

◆ 普通高等教育“十二五”规划教材

MCU 及 接口技术实验教程

主编 / 晏寄夫

MCU Ⅱ
JIEKOU JISHU SHIYAN JIAOCHENG



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

普通高等教育“十二五”规划教材

MCU 及接口技术实验教程

主编 晏寄夫

参编 段绪红 李德智

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

全书共分三部分, 内容安排上注重系统性、先进性与实用性, 着眼于如何设计一个 MCU 应用系统。第一部分是单片机系统实验, 以 Keil C51 为开发平台, 主要描述 8 位机 MCS-51 系列单片机的各种应用; 第二部分是 80X86 系统实验, 主要描述 16 位以上系统机的各种应用, 以汇编语言为基础的程序设计方法、存储器的管理、中断系统和 I/O 接口技术, 逐一讲解了各关键接口部件的原理和应用; 第三部分是数字信号处理 (DSP) 实验, C6000 系列下所有实验均使用 TI 公司的 DSP 开发环境 CCS (Code Composer Studio) 完成, 有 DSP 的特长 FIR 数字滤波器、快速傅里叶变换 (FFT) 等。

本书可作为大专院校电类非计算机专业和其他相近专业本科生学习 MCU 的实验教材, 也可作为计算机应用系统创新设计、电子设计大赛等的培训教材, 还可供从事微型计算机系统设计和技术人员自学和参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

MCU 及接口技术实验教程 / 晏寄夫主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2012.9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5643-1963-2

I. ①M… II. ①晏… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材②单片微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 212732 号

普通高等教育“十二五”规划教材

MCU 及接口技术实验教程

主编 晏寄夫

*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 鲁世钊 唐建明

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川锦祝印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13.5

字数: 329 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-1963-2

定价: 28.80 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

当前,微型计算机技术日新月异地发展,是计算机科学划时代的进步。从 8 位机到 16 位以上的系统机,既有冯·诺依曼结构,又有哈佛结构,CPU 的型号千差万别,性能各异,有单片机、系统机、DSP,如何掌握和使用它们来设计自己的应用系统呢?

编者多年来从事微机系统的课程教学和实践,一直有心将它们统一在 MCU 框架之下,既不重复,又相互补充,因应用场合不同而各得其所。淡化理论教学与实际教学的界限,将理论教学与实验教学相结合,实验教学作为理论教学的延伸,是培养学生动手能力的主要环节。优化课程结构体系,培养一批高水平能适应新世纪人才培养的中青年教师和实验技术人员。

本书是为西南交通大学电类非计算机专业本科生学习“单片机及嵌入式系统”、“微机原理及应用”、“数字信号处理”等课程编写的配套实验教材,是作者在吸取各家之长、选型定制实验仪的基础上,并结合多年计算机教学和应用的经验,精心组织编写而成。全书贯穿 8 位机到系统机,既有冯·诺依曼结构,又有哈佛结构,内容丰富,图文并茂,深入浅出,通俗易懂,并附有一定量的思考题,是一本很好的进行 MCU 实验的教程。

在编写本书时,编者本着深入浅出的原则,尽力做到:既要使以本书为教材并且参加听课和实验的学生能对 MCU 的主要技术深入理解、牢固掌握、灵活应用,又能使那些没有机会到学校听课和做实验的读者易于理解、掌握和应用关键性的技术,还要使正在从事微型计算机科研工作、具有一定实践经验的工作人员在阅读本书之后能得到有益的帮助和启迪。每个实验后附的思考题将有助于读者巩固所学的知识。通过本课程的学习和实践,要求读者掌握 MCU 的组成原理,能熟练进行应用编程,熟悉各种 I/O 接口芯片的配套使用技术,通过课程实验与实践,进一步提高系统设计的能力,使读者能够完成实用的微型计算机系统的软硬件设计。

