

# 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 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		
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	孙帅帅
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）：董权 李佩哲 侯超群 修中淇

备注：

- 1、请各参赛队负责填写此表格，电子版发送给 [robogame@163.com](mailto: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 (210)

物理学院 (203)

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

指导教师：孙帅帅

完成时间：2023 年 6 月 1 日

# 目录

- 1. 队伍简介 ..... 5
  - 1.1 队名介绍 ..... 5
  - 1.2 成员介绍与分工 ..... 5
- 2. 机械部分 ..... 6
  - 2.1 功能与结构概述 ..... 6
  - 2.2 模块设计与选型 ..... 6
    - 2.2.1 底盘 ..... 6
    - 2.2.2 夹取装置 ..... 7
    - 2.2.3 伸缩结构 ..... 8
  - 2.3 场景模拟 ..... 9
    - 2.3.1 抓取矿石 ..... 9
    - 2.3.2 放置矿石 ..... 9
- 3. 电路部分 ..... 10
  - 3.1 电路框图 ..... 10
  - 3.2 供电系统 ..... 10
    - 3.2.1 电源 ..... 10
    - 3.2.2 分电方案 ..... 11
    - 3.2.3 稳压方案 ..... 12
  - 3.3 控制系统 ..... 12
    - 3.3.1 主控模块 ..... 12
    - 3.3.2 计算平台 ..... 14
  - 3.4 执行系统 ..... 15
    - 3.4.1 减速电机 ..... 15
    - 3.4.2 电机驱动 ..... 16
    - 3.4.3 舵机 ..... 16
    - 图 3.4.3 底盘舵机的实物图 ..... 17
    - 3.4.4 巡线模块 ..... 18
- 4. 算法部分 ..... 19
  - 4.1 控制程序架构 ..... 19
  - 4.2 主控程序设计方案 ..... 20
    - 4.2.1 流程规划 ..... 20
    - 4.2.2 控制算法 ..... 20
  - 4.3 视觉方案 ..... 26

---

5. 经费预算 .....	27
6. 时间安排 .....	28

# 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

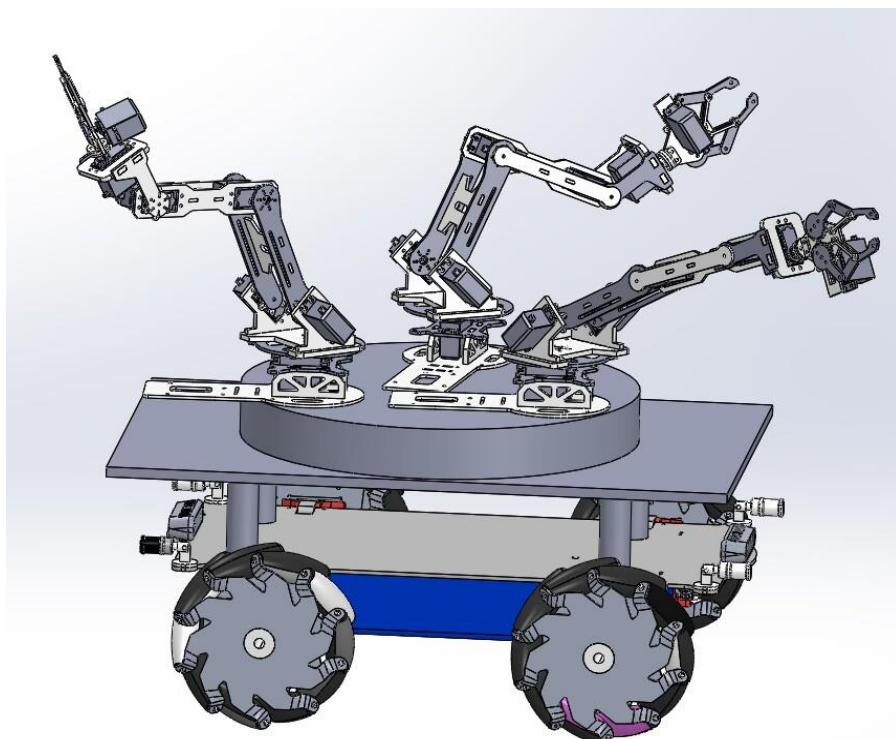
姓名	学号	负责工作
董权	PB21051048	机械设计，主体组装
侯超群	PB21111618	算法与程序设计，视觉处理
修中淇	PB21020666	电路设计与调试，部件选择
李佩哲	PB21051049	机械结构设计，财务



## 2. 机械部分

### 2.1 功能与结构概述

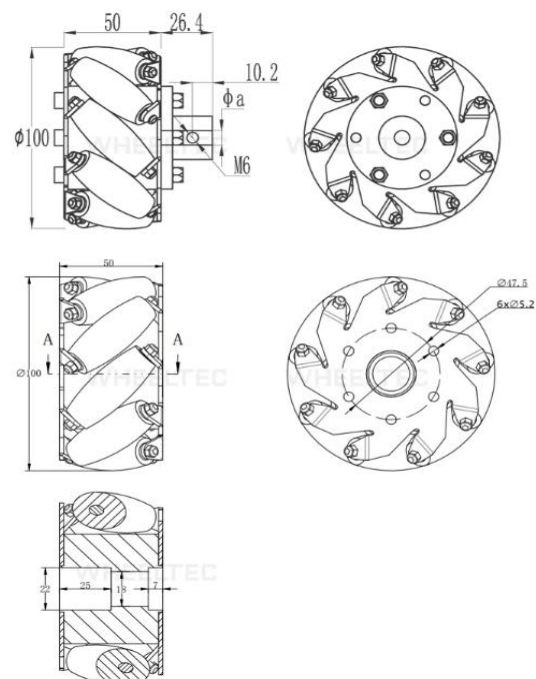
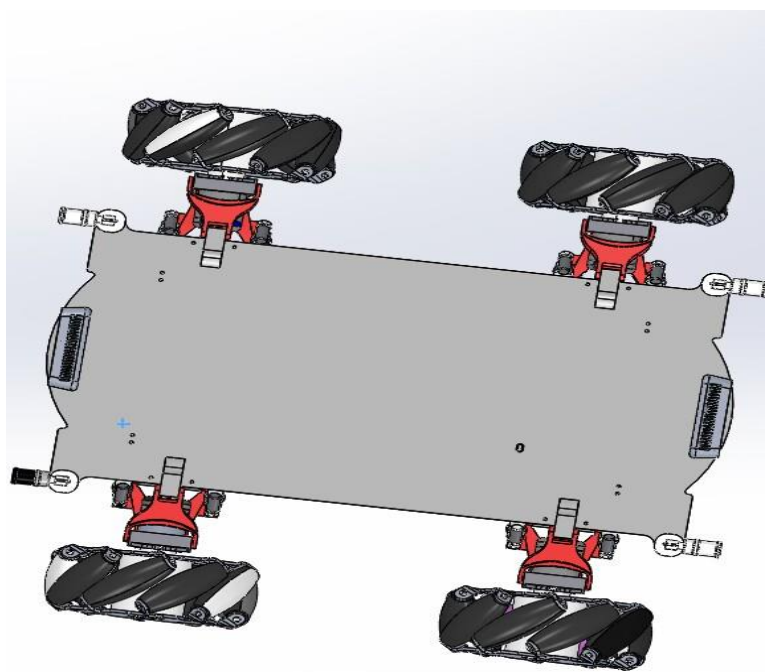
机器人需具备以下功能：移动（直线运动和旋转），巡线，识别两种矿石，抓取矿石，运输矿石（由于篮筐运输会使矿石在运输过程中移动从而不易定位，采用机械臂抓取运输）识别对应矿石的储存地。放置矿石。（如图）



