



高等学校电气信息类规划教材

总主编 王耀南

微机原理 与接口技术

彭楚武 主编

湖南大学出版社

高等学校电气信息类规划教材

总主编 王耀南

微机原理与接口技术

主 编	彭楚武		
副主编	张志文	余建坤	邓曙光
编 著	邱银安	余致廷	王南兰
	毛 弋	樊绍胜	

湖南大学出版社

2004·长沙

内 容 简 介

本书是为高等理工院校电气信息类及相关专业本科生编写的教科书。本书以 Intel 8086 微处理器构成的微机系统为对象,对微机的基本结构、工作原理、汇编语言程序设计、接口技术和基本接口芯片进行了较为详细的讨论。全书由 15 章组成。第 1 章至第 13 章分别介绍组成微机系统的各个部件;第 14 章以 IBM PC/XT 为例,介绍了微机系统的设计方法,以给读者一个完整和全面的了解;第 15 章简要介绍先进微处理器的体系结构和工作原理,以使读者把握先进微处理器的发展动态。

本书注重理论联系实际,采用案例教学模式,配备大量有指导意义的实例,以加强学生在微机应用系统开发和汇编语言程序设计方面的能力培养。编排时力求循序渐进,方便自学,突出实用性,因此本书也适合作为高职、成教等相关专业的教科书及工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/彭楚武主编. —长沙:湖南大学出版社,2004.7

(高等学校电气信息类规划教材)

ISBN 7-81053-776-8

I. 微... II. 彭... 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(2004)第 063307 号

微机原理与接口技术

Weiji Yuanli yu Jiekou Jishu

主 编: 彭楚武

责任编辑: 李继盛

封面设计: 张 毅

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山

邮 编: 410082

电 话: 0731-8821691(发行部), 8821315(编辑室), 8821006(出版部)

传 真: 0731-8649312(发行部), 8822264(总编室)

电子邮箱: press@hnu.net.cn

网 址: <http://press.hnu.net.cn>

印 装: 湖南新华印刷集团有限责任公司(邵阳)

总 经 销: 湖南省新华书店

开本: 787×1092 16 开 印张: 19.5

字数: 451 千

版次: 2004 年 7 月第 1 版 印次: 2004 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1~5 000 册

书号: ISBN 7-81053-776-8/TP·42

定价: 28.00 元

版权所有, 盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错, 请与发行部联系

高等学校电气信息类规划教材

编辑委员会

主 任:章 兢

(湖南大学副校长,教授,博士生导师)

总 主 编:王耀南

(湖南大学电气与信息工程学院院长,教授,博士生导师)

常务副主任:彭楚武 罗 安 何怡刚 黄辉先 黎福海 黄守道 王英健

副 主 任:(按姓氏笔画为序)

王新辉 邓曙光 朱荣辉 刘志壮 陈日新 杨家红 张万奎

张忠贤 周少武 贺达江 黄绍平 彭解华 瞿遂春

委 员:(按姓氏笔画为序)

丁跃浇 方厚辉 王 辉 王 群 王建君 田学军 包 艳

刘祖润 肖强晖 李益华 李正光 李茂军 李春树 李欣然

余建坤 汪鲁才 张学军 金可音 孟凡斌 欧青立 唐勇奇

康 江 黄智伟 揭 屿 曾喆昭 熊芝耀 戴瑜兴

参 编 院 校

(排名不分先后)

湖南大学

国防科学技术大学

湘潭大学

湖南师范大学

长沙理工大学

湖南科技大学

湖南农业大学

南华大学

株洲工学院

湖南工程学院

吉首大学

湖南商学院

湖南理工学院

湖南文理学院

湖南城市学院

邵阳学院

怀化学院

零陵学院

长沙学院

湖南工学院(筹)

序

我国高等教育已经发展到大众化教育的新阶段。随着国家工业化建设迅猛发展,电气信息类专业技术人才的需求也日益增大。为了适应人才培养的这种新形势,跟踪科学技术的前沿进展,我们根据教育部面向 21 世纪电气信息类课程改革的要求,结合湖南大学和兄弟院校长期教学教改的经验,为大学电气信息类本科生编写了这套教材。

电气信息类课程是培养电类专业人才的基础课程,大量概念、理论、方法和工程案例构成了一个完整的技术知识体系。学生要开启心智、培育形成电类专业思维、打下电类专业人才的技术知识基础,必须系统地扎实地学好这些课程。为此,我们在组织编写这套教材时,特别注意了以下几个方面:

一是保证基础。作为大学基础课程,应确保基本概念、基本原理和基本方法的学习。只有透彻地理解和掌握了基础知识,才能顺利地进入电气信息技术领域的大门,才有可能进一步深造。

二是跟踪新技术。电气信息技术发展日新月异,大学教材必须及时吸纳最新技术,使学生了解学科发展动态。本套教材一方面注意反映学科各方面的最新进展,安排了扩充阅读的相关文献题录,指引学生直接接触学科前沿;另一方面还根据学科与技术的发展趋势,对经典知识进行重新组织编排。本套教材还将及时再版,及时更新内容,确保与时俱进,始终处于技术发展的最前沿。

