

ROBOMASTER 2022
桂林理工大学 Stellaris战队
高校单项赛-工程采矿
赛季规划

Stellaris 战队 编制

2021年12月

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.....	4
2.1.1 底盘结构方案设计:	4
2.1.2 抓手结构方案设计.....	5
2.1.3 升降机构.....	6
2.2 硬件方案设计.....	6
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.....	8
2.4 算法方案设计.....	8
2.5 测试方案设计.....	9
3. 项目进度计划.....	10
4. 赛季人力安排.....	12
4.1 团队架构设计.....	13
4.2 团队建设思路.....	15
5. 预算分析.....	16
5.1 预算估计.....	17
5.2 资金筹措计划.....	18
5.2.1 资金来源.....	18
5.2.2 资金去向.....	18
5.2.3 财务预算.....	18
5.2.4 财务结算.....	18
5.2.5 财务审核.....	18
6. 技术方案分析参考文献.....	19

1. 规则技术点分析

与 2021 赛季相比，规则主要有以下改动与工程机器人有关：

工程机器人尺寸从 2021 赛季的最大伸展尺寸从 $1000 \times 1000 \times 1000$ 变为 $1200 \times 1200 \times 1000$ 。工程采矿项目由原来的在大资源上取掉落的金矿石改变成了 3 号位不设矿石，2 号和 4 号位矿石会从大资源岛机械抓手上方掉落至大资源岛下方凹槽中，1 号位和 5 号位分别变成了斜矿和反面矿，地面也有一颗矿石。

工程机器人尺寸增大有利于功能的构思和结构的设计，可以更好的打造一台强大的工程机器人。

金矿在大资源岛上有不同的姿态且在地面上有一颗金矿石，取得金矿石后还需把金矿石放入兑换站兑换，因此需要合理规划采矿路线并确保可以在三分钟内将五个金矿石全部成功兑换。

由于有取地面矿石、大资源岛矿石和兑换矿石三个过程，在上大资源岛时拥有一段斜坡。所以工程机器人的抬升要能够实现大资源岛和兑换站高度的自由切换，并且确保车可以保持较低的重心高度防止车的侧翻和前翻。

2. 技术方案分析

功能	需求分析	设计思路
空接矿石	由于比赛开始 10 秒后掉落大资源岛内的矿石是完全陷入凹槽中的，很难用抓手抓取	<ol style="list-style-type: none">1. 设计双抬升机构，机械爪在原来抓手的基础上装置光电，实现空接2. 由于空接需要精确的对位大资源岛，所以决定视觉和电控联调来实现机器人的精准对位。

<p>夹取大资源岛上的矿石和正常兑换矿石且具备翻转、校正矿石朝向</p>	<p>1 大矿石掉落姿态不确定，兑换时矿石二维码面需朝下。</p> <p>2 可以稳定的将矿石从大资源岛上取出携带并且完成兑换。</p>	<p>1. 为了能够稳定的实现高度变化，因此保留链轮抬升机构。在上赛季中工程重量分配太过集中导致重心过高，很容易发生翻车的情况，所以决定将车整体框架扩大并降低车重心的同时可以在中间留出更大的空间。</p> <p>2. 由于在工程机器人上加结构来调整矿石姿态太过繁琐，在抓手上增加俯仰机构达到拾取地上矿石的机构，可以直接在地上调整矿石姿态。</p>
<p>拾取地面矿石</p>	<p>有矿石是在地面上的，且在大资源岛上掉落的矿石有掉出大资源岛的几率。</p>	<p>在抓手上增置两个 3508 电机使抓手可以俯仰，实现抓手抓取地面矿石的功能，整加同步带在抓手上让传送带可以将矿石完全吸入抓手中。</p>
<p>吸盘吸取矿石</p>	<p>当 2、4 号矿石空接失败和矿石没有掉出大资源岛外时可以用吸盘将矿石从大资源岛上吸出。</p>	<p>在抓手上下方增置两个真空发生器可以形成吸力将矿石吸取出大资源岛。</p>
<p>将抓手装置从正面改装到侧面</p>	<p>工程不限制功率，因此在高速行驶时有很大几率出现前倾或者翻车</p>	<p>上个赛季的工程机器人工程抓手朝前布置，在取小矿石时麦轮与起伏路段的凸起平行，导致在取银矿时难以通过左右横移来调节取银矿的位置。新赛季，需要使取矿抓手朝向侧面解决这个问题。</p>

