

# 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：         基于单片机的数字电压表设计        

学生姓名：                         邓照焜                        

学    号：                         201810300817                        

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：                         孙治                        

二 0 二 一 年 六 月 一 日

# 目 录

一、前言.....	2
(一) 数字电压表的发展现状.....	2
(二) 数字电压表研究的主要内容.....	2
(三) 数字电压表系统的设计方案.....	3
二、数字电压表控制系统主要器件选择.....	3
(一) 系统结构总框图.....	3
(二) 单片机的选择.....	3
(三) A/D 转换模块.....	5
(四) 单片机最小系统.....	6
三、数字电压表的软件设计.....	7
(一) 主程序设计.....	7
(二) 各子程序显示.....	8
1、初始化程序.....	8
2、显示子程序.....	8
3、A/D 转换子程序.....	8
四、电压表的性能分析及调试.....	9
五、结论.....	10
参考文献.....	11
致谢.....	12

# 基于单片机的数字电压表设计

## [摘要]

数字电压表的功能主要是实现对电压的数据测量并且通过数字直观的显示出来，相比于老式电压表，数字电压表具有精准和操作简单的优点，避免了老式电压表读数需要估读不稳定的因素。

本设计中用 AT89C51 单片机制作了一个简单的可以测量 0-5v 的数字电压表，主要通过 AD 转换器把输入的模拟信号转换成数字信号，经过单片机的相应处理传送到显示模块 LCD, 显示模拟信号输入测量电压。本设计抛弃了 LED 显示的繁杂程序，选择了 LCD 的简单；A/D 转换模块，选择了逐次积分型 AD 转换的效率和准确，但却浪费了模拟输入通道。这些也却是本设计所需要的。

**[关键词]** A/D 转换器 数字电压表 测量电压 显示模块

# 一、前言

## (一) 数字电压表的发展现状

在电量的测量中，电压、电流和频率是最基本的三个被测量，其中电压表的测量最为经常。而且随着电子技术的发展，更是经常需要测量高精度的电压，所以数字电压表就成为一种必不可少的测量仪器。数字电压表简称 DVM，它是采用数字化测量技术，把连续的模拟量转换成不连续、离散的数字形式并加以显示的仪表。由于数字式仪器具有读数准确方便、精度高、误差小、测量速度快等特点而得到广泛应用。

传统的指针式刻度电压表功能单一，精度低，容易引起视差和视觉疲劳，因而不能满足数字化时代的需求。采用单片机的数字电压表，将连续的模拟量如直流电压转换成不连续的离散的数字形式并加以显示，从而精度高、抗干扰能力强、可扩展性强、集成方便，还可以和 PC 即使通信。数字电压表是诸多数字化仪表的核心与基础。以数字电压表为核心，可以扩展成各种通用数字仪表、专用数字仪表及各种非电量的数字化仪表。目前，由各种单片机和 A/D 转换器构成的数字电压表作全面深入的了解是很有必要的。

最近的几十年来，随着半导体技术、集成电路（IC）和微处理器技术的发展，数字电路和数字化测量技术也有了巨大的进步，从而促使了数字电压表的快速发展，并不断出现新的类型。数字电压表从 1952 年问世以来，经历了不断改进的过程，从最早采用继电器、电子管和形式发展到了现在的全固态化、集成化（IC 化），另一方面，精度也从 0.01%-0.005%。

随着集成电路的大规模发展，已经有许多制造商已经生产了不同型号的模数转换器，可以满足不同的领域需求的使用。对于单片机数字电压表的设计，这设计可分为硬件设计和软件设计两部分方面。为了提高单片机的数字电压，对两者进行了详细的分析表设计级别。

目前，数字电压表的内部核心部件是 A/D 转换器，转换的精度很大程度上影响着数字电压表的准确度，因而，以后数字电压表的发展就着眼在高精度和低成本这两个方面。

## (二) 数字电压表研究的主要内容

本文是以数字直流电压表的设计为研究内容，本系统主要包括三大模块：转换模块、数据处理模块及显示模块。其中，A/D 转换采用 ADC0808 对输入的模拟信号进行转换，控制核心 AT89C51 再对转换的结果进行运算处理，最后驱动输出装置 LED 显示数字电压信号。

