



常熟理工学院

本科毕业设计（论文）

题目 基于单片机的多功能智能小车设计

学院 电气与自动化工程学院

年级 2012级 专业 自动化

班级 YZ04122 学号 YZ0412216

学生姓名 王燕兵

校内导师 王小英 职称 副教授

论文提交日期 2014-5-12

常熟理工学院本科毕业设计(论文)诚信承诺书

本人郑重声明： 所呈交的本科毕业设计(论文)，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

本人签名： _____ 日期： _____

常熟理工学院本科毕业设计(论文)使用授权说明

本人完全了解常熟理工学院有关收集、保留和使用毕业设计(论文)的规定，即：本科生在校期间进行毕业设计(论文)工作的知识产权单位属常熟理工学院。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许毕业设计(论文)被查阅和借阅；学校可以将毕业设计(论文)的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编毕业设计(论文)，并且本人电子文档和纸质论文的内容相一致。

保密的毕业设计(论文)在解密后遵守此规定。

本人签名： _____ 日期： _____

导师签名： _____ 日期： _____

基于单片机的多功能智能小车设计

摘要

智能小车是当今社会的新生产物，它可以代替人在复杂的环境中进行工作，不仅增加了效率，还提高了安全，在航空、交通、工业应用等领域都发挥着重要的作用，是未来发展的一个重要方向。

本次设计的控制芯片为 STC12C5A60S2 单片机，主要完成三大功能：自动循迹、智能避障和红外遥控。模块间的任意切换和小车前后左右的运行状态是通过红外遥控来实现的。循迹模块采用红外光电管传感器来对白色跑道上的黑色引导线进行识别。避障模块通过舵机带动超声波传感器左右转动检测和躲避障碍物。小车设有人机交互界面，使用者通过 LCD1602 可以清晰地知道小车的运行状态。设计采用对比选择、模块独立、综合处理的思想。根据功能，参考性价比，选择出最优的设计方案。各功能模块单独调试，得出正确的输出信号。最后输入完整的程序，进行整体调试。本次设计的小车可以通过红外遥控器进入各子模式，在一定环境下，进行智能化操作。

关键词：智能小车 单片机 循迹 避障 遥控

Microcontroller-based multifunctional smart car design

Abstract

Smart car is a product of today's society newborn, it can replace human work in a complex environment, not only increases efficiency, but also improve the safety, aviation, transportation, industrial applications and other areas have played an important role in the future an important direction of development.

The design of the control chip microcontroller STC12C5A60S2, mainly to complete three major functions: automatic tracking, obstacle avoidance and intelligent infrared remote control. Arbitrary switching and operating status of the car around, between modules is achieved through infrared remote control. Tracking module uses an infrared photoelectric sensor to identify the white lines on a black boot on the runway. Obstacle avoidance module driven by servo turning around ultrasonic sensors to detect and avoid obstacles Trolley offers interactive interface, users can clearly know by LCD1602 car running. Choose contrasting design, modules independently, integrated process. According to the function, the reference price, select the optimal design. Commissioning of the functional modules separately, draw the correct output signal. Finally, enter the full program, the overall debugging. The design of the car to enter the sub-mode via infrared remote control, in certain circumstances, is intelligent operation.

Keyword: Smart car; SCM; Traction; Avoidance; Remote -control

目录

1. 引言	1
1.1 智能小车研究背景简介	1
1.2 国内外发展状况	1
1.3 设计目的与意义	2
1.4 本次设计的任务与解决方案	3
2. 系统方案设计	5
2.1 方案设计与选择	5
2.1.1 主控芯片的选择	5
2.1.2 电机的比较与选择	5
2.1.3 循迹模块方案比较与选择	5
2.1.4 避障模块方案比较与选择	6
2.2 总体设计方案	6
3. 系统硬件电路设计	7
3.1 单片机最小系统设计	7
3.2 电源电路的设计	10
3.3 电机驱动模块的设计	11
3.4 巡线模块的设计	14
3.4.1 红外光电管的工作原理	14
3.4.2 路径检测电路	14
3.5 避障模块的设计	15
3.5.1 舵机的介绍	15
3.5.2 超声波传感器模块的介绍	16
3.6 红外遥控模块的设计	18
3.7 显示模块电路设计	21
4. 系统软件设计	23

4.1 主程序设计	23
4.2 电机控制程序设计	24
4.3 红外循迹程序设计	25
4.4 舵机加超声波避障程序设计	26
4.5 红外遥控程序设计	27
4.5.1 红外遥控模式切换程序	27
4.5.2 红外遥控方向控制程序	28
5. 测试与分析	29
5.1 电机驱动测试	29
5.2 红外循迹测试	29
5.3 舵机加超声波避障测试	29
5.4 红外遥控测试	30
5.5 遇到的问题与解决方案	30
6. 总结与展望	32
6.1 总结	32
6.2 展望	32
参考文献	33
致谢	34
附件 1 主控板原理图	35
附件 2 PCB	36
附件 3 程序清单	37

1.引言

1.1 智能小车研究背景简介

随着生产水平的不断提高，人类对自动化水平要求的不断提高，智能车辆以及在智能车基础上开发的产品已经在柔性传输系统、智能运输系统等系统上发挥了重要作用。例如：智能搬运车的运用不仅提高了企业自动化的程度，还提高了效率。当今世界的许多国家都在积极的开展智能车辆的研究。20 世纪 60 年代，机器人学中的一个重要分支：移动机器人，诞生了^[9]。在 1966 年至 1972 年期间，Nils Nilsson、Charles Rosen 等来自斯坦福研究院的研究员人以将人工智能技术应用在复杂环境下，实现机器人系统的自主推理、控制和规划为主要目的，研制出第一个自主式移动机器人“shakey”。此后，世界各地移动机器人的研究与制作变得越来越多，作为移动机器人一个重要分支的智能车辆也倍受人们的青睐。智能小车又称轮式机器人，是典型的高新技术综合体。在复杂的道路交通情况下，智能车辆不需要人去驾驶自己就可以获取道路情况，驾驶和操纵车辆避开障碍物并顺着预定的轨迹行驶。智能小车在原有的车辆基础上装有相当于汽车的“大脑”、“眼睛”和“脚”的电子计算机、自动操纵系统和电视摄像机等设备，这些设备都配有极其复杂的程序系统，让智能车能像人一样去“考虑”、“判定”和“前进”，根据实际路况自己启动，加速、刹车，随机应变选择最佳方案，指挥汽车正常、顺利的行驶。

1.2 国内外发展状况

1. 国外发展

发达国家从 20 世纪 70 年代开始无人汽车驾驶的研究计划。美国国防部从 80 年代初期就已经开始大规模的投资，目的是支持自主陆地车辆 ALV (Autonomous Land Vehicle)的研制^[7]。

步入 21 世纪，为了激发人们对于智能车辆开发制作的热情，美国国防部高级研究项目局（DARPA）决定自 2004 年起开始举办智能车大赛(Grand Challenge)。这项比赛在智能车技术交流与创新上都起到了极大地激励作用。

赛道环境复杂，它包括隧道、路口、急转弯和山路，要求参加比赛的车辆能够自主完成全程。最后，斯坦福大学参赛的名叫“斯坦利”的智能车夺得冠军。

德国于 2006 年举办了欧洲陆地机器人竞赛(European Land Robot Trial, 简称(ELROB))。该竞赛中，德国名叫“途锐”的智能车夺得了第一名。该车采用影像处理技术，将四周的环境处理成 3D 影像，并通过光学定位和测距系统对信息进行导航决策，实现自主行驶的目的。

