

# 基于单片机AT89C51的节拍器的设计与制作

●湖南 黄有全 李桂平

目前市场上的机械节拍器价格高,节拍声音单调,调节不便,也不准确。本人用AT89C51设计制作节拍器用鲜艳的颜色显示节拍数,起始拍的声音和其它拍的声音不同,节拍精度高,调节方便。该节拍器有很好的视觉和听觉效果,硬件成本低廉。笔者的孩子练钢琴时使用该节拍器,取得很好的效果。

## 1. 硬件电路原理

节拍器以AT89C51单片机为控制中心,由LED显示模块、调节键盘模块、声音输出模块组成。电路原理如图1所示。ATMEL公司生产的AT89C51单片机与MCS-51指令系统兼容,40脚结构,是系统的控制中心。显示模块由四位一体的共阳极蓝色LED显示器构成,采用动态扫描显示方式,Q1~Q4是LED的位选开关三极管,R1~R13是限流电阻。四位LED能完成显示节拍数、各功能代码及参数值的显示。键盘调节模块由四只按键构成,分别是功能选择键A、设置参数选择键B、参数增加键C和参数减少键D,四只按键可以完成各种功能的选择和各参数的设置。声音输出模块由以Q1、Q2、Q3和扬声器为中心的功率放大电路组成,不同频率的脉冲从单片机的RA5口输出,经R14限流和功率放大后,推动扬声器发出声音。

由于输出的音频信号是脉冲波,三极管工作在开关状态,损耗小发热量不大,Q2、Q3使用小功率管C8050和C8550即可。整个系统硬件结构简单。由外部提供12V直流电,经LM7805稳压后供单片机及LED显示用。

## 2. 软件说明

节拍器软件流程图如图2所示。软件系统采用模块化结构设计,分别是主程序模块、节拍器模块、键盘识别和参数设置模块等。其中每个模块又由若干个子模块构成。上电或复位后进入调节功能,重复按A键在调节功能、节拍器功能之间切换。当进入调节功能后,重复按B键可选中不同的调节对象,再按C或D键增加或减少调节对象的参数值,调节时显示调节对象的代码和参数值。

(1)主程序模块:在主程序模块中完成存储单元的初始化、定时器计数器的初始化、中断初始化、标志位的初始化、扫描键盘,并根据功能选择键A的值启动以下功能模块之一:参数设置功能、节拍器功能。

(2)节拍器功能模块:节拍速度24拍/分~400拍/分可调,节拍精度误差小于0.4%,节拍分度数为1~9可调。显示器显示节拍数,扬声器发出节拍声,显示节拍数1时发出300Hz的低频声0.1秒,显示其他节拍数时发出

500Hz的高频声0.1秒。该模块由节拍延时部分、节数显示部分、音频脉冲形成部分组成。

(3)参数调节模块:按A键选择进入参数调节功能模块后,重复按B键,可以依次选择节拍速度、节拍分度参数的设置,LED显示器上显示参数类型代码和该参数的数字,按C或B键则在该参数的取值范围内循环增加或减少一个单位值。代码1是节拍数,取值范围1~9。代码2是节拍速度,取值范围是24拍/分~400拍/分。该模块程序由键盘扫描识别部分、参数显示部分、A键处理部分、B键处理部分和C、D键处理等子程序组成。

## 3. 程序清单

;定义数据存储单元

AKEY	EQU	10H	;键值单元
BKEY	EQU	11H	
CKEY	EQU	12H	
DKEY	EQU	13H	
JPSD	EQU	14H	;节拍速度
JPFD	EQU	15H	;节拍分度
XC1	EQU	27H	显示缓存
XC2	EQU	28H	
XC3	EQU	29H	
XC4	EQU	2AH	
LED1	EQU	2BH	;显示代码
LED2	EQU	2CH	
LED3	EQU	2DH	

