

## 目录

多路数据采集控制系统.....	1
1 设计题目.....	1
2 设计目的.....	1
3 设计内容及要求.....	1
4 总体设计.....	1
4.1 系统框图.....	1
4.2 关键元件选取.....	2
5 PCB 设计，基于 Altium Designer 20.....	6
5.1 原理图设计.....	6
5.2 PCB 绘制.....	9
6 调试及结果.....	10
6.1 Hex 文件烧录过程.....	10
6.2 测试数据.....	10
7 遇到的问题.....	11
8 心得体会.....	12
附件.....	13

## 图目录

图 1-系统框图 .....	2
图 2- STC89C52 实物图 .....	2
图 3- STC89C52 引脚图 .....	2
图 4- STC89C52 内部结构 .....	3
图 5-ADC0809 引脚.....	4
图 6-ADC0809 实物图 .....	4
图 7-LCD 俯视图 .....	4
图 8-背部视图 .....	4
图 9-LCD 实物图 .....	4
图 10-对应引脚 .....	4
图 11-实物图 .....	5
图 12-引脚图 .....	5
图 13-74HC138 真值表.....	5
图 14-控制及 LCD 显示模块 .....	6
图 15-电压采样模块 .....	7
图 16-LCD 控制按键模块 .....	8
图 17-复位按键 .....	8
图 18-蜂鸣器报警模块 .....	8
图 19-LED 报警模块.....	9
图 20-PCB 绘制.....	9
图 21-编译成功 .....	10
图 22-烧录成功 .....	10

## 表目录

图表 1-第一次测量数据 .....	10
图表 2-第二次测量数据 .....	11

## 摘要

随着经济的飞速发展和科学技术水平的不断提高，智能数据采集系统在工业生产以及科学研究中得到了广泛的应用。在信息化时代，数据和信息无疑成为一种重要的资源，而数据采集系统的出现更是进一步促进了人机交互、对设备的自动检测控制等的实现，为现代化工业生产提供了方便。本次课程设计将阐述基于单片机的智能数据采集系统的设计要点及其具体方法，希望对基于单片机的智能数据采集系统的改造和创新做出应有的贡献。

此次课程设计利用型号为 STC89C52RC 的单片机，ADC0809，LCD1602，74HC138 等电子元器件来实现对 8 通道模拟电压的采集并显示的功能。

**关键字：**电压采集、单片机、STC89C52、A/D 转换

## **Abstract**

With the rapid development of economy and the continuous improvement of science and technology, intelligent data acquisition system has been widely used in industrial production and scientific research. In the information age, data and information undoubtedly become an important resource, and the emergence of data acquisition system further promotes the realization of man-machine interaction and automatic detection and control of equipment, providing convenience for modern industrial production. This course design will elaborate the design essentials and specific methods of the intelligent data acquisition system based on the single chip microcomputer, hoping to make due contributions to the transformation and innovation of the intelligent data acquisition system based on the single chip microcomputer.

This course design USES the model STC89C52RC single-chip microcomputer, ADC0809, LCD1602, 74HC138 and other electronic components to realize the function of collecting and displaying the 8-channel analog voltage.

**Key words:** voltage acquisition, SCM, STC89C52, A/D conversion

# 多路数据采集控制系统

## 1 设计题目

单片机多路数据采集控制系统—实物制作。

## 2 设计目的

运用单片机原理及其应用等课程知识,根据题目要求进行软硬件系统的设计和调试,从而加深对本课程知识的理解,把学过的比较零碎的知识系统化,比较系统的学习开发单片机应用系统的基本步骤和基本方法,使学生应用知识能力、设计能力、调试能力以及报告撰写能力等有一定的提高。

## 3 设计内容及要求

用 8051 单片机设计数据采集控制系统,基本要求如下:

- 1、可实现 8 路数据的采集,假设 8 路信号均为 0-5V 的电压信号;
- 2、采集数据可通过 LCD 显示,显示格式为: [通道号] 电压值, 如[ 0 1 ]: 4.5V
- 3、可通过键盘设置采集方式: (单点采集、多路巡测、采集时间间隔\*)
- 4、具有异常数据声音报警功能: 对第一路数据可设置正常数据的上限值和下限值,当采集的数据出现异常,发出报警信号。

根据本人的设计,在原来基本要求的基础上,增加以下新增功能:

- ①、8 路通道都可以单独设置上下限电压值并且可以人为通过按键调节并显示在 LCD1602 上,随时唤醒且自动保存数值。
- ②、通道电压不符合上下限值时,蜂鸣器打鸣,同时会有对应通道 LED 报警。
- ③、增加电源上电指示 LED。
- ④、防止烧坏芯片,增加电源正负极插反指示 LED。

## 4 总体设计

### 4.1 系统框图

此次多路数据采集控制系统包括:控制模块,电压采样模块,显示模块,按键模块,时钟模块,报警模块。

控制模块为单片机为 STC89C52RC。电压采样模块为 8 位的 AD 转换芯片 0809。显示模块为 LCD1602A 液晶显示屏。按键模块有按键、上拉电阻、LED 构成。时钟模块为外接 12MHz 晶振。报警模块有声音报警模块和 LED 报警模块,声音报警模块由蜂鸣器和三极管构成;LED 报警模块由 74HC138 和 LED 构成。另外还有其它滤波电容、电阻、LED 等元件。其电路总设计框图如下:

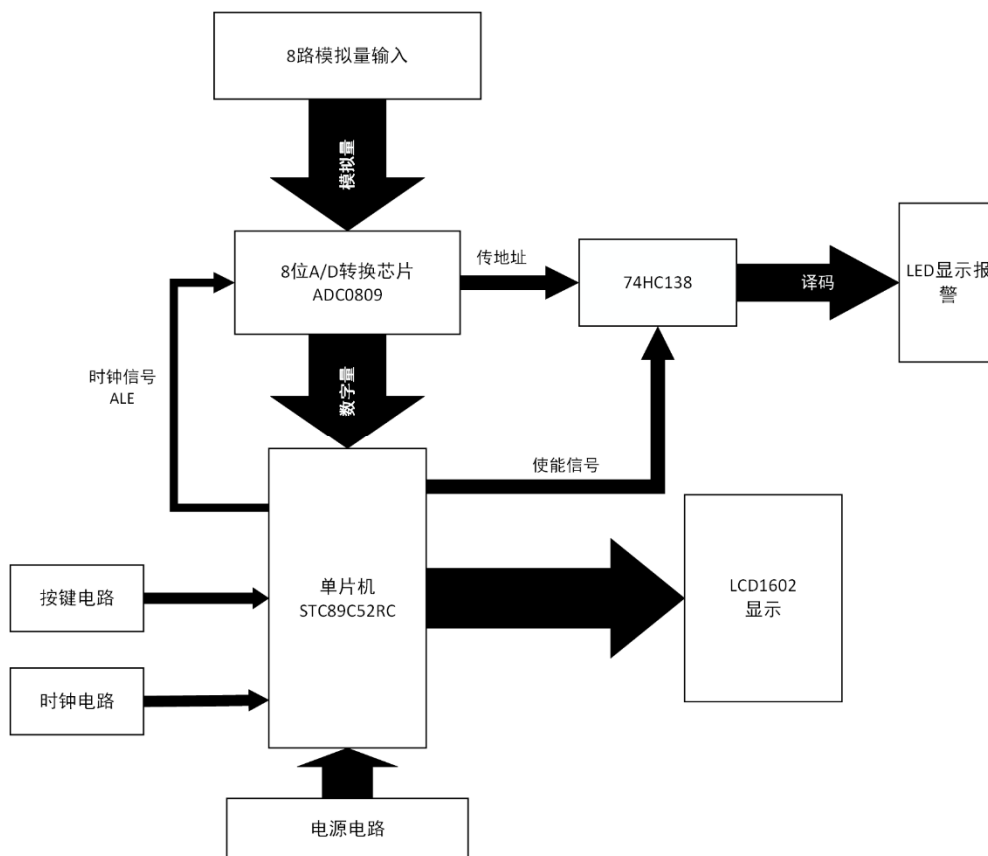


图 1-系统框图

## 4.2 关键元件选取

### (一) STC89C52RC

STC89C52RC 是 STC 公司生产的一种低功耗、高性能 CMOS8 位微控制器，具有 8K 字节系统可编程 Flash 存储器。STC89C52 使用经典的 MCS-51 内核，但是做了很多的改进使得芯片具有传统的 51 单片机不具备的功能。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。

32 位 I/O 口线，看门狗定时器，内置 4KB EEPROM，MAX810 复位电路，3 个 16 位定时器/计数器，4 个外部中断，一个 7 向量 4 级中断结构（兼容传统 51 的 5 向量 2 级中断结构），全双工串行口。另外 STC89C52 可降至 0Hz 静态逻辑操作，支持 2 种软件可选择节电模式。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。

