



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

姚琳 郑榕 编著

微机原理与接口技术 实验指导

21世纪
计算机
科学与
技术
实践
型
教程

丛书主编 陈明

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

姚琳 郑榕 编著

微机原理与接口技术 实验指导

21世纪计算机科学与技术实践型教程

丛书主编 陈明

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是微机原理与接口技术课程教学配套的实验教材,用于指导微机原理与接口技术课程的实验教学。

本书配合理论教学而编写,精心设计了30多个实验,涵盖了TD-PIT++实验平台系统,汇编程序设计,微机接口实验等内容。

本书所给实验内容均附相应的原理介绍,内容丰富、深入浅出、通俗易懂,可作为高等院校计算机专业和相关专业的教材,也可作为其他人员的参考学习书籍。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术实验指导 / 姚琳,郑榕编著. —北京:清华大学出版社,2012.2

(21世纪计算机科学与技术实践型教程)

ISBN 978-7-302-27848-1

I. ①微… II. ①姚… ②郑… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教学参考资料②微型计算机—接口—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第003636号

责任编辑:谢琛 薛阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:胡伟民

责任印制:张雪娇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:9.75 字 数:235千字

版 次:2012年2月第1版 印 次:2012年2月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:19.00元

产品编号:045102-01

21 世纪计算机科学与技术实践型教程

编辑委员会

主 任：陈 明

委 员：	毛国君	白中英	叶新铭	刘淑芬	刘书家
	汤 庸	何炎祥	陈永义	罗四维	段友祥
	高维东	郭 禾	姚 琳	崔武子	曹元大
	谢树煜	焦金生	韩江洪		

策划编辑：谢 琛

21 世纪计算机科学与技术实践型教程

序

21 世纪影响世界的三大关键技术：以计算机和网络为代表的信息技术；以基因工程为代表的生命科学和生物技术；以纳米技术为代表的新型材料技术。信息技术居三大关键技术之首。国民经济的发展采取信息化带动现代化的方针，要求在所有领域中迅速推广信息技术，导致需要大量的计算机科学与技术领域的优秀人才。

计算机科学与技术的广泛应用是计算机学科发展的原动力，计算机科学是一门应用科学。因此，计算机学科的优秀人才不仅应具有坚实的科学理论基础，而且更重要的是能将理论与实践相结合，并具有解决实际问题的能力。培养计算机科学与技术的优秀人才是社会的需要、国民经济发展的需要。

制定科学的教学计划对于培养计算机科学与技术人才十分重要，而教材的选择是实施教学计划的一个重要组成部分，《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》主要考虑了下述两方面。

一方面，高等学校的计算机科学与技术专业的学生，在学习了基本的必修课和部分选修课程之后，立刻进行计算机应用系统的软件和硬件开发与应用尚存在一些困难，而《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》就是为了填补这部分空白。将理论与实际联系起来，使学生不仅学会了计算机科学理论，而且也学会应用这些理论解决实际问题。

另一方面，计算机科学与技术专业的课程内容需要经过实践练习，才能深刻理解和掌握。因此，本套教材增强了实践性、应用性和可理解性，并在体例上做了改进——使用案例说明。

实践型教学占有重要的位置，不仅体现了理论和实践紧密结合的学科特征，而且对于提高学生的综合素质，培养学生的创新精神与实践能力有特殊的作用。因此，研究和撰写实践型教材是必需的，也是十分重要的任务。优秀的教材是保证高水平教学的重要因素，选择水平高、内容新、实践性强的教材可以促进课堂教学质量的快速提升。在教学中，应用实践型教材可以增强学生的认知能力、创新能力、实践能力以及团队协作和交流表达能力。

实践型教材应由教学经验丰富、实际应用经验丰富的教师撰写。此系列教材的作者不但从事多年的计算机教学，而且参加并完成了多项计算机类的科研项目，他们把积累的经验、知识、智慧、素质融合于教材中，奉献给计算机科学与技术的教学。

