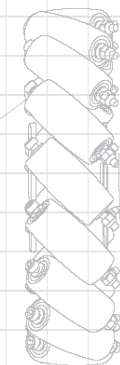




Using a BL-HS motor driver module and Field-Oriented Control (FOC), the RoboMaster G30 Brushless DC Motor Speed Controller enables precise control over motor speed.



Exclusively designed for the RoboMaster G30, this 100W Brushless DC Motor Speed Controller, the U3000 Assembly Kit includes several cables and a terminal board.

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

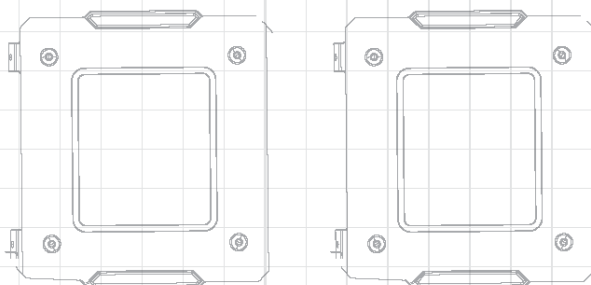


The M3000 Assembly Kit includes several cables and a terminal board, enabling a complete precision motor drive by four independent systems.

ROBOMASTER

机甲大师超级对抗赛

技术方案



前言

本成本报告由华侨大学 EDR 战队编制，适用于 RoboMaster 2023 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
机械	王明胜	
硬件	苏乔坤	王明胜
软件	张任中正	郑少杰
算法	张任中正	郑少杰
其他	王明胜	张任中正

目录

前言	2
1. 概述.....	4
1.1 背景&目标.....	4
1.2 其它学校机器人分析综述	5
1.3 机器人功能定义.....	5
1.4 机器人核心参数.....	7
1.5 设计方案	7
1.5.1 机械结构设计	7
1.5.2 硬件设计	18
1.5.3 软件设计	20
1.5.4 UI 交互界面.....	23
1.5.5 算法设计	24
1.6 研发迭代过程	25
1.6.1 测试记录	25
1.6.2 版本迭代过程记录.....	25
1.6.3 重点问题解决记录.....	26
1.7 团队成员贡献	27
1.8 参考文献	27
1.9 技术方案复盘	27
1.9.1 赛场性能表现情况分析.....	27
1.9.2 赛场性能表现与规划对比分析.....	28
1.9.3 经验总结	28

1. 概述

1.1 背景&目标

在 Robomaster 机甲大师超级对抗赛 23 赛季中，工程属于机制变化较大的兵种。第一，兑换站更改为机械臂模式，新增可选择的零级至四级兑换难度。第二，大资源岛三个金矿石掉落姿态随机。这两点机制改动造成的结果是取矿与兑换的难度大幅提升，因此工程机器人的取矿兑换机构必须设计得更加灵活。除了基础的抬升，前伸，横移三自由度外还需要加上 pitch, roll, yaw 三个旋转自由度。

考虑到比赛过程中矿石可能从车上滑落或者由于其他高校的反空接功能掉落在地上，因此还需要设计取地面矿石的功能。

兵种复活机制改为读条复活以及使用金币复活，工程救援机制取消。则 23 赛季开始，工程的救援结构将成为过去式。去除救援结构的工程机器人，底盘的空间压力得到缓解。救援机制取消之后，取矿兑换功能研发至少占据工程机器人的 80%。

根据新赛季经济体系，每个兑换难度等级的金银矿石之间的差距只有 25 金币，高一级难度的银矿价值也超过了低一级的金矿。并且 23 赛季中，当累计金币到达一个阈值后必须选择更高兑换难度。由此可以看出，兑换矿石的优先级远要高于争夺金矿石。

综上所述，23 赛季工程功能的设置为“兑换四级难度>取大资源岛矿石>取小资源岛矿石>搬运障碍块>其他”

因此 23 赛季中，工程的研发目标为：

- 1、 手动兑换四级难度兑换站
- 2、 自动空接大资源岛矿石
- 3、 自动取小资源岛矿石
- 4、 取地面矿石
- 5、 搬运障碍块

1.2 其它学校机器人分析综述

1.2.1

1. 部分强校工程技术可借鉴之处

其他高校工程机器人完成度及技术水平可重点参考 22 赛季工程单项赛，工程单项赛中的兑换站采用机械臂结构，所以部分学校已经尝试使用机械臂结构。例如，广东工业大学在 21 赛季就使用六轴机械臂。六轴机械臂的灵活性可以完美实现兑换四级难度兑换站的目标。

21 赛季东北大学-TDT 战队的工程机器人抛弃传统夹爪取矿结构，采用吸盘取矿，在竞赛中展现出了强大的空接能力。空接矿石能力可以在前期争夺大资源岛矿石时获得优势领先，增大后期战术安排的灵活性与可行性。

22 赛季西安交通大学的工程模块区分鲜明，整车非常简洁美观，底盘部分设计有方便检修的半快拆结构。其倍程抬升机构给予我们很大的启发。其工程前期研发日志以及气动元件的选型帮助我们大大节省了气动部分的研究时间。

南京理工大学的齿轮齿条前伸机构灵活性很高，其变废为宝利用 M3508 减速电机输出轴作为法兰。

2. 工程机器人痛点

总结 22 赛季部分强校的工程机器人功能设计，设计者发现工程机器人普遍存在的几个痛点：单级前伸机构很难满足大资源岛取矿要求、多级前伸机构导致重心上移、气瓶占据过大的底盘空间、电控与气控功能重复、障碍块与矿石的夹取机构不能合并。在 23 赛季取消救援机制后，能够设法缓解以上痛点，解决办法在后续机械设计部分进行详述。

1.3 机器人功能定义

- 底盘功能设计
 - ◆ 全地形下不会翻车
 - ◆ 四驱独立悬挂
 - ◆ 重心设计居中靠下
 - 最大加速度时不会导致原地翻车
- 抬升机构设计

- ◆ 齿轮齿条加同步带倍程抬升机构
 - 最大抬升高度 989mm，接近空接极限高度
 - 最小抬升高度能够取到地面矿石及障碍块
- 前伸机构设计
 - ◆ 单级齿轮齿条传动
 - 压缩传动结构空间
 - 单级传动即可满足大小资源岛取矿需求
 - 前伸极限长度 1049mm
- 取矿兑换机构设计
 - ◆ 末端三自由度转动设计
 - 能够兑换四级难度兑换
 - ◆ 吸盘结构
 - 稳定空接大资源岛矿石
 - 稳定搬运障碍块
- 气路设计
 - ◆ 单个 24V 有刷真空泵
 - 继电器驱动，无需复杂接线
 - 流量 40L/min，真空度-0.09MPa，满足空接以及搬运障碍块需求
 - ◆ 24V 真空阀设计
 - 负压环境正常使用
 - 连续取矿时避免真空泵频繁启停
 - 可与真空泵共用一个双路继电器
- 其他功能
 - ◆ 功能模块化设计，便于维护与走线，外形美观
 - 小模块损坏 2 分钟内可修复
 - 大模块损坏 5 分钟内可修复
 - 整车布线后线材均有保护，无裸露线材
 - ◆ 两块电池分别给底盘和平移机构供电
 - 续航时间远远超过三局比赛 21 分钟

1.4 机器人核心参数

名称	参数
重量	23kg
初始尺寸（长宽高）	590*590*580
伸展尺寸（长宽高）	1140*590*983
主要传感器型号、参数、数量	两个微动开关
真空泵参数	电压 24V、流量 40L/min、真空度- 0.09MPa
执行器件（电机、气缸等）用途与数量说明	四个底盘电机、两个抬升电机、一个伸 缩电机、一个 pitch 轴电机、一个 yaw 轴舵机、一个 roll 轴舵机、一个图传 舵机

