

# 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：基于单片机数字电压表的设计

学生姓名：李迪松

学 号：201810300805

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 0 二 一 年 六 月 一 日



## 目 录

一、引言.....	2
二、设计总体方案.....	4
(一) 设计要求.....	4
(二) 设计思路.....	4
(三) 设计方案.....	4
三、硬件电路设计.....	5
(一) A/D 转换模块.....	5
(二) 单片机系统.....	6
(三) 复位电路和时钟电路.....	7
(四) LED 显示系统设计.....	8
(五) 总体电路设计.....	9
四、程序设计.....	11
(一) 程序设计方案.....	11
(二) 部分程序代码.....	12
五、仿真.....	13
(一) 显示结果及误差分析.....	13
六、结论.....	15
参考文献.....	16



## 基于单片机数字电压表的设计

### [摘要]

本文介绍了一种基于单片机的简易数字电压表的设计。该设计主要由三个模块组成：A/D 转换模块，数据处理模块及显示模块。A/D 转换主要由芯片 ADC0808 来完成，它负责把采集到的模拟量转换为相应的数字量在传送到数据处理模块。数据处理则由芯片 AT89C51 来完成，其负责把 ADC0808 传送来的数字量经过一定的数据处理，产生相应的显示码送到显示模块进行显示；此外，它还控制着 ADC0808 芯片工作。该系统的数字电压表电路简单，所用的元件较少，成本低，且测量精度和可靠性较高。此数字电压表可以测量 0-5V 的 1 路模拟直流输入电压值，并通过一个四位一体的 7 段数码管显示出来。

**[关键词]** 单片机 数字电压表 A/D 转换 AT89C51 ADC0808

## 一、引言

在电量的测量中，电压、电流和频率是最基本的三个被测量，其中电压量的测量最为经常。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要。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、测量速度快等特而得到广泛应用<sup>[1]</sup>。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。

本文是以简易数字直流电压表的设计为研究内容，采用单片机将连续的直流电压转换成不连续的离散的数字形式并加以显示，本系统主要包括：转换模块、数据处理模块及显示模块。其中，A/D 转换采用 ADC0808 芯片，单片机芯片采用 AT89C51，显示模块采用四个 LED 数码管。

## 二、设计总体方案

### (一) 设计要求

- (1) 以单片机为核心器件，组成一个简单的直流数字电压表。
- (2) 能够测量 0-5V 之间的直流电压值。
- (3) 电压显示至少能够显示两位小数。

### (二) 设计思路

- (1) 根据设计要求，选择 AT89C51 单片机为核心控制器件。
- (2) A/D 转换采用 ADC0808 实现，数据端口与单片机的 P2 口相连，控制引脚和 P3 口的低四位引脚。
- (3) 电压显示采用 4 位一体的 LED 数码管。
- (4) LED 数码的段码输入与 P1 口连接。位码输入，用 P3 口高四位控制。

### (三) 设计方案

硬件电路设计由 4 个部分组成；A/D 转换电路，AT89C51 单片机系统，LED 显示系统以及测量电压输入电路。硬件电路设计框图如图 1 所示。

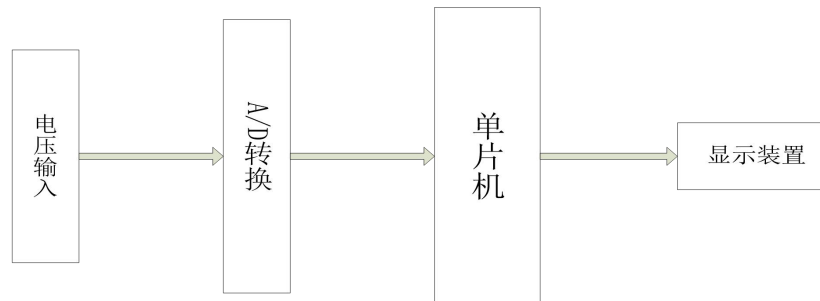


图 1 数字电压表系统硬件设计框图

### 三、硬件电路设计

#### (一) A/D 转换模块

把模拟量转化成数字量的器件称为模/数转换器 (A/D 转换器), A/D 转换器是单片机数据采集系统的关键接口电路, 常用的 A/D 转换器有: 双积分式、逐位比较式及并行直接比较式等几种。本设计采用 ADC0808 芯片。

