

V1.0

Design of the robot structure and
mechanical parts (1/100), 3D
modeling and assembly drawing of the
robot.

R
机甲大师
ROBOMASTER

Exclusively developed for the RoboMaster
Robotics Competition (RC) series competition,
the RoboMaster RC Series Speed Parameter
has a 200% increase in the robot's speed
compared to the previous version.

RoboMaster Series Competition Series
RoboMaster Series Competition Series
RoboMaster Series Competition Series

RoboMaster Series Competition Series
RoboMaster Series Competition Series
RoboMaster Series Competition Series

第二十一届全国大学生机器人大赛
ROBOMASTER 2022
西北工业大学WMI战队高校单项赛

赛季规划

目录

1. 规则技术点分析	3
2. 技术方案分析	3
2.1 机械结构方案设计	5
2.2 硬件方案设计	7
2.2.1 硬件整体框图	7
2.2.2 单板硬件说明	7
2.2.3 重要传感器选型说明	8
2.3 软件方案设计	9
2.4 算法方案设计	10
2.4.1 电控方面算法方案	10
2.4.2 视觉方面算法方案	10
2.5 测试方案设计	10
3. 项目进度计划	11
4. 赛季人力安排	14
4.1 总体安排	14
4.2 人员安排	14
4.3 各技术组分工	15
5. 预算分析	15
5.1 预算估计	15
5.2 资金筹措计划	16
6. 技术方案分析参考文献	16

1. 规则技术点分析

与超级对抗赛相比，工程采矿单项赛需要工程机器人具有获取多种姿态的矿石的能力并成功兑换。它要求工程机器人能获取地面上的矿石、空中释放的矿石、倾斜放置的矿石、被完全没入资源岛内的矿石。还要求能高效地调整这些矿石的姿态并兑换。但是对于救援其他阵亡机器人、搬运障碍块、42mm 弹丸活动补给站、较强的场地通过能力、较高的对抗强度等对抗赛中所需要的功能并没有要求。

工程采矿单项赛需要我们制作一款在获取矿石和调整矿石姿态并兑换方面及其高效地工程机器人，我们可以放弃救援等功能，适当的在对抗强度方面做出妥协，追求机制的采矿效率，从而在工程采矿单项赛中获得优势。

2. 技术方案分析

功能分析

我们对上个赛季中各个参赛队工程机器人的取矿机构、矿石存储机构、矿石翻转机构的设计进行了分析。我们将其按照功能进行了分类，并分析了其优势和潜在的问题。

一级功能	二级功能	机构	优势	问题
取矿	矿石获取	夹爪	已经进行了一个赛季的测试，较为稳定，设计难度低。 夹取稳定，夹取力强，矿石不易脱落。 夹爪上可以设计矿石翻转机构。	爪子翻转需要占用一定高度，造成最高空接高度损失。 只能夹取矿石两平面，对于不正对的矿石不易获取。 对位难度较高。
		吸盘	不造成空接高度损失，可以在1000mm的位置直接获取。	之前没有测试过吸盘机构，没有相关设计经验。 无法保证吸盘吸力，存在矿石脱落的风险。 需要将吸盘正对矿石面，对位较复杂。
		卷吸	可以同时获取多个矿石，效率	机构复杂，控制复杂。