1.5 设计方案

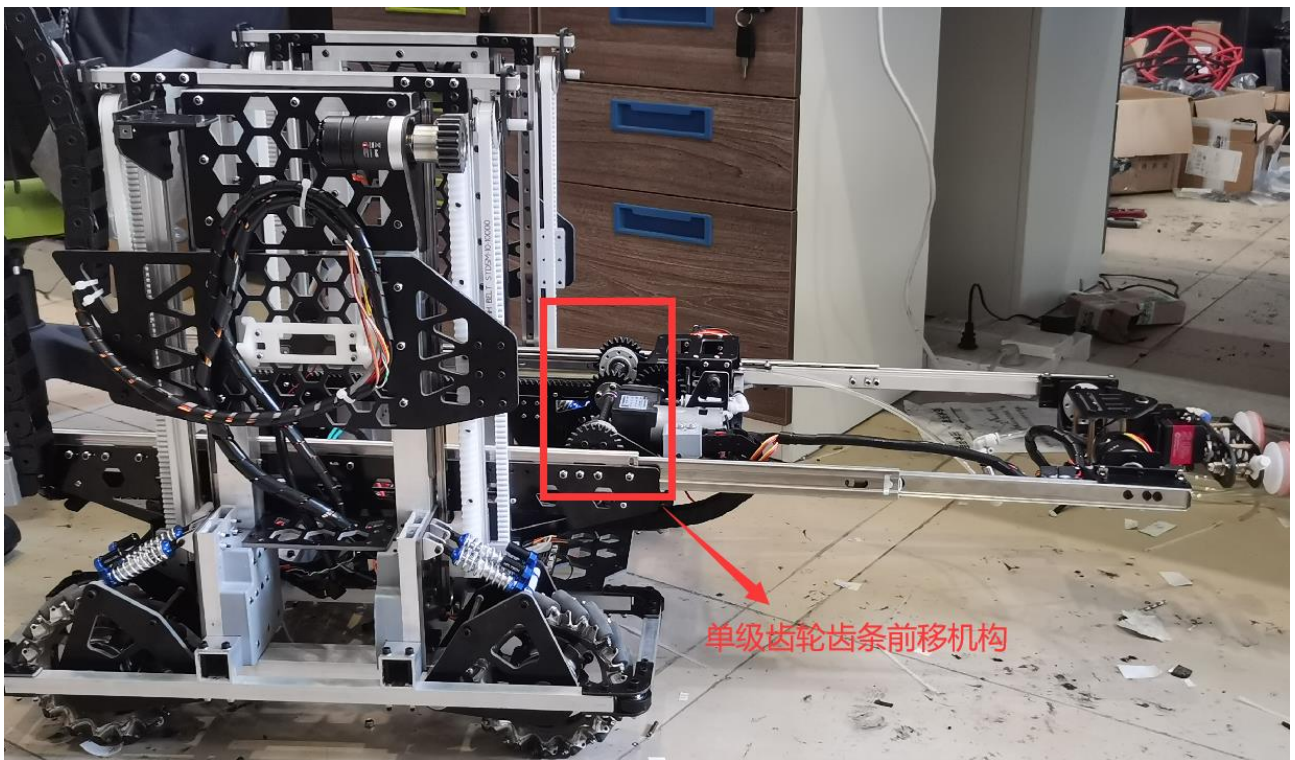
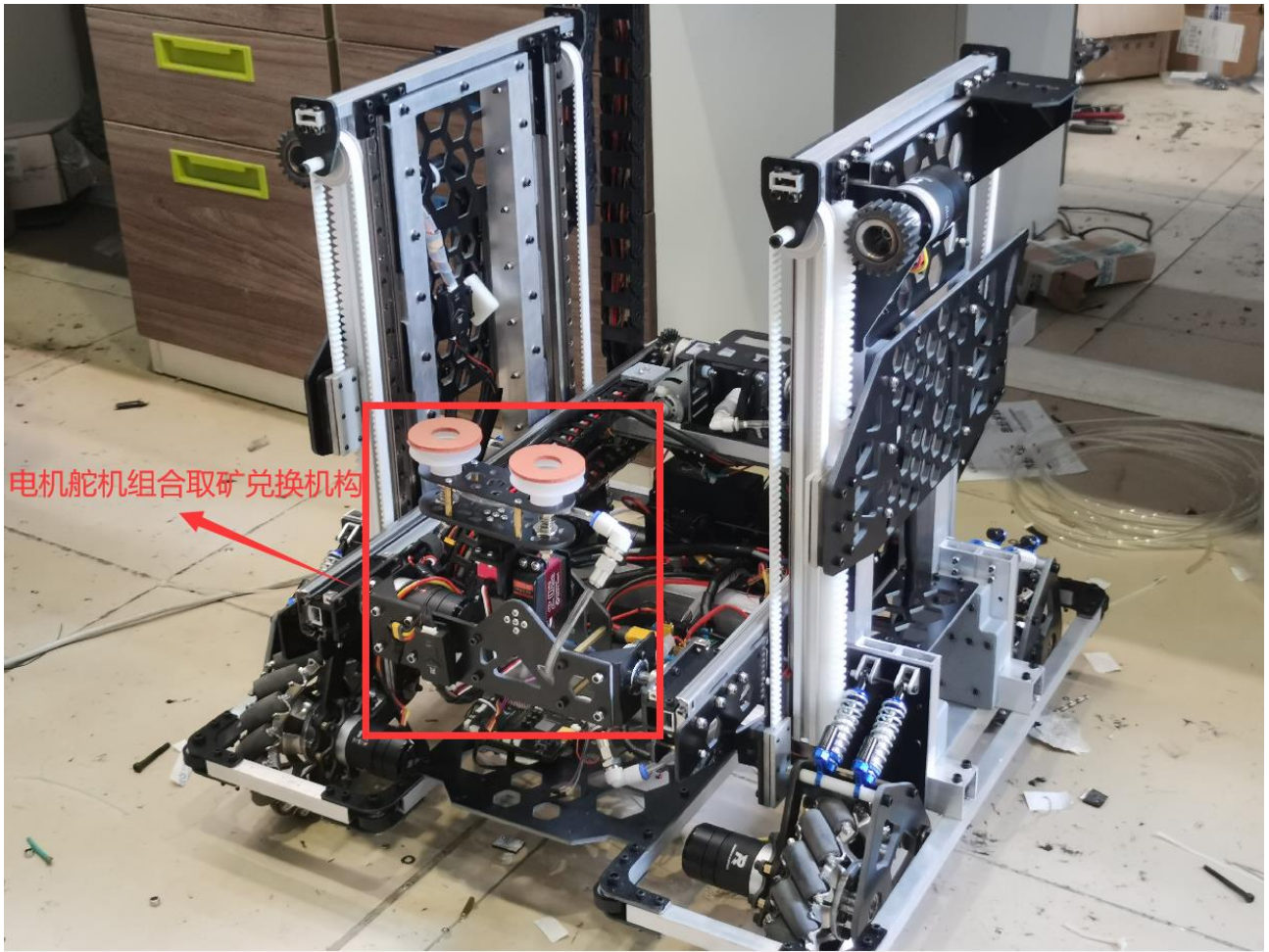
1.5.1 机械结构设计

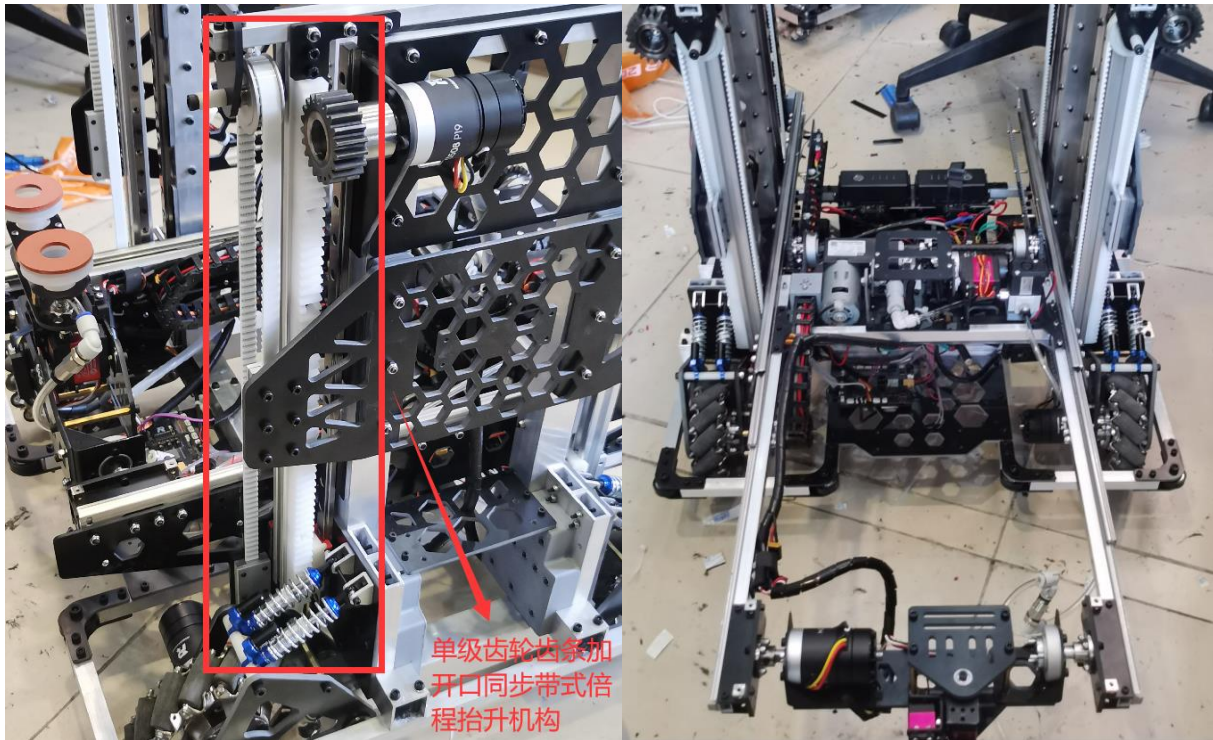
1. 整体机械结构设计/核心结构设计说明

工程整体机械设计思路为结构尽可能紧凑，在有限空间内容纳更多自由度，满足更多功能。同时为了缩减成本，尽可能多用板件，打印件，少用机加件；减少电机的使用数量。根据这一思路，在取矿方面，采用电机舵机结合的方式，减轻末端重量；在抬升方面，设计者参考西安交通大学的倍程抬升机构，优化设计出结构更简单，装配更方便的开口同布带式倍程抬升机构；在前伸方面，设计者优化了南京理工大学的第一级齿轮齿条传动机构，设计出同时满足大小资源岛前伸长度要求的单级前伸机构。

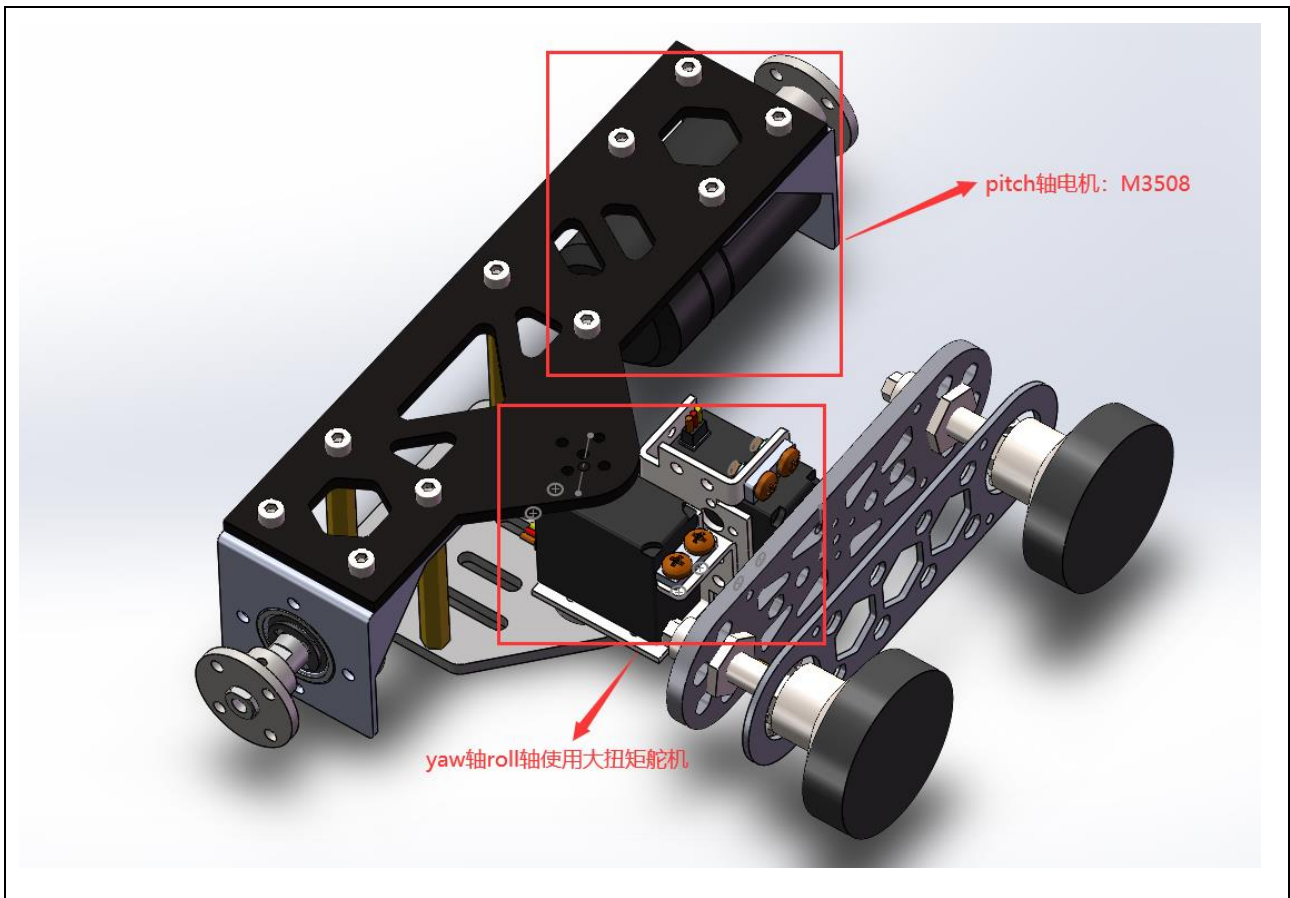
工程机器人总体机械结构按照功能可划分为：取矿、平移、底盘三大部分。由于 23 赛季工程机制变化，取矿机构成为工程机器人所有结构中核心的核心；平移机构作为承载取矿机构的平台是机器人的次核心；底盘部分采用最简单技术积累最多的四轮驱动独立悬挂麦轮底盘。