表 2-1 工程机器人设计方案分析

2.1 机械结构方案设计

2.1.1 底盘结构方案设计：

设计规划阶段

设计任务：

1. 重新设计满足新赛季需求的底盘结构，降低底盘高度

2. 拓宽底盘前后轮和左右轮的轮距，重新设计避震结构，设计新的联轴器保证同轴度，合理安排线路和气瓶位置，增加显示器与图传的位置。

3. 增加刷卡救援装置。

需求分析：

上一代底盘的高度较高，前后轮距尺寸偏小，加之结构过于集中在底盘中心之上，重心偏高，在快速前进或者前进时急停急退容易导致车辆向前翻倒，所以新的工程车底盘需要降低底盘高度并且拓宽轮距，使得重心降低，并且更加稳定。新赛季的场地增加了大量的起伏路段，对车辆的避震有了更强的要求，所以计划设计一个新的避震器以减少比赛时车辆的颠簸导致的机械结构损坏。上一代底盘高度过高有一部分原因是因为麦轮的驱动方式，所以降低底盘后就需要放弃上一代的驱动方式，需要设计一个新的联轴器。拓宽轮距的同时也增大底盘面积，更方便安排线路和气瓶位置。刷卡救援在比赛中可以非常有效的复活队友，是工程机器人不可或缺的部分。

方案设计阶段设计：

为了降低底盘高度，所以采用比赛中常见的纵臂式悬挂，其特点是稳定可靠、结实耐用，轮组占用的空间比较小，能够有效降低底盘高度并给其他机构腾出更多的空间。为了增加轴距，较大程度上使用规则所能允许的最大尺寸。新的联轴器，参考了东北大学的夹紧型联轴器设计，有效保证同轴度的同时可以防止打滑，确保了动力的稳定输出。增加一个气动型的刷卡救援装置，通过气缸的伸缩控制救援卡完成刷卡任务。

2.1.2 抓手结构方案设计

设计任务：

- 1.稳定的夹取任意形态的矿石、空接矿石和兑换矿石。
- 2.重新设计能够夹取地面矿石的机构，将抓手调整到侧边使整体车辆更稳定。
- 3.增加储矿机构

需求分析：

上一代工程机器人不能空接矿石因此在第一轮的抢矿中非常劣势，因此在抓手上整置光电，让矿石在掉落中抓手便可以将矿石夹取并储存。上一代工程机器人的抓手俯仰机构不稳定，非常容易卡死然后失去功能，因此需要重新设计更加合理的俯仰机构，可以稳定的夹取地面上的矿石。且上一代工程机器人没有储矿机构，导致在取矿时效率低，增置储矿机构可

以大大增加工程取矿的效率。

方案设计阶段设计：

拓宽工程升降结构可以在中间空出更大的位置可以放置储矿结构，在抓手上整置光电，让矿石在掉落中抓手便可以将矿石夹取并储存。上一代中运用了链轮来实现俯仰的机构，而在参考深圳大学 2021 年工程用两个 3508 电机来带动抓手俯仰，比较后发现后者结构和功能更可控和稳定，决定在参考深圳大学工程抓手装置的基础上加装编码器使抓手可以任意调整角度。上个赛季的工程机器人由于工程抓手朝前布置，在取小矿石时麦轮与起伏路段的凸起平行，导致在取银矿时难以通过左右横移来调节取银矿的位置。新赛季，需要使取矿抓手朝向侧面解决这个问题。

2.1.3 升降机构

设计任务：

1. 稳定的实现升降从而调整抓手高度
2. 拓宽升降机构的空间
- 3 实现同轴传动

需求分析：

稳定的抬升机构可以让工程机器人更好的实现取矿和兑换任务。拓宽升降的机构空间，可以留出更大的空间可以安放其他模块，由于升降机构的整体拓宽且不能够保证左右抬升机构的同时传动便会出现左右升降程度不水平的情况，所以同轴传动可以实现抬升时的同步抬升让工程机器人升降更为稳定。

