

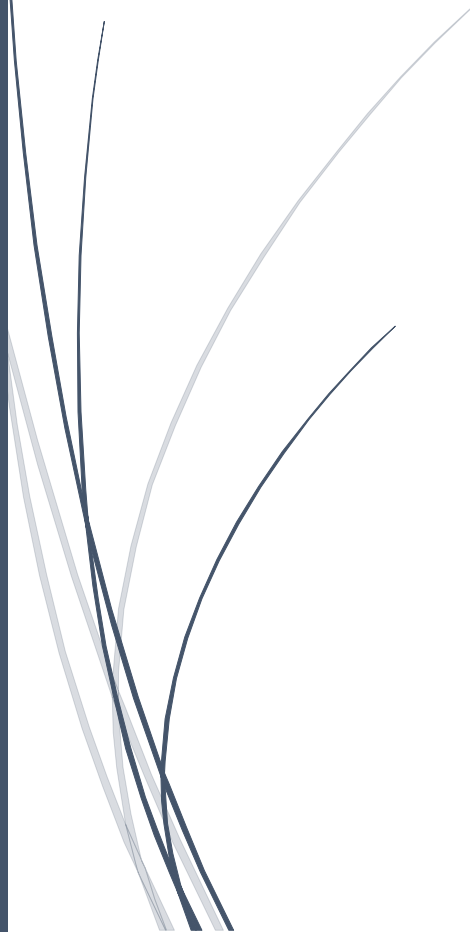
A dark blue vertical bar on the left side of the page. A blue arrow points to the right from the bar, containing the year 2015.

2015

# 项目方案设计

中控杯机器人竞赛

——杨喜/李华兵/倪晟

Several thin, curved, wavy lines in shades of blue and grey, resembling stylized grass or reeds, located in the bottom left corner.

队名：暂定

编号：1074

Contents

一、方案总述.....1

    机器人功能设计.....1

    取胜思路和可行性分析.....1

    涉及研制重点.....5

二、机械结构设计.....6

    重要零件加工图.....6

    主要机构装配图和功能简介.....8

    传感器位置排布和电路板安装位置示意图.....13

    电机选型和简要选型论证.....14

        1) 机械爪电机.....14

        2) 机械臂电机.....15

        3) 机械臂底盘电机.....16

        4) 全向轮驱动电机.....16

三、电路设计.....18

    电路功能描述.....18

    主控芯片选型.....19

    主芯片选型.....19

    传感器选型.....20

    电路原理图.....24

四、机器人创新点.....27

五、尚未解决的难点问题.....27

六、经费预算和进度安排.....28

    经费预算.....28

    进度安排.....28

附件.....29

    机械设计图纸.....29

# 一、方案总述

## 机器人功能设计

为了能够使机器人能够同时使用在超市购物和对抗比赛中，在设计的过程中尽可能多地考虑到机器人的稳定性与灵活性的并存。

机械设计方面，提高机械臂的灵活性，我们使用的机械臂结构上使用稳定性极强的蜗轮蜗杆结构，并通过巧妙的连杆机构，将有线的直线运动转换为竖直方向-10~+50CM 范围内的自由平稳运动。在机械手方面，我们采用了单自由度牵拉式机械手，在降低控制难度的同时增加了机械手结构的稳定性使抓取能力。平移机构方面，我们选用由四组全向轮两两成对交叉布置所组成的，可以保证机器人能够非常有效地执行垂直或是平行于轮子方向上的运动，与此同时，通过轮子之间的差速，也同样能够实现原地旋转和任意方向运动的功能。

传感器方面，我们主要使用的是巡线和视觉传感器分别来完成系统的运行和物品识别和抓取功能，使用碰撞传感器对系统的意外状况进行监控，以便于应对复杂的运行状况（如对抗赛中的碰撞）。除了现成的传感器外我们还打算加入自己设计并制造的触碰传感器，该传感器通过外伸出的两根钢丝并在尖端安装干簧管和磁体，以此来检测是否接触到了物体，通过这个判据就可以初步地判断机械手和物体是否处于一个相对比较合适的抓取位置，并且对接下来机械臂所需要进行的位移有一定的预判。

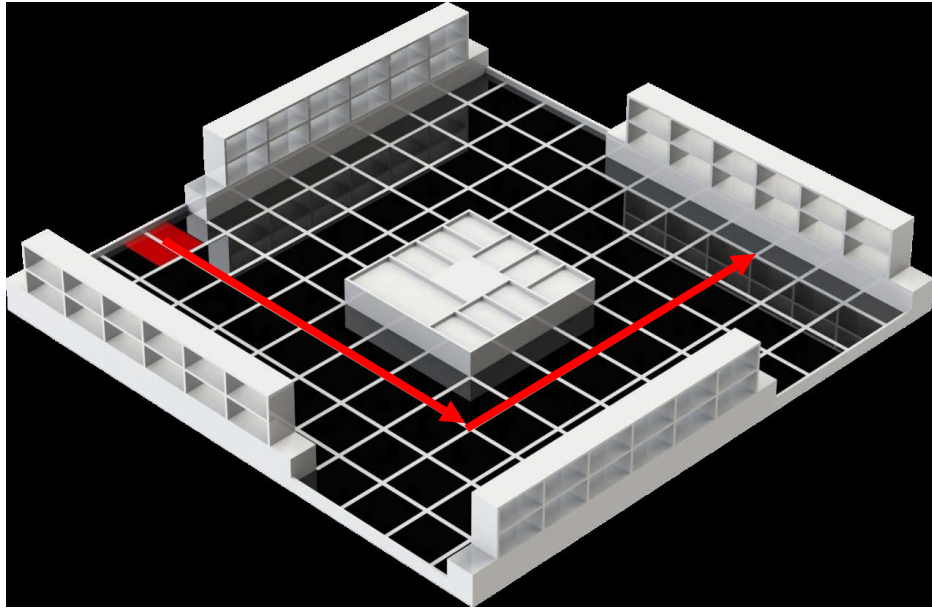
在识别算法方面，我们主要是运用到了 OpenCV 中的相关库函数，完成物品的搜索与识别以及物品方向的距离的判定。具体的实施方案我们将在硬件平台搭建的同时进一步完善。

## 取胜思路和可行性分析

我们主要是参加超市购物类比赛，在超市购物类比赛的基础上通过改变程序和少量的变动来实现对抗类比赛的功能。

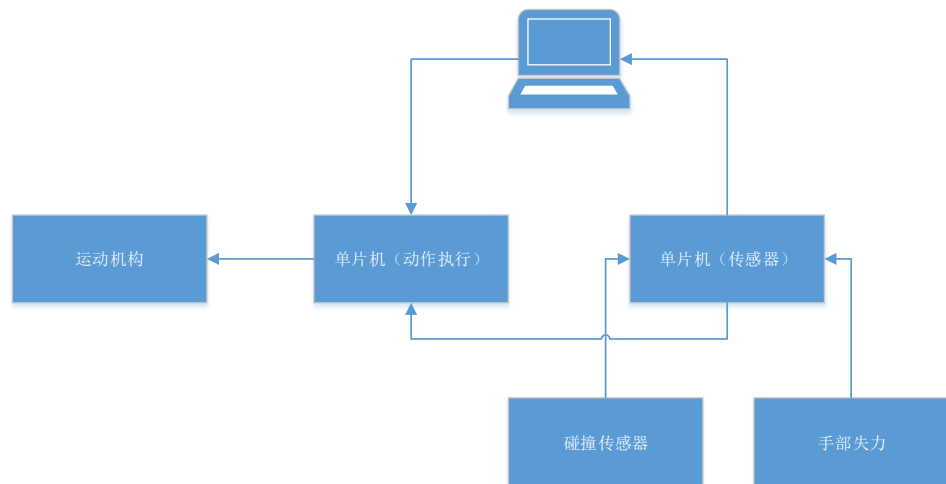
### 超市购物类

根据超市购物类比赛规则，我们需要根据购物清单上的内容将架子上的货物搬运到中间柜台的指定位置。首先我们所制作的机械臂能够实现从地面到平台最高层的物品抓取工作。通过巡线和全向轮码盘，我们可以精准地知道机器人的具体位置，同时也能够让机器人准确地进行点对点的移动。



根据对往届超市购物类的经验分析我们发现超市购物类机器人机械结构方面最大的问题在于稳定性和抓取的准确度，所以在机械手方面，我们使用了单自由度牵拉式机械手这样的机械手最大的特点是在于可以通过简单的拉伸实现手部大力度的抓取功能，保证抓取的稳定和可靠。同时为了不使抓取力量过大，造成物品的损坏，我们还将会通过大量现场的调试，获得每个不同的物品的最合适的抓取范围。以上从机械结构方面实现了运动、抓取和放置的一整个流程的操作。

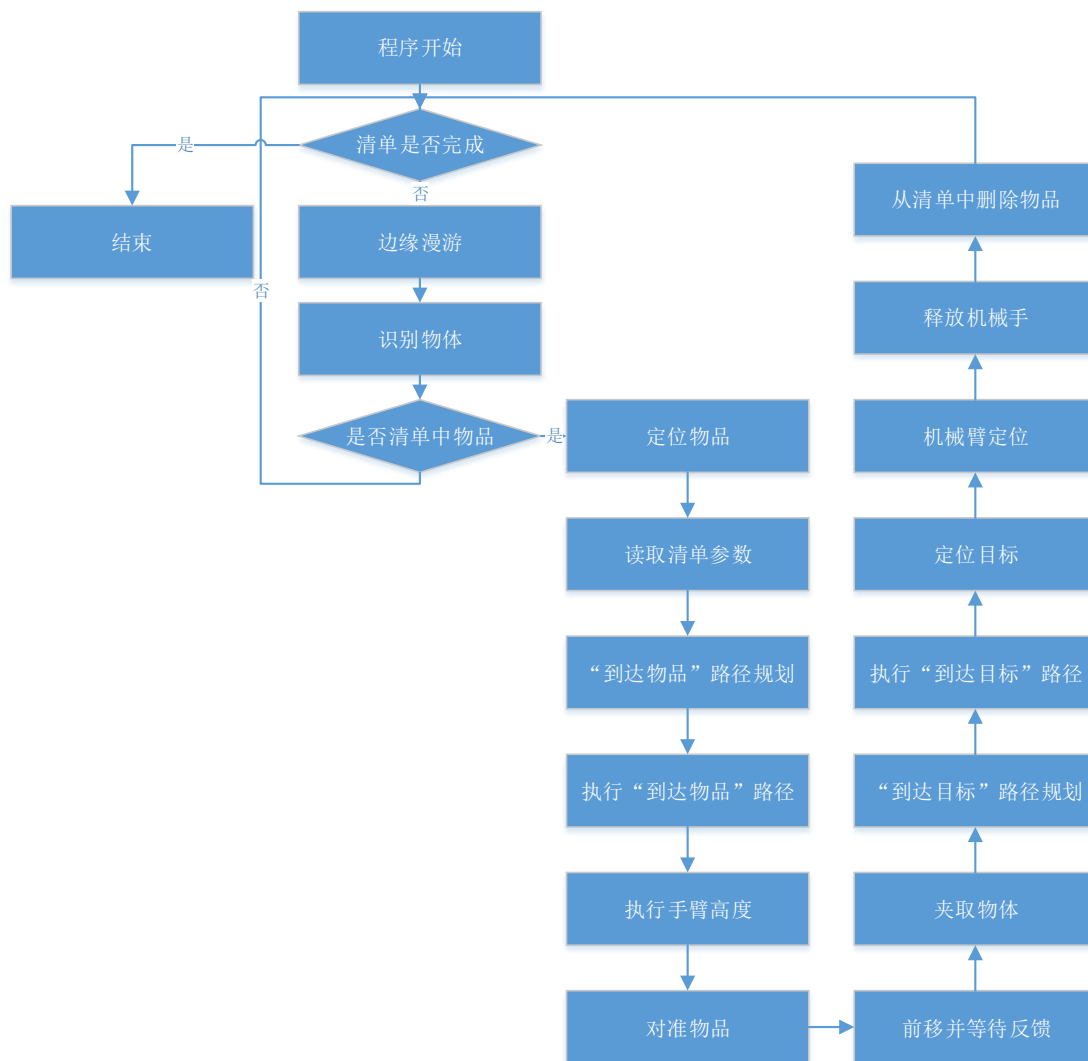
在传感器控制方面，为了简化在超市购物机器人的运动，以便于机器人的定位与控制 and 机器人路径的规划，我们采用了巡线的方式，限制机器人机器人的运动方向。在控制的过程中我们需要使用到的传感器将会以主动调用、查询和中断三种模式进行。其中中断情况出现在发生碰撞和物品掉落时，当中断发生时，用作传感器的单片机将会向 PC 和动作执行控制单片机发出中断信号，此时动作执行单片机将会通过中断的方式停止目前正在执行的动作，然后等待计算机发出的下一个与当前指令不同的指令，PC 则会通过软中断的方式，假象地将当前步骤执行完，进入到中断模式，根据中断类型的不同，选择下一步操作。



