



# 邵阳职业技术学院

## 毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目：基于单片机的数字直流调速系统的设计

学生姓名：罗靖霖

学 号：201810300807

系 部：电梯工程学院

专 业：机电一体化技术

班 级：机电 1181

指导老师：刘辉

二 〇 二 一 年 六 月 一 日



## 目 录

一、绪论.....	4
(一) 设计的背景与意义.....	4
(二) 设计要求.....	4
二、方案的选择.....	5
三、系统硬件设计.....	7
(一) 单片机的选择.....	7
(二) H 桥驱动电路.....	9
(三) 传感器的测速模块.....	10
(四) 显示模块.....	11
(五) 按键模块.....	11
四、系统软件设计.....	13
(一) 软件介绍.....	13
(二) 系统原理图.....	14
(三) 主程序流程图.....	15
五、成果.....	16
参考文献.....	17
致谢.....	18
附录 程序清单.....	19



# 基于单片机的数字直流调速系统的设计

## [摘要]

本设计介绍一种基于 STC89C52 单片机控制的 PWM 直流电机脉宽调速系统。系统以廉价的 STC89C52 单片机为控制核心，以直流电机为控制对象，电机的转速可通过按键进行调整。利用单片机作为控制核心设计直流电机的调速系统，解决以往复杂的模拟电路设计问题，增加对直流电机速度的可控性，提高调速系统的精度，且成本低廉，具有很好的使用价值。

[关键词] 直流电机 PWM 脉宽调速 STC89C52



## 一、绪论

### （一）设计的背景与意义

在现代电子产品中，自动控制系统，电子仪器设备、家用电器、电子玩具等等方面，直流电机都得到了广泛的应用。大家熟悉的录音机、电唱机、录相机、电子计算机、工业设备等，都不能缺少直流电机。所以直流电机的控制是一门很实用的技术。

直流电机具有良好的启动性能和调速特性，它的特点是启动转矩大，最大转矩大，能在宽广的范围内平滑、经济地调速，转速控制容易，调速后效率很高。与交流调速相比，直流电机结构简单，生产成本低，维护工作量小。随着大功率晶体管的问世以及矢量控制技术的成熟，使得矢量控制变频技术获得迅猛发展，从而研制出各种类型、各种功率的变频调速装置，并在工业上得到广泛应用。适用范围：直流调速器在数控机床、造纸印刷、包装机械、印制电路板设备、医疗设备、通讯设备、雷达设备、等行业广泛应用。高性能的交流传动应用比重逐年上升，在工业部门中，用可调速直流传动取代交流传动将成为历史的必然。

尽管如此，我认为设计一个直流电机调速系统，不论是从学习还是实践的角度，对一名电子信息工程专业的大学生都会产生积极地作用。

### （二）设计要求

任务：单片机为控制核心的直流电机调速控制系统，设计的主要内容以及技术参数：

- ①直流电机的启动、停止；
- ②直流电机的正转、反转；
- ③直流电机的加速、减速；
- ④直流电机的转速在数码管上显示。

## 二、方案的选择

### 1. 方案一：PWM 直流调速

采用由达林顿管组成的 H 型 PWM 电路（图 2-1）。用单片机控制达林顿管使之工作在占空比可调的开关状态，精确调整电动机转速。这种电路由于工作在管子的饱和截止模式下，效率非常高；H 型电路保证了可以简单地实现转速和方向的控制；电子开关的速度很快，稳定性也极佳，是一种广泛采用的 PWM 调速技术。我们采用了定频调宽方式，因为采用这种方式，电动机在运转时比较稳定；并且在采用单片机产生 PWM 脉冲的软件实现上比较方便。且对于直流电机，采用软件延时所产生的定时误差在允许范围。