方案设计阶段设计：

工程机器人抬升机构整体拓宽，同轴传动选择了链轮传动在底盘装置立式轴承座来固定轴，利用 3508 电机驱动链轮实现轴带动传动链轮实现工程机器人的抬升过程。

2.2 硬件方案设计

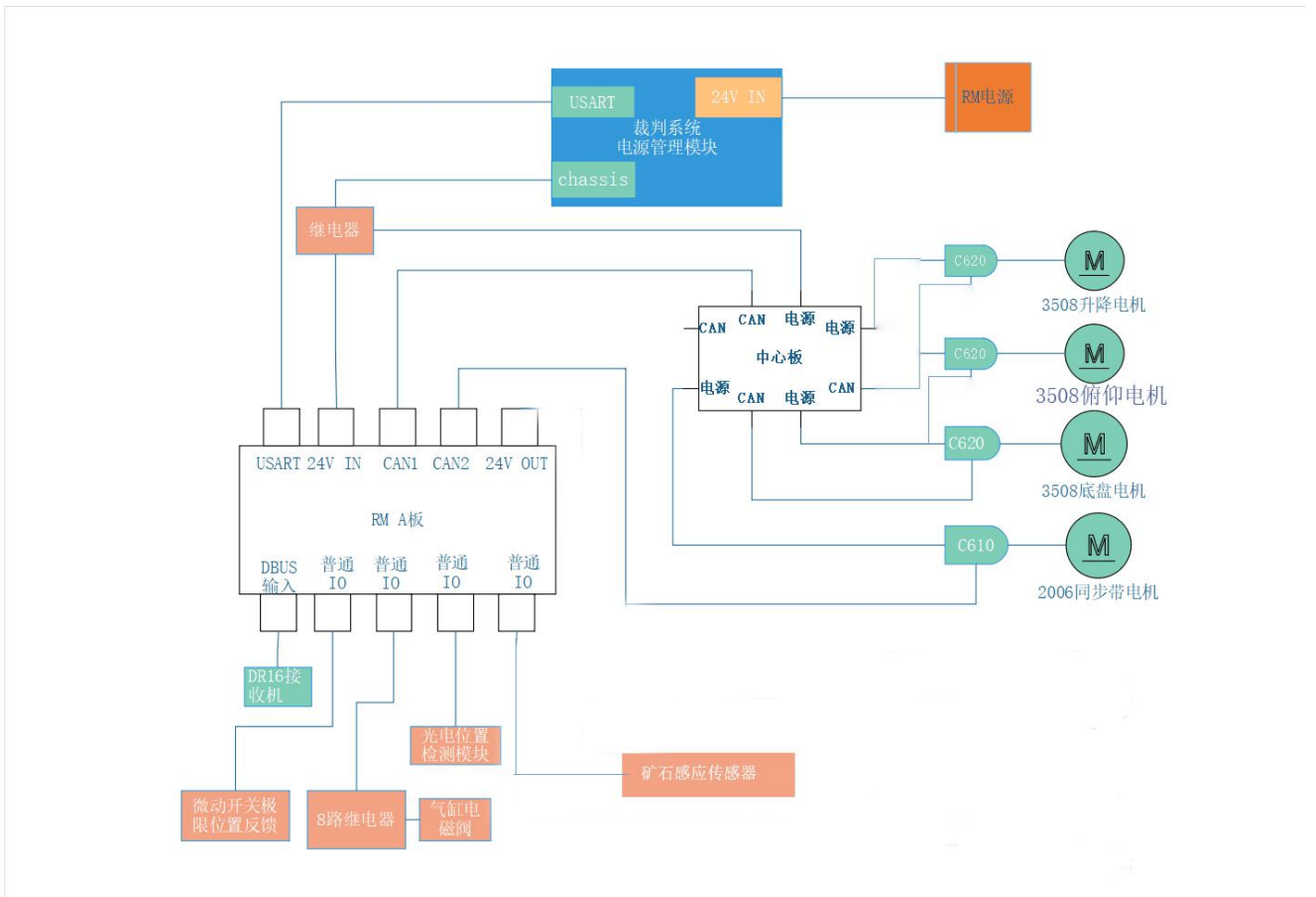
控制器采用 Robomater A 型板，主要是因为其可自定义 io 口数量多，可以满足工程机器人电磁阀，光电传感器等控制。

光电传感器采用欧姆龙的 E3Z-D62 。

电磁阀采用的是莱泽 SMC SY3120-5LZD-M5。

控制电磁阀所用继电器采用的是 TONGLING。

2.2.1 硬件整体框图



2.2.1 硬件整体框图

2.2.2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
继电器模块	反应速度快，工作稳定	一旦损坏或者掉线，会导致气缸无法工作
气缸伸缩电磁阀继电器模块	反应速度快，工作稳定	杜邦线链接容易掉信号
RoboMaster 中心板	信号，电源传输稳定，并联	CAN1 信号线借口容易脱落