主动调用主要是在发现物体、运动和定位物体这三个部分中对摄像头传感器的调用。在查询模式中，为了能够更好地把握物体在机械手中的分布情况，我们不断

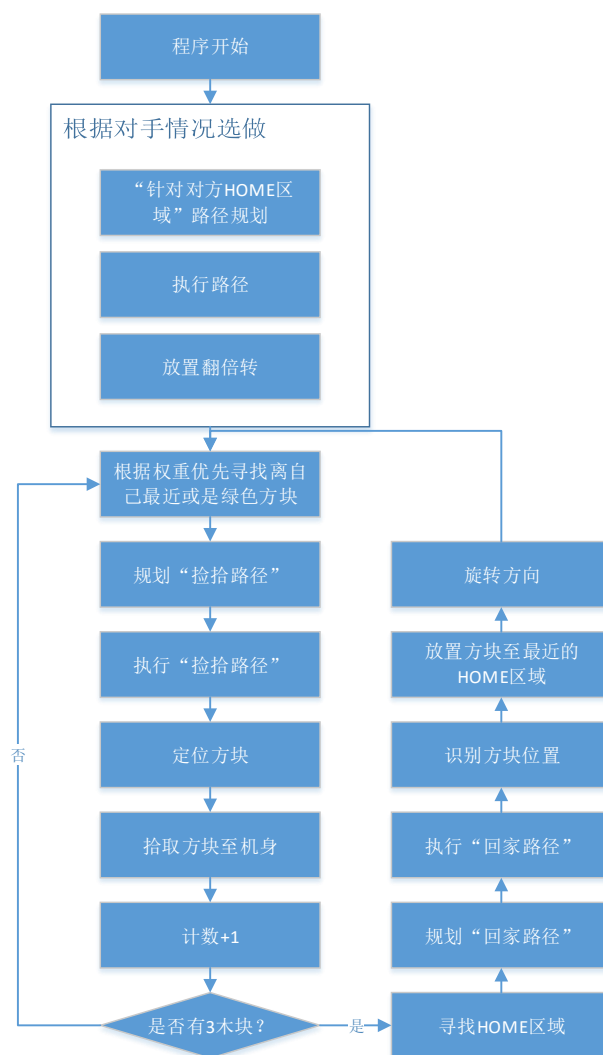
地查询干簧管的状态来了解物体是否进入到目标的区域。这样能够确保机械手顺利抓取到物体而不会出现抓空的现象。

为了能够在有限的时间内尽可能多地去完成清单上的目标，我们采用了先发现先完成的策略，减少机器人漫游的时间。所以我们策略是，在机器人启动到识别到物体的时间中，机器人的转盘始终处在面向展示柜的部分，同时机器人进行对第二外边缘进行边缘漫游。在边缘漫游的同时，摄像机能够同时拍到上下两排柜子中的物品，一旦检测到距离一个或者多个清单中的物品，就会自动转跳到该物品的相关放置参数中，并开始执行抓取与放置，通过所使用的操作流程如下：



### 对抗类

对抗类的比赛规则是要求尽可能多地搜集木块，并将其放入到自己队伍的HOME区域中。首先我们认为在超市购物类中，我们已经完成了基本是物体搬运和移动的工作，在对抗类的比赛中只需要适当地更改程序策略即可。我们选择程序的策略如下：

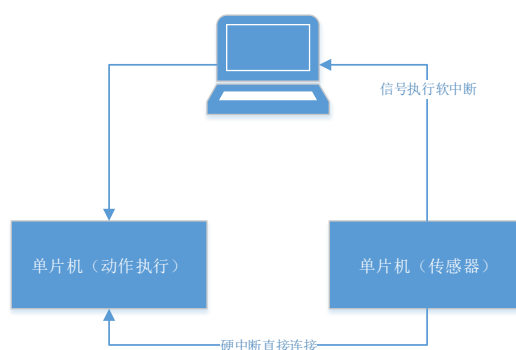


绝大部分的控制可以直接从购物类的代码中复用，与购物类不同，对抗类将会使用全速模式，运行速度更快，以便于竞争。

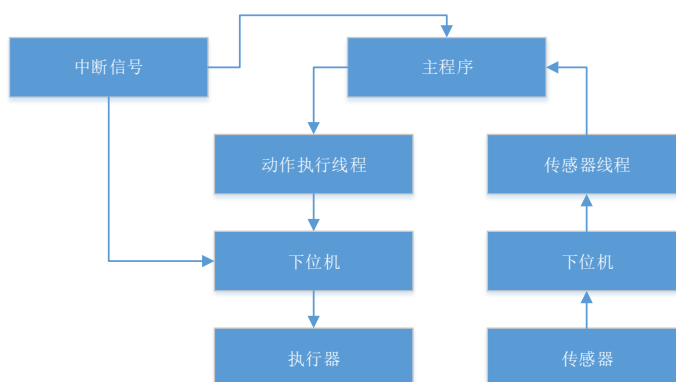
### 运行机制的鲁棒性设计

为了能够使机器人在运行的过程中能够在遵守比赛规则的情况下保证运行的稳定性，同时能够高效地完成任务，我们对于两个不同类型的比赛设计了不同的程序的框架来保证系统能够拥有更好的鲁棒性。

对于超市购物机器人来说最重要的是运行的稳定性，所以在运行的过程中我们会严格控制机器人的碰撞和与边界的距离，所以我们会使用非常稳定的控制方案来对行走的路线进行控制，下面是我们预计的电器接线方法：



由此我们的计算机的代码结构和命令执行流估计如下图所示：



在每次命令执行之前程序首先会查询是否有中断的现象

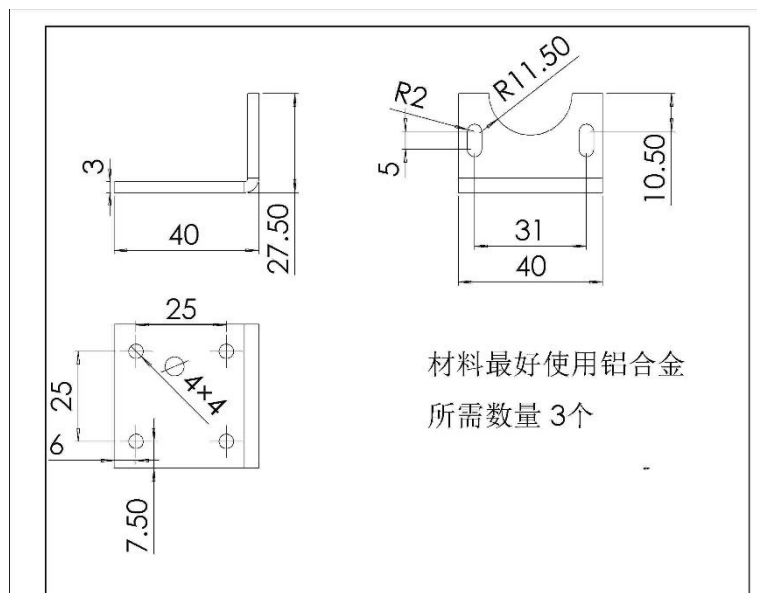
## 涉及研制重点

- (1) 带有蜗杆的机械臂结构，并能够将简单直线运动转换成复杂空间运动的连杆机构
- (2) 牵拉式机械手
- (3) 机械手物体定位传感器的研制
- (4) 单片机与单片机，单片机与 PC 的通信
- (5) 巡线与码盘协同定位定位
- (6) 远程多物体多特征识别
- (7) 通过视觉目标特征实现定位功能
- (8) 相机抖动优化与消除