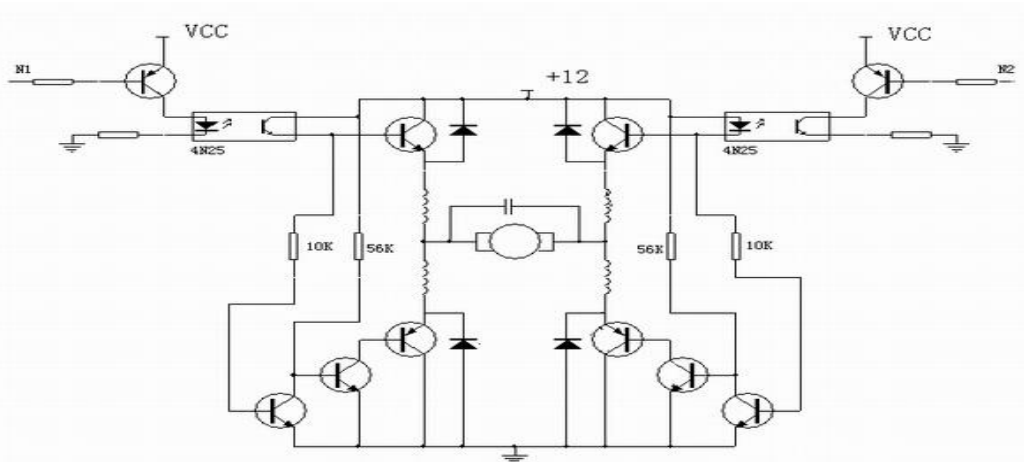


图 2-1 PWM 调速电路

其结构图如图 2-2 所示：

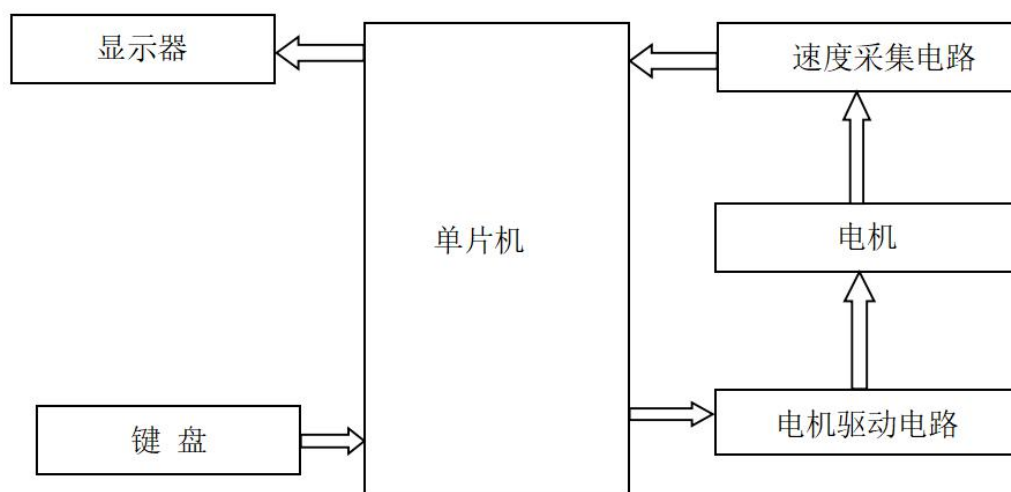


图 2-2 电机调速系统框图

### 2. 方案二：晶闸管调速

采用闸流管或汞弧整流器的离子拖动系统是最早应用静止式变流装置供电的直流电

动机调速系统。1957年，晶闸管（俗称“可控硅”）问世，到了60年代，已生产出成套的晶闸管整流装置，并应用于直流电动机调速系统，即晶闸管可控整流器供电的直流调速系统（V-M系统）。如图2-3，VT是晶闸管可控整流器，通过调节触发装置GT的控制电压 $U_c$ 来移动触发脉冲的相位，即可改变整流电压 $U_d$ ，从而实现平滑调速。晶闸管整流装置不仅在经济性和可靠性上都有很大提高，而且在技术性能上也显示出较大的优越性；晶闸管可控整流器的功率放大倍数在 $10^4$ 以上，其门极电流可以直接用晶体管来控制，不再像直流发电机那样需要较大功率的放大器。在控制作用的快速性上，变流机组是秒级，而晶闸管整流器是毫秒级，这将大大提高系统的动态性能。因此，在60年代到70年代，晶闸管可控整流器供电的直流调速系统（V-M系统）代替旋转变流机组直流电动机调速系统（G-M系统），得到了广泛的应用。但是由于晶闸管的单向导电性，它不允许电流反向，给系统的可逆运行造成困难；晶闸管对过电压、过电流和过高的 $du/dt$ 与 $di/dt$ 都十分敏感，若超过允许值会在很短的时间内损坏器件。另外，由谐波与无功功率引起电网电压波形畸变，殃及附近的用电设备，造成“电力公害”，因此必须添置无功补偿和谐波滤波装置。