我们在组织本系列教材过程中，虽然经过了详细的思考和讨论，但毕竟是初步的尝试，不完善甚至缺陷不可避免，敬请读者指正。

本系列教材主编 陈明

2005 年 1 月于北京

前 言

微机原理与接口技术是高等学校工科各专业所需掌握的一门重要的专业基础课程,通过掌握这门专业基础课程,不同专业的学生可以结合本专业的应用特色,向外拓展,实现对硬件及其相应系统的设计与开发。然而,这门课程又是一门较难学透的课程,大部分学生在学习微机内各功能模块及其编程应用时,因为无法熟练掌握汇编语言编程或者芯片模块的功能和工作方式,而影响到整门课程的学习。此外,这门课程还是一门要求有较强的实践动手能力的课程,它不仅要求学生能学会并掌握计算机底层语言——汇编语言的编程方法,同时还要求学生掌握对各实验模块的连线应用。因此,对学生的学习要求较高。

本书是为配合微机原理与接口技术课程的教学及实验而编写的,目的在于帮助学生深入理解汇编语言的编程方法以及微机原理和接口的专业知识,增强学生的动手编程和实践操作的能力,提高学生的设计及调试的能力。

本书所选用的实验内容是依据西安唐都科教仪器公司开发的一套 32 位微机教学实验系统所提供的部分实验内容,结合北京科技大学计算机类专业及相关专业微机原理与接口技术这门课程而设计编制的。本书在关注微机原理与接口技术各功能模块的编程应用之外,对编程所需的汇编语言语法、语句、理论知识等也给予了足够的重视,因为汇编语言编程如果掌握不好,在微机接口功能模块应用实现时,就会受到很大的阻碍。

本书给出的大部分实验为验证性实验,即给出实验连线图或实验程序代码,但为了避免学生在学习时照猫画虎、不求甚解,部分程序代码中核心的功能实验语句被挖空,要求学生根据对程序或模块功能的理解而补完缺失的语句,以鼓励学生分析、掌握这些功能语句的编程应用。此外,本书还提供了一部分没有给出程序代码的实验题目和实验习题,教师可根据学生的水平及教学需求选择适合的内容要求学生掌握。

本书配合理论教学的顺序编写实验内容,便于实验课程随理论课程的讲授进度而安排,方便教学计划的编排。本书第 1 章为 TD-PIT++ 接口实验平台系统介绍,主要介绍 TD-PIT++ 实验平台、所能提供的芯片模块元器件以及实验平台的使用说明;第 2 章为汇编程序编程实验,介绍了汇编语言程序设计的方法及语句功能;第 3 章为微机接口实验教程,介绍了硬件实验环境及主要功能芯片的原理与应用;第 4 章为汇编综合程序设计实验,给出了扩展的汇编编程实验内容;第 5 章为微机综合程序设计实验,给出了用于扩展教学的其他功能模块的编程应用。

本书由姚琳、郑榕负责编写并统稿。参加本书编写的人员还有田军峰、张磊、边胜琴、王小妹等。

由于编者水平有限,时间仓促,书中或有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 8 月于北京

目 录

第 1 章 TD-PIT++ 接口实验平台系统	1
第 2 章 汇编程序编程实验	16
2.1 DOS 功能调用类程序设计实验	16
2.2 数据传送类程序设计实验	19
2.3 运算类程序设计实验	22
2.4 数码转换程序设计实验	31
2.5 分支程序设计实验	38
2.6 循环程序设计实验	44
2.7 子程序设计实验	47
第 3 章 微机接口实验	53
3.1 8259 中断控制器应用实验	53
3.2 8254 定时/计数器应用实验	68
3.3 8255 并行控制器应用实验	80
3.4 A/D 转换实验	88
3.5 D/A 转换实验	93
第 4 章 汇编综合程序设计实验	101
4.1 排序实验	101
4.2 闰年判断实验	101
4.3 密码验证实验	102
第 5 章 微机综合程序设计实验	104
5.1 电子发声设计实验	104
5.2 键盘扫描及显示设计实验	108
5.3 综合设计实验	113

附录 A 汇编程序的建立与执行	114
附录 B DOS 下汇编操作软件操作说明	115
附录 C Windows 下 TD-PIT 集成操作软件使用说明	129
附录 D ASCII 码对照表	135
附录 E DOS 系统功能调用表	138
参考文献	143

第 1 章 TD-PIT++ 接口 实验平台系统

一、TD-PIT++ 接口实验平台简介

TD-PIT++ 接口实验平台是由西安唐都科教仪器公司开发的一套 32 位微机教学实验系统,该系统主要应用于支持微机原理、微机接口技术等课程的实验教学。在该系统环境下,可以支持 80x86 汇编语言和 C 语言两种语言的编译和调试,支持实验平台上扩展的接口芯片及设备的 I/O 操作、中断以及 DMA 方式操作的编程及调试,支持实验平台上扩展存储器的编程及调试等。

