

目 录

第 1 节 引 言	3
1.1 水温控制系统概述.....	3
1.2 本设计任务和主要内容.....	3
第 2 节 系统主要硬件电路设计	4
2.1 单片机控制系统原理.....	4
2.2 温度采样电路.....	4
2.2.1 温度传感器的选取.....	4
2.2.2 温度传感器 AD590.....	5
2.2.3 电路原理及参数计算.....	5
2.2.4 ADC0804 性能描述.....	5
2.3 温度控制电路.....	5
2.4 主机控制部分.....	6
2.5 键盘及数字显示部分.....	6
第 3 节 系统软件设计	8
3.1 主程序流图.....	8
3.2 主程序.....	8
3.3 键盘和数字显示流程图.....	14
3.4 键盘显示程序.....	14
第 4 节 结束语	23
参考文献	24

第1节 引言

在能源日益紧张的今天，电热水器，饮水机，电饭煲之类的家用电器在保温时，由于其简单的温控系统，利用温敏电阻来实现温控，因而会造成很大的能源浪费浪费。

但是利用 AT89C51 单片机为核心，配合温度传感器，信号处理电路，显示电路，输出控制电路，故障报警电路等组成，软件选用汇编语言编程。单片机可将温度传感器检测到的水温模拟量转换成数字量，显示于 LED 显示器上。该系统灵活性强，易于操作，可靠性高，将会有更广阔的开发前景。

1.1 水温控制系统概述

能源问题已经是当前最为热门的话题，离开能源的日子，世界将失去一切颜色，人们将寸步难行，虽然本设计是节省电能角度出发，而电能又是可再生能源，但是在今天还是有很多的电是依靠火力，核电等一系列不可再生的自然资源所产生，一旦这些自然资源耗尽，我们将面临电能资源的巨大的缺口，因而本设计从开源节流的截流角度出发，节省电能，保护环境。

1.2 本设计任务和主要内容

设计并制作一个水温自动控制系统，控制对象为 1 升净水，容器为搪瓷器皿。水温可以在一定范围内由人工设定，并能在环境温度降低时实现自动控制，以保持设定的温度基本不变。

本设计主要内容如下：

- (1) 温度设定范围为 $40\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，最小区分度为 1°C ，标定温度 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 环境温度降低时温度控制的静态误差 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ 。
- (3) 用十进制数码管显示水的实际温度。
- (4) 采用适当的控制方法，当设定温度突变（由 40°C 提高到 60°C ）时，减小系统的调节时间和超调量。
- (5) 温度控制的静态误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

