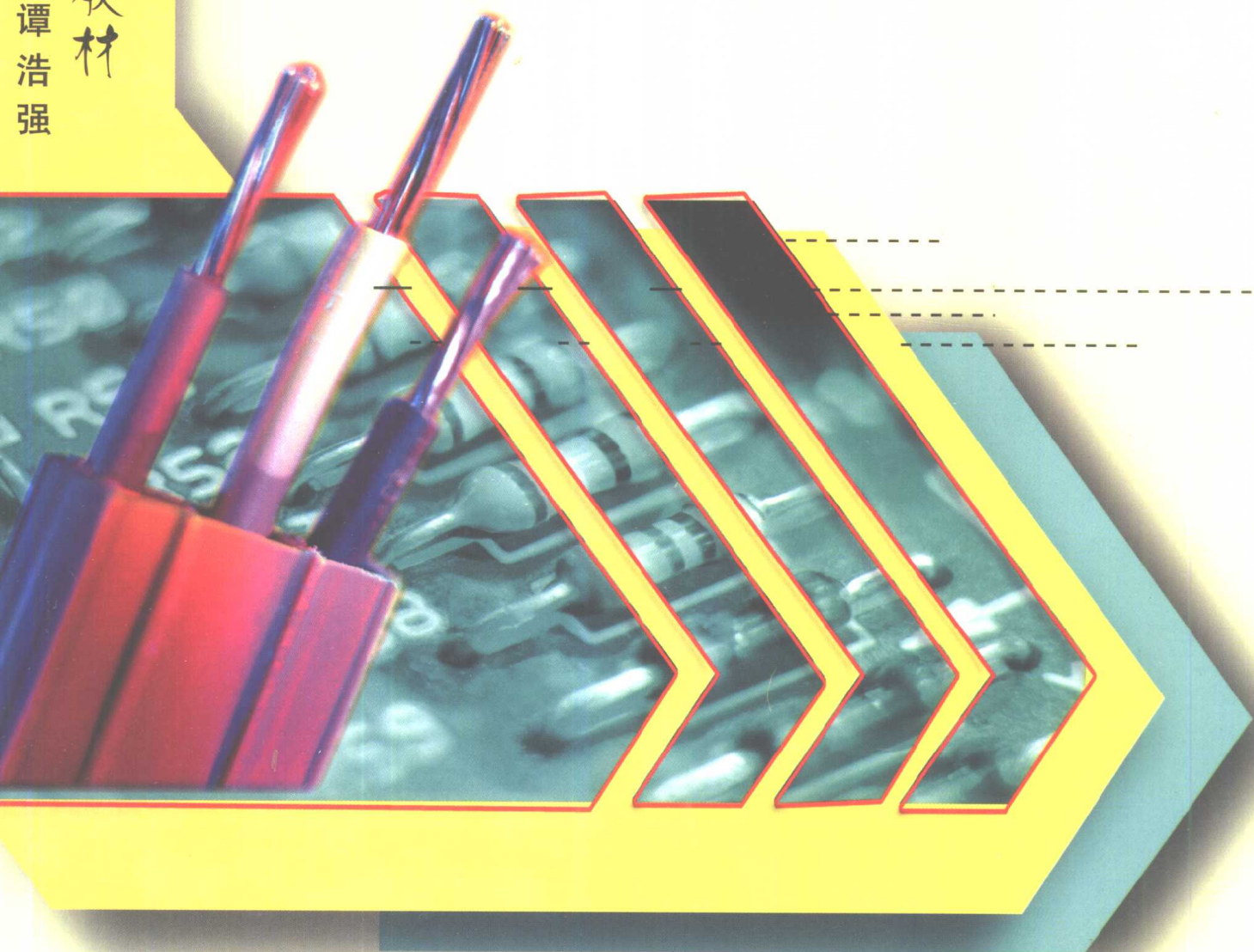


高职高专计算机系列教材

主编 谭浩强

微机原理与接口技术

李文英 刘星 宋蕴新 李勤 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

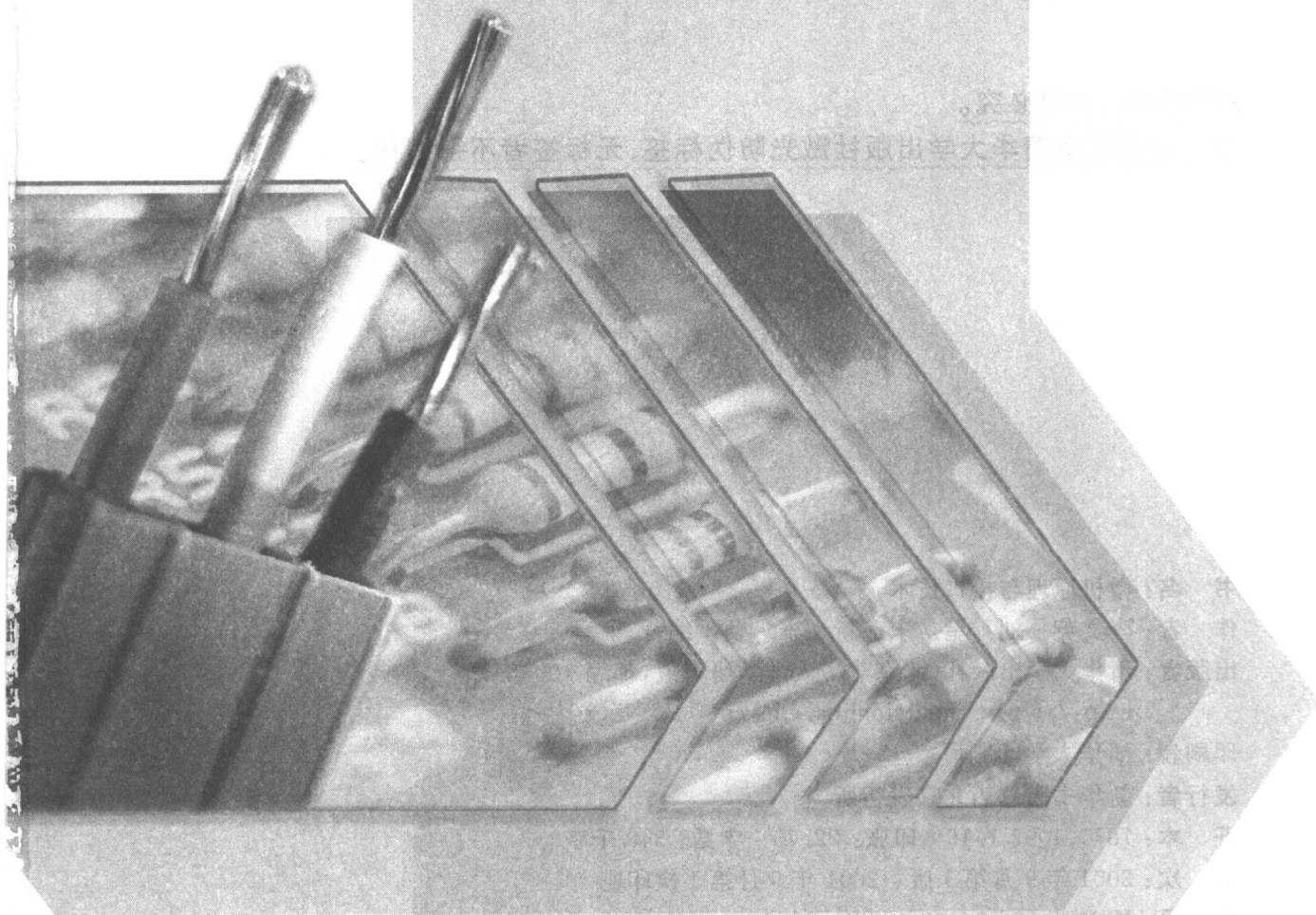


高职高专计算机系列教材

主 编 谭 浩 强

微机原理与接口技术

李文英 刘 星 宋蕴新 李 勤 编著



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是“高职高专计算机系列教材”之一。全书包括微机原理、汇编语言、接口技术三部分内容。微机原理部分讲述了 80x86 的内部结构及工作原理、半导体存储器及其系统、微型机总线结构等。汇编语言部分讲述了指令系统、编程技巧。接口技术部分讲述了中断系统、中断控制器、并行接口、串行接口、DMA 控制器、定时器,以及 A/D、D/A 转换器等常用芯片的硬件电路设计方法和软件编程控制方法。书中给出了大量的实际应用编程实例。

