

普通高校本科计算机专业

特色

教材精选

微型计算机系统与接口

李继灿 主编

<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

微型计算机系统与接口

李继灿 主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以应用最广泛的 16 位与 32 位微处理器为背景,重点介绍微型计算机系统及其接口的实现技术,以常用的 PC 系列为主线,详细介绍微机技术的基础内容,适当分析、介绍微机技术的最新发展,对微处理器芯片、汇编语言也有涉及。

本书内容丰富,结构合理,重点突出,实用性强,循序渐进,条理清晰,语言流畅;便于教学和自学;既可以作为全国普通高等学校计算机专业的通用教材,也可以作为成人高等教育的培训教材,还可供广大科技人员自学参考。

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

微型计算机系统与接口/李继灿主编. —北京:清华大学出版社,2005.4

(普通高校本科计算机专业特色教材精选)

ISBN 7-302-10282-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 143577 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

组稿编辑: 王听讲

文稿编辑: 徐跃进

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市金元装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 24.5 字数: 567 千字

版 次: 2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10282-1/TP·7003

印 数: 1~5000

定 价: 29.00 元

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。具体地说，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，决定组织出版一套“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

本套教材是在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本套教材的过程中,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

微型机系统与接口是高等院校计算机专业的一门主要的专业必修课,也是《中国计算机科学与技术学科教程 2002》中重点描述的核心课程之一。

本书以应用最广泛的 16 位与 32 位微处理器为背景,重点介绍流行的微型计算机系统的实现技术,以常用的 PC 系列为主线,详细介绍微机技术的基础内容,适当分析、介绍微机技术的新发展,并涵盖微处理器芯片、汇编。主要内容如下所示。

- 现代微处理器技术概述: CISC 与 RISC 芯片; 80x86 系列芯片; Pentium 系列芯片; Itanium 和 64 位微处理器。
- 汇编语言程序设计: 指令系统; 汇编语言程序设计方法。
- 内存技术: 内存芯片和内存条; 系统内存接口技术; 高速缓存 (cache) 技术; 显存技术。
- 输入输出 (I/O) 技术: I/O 基础 (信息、数据、控制、状态、传输), 信息缓冲与锁存, 程序控制 I/O 与 DMA; 总线技术 (总线协议, 总线负载和总线仲裁); 程序控制 I/O (查询传送技术); 中断技术 (中断结构, 向量中断, 优先级中断, 中断驱动 I/O)。
- 可编程 I/O 接口芯片和芯片组技术, 常用可编程接口芯片及其应用; 芯片组技术。
- 实用接口技术: 主板技术; IDE 接口和 SCSI 接口; USB 与 IEEE 1394; AGP 与显卡; 多媒体接口技术; 即插即用; BIOS——软硬件的沟通。

本教材具有以下主要特色:

(1) 教材内容除吸收与提炼了近年来国内外高校同类教材 (主要包括作者近年出版的教材) 精华内容之外, 大量收集与加工了来自网上、流行杂志和计算机市场指南的最新信息, 突破了传统计算机教材内容与计算机流行技术之间的隔离, 及时更新与充实最新技术要点, 充分体现了教材的现代化改革方向。

(2) 保持了“以 16 位机为基础、追踪 32 位与 64 位主流系列高性能微机的技术发展方向”这一基本特色,并抓住计算机硬件关键技术发展的主线,使教材做到整体优化,基础扎实、过渡简捷、更新迅速。这样,从根本上保证了教材内容的先进性和可用性。

(3) 加强了理论与实际的联系,特别注重了对学生及时、准确地把握计算机新技术与新信息综合能力和实践能力的培养。

(4) 在跟踪最新计算机硬件技术、整体结构的同时,本书特别注重保持优秀的教学法和精细的文字加工。因此,本书有很好的可读性。

全书共分 8 章。第 1 章为微型机系统的基础知识,其中汇集了计算机技术发展的最新信息。第 2 章为现代微处理器技术概述,在解析 16 位 8086/8088 微处理器的基础上,简要介绍了 Intel 系列从 32 位 80386 到 64 位 Itanium(安腾)现代微处理器的关键技术,并综合描述了 80x86 至 Pentium 系列微处理器的程序设计模型及其体系结构。第 3 章与第 4 章分别介绍了微处理器的指令系统以及汇编语言程序设计基本方法。第 5 章简要给出了微处理器的硬件特性及微机系统组成原理。第 6 章详细介绍了存储器及其接口,包括 32 位和 64 位接口以及流行的存储器实用技术。第 7 章为输入输出接口与中断技术,第 8 章为常用外设接口芯片及应用,并介绍了几种常用的新型接口技术。

