



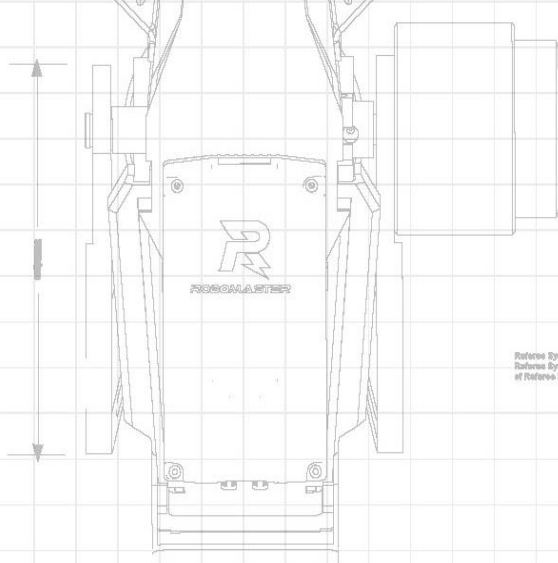
# 桂林电子科技大学

GUILIN UNIVERSITY OF ELECTRONIC TECHNOLOGY

Continuously designed for the RoboMaster M5508 P18 Brushless DC Motor and S250 Brushless DC Motor Speed Controller, this M2508 Assembly Kit includes several cables and a terminal board.



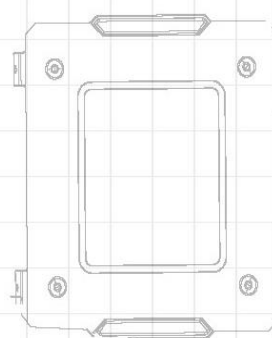
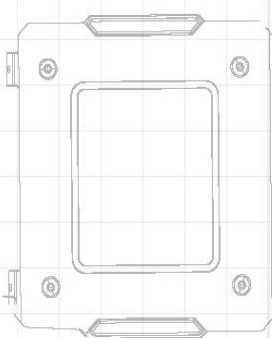
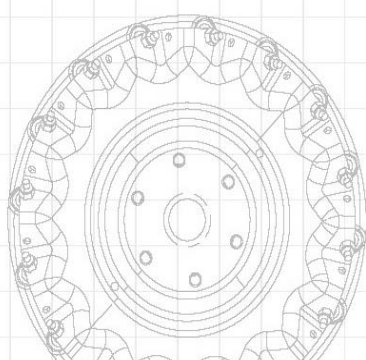
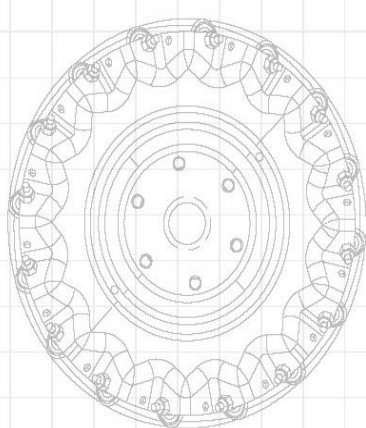
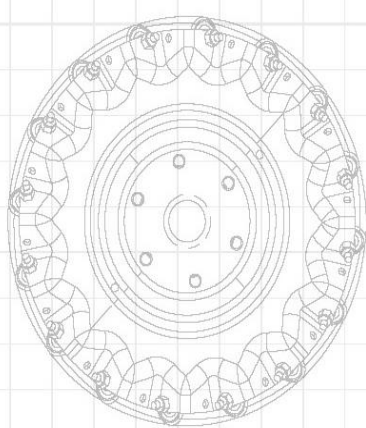
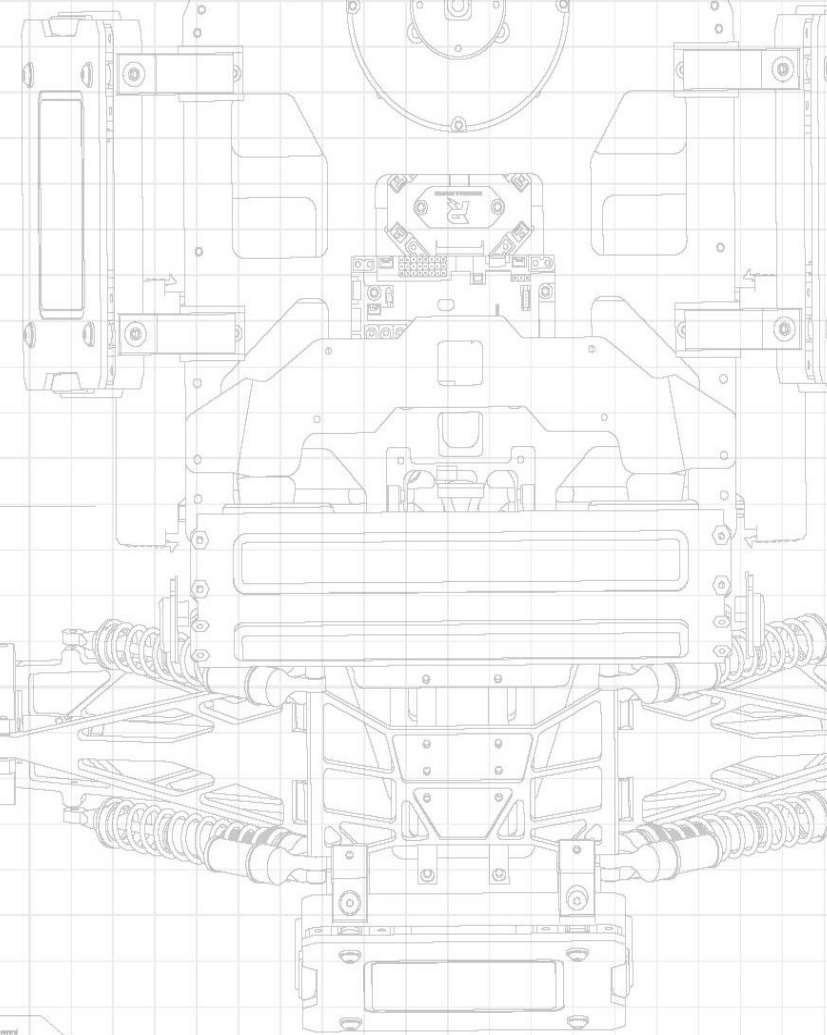
## 机甲大师 ROBOMASTER