### (三) 数字电压表系统的设计方案

硬件电路设计由 6 个部分组成：A/D 转换电路，AT89C51 单片机系统，LED 显示系统、时钟电路、复位电路以及测量电压输入电路。硬件电路设计框图如图 1 所示

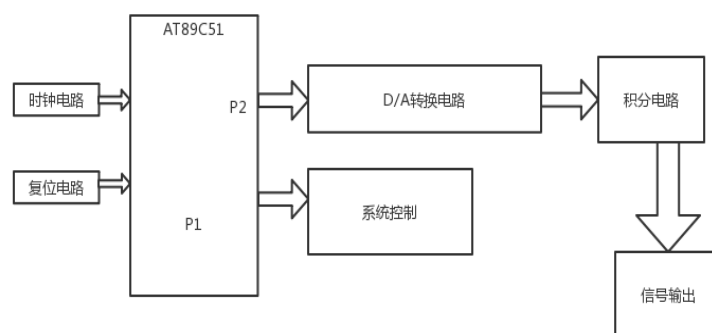


图 1 数字电压表系统硬件设计框图

## 二、数字电压表控制系统主要器件选择

### (一) 系统结构总框图

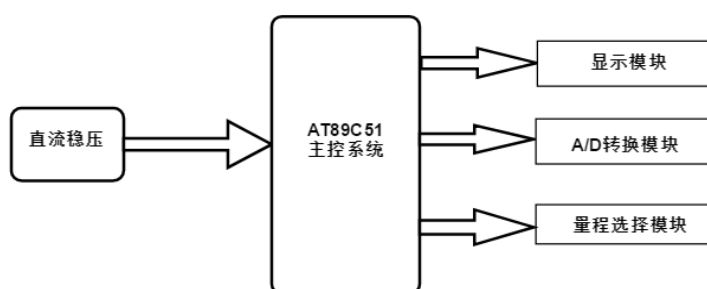


图 2 数字电压表总系统框图

### (二) 单片机的选择

用以 AT89C51 为核心的单片机控制系统方案。AT89C51 易于实现对程序的编写，ISP 在线编程但其程序存储空间和数据存储空间小，编写较长程序时不可用，

其不支持 技术，需要专用的烧写器来烧写程序，成本高，进而降低了系统性价比。

AT89C51 是一种带 4K 字节闪烁可编程可擦除只读存储器的低电压，高性能 CMOS8 位微处理器，俗称单片机。该器件采用 ATMEL 高密度非易失存储器制造技术制造，与工业标准的 MCS-51 指令集和输出管脚相兼容。由于将多功能 8 位 CPU 和闪烁存储器组合在单个芯片中，ATMEL 的 AT89C51 是一种高效微控制器，为很多嵌入式控制系统提供了一种灵活性高且价廉的方案。

1	P1.0	Vcc	40
2	P1.1	P0.0/AD0	39
3	P1.2	P0.1/AD1	38
4	P1.3	P0.2/AD2	37
5	P1.4	P0.3/AD3	36
6	P1.5	P0.4/AD4	35
7	P1.6	P0.5/AD5	34
8	P1.7	P0.6/AD6	33
9	RST/Vpd	P0.7/AD7	32
10	RXD/P3.0	EA/Vpp	31
11	TXD/P3.1	ALE/PROG	30
12	INT0/P3.2	PSEN	29
13	INT1/P3.3	P2.7/A15	28
14	T0/P3.4	P2.6/A14	27
15	T1/P3.5	P2.5/A13	26
16	WR/P3.6	P2.4/A12	25
17	RD/P3.7	P2.3/A11	24
18	XTAL2	P2.2/A10	23
19	XTAL1	P2.1/A9	22
20	GND	P2.0/A8	21

