

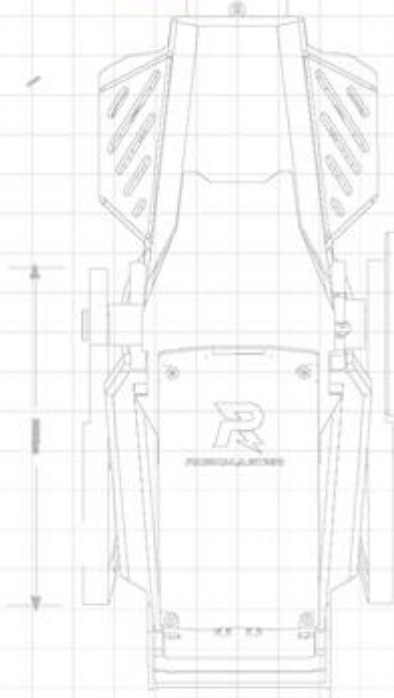


Using a 3D CAD model of the robot and
the RoboMaster 2022 Competition Rules, the
designer can simulate the robot's motion
before building.



Statically analyzed for the RoboMaster
2022 Competition Rules, the robot's
structure is designed to meet the
requirements of the competition.

Before the competition, the robot's
structure is designed to meet the
requirements of the competition.



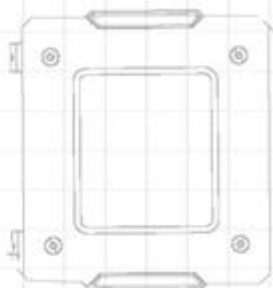
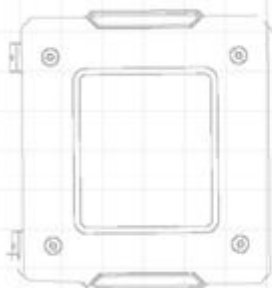
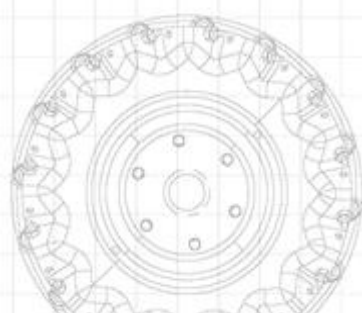
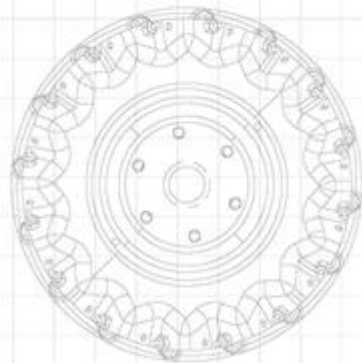
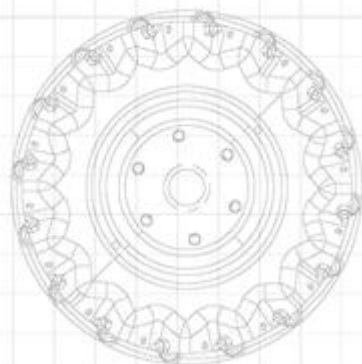
第二十一届全国大学生机器人大赛

ROBOMASTER 2022

高校单项赛

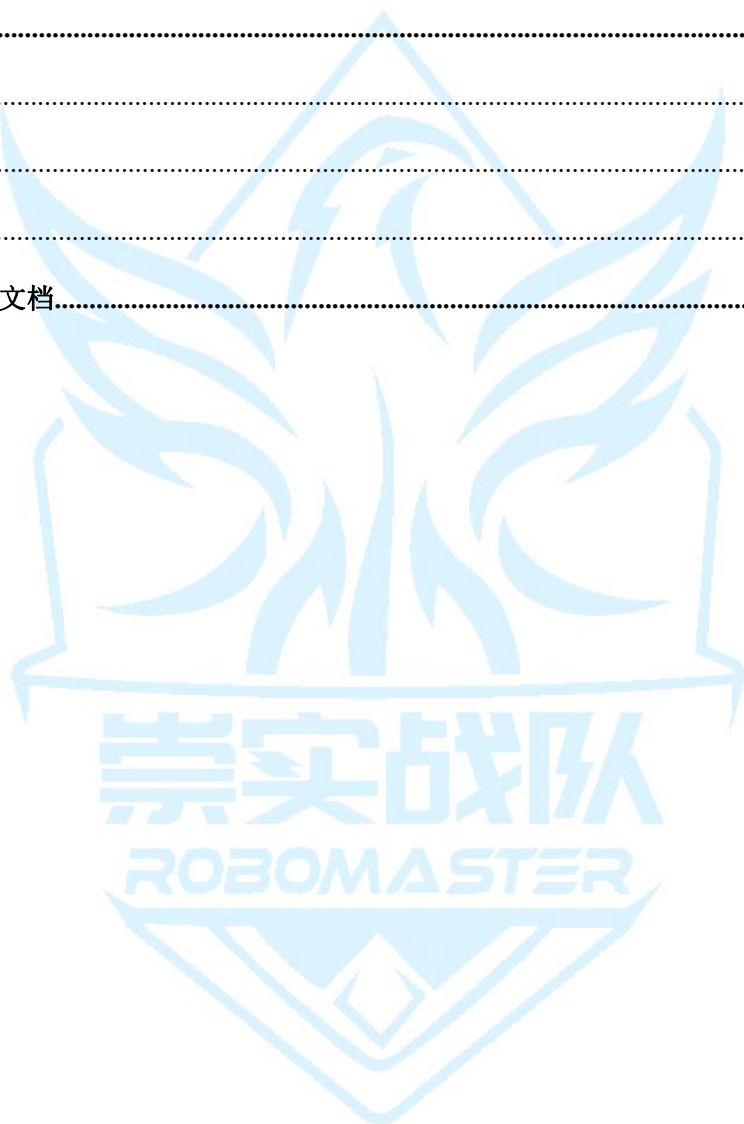
武汉科技大学

赛季规划



1. 团队文化	- 4 -
1.1 对比赛文化及内容的认知及解读.....	- 4 -
1.2 队伍核心文化概述.....	- 5 -
1.3 队伍共同目标概述.....	- 6 -
2. 规则技术点分析	- 7 -
2.1 取矿能力分析.....	- 8 -
2.2 工程总需求分析.....	- 8 -
3. 技术方案分析	- 10 -
3.1 机械结构设计分析.....	- 10 -
3.1.1 备选方案设计分析.....	- 10 -
3.1.2 方案设计.....	- 14 -
3.2 硬件方案设计.....	- 17 -
3.2.1 硬件整体框图.....	- 18 -
3.2.2 单板硬件说明.....	- 18 -
3.2.3 重要传感器选型说明.....	- 21 -
3.3 软件方案设计.....	- 22 -
3.3.1 算法组.....	- 22 -
3.3.2 电控组.....	- 23 -
3.4 算法方案设计.....	- 25 -
3.5 测试方案设计.....	- 27 -
3.5.1 机械测试方案.....	- 27 -
3.5.2 算法测试环境.....	- 28 -
4. 项目进度计划	- 29 -
5. 赛季人力安排	- 31 -
5.1 队伍架构.....	- 31 -
5.1.1 整体架构.....	- 31 -
5.1.2 招募队员方向及队员发展流程.....	- 32 -

5.2 团队氛围建设以及队伍传承规划.....	- 33 -
5.2.1 团队氛围建设.....	- 33 -
5.2.2 队伍传承.....	- 34 -
6. 基础建设.....	- 36 -
6.1 可用资源.....	- 36 -
6.2 工具使用规划.....	- 37 -
7. 预算分析.....	- 40 -
7.1 预算估计.....	- 40 -
7.2 资金筹措计划.....	- 41 -
7.3 资金管理.....	- 41 -
8. 技术方案分析参考文档.....	- 42 -



1. 团队文化

1.1 对比赛文化及内容的认知及解读

RoboMaster 机甲大师赛是由共青团中央、全国学联、深圳市人民政府联合主办，DJI 大疆创新发起并承办的。

作为首个全球性的射击对抗类的机器人比赛，从 2013 年开始举办的第一届比赛到如今，短短几年时间内已经形成了吸引了全球上百所高校争先参加庞大规模。这项赛事吸引大众的地方不仅仅只是其颠覆传统的机器人比赛方式、震撼人心的视听冲击力、激烈硬朗的竞技风格，大家选择天南地北相聚一堂的原因更是因为自己心中的机甲梦，因为 RoboMaster 一直秉持的“为青春赋予荣耀，让思考拥有力量”理念。

对于我们这些参赛的大学生来说，我们的身份不再仅仅只是学校里面每日兢兢业业学习课业的学生，而是一群热爱科技、乐于探索的“青年工程师”。“工程师”这一称号，赋予我们的是荣誉，更是沉甸甸的使命。让一群胸怀壮志的学生更早的走出黑纸白字的理论，开始亲手调制“理论”与“实践”的这杯酒，唯有不断的尝试才能更加贴近每个队伍心中所想的味道。

“大道至简，实干为要”。每一场精彩竞技的背后，不是一台机器的 solo 秀，也不是一个人的奋力拼搏。RoboMaster 与其他赛事不同的之处在于不是一群普通的比赛合作者因为赛题需要而相聚，而是一个结构严谨的科技探究团队。在长达一年的备赛过程中，需要项管根据规则对整个赛季进行合理规划，安排任务督促整体团队的进度；需要财务管理团队的所有财产资源，按需分配；需要宣传对外界进行一定的宣传从而提高大家对我们团队，对 DJI 赛事的关注度，从而便于下一届的招新工作；需要技术工作组的同学们针对赛题做出最优设计。每个人都有自己的位置，都有自己的职责，可能在许多人看来，技术组的工作成果对比赛的结果影响是最大，但是一个团队的结构设置必定有自己的道理，在我们看来，技术设计占据了比赛结果的 80%，其余工作占据了 20%，只有这几项工作都做好，才可以展现出最理想的结果。在这一年备赛过程中，我们一起交流、一起协作、一起熬夜，产生思想的碰撞并解决矛盾与冲突。

除此之外，RM 还为我们提供了平台让大家将自己的成果开源，这无非是为我们提供了一个良好的竞赛氛围，大家相互学习优秀的设计，互相帮助解决面对的困惑，老队伍帮助新

队伍。不同战队之间的成员们相互交流自己的想法，从而使比赛水平年年攀升，推动机器人行业技术发展。我们通过参加比赛获得宝贵的时间技能和战略思维，将是终身受益匪浅的宝贵财富。

1.2 队伍核心文化概述

一个团队的凝聚是停留于表面规章制度的约束，还是自发的齐心奋力拼搏，一个团队的精神风貌完完全全取决于这个团队的文化内涵。

武汉科技大学 RoboMaster 崇实战队中“崇实”二字来源于武汉科技大学校训“厚德博学、崇实去浮”。崇实战队的每位队员都怀揣着自己心中的机甲梦，对机器人赛事有着浓厚的兴趣，深深知晓作为一代新时代青年，我们肩上所担负的责任与使命。团队秉承“团结、高校、务实、创新”的工作口号，坚持开拓进取，与时俱进，心往一起想，劲往一处使。

“崇实”——追求实际。代表我们队员的每一位队员对待比赛严谨认真、精益求精的态度，强调团队成员要重视实际，脚踏实地地做好各自每一项任务，追求实用实效，倡导真才实学而非浑水摸鱼。

“崇实”——追求实践。代表战队队员们乐于自己动手实操，验证心中一个又一个的猜想，一步步走向自己的目标，而不是一味的将自己埋进无边无际的理论知识，死学硬背，遇到困难网上询问套用模板。

“崇实”——追求实效。代表战队队员们不仅仅只是局限于眼前，也会关注一些科技方面的新闻，了解当下我们所做的事情的重要性，坚定自己追梦的步伐，不断学习新的技术探究新的方向新的问题。

崇实战队的每位队员都对机器人赛事有着极大的兴趣和毅力，我们都深知自己的使命，具有实现梦想的共同力量。每个队员从实践中，追求心灵的成长和自我价值的实现。在这种团队文化的引领下，我们追去通过学习提高素质、开发能力与智慧。尤其是团队成员之间通过共同学习，互帮互助，提高整体的适应能力和创造能力，从而超越自我、超越平庸。除了学习和超越，我们也同样追求速度与效率文化，在速度与效率文化导向的引领下，队伍要通过组织创新，创造精干高效的组织运行机制。当然在队伍中必不可少的就是和谐与共享文化，协作是主旋律，通过协作创造整合力量。

