

普通高校本科计算机专业 **特色** 教材精选

微型计算机组织 与接口技术

李保红 缪相林 桂小林 编著
王爱英 郑守淇 审

<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社



普通高校本科计算机专业**特色**教材精选

微型计算机组织 与接口技术

李保红 缪相林 桂小林 编著
王爱英 郑守淇 审

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书的内容分为两部分,第一部分介绍 8086/8088、80386 和 Pentium 等微处理器的逻辑结构、引脚功能、工作方式、总线周期及指令系统,在此基础上介绍了微型计算机系统中主存储器的工作原理和实现技术;第二部分介绍了微型计算机系统中常用的并行接口、串行接口和模拟接口的设计方法,并且对中断方式、DMA 方式等输入/输出的数据传送方式进行了详细讲解。最后介绍了微型计算机系统中总线的一般设计方法以及 ISA、EISA、PCI、RS-232C、RS-422、RS-485 和 USB 等 PC 机常用总线的接口电路实现技术。

本书既对微型计算机的基本概念和原理进行了深入分析,同时又做到内容新颖,涵盖了当今微型计算机发展的最新技术。全书论述流畅、通俗易懂,书中列举了大量的应用实例,不仅有助于理解基本原理,也起到了对工程实践的指导作用。

本书可作为大学本、专科计算机、通信、自动化、机械和其他专业的教材,也可以作为有关领域科技工作者的参考资料。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机组织与接口技术 / 李保红, 缪相林, 桂小林编著. —北京:清华大学出版社, 2005. 2

(普通高校本科计算机专业特色教材精选)

ISBN 7-302-10425-5

I. 微… II. ①李… ②缪… ③桂… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 008324 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 龙啟铭

印 装 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 18.25 字数: 423 千字

版 次: 2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10425-5/TP·7071

印 数: 1~5000

定 价: 25.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

编审委员会

主任：蒋宗礼

副主任：李仲麟 何炎祥

委员：（排名不分先后）

王向东 宁 洪 朱庆生 吴功宜 吴 跃

张 虹 张 钢 张为群 余雪丽 陈志国

武 波 孟祥旭 孟小峰 胡金初 姚放吾

原福永 黄刘生 廖明宏 薛永生

秘书长：王听讲

出版说明

INTRODUCTION

在我国高等教育逐步实现大众化后，越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线，为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此，教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”，强调要以信息技术为手段，深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要，根据各行各业的具体人才需求，培养具有特色显著的人才，是我们共同面临的重大问题。具体地，培养具有一定专业特色的和特定能力强的计算机专业应用型人才则是计算机教育要解决的问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要，培养具有特色的计算机人才，急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前，一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作，许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教研成果转化为教材的形式，向全国其他学校推广，对于深化我国高等学校的教学改革是一件十分有意义的事。

清华大学出版社在经过大量调查研究的基础上，决定编写出版一套“普通高校本科计算机专业特色教材精选”。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势，以社会对人才的需求为导向，主要以培养应用型计算机人才为目标，立足课程改革和教材创新，广泛吸纳全国各地的高等院校计算机优秀教师参与编写，从中精选出版确实反映计算机专业教学方向的特色教材，供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点：

1. 编写目的明确

本套教材是深入研究各地各学校办学特色的基础上，面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材，主要学习计算机科学与技术专业的基本理论和基本知识，接受利用计算机解决实际问题的基本训练，培养研究和开发计算机系统，特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系,本套教材力求突出学科的理论与实践紧密结合的特征,结合实例讲解理论,使理论来源于实践,又进一步指导实践,学生通过实践深化对理论的理解,更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性,并做到通俗易懂,易教易学,使学生不仅知其然,知其所以然,还要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

每种教材都增加了能力训练部分的内容,学生通过学习和练习,能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生解决问题的能力,以适应新经济时代对人才的需要,满足就业要求。

4. 注重教材的立体化配套

大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示,学生上机实验指导等辅助教学资源,有些教材还提供能用于网上下载的文件,以方便教学。

由于各地区各学校的培养目标、教学要求和办学特色均有所不同,所以对特色教学的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用教材的过程中,及时地给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材,同时,我们也希望通过本套教材的编写出版,为“高等学校教学质量和教学改革工程”作出贡献。

清华大学出版社

前言

PREFACE

微型计算机具有体积小、成本低、结构灵活的特点，在国民经济和日常生活中扮演着愈来愈重要的角色。本书系统地介绍微型计算机的组织结构、工作原理，以及 I/O 接口的实现技术，可以作为计算机专业或其他相关专业的本科生教材，也可以作为计算机、通信、自动控制、机械等领域科技工作者的参考资料。

