



控制与应用实验报告（三）

姓名： 吴涛

学号： 21160826

实验三：步进电机原理及应用

一、 实验目的

1. 初步学习和掌握 MCS-51 的体系结构和汇编语言，了解 Keil 编程环境和程序下载工的使用方法。
2. 了解步进电机的工作原理，学习用单片机的步进电机控制系统的硬件设计方法，掌握定时器和中断系统的应用，熟悉单片机应用系统的设计与调试方法。
3. 了解数码管输出的原理及编程方式。

二、 实验原理

1. 定时器中断

使用定时器时，首先应由外部条件得到要定时的时间长度 t ，如本实验中，就是根据要求的速度计算出的每一步之间的间隔。然后选择适当的定时器工作方式，去计算想要设定的计数器初值 s ，使用如下方程。

$$2^{\text{定时器最大位数}} - s) \times \text{定时周期} = t$$

$$\text{定时周期} = 12/\text{CPU 晶振频率}$$

2. 数码管显示

本开发平台有 3 个数码管，使用串行方式连接在一起。要想输出一个字形码，就需要从高位到低位依次向移位寄存器输出 8 个比特。移位寄存器的数据线和时钟线分别接到单片机的 P4.5 和 P4.4 管脚，可以使用 MCS-51 里面的位操作指令进行输出。连续输出 3 个字形，24 个 bit 之后，欲显示的字形将稳定地显示在数码管上，程序可以转而执行其他工作。

七段字形的编码方式需要通过实验获得。这些编码作为程序中的常数，使用 DB 命令存放。在程序中，需要将数值转换为相应的字形编码，可以使用 MOVC 指令来完成。

3. 步进电机

本实验使用简单的双四拍工作模式即可，这也是 FAN8200 比较方便的工作方式。只要将 CE1 和 CE2 分别置为高，然后 IN1 和 IN2 按照预定的脉冲输出，即 01->11->10->00->01 这个循环构成一个方向旋转的输出脉冲，将此序列翻转，就是相反方向的输出脉冲。

三、 实验器材

1. 单片机测控实验系统
2. 步进电机控制实验模块
3. Keil 开发环境
4. STC-ISP 程序下载工具

四、 实验内容

1. 编制 MCS-51 程序使步进电机按照规定的转速和方向进行旋转，并将已转动的步数显示在数码管上。
2. 步进电机的转速分为两档，当按下 S1 开关时，进行快速旋转，速度为 60 转/分。当松开开关时，进行慢速旋转，速度为 10 转/分。当按下 S2 开关时，按照顺时针旋转；当松开时，按照逆时针旋转。
3. 本程序要求使用定时器中断来实现，不准使用程序延时的方式。

五、 实验结果

程序代码

P4 EQU 0C0H ;p4 口地址

P4SW EQU 0BBH

ORG 0000H

LJMP START

ORG 001BH

LJMP TINT

ORG 0040H

TABLE:DB 0C0H,0F9H,0A4H,0B0H,99H,92H,82H,0F8H,80H,90H;

START:

;寄存器赋初值

MOV P4SW,#30H

MOV DPTR,#TABLE

MOV R1,#00H

MOV R2,#00H

MOV R3,#00H

;先输出步数 000

MOV A,R1

MOVC A,@A+DPTR

LCALL SHOW

MOV A,R2

MOVC A,@A+DPTR

ACALL SHOW

MOV A,R3

MOVC A,@A+DPTR

LCALL SHOW

MOV R0, #00H ;R0 记走到了哪一步

MOV R4, #00H ;R4 记中断次数

MOV R5, #00H ;R5 为 1 表示发生一次中断

;初始化计时器

MOV TMOD,#10H

MOV TH1,#5DH

MOV TL1,#3DH

;开中断
SETB ET1
SETB EA
SETB TR1

GO:
CJNE R5,#1,GO
;判断 s1 和 r4, 确定这次中断走不走
MOV C,P3.6 ;检查开关 s1 是否按下
JNC TT0 ;c=0 跳转
INC R4
CJNE R4,#6,NEXT
MOV R4,#00H

TT0:
;判断 s2 确定走的方向 (调研 rotate1 还是 rotate2)
MOV C,P3.7
JNC TT1
ACALL ROTATE1
AJMP NEXT
TT1:
ACALL ROTATE2