1.3 队伍共同目标概述

1.比赛目标:

定个小目标——全国总冠军。

2.管理方面:

整个团队对于内部的各项管理制度进一步完善。尽量保证每一方面都有合理的规章制度去规范，对于团队整体进度把握要更加明确，时刻督促团队成员进度，若有什么其他事情会耽误原进度则及时修改保证整体完成情况。对于未按要求执行的队员或者进度不达标的组别，给予一定的惩罚。

3.人员方面:

崇实战队队员一方面要学会平衡自身的赛事和课业时间，一方面可以互相交流分享。团队成员自己安排时间，在各个方面提升自我技能水平，解决一些简单的问题，针对已经解决的问题可以思考看能不能有新的方法，相互之间共同督促共同进步。经验相对丰富的成员可以分享自己的一些记录，为新队员迅速了解学习提供有效的帮助，促进整个团队的迅速发展和壮大。

2. 规则技术点分析

此次比赛规则如下：

工程采矿项目每局比赛准备时间 1 分钟，正式比赛时间 3 分钟。工程机器人从启动区出发，在场地内获取矿石，并到达兑换站进行兑换。最终以工程机器人成功兑换的矿石数量和完成任务的时间进行计分排名。比赛场地是一个长为 10 米、宽为 8 米的区域，主要包含启动区、资源岛和兑换站。资源岛包括资源岛机械爪和资源岛底座，其中资源岛机械爪共有五组。

比赛开始时，2 号和 4 号机械爪内各放置一个矿石，1 号和 5 号矿石置于资源岛凹槽内，比赛开始 10 秒后，机械爪开始随机逐个释放 2 号和 4 号矿石，每次间隔 5 秒。每组机械爪均有两个状态指示灯。2 号和 4 号矿石凹槽较深

比赛过程中，工程机器人将其携带的矿石按照正确的方向（条形码朝下）放置在己方兑换站的矿石识别区，随后将其推入兑换站，可完成矿石兑换。

比赛开始前，工程机器人位于启动区。1 号、5 号矿石置于资源岛凹槽内；3 号矿石置于飞坡附近地面采矿点；2 号、4 号矿石由资源岛对应机械爪夹取，在比赛开始 10 秒后，随机逐个掉落，间隔 5 秒。

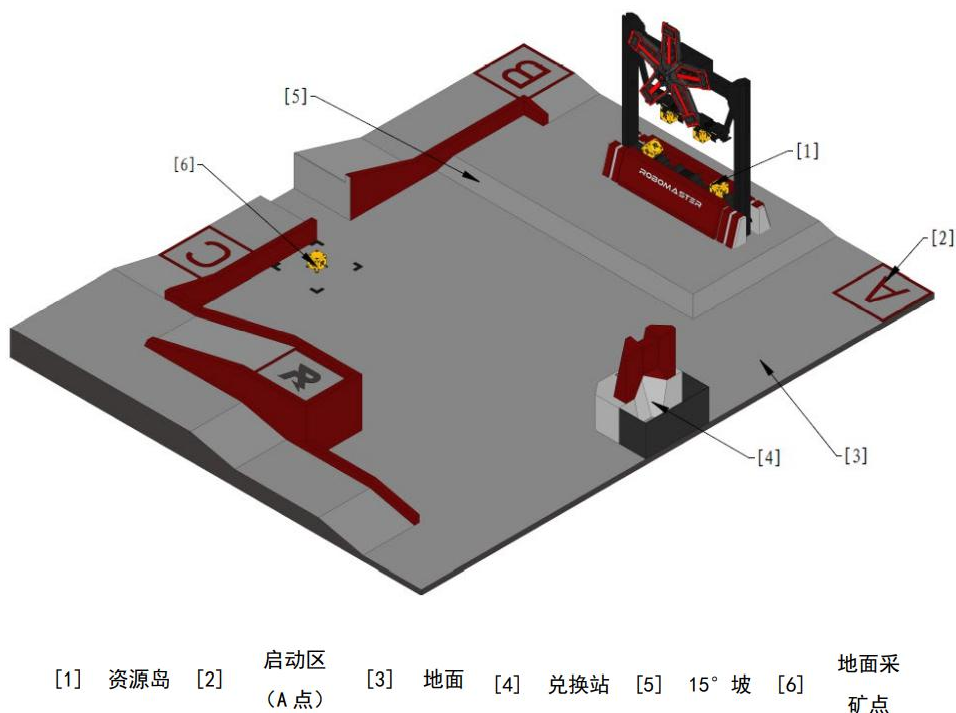


图 2-1 工程采矿场地轴测图

针对此次比赛规则分析如下：

22 赛季工程采矿最大的改变，即是矿石初始姿态的多样性。由 21 赛季区域赛 5 个顺序掉落，国赛 5 个摆放好。到 22 赛季区域赛分化为，2 个空中随机掉落至可全包矿石的深槽内，1 个斜 37° 的矿，一个二维码朝上的矿（其他均为朝下）以及一个在远处地面的矿。四种姿态相比于 21 赛季对工程的取矿能力有了更多要求，所以我们在保留原夹取机构，二级抬升机构的同时需要增加矿石换向机构，地面夹取机构以及空夹/深埋矿石夹取机构

由于两个空中矿石 10 秒后开始随机下落，若要空夹则需 10 秒内到达两矿中间，通过识别状态指示灯快速移动到对应矿石下部准备空夹，或先夹取其他矿石等空夹矿石落稳于矿石槽中用深埋矿石夹取机构将其夹出。

2.1 取矿能力分析

表 2-1 取矿能力分析

矿石姿态	需求分析
空中/深槽	在算法，传感器辅助下在矿石落入深槽之前将其夹住。或者在矿石落稳于深槽后用下端更改过的夹子将矿石夹出来
斜角度	通过机身的移动，或拨正机构将其拨正，然后正常流程夹取
二维码朝上	矿石换向机构
地面	原夹子可更大范围移动（pitch0° -270° 或夹子可整体上下平移），或车身后部另一个夹取机构

2.2 工程总需求分析

2022 赛季规则下的工程机器人，所要实现的功能由于 2021 赛季相比类似但难度更高。相比于 21 赛季，工程机器人的尺寸有所调整，伸展尺寸中的长、宽由 1000mm 变化到 1200mm，抬升高度无变化。由于伸展尺寸的放开，我们可以设计出更加精确的夹子+滑轨机构，并且对最大伸展尺寸的定义由可用电控控制非同时伸出修改为死亡情况下无论如何不会

超限，这对工程的整体机构紧凑性提出了更高的要求，要求工程机器人以更小的机构实现功能。

表 2-2 工程总需求分析

模块	子模块	需求分析
底盘	框架	能够经受住场地与机器人的高强度长时间撞击（测试和实战中与资源岛，兑换站的碰撞），同时保护所有内部功能模块以及裁判系统不被损坏。一个框架为最外层，抵挡所有碰撞。不包括裁判系统，装甲板等确定因素，框架整体质量限制在 7kg 以内。
	传动与悬挂	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工程机器人不限功率，因此在速度和爬坡上不需要超级电容的加持，而悬挂系统更多的是要考虑到 15° 坡上下的稳定性，主要需求为移动的准确性，这影响到工程机器人其他功能的发挥。其次，我们作为仅参加单项赛的队伍，碰撞上的考虑更小，悬挂和框架的结合主要考虑的是长期测试下不影响车体结构稳定性（如外八现象） 2. 能够顺畅地全向运动； 3. 轮子正常姿态保持与地面垂直； 4. 能够顺畅地上下场地中的所有斜坡；
	功率控制模块	<p>（工程本身无功率限制）</p> <p>预计最大速度约 4m/s；考虑工程车本身重量较大，重心较高，速度不宜过大；</p> <p>完整加速行程在 1s 内完成，最大速度的减速行程在 0.5s 内完成</p>
抬升	多级升降模块	能够精确控制矿石槽，框架上下移动以配合夹取矿石以及兑换矿石

3. 技术方案分析

3.1 机械结构设计分析

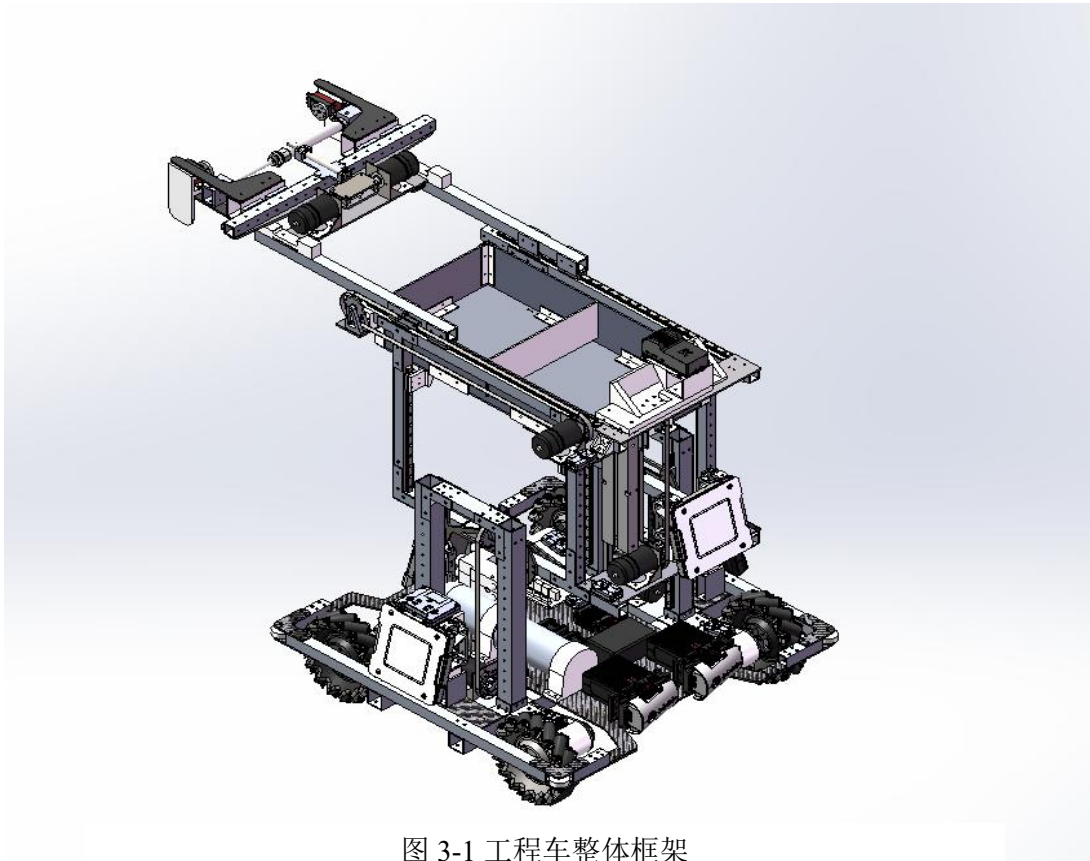


图 3-1 工程车整体框架

工程机器人主要由铝方管和碳板组成，另外兼带有摩擦轮、螺母、电机等其他零部件。步兵机器人总体采用螺丝螺纹或者螺栓的方式进行连接，除此之外我们还运用大量连接件，和插孔的方式使得碳板之间连接和拆卸更加方便。

