

实验十二 演奏乐曲

一、实验目的

利用 IBM-PC 机上的发音装置产生声响与音调，编制音乐演奏程序。

二、实验任务

图 1-12-1 给出了乐曲“四季歌”的一段简谱。

根据图 1-12-2 程序流程图，调用 SING 子程序（其作用是从数据段中取出每个音符的频率数据和节拍时间数据，然后调用 SOUND 子程序让电脑扬声器发出相应频率和节拍的聲音），编制演奏“SONG OF FOUR SEASON”乐曲程序。

在程序的数据段中要定义频率数据（FREQ）和节拍时间数据（TIME），并以 0000H 作为频率数据结束标志。在代码段中，将频率数据首地址送 SI，节拍时间数据的首地址送 BP。

四季歌

1=C 4/4

3

32

12

17

6

6

6

-

4

43

21

24

3

-

-

-

4

43

2

24

3

31

6

1

7

3

21

71

6

-

-

-

图 1-12-1



图 1-12-2

附加任务：

1. 换一首乐曲演奏；
能提供乐谱，解释程序中频率和节拍数据与乐谱之间的对应关系。
2. 用键盘模拟电子琴演奏乐曲；
 - 1) 显示一些提示信息；
比如：高音/中音/低音的 7 个音和键盘按键字符的对应关系，按什么键结束演奏等；
 - 2) 至少能模拟中音的 7 个音，最好高、中、低音都能模拟；
 - 3) 弹奏时，发声可以固定时长（如 1 秒、2 秒…），最好能模拟电子琴真实的发声，键按下发声，键松开不发声。
3. 实现有休止符的乐曲演奏（或者在附加任务 1 演奏的乐曲中加入休止符）。

三、实验原理

电脑里装有能发声的扬声器，由定时/计数器 8253 (端口地址为 40H~43H) 和并行接口芯片 8255 (端口地址为 60H~63H) 控制其发音。8253 定时/计数通道 2 产生扬声器发声的方波信号，8255 B 口的 PB1、PB0 控制扬声器发不发声。

只有当 8255 的 PB1PB0=11 时，8253 计数通道 2 输出的方波信号才能送到扬声器，扬声器才能发声。电脑中，8253 的计数时钟频率为 1193180Hz，对应发声频率的计数值可按下式计算：

$$1193180 \div (\text{给定频率}) = 1234\text{DCH} \div (\text{给定频率})$$

若给定频率在 DI 中，则可用下述程序段产生对应计数值：

```
MOV    DX, 12H
MOV    AX, 34DCH
DIV    DI
```

为了不使除法产生溢出，限制 DI 的频率值不小于 19Hz。

要编写一段 SOUND 子程序，来产生任何音频、持续时间是 10ms 倍数的声音，其频率范围是 19 Hz~65535Hz(由 DI 值决定)。这个频率范围足够了，因为人耳的最高辨听频率是 20000Hz。这个子程序利用 BX 值控制声音的持续时间，BX 值从 1 变到 65535，对应时间是 0.01 秒~655.35 秒，BX=0 时对应 655.35 秒。

利用 SOUND 子程序就可以编写演奏乐曲程序。

在演奏乐曲程序中，需要定义两组数据，一组是频率数据，另一组是节拍时间数据。频率可由表 1-12-1 查得。节拍时间取决于速度和每个音符持续的节拍，例如 4 / 4 拍，四分音符为 1 拍，每小节 4 拍，全音符为 4 拍，二分音符为 4/2=2 拍，八分音符为 4/8=0.5=半拍等。假设全音符分配 1 秒的时间，那么，二分音符、四分音符和八分音符就分别分配 1/2 秒、1/4 秒和 1/8 秒的时间，由此可以得到乐曲对应的节拍时间数据。音乐节拍对应符号如图 1-12-3 所示。

表 1-12-1

音名↵	c d e f g a b↵	c ¹ d ¹ e ¹ f ¹ g ¹ a ¹ b ¹ ↵	c ² d ² e ² f ² g ¹ a ² b ² ↵
唱名↵	1̣ 2̣ 3̣ 4̣ 5̣ 6̣ 7̣↵	1 2 3 4 5 6 7↵	1̣ 2̣ 3̣ 4̣ 5̣ 6̣ 7̣↵
频率(Hz)↵	131 147 165 175 196 220 247↵	262 294 330 349 392 440 494↵	524 588 660 698 784 880 988↵

	节奏名称	五线谱记谱	简谱记谱	划拍	时值
1	全音符		X----		4拍
2	附点二分音符		X--		3拍
3	二分音符		X-		2拍
4	四分音符		X		1拍
5	八分音符		X		1/2拍
6	十六分音符		X		1/4拍
7	附点四分音符		X.		1 1/2拍
8	附点八分音符		X.		3/4拍

图 1-12-3 音乐节拍对应符号

演奏过程 SING 子程序如下

```
SING    PROC    NEAR
        PUSH    DI
        PUSH    SI
        PUSH    BP
        PUSH    BX
RETP:   MOV     DI, [SI]
        CMP     DI, 0
        JE      END-SING
        MOV     BX, DS:[BP]
```

```

        CALL    SOUND          ; 参数为 DI 和 BX
        ADD     SI, 2
        ADD     BP, 2
        JMP     REPT
END-SING: POP    BX
        POP     BP
        POP     SI
        POP     DI
        RET
SING     ENDP

```

发声子程序 SOUND 如下:

```

SOUND    PROC    NEAR
        PUSH    AX
        PUSH    BX          ; BX 节拍时间数据
        PUSH    CX
        PUSH    DX
        PUSH    DI          ; 入口参数 DI 给定频率数据
        MOV     AL, 0B6H    ; 8253 初始化(通道 2, 方式 3, 产生方波信号)
        OUT     43H, AL     ; 43H 端口是 8253 的命令寄存器
        MOV     DX, 12H     ; 计算时间常数
        MOV     AX, 34DCH
        DIV     DI
        OUT     42H, AL     ; 给 8253 通道 2 设置计数初值
        MOV     AL, AH
        OUT     42H, AL
        IN      AL, 61H     ; 读 8255B 口
        MOV     AH, AL
        OR      AL, 3       ; 8255 PB1PB0置 1, 开喇叭
        OUT     61H, AL
DELAY:    MOV     CX, 10000
DL10ms:   LOOP    DL10ms    ; 延时 10ms
        DEC     BX          ; BX=节拍时间对应 10ms 的倍数, 如:BX=100, 节拍时间=10ms*100=1s
        JNZ     DELAY
        MOV     AL, AH
        OUT     61H, AL     ; 8255 PB1PB0恢复为零, 关喇叭
        POP     DI
        POP     DX
        POP     CX
        POP     BX
        POP     AX
        RET
SUND     ENDP

```

四、实验设备

IBM—PC / XT 微机 一台

五、实验预习要求

1. 正确理解实验的目的、内容和原理。
2. 根据流程图在实验前编写好源程序。

六、实验报告要求

1. 整理出运行正确的源程序清单，并加上注释。
2. 写出实验结果。
3. 分析实验中所遇到的问题，并说明是如何解决的。
4. 回答思考题。

七、思考题

1. 若要求乐曲中有休止符，程序中应如何实现？
2. 如果要用键盘模拟电子琴演奏乐曲，请说明程序设计思路。
3. 如果完成了附加任务 1，请举例解释一下程序中频率数据（以及 8253 计数通道 2 的计数初值计算）、节拍数据与乐谱之间的对应关系。