第2节 系统主要硬件电路设计

2.1 单片机控制系统原理

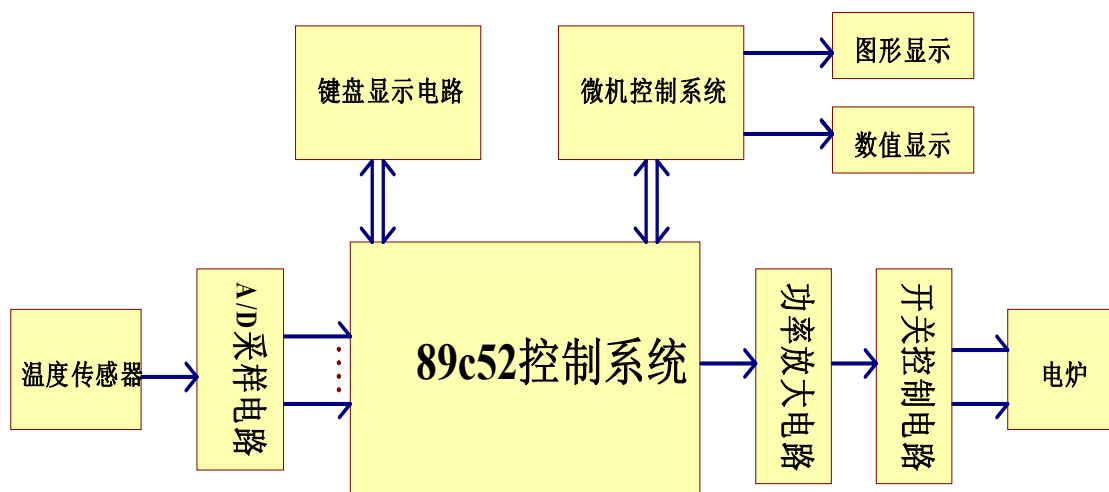


图 2-1 单片机控制系统原理框图

2.2 温度采样电路

系统的信号采集电路主要由温度传感器（AD590）、基准电压（7812）及 A/D 转换电路（ADC0804）三部分组成。如图：2-2

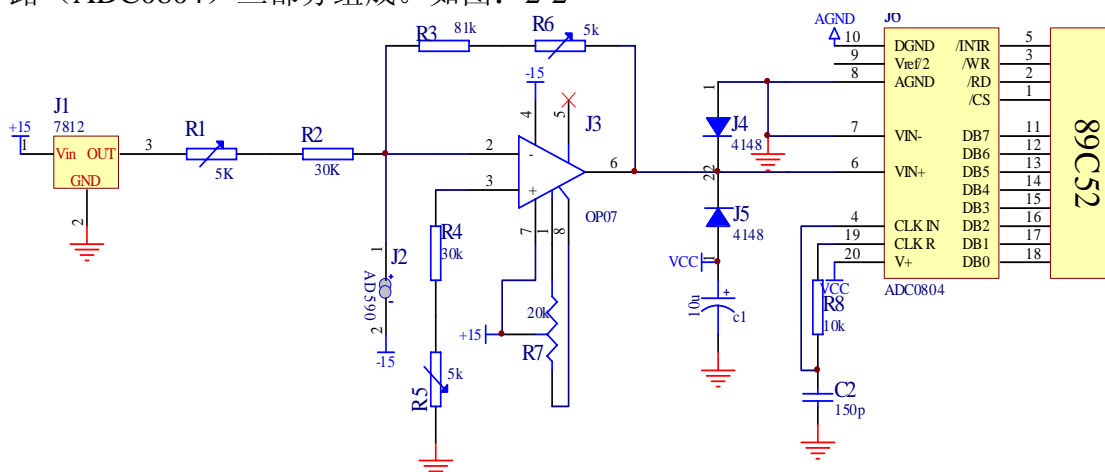


图 2-2 信号采集电路

2.2.1 温度传感器的选取

目前市场上温度传感器较多，有以下几种：

方案一：选用铂电阻温度传感器，此类温度传感器线性度、稳定性等方面性能都很好，但其成本较高。

方案二：采用热敏电阻，选用此类元器件有价格便宜的优点，但由于热敏电阻的非线性特性会影响系统的精度。

方案三：选用美国 Analog Devices 公司生产的二端集成电流传感器 AD590。其测量范围在 -50°C — $+150^{\circ}\text{C}$ ，满刻度范围误差为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，当电源电压在 $5\text{—}10\text{V}$ 之间，稳定度为 1% 时，误差只有 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 。此器件具有体积小、质量轻、线形

度好、性能稳定等优点其各方面特性都满足此系统的设计要求。

比较以上三种方案，方案三具有明显的优点，因此选用方案三。

2.2.2 温度传感器 AD590

测量范围在 -50°C — $+150^{\circ}\text{C}$ ，满刻度范围误差为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，当电源电压在 $5\text{—}10\text{V}$ 之间，稳定度为 1% 时，误差只有 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 。AD590 为电流型传感器温度每变化 1°C 其电流变化 $1\mu\text{A}$ 在 35°C 和 95°C 时输出电流分别为 $308.2\mu\text{A}$ 和 $368.2\mu\text{A}$ 。

2.2.3 电路原理及参数计算

温度采样电路的基本原理是采用电流型温度传感器 AD590 将温度的变化量转换成电流量，再将电流量转换成电压量通过 A/D 转换器 ADC0804 将其转换成数值量交由单片机处理。

2.2.4 ADC0804 性能描述

ADC0804 为 8bit 的一路 A/D 转换器，其输入电压范围在 $0\text{—}5\text{V}$ ，转换速度小于 $100\mu\text{s}$ ，转换精度 0.39% 。满足系统的要求。

如图 2-3 A/D 转换电路

由于系统控制的水温范围为 35°C — 95°C ，所以当输出电压为零伏时 AD590 的输出电流为 $308.2\mu\text{A}$ ，因此为了使 U_i 的电位为零就必须使电流

I_b 等于电流 I_c 等于 $308.2\mu\text{A}$ ，三端稳压 7812 的输出电压为 12V ，所以取电阻 $R_2=30\text{k}$ ， $R_1=10\text{k}$ 的电位器。又由于 ADC0804 的输入电压范围为 $0\text{—}5\text{V}$ ，为了提高精度所以令水温为 95°C 时

ADC0804 的输入电压为 5V （即

$U_o=5\text{V}$ ）。当水温为 95°C 时 AD590 的输出电流为 $368.2\mu\text{A}$ 。因此取 $R_5=81\text{k}$ ， $R_5=5\text{k}$ 的电位器。