接下来将按照这三部分来展开介绍。

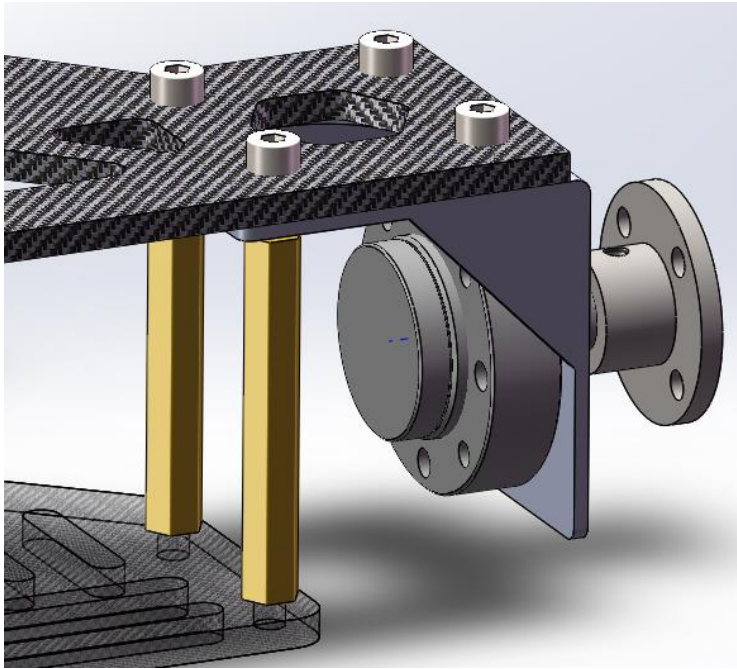




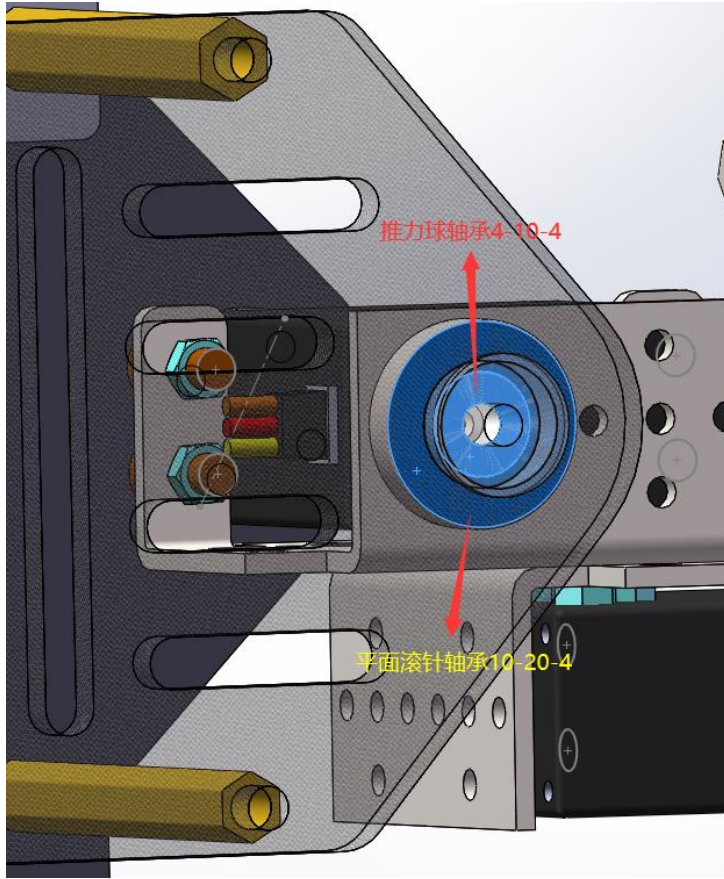
1.1 取矿兑换部分



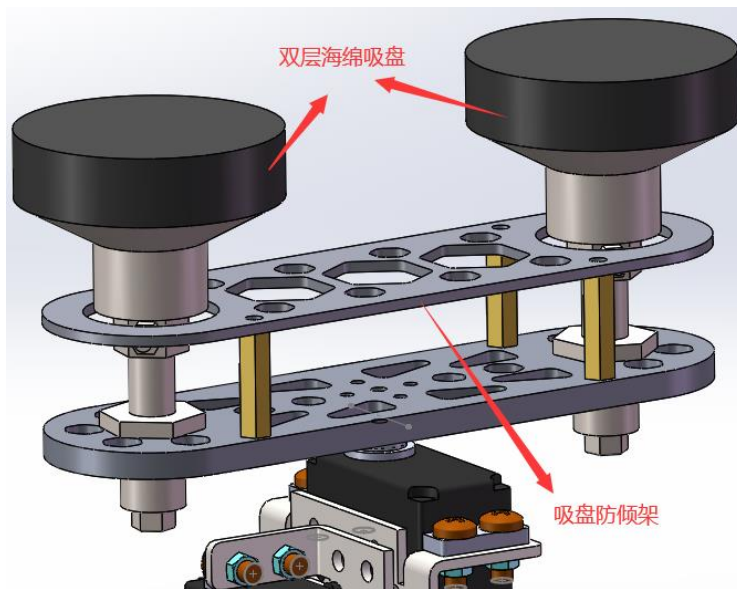
对于机器人来说，重心越靠下，行驶稳定性肯定越高，但是由于取矿兑换的灵活性要求，取矿机构的末端必须配置至少三个电机。在空接大资源岛矿石时，由于力臂较长，抬升机构的底部会受到非常大的力矩。如果能设法减轻末端重量，就能显著降低抬升机构的负载。M3508 电机与 GM6020 电机的大重量显然不符合要求，但如果末端采用 2006 电机直驱，又会面临电机扭矩不足以转动矿石的尴尬场面。扭力不够的解决办法是为 M2006 电机设计减速器，但这样会大大增加成本。设计者最后采用电机与大扭矩舵机的组合。



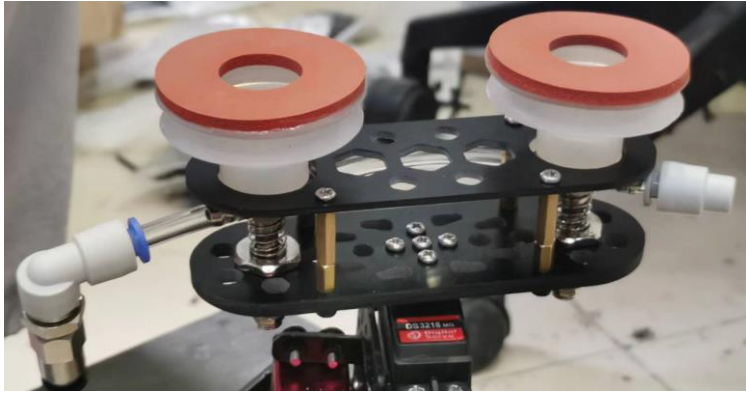
pitch 转轴使用 M3508 减速箱输出轴，优势是可以使用 M3508 电机的配套电机架和法兰，有效降低成本。并且此设计可以将闲置的 M3508 减速箱变废为宝。



Yaw 轴连接处使用双平面
轴承结构，增加可靠性



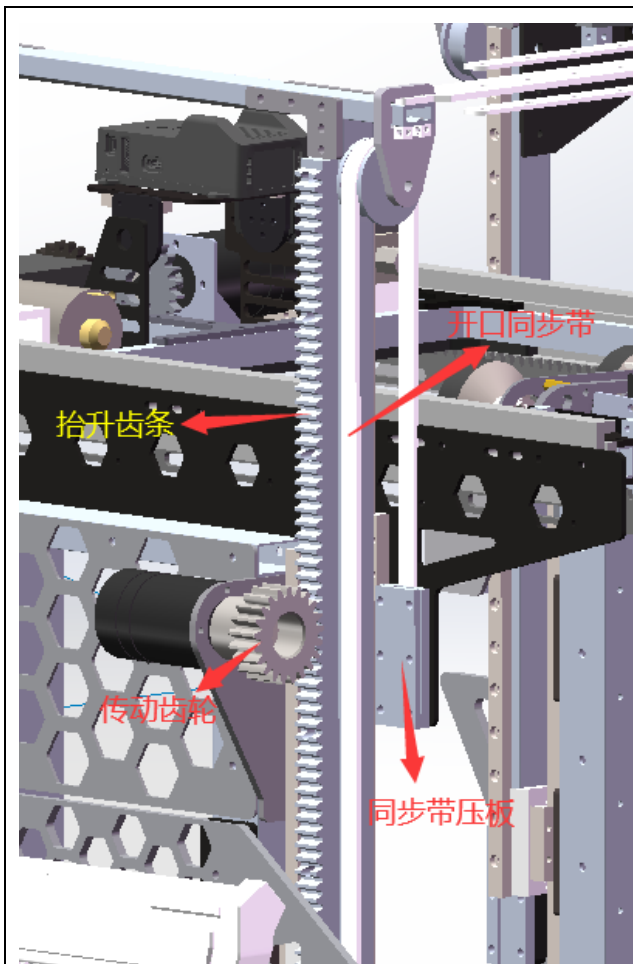
防倾架设计参考南京理
工大学 22 赛季开源报告，优
化了减重设计。



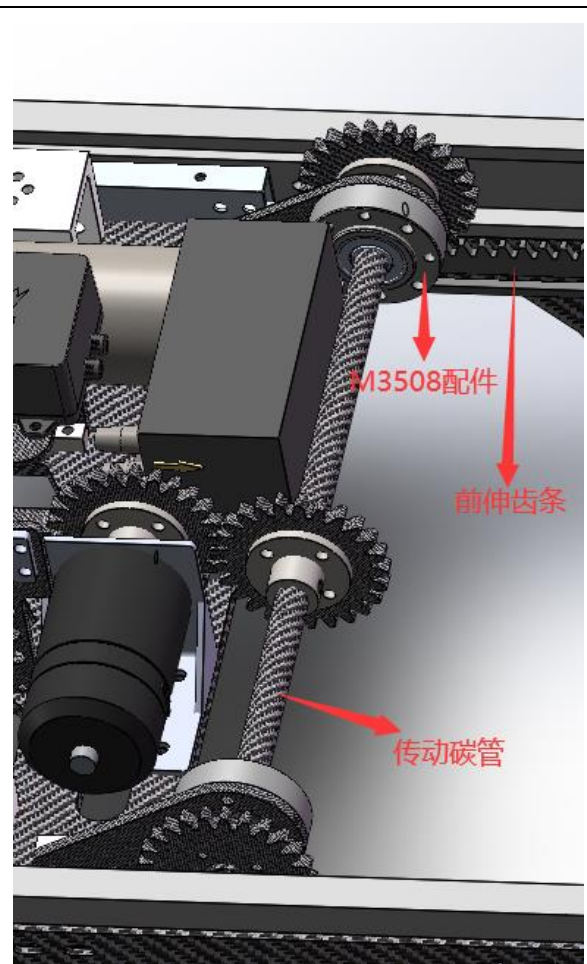
吸盘选型参考西安交通大学 22 赛季工程日志，设计者优化了吸盘架的选型，使用双头吸盘架方便布置气管。