在章节安排上,从 8 位机入手,到系统机,最后是 DSP。第一部分是单片机系统实验,包含简单的输入/输出传输、特色输入/输出传输(键盘、LED、LCD、RS-232)、高级输入/输出传输(IC 卡、USB、TCP/IP、CAN-bus)及各种接口芯片扩展共 11 个实验;第二部分是 80X86 系统实验,描述 16 位以上系统机的各种应用,包含以汇编语言为基础的程序设计方法、存储器的管理、中断系统和 I/O 接口技术(中断控制器 8259A、计数器/定时器 8253/8254、并行接口 82C55、串行接口 8251A 及 DMA 控制器 8237A)等,共 16 个实验;第三部分是数字信号处理(DSP)实验,C6000 系列下所有实验均使用 TI 公司的 DSP 开发环境 CCS(Code Composer Studio)完成,包含综合外设实验、数字振荡器、McBSP 串口操作、 μ 律压缩、FIR 数字滤波器、FFT 等 7 个实验。

本书由晏寄夫主编,参编人员还有段绪红、李德智。西南交通大学出版社的总编张雪及

责编张华敏为本书的及时出版做了许多工作。此外，本书的编写还得到了西南交通大学电气工程学院领导何正友教授的热情支持，在此一并表示衷心的感谢。同时，编者还要特别感谢广州周立功单片机发展有限公司、福建德昌电子公司、电子科技大学银杏科技公司，是他们提供了很好的实验仪器。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不当之处，敬请读者提出宝贵意见。

编 者

2012年9月于成都

目 录

第一部分 单片机系统实验

实验 1 系统认识实验	3
实验 2 单片机 I/O 口应用	5
实验 3 使用 8155 扩展 I/O、RAM 及定时器实验	10
实验 4 显示实验	11
实验 5 并行 A/D、D/A 转换实验	15
实验 6 RS-232 串口通信实验	18
实验 7 IC 卡相关实验	20
实验 8 USB 接口相关实验	35
实验 9 CAN-bus 接口控制实验	38
实验 10 基于以太网接口的 TCP/IP 实验	41
实验 11 ISD1420 语音模块实验	43

第二部分 80X86系统实验

实验 1 系统认识实验	47
实验 2 数码转换编程及程序调试	55
实验 3 分支程序设计实验	60
实验 4 循环程序设计	62
实验 5 子程序设计	64
实验 6 排序程序设计	66
实验 7 键盘输入与显示程序	68
实验 8 存储器扩充实验	69
实验 9 中断实验	75
实验 10 并行通信实验	86
实验 11 8254 定时器/计数器实验	98
实验 12 LED 点阵显示实验	104
实验 13 异步串行通信实验	109
实验 14 DMA 实验	116

实验 15 温度控制实验	125
实验 16 综合实验及设计	129

第三部分 数字信号处理 (DSP) 实验

实验 1 DES 综合外设实验	133
实验 2 用定时器实现数字振荡器	139
实验 3 McBSP 串口操作	147
实验 4 McBSP 的 μ 律压缩的实现	158
实验 5 FIR 数字滤波器	162
实验 6 快速傅里叶变换 (FFT) 的实现	166
实验 7 C6000 的 BootLoader 技术	176
附录 1 Keil C51 应用简介	181
附录 2 调试程序 DEBUG 的主要命令	190
附录 3 PD-32 实验机的在线跟踪调试的工具软件 TS 的使用	194
附录 4 C6000 系列子卡驱动程序的安装	201
附录 5 DES320E 实验系统资源一览	205
参考文献	209

第一部分

单片机系统实验

实验 1 系统认识实验

1.1 Keil C51 集成开发环境的使用练习

1. 实验目的

熟悉 Keil C51 集成开发环境的使用方法。

2. 实验设备

PC 机 一台

3. 实验内容

按照本书的附录 1 的 2.1 节到 2.4 节内容进行 Keil C51 集成开发环境的安装和使用练习，然后按照以下内容建立文件并编译产生 HEX 文件。

```

                ORG    0000H
                LJMP   Main
                ORG    00F0H
Main:          MOV    R7, #0
Loop:         MOV    R6, #0
                DJNZ   R6, $
                DJNZ   R6, $
                DJNZ   R6, $
                DJNZ   R6, $
                DJNZ   R7, Loop    ; 延时
                CPL    P1.0        ; P1.0取反
                CPL    P1.1        ; P1.1取反
                CPL    P1.2        ; P1.2取反
                CPL    P1.3        ; P1.3取反
                CPL    P1.4        ; P1.4取反
                CPL    P1.5        ; P1.5取反
                CPL    P1.6        ; P1.6取反
                CPL    P1.7        ; P1.7取反
                SJMP   Main
                ;
                END
```