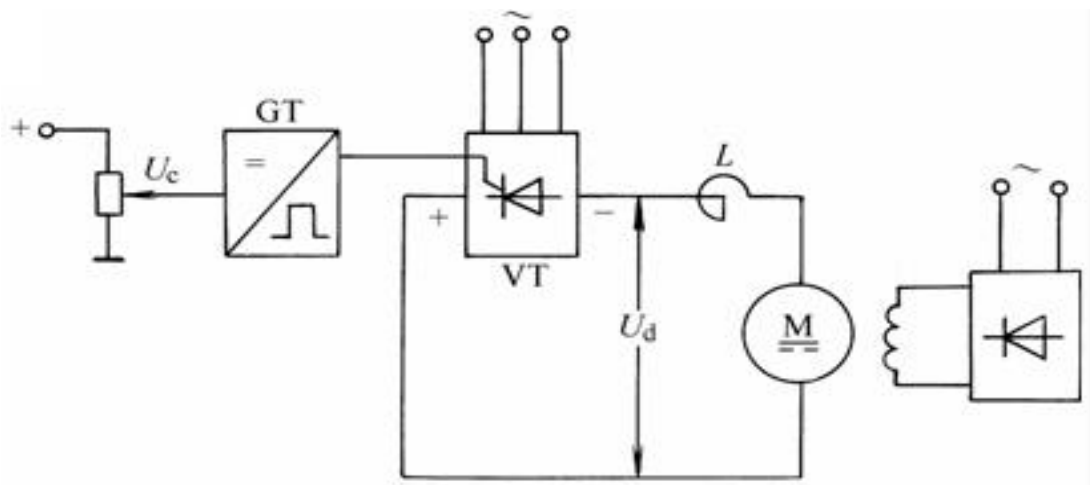


图 2-3 晶闸管可控整流器供电的直流调速系统（V-M 系统）

鉴于方案二调速特性优良、调整平滑、调速范围广、过载能力大，因此本设计采用方案一。

### 三、系统硬件设计

本系统采用 89C52 控制输出数据，由 PWM 信号发生电路产生 PWM 信号，送到直流电机，直流电机驱动装于电机轴上的码盘来对电机转动的转数进行测量。

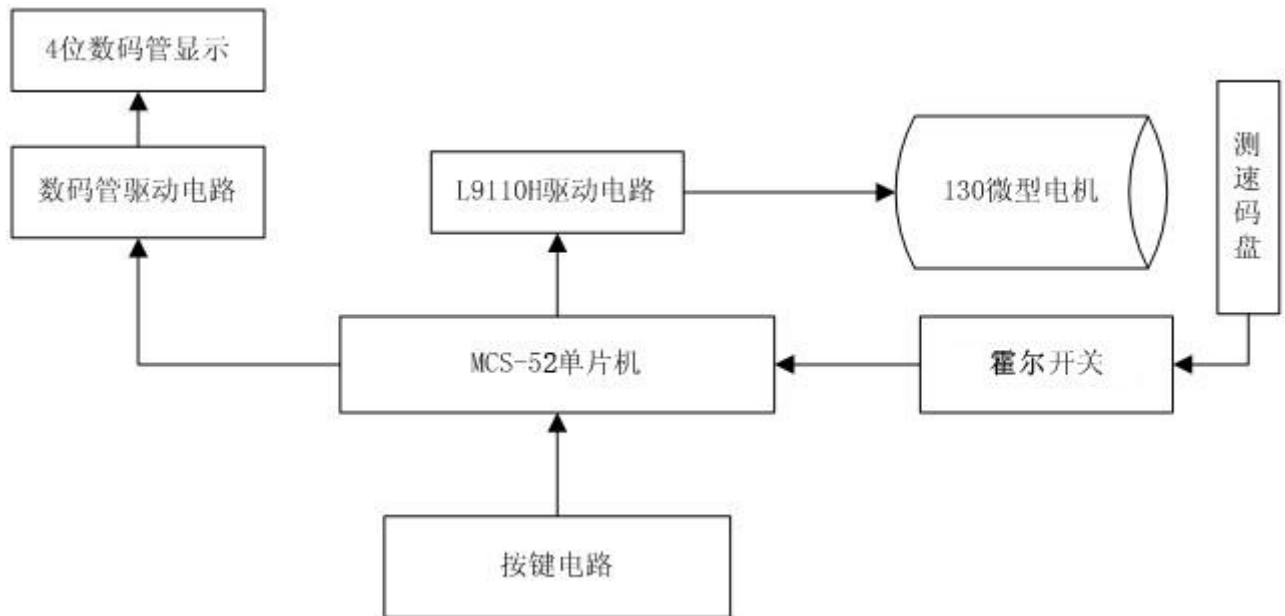


图 3-1 系统设计总框架图

通过按键电路，信号输入进单片机，然后从单片机通过驱动电路使电机转动，电机有磁铁一段转到霍尔器件时，电压改变而产生信号又送入单片机，单电机再把信号通过数码管驱动电路，最终使得数值在数码管上显示。

#### （一）单片机的选择

本设计采用 STC89C52 单片机，它是美国 Atmel 公司生产的低电压，高性能 CMOS 8 位单片机，片内含 8k bytes 的可反复擦写的只读程序存储器（PEROM）和 256bytes 的随机存取数据存储器（RAM），STC89C52 有 40 个引脚，32 个外部双向输入/输出（I/O）端口，同时内含 2 个外中断口，3 个 16 位可编程定时计数器，2 个全双工串行通信口，2 个读写口线。

主要功能特性：

- 兼容 MCS51 指令系统。
- 8k 可反复擦写 (>1000 次) Flash ROM, 32 个双向 I/O 口, 256x8bit 内部 RAM, 时钟频率 0-24MHz, 可编程 UART 串行通道。
- 3 个 16 位可编程定时/计数器中断, 2 个串行中断, 2 个外部中断源, 共 6 个中断源, 2 个读写中断口线。

其引脚排列图如下图 3-5:

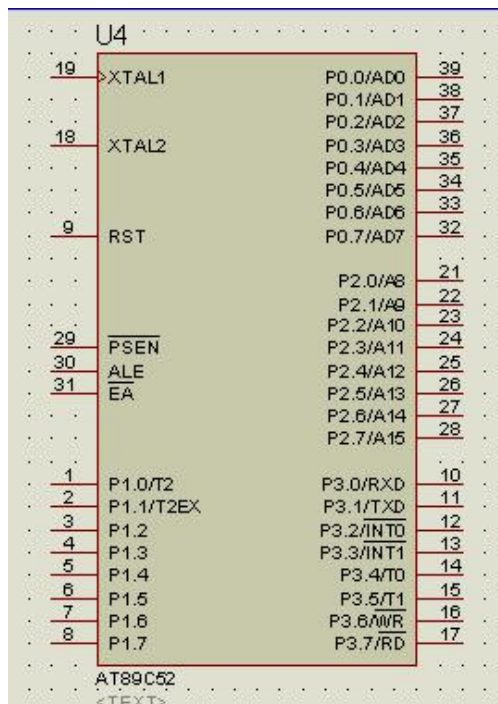


图 3-2 STC89C52 的引脚排列

引脚功能如下:

- VCC: 电源电压
- GND: 地

• P0 口: P0 口是一组 8 位漏极开路型双向 I/O 口, 也即地址/数据总线复用口。作为输出口用时, 每位能吸收电流的方式驱动 8 个 TTL 逻辑门电路, 对端口 P0 写“1”时, 可作为高阻抗输入端用。在访问外部数据存储器或程序存储器时, 这组口线分时转换地址(低 8 位)和数据总线复用, 在访问期间激活内部上拉电阻。

• P1 口: P1 是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口, P1 的输出缓冲级可驱动(吸收或输出电流) 4 个 TTL 逻辑门电路。对端口写“1”, 通过内部的上拉电阻把端口拉到高电平, 此时可作输入口。作输入口使用时, 因为内部存在上拉电阻, 某个引脚被外部信号拉低时会输出一个电流 ( $I_{IL}$ )。