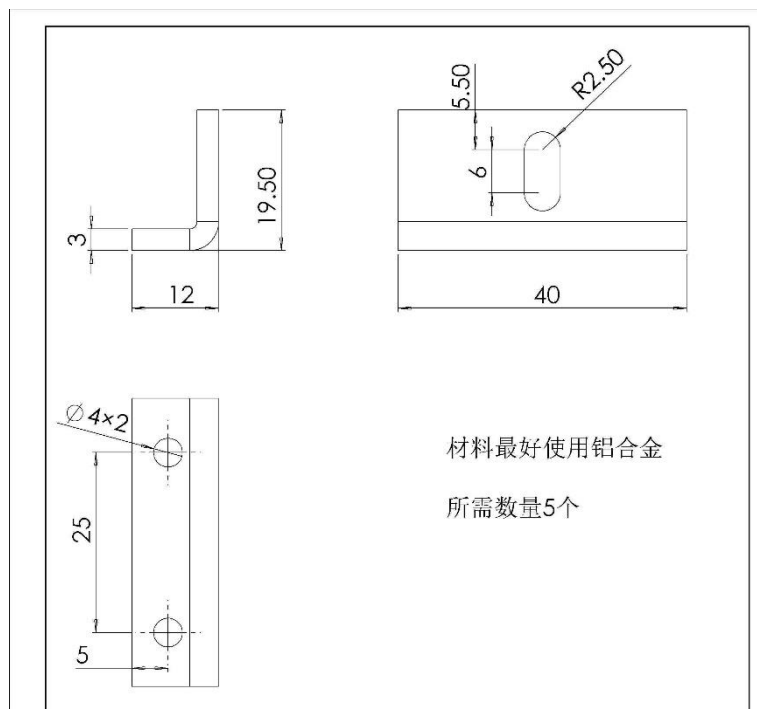
## 二、机械结构设计

### 重要零件加工图

副臂电机支架

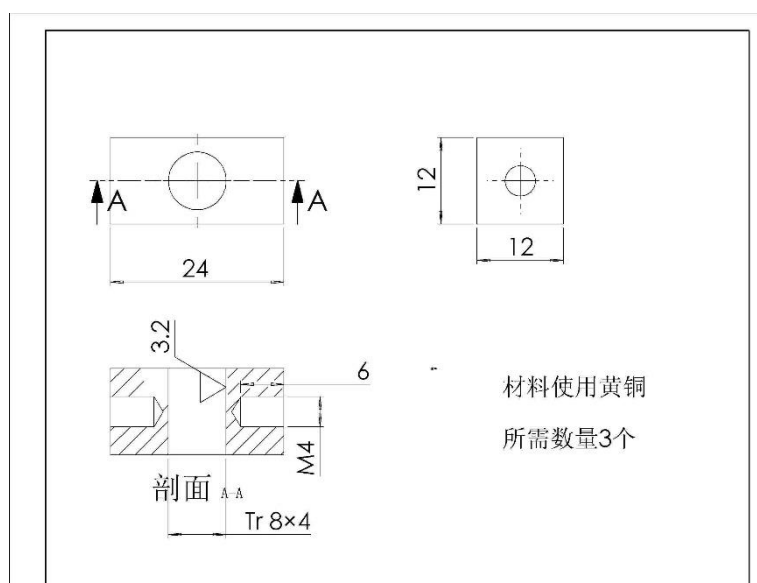


臂丝杆固定架

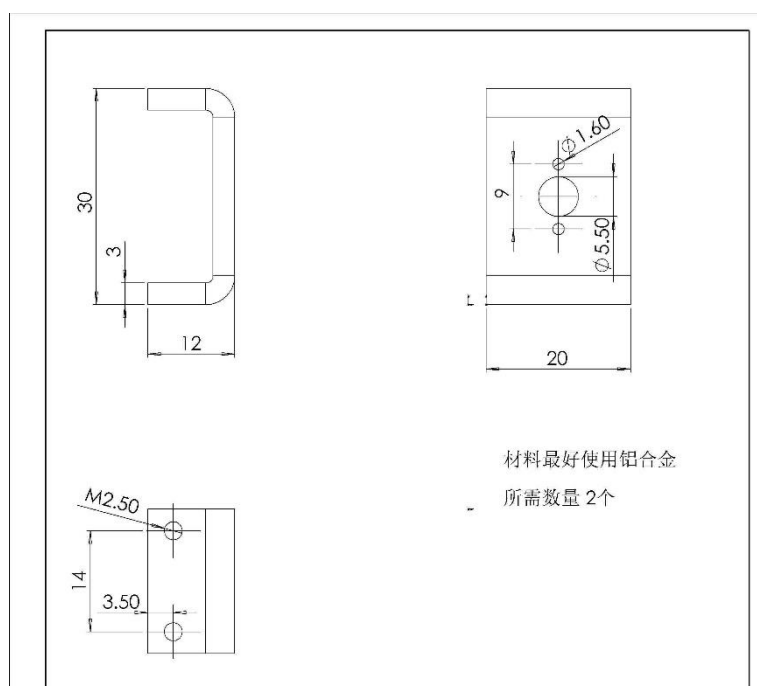




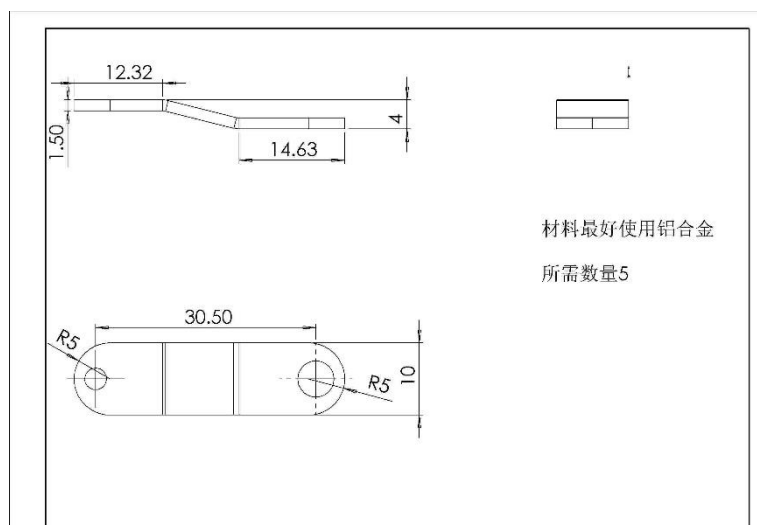
## 臂丝杆方螺母



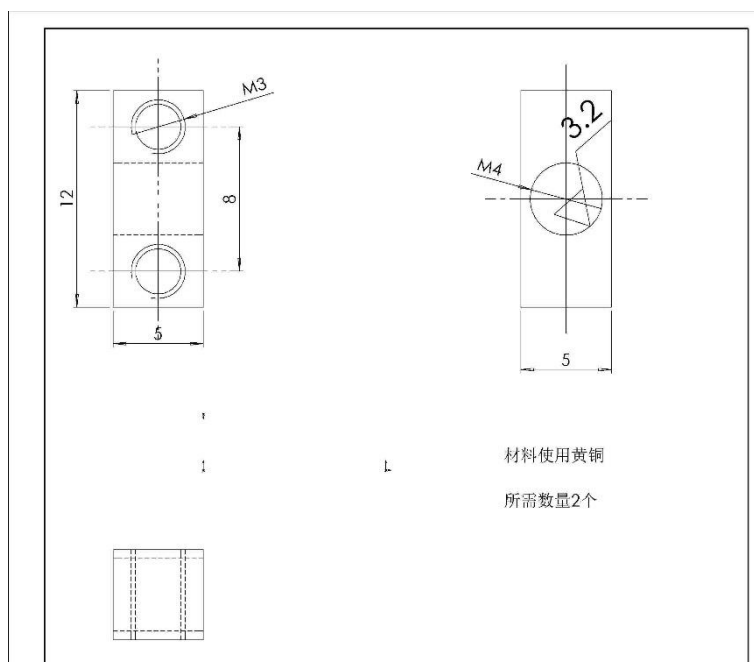
## 爪电机支架



## 爪连杆



## 爪丝杆方螺母



## 主要机构装配图和功能简介

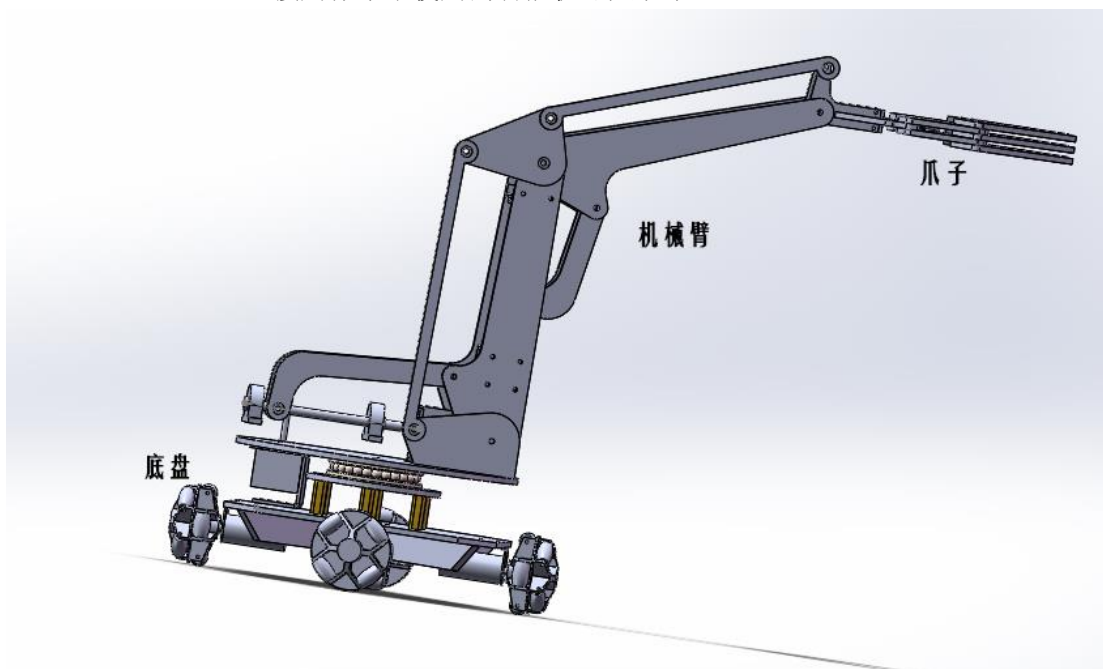
### 总结构

总体机械结构由三部分组成：底座、机械臂和爪子。整个结构主要使用 5mm 厚的亚克力板制造。

我们的机械设计有以下优点：

- 1) 易加工：选用亚克力板为主要材料。它密度低，韧性好，最为关键的是，整个结构中用到的复杂外形板材都可以用激光切割的方式轻易加工完成，这个加工过程可以在淘宝店家或者紫金港月牙楼完成。

- 2) 抓举重量大：整个爪子和机械臂的设计均按照抓举 500g 重物设计，并使用推力轴承连接机械臂与底盘，抓举能力足以胜任比赛中遇到的任何重物。
- 3) 机构运动自由：整个机构可以实现抓取距地面 0~50cm 的物体，同时机械臂可在底座上原地进行大角度旋转（具体角度与布线有关）；整个机构可以直接沿 X/Y 方向平动，也可实现原地旋转等动作。
- 4) 机构动作迅速：机械臂和机械爪的运动均按照 全程/2s 的速度设计，整个机构的运动按 0.5m/s 速度设计。
- 5) 通用性好：这个机构可以适应除了比赛场地之外的更多环境，如果软件支持，甚至可以直接用作家中使用的智能机器人助手



### 机械爪

机械爪使用 N20 减速电机作原动力，使用丝杆和连杆构成摇杆结构，并采用平行四边形结构，驱动爪尖作平动夹取物品。爪尖平动的设计，再结合弧形的爪面设计，保证了夹取物品时的可靠性。具体驱动结构见图 2

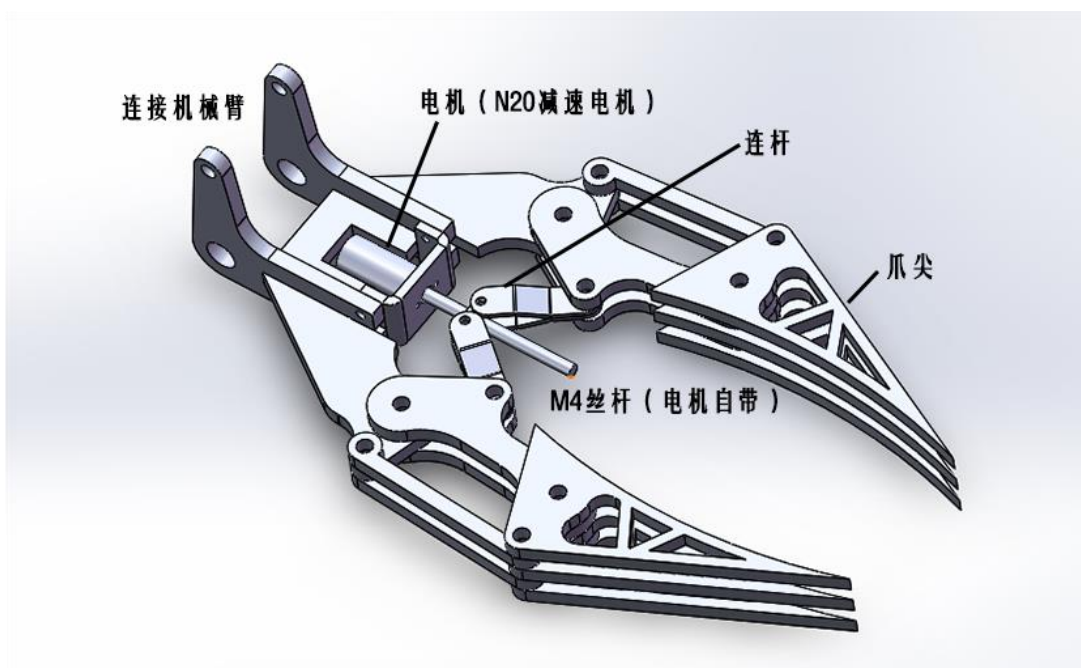


图 1

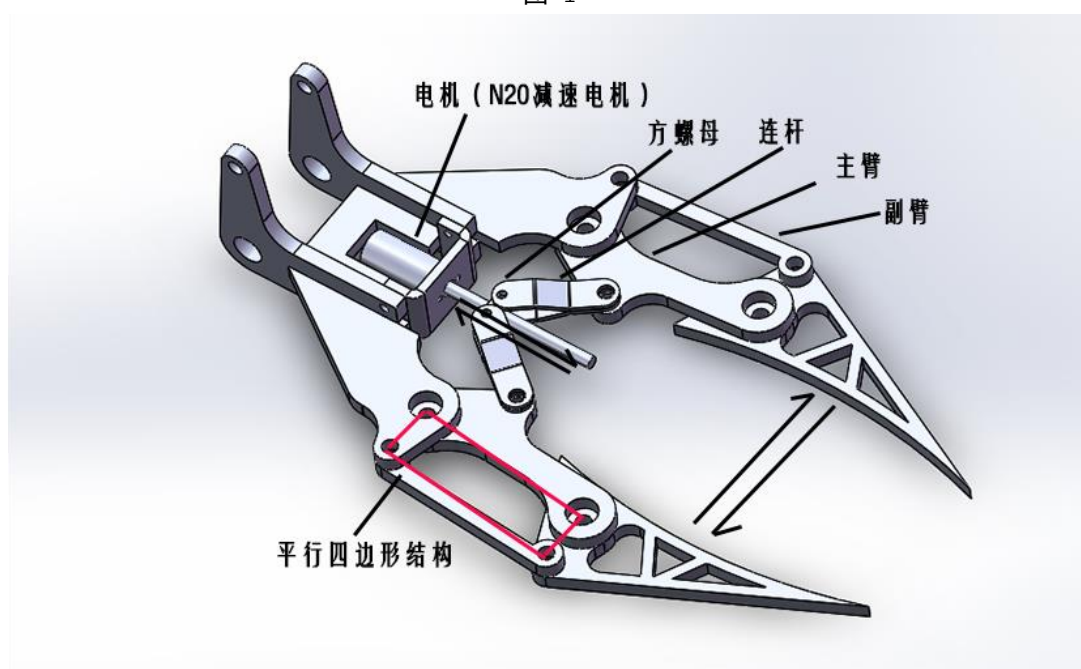


图 2

## 机械臂

机械臂使用直流电机作为原动力，用丝杆和连杆构成摇杆机构，驱动主臂在  $90^{\circ} \sim 30^{\circ}$  内摆动，驱动副臂相对于主臂在  $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$  内摆动。机械臂的主臂和副臂均长 25cm，主臂副臂的角度范围保证了臂尖端能到达竖直方向上-10~40cm 的任何地方.并使用双平行四边形结构保持机械臂末端的机械爪的水平。

