

第一章 概述

1.1 智能扫地机器人的研究背景

2002年，家电公司伊莱克斯推出的三叶虫智能扫地机器人，颠覆了人们对扫地的概念。三叶虫扫地机器人作为世界第一款量产的智能扫地机器人，外形采用圆饼形设计，塑料外壳。在单片机的控制下，底部的车轮能够进行转动，从而控制扫地机器人的主要运动。采用了仿生技术，按照蝙蝠的超声波技术，使得扫地机器人能够迅速的察觉障碍并且绕开。从2003年开始，iRobot公司和Proscenic公司推出了一系列的产品，主要技术集中在真空吸尘以及碰撞式运动。2004年重庆大学智能科学技术研究所与宁波波郎电器有限公司合作开发的室内清洁机器人，能够沿墙壁行走清扫地面。2007年至今，越来越多的公司推出了一系列的产品，功能也随之越来越丰富。国产智能扫地机器人方面，有苏州怡凯电器的科沃斯、益节等公司生产的机器人功能丰富，包括非接触式、超声波式、红外线技术、无线遥控等技术。国产品牌的扫地机器人如浦桑尼克蓝天S、科沃斯DT85G等比较受欢迎。小米公司生产的米家扫地机器人具有地图生成、路径规划、自动回充、断点续扫等先进技术。

目前扫地机器人有几大关键技术支撑，扫地机器人完成扫地任务分为几个步骤，即定位、构图、规划、清扫。现在的扫地机器人不仅能够适应复杂的家庭环境，在清洁效果上也是有巨大的提高。首先是传感器技术，扫地机器人能够在自身传感器的测控下，进行距离的前进以及移动由此可以独立完成清扫任务；室内定位功能，主流的定位系统则是RPS激光定位系统，能够实时定位变化坐标；路径规划技术，扫地机器人根据环境的变化信息，按照自身优化算法，进行合理的路径规划引导；吸尘技术则是通过机械装置进行真空吸尘，形成巨大气流旋涡，进行除尘动作。

1.2 研究的目的是与意义

智能扫地机器人将移动机器人技术和吸尘器技术有机地结合起来，实现室内环境的全自动清洁，能够代替传统的繁重的人工清洁工作，近几年来已受到国内外的研究人员重视。作为智能移动机器人的一个特殊应用，从技术方面讲，智能扫地机器人比较具体地体现了移动机器人的多项关键技术，具有较强的代表性。从市场前景角度讲，智能扫地机器人将大大降低劳动强度、提高劳动效率，适用于家庭和公共场馆的室内清洁。因此，开发自主智能吸尘器既具有科研上的挑战性，又具有广阔的市场前景。融合现代传感器以及机器人领域的关键技术，本课题旨在开发一部价格便宜，全区域盖，能够充分满足家庭需求且方便适用的智能家庭清扫机器人。使它可以替代传统的家庭人工清扫方式，使家庭生活电气化、智能化、使科技更好地为人类服务。

1.3 研究的内容

1.3.1 功能

- (1) 全自动清扫
- (2) 防撞、防摔
- (3) 自动充电

1.3.2 性能指标

- (1) 输入电流：1A
- (2) 输入电压：13-15V
- (3) 运行速度：12m/min
- (4) 最长工作时间：25min

第二章 电路设计

2.1 电源电路

本电源采用两块 LM7805 作为稳压电源，一块为控制电路和传感器电路供电，另一块单独为电机供电。分开供电这样做的好处，有利于减小干扰，提高系统稳定性。

LM7805 是常用的三端稳压器件，顾名思义 05 就是输出电压为 5v，还可以微调，7805 输出波纹很小。使用方便，用很简单的电路即可以输入一个直流稳压电源。它的输出电压恰好为 5v，刚好是 51 系列单片机运行所需的电压，他有很多的系列如 ka7805，ads7805，cw7805 等，性能有微小的差别，用的最多的还是 LM7805。外形如图 2-1 所示。1 管脚为输入端，2 管脚为地，3 管脚为输出。

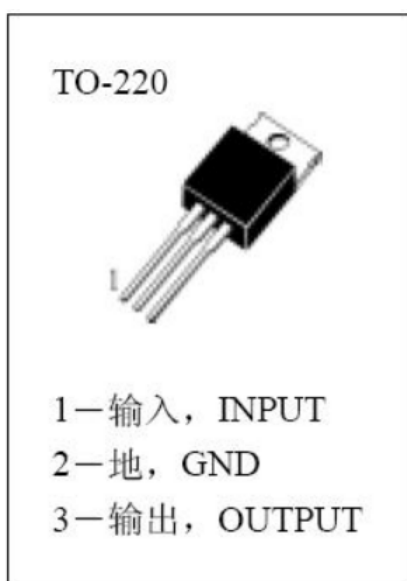


图 2-1 外形图及引脚排列

2.1.1 电路原理

由于后级电路需要 1A 左右的大电流用于驱动各类电机，查找后发现 E13003 完全满足这要求集电极最大允许电流 I_{CM} 可以到达 1.5A。由于 13003 开关管需要较大的驱动电流，因此增加了一个 Q1 三极管与其构成达林顿驱动管，Q3 为控制管，当 DY 引脚为低电平同时总开关 K1 闭合时电源部分才能正常供电。DY 为高电平时电机供电部分停止工作。