3.1.1 备选方案设计分析

今年矿石的位置相较于上一赛季有了较大的变换，因此我们针对不同的矿石姿态提出了一些备选方案。如下图：

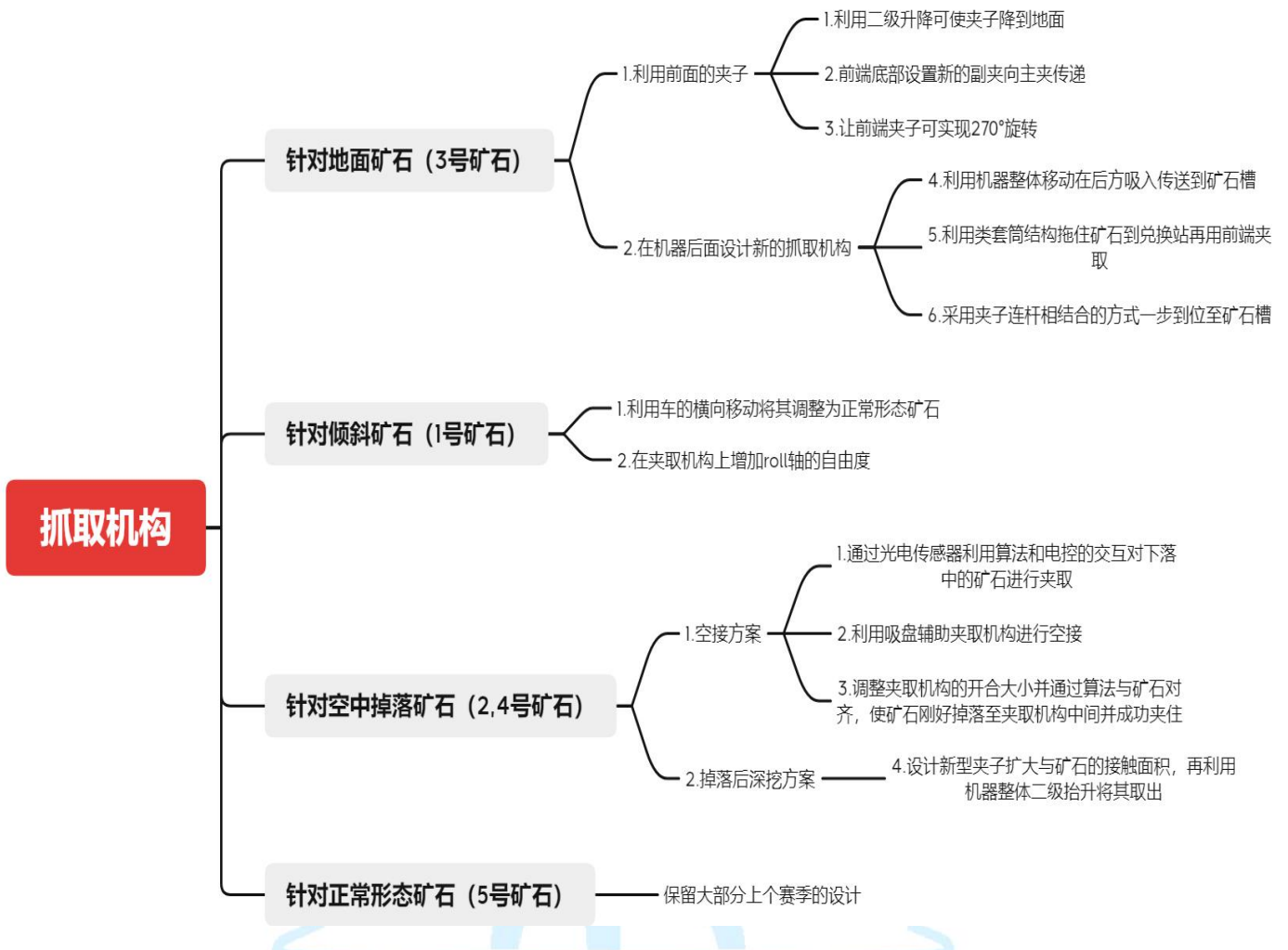


图 3- 2 对于抓取机构分析



图 3- 3 对于矿石换面设计

表 3-1 备选方案优缺点分析

	需求分析	优缺点分析	可行性
1 号矿石	需将调整矿石至正常姿态	方案一： 优点：成本低，易实现 缺点：调整后矿石姿态可能不理想还需进一步实验调试	操作简单，比较可行
		方案二： 优点：能保证每次矿石夹取的准确度 缺点：成本较高，难以实现，需要其他部分的协调配合	设计难度大且占用了较大的空间，暂时不计划使用
2 号矿石 4 号矿石	需对运动中的矿石进行处理（空接）	方案一： 优点：有其他学校作为参考 缺点：稳定性不高且难度较大	实现难度较大，后续再进一步考虑
		方案二： 优点：较上一种方式更为稳定和较易实现 缺点：矿石掉落的高度较高，可能导致矿石吸附不牢而掉落	目前为空接方案中最为理想的一种，但空接方案的不稳定性始终存在
		方案三： 优点：有往届的经验和基础 缺点：对夹取机构的开合大小以及对位的准确度要求过高	对于精度要求过高，不适合在 RUMT 中使用
	需对深槽中的矿石进行处理	方案四： 优点：排除了空中夹取的不稳定因素 缺点：设计难度较大，需要后续试验调试	排除了空接的不稳定性，对于 RUMT 适用性较高

	需求分析	优缺点分析	可行性
3号矿石	需重新设计夹取机构或采取新的设计	方案一： 优点：设计方便简单 缺点：走线跟着旋转很不方便	空间利用率太小
		方案二： 优点：有效利用空间且不需要改变目前夹取机构 缺点：速度较慢，对电控要求过高	速度太慢，不能实现多线程
		方案三： 优点：夹取机构不需要与矿石平行 缺点：还需要在夹子的前端设计抽屉式的滑轨使它进一步下降，摄像头的位置也需要重新规划	夹取矿石中间流程过多，没有必要让这个步骤过于复杂
		方案四： 优点：可实现多线程，且可将矿石换面和夹取地面矿石结合在一起 缺点：空间利用率低，换面时阻挡后续矿石的夹取	空间利用率过低的问题过于明显
		方案五： 优点：机构简单，如果设计3—2不需要跑两次 缺点：占用最大伸展空间较大	没有考虑过15°斜坡时的情况，需要更改底盘，不是最好的方案。
		方案六： 优点：节省空间，一步到位 缺点：设计难度大	目前团队比较认可的方案，下面会给出具体的可行分析
5号矿石	矿石换面	优点：结构设计简单，空间利用率高 缺点：无	完全可行

3.1.2 方案设计

(一) 底盘设计

大部分地方我们准备沿用上赛季的结构，并在此基础上做出一定的改动。关于是否做悬挂，在 RMUT 中没有 RMUC 比赛中大量的碰撞。所以只需在保证车架强度刚度的前提下，做到长期测试不变性即可。底盘具有以下特征：

1) 底盘使用铝方管，加固铝件，碳素版构成，保证底盘的轻量化；

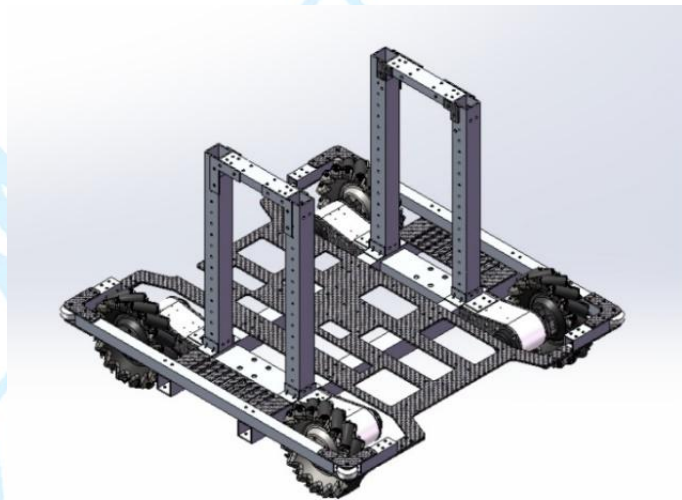


图 3-4 底盘设计

2) 因为不需要考虑大量的碰撞，所以在轮组安装时采用了较为简易的安装方式以节省空间并降低安装难度；

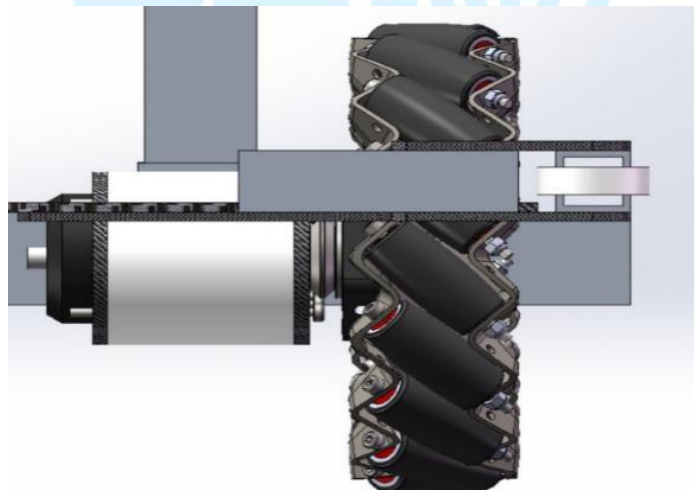


图 3-5 组轮安装设计

3) 车体上的四根立柱是为了实现采矿机构的二级抬升并协调其它部分

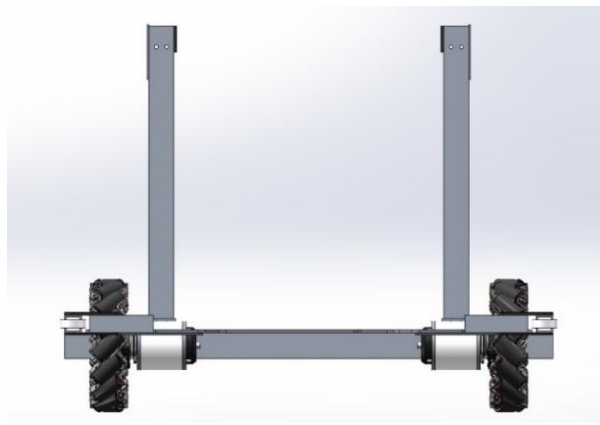


图 3-6 立柱部分

(二) 新采矿机构设计

为实现这一赛季中的矿石换面等需求，我们设计了新的夹取机构。

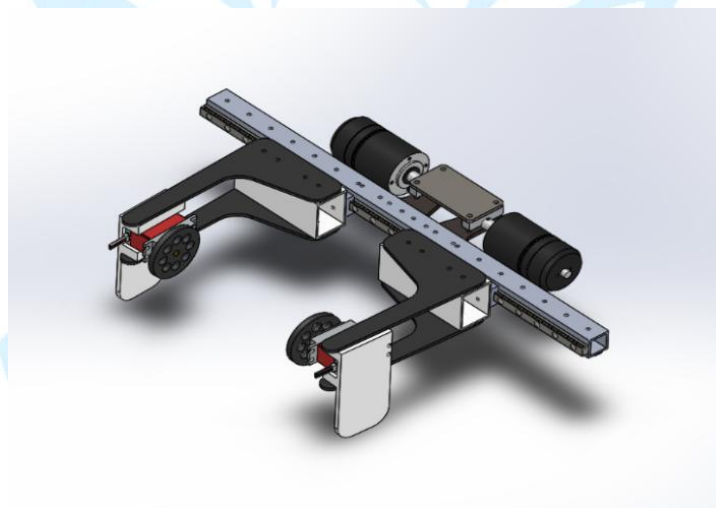


图 3-7 夹取机构设计

1) 为实现矿石换面，我们在夹取机构前端加上了旋转的机构，通过两个舵机的控制，使其能完成该项功能。

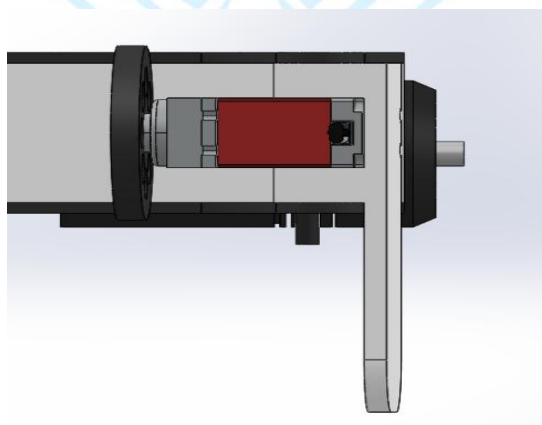


图 3-8 旋转机构设计

2) 对于深槽中的矿石，我们在采矿机构外侧加上了协同二级抬升将矿石挖出的机构。通过该机构，能够排除空接的不稳定性，并能利用等待空中矿石掉落的时间来夹取其他矿石。

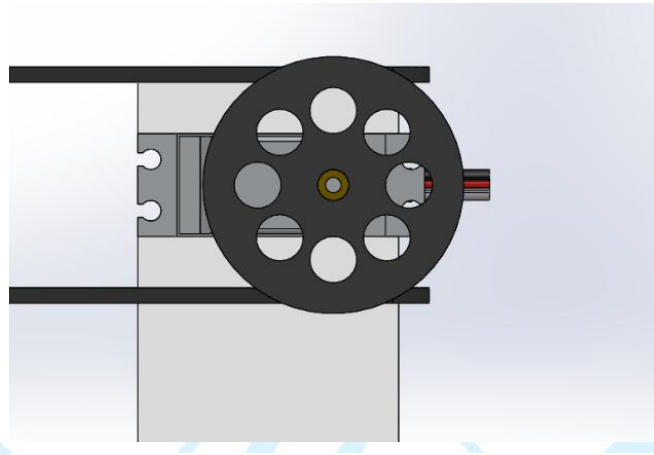


图 3-9 协作结构设计

针对地面矿石设计的连杆部分，对于前文提到的地面矿石夹取，我们初步设计了两种可供选择的方案，并在仿真软件上进行了模拟，能做到只用一个电机驱动对后部取矿机构进行翻转，完成夹取后矿石一步进入矿石槽的任务。

