

浙江大学



工程训练竞赛方案论证

小组成员： 汤继祥
王谦
胡惠兵

2017 年 7 月 10 日

目录

- 一、方案论证与比较..... 1
 - 1.巡线模块设计与比较 1
 - 2.避障模块设计与比较 2
 - 3.刹车策略比较..... 3
 - 4.抓取机构： 4
 - 5.放置机构： 5
 - 6.颜色识别： 6
- 二、总体设计 8
- 三、软件设计 11
 - 总体流程图： 11
 - 巡线策略： 13

一、方案论证与比较

1.巡线模块设计与比较

在巡线方面，根据以往经验，传感器采用红外巡线传感器，通过连接单片机的 I/O 口即能获取信息，控制简单方便并且可靠。

红外控制小车巡线的基本思路为：不断检测黑线位置，当黑线位于中间时直走，当检测到黑线向某一方向偏移时，通过控制两侧轮子的差速向黑线偏移方向

的相同方向进行调整。

以下方案主要分析传感器数量以及位置及巡线策略的问题。

方案一、使用车身前部一排五路红外巡线

一辆 2 个普通车轮加 1 个万向轮的小车仅需一排两路红外传感器即可实现较好的巡线功能，现考虑制作一个四轮小车，由于转向时差速相对更难调整，故选择增加传感器数量，使用一排五路传感器进行巡线。在小车前进过程中，由于普通车轮只能在一个方向上相对地面运动（转向时会有部分横向移动不过较小），所以如果能保证单排的五路传感器中，最中间的那个一直在黑线上，则此时整车方向一定与黑线平行。即一排五路红外就已经能让小车达到较好的巡线效果。

方案二、前部五路红外加右侧中部三路红外

在方案一的基础上，为使小车能在装载区与放置区精准地停下以方便抓取与方式货物，在小车右侧再加三路竖向（沿小车运动方向）排列的红外传感器。这

种方案下能达到更好的巡线效果。

方案三、前部后部分别使用一排五路红外

在方案二的基础上，再在小车后部加一排五路红外传感器，理论上能达到更好的效果。但在实际使用过程中，四个普通车轮的小车，在弯道处不可能保证小车前后部中点同时位于黑线上方。在走直线时，基本一排五路红外传感器即能达到较好的效果，多余的这五路传感器一定程度上显得过于复杂。

在综合考虑各方面因素的情况下，我们计划采用方案二。

2.避障模块设计与比较

方案一、碰撞开关避障式

将碰撞开关装在小车的最前方，小车巡线前进时，通过碰撞开关的反馈检测是否撞到障碍，如果撞到障碍则进行适当后退，然后向右适当转向，然后通过巡线程序再次回到黑线上前进。此种方法装置简单但耗时较多。

方案二、红外距离传感器

采用红外距离传感器测得前方障碍物离小车的距离，以提前做出转向动作避开障碍物，节约时间。红外测距传感器精度较高，相应地成本也更高，并且可能会受强光影响。

方案三、超声波距离传感器

采用超声波距离传感器同样能达到提前避开障碍物的效果。测距精度相对红外传感器较低，不过对于反射面是垂直运动方向的平面时，超声波测距的精度已经能达到避障的要求。

综合设计成本以及实际效果的考虑，我们选择方案三进行避障。

3.刹车策略比较

方案一、自然减速式

当小车达到停车条件时，直接将 L298N 对应引脚设为低电平，即直接给电机断电。此种停车方式非常简单，对于较好的减速电机能比较平稳地停在期望位置。但是对于大多数电机，在断电之后都会由于惯性向前滑出一段距离，对于不同的电机滑出的距离不一。

方案二、反转式

即在需要停车时通过短时间的电机反转来减小滑出距离，从而使停车位置更加精准。这种情况下理论与实际的结果会有一点差别，实际制作中会由于地面粗糙程度的不同、速度的不同等需要有不同的反转时间，效果一般。另外，当电机正转突然变成反转的这个瞬间，整个电路的电流会突然增大很多，有可能损坏电路模块且会减短电机寿命。

