

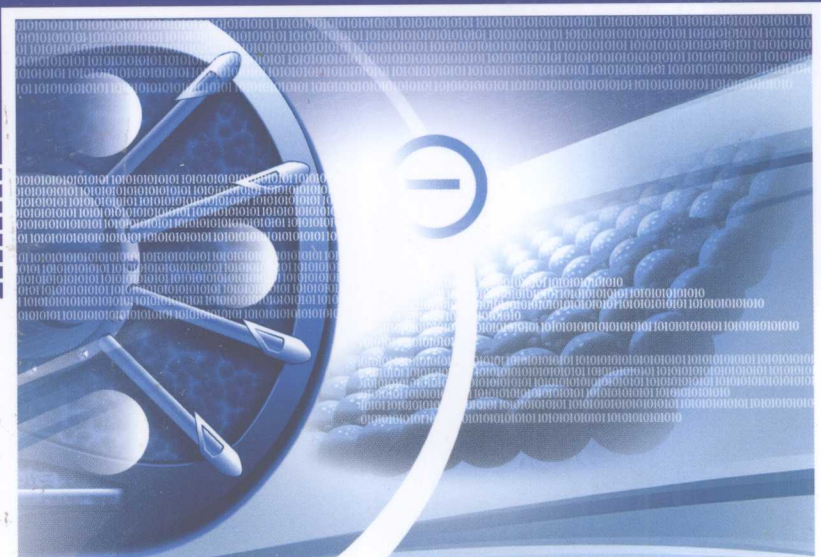


21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

# 计算机硬件基础实验

jisuanji yingjian jichu shiyan

■ 编著 樊 莉



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

# 计算机硬件基础实验

主 编 樊 莉

副主编 毕经存 张 艳

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本教材配合计算机硬件基础编写,通过对硬件实验设备、微机原理及接口、汇编语言实验及接口技术实验的讲解与介绍,由浅入深地培养了学生的动手能力,可以使学生从理论和实践上掌握现代微型计算机的基本组成、工作原理及典型的接口技术,建立微机系统的整体概念,使学生具有应用现代微机技术进行软、硬件开发的初步能力。

本书可作为高等院校非计算机本科各专业的计算机硬件技术基础、微机原理及接口技术教学用书,也可作为普通高等院校计算机专业本科、专科各专业作为微机原理及接口技术的教材及相关人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件基础实验 / 樊莉主编. —北京:北京理工大学出版社,2009.8  
ISBN 978-7-5640-2738-4

I. 计… II. 樊… III. 硬件 - 高等学校 - 教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 150331 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京飞达印刷有限责任公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 8.75

字 数 / 163 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 22.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

---

图书出现印装质量问题,本社负责调换

# 出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代,面临这个难得的机遇和挑战,本着“科教兴国”的基本战略,我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求,满足社会对高校毕业生的技能需要,北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写,以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材贴合实践。作者在编写之际,广泛考察了各校应用型学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,力求提高学生的实际运用能力,使学生更好地适应社会需求。

## 一、教材定位

- ✚ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

## 二、编写原则

- ✚ 定位明确。为培养应用型人才,本系列教材所列案例均贴合工作实际,以满足广大企业对于应用型人才实际操作能力的需求,增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据专业实践性要求,在完成基础课的前提下,使学生掌握先进的相关操作软件,培养学生的实际动手能力,提高学生迅速适应工作岗位的能力。

### 三、丛书特色

- ✦ 系统性强。丛书各教材之间联系密切,符合各个学校的课程体系设置,为学生构建牢固的知识体系。
- ✦ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深,循序渐进的原则,重点、难点突出,以提高学生的学习效率。
- ✦ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例,使学生对当前专业发展方向有明确的了解,并提高创新能力。
- ✦ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力,以使理论来源于实践,并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

# 前 言

在现代教育中,实验教学占有非常重要的地位。学生只有通过实际动手实验和操作,才能真正理解和掌握学科的理论知识,增强足够的实验技能和动手能力,并初步具备完成实际测试、设计等工作的能力。

《计算机硬件基础实验》是非计算机专业的公共基础必修课程,同时也是一门实用性和动手指导性都很强的计算机硬件类课程,其实验环节在教学中占很重要的地位。本课程的任务是使学生从理论和实践上掌握现代微型计算机的基本组成、工作原理及典型的接口技术,建立微机系统的整体概念,使学生具有应用现代微机技术进行软、硬件开发的初步能力。