ADC0808 是采用 CMOS 工艺制成的 8 位 8 通道 A/D 转换器, 采用 28 脚 DIP 封装。片内带有锁存功能的 8 路模拟开关, 可以对 8 路 0-5V 输入模拟电压信号分时进行转换, 由于 ADC0808 设计时考虑到若干种模/数变换技术的长处, 所以该芯片非常适应于过程控制, 微控制器输入通道的接口电路, 智能仪器和机床控制等领域。

ADC0808 芯片有 28 条引脚, 采用双列直插式封装, 其引脚图如图 2 所示。

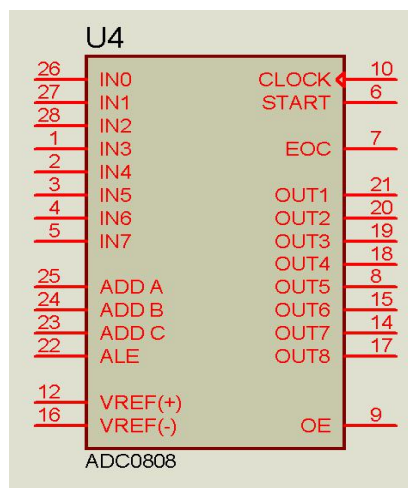


图 2 ADC0808 引脚图

下面说明各个引脚功能:

IN0-IN7 (8 条): 8 路模拟量输入线, 用于输入被转换的模拟信号。

ALE: 地址锁存允许信号, 输入。由低到高的正跳变有效, 此时锁存地址选择线的状态, 从而选通相应的模拟通道, 以便进行 A/D 转换。

ADD A, ADD B, ADD C: 模拟通道的地址选择线, 输入。其对应关系如表 1 所示:

表 1 ADC0808 通道选择表

地址码	对应的输入通
-----	--------



C	B	A	道
0	0	0	IN0
0	0	1	IN1
0	1	0	IN2
0	1	1	IN3
1	0	0	IN4
1	0	1	IN5
1	1	0	IN6
1	1	1	IN7

START: 启动信号, 输入, 高电平有效。为了启动转换, 在此端上应加一个正脉冲信号, 脉冲的上升沿将内部寄存器全部清 0, 在其下降沿开始转换。

EOC: 转换结束信号, 输出, 高电平有效。在 START 信号的上升沿之后 0-8 个时钟周期内, EOC 变为低电平。当转换结束时, EOC 变为高电平, 这时转换得到的数据可供读出。

OUT1-OUT8: 数字输出线, 输出。OUT1 为最高位, OUT8 为最低位。

OE: 输出允许信号, 输入, 高电平有效。当 OE 有效时, A/D 的输出锁存缓冲器开放, 将其中的数据, 放到外面的数据线上。

VREF+、VREF-: 参考电压输入量, 给电阻阶梯网络供给标准电压。

Vcc、GND: Vcc 为电源输入端, GND 为接地端。

## (二) 单片机系统

AT89C51 是美国 ATMEL 公司生产的低电压, 高性能 CMOS 8 位单片机, 片内含有 4KB 的可反复擦写的程序存储器和 128 字节的数据存储器。