本书由李继灿教授负责策划、主编与编著。参与本书部分文字加工的有郭麦成、沈疆海、张红民、傅世海等。参与本书习题与部分参考答案编写加工的有孔笋、董元千、徐荣华、万建业等。李爱珺与孔笋分别对全书正文与习题进行了认真细致的审校。此外,与本主教材配套的还有辅教材《教学指导书及习题详解》以及辅教材的配书光盘(试题库)。这套立体教材是作者多年来进行“计算机硬件教学与教材同步改革”的又一最新成果。这一改革一直得到北京大学两位博导李晓明教授与王克义教授以及北京航空航天大学硕导于守谦教授等人的关心与支持。在此,作者谨表示真诚的感谢。

由于计算机技术发展非常迅速,加之时间和编者水平有限,虽尽心尽力,仍难免存在一些不足与疏漏之处,欢迎高校师生以及广大读者提出宝贵意见和建议,以便我们能不断地更新教材,更好地为广大师生服务。

李继灿
2005 年 3 月

目 录

CONTENTS

第1章 微型机系统的基础知识	1
1.1 微型机概述	2
1.1.1 微型机的发展简史	2
1.1.2 微型机的分类	5
1.2 微型机系统的组成	6
1.2.1 硬件系统	6
1.2.2 软件系统	6
1.3 微机硬件系统结构基础	7
1.4 微处理器模型的组成	9
1.4.1 运算器	9
1.4.2 控制器	9
1.4.3 内部寄存器	10
1.5 存储器概述	11
1.5.1 基本概念	11
1.5.2 存储器组成	12
1.5.3 读写操作过程	12
1.6 微机的工作原理与程序执行过程	13
1.6.1 微机的工作原理	13
1.6.2 程序执行过程	14
1.7 微机中的几个主要性能指标	20
1.7.1 主板的结构与性能	20
1.7.2 微处理器的性能指标	20
1.7.3 总线的性能指标	22
1.8 微型机系统的配置	23
1.8.1 硬件系统配置的实用原则	23
1.8.2 硬件系统配件的选择	24
1.9 计算机的运算基础	31

1.9.1	数制转换综合表示法	31
1.9.2	二进制编码(代码)	32
1.9.3	带符号数的表示法	36
习题 1		42
第 2 章	现代微处理器技术概述	45
2.1	8086/8088 微处理器简介	45
2.1.1	8086/8088 CPU 的内部组成结构	45
2.1.2	8086/8088 的寄存器结构	48
2.1.3	总线周期的概念	51
2.2	8086/8088 CPU 的存储器	52
2.2.1	存储器的组织	52
2.2.2	存储器的分段	54
2.2.3	物理地址和逻辑地址	55
2.2.4	堆栈	55
2.3	CISC 与 RISC 技术	56
2.3.1	CISC	56
2.3.2	RISC	57
2.4	80x86 至 Pentium 系列微处理器技术概述	59
2.4.1	80286 微处理器	59
2.4.2	80386 微处理器	59
2.4.3	80486 微处理器	61
2.4.4	Pentium 微处理器	63
2.4.5	Pentium II 微处理器	65
2.4.6	Pentium III 微处理器	66
2.4.7	Pentium 4 微处理器	66
2.4.8	新一代微处理器——Itanium	69
2.5	80x86 至 Pentium 系列微处理器的程序设计模型	70
2.5.1	通用寄存器(或多功能寄存器)	71
2.5.2	专用寄存器	73
2.6	实模式存储器寻址	75
2.6.1	段和偏移	76
2.6.2	默认段寄存器和偏移寄存器	77
2.6.3	“段加偏移”寻址机制允许重定位	78
2.7	保护模式存储器寻址	79
2.7.1	选择子和描述符	79
2.7.2	程序不可见寄存器	82
2.8	内存分页	85