2. 国内发展

我国无人驾驶汽车的研制相对于国外起步较晚，始于上世纪 80 年代。在上海交通大学、吉林大学、国防科技大学、清华大学等多所高校都设有研究项目^[7]。我国首辆无人驾驶车是国防科技大学在 1992 年研发成功的，该车配有由计算机、液压控制系统、传感器系统构成的计算机汽车自动驾驶系统，在计算机的控制下可以进行自动驾驶功能。国防科技大学于 2000 年 6 月研制出了最高时速达 76km/h 的第四代无人驾驶汽车并且试验成功，刷新了国内的最高纪录。中国一汽与国防科技大学在 2003 年 7 月联合研制的红旗牌无人驾驶汽车在高速公路上试验成功，自动驾驶稳定时速达 130km/h，总的性能和指标已经达到世界先进水平。

1.3 设计目的与意义

车辆作为现代人类出行的必要工具，无论在发达国家还是发展中的国家都变得越来越普遍。由于人们对于车辆的需求，汽车制造产业发展迅速，无论在技术上还是在集资上都拥有很大的规模，但还存在很多的隐患。面对交通事故的频繁发生，智能车辆成为人类迫切的需求。智能小车作为世界各国重点发展的智能交通的重要构成部分，其主要目的是为了提高汽车的安全性、舒适性，是未来车辆研发的热点^[8]。

随着社会经济的不断发展，拥有车辆的个人数目不断增加，交通道路上事故的频繁发生，使得交通事故变成当下的第一大公害。在众多的交通事故中，很大一部分是由驾驶员注意力的不集中造成的。美国警察局曾经对交通事故发生的原因做个统计，其中追尾碰撞约占 30%，车辆偏离行驶车道造成的事故约占 20%。为了减少交通事故的发生率，开发具有自动驾驶和辅助驾驶功能的智

能车开始成为人们关注的热点。在 1992 年,德国的 Daimler-Benz 公司进行了一项研究调查,调查的结果显示:在车辆行驶中倘若能给驾驶者多 0.5 秒的警告时间,60%的追尾事故就不会发生,如果警告时间在多出 1 秒,那么 90%的追尾事故就可以避免。美国国家高速公路交通安全部(NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration)使用的预测碰撞警告系统可以避免 37%—74% 追尾事故。由此可见发展智能车辆来提高交通安全性的必要性和可行性。智能车辆的发展对于驾驶员劳动强度的减轻和增加车辆驾驶的舒适度等方面都有很好的作用。例如自动泊车系统、自动跟随系统和自适应巡航系统,都大大的减轻了驾驶员的劳动强度。不仅如此,发展智能车还可以优化使用交通设施、提高机动性、减少旅游时间和能量消耗。

智能车辆在太空探测和军事上的意义也是非常重要的。美国国家研究委员会(NCR: National Research Council)曾做过预言:“坦克是 20 世纪最为核心的武器,到了 21 世纪,在人的监控下计算机控制的无人作战系统将是核心武器。”为此,美国国防部高级研究计划局(DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency)从 80 年代就已经开始立项和制定了地面无人作战平台的战略计划。该计划的首要任务是研发出一台智能车辆,该车辆可以在复杂的道路环境下按预定的轨迹行驶,自动避开障碍物,在需要时可以立即调整行驶轨迹。智能车辆在扫雷、野外巡逻、救护、侦查、传输作战物资等方面都有很好的应用前景。对于外太空的好奇,人类已经将目光放到了地球以外的星球。为此,世界各国正积极投入大量的人力和物力去开发和研制星球探测车系统。美国“火星探路者”在 1997 年 7 月 4 日飞抵火星和实施考察,成功登陆火星后,火星漫游车“索杰纳”走出登陆器并在火星上行驶了几千米,完成了预先布置好的科学探测任务。2004 年一月,美国开发研制的火星车“勇气”号与“机遇”号再次登上了火星,圆满完成了其工作任务。时至今日,这两辆火星车依旧在为人类的太空梦想作贡献。在军事与太空领域研制出来的智能车辆在性能与安全等各方面都有了更高的要求,极大地推动了智能车辆的发展。

1.4 本次设计的任务与解决方案

本次课题的任务是设计出一款具有智能判断并执行相应动作的智能车。小

车具有沿着黑色轨迹行驶、智能避开障碍物和红外遥控的功能。各功能模块之间用遥控进行切换。整体设计包括元器件的选择方案、硬件电路设计、软件程序设计、总体调试。

1. 元器件的选择

根据要实现的功能，综合性能与价格，选择出最适合本次设计的元件，确保设计出的产品既经济又实用。

2. 硬件电路设计

小车的硬件电路包括单片机的最小系统、L298 电机驱动电路、LCD1602 液晶显示电路以及各传感器的接口。根据所选择的元器件，查看相应的说明手册，绘制出各个硬件电路图。

3. 软件设计

根据硬件电路，进行程序的编写。采用模块化的编程思想，进行程序结构的划分，使程序清晰，可读性强，便于调试与修改。

2. 系统方案设计

2.1 方案设计与选择

2.1.1 主控芯片的选择

目前市场上智能车选用的控制芯片以单片机为主，虽然可编程逻辑器件（PLD）也可以作为小车的主控芯片，但其扩展的功能有限，无法进行循迹功能的设计。结合自己的课程特点，本次设计采用 51 系列、型号为：STC12C5A60S2 的单片机作为整个系统的主控芯片。STC12C5A60S2 具有良好的兼容性，可以完全兼容 8051 单片机的指令系统。其数据处理能力更胜于 8051 单片机，并且价格便宜，非常适合作为智能小车的控制芯片。

2.1.2 电机的比较与选择

方案一：选用步进电机作为智能小车的驱动。步进电机可以把电脉冲信号转变成线位移或角位移，发一个脉冲信号给步进电机，步进电机会根据已定的方向转动一定的角度。通过控制给定脉冲的个数，可以控制电机的角位移量，可以准确的定位。步进电机速度的调节可以通过改变给定的脉冲频率来实现。但在小车的驱动中，步进电机的成本相对较高。

方案二：智能小车的驱动选用普通直流电机。普通直流电机具有转速大，转矩小，驱动负载能力差的特点，不适合作为小车的驱动，故排除此方案。

方案三：智能小车的驱动选用直流减速电机。在普通电机的基础上增加了减速箱就构成了直流减速电机，降低了转速，增加了转矩，提高了小车带负载的能力并且可以进行 PWM（脉宽调制）调速。相比步进电机，直流减速电机价格便宜，可以满足本次设计小车驱动的要求，故选用直流减速电机作为本次设计的驱动。

2.1.3 循迹模块方案比较与选择

方案一：CCD、CMOS 摄像头方案。此方案具有检测距离远、检测范围宽的优点。但其电路复杂、价格昂贵和检测信息速度更新慢，常用于检测距离较远，检测参数较多，精度要求较高的场合。

方案二：采用红外探测法循迹。此种方案成本相对较低，电路设计较为简

单，信息检测速度较快，但其容易受外界的干扰，检测精度低，常用于检测要求不太高的场合。本次设计的任务是循黑线行驶，对精度要求不是太高，故选择方案二。

2.1.4 避障模块方案比较与选择

相比红外传感器，超声波加舵机避障可以实现 180 度范围的检测，把检测回来的数值送给单片机，经单片机处理后选择一个最优的方向前进。为了加深自己对于 PWM 波控制理解程度，本设计采用超声波加舵机来实现小车的智能避障。

