



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

Exclusively designed for the RoboMaster M620A P18 Brushless DC Gear Motor and C620 Brushless DC Motor Speed Controller, this 4.5mm Axonometric Pin includes an axial nut and a terminal board.

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

6mm M620A Axonometric Pin includes an axial nut and a terminal board, creating a complete pin-to-pin system for the four independent motors.

# ROBOMASTER 2024

## 机甲大师超级对抗赛

# 赛季规划

华中科技大学 狼牙战队 编制

2023年12月发布



# 目录

前言.....	5
<b>1. 团队目标.....</b>	<b>6</b>
1.1 目标明确.....	6
1.2 目标制定依据.....	6
1.3 过程跟踪动作.....	7
<b>2. 项目分析.....</b>	<b>8</b>
2.1 上赛季项目分析经验.....	8
2.2 新赛季规则解读.....	8
2.2.1 步兵机器人.....	8
2.2.2 英雄机器人.....	10
2.2.3 工程机器人.....	12
2.2.4 哨兵机器人.....	14
2.2.5 空中机器人.....	15
2.2.6 飞镖系统.....	15
2.2.7 雷达.....	16
2.2.8 人机交互.....	17
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.....	30
2.3.3 工程机器人.....	32
2.3.4 哨兵机器人.....	37
2.3.5 空中机器人.....	42
2.3.6 飞镖系统.....	47
2.3.7 雷达.....	52
2.3.8 人机交互.....	55
2.4 技术储备规划.....	56
2.4.1 通用技术储备.....	56
2.4.2 特定兵种技术储备.....	64
<b>3. 团队架构.....</b>	<b>71</b>
<b>4. 资源可行性分析.....</b>	<b>76</b>
4.1 上赛季资源使用情况.....	76
4.2 本赛季可用资源.....	76
4.3 资金预算分配规则.....	77
4.4 资源可行性分析.....	78

<b>5. 宣传及商业计划 .....</b>	<b>79</b>
5.1 宣传计划.....	79
5.1.1 宣传目的 .....	79
5.1.2 宣传指标 .....	80
5.1.3 宣传规划 .....	80
5.1.4 周边规划 .....	84
5.2 商业计划.....	86
5.2.1 招商规划 .....	86
5.2.2 招商优势 .....	87
5.2.3 招商权益 .....	88

# 前言

本报告由狼牙战队编制，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	柯一康	唐子航	施承熙	高梓岩	刘昱辰
硬件	李森阳	高天衡			
软件	邵睿初	梁煜琛	鲍乐泉	苏洋	
算法	张昭骏	李磊	曾世鹏	简俊杰	
管理	田炜程	王宁			
宣传	岳佳璇	邵嘉逸			

# 1. 团队目标

## 1.1 目标明确

在 2023 赛季的超级对抗赛中，狼牙战队以分区赛十六强，复活赛未成功突围的成绩收尾。这样的成绩以及在赛场上的表现并不能让我们的队员满意。战队实力相较于各个战队的平均水平也有较大的差距，并且在稳定性没有保证的同时，也没有突破能够提升实力的关键技术。所幸，2024 赛季的规则并未有太大的改动，这让我们有充足的时间用于解决稳定性上的问题，并且弥补在技术上的短板。基于此，在新赛季我们定下了分区赛进入八强，国赛十六强的保底成绩。并向分区赛前三、国赛八强的成绩努力。

队伍目前仍然拥有充足的资金与人力，但参赛队员中新队员比例较高，因此在备赛过程中需要通过培训、参与更多相关赛事以及校企项目合作的方式开拓队员眼界、锻炼队员能力。另外面对战队在 2023 赛季中出现的管理效率低，备赛氛围差的问题，我们计划通过从加强已有课程与培训建设、实施队员项目制管理、优化研发过程中的人员配置，简化进度管理、财务与物资管理制度，以及举办及参加更多队内外活动等等途径增加团队凝聚力与队员主观能动性，并提高校内知名度，为备赛争取更多物质与技术支持。

截止目前，战队在招新及培训、校内赛以及场地建设中做出的尝试已经初见成果：招新群人数 1000 人、报名人数 400 人等等招新数据突破历史纪录；顺利完成了校内赛的报名与培训阶段，目前有 160 名参赛队员，并争取到了企业赞助与学校重点项目支持；调试场地在全体队员的参与制作下焕然一新，能够满足更多调试需要。而在本学期结束前，我们希望团队还能够完成以下目标：截止 2 月份前完成第一版全部参赛机器人的制作与调试工作。在重要技术点如双向 DCDC 超级电容、轮腿式平衡步兵控制、激光雷达建图定位导航等等完成既定研发目标。

## 1.2 目标制定依据

在制定以上比赛成绩目标、团队建设目标和技术突破目标时，我们主要依据了战队历年的技术积累与 2023 赛季的备赛、比赛情况：

首先在队员能力培养方面，我们采用从未尝试过的项目制管理的方式，培养了队员完成完整项目的能力。在队员的日常研发中采用项目制管理，可以使得研发的目的性更强，研究计划更具体。此外在备赛过程中，穿插其他学科竞赛、校企合作项目等等，丰富队员经历，提升队员能力。其次对于梯队队员的培训，我们吸取了往年的经验教训，压缩了培训中讲解

的时间，并且利用学校课程作为培养资源、安排校内赛与实战项目作为培训的验收内容。不仅提高了培训效率，还显著提升了梯队队员的参与感。

而在队伍整体技术方面，我们集中人员力量，突破如激光雷达建图定位导航、轮腿式平衡步兵控制等重要技术点。这些技术点有非常多优秀的开源可供参考，这对于我们的研究大有好处。因而我们有信心可以在 24 赛季完成这些关键技术的研发。此外，2023 赛季中由于研发进度、测试流程不规范不充分等多方面原因，机器人的稳定性表现较差。因此在 2024 赛季我们也将给予足够重视，从制度到落实多角度发力解决这些问题。

### 1.3 过程跟踪动作

对于以上明确的比赛目标、团队建设目标与技术突破目标，我们将采取长短期结合的监督方式，来对我们实现目标的行动进行过程化跟踪。短期而言我们采用技术组会讨论方案与大例会汇报进度的方式，将例会汇报 PPT 与项目制的文档作为汇报的工具载体，完成我们对于项目整体进度的管理与调控。长期而言，我们将绩效考核与重要节点验收相结合，不定期地，根据比赛中地重要时间节点来对项目成果进行展示和验收。我们以绩效考核和节点验收地成果为依据，参照激励制度对战队队员进行成果激励。通过这样的制度与规则，来对我们的项目推进过程进行监督和把控，初期方案讨论、短期进度汇报、长期绩效考核与不定期节点验收交错结合地进行，对我们的进度与预期目标进行差距评估和反思调整，并在此基础上做持续改进，以提高我们目标的完成度。

## 2. 项目分析

### 2.1 上赛季项目分析经验

在 2023 赛季，工程机器人研发过程中的项目规划与实施过程是最成功的。工程机器人在 2023 赛季的规则中改动较大，且在历年的比赛中，工程机器人的整体实力与表现并不能为队伍提供充足的经济支持。因而队伍对于工程机器人的规则解读与研发流程给予了足够的重视：通过多次理论计算与建模仿真，我们得出半机械臂的设计可能是 2023 赛季工程机器人的“版本答案”，并在先后投入了 3 名机械组主力队员的情况下，以较符合既定研发时间轴的情况下顺利完成了第一版工程机器人的研发。在实施过程中，我们也遇到了反复尝试、修改方案的困难，通过集中人力物力，以较短的时间完成了多次迭代。并且尝试了 3 版自定义控制器，最终成功提高了兑换效率。

由此，从上一赛季中我们得出了以下项目管理经验：

- ① 研发方案与测试必须要有完成且严谨的理论支撑，这节省一定方案迭代与无效尝试的时间
- ② 在研发过程中，人员的投入与热情是基本要求。管理者需要以周为时间单位定期评估研发人员状态，若参与人员出现热情不足、投入缺失的情况，一定即时帮助队员解决问题。
- ③ 在队内气氛低迷，士气不振时，需要及时鼓励队员，通过优秀队员实例来鼓励队员重拾信心。

### 2.2 新赛季规则解读

#### 2.2.1 步兵机器人

步兵机器人是赛场上的常驻机器人，是最灵活、最稳定的地面作战兵种，自 RM 比赛成立以来，都积极活跃在赛场上。针对 2024 赛季的规则，步兵方面主要有以下几点改动：

- (1) **平衡步兵上场数量限制：区域赛、复活赛、国赛最多 1 台**

相较 2023 赛季，平衡步兵数量被削减，但这并不影响平衡步兵的预期需求以及其在超级对抗赛中的高战略地位。根据上赛季部分战队平衡步兵的精彩表现，加之本赛季规则上，增加了平衡步兵的经验获取能力，我们对其的研发是必要的。上个赛季我们对平衡步兵的研发已经比较完整，整车的运动功能基本完成，因此本赛季目标是结合开源资料



研发出一辆拥有基本功能同时有多地形适应能力和射击精度较高的平衡步兵。

### **(2) 弹丸补给机制调整：补给站数量减少至 1 个，实体弹丸数量紧张**

补给站数量减少，比赛过程中能够获取的实体弹丸数量也受限，因此提高预装弹数量成为比较重要的战术选择。将弹舱下沉有助于扩大容量，在上个赛季已经进行了下供弹步兵的研发，并实现了较大的载弹量。本赛季计划在上赛季研发的基础上，以提高载弹量的方式应对补弹机制。

特别的，由于舵轮步兵结构特殊且设计紧凑，无法像麦轮步兵一样下沉弹舱至底盘。因而需要进行中心供弹机构的研发，并计划采用半下供弹结构作为保底方案，将弹舱置于底盘与发射机构之间，增大载弹量的同时控制云台转动惯量。

### **(3) 经验等级体系改动：等级上限提高，升级所需经验增加且获取经验的途径增加，各个等级的性能参数均有改动**

相对于上个赛季，本赛季经验体系的改动很大，步兵的等级成长最高可以到 10 级，并且选择功率优先和血量优先等性能参数只会影响步兵成长的性能曲线，最终成长到 10 级的步兵性能参数均相同。步兵作为主要的地面作战单位，如果能在比赛过程中快速获取经验，在性能参数上领先对手，将会取得较大的进攻优势，给英雄提供输出机会。

### **(4) 能量机关相关机制调整：大能量机关上限提高**

能量机关的主要改动在于提高了大能量机关的增益上限，相对于 2023 赛季，本赛季激活大能量机关取得更高的环数的时候可以获取更高的增益，极高的攻击力加成和防御加成足以逆转局面。

上赛季已实现比较稳定的能量机关激活，但是实际比赛中环数并没有达到比较高的标准，本赛季计划进一步优化大能量机关的激活策略，加快打符的速度，提高激活环数，把激活能量机关的优势进一步扩大。

### **(5) 引入半自动步兵：步兵可半自动化，实现半自动可取得更高的经验获取**

步兵可以选择 2023 赛季中哨兵的控制方式，即操作手无法使用第一视角，只能在小地图上发送指令控制步兵，具体的动作细节由步兵自动完成。选择半自动操作方式可以获取双倍的经验值，配合经验体系的改动，完成半自动步兵的研发可以一定程度上提升赛场上地面力量的优势，而将半自动的细节做好，使其可以匹敌由操作手第一人称操作的普通步兵，就能将半自动步兵的性能发挥到最大，取得决定性的优势。

因此本赛季将参考 2023 赛季哨兵的设计思路，对普通步兵进行半自动化的尝试，利用好经验体系改动和等级性能的改动，提升地面力量的优势，可以一定程度上减轻英雄的负担，让英雄可以不受干扰地对建筑进行输出。

### (6) 赛场地形变化：步兵实现多地形适应可拓展进攻路线

环形高地下开了一个隧道，如果要通过这条路线组织进攻安排战术，就需要把步兵的尺寸缩小，或者增加变形功能。公路区和飞坡点的墙体也被移除，拥有登岛和跳坡能力的步兵将会拥有更多战术上的可能性，可以在赛场上更灵活地选择进攻或者撤退路线，取得地面力量上的优势。

本赛季计划研发可以适应多种地形的步兵，具体为可通过环高下的隧道、可登岛、可跳坡、可飞坡，给操作手更多路线上的选择，在临场时能打出更多变的战术。

## 2.2.2 英雄机器人

在新赛季规则下，英雄机器人仍然是强有力的地面输出单位，其变化如下：

### (1) 英雄的枪口热量小幅度提升

枪口冷却相当于 2023 赛季的爆发优先，同时获得了 16m/s 的稳定上限发射弹速，由此可见官方倾向于使英雄参与地面团战，并且一发大弹丸能对建筑物造成 200 或 300 点伤害，对机器人造成 100 点伤害，如果在地面团战过程中能打中对方机器人，极有可能扭转战局形式。

### (2) 机器人等级梯度变小，相邻等级机器人理论性能差距减小

表 2-1 2023 赛季英雄底盘属性与等级关系

底盘类型	等级	上限血量	底盘功率上限 (W)
初始状态	1	150	50
功率优先	1	200	70
	2	250	90
	3	300	120
血量优先	1	250	55
	2	350	60

	3	450	65
--	---	-----	----

表 2-2 2024 赛季英雄底盘属性与等级关系

底盘类型	等级	上限血量	底盘功率上限 (W)
功率优先	1	200	70
	2	225	75
	3	250	80
	4	275	85
	5	300	90
	6	325	95
	7	350	100
	8	375	105
	9	400	110
	10	500	120
血量优先	1	250	55
	2	275	60
	3	300	65
	4	325	70
	5	350	75
	6	375	80
	7	400	85
	8	425	90

	9	450	100
	10	500	120

从表中可见，较低等级的机器人相邻级数的性能在血量和功率上差距不大，而整体呈现出十分丝滑的变化趋势，一定程度上避免出现等级压制的情况，有助于逆风局翻盘的可能性，减少了性能体系对车辆本身的限制，但是也对开局有一定优势的“降维打击”战术起了限制作用，从而提升了比赛对抗的强度，同时对比赛战术安排的要求也有较大的提升。

### (3) 场地地形元素丰富

相比 2023 赛季地图，2024 赛季地图中有如下改变：R3 高地整体向后移动，从基地处登坡的通道加宽，并且取消了 35.5° 的斜坡，导致英雄吊射点只有两条路，同时在环形高地中部被挖出隧道的背景下，梯高非常容易被对面的步兵飞坡或者钻洞两面包夹，就可能需要分出步兵保护英雄，这样在正面战场上的战斗力必然会被削减，可见官方逐渐引导英雄参与团战而非一味地吊射。同时，场地中台阶高度从 200mm 降低至 150mm，以及飞坡处的围栏被取消，这样的改变极大丰富了能登岛的机器人的进攻路线。

## 2.2.3 工程机器人

工程机器人在 2024 赛季与 2023 赛季相比主要有以下几点改变：

### (1) 场地改动：

大资源岛上金矿改为 2+1+2 的分布，矿中心离地高度 350mm，两侧矿均偏置 10 度，上方有盖板。

### (2) 机制改动：

- ①取消空接。
- ②取消首矿奖励。

### (3) 数值改动：

- ① 最大伸展尺寸改为 1200x1200x1100mm。
- ② 取消最大前伸 500mm。
- ③ 自定义控制器初始尺寸 500x500x500mm, 无最大伸展。

## ④ 兑换金币所得:

表 2-3 不同矿石与兑换难度对应金币数

兑换等级	银矿	金矿
一级	75	200
二级	100	225
三级	150	275
四级	225	350
五级	375	500

兑换时长金币下降(兑换框移到位置后为初始 t)

表 2-4 兑换时长金币下降比率

时长	下降比率
$t \leq 15s$	0%
$15s < t < 50s$	$2\% * (t-15)$
$t \geq 50s$	100%

下降选择难度与其上一级难度之差的金币数量, 即  $2\% * (t-15) * \text{上级金币差(五级-四级 150)}$

## ⑤ 兑换矿石时金币倍率改变:

表 2-5 累计经济与难度限制

金币数	难度限制	倍率
625	二级	1 倍
750	三级	1 倍
1000	四级	1.4 倍
1600	五级	2 倍

## ⑥ 兑矿难度增加

对于取矿，工程需要取到三种状态下的矿石，分别是大资源岛平台中间距边沿 300mm 上的矿石，大资源岛平台上与中线成 10 度角的矿石，小资源岛平台上的矿石。但在 2024 赛季中因为金矿与银矿的金币差值拉大，金矿优先级较高，大资源岛中心的矿石会成为双方争抢的对象。考虑到 2024 赛季的金矿无法从顶面吸取，从侧面通过吸盘吸取是比较理想的方案，在吸取的过程中容易脱落，因此我们需要使自己能够取到地面的矿石来应对矿石落地带来经济损失。对于兑换方面，兑换规则可描述为：操作手兑换时手动选择兑换难度，在一个限定的球面范围内，每次矿石兑换时，兑换槽的六个自由度（三个平动自由度和三个转动自由度）会根据兑换难度随机变动，而且随着队伍累计兑换金币值的增加，发生变化的自由度也会增加，兑换难度随之加大，2024 赛季的最高等级兑换 yaw 轴增加到 135 度。

