕业成员、亲戚朋友等身边的熟人，自己创办或在某一公司中进行工作，可以联系相关同事去走招商的想法。在需要与别人进行签的洽谈的过程中需要注重自身的行为举止、语言风格等，来维护人际关系，作为我们步入社会所学习的第一步。若在后期双方达成合作时，需做到互惠互利，及时相互传达所需资源，来为今后长久的合作打下坚实的基础。

2 网络搜索

通过在网络上或者从校友那里获取的企业联系方式，先在网络上进行检索，并确定其位置、经营产业、规模大小、合作经历等来明确商家的综合实力，在初步判断对方的实力后，进行电话约谈，以 PPT 的形式对战队进行介绍，通过面对面的交

流来传递我们需要什么资源，能够为对方带来什么好处等利益关系。

2 走访了解

对周边的相关科技类厂商进行走访了解，主动接触宣传战队，做好（PPT，介绍视频，拟定协议等），事先了解其大致需求，针对性定制化招商，可根据校内赛，等全校赛事作为宣传手段等。

5.2.4 赞助形式

1 资金

资金直接发放一定数额的赞助资金，用于项目的研发和采购物资等进度

2 生产产品

将合作企业自身生产的产品作为赞助，且能够作为现有机器人车辆上机械或电子设备上的代替品，可供我们直接使用。

3 加工设备支持

能够承担将其加工材料根据设计的图纸进行高精度，大批量的加工（如加工碳板、批量加工玻纤板等）。能够提供比赛所需的加工材料、场地或者硬件设施（如：3D 打印机、航空级飞行动力系统、摄像头等硬件设备）

5.2.5 可提供权益

权益名称	说明	数量
战队冠名权	冠名形式为：哈尔滨理工大学 XX AIR 战队（XX 为冠名赞助商名称）同时还会呈现在赛事官网比赛系统和现场比赛系统中，并参与比赛现场和直播的各种流程的露出，拥有极高的曝光度。	1
机器人机体广告	参赛机器人车体上粘贴或喷绘赞助商指定的广告内容，组委会规定每台机器人仅限 2 个广告位	2



队服广告	队服印刷信息位置包括胸标、袖标、背标、衣角，具体形式有待进一步商议	3
自媒体宣传	在战队自有微信、微博、和 QQ 平台等新媒体平台上对赞助商的 品牌体现	
公众号专属文案	在战队微信公众号中推送企业专属宣传文案，并将赞助商品牌在 公众号上露出	
校内赛宣传	每年战队举办校内赛、校内招新等，可在外场、参赛场地贴装赞 助商指定广告内容	
战队视频广告	在战队视频中可加入赞助商指定广告内容	
参观宣传	会不定期有学生来实验室参观，人数在 1000 人以上，可在参观 者到来时为赞助商宣传	
赛场宣传物料	比赛期间，各场区域放置的战队宣传物料，如易拉宝、宣传手册 等	
实验室下属工艺品工 作室宣传	在创意同优工作室的工艺品售卖会上宣传赞助商	
其他途径	可商议	

6. 团队章程及制度

6.1 团队性质及概述

哈尔滨理工大学 AIR 战队成立于 2015 年,隶属于哈尔滨理工大学工程训练中心创新教学部,作为哈尔滨理工大学唯一代表参赛团队。战队成员来自本校机械动力工程学院、电气与电子工程学院、计算机科学与技术学院、材料科学与化学工程学院、自动化学院等 30 余人组成的科技创新团队。

AIR 战队作为工程训练中心创新教学部探索创新性人才培养模式的实验班底,2021 年 9 月进行全面改革,以智能物联网为基础,从硬件到管理全面升级,实行公司化团队高效化的管理模式,旨在于从内而外使战队焕发出新的活力。

战队以“生无所息,斗无所止”为主旨,培养成员勇于艰苦奋斗,绝不轻言放弃的精神;提倡行远自迩,登高自卑,脚踏实地的务实作风;同时重视创新思维和创新意识,积极调动学生学习的主动性、积极性和创造性,以提高学生创新实践的能力;加强团队合作意识,队员相互激励成长,以求完成作为 RoboMaster 老牌队伍由弱到强的蜕变。