### 2.2 模块设计与选型

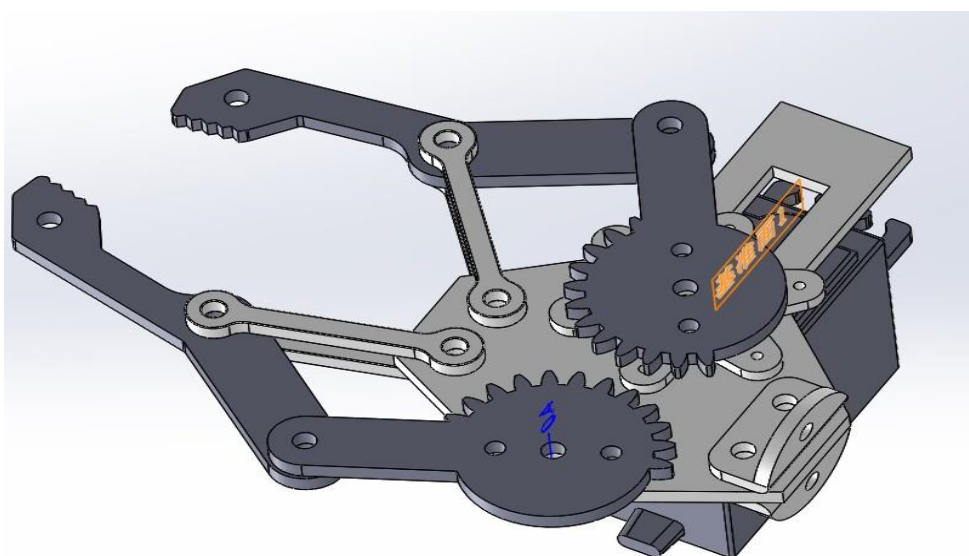
#### 2.2.1 底盘

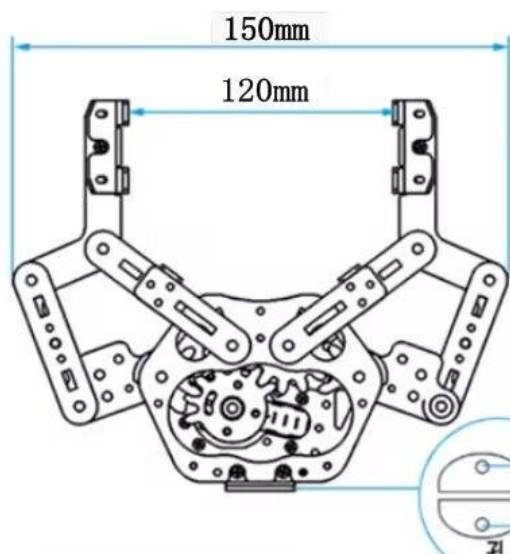
底盘由 600x400 的铝板为底板，上连接 700x350 的碳板，轮组由四个麦克纳姆轮（直径 100mm）和四个电机模块组装而成，底板大致图形如下：



## 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 45-230mm 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





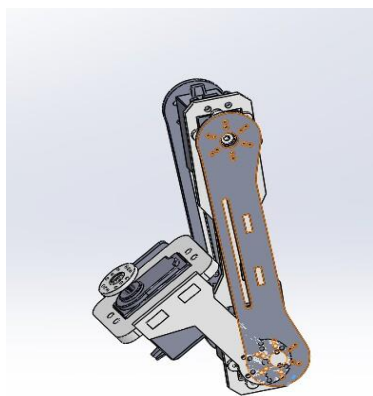
# 尺寸图

提供爪子二维CAD图纸

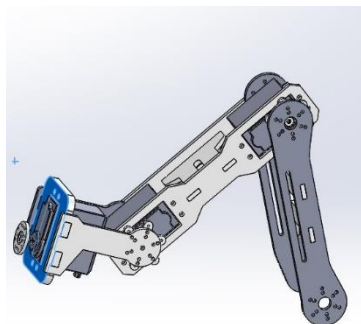
重量: 182g (含舵机)