• P2 口: P2 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口, P2 的输出缓冲级可驱动(吸收或输出电流) 4 个 TTL 逻辑门电路。对端口 P2 写“1”, 通过内部的上拉电阻把端口拉到高电平, 此时可作输入口, 作输入口使用时, 因为内部存在上拉电阻, 某个引脚被外部信号拉低时会输出一个电流 ( $I_{IL}$ )。在访问 8 位地址的外部数据存储器(如执行 MOVX@RI 指令)时, P2 口输出 P2 锁存器的内容。





Flash 编程或校验时，P2 亦接收高位地址和一些控制信号。

- P3 口：P3 口是一组带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。P3 口输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4 个 TTL 逻辑门电路。对 P3 口写入“1”时，它们被内部上位电阻拉高并可作为输入端口。此时，被外部拉低的 P3 口将用上拉电阻输出电流（ $I_{IL}$ ）。P3 口除了作为一般的 I/O 口线外，更重要的用途是它的第二功能，如下表 3.1 所示。

- 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使单片复位。

- 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。

- 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中的指令。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。

表 3-1 P3 口的第二功能

端口引脚	第二功能
P3.0	RXD（串行输入口）
P3.1	TXD（串行输出口）
P3.2	INT0（外中断 0）
P3.3	INT1（外中断 1）
P3.4	T0（定时/计数器 0）
P3.5	T1（定时/计数器 1）
P3.6	WR（外部数据存储器写选通）
P3.7	RD（外部数据存储器读选通）

- XTAL1：振荡器反相放大器的及内部时钟发生器的输入端。
- XTAL2：振荡器反相放大器的输出端。

## （二）H 桥驱动电路



基于三极管的使用机理和特性，在驱动电机中采用 H 桥功率驱动电路直流电机控制使用 H 桥驱动电路如图 3-3，当 PWM1 为低电平，PWM2 为高电平时，使三极管 Q1、Q6 同时导通 Q2、Q5 截止，从而实现电机正向转动以及转速的控制；同理，当 PWM1 为高电平，PWM2 为高电平时，使三极管 Q2、Q5 同时导通 Q1、Q6 截止，从而实现电机反向转动以及转速的控制。

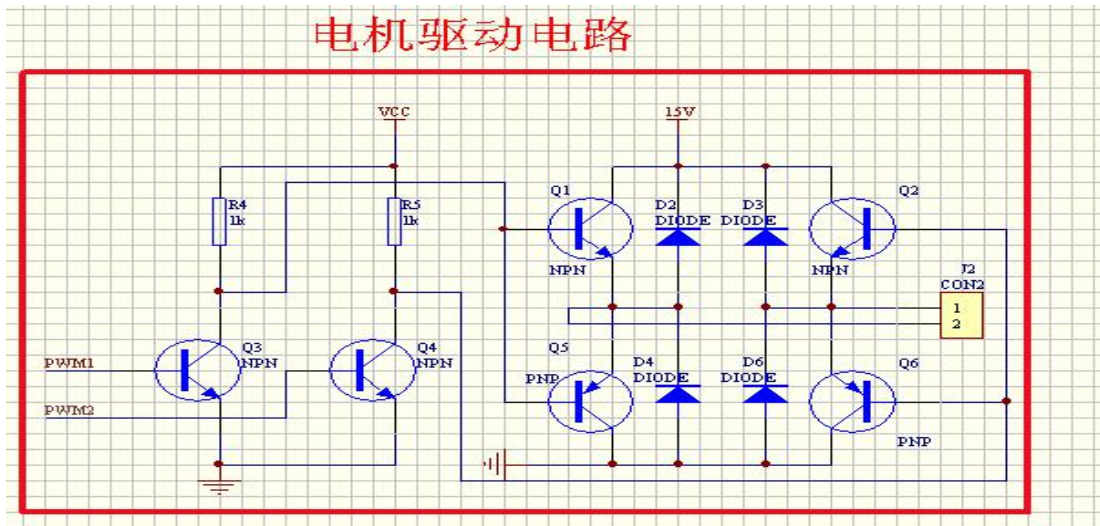


图 3-3 H 桥的电机驱动电路

### (三) 传感器的测速模块

#### 1. 霍尔传感器的工作原理

霍尔效应：在一块半导体薄片上，当它被置于磁感应强度为  $B$  的磁场中，如果在它相对的两边通以控制电流  $I$ ，且磁场方向与电流方向正交，则在半导体另外两边将产生一个大小与控制电流  $I$  和磁感应强度  $B$  乘积成正比的电势  $E_H$ ，即  $E_H = K_H IB$ ，其中  $K_H$  为霍尔元件的灵敏度。该电势称为霍尔电势，半导体薄片就是霍尔元件。

工作原理：霍尔开关集成电路中的信号放大器将霍尔元件产生的幅值随磁场强度变化的霍尔电压  $E_H$  放大后再经信号变换器、驱动器进行整形、放大后输出幅值相等、频率变化的方波信号。信号输出端每输出一个周期的方波，代表转过了一个齿。单位时间内输出的脉冲数  $N$ ，因此可求出单位时间内的速度  $V = NT$ 。

#### 2. 霍尔传感器的电路原理图

霍尔效应： $E_H = K_H IB$  其中  $K_H$  是系数， $I$  是电流， $B$  是磁感应强度。当电机转动时，有磁铁一端转到霍尔器件时，电压就会改变，而产生一个脉冲送入单片机。