单板	设计需求	风险评估
电源管理模块	模块不会短路与松动	出现问题会导致整车瘫痪
Robomaster A 型开发板	程序运行稳定，接口丰富	较稳定，一般不会出现问題

2.2.2 单板硬件说明

2.2.3 重要传感器选型说明

检测矿石掉落的光电传感器采用欧姆龙的 E3Z-D62，该传感器可调灵敏度，调试方便且工作稳定。对于矿石掉落经过传感器的瞬间需要传感器反应速度非常快，以至于能够驱动气缸迅速缩回使抓手能够及时抓住矿石。综合以上考虑，我们采用 E3Z-D62。

2.3 软件方案设计

系统软件基于 free-rtos 操作系统，系统调度各任务的进行，使系统稳定高效的运行。

软件主要功能总体分为上层建筑任务和底盘任务，上层建筑任务分为抓手动作部分和抓手运动部分，底盘任务分为移动任务和救援任务。

由于需要控制的 io 口众多，这就要求单片机的运算速度要足够快。但初步测试，robomaser A 型板可以满足这些需求。

底盘和上层建筑之间通过指针函数传递交互信息，各电机的信号皆通过 CAN 信号总线与控制板交互，各电磁阀继电器通过单片机自定义 io 口做信息交互。

软件测试采取单独模块独自测试，测试其可行性，然后再联合各模块一起测试，测试其耦合效果。调试软件先通过改变函数的参数看反应效果，实在不行再重构函数思路。将某些至关重要的参数放在头文件里进行宏定义替换，这样可以加快调试的速率，不用深入到软件内部去一个一个的改。

本赛季打算做空中接矿石的功能，在矿石掉落过程中，抓手迅速合闭抓住矿石。如果通过单片机读取其掉落数据会造成数据无法捕捉成功，或许是因为 rtos 任务还未调度到此任务，故这部分电路通过纯硬件电路来实现，用单片机控制硬件电路的通断实现功能的启用和关停。

2.4 算法方案设计

对于电机的控制方案，采用位置环和速度环进行串级 PID 算法控制，位置环主要针对于

控制抓手部分电机，使其可以转特定角度，实现某些需求。

2.5 测试方案设计

时间	任务		
	机械组	电控组	视觉组
2020.10.1-2020.11.1	在上一代工程基础上增加构思结构进行测试	根据机械组设计的方案编写代码	研究和测试视觉对大资源岛灯条闪烁的识别
2021.11.02-2021.12.1	对底盘进行装配测试底盘的运动情况和整加配重后避震在颠坡路段的避震效果对其进行改进和数据记录	利用测试底盘进行代码的测试、同时编写	测试新相机、运算平台和妙算
2021.12.2-2022.1.1	对优化过的底盘进行再测试。对新爪手进行空接测试并对抬升和伸展机构进行测试	根据机械组设计的方案编写代码，对视觉识别对位大资源岛进行联调	与电控组一起研究和测试工程对位大资源岛项目
2022.1.2-2022.1.16	对整体车框架进行耦合，对先前测试过的项目进行多次测试确定在整车上可以正常实现功能，对工程机器人进行相对应得优化	根据机械组设计的方案编写代码，确保测试可以正常进行保证功能能够稳定实现。	与电控组联调、测试、算法升级调试、维护代码
2022.2.20- 2022.5.1	对车进行迭代和优化，操作手不断熟悉操作并记录操作中发	对代码进行优化，对车中的线路和气路与机械组共同安排使其更	

	现的问题并进行改进	合理。	
--	-----------	-----	--

2.5 测试方案设计

3. 项目进度计划

日期	模块	详细任务	人员安排
10.25- 11.1	工程整体框架 构思	具体方案的研究和分析	黄天鹏、朱晓锋、彭肇业
		确定具体的方案	黄天鹏、朱晓锋、彭肇业
11.2- 11.8	底盘模块	看开源结构，根据功能需求决定 具体结构	黄天鹏、彭肇业
	抓取模块		朱晓锋、彭肇业
11.9- 11.15	底盘模块	完成第一版底盘图纸绘制任务	黄天鹏、彭肇业
	抓取模块	继续设计、画图	朱晓锋、彭肇业
11.16- 11.22	底盘模块	完成画图设计任务，检查和确定 底盘的实用性，购选和加工零件	黄天鹏、彭肇业
	抓取模块和抬 升模块	继续设计、画图	朱晓锋、彭肇业
11.23- 11.29	底盘模块	对底盘进行装配、对救援与气缸 裁判系统的安放设计和画图	黄天鹏、彭肇业
	抓取模块、抬 升模块	继续设计、画图	朱晓锋、彭肇业
11.30- 12.6	底盘模块	将救援和裁判系统等进行装配	黄天鹏、彭肇业