4. 实验思考题

- (1) 试写一条把片内 RAM50H~59H 单元清零的程序。
- (2) 试写一条把片内 RAM50H~59H 单元写入 01H 的程序。

1.2 基于 Keil C51 集成开发环境的仿真与调试

1. 实验目的

熟悉Keil C51集成开发环境调试功能的使用和DP-51PRO单片机综合仿真实验仪的使用。

2. 实验设备

PC机 一台

DP-51PRO单片机综合仿真实验仪 一台

3. 实验内容

按照本书的附录1内容的内容进行Keil C51集成开发环境的仿真调试练习，然后按照实验1.1内容建立文件并编译仿真调试。

4. 实验步骤

(1) 用40针排线把DP-51PRO实验仪上的A1区J76接口和A2区J79接口相连，然后使用导线把A2区的J61接口与D1区的J52接口相连。原理如图1.1.1所示。

(2) 对DP-51PRO实验仪上电，然后按照本书的附录1中内容设置实验仪和使用软件DPFlash把MON51监控程序下载到实验仪。

(3) 关闭DPFlash软件。把DP-51PRO单片机综合仿真实验仪A1区的工作模式选择开关(MOD_SW₁)切换到RUN处，然后按一下复位键(RST)，MON51程序就开始运行了。此时，DP-51PRO单片机综合仿真实验仪进入调试状态。

(4) 用户使用Keil C51集成开发环境建立工程、编辑与编译“实验内容”所列的程序。然后按照本书的附录1中的第3点(软件调试环境的设置)设置好，然后再编译一次。

(5) 此时用户就可以按照本书的附录1所讲述的方法进行仿真调试。如果用户在退出仿真调试模式后想再次进入仿真调试，可以先按一下A1区的复位键(RST)。用户可以在仿真调试环境下设置断点、单步、全速运行等。在调试过程中用户可以看见D1区的LED的亮灭是由用户程序来控制的。

5. 实验思考题

如何仿真和调试C51程序呢?(用户可以把上面的例子改为C51程序然后再编译调试)

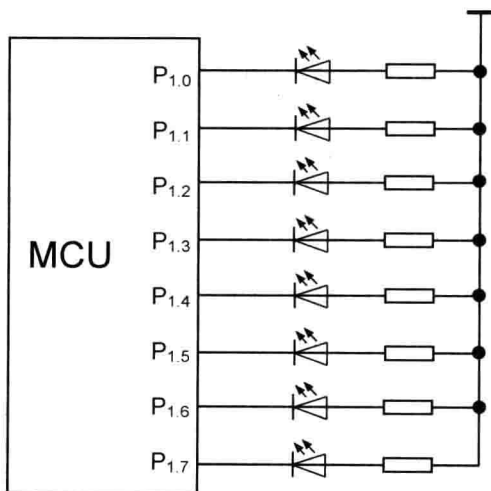


图 1.1.1 实验 1.2 原理图

实验2 单片机 I/O 口应用

2.1 单片机 I/O 口控制实验

1. 实验目的

掌握利用P₁口作为输入和输出口的方法。

2. 实验设备

PC机 一台

DP-51PRO单片机综合仿真实验仪 一台

3. 实验内容

(1) 编写一段程序，用P₁口作为控制端口，使D1区的LED轮流亮。

(2) 编写一段程序，用P_{1.0}~P_{1.6}口控制LED，P_{1.7}控制LED的亮和灭(P_{1.7}接按键，按下时LED亮，不按时LED灭)。

4. 实验步骤

(1) 用导线把A2区的J61接口与D1区的J52接口相连。原理如图1.2.1 (a) 所示。

(2) 先编写一个延时程序。

(3) 将LED轮流亮的程序编写完整并调试运行。

(4) 使用导线把A2区的J61接口的P_{1.0}~P_{1.6}与D1区的J52接口的LED₁~LED₇相连，另外A2区J61接口的P_{1.7}与D1区的J53的KEY₁相连。原理如图1.2.1 (b) 所示。

(5) 编写P_{1.7}控制LED的程序，并调试运行。(按下K₁看是否全亮)