U4 单独为两个减速电机和边刷提供 5V 电源，由于需要输出较大的电流，输入压降又比较大，因此在输入端加了一个分压电阻，降低 U4 上的电压，从而降低管耗。

U5 为 MCU 和传感器电路提供稳定的 5V 工作电压。在正常开机后连续保持输出。电源电路如图 2-2 所示。

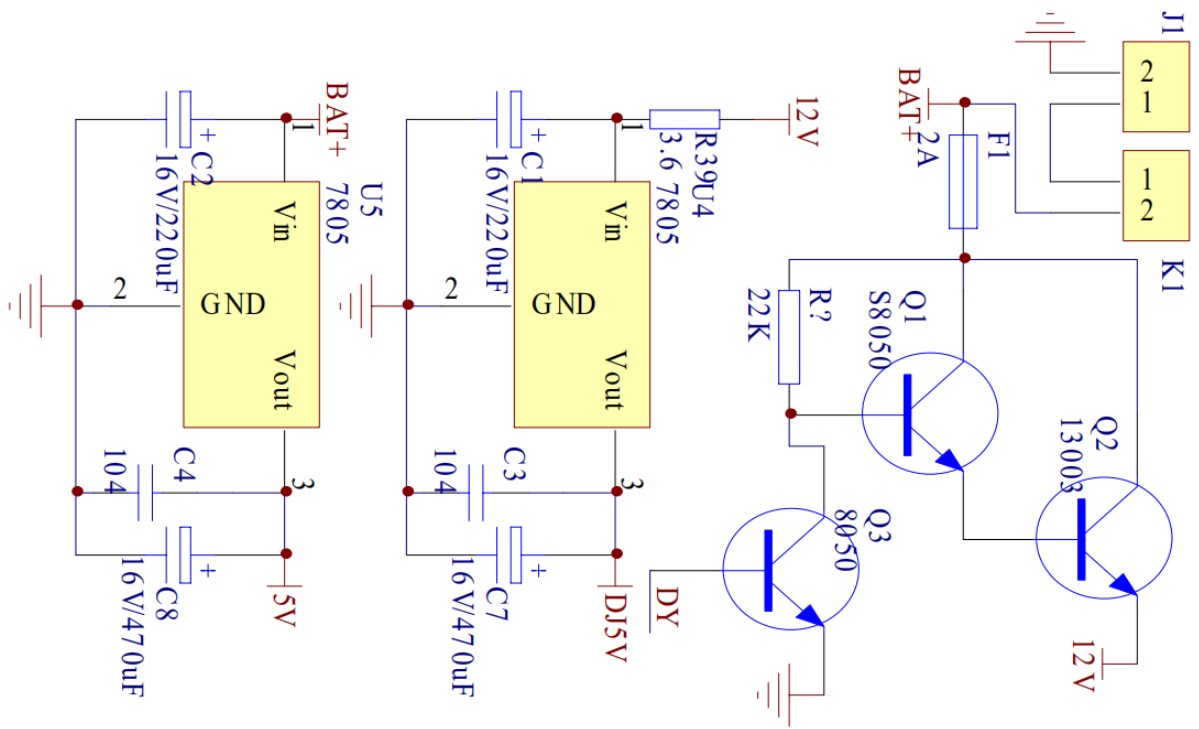


图 2-2 电源电路

2.2 总控制电路

2.2.1 STC89C52 单片机简介

STC89C52 是一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器，具有 8K 在系统可编程 Flash 存储器。在单芯片上，拥有灵巧的 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash，使得 STC89C52 为众多嵌入式控制应用系统提供高灵活、超有效的解决方案。

具有以下标准功能：

(1) 8k 字节 Flash，512 字节 RAM，32 位 I/O 口线，看门狗定时器，内置 4KB EEPROM，MAX810 复位电路，三个 16 位定时器/计数器，一个 6 向量 2 级中断结构，全双工串行口。

(2) 另外 STC89X52 可降至 0Hz 静态逻辑操作，支持 2 种软件可选择节电模式。

(3) 空闲模式下，CPU 停止工作，允许 RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作。

(4) 掉电保护方式下，RAM 内容被保存，振荡器被冻结，单片机一切工作停止，直到下一个中断或硬件复位为止。

(5) 最高运作频率 35Mhz，6T/12T 可选。

(6) 和 atmel 的对比 STC89C52RC 单片机：8K 字节程序存储空间；512 字节数据存储空间；内带 4K 字节 EEPROM 存储空间；可直接使用串口下载；at89s52 单片机：8K 字节程序存储空间；256 字节数据存储空间；没有内带 EEPROM 存储空间；

引脚介绍：

1. 主电源引脚 VCC 和 VSS

电源 VCC 接+5V，VSS 接地端，即公共参考地

2. 时钟电路引脚 XTAL1 和 XTAL2

STC89C52 芯片内部设置了一个反相放大器，XTAL1 为放大器输入端；XTAL2 为放大器的输出端，也是内部时钟发生器的输入端。

使用自激震荡方式时，XTAL1 和 XTAL2 外接石英晶振，内部振荡器按照晶振频率振荡，产生时钟信号。

3. 控制信号引脚

(1) RST——复位输入。当振荡器工作时，RST 引脚出现两个机器周期以上高电平将是单片机复位。

(2) ALE/PROG——当访问外部程序存储器或数据存储器时，ALE(地址锁存允许)输出脉冲用于锁存地址的低 8 位字节。一般情况下，ALE 仍以时钟振荡频率的 1/6 输出固定的脉冲信号，因此它可对外输出时钟或用于定时目的。要注意的是：每当访问外部数据存储器时将跳过一个 ALE 脉冲。(一般不使用)