日期	模块	详细任务	人员安排
	抓取模块、抬升模块	完成画图设计任务, 检查和确定抓取机构的实用性, 购选和加工零件	朱晓锋、彭肇业
12. 7- 12. 13	底盘模块	上电控进行测试	韦广招、张岱元
	抓取模块、抬升模块	对底盘进行装配和进行下一步抬升机构进行设计	朱晓锋、彭肇业
12. 14- 12. 20	底盘模块	对底盘行驶运转和底盘功能进行测试的记录数据	黄天鹏、朱晓锋
	抓取模块、抬升模块	上电控进行调试	韦广招、张岱元
12. 21- 12. 27	零碎模块和整车的改良	倒车影像、显示屏之类的装在车上(电控), 所有模块耦合, 装载视觉模块	黄天鹏、韦广招、党尉铭
	抓取模块	实现和底盘的耦合对抓取机构进行优化和调整	朱晓锋、韦广招
12. 28- 1. 3	备材、装配	各模块购买所需材料, 加工件加工好或者外包, 打印件打印完毕并处理完好, 完成备材, 开始装配, 装配完整车	全体工程组成员
1. 4-1. 10			
1. 10-1. 16	调试和优化	对工程进行调试, 测试其功能是否可以正常运转和使用, 对不合理部分进行优化和调整	全体工程组成员

日期	模块	详细任务	人员安排
2.20-5.1	操作手训练、迭代、优化	操作手训练和熟悉对车的操作，对车进行迭代和优化	全体工程组成员

3.工程机器人项目进度计划表

4. 赛季人力安排

1. 人力需求分析

工程机器人作为场上唯一可获取矿石的机器人，是经济系统中经济的重要来源之一，工程机器人性能将影响比赛结果。工程机器人结构复杂，调试繁琐，因此工程组所有成员应当积极沟通，解决问题，要能够时刻了解对方需求，并且根据实际情况对设计进行更改。成员之间要互相监督进度，确保能够在规定时间内完成任务，出现问题及时分析，要能够在第一时间解决问题，不影响进度。

2. 人员分配安排

机械组：朱晓锋，黄天鹏，彭肇业

电控组：韦广招，张代元

视觉组：党尉铭

3. 各组任务

(1) 机械组任务

1. 设计新的底盘和抬升结构，合理对工程进行理论分析，解决去年容易翻车的问题。
2. 设计新的采矿机构和流程，解决去年不能储矿的问题，合理安排气路和布线。
3. 设计一款矿石旋转翻面机构，以实现对于姿态异常（无法直接兑换）的矿石的旋转翻面，便于在兑换点兑换经济。
4. 建模出车的零件和整体，完成零部件的加工和整体的装配。
5. 积极和各组之间讨论实现多组协助完成任务。

(2) 电控组任务

1. 根据机械设计的抓取机构的原理，设计合适机构控制模块。
2. 设计主控电路、电磁阀控制电路等。
3. 对工程代码进行重构，改为多任务驱动，使其适合在 FreeRTOS 下运行。
4. 制定通讯协议，满足视觉自动抓取的需求。
5. 选型合适的传感器，辅助全自动取弹。

(3) 视觉组任务

1. 结合 Realsense SDK 与开源资源岛自动对齐算法，针对工程机器人需求提供解决方案。
2. 编写工程机器人矿石识别与辅助抓取、矿石姿态调整以及障碍块识别和辅助抓取代码。
3. 与电控成员联调，优化参数。