2.8.1 分页寄存器	85
2.8.2 页目录和页表	87
习题 2	87
第 3 章 微处理器的指令系统	91
3.1 8086/8088 的寻址方式	91
3.1.1 数据寻址方式	91
3.1.2 程序存储器寻址方式	98
3.1.3 堆栈存储器寻址方式	99
3.1.4 其他寻址方式	99
3.2 8086/8088 指令系统的分类	100
3.3 数据传送类指令	101
3.3.1 通用数据传送指令	101
3.3.2 目标地址传送指令	105
3.3.3 标志位传送指令	107
3.3.4 I/O 数据传送指令	108
3.4 算术运算类指令	110
3.4.1 加法指令	110
3.4.2 减法指令	112
3.4.3 乘法指令	115
3.4.4 除法指令	117
3.4.5 十进制调整指令	118
3.5 逻辑运算和移位循环类指令	121
3.5.1 逻辑运算指令	121
3.5.2 移位指令与循环移位指令	122
3.6 串操作类指令	123
3.6.1 MOVS 目标串,源串	123
3.6.2 CMPS 目标串,源串	124
3.6.3 SCAS 目标串	125
3.6.4 LODS 源串	126
3.6.5 STOS 目标串	126
3.7 程序控制类指令	127
3.7.1 无条件转移指令	127
3.7.2 条件转移指令	131
3.7.3 循环控制指令	133
3.7.4 中断控制指令	134
3.8 处理器控制类指令	135
3.8.1 对标志位操作指令	135

3.8.2	同步控制指令	136
3.8.3	其他控制指令	137
习题 3		137
第 4 章	汇编语言程序设计	143
4.1	汇编语言概述	143
4.2	8086/8088 汇编源程序	144
4.2.1	8086/8088 汇编源程序实例	144
4.2.2	8086/8088 汇编语言语句的类型及格式	145
4.3	8086/8088 汇编语言的数据项及表达式	146
4.3.1	常量	146
4.3.2	变量	147
4.3.3	标号	147
4.3.4	表达式和运算符	148
4.4	8086/8088 汇编语言的伪指令	151
4.4.1	数据定义伪指令	151
4.4.2	符号定义伪指令	154
4.4.3	段定义伪指令	155
4.4.4	过程定义伪指令	158
4.5	8086/8088 汇编语言程序设计基本方法	158
4.5.1	顺序结构程序	158
4.5.2	分支结构程序	161
4.5.3	循环结构程序	163
4.5.4	DOS 及 BIOS 中断调用	165
习题 4		175
第 5 章	微处理器的硬件特性及微机系统组成原理	181
5.1	8086/8088 微处理器的引脚信号与功能	181
5.1.1	地址/数据总线 $AD_{15} \sim AD_0$	181
5.1.2	地址/状态总线 $A_{19}/S_6 \sim A_{16}/S_3$	181
5.1.3	控制总线	182
5.1.4	电源线 V_{CC} 和地线 GND	184
5.1.5	其他控制线 (24~31 引脚)	184
5.2	时钟发生器 (8284A)	184
5.3	总线缓冲及锁存	185
5.3.1	多路分离总线	185
5.3.2	缓冲系统	186
5.4	8086/8088 系统的两种工作模式	186

5.4.1	最小模式操作	186
5.4.2	最大模式操作	188
5.5	总线时序	191
5.5.1	基本的总线操作	191
5.5.2	一般的时序操作	192
5.5.3	微处理器与存储器接口的时序配合	192
5.6	8086/8088 的多处理器系统	195
5.7	IBM PC 系统组成原理	197
5.7.1	IBM PC 系统的硬件结构	197
5.7.2	IBM PC/XT 主机板结构	199
5.7.3	IBM PC/XT 机的内存分配	200
5.7.4	IBM PC/XT 机的 I/O 接口电路	202
5.7.5	PC 总线	202
5.8	80386 微机系统组成原理	203
5.9	Pentium 4 微机系统组成原理	204
5.9.1	Pentium 4 主板芯片组	205
5.9.2	Pentium 4 系统的体系结构	206
5.9.3	Pentium 4 系统中的 PCI 局部总线	207
习题 5		208
第 6 章	存储器及其接口	211
6.1	存储器的分类与组成	211
6.1.1	半导体存储器的分类	212
6.1.2	半导体存储器的组成	213
6.2	随机存取存储器(RAM)	215
6.2.1	静态随机存取存储器(SRAM)	215
6.2.2	动态随机存取存储器(DRAM)	218
6.3	只读存储器(ROM)	222
6.3.1	只读存储器存储信息的原理和组成	222
6.3.2	只读存储器的分类	223
6.3.3	EPROM 芯片实例——Intel 2716	224
6.4	存储器的连接	226
6.4.1	存储器芯片的扩充技术	226
6.4.2	存储器与 CPU 的连接	228
6.4.3	存储器与 CPU 连接应注意的一些问题	231
6.5	几种新型的半导体存储器	232
6.6	磁表面存储器	234
6.6.1	磁盘存储器	234