图 3 80C51 单片机

引脚说明：

VCC：供电电压。

P0 口：P0 口为一个 8 位漏级开路双向 I/O 口，每脚可吸收 8TTL 门电流。当 P1 口的管脚第一次写 1 时，被定义为高阻输入。P0 能够用于外部程序数据存储器，它可以被定义为数据/地址的第八位。在 FLASH 编程时，P0 口作为原码输入口，当 FLASH 进行校验时，P0 输出原码，此时 P0 外部必须被拉高。

P1 口：P1 口是一个内部提供上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P1 口缓冲器能接收输出 4TTL 门电流。P1 口管脚写入 1 后，被内部上拉为高，可用作输入，P1 口被外部下拉为低电平时，将输出电流，这是由于内部上拉的缘故。在 FLASH 编程和校验时，P1 口作为第八位地址接收。

P2 口：P2 口为一个内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，P2 口缓冲器可接收，输出 4 个 TTL 门电流，当 P2 口被写“1”时，其管脚被内部上拉电阻拉高，且作为输入。并因此作为输入时，P2 口的管脚被外部拉低，将输出电流。这是由于内部上拉的缘故。P2 口当用于外部程序存储器或 16 位地址外部数据存储器进行

存取时，P2 口输出地址的高八位。在给出地址“1”时，它利用内部上拉优势，当对外部八位地址数据存储器进行读写时，P2 口输出其特殊功能寄存器的内容。P2 口在 FLASH 编程和校验时接收高八位地址信号和控制信号。

P3 口：P3 口管脚是 8 个带内部上拉电阻的双向 I/O 口，可接收输出 4 个 TTL 门电流。当 P3 口写入“1”后，它们被内部上拉为高电平，并用作输入。作为输入，由于外部下拉为低电平，P3 口将输出电流（ILL）这是由于上拉的缘故。P3 口也可作为 AT89C51 的一些特殊功能口，如下表一所示：

表 1 口管脚说明

口管脚	备选功能
P3.0 RXD	串行输入口
P3.1 TXD	串行输出口
P3.2 /INT0	外部中断 0
P3.3 /INT1	外部中断 1
P3.4 T0	定时器 0 外部输入
P3.5 T1	定时器 1 外部输入
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

RST：复位输入。当振荡器复位器件时，要保持 RST 脚两个机器周期的高电平时间。

ALE/PROG：当访问外部存储器时，地址锁存允许的输电平用于锁存地址的地位字节。在 FLASH 编程期间，此引脚用于输入编程脉冲。在平时，ALE 端以不变的频率周期输出正脉冲信号，此频率为振荡器频率的 1/6。因此它可用作对外部输出的脉冲或用于定时目的。然而要注意的是：每当用作外部数据存储器时，将跳过一个 ALE 脉冲。如想禁止 ALE 的输出可在 SFR8EH 地址上置 0。此时，ALE 只有在执行 MOVX，MOVC 指令是 ALE 才起作用。另外，该引脚被略微拉高。如果微处理器在外部执行状态 ALE 禁止，置位无效。为使该模块化自动打铃系统具有更加方便和灵活性，我们对系统的硬件做了精心设计。硬件电路包括七段式数码管驱动模块、蜂鸣器驱动模块、按钮控制模块等三大模块。

### （三）A/D 转换模块

接口分配电路设计如 4 图所示：IN0~IN7 为 8 路模拟量输入端，这里只接一路电压信号，其输入信号是由直流电源及可调电阻提供。

OUT1~OUT8 为 8 位二进制数字量输出端，其另一端连接到 AT89C51 单片机进行数值转换。ADDA、ADDB、ADDC 为 3 位片选地址物入线，用于选通 8 路模拟输入中的一路。

ALE 为地址锁存允许信号，由单片机 P3.6 口写信号与 P2.0 口相或取反输入，高电平有效。

START 为 A/D 转换启动脉冲输入端，由单片机 P3.6 口写信号与 P2.0 口相或取反输入一个正脉冲使其启动(脉冲上升沿使 0808 复位，下降沿启动 AD 转换)。