该实验平台构成如表 1-1 所示。

表 1-1 TD-PIT++ 系统构成

名 称	主要内容及功能说明
PCI 总线扩展卡	PCI 总线扩展卡包括 PCI 总线接口电路和系统配置电路以及扩展总线插座,从 PC 内的 PCI 总线扩展出 32 位高速总线。扩展卡插于 PC 内,实验箱通过 PCI 总线扩展卡与 PC 相连,将 PCI 总线以 Add-on 接口方式用扁平电缆接到实验箱上,用于实验箱与 PC 间的数据传输
微机接口实验箱	是整个实验平台的主体部分,如图 1-1 所示,实验箱内是一块设计好的面板,上面承载了微机接口实验所需的所有主要功能芯片及必要的关联电路所构成的功能模块。功能模块主要包括:32 位系统总线、32 位 I/O 接口单元、32 位存储器单元、8259、8237、8254、8255、16550、FLASH ROM、地址译码、A/D 转换、D/A 转换、时钟源、单次脉冲、键盘输入及数码管显示、开关及发光管显示、电子发声、PWM 转换、16×16 LED 点阵显示、步进电机、直流电机及温度控制、面包板单元等
外接线路	包含一根电源线,实验箱与 PCI 扩展卡之间的总线扩展扁平电缆,如图 1-2 所示,实验用串行通信电缆以及若干实验电路连接线

二、实验平台工作模式

TD-PIT++ 实验平台可以工作在两种模式下:实模式和保护模式。

实模式下,实验箱内 32 位微处理器相当于一个可以进行 32 位快速处理的 8086 系统,其最大寻址空间为 1MB,每个段的最大长度为 64K,段起始地址为 16 的倍数。

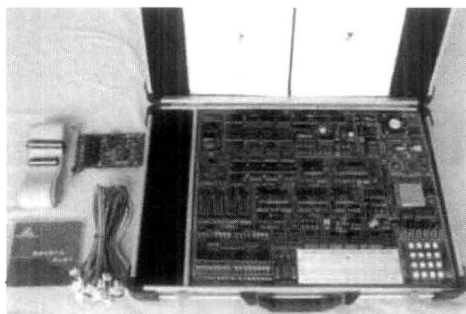


图 1-1 TD-PIT++ 实验箱主要构成

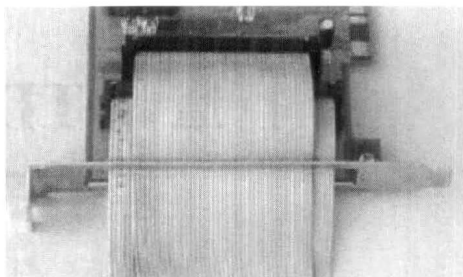


图 1-2 PCI 卡及其总线电缆

保护模式下, 32 条地址线全部有效, 每个段可以寻址的物理空间最大为 4GB, 可以选用扩充的存储器分段管理机制和可选的存储器分页管理机制, 支持多任务, 能够快速进行任务切换和保护任务环境, 支持虚拟 86 模式, 更加便于执行 8086/8088 程序。

实模式与保护模式的根本区别在于进程内存是否受到保护。实模式下, 是将系统内整个物理内存看成分段的区域, 程序代码和数据位于不同区域, 系统程序和用户程序无差别对待, 每个指针指向的都是真实的物理地址, 因此, 一旦设置不当, 将会对系统造成很大的干扰, 甚至破坏系统程序所在内存中的数据; 保护模式下, 物理地址不能直接被程序访问, 程序内部地址(虚拟地址)需由操作系统转化为物理地址来访问, 在很大程度上保护了系统内存中的关键数据, 避免系统程序所在内存中的数据受到用户程序的破坏。

在本实验平台系统下, 可以通过 DOS 环境下的汇编编译环境应用系统的实模式进行编译, 也可以调用 Windows 环境下的 VC 编译环境应用系统的保护模式进行编译。本书所涉及的实验程序源码均为实模式环境下的编译代码, 目的是帮助读者熟悉汇编程序的应用与设计。

三、实验箱模块原理

TD-PIT++ 实验箱上的电路结构主要分两部分: 系统总线单元电路和实验单元电路。实验箱是 32 位微机接口实验的主要操作平台, 实验箱内模块结构分布如图 1-3 所示。