(6) A2区J61接口的P_{1.7}与D1区的J54的SW1相连。然后再运行程序，拨动开关MOD_SW₁查看结果。

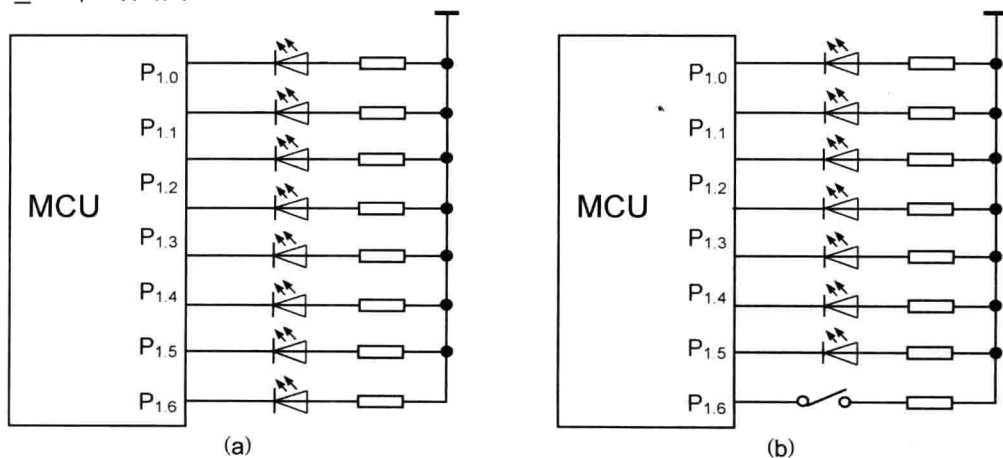


图1.2.1 实验2.1原理图

5. 实验思考题

- (1) 试写出几种其他的编程方法实现以上功能。
- (2) 如果使用KEY₁作为外部中断控制LED的亮和灭时，程序应如何修改。

2.2 蜂鸣器驱动实验

1. 实验目的

利用单片机的P₁口作I/O口，使用户学会蜂鸣器的使用。

2. 实验设备

PC机 一台
DP-51PRO单片机综合仿真实验仪 一台

3. 实验内容

(1) 编写一段程序，用P_{1.3}脚控制(输出3 kHz~4 kHz频率的方波)，使D4区的蜂鸣器发出嘹亮的响声。蜂鸣器原理图如图1.2.2所示。

(2) 按照例程输入一段程序，用P_{1.3}脚控制，使D4区的蜂鸣器发出“生日快乐”的音乐。

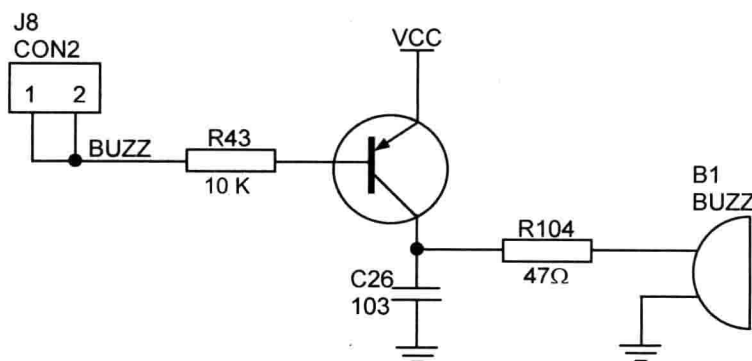


图1.2.2 蜂鸣器原理图

4. 实验步骤

- (1) 使用导线把A2区的J61接口的P_{1.3}与D4区的J8接口的其中一脚相连。
- (2) 先编写一个延时程序(120~200 μs)。
- (3) 再编写一个循环程序，改变P_{1.3}脚的电平，然后延时。这样，这个循环就使P_{1.3}脚输出一个频率为2.5 kHz~4 kHz的方波。在DP-51PRO单片机综合仿真实验仪上运行该程序时，D4区的蜂鸣器将发出嘹亮的响声。
- (4) 按以下例程输入，然后运行，蜂鸣器发出“生日快乐”的音乐。