(3) PSEN——程序储存允许(PSEN)输出是外部程序存储器的读选通信号，当 STC89C52 由外部程序存储器取指令(或数据)时，每个机器周期两次 PSEN 有效，即输出两个脉冲，在此期间，当访问外部数据存储器，将跳过两次 PSEN 信号。

(4) EA/VPP——外部访问允许，欲使 CPU 仅访问外部程序存储器(地址为 0000H~FFFFH)，EA 端必须保持低电平(接地)。需注意的是：如果加密位 LB1 被编程，复位时内部会锁存 EA 端状态。如 EA 端为高电平(接 Vcc 端)，CPU 则执行内部程序存储器的指令。FLASH 存储器编程时，该引脚加上+12V 的编程允许电源 Vpp，当然这必须是该器件是使用 12V 编程电压 Vpp。

(5) 并行 I/O 口 P0~P3 端引脚

① P0 口(P0.0~P0.7) 8 位漏极开关型双向 I/O 端口。可以作为通用 I/O 口使用，但必须加上拉电阻。

② P1 口(P1.0~P1.7) 内部带上拉电阻的 8 位准双向 I/O 端口。

③ P2 口(P2.0~P2.7) 内部带上拉电阻的 8 位准双向 I/O 端口。

④ P3 口(P3.0~P3.7) 内部带上拉电阻的 8 位多功能双向 I/O 端口。

上面就是 STC89C52 单片机引脚的简单介绍，其它 51 系列家族的单片机 8031、8051、89C51 等引脚和 89S51 兼容，只是个别引脚功能定义不同。如图 2-3 为 51 单片机的引脚分布图。

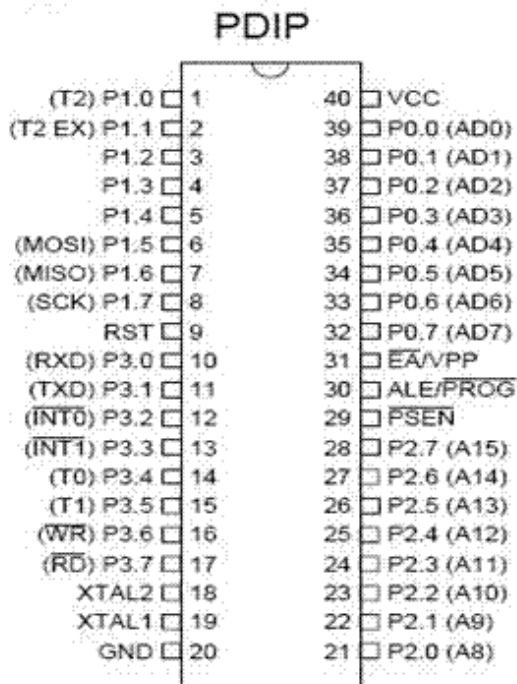


图 2-3 51 单片机引脚图

2.2.2 总控制电路设计

(1) I/O 口定义

- ①P00、P01、P02、P12、P13、P14 为扫地机器人防撞信号输入引脚；
- ②P03、P04、P05 为防跌落信号引脚；
- ③P10 为电机电源控制型号(低电平有效)；
- ④P11、P12 为电池电压检测信号输入引脚，P11 为过放检测，P12 为过充检测；
- ⑤P23、P24、P24、P26 为充电时位置检测信号输入引脚；
- ⑥P34、P35、P35、P35 为电机驱动信号，P34、P35 控制左电机正反转，P35、P35 控制左电机正反转；
- ⑦P20 为两边刷电机控制信号；
- ⑧P21 为吸尘器电机控制信号；
- ⑨P36、P37 为晶振信号输入引脚
- ⑩REST 引脚为复位信号输入引脚

(2) 复位电路设计

51 单片机高电平复位。以当前使用较多的 STC89 系列单片机来说，在复位脚加高电平 2 个机器周期（即 24 个振荡周期）可使单片机复位。复位后，主要特征是各 I/O 口呈现高电平，程序计数器从零开始执行程序。

(3) 复位方式

手动复位：按钮按下，复位引脚得到 VCC 的高电平，单片机复位，按钮松开后，单片机开始工作。

上电复位：上电后，电容电压不能突变，VCC 通过复位电容给单片机复位脚施加高电平 5V, 同时, 通过电阻向电容器反向充电, 使复位脚电压逐渐降低。经一定时间后复位脚变为 0V, 单片机开始工作。

本复位电路采用上电自动复位电路，电阻和电容的阻值根据时间常熟 $t=RC$ 求出电阻和电容的阻值分别为 10K 与 10uF。复位电路如图 2-4。

(4) I/O 口电路设计

P0 口是双向指的是它被用作地址/数据端口时，只有在这个时候，P0 口才处于两个开关管推挽状态，当两个开关管都关闭时，才会出现高阻状态。当 P0 口用于一般 I/O 口时，内部接 VCC 的那个开关管是与引脚（端口）脱离联系的，这个时候，只有拉地的那个开关管起作用，P0 口作为输出，是必须外接上拉电阻的，不然就无法输出高电平。因此在 P0 口上加上一个 10K 说的排阻。I/O 口如图 2-4。

