



Using a 33-55 motor driver chip and Field-Effect Control (FEC), the RoboMaster C820 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster M820S P18 Brushless DC Gear Motor and C820S Brushless DC Motor Speed Controller, this 48-hole Assembly Kit includes an overall socket and a terminal board.

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

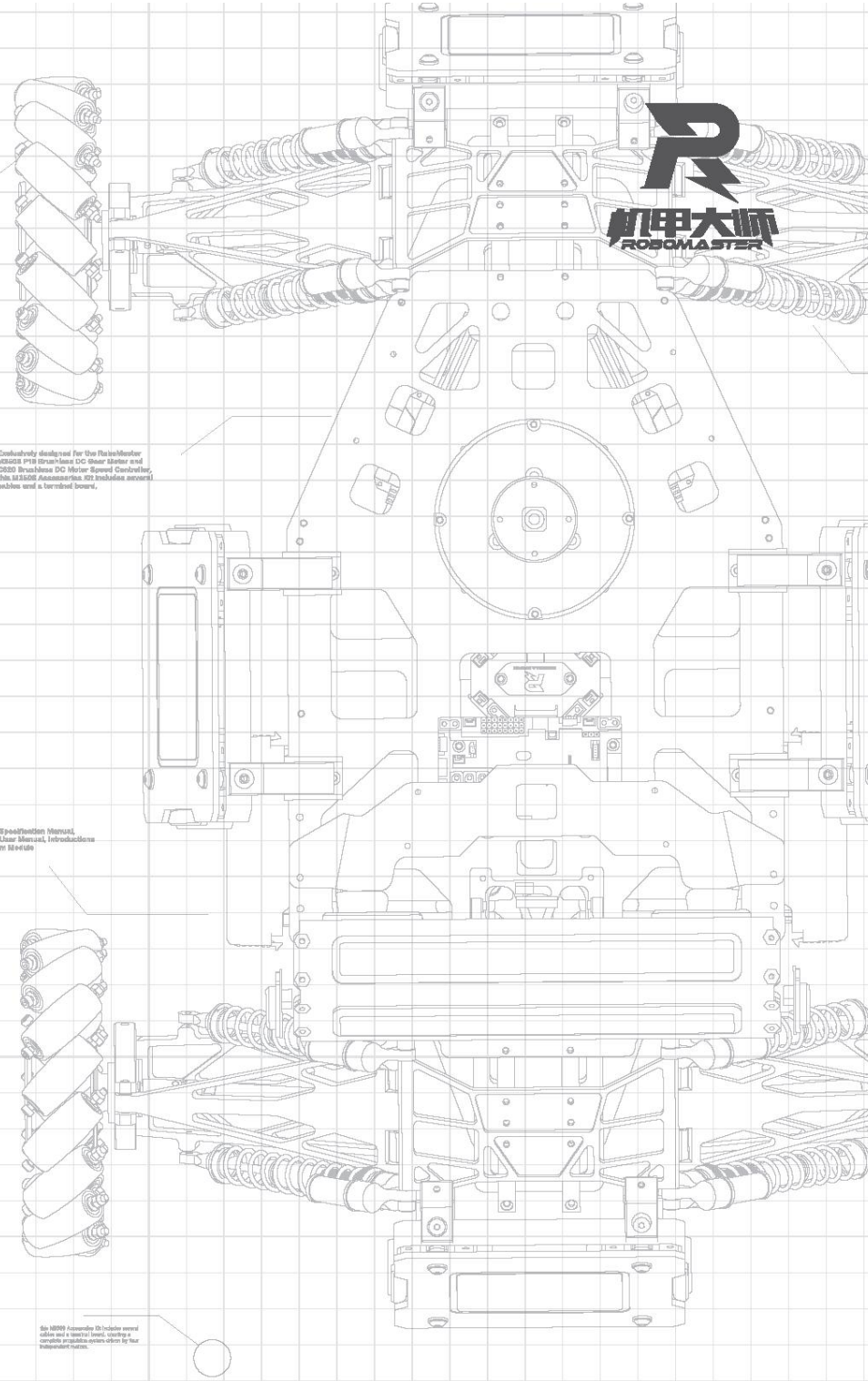
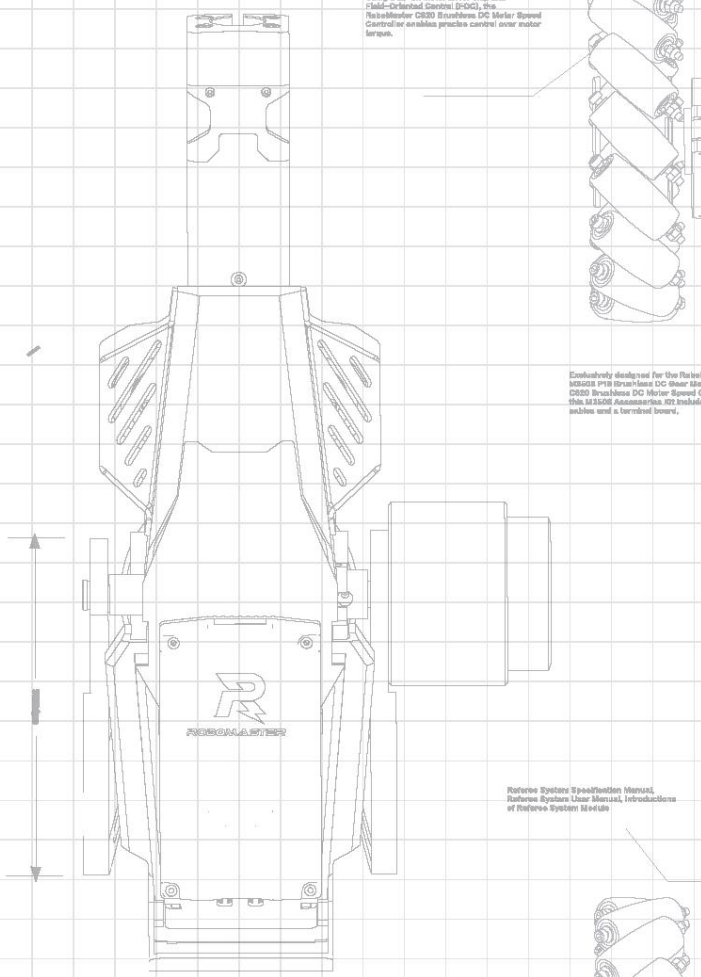
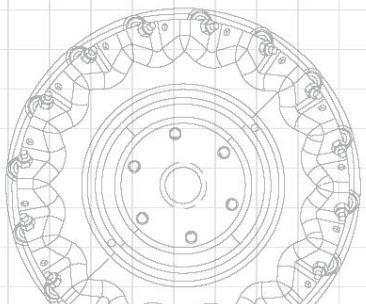
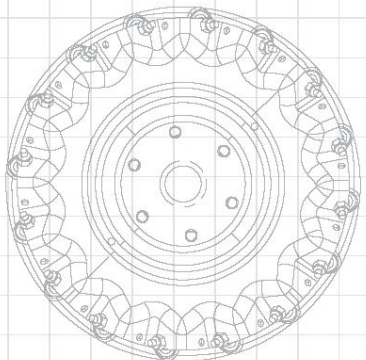
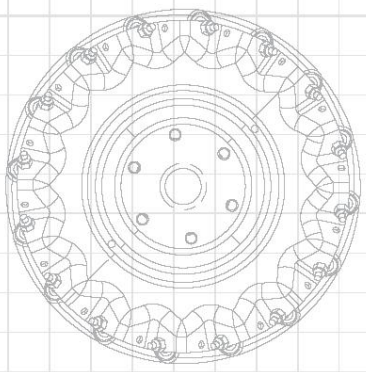
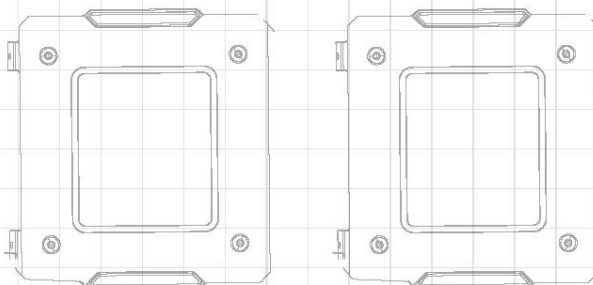
The M820S Assembly Kit includes overall socket and a terminal board, ensuring a complete assembly system when for four independent motors.

ROBOMASTER 2024 机甲大师超级对抗赛

赛季规划

重庆大学 千里战队 编制

2023年12月 发布



目录

前言	3
1. 团队目标	4
1.1 团队目标制定	4
1.1.1 团队情况分析	4
1.1.2 团队赛季目标	5
1.1.3 团队建设目标	5
1.1.4 重大技术突破目标	5
1.2 团队目标落实	6
1.2.1 目标实现跟踪	6
1.2.2 目标差距调整	8
2. 项目分析	10
2.1 上赛季项目分析经验	10
2.1.1 上赛季经验总结	10
2.1.2 上赛季主要挑战	11
2.1.3 本赛季可落地点	11
2.2 新赛季规则解读	12
2.2.1 整体规则解读	12
2.2.2 场地改动	13
2.2.3 机制改动	16
2.2.4 经验经济性能体系改动	17
2.3 研发项目规划	18
2.3.1 步兵机器人	18
2.3.2 英雄机器人	27
2.3.3 工程机器人	34
2.3.4 哨兵机器人	41
2.3.5 空中机器人	59
2.3.6 飞镖系统	66
2.3.7 雷达	75
2.3.8 人机交互	77

2.4 技术储备规划	78
2.4.1 通用技术储备	78
2.4.2 特定兵种技术储备	80
3. 团队架构	82
3.1 团队整体架构	82
3.2 团队细分架构	82
4. 资源可行性分析	85
4.1 上赛季资源使用总结	85
4.2 本赛季资源使用及成本控制优化项	85
4.2.1 制度优化	85
4.2.2 设计优化	85
4.2.3 管理优化	85
4.2.4 资源配比结构优化	85
4.3 本赛季可用资源概述	86
5. 宣传及商业计划	89
5.1 宣传计划	89
5.1.1 宣传目的	89
5.1.2 宣传元素	89
5.1.3 线下宣传	90
5.1.4 线上宣传	91
5.1.5 宣传规划	95
5.2 商业计划	96
5.2.1 招商客户规划	96
5.2.2 招商资源分析	98
5.2.3 招商目标规划	101

前言

本报告由重庆大学千里战队编制，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	汪沛宇	全锐	吕沐城	洪瑞珑	李晨弘
硬件	刘又铨	朱星霖			
软件	刘昊	张智奎	何浩	张杰轩	
算法	刘昕瑶	杜承毅			
管理	张欣				
宣传	王浚西	罗雅轩			
商务	林治尧				

1. 团队目标

1.1 团队目标制定

1.1.1 团队情况分析

1. 资金来源

来源	资源描述	初步使用计划
重庆大学交叉创新中心	指导单位所给的竞赛专项费用	机器人制作费用，场地搭建费用，差旅费用
重庆大学本科生院	指导单位所给的竞赛专项费用	机器人制作费用
重庆大学重大重点社团	社团专项经费	实验室日常物资购买
往届遗留	各种比赛所用电机、零件等等	用于机器人测试、制作等

2. 加工条件

- 重庆大学学生交叉创新中心：3D 打印，数控机床
- 毗铁机械有限公司：车床
- 机甲大师实验室：3D 打印

3. 人员储备

在 2024 赛季，战队依托重庆大学学生交叉创新中心，并在重庆大学本科生院以及国家卓越工程师学院的支持下举办了机器人基础训练大赛。通过此次比赛，为战队筛选了一批新的有生力量。目前整个战队已有 106 位队员，具体分布如下：

机械设计		电控硬件		视觉算法		宣传运营	
正式队员	梯队队员	正式队员	梯队队员	正式队员	梯队队员	正式队员	梯队队员
28	17	21	13	15	7	3	2

1.1.2 团队赛季目标

理想成绩：全国二等奖

全国二等奖	第 17-32 名	16	<ul style="list-style-type: none"> ● 二等奖获奖证书 ● 奖金人民币 10,000 元（税前）
	通过区域赛晋级复活赛且未晋级全国赛的参赛队伍	若干	二等奖获奖证书

保底成绩：全国三等奖

全国三等奖	获得区域赛一等奖未晋级全国赛的内地队伍	若干	三等奖获奖证书
	各区域第 17-32 名	48	三等奖获奖证书

1.1.3 团队建设目标

相比于 23 赛季，现在有了大量的人员储备与实验室资源，这也要求着我们必须完善好团队建设，规范管理。

● 明确组织架构与责任划分

明确队内组别，兵种的组织架构，以及队长/项管/组长/兵种负责人/正式队员/梯队队员的责任划分，建立组织架构图以及责任划分规范。

● 考勤制度

将考勤打卡机的周/月打卡记录与队员工作量结合起来，建立能够显示队员真实有效工作时长的工作考勤管理系统

● 绩效管理

建立绩效管理系统，将队员工作量与实际进度，考勤打卡等量化综合评定。

1.1.4 重大技术突破目标

机械方面

英雄中心供弹开发

哨兵双云台开发

自适应悬挂系统

电控方面

舵轮步兵调试

平衡步兵调试

自定义控制器开发

视觉方面

SLAM 建图技术

1.2 团队目标落实

1.2.1 目标实现跟踪

绩效管理

我们自创了一套绩效管理系统来对队员工作量，实际进度，考勤打卡，积极度进行了量化权重综合评定。

每周统计一次，每月评定贡献度排名来激发队员们的积极度。

姓名	所属组	兵种 (多选)	负责工作内容	预计工作内容转化分值	实际进度	考勤得分	兵种负责人评分	组长评分	队长次警评分	IT 最终得分
汪坤宇	机械组	组长	/	90.0	100%	90.0	60.0	60.0	90.0	84.0
全锐	机械组	2号工程 正式队员	1.工程组: 完成工程图部分改图	90.0	70%	100.0	70.0	80.0	80.0	74.2
郑伟隆	机械组	2号工程 队员	1.工程组: 矿仓和图传抬升 2.工程组: 完善兑换站, 提供BOM, 交...	80.0	60%	80.0	70.0	60.0	80.0	64.2
潘航宇	机械组	2号工程 队员	1.工程组: 完善兑换站, 提供BOM, 交付打印件 2.培训任务: 仔细...	80.0	60%	85.0	60.0	60.0	75.0	63.2
陈飞尧	机械组	2号工程 队员	1.工程组: 完成绘制并分析利弊, 改或提交一版方案 2.培训任务: 完...	80.0	85%	80.0	85.0	60.0	80.0	73.7
吕沐城	机械组	各号步兵 兵种负责人 正式队员	1.步兵组: 修改上交平步, 2.下供伸云台设计	90.0	80%	100.0	80.0	60.0	80.0	78.8
曹宇铭	机械组	各号步兵 队员	1.步兵组: 测试框架搭建的推进, 在测试记录里附上框架经费表 2.培...	85.0	80%	85.0	90.0	60.0	75.0	74.2
左庆远	机械组	各号步兵 队员	1.步兵组: 测试框架搭建的推进, 在测试记录里附上框架经费表 2.培...	85.0	80%	85.0	90.0	60.0	75.0	74.2
吴奕林	机械组	7号哨兵 兵种负责人	1.步兵组: 发杰配加工 2.学习任务: 看文档开课	85.0	80%	100.0	60.0	60.0	80.0	75.2
萧宇	机械组	7号哨兵 队员	1.步兵组: 发杰配加工 2.学习任务: 看文档开课	85.0	80%	90.0	60.0	60.0	75.0	72.2
梁鑫蔚	机械组	队员 各号步兵	1.步兵组: 发杰配加工 2.学习任务: 看文档开课	85.0	80%	85.0	60.0	60.0	75.0	71.2
韦许韬	机械组	7号哨兵 队员	1.步兵组: 发杰配加工 2.学习任务: 看文档开课	85.0	80%	85.0	60.0	60.0	75.0	71.2
何熙	机械组	队员 各号步兵	1.步兵组: 发杰配加工 2.学习任务: 看文档开课	85.0	80%	85.0	60.0	60.0	75.0	71.2
洪保瑞	机械组	1号英雄 6号无人机 队员	1.英雄组: 写两份优秀发射开源文档, 如果型材到了进行加工 2.无人...	80.0	80%	100.0	60.0	60.0	80.0	73.6
彭梓翔	机械组	1号英雄 队员	1.英雄组: 完成发射测试画器demo	80.0	60%	80.0	60.0	60.0	70.0	61.2
冯鑫	机械组	1号英雄 队员	1.英雄组: 完成发射测试画器demo	80.0	60%	85.0	60.0	60.0	75.0	69.6
李晨弘	机械组	8号飞镖 兵种负责人 正式队员	1.飞镖组: 完成飞镖yaw轴搭建以及整体优化, 进行飞镖队内容管...	60.0	30%	100.0	90.0	90.0	80.0	61.2
李亦丹	机械组	8号无人机 兵种负责人	1.空中组: 脚架设计草案	85.0	90%	100.0	85.0	60.0	80.0	81.1
李任轩	机械组	8号无人机 队员	1.空中组: 规则解读及分析	85.0	100%	80.0	85.0	60.0	75.0	79.5
袁基冲	机械组	8号无人机 队员	1.空中组: 规则解读及分析	85.0	100%	80.0	85.0	60.0	75.0	79.5

图 1.2.1.1 贡献度系统展示

项目管理

队员项目任务发布与追踪目前主要依托 ones 进行管理。

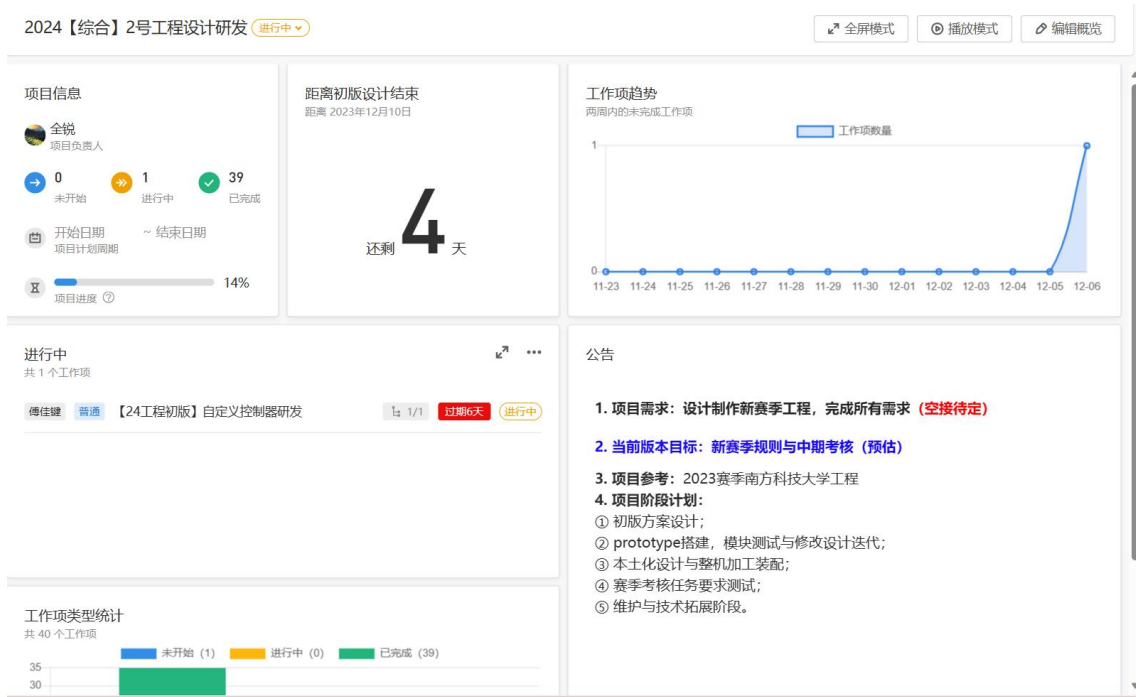


图 1.2.1.2 项目管理概述示例

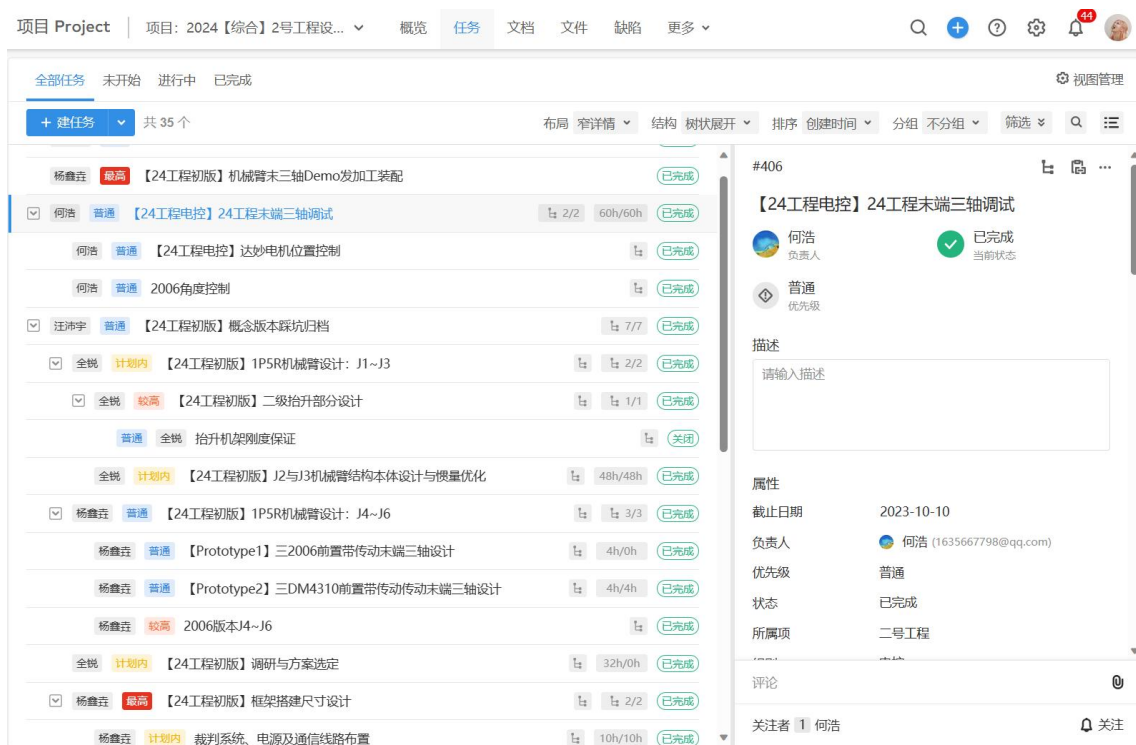


图 1.2.1.3 项目管理任务示例

物资管理

实验室分为加工装配区与办公区，物资主要放置在加工装配区货架上。物资由项管进行统一入库与管理，通过在线表格，队员可根据编号找到对应位置物资。贵重物资一律由项管进行出库。

位置	编号	物品	位置	编号	物品
A货架	A201	碳板	B货架	B101	生活物品
	A202	金属件		B102	对讲机
	A203	胶轮		B103	WD-40
	A204	快递		B104	电动螺丝刀
	A205	四号残余		B105	螺丝刀
	A206	避震器		B106	卷尺
	A207	铝柱		B107	口罩
	A208	同步带		B108	打印耗材
	A209	古老电机		B109	手套/护目镜
	A210	空中尸体		B201	除漆剂
	A211	加工设备维护		B202	喷漆
	A212	轴承		B203	各种胶带
	A301	待分螺丝		B204	胶枪
	A302	金属件		B205	笔
	A303	板件		B206	剪线钳
	A304	待分螺丝		B207	钳子
	A305	轮毂		B208	锉刀
	A306	工具箱		B209	小刀尺子
	A401	铝方		B210	镊子剪刀
	A402	高尔夫球		B211	锤子
A403	泡沫板	B212	扎带		
A404	大弹丸	B301	继电器		
A405	裁判系统	B302	防毒面具		

图 1.2.1.4 物资统计系统示例

1.2.2 目标差距调整

各兵种会议每周一次，各组别会议每月一次，由这些反馈的信息再在管理层周会上讨论，及时根据目标进度与实际进度差距，分析原因，制定解决办法，让制度落实，让目标成为现实。

10月6日管理层会议大纲

张欣 于 2023年12月06日 15点33分 修改

1. ONES系统是否形同虚设?
 - 1.1 要不要每天去核验项目进度以及wiki日志
 - 1.2 对于DDL的制定合理与否——想当然还是双重保险
 - 1.3 补救措施与检讨
 - 1.4 关于wiki系统本身，是否应当引起重视
2. 规则对私人关系的制约
 - 2.1 怎么样提意见是合适的，而非多管闲事（队员之间的督促关系）
 - 2.2 约谈应该成为一种规定制度（队长/项管/小组长）
 - 2.3 某些队员的自由度是否应该加以限制，关于劝退的慎重考虑
 - 2.4 有权利就有与之匹配的义务
3. 关于指导老师的定位和波波的一些问题
 - 3.1 信息获取渠道——是否太过局限，频次过低
 - 3.2 研发介入精力的承诺：多少？
 - 3.3 关于态度问题好解决，技术问题不好解决的驳斥
 - 3.4 关于水群和有效群聊交流
4. 梯队的培养（尤其是机械组）
 - 4.1 避免空窗期，前面不花时间积累能力，后面没有能力花时间
 - 4.2 要求与反馈，文档记录
5. fusion系统的使用：
 - 5.0 邮箱统计邀请；之前的数据迁移
 - 5.1 公开透明，不允许锁权限
 - 5.2 命名规范

图 1.2.2.5 管理层会议示例

2. 项目分析

2.1 上赛季项目分析经验

2.1.1 上赛季经验总结

1. 整体进度安排

23 赛季中整体进度开展主要集中于 2 月，届时才开展新步兵，无人机的研发和装配工作，整体进度较慢，且未能利用好寒假时间，需要新赛季提前按规划好。同时，研发时间考虑过于极限，未充分考虑场地测试及操作手训练所需时间。