具体驱动结构见图 4

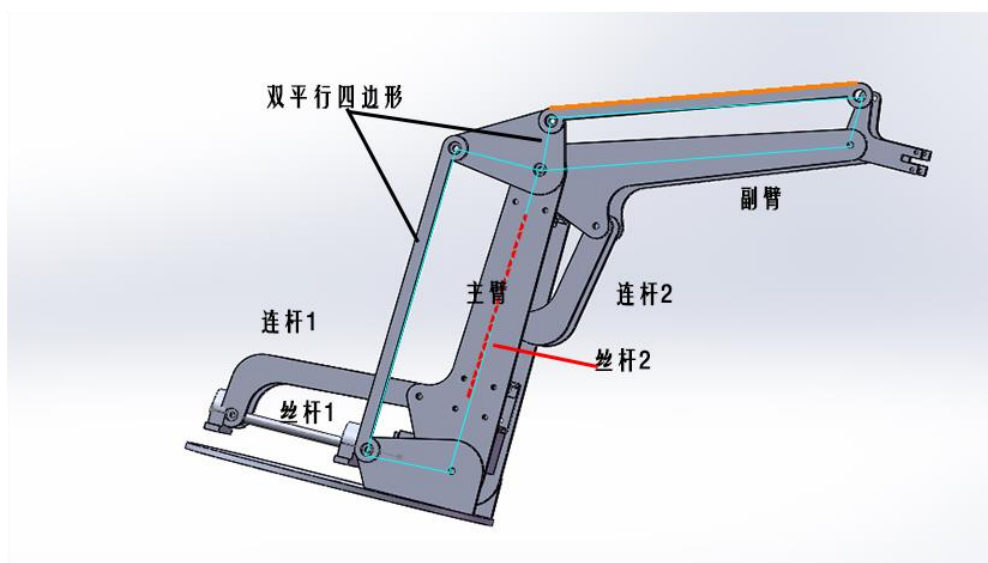


图 3

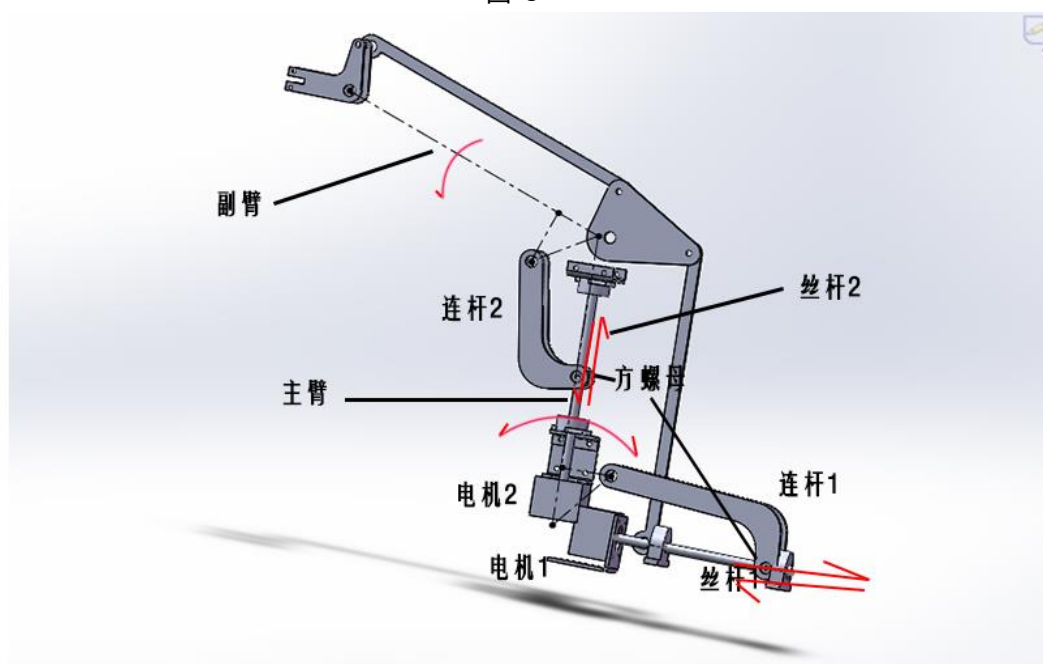


图 4

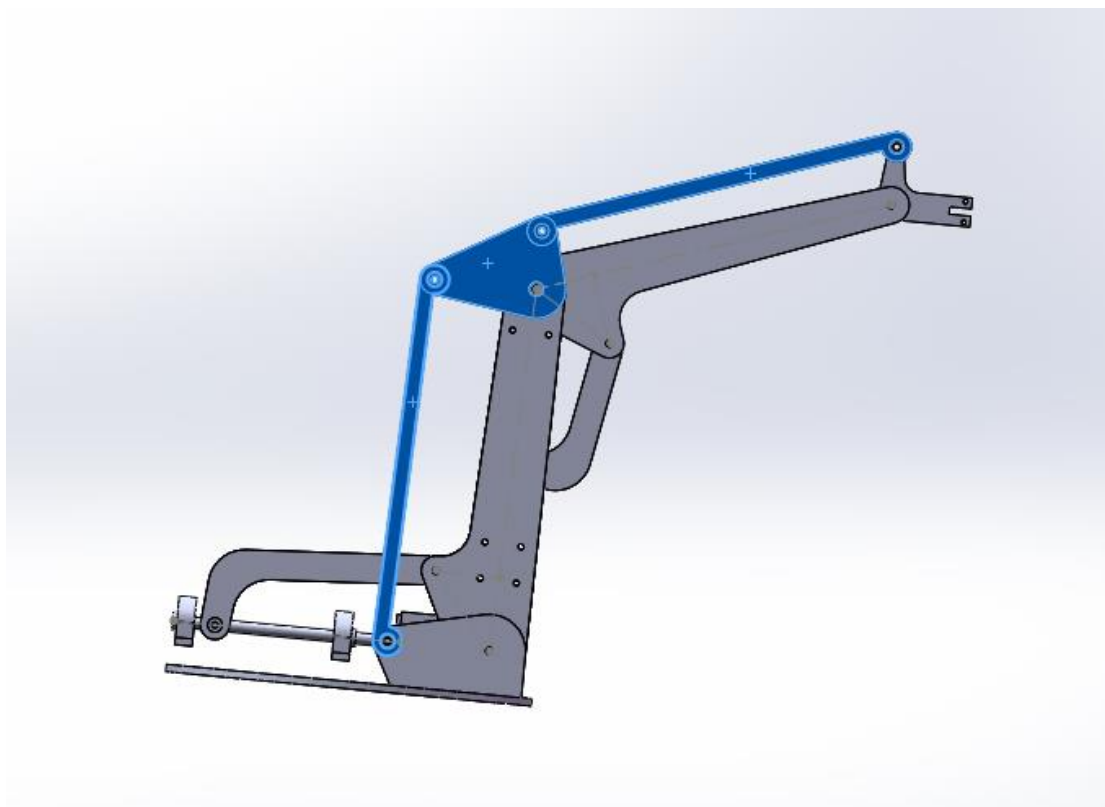


图 5

### 底座

底座使用铜柱和推力轴承连接上层机械臂，使用步进电机和齿轮带动上层机械爪转动；使用对称分布的四个直流电机和四个全向轮驱动整个机构。使用平板电脑作为计算系统核心，将其粘在（或其他方式）底板下的加强肋上。