一级功能	二级功能	机构	优势	问题
	横移		高。相比而言对位简单。	占用空间较大。
		900 以下的横移	结构简单，一级横移就能实现。	横移距离不够大，只能实现辅助对位的功能。
	900 以上的横移	可以在 3 号矿石的位置通过横移实现对 2 号和 3 号矿石的抓取。	机构复杂，需要二级横移，占用空间和重量大，使车体的重心前移和上级。	
	升降机构	一级升降	机构简单，已经使用过多个赛季，已经相对稳定。	如果想要抬升到 1000mm 的高度，将损失一定的底盘高度，使底盘通过性变差。
		二级升降	最大高度高，可以在没有牺牲底盘高度的条件下获得了 1000mm 的抬升高度。	未经过足够测试，机构稳定性未知，没有设计经验积累。 升降电机需要跟随中间框运动通，增加了走线的难度和不稳定性。 结构复杂，重量大，占用车内体积大。
		平行连杆	机构简单。 抓取槽内矿石效率极高。	存在空接高度损失。 无法设计横移机构，增加了对位难度。
矿石存储	矿石存储方向	水平矿石存储	存矿机构可以和升降框一同运动，完成空接之后不需要降下升降框就可以完成存储矿石。	空间利用率较低，需要占用 400mm 以上的车内水平空间。
		垂直矿石存储	存矿稳定，上一赛季进行了一些测试，有研发经验。	空间利用率较低。 完成空接之后需要降下升降机构才能完成矿石存储。
		倾斜矿石存储	车内空间利用率高。	矿石存储时姿态无法稳定，增加了翻矿时间，降低了效率。

一级功能	二级功能	机构	优势	问题
	矿石抬升机构类型	升降平台	结构简单, 稳定, 不存在在抬升矿石时发生矿石姿态变化。	无法继承矿石姿态调整, 第一个矿石的姿态会影响之后矿石的存储。
		摩擦轮滚吸	效率高, 可以集成矿石翻转机构。	结构较为复杂, 占用车内空间较大。 测试后可能重量更轻。
矿石姿态调整		摩擦轮翻转矿石	转矿稳定。 相机观察视野好, 易于自动姿态调整的开发。	机构较为复杂, 增加了不稳设计和控制的不稳定性, 但是可以和存矿机构整合设计。
		爪子上安装翻转矿石电机	不需要单独设计机构, 设计简单, 安装方便。	对爪子长度有要求。 降低了爪子的咬合力, 会影响夹取的稳定性。 不易安装相机, 不易开发自动姿态调整。