6.6.2 硬盘存储器	235
6.7 光盘存储器	240
6.7.1 概述	240
6.7.2 光盘存储器的写读原理、特点及其应用技术	240
习题 6	243
第 7 章 输入输出接口与中断技术	245
7.1 输入输出接口概述	245
7.1.1 CPU 与外设间的连接	245
7.1.2 接口电路的基本结构	246
7.2 CPU 与外设之间数据传送的方式	247
7.2.1 程序传送	247
7.2.2 中断传送	252
7.2.3 直接存储器存取(DMA)传送	253
7.3 中断技术	254
7.3.1 中断概述	254
7.3.2 单个中断源的中断	255
7.3.3 向量中断	258
7.3.4 中断优先权	258
7.4 8086/8088 的中断系统和中断处理	259
7.4.1 8086/8088 的中断系统	259
7.4.2 8086/8088 的中断处理过程	263
7.4.3 中断向量表	266
7.4.4 可屏蔽中断的过程	266
7.4.5 中断响应时序	268
7.4.6 中断服务子程序设计	269
7.5 可编程中断控制器 8259A	271
7.5.1 8259A 的引脚与功能结构	271
7.5.2 8259A 内部结构框图和中断工作过程	272
7.5.3 8259A 的控制字格式	275
7.5.4 8259A 应用举例	281
习题 7	283
第 8 章 常见外设接口及应用	285
8.1 接口的分类及功能	285
8.1.1 接口的分类	285
8.1.2 接口的功能	286
8.2 可编程计数器/定时器 8253-5	286

8.2.1	8253-5 的引脚与功能结构	287
8.2.2	8253-5 的内部结构和寻址方式	287
8.2.3	8253-5 的 6 种工作方式及时序关系	288
8.2.4	8253-5 应用举例	292
8.3	可编程并行通信接口芯片 8255A	294
8.3.1	8255A 芯片引脚定义与功能	294
8.3.2	8255A 寻址方式	297
8.3.3	8255A 的控制字	297
8.3.4	8255A 的工作方式	299
8.3.5	时序关系	308
8.3.6	8255A 的应用举例	309
8.4	PC 的串行接口	311
8.4.1	串行通信基础	311
8.4.2	可编程串行异步通信接口 8250	316
8.5	数/模(D/A)与模/数(A/D)转换接口芯片*	326
8.5.1	DAC 0832 数/模转换器	327
8.5.2	ADC 0809 模/数转换器	331
8.6	新型通用 I/O 接口及其标准	338
8.6.1	AGP	338
8.6.2	IDE 接口标准	340
8.6.3	SCSI 接口标准	342
8.6.4	USB	345
8.6.5	IEEE 1394	347
习题 8		349
附录		355
附录 A	8086/8088 指令系统简表	355
附录 B	DEBUG 的主要命令及使用	359
附录 C	部分习题参考答案	362
附录 D	致教师、学生与读者的信	372
参考文献		373

第 1 章

CHAPTER

微型机系统的基础知识

本章从整个系统的观点出发,提供有关微型计算机(简称微型机或微机)系统总体框架,以便建立起有关“系统”的体系概念。

从 20 世纪 70 年代初微处理器出现至今,以微处理器为核心的微型机系统获得了巨大的发展。在 8 位微处理器流行的年代,微型机系统主要是单板机和带有低版本汇编语言与 BASIC 语言编程环境的简单系统,而管理整个微型机系统工作的最多也只有 4KB 的超级监控程序。随着 1981 年 IBM 公司推出的 PC(personal computer,个人计算机)迅速风靡全球,使各种 16 位微型机获得了十分广泛的应用。IBM 的 PC、PC/XT 采用了 Intel 公司的 8088 CPU,而以后不久的 PC/AT 采用了超级 16 位的 80286 CPU,到了 20 世纪 80 年代中期以后,IBM 公司又推出了以 80386 和 80486 CPU 为核心的 32 位微型机系统。这一时期的微型机系统,就其性能而言,已超过了以前一些中低档小型计算机的水平。从 1993 年 Intel 推出 Pentium CPU 至今,微型机系统的性能又获得了进一步提升。如今,正处于由以 Pentium 4 系统为主流机型的 32 位微型机系统向 64 位微型机系统过渡的时期。与此同时,管理微型机工作的操作系统与各种应用软件也不断升级并日趋丰富。