1.2 平移机构

平移机构可分为两个板块：抬升、前伸



抬升

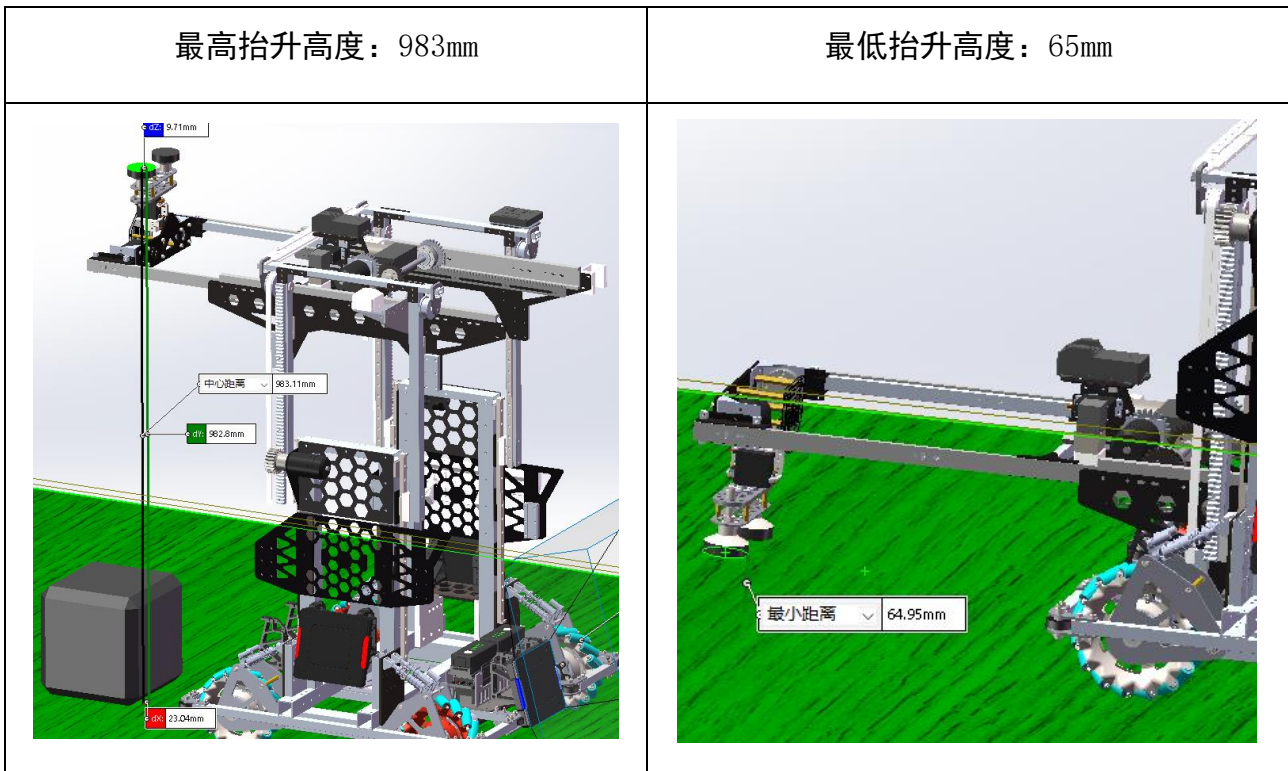


前伸

- 抬升机构:

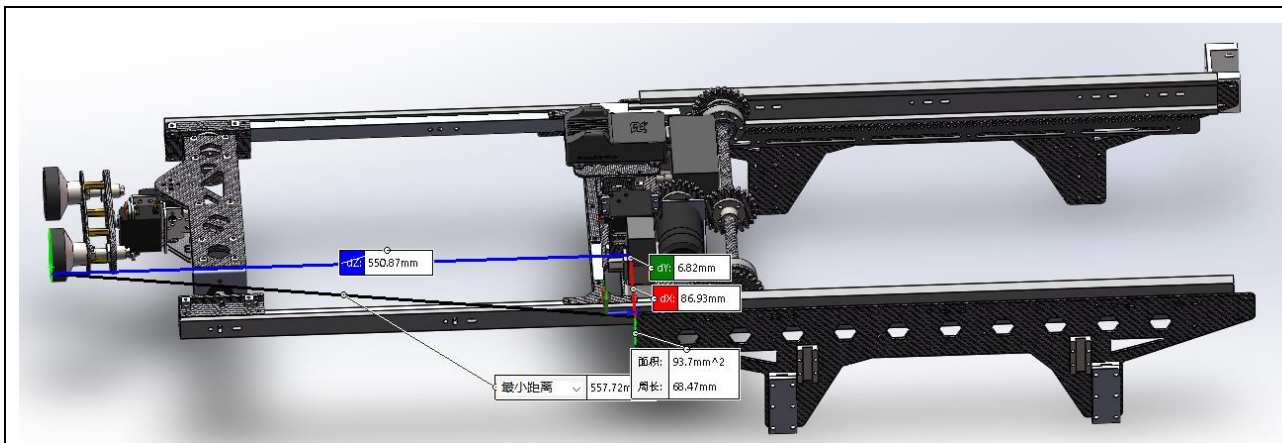
设想，如果有这样一种机构可以同时满足空接、取地面矿、搬运障碍块，那么工程的结构将会非常简洁。参考西安交通大学的倍程抬升机构，该机构通过链条将一二级抬升联动，使得吸盘在最低位置时能够吸取地面矿石，在最高位置时能够空接金矿。设计者优化后将链条链轮机构简化为开口式同步带。同步带的减震性能可以减轻空接时冲击对导轨滑块的影响。并且开口同步带的设计可以省略同步带的张紧结构。整个模块占据的空间非常节省。

此时，吸盘的抬升高度同时满足空接与地面矿的要求。并且只使用了两个 M3508 电机。

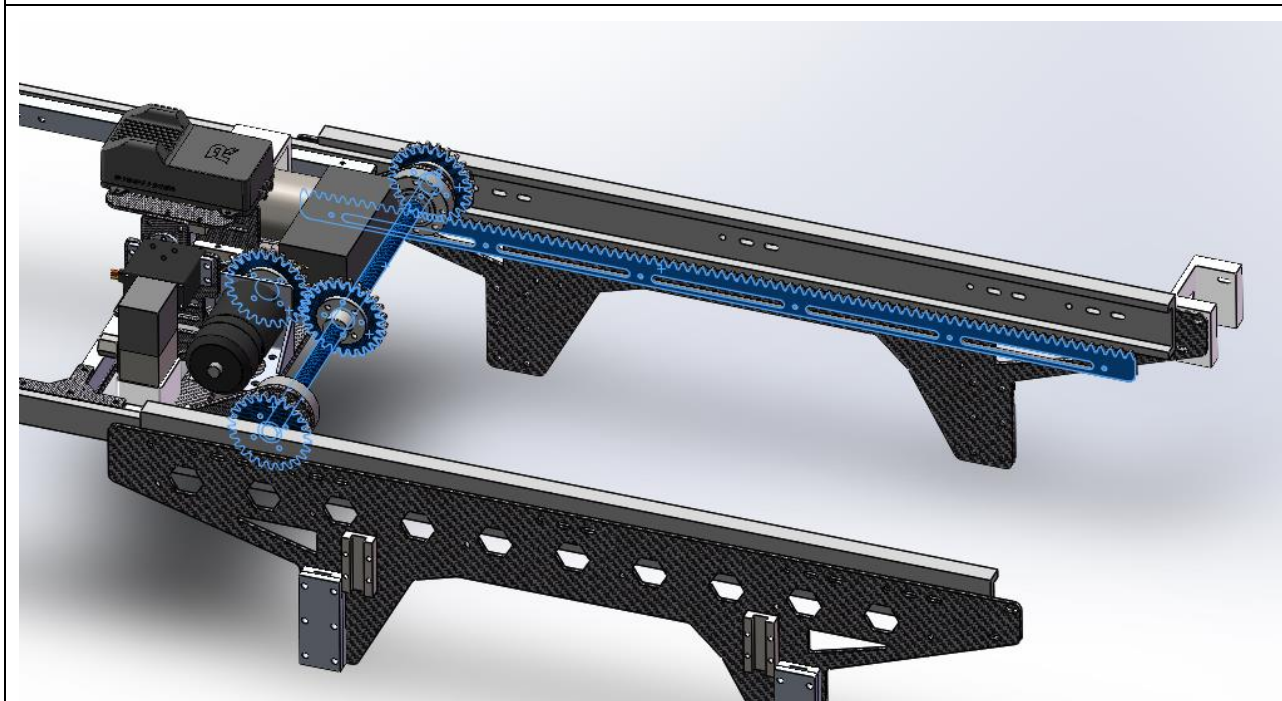


- 前伸机构：

大资源岛中线距离边线的距离为 500mm。这就要求工程的前伸长度至少为 500mm，多数高校的前移机构都采用多级驱动的方式。而且为了适应大小资源岛的不同前伸长度，又要求前伸机构可以停在任意长度。其他高校的设计有二级气缸、气缸加电机、双电机，这些结构无一例外都采用了两级前伸。