4.1 团队架构设计

角色	职责职能描述	人员要求	人数
指导老师	<ol style="list-style-type: none"> 1. 负责为战队整合校内资源 2. 负责在自己的专业领域内指导队内技术 3. 负责团队的的人身财产安全 4. 申请、管理、指导竞赛期间团队经费的使用 5. 协助队长积极配合组委会工作 	战队所在的学校中具备科研、教学工作资格的讲师、教授或其他职务的教职人员。	5
组员	<ol style="list-style-type: none"> 1. 负责按时完成技术组组长发布的技术组任务 2. 负责在平时注意向本组物资管理反馈相应物资的状态、耗材的剩余等 3. 了解其它战队的技术走向，并 	技术组组员由梯队成员完成项目合格后担任。技术组成员须具备该组核心技术知识，具有责任心和较强的学习能力。	6

角色	职责职能描述	人员要求	人数
	<p>作出合理评估</p> <p>4. 计划每周的学习计划, 在组内例会上分享学习的内容以及提议技术走向</p>	<p>了解组内项目和技术发展情况, 对技术发展和传承有一定的见解。</p>	
顾问	<p>1. 根据自身的研发及比赛经验, 研究规划战队技术的发展方向, 从宏观层面指导研发。</p> <p>2. 为战队提供技术支持, 在调试、研发中为队员解答疑难问题。</p> <p>3. 探索、发现前沿技术, 为战队技术研发贡献思路和灵感。</p> <p>4. 针对战队的管理、运营等方面所存在的问题或不足之处提出意见或建议。</p>	<p>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, 具有足够的时间完成顾问的工作, 且在役期间无重大过错。</p>	2
组长	<p>1. 负责协同其它技术组组长进行技术方案敲定</p> <p>2. 负责本技术组的组员任务、考勤安排</p> <p>3. 负责本技术组的对外交流</p> <p>4. 负责本技术组文档、共享平台管理以及相关传承事项构建</p> <p>5. 负责本技术组的组员定期考</p>	<p>技术组组长由队内具有一年以上比赛经验的技术组成员担任, 对该技术组技术具有深刻认识和了解。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>	1

角色	职责职能描述	人员要求	人数
	核,为本技术组的进度总负责协调人		
操作手	1、在备赛期间积极训练,针对机器人的性能做出评估给技术组合理反馈 2、为自己制定科学的训练方案,并针对每次的训练效果进行记录 3、向战术指导提供战术方案	队内招募,通过操作手选拔即可成为操作手,操作手选拔包含战略战术考核、虚拟对抗考核、实车对抗考核,要求操作手应具备良好的团队配合、敏捷战术思维、规则充分理解和机器人基本操作能力。	2

表 4.1 团队框架设计

4.2 团队建设思路

1. 团队简介

桂林理工大学机械与控制工程学院的机器人创新实践基地坚持以人为本,崇尚民主,坚持友谊、公正的原则。主要通过一系列比赛和实际操作训练来培养和提高成员的自身素质和创造能力,不断创新,不断进步;坚持以交流为根,拓宽知识,扩大视野,为在校学生提供一个展现个性风采青春舞台。

对于作为桂林理工大学工程组的团队,我们希望在参赛过程中,团队成员能够不忘初心,记住我们开始参赛的原因是源于热爱,源于一起拼搏的精神。对待比赛,对待工作,我们希望能永远保存干劲,热爱长存,拥有少年人的积极热血。队员间情谊至上共同打造一个擅长合作,团结一心,共同奋斗拼搏的团队。这也是我们希望自己及未来的队员能够坚持的原则和理念。每一战,无论结果,都应被视作成长不忘初心。我们也将永远尊重对手、尊重细节、尊重努力。我们希望整个队伍散发出的是一种积极向上的氛围,队伍中的每个人都能够有一种直面问题并解决问题的勇气。备赛的过程中可能会遇到很多问题我们希望每个队员都能够有独自面对问题和解决问题的能力。我们可能不是那么井井有条非常规整的队伍,但是我们应该是一只洋溢着青春活力以及热血青年的拼劲的团结的队伍。