系统总线单元主要是实现面向 8086 微机系统的 32 位系统总线, 各类符合 8086 总线时序标准的接口电路均可以直接连接到该总线上。总线信号说明如表 1-2 所示。

实验单元是由功能各异的实验模块单元组成的, 包含 32 位 I/O 接口、32 位扩展存储器 SRAM、中断控制器 8259、DMA 控制器 8237、定时/计数器 8254、并口 8255、串口 16550、FLASH ROM 存储器、地址译码、ADC0809、DAC0832、时钟源、单次脉冲、键盘输入及数码管显示、开关输入及发光管显示、电子发声、PWM 转换、LED 点阵显示、步进电机、直流电机及温度控制单元电路等, 还可选配点阵图形液晶显示器。以下将对其中的主要实验模块原理图进行简单介绍。

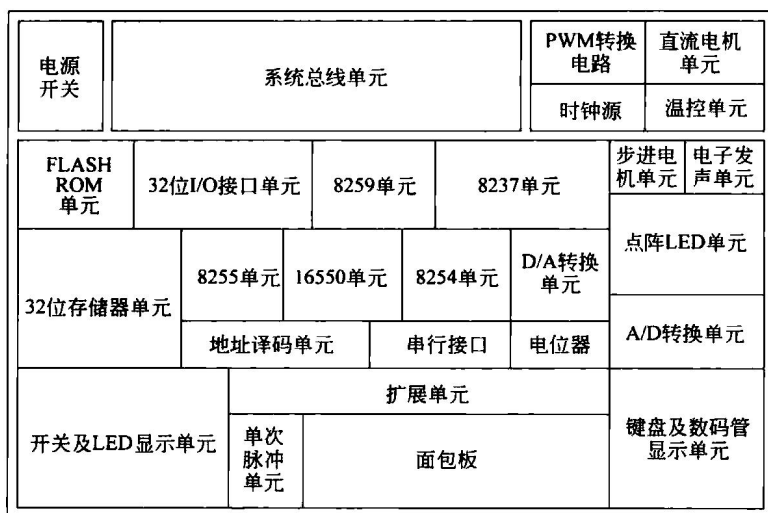


图 1-3 TD-PIT++实验箱模块结构示意图

表 1-2 系统总线信号说明

信号名称	含 义
XD[31:0]	32 位数据总线
XA[31:2]	32 位地址总线
XMER,XMEW,XIOR,XIOW	存储器读写信号、I/O 读写信号
IOY0,IOY1,IOY2,IOY3	I/O 空间片选信号
MY0,MY1,MY2,MY3	存储器空间片选信号
BE0,BE1,BE2,BE3	32 位数据字节使能信号
HOLD,HLDA	总线保持请求和总线保持响应信号
INTR	中断请求信号(上升沿有效)
CLK	系统时钟 CLK=1.041667MHz
RST,RST #	系统复位信号(#表示该信号低电平有效)

1. 地址译码单元

本实验箱采用 74LS138 译码器(3 线-8 线译码器)来实现 I/O 端口或存储器的地址译码,该译码器包含 3 个输入管脚(地址端 A、B、C)、3 个控制管脚(选通端 G2A、G2B、G1)和 8 个输出管脚(Y0~Y7)。当选通端 G1 为高电平且另两个选通端 G2A 和 G2B 为低电平时,可将输入地址端 A、B 和 C 的二进制编码在一个对应的输出端以低电平译出。利用选通端还可级联扩展成 24 线译码器。其线路连接如图 1-4 所示。

2. 32 位 I/O 接口单元

本实验箱的 I/O 接口单元采用了 4 片三态缓冲器和 4 片锁存器组成 32 位的 I/O 接口,并根据 32 位总线时序设计了译码电路,可以按 8 位、16 位、32 位不同字节宽度来访问该接口。其线路连接如图 1-5 所示。