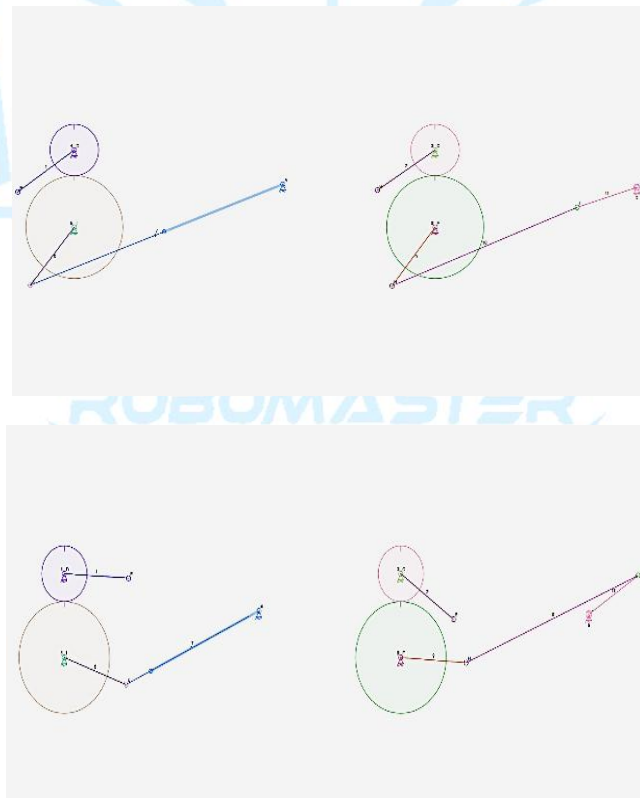


图 3-10 仿真模拟效果图

3.2 硬件方案设计

1) 控制部分

控制部分采用 RoboMaster 开发板 C 型作为控制芯片，实现上位机信号的接收和电机 PWM 控制信号的产生。供电电压为 22.2V，外部晶振频率 12MHz。

2) 供电电路部分

供电电路部分主要包括 TB47 电池、电源管理模块（RoboMaster 中心板）、电调中心板（RoboMaster 电调中心板 2）、变压器。其中 TB47 电池提供 22.2V 稳定电压；Robomaster 中心板提供 1 个 XT60 的电源输入和 1 个 8PIN 电源、CAN 组合输出、4 个 XT30 电源输出、4 个两 PIN 的 CAN 输出；RoboMaster 中心板上连接电调中心板、RoboMaster 开发板 C 型、变压器；RoboMaster 电调中心板 2 上连接导电滑环；变压器连接 miniPC 机。

3) 电机与舵机驱动部分

4 个麦轮电机（M3508 电机）、2 个夹取装置舵机（LX-224HV 舵机）、5 个外部框架电机（M3508 电机）连接在导电滑环上，导电滑环同时接 RoboMaster 开发板 C 型与电调中心板。

4) 传感器部分

传感器部分使用对射式光电开关光电传感器（PR-F51C3PD 光电传感器）与电子式压力传感器（AP-V41A 压力传感器）。两种传感器均连接在 RoboMaster 开发板 C 型上。

5) 识别部分

相机(RealSenseD345I)与 miniPC(JETSON XAVIER NX SUB KIT)通过 USB 连接，miniPC 连接于 RoboMaster 开发板 C 型。

6) 气动控制部分

导电滑环与继电器相连，气泵与电磁阀连接，继电器控制电磁阀从而控制气泵运动。

3.2.1 硬件整体框图

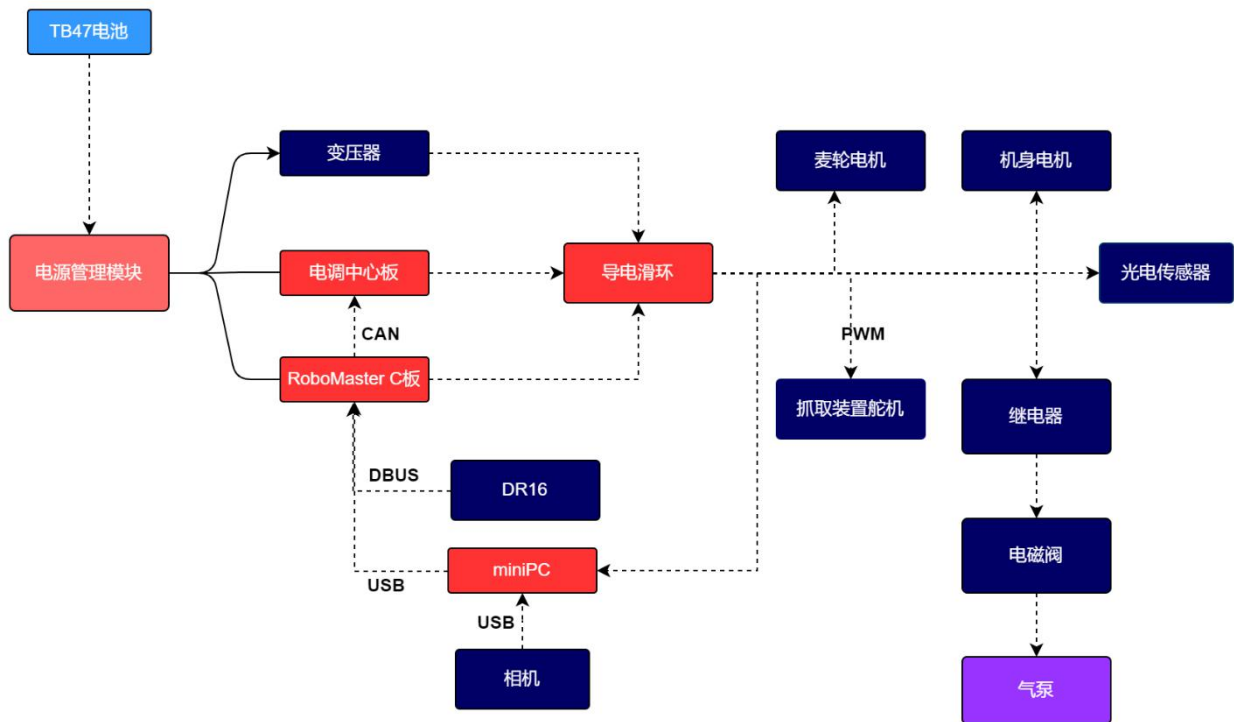


图 3-10 硬件整体框图

3.2.2 单板硬件说明

表 3-2 单板硬件汇总

	设计需求	风险评估
底盘 MCU	<ol style="list-style-type: none"> 1. 与miniPC通信，实现键盘控制 2. 与电调进行通信，控制各个电机转动 3. 与DR16通信，实现遥控器控制。 4. 监测底盘功率 5. 控制夹取装置上的舵机 6. 控制继电器 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 接线多，线路复杂，线路损耗难以发现 2. 运动过程可能遭受冲击损毁，且较难发现
电源管理模块	<ol style="list-style-type: none"> 1. 超功率报警。 2. 充当变压器，提供所需电压 3. 提供多路电源接口。 	工作时温度较高，机身可能受热变形

	设计需求	风险评估
电调中心板	<ol style="list-style-type: none"> 1. 给电调供电。 2. 拓展CAN通信接口。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 供电电流大小不受限制，可能烧坏电调。 2. 需要两个，进一步增大布线难度，线路损耗难以发现。
minipc 机: Xavier NX Sub Kit	指导机器人实现各种功能并与C板上的电机进行数据传输控制电机转动	<ol style="list-style-type: none"> 1. pc机可能散热不够，导致计算性能下降； 2. 工程车可能运动时颠簸严重，使接线处不稳，影响数据传输
Intel RealSense D435i 深度 相机	摄取画面，辅助识别矿石	<ol style="list-style-type: none"> 1. 摄像头可能调焦速率慢，传送画面不清晰； 2. 摄取画面受取矿夹影响不够全局，对矿石识别不够精准

（一）底盘 MCU

大疆官方提供的 C 板(芯片为 stm32f407IGHx)，该 C 板集成了高精度的 IMU 惯性测量单元以及 2 个 CAN 总线通信接口，1 个 USB 接口，多路 PWM 输出引脚，其中 2 个 CAN 总线通信配合官方的电调中心板 2 可以控制 14 个电机，基本满足本次比赛所需电机数量。而 USB 接口很适合完成与 miniPC 进行通信的任务。其中最主要的是提供了多路 PWM 引脚，方便控制多个舵机，以适应本届工程采矿单挑赛的规则变化。

（二）电源管理模块

官方提供的电源管理模块。官方电源模块提供三路通道供电，并且可以检测电流大小，防止过大的电流烧坏元器件。另外，该电源管理模块集成了裁判系统模块所需的 5V、12V 供电以及通信转发功能。这些都是工程机器人所需的必要功能，并且在 RM 论坛中官方有提供答疑以及其他学校的使用经验。

（三）电调中心板

电调中心板采用 RoboMaster 电调中心板 2。该电调中心板提供 7 路 XT30 接口，允许最多七个电调接入，适用于电机需求数量多的场合。同时还提供了 2pin 和 4pin 的 CAN 总线通信顶部接口，适配 C 板的 2pin 和 4pin 通信接口，最多允许 1 个 C 板同时控制 14 个电机。



图 3-11 minipc 机

（四）minipc 机: Xavier NX Sub Kit

Jetson Xavier™ NX SUB 套件能够为基于 Jetson Xavier NX 模块的产品开发全功能、多模式的 AI 应用。JetsonXavierNX 子套件 (P3518*) 包括一个非生产规格的 JetsonXavierNX 模块 (P3518)，连接到一个参考载体板 (A206)。Jetson Xavier NX 由全面的 NVIDIA® JetPack™ SDK 支持，其中包括:完整的 Linux 软件开发环境，包括 NVIDIA 驱动程序带有 Docker 集成的 NVIDIA 容器运行时间 AI、计算机视觉以及多媒体库和 API 开发者工具、文档和示例代码。

（五）Intel RealSense D435i 深度相机



图 3-12 深度相机

D435i 可以看作是 D435 的升级版，和 D435 的区别就在于多了一个 IMU。D435i 和前代规格几乎相当，其特点是不仅提供深度传感器模组，还配备了一个 IMU 单元，即惯性测量单元，采用的博世 BMI055。凭借内置的 IMU 单元，结合视觉数据可实现 6DoF 追踪功能。其中，IMU 将各种线性加速度计和陀螺仪数据结合，可检测 X, Y, Z 三轴的旋转和平移，以及俯仰、横摇等动作。

D435i 具有一对立体红外传感器（IR Stereo Camera）、一个红外激光发射器（IR Projector）和一个彩色相机（RGB 传感器），捕捉最远距离可以达 10 米；而深度距离在 0.1 m~10 m 之间，视场角度为 85 × 58 度；还具有 6DOF 追踪功能（six degree of freedom）的 2000 万像素 RGB 摄像头和 3D 传感器能够以 30 帧/秒的速度提供分辨率高达 1280 × 720，或者以 90 帧/秒的速度提供 848 × 480 的较低分辨率，可在像素级输出具有颜色和深度信息的图像。该摄像头还具有全局快门，可以处理快速移动物体，室内室外皆可操作。

3.2.3 重要传感器选型说明

由于本届比赛有部分矿石空中掉落，且落入深槽中，取出困难，考虑在空中接住矿石。为了尽可能精准迅速地夹取空中的矿石，采用光电传感器和压力传感器。

光电传感器：

- 1.镜反射式光电开关：考虑到赛场的光源，该类光电开关可能无法正确反馈信号，放弃。
- 2.槽式光电开关：U 形结构适配夹子，但只能检测距离小。考虑到比赛中矿石的大小，无法适用，放弃。
- 3.对射式光电开关：在光线被遮断后发出信号，检测距离较远，抗干扰强。且查资料发现，该类传感器在 检测物体不透明时最可靠，故选用该种光电开关。

