

中国科学技术大学

第二十三届 RoboGame 机器人大赛报名表

院系	工程科学学院 计算机科学与技术学院 生命科学学院 物理学院	专业	精密机械与精密仪器 计算机科学与技术 物理学 生物科学		
参赛内容	<input checked="" type="checkbox"/> 行星探测机器人		<input type="checkbox"/> 科幻机器人		
队伍名称	ACS 队	指导老师信息	姓名	孙帅帅	老师签字
			电子邮箱	sssun@ustc.edu.cn	
参赛队信息					
职务	姓名	学号	手机	学校邮箱	备注
队长	董权	PB21051048	13966525678	dongquan888@mail.ustc.edu.cn	
队员	侯超群	PB21111618	15385670987	houchaoqun@mail.ustc.edu.cn	
队员	修中淇	PB21020666	19805675505	xzqtelux@mail.ustc.edu.cn	
队员	李佩哲	PB21051049	15395115902	page@mail.ustc.edu.cn	

参赛承诺：

我们保证以本承诺为有约束力的协议，遵守中国科学技术大学第二十三届 RoboGame 组委会的有关规定，认真进行机器人的设计制作等工作，就比赛相关问题积极与组委会交流，服从组委会的活动安排与最终裁判。

对于由本队引发的一切不良后果由本队承担相应责任。

所有参赛队员（签字）：

备注：

- 1、请各参赛队负责填写此表格，电子版发送给 robogame@163.com。
- 2、每队参赛人员人数需在 5 名及以内；
- 3、队员电子版签字用签名照片；电子版指导教师签名经过教师同意后输入姓名即可。
- 4、本次活动最终解释权归中国科学技术大学 RoboGame2023 组委会所有。

中国科学技术大学 RoboGame2023 机器人大赛组委会

2023 年 4 月 23 日

参赛计划书

队伍名称： ACS 队

系别（全称+代号）： 工程科学学院(209)

 计算机科学与技术学院(215)

 物理学院(203)

 生命科学学院(207)

类别：

行星探测机器人

科幻机器人

说明

1. 请参赛队伍在上方勾选自己的参赛类别。
2. 请参赛队伍在完成计划书撰写，并文档中的批注删除，导出 pdf 文件提交。

承诺书

组委会承诺：

我们组委会保证及时解决各参赛队就比赛相关问题提出的疑问，为各参赛队的制作计划等保密，公正处理机器人比赛相关事务，选拔优秀成员担任比赛裁判，保证裁判的公正。

2023RoboGame 组委会

2023 年 4 月 23 日

参赛者承诺：

我们队承诺对本人填写的各项内容保证是本队的原创，没有抄袭他人。

我们保证以本承诺为有约束力的协议，遵守中国科学技术大学第二十三届 RoboGame 组委会的有关规定，认真进行机器人的设计制作等工作，就比赛相关问题积极与组委会交流，服从组委会的活动安排与最终裁判。

对于由本队引发的一切不良后果由本队承担相应责任。

参赛队员（签字）：

董权

侯超群

修中淇

李佩哲

2023 年 5 月 27 日

中国科学技术大学



中国科学技术大学 RoboGame 2023

ACS 队

参赛计划书

小组成员：董权 侯超群 修中淇 李佩哲

学科专业：精密机械与精密仪器 计算机科学与技术 物理学 生物科学

指导教师：孙帅帅

完成时间：2023 年 6 月 1 日

目录

1. 队伍简介	4
1.1 队名介绍	4
1.2 成员介绍与分工	4
2. 机械部分	5
2.1 功能与结构概述	5
2.2 模块设计与选型	5
2.2.1 底盘	5
2.2.2 夹取装置	6
2.2.3 伸缩结构	7
2.3 场景模拟	8
2.3.1 抓取与放置矿石	8
3. 电路部分	9
3.1 电路框图	9
3.2 供电系统	9
3.2.1 电源	9
3.2.2 分电方案	10
3.2.3 稳压方案	11
3.3 控制系统	11
3.3.1 主控模块	11
3.3.2 计算平台	13
3.4 执行系统	14
3.4.1 减速电机	14
3.4.2 电机驱动	15
3.4.3 舵机	15
3.4.4 巡线模块	17
4. 算法部分	18
4.1 控制程序架构	18
4.2 主控程序设计方案	19
4.2.1 流程规划	19
4.2.2 控制算法	19
4.3 视觉方案	25
5. 经费预算	26
6. 时间安排	27

1. 队伍简介

1.1 队名介绍

ACS 队是 **Astronautics, Creativity and Science** 的缩写，意为航天、创意与科学。

我们队伍对航天事业充满热爱和敬佩，拥有丰富的想象力和创造力，喜欢尝试不同的思路和方法，为难题找到新颖和有效的解决方案，充分发挥不同院系知识面叠加的优势。

ACS 这个团队在我们高中时已经成立，我们希望在本次 Robogame 中，传承 ACS 团结一致，优势互补的精神，科学地利用理论知识来实现创意，最终让 ACS 登上总决赛的舞台。

1.2 成员介绍与分工

姓名	学号	负责工作
董权	PB21051048	机械设计，主体组装
侯超群	PB21111618	算法与程序设计，视觉处理
修中淇	PB21020666	电路设计与调试，部件选择
李佩哲	PB21051049	机械结构设计，财务

2. 机械部分

2.1 功能与结构概述

机器人需具备以下功能：移动（直线运动和旋转），巡线，识别两种矿石，抓取矿石，运输矿石（由于篮筐运输会使矿石在运输过程中移动从而不易定位，采用机械臂抓取运输）识别对应矿石的储存地。放置矿石。（如图 2.1.1）

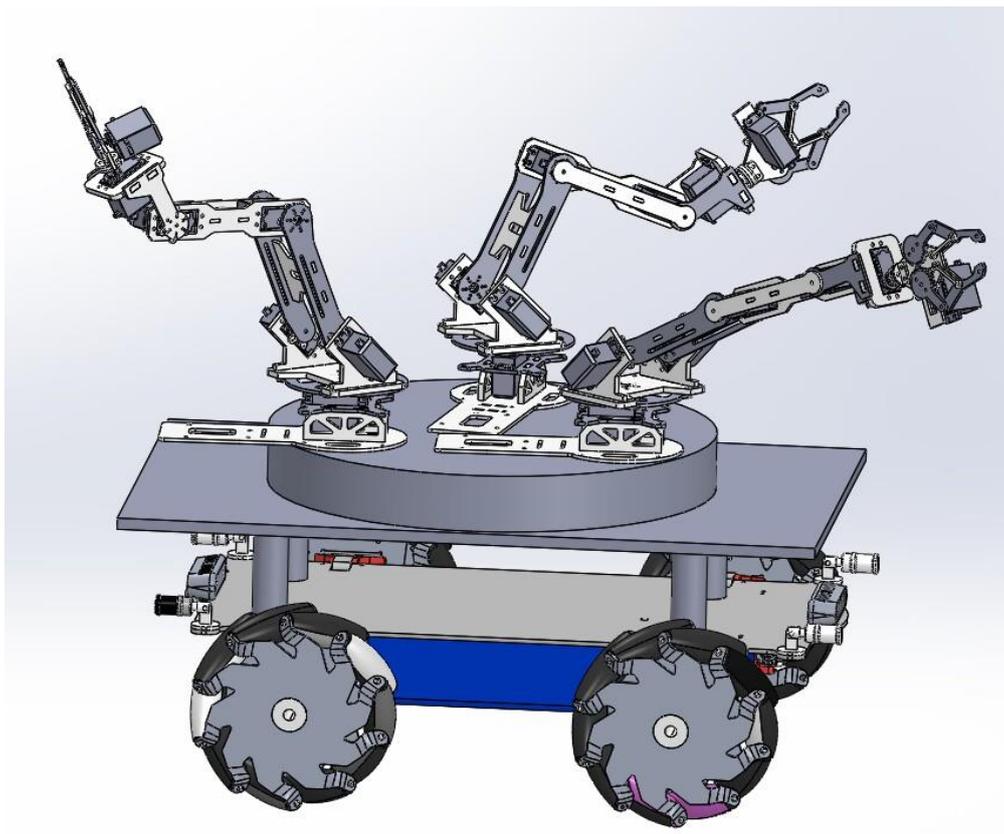


图 2.1.1 车辆整体结构示意图

2.2 模块设计与选型

2.2.1 底盘

底盘由 600x400 的铝板为底板，上连接 700x350 的碳板，轮组由四个麦克纳姆轮（直径 100mm）和四个电机模块组装而成，底板与轮子大致图形如图 2.2.1：