2. 测试场地建设

场地差距与预想中的要大，其中重点是几个上坡，备用车因进度原因没来得及布置超级电容，同时缓冲功率在代码中被用于加速启动导致最终无法上坡，无法执行预定的战术规划是并没有预料到的。同时取矿时，矿石凹槽处后面有小部分空隙，导致了工程机器人取矿难度大大增加。故在后续场地搭建时需要看好尺寸规划，同时需要增加几个常用坡的搭建。

3. 前期测试及模拟对抗

● 机械

在比赛上场的机器人版本中，尽可能的减少未经过测试的结构，以降低不稳定性，在这个赛季中因为需要设计制作的机器人过多，同时战队组建初期人手有限，导致很多结构未经测试就上场，最终表现也不尽人意。所有结构和机械稳定性一定要经过反复测试，最好是可以队内高强度对战来完成测试过程。

● 电控

各个模块代码的编写需要同步进行，比赛项目时间有限，后期整体调试也会花费大量时间，针对后期的代码整合，整车调试，以及出现问题的及时解决，前期合理运用时间非常重要，因为驱动一个部件是简单的，但是组合成整车，实现既定任务就比较困难了，这部分一定要留下足够长的时间，去反复调试，去反复试车，这样才能发现隐藏的问题。

● 操作手

在比赛中，体现出来我们的操作手的机器人不熟练。对操控机器人、对战、逃跑、兑换弹丸，甚至是不熟悉地图，不知道部分操作按键。在下个赛季中需要加强操作手的训练，

机器人对打，被击打过后的逃跑，英雄吊射也是重中之重。熟悉机器人对战和熟悉场地是一个操作手所必备的。

● 团队管理

队长、项管以及各个组长等管理层需要高强度的参与到机器人的制作中，需要对各自队员、组员有着较为清晰的认识才能够较好的分配任务。尽可能的减少任命的更改，因为所需要付出更大的人力成本（被任命的人需要重新熟悉新的部分），同时也会造成管理层的公信力下降，这对于管理新队员来说有着较强的负面影响。

2.1.2 上赛季主要挑战

1. 场地问题

在 23 赛季中，由于战队建设伊始，战队一直未能拥有属于自己的实验室。很直接的影响了战队进度，同时在战队建设初期没能拥有专属的实验室也很大程度上影响了战队新人的归属感，增大了战队建设的难度。甚至在机器人装配过程中，由于处于开放的公共教室中，出现了机器人零部件被人拿走丢失的情况，极大地拖慢了机器人的制作进度。

2. 实战训练问题

在 23 赛季中，由于场地缺少，以及进度原因，在赛前两周左右才开始操作手训练，同时伴随有大量的机械及电控问题暴露，有大部分时间仍在维修。因此，上赛季几乎未进行战术编排及预演，这对实际比赛的能力及影响造成很大冲击。

3. 管理监督问题

在 23 赛季中，由于战队人数较少，许多定制的流程及制度并不规范，也并未很好的落地，主要原因是战队缺乏监督及反馈，同时缺少一定的奖惩制度，导致后期主体责任较少的成员，较为疲软，对工消极。

2.1.3 本赛季可落地点

1. 整体进度管理

将实际中期考核与队内中期考核，同时将中期考核内容，作为队内考核的一部分，提前要求队员对中期，完整形态考核熟悉，同时加强前期机械电控视觉的联调，增强组内联系。进度整体安排会严格按照赛季规划执行，但需定期变动小的时间节点及周期，动态把控战队整体进度，防止出现进度与实际不符，消极怠工等情况发生。

2. 测试场地建设

在 24 赛季，千里战队将加强测试道具的建设工作，成立基建组，专门负责前哨站，基地，能量机关及飞坡场地等的搭建工作，提前测试，以便测试机器人真实的性能及战时水平，同时提前发现隐藏的机械电控问题等，以形成赛前检查清单，减少故障率。

3. 实战训练

在 24 赛季，因有上赛季机器人的实体数量积累，同时人数规模有一定扩大，将研发与旧机器人维护同步进行，保证裁判系统下放后，快速上车测试。在 24 赛季，我们将举行小范围的地地区友谊赛，在相互的交流和对抗中，进一步加强战队的操作手水平及实际对抗能力。

4. 规范化管理及运营

在 24 赛季战队将实行更加规范的管理，同时在研发过程中，加强 Wiki 的建设，以积累战队的知识财产。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 整体规则解读

在 24 赛季的规则中，整体可以发现技术上限大幅提升，规则机制变动较多，同时机器人的角色功能划分更加清晰，也更加贴近实际生活，让机器人进一步落地提升了可能。在整体变动上，主要有以下几个方面。

● 场地

在 24 赛季，场地拓扑的更迭使得战术路线增多，对机器人性能及整体战术策略都有了新的要求。增加隧道，使得机器人发展方向趋向小型化，或可折叠方式，也体现了部分实际生活的特殊场景，表现出官方对社会以及多元化生活场景的改进设计。

● 哨兵机器人

由于 23 赛季的极大变动，也造成了不同战队间能力因哨兵的强弱而划分出明显的能力分层。在 24 赛季，哨兵更加重要，其高价值高性能属性，也倒逼战队开发出性能更强的机器人，同时也进一步考验战队的赛场策略。哨兵的一系列相关机制，如前期无敌，掉塔涨血等，进一步要求了战队在战术方面上要有更加全局的意识，把控每一分每一秒。

● 操作机制

在 24 赛季，新增半自动控制，将 FPS 转变为 RTS，其极高的经验加成倍率，也促使各战队进一步的开发半自动控制模式。但结合战队目前实际水平及发展方向，现阶段会验证性的开展改模式的探索，但具体不会考虑在战术策略内。

● 弹丸兑换

在 24 赛季，兑换站的数量减少，且对弹数量的锐减，都要求战队要么开发出弹丸捕获，要么进一步增大弹舱。如此看来，增加隧道而导致的小体积与减少补弹数量的大体积，看似较为矛盾，但实际上可以看出官方对不同机器人，不同定位，不同设计的进一步要求，而不是一台车复制三辆。

● 经验及性能体系

在 24 赛季，官方将 3 级直接改为了 10 级，同时取消了经济自然增长，这对每台机器人前期的性能把控及定位，以及实际场上策略都有了会更多的要求。经验与发弹数的绑定，也更加偏向于实际对战情况，实际经验的分配与高性能的机器人的匹配度也很大程度上，决定着赛场上战局的走向。

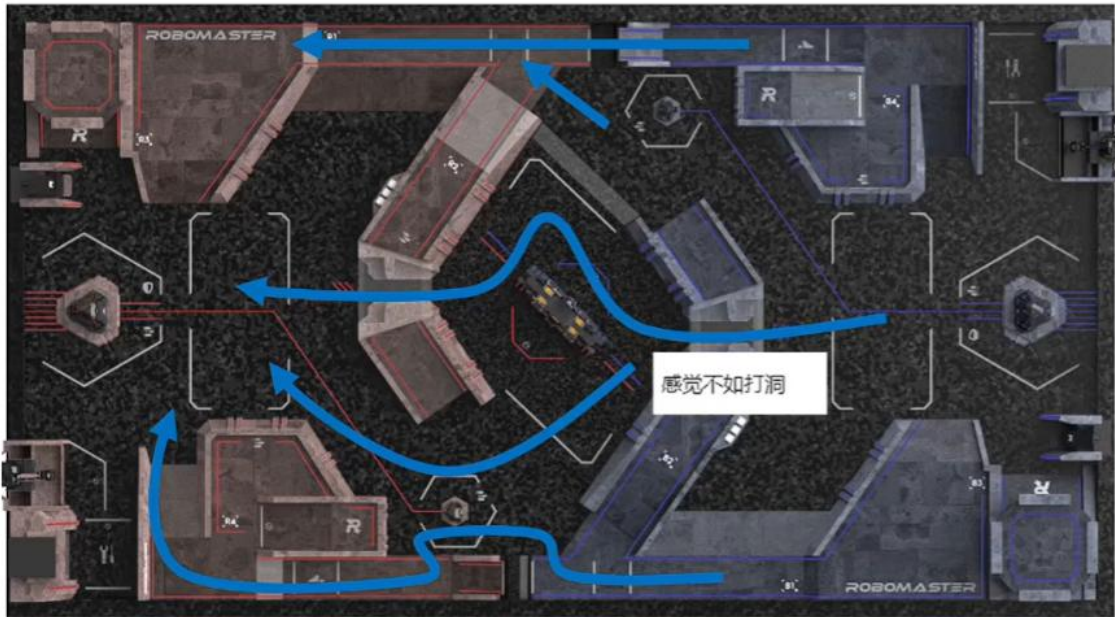
● 其他方面

在 24 赛季雷达，飞镖，能量机关等均有大幅变化，但结合战队目前实际情况，这些方面均不会成为战队的主要攻坚方向，但是一定需要有阶段性成果，即能够完成中等水平，但不过分追求单一兵种或能力的特殊能力。在 24 赛季战队应加强可量化数据的测试及验证，在保证基础功能的前提下，加强其各个功能的能力上限。

2.2.2 场地改动

1. 场地拓扑结构改动

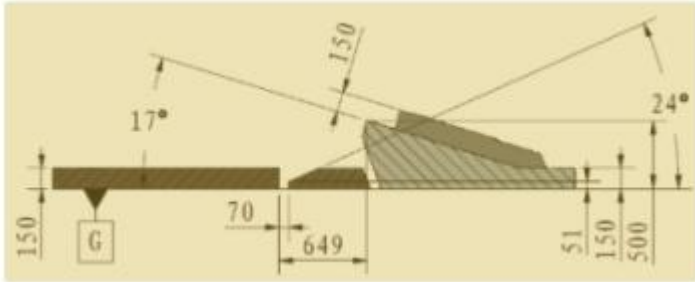
在 24 赛季，场地增加两个隧道，打通了环高的阻碍，将双方基地区直接连接。隧道位于位于 R2 环形高地内部。通道的尺寸小于步兵机器人最大初始尺寸，为小型步兵或可变形步兵的出现进一步提上日程。



2. 公路区整体变动

公路区整体高度下降，取消部分公路围挡，飞破落点更低，提升了飞破难度，但也为机器人顺利通过落凤坡提供了可能，开放了更多可能的进攻路线。

<p>2023 赛季</p>	
----------------	--

2024 赛季	
---------	--

3. 哨兵巡逻区域增加

在 24 赛季，哨兵巡逻区增加，为哨兵的行走路线提供了更多的选择。高地的同样占领能力，为打符哨兵与卡位哨兵的出现提供了契机。更大的区域，也进一步提升哨兵的作战区域，为多兵种协同，也提供了可能。其脱离巡逻区的限制时间也进一步优化，变为了固定的 40s。

4. 补给站变动

在 24 赛季，仅有一个补给站，同时可获得的实体弹丸数量减少，并且在未来赛季可能会取消实体弹丸的兑换，这对机械提出更高的要求。远程兑弹变为无限次。工程的重要性进一步提升，全队经济的情况，也决定了场上的优劣局势。

2023 赛季	每局比赛中，补给站最多提供 1500 发 17mm 弹丸。
2024 赛季	每局比赛中，补给站最多提供 400 发 17mm 弹丸。

5. 资源岛修改

在 24 赛季，矿石将被存放至狭小的半封闭空间，这对机械臂的要求更高，同时也增加了取矿的难度。兑换站难度的提升，对速度也有要求，如何开发出对矿更加的机械臂是战队目前主要考虑的。

2.2.3 机制改动

1. 能量机关变动

大幅提升大小能量机关的高环数增益，将最后的 45 环以上，几乎后期呈高倍数增加，这对能量机关的激活准度，提出了更高的挑战。

表 5-8 总环数与对应增益

总环数区间	攻击增益	防御增益
[5, 15]	150%	25%
(15, 25]	155%	25%
(25, 35]	160%	25%
(35, 40]	200%	25%
(40, 45]	300%	25%
46	340%	30%
47	380%	35%
48	420%	40%
49	460%	45%
50	500%	50%

2. 增加半自动控制

增加半自动控制，同时以极高的属性倍率加成吸引选手，但实际这样对参赛队要求很高，不仅要求机械电控的稳定，还要求对视觉导航的完全信任。技术上，半自动步兵实质上是向全自动步兵/哨兵过渡的中间状态。半自动控制将最困难的规划和决策交由人类操作手，机器人则可更加专注于通信,自瞄,定位等更集成化的底层功能。目前战队仅考虑实现方案和测试，先保证目前性能的稳定。

3. 增益点变化

取消了控制区，同时 24 赛季，围绕实际的对抗时间，给予了不同的增益倍数，将原有的 5 倍增益，改为了与时间同步变化的 2.3.5 倍增益。

4. 哨兵与前哨站及基地关系

比赛开始时,基地与哨兵机器人处于无敌状态。当一方前哨站被击毁,该方哨兵机器人和基地的无敌状态解除,基地的虚拟护盾生效。在击毁前哨站后,哨兵立即增加血量 600。在前哨站被击毁的情况下,若哨兵机器人未上场、被罚下、首次战亡或离开哨兵巡逻区超过 40 秒,则该方基地护甲展开。

2.2.4 经验经济性能体系改动

1. 经验体系变动

一次性将三级升为了十级，经验上的性能提升曲线会更加圆滑。同时，24 赛季将取消自然经济增长，而是改为了发弹会增长经验，这让场上的策略提出了新的挑战及要求。

等级	升级所需总经验
1	0
2	550
3	1100
4	1650
5	2200
6	2750
7	3300
8	3850
9	4400
10	5000

对象	等级	经验价值	升级所需经验值
英雄机器人	1	75	60
	2	100	140
	3	150	-
工程机器人	-	50	-
步兵机器人	1	25	30
	2	50	90
	3	75	-
哨兵机器人	-	75	-

2. 经济体系变动

降低了复活等的金币消耗值等，同时也提升了金矿的基础金币值，银矿则无变化。取消了首矿奖励。

难度等级	兑换银矿石可获得金币数量	兑换金矿石可获得金币数量
一级	75	100
二级	100	125
三级	150	175
四级	225	250
五级	375	400

每局中，首次成功兑换金矿石的一方将会获得额外的 250 金币奖励。

难度等级	兑换银矿石可获得金币数量	兑换金矿石可获得金币数量
一级	75	200
二级	100	225
三级	150	275
四级	225	350
五级	375	500

3. 性能体系变动

性能体系中取消了弹速优先。选择功率优先与血量优先，主要是前期优势选择，后期高等级几乎属性加成都很高，因此选择好每台机器人的初始选型，以及哪台为旗舰，对战队的整体战术策略要求更高。

4. 发弹量变动

哨兵减少了初始发弹量，同时补给站补给弹丸数量也有减少。发弹量与经验直接挂钩，这也对机器人的实际参战情况有了更高要求。哨兵初始发弹量由 750 锐减至 450。补给站所提供的实体弹丸数量也由 1500 变为 400。

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

项目分析

(1) 相关规则改动

- 经验值机制改动

使得步兵升级曲线更加平滑。首次飞坡的 300 经验值加成能让步兵在前期的对抗中获得一定优势。

获得飞坡增益

首次获得飞坡增益可获得 300 点经验

- 基地补给点增益强化

步兵在补给区有功率加成。

地面机器人：检测到己方补血点场地交互模块卡时，将获得每秒上限血量 10% 的回血增益。在比赛开始 4 分钟后（倒计时 02:59），当存活机器人连续 6 秒未发射弹丸且未被扣血，且检测到己方补血点场地交互模块卡时，其将获得每秒上限血量 25% 的回血增益，且底盘功率上限提升 1 倍，但提升后的底盘功率上限为 200W。当机器人未检测到己方补血点场地交互模块卡后，上述回血增益立即失效；当机器人发射弹丸、被扣血后或未检测到己方补血点场地交互模块卡 4 秒后上述底盘功率上限增益失效。

- 大符击打环数 buff 增加

表 5-8 总环数与对应增益

总环数区间	攻击增益	防御增益
[5, 15]	150%	25%
(15, 25]	155%	25%
(25, 35]	160%	25%
(35, 40]	200%	25%
(40, 45]	300%	25%
46	340%	30%
47	380%	35%
48	420%	40%
49	460%	45%
50	500%	50%

- 射击初速度上限更改

本赛季取消了步兵射击初速度上限随等级增加而递增的机制。在任意等级下均为 30m/s 的射击速度，加强了前期双方正面交战的激烈程度，高弹速也能更好的威胁英雄机器人的安全，也让任何一台步兵在低等级时都具有了打符能力

● 机器人操作方式

本赛季步兵操作手可以选择手动控制和半自动控制两种方式，尽管在半自动控制下的步兵获取经验值提升 100%，但是由于其实现难度大，且不稳定，本赛季步兵操作手仍以手动控制为主。

● 兑换站可兑换实体弹丸减少

本赛季减少了可兑换的实体弹丸数目至 400 发，新增哨兵可兑换弹丸的机制，对 17mm 弹丸需求的兵种数目上升。

(2) 需求分析

功能	需求	设计思路
射击	500 颗以上 17mm 的弹丸储存量	使用小弹丸离心柱供弹拨盘配合中下供弹云台设计，在保证整体响应的同时有效提高载弹量；采用测试不同的多点接触限位方案，优化弹道，提高发射精度。
	稳定弹道	
移动	基于机械避震的平衡步兵底盘，较小的机器人高度	由于云台采用下供弹设计，底盘需要留出弹舱空间，再加上 24 赛季梯形高地一侧坡度的改变，需要更加稳定的悬挂系统保证爬坡能力，在加上中路新增的快速通道，需要较小的机器人高度使其具备快速直达战场的能力。
功率控制	精准功率控制，高效利用缓冲能量	继续推进超级电容的研发和底盘功率控制策略的优化
自瞄	稳定识别和追踪 1-10 米内的	

	大小装甲板	
能量机关激活	能够稳定识别能量机关，在六发弹丸之类激活能量机关	

(3) 总结

与上赛季相比，规则和场地变动将步兵（以及英雄）推向了大面积的正面战场，要求步兵机器人具备长时间持续对抗的能力即高效的盲道上打击与防御能力。显然传统结构的（半）上供弹四轮步兵机器人将出现以下劣势：

- ①（半）上供弹云台可预置弹丸与云台 pitch 和 yaw 转动惯量正相关，转动惯量与云台性能负相关。在机械结构驱动能力相近的条件下，相对预置弹丸的下供弹机器人会出现云台性能上的劣势。
- ②四轮机器人需搭载四块装甲板，防御基本只能依靠底盘陀螺旋转，但需要机器人长时间高强

综合考量，新赛季虽然限制了平衡步兵的上场数目和参数，都是保留了平衡步兵的高性能，本赛季机器人进攻的路线更加多样，战术上将平衡步兵或者是运动灵活的小型步兵推到了必需品的位置上。

研发规划

1. 研发及改进方向

(1) 机械

- 稳定的拨弹机构：弹容量的增加带来了下供的必然，我们准备在上赛季的下供拨弹机构进行迭代，提高其工作寿命
- 精准的发弹：优化发射限位机构，确保弹丸进入摩擦轮的位置大概相同，从而提高精度
- 自适应悬挂：更加灵活的悬挂系统可以有效提高步兵机器人在斜面的作战能力
- 尺寸：24 赛季新增的地形更青睐于小尺寸步兵的作战，需要改进现有的底盘机构，缩小尺寸

(2) 电控

- 稳定的发射：能根据需求改变单发和连发模式，尽量避免卡弹的发生
- UI 设计： 辅助预测界面可视化，使得操作手可快速判断目前机器人状态以及快速瞄准。配合优化后的操作模型，可减小操作手的操作压力。增加步兵超级电容。车身位姿提示
- 超级电容：给步兵配置超级电容，拥有超级电容的步兵才能在低等级的时候进行飞破，提高步兵的威慑力和战斗能力
- 陀螺仪优化：移植新版陀螺仪代码，解决陀螺仪 yaw 数据漂移问题
- 代码规范：整理代码框架，逐渐形成一套结构清晰，高复用性的代码
- 自瞄：能根据视觉传来的坐标信息和弹道解算，对目标进行准确打击。
- 舵轮步兵：完成舵轮步兵的开发，调试

(3) 硬件

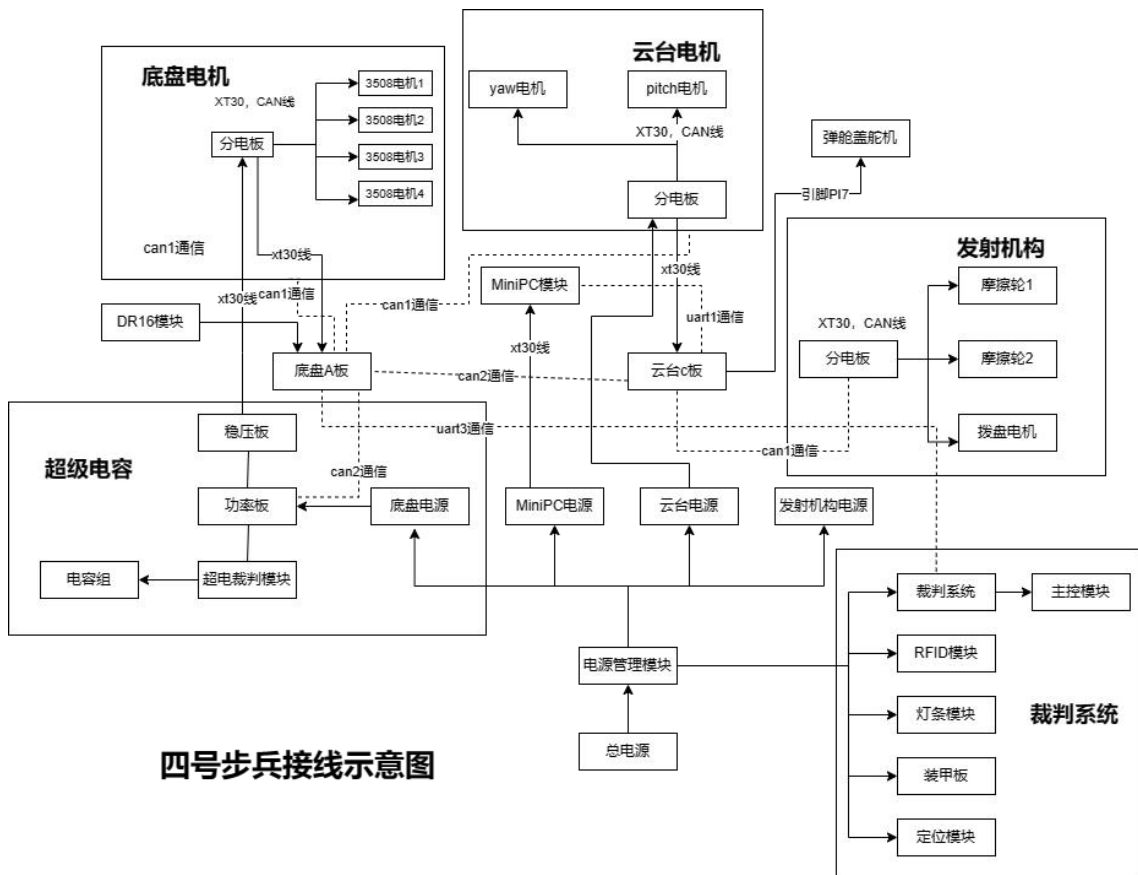
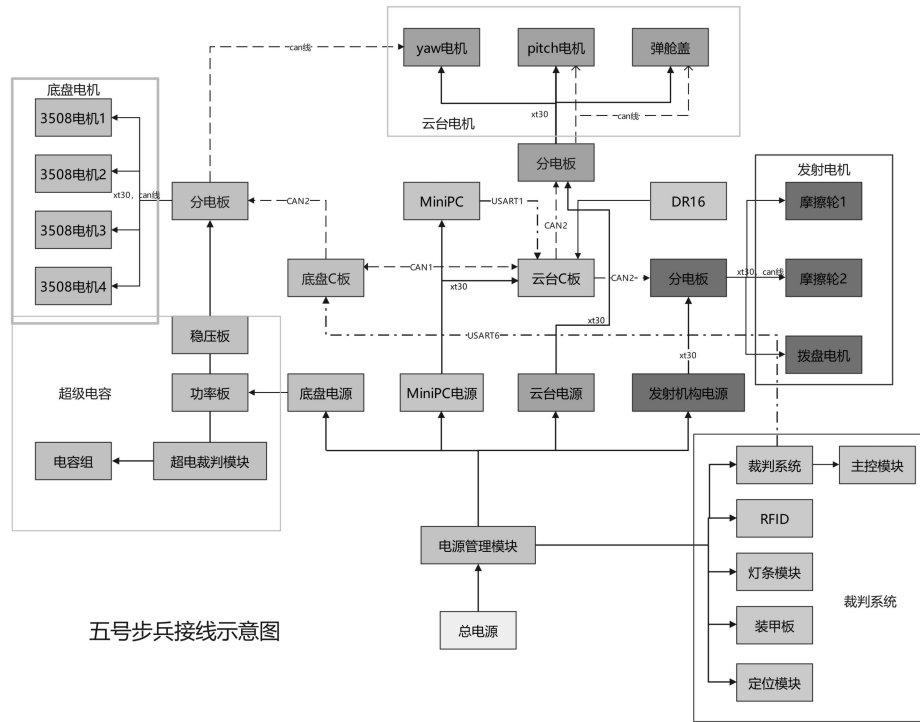
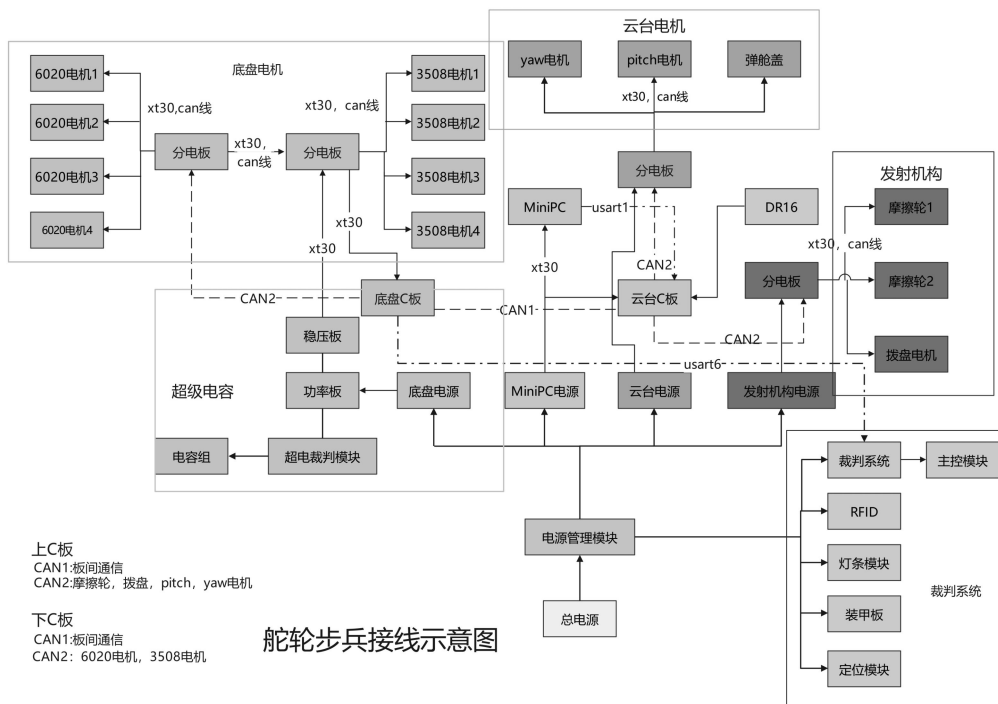