NEXT:
MOV R5, #0
MOV TH1,#5DH
MOV TL1,#3DH
LJMP GO

;顺时针走一步
ROTATE1:
;先把 ce 信号清零
CLR P1.1
CLR P1.4

;根据 r0 确定 in1 和 in2 的值
CJNE R0,#0,A10
AJMP L10
A10:
CJNE R0,#1,A11
AJMP L11
A11:

```
CJNE R0,#2,A12
AJMP L12
A12:
AJMP L13
```

```
L10:
CLR P3.2 ;0
SETB P1.0;1
INC R0
AJMP EXIT1
```

```
L11:
SETB P3.2 ;1
SETB P1.0 ;1
INC R0
AJMP EXIT1
```

```
L12:
SETB P3.2 ;1
CLR P1.0 ;0
INC R0
AJMP EXIT1
```

```
L13:
CLR P3.2 ;0
CLR P1.0 ;0
MOV R0,#00H
```

;将 ce 置位 使其有效 完成走一步

```
EXIT1:
SETB P1.1
SETB P1.4
;更新并显示步数
ACALL SHOWSTEPS
RET
```

```
;逆时针走一步
ROTATE2:
CLR P1.5
CLR P1.4
CJNE R0,#0,A20
AJMP L20
A20:
CJNE R0,#1,A21
AJMP L21
A21:
CJNE R0,#2,A22
```

AJMP L22

A22:

AJMP L23

L20:

CLR P3.2

SETB P1.0

INC R0

AJMP EXIT2

L21:

CLR P3.2

CLR P1.0

INC R0

AJMP EXIT2

L22:

SETB P3.2

CLR P1.0

INC R0

AJMP EXIT2

L23:

SETB P3.2

SETB P1.0

MOV R0,#00H

EXIT2:

SETB P1.1

SETB P1.4

ACALL SHOWSTEPS

RET

;更新并显示步数子程序

SHOWSTEPS:

;更新方法:

;个位不等于 9, 直接加 1

;个位等于 9, 十位不等于 9, 个位清零, 十位加 1

;同理百位

;全为 9, 清零

CJNE R1,#9H,LL1

CJNE R2,#9H,LL2

CJNE R3,#9H,LL3

MOV R1,#0

MOV R2,#0

MOV R3,#0

AJMP EXIT3

```
LL1:
INC R1
AJMP EXIT3
LL2:
MOV R1,#0
INC R2
AJMP EXIT3
LL3:
MOV R1,#0
MOV R2,#0
INC R3
```

;依次输出个十百位
;查表得到字型码，放进 A 中，调用 show 子程序输出

```
EXIT3:
MOV A,R1
MOVC A,@A+DPTR
LCALL SHOW
```

```
MOV A,R2
MOVC A,@A+DPTR
ACALL SHOW
```

```
MOV A,R3
MOVC A,@A+DPTR
LCALL SHOW
RET
```