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



See M5508 Assembly Kit include several cables and a terminal board, creating a complete assembly system when by two independent robot.



# 第二十一届全国大学生机器人大赛 ROBOMASTER 2022 高校单项赛

## 赛季规划

桂林电子科技大学  
Evolution战队  
编制

---

# 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
2.2 硬件方案设计 .....	5
2.2.2 单板硬件说明 .....	6
2.2.3 重要传感器选型说明 .....	7
2.3 软件方案设计 .....	9
2.4 算法方案设计 .....	9
2.5 测试方案设计 .....	10
3. 项目进度计划 .....	12
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 .....	16
5.2 资金筹措计划 .....	21
6. 技术方案分析参考文献 .....	22

## 1. 规则技术点分析

2022 赛季的单项赛改动巨大，不仅仅增加了掉落的矿石还有一块斜放矿石以及地面矿石。与 2021 赛季单项赛的最简单的夹取矿石相比提高了很多的难度，这就要求工程机器人应当具有更多功能，包括夹取地面矿石机构，空接机构，矿石翻转机构等等。

工程	内容
取矿机构及存储机构	<p>鉴于 2022 赛季单项赛的改动，工程机器人的取矿机构应同时具备常规取矿方以及空接的方式，同样如何快速调整倾斜矿石是机械以及电控需要讨论探究的。同时为确保最大化收益，需要以最快的速度以流水线形式抓取三块矿石，同样要求工程有足够的空间存储矿石。</p> <p>其次对于空接矿石，要求能够有视觉辅助对位，保证能够快速对位接住矿石。</p> <p>最后对于兑换区：是将大小资源岛上面的矿石搬运至兑换区，将矿石推入矿石槽当中。要求取矿机构同时要拥有精准放置矿石的能力。</p>
地面取矿机构	<p>针对地面取矿机构最重要的是如何使取矿过程最简洁迅速，以及和兑换机构配合精密，迅速将矿石兑换。</p>

## 2. 技术方案分析

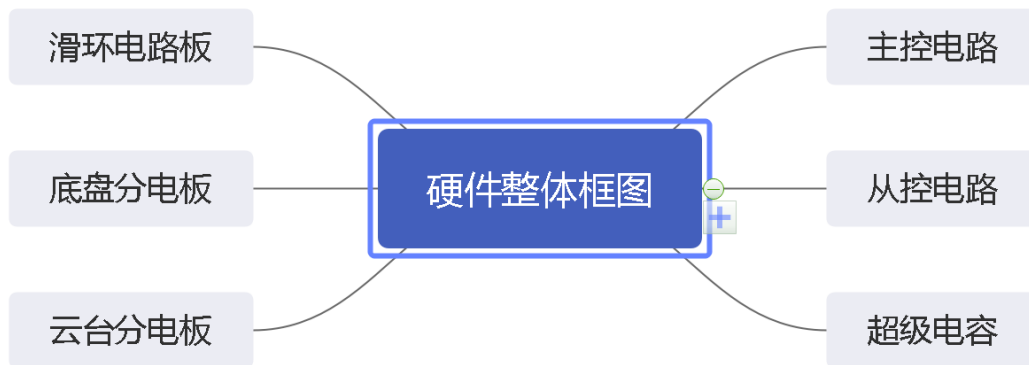
根据最新的规则来看，表面上看虽然与上赛季差别不大，但是矿石的姿态相对于上赛季是变化的，技术的主要想法基本上基于不同姿态矿石的抓取和空接，普通的机械爪已经满足不了其他姿态矿石的抓取，初步思想时在原来的基础机械爪上再增加一个维度，将原本两个自由度的机械爪变为三个或者四个自由度的，并且将姿态调整机构与机械爪相连，实现矿石抓取和调整的流水线。第二点在于与视觉结合的空接方案，难点在于如何获得最高点或是再没接上的情况下的处理。