方案三、提前减速并制动式

利用小车侧面的三个竖向红外传感器，当第一个红外传感器检测到黑线时，让小车减速；当中间的红外传感器到达黑线时，电机制动，这个可以通过给 L298N 控制电机正转与反转的两个引脚输入都为高电平实现；最后根据实际停车位置进行微调最终使中间的红外传感器对准黑线，从而使整辆车对准装载区与放置区的中间。这种方案能保证最高的准确度。

经过各种情况的比较，我们选用方案三。

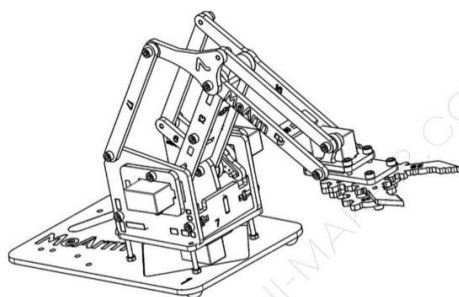
4. 抓取机构：

方案一：六自由度机械臂（如上图）



每个关节处用舵机控制，可实现空间任意位置的抓取和放置，能轻松实现倒置功能，但由于舵机的重量分布在机械臂上，可能影响机械臂的承载能力，并可能影响末端稳定性。

方案二：采用如左图所示的开源机械臂 meArm



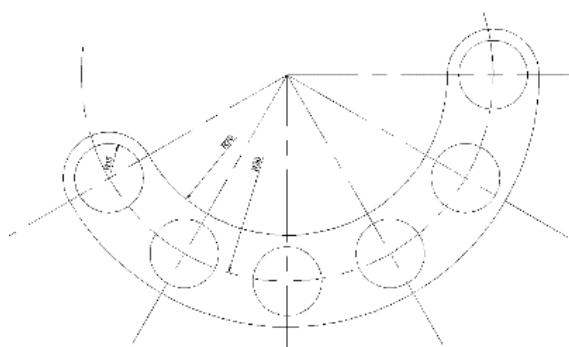
它为连杆式机械臂，所需舵机少，重心集中在机械臂底部，稳定性较高，但自由度较少，抓取位置有限。

由于需要实现物品的倒置功能，因此方案二不满足条件。因此决定采用方案一。

5.放置机构：

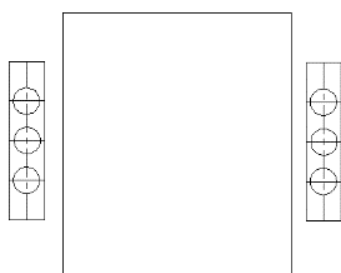
放置机构主要难点是载物台的设计，充分考虑到物料运输的稳定性，夹取的可行性，我们设计了如下三种方案，其中图形中所有孔直径略大于物料小孔直径：

方案一：



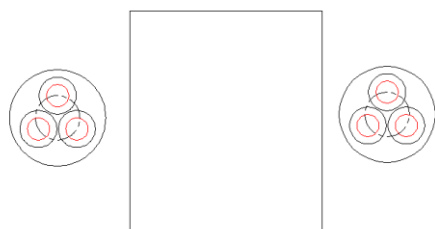
载物台围绕机械臂成圆环状分布，机械臂可在 120° 范围内进行抓取和放置，运动范围小，稳定性高，机构设计简单，但所占空间面积大。

方案二：



载物台在车体两侧成直列式分布，加工简单，占用空间中等，但机械臂移动范围大，精度较低。

方案三：



载物台在车体两侧成圆盘状分布，圆盘底部安装舵机，进行 360° 的旋转，根据颜色需要，将所需的物料旋转至固定位置，机械臂只需要在内侧固定的位置夹取物料，机械臂移动范围小，精度高，但机构设计复杂。

综合考虑夹取的稳定性，和机构设计的简便性我们决定采用方案一。物料的夹取我们只需要在固定位置夹取即可，然后按照固定的顺序放置在载物台上，运送到物料放置区后，先通过机械臂上的颜色传感器扫描并记录第一层（上层）颜色位置，然后控制机械臂进行统一放置，第二层（下层）操作重复第一层操作即可。