AT89C51 采用 DIP 封装形式, 引脚配置如图 3 所示。

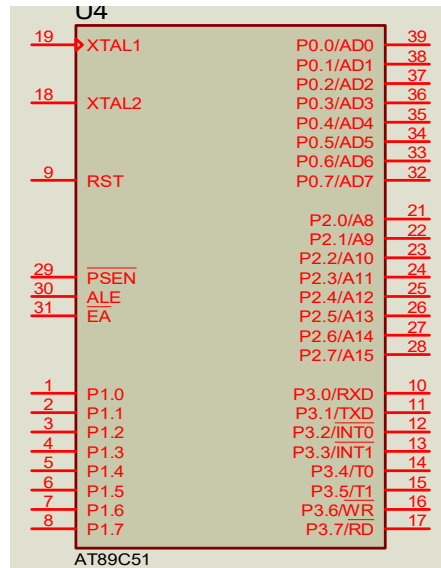


图 3 AT89C51 的引脚图

Vcc 为+5V 电源线，Vss 接地。

ALE：地址锁存允许信号。

EA：片外存储器访问允许信号，低电平有效。

PSEN：片外程序存储器选通信号，低电平有效。

RST：复位输入信号，高电平有效。

XTAL1 和 XTAL2：这两个端子用来接外部石英晶体。

### （三）复位电路和时钟电路

80C51 单片机内部带有时钟电路，因此，只需要在片外通过 XTAL1 和 XTAL2 引脚接入定时控制元件（晶体振荡器和电容），即可构成一个稳定的自激振荡器。在 80C51 芯片内部有一个高增益反相放大器，而在芯片外部，XTAL1 和 XTAL2 之间跨接晶体振荡器和电容。



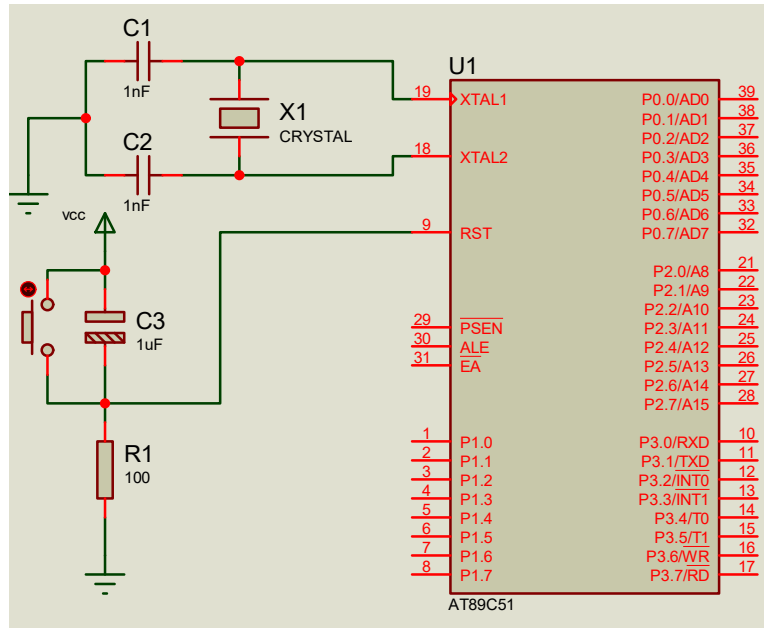


图 4 单片机最小系统图

在本系统中选择的时钟信号的震荡频率为 12MHz。

上述复位电路，上电自动复位，按键电平复位。使单片机从 0000H 单元开始执行程序。

#### (四) LED 显示系统设计

在应用系统中，设计要求不同，使用的 LED 显示器的位数也不同，因此就产生了位数，尺寸，型号不同的 LED 显示器供选择，在本设计中，选择 4 位一体的数码型 LED 显示器。本系统中前一位显示电压的整数位，即个位，后 3 位显示电压的小数位。

4-LED 显示器引脚如图 5 所示，是一个共阴极接法的 4 位 LED 数码显示管，其中 A, B, C, D, E, F, G 为 4 位 LED 各段的公共输出端，1、2、3、4 分别是每一位的位数选端，DP 是小数点引出端，4 位一体 LED 数码显示管的内部结构是由 4 个单独的 LED 组成，每个 LED 的段输出引脚在内部都并联后，引出到器件的外部。