2.1 机械结构方案设计

根据上一小节中对各个参赛队所设计的机构的分析, 针对需求提出各个机构模块的设计思路。

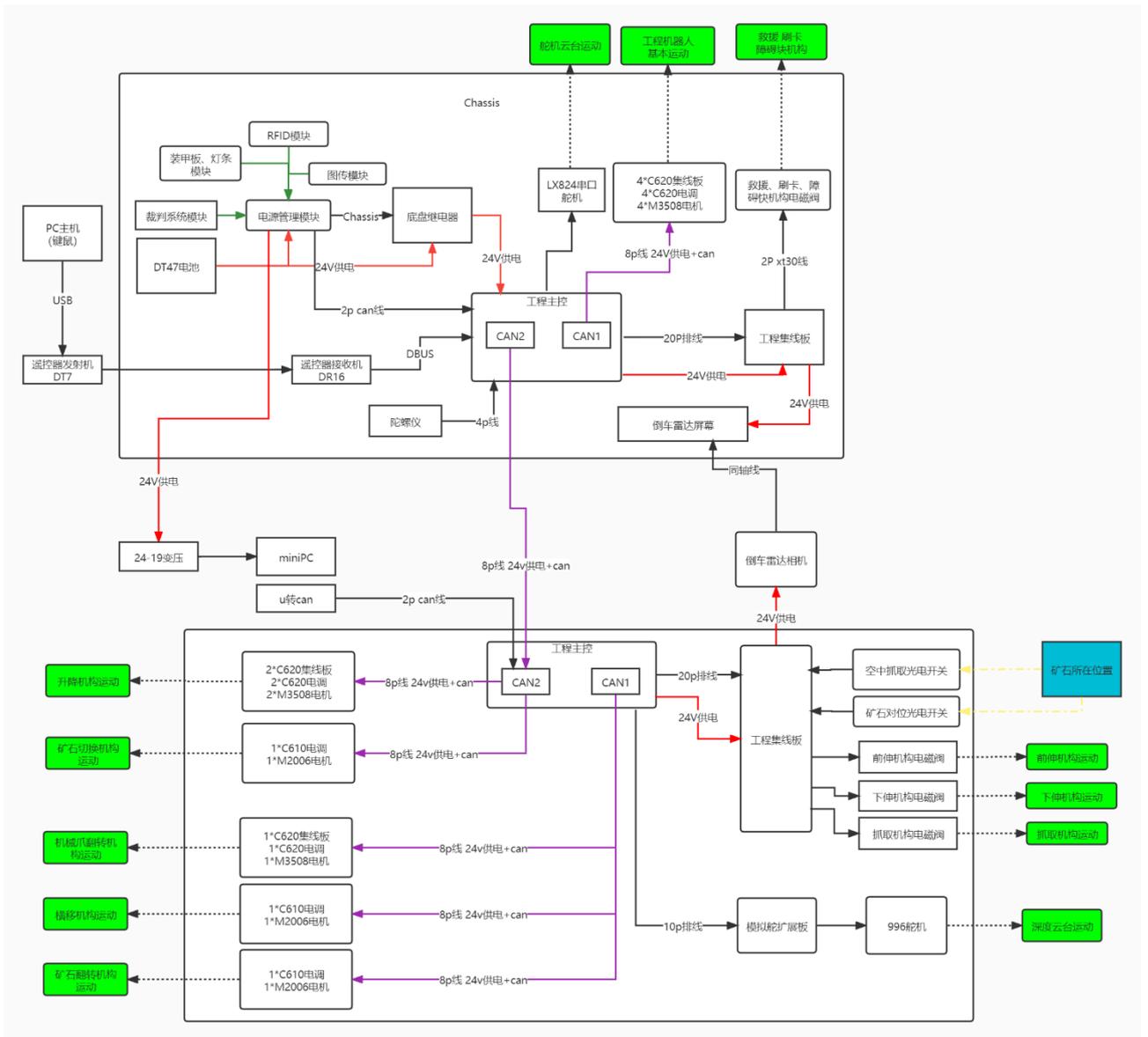
功能	需求分析	设计思路
地形自适应性	工程取矿单项赛中对工程机器人的通过性要求较低, 因此可以在满足登上资源岛小坡的前提下适当降低底盘高度, 获得更高的稳定性。	设计一款轮距为 420mm 的底盘。底盘高度可降低至 50mm 左右。
取矿	本赛季的一个核心任务是在更高的高度实现空接, 空接高度每高 1mm, 就能获得更大的优势。需要获得 1000mm 的最大升降高度。	由于底盘高度较低, 可以使用一级抬升实现 600-1000 的高度变形。

功能	需求分析	设计思路
	相较于夹爪作为抓取机构，吸盘机构更能适应复杂的矿石姿态。	设计一款吸盘式的矿石抓取机构，能满足从侧面和上表面两个方向吸取矿石。同时通过一定的变形机构，获取地面上的矿石。
	分析本赛季规则，若能在资源岛 3 号矿石的位置大致对位，后通过横移机构的快速运动实现高精度空接对位，即实现 900mm 以上的有效横移，将可以获得其他机构无可比拟的空接优势。	为了满足大于 900mm 的横移机构，我们将设计一款二级横移机构，实现夹取机构左右 1100mm 的左右双向横移行程。
	矿石识别和辅助抓取。	通过深度相机进行识别与抓取辅助。在矿石掉落至合适位置时发出抓取信号，快速、准确地抓取矿石；并识别槽内与掉落在地上的矿石，控制升降和抓取机构，辅助抓取并放入存储机构。
矿石存储和姿态调整	由于资源岛上 1 号和 5 号矿石姿态需要调整，因此需要设计一款兼具矿石存储和矿石 roll、pitch 两方向姿态调整功能的机构。	设计一组垂直的摩擦轮，实现矿石的上下运动。同时通过这组摩擦轮还可以实现矿石姿态的翻转。
	为了增加矿石姿态调整的效率，我们可以在没有操作手参与，不占用操作手精力的条件下自动的完成矿石翻转。	设计车体内部进行矿石姿态识别和旋转翻面的机构。在该结构内首先识别 R 表或者矿石的矩形和梯形相关位置，从而确定矿石的相对姿态，然后根据姿态进行翻面使二维码朝下。
	获取了矿石之后还需要成功兑换，因此兑换矿石的流程也是工程机器人设计所需要考虑	在完成姿态调整后，通过摩擦轮将矿石抬升至存储机构的最高位置，

