



华南师范大学

《微机原理与接口技术》

综合设计实验报告

设计课题：基于 8086 的简易电子琴设计

指导老师：_____

学生姓名：Hypo

学 号：_____

院 系：物理与电信工程学院

专 业：通信工程

基于 8086 的简易电子琴设计

摘 要

在学习《微机原理与接口设计》的基础上，针对课程设计要求，综合运用相关软件、硬件知识，设计一个简易电子琴，使之具有音区切换、数码管显示音区及当前音符、记录音符与音符持续时间、播放录制的音乐等功能。

关键词：8086；电子琴；仿真调试；汇编

目 录

第 1 章 总体方案设计.....	1
1.1 系统整体架构图	1
1.2 功能介绍	1
第 2 章 硬件设计.....	2
2.1 硬件资源	2
2.2 硬件接线图	3
2.2.1 8254 接线图	3
2.2.2 8255 及键盘、数码管接线图	3
第 3 章 软件设计.....	4
3.1 程序框图	4
3.1.1 整体框图.....	4
3.1.2 延时函数.....	5
3.1.3 键盘扫描.....	5
3.1.4 数码管显示.....	6
3.1.5 声音及时间录制.....	6
3.1.6 选择音区（高、中、低）	7
3.1.7 播放音乐.....	7
第 4 章 实验结果及演示.....	8
第 5 章 遇到的问题及改进措施.....	10
5.1 条件转移指令报错	10
5.2 无法使用 8254 作为录音时间计数器	10
附 录.....	11
程序源码	11

第 1 章 总体方案设计

1.1 系统整体架构图

系统整体架构图如图 1-1 所示。

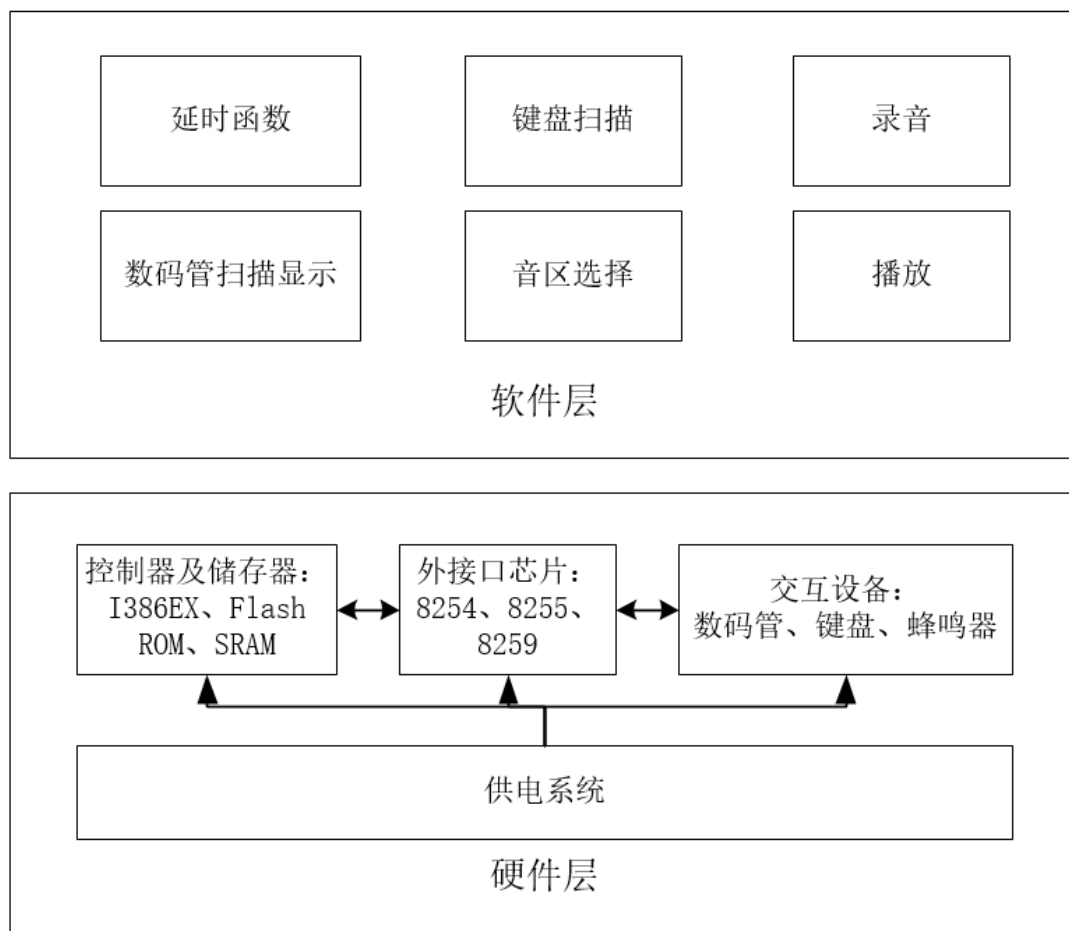


图 1-1

1.2 功能介绍

本实验设计实现了音区切换、数码管显示当前音区及音符、记录音符与音符持续时间、播放录制的音乐等功能。功能具体说明如下。

按键 0-6 为音符键，按下后会有对应的音符音调响起，按键弹起后音符终止，此时，按下的音符以及时间将被记录。按键 12, 13, 14 可以选择低音，中音，高音区。按下按键 15 后开始播放录制的音符（不超过 16 个）。另外数码管 0 显示音符，数码管 2 显示音区。

第 2 章 硬件设计

2.1 硬件资源

TD-PITE 实验教学系统，其主要系统构成如表 2-1 所示。

CPU	Intel 386EX
存储器	系统程序存储器：Flash ROM （128KB） 数据存储器：SRAM （128KB）
信号源	单次脉冲：消抖动脉冲 2 组
逻辑电平开关与显示	16 组电平开关，16 组电平显示 LED 灯（正逻辑）
接口实验单元	8259、8237、8254、8255、8251、DAC0832、ADC0809、SRAM 、键盘扫描及数码管显示、电子发声、点阵 LED、液晶 LCD（可选）、步进电机（可选）、直流电机、温度控制
实验扩展单元	2 组 40 线通用集成电路扩展单元、扩展模块总线单元
系统电源	+5V/2A，±12V/0.2A