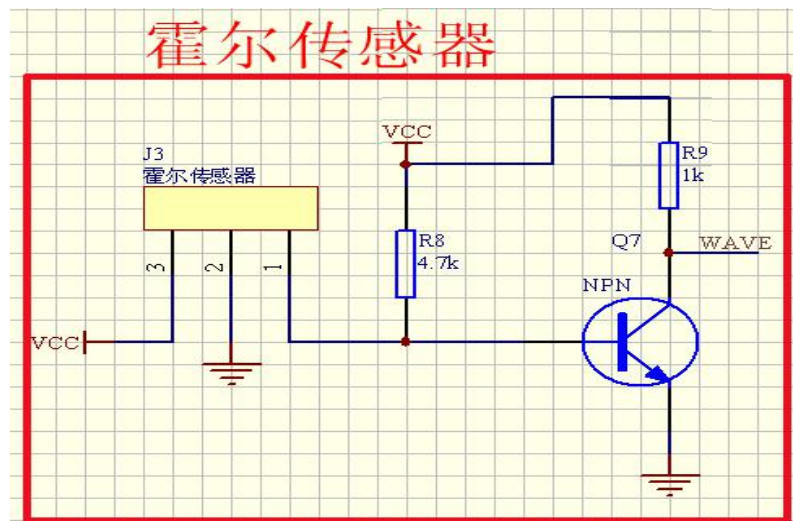


图 3-4 霍尔传感器的测速电路

#### (四) 显示模块

方案一：

选择主控为 ST7920 的带字库的 LCD12864 来显示信息。12864 是一款通用的液晶显示屏，能够显示多数常用的汉字及 ASCII 码，而且能够绘制图片，描点画线，设计成比较理想的结果。

方案二：

采用四个 LED 发光二极管显示，其成本低，简单明了，容易显示控制。

综合以上方案，我们选择了经济实惠 LED 来作为速度级别显示。

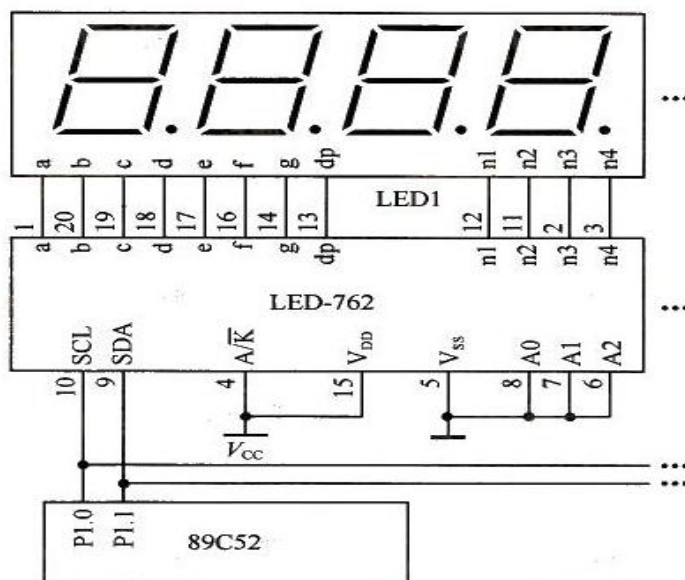
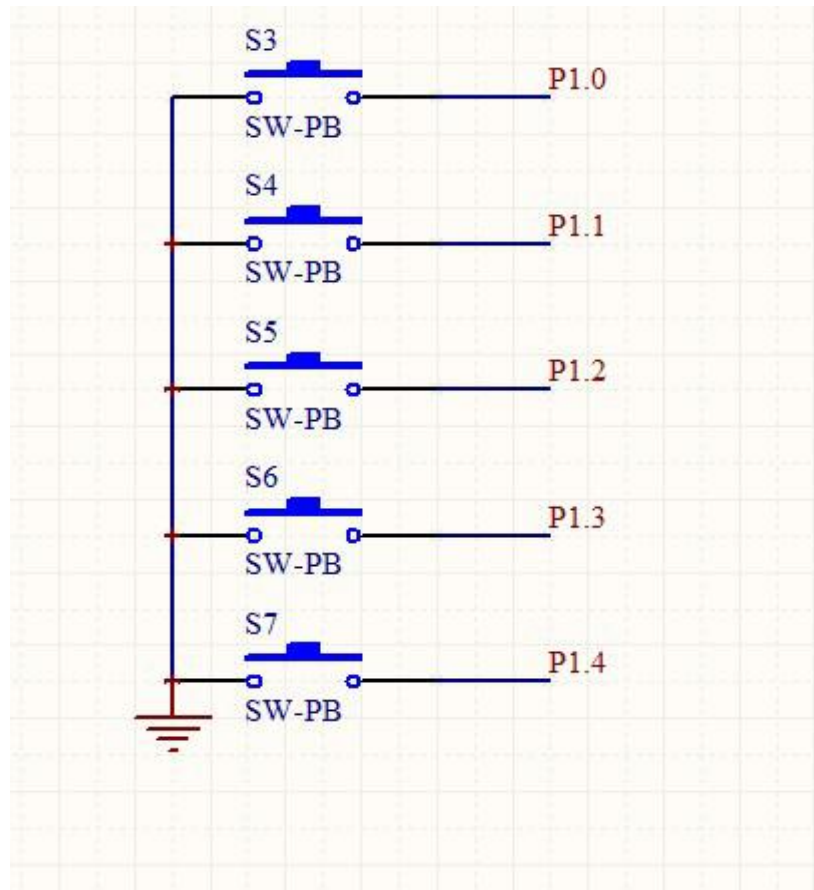


图 3-5 LED 原理图

#### (五) 按键模块



3-6 按键框架图

按键部分，有 5 个按键，按钮如上图所示：S3 键是正转按钮，S4 键是反转按钮，S5 键是加速按钮，S6 键是减速按钮，S7 键停止按钮。

## 四、系统软件设计

### （一）软件介绍

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，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。按照系统功能来划分，Protel99se 主要包含 6 个功能模块：电路工程设计部分、印刷电路板设计系统、自动布线系统、电路模拟仿真系统、可编程逻辑设计系统、高级信号完整性分析系统。存储器 and 特殊功能寄存器的存取、中断功能、灵活的指针