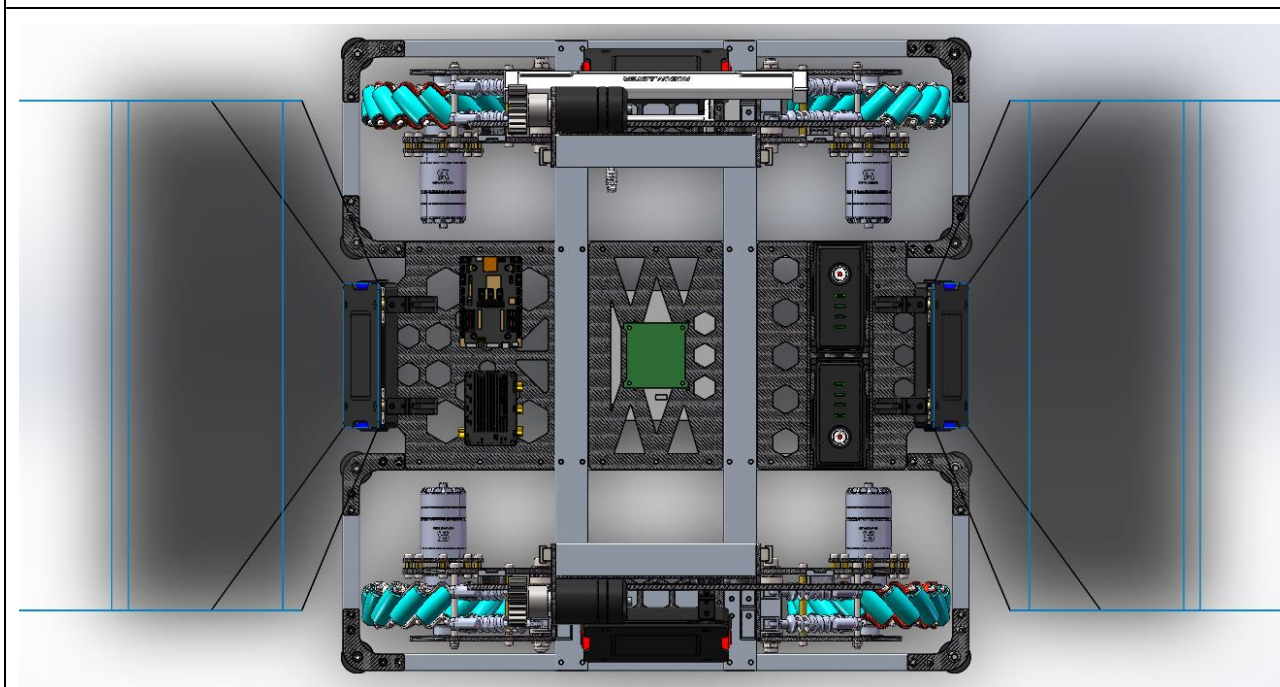
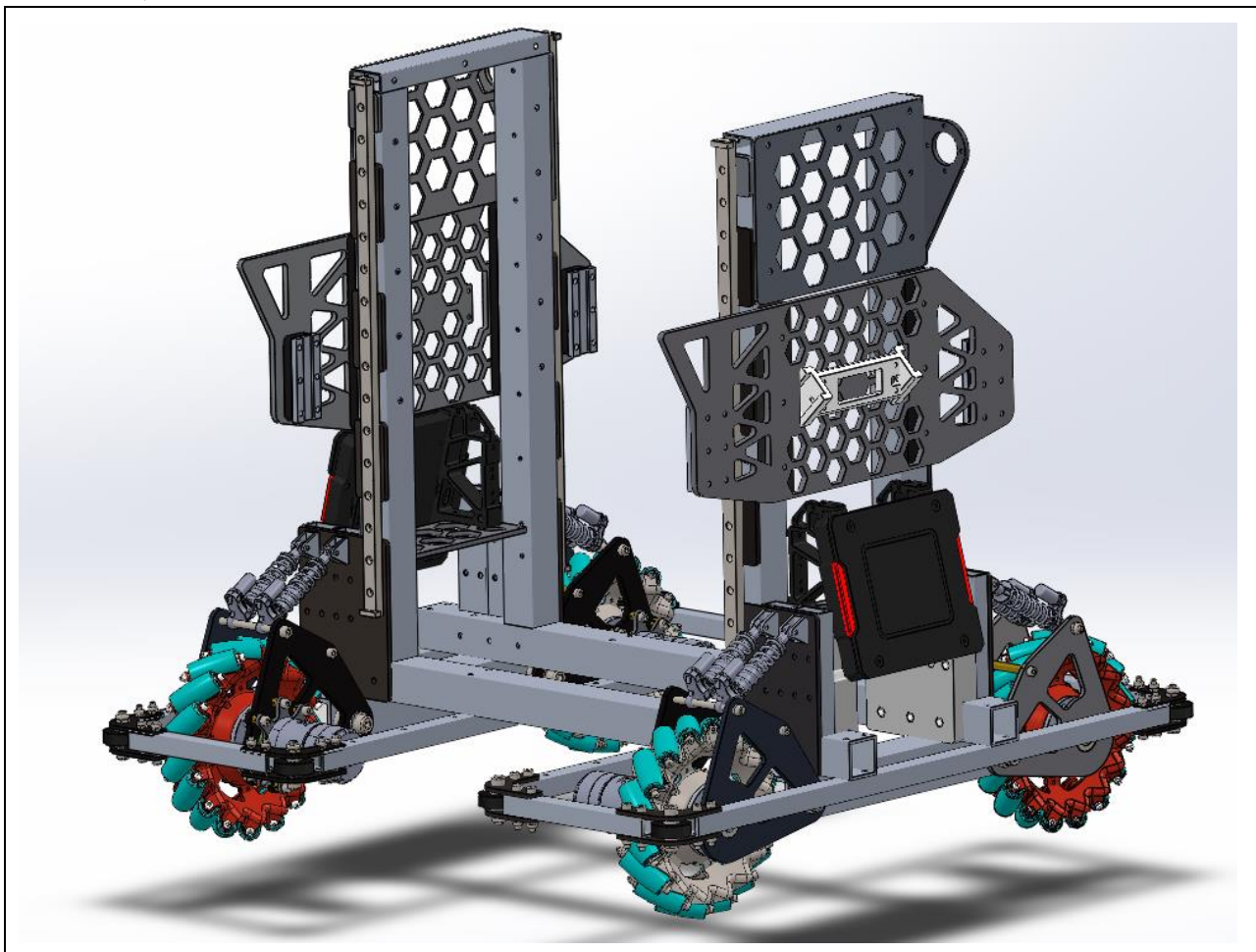


设计者将气动模块与图传同时放置于取矿框架的后端，将中部与两侧的空间露出给前伸齿轮齿条传动结构，使得单级齿条长度达到 550mm，有效最大伸展长度达到 557mm



通过四个齿轮加碳管的结构将电机的功率输出到两侧齿条上，从两侧推动取矿框架前移。优点非常明显：单个电机可以完成整个取矿框架的前移任务。

1.3 底盘部分



底盘的要求就是稳定，故底盘的结构采用技术积累较为成熟的井字形框架结构，悬挂方案采用四轮独立悬挂。

2. 工艺选择

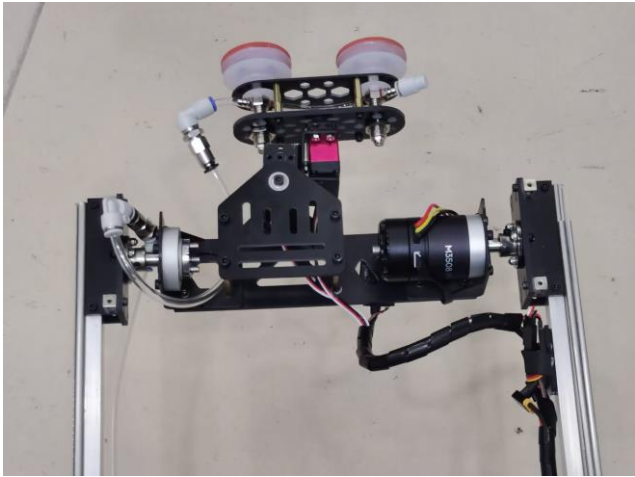
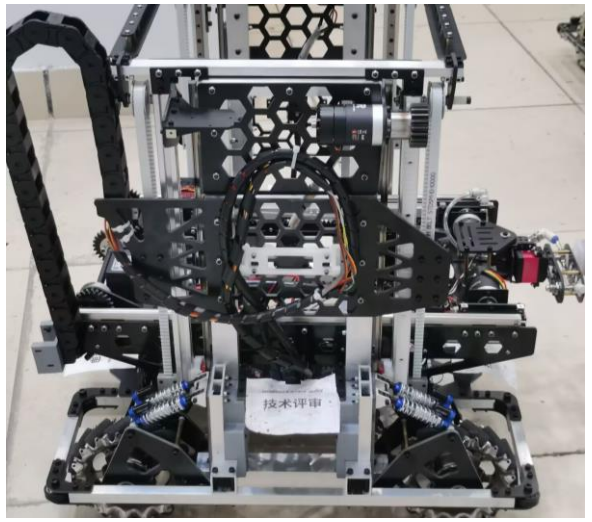
在工程机器人整体的设计过程中，综合机械制造的合理性，再结合本学校的加工资源情况，在工程机器人中采用了比较多的 2D 雕刻加工玻纤板的结构设计，在一些必要的铝件上优化设计方案，设计出的铝件都可以利用学校工训中心的三轴铣床自加工，避免复杂特征体的出现影响加工难度。结合 3D 打印件与部分车削的轴类零件作辅助。

2D 雕刻是最简单高效的加工方式，也是我们的工艺选择的首选。工作室的雕刻机是队内机械加工的最高生产力。

3. 传感器的设计安装、电路板的固定及走线情况

为缩减成本，传感器方面仅使用微动开关。在上下以及前后极限位置处安装微动开关，方便设置一键复位。机器人伸展时，通过对编码器积分结算距离，从而获得机器人当前姿态信息。