尽管 30 多年来,微型机系统在组成部件与整体性能方面都经历了很大的变化,但在基本存储单元的工作原理、CPU 与存储器的接口原理和方法,以及 PC 与外设的接口方法等方面,仍然有许多的相似性、兼容性和继承性。因此,本书所讨论的微型机系统与接口仍以 16 位系统及其接口作为基本内容,并适当介绍 32 位和 64 位微型机系统的基本概念与技术。

在本章中,首先简要介绍微机的发展简史与分类,以及微机系统组成的基本概念,并对硬件系统和软件系统两大部分的具体组成予以阐述。然后,重点剖析典型的单总线微机硬件系统结构,微处理器组织及各部分的作用,存储器组织及其读写操作过程。在此基础上,将微处理器和存储器结合起来组成一个最简单的微机模型,通过具体例子说明冯·诺依曼型计算机的运行机理与工作过程。最后,介绍微机中的一些常用术语以及目前

流行的微机系统的主要性能指标和配置,并简要讨论微机运算的一些基础知识。

1.1 微型机概述

1.1.1 微型机的发展简史

自从 1946 年 2 月世界上第一台以 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator,电子数字积分计算机)命名的电子计算机问世以来,至今,计算机已经历了真空管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机到大规模、超大规模计算机 4 个时代。目前,正在向第 5 代计算机过渡,其研究重点主要是放在人工智能计算机的突破上,它的主攻目标是实现更高程度上模拟人脑的思维功能。

现在,人们广泛使用的微型机就是第 4 代电子计算机向微型化方向发展的一个非常重要的分支。

微型机的发展是以微处理器的发展为基础的。从 20 世纪 70 年代初至今,已推出 7 代微处理器产品。图 1.1 给出了微处理器发展的示意图。

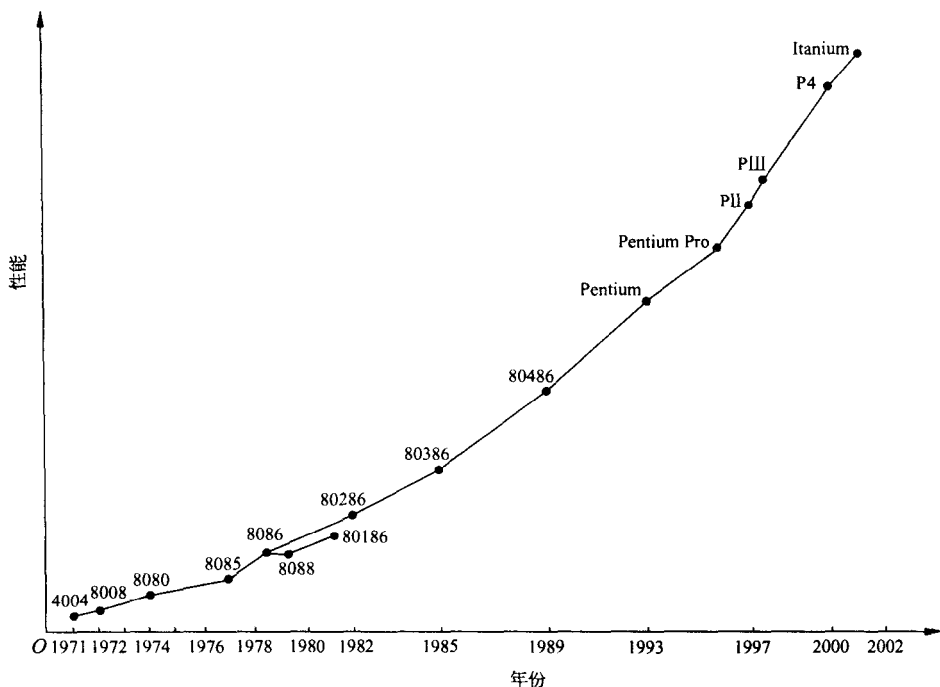


图 1.1 微处理器发展的示意图

1971 年,第 1 片单片微处理器 Intel 4004 问世。这种 4 位微处理器经改进后,成为 4040 型微处理器。1972 年,Intel 推出了 8 位微处理器 8008,其集成度为 3300 只晶体管/片。这些就是第 1 代微处理器的典型产品。

从 1974 年至 1977 年,先后推出一批相同档次的 8 位微处理器。以 Intel 的 8080/