战队涵盖学校西区南区多个实验室,拥有下属俱乐部作为战队的后备人才库。AIR 俱乐部面向全校,以完备的体系,进行人才招募与培养。多样化的学生组成一个具有活力的战队,不同专业思维的碰撞引发新的创新可能,多样化协调发展,互相帮助,实现战队可持续性发展。力求在学校内形成良好的教育引领工作,打造培养青年工程师的创新平台。

6.1.1 审核决策制度

1 任务提出及研发流程

整个任务研发流程由管理组统筹规划、安排调节,机械、电控、算法组合作完成任务的提出、研发、测试审核,运宣组负责后勤运营、宣传招商、物资管理。形成以机械、电控、算法、运宣各组为纵向、各兵种之间为横向,管理组整体把控的战队构成。严格按照,管理组讨论决定——队长项管发布任务——各组组长落实安排——各兵种负责人督促——各兵种齐心协力完成任务的流程,分级落实责任到人,同时管理组实时监督把控进度等各项指标,使项目之间形成一个严密的网络,能有效保证全员效率,提升项目完成度,优化各兵种项目指标,具体任务提出及研发流程,如图 6.1 所示。

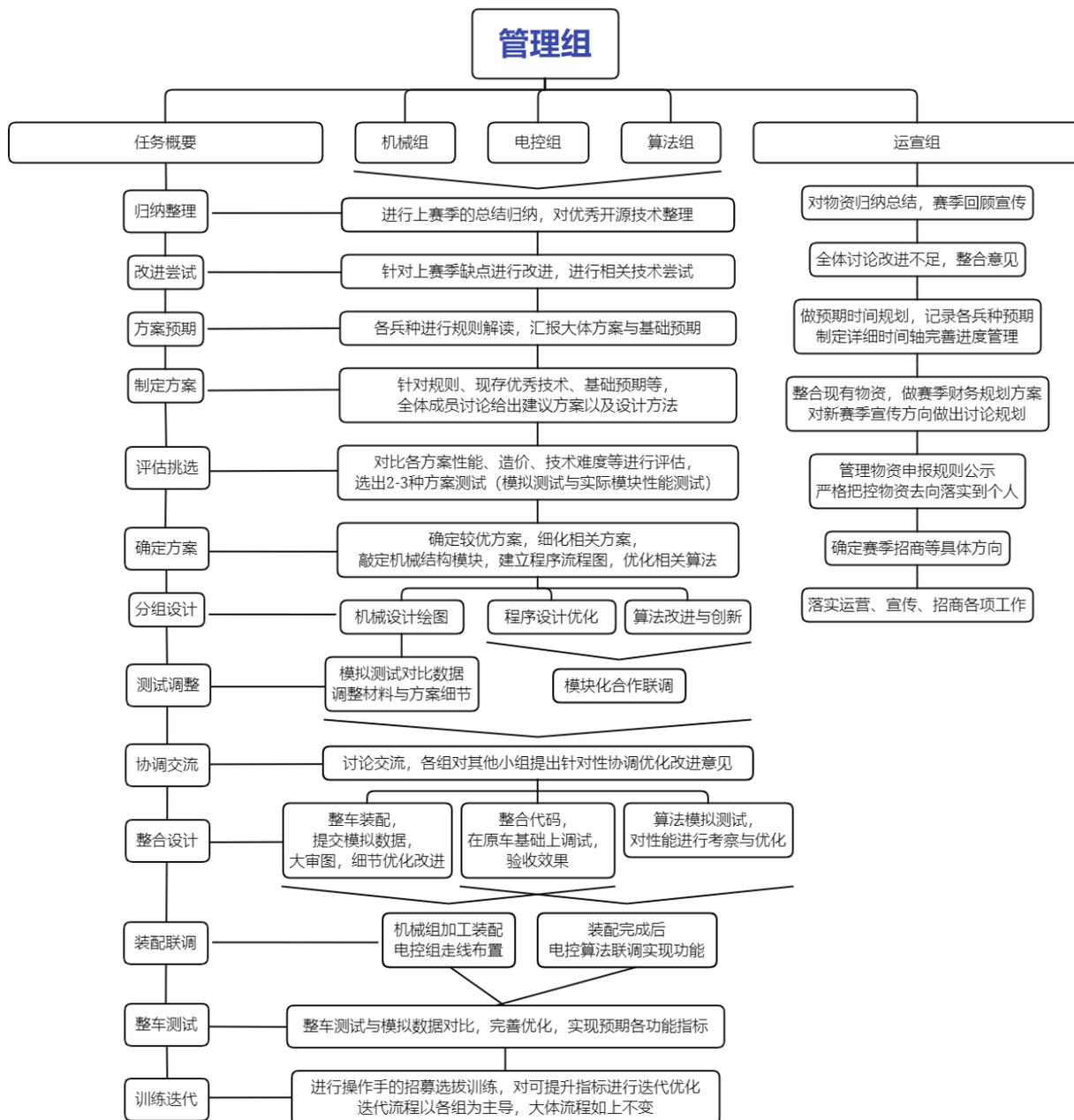


图 6.1 任务提出及研发流程

2 测试流程与安排