图 2.3.1.3 四号步兵接线示意图



五号步兵接线示意图

图 2.3.1.4 五号步兵接线示意图



舵轮步兵接线示意图

图 2.3.1.5 舵轮步兵接线示意图

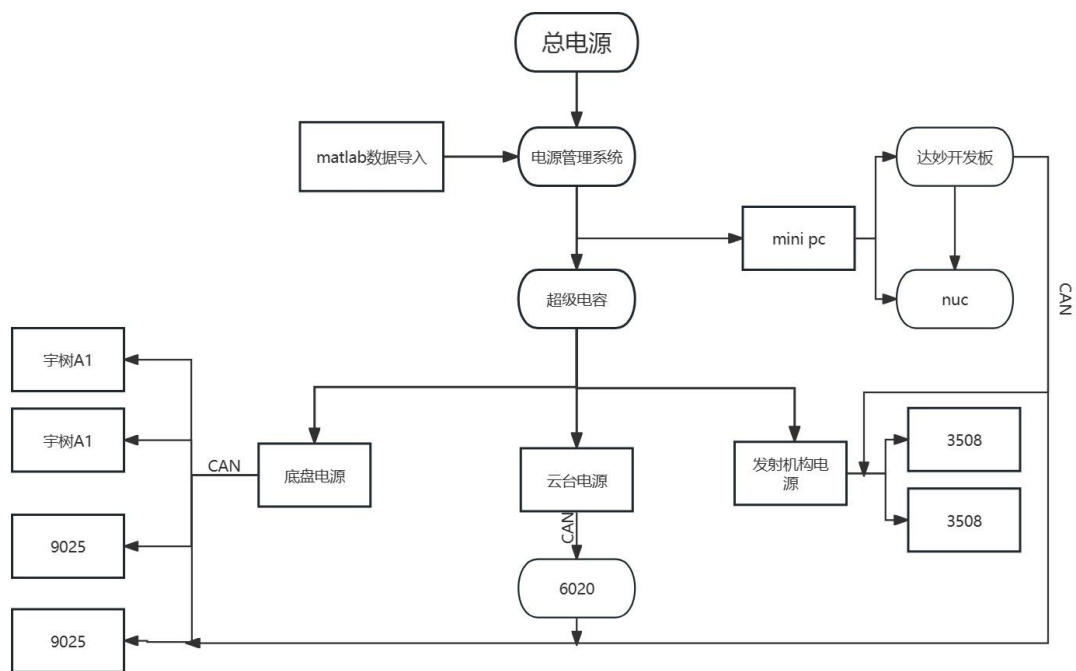


图 2.3.1.6 轮腿步兵接线示意图

2. 人员安排

测试项目	测试内容	人员安排	技能需求	耗 时 (包含 改进优 化时 间)	资金 (不含已 有物资)
Fusion360 仿真	计算重心, 估 计尺寸, 重量 重新计算	机械 1 人	Fusion360 的熟练使用, 机器人各部件材料的 了解	3 天	0
Adams 仿 真	模拟机械运 动, 进行运动 检查以及云台 俯仰角确定	机械 1 人	Adams 的熟练使用以及 了解云台的结构设计	5 天	0
0.2m 自由	机器人自身稳	机械 2 人	无	忽略不	0

落体测试	定性以及结构强度测试			计	
起伏路面减震测试	在搭建的起伏路段进行小陀螺，以操作手视角观察云台的稳定性	每台步兵各操作手1人	熟练步兵机器人的操作手视角	一周	300 元用于不同劲度系数的弹簧购买，1200 元用于备用的避震器更换。
飞坡测试	测试机器人飞坡性能	机械 1 人，电控 1 人	熟悉步兵机器人的结构，具有维修能力。 学习底盘代码，了解如何云台 A 板及底盘 C 板通信，学习麦轮解算。	一周	600 元用于飞坡场地搭建
超级电容测试	测试新开发的超级电容上车的实际效果以及微调。	电控 1 人、硬件 1 人	了解超级电容控制板的布置以及控制逻辑	一周	0
发射机构测试	测试不同限位机构下发射 17mm 小弹丸的击打准度	机械 1 人，电控 1 人	了解云台机械结构 了解云台控制代码	2 月	200 元用于发射机构框架搭建
底盘功率控制测试	底盘运动、爬坡、碰撞、转向时功率保持高且不超过限制	电控 1 人	了解底盘代码的编写， 了解几种底盘控制模式。	2 周	0

自瞄测试	模拟赛场灯光的条件下测试对移动的步兵打击	电控 1 人， 视觉 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。了解上下位机通信，了解自瞄、预测、防干扰算法的内容及调整。	3 周	0
打符测试	模拟赛场灯光的条件下测试击打大符的命中率以及算法验证	电控 1 人， 视觉 1 人， 机械 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。了解上下位机通信，了解自瞄、预测、防干扰算法的内容及调整。	3 周	1000 元用于搭建打符
回归性测试	用于比赛前一个月三组联合调试以保证机器人上场处于最佳状态	机械 1 人， 电控 1 人， 视觉 1 人， 操作手 1 人	熟悉步兵机械结构并具有基本的维修能力。 嵌入式代码的编写及参数整定，算法的优化以及调整。	4 周	0

3. 需求总结

机构	物资需求	人力需求	技能需求	耗时	资金（不含已有物资）
云台及发射	3508 动力系统 *2、 2006 动力系统 *1 C 板、 铝型材、 miniPC、 相机、 标准件、	机械 2 人，电 控 1 人	设计能力、 读图装配、 电路布置、 嵌入式代码编写 及参数整定	6 周	3000 元

	小弹丸				
底盘	3508 动力系统 *4、 电池、 裁判系统、 超级电容、 标准件、 机加件	机械 2 人，电 控 1 人	设计能力、 读图装配、 电路布置、 嵌入式代码编写 及参数整定	6 周	5000 元
自瞄及能量 机关激活	完整机器人、 能量机关场地	视觉 2 人，电 控 1 人	嵌入式代码编写 及参数整定 视觉代码编写及 参数整定	贯穿整 个赛季	/

2.3.2 英雄机器人

项目分析

(1) 相关规则改动

与上个赛季相比，英雄从大体上继承了阵容中对建筑物输出的推塔角色，每发 42mm 弹丸可以对基地、前哨战装甲造成 200 点伤害，对基地和前哨战三角装甲模块造成 300 点伤害。从比赛进程来看，前期英雄需要在飞镖及其他地面单位的帮助下取得前哨站的血量优势，在摧毁前哨站后则需要伺机对基地造成打击。较为安全的输出方式依然是在 R3 梯形高地狙击点进行吊射，可获得 250% 的攻击增益以及单发 10 枚金币的经济增益，但这对于英雄的远距离输出 (>20m) 精准度提出了较高的要求，在发射散布较大的情况下收益不高。因此英雄仍应当具有较高的机动性，便于与地面单位配合向前推进，近距离打击地方基地（如敌方 R2 环高附近），提高容错率。

比较 23 与 24 赛季规则，主要有场地以及性能体系两个方面的变化：

变化类型	变化点	变化内容	变化影响
场地变化	吊射点 R3 梯	进入吊射区	对机器人上坡要求提高，但同时路

	形高地	域 12° 坡变为 20° 坡	线更为直接，便于在吊射输出受到敌方干扰威胁时快速撤离
	公路区（飞坡）	总体长度增加	便于更好的蓄力冲刺，吃到飞坡增益后来对方环高附近可以获得枪口冷却增益，便于英雄在能量机关激活后飞坡发动集火总攻收割基地血量
	R2 梯形高地桥洞以及荒地地区	增加了步兵通过的通道，缩减了荒地地区面积	压缩了中央荒地区面积，同时桥洞增加了英雄在敌方 R2 梯形高地背后以及高地上输出击打基地的风险，英雄更容易收到敌方地面单位的威胁
性能体系变化	不再设置弹速优先类型	发弹速度提高到上赛季的上限值 16m/s	上限弹速统一提高到上赛季的最大值，对远距离吊射利好
	性能伴随等级机制变化	等级由 3 级变为 10 级，性能上限值提升更为平滑	对机器人来说可以更加依赖于前期成长发挥的积累作用，削弱了不同等级的强度差异

(2) 需求分析

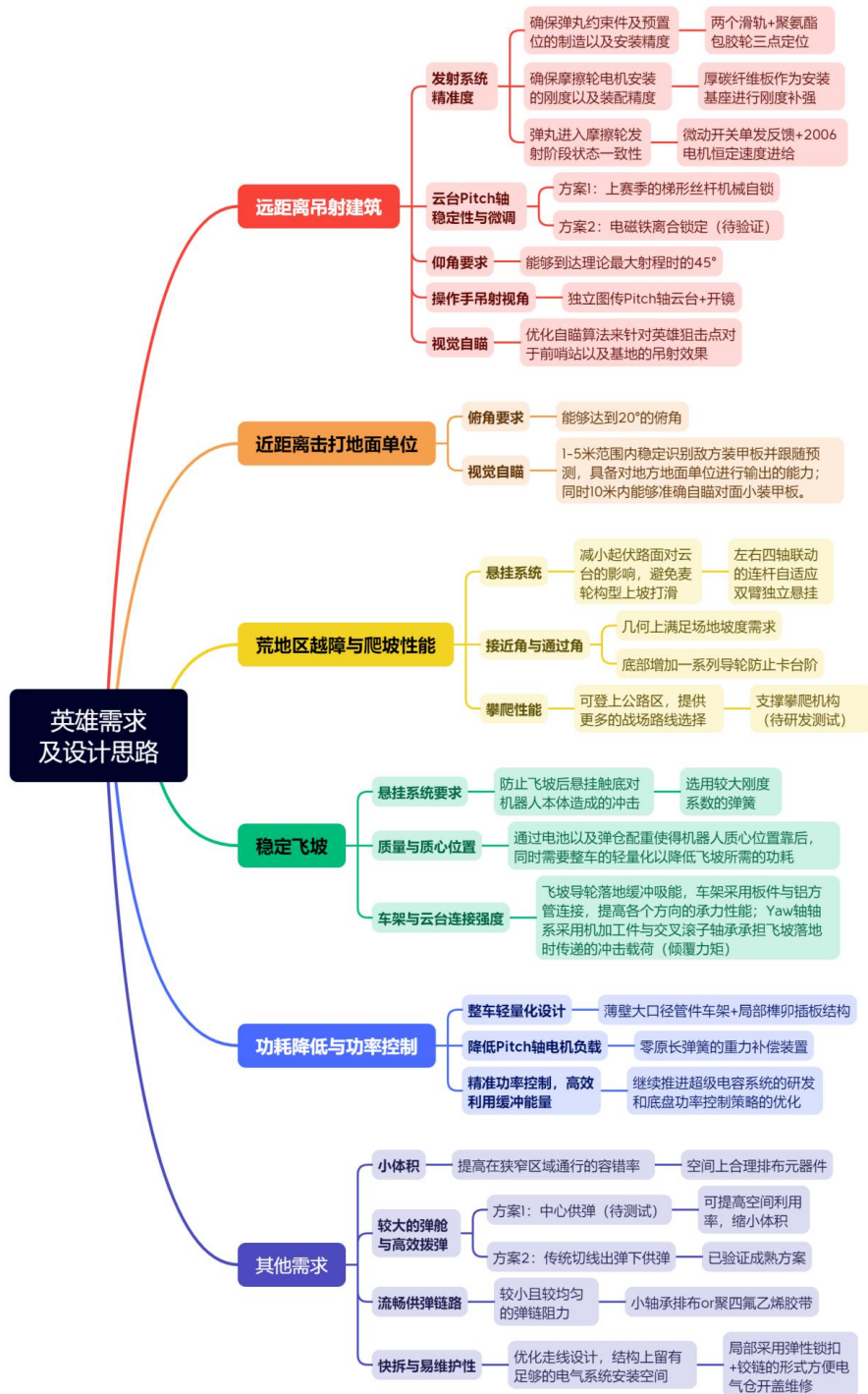


图 2.3.2.1 英雄需求及设计思路图

(3) 总结

由于我队上赛季英雄机器人使用丝杆驱动 Pitch 轴，机械自锁的结构使得发射弹丸对于云台的影响极小，在对摩擦轮发射前端的预置位、安装精度以及结构刚度进行优化之后，可

以达到较高的命中率。但是缺点也较为明显，即该结构无法重复承受飞坡冲击，且整体尺寸较大，同时不具备自适应悬挂，对于新赛季场地的机动性要求较为吃力。因此将该机器人作为备用的前提下，本赛季英雄机器人的开发将主要集中于底盘自适应悬挂、新的发射预置位测试以及中心供弹的测试等方面，与此同时将会考虑使用用于吊射的独立图传小云台以及 Pitch 轴重力补偿的使用。吊射电磁铁自锁、攀爬上台阶等尚未成熟构想也将作为技术储备项进行测试验证。在时间与人力充分的情况下，也将开启弹射与气动发射的研究，进一步扩展发射的可能性，作为对下个赛季的技术积累。

研发规划

1. 研发及改进方向

(1) 机械

● 底盘

增加自适应悬挂，优化上坡性能

简化底盘设计，减小尺寸，保留模块化装配，提高维护性

● 云台

增加独立图传小云台+开镜自瞄便于操作手进行吊射瞄准

增加 pitch 轴重力补偿，减轻 pitch 轴电机负载

● 发射

改良已有三点接触枪管，约束段第三点采取柔性拨轮主动拨弹单发限位，提高弹丸进入摩擦轮的一致性。

考虑在摩擦轮上增加质量块或采取钢制摩擦轮轮毂，提高惯量，减少摩擦轮波动掉速。

(2) 电控

● 线材模组化

滑环到云台和底盘采用多 pin 插接头连接分电板，再由分电板分出线束进行进一步连接，提高滑环可重复利用性，减少焊接点疲劳损坏频率。

● UI 设计

辅助预测界面可视化，使得操作手可快速判断目前机器人状态以及快速瞄准。配合优化后的操作模型，可减小操作手的操作压力。

(3) 视觉

- 自瞄
- 定位狙击

通过双目识别场地标识定位自身姿态，雷达捕获英雄位置，对基地绿点做识别后，结合雷达反馈调整进行辅助吊射。

2. 场地需求

场地	用途
30°坡道、35.5°坡道、起伏路面	测试英雄在各个地形的运动和越障能力
17°坡道	测试英雄机器人飞坡
前哨站	模拟吊射对方前哨站
基地	模拟远程狙击对方基地
环形高地围栏空缺处台阶	模拟快速下环形高地

3. 测试项目的人员安排及周期

测试项目	测试内容	人员安排	技能需求	耗时	资金
Fusion360 仿真	计算重心, 估计尺寸, 重量重新计算	机械 1 人	Fusion360 的熟练使用, 机器人各部件材料的了解	3 天	0
Adams 仿真	模拟机械运动,	机械 1 人	Adams 的熟练使用以及了	5	0

	进行运动检查以及云台俯仰角确定		解云台的结构设计	天	
0.2m 自由落体测试	机器人自身稳定性以及结构强度测试	机械 2 人	无	忽略不计	0
起伏路面减震测试	在搭建的起伏路段进行大陀螺，以操作手视角观察云台的稳定性	操作手 1 人	熟练英雄机器人的操作手视角	1 周	300 元用于不同劲度系数的弹簧购买，1200 元用于备用的避震器更换。
飞坡测试	测试机器人飞坡性能，并检测重要机械结构部位的刚度和强度	机械 1 人、 电控 1 人	熟悉英雄机器人的结构，具有维修能力。 学习底盘代码，了解如何云台 A 板及底盘 C 板通信，学习麦轮解算。	1 周	600 元用于飞坡场地搭建
超级电容测试	测试新开发的超级电容上车的实际效果以及微调。	电控 1 人、 硬件 1 人	了解超级电容控制板的布置以及控制逻辑	1 周	0
下台阶测试	测试底盘高度以及 RFID 安装位置是否满足下环形高地的要求	机械 1 人、 电控 1 人	了解底盘机械结构 了解底盘控制代码	2 天	250 元用于简单的台阶搭建。

底盘功率控制测试	底盘运动、爬坡、碰撞、转向时功率保持高且不超过限制	电控 1 人	了解底盘代码的编写，了解几种底盘控制模式。	2 周	0
发射机构测试	验证并确定可行的发射方案，为自瞄、吊射等测试保证机械的可行性	机械 2 人、 电控 1 人	熟悉英雄发射的机械结构和原理以及较好的装配精度 嵌入式代码的编写及参数整定	8 周	300 元用于搭建发射框架。
自瞄测试	模拟赛场灯光的条件下测试对移动的步兵打击	电控 1 人、 视觉 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。了解上下位机通信，了解自瞄、预测、防干扰算法的内容及调整。	3 周	0
吊射前哨站测试	模拟赛场灯光的条件下测试吊射前哨站命中率以及算法验证	电控 1 人、 视觉 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。了解上下位机通信，了解自瞄、预测、防干扰算法的内容及调整。	3 周	1300 元用于深度相机的购买。 500 元用于搭建前哨站。
狙击对面基地测试	测试狙击基地的命中率，调整算法参数	电控 1 人、 视觉 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。了解上下位机通信，了解自瞄、预测、防干扰算法的内容及调整。	4 周	300 元用于搭建基地。 200 元用于各种镜片的购买测试。
回归性测试	用于比赛前一个月三组联合调试以保证机器人上场处于	机械 1 人、 电控 1 人、 视觉 1 人、	熟悉英雄机械结构并具有基本的维修能力。 嵌入式代码的编写及参	4 周	0

	最佳状态	操作手 1 人	数整定, 算法的优化以及调整。		
--	------	---------	-----------------	--	--

2.3.3 工程机器人

项目分析

(1) 相关规则改动

相较于上赛季, 工程机器人在资源岛以及金矿金币有了较为大的改动, 但其核心任务仍然是以获取场地中央大资源岛上的金矿石和小资源岛上的银矿石, 并在兑换站完成兑换, 为全队获得经济支持。

难度等级	兑换银矿石可获得金币数量	兑换金矿石可获得金币数量
一级	75	200
二级	100	225
三级	150	275
四级	225	350
五级	375	500

图 2.3.3.1 不同难度等级的可获得金币数量

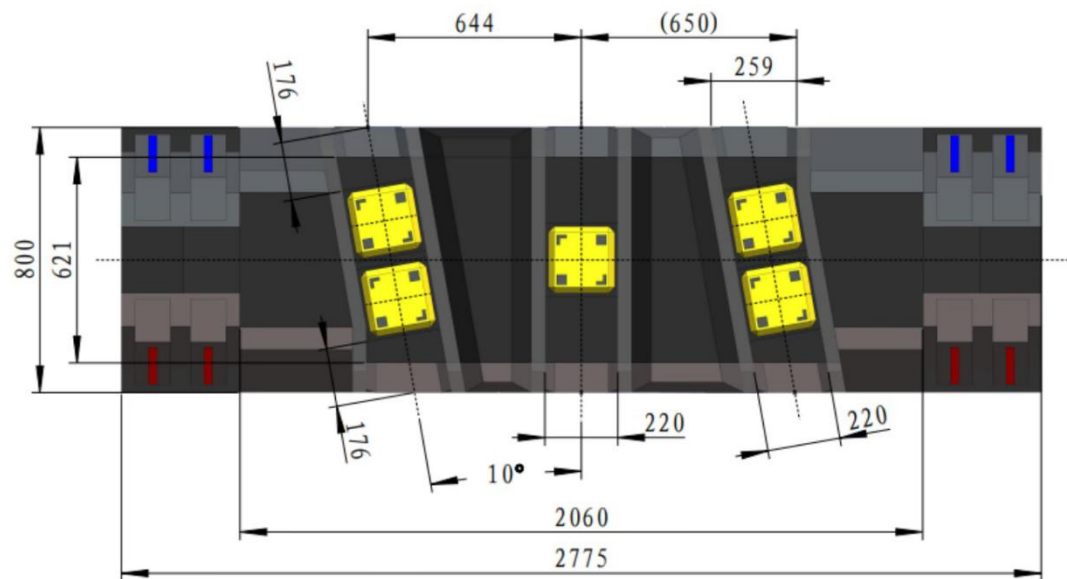


图 2.3.3.2 资源岛

首先最为大的改动就是金矿金币数额以及资源岛的改动，金矿可兑换金币数额相较于上赛季整体增加了 100，这样就意味着放弃金矿只取银矿求稳的方案在这个赛季不太有利，也意味着这个赛季如果想要取得在经济上的优势金矿必不可少，并且在队内战术讨论中也明确对工程有稳定取金银矿以获得经济优势的要求。但同时，金矿资源岛改动，取金矿难度直线上升，所以在本赛季，我队工程将会以更利于取金矿以及兑换的角度去设计机械臂，同时也将会进行大量的取矿测试。

难度等级	2024 x	y	z	θ	Φ	ψ
一级	-200	[-185,185]	720	0	0	0
二级	[-270,0]	[-255,255]	[720,900]	0	0	0
三级	[-270,0]	[-255,255]	[720,900]	0	(0,90)	[-45,45]
四级	[-270,0]	[-255,255]	[720,900]	[-90,90]	(0,90)	[-45,45]
五级	[-270,0]	[-255,255]	[720,900]	[-135,135]	(0,90)	[-45,45]

2023						
难度等级	x	y	z	pitch	roll	yaw
零级	300	0	720	0	0	0
一级	-200	[-185,185]	720	0	0	0
二级	[-270, 0]	[-255, 255]	[720, 900]	0	0	0
三级	[-270, 0]	[-255, 255]	[720, 900]	[-60, 0]	[-45, 45]	0
四级	[-270, 0]	[-255, 255]	[720, 900]	[-60, 0]	[-45, 45]	[-90,90]

图 2.3.3.3 兑矿难度对比

其次较为大的改动就是兑矿方面，兑矿难度相较于上赛季并没有太大改动，只在最高等级难度变得更难了，但对兑矿时间有了要求，兑矿时间过长将会有相应的金币减少，这对兑矿要求更加高了，因此综合考虑性价比以及我队实力，我们队主要目标还是四级矿，五级矿基本放弃。

综合考虑，我们对于本赛季我队工程的定位为：能取金银矿、存矿大于 2、且能稳定兑换四级矿、能取地面矿石、视觉+自定义控制器双方案兑矿。

(2) 预期目标

- 底盘可以稳定上行下行 15°的坡道而不翻车；
- 底盘在取矿机构前伸运动时不会倾倒；

- 可以快速吸取小资源岛的银矿石、稳定吸取大资源岛中金矿石；可以取地面的矿石；
- 可以快速兑换二级难度兑换站、可以实现四级难度的兑换；
- 视觉辅助+自定义遥控器实现高效率兑矿

研发规划

1. 研发及改进方向

(1) 机械

功能	需求	设计思路及方案选择
底盘运动	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能稳定顺利通过起伏路段 2. 以稳定上行下行 15° 的坡道而不翻车 	<p>由于工程机器人在本队战术下对底盘移动要求不高且综合考虑队内资金情况，所以选择麦轮底盘</p>
取矿机构	<ol style="list-style-type: none"> 1. 快速吸取小资源岛的银矿石 2. 稳定吸取大资源岛中金矿石 3. 可以取地面的矿石 	
兑矿机构	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以快速兑换二级难度兑换站 2. 可以实现四级难度的兑换 3. 视觉识别兑换框姿态以调整矿石，实现半自动化操作 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采取机械臂作为取矿兑矿机构 2. 视觉辅助兑矿结合自定义遥控器，实现半自动化兑矿，提高兑矿效率

(2) 电控

相比于上赛季，电机数目基本不变。为了避免工程死亡之后机械臂部分掉落产生的机械结构损坏，2024 赛季机械臂采用了达妙电机，能够在断电之后保持位置记忆性。同时，位置记忆特性便于下位机配合上位机（采用 UART 通信），对机械臂做出精准的位置控制，提高取矿和兑矿的成功率，以便在规定时间内完成兑矿操作。2024 赛季，工程还增添了自定义控制器的部分，将自定义控制器的姿态通过图传链路轴对轴的映射到机械臂上，完成取矿、兑矿的操作。但达妙电机控制会占用大量的 CAN 资源，需要占用两块 C 型开发板与一块达妙开发板。