表 2-1 TD-PITE 系统构成

系统硬件结构如图 2-1 所示。

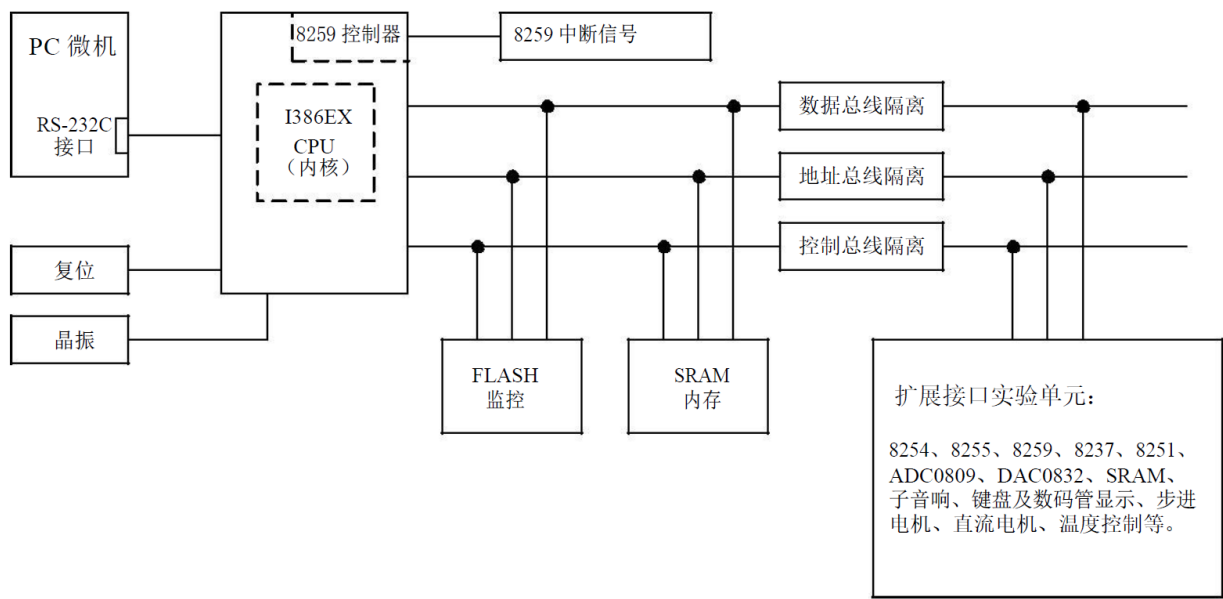


图 2-1

2.2 硬件接线图

2.2.1 8254 接线图

8254 芯片接线如图 2-2 所示。

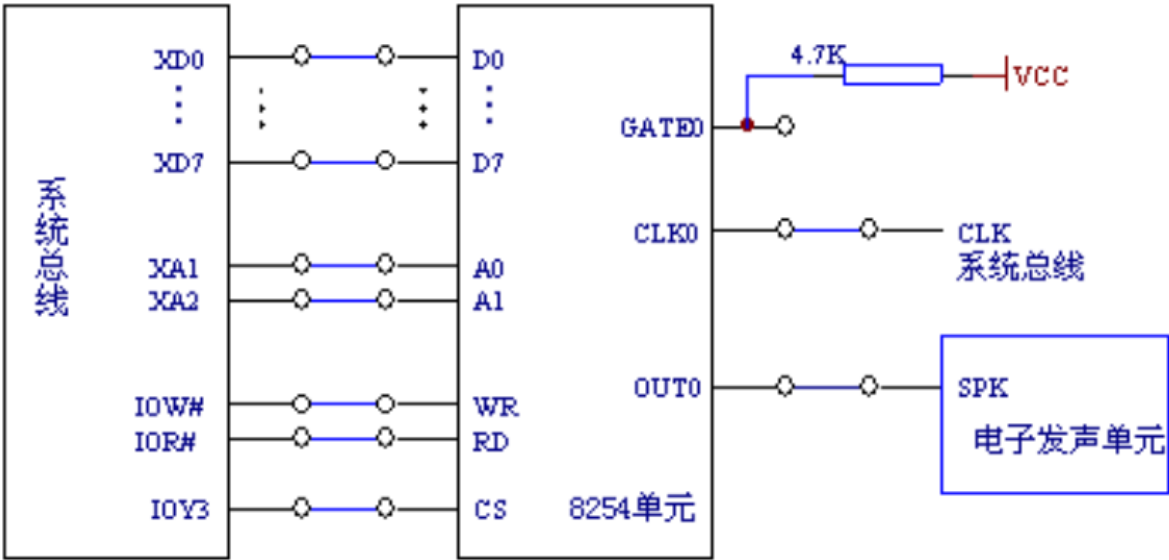


图 2-2

2.2.2 8255 及键盘、数码管接线图

8255 及键盘、数码管接线方法如图 2-3 所示。

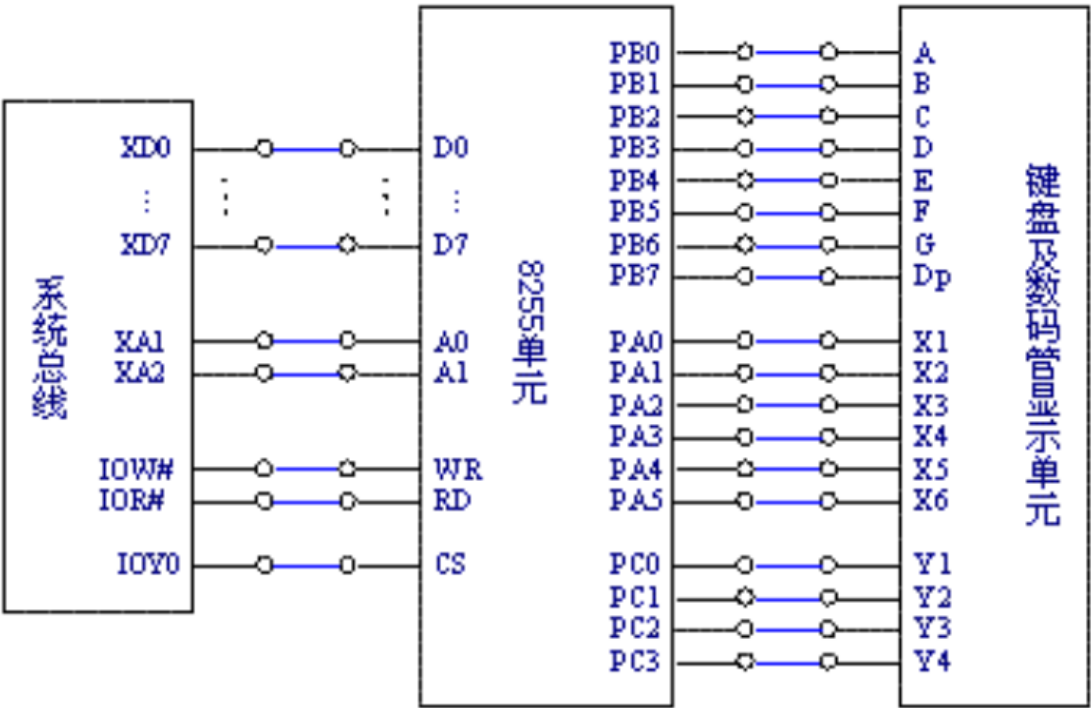


图 2-3

第 3 章 软件设计

3.1 程序框图

3.1.1 整体框图

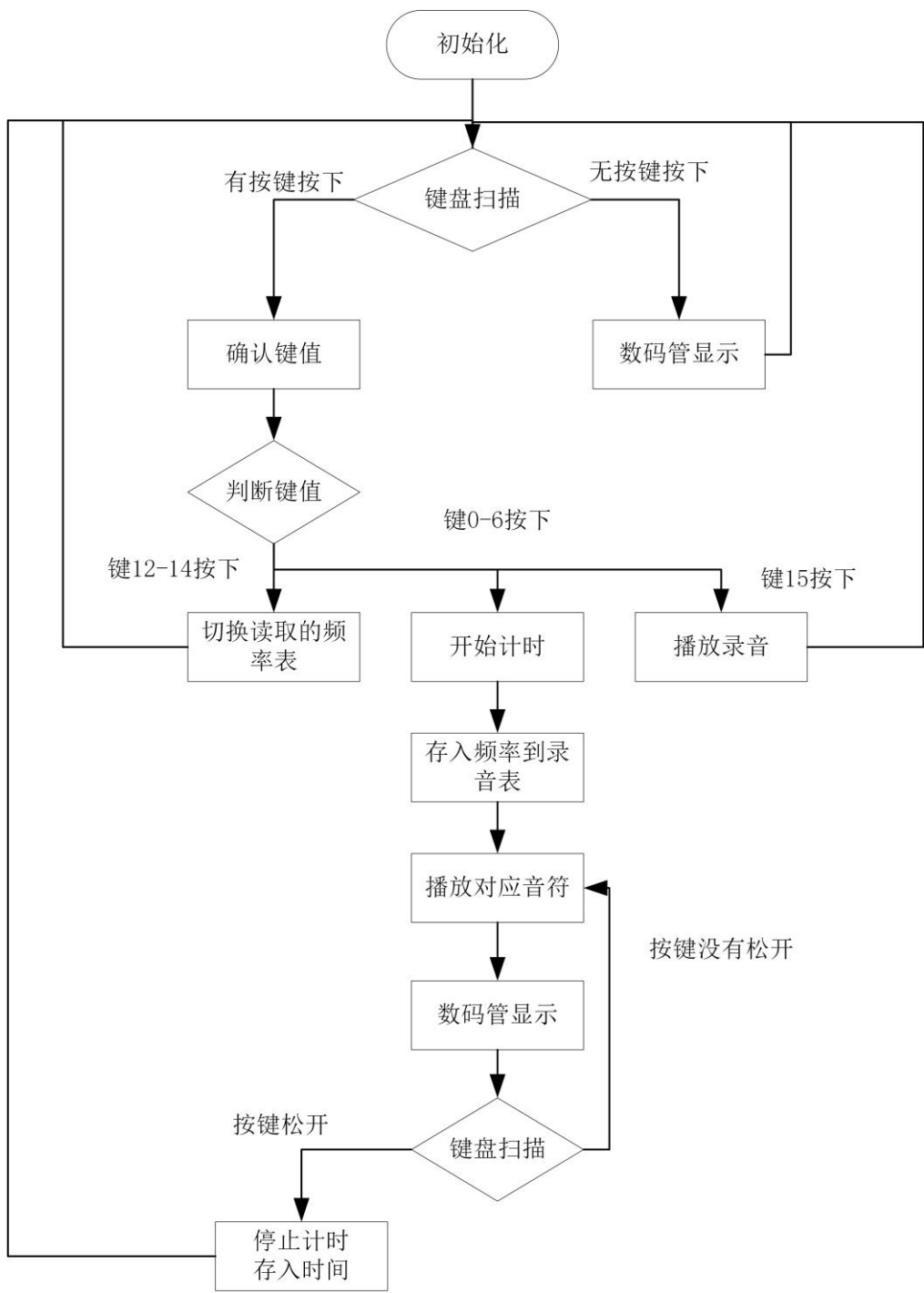


图 3-1

3.1.2 延时函数

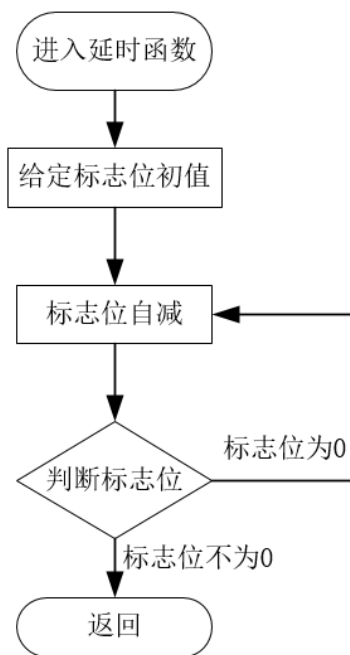


图 3-2

3.1.3 键盘扫描

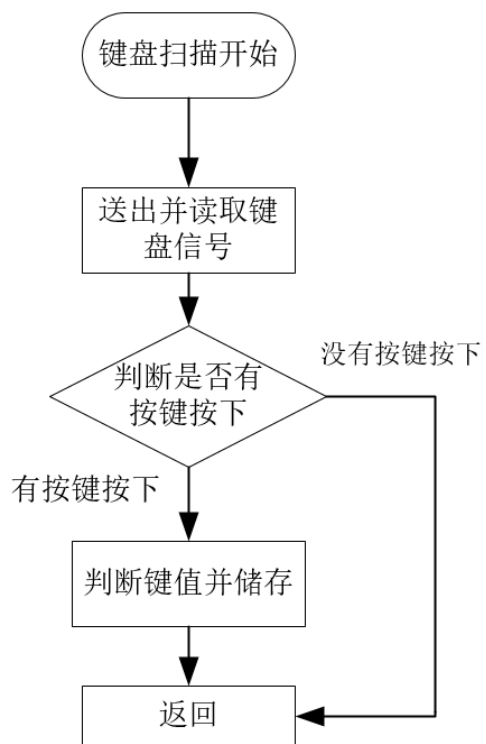


图 3-3

3.1.4 数码管显示

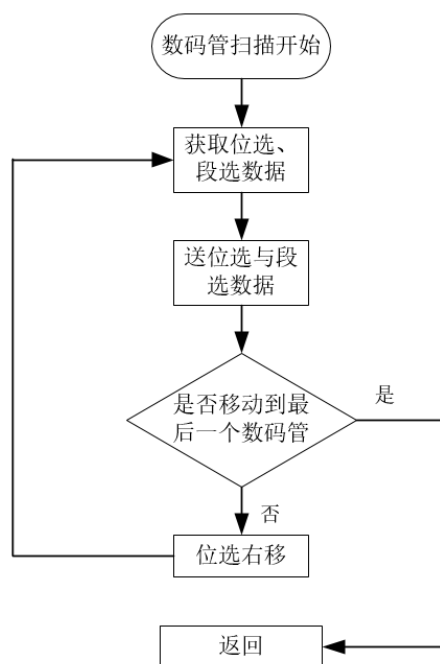


图 3-4

3.1.5 声音及时间录制

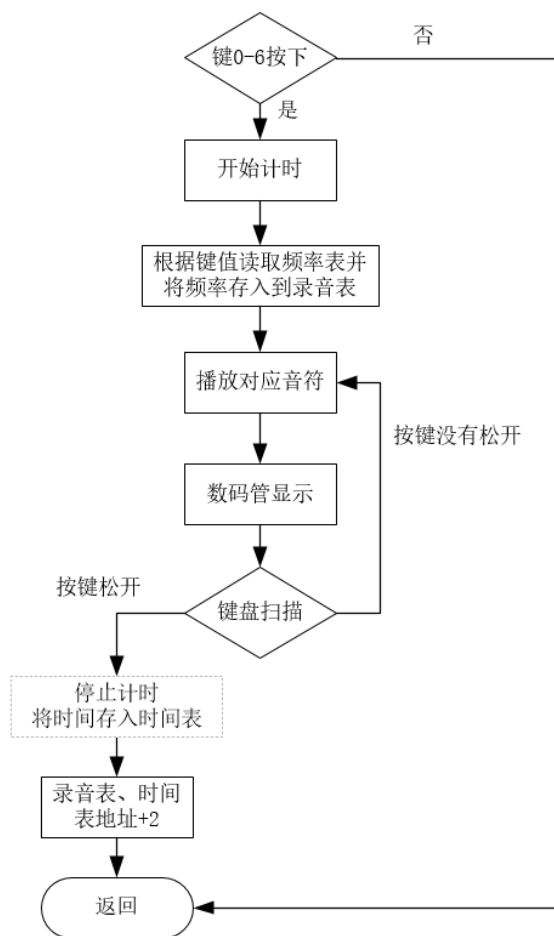


图 3-5

3.1.6 选择音区（高、中、低）

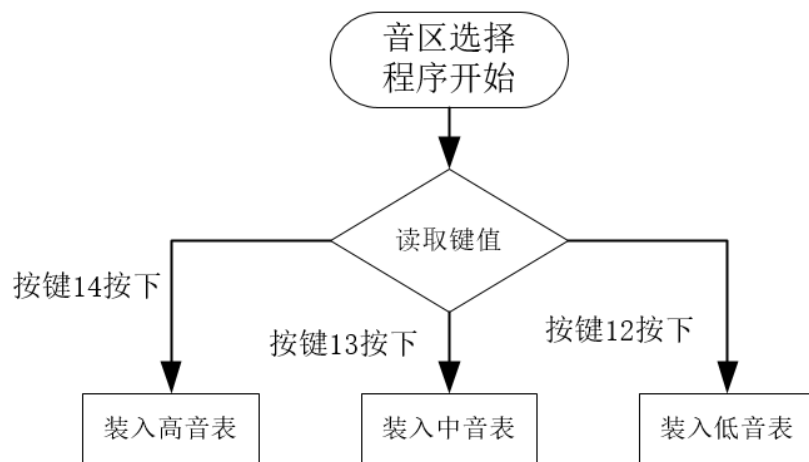


图 3-6

3.1.7 播放音乐

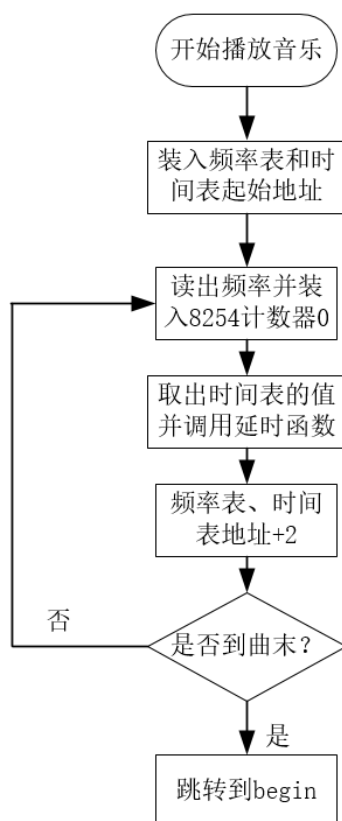


图 3-7

第 4 章 实验结果及演示

具体演示效果可扫描以下二维码进行观看，二维码如图 4-1 所示。



图 4-1

以下为视频截图。

系统初始运行状态如图 4-2 所示。