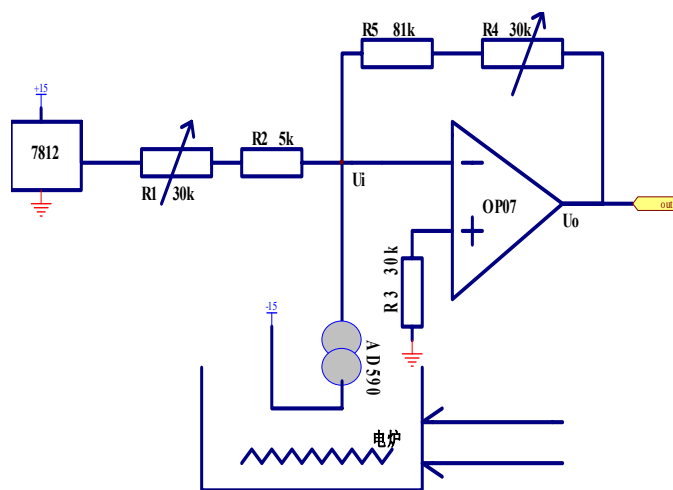
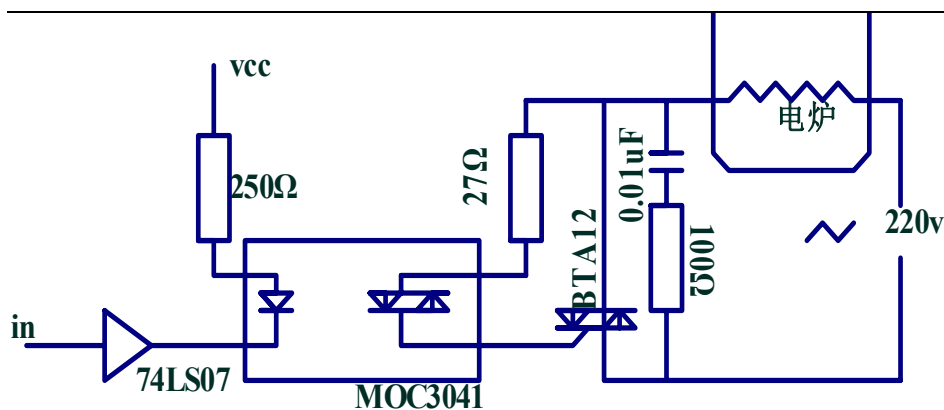


图 2-3 A/D 转换电路

2.3 温度控制电路

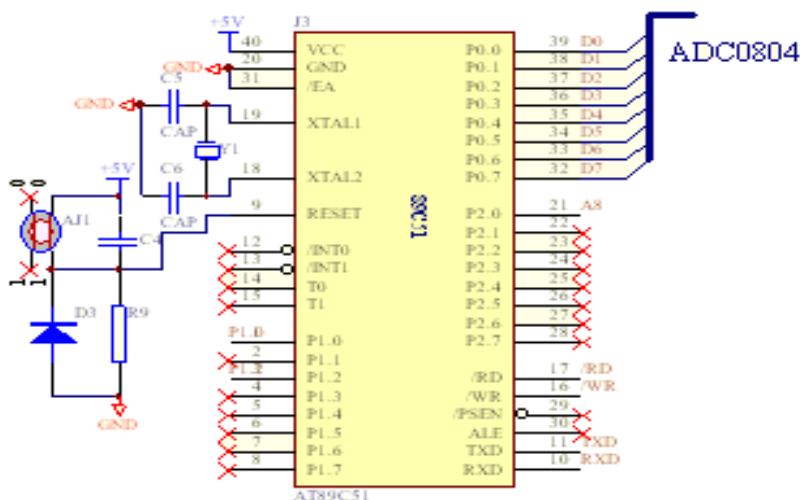
此部分电路主要由光电耦合器 MOC3041 和双向可控硅 BTA12 组成。MOC3041 光电耦合器的耐压值为 400V ，它的输出级由过零触发的双向可控硅构成，它控制着主电路双向可控硅的导通和关闭。 100Ω 电阻与 $0.01\mu\text{F}$ 电容组成双向可控硅保护电路。控制部分电路图如图 2-4 部分控制电路。



如图 2-4 部分控制电路

2.4 主机控制部分

此部分是电路的核心部分，系统的控制采用了单片机 89C52。单片机 89C52 内部有 8KB 单元的程序存储器及 256 字节的数据存储器。因此系统不必扩展外部程序存储器和数据存储器这样大大的减少了系统硬件部分。如图 2-5 主机控制部分