KeilC52 软件提供丰富的库函数和功能强大的集成开发调试工具，全 Windows 界面。另外重要的一点，只要看一下编译后生成的汇编代码，就能体会到 KeilC52 生成的目标代码效率非常之高，多数语句生成的汇编代码很紧凑，容易理解。在开发大型软件时更能体现高级语言的优势。KEIL C52 编译器由 uVision2 集成开发环境与编辑器和调试器以及 C52 编译器组成。其中 uVision2 集成开发环境中的工程(project)是由源文件、开发工具选项以及编程说明三部分组成的；编辑器和调试器包括源代码编辑器、断点设置、调试函数语言、变量和存储器。

Proteus 软件是一种低投资的电子设计自动化软件，提供可仿真数字和模拟、交流和直流等数千种元器件和多达 30 多个元件库。Proteus 软件提供多种现实存在的虚拟仪器仪表。此外，Proteus 还提供图形显示功能，可以将线路上变化的信号，以图形的方式实时地显示出来。这些虚拟仪器仪表具有理想的参数指标，例如极高的输入阻抗、极低的输出阻抗，尽可能减少仪器对测量结果的影响，Proteus 软件提供丰富的测试信号用于电路的测试。这些测试信号包括模拟信号和数字信号。提供 Schematic Drawing、SPICE 仿真与 PCB 设计功能，同时可以仿真单片机和周边设备，可以仿真 51 系列、AVR、PIC 等常用的 MCU，并提供周边设备的仿真，例如 373、led、示波器等。Proteus 提供了大量的元件库，有 RAM、ROM、键盘、马达、LED、LCD、AD/DA、部分 SPI 器件、部分 IIC 器件，编译方面支持 Keil 和 MPLAB 等编译器。一台计算机、一套电子仿真软件，在加上一本虚拟实验教程，就可相当于一个设备先进的实验室。以虚代实、以软代硬，就建立一个完善的虚拟实验室。在计算机上学习电工基础，模拟电路、数字电路、单片机应用系统等课程，并进行电路设计、仿真、调试等。当电路设计完成之后，为了减少在电路板上调试时的难度，保