图 5 4 位 LED 数码显示管

对于这种结构的 LED 显示器，它的体积和结构都符合设计要求，由于 4 位 LED 阴极的各段已经在内部连接在一起，所以必须使用动态扫描方式（将所有数码管的段选线并联在一起，用一个 I/O 接口控制）显示。由于本设计采用的是共阴极 LED，其对应的字符和字段码如下表 2 所示。

表 2 共阴极字段码表

显示字符	共阴极字段码
0	3FH
1	06H
2	5BH
3	4FH
4	66H
5	6DH
6	7DH
7	07H
8	7FH
9	6FH

### （五）总体电路设计

经过以上的设计过程，可设计出基于单片机的简易数字直流电压表硬件电路原理图如图 6 所示。

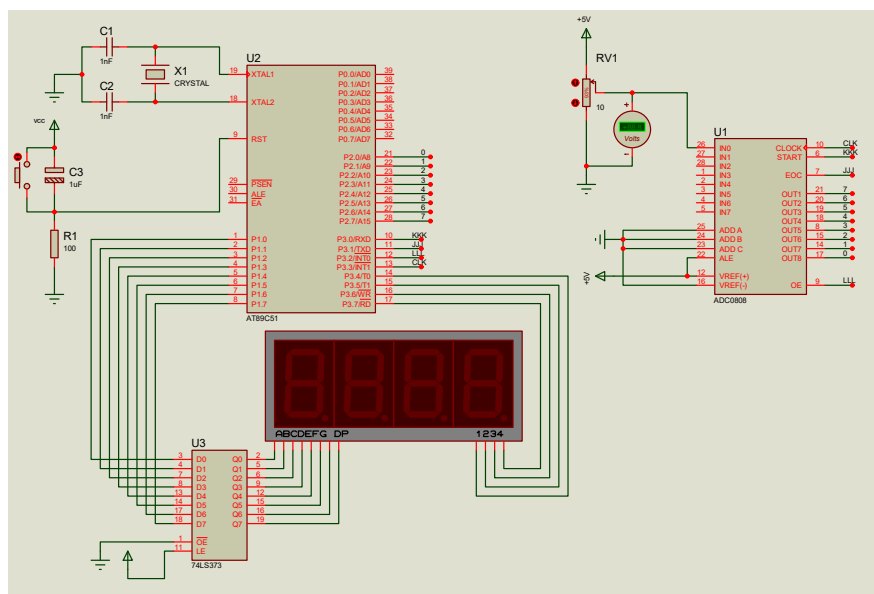


图 6 简易数字电压表电路图

此电路的工作原理是：+5V 模拟电压信号通过变阻器 VR1 分压后由 ADC08008 的 IN0 通道进入（由于使用的 IN0 通道，所以 ADDA, ADDB, ADDC 均接低电平），经过模/数转换后，产生相应的数字量经过其输出通道 OUT0-OUT7 传送给 AT89C51 芯片的 P2 口，AT89C51 负责把接收到的数字量经过数据处理，产生正确的 7 段数码管的显示段码传送给四位 LED，同时它还通过其四位 I/O 口 P3. 4、P3. 5、P3. 6、P3. 7 产生位选信号控制数码管的亮灭。此外，AT89C51 还控制 ADC0808 的工作。其中，单片机 AT89C51 通过定时器中断从 P3. 3 输出方波，接到 ADC0808 的 CLOCK，P3. 0 发正脉冲启动 A/D 转换，P3. 1 检测 A/D 转换是否完成，转换完成后，P3. 2 置高从 P1 口读取转换结果送给 LED 显示出来。

简易数字直流电压表的硬件电路已经设计完成，就可以选取相应的芯片和元器件，利用 Proteus 软件绘制出硬件的原理，并仔细地检查修改，直至形成完善的硬件原理图。但要真正实现电路对电压的测量和显示的功能，还需要有相应的软件配合，才能达到设计要求。