本书是高等职业院校计算机专业和其他院校有关专业汇编语言和接口技术课程的教材,也可供从事微型计算机工作的广大科技人员参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

2-258/03

书 名: 微机原理与接口技术

作 者: 李文英 刘 星 宋蕴新 李 勤 编著

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 清华大学印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.75 字数: 540 千字

版 次: 2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04603-4/TP·2726

印 数: 0001~6000

定 价: 26.00 元

编辑委员会

《高职高专计算机系列教材》

主 任 谭浩强
副 主 任 焦金生 陈 明 丁桂芝

委 员 (按姓氏笔画排序):

王智广	刘荫铭	朱桂兰	李文英
李 琳	李志兴	孙 慧	武绍利
张 玲	张克善	郝 玲	袁 玫
訾秀玲	薛淑斌	谢 琛	



《高职高专计算机系列教材》

到 21 世纪,计算机将成为人类的常用现代工具,每一个有文化的人都应当了解计算机,学会使用计算机,并用它来处理面临的事务。

学习计算机知识有两种不同的方法:一种是侧重知识的学习,从原理入手,注重理论和概念;另一种是侧重应用的学习,从实际入手,注重掌握其应用方法和技能。不同的人应根据其具体情况选择不同的学习方法。对多数人来说,计算机是作为一种工具来使用的,主要以应用为目的,以应用为出发点。对于高职和高专的学生,显然应当采用后一种学习方法。

传统的理论课程采用以下的三部曲:提出概念—解释概念—举例说明,这适合前面第一种方法。对于侧重应用的学习者,我们在教学实践中摸索出新的三部曲:提出问题—介绍解决问题的方法—最后归纳出一般规律或概念。实践证明这种方法是行之有效的,减少了初学者在学习上的困难。传统的方法是:先理论后实际,先抽象后具体,先一般后个别。我们采用的方法是:从实际到理论,从具体到抽象,从个别到一般,从零散到系统。我们认为,后一种方法对高职、高专和成人高教是很合适的。

本系列教材是针对高职和高专的特点组织编写的,包括了高职高专的计算机专业和非计算机专业的教材和参考书。不同专业可以从中选择所需的部分。本系列教材包含的内容比较广,除了可作为正式教材外,还可作为某些专业的选修课或指定自学的教材。

应当指出,检查学习好坏的标准,不是“知道不知道”,而是“会不会用”,学习的目的全在于应用。因此,希望读者一定要重视实践环节,多上机练习,千万不要满足于“上课能听懂、教材能看懂”。有一些问题,别人讲半天也不明白,自己一上机就清楚了。教材中有些实践性比较强的内容,不一定在课堂上由老师讲授,而应指定学生通过上机掌握。这样做可以培养学生的自学能力,启发学生的求知欲望。

本系列教材是由“浩强创作室”组织北京和天津一些普通高校和高职大学的老师们编写的,他们对高职高专的教学特点有较多的了解,有较多的实践经

验。相信本系列教材的出版会有助于高职高专的教材建设和教学改革。

由于我国的高职教育正在蓬勃发展,许多问题有待深入讨论,新的经验将会层出不穷,对如何进行高职教育将会有更新更深入的认识,本系列教材的内容也将会不断丰富和调整。我们只是为了满足许多高职高专学校对教材的急需,才下决心抓紧编写了这套系列教材,以期抛砖引玉。清华大学出版社克服了许多困难,使本系列教材在较短的时间内得以出版。