图 2.3.3.4 工程控制流程图

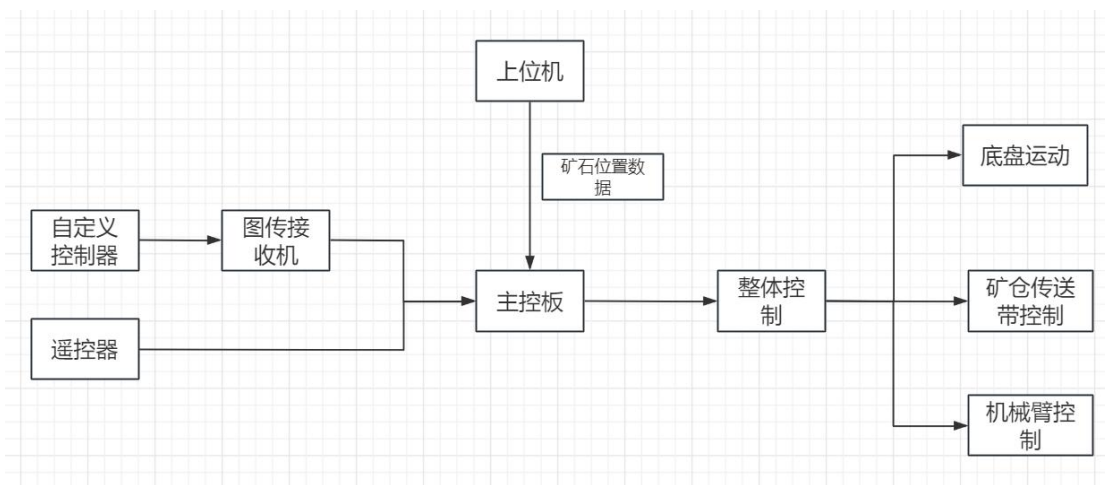
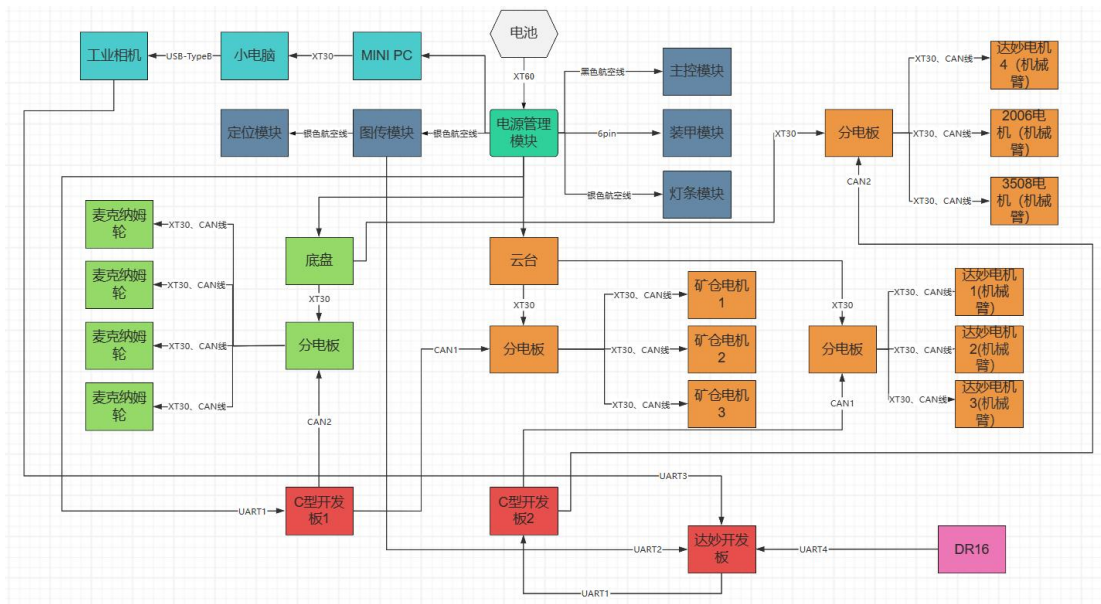


图 2.3.3.5 工程硬件接线图

2. 场地需求

场地	用途
兑换站	用于视觉电控组测试及调试视觉辅助及自定义遥控器兑矿，以及操作手练习手动兑矿
资源岛（金、银）	用于电控组调试半自动化取矿及 UI 界面辅助快速取矿，以及便于操作手练习取矿
起伏路段	用于测试底盘运动及末端抓取矿石时是否会收到起伏路段影响而失去重心倾倒

3. 测试人员安排及周期

测试项目	测试内容	人员安排	技能需求	耗时
正空泵方案稳定性测试	1. 吸盘、连接头以及气管稳定性测试 2. 不同吸盘选型对吸矿兑矿时刚度的影响 3. 在机械臂正常运转时是否会出现气管弯折情况，以及弯折是否会影响取矿兑矿，以及影响程度、解决方案	机械 2 人 电控 1 人	只要在机械臂正常运动空间范围内，都可以正常进行取矿兑矿	1 个月（此项测试会与自定义控制器与机械臂联调、视觉矿石位姿检测测试、取矿兑矿流程测试同时测试以节省测试时间）
自定义控制器与机械臂联调	1. 自定义控制器与机械臂联调，尽可能减小偏差以及故	机械 1 人 电控 3 人	1. 结合视觉辅助兑矿，尽可能通过自定义遥控器	20 天

	障情况		减少兑矿时间及难度 2. 尽可能降低取金矿难度以及时间，提高成功率	
视觉兑换框位姿检测测试	<ol style="list-style-type: none"> 视觉兑换框位姿检测 通过视觉检测的位姿调整矿石位姿 以上两点的实现程度以及完成概率，并对不能完成或完成度不高的情况如何微调 	机械 1 人 电控 3 人 视觉 1 人	结合自定义遥控器，尽可能通过视觉辅助兑矿减少兑矿时间及难度	20 天
底盘测试	<ol style="list-style-type: none"> 测试机器人在机械臂伸出时，整车重心情况，是否会翻车 起伏路段通过情况 不同坡度通过情况，是否能上，是否会翻车 	机械 2 人 电控 1 人	<ol style="list-style-type: none"> 测试迭代尽可能减小由于机械臂伸出造成的重心大幅度偏移，至少到不会翻车程度 能顺利通过起伏路段 测试出能稳定通过的坡度，有翻车风险的坡度 	30 天（此项测试会与自定义控制器与机械臂联调、视觉矿石位姿检测测试、取矿兑矿流程测试同时测试以节省测试时间）

			以及完全不能通过的坡度	
取矿兑矿流程测试	<p>1. 取矿兑矿整流程测试，模拟对抗赛场上情景，全流程测试并发现问题解决</p> <p>2. 与其他兵种配合测试</p>	<p>机械 1 人</p> <p>电控 3 人</p> <p>视觉 1 人</p>	<p>1. 清楚明白取金矿、银矿、以及兑换不同难度矿所需时间以及完成情况以及完成概率</p> <p>2. 能在场上配合团队做出能使团队利益最大化的决策</p>	20 天

4. 详细人员分配

组别	姓名	工作内容
机械	傅佳键	机械结构设计，零件购买及机器人装配，以及后续迭代；配合硬件组走线布局；配合工程机器人机械结构设计,购买零件并进行车体装配;配合硬件组安排走线布局;配合电控组进行测试调车，并对测试过程中损坏的部分进行维护，分析问题提出解决方案进行迭代。
	全锐	
	陈飞扬	
	潘昶宇	
电控	何浩	控制代码编写，烧录维护改进优化及整车调试，编写工程机器人
	傅佳键	

	周飞翔	键位和自动流程。
视觉	刘昕瑶	识别兑换站位置姿态，实现自动对位、姿态调整
硬件	刘又铨	电路板设计，印制原件采购及焊接，线路维护

2.3.4 哨兵机器人

项目分析

(1) 整体规则详谈

哨兵机器人，即 7 号机器人，为比赛中唯一一个全自动机器人，且最多配备一个用于调试的遥控器，比赛开始后，其遥控器也需要放置于战场入口指定区域。哨兵机器人在可以配备最多两个固有 17mm 发射机构的同时，其也必须配备两个测速模块，其发弹量也由两个发射机构共同计算。

在机甲大师高校联盟赛中，哨兵机器人在开始前需要放置在哨兵启动区，并且仅哨兵机器人并没有复活机制，相应的，哨兵机器人在占领己方补给区后可以为己方机器人提供更多中心增益能量和回血。

哨兵机器人对于己方基地有着重要作用，哨兵机器人的损失会伴随着无敌状态和虚拟护盾的失效。同时，始终被视为十级的哨兵机器人可以造成更大的伤害，在场地上也就有着更大的发挥空间。

在比赛胜负判别时，哨兵机器人的血量也有被作为参考，所以哨兵机器人在比赛的全流程中都有着重要的战略性作用和决胜性作用。

在机甲大师超级对抗赛中，哨兵机器人的职责为以全自动运行的方式守护己方基地。与其余兵种机器人相同，哨兵机器人可占领高地增益点、飞坡增益点、己方前哨站增益点和己方能量机关激活点，意味着哨兵机器人也可以更加积极地在场地内自由移动去争取更大的收益。相较于其他兵种机器人不同的是，哨兵机器人可以占领的增益点会多出哨兵巡逻区，其检测是否位于巡逻区的方式是通过场地交互模块定位模块的坐标，哨兵巡逻区的设置对哨兵机器人的雷达通信和导航控制能力有着更高的要求，同时自动控制能力越好的哨兵机器人在

比赛场地能为己方带来的收益也越多。

区别于机甲大师高校联盟赛，在机甲大师超级对抗赛中，哨兵机器人至多可以复活四次，且每次复活后血量将立即恢复至上限血量。在能量机关激活点，若仅被哨兵机器人占领，则经验平分给己方存活的英雄、步兵机器人，所以能量机关的激活对于哨兵机器人本身没有太大的作用，但是对于己方其余机器人有着供给能量值的用途。

在比赛机制中，性能卓越的哨兵机器人有着更大能力的发挥空间。在不需要在补血点兑换或远程兑换允许发弹量的情况下，哨兵机器人有着 400 发弹丸的初始允许发弹量，在比赛过程中哨兵机器人也可以通过裁判系统串口自行兑换允许发弹量。在前哨站被击毁前，哨兵机器人与基地均处于无敌状态，可以有更大的机会积极地攻打对方前哨站。在前哨站被击毁后，哨兵机器人也会有着 600 点的额外血量，并且不受血量上限的限制。

在超级对抗赛中，虽然哨兵机器人无法获得经验，也无法升级，但是哨兵机器人始终被视为十级，在比赛开始阶段就会有着更好的灵活性能和进攻性能。

在超级对抗赛中，哨兵机器人可以接受雷达的数据。哨兵机器人可以接受雷达监测到的敌方机器人的坐标位置。便于哨兵机器人进行防守以及进攻。同时雷达也能接受到哨兵机器人的数据，即哨兵可以辅助雷达获取更多的战场信息。

这一赛季，云台手可以通过裁判系统花费 50 金币向哨兵发送相关指令来干预哨兵的行动。这意味着哨兵可以拥有更加灵活的战术，可以通过此种方式来协同步兵进攻或是掩护英雄等等。

同样的，在超级对抗赛中，哨兵机器人的血量会被作为比赛判别胜负的参考，故在整场比赛中，哨兵机器人的战略性与决定性作用不可忽视。

(2) 相关规则改动

1) 重要概念变动

● 底盘功率

2023 赛季	<p>底盘功率</p>	<p>支持机器人产生水平方向运动的动力系统的功率，不包含完成特殊任务时使用的动力系统的功率（例如活动上层机械结构等功能性动作所消耗的功率）。</p>
---------	--------------------	--

2024 赛季	底盘功率	机器人产生水平方向上平移、旋转运动的动力系统的功率，详见《RoboMaster 2024 机甲大师高校系列赛机器人制作规范手册》中“裁判系统安装规范”章节中底盘功率的定义。
	包含了旋转运动时使用的动力系统功率	

● 发射机构

2023 赛季	固有发射机构	机器人固有的发射机构。
	机动发射机构	机器人可选择安装的发射机构。
2024 赛季	发射机构	能够让弹丸以固定路径和一定初速度离开机器人的机构。
不再区分固有发射机构与机动发射机构		

● 经验值

2023 赛季	经验值	机器人升级所需积累的数值，可通过自然增长、击毁或者助攻等方式获得。
2024 赛季	经验值	机器人升级所需积累的数值，可通过击毁、助攻等方式获得。
取消了自然增长		

● 无敌

2023 赛季	无敌	机器人获得 100%防御增益的状态。
2024 赛季	无敌	机器人获得 100%防御增益的状态，此防御增益不受任何其他机制影响。

● 存活

2023 赛季	存活	机器人血量不为零的状态。
---------	-----------	--------------

2024 赛季	存活	机器人裁判系统主控模块正常连入裁判系统服务器且血量不为零的状态。
---------	----	----------------------------------

● 胜负判定

2023 赛季	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="418 470 609 672">伤害血量</td> <td data-bbox="616 470 1270 672"> 一方机器人通过发射弹丸或者飞镖使对方机器人或场地道具产生的血量扣除。 以下情况例外： <ul style="list-style-type: none"> ● 一方机器人因违规判罚导致的扣血计入对方伤害血量。 ● 一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的扣血不计入对方伤害血量。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 680 609 714">基地净胜血量</td> <td data-bbox="616 680 1270 714">每局比赛结束，己方基地剩余血量减去对方基地剩余血量。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 723 609 757">前哨站净胜血量</td> <td data-bbox="616 723 1270 757">每局比赛结束，己方前哨站剩余血量减去对方前哨站剩余血量。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 766 609 799">哨兵机器人净胜血量</td> <td data-bbox="616 766 1270 799">每局比赛结束，己方哨兵剩余血量减去对方哨兵剩余血量。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 808 609 842">总剩余血量</td> <td data-bbox="616 808 1270 842">每局比赛结束，己方所有存活机器人剩余血量的总值。</td> </tr> </table>	伤害血量	一方机器人通过发射弹丸或者飞镖使对方机器人或场地道具产生的血量扣除。 以下情况例外： <ul style="list-style-type: none"> ● 一方机器人因违规判罚导致的扣血计入对方伤害血量。 ● 一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的扣血不计入对方伤害血量。 	基地净胜血量	每局比赛结束，己方基地剩余血量减去对方基地剩余血量。	前哨站净胜血量	每局比赛结束，己方前哨站剩余血量减去对方前哨站剩余血量。	哨兵机器人净胜血量	每局比赛结束，己方哨兵剩余血量减去对方哨兵剩余血量。	总剩余血量	每局比赛结束，己方所有存活机器人剩余血量的总值。		
伤害血量	一方机器人通过发射弹丸或者飞镖使对方机器人或场地道具产生的血量扣除。 以下情况例外： <ul style="list-style-type: none"> ● 一方机器人因违规判罚导致的扣血计入对方伤害血量。 ● 一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的扣血不计入对方伤害血量。 												
基地净胜血量	每局比赛结束，己方基地剩余血量减去对方基地剩余血量。												
前哨站净胜血量	每局比赛结束，己方前哨站剩余血量减去对方前哨站剩余血量。												
哨兵机器人净胜血量	每局比赛结束，己方哨兵剩余血量减去对方哨兵剩余血量。												
总剩余血量	每局比赛结束，己方所有存活机器人剩余血量的总值。												
2024 赛季	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="405 999 609 1223">攻击伤害</td> <td data-bbox="616 999 1385 1223"> 一方机器人通过发射弹丸或者飞镖使对方机器人或场地道具产生的血量扣除。 以下情况例外： <ul style="list-style-type: none"> ● 一方机器人、基地、前哨站因违规判罚导致的扣血计入对方攻击伤害。 ● 一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的扣血不计入对方攻击伤害。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="405 1232 609 1319">非攻击伤害</td> <td data-bbox="616 1232 1385 1319">一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的水量扣除。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="405 1328 609 1361">基地净胜血量</td> <td data-bbox="616 1328 1385 1361">每局比赛结束，己方基地剩余血量减去对方基地剩余血量。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="405 1370 609 1413">前哨站净胜血量</td> <td data-bbox="616 1370 1385 1413">每局比赛结束，己方前哨站剩余血量减去对方前哨站剩余血量。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="405 1444 609 1487">哨兵机器人净胜血量</td> <td data-bbox="616 1444 1385 1487">每局比赛结束，己方哨兵剩余血量减去对方哨兵剩余血量。</td> </tr> <tr> <td data-bbox="405 1496 609 1538">总剩余血量</td> <td data-bbox="616 1496 1385 1538">每局比赛结束，己方所有存活机器人剩余血量的总值。</td> </tr> </table> <p data-bbox="360 1585 1228 1624">新增基地、前哨站因违规判罚导致的扣除血计入对方攻击伤害</p>	攻击伤害	一方机器人通过发射弹丸或者飞镖使对方机器人或场地道具产生的血量扣除。 以下情况例外： <ul style="list-style-type: none"> ● 一方机器人、基地、前哨站因违规判罚导致的扣血计入对方攻击伤害。 ● 一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的扣血不计入对方攻击伤害。 	非攻击伤害	一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的水量扣除。	基地净胜血量	每局比赛结束，己方基地剩余血量减去对方基地剩余血量。	前哨站净胜血量	每局比赛结束，己方前哨站剩余血量减去对方前哨站剩余血量。	哨兵机器人净胜血量	每局比赛结束，己方哨兵剩余血量减去对方哨兵剩余血量。	总剩余血量	每局比赛结束，己方所有存活机器人剩余血量的总值。
攻击伤害	一方机器人通过发射弹丸或者飞镖使对方机器人或场地道具产生的血量扣除。 以下情况例外： <ul style="list-style-type: none"> ● 一方机器人、基地、前哨站因违规判罚导致的扣血计入对方攻击伤害。 ● 一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的扣血不计入对方攻击伤害。 												
非攻击伤害	一方机器人因射击初速度超限、枪口热量超限、底盘功率超限、装甲模块受撞击、裁判系统模块离线、异常离线等导致的水量扣除。												
基地净胜血量	每局比赛结束，己方基地剩余血量减去对方基地剩余血量。												
前哨站净胜血量	每局比赛结束，己方前哨站剩余血量减去对方前哨站剩余血量。												
哨兵机器人净胜血量	每局比赛结束，己方哨兵剩余血量减去对方哨兵剩余血量。												
总剩余血量	每局比赛结束，己方所有存活机器人剩余血量的总值。												

2) 哨兵机器人数值变动

● 初始血量/上限血量

2023 赛季	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="360 1906 593 1948">初始血量/上限血量</td> <td data-bbox="600 1906 1251 1948">1000</td> </tr> </table>	初始血量/上限血量	1000
初始血量/上限血量	1000		

2024 赛季	初始血量/上限血量	400
---------	-----------	-----

- 经验值

2023 赛季	经验价值	75
2024 赛季	经验价值	500

- 底盘功率上限

2023 赛季	底盘功率上限 (W)	150 注：若哨兵机器人的底盘功率超限，其不会被扣除血量，但是底盘将断电
2024 赛季	底盘功率上限 (W)	100 注：若哨兵机器人的底盘功率超限，其不会被扣除血量，但是底盘将断电 底盘功率上限降为 100

- 枪口热量上限

2023 赛季	枪口热量上限	240
2024 赛季	枪口热量上限	400

- 发射机构

2023 赛季	发射机构	固有 17mm 发射机构：2 个
2024 赛季	发射机构	2 个 17mm 发射机构

● 可占领增益点

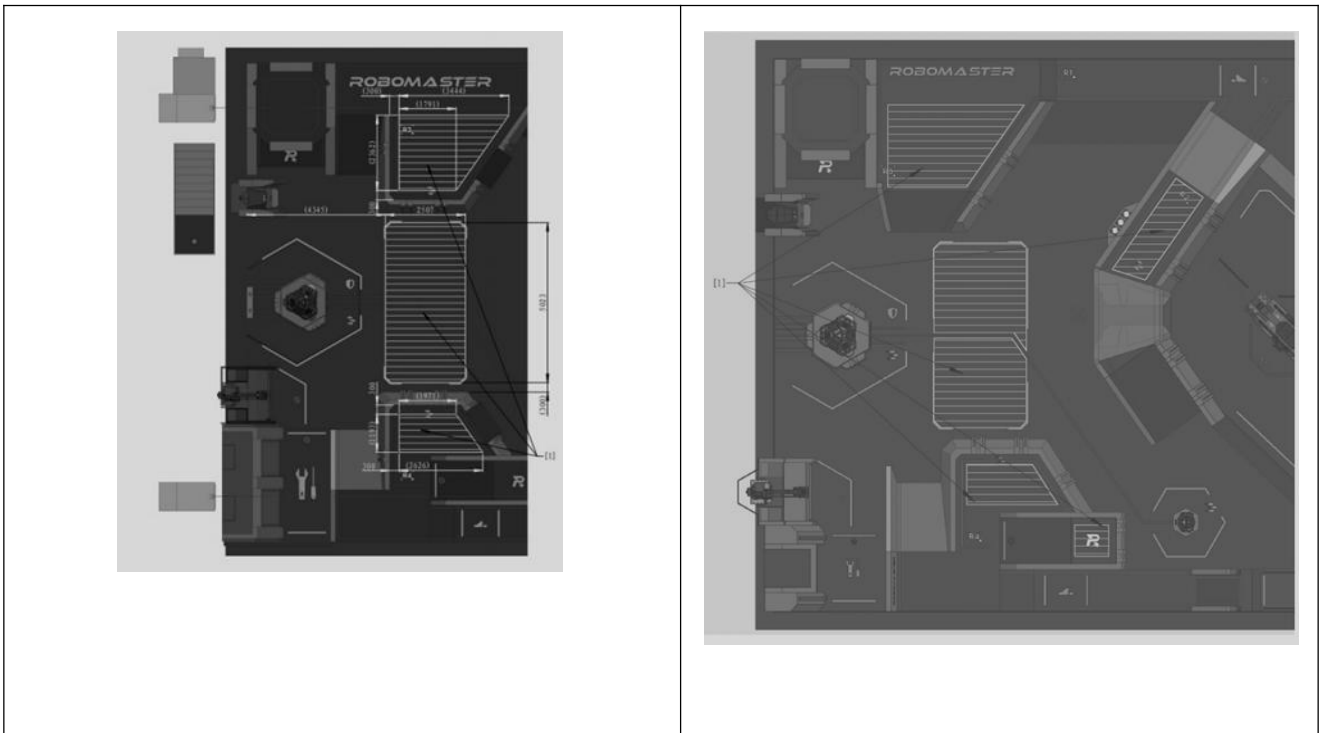
<p>2023 赛季</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="416 293 635 517"> <p>可占领的增益点</p> </td> <td data-bbox="635 293 1318 517"> <ul style="list-style-type: none"> ● 哨兵巡逻区增益点 ● 高地增益点 ● 能量机关增益点 ● 前哨站增益点 ● 飞坡增益点 </td> </tr> </table>	<p>可占领的增益点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 哨兵巡逻区增益点 ● 高地增益点 ● 能量机关增益点 ● 前哨站增益点 ● 飞坡增益点
<p>可占领的增益点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 哨兵巡逻区增益点 ● 高地增益点 ● 能量机关增益点 ● 前哨站增益点 ● 飞坡增益点 		
<p>2024 赛季</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="379 640 635 949"> <p>可占领的增益点</p> </td> <td data-bbox="635 640 1406 949"> <ul style="list-style-type: none"> ● 补血点 ● 哨兵巡逻区 ● 高地增益点 ● 能量机关激活点 ● 前哨站增益点 ● 飞坡增益点 </td> </tr> </table> <p>新增补血点</p>	<p>可占领的增益点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 补血点 ● 哨兵巡逻区 ● 高地增益点 ● 能量机关激活点 ● 前哨站增益点 ● 飞坡增益点
<p>可占领的增益点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 补血点 ● 哨兵巡逻区 ● 高地增益点 ● 能量机关激活点 ● 前哨站增益点 ● 飞坡增益点 		

● 复活方式

<p>2023 赛季</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="363 1223 587 1276"> <p>复活方式</p> </td> <td data-bbox="587 1223 1254 1276"> <p>不可复活</p> </td> </tr> </table>	<p>复活方式</p>	<p>不可复活</p>
<p>复活方式</p>	<p>不可复活</p>		
<p>2024 赛季</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="363 1346 612 1453"> <p>复活方式</p> </td> <td data-bbox="612 1346 1374 1453"> <ul style="list-style-type: none"> ● 读条复活 ● 兑换立即复活 </td> </tr> </table>	<p>复活方式</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 读条复活 ● 兑换立即复活
<p>复活方式</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 读条复活 ● 兑换立即复活 		

3) 哨兵巡逻区变动

<p>2023 赛季</p>	<p>2024 赛季</p>
----------------	----------------



4) 比赛机制变动

- 扣血机制

2023 赛季					2024 赛季				
扣血原因	英雄机器人	工程机器人	步兵机器人	哨兵机器人	扣血原因	英雄机器人	工程机器人	步兵机器人	哨兵机器人
枪口热量超限	✓	-	✓	✓	射击初速度超限	✓	-	✓	✓
射击初速度超限	✓	-	✓	✓	枪口热量超限	✓	-	✓	✓
底盘功率超限	✓	-	✓	-	底盘功率超限	✓	-	✓	✓
装甲模块被弹丸攻击	✓	✓	✓	✓	装甲模块被弹丸攻击	✓	✓	✓	✓
装甲模块受到撞击	✓	✓	✓	✓	装甲模块受到撞击	✓	✓	✓	✓
裁判系统重要模块离线	✓	✓	✓	✓	裁判系统重要模块离线	✓	✓	✓	✓
黄牌、红牌警告	✓	✓	✓	-	机器人异常离线	✓	✓	✓	✓
					黄牌警告	✓	✓	✓	✓
					红牌警告	✓	✓	✓	✓

- 底盘功率超限

2023 赛季	缓冲能量耗尽后, 若步兵机器人或英雄机器人底盘功率超限, 每个检测周期的扣除血量 = 上限血量 * N% * 0.1。
---------	---