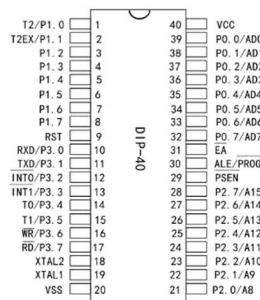


图 3- STC89C52 引脚图



图 2- STC89C52 实物图

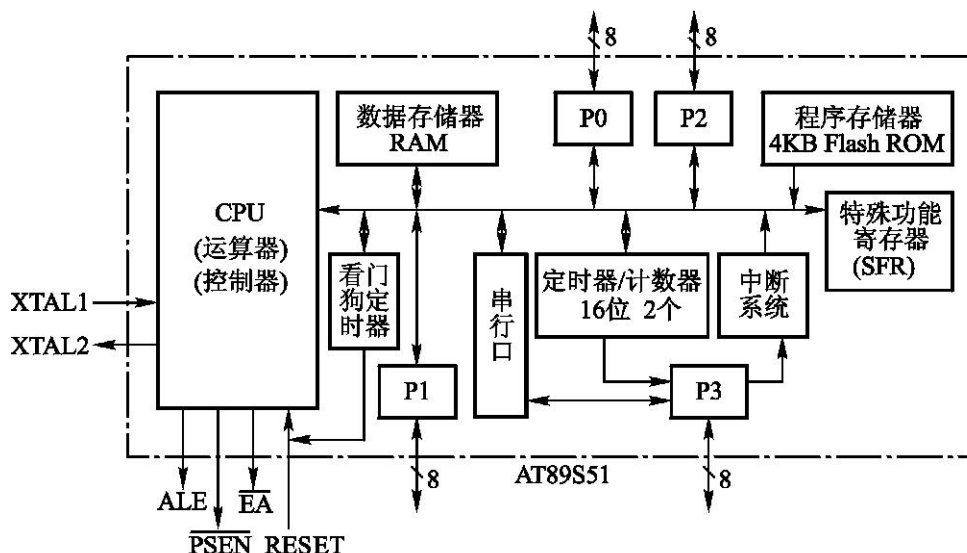


图 4- STC89C52 内部结构

- 1、数据存储器 (RAM)：片内为 128B (52 子系列为 256B)，片外最多可扩 64KB。片内 128B 的 RAM 以高速 RAM 的形式集成，可加快单片机运行的速度和降低功耗
- 2、程序存储器 (Flash ROM)：片内集成有 8KB 的 Flash 存储器，如片内容量不够，片外可外扩至 64KB
- 3、中断系统：具有 6 个中断源，2 级中断优先权
- 4、定时器/计数器：2 个 16 位定时器/计数器 (52 子系列有 3 个)，4 种工作方式
- 5、看门狗定时器 WDT：当 CPU 由于干扰使程序陷入死循环或跑飞时，WDT 可使程序恢复正常运行

#### 关键引脚

**RESET**：复位信号输入，在引脚加上持续时间大于 2 个机器周期的高电平，可使单片机复位。正常工作，此脚电平应  $\leq 0.5V$ 。当看门狗定时器溢出输出时，该脚将输出长达 96 个时钟振荡周期的高电平

$\overline{EA}$ ：1，读取内部存储器。0，读取外部存储器。

**ALE**：为 CPU 访问外部程序存储器或外部数据存储器提供地址锁存信号，将低 8 位地址锁存在片外的地址锁存器中。

## (二) ADC0809

ADC0809 是采用 COMS 工艺制造的双列直插式单片 8 位 A/D 转换器。分辨率 8 位，精度 7 位，带 8 个模拟量输入通道，有通道地址译码锁存器，输出带三态数据锁存器。启动信号为脉冲启动方式，最大可调节误差为  $\pm 1LSB$ 。ADC0809 内部没有时钟电路，故 CLK 时钟需由外部输入，fclk 允许范围为 500kHz-1MHz，典型值为 640kHz。每通道的转换需要 66~73 个时钟脉冲，大约 100-110us。(转换时间) 工作温度范围为  $-40^{\circ}C$ — $+85^{\circ}C$ 。功耗为 15mW，输入电压范围为 0 - 5V，单一 +5V 电源供电。

IN0~IN7：8 路模拟信号输入端。

D0~D7：8 位数字量输出端。

START: 启动控制输入端, 高电平有效, 用于启动 ADC0809 内部的 A/D 转换过程。

ALE: 地址锁存控制输入端, ALE 端可与 START 端连接在一起, 通过软件输入一个正脉冲, 可立即启动 A/D 转换。

EOC: 转换结束信号输出端, 开始 A/D 转换时为低电平, 转换结束是输出高电平。

OE: 输出允许控制端, 用于打开三态输出锁存器, 当 OE 为高电平时, 打开三态数据输出锁存器, 将转换后的数据凉输送到数据总线上。

CLK: 始终信号输入端。

ADDA(ADDB、ADDC): 8 路模拟选通开关的 3 位地址选通输入端。

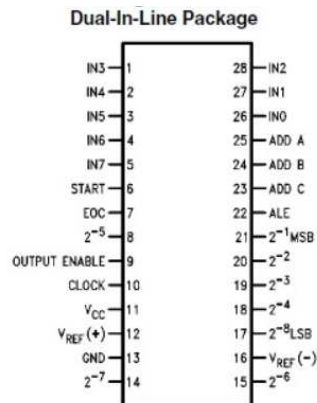


图 5-ADC0809 引脚



图 6-ADC0809 实物图

### (三) LCD1602

LCD1602 液晶显示器是广泛使用的一种字符型液晶显示模块。它是由字符型液晶显示屏 (LCD)、控制驱动主电路 HD44780 及其扩展驱动电路 HD44100, 以及少量电阻、电容元件和结构件等装配在 PCB 板上而组成。