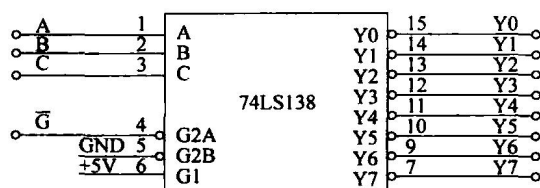


图 1-4 地址译码单元示意图

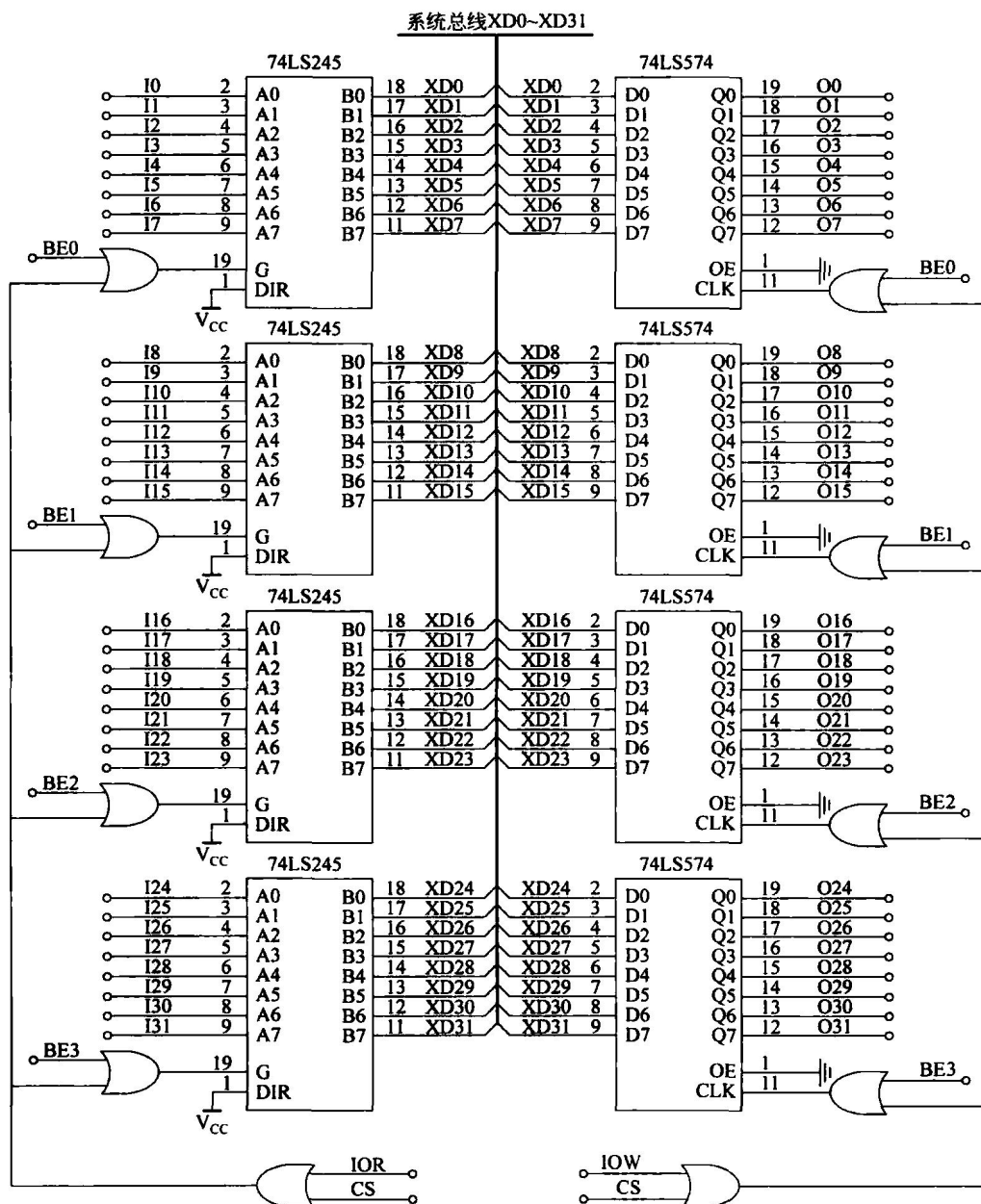


图 1-5 32 位 I/O 接口单元示意图

3. 32 位存储器单元

本实验箱存储器单元提供了 32 位存储器及其连接电路,并针对 32 位系统总线提供了存储器译码电路,可以任意完成 8 位、16 位、32 位不同字节宽度的存储器操作。其线路连接如图 1-6 所示。