## 2.1 机械结构方案设计

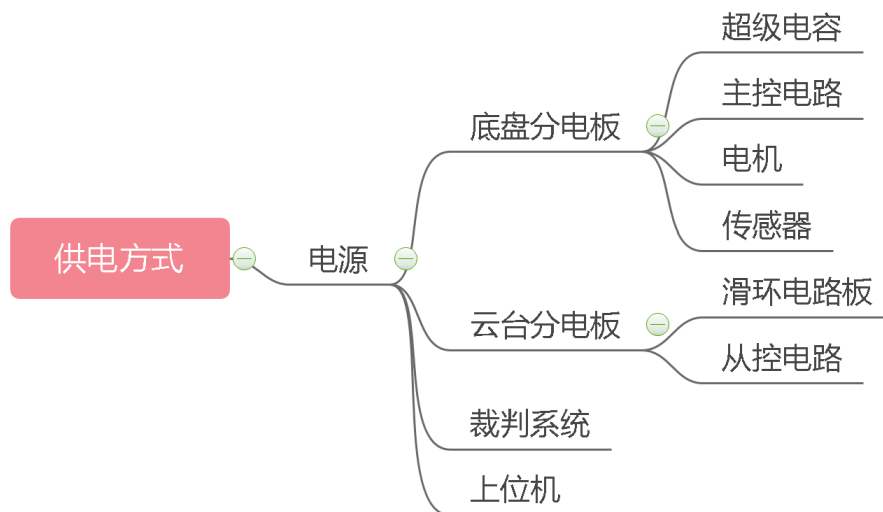
类型	说明
斜放矿石	<p>方案有两个，一个是使用吸盘结构作为取矿机构，吸盘稳定运行，可以直接从正面吸附通过抬升机构直接将矿石抬升出槽口达到取矿目的；另一个方法是设计一个拥有 roll 轴旋转的夹取机构，使抓取机构能伸入矿石与槽口之间地间隙，再通过夹取操作使矿石的对立面能被夹取。吸盘方案应对本次单项赛的资源岛矿石抓取优势明显，只要保证吸盘的吸附性的稳定，可以通过抬升以及 pitch 轴旋转实现矿石抓取。夹取结构方案，利用 3D 打印以及机加件设计一个可以恢复初始状态的可绕 roll 轴旋转的末端，且末端设计成两块分开的板子间距大于 25.4mm 的夹板，目的是为了能通过夹取矿石的对棱顺利地夹取矿石，若无法夹取对棱也能通过 roll 轴旋转能力夹取矿石的对立面达到夹取目的。</p>
深槽口	<p>吸盘方案不多赘述，若使用夹取方案，方向有两个，一个是考虑空接，在五秒内空中截取两块矿石，这个设计方向要求一个能快速平移地机构（车），以及视觉组的辅助，横移机构的设计方向有个：一，通过车体的移动带动夹取机构的移动；二，直接平移整个夹取机构，上赛季上交等学校有使用过，目前的想法是通过滑轨和电机实现取矿机构的平移，若功能稳定实现，后期换成反应更快的气缸推动，提高平移速度。考虑到截矿失败的情况，需要深入槽口取矿的设计，最简单的方法是延长夹板的长度使其可以伸入矿石与槽口之间的间隙，因为夹板可以沿 roll 轴旋转，需要设计限位使夹板只能沿着一个方向旋转，使夹板在夹取矿石时不会出现有力无处使的情况。</p>
地面矿石	<p>地面矿石的取矿方式有两种，一种是直接将矿石“吞”到体内，这个方案是在看过东华大学在哔哩哔哩上的视频后的想法，但这个方案需要舍弃很多的空间，车的布局还是一个未知数，所以不打算采用；另一种是两个机械爪协作配合完成矿石的回收和兑换。第二种方案需要另外设计一个机械爪专门抓取地上矿石，难点就在于如何较好地对位，这个还得依赖视觉方面的辅助。</p>
矿石翻转	<p>上赛季出现了很多的翻转机构，结构越简单越好，计划使用两组翻转装置分别实现矿石不同维度的翻转。每组装置由两个电机连着缠绕有弹力胶带类物体的光轴组成，通过控制电机的旋转方向和差速实现矿石的翻转。</p>

## 2.2 硬件方案设计

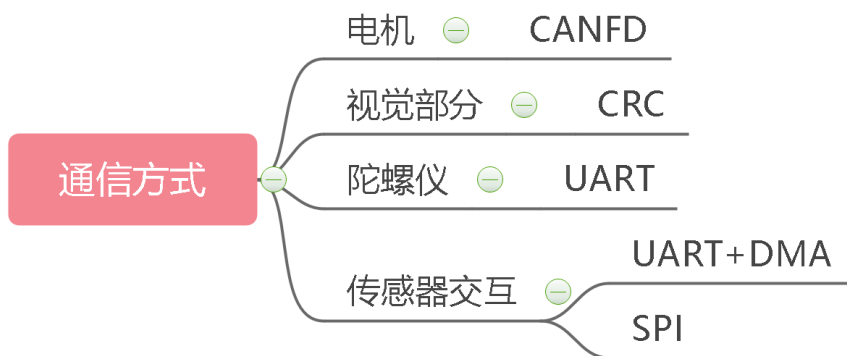
### 2.2.1 硬件整体框图



硬件整体由主控电路、从控电路、超级电容、滑环电路板、底盘分电板、云台分电板六大部分组成。



供电由 24v 电池供给底盘分电板、云台分电板和裁判系统，底盘分电板给超级电容主控电路和其他传感器以及电机供电，云台分电板给滑环电路板和从控电路板供电，裁判系统和上位机独立供电。