本书实验内容主要面向《计算机硬件基础实验》这门课程,并兼顾计算机专业的《汇编语言程序设计》、《微机原理及应用》、《微机接口技术》等课程,以充实、巩固、延伸课程学习,培养科学实验技能、严谨的工作作风和创新实践能力为目的而编写的。

全书共有7章。第1、2、3章对硬件实验设备(TD-PITC 32位微机原理及接口技术教学实验系统)进行介绍,读者可以对实验设备的功能和接口实验单元等进行全面的了解,为学习硬件实验设计打下基础。第4章的内容可以让学生认识微机原理与接口的实验环境与操作方法。第5、第6章为微机原理与汇编语言实验,由指令系统、汇编语言程序设计等实验内容组成;从简单指令入手,熟悉和掌握80X86的指令系统和系统功能调用;从程序基本结构入手,由浅入深、逐步掌握编程方法和调试方法。这些实验有助于学生学习和掌握汇编语言程序设计的基本方法和技巧,训练学生应用80X86指令系统设计和编写汇编语言程序的能力,并使学生掌握DEBUG工具的使用。第7章为接口技术实验,包括常用可编程接口芯片应用的基础性实验和综合设计性实验,通过完成可编程芯片硬件连线与芯片的初始化编程和应用程序的设计,培养学生使用常用可编程接口芯片并结合数字电子技术进行I/O接口设计的能力。附录部分包括Wmd86联机软件使用说明、系统编程信息、I386EX系统板引出管脚排列及名称、TD-PITC实验箱布局图、DEBUG调试程序命令表等内容。其中标“\*”的实验为计算机专业掌握内容,“\*\*”为开放自主性实验内容。

本书的内容具有基础性、实用性和提高性,可以为读者增强分析和解决计算机

问题的能力提供很好的帮助。

本书由基础实验中心樊莉、毕经存、张艳编写,402 教研室李琳琳副教授审核。在编写过程中,基础实验中心毕经存主任给予了大力支持,罗积军、刘延飞副主任提出了许多指导性意见,为本书的编写提供了很多帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促及水平有限,书中的错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

第 1 章 TD - PITC 系统概述 .....	1
1.1 TD - PITC 功能特点 .....	1
1.2 TD - PITC/TD - PITE 系统构成 .....	2
第 2 章 TD - PITC 系统配置与安装 .....	4
2.1 系统配置 .....	4
2.2 系统安装与说明 .....	4
第 3 章 TD - PITC 实验系统硬件操作环境 .....	7
3.1 80X86 微机系统单元 .....	7
3.2 接口实验单元 .....	7
3.3 程序固化及脱机运行 .....	13
3.4 系统电源介绍 .....	14
第 4 章 实验环境与操作方法 .....	15
实验 1 汇编语言上机基本步骤 .....	15
实验 2 用 DEBUG 调试程序 .....	18
实验 3 Wmd86 联机软件的使用 .....	25
第 5 章 指令系统实验 .....	30
实验 1 数据传送类指令实验 .....	30
实验 2 算术逻辑运算及移位操作 .....	32
* 实验 3 串操作 .....	35
实验 4 字符及字符串的输入和输出 .....	37
实验 5 Wmd86 环境下字符及字符串显示 .....	39
第 6 章 汇编语言程序设计实验 .....	42
实验 1 数据传送设计实验 .....	42
实验 2 双精度数据加法实验 .....	43
实验 3 分支程序设计实验 .....	44
实验 4 循环程序设计实验 .....	46
* 实验 5 子程序结构 .....	48
第 7 章 微机接口技术实验 .....	52
实验 1 静态存储器扩展实验 .....	52
* 实验 2 8259 中断控制实验 .....	54
* 实验 3 DMA 特性及 8237 应用实验 .....	60



实验 4	8255 并行接口实验	65
实验 5	8254 定时/计数器应用实验	68
实验 6	A/D 转换实验	72
实验 7	D/A 转换实验	75
实验 8	电子发声设计实验	77
* 实验 9	8251 串行接口应用	80
实验 10	键盘扫描及显示设计实验	84
* 实验 11	点阵 LED 显示设计实验	87
** 实验 12	电子时钟实验	92
** 实验 13	双机通信实验	95
实验 14	步进电机实验	97
** 实验 15	直流电机闭环调速实验	99
** 实验 16	温度闭环控制实验	102
附录 1	Wmd86 联机软件使用说明	107
附录 2	系统编程信息	115
附录 3	I386EX 系统板引出管脚排列及名称	117
附录 4	TD - P1TC 实验箱布局图	118
附录 5	常用 DEBUG 命令	119
附录 6	DOS 功能调用一览表	124
参考文献		131