本系列教材肯定会有不足之处,请专家和读者不吝指正。

《 高 职 高 专 计 算 机 系 列 教 材 》主编
全国高等院校计算机基础教育研究会理事长

谭浩强

1999 年 11 月 1 日

前言

目前,微型计算机的应用已深入到各个领域,从航空航天到家用电器。这就要求每个从事计算机应用的工程技术人员、将要从事计算机应用的学生,既要掌握软件方面的有关知识,又要掌握硬件方面的有关知识。以往的教材把微机原理、汇编语言和接口技术分开,各成一本书,这样对于汇编语言的学习,如同学习高级语言一样,仅学了一种语言而已。本书则把微机原理、汇编语言和接口技术结合起来,使学生了解汇编语言对硬件控制的原理和过程,了解 CPU 的引脚功能和 CPU 最小控制系统的工作原理,把软件技术和硬件技术有机结合起来。本教材从实际应用的角度出发,本着深入浅出的原则,从讲解基本指令到程序设计,从讲解常用接口芯片的主要特性、内部结构到对接口芯片控制的软硬件设计,列举应用事例,使读者加深对微机应用控制技术的理解,进而达到灵活运用之目的。

本书主要特点是既体现最新的技术,又注重基础知识和实用技能。随着计算机的发展,各种微处理器、芯片也在不断发展,这些发展都是建立在 8086 /8088 和本书所讲解的各种接口芯片的基础上,他们的基本结构和原理没有变,只是在速度、功能、专用性上有所增强。根据微型计算机发展的特点,本书在微处理器一章中,从最基本的 8086 /8088 微处理器入手,在此基础上分析从 80286 到 Pentium 微处理器的内部结构、工作方式及工作原理的发展变化,并把他们进行横向比较,使学生从简单的知识入手,由浅入深地学习,把握微型计算机发展的过程,掌握最新技术。为了扩展知识面,本书还介绍了流水线作业、闪速内存、缓冲存储器(cache)、存储器寻址方式等新的关键技术。在各种接口芯片的介绍中,我们采用了大量的程序实例,使学生加深对芯片的了解。

全书共分为 10 章。第 1 章是对微型计算机系统基本概念的介绍。第 2 章介绍计算机中数据的表示方法。第 3 章主要介绍 8086 微处理器的结构、工作模式、操作过程、段结构及寻址方法,并分析从 80286 到 Pentium 微处理器的内部结构、工作方式及工作原理的发展变化。第 4 章、第 5 章主要讲述指令系统、汇编语言和汇编程序。第 6 章讲述半导体存储器及其系统。第 7 章讲

述微型计算机的总线结构。第 8 章、第 9 章讲述接口技术及常用的芯片。第 10 章讲述 D/A、A/D 转换器的工作原理及控制过程。

本书第 1 章和第 6 章由东北大学秦皇岛分校刘星编写。第 2 章由天津职业大学李勤编写。第 7 章到第 10 章由天津职业大学李文英编写。第 4 章、第 5 章由天津轻工业学院宋蕴新编写。第 3 章由李文英、刘星合写。

本书由天津纺织工学院李兰友教授审阅,并提出了大量宝贵意见,在此表示最诚挚的感谢。

由于笔者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者提出宝贵意见。

作 者

2001 年 2 月于天津职业大学

目录

第 1 章 微型计算机系统概述	1
1.1 微型计算机的发展、应用及其分类	1
1.1.1 微型计算机的发展	1
1.1.2 微型计算机的应用	2
1.1.3 微型计算机的分类	3
1.2 中央处理器的组成	3
1.3 微型计算机的组成	4
1.4 微型计算机的工作过程	6
1.5 微型计算机系统的组成	9
习题	11
第 2 章 计算机中数据的表示	12
2.1 数制及其转换	12
2.1.1 进位记数制的概念	12
2.1.2 计算机中常用的进制	13
2.1.3 进制间的转换	14
2.2 数的定点与浮点表示	17
2.2.1 定点数表示法	18
2.2.2 浮点数表示法	19
2.3 机器数的表示	20
2.3.1 原码表示法	20
2.3.2 补码表示法	21
2.3.3 反码表示法	22
2.3.4 移码表示法	22
2.4 BCD 码表示法	23
2.5 数据校验码	25
习题	26