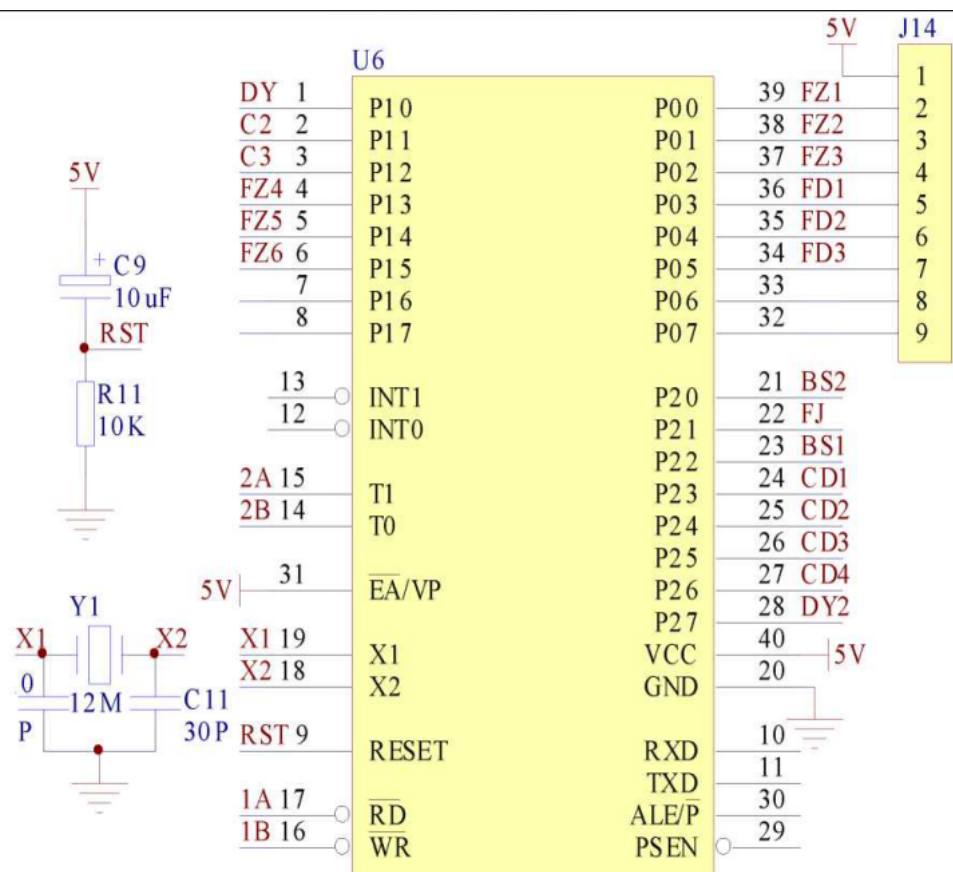


图 2-4 总控制电路

2.3 防撞电路

防撞电路作为扫地机器人的眼睛，用于检测前方是否有障碍物，当前方有障碍物时，相应的探头所连接的电路会发出一个低电平信号给 CPU，CPU 做出相应的动作来控制两个轮子的电机，使机身始终不撞向障碍物。

当红外线对管前方无障碍时，红外线接收管上的阻值加大，此时 R27 上的电压低于

基准电压，电压比较器反向输入端电压高于同向输入端，因此输出高电平。当红外线对管处于有障碍时，红外线接收管上的阻值降低，此时 R28 上的电压高于基准电压，电压比较器反向输入端电压低于同向输入端，因此输出低电平。