表 3-3 光电传感器

型号	优点	缺点	选用/不选用理由
镜反射式光电开关	检测距离大	性能取决于检测物体反射能力	矿石反射能力不佳，且考虑到赛场光源影响。 不选用
槽式光电开关	可检测高速变化 可辨析透明物体	1. 检测距离小 2. 结构不分离， 不便安装于夹取装置上	检测距离小，而比赛矿石较大。辨析透明物体的优先在比赛中无用。 不选用
对射式光电开关	结构分离，便于安装 抗干扰强	装置消耗高	结构适合安装在夹取装置上。抗干扰能力强，适应赛场环境。 选用

3.3 软件方案设计

3.3.1 算法组

minipc 机: JETSON XAVIER NX SUB KIT 其实就是每台机器人的“大脑”，指导机器人动起来和怎么动并与 C 板上的电机进行数据传输控制电机转动。编写的代码最终就是通过 minipc 机这台小电脑来指导机器人实现各种功能。调试代码时将显示屏，鼠标，键盘三件套连接工程车上的小电脑，然后调试工程车。在这个“大脑”里用到的软件如下：

1. OS 操作系统

Ubuntu 作为 Linux 系统的一面旗帜，相比于大多数发行版，美观易用，它可以更轻松地获取，配置和使用几乎所有其他平台语言的工具；加之继承了 Unix 的理念，每个部分都对自己的小责任范围负责，而且可以优选地通过文本串进行数据传输和通信；作为开源系统，我们完全能够自己更改软件源码内参以达到任务的需求；另外，在强大的社区支持下，群众的智慧使得其发展更快，遇到的问题可在社区同他人讨论，我们的代码也可开源供他人学习和纠正。

在 Ubuntu 系统环境下编写运行 shell 程序自启动脚本，使得机器每次开机或者程序中途退出的情况就能自动运行程序。在后期调车时经常迭代代码，就可用 linux 强大的文件管理系统对代码进行版本管理，以便能够找到各个阶段写的代码。同时用在 Ubuntu 上的良好支持的 Ros 平台管理工程车各节点功能之间的数据传输和通信机制及协议。

2. Ros 平台

作为用于编写机器人软件程序的一种具有高度灵活性的软件架构，它包含了大量工具软件、库代码和约定协议，以简化跨机器人平台创建复杂、鲁棒的机器人等过程的难度与复杂度。它集合着通讯机制、工具软件包、机器人高层技能以及机器人生态系统。

用其强大的工具包可以辅助我们编写对机器操控的程序，控制机器各节点的功能，传输各程序输出的结果并相互联系；我们可以用到 ros 里面的 RViz 机器人可视化工具以及基于 qt 开发的可视化工具 rqt，利用其扩展性好、灵活易用、跨平台等特点将各节点功能可视化以便于理清各功能包的之间的联系，可以极大的方便监控和调试等操作；还可用到 rosbag 来记录和回放 Ros 主题的工具，以避免消息的反序列化和重新排序并提高性能，加之 rosbag

package 提供的命令行工具和代码 API，可以用 C++ 或者 python 来编写稳定的具有向后兼容的功能包。

除此之外，它还可以提供类似传统操作系统的硬件抽象、底层设备控制、常用功能实现、进程间消息传递和程序包管理等诸多功能。连接深度相机所摄取画面对矿石的位置、偏转角度、条形码相对位置等相关信息识别，并将此数据信息分别传输给相应的电机对矿石进行摆置操作，为操作手对机器的控制带来极大的便利。

3 Gazebo 物理仿真平台

作为一款功能强大的三维物理仿真平台，具备强大的物理引擎、高质量的图形渲染、方便的编程与图形接口，并具有开源免费的特性。Gazebo 中的机器人模型需要在模型中加入机器人和周围环境的物理属性，例如质量、摩擦系数、弹性参数等。机器人的传感器信息也可以通过插件的形式加入仿真环境，以可视化的方式进行显示。

我们可以用其所具有的动力学仿真、三维可视化环境、传感器仿真、可拓展插件及多种机器人模型等特点模拟仿真出工程车夹取矿石的场景，可通过设置参数测试 Ros 下各节点功能是否成功运行以及数据是否传输成功、数据接口协议是否存在不兼容性，以此对代码进行调试和简化；还可将实际场景中的各种不可预测的情况同时附加给仿真场景，测试代码的稳定性，调试可控的代码，为真实比赛中可能出现的情况做预测性准备。

3.3.2 电控组

电控组的软件环境为 keil5 和 CubeMx, 以下为软件一些软件功能介绍

- 遥控器和键盘控制工程机器人移动。

主控板接受遥控器发出的数据后，发出控制底盘任务的指令，即主控板通过 Can 通信控制底盘电机的运动，从而控制麦克纳姆轮运动；键盘发出指令到主控板，命令主控板发出控制相应任务的命令，可以实现如一键夹取，一键兑换等功能。

- 自动自检设备是否在线

自动自检设备是否在线的功能通过创建自检任务实现，在设备不在线时，蜂鸣器会发出警报，同时不同的设备会发出不同次数的警报。

- 根据摄像头数据实现对矿石的自动对位

摄像机将图像传感器所接受到的光学图像转化为计算机所能处理的电信号传送给专用的图像处理系统，图像处理系统对这些信号进行运算来抽取特征，如尺寸、角度、偏移量等。上位机实时获得检测结果后，指挥运动系统执行相应的控制动作。

● 与 PC 机进行通信

PC 机与主控板间通过 usb 相连实现串口通信，即主控板可将接收的串行数据流转换为并行的数据字符供给 CPU，也可将接收来自 CPU 的并行数据字符转换为连续的串行数据流发送给 PC 机。

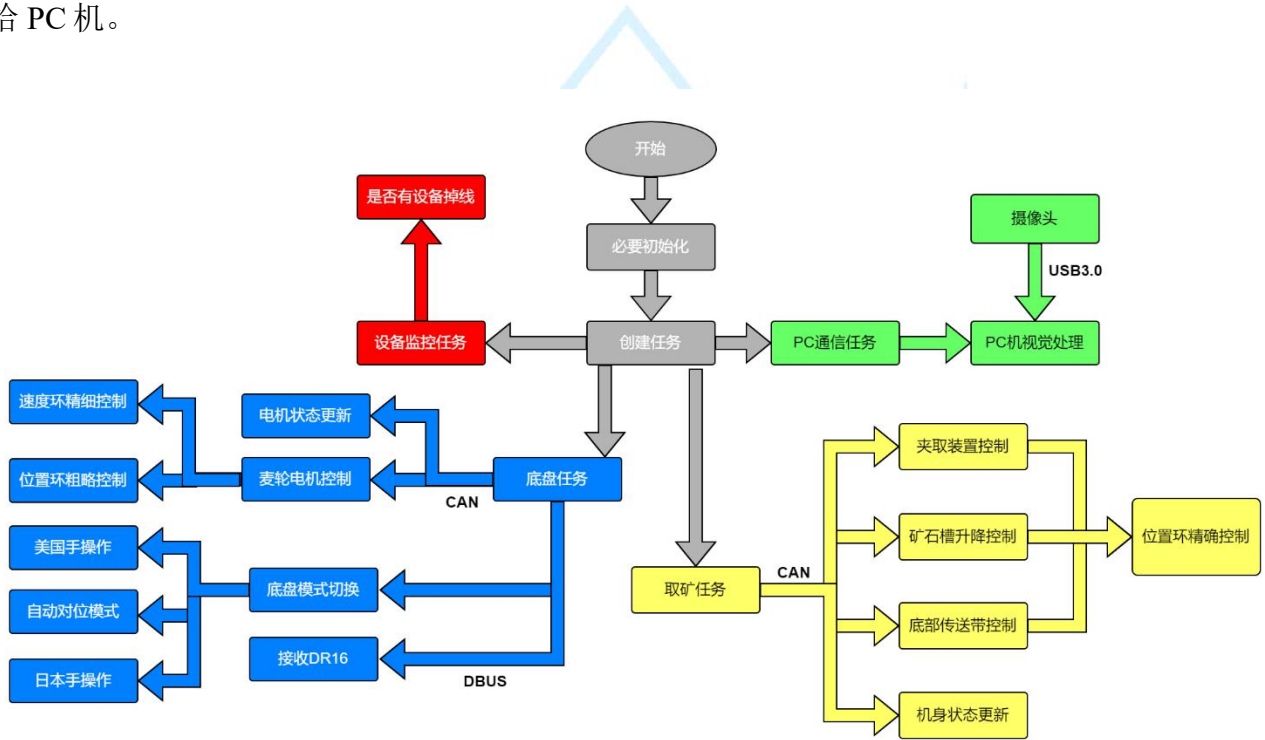


图 3-13 软件系统构架图

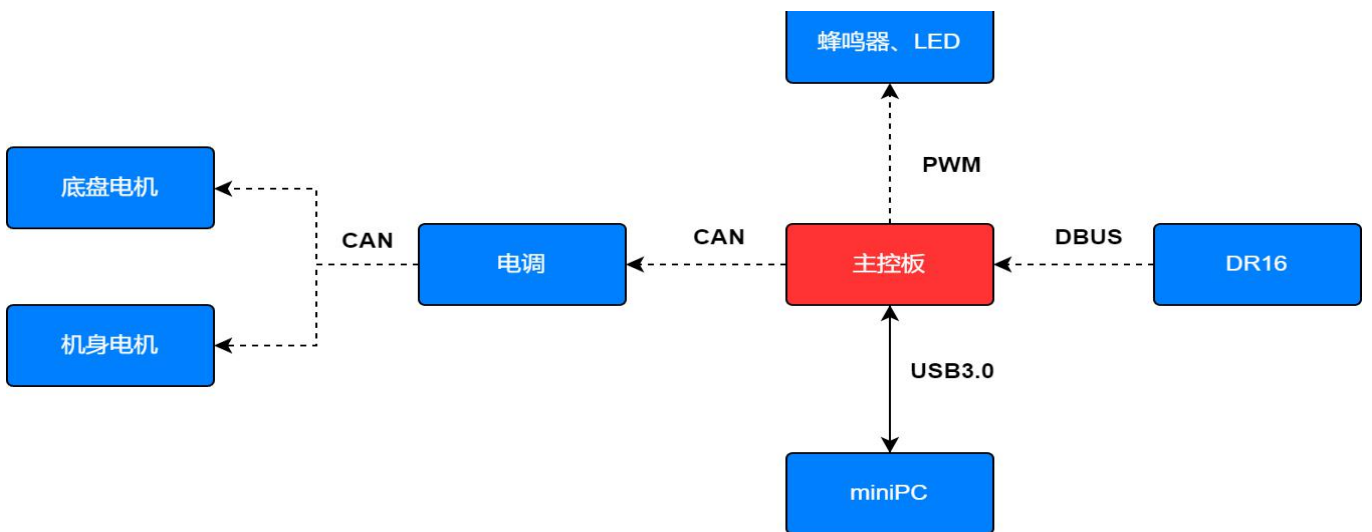


图 3-14 软件数据流图

3.4 算法方案设计

1. 识别定位矿石：

用取矿夹爪上方安置的 D435i 深度相机定位矿石：

1. 利用 D435i 深度相机的深度信息进行图像的分割，去除背景的干扰信息
2. 利用 HSV 色彩空间分离矿石的颜色
3. 利用深度相机的深度信息及相机内参定位矿石

