



Using a 62-66 motor driver chip and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster CS50 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor torque.

Exclusively designed for the RoboMaster series 5700 Brushless DC Motor and CS50 Brushless DC Motor Speed Controller, the 62660 Accessories 02 includes access cables and a terminal board.

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

See 60500 Accessories 03 Indicator manual online for a detailed description of the compatible indicator colors for the corresponding button.

ROBOMASTER 2024

机甲大师超级对抗赛

赛季规划

广州航海学院 ICeBreKer 破冰船战队 编制

2023年12月 发布

前言	1
1. 团队目标 (5)	1
1.1 战队共同目标概述	1
1.1.1 可调用资源	2
1.1.2 其他参赛队伍当前技术和能力水准	2
1.1.3 团队建设的目标	2
1.2 目标制定依据	3
1.3 过程跟踪的动作	5
2. 项目分析 (50)	6
2.1 上赛季项目分析经验	6
2.1.1 机械组	6
2.1.1.1 23 赛季麦轮步兵底盘的总结:	6
2.1.2 电控组	17
2.1.3 视觉组	18
2.2 新赛季规则解读	19
2.2.1 补给站实体弹丸数量减少, 补给站实体面积缩小, 数量只剩一个。	19
2.2.2 公路区和飞坡	19
2.2.3 工程兑换	19
2.2.4 能量机关和雷达	19
2.2.5 半自动操作模式	19
2.2.6 经验体系的改动	20
2.3 研发项目规划	20
2.3.1 步兵机器人	20
(1) 新赛季麦轮步兵版本迭代与改进	24
(2) 桥洞步兵设计思路	26
● 机械	26
● 电控	28
● 视觉	30
● 全向轮步兵需求分析	31
1. 全向轮步兵版本更替	32
2. 全向轮步兵设计思路	33
● 机械	33
● 电控	35
● 视觉	37
2.3.1.2.3 研发进度安排	38
2.3.2 英雄机器人	43
2.3.3 工程机器人	60
2.3.4 哨兵机器人	71
2.3.5 空中机器人	92
2.3.6 飞镖系统	97
2.3.7 雷达	106
2.3.8 人机交互	107
2.4 技术储备规划	108
2.4.1 通用技术储备	108
2.4.2 特定兵种技术储备	113
3. 团队架构 (10)	115
3.1 常规组架构	115
3.1.2 常规组框图	115
3.1.3 管理组架构	115

4.资源可行性分析（10）	123
4.1 本赛季可用资源概述	123
4.2 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）	126
4.3 资源可行性分析	126
4.3.1 经费背景	126
4.3.2 场地资源风险	127
4.3.3 可争取的资源	127
4.3.4 经费预算总结分析和规划	128
4.3.5 人员与项目落实方法	129
4.3.6 关于成本压缩方案	130
4.3.7 技术方面的风险和应对措施	131
5. 宣传及商业计划（10）	132
5.1 宣传计划	132
5.1.1 宣传目的	132
5.1.2 纳新宣传活动展示	132
5.1.3 宣传指标：	133
5.1.4 宣传规划：	134
5.1.5 周边规划：	136
5.2 商业计划	137
5.2.1 赞助商需求分析	137
5.2.2 招商需求分析	138
5.2.3 战队需求分析	138
5.2.4 赞助商需求分析	139
5.2.5 招商目标	139

前言

本报告由 广州航海学院 ICBK 破冰船战队编制，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	撰写人员 6	撰写人员 7	撰写人员 8	撰写人员 9	撰写人员 10
机械	陈铭 锴	刘嘉	甘明 政	袁耿 豪	曾凡 嵩	谭添 仁	黄奕 程	李泽 伟	黄楷 阳	蔡潇
硬件	黄达 林	吴昊								
软件	吴昊	黄达 林	李敏 彦	汤雅 琦	梁家 睿					
算法	朱小 钰									
管理	梁家 睿	吴昊	刘嘉	朱小 钰	陈铭 锴					
宣传	朱锴 宜	邵雪 梅	周浩							
商务	朱锴 宜									

1. 团队目标（5）

1.1 战队共同目标概述

第一年具有最低入门超级对抗赛的门槛，希望能站到分区赛的赛场上，建队第三年，第一年就是疫情，作为能有机会去到分区赛的赛场上，都希望能冲出联盟赛，创造最好的成绩。

1.1.1 可调用资源

上一个赛季留存下来的技术积累、特别是对英雄和步兵的研究成果，试错经历，其中包括因加工精度或者资金短缺造成的材料报废等等），新的一个赛季，又多了许多新队伍在论坛和交流群中发出了更多的开源材料，此处特别鸣谢广州城市理工学院野狼战队、电子科技大学 RoboBraver 战队、仲恺农业工程学院奇点战队、深圳大学 RobotPilots 战队的无私开源和慷慨交流，为我们新赛季兵种的研发提供了无数的新思路。人力上又增添了众多电子信息计算机科学等专业的新同学入队，为电控组和初步起步的视觉组带来了无数的希望之光。资金资源上今年争取到了学院内外多名老师教授的科研经费支持，对我们带来了莫大的帮助实在是非常感激。

1.1.2 其他参赛队伍当前技术和能力水准

除了哈工大华工上交东大等传统强校之外，据交流所知，桂林电子科技大学的气动英雄已经开源，华南农业大学也从中借鉴并取得了非常优异的战绩。轮腿步兵的技术门槛在“韭菜的菜”技术大佬的开源后已经在上海交通大学的双轮腿压基地的战术下体现的淋漓尽致，西交利物浦的同轴麦轮步兵更是机动性十足，对于新赛季的环形高地新增加的镂空地形简直探囊取物，虽然新赛季对于平衡步兵的削弱已经有目共睹，从两台减至一台，但是并非所有队伍对于平衡、包括轮腿机器人研究都有足够的深度。

基于以上内容，本战队对这次赛事制定以下目标：

1.1.3 团队建设的目标

建立能管理 30 人数量预备队员的梯队制度、稳定在 10 名老队员投入下可以培训至少 20 名新队员的培训体系

- 重大技术突破目标：队伍当前没有但希望在新赛季研发出的里程碑性技术。这里建议只选择 1-2 个最有难度、最有价值的技术点，详细规划在项目分析章节展开

技术研发方面：

- 1.实现工程机器人兑换四级金矿的能力，能在年前完成工程机器人纯键鼠的调试工程兑矿，自定义遥控器的研发

- 2.英雄底盘采用全局式自适应悬挂+单极独立减震，具备良好的上下坡、下台阶、过盲道、飞坡能力；发射系统稳定吊射 5 米开外目标射击并确保 80%以上准确率确保机器人的稳定性，20 米大弹丸弹道散布在大装甲板以内；采用下供弹鹅颈供弹，把大弹丸在链路的滑动摩擦变成滚动摩擦；针对去年暴露的问题进行优化，在此之上学习其他队伍的开源，尝试使用新的技术，测试效果好的技术直接应用于机器人上，测试效果欠佳的技术作为技术积累存在队伍内的相关技术文档内。在此之上做一些创新性尝试。

1.2 目标制定依据

从五月份招新成功的大一下的新生经历了一套哈工大、上工程、沈航等学校的机械、电控组别的开源培训体系学习和实践，已经对比赛相关的知识有了基本的储备和学习意识，又刚好有一项工程创新大赛 10 月份举办，新生们都跃跃欲试并在一个暑假的备赛中对机械、电控、视觉的学习更加深入，许多没有项目和经历过真正比赛的同学也都参与到了其中有了比赛的时间观念和意识，在老队员牺

牲了新车的研发进度的前提下搭建的培训体系和实践项目，预计在 10 月份招新的再一批新大一和大二身上会有更多的实践和成果出现，届时肯定会有更多的新鲜血液来到实验室给予实验室新生力量。

工程机器人和自定义遥控器研发方面：对于工程机器人，我们确实一无所知，即使去到了电科中山、广城理、仲恺、华农这四所学校，但是机械臂的趋势对于电控组来说是一个极大地挑战，加上新规则的发出，对于工程机械臂的优势不是特别明显，又结合同等级队伍的策略参考下，还是决定暂时以龙门架加三自由度小机械臂，实现兑矿。工程机器人自定义遥控器的研发在 23 赛季可以说是一大亮点，南航、南科大的深度相机标定结合视觉轨迹规划的策略与东北大学的六自由度遥感遥控器今年作为一大亮点，实在是让别的队伍垂涎三尺，包括我们。

对于英雄机器人：23 赛季我们的英雄机器人是采用上供弹、电推杆作为发射限位、摩擦轮发射机构、独立悬挂。暴露出的问题是英雄机器人体积过大、重量过重，完成不了飞坡，同时减震效果也很一般；电推杆发射限位存在延迟，每一发大弹丸发射间隔大概在 2 秒左右；pitch 轴 23 赛季采用的是电机直驱，对于英雄云台的配重和 PID 调试都会带来巨大的难题。23 赛季联盟赛后，英雄研发车组与哈工深、华农、电科中山、广城理、仲恺、佛科院都有过线下线上的技术交流，24 赛季我们是有两版英雄研发计划，一组是下供弹侧供气英雄、另一组是下供弹鹅颈供弹摩擦轮发射。下供弹气动英雄，需要将气瓶放置在 yaw 轴大轴承以下，从而减少云台重量。同时也要放弃传统下供弹英雄弹仓位置，采用中心供弹；由于云台 yaw 轴要走气缸气路，故只能采用侧供发射。但研发气动英雄给我们带来的问题有：气动发射的气缸气瓶阀门选型测试迭代的成本费

用、中心供弹的技术问题、气功发射每打一发大弹丸后需要气缸充气再打出下一发，存在发射时间间隙，没办法实现英雄血量换家等一系列问题。

1.3 过程跟踪的动作

在 24 赛季，对于新生的面试和考察我们用了更加严格的要求来落实新生的学习，并在每周都开展一次培训和作业讲解，及时同步新生的学习进度，在考察学习能力的同时也采用了一对三一对二的教学模式，通过给予新生参与到对抗赛的场地搭建、电池架的制作、焊接新赛季使用到的线材插头等来增加更多 RM 强相关的小项目学习，并预计在十二月中旬就能把新生成员结束考察期并把大二大三的新生融入到正式成员的车组开发当中，大一和部分大二的的新生参与到真正机器人的专业知识的研发中。

基于战队总体的经费、研发人员、研发技术难度、战术定位，我们最后还是选择先把下供弹鹅颈供弹的摩擦轮发射方案做好，把研发重点放在出了摩擦轮发射问题，如摩擦轮半径、质量、包胶硬度、3508 电机发射寿命曲线、发射限位、弹丸发射前的旋转姿态等技术问题。在争取完成下供弹鹅颈供弹的摩擦轮发射方案后，尽快投入研发气动发射机构。

工程的自定义遥控器方面：在和南方科技大学的操作手交流之后，了解到他们的视觉标定方案的研发难度和实际在赛场上的运用效率后，对于视觉组人员极其短缺的 ICBKer，我们还是倾向于东北大学的体感手柄这种可以通过加速度计、陀螺仪、磁力计反馈六轴姿势、旋转、空间位置，结合内置的姿态识别算法对手柄姿态和动作的解析和识别，通过网线和 DT7 进行有线通信，如果有时间的话还想加入震动反馈或者音频反馈技术，大大增强用户的交互体验。

2. 项目分析（50）

2.1 上赛季项目分析经验

2.1.1 机械组

2.1.1.23 赛季麦轮步兵底盘的总结：

一个底盘是否稳固，设计是否合理都直接影响后面整台步兵在起伏地面、飞坡、防撞等环节的性能。在听哈工大机械组分享技术的时候，也知道了底盘悬挂等设计的选择，也将影响到后面云台的搭建，上部空间大小。

现在主流的悬挂主要分两种：一种是横臂悬挂，另一种是纵臂悬挂。横臂悬挂也下分两种悬挂，就是独立与非独立。独立悬挂现在在设计比较成熟，可以模块化设计。对于新队伍来说，可能会比较友好。但也存在其缺点，就是在过非平坦地形时，容易出现过多的晃动，平稳性能会相对低一点，这也很影响 yaw 轴结构完整性并且给云台带来很大麻烦，晃动的云台射击难度会远超静态，也很让一些零件搭载出现松晃。而非独立悬挂，目前能用的队伍很少，设计难度比较大。而纵臂悬挂是大多数有技术经验积累使用的。同样的，纵臂悬挂也分独立悬挂与非独立悬挂。纵臂独立悬挂的优点是设计简单，稳定性好，对起伏路面具有一定滤震能力；缺点是在通过非平路面，不能保证四轮受力一致，而且传动效率降低。纵臂非独立悬挂目前常见有两种，一种是自适应悬挂，非平坦路面传动效率高一点，四轮相对起伏下降接近 1/2，但缺点是滤震性能会差一点。一种是前后耦合悬挂，相对独立悬挂和自适应悬挂性能比较综合，但各方面都不能算优秀。

步兵在过起伏路段的云台稳定性，爬坡效率，飞坡机械稳定性，将会很大程度影响步兵在对抗过程中所能发挥的作用，所以悬挂对

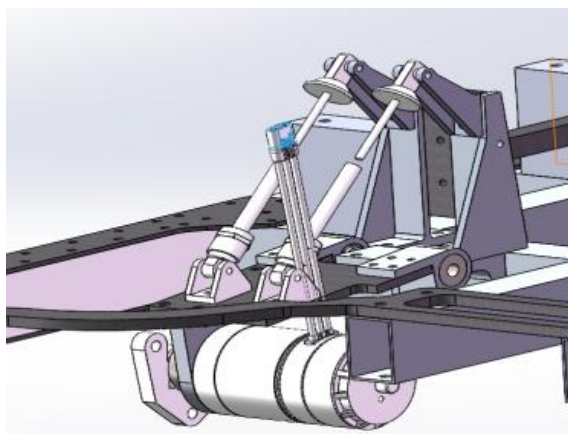
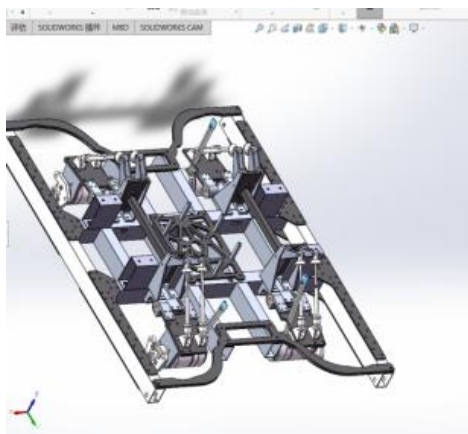
过起伏路段的滤震性，爬坡、过起伏路段效率，飞坡缓震性能、飞坡姿态，减小机器人加减速时的惯性“点头”，是西交大对步兵设计的着重方向，他们最后是选择了自适应悬挂，并且通过加弹簧进行滤震。西交大通过约束得出，自适应悬挂轮组受到的惯性力基本指向垂直上方，当悬挂的摇臂角足够小时，轮组的运动轨迹也基本上保持在垂直方向上，即力与运动方向的压力角足够小，受到的惯性力直接传递到避震上，悬挂避震对路面起伏的反应更加灵敏。

除了悬挂，底盘还要比较重要的结构，那就是底盘框架。假如采用的是无铝方管，全碳板壳体，减少了车身重量也比铝方管更省整体空间。采用无铝方管还有两大好处，一是受力连续性好，传统铝方管框架铝方管与铝方管之间的传力途径为两个铝方管之间的面接触与摩擦力以及螺丝的拉力与螺丝切力，当螺丝受切时，螺丝易被失效，铝方管之间易发生扭转晃动，使整体底盘出现受力危险点，底盘的整体刚性下降等一系列问题。而无铝方管却能解决这个问题。二是受力可设计性强在完成对底盘的受力分析之后，他们可以按照底盘的受力情况去添加零件，对薄弱地方进行补强。整体结构是壳体结构。

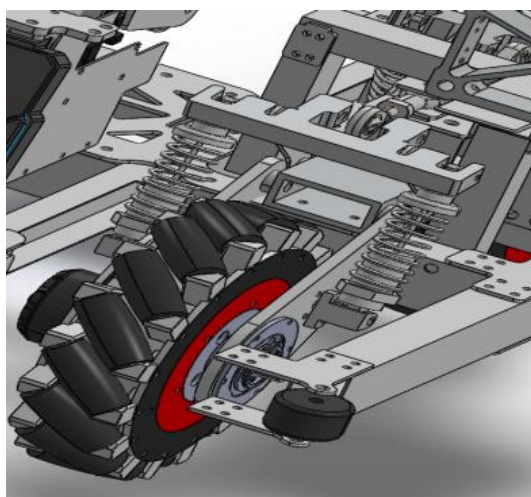
下台阶防卡设计：由于步兵机器人在赛场上需要频繁的上下台阶，以往的比赛中有不少步兵机器人被台阶边沿卡死，导致其丧失行动能力。在步兵底盘增加轴承密集排布以及聚氨酯导轮加装在一段圆弧形挡板上，可以保证步兵机器人在任何速度流畅下坡而不卡死。他们也还在前后装甲板下方的位置，增加两对导轮，其目的为在步兵飞坡失速时，改变飞坡落地的接近角，防止避震到达自锁角度，避免步兵机器人无缓冲落地而造成结构损坏。至于导轮，单兵种步兵在榜第一的南理工的步兵开源，他们在导轮方面也尝试了几

次不同位置不同结构的调换，最后逐步优化。

2.1.1.2 23 赛季步兵底盘迭代与问题挑战

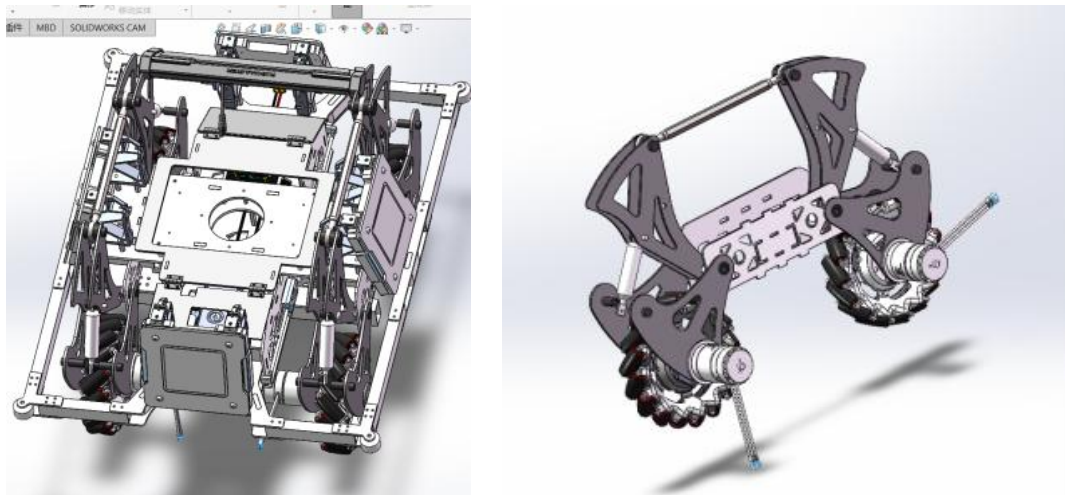


这是机械组的第一版底盘，部分结构设计有参考官方机械开源。底盘采用井字形铝方作为龙骨，麦轮和电机选择外接，然后悬挂部分是最为经典的麦克劳林横臂悬挂，也是独立悬挂，具有较好的飞坡性能。并且采用双减震器，能更好地减少飞坡下冲后对减震器的损害以及安装孔位的偏移。



这是寒假画的第二版底盘，底盘仍然采用井字形铝方作为龙骨，新增加前后左右的防撞铝架包括防撞轮、和飞坡导论。麦轮与电机采用是内嵌式，悬挂采用前后自适应+双减震器连接法兰板。前后

自适应连接采用鱼眼推杆连接。新增部分裁判系统的安装，如前后小装甲板以及支架、主控模块、电池架预留位置、场地交互模块、灯条等。



这是画的第三版底盘，也是这赛季最终版，底盘采用的是二层铝方的堆叠，因为考虑到实际装配问题，没办法对铝方进行焊接加工，而铝方堆叠能最大程度保存连接的完整性。然后上下底板采用的是镂空式的板材拼接，增加机器人的集成度。

由于去年 23 赛季只参加步兵对抗赛和 3v3 对抗赛，联盟赛不要求飞坡，所以删去飞坡导轮，防撞轮仍然继续沿用。麦轮与电机采用外接式，悬挂是做了一个前后自适应，但由于位置选择问题，加上推杆鱼眼选型过大，最后是上升推杆鱼眼的高度，防止磕碰到支架。实际装配上，由于法兰板与侧板连接固定问题，以及上升推杆鱼眼高度后，平行四边形四联轴变大，前后自适应作用超限，容易出现摇摇车，所以在减震器夹板那里加了拉环连接前后防撞铝方，形成二次减震。板材拼接的优点是集成度高，但缺点就是后期很难改动板材位置。最后也是将所以裁判系统装上去，并且预留云台以及导电滑环连接位置、云台连接位置。

2.1.1.3 SolidWorks 使用的规范总结

1. 镂空草图是否完全定义（影响出装配图发加工）
2. 特征选择是否合理（eg: 拉伸切除开孔开槽是选定深度还是完全贯穿，后面可能零件需要修改厚度，太多处没有完全贯穿会加大工作量，以及出现漏改情况，会大大影响到实际装配）
3. 不同位置材料选型是否与实际匹配（主板材厚度、材料选择；考虑该零件是否为主要受力件）
4. 公差是否有提前预留以及预留尺寸（板材拼接卡槽是否留有拼接公差）
5. 装配体零件是否出现干涉
6. 零件保存命名是否规范
7. 装配图出图是否考虑到四面都有加工需求

2.1.1.4 机械组新赛季项目分析与研发规划

● 麦轮底盘

1.项目分析

轻量化高机动性以及高强度：速度快，重量轻，结构稳定，强度高，在尽可能减重的前提下可以承受长时间的弹丸射击而不出现结构损坏；全车重量减轻至 20kg 以下。具备良好的飞坡能力。

高越障能力：全局式左右自适应悬挂、独立横臂悬挂、独立竖直悬挂，经过起伏路段时减少云台部分的抖动；能进行小陀螺前进以及小陀螺上下台阶；具备良好的过盲道、上下坡。

2.研发计划

轻量化高机动性以及高强度：底盘框架大体采用 6061 铝方管进行纵横堆叠，做好应力仿真分。，在一定程度上保证结构稳定性并拥有较轻的整体重量；在保证一定刚度要求的情况下尽量减少各个

转轴的质量；板材主要使用碳纤维板材。设计好机器人外壳，达到能防止小弹丸伤害、承受大弹丸击打。

高越障能力：全局式自适应悬挂、独立横臂悬挂、独立竖直悬挂对自适应底盘进行简化优化，提高集成度，使其占据底盘空间少，响应速度快并且四轮同时着地；合理排布底盘结构，电控缩减控制系统硬件体积；实现小陀螺以及小陀螺行进，并计算好轮子轴距以及台阶高度，做到能小陀螺下台阶；在底盘底部加上两排滚动轴承限位，以及前后都加上飞坡导轮，以达到下台阶不卡底盘以及飞坡后具备缓冲能力。

● 全向轮底盘

1.项目分析

高机动性和避障性，小陀螺转速高，采用平行四边形独立减震悬挂，轮心距适中，保证全向移动方式灵活同时具有极高的越障能力，低重心底盘，用多层板材做主骨架结构，四根粗铝方成十字型连接在底盘下底板处往外延伸做保护防撞击框架，在受猛烈撞击和飞坡姿态不佳时有侧翻等突发情况时保证底盘整体强度并且实现轻量化底盘。

2.研发计划

全向轮设计决定采用两块 3mm 碳纤板材内夹全向轮棍子和一块中间垫板，区别于市面上成型的一体化金属轮毂全向轮，该自制碳板全向轮能同时满足重量轻和高的强度和抗弯性能，价格合理且设计自由度高。

减震悬挂采用全板材制作平行四边形连杆独立悬挂和简单实用的上交联轴轴系，单个悬挂轮系使用两根 85mm 避震器，在小陀螺转速极高和飞坡姿态不稳尽量保证受力均匀，防止避震器侧弯被损

坏。底盘主体骨架采用 4mm 碳板拼搭而成，防撞部分主体用大型铝方搭建，并在其中塞入适量打印件增加其刚度的同时保持轻量化，往外用板材叠加做延伸框架将轮系和裁判系统包裹；利用板材夹铝方叠高实现装甲板极限高度差防视觉处理，且加装大面积薄板材做风扇叶，利用全向轮底盘小陀螺高转速可抵挡部分伤害。

● 上供弹云台

1.项目分析

保证 yaw 轴强度和刚度，改进传动方式减小电机载荷，使 yaw 轴云台响应迅速，满足飞坡测试需求，尽量达到飞坡 60 次以上无损坏；云台整体重心做低，且质心靠近 yaw 轴中心减小转动惯量。

调节发射端质心位置，使其尽量靠近 pitch 转轴中心提高 pitch 轴云台响应速度，保证轴系连接刚度。

拨盘稳定，弹丸受力均匀，发射稳定无卡顿，发射器定位装置实现完美限位预装，两者结合使整个发射系统在高转速高射频下发射稳定无卡弹，弹道分布集中，确保发射精确度。

弹仓容量不低于 300 发，在保证火力充足的前提下尽量减小转动惯量，与发射前端配平。

2.研发计划

yaw 轴设计需改进传动方式，采用两块 CNC 加工铝件结合板材上下夹紧深沟球轴承内外圈与 6020 电机连接，可保护电机，增加 yaw 轴结构强度，采用小型金属滑环内嵌入电机节省轴向空间，滑环线刚好塞在电机孔中，顺势把线引到云台支撑板上，减小机器人整体高度和重心，在飞坡测试时保证强度和刚度，在落地姿态不佳，受力情况恶劣时，yaw 轴云台结构减小损伤。

pitch 轴传动简单采用铝加工件加轴承转动方式，电机直接传动，

简单具有快拆性，维修性良好，电机另一端加从动装置，减轻电机载荷，且小电脑放置 pitch 轴电机对侧配重并实现合理的空间利用。

拨轮设计方面在官方步兵基础上增加倒流锥帮助落弹，在 8 齿拨轮上加装扰流柱，使用螺栓直接通过 2006 电机输出轴，通过打印件“D 型孔”抱紧，但打印件硬度低导致微变形产生虚位，便在拨轮顶部做销孔进一步紧固打印件。在弹丸进入枪管后采用 u 型轴承做上下定位，可使弹丸在被推入发射器后进行完美预射，并使用全新的 3508 拆掉减速箱作为发射电机。

● 中腰供弹云台

1. 项目分析

满载 600 颗小弹丸以上；同时保证弹仓重心保持在哨兵机器人的中轴上，以保证云台稳定性，减少炮头的晃动使得命中率可以有效提升。拨弹不容易出现卡弹；中供链路较长，为达到供弹畅通，要减少链路对弹丸的摩擦阻力，保证进弹速度相对一致。中腰供弹仓在脖子处，所以还要节省空间，减少机器人的体积。

2. 研发计划

为了增大弹量，采用圆弧形弹舱来增大与弹丸的接触面积以达到增大发弹量，多拼接仓储，充分利用空间，保证各部分分布均匀，使重心不会偏离中轴线上，拨盘使用多呈结构，减少空弹率；选择下供形式、弹链选择尽可能少弯头；拨弹盘底部采用板材夹轴承设计，使得弹丸经过的每个部分都是滑动摩擦变为滚动摩擦，减少摩擦阻力；拨齿做好计算，使用滚动轴承以及拨盘内壁限位；把大弹丸经过的每一处地方都实现滚动摩擦；链路装配使用尼龙螺柱从而减少链路重量。

● 鹅颈供弹以及下供弹云台

1. 项目分析

弹道、射速稳定以达到高精度击打：不会超射速及明显掉速，弹速波动 $\pm 0.2\text{m/s}$ 左右；保证弹丸每次进入摩擦轮之前的位姿基本不变；摩擦轮对弹丸摩擦力与理想轨迹同向；发射初速度稳定、射击位点高重复度、可实现狙击点抛射命中和公路区精准击打旋转装甲板，10米距离弹道散布在小装甲范围内。

英雄云台远射程吊射能力：仰角要达到最远射角 45° ，最好能达到 60° 及以上；Pitch轴与Yaw轴要保持传动精度，尽可能减小虚位。

具备良好性能的拨弹机构以及链路：满载大弹丸70发以上、小弹丸400发以上；拨弹不容易出现卡弹；链路畅通。

2. 研发计划

弹道、射速稳定以达到高精度击打：发射摩擦轮的安装精度高，使用定位销或者塞打螺丝或者拉簧+v形轴承进行发射限位；摩擦轮间距根据使用摩擦轮包胶材料进行设计；云台PID控制加入前馈，考虑温度反馈带来的影响；合理缩小进入摩擦轮之前的输弹管管径；提高摩擦轮的安装精度或者增大摩擦轮的半径从而增大摩擦轮的转动惯量；搭建发射机构架子，使用全新的3508拆掉减速箱作为发射电机，记录击打弹丸数量，测出击打达到一定数量后，摩擦轮出现掉速的频率与幅度。

英雄云台远射程吊射能力：使用短程的弹链结构，采用连杆机构进行pitch轴转动，避免6020电机直驱；在三维图纸上进行俯仰角仿真以及角度计算，实际装配不断优化；pitch轴使用重量补偿机构进行平衡重力。

具备良好性能的拨弹机构以及链路：拨盘使用多呈结构，减少

空弹率；选择下供形式、弹链选择尽可能少弯头；拨弹盘底部采用板材夹轴承设计，使得弹丸经过的每个部分都是滑动摩擦变为滚动摩擦，减少摩擦阻力；拨齿做好计算，使用滚动轴承以及拨盘内壁限位；把大弹丸经过的每一处地方都实现滚动摩擦；链路装配使用尼龙螺柱从而减少链路重量。

● 工程机械臂

1. 项目分析

取矿：稳定快速且平稳的吸取，在半封闭区域内，机械臂前端长度足够吸盘进入半封闭区域吸取矿石，取矿时能二次微抬升，在吸盘成功吸取到矿石时能够再次抬升矿石避开障碍块并配合其伸出结构完全将矿石取出半封闭资源岛；机械臂上的电机在运作时稳定且速度适当，且其机械结构在运动时保持刚性连接的同时做一定的轻量化设计，防止其机械臂运作时出现晃动、变形等影响控制工程机械臂精度的现象。

兑矿：稳定快速且平稳的移动矿石，在兑换区内即其有限的区域内机械臂能够有足够的移动空间，同时有多个自由度使机械臂能实现在多个方向上的移动矿石，并其吸盘能够自由转动使矿石的条形码在兑矿时能够调整到相应的位置。机械臂配合龙门架上的伸出结构和抬升结构时始终能够保持刚性连接，做适当的轻量化设计，使其运作时机械结构稳定。

2. 研发计划

工程机器人的机械小臂配合龙门架使用，在半封闭取矿时能伸入该区域并二次微抬升 30-50mm（步进电机驱动丝杆抬升实现）避开半封闭内的障碍块取出金矿石。工程要想取地矿则需要龙门架能够下降到一定高度配合机械小臂吸取矿石，需要三维图纸中先仿真

计算能够吸取到地矿的最高高度.使用真空泵配合吸盘来吸取矿石,实现能够自由进出半封闭区域取矿。其需要在三维图纸上提前计算好各种板材等零件的尺寸,在臂的尺寸大小上做到留有容错的进出半封闭区域。

● 飞镖发射云台

1.项目分析

弹道、发射时姿态稳定:摩擦轮安装的精度很高,摩擦轮安装间距与镖体间需要良好配合;摩擦轮转速对落点的影响很大,需要保证每次发射完飞镖后发射下一次飞镖的间隔时间足够,保证摩擦轮掉速后转速恢复到相同速度。