功能	需求分析	设计思路
	的重要一环。	使用吸盘夹取矿石并送入兑换窗口。

2.2 硬件方案设计

2.2.1 硬件整体框图



2.2.2 单板硬件说明

为了实现对微型气缸等气动执行元件、光电开关等传感器进行控制，我们设计了一款工程专用的工程主控。此板上包含 1 个 4p 串口接口，用于读取陀螺仪数据；2 个 8p CAN 口，

用于电机控制；若干串口舵机接口；4个4pCAN口，用于CAN传感器数据读取；2个4pIIC接口，用于IIC传感器数据读取；1个20p牛角座，用于连接气动扩展板；2个12p扩展接口，用于连接其他扩展板。通过这块工程主控即可实现整车全功能的控制。

整个工程机器人适用两块工程主控板，分别对底盘和上层机构进行控制。两块板之间通过8pCAN线连接，兼具通讯与供电功能，简化了走线，方便进行线路设计。

单板	设计需求	风险评估
工程主控	需要具有两路CAN实现电机控制；具备串口舵机的控制能力；能接收接收机dbus数据、陀螺仪反馈数据等串口数据；有足够的IIC接口，能接收IIC传感器的数据；还需能扩展气动扩展板和其他扩展板。	因工程机器人电机采用串联模式，导致整车电流都会从底盘控制板上通过，应考虑其电流承载能力。
气动扩展板	能通过工程主控的20p排线连接该板，实现对电磁阀、光电开关等机构的控制。	继电器响应较慢。
模拟舵机扩展板	连接板上两个10p接口中的一个，实现模拟舵机的扩展控制。	适用的降压功率较小，在舵机大负载工作时存在烧毁的风险。
C620电调集线板	将C620电调改为8p线供电，实现电调的串联控制，方便工程机器人走线。	整条回路上的电流会从第一块板子上通过，存在着烧毁风险。

2.2.3 重要传感器选型说明

传感器	选用原因	风险评估
光电开关	为了空接等对响应速度较高的场合，我们采用了光电开关。光电开关作为模拟器件安，其响应速度很快，且结构简单，工作稳定，很适合安装在爪子等活动部件上。	传感器只能读取一定范围内是否有物体，无法精确测量距离。且对被探测物体表面材料要求较高，易受材料变化影响。
激光测	为了完成自动对位等功能，我们采用了	激光测距模块的探测结果容易受到被探

传感器	选用原因	风险评估
距模块	激光测距模块探测矿石位置，激光测距模块可以探测出精确的距离信息，该数据可以用于较高精度的矿石对位。	测物体表面颜色、粗糙度等因素的影响。且激光测距在探测较近距离时精度较差，容易出现误识别。
RealSense 深度相机	用于识别矿石姿态，进行自动矿石姿态调整；用于识别矿石和矿石指示灯，进行空接辅助对位。	由于无法完全模拟比赛场地中的灯光条件，存在着场上无法正确识别的风险。