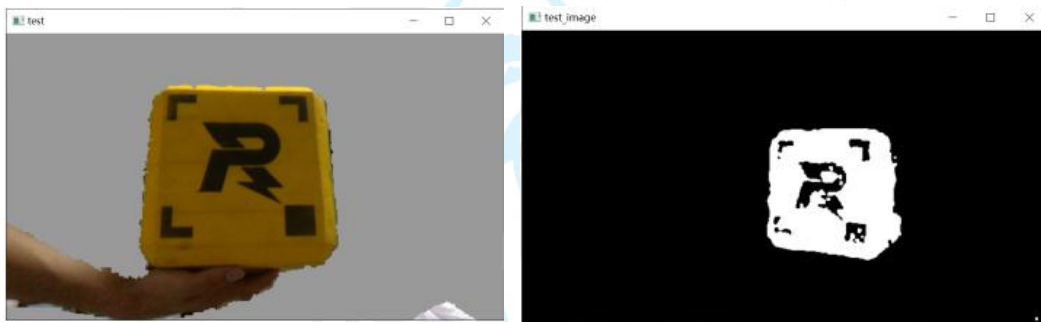


图 3-15 去除干扰信息效果图

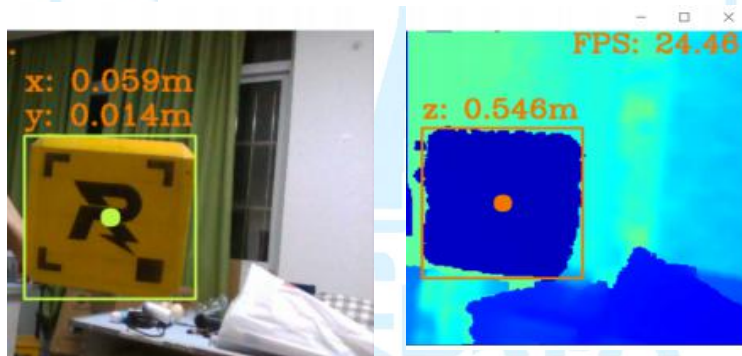


图 3-16 识别效果

2. 空落矿石定位：

矿石将于资源岛机械爪上的状态指示灯熄灭瞬间开始下落，通过视频提取的多帧图像计算矿石下落加速度, 计算矿石中线从白灯熄灭到达取矿夹爪所在高度的时间，并计算两夹子中心与矿石中心的水平距离，在操作手的屏幕上绘制指示线以辅助操作手控制工程车到矿石正下方附近，增加空接成功机率。

3. 精准夹取矿石：

利用辅助对位方案，通过 PD 控制器模拟指向矿石的磁力，并将结果叠加在操作手的速度指令之上，实现矿石的辅助对位，操作手在矿石附近时会感受到一股指向矿石的等效牵引力，快速的让夹子精确对准矿石。

模拟磁力的辅助对位方案不会增加操作手的按键负担，不需要刻意地启动或者停止，能够在操作手几乎无感的情况保证机器于矿石是完全对齐的状态。

4.矿石角度偏置：

当因种种原因被夹取的矿石倾斜角度较大时，在正方体矿石大小已知情况下，通过平面坐标变换及绘制多条辅助线计算被夹取矿石中心线相对夹子所在水平面偏离的角度，配合电机判断夹子应旋转多少度使矿石的前面正对于前置摄像头，以减少矿石因为偏执角度过大而在翻转过程中掉落的可能性，并以此减少矿石在兑换时条形码偏离过多而浪费的时间。

5.条形码相对位置：

矿石的四个侧面均有大写字母‘R’且字母朝向相同，而条形码的对位一面为空白，通过深度相机的深度信息判定无字母的一面，并通过其他面字母朝向计算将空白面转置到正向上的角度，与电机配合使矿石转至储矿箱内时条形码一面正向上。

在兑换矿石时，为使矿石正处于矿石兑换区内，通过计算夹子前置中心点到兑换区中心的距离，在操作手的屏幕上绘制指示线辅助操作手将工程车移动到指定位置，减少因矿石偏离兑换区过多而兑换失败的可能。

3.5 测试方案设计

3.5.1 机械测试方案

1. 具体测试方案

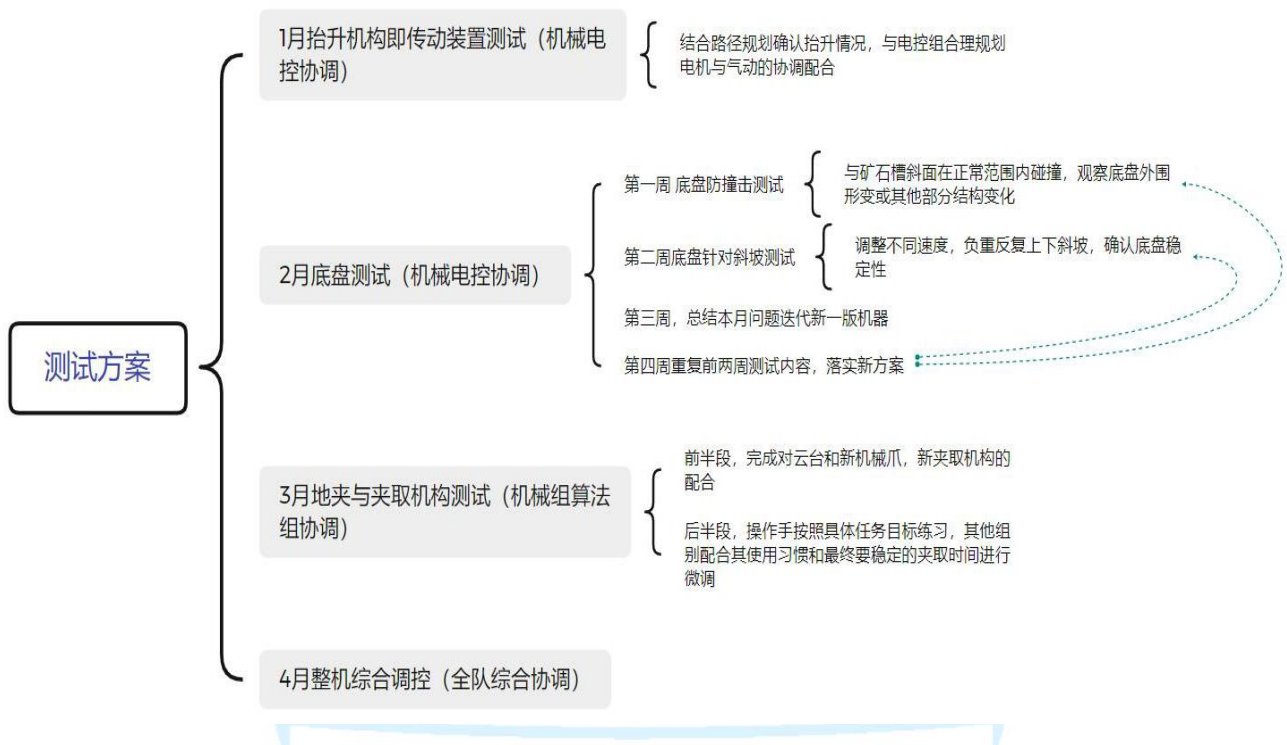


图 3-18 具体方案测试

2. 量化任务

为了使测试方案能够有更好的效果, 我们采用目标驱动的形式, 设定标准量化的测试目标来对机器进行能力的测试。

表 3-5 量化任务表格

任务	方案
在稳定的前提下保证底盘的速度	机器从出发至到达地面矿石处且完成对位时间稳定在 7~10 秒
	机器从地面矿石处到达资源岛前时间稳定在 3~4 秒
	机器从资源岛到达兑换站前且完成对位时间稳定在 4~5 秒

任务	方案
保证每个矿石的夹取的速度	夹取地面矿石的时间稳定在 4~5 秒
保证每个矿石的夹取的速度	夹取深埋的矿石时间稳定在 5~6 秒
保证每个矿石的夹取的速度	夹取正常姿态矿石时间稳定在 2~3 秒
保证每个矿石的夹取的速度	拨正及夹取倾斜矿石的时间稳定在 5~7 秒
保证兑换矿石的速度	兑换每一个矿石的时间稳定在 2~3 秒
保证夹取矿石的稳定性	每夹取 50 次，出现矿石掉落的情况不得超过 2 次，且正常姿态的矿石不得出现掉落情况

3.5.2 算法测试环境

1. 仿真测试:

在 Ros 平台通过设置各个相关参数对机器人建模 (URDF)、创建仿真环境 (Gazebo)以及感知环境 (Rviz)来模拟工程车、资源岛、兑换站等真实场景。并设置多种可能存在情况以预测真实比赛中可能出现的情况，如空落矿石因释放时机械爪受力不均导致矿石偏执程度过大、取矿夹爪未能成功空接矿石导致矿石落至更深的凹槽、斜置矿石因取矿夹爪偏斜过多或发力不对称导致矿石未能成功被夹稳、兑换矿石时因取矿夹爪偏转过多导致矿石条形码不能正确处于兑换区内等等，通过仿真测试环境的模拟，及时修改代码相关参数或增加一些图像处理操作使图像识别更稳定，处理更多微小细节为真实场地测试做好充足准备。

2. 实际场地测试:

用泡沫塑料木板等搭建真实模拟赛场，尽力还原真实场景，操作手通过裁判系统屏幕视角控制工程车移动及控制取矿夹爪对矿石进行夹取翻转等操作，验证仿真测试下各种情况中视觉辅助系统是否起到作用，是否与电机控制出现不兼容等情况，判定操作手视角下的辅助线是否能够跟随矿石转动而及时变化，从而优化算法、简化参数传递、降低代码时间空间复杂度，加快图像信息处理，让操作手的操作更加顺畅。

4. 项目进度计划

团队整体进度安排计划是战队成员共同商讨出来的每一个时间点的大致完成度，各个组别的成员会据此作出自己组别的时间点任务安排，日后可能会有细微调整，但不会拖慢整体任务进度，各个组别之间也会相互沟通，保证自己组别的步伐和其他组别平齐。

在备赛过程中，前半周期主要重心压在机械组成员的身上，因此其他组别成员主要是学习相关知识，复盘回顾之前赛事值得学习的地方，做好日后技术能力储备。而到后期，机械组成员主要为辅助其他组别成员。

表 4-1 团队整体进度安排

时间	具体安排
2021. 10. 15-2021. 12. 10	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解规则内各个组别进行初步的进程安排 2. 物资购买 3. 场地设置
2021. 12. 10-2022. 01. 10	<ol style="list-style-type: none"> 1. 赛季规划 2. 复盘之前的资料，学习新的内容 3. 机械设计 4. 裁判系统测评
2022. 01. 10-2022. 02. 01	<ol style="list-style-type: none"> 1. 算法电控继续学习 2. 机械设计进行改进或出第二版车
2022. 02. 01-2022. 03. 20	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整车调试 2. 结构改进或第三版车设计 3. 准备完成形态考核
备赛	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不做大改动优化调整 2. 进行测试，做一些备案防止突发情况

表 4-2 算法组时间安排

时间	日程安排
2021. 10. 5—2021. 11. 15	Ubuntu 系统，Python，C++，OpenCV 的学习

时间	日程安排
2021. 11. 15---2021. 11. 23	根据赛季规则对机器人算法组需求进行详细需求分析讨论，完善任务规划。
2021. 11. 23---2021. 12. 13	进行 ROS 相关学习，完成赛季规划
2021. 12. 13---2021. 1. 21	完成初步矿石识别跟踪，并配合电控组进行实战模拟，不断完善第一版代码，准备线上评审。
2021. 1. 21---2021. 1. 30	对于第一版代码进行缺陷分析，确定优化方向，进一步修改计划
2021. 2. 7---2021. 3. 28	优化完善代码，改进算法，降低延迟，尝试使用机械学习和深度学习扩展
2021. 3. 8---2021. 4. 4	调试代码确保正常运行

表 4-3 电控组时间安排

时间	日程安排
2021. 10. 04--2021. 12. 07	了解比赛大致流程，需要电控控制的大致过程，电控组内进行分工
2021. 12. 08--2022. 01. 07	学习各自所分工到的 stm32 相关知识，和机械组敲定部分控制结构（如气动或是电动）
2022. 01. 08--2022. 01. 21	组内成员分别进行了底盘，同步带，升降，电动推杆代码的书写
2022. 01. 22--2022. 01. 30	所有队员都开始调底盘，进行底盘连线
2022. 02. 09--2022. 02. 21	学习并使用 CAN 控制底盘电机
2022. 02. 22--2022. 03. 08	学习麦克纳姆轮的结构，电机速度环控制，底盘运动学的正运动过程
2022. 03. 09--2022. 03. 20	学习并完成和算法组的串口通信的接口，以实现 c 板与妙算的通信，来完成自动对位抓取矿石
2022. 03. 21--2022. 03. 31	完成一键夹取，一键兑换，以及根据实际方案编写相适应的程序