6.颜色识别：

方案一：颜色传感器

颜色传感器识别颜色的原理是依靠将物体表面反射的光线分解成 3 个模拟量，分别对应 R、G、B，然后通过模块内的算法转化为串口监视器上的 R、G、B 值。



选用 TCS34725 颜色传感器。TCS34725 是一款低成本，高性价比的 RGB 全彩颜色识别传感器，传感器通过光学感应来识别物体的表面颜色。模块

采用 I2C 通信，拥有 PH2.0 和 XH2.54（面包板）两种接口，用户可以根据自己的需求来选择接口，更加便利。

元件参数：检测距离：3-10mm 、接 口：IIC 接口和 2.54 间距接口、温度范围：-30℃ ~ +70℃

在工作温度范围内, 可与 arduino 进行串口通讯, 基本能满足颜色识别需求,

但使用前需要针对固定颜色进行调试，否则无法确定颜色是否匹配，容错率低。

方案二：灰度传感器

灰度传感器利用不同颜色的检测面对光的反射程度不同，光敏电阻对不同检测面返回的光其阻值也不同的原理进行颜色深浅检测。在环境光干扰不是很严重的情况下，用于区别黑色与其它颜色。

方案三：利用摄像头进行识别

程序复杂，对于这种仅需识别颜色的场合没有必要

由于灰度传感器受外界光的影响较大，且会受检测面材质的影响，准确度不高。同时考虑到操作简便，因此直接采用封装好的颜色传感器模块即可。颜色传感器具体安装在机械爪爪子的下部，通过三次触碰载物台（放置区）判别红绿蓝颜色分布并发送给 arduino 进行判断。每次识别完一层后再进行放置物料。

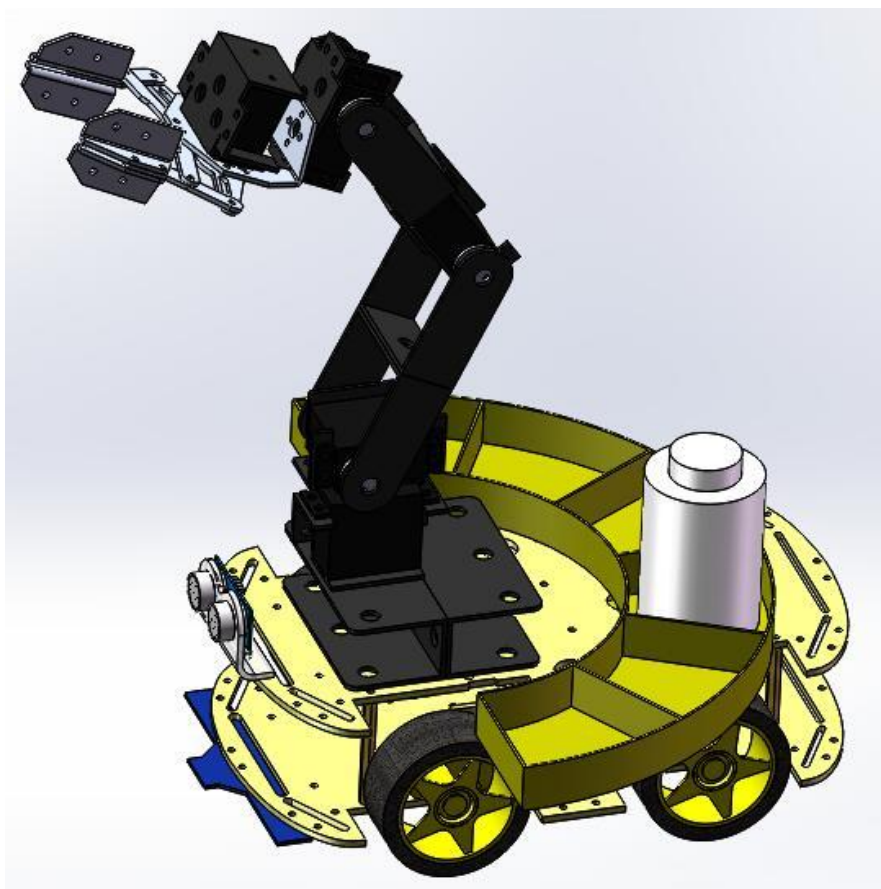
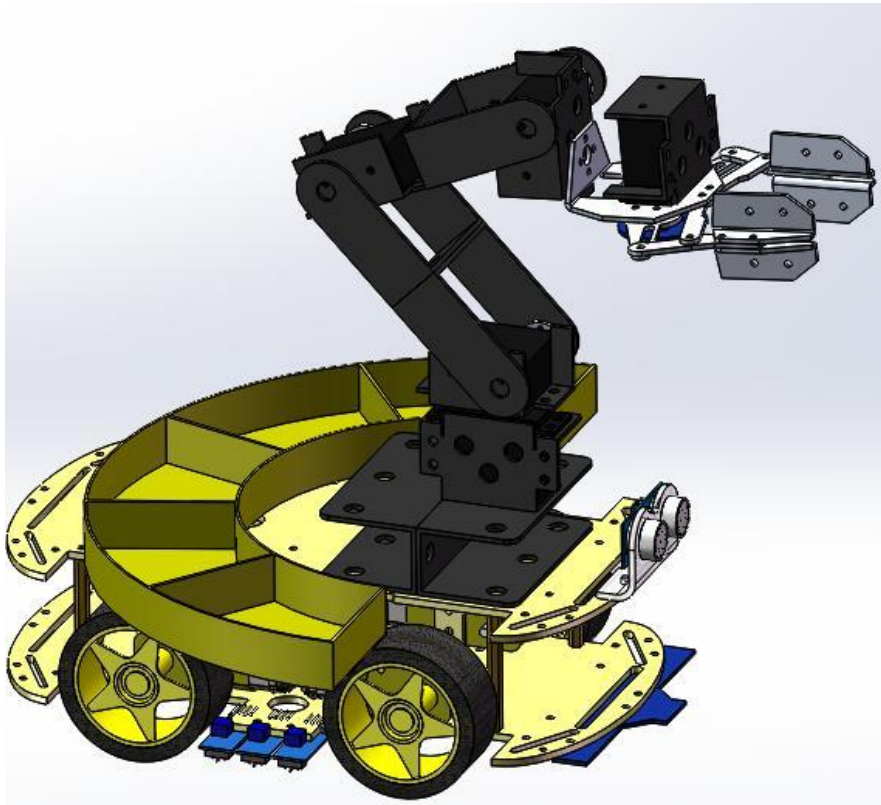
设计模块如下图所示：