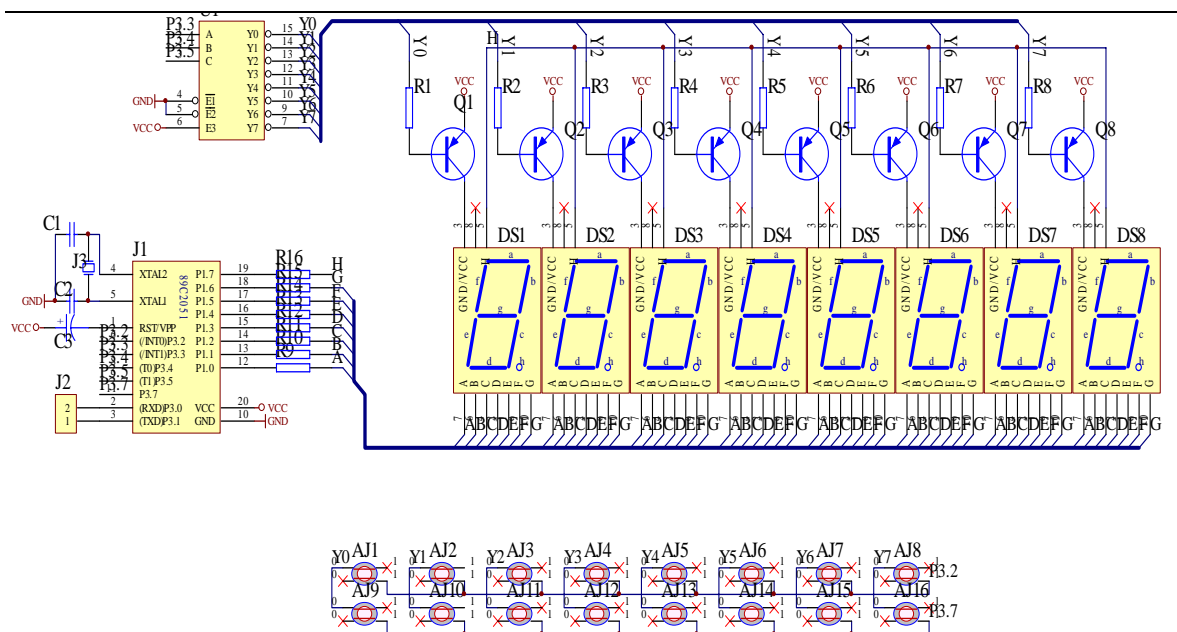


图 2-6 键盘/显示部分电路

键盘的接法的差别直接影响到硬件和软件的设计，考虑到单片机 2051 的端口资源有限，所以我们在设计中将传统的 4*4 的键盘接成 8*2 的形式（如图 2-7），键盘的扫描除了和显示共用的 8 个端外，另外的两个端直接和 2051 的 P3.2 和 P3.7 相连。