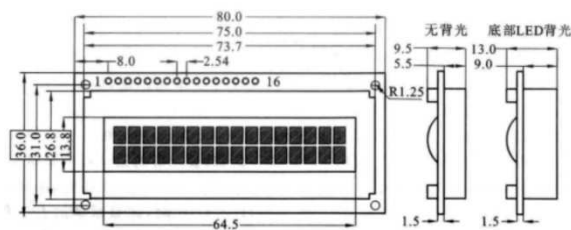


图 7-LCD 俯视图



图 8-背部视图

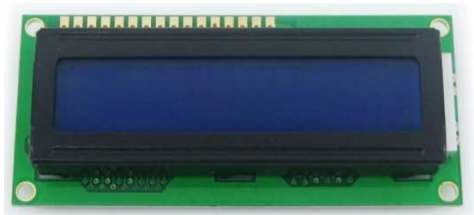


图 9-LCD 实物图

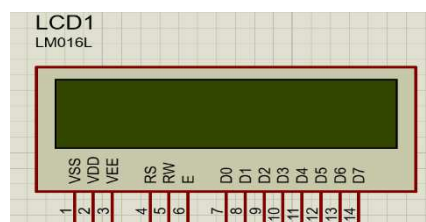


图 10-对应引脚



- 引脚 1: VSS 为地电源。
- 引脚 2: VDD 接 5V 正电源。
- 引脚 3: VL 为液晶显示器对比度调整端，接正电源时对比度最弱，接地时对比度最高，对比度过高时会产生“鬼影”现象，使用时可以通过一个 10kQ 的电位器调整其对比度。
- 引脚 4: RS 为寄存器选择脚，高电平时选择数据寄存器、低电平时选择指令寄存器。
- 引脚 5: R/W 为读/写信号线，高电平时进行读操作，低电平时进行写操作。当 RS 和 R/W 共同为低电平时可以写入指令或显示地址；当 RS 为低电平，R/W 为高电平时，可以读忙信号；当 RS 为高电平，R/W 为低电平时，可以写入数据。
- 引脚 6: E 端为使能端，当 E 端由高电平跳变为低电平时，液晶模块执行命令。
- 引脚 7~14: D0~D7 为 8 位双向数据线。
- 引脚 15: 背光源正极。
- 引脚 16: 背光源负极

#### (四) 74HC138

74HC238 能够将 3 地址输入，译码出 8 个输出。

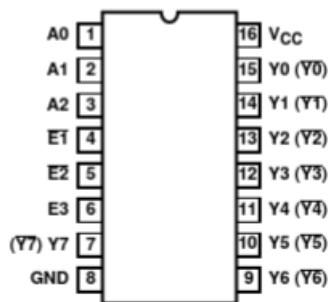


图 12-引脚图



图 11-实物图

74HC138 集成译码器功能表													
输入						输出							
$E_3$	$\overline{E_2}$	$\overline{E_1}$	$A_2$	$A_1$	$A_0$	$\overline{Y_0}$	$\overline{Y_1}$	$\overline{Y_2}$	$\overline{Y_3}$	$\overline{Y_4}$	$\overline{Y_5}$	$\overline{Y_6}$	$\overline{Y_7}$
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

图 13-74HC138 真值表

用 3 个 IO，可以控制 8 个输出。A0~A2: 3 个输入。 $\overline{E_1}$ 、 $\overline{E_2}$ : 拉低使能，可以接地。E3: 拉高使能，可以接 VCC。 $\overline{Y_0} \sim \overline{Y_7}$ : 8 个输出。

## 5 PCB 设计，基于 Altium Designer 20

步骤一：打开软件，新建原理图，新建 PCB 图。

步骤二：从库中寻找元器件绘制电路，并选择封装。

步骤三：进行原理图进行电气规则检查，检查无误后待定。

步骤四：进入 PCB 图在 Keep Out Layer 绘制 PCB 框的大小为 80mm\*120mm。

步骤五：导出原理图至 PCB，规定布线规则后，开始布局和布线。

注意点个人陈述：

- 1、考虑到电源的波动，在靠近所有芯片的供电引脚处都加有 10nF 的滤波电容，保持供电稳定，消除高频干扰。
- 2、ADC0809 的采样模拟电压来源为电阻分压电路。
- 3、STC89C52RC 的 P0 口没有上拉电阻需要人为添加排阻进行上拉。