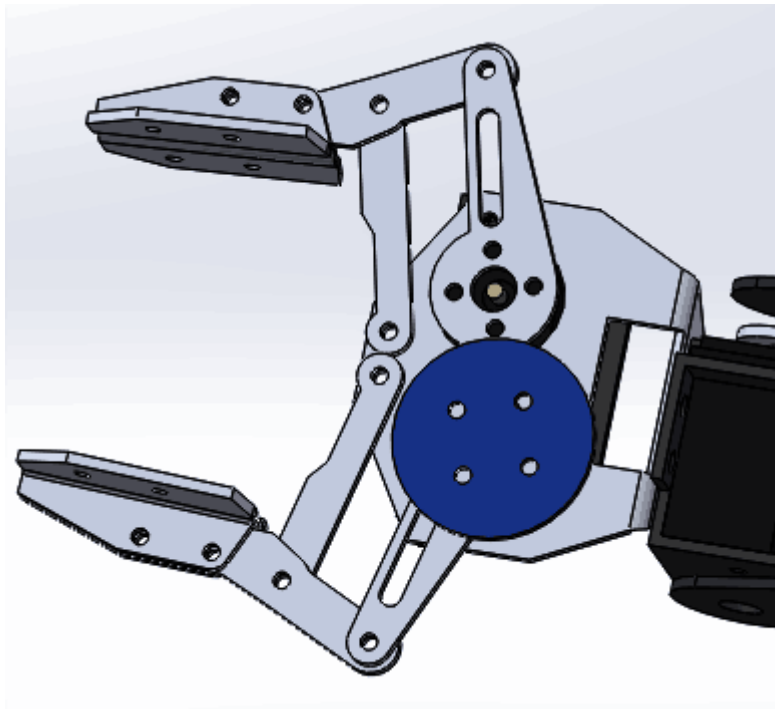
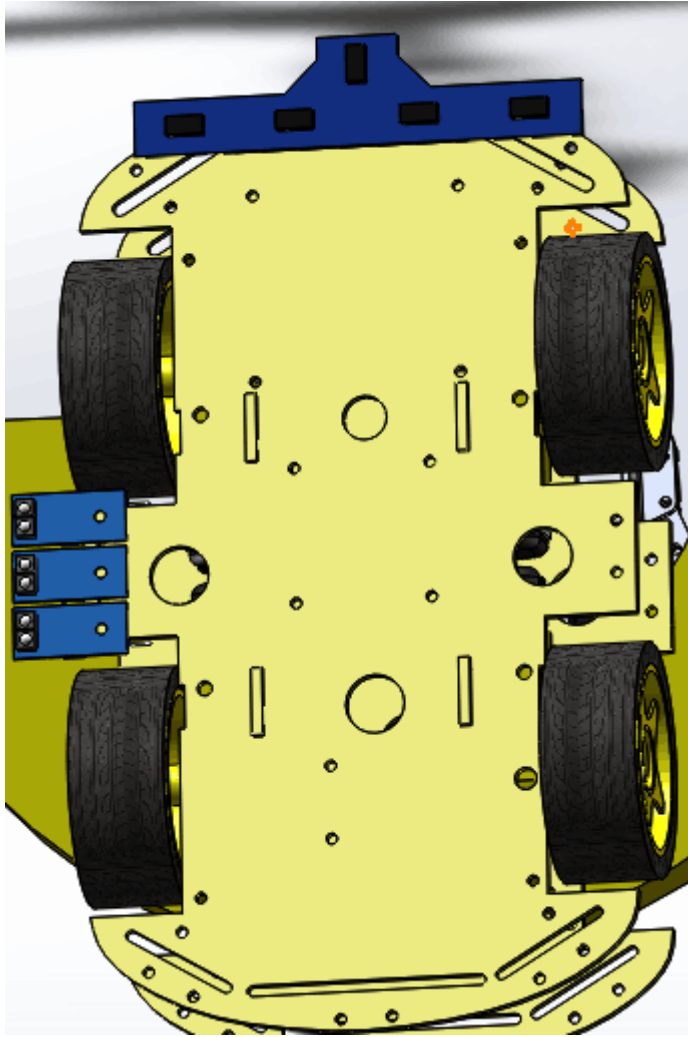
其中, LM2596 将 7.4V 电压降至 6V 给 L298N 和舵机控制板供电, 传感器和单片机均由 L298N 的 5V 接口供电。