EOC 为 A/ D 转换结束信号，当 A/D 转换结束时，此端输出一个高电平取反给 P3.3 口(转换期间一直为低电平)。

OE 为数据输出允许信号，高电平有效。当 A/ D 转换结束时，此端由单片机 P3.7 读信号与 P2.0 口相或后取反输入一个高电平，才能打开输出三态门，输出数字量。

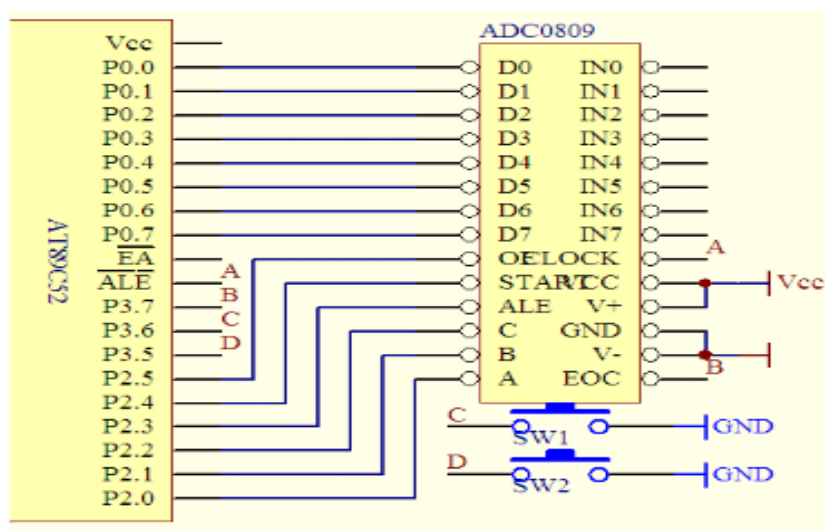


图 4 A/D 转换电路

#### (四) 单片机最小系统

单片机最小应用系统，指的是用最少的元件组成的单片机并且可以正常工作的系统。

单片机最小系统一般包括单片机、时钟电路和复位电路。时钟电路由频率为 11.0529MHZ 的晶振和两个 20pF 的电容器组成，复位电路由 10k 的电阻和按键组成。