2. 团队原则

(1) 团队倡导发扬团队协作精神，通过相互沟通、相互帮助达到协调一致，特别是在面对困难及问题是，讲究及时解决问题，遇到问题不推诿，问题解决后再寻原因。

(2) 遵循科学决策原则，决策建立在数据资料支持和直觉判断的基础上，信息的充分占有和信息的去伪存真是决策的第一要务。

(3) 每一个团队成员都应该注重备赛过程，不断总结，从而改善思维方式，提高个人处理问题能力。

(4) 管理模式是不断调试出来的，各种总结固化的过程就是我们团队管理改进和提升的过程。

(5) 基于理想宣告一个团队；以目标、行动、结果来验证团队。

(6) 各组别定期沟通交流各组任务进度。

3. 团队目标

争取在这次工程取矿项目中夺得全国前十，也希望工程在超级对抗赛有出色的发挥不辜负我们团体幸苦一年的努力。

5. 预算分析

1.铝型材（现有旧的长度很少能满足使用要求）

2.铝合金方铝管（用于上部抓手部分，未买）

3.气缸、电磁阀和气瓶（不同规格，待定）

4.若干代加工板材

5.工业摄像头（待视觉确定具体参数）

6.6020 电机（待购买） 3508 电机（已购买）

7.红外传感器与编码器

8.光电和微动开关（工程升降和伸缩时使用）

9.木板和铝型材（用于搭建场地）

5.1 预算估计

模块	材料需求	费用（元）	说明
抓手	框架构材（铝合金方管方铝管）、气动原件及配件、板型材料材、同步带、铝材毛坯	2200	抓手是工程非常关键的部分需要重点研发和测试
底盘	框架构材、气动原件及配件、板型材料材、铝材毛坯、非标件、橡胶轮、避震器、定制弹簧、辅助小轮	3000	稳定的底盘是工程机器人可以实现其他功能的前提
视觉模块	妙算 1（已有）、摄像头、七寸显示屏	2000	加装视觉可以让工程机器人更合理和稳定的实现功能
矿石存储和兑换	钣金件和碳板	500	储矿机构可以提高工程采矿的效率
救援抓手和刷卡救援	气缸、板材	1000	根据步兵底盘和英雄底盘的基本结构设计救援
升降机构	铝方管、板材、铝材毛坯、同步带轮、同步带、链轮、立式轴承座、气缸、挡边轴承	3000	便于工程取矿和兑换，是工程机器人非常关键的机构
其他	连接件（铝柱、螺钉螺母）、轴承、非标件	1200	

表 5.1 预算估计

5.2 资金筹措计划

5.2.1 资金来源

1. 学院学科竞赛资金；
2. 队伍招商获取企业资金支持。

5.2.2 资金去向

1. 为基地购买比赛所需材料；
2. 为基地购买日常所需物品；
3. 作为基地运营资金；
4. 基地设备维护。

5.2.3 财务预算

1. 队员根据制作需求向兵种负责人提出资金预算；
2. 兵种负责人将预算提交给理事会；
3. 理事会进行第一次决策；
4. 基地负责人将预算提交给学院；
5. 学院进行决策反馈。

5.2.4 财务结算

1. 每月进行一次财务结算；
2. 每个赛季结束进行一次赛季财务结算；
3. 每赛季结束进行一次物资清点。

5.2.5 财务审核

1. 经办人：核对项目、单价、金额是否正确发票是否规范，用途是否清晰；
2. 财务审核：审核费用是否按照报销标准报销，采购价格是否合理，相关人员是否签字，核对项目、单价、金额是否正确发票是否规范，用途是否清晰；（此项由学院进行审核）
3. 费用开支的基本报销程序：创建报销单—项目编号—机械控制与工程学院实验费—附页和报账内容—添加收款人—提交—学院审核；
4. 公务卡报销：
 - （1）除了基本报销流程外还需要在发票背面注明老师的姓名和卡号尾数还需提供转账截图；

(2) 发票背面书写说明：因本科生无公务卡，故用老师公务卡网上支付（购买人写）。

(3) 差旅报销一般流程：

创建差旅报销单-填写-添加报销内容-出差报销-添加出差任务-依次填好-勾选所有出差人姓名-打印差旅明细-打印出差审批表-打印粘贴单；

(4) 资产设备（单价 1000 以上）： 老师签字+设备科签字+基本报销程序；

(5) 文献资料（图书，杂志，电子书等）：需购买人自行到图书馆登记入库，后再按固定资产报销流程走，注意报销内容填写（需找两位指导老师签字，图书馆盖章）；注意：已报账的图书归图书馆所有，购买人以后要用书需从图书馆借。

6. 技术方案分析参考文献

参考文献		收获点分析
RM2019 年 上海交通 大学工程 机器人	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=9225	链轮抬升结构的设计
RM2021 年 东北大学 工程机器 人	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12291	底盘联轴器的创新设计
RM2021 年 深圳大学 工程机器 人	https://bbs.robomaster.com/forum.php?mod=viewthread&tid=12321	抓手的俯仰机构的设计思路

表 6. 技术案分析参考文献