第 3 章 微处理器	27
3.1 8086/8088 微处理器	27
3.1.1 8086/8088 微处理器的结构及执行程序的操作过程	27
3.1.2 8086/8088 系统存储器的组织	32
3.1.3 8086/8088 微处理器的引脚功能	33
3.2 8086 总线的操作时序	38
3.2.1 系统的复位和启动	38
3.2.2 最大与最小模式下的总线操作	40
3.2.3 中断响应与空闲周期	44
3.3 从 80286 到 Pentium 微处理器结构的变化	45
3.3.1 80x86 微处理器的发展过程及性能	45
3.3.2 80x86 的内部结构	47
3.3.3 80x86 的寄存器	52
3.4 80x86 的工作方式	57
3.4.1 实地址方式	57
3.4.2 保护虚地址方式	57
习题	64
第 4 章 微型计算机指令系统	66
4.1 8086/8088 的指令格式及寻址方式	66
4.1.1 指令格式	66
4.1.2 8086/8088 的寻址方式	66
4.1.3 指令执行时间	70
4.2 8086/8088 的指令系统	72
4.2.1 数据传送指令	72
4.2.2 算术运算指令	76
4.2.3 逻辑指令与移位指令	81
4.2.4 串操作指令	83
4.2.5 控制转移指令	86
4.2.6 处理器控制指令	92
4.3 简单汇编语言程序设计	94
4.3.1 顺序结构	94
4.3.2 分支结构	94
4.3.3 循环结构	95
4.3.4 子程序结构	96
习题	98

 第 5 章 汇编语言程序设计	101
5.1 汇编语言和汇编程序	101
5.2 汇编语言程序语句格式	101
5.2.1 名字项	102
5.2.2 操作符项	102
5.2.3 操作数项	103
5.2.4 注释项	108
5.3 伪指令	108
5.3.1 数据定义及存储器分配伪指令	108
5.3.2 符号赋值伪指令	109
5.3.3 段定义伪指令	110
5.3.4 段寄存器说明伪指令	111
5.3.5 程序开始和结束伪指令	111
5.3.6 对准伪指令	111
5.3.7 过程定义伪指令	112
5.3.8 程序模块连接伪指令	112
5.3.9 记录伪指令	113
5.3.10 结构定义伪指令	114
5.4 宏指令与条件汇编	115
5.4.1 宏定义伪指令	115
5.4.2 条件汇编伪指令	118
5.4.3 重复操作伪指令	118
5.5 IBM PC 的 BIOS 调用和 DOS 系统功能调用	119
5.5.1 DOS 中断和系统功能调用	119
5.5.2 BIOS 中断调用	125
5.6 汇编语言程序上机过程	125
5.6.1 汇编语言程序上机的工作环境	125
5.6.2 汇编语言程序上机过程	126
5.7 汇编语言程序设计实例	126
习题	141
 第 6 章 存储系统及半导体存储器	144
6.1 存储系统与半导体存储器的分类	144
6.1.1 存储系统	144
6.1.2 半导体存储器的分类及特点	145
6.2 读写存储器 (RAM)	147
6.2.1 静态读写存储器	147