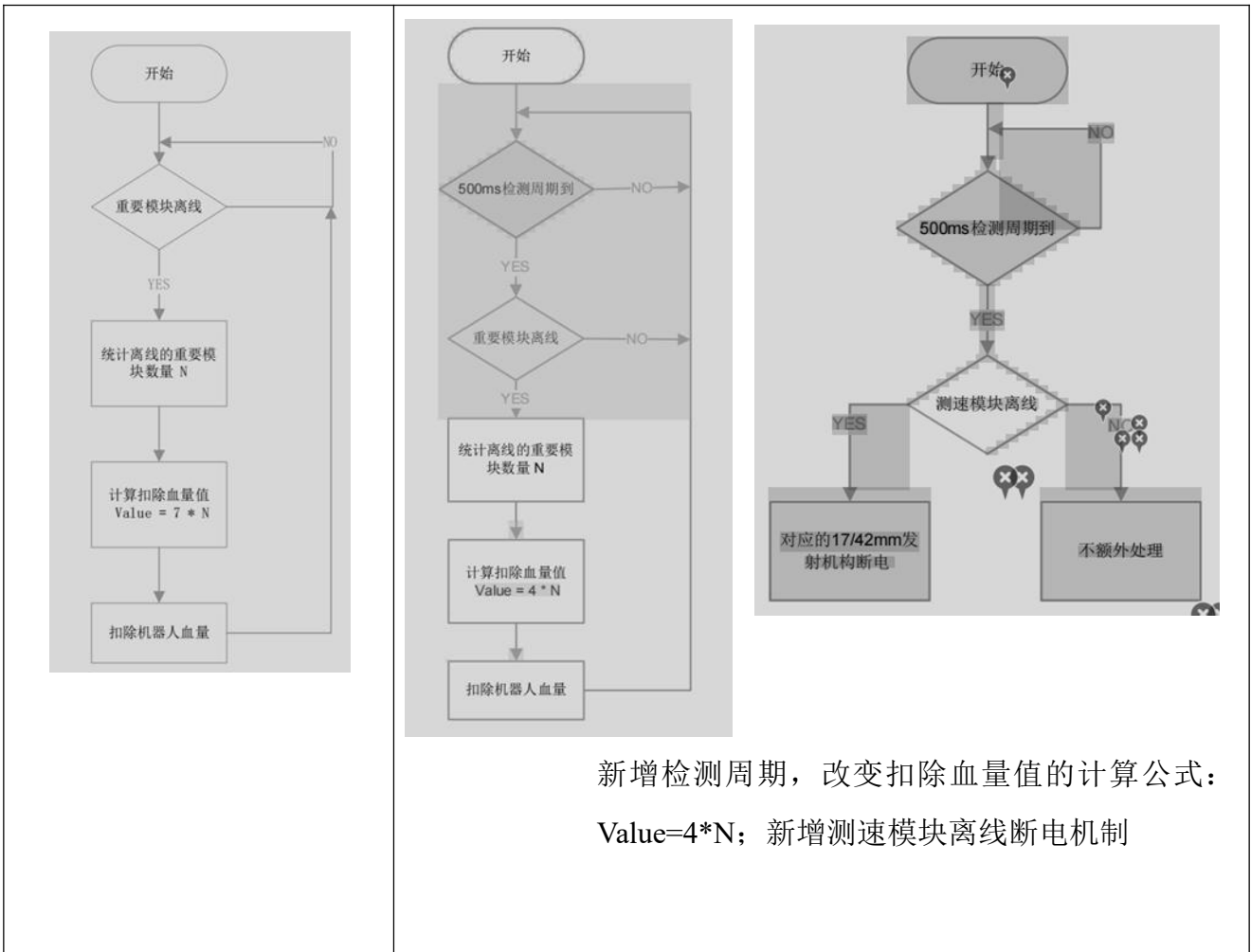
2024 赛季	缓冲能量耗尽后，若英雄、步兵或哨兵机器人底盘功率超限，每个检测周期的扣除血量 $\frac{Q}{Q_{max}}$ 上限血量 * N% * 0.1。
---------	---

● 攻击伤害

2023 赛季	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%; text-align: center;">17mm 弹丸</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● 机器人装甲模块：10 ● 基地、前哨站装甲模块：5 ● 基地、前哨站三角装甲模块、飞镖检测模块：0 </td> </tr> </table>	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 ● 基地、前哨站三角装甲模块、飞镖检测模块：0 																									
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 ● 基地、前哨站三角装甲模块、飞镖检测模块：0 																											
2024 赛季	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">作用对象 \ 伤害类型</th> <th style="width: 35%;">42mm 弹丸</th> <th style="width: 35%;">17mm 弹丸</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>机器人装甲模块</td> <td>100</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>基地大装甲模块</td> <td>200</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>基地三角装甲模块</td> <td>300</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>基地飞镖检测模块</td> <td>200</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>前哨站小装甲模块（静止）</td> <td>200</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>前哨站小装甲模块（旋转中）</td> <td>200</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>前哨站三角装甲模块</td> <td>300</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>前哨站飞镖检测模块</td> <td>200</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	作用对象 \ 伤害类型	42mm 弹丸	17mm 弹丸	机器人装甲模块	100	10	基地大装甲模块	200	5	基地三角装甲模块	300	0	基地飞镖检测模块	200	0	前哨站小装甲模块（静止）	200	5	前哨站小装甲模块（旋转中）	200	10	前哨站三角装甲模块	300	0	前哨站飞镖检测模块	200	0
作用对象 \ 伤害类型	42mm 弹丸	17mm 弹丸																										
机器人装甲模块	100	10																										
基地大装甲模块	200	5																										
基地三角装甲模块	300	0																										
基地飞镖检测模块	200	0																										
前哨站小装甲模块（静止）	200	5																										
前哨站小装甲模块（旋转中）	200	10																										
前哨站三角装甲模块	300	0																										
前哨站飞镖检测模块	200	0																										

● 裁判系统模块离线

2023 赛季	2024 赛季
---------	---------



新增检测周期，改变扣除血量值的计算公式：
Value=4*N；新增测速模块离线断电机制

● 机器人异常离线

<p>2023 赛季</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="406 1384 638 1534"> <p>英雄、步兵、哨兵机器人</p> </td> <td data-bbox="638 1384 1260 1534"> <ul style="list-style-type: none"> ● 发射机构、云台、底盘断电，每秒扣除上限血量的 5%，直至为零 ● 场地交互模块失效 ● 机器人不再检测撞击和弹丸击打造成的伤害 </td> </tr> </table>	<p>英雄、步兵、哨兵机器人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 发射机构、云台、底盘断电，每秒扣除上限血量的 5%，直至为零 ● 场地交互模块失效 ● 机器人不再检测撞击和弹丸击打造成的伤害
<p>英雄、步兵、哨兵机器人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 发射机构、云台、底盘断电，每秒扣除上限血量的 5%，直至为零 ● 场地交互模块失效 ● 机器人不再检测撞击和弹丸击打造成的伤害 		
<p>2024 赛季</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="406 1646 734 1915"> <p>地面机器人</p> </td> <td data-bbox="734 1646 1380 1915"> <ul style="list-style-type: none"> ● 发射机构（如有）、云台、底盘断电，每秒扣除上限血量的 5%，直至为零 ● 场地交互模块失效 ● 机器人不再检测撞击和弹丸击打造成的伤害和模块离线扣血 ● 复活读条不再增加 </td> </tr> </table> <p>新增复活读条不再增加的处理方法</p>	<p>地面机器人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 发射机构（如有）、云台、底盘断电，每秒扣除上限血量的 5%，直至为零 ● 场地交互模块失效 ● 机器人不再检测撞击和弹丸击打造成的伤害和模块离线扣血 ● 复活读条不再增加
<p>地面机器人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 发射机构（如有）、云台、底盘断电，每秒扣除上限血量的 5%，直至为零 ● 场地交互模块失效 ● 机器人不再检测撞击和弹丸击打造成的伤害和模块离线扣血 ● 复活读条不再增加 		

5) 回血与复活机制变动

● 回血机制

<p>2023 赛季</p>	<p>地面机器人（除哨兵机器人）：检测到己方补血点场地交互模块卡时，将获得每秒 10%的回血增益。在比赛开始 4 分钟后（倒计时 2:59），若机器人连续 6 秒未发射弹丸且未受到伤害后，检测到己方补血点场地交互模块卡时，将获得每秒 25%的回血增益，且底盘功率上限提升 1 倍。当机器人未检测到己方补血点场地交互模块卡后，上述回血增益立即失效；当机器人发射弹丸、受到伤害或未检测到己方补血点场地交互模块卡 4 秒后，上述底盘功率上限增益失效。</p> <p>英雄机器人、步兵机器人：在一局比赛中，连续 6 秒未发射弹丸且未受到伤害，可以消耗远程兑换血量的机会在补血点外远程兑换血量。当确定远程兑换血量 6 秒后，该机器人增加上限血量的 60%，但不会超过上限血量。</p> <hr/> <p> 若确定远程兑换血量 6 秒内，机器人战亡，则远程兑换血量无效，且机会已消耗。</p> <hr/> <p>工程机器人：在一局比赛中，连续 20 秒或战亡复活后未被扣血，将获得每秒 5%的回血增益。</p> <p>哨兵机器人：在一局比赛中，连续 20 秒未受到伤害，将获得每秒 1%的回血增益。</p>
<p>2024 赛季</p>	<p>地面机器人：检测到己方补血点场地交互模块卡时，将获得每秒上限血量 10%的回血增益。在比赛开始 4 分钟后（倒计时 02:59），当存活机器人连续 6 秒未发射弹丸且未被扣血，且检测到己方补血点场地交互模块卡时，其将获得每秒上限血量 25%的回血增益，且底盘功率上限提升 1 倍，但提升后的底盘功率上限为 200W。当机器人未检测到己方补血点场地交互模块卡后，上述回血增益立即失效；当机器人发射弹丸、被扣血后或未检测到己方补血点场地交互模块卡 4 秒后上述底盘功率上限增益失效。</p> <p>英雄机器人、步兵机器人、哨兵机器人：在一局比赛中，存活机器人连续 6 秒未发射弹丸且未被扣血，可以消耗远程兑换血量的机会远程兑换血量。当确定远程兑换血量 6 秒后，该机器人增加此时上限血量的 60%，但不会超过上限血量。</p> <hr/> <p> 若确定远程兑换血量 6 秒内，机器人战亡或被罚下，则远程兑换血量无效，且金币不会返还。</p> <hr/> <p>可复活，提升后底盘功率上限为 200w</p>

● 复活机制

<p>2023 赛季</p>	<p>战亡的机器人需完成复活读条，且操作手于客户端确认复活后，才能实现复活。</p> <p>所需的复活读条与比赛剩余时长相关，具体公式如下：</p> <p>所需复活读条=10+ (420-比赛剩余时长) /10</p> <p>小数部分四舍五入取整。</p> <p>自机器人战亡时刻开始，复活读条进度开始增加。每秒读条进度增加 1。当机器人检测到补血点场地交互模块卡时，每秒读条进度提高为 4。</p> <p>机器人复活后，保持战亡前的等级、性能点与经验值，暂时处于无敌状态，持续 10 秒，且血量恢复至上限血量的 10%。</p> <p>若机器人未在补血点读条复活，则复活后，其发射机构将断电；成功检测到补血点场地交互模块卡后且允许发弹量不为零，其发射机构自动上电。</p> <p>机器人可以使用金币兑换复活。通过此种方式复活的机器人血量恢复至上限血量的 100%，底盘功率上限提高 1 倍，持续 4 秒，下次复活所需的读条延长 20。</p>
<p>2024 赛季</p>	<p>机器人战亡后会立即开始复活读条，战亡的机器人可以在复活读条完成后在选手端确认复活或在复活读条进行过程中通过金币兑换立即复活。</p> <p>当通过完成复活读条复活时，所需的复活读条与比赛剩余时长相关，具体公式如下：</p> <p>所需复活读条=10+ (420-比赛剩余时长) /10</p> <p>小数部分四舍五入，保留整数。</p> <p>自机器人战亡时刻开始，复活读条进度开始增加。每秒读条进度增加 1。当机器人检测到补血点场地交互模块卡时，每秒读条进度提高为 4。</p> <p>机器人复活后，保持战亡前的等级、性能点与经验值，暂时处于无敌状态，持续 10 秒，且血量恢复至上限血量的 10%。</p> <p>每局比赛中，哨兵机器人至多可复活 4 次，复活后血量将立即恢复至上限血量的 100%。</p> <p>若机器人未在补血点读条复活且未使用金币兑换立即复活，则复活后，其发射机构锁定；此后在其成功检测到补血点场地交互模块卡时，其发射机构解锁。</p> <p>当通过使用金币兑换立即复活时，机器人还会额外获得以下效果：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 复活时血量恢复至上限血量的 100% ● 复活后的无敌状态仅持续 3 秒，但复活后发射机构立即解锁 ● 底盘功率上限提高 1 倍（但不超过 200W），持续 4 秒 <p>哨兵机器人下次复活所需的读条在默认值上额外延长 20</p> <p>哨兵机器人在每局比赛中可以复活 4 次，且复活后血量立即恢复到上限血量的 100%；用金币复活时，无敌状态持续 3 秒，发射机构立即解锁；底盘功率上限不超过 200W</p>

6) 增益机制变动



- 地面机器人增益

2023 赛季					2024 赛季				
增益点 \ 机器人	英雄机器人	工程机器人	步兵机器人	哨兵机器人	增益点 \ 机器人	英雄机器人	工程机器人	步兵机器人	哨兵机器人
补血点	✓	✓	✓	-	补血点	✓	✓	✓	✓
基地增益点	✓	-	✓	-	基地增益点	✓	-	✓	-
高地增益点	✓	-	✓	✓	高地增益点	✓	-	✓	✓
能量机关增益点	✓	-	✓	✓	能量机关激活点	✓	-	✓	✓
资源岛增益点	-	✓	-	-	资源岛增益点	-	✓	-	-
英雄机器人狙击点	✓	-	-	-	英雄机器人狙击点	✓	-	-	-
前哨站增益点	✓	-	✓	✓	前哨站增益点	✓	-	✓	✓
飞坡增益点	✓	-	✓	✓	飞坡增益点	✓	-	✓	✓
控制区	✓	-	✓	-	哨兵巡逻区	-	-	-	✓
哨兵巡逻区	-	-	-	✓	兑换区增益点	=	⊕	⊕	=

● 防御增益

2023 赛季		2024 赛季																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>类型</th> <th>注解</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>攻击力增益</td> <td>提高弹丸攻击造成的伤害值。</td> </tr> <tr> <td>防御增益</td> <td>降低受弹丸攻击、撞击造成的伤害值。  防御增益不适用于因违规判罚、裁判系统模块离线、超限等导致的扣血。</td> </tr> <tr> <td>枪口热量冷却增益</td> <td>提高枪口热量每秒冷却值。</td> </tr> <tr> <td>缓冲能量增益</td> <td>额外获得底盘功率缓冲能量。</td> </tr> <tr> <td>回血增益</td> <td>机器人每秒恢复一定血量，直至达到上限血量。</td> </tr> </tbody> </table> <p>当机器人获得的同类增益超过一个时，取最大增益效果，包括攻击力、防御、回血和枪口热量冷却。</p> <p>示例：工程机器人连续 20 秒未受到伤害，将获得每秒 5% 的回血增益。若此时工程机器人在己方回血复活区域，将获得每秒 10% 的回血增益。</p>	类型	注解	攻击力增益	提高弹丸攻击造成的伤害值。	防御增益	降低受弹丸攻击、撞击造成的伤害值。  防御增益不适用于因违规判罚、裁判系统模块离线、超限等导致的扣血。	枪口热量冷却增益	提高枪口热量每秒冷却值。	缓冲能量增益	额外获得底盘功率缓冲能量。	回血增益	机器人每秒恢复一定血量，直至达到上限血量。	<table border="1"> <thead> <tr> <th>类型</th> <th>注解</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>攻击增益</td> <td>提高弹丸攻击造成的伤害值。</td> </tr> <tr> <td>防御增益</td> <td>改变受弹丸攻击、撞击造成的伤害值。  防御增益不适用于因违规判罚、裁判系统模块离线、超限等导致的扣血。</td> </tr> <tr> <td>枪口热量冷却增益</td> <td>提高枪口热量每秒冷却值。</td> </tr> <tr> <td>缓冲能量增益</td> <td>额外获得底盘功率缓冲能量。</td> </tr> <tr> <td>回血增益</td> <td>机器人每秒恢复一定血量，直至达到上限血量。</td> </tr> </tbody> </table> <p>攻击增益使机器人造成的弹丸伤害变为原始伤害*攻击增益。</p> <p>防御增益使机器人受到的攻击伤害变为原始伤害*(1-防御增益)。</p> <p>示例一：若红方机器人拥有 200% 攻击力增益，蓝方机器人拥有 25% 防御增益，且此时被对方雷达机器人标记进度大于 100，则红方发射一发 42mm 弹丸击中蓝方机器人，蓝方机器人受到的伤害为：$100 * 200% * (1 - 25% + 15%) = 180$。</p> <p>示例二：若红方机器人拥有 200% 攻击力增益，且此时被对方雷达机器人标记进度大于 100，则红方发射一发 42mm 弹丸击中蓝方机器人，蓝方机器人受到的伤害为：$100 * 200% * (1 + 15%) = 230$。</p> <p>当机器人获得的同类增益超过一个时，取最大增益效果，包括攻击力、防御（负防御增益除外）、回血和枪口热量冷却。</p> <p>示例：红方步兵机器人通过激活大能量机关获得了 25% 防御增益，若此时其又占领了己方基地增益点，则其拥有 50% 防御增益，此后若其又获得 -15% 防御增益，则其拥有 35% 防御增益。</p> <p>经过增益计算后的最终伤害值或回血值若非整数，则四舍五入。</p>	类型	注解	攻击增益	提高弹丸攻击造成的伤害值。	防御增益	改变受弹丸攻击、撞击造成的伤害值。  防御增益不适用于因违规判罚、裁判系统模块离线、超限等导致的扣血。	枪口热量冷却增益	提高枪口热量每秒冷却值。	缓冲能量增益	额外获得底盘功率缓冲能量。	回血增益	机器人每秒恢复一定血量，直至达到上限血量。
类型	注解																								
攻击力增益	提高弹丸攻击造成的伤害值。																								
防御增益	降低受弹丸攻击、撞击造成的伤害值。  防御增益不适用于因违规判罚、裁判系统模块离线、超限等导致的扣血。																								
枪口热量冷却增益	提高枪口热量每秒冷却值。																								
缓冲能量增益	额外获得底盘功率缓冲能量。																								
回血增益	机器人每秒恢复一定血量，直至达到上限血量。																								
类型	注解																								
攻击增益	提高弹丸攻击造成的伤害值。																								
防御增益	改变受弹丸攻击、撞击造成的伤害值。  防御增益不适用于因违规判罚、裁判系统模块离线、超限等导致的扣血。																								
枪口热量冷却增益	提高枪口热量每秒冷却值。																								
缓冲能量增益	额外获得底盘功率缓冲能量。																								
回血增益	机器人每秒恢复一定血量，直至达到上限血量。																								
		<p>攻击增益说明，机器人造成弹丸伤害转变为原始伤害*攻击增益；新增防御增益说明，机器人收到攻击伤害变为原始伤害*(1-防御增益)；新增增益计算规则，最终伤害值与回血值非整数则四舍五入。</p>																							

● 高地增益点

<p>2023 赛季</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; background-color: #f9f9f9;">  <ul style="list-style-type: none"> ● 不同区域的高地增益点的占领状态完全独立、互不关联。 ● 高地增益点和英雄机器人狙击点的占领状态完全独立、互不关联。 <hr style="border: 0.5px solid #ccc; margin: 10px 0;"/> <p>占领高地增益点区域的机器人可获得 5 倍枪口热量冷却增益。若一方机器人占领某区域的高地增益点，另一方机器人无法同时占领。</p> </div>
<p>2024 赛季</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; background-color: #f9f9f9;">  <ul style="list-style-type: none"> ● 不同区域的高地增益点的占领状态完全独立、互不关联。 ● 高地增益点和英雄机器人狙击点的占领状态完全独立、互不关联。 <hr style="border: 0.5px solid #ccc; margin: 10px 0;"/> <p>英雄、步兵、哨兵机器人均可占领高地增益点。若一方机器人占领某区域的高地增益点，另一方机器人无法同时占领。</p> <p>在比赛开始 2-3 分钟、3-5 分钟、5-7 分钟时（即倒计时分别为 04:59-04:00、03:59-02:00、01:59-00:00），占领高地增益点的机器人分别可获得 2、3、5 倍枪口热量冷却增益。</p> <p>枪口热量冷却增益根据比赛开始不同时间内占领增益点呈现不同倍数</p> </div>

● 前哨站增益

<p>2023 赛季</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; background-color: #f9f9f9;"> <p>在己方前哨站未被击毁的情况下，占领己方前哨站增益点区域的机器人可获得 5 倍枪口热量冷却增益。</p> </div>
<p>2024 赛季</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; background-color: #f9f9f9;"> <p>在己方前哨站未被击毁的情况下，英雄、步兵、哨兵机器人均可占领己方前哨站增益点。</p> <p>在比赛开始 2-3 分钟、3-5 分钟、5-7 分钟时（即倒计时分别为 04:59-04:00、03:59-02:00、01:59-00:00），占领前哨站增益点的机器人分别可获得 2、3、5 倍枪口热量冷却增益。</p> </div>

● 能量机关激活点增益

本赛季哨兵可以占领能量机关激活点增益

● 补血点增益

<p>2023 赛季</p>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; background-color: #f9f9f9;"> <p>占领己方补血点区域的地面机器人可获得战亡机器人复活或存活机器人回血的增益。具体实现形式和数值请参阅“5.7 回血与复活机制”。</p> </div>
----------------	---

2024 赛季	<p>地面机器人均可占领己方补血点。</p> <p>占领己方补血点区域的机器人可提升复活读条速度或获得回血增益。具体实现形式和数值请参阅“5.2 回血与复活机制”。</p> <p>获得补血点增益后可提升复活条速度或者获得回血增益。</p>
---------	---

7) 哨兵机器人，前哨站与基地之间的相互关系变动

哨兵无敌状态解除时额外获得 600 点血量，不受血量上限限制，如有溢出部分不可通过回血机制恢复；前哨站被击毁时，新增基地护盾展开机制，即哨兵离开烧饼巡逻区超过四十秒，以及战亡改为首次战亡；明确哨兵是否位于巡逻区的判断方式：即哨兵机器人的场地交互模块检测到哨兵巡逻区场地交互模块卡，或者定位模块位于烧饼巡逻区；废除一方前哨站被击毁后该方哨兵机器人持续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过 10 秒造成的后果：即每秒扣除 25 点虚拟护盾血量，若因此原因导致基地虚拟护盾降为零，或基地虚拟护盾变为零后哨兵连续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过 10 秒，则该方基地护甲展开。

2023 赛季	2024 赛季
<p>当一方前哨站被击毁，该方哨兵机器人和基地的无敌状态解除，虚拟护盾生效。</p> <p>在前哨站被击毁的情况下，若哨兵机器人未上场、战亡或被罚下，该方基地护甲展开，虚拟护盾失效。</p> <p>在前哨站未被击毁的情况下，若哨兵机器人战亡或被罚下，该方基地维持无敌状态。</p> <p>前哨站未被击毁时，前哨站的飞镖引导灯点亮，基地的飞镖引导灯熄灭；前哨站被击毁时，前哨站的飞镖引导灯熄灭，基地的飞镖引导灯点亮。</p> <p>一方前哨站被击毁后，若该方哨兵机器人持续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过 10 秒，则每秒扣除 25 点虚拟护盾血量。若因此原因导致基地虚拟护盾降为零，或基地虚拟护盾变为零后哨兵连续未检测到哨兵巡逻区的场地交互模块卡超过 10 秒，则该方基地护甲展开。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 当基地处于无敌状态时，其装甲灯效为紫色，受击打时不闪烁。 ● 当基地虚拟护盾生效时，其装甲灯效为紫色，受击打时闪烁。 	<p>基地血量为 5000，前哨站血量为 1500。</p> <p>比赛开始时，基地与哨兵机器人处于无敌状态。</p> <p>当一方前哨站被击毁，该方哨兵机器人和基地的无敌状态解除，哨兵机器人额外增加 600 点血量，可以超出血量上限。</p> <p>若此时哨兵机器人不为满血，额外增加的血量将先把哨兵机器人的血量补充至上限血量，溢出部分可超出上限血量继续存在，且溢出部分不可通过回血机制恢复。若前哨站被击毁时哨兵机器人处于战亡或罚下状态，则不会触发该机制。</p> <p>在前哨站被击毁的情况下，若哨兵机器人未上场、被罚下、首次战亡或离开哨兵巡逻区超过 40 秒，则该方基地护甲展开。</p> <p>在前哨站未被击毁的情况下，若哨兵机器人战亡或被罚下，该方基地维持无敌状态。</p> <p>在前哨站未被击毁的情况下，前哨站的飞镖引导灯点亮，基地的飞镖引导灯熄灭；前哨站被击毁时，前哨站的飞镖引导灯熄灭，基地的飞镖引导灯点亮。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 哨兵是否位于巡逻区的判断方式：当哨兵机器人的场地交互模块检测到哨兵巡逻区场地交互模块卡，或定位模块的坐标位于哨兵巡逻区内，均视为其位于哨兵巡逻区。 ● 当基地处于无敌状态时，其装甲灯效为紫色，受击打时不闪烁。 ● 当基地处于非无敌状态时，其装甲灯效为对应方颜色，受击打时闪烁。

8) 经济体系变动

远程兑换金币减少为 150 金币 100 发；立即复活兑换项目比例改为 $\lceil \text{ROUNDUP}((420 - \text{比赛剩余时长}) / 60) \times 80 + \text{机器人等级} \times 20 \rceil$ 金币/1 台；远程兑换血量与立即复活项目的兑换无上限。

2023 赛季	<table border="1"> <thead> <tr> <th>兑换项目</th> <th>兑换比例</th> <th>兑换上限</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17mm 允许发弹量</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 补血点兑换：50 金币/50 发 远程兑换：200 金币/100 发 </td> <td>1500 发</td> </tr> </tbody> </table>	兑换项目	兑换比例	兑换上限	17mm 允许发弹量	<ul style="list-style-type: none"> 补血点兑换：50 金币/50 发 远程兑换：200 金币/100 发 	1500 发
	兑换项目	兑换比例	兑换上限				
	17mm 允许发弹量	<ul style="list-style-type: none"> 补血点兑换：50 金币/50 发 远程兑换：200 金币/100 发 	1500 发				
血量（远程兑换）	$[100 + \text{ROUNDUP}((420 - \text{比赛剩余时长}) / 60) \times 20]$ 金币/1 次	2 次/队					
立即复活	$[\text{ROUNDUP}((420 - \text{比赛剩余时长}) / 60) \times 100 + \text{机器人等级} \times 50]$ 金币/1 台	2 次/台					
2024 赛季	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>17mm 允许发弹量</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 补血点兑换：50 金币/50 发 远程兑换：150 金币/100 发 </td> <td>1500 发/队</td> </tr> </tbody> </table>	17mm 允许发弹量	<ul style="list-style-type: none"> 补血点兑换：50 金币/50 发 远程兑换：150 金币/100 发 	1500 发/队			
	17mm 允许发弹量	<ul style="list-style-type: none"> 补血点兑换：50 金币/50 发 远程兑换：150 金币/100 发 	1500 发/队				
	血量（远程兑换）	$50 + \text{ROUNDUP}((420 - \text{比赛剩余时长}) / 60) \times 20]$ 金币/1 次	次数不限				
立即复活	$[\text{ROUNDUP}((420 - \text{比赛剩余时长}) / 60) \times 80 + \text{机器人等级} \times 20]$ 金币/1 台	次数不限					