5. 实验参考程序

```

                ORG    8000H
                JMP     MAIN
                ORG    800BH
                JMP     INTT0
                ORG    8100H

MAIN:
                MOV     SP, #60H
                _____ ; 初始化定时器及中断
                _____
                _____
                _____

START0:
                SETB    P1.3
                MOV     30H, #00H

NEXT:
                MOV     A, 30H
                MOV     DPTR, #TABLE      ; 从TABLE中读取数据——声响时间
                MOVC    A, @A+DPTR
                MOV     R2, A
                JZ       ENDD
                ANL     A, #0FH
                MOV     R5, A
                MOV     A, R2
                SWAP    A
                ANL     A, #0FH
                JNZ     SING
                CLR     TR0
                JMP     D1

SING:
                DEC     A
                MOV     22H, A
                RL      A
                MOV     DPTR, #TABLE1     ; 从TALBE1中读取数据——声调
                MOVC    A, @A+DPTR
                MOV     TH0, A
                MOV     21H, A
                MOV     A, 22H
                RL      A
                INC     A
                MOVC    A, @A+DPTR
                MOV     TL0, A
                MOV     20H, A
                SETB    TR0

```

```

D1:
    CALL    DELAY                ; 声音延时
    INC     30H
    JMP     NEXT

ENDD:
    CLR     TR0
    JMP     START0

INTT0:
                                ; 定时器0中断服务程序
    PUSH    PSW
    PUSH    ACC
    MOV     TL0, 20H
    MOV     TH0, 21H
    CPL     P1.3
    POP     ACC
    POP     PSW
    RETI

DELAY:
                                ; R5的值就是声响持续时间
    MOV     R7, #02

DELAY0:
    MOV     R4, #187

DELAY1:
    MOV     R3, #248
    DJNZ    R3, $
    DJNZ    R4, DELAY1
    DJNZ    R7, DELAY0
    DJNZ    R5, DELAY
    RET

TABLE:
    DB      82H, 01H, 81H, 94H, 84H, 0B4H, 0A4H, 04H
    DB      82H, 01H, 81H, 94H, 84H, 0C4H, 0B4H, 04H
    DB      82H, 01H, 81H, 0F4H, 0D4H, 0B4H, 0A4H, 94H
    DB      0E2H, 01H, 0E1H, 0D4H, 0B4H, 0C4H, 0B4H, 04H
    DB      82H, 01H, 81H, 94H, 84H, 0B4H, 0A4H, 04H
    DB      82H, 01H, 81H, 94H, 84H, 0C4H, 0B4H, 04H
    DB      82H, 01H, 81H, 0F4H, 0D4H, 0B4H, 0A4H, 94H
    DB      0E2H, 01H, 0E1H, 0D4H, 0B4H, 0C4H, 0B4H, 04H, 00H

TABLE1:
    DW      64260, 64400, 64524, 64580, 64684, 64777, 64820, 64898
    DW      64968, 65030, 65058, 65110, 65157, 65178, 65217
    ;
    END

```

6. 实验思考题

如何通过程序来编写出音乐？

2.3 电子琴实验

1. 实验目的

利用实验仪上提供的按键 $K_1 \sim K_7$ 作为电子琴按键，控制蜂鸣器发声，使用户了解计算机发声原理，熟悉定时器和键盘扫描电路的工作原理及编程方法。

2. 实验设备

PC机	一台
DP-51PRO 单片机综合仿真实验仪	一台
频率计	一台

3. 实验内容

(1) 编写一段程序，用 $P_{3.3}$ 脚控制(输出7种音阶标称频率的方波)，使D4区的蜂鸣器发出不同的音调。程序检测按键的状态，当某一键按下时，蜂鸣器发出对应的音调。

(2) 按照歌曲的音调，使用D1区的按键 $K_1 \sim K_7$ ，弹奏一首简单的音乐。

4. 实验步骤

(1) 用导线将A2区J58接口 $P_{3.3}$ 脚 (INT_1) 和D4区的J8接口相连，然后将D1区的J53接口和A2区的J61接口一一对应相连。原理如图1.2.3所示。