6.2.2	动态读写存储器	149
6.3	只读存储器 (ROM)	150
6.3.1	固定掩膜只读存储器	151
6.3.2	可编程只读存储器	151
6.3.3	紫外光擦除可编程只读存储器	152
6.3.4	电可擦除可编程只读存储器	152
6.3.5	闪速存储器	152
6.4	存储器与微处理器的连接	153
6.4.1	存储器地址分配及译码	153
6.4.2	存储器与 CPU 的连接	154
6.5	80x86 的存储系统	155
6.5.1	8086 存储系统	155
6.5.2	80x86 扩展存储器及其管理	156
	习题	158
第 7 章	微型计算机总线结构	160
7.1	总线的概念	160
7.1.1	总线的分类	160
7.1.2	总线的规范	160
7.1.3	总线的优点	161
7.2	系统总线	162
7.2.1	S-100 总线	162
7.2.2	STD 总线	162
7.2.3	IBM PC 总线	165
7.2.4	ISA 与 EISA 总线	168
7.2.5	PCI 总线	170
7.2.6	常用微型计算机总线的比较	170
7.3	外部总线	171
7.3.1	RS-232C 总线	171
7.3.2	IEEE-488 总线	175
7.3.3	SCSI 总线	176
	习题	178
第 8 章	面向外设的输入/输出接口	179
8.1	微型计算机的最小系统	180
8.1.1	输入/输出接口芯片 8282、8286	180
8.1.2	微型计算机的最小系统	180
8.2	CPU 和外设之间数据传送的方式	183

8.2.1	程序传送方式	183
8.2.2	中断传送方式	186
8.2.3	DMA 传送方式	189
8.3	寻址电路的设计	190
8.3.1	寻址电路的基本接口芯片	190
8.3.2	外设端口的编址方式	191
8.3.3	寻址电路设计	191
8.4	并行接口芯片 8212	193
8.4.1	8212 芯片的内部结构	193
8.4.2	8212 芯片的应用	194
8.5	可编程并行接口芯片 8255A	196
8.5.1	8255A 的内部结构和引脚信号	196
8.5.2	8255A 的控制字	199
8.5.3	8255A 的工作方式	201
8.6	串行接口通信的基本概念	212
8.6.1	传送过程	212
8.6.2	传送速率	213
8.6.3	数据传送的工作方式	214
8.6.4	串行通信的方式	214
8.7	可编程串行接口芯片 8251A	216
8.7.1	8251A 的内部结构和工作过程	216
8.7.2	8251A 控制字及初始化方法	220
8.7.3	8251A 应用实例	225
	习题	231

第9章 面向系统的输入/输出接口 233

9.1	8086/8088 中断系统	233
9.1.1	8086/8088 的中断源	233
9.1.2	中断类型和中断矢量表	233
9.1.3	中断优先级	235
9.2	可编程中断控制器 8259A	238
9.2.1	8259A 结构及引脚功能	239
9.2.2	8259A 的中断顺序	241
9.2.3	8259A 的工作方式	242
9.2.4	8259A 的控制字和编程	246
9.2.5	8259A 的级连电路	257
9.2.6	PC/XT 系统中断申请线的扩充	257
9.3	可编程 DMA 控制器 8237A	259

9.3.1	DMA 技术的基本概念	259
9.3.2	8237A 芯片的基本结构及引脚功能	261
9.3.3	8237A 的控制字及编程	266
9.3.4	CPU 对 8237A 的寻址设计	273
9.3.5	8237A 的编程和使用	273
9.3.6	PC/XT 系统 8237A 的工作情况	276
9.4	可编程定时/计数器 8253	280
9.4.1	定时的基本概念	280
9.4.2	8253 可编程计数/定时器的结构及引脚功能	281
9.4.3	8253 的工作方式	282
9.4.4	8253 的控制字和编程	290
	习题	294
	第 10 章 A/D、D/A 转换器	296
10.1	D/A 转换器	297
10.1.1	基本概念	297
10.1.2	8 位 D/A 转换器 DAC 0832 的结构原理及 引脚	299
10.1.3	DAC 0832 的接口设计及编程	300
10.1.4	12 位 D/A 转换器 DAC 1232 结构及引脚	305
10.1.5	DAC 1232 的接口设计及编程	306
10.2	A/D 转换器	308
10.2.1	基本概念	308
10.2.2	8 位 A/D 转换器 ADC 0809 的结构及 引脚	311
10.2.3	ADC 0809 的接口设计和编程	313
10.2.4	12 位 A/D 转换器 AD574 的结构及引脚	315
10.2.5	12 位 AD574 的接口设计与编程	317
	习题	319
	参考文献	321
	附录 A 8086/8088 指令集	322
	附录 B ASCII 码字符表	338
	附录 C DOS 功能调用	339
	附录 D BIOS 中断	345