调节电位器 R33、R35、R36、R7、R8、R9 改变参考电压，可探测距离。防撞电路如图 2-5。

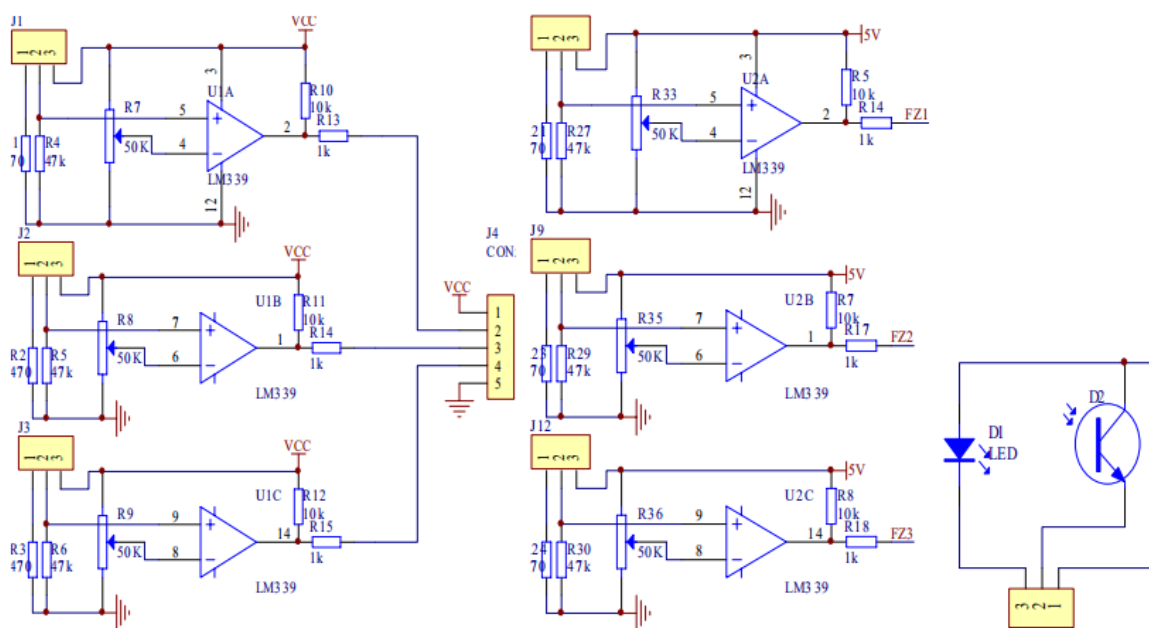


图 2-5 防撞电路

2.4 电源充电电路

电池充电电路用于检测充电座的位置和充电提示。

当扫地机器人上的红外线接收头接收到充电座发出的红外信号后，向 CPU 发出信号，CPU 控制电机，调节机身位置，进入充电区。

当扫地机器人与充电座连接后，会产生一个信号提示 CPU 以开始充电。

2.5 驱动电路

电机驱动电路用于驱动两路减速电机的正反转、两路边刷和一个吸尘器风机。

2.5.1 电机驱动电路设计

是为控制和驱动电机设计的两通道推挽式功率放大专用集成电路器件，将分立电路集成在单片 IC 之中，使外围器件成本降低，整机可靠性提高。该芯片有两个 TTL/CMOS 兼容电平的输入，具有良好的抗干扰性；两个输出端能直接驱动电机的正反向运动，它具有较大的电流驱动能力，每通道能通过 750~800mA 的持续电流，峰值电流能力可达 1.5~2.0A；同时它具有较低的输出饱和压降；内置的钳位二极管能释放感性负载的反向冲击电流，使它在驱动继电器、直流电机、步进电机或开关功率管的使用上安全可靠。L9110 被广泛应用于玩具汽车电机驱动、步进电机驱动和开关功率管等电路上。

表 2.1 管脚定义

管脚定义：

序号	符号	功能
1	OA	A 路输出管脚
2	VCC	电源电压
3	VCC	电源电压
4	OB	B 路输出管脚
5	GND	地线
6	IA	A 路输入管脚
7	IB	B 路输入管脚
8	GND	地线

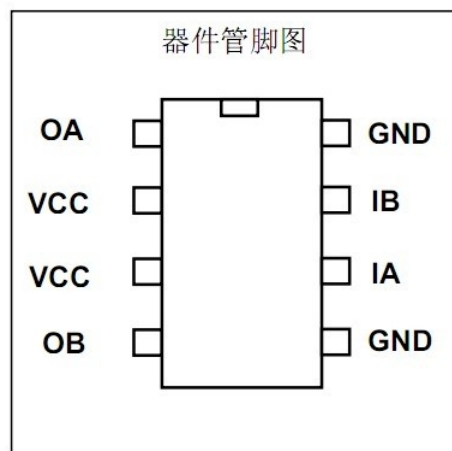


表 2.2 电气特性

符号	参 数	范 围			单 位
		最小	典型	最大	
VCC	电源电压	2.5	6	12	V
I _{dd}	静态电流	—	0	2	uA
I _{in}	操作电流	200	350	500	uA
I _C	持续输出电流	750	800	850	mA
I _{Max}	电流峰值	—	1500	2000	mA

表 2.3 逻辑关系

IA	IB	OA	OB
H	L	H	L
L	H	L	H
L	L	L	L
H	H	L	L

当 Q3、Q4、Q5 的基级接收到 CPU 的发出的高电平后，Q3、Q4、Q5 饱和导通，边刷和吸尘器电机开始工作。给低电平时，三极管所控制的电机就停止工作。J4、J5 接边刷电机，J6 接吸尘器电机。