2.3 软件方案设计

整车的控制分为上层控制和底盘控制。不同的外设根据需求分别连接上层主控和底盘主控，底盘主控接受全部的外部命令，对于直接连接在底盘主控的外设实现直接控制，对于连接在上层主控的外设，底盘通过 CAN 通讯协议与上层进行通讯，将连接在上层的外设的控制命令发送到上层，从而实现整车的控制。为了实现控制逻辑的统一、保证控制的稳定性，我们在底盘控制的代码中实现了所有的控制逻辑解算，包括底盘控制逻辑解算和上层控制逻辑解算，而在上层控制中仅保留最底层控制，减轻了上层控制的运算压力，提高了通讯的稳定性，使控制逻辑更简洁集中，为后续的进一步优化准备了条件。对于一个完整的控制逻辑，我们分为三层控制逻辑关系层，分别为 upper 层、middleware 层和 underlying 层。我们在 upper 层中主要实现外部命令的接收和自动过程的状态机逻辑，解算出机构级的控制命令通过接口发送给 middleware 层。我们综合分析了工程机器人比赛过程中可能出现的较为固定的行为，逐步拆解每一个复杂的动作为较简单的动作，通过状态机的方式使其能够自动完成这些动作，提高工程机器人在赛场上的工作效率。在 middleware 层我们整合各个外设的功能为相对独立的控制模块，并实现各个模块的功能，基本包括校准功能、普通控制功能和复位功能。校准功能对机器人各个外设的动作提供基准，保证外设动作的准确性；普通控制功能能够随时读取 upper 层传来的命令，并将命令处理后进一步解算出外设级的控制命令，并通过接口传输给 underlying 层；复位功能能够对突发的状况对机器人进行复位，保证机器人功能的稳定性。在 underlying 层主要实现最底层的控制，直接对外设进行控制。这三层逻辑控制使用操作系统分别独立运行，通过接口传输所需信息，实时更新数据实现高效准确的控制，实现了一个从上到下、循序渐进的控制逻辑，为控制的迭代优化、硬件设备的更新换代提供了极大的便利，并为控制逻辑的测试提供了一套清晰的测试方案，提高了测试的效率和准确度。

2.4 算法方案设计

2.4.1 电控方面算法方案

我们在对各个电机进行控制时，使用 PID 算法。PID 算法是工业领域最常使用的控制算法，在闭环控制中有很好的表现。PID 算法包括比例算法（P）、微分算法（I）、积分算法（D），对电机当前值和目标值的差值进行处理，使得控制更加准确高效稳定，实现过程更加平滑。

我们根据一些电机的功能会采用位置环算法，这个算法将机构整体的移动通过对电机的转动半径等参数的测量，转化为电机的转动角度，进而通过对电机角度的 PID 算法，实现机构的确定距离移动。

我们对于上层几乎一个电机的控制都需要进行校准，对于不同功能的电机，校准的方式不同。部分电机并不能实现无限制转动，存在机械限位的情况，对于这一类电机，我们通常采用堵转校准，使电机转至机械限位处，通过判断转动情况与命令矛盾判定发生堵转，并将此时的位置设为零点，完成校准。对于没有机械限位的电机，通常要通过测试规定一个值，使其按照这一经验值进行校准。

2.4.2 视觉方面算法方案

工程机器人利用深度相机读取指定距离的图像，利用深度相机自带的 API 通过对图像的处理输出移动距离并控制机体做出横移抓取等动作。在空接状态下，首先通过闪烁灯的筛选与保存，在发现资源岛指示灯闪烁的时候快速移动爪子到即将落下的矿石之下，准备空接，在矿石穿过两个光电门时抓取。在抓取银矿石时，通过 HSV 二值化单独取出白色的部分，并通过矩形度，距离，长宽比进行筛选，使工程机器人对位到白色矿石处进行抓取。同样的处理也用在兑换站对位上。在翻转矿石时，上位机首先筛选取出矩形矿石特定面的图像，利用 HOG 进行特征点提取并通过 SVM 机器学习读取矿石的姿态，在确定矿石姿态之后控制滚轮进行转向。

2.5 测试方案设计

在项目推进过程中，每一阶段成果都要经过测试。首先由机械组制作测试平台并将样机安装在测试平台上，由电控组和视觉组相关负责人针对性编写代码模块测试模块性能，设置各组测试的接口，各组相互配合进行测试。测试内容包括但不限于基本功能的相关参数，评估方案可行性，未来安装整车可能遇到的问题，方案的可发展性等等。对每一个模块依次进