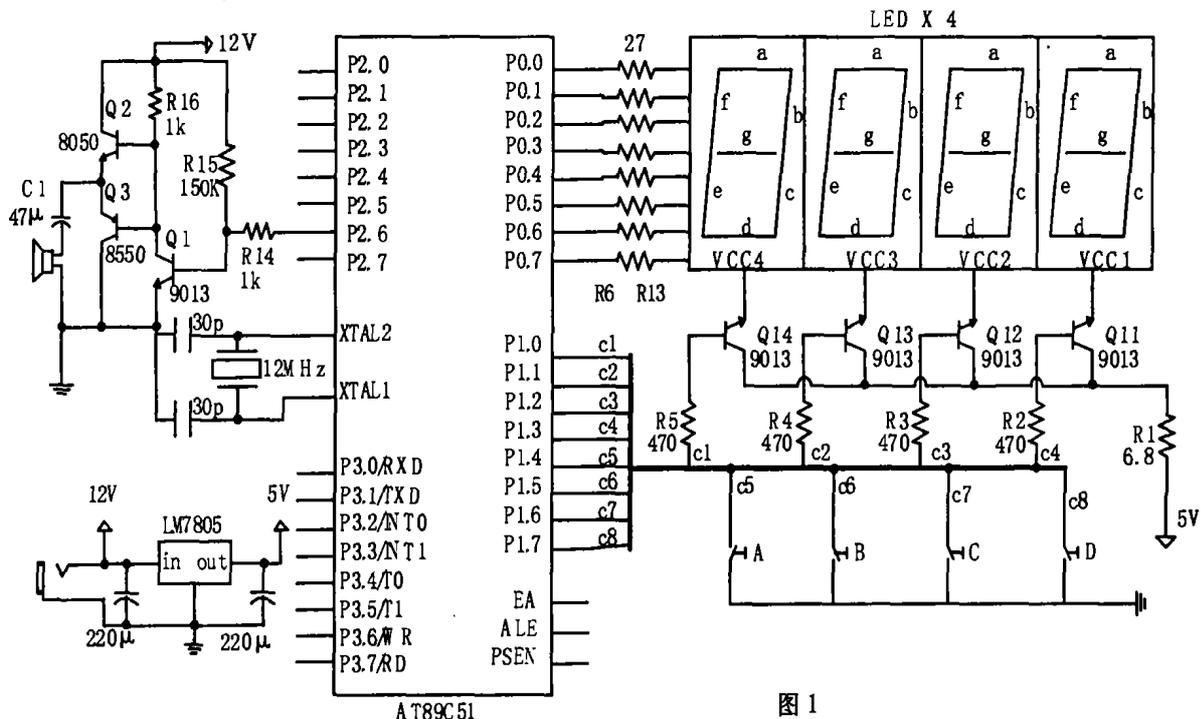


图1

★单片机及应用

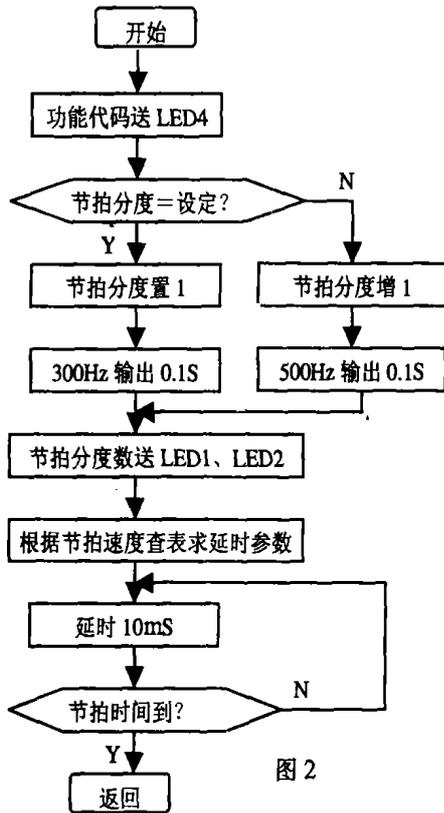


图 2

```

LED4 EQU 2EH
GEWEI EQU 30H ;个位
SIWEI EQU 31H ;十位
BEIWEI EQU 32H ;百位
KEYMA EQU 33H
JPBS EQU 34H
PAISU EQU 35H ;拍数
SS EQU 36H
XLL EQU P2.6 ;声音输出脚

;主程序
ORG 0000H
LJMP MAIN
ORG 001BH
LJMP TDISP

;初始化
ORG 0030H
MAIN: MOV P0,#0
      MOV SP,#60H
      MOV 0ah,#1
      MOV JPBS,#72
      MOV JPDF,#3
      MOV PAISU,#1
      MOV AKEY,#0
      MOV BKEY,#1
      MOV P1,#0F0H
      MOV IE,#8AH
      MOV TMOD,#11H
      MOV TH1,#0EAH;4ms参数
      MOV TL1,#0F0H
      SETB TR1
    
```

```

MOV P3,#0F0H
;键盘扫描处理
MKEY: LCALL KEY
      JZ MLOOP
      LCALL D10MS
      LCALL KEY
      JZ MLOOP
KPCL:
CJNE A,#10H,MLOOP;A 键显示
      代码
      MOV R3,AKEY
      CJNE R3,#1,KPINC;其他键则不
      处理
      MOV AKEY,#00
      LJMP KEY11
      KPINC:INC AKEY
      KEY11: LCALL KEY
            JNZ KEY11
            LCALL D10MS
            JNZ KEY11
DISAJ: MOV XC1,#10H ;显示功
      能代码 2秒
      MOV XC2,#10H
      MOV XC3,#10H
      MOV XC4,AKEY
      LCALL DISPLAY
      MOV 5DH,#200 ;延时2秒
      MD50MS:LCALL D10MS
      DJNZ 5DH,MD50MS
      MLOOP: MOV A,AKEY
      MJIEP: CJNE A,#0,MTIAOJ ;节
      拍器模式
      LCALL JIEP
      LJMP MD101
      MTIAOJ:CJNE A,#1,MDISPLAY;调节
      状态
      LCALL TIAOJ
      MDISPLAY:
      LCALL DISPLAY
      MD101: LJMP MKEY
;读键盘
      KEY: MOV A,P1
           CPL A
           ANL A,#0F0H
           MOV KEYMA,A
           RET
;延时10MS
      D10MS: MOV 5FH,#10