主控电路通过 CANFD 来控制电机，视觉部分通过 CRC 校验，陀螺仪通过 UART 串口，传感器通过 UART+DMA 接口和 SPI 接口交互。

## 2.2.2 单板硬件说明

单板	设计需求	风险评估
底盘分电板	满足各个机器人的供电需求，根据比赛规则对机器人的电压和功率进行多级限制，方便进行维修，对各个模块供电接口，输出电压和电流稳定，对电路保护。	底盘分电板部分线路过于暴露，使用时要进行覆盖保护
主控板	机器人主要控制版，要有多种通信方式，满足机器人各个模块之间的通信要求。能够支持 CANFD 的主控芯片在 STM 系列只有 H7 可以，但 H7 对于我们来说功能过剩，图像处理功能不需要主控芯片完成，并且成本也相较于 F4 高许多。又考虑了嵌入式软件所要求的 RAM 与 Flash 要求，我们最后选择了 STM32F427+MCP2517FD (SPI 转 CANFD 总线收	对供电的要求高，主控芯片有烧毁的风险

	发芯片) 的方案。	
陀螺仪版	要求精度高, 设计要精致, 芯片对陀螺仪数据的能精确的处理, 机器人在撞击等各个极端状态能精切稳定的输出数据量程高达 25g 的陀螺仪: BMI088, 完全可以满足需求。并且与嵌入式软件讨论后认为其驱动和滤波难度并不大。最终敲定选择此陀螺仪作为惯性测量单元。。	精密元器件, 注意使用保护
滑环	符合机械设计的要求, 对接口接线进行扩展。	易磨损
超级电容	放电稳定输出电压电流, 对功率进行限制。	充放电电容损耗

### 2.2.3 重要传感器选型说明

传感器类型	说明
WXY15M 拉线传感器	测量精度可达到 0.02%F. S, 通过编码器输出, IP65 级防水, 用来检测工程车上升机构的实时高度, 实现高度闭环的重要传感器之一。

<p>E3F-DS30C4 漫反射光电传感器</p>	<p>该传感器具有感应灵敏、响应快速和防水防油等特点。该型号的感应距离为6~50cm可调节距离；并采用了PMMA有机高透玻璃，使透光率提升至 94%，保证了信号的有效准确性与灵敏度。采用防水阻燃材料，防水效果达到IP68 等级；对于透明与不透明材料此型号传感器都可进行探测</p>
<p>SY3120 电磁阀</p>	<p>用来控制气体的原件，由几个气路和阀芯组成的，由阀芯把各个气路之间接通或者断开，利用电磁线圈产生的电磁力的作用，推动阀芯切换，实现气流的换向。按电磁控制部分对换向阀推动方式的不同，可以分为直动式电磁阀和先导式电磁阀。直动式电磁阀直接利用电磁力推动阀芯换向，而先导式换向阀则利用电磁先导阀输出的先导气压推动阀芯换向。</p>
<p>磁藕式气缸</p>	<p>铝合金外壳，电镀处理，不易变形，耐腐蚀，内外耐磨环采用高分子聚合尼龙，阻力小，耐磨，寿命长，用于抓取机构，使用气控制爪子的抓取，使得爪子的抓取能力更强。</p>



## 2.3 软件方案设计

类型	说明
不同姿态矿石的抓取	目前采取了两个方案，一使是用吸盘结构，通过改变吸盘的位置可从不同方位吸取矿石，然后通过抬升机构和矿石姿态调整机构达到目的，但是对于吸盘结构还需要进一步测试吸附的稳定性和吸盘的运动姿态。二是增加原有机械爪的自由度，使抓取机构可以伸入槽内，但此方案对精度要求太高，与空接方案的结合难度较大。
空接	空接通过视觉识别矿石位置调整车的位置，采取自动对位的方式减小操作手目测对位的误差，矿石准备下落时接收视觉传回的信号，通过计算下落时间或增加光电开关的信号判断接取矿石的时机。
矿石姿态调整机构	设想两个方案，一使将矿石姿态调整机构设计在矿石抓取机构的后方，减少自动任务时间和中间不必要的误差，而是采用两组万向轮，在作为矿石姿态调整机构的同时，也可以作为拾取地面矿石的机构，减少机械上的复杂度，但此方案实行起来再速度上比较慢，还需要经过多次测试对比
通信方式	采用 can 通信和串口通信，比赛场地复杂，各种干扰较强，使用差分信号通信链路能大幅降低共模干扰对通信的影响。主要控制算法还是使用 pid, pid 对算力要求不高，使用 stm32f4 系列微控制器就能实现，且达到较好的效果。

## 2.4 算法方案设计

类型	说明
矿石识别	利用 OpenCV 对矿石进行传统识别，主要针对金矿，根据金矿本身的颜色（黄色），将 RGB 通道分离与合并及阈值处理对该颜色进行识别，再提取外轮廓，将其用矩形框框出。根据实时的测试，对噪点、强光等一些干扰加入相应的形态学处理，使得阈值化后的结果只剩矿石的轮廓。最后保证视觉识别的稳定性，保证在赛场的强灯光下，能够精确识别矿石，追踪矿石位置，输出矿石相应坐