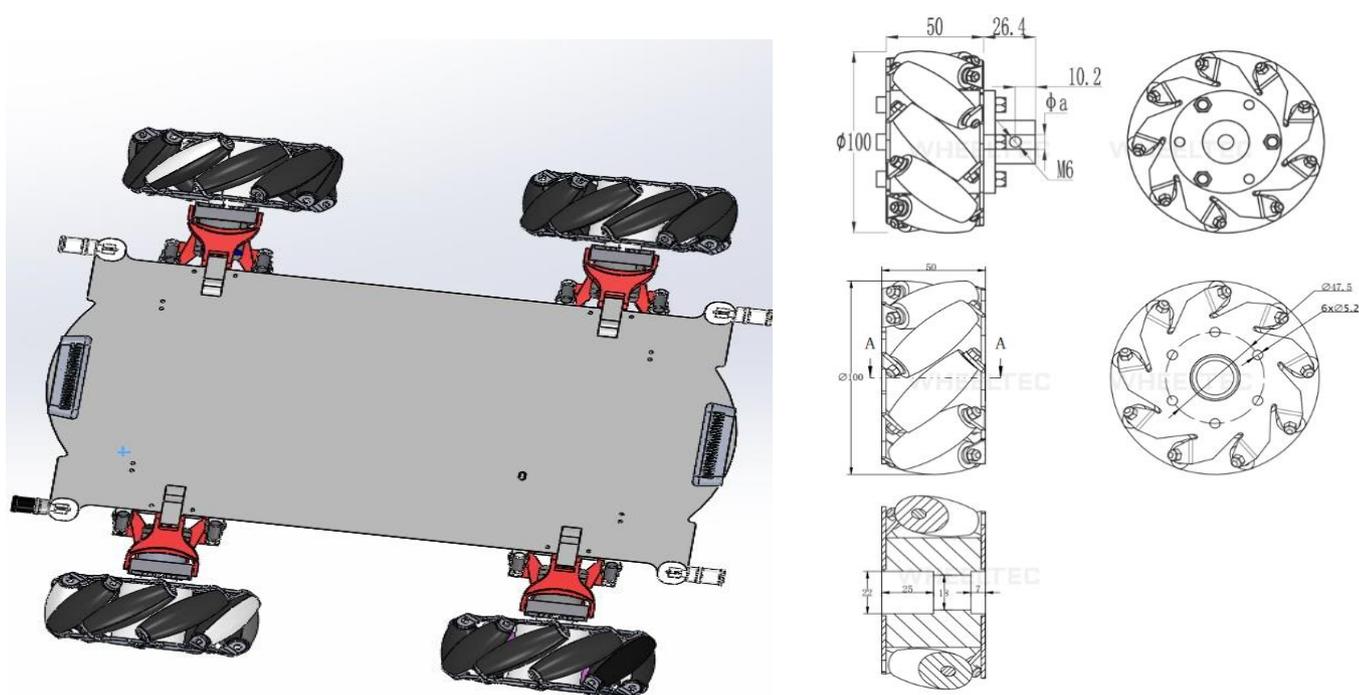


图 2.2.1 小车底盘与麦克纳姆轮尺寸示意图

2.2.2 夹取装置

夹取装置是由伺服器电机（舵机），齿轮，六角联动轮，夹口件组成，可实现 0-120mm 的范围夹取，连接处设有圆盘连接增加其自由度，可以应对矿石位置不正的问题。图 2.2.2(a) 为机械爪的三维渲染图，图 2.2.2(b)为机械爪的尺寸示意图

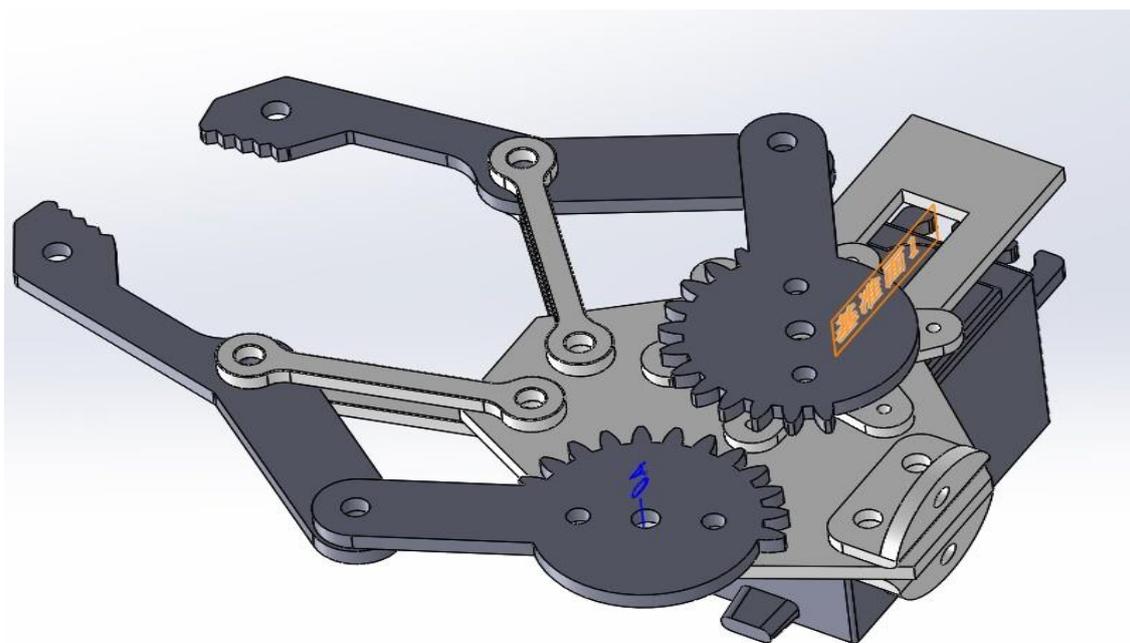


图 2.2.2(a) 机械爪三维渲染图

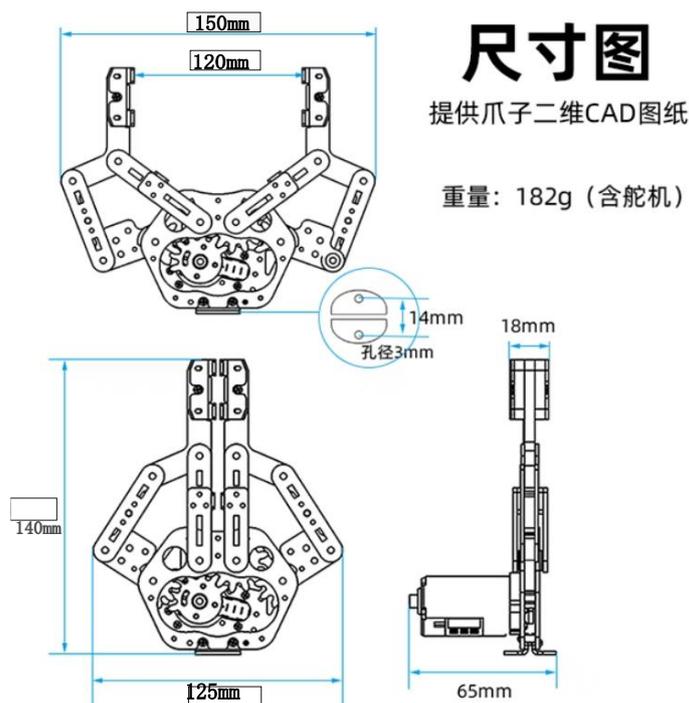


图 2.2.2(b) 机械爪的尺寸示意图

2.2.3 伸缩结构

伸缩结构（机械臂主体）由三段组成，共设三个自由度，内含 3*舵机，1*标准连接圆盘（连接前端爪），4*支撑臂，4*六角联动轮。能够实现 35cm 最大臂展，工作时分为夹取和运输两种工作状态。（图 2.2.3(a)为运输状态，图 2.2.3(b)为夹取状态）