2.2 总体设计方案

本系统总体由避障模块、循迹模块、电源模块、红外遥控模块和电机驱动模块构成。单片机通过传感器将信号传输到单片机，单片机通过分析处理后控制电机的运动状态。电源模块的作用是给单片机、电机和各传感器模块提供电能。

红外循迹模块使用五路红外对管对地面的黑线进行检测，单片机根据此模块提供的电平信号控制电机的运动。避障模块使用超声波和舵机相结合的方式，当检测到前方一定距离范围内有障碍物的时候，小车停止并通过舵机带动超声波左右各 90 度转动，通过比较选择出最优的前进方向前进。遥控模块通过红外遥控器向红外接收头发送红外信号，红外接收头将收到的信号处理后变成 TTL 电平信号发送给单片机处理，从而控制小车的前进、后退、左转和右转。

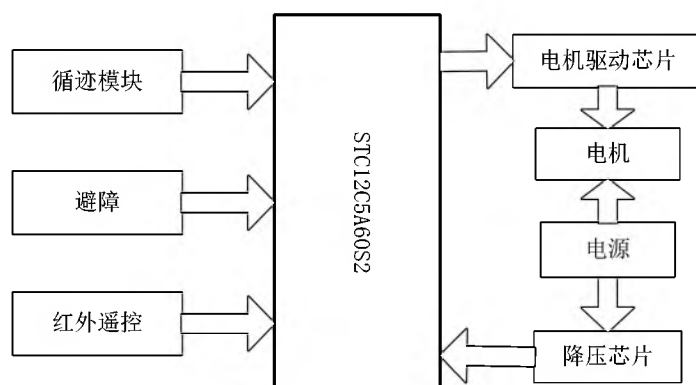


图 2-1 系统框图

3. 系统硬件电路设计

3.1 单片机最小系统设计

控制芯片选用 STC12C5A60S2，它是 STC 生产的单时钟/机器周期（1T）的单片机，具有低功耗、高速、抗干扰能力强等优点，其指令代码与传统的 8051 单片机完全兼容，但运行速度确是其 8~12 倍，是新一代的 8051 单片机；其内部含有 8 路 10 位高速 A/D 转换器、MAX810 专用复位电路和 2 路 PWM。该系列单片机常用于工业控制、医疗设备、电动车等领域，对于电机控制等强干扰场合特别适应。其主要的性能如下所示：

- (1) 1 个时钟/机器周期，1T（1024G），增强型 8051CPU；
- (2) Flash 程序存储器的大小为 60KB，擦写的次数在 10 万次以上；
- (3) 拥有 1280 字节的数据存储器（RAM）；
- (4) 通用 I/O 口线数目最多可以有 44 根，每根 I/O 线的驱动能力可达 20mA 但整个芯片的驱动电流小于 120mA；
- (5) 拥有 10 位 8 通道 ADC 模数转换器；
- (6) 拥有 2 通道 8 位 PWM^[2]；
- (7) 拥有全双工异步串行口（UART）2 个^[2]；
- (8) 7 路外部中断 I/O 口，4 个 16 位定时器^[2]；
- (9) 工作电压为 3.3~5.5V；
- (10) 具有强的抗干扰能力：拥有 ESD 保护能力，可以抵抗 2 万伏静电干扰；

其 I/O 口功能为：

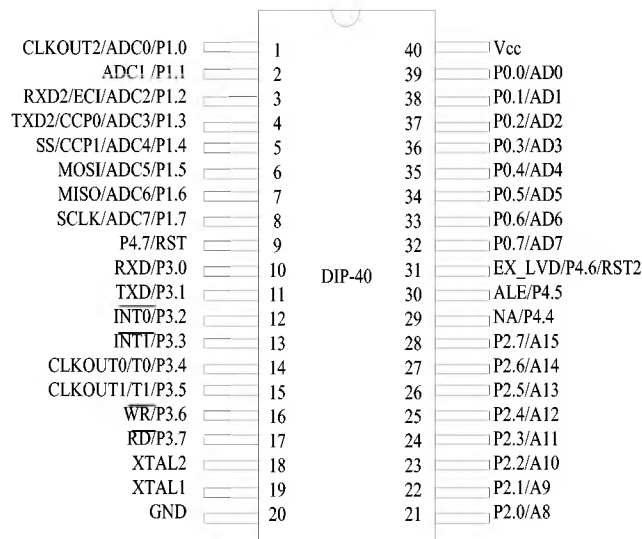


图 3-1 STC12C5A60S2 引脚图

VCC：电源。

GND：接电源地。

P0 口：P0 口既可以作为普通的输入输出口（I/O 口），也可用作数据/地址总线的低 8 位。作为普通的 I/O 口时，因其内部有弱上拉电阻，不用再外接上拉电阻^[5]。

P1 口：作为普通的输入输出口使用时无需上拉电阻。

P2 口：既可以作为普通的输入输出口也可以用作扩展外部存储器的高八位地址总线。

P3 口：可作为普通的 I/O 用，不需要加上拉电阻。对其寄存器进行相应设置可作为第二功能使用。第二功能见下表 3-1：

表 3-1 P3 口特殊功能

引脚	P3 引脚的第二功能
P3.0	RXD (串行口数据输入)
P3.1	TXD (串行口数据输出)
P3.2	INT0 (外部中断 0 输入端口) ^[2]
P3.3	INT1 (外部中断 1 输入端口) ^[2]
P3.4	T0 (定时器 0 外部输入端口) / CLKOUT0 (时钟输出 0) ^[2]
P3.5	T1 (定时器 1 外部输入端口) / CLKOUT1 (时钟输出 1) ^[2]
P3.6	WR (外部总线写端口) ^[15]
P3.7	RD (外部总线读端口)

P4 口：当用作普通 I/O 口时，不需要外接上拉电阻。P4 口还有复用功能，由于本设计未用到，此处略去。

RST：单片机复位端口。振荡器运行时，保持此引脚有两个机器周期的高电平，单片机将复位。

XTAL1、XTAL2：反相放大器的输入与输出端口。

1. 电源

VCC：本次设计使用的是 5V 的单片机，所以接+5V。

GND：接地端。

2. 晶振电路的设计

单片机的最小时序是晶振的振荡周期，单片机内部都是以此周期为时序基准来进行工作的。单片机指令的基本执行时间是一个机器周期，它包括 6 个状态周期，每个状态周期由两个振荡周期组成。C1、C2 电容在下图中有稳频和频率微调的作用。