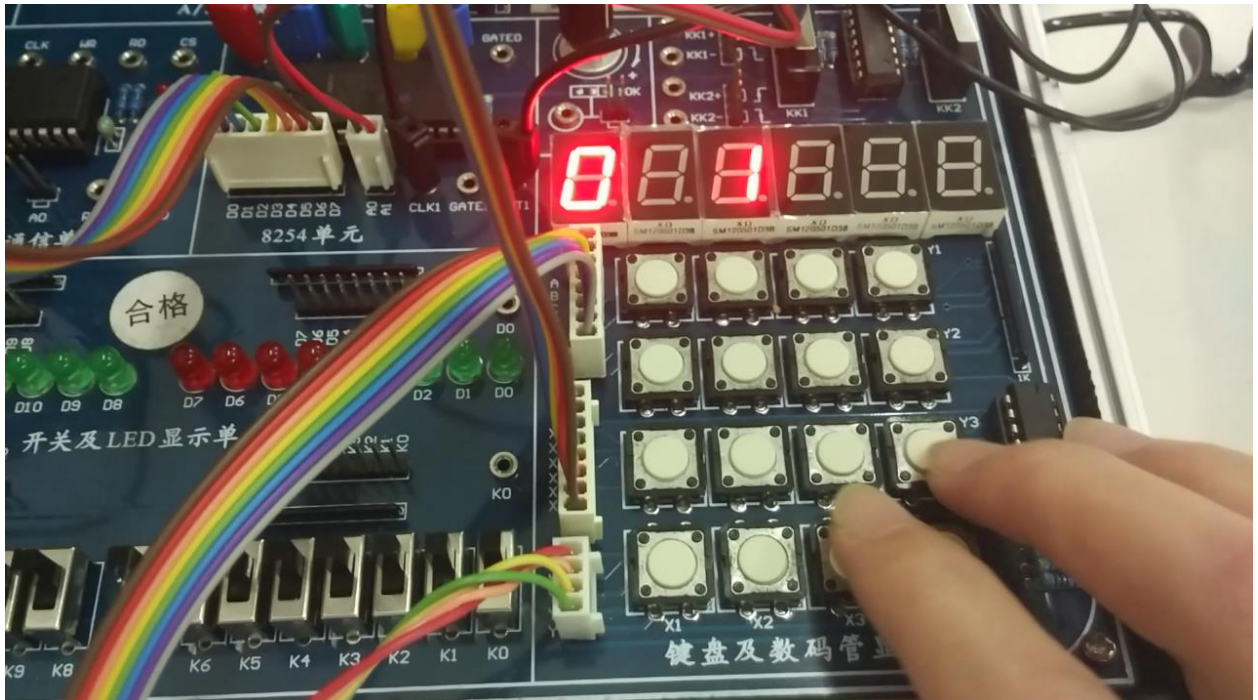


图 4-2

选择中音区，如图 4-3 所示。

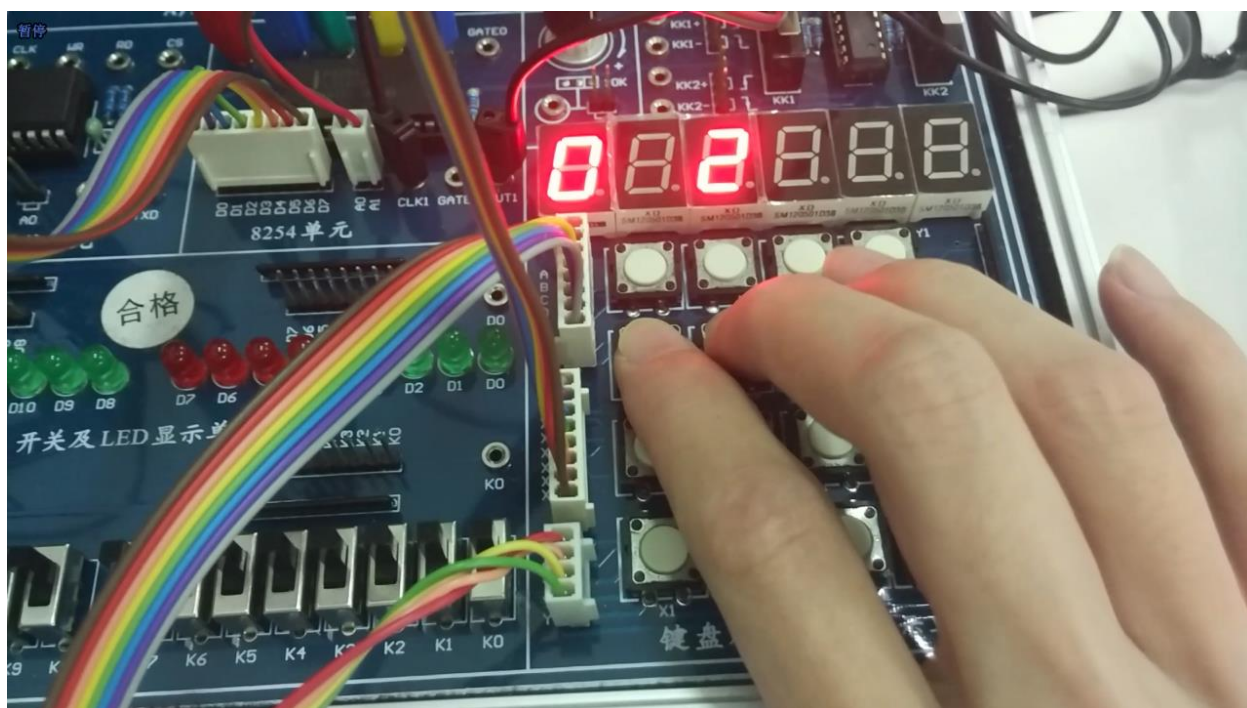


图 4-3

按下音符键，如图 4-4 所示。

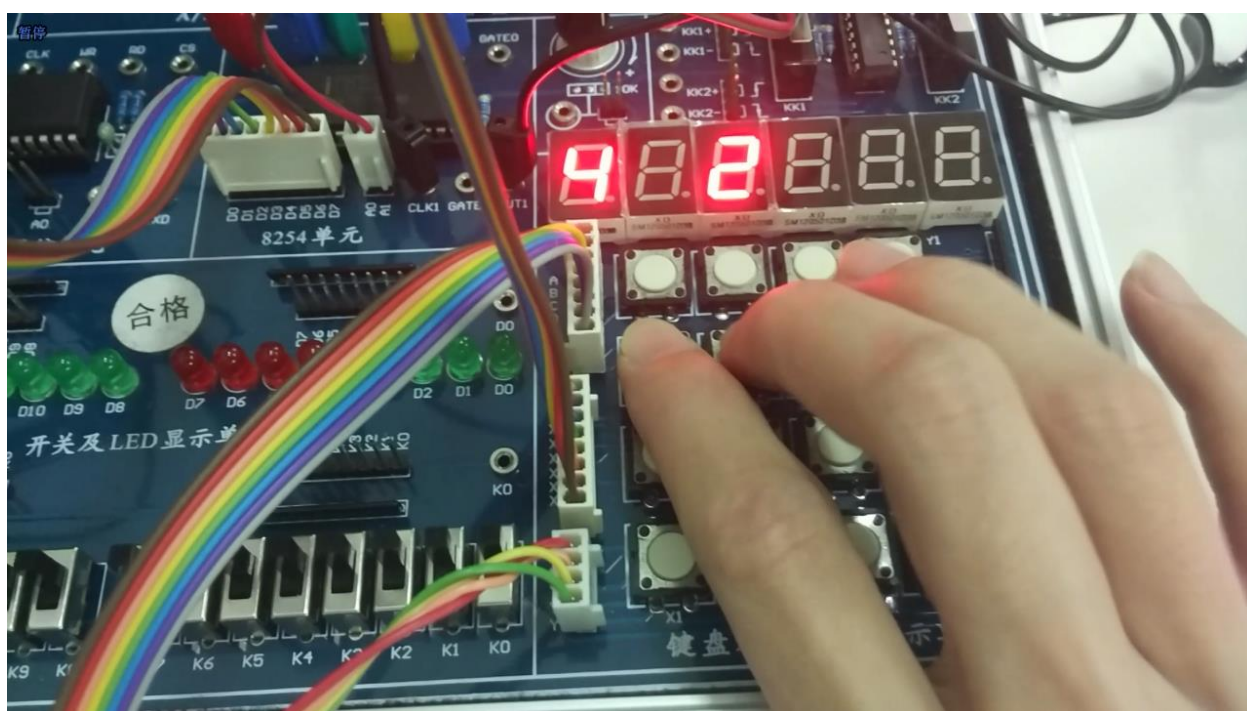


图 4-4

音乐播放，如图 4-5 所示。

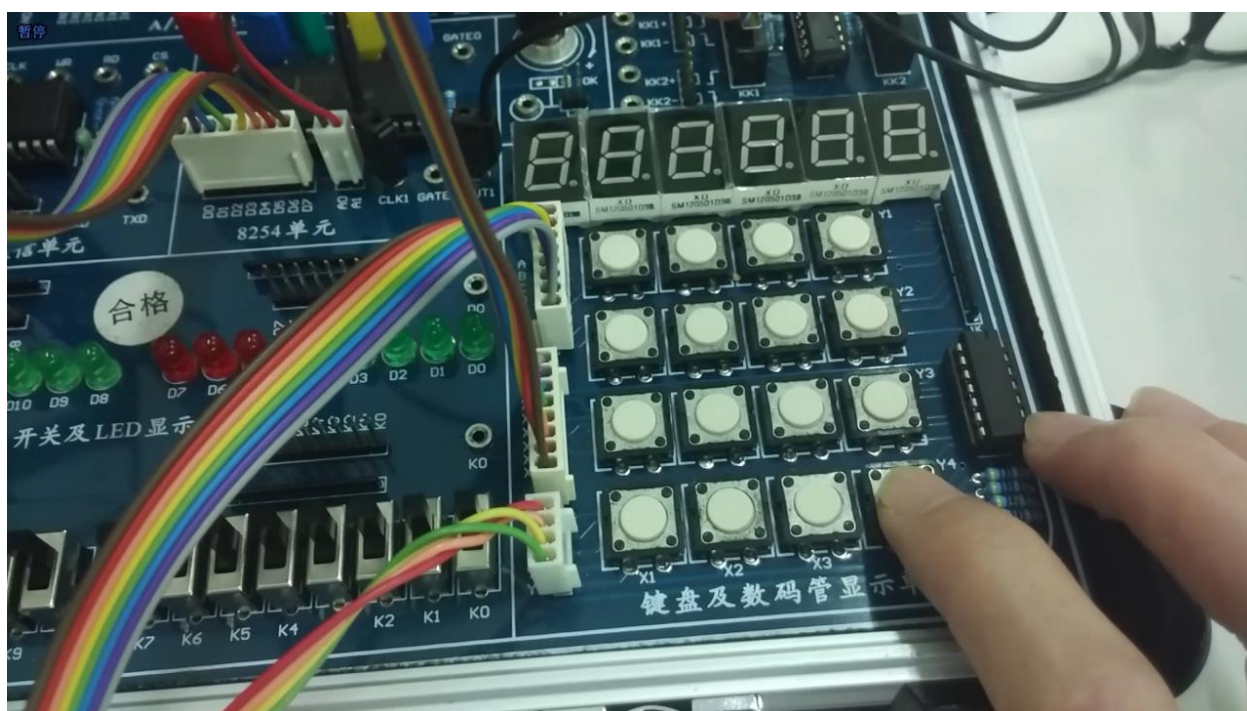


图 4-5

第 5 章 遇到的问题及改进措施

5.1 条件转移指令报错

在编写程序时曾多次遇到使用条件转移指令时编译出错的情况。查阅书本后发现条件转移指令只能在代码段的-128~+127 字节内进行跳转。

解决办法：使用条件转移指令转移到一个较近程序段，并在这程序段使用无条件转移指令 **JMP** 进行转移。

5.2 无法使用 8254 作为录音时间计数器

在进行设计的过程中，曾多次按照使用 8254 作为时间计数器的方案进行编程，但经过多次尝试后均以失败告终。

解决办法：使用软件延时进行计时，每次延时执行完毕后进行计数，该计数值就是音符的相对持续时间。在播放时只需要调用同样时间长度的延时函数即可。

缺点：使用软件延时与计数，占用了 CPU 计算资源，导致数码管扫描频率降低，亮度变暗。同时对于录音时间的记录不精确，存在一定的误差。

附 录

程序源码

```
;=====
; 文件名: Hypo.asm
; 功能描述: 按键 0-6 为音符键, 按下后会有对应的音调响起,
;           按键弹起后音符终止。
;           按键 12, 13, 14 可以选择低音, 中音, 高音区。
;           按下按键 15 后开始播放之前按下的音符 (不超过 16 个)
;           数码管 0 显示音符, 数码管 2 显示音区
;=====