## 2.2.4 哨兵机器人

2024 赛季中，哨兵机器人仍然是全自动机器人，主要承担的任务是守护己方基地，而对应此任务的相关行为如下：

① 巡逻：哨兵机器人需要在恰当移动到巡逻区域并扫描到试图入侵己方势力范围的敌方机器人；

② 攻击：哨兵机器人需要进攻并击败敌方机器人；

③ 占领：哨兵机器人需要占领增益点以增强己方团队实力，并在此基础上防御敌方机器人；

2024 赛季对能够取胜的哨兵机器人在技术层面将会有更高要求，其中，与之有关规则的修改主要如下（其中 ex 表示没有直接修改但是客观上有较大影响）：

① 哨兵初始/上限血量由 1000 点降至 400 点，但在前哨站被击毁时获得 600 点虚拟护盾，可以在补血点回血，远程兑换血量，拥有四次复活机会；

② 哨兵巡逻区增加环形高地、梯形高地、打符点处的区域；

③ 哨兵底盘功率由 150W 降至 100W，超功率不会断电；

④ 枪口热量上限由 240 升至 400；

⑤ 哨兵初始允许发弹量由 750 降至 400；

⑥ 哨兵回到巡逻区的时间限制由 30s 增加至 40s;

(ex.1)加强的大符增益，最高可达 500% 的伤害增益效果;

(ex.2)半自动机器人能享受更好的增益，因此许多机器人都会是半自动机器人。

相较于 2023 赛季，2024 赛季在哨兵结构上的改动并不大，更多的是数值及机制上的改动，哨兵仍是无操作手的兵种。本赛季哨兵虽然初始及上限血量降低，但在前哨站被击毁前仍是无敌状态，前哨站被击毁后增加 600 点虚拟护盾，正常情况下哨兵第一次血量可仍视为 1000 点，与上赛季相同，但后续复活血量仅有 400 点，生存能力降低，而本赛季哨兵经验价值提高，意在加快比赛后期节奏。本赛季哨兵应做好后期决策，提高后期生存能力，避免频繁送经验。

本赛季哨兵巡逻区增加，提高了哨兵在比赛场上的灵活度及战略价值，且场地公路区挡边取消，台阶高度降低，这意味着哨兵拥有更多的巡航路线选择，故本赛季哨兵在机械结构设计时需保证一定的灵活性以及对不同地形的适应能力。同时，更新的大符增益、等级、伤害的提升，对全自动机器人的行为选择，裁判系统添加自动发送的指令，对嵌软和算法都提出了更高的要求。

底盘功率降低对哨兵提出了轻量化的需求。枪口热量上限提升但初始发弹量降低，提高了哨兵输出能力的同时也让哨兵需要珍惜其发弹量这对哨兵的发射精准度提出了更高的要求，哨兵的行动也应具有更强的目的性。哨兵回到巡逻区的时间增加，提高了哨兵在前哨站被击毁后的行动弹性，也让哨兵拥有了更多的容错。

## 2.2.5 空中机器人

在 2024 赛季，空中机器人的规则进行了小幅度改动。空中支援时长增加了 5s，每一小局在开局后冷却 170s，即可获得一次免费的 500 发小弹丸发射量。每局最多可以呼叫三次空中支援。空中机器人在 2024 赛季依然保持着在比赛中后期提供强大的火力支援的战略地位，性价比极高。同时今年的基地装甲板可以识别小弹丸的攻击，或许今年用空中机器人进攻基地是一个相当有价值的战术。

## 2.2.6 飞镖系统

改动总述：飞镖的击打难度上限和对应奖励在提升，同时保持向下兼容，尽量让所有队伍的飞镖都能发挥作用。

改动详细：

表2-6 飞镖规则改动详细

类型	改动点	需求
场地	飞镖闸门距离基地从25m变成26m,距离前哨从15m变成16m	飞镖需要越打越远（耐久要求更高）；飞镖需要“视觉”（智能要求更高）
	“基地移动靶”将会取代基地顶部大装甲板	
机制	现在飞镖闸门在比赛开始后30s就可以打开	1.能用飞镖提前攻击前哨站可以弥补己方地面兵种的劣势，甚至建立起优势 2.本赛季可以挑战实现通过击打随机位置获得高额伤害这条战术 3.实现打击固定位置的基地对于机械镖优化到合格的队伍依然是不错的战术选择
	开闸门前可以选择“随机”位置	
	仍然保持对固定位置击打的兼容性	
制作	飞镖镖体基础重量从220g提 升至350g	飞镖可优化空间大大增加

对于以上分析，结论如下：

① 根据趋势，2024赛季会有更多队伍打基地镖(固定位置)，也会有更多队伍把击打前哨作为战术。因此，我们需要做出能够把击打基地作为战术的飞镖系统，才能保证不会落后。

② 鼓励强队开展制导飞镖研发。

③ 面对飞镖的强势，可能会有更对队伍研究“反导”以对抗这股浪潮。

## 2.2.7 雷达

赛季雷达站规则有所更新，在完善了上赛季末推出的标记体系之外，还增加了易伤和主动触发易伤效果翻倍的机制，使得雷达站在能为己方提供敌方坐标信息的基本功能之外，还能对战局造成更为直接的影响。除此之外，本赛季新推出了半自动步兵机制，在操作手无法直接通过图传系统观察战局的情况下，能为操作手提供准确的小地图信息就显得更加重要了。在基本功能方面，本赛季雷达研发方向主要包括：使用更有效的目标检测模型，提高检



测的精度并降低算力开销；采用更稳定精确的点云获取手段，提高定位准确度；实现特殊位置的检测，提供预警信息；完成战局分析系统，实现自动围杀，并在关键团战时主动启用易伤效果翻倍机制。

## 2.2.8 人机交互

本赛季，由于半自动化需求的存在，操作手可能会失去第一人称视角对信息获取的即时性优势，即无法立即获知机器人是否发生异常以及战场的具体情况。因此需要通过多机通信获知战场和机器人的具体信息，并把这些绘制在 UI 界面上，给操作手提供反馈，以更好地帮助操作手发出及时正确的决策命令。具体计划为绘制机器人的姿态（云台、底盘）、自瞄的锁定状态信息、机器人各项性能参数（实时功率、电容）等。

同时，鉴于全兵种半自动化难度较大，计划会保留一部分操作手的第一人称操作。而上赛季中，根据操作手赛后反馈，步兵、英雄等地面作战单位存在辅瞄、大符、小符、前哨站模式切换键位繁琐，操作复杂 bug 多的问题，本赛季计划给步兵和英雄增添自定义控制器，初步设想为增加多个外接的功能键，取消组合按键，将操作简化。完成初版自定义控制器后将会尝试集成所有控制功能的自定义控制器，提高操作手的操作体验。

工程在上赛季已有较完善的自定义控制器方案，但是鉴于兑矿时速度仍然较慢，且自动兑矿方案还不够完善，计划改进自定义控制器，在自定义控制器上添加视觉算法，通过视觉解算出的坐标系变化来计算自定义控制器当前的姿态，提高自定义控制器的精度。

## 2.3 研发项目规划

### 2.3.1 步兵机器人

#### 需求分析

普通步兵和上赛季相比在机器人的制作方面改动较多，根据规则的变换和部分需求的变化，核心需求总结如下：

① 底盘能平稳快速移动，具备快速爬坡能力，并具备登岛能力、飞坡能力、环高隧道通过能力中的一种或多种；

② 更精细高效的底盘功率控制，提高超级电容的性能、提升机器人机动性；

③ 发射机构无卡弹双发问题，并保证较高的射击精度；云台控制稳定，射频控制精准；容许较大的预装弹数量；

④ 实现半自动化控制，可以自主导航规划。

综合考虑，计划转移研发重心，将舵轮步兵作为主力，麦轮下供弹步兵作为保底方案。机械设计将尝试较大的改动，计划设计气动悬挂等特殊结构，实现更好的地形适应——利用底盘的主动变形能力进出隧道或登上台阶；精简结构，尽量保证轻量化；调整弹舱，增大载弹量，同时轻量化云台。此外，算法及嵌软方面也计划实现半自动控制。

表2-7 步兵机器人需求分析

功能	需求分析	设计思路
舵轮底盘结构	快速全向移动，高速小陀螺自旋，直线运动效率高	采用竖直悬挂，保证灵活度兼具飞坡性能。通过坐标系的变换，实现小陀螺。优化功率控制
半下供弹云台以及中心供弹云台	本赛季实体补弹量减少需要提高装弹量	弹舱下移能有效降低云台重心，兼顾大容量的需求
小弹丸发射机构	射频高、不卡弹、弹道稳定	测试摩擦轮保胶以及摩擦轮间距，优化限位结构
基于气路的主动悬挂	尽可能提升场地通过性能，拥有底盘变形能力	利用多个稳压阀与电磁阀在一个气动悬挂系统上同时实现普通悬挂、抬升底盘、缩起底盘的效果
机器人硬件系统	做到整车供电和通信系统稳定可靠，尽量减少后期维修次数	做好全车供电和通信部分的防护，尽量不要有裸露的线。通信必要的话对电路板进行优化。外加尽量提高电容的工作效率。
丝滑的云台控制与打弹	射频高、不卡弹、弹道稳定	使用带优化的双环pid控制云台，并对自瞄的控制信号做跟踪信号处理
可靠的日志系统	可靠记录各种机器人异常数据，便于排查故障。	使用SD卡记录各项关键数据，读取数据可通过读卡器（速度较快）或者使用串口读取（速度较慢）

灵活的舵轮底盘控制	舵轮底盘运动学建模与控制	改进底盘运动学建模，加入优化，提高舵轮底盘对功率的使用效率和灵活性。
机器人行为决策	根据收集的信息决定在恰当的时机采取适合的行为	简单状态机迭代收集行为数据，利用数据进行机器学习产生决策树。
机器人视觉辅助瞄准	识别摄像机中的敌方机器人，提供视觉信息	传输相机图片经过处理后找到敌方机器人的特征，通过特征分析敌方信息，进一步进行PNP解算后产生视觉信息
机器人精准定位	综合多传感器信息提供精准鲁棒定位	利用较为成熟的激光历程计技术，加入重定位和数据融合机制，提高定位的鲁棒性和精确性
高效鲁棒的深度学习目标检测	提高关键点检测时间性能，以支持滤波器快速收敛	优化关键点检测模型部署，提高程序并行程度。优化模型，提高关键点检测精度。

平衡步兵的上场数量限制修改为最多上场一辆平衡步兵，根据规则的变换和部分需求的变化，核心需求总结如下：

- ① 底盘能平稳快速移动，具备斜坡爬升能力，在颠簸路面上有更好的稳定性。
- ② 底盘功率控制高效合理，可以通过超级电容提高机动性。
- ③ 射击准确率高，发射机构弹丸无卡弹双发问题，云台控制稳定，射频控制精准。
- ④ 在携带大装甲板条件下具有较强的生存能力。
- ⑤ 能够在高强度撞击下保持平衡,倒地自救，稳定飞坡，稳定跳跃15cm以上。
- ⑥ 机器人整体协调控制。

表格总结如下：

表2-8 轮腿平衡步兵需求分析

功能	需求分析	设计思路
机器人控制仿真	进行平衡步兵运动控制仿真，验证模型并提高开发效率与迭代速度。	使用Webots进行五连杆轮腿式机器人仿真，验证LQR，运动

功能	需求分析	设计思路
		学以及动力学解算。
平衡控制	高强度撞击下或者轮子打滑情况下保持机器人平衡。	调整LQR参数，使控制更有鲁棒性，将IMU信息与轮子编码器数据融合以防打滑。
稳定飞坡	设计较好的离地检测算法时刻检测每个轮子的离地状态，防止机器人在空中位姿发散。	通过关节力矩反馈反向求解支持力判断轮子状态。
稳定跳跃	充分利用关节力矩，根据机器人自身的质量规划足端轨迹实现稳定跳跃。	利用动力学方程，给出预期轨迹，计算每一时刻关节电机的输出力矩，以此实现稳定控制。
	稳定跳跃跳跃的高度能达到15cm以上。	高跳跃需要电机极大的扭矩，选用宇树A1电机以满足需求。
机器人防护	防护结构强度高，易拆装，不会被卡死角。	防护外框采用双碳板夹层式设计，整体采用弧线设计。
底盘移动及自旋	快速全向移动，在起伏路段减震效果好，能够飞坡，高速小陀螺自旋，直线运动效率高，能够飞坡。	为了适应场地的起伏路段，选择用轮腿主动避震，以更好的控制车的运动。
	提高超级电容的能量利用率，提高步兵爬坡，越障适应能力。	优化超级电容控制板，提高11V以下放电效率和功率控制时效性。
	底盘增加陀螺仪达到更精确控制。	云台和底盘双陀螺仪，提高标定精确度从而使控制更准确。
自瞄	准确识别，PnP的准确解算，反小陀螺算法，击打能量机关。	深度学习结合传统视觉，非线性优化与PnP解算结合，敌方旋

功能	需求分析	设计思路
		转与平移运动的解耦。
整体控制	通过引入WBC，将不同的控制任务合成一个总体任务，进行二次规划	建立机器人模型，建立闭环约束，利用QP求解器进行规划
打滑检测	使底盘在极端环境条件下运动更加稳定	通过引入MPC，通过状态空间方程对未来几个时刻的机器人状态进行求解，过滤打滑现象
轨迹优化	在某些条件下，需要腿部按照预期进行运动，削弱未来位姿对当前时刻的作用	选取合适的轨迹曲线（如贝塞尔曲线），设置几个关键点，对轨迹曲线插值，采用PD控制

## 改进方向

步兵机械部分在上赛季已经进行过多种底盘和云台方案的实测和选择，本赛季计划以舵轮底盘为主体，采用避震分离式自适应机构；云台采用下供弹或半下供弹设计，提升载弹量，同时提升云台性能。

电路部分，基本电路结构保持不变，进行局部电路优化和底盘电容板的改进。

控制方面，规范日志管理，提高SD卡数据记录可靠性；同时，优化功率控制、PID以及陀螺仪的数据处理，尽可能提高整车性能。

算法方面，进行辅瞄的时间性能优化并改进多传感器数据融合。及早进行能量机关击打的实物测试并增加优化迭代，向提高准确率方向改进。此外由于规则改动，计划将半自动化研发提上日程，包括实现低成本的机器人的定位导航、实现有效的决策系统等。

表2-9 普通步兵改进方向

组别	改进对象	改进方案
机械	发射机构	测试并改进摩擦轮间距以及摩擦轮包胶的材质；优化子弹限位机构，包括更改摩擦管限位距离、更换不同的限位轴承进行测试；
	底盘	优化舵轮轮组结构，改进轮组和悬挂，增强适应能力。

	弹仓	将弹仓下移，采用中心供弹或半下供弹结构，能够装填足够的弹丸
	云台	通过弹舱下移来降低云台重心，提高云台响应速度
硬件	超级电容改进	改进超级电容的电路拓扑，提高能量的利用效率。
	24V转19V稳压模块	实现自主设计，减小模块体积和重量。
	仿制新规则能量机关	增加打靶控制的精准度。
电控	日志系统记录	改进SD卡日志系统记录功能，分为突发的异常消息记录和周期性消息记录。其中异常消息是裁判系统的数据包中关于伤害类型的部分，周期性记录的消息包括时间戳、云台和底盘的运动模式，可按需加入。
	模块封装	优化各种函数模块的封装，实现简明的程序设计，也方便功能模块的移植。
	系统辨识	得到传递函数，云台的实际转动惯量、力臂及摩擦系数，修正出更优的PID控制器。
	自定义控制器	研发步兵专属的自定义控制器，在键盘之外拓展控制手段，简化操作手的操作。
	动力学前馈控制	在系统辨识得到的各种参数的基础上，搭建力矩前馈控制，提高云台响应速度。
	提高云台响应和稳定性	采用一阶卡尔曼滤波用于消除低频抖动，采用二阶卡尔曼滤波和预测融合用于自瞄。
	算法	姿态解算
反小陀螺		将敌方小陀螺的旋转与平移运动解耦，对旋转部分建立连

		续的观测模型，平移项也同时使用滤波观测。
	能量机关击打	深度学习模型识别能量机关，优化曲线拟合速率。
	装甲板检测	优化深度学习方案，从优化模型自身结构、训练方法以及模型部署方式等方面入手，提高推理精度和时间性能，为状态估计的优化提供基础。
	多传感器融合	利用多个轻量相机实现全向感知，辅助主相机进行自动瞄准和雷达进行障碍识别。