## 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。（图一为运输状态，图二为夹取状态）



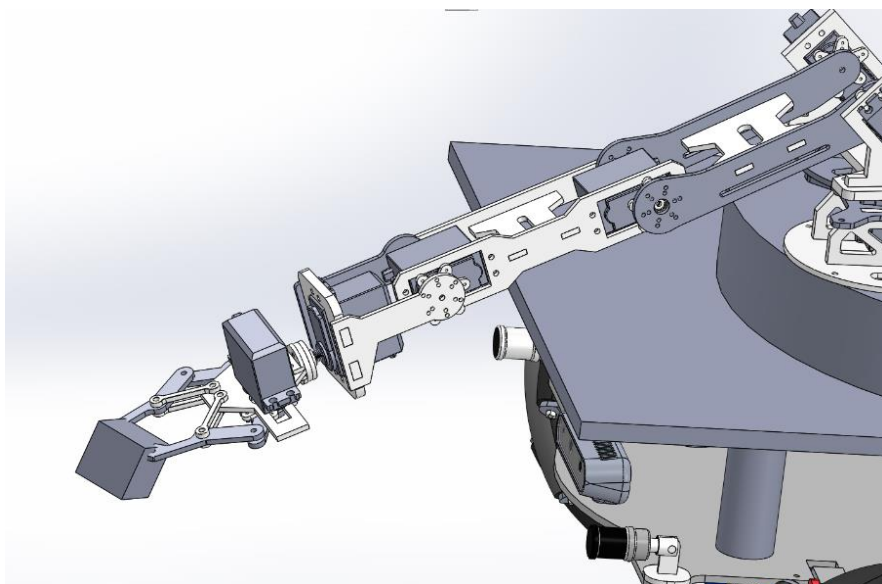
图一



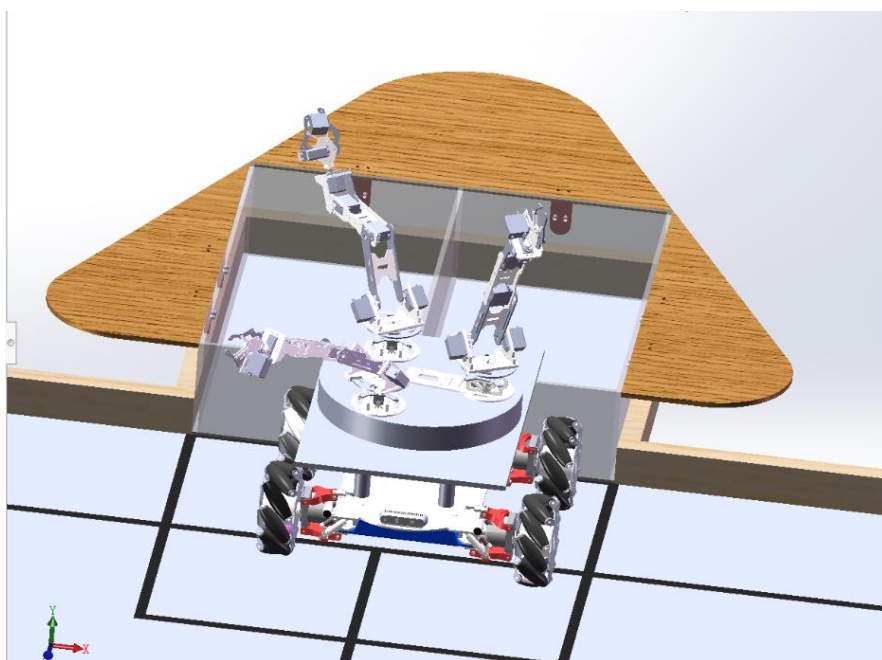
图二

## 2.3 场景模拟

### 2.3.1 抓取矿石



### 2.3.2 放置矿石



### 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

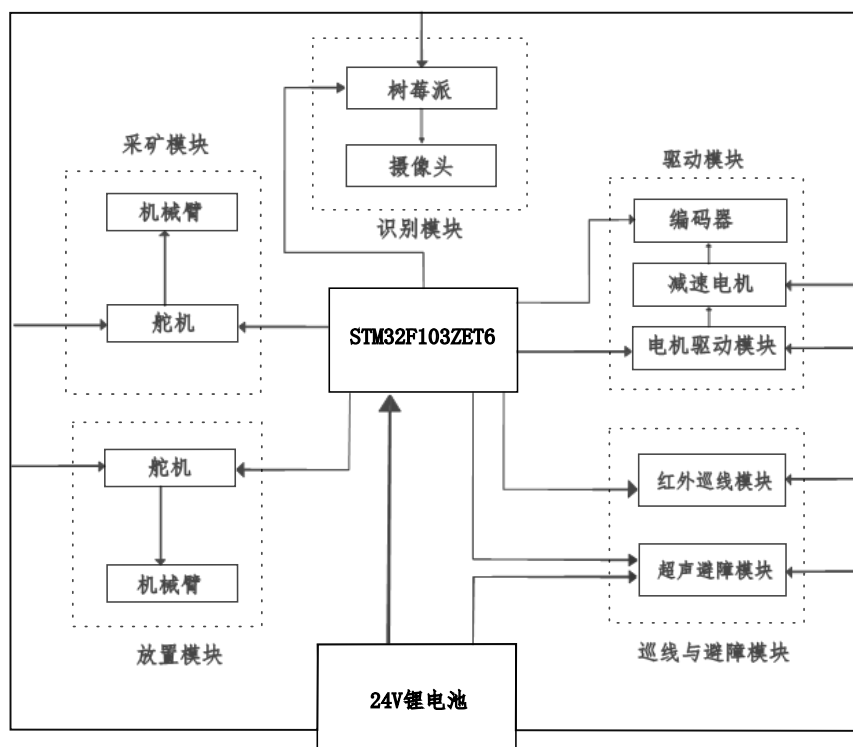


图 3.1.1 总控制电路框图