2.研发计划

弹道、发射时姿态稳定:要不断测试各种微小间距发射飞镖的效果,每个微小间距的测试不低于十组,每组四个镖,记录各组镖飞行的落点、距离等因素,选出效果最佳的几组再仔细分析选出最好的一组;摩擦轮的转速也在各组中不断调速,每种情况能击中前哨站或者基地的参数记录下来然后不断尝试,选出最稳定打到前哨站和基地的转速。

● 无人机

1.项目分析

飞行平稳,射击精准,安全第一是整个项目的总体目标。飞行的平稳性依赖机架/动力/飞控的整体配合,需要在设计时/组装时/调试时高度重视,提高整体的做工水平,避免一切因质量问题导致的失控。设计布局的合理性为云台提供了一个稳定的射击环境,通过pid算法,使整体云台运动平滑,并且降低因机身抖动导致的精度降低。飞手是无人机的主要操作人,飞手应该具备有高超的驾驶技巧,

并且具备飞机失控时的救机措施。

2.研发计划

设计之初考虑好整体稳固性，为线材留好理线槽，通过仿真软件计算板材/管材的受力情况，并且为日后的升级迭代留好余地。云台设计参考成熟方案，给云台手提供一个稳定的环境。飞手同时也是重点目标，是保障安全的重要条件。

2.1.2 电控组

1. 上一赛季问题总结：

(1) 控制参数整定毫无章法：

在首次自行设计机器人机械的背景下，电控需要对机器人云台的控制参数重新整定。在这一过程当中，耗费时间异常漫长且最终调教效果不佳。究其原因主要有两个：一是对控制算法的数理逻辑认识不足，二是没有及时使用称手辅助软件工具，例如串口示波器。这二者原因共同导致参数整定无法精确快速，耗费精力与效果收益不对等，最终使得机器人的上场表现严重受限于电控调教。

(2) 控制代码存在版本代差：

上赛季的控制代码主要来自官方开源步兵代码，没有意识到例如裁判系统解析不符合当前版本，底盘功率算法难以满足实战需求的问题，导致机器人实际控制表现与其他战队明显存在技术代差。

(3) 项目预留时间过于紧凑：

在上赛季所在的疫情特殊背景时代下，人员分散各地，交流主要以线上为主，进度推进效率低下，同时首次参与线下赛进程把握未知，人员技术力量尚浅等原因，导致压缩电控调试的实际时间，为之后赛场上的不佳表现埋下伏笔。

2.本赛季规划解决的技术难题：

(1) 云台自稳优化:

为优化操作手操作体验，跟进赛区水准，提升自身技术水平。本赛季计划将逐步学习研究与实现落地拓展卡尔曼算法在云台姿态控制、IMU 姿态解算及视觉自瞄控制闭环上的应用。并且针对电机编码器、C 板的 BMI088 和 IST8310 的精度和所处工况的噪声，进行额外的数据滤波增强数据可用性，以及使用精度更高的 IMU。提升视觉自瞄的可靠性，与操作手操作体验。

(2) 功率控制优化

设计优化符合实战需要的功率控制算法，合理利用缓冲能量机制与超级电容，实现高效的底盘机动，提升机器人运动性能。

(3) 裁判系统通信优化

优化裁判系统通信链路，综合成本考虑选用双板控制方案。更新解析内容。

(4) 枪口热量控制优化

设计优化符合实战需要的枪口热量控制算法，拔高机器人有效射频。

2.1.3 视觉组

本赛季规划及未来解决的技术难题:

(1)自瞄识别

为跟进赛区水准，提升自身技术水平。本赛季将逐步学习研究与实现落地视觉识别装甲特征，逆向解算小陀螺运动等视觉识别功能。

(2)自动兑矿

为跟进赛区水准，提升自身技术水平。本赛季将研究视觉解算矿体位姿，自动调整矿体姿态以符合兑换站姿势的功能。

2.2 新赛季规则解读

2.2.1 补给站实体弹丸数量减少，补给站实体面积缩小，数量只剩一个。

证明需要根据实际需求设法预装或者在赛中获取更多实体弹丸，机械需要提前预研实体补弹丸和地面捡取弹丸的操作。

2.2.2 公路区和飞坡

飞坡作为可选通路，战术上是一个绝佳路径选择。攀爬跳跃或者上台阶的底盘能力

2.2.3 工程兑换

从 23 赛季的取消救援必要，所有地面机器人均可原地复活，新增了远程经济兑换复活的“买活”之后，将工程从救援任务重解放了，更专注与难度更高的兑换任务。那么从 24 赛季来说就更加直观的表明了官方对于工程机器人在未来行业发展中的实际应用的趋向性，结合到实际生活中就类似恶劣工况的施工救援场景所需要的机器人操作，这也驱动了更多的队伍向着机械臂的方向研发。

2.2.4 能量机关和雷达

能量机关的经济体系进行了翻倍，雷达增加了高亮定位后的伤害 DEBUFF，对于现有的摩擦轮发射机构步兵，云台响应精度和视觉识别预测能力提出了更高的要求，而摩擦轮发射影响的因素太多，比如摩擦轮磨损程度、空气湿度、摩擦轮掉速..... 这些因素的不可控导致摩擦轮发射的上限较低。

2.2.5 半自动操作模式

FPS 变味了 RTS 方式控制，证明官方已经开始努力地推动老队伍包括新队伍不再“吃老本”，而是对于决策规划的未来式更加大胆地提出了要求，但是也照顾到了新队伍对于导航算法这方面的认

知能力实在有限，所以这个“半”字就让机器人可以更加专注于通信、定位、自瞄等底层功能，而哨兵的高度集成化就是今后的赛季所有地面兵种研究的方向。

2.2.6 经验体系的改动

经验改动的底层逻辑就是把 23 赛季每一级的差距缩小，通过放大了技术能力的对于实际经验获取的体现，直接正比例作用于等级，而等级又等同于战斗力，那么对于很多基础的功能在实际性能上面的体现就显得尤为重要，各种花里胡哨的脱离于基础功能的实现反而不会有太多的被青睐性

2.3 研发项目规划

2.3.1 步兵机器人

2.3.1.1 规则解读

比赛场地	相关内容	规则解读
公路区	公路区是连接一方梯形高地和另一方梯形高地的区域。公路区包括公路和飞坡。每条公路上有两处飞坡增益点，分别位于飞坡前后的公路路面上。公路上的缓冲区及沟壑是公路禁区，除进行飞坡外，双方机器人禁止进入该区域。	降低公路区整体高度，取消飞坡起点旁边的公路围挡。

<p>飞坡</p>	<p>飞坡位于公路区上，机器人可通过飞坡飞跃沟壑，快速抵达对方半场。距离沟壑边缘 1200mm 的公路区域为缓冲区，此段路面下铺设厚度 100mm 硬度 25HC 的泡棉。</p>	<p>双方公路各有两处飞坡增益点，英雄、步兵、哨兵机器人均可占领飞坡增益点。同一台机器人需在 10 秒内检测到一方场地两处飞坡增益点的场地交互模块卡，才能触发飞坡增益。两处飞坡增益点均可被双方占领，但一方机器人占领一处增益点时，另一方机器人无法同时占领。</p> <p>触发飞坡增益的机器人可获得：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 50%防御增益，持续时间为 20 秒 1 缓冲能量增加至 250J（详情请参阅“5.1.3 底盘功率超限”） 1 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），触发飞坡增益的机器人分别可获得 2、3、5 倍枪口热量冷却增益，持续时间为 20 秒
<p>前哨站</p>	<p>取消比赛后前三十秒内，前哨战处于无敌状态。且装甲板转动速度会因为控制区的所属发生改变。</p>	<p>这一规则将会改变英雄开局策略，提高英雄对前哨战装甲板打击的能力。</p>
<p>控制区</p>	<p>当任意一方的前哨站存活时，控制区机制生效，且一方机器人仅能占领己方控制区。当一方步兵机器人或英雄机器人占领己方控制区且对方未占领其控制区，超过 6 秒时，对方</p>	<p>提高英雄机器人与步兵机器人甚至包含哨兵机器人的协同作战，在前三分钟对敌对机器人的压制。功占领控制区后超过 6 秒，敌方前哨站装甲板的转速会减半，此时应为击毁前哨站的绝佳时机。</p>

	前哨站的旋转装甲转速减半，直到占领方的步兵机器人、英雄机器人全部离开己方控制区为止	
隧道	24 赛季场地多样化，在保留了中央主要通路的同时，红蓝方高地内部各自打通了一条隧道，直接连接了双方的基地和中央荒地	如果机器人本身足够小型化，足以通过狭窄隧道的能力，那么队伍在进攻的时候，就可以利用这条通路，显著缩短自身队伍的补给线，以利用这条隧道发起源源不断的攻势
能量机关	能量机关位于大资源岛正上方。能量机关由电机驱动并按照一定规律同步转动。机器人需占领能量机关激活点以激活能量机关。能量机关分为红蓝两侧，一侧为红方能量机关，另一侧为蓝方能量机关	24 赛季的经济体系、经验体系做了一系列调整。步兵击打能量机关打中 50 环，可获取 500%的进攻增益，以及经验等级可以到达 10 级

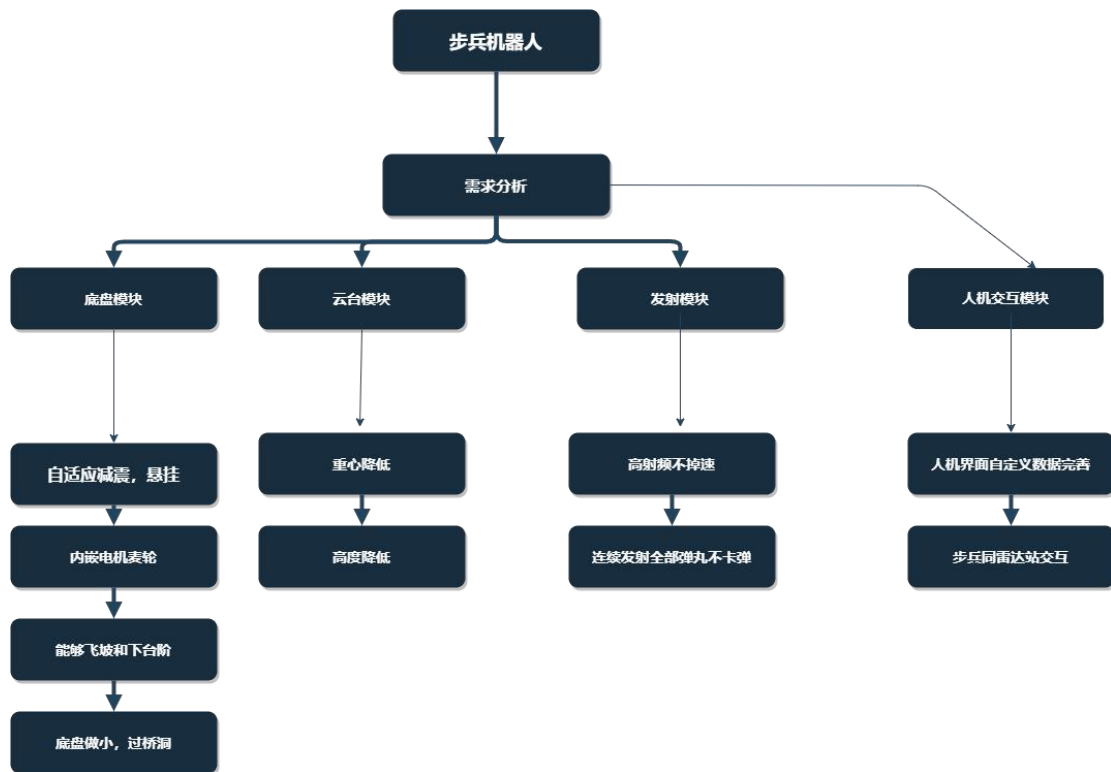
在 RoboMaster 比赛中，地面的主力输出单位为步兵机器人与英雄机器人以及下地哨兵机器人。步兵作为战场先锋，行动灵活，机动性高且射频较快，但单发的伤害较低。加入桥洞后给战队的进攻的方向提供了更多的选择，小步兵可以直接钻入隧道杀入敌方基地

和中央荒地区，进行高效打击。24 赛季降低公路区整体高度，取消飞坡起点旁边的公路围挡，拥有在公路区发起突袭能力的机器人将会对吊射英雄更具有威胁性。控制区的占有权、多进攻路线的选择更体现出英雄机器人与步兵机器人的协同配合的必要性，无论是在进攻方面还是在防守方面都需要做到协同配合。

2.3.1.2 需求分析

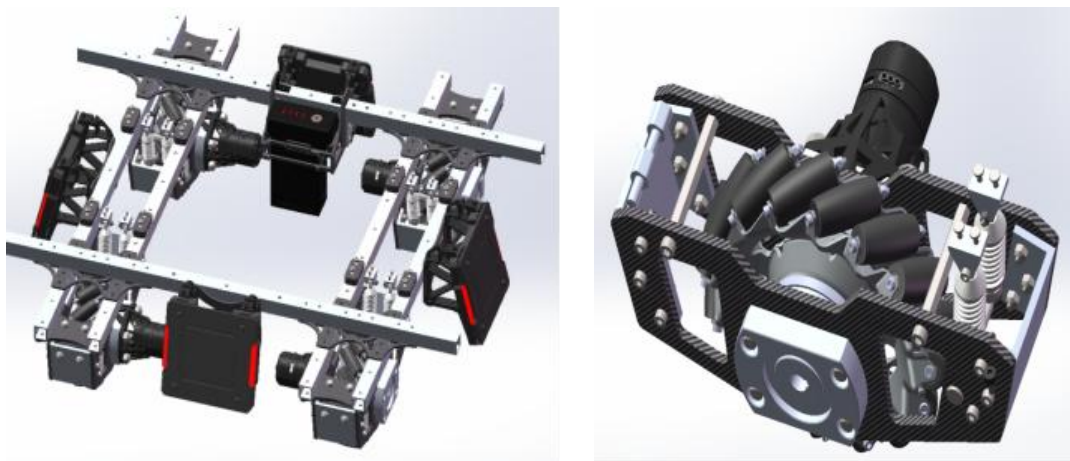
1. 桥洞步兵需求分析

步兵机器人作为 Robomaster 赛场上地面输出的主力兵种，具有重要的战略地位。优秀的步兵机器人能带动全场的进攻节奏，拿下重要资源点，执行精密的战术配合，是决定比赛的胜负手。针对本队自身情况，RM2024 赛季规则和场地的变化，我队决定以麦轮自适应底盘和全向轮为研发主体，平衡步兵底盘与舵轮步兵底盘作为后期研发对象,由于 2024 赛季新增一个桥洞的场地，我们战队打算做一个既能飞坡也能过桥洞的步兵机器人，这就使得我们要把步兵高度和宽度做小，同时也要求我们要把底盘优化的更加的稳定。



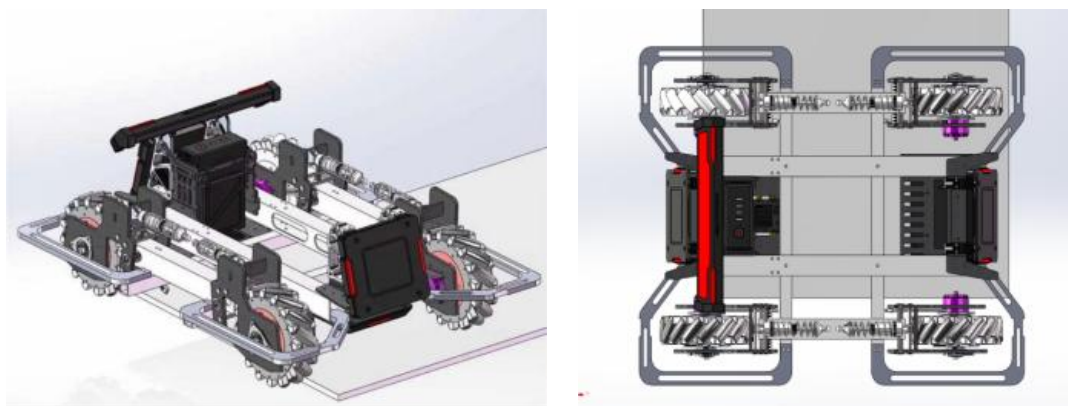
桥洞步兵需求分析

(1) 新赛季麦轮步兵版本迭代与改进

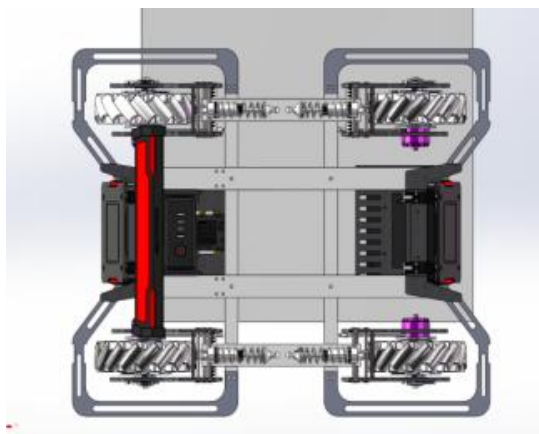
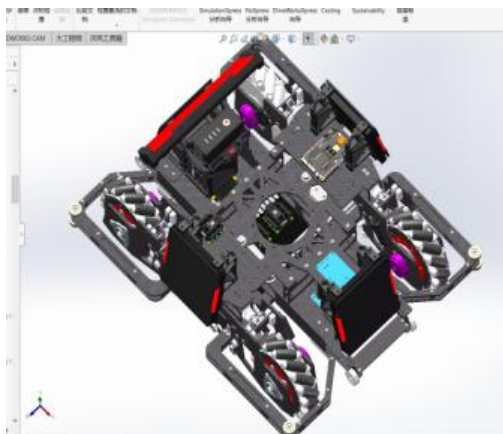


这是新赛季我画的第一版底盘，这也是自己天马行空，独立设计的一个底盘，那个时候新规还没出来，所以就做了一个比较大的

步兵底盘。这一版采用的一个类井字型的框架，麦轮和电机也是外接的一种形式，采用了独立悬挂，双减震器的一种形式，并且还采用了合页的一种设计，前合叶后双减震，保证了稳定性，但由于减震器的位置过于的靠后，角度也比较的大，经过审图后觉得可行性不高，就没采用。



这是桥洞新规出了后设计的第二版底盘，我们内部进行了讨论，决定把步兵做小，桥洞的尺寸为 550*450mm，我们计划将宽度做到 500mm，并且高度要低于 450mm。这一版是将宽度做到了 500mm，同时麦轮和电机也做了很大的改变，我们采用了电机和麦轮内嵌的一种设计，这样的设计极大的节省了空间，并且提高了空间利用率，同时我们采用的是左右自适应的一种设计，这跟我们新赛季的英雄是一个设计，提高了飞坡的稳定性以及爬坡的稳定性。



这是第三版底盘，也是最终版的底盘，上赛季的底盘框架是由板材拼插组成的，新赛季采用的是铝方的堆叠的方式，保证了底盘的整体性。同时也新增部分裁判系统的安装，如前后小装甲板以及支架、主控模块、电池架预留位置、场地交互模块、灯条等，以及导轮，防撞轮，将空间利用率达到了最大。

(2)桥洞步兵设计思路

针对新赛季桥洞的场地，我们战队经过讨论，我们确定了以下设计思路。

● 机械

1.底盘模块

功能要求	设计思路
针对桥洞的新场地，做一台能过桥洞的步兵	把底盘宽度限制在五百以内，并且采用了内嵌电机麦轮的设计，内嵌电机麦轮能在底盘做小的情况下，把空间利用率提升至最大，能有足够的空间放其他模块，同时内嵌电机麦轮相比于电机外露的结构来说，内嵌电机麦轮能够较好的保护电机。

<p>具备过起伏路段的机械稳定性和飞坡爬坡通过性，保证底盘强度和抗冲击力，实现飞坡 50 次无损坏</p>	<p>保证底盘高度超过 50mm，底盘主体骨架采用井字型铝方拼搭而成，防撞部分主体用大型铝方搭建，并在其中塞入适量打印件增加其刚度的同时保持轻量化，往外用板材叠加做延伸框架将轮系和裁判系统包裹；选用前后自适应悬挂和节省空间的内嵌电机麦轮，在底盘下方加装两列防卡导轮板用于保护 RFID 和增加底盘通过性，在防撞处加装防撞轮。</p>
<p>底盘具有延伸性，给电控元件和裁判系统充分的安放位置</p>	<p>内嵌电机麦轮能在底盘做小的情况下，把空间利用率提升至最大，能有足够的空间放其他模块，同时内嵌电机麦轮相比于电机外露的结构来说，内嵌电机麦轮能够较好的保护电机。</p>

2.云台模块：

功能需求	设计思路
<p>为能配合底盘实现一版低重心，集成化高且尺寸极小的步兵机器人</p>	<p>采用钣金材料做一体化云台支架，避开用多板材搭 c 件互相拼使用的传统云台脖子布置方式，在用 3mm5052 铝合金折弯保证强度和刚度的同时尽量让整个云台简洁美观且布线方便。</p>
<p>云台 yaw 连接处尽量减少整体高度且保证强度，飞坡不断裂</p>	<p>选用 15.5mm 外径金属材质滑环在保证强度时，可将滑环内嵌入 6020 电机节省轴向空间。同时选用上下做 c 件内夹深沟球轴承连接 yaw 轴电机带动云台，同时小电脑放置在 pitch 轴电机对侧配重，合理使用云台空间。</p>

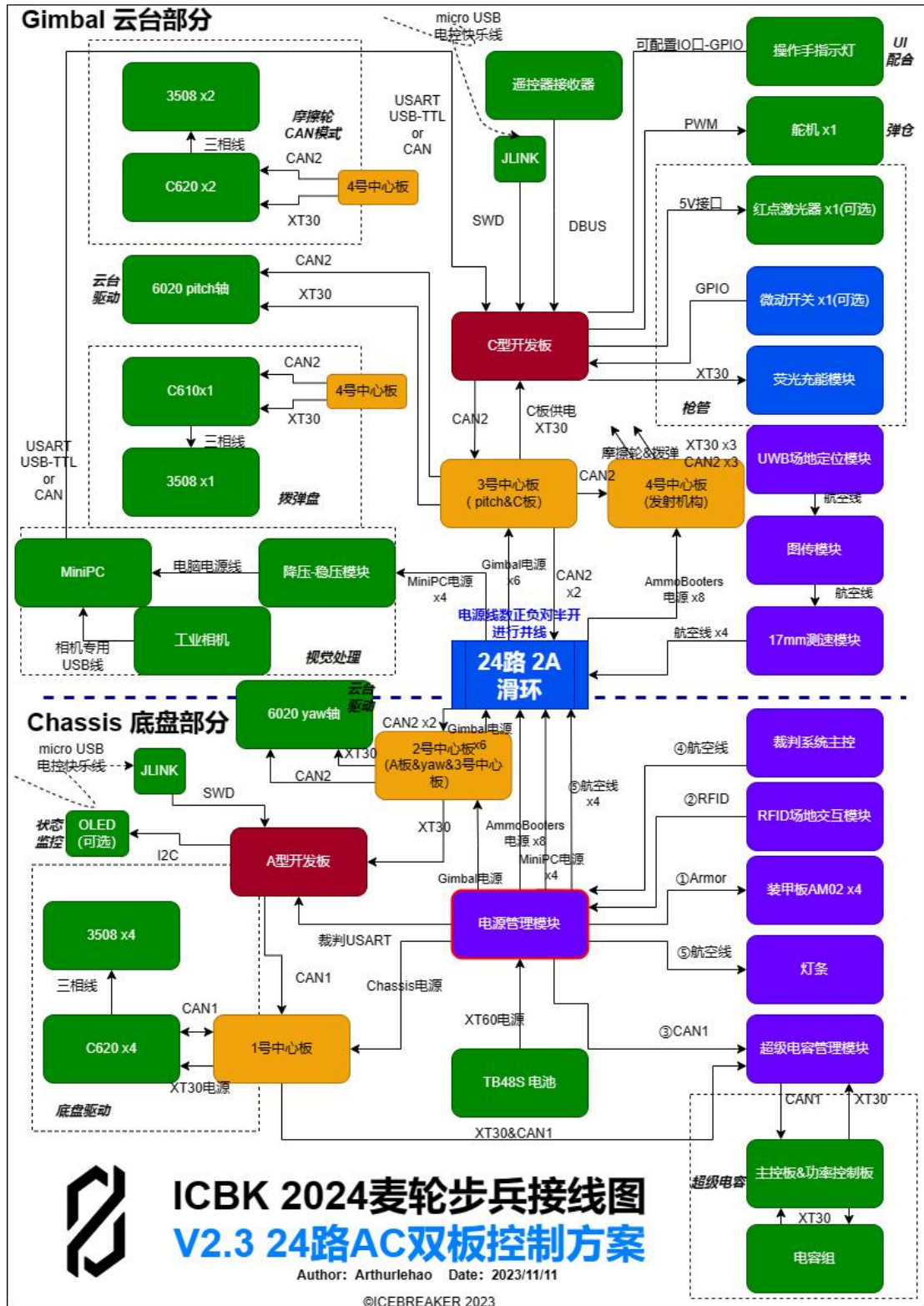
3.发射模块：

功能需求	设计思路
<p>为能配合底盘实现一版低重心，集成化高且尺寸极小的步兵机器人。</p>	<p>由于集成化步兵底盘空间紧缺，采用上供弹方式，在弹仓容量方面，设定其装弹量为 250 发，未方便拆卸，用 abs 打印件做</p>

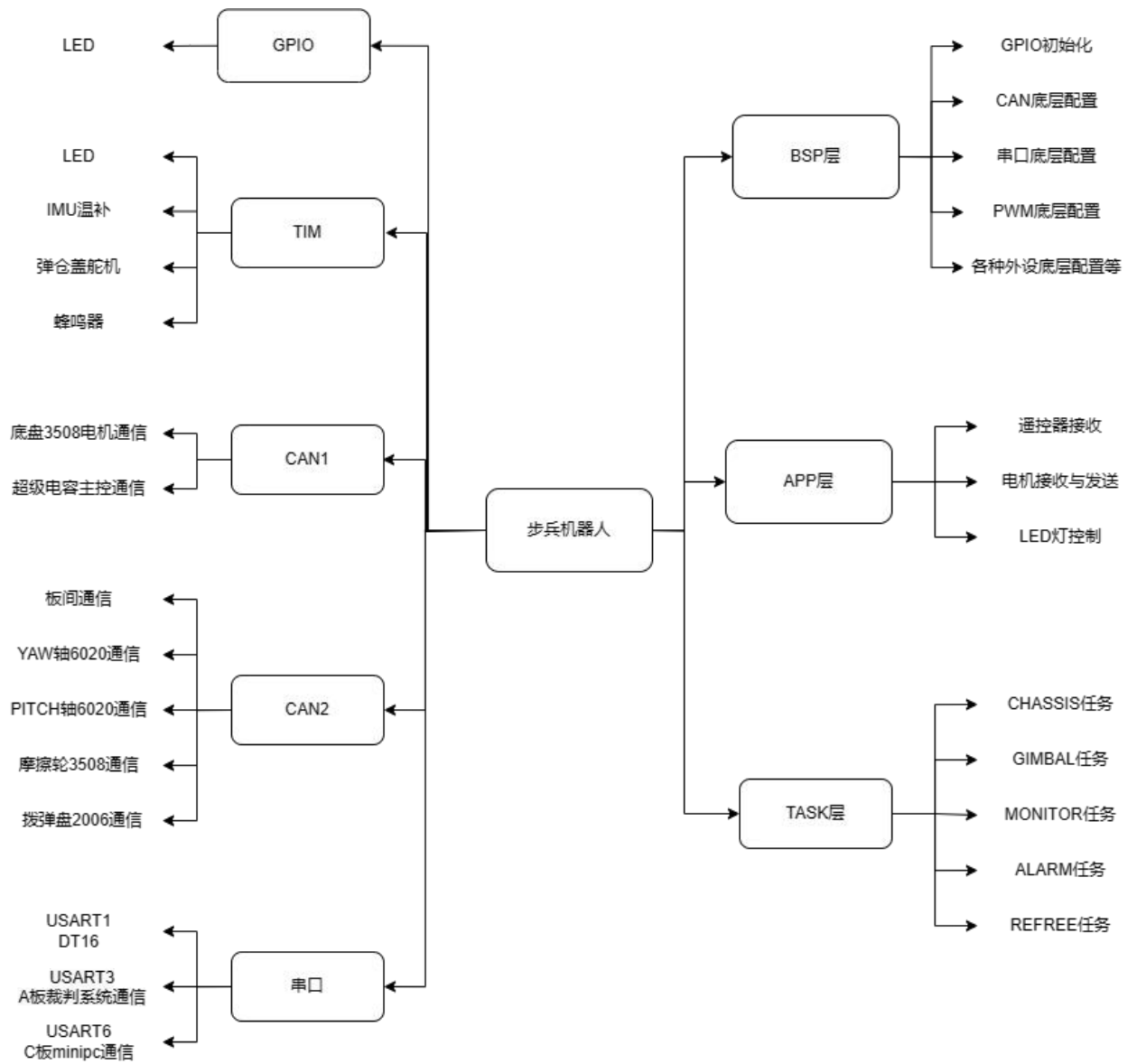
	<p>一体化弹仓，同时加装下落坡，增加弹丸下落速度</p>
<p>发射射频 25hz 以上不卡弹，发射稳定，子弹散布小，供弹稳定</p>	<p>拨盘方面电机 2006 型号可满足拨弹要求，拨轮在 22 赛季官方步兵基础上改进，加装倒流锥增加下弹量。</p> <p>在弹丸进入枪管后采用 u 型轴承做上下定位，并使用全新的 3508 拆掉减速箱作为发射电机</p>
<p>由于 RMUC2024 比赛地形复杂多变，步兵需要在各种地形下具有攻击敌方机器人装甲板的功能，需要步兵的云台保证有较大的攻击范围。譬如在能量机关激活点可以攻击到 地面上的敌方机器人，需要较大的俯角；在资源岛附近能攻击到环形高低上方的敌方机器人，需要较大的仰角。</p>	<p>利用钣金云台支架折弯制作 pitch 轴发射端机械限位，用简单实用的结构设计保证限位刚度，使云台最大仰角为 30 度，最大俯角为 25 度，使攻击范围增加 20%</p>