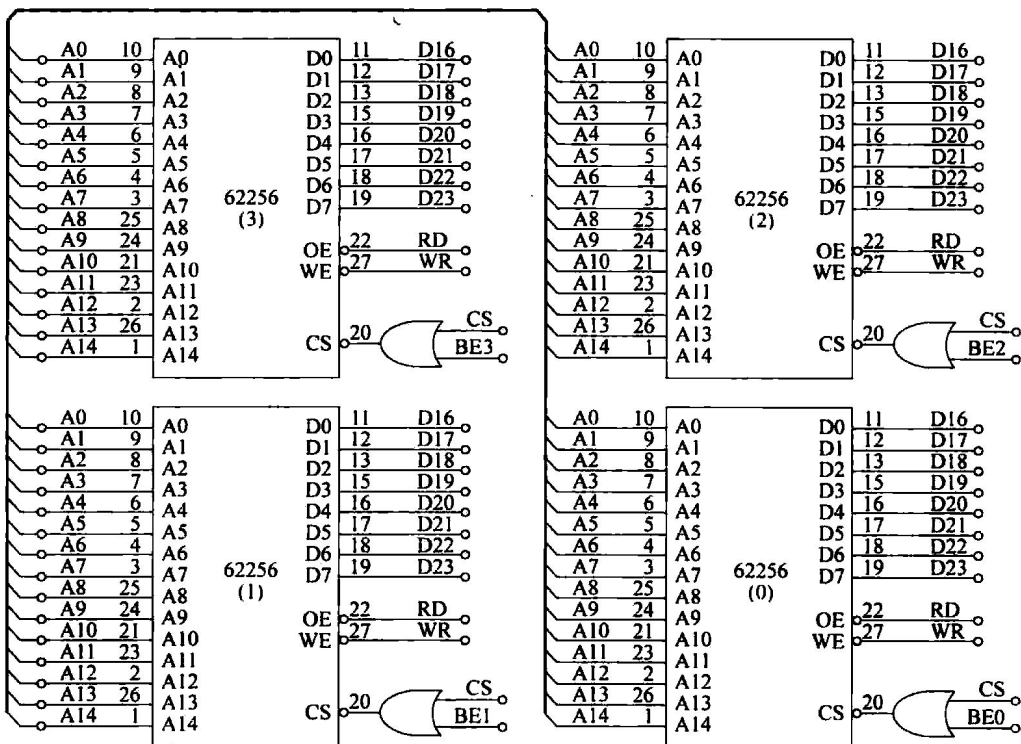


图 1-6 32 位存储器单元示意图

4. 8259 中断控制器单元

本实验箱中断控制器单元采用的是 8259A 中断控制器,该控制器是专门为了对 8085A 和 8086/8088 进行中断控制而设计的芯片,是可以用程序控制的中断控制器。单个的 8259A 可以管理 8 级向量优先级终端,在不增加其他电路的前提下,最多可以级联成 64 级的向量优先级中断系统,8259A 有多种工作方式,能用于各种系统。各种工作方式的设定是在初始化时通过软件进行的。在总线控制器的控制下,8259A 芯片可以处于编程状态和操作状态,编程状态是 CPU 使用 IN 或 OUT 指令对 8259A 芯片进行初始化编程的状态。其线路连接如图 1-7 所示。

5. 8255 并口控制器单元

本实验箱并口控制器单元采用的是 8255 可编程并行 I/O 接口芯片,具有三个 8 位并行 I/O 接口,可以提供三种工作方式,各接口的功能可以通过软件编程的方式灵活选择,通用性较强。8255 内部结构可以分为三个部分:与 CPU 连接部分、与外设连接部分和控制部分。其线路连接如图 1-8 所示。

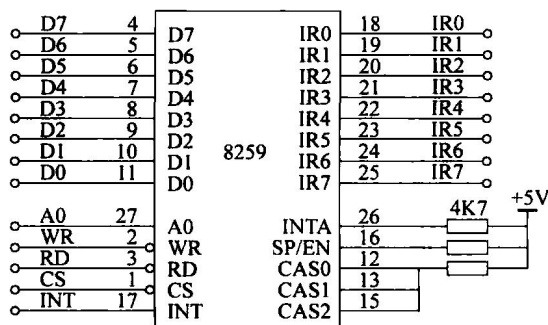


图 1-7 8259 中断控制器单元示意图

6. 8254 定时/计数器单元

本实验箱定时/计数器单元采用的是 8254 可编程定时计数器,其主要功能是定时和计数,是 8253 芯片的改进型。该芯片由 CPU、内部控制电路和 3 个计数器组成,可以提供 6 种工作方式,其线路连接如图 1-9 所示。