行充分的测试、评估后，将改进后确定下来的方案制作完成进行整车的安装，再由电控组和视觉组相关负责人编写完整整车代码，并上车测试，初步测试要对各种基本功能实现的稳定性进行充分的测试，对各个功能实现的效果进行评估，根据得到的测试结果改良方案。初步测试通过后，进行模拟实战测试，由操作手模拟真实比赛现场情况，在极端条件下，测试整车的性能以及极端环境下的稳定性，并根据测试结果，对整车方案做进一步调整。

此外，模块测试中所制作的横移模块、翻矿模块等测试模块可在完成测试并稳定后交由视觉测试其方案，避免因为机械和电控开发周期过程导致视觉测试时间过少。

3. 项目进度计划

周数	机械	电控	视觉
1	1.收集并查看开源资料，写技术路线	1. 分析上赛季中工程机器人缺陷，进一步完善工程机器人自动流程，测试其稳定性	1.整理上赛季代码
2			1.代码交接工作
3			
4			
5			
6	1.第一版救援测试版答辩+下单-1/1 周 2.画横移夹爪工程-1/4 周（底盘，未确定方案）	编写整理代码文档	1.新负责人调试测试-1/1 周
7	1.测试模块方案确定-1/1 周	1. 代码交接工作-1/2 周	1.SVM 检测矿石翻转方案-1/2 周
发布规则	根据 Robomaster2022 规则，对工程机器人相关规则和比赛定位进行讨论，确定研发方向 -1/1 周		
8	1.组装第一版救援-1/1 周	1. 代码交接工作-2/2 周	1.SVM 检测矿石翻转方案-2/2 周
9	1.画转矿机构测试模块-1/1-3 周 2.画横移夹爪测试模块-1/3 周	1.新负责人调试测试-1/2 周	1.SVM 检测矿石翻转测试-1/2 周
10	1.画转矿机构测试模块-2/2 周 2.画横移夹爪测试模块-2/3 周	1.新负责人调试测试-2/2 周	1.SVM 检测矿石翻转测试-2/2 周

11	1.画第一版转矿机构答辩+下单-1/1 周 2.画横移夹爪测试模块-3/3 周 3.画吸盘工程整车-1/4 周（未确定方案）	1.编写电机控制扩展板代码-1/3 周	1.资源岛指示灯识别方案-1/2 周
12	1.画吸盘工程整车-2/4 周（未确定方案） 2.横移夹爪测试模块答辩+下单-1/1 周 3.画横移夹爪工程整车-2/4 周	1.编写电机控制扩展板代码-2/3 周	1.资源岛指示灯识别方案-2/2 周
13	1.画吸盘模块+下单+测试-1/1 周 2.画吸盘工程整车-3/4 周（确定方案） 3.画第三辆工程-1/4 周	1.编写电机控制扩展板代码-3/3 周	1.资源岛指示灯识别测试-1/1 周
14	1.画吸盘工程整车-4/4 周 2.组装横移夹爪测试模块-1/1 周 3.画横移夹爪工程整车-3/4 周 4.画第三辆工程-2/4 周	1.基于电机控制板编写上下层通讯的工程代码-1/3 周	1.取矿定位测试与优化-1/2 周
15	1.吸盘工程整车答辩-1/1 周 2.画横移夹爪工程整车-4/4 周 3.画第三辆工程-3/4 周	1.基于电机控制板编写上下层通讯的工程代码-2/3 周	1.取矿定位测试与优化-2/2 周
16	1.画第三辆工程-4/4 周 2.横移夹爪工程整车答辩-1/1 周 3.第三辆工程答辩-1/1 周 4.根据图纸完成情况决定制作哪两辆工程-1/1 周	1.基于电机控制板编写上下层通讯的工程代码-3/3 周	1.兑换站识别与定位方案-1/1 周
17	1.出图+下单两辆工程-1/1 周	1.根据中期视频工程机器	1.兑换站识别与定位

