

项目3

基于AT89S52单片机多音阶电子琴的设计

3.1 项目概述

电子琴是现代电子科技与音乐结合的产物,是一种新型的键盘乐器。电子琴在现代音乐中扮演着重要的角色。本项目的主要内容是以 AT89S52 单片机为核心控制元件,设计一个多音阶电子琴。它具有硬件电路简单、软件功能完善、控制系统可靠、性价比高等优点,具有一定的实用价值。

3.2 项目要求

基于 AT89S52 单片机多音阶电子琴设计要求如下:

- (1) 由 4×4 组成 16 个按键矩阵,设计成 16 个音阶。
- (2) 可随意弹奏想要表达的音乐。

3.3 系统设计

多音阶电子琴的设计以 AT89S52 单片机为主控芯片,使得 4×4 按键矩阵电路、功率放大电路、扬声器等各功能电路协调工作。多音阶电子琴的主电路主要有 4×4 按键矩阵电路、功率放大电路、扬声器、复位电路、晶振电路、电源电路等几部分组成。

3.3.1 框图设计

基于 AT89S52 单片机多音阶电子琴系统框图如图 3-1 所示。

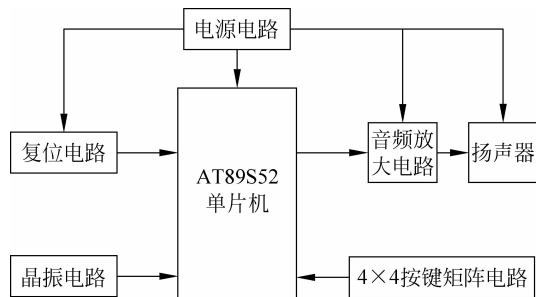


图 3-1 基于 AT89S52 单片机多音阶电子琴系统框图

3.3.2 知识点

通过学习和查阅资料,本项目需要掌握和了解的知识如下:

- +5V 电源原理及设计;
- 单片机复位电路工作原理及设计;
- 单片机晶振电路工作原理及设计;
- 4×4 按键矩阵电路工作原理及设计;
- 音频集成功放 LM386 的特性及使用;
- AT89S52 单片机引脚;
- 单片机汇编语言及程序设计。

3.4 硬件设计

3.4.1 电路原理图

系统硬件连线如图 3-2 所示,单片机的 P1.0 端口的输出做音频放大电路中的输入;把单片机的 P3.0~P3.7 端口分别做 4×4 按键矩阵电路的行扫描和列扫描。

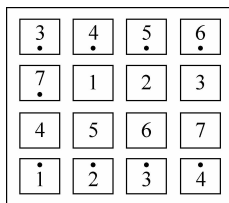


图 3-2 电子琴键盘功能图

3.4.2 元件清单

基于 AT89S52 单片机多音阶电子琴元件清单如表 3-1 所示。

表 3-1 基于 AT89S52 单片机多音阶电子琴元件清单

元件名称	型号	数量	用途	元件名称	型号	数量	用途
单片机	AT89S52	1 个	控制核心	电解电容	100 μ F/10V	1 个	音频放大电路
晶振	12MHz	1 个	晶振电路	电解电容	10 μ F/10V	1 个	
电容	30pF	2 个	晶振电路	电解电容	220 μ F/10V	1 个	
电解电容	10 μ F/10V	1 个	复位电路	电解电容	470 μ F/10V	1 个	
电阻	10k Ω	1 个	复位电路	集成块	LM386	1 个	
按键		16 个	按键电路	电容	1nF、10nF	各 1 个	
电源	+5V/0.5A	1 个	提供+5V	电阻	12 Ω 、22 Ω	各 1 个	
喇叭	0.5W/8 Ω	1 个	扬声器	电位器 Rw	10k Ω	1 个	