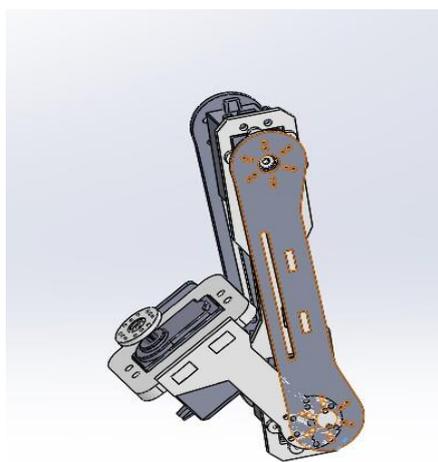


图 2.2.3(a) 运输状态

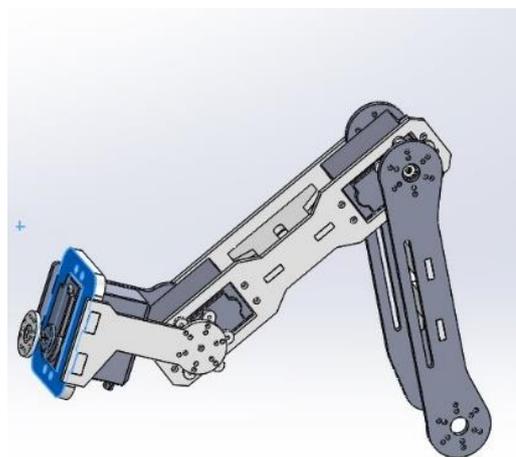


图 2.2.3(b) 夹取状态

2.3 场景模拟

2.3.1 抓取与放置矿石

小车到达矿区后，机械臂弯曲，抓取矿石时的示意图如图 2.3.1 所示

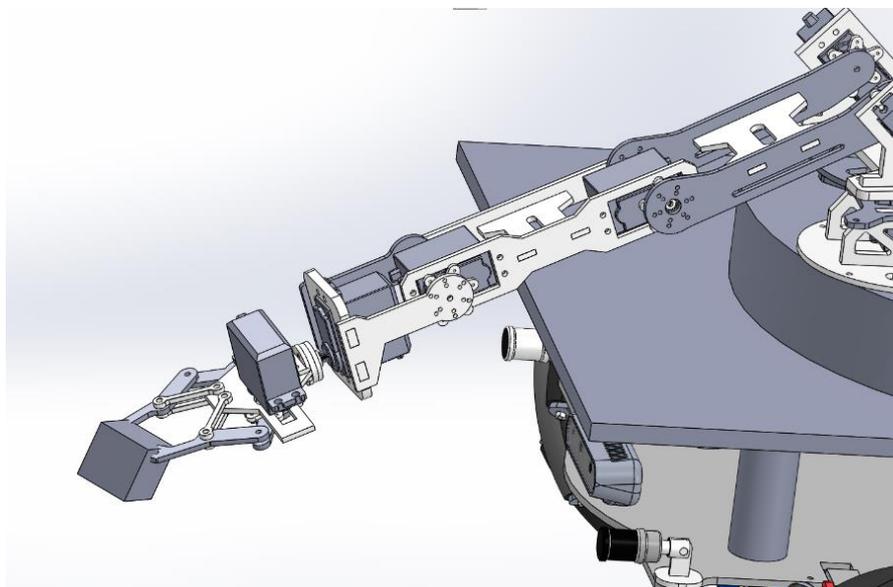


图 2.3.1 抓取矿石示意图

小车到达卸货区后，机械臂弯曲，放置矿石时的示意图如图 2.3.2 所示

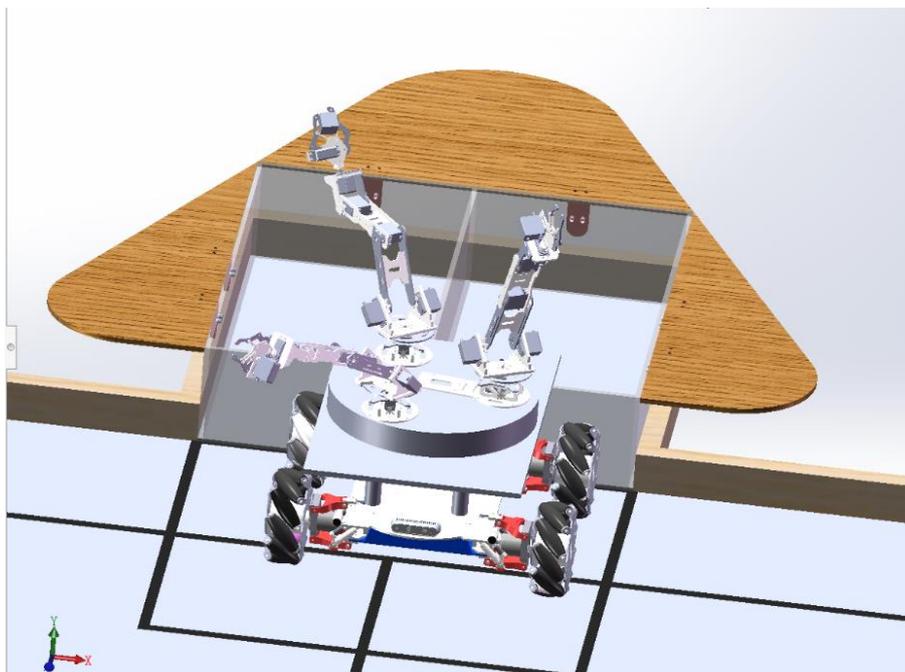


图 2.3.2 放置矿石示意图

3. 电路部分

3.1 电路框图

机器人的总控制电路框图如图 3.1.1 所示

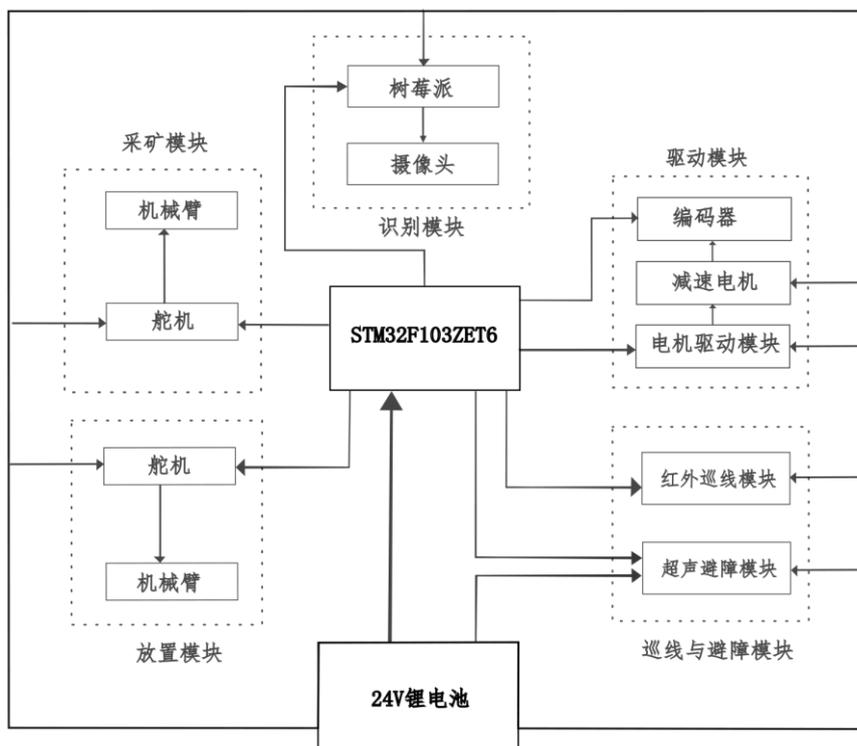


图 3.1.1 总控制电路框图

3.2 供电系统

3.2.1 电源

为了满足功率需求，使用迪普威 DC-24680 大容量锂聚合物电池，实物图如图 3.2.1 所示。电池重量约 565g，输出电压在 24V 附近，持续工作电流可为 0-15A，电池容量 8Ah，最大输出功率约为 360W。



图 3.2.1 电源参数与实物图

3.2.2 分电方案

分电采用 RoboGame 官方指定分电板与成品开发板。

输入为 24V 电源接口，经过稳压与降压模块后输出到各类用电器。

为保证比赛开始后模块的正常运行，采用了如图 3.2.2 的 TB38 自锁式开关作为总开关。比赛开始时按下开关启动机器人，开关自锁保证通电，比赛结束后再次按下开关解除锁定。

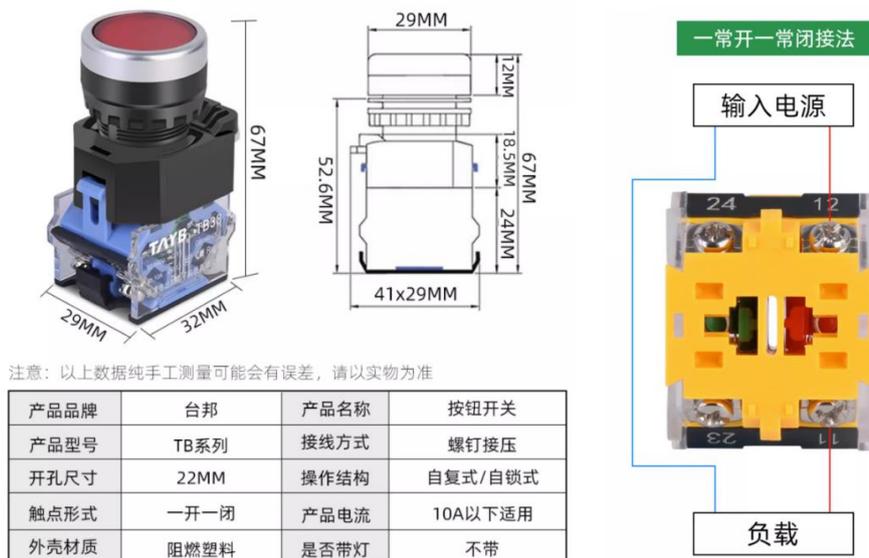


图 3.2.2 自锁式启动开关

同时，为保证机器人异常情况下的及时关断，我们选取同款开关作为急停开关，如图 3.2.3 所示，开关触点形式选择一开一闭，结构也选为自锁式，原理与启动按钮相同。开关工作的电流、电压上限均满足比赛要求，也符合机器人的电源、电路配置。