# 第 1 章 TD - PITC 系统概述

为适应计算机高等教育的发展和 21 世纪先进计算机课程体系建设的需要,西安唐都科教仪器公司在全国推出了全新的 TD - PITC 32 位微机原理及接口技术教学实验系统。TD - PITC 可以配置为基于 I386EX 嵌入式微机或基于 PCI 总线扩展的 32 位微机原理及接口技术教学实验系统,可全面支持 32 位微机原理、32 位微机接口技术、PCI 与 USB 总线技术、Windows 下驱动程序开发技术的实验教学,为全国高等学校能够全面开展 32 位微机实验教学提供了完整的解决方案。

## 1.1 TD - PITC 功能特点

### 1. 独立的 32 位微机系统

系统以 Intel 386EX 微处理器为核心,全面支持 80X86 微机原理及接口技术的各种实验。开放的 80386 系统总线,不仅可以进行各种接口实验的学习,还可以进行基于 386 微处理器的嵌入式应用开发。I386EX 是一款嵌入式微处理器,其在 Intel 386SX 微处理器的基础上集成了丰富的外围接口(如 8259, 8254, 16C450 和 8237 等),内部为 32 位总线,外部为 16 位数据总线,具有 64MB 的寻址能力,保持与标准的 32 位 80386CPU 相同的指令系统,可完全支持 80X86 微机原理及接口技术课程的教学,使教学内容与主流技术相一致,使学生学以致用。

### 2. 既支持微机原理及接口技术的实验教学,又可嵌入到真实的应用中

I386EX 微机系统通过 USB 接口与 PC 机相连,构成开放式的微机原理及接口技术实验教学系统。其丰富的实验单元、先进的接口芯片,完全满足最新微机原理及接口技术课程的教学要求。I386EX 系统板采用 PC - 104 总线标准,PC - 104 总线的嵌入式 PC 机已经得到广泛的应用,因此可以将 I386EX 系统板更方便地嵌入到采用有 PC - 104 总线接口的系统中,这样具有更高的实用价值。

### 3. 完善的微机接口实验平台

系统提供开放的 386 系统总线,使用户可以充分学习并掌握系统总线的特点及操作方法。实验平台上提供了丰富的实验单元,如中断控制器 8259、DMA 控制器 8237、定时/计数器 8254、并行接口 8255、串行通信接口 8251、SRAM、ADC0809、DAC0832、单次脉冲、键盘扫描及数码管显示、开关输入及发光管显示、电子发声器、点阵 LED 显示、图形 LCD 显示、步进电机、直流电机及温度控制单元电路,从而全面支持《微机接口技术》及《微机控制及应用》等课程

的各项实验内容。

#### 4. 可视化源语言调试界面

功能强大的可视化源语言调试界面，具有单步、跳过、断点、连续、变量跟踪等调试功能，可高水平地支持实验程序地动态调试。对部分实验提供专用图形显示界面，方便实验现象的观察，全面支持 80X86 汇编语言及 C 语言程序设计。

#### 5. 可扩展单片机实验开发平台

通过选配新型超强单片机，结合实验系统中的接口实验单元，就可构成高性价比的 51 单片机教学实验平台。

#### 6. 对实验设计具有良好的开放性，增强学生综合设计能力

实验系统具有软硬件结构，实验编排具有很好的层次性，对用户的实验设计具有良好的开放特性，系统总线及各种外围接口器件都可由用户来操作连接，从而极大地提高了学生的实际操作能力，避免了单纯验证式的实验方式的弊病。