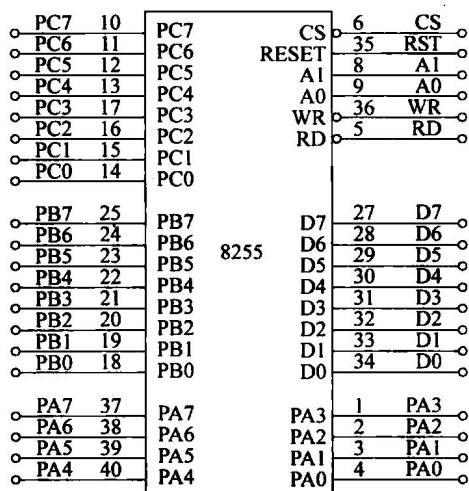


图 1-8 8255 并口控制器单元示意图

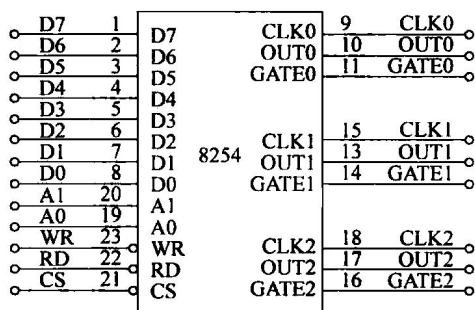


图 1-9 8254 定时/计数器单元示意图

7. 8237 DMA 控制器单元

本实验箱 DMA 控制器该单元采用的是 8237 DMA 控制器,该芯片内部逻辑包括定时和逻辑控制、命令控制逻辑、优先级控制逻辑以及寄存器组等部分。其线路连接如图 1-10 所示。