		人结构编写机构控制代码-1/2 周	测试-1/1 周
18	1.组装+走线-1/2 周	1. 根据中期视频工程机器人结构编写机构控制代码 1/2 周 2. 工程电路和气路布线-1/2 周	1.工程状态机设计-1/2 周
19	1.组装+走线-2/2 周	1.在新车上调试机构控制代码-1/1 周 2. 工程电路和气路布线-1/1 周	1.工程状态机设计-2/2 周
20	1.测试存取矿效率-1/1 周	1.工程机器人完整功能和自动流程-1/2 周 2.测试工程取矿效率-1/1 周	1.工程视觉完整功能-1/2 周
21	1.测试空接, 以及稳定性测试-1/1 周	1.工程机器人完整功能和自动流程-1/2 周 2.测试工程空接成功率-1/1 周	1.工程视觉完整功能-2/2 周
放假			
26	1.组装第二版工程-1/2 周	1.继续优化中期视频工程机器人的自动流程-1/2 周	1.视觉定位精度优化-1/3 周 2.定位控制算法优化-1/3 周
27	1.组装第二版工程-2/2 周	2.继续优化中期视频工程机器人的自动流程-2/2 周	1.视觉定位精度优化-2/3 周 2.定位控制算法优化-2/3 周
28	1.配合电控测试新版工程-1/2 周	1.编写分区赛机器人的机构控制代码-1/1 周	1.视觉定位精度优化-3/3 周

		2.配合机械测试英雄补单模块-1/1 周	2.定位控制算法优化-3/3 周
39	1.配合电控测试新版工程-2/2 周	1.编写分区赛工程机器人自动流程-1/2 周 2.优化操作手体验-1/3 周	1.优化操作手体验-1/3 周
30	1.高强度测试取矿、兑换等功能-1/2 周	1.编写分区赛工程机器人自动流程-1/2 周 2.优化操作手体验-2/3 周	1.优化操作手体验-2/3 周
31	1.高强度测试取矿、兑换等功能-2/2 周	1.编写分区赛工程机器人自动流程 2.优化操作手体验-3/3 周	1.优化操作手体验-3/3 周

4. 赛季人力安排

4.1 总体安排

工程机器人作为本赛季的核心辅助单位，在经济保障、救援、卡位等方面起到了无可替代的重要作用。此外对抗赛和单项赛中对工程机器人的需求差异巨大，因此其在研发过程中对人员的需求很大。本赛季需要现有队员消化吸收工程机器人的研发流程，且进行各个方向的模块测试，为中期视频和之后整车的开发做好技术积累。

4.2 人员安排

技术组	姓名	主要工作
机械组	岳师贤	技术指导，开发工程机器人吸盘方案
	肖振奎	开发工程机器人吸盘方案
	杨唐丹奇	开发工程机器人吸盘方案
电控组	王俱博玺	技术指导，编写工程机器人底层模块和状态机
	付再思	编写工程机器人底层模块和状态机
视觉组	侯博森	识别矿石位姿，实现自动对位、自动姿态调整等

4.3 各技术组分工

- (1) 机械分工：工程机器人机械结构设计，对设计机构进行答辩审核，购买零件并进行车体装配；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。
- (2) 电控分工：电路板设计，印制原件采购焊接维护；控制代码编写，烧录维护改进优化及整车测试。编写工程机器人键位和自动流程状态机。
- (3) 视觉组分工：识别矿石位姿，实现自动对位、自动姿态调整等

5. 预算分析

工程机器人的研发过程中，我们将机器人分解成各个模块，针对各个模块提出可行的解决方案，制作单独的模块进行测试。在测试过程中我们将确定该机构的关键设计参数，测试机构的稳定性和效率，积累经验从而指导之后的设计。对于一些如吸盘、矿石翻转等关键性模块将进行多版迭代，从而获得更丰富的设计经验，指导之后整车的设计。