#### 7. 高性能稳压开关电源

系统采用了具有抗短路、过流的高性能稳压开关电源，从而可以避免学生实验过程中因接线失误而导致的损坏情况。

## 1.2 TD - PITC/TD - PITE 系统构成

TD - PITC 是一套 80X86 微机原理及接口技术实验教学系统，其主要系统构成如表 1.2-1 所列，系统硬件结构如图 1.2-1 所示。

表 1.2-1 TD - PITC 系统构成

名称	主要内容及说明
CPU	Intel 386EX
系统存储器	系统程序存储器：Flash ROM (128KB) 数据存储器：SRAM (128KB)
接口实验单元	准 32 位系统总线、8237、8254、8255、8251、DAC0832、ADC0809、SRAM、键盘扫描及数码管显示、电子发声、点阵 LED、单次脉冲、开关及发光管显示、时钟源、步进电机、直流电机、温度控制等单元
系统电源	+5V/2A, ±12V/0.2A
其他配件	电源线、实验电路连接线、串行通信电缆
PCI 总线应用开发平台 (选配)	提供 PCI 扩展总线单元、CPLD 扩展单元及开发手册
USB 总线应用开发平台 (选配)	提供 USB 总线接口单元、51 单片机系统单元及开发手册
TD - 51 实验开发平台 (选配)	提供新型 SST51 单片机系统单元及实验开发手册

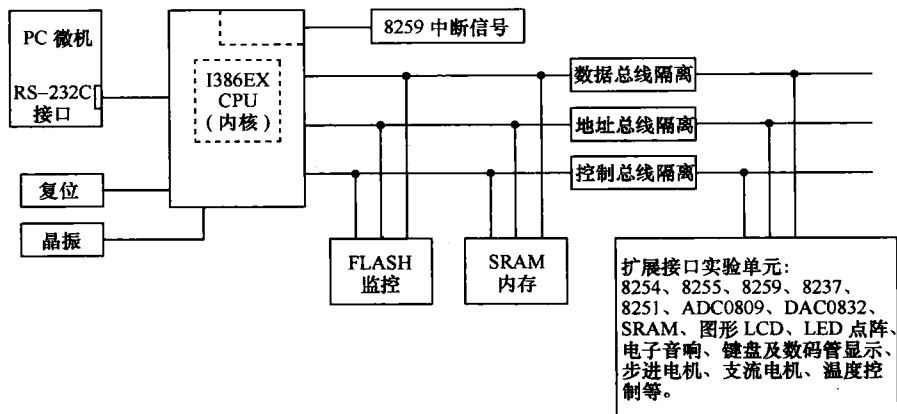


图 1.2-1 TD - PITC/TD - PITE 系统硬件结构图

## 第 2 章 TD - PITC 系统配置与安装

### 2.1 系统配置

TD - PITC 实验教学系统由 I386EX 系统板和接口实验平台两部分组成, 出厂时两部分已连接好。TD - PITC 主要系统配置情况如表 2.1-1 所列。

表 2.1-1 TD - PITC/TD - PITE 系统的主要配置

项 目	内 容	数 量
最小系统	I386EX 系统板	1 块
微机接口实验平台	准 32 位系统总线、16 位存储器单元、8255 单元、8254 单元、8237 单元、8251 单元、ADC0809 单元、DAC0832 单元、键盘及数码管显示单元、LED 点阵显示单元、时钟源、单次脉冲、开关及发光管显示、电子发声、步进电机、直流电机及温度控制等单元	1 块
系统电源	具有抗过流、短路保护功能的开关电源 1 个	
通信电缆	USB 通信电缆	1 根
铝合金机箱	主机箱	1 个
实验连接线	锥体连接线, 2 芯、4 芯及 8 芯排线	1 套