本书具有内容新颖、通俗易懂的特色。在组织内容时，力求与当今微型计算机技术的发展水平保持同步。比如，在介绍半导体存储器芯片时，详细讲述了目前较为流行的串行 E²PROM 的工作原理和使用方法，在介绍微型计算机总线时，对目前广泛使用的 PCI 总线接口技术、USB 设备实现技术进行了深入阐述。书中各部分内容都配有翔实的应用举例，便于读者理解和掌握基本概念和基本方法，对具体的工程应用也具有一定的指导作用。

本书的另一个特点是在介绍具体知识的基础上注重能力的培养。微型计算机技术发展迅速，新的方法、新的器件不断涌现。在这种情况下，如果只限于对某些具体知识的了解，则难以适应不断发展的社会需要。为此，书中选择一些经典的范例来进行深入透彻的讲述，目的是使读者牢固掌握基本概念、基本原理和基本技能，从而能够达到举一反三、灵活应用的目的。

全书分为 8 章，第 1 章介绍了微型计算机的基本概念和发展概况；第 2 章详细说明了 8086/8088、80386 的组织结构和工作原理，并在第 3 章说明了指令系统的情况；第 4 章讲述了主存储器的一般实现技术，并对 16/32 位机中主存储器的实现方法进行了详细说明；第 5、6、7 章介绍了接口、编址方式等基本概念，并对常用的输入/输出控制电路、可编程接口电路进行举例；第 8 章详细介绍微型计算机中的总线设计技术和常用的总线标准。

在编写本书的过程中，参考了许多国内外优秀教材和文献。为了便于参考使用，由缪相林翻译了 30 余万字外文资料，李保红翻译了 20 余万

字外文资料，在此一并表示感谢。

本书由缪相林编写了第3章，桂小林编写了第6章和7.2节，其余部分由李保红编写，并对全书进行了统稿。

郑守淇教授对如何编写本书提出了详尽的指导，赵银亮教授和王爱英教授审阅了全书，并提出了宝贵的修改意见和建议，陈建民和赵青萍老师对此书的编写给予了支持和关心。此外，黄引、王维、由君妮、陈菲菲、吴炎坪、周旭锋和张信之等同志参与了书稿整理和校对工作，在此谨向各位专家和参与本书相关工作的同志表示诚挚的感谢。

编者根据多年在西安交通大学从事计算机本科和研究生教学的经验，并查阅了大量的相关资料编写了此书，但由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免有错误或不妥之处，欢迎同行专家和读者批评指正。

编 者

2005年1月于西安交通大学

目 录

CONTENTS

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机的基本概念	1
1.2 微型计算机的发展概况	3
第 2 章 Intel 80X86 微处理器	5
2.1 8086/8088 微处理器	5
2.1.1 8086/8088 的内部结构	5
2.1.2 8086/8088 的内部寄存器	6
2.1.3 8086/8088 的引脚及功能	9
2.1.4 8086/8088 的系统配置	14
2.1.5 8086/8088 的总线周期时序	17
2.2 80386 微处理器	22
2.2.1 80386 的内部结构	22
2.2.2 80386 的工作方式	24
2.2.3 80386 的寄存器组	25
2.2.4 80386 的引脚和总线周期	27
2.2.5 保护方式下的存储管理机制	29
2.3 Pentium 微处理器	38
第 3 章 80X86 系列微处理器的指令系统	43
3.1 汇编语言的基本语法	43
3.1.1 汇编语言的语法组成	43
3.1.2 伪指令	45
3.2 8086/8088 指令系统	51
3.2.1 数据传送指令	52
3.2.2 算术运算指令	55
3.2.3 逻辑运算指令	59