最小系统电路图如图 5 所示：

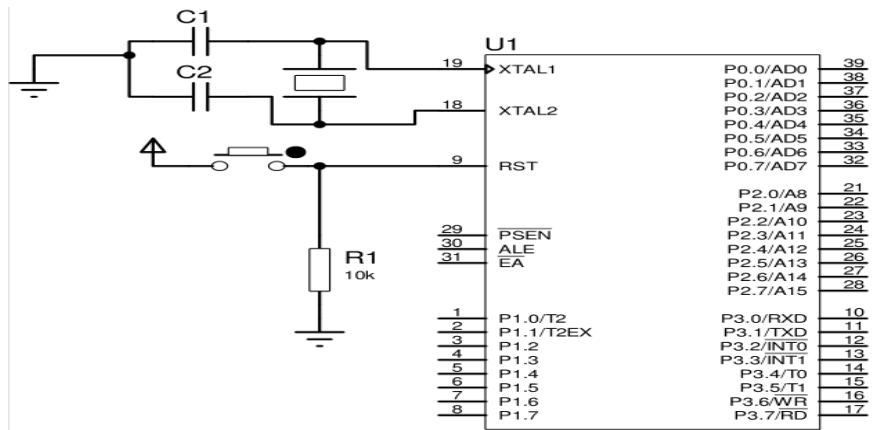


图 5 单片机的最小系统

### 三、数字电压表的软件设计

#### (一) 主程序设计

在设计单片机数字电压表的过程中，对于软件方面的主程序设计来说，可以将该程序进行划分，包括在一定原则下将其划分为初始化模块、显示子程序、A/D 转换子程序，而上述三个模块就是整个系统软件构成的主要程序。在刚上电时，系统默认为循环显示 8 个通道的电压值状态。当进行一次测量后，将显示每一通道的 A/D 转换值，每个通道的数据显示时间在 1s 左右。主程序在调用显示子程序与测量子程序之间循环。而所说的初始化程序，指的是使用性较高的 MCS51 系列单片机扩展芯片或者内部部件，设定其初始化工作状态。对于初始化子程序的主要作内容来说，指的是应对定时器的的工作模式进行设置，包括初值预置、定时器的打开以及开中断。

主程序流程图如图 6 所示

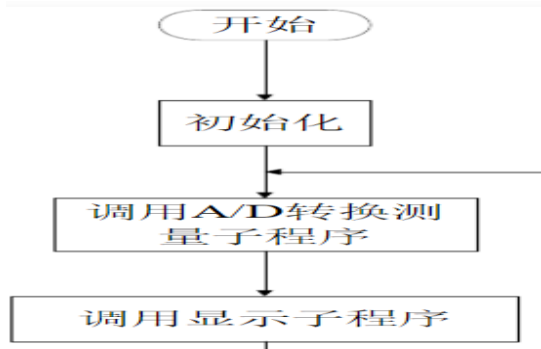


图 6 主程序流程图

## (二) 各子程序显示

### 1、初始化程序

所谓初始化，是对将要用到的 MCS\_51 系列单片机内部部件或扩展芯片进行初始工作状态设定，初始化子程序的主要工作是设置定时器的的工作模式，初值预置，开中断和打开定时器等。

### 2、显示子程序

显示子程序采用动态扫描实现四位数码管的数值显示，在采用动态扫描显示方式时，要使得 LED 显示的比较均匀，又有足够的亮度，需要设置适当的扫描频率，当扫描频率在 70HZ 左右时，能够产生比较好的显示效果，一般可以采用间隔 10ms 对 LED 进行动态扫描一次，每一位 LED 的显示时间为 1ms。

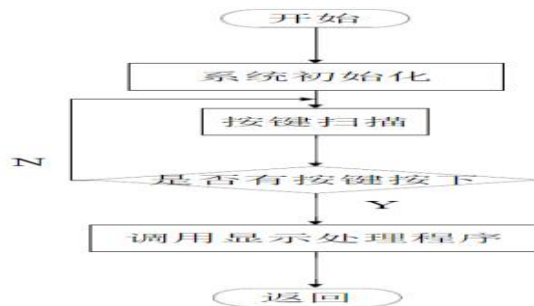


图 7 子程序显示流程图

### 3、A/D 转换子程序

对于 A/D 转换子程序来说，其作用在于对输入的模块电压信号采集测量进行控制，并相应的将数值在内存单元进行存入。而在对子程序的显示过程中，需要对动态扫描进行采用，以此对四位数码的数值显示进行实现。此外，在对动态扫描显示方式进行采用的过程中，也应注意若想有效确保 LED 可以进行均匀显示，并应对相应的扫描频率进行设置，经过多次试验比对发现，若想确保显示效果的良好，应将扫描频率设置在  $\pm 70\text{Hz}$ ；同时，对 LED 的动态扫描也可以采用间隔 10ms 的方式，并对每一位 LED 的显示时间为 1ms。在本设计过程中，为对硬件设计进行简化，可以通过软件定时的方式来进行。此外，在本设计的过程中，为对硬件设计进行简化，可以对软件定时的方式进行采用，也就是说，对定时器进行利用，当定时器 0 溢出中断功能，并对  $11\mu\text{s}$  进行实现，可以通过软件延时的程序，对 5ms 的延时进行实现。