图 3.2.3 自锁式急停开关

3.2.3 稳压方案

选用 LM2596S 直流降压模块，实物图如图 3.2.4 所示。此模块可将 24V 的锂电池输入转换为减速电机，舵机，单片机，树莓派，巡线模块等控制系统与执行系统所需电压的输出。

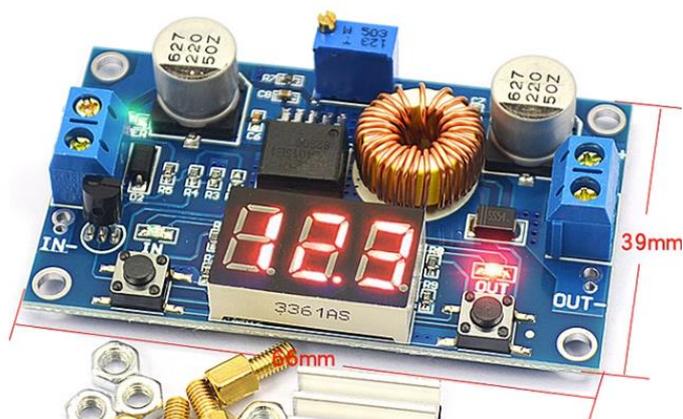


图 3.2.4 降压模块实物图

- 产品特点：
1. 自带电压表显示输入输出电压，方便调试
 2. 输入电压宽，4.0-38V；输出电压 1.25-36V 连续可调
 3. 输出电流可达 5A，输出功率可达 75W
 4. 具有过热保护功能，避免长时间运行导致的高温危险

3.3 控制系统

3.3.1 主控模块

主控模块选用了正点原子的精英 STM32F103ZET6 开发板，产品实物图如图 3.3.1 所示

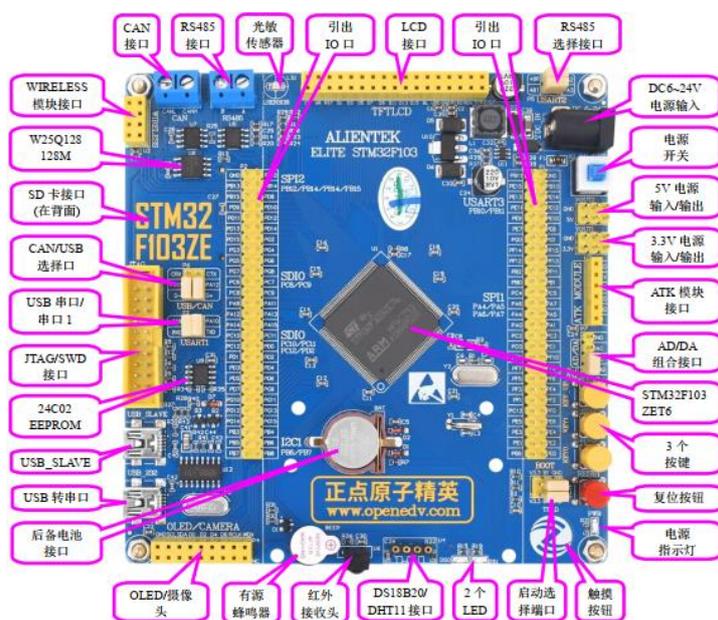


图 3.3.1 精英 STM32F103 开发板实物图

主核心 STM32F103ZET6 简介:

STM32F103 系列属于中低端的 32 位 ARM 微控制器, 该系列芯片是意法半导体 (ST) 公司出品, 其内核是 Cortex-M3。

STM32F103ZET6 拥有的资源包括: 64KB SRAM、512KB FLASH、2 个基本定时器、4 个通用定时器、2 个高级定时器、2 个 DMA 控制器、3 个 SPI、2 个 IIC、5 个串口、1 个 USB、1 个 CAN、3 个 12 为 ADC、1 个 12 位 DAC、1 个 FMSC 接口以及 112 个通用 IO 口。原理图如图 3.3.2 所示。

选用正点原子的精英 STM32F103ZET6 开发板, 原因是此开发板提供了丰富的标准接口与资源, 支持板载一键下载功能, 可避免频繁设置 B0/B1 的麻烦, 仅通过一根 USB 线即可实现开发, 同时尺寸仅为 11.5cm*11.7cm, 适合安装在空间紧凑的智能机器人上。开发板接口原理图如图 3.3.3 所示。