第1章

微型计算机系统概述

电子计算机的产生和发展是 20 世纪重要科技成果之一。进入 70 年代以来,微型计算机开始登上历史舞台,并以不可阻挡的势头发展,成为当今计算机发展的主流方向。微型计算机已极大地改变了人们的工作方式、学习方式和生活方式,成为信息时代的主要标志。在本书的第 1 章中,我们将对微型计算机的发展与应用、系统的组成以及工作过程进行简要的介绍,目的是使大家在系统地学习本书之前对微型机有一个总体的概念。

1.1 微型计算机的发展、应用及其分类

1.1.1 微型计算机的发展

所谓“微型计算机”是指:把以大规模、超大规模为主要部件的微处理器作为核心,配以存储器、输入/输出接口电路及系统总线所制造出的计算机系统。

1971 年,美国 Intel 公司研究并制造了 I4004 微处理器芯片。该芯片能同时处理 4 位二进制数,集成了 2300 个晶体管,每秒可进行 6 万次运算,成本约为 200 美元。它是世界上第一个微处理器芯片,以它为核心组成的 MCS-4 计算机,标志了世界第一台微型计算机的诞生。

从那时起,短短 20 多年的时间,微型计算机的发展经历了五代。我们一般以字长(计算机能同时处理的二进制数的位数)和典型的微处理器芯片作为各阶段的标志。

第一代(1971—1973)是 4 位和低档 8 位微机。代表产品是美国 Intel 公司的 4004 微处理器及由它组成的 MCS 微型计算机。

第二代(1974—1978)是中高档 8 位微机,以 Intel8080/8085、Motorola 公司的 Mc6800 及美国 Zilog 公司的 Z80 等为 CPU 的微型机为典型代表。

第三代(1978—1981)是 16 位微机,如以 8086、Z8000 和 MC68000 为 CPU 的微型机。

第四代(1981—1992)是 32 位微机,典型的 CPU 产品有 80386 和 MC68020。之后 Intel 公司又推出 80486 微处理器。

第五代(1993 年以后)是 64 位微机。1993 年 3 月 Intel 公司推出了当前最先进的微处理器芯片——64 位的 Pentium,该芯片采用了新的体系结构,其性能大大高于 Intel 系

列的其他微处理器,给微处理器体系结构和 PC 机的性能引入了全新的概念。

最近,美国 AMD 公司宣布已开发生产出主频速度为 1000MHz 的 CPU,它将把微型机的应用(如网络技术、多媒体技术)带进一个新的时代。

1.1.2 微型计算机的应用

微型计算机具有体积小、价格低、工作可靠、使用方便等特点,主要用于以下两个方向:

1. 数值计算、数据处理及信息管理

这一应用方向包括了工程计算、图形图像处理、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助教育(CAI)、文字图表处理、数据库管理及家庭娱乐等。从事这类工作的微型计算机,要求有较快的速度、较高的运算精度、较大的内存容量和较完备的输入/输出设备,此外,还要求为用户提供友好的操作界面和方便快捷的维护手段,其典型代表是 PC 机。

PC(personal computer)机是面向个人单独使用的一类微机。当今微机的许多指标,如存储容量、运行速度等已经赶上或超过了原来的小型机,可以满足各种不同的应用场合。许多大的软件公司开发了强大、友好的微机操作系统、各种各样的开发工具和支持应用软件。在操作系统方面,比较著名的有美国 Microsoft 公司开发的 Windows 图形界面操作系统、Novell 公司开发的 Netware 局部网络操作系统和 Apple 公司开发的 Macintosh;在支持应用软件方面,比较著名的有 Office 办公应用套件、Oracle 关系数据库管理系统、Visual Basic 开发工具、AutoCAD 计算机辅助设计软件、Photoshop 平面图像处理软件、3D Studio 三维动画处理软件、Authorware 多媒体制作工具和 Navigator 网络浏览器等。