3.5 软件设计

3.5.1 程序流程图

主程序流程图和 T0 中断服务流程图如图 3-3 所示。下面对 4×4 矩阵键盘识别处理、如何产生音乐频率进行分析。

- 4×4 矩阵键盘识别处理

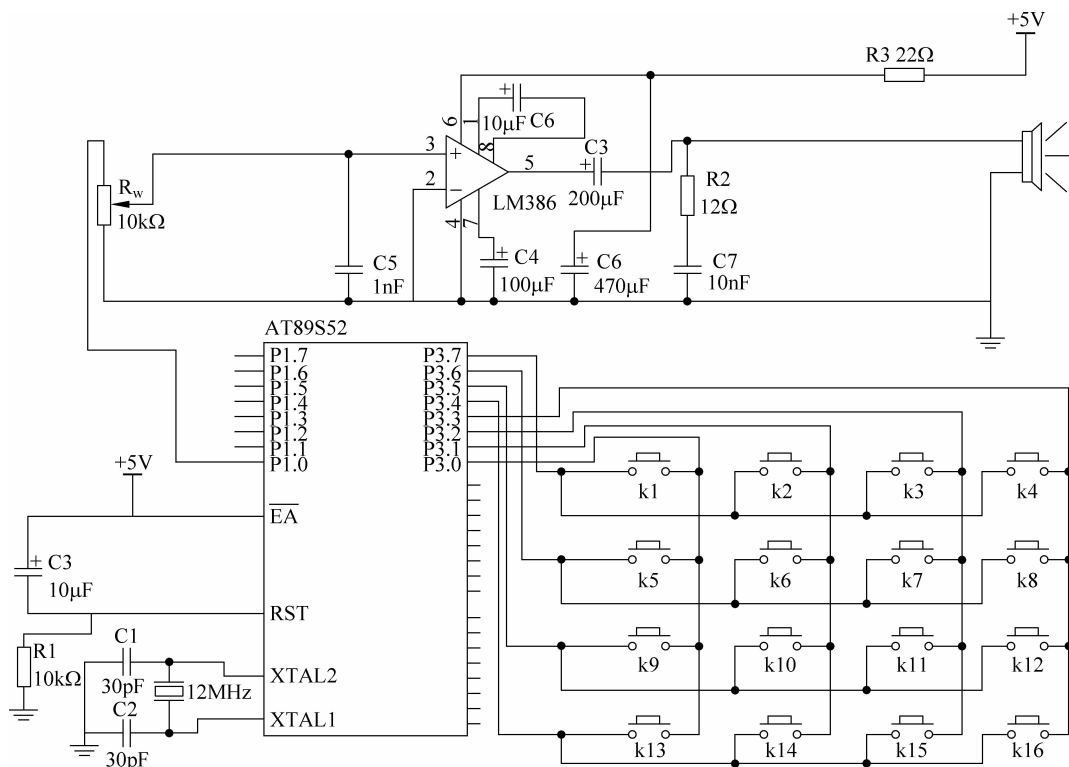


图 3-3 基于 AT89S52 单片机多音阶电子琴电路原理图

键盘只简单地提供按键开关的行列矩阵。有关按键的识别、键码的确定与输入、去抖动等功能均由软件完成。

每个按键有它的行值和列值,行值和列值的组合就是识别这个按键的编码。矩阵的行线和列线分别通过两并行接口和 CPU 通信。每个按键的状态同样需变成数字量“0”和“1”,开关的一端(列线)通过电阻接 V_{CC} ,而接地是通过程序输出数字“0”实现的。键盘处理程序的任务是:确定有无键按下,判断哪一个键按下,键的功能是什么;还要消除按键在闭合或断开时的抖动。两个并行口中,一个输出扫描码,使按键逐行动态接地,另一个并行口输入按键状态,由行扫描值和回馈信号共同形成键编码而识别按键,通过软件查表,查出该键的功能。

• 如何产生音乐频率

要产生音频脉冲,只要算出某一音频的周期($1/\text{频率}$),然后将此周期除以 2,即为半周期的时间,然后利用计时器计时此半周期时间,每当计时到后就将输出脉冲的 I/O 反相,然后重复计时此半周期时间再对 I/O 反相,如此就可在 I/O 脚上得到此频率的脉冲。