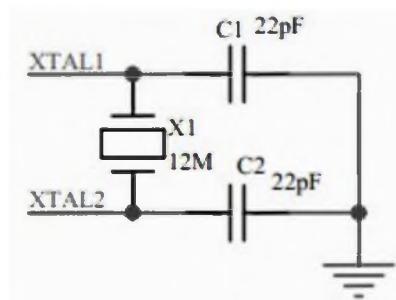


图 3-2 晶振电路

3. 复位电路的设计

复位电路在单片机系统中占据着相当重要的地位，系统启动时需将 CPU 及其他部件都回到初始状态，要进行复位操作。

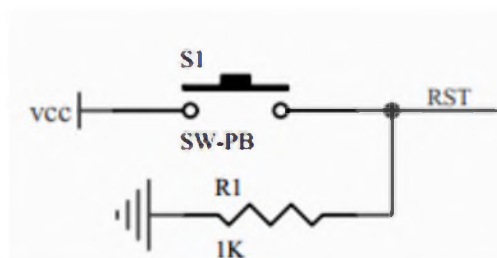


图 3-3 复位电路

3.2 电源电路的设计

AMS1117：正向低压降稳压器，处于 1A 的电流下其电压降为 1.2V。在它的内部已经含有限流保护和过热保护电路，非常适应于便捷式计算机和电池供电。AMS1117-5.0 输入的电压范围为：6.2V-18V；输出的最大电流为 1A；功耗：5W；工作温度：-40℃—+120℃。

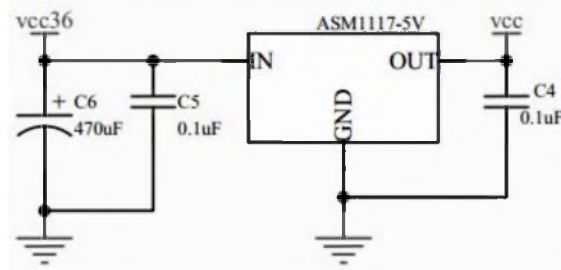


图 3-4 电源电路

本设计使用两节 3.6V 的可充电锂电池为小车提供电能。上图中的 VCC36 为电池输入端经 AMS1117-5.0 降压后为系统提供+5V 电源。

3.3 电机驱动模块的设计

1. 直流电动机的原理:

直流电动机是一种把电能转变为机械能的装置，只需加直流电，电机就会转动。电机结构主要包括定子、电刷和转子。定子固定不动，由永久磁铁制成，用来产生磁场。转子通过绕线圈在软磁材料硅钢片上形成，在定子磁场的作用下，获得转矩。

直流电动机的特点:

- (1) 电机负载一定时，电机转速正比于所加在电机两端的电源电压。
- (2) 直流电机电源一定，电机中工作电流与转子负载的大小成正比。
- (3) 加在电机上的有效电压，与外加直流电压减去反电动势的值是相同的。因此，当给电机一个固定电压时，电机的速度就会趋向于自稳定。这是因为负载增加时，转子就会慢下来，此时反电动势减少，有效电压反而增加，这样又会使转子有快起来的趋势，所以总体上速度稳定。
- (4) 转子静止时，反电动势等于零，此时电机的电流最大。也就是说，电机电流的最大值出现在电机堵转的时候。
- (5) 加在电机两端电压的极性，控制着电机的方向。
- (6) 直流电机的体积较小、重量较轻但其启动转矩大。

2. 直流电机的 PWM 调速原理:

脉冲宽度调制即脉宽调制（Pulse Width Modulation, PWM），利用数字量对模拟电路进行控制，可以有效的控制电负载的功率。控制系统中，矩形的

PWM 波信号，是通过调节 PWM 波的占空比（高电平持续时间与周期之比即 T_{on}/T ），来调节直流电机的转速。占空比越大即高电平持续的时间越长，电机的转速越快，倘若占空比为 1, 即全为高电平时，转速最大。

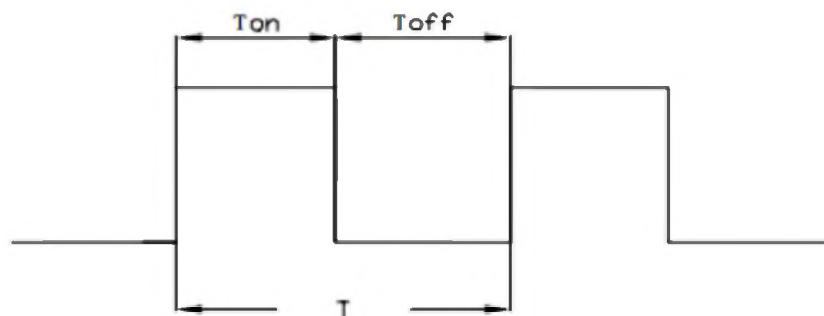


图 3-5 矩形波示意图

PWM 波信号得到方法有以下 3 种：

(1) 采用 PWM 信号电路：利用分立元件或集成电路搭建成 PWM 信号电路，输出 PWM 波。

(2) 软件模拟法

利用软件延时函数来实现高低电平的变换。当高电平延时时间到时，对相应的 I/O 口取反，然后再延时；等低电平的延时时间也到时，同样对相应的 I/O 口取反，如此循环，便可以得到 PWM 信号^[3]。还可以利用定时器来进行高低电平的变换，控制方法一样，只是定时的方式不同。

(3) 利用单片机自带的 PWM 控制器。

3. H 桥集成电路芯片 L298

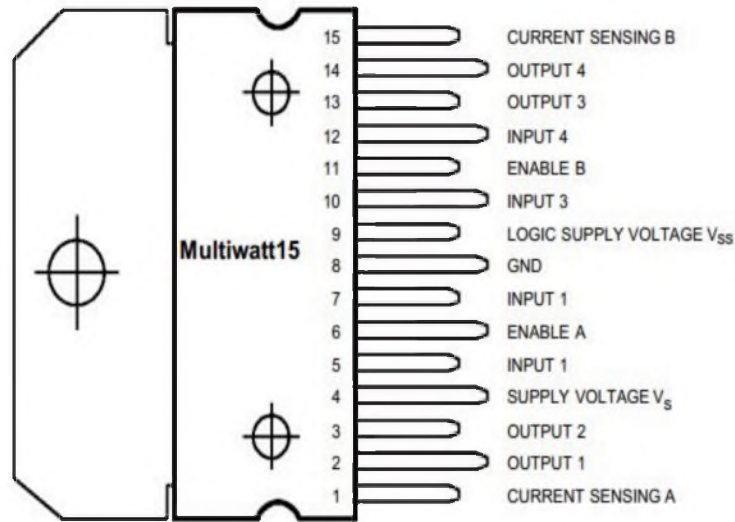


图 3-8 L298 电机驱动芯片

单片机的 I/O 口所输出的驱动电流不足 1 毫安，不足以驱动大功率设备，因此在驱动电机时必须加驱动电路。L298 是一种高电压、大电流的电机驱动芯片，可以同时驱动两路电机。通过控制器发送给 L298 标准的 TTL 电平信号，常用于直流电机、步进电机、继电器线圈等感性器件的驱动。下图所示为 L298 驱动电机的电路原理图^[14]：