第一版先复刻开源进行轮腿和非轮腿两个版本平衡步兵的制作，同时也对云台结构进行重新绘制。整车的基本电路结构不变，电机通信方式改变重制底盘主控板和连接板，同时进行在底盘加陀螺仪的尝试，以使全车性能更优。控制方面提前进行整车的仿真，算法方面和普通步兵无明显差异。

表 2-10 平衡步兵改进方案

组别	改进对象	改进内容
机械	发射机构	更改摩擦轮之间的间距，更换摩擦轮包胶厚度以保证弹道的精准性。
	云台yaw轴	通过更换轴承和改良底盘结构的方法尝试将GM6020下移，降低云台重心。
	电器元件安装及快拆	优化防护安装，更改电路板及线路位置，方便检修。
	轮腿式平衡步兵底盘	通过减重、电机疲劳测试等等增加底盘跳跃高度，增强其地形适应性
	独立悬挂平衡步兵底盘	改良底盘铝管框架，减轻重量，将各个功能模块化，便于维修替换，优化布线线路，改良位置方便检修。
硬件	超级电容模块化	将超级电容控制板充放电以及底盘控制部分集成化的同时模块化，使用BTB进行模块化连接，以便于对某一模块进行快速检修。

组别	改进对象	改进内容
	超级电容控制板	优化超级电容控制板，提高11V以下放电效率和功率控制时效性。
	24V转19V稳压模块	实现自主设计，减小模块体积和重量。
电控	日志系统记录	通过SPI读写Fat32系统的SD卡，增加日志系统记录功能，分为突发的异常消息记录和周期性消息记录。其中异常消息是裁判系统的数据包中关于伤害类型的部分，周期性记录的消息包括时间戳、云台和底盘的运动模式，可按需加入。
	系统控制	优化多种运动控制任务，将一种运动任务抽象为方程，系统运动控制抽象为向量方程，实现系统控制优化
	模块封装	优化各种函数模块的封装，实现简明的程序设计，也方便功能模块的移植。
	系统辨识	得到传递函数，云台的实际转动惯量、力臂及摩擦系数，修正出更优的PID控制器。
	提高云台响应和稳定性	采用一阶卡尔曼滤波用于消除低频抖动，采用二阶卡尔曼滤波和预测融合用于自瞄。
算法	姿态解算	将PnP解算与非线性优化结合，同时优化解算得到的姿态矩阵以及世界3D点。
	反小陀螺	将敌方小陀螺的旋转与平移运动解耦，对旋转部分建立连续的观测模型，平移项也同时使用滤波观测。
	击打能量机关	深度学习模型识别能量机关，优化曲线拟合速率。
	装甲板识别	将深度学习与传统视觉相结合，并且优化敌方装甲板被部分



组别	改进对象	改进内容
		遮挡时的识别方案。

## 人员安排及资源评估

步兵机器人数量多，角色重要，研发过程中需要充分协调，步兵组的组员需要高效的团队沟通交流。舵轮步兵、平衡步兵开发中，新研发任务较多，需要组员们投入更多的精力、发挥创造性，也需要组内的各技术组之间协调安排好进度，减少无效等待，提升研发效率。

具体要求如下：

**机械方面：**组员需要具备工程制图、Solidworks 3D 建模、机械设计、材料力学、理论力学等方面的理论知识，以及简单雕刻机、台钻、切割机等加工设备的实际操作能力。此外，本赛季机械结构改动较大，对组员方案设计、仿真评估以及方案验证和迭代的能力提出了较高要求。

**嵌软方向：**组员需要具备仿真研发、系统辨识，云台动力学前馈、PID 调试、现代控制原理、单片机控制、机器人学等方面的理论知识，能以较高的效率完成各个功能在实车上的实现；

**硬件方向：**组员需要具备：PCB 设计，EDA 软件使用的实际经验，以及模电、数电、重要分立元件特性和参数、直流无刷电机的驱动等方面的理论基础，还有电路板焊接、电气系统布局布线的操作及检修能力；

**算法方面：**组员应当了解Ubuntu 操作系统的基本使用，并对计算机组成原理具有一定了解。组员需要具备C++/Python工程能力，掌握数字图像处理、多视图几何、最优化、传感器融合、机器学习等理论知识，并具备项目组织、算法评估与分析能力。

本赛季人员安排如下：

表 2-11 普通步兵赛季人员安排

技术方向	主力成员
机械	谈锦乔、李传沛
硬件	丁硕
电控	邵睿初、陈竞嵘

算法	张昭骏、李磊
----	--------

表 2-12 平衡步兵赛季人员安排

技术方向	主力成员
机械	梁晶晶、沈硕
硬件	高守琨、高传鑫
电控	梁煜琛、吴磊
算法	张昭骏、李磊

本赛季人力资源评估如下：

表 2-13 普通步兵人力资源评估

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
发射机构	射频高、不卡弹、弹道稳定	机械1人	对子弹发射进行理论建模，分析弹道的影响因素，改变参数进行实际测试，优化结构	10周	3000元
		电控1人	摩擦轮及拨弹盘的 PID 控制		
下供弹云台	俯仰角大，响应快速、准确，将弹舱放到底盘上，增大弹舱的容量	机械1人	能够根据需求选择轴承等标准件	5周	3000元
		电控1人	熟悉电机性能参数，系统辨识及调试双环 PID		
舵轮底盘	在盲道上运动保持底盘	机械1人	熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物	8周	12000元

	稳定，适应各种复杂地形，更加轻量，具有稳定运动能力	电控1人	各种运动学仿真软件的使用，熟练掌握各种调试软件，电机PID控制		
		硬件1人	超级电容及其稳压，电气系统布局布线		
辅助瞄准	快速、准确识别敌方机器人；反小陀螺；激活能量机关	电控1人	提供上位机调试接口	10周	8000元
		算法1人	熟悉基本的滤波算法、坐标系变换理论知识，具备算法分析与性能评估的能力		
自动导航和决策	可以自行定位规划路径、决策、避障等	电控1人	提供上位机调试接口	10周	5000元
		算法1人	熟悉SLAM算法，具备算法分析与性能评估的能力		

表2-14平衡步兵人力及资源评估

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
平衡步兵轮腿底盘	在盲道上运动保持底盘稳定，强撞击条件下机器人不倒，能够跳上台阶，腿长可变，在复杂环境下保证机器人的灵活性。	机械2人	熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物。	8周	20000元
		电控2人	各种运动学仿真软件的使用，熟练掌握各种调试软件，电机PID控制。		
		硬件2人	超级电容及其稳压，		

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
			电气系统布局布线。		
自动射击	快速、准确识别敌方机器人，反小陀螺。	电控1人	提供上位机调试接口。	整赛季	7000元
		算法2人	熟悉基本的滤波算法、坐标系变换理论知识，具备算法分析与性能评估的能力。		
底盘自动跳跃	检测到前方障碍，根据运动速度进行腿部控制	机械1人	能够熟练装配，维修实物。	2周	500元
		电控2人	熟练运用调试软件，了解和掌握业界中腿部机器人腿部运动规划		
防打滑控制	识别、预测轮毂运动状态，防止运动姿态发散	机械1人	能够熟练装配，维修实物，增加轮毂抓地力。	2周	500元
		电控1人	了解最优化理论，掌握MPC理论，结合MPC实现防打滑控制。		
超级电容板迭代	选用双向DC-DC设计，提高底盘能量的利用率。	硬件1人	掌握开关电源原理，熟练运动电路设计、仿真软件，优化PCB布局。。	8周	4000元

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
		电控1人	熟练运用调试工具，为超级电容板增加启动检测与过流关断等控制策略。		
飞坡控制	状态检测，位姿控制以及底盘减震。	机械2人	能够熟练装配，维修实物，为腿部增加减震。	4周	2000元
		硬件2人	能够熟练维修机器人电路连接，合理布局元件位置。		
		电控1人	熟练应用各种调试软件，了解如贝塞尔、B样条等平滑曲线。		
功率控制	在功率限制条件下实现机器人性能最大化。	硬件1人	对超级电容熟悉，能够熟练维修电路。	4周	1000元
		电控1人	了解超级电容原理，了解电机数学模型，能够熟练运用数据分析工具以及PID控制。		
整体功能测试	基本功能完成，排查硬件、软件问题。	机械2人	熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物。	3周	无
		电控2人	各种运动学仿真软件		

步兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
			的使用，熟练掌握各种调试软件，电机PID控制。		

## 2.3.2 英雄机器人

### 需求分析

表 2-15 英雄机器人需求分析

机器人需求	功能要求	设计思路	注意要点
较强地形通过性	鲁棒性优 结构简单 稳定飞坡能力 快速上坡、过盲道 机械结构易拆易修 电气连接稳定	轻量化底盘 中心供弹调节重心 自适应悬挂加装避震器	防止轮组外八 自适应悬挂 电容输出稳定 在最大额定功率
稳定的高打击精度	弹道散布小 云台精准稳定 不双发不卡弹	使用中心供弹 采用三摩擦轮方案 发射机构对弹丸准确定心	多测试不同摩擦轮间距 新方案多测试验证
高效击打旋转装甲板 反陀螺	速推前哨 辅瞄参团	应用更精确的装甲板姿态解算方法	多测试拟合模型效果

## 改进方向

表 2-16 英雄机器人改进方向

组别	改进对象	改进内容
机械	发射机构	修改摩擦轮发射方案 更改弹丸限位方案
	悬挂	更改自适应悬挂，提高飞坡能力
	云台供弹	采用侧供弹，减少卡弹的可能性
	弹舱	采用中心供弹优化重心分布
电控	发射优化	控制弹丸初速度误差
	整体运动	增强机器人运动灵活性
	陀螺仪稳定性	尽量减少机器人零漂问题
视觉	前哨站过滤算法	避免固定装甲板影响视觉识别

## 人员安排及资源评估

英雄作为高输出单位，在攻击建筑物中发挥着主导地位。今年英雄规则没有很大变动，但由于英雄以往的性能有较大提升空间，需要较多时间对新方案进行研发改进及测试。需要主力队员有积极创新和精益求精的精神，完成更多的技术突破，做出更优秀的英雄机器人。

本赛季需要在研发、进行技术积累的同时做好梯队的培训，做好技术传承。

表 2-17 英雄机器人人员安排

技术方向	主力队员
------	------

机械	唐子航、柯一康
电路	雷雨桐
嵌软	胡思昊
算法	周晗

表 2-18 英雄机器人人员安排及资源评估

英雄机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	3508*5、加工件、板材、标准件等	机械1人 电控1人	建模、加工能力、熟悉底盘及悬挂结构	8周	4000
云台及链路	6020*2、加工件、板材、标准件等	机械1人 电控1人	熟悉往年云台结构和硬质供弹链路	6周	3000
发射机构	3508*2、加工件、板材、测速模块等	机械2人 电控1人	熟悉发射机构，了解影响精度的各种因素	5周	2000
自动射击	NUC及保护壳、工业相机	电控1人 算法1人	会图像处理、自动算法识别、位姿解算	6周	2000

### 2.3.3 工程机器人

#### 需求分析



表 2-19 工程机器人需求分析

功能	需求分析	设计思路
稳定快速移动	平地快速移动	底盘合理布局，降低重心，整车科学减重。
	盲道平稳移动	独立悬挂保证每一个轮子经过盲道的时候不会对其其他轮组造成过大的影响，选择参数合理的避震器。
直线副自由度	实现上层机构 抬升、前移、横 移	一级抬升：带传动+直线导轨、防止前倾（伸缩杆）。  一级前移：带传动+直线导轨  二级前移：齿轮齿条传动+直线导轨。
旋转副自由度	实现上层机构 末端 pitch 轴、 yaw 轴、roll 轴 转动	pitch 轴：蜗轮蜗杆传动+向心轴承。  yaw 轴：电机倒置+同步带传动+向心轴承。  roll 轴：电机直连+内嵌。
取矿	大资源岛取矿	一级抬升+一级前移+二级前移+吸盘
	小资源岛取矿	一级前移+吸盘
	地面取矿	一级抬升+一级前移++吸盘
调整矿石	兑矿时使二维 码面朝下	方向一转动：末端roll轴。 方向二转动：矿仓内摩擦轮（两边同向转动）。
兑换矿石	将矿石放入各 个姿态的兑换 槽	一级、二级：一级抬升+前移+吸盘。 三级：一级抬升+前移+pitch轴+yaw轴+吸盘。 四级：一级抬升+前移pitch轴yaw轴 roll 轴+吸盘。 五级：一级抬升+前移pitch轴 yaw 轴roll轴+吸盘。
视觉云台	pitch轴、yaw轴 转动	舵机带动图传云台转动。  保证操作手一定的视觉范围。
摄像头	可以随时捕获	与吸盘连接，随吸盘而动。

	到兑换槽位置	
机器人硬件系统	稳定可靠，更重要的是方便维修	对通信线路进行优化，保证信号完整性；必要的话对电路板进行优化；布线时在保证功能良好的情况下考虑整齐与美观
在确保拥有可以取到所有矿石的能力下缩短取矿时间	为团队在最短的时间内获取经济	根据新车结构优化代码逻辑，使取矿动作更简洁
在视觉辅助下的自动兑矿	机械臂逆运动学的解算，缩短兑矿时间，获取更高利益	通过视觉反馈回来的兑换矿坐标，通过机械臂逆运动学的解算，使得矿石的中心垂线与兑换矿的中心垂线重合，从而实现自动兑矿
视觉定位自定义控制器	在更短的时间内更精准的完成矿石的兑换	通过相机获取外置标定图样信息，经过PnP解算后得到相机的相对位姿，再映射到机械臂上
视觉全等级兑矿	实现兑矿时对矿更快速稳定的一步到位	传输相机图片经过处理后找到敌方机器人的特征，通过特征分析敌方信息，进一步进行PNP解算后产生视觉信息
视觉辅助取矿	辅助手工很难做到精确的状态下，从隧洞中抓取矿石	利用深度相机信息，捕捉矿石的距离信息发送给嵌软，以便闭环调节机械臂的高度深度等状态

## 改进方向

表 2-20 工程机器人改进方向

组别	改进对象	改进内容
----	------	------

机械	麦轮底盘车架	优化车架结构，方便布线及维护
	麦轮底盘悬挂	调整避震器安装，使其拥有更好的避震效果，优化底盘布局
	抬升	利采用两根MGN9导轨使抬升更稳定。
	平移	增加平移适应兑换站的135度yaw
电控	缓速启动	使整体底盘更加稳定。
	陀螺仪	提高陀螺仪的稳定性
	布线	优化布线方式，以适应半机械臂更大的活动范围，同时使主控板移到上层，适应底盘断电。
	CAN总线负载均衡	提高CAN总线硬件稳定性
	优化自动兑矿	在兑矿时加入视觉辅助，通过视觉反馈的数据使机械臂可以自动运动至兑换框处，从而减少兑矿时间
算法	兑换框识别检测	完善代码逻辑，避免出现不可控的场上错误，并增加五级兑换框的稳定兑换功能
	矿石辅助抓取	增设新传感器方案，辅助操

		作手拾取矿石
--	--	--------

## 人员安排及资源评估

总的来说，工程机器人是团队内唯一的能够获取场上金币资源的机器人，同时从战略上减少了对抗性。工程机器人相比其他机器人可以拆分的模块更为细小，可开发性强，取矿的吸盘甚至包括矿石仓库的设计都可以单独拿出来细细讨论分析。我们需要能够精益求精，积极研发积极创新的队员，在已有的基础上不断完善推陈出新，进行不同方案的高强度测试，把每一个功能在做到稳定后提升其速度以及效率。同时工程组组长需要具有良好的合作能力，在团队工作中积极合作，博采众长制作一辆优秀的工程车。在团队合作配合方面工程机器人组内需要严格分工，积极交流，不管是机械组内建模时的统一还是各个组之间的配合都值得反复商榷讨论出一个尽可能满足双方的方案。

本赛季人员安排如下：

表2-21 工程机器人人员安排

技术方向	主力队员
机械	施承熙
电路	李森阳
嵌软	马逸飞
算法	黄宇涵

人力及资源估计如下：

表2-22 工程机器人人力及资源估计

工程机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	麦轮、电机、常用零件等	机械1人 电控1人	有底盘设计基础，十分了解悬挂的减震原理，具有力学分析以及再设计能力；具有良好的电路结构系统设计能力；具有针对性设计需要的主控板的能力。	4周	6500元