	标，使得工程机器人能够准确抓住矿石
空接矿石 预判	根据矿石识别，找到矿石位置，在根据相机与垂直方向的角度，精确定位工程机器人的位置，使得工程机器人抓取位置与空中矿石正好相对。再根据矿石实际的重量（重力加速度已知），及矿石下落高度，计算矿石下落时间。当矿石准备下落时，工程机器人提前在其下落位置，准备空接；当指示灯变化时，开始计时，经过一定时间之后，工程机器人做抓取动作。保证工程机器人抓取矿石时间的准确性及稳定性。

## 2.5 测试方案设计

机械：工程的测试的机构主要有：运动底盘，抬升机构，取矿机构，翻转机构，以及横移机构

机构	说明
运动底盘	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 操纵机器人绕场地运动，若机器人的运动随操作手控制做出相应的运动即为实现功能</li> <li>2. 在模拟不同的速度碰撞后，检查铝框架结构的变形情况，主体部分结构稳定判断为功能实现</li> <li>3. 装载 60kg 的物体后控制车运动，基本运动能够实现即为功能实现。</li> </ol>
抬升机构	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 抬升后最大高度达到 800mm 左右</li> <li>2. .抬升到达最大高度时间 1s 内</li> <li>3. 多测抬升机构不会出现卡死现象</li> </ol>
矿石翻转机构	执行矿石翻转操作，看矿石是否能在两个方向上顺利翻转

矿石抓取机构	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 前伸装置在多次伸出收回的操作后结构稳定，无卡顿现象</li> <li>2. 矿石在夹取及回收过程中矿石没有出现明显位移，未出现脱离控制的情况</li> </ol>
横移机构	取矿机构按指定路线平移，且顺利取到矿石

电控：在高校单项赛中，关键点在于矿石的抓取和有视觉联合的调试

机构	说明
取矿机构	调试时使底盘与抓取机构分离保证安全和除去一些冗杂的步骤，测试抓取矿石的力度和稳定性，提高抓取矿石的成功概率
矿石姿态调整机构	与取矿机构采取同样的思路，先分离后整合，在测试过程中观察矿石的运动姿态，将矿石姿态调整到能精准兑换的姿态。
取障碍块机构	使用模拟按键来模拟操作手按下按键的情况，使用模拟按键可以减少调试难度和时间，提高调试效率，取障碍块机构不仅要测试渠道障碍快的机构，还要测试机构抓取障碍快时的稳定性。

视觉：对于高校单项赛，工程机器人在视觉方面的重点是矿石识别和矿石空接预判，对于矿石识别及空接的测试方案设计如下：

部分	说明
识别部分	通过多次不同光照条件下对矿石的进行识别，检测视觉识别的鲁棒性，同时要对矿石的四点坐标精确统计。

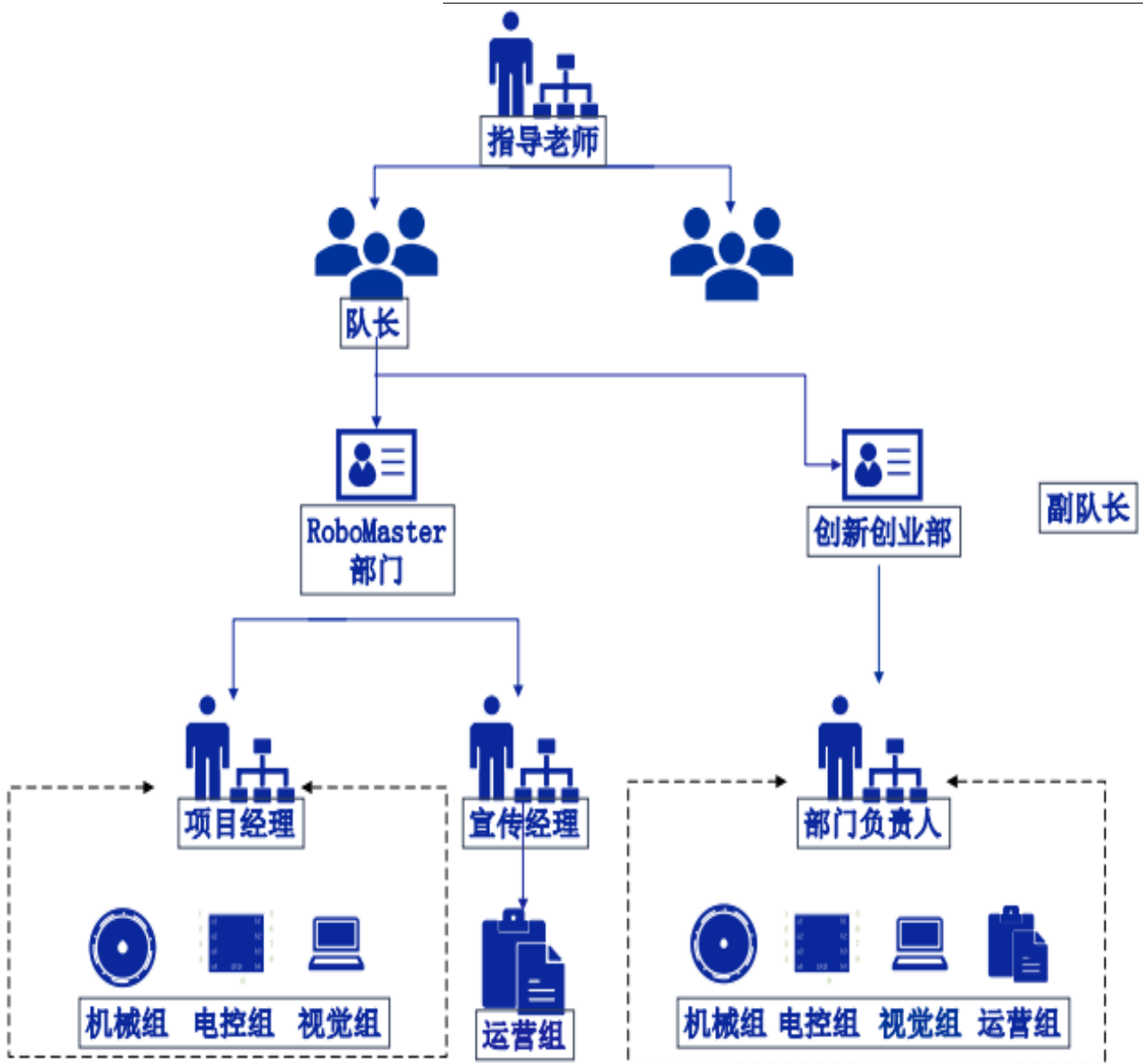
<p>预判部分</p>	<p>通过对矿石识别的稳定性，测试对空接矿石位置判断的准确性，要确定空接位置在矿石正下方。根据测试的实际情况对矿石预判的代码进行深层优化。</p>
-------------	---------------------------------------------------------------------------