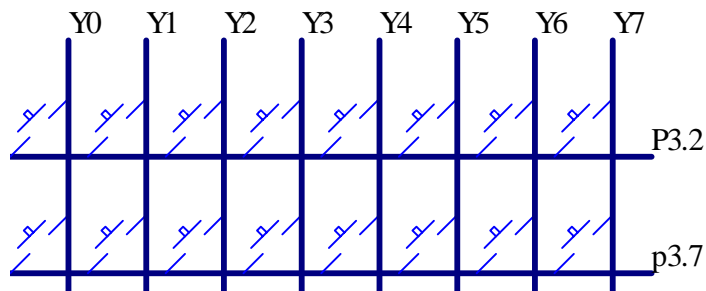


图 2-7 键盘接线

如图 2-7 的接法已经完全用完了单片机的 15 个 I/O 口，有效的利用了单片机的资源。

第 3 节 系统的软件设计

3.1 系统主程序设计

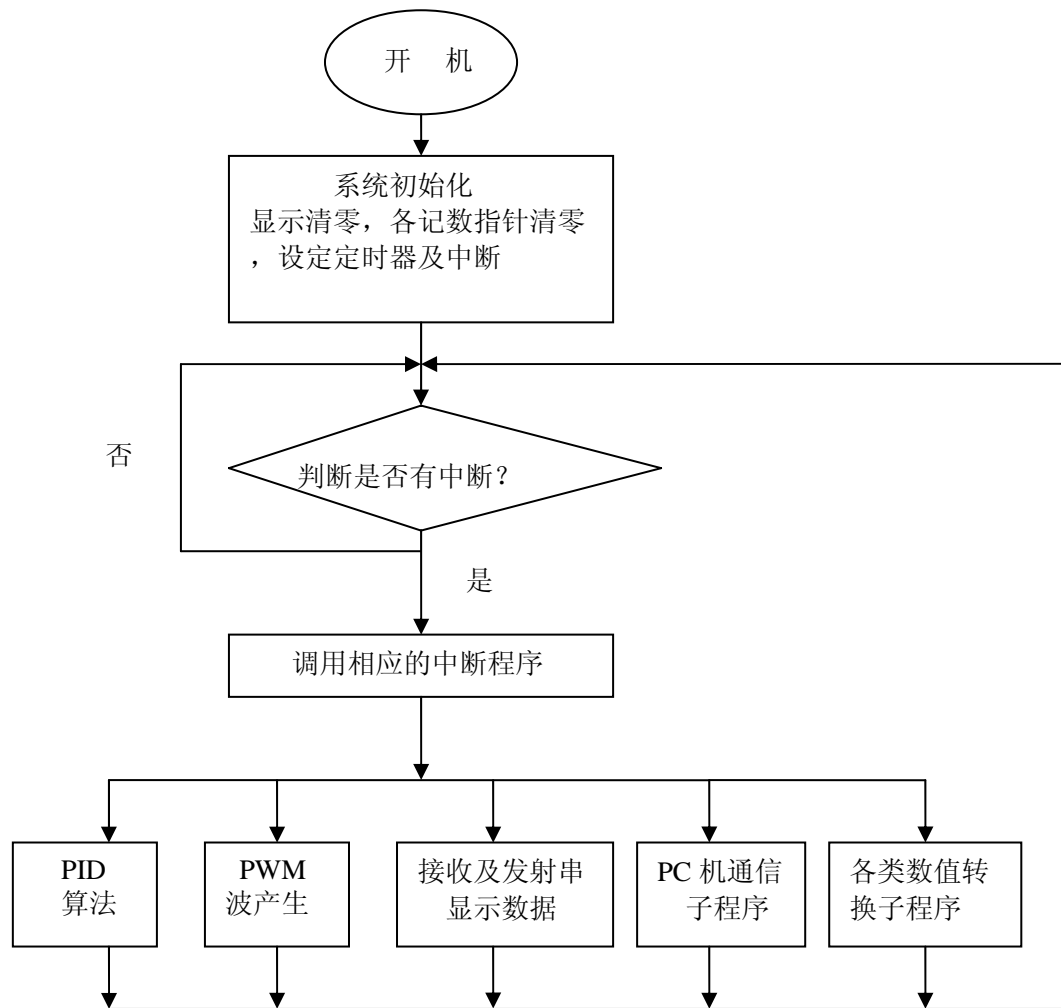


图 3-1 主程序流程图

3.2 主程序

主程序如下：ORG 0000H

AJMP START ;主程序

ORG 000BH

AJMP TIM0 ;T0 中断子程序

ORG 0023H

AJMP RT ;串口中断接受子程序

ORG 0100H

START:MOV 50H,#00H ;初始化设定温度

MOV 51H,#00H

MOV 52H,#00H

```
MOV 53H,#00H
MOV 54H,#0C6H      ;发送第 5 个数码管字形码 “C”
MOV TMOD,#01H      ;T0 工作在 MODE1
MOV TH0,#0ECH      ;晶振 12M, 50ms 中断一次
MOV TL0,#78H
SETB TR0
MOV TMOD,#20H      ;T1 工作在 MODE2
MOV TH1,#0E6H      ;设波特率
MOV TL1,#0E6H
SETB TR1
MOV SCON,#50H
MOV IE,#92H        ;允许 T0,RI 中断
MOV R6,#04H        ;初始要接收的数据个数
MOV R1,#50H        ;初始要接收数据的起始地址
MOV R4,#00H

REY:  MOV A,53H
      CJNE A,#00H,YES
      SJMP REY

YES:  MOV R3,#00H
YES1: CLR P2.0      ;开始 AD 转换
      CLR P3.6
      SETB P3.6
      ACALL DELAY
J1:   MOVX A,@R0
      ACALL SJCL    ;调用数据处理子程序
      ACALL DISP
      DJNZ R3,MM
      ACALL FS      ;调用串口发送子程序
      AJMP YES
MM:   AJMP YES1

SJCL:MOV B,#60
```



```
MUL AB
MOV 61H,A
MOV A,B
ADD A,#35
ACALL L10
MOV 60H,R5      ;存十进制高八位   （个位和十位）
MOV A,61H
MOV B,#9
MUL AB
MOV 61H,B        ;存十进制低八位   （小数点）
RET
```

L10: CLR C

```
MOV R5,#00H      ;初始化十进制转换的地位寄存器
MOV R4,#08H      ;调整次数
```

NEXT:RLC A

```
MOV R2,A
MOV A,R5
ADDC A,R5
DA A
MOV R5,A
MOV A,R2
DJNZ R4,NEXT
RET
```

DISP:

```
MOV A,60H
ANL A,#0F0H      ;取 D2 的显示数据存入 70H
SWAP A
MOV 70H,A
MOV A,60H
ANL A,#0FH       ;取 D1 的显示数据存入 71H
MOV 71H,A
MOV 72H,61H      ;取 D0 的显示数据存入 72H
```

```
MOV R0,#70H           ;取相应的字形码分别存入 55-57H
MOV DPTR,#TAB
MOV A,@R0
MOVC A,@A+DPTR
MOV 55H,A
INC R0
MOV A,@R0
MOVC A,@A+DPTR
MOV 56H,A
INC R0
MOV A,@R0
MOVC A,@A+DPTR
MOV 57H,A
MOV A,56H
ADD A,#80H           ;在 D1 字形码上加小数点
MOV 56H,A
RET
```

```
FS: MOV A,R0
    PUSH ACC
    MOV TMOD,#20H
    MOV TH1,#0E6H
    MOV TL1,#0E6H
    SETB TR1
    MOV SCON,#50H
    MOV R0,#54H       ;设定发送起始地址
    MOV R7,#04H
LOOP:MOV SBUF,@R0
    JNB TI,$
    CLR TI
    INC R0
    DJNZ R7,LOOP
    POP ACC
```

```
MOV R0,A
RET
```

```
;串口中断接受子程序
```

```
RT: PUSH ACC
    PUSH PSW
    CLR ET0
    CLR ES
SJ: MOV @R1,SBUF
    INC R1
    CJNE R4,#03H,MOVE
    SJMP MOVE1
MOVE :INC R4
    CLR RI
```

```
    JNB RI, $
MOVE1:DJNZ R6,SJ
    MOV R4,#00H
    MOV R1,#50H ;重置接收起始地址
    MOV R6,#04H ;重置接收个数
    SETB ET0
    SETB ES
    POP PSW
    POP ACC
    RETI
```

```
;T0 中断子程序
```

```
TIM0: PUSH ACC
    PUSH PSW
    MOV TH0,#0ECH ;重设中断时间
    MOV TL0,#78H
    CLR C
    ;ACALL JS
```

```
MOV A,51H
CJNE A,70H,Q1    ;最高位比
SJMP Q2
Q1:  JC OFF
     SJMP ON
Q2:  MOV A,52H
     CJNE A,71H,Q3
Q3:  JC OFF
ON:   CLR P1.4
     CLR P1.2
RE:   POP PSW
     POP ACC
     RETI
OFF:  SETB P1.4
     SETB P1.2
     SJMP RE

DELAY:MOV R7,#50
      DJNZ R7,$
      RET

TAB:DB 0C0H,0F9H,0A4H,0B0H,99H,92H,82H,0F8H,80H,90H
```