### 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。

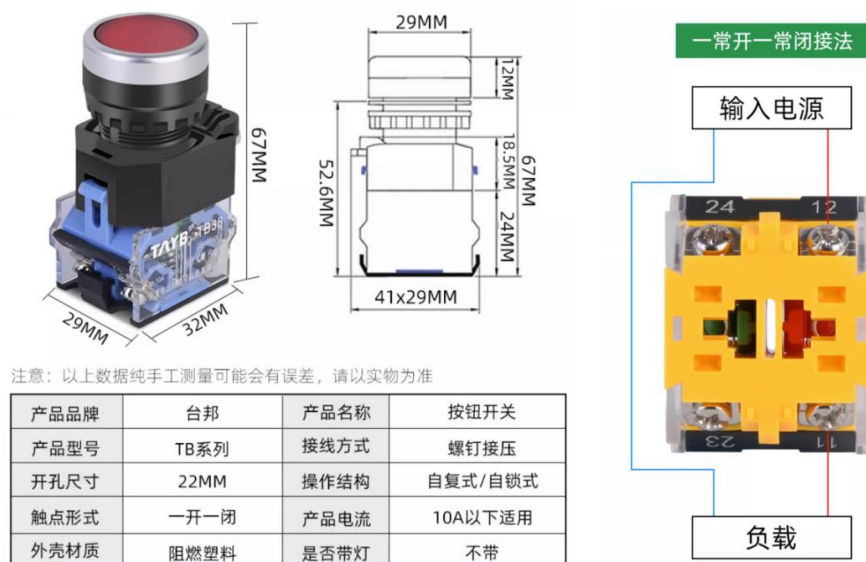


图 3.2.2 自锁式启动开关

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。

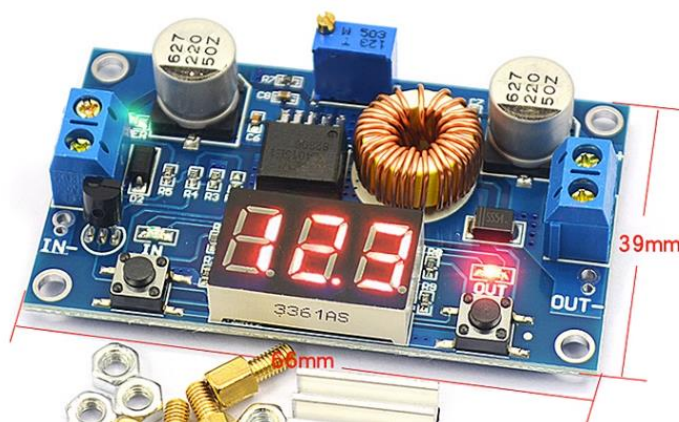


图 3.2.4 降压模块实物图

- 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

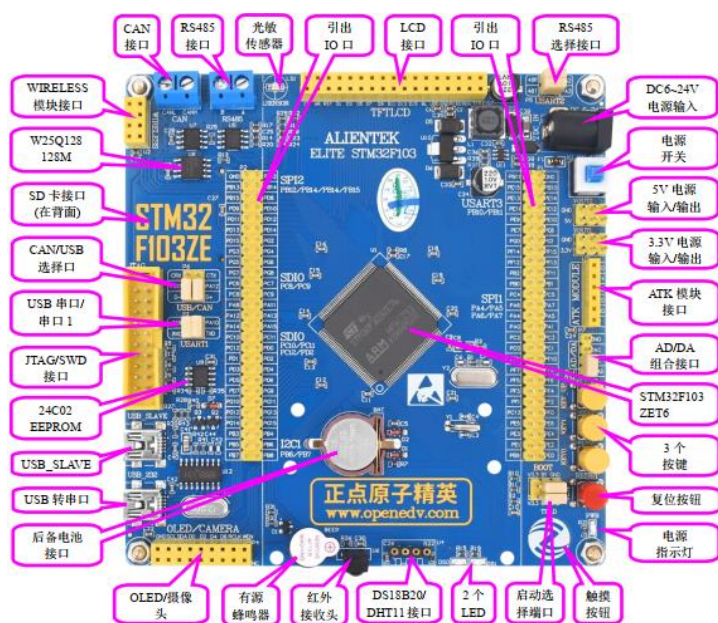