3.2.4	控制转移指令	62
3.2.5	串操作指令	66
3.2.6	处理器控制指令	68
3.3	80386 的指令系统	70
3.3.1	80386 的寻址方式	70
3.3.2	80386 的指令系统	72
第 4 章	主存储器技术	79
4.1	半导体存储器芯片	79
4.1.1	半导体存储器芯片的原理	79
4.1.2	半导体存储器的分类和指标	81
4.1.3	半导体存储器芯片举例	82
4.2	半导体存储器的连接	91
4.2.1	SRAM、ROM 的连接方法	91
4.2.2	DRAM 的连接方法	97
4.3	16/32 位机中主存储器的连接方法	101
4.3.1	16 位机中主存储器的连接	102
4.3.2	32 位机中主存储器的连接	105
第 5 章	输入/输出系统	109
5.1	概述	109
5.1.1	I/O 接口	109
5.1.2	I/O 端口	112
5.1.3	举例——字符式微型打印机的接口电路	113
5.1.4	输入输出的控制方式	115
5.2	可编程并行接口芯片 8255A	120
5.2.1	8255A 的逻辑结构和引脚功能	121
5.2.2	8255A 的工作方式	123
5.2.3	8255A 的控制字	127
5.2.4	应用举例	130
5.3	可编程串行接口芯片 8251A	136
5.3.1	串行通信原理	136
5.3.2	可编程串行接口芯片 8251A	140
第 6 章	可编程输入/输出控制器	151
6.1	中断	151
6.1.1	中断及中断处理流程	151
6.1.2	8086/8088 的中断系统	153

6.1.3	80386 的中断系统	158
6.2	可编程中断控制器 8259A	160
6.2.1	可编程中断控制器 8259A 的特点	160
6.2.2	8259A 的内部逻辑结构与引脚功能	160
6.2.3	8259A 的工作方式	162
6.2.4	8259A 的中断处理流程	165
6.2.5	8259A 的初始化命令字和操作命令字	166
6.2.6	8259A 的初始化编程	172
6.2.7	8259A 的级联方式举例	173
6.3	DMA 传送方式	174
6.4	可编程 DMA 控制器 8237A	178
6.4.1	概述	178
6.4.2	8237A 的内部结构与引脚功能	179
6.4.3	8237A 的传送类型、工作时序和工作方式	184
6.4.4	8237A 的编程	188
6.4.5	8237A 的应用举例	194
第 7 章	定时器/计数器、模拟接口	199
7.1	可编程定时器/计数器 8253(PIT)	199
7.1.1	可编程定时器/计数器的基本工作原理	199
7.1.2	8253 的内部结构与引脚功能	201
7.1.3	8253 的工作方式	204
7.1.4	8253 的编程和应用举例	212
7.2	模拟接口	215
7.2.1	模拟接口的基本组成	215
7.2.2	D/A 转换器的原理	217
7.2.3	D/A 转换器 DAC0832	221
7.2.4	A/D 转换器的原理	228
7.2.5	A/D 转换器 ADC0809	230
第 8 章	总线技术	235
8.1	总线技术概述	235
8.1.1	总线分类和总线标准	235
8.1.2	总线驱动与控制	237
8.2	系统总线标准及应用	241
8.2.1	ISA 总线	241
8.2.2	EISA 总线	246
8.2.3	PCI 总线	247

8.3	通信总线标准及应用	254
8.3.1	RS-232C 总线.....	254
8.3.2	RS-422 和 RS-485 总线.....	259
8.3.3	USB 串行总线	261
8.4	Windows 设备驱动程序的开发	268
8.4.1	Windows 设备驱动程序模型	268
8.4.2	WDM 设备驱动程序的原理	269

第 1 章

CHAPTER

微型计算机概述

本章首先介绍了微处理器、微型计算机和微型计算机系统的概念,以及微型计算机的结构和分类,然后介绍微型计算机的发展概况。

1.1 微型计算机的基本概念

微型计算机是计算机的一个主要类型,与大、中、小型计算机的工作原理与组织结构相似,同样由运算器、控制器、存储器、输入/输出设备组成。尽管微型计算机的性能相对较差,但其系统结构简单,成本低廉,各部件连接规范,易于扩展,因此有广泛的应用领域。

1. 微型计算机的基本概念

微处理器简称为 MPU(Micro Processing Unit)是指由一片超大规模集成电路实现的中央处理器,它包括运算器、控制器两个部件,以及寄存器组等。

微型计算机(Microcomputer)是指由微处理器、内存储器(主存储器、Cache)、输入/输出(I/O)接口电路以及其他支持电路(总线控制器、中断控制器、DMA 控制器、总线驱动电路和定时电路等)构成的计算机主机。

微型计算机系统(Microcomputer system)是指由微型计算机、外围设备(包括 I/O 设备、辅助存储器、电源等)、结构件(机箱、面板、支架),以及系统软件、应用软件等构成的完整计算机系统。