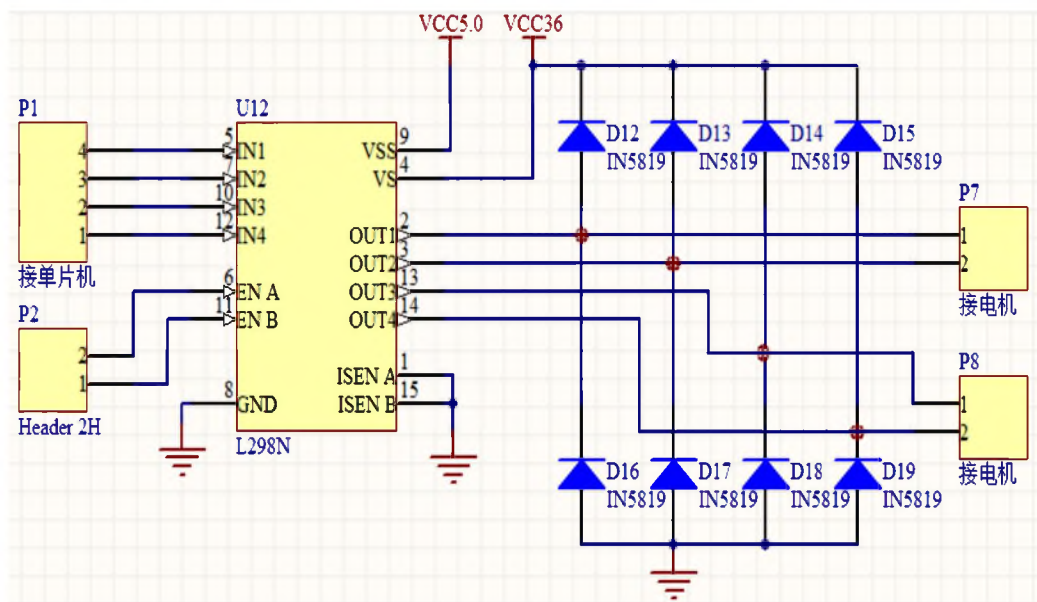


图 3-9 电机驱动电路图

对于以上电路有以下说明：

- (1) L298 芯片有两路电源输入端口，一路是逻辑电源另一路为动力电源。

上图中的 VCC5.0 为逻辑电源，作用是为 L298 提供工作电源。上图中的 VCC36 为动力电源，作用是为电机提供动力。

(2) 6 脚和 11 脚是电机的两个使能开关，当其为低电平时，不论单片机给任何信号，电机都不转。当为高电平使能时，电机的运行状态受单片机控制。可以直接将 6 脚和 11 脚接高电平，也可以用单片机控制其端口电平高低。

(3) 因为电机是感性负载，从一种状态突然转变为另一种状态时，在电路中将会产生较大的反向电流。在电路中加入二极管是为了将产生的反向电流消耗掉，从而保护芯片和电机。

3.4 巡线模块的设计

3.4.1 红外光电管的工作原理

红外光电管由于感应的是红外线，可见光对于其影响小，常被用于智能车、机器人等制作中。红外光电管感应黑线的原理为：利用黑色具有吸光的特性，当红外发射管发射的红外光照到黑线上时，被黑线吸收，被反射回来的红外线很少，因此接收管就会收到很少的红外线，相应的表现为电阻比较大。同理当红外发射管发射出去的红外光遇到白线时，被反射回来的红外线较多，表现为阻值较小。

3.4.2 路径检测电路

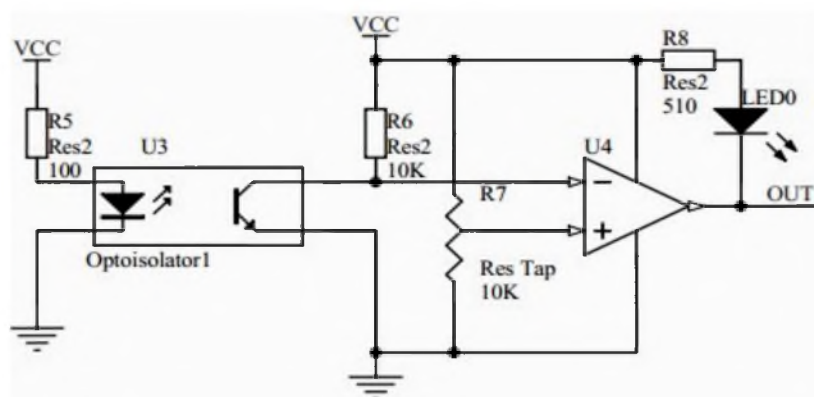


图 3-10 循迹电路图

上图中 U4 为比较器。比较器有两个输入端和一个输出端，同相输入端为“+”号，反相输入端为“-”号。同相输入端接了一个 10K 的电位器，用作电路的参考电压，当“-”端电压比“+”端电压高时，输出管呈饱和状态，输出端 OUT 为低电平，同时 LED 灯亮。当“-”端电压低于“+”端电压时，输出管截止，输出端为高电平，LED 灯灭。

3.5 避障模块的设计

3.5.1 舵机的介绍

1. 舵机的结构与原理

舵机是一种位置伺服驱动器，由舵盘、减速齿轮组、位置反馈电位计、直流电机、电路控制板等组成，可以在 0 到 180 度范围内转动，常用于角度可以不断改变并保持在的驱动中。例如机器人制作、机电系统开发、航模设计制作等控制中。

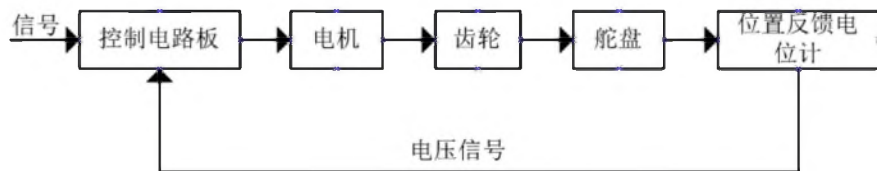


图 3-11 舵机结构原理图

舵机的工作原理：控制电路板接收来自控制线的控制信号，根据信号电机做出相应的旋转，经一连串齿轮减速后传送给舵盘。舵机内部的位置反馈电位计与输出轴是连在一起的，因此舵盘转动也会带动位置反馈电位计，反馈电位计反馈的电压信号将影响控制电路板，控制电路板依据其所在的位置来控制电机的转动方向和速度。

2. 舵机的引脚

舵机有三个输入：控制线、地线和电源线^[16]。电源线与地线为舵机内部的直流电机和控制电路提供所需的电能，通常电压在 4~6V 之间，设计时一般取 5V。控制线的输入是周期性、宽度可调的方波脉冲信号（PWM 信号）。改变方波的宽度，舵机转轴的角度也随之发生调整，角度变化值正比于脉冲宽度的变化。下图所示为舵机的输出转角和输入控制信号脉宽的对应关系：