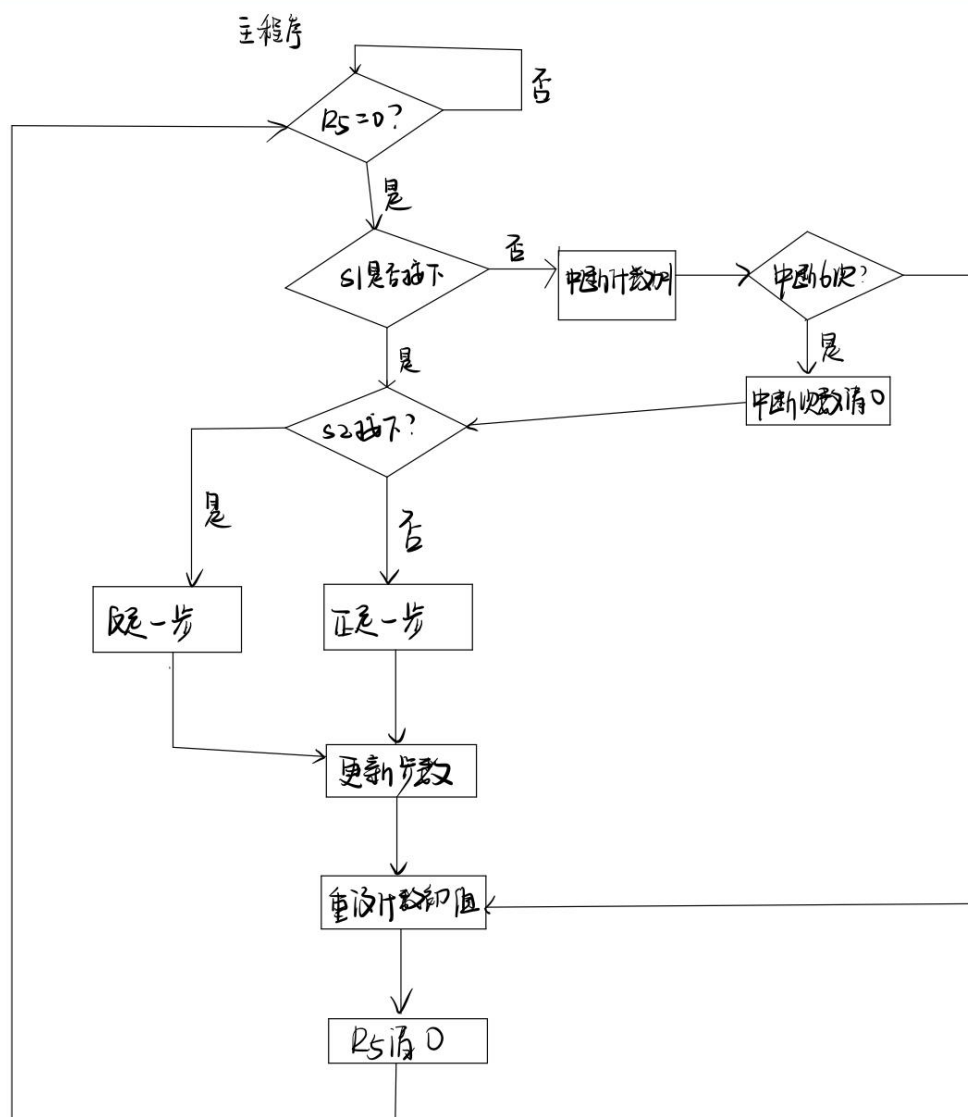
;要输出的数在 A 中，A 依次左移，从高位到低位输出字型码
SHOW:

```
MOV R7,#8
LL4:
RLC A
MOV P4.5,C
CLR P4.4
SETB P4.4
DJNZ R7,LL4
RET
```

```
TINT:
MOV R5, #1
RETI
```

```
END
```

1. 程序框图



六、 思考题

1. 如采用单四拍工作模式，每次步进角度是多少，程序要如何修改？

答：(1)单四拍工作模式下，每次步进角度为 $360/24=15$ 度

(2)单四拍工作模式下，每次只有一相通电，因此CE端信号也需要按照一定的顺序改变。

采用单四拍工作模式，线圈的驱动顺序应为 $A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A$ ，IN1 和 IN2 脉冲顺序改为 $01 \rightarrow 10 \rightarrow 00 \rightarrow 00 \rightarrow 01$ ，CE1 和 CE2 脉冲顺序改为 $10 \rightarrow 01 \rightarrow 10 \rightarrow 01$ 。修改程序时除了改变相位值之外，还应控制 CE 端信号。

2. 如采用单双八拍工作模式，每次步进角度是多少，程序要如何修改？

答：(1) 单双八拍工作模式下，每次步进角度为 $360/48=7.5$ 度

(2) 采用单双八拍工作模式，线圈的驱动顺序应为 $A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow BA \rightarrow A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow BA \rightarrow A$ ，IN1 和 IN2 脉冲顺序改为 $01 \rightarrow 11 \rightarrow 10 \rightarrow 10 \rightarrow 00 \rightarrow 00 \rightarrow 00 \rightarrow 01 \rightarrow 01$ ，CE1 和 CE2 脉

冲顺序改为 10→11→01→11→10。修改程序时由于定时器定时周期变了，故需修改定时初始值为 44703；相位值和 CE 端信号也需改变，还有循环次数。

3. 步进电机的转速取决于那些因素？有没有上、下限？

答：（1）取决于脉冲频率和工作模式

（2）由于各种物理因素（如摩擦、机械惯性、响应时间等），步进电机的最高转速有限制，且根据电机的不同而不同，转速下限为 0

4. 如何改变步进电机的转向？

答：调换脉冲顺序。

5. 步进电机有那些规格参数，如何根据需要进行选择型号？

答：（1）功率、马力、电流、转速、效率、功率因数、额定转矩、额定电流、重量、空起频率等

（2）a . 选择需要的额定转矩：通常根据需要的转矩大小(即所要带动物体的扭力大小)，来选择哪种型号的电机。大致说来，扭力越大，所选择的电机的额定转矩也越大，同时电机尺寸也就越大。

b . 选择合适的转速：电机的输出转矩，与转速成反比。就是说，步进电机在低速时输出转矩较大，在高速旋转状态的转矩较小。如果高速的同时希望获得较大输出转矩，应该选择电感稍小一些的电机。要求低速大力矩时，就要选择电感和电阻大一些的电机。