当 1A 与 1B 输入引脚为 10 时，电机正转，当输入为 01 时电机反转。当输入为 11 或 00 时电机停止运行。

C5、C6 为高频滤波电容，过滤掉电机工作时对芯片的干扰，提高系统稳定性。J3 接左轮电机，J7 接右轮电机。电机驱动电路如图 2-6。

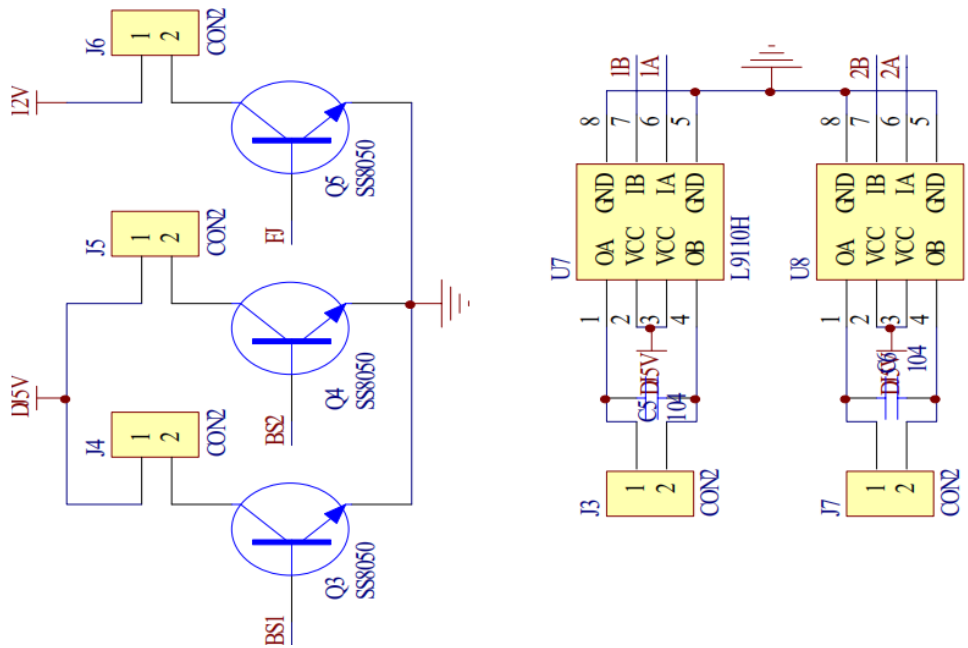


图 2-6 电机驱动电路

第三章 PCB 板的设计与制作

3.1 PCB 板的设计

Protel99SE 是应用于 Windows9X/2000/NT 操作系统下的 EDA 设计软件，采用设计库管理模式，可以进行联网设计，具有很强的数据交换能力和开放性及 3D 模拟功能，是一个 32 位的设计软件，可以完成电路原理图设计，印制电路板设计和可编程逻辑器件设计等工作，可以设计 32 个信号层，16 个电源—地层和 16 个机加工层^[3]。