这个结构的底座可以在 xy 方向直接平动，而不需要转向。

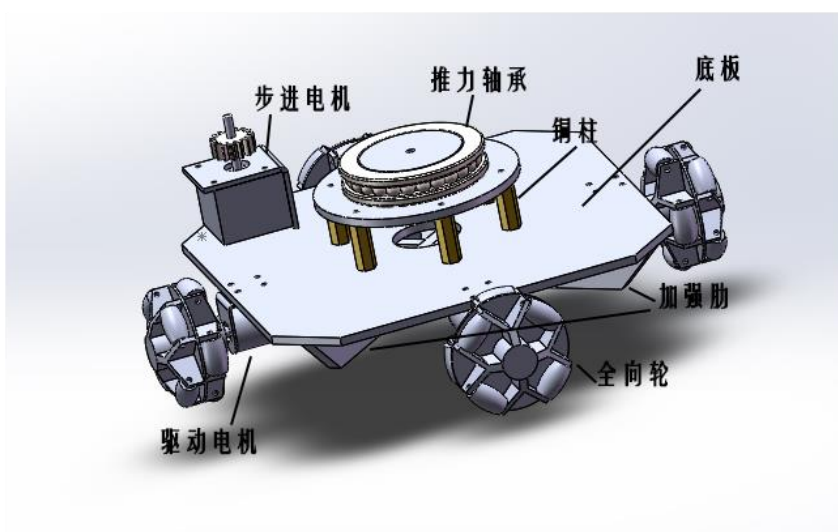


图 6

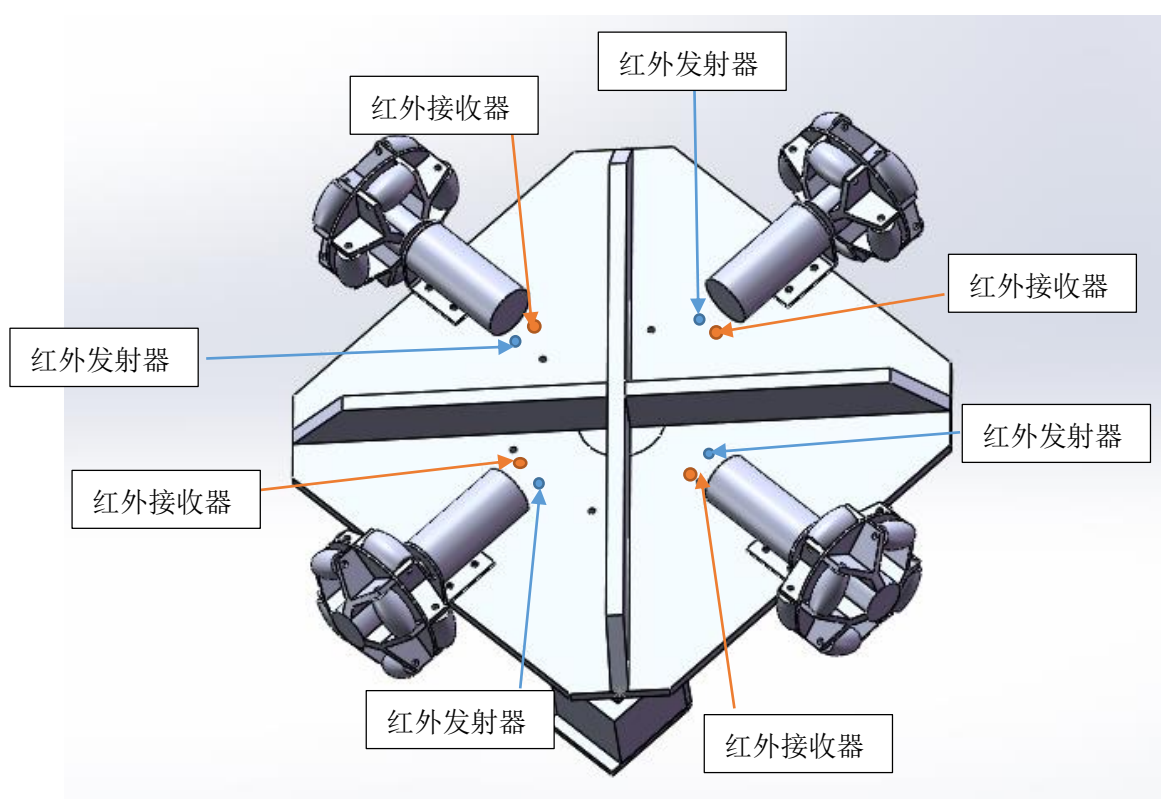
图 7

## 传感器位置排布和电路板安装位置示意图

电机的走线：底座下四个直流减速电机的线通过中心孔引到底座上；机械臂两关节的步进电机以及机械爪的一个直流减速电机和末端的物体探测器通过机械臂上设计的凹槽引到底座。

码盘的安装：因为我们买的电机自带了码盘，所以同电机的走线一样。

电池和 MCU 我们会在底座上设计专门的结构用来固定。上位机超级本也将置于底座上。



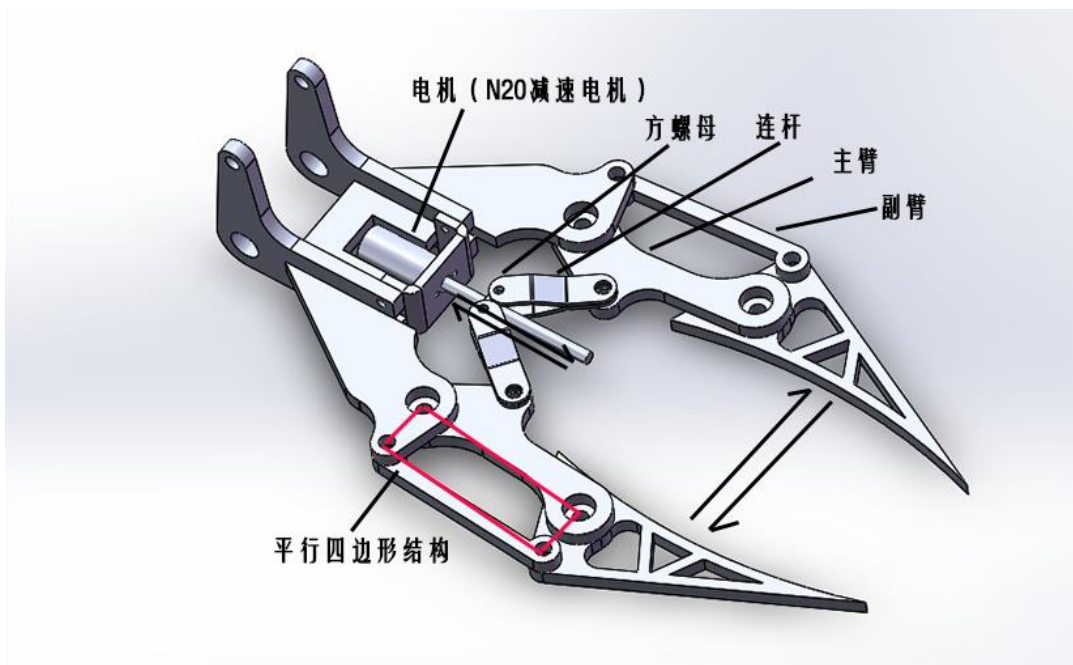
红外巡线传感器：

图中打孔的位置下方安置红外发射器和接收器。当出现十字路口时，四个轮子（两个方向）传感器都能检测到白线，此时如果要转向也特别方便。如果只有两个轮子（行进方向）的传感器检测到白线，则尚未到达十字路口。



## 电机选型和简要选型论证

### 1) 机械爪电机



**设计要求：**机械爪 2S 内完成闭合，闭合过程中，爪尖夹持力最小时，应不小于 2.5N（按静摩擦因数 0.5 计算）。

爪丝杆规格为 M4，螺距 0.8mm，可用长度 40mm；并且由图可见，当机械爪闭合时爪尖的输出压力最小，令此时压力为 2.5N；计算得到**电机输出转速不小于 1500rpm；电机输出堵转力矩不小于 0.25kg·cm；**

据此选用 12v 的 N20 减速电机，额定转速 2000rpm，堵转力矩 1kg.cm，如下。

轩创电子



**N20 减速电机 M4\*55mm 螺纹丝杆电机 微型 直流 马达**

本店凡购买58元起包邮,续重需补运费差价,另100起可开发票,需加6%的

价格 **¥18.00** 累计

配送 广东深圳 至 浙江杭州西湖区 快递 ¥10.00 卖家

数量  件(库存99982件)

立即购买

加入购物车

承诺 7天无理由 运费险

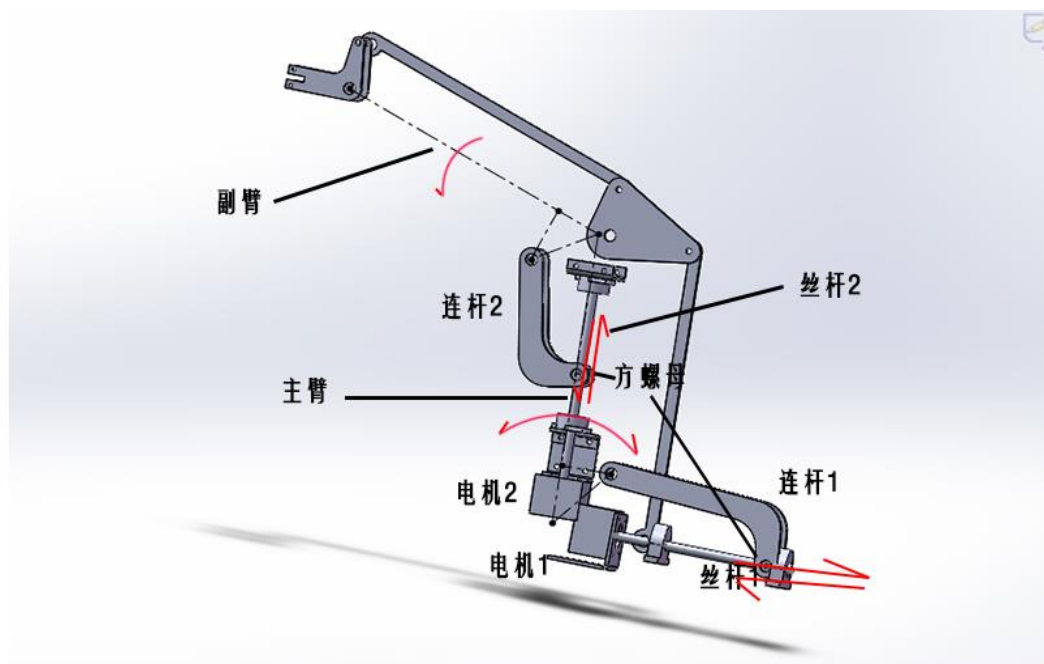
支付 蚂蚁花呗 集分宝 支付宝支付

**N20减速电机 轴:M4\*55mm**



12GAN20-X (X为减速比)	电压 (V)		无负载		额定负载			堵转	
	电压范围	额定电压	转速 RPM	电流 A	转速 RPM	电流 A	扭矩 KG.CM	扭矩 KG.CM	电流 A
12GAN20-10	1.5-5	3	1000	0.03	700	0.08	0.02	0.30	0.3
12GAN20-10	1.5-5	3	500	0.01	400	0.03	0.05	0.40	0.1
12GAN20-20	1.5-5	3	250	0.14	200	0.2	0.07	0.56	0.5
12GAN20-30	1.5-5	3	200	0.03	160	0.07	0.09	0.70	0.18
12GAN20-30	1.5-5	3	150	0.01	120	0.03	0.10	0.80	0.23
12GAN20-50	1.5-5	3	100	0.01	80	0.02	0.11	1.00	0.17
12GAN20-100	1.5-5	3	75	0.02	60	0.04	0.15	1.20	0.29
12GAN20-200	1.5-5	3	50	0.01	40	0.02	0.20	1.60	1.0
12GAN20-298	1.5-5	3	30	0.01	25	0.02	0.26	2.00	1.0
12GAN20-298	1.5-5	3	25	0.02	20	0.04	0.50	4.00	1.0
12GAN20-298	1.5-5	3	15	0.01	10	0.04	0.50	4.00	1.0
12GAN20-10	3-9	6	2000	0.04	1500	0.15	0.02	0.30	0.5
12GAN20-10	3-9	6	1000	0.01	800	0.03	0.06	0.40	0.16
12GAN20-20	3-9	6	500	0.16	400	0.23	0.15	1.00	0.56
12GAN20-30	3-9	6	400	0.04	340	0.07	0.17	1.40	0.2
12GAN20-30	3-9	6	300	0.03	240	0.04	0.20	1.60	0.2
12GAN20-50	3-9	6	200	0.03	160	0.06	0.30	1.80	0.23
12GAN20-100	3-9	6	150	0.03	120	0.05	0.35	2.40	0.25
12GAN20-200	3-9	6	100	0.01	80	0.03	0.40	3.20	1.0
12GAN20-298	3-9	6	60	0.03	50	0.05	0.60	3.20	1.0
12GAN20-298	3-9	6	50	0.02	40	0.05	1.50	10.00	1.0
12GAN20-298	3-9	6	30	0.02	25	0.04	1.50	10.00	1.0
12GAN20-10	6-12	12	4000	0.16	3000	0.34	0.04	0.60	0.6
12GAN20-10	6-12	12	2000	0.02	1600	0.06	0.12	1.00	0.35
12GAN20-20	6-12	12	1000	0.19	800	0.28	0.30	2.40	0.6
12GAN20-30	6-12	12	800	0.11	700	0.16	0.35	3.00	0.4
12GAN20-30	6-12	12	600	0.03	500	0.07	0.40	3.20	0.2
12GAN20-50	6-12	12	400	0.11	340	0.17	0.50	4.00	0.3

## 2) 机械臂电机



**设计要求：**2s 内主臂和副臂需完成各自最大幅度的运动，机械臂负载达到 500g 且臂伸直时仍能正常动作。为了使机械臂响应迅速，电机输出转矩应该尽量大；为了精确控制机械臂摆动角度，最好使用可反馈的电机或者步进电机。

根据此要求，计算得到：主臂驱动电机输出力矩不小于  $0.08\text{N}\cdot\text{m}$ ，副臂电机输出力矩不小于  $0.05\text{N}\cdot\text{m}$ ；电机转速不小于 300rpm。（丝杆 M8，螺距 4mm）

据此我们选用如下 42 步进电机



**厂家直销 保修一年**

42步进电机/1.3A 0.25Nm/42BYGH34/12V/雕刻机/3D打印机/步进驱动

3D打印机专业供应商，数控自动化等领域，此款是黑色电泳，低价格、高扭矩、低噪音，电机线长30CM，轴有5MM D型和圆型两种，默认发货5MM，出轴长23mmD型轴。

价格 **¥26.00** 22 430  
累计评论 交易成功

👉 淘金币可抵0.26元

配送 广东东莞 至 浙江杭州西湖区 快递 ¥12.00 卖家承诺24小时内发货

数量  件(库存4725件)

[立即购买](#) [加入购物车](#)

承诺 8天退货 运费险 公益宝贝

支付 蚂蚁花呗 信用卡支付 集分宝

**提示 FQA：蓝色代表本产品参数,如需要其他参数电机请选择参考下面型号！**

电机型号	电压	电流/相	电阻/相	电感/相	静力矩	出线	转动惯量	电机重量	定位转矩	机身长度
单出轴	V	A	$\Omega$	mH	kg-cm	#	g-cm <sup>2</sup>	kg	Kg-cm	mm
L42BYGH25-0404A	12V-24	0.4	24	36	1.7	4	35	0.22	120	34
L42BYGH34-0956A	12V-24	0.95	4.2	2.5	1.6	6				
L42BYGH34-0406A	12V-24	0.4	24	15	1.6	6				
L42BYGH34-0316A	12V-24	0.31	38.5	21	1.6	6				
<b>L42BYGH34-1334A</b>	<b>12V-24</b>	<b>1.33</b>	<b>2.1</b>	<b>2.5</b>	<b>2.2</b>	<b>4</b>	54	0.28	150	40
L42BYGH40-1206A	12V-24	1.2	3.3	3.2	2.6	6				
L42BYGH40-0806A	12V-24	0.8	7.5	6.7	2.6	6				
L42BYGH40-0406A	12V-24	0.4	30	30	2.6	6				
L42BYGH40-1684A	12V-24	1.68	1.65	3.2	3.6	4	68	0.35	200	48
L42BYGH47-1206A	12V-24	1.2	3.3	2.8	3.17	6				
L42BYGH47-0806A	12V-24	0.8	7.5	6.3	3.17	6				
L42BYGH47-0406A	12V-24	0.4	30	25	3.17	6				
L42BYGH47-1684A	12V-24	1.68	1.65	2.8	4.4	4	102	0.5	280	60
L42BYGH60-1206A	12V-24	1.2	6	7	6.5	6				