利用 AT89S52 单片机内部计时器让其工作在计数模式 MODE1 下,改变计数值 TH0 及 TL0 以产生不同的频率。

AT89S52 单片机采用 12MHz 晶振,高中低音符与计数 T0 相关的计数值如表 3-2 所示。

音乐的音拍,一个节拍为单位(C 调),如表 3-3 所示。

表 3-2 音符频率表

音 符	频率/Hz	简谱码(T 值)	音 符	频率/Hz	简谱码(T 值)
低 1 DO	262	63628	# 4 FA#	740	64860
# 1 DO#	277	63731	中 5 SO	784	64898
低 2 RE	294	63835	# 5 SO#	831	64934
# 2 RE#	311	63928	中 6 LA	880	64968
低 3 M	330	64021	# 6	932	64994
低 4 FA	349	64103	中 7 SI	988	65030
# 4 FA#	370	64185	高 1 DO	1046	65058
低 5 SO	392	64260	# 1 DO#	1109	65085
# 5 SO#	415	64331	高 2 RE	1175	65110
低 6 LA	440	64400	# 2 RE#	1245	65134
# 6	466	64463	高 3 M	1318	65157
低 7 SI	494	64524	高 4 FA	1397	65178
中 1 DO	523	64580	# 4 FA#	1480	65198
# 1 DO#	554	64633	高 5 SO	1568	65217
中 2 RE	587	64684	# 5 SO#	1661	65235
# 2 RE#	622	64732	高 6 LA	1760	65252
中 3 M	659	64777	# 6	1865	65268
中 4 FA	698	64820	高 7 SI	1967	65283

表 3-3 曲调值表

曲调值	DELAY	曲调值	DELAY
调 4/4	125ms	调 4/4	62ms
调 3/4	187ms	调 3/4	94ms
调 2/4	250ms	调 2/4	125ms