取矿	等比的大小资源岛	机械1人 电控1人	具有场地的制作能力；接受新事物能力强，积极测试不同的方案，勇于打破现有模式具有一定力学分析能力；了解传感器的原理，能够写传感器识别的代码。	4周	4000元
矿石存储	电机、矿石、等比兑换站	机械1人 电控1人 视觉1人	能够合理地安排设计机械结构 有视觉识别的经验 具有一定的布线路基础	3周	500元
抬升机构	同步带、同步轮、常用零件等	机械1人 电控1人	具有良好的力学分析能力；熟悉基本零件的配合关系；有机械设计的基础；具有控制电机的能力。	2周	1300元
自定义控制器	陀螺仪、主控板、相机	电控1人、 视觉1人	熟悉视觉识别等算法编写；具有完成编写自动取矿逻辑的能力；	4周	1200元

## 2.3.4 哨兵机器人

### 需求分析

相较于2023赛季，2024赛季在哨兵结构上的改动并不大，更多的是数值及机制上的改动。本赛季哨兵虽然初始及上限血量降低，但在前哨站被击毁前仍是无敌状态，前哨站被击毁后增加600点虚拟护盾，正常情况下哨兵第一次血量可仍视为1000点，与上赛季相同，但

后续复活血量仅有400点，生存能力降低，而本赛季哨兵经验价值提高，意在加快比赛后期节奏。本赛季哨兵应做好后期决策，提高后期生存能力，避免频繁送经验。

本赛季哨兵巡逻区增加，提高了哨兵在比赛场上的灵活度及战略价值，且场地公路区挡边取消，台阶高度降低，这意味着哨兵拥有更多的巡航路线选择，故本赛季哨兵在机械结构设计时需保证一定的灵活性以及对不同地形的适应能力。同时，更新的大符增益、等级、伤害的提升，对全自动机器人的行为选择，裁判系统添加自动发送的指令，对嵌软和算法都提出了更高的要求。

底盘功率降低对哨兵提出了轻量化的需求。枪口热量上限提升但初始发弹量降低，提高了哨兵输出能力的同时也让哨兵的弹丸变得寸土寸金，这对哨兵的发射精准度提出了更高的要求，哨兵的行动也应具有更强的目的性。

哨兵回到巡逻区的时间增加，提高了哨兵在前哨站被击毁后的行动弹性，也让哨兵拥有了更多的容错。

表 2-23 哨兵需求分析和设计思路

功能	需求分析	设计思路
舵轮底盘移动及自旋	快速全向移动，高速小陀螺自旋，直线运动效率高	采用竖直悬挂，保证灵活度兼具飞坡性能。通过坐标系的变换，实现小陀螺。优化功率控制
半下供弹云台	提高装弹量，降低云台重心	半下供弹弹舱不随pitch轴运动，可有效保持云台重心，同时兼具大容量的优势
精准发射	射频高、不卡弹、弹道稳定	优化发射机构设计，改进限位结构
机器人硬件系统	稳定可靠，更重要的是方便维修	对通信线路进行优化，保证信号完整性；必要的话对电路板进行优化；布线时在保证功能良好的情况下考虑整齐与美观
丝滑的云台控制与打弹	射频高、不卡弹、弹道稳定	使用跟踪微分器对辅瞄的控制指令进行跟踪
灵活的舵轮底	舵轮底盘运动学建模与控	通过运动学的建模，提高舵轮底盘在导航时

盘控制	制	跟踪规划路径的能力
机器人行为决策	根据收集的信息决定在恰当的时机采取适合的行为	简单状态机迭代收集行为数据，利用数据进行机器学习产生决策树
机器人视觉辅助瞄准	识别摄像机中的敌方机器人，提供视觉信息	传输相机图片经过处理后找到敌方机器人的特征，通过特征分析敌方信息，进一步进行PNP解算后产生视觉信息
机器人精准定位	综合多传感器信息提供精准鲁棒定位	利用较为成熟的激光历程计技术，加入重定位和数据融合机制，提高定位的鲁棒性和精确性
机器人自主导航	根据定位与感知层数据，实时规划光滑可通过路径并发送速度指令	路径规划部分分为前端和后端，前端利用图搜索算法，后端使用多项式样条曲线平滑路径，在路径跟踪上使用基于模型的跟踪方法

## 改进方向

表 2-24 哨兵机器人方向

技术方向	改进对象	改进内容
机械	舵轮底盘车架	优化车架结构，方便布线及维护
	舵轮底盘悬挂	调整避震器安装，使其拥有更好的避震效果，优化底盘布局
	云台响应	利用配重调节云台重心使之靠近云台转轴；通过尺寸合理设计减少云台转动惯量
	供弹链路	优化供弹链路，优化过弹流畅程度
	发射机构	优化发射机构设计，改进限位

电控	云台板	加入小显示屏或是其他方便调试的外设或是外设接口
	陀螺仪	提高陀螺仪的稳定性
	超级电容控制板	提高超级电容能量利用率
	底盘功率控制	改写新的功率控制代码，实现缓冲能量有效利用
算法	自动底盘	使用slam技术实现哨兵的自动移动，通过底盘动力学建模和路径规划算法实现高效的自主运动，通过多传感器融合实现全向感知，通过决策树准备哨兵的下一步行为动作

## 人力及资源评估

相较于2023赛季，哨兵的巡逻区增加，但初始血量与初始发弹量降低，这要求哨兵具有更强的机动性，同时比赛场地的变更使得哨兵机器人拥有了更加多元的运动策略，因此本赛季哨兵对机械、电控与视觉的要求均较高，需要机械、电控、视觉三个技术组沟通协作齐力完成，设计制作调试的相关技术点细化到个人，每周按规划完成相关任务并进行完成情况汇报，遇到技术瓶颈，大家一起商讨解决，严格按照规划进度完成任务，对于消极怠工和有事耽误的工作，及时分配给有能力有时间做的队员，保证项目的进度和质量。

本赛季人员安排如下表：

表 2-25 哨兵机器人人员安排

技术方向	主力队员
机械	高梓岩
硬件	高天衡
电控	苏洋、王朝阳
算法	简俊杰

人力与资源评估如下表：

表 2-26 哨兵机器人人力及资源估计



哨兵机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
舵轮底盘	高速小陀螺自旋，直线运动效率高，电机能量利用率高，能够飞坡	机械1人 电控2人	机械：熟悉各种悬挂结构及原理，能熟练装配实物硬件  电控：各种运动学仿真软件的使用，熟练掌握各种调试软件，掌握CAN多负载接入处理，电气系统布局布线	6周	5000元
半下供弹云台	高弹容量，较低的重心，流畅的供弹链路	机械1人 电控2人	机械：掌握运动学仿真、CNC机加工，能自主设计稳定性高的云台  电控：掌握电机控制算法和双环PID控制算法、有PID调试经验，熟悉云台电路的布局	6周	5000元
发射机构	射频高、不卡弹、弹道稳定	机械2人 电控2人	机械：具备独立进行机械装配的能力和较强的实验总结能力  电控：掌握电机的闭环控制及相关线路的设计	6周	6000元
辅瞄射击	快速、准确识别敌方机器人，反小	算法2人	算法：掌握双目相机空间定位原理和图像处理算法、了解相机	6周	18000元

	陀螺		模型		
定位与导航	能够在哨兵活动区域中自主进行运动路径的规划	电控1人 算法2人	电控：提供上位机调试接口  算法：熟悉ROS操作；掌握SLAM框架	8周	4000元
自主决策	自主选择最优行为	算法2人	算法：掌握状态机、决策树的设计和生成，优化代价函数	6周	2000元

## 2.3.5 空中机器人

### 需求分析

本赛季我们的空中机器人的备赛重点将在性能的优化与提升上。因此本赛季空中机器人的预期目标是我们的无人机能够有足够的稳定性，在赛场上召之即来，实现强大的压制力，甚至于扭转战局走向的作用。

表 2-27 空中机器人需求分析

功能	需求分析	设计思路
安全飞行	安全稳定的电路系统、高强度、气流影响小的桨叶保护罩	优化无人机整体的电路设计，大量进行无人机电路的过流负载压力测试
远程射击	8m及以上稳定弹道，自动识别及追踪移动目标并实现精准击打	优化发射机构及弹道散布； 提升云台响应速度； 加装辅瞄系统

稳定悬停	动力系统稳定可靠，悬停力效高； 无人机重心继续向桨平面调整；实现室内的稳定悬停	制作飞行电源管理模块； 无人机整体减重，采用独立桨叶保护罩，优化保护罩结构
电控硬件	稳定的电机和云台供电；云台信号部分的优化改进	制作具有主动均流功能的分电板； 自主设计稳定的板载陀螺仪

## 改进方向

在2023赛季，我们的无人机成功解锁了8m稳定小装甲板的弹道，但是由于无人机本身飞行的稳定性出现问题，在赛场上频繁出现炸机，无人机出现自旋，掉高的问题。导致无人机在实际赛场上并没有发挥出我们所设想的，压制性的作用。

为了实现这个目标，首先，空中机器人本身的飞行安全是高效作战的根本。在上赛季我们的空中机器人飞行稳定性出现了不少问题，这是我们在这一赛季急需加强的部分。

一架能够稳定悬停的无人机，需要有稳定的机械结构、可靠的动力系统和精准的室内定位系统。电源部分，为了消除电池并联造成的供电不稳、oring的严重MOS发热问题，我们决定自主研发具有主动均流功能的分电板系统；在稳定悬停的基础上，我们将实现12m及以上的稳定弹道，小装甲板的命中率达到85%以上同时，空中机器人将继续减重，来提高空中机器人的整体操纵的性能，实现更长的续航。本赛季空中机器人将配备辅瞄，抵消一部分机身本身晃动带来影响，以期更好的实现对于移动目标的击打。

2023赛季空中机器人飞手及云台手的训练时间都非常短，操作熟练度不足。本赛季实验室场地将会重新布置，云台手提前在空中机器人上进行训练，增加练习时间以保证足够的熟练度。同时操作手也将有合适的训练条件，我们将相应的增加操作手的训练时间，并针对训练过程中出现的问题及时解决。

表 2-28 空中机器人改进方向

空中机器人	改进对象	改进内容
机械	保护罩结构	设计新的保护罩结构，方便拆卸、维护及更换。
	云台结构及供弹链路	更改云台结构，调整重心至pitch轴电机轴线上，实现重力补偿改用滑槽式管道，缩短供弹链路，减少链路阻力
	发射机构	调整限位方式以及限位位置，优化摩擦轮间距，提升命中率。
电控	云台的响应速度及射击稳定性	基于CoppeliaSim和MATLAB Simulink联合调试，进行云台的PID反馈控制和前馈控制仿真，同时利用系统辨识得到的云台模型参数结合MATLAB精准调节云台的PID，提高云台响应速度，保持云台射击时的高稳定性。
	摩擦轮闭环控制	对多种摩擦轮电机实际测试，并尝试将原有的摩擦轮电机速度环开环改为闭环控制，改善发射机构出现的间歇性掉速问题。
	室内定位系统	参考DJI开源的空中机器人室内定位方案，基于DJI On-Board SDK对N3飞控进行二次开发，外接光流传感器进行定位，测试GPS弱信号的情况下无人机定位情况。与DJI Guidance视觉模块进行综合对比，选择最佳者作为本赛季的室内定位方案。
	辅瞄系统	更换算力更强的平台，采用深度学习识别方法，装甲板跟随尝试UKF、EKF等非线性预测方法，优化构建的弹道方程，提升跟随速度及准度，让辅瞄在空中能精准打弹；增加反前哨，反陀螺等辅瞄功能，能让无人机更准确击

打更多目标

## 人力资源评估

总的来说，空中机器人是团队内唯一的能够在空中不用直接参与对抗的机器人，同时今年的规则改动较小，所以说本赛季我们在已有的基础上对于空中机器人进行一次脱胎换骨的改变。以充分发挥现有的材料和硬件的极限。在团队合作配合方面空中机器人组内需要细化分工，积极交流，不管是机械队员内建模时的统一还是各个技术组的配合都值得细细斟酌。得到一个最佳的方案。

在本赛季，空中机器人组有四名负责的队员，一名机械组队员和两名电控队员，由于无人机对于视觉辅瞄的要求，故还有一名同学专门负责视觉。

本赛季人员安排如下：

表 2-29 空中机器人人员安排

技术方向	主力队员
机械	刘昱辰
硬件	李森阳
电控	刘敬勋
算法	张程亮

本赛季无人机人力资源评估如下：

表 2-30 空中机器人人力资源评估

空中机器人	需求	人力评估	人员技能要求	耗时预估	预算
动力系统	评估动力系统性能，要求推重比 $\geq 1.8$ ，悬停力效较高。	机械1人 电控1人	熟悉常见的多旋翼飞行器动力系统参数性能及评价方式。	1周	2200元
机身	稳定的机械结构、机身重量12Kg以内，易于拆装及维护的保护	机械1人	熟悉机械原理及机械设计基础；熟练使用Solidworks	4周	3000元

	單、装配精度高。		进行建模及仿真分析； 熟练各种加工方式及装配操作		
发射机构	8m以上稳定弹道、散布集中、摩擦轮电机闭环控制。	机械1人 电控2人	熟悉发射机构以及摩擦轮拨盘电机控制	2周	1500元
云台	云台布局合理、实现云台重力补偿、PID参数仿真、云台响应迅速、射击稳定性高。	机械1人电控2人	熟悉机械原理及机械设计基础；熟练使用Solidworks； 熟练使用各种加工方式及装配；熟悉电机控制制、MATLAB、Simulink 或 Vrep 仿真； 熟悉系统辨识。	1周	1000元
电控硬件	智能电源管理模块、稳定的电路系统。	电控1人	熟练使用EDA软件； 熟悉电路系统设计。	4周	1300元
辅助瞄准	快速识别和跟随敌方目标、提高识别帧率、 提高预测准确度。	算法1人	熟悉图像处理、姿态解算、卡尔曼滤波、嵌软通信等算法 有一定嵌入式Linux开发的能力。	3周	4200元