### 3) 机械臂底盘电机

**设计要求：**能驱动整个机械臂转动到指定位置，对速度和力矩基本无要求。因此直接选用机械臂所使用的步进电机。

### 4) 全向轮驱动电机

**设计要求：**整个机构应该在 0.5s 内加速到 0.5m/s；整个机构的运行速度不低于 0.5m/s。我们所使用的全向轮直径 70mm；整个机构按 3.5kg 计算，总动摩擦因数按 0.2 计算。且电机最好自带编码器，方便反馈

根据要求, 计算得到: 电机堵转力矩应不小于  $0.37\text{N}\cdot\text{m}$ ; 额定力矩不小于  $0.25\text{N}\cdot\text{m}$ ; 额定转速应不小于 140rpm;

根据要求, 我们选用了如下电机



**电机 GM25 370 马达 智能小车 坦克 履带车 玩具避障车 码盘**  
马力量劲, 各项指标超强, 带有码盘, 是制作智能小车的好帮手。

价格 **¥38.00** 0 累计评论 交易

配送 广东深圳 至 浙江杭州西湖区 快递 ¥12.00

数量  件(库存9999件)

[立即购买](#) [加入购物车](#)

承诺 7 天无理由

支付 蚂蚁花呗 集分宝 支付宝支付

### 3. 整机性能 ( Performance of Gear motors)

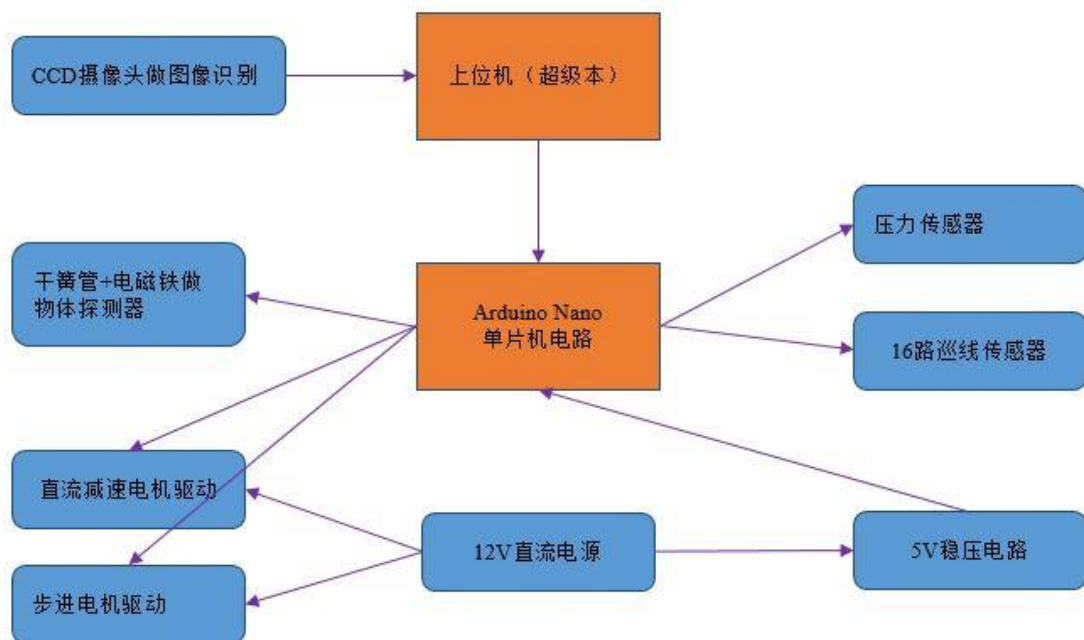
NO.	项 目( Item)	规 格( Specification)	检 验 方 法 (Test Method)
3.1	输出转速 (Output Speed)	150±10%rpm	转速表 (Flash Speed Indicator)
3.2	空载电流 (No-load Current)	200mA(Max)	电流表 (DC Power Supply)
3.3	堵转电流 (Stall Current)	4500mA(Max)	电流表 (DC Power Supply)
3.4	堵转力矩 (Stall Torque)	9.5kg.cm	扭力计 (Torque Measure)
3.5	负载力矩 ( Rated Torque )	3000g.cm	扭力计 (Torque Measure)
3.6	负载电流 ( Rated Current )	1200mA(Max)	电流表 (DC Power Supply)
3.7	负载转速 ( Rated Speed )	100±10%rpm	转速表 (Flash Speed Indicator)
3.8	噪音 30CM ( Noise )	56dB	分贝仪 ( Digital Sound Levcl Meter )

### 4. 基本尺寸 (The Dimension )

NO.	项 目( Item)	规 格 ( Specification)	检 验 方 法 (Test Method)
4.1	轴伸尺寸 ( The Outside Shaft Length )	14.5mm	卡尺 (Vernier Calipers)
4.2	轴向间隙 (Shaft End Play)	0.05-0.50mm	治具 (Frock)
4.3	螺孔 (Screw Size )	M3.0	治具 (Frock)
4.4	出轴直径 (Dia.of shaft)	Φ4mm D3.5	卡尺 (Vernier Calipers)
4.5	外形安装尺寸 (Outline Mounting Dimension)	Refer to the Outline Drawing	治具和卡尺 Calipe

## 三、电路设计

### 电路功能描述



设计思路：

- (1) **MCU：**Arduino Nano单片机电路作为核心，控制电机驱动电路、传感器电路模块，并与上位机进行通信实现图像识别。
- (2) **电源：**电路中的直流减速电机用到了 12V 电源，单片机及传感器电路需要用到 5V 电压，所以采用 24V 的锂电池供电，并使用 LM7805 将 12V 电源转化进行供电。
- (3) **直流减速电机驱动电路：**L298N 减速电机驱动模块，驱动电机运转，控制电机转速、方向。以实现机器人地盘的运动。
- (4) **步进电机驱动电路：**控制步进电机转动角度，进行精确的取放。以实现机械臂的精确操作。
- (5) **巡线传感器：**红外线传感器用来识别场地白线，通过 MCU 处理判断得到机器人所处的位置及自身姿态等相关信息，对机器人行走路线进行精确控制。
- (6) **速度传感器：**通过电机上装载的码盘传感器进行验证以达到双保险，并通过 PID 算法有效地控制其速度。
- (7) **物体探测器：**在机械臂去抓取物体的时候，为了防止将物体推出货柜的情况，我们需要提前探知物体是否已经在机械爪范围内。因此设想在机械爪的内径上以突触的形式安装一个干簧管和电磁铁，当电磁铁受到物体的阻拦，会逼近干簧管，干簧管被磁化而闭合。此时，便可以闭合机械爪抓取物体。（这里可以作为一个创新点）
- (8) **轻触开关：**在取放物体的时候，为了稳定，去要尽可能贴近台面，用轻触开关判断是否足够接近（足够接近时开关会闭合，详见下文中轻触开关介绍）。
- (9) **图像采集：**图像识别模块确定目标物品和抓取位置。



## 主控芯片选型

### 主芯片选型

Arduino UNO 是 Arduino USB 接口系列的最新版本，作为 Arduino 平台的参考标准模板。UNO 的处理器核心是 ATmega328，同时具有 14 路数字输入/输出口（其中 6 路可作为 PWM 输出），6 路模拟输入，一个 16MHz 晶体振荡器，一个 USB 口，一个电源插座，一个 ICSP header 和一个复位按钮。UNO 已经发布到第三版，与前两版相比有以下新的特点：在 AREF 处增加了两个管脚 SDA 和 SCL，支持 I2C 接口；增加 IOREF 和一个预留管脚，将来扩展板将能兼容 5V 和 3.3V 核心板。改进了复位电路设计 USB 接口芯片由 ATmega16U2 替代了 ATmega8U2



#### 概要

处理器 ATmega328

工作电压 5V

输入电压（推荐） 7-12V

输入电压（范围） 6-20V

数字 IO 脚 14 (其中 6 路作为 PWM 输出)

模拟输入脚 6

IO 脚直流电流 40 mA

3.3V 脚直流电流 50 mA

Flash Memory 32 KB (ATmega328, 其中 0.5 KB 用于 bootloader)

SRAM 2 KB (ATmega328)

EEPROM 1 KB (ATmega328)

工作时钟 16 MHz

#### 电源

Arduino UNO 可以通过 3 种方式供电，而且能自动选择供电方式

外部直流电源通过电源插座供电。

电池连接电源连接器的 GND 和 VIN 引脚。

USB 接口直接供电。

电源引脚说明

VIN --- 当外部直流电源接入电源插座时，可以通过 VIN 向外部供电；也可以通过此引脚向 UNO 直接供电；VIN 有电时将忽略从 USB 或者其他引脚接入的电源。

5V --- 通过稳压器或 USB 的 5V 电压，为 UNO 上的 5V 芯片供电。

3.3V --- 通过稳压器产生的 3.3V 电压，最大驱动电流 50mA。

GND --- 地脚。

#### 存储器

ATmega328 包括了片上 32KB Flash，其中 0.5KB 用于 Bootloader。同时还有 2KB SRAM 和 1KB EEPROM。

#### 输入输出

14 路数字输入输出口：工作电压为 5V，每一路能输出和接入最大电流为 40mA。每一路配置了 20-50K 欧姆内部上拉电阻（默认不连接）。除此之外，有些引脚有特定的功能

串口信号 RX (0 号)、TX (1 号)：与内部 ATmega8U2 USB-to-TTL 芯片相连，提供 TTL 电压水平的串口接收信号。

外部中断 (2 号和 3 号)：触发中断引脚，可设成上升沿、下降沿或同时触发。

脉冲宽度调制 PWM (3、5、6、9、10、11)：提供 6 路 8 位 PWM 输出。

SPI (10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK))：SPI 通信接口。

LED (13 号)：Arduino 专门用于测试 LED 的保留接口，输出为高时点亮 LED，反之输出为低时 LED 熄灭。

6 路模拟输入 A0 到 A5：每一路具有 10 位的分辨率（即输入有 1024 个不同值），默认输入信号范围为 0 到 5V，可以通过 AREF 调整输入上限。除此之外，有些引脚有特定功能

TWI 接口 (SDAA4 和 SCLA5)：支持通信接口（兼容 I2C 总线）。

AREF：模拟输入信号的参考电压。

Reset：信号为低时复位单片机芯片。

### 通信接口

串口：ATmega328 内置的 UART 可以通过数字口 0 (RX) 和 1 (TX) 与外部实现串口通信；

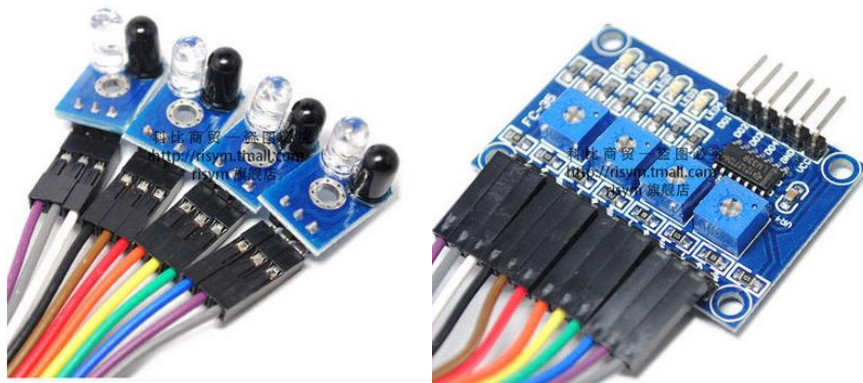
ATmega16U2 可以访问数字口实现 USB 上的虚拟串口。

TWI (兼容 I2C) 接口：

SPI 接口：

## 传感器选型

### 1.1 红外巡线传感器



1. 工作电压：DC 3.3V-5V
2. 工作电流：尽量选择 1A 以上电源供电
3. 工作温度：-10°C—+50°C
4. 安装孔径：M3 螺丝
5. 检测距离：1mm 至 60cm 可调，距离越近性能越稳定，白色反射距离最远。