● 电控

1.硬件控制

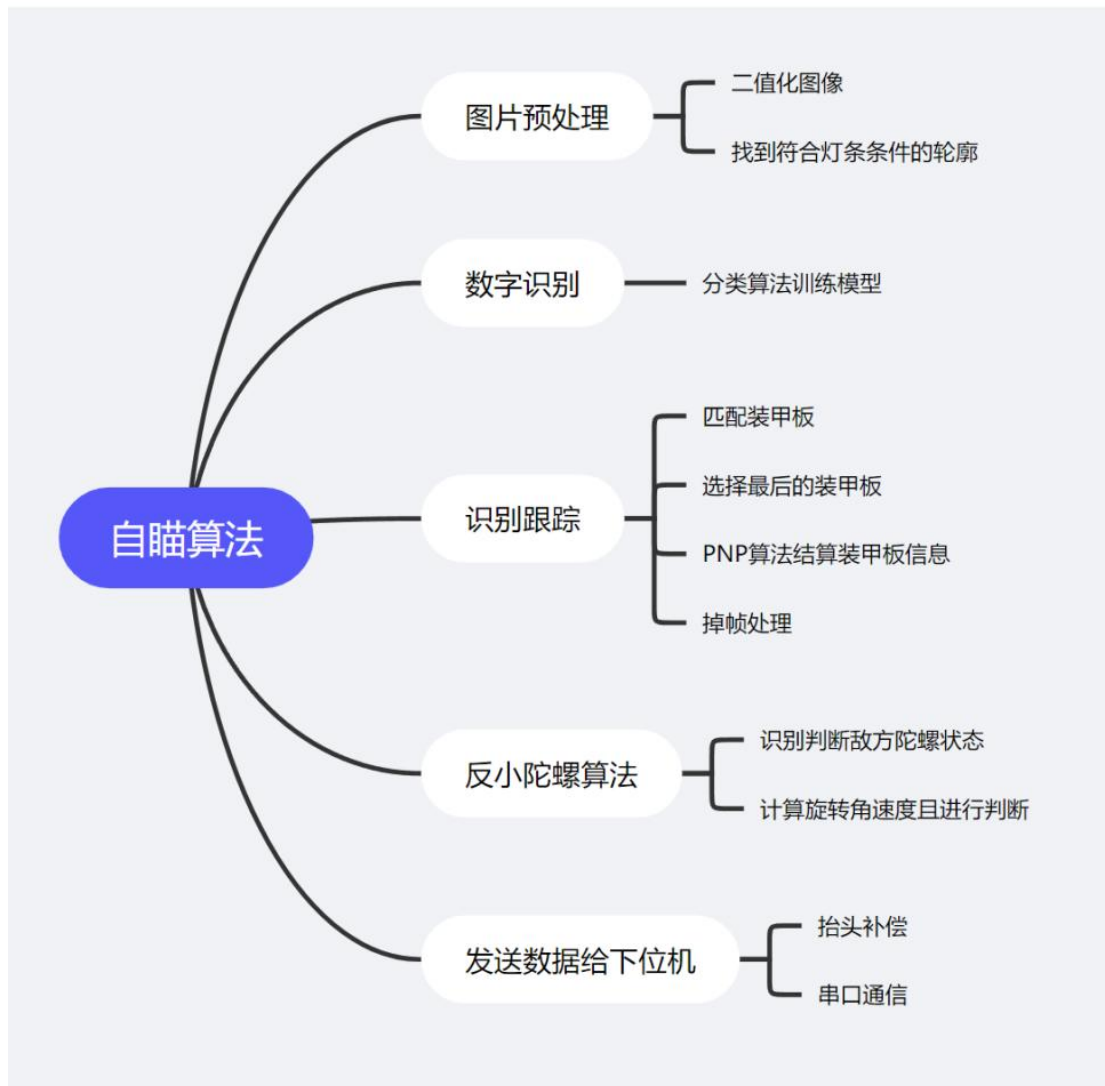


2.软件框架



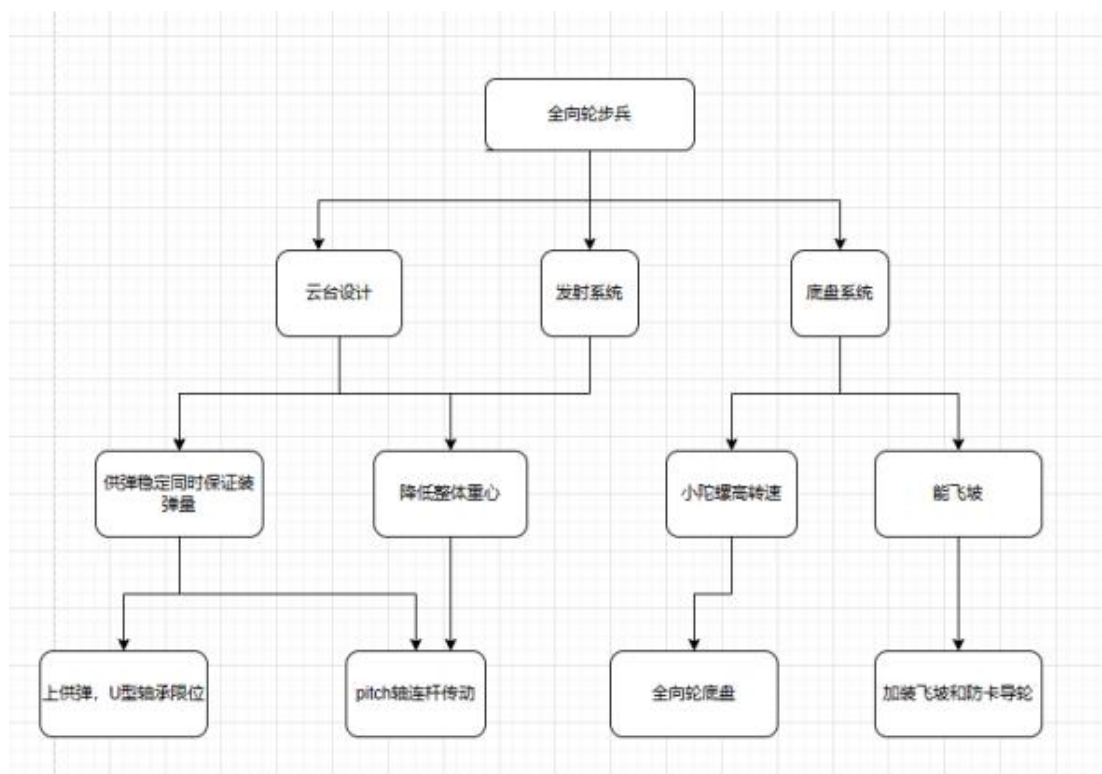
● 视觉

算法框架



● 全向轮步兵需求分析

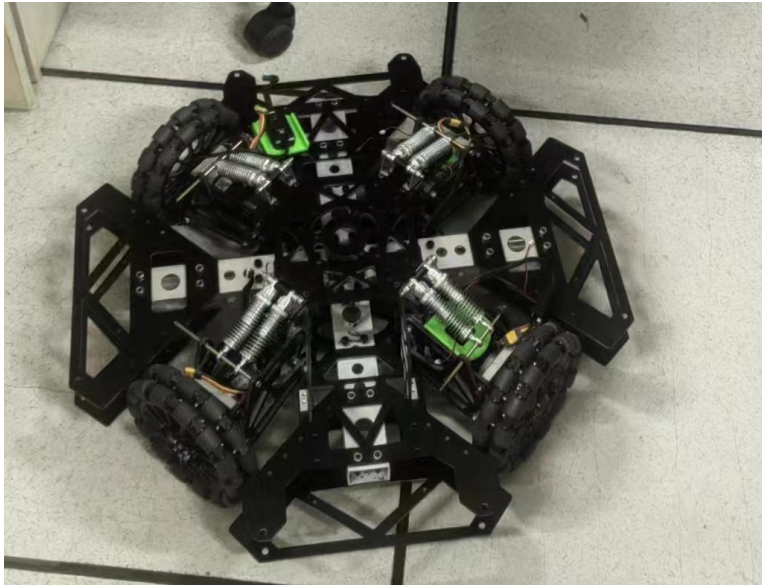
在此之前，队内并未考虑过全向轮底盘的研发，因为全向轮自身的运动特性可使机器人本身减少中弹量，固打算从零开始做一版全向轮底盘。



全向轮步兵需求分析

1. 全向轮步兵版本更替

在9月中旬成功造出了第一版全向轮底盘，但是只具备基础的全向移动能力，并不能实现爬坡甚至飞坡的要求，与预期效果有着很大的出入。究其原因，在软件图纸分析阶段并未考虑到车身自重对于减震器的缓压效果，且板材装配的顺序错乱和干涉问题曾导致实际装配进度缓慢，实测底盘高度只有50mm左右，与理想70mm高度相差甚远，且未安装防卡导轮板。



10月底将初版平行四连杆传动云台做出实物，采用上供弹方式，实测能做到连续150发弹丸不卡弹，距离全国赛标准还远远不够。第一版全向轮步兵机器人达到了高校联盟赛的基础要求，但底盘空间紧凑，留给电控布线空间极其不够，且改进空间还有很大。



2. 全向轮步兵设计思路

● 机械

1. 底盘模块

功能要求	设计思路
高机动性，实现轻量化，通过高小陀螺转速实现反视觉自瞄	采用全向轮底盘，轮心距适中，使用两片 3mm 碳板内夹全向轮辍子和 3mm 中层夹板，底盘防撞加装 1mm 碳板做小风扇叶，利用高转速和全向轮布局对称性可抵挡一部分火力
具备过起伏路段的机械稳定性和飞坡爬坡通过性，保证底盘强度和抗冲击力，实现飞坡 50 次无损坏	保证底盘高度超过 70mm，底盘主体骨架采用 4mm 碳板拼搭而成，防撞部分主体用大型铝方搭建，并在其中塞入适量打印件增加其刚度的同时保持轻量化，往外用板材叠加做延伸框架将轮系和裁判系统包裹；选用平行四边形连杆的独立悬挂和简单实用的上交联轴轴系；在底盘下方加装两列防卡导轮板用于保护 RFID 和增加底盘通过性，在防撞处加装防撞轮
底盘具有延伸性，给电控元件和裁判系统充分的安放位置	在用碳板做的主体底板中将铝方布置为十字型，除了将轮组与 yaw 轴，上装进行连接外，步兵机器人还需要将装甲板等裁判系统，电池，电容等硬件和电控元件得到恰当的放置，延伸框架通过十字型铝方布置，将其分布安置在铝方上
步兵机器人外壳需保证快拆性，可拆性和维护性良好	采用 1mm 白色 pc 板材折弯使用，可制作简单化外壳，拆解方便

2.云台模块

功能要求	设计思路
降低云台重心，具有良好的云台 pitch 响应，减轻 pitch 轴质量，改	采用左右不对称的云台臂和连杆设计，将 pitch 轴 6020 电机放置在云

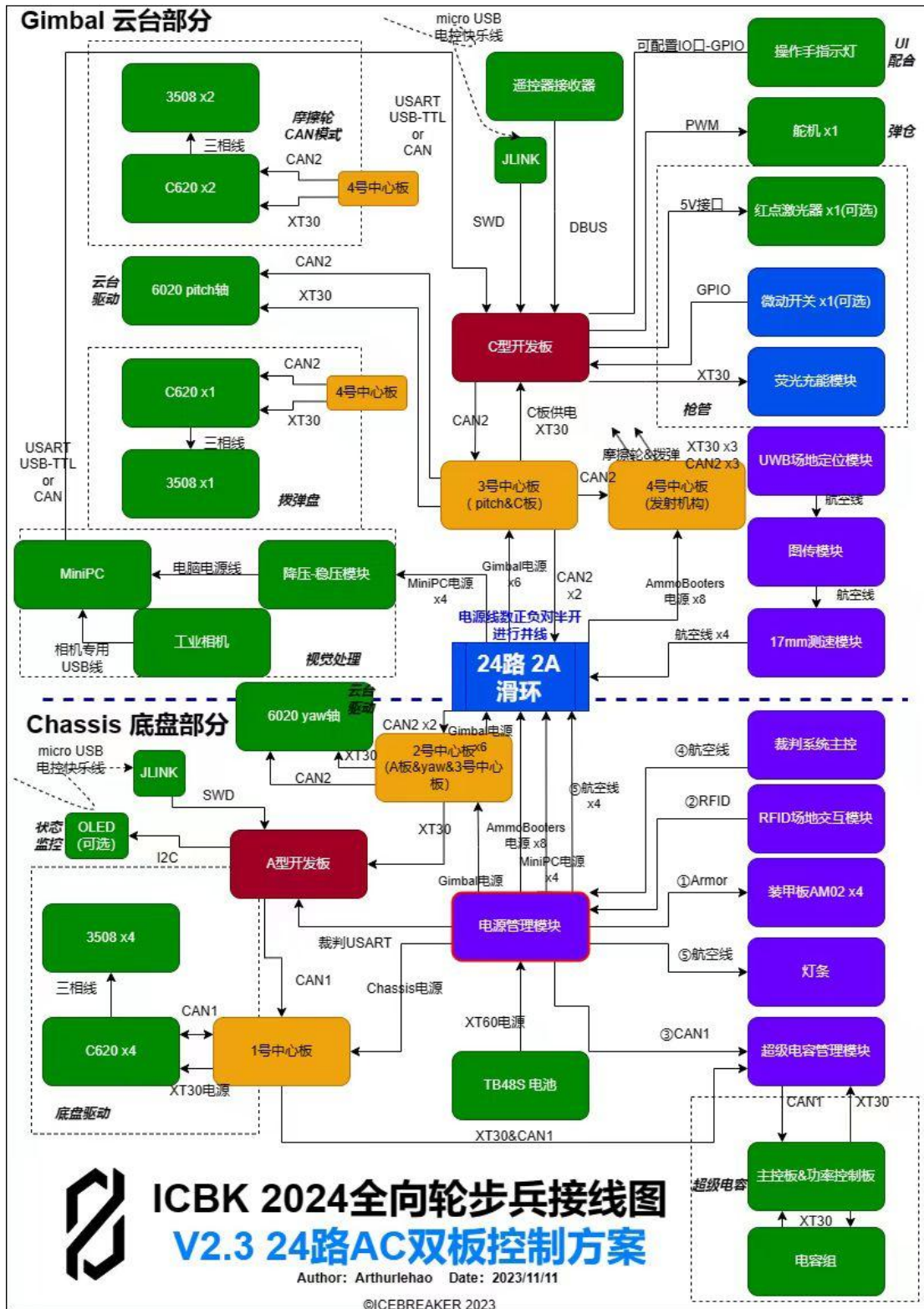
善 pitch 轴质心位置和加强 pitch 轴连接刚度	台臂内侧，降低重心，同时减少云台 yaw 轴转动惯量和转动宽度，整体结构更加紧凑
保证云台强度，飞坡时 yaw 轴连接不断裂，且具有良好的 yaw 轴云台响应速度	选用 15.5mm 外径金属材质滑环在保证强度时，可将滑环内嵌入 6020 电机节省轴向空间。同时选用上下做 c 件内夹深沟球轴承连接 yaw 轴电机带动云台，改善其连接方式；将小电脑安置在云台下层，减低重心

3.发射模块

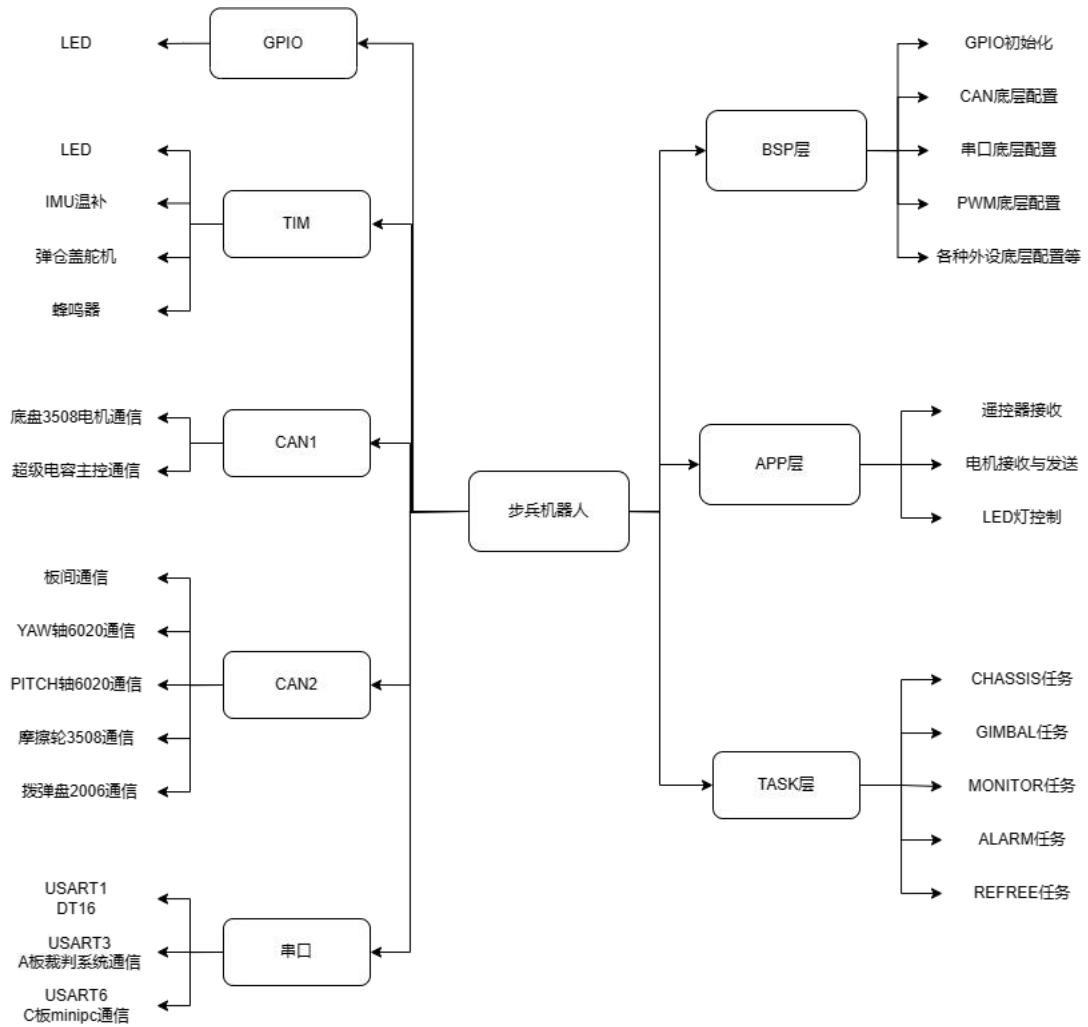
功能要求	设计思路
全向轮底盘空间紧凑，需做上供弹同时保证装弹量，保证 pitch 轴质心位置在转轴中心	采用上供弹方式，在弹仓容量方面，设定其装弹量为 350 发，为方便拆卸，用 abs 打印件做一体化弹仓，同时加装下落坡，增加弹丸下落速度
发射射频 25hz 以上不卡弹，发射稳定，子弹散布小，供弹稳定	拨盘方面电机 2006 型号可满足拨弹要求，拨轮在 22 赛季官方步兵基础上改进，加装倒流锥增加下弹量。在弹丸进入枪管后采用 u 型轴承做上下定位，并使用全新的 3508 拆掉减速箱作为发射电机
由于 RMUC2024 比赛地形复杂多变，步兵需要在各种地形下具有攻击敌方机器人装甲板的功能，需要步兵的云台保证有较大的攻击范围。譬如在能量机关激活点可以攻击到 地面上的敌方机器人，需要较大的俯角；在资源岛附近能攻击到环形高低上方的敌方机器人，需要较大的仰角。	在云台支架中部 6020 电机位置制作环形限位，采用 4mm 玻纤板内夹 6mmABS 材质打印件增强刚度，可使云台最大仰角为 30 度，最大俯角为 25 度，攻击距离增加 20%

● 电控

1.硬件控制方案

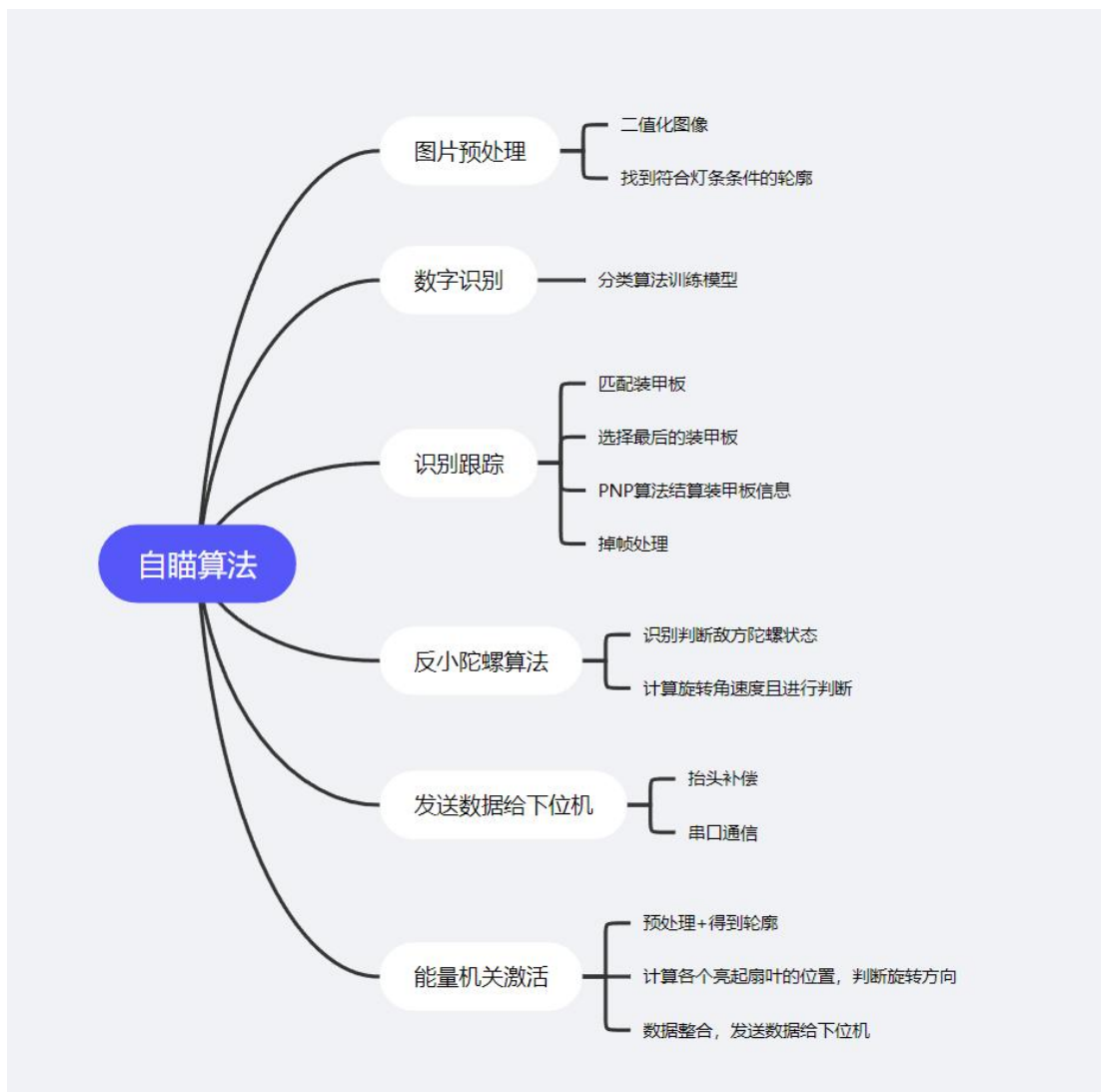


2.软件框架



● 视觉

算法框架



2.3.1.2.3 研发进度安排

开始时间节点	项目	周期	内容	安排人员
10月18日	阅读官方最新新发布的RoboMaster 2024机甲大师高校系列赛比赛规范文件	三天	下载文档并仔细阅读机器人制作规范手册	所有成员
			下载文档并仔细阅读比赛规则手册	所有成员
			下载文档并仔细阅读参赛手册	所有成员

			B站上观看规则解读	所有成员
10月18日	步兵机器人底盘设计	三周	底盘龙骨与框架的设计	蔡潇
			底盘轮系及悬挂的设计	蔡潇
			底盘框架与保护壳设计	蔡潇
			底盘 yaw 轴滑环设计	刘嘉
10月18日	步兵机器人云台设计	四周	云台 yaw 轴衔接设计	刘嘉
			云台脖子骨架与框架设计	刘嘉
			云台拨弹盘及弹仓设计	刘嘉
			云台发射机构设计	刘嘉
11月23日	RMUC 规则测评	一天	进行 RMUC 规则测评考试	所有成员
11月26日	步兵机器人图纸审核及改进	一周	整车装配体图纸审核	所有成员
			计算各部分重心以及整合机器人重心，板材和铝方应力分析，检查机械干涉	蔡潇，刘嘉
			设计改良，图纸改进	蔡潇，刘嘉
			赛季规划文档提交	所有成员

12月7日	发加工	一天	统计零件，出工程图	蔡潇，刘嘉
12月12日	步兵机器人实装	三周	步兵机器人各零部件装配	蔡潇，刘嘉
			步兵机器人强度测试	蔡潇，刘嘉
			总结设计问题并实际改进迭代	蔡潇，刘嘉
12月16日	步兵机器人控制调试	三周	拨盘测试并改进	蔡潇，刘嘉，吴昊
			发射测试并改进	蔡潇，刘嘉，吴昊
			运动测试并改进	蔡潇，刘嘉，吴昊
1月12日	RMUC、 <u>RMUL</u> 裁判系统测评	一天	进行裁判系统测评考试	所有成员
1月17日	步兵机器人智能调试	三周	命中率测试	蔡潇，刘嘉，吴昊，朱小钰
			自动识别与跟随测试	蔡潇，刘嘉，吴昊，朱小钰
			智能测试	蔡潇，刘嘉，吴昊，朱小钰

2月2日	RMUL 完整形态考核	一天	提交完整形态考核视频	所有成员
2月26日	RMUC 中期进度考核	一天	进行中期进度考核	所有成员
3月份	RMUL 高校联盟赛开始		冲击 RoboMaster 高校联盟赛	所有成员
			联盟赛比赛总结并改进机器人，做好迭代	所有成员
4月1日	RMUC 完整形态考核	一天	提交完整形态考核视频	所有成员
5月	RMUL 高校超级对抗赛开始		冲击 RoboMaster 高校超级对抗赛	所有成员

2.3.1.3 测试项目

测试项目	测试内容
Solidworks 仿真	计算各部分重心以及整台机器人重心、板材和铝方应力分析、检查机械干涉。
底盘结构强度测试	将全向轮，麦轮底盘装配出来，抬升至 20cm 高度做跌落测试，观察减震缓冲效果、螺丝是否松动、主要受力件是否变形等。
云台以及发射器限位测试	测试是否卡弹；以及限位是否有效
云台发射测试	先搭建发射架，测出摩擦轮最好间距并记录下来，再装配到整台步兵上，并将整个弹仓装满 17mm 弹丸，从拨盘到发射全程无卡弹
高越障能力测试	在凹凸不平的起伏地面进行机器人行走以及小陀螺，测试全局性自适应悬挂减震效果；模拟官方场地搭建 1: 1 的高地以及公

	路区，进行机器人上下坡，下台阶等测试，能顺利上下坡、下台阶不卡底盘视为合格。
飞坡能力测试	搭建官方场地 1: 1 实物模型，进行飞坡测试，能连续飞坡 3 次以上并成功落地视为合格。
超级电容控制模块	功率闭环测试，带载测试，实际转换效率测试
自瞄识别	自动识别并分别跟随平移、旋转装甲模块，连续发射 30 发弹丸击打装甲模块

2.3.1.4 人力投入安排

技术组别	技术人员	主要工作
机械组	蔡潇，刘嘉	全向轮，桥洞步兵机器人基础机械结构设计，进行车体装配； 配合电控组进行测试，对测试过程中损坏的部分进行维护，分析机械问题并提出解决问题进行迭代； 云台设计： 发射机构稳定性、底盘结构强度等系列步兵机器人功能测试、维护。
电控组	吴昊	步兵机器人软件框架优化，功能实现，重难点突破、日常的调试以及参数的修正，解决上赛季出现的不稳定因素，以及整车的最终测试。
电控组	吴昊	步兵机器人软件框架的构建以及前期各个功能的调试和功能优化。配合其他组对重点功能模块的测试。
视觉组	朱小钰	实现步兵哨兵视觉相关，包括但不限于自瞄，吊射，反陀螺。
硬件组	黄达林	电容控制板、装甲板、主控、大功率降压等模块研制。

2.3.1.4 技术难点分析

(1).全向轮以及桥洞底盘强度的提升。前一届队员反应其底盘结构有缺陷，比如板材拼插的问题，甚至有某一块板材处于较易断裂的工况之下。这就要求我们这一届的机械组成员需要新赛季底盘进行必要的改进.