测试由兵种负责人、各组组长、管理组共同监督完成，以预期功能指标为依据，主要分为模拟测试和实际测试，重视模拟数据，提倡对照测试，测试过程保留视频和测试数据及时上传云盘等，按照此流程突破指标，不断优化改进迭代，以求达到更优的效果。测试体系主要框架，如图 6.2 所示。

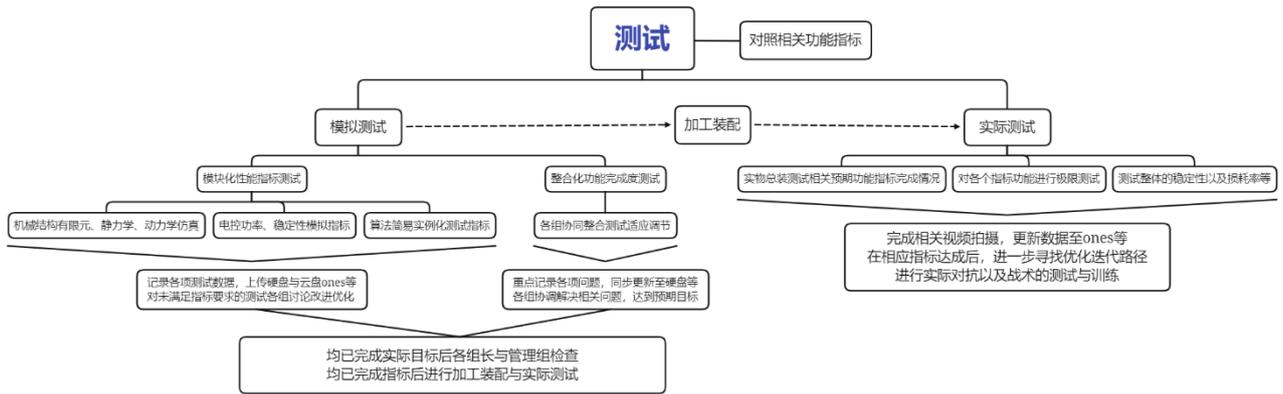


图 6.2 测试流程

3 评审方法与进度管理

战队采取分级评审制度，进度细化落实到个人并公开同步到 ones。由各组负责人及相关兵种负责人对各兵种的方案、测试情况、实际效果进行评审；同时管理组对全部进度、指标、工作效率等进行评审；在关键节点如机械组赛季方案确定、机械组大审图、改进迭代方案确定等节点开全体讨论大会全体人员集思广益，共同评审。

对于进度管理，严格依照赛季初各兵种落实到个人的总进度规划，每周进行周报总结，视情况微调下周工作安排，明确要求“不得以任何事由拖延进度”。由项管、队长、管理组共同把控，结合考勤制度，采取每天线上总结，线下检查，每周汇总调整并在例会总结。对进度完成度、工作时长、工作效率、进行综合考量，实行奖惩制度，并作为升降级考核标准之一，详见 6.1.4 升降级奖惩制度，具体进度管理体系如图 6.3 所示