3.3 键盘显示程序

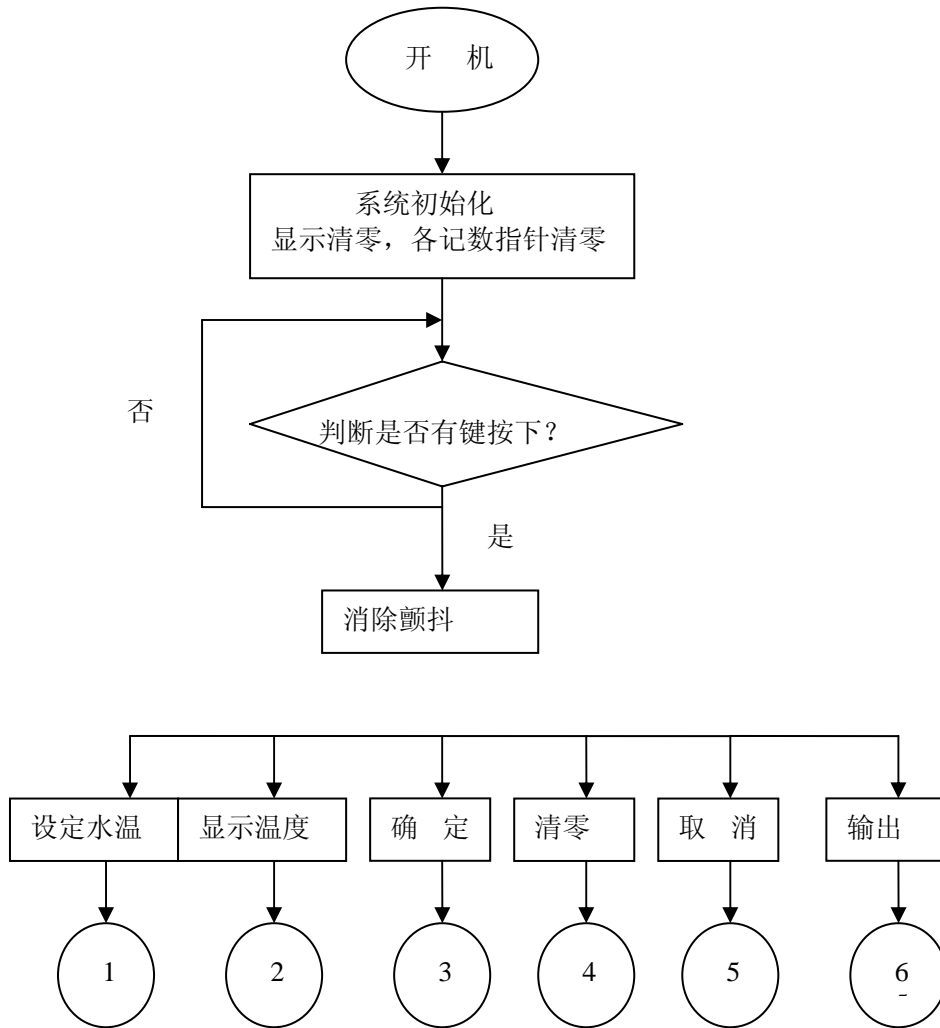


图 3-2 键盘显示程序流图

3.4 键盘显示程序

键盘显示程序如下:

FLAGA BIT 4EH

FLAGB BIT 4FH

ORG 00H

JMP START

ORG 23H

JMP UARTI

START: CLR FLAGA

CLR FLAGB

MOV 30H, #07H ;系统显示

MOV 31H, #07H ;PPPPPPPP

```

MOV    32H, #07H
MOV    33H, #07H
MOV    34H, #07H
MOV    35H, #07H
MOV    36H, #07H
MOV    37H, #07H
MOV    R1, #90H
MOV    R0, #50H
PP:    CLR    P3. 3          ;P3. 5P3. 4P3. 3=000
        CLR    P3. 4
        CLR    P3. 5
        MOV    A, 30H
        MOV    P1, A
        SETB   P3. 3          ;001
        MOV    A, 31H
        MOV    P1, A
        SETB   P3. 4          ;010
        CLR    P3. 3
        MOV    A, 32H
        MOV    P1, A
        SETB   P3. 3          ;011
        MOV    A, 33H
        MOV    P1, A
        SETB   P3. 5          ;100
        CLR    P3. 4
        CLR    P3. 3
        MOV    A, 34H
        MOV    P1, A
        SETB   P3. 3          ;101
        MOV    A, 35H
        MOV    P1, A
        SETB   P3. 4          ;110
        CLR    P3. 3
        MOV    A, 36H