主电路板包含电源电路、电源充电电路、电机驱动电路和防撞电路（如图 3-1）

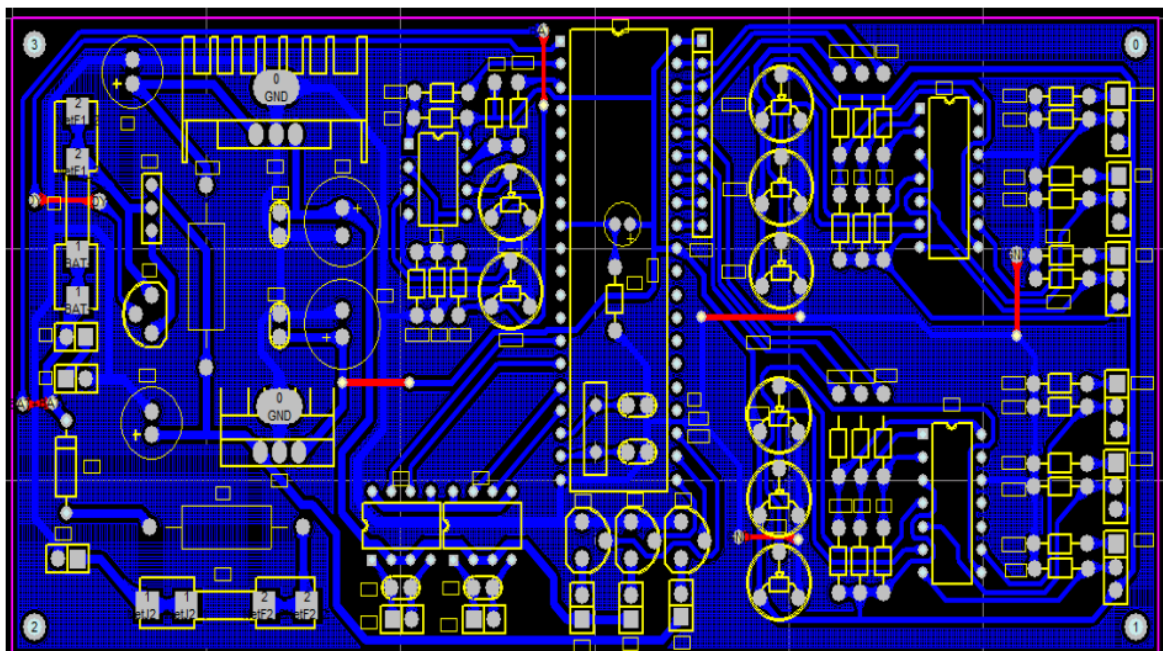


图 3-1 主板电路

红外线充电位置检测电路如图 3-2。

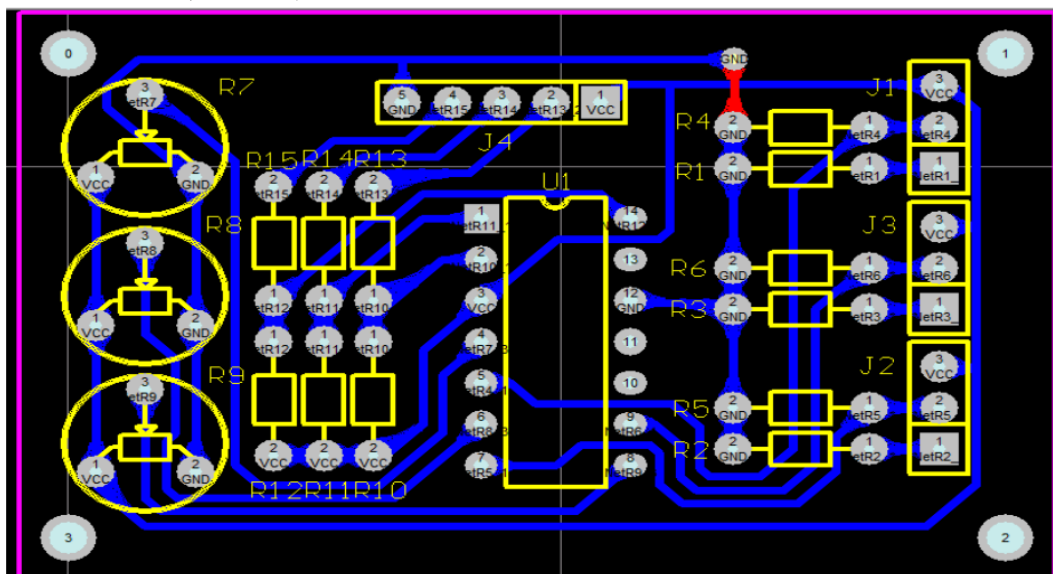


图 3-2 红外线检测电路

红外线充电检测电路图与光电对管电路如图 3-3。

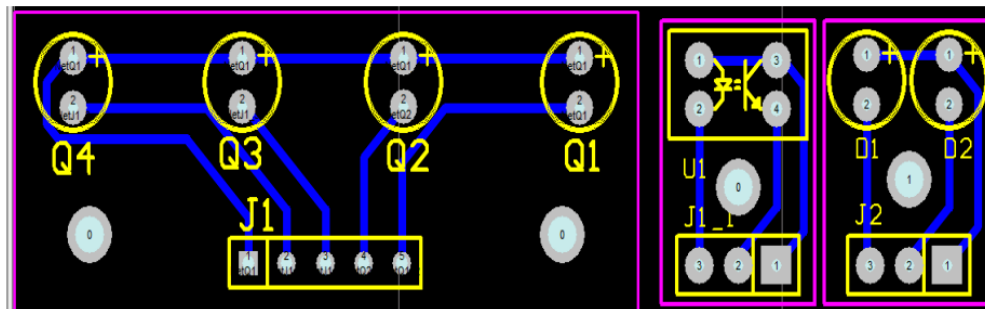


图 3-3 红外线检测头电路

3.2 PCB 板的制作

- 1、在覆铜板上画好电路，或把电路画在透明纸上
- 2、把需要拿掉的铜皮暴露出来，需要留在电路板的铜皮保护起来，去教学用品商店里买，有蚀刻用的感光膜和感光药水。
- 3、将处理好的覆铜板放在腐蚀溶液里，腐蚀时间按说明书。
- 4、冲洗、晾干。

第四章 电路焊接

电路焊接依据从小到大，从低到高的原则进行焊接。

在焊接的时候每个焊点焊接时间应该在 2~3 秒之间，不得超过 4 秒，在焊接芯片的时候应该增加一个 IC 坐，先焊 IC 坐在装 IC,同时得用防静电烙铁，以防静电击穿芯片。

焊点要求圆润饱满，成倒锥型，无毛刺、虚焊、假焊。

第五章 程序设计

5.1 C 语言与汇编语言的优缺点

C 语言属于高级语言，具有可移植性，能够结构化编程。使用标准 C 语言的程序，几乎都可以不作改变移植到不同的微机平台上，对于嵌入式等的微控制芯片，属于标准 C 语言的部分也很少需要修改，而且程序很容易读懂。

C 语言编写程序结构清晰，移植性好，容易维护和修改。

汇编语言针对不同的操作系统平台，不同的微控制器，指令都是完全不同的，即使指令相似，也不具有可移植性。但是汇编语言是针对专门的控制器的，所以运行速度可以精确到一个指令周期。汇编语言的程序读懂需要借助微控制器的指令手册以及各个寄存器的说明，所以很难读懂。

汇编语言编写代码实时性强，能够直接控制硬件的工作状态，但是不具有可移植性，维护和修改困难。

5.2 系统程序设计

该扫地机器人选用 C 语言来进行编程。由主要程序、防撞程序、自动充电程序等子程序构成。

5.2.1 主程序

系统初始化后就执行主程序，进入主程序先执行电压检测程序，如发现电池电压不足，就执行充电寻找程序，找到充电座后执行充电程序，待电池充满后返回执行主程序。再进行清扫程序，如发现前方有障碍物，则执行避障程序，避开障碍物后继续执行清扫程序。程序流程图如图 5-1。

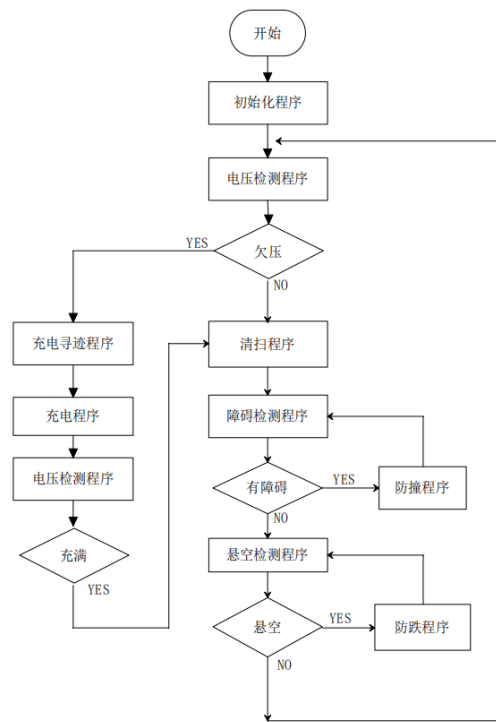


图 5-1 主程序流程图

5.2.2 防撞程序

防撞程序用于控制电机正反转从而确保机身不会撞到障碍物，从障碍物的旁边绕开，当探头 1 前方有障碍物时，机身右转 100ms 后返回壁障程序；探头 2 前方有障碍物时，机身右转 100ms 后返回壁障程序；当探头 3 前方有障碍物时，机身反转 100ms 后左转 100ms 壁障程序；当探头 4 前方有障碍物时，机身左转 100ms 后返回壁障程序；当探头 5 前方有障碍物时，机身左转 100ms 后返回壁障程序。程序流程如图 5-2。