### 5.1 原理图设计

#### (一) 控制及 LCD 显示模块

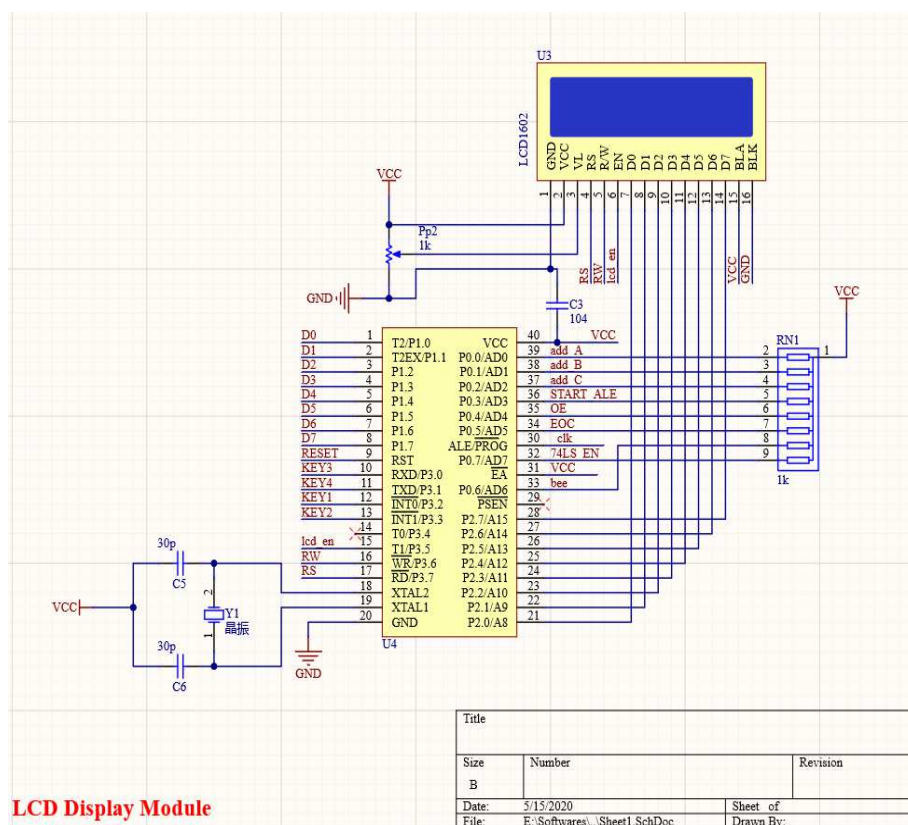


图 14-控制及 LCD 显示模块

晶振与单片机的脚 XTAL0 和脚 XTAL1 构成的振荡电路中会产生谐波（也就是不希望存在的其他频率的波）这个波对电路的影响不大，但会降低电路的时钟振荡器的稳定性。

为了电路的稳定性起见 ATMEL 公司只是建议在晶振的两引脚处接入两个 10pf-50pf 的瓷片电容接地来削减谐波对电路的稳定性影响，所以晶振所配的电容在 10pf-50pf 之间都可以的。

如上图所示 LCD 的 VL 引脚上的电压由滑动变阻器分压得到，用于调节 LCD 的对比度。BLA 为外接电源的正极，BLK 为外接电源的负极，用于 LCD 的背光。STC89C52RC 的 P2 口驱动 D0~D1，另外的 3 个 IO，P3.5、P3.6、P3.7 分别控制 EN、RW、RS。

## (二) 电压采样模块

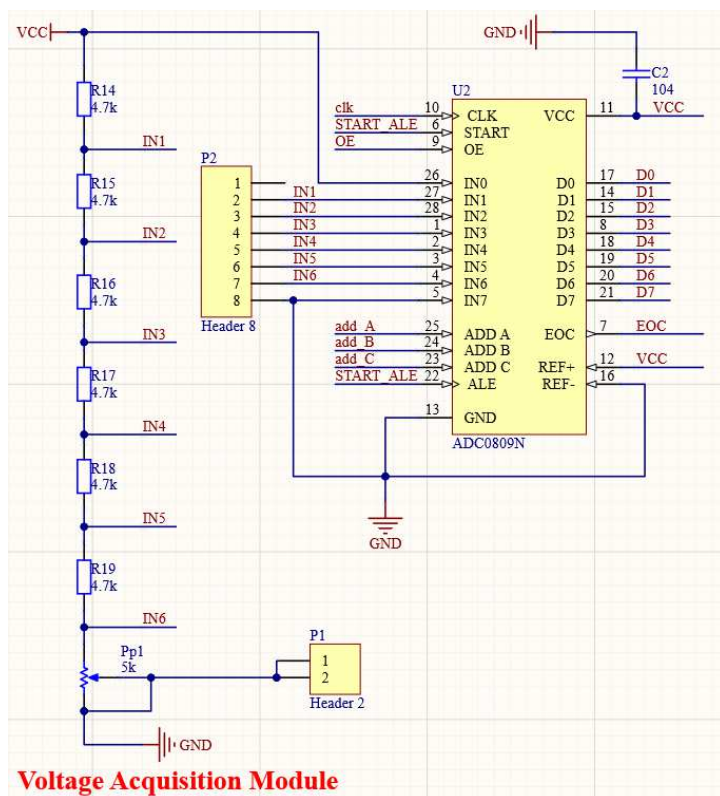


图 15- 电压采样模块

如上图，ADC0809 的 3 地址输入引脚 CBA、ALE、EOC、START、OE 由 STC89C52RC 上的 IO 引脚来控制。8 位 OUT 输出直接由 TC89C52RC 的 P1 口来接收。ADC0809 的 8 通道模拟信号输入由外部的电阻分压得到。另外需注意 ADC0809 芯片工作需要时钟脉冲，所以 10 引脚的 clk 由 STC89C52RC 的 30 引脚 ALE 进行供给，因为 STC89C52RC 正常工作时 ALE 引脚输出 1/6 的外接晶振的频率。

假设下方滑动变阻器为 2.5K 为例，IN7 的电压接地为 0V，其他根据 5V 分压可以得到：

IN0: 5V

IN1: 4.23V

IN2: 3.4V

IN3: 2.70V

IN4: 1.93V

IN5: 1.17V

IN6: 0.4V

### (三) 按键模块

按键模块如下图所示，分为前一通道、后一通道、调节上限、调解下限，还有复位按键。上拉电阻在上电时默认将按键右端置为高电平。一旦按键按下，电阻下方为低电平并传给 STC89C52RC 对应按键引脚，执行对应操作，并且会有对应 LED 亮起。