## 2.3.6 飞镖系统

### 需求分析

飞镖的赛场职能就是推塔。命中率高的飞镖可以在赛前就给对手带来巨大的心理压力。结合目前战队飞镖系统的发展积累，对飞镖赛场战术优先级做如下比较：

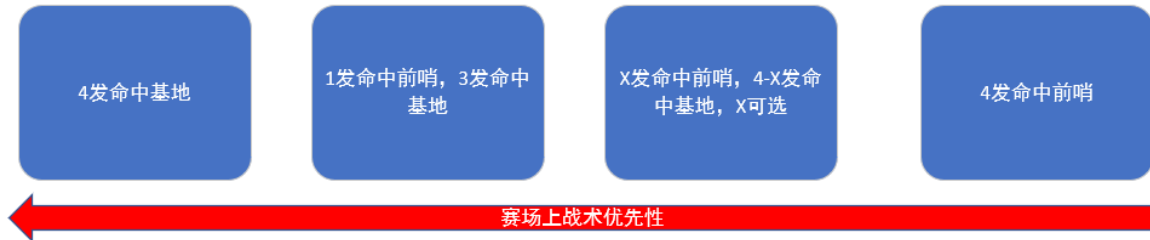


图 2-1 战术需求优先级

对需求进一步细分到研发。在“4发命中基地”下，结合战队目前飞镖系统的发展积累，对之后飞镖系统需要研发的任务的优先级做如下比较：

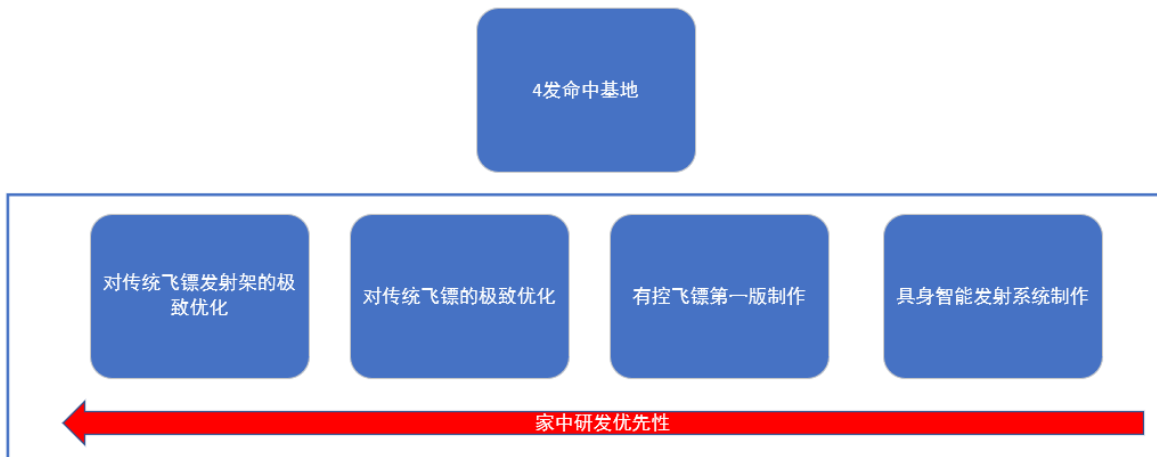


图 2-2 备赛研发优先级

对需求进一步细分到技术点。针对不同的任务真正细化到技术点的需求，其优先级如下：

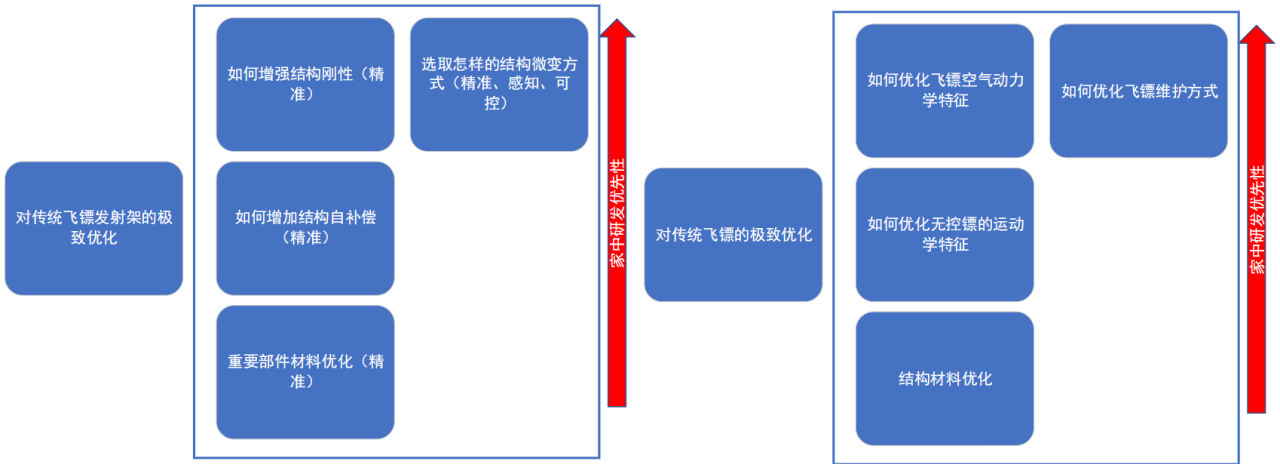


图 2-3-1

图 2-3-2



图 2-3-3

图 2-3 发射架优化（图2-3-1）无控飞镖优化（图2-3-2）和制导飞镖制作（图2-3-3）



针对以上问题，需要对发射架/传统飞镖/制导飞镖进行设计制作，设计思路如下：

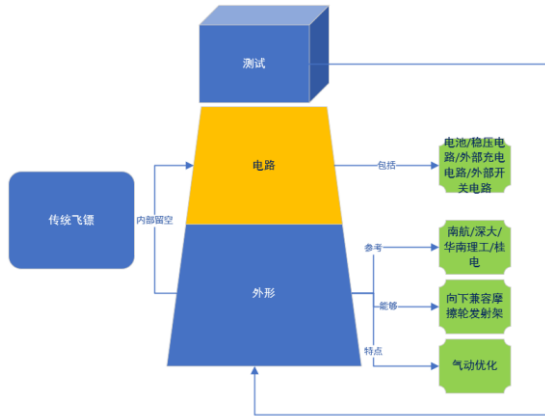


图 2-4-1

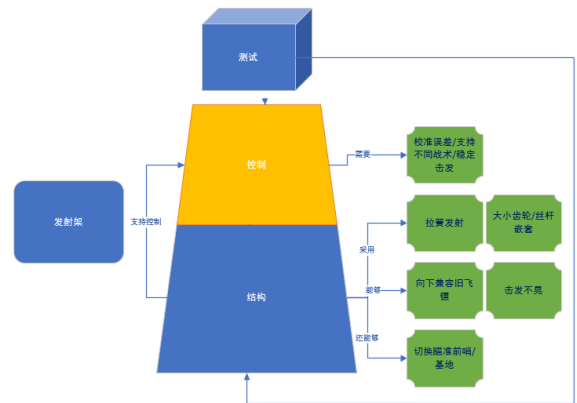


图 2-4-2

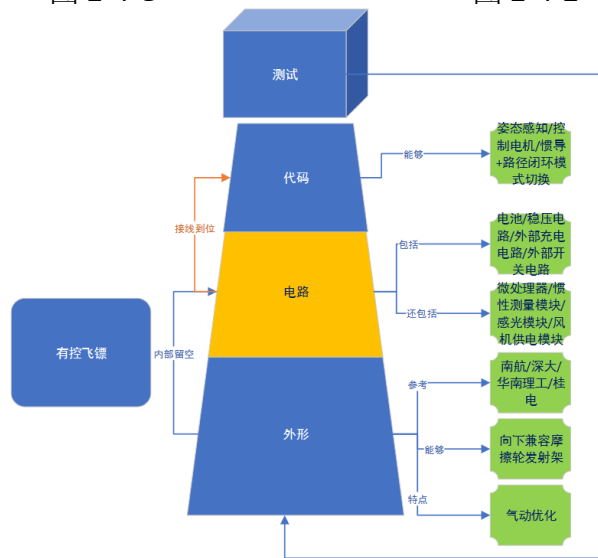


图 2-4-3

图 2-4 无控飞镖（图2-4-1）发射架（图2-4-2）和有控飞镖（图2-4-3）设计思路

## 改进方向

表 2-31 飞镖系统改进方向

飞镖系统	改进对象	改进内容
机械	发射架	<p>pitch 和 yaw 轴：</p> <p>yaw通过两个齿轮链接旋转来实现上层角度的精准旋转；pitch 利用两根电动推杆控制角度精准调整</p> <p>击发：</p> <p>发射时结构需要尽可能小的晃动，能提供稳定</p>

		<p>的发射初速度；利用拉簧发射可以最大程度减小温度对发射的影响，同时使用动滑轮解决拉簧收缩行程和机械结构间的矛盾。</p> <p>换弹： 采用旋转换弹，配合装填机构和限位设计实现高效换弹和装填。</p>
	<p>飞镖</p>	<p>外形： 采用经过优化的气动外形。</p> <p>维护： 对容易损毁的结构做加固或可替换设计。增加便于维护的设计。</p> <p>兼容性： 在尽可能不改变外形的情况下对电路进行兼容。</p>
<p>电控</p>	<p>发射架</p>	<p>配合机械结构尽可能增加控制精度</p> <p>击发： 配合机械结构尽可能让击发过程平稳。</p> <p>换弹： 设计自动换弹逻辑代码。</p>
	<p>飞镖</p>	<p>电路设计： 支持摄像头/IMU等模块的加入；设计外部供电和开关模块。</p> <p>外形： 使用仿真软件对飞镖外形进行仿真。</p> <p>控制： 基于摄像头闭环/IMU的飞镖姿态控制。</p>

## 人力资源评估

表 2-32 飞镖系统人员安排

组别	名称
机械组	刘泽旭
硬件组	高天衡
电控组	鲍乐泉

表 2-33 飞镖人力及资源评估

飞镖系统	需求	人力评估	人员技能要求	耗时评估	预算
底盘	旋转精准； 能在托盘上 稳定放置； 能和发射导 轨、抬升机 构连接并保 持刚性；	机械1人 电控1人	具有底盘设计基 础，掌握各种传动 装置，了解精度和 响应速度具有合理 布线和设计主控板 的能力	3周	2000元
抬升机构	Pitch轴精准 转动，结构 刚性强，能 和底盘、发 射导轨连接 并保持刚性	机械1人 电控1人	能够和底盘良好连 接，保证结构合理 性，没有很大晃 动。	3周	1800元
发射导轨	发射稳定， 能和底盘、 抬升机构接 并保持刚性	机械1人 电控1人	具有高能发射机构 设计知识、有缓冲 设计、受力优化设 计的知识和经验； 具有精确控制电机 和合理书写逻辑的 能力；	3周	1600元

换弹模块	能实现迅速精准的飞镖装填	机械1人 电控1人	具有装填设备的设计经验； 具有精确控制电机和合理书写逻辑的能力	3周	1500元
飞镖镖体	飞行稳定，精准打击	机械1人， 电控2人	拥有基本的空气动力学知识； 能在有限重量和空间安排合理的机械结构； 有基本的算法知识，有的制作带摄像头主控板的经验，了解各种材料性能	6周	1600元

## 2.3.7 雷达

### 需求分析

其中，上赛季定位模块使用自制双目相机和使用立体匹配模型实时计算深度图，有效测距范围较小且算力开销较大。新赛季中，将使用激光雷达实现点云信息的获取，并通过有效的取点逻辑获取检测目标的空间位置。此外，目标检测方面，将通过检测网络和分类网络结合的方式，实现更加可靠的检测效果并减少算力开销；策略方面，将采用战略位置二维信息匹配的方式，将最终解算出的敌方车辆的二维坐标与战略位置匹配，再结合决策树实现预警和自动围杀等机制。

由于新规则对操作手操作方式的调整，半自动步兵的出现使得雷达站需要承担辅助哨兵和步兵决策的任务，例如根据敌我相对方向让半自动兵种提前朝向某方向瞄准，雷达还需要在二维平面决策辅助和机间通信上下功夫。

表 2-34 雷达站需求分析

功能	需求分析	设计思路
目标检测	敌方机器人的识别； 敌方机器人的分类；	使用YOLOv8等目标检测模型，实现敌方机器人的识别；通过AlexNet等轻量分类网络对装甲板进行分类。
目标定位	敌方机器人的定位	通过标定算法解算相机外参使相机与激光雷达同步化；通过激光雷达获取点云信息；通过取点算法选取检测框内点解算敌方车辆相对位置。
生成地图	将位置信息在平面上显示。	基于目标检测及场地标签，利用先验相机位姿进行坐标变换。
地图显示	将地图传输到操作手界面。	通过裁判模块进行通讯。
预警与围杀	在敌方机器人到达特定区域时发出警告信息。	将解算出敌我机器人的二维坐标和战略位置的二维坐标匹配，通过决策树产生预警或围杀信息，通过机间通信发送给操作手。
辅助决策	辅助半自动兵种决策；	通过串口发送机器人交互数据信息，例如根据检测到敌方机器人坐标解算相对角度发送至半自动机器人辅助枪口预瞄。
主动触发易伤效果翻倍	在适当时机向裁判系统发送主动触发易伤效果信号	通过裁判系统信息计算是否拥有主动触发次数。通过裁判系统获取敌我方血量变化情况、敌我方二维位置情况和比赛时间等信息通过预设策略主动发送。

## 改进方向

表 2-35 雷达站改进方向

组别	改进对象	改进内容
算法	目标检测	修改检测网络结构提升车辆识

组别	改进对象	改进内容
		别效果，将车辆ROI图进行分类获取敌方车辆编号后将信息组合；扩充数据集。
	敌车定位	采用激光雷达方案，尝试多种聚类取点策略，降低算力开销同时提高准确度。
	辅助决策	预先构建多种辅助情景，通过模拟器验证辅助效果。
	定位预警	使用隐马尔可夫链或决策树等算法建立更复杂的模型并预警。

## 人力及资源评估

本赛季人员安排如下：

表 2-36 雷达站人员安排

技术方向	主力成员
算法	曾世鹏

本赛季人力及资源评估如下：

表 2-37 雷达站人力及资源评估

雷达	需求	人力评估	人员技能要求	耗时	预算
视觉识别	敌我机器人识别	算法1人	能够借助深度学习方法实现目标检测，基于传统视觉方法完成三维重建及坐标转换。	5周	2000元
点云定位	通过点云处理获得位置信息	算法1人	能实现相机和激光雷达的外参标定。熟悉点云处理，通过一定取点策略获取检测框	6周	2000元

雷达	需求	人力评估	人员技能要求	耗时	预算
			内所需点云。通过点云计算出目标相对位置		
系统搭建	用激光雷达和工业相机搭建传感器平台	算法1人 机械1人	熟悉工业相机硬件及控制方法，熟悉激光雷达与相机间联合标定。	1周	6000元
机间通信	与哨兵通信，辅助哨兵决策	算法1人 哨兵组员	能够实现较为准确的视觉定位，熟悉视觉SLAM及机间通信。	2周	400元
交互功能	传输地图所需识别信息	算法1人	熟悉裁判系统及机间通信。	1周	400元
决策辅助	为操作手及哨兵提供提示信息	算法1人	熟悉裁判系统及机间通信。	2周	400元

## 2.3.8 人机交互

### 改进方向

2023 赛季中，机器人的 UI 界面经常出现卡顿不刷新的情况，导致操作手错误判断机器人的姿态或者性能参数而使机器人翻倒或故障失去战斗能力。本赛季将根据开源以及新裁判系统串口协议对 UI 绘制的算法做优化，主要优化方向为：控制不同类型数据的发送频率，将不必要频繁刷新的信息以低频发送，提高链路带宽的使用效率；更改 UI 绘制库的封装，将绘制 UI 的过程简化，节省在 UI 方面的调试时间；根据开源和裁判系统串口协议编写动态图形的绘制函数，将更加直观的图形化界面而非字符界面作为信息反馈。最终的优化目标为：使链路能够承担更多信息量的同时提高 UI 界面的刷新率和可靠性，为操作手提供可靠的信息反馈。

自定义控制器方面，工程已有比较完善的自定义控制器方案，改进方向为：使用视觉算法判断自定义控制器姿态，提高自定义控制器的精度；轻量化自定义控制器，优化键位简化操作。

### 人力资源评估

本赛季人力资源评估如下：

表 2-38 人机交互人力及资源评估

人机交互	需求	人力评估	人员技能要求	耗时	预算
工程自定义控制器研发	在更短的时间内更精准的完成矿石的兑换	机械1人 嵌软1人 硬件1人	能够借助深度学习方法实现目标检测，基于传统视觉方法完成三维重建及坐标转换。	5周	2000元
步兵、英雄自定义控制器研发	通过更加灵活、直接的方式控制机器人	机械1人 嵌软1人 硬件1人	能实现相机和激光雷达的外参标定。熟悉点云处理，通过一定取点策略获取检测框内所需点云。通过点云计算出目标相对位置	6周	2000元

## 2.4 技术储备规划

### 2.4.1 通用技术储备

#### 舵轮底盘设计

##### (1) 已有技术储备

目前舵轮底盘采用 M3508 电机作为轮电机，GM6020 作为转向电机，自己设计轮毂以及聚氨酯包胶进行组装；M3508 电机采用沉入式设计，部分位于轮毂之中，M3508 缩进轮毂，车身宽度减少，从而减少了转动惯量；悬挂目前采用二级悬挂，使得在起伏路段与上下坡时均可以起到良好的效果，不至于在运动中影响整个机器人的姿态。

##### (2) 新赛季研发目标

1. 气动悬挂：2024 赛季降低台阶高度后，使得普通步兵通过抬升底盘的方式可以上下台阶，从而拥有良好的通过性，我们计划通过气动方式使舵轮底盘可以抬升一定高度，从而实现上下台阶的功能。

2. 减重：目前舵向电机使用 GM6020，重量较大，希望通过更换电机等方式达到轮组减重的目的，提高整车运动性能。



## Vrep 仿真环境搭建

本赛季团队使用 Coppeliasim 作为仿真软件来验证控制和视觉算法的可行性，能在算法上车前最大程度地减少代码中的 bug，并对相关参数进行初步的调试，从而加速机器人的迭代，提高软件系统的鲁棒性，大大减少赛前调试的工作量，在对未来队员的训练上也有不错的潜力。

### (1) 已有技术储备

1. 利用 Coppeliasim 实现机械模型 urdf 导入，并兼容仿真环境，接着对其进行运动学算法验证，仿真和优化。

2. 结合目前模型搭建较为成熟 MATLAB 的 Simulink，设置符合实际的参数，抽象核心模型，实现数据收集与电机选型。

3. 云台+小陀螺调试场景：该场景包含了一个带云台的麦轮小车和一个不带云台的麦伦小车。其中不带云台的那辆作为靶车，可全方向移动和原地做小陀螺运动，移动速度可实时调整。车上装甲板有与真实装甲板类似的击打反馈。本场景由 Lua 脚本完成，不依赖外部环境，可跨平台运行。

4. 大符调试场景：该场景包含了一个带云台的麦轮小车和大符系统，大符运动和实际大符的运动相同，并拥有和实际大符一样的击打机制。该仿真场景能解决上个赛季中团队由于实体大符故障而无法调试大符代码的痛点，大大加快了大符代码的开发进度。另外本场景由 Lua 脚本完成，可跨平台运行。