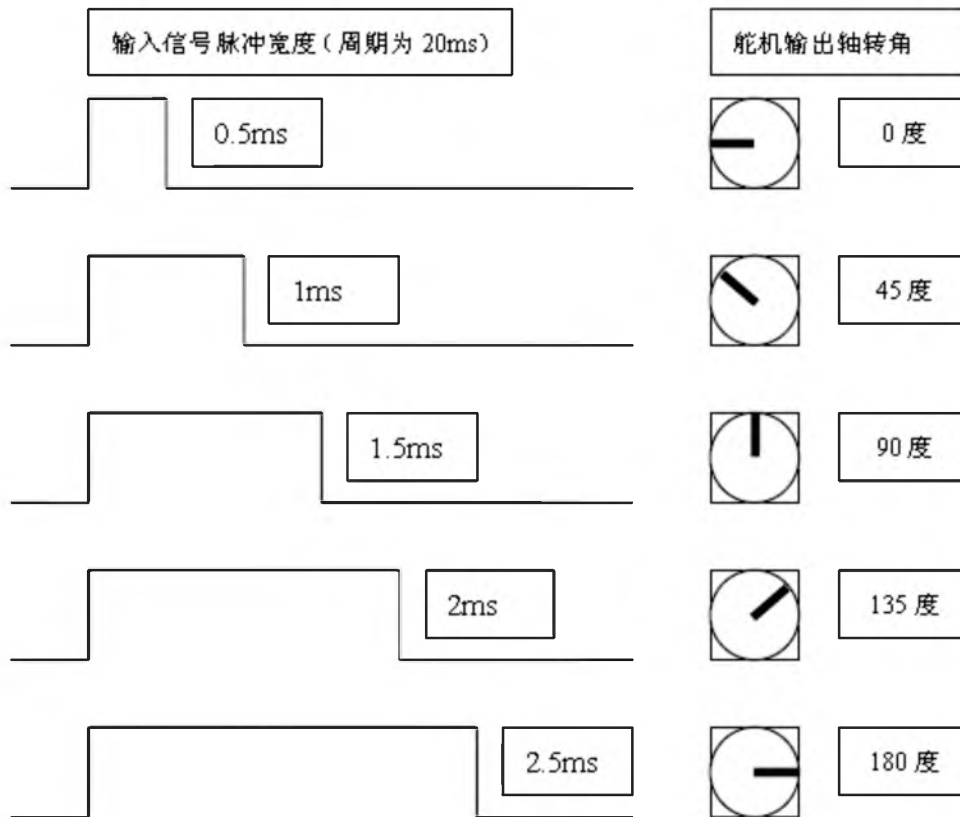


图 3-12 舵机控制信号波形图

上图可以看出输入控制信号的周期为 20ms 的脉宽调制信号, 它的脉冲宽度为 0.5ms-2.5ms, 相对应的舵机输出转角为 0-180 度, 两者之间的关系式呈线性变化的。也就是说, 只要给舵机一定宽度的脉冲信号, 舵机输出轴就会在相对应的位置上保持, 不管外界转矩如何改变, 舵机的输出轴都会保持原有的状态, 直到下一个宽度的脉冲信号到来, 输出角度才会调整到新的方位。舵机的内部设有基准电路, 可以产生宽度为 1.5ms、周期为 20ms 的基准信号, 内部还有比较器, 将基准信号与获得的外界信号进行比对, 得出大小和方向, 产生电机的转动信号。

3.5.2 超声波传感器模块的介绍^[1]

超声波传感器是一种将声信号转换成电信号的声电转换装置, 也称超声波换能器或者超声波探头。超声波被聚焦以后, 会具有良好的方向性, 当碰到两种介质的分界面时, 会发生反射与折射现象。人们利用超声波的这一特点, 就可以很好的测量发射点到被测物体的距离。其测距原理为: 超声波发射器将超

声波发射出去，同时进行计时，发射出去的超声波如果碰到障碍物将会被反射，一旦被超声波接收器接收到，计时立刻停止。空气中超声波的速度为 340m/s，根据计时时间 T，可以很容易求出障碍物与超声波发射处的距离（S），即 $S=340T/2$ [1]。

本次设计所使用的超声波测距模块的型号为 HC-SR04。其由控制电路、超声波接收和超声波控制三大部分构成。该模块的性能较为稳定，有较高的精度，测量的距离准，检测的盲区较小，具有非接触式 2cm-400cm 的感测功能，测量的精度高达 3mm。HC-SR04 有四个接口，分别为 VCC(接+5V)、地线（GND）、触发控制输入（Trig）和回响信号输出（Echo）。其电气参数为：

- (1) 工作电压：DC 5V。
- (2) 工作电流：15mA。
- (3) 工作频率：40HZ。
- (4) 最远射程：4m。
- (5) 最近射程：2cm。
- (6) 测量角度：15 度。
- (7) 触发输入信号：10Us 的 TTL 脉冲。
- (8) 回响输出信号： TTL 电平信号，跟距离成正比。
- (9) 规格尺寸：45*20*15mm。

超声波时序图为：

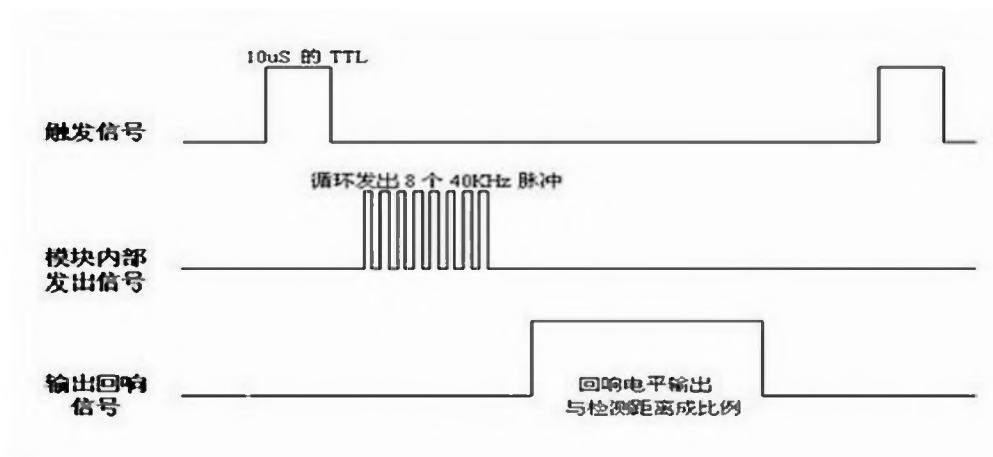


图 3-13 超声波时序图

从上面的时序图可以看出，只需提供 10Us 以上的 TTL 高电平触发信号，在模块的内部将会自动产生并发出 8 个 40KHZ 的脉冲，同时检测回波^[1]。检测发现回波后将会输出回响信号，其本质是一个脉冲，宽度 W 与被测的距离 L 成正比。所以只需知道发射出去的信号到接收回来的信号之间的时间，就可以求出被测物体的距离。其距离计算公式为： $L=W/58$ （cm）或者 $L=高电平时间*声速$ （340m/s）/2^[1]。

3.6 红外遥控模块的设计

1. 概述

红外线 IrDA, 简称 IR, 可以进行无线数据的传输。红外传输的方式是点对点的无线传送，传输时需要对准方向，且传输距离较短，无法穿越障碍物。在日常的生活中，红外线的使用非常广泛，如红外鼠标、红外打印机等。其中最常见要属红外遥控，它是目前使用范围最广的。因为红外遥控装置的体积较小、有较低的功耗、功能较强、成本较低的优点，被广泛应用于空调、电视等家用电器中。在辐射很强、压强较大的工业场合，红外遥控装置的运用不仅较为可靠，而且还能在一定程度上防止电气干扰^[6]。

2. 红外遥控系统

红外遥控系统通常由红外发射部分与红外接收部分构成，利用编/解码集成芯片进行控制^[4]。下图所示为红外遥控系统的示意图：

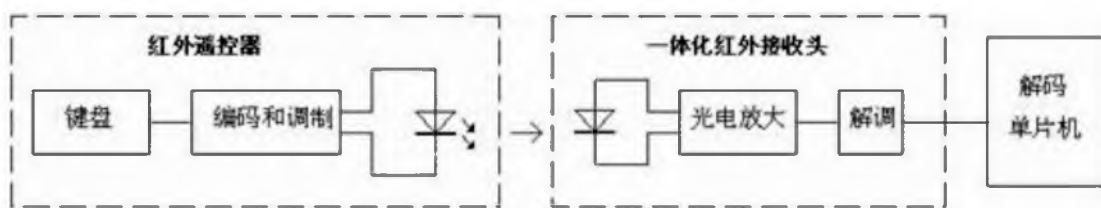


图 3-14 红外遥控系统示意图

3. 遥控信号的调制与解调

红外遥控装置所发出的信号是一条不间断的二进制脉冲码。传输红外信号时很容易被外界干扰，为了避免干扰，一般会把红外信号调制到特定的载波频率上，通过红外发光二极管发射。红外接收装置根据特定的频率来接收相应的红外信号并把它还原成二进制脉冲码。这个过程称为解调。载波频率的取值范