### 3. 项目进度计划

进度内容	时间结点
机械完成图纸	2021 年 12 月 15 日
机械造出整车	2021 年 12 月 20 日
电控基本完成调试	2021 年 1 月 5 日
机械完善、视觉调试	2021 年 1 月 15 日
视觉完成调试	2021 年 1 月 30 日

### 4. 赛季人力安排

本赛季中，工程取矿单项赛的团队人员为 6 人，分别负责机械、电控、视觉、运营和操作等。



## 4.1 团队架构设计

角色	人员	人员要求
指导老师	唐亮	1. 负责战队的人身财产安全； 2. 申请、整合和指导赛季战队的经费等资源的使用； 3. 督促、监管战队的项目进度；

<p>顾问</p>	<p>电控：马伊龙 机械：谢一源 视觉：李承蒙 操作手：梁业河</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 给队伍提供战略、技术、管理等指导与支持；</li> <li>2. 把控机器人研发的方向和技术评定；</li> <li>3. 机器人的前瞻性探索；</li> <li>4. 进行队员技术上的答疑解惑。</li> </ol>
<p>队长</p>	<p>梁睿哲</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 负责赛季的规划；</li> <li>2. 负责赛季的战队战术安排和调整；</li> <li>3. 负责战队人员分工、统筹；</li> <li>4. 负责与校内外的交流工作</li> </ol>
<p>项目管理</p>	<p>林俏锦</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 负责技术部门人员的分工统筹；</li> <li>2. 负责对研发项目进度的整体把控；</li> <li>3. 负责综合考量项目成本及风险；</li> <li>4. 协调队长进行队内管理工作。</li> </ol>
<p>机械</p>	<p>罗宇林</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 机器人机械结构的设计和优化；</li> <li>2. 零件的加工和组装调试等；</li> </ol>
<p>电控</p>	<p>王睿、王鑫</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 构建工程代码；</li> <li>2. 机器人软硬件设计和检修维护等。</li> </ol>

视觉	郝基焯	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 机器人所搭载计算机系统的开发；</li> <li>2. 机器人视觉识别功能的开发和调试改等。</li> </ol>
操作手	李哲然	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工程机器人的实战训练；</li> <li>2. 战斗策略的制定和技术传承；</li> <li>3. 机器人性能的反馈等。</li> </ol>
运营	凌旖晨	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 训练安排；</li> <li>2. 宣传招商等。</li> </ol>

## 4.2 团队建设思路

队伍由一个机械两个电控一个视觉组成。

整车的机械部分由一名机械组员负责，该组员负责设计工程机械结构配合电控改进调试整车。一个负责硬件部分，另一个负责软件部分。这种方法可以很有效的利用时间，同时也有充分的时间足够成员学习自己负责的部份的知识，保证效率的同时可以将整车的质量提高，减轻了每位成员的工作压力。