主程序流程图和 T0 中断服务程序流程图如图 3-4。

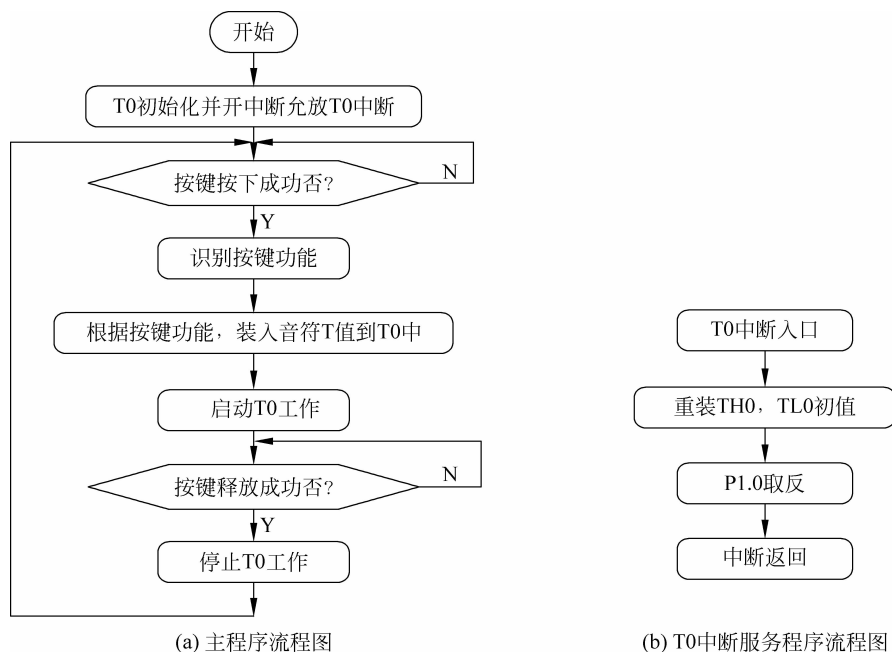


图 3-4 主程序流程图和 T0 中断服务程序流程图

3.5.2 程序清单

基于 AT89S52 单片机多音阶电子琴程序清单如下：

;模块功能：主程序

```

KEYBUF EQU 30H ;KEYBUF 定义为 30H
STH0 EQU 31H ;STH0 定义为 31H
STL0 EQU 32H ;STL0 定义为 32H
TEMP EQU 33H ;TEMP 定义为 33H
ORG 00H
LJMP MAIN ;转主程序
ORG 0BH
LJMP INT_TO ;转 T0 中断服务程序
MAIN: MOV TMOD, # 01H ;设置定时器 0 的工作方式
SETB ET0 ;设置定时器中断
SETB EA ;开总中断
LOOP: MOV P3, # 0FFH ;置 P3 口为高电平,为了读 P3 口状态
CLR P3.4 ;清零 P3.4,按键的第一行扫描
MOV A, P3
ANL A, # 0FH
XRL A, # 0FH
JZ LOOP1
LCALL DELY10MS ;延时 10ms
MOV A, P3
ANL A, # 0FH
XRL A, # 0FH
JZ LOOP1
MOV A, P3
ANL A, # 0FH
CJNE A, # 0EH, NK1
MOV KEYBUF, # 0
LJMP DK1
NK1: CJNE A, # 0DH, NK2 ;K1 键按下
MOV KEYBUF, # 1
LJMP DK1
NK2: CJNE A, # 0BH, NK3 ;K2 键按下
MOV KEYBUF, # 2
LJMP DK1
NK3: CJNE A, # 07H, NK4 ;K3 键按下
MOV KEYBUF, # 3
LJMP DK1
NK4: NOP ;K4 键按下
DK1: MOV A, KEYBUF
MOV B, # 2;
MUL AB ;因为查表里都是字,所以乘以 2 的查表数据
MOV TEMP, A
MOV DPTR, # TABLE ;指向表头
MOVC A, @A + DPTR ;查表
MOV STH0, A
MOV TH0, A ;将数据高位送 TH0
INC TEMP
MOV A, TEMP
MOVC A, @A + DPTR

```

```

MOV     STLO, A
MOV     TLO, A                      ;将数据低位送 TH0
SETB    TR0                        ;启动定时器 T0
DK1A:   MOV     A, P3
        ANL     A, # 0FH
        XRL     A, # 0FH
        JNZ     DK1A
        CLR     TR0                  ;关闭定时器 T0
LOOP1:  MOV     P3, # 0FFH          ;设置 P3 口为输入模式
        CLR     P3.5                ;清零 P3.5, 按键的第二行扫描
        MOV     A, P3
        ANL     A, # 0FH
        XRL     A, # 0FH
        JZ      LOOP2
        LCALL   DELY10MS            ;延时 10ms
        MOV     A, P3
        ANL     A, # 0FH
        XRL     A, # 0FH
        JZ      LOOP2
        MOV     A, P3
        ANL     A, # 0FH
        CJNE    A, # 0EH, NK5
        MOV     KEYBUF, # 4
        LJMP    DK2
NK5:    CJNE    A, # 0DH, NK6          ;K5 键按下
        MOV     KEYBUF, # 5
        LJMP    DK2
NK6:    CJNE    A, # 0BH, NK7          ;K6 键按下
        MOV     KEYBUF, # 6
        LJMP    DK2
NK7:    CJNE    A, # 07H, NK8          ;K7 键按下
        MOV     KEYBUF, # 7
        LJMP    DK2
NK8:    NOP                          ;K8 键按下
DK2:    MOV     A, KEYBUF
        MOV     B, # 2
        MUL     AB                    ;因为查表里都是字, 所以乘以 2 的查表数据
        MOV     TEMP, A
        MOV     DPTR, # TABLE       ;指向表头
        MOVC    A, @A + DPTR         ;查表
        MOV     STH0, A
        MOV     TH0, A                ;将数据高位送 TH0
        INC     TEMP
        MOV     A, TEMP
        MOVC    A, @A + DPTR
        MOV     STLO, A
        MOV     TLO, A                ;将数据低位送 TH0
        SETB    TR0                  ;启动定时器 T0
DK2A:   MOV     A, P3
        ANL     A, # 0FH
        XRL     A, # 0FH
        JNZ     DK2A
        CLR     TR0                  ;关闭定时器 T0
LOOP2:  MOV     P3, # 0FFH          ;设置 P3 口为输入模式