c . “空起频率”的选择：步进电机空载起动频率的选择步进电机空载起动频率，通常称为“空起频率”。这是选择电机比较重要的一项指标。如果要求在瞬间频繁启动、停止、高转速，通常需要“加速启动”。如果需要直接启动达到高速运转，最好选择反应式或永磁电机。

d . 考虑使用环境：特种步进电机能够防水、防油，用于某些特殊场合。例如水下机器人，就需要放水电机。

七、 实验中遇到的问题

将大部分工作放在中断处理程序中进行，这样会引起计时准确性，也违背中断思想。



控制与应用实验报告（四）

姓名：吴涛

学号：21160826

实验四：LED 点阵显示屏

一、 实验目的

了解 LED 点阵显示的基本原理和实现方法。掌握点阵汉字库的编码和从标准字库中提取汉字编码的方法。

二、 实验原理

1. 高亮度 LED 发光管构成点阵，通过编程控制可以显示中英文字符、图形及视频动态图形。所显示字符的点阵数据可以自行编写（即直接点阵画图），也可从标准字库（如 ASC16、HZ16）中提取。后者需要正确掌握字库的编码方法和字符定位的计算。
2. 行和列分别使用两个移位寄存器作为输出。
3. 当移位寄存器输出的第 i 行为 0，第 j 列为 1 时点亮点 (i,j) 。
4. 为了能够显示出一个点阵字型，需要进行循环扫描，也就是每一次只点亮一行，然后在列上输出该列对应的 16 个点阵值。
5. 输出一行后暂停一段时间，输出下一行。为了达到较好的显示效果，整屏总的扫描时间不高于 40ms。

三、 实验器材

1. 单片机测控实验系统
2. LED 点阵显示器实验模块
3. Keil 开发环境
4. STC-ISP 程序下载工具

四、 实验内容

1. 了解 16*16 点阵电路的原理，编写汇编语言程序。
2. 编写一行汉字字符（至少三个字）的显示程序。
3. 能够从左到右（或从右到左）循环显示（要求显示过程中字的大小与屏幕尺寸相适应）。

五、 实验结果

1. 程序代码

```
ORG 000H  
LJMP START  
ORG 0040H
```

START:

```
    D_X EQU P0.0  
    D_Y EQU P0.3  
    CKX EQU P0.1  
    CKY EQU P0.5  
    CK_XL EQU P0.2  
    CK_YL EQU P0.6  
    EN_X EQU P0.7
```

EN_Y EQU P0.4

MOV R7,#0

;

SM5:

MOV R2,#5

SM:

MOV R0,#0

MOV R1,#1

MOV R4, #0

MOV R5, #1

;

MOV R3,#16

SM16:

SETB EN_X

;

CLR CK_XL

MOV DPTR,#TABLE1

MOV A,R0

MOVC A,@A+DPTR

MOV R6,#8

YW1: CLR CKX

RLC A

MOV D_X,C

SETB CKX

DJNZ R6,YW1

MOV A,R1

MOVC A,@A+DPTR

MOV R6,#8

YW0: CLR CKX

RLC A

MOV D_X,C

SETB CKX

DJNZ R6,YW0

SETB CK_XL

CLR EN_X

;LCALL DELAY

;

SETB EN_Y

CLR CK_YL

MOV DPTR,#TABLE

MOV A,R4

ADD A,R7

MOVC A,@A+DPTR

MOV R6,#8

YW3:

CLR CKY

RLC A

CPL C

MOV D_Y,C

SETB CKY

DJNZ R6,YW3

MOV A,R5

ADD A,R7

MOVC A,@A+DPTR

MOV R6,#8

YW2: CLR CKY

RLC A

CPL C

MOV D_Y,C

SETB CKY

DJNZ R6,YW2

SETB CK_YL

CLR EN_Y

LCALL DELAY

.....

INC R0

INC R0

INC R1

INC R1

INC R4

INC R4

INC R5

INC R5

DJNZ R3,SM16

DINZ R2,SM

INC R7

INC R7

MOV A,R7

SUBB A,#224

JZ START

LJMP SM5

.....