(3) 需求分析

功能	需求	设计思路
前哨站掉之前火力输出	弹链流畅	在上赛季基础上进行材料和拐角处的优化
	散布理想	限位处设计测试
	双云台设计	一个大 yaw 轴上两个小 yaw 轴
	快速识别与响应	电控：双云台能共用感知层，联合响应，利用空间上的相对关系，能在一个云台识别后改变姿态使得两个云台都能对装甲板进行击打。
机动性强	舵轮设计	轻量化，易拆卸维修

	装甲板错落设计	不同高度垫高块
	多重运动方式结合	电控代码实现
功率控制	超级电容管理模块的设计	准备好两套代码，没超级电容的情况下利用缓冲能量来限制功率，同时也能进行功率分配来适应不同环境；有超级电容的情况下能合理分配功率和利用功率。
	电控代码实现	
自主导航	上下位机协同运算	通过裁判系统和导航数据的联合构建感知层和决策层。

研发规划

1. 研发及改进方向

(1) 机械

- 舵轮设计

对舵轮进行设计迭代。

- 双云台设计

双云台分别监测又相互联系。

- 下供弹弹链测试改进

使弹链更流畅，稳定性更高。

(2) 电控

- 舵轮控制

运用舵轮实现平移，旋转，小陀螺等一系列基础功能。

- **舵轮功率控制**

在有舵情况下实现功率控制。

- **双云台控制**

实现双云台下的控制和锁敌。

- **视觉追踪改进**

将预测和弹道补偿等内容放到下位机计算。

- **导航和决策**

将裁判系统和导航数据融合，构建感知层和决策层。

(3) 视觉

- **目标检测与识别**

提高算法在不同光照和场景条件下的鲁棒性。

- **目标整体运动预测**

对于平移与旋转叠加态的目标预测。

- **自主导航**

实现目标自主决策与导航至目标点。

2. 场地需求

场地	用途	规划
基地	启动区, 补弹	保护基地, 进行补弹操作以及敌方攻击我方基地时进行防御。
巡逻区	R2 梯形高地	保护基地, 远程打击敌方地面单位, 进行火力压制。
	R3 梯形高地	保护基地, 打击前哨站, 保护己方英雄机器人打击前哨站, 阻碍敌方飞坡。
	R4 梯形高地	保护基地, 保护己方前哨站、攻打能量机关。

3. 测试项目的人员安排及周期

测试项目	测试内容	人员安排	技能需求	耗时	资金（不含已有物资）
Fusion360 仿真	板材受力，传动	机械 1 人	软件操作	2 天	0
Adams 仿真	板材受力，传动	机械 1 人	软件操作	2 天	0
0.2m 自由落体测试	/	机械 2 人	/	忽略不计	0
双云台 测试	分别工作，联合响应	电控 2 人	代码调整	15 天	0
超级电容测试	正常工作，储能放能 0	电控 1 人	参数调整	7 天	0
底盘功率测试	底盘运动、爬坡、碰撞、转向时功率保持高且不超过限制	电控 1 人	了解底盘代码的编写，了解几种底盘控制模式。	7 天	0
自瞄测试	模拟赛场灯光的条件下测试对移动的步兵打击	电控 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。了解上下位机通信，了解自瞄、预测、防干扰算法的内容及调整。	15 天	0
变速小陀螺测试	调整小陀螺的多种模式	电控 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。	15 天	0

上 R2、R3、R4 高地测试	测试场地定位及上高地测试	电控 1 人 视觉 1 人	嵌入式代码的编写及参数整定。 了解上下位机通信，了解自瞄、预测、防干扰算法的内容及调整。了解 SLAM 建图算法以及能够根据场地定位模块定位自身位置。	30 天	0
回归性测试	用于比赛前一个月三组联合调试以保证机器人上场处于最佳状态	机械 1 人、电控 1 人、视觉 1 人、操作手 1 人	熟悉机械结构并具有基本的维修能力。 嵌入式代码的编写及参数整定，算法的优化以及调整。	30 天	0

2.3.5 空中机器人

项目分析

(1) 相关规则改动

项目	限制（描述）	备注	赛季对比
运行方式	不限，最多配置两个遥控器和一个自定义控制器	遥控器开放种类未有变化	无主要变化
裁判系统	● 相机图传模块	重量为 0.84 kg	17mm 测速模块不再作为


	<p>(发送端)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 定位模块 ● 主控模块 ● 电源管理模块 ● 17mm 测速模块 		<p>机动枪管，成为空中机器人的固定配置。整体裁判系统重量由 0.64kg 上升为 0.84kg。</p>
最大重量 (kg)	15	包含电池重量，不包含裁判系统重量	算上裁判系统，最大重量来到了 15.84kg
最大尺寸 (mm, L*W*H)	1700*1700*800	在地面的正投影不得超出 1700*1700 方形区域 (不包括 竖直刚性保护杆的尺寸)	无主要变化
使用能源	大疆创新科技有限公司生产的电池	TB47/47S; TB48/48S;	官方可能会为空中机器人开放更多种类电池
弹丸	<ul style="list-style-type: none"> ● 七分钟比赛阶段前，可预装 17mm 弹丸 ● 七分钟比赛阶段，呼叫空中支援即可获得限时的 17mm 允许发弹量和补弹机会 		无主要变化
空中支援	<ul style="list-style-type: none"> ● 比赛开始时，空中支援处于冷却状态，冷却时长为 170 秒； ● 每次空中支援时长为 35 秒； 		比赛开始时冷却时间减少 5s；每次空中支援时间增加 5s。
检录条件	空中机器人需具备持续飞行 10 秒的功能，且参赛队伍在检录时须提供该机器		须通过视频证明上场空中机器人能够飞行而不

	<p>人飞行的视频。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 视频需全程能够明显看出所展示机器人为正在检录的机器人。 ● 视频应展示空中机器人飞行至少 10 秒，并且包括视频拍摄时间、机器人与飞手同框照片等 能够证明视频时效性与真实性的内容。 ● 视频需提前拍摄，比赛场馆不会提供专用的视频拍摄场所。 	是当炮塔。
控制方式	空中机器人没有半自动运行选项。	

(2) 需求分析

总体无人机规则较上赛季仍然无较大改动，最主要且最令设计者期待的是即将可能对无人机开放的新电池规则。接下来我们逐条分析规则改动对空中机器人的下赛季影响。

首先，空中机器人的外观体积、重量限制没有任何变化，唯一的小变化来源于机动枪管变成了空中机器人的固定枪管，裁判系统重量增加了 0.2kg，但是对于我们从一开始就给空中机器人配置 17mm 弹丸测速模块（也就是枪管）和弹舱的队伍来说，并无明显区别。上赛季由于经费紧缺，延用老的六旋翼机架，重量、空间尺寸限制对于空中的设计以及实际机动性能有着极其大的影响。上场重量确有卡着规则的边缘。今年将着手优化这个问题。

再者，令所有空中机器人设计人员兴奋的是 V1.0 机器人制作规范中“能源”部分提到“在本赛季后续版本的规范文件中，组委会可能将对无人机开放更多种类的电池。”原先的 TB48S 电池对于中小型无人机、地面兵种来说确实是一块非常不错且安全的电池，但是在 RoboMaster 赛场上空中机器人自重 15KG 左右，载弹最大起飞重量最大可达 18kg 甚至更高，TB48S 电池由于放电倍率限制，电池需要多并多串，测试中以及赛场上空中机器人做相关机动很容易导致电池保护板的 MOS 烧毁，对无人机的设计产生了很大的限制。开放新电池一方面会对无人机动力优化有着一定的助推作用，另一方面，电池的放置方式将会根据新电池的外观、电池架的固定方式进行重新设计。

增益以及经济制度相关，新赛季的规则中，无人机的冷却时间减少，且空中支援的持续时长增加，如果队伍的工程机器人能够较为顺利地取到更多的矿石从而获得更多的经济，同时开大符获得高倍率增益，新赛季无人机吊射基地又可能回归赛场，重现空中推基地的荣耀。因此，发射机构的稳定性以及弹速、连射性能将着重研发。

研发规划

1. 研发及改进方向

功能	需求	设计思路
飞行	稳定（在空中悬停时上下浮动、水平飘动范围小于 $\frac{1}{2}$ 轴距）	使用高性能飞控，在安装上大型空中机器人前，使用小型同结构类型无人机进行 PID 调参，再安装至空中机器人，多次试飞，同时进行 PID 的调参。同时使用定高 TOF 模块，辅助悬停定高，从而限制上下浮动。本赛季采购 L1 全向激光雷达，配合 DJI Onboard SDK 的开发实现室内无 GPS 环境的精准定位、避障以及飞行路径自主规划，力求将空中机器人飞行平台打造成最稳定的空中炮塔平台，为云台稳定运行、精准打击实现基础。
	机动性	通过使用单轴推力更大的动力总成，以提供稳定悬停时 1.5 的推重比，为空中机器人做出各类动作时的机动性预留动力空间。同时优化机身结构重量，减少电机负载，实现更稳定的空中运动，同时减少电机损耗。
	500 发连射不卡弹	重新设计弹舱以及拨弹结构，优化使用中心供弹结构，提高射频，减少大弹舱弹丸压力下拨盘卡住的情况。优化弹链，杜绝弹链卡弹的情况出现。
	高命中率	安装工业相机，为视觉预留相关接口，使用视觉识别进行高精度自动打击，使空中机器人的火力支援达到效率效果最大化。

发射机构		如有可能，设计加入云台 ROLL 轴，增强云台在飞行平台下的运动稳定性。
	脚架优化	将脚架优化结构，设计为与云台 YAW 轴随动设计，避免云台运动过程中视角收到脚架遮挡，一方面避免弹丸反弹达到自身结构或者地面友方队友；另一方面，防止遮挡相机导致视觉识别跟踪阻断导致目标丢失。
整机动力	15kg 以内	通过大面积使用拓扑优化算法，对大面积的碳纤维复合板材进行镂空，在保证结构强度的前提下，减轻机架本身的重量。
	轴距	查阅大量文献，确定桨叶、轴距之间空气动力学最优化解，保证体积不超出规则的同时，优化旋翼间空气动力参数，减小轴距长，优化整机动力。

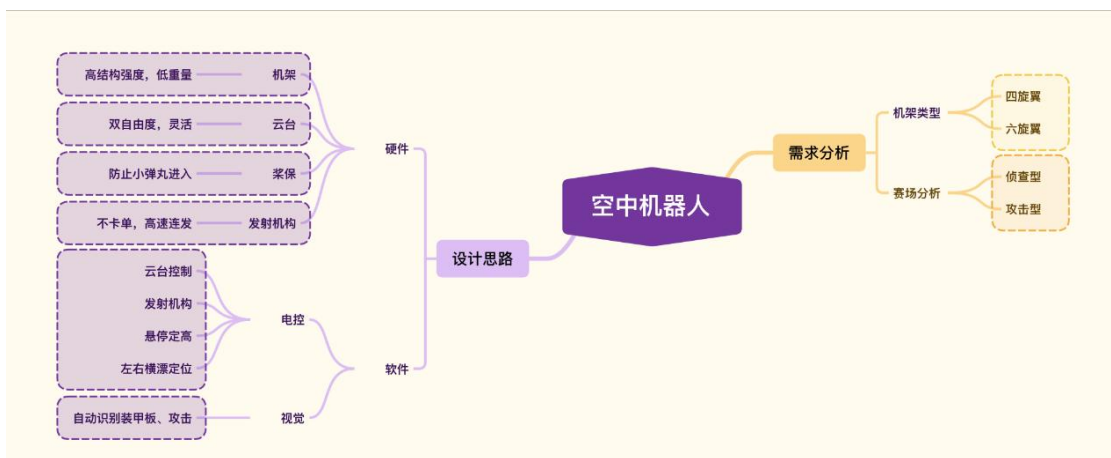


图 2.3.5.1 需求分析与设计思路

2. 场地需求及试飞注意守则

比赛使用的无人机体积庞大，在测试初期十分不稳定，因此需要将飞控安装于同结构类型的小型无人机上进行初期的调试工作，积累充足经验之后再安装于全尺寸空中机器人上进行试飞。首飞以及初级若干次试飞以及实验需要足够大的空旷无人场地进行。选择操场周边开阔空域，疏散试飞无关人员后，组织开展试飞相关工作。试飞相关人员须佩戴护目镜，并在至少 5m 半径安全距离外控制空中机器人解锁以及起飞。试飞同时应携带含有绑带等止血药材的医药箱，便于应对突发状况。如空中机器人因多种因素而导致坠地，应立即停桨，待

桨叶稳定停转后，保证遥控器连接稳定，关闭信道输出，防止桨叶失控，后上前关闭总开关。确认安全后再组织维修、调试。

关于室内飞行测试，目前考虑到我们战队目前的所能调用的资源已经能够搭建出一份室内模拟场地，可以在模拟场地与地面的其他机器人进行协同测试。后续室内飞行测试应在5次连续户外安全机动飞行的前提后视情况选择进行，所有室内飞行测试应在防护网内进行。而关于发射机构的测试，应在搭建简易测试平台，多次测试成功后，再考虑组装完整形态空中机器人进行飞行以及射击测试。

3. 人员安排

● 机械

需要一到三名能够进行机器人机械结构的完整设计的同学，负责整个机器人的机械结构设计，材料选定以及各部分的结构优化。同时在无人机组装、搭建测试平台、运送无人机前去试验场地的时候提供充足的人力资源。

● 电控

需要一名有无人及调试经验的同学做相关控制开发以及后续的调参和控制优化工作。以及需要一名有 ROS、飞控相关开发经验的队员，对雷达和飞控之间的通讯通过 ROS 实现，完成室内无 GPS 环境下稳定定位的目标

● 视觉

由于全队的自瞄方案大致趋同，可以直接在已有的开发结果上进行调用及小改动。

4. 物资需求

项目名称	负责人	一级分类	二级分类	内容	所需数量	单位	单价	总金额	预算说明	备注
空中机器人	李页丹	底盘	官方元件	电池	6	个	0	0	上赛季遗留	
空中机器人	李页丹	底盘	标准件	好盈X6Plus	4	个	700	2800		一代
空中机器人	李页丹	云台	标准件	关节电机	1	个	599	599		一代
空中机器人	李页丹	云台	标准件	CyberGear	1	个	499	499		一代
空中机器人	李页丹	底盘	机加工	加工费	2	次	500	1000	新零件发加工	方案验证
空中机器人	李页丹	硬件类	标准件	N3飞行控制器	1	个	0	0	上赛季遗留	
空中机器人	李页丹	底盘	机加工	加工费	4	次	500	2000	新零件发加工	搭建
空中机器人	李页丹	硬件类	标准件	雷达	1	人次	1699	1699		
空中机器人	李页丹	硬件类	标准件	遥控器	1	台	0	0	上赛季遗留	
空中机器人	李页丹	机械类	工具	扳手	1	套	125	125		
空中机器人	李页丹	云台	机加工	加工费	2	次	500	1000		
空中机器人	李页丹	云台	标准件	轴承	2	个	220	440		

5. 技术难点

技术难点	相关解决措施、方法
镂空	<p>课程相关资料及课设作业成果转化。为了使飞行器有更加优异的性能，在保证安全的前提下对这些薄壁结构 减重是结构设计中重要任务之一。一般这种薄壁结构的受力形式和失效模式较为复杂，除了 主要承受剪切和弯曲的载荷外，还会有拉压和扭转的作用。我们将整体物理模型简化为特定碳纤维复合板材，给定二维复合板材约束点坐标数据，无人机每轴提供恒定推力 550N，整机重量 18Kg。我们使用变密度法对机架进行整体拓扑优化。因为其概念清晰、易于理解，并且优化算法中的优化准则法构造简单、迭代次数少、收敛速度快，适用于设计变量多的优化问题。且目前大多数 CAE 商业软件中都有变密度法的拓扑优化功能，变密度拓扑优化法我们选择固体各向同性微结构材料惩罚（Solid Isotropic Macrostructure/material with Penalization, SIMP）法对上述物理模型定义进行分析求解，从而对空中机器人机架主体进行优化分析。</p>
供弹机构	<p>现有的切线拨盘机构整体体积略显冗杂，且卡弹情况时有发生，因此设计一款新的中心下供弹机构具有一定的必要性。供弹机构设计时采用双侧供弹，同一拨盘孔位，有两枚弹丸下落，以保证</p>

	减少空弹的情况。针对 17mm 弹丸的拨盘出口，使用尼龙刷或导槽处理三力平衡区的卡弹问题。针对小半径弧度区域加装微型轴承，增加弹流的顺畅程度。
弹舱	规则中要求飞手给空中机器人补弹时间为 35s，同时要求起飞降落、飞行过程中不能有弹丸洒落，因此需要开合弹舱设计，同时弹丸舱盖打开后开口应足够大，保证飞手补充弹丸的便捷性。
室内定位	空间采样及建模与机械设计同步进行。 第一步，在主机上安装配置 Ubuntu 系统；第二步，配置 ROS (Robot Operating System, 机器人操作系统) 环境并构建 Lidar 运行环境、安装固件等；第三步，接入激光雷达，扫描空间环境，采集原始点云数据，汇集并产出原始点云图；第四步，接入飞行控制器，获取飞控信息状态订阅 topic，包含运动加速度、高度、大地坐标位移、姿态等信息。接下来将进行第五步及之后相关步骤，包括数据融合、回发，飞控飞行仿真，路径计算及优化等内容。

2.3.6 飞镖系统

项目分析

(1) 上赛季飞镖分析

飞镖上赛季是第一次上场，飞镖初次制作稳定性差，缺乏测试，摩擦轮的速度调节较慢，由于稳定性原因，上赛季飞镖并没有达到预期水平，方案因为缺乏可行性和稳定性，导致上

赛季飞镖对于全阵容来说处于一个相对尴尬的位置。

同时也有一部分原因是因为飞镖在整个队伍立马优先级低，同时加上人员少，导致飞镖测试次数较少，同时很难进行一个系统的分析，导致飞镖很难提出改进方案，同时也没有进行电推镖体和气动方案的测试，导致本赛季技术积累少，飞镖可能长期处于一个比较尴尬的

预期功能	预期需求	最终效果及分析
射击	准确打击到前哨站,使用自动模式时可以自动旋转朝向基地,摩擦轮速度自动调节直可以将镖体发射至基地的速度	可以发射镖体,但是推进镖体的丝杆会出现滑丝现象,发射精度低。 激光瞄准器用扎带固定,瞄准精度低。
转动	使用步进电机带动 yaw 和 pitch 运动	稳定性差, yaw 轴完全损坏, pitch 可以实现基本的调节,但是仍会卡顿。

位置。

图 2.3.6.1 飞镖预期结果分析

总结以往经验，我们这一赛季飞镖系统期望做出技术的积累，能够在制导飞镖上做出一些积累，以及完善我们的非制导飞镖，追赶其他比赛队伍的进度，希望能够在一些缺憾的地方重新站起来，能够做出一个能够有较高命中率的飞镖，而不是一个靠抽奖凑命中率的飞镖。

除此之外，在完成了飞镖制作并测试之后，我们也希望我们能够尝试异想天开的想法（比如电磁发射、冷媒发射等），将我们一些想法作为技术储备，传给我们的下一代人。

(2) 整体规则解读

飞镖的改动，使得飞镖对比赛后期战局的影响更大，在高风险高回报的情况下，也要求参赛队伍规划有限的四枚飞镖，使得收益最大化；其次也考验飞镖的瞄准功能，尤其是飞镖命中“随机位置”规则的增加，使得制导飞镖的收益率大大提高，使得制导飞镖的研发被提上日程，总而言之，如果要尝试“随机位置”的目标击打，至少需要做出激光雷达或者飞镖镖架的视觉测距，通过测距调整飞镖发射架姿态，或者采用飞镖制导的方式，总之，本赛季对飞镖的电控要求和视觉要求更高，而且对飞镖的可控度要求提高，同时由于地面机器人的射速优先模式的取消，金矿银矿的收益，以及工程机器人的血量减少，使得飞镖对前哨站命中或摧毁成了滚雪球环节的最重要一环。

(3) 规则对比分析

2023	2024
飞镖只能击打固定位置目标。	飞镖将可以击打随机目标，若选择“随机位置”时，飞镖闸门开启后，基地的飞镖检测模块和飞镖引导灯将同时产生移动，同时在闸门完全开启时到达一随机位置，飞镖闸门关闭后回到初始位置。移动位置[-280mm,280mm]以及[0mm,280mm]
飞镖命中目标后遮挡操作手界面 5 秒或 10 秒。	飞镖命中对方前哨站、基地飞镖检测模块默认位置、随机位置时，对方所有操作手操作界面分别被遮挡 5 秒、10 秒、15 秒，同时己方存活的步兵和英雄平分 200、600、1000 经验。
	飞镖命中“随机位置”的基地装甲模块后，对方全部存活的地面机器人立即受到各自当前血量上限 25% 的攻击伤害。
	飞镖原装甲模块将改为大装甲模块，新飞镖检测模块将位于基地原三角装甲模块上方。
飞镖制作参数中尺寸为 250*150*150，质量限制为 0.22kg	飞镖制作参数中尺寸为 250*250*150，质量限制变为 0.35kg

(4) 需求分析

根据飞镖的结构，我们可以将飞镖分为镖体和镖架部分，镖体分为无电控飞镖和有控飞镖两种情况，飞镖发射架作为飞镖的发射载体，我们对飞镖发射架的要求是稳定的发射结构和控制结构。而根据规则，我们提出了如下需求：

- 飞镖空中姿态的可控化

由于规则的变化，使得我们能够制作更大的镖体，也意味着，我们可以在扩大的空间内，部署更多的元件，使得飞镖更加稳定，或者具有制导或空中微调的能力，要求我们使用视觉识别并且大量测试，提出相对合理具有可行性的空中姿态控制方式。

- **飞镖发射间隙的稳定和减振**

飞镖架的调整部分应该做到快速响应稳定，在每两次发射间隔之间，要尽快飞镖架的上一次发射带来的冲击导致的振动，在击破前哨站后，对基地的瞄准锁定可以做到较快的响应，这就需要合适的电机 PID 和合理的传动机构，尽量使用自锁结构，加快电机的响应速度（如对摩擦轮电机进行多次测试，测试不同电机达到最高转速所需的时间，选取响应快且合适的电机）。

- **飞镖架自身的稳定**

考虑到摩擦轮发射情况下，摩擦轮作为高频振动源，应当消除摩擦轮振动对发射精度的影响，我们考虑使用减振垫圈以及调整摩擦轮电机的动平衡，来保证飞镖架自身的稳定。

- **其他需求**

稳定高效补弹、镖体快拆以及易维护、低成本设计、飞镖发射架工业相机、简化发射测试

研发规划

1. 研发及改进方向

(1) 机械

- **飞镖**

选择弹型设计，减小空气阻力，减小发射难度

增大飞镖容积，部署更多元件

- **发射架**

增加独立图传便于操作手进行瞄准

采取三角形结构设计，既美观又稳定

将电机集中布置于前侧，便于直接调节电机，同时减少了电控接线的难度，也便于维护

- **发射方案**

采用 120mm 单级摩擦轮方案，是比较稳定成熟的方案

(2) 电控

- **UI 设计**

通过理论数值计算以及经验模型建立一套符合操作手习惯，随电机速度和角度变化的 UI 系统，使得操作手能够做到快速瞄准。减小云台手瞄准压力

- 传感器集成

采用 C 板陀螺仪或者激光雷达的方式，优化数据采集流程，节省响应时间，使得控制系统能够在较快的时间内调整传感器参数，适应场地条件

- 电机测试

测试不同电机稳定性，同时确定一套完整的实时监测系统，使得操作手可以第一时间得知电机的状态，快速判断飞镖系统出现的问题

(3) 视觉

- 飞镖引导灯识别

为飞镖制导创建训练集，如果时间充足，考虑追加飞镖制导功能

2. 研发进度安排

测试项目	测试内容	人员安排	技能需求	耗时	资金
飞镖摩擦轮电机测试	测试电机最高转速，以及达到最高转速所需时间	电控 1 人 机械 1 人	Keil 的熟练使用，CubeMX 可视化读取电机参数，了解电机参数	2 天	50
飞镖镖体强度仿真及仿真式设计	模拟材料刚度，确定飞镖选材，同时通过仿真设计，减轻飞镖重量，同时进行刚性测试，确保飞镖在发	机械 3 人	熟悉材料性质，Fusion360 和 Solidworks 的熟练使用，会仿真设计，了解飞镖的空气动力学原理	3 周	2000

	射后能够保持结构的完整性				
飞镖摩擦轮动平衡测试	通过加减配重块，保持摩擦轮电机的动平衡稳定	机械 1 人	熟练使用测定动平衡仪器，熟悉动平衡操作流程	3 天	10
自瞄视觉测试	视觉识别训练完毕后，模拟比赛场地灯光，制作等效装甲板和飞镖引导灯，观察视觉识别情况	机械 1 人 视觉 1 人	熟练掌握卷积神经网络知识，同时制作出能够尽可能等效比赛场地的引导灯	1 月	300
飞镖架抗振能力测试	给飞镖架施加一个较大的振动，采用不同的结构设计抗振，记录其到达稳定所需时间	机械 1 人 电控 1 人	对振动原理比较了解，熟悉机械设计，了解控制原理	15 天	200
飞镖击打目标测试	飞镖击打不同距离和位置的目标，记录其散布，运用数学模型，计算出期望，	机械 2 人	熟悉飞镖的基础结构，并有一定的维修加工能力，同时有参与过发射测试，明白发	1 月	1000