图 3.3.1 精英 STM32F103 开发板实物图

## 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 I/O 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。

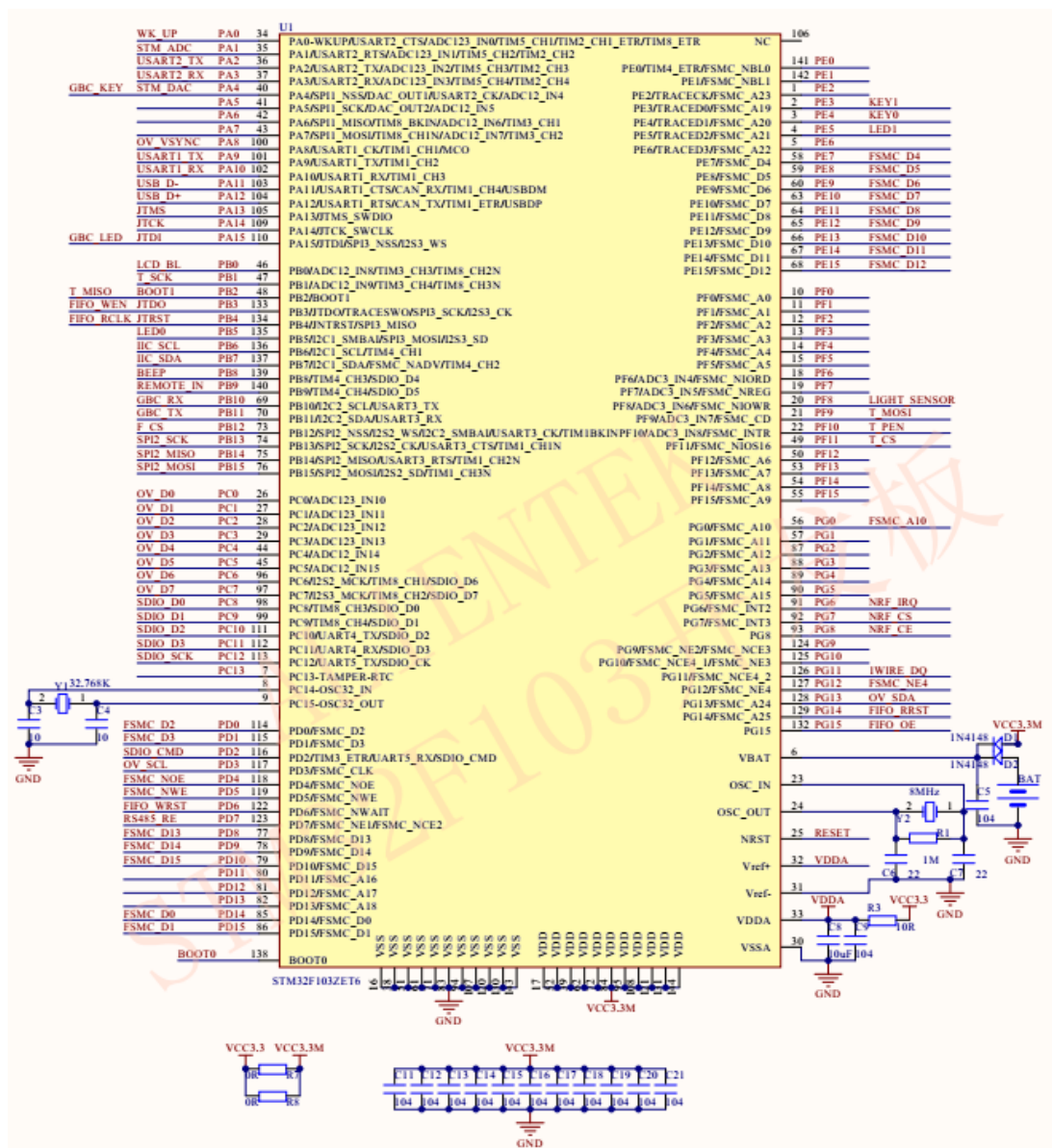


图 3.3.2 stm32f103zet6 示意图



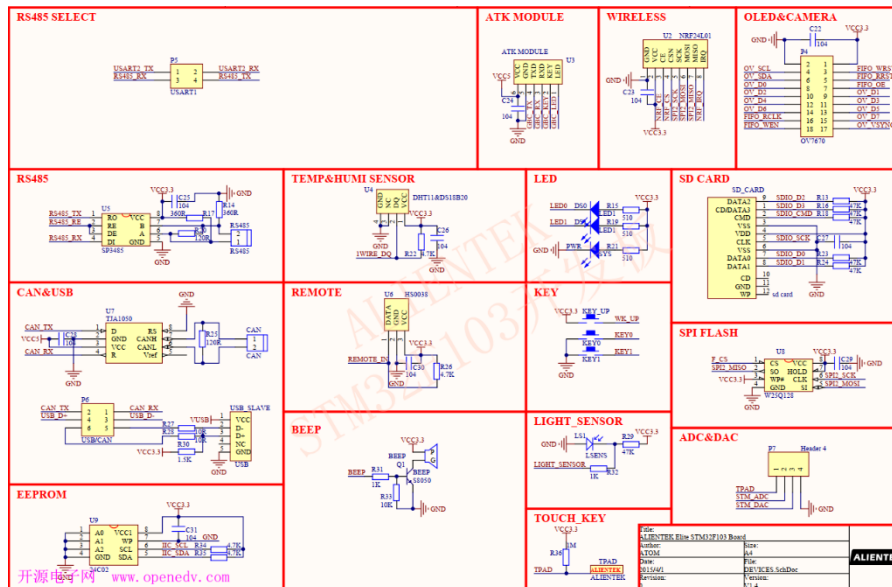


图 3.3.3 开发板接口示意图

### 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

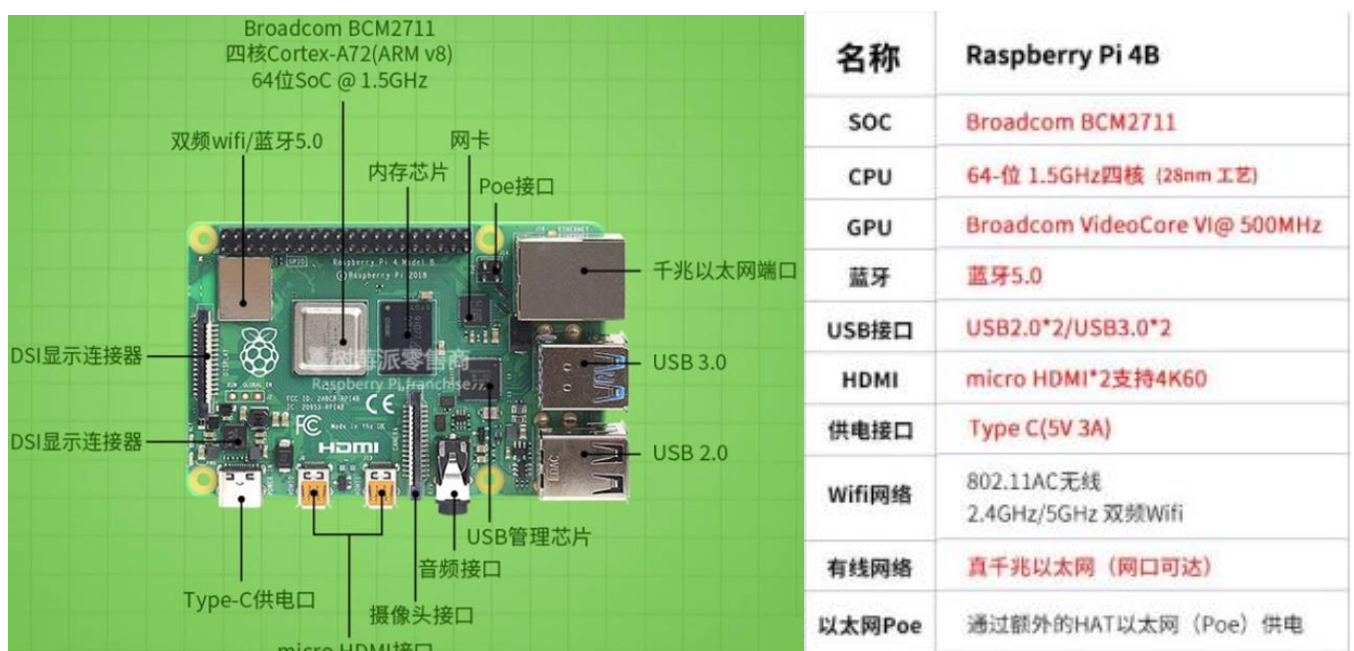