复位电路工作原理是 VCC 上电时，使极性电容 C 充电，在 200 欧电阻上出现高电位电压，使得单片机复位；几个毫秒后，C 充满，200 欧电阻上电流降为 0，电压也为 0，使得单片机进入工作状态。工作期间，按下 S1，C 放电，放电结束后，又充电，在 200 电阻上出现高电压，使得单片机进入复位状态，直到 S1 松手，C 又充电完毕，随后，单片机进入工作状态。

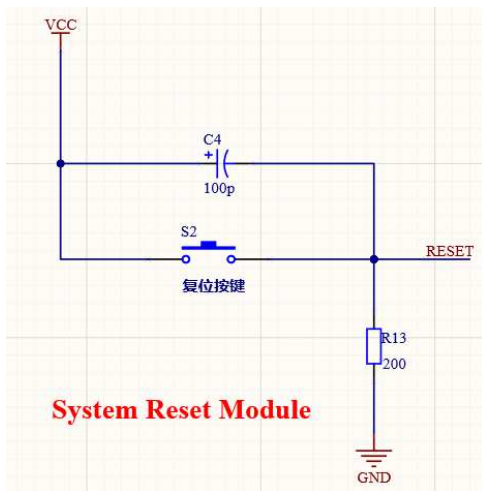


图 17-复位按键

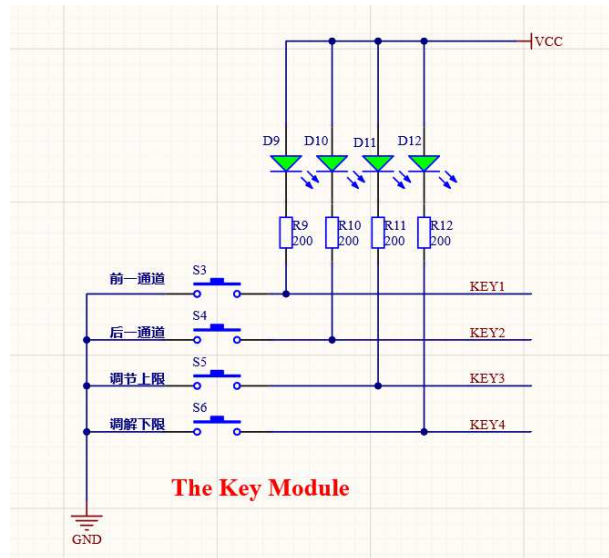


图 16-LCD 控制按键模块

### (四) 报警模块。

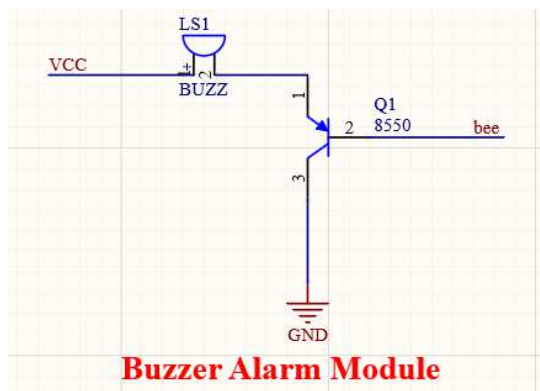


图 18-蜂鸣器报警模块



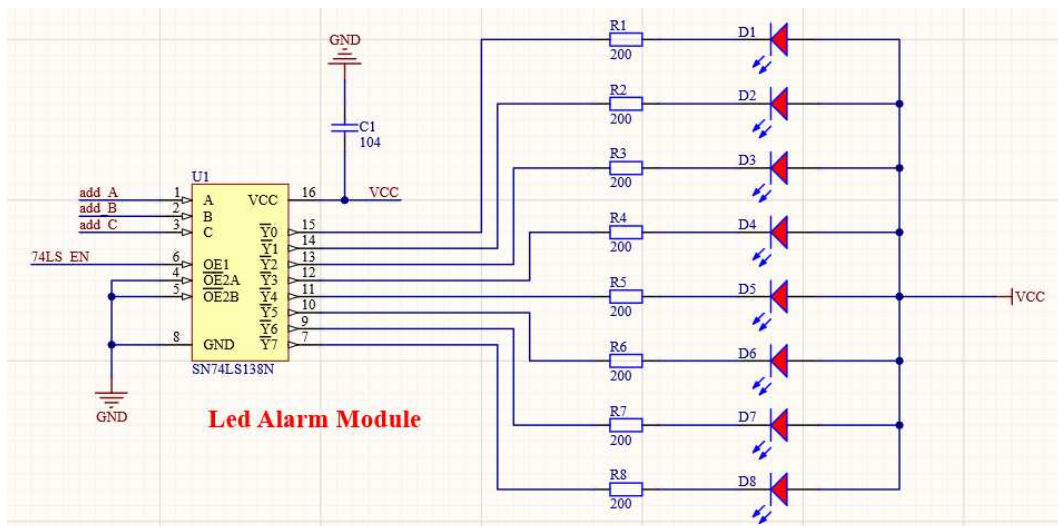


图 19-LED 报警模块

如上图所示，74HC138 的 CBA 由 ADC0809 的 CBA 传输共享而来，高电平有效使能端 E3 交由 STC89C52RC 的 32 引脚控制，其他 2 个低电平有效使能端  $\overline{E1}$ 、 $\overline{E2}$  默认接地。一旦切换到对应通道，如果该通道的电压异常（即采样电压值不在设置的上下限电压区间范围内），那么点亮该通道的 LED，进行报警，同时蜂鸣器进行打鸣报警。