```

```

CLR      P3.6                      ;清零 P3.6,按键的第三行扫描
MOV      A,P3
ANL      A,#0FH
XRL      A,#0FH
JZ        LOOP3
LCALL    DELY10MS                  ;延时 10ms
MOV      A,P3
ANL      A,#0FH
XRL      A,#0FH
JZ        LOOP3
MOV      A,P3
ANL      A,#0FH
CJNE     A,#0EH,NK9
MOV      KEYBUF,#8
LJMP     DK3
NK9:     CJNE     A,#0DH,NK10        ;K9 键按下
MOV      KEYBUF,#9
LJMP     DK3
NK10:    CJNE     A,#0BH,NK11        ;K10 键按下
MOV      KEYBUF,#10
LJMP     DK3
NK11:    CJNE     A,#07H,NK12        ;K11 键按下
MOV      KEYBUF,#11
LJMP     DK3
NK12:    NOP                      ;K12 键按下
DK3:     MOV      A,KEYBUF
MOV      B,#2
MUL      AB                      ;因为查表里都是字,所以乘以 2 的查表数据
MOV      TEMP,A
MOV      DPTR,#TABLE
MOVC     A,@A+DPTR                ;指向表头
MOV      STH0,A                    ;查表
MOV      TH0,A                      ;将数据高位送 TH0
INC      TEMP
MOV      A,TEMP
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      STL0,A
MOV      TLO,A                    ;将数据低位送 TH0
SETB     TR0                      ;启动定时器 T0
DK3A:    MOV      A,P3
ANL      A,#0FH
XRL      A,#0FH
JNZ      DK3A
CLR      TR0                      ;关闭定时器 T0
LOOP3:   MOV      P3,#0FFH          ;设置 P3 口为输入模式
CLR      P3.7                    ;清零 P3.7,按键的第四行扫描
MOV      A,P3
ANL      A,#0FH
XRL      A,#0FH
JZ        LOOP4
LCALL    DELY10MS                  ;延时 10ms
MOV      A,P3
ANL      A,#0FH
XRL      A,#0FH

```

```

JZ      LOOP4
MOV     A,P3
ANL     A,#0FH
CJNE    A,#0EH,NK13
MOV     KEYBUF,#12
LJMP    DK4
NK13:   CJNE    A,#0DH,NK14           ;K13 键按下
MOV     KEYBUF,#13
LJMP    DK4
NK14:   CJNE    A,#0BH,NK15           ;K14 键按下
MOV     KEYBUF,#14
LJMP    DK4
NK15:   CJNE    A,#07H,NK16           ;K15 键按下
MOV     KEYBUF,#15
LJMP    DK4
NK16:   NOP                               ;K16 键按下
DK4:    MOV     A,KEYBUF
MOV     B,#2
MUL     AB                               ;因为查表里都是字,所以乘以2的查表数据
MOV     TEMP,A
MOV     DPTR,#TABLE                    ;指向表头
MOVC    A,@A+DPTR                      ;查表
MOV     STH0,A
MOV     TH0,A                           ;将数据高位送 TH0
INC     TEMP
MOV     A,TEMP
MOVC    A,@A+DPTR
MOV     STL0,A
MOV     TLO,A                           ;将数据低位送 TH0
SETB    TR0                             ;启动定时器 T0
DK4A:   MOV     A,P3
ANL     A,#0FH
XRL     A,#0FH
JNZ     DK4A
CLR     TR0                             ;关闭定时器 T0
LOOP4:  LJMP    LOOP
DELY10MS: MOV    R6,#10                 ;10ms 延时子程序
DEL1:   MOV     R7,#248
DJNZ    R7,$
DJNZ    R6,DEL1
RET
; //模块功能: T0 中断服务程序
INT_T0: MOV     TH0,STH0                ;T0 中断服务程序
MOV     TLO,STL0
CPL     P1.0                           ;输出方波
RETI
TABLE:  DW      64021,64103,64260,64400   ;低3,低4,低5,低6
        DW      64524,64580,64684,64777   ;低7,中1,中2,中3
        DW      64820,64898,64968,65030   ;中4,中5,中6,中7
        DW      65058,65110,65157,65178   ;高1,高2,高3,高4
END