5. 赛季人力安排

5.1 队伍架构

5.1.1 整体架构

表 5-1 人力安排整体框架

职位	分类	角色	队伍成员	职责职能描述	
	指导老师		程磊	团队建设、技术支持等提供咨询和建议	
	顾问		李响	负责对队伍发展、管理运营、技术等方面进行一定的指导。	
			谢宗泉		
正式队员	管理层	队长	周祺	统领全队，拥有队伍各项事务的第一话语权，负责全队参赛、技术问题。	
		项目管理	匡婉渝	负责队伍建设、进度安排、人员管理、参赛相关一切队内大小事务的管理。负责团队整体进度的安排梳理，协调团队内资金、物资、人力等资源。	
	技术执行	机械	韩茂莛	1. 机器人所有机械结构的目标制定。 2. 机械方案的总规划和审核。 3. 机械相关技术文档的汇总。	
		机械	余逸凡		
		机械	陈超轶		
		电控	陈修齐		1. 审核管理电控技术文件 2. 配合机械与视觉方面，设计控制方案 3. 调试使用底盘电机与各类外设
		视觉算法	兰自豪		负责机器人感知相关算法规划与调试改进
		视觉算法	郝柯然		

5.1.2 招募队员方向及队员发展流程

崇实战队面向武汉科技大学信息科学与工程学院/人工智能学院招生，其本科生专业大类为自动化专业，会分流成为自动化、电子信息工程、电气工程及其自动化、电子科学与技术等。

队员发展流程如下，在队伍宣讲演讲之后，有兴趣的同学在通过面试后，可以参加团队的培训。最初各个组别的成员会分别介绍各自组别的具体事物，以及需要完成的一些基本目标，让新人对整个组织结构有一个大概的了解，选择自己所想要主力学习的方向进行深入发展。后续各个组别开展一系列的培训课程，并设立小课题和大作业，检验他们的学习成果，如若通过培训时间段，则可以成为梯度队员，有机会参与到备赛过程中，拥有更多的实际操作机会。如下图流程：

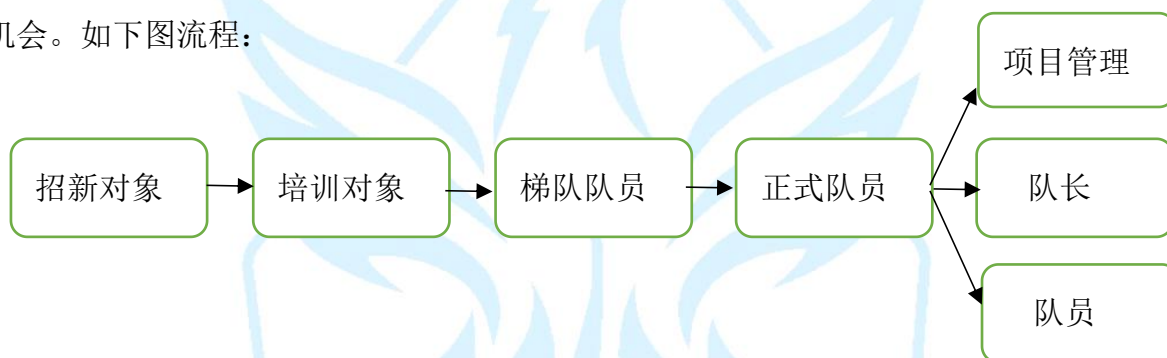


图 5-1 崇实战队成员发展流程

招募队员原则：

- (1) 自觉遵守团队规则，执行团队决议；
- (2) 维护团队的利益，不得对外人和组织泄露团队商业秘密；
- (3) 加强团队合作意识，共同提高，共同进步。不搞个人主义，不拉帮结派。

招收条件：

1.机械组：

- (1) 对三维建模软件、机械运动仿真分析有了一定了解的同学优先；
- (2) 学习常见的机械结构和传动方式、具有良好的机电一体化意识。

2.电控组：

- (1) 熟悉电路设计基本原则，负责硬件方案的制定，学习了解 Altium Designer 软件绘制 PCB 及原理图；

(2) 熟悉 Stm32 单片机架构，了解其相关的寄存器的使用以及实时操作系统，负责调试使用底盘电机与各类外设。

3.算法组:

本组分为视觉开发、导航规划、智能决策三个主要方向，需要具有一定的 C++ 或者 Python 编程基础，并具有良好的编程习惯。（视觉开发组别的成员需要掌握基础的图像处理知识，了解和使用过 OpenCV、深度学习目标检测的优先。）

4.运营组:

运营组仅需要具备少量的技术能力，入队后主要工作为根据赛程设计团队整体进度，大致了解机器人整体框架即可，以及一些团队运营的工作，涉及宣传、招商、物资采集、文案视频设计制作等。

5.2 团队氛围建设以及队伍传承规划

5.2.1 团队氛围建设

队内成员的专业主要为机器人工程、自动化，平日课业任务相较于其他专业较重。若由于工作压力较大或者不能平衡课业学习时间和工作时间，又或者因为校内其他活动或者其他赛事需要占据一定时间，导致队员压力较大，可能较为困难地找到自己在队伍中的定位，没有归属感。若没有一定的氛围建设，会导致成员边缘化，战队内部拖沓松散，没有凝聚力。因此，有意识的团队建设工作也是至关重要的，以下为我们战队的一些氛围建设活动以及方法：

(1) 团队例会

战队在每周会召开线下例会（目前制定为每周周一晚上，若有特殊情况会提前通知）。线下例会内容一方面为每位成员对自己这一周的工作情况进行总结与分享，并且自己对自己下一周的学习目标进行一个简单的规划；一方面针对近期的设计方案进行修改讨论。每周例会的设置不但能够使成员清楚自己现在的进度，合理安排自己的整体进度，而且可以明确自己目前所缺少的问题是什么，及时进行调整。每一次的例会都有会议记录可方便缺勤的同学查阅会议内容。

(2) 各个任务组的联系

要求各个任务组根据自己组别情况制定组内的通信规范。但所有组别的大前提为，备赛紧张阶段至少要每 6h 注意一次手机消息，不得出现超过 12h 失联的情况。若出现失联情况将会作为团队绩效考核的指标。此项措施，一是可以防止出现问题找不到相关负责人从而导致整体进度延后的情况，同时也可以让每一位队员清楚自己身上所担负的责任与义务，明白自己对于整个团队的重要性

（3）体育活动

通过利用课余时间，战队成员可以选择去跑步、打羽毛球、打网球等体育活动。使战队成员在紧张的备赛过程得到一定的放松，身体也得到一定锻炼，保证自己的身体健康，能够以更加饱满的精神投入到整个赛事的准备工作当中去。同时，战队成员们可以更加熟悉了解彼此，增强团队的凝聚力，为今后各项工作的顺利开展打下基础。

（4）团队建设

每当有节假日来临，或者团队解决了一个阶段难以处理的难题，大家常常会选择一起聚餐或者自己买食材回来自己准备庆祝餐。当然我们也会控制次数，保证每个月不会过度放松导致整体任务进度有所拖延，清楚什么才是首要任务。大家聚在一起的时候，也有成员会进行一些有趣的表演或者分享最近有趣的事情，一个人的快乐分享出来就是加倍快乐。

（5）与其他协会的交流

由于团队既需要在学校获得进一步的影响力，被更多的老师以及同学们认识和认可，我们也会选择和校内一些其他的社团、组织交流学习。比如校内的机器人协会、新媒体中心等，友队之前则可通过适当的联谊、友谊赛等进行交流。同时，战队对于下一届的队员选拔也可以通过其他协会选拔和挑选积极性高的同学纳入预备队考核，可以进一步增强预备队的生命力和活力，形成追帮赶超的良好氛围。由协会组织的素质拓展邀请校队成员参与，进一步加大校队与协会或其他社团对 RoboMaster 比赛感兴趣的同学的联系，对待优秀的生源进行单线发展，争取早日入队，成为队内发光的新星力量。

5.2.2 队伍传承

（1）技术传承

目前队内已经建立较为完整的传承体系，各组通过 GitHub、百度网盘、硬盘、QQ 群文件储存资料，进行一定的分类，便于查找取阅，各阶段报告会及时整合上传，除了队内成员

会对外开源自己的技术文件，也会时刻关注外部开源资料，共享知识资源，为以后每一届队员交替工作、队员技术传承打好基础。每完成各阶段工作，及时做好总结，记录经验，让每一届负责人引以为戒，有老队员的经验加成，能够更好地完善工作。

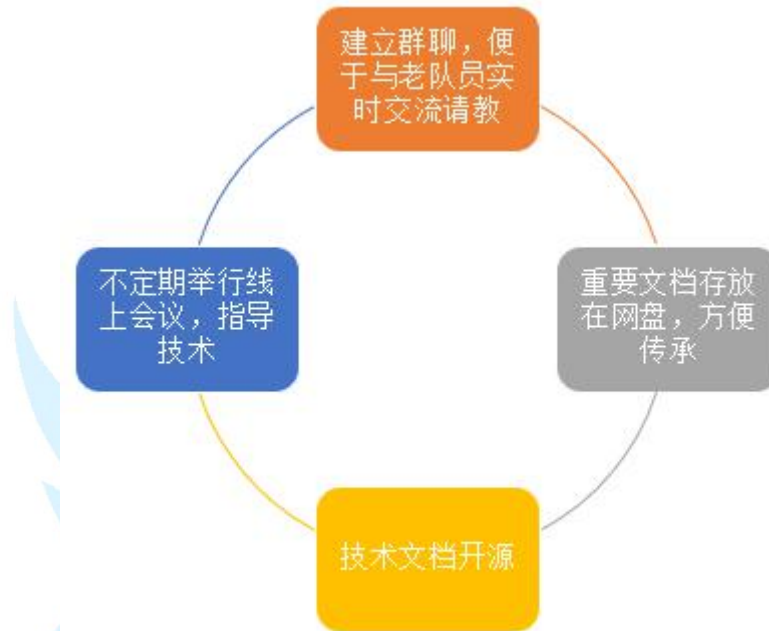


图 5-3 技术传承方式

(2) 精神传承

崇实战队一直秉持“厚德博学，崇实去浮”的理念，不断学习、不断提升自我、坚持初心，扩大队伍后备力量，培养更多的技术人才，坚持“团结、高效、务实、创新”，致力于传承和发扬战队文化。



图 5-4 崇实战队交流群聊

6. 基础建设

6.1 可用资源

表 6-1 崇实战队可用资源整理

物件	来源	数额	单位	初步使用计划
五金工具箱	往届遗留	1	箱	器件修补与护理
电动手钻	往届遗留	1	个	钻孔
热熔枪及胶棒	往届遗留	1	套	固定和修复
威鑫视 WX6058 摄像头	往届遗留	1	个	视觉
热风枪	往届遗留	1	个	焊接
电烙铁	往届遗留	1	个	焊接
团队文创产品	往届遗留	3	套	宣传
万用表	往届遗留	2	个	测试与维修
DELL 显示屏	学院赞助	2	台	显示
地胶	学院赞助	20	米	场地搭建
白板	学院赞助	2	个	学习交流
直流电源	学院赞助	4	台	供电测试
3D 打印机	已购	1	台	3D 打印
清洗固化一体机	已购	1	台	清洗固化 3D 打印器件
气钉枪	已购	1	台	场地搭建

RM 崇实战队资金 90%来源于学院。目前团队正在争取校外各公司项目赞助，其次，团队资金还来源于 RoboMaster 比赛的奖金、队员参加“大学生创新创业项目”的资金支持和其他各类比赛所获得的奖金

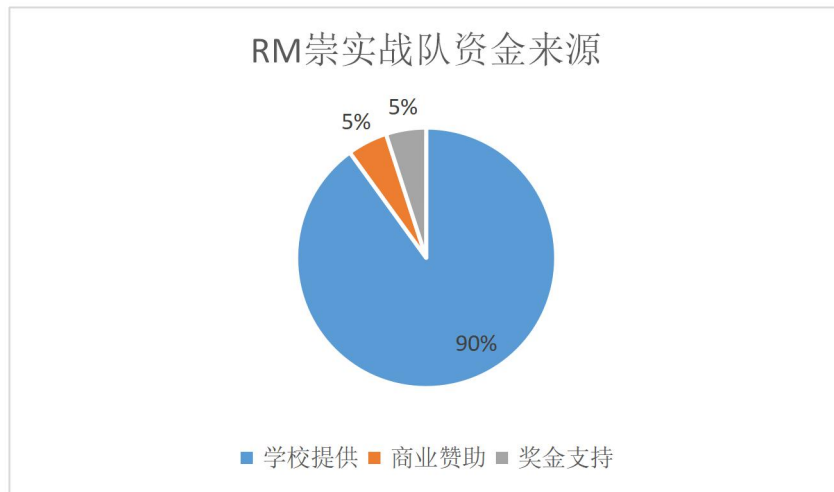


图 6- 1 RM 崇实战队资金来源

6.2 工具使用规划

合理的使用协作工具能够显著提高团队的工作效率，让项目稳定的进展。我们将协作工具划分为以下三类

表 6-2 RM 崇实战队协同工具划分表

项目类别	协同工具	使用理由
代码	GitHub、Gitee	GitHub 是一个面向开源及私有软件项目的托管平台，可以很方便的管理代码的版本，修复代码的问题。Gitee 与 GitHub 类似，方便在国内访问
图纸	QQ	借助 QQ 群共享零件的图纸，同时有群视频通话，方便随时随地展示图纸，共同讨论相关问题。
文档	飞书	飞书支持多人在线协同编辑，内容实时同步，能够让队员随时随地一起编写文档。