三者之间的关系如图 1.1 所示。

2. 微型计算机的基本结构

图 1.2 说明了一个微型计算机的基本结构。

微处理器的主要功能是执行指令、产生各部件所需要的操作控制信号,以及进行算术和逻辑运算。

存储器用于存放程序和数据。为了与微处理器的速度进行匹配,通常

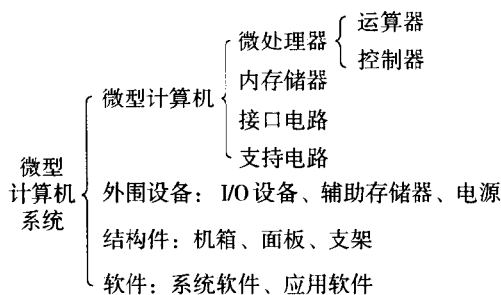


图 1.1 三个概念之间的关系

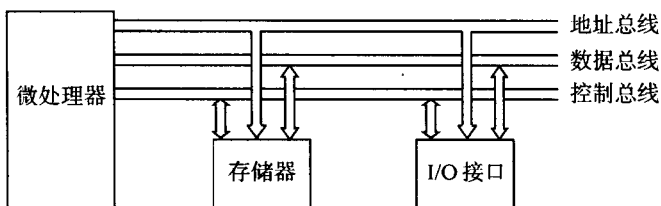


图 1.2 微型计算机的基本结构

在主存储器的基础上增加一级或两级高速缓存(Cache)。

设置 I/O 接口的目的是将 I/O 设备连接在总线上,通过这种连接方式,系统中的 I/O 设备可以灵活地增减或更换,并且能够实现多种输入/输出方式。

微处理器、存储器和 I/O 接口通过系统总线连接在一起,系统总线成为这些部件交换信息的通路。系统总线中包括数据总线、地址总线和控制总线,分别用于传送不同类型的信息。根据不同目的,微型计算机可以使用单一的系统总线,也可以使用多个系统总线,使微型计算机具有灵活的结构和性能。

需要说明的是,在微型计算机中,除了微处理器、存储器和 I/O 接口以外,通常还有一些支持电路,比如总线控制、中断控制器、DMA 控制器、计数器/定时器等,在这些电路的辅助下,微型计算机才实现了应有的功能和性能。

3. 微型计算机的分类

根据不同标准,微型计算机具有不同的分类方式。

(1) 按字长分类

微处理器一次能够同时处理的二进制数的位数称为微处理器的字长。按照微处理器的字长,微型计算机可以分为 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机。随着字长的增加,微型计算机的性能逐渐提高。

(2) 按用途分类

根据用途,微处理器可以分为通用的微处理器和专用的微处理器。通用的微处理器可以适用于科学计算、信息处理、过程控制等各种用途,而专用的微处理器则适用于特定的用途,比如,有专门用于数字信号处理的数字信号处理器(Digital Signal Processor,

DSP),有专门用于图像压缩和解压的图像处理器。

(3) 按封装形式分类

根据封装形式,微型计算机可以分为单片机、单板机、PC机(个人机)等。

单片机是一种把微处理器、存储器(RAM、ROM)、I/O接口和支持电路集成在一块芯片上的微型计算机,由于体积小、成本低,广泛应用于仪器仪表、家用电器等领域。

单板机是将微处理器、存储器、I/O接口电路,以及必要的I/O设备(键盘、7段LED显示器)安装在一块印刷电路板上,并安装有关监控程序后构成的微型计算机。单板机可以用于实时控制、教学实验等领域。

PC机是目前微型计算机最常见的形式。一台PC机包括显示器和主机两部分,主机内部由主板和各种插板组成,主板上安装了微处理器、存储器和实现支持功能的芯片组,而插板主要是支持各种I/O设备的接口电路。PC机的内部结构设计合理,各个组成部分都实现了标准化,安装和扩展非常方便。

1.2 微型计算机的发展概况

微处理器是微型计算机的核心部件,因此,微型计算机的发展史实际上就是微处理器的发展史,正是由于微处理器的不断创新,使微型计算机的功能和性能不断提高,应用领域日益广泛。

微处理器的发展大体上分为五个阶段,以下对各个阶段的情况做简要介绍。

1971年10月,Intel公司推出了第一片微处理器4004,它的字长为4位,主要用于计算器和仪器、仪表,提高了这些设备的性能。后来,Intel公司又推出了8位微处理器8008,集成了2000个晶体管,工艺水平是 $10\mu\text{m}$ 。这一时期是微处理器发展的第一阶段。

随着4004的推出,一些半导体制造商也开始转型生产微处理器,其中Zilog公司于1976年推出了8位微处理器Z80,Motorola公司也推出了8位微处理器MC6800。同一时期,Intel公司也相继推出了8位微处理器8080和8085,其中8080集成了5400个晶体管,工艺水平是 $6\mu\text{m}$ 。这一时期是微处理器发展的第二阶段。