8. 16550 串口控制器单元

本实验箱串口控制器单元采用的是 16550 串行控制器芯片,该芯片是一种可以连接任何类型虚拟串行接口的可编程通信接口芯片,其线路连接如图 1-11 所示。

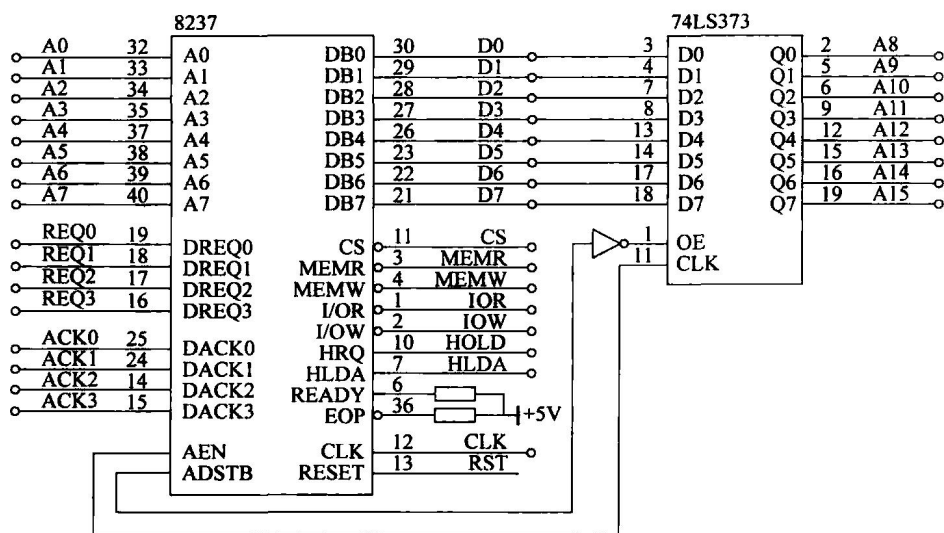


图 1-10 8237 DMA 控制器单元示意图

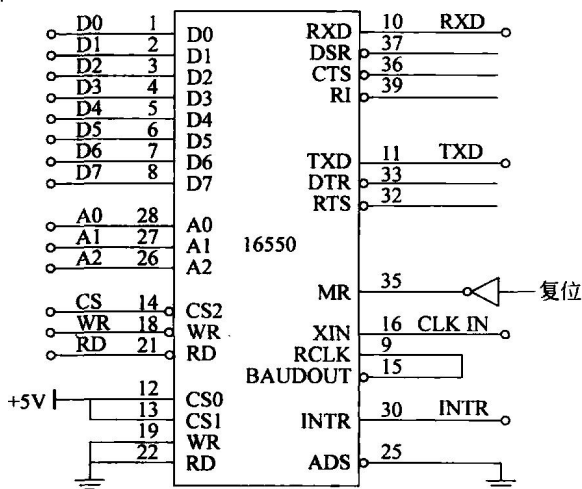


图 1-11 16550 串口控制器单元示意图

9. A/D 转换单元

本实验箱的模/数转换单元采用的是 ADC0809 模/数转换器,该芯片包含一个 8 位的逐次逼近型 ADC,并提供一个 8 通道的模拟多路开关和联合寻址逻辑,可以根据地址码锁存译码后的信号,只选通 8 路模拟输入信号中的一个进行 A/D 转换,其线路连接如图 1-12 所示。

10. D/A 转换单元

本实验箱的数/模转换单元采用的是 DAC0832 数/模转换器,该转换器由 8 位输入锁存器、8 位 DAC 寄存器、8 位 D/A 转换电路及转换控制电路构成。其线路连接如图 1-13 所示。

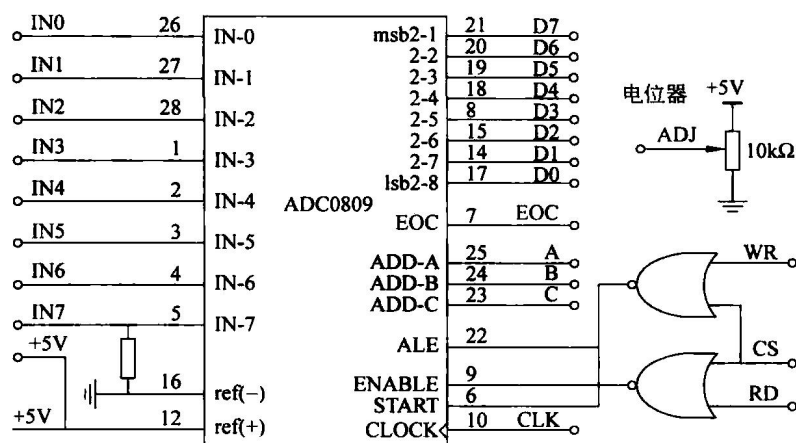


图 1-12 A/D 转换器单元示意图

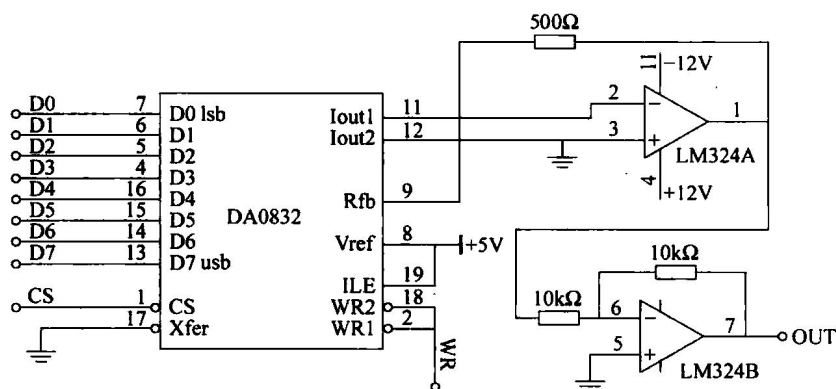


图 1-13 D/A 转换器单元示意图

11. 电子发声单元

本实验箱提供一个微型扬声器,在控制输入端输入一定频率的波形信号,通过连接好的控制和驱动电路即可发声,其线路连接电路如图 1-14 所示。

12. 键盘及数码管显示单元

本实验箱提供一个 4×4 的小键盘矩阵及 6 位七段数码管,电路连接为扫描电路形式。其线路连接如图 1-15 所示。

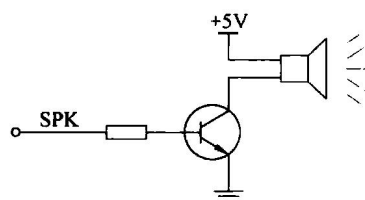


图 1-14 电子发声单元示意图

13. 点阵 LED 显示单元

本实验箱利用 4 片 8×8 的点阵 LED 构成了一个 16×16 点阵显示模块,该点阵显示模块的点阵 LED 行列控制已经连接好。行控制为 $R0 \sim R15$,列控制为 $L0 \sim L15$ 。其线