### (2) 新赛季研发目标

1. 开发一套完整成熟的仿真链，使得仿真流程有效，将单片机的 FreeRTOS 系统融入仿真环境，使得仿真算法即最终代码，减小开发周期和资源浪费；

2. 总结与分析各个仿真软件的优点与作用，使得后续新研发的项目进行评估后直接利用对应能快速实现的仿真环境进行开发；

3. 搭建电控、视觉联合的赛场仿真环境，开发综合验证机器人软件控制的功能。

## 通信检测上位机开发

在比赛场上，很多时候我们无法很快地知道机器人身上哪一部分的通信出现了问题，往往需要逐一调试排查才可以知道。但是比赛时，时间是宝贵的，逐一排查明显会很浪费时间，因此我们就想到了做一个通信检测机的想法。通过通信检测机，我们可以比较快速地知道，

机器人身上到底哪一部分的通信出现了问题，然后检查对应的线路，这在比赛时有可能成为输赢的关键。

我们计划主要检测机器人的云台和底盘上的串口通信、CAN 总线等通信子系统的异常情况。我们可以通过手机 APP 或者 PC 上位机等前端界面来获取对某个通信总线工作状态的监视，或直接获取机器人上整个通信子系统的工作情况。

#### (1) 已有技术储备

1. 目前可以实现全部通信的检测、不同检测界面的切换；
2. 基于帧定界法的检测代码封装；
3. 基于 Qt 引擎的前端 UI 界面开发。

#### (2) 新赛季研发目标

1. 增加全部检测和部分检测的流程自动化功能；
2. 提高其对不同种机器人的泛用性；
3. 提供自定义测试的功能；
4. 提供绘图或其他可视化功能。

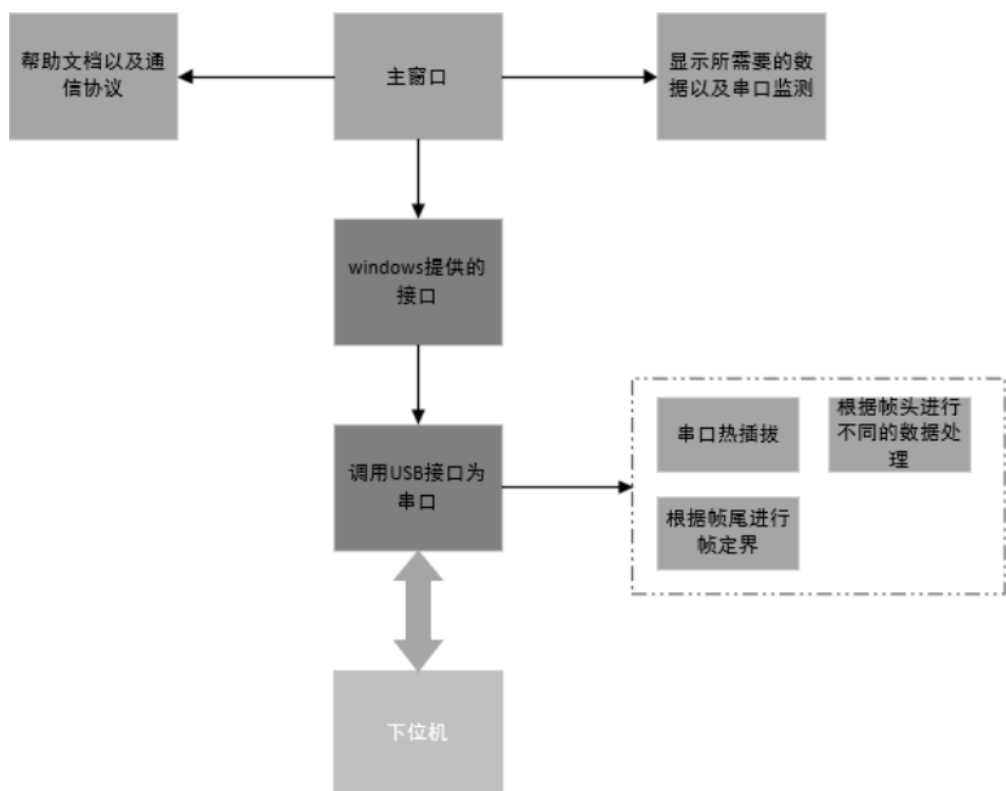


图 2-5 通信检测上位机接口框图

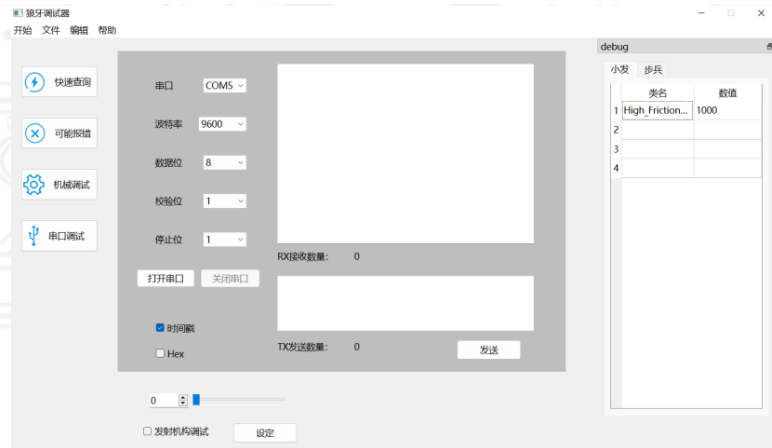


图 2-6 通信检测上位机 GUI 界面设计

## 弹道补偿测试上位机开发

辅瞄要命中敌人，不仅需要精准的识别，还需要有一个精准的弹道补偿。考虑到空气阻力等多方面因素对弹道的影响，很难用一个精确的物理模型描述弹道的下坠，所以我们团队一般是采用记录不同距离子弹的下落高度，来拟合一个与敌方装甲板距离相关的二次函数来进行弹道的补偿。人工记录的效率较低，且在比赛期间我们要求每一天都必须要对每一辆车进行弹道方程的拟合，故我们研发了一款快速测试弹道补偿方程的图形化上位机。



图 2-7 弹道测试界面

### (1) 已有技术储备

1. 主力队员具有 QT 编程经验，面对特定的问题，可以快速设计人机交互上位机系统，使调参可视化；
2. 可通过此程序直接控制云台的运动和打弹；

3. 可实现参数的快速记录与自动标定。

(2) 新赛季研发目标

1. 尝试开发网页前端辅助调参，使得调参更加的便捷；
2. 添加绘制波形功能，可以更加直观地微调弹道补偿方程；
3. 开发其他图形化上位机，如动态调试卡尔曼滤波的参数。

## 电源管理系统设计

(1) 已有技术储备

解决了无人机动力系统电源互充的问题，采用 LM5050 Oring 电路和 LM5145 稳压电路实现并联电池防互冲和 48V 转 24V 降压稳压。

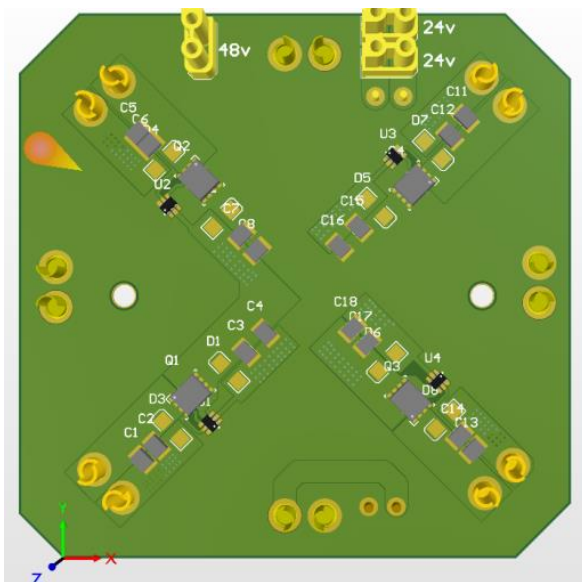


图 2-8 2023 赛季无人机分电板 PCB

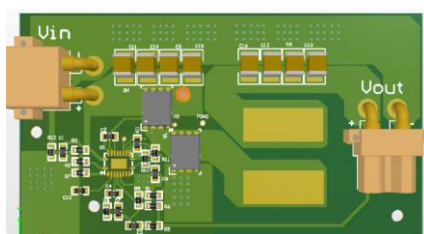


图 2-9 2023 赛季 48V 转 24V 稳压模块 PCB

(2) 新赛季研发目标 此套设计上赛季发现两个问题：

1. 各个电池电压不能相差太多，否则 ORing 电路中的 MOS 管有概率烧坏；

2. 在摩擦轮急停的瞬间云台板会复位，产生很大的浪涌电流并导致 TVS 烧坏，目前推测是稳压模块设计的问题，需要进一步的测试和研究。综上所述，我们新赛季会在该电路稳定性上做出更加深入的研究。

## 超级电容控制板设计

### (1) 已有技术储备

1. 超级电容充放电以及底盘控制部分集成化，但布局密集不易检修；
2. 使用 BQ24640 充电芯片，能快速控制超级电容充放电；
3. 超级电容放电时功率特性较好，但 11V 以下放电效率较低，且在低电压时不能很好的供电；
4. 使用 ADC 实时采样超级电容组充电功率，对功率控制时效性好；
5. 超级电容组较为稳定，安全事故较少。

### (2) 新赛季研发目标

1. 改进电容充放电方式，使用两个半桥控制的双向 Buck-Boost 进行充放电的电压管理，解决低压下电容放电不稳定的问题；
2. 优化电路布局，改善散热能力，选择质量更好的元器件并留充分余量，保证大功率下的稳定性；
3. 优化功率路径选择，实现电容组和裁判系统同时供电，提高输出功率；
4. 改进控制逻辑，减少功率浪费，避免超功率，同时提高电容供电的稳定性；
5. 在功能得到保障的基础上，对功率和控制进行隔离，稳定性更好也方便维护；
6. 改进电容组均压电路，进一步提高电容组的安全性、可靠性。

## 电路系统模块化设计

### (1) 已有技术储备

电路模块化的思路：将实际的总体电路进行模块划分，划分的原则是每一个电路模块都应该有明确的功能特征和相对独立的结构，将各个功能相对独立的模块独立出来，形成模块

并配有有简单、统一口，便于模块彼此之间的连接，如板对板连接器，焊盘，排针等方式连接。降低模块和主控的耦合度，避免不必要的硬件迭代，便于调试和维护。

目标：根据需求权衡模块化和集成，在考虑模块化的设计约束条件下，将较容易损坏的模块独立出来，并对模块化后的电路并进行可靠性分析，以达到效率、稳定性、空间利用率等性能的综合提升。

电路模块化的优势：

1. 能更好的应对硬件变更需求，避免整版的迭代，提高迭代效率；
2. 发生故障时，确定故障位置之后可以直接更换对应的模块，提高备赛效率。
3. 模块化的布局使得电路结构清晰，同时也便于多人共同参与设计，加快工作进程。

(1) 已有技术储备已完成模块化设计的电路：主控模块、电源和外设接口模块、24V 转 5V 稳压模块、USB 转串口模块、陀螺仪模块。

(2) 新赛季研发目标

根据团队的实际需求新赛季我们将要模块化以下电路板：超级电容功率控制板、蓝牙串口模块、WIFI 模块。

## 基于深度学习的辅瞄识别算法开发

(1) 已有技术储备

### ① 检测方案

在 2023 赛季，装甲板检测的方案已经开始由传统视觉转向深度学习。在分区赛前，除去能量机关关键点检测和雷达站目标检测已转向深度学习，算法组在检测方面仍以传统视觉为主，且通过在算法中引入梯度条件、动态阈值等方法，取得了较好的鲁棒性。

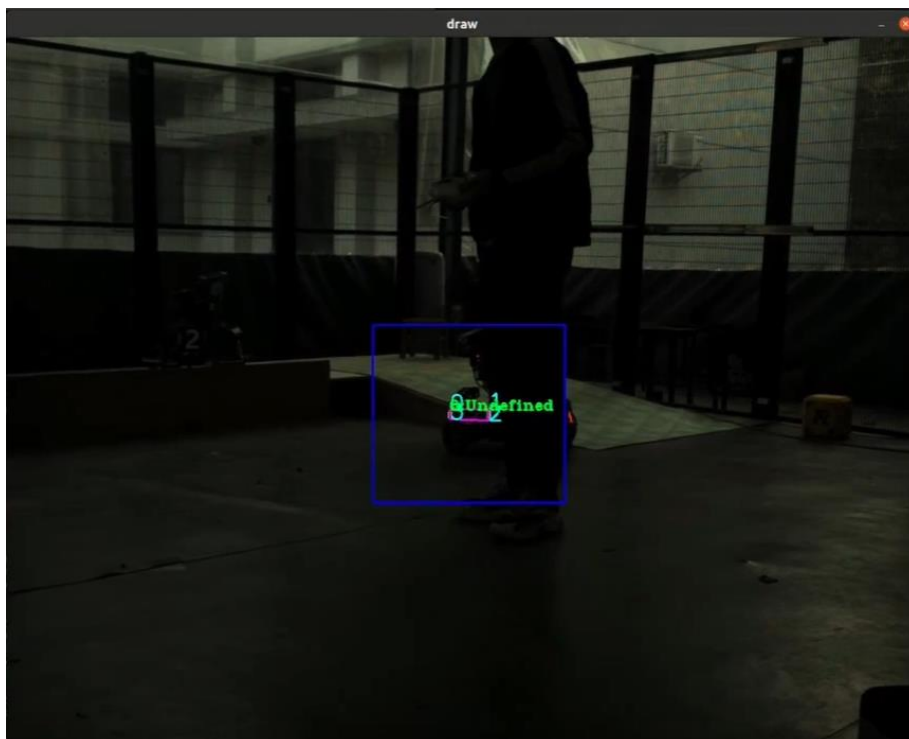


图 2-10 传统算法在明亮环境下对背景环境仍无误识别

分区赛后，基于深度学习的装甲板四点模型完成部署，精度上与传统算法相差不大，时间性能较弱但可以接受。考虑到规则增加的场地灯条干扰，最终在复活赛选用深度学习方案，并取得了较好的效果。上赛季最初使用往年在 YOLOX 基础上开发的四点回归模型，效果并不理想。后续新开发了基于 NanoDet 的四点模型，得到了不错的效果<sup>注</sup>，时间效率略逊于 YOLOX-nano 但精度更高。

然而，上赛季最终使用的是沈阳航空航天大学 T-UP 战队的开源模型<sup>注</sup>，其检测准确率和角点坐标精度均更高。能量机关五点模型则使用了队内基于 NanoDet 的新模型。

## ② 数据集

在 2023 赛季中，团队使用的训练数据以开源数据集为主，并有一定补充。整理了官方数据集和部分其他战队的开源数据集。虽然进行了数据集拍摄和标注，但组织不利，最终数据集质量不高，主要问题包括场景单一、目标姿态单一、类别比例严重失衡等，有效信息不足。

除去机器人装甲板检测所需的四点数据集不足，雷达站需要的小目标数据集、能量机关五点数据集、各数据集中的哨兵及前哨站样本也不充足。对雷达站数据集，在分区赛后利用比赛视频进行了更新，但准备仓促，仅标注了少量数据。能量机关则使用官方开源的场地道具视频，分区赛中仅仅进行了少量更新。

总体来说，数据集主要依赖开源，数据整理和管理不到位，且尚未充分利用赛场视频。

### ③ 模型部署

机器人运算平台主要为 NUC，在模型部署时使用 OpenVINO 进行优化。但模型推理速度仍较慢，对滤波算法，尤其是大能量机关的状态估计，的收敛速度和效果产生了明显影响。

## (2) 新赛季研发目标

### ① 检测模型

计划在更新的 YOLOv8 模型基础上实现装甲板关键点回归，另一方面抛开“一阶段目标检测改四点回归”的思路，尝试其他模型。模型优化以减少误识别、提高关键点坐标精度为方向，同时重视时间开销的削减，轻量化模型。

### ② 数据集管理

往年深度学习方案效果不理想的重要原因在于数据集的质和量的不足，这与数据管理的低效是直接相关的。队内尚无有效的数据集管理方案，上赛季比赛机器人内录视频仍未完成整理。

首先需要充分整理现有比赛视频等原始数据，并设计有效的数据集标注任务分发、质量管理和归档的机制。对数据采集、数据标注及管理定下规范，在本赛季的数据标注过程中规范管理方案，形成文档。

### ③ 部署优化

在模型部署方面的优化是本赛季深度学习相关开发的重点。模型本身仍有轻量化的可能，如通过知识蒸馏或换用其他结构以在保证精度的同时精简模型。但另一方面，目前对现有硬件的利用并不充分，NUC 的集显并没有被使用，对 OpenVINO 的使用也局限于简单操作，对数据加载、前后处理的优化有限。