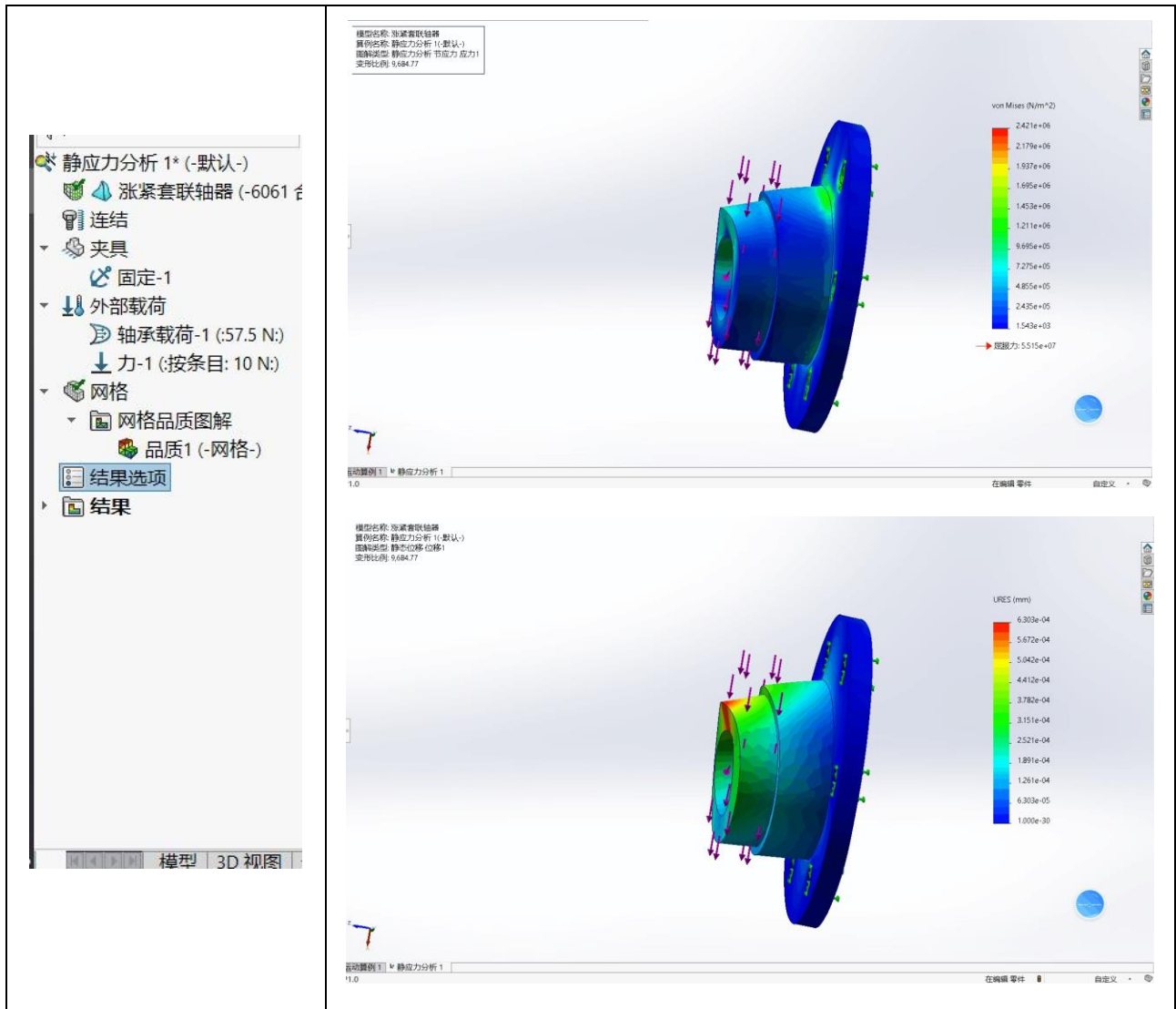
分电板在前期调试时用魔术贴粘在不干涉机器人运动的位置，调试稳定后，根据前期调试时接线长度为分电板绘制安装孔位。电路板安装时需注意绝缘保护。

	
<p>前端束线管整理、气电分离</p>	<p>拖链安装与过长线材处理</p>

4. 核心零件的有限元分析、静力学分析

根据 22 赛季参赛经验，工程由于底盘不限制功率，所以连接底盘电机与麦轮的法兰是最危险的零件，设计时应重点关注。对于此联轴器，分析时按照整车重量 23kg 均分到四个麦轮上，即每个法兰上承受 57.5N 的载荷。

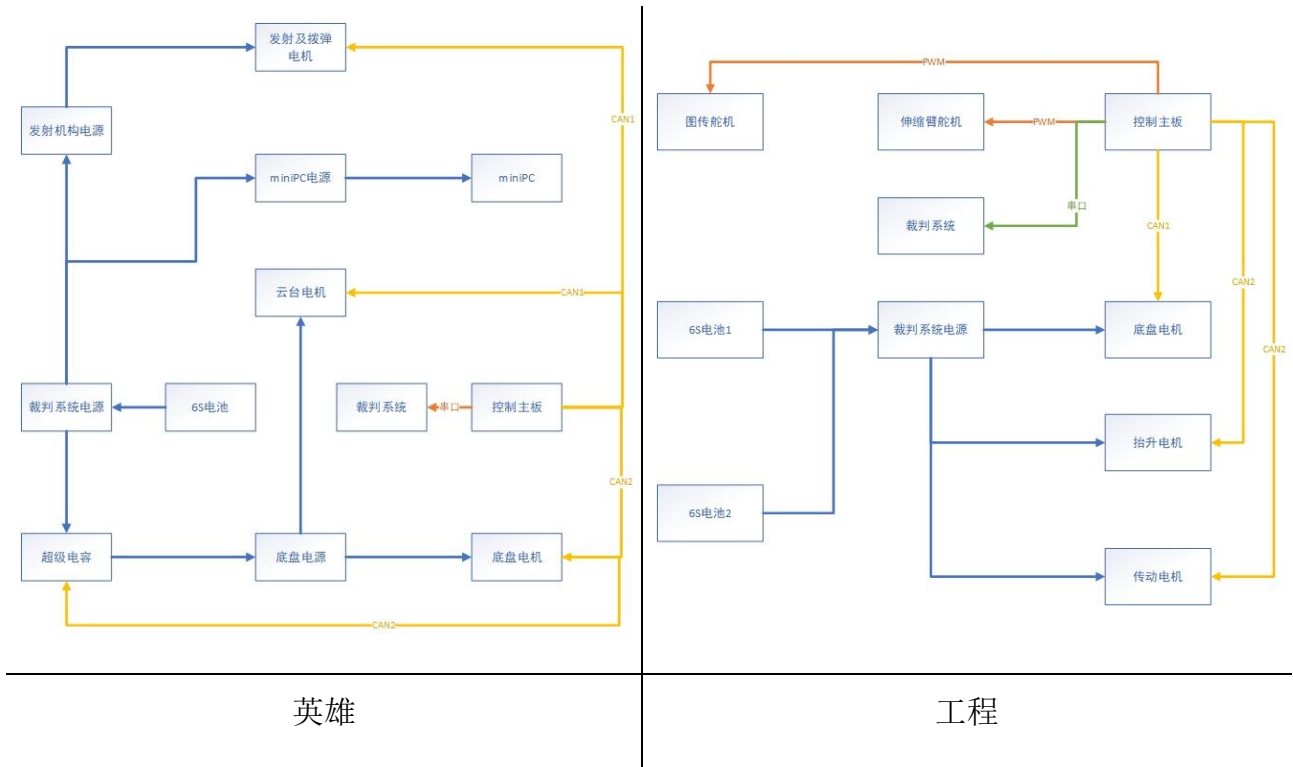
通过 solidworks 的 simulation 插件对该零件进行仿真分析，得到以下分析结果：



1.5.2 硬件设计

1. 整机硬件方案框图

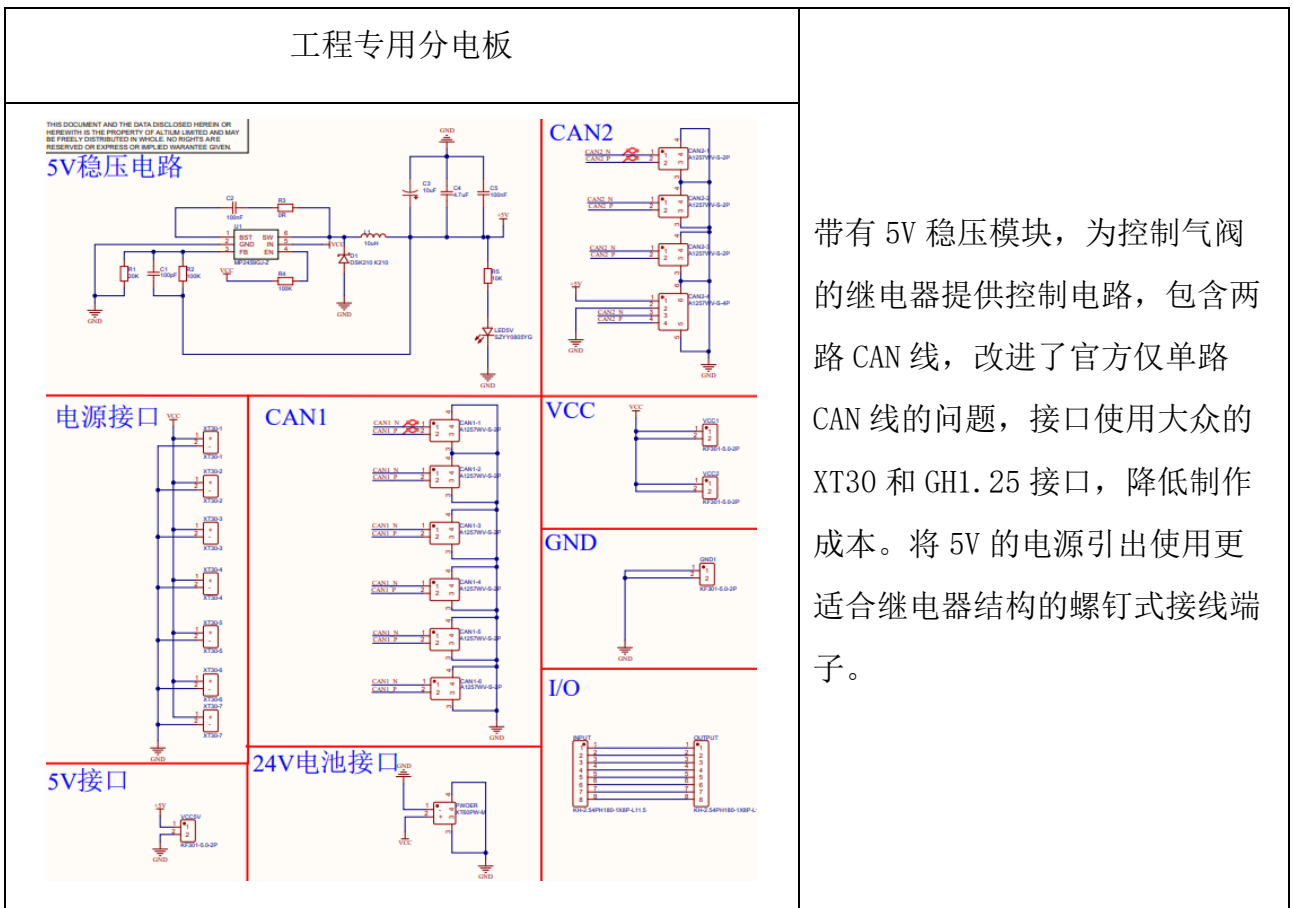
工程与其他兵种不同之处在于，工程只有底盘电源且不限功率，并且由于真空泵的额定功率达到了 42W，因此有必要设计双电池。



2. 硬件详细设计（自研）

带裁判系统分电板	
	<p>结合官方的裁判系统进行了带裁判系统分电板的设计，分电板采用两路 CAN 线设计，代替了官方的单 CAN 通道设计。并在分电板上加入航空线接口和串口接口，方便主控制板和裁判系统的通信。除此之外，增加了多电源接口设计，使得裁判系统电源合理分配。为了与机械结构的滑环结构相适应，引入接插口电路结构，有利于机器人上下的通信和电源分配。</p>