IOY3          EQU 06C0H

MY8254_COUNT0 EQU IOY3+00H    ;8254 计数器 0 端口地址
MY8254_COUNT1 EQU IOY3+02H    ;8254 计数器 1 端口地址
MY8254_COUNT2 EQU IOY3+04H    ;8254 计数器 2 端口地址
MY8254_MODE     EQU IOY3+06H   ;8254 控制寄存器端口地址
MY8255_A        EQU 0600H      ;8255A 端口地址
MY8255_B        EQU 0602H      ;8255B 端口地址
MY8255_C        EQU 0604H      ;8255C 端口地址
MY8255_CON      EQU 0606H      ;8255 控制端口地址

SSTACK SEGMENT STACK          ;定义堆栈段
        DW 256 DUP(?)
SSTACK ENDS

DATA    SEGMENT
DTABLE DB 3FH,06H,5BH,4FH,66H,6DH,7DH,07H;数码管的段选数据
        DB 7FH,6FH,77H,7CH,39H,5EH,79H,71H

FREQ_LIST1 DW 248,278,312,330,371,416,467      ;低音频率表
FREQ_LIST2 DW 495,556,624,661,742,833,935      ;中音频率表
FREQ_LIST3 DW 990,1112,1248,1322,1484,1665,1869 ;高音频率表
REC_DATA   DW 000,000,000,000,000,000,000,000 ;录音储存段
           DW 000,000,000,000,000,000,000,000
SB         DB 00H,00H          ;过渡段