视觉方面就不需要更多的细分，由一位视觉队员负责整车的视觉算法部分即可，在视觉调试的过程中，由电控和机械配合就可以完成整车的测试。

当车辆出现问题时，机械和电控各有两人可以保证再突发情况下能够至少有一人来解决，避免了因为时间安排而导致整体拖累进度的情况。

## 5. 预算分析

### 5.1 预算估计

一级分类	二级分类	内容	数量	物资单位	单价	总价
底盘	官方元件	RoboMaster M3508 P19 直流无刷减速电机	299	个	4	1198
		RoboMaster C620 无刷电机调速器	239	个	4	958
		RoboMaster 麦克纳姆轮 左旋	299	个	2	598
		RoboMaster 麦克纳姆轮 右旋	299	个	2	598
		RoboMaster 电池架 (兼容型)	119	个	1	119
		RoboMaster M2006 P36 直流无刷减速电机	155	个	1	155
		RoboMaster C610 无刷电机调速器	95	个	1	95
		TB47D 电池	1359	个	1	1359
		RoboMaster 机器人专用遥控器套装	377	个	1	377
	非官方成品模块	传感器	500	项	1	500
		避震	85	对	4	340
	机加工	加工费	1500	次	1	1500



		材料费	500	项	1	500	
		铝方管（含切割、钻孔和焊接）	1700	项	1	1700	
	标准件	螺钉	320	项	1	320	
		轴承	230	项	1	230	
		链条	90	条	2	180	
		链轮	50	个	4	200	
	特种加工	3D 打印	240	项	1	240	
		线切割	320	项	1	320	
	PCB 制版	硬件加工	420	项	1	420	
	板材	玻璃纤维	350	项	1	350	
		碳纤维	400	项	1	400	
	取矿机构	官方元件	RoboMaster M3508 P19 直流无刷减速电机	299	个	3	898
			RoboMaster C620 无刷电机调速器	239	个	2	479
		非官方成品模块	气动元件	820	项	1	820
线性滑轨			500	项	1	500	
机加工		加工费	600	次	1	600	
		材料费	120	项	1	120	
		铝方管（含切割、钻孔和焊接）	1700	项	1	1700	
标准件		螺钉	250	项	1	250	
		轴承	130	项	1	130	

	特种加工	3D 打印	120	项	1	120
		线切割	380	项	1	380
	PCB 制版	硬件加工	300	项	1	300
	板材	玻璃纤维	170	项	1	170
		碳纤维	320	项	1	320
救援机构	机加工	气动元件	150	项	1	150
		线性滑轨	75	项	1	75
		加工费	260	次	1	260
		材料费	50	项	1	50
	标准件	螺钉	60	项	1	60
		轴承	30	项	1	30
	特种加工	线切割	40	项	1	40
	板材	碳纤维	120	项	1	120
刷卡复活机构	官方元件	RoboMaster M2006 P36 直流无刷减速电机	155	个	1	155
	标准件	螺钉	20	项	1	20
		轴承	15	项	1	15
	特种加工	线切割	35	项	1	35
		碳纤维	160	项	1	160
矿石姿态调整机构	官方元件	RoboMaster M2006 P36 直流无刷减速电机	155	个	2	311
	非官方成品模	气动元件	130	项	1	130

	块						
	机加工	加工费	230	次	1	230	
		材料费	30	项	1	30	
		铝方管（含切割、钻孔和焊接）	260	项	1	260	
	标准件	螺钉	35	项	1	35	
		轴承	56	项	1	56	
	特种加工	线切割	120	项	1	120	
	板材	玻璃纤维	170	项	1	170	
		碳纤维	320	项	1	320	
	抓取矿石机构	非官方成品模块	气动元件	310	项	1	310
线性滑轨			90	项	1	90	
机加工		加工费	260	次	1	260	
		材料费	120	项	1	120	
		铝方管（含切割、钻孔和焊接）	230	项	1	230	
标准件		螺钉	50	项	1	50	
		轴承	60	项	1	60	
特种加工		线切割	90	项	1	90	
板材		玻璃纤维	120	项	1	120	
		碳纤维	160	项	1	160	
云台		非官方成品模块	5015 电机	700	个	2	1400
			大华工业相机	2580	个	1	2580
	NVIDIA jetson NX		6640	台	1	6640	

	机加工	加工费	50	次	1	50
		材料费	10	项	1	10
		铝方管（含切割、钻孔和焊接）	40	项	1	40
	标准件	螺钉	20	项	1	20
		轴承	10	项	1	10
		碳纤维	320	项	1	320
差旅	住宿	分区赛住宿	40	人次天	100	4000
		决赛住宿	40	人次天	100	4000
	交通	分区赛大巴	40	人次	100	4000
		决赛大巴	40	人次	100	4000



## 5.2 资金筹措计划

来源项	预计金额	筹措思路
学校赞助经费	10000 元	<p>1) 校友资源：毕业后的师兄师姐们有的建有自己的企业，有的在知名企业就职，且都有强烈的意愿建设母校</p> <p>2) 学校资源：机器人中心 Evolution 战队连年在各种大型比赛中获得佳绩，队伍不断壮大，得到学校校领导高度重视，且提供大量经费支持。</p> <p>3) 周边资源：可以尝试与周边的小型店铺达成相关合作，获得一定的资金支持。</p> <p>4) 导师资源：指导老师的科研经费垫付相关紧急需要的物资。</p> <p>5) 队内资源：队员们自行募捐，贴补中心的一些开销。</p>