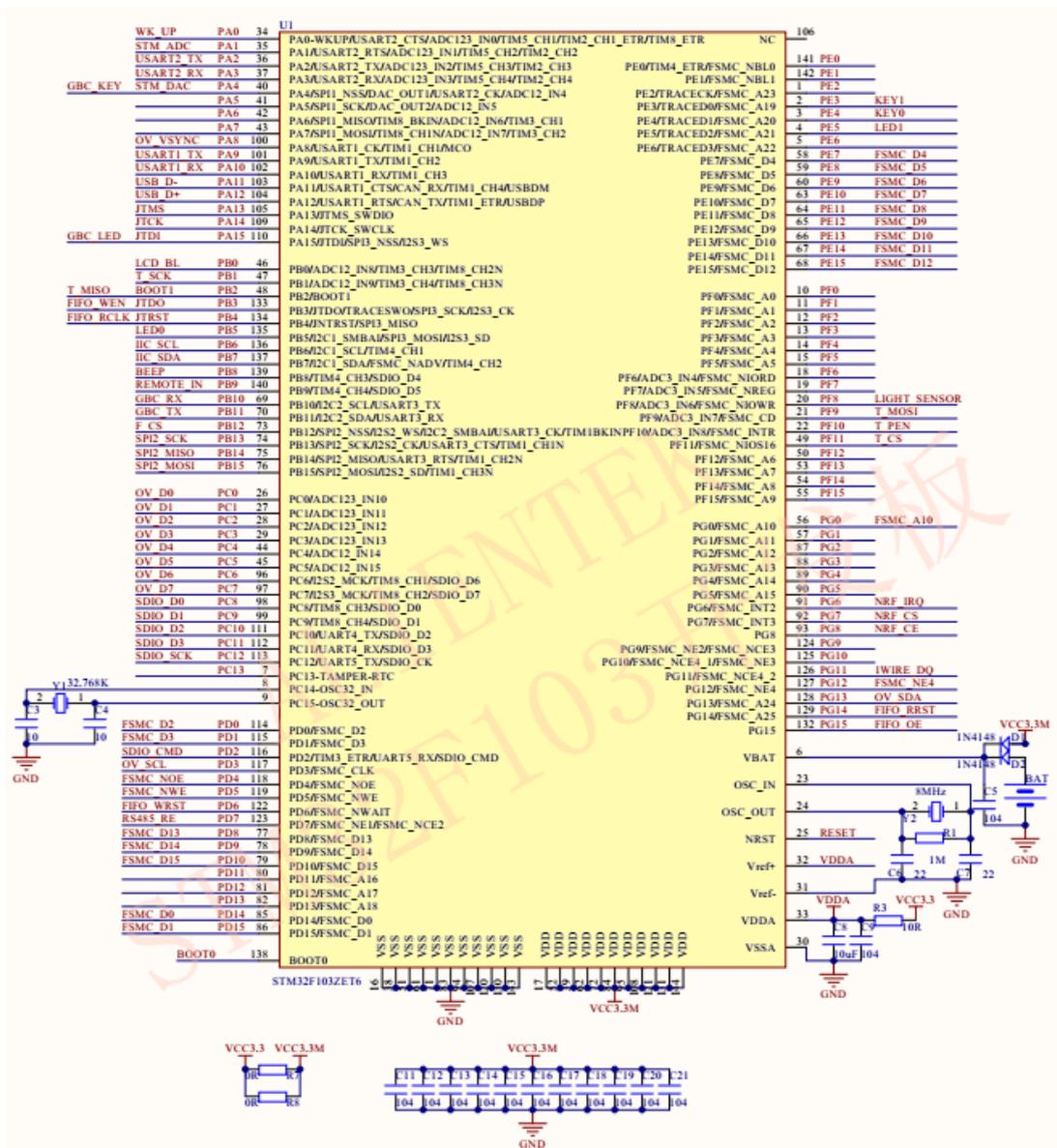


图 3.3.2 stm32f103zet6 引脚示意图

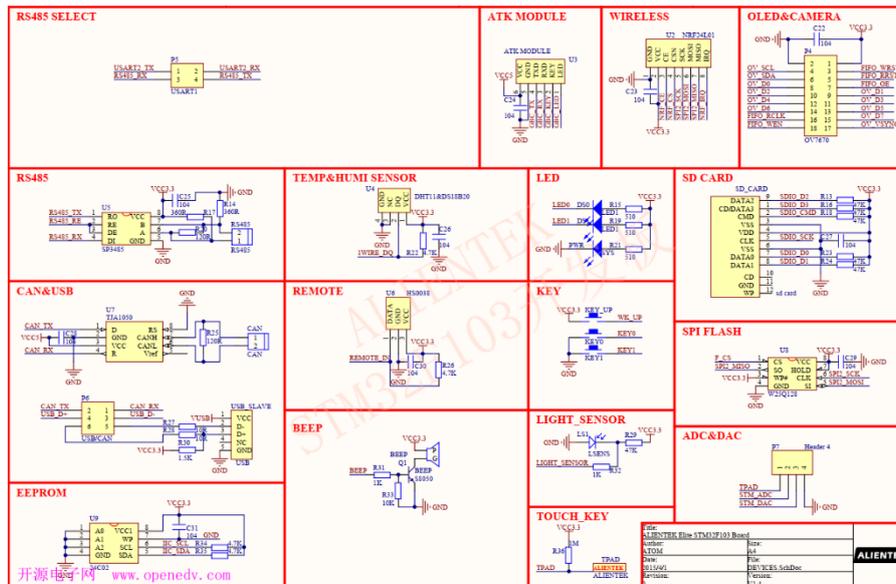


图 3.3.3 开发板接口示意图

3.3.2 计算平台

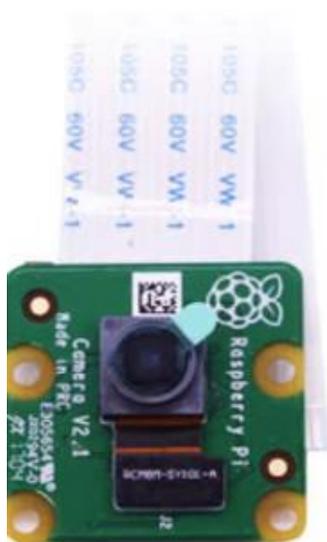
计算平台方面，我们选用 Raspberry Pi 4B 作为图像识别的计算平台。

树莓派是一款基于 ARM 的微型电脑主板，以 MicroSD 卡为内存硬盘，主板周围有 USB 接口和以太网接口，可连接键盘、鼠标和网线，同时拥有 HDMI 高清视频输出接口和 40 针可以输入输出的 GPIO 接口，以上部件全部整合在一张仅比信用卡稍大的主板上，具备所有 PC 的基本功能。树莓派 4B 采用了一颗由博通公司出品的、集成了 GPU 和 CPU 的 BCM2711 芯片。树莓派所适应的 CPU 是 ARM 架构的，和我们平时在 PC 上所使用的 X86 和 AMD64 架构不同。ARM 是一款精简指令集(RISC)处理器，该指令集的一大特点就是指令系统非常简单，能让硬件最快执行最常用的指令。其实物图与接口图如图 3.3.4 所示

名称	Raspberry Pi 4B
SOC	Broadcom BCM2711
CPU	64-位 1.5GHz四核 (28nm 工艺)
GPU	Broadcom VideoCore VI@ 500MHz
蓝牙	蓝牙5.0
USB接口	USB2.0*2/USB3.0*2
HDMI	micro HDMI*2支持4K60
供电接口	Type C(5V 3A)
Wifi网络	802.11AC无线 2.4GHz/5GHz 双频Wifi
有线网络	真千兆以太网 (网口可达)
以太网Poe	通过额外的HAT以太网 (Poe) 供电

图 3.3.4 Raspberry Pi 4B 实物图与接口示意图

摄像头则使用树莓派 4B 套组内含的 Camera Module v2，简介与实物图如图 3.3.5 所示



标准版

Raspberry Pi Camera Module v2 是专门为树莓派定制的带高质量8百万像素索尼IMX219传感器扩展板，拥有定焦镜头。它可以达到3280 x 2464像素静态图片，也支持1080p30, 720p60 and 640x480p60/90摄像功能。扩展板通过板上表面的小插槽了解树莓派，并使用专门的CSI接口，特别为摄像头设计的接口。

图 3.3.5 Camera Module v2 实物图与简介

3.4 执行系统

3.4.1 减速电机

由于本次比赛中，我们的机器人预定路线选择 45 度陡坡，需要较大的转矩，经过综合考虑各电机的价格、性能及使用寿命，我们选择了 MD36NP27_24V 这款直流霍尔编码器减速电机。

经过简单计算，轮系所需扭矩约为 10kg·cm。所选电机实物图及标准参数外形图如图 3.4.1 所示，电机参数如表 3.4.1 所示。

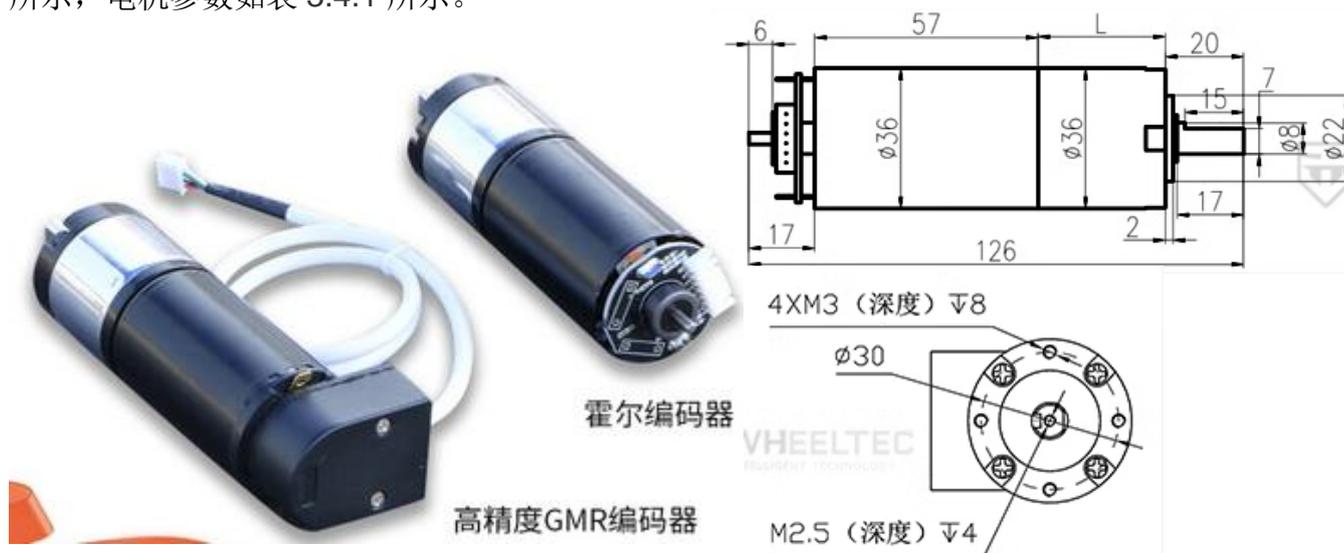


图 3.4.1 直流减速电机实物图与标准参数图

电机型号	电机电压	空载转速	额定转速	额定扭矩	空载电流	额定电流	堵转电流
MD36NP27	24V	325rpm	230rpm	13.5kg.cm	0.3A	2.3A	7A

表 3.4.1 MD36NP27 电机主要参数表

3.4.2 电机驱动

为保证电机的正常运行与安全，选用电机配套的 MOS 驱动来控制电机的转向与转速，该驱动的实物图如图 3.4.2 所示，驱动参数如表 3.4.2 所示。



图 3.4.2 电机驱动的实物图与接口图

额定输入电压	每路额定输出电流	每路峰值输出电流	每路额定输出功率	控制信号电压	控制信号电流	PWM 最小有效脉宽
24V	7A	50A	168W	3~6.5V	3~11mA	5us

表 3.4.2 MOS 电机驱动主要参数表

3.4.3 舵机

按照机械模块的示意图，舵机分为底盘的旋转舵机与机械臂的驱动舵机。我们选用了两种不同扭矩与旋转角度的舵机。

底盘的舵机选用 TD8135，提供最大 35kg 的扭力，最大 270 度的旋转，该舵机的实物图如图 3.4.3 所示，驱动参数如表 3.4.3 所示。



图 3.4.3 底盘舵机的实物图

工作电压	空载转速	堵转扭力	堵转电流	脉冲宽度	中点位置	旋转角度
4.8V	0.32sec/60°	32.7kg.cm	2.6A	500~2500usec	1500usec	270°