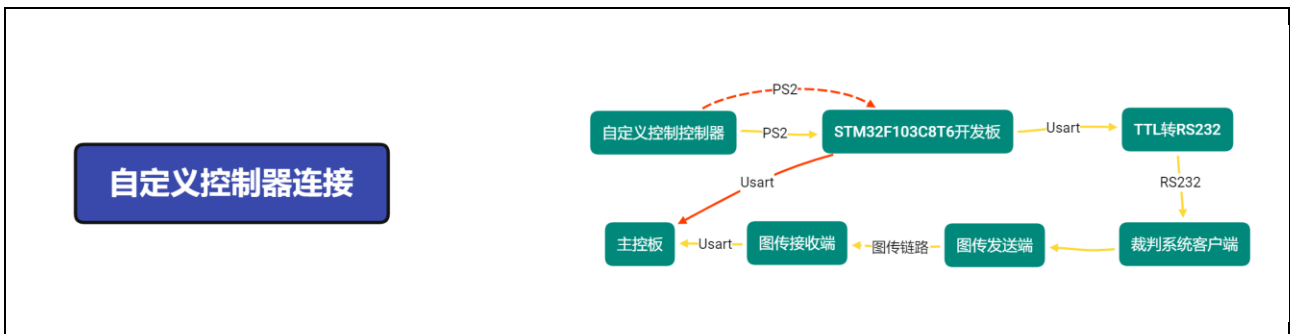
工程专用分电板



带有 5V 稳压模块，为控制气阀的继电器提供控制电路，包含两路 CAN 线，改进了官方仅单路 CAN 线的问题，接口使用大众的 XT30 和 GH1.25 接口，降低制作成本。将 5V 的电源引出使用更适合继电器结构的螺钉式接线端子。

3. 自定义控制器

自定义控制器采用成本较低的有线 PS2 游戏手柄，使用一块 STM32F103C8T6 进行协议转化，系统连接如下图所示：红色为平时调试时的连接，黄色为比赛时的连接。虚线为无线连接，实线为有线连接。



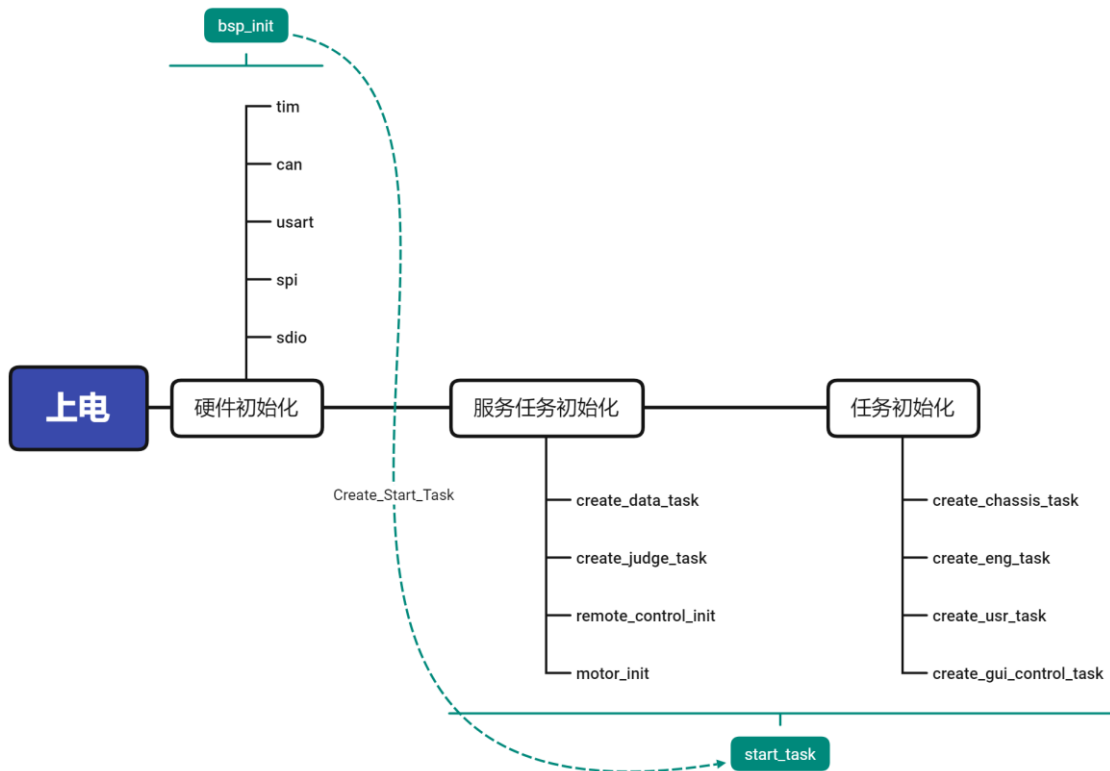
1.5.3 软件设计

1. 系统架构

下表列出了系统核心部分的结构

任务层	chassis_task		usr_task	eng_task	gui_task		
服务层	motor	remote_	judge_task	data_task		lvgl	
中间层		control	judge_widget	variable			
			judge_graphic	easyflash	FATFS		
底层驱动	can	usart_dbus	judge_data		sdio	oled	adc_key
硬件抽象层	stm32f4 标准库						
硬件							

2. 运行流程



3. 重点功能

4.1 Variabile 和 data_task

- 研发目的:

由于战车 PID 需要精确调整, 一遍一遍下载程序比较麻烦, 因此将常用参数的值保存在 flash 当中, 可以通过 GUI 进行查看和调整。同时支持将所有参数保存到以 json 文件格式保存到 SD 卡中, 也支持从 json 文件中读取参数。

- 原理简介:

任务可以调用 Variable_Create 创建一个变量对象, 或者调用 Variable_Open 打开一个已经创建好的变量对象, 并得到变量对象的句柄。之后, 用户可以更改变量的值, 并调用 Variable_Save 保存变量到 flash。操作完成后, 调用 Variable_Close 关闭变量对象。用户也可以在创建对象时指定定时自动保存。所有已经创建的变量对象都被链接在变量对象链表中, 每个变量对象都有一个引用计数, 创建或者打开变量计数加 1, 关闭变量对象计数减 1, 如果变量对象的引用计数降为 0, 那么该变量对象将被删除。data_task 任务每隔一段事件遍历一次变量对象链表, 保存需要自动保存的变量。

4.2 motor:

- 研发目的

在不同战车上, 相同功能的电机可能有不同 ID, 需要在程序里修改, 造成每辆战车的程序不一致, 给开发维护造成困难。于是决定开发 motor 中间层, 实现某一特定功能电机的 ID 可以通过 GUI 调整。

- 原理简介

任务可以调用 Motor_Open 打开一个电机对象, 电机对象由变量对象派生而来, 包含某个特定功能电机的类型、CAN 总线、CANID 等信息。该函数返回电机对象的句柄。之后用户可以调用 Motor_Set_Current 控制电机电流, 调用 Motor_Set_Can 等函数设定电机的总线信息和类型信息, 或者调用 Motor_Get_Current 等函数获取电机当前状态。

4.3 remote_control

- 研发目的

解决多个遥控器不同通道值的合成问题。

- 原理简介

遥控器逻辑通道类型分为 3 种，分别为摇杆、按钮和开关，所谓逻辑通道类型是指对于程序而言这个通道的类型，而非遥控器上真正的物理通道类型。比如，虽然键盘按键和遥控器摇杆都可以控制底盘运动，但是底盘运动的逻辑通道类型是摇杆，因为地盘任务需要一个模拟量来控制底盘速度。因此，每一个遥控器的底层驱动需要提供一个映射函数，将物理通道值转化为逻辑通道值。remote_control 模块提供一个合成函数，将不同遥控器的逻辑通道值按照程序定义的合成方法进行合成，得到该逻辑通道的最终值，任务可以调用模块提供的函数得到该值。

4.4 judge_graphic, judge_task

- 研发目的

解决多个任务需要同时绘图的问题，减少任务执行绘图操作的时间开销。

- 原理简介

judge_graphic 建立在 judge_data 底层通信模块之上，是一个针对裁判系统图形界面的面向对象的图形系统，任务可以调用 Judge_Graphic_Create_XXX (XXX 指某一图形类型，如 Circle) 函数创建某一类型的图形对象，得到图形对象句柄。之后任务可以使用该句柄更改图形对象颜色、位置、大小等属性，也可调用 Judge_Graphic_Obj_Del 删除图形对象。为了减少任务执行绘图操作的时间开销，调用图形操作 API 对于图形的操作仅仅会被标记在图形对象中，而不会被立即被刷新在屏幕上，所有图形对象链接形成一个链表，judge_task 每隔一段时间遍历一次链表，执行对应的图形操作。

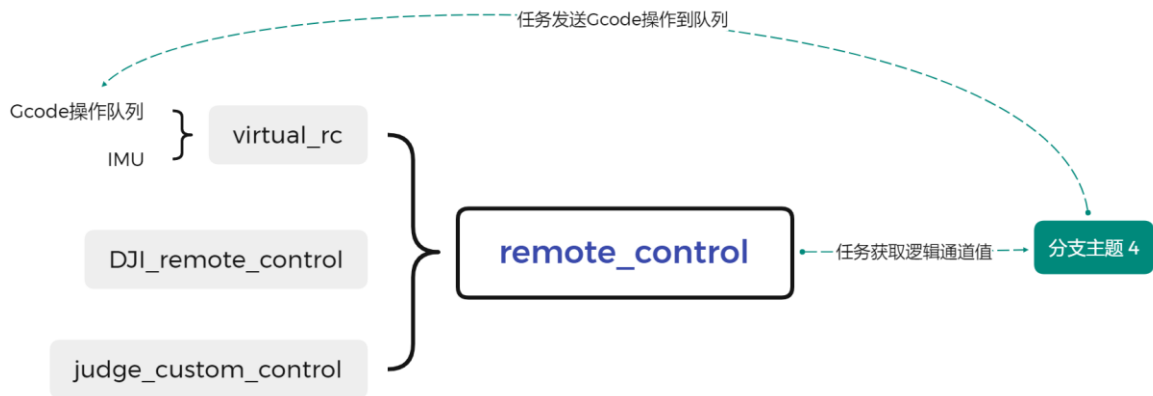
4.5 virtual_rc (正在开发，框图中没有显示)

- 研发目的

通常情况下，要实现机器人的自主运动，比如工程的自动抬升抓取等，需要修改控制任务逻辑，导致逻辑过于复杂，不便于修改和扩展。为了解决这个问题，开发了虚拟遥控器模块

- 原理简介

顾名思义，虚拟遥控器是一个虚拟的遥控器，它可以把一组 Gcode 操作转化为遥控器的动作，任务只需要要把需要的 Gcode 操作发送到操作队列，虚拟遥控器定时从队列中取出 Gcode 操作，并将其转化成遥控器操作，再交给 remote_control 模块合成。