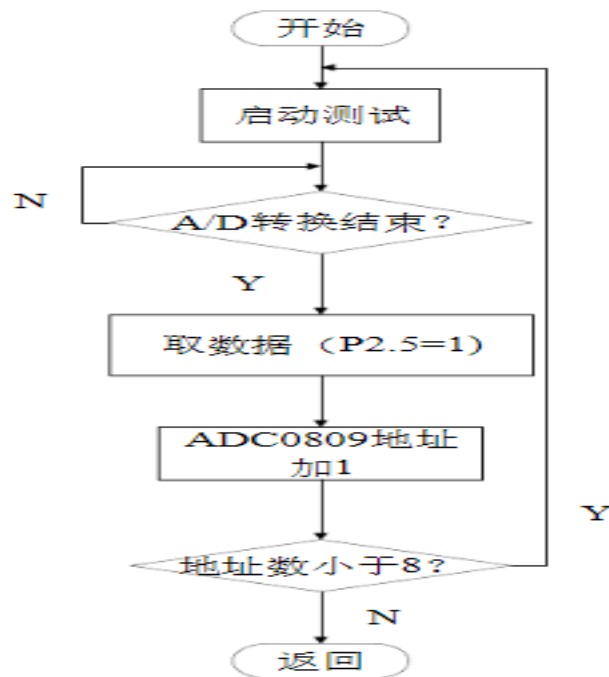


图 8 A/D 测量子程序流程图

#### 四、电压表的性能分析及调试

首先，需要以自身设计的电路图为依据，用 Proteus6 软件将电路模型画出来，然后，利用 KEIL51 软件编译所有程序，在确保其正确的情况下，可以对 hex 文件进行生成，并将此文件在软件和硬件结合的情况下使其在电路图上运行，最后对比测试端口电压 [3]。而对于单片机的性能来说，单片机有 8 个档位，在输入电压为 5.00V 的情况下，255 (FFH) 为其数据输出值，同时，0.0196V 是其数值最大分辨值，而这也就是说明，该电表的最大精度为 0.0196V。在对其进行测试的过程中，通常其电压数值的变化都在 0.02V 之内，若想对更高的精度进行获取，需要对 A/D 转换器的 12 位、13 位进行采用。其次，通过简易数字电压表进行值的测定来说，通常都会比标准值大一些，大都大 0.011-0.021V，而这可以通过对 0832 的校正对基准的电压问题进行解决，同时，也可以设计通过对软件的编程对校正测量值进行编辑。软件调试的主要任务是排查错误，错误主要包括逻辑和功能错误，这些错误有些是显性的，而有些是隐形的，可以通过仿真开发系统发现逐步改正。

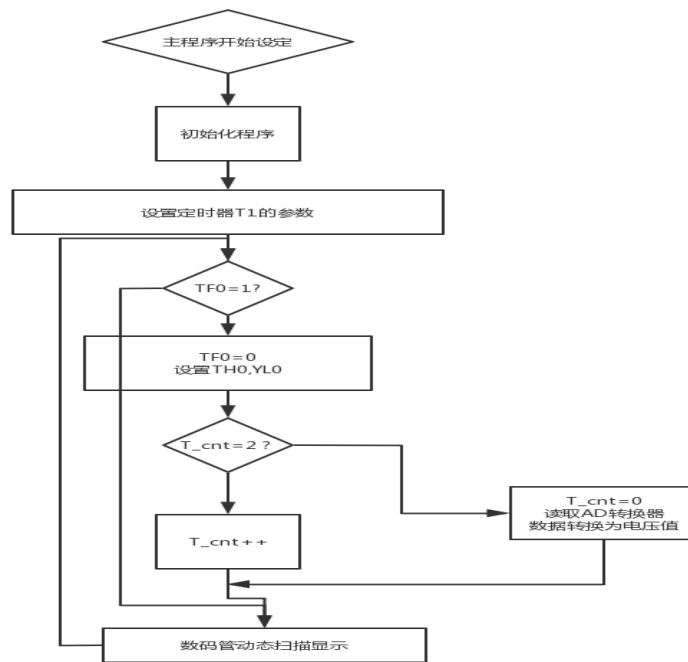


图9 单片机的数字电压表软件流程图

## 五、结论

总而言之，单片机已经在电子、工业等方面有了较多的利用，由于单片机特有的特性，使得在电路设计中逐步成为一种发展趋势。经过近段时间的努力，基于 AT89C51 单片机的数字电压表设计基本完成。但设计中仍然存在许多不足之处。这次设计是我第一次设计电路，并用 Proteus 实现了仿真。在这过程中，我对电路设计，单片机的使用等都有了新的认识。