元件	数量	元件	数量	元件	数量
单片机 (MEGA2560)	1	超声波模块	1	红外巡线传感器	10
舵机控制板	1	舵机	8	L298N (双路)	3.
电机	4	轮子	4	LM2596	2
小型直流电压电流表	1	保险丝	若干	电池	3

其中部分模块留有余量以方便制作过程中烧坏后进行替换。

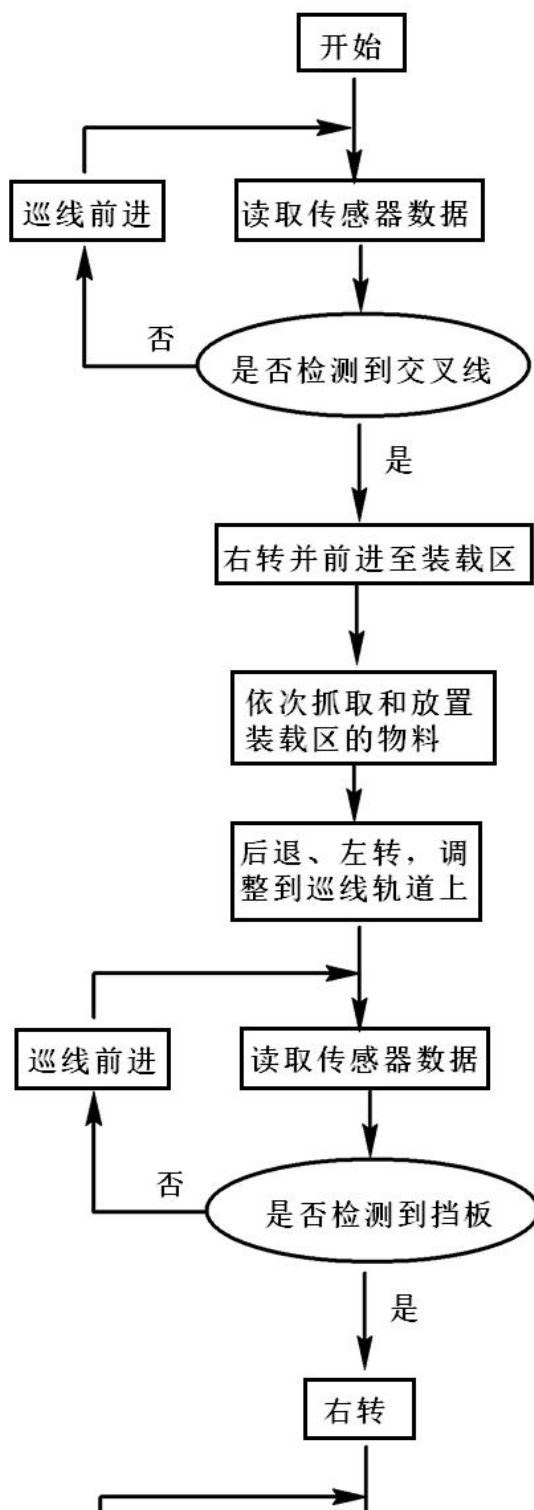
设想图：

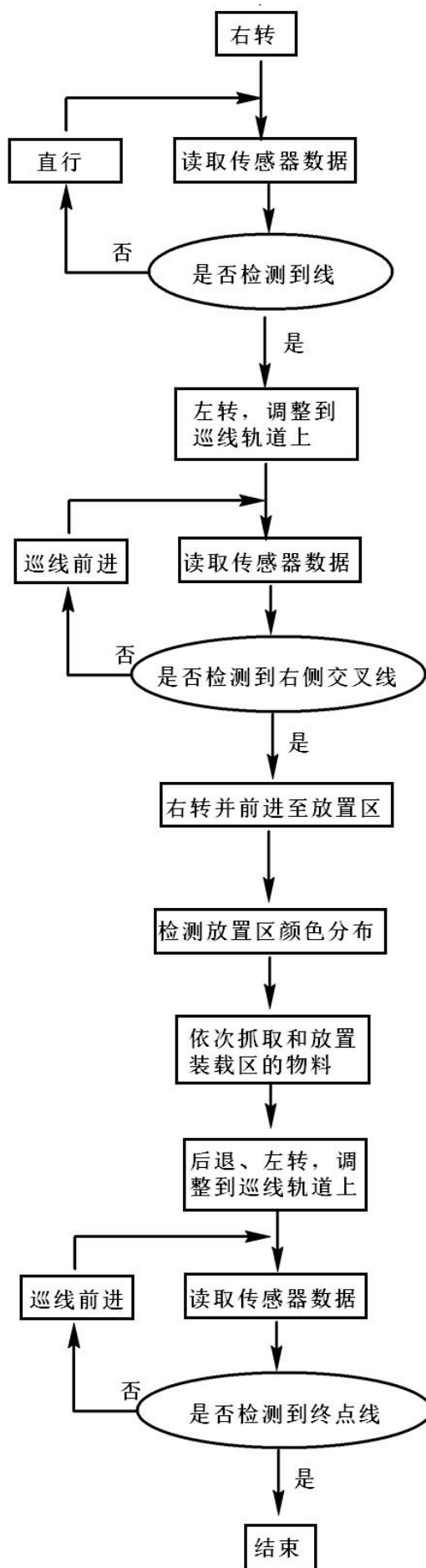




三、软件设计

总体流程图：





巡线策略：

五路巡线传感器从左到右依次为 左一、左二、中、右二、右一

左一	左二	中	右二	右一	状态	速度（左）	速度（右）
白	白	黑	白	白	中间	speed	speed
白	黑	黑	白	白	稍右偏	speed/2	speed
白	黑	白	白	白	稍右偏	speed/3	speed
黑	黑	白	白	白	右偏	speed/5	speed
黑	白	白	白	白	右偏	0	speed
白	白	黑	黑	白	稍左偏	speed	speed/2
白	白	白	黑	白	稍左偏	speed	speed/3
白	白	白	黑	黑	左偏	speed	speed/5
白	白	白	白	黑	左偏	speed	0
白	白	白	白	白	未检测到线	speed/2	speed/2
白	白	黑	黑	黑	右侧交叉线	speed/2	speed/2
黑	黑	黑	白	白	左侧交叉线	speed/2	speed/2

中间的巡线传感器用于检测交叉线，检测到后进行抓取动作。