围为：30KHZ~60KHZ。

4. 遥控编码

红外信号的传输有两种状态，一种被称为空号（或称为“0”状态），指的是没有任何红外信号发出的状态。另一种被称为传号（或称为“1”状态），指的是以脉冲方式按特定频率发出的信号。由于红外信号是二进制脉冲码，就需要对空号和传号进行不同的组合，这种方式称为遥控编码。常用的红外遥控编码方式有以下3种：

(1) 移频键控方式（FSK）

二进制中的“0”和“1”采用两种不同的脉冲频率来表示。

(2) 脉冲位置编码方式（PPW）

改变传号脉冲的位置，不改变二进制数每位占用的时间。空号在传号前面的表示二进制数“1”，空号在传号后面的表示二进制数“0”。

(3) 脉冲宽度编码方式（PWM）

二进制数用传号脉冲的宽度来表示。“1”用宽的传号脉冲来表示，“0”用窄的传号脉冲来表示。用等宽的空号将每位二进制数间隔开来。

5. 红外信号传输协议

本次设计使用的是东芝系列的红外发射装置：TC9012。它具有1:3的占空比，38KHZ的载波频率。只要有键按下，就会发出相应的遥控码。

引导码的脉冲宽度为9ms，包括4.5ms的载波信号与4.5ms的载波关断信号：

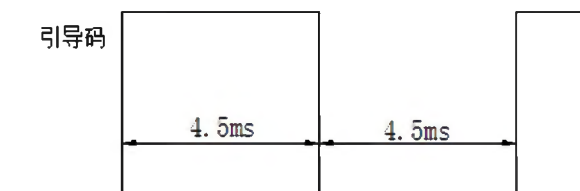


图 3-15 引导码波形图

不同的键产生的数据码是不一样的，接收端根据接收到的数据码完成相应的操作。数据码反码的作用是将接收到的数据取反后与数据码进行比较，倘若不相等，则说明数据在传输的过程中编码发生了变化，数据就会失真被认为是无效的数据，有利于接收数据准确性的提高。0.56ms 的载波信号构成同步位，用来标志最后一位编码是“0”或“1”的标志位。

6. 一体化红外接收头

使用一体化红外接收器来接收红外信号，在它的内部结构中含有接收与放大的电路因此不用额外的转换元件，便可接收红外信号和输出 TTL 电平信号。此接收头有三个引脚分别为 Out、GND 和 VCC。如下图所示：



图 3-19 一体化红外接收头

- (1) 脉冲信号输出端，与单片机的 I/O 口相接。
- (2) GND 接 系统的地线 (0V)。
- (3) VCC 接 系统的电源正极 (+5V)。

7. 红外解码原理

当没有键按下时，接收头输出高电平。当接收到 38KHZ 的红外信号时，接收头则输出低电平，与之相连的单片机 I/O 口的电平也会发生相应改变。解码的方式有两种，一种方式是外部中断方式，当单片机的 I/O 口变为低电平时，就会进去中断函数对红外信号进行解码。另一种是查询方式，在主函数的无限循环中不断的检测接收头输出端的电平。解码的关键是区别“0”和“1”，它们开始都是 0.56ms 的高电平，但它们的低电平宽度是不同的。因此我们可以根据低电平的宽度来判断出“0”和“1”。当 0.56ms 的高电平过后进行延时，0.565ms 后，若为低电平，则说明该位是“0”，反之则为“1”。

3.7 显示模块电路设计

本次设计的模块较多，为了方便的知道小车运行的状态，需要加显示器件进行实时的显示。根据设计需要，本次设计采用 LCD1602 来显示小车的运行状

态。LCD1602 是字符型液晶器件，常被用来显示符号、数字和字母。它的内部包括 5×7 或 5×11 个点阵字符位，每个字符位可以显现一个字符，每位之间还设有一个点距的间隔，行与行之间也会有一定的间隔，可以很好的起到行间距与字符间距的作用^[10]。LCD1602 可以显示 2 行每行 16 个字符，共 32 个字符。

1. 主要技术参数：

显示容量：16×2 个字符。

工作电压：4.5—5.5V。

工作电流：2.0mA(5.0V)。

显示字符尺寸：2.95×4.35(W×H)mm。

2. 引脚说明：

VSS：电源地。

VCC：电源正极，接+5V。

V0(VL)：液晶显示器对比度调节端。接电源正极时对比度最低，接电源地时对比度最高。设计电路时要避免对比度过高而产生“鬼影”的现象。通常的做法是接一个 10K 的电位器，液晶的对比度便可用它来调节。

RS：寄存器选择端。高电平时是数据寄存器，低电平时是指令寄存器。

RW：读写信号端。低电平时为写操作，高电平时为读操作。

E (EN)：使能端。要执行命令，E 端的电平需由高变低。

DB0~DB7：8 位双向数据端。

A：背光源正极。

K：背光源负极。

3. 电路图：

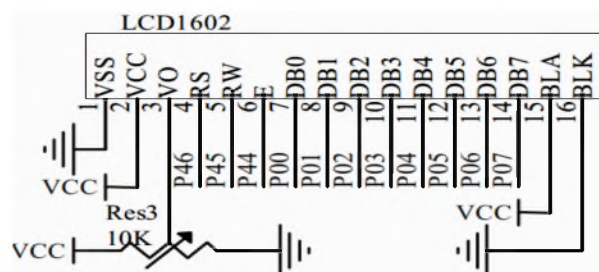


图 3-20 液晶显示电路图

图 3-20 中，VSS 接地，VCC 接+5V。这两个引脚主要是为 LCD1602 提供电能。VO 引脚接 10K 电阻，可对显示器进行对比度调节。4 至 6 号角为显示器控制端，具体可参照引脚说明。DB0 到 DB7 为数据传输端口，通过单片机的 I/O 向其输入数据。

4. 系统软件设计

通常情况下，硬件和软件构成整个系统。硬件是基础，软件便是整个系统的灵魂。程序员把自己的思想编写成软件代码，通过软件代码来控制整个系统的运行。可见软件对于一个系统的重要性。本设计选用目前使用非常广泛的 C 语言作为程序编写语言。采用模块化编程，使整个软件框架清新，各个模块的调试变得更简单。此次设计的模块有：电机控制程序设计、红外循迹程序设计、舵机加超声波避障程序设计、红外遥控程序设计。