表 3.4.3 底盘舵机主要参数表

机械臂的舵机选用同品牌的 TD8115，提供最大 15kg 的扭力，最大 180 度的旋转，该舵机的实物图如图 3.4.4 所示，驱动参数如表 3.4.4 所示。



图 3.4.4 机械臂舵机的实物图

工作电压	空载转速	堵转扭力	堵转电流	脉冲宽度	中点位置	旋转角度
4.8V	0.12sec/60°	14.5kg.cm	1.8A	500~2500usec	1500usec	270°

表 3.4.4 机械臂舵机主要参数表

3.4.4 巡线模块

场地的黑线宽带约为 5cm，我们选取七路灰度巡线模块。该产品灵敏度高，抗干扰能力强，普通照明灯基本对其无影响。发光源采用高亮聚光 LED，接收管对不同反射光的强弱对比处理，只要对光反射强弱不同即可，差值越大，分辨越好；比普通红外传感器抗干扰能力要强很多。且带 7 路 LED 信号指示灯，对应探头照到灰度值较高的，输出电平由高变低，对应 LED 亮，便于小车调试。

灰度巡线模块的实物图与参数图如图 3.4.5 所示

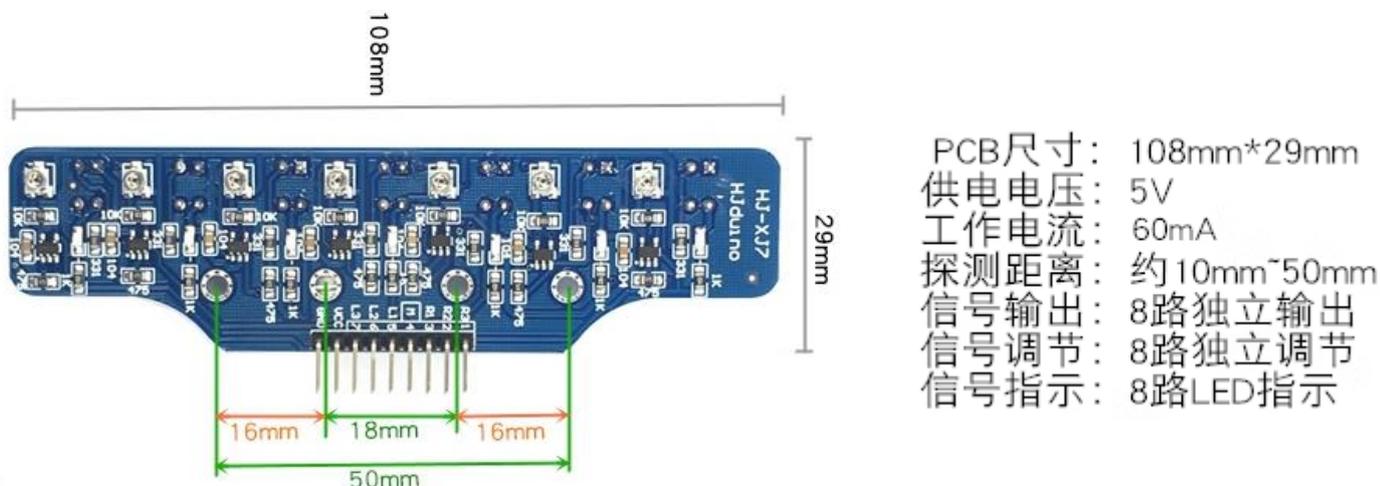


图 3.4.5 灰度巡线模块的实物图与参数图

4. 算法部分

4.1 控制程序架构



图 4.1.1 程序总控制架构

4.2 主控程序设计方案

4.2.1 流程规划

流程规划

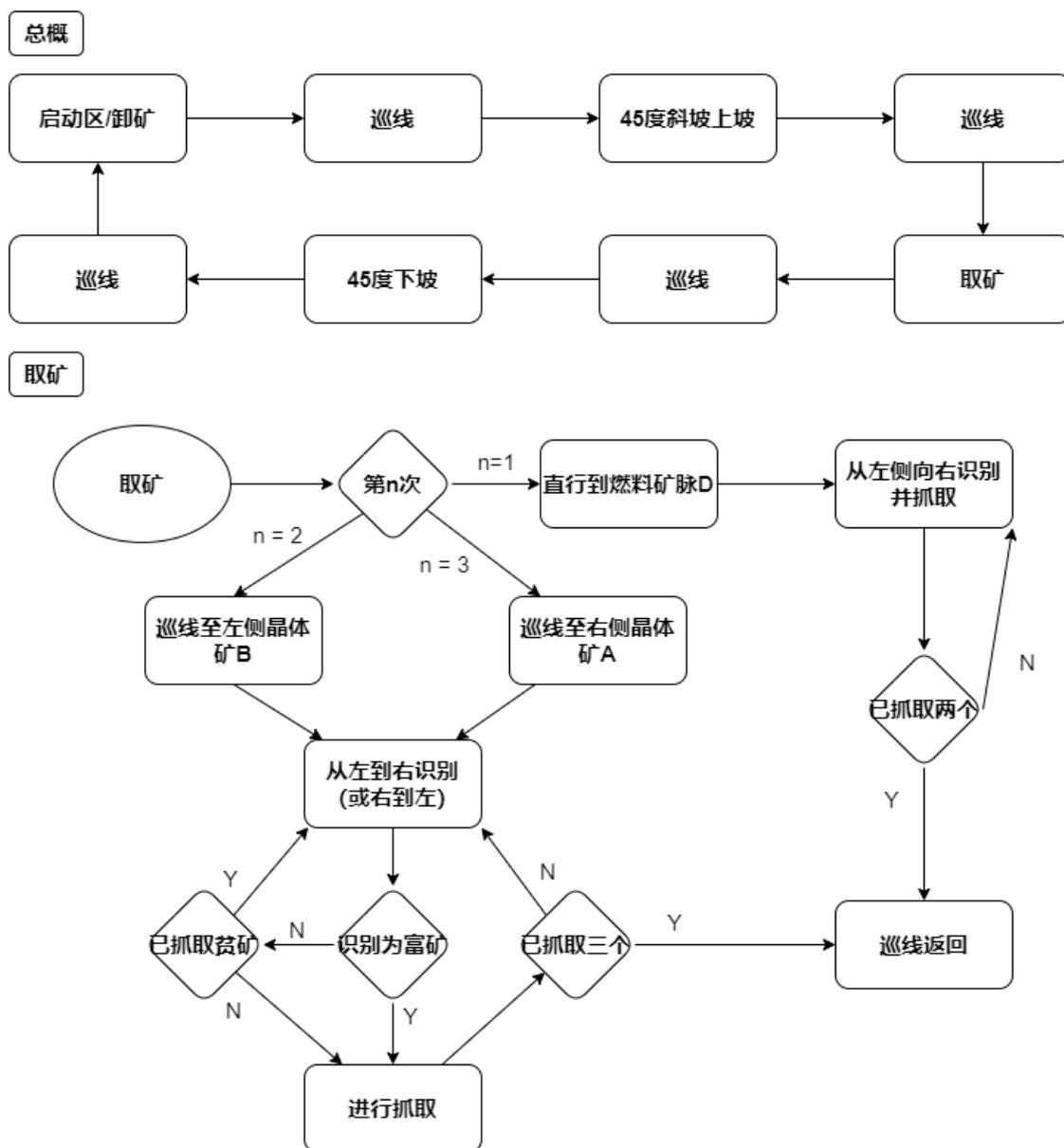


图 4.2.1 比赛总流程规划

4.2.2 控制算法

PID 控制:

PID 算法即“比例（proportional），积分（integral），微分（drivative）”，通过这三种方式用以保持稳定的控制算法；

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

其中 K_p, K_i, K_d 即比例，积分，微分调整参数；

对于比例增益，通过误差值 $e(t)$ 按比例进行加以控制，实现当前值到目标值的趋近，该比例系数即反映了调整的力度大小；然而如下图所示：

此时出现了一个高于目标值的尖峰和一个稳定在小于目标值的输出，如图 4.2.2 所示：

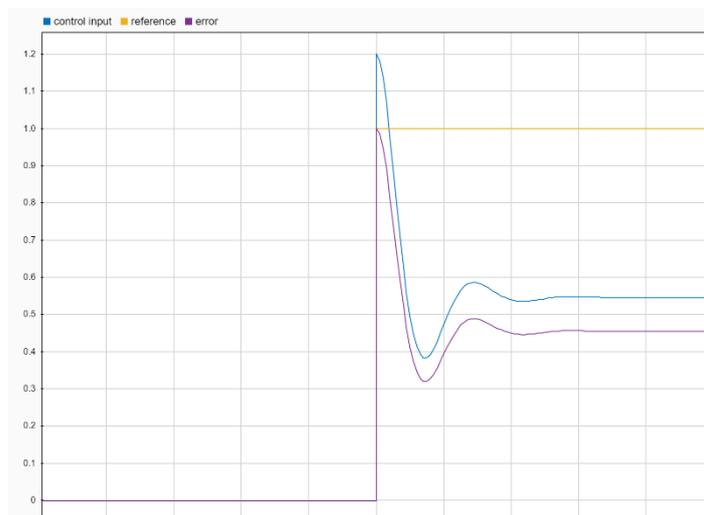


图 4.2.2 仅引入 P 时的输出曲线

这可能会引起系统的不稳定状态，往往出现在调整参数过大时，从而造成机器人的失控；

对于这个稳定的静差，由偏差理论可知，增大可以减小偏差，但是无法彻底消除偏差；如果真的达到输出等于期望，此时 $e(t)$ 为零，显然输出 $U(t)$ 也为零；同时也会导致系统的不稳定可能性增加；，由此为解决静差问题便引入了积分增益；

对于积分增益，通过考虑以往的误差之和，并按积分增益参数对于当前值进行加以调整，由此便可消除以上比例增益所可能导致的误差；然而如下图所示：

此时同样有系统不稳定状态的出现，如图 4.2.3 所示：



图 4.2.3 引入 P, I 时的输出曲线

虽然调大积分增益参数可以使效果更加明显，但是同样也可能使得系统失控，造成振荡，为了适当减少振荡，不得不适当减小比例增益系数，然而这样输出消除静差时间又被延长，降低了系统的响应速度；为解决这个情形，由此又引入微分增益；

对于微分增益，其主要起到对于类似“阻尼”的作用，按照误差的微分并乘以相应的增益参数，根据偏差量的变化趋势提前给出较大的控制作用，对于这样一个尖峰，微分操作刚好可以对其产生抵消作用，这样可以大大减小系统的动态偏差和调整时间，加快系统的响应速度；不过应注意微分控制作用容易引入高频噪声，在干扰信号比较严重的流量控制系统中不宜引入；调整结果如图 4.2.4 所示

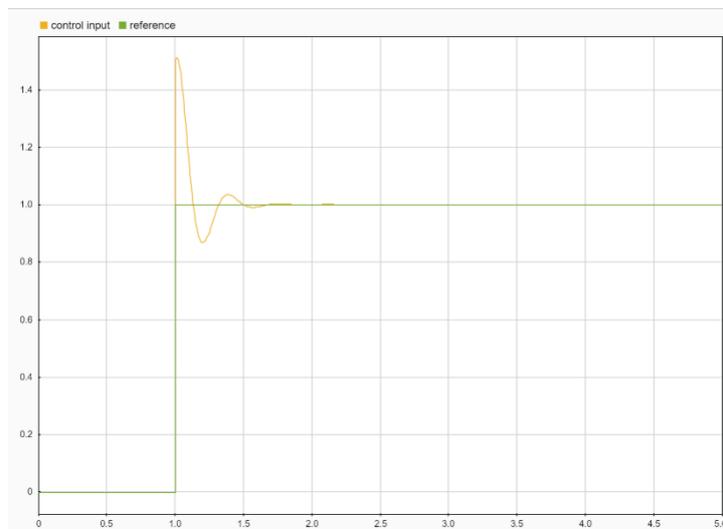


图 4.2.4 引入 PID 时的输出曲线

最后，对于单片机内部其为一个数字系统，因此相应的 PID 调整公式变为：

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

注意需要加限幅，防止车辆失控；

PWM 控制：

PWM 简称脉宽调制，利用微处理器的数字输出来对模拟电路进行控制的一种技术；以 STM32 单片机为例，其 IO 端口只能输出高电平和低电平，在一个脉冲周期内，高电平的时间与整个周期的比例即占空比，通过调整占空比即调整脉冲宽度，实现不同大小模拟电压的输出；

对于电机转速的调节，在高电平转向低电平时，电机由于电感有防止电流突变的作用，会保持原有的转速，由此电机的转速即周期内输出的平均电压值；

对于舵机的控制，即通过一个固定的频率，给其不同的占空比来控制舵机不同的转角；舵机频率一般为 50Hz，即 20ms 左右的时基脉冲，而脉冲的高电平部分一般为 0.5ms 到 2.5ms 范围，来控制不同的转角；

麦克纳姆轮底盘解算：

麦克纳姆轮在轮子上安装了很多辊子，轮毂轴和辊子之间夹角为 45 度，底盘搭载四轮后可以很容易的实现全向移动，框架如图 4.2.5 所示

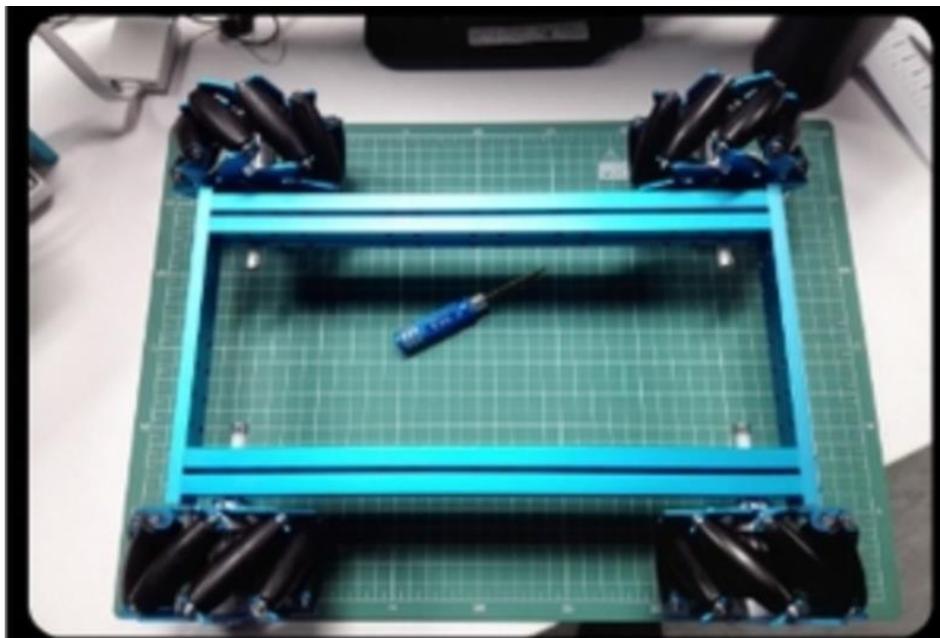


图 4.2.5 底盘框架的示意图

我们需要对其进行运动学分析，将底盘速度期望解算成四个电机的转速期望，如图 4.2.6 建立底盘坐标系，底盘速度期望设为 $\vec{V} = [V_x, V_y, \omega_r]$ ，并将四个电机速度期望设为 V_n ，