REC_TIME   DB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H ;时间储存段
           DB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
SAVE_SI    DW ? ;录音储存地址储存
SI_FREQ    DW ? ;频率表地址储存
SAVE_SI_TIME DW ? ;时间储存表地址储存
```

SAVE_TIME DB 01H ;时间技术储存
CHOOSE_FLAG DW 01H;频率表选择标志位

DATA ENDS

CODE SEGMENT

ASSUME CS:CODE,DS:DATA ;初始化数据段、代码段

START: MOV AX,DATA

MOV DS,AX

MOV DX,MY8254_MODE ;初始化 8254 工作方式

MOV AL,36H ;定时器 0、方式 3

OUT DX,AL

MOV SI,OFFSET REC_DATA ;装入录音表初始地址

MOV SAVE_SI,SI

MOV CL,0EH

CLEAN_REC: ;录音表清零

MOV AX,0000H

MOV [SI],AX

ADD SI,2

LOOP CLEAN_REC

MOV SI,OFFSET REC_TIME ;装入时间表起始地址

MOV SAVE_SI_TIME,SI

MOV SI,OFFSET FREQ_LIST1 ;装入频率表默认起始地址

MOV SI_FREQ,SI

MOV SI,3000H

MOV AL,00H

MOV [SI],AL ;清显示缓冲

MOV [SI+1],AL

MOV [SI+2],AL

MOV [SI+3],AL

MOV [SI+4],AL

MOV [SI+5],AL

MOV DI,3005H