4.1 主程序设计

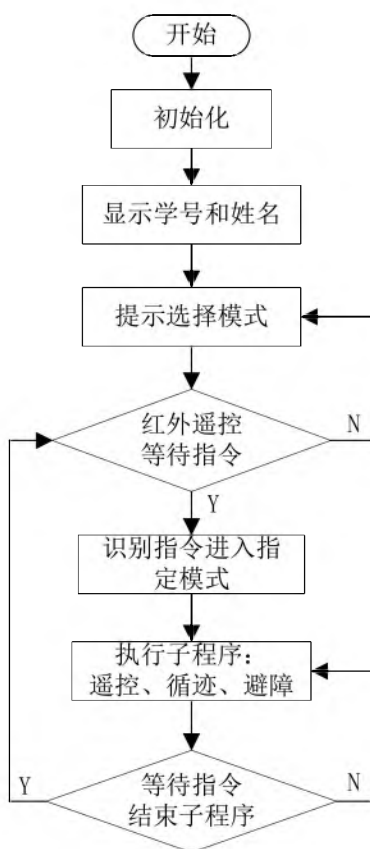


图 4-1 主程序流程图

首先对各寄存器、定时器进行初始化，通过 LCD1602 液晶显示器进行信息显示和操作提示，通过红外遥控器进入子模式演示。子模式有遥控、循迹、避障。其接口函数定义如下：

```
extern void Remote_control(void); //红外遥控函数接口定义[1]
extern void Avoidance(void); //避障函数接口定义
extern void CarGoLine(); //循迹函数接口定义
```

4.2 电机控制程序设计

根据接收到的单片机指令模式来控制小车前进、后退、停止、左转、右转。其控制流程如图所示：

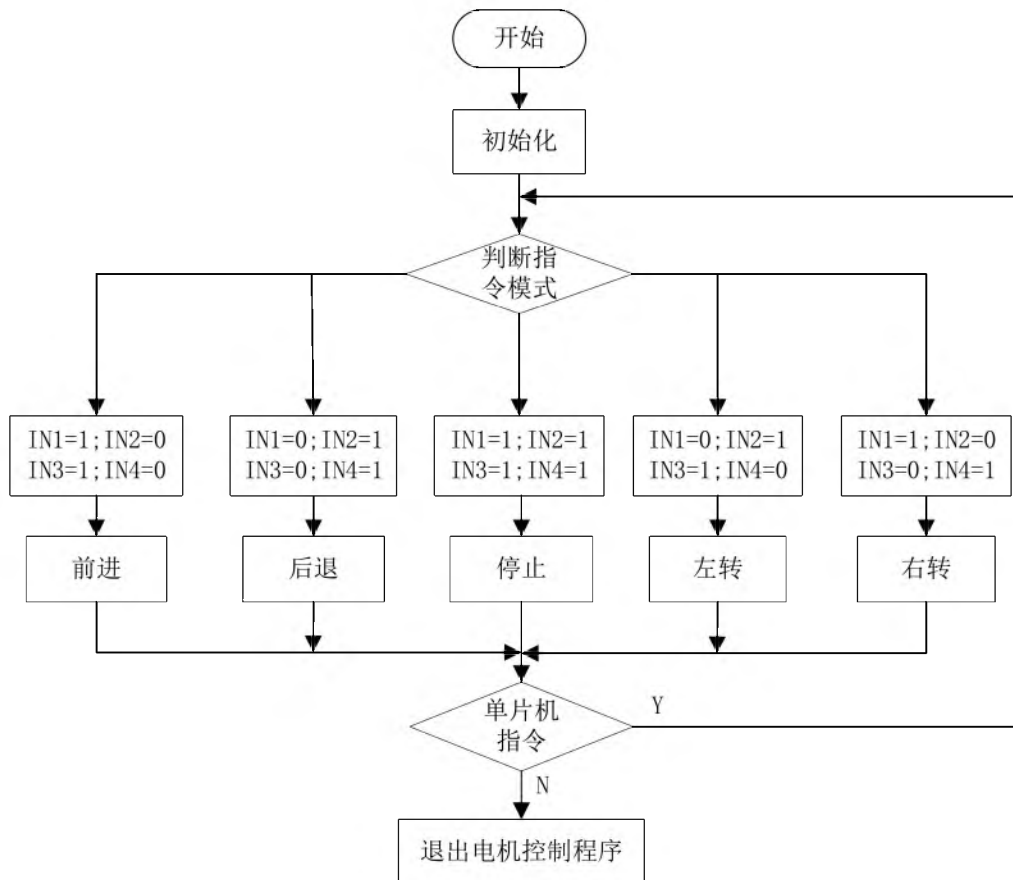


图 4-2 电机控制程序流程图

电机接口函数定义如下：

```
extern void CarGo(); //小车前进函数接口定义
extern void CarBack(); //小车后退函数接口定义
```

```

extern void CarStop() ;//小车停止函数接口定义
extern void CarTurnLeft() ;//小车左转函数接口定义
extern void CarTurnRight() ;//小车右转函数接口定义
extern void InitPwm() ;//初始化 PWM 波函数接口定义

```

4.3 红外循迹程序设计

红外循迹模块是通过红外光电管将检测的信号传给单片机处理，单片机根据信号控制电机做出相应的动作。其控制流程图如下所示：

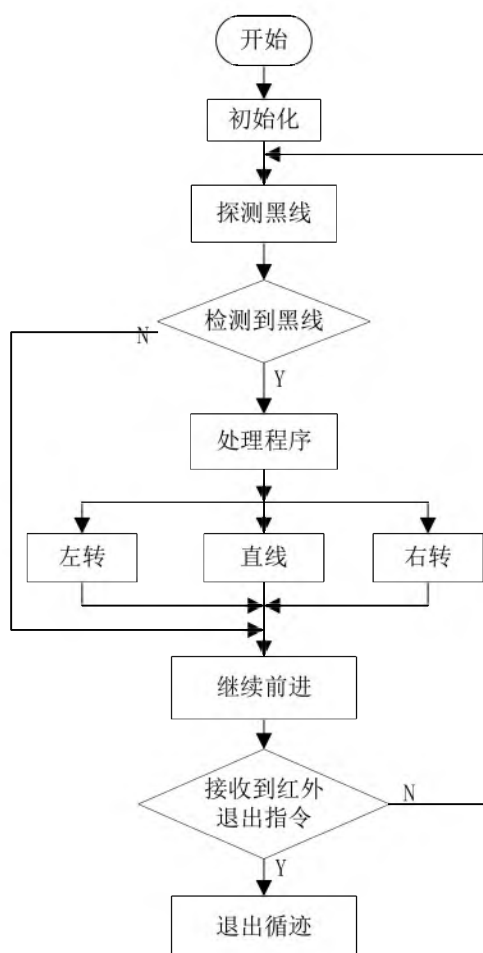


图 4-3 红外循迹程序流程图

红外循迹简化程序逻辑如下所示：

```

if(SS_head==0)//头传感器看到黑线，输出数值为 0
{
    SetSpeed(LEFT, 40) ;//设置小车速度

```

```
        SetSpeed(RIGHT, 40);  
        CarGo(); 小车前进  
    }  
    else if(SS_left2==0)//碰到向左弯曲的直角弯道。  
    else if(SS_right2==0)//碰到向右弯曲的直角弯道。  
    elseif((SS_head==1)&&(SS_left1==0)&&(SS_right1==1)&&(SS_left2==1)  
&&(SS_right2==1))//碰到向左弯曲的弯道  
    elseif((SS_head==1)&&(SS_left1==1)&&(SS_right1==0)&&(SS_left2==1)  
&&(SS_right2==1)) //碰到向右弯曲的非直角弯道
```

4.4 舵机加超声波避障程序设计

超声波与舵机是连接在一起的，舵机的左右转动也会带动超声波左右转动测距，超声波将左右测得的距离与标准的比较从而控制电机的转动来实现避障。

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/937060001042006056>