各个机构模块测试完成之后，将进行第一版整车开发，并拍摄中期时评。中期时评拍摄的过程中，我们将测试该工程机器人的各项性能并提出改进思路。寒假之后，将迭代第二版工程机器人并参加分区赛。分区赛后，如果成功晋级全国总决赛，将根据分区赛中所表现出的问题和优势迭代第三版工程机器人用于参加全国总决赛。

可见本赛季我们将针对吸盘模块、升降模块、翻矿模块等机构模块迭代 1-3 版，将对整车进行 3 次迭代。在模块测试中，可以降低材料性能，以测试方案性能为目的，无需考虑对抗性等方面的需求。同样的，第一版工程机器人同样无需过于考虑保护性、对抗性等方面的需求，只需考虑测试整体采矿性能即可，由此可以降低机构制作成本。

5.1 预算估计

工程机器人	物资需求	资金评估
横移	M3508 电机 * 2、M2006 电机 * 2、3D 打印零件、铝材、板材、标准件	5000
底盘	M3508 电机 * 1、3D 打印零件、铝材、板材、标准件	11000

工程机器人	物资需求	资金评估
夹爪	M6020 电机 * 1、M3508 电机 * 2、M2006 电机 * 1、3D 打印零件、铝材、板材、标准件、激光测距、迷你气缸	6000
吸盘	M3508 电机 * 2、3D 打印零件、铝材、板材、标准件、真空泵、吸盘	3000
矿石翻转	M3508 电机 * 4、3D 打印零件、铝材、板材、标准件、迷你气缸、羊毛毡、光电开关、Realsense 深度相机	6000
升降机构	M3508 电机 * 4、3D 打印零件、铝材、板材、标准件、迷你气缸、羊毛毡	3000
自动流程测试	完整功能的工程机器人、大资源岛、小资源岛、兑换站	2000

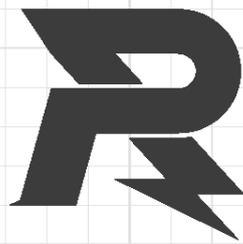
5.2 资金筹措计划

来源项	预计金额	筹措思路
学校专项拨款	30000	学校专项拨款主要由教务处竞赛专项经费和工程实践训练中心部分教学经费构成，可以满足基本的备赛需求，保障战队的基本运行。
战队自有经费	20000	主要由本赛季赞助商赞助战队申请的创新创业项目（科研成果转化）经费以及比赛奖金组成。
危机经费	10000	备赛最为关键时期出现学校经费和战队经费在不可控情况下无法及时支出，此时需队员自发筹款，形式为战队负债形式。其他经费到位后第一优先级返还。

6. 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
[Intel® RealSense™ Computer Vision - Depth and Tracking cameras(intelrealsense.com)](https://www.intelrealsense.com/)	使用深度相机获取深度信息
https://blog.csdn.net/ColdWindHA/article/details/82080176	使用 HSV 信息筛选不同颜色亮度的对象

参考文献	收获点分析
https://blog.csdn.net/qq_42604176/article/details/105614368	使用矩形度等特征提取视野中的矿石对象。
http://d.wanfangdata.com.cn/periodical/hqsgkj202011017	分解采矿机构并进行设计和测试。
https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjExMTE2Eg5qY3I5eTIwMTkxMDAwNB0IcWhna2V4bDM%3D	分析吸盘在抓取疏松多孔或有褶皱材料时的影响因素。
https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjExMTE2EhpRS0JKQkQyMDIwMjAyMTA1MjgwMDAwNTAxNRoIOTdra3A5N2I%3D	综合分析工程机器人采矿机构。
https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjExMTE2Eg96enl6ZGgyMDIxMDMwMDQaCDY2NWd0a2xz	真空吸盘抓取装置布置和设计的方法。
http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotalXDDJ200905042.htm	使用模糊 PID 控制算法和抗饱和和积分算法，优化控制精度。
https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12270	学习其他学校自动流程设计思路。



邮箱: robomaster@dji.com

论坛: <http://bbs.robomaster.com>

官网: <http://www.robomaster.com>

电话: 0755-36383255 (周一至周五10:30-19:30)

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