对于 CPU 推理，计划引入更多部署工具提供的特性，并解决集显使用中的性能损失问题，充分利用硬件条件。此外，对于载有 GPU 的算力平台如雷达站的 NUC，也计划利用 TensorRT 等工具对程序进行优化。本赛季将重点尝试各种部署工具，提高程序并行程度，进行更深入的改良。

## 2.4.2 特定兵种技术储备

### 三摩擦轮大发射机构设计

#### (1) 已有技术储备

1. 鹅颈供弹链路：在 2023 赛季，狼牙战队英雄机器人还是采用传统的鹅颈供弹，测试



过程中发现存在滑槽处偶尔卡弹的风险，pitch 轴响应速度还有待提升等问题。

2. 滑槽拉簧式限位：主要是配合鹅颈链路，采用拉簧式限位防止双发，测试过程中主要通过更换拉簧长度及线径改变限位能力。

## （2）新赛季研发目标

1. 三摩擦轮发射机构：通过三个聚氨酯摩擦轮对心式安装，调整摩擦轮间距，达到在大弹丸发射时的定位效果。且三摩擦轮更具有可调性，有利于对“香蕉球”问题的解决。

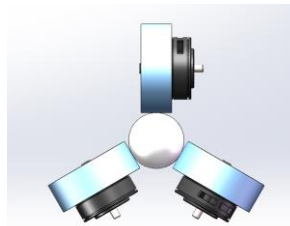


图 2-11 三摩擦轮对心结构

2. 三 V 型轴承限位：同样采取三轴承对心安装方式，目的在于使弹丸在接触摩擦轮前瞬间达到定点位置，并防止双发，达到定位与限位两个作用。

3. 侧供弹链路：2024 赛季，狼牙战队英雄机器人计划采用侧供弹模式，使 pitch 轴有更大的空间，同时舍去了滑槽，减少卡弹风险，也有利于快速拆卸。

## 拉簧飞镖发射架设计

### （1）已有技术储备

1. 底盘：上赛季采用自制轴承结构转动 yaw 轴，具有一定精准性；底盘做成较大矩形并以碳板为肋，具有结构自身稳定性。
2. 抬升机构：采用丝杆传动机构实现对 pitch 轴移动的精准控制。
3. 发射导轨：利用摩擦轮发射飞镖，可以改变飞镖初速度；为了实现高效的换弹和装填，在导轨上安装 V 型槽，同时在飞镖镖体上设计 V 型开口，保证出射方向稳定。
4. 控制系统：配备了更改摩擦轮转速的显示屏，实现了对摩擦轮转速的控制。

### （2）新赛季研发目标

1. 换弹采用旋转换弹机构，类似枪械中的鼓轮弹夹；可以实时获取当前剩余的飞镖

数；

2. 通过拉簧储能发射飞镖，使飞镖具有足够的初速度；设计力量调节机构能够调节拉簧的受力；设计拉力计检测模块获得拉簧的张力信息。
3. 底盘 yaw 旋转采用外齿轮带动方式；设计 yaw 角度反馈模块获得底盘实时的 yaw 轴角度信息。
4. 整个发射架受外力不会摇晃，不会被后坐力推动。

## 制导飞镖镖体设计

### (1) 已有技术储备

1. 飞镖镖体：主体材料采用 TPU 打印，考虑到飞镖与摩擦轮接触的磨损，在飞镖侧方增加了两个能够承受磨损的模块，考虑到飞镖尾翼的受力损耗，对尾翼做可拆卸处理。
2. 飞镖内部电路：搭载适应飞镖外形的 7.4v 到 5v 供电电路和保护电路，受冲击不易损坏。

### (2) 新赛季研发目标

1. 外形上，找到缓冲能力更强、不易发生不可逆形变、制作面光滑、价格低廉等因素综合考虑更优的外形材料和加工工艺；对飞镖外形进行空气动力学仿真，做到对每一款镖体的升力曲线有了解。
2. 内部电路，设计出元器件密度更高，包含角度反馈、大电流供给、图像处理等功能的电路板。
3. 写出控制飞镖飞行轨迹的校准代码。
4. 找到在备赛期间，对飞镖轨迹进行优化的方案。

## 轮腿式平衡步兵底盘控制

### (1) 已有技术储备

经过一个赛季，我们团队在平衡步兵底盘控制上已经有了一定的技术积累，实现了平衡步兵从无到有的技术飞跃，其中包括机械结构上的迭代优化，包括硬件的自主研发和电路结构的优化，同时也包括底盘控制策略，下面我将就轮腿式底盘控制讲述已有技术储备。

表 2-39 已有技术储备

已有技术储备	简述
平衡步兵代码通用化	代码结构优化，模块化封装，提高开发效率
基于 LQR 的底盘控制	简化机械结构，推导动力学方程，利用 LQR 实现底盘快速响应
VMC 五连杆解算	从关节空间映射到工作空间正运动学可得到腿部状态，从工作空间到关节空间实现足端控制
打滑、离地检测	融合多传感器数据，精准判断机器人状态
底盘跳跃	设计腿部机构分段控制率，使腿部拥有类似弹簧的特性

## (2) 新赛季研发目标

### ① 机器人底盘质心高度控制

在之前的底盘控制中是通过控制足端虚拟支持力间接控制底盘质心高度的，这种方法简单有效，但是 VMC 控制有着无法收敛到平衡点的特性，同时这种控制方法会使 Roll 轴控制与腿长控制产生耦合。

### ② LQR 控制器调整

之前系统得到系统状态空间方程为六维，分别对两腿施加 LQR 控制器。这赛季，计划将偏航角、偏航角速度作为状态量加入方程，将方程拓展为十维，同时对输入期望进行调整，期望得到更好的底盘运动姿态。

### ③ 整体控制

当前底盘平衡控制存在多处耦合，若需实现更好的运动控制，需对系统施加 WBC。WBC 在大部分机器人中得到应用，如 MIT 开源的机器狗，Ascento 的轮腿机器人，可见其可行性，缺点是难度较高。

## 半机械臂上层结构设计

### (1) 已有技术储备

1. 取矿/兑矿机构：采用齿轮齿条搭配气缸作前移配合链传动和抬升气缸通过 4 轴机械臂吸取矿石取矿。

## (2) 赛季研发目标

1. 更高自由度的取矿机构：由于本赛季规则的改动，想要取得经济的优势就需要能够完成等级比较高的兑换模式。所以相应取矿机构就需要更高的自由度。目前打算利用三个直线副完成 X,Y,Z 三轴平移的自由度要求，利用三个旋转副完成 pitch,yaw,roll 三轴旋转的自由度要求，从而完成五级兑换。

2. 同时获取多矿的机构：在上赛季有队伍展现出一次性取三矿的操作，拓展了比赛中短时间达到高经济的方法，在本赛季的研发任务中，也希望能通过使用不同的传动方式达到该效果。

## 机械臂末端位姿控制

### (1) 已有技术储备

1. 在 CoppeliaSim 中实现六自由度机械臂的运动学模型构建，运动仿真，算法验证；
2. 通过机械臂逆运动学算法在仿真环境中实现对机械臂末端执行结构的位姿控制；
3. 利用多项式拟合算法实现机械臂的平滑运动，以减轻各关节电机的实时负载。

### (2) 新赛季研发目标

1. 在单片机上实现同时对六个关节电机位置的连续平滑控制；
2. 将仿真算法移植到单片机上，实现对真实机械臂的末端执行机构位姿控制；
3. 考虑到机械臂运动过程中的中心偏移现象，引入重力补偿算法，减小系统误差；
4. 搭建电控，视觉联合仿真环境，验证视觉识别算法的有效性和准确性；
5. 配合视觉算法，实现机械臂对于自身初始位姿的感知

## 自主导航系统开发

### (1) 现有技术储备

我们团队目前已经具备了基于紧耦合激光里程计的定位技术储备，室内场馆环境下定位精度可达厘米级，重定位鲁棒性基本能满足比赛需求。在规划导航方面，在上赛季已经实现了基于 move\_base 框架的定位导航，同时也尝试了通过贝塞尔曲线平滑路径，并使用 PID 轨

迹跟踪器进行跟踪的方案，在技术储备方面能保证机器人的正常移动，但是面对日益激烈复杂的赛场环境，还是存在着适应能力不足的问题。

## （2）新赛季研发目标

### 1. 定位层

目前基于激光里程计的定位，已经能够保证机器人在赛场环境下的正常导航，但是对于突发情况的应对手段较为不足，特别是当出现激光雷达数据异常或者机器人受到猛烈撞击等情况时，机器人将很有可能定位失败。本赛季我们将会把重心放在保证机器人定位稳定性上，通过多信息源的融合，实现在某个信息源缺失或者异常时能在一定时间内输出相对可靠的定位信息，直到原信息源恢复正常。

### 2. 规划导航层

目前路径规划上存在的问题，基于 navigation 框架下的导航算法不能有效利用哨兵机器人全向运动的优点。所以考虑参考一些无人机路径规划算法（例如 fast-planner, ego-planner），进行学习和移植，根据实车效果进行调整。目前的方案是：前端使用进行动力学约束搜索，后端使用样条曲线进行轨迹的优化。

目前轨迹跟踪上存在的问题，上赛季的 PID 轨迹跟踪器不考虑机器人运动的具体模型，容易出现超调的现象。本赛季考虑使用基于模型的轨迹跟踪器，实现对轨迹的预测以及丝滑跟踪。

## 全/半自动机器人决策

### （1）现有技术储备

狼牙团队在上赛季已经有了基础的决策模块模型，在比赛环境下能够初步正确做出决策，并且能够在不丢失性能的基础上融合视觉、导航等计算机外部设备提供的信息，以更有效地完成决策任务。经过初步的原型决策机实践，团队已经规划并实现了基于 fsm 和 DecisionTree 开发机器人自动决策逻辑系统的方案，但环境复杂度远高于开发测试时的环境，参数变化速度远超队内测试内容，狼牙团队必须考虑此方案对于复杂未知决策环境的问题，需要完成未知复杂参数导向决策状态转向最优决策情况的任务。

### （2）新赛季研发目标

#### 1. 更优的视觉、导航控制信息

目前由于开发实现，我们团队的视觉信息与导航信息存在一定分歧，容易导致云台控制权被争抢，因此我们需要更加优化的视觉、导航控制信息，让机器人能够在多个模块同时运作下，仍然能保持正常的控制，产生正确的行为。

## 2. 信息层归一化感知内容

要做最好的决策，不仅是找到最优化的代价函数，更重要的是处理决策的信息基础。多信息融合始终是决策的一个关键点，但是由于我们的传感器永远是无法同步的，因此必须在信息输入决策时提供一个信息层，做到：

- ① 信息归一化——保证信息总是可以用一个完整向量传输的；
- ② 信息同步化——保证信息总是同时到达决策内容的。

在赛场上的稳定性一直以来是我们追求的目标，而此信息层可以在基础层面满足决策的稳定性，是决策稳定的必要条件。

## 3. 优化与友方单位的交互

决策时必然考虑友方单位的信息，而与友方单位的交互始终是我们的痛点。通信频率太慢，容易导致决策情况突变；友方信息不确定，容易让决策做出错误判断；自身发送数据不稳，容易让决策的结果不符合预期。所以在新赛季优化我们与友方的交互是一个重要任务。对于全自动机器人来说，能快速收集来自雷达、其他机器人的重要数据是非同小可的，因为这些信息往往能决定战局的走向。谁也不愿意看见有了超大攻击力增益后，队友子弹都倾泻出去，自己却没有一点伤害作用，这时来自队友的信息指导便能增强此类自身决策的内容，使收益最大化。

### 3. 团队架构

表 3-1 研发组织架构表

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
指导老师			向学校争取团队的运转资金；对外寻求技术及资金支持；在宏观层面监督团队运转。	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。	3
顾问			具有丰富的研发及比赛经验，关注前沿技术，能规划研发方向，从宏观层面指导研发；为战队提供技术支持，在调试、研发中为队员解答疑难问题；针对战队的管理、运营等方面所存在的问题或不足之处提出意见或建议。	一般是往届的主力成员，能在技术方向上提出指导性建议，一定程度上把握技术组前进方向，且对团队以及比赛仍然保有热情	5
正式队员	管理层	队长	协调团队内成员的关系；不断完善改进团队架构及制度；监督各个技术组的技术发展；与指导老师协商团队支持需求；与助教团队协商团队发展方向；负责团队的对外接洽工作。负责整个战队的运营统筹；负责整个战队的文档、资料管理；负责项目相应文档的撰写，做好文档传承、制度传承等工作；负责监督整个战队的物资管理。	对团队绝对认真负责，将团队的整体利益放在第一位，有较充足的课外时间，对各个技术方向都有所了解，有较好的沟通能力和组织能力，能够团结团队、凝聚士气。	1

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		副队长	实施把控团队整体进度；与团队管理层一起协调团队发展，在技术层面上起到指导性作用；对团队的开发任务进行验收；负责整个战队的运营统筹；负责整个战队的文档、资料管理；负责项目相应文档的撰写，做好文档传承、制度传承等工作；负责监督整个战队的物资管理。协助队长完成相关工作。	对团队绝对认真负责，将团队的整体利益放在第一位，有较充足的课外时间，对各个技术方向都有所了解，在一个或多个技术方向上有较强能力，有较好的沟通能力和组织能力。	1
		战术指导	把控团队与其他参赛队技术实力，据此指定合理的战术布置，并负责操作手的训练计划。	在 2024 赛季后半部分通过招募的方式设立，由研发同学兼职	1
	技术执行	组长	负责协同组员确定技术方案；负责本技术组的任务分配、考勤安排、对外交流；负责本技术组文档撰写、梯队培训、协作平台管理；负责对本技术组的组员进行定期考核，把握组员研发进度，适当指导。	有一年以上的参赛经历，有较强的协调和沟通能力，对本技术组相关技术有自己的理解，能够把控技术组的技术发展方向。	4



职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		组员	负责按时完成分配的研发任务；及时反馈本组物资储备状态；了解比赛的技术走向，并进行合理规划；与其它技术组成员协调技术方案，合理规划自己的工作时间。	对比赛有热情，需要持续学习本组相关知识，保持学习热情，能与团队成员和谐相处、积极沟通、讨论问题。	26
机器人项目执行		组长	负责与各技术组组长、队长共同决定本项目技术方案；负责协调本项目组中各技术方向的工作情况，配合项目管理监督本项目的整体进度；负责确定本项目的赛季规划；配合操作手调动本组组员对机器人进行优化。	项目组组长由对本项目相对熟悉的，据由一年以上比赛经历的技术组队员担任。需要时刻关注目前比赛的技术走向，掌握该组机器人的研发进度；需要有协调调动组内队员的能力，并在必要时刻配合其它项目组。	7
		组员	负责按时完成组长发布的任务；负责注意本组的物资、耗材库存，及时向物资管理反应；了解其它学校队伍的技术走向，并提出合理建议。	组员需要有对比赛和技术充分了解的技术组组员担任。需要按时完成组长给予的任务，具有独立研发的能力	23

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
	运营执行	宣传	负责团队对外活动的组织；负责团队招新等活动的组织宣传；负责团队文化建设相关的工作；负责团队公众号、微博运营工作；负责宣传海报、文化周边的制作。	对宣传工作有足够的热情；对工作认真负责；有较好的沟通能力；能够比较好的融入团队；有绘画/撰写推文设计海报的经验。	1
		招商	与指导老师和团队管理层对接，负责与企业的合作事宜。	有招商经验或对招商的工作有热情；了解团队的需要。	1
		财务	负责制作财务报表进行报账；负责与校财务处对接；负责处理团队内财务问题。	对财务报账流程比较熟悉；工作严谨、认真、有条理；对财务相关专业知识有所了解。	1
梯队队员		机械	学习机械结构设计方法；学习机械加工工艺及工具的使用；辅助主力完成机器人制作；学习机械制图的相关规范。	可以使用 Solidworks 绘制三维模型；可以绘制零件的二维工程图纸；了解基本的机械原理机械设计知识。	20

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		电控	学习电路设计软件的使用（AD）；学习PCB板的制作及焊接过程；学习嵌入式控制系统的开发；完成小的电控模块的开发工作；学习掌握电机控制；学习使用团队常用的模块；学习使用现有的一些调试工具。	对单片机有一定的了解；对简单的控制算法有所接触；对嵌入式软硬件有兴趣；有较强的学习能力和学习的耐心。	30
		视觉算法	学习熟悉C++/Python语言编程；学习图像处理的相关算法；学习基于OpenCV的视觉系统开发；学习掌握工业相机的使用；学习计算机/机器视觉相关技术；学习一些预测、定位、规划算法；学习了解人工智能相关算法的应用。	有C++/Python语言编程基础；掌握常用数据结构简单应用；有较强的学习能力；有简单的英文文献的阅读能力；对人工智能相关的算法有一定了解。	30
		运营	会使用各类推文、图片与视频等常用设计软件，协助运营正式队员完成团队宣传工作。	对宣传工作有足够的热情；对工作认真负责；有较好的沟通能力；能够比较好的融入团队；有绘画/撰写推文设计海报的经验。	5