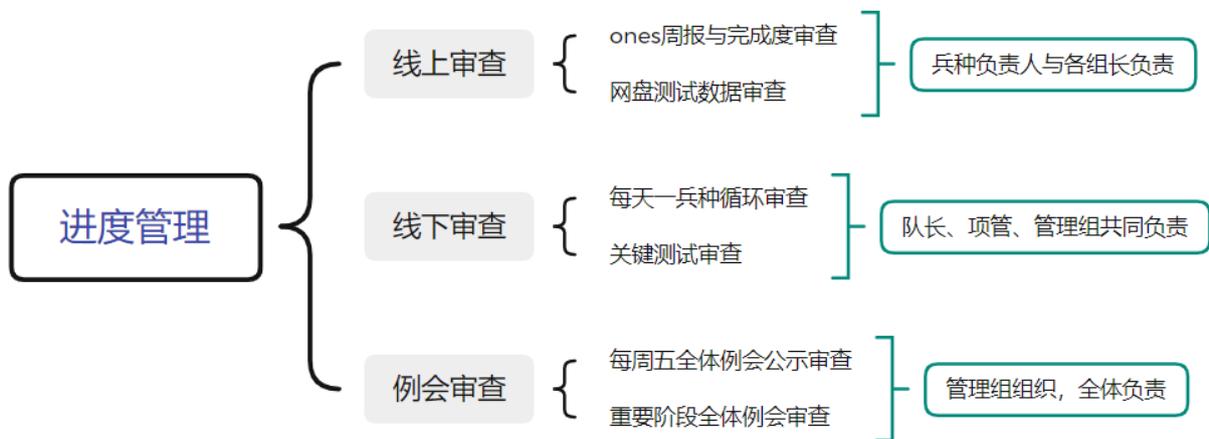


图 6.3 进度管理体系

6.1.2 各项制度

1 考勤制度

战队使用钉钉考勤打卡机配合 ones 实行考勤制度：

- (1) 赛季初统计所有成员课程、实验、考试等安排，作为考勤依据。
- (2) 工作时间：周一至周六 18.00-22.00，周日 8.30-11.30、13.30-17.00、18.30-22.00，节



假日工时与周日相同。每周满勤工时为 34 小时。（战队组织文娱活动、招新安排等集体事项，所花时间计入考勤时间）

（3）请假流程：若面对临时加课、实验、过程性考试、学生会议等，需提前一天钉钉申请，提交相关通知截图，并告知项管，否则按照缺勤处理。每人每学期有 3 次事假机会，每次请假工时不得超过 6 小时。伤病请假需提交医院证明，不计入请假次数。

（4）每周依照进度管理体系，详见 6.1.1-4 进度管理体系。对于进度未完成者，按完成度折算有效工时（当周任务完成度*当周工时），依照有效工时进行考勤。

（5）按周统计，按月解算。每周有效工时小于 30 小时者，例会批评；每月累计两次不合格者队长和项管了解谈话；每学期累计 3-5 次不合格者，升降考核时扣除 5*不合格次数的分数；每学期累计 5 次不合格者，进行降级处理负责外围及梯队工作，情节严重者劝退处理；同时惩罚打扫实验室，详见 6.1.2-4 惩罚制度。（每周六白天允许钉钉申报，进行加班，补充当月缺勤时长。）