图 3.3.4 Raspberry Pi 4B 实物图与接口示意图

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。

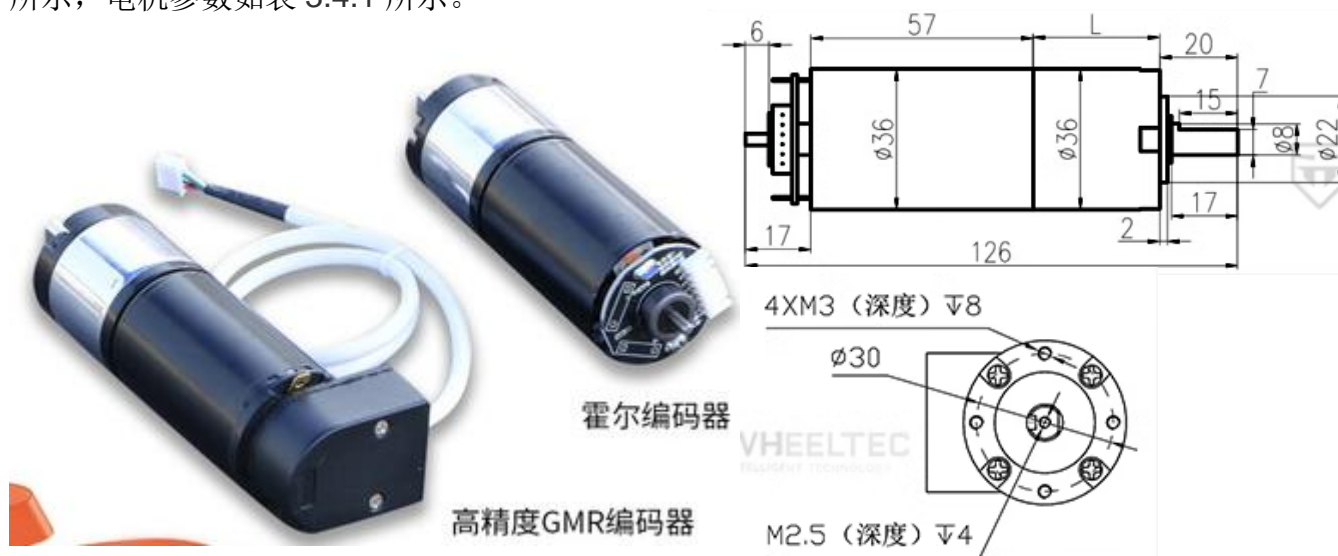


图 3.4.1 直流减速电机实物图与标准参数图





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

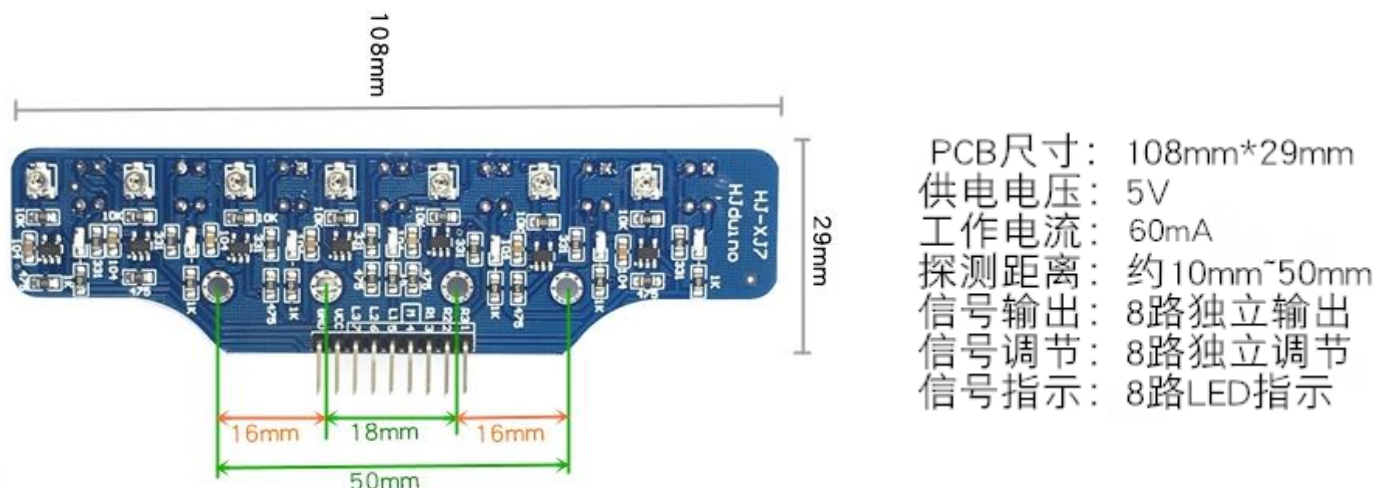
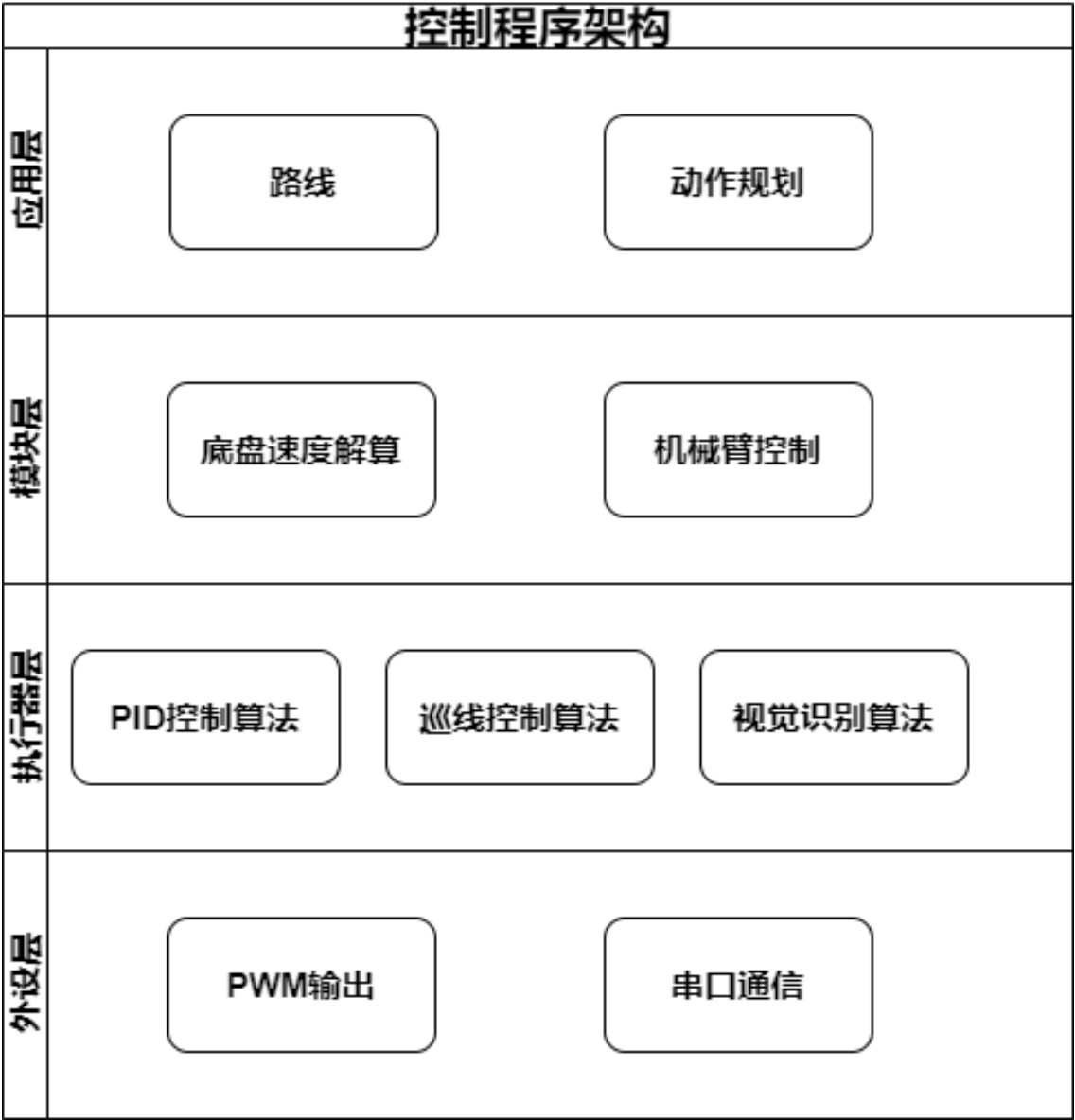