## 5.2 PCB 绘制

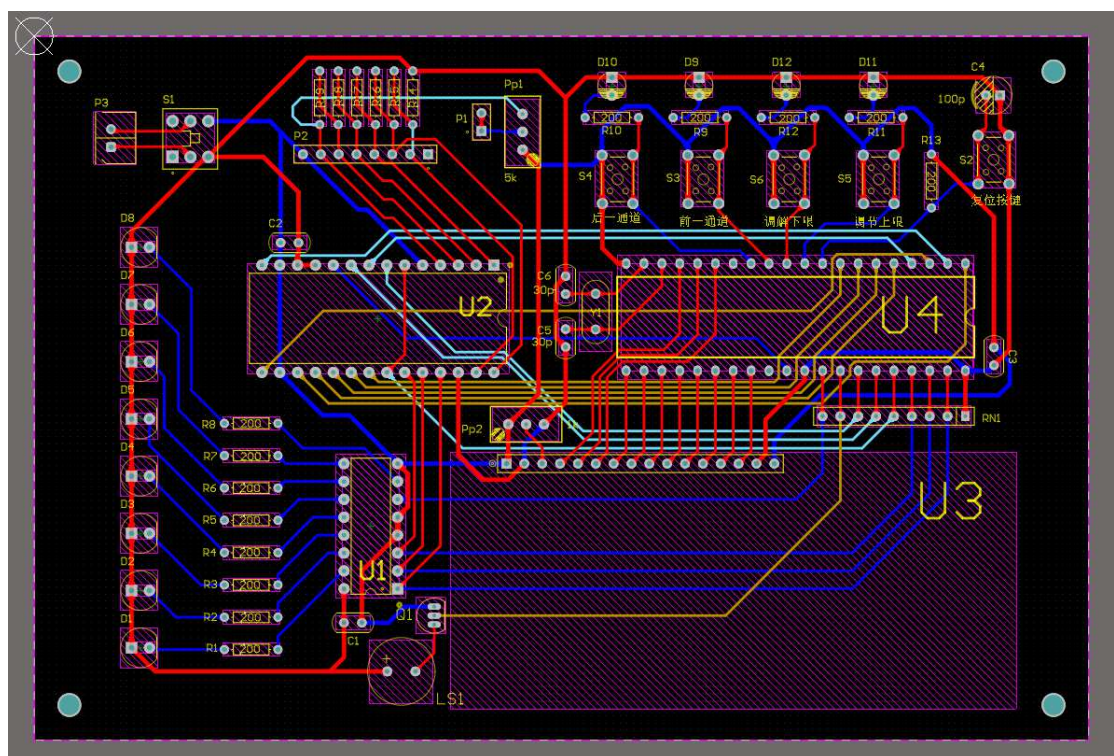


图 20-PCB 绘制

## 6 调试及结果

### 6.1 Hex 文件烧录过程

首先在 Keil uVersion5 中定义程序输出路径，进行编译，确保编译成功，如下图所示

```
compiling adjust_voltage.c...
compiling key_check.c...
compiling led_warning.c...
compiling my_info.c...
linking...
Program Size: data=56.0 xdata=0 code=6001
creating hex file from ".\output\select system"...
".\output\select system" - 0 Error(s), 0 Warning(s).
Build Time Elapsed: 00:00:03
```

图 21-编译成功

接下来打开 STC 官方烧录软件，插上 51 开发板，窗口默认检测串口，波特率设置为 9600~19200，选择 hex 文件所在的目录，点击下载，开发板上电，等待程序烧录完成即可。