(2).轮连 3508 轮系容易出现外八；新赛季 24 赛季在 3508 联轴器和麦轮连接处加上推力球轴承，更好的分散轴向力以及径向力；在电机另一侧加上拔电机轴机械结构。

(3).增加云台稳定性,减少抖动，云台电机升级为 6020 电机，优化 pid 算法，减少抖动

(4).提高全向轮底盘速度，提高小陀螺情况下的稳定性，提高底盘功率限制精度，超级电容，增加电流检测模块，加导电滑环，定制小减速比的 3508 电机

(5).图像处理算法对所 摄取图像进行处理 ,捕捉图像坐标转化为云台偏转角度,自动识别打击系统 上进行运动预测,采用多线程方式 算法速度优化，更具有实时性,与电控分别独立完成预测代码并测试，择优选择

(6).能量机关要求能精准击打，算法稳定性测试与优化，算法的实时性和速度优化

2.3.2 英雄机器人

2.3.2.1 规则解读

比赛场地	相关内容	规则解读
R3 梯形	R3 梯形高地位于红方停机坪	在 R3 梯形高地上，是英雄机器

<p>高地</p>	<p>附近，相对战场平面高度为 400mm，高地围挡高度为 135mm。R3 梯形高地上有一处高地增益点，且该增益点兼为红方英雄机器人狙击点。</p>	<p>人比较好的视野狙击点。24 赛季对 3 号梯形高地以及飞坡落点附近结构和位置做了相应调整。所以这一规则给即使拥有优秀吊射能力的英雄机器人的机动性提高更大的要求。</p>
<p>R2 环形高地</p>	<p>R2 环形高地位于大资源岛区周围，一端通过坡道与公路连接。隧道位于位于 R2 环形高地内部，连接了基地区和荒地区。小资源岛紧贴环形高地，位于高地围挡外侧。R2 环形高地上有一处高地增益点。</p>	<p>24 赛季丰富了进攻路线，对在 R2 环形高地吊射敌方基地做出了更多路径选择。</p>
<p>R4 梯形高地</p>	<p>R4 梯形高地位于补给区附近，其表面相对战场平面高度为 400mm，高地围挡高度为 135mm。R4 梯形高地上有一处高地增益点。</p>	<p>同 R3 梯形高地。</p>
<p>公路区</p>	<p>公路区是连接一方梯形高地和另一方梯形高地的区域。公路区包括公路和飞坡。每条公路上有两处飞坡增益点，分别位于飞坡前后的公路路面上。公路上的缓冲区及沟壑是公路禁区，除进行飞坡外，双方机器人禁止进入该区域。</p>	<p>降低公路区整体高度，取消飞坡起点旁边的公路围挡，拥有在公路区发起突袭能力的机器人将会对吊射英雄更具有威胁性。</p>
<p>飞坡</p>	<p>飞坡位于公路区上，机器人可通过飞坡飞跃沟壑，快速抵达对方半场。距离沟壑边缘 1200mm 的公路区域为缓冲区，此段路面下铺设厚度 100mm 硬度 25HC 的泡棉。</p>	<p>24 赛季的经济体系、经验体系做了一系列调整。步兵击打能量机关打中 50 环，可获取 500% 的进攻增益，以及经验等级可以到达 10 级，这对英雄的飞坡能力提出更严格的要求。英雄机器人需具备优秀的飞坡条件以及保证</p>

		飞坡性能的稳定性，才有更多机会一波带走比赛或者迅速偷家。
前哨站	取消比赛后前三十秒内，前哨战处于无敌状态。且装甲板转动速度会因为控制区的所属发生改变。	这一规则将会改变英雄开局策略，提高英雄对前哨战装甲板打击的能力。
控制区	当任意一方的前哨站存活时，控制区机制生效，且一方机器人仅能占领己方控制区。当一方步兵机器人或英雄机器人占领己方控制区且对方未占领其控制区，超过 6 秒时，对方前哨站的旋转装甲转速减半，直到占领方的步兵机器人、英雄机器人全部离开己方控制区为止。	提高英雄机器人与步兵机器人甚至包含哨兵机器人的协同作战，在前三分钟对敌对机器人的压制。成功占领控制区后超过 6 秒，敌方前哨站装甲板的转速会减半，此时应为击毁前哨站的绝佳时机。

在 RoboMaster 比赛中，地面的主力输出单位为步兵机器人与英雄机器人以及下地哨兵机器人，步兵机器人行动灵活、机动性高且射频较快，单发弹丸伤害较低。哨兵机器人前期前哨站还未击毁时具备无敌状态，具有双发射机构。英雄机器人射频慢，但是单发弹丸伤害极高。在赛场上，步兵机器人就像是向前冲锋的战士，帮助战队向前推进；而英雄机器人则像是具有快速移动能力的炮手，不仅搭载了 42mm 弹丸的重型武器，还能够进行快速移动和打击，是具有高机动性能与高近战能力的推塔机器。英雄机器人稍显笨重且对运动单位的打击效果稍逊于步兵机器人，但是在对于建筑的伤害上仍然凸显着英雄机器人不可或缺的战略地位。在英雄狙击点机制不变的情况下，英雄机器人在对敌对基地进行吊射时，能够造成大量伤害。24 赛季降低公路区整体高度，取消飞坡起点旁边的公路围挡，拥有在公路区发起突袭能力的机器人将会对吊射英雄更具有威

胁性。控制区的占有权、多进攻路线的选择更体现出英雄机器人与步兵机器人的协同配合的必要性，无论是在进攻方面还是在防守方面都需要做到协同配合。英雄机器人通过赛场的能量机关与飞坡等场地装置，英雄机器人可以发挥更强的作用。

2.3.2.2 功能、需求分析和设计思路

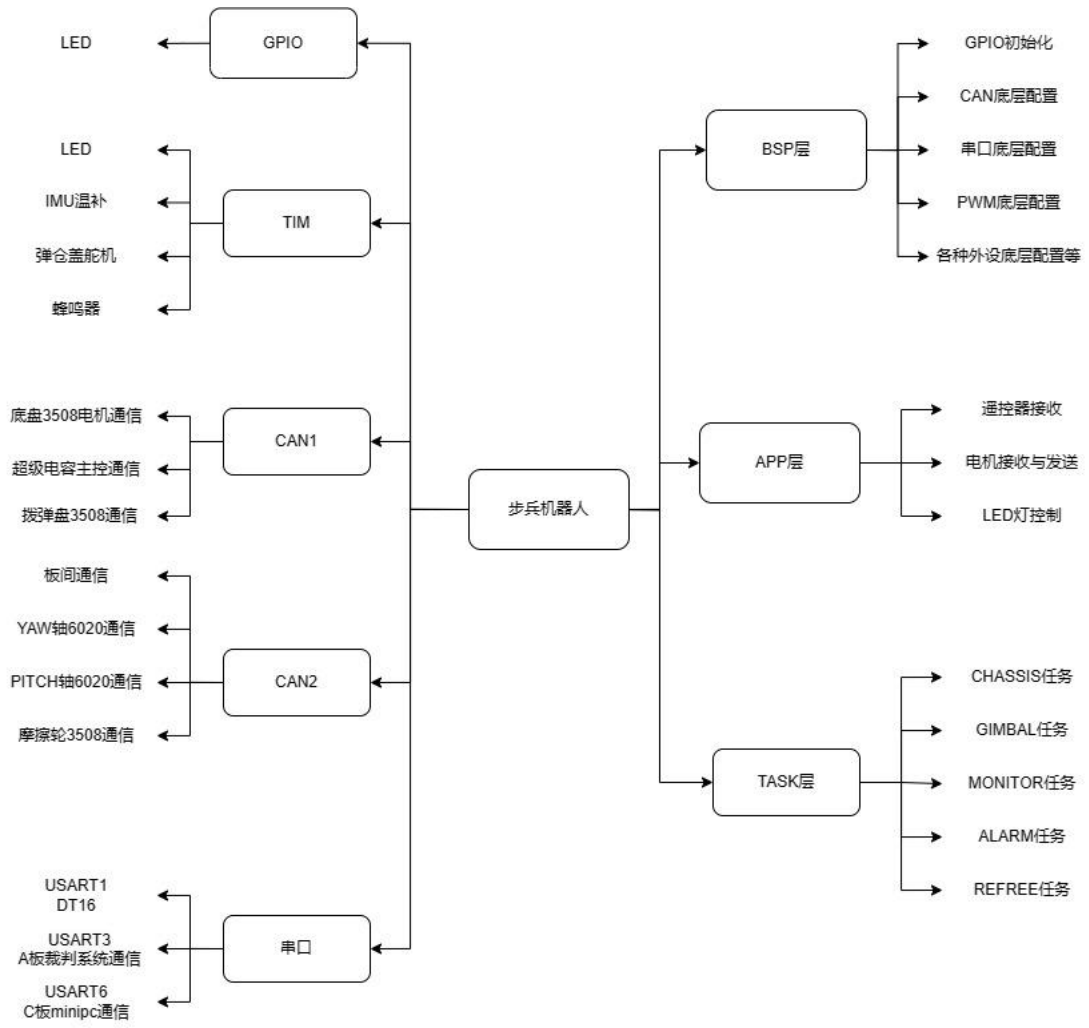
功能	需求分析	设计思路
轻量化高机动性以及高强度	速度快，重量轻，结构稳定，强度高，在尽可能减重的前提下可以承受长时间的弹丸射击而不出现结构损坏； 全车重量减轻至20kg左右。具备良好的飞坡能力。	底盘框架大体采用6061铝方管进行纵横堆叠，并在铝方管上打好减重孔和减重槽，做好应力仿真分析，在一定程度上保证结构稳定性并拥有较轻的整体重量；在保证一定刚度要求的情况下尽量减少各个转轴的质量；板材主要使用碳纤维板材，并做好镂空，达到减重作用也保证了一定的强度要求；设计好机器人外壳，达到能防止小弹丸伤害、承受大弹丸击打，故选择使用1mm厚的碳纤维板材。
高越障能力	全局式左右自适应悬挂，必要时加上单级独立减震，经过起伏路段时减少云台部分的抖动； 能进行小陀螺前进以及小陀螺下台阶； 具备良好的过盲道、上下坡和飞坡能力。	采用前后悬挂相连，左右自适应悬挂，加上单级独立减震；对自适应底盘进行简化优化，提高集成度，使其占据底盘空间少，响应速度快；全地形自适应悬挂可为机器人提供在几乎任何地形下具备良好的四轮抓地力，且四轮对整车的支撑力几乎相同，可以有效地防止车轮打滑的情况，达到过盲道以及上下坡能力；合理排布底盘结构，电控缩减控制系统硬

		<p>件体积；使用内径 50mm 的导电滑环，实现小陀螺并且满足下供弹技术需求，计算好轮子轴距以及台阶高度，做到能小陀螺下台阶；在</p> <p>底盘底部加上两排滚动轴承限位，以及前后都加上飞坡导轮，以达到下台阶不卡底盘以及飞坡后具备缓冲能力。</p>
<p>远射程吊射能力</p>	<p>仰角要达到最远射角 45°，最好能到 60° 及以上；</p> <p>Pitch 轴与 Yaw 轴要保持传动精度，尽可能减小虚位。</p>	<p>使用短程的弹链结构，采用连杆机构进行 pitch 轴转动，避免 6020 电机直驱；在三维图纸上进行俯仰角仿真以及角度计算，实际装配不断优化；pitch 轴使用重量补偿机构进行平衡重力（参考广东工业大学重力补偿机构的开源）；</p>
<p>弹道、射速稳定 以达到高精度击打</p>	<p>不会超射速及明显掉速，弹速波动 $\pm 0.2\text{m/s}$ 左右；</p> <p>保证弹丸每次进入摩擦轮之前的位姿基本不变；</p> <p>摩擦轮对弹丸摩擦力与理想轨迹同向；</p> <p>发射初速度稳定、射击位点高重复度、可实现狙击点抛射命中和公路区精准击打旋转装甲板，10 米距离弹道散布在小装甲范围内。</p>	<p>发射摩擦轮的安装精度高，使用定位销或者</p> <p>塞打螺丝或者拉簧+v 形轴承进行发射限位；摩擦轮间距根据使用摩擦轮包胶材料进行设计；云台 PID 控制加入前馈，考虑温度反馈带来的影响；合理缩小进入摩擦轮之前的输弹管管径；提高摩擦轮的安装精度或者增大摩擦轮的半径从而增大摩擦轮的转动惯量；搭建发射机构架子，使用全新的 3508 拆掉减速箱作为发射电机，记录击打弹丸数量，测出击打达到一定数量后，摩擦轮出现掉速的频率与</p>

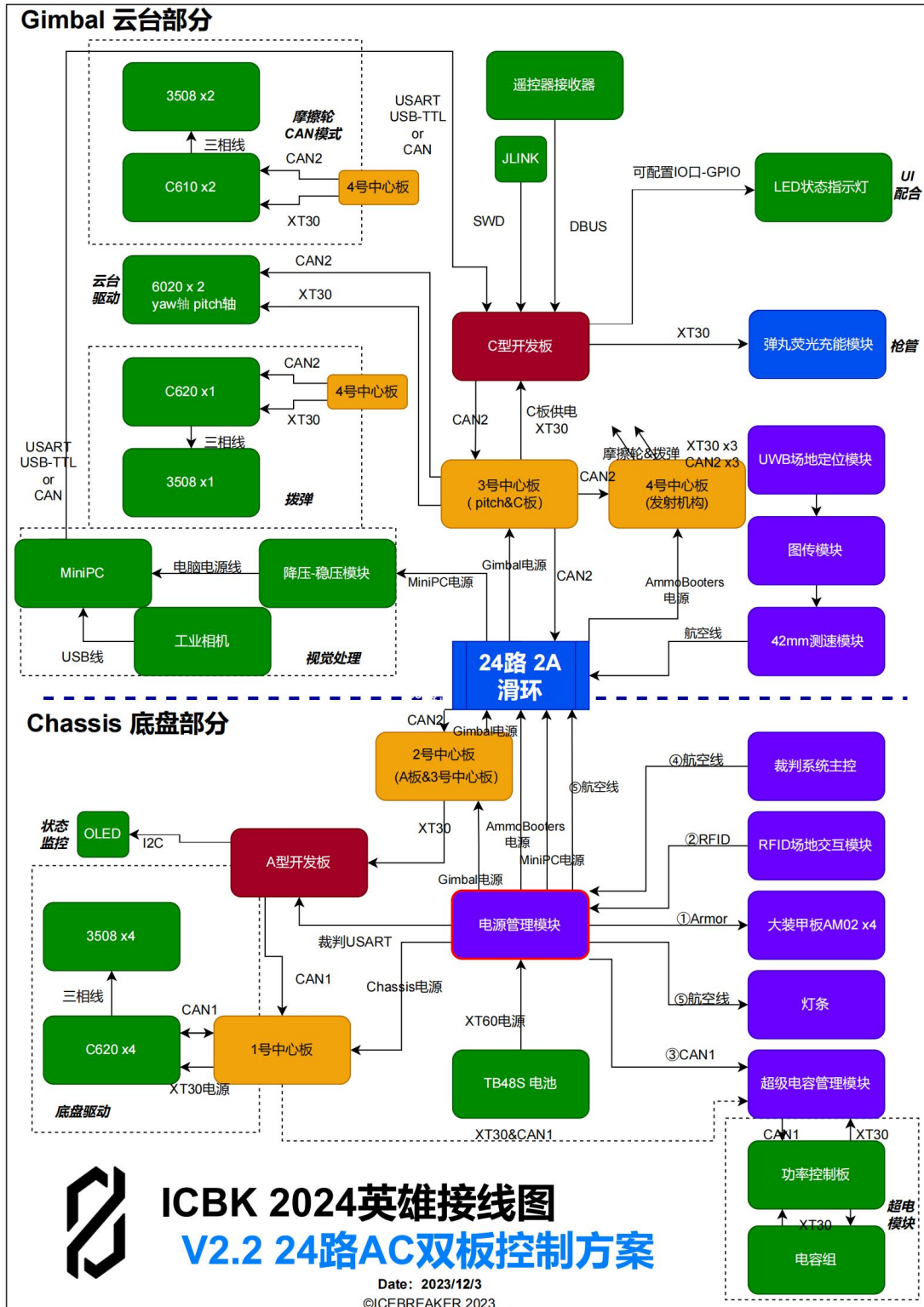
		幅度。
具备良好性能的拨弹机构以及链路	满载 70 颗大弹丸以上；拨弹不容易出现卡弹；链路畅通。	拨盘使用多呈结构，减少空弹率；选择下供形式、弹链选择尽可能少弯头；拨弹盘底部采用板材夹轴承设计，使得弹丸经过的每个部分都是滑动摩擦变为滚动摩擦，减少摩擦阻力；拨齿做好计算，使用滚动轴承以及拨盘内壁限位；把大弹丸经过的每一处地方都实现滚动摩擦；链路装配使用尼龙螺柱从而减少链路重量。
自瞄识别	自动识别并跟随平移、旋转装甲模块，连续发射 30 发弹丸击打装甲模块	先进行图片预处理将图像二值化找到符合灯条条件的轮廓匹配装甲板进行识别跟踪选择最后的装，根据 PNP 算法结算装甲板信息，最后发送数据给下位机



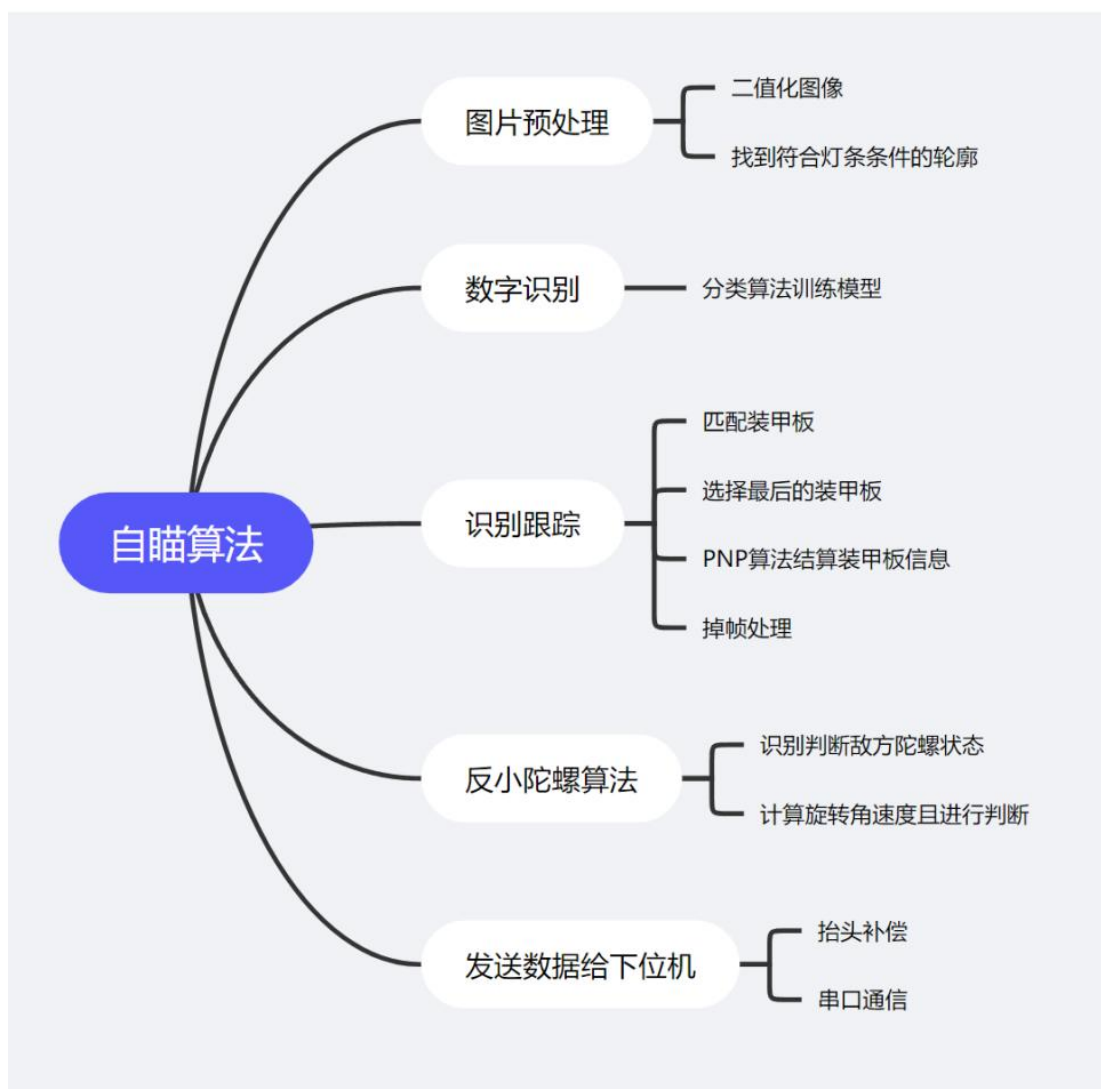
2.3.2.3 软件框图



2.3.2.4 硬件框图



2.3.2.5 算法框图



2.3.2.6 技术难点分析

● 机械：

1. 麦轮连 3508 轮系容易出现外八；新赛季 24 赛季在 3508 联轴器和麦轮连接处加上推力球轴承，更好的分散轴向力以及径向力；在电机另一侧加上拨电机轴机械结构。

2. 对于第一次尝试下供弹发射，对拨盘拨齿的计算以及链路设计、鹅颈链路、发射限位都提出高难度的要求和设计。要不断在三维图纸上做好仿真计算以及实际装配不断优化迭代，计算出合适的的数据，优化链路连接处摩擦力，尽量减少弯角，做好鹅颈链路曲率分析，需要新赛季预留出充足的时间。

3. 23 赛季的英雄是采用上供弹，体积重量都太大，不适合飞坡，爬坡能力一般；新赛季 24 赛季采用全局式自适应悬挂+单极独立悬挂，采用下供弹，尽量轻量化设计。

4. 在英雄机器人质量较重，想让英雄机器人能够以稳定的姿态飞坡，英雄机器人的通过角、飞坡姿态、落地姿态等都需要进行精密的计算和反复实验得到最好的效果。比赛的后半阶段，英雄机器人往往要通过飞坡来出奇制胜，在飞坡时保险杠会陷入缓冲区，使得机器人与地面发生刚性冲击，破坏机器人结构，这时就需要考虑机器人重心、优化机械强度、做好有限元仿真分析、增加飞坡导轮。

5. 英雄机器人狙击点点吊射基地问题：由于距离太远，英雄机器人发射弹丸的射速波动应该在极差 0.1 之间，在机械方面是一个特别大的挑战。

● 电控：

1. 发射时摩擦轮的速度控制
2. 弹丸射速稳定难以保持
3. 仿真界面调试参数存在偏差
4. 远程吊射的精准度

视觉：

- 1、仿照开源代码实现自研
- 2、吊射自瞄

2.3.2.7 测试方案

测试项目	测试内容
Solidworks 仿真	计算各部分重心以及整台机器人重心、板材和铝方应力分析、检查机械干涉。
底盘结构强度测试	将英雄底盘装配出来，抬升至 20cm 高度做跌落测试，

	观察减震缓冲效果、螺丝是否松动、主要受力件是否变形等。
拨盘+第一个 90° 链路测试	测试电机驱动拨齿，拨盘内大弹丸是否存在卡弹；进入第一个弯道是否存在卡弹现象。
云台鹅颈链路以及发射器限位测试	测试鹅颈供弹最难的俯仰角供弹是否卡弹；进入发射器摩擦轮之前的发射限位是否起到限位作用以及是否还存在机械虚位；发射器是否卡弹。
云台发射测试	先搭建发射架，测出摩擦轮最好间距并记录下来，再装配到整台英雄上，进行俯仰角发射测试；并将整个弹仓装满 42mm 大弹丸，从拨盘到发射全程无卡弹且能做到单发限位并 10m 击打的散布范围在小装甲板以内视为合格。
高越障能力测试	在凸凹不平的起伏地面进行机器人行走以及小陀螺，测试全局性自适应悬挂减震效果；模拟官方场地搭建 1:1 的高地以及公路区，进行机器人上下坡，下台阶等测试，能顺利上下坡、下台阶不卡底盘视为合格。
飞坡能力测试	搭建官方场地 1:1 实物模型，进行飞坡测试，能连续飞坡 3 次以上并成功落地视为合格。
吊射能力测试	在自家梯形高地上击打敌方前哨站，20 中 15 以上为合格；在敌方高地上击打敌方基地，20 中 15 以上视为合格。
超级电容控制模块	功率闭环测试，带载测试，实际转换效率测试
自瞄识别	自动识别并分别跟随平移、旋转装甲模块，连续发射 30 发弹丸击打装甲模块

2.3.2.8 资源需求分析

类别	资源需求	用途
场地需求	R2 环形高地	用于模拟英雄机器人进入敌方高地击打

		基地；英雄上下坡测试。
	R3 梯形高地	用于英雄机器人击打前哨站或者吊射敌方基地。
	R4 梯形高地	用于英雄机器人击打前哨站或者吊射敌方基地。
	公路区	模拟英雄机器人下台阶以及遇到敌方地面单位机器人袭击时回防的反应能力以及路线选择。
	盲道	测试英雄机器人全局式自适应减震效果。
	飞坡	测试英雄机器人飞坡能力。
	前哨站	测试英雄机器人吊射能力。
	基地	测试英雄机器人吊射能力以及近距离击打基地的相应速度。
物资需求	麦克纳姆轮	作为英雄机器人的车轮。
	麦克纳姆轮滚子	用于麦轮磨损后滚子的更换。
	3508 联轴器	用于连接 3508 电机与麦克纳姆轮。
	立孔固定座	用于连接轮系与悬挂。
	减震器	用于英雄机器人底盘减震
	6061 铝方管	作为英雄机器人的骨骼框架以及防撞框。
	玻纤、碳纤维板材	作为英雄机器人的骨架搭建以及各零部件连接和外观设计。

	同步轮	用于英雄机器人 yaw 轴使用同步轮驱动。
	同步带	用于英雄机器人 yaw 轴同步轮结构驱动。
	包胶导轮	用于英雄机器人防撞轮以及前后飞坡导轮。
	导电滑环	用于 42mm 大弹丸通过 yaw 轴并实现小陀螺功能。
	42mm 大弹丸	用于英雄机器人的击打测试。
	摩擦轮	用于机器人的发射机构
	打印件	用于铝方管填充、零件固定、非受力件零件、发射集成、拨弹盘等异形零件。
	轴承	各关节、受轴向或径向力载荷处。
	螺丝、螺母、六面连接件、铝柱、铜柱等紧固件	固定板材、各机械结构以及各零部件。
	3508 转子	摩擦轮发射驱动。
	3508 电机	机器人底盘驱动、拨弹盘拨齿驱动。
	6020 电机	英雄机器人 yaw 轴、pitch 轴驱动。
	2006 电机	发射机构的上摩擦轮定位。
	8 倍放大镜	用于英雄机器人远程击打要求。
	工业摄像头	满足英雄自瞄需要。

	Minipc	满足英雄自瞄需要。
加工设备需求	3D 打印机	打印各类零件。
	CNC 雕刻机	板材和铝方管加工。
	台钻	加工铝方管、铝型材。
	激光雕刻机	加工亚克力、木板板材等。
	电圆锯	木条、铝型材、铝方加工。
	铆钉枪、拉铆螺母枪	铆钉、拉铆螺母装配。
	焊台	贴片、焊接线路。
	各类基础工具	解决装配维修等各类问题。

2.3.2.9 人员安排

技术组别	技术人员	主要工作
机械组	陈铭锴	<p>英雄机器人基础机械结构设计，对设计机构进行答辩审核，进行车体装配；</p> <p>配合电控组进行测试，对测试过程中损坏的部分进行维护，分析机械问题并提出解决问题进行迭代；</p> <p>全新下供弹、鹅颈供弹链路设计并装配、全新云台设计；</p> <p>发射机构稳定性、底盘结构强度、英雄吊射能力等系列英雄机器人功能测试、维护。</p>
电控组	吴昊	英雄机器人软件框架优化，功能实现，重难点突破、日常的调试以及参

		数的修正，解决上赛季出现的不稳定因素，以及整车的最终测试。
电控组	李敏彦	英雄机器人软件框架的构建以及前期各个功能的调试和功能优化。配合其他组对重点功能模块的测试。
视觉组	朱小钰	实现英雄视觉相关，包括但不限于自瞄，吊射，反陀螺。
硬件组	黄达林	电容控制板、装甲板、主控、大功率降压等模块研制。

2.3.2.10 进度安排

项目	组别	人员	任务安排	研发周期
底盘三维图纸	机械组	陈铭锴	英雄机器人底盘设计需求分析、结构以及各零部件三维图纸建模	1周
仿真建模	电控组	吴昊	实现 matlab 等仿真软件的环境配置	4周
底盘加工以及装配	机械组	陈铭锴	板材、铝方管、cnc 零件、打印件等零部件出二维工程图并发加工；导电滑环、紧固件等零部件采购；整个底盘装配；功率控制测试	1周
软件框架搭建	电控组	吴昊 李敏彦	研究英雄相关技术文档和代码开源；搭建英雄代码框架	4周
底盘驱动测试	电控组	李敏彦	底盘代码编写；底盘控制模式；实现英雄底盘的全向移动逻辑。完成	3周

			小陀螺运动解算与程序编写	
拨弹盘、下链路装配	机械组	陈铭锴	拨弹盘、下链路装配并测试迭代	1周
拨弹盘测试	电控组	李敏彦	测试电机驱动拨齿，拨盘内大弹丸是否存在卡弹；进入第一个弯道是否存在卡弹现象；实现卡弹回退。	3周
云台三维图纸	机械组	陈铭锴	鹅颈供弹以及摩擦轮发射机构三维图纸	1周
云台上链路以及云台发射机构装配测试	机械组	陈铭锴	云台上链路以及摩擦轮发射机构装配测试；英雄机器人吊射测试、链路测试	1周
云台基本功能实现	电控组	李敏彦	实现云台 yaw 轴、pitch 轴电机驱动，顺畅不卡。	2周
云台发射调试	电控组	李敏彦	完善云台代码进行云台程序测试：测试供弹是否卡弹；从拨盘到发射全过程；测试发射打击效果。	4周
场地测试以及性能优化	机械组	陈铭锴	梯形高地、环形高地吊射测试、上下坡测试、下台阶测试、过盲道测试、飞坡测试、外观设计	1周
总装测试	电控组	吴昊	云台发射测试、高越障	3周

	组	李敏彦	能力测试、飞坡能力测试、自瞄吊射能力测试；不同兵种间的通信联调	
自瞄识别	视觉组	朱小钰	精准识别打击装甲板	2周
重难点参数调试	电控组 硬件组	吴昊 黄达林	实现对功率、射速、热量的精准控制；超电调试、避障功能测试等	3周

2.3.3 工程机器人

2.3.3.1 规则解读

● 规则解读

比赛场地	相关内容	规则解读
大资源岛	大资源岛位于战场中央，能量机关正下方。大资源岛包含三条封闭路径，内部共放置有5枚金矿石。路径上方为透明材质。	大资源岛置矿区为半封闭区域一共5个金矿，这一规则需要更精细的工程机械机构或限位，保证取矿时矿石不会掉落。
兑换区	兑换区是工程机器人兑换矿石的区域。兑换区中铺设了场地交互模块卡。兑换站包括兑换站主体和收集槽。工程机器人可在兑换站将矿石兑换成金币。	工程机器人兑矿时需要保证其场地交互模块在其场地交互模块的感应区域之内。所以其场地交互模块在底盘上的安装位置需要根据工程机器人的兑矿姿态调整其位置等等。
小资源岛	小资源岛紧贴环形高地护栏外侧，设有银矿石。银矿石有条形码图	银矿石紧贴高低栏外侧，条形码向下摆放。所以取银矿的二维码面固定，不需要改变银矿石二维

	案的一面将朝下摆放，但可能会相对图示有 90° 旋转。	码面。
资源岛增益点 资源岛禁区	资源岛增益点、资源岛禁区位于大资源岛两侧。	在比赛第一分钟，占领资源岛增益点工程机器人获得 75% 防御增益。这一规则下两侧都有增益点，选择那一侧增益点占领且一分钟内占领尤为重要
兑换禁区	一方兑换区相对另一方机器人是兑换禁区。	兑换禁区是禁止另一方机器人进入区域，禁止干扰或阻止对方工程机器人兑矿。

● 新规则发布前准备

我们在面对 23 赛季规则上掉落空接矿石的基础上，其次为了兑矿所需要多自由度的兑矿装置。因此我们队伍准备制作传统成熟的龙门架抬升形式，并将抬升机构增多前伸的框架在框架末端增加小吸盘短臂来应付多级兑矿。该结构的好处是抬升空中截矿抬升的越高在敌方工程之上可以抢断对方的矿石使对方处于无矿可取的局面，以及既能实现多难度兑矿又能吸取地矿等。能实现多场景基础功能。在参考了很多队伍的开源文件后，我们了解到近赛季以来大部分队伍工程机器人是采用龙门架和大机械臂装置两种机构。于是我们的研究方向就是龙门架抬升以及末端小臂配合形式进行开发。

在新规发布前对于我们机械组都在了解龙门架抬升、以及机械臂的设计。并进行了该结构可行性的分析。

● 新赛季规则发布后对规则分析

工程机器人最大初始尺寸为 600*600*600，最大伸展尺寸为 1200*1200*1100。

24 赛季规则相比于 23 赛季，将原来的空接矿石的形式改为将

矿石放置于内置半封闭的大资源岛内，（精程所至，金石为开）内部有障碍块，阻断矿石直接拉出，需要更加精准的抬升机制来实现矿石抬出障碍块高度的同时不被掉落。大资源岛位于战场中央，能量机关正下方。大资源岛包含三条封闭路径，内部共放置有 5 枚金矿石。

设计难点：需要取出在半封闭区域并有障碍块的内置矿石

原本我们在分析新规则的时候，有想过打翻龙门架抬升的结构。在 23 赛季中比如浙大、南科大、上交大等强队都有制作机械大臂工程机器人。直接用机械臂取矿，又可以增加兑矿级别难度。但综合性分析和与校外队伍的交流过后，认为传统的龙门架抬升仍然可以有继续存在必要。一是可以便于兑矿抬升的高度，二是龙门架抬升结构更加成熟。

于是在新赛季规则下，我们决定改进传统的龙门架，用小臂兑矿。在取矿的需求下增加更加精密的抬升结构。用丝杆步进电机和小伸臂配合的形式实现。

经济体系：比赛过程中，双方会定期获得金币，也可通过兑换矿石的方式获得额外金币。金币可以用于兑换空中支援、17mm/42mm 允许发弹量、回血机会、立即复活。

操作手选择不同的兑矿难度获取的金币也不同随着通过矿石兑换所获得的累计经济的增加，参赛队伍可选择的最低难度等级将逐渐被限制，此后兑换的每个矿石所获得的金币将乘以一定的倍率。将矿石二维码一面朝下放置于兑换槽内经过扫描识别后兑换成功。

因此工程机器人在比赛过程中是唯一能够获取场上金币资源的机器人，起着至关重要的作用，制作工程机器人的兑矿难度目标制定要重视。

2.3.3.2 技术需求及难点分析

● 功能需求分析

<p style="text-align: center;">底盘</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 独立悬挂，稳定的避障减震功能 2. 重心底，有较强抓地力，能提供较大加速度，具有较好的 3. 电池、气阀摆放位置稳定重心，保证机械臂伸出运动时底盘平稳。 4. 铝方底盘框架，轻量化
<p style="text-align: center;">矿仓</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高度方便机械臂存矿取矿，且不干涉机械臂。 2. 在车子移动过程能约束矿石姿态
<p style="text-align: center;">抬升机构 前伸机构</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设计前伸机构用于 获取距离不同的矿 石 2. 平稳伸出机械臂，保持机构刚度。 3. 龙门架的抬升和前伸机构可以配合取矿和兑矿
<p style="text-align: center;">机械臂</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 快速且平稳的抓取，并吸出半封闭资源岛 2. 在半封闭区域内，取矿时能二次微抬升，避开障碍块。 3. 实现多级兑矿，末端吸盘可调整矿石面。 4. 三个转动副的三自由度机械臂，配合龙门架抬升实现取半封闭矿、取地矿和兑矿。
<p style="text-align: center;">横移机构</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、可配合机械臂微调左右横向距离，使其轻松伸入半封闭放置矿石区域。 2、便与机械臂配合兑矿。 3、适应兑换站的多级兑矿
<p style="text-align: center;">图传模块</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在取半封闭矿石、取地矿、兑矿时，视角