微处理器发展的第三阶段从1978年开始,此期间各公司相继推出了16位字长的微处理器,其中Intel公司推出了8086,Zilog公司推出了Z8000,Motorola公司推出了MC68000。这一时期的微处理器集成度为几万个晶体管。

Intel公司在推出8086以后,为了利用当时比较经济的8位外围芯片,又推出了8088,其内部结构与8086几乎一样,都是16位的架构,20位地址,可直接访问1MB地址空间,但对外的数据线是8位,因此称为准16位机。IBM公司利用8088生产出个人计算机IBM PC/XT,在市场上获得巨大成功,也帮助Intel公司确立了在微处理器市场上的主导地位。

1982年Intel公司又推出了16位的微处理器80286。与8086/8088相比,80286最大的特点是具有虚拟存储功能,并且可以支持多用户和多任务操作系统。此外,80286能够提供24根地址线,使寻址空间达到16MB,运算速度也有所提高,其主频达到20MHz。

从20世纪80年代初,微处理器的发展进入第四个阶段。由于80286的市场情况并

不理想, Intel 公司又于 1985 年推出了 32 位的微处理器 80386, 集成度达到 100 万个晶体管, 主频为 25 ~ 200MHz。与 80286 相比, 80386 不仅字长、寻址空间和主频有较大提高, 而且也扩充了保护模式, 并且提供了实地址模式和虚拟 8086 模式来实现向上兼容。此外 80386 在片内增加了 16 位的高速缓存器(Cache), 使运行更加流畅。

1989 年 Intel 公司又发布了 80486, 其主要特点是将 80386 和协处理器 80387 集成在一起, 并且对内部结构进行了优化, 使性能更佳。

从 1993 年开始, 微处理器的发展进入第五个阶段。Intel 公司相继发布了 Pentium、Pentium Pro、Pentium MMX、Pentium II、Pentium III 和 Pentium IV 等微处理器, 成为市场主流。在同一时期, AMD 公司也先后发布了 K6、K6-2、K7, 以及 Thunderbird(雷鸟)、Atlon(速龙)、Duron(钻龙)等, 主要占据的是微处理器的中低端市场。

从微处理器的发展历程可以看出, 随着新的半导体工艺、新的计算机技术的涌现, 微处理器的性能不断提高, 而成本不断降低, 这使得微型计算机在科学计算、信息处理、工业控制、仪器仪表和家用电器等领域的应用日趋广泛, 在国民经济和日常生活中扮演着愈来愈重要的角色, 所以学习微型计算机的基本原理和接口的实现技术有着重要的理论和实践意义。

习 题

- 1.1 简述微处理器、微型计算机和微型计算机系统的概念, 并说明三个概念之间的关系。
- 1.2 什么是单片机? 什么是单板机?

第2章

CHAPTER

Intel 80X86 微处理器

微处理器是微型计算机的核心,也是了解微型计算机工作原理的关键。目前,市场上的微处理器的种类繁多,具有不同的性能和特点,适合于不同的应用。为了阐明微处理器的基本原理和使用方法,本章以 Intel 的 80X86 系列微处理器为例进行讲述,其原因主要有以下几个方面。第一,该系列的微处理器一直占据市场的主流,具有较广的应用范围;第二,该系列的每一款微处理器都蕴含着创新技术,其中的许多技术现在已被广泛采用,因此该系列微处理器是了解和掌握微型计算机的基本原理、组织结构和接口技术的典范;第三,该系列微处理器具有一定的通用性,对于学习其他型号微处理器也有重要的启发作用。

本章的内容分为四节,其中第 1、2 节系统介绍 8086/8088、80386 的工作原理和使用方法,第 3 节概括介绍 Pentium 微处理器的情况。

2.1 8086/8088 微处理器

8086/8088 微处理器是 Intel 系列微处理器具有代表性的 16 位微处理器,本节通过详细介绍其内部结构、寄存器、引脚、工作模式和总线时序,使读者透彻理解微处理器的工作原理,为学习和使用其他型号的微处理器打下良好的基础。

2.1.1 8086/8088 的内部结构

8086/8088 微处理器的内部结构由两部分组成:指令执行单元 EU 和总线接口单元 BIU,如图 2.1 所示。

1. 指令执行单元 EU(Execution Unit)

EU 由算术逻辑单元 ALU、通用寄存器、标志寄存器和 EU 控制器 4