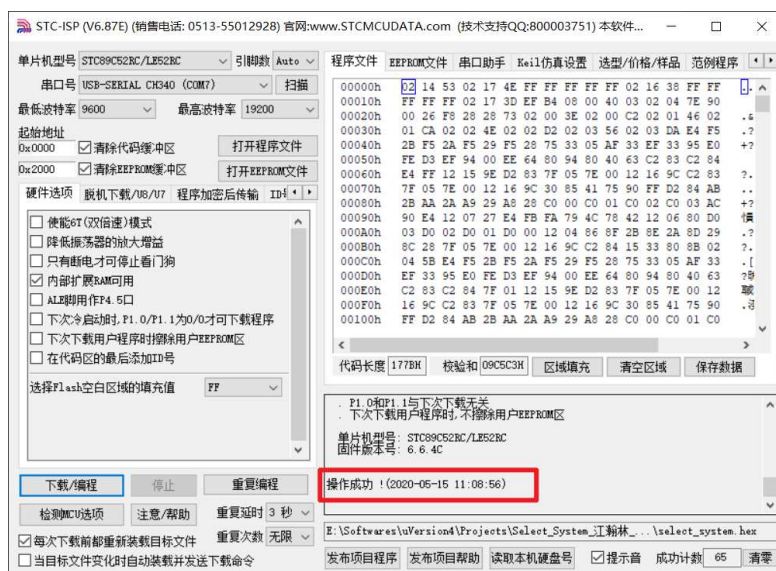


图 22-烧录成功

### 6.2 测试数据

第 1 组数据	IN0	IN1	IN2	IN3	IN4	IN5	IN6	IN7
万用表测量 V	5.00	4.288	3.536	2.762	1.986	1.214	0.458	0
LCD 显示值 V	5.00	4.25	3.50	2.72	1.96	1.19	0.45	0
误差值 V	0	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0	0
百分比	0.00%	0.70%	0.85%	1.45%	1.01%	1.65%	0.00%	0.00%

图表 1-第一次测量数据

第 2 组数据	IN0	IN1	IN2	IN3	IN4	IN5	IN6	IN7
万用表测量 V	5.00	4.229	3.428	2.60	1.776	0.953	0.150	0
LCD 显示值 V	5.00	4.19	3.41	2.58	1.76	0.94	0.13	0
误差值 V	0	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0
百分比	0.00%	0.71%	0.29%	0.77%	0.56%	1.05%	13.33%	0.00%

图表 2-第二次测量数据

实验测量数据如上两表所示，第一次测量数据的电压误差在 0.03V 上下波动，判断误差来源为 3 处：外量表、程序算法、硬件电路焊接、电子元件误差。由于万用表，电子元件误差是固定存在的，无法进行认为干预，并且硬件电路焊接也已完成，只能从程序入手，尽可能地使采样值准确。于是，在程序里考虑了多次采样求平均值的算法，编译成功并且烧录后，进行了第二次数据记录，结果取得了良好的效果，可以观察到电压误差在 0.02V 上下波动。

## 7 遇到的问题

### (一) LCD1602A 显示不正常，乱码

根据 Proteus 的硬件仿真，可以得出不是程序设计的问题，是电路焊接的问题。既然是 LCD 乱码，就是 LCD 与 STC89C52 连接的引脚上出了问题。LCD 可以显示内容，对比度工作正常，排除调节对比度的 3 个引脚。背光电源正常亮起，排除背光电源的 2 个引脚。剩下 11 个引脚，经过观察是 D0~D7 某两个引脚短接，排除短接故障后，上电 LCD 只能显示半边内容，另外半边乱码。这个情况尝试直接换了一块 LCD，显示正常，故障排除。

### (二) LCD 显示电压有 0.03V 的误差

直接从软件算法入手，采取多次采样求平均值的算法，采样次数为 5 次，重新测试后，发现有效果，电压误差为 0.02V。

## 8 心得体会

我始终认为电子信息工程是一个非常有潜力的专业,并且我对该专业充满了浓厚的兴趣。虽然说专业课让我学得喘不过气来,难度颇大,但我相信这只是一个阶段性的过渡期。

属于工科的电子信息工程需要我有缜密的分析思维,强大的动手能力和学习能力,这些素养还需后期慢慢培养。时光荏苒,如今我就要大四了,在大学度过的3年里,我收获了许多宝贵经验,积累了一定的专业知识与素养,回首看看两年前的自己,我发现自己已不再是刚进大学的是那个对专业一无所知的小白了。我清楚地知道目前我学到的只是专业的冰山一角,剩下的还需要我跟随老师的脚步,课外自己慢慢摸索。

此次的多路数据采集控制系统运用到了很多之前专业课的知识,尤其是数字电子技术,模拟电子技术。落实到具体的课程设计我才恍然大悟专业知识并不是白学的,原来是这么运用的,也难怪很久以前专业课老师每次上课都会给我们埋下伏笔。以前自己还没有这么深的感触,但越到后来的专业课程设计我渐渐感觉到专业课知识起到对课程设计的支配与指导作用。

多次 AT89C52 的课程设计让我对单片机有了更加深入的理解。本次课程设计最突出的特点,也是最关键的地方就是芯片时序图分析,要使得芯片之间能够进行良好的通信,程序必须严格按照时序图来编写。ADC0809 的时序图,还有 LCD1602 的时序图,之前一直不懂这个时序图干些什么作用,现在恍然大悟了。

我相信之后我还会遇到更大的困难,更大的挑战,不过本身也不就是一路解决问题,克服困难,提升自我的过程么。未来是未知的,我只有不断进步,不断去适应困苦的环境,才能超越自我,达到新的高度。

此次的课程设计,感谢陈渭力老师和陈淼老师的帮助,不管是在硬件电路设计上还是程序设计上他们都给了我特别大的启发。



## 附件

PCB 正反面照片一张

Proteus 仿真布局图一张

电路原理图一张

PCB 布线图一张

PCB 3D 渲染图一张

电子元件清单一张