	<p>内无遮挡，操作手能调整图传模块的高度和微调视角角度。</p> <p>2. 在初始尺寸时，工程机器人运行时无遮挡。</p>
场地需求	<p>1. 模拟赛场大资源岛半封闭取矿。</p> <p>2. 模拟兑换站多级兑矿过程。</p>

● 主要工作及改进方向

底盘	<p>1. 降低底盘高度，优化底盘结构。</p> <p>2. 底盘独立悬挂，避震器弹簧选用弹性系数较大的。</p> <p>3. 底盘重心略偏向，机械臂伸出的相反方向，保证臂伸出时底盘水平。</p>
矿仓	<p>1. 机械臂存矿时，矿仓能约束矿石的姿态。</p> <p>2. 移动时，矿石能平稳储存在矿仓中。</p>
抬升机构 前伸机构	<p>1. 选用 4 个 3508 电机驱动齿轮与齿条啮合传动抬升与前伸。</p> <p>2. 抬升机构考虑成本与性能，用两个电机在对角线位置放置，保持稳定抬升。</p> <p>3. 前伸导致重心前移，使工程机器人容易前倾伸出机构选用四条 MGN9 滑轨，保持伸出时结构的刚性。</p>
机械臂	<p>根据任务空间和比赛规则进行机械臂连杆长度分析，找出较优解</p> <p>结合动力学计算各关节所需扭矩，选定电机和减速比，设计各关节连接和驱动方式</p> <p>设计线路与气路布置，将气路和气管放在机械臂里</p>

	面，起到保护作用 机械臂与底盘连接建模、优化 使用了 5 个 2006 电机，保证机械臂的自由度及防止重量过重。
横移机构	1、机构重量大，使车体的重心 前移和上移。 2、增加横移刚性，加厚板材。
图传模块	使用齿轮齿条配合，两个 2006 电机驱动，来抬升图传模块。 舵机实现视角上下转动。
场地需求	搭建大资源岛以及半封闭取矿机构，一比一还原赛场大小资源岛以及半封闭取矿。 搭建其兑矿区域，实现模拟多级兑矿，一比一还原赛场兑换站。

● 技术难点分析

机械：

1. 麦轮连 3508 轮系容易出现外八；新赛季 24 赛季在 3508 联轴器和麦轮连接处加上推力球轴承，更好的分散轴向力以及径向力；在电机另一侧加上拔电机轴机械结构。

2. 工程机器人主要功能是实现半封闭取矿、取地矿及多级难度兑矿，所以在保留了工程传统龙门架的同时，在额外加了具有三个自由度的一个机械小臂，使用真空泵配合吸盘来吸取矿石，实现能够自由进出半封闭区域取矿。其需要在三维图纸上提前计算好各种板材等零件的尺寸，在臂的尺寸大小上做到留有容错的进出半封闭区域。

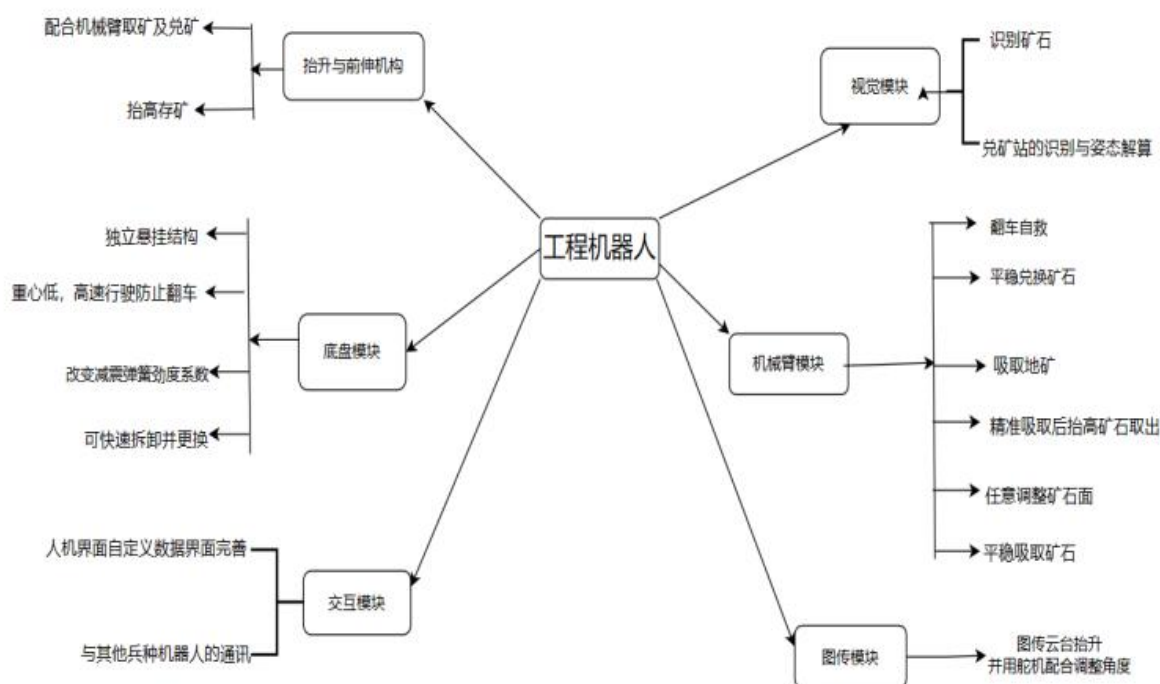
3. 工程的质量较重，所以想让工程的移动速度大即加速度大，需要尽量降低工程机器人的底盘的重心，工程的底盘使用的独立悬

挂减震，保证有一定减震功能的同时适当的轻量化。要在工程机器人做各种运动时保持稳定水平，即底盘重心在工程实现各种功能时偏移幅度小。

4. 工程机器人的机械小臂配合龙门架使用，在半封闭取矿时能伸入该区域并二次微抬升 30-50mm（步进电机驱动丝杆抬升实现）避开半封闭内的障碍块取出金矿石。工程要想取地矿则需要龙门架能够下降到一定高度配合机械小臂吸取矿石，需要三维图纸中先仿真计算能够吸取到地矿的最高高度，优化机械机构，细化其抬升结构和伸出结构的限位等装置。

5. 工程机器人要想实现多级兑矿，保证场地交互模块在兑换区，其机械小臂与龙门架之间增加了一个横移机构，让其工程机器人的机械小臂更加灵活，并在其上根据其受力分析做适当的轻量化镂空设计，在更小的重量上能够稳定的实现其功能，让其性能趋近于极限。

2.3.3.3 设计思路



2.3.3.4 人力以及资源评估

工程机器人是场上唯一能够获取金币资源的机器人，通过夺取并兑换资源岛的金矿石为战队获得经济收益，从而兑换弹丸、呼叫空中支援、兑换复活。在 24 赛季的规则下，经济变得更加重要。取矿难度增加，对工程机器人的性能要求更高，即时对负责工程机器人的各个组也有了更大的挑战，所以本赛季工程以采矿兑矿为核心研发。根据工程体积大的特点，在赛场上可以做到掩护己方进攻性机器人，实现战术配合等。工程要在半封闭机构下取矿，难度更大，其功能的实现需要我们细细讨论分析。我们要精益求精，积极研发创新，不断完善测试，保证工程机器人功能的稳定实现并优化其效率。需要我们负责工程的组员具有良好合作能力，共同合作，博采众长设计并制作出一辆性能卓越的工程机器人。除了机械组内建模设计的意见的交流与统一，各个组之间的交流配合都需要反复商榷，最终确定一个多方意见统一的方案。

人员安排:

机械组: 曾凡嵩、谭添仁;

电控组: 吴昊、吴晶、蔡庆鸿;

视觉组: 朱小钰;

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、铝方、板材、常用零件等	机械组 2人 电控组 2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
机械臂	电机、板材、	机械组 2人 电控组 2人	能够合理地安排设计机械结构, 根据任务空间和比赛规则进行机械臂连杆长度分析, 找出较优解, 具有力学分析以及再设计能力;	4周	¥3500
抬升机构 前伸机构	齿轮齿条、电机、常用零件等	机械组 1人 电控组 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	2周	¥1800

			控制电机的能力。		
图传模块	齿轮齿条、2006 电机、铝方等常用零件	机械组 1 人 电控组 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。	1 周	¥800

2.3.3.5 任务分解与 ddl 表格

设计阶段	底盘、悬挂初版图纸	机械组	2023/11/20
	抬升机构、前伸机构、机械臂的设计	机械组	2023/12/10
	实现工程底盘的全向移动逻辑	电控组	2024/1/16
	完成结构展开动作的程序编写	电控组	2024/1/23
	优化矿石吸取逻辑细节	电控组	2024/1/30
模块测试	零部件加工	机械组	2024/2/14
	底盘、悬挂组装	机械组	2024/2/24
	抬升机构、前伸机构、机械臂组装	机械组	2024/3/4

	半封闭吸取矿石测试	电控组	2024/3/8
总装	与电控协助总装	机械组、电控组	2024/3/16
	工程总装调试	机械组、电控组	2024/3/20
测试	使用矿石块进行吸取测试	机械组、电控组	2024/3/25
	使用自搭赛场模型进行拟真情况测试	机械组、电控组	2024/4/1
	模拟实战场景下对矿石岛位的抢夺并半封闭取矿	机械组、电控组	2024/4/10
迭代	一期迭代	机械组、电控组	2024/4/20
	二期迭代	机械组、电控组	2023/5/15

2.3.3.6 预期目标

- 1、能够稳定快速且精确实现下半封闭吸取矿石；
- 2、通过自定义控制器实现半封闭矿石吸取和地矿吸取，兑换矿石动作实现；
- 3、能够实现三级及以上兑矿难度；
- 4、底盘重心降低，增强避障减震的功能，保证在龙门架、机械臂等等机构的电机运作时重心不发生大幅度偏移，底盘能基本上稳定保持水平；

2.3.4 哨兵机器人

2.3.4.1 规则解读

- 有关哨兵的赛规重点
- （1）在 RMUC 2024 的赛季规则中,官方保持了 2023 年对哨兵的修改，取消了原来的轨道移动而改为全场自由移动的模式。比赛开始时，基地与哨兵机器人处于无敌状态。使得原本只能防守的哨兵增强自主防御和攻击敌人的能力。因此本赛季中哨兵机器人的定位在上赛季保护基地、巡逻的基础上增加了己方前哨站未被击毁时主动攻击敌人与敌方前哨站的能力。
- （2）哨兵仍然为两个发射机构，但是相比于上一年，枪口的热量上限得到大幅度提升，但是还枪口热量每秒冷却值不变，这使

得哨兵有更强的攻击能力。在我方的前哨战被击毁前，哨兵还处于无敌状态，且能自由移动。但是如果前哨站被击毁的情况下，哨兵则必须在 40 秒内回到巡逻区，否则该方基地护甲展开，所以在前哨站被摧毁之前必须占据进攻优势，配合英雄机器人摧毁敌方前哨站或者敌方机器人。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。

- (3) 哨兵机器人是属于全自动机器人，云台手也可以通过裁判系统选手端相关指令干预哨兵机器人的行动，每次需要花费 50 金币。

- (4) 虽然步兵与哨兵都只有 17mm 发射机构，但相较于步兵最大尺寸，哨兵最大尺寸为 700 * 700 * 700，因此哨兵更好设计成大弹舱结构，这能节省装弹时间，降低底盘重心。底盘功率有 150w 降为 100w，这限制了哨兵的活动强度，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。

- 有关哨兵的制作规范重点

- (1) 特征：哨兵机器人是全自动运作，最多只能配一个遥控器，而且只能用来调试。

- (2) 制作参数：最大的初始尺寸为 700*700*700，最大重量不能超过 25kg(不含裁判系统)。底盘功率上限 100W。射击初速度上限 30m/s。枪口热量上限值 400。枪口热量每秒冷却值 80。

- (3) 裁判系统安装：

- 必须配备有两个 17mm 测速模块。安装灯条模块时，灯条模块在任意时刻都需位于机器人的最高点（除定位模块及其支架外），且在机器人俯视图视角下，发光部分需至少露出 80%。

● 安装主控的时候，主控上方无遮挡，以 Logo 的中心点正下方 14.5mm 处为球心，70mm 半球内无电磁屏蔽材料（包括但不限于金属、碳纤维、导电橡胶、吸波材料、导电复合剂）或其它带电磁干扰的设备，避免 WiFi 信号被干扰。

● 为了让其能够使用冗余链路，增加了哨兵机器人安装相机图传模块（发送端）的要求。

- 规则的改动点分析
- 场地变动

旧赛季	新赛季
己方基地前、R3、R4 梯形高地	己方的基地前、R3、R4 梯形高地，整个环形高地以及能亮机关机激活点都将被视为哨兵巡逻区
基地前有 R2 环形高地阻挡	基地前 R2 环形高地下多了条隧道

机制变动

旧赛季	新赛季
复活方式-不可复活	复活方式-可复活
不可补血	可补血
不可发送任何指令	可以发送信息的方式干预哨兵的所有行动

机器人变动

旧赛季	新赛季
初始血量/上限血量 1000	初始血量/上限血量 400

经验价值 75	经验价值 500
底盘功率上限 150W	底盘功率上限 100W
枪口热量上限 240	枪口热量上限 400

- 充分理解规则的技术引导方向

- (1) 兵种定位

- 在 24 赛季，哨兵在对局前期拥有无敌状态和开局满级优势，所以角色身份为前锋大将军，为其他机器人护航开路。在对局后期，哨兵无敌状态解除、优势下降，所以角色身份为护城将军，守护基地的最后城门。

- 地位：前期 T0，后期 T1。

- 使命：哨兵机器人是唯一必须上场且无法由操作手进行操作的全自动运行机器人，其主要功能有保护前哨站，巡逻等。前哨站易受到攻击，容易被击毁；基地身处大后方，成为赛点的情况也是少数。同时，在新赛季里对哨兵机器人的要求提高了许多，要求我们将其设计成类似于自动步兵的类型。而在许多技术交流活动中，哨兵往往成为判定比赛胜负的关键点。根据规则，哨兵可以搭载两个 17mm 发射装置；可哨兵全自动运行的要求则对视觉算法提出了很高的要求。

- (2) 变动分析

- 哨兵在 24 赛季将会拥有更充分的自主决策权利。己方的基地前、R3、R4 梯形高地，整个环形高地以及能亮机关机激活点都将被视为哨兵巡逻区。基地前 R2 环形高地下多了条隧道少了阻挡，取消了飞坡起点附近公路的阻挡，天谴变通途。更有利于哨兵掌控全局，利于打开比赛局面。同时敌方也更容易侵略己方基地，所以哨兵也要做好防御工作，守好后方防线，保护己方基地。

- 在 24 赛季哨兵的初始发生量将会下降。但哨兵也可以和普通步兵一样自主的选择去往补短板。恢复血量或购买允许发弹量，在被击毁后，也可以自动复活，甚至是花费金币兑换立即复活，如此一来，哨兵就可以承担更多的对内职责，同时要在前哨站被击毁后尽量保全自己，以分担战线压力，帮助其他机器人发育升级。

- 在 24 赛季中赛制增加云台手可以通过在客户端向哨兵发送信息的方式干预哨兵的所有行动，云台手每项哨兵发送一条信息都会花费 50 金币。这一定程度降低了哨兵程序控制的难度，将对抗和推进密切关联，有利控制比赛前期的对抗节奏。可以跟其他机器人协调配合，打出更多的战术方略。

（3）战术分析

哨兵这赛季可以更好的和其他人类操作手相互协同，打出更多配合。

前期

- 哨兵拥有无敌状态和开局满级优势，可以为工程去资源岛保驾护航。

- 拥有无敌状态的哨兵可以在前线开路，进攻敌方前哨站等。

- 因为前期的等级的优势,可以冲锋击杀更多地面机器人，吸引更多火力，使得敌方后防虚空，趁机侵入破坏。

后期

- 前哨站被击毁后，哨兵解除无敌状态，哨兵应该退防到战线后方，保全自己。以增大比赛获胜率。

- 后期哨兵与其他机器人的差距越来越小，优势下降，可以在哨兵巡逻区多点变换巡逻，防止被敌方针对包围。

- 在哨兵第一次复活后，坚守基地前方，守好最后一道城门。

这是胜利的保障。

2.3.4.2 功能、需求分析和设计思路

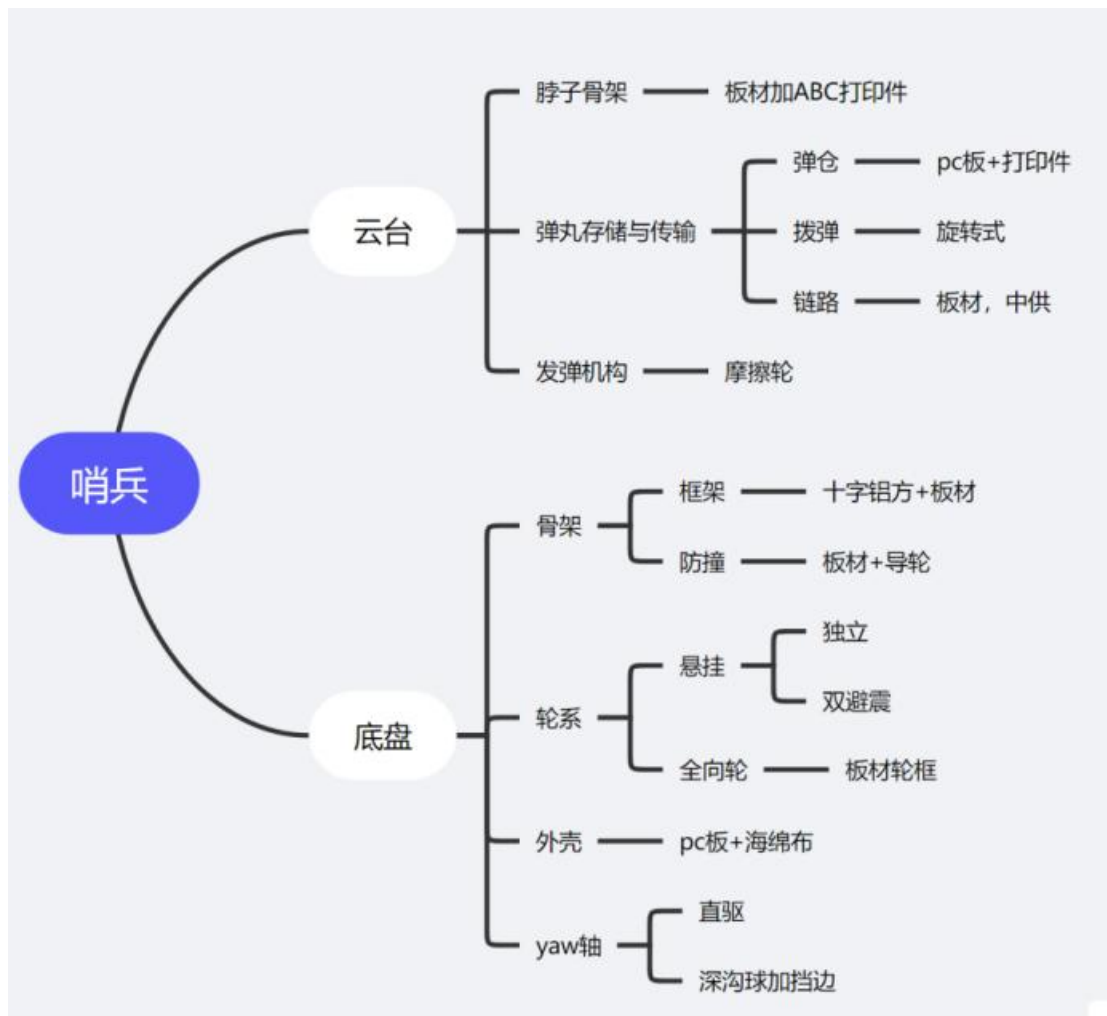
功能	需求分析	设计思路
高机动性的平移、旋转、变速运动	拥有良好性能的独立减震，经过起伏路段时减少云台部分的抖动；能进行小陀螺，且有不同的变换速度，加强机动性。	设计二级避震结合数学公式及几何解析，做有高强度又有稳定韧性的悬挂，压缩哨兵机器人体积，保持有更好的能动性，降低底盘，可以适应更大的变加速。
弹道、射速稳定以达到高精度击打	控制弹道 7m 散布在一块小装甲内，将弹速精确控制在 0.5m/s 的误差范围内，弹速稳定不卡弹，能通过剩余枪量与冷却值以及目标距离动态调节射频，同时能保证云台稳定性，减少炮头的晃动使得命中率可以有效提升。	发射摩擦轮的安装精度高，使用定位销或者塞打螺丝或者拉簧+v 形轴承进行发射限位；摩擦轮间距根据使用摩擦轮包胶材料进行设计；云台 PID 控制加入前馈，考虑温度反馈带来的影响；合理缩小进入摩擦轮之前的输弹管管径；提高摩擦轮的安装精度或者增大摩擦轮的半径从而增大摩擦轮的转动惯量；搭建发射机构架子，使用全新的 3508 拆掉减速箱作为发射电机，记录击打弹丸数量，测出击打达到一定数量后，摩擦轮出现掉速的频率与幅度
具备良好性能的拨弹机构以	拨弹不容易出现卡弹；链路畅通，较少链路对弹丸的摩擦阻力，保证进弹速	拨盘使用多呈结构，减少空弹率；选择下供形式、弹链选择尽可能少弯头；拨弹盘底部采用板材夹轴承设计，使得弹丸经过的每个部分都是滑动摩擦变为滚动摩擦，减少摩擦阻力；拨齿做好计算，使用滚动轴承以及拨盘内壁限

及链路	度相对一致。	位；把大弹丸经过的每一处地方都实现滚动摩擦；链路装配使用尼龙螺柱从而减少链路重量。
轻量化以及高强度	速度快，质量高，结构稳定，强度高，在尽可能减重的前提下可以承受长时间的弹丸设计而不出现结构损坏；全车的质量减轻至 20kg 左右。	底盘框架采用 6061 铝方管进行纵横堆叠成井字形，对铝方管剩余的空间采用镂空的方式减轻底盘的质量，但是在保持底盘质量的前提下，做好应力仿真分析；在保证一定刚度要求的情况下尽量减少各个转轴的质量；为了减少底盘减重，底盘拼接采用碳纤维材料；设计好机器人外壳，达到能防止小弹丸伤害、承受大弹丸击打，故选择使用 1mm 厚的碳纤维板材。
大容量的弹丸储存	满载 500 颗小弹丸以上；同时保证弹仓重心保持在哨兵机器人的中轴上，还要节省空间，减少机器人的体积。	为了增大弹量，采用圆弧形弹舱来增大与弹丸的接触面积以达到增大发弹量
自动识别敌方机器人及装甲板并攻击	做好通信，保证与算法组的上位机控制基于决策树多参数状态机行为，实现多机通信，配合其他机器人作战。	为机器人编写出符合比赛逻辑的自主决策方案，根据实时状况完成特定任务，结合雷达与云台手操作，实现多机通信，配合其他机器人作战。
自动避障多点巡逻	能通信完整与快速；机器人能够根据当前实际状态及时做出反馈；达到精准定位的目的。实现	将轮式里程计、IMU、激光雷达等传感器数据经过标定以及矫正后，数据期望值达到精确、稳定的要求，基于扩展卡尔曼 EKF、AMCL 算法等方法或借助 UWB 技术和相机信息进行定位，利用里程计、陀螺仪以及激光雷达等信息进行位姿修正，使用 A*算法进行全局路径规划，使用

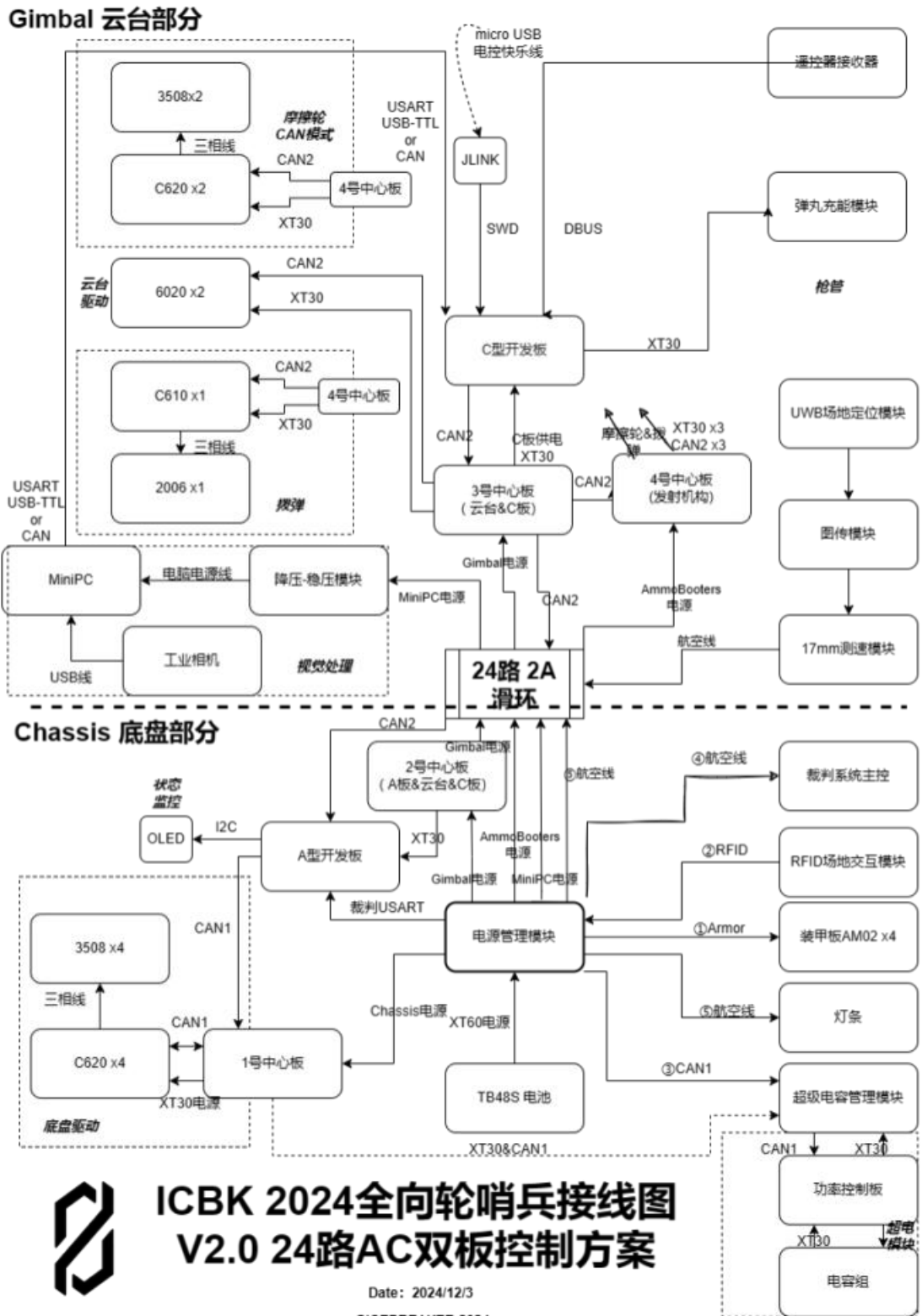
	自主导航功能。	TEB 局部路径规划器进行局部路径规划，基于运动约束等参数条件实现路径曲线优化，实现自主导航功能。
自动防卫躲避反击	为增加哨兵的存活概率，需加入全自动控制下的小陀螺移动机制以及逃跑、反击机制。	加入自主决策和全局部路径规划法

2.3.4.3 设计方案

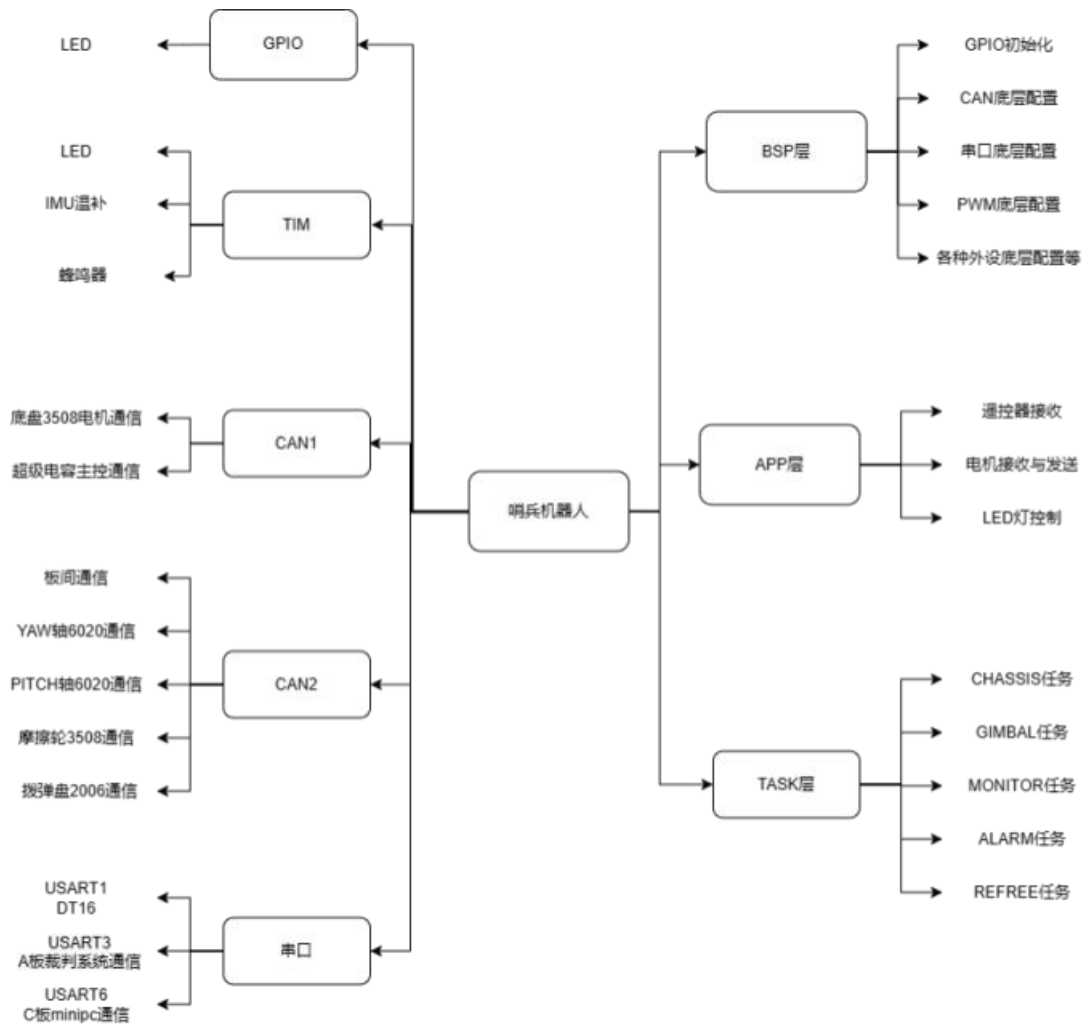
- 机械设计



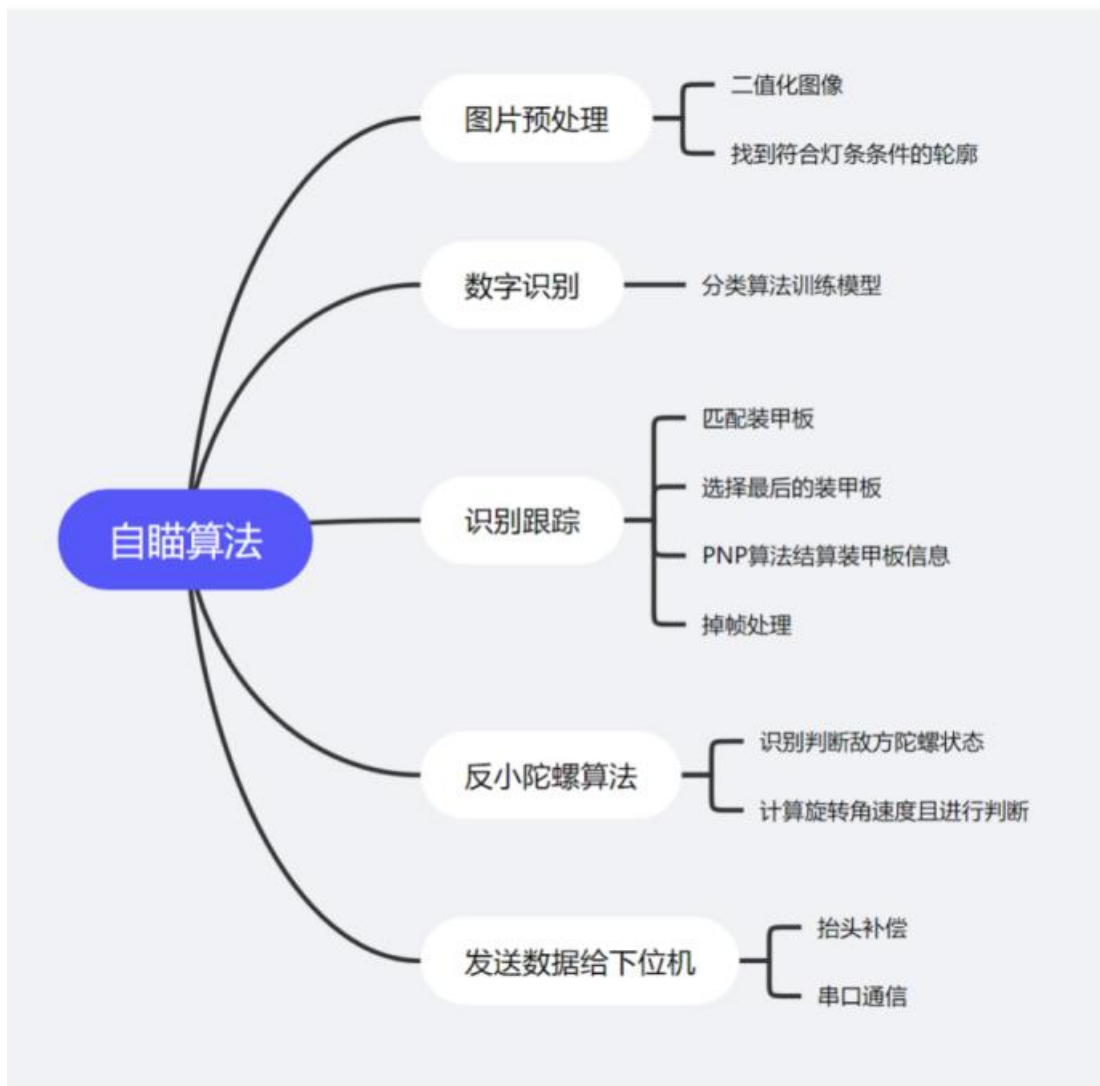
● 硬件控制方案



● 软件框架



● 算法框架



2.3.4.4 难点分析

● 机械

难点	原因	解决方法
弹链	需要合理的弹链设计来满足发射的稳定性和精度，还要确保满足弹丸的顺畅性，加上下云台高度和宽度的限制	将下云台采用平行四边形的 P 轴转动，将重心合理控制在集电滑环的中心线上，使云台更加稳定的输出
云台	云台的重量决定着 P 轴	半下供弹虽然增加 YAW 轴的转动惯量，但通