(2) 编写按键的动态键盘扫描程序，根据不同音阶的频率编写蜂鸣器的音调控制程序，然后完成电子琴的主程序设计。

(3) 调试编写的程序，使用频率计校准音阶的频率，然后使用键盘演奏一段好听的音乐。

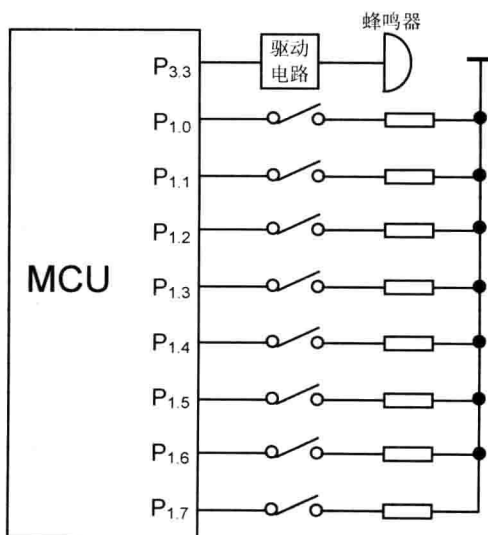


图1.2.3 实验2.3原理图

5. 实验思考题

结合实验仪上的硬件，设计一个可以任意选曲播放的电子音乐盒。

实验3 使用8155扩展I/O、RAM及定时器实验

1. 实验目的

掌握单片机与8155的接口原理，熟悉对8155的初始化编程和输入、输出程序的设计方法及8155定时器的使用方法。

2. 实验设备

PC机	一台
DP-51PRO单片机综合仿真实验仪	一台
示波器	一台

3. 实验内容

(1) 通过单片机的总线接口对8155芯片进行访问，编写程序分别实现对8155的I/O口和内部RAM、定时器进行操作。

(2) 连接线路验证8155的各项功能，熟悉它的使用方法。

4. 实验步骤

(1) 连接线路，将A3区J89接口的RST接地，将J89的#CE、IO/#M分别接到A2区J63接口的A₁₅和A₁₄上，完成总线操作的电路接线。原理如图1.3.1所示。对8155的RAM的00H单元写入33H，再将00H单元读出来，观察写入的数据与读出的数据是否相同。

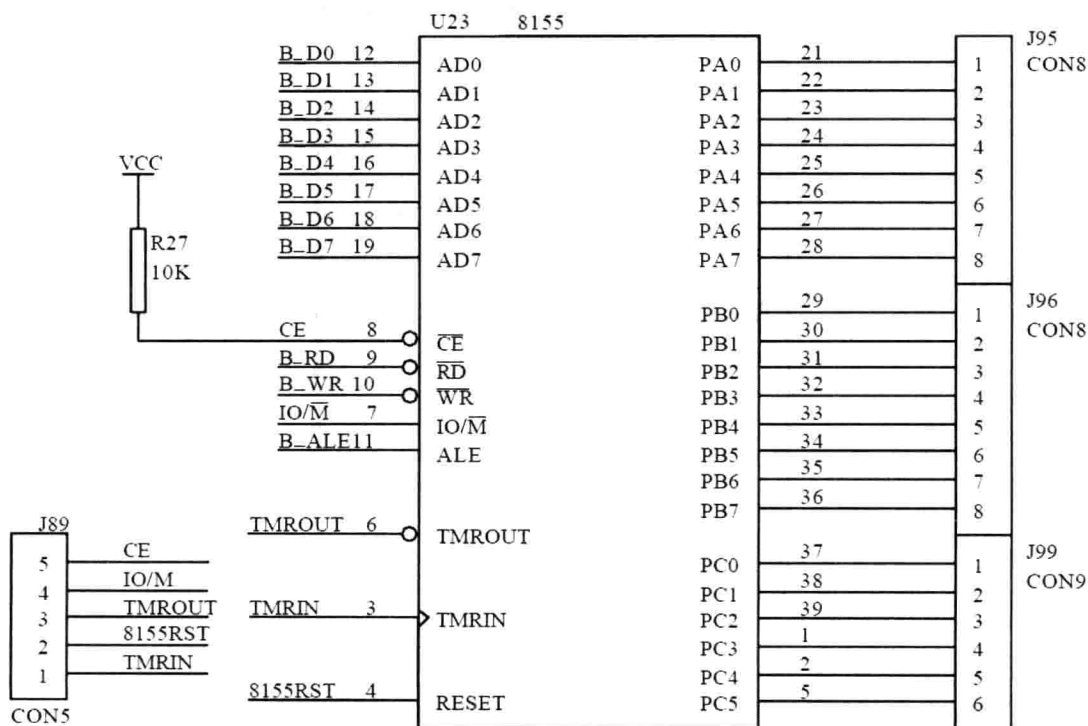


图1.3.1 8155引脚接线图