```

3.6 系统调试及仿真

1. 系统调试

单片机系统的硬件调试和软件调试是不能分开的,许多硬件错误是在软件调试中被发现和纠正的。但通常是先排除明显的硬件故障以后,再和软件结合起来调试以进一步排除故障。可见硬件的调试是基础,如果硬件调试不通过,软件设计则无从做起。

硬件的调试主要是把电路各种参数调整到符合设计要求。先排除硬件电路故障,包括设计性错误和工艺性故障。一般原则是先静态后动态。

利用万用表或逻辑测试仪器,检查电路中的各器件以及引脚是否连接正确,是否有短路故障。

先将单片机 AT89S52 芯片取下,对电路板进行通电检查,通过观察看是否有异常,然后用万用表测试各电源电压,这些都没有问题后,接上仿真机进行联机调试观察各接口线路是否正常。

单片机 AT89S52 是系统的核心,利用万用表检测单片机电源 V_{CC} 为(40脚)+5V、晶振是否正常工作(可用示波器测试、也可以用万用表检测两引脚电压一般为 1.8~2.3V)、复位引脚 RST(复位时为高电平,单片机工作时为低电平)、EA是否为+5V(高电平),这样一来单片机就能工作了,再结合电路图,检测故障就很容易了。

2. 用 Proteus 软件仿真

经过 Keil 软件编译通过后,在 Proteus ISIS 编辑环境中绘制仿真电路图,将编译好的“XM3.hex”文件加载到 AT89S52 里,然后启动仿真,就可以看到仿真效果如图 3-5 所示。本项目仿真见教学资源“项目 3”。

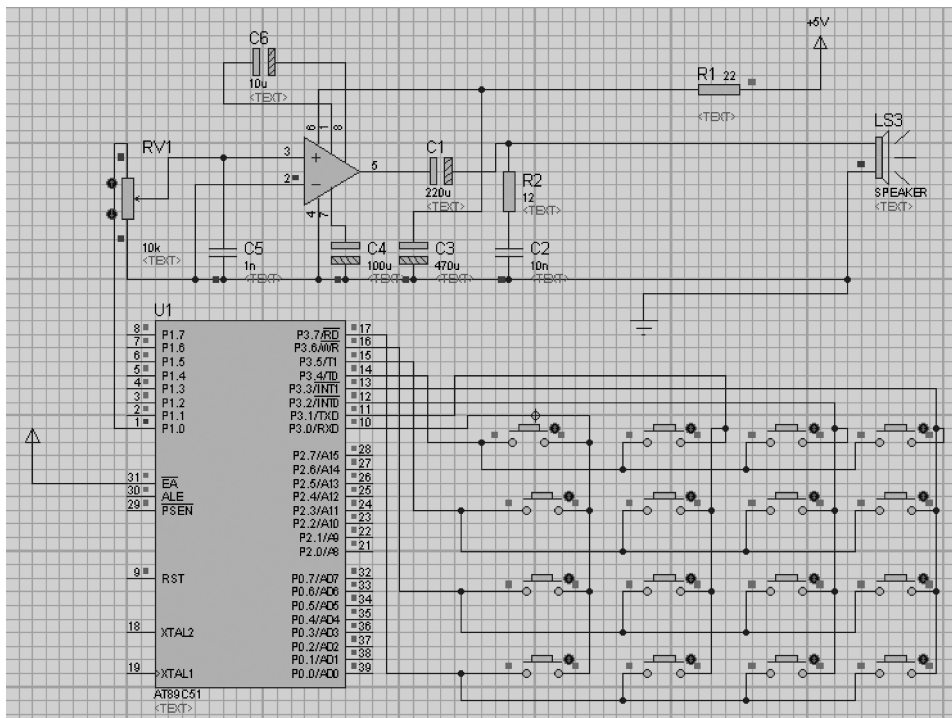


图 3-5 项目 3 仿真效果