轻量化和模块化设计	的响应速度，如果云台重量过高，将会增大Yaw轴的转动惯量，也可能质心不在中心轴上	过视觉主机与弹仓质量配平，使得质心仍保持在几何中心
弹仓的设计	要保证满载500颗以上的弹丸还要节省空间压缩体积。并保证重心不会偏离	创新弹仓多向拓展，建立特殊通道和传输方式，让弹丸能顺利进入拨弹盘。多拼接存储机构，充分利用空间，保证各部分分布均匀，使重心不会偏离中轴线上。
悬挂的设计	悬挂计算难度大，知识掌握不全，没有性价比高的材料，难以做到多性能悬挂。	几何计算可参考其他学校的机械开源，多种连接方式补全独立连杆的不足及材料强度刚度的不够，创新使用拉压双避震方式加强悬挂性能。

● 电控

难点	原因	解决方法
实现仿真和数据分析	对于数据分析工具和仿真工具不熟悉	了解仿真环境，仿真工具
更高级控制器研发	收益不确定	与强校交流，研讨方案可行性
利用裁判系统通信，对哨兵进行指挥以及战略部署。	没有调试经验	研究开源文档，学习裁判系统通信相关内容

● 算法

难点	原因	解决方法
仿照开	第一年上视	首先，深入研究开源代码的结构和逻辑，理解其设

源代码实现自研	觉	计思路。其次，借鉴其中的关键算法和数据结构，结合问题特点进行巧妙调整。通过逐步实现和测试，不断优化代码性能，确保自研方法的高效性和可靠性。
算法优化	开源的一般是几年前的，还有可优化空间	选择合适的算法和数据结构，通过复杂度分析、空间换时间等手段提高性能。优化数学模型、预处理、缓存技术和使用专门库也是提高效率的途径。利用性能分析工具找出问题所在。在复杂问题中，合理利用先进的优化技术进行综合优化提高算法性能。

2.3.4.5 测试方案

测试项目	实验工具	内容流程
计算各部分重心以及整台机器人重心	Solidworks 仿真	在 Solidworks 中添加各零部件材质然后查看质量属性
板材和铝方应力分析	Solidworks 仿真	使用 Solidworks simulation 插件做应力分析
检查机械干涉	Solidworks 仿真	在 Solidworks 装配图上做干涉检查
底盘结构强度测试	机器人，墙体	对哨兵底盘进行撞击，观察减震缓冲效果、螺丝是否松动、主要受力件是否变形等
拨盘测试	拨弹盘	预装 500 颗弹丸，开启电机，观察弹丸能否顺利流畅拨出，不同拨弹速度重复测试
链路测试	链路零件	转动拨弹盘，观察弹丸是否在链路里卡顿，不同拨弹速度重复测试
发射测试	枪口，摩擦	发射 100 发弹丸，观察弹丸是否能够顺利发

	轮	射，不同射速度重复测试
运动测试	哨兵，空旷场地	开启电源，让哨兵做平移，旋转，变速等运动。观察运动姿态与状况
命中率测试	大装甲板	连续发射弹仓中的 50 发弹丸，攻击 5 米处静止的大装甲模块大小的目标，相机拍摄统计命中率。
自动识别与跟随测试	小电脑，工业相机，装甲板	平移、旋转装甲模块，连续发射 30 发弹丸击打装甲模块，相机拍摄统计命中率。
智能测试	哨兵	在比赛模拟场地中，模拟比赛情景，观察哨兵能否移动、定位、避障、路径规划的自动运行
比赛测试	哨兵，其他机器人	进行队内赛，观察哨兵能否做到多维巡逻、多变小陀螺，自动反击等

2.3.4.6 资源需求

类别	资源需求	用途
物资需求	玻纤、碳纤维板材	作为哨兵机器人的骨架搭建以及各零部件连接和外观设计。
	6061 铝方管	作为哨兵机器人的骨骼框架以及防撞框。
	螺丝、螺母、六面连接件、铝柱、铜柱等紧固件	固定板材、各机械结构以及各零部件。
	打印件	用于铝方管填充、零件固定、非受力件零件、发

		射集成、拨弹盘等异形零部件与电控硬件的外壳保护。
	橡胶滚子	作为哨兵机器人的全向轮一部分。
	3508 联轴器	用于连接 3508 电机与全向轮。
	立孔固定座	用于连接轮系与悬挂。
	减震器	用于哨兵机器人底盘减震。
	包胶导轮	用于哨兵机器人防撞轮。
	导电滑环	用于云台在 yaw 轴自动旋转。
	17mm 荧光弹丸	用于哨兵机器人的击打测试。
	轴承	各关节、受轴向或径向力载荷处。
	摩擦轮	用于哨兵机器人的发射机构
	活页，魔术贴，拉扣等	用于哨兵机器人的内舱、外壳、弹仓的快装快拆结构。
	PC 板、亚克力板	作为哨兵机器人的外壳搭建以及各零部件连接和外观设计。
	CNC 加工件	作为哨兵机器人的骨架搭建以及各零部件连接的强度部分。
电 控 硬 件	A 型开发板	作为哨兵机器人的 Chassis 底盘部分控制。
	C 型开发板	作为哨兵机器人的 Gimbal 云台部分控制。
	3508 转子	作为哨兵机器人的摩擦轮发射驱动。
	3508 电机	作为哨兵机器人的底盘驱动驱动。

	6020 电机	作为哨兵机器人的 yaw 轴、pitch 轴驱动。
	2006 电机	作为哨兵机器人的拨弹盘拨齿驱动。
	超级电容组	哨兵机器人的超级电容模块组成部分。
	超级电容控制板	哨兵机器人的超级电容模块组成部分。
	超级电容功率板	哨兵机器人的超级电容模块组成部分。
	C620 调速器	作为 3508 电机调速器。
	C610 调速器	作为 2006 电机调速器。
	中心开发板	集成电路。
	工业摄像机	满足哨兵感应、自瞄需要。
	MiniPC	满足哨兵算法程序运行需要。
	降压稳压模块	满足 MiniPC 电源电压标准规格。
	航空线、CAN 线、三相线、XT30、XT60 等各种电控线	满足实现哨兵机器人的电路控制需求。
场地设施	空旷场地	作为哨兵机器人的各种测试场地。
	比赛模拟场地	战队赛前磨合训练和战术配合，哨兵机器人数据、算法、程序分析。
加工设	3D 打印机	打印各类零件。
	CNC 雕刻机	板材和铝方管加工。

备	台钻	加工铝方管、铝型材。
	激光雕刻机	加工亚克力、木板板材等。
	电圆锯	木条、铝型材、铝方加工。
	铆钉枪、拉铆螺母枪	铆钉、拉铆螺母装配。
	焊台	贴片、焊接线路。
	各类基础工具	解决装配维修等各类问题。

2.3.4.7 队员分配

技术组	任务需求	队员
机械设计组	哨兵机器人基础机械结构设计，对设计机构进行答辩审核，进行车体装配；配合电控组进行测试，对测试过程中损坏的部分进行维护，分析机械问题并提出解决问题进行迭代；全新中供弹、供弹链路设计并装配、全新云台设计；发射机构稳定性、底盘结构强度、哨兵平移，旋转，变速运动系等列哨兵机器人功能测试、维护。	甘明政
		袁耿豪
电控硬件组	在场上能正常移动及输出；能利用机器人间通信对哨兵进行指令下达；为增加哨兵的存活概率，需加入全自动控制下的小陀螺移动机制以及逃跑、反击机制。做好通信，保证与算法组的上位机控制能通信完整与快速；确保轮式里程计、IMU、激光雷达等传感器数据经过标定以及矫正后，数据期望值达到精确、稳定的要求，便于机器人能够根据当前实际状态及时做出反馈。基于	汤雅琦

	<p>扩展卡尔曼 EKF、AMCL 算法等方法或借助 UWB 技术和相机信息进行定位，利用里程计、陀螺仪以及激光雷达等信息进行位姿修正，达到精准定位的目的。使用 A*算法进行全局路径规划，使用 TEB 局部路径规划器进行局部路径规划，基于运动约束等参数条件实现路径曲线优化，实现自主导航功能。基于决策树多参数状态机行为，为机器人编写出符合比赛逻辑的自主决策方案，根据实时状况完成特定任务，结合雷达与云台手操作实现多机通信，配合其他机器人作战。</p>	
视觉算法组	精准识别并准确打击装甲板	朱小钰

2.3.4.8 进度安排

开始时间节点	项目	周期	内容	安排人员
10月18日	阅读官方最新新发布的 RoboMaster 2024 机甲大师高校系列赛比赛规范文件	三天	下载文档并仔细阅读机器人制作规范手册	所有成员
			下载文档并仔细阅读比赛规则手册	所有成员
			下载文档并仔细阅读参赛手册	所有成员
			B 站上观看规则解读	所有成员
10月	哨兵机器人底盘设	三周	底盘龙骨与框架的设	甘明政

18 日	计		计	
			底盘轮系及悬挂的设计	甘明政
			底盘框架与保护壳设计	甘明政
			底盘 yaw 轴滑环设计	甘明政
10 月 18 日	哨兵机器人云台设计	四周	云台 yaw 轴衔接设计	袁耿豪
			云台脖子骨架与框架设计	袁耿豪
			云台拨弹盘及弹仓设计	袁耿豪
			云台链路设计	袁耿豪
			云台发射机构设计	袁耿豪
11 月 23 日	RMUC 规则测评	一天	进行 RMUC 规则测评考试	所有成员
11 月 25 日	哨兵机器人图纸审核及改进	一周	整车装配体图纸审核	所有成员
			计算各部分重心以及整台机器人重心，板材和铝方应力分析，检查机械干涉	甘明政，袁耿豪
			设计改良，图纸改进	甘明政，袁耿豪
12 月 2 日	哨兵机器人零部件发加工	一周	统计哨兵机器人各零部件，做 boom 表及预算	甘明政，袁耿豪

			画零件图的工程图	甘明政, 袁耿豪
			找商家发加工, 开发票, 周报销	甘明政, 袁耿豪
12月4日	RMUC 赛季规划	一天	赛季规划文档提交	所有成员
12月10日	哨兵机器人实装	一周	哨兵机器人各零部件装配	甘明政, 袁耿豪
			哨兵机器人强度测试	甘明政, 袁耿豪
			哨兵机器人电控硬件装配嵌入	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦
			总结设计问题并实际改进迭代	甘明政, 袁耿豪
12月16日	哨兵机器人控制调试	三周	拨盘测试并改进	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦
			链路测试并改进	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦
			发射测试并改进	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦
			运动测试并改进	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦
1月12日	RMUC、RMUL 裁判系统测评	一天	进行裁判系统测评考试	所有成员
1月	哨兵机器人智能调	三周	命中率测试	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦,

15 日	试			朱小钰
			自动识别与跟随测试	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦, 朱小钰
			智能测试	甘明政, 袁耿豪, 汤雅琦, 朱小钰
			拍摄完整形态视频	所有成员
2 月 2 日	RMUL 完整形态考核	一天	提交完整形态考核视频	所有成员
2 月 26 日	RMUC 中期进度考核	一天	进行中期进度考核	所有成员
3 月 份	RMUL 高校联盟赛开始		冲击 RoboMaster 高校联盟赛	所有成员
			联盟赛比赛总结并改进机器人, 做好迭代	所有成员
4 月 1 日	RMUC 完整形态考核	一天	提交完整形态考核视频	所有成员
5 月	RMUL 高校超级对抗赛开始		冲击 RoboMaster 高校超级对抗赛	所有成员

2.3.5 空中机器人

2.3.5.1 规则解读

在本赛季中，空中机器人依然作为唯一不能被击打的机器人。如果空中机器人的命中率较高，且飞行姿态稳定，在战术上也会有更多选择。我们是第一次做空中无人机，把空中无人机做好，在总体赛场上对我方提供较为稳定的火力支援，是我们的首要目标。

2.3.5.2 需求分析

空中机器人是赛场上提供空中支援的兵种，为友方提供火力压制并帮助获取敌方视野，从而为比赛的胜利增加额外变数。根据比赛规则，我们需要在有限的时间内对敌方造成打击，因此对空中无人机的稳定性、准确性和可靠性有着极高的需求。在有限的场地和比赛时间内，对空中无人机的续航能力也提出了要求。此外，为了提高安全性，需要在设计时考虑为机架提供全面保护，以防流弹等因素可能导致的意外破坏。因此，在设计和制造空中无人机时，稳定性、准确性、可靠性、续航能力和安全性都是至关重要的因素。

2.3.5.3 技术要求

- 1.能够提供稳定的悬停，降低机身原因对射击精度的影响
- 2.增加结构强度，提高机身稳固性，减少连接缝隙，提高连接刚性
- 3.在不影响机身稳定性的情况下采用镂空设计等减轻机身重量
- 4.设计时考虑好线材的走线，为线材留好走线槽等，使走线美观明了，提高易维修性，为线材提高稳固连接，增强整机稳定性

2.3.5.4 设计思路

● 机架

根据比赛需求，无人机机身的稳定性对飞行性能至关重要。为了确保稳定性，机身必须具有高度的固定性，因为不固定的机身会产生谐振影响飞控过滤杂波。因此，在选材上，我们选择了碳纤维板材与碳管的组合方式，以提供机架所需的高刚性和稳固连接，并大量采用标准连接件以降低定制成本。此外，我们还采用了 3D 打印技术来进一步提高机身的稳定性。在机身设计方面，我们参考了市面上成熟的植保无人机和 FPV 无人机方案，并使用大量的六角螺丝和螺纹胶，以确保机身的稳固性。这些举措将有助于确保无人机在比赛中表现出色。

● 动力系统

动力系统是空中无人机中至关重要的组成部分之一，对稳定性的要求尤为重要。好盈 x6plus 动力系统能够满足这一需求。该系统具备单电机最大 11.7kg 的拉力，官方推荐单电机 3.5kg-5.5kg 的起飞重量，完全能够满足制作四轴空中无人机的动力需求。此外，好盈 x6plus 采用了电调电机一体式设计，支持 12s 电池供电，不仅降低了对机架内部空间的需求，而且更方便设计布线，为整体系统的稳定性提供了保障。这将有助于确保空中无人机在比赛中表现出色。

● 布线

在空中无人机中，通常会使用两种类型的线路：一种是用于传输信号的杜邦线，另一种是传输电流的电线。这两种线路最好分开布置，以避免相互干扰。由于无人机是一个高度集成的产品，因此每一个细节都至关重要。在设计之初，我们就已经考虑到了线材的安装问题，为此在设计机架时留好了走线槽和理线位，并且预留了可能的升级空间，以确保系统的完整性和稳定性。这些细节将有助于确保无人机在比赛中运行稳定且高效。

● 轴距

轴距是多旋翼无人机中非常重要的一个参数，通常被定义为电机轴心轴围成的外壳外接圆周的直径，单位为毫米（mm）。在对称多旋翼无人机中，轴距即为对焦线上的两个电机轴心的距离。轴距的大小决定了螺旋桨的尺寸上限，进而限定了螺旋桨能够产生的最大拉力，直接影响了无人机的载重能力。因此，在设计之初，我们除了考虑了使用好盈 x6plus 作为动力系统外，还根据现有需求将轴距确定为 700mm，并且为未来升级至 x8 做好了准备。这些考量将有助于确保无人机在进行任务时具备足够的载重能力和稳定性。

● 飞控

飞控是空中无人机中至关重要的部件，在大型空中无人机的情况下，选择一款稳定可靠的飞控尤为重要。Pixhawk 2.4.8 作为一款成熟的飞控，拥有着广泛的用户群体和完善的技术支持，同时可以搭载 APM 固件，是空中无人机的不二之选。其稳定性和可靠性将有助于确保无人机在各种任务中表现出色，这样的选择将为飞行任务的成功提供重要保障。

2.3.5.5 技术难点分析

1.空中机器人需要安装全覆盖的桨叶保护罩，以确保桨叶不得外露。同时，要求空中机器人以 1.2m/s 的水平速度撞击刚性平面时不得产生明显损坏。这对无人机的保护罩、整体刚性和载重能力提出了较高的要求。在安装保护罩的同时，需要保证整机的刚性，并且考虑到保护罩的一定重量可能会增加无人机的起飞重量。因此，选择一套合适的动力系统变得至关重要，以确保无人机具备足够的动力来弥补额外的重量和保护罩的影响。

2.在无人机开发过程中，避免“炸机”是至关重要的。为此，

在设计阶段需要提高机身刚性，并确保连接稳固性。在调试飞控系统时，需要着重考虑并做好飞机失控时的救机措施，以最大程度减少炸机的风险。这些措施将有助于保护参赛队伍的钱包。

3. 人身安全是整个项目的首要考虑因素。在试验时，应选择空旷无人的场地，保持起飞安全距离，并采取一切必要措施来保障人身安全，例如佩戴护目镜等安全防护设备。确保人身安全将有助于顺利进行项目的开发和测试。

2.3.5.6 资源需求分析

类别	资源需求	用途
场地需求	停机坪	为空中无人机提供一个平整的起飞平台
物质需求	玻纤、碳纤维板材	机架搭建
	3508 电机	摩擦轮驱动
	6020 电机	云台 Yaw 轴驱动
	2006 电机	弹舱拨盘驱动
	碳管	机架搭建
	各类连接件	机架搭建
	飞控	飞机大脑
	动力套件	提供动力
	各类螺丝	机架搭建
加工设备需求	3D 打印机	打印各类零件
	CNC 雕刻	碳板加工

	机	
	台钻	加工碳板
	激光雕刻机	加工亚克力、木板板材等
	电圆锯	碳板，碳管加工
	铆钉枪、拉铆螺母枪	铆钉、拉铆螺母装配
	焊台	贴片、焊接线路
	各类基础工具	解决装配维修等各类问题

2.3.5.7 任务分解与 ddl 表格

阶段	任务名称	负责组别	拟交付日期
设计阶段	口头讨论 初步建模 初步试错	电控 机械	2023/12/25
基本组装	发加工 确定配置	电控 机械	2024/1/02
总装	基本组装 基础调试	电控 机械	2024/1/10
测	调试	电控	2024/1/23

试	优化		
迭 代	优化 完善	电控 机械	2024/2/20

2.3.5.8 预期目标

1. 为了实现稳定的飞行，需要确保无人机的飞行控制系统具备高度稳定性，同时云台系统需要提供良好的稳定性以帮助手中射击目标。

2. 为了避免“炸机”，需要在无人机设计和调试中着重考虑飞行器的结构强度和稳定性，以减少事故风险，并保障实验人员的安全。

3. 为了提高云台手与飞手的配合默契度，需要进行充分的沟通和协作训练，以确保在飞行和射击任务中能够有效地合作。

2.3.6 飞镖系统

2.3.6.1 规则解读

飞镖系统是我们队伍第一次研发，大部分队伍都有飞镖系统，但是能够精准击中的还是少有的，新赛季的飞镖系统有在增强，而且命中了是有很大的伤害，所以飞镖的研发还是很重要的。

对新赛季规则作了仔细研读后，飞镖发射架的各种制作参数、飞镖及发射架与场地交互的逻辑没有大的变化。综合本队资金投入及相关领域经验后，决定将重心放在研制非制导飞镖。并将打击目标设定为对方前哨站。

由于飞镖需要在规则限定下飞得远，打得准，飞镖系统的发射架的稳定性至关重要。飞镖发射架需要为飞镖镖体提供稳定的发射动力以及发射角度，初始动力源由使用摩擦轮提供动能。

yaw 轴、pitch 轴角度的灵活调整可以实现对第一发飞镖误差的修正，以及实现对前哨站和基地打击目标的切换。飞镖命中目标时会受到较大的冲击，在发射后落入场地会被其它机器人碰撞或碾压，这对飞镖的抗冲击力有相当的要求。

由于飞镖对前哨站有着极高的伤害以及命中后会对敌方操作手产生一定时间的干扰，能够加快破掉敌方前哨站的时间，而前哨站的存活，往往极大程度上决定着一场比赛的胜负，可以说飞镖是决定胜利的一大利器。故而飞镖能否精准命中敌方前哨站或基地是飞镖所需攻克的主要方向。

2.3.6.2 功能及需求分析

功能	需求分析
稳定发射	在 15 秒内连续发射 2 发飞镖，并使两发飞镖的初速及发射角度基本保持稳定。
拨盘转动	装填采用了转盘的方式，用 3508 电机来转动，四个镖每次转 90 度发射，用的是推杆将飞镖推到摩擦轮与摩擦轮接触，推杆靠 2006 驱动来发射飞镖
精确制导	通过改变尾翼方向使飞镖以稳定的头部朝下的姿态击中目标，并使连续几发的落点尽可能聚集。
飞镖发射时姿态的固定	在摩擦轮前面增加上、左、右的限位，加微轴承让发射的镖体经过限位 飞镖发射时的姿态更加的稳定 减少了姿态问题使击打位置不同的因素

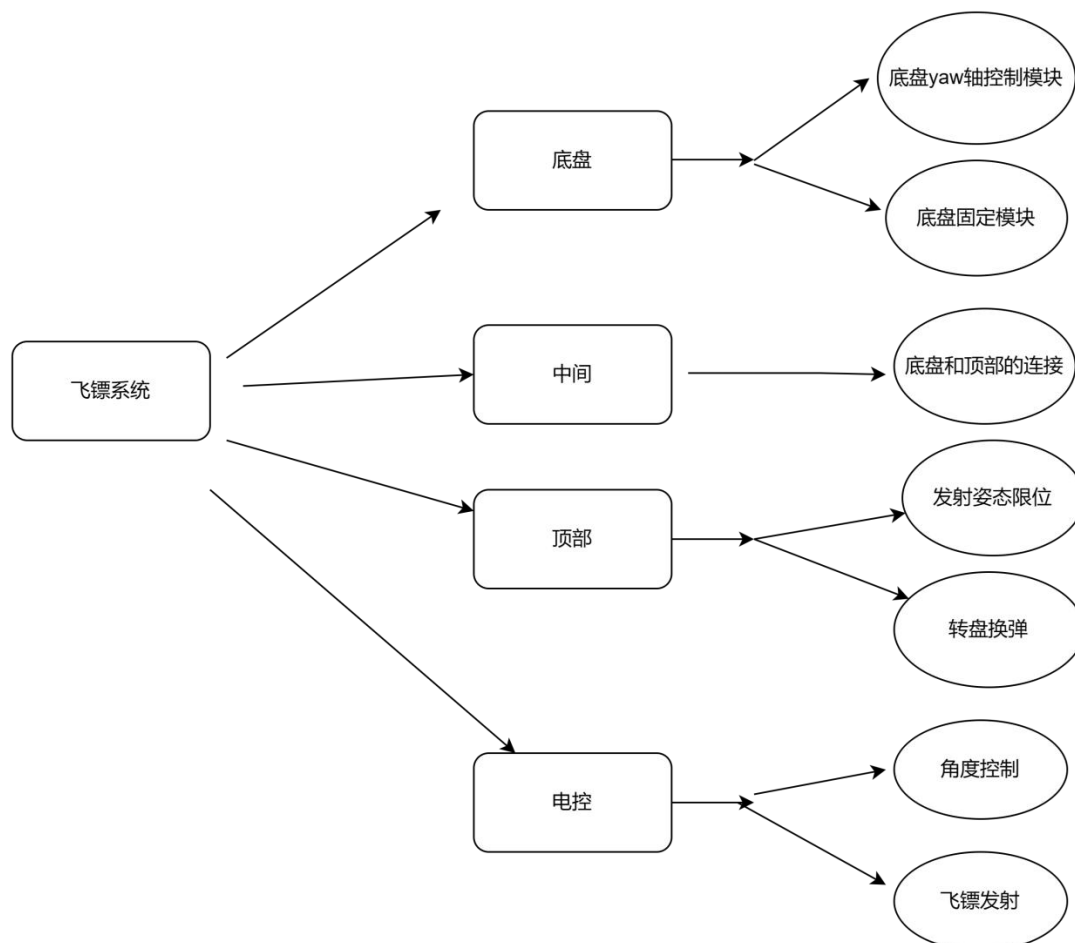
2.3.6.3 技术难点分析

机械 （一）飞镖架 Yaw 轴和 Pitch 轴的精准控制，飞镖发射的限位，发射前的姿态控制，镖体的合理性影响飞镖的飞行性能，制导飞镖的设计。

电控（二）Yaw 轴、Pitch 轴电机必须做到精准控制，稍有误差会被放大数倍，对于 PID 参数要求较高，需要电控反复调试，摩擦轮掉速问题；在极短的时间内对飞镖的尾翼进行改向而制导，使镖体以稳定的姿态击中目标。

硬件（三）部分线路冗余，需要调整合适的线路路径，线路分配，关键器件放置等，镖体内部制导电路板。

2.3.6.4 设计思路



● 飞镖底盘架设计

- 综合资金经验等各方面的考虑，以及对开源的研究和参考。

我们决定使用 6020 电机作为 yaw 轴移动的动力源。在 6020 电机顶部用螺栓将一片直齿轮板固定在底盘处。再使用另外与之匹配模数

的齿轮板固定在中层与之啮合，通过 6020 电机的转动实现 yaw 轴的转动，同时限定 yaw 轴可动角度为 $\pm 15^\circ$ 。限位方面则使用玻纤板得以实现。为实现底盘与中层的转动，我们选用了一副 16 寸的餐盘轴承实现。由于上文提及打击目标主要是对方前哨站，所以将 pitch 轴抬升角度固定，后续发射测试只须调整摩擦轮转速就可改变发射距离。

● 镖体设计

● 镖体主要采用 TPU95A 材料制成，制作工艺为 fdm3d 打印。经过资料的查询以及交流，得知这种材料抗冲击能力很强，落在场地内不易被碾压损坏。镖体形态设计目的是使镖体在空中保持姿态，不发生翻滚，并保持命中时以飞镖头部向下的姿态命中。

● 由于 tpu 材质与摩擦轮直接接触会发生磨损，产生 tpu 粉末粘在摩擦轮表面，使摩擦轮掉速严重，产生极大的不统一性。为解决此问题，我们决定在镖体表面留下槽道，将两片薄薄的 1mm 玻纤板或者碳板嵌入其中，使与摩擦轮直接接触的材质变成玻纤，避免掉粉的情况发生。

● 制导飞镖

● 机械设计方面，通过舵机和连接杆对尾翼进行拉伸转向，改变镖体尾翼姿态以改变飞行方向。

● 电控程序方面，通过陀螺仪对镖体的位置定位，控制舵机来改变镖体尾翼姿态以改变飞行方向。

● 视觉方面，通过 openmv 来识别前哨站和基地装甲板，并把实际位置发送回 MCU 配合陀螺仪计算镖体尾翼角度。

■ 使用 XFLOW 软件进行仿真，XFLOW 软件是新一代的计算流体力学数值仿真软件，xflow 软件模拟流场时是基于介观格子

玻尔兹曼理论方法和大涡模拟（LBM-LES）的，LES 可对微观小尺度进行模拟。计算模型无需划分网格，对模型要求不高，相比传统的数值模拟软件（如 Fluent 等），xflow 软件操作相对容易，可以实现计算机的并行计算，计算效率较高。

2.3.6.5 发射装置

考虑了经费问题使用一级摩擦轮发射，一级摩擦轮的稳定性和扭矩是这的问题，所使用的摩擦轮直径比一般摩擦轮直接大，直径 100mm，这样可以使扭矩增大，打到前哨站和基地的距离。看到有些队伍使用的是皮筋发射，问题是皮筋容易老化，单轨装弹复杂，使用摩擦轮对新队伍来说结构比较简单，摩擦轮发射还是大众化的。摩擦轮下面有个垫高块，用于跟滑轨高度配合。

装填采用了转盘的方式，用 3508 电机来转动，四个镖每次转 90 度发射，用的是推杆将飞镖推到摩擦轮与摩擦轮接触，推杆靠 2006 驱动来发射飞镖。摩擦轮前面做了限位，做了上、左、右限位保证了镖体在发射出去时方向是正的。