MOV DX,MY8255_CON ;写 8255 控制字

MOV AL,81H

OUT DX,AL

BEGIN: CALL DIS ;调用显示子程序

```

        CALL DIS_FREQ          ;调用音区显示子程序
        CALL CLEAR             ;清屏
        CALL CCSCAN           ;键盘扫描
        JNZ INK1
        JMP BEGIN
INK1:    CALL DIS
        CALL DALLY
        CALL DALLY
        CALL CLEAR
        CALL CCSCAN
        JNZ INK2              ;有键按下，转到 INK2
        JMP BEGIN
;=====蜂鸣器关闭子程序=====
SILENT:
        MOV DX,MY8254_MODE      ;初始化 8254 工作方式
        MOV AL,36H              ;定时器 0、方式 3
        OUT DX,AL
        RET

;=====远程跳转过渡=====
PLAY2_JUMP:    JMP PLAY2
CHOOSE_JUMP1:  JMP CHOOSE1

CHOOSE_JUMP2:  JMP CHOOSE2

CHOOSE_JUMP3:  JMP CHOOSE3

;=====
;确定按下键的位置
;=====
INK2:    MOV CH,0FEH
        MOV CL,00H

COLUM:   MOV AL,CH
        MOV DX,MY8255_A
        OUT DX,AL
        MOV DX,MY8255_C
        IN AL,DX

L1:      TEST AL,01H            ;is L1?
        JNZ L2                 ;如果不是的话跳转到 L2

        MOV AL,00H             ;L1

```



```

        JMP KCODE

L2:     TEST AL,02H          ;is L2?
        JNZ L3

        MOV AL,04H          ;L2
        JMP KCODE

L3:     TEST AL,04H          ;is L3?
        JNZ L4

        MOV AL,08H          ;L3
        JMP KCODE

L4:     TEST AL,08H          ;is L4?
        JNZ NEXT

        MOV AL,0CH          ;L4

;=====
;确认按键的值
;=====
KCODE:  ADD AL,CL
        CALL PUTBUF
        PUSH AX
        ;=====
        ;键值存在 AX 中
        ;=====
        CMP AX,12           ;选择音区 1
        JZ CHOOSE_JUMP1

        CMP AX,13           ;选择音区 2
        JZ CHOOSE_JUMP2

        CMP AX,14           ;选择音区 3
        JZ CHOOSE_JUMP3

        CMP AX,15           ;播放录制的音乐
        JZ PLAY2_JUMP      ;jump to play2

        POP AX
        PUSH AX