```

```

MOV    P1, A
SETB   P3.3      ;111
MOV    A, 37H
MOV    P1, A
DJNZ   R0, PP
MOV    R0, #0FFH
DJNZ   R0, $
DJNZ   R1, PP      ;系统显示

MOV    SCON, #52H ;串行口方式 2, 允许接收, 初态 TI=1

MOV    30H, #0FH ;0
MOV    34H, #0FH
MOV    33H, #93H ;C
MOV    37H, #93H
Z1:    CLR    P3.3      ;000
        CLR    P3.4
        CLR    P3.5
        MOV    A, 30H
        MOV    P1, A
        JB     P3.2, Z11
        ACALL  DELAY      ;JIAN CHU LI
        JNB    P3.2, $
        SETB   FLAGA
        JMP    Z2
Z11:   JB     P3.7, Z2
        ACALL  DELAY      ;JIAN CHU LI
        JNB    P3.7, $
        JNB    FLAGA, Z2
        JB     FLAGB, Z12
        MOV    31H, #0C0H ;
        MOV    R0, #0
        SETB   FLAGB
        JMP    Z2

```

```

Z12:  MOV    32H, #0C0H    ;
      MOV    R1, #0
      CLR    FLAGB
Z2:   SETB   P3. 3          ;001
      MOV    A, 31H
      MOV    P1, A
      JB     P3. 2, Z21
      ACALL  DELAY          ;JIAN
      JNB    P3. 2, $
      JNB    FLAGA, Z3
      JB     FLAGB, Z22
      MOV    31H, #0F9H    ;
      MOV    R0, #1
      SETB   FLAGB
      JMP    Z3
Z22:  MOV    32H, #0F9H    ;
      MOV    R1, #1
      CLR    FLAGB
      JMP    Z3
Z21:  JB     P3. 7, Z3
      ACALL  DELAY          ;JIAN
      JNB    P3. 7, $
      JNB    FLAGA, Z3
      JB     FLAGB, Z23
      MOV    R0, #2
      MOV    31H, #0A4H    ;
      SETB   FLAGB
      JMP    Z3
Z23:  MOV    32H, #0A4H    ;
      MOV    R1, #2
      CLR    FLAGB
Z3:   SETB   P3. 4          ;010
      CLR    P3. 3
      MOV    A, 32H
    
```



```

MOV    P1, A
JB     P3. 2, Z31
ACALL  DELAY      ;JIAN
JNB    P3. 2, $
JNB    FLAGA, Z4
JB     FLAGB, Z32
MOV    31H, #0B0H    ;
MOV    R0, #3
SETB   FLAGB
JMP    Z4
Z32:   MOV    32H, #0B0H    ;
MOV    R1, #3
CLR    FLAGB
JMP    Z4
Z31:   JB     P3. 7, Z4
ACALL  DELAY      ;JIAN
JNB    P3. 7, $
JNB    FLAGA, Z4
JB     FLAGB, Z33
MOV    31H, #99H    ;
MOV    R0, #4
SETB   FLAGB
JMP    Z4
Z33:   MOV    32H, #99H    ;
MOV    R1, #4
CLR    FLAGB
Z4:    SETB   P3. 3      ;011
MOV    A, 33H
MOV    P1, A
JB     P3. 2, Z41
ACALL  DELAY      ;JIAN
JNB    P3. 2, $
JNB    FLAGA, Z5
JB     FLAGB, Z42

```

```

MOV    31H, #92H      ;
MOV    R0, #5
SETB   FLAGB
JMP     Z5
Z42:   MOV    32H, #92H      ;
MOV    R1, #5
CLR     FLAGB
JMP     Z5
Z41:   JB     P3. 7, Z5
ACALL  DELAY          ;JIAN
JNB     P3. 7, $
JNB     FLAGA, Z5
JB      FLAGB, Z43
MOV     31H, #82H      ;
MOV     R0, #6
SETB    FLAGB
JMP     Z5
Z43:   MOV     32H, #82H      ;0
MOV     R1, #6
CLR     FLAGB
Z5:    CLR     P3. 3          ;100
CLR     P3. 4
SETB    P3. 5
MOV     A, 34H
MOV     P1, A
JB      P3. 2, Z51
ACALL  DELAY          ;JIAN
JNB     P3. 2, $
JNB     FLAGA, Z6
JB      FLAGB, Z52
MOV     31H, #0F8H      ;
MOV     R0, #7
SETB    FLAGB
JMP     Z6