现行的 PC 机大多配备多媒体功能,使得一机多能,操作起来声图并茂,令人赏心悦目,成为学习娱乐的有利工具。随着计算机网络应用的普及,有越来越多的 PC 机联网,以便共享网络资源。一些厂家还推出了网络 PC 机(network PC)和网络计算机 NC(network computer)的想法和产品,其特点是面向网络应用,所以结构相对简单,价格也较低廉,但要更多地依赖网上资源,仅限于网上使用。

2. 过程控制及智能化仪表

应用于这一方向的主要是一些专用微机,如工业 PC 机、STD 总线工控机及 8/16 位微处理芯片或单片微控制芯片构成的各种目标系统。对控制类微机,重点要求其能抗干扰并适应恶劣环境,确保能够长时间稳定的工作;同时也要求其实时性好,即对各种随机事件的处理速度要快。

由于一般控制场合对运算精度的要求不是很高,所以直接担任前端测控任务的多是一些 4 位机、8 位机或者是 16 位机,如果测控的同时兼做数据处理,对运算精度的要求则更高一些,以 16 位机为例,其整型运算精度可达 65535 分之一,已能满足多数要求。在控制类产品中,以 Intel 公司 MCS-48、MCS-51 系列为代表的 8 位单片机和以 MCS-96 系列为代表的 16 位单片机占据了很大的市场份额。

1.1.3 微型计算机的分类

微型计算机按照其应用对象可分为 PC 机、单片微型计算机和单板微型计算机。PC 机前面已经作了介绍,这里不再赘述,下面对另外两种加以介绍。

单片微型计算机称为单片机,是指一种用于控制的微处理器芯片。其组成实际是把微型计算机的 CPU、部分存储器和输入/输出接口等部件集成在一块芯片上。换句话说,一个单片机几乎就是一个专用的计算机,只要配上少量的外部电路和设备就可以构成具体的应用系统。随着芯片集成度的提高,近年来又推出了具有调制解调器、通信控制器、DMA 控制器、浮点运算单元、A/D 转换器和 D/A 转换器的高档单片机。

1976 年美国 Intel 公司推出第一代通用单片机 MCS-48 系列,1980 年推出了第二代 8 位增强型单片机 MCS-51 系列,1983 年又推出了 16 位单片机 MCS-96 系列,最近 32 位单片机 80960 也研制成功。单片机具有体积小、重量轻等优点,常用于家用电器、智能化仪表及工业测控系统。

把微处理器芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片、小键盘、数码显示器等必要的输入/输出设备装配在一块印刷电路板上构成了单板微型计算机系统,简称单板机。

单板机常用在过程控制中,目前最常用的国产单板机是 TP801。

1.2 中央处理器的组成

中央处理器(CPU)是计算机中最重要的组成部分(它在微型计算机中也称微处理器),它主要由运算器和控制器两大部分组成。

1. 运算器

运算器是计算机中加工和处理数据的功能部件,主要包括两个功能:一是对数据的加工处理,主要包括算术运算和逻辑运算,如加、减、乘、与、或、非运算等,这是运算器的重要功能,这些功能是通过运算器内部的算术逻辑单元(ALU)来完成的;二是暂时存放参与运算的数据和某些中间结果,通常是通过与 ALU 相连的寄存器组来实现的。例如,在 ALU 进行运算时,其数据一个来自数据寄存器 I,另一个来自数据寄存器 II,ALU 对这两个输入的数据进行算术或逻辑运算,运算结果再存入数据寄存器 I 中。如图 1.1 所示。

寄存器组中包括多种类型的寄存器,其中累加器是寄存器组中最繁忙的寄存器,在进行算术运算和逻辑运算时,它具有双重功能:运算前用来保存一个操作数,运算后用来保存算术或逻辑运算的结果。数据寄存器是通过数据总线向存储器或输入/输出设备送(称为写)或取(称为读)数据的暂存单元。

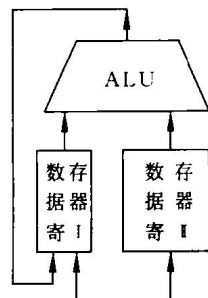


图 1.1 ALU 结构示意图