### 2.2 系统安装与说明

#### 一、系统实验平台与 PC 机的连接

按图 2.2-1 所示, 将 PC 机的串口与系统实验平台的串口通过 USB 通信电缆连在一起。完成系统实验平台与 PC 机的硬件连接。

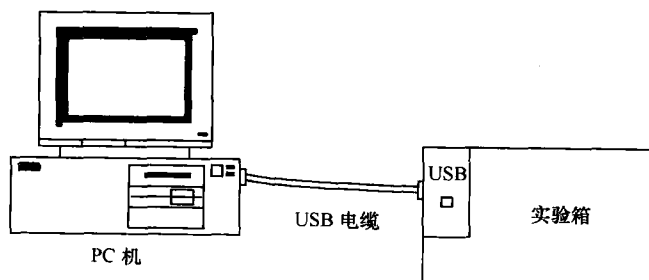


图 2.2-1 实验系统与 PC 机相连

## 二、系统联机操作软件的安装

设备还提供了 Wmd86 联机操作软件，该软件具有汇编语言和 C 语言源语言级调试跟踪界面。

### 1. Wmd86 的运行环境

(1) 操作系统：Windows98/2000/XP。

(2) 运行 Wmd86 要求最低配置：

CPU：奔腾 166

内存：16MB

显示器：800×600

硬盘：15MB

### 2. Wmd86 的安装

在光盘中本软件安装目录下找到安装文件 Wmd86.exe，双击执行，按屏幕提示进行操作完成安装。

### 3. Wmd86 的启动

Wmd86 安装完成后会在“开始\所有程序\TANGDU”菜单中创建“Wmd86”的程序组，单击该程序组中的“Wmd86”便可启动程序。软件在安装完成后也会在桌面创建快捷方式，也可以通过快捷图标来启动软件。

### 4. Wmd86 的卸载

在“开始\所有程序\TANGDU\Wmd86”菜单中有“卸载”项，单击“卸载”，软件会从系统中删除。

## 三、Wmd86 联机软件系统概述

Wmd86 联机软件是为 TD 系列微机原理及接口技术教学实验系统配套的集成开发调试软件，该软件具有汇编语言和 C 语言源语言级调试跟踪界面，有别于传统的 DEBUG 调试，操作更简单，视觉效果更直接。如果用户习惯于 DEBUG 调试，单击输出区的调试标签亦可对源程序进行 DEBUG 调试。用户可以选择是否监控堆栈，也可以通过“变量监控”对话框选择监控哪些全局变量；寄存器/变量/堆栈区能够对下位机的寄存器、变量和堆栈实现实时监视，使寄存器/变量/堆栈区的数据永远是下位机中数据的真实反映；在寄存器/变量/堆栈区改写寄存器和变量的值，即可改变下位机中寄存器和变量的值。

Wmd86 联机软件也集成了一个“专用图形显示”虚拟仪器，可用于几个特殊实验波形的观测。

Wmd86 联机软件具有如下特点：

(1) 支持汇编语言和 C 语言两种编译环境。

(2) 具有高度可视化的源语言级调试跟踪界面。

- (3) 具有实时监视寄存器，能够即时对寄存器中的值进行修改。
- (4) 可以选择要监视的全局变量，进行实时监视和即时修改。
- (5) 可以选择是否要实时监视堆栈寄存器。
- (6) 具有集成虚拟仪器，可用专用图形显示。

Wmd86 联机软件使用说明见附录 1。

## 第3章 TD - PITC 实验系统硬件操作环境

### 3.1 80X86 微机系统单元

#### 1. 系统总线

TD - PITC 采用组合式结构, 即 I386EX 系统板加实验接口平台的形式。将 I386EX 系统板扣在实验接口平台上便构成 80X86 微机原理及接口技术教学实验系统, 系统总线以排针的形式引出, 实验时, 与实验单元相连可完成相应的实验。系统引出信号线说明如表 3. 1-1 所列。

表 3. 1-1 80X86 微机系统信号线说明

信号线	说明	信号线	说明
XD0 ~ XD15	系统数据线 (输入/输出)	MIR6, MIR7	主 8259 中断请求信号 (输入)
XA1 ~ XA20	系统地址线 (输出)	SIR1	从 8259 中断请求信号 (输入)
BHE#, BLE#	字节使能信号 (输出)	MWR#, MRD#	存储器读、写信号 (输出)
MY0, MY1	存储器待扩展信号 (输出)	IOW#, IOR#	读、写信号 (输出)
IOY0 ~ IOY3	接口待扩展信号 (输出)	RST	复位信号 (输出)
HOLD	总线保持请求 (输入)	CLK	1MHz 时钟输出
HLDA	总线保持应答 (输出)		

注: #号表示该信号低电平有效。

#### 2. 系统中的 8259 单元

由于 Intel 386EX 芯片内部集成有两片 8259A, 且总线未开放 INTA 信号线, 所以 8259 实验是使用 I386EX 的内部资源。主片 8259 将中断请求信号 IR6 和 IR7 开放, 从片 8259 将中断请求信号 IR1 开放, 以供实验使用。从片 8259 的 INT 与主片 8259 的 IR2 相连, 完成两片 8259 的级联。关于这部分的内容详见 8259 实验部分。