      DLP1:  MOV 5EH,#200
      DLP2:  NOP
           NOP
           NOP
      DJNZ 5EH,DLP2
      DJNZ 5FH,DLP1
      RET
    
```

```

;节拍处理
JIEP: MOV XC4,#2
      MOV XC3,#10H
      MOV A,JPSD
      SUBB A,#30
      MOV DPTR,#JPTAB
      MOVC A,@A+DPTR
      MOV JPBS,A
      MOV A,JPDF
      CJNE A,PAISU,PAIINC
      MOV PAISU,#1
      MOV XC1,PAISU
      MOV XC2,PAISU
      LCALL DISPLAY
      MOV SS,#33 ;高音0.1秒
      SLOP1: SETB XLL
            LCALL D5US
            LCALL D5US
            LCALL D5US
            CLR XLL
            LCALL D5US
            LCALL D5US
            LCALL D5US
            DJNZ SS,SLOP1
            LJMP JP100
      PAIINC: INC PAISU
            MOV XC1,PAISU
            MOV XC2,PAISU
            LCALL DISPLAY
      SOUNDL: MOV SS,#49 ;低音0.1秒
      SLOP: SETB XLL
            LCALL D5US
            LCALL D5US
            CLR XLL
            LCALL D5US
            LCALL D5US
            DJNZ SS,SLOP
      JP100: LCALL D10MS
            DJNZ JPBS,JP100
            RET
;节拍时间参数表
JPTAB:
DB 190,184,178,182,166,161,157
DB 152,148,144,140,136,133,130
DB 126,123,120,118,115,112,110
DB 108,105,103,101,99,97,95,93,92
DB 90,88,87,85,84,82,81,80,78,77
DB 76,75,73,72,71,70,69,68,67,66
DB 65,64,63,62,61,61,60,59,58,57
DB 57,56,55,55,54,53,53,52,51,51
DB 50,49,49,48,48,47,47,46,46,45
DB 45,44,44,43,43,42,42,41,41,40
DB 40,40,39,39,38,38,38,37,37,37
DB 36,36,35,35,35,34,34,34,33,33
DB 33,33,32,32,32,31,31,31,31,30
    
```