（6）每周四管理组例会核对考勤与请假记录统计成员工时，周五全体例会公示，对不合格者提出批评，进行相应惩罚。

2 例会与周报制度

- （1）战队每周四晚 6.30 进行管理组例会，每周五 6.30 全体例会。每次例会前一天队长在战队群发送本次会议提纲。
- （2）例会固定事项:项管进行各组进度汇报、管理组进行各组考勤汇报、运宣组进行财务汇报、队长进行整体工作总结。
- （3）每周例会对当周工作进行总结，成员会后撰写周报，并同步至 ones。周报包括时间、姓名、当周任务、完成度、所遇问题、下周任务。
- （4）例会时依照上周周报总结，对一周未提交周报同学队长、项管进行约谈，升降考核时扣除 5*不合格次数的分数，对两周未提交周报成员进行降级处理，情节严重者劝退处理。对两周未完成周报任务同学，兵种负责人、组长进行约谈改进方案，升降考核时扣除 5*不合格次数的分数，对三周未完成周报任务同学，进行降级处理，情节严重者劝退处理。以上违规者，均需打扫实验室，详见 6.1.2-4 奖惩制度

3 升降级考核制度

考核每月一次，结合进度、考勤、周报、物资利用情况等多方面量化考核。月考核与奖

惩直接相关，同时与升降级考试直接关联，+奖励次数*5分，-违规次数*5分，直接影响考试成绩。

学期初学期末分别进行升降级考核，每赛季4次。其目的是检测督促学期、假期成员的进步情况，以及具体能力是否达到预期要求。考核题由机械、电控、算法、运宣各组组长分别联系指导教师共同编写，从队长项管到梯队成员全员参加。对于同组成员考核题相同，梯队成员相比，成绩位于每组前三名且高于正式队员真实成绩（未经奖惩扣分成绩）平均分，升级成为正式队员；正式队员相比，成绩位于每组后三名，降级处理，成为梯队运营成员专门负责战队的运营、培训课程传授、校内赛筹备、带领俱乐部参加其他竞赛锻炼等。降级成员，允许通过考核重新升级为正式队员。（若正式队员因故离队，梯队升级人数增加为离队人数+3，未考核时由优秀梯队队员暂负责正式队员事物）

考核本着公平公正的原则，全员一视同仁，明确降级者仍是战队重要成员，需协助升级成员交接完毕之后方可转移工作重心，无法交接的任务将继续负责完成。升降级考核原则是，互相帮助互相激励互相竞争，可以更好的促进战队进步，无论是梯队队员还是正式队员，有过卓越贡献的均会获得以正式队员名义参赛的资格。同时，针对态度较差问题同学，视相关情况进行劝退处理。

4 奖惩制度

（1）奖励制度

对满足奖励标准的成员，战队每周进行总结例会口头表扬并记录。每月汇总给予免除一次惩罚机会，并提供战队周边奖励。每学期汇总，学期末给予免费滑雪、免费吃饭、礼物盲盒等奖励。

获得奖励标准：

- ① 超额完成任务指标同学。
- ② 较大技术突破同学。
- ③ 对团队做出重大帮助同学。
- ④ 学期内保持良好表现同学。
- ⑤ 升降级考核各组第一名同学。



⑥ 升降级考核进步最快同学。

(2) 惩罚制度

惩罚标准：

以下所有惩罚均公开，周例会进行通报。

① 会议无故迟到缺席一次，打扫实验室卫生一周；会议无故迟到缺席两次，打扫实验室卫生两周，并且队长或项管进行谈话；会议无故迟到缺席三次，降级处理。

② 考勤一周内 时长小于 30 小时，打扫实验室卫生一周；考勤连续两周时长小于 30 小时，打扫实验室卫生 两周，并且队长或项管将对其进行谈话；考勤连续三周时长小于 30 小时，降级处理。

③ 周报未提交一次，打扫实验室卫生一周；周报未提交两次，打扫实验室卫生两周，并且队长或项管进行谈话，情节严重者降级处理。两周未完成周报任务，兵种负责人、组长约谈改进方案，以及整体调度，三周未完成周报任务，降级处理，情节严重者劝退处理。

惩罚原则：

① 在赛季初公示此项制度，保证全体队员知晓。

② 不以惩罚为目的，不依惩罚为手段，首先考虑互帮互助共同克服问题。

③ 惩罚前需明确其惩罚原因，特殊情况下可以进行谅解，同时，对违规情况不心软不舞弊。



邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽镇茶光路1089号集成电路设计应用产业园2楼202