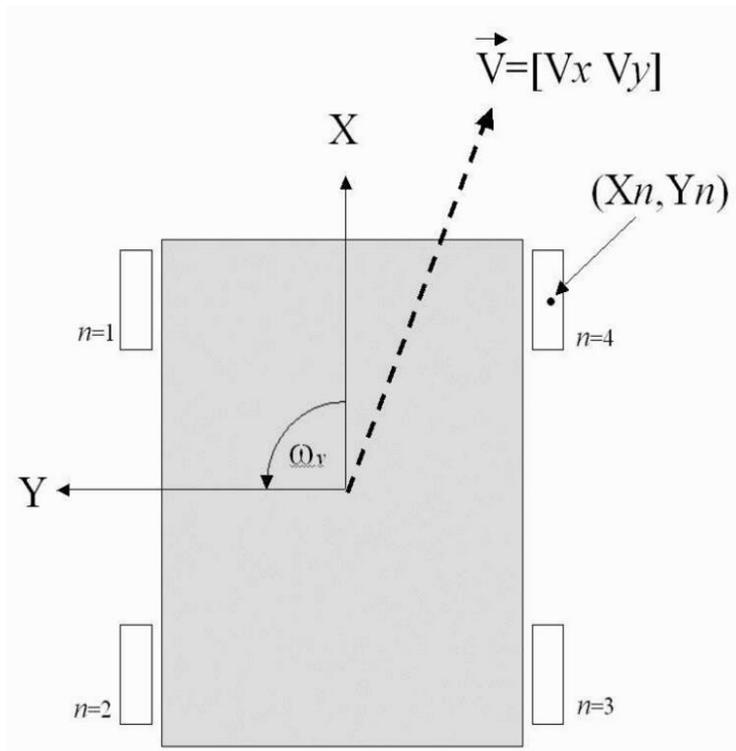


图 4.2.6 运动解算坐标系

并将正方向定为底盘朝 X 正方向前进时转动方向。

在此通过将三个正交的底盘运动方向 V_x, V_y, w_v 进行线性叠加进行解算；

1. 假设底盘速度期望只有沿 X 方向的分量，纵向平移即：

$$\vec{V} = [V_x, 0, 0]$$

此时需要四个电机沿 X 向同速旋转，由此得到四个电机转速期望如下：

$$V_n = V_x * k_x$$

2. 若假设底盘速度期望只有沿 Y 方向分量，横向平移即：

$$\vec{V} = [0, V_y, 0]$$

此时四个电机转速如下：

$$V_1 = -V_y * k_y$$

$$V_2 = V_y * k_y$$

$$V_3 = -V_y * k_y$$

$$V_4 = V_y * k_y$$

3. 最后假设底盘速度期望 W_v ，即底盘原地旋转：

$$\vec{V} = [0, 0, w_v]$$

此时四个电机转速即：

$$V_1 = -w_v * k_w$$

$$V_2 = -w_v * k_w$$

$$V_3 = w_v * k_w$$

$$V_4 = w_v * k_w$$

4. 对以上计算结果进行线性叠加即有最后对应的电机转速：

$$V_1 = V_x * k_x - V_y * k_y - w_v * k_w$$

$$V_2 = V_x * k_x + V_y * k_y - w_v * k_w$$

$$V_3 = V_x * k_x - V_y * k_y + w_v * k_w$$

$$V_4 = V_x * k_x + V_y * k_y + w_v * k_w$$

在计算得到对应的电机期望速度后，由于实际因素导致的误差，需要通过编码器读取电机转速，实时检测并通过 PID 控制算法使电机转速达到预期值；

巡线控制：

红外循迹模块布局如图 4.2.7 所示：

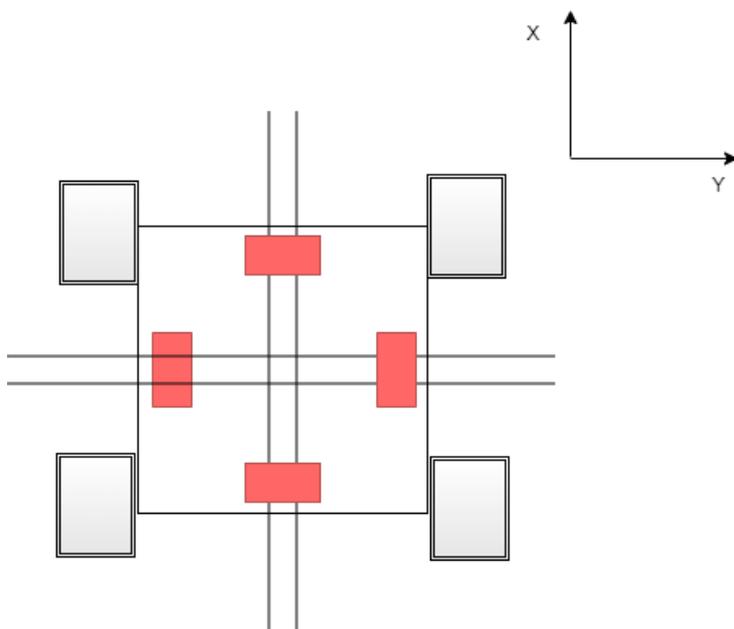


图 4.2.7 红外循迹模块布局示意图

场地采用的黑线为 5cm 宽，可以采用七路红外循迹模块；

将四个红外循迹模块分别置于小车四周，当沿 X 轴方向移动时，通过上下两个循迹模块检测保证小车直线行驶，左右两个循迹模块检测 Y 轴方向的黑线，便于精确确定转弯位置；而当沿 Y 轴方向移动时，同理有左右模块保证直线行驶，上下模块检测交叉口黑线；

为保证到达交叉口时小车便于减速，红外循迹模块还可以起到提前检测交叉口的作用，比如沿 X 轴正方向运动时，上方红外循迹模块检测到交叉口，并将信号传至单片机，提前进行减速，待左右两侧检测到横向黑线后，控制转弯；

对于方向矫正，巡线过程中，为保证小车的稳定行驶，需要从红外循迹模块中计算小车方向偏差大小，后通过 PID 控制算法对于小车行驶方向加以矫正，使其达到预期的方向；

对于停止在交叉点，可以在红外循迹模块检测到交叉口时提前进行匀减速操作，并保证速度较小，当旁侧红外循迹模块检测到侧路黑线时彻底停下，此时小车位置可以稍有偏差，转弯后可以通过方向矫正回到正确的位置；

最后一个问题，对于 45 度上坡后，小车方向可能出现偏差，此时或许存在检测不到黑线的情形，这里给出一个可能的解决方案，以小车为圆心，自身开始慢速旋转，此时四个红外循迹模块所能覆盖的范围已经相当大，当红外循迹模块检测到前方有黑线时，停止旋转，沿该方向直行，并通过 PID 控制算法实时矫正小车方向；

4.3 视觉方案

颜色识别算法：

本次比赛需要识别矿石颜色，对于颜色识别，在此有两种方案：一是使用树莓派作为上位机，相对于单片机，树莓派性能更高，可以对于摄像头拍摄的图像进行处理，但是成本也更为昂贵；二是使用 RGB 传感器和单片机代替树莓派，仅仅对于颜色识别，其是可以胜任的。

1.若利用树莓派进行识别，识别工具是基于 python 的 OpenCV，对于识别后的信息可以通过串口通信方式传至单片机进行处理；

OpenCV 作为一个开源的跨平台计算机视觉库，封装了一些图像处理的库函数，并可以运行在 linux, windows, android 等操作系统上，同时提供了多种语言的接口；

首先读取拍摄得到的图像，将读取到的图像转换到 HSV 或者其他颜色空间，以便于进行颜色的分析处理；在 OpenCV 中多使用 HSV 空间，其包括色调，饱和度，明度三个颜色参数，范围在 (0,0,0) ~ (180,255,255)，数值如图 4.3.1 所示；

	黑	灰	白	红	橙	黄	绿	青	蓝	紫	
hmin	0	0	0	0	156	11	26	35	78	100	125
hmax	180	180	180	10	180	25	34	77	99	124	155
smin	0	0	0	43	43	43	43	43	43	43	43
smax	255	43	30	255	255	255	255	255	255	255	255
vmin	0	46	221	46	46	46	46	46	46	46	46
vmax	46	220	255	255	255	255	255	255	255	255	255

图 4.3.1 三个颜色参数对应的颜色

之后通过二值化处理图像，即将颜色区间以外的元素全部设置为 0 即黑色，颜色区间以内的元素全部设置为 255 即白色，并提取出目标的颜色区域；由于场地中拍摄的图片可能受到其他因素的干扰，出现多余部分的颜色，因此可以对处理后的图像轮廓进行面积求算，当大于预算的面积时即可判定为该晶体矿，而非其他干扰因素；同时由于晶体矿有蓝色和橙色两种，取矿时每次都需要先对橙色进行识别，不满足则继续对蓝色进行识别；

而对于识别燃料矿时会存在没有矿石的情形，此时两种颜色出现的面积都很小，即可判定为空位；

2.若利用 RGB 颜色传感器，可以直接读取物体表面 RGB 三种颜色分量，并传输到单片机上进行分析；通过分析得到该矿石颜色并加以判断；

5. 经费预算

类别	项目	数量	预计单价	预计总价
机械	麦克纳姆轮	4	114	456
	直流减速电机	4	167	568
	底盘舵机	1	110	110
	机械臂舵机	9	35	315
	机械臂爪子	3	114	342
电路	单片机	2	200	400
	锂电池	2	178	356
	降压模块	6	27	162
	树莓派	1	850	850
传感器	红外循迹模块	4	48	192
	姿态传感模块	2	36	72
	摄像头套组	1	50	50
其他	碳纤维板	2	200	400
	铝型材	1	150	150
	配件	若干		550
合计	4973			

6. 时间安排

时间	进度
2023. 4. 5——2023. 6. 4	进行相关内容的学习，模型与功能的讨论和设计，进行策划书的撰写
2023. 6. 5——2023. 7. 7	参加专业知识培训，学习各自模块的知识，采购加工零件
2023. 7. 8——2023. 7. 29	安装机械结构，连线并调试电路部分，完成整车的初步搭建与布线
2023. 7. 31——2023. 9. 1	完成全部的程序设计与编写，整合优化机械结构与代码，使机器人能够基本完成所有比赛动作
2023. 9. 3——2023. 9. 29	进行项目与比赛流程的模拟测试，优化控制程序，完善代码
2023. 10. 1——2023. 10. 14	依据场地实况调试机器人，准备比赛