电路原理：

红外传感器原避障传感器基本原理，和循迹传感器工作原理基本相同，利用物体的反射性质。在一定范围内，如果没有障碍物，发射出去的红外线，因为传播距离越远而逐渐减弱，最后消失。如果有障碍物，红外线遇到障碍物，被反射到达传感器接收头。传感器检测到这一信号，就可以确认正前方有障碍物，并送给单

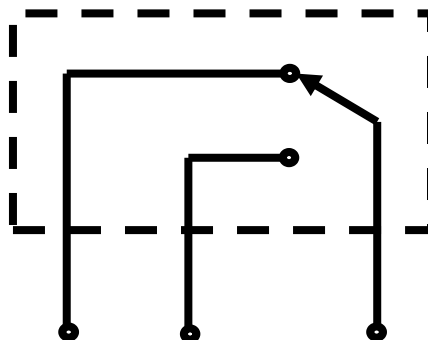
片机，单片机进行一系列的处理分析，协调机器人的四个全向轮进行运动。即没有物体反射红外线时，输出高电平。有物体反射时，输出低电平。

## 1.2 轻触开关

带常开常合的三脚微动开关

外形：

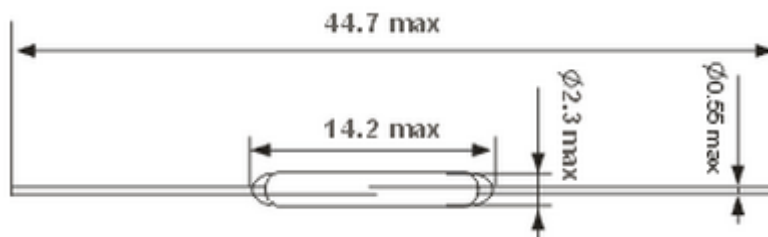
原理：



轻触开关用于判别地盘是否碰到障碍物，机械爪是否贴近台面。该方法比使用碰撞传感器或加速度传感器更经济实惠，且处理起来也十分便利。

## 1.3 干簧管——MKA-14103

### 1、外形尺寸



### 2、简介

MKA-14103 是俄罗斯产的单触点型磁控开关，它是一款通用引脚镀金的小功率常开干簧开关。总长度为 44.7mm,玻璃管体长度为 14.2mm,直径为 2.3mm,功率 10W. 当磁场靠近时开关接通，当磁场离开时开关断了，该开关可以用电磁铁控制，或用永磁铁控制，也可以是两者的结合。它可用于检测元件、继电器、脉冲计数器或类似装置。触点和惰性气体一起密封在玻璃管内，具有极高的工作寿命及可靠性。

### 3、特点

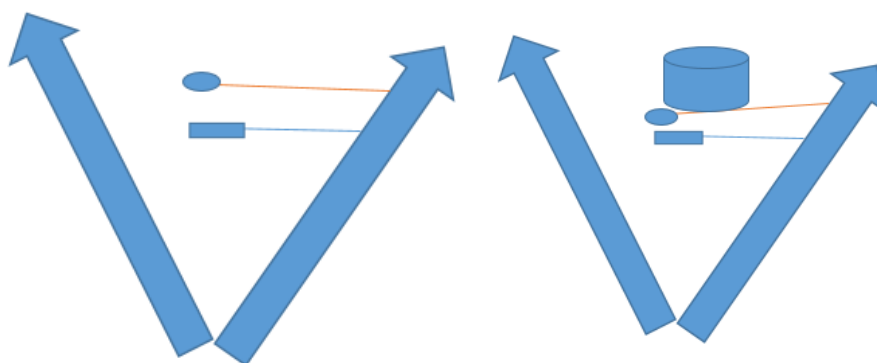
- 1、动作速度迅速
- 2、适用于动作频率高的产品
- 3、触点具有极高的防耐蚀性和耐磨损性
- 4、使用寿命长，可获得稳定的开关动作
- 5、触点和惰性气体一起密封在玻璃管内，不会受到外部环境的影响。

### 4、电气参数

Max. Switching Voltage	最大开关电压	100 VDC / VAC
Max. Switching Current	最大开关电流	0.5A
Contact Resistance (at initial value)	接触电阻 ( 初始值 )	100 mOhms
Pull In Value (AT)	启动值	10-35
Drop Out Value (AT)	释放值	5
Operation Time	动作时间	1.0 mSec.(Max.)
Release Time	释放时间	0.4 mSec.(Max.)
Breakdown Voltage	耐高压	220VDC(AT<25)/ 250VDC(AT>25)
Contact Capacitance	触点电容	0.7 pF
Insulation Resistance	绝缘电阻	10 <sup>10</sup> Ohms
Resonant Frequency	谐振频率	4 kHz
Operation Temperature	工作温度范围	-60 ℃ ~+155 ℃
High Humidity	最高湿度	98% (Max.)
Operation Frequency	最高工作频率	100 Hz
Electrical Life	电气寿命	10 <sup>8</sup> (5V ,10mA) 10 <sup>5</sup> (24V ,400mA)

使用方法见设计思路中物体探测器。

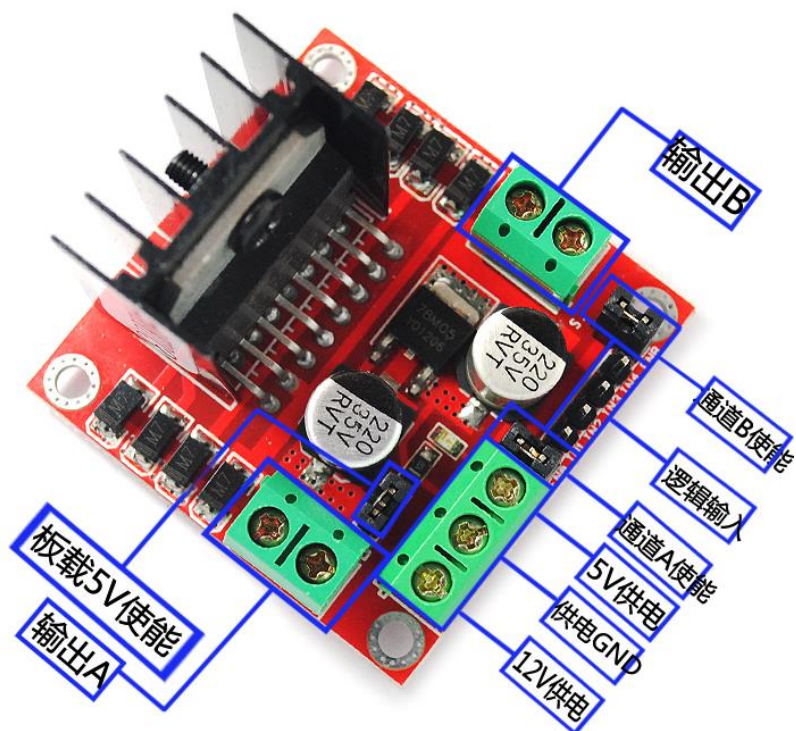
示意图如下：两个箭头代表机械臂，蓝色的水平线末端接着干簧管，橙色的水平线末端接着电磁铁或永磁铁（调试时依磁性而定），橙色的水平线是软体材料，当遇到前方有物体阻挡时，会靠近干簧管，磁化干簧管，然后便能给 MCU 一个讯息：可以闭合机械臂抓取物体。我们将此结构置于机械爪底部，为可以不妨碍闭合时的抓取动作，并且对于不同高度的木块和饮料，都能探测到。



使用干簧管制作的物体探测器与微动开关的作用类似，自己制作的“突触”可以增加探测范围和探测灵敏度。

### 3.4 直流减速电机驱动模块选择





采用 L298N 驱动模块，这款驱动模块广泛用于单片机控制的电机，技术成熟可靠，资料完备，并且同时适用于步进电机和直流减速电机，简化机器人的结构。

#### 1、基本参数

- 尺寸：80mmX45mm
- 主要芯片：L298N、光电耦合器
- 工作电压：控制信号直流 5V；电机电压直流 3V~46V（建议使用 36 伏以下）
- 最大工作电流：2.5A
- 额定功率：25W

#### 2、功能特点：

- 具有信号指示。
- 转速可调
- 抗干扰能力强
- 具有过电压和过电流保护
- 可单独控制两台直流电机
- 可单独控制一台步进电机
- PWM 脉宽平滑调速
- 可实现正反转
- 采用光电隔离

#### 3.5 步进电机驱动模块选择。



### 1、工作参数

- 工作电压直流 10V-35V。建议使用开关电源 DC24V 供电。
- 采用 6N137 高速光藕，保证高速不失步。
- 采用东芝 TB6560AHQ 全新原装芯片，内有低压关断、过热停车及过流保护电路，保证最优性能。
- 额定最大输出为：±3A，峰值 3.5A。
- 适合 42，57 步进 3A 以内的两相/四相/四线/六线步进电机，不适合超过 3A 的步进电机。
- 自动半流功能。
- 细分：整步，半步，1/8 步，1/16 步，最大 16 细分。
- 体积：宽 50\*长 75\*高 35（MM）

### 2、功能特点

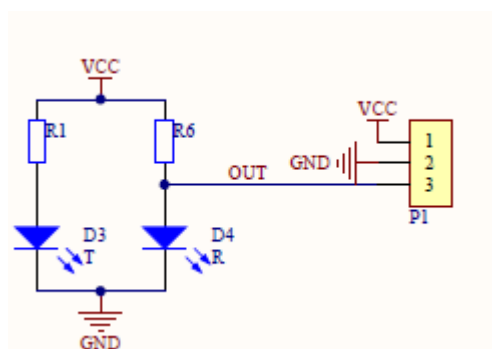
- 电流级逐可调，满足你的多种应用需求。
- 自动半流可调。
- 采用 6N137 高速光藕，保证高速不失步。
- 板印设置说明，不用说明书亦可操作。
- 采用厚密齿散热器，散热良好。