图 3.4.5 灰度巡线模块的实物图与参数图

# 4. 算法部分

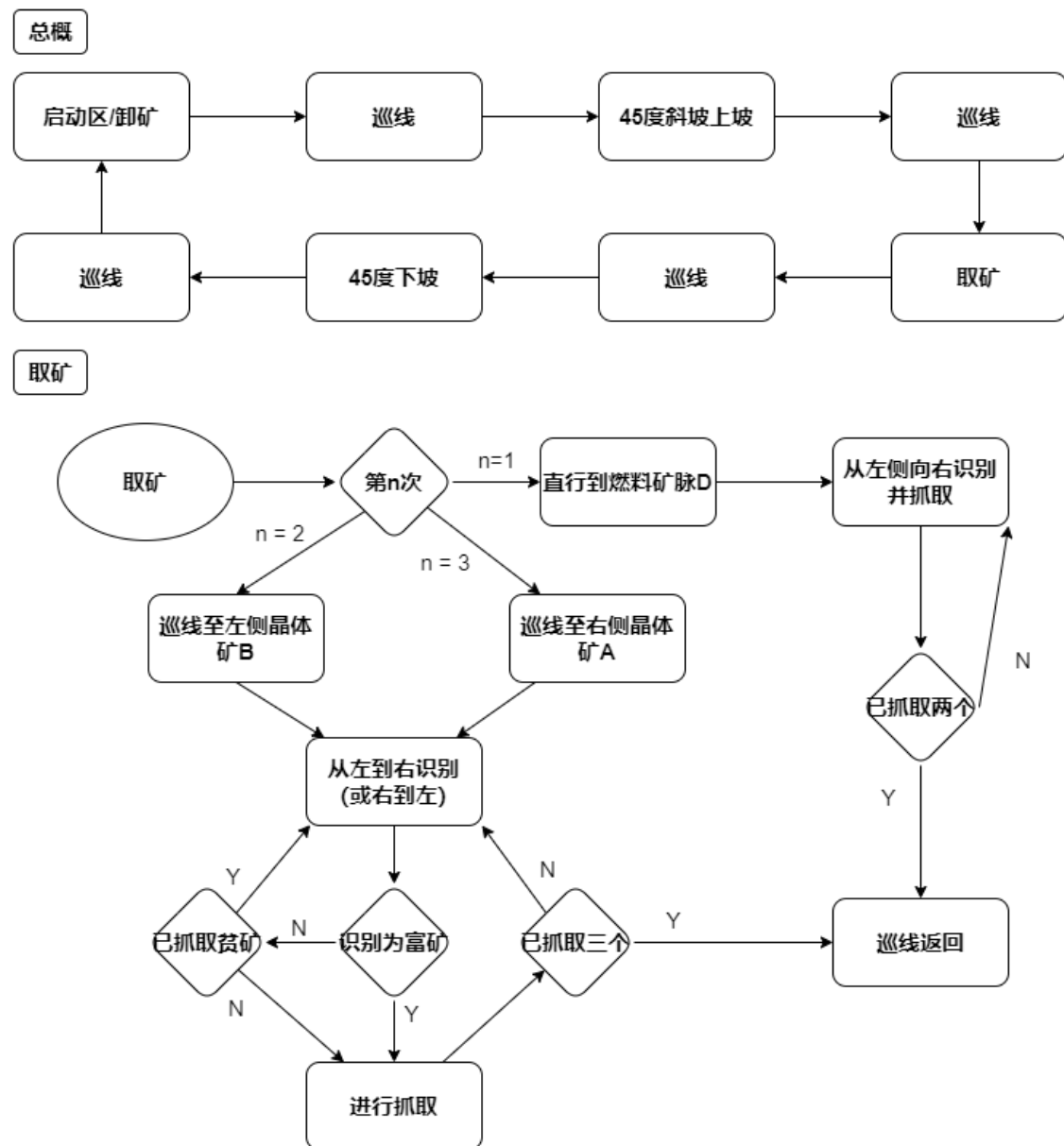
## 4.1 控制程序架构



## 4.2 主控程序设计方案

### 4.2.1 流程规划

流程规划



### 4.2.2 控制算法

**PID 控制：**

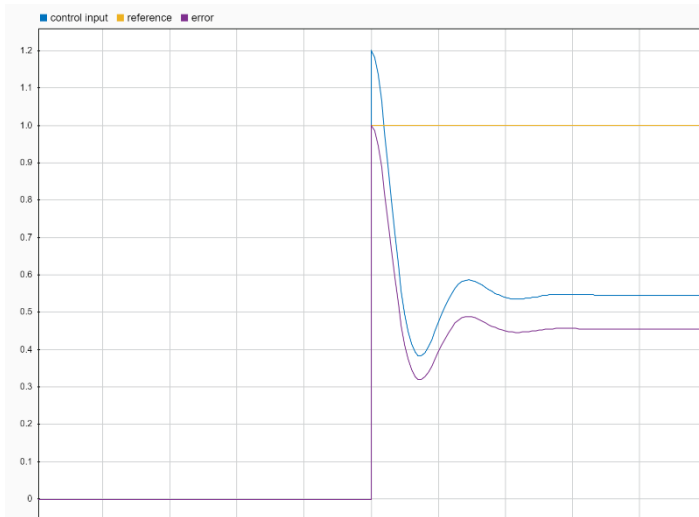
PID 算法即“比例（proportional），积分（integral），微分（drivative）”，通过这三种方式用以保持稳定的控制算法；