DELAY:

PUSH 02H

PUSH 06H

MOV R6,#150

DEL1: MOV R2,#20

DEL2: DJNZ R2,DEL2

```
DJNZ R6,DEL1
POP 06H
POP 02H
RET
```

;

TABLE:

```
DB 00H,80H,01H,00H,06H,00H,1FH,FFH,E0H,00H,02H,08H,04H,30H,18H,C0H;
DB 0FH,02H,10H,01H,13H,FEH,10H,00H,10H,80H,14H,60H,18H,18H,00H,00H;"你",0
```

```
DB 08H,02H,08H,44H,0FH,A8H,F8H,10H,08H,68H,0FH,86H,00H,00H,01H,00H;
DB 41H,02H,41H,01H,47H,FEH,49H,00H,51H,00H,61H,00H,01H,00H,00H,00H;"好",1
```

```
DB 04H,00H,04H,00H,04H,00H,7FH,FEH,04H,02H,04H,02H,FFH,E2H,04H,22H;
DB 04H,22H,04H,22H,FFH,E2H,04H,02H,04H,02H,04H,02H,04H,00H,00H,00H;"世",2
```

```
DB 00H,10H,00H,10H,00H,20H,7FH,21H,49H,46H,49H,78H,49H,80H,7FH,00H;
DB 49H,80H,49H,7FH,49H,40H,7FH,20H,00H,20H,00H,10H,00H,10H,00H,00H;"界",3
```

```
DB 00H,80H,01H,00H,06H,00H,1FH,FFH,E0H,00H,02H,08H,04H,30H,18H,C0H;
DB 0FH,02H,10H,01H,13H,FEH,10H,00H,10H,80H,14H,60H,18H,18H,00H,00H;"你",0
```

```
DB 08H,02H,08H,44H,0FH,A8H,F8H,10H,08H,68H,0FH,86H,00H,00H,01H,00H;
DB 41H,02H,41H,01H,47H,FEH,49H,00H,51H,00H,61H,00H,01H,00H,00H,00H;"好",1
```

```
DB 04H,00H,04H,00H,04H,00H,7FH,FEH,04H,02H,04H,02H,FFH,E2H,04H,22H;
DB 04H,22H,04H,22H,FFH,E2H,04H,02H,04H,02H,04H,02H,04H,00H,00H,00H;"世",2
```

```
DB 00H,10H,00H,10H,00H,20H,7FH,21H,49H,46H,49H,78H,49H,80H,7FH,00H;
DB 49H,80H,49H,7FH,49H,40H,7FH,20H,00H,20H,00H,10H,00H,10H,00H,00H;"界",3
```

TABLE1:

```
DB 80H,00H
DB 40H,00H
DB 20H,00H
DB 10H,00H
```

```
DB 08H,00H
DB 04H,00H
DB 02H,00H
DB 01H,00H
```

```
DB 00H,80H
DB 00H,40H
DB 00H,20H
DB 00H,10H
DB 00H,08H
DB 00H,04H
DB 00H,02H
DB 00H,01H
```

```
END
```

六、 思考题

1. 如何使用软件调整和控制 LED 点阵的亮度?

答：实验中过程发现 LED 点阵亮度和同一列同时点亮的 LED 个数有关，同时点亮的 LED 个数越多，则亮度越低，而一列只有一个 LED 点亮时亮度很高。这可能是因为多个 LED 间电流分流所致。故可以采取每次显示半列，反复刷新的方法来提高亮度。

2. 如何尽量避免显示过程中的闪烁?

答：将屏幕的刷新时间控制在 40ms 以内，并且尽量减少每次刷新过后的延迟时间，刷新的频率越高，闪烁越不明显。对于屏幕刷新，可以采用“重叠输出”的办法，即将列信息锁存的同时开始向移位寄存器输出下一个字模信息。另外在延时方面，可以采用定时器定时代替软件计时以使屏幕刷新更稳定。

3. 如何将本实验的软硬件推广到多行多列的 LED 显示屏（如 64*1280）?

答：将本实验的控制逻辑推广到更大的显示屏，因为屏幕工作原理相同，所以要更改的一个是行/列刷新时循环的次数，一个是列选信息存储的长度（如 64 列则一条列选信息 8 个字节），还需要加入一些必要的控制逻辑（如全局数据区域指针等）。因为每刷新一列都需要完整地输出整个列的字模信息，所以可以针对每一行设一个数据指针，通过计算来设定每行数据指针的初始位置，可以采用对字模信息进行移位再输出来实现多行的效果，例如：如果是第二行，则将在这一列要输出的字模信息右移 16 位再进行输出，如果是第三行则右移 32 位……在输出字模信息时将每一行数据指针指向的信息合并为一整列的信号进行输出，这样可以做到同时显示多行文字。可能存在的问题是对内存区域的频繁读可能会影响刷新速度。