## 4. 资源可行性分析

### 4.1 上赛季资源使用情况

在 2023 赛季，资金的流入有多种来源，同时开销去向繁多而复杂，因而我们规范化了物资设备等采购流程，并定期报销以加速资金流动速度。这样资源的利用效率得以大大提升。这一举措需要在 2024 赛季继续坚持实行下去。

但在成本控制方面，研发方案的选择以及进度的把控都对资金的消耗有所影响。在去年由于进度把控的原因，有多个兵种的研发过程由于方案不清晰、迭代速度慢导致了预算较多的剩余，而部分兵种又由于迭代速度较快从而导致开销较大。

因而在 2024 赛季的成本控制方面，我们计划通过项目可行性分析、BOM 表详细物料等制度对研发以及迭代过程做出约束，从而控制资金的利用效率。

### 4.2 本赛季可用资源

表 4-1 2024 赛季可用资源

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	学校/学院各级组织	资金中最主要的来源	购买重要传感器、机器人零部件、耗材与加工设备等等，并支撑团队运营与管理
资金	往届比赛遗留	包括 2023 赛季账单残余与 2023 赛季奖金	作为团队流动资金，购买大批量小额备赛物资
资金	学科建设	承担学校课程建设所得到的补贴	用于建设助教与顾问团队
物资	往届遗留	2023 赛季参赛机器人，各类机械零部件，运算平台等	用于主力队员考核与梯队队员培训，新赛季机器人方案验证
物资	官方物资	遥控器、电机等	新赛季机器人整车装配

物资	校企合作项目物资	毫米波雷达开发板等	用于相关企业支持技术的创新方案验证、学科课程建设、梯队培训
加工资源	实验室加工设备	雕刻机、3D 打印、台钻等	用于满足赛季内的常用加工需求
加工资源	工训中心加工设备	3D 打印、激光雕刻、激光切割	用于满足赛季内的特殊加工需求（金属 3D 打印、超高精度雕刻、超精密制造等）
宣传资源	2023 赛季遗留与新赛季产出	相机、照片墙、2023 赛季遗留文创、2024 赛季新文创等等	用于团队文化建设与举办活动

### 4.3 资金预算分配规则

表 4-2 资金预算分配

模块	可用资金预算/元	备注
步兵	86344.4	普通步兵 36338.7 元，平衡步兵 50005.7 元
英雄	25023.6	
工程	14257.35	
哨兵	33750.9	
无人机	31439	
飞镖	11788	
雷达	16948	
运营	24000	参考 2023 赛季

差旅	110000	参考 2023 赛季
其他	90000	机械、电控与算法日常研发用耗材，参考 2023 赛季
总计	440658.15	

## 4.4 资源可行性分析

团队已有资源、人员与时间足够支撑目前的项目规划实现保底研发目标。但仍然存在潜在资源不足的风险，尤其体现在技术积累不足、对于可能存在的风险与问题不明确从而导致成本不可控的问题。因而在 2024 赛季，战队将开始多方面合作研发项目、招商等等，从学校、企业等多方吸取技术积累，并争取资金支持。

## 5. 宣传及商业计划

### 5.1 宣传计划

#### 5.1.1 宣传目的

##### (1) 队内

运营组的身份其实是团队事迹的见证者与记录者，以队员的身份将自己参与备赛的点点滴滴记录下来，因此宣传的对内目的主要有：

##### a) 建设团队文化，提升战队凝聚力

通过记录战队备赛生活中的点点滴滴，分享战队发生的趣事或感人事迹，给队员们留下备赛过程中的回忆，进而增强团队成员凝聚力，基于此形成战队文化底蕴和软实力，传承战队精神。

##### b) 提高战队在本校知名度，吸引更多资金与人才支持

通过建设好团队自己的宣传平台，宣传团队成果与文化，从而吸引学校内更高层次的宣传，为团队赢得学校内更高的关注度，获得学校更多的资金支持和物质保障，也能吸引更多优秀学子加入团队，提升战队整体实力，形成正反馈循环，

##### c) 记录并监督备赛进度

作为团队事迹的记录者，宣传的主题围绕战队的研发状况与备赛进度，不仅对队员们的成果有所记录，也让外界与校方对战队的进度和成果有一定的了解，从而起到自省、他省、及时汇报的作用。

##### (2) 队外

##### a) 加强战队间交流互动，促进战队间共同进步

RoboMaster 的赛事文化建设为不同战队提供了良好的交流与分享平台，无论是赛事论坛，还是宣经、招商、队长群，各个战队的分享营造了互相交流学习、取长补短的良好氛围。建设好自己的宣传平台，有利于与其他团队进行交流互动，针对研发中出现的的技术性问题、宣传、管理的思路进行思维碰撞。

##### b) 宣传比赛，提高比赛知名度

宣传狼牙战队和 RoboMaster 比赛相关项目，吸引更多的校内外人员对本战对和 RoboMaster 全国大学生机器人大赛的关注，提升战队和比赛的影响力，传播青年工程师理想的种子。

## 5.1.2 宣传指标

表 5-1 2023 与 2024 赛季宣传指标对比

		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
QQ 官号空间	华中科技大学狼牙战队	4016	16	251	7500	25	300
B 站账号	华中科技大学狼牙战队	24547	17	1444	37500	25	1500
微信公众账号	HustRM 机器人俱乐部	12027	27	445	17500	35	500

## 5.1.3 宣传规划

本赛季依旧采用微信公众号、B 站、QQ 三大主流平台进行宣传。针对上述平台特性及宣传指标，规划本赛季分平台宣传内容和宣传工作时间轴。

### (1) 宣传平台调性分析及规划

#### a) QQ 官号



QQ 官号所加人员主要为队内队员、对 RM 感兴趣的校内同学，受众面较小，前期发布内容应当以战队日常发生的趣事及文化宣传为主，同时结合公众号或其他活动为其他平台账号引流，发挥各宣传平台间的协同效应。QQ 具有操作便捷性、传播性和针对性均较强的特点，同时能在校内活动集赞上发挥较大作用，本赛季宣传应重点从此着手，提升 QQ 宣发频率及质量。

### b) B 站

B 站作为上 RMer 聚集较为活跃之处，宣传内容应以趣味性和互动性为主，抓住能调动 RM 社群用户讨论、互动的点，结合社会实时热点与机器人技术本身，同时向校内外展示战队备赛进度和良好形象。策划内容以视频为主，需把握备赛节点，进行相应内容输出。

### c) 微信公众号

微信公众号作为宣传中较为正式的平台，是展示战队形象最为重要的窗口。以发布推文的形式，对外传达战队的重要事项通知，对内记录战队的日常情况，目前团队微信公众号发布栏目尚未固定、固定内容输出尚未形成记忆点，在本赛季更应有针对性进行规划。

针对以上平台调性分析，在本赛季战队各个平台的宣传内容如下：

表 5-2 宣传平台与内容表

宣传方式	宣传平台	宣传内容
线上	QQ 官号空间	1、定期发布说说分享团队实时新鲜事，节日问候说说，对战队日常进行点滴细致的展示； 2、在有校内路演等活动时发布抽奖集赞宣传说说，扩大团队活动在校内影响力； 3、转载公众号及 B 站发布的视频。
	B 站账号	1、有关招新记录、校内赛记录、赛季回顾的“纪录片”式视频；

		<p>2、团队日常备赛、团建出游、物资拆箱等重要节点的vlog;</p> <p>3、较为轻松活泼，偏向“整活”，调动大家讨论积极性，结合B站热点挖掘的视频</p> <p>4、队员专访、招新培训课程记录、技术开源分享等偏正式视频;</p> <p>5、组委会及赞助商要求的专题宣传视频。</p>
	微信公众号	<p>1、成员获奖的相关推文，增强荣誉感建设;</p> <p>2、战队外出交流、举办活动回顾;</p> <p>3、团队成员日常备赛记录，增强团队凝聚力。</p>
	校内其他新媒体宣传平台	<p>依托华中科技大学电子信息与通信学院、华中大创客空间、华中大微校园等学校其他宣传平台，及时对团队进行的联动活动及招新、获奖成果进行转发，保持友好合作关系，扩大影响力。</p>
线下	招新活动	<p>面向入校新生，通过制作招新海报、横幅，张贴官方二维码，鼓励参加抽奖活动，举行宣讲会，参观实验室，进行机器人演示等多种方式尽可能全面覆盖并吸引新生加入团队。</p>
	联动活动	<p>利用学校其他组织或单位（如启明学院、创客空间、工训中心、电信学院等）提供的平台，多举办战队有关科创活动，保持校内曝光度。</p>
	交流活动	<p>定期和学校其他科创团队进行交流，同时与其他学校战队加强合作交流，取长补短。</p>

	校内赛	本赛季预计在 12 月末举办第一届机甲大师校内赛，在吸引校内更多同学动手参与实践的同时，更广泛地宣传团队与 RM 文化。
--	-----	--

## (2) 宣传内容规划

表 5-3 宣传工作安排表

时间安排	宣传主题	宣传内容	预期效果
9 月上旬~10 月中旬	招新阶段	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、发布招新视频及推文；</li> <li>2、设计并且张贴海报；</li> <li>3、组织新生参观实验室，举办宣讲会，发放参与周边；</li> <li>4、策划招新路演。</li> </ol>	让更多的新生了解 RoboMaster 机甲大师比赛，了解狼牙战队，实现招揽人才、扩大战队影响力的目的。
10 月中旬~11 月下旬	考核阶段	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、进行团队新赛季团建及破冰活动</li> <li>2、发布梯队培训课程视频；</li> <li>3、开始进行战队周边的设计和制作。</li> </ol>	使新队员熟悉团队，增强团队凝聚力；同时使梯队培训有迹可寻，在课后能够回顾复习，并且分享团队技术，提供探讨交流的平台。
12 月~1 月中旬	校内赛阶段	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、前期进行校内赛组队招募与预热推文，发布《机甲大师校内赛·规则解读》视频；</li> <li>2、中后期记录校内赛比赛过程风采，完成《校内赛风采·优秀小组介绍》及总结推文。</li> </ol>	加强与新队员的互动，使新队员上手实操，更快地了解 RM 比赛并融入团队，同时通过知名企业赞助、校内宣传，保持团队在校园内知名度与曝光度。

1月下旬~4月	备赛阶段	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、团队成员备赛日常；</li> <li>2、团队新赛季队服、赛场周边设计出版；</li> <li>3、参与校内创客空间、开放日等科创活动。</li> </ol>	<p>通过记录方式展现战队文化和日常研发工作，从而凝聚战队精神，让同学们深入体验和感受 RoboMaster 的魅力。</p>
5月~8月	比赛阶段	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、出征倒计时、赛况播报、赛事照片等实时更新的图文推文；</li> <li>2、注重视频素材的积累，以联盟赛、分区赛、全国赛为节点，进行视频记录。赛季结束后发布总结推文与视频记录总结；</li> <li>3、在赛场与其他战队进行周边互换和文化交流。</li> </ol>	<p>比赛阶段是记录团队风采，捕捉赛事文化的关键期，为后期赛季宣传、团队精神传承工作奠定基础，同时可利用比赛阶段向其他学校学习。</p>

### 5.1.4 周边规划

周边是团队文化建设的重要内容，既可以留下队内备赛阶段有趣回忆，提升团队凝聚力，又可以展示团队特色与形象。周边制作的重要性不言而喻，因此针对上赛季出现的问题，本赛季对周边进行下表所示的时间与内容制作规划，根据时间节点推进周边制作，根据资金、种类的安排，丰富周边设计；在出发比赛前及时清点数量，进行规划，心中有数，提

高效率。



图 5-1 赛季周边规划时间轴

表 5-4 赛季周边内容规划

周边分类	具体设计	大致数量	设计特点	设计目的
日常活动周边	钥匙扣	800	以小件为主； 注重巧思，体现团队特色（狼牙土豆等创意）	着重于数量多以备日常活动所需，用于各种日常交流活动。
	亚克力摇摇乐、立牌			
	书签			
	明信片			
定制周边	定制笔记本	20	方便定制； 出品快； 操作简易	用于旧赛季周边库存用完但新赛季周边还没有印制阶段，团队特色不如其他鲜明，但方便快捷，实用性强。
	定制纪念笔			
	U 盘			

技术特色周边	3D 打印机器人车车模型	50	取材方便； 可小辆制造。	主要穿插在战队调试车辆日常中完成，一般用于队员个人留作纪念，建设团队文化。
	木板雕刻拼接小车			
	具有团队 logo 的键帽			
战队交流周边	挑选合适的周边进行配套	100	成套； 着重战队特色； RM 文化； 考虑数量，提前规划。	经过一年设计的积累，在比赛前挑选成套周边进行批量，同时根据热点（当年规则、季节、比赛氛围）增加文创。
战队文化建设周边	除了定制队服外设计的定制手环、吊牌等赠送给战队队员的周边	100	结合团队成员个性特色； 以增强团队凝聚力为目的。	结合毕业季、重要节日、生日祝福，发放给相关到队员，用于文化建设，增强战队向心力。

## 5.2 商业计划

### 5.2.1 招商规划

#### (1) 招商原则

以战队的利益为先，寻找发展观念与战队相契合的企业，按照战队自身定位物色品牌对象，主力先行，长线经营，确保能优先满足战队主要发展方向的需求，并搭建与企业持续合作的桥梁，形成双赢局面。招商项目自身也应具有一定吸引力和创新性。

## (2) 招商需求

根据以往赛季的经验，战队每年比赛的花销均未超过学校的经费指标，因此战队招商的主要需求是与行业领先的科技企业进行交流和學習，形成“校企合作”项目，并促进队员能力的提高。其次，通过招商获得的资金可以增加团队的流动资金，减少队员的垫付压力，形成良性循环。

## (3) 招商对象

### a) 官方赞助

通过参与官方发布活动（如招新复盘等），完成官方发布任务等方式展现团队积极性，并积极参与各个有一定影响力的比赛，通过在比赛中取得名次提升团队影响力，从而获得官方的支持和优惠。

### b) 学校赞助

实验室赞助通过为校内实验室搭建实验平台，从而寻求相关基金支持和技术指导。

### c) 企业赞助

企业招商对象大多是与高校联合密切的企业，如校友企业等。对于这些企业，除了展示品牌 Logo，团队还应展现出自身的创新创业能力，通过“校企合作项目”来深化双方之间的交流合作，让企业感受到团队积极向上的一面。

### d) 中小学赞助

依靠团队的资源优势，面向中小學生举办知识讲座和实验室参观活动，一方面可以增加团队的流动资金，另一方面还可以开拓中小學生的视野。

## 5.2.2 招商优势

### (1) 资源优势

华中科技大学 RoboMaster 团队狼牙战队由五个不同的组别组成——机械组、电路组、嵌软组、视觉组和运营组，五组各司其职，有条不紊。团队拥有独立的工作室，和室外调试场地和充足的实验设备，现已建成智能硬件创新实验室，并于原“智能互联网技术湖北重点实验室”拥有独立的研发工作室，可以为队员提供良好的工作环境和充足的研发经费。狼牙战队是华中科技大学启明学院的核心科创团队，由 79 名本科生、10 名研究生助教和 3 名指导老师组成，在校内具有极高的知名度，能够提供很好的品牌宣传效果。

## (2) 人才优势

团队是跨学科的综合性团队，队员们来自华中科技大学光电、机械、计算机等多个学院多个领域，新老队员人才济济，成绩优异。

## (3) 技术优势

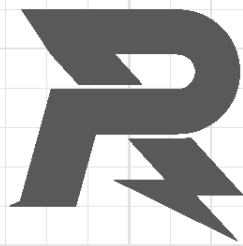
在多年的积累下，团队积攒了可观的比赛经验和技術资源，在各赛事热点技术中积累了宝贵的经验。队员自身基础扎实，本科阶段即加入研究生实验室从事科研工作，具有优秀的科研水平和工程能力。

## 5.2.3 招商权益

表 5-5 招商权益表

序号	赞助项目	说明
1	媒体采访广告	比赛期间参赛队员接受不定期的采访时提及赞助商
2	队服广告	在队员队服上印上赞助商 logo 和名称
3	公众号广告	华中科技大学狼牙战队公众号推送的广告位置
4	视频广告	在队伍宣传视频里鸣谢赞助商
5	战队指定使用产品	比赛过程中，指定使用的相应产品或服装
6	校内外展位广告	校内外展位展示时可体现的广告位置（赞助商产品）
7	其他未列入项目	具体项目洽谈商定





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