考虑用转盘的原因也是能够节省空间，更多空间去调整各部分间的位置，电控调转盘一次 90 度的调也方便。转盘的转动采用的是 3508 转动。

在摩擦轮滑轨处设计时有考虑做直线导轨，但考虑到轮盘推出去的时候不一定会和滑轨接触好，再加上滑轨间有一定的摩擦，时间用久了滑轨生锈等问题就改成了用轴承，让镖体被推到滑轨上是在轴承上推送。

● 稳定发射

不出现卡弹问题，每发射完一发转到下一发的时间要尽量早，在规定的时间内完成全部镖体的发射，每次发射的速度不变和姿态

不变。

● 精准打击

通过 yaw 轴转变角度电机上部连接小齿轮，电机通过轴将动力传给小齿轮，使用小齿轮和大齿轮部分来实现上层发射部分的一定角度的旋转。

● 飞镖发射时姿态的固定

优化的点是在摩擦轮前面增加上、左、右的限位，加微轴承让发射的镖体经过限位；

飞镖发射时的姿态更加的稳定；

减少了姿态问题使击打位置不同的因素；

2.3.6.6 测试方案

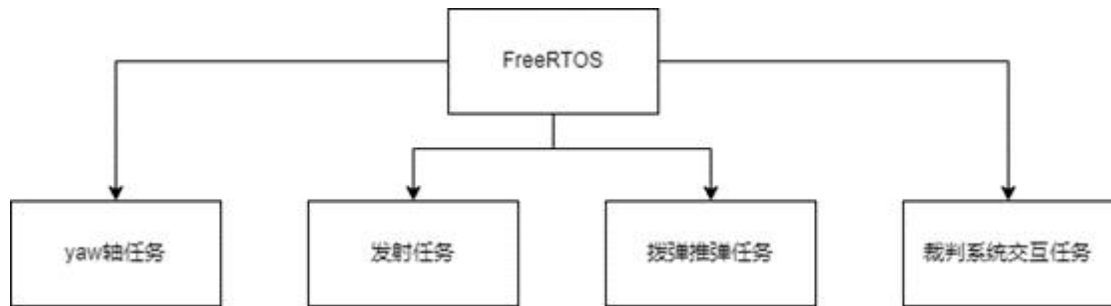
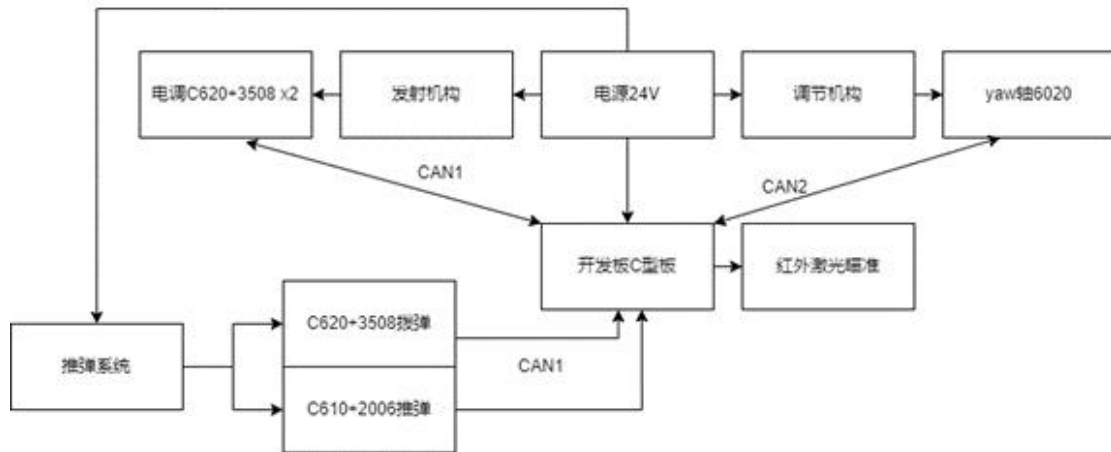
测试项目	测试内容
SolidWorks 仿真	计算飞镖的重心，对各零件应力分析，估计尺寸，保证零件之间不干涉。
测量尺寸	用测量尺寸测长宽高有没有超尺寸，看投影尺寸。
弹道测试	四个镖体一组，测到镖体稳定推到摩擦轮处，到发射平稳落点
受冲击能力	摩擦轮转速能调多快能调多快，保证飞镖重心稳定
流体仿真	使用 XFLOW 软件进行仿真

2.3.6.7 资源需求分析

类别	资源需求	用途

场地需求	前哨站	测试飞镖击打前哨站能力，优化 弹道
物质需求	玻纤、碳纤维板材	整体框架的搭建
	3508 电机	摩擦轮驱动
	6020 电机	Yaw 轴驱动
	2006 电机	拨盘驱动
	铝方管	框架搭建
	各类角码	框架搭建
	舵机	制导飞镖
	丝杆套件	推镖驱动
	各类螺丝	框架搭建
加工设备需求	3D 打印机	打印各类零件。
	CNC 雕刻机	板材和铝方管加工。
	台钻	加工铝方管、铝型材。
	激光雕刻机	加工亚克力、木板板材等。
	电圆锯	木条、铝型材、铝方加工。
	铆钉枪、拉铆螺母枪	铆钉、拉铆螺母装配。
	焊台	贴片、焊接线路。
	各类基础工具	解决装配维修等各类问题。

软硬件框架



● 人员安排

组别	人员	任务
机械组	黄奕程	飞镖底盘
机械组	李泽伟	飞镖发射
电控组	黄达林	飞镖拨弹推弹代码及调试
电控组	刘梦欢	飞镖发射代码及调试
电控组	蔡庆鸿	Yaw 轴代码及调试

● 进度安排

项目	组别	任务安排	周期评估

飞镖架	机械	研究、设计思路	一个月
		设计第一版飞镖架	两周
		加工第一版飞镖架	十天
		弹道测试	一个月
		更改更合理飞镖架	一周
		新飞镖架加工	一周
	电控	飞镖发射调试	一周
	硬件	线路连接	一周
飞镖镖体	机械	飞镖设计	十天
		飞镖加工	一周
		飞镖优化	三周
	电控	飞镖控制	一周
		弹道测试	一周
		射速控制	一周
		弹道优化测试	两周
		疲劳测试	三周

2.3.7 雷达

2.3.7.1 需求分析

规则解读：本赛季的雷达,对于标记对方机器人分为了”标准”，“半标准”，“错误”三种情况，其影响着对对方机器人的标记进度，且在标记进度达到 100 及以上才会在小地图上对被标记车辆显示特殊标识，并且对其造成-15%的防御增益，当累计使对方机器人易伤 1 分钟，将会获得 1 次可累加的机会，使当前所有正处于易伤状态的负防御增益数值由-15%改为-30%，持续 10 秒，每局比赛中，至多可以触发 2 次该效果。在一些关键的时间节点这种隐藏的 BUFF 常常会作为高端局里面的一击制胜或者说出其不意的一步，遂我们队伍作为新生冲击对抗赛必须注意的一个重点，而且官方的加强不是毫无原因可言，就算这个赛季不能发挥出特别亮眼的表现，下个赛季也必将会大幅提升作为一个战术重点。

需求：故提高识别精度，减小地图映射和真实的误差显得尤为重要雷达站可为我方操作手提供高视野、进行战况分析、协助我方兵种完成远程吊射校准等功能。其对视觉要求较高，要求视觉做到精准定位、精准识别.2D-2D 地图映射、3D 目标 姿态预测等功能。雷达站能够为我方作战提供极其丰富的战略信息，目前的雷达站只完成了对目标的识别并追踪定位功能，实时检测目标 FPS 为 60，尚可在提高识别稳定性和帧率。此前雷达站训练的模型已经达到了还不错的精度，也有着不错的推理速度。但由于雷达站的性能严重依赖于基于深度学习的模型，故而高质量的数据集也显得尤为重要

2.3.7.2 雷达整体规划

设计需求	改进方向
------	------

实现识别场上的红蓝双方机器人的编号	采用开源的数据集将其转换成 COCO 格式，用于训练 PP-YOLOE-SOD 目标检测网络使用双层神经网络对所有机器人进行识别跟踪
得到敌方单位的所在位置并给操作手提供预警	将识别到的信息通过仿射变换得到机器人的实际位置并绘制于二维小地图中，并且根据决策算法给操作手提供预警或者建议

2.3.7.3 雷达人员安排及时间节点

任务细则	主要人员	时间节点
总结上赛季遗留问题	梁家睿	至 2023. 12. 30
yolov5 神经网络架构	梁家睿	营经谤背彼绑剥采爱挨车糙挨冲 23. 12. 30
工业相机的使用	梁家睿	至 2024. 1. 15
yolov5 与摄像头的技术融合	梁家睿	至 2024. 2. 1
训练目标检测模型	梁家睿	至 2024. 3. 10
小地图定位功能开发	梁家睿	至 2024. 3. 10
网络架构优化	梁家睿	至 2024. 4. 1
与操作手共同训练	梁家睿	至 2024. 6. 1

2.3.8 人机交互

由于新赛季规则要求工程机器人有自定义控制器控制矿石抓取、兑换机构运动，而且新赛季的工程兑矿难度又增加了一个维度，增加了负角度的兑矿，将上个赛季的五级降为了四级。这无疑表露了

官方对机械臂兑矿的技术点更为青睐，正是如此，在和南方科技大学的操作手交流之后，了解到他们的视觉标定方案的研发难度和实际在赛场上的运用效率后，我们准备仿造东北大学的方案，也是由于实验室极其短缺视觉组的 ICBKer，我们本赛季还是倾向于东北大学的体感手柄这种可以通过加速度计、陀螺仪、磁力计反馈六轴姿势、旋转、空间位置，结合内置的姿态识别算法对手柄姿态和动作的解析和识别，通过网线和 DT7 进行有线通信，如果有时间的话还想加入震动反馈或者音频反馈技术，大大增强用户的交互体验。

2.4 技术储备规划

2.4.1 通用技术储备

2.4.1.1 电控组

由于地面兵种大体机械构型类似，所以对于电控框架来说基本通用。

USB 协议转换模块

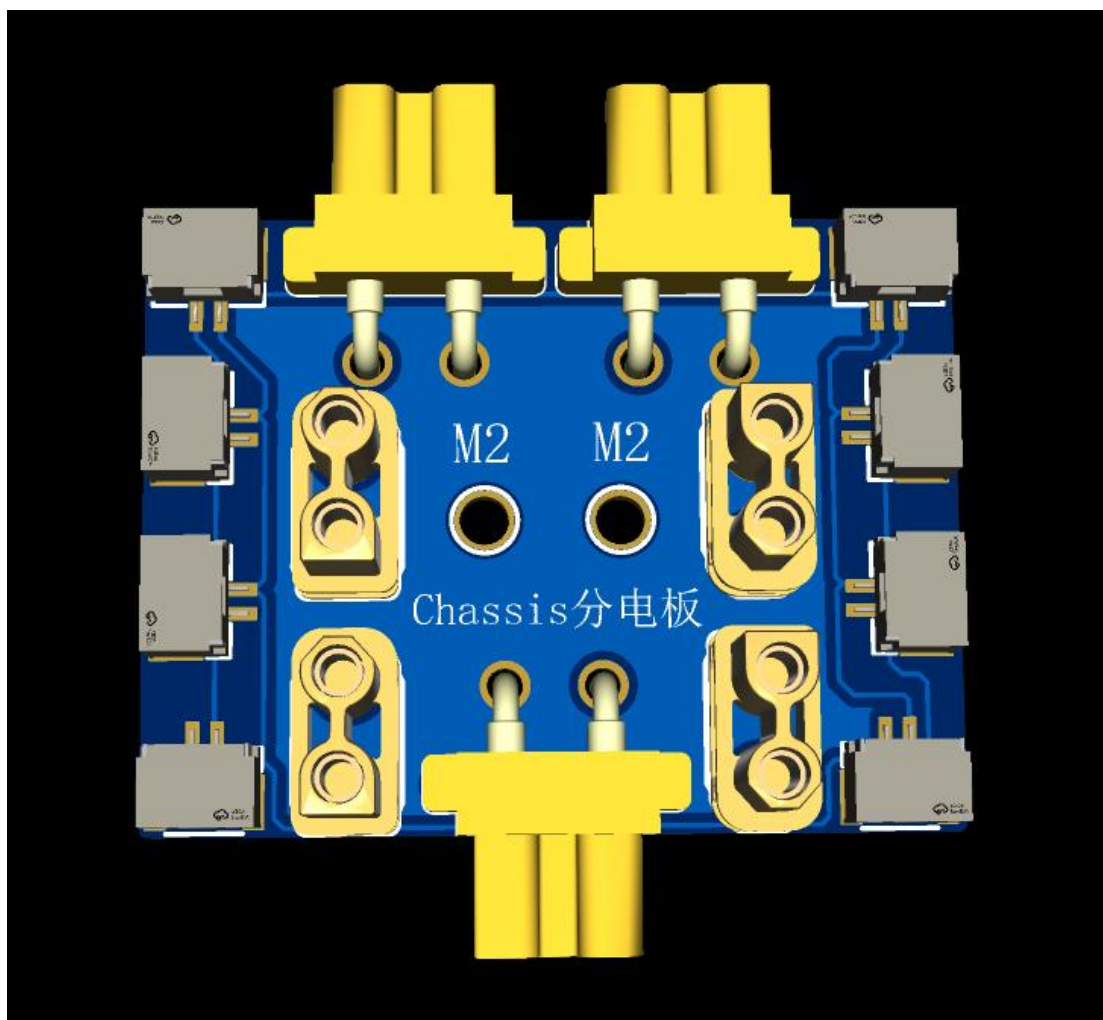
为了能让 NUC 与电机及其他模块通信，我们参考广东工业大学的开源，设计了 USB 协议转换模块，该模块提供了 CAN, 串口, DBus 和 GPIO 四种接口可供使用，为 NUC 操控整体机器人提供基础。并且 USB 协议转换模块配备了对应的指示灯，能指示相应接口的工作状态，方便控制组调试机器人，以及更快地排除硬件问题。同时，采用了 USBHUB 芯片，能够在在一个协议转换模块上搭载四路不同的接口，为了提供不同机器人的不同需求，我们给不同的机器人设计不同的协议转换板。

2.4.1.2 硬件组

已有的通用技术储备

- 自研分线板

由于官方售卖的中心板只有五个 XT30 母头和一个 XT60 公头，另外 CAN 口也非常的少，所以我们第一年启动的硬件组自研了七个 XT30 母头和八个 CAN 口的分线板，极大地方便了云台接入至底盘的走线，另外由于官方 C620 电调的接头是塑料壳包裹的对于卧式的母头拔插非常的不便，所以我们特地加多了四个立式的母头在中心位置，也是为了防止 2pin 的 CAN 线在紧急抢修的时候需要绕过 XT30 较大的接头，也是为了防止在高频抖动的时候电机插头出现脱落的情况。

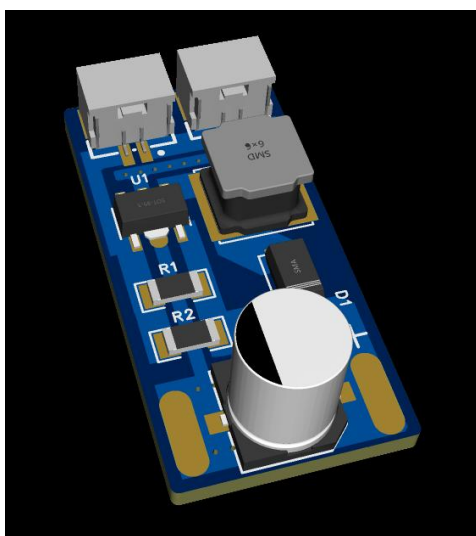


● 自研 17mm 荧光弹丸充能装置

由于官方售卖的 17mm 荧光弹丸充能装置接在发射机构接在发射机构的分电板上易因电机反电动势导致损坏，其原因应该是

PT4115 芯片的耐压值较低，所以只能接在开发板的 XT30 上借用开发板的稳压来稳定。

结合我们队伍情况，决定放弃防反接并悬空 DIM 调光，简化上电缓冲电路设计，最后采用 100uF 电容作为旁路电容对输入的电压进一步稳压。特意留了两个并联的电阻焊盘作为备选方案，当充能亮度不够或者过亮时，且无法找到特定的阻值的采样电阻可通过并联实现。



研发中的技术储备

- 超级电容设计

超级电容的方案为主流的双向 Buck-Boost 拓扑，该方案可以使电源环路效率高达 80% 甚至 80% 以上，采用该方案的电源效率极高，可供底盘更长的加速时间。

参考深圳大学 RobotPilots 战队、仲恺奇点战队和港科大 ENTERPRIZE 战队的开源方案后，最后选择仲恺奇点战队的开源方案进行深入研究。

初级阶段先把奇点战队的超级电容打样进行研究，但在选择原

件上进行考量，对芯片以及 IC 做国产芯片和 IC 的备选方案，以免后续国内芯片和 IC 的短缺或断供使研发计划停滞。软件解决方案上采用，基于 demo 程序上进行软件上的改进开发调试的方法，使整个超级电容系统可以安全稳定地工作。

中期阶段考虑换控制板的芯片，提高 ADC 采样频率。

STM32F3 系列：72MHz 主频；STM32G4 系列：170MHz 主频，奇点开源采用 F3 系列的 MCU 来作为超级电容控制板的控制芯片，其主频较 G4 系列的芯片低了，为了追求更高精度的 ADC 采样和更精准的控制，中期阶段将在奇点战队的开源上进行改进。

后期阶段在 G4 系列主控的基础上，提高超级电容的稳定性和安全性。

● 电路板模块化

飞镖发射架、训练时用的能量机关和前哨站等等一般情况下是不需要用到官方开发板上的一些外设，所以使用官方的开发板往往存在性能浪费的现象。为了解决该问题，将为电路板模块化，可以降低成本的同时将性能浪费降到最低。

核心控制板由主板和底板组成，底板主要用来分线，两板间使用 3710 板对板连接器，将陀螺仪外置，不需要使用时可选择移除。同时支持同一块底板多块核心板兼容使用。底板进行接线，减少更换核心板的时间，方便在比赛场上的维修以及平时调试时的便捷性。

2.4.1.3 机械组

- 1、采用气动发射结构作为 17mm 小弹丸以及 42mm 大弹丸发射方式；
- 2、采用电磁阀发射结构作为 17mm 小弹丸以及 42mm 大弹丸发射方式，解决好电磁阀磁场干扰以及发射温度过高；
- 3、飞镖采用高精度耐用皮筋以及摩擦带发射制导飞镖，利用空气动力学，在飞镖镖体上加微动舵机控制飞镖飞行姿态；
- 4、共轴轮腿平衡步兵，实现兼备共轴麦轮可全方向移动以及轮腿平衡弹跳能力；
- 5、攀爬可变形机器人，在飞坡墙壁进行攀爬，经过飞坡前后经验点，赚取飞坡增益；同时可以通过变形通过桥洞，直达敌方基地；
- 6、骨骼传感机械臂，连接人体手臂手掌手指，做自定义遥控器

2.4.1.4 视觉组

准备突破的技术能力

- 1、传统视觉稳定识别装甲板采用颜色筛选确定灯条位置，通过角度差等特征匹配整个装甲板，实现对运动装甲板的稳定识别。此方法可靠性高，适用于迅速变动的战场环境。
- 2、弹道解算使用单目测距获取目标位置，通过物理公式补偿重力，实现对静止状态装甲板的精准击打。此技术提高了射击精度，确保打击目标的准确性。
- 3、目标位置预测通过卡尔曼预测对目标位置添加估计量，有效应对运动状态下的目标。结合弹道解算，提前预测目标位置，提高了对运动目标的打击准确率。
- 4、能量机关的识别与击打采用传统视觉算法，通过 R 标定位能量机关中心，拟合扇叶运动轨迹。通过卡尔曼滤波预测目标点，

实现对能量机关的精准打击。这一综合方法有效应对能量机关运动和变化的复杂情况。

2.4.2 特定兵种技术储备

2.4.2.1 半全向轮半舵轮步兵底盘

使用自适应的舵轮轮系作为底盘轮系,通过参考发射机构树脂包胶摩擦轮的驱动原理,使用树脂包胶轮,其次是轮径的大小设计,轮径大小对车辆的影响是多方面的。首先,较大的轮子会提高离地高度,从而增加了车辆的通过性,这意味着它可以更容易地通过高速行驶时的障碍物和起伏路段且不会导致底盘被卡住。此外,在起伏路况下,较大的轮胎能够提供更好的牵引和悬挂性能,以保持稳定和舒适的行驶。其次,轮胎的直径对车辆的速度会产生影响。因为轮胎旋转的速度与车速成正比,当轮胎的直径增加时,相同的车速需要更少的轮胎旋转,最后,更大的轮径会改变车辆的悬挂,同时舵需要更大的力矩使其转动,较大的车轮需要更多的扭力来运动。同时选择直线滑轨滑块与液压弹簧避震作为轮系与机器底盘的柔性连接,直线导轨滑块与框架平面垂直固定,则舵的旋转中心轴始终与地面垂直。使用舵轮作为主动轮,全向轮作为从动轮,既能节省成本,也能使得整个底盘的稳定性大幅度提高。经过综合因素考虑,选用 MGN9C 型号的直线导轨滑块作为柔性连接的连接件与液压弹簧避震,使得整个底盘的悬挂性能得到大幅提高。

半舵轮半全向轮通过有限元、运动仿真可大致得小陀螺旋转速度介于全向轮、全舵轮底盘之间;爬坡能力底盘电机功率消耗介于全向轮、全舵轮底盘之间。半舵轮半全向轮底盘结合了全向轮旋转速度优点以及全舵轮优秀的爬坡能力是我们 24 赛季后面步兵,哨兵底盘重点研发方向及技术储备。

2.4.2.2 英雄机器人气动发射

英雄机器人气动发射，底盘需采用中心供弹方案，使得底盘空间高集成化。气瓶置于 yaw 轴滚动轴承下，采用下气动方案。如果采用传统英雄下供弹弹仓放置在机器人背部，则气瓶没有位置摆放。如若采用上气动发射，云台重量会大大加大，以及打出弹丸后气瓶重量减少，影响 pitch 轴 pid 控制。气缸部分采用左、右、上定位销定位，尽量减少气缸偏心的情况。买测力矩扳手，让每次拆装气缸后，重新装配气缸密封圈的压紧程度趋于标准化。

影响发射准度：1.密封圈压紧程度、定位；2.电磁阀的换向时间的控制；3.密封圈疲劳等。

气路主要如下图所示，单向阀的引入有很关键的作用，在发射的瞬间，如果没有单向阀，气缸的力会瞬间卸掉导致掉速。在选型方面，主要是恒压阀比较容易损坏，其他都比较常规。气缸的话，也是一个比较极限的选型，采用了比较短的行程，主要是因为过长的行程，气缸容易歪，对准度影响也比较大。



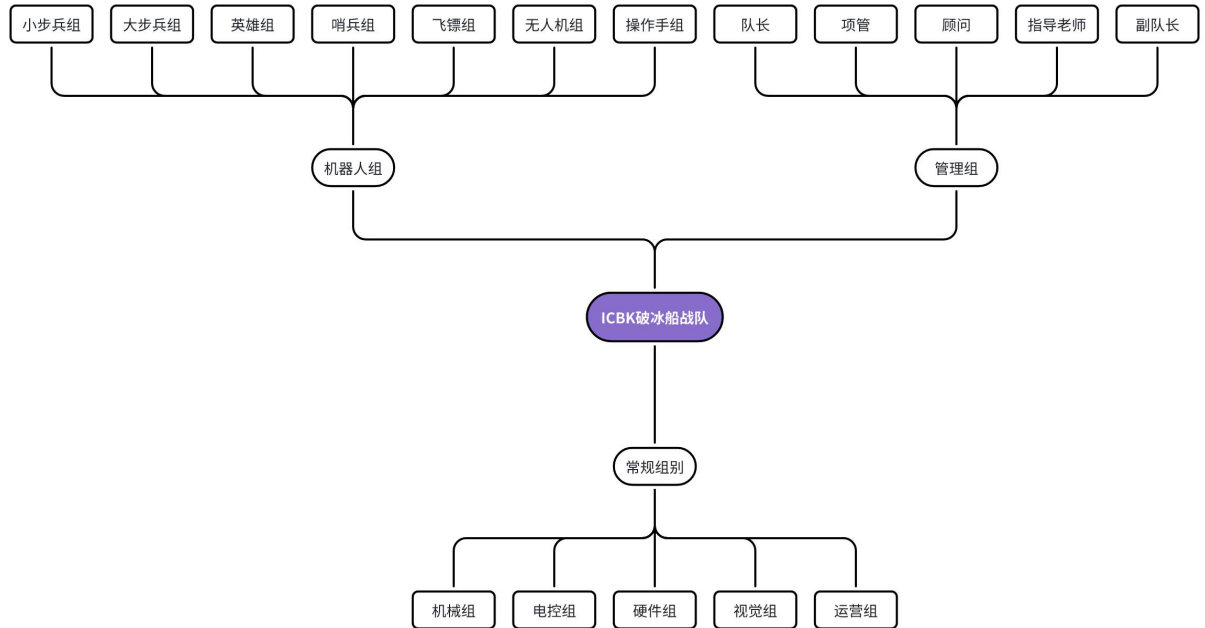
2.4.2.3 空中无人机

在有限的场地与比赛时间内，空中无人机需要提供稳定的飞行辅助云台手射击，为了实现稳定的悬停效果，需要通过视觉定位实现。通过 x86 计算平台与视觉相机相结合，实现为云台手提供一个平稳的射击环境，提高射击精度。并且通过严格要求焊接质量，保障无人机的飞行安全。

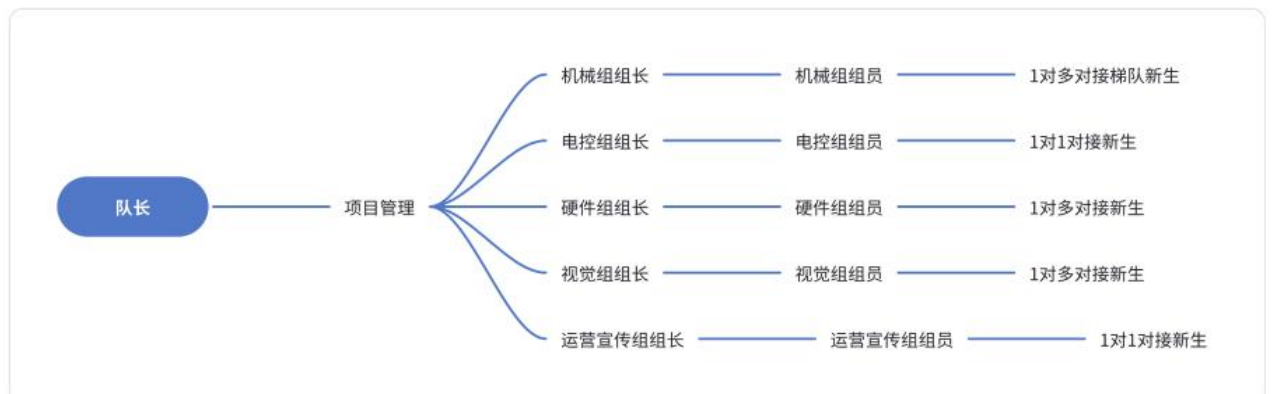
3.团队架构（10）

3.1 常规组架构

3.1.2 常规组框图



3.1.3 管理组架构



常规组别设有机械组、电控组、视觉组、硬件组、运营组五个组别，机器人组别设有英雄组、普通步兵组、工程组、哨兵组、无人机组、飞镖组、能量机关组，操作手组别由操作手和战术指导构成，管理组由指导老师、队长、副队长和项目管理、顾问构成。

● 研发组织架构图

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			1、为战队提供场地、资金支持帮助战队与校方对接沟通、争取资源 2、为战队的发展方向与技术提供战略指导	1、对 RoboMaster 系列赛事具有热情，责任心强； 2、专业领域与机器人相关； 3、有大学生工科类竞赛的指导经历，熟悉战队的运行体系； 4、在学校和学院内具有声望和较好的信誉口碑，教龄 5 年以上，对学生负责；	5 人
顾问			1、根据往年的 RoboMaster 参赛经验对团队的整体研发进度进行把控 2、协助培养队内有上进心的队员，指出其不足之处并指明改进方向 3、对战队的项目管理、宣传招商等方面提供 指导和建议	1、顾问从队内招募，须具备两年以上的比赛经验，自身技术实力强劲或管理经验丰富，且具有足够的时间完成顾问的工作	5 人

正式队员	管理层		队长	<ol style="list-style-type: none"> 1. RM 组委会的主要对接人； 2. 作为团队领导核心，决定队伍总体战略部署； 3. 团队技术总负责人，把握总体研发进度，指导技术组日常工作； 4. 负责整个战队的传承和发展； 5. 须对比赛和机器人有深入了解，掌握该组机器人的研发进度和项目评估 	<ol style="list-style-type: none"> 1、在队内招募，有往届有 ROBOMASTER 比赛经验，熟悉赛程赛制，熟悉团队环境且有一定团队管理能力、责任心强具备优秀的沟通表达能力、能够凝聚整个团队； 2、具备一定的领导能力与管理经验，不逃避决策、敢于决策、科学决策； 3、个人综合素质较强，沟通能力、协调能力、逻辑思维能力较强；对规则最为熟悉，具有一年以上比赛经历的技术组队员担任；
	项目管理			<ol style="list-style-type: none"> 1. 负责把控项目的整体进度和已完成项目的验收； 2. 负责战队的制度管理； 3. 负责战队的文档、资料管理； 4. 负责项目相应文档的整理及传承； 5. 负责管理财务及报销事宜 6. 负责日常工作与会议的记录与汇总 	<p>在队内招募，有往届有 ROBOMASTER 比赛经验；</p> <p>对战队有深入的了解和管理经验，且具有较强的抗压能力、良好的团队合作精神、较强的执行力、独立思考能力、观察力和应变能力；</p> <p>要求擅长把控进度和制定制度，有总结规划、管理人员的能力；</p> <p>熟练运用相关财务软件和办公软件；</p>
	技术	机械	组长	<ol style="list-style-type: none"> 1. 负责协同其他技术组组长进行技术方 	<ol style="list-style-type: none"> 1、在队内招募，有往届 ROBOMASTER 比赛经验且具备

执行		<p>案 的确定</p> <p>2. 负责本技术组的对外交流</p> <p>3. 负责机械方案的规划及审核</p> <p>4. 负责构建本技术组的基础建设及相关传承事项</p> <p>5. 机器人结构设计及优化</p> <p>6. 带领组员攻克技术难题</p> <p>7. 负责本技术组的进度管理与相关考核</p>	<p>一定的理论知识储备，如机械原理、机械设计、理论力学、材料力学、机械制造技术基础等，具备较好的机械设计思维；；=</p> <p>2、能熟练使用 Solidworks 等三维软件、熟练操作 3D 打印机等加工工具；</p> <p>3、工作严谨、技具有规划机器人发展方向，统筹技术研发的能力；</p> <p>4、能够调动组内队员，配合其他车组和管理人员，技术过硬；</p>	
机械	组 员	<p>1. 设计机器人机械结构</p> <p>2. 对已完成的机械结构进行分析与代</p> <p>3. 加工与组装机人</p> <p>4. 维修机器人</p>	<p>1、具有一定机械设计基础、熟练掌握 Solidworks 等三维制图软件、熟练操作 3D 打印机等加工工具；</p>	
电控	组 长	<p>1. 负责协同其他技术组组长进行技术方案的确定；</p> <p>2. 负责本技术组对外交流；</p> <p>3. 负责对电控方向的规划及审核；</p> <p>4. 负责构建本技术</p>	<p>在队内招募，有往届 ROBOMASTER 比赛经验；</p> <p>熟练应用 STM32 系列单片机、掌握 Keil 、VSCODE 编程工具开发程序；</p> <p>充分掌握 PID 算法、单片机原理、自动控制原理；</p> <p>4、对信号与系统熟悉，能通</p>	