```

```

CALL PLAY ; 播放音符

POP AX
PUSH AX

;=====
;松手检测
;=====
KON:   CALL DIS
        CALL DIS_FREQ
        CALL CLEAR
        CALL CNT_TIME ;按键没有弹起，执行时间计数
        POP AX
        PUSH AX
        CALL CCSCAN
        JNZ KON ;判断是否弹起，如果没有弹起，继续检测。

;按键弹起后：
CALL SILENT ;蜂鸣器静音

MOV SI,SAVE_SI_TIME
MOV AL,SAVE_TIME
MOV [SI],AX ;按下的时间进入时间表
INC SAVE_SI_TIME;时间表地址+1
MOV SAVE_TIME,00H;时间计数清零

INC SAVE_SI ;录音表地址+1
INC SAVE_SI

POP AX

NEXT:   INC CL
        MOV AL,CH
        TEST AL,08H
        JZ KERR
        ROL AL,1
        MOV CH,AL
        JMP COLUM
KERR:   JMP BEGIN

CNT_TIME:           ;时间计数
        CALL DALLY3
        INC SAVE_TIME

```

RET

;=====

;键盘扫描子程序，有按键按下，返回 1

;=====

CCSCAN: MOV AL,00H

MOV DX,MY8255_A

OUT DX,AL

MOV DX,MY8255_C

IN AL,DX

NOT AL

AND AL,0FH

RET

;=====

;清屏子程序

;=====

CLEAR: MOV DX,MY8255_B

MOV AL,00H

OUT DX,AL

RET

;=====

;显示子程序

;=====

DIS: PUSH AX

MOV SI,3000H;数码管地址

MOV DL,0FEH ;数码管位选

MOV AL,DL

AGAIN: PUSH DX

MOV DX,MY8255_A

OUT DX,AL ;数码管位选输出

MOV AL,[SI]

MOV BX,OFFSET DTABLE

AND AX,00FFH

ADD BX,AX ;得到数码管段选数据

MOV AL,[BX]

MOV DX,MY8255_B

OUT DX,AL ;数码管段选输出

CALL DALLY

POP DX

MOV AL,DL

MOV DL,AL

JMP OUT1

OUT1: POP AX

```

    RET

;===== 延时子程序 =====
DALLY:  PUSH CX
        MOV CX,0006H
T1:     MOV AX,009FH
T2:     DEC AX
        JNZ T2
        LOOP T1
        POP CX
        RET

;=====
;存键盘值到相应位的缓冲中
;=====
PUTBUF:
        MOV [SI],AL
        CMP DI,3005H
        JNZ GOBACK
GOBACK: RET

CHOOSE1:
        MOV SI,OFFSET FREQ_LIST1      ;装入频率表 1 起始地址
        MOV SI_FREQ,SI
        MOV CHOOSE_FLAG,01H
        JMP BEGIN

CHOOSE2:
        MOV SI,OFFSET FREQ_LIST2      ;装入频率表 2 起始地址
        MOV SI_FREQ,SI
        MOV CHOOSE_FLAG,02H
        JMP BEGIN

CHOOSE3:
        MOV SI,OFFSET FREQ_LIST3      ;装入频率表 3 起始地址
        MOV SI_FREQ,SI
        MOV CHOOSE_FLAG,03H
        JMP BEGIN

;=====
;音区数码管显示
;=====
DIS_FREQ:
        PUSH AX
        MOV SI,3003H

```

```

        MOV DL,0FBH
        MOV AL,DL
AGAIN1:  PUSH DX
        MOV DX,MY8255_A
        OUT DX,AL
        MOV AL,[SI]
        MOV BX,OFFSET DTABLE
        AND AX,00FFH
        ADD BX,CHOOSE_FLAG
        MOV AL,[BX]
        MOV DX,MY8255_B
        OUT DX,AL
        CALL DALLY
        POP DX
        MOV AL,DL
        MOV DL,AL
        JMP OUT2
OUT2:   POP AX
        RET

PLAY:
        MOV SI,SI_FREQ           ;装入频率表起始地址
        ADD SI,AX
        ADD SI,AX
        MOV DX,0FH               ;输入时钟为 1MHz, 1M = 0F4240H
        MOV AX,4240H
        DIV WORD PTR [SI] ;取出频率值计算计数初值, 0F4240H / 输出频率

        MOV SI,SAVE_SI          ;将计数初值存入录音音符段
        MOV [SI],AX

        MOV DX,MY8254_COUNT0     ;蜂鸣器播放音符
        OUT DX,AL
        MOV AL,AH
        OUT DX,AL

        RET

PLAY2:
        MOV SI,OFFSET REC_DATA   ;装入录音表计数初值起始地址
        MOV DI,OFFSET REC_TIME   ;装入录音时间表起始地址
PLAY2_1:

```

```

MOV AX,[SI]
MOV DX,MY8254_COUNT0
OUT DX,AL                ;装入计数初值并播放
MOV AL,AH
OUT DX,AL

MOV DL,[DI]              ;取出演奏相对时间，调用延时子程序
CALL DALLY2

ADD SI,2
INC DI
CALL SILENT              ;停止播放 0.1 秒
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3
CALL DALLY3

CMP WORD PTR [SI],0      ;判断是否到曲末？
JE   XXX                ;如果来到曲末跳转到开始
JMP PLAY2_1              ;否则继续播放下一个音符

```

XXX: JMP START ;远程跳转过渡

```

DALLY2 PROC                ;延时子程序 2
D0:     MOV CX,0015H
D1:     MOV AX,00F0H
D2:     DEC AX
       JNZ D2
       LOOP D1
       DEC DL
       JNZ D0
       RET
DALLY2 ENDP

```

```

DALLY3 PROC                ;延时子程序 3

```

```
D00:MOV CX,0010H
D11:MOV AX,00F0H
D22:DEC AX
      JNZ D22
      LOOP D11
      RET
DALLY3 ENDP

CODE  ENDS
      END START
```