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

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：



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的情形，从而造成机器人的失控状态；

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：

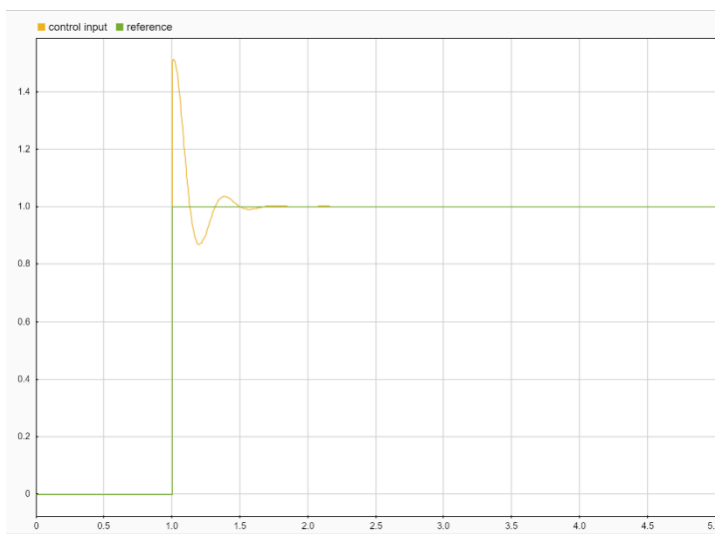
此时同样有系统不稳定状态的出现：





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；调整结果如下图所示



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：

$$U(n) = K_p e(n) + K_i \sum e(n) + K_d (e(n) - e(n-1))$$

注意需要加限幅，防止车辆失控；

### PWM 控制：

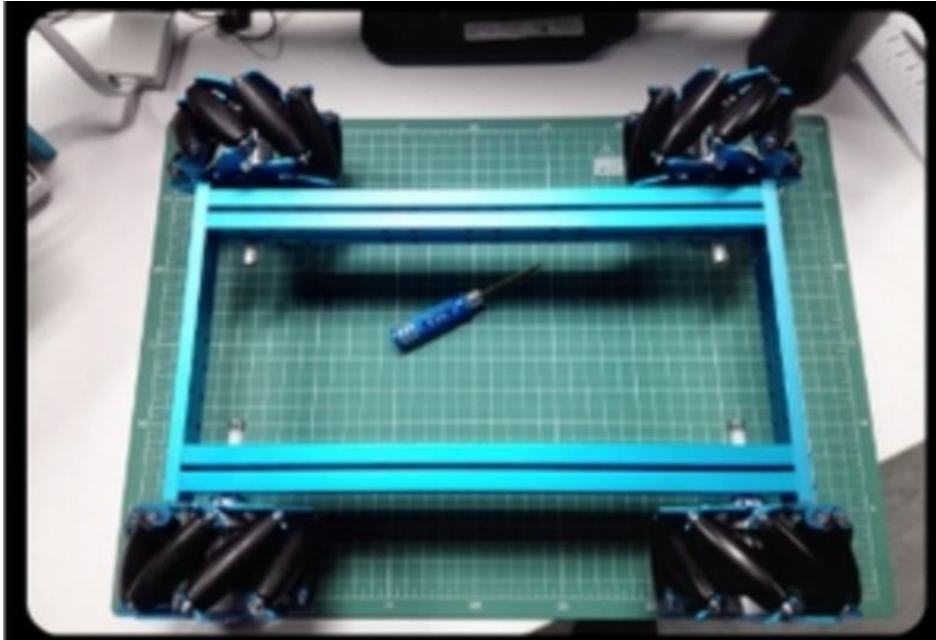
PWM 简称脉宽调制，利用微处理器的数字输出来对模拟电路进行控制的一种技术；以 STM32 单片机为例，其 IO 端口只能输出高电平和低电平，在一个脉冲周期内，高电平的时间与整个周期的比例即占空比，通过调整占空比即调整脉冲宽度，实现不同大小模拟电压的输出；

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；

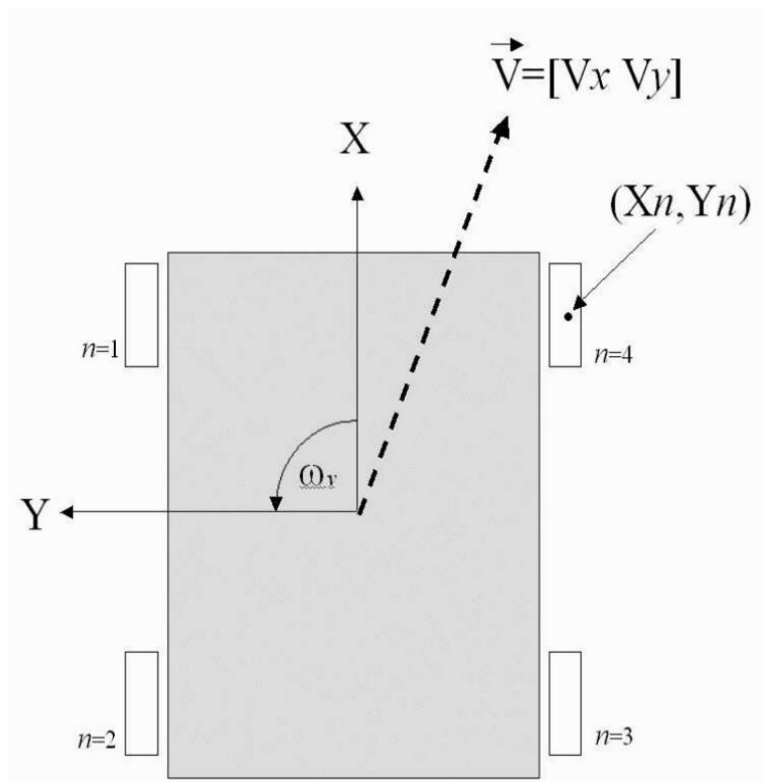
对于舵机的控制，即通过一个固定的频率，给其不同的占空比来控制舵机不同的转角；舵机频率一般为 50Hz，即 20ms 左右的时基脉冲，而脉冲的高电平部分一般为 0.5ms 到 2.5ms 范围，来控制不同的转角；

### 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  $45^\circ$ ，底盘搭载四轮后可以很容易的实现全向移动，



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，如下图建立底盘坐标系，底盘速度期望设为  $\vec{V} = [V_x, V_y, \omega_v]$ ，并将四个电机速度期望设为  $V_n$ ，并将正方向定为底盘朝 X 正方向前进时转动方向，所需即根



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：

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

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

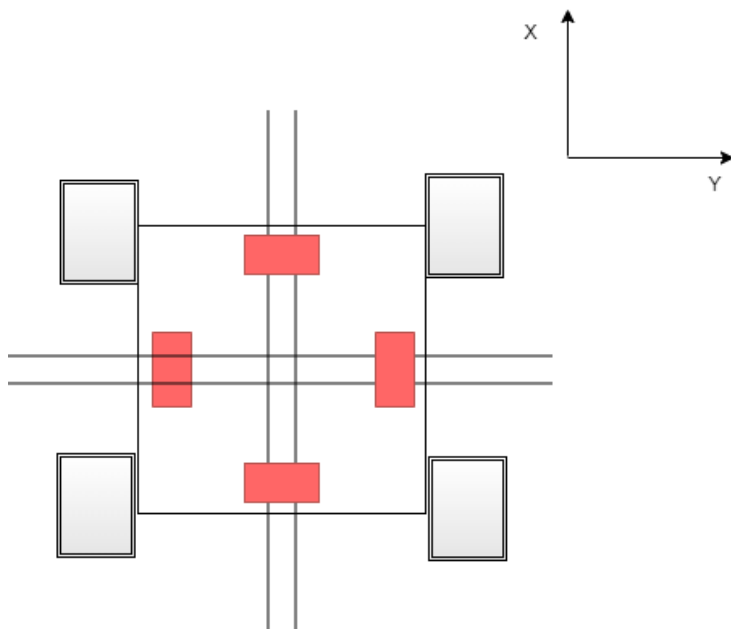
$$V_3 = V_x * k_x - V_y * k_y + w_v * k_w$$

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

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下图：



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)；

	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
smax	255	43	30	255		255	255	255	255	255	255
vmin	0	46	221	46		46	46	46	46	46	46
vmax	46	220	255	255		255	255	255	255	255	255

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，即可判定为空矿位；

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			
	直流减速电机			
	舵机			
电路	单片机			
	锂电池			
	降压模块			
	树莓派			
传感器	红外循迹模块			
	姿态传感模块			
	摄像头套组			
其他	碳纤维板			
	铝型材			
	配件			
合计				

## 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