## 四、程序设计

### (一) 程序设计方案

根据模块的划分原则，将该程序划分初始化模块，A/D 转换，数据转换和显示子程序，这三个程序模块构成了整个系统软件的主程序，如图 7 所示。

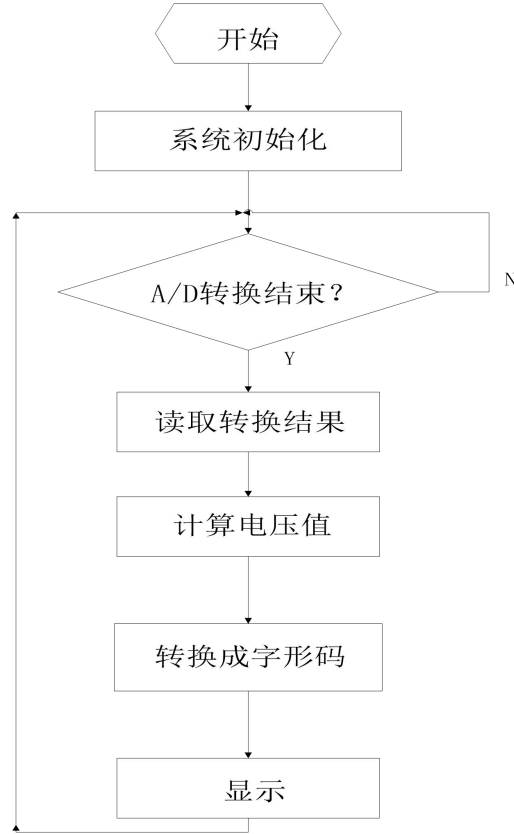


图 7 主程序流程图

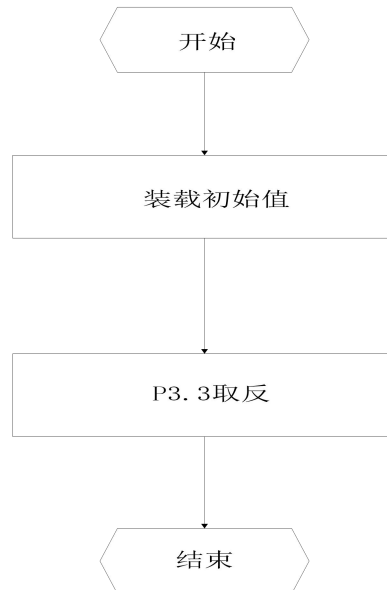


图 8 定时中断程序流程图

## (二) 部分程序代码

```
.....  
  
ORG 000BH  
  
LJMP INTT0  
  
MAIN:MOV TMOD, #02H ;设定定时器 T0 工作在方式 2  
MOV TH0, #254 ;设定时钟频率为 500KHz  
MOV TL0, #254  
MOV IE, #82H ;开定时器 T0 中断  
SETB TR0 ;启动定时器 T0  
  
.....  
  
INTT0:CPL P3.3  
RETI  
  
.....
```

## 五、仿真

### (一) 显示结果及误差分析

系统仿真是在单片机系统的设计与仿真平台 proteus 中实现的，其中 ADC0808 的模拟通道 INTO 接入可调电位器的中心抽条的分压值，该电压值大小可调节，以模拟被测电压，系统的测试数据如表 3 所示，从表中的测试结果可以看出，电压测量值和待测电压值几乎相等，误差较小，测量精度高，性能稳定，但文中仿真结果是在比较理想的情况下进行的，搭建实际的硬件电路时，若误差较大，可以通过校正 ADC0808 的基准电压来解决，也可以通过软件编程进行调整。

表 3 简易数字电压表与“标准”数字电压表对比测试表

标准 电压值/V	简易电 压表测量值 /V	绝对误 差/V
0.00	0.000	0.000
0.10	0.097	0.003
0.25	0.254	0.004
0.50	0.507	0.007
1.35	1.352	0.002
1.55	1.547	0.003
2.10	2.097	0.003
2.85	2.847	0.003
3.35	3.352	0.002
4.25	4.254	0.004
4.30	4.293	0.007
4.45	4.450	0.000
5.00	5.000	0.000