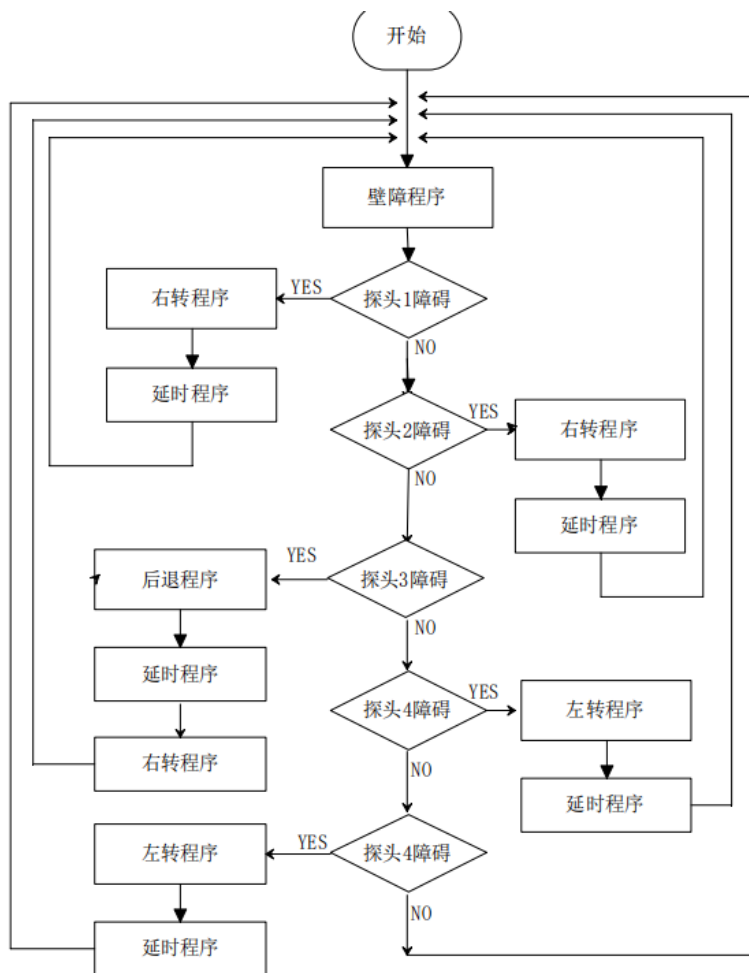


图 5-2 防撞程序流程图

5.2.3 充电寻找程序

当电池电压处于欠压时，扫地机器人关闭吸尘器与边刷的电机启用充电寻找程序，在红外线接收头没有收到充电座的红外发射信号时，执行防撞程序。当接受到信号后立马执行充电寻找程序。此时关闭防撞功能，充电座必须要放在放在没有障碍物的墙边。程序流程图，如图 5-3 所示。

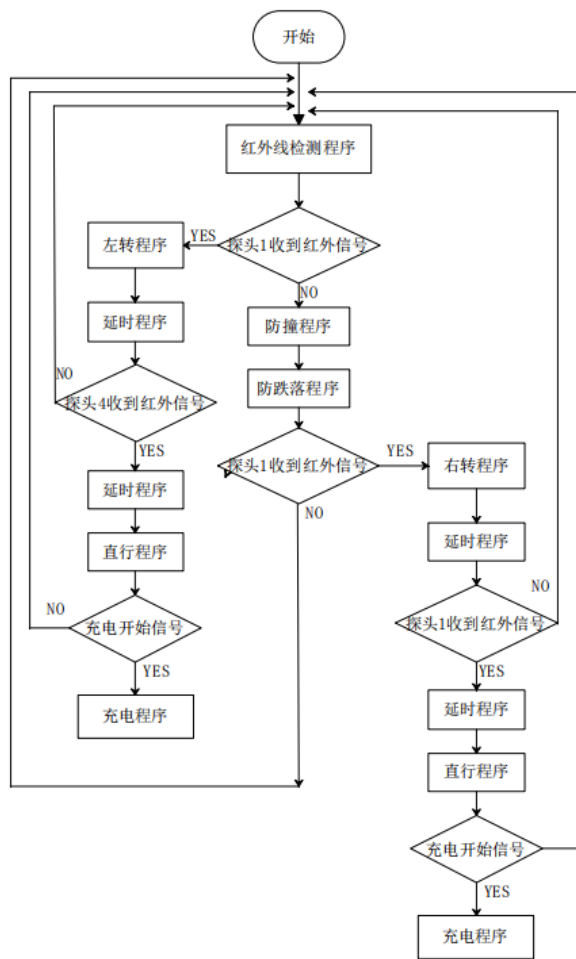


图 5-3 充电寻找程序流程图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/806123125043010110>