## ★单片机及应用

```

DB 30,30,29,29,29,28,28,28,28
DB 28,27,27,27,27,26,26,26,26,26
DB 25,25,25,25,24,24,24,24,24,23
DB 23,20,17,15,14,10,08,07,05,240
;延时500us
D5US: MOV 38H,#100
D5S: NOP
NOP
NOP
DJNZ 38H,D5S
RET
;调节处理
;1、调节状态下的显示处理
TIAOJ: MOV R4,BKEY
CJNE R4,#1,TJ2
MOV A,JPSD
LCALL SUZHI
MOV XC4,BKEY
MOV XC3,BEIWEI
MOV XC2,SIWEI
MOV XC1,GEWEI
LJMP TJEND
TJ2: CJNE R4,#2,TJEND;节拍分度显示
MOV XC4,#2
MOV XC3,#10H
MOV XC2,#10H
MOV XC1,JPF
TJEND: NOP
;2. A,B,C,D键的处理
TJ29: LCALL KEY
JZ TJ01
LCALL D10MS
LCALL KEY
JZ TJ01
LJMP TJ00
TJ01: LJMP TJLOOP
TJ00: MOV R5,A;键盘值暂存R5中
TJKEY11:LCALL KEY
JNZ TJKEY11
LCALL D10MS
JNZ TJKEY11
;2.0 A键处理
CJNE R5,#10H,TJBJ
INC AKEY
LJMP DISAJ
;2.1 B键处理
TJBJ: CJNE R5,#20H,TJCJ
MOV A,BKEY
CJNE A,#2,BJINC
MOV BKEY,#01
LJMP TJLOOP
BJINC: INC BKEY
LJMP TJLOOP
;2.2 C键处理 增加键
TJCJ: CJNE R5,#40H,TJDJ10
LJMP CJCL
TJDJ10: LJMP TJDJ
CJCL: MOV R6,BKEY
CJNE R6,#1,TJ30
MOV A,#190
CJNE A,JPSD,JPSDINC
MOV JPSD,#30
LJMP TJENDD
JPSDINC:INC JPSD
LJMP TJENDD
TJ30: CJNE R6,#2,TJEND
MOV A,#9
CJNE A,JPFD,JPFDINC
MOV JPFD,#1
LJMP TJENDD
JPFDINC:INC JPFD
LJMP TJENDD
;2.3 D键处理,减少键
TJDJ: CJNE R5,#80H,LJDJ10
LJMP LCJCL
LJDJ10: LJMP TJENDD
LCJCL: MOV R6,BKEY
CJNE R6,#1,LTJ30
MOV A,#30
CJNE A,JPSD,LJPSDINC
MOV JPSD,#190
LJMP TJENDD
LJPSDINC:DEC JPSD
LJMP TJENDD
LTJ30: CJNE R6,#2,TJENDD
MOV A,#1
CJNE A,JPFD,LJPF
DINC
MOV JPFD,#9
LJMP TJENDD
LJPF
DINC:DEC JPFD
LJMP TJENDD
TJENDD: RET
MMOV3: MOV XC3,#10H
MOV XC2,SIWEI
MOV XC1,GEWEI
RET
;显示代码转换处理
DISPLAY:MOV R0,#XC1
MOV R1,#LED1
MOV R7,#4
MOV DPTR,#TCODE
DISP1: MOV A,@R0
MOVC A,@A+DPTR
MOV @R1,A
INC R0
INC R1
DJNZ R7,DISP1
MOV LED3,A
LJMP DI
SNEXT
DIS00: MOV A,LED3
CLR ACC.7
MOV LED3,A
TJLOOP: NOP
DISNEXT:RET
;共阳LED代码
TCODE:
DB 00H,0F9H,0A4H,0B0H,99H,DB
92H,90H,88H,83H, 82H,0F8H
DB 80H,0A7H,0A1H,86H,8EH,0ffh
;十六进制化成十进制处理
SUZHI: MOV B,#100
DIV AB
JNZ SUZ100
MOV BEIWEI,#10H
LJMP SUZ101
SUZ100: MOV BEIWEI,A
SUZ101: MOV A,B
MOV B,#10
DIV AB
MOV SIWEI,A
MOV A,B
MOV GEWEI,A
RET
;T1中断处理,显示输出
TDISP: PUSH A
PUSH PSW
MOV TH1,#0E0H
MOV TL1,#90H
SETB RS0
MOV P0,#0FFH ;关显示
CJNE R2,#4,R2INC
MOV R2,#1
LJMP TD11
R2INC: INC R2
TD11: CJNE R2,#1,TD12
CLR P1.0
MOV P0,LED1
SETB P1.3
LJMP TDRET
TD12: CJNE R2,#2,TD13
CLR P1.3
MOV P0,LED2
SETB P1.2
LJMP TDRET
TD13: CJNE R2,#3,TD14
CLR P1.2
MOV P0,LED3
SETB P1.1
LJMP TDRET
TD14: CJNE R2,#4,TDRET
CLR P1.1
MOV P0,LED4
SETB P1.0
TDRET: CLR RSO
POP PSW
POP A
RETI▲

```