按系统功能要求，控制系统采用 AT89S51 单片机，A/D 转换采用 ADC0809 系统除能确保实现要求的功能外，还可以方便地进行其功能的扩展。本文采用 AT89S51 作为核心元件，AT89S51 是一个低功耗，高性能 CMOS 8 位单片机，片内含可反复擦写 1000 次的 Flash 只读程序存储器，器件采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术制造，兼容标准 MCS-51 指令系统及 80C51 引脚结构，芯片内集成了通用 8 位中央处理器和 ISP Flash 存储单元，功能强大的微型计算机的 AT89S51 可为许多嵌入式控制应用系统提供高性价比的解决方案。

因此，在对于单片机的数字电压表的设计来说，在设计过程中，通过对精度度和灵敏度均较高的 A/D 转换器进行了使用，从而有效确保了其使用效率和质量。

## 参考文献

- [1] 贺廉云. 基于单片机的数字电压表设计[J]. 智能计算机与应用, 2016, 6(06):116-117.
- [2] 徐毅, 赵龙, 王海峰. 基于单片机的新型数字电压表设计[J]. 河南科技, 2011:11
- [3] 刘敏娜, 潘宏侠, 王乔. 基于 51 单片机的数字电压表仿真设计[J]. 山西电子技术, 2011:02
- [4] 徐倩, 孙泽阳, 王亚飞. 基于 51 单片机的数字电压表设计[J]. 企业技术开发, 2011:30(14).
- [5] 杨建成. 基于单片机的数字电压表设计与仿真[J]. 现代电子技术, 2012:35(21)
- [6] 谢自美. 电子线路设计\*实验\*测试[M]. 华中科技大学出版社. 2006:262-270.
- [7] 张友德等. 单片微型机原理、应用和实验[M]. 电子工业出版社. 2006:211-213.
- [8] 吴经国等. 单片机应用技术[M]. 中国电力出版社. 2004:178-181.
- [9] 李群芳. 单片机微型计算机与接口技术[M]. 电子工业出版社. 2001:74-78.
- [10] 阎石. 数字电子技术基础[J]. 高等教育出版社. 2006:524-545.
- [11] 黄智伟. 全国大学生电子设计竞赛训练教程[J]. 电子工业出版社. 2005:186-194.
- [12] 周立功. 单片机实验与实践[M]. 北京航空航天大学出版社. 2006:162-185.
- [13] 吴黎明等. 单片机原理与应用技术[M]. 北京:科学出版社, 2005:116-147.

## 致谢

大专三年很快就过去了，下一段人生路途即将开始。美好而缤纷的大学生活真的有点难舍难忘。

回顾大学三年，通过良师的教导和自身的学习，已经初步掌握了单片机的运用，也养成了思考并解决问题的习惯。

感谢母校邵阳职业技术学院的辛勤培育之恩!感谢电梯工程学院给我提供的良好学习及实践环境，使我学到了许多新的知识，掌握了一定的操作技能适应了社会发展的需要。非常荣幸能在母校三年的学习，使我增长了知识开阔了眼界，最重要的是认识了我的良师益友，感谢和我一起讨论的同学，没有你们帮助也不会这么顺利，对于你们的帮助表示感谢，感谢在校期间共同学习、共同生活的同学陪我走过这三年美好的时光。

最后感谢我的毕业设计导师孙治老师和答辩组的各位老师，也感谢学院提供的毕业设计的环境，还有在毕业设计中帮助过我的老师和同学，以及在设计中被我参考和引用的论著的作者。