	为实战瞄准的经验公式提供数据		射测试全套流程		
回归性测试	于比赛前一个月，每日测试飞镖状态，保证飞镖达到理想要求，使机器人处于上场最佳状态，同时更换易损坏的零件，确保飞镖在场上不出现技术上的问题	机械1人 电控1人 操作手1人	熟悉飞镖维修以及结构 懂得嵌入式代码的编写，能够调好控制代码 有恒心坚持每天抽出半小时时间测试飞镖发射	1月	1000

3. 测试项目的人员安排及周期

时间	整体规划	飞镖（责任人：李晨弘、汪沛宇）			
		机械	电控	视觉	完成情况
1月	飞镖方案确定，以及初版飞镖绘制	参考其他队伍全国赛表现，吸取其优点初步确定飞镖方案	电机选型，以及电机控制学习，根据机械组提供图纸，与机械组讨论布线方案	无	已完成，但后期飞镖方案改变
2周	飞镖图纸优化并发加工	飞镖图纸优化并发加工			已完成，飞镖图纸画完，但发现当前方案具有致命性的问题

2周	飞镖再版图纸绘制	飞镖图纸第二版绘制	飞镖摩擦轮电机测试		基本完成,但图纸需要优化
1周	飞镖系统出车	飞镖图纸优化,发加工,飞镖镖体强度仿真及仿真式设计	电机型号选定,分电板绘制,根据机械图纸制定布线规则		未开始
1周	飞镖组装	飞镖机械结构组装,飞镖架抗振能力测试,飞镖摩擦轮动平衡测试	飞镖接线,并进行代码调试		未开始
1月	飞镖测试	飞镖击打目标测试,中期以及完整形态考核视频拍摄	飞镖PID调试,代码维护	飞镖训练集构建,搭建飞镖指示灯等设施,同时进行实机操作,训练集记录归档	未开始
3周			根据机械组测试结果,编写测试程序,计算经验公式,编写UI程序		未开始
1月			为实现制导,飞镖镖体电机选型,同时思考制导飞镖内部构造,为其绘制特制的电路板		未开始
1周	完整形态考核	飞镖测试保证飞镖误差在5cm之内波动,减小散布,同时在保证保底方案的同时,尝试新的发射方案以及制导镖体方案	未开始		
1月	飞镖稳定性保障	回归性测试,保证飞镖稳定性,及时给电控反馈,保证PID稳定	配合机械,及时调节电机参数,保证飞镖随时可以进行测试		若飞镖能够保障稳定性,尝试制导方案,并进行技术积累

4. 技术难点分析

(1) 机械

● 摩擦轮发射

摩擦轮发射在当前赛季是较成熟的方案,比赛队伍中绝大部分使用的是摩擦轮方案,但摩擦轮的短间接触,使得飞镖的出射姿态很大程度上受到了接触的摩擦轮影响,所以需要好的机械限位和供弹方式使得摩擦轮方案稳定。

同时摩擦轮方案经常会面临散布大、射程小、振动大等负面影响,做出一套摩擦轮方案是简单的,但做出一套稳定的摩擦轮方案是困难的,需要长时间的测试并记录问题才能够做出一套比较好的摩擦轮方案。

- **皮筋发射**

皮筋发射在比赛队伍中使用较少，但使用该方案的队伍的命中期望比摩擦轮方案高，同时在射程上能够很轻松的超过摩擦轮方案的上限，同时皮筋的弹力也可以很好的被控制。

但是，皮筋发射的装填困难（皮筋消耗了大量行程和空间，而且需要较大的力），需要我们一些做出特殊设计。同时，皮筋发射的测试方案较困难，目前没有成熟的测试方案，皮筋的使用疲劳也会导致皮筋的寿命减少，最后导致皮筋的突然断裂，目前没有科学的方法量化皮筋的使用疲劳，在摩擦轮方案成熟之后，我们将考虑皮筋发射。

- **飞镖空中可控方案**

制导飞镖要求飞镖在空中可以进行控制，而在无动力情况下的飞镖控制是较为困难的，大部分队伍会选择在飞镖发射出飞镖架后让飞镖镖体进行自旋，使得飞镖的抗扰动能力增加。

如果选择飞镖的控制方案，则应该先抵抗自旋力进行平衡，如果采用平面或曲面进行扰流平衡，则会增加较多质量，降低飞镖射程，同时也容易导致飞镖刚性过差，我们希望在尽可能少增加质量情况下，加强飞镖镖体的平衡性能，从而实现初步控制，在这之后，通过舵机微调飞镖姿态。

(2) 电控

- **UI 制作**

飞镖长期以来没有一个很好的 UI 界面，也很少有队伍尝试 UI，大部分都采用视觉校准上一次发射进行姿态微调，也影响飞镖的命中率，我们希望能够制作一个与 yaw、pitch 以及摩擦轮电机实时联动，能够预测命中位置 UI 方案。

但是由于电机的响应速度原因，以及该 UI 的制作很大程度上依赖于先前经验，所以需要大量的测试数据支撑瞄点的位置计算，在测试时间上需要把每一次数据格式化记录，并进行成千上万次的标准测试，这就要求我们测试数据需要较高的水准，需要花费大量时间。

- **电机与主板选型**

由于飞镖的制导要求，需要运用较小的空间实现飞镖的自主控制功能，需要电控组自主设计控制板。同时关于摩擦轮方案采用的电机选取，这是我们队伍第一次采用 120mm 的摩擦轮方案，摩擦轮的惯量对电机有较大影响，如何选取转速合适以及快速恢复怠速状

态的电机需要经过比较测试后才能决定。

(3) 视觉

● 飞镖训练集构建

获取大量在不同光线下的训练集，并且训练成为视觉的技术难点。我们队伍的视觉成员较少，导致视觉方面开发进度较慢，在半年的时间内如何分配成员给其他兵种做自瞄，尤其是哨兵的自瞄方案成为了视觉当前的主要工作。飞镖方面很难得到相应的支持。

同时飞镖出枪口到最高点后速度较快，飞镖的视觉识别方案可能会遇到识别到目标，但是识别不能给飞镖的控制带来位于 $[-280,280]$ 及 $[0,280]$ 的调整量，在具体实施的时候会遇到问题，暂时看不到可行性，至少需要满足特定机械要求后，视觉才能起到作用。

2.3.7 雷达

项目分析

(1) 相关规则改动

从规则来看，雷达除了能够实时提供全局视野之外，新增的易伤机制将进一步拉开强弱队伍的的实力差距，由此雷达几乎成为每个梦想闯进深圳的队伍的必选项。而相关基础功能的实现也是我们本赛季开发中不小的工作量。本赛季加入红蓝引导线，更有助于雷达的识别以及优化。

(2) 需求分析

全局定位	能够实现对场上全部可见范围内的机器人的识别，通过对机器人的位姿估计得到各个机器人在场上的绝对位置并通过坐标换算得到机器人在场中的相对位置坐标。
机械结构	雷达对于机械结构的运行并没有过多要求，要求足够平稳以及便携，能够在比赛时在简短的备战阶段完成安装。
算法部署	代码中足够轻量化，在开始运行时不会过多的

	占用资源导致启动速度慢等,要求能够在备战时间快速跑通并完成简单的调试。在代码结构要求代码易读,耦合性不能过高,方便后续的代码优化。
通信机制	由于雷达传达信息接收方只有两个,一个是裁判系统另一个是全自动哨兵,对于通信要求,初步定位能够完整的传达消息即可,可以从开源中借鉴,而后根据自身相关场景进行优化。
战术要求	雷达能够以一定方式发送给哨兵信息,包括对敌方关键机器人的全局锁定等,这使得雷达成为哨兵的第二只眼睛,与哨兵的通力配合将最大程度激发雷达以及哨兵的战术力量。

(3) 资源需求

场地	一个能够在一定程度上模拟真实赛场的环境,保证接近的灯光环境,相似的障碍场景(能够让机器人在场中一定程度上躲避雷达的扫描)
	一个能够在尺寸等指标与真实赛场相似的场景,完成整个雷达极限参数的测试。
物资	一个能够探视到全场的工业相机
	电源管理模块和主控模块以及相应数据线
	一台算力足够的主机
	一台能够进行全场扫描的激光雷达
	一个性能足够的深度相机
人力	2名算法组队员
	1名机械组队员

2.3.8 人机交互

自定义控制器

1. 需求分析

在 2023 赛季启动后，工程机器人的兑换站规则经历了重大变革，引入了按自选难度等级随机变换位置的机制，以提高兑换矿石的成功率。为了适应这一变化，工程机器人的执行器设计变得更加复杂。在这个赛季的竞技场上，我们目睹了五轴甚至六轴机械臂工程机器人的出现。这些机器人采用高自由度的执行器设计，以确保它们能够成功兑换高难度等级的矿石，从而在比赛中获得更大的经济回报。

然而，如何有效控制这些高自由度执行器已经成为一项亟待解决的挑战。传统的单轴映射操纵方案显然无法满足对高自由度机械臂的精准控制需求。即便利用工业领域机械臂示教模式来记忆动作路线，也难以适应充满随机性的赛场环境，更无法解决突发情况，比如拾取掉落在地面的矿石。

因此，我们迫切需要研发一种定制的控制方案，以有效地掌控工程机器人在赛场上的各种情境。这不仅涉及到提高执行器的响应速度和准确性，还需要创新性地解决在复杂环境中应对变化的技术问题。只有通过这样的自定义控制方案，工程机器人才能在兑换矿石的任务中取得更为卓越的表现。

2. 研发规划

● 调研阶段：（2023 年 10 月-11 月）

在这一调研阶段，我们着眼于通过多方面的手段来了解当前已有的工程机器人自定义控制方案。我们首先将深入研究 2023 赛季的比赛视频，通过观察已经存在的工程机器人自定义控制方案在实际赛场上的应用情况。这将包括它们在不同难度等级下的操作效果、对突发情况的应对能力，以及在兑换矿石任务中的整体性能。

在这个阶段，我们的目标是不仅了解已有方案的技术可行性，还要评估它们与我们队工程机器人设计的匹配度。我们将关注如何借鉴先进方案中的优秀特性，同时根据我们团队的需求和机器人设计的独特性来进行定制和优化。

● 设计阶段（2023 年 12 月）

首先规划整体系统结构，确定要使用的控制方案。电器元件选型将综合考虑性能、尺寸和成本，以确保系统的稳定性。操纵模式设计将根据任务需求和人机工程学原理，制定出灵活、

直观和人性化的方案。设计方案确定后，我们将进入初步制造阶段，制作测试样机。此阶段关注制造可行性和测试样机的真实还原，以进行功能测试和性能验证。搭建工程机器人机械臂测试框架，与自定义控制器联合调试，观察效果，确定控制器迭代方向。

● 调试迭代阶段（2024年1月后）

在调试阶段，我们将对自定义控制器进行迭代，不断优化其性能以达到稳定状态。包括对系统的各个方面进行详尽的测试和调整。我们将仔细监测控制器与工程机器人的同步情况，确保它能够迅速而准确地响应操作手的指令。同时，我们将检查控制器在不同兑换难度下的适应性，以确保其在高兑换难度等级下能保持高效运行。

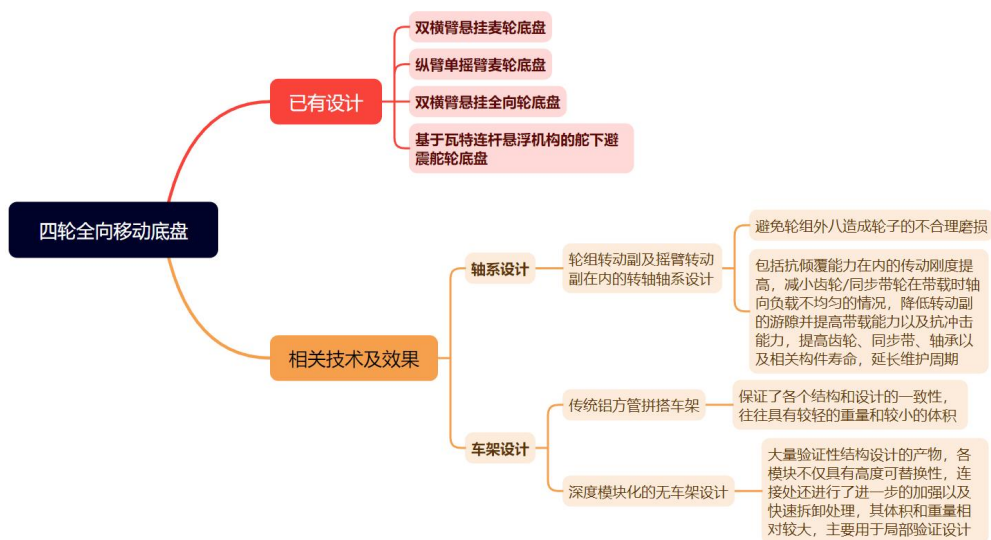
迭代中收集关于控制器性能的数据，并进行分析以识别潜在的改进点。包括调整控制算法、优化传感器的使用方式，或者改进人机交互模式以提高用户体验。通过这种持续的优化过程，我们旨在使自定义控制器更加稳定、灵活和可靠，以满足工程机器人在比赛中高稳定性的目标。

2.4 技术储备规划

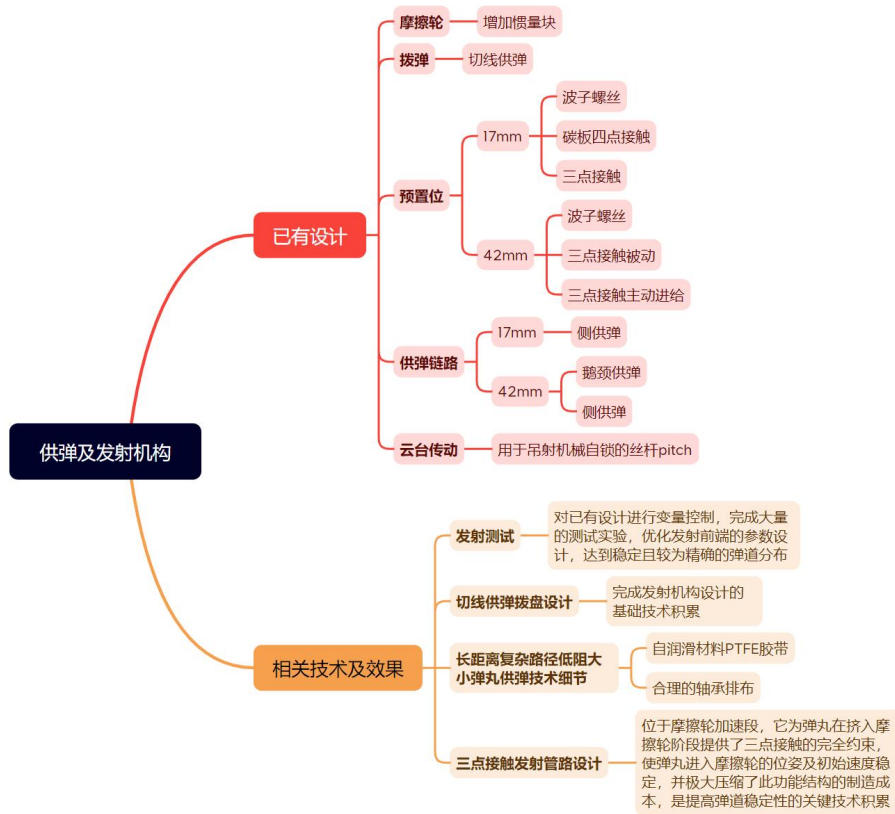
2.4.1 通用技术储备

已有技术储备

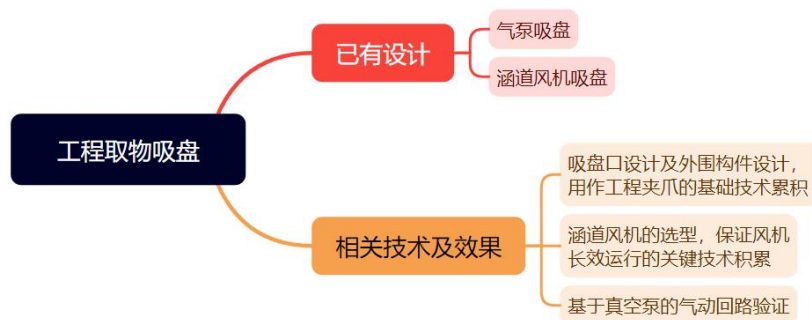
1. 四轮全向移动底盘



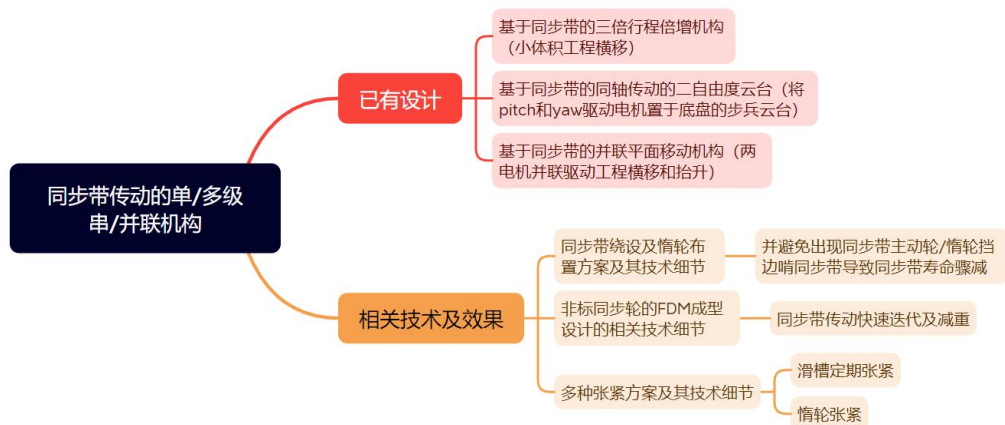
2. 发射机构及云台设计



3. 工程取物吸盘



4. 基于同步带传动的单/多级串/并联机构



规划中的技术储备

- 平衡底盘
- 舵轮底盘
- 多自由度串联机械臂（工程 SCARA 构型机械臂）
- 连杆自适应悬挂开发
- 电磁铁离合 pitch 轴锁定设计
- 重力补偿机构
- 实现各兵种部分零件的通用互换设计
- 飞镖架的拉簧/皮筋弹射方案
- 自制减速箱研发

2.4.2 特定兵种技术储备

我队计划在 24 赛季开始进行平衡步兵研发，进行技术储备。

1. 平衡与纵向运动控制

对于轮腿机器人的基础，我们先着重于对机器人上层机构与腿部的姿态以及驱动轮的运动，并忽略机器人腿长变化，仅考虑腿的姿态。

对此我们需要有多步要求：

- 进行经典数学模型构建，建立出经理力学模型。
- 对腿部的五连杆机构进行分析，计算出腿部电机位置如何随关节电机的位置变化而变化

- 进行经典 LQR 控制器的设计，建立轮腿倒立摆模型。
- 进行 VMC 解算
- 进行运动学仿真。

2. 综合运动控制

对于轮腿机器人，平衡和纵向移动是基础，但除此之外，我们还需对机器人高度与横滚姿态等状态进行控制。

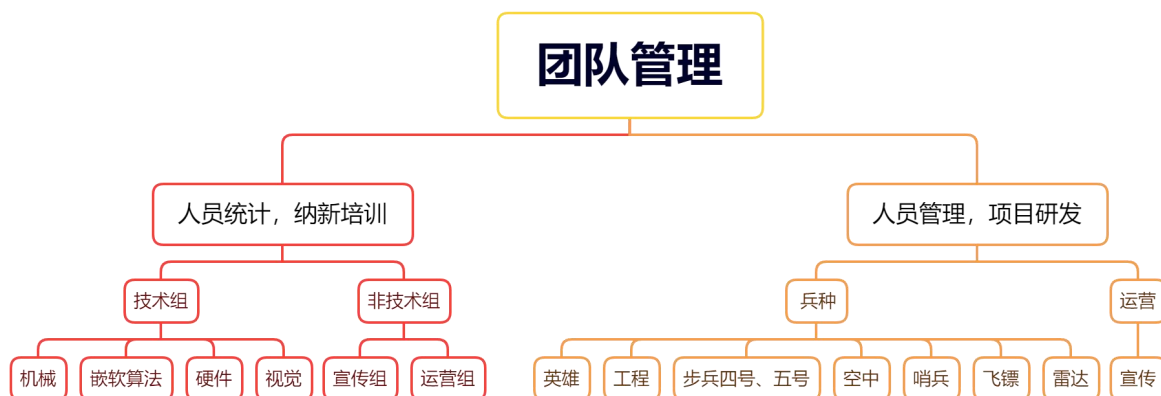
3. 机器人离地检测

在比赛中时常会出现飞坡，踩弹丸等情况，要克服这类困难，我们就需要对机器人进行离地检测。

进行支持力检测检测机器人离地状态。

3. 团队架构

3.1 团队整体架构



3.2 团队细分架构

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
		指导老师	负责团队建设整体管理，与学校的沟通。对战队研发有整体把握，管理队伍经费的使用，指导队员研发思路等	在机器人/机械/控制/计算机视觉领域的老师	3
		顾问	为研发各个阶段提出建设性建议，帮助攻克开发难点	参加过 RoboMaster 比赛的学长	5
正式队员	管理层	队长	负责与组委会，指导老师等对接，进行任务的规划，分解，安排到人；负责人员分工、统筹以及战术安排、调整；负责队伍的传承与发展	有热情，负责任，熟悉机器人的整体开发流程	1
		副队长	辅助战队技术工作，及时发现问题并与队员沟通	有热情，负责任，熟悉机器人的整体开发流程	1
		项目管理	辅助战队管理工作进行，各项目研发的跟进，会议安排记录，战队运	有责任心，有耐心。熟悉机器人的整体开发流程，有管	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	
			营等；建立和完善管理规范 and 制度	理经验。		
	技术执行	机械	组长	带领队员完成机械设计，搭建；培训新队员	擅长机械设计。参加过机器人或是机械类比赛，有研发经验	1
		机械	组员	进行机器人结构的设计。完成零件加工，装配，	熟悉机械设计的方法流程，有零件加工装配经验	6
		硬件	组长	线路布置及硬件设计任务。培训新队员	擅长电路硬件设计。参加过机器人比赛，有研发经验	1
		硬件	组员	机器人电子元件，线路布置，电路板焊接。	熟悉硬件设计的方法流程，有电路元件焊接经验	2
		电控	组长	培训新人，把控整体电控调试周期，嵌入式代码审核，制定代码编写标准。	熟悉机器人的嵌入式代码开发，熟悉各项常用算法以及麦轮解算等。能够培训新人。	1
		电控	组员	能够完善代码框架的内容，配合视觉调试各项参数。	有机器人控制系统研发基础，能利用虚拟平台调试代码。	5
		视觉算法	组长	负责视觉组的新人培训，管控视觉算法整体开发进度，负责算法代码审核，制定算法代码编写标准	有机器人控制系统研发基础，熟悉各种常用算法的编写。能利用虚拟平台调试代码。	1
		视觉算法	组员	负责算法组与电控联合调试，以及算法的完善和测试。	有计算机视觉研发基础，	4
运营		宣传	负责微信公众号，哔哩哔哩视频号的运营工作。设计队服，宣传标	熟悉视频剪辑，ps 软件的应用。擅长平面设计，有摄影，	3	

职位	分类	角色	职责职能描述	招募方向/人员要求	预计人数
	执行		语等；做好队内文化建设	绘画基础	
		招商	负责招揽赞助商，为团队提供一定的赞助支持；负责赞助商的对接跟进任务；负责调研赞助商的需求、以求多种渠道为战队寻求赞助；	善于社交，有较强的语言组织能力，心理素质较强；有外联部、公关部工作经验	1
		财务	负责管理队伍资金，根据队内各个任务情况分配资金，收集队内发票，整理账务、报销	工作细致、责任心强，沟通能力好；熟练使用 office 等办公软件	1
梯队 队员		机械	融入到研发过程中，学习机械设计	有建模软件的使用基础，对机器人开发有热情。	13
		硬件	融入到研发过程中，学习硬件设计等。	有电路设计软件的使用基础，对机器人开发有热情。	3
		电控	融入到研发过程中，学习机器人运动控制	有程序开发基础，对机器人开发有热情	7
		视觉算法	融入到研发过程中，学习视觉算法等。	有程序开发基础，对机器人开发有热情	6

4. 资源可行性分析

4.1 上赛季资源使用总结

在 23 赛季中，由于前期规划问题，以及部分资源的空缺和补偿的延迟性，导致整体进度较慢，在赶进度时，减少了部分审核要求，造成了部分资源的浪费。由于队内前期人数较少，沟通及协作成本较低，因此并未形成成体系的一套管理方案及策略，这也造成的部分资源的冗余浪费和管理浪费。在 23 赛季中，战队与社团的合作较浅，未进一步与其他校组织及社团进行资源复用，也使得错失了部分资源。

4.2 本赛季资源使用及成本控制优化项

通过回顾上赛季的资源分配以及实际与计划开销对照数据，可以发现千里战队，仍有部分资源浪费，以及资源划分合理性问题。在 24 赛季，我们将着重在以下几个方面进行优化。

4.2.1 制度优化

在 24 赛季，我们将优化报销流程，更加加严格的把控战队流水以及报销程序，通过对购买物资的价格，品类的区分，划分不同的报销及审核流程，争取小件小流程，大件多流程，以达到高效率，低错率。

4.2.2 设计优化

在机器人研发方面，增加审图流程，加强日常的问题收集及勘误，以汇总错误点，减少设计错误。机器人设计过程中，也将严格的将所用材料，进行仿真及审核，我们将通过更加合理的材料选型及合理的减重设计等，进一步减少资源浪费。

4.2.3 管理优化

在 24 赛季，千里战队将实行区域管理及责任制，以便对物资管理时，能够向上追溯追责，以加强队员的规范意识。我们将在不同的时间周期内，实行不同的管理策略。在日常研发阶段，工具将统一管理，以个人形式追责。在备赛期，将严格区分不同兵种，不同组别，定期检查各组物资，以便于加强组内效率。

4.2.4 资源配比结构优化

在 24 赛季，千里战队的资金及其他资源来源，将更为丰富，我们将以千里战队为核心，

机器人爱好者协会为参与面，广泛加入到学校的相关比赛及活动。同时，千里战队将孵化更多的国市创项目，在将机器人成果落地的同时，获得更多的资源，反哺战队的发展。在招商方面，千里战队将成立专门的招商小组，希望通过外部的帮助，进一步发展千里战队。