## 电路原理图

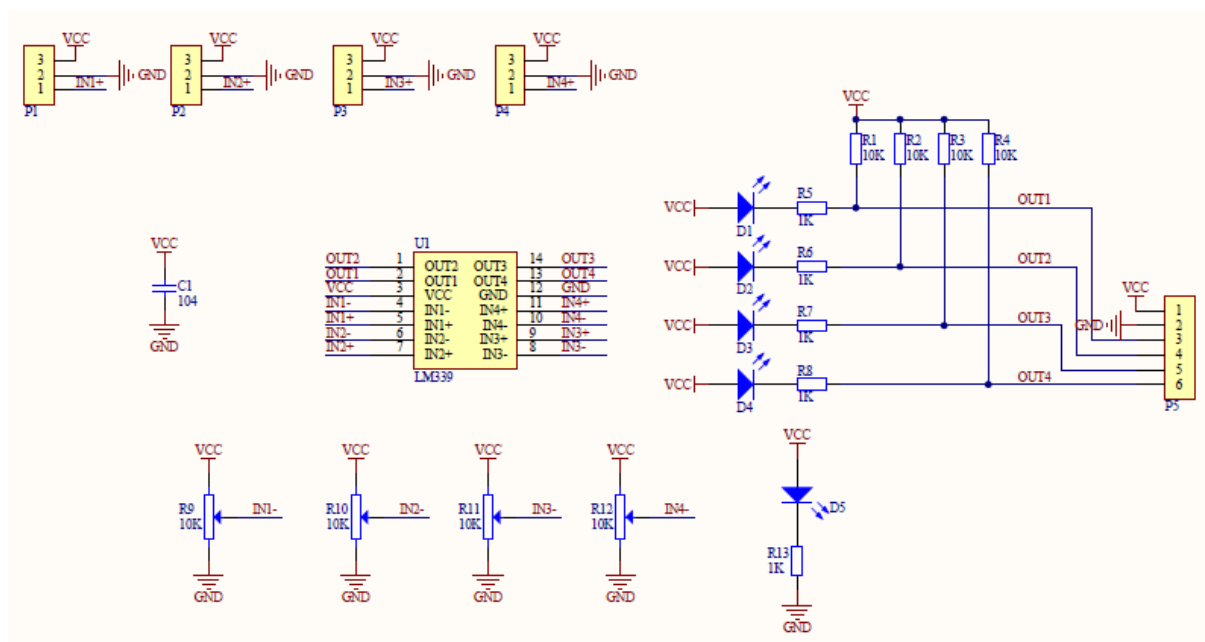
### 4.1 红外巡线原理图

模块内电路图

小板：

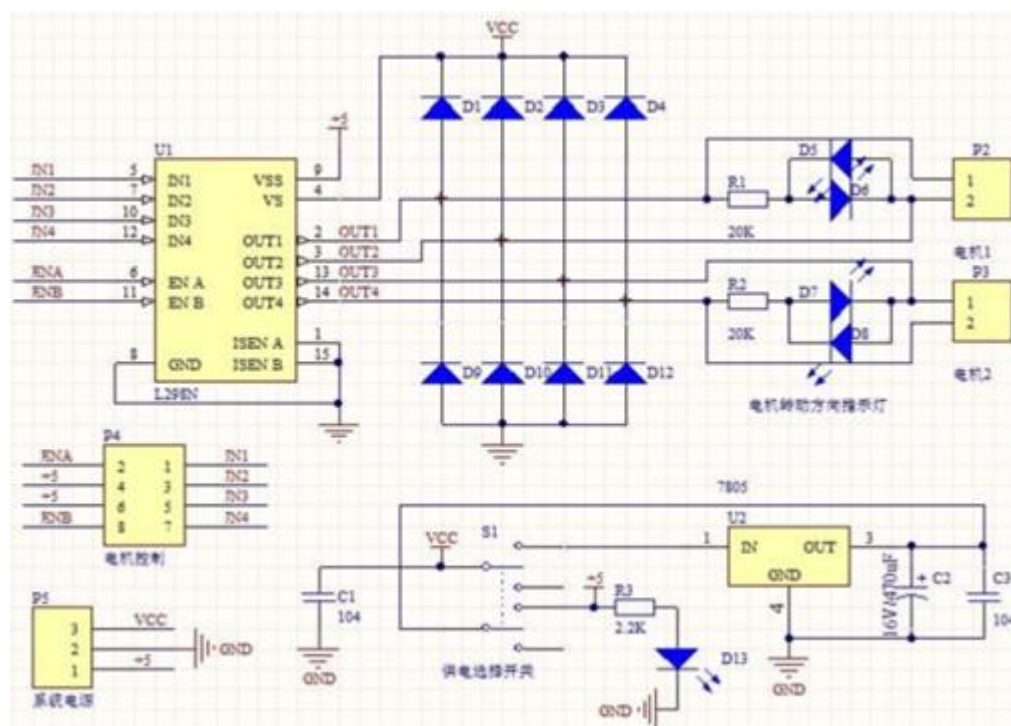


主控板:



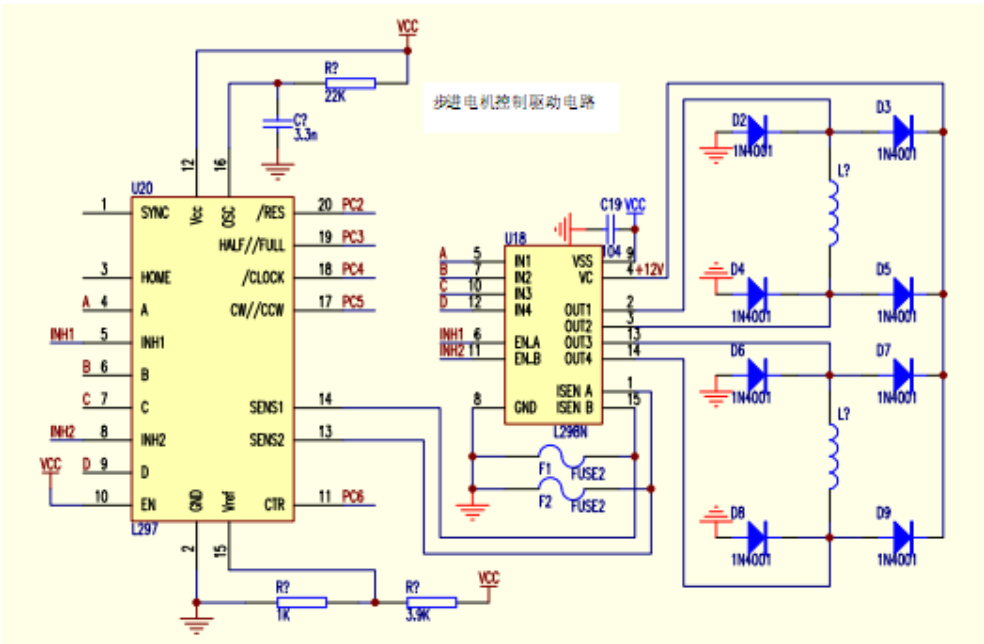
## 4.2 直流减速电机驱动原理图

模块内电路图

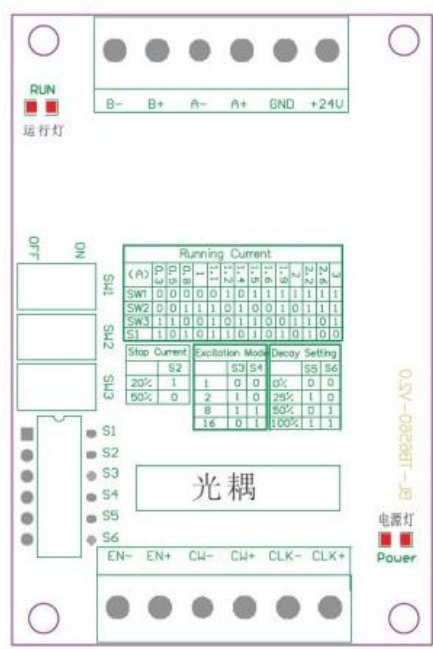


## 4.3 步进电机驱动原理图

模块内部电路图:



接线图见下：

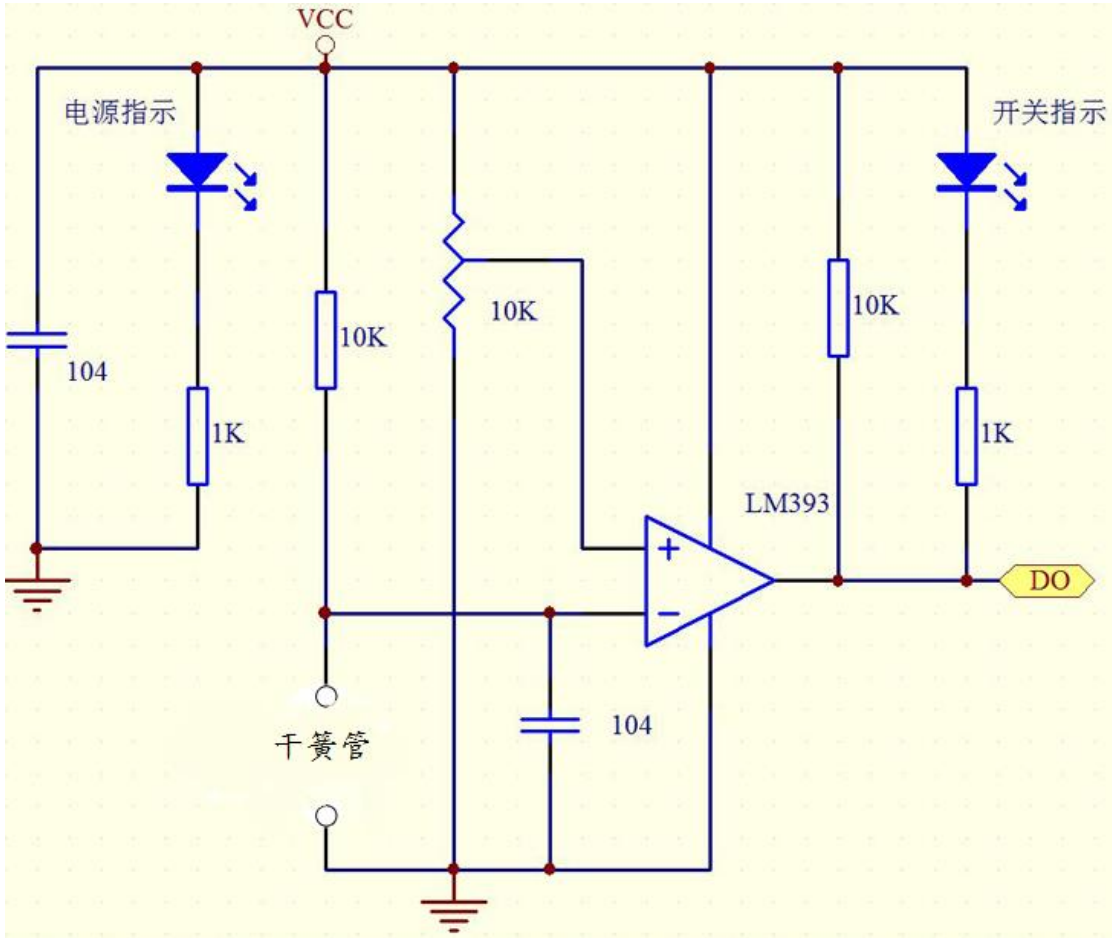


接线端名称	含义
+24V, GND	电源正负端
A+, A-	电机 A 相
B+, B-	电机 B 相
CLK+, CLK-	脉冲正负端
CW+, CW-	方向正负端
EN+, EN-	使能正负端

说明：

- 1、有6个输入端，可方便接成共阳或共阴的输入
- 2、输入脉冲的电平是5V，若是12V电平脉冲则串一个2.4K的电阻，若是24V电平脉冲则串一个2.4K的电阻
- 3、CLK有脉冲时电机运行，无脉冲时自动进入半流状态，锁定电机。
- 4、CW低电平或悬空时电机正转，高电平时反转
- 5、EN低电平或悬空时为工作状态，高电平时为待机状态

4.4 物体探测器原理图



初始状态干簧管断开，比较器同相端电压小于反相端电压，D0 为低电压；当干簧管被接近的磁铁磁化后，闭合。运放负极接地，比较器同相端电压大于反相端电压，D0 为高电压。反馈给 MCU。

#### 四、机器人创新点

- I. 机器人设计兼顾稳定性和灵活性，尽可能兼顾两种不同比赛各自的要求，以实现一台机器两种功能的目标。
- II. 巧妙地采用了四连杆机构构成的机械臂，具备较大的运动范围，并且自由度少，控制方便。
- III. 采用了自己设计并制造触碰的传感器，大大减少了空抓的可能性，增大了成功率。

## 五、尚未解决的难点问题

视觉识别方面如何做到同时准确识别多个不同远近的物品  
如何做到在有限接口的情况下高速通讯

电源如何合理分配

如何控制机械臂使机械爪到达指定的货柜（大概的范围）

为防止用力过猛将目标物体推出货柜，我们设计了物体探测器。但对触手的性能都只是理想化的设想，并不知晓其实际效果。

用机械爪抓取物体时，没有设置压力传感器，力度可能控制不到位。而在机械爪上安装压力传感器，一来不好安装，二来也需要足够多的传感器才能保证被抓物体和压力传感器接触。

电路现在尚还只是在理论阶段，真正麻烦的是对控制参数的不断调整控制。

## 六、经费预算和进度安排

### 经费预算

物品	价格	数量	小计	备注
亚克力板材	300	1	300	估算
铝板	30	1	30	估算
全向轮	42	4	168	
底座电机	38	4	152	带编码器，25mm直径
底座电机支架	3.5	4	14	
铜柱	4.5	1	4.5	
推力轴承	13.5	1	13.5	
梯形丝杆支架	3.5	4	14	
梯形丝杆	18	2	36	8m直径，4m螺距，2mm螺距各一根
轴联器	6.8	2	13.6	
法兰轴承	3.2	20	64	内径5mm，外径10mm
铝棒	8	2	16	5mm直径，两米
步进电机	26	3	78	42步进电机，长度34mm
各种螺丝、垫片	30	1	30	估算
arduino模块	20	6	120	
稳压模块	25	3	75	24v可调
步进电机驱动模块	25	5	125	
直流电机驱动模块	15	6	90	
传感模块	20	1	20	估算
电路板制板	200	1	200	估算
各种电路元件	100	1	100	估算
总计			1663.6	

### 进度安排

时间	进度	备注
11月中下旬	完成初步的设计方案	

12 月上旬	改进方案，软件和单片机框架编程	
12 月~寒假前	购买和定制相关的零部件，组装零部件，编写软件	
寒假	完成最终的组装，并在普通场合下测试各项基本功能和参数	
开学~比赛前	场地调试	

## 附件

### 机械设计图纸

见附件