### 3.2 接口实验单元

每个单元电源与地均已连接好, 圆圈表示该信号通过排针引出, 在实验中需要通过排线进行必要的连线来完成。

#### 1. SRAM 实验单元

SRAM 实验单元由两片 62256 组成 32K × 16 的存储器访问单元, 数据宽度为



16 位，低字节与高字节的选择由 BLE，BHE 决定。如果只需要使用一片 32K × 8 的存储器时，可以将 BLE 信号直接与 GND 相接。电路图如图 3.2-1 所示。

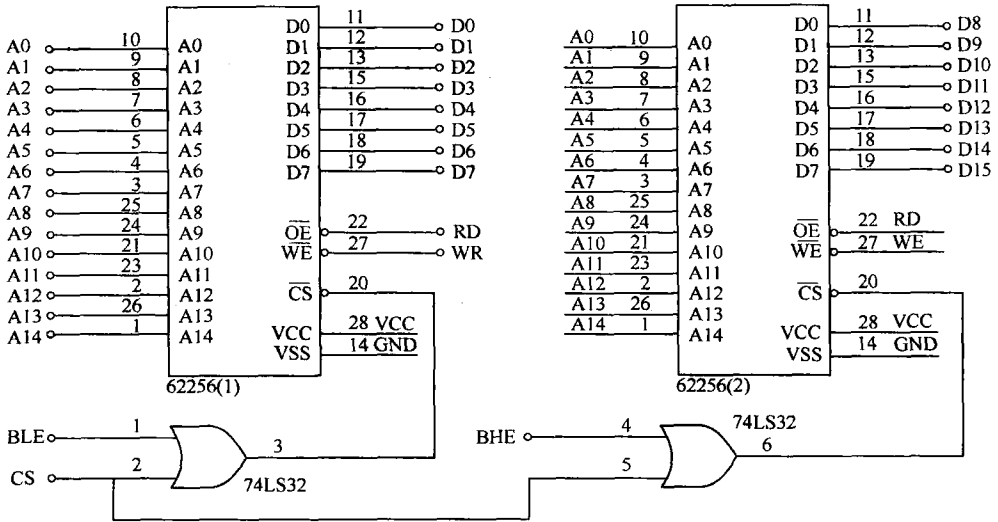


图 3.2-1 SRAM 实验单元

### 2. 8237DMA 实验单元

DMA 实验单元主要由一片 8237 和一片 74LS573 组成，如图 3.2-2 所示。

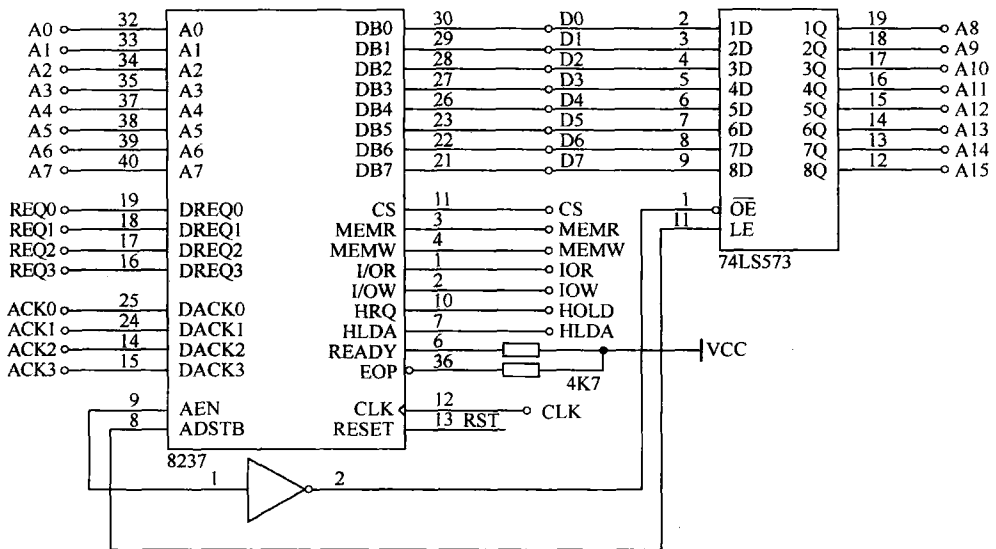


图 3.2-2 8237 DMA 实验单元

### 3. 8254 定时/计数器单元

8254 共有 3 个独立的定时/计数器，其中 0 号和 1 号定时/计数器开放出来