4.3 本赛季可用资源概述

类别	来源	资源描述	初步使用计划
资金	重庆大学 学生交叉 创新中心	指导单位配套重大学科竞赛专项经费	机器人制作费用，场地搭建费用，差旅费用
资金	重庆大学 学生社团 重大重点 项目	重庆大学学生社团重大重点项目专项经费	用于战队与其他社团的交流经费及部分培训活动的开展经费
资金	深圳市玉 富同电子 科技有限 公司	深圳市玉富同电子科技有限公司所赞助经费	用于战队流水及部分文化活动
物资	往届遗留	测试工具，装配工具，电机，控制板，NUC 等物资	用于机器人测试、制作等
物资	拓竹科技 有限公司	Bambu Lab X1cc	用于战队机器人的 3D 打印件制作

1. 资金预算分配规划（概览，详细版本在“团队预算”Excel 文件中体现）

模块	可用资金预算	备注（如有）
步兵	76000	包括新造麦轮步兵，舵轮步兵与旧全向轮步兵维护

英雄	20000	包括旧英雄维护与新英雄制作
工程	22400	
哨兵	35000	
无人机	10000	
飞镖	10000	
雷达	5000	
运营	10000	
差旅	30000	
其他	5000	实验室日常
总计	223400	

2. 资源可行性分析

(1) 资金来源

由于战队第二年备赛超级对抗赛，赛事规则变动较大，对及机器人性能要求更高，同时千里战队现阶段人数激增，需要更多的经费，以完成新的机器人制造及日常运营。

- 战队已申请学生社团重大重点项目，预计获得一万元资金；
- 战队将孵化四个国市创项目，预计两项国创，两项市创，可获得专项资金两万元左右；
- 在 2024 年年初，将会学校申请重大学科竞赛经费，预计在十五万元左右；
- 在社会层面，目前正在谈企业三家左右，后期将寻找更多的意向企业；
- 战队正深圳市玉富同电子科技有限公司的资金赞助，预计可获得两万元资金。

(2) 资金规划方案

在 2024 年，千里战队得益于学生交叉创新中心的支持，有一批较大数额的经费可以支撑我们研发新的机器人，同时保证战队的日常运营开销。但重大学科竞赛经费划拨时间一般为

来年三月以后，即中期考核之后，因此这对我们如何分配目前仅剩的资金带来了挑战。

我们将紧跟赛事规则及各重大时间节点，逐步分配资金。在 23 年底前，经费即将收回，此时机器人设计未完成，无法产生直接开销。因此，我们将先购买一批标准件及原材料，同时购买一定数量的 NUC 用于视觉导航组。后期经费紧缺期，将先保证中期考核及重点研发的项目。

千里战队的资金来源，较为多元，我们通过与机器人爱好者协会的整合，以及其他社团的联合活动，均可从中获得一定的经费，以帮助战队的日常运营。在赞助方面，千里战队拥有深圳市玉富同电子科技有限公司的现金赞助，以及拓竹科技有限公司与毗铁机械有限公司的设备赞助，同时运营组将会成立专门的招商小组，以向更广大的社会面寻求赞助。

(3) 场地资源方面

在 23 赛季，重庆大学虎溪校区为机甲大师高校联盟赛（西南赛区）的举办地，赛后的 3v3 及 1v1 场地，均被划分给了千里战队，这为 24 赛季的场地测试及发弹测试都提供了更好的场地资源。

在 24 赛季，千里战队进驻了学生交叉创新中心机甲大师实验室，占地 150 余平，为战队的日常运营及加工都提供了更加充裕的空间。

(4) 人员安排可行性分析

在 23 赛季末，千里战队共 30 名左右成员，统计留队参与 24 赛季的成员有近 20 人左右。经暑期培训及校内赛选拔，目前共 60 余人，但绝大部分成员为新队员，同时由于 23 赛季，起步较晚，队内人数及资源较少，同时缺少传承及老队员的指导，23 赛季结束后，整体队内水平仍处于下游。但在 24 赛季，老队员的留队以及前队员的回归，为 24 赛季带来了新的可能。部分大三大四的学长回归，为战队提供了更加专业的指导，而留队成员，对 RM 的热爱更加深刻。同时管理层集中于大二学生，时间精力也更加充足，这为战队新的发展提供了人员基础。

战队目前成员，主要集中为大一大二学生，目前课业压力适合，但技术储备较弱，培训周期及时间会更长。在选拔大一的队员时，我们举办了校内赛，同时报名人数超 600 人。经过校内赛长达一个月的培训及比赛后，最后入队的成员也较为符合预期，他们的时间精力及团队合作精神更高，也更加适合 RM 的赛场。

5. 宣传及商业计划

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目的

通过各种宣传形式和宣传渠道，扩大战队的校内外知名度，提升比赛在学生中的影响力，激励队伍成长，传播战队文化，传承比赛精神。

5.1.2 宣传元素

队服：

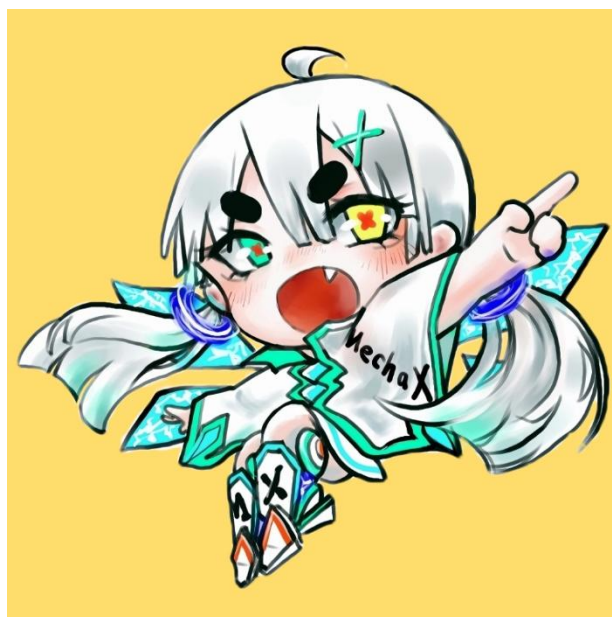
设计统一的队服，在日常工作中增强团队的凝聚力，在外交流或者宣传时展现团队的形象，以增强队员们的团队认同感和赛事认同感。

我们考虑设计两套队服，一套是T恤，底色一致，可根据不同兵种设计不同点缀色，并要求队服设计能充分体现战队特色。T恤上印制战队的英文版LOGO，背面印制战队的IP形象。

另一套考虑设计实用性较高的工装背心，方便携带工具。在背后设置魔术贴可以自由粘贴赞助商 LOGO，机器人战队的LOGO，战队IP，自己喜欢的元素等。

IP 形象：

依据战队文化设计IP形象“千里”，再衍生出Q版以及扁平化风格。并设计制作IP衍生周边，



如鼠标垫、钥匙扣、表情包、贴纸、徽章等。

5.1.3 线下宣传

(1) 千里战队附属社团机器人爱好者协会

成员构成：重庆大学校内机器人爱好者/有兴趣参加活动的同学

宣传方式：

多多举办校内社团活动：千里战队与战队附属社团机器人爱好者协会不定期举办线下活动，以吸引校内同学 前来 了解机器人相关知识以及 **RoboMaster** 机甲大师。战队举办的线下活动主要分为机器人体验 活动和机器人专业知识培训活动，如“机器人驾驶体验”、“机器人射击体验”、“机器人作业体验”和“单片机入门培训”等活动。

(2) 交叉创新中心机器人相关课程

成员构成：重庆大学机器人课程相关老师/选择了此类课程的同学

宣传方式：

老师向学生推荐 千里机器人社团及鼓励学生参加机器人相关活动。战 队邀请机器人相关专业学长学姐、课程老师进行专业培训、技术交流沙龙，相关讲座等不限形式的活动，并趁机通过学长学姐以及老师来扩大战队的影响力。

(3) 外出比赛

成员构成：重庆大学 千里战队成员/其他优秀机器人战队的成员/观赛市民

宣传方式：

参加校外比赛；积极参与组委会所提出的城市挑战赛、商业赛，让广大市民和友好队伍熟悉了解重庆大学 千里战队

(4) 重庆市各类智博会和高交会

成员构成：市级领导/广大关心科技发展的群众

宣传方式：

参加中国国际智能产业博览会和重庆璧山高新技术产业研究院展会等各类 展会为各级领导、广大群众提供解说、参观、体验等项目。

5.1.4 线上宣传

(1) BILIBILI 视频网（以下简称 B 站）

➤ 受众群体分析

B 站日均播放量高，月均互动量多，20 周岁左右用户占据绝对的主导地位。男女性别比例接近均等。本科及以上学历用户比例高。用户呈年轻化、普遍受教育样态，且用户粘性较大。对于战队宣传来说，主要受众为 **RoboMaster** 参赛人员、机械爱好者、高校师生、圈外人群。

➤ 站内内容分析

B 站内容以中长视频为主，短视频、专栏图文为辅。其中，时长 6 分钟左右的视频为主流。目前，B 站的定位为与 ACG 相关的新媒体平台，其视频内容风格多元，涵盖知识讲座录像、科普、纪录片、用户自创视频等各个领域。

➤ 战队在 B 站的宣传目的

记录战队发展进程，提升战队凝聚力，培养战队核心价值观，厚植战队文化底蕴，扩大战队校内外影响力。

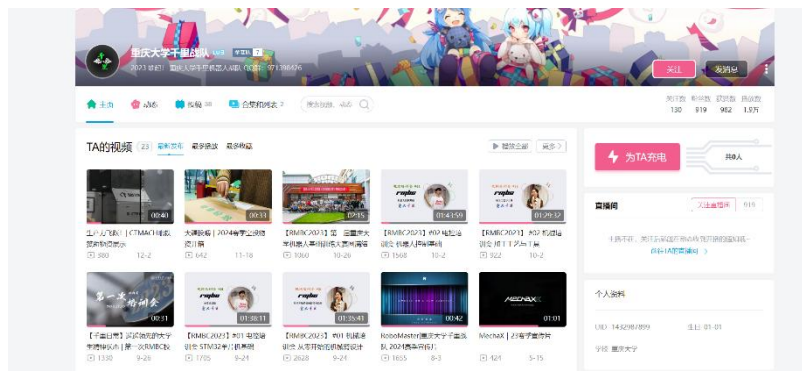
➤ 战队在 B 站的宣传规划

本赛季，战队计划在 B 站以宣传视频的形式，通过摄制战队日常点滴、动人时刻和进行人物专题采访的方式，宣传本队文化。并联动其他高校与本校团委，积极扩大战队宣传力度。

➤ 战队在 B 站的宣传成果预期

我们希望，在 B 站关注人数上，能达到 2000 人，视频平均浏览量达到 4000，平均点赞数达到 300，投币（B 站特殊点赞方式）平均达到 100，收藏量平均达到 100。

➤ 战队 B 站运营内容展示：



(2) 微信公众号平台

➤ 受众群体分析

微信公众平台及视频号平台有用户体量大、受众范围广的特点，几乎涵盖了各大年龄段、行业、爱好人群与各体量企业。对于战队来说，主要受众为 **RoboMaster** 参赛人员、校内师生、其他高校师生、**RoboMaster** 爱好者。

➤ 平台内容分析

微信公众平台及视频号平台分为公众平台和视频号平台两大板块，其中，公众平台以图文为主；视频号平台以视频为主。公众平台的图文内容种类丰富，包含传统媒体报道、商业广告、用户自创内容，并且提供多种程序接口，可扩展空间大。视频号内容与 B 站有较大交叉，但视频号内容形式更偏向于短视频。

➤ 战队在微信公众平台及视频号平台的宣传目的

传达战队消息，汇报战队进度，记录战队故事，提升战队凝聚力，培养战队核心价值观，厚植战队文化底蕴，扩大战队校内外影响力。

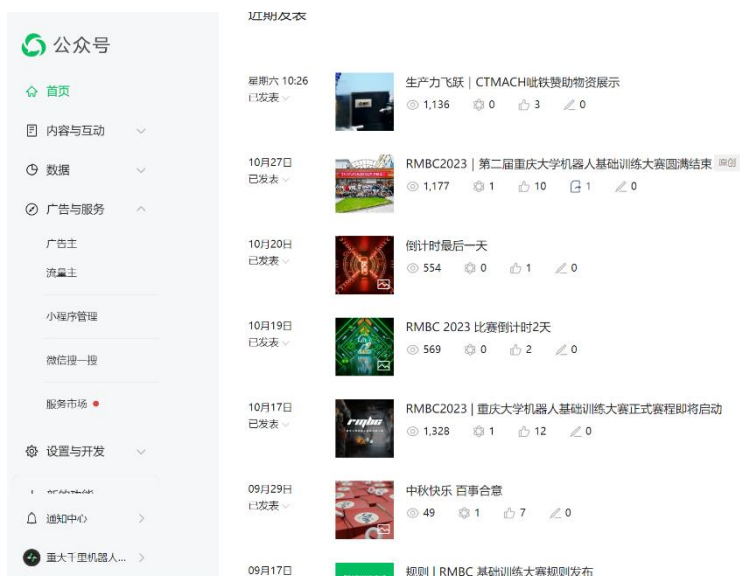
➤ 战队在微信公众号平台的宣传规划

本赛季，战队的重要通知、信息、汇报、成果，将主要以微信公众号推文的形式发出，同时，战队日常、战队趣事、战队新闻、官方赛事最新消息也将以微信公众号推文的形式发出。视频号平台内容与 B 站同轨运行。

➤ 战队对微信公众平台及视频号平台的宣传成果预期

我们希望，公众号关注人数达到 200，日阅读量达到 300，点赞人数每篇达到 100，在看/转发人数（微信公众平台特殊转发方式）篇平均达到 100。

➤ 战队微信公众号运营内容展示：



(3) 微博平台

➤ 受众群体分析

微博用户呈现年轻化、基数大、用户日活跃高的特点。男女性别比例接近均等，用户范围广，且有官媒入驻。对于战队宣传来说，主要受众为 RoboMaster 赛事的爱好者与广大学生群体。

➤ 平台内容分析

微博是老牌社交媒体，其内容具有时效性，便于操作、成本低、传播力度大。且微博具有完整的互动链，适合分享战队日常，转发赛事信息，让更多人了解战队，了解 RM 赛事。

➤ 战队在微博平台的宣传目的

战队通过分享精美的图文记录战队工作日常，可以让全国的大学生、更多的赞助商看到我们的风采。

➤ 战队在微博平台的宣传规划

本赛季，战队在微博平台的运营方面，计划与微信公众号同步分享战队日常、赛事信息等等，展现战队风采。同时，将加大与 RM 官方账号以及其他战队进行互动，共同营造良好的交流氛围。

➤ 战队在抖音平台的宣传成果预期

我们希望，在微博关注人数上，能达到 100 人，图文平均浏览量达到 2000+，平均点赞数达到 50 以上。

➤ 战队微博运营内容展示：



(4) 抖音平台

➤ 受众群体分析

抖音用户多为 20-30 周岁的年轻人。男女性别比例接近均等，但女性用户比男性用户年轻化比例更高，且，女性用户更喜欢发布内容。对于战队宣传来说，主要受众为 RoboMaster 赛事的爱好者与圈外人群。

➤ 平台内容分析

平台内容呈碎片化、轻量化样态，适宜发布的题材为战队日常、战队趣事、乐趣视频、吐槽视频。

➤ 战队在抖音平台的宣传目的

记录战队发展进程，提升战队凝聚力，分享战队乐趣时刻、日常吐槽，扩大战队校内外影响力。

➤ 战队在抖音平台的宣传规划

今年，战队计划将抖音平台与 B 站、视频号并轨运行，在赛季初发布 15 个短视频，赛季中发布 20 个短视频，赛季末发布 15 个短视频，总共发布 50 个作品。在条件允许的情况下，可能会选择借助平台进行流量推送。

➤ 战队在抖音平台的宣传成果预期

我们希望，在抖音关注人数上，能达到 500 人，视频平均浏览量达到 200，平均点赞数达到 100。

➤ 战队抖音运营内容展示：



5.1.5 宣传规划

时间节点	月份	负责人	事件	TO-DO	备注
招新时期	9月-10月	宣传经理	招新准备	<ol style="list-style-type: none"> 1.招新海报设计 2.招新推文 3.线下招新活动 	推文、海报
招新时期	11月	宣传经理	新赛季启动	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新赛季启动海报推文 2. 规则测评 	推文、海报
备赛期	12月	宣传经理	成员介绍及周边创作	<ol style="list-style-type: none"> 1. IP 形象设计及其衍生周边设计 2. 各组负责人介绍及新成员采访推文 3. 整活视频 	周边、推文、视频
备赛期	1月	宣传经理	年终回顾	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机械组人物介绍、采访 2. 年终回顾视频 	推文、视频
备赛期	2月	宣传经理	返工及人物纪录	<ol style="list-style-type: none"> 1. 嵌软算法组人物介绍、采访 2. 返工仪式推文 3. 队服设计 	推文、视频、周边
备赛期	3月	宣传经理	联盟赛出征准备	<ol style="list-style-type: none"> 1. 女生节视频 2. 《车车成长记》视频 3. 硬件组人物介绍、采访 	视频、推文
参赛期	4月	宣传经理	联盟赛比赛记录	<ol style="list-style-type: none"> 1. 比赛日常记录 2. 文化墙展示 3. 宣运组人物介绍、采访 	视频、推文

参赛期	5月	宣传经理	对抗赛比赛记录	<ol style="list-style-type: none"> 1. 五四特辑 2. 对抗赛比赛记录 3. 周边制作 	视频、推文、周边
参赛期	6-8月	宣传经理	对抗赛比赛记录	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对抗赛比赛记录 2. 战队赛季回顾 	视频、推文

5.2 商业计划

5.2.1 招商客户规划

招商对象

根据中华人民共和国相关法律有效注册成立并依法经营、从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、汽车行业、材料加工行业（3D 打印机、焊机、打印料、铝合金、加工厂）、五金行业（加工设备，如螺丝刀、手钻、冲击钻等）、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及经赛事组委会认可的其他行业的企业，均可应征“RoboMaster2024 全国大学生机器人大赛参赛队”的赞助企业。

招商渠道

(1) 商家搜索

通过商家名录，网络搜索，临近商家地毯式拜访确认攻克企业名单。建议选择地理位置较近的企业。善用网络搜索工具。确认商家后，通过新闻搜索初步判断对方需求，明确通过赞助战队，能帮对方解决什么问题，战队能提供哪些对方需要的资源。清楚阐述利害关系，在下一步接触中提高成功率。

(2) 电话联络

获得商家联系方式后（通过网络，学长学姐介绍，名片等），简单介绍来意，阐述赞助对商家的帮助。以约面谈为目的，面谈时带上 PPT 进行详细介绍。通过提问获得对方信息，如对方最近面向校园的活动计划，是否有赞助学生活动的经历，反馈如何，己方优势有哪些是他们需要的等。判断这些经验是否在其他企业上也适用，改进之后的谈话重心。

(3) 参与展会

展会上可一次性接触多家企业。如有和科技相关的展会在附近开展可尝试参与，或直接用赞助权益和主办方换取公开做展示做演讲的机会。展会上大部分是销售，专注于卖产品，要恰当选择谈话重点。

(4) 熟人推荐

成功率最高的商家触达方式是熟人推荐，平日注意人脉维护。尤其是校友，未毕业的师兄师姐，或是亲友的朋友。学习使用自己的人脉。确保后期权益落实到位的前提下，达成合作是互利互惠的。平日注意传达需求，有资源时就可能有朋友向你推荐。此时要做好拿出专业招商文件的准备，并抓好权益的管理落实。

目标行业

● RoboMaster 比赛受众行业

科技产品研发行业、智能算法研发行业、材料加工行业（3D 打印机、焊机、合金加工厂）、五金行业、娱乐行业、公益行业、创意产业行业。如松灵机器人科技有限公司，拓竹科技有限公司等。

● 地域范围内受众行业

科技产品研发行业、智能算法研发行业、材料加工行业、五金行业。如紫川科技、长安汽车等。

合作模式

● 赞助头衔

(1) 参赛队冠名赞助商（1 个）

给予赛队最多支持，有权对指定参赛队进行冠名。赛队机器人、战队服装规定位置可喷绘和张贴其品牌 logo 或产品名称。也可提供其他权益。具体请参考《参赛队招商指南》。

(2) 参赛队赞助商（若干）

给予赛队一定的经费及资源支持。

(3) 参赛队合作伙伴（若干）

给予赛队一定的资源支持

● 赞助方式

(1) 资金支持

承担研发任务开支及参与赛事的相关费用开支（零件采购、差旅、交通等）

(2) 生产加工直接支持

承担材料按照设计图纸进行高精度、高水准加工（如 3D 打印、车床加工等）

(3) 生产加工间接支持（工具、场地）

提供生产加工工具、生产场地（如冲击钻、焊机和生产场地），从某些程度上间接支持战队的工作

(4) 材料及硬件设施支持

提供生产材料、硬件的支持（如 3D 打印材料、摄像头及芯片等硬件）

5.2.2 招商资源分析

战队成绩

- 衍生出 3 项发明专利
- 第二十一届全国大学生机器人竞赛 RoboMaster 2022 高校联盟赛三等奖
- 第七届全国大学生工程训练综合能力竞赛重庆市第二名
- 第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛重庆赛区选拔赛银奖
- 第十四届全国大学生节能减排与科技竞赛三等奖
- 第二十届全国大学生机器人竞赛 RoboMaster 2021 南部赛区三等奖
- 第二十届全国大学生机器人竞赛 RoboMaster 2021 高校联盟赛三等奖

宣传成果

1. 各大平台流量

平台	微信公众号	BILIBILI 视频网站
关注人数	273	921
平均浏览量	214	1200
平均点赞量	71	83

2. 战队周边

(1) LOGO 绘画

下述两图是目前战队自主设计的中文版及英文版 LOGO。通过简约的黑白配色表现大赛的科技感与未来感，并将其印制于战队的队服。

中文 logo 将“千里战队”四个汉字抽象为腾云向前、昂扬恣肆的千里马形态，寓意战队将如千里马般不断向前探索的同时始终秉持昂扬奋进的精神。

英文 logo 将“千里”两字的拼音首拼“q”（左侧）与“L”（右侧）结合，二者互相依靠、支撑，象征我们的团队团结一体、共同进步。q(千)L(里)两个字母拼接成X（交创 logo），意为千里战队起源于学生交叉创新中心的实验室内。整体像一个“Z”字母，意为“站”与“战”，我们欲崛起，



先要以技术充实自身，站起来，拼搏！而后我们才有自信、有实力去战，去赢！L 右下一点，代表“逗号”，我们的故事，未完待续。

(2) 队服

两套队服：T 恤，底色一致，可根据不同兵种设计不同点缀色，T 恤上印制战队的英文版 LOGO，背面印制战队的 IP 形象。

工装背心，方便携带工具。在背后设置魔术贴可以自由粘贴赞助商 LOGO，机器人战队的 LOGO，战队 IP。

(3) 文创

目前战队通过建模和 3D 打印制作了小型桌面摆件。我们还将依据战队的 Q 版 IP 形象，设计制作其衍生周边，其中包括鼠标垫、表情包、贴纸、徽章、亚克力材料的钥匙扣和立牌等。

3. 招商权益

序号	赞助项目	说明
1	战队冠名权	获得重庆大学千里战队冠名权限
2	比赛媒体采访广告	比赛期间参赛队员接受不定期的采访时身着队服并提及赞助商
3	队服广告	在队员队服上印制赞助商 logo 和名称
4	战车车体广告	所有战车车体上印制赞助商 logo 和名称
5	视频广告	在队伍宣传视频里鸣谢赞助商
6	战队指定使用产品	比赛过程中，使用赞助商提供的相应产品或服务
7	校内外展位广告	校内外展位（双创周、校内展）展示
8	官方微博微信平台	RoboMaster 及重庆大学官方微信微博推送
9	实验室公众号广告	重庆大学千里战队公众号推送的广告位置
10	学校创新网站广告	重庆大学千里战队广告位
11	校内外新闻宣传广告	校内外发布比赛新闻的广告位置
12	其他未列入项目	具体项目洽谈商定

战队已获支持

● 重庆大学学生交叉创新中心

重庆大学学生交叉创新中心大力支持和指导大学生进行科技创新活动，提供了一个有力的平台；战队能够整合利用来自学院乃至学校的多方资源，如学生交叉创新中心内的加工中心、车床、铣床和 3D 打印机等；致力于培养高素质创新、创业人才，提高本科生创新及工程技术能力，孵化创新创业团队。

● 重庆大学各学院

重庆大学本科生院和国家卓越工程师学院为战队发展提供资金、资源及技术支持。

- **明月湖国际智能产业科创基地**

明月湖基地由重庆两江新区与香港科技大学李泽湘教授共同发起成立，是两江新区开展硬科技创业孵化的重要承载平台。战队众多成员会在寒暑假参加 XbotPark 科创训练营；同时两江明月湖提供战队一定的技术与人力支持。

5.2.3 招商目标规划

战队目前尚无冠名赞助，计划于 2024 赛季中积极寻找。

在此特别感谢拓竹科技有限公司、毗铁机械有限公司、松灵机器人（深圳）有限公司对我队的支持。

战队在 2024 赛季招商目标如下

- **参赛队冠名赞助商（赞助费 \geq 5 万）**

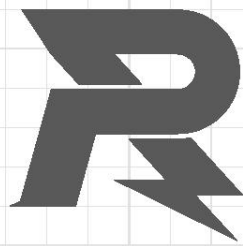
给予战队最多支持，有权对指定参赛队进行冠名。战队机器人、战队服装规定位置可喷绘和张贴其品牌 logo 或产品名称。也可提供其他权益。具体请参考《参赛队招商指南》。

- **参赛队赞助商（赞助费 \geq 1 万）**

给予战队一定的经费支持或是等价的资源支持。

- **参赛队合作伙伴**

给予战队一定的资源支持，包括但不限于产品借用，技术合作等



邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

地址: 广东省深圳市南山区西丽街道仙茶路与兴科路交叉口大疆天空之城T2 22F