		<p>组的基础建设及相关传承事项；</p> <p>5. 带领组员攻克技术难题；对成形的代码进行封装；</p> <p>7. 负责本技术组的进度管理与相关考核；</p> <p>8. 对规则熟悉，具有一年以上比赛经历对比赛和机器人有深入了解，掌握该组机器人的研发进度和项目评估；</p> <p>9. 具有规划机器人发展方向，统筹技术研发的能力；能够调动组内队员，配合其他车组和管理人员。</p>	<p>过卡尔曼滤波算法、滤波算法处理数据</p> <p>5、拥有清晰的逻辑思维、细心大胆、技术过硬；</p>
电控	组员	<p>1. 机器人代码的编写与调试</p> <p>2. 熟悉各种传感器的选用，了解基本的使用原理</p> <p>3、对装配完成的机构/机器人进行上电调试，完成预期运动功能</p>	<p>1、对电子设计、C/C++编程技术具有浓烈兴趣，具备一定的电控知识基础；</p> <p>2、对单片机原理、C/C++代码编写、控制算法、单片机通信有一定的实践经验与理解；</p> <p>3、沟通能力达标，在参与团队决策的前提下能够服从战队安排、尽最大可能保证ddl的执行；</p> <p>4、对RoboMaster赛事有一定了解，愿意支出一定的时间用</p>

				于备赛	
硬件组	组长	<p>设计制作嵌入式电脑的基础外围电路，设计制作机器人主控，根据需求制作功能性分电板和拓展板；</p> <p>电路的连接 DEMO 设计工作，以及元器件、芯片的选型；</p> <p>4、负责 STM32 嵌入式开发，通信接口的封装和对接；开发新型电子硬件（如：超级电容）</p>	<p>掌握信号与系统，信号完整性理论；</p> <p>掌握基本元器件的选型（电阻、电容、电感、MOS 管等）并且熟悉常用的控制电路设计；</p> <p>熟悉开关电源，如 BUCK、BOOST 等；熟练掌握 Altium Designer、Cadence 等 PCB 软件，熟练掌握 PCB 画图技巧；</p> <p>掌握焊接技术，能熟练焊接 0402、LQFP、QFN、BGA 等封装；</p>		
硬件组	组员	<p>1、负责电路板的焊接和调试工作；</p> <p>2、负责机器人内部接线工作，机器人整车模块；</p>	<p>掌握电路、信号与系统、模拟电路、数字电路，掌握基本的元器件选型；</p> <p>对于开关电源等熟悉电路有绘制 PCB 的能力；熟练运用嘉立创选型采购。对于电源开关项目有过测试绘制实践经验优先；</p>		
视觉算法	组长	<p>负责机器人对外感知部分的代码开发，如编写识别程序识别敌方机器人并计算位姿等；</p> <p>购买合适的成像设备（如工业摄像头，usb 摄像头等），与其它组别共同开发机</p>	<p>技术组组长由队内具有一年以上比赛经验的技术组主力成员担任，对该技术组技术具有深刻认识和了解；2、组长须充分了解组内项目进度和战队整体情况，具有统筹文档资料、管理组内组员的能力；</p> <p>熟练掌握 C++，尽量熟悉 Python；</p>	1人	

			<p>机器人程序。</p> <p>了解 OpenCV，对其中的常见模块：core, highgui, imgproc 等比较熟悉；</p> <p>了解 Ubuntu 操作系统以及基本的命令行使用；</p> <p>了解神经网络，对常见的框架如 Caffe, Pytorch, tensorflow 能熟练使用；</p> <p>了解工业相机的基本参数，以及双目测距与雷达的使用；</p> <p>对图像处理有热情，能够踏实做事，不轻易放弃；</p>	
	视觉算法	组员	<p>1. 负责对机器人视觉部分代码编写调试与优化</p>	<p>5 人</p> <p>1、熟练使用 Linux 操作系统、Opencv、英伟达系列嵌入式开发板、熟悉一种深度学习框架；</p> <p>2、对比赛有热情，对实验室有归属感；</p>
	战术指导		<p>战术指导负责为参赛团队提供战略和战术方面的指导，帮助团队制定最佳的比赛策略，并就比赛中的各种情况提供实时的决策支持。他们需要深入了解比赛规则、机器人性能和对手情况，分析比赛局势，优化机器人的行动路径和策略，并与队员密切协作。</p>	<p>1 人</p> <p>战术指导需要对机器人技术有深入的理解，包括机械结构、电路原理、编程和控制等方面的知识；</p> <p>具备 RoboMaster 比赛或类似机器人竞赛的经验，熟悉比赛规则和策略，能够根据比赛情况作出快速而准确的判断和决策；</p> <p>3、团队合作能力：战术指导需要与团队紧密协作，与队员进行有效的沟通和协调，能够领导团队并激发团队成员的潜力。所以这个职位由大四或者大三学业较为清闲的老队员来</p>

				担任最好不过，而且也不会占用太多学习时间，还能充分利用自己的经验，释放自己的热爱	
运营执行	宣传	负责团队公众号的日常记录和招新时期宣传海报、视频的制作，培养新人融入团队，维护积极温馨的团队氛围		招募对象为全校各专业各年级的梯队队员和正式队员；要求对团队的运作方式和日常活动比较熟悉，对团队有热情和积极性，会剪辑视频，运营公众号，制作海报，策划宣传活动等	3人
	招商	获取赞助，联络盈利性研发项目		招募对象为全校各专业各年级的梯队队员和正式队员。要求对团队的运作方式和日常活动比较熟悉，对团队有热情和积极性，对招商工作流程有一定的了解	1人
	财务	赛季初进行预算审核，记录团队日常开销流水，公开财务信息，收集各类物资采购票据，申请报销，管理队内物资		招募对象为战队大二及以上的正式队员。 要求熟悉团队的运作方式和日常活动，能细心仔细记录团队日常开销，熟悉报销流程，有严谨的管理态度	1人
梯队队员	机械	学习开源方案的机械结构设计，熟练画图软件和各种加工机器的用，协助机械组正式队员日常工作，积累经验		招募对象为全校各专业新生，有过类似比赛经验的和能力突出者不用经过培训考核阶段，可以直接作为梯队队员加入团队	20人
	电控	熟悉机器人程序结构		招募对象为全校各专业新生，	10

		和硬件系统，协助电控正式队员进行调试，积累经验	有过类似比赛经验的和能力突出者不用经过培训考核阶段，可以直接作为梯队队员加入	人
	视觉算法	学习视觉相关算法的知识，完成基础知识任务，学习视觉正式队员的研究过程，积累经验	招募对象为全校各专业新生，有过类似比赛经验的和能力突出者不用经过培训考核阶段，可以直接作为梯队队员加入团队	10人
	运营	学习各类宣传制作类软件的应用，参与团队日常运营活动，熟悉工作流程，积累经验	招募对象为全校各专业新生，有过运营经验的和能力突出者可以直接作为梯队，队员加入团队	2人

4.资源可行性分析（10）

4.1 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	战队成员	队费	用于紧要关键节点的经费短缺
资金	立项经费	队员大创项目经费	购买 3D 打印机、学生电源、电子负载等千元左右的设备
资金	科研经费	指导老师的科研经费	用于购买大批量的电机、大型设备，大额的板材加工、铝方加工等加工费
物资	战队成员	EPSON 投影仪	培训教学、会议 ppt 展示
加工资源	3D 打印机 (FDM)	战队成员立项经费	赛季期间的测试件与周边打印
加工资源	车削机床	金工实习车间	用于补救一些外包 CNC 由于加工

			误差导致的工期拖延问题
加工资源	队员立项经费	3D 打印机 (FDM)	机械加工测试、电控元件固定
加工资源	轮机楼	激光切割机	精度不高只能用于切割少量厚度较薄的亚克力和木板，也可用于雕刻文字图案
官方物资	科研经费	RoboMaster 机器人专用遥控器套装	调试和遥控机器人
	科研经费	M3508 电机	输出系统
	科研经费	C620 电调	控制系统
	科研经费	M2006 电机	输出系统
	科研经费	C610 电调	控制系统
	赛季遗留	C 型开发板	控制系统
	科研经费	A 型开发板	控制系统
	赛季遗留	Robomaster 电调中心板	控制系统
	科研经费	Robomaster 飞镖触发装置	控制系统
	赛季遗留	RoboMaster 红点激光器	输出系统
	科研经费	RoboMaster 接收机	输出系统
	赛季遗留	SNAIL2305 电	输出系统

		机	
	赛季遗留	17mm 荧光弹丸 充能模块	输出系统
	赛季遗留	17mm 荧光弹丸	其他
	赛季遗留	42mm 大弹丸	其他
	赛季遗留	麦克纳姆轮 (右旋)	其他
	赛季遗留	麦克纳姆轮 (左旋)	其他
	赛季遗留	TB47S 电池	输出系统
	赛季遗留	GM6020 电机	输出系统
视觉组资源	队员队费	Intel NUC	运算平台
		海康威视工业摄像头	采集装甲板数据
		相机镜头	更换长短焦距
		便携小屏幕	接入 NUC 调试视觉参数
宣传资源	队员队费	亚克力钥匙扣	战队文化建设
		战队贴纸	战队文化建设
		队旗	战队文化建设
校内场地可用资源	原课程设计实验室	机械研发实验室	主要研发学习场所

	电工实习借用	电控焊接实验室	新生硬件组培训场所
	老师争取	场地搭建实验室	飞坡、上下台阶、高地、工程兑换矿

4.2 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（两台）	20000	
英雄	13000	
工程	13000	
哨兵	12000	
无人机	5000	
飞镖	3000	
雷达	0	
运营	300	
差旅	20000	
其他	3000	
总计	89000	

4.3 资源可行性分析

4.3.1 经费背景

2024 赛季，ICBK 破冰船战队资金主要由指导老师的科研经费、战队成员自费两方面共同构成，其中四个指导老师，分别提供了

23000、15000、13000、24000 元，还有 20000 元差旅费由学工处报销，但是实际报销金额必须建立在今年队伍能通过期中考核获得参加分区赛的资格，所以在 64 只甲级队伍的名额占用前提下，我们作为第一年冲击超级对抗赛的新队伍，要如何使出浑身解数倾尽所有挤入超抗的赛场就是我们最需要努力地地方，因为指导老师也是非常关照我们这个实验室，学院的支持、学校的希望、老队员的寄望、新生的憧憬，都压在我们的肩膀上，所以我们输不起。

4.3.2 场地资源风险

需要注意的是由于轮机楼 1 楼开放的场地已经被我们占用了，但是有极大地可能在我们发挥不佳的情况下随时被别的新进教授、博士生老师占用，学校正值建设广州交通大学，但是由于各种政策原因经费也是各种短缺，那么在 RoboMaster 这个花销巨大的比赛上学校、学院是否还会有老师领导支持，作为老队员的我们来说都是十分彷徨的，鉴于此原因，队员的队费有一部分是不到万不得已不能使用的。

无论怎么说，24 赛季可以说是啥意思建立以来最富裕的一个赛季了，换句话说，打过最富裕的一次仗了，作为一只 21 年才建队，又经历了一年的疫情打压，初代人员流失、被各种小瞧、蔑视下还能苟且生存下来并造就了这么大的声势、成绩是十分不容易的。

4.3.3 可争取的资源

2024 赛季在学院、老师两方的支持下，ICBK 破冰船战队经费充足。但是在 2021 赛季战队招商方面出现断层，2022 赛季整个赛季战队没有任何赞助资源。一方面，由于 2022 赛季 WMJ 战队运营组成员出现断代，尤其是招商方面，没有专人来负责相关工作；另一方面，由于 2022 赛季管理人员出现断代，战队内部仅有 6 名

老队员留队，其中 2 位为半退队状态，战队管理人员整体缺乏经验，没有和相关方面进行落实。赞助商不限于资金、物资、场地等各种形式的，只需要能帮助到实验室发展和方便机器人加工调试测试的一切形式的都写 2023 赛季，为解决招商断代问题，战队在运营组方面进行了扩招。运营组在负责战队内部的成果转化、战队宣传等工作的同时，抽出专人担任招商经理，负责战队招商相关的工作事宜。

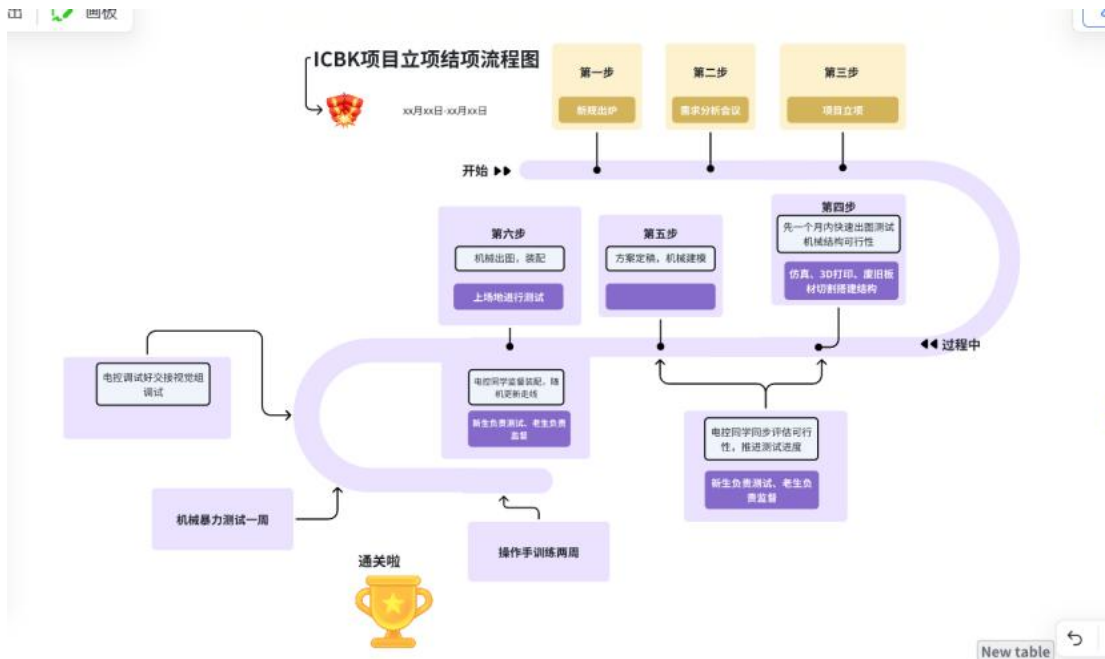
除赞助方面的资金，战队在 2023 赛季将继续通过参加学校创新创业实践项目、创新创业比赛：数学建模竞赛、高教杯全国大学生先进成图技术大赛、全国大学生工科创新实践大赛、广东省工科大学实验综合技能竞赛、蓝桥杯等比赛来获得学校相关方面的竞赛奖励，对 2024 赛季的经费进行补充。

4.3.4 经费预算总结分析和规划

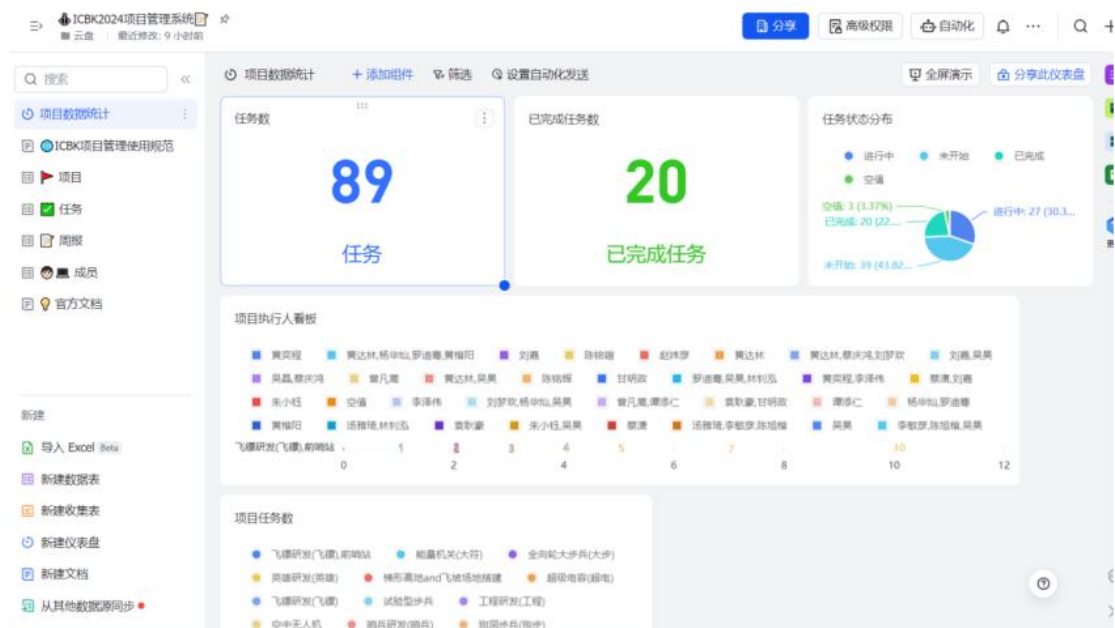
通过对 2024 赛季预算的分析，我们发现预算中的算法模块、官方元件、场地部分物资只有少部分为往届预留，刨除相关费用后总预算约为 7.5 万元；其中差旅费超过 40%，来回路费约 0.5 万元、住宿费用约 0.5 万元、餐费约 0.3 万元、比赛期间预留费用约 0.5 万元，总计约 1.8 万元。这部分经费主要为学校教务处提供，战队备赛过程中可暂时不考虑相关开销。对这部分费用进行分析，用于购买标准件、成品件所留预算仅为 0.3 万元，而机加工及 3D 打印件花销预算为 0.4 万元，这说明战队在备赛过程中没有和相关方面进行细致考虑。这个赛季必须搭建起发票报销系统和队费管理系统，由专门的财务或者项管负责

添加记录	字段配置	视图配置	筛选	分组	排序	行高	
<input type="checkbox"/>	购买物品	组别	购买人	购买(付款)日期	是否开了发票	是否结清	报销word
1	采购报销流程以及注意事...	ICBK	梁家睿	2023/01/01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	3d打印	24赛季机械组	蔡溥	2023/09/26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	打印耗材	24赛季机械组	梁家睿	2023/10/03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	ptc加热器	24赛季机械组	张哲豪	2023/07/16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	pcb板	24赛季机械组	张哲豪	2023/07/26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	pcb板	24赛季机械组	张哲豪	2023/08/02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	止退环	24赛季机械组	蔡溥	2023/09/21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	千分头	24赛季机械组	蔡溥	2023/09/20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	K210开发板+TF卡	ICBK24赛季电控组	黄达林	2023/07/24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	滑轨	24赛季机械组	谭添仁	2023/07/27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	显示器	ICBK24赛季电控组	汤德琦	2023/07/24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	树莓派分电器元器件	24赛季电控	黄达林	2023/08/02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	3d打印	24赛季机械组	蔡溥	2023/09/26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	TB6612四路带稳压版驱动	24赛季电控	苏纪彰	2023/07/24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	打印耗材	24赛季机械组	梁家睿	2023/09/09	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

4.3.5 人员与项目落实方法



2023 赛季可通过提高审图要求，对加工方式等方面进行要求和约束，提高加工方式中标准件、成品件的比重，来减少战队加工方面的支出。



同时，官方标准模块例如电池架、中心板、荧光充能模块等价格虽然不高，但是今年超抗的兵种较多，需求数量剧增，花销也随之增多，鉴于此，2024 赛季可以通过投入人力到自研模块的研发工作中，研发可替代非官方成品模块的相关自制模块，以此来控制成本，减少 2024 赛季的支出。通过细化任务管理体系，将每一项新的任务都加入到飞书项目管理系统当中，并设计 DDL，通过限时和闲时打理每个队员自己的项目组对应下的任务，简洁明了的做出每日任务，每周任务，进度情况是否需要帮助等等

4.3.6 关于成本压缩方案

总的来说，目前战队加工方式及技术力方面存在很多缩减空间，一方面可以减少机加工方面的开支，通过借用关系较好的实验室或者团队的设备进行加工以外，还需要增加更多成品件的方式来减少开始，不仅可以极大地压缩成本，还能锻炼到态度较为懒散的新生，提起他们的积极性和动手能力；另一方面可以提升战队硬件方面的技术力，通过自研控制模块、自制电控元件来减少开支。



自研荧光充电模块、自研电池架、修车架

4.3.7 技术方面的风险和应对措施

技术方面遇到的窘境其实和人员相差不大，电控组和机械组老队员由于留队队员极少，新赛季的招新后不能为新生提供足够的精力和时间培训。上一批招新通过的新生也经历了一次暑假的工创赛洗礼后流失了为数不多的三名电控组、两名机械组成员，虽然这个在预料之中，但是这就导致了技术传承的间接性断代，这个赛季新招新的大一大二新生特别需要留意，多多观察其是否有耐性，能沉得住气，稳得住心态在高强度的学习和动手分拣螺丝、搭建场地、

铝方打孔这种简单却极度考验耐性任“存活下来”。

所以为了防止 5 个大一的机械都留不下来导致的断代问题出现，我们现在培训尽量采取一对三、一对四这样的“小班教学”，并由老队员实时监督，要求每天不少于 2 小时在实验室学习，以身作则，并定期给他们灌输 RM“初心高于胜负”的思想，告诉他们，RM 这个大舞台见证者每一届的青年工程师的成长，在钻研和拼搏中蜕变，如何成为具备磅礴生命力和卓越技术造诣的强者。

5. 宣传及商业计划（10）

5.1 宣传计划

5.1.1 宣传目的

传播队伍的精神和魄力，给队员带来更多的鼓舞，促进队内和谐

5.1.2 纳新宣传活动展示

招新宣传片：【【ICBK 破冰船战队】于潮头处立，向冰封处行！——2024 赛季招新宣传片】

https://www.bilibili.com/video/BV1Zm4y1G76d/?share_source=copy_web&vd_source=e742c3d86d65acc3c9c7662493bd3978

宣讲会直播回放：【【ICBK 破冰船实验室 2024 赛季招新宣讲会直播回放】

https://www.bilibili.com/video/BV12p4y1F7kX/?share_source=copy_web&vd_source=e742c3d86d65acc3c9c7662493bd3978



图 1 宣讲会宣传海报

5.1.3 宣传指标:

		2023 赛季实际情况			2024 赛季预期		
平台	账号名	曝光总量	内容数量	平均曝光量	曝光总量	内容数量	平均曝光量
微信公众号	ICBK 破冰船战队	4004	16	250	5100	17	300

B 站	ICeBre aKer 破 冰船战 队	3232	7	461	4200	7	600
-----	------------------------------	------	---	-----	------	---	-----

5.1.4 宣传规划:

时间	事件	活动目的	活动内容	备注
2023 年 9-10 月	招新	保证实验室可以招募足够多的优秀人才	制作宣传海报 发布 B 站，微信公众号等平台 组织线上答疑活动	已完成
2023 年 10-11 月	记录实验室日常并保持公众平台的活跃度	保证战队的知名度和曝光度	设计新赛季队服 拍摄并剪辑实验室日常 设计周边，在双创周摆摊	已完成
2024 年 1 月-2 月	记录实验室日常	在放假期间保持实验室公众平台的活跃度，完善周边和海报设计	连载战队日记 推出新周边 完成队服订购	已完成
2024 年 3 月	联盟赛出征	提高战队的曝光率和知名度，提高团队整体荣誉感	制作宣传海报 完成周边订购	
2024 年 3-4 月	联盟赛比赛	记录比赛，保证队伍的活跃度	比赛拍摄 相关推文和视频的制作	

			鼓励学生观看直播	
2024年4月	联盟赛总结, 人物专访推送	提高战队的曝光率和知名度, 提高团队整体荣誉感	召开并记录会议 完成总结相关的推文和视频制作	
2024年5-6月	超级对抗赛区域赛, 毕业季	促进新老队员的了解和结实, 同时保证新队员在新赛季有所收获	制作宣发海报, 完成公众号的宣传 拍摄相关视频 制作推文以及视频 筹备毕业季聚餐活动和礼物	
2024年7月	超级对抗赛全国赛备赛	提高战队的曝光率和知名度, 提高团队整体荣誉感	完成相关推文和视频制作 记录比赛	
2024年7-8月	超级对抗赛全国赛	提高战队的曝光率和知名度, 提高团队整体荣誉感	完成相关推文和视频制作 记录比赛	
2024年8月	超级对抗赛总结	总结归纳	召开总结大会并记录 制作总结报告 发布总结大会推文	
2024年8-9月	赛季总结, 新队员招募	总结上个赛季的不足, 同时保证实验室可以招募足够多的优秀人才	对上个赛季中的公众平台数据总结 完善周边设计的不足 对宣传组梯队队员进行培训	

5.1.5 周边规划:

5.1.5.1 队服设计



图 2 队服马甲展示



图 3 队服短袖展示

5.1.5.2 钥匙扣等周边

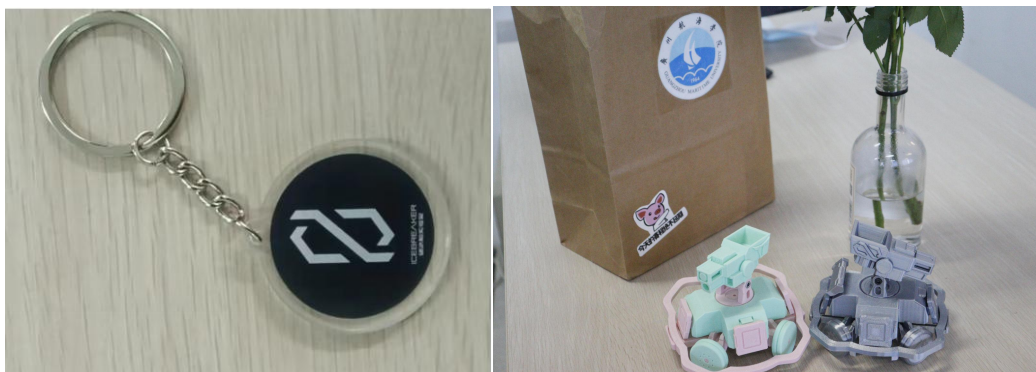


图 4 钥匙扣等周边展示

5.1.5.3 筹备

预计新赛季推出战队虚拟形象以及相关钥匙扣，口罩，表情包等周边设计

5.2 商业计划

5.2.1 赞助商需求分析

5.2.1.1 提升影响力、扩大知名度

赞助商的各类标识能够在收看量巨大且收视群体以年轻人为主的实时直播与录播中高频出现，获得极高的曝光率，并且在各个时期的各个平台的宣传中企业也能获得很高的曝光率。企业影响力和知名度都可以因此而获得提升。

5.2.1.2 吸纳人才

赞助商针对高校学生的影响力提升，实际上就是面向招聘需求的。提升对高校学生的影响力，可以让优秀的毕业生在参加就业时优先考虑曝光率高、印象深刻的企业。

5.2.1.3 企业价值提升

通过和高校的合作，企业也可以获得软实力的提升。与高校、学生组织的合作是提升企业形象、彰显企业社会责任与价值非常重要的因素之一。

5.2.2 招商需求分析

随着战队的不断发展壮大和对技术更深入的追求，战队有必要在除学校、学院与教师的支持之外进行招商工作的尝试。进行招商工作，不仅可以为战队争取到更多的研发资金、逐渐积累丰富的社会资源，更能为学校培养出一批优秀的商务人才，为学生日后在商业方向的发展提前打下基础。

5.2.3 战队需求分析

招商需要对我方与对方的需求有清晰的认识，才能使得招商过程高效而不致浪费双方资源。

5.2.3.1 实体资源

具体需求包含资金需求、耗材需求、设备需求和场地需求。

在战队的日常运转中，对各类设备进行研发、维护乃至升级都需要现金流的支持。此外，还有人员培训等综合管理费用都需要资金的支持。在对实体资源的需求中，资金是最为主要的需求。

在战队准备比赛的过程中，会消耗大量的 3D 打印耗材（如 ABS、TPU 等）、各类金属材料、碳纤材料、有机高分子材料等等。直接的优质耗材资源供应赞助能很好地降低运营成本，并且有助于提高性能的稳定性的。

设备与场地需求为非硬性需求，但也有较高的边际收益。更高性能或者更为稳定高效的加工设备与测试设备及场地能够很好地提升机器人的研发流程效率。

5.2.3.2 虚拟资源

具体需求包含技术与影响力两方面。

在机器人的研发迭代过程中，新技术的运用是至关重要的，它决定了机器人绝对性能的提升程度。但战队对于新技术的获取还普

遍局限于零散地对过时的技术进行较浅层面的技术储备。获得技术方面的专业支持能很好地提升战队的技术储备与研发水平。此处涉及到的技术也包括专业软件等。

软实力是一支战队能够长远发展与否的决定性因素之一，而影响力则是软实力的重要组成部分。影响力，尤其是社会影响力的建立是需要依靠社会力量与资本的，这方面的考量也应该纳入在招商筹划之中。

5.2.4 赞助商需求分析

5.2.4.1 提升影响力、扩大知名度

赞助商的各类标识能够在收看量巨大且收视群体以年轻人为主的实时直播与录播中高频出现，获得极高的曝光率，并且在各个时期的各个平台的宣传中企业也能获得很高的曝光率。企业影响力和知名度都可以因此而获得提升。

5.2.4.2 吸纳人才

赞助商针对高校学生的影响力提升，实际上就是面向招聘需求的。提升对高校学生的影响力，可以让优秀的毕业生在参加就业时优先考虑曝光率高、印象深刻的企业。

5.2.4.3 企业价值提升

通过和高校的合作，企业也可以获得软实力的提升。与高校、学生组织的合作是提升企业形象、彰显企业社会责任与价值非常重要的因素之一。

战队招商目标规划

5.2.5 招商目标

5.2.5.1 行业分类

科技产品研发行业、智能算法研发行业、电子通讯行业、服务

行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益机构、校园团体、创意产业行业，以及组委会认可的其他行业。

5.2.5.2 资金支持

提供资金支持的企业应该是体量相对较大，且尽量能够提供稳定支持的企业。

5.2.5.3 耗材支持

耗材支持对企业的产业对口程度要求较高。目标企业为各类板材、管件、标准件、五金件、3D 打印耗材的生产商，可以通过物资赞助的形式为参赛队提供物资赞助支持。

5.2.5.4 设备及场地支持

战队对于设备与场地的需求主要体现在加工设备与测试场地的需求上。

设备如 3D 打印机、雕刻机/激光切割机、钣金加工机与数控机床都是备赛过程中能够起到较大作用的设备。通过直接赞助机器或者提供相应的服务，将能够极大提高备赛效率并降低备赛成本。主要招商目标为各类机器的生产商或相应加工服务的提供商。

对于测试场地的要求则体现为可以容纳下测试场地道具的较大房间或室内空地。目标可以是各类机器人培训机构及体验中心，搭建的赛场除进行参赛队测试备赛使用外也可以对外开放，作为普通场地给其他机器人作为测试场地之用。

5.2.5.5 技术支持

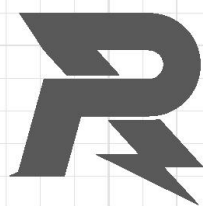
主要面向各类机器人技术相关的技术型企业。通过与这些企业进行合作，可以以行业从业人员对参赛队进行指导的方式代替现金或者物资的形式进行赞助。

5.2.5.6 传统媒体

与传统媒体建立长效沟通机制是提升战队软实力极为有效的手段。传统媒体的一些板块实际上和机器人相关赛事的内容联系非常紧密，如教育和科技等等。应考虑增加这方面的主动接触。

5.2.5.7 新媒体

可考虑邀请一些有一定影响力的博主、up 主等诸多主体来参观体验。由于比赛内容本身就带有年轻化、游戏化的特征，在这方面的尝试或许会有惊喜。



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