由于单片机 AT89C51 为 8 位处理器，当输入电压为 5.00V 时，ADC0808 输出数据值为 255 (OFFH)，因此单片机最高的数值分辨率为 0.0196V (5/255)。这就决定了电压表的最高分辨率只能到 0.0196V，从上表可看到，测试电压一般以 0.01V 的幅度变化。

从上表可以看出，简易数字电压表测得的值基本上比标准电压值偏大 0-0.01V，这可以通过校正 ADC0808 的基准电压来解决。因为该电压表设计时直接用 5V 的供电电源作为电压，所以电压可能有偏差。当要测量大于 5V 的电压时，可在输入口使用分压电阻，而程序中只要将计算程序的除数进行调整就可以了。

## 六、结论

基于单片机的数字电压表使用性强、结构简单、成本低、外接元件少。在实际应用工作应能好，测量电压准确，精度高。系统功能、指标达到了课题的预期要求、系统在硬件设计上充分考虑了可扩展性，经过一定的改造，可以增加功能。本文设计主要实现了简易数字电压表测量一路电压的功能，详细说明了从原理图的设计、电路图的仿真再到软件的调试。

通过本次设计，我对单片机这门课有了进一步的了解。无论是在硬件连接方面还是在软件编程方面。本次设计采用了 AT89C51 单片机芯片，与以往的单片机相比增加了许多新的功能，使其功能更为完善，应用领域也更为广泛。设计中还用到了模/数转换芯片 ADC0808，以前在学单片机课程时只是对其理论知识有了初步的理解。通过这次设计，对它的工作原理有了更深的理解。在调试过程中遇到很多问题，硬件上的理论知识学得不够扎实，对电路的仿真方面也不够熟练。

总之这次电路的设计和仿真，基本上达到了设计的功能要求。在以后的实践中，我将继续努力学习电路设计方面的理论知识，并理论联系实际，争取在电路设计方面能有所提升。



## 参考文献

- [1]胡健《单片机原理及接口技术》[M].北京:机械工业出版社,2014
- [2]于殿泓、王新年《单片机原理与程序设计实验教程》[M].西安电子科技大学出版社,2017
- [3]张俊谟《单片机中级教程—原理与应用》[M].北京航空航天大学出版社,2013
- [4]边春远《MCS-51 单片机应用开发实用子程序》[M].北京:人民邮电出版社.2015.
- [5]陈雷,雷宏洲.《c/c++程序设计教程》[M].清华大学出版社,2015,(10):70-75.
- [6]孙育才.《新型 AT89S51 系列单片机及其应用》[M].清华大学出版社,2016(10):59-60.
- [7]罗中华.数字电路与逻辑设计教程 [M].电子工业出版社,2015:90-91
- [8]马义忠,常蓬彬,马浚.《数字逻辑与数字系统》[M],2017,31(6):100-103.
- [9]周树南,张伯颀.《电路与电子学基础》[M].科学出版社,2019,(25):11.

## 致 谢

感激老师对我毕业设计命题、资料收集、数据分析、资料大纲等提出宝贵的意见及上课期间对我的各样帮忙，导师的执着和严谨令我增强了完成毕业设计的决心和信心，让我顺利完成了本次设计。

感激学院领导在开学仪式上对我的教诲和鼓励，让我坚定了学习的信念，了解了学校的历史文化以及汽修课程发展，以饱满的热情投入学习和钻研。

感激班主任在我学习期间，对我真切的关怀和帮忙，让我能够顺利完成各个课程，并更好地与教师、学校和同学加强沟通、交流，拓宽自我的知识面。感激班长以及各位同学的帮忙，给了我很好的沟通、交流平台，让我在学习知识和撰写论文的过程中获得更多的资讯。

感激家人，感激他对我工作、学习的支持和动力。三年的大学学习即将结束，但我明白，人生对知识的追求永不停止，这将是加倍努力的里程碑。