证电路设计的正确性，将 Keil c52 编译生成的\*.HEX 文件载入 Proteus 软件，实现电路仿真。

## (二) 系统原理图

- ①正转时，电机正转，数码管最高位显示上“0”，其它三位先所给定频率。
- ②反转时，电机反转，数码管最高位显示下“0”，其它三位先所给定频率。

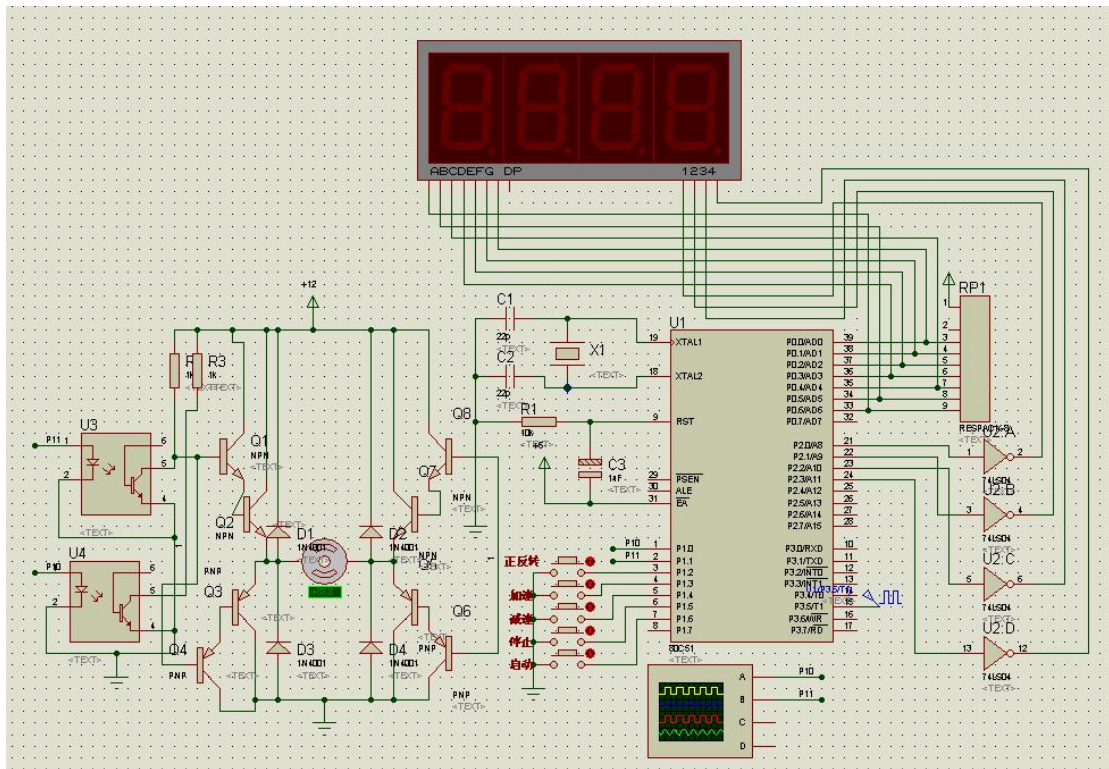


图 4-1 直流电机的调试功能仿真如下图



(三) 主程序流程图

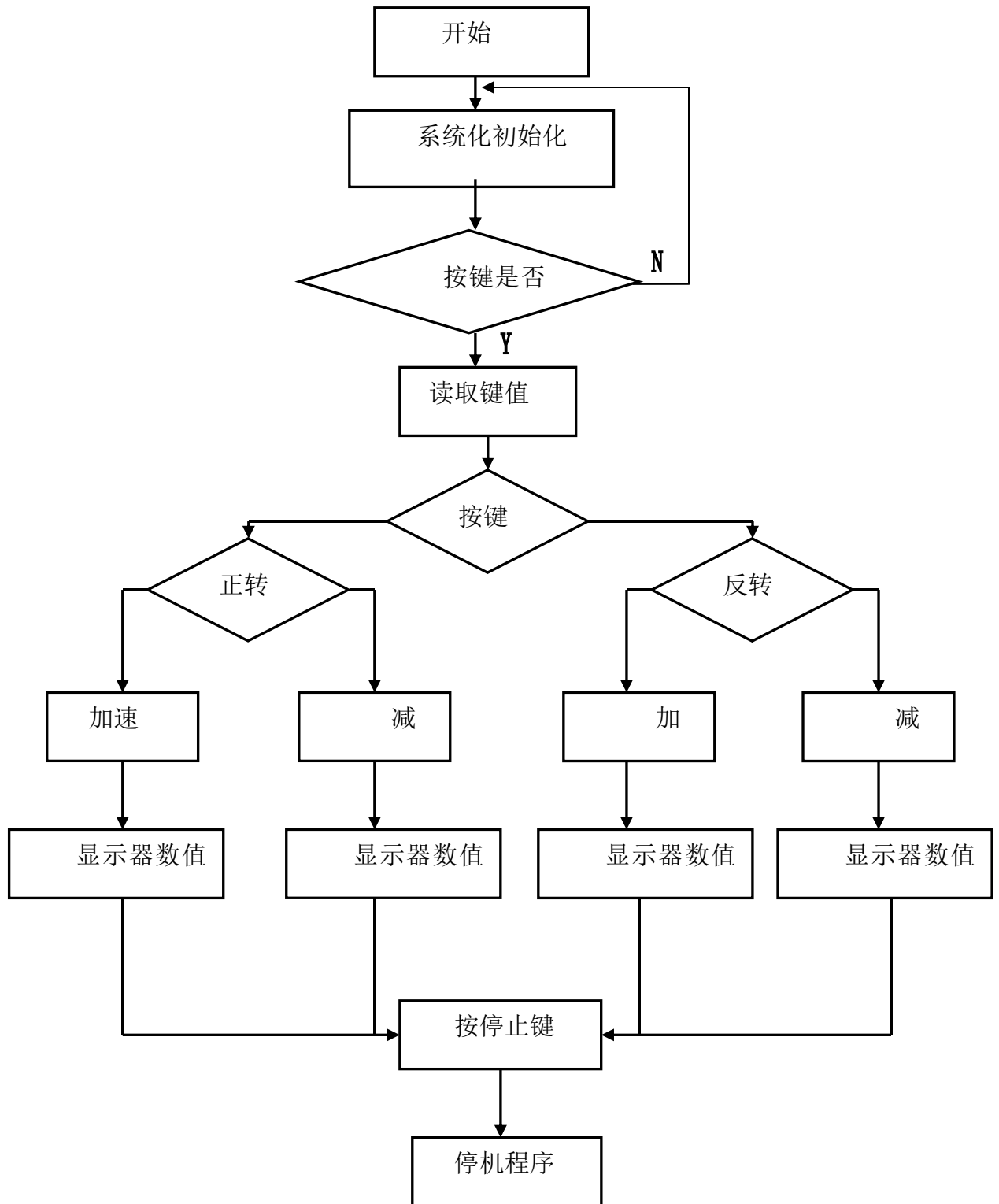


图 4-2 主程序流程图



## 五、成果

本设计采用了单片机技术来实现直流电机的调速，则直流电机具有良好的启动性能和调速特性，它的特点是启动转矩大，最大转矩大，能在宽广的范围内平滑、经济地调速，转速控制容易，调速后效率很高，因而具有较宽的应用范围和广阔的应用的前景。

通过这次毕业设计，我深深懂得了要不断把所学知识学以致用，也发现了自己的知识薄弱，还需通过自身不断努力，不断提高自己的分析问题、解决问题的能力，同时也提高了我的专业技能，拓展了我的专业知识面，使我更加体会到要想完成一件事必须认真、踏实、勤于思考、和谨慎稳重。





## 参考文献

- [1] 邵红硕. 一种基于 SHE-PWM 控制法的单相光伏逆变器设计与研究[J]. 机电信息, 2021:10-28
- [2] 江志红. 51 单片机技术与应用系统开发案例精选 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2018:12-24
- [3] 王立红. 直流调速系统神经模糊自适应控制器设计[J]. 机电工程技术, 2021:4-13
- [4] 余焱, 王勇, 黎灿兵, 孙佳. SVPWM 教学研究之空间矢量[J]. 电气电子教学学报, 2021:02
- [5] 秦国锋, 潘峰. 电动汽车 PMSM 双矢量转矩无差拍 MPTC 研究[J]. 山西: 太原科技大学学报, 2021:15-35
- [6] 胡昊雨, 王聪. 定子电流串联模型无速度传感器异步电机控制[J]. 计算机仿真, 2018:22-25
- [7] 李抑非, 蒋全. 永磁同步电机转子初始位置检测技术研究进展[J]. 电子科技, 2019:12-17
- [8] 李维斌. 基于 NI CompactRIO 的晶闸管电源同步信号处理系统[J]. 强激光与粒子束, 2021:18-26
- [9] 李文庆. 基于模型补偿的机床进给系统的谐振抑制[J]. 科学技术创新, 2018:19-22
- [10] 李丹, 张超, 兰莎莎. 基于传递函数的 APFC 控制策略研究[J]. 科学技术创新, 2020:33-38
- [11] 李华. MCS-51 系列单片机实用接口技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2017:22-35