电控组及算法组的代码将会托管在 Gitee 上进行版本迭代，大致流程如下图：

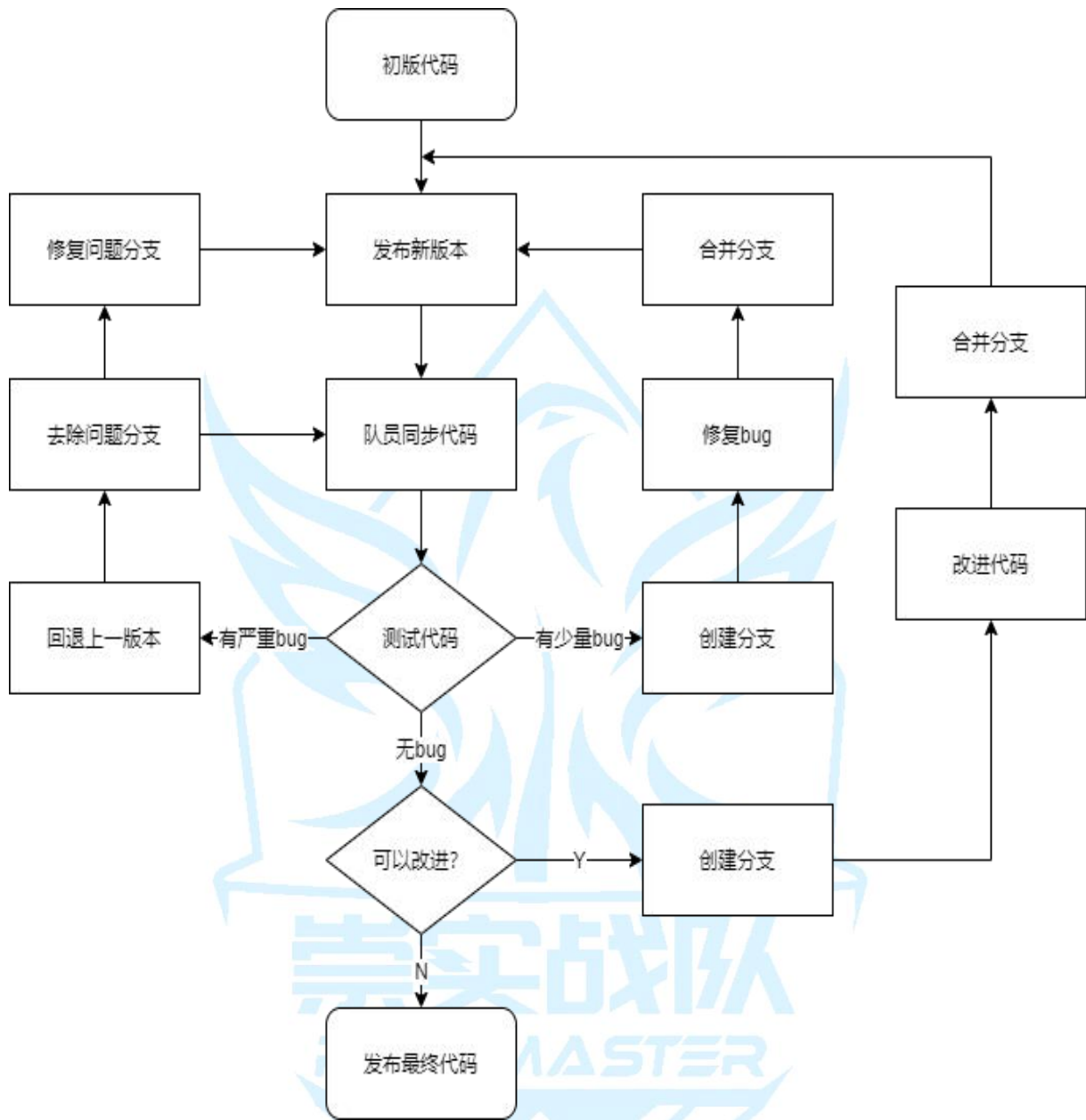


图 6-2 代码版本迭代流程图

机械组队员图纸协同共享流程如下图所示：团队成员借助 QQ 群汇总零件，通过 QQ 进行屏幕操控或者通过腾讯视频开展线上会议。

战队队员文档协同共享流程图如下图所示：队员借助腾讯文档支持多人在线协同编辑，内容实时同步功能，能够让队员随时随地协同完成项目进度。

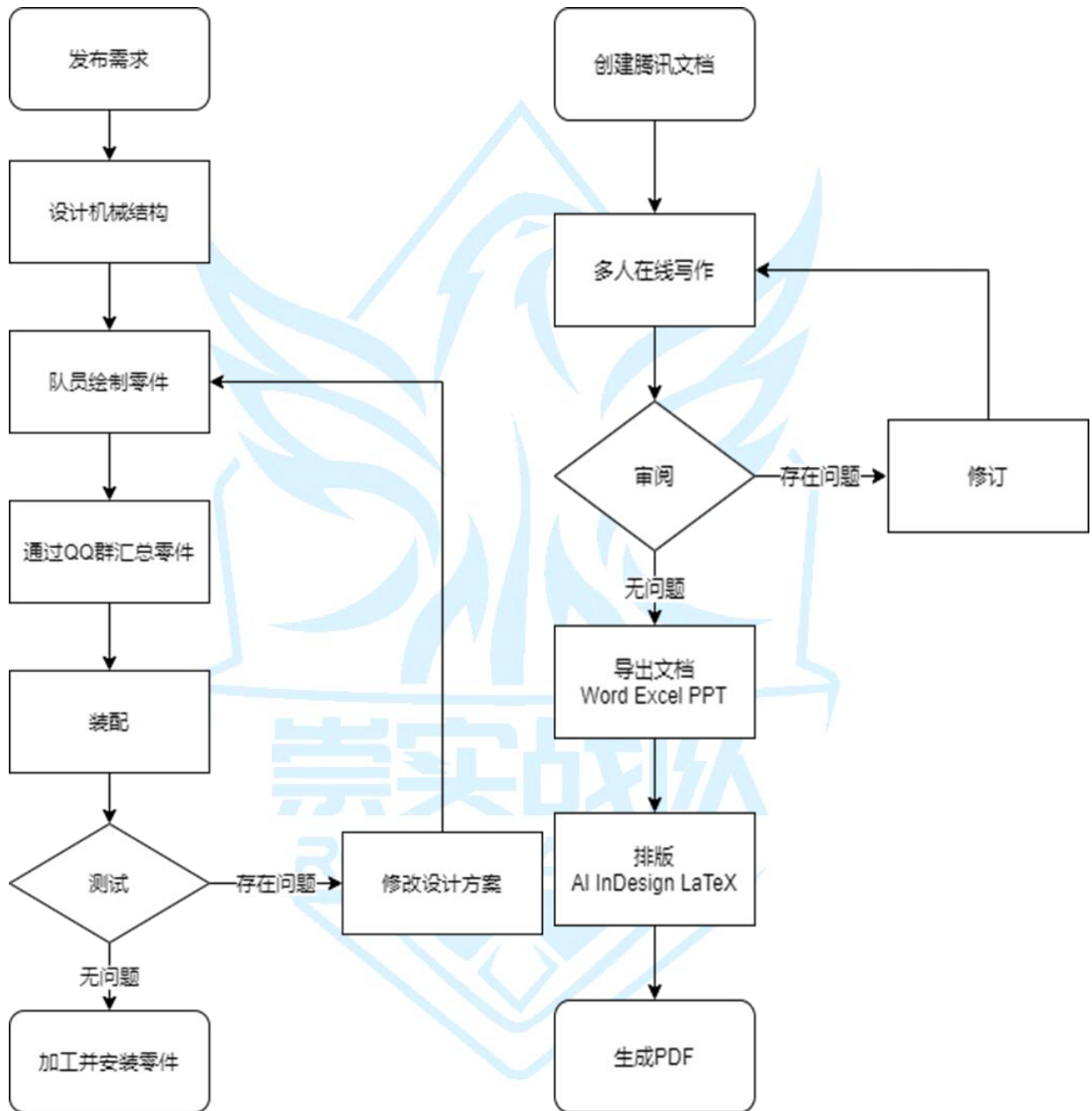


图 6- 3 文档协同方式流程

7. 预算分析

武汉科技大学崇实战队对于资金财务管理所遵守的原则是“节俭、透明”。在研发方案大致确定之后，团队会对上一赛季结束之后的物资进行一个物资清理总结，确定还有多少物资是这一赛季仍然可以用的，然后机械组、电控组、算法组和运营组就各自组别需求做出大概预算，进行记录。若在备赛过程中有改动，则需要立即告知项目管理，进行修正添加说明，并在改正之后进行公示。

7.1 预算估计

各个组别初步计划购买需求，并在最高价格可接受范围内进行调整。其中实验室管理包括场地模拟、日常设备的维护等，如下表：

表 7-1 崇实战队整体预算表

组别	预计总额	类别	预计金额
算法	5200	摄像头	200
		Minipc 机	5000
机械	6655	套装工具	500
		RoboMaster 官方物资	1200
		螺丝	100
		打印耗材	200
		线材	900
		铝材	1400
		导轨及滑轨	355
		其他	2000

组别	预计总额	类别	预计金额
电控	5550	其他 RoboMaster 官方物资	800
		开发板	1400
		锂电池	350
		电调电调及其相关物件	2500
		其他	500
运营	8300	宣传	300
		差旅	8000
其他	5000	实验室管理	5000

7.2 资金筹措计划

表 7-2 资金筹措计划

来源项	预计金额	筹措思路
学校赞助经费	20000	<ol style="list-style-type: none"> 校内宣传，提高战队知名度从而获得学校的认可 与相关老师进行沟通 做好战队本赛季的规划以及发展需求，供校方作为参照进行资金安排
招商赞助经费	10000	<ol style="list-style-type: none"> 招商负责人寻找合适赞助方 询问采购中遇到的合适商家

7.3 资金管理

整个团队的资金由项目管理负责人负责，当队内有支出需求，需提交需求清单，经过战队队长和项目管理负责人同意之后方可采购。同时，需要做好相关记录，每月进行一次账单公示，保证资金流动的透明性。

8. 技术方案分析参考文档

参考文献	技术方向	收获点分析
GitHub - chinaheyu/wust_engineer_robot_ws: ROS code for RoboMaster University Technical Challenge	算法	通过 PD 控制器模拟指向矿石的磁力精准夹取矿石
(70 条消息) Opencv 对视频进行运动物体的提取_myclass1312 的博客-CSDN 博客_opencv 运动物体检测	算法	对视频中运动物体的提取定位
RM 视觉组培训视频_哔哩哔哩_bilibili	算法	对 RM 视觉所需了解知识有了了解，确定学习方向
HITCRT 视觉组竞培营 2021 线上录屏合集_哔哩哔哩_bilibili	算法	坐标变换与相机模型的使用
(70 条消息) RoboMaster ICRA&自动步兵--ROS 仿真学习_藏原走的的博客-CSDN 博客_robomaster 步兵机器人	算法	Ros 仿真结合实例的学习，掌握仿真核心
https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12312	机械	为夹取地表矿石提供了良好的思路
传感器基础知识 - 光电传感器 - 知乎 (zhihu.com)	电控	光电传感器选型导引
RM2020-山东科技大学-SmartRobot战队-电控开源-哨兵2019【RoboMaster 论坛-科技宅天堂】	电控	矩阵的数据结构卡尔曼滤波代码实现
https://github.com/scutrobotlab/RM2021_Hero.git	电控	电控软件架构



邮箱: 1098930606@qq.com

武汉科技大学RoboMaster崇实战队

地址: 湖北省武汉市青山区和平大道947号武汉科技大学信息科学与工程学院