来源项	预计金额	筹措思路
招商赞助经费	20000 元	<p>1. 招商对象：根据中华人民共和国法律有效注册成立并依法经营，从事经营科技产品研发行业、智能算法研发行业、电子通讯行业、汽车行业、餐饮行业、娱乐行业、公益领域、创意产业行业以及经赛事组委会认可的其他行业。</p> <p>2. 招商进程：2021 年 11 月- 12 月，梳理自有优势资源，准备相关招商资料 招商手册、招商 PPT、招商名片、招商单页、宣传视频/宣传图片；2021 年 12 月-2022 年 1 月，做好市场分析，了解相关企业，制定招商方向，进行渠道管理；2022 年 1 月- 2 月，线上提前联系相关企业，线下主动沟通企业招商负责人，逐步和有潜在合作意向的企业进行接触；2022 年 2 月- 3 月，与有合作意向的企业进行深入交流，结合企业需求，寻求双方互利共赢的合作方式</p>

## 6. 技术方案分析参考文献

参考文献	收获点分析
底盘悬挂设计： 东大工程开源文档 上交英雄开源文档 桂林电子科技大学工程开源文档	<p>上交的悬挂设计简单实用，在轮系中利用抱紧直接连接电机的轴和麦轮，减少了法兰的安装，简化了轮系结构。</p> <p>东大的抱紧增加了与电机轴的固定孔位，且安装的顺序要求比上交的抱紧要求低，造型设计上也让人印象深刻。</p>

<p>抬升机构： 桂林电子科技大学工程开源文档</p>	<p>东北大学的多级链传动的抬升方式结合拉力传感器，使抬升高度变得可控，减少了多级抬升机构的空间占用。</p>
<p>取矿机构： robomaster 历代开源文档</p>	<p>东北大学的吸盘结构在上赛季的比赛中发挥极大的优势，利用机械爪的正常翻转高度劣势先发制人，突破常规思维，对规则的利用达到新高度。但当高度限制的优势被打破后，吸盘对上机械爪可能优势会被消减。</p> <p>桂林电子科技大学的机械爪使用气缸驱动翻转与抓取，对于固定角度的矿石抓取有控制简单，反应快的优点，缺点是可控性较差，操作单一。</p>
<p>王述彦, 师宇, 冯忠绪. 基于模糊 PID 控制器的控制方法研究[J]. 机械科学与技术, 2011, 30(01):166-172.</p>	<p>模糊 PID 自整定控制具有模糊控制和 PID 的优点，克服了二次调节系统的非线性和时变性，可以使二次原件输出动态响应性能大大改善，有良好的校正性能</p>
<p>黄丹, 周少武, 吴新开, 张志飞. 基于 LQR 最优调节器的倒立摆控制系统 [J]. 微 计 算 机 信 息, 2004(02):37-38+34.</p>	<p>通过倒立摆对 LQR 进行分析，分析在实际系统中，加权阵 Q 和 R 的选取对系同的影响，学习了从实际情况出发研究加权阵 Q 和 R 之间的变化规律，并用于实践</p>
<p>孙银健. 基于模型预测控制的无人驾驶车辆轨迹跟踪控制算法研究[D]. 北京理工大学, 2015.</p>	<p>学习了 MPC 的实际应用和 MPC 的算法公式，在工程中结合约束条件和优化目标函数建立 MPC 轨迹跟踪器的方法，深入了解了偏角软约束的概念</p>
<p>丁君. 基于微惯性传感器的姿态算法研究[D]. 上海交通大学, 2013.</p>	<p>了解了捷联惯导系统基本原理，学习了传统的姿态更新算法，Allan 方差分析陀螺仪随机漂移误差特性，Kalman 滤波器和互补滤波器可以根据其特点作用在不同的传感器上，可以提高加速度计和磁传感器的的姿态算法所结算的姿态角的精度。</p>

<p>鱼瑞文, 张辉, 谭国俊, 张嘉敏. 永磁同步电机 <math>H_\infty</math> 鲁棒控制策略研究 [J]. 电力电子技术, 2012, 46 (02) :102-104.</p>	<p>相对于永磁同步电机来说, PI 控制器主要以线性时不变系统为对象, 而永磁同步电机为非线性多输入输出系统, 鲁棒控制器更加适合, 了解了一种三项 PWM 整流器 <math>H_\infty</math> 鲁棒控制策略。</p>
<p>视觉算法详细讲解</p>	<p>在这里可以看到各大学校的视觉开源代码, 参考人家优秀、先进的代码, 同时也可在论坛进行讨论。</p>
<p>四川大学视觉算法代码开源</p>	<p>参考四川大学的视觉算法代码, 吸取其优点, 对自身代码进行优化。</p>
<p>RM2016 视觉开源</p>	<p>将 RM2016 开源视觉作为参考, 对本届代码进行修改并优化, 学习其中的优点。</p>
<p>基于官方数据集目标检测训练代码开源</p>	<p>由于官方提供数据集, 可以使用模型进行训练, 非常方便。</p>
<p>武汉科技大学工程视觉辅助开源</p>	<p>将武汉科技大学工程视觉辅助开源作为参考, 对本届代码进行修改并优化, 学习其中的优点。</p>





**EVO** 桂林电子科技大学  
Evolution 机器人中心

QQ号：3372247285

微信公众号：桂电机器人中心

微博：桂林电子科技大学机器人中心

地址：广西壮族自治区桂林市七星区桂林电子科技大学花江校区