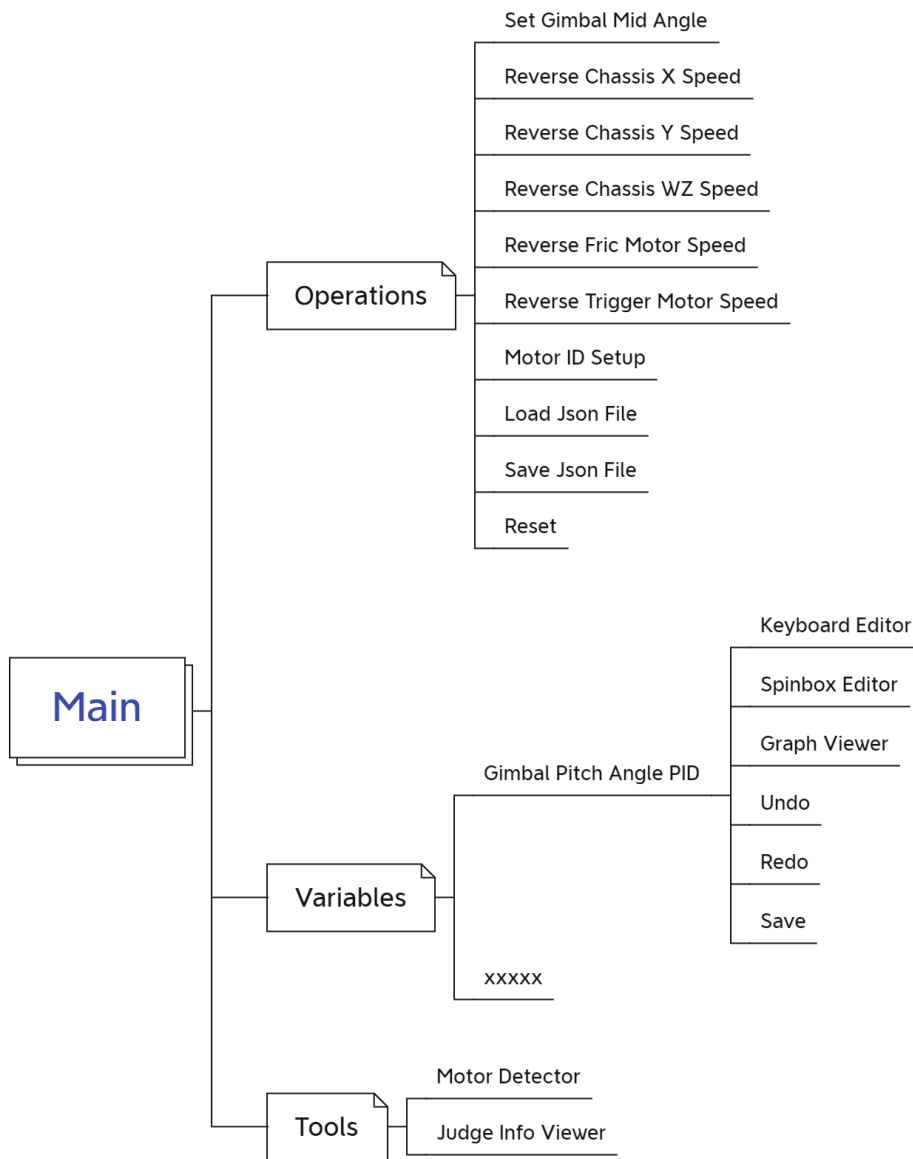


1.5.4 UI 交互界面

为了解决调参时需要反复下载程序的问题，基于 LVGL 嵌入式图形库和 Robomaster OLED 开发了 UI 交互界面，主要功能如下。

- 查看一些实时数据，如云台电机速度。
- 修改一些参数，如云台电机 PID。
- 对参数的修改可以撤销、重做。
- 执行一些常用操作，例如一键设置云台中值。
- 在必要时通过用户按键打开 UI 界面，用完后关闭节省系统资源。

整个 UI 界面包括一个主菜单及若干子菜单，菜单结构如下图所示：



1.5.5 算法设计

1. 底盘软起动算法

使用按键操控底盘时，正常情况下会使得速度猛增导致打滑，或者导致机器人结构出现损坏。因此对于按键输入加入了斜坡函数，使得设定的速度随着按键时间的增加而从 0 到最大慢慢增加，可以通过 GUI 调整相关参数，解决了打滑的问题。

2. 距离闭环算法

由于工程抬升机构在左右两侧各使用了一个电机，仅仅靠速度闭环可能会导致两侧出现位移差，影响抬升精度，甚至损坏抬升机构。因此，抬升机构电机控制在速度环的基础上加

入了距离环。通过电机编码器积分得到抬升机构当前位移，通过在安装微动开关来标定零点，使得两侧抬升的高度尽可能保持一致。

1.6 研发迭代过程

1.6.1 测试记录

2022.10.24，验证吸盘取矿可行性，吸盘与矿石接触后可提起矿石，矿石砸落易侧翻无法做到空接。

2022.12.9，测试 yaw、roll 轴自由度旋转情况，末端三个电机使得 pitch 轴电机负载增加。

2023.4.5，测试自定义控制器逻辑。

1.6.2 版本迭代过程记录

版本号或阶段	功能或性能详细说明	完成时间
V1.0	维修 22 赛季工程轮系及气动系统	2022.10.18
V1.1	更改 Pitch 轴电机传动方式	2022.10.20
V1.5	夹爪修改为吸盘	2022.11.15
V1.6	增加 yaw、roll 自由度	2022.12.5
V2.0	第二代工程	2022.3.5
V2.1	抬升框架间距固定	2022.3.10
V2.2	空接	2022.3.15

1.6.3 重点问题解决记录

序号	问题描述	问题产生原因	问题解决方案 &实际解决效果	机器人版本号或阶段	解决人员
1	对抗赛结束后工程轮系与气动系统受损严重	联轴器设计不合理	更换联轴器、避震器与轴承。更换后能够正常运动	V1.0	机械：王明胜
2	夹爪无法空接与取大资源岛矿石	夹爪响应速度慢、伸缩机构行程不足	加长夹爪、优化气路设计、修改Pitch轴连接方式响应速度加快，可通过夹爪空接。	V1.1	机械：王明胜 电控：郑少杰
3	抬升齿轮齿条严重脱齿	连接一级滑块与抬升架的打印件空隙过大	抬升架顶端增设间距保持架。明显降低脱齿频率但未从根源解决，脱齿现象仍然存在	V2.1	机械：王明胜、张任中正
4	电池续航不足	真空泵与抬升电机功率过大	采用双电设计。续航时间延长至四十分钟	V2.0	硬件：苏乔坤 电控：郑少杰、张任中正

1.7 团队成员贡献

姓名	基本信息 (专业、年级、队内角色)	主要负责工作内容描述	贡献度 (所有成员贡献度合计为 100%)
王明胜	机电及自动化学院、大三、项管/机械组成员	负责整个机器人的机械设计、方案确定、项目管理	30%
张任中正	信息科学与工程学院、大四、普通队员	负责整个控制软件的架构设计	20%
郑少杰	信息科学与工程学院、大三、队长/电控组组长	负责编写控制代码	20%
苏乔坤	信息科学与工程学院、大三、硬件组组长	分电路板及超级电容的研发	20%
刘子麟	机电及自动化学院、大一、机械组梯队队员	2D 雕刻，机加工	10%

1.8 参考文献

- 【1】 RM2022-西安交通大学-笃行战队-工程机器人技术报告
- 【2】 南京理工大学 RM2022 工程机械开源
- 【3】 Robomaster2022 超级对抗赛太原理工大学 TRoMac 战队工程机器人技术报告

1.9 技术方案复盘

1.9.1 赛场性能表现情况分析

总体来说，此 23 赛季工程整体表现不错。赛场上可以稳定抓取银矿石并进行三级难度的兑换。但是空接大资源岛的金矿石以及四级难度的矿石兑换这两个目标还尚未实现。底盘可以实现快速移动，而且移动期间方向偏移角度在 5 度范围以内，整个车身在快速移动时也不会有明显的晃动等。抬升方向我们可以抬升最高达 1138mm，三级兑换难度下的矿石兑换基本没有问题。中心储矿机构，使得机器人最多可同时抓取两个矿石，在面对西安交通大学时，我们的工程操作手便是取了两个矿石，第一个用以尝试兑换四级难度，失败后用另一个矿石兑换了 三级难度，这样子可以大大提高取矿和兑换的效率。气泵上我们使用了流量 40L/min，真空度-0.09MPa 的泵，其不仅可以满足空接，搬运矿石移动等，同时吸盘双层海绵垫结构不仅使得在与矿石接触时有一个缓冲力，而且还不会在矿石上留下痕迹，损坏比赛道具。

1.9.2 赛场性能表现与规划对比分析

首先是工程于本赛季采用了二级抬升与二级前伸。这保证了其可以在更小的初始尺寸下展现出更长的距离。其中二级前伸可向前伸出六百余毫米，此时将 pitch 轴向上翻转九十度后可实现空接功能。但是规则规定前伸尺寸不得超过大资源岛中线，即 500 毫米，我们的吸盘结构于 pitch 轴后方尺寸过长，翻转后吸盘无法触及掉落的金矿石，因此空接大资源岛矿石功能只得舍弃。其次便是兑换方面：在所有难度等级中，四级兑换难度下兑换站位置随之增加了 θ 和 Φ 角度值的变化，在视觉 UI 不够完善的情况下难以确定兑换框位置以及矿石与兑换框之间的间距，会出现兑换错位或是尚未将矿石推入便关闭吸盘气泵导致矿石掉落的情况。所以今年我们并未成功兑换到四级难度的矿石

1.9.3 经验总结

这个赛季工程车进行了较大的改动，首先便是抓取装置的变更，由原先的气动夹爪改为了现在气泵加吸盘的形式。相较于夹爪，吸盘更适合抓取各形态下的矿石。而这就更加适应了大资源岛 1、3、5 号矿石掉落的随机姿态。在车辆整体框架结构上，今年我们队借鉴了西安交通大学的二级抬升机构，并将其链条齿轮结构改为了同步带和同步带轮的结构，不仅节约成本；还减轻了抬升框架的质量，缓解抬升电机的负担。两对导轨滑块镜像安装，有效避免龙门架的形变。用了八组滑轨滑块，有效避免了抬升后因负压过大导致的齿轮脱齿等问题。另外，这个赛季复活机制更改，刷卡救援取消。使工程机器人在结构上减少了刷卡救援机构，拖拽机构的优先级大幅度降低，主要作用由拖拽友方车辆，改为搬运障碍块等。我们战队在工程机器人上做的相较于其他兵种还是不错的，但是由于图纸设计太晚，导致出车时间较晚，电控对其调试时间少，陀螺仪使用的也不对，导致了赛场上出现了夹爪疯转的现象。操作手训练时间也不足，对兑换等不够熟练，不然我们这个赛季还是有希望可以兑换成功四级的兑换难度。

总而言之，这个赛季工程的制作经验可分为三点：

1. 画图纸前要认真分析好结构，多学习借鉴强校的技术开源报告，与其他学校多进行交流互鉴。
2. 设计前一定要仔细阅读机器人制作手册以及参赛规则，我们战队今年就是因为没有仔细阅读制作规范手册和参赛规则，导致了我们的队伍很多机器人在检录时出现了各种大大小小的问题，下个赛季在制造新车前先将规则与手册仔细阅读后再进行设计制作。
3. 工程这个赛季最大的难点并不在于取矿，而是兑换矿石。这其中也包含着对视觉组极高的要求，因此下个赛季必须将工期提前，留下充足的时间给电控和视觉调试车辆。



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