## 致 谢

这次毕业设计，凝结了很多人的心血，在此我表示由衷的感谢。没有他们的帮助，我将无法顺利完成这次设计。

首先，我要特别感谢老师对我的悉心指导，在毕业设计期间老师指导我，帮助我清理设计思路，完善操作方法，并对我所做的设计提出有效的改进方案。老师渊博的知识、严谨的作风、诲人不倦的态度和学术上精益求精的精神让我受益终生。作为一个专科生的毕业设计，由于经验的匮乏，难免有许多考虑不周全的地方，如果没有导师的督促指导，想要完成这个设计是难以想象的。因此，特别需要感谢刘辉老师给予的耐心细致的指导，在此，再一次向老师以及关心帮助我的教师同学表示最诚挚的谢意！

其次，学校在这方面也给我们提供了很大的支持和帮助，学校领导比较重视，每个设计小组配有专门的指导老师，帮助我们能顺利完成整个设计。对于学校和老师为我的毕业设计所提供的极大帮助和关心，在此我致以衷心的感谢！



## 附录 程序清单

```
#include<reg52.h>
#include<absacc.h>
#include <intrins.h>
/***** /
/*****自定义变量*****/
#define uint unsigned int //自定义变量
#define uchar unsigned char
char gw, sw, bw, qw;
uchar j; //定时次数, 每次 20ms
uchar f=5; //计数的次数
sbit P10=P1^0; //PWM 输出波形 1
sbit P11=P1^1; //PWM 输出波形 2
sbit P12=P1^2; //正反转
sbit P13=P1^3; //加速
sbit P14=P1^4; //减速
sbit P15=P1^5; //停止
sbit P16=P1^6; //启动
uchar k;
uchar t; //脉冲加减
/*****/
/*****控制位定义*****/
uchar code
smg[12]={0x3f, 0x06, 0x5b, 0x4f, 0x66, 0x6d, 0x7d, 0x07, 0x7f, 0x6f, 0x73, 0x71}; // 程
序存储区定义字型码表
char data led[4]={0x08, 0x04, 0x02, 0x01}; //位码
uint x; //数码管显示的数值
display(); //数码管显示
```



```
delays(); //延时函数

key();

displays();

/*****/

/*****主函数*****/

main (void)
{
    TMOD=0x51; //T0 方式 1 定时计数 T1 方式 1 计数
    TH0=0xb1; //装入初值 20MS
    TL0=0xe0;
    TH1=0x00; // 计数 567
    TL1=0x00;
    TR0=1; //启动 t0
    TR1=1; //启动 t1
    gw=sw=bw=qw=0; //数码管初始化
    P0=0xc0;
    P2=1;
    while(1) //无限循环
    {
        display(); //数码管显示
        key();
    }
}

/*****/

/*****数码管显示*****/

display()
```



```
{  
    uchar i;  
  
    gw=x%10;           //求速度个位值，送到个位显示缓冲区  
    sw=(x/10)%10;     //求速度十位值，送到十位显示缓冲区  
    bw=(x/100)%10;    //求速度百位值，送到百位显示缓冲区  
    qw=x/1000;        //求速度千位值，送到千位显示缓冲区  
    for(i=0;i<4;)  
    {  
        P2=led[i];  
        if(i==0)           //显示个位  
        {  
            P0=smg[gw];  
            delays();  
        }  
        else if(i==1)      //显示十位  
        {  
            P0=smg[sw];  
            delays();  
        }  
        else if(i==2)     //显示百位  
        {  
            P0=smg[bw];  
            delays();  
        }  
        else if(i==3)     //显示千位  
        {  
            if(k==0)       //正转时显示上“口”  
            {
```



```
        P0=0x49;
        delays();
    }
    else
    {
        P0=0x71;    //反转时显示下"口"
    }
}

    i++;
}
}

/*****/

/*****延时函数*****/
delays()
{
    uchar i;
    for(i=5000;i>0;i--);
}

/*****/

/*****t0 定时*中断函数*****/
void t0() interrupt 1 using 2
{
    TH0=0xb1; //重装 t0
    TL0=0xe0;
    f--;
    if(k==0)
    {
```



```
        if (f<t)
            P10=1;
        else
            P10=0;
            P11=0;
        }
    else
    {
        if (f<t)
            P11=1;
        else
            P11=0;
            P10=0;
        }
    if (f==0)
        {
            f=5;
        }
    j++;
    if (j==50)
    {
        j=0;
        x=TH1*256+TL1;    //t1 方式 1 计数，读入计数值
        TH1=0x00;
        TL1=0x00;
        x++;
        display();
    }
}
```



```
/******按键扫描*****/  
key()  
{  
if(P12==0) //如果按下,  
{  
while(!P12) //去抖动  
display();  
k=~k;  
}  
if(P16==0) //启动  
{  
while(P16==0);  
IE=0x8a;  
}  
if(P13==0) //加速  
{  
while(P13==0);  
t++;  
}  
if(t>=5)  
t=5;  
if(P14==0) //减速  
{  
while(P14==0);  
t--;  
}  
if(t<1)  
t=1;  
if(P15==0) //停止
```





```
{  
    while (P15==0) ;  
    EA=0;  
    P10=0;  
    P11=0;  
}  
}
```