```

```

Z52:  MOV    32H, #0F8H    ;
      MOV    R1, #7
      CLR    FLAGB
      JMP    Z6
Z51:  JB     P3. 7, Z6
      ACALL  DELAY        ;JIAN
      JNB    P3. 7, $
      JNB    FLAGA, Z6
      JB     FLAGB, Z53
      MOV    31H, #80H
      MOV    R0, #8
      SETB   FLAGB
      JMP    Z6
Z53:  MOV    32H, #80H
      MOV    R1, #8
      CLR    FLAGB
Z6:   SETB   P3. 3          ;101
      MOV    A, 35H
      MOV    P1, A
      JB     P3. 2, Z61
      ACALL  DELAY        ;JIAN
      JNB    P3. 2, $
      JNB    FLAGA, Z7
      JB     FLAGB, Z62
      MOV    31H, #98H
      MOV    R0, #9
      SETB   FLAGB
      JMP    Z7
Z62:  MOV    32H, #98H
      MOV    R1, #9
      CLR    FLAGB
      JMP    Z7
Z61:  JB     P3. 7, Z7
      ACALL  DELAY        ;JIAN

```

```

JNB    P3. 7, $
JNB    FLAGA, Z7
MOV    A, R0
MOV    B, #10
MUL    AB
MOV    B, R1
ADD    A, B
MOV    SBUF, A
CLR    FLAGA
CLR    FLAGB
Z7:    SETB  P3. 4          ;110
        CLR  P3. 3
        MOV  A, 36H
        MOV  P1, A
Z8:    SETB  P3. 3          ;111
        MOV  A, 37H
        MOV  P1, A
        JMP  Z1

DELAY:  MOV  R7, #0F0H
DL0:    MOV  R6, #0F0H
        DJNZ R6, $
        DJNZ R7, DL0
        RET

UARTI:  PUSH  ACC
        PUSH  PSW
        MOV  DPTR, #TABLE
        MOV  A, SBUF
        JNB  RI, $
        CLR  RI
        MOV  B, A
        ANL  A, #00FH
        MOVC A, @A+DPTR
        MOV  36H, A
    
```

MOV A, B
ANL A, #0F0H
MOV B, #10H
DIV AB
MOVC A, @A+DPTR
MOV 35H, A
MOV A, R1
POP PSW
POP ACC
RETI

TABLE: DB 11H, 7DH, 23H, 29H, 4DH
DB 89H, 81H, 1DH, 01H, 09H;

结 束 语

首先,通过这次应用系统设计,在很大程度上提高了自己的独立思考能力和单片机的专业知识,也深刻了解写一篇应用系统的步骤和格式,有过这样的一次训练,相信在接下来的日子我们都会了,而且会做得更好。

我所写的系统主要根据目前节省能源的发展趋势和国内实际的应用特点和要求,采用了**自动化的结构形式**,实现对水温的自动检测和控制。

系统以单片机 AT89C52 为核心部件,单片机系统完成对水温信号的采集、处理、显示等功能;用 Protel 软件绘制电路原理图和 PCB 电路印刷板图,并在电路板厂制作控制主板;利用 MCS51 汇编语言编制,运行程序该系统的主要特点是:

1)适用性强,用户只需对界面参数进行设置并启动系统正常运行便可满足不同用户水温的要求,实现对水温的实时监控。避免了电力资源的浪费,节省了能源。

2)将单片机以及温度传感器引入对水温的分析和处理中,单片机控制决策无需建立被控对象的数学模型,系统的鲁棒性强,适合对非线性、时变、滞后系统的控制,对水温控制系统采用单片机控制非常适合。

3)系统成本低廉,操作非常简单,可扩展性强,只要稍加改变,即可增加其他使用功能。

本系统对现代化的发展具有十分重要的意义:

首先,节省了能源,特别是最近几年,我国东部沿海地区电力资源缺口十分巨大,可以缓解部分电力资源压力。

其次,由于我过大部分电力资源是火力发电,因而从一定程度上节省了自然资源,以及保护了环境。

通过对本设计的思考,更加加深了对单片机的认识,熟练了单片机的编程,更对当前的温度传感器有了更深刻的认识与了解,但是由于此系统依赖温度传感器,因而对温度传感器的稳定性,线性等诸多方面有着严格的要求,但是传感器的性能越好,相对而言其价格也就越高,因而在此设计中,温度传感器我个人觉的还是存在遗憾,其次,由于采用了汇编语言,所以其编程过程复杂不易查错。最后由于时间紧迫,本设计还有诸多地方需要改进。

由于本设计是从保温部分节能为出发点而设计,因而在其加热部分还是存在很大能源浪费,因而在日后的开发应用中因当注意要,对其加热部分的选材的改进。

参考文献

- [1]: 大学生电子设计竞赛组委会、第五届全国电子设计竞赛获奖作品选编北京: 北京理工大学出版社 2003
- [2]: 大连理工大学 2C 串行总线原理及其在单片机接口中的实现
作者: 唐鹏程 邹久朋
- [3]: 电子测量 电气测量技术和仪器
- [4] 武庆生, 仇梅.单片机原理与应用.电子科技大学出版, 1998,12
- [5] 朱定华.单片机原理与接口技术.电子工业出版社, 2001,4
- [6] 刘瑞新.单片机原理及应用教程.机械工业出版社, 2003,7
- [7] 吴普特, 牛文全, 郝宏科.现代化高效节水灌溉设施.化学工业出版社, 2002b,5