三是注重应用。电气与信息理论源于工程实践,源于科学发现和技术发明,就像艺术源于生活一样。本套教材在讲述基本理论的同时,注重联系工程实际,并把作者的研究成果应用到其中。在正文、例题和习题中,特意安排了大量工程实用问题,通过理论和工程实际的结合,使学生学到知识并掌握方法。

四是文理渗透、启发诱导。为了提升素质,开阔视野,培养科学创新意识,理工科学生应适当了解与学科相关的课程外知识。为此,在许多教材中精心安排了“扩展与思考”的内容,使学生从中体会科学思想、科学方法以及科技与人文、科学与艺术相互交融的精神和境界。

五是部分教材以多媒体 CAI 课件配合。这样可以将重要的知识点以生动形象的画面表现出来,深化认识,提高学习效果,也便于课堂教学。

本套教材经过充分研讨和论证,聘请各院校教学经验丰富、科研基础深厚的教授和副教授担任主编和编写者,是湖南所有电气信息类院校团结协作的成果,是全省最优秀的电气信息工程学科专家学者集体智慧的结晶。

本套教材的编写和出版,得到了湖南大学、国防科学技术大学、湘潭大学、湖南师范大学、长沙理工大学、湖南农业大学、湖南科技大学、南华大学、株洲工学院、湖南工程学院、吉首大学、湖南商学院、湖南理工学院、湖南城市学院、湖南文理学院、邵阳学院、怀化学院、零陵学院、长沙学院、湖南工学院(筹)等高校的通力合作,得到了湖南大学出版社的支持和帮助,在此一并表示衷心感谢。

总主编 王耀南
2004 年 6 月于岳麓山

前言

“微机原理与接口技术”是高等院校电气信息类专业学生必修的一门实践性很强的技术基础课程。学生通过对本课程的学习,可以系统地掌握微机的基本原理、微机系统的体系结构、汇编语言程序设计技巧、接口技术等方面的知识,为今后学习和应用微处理器和微型计算机(包括嵌入式系统)打下坚实的基础。

微型计算机技术发展相当迅速,各种新产品、新技术不断涌现。从 Intel 8086 微处理器开始,到 80286、80386、80486、Pentium、Pentium Pro/II/III/IV 微处理器,形成了一个系列,即 Intel 80X86 微处理器。在这个系列中,尽管后代的产品在功能和性能上有了很大的提高,但在基本结构上采用了向前兼容的方式,即基于前代产品(如 8086 CPU)上开发的程序可以不加修改地在后代产品(例如 Pentium IV)上运行。因此,掌握好 8086 的硬件和软件原理是学习 80X86 微处理器的基础。本书以 8086 CPU 和 IBM PC 机为背景机,以介绍 8086 CPU 基本结构、指令系统、配套支持芯片 8255A,8253,8259A,16550 以及 ADC0809、DAC0832 等为起点内容,并以 IBM PC/XT 为实例,讨论了微机系统的组成和特点,以给初学者一个完整和全面的概念。为与时俱进,提高教材的先进性,给读者一个拓展知识的空间,本书在传统的微机原理教材的基础上,增添了若干新技术、新内容,最后一章介绍了包括 Pentium IV 在内的先进的微处理器。

电气信息类专业学生学习微机原理的目的,主要是实用,因此汇编语言程序设计和微机接口技术自然成了本课程的两大重点内容。事实上,汇编语言程序设计是微机应用系统的系统软件和应用软件的设计基础,而接口技术是微机应用系统(特别是嵌入式应用系统)硬件的设计基础。本书在组织内容和结构方面,以这两大重点为核心线索。考虑到初学者往往难以很快掌握微机原理和应用技巧,本书尽量注意将理论联系实际,注重案例教学,在介绍基本概念、基本原理的同时,列举了大量有指导意义的实例。为便于教学,每章后均附有若干思考题。

本教材是集体智慧的结晶。按照“集体编写、共同提高”的原则,通过集思广益,把各个学校的长处聚集在一起,力求共创精品教材。本书由彭楚武主编。各章的编写分工是:邱银安(第 1 章、第 5 章)、余致廷(第 2 章、第 13 章、附录 A)、王南兰(第 3 章)、毛弋(第 4 章、第 10 章)、张志文(第 6 章、第 15 章、附录 D、附录 E)、余建坤(第 7 章、第 9 章)、邓曙光(第 8 章)、樊绍胜(第 11 章)、彭楚武(第 12 章、第 14 章、附录 B、附录 C)。全书由彭楚武、张志文负责统稿。

编者

2004 年 7 月于岳麓山

目 次

第 1 章 微型计算机的系统结构与工作原理

1.1 概述	1
1.1.1 微型计算机的发展概况	1
1.1.2 微型计算机的特点和应用	4
1.1.3 微型计算机的分类	6
1.1.4 微型计算机的主要性能指标	7
1.2 计算机的基本结构和工作原理	8
1.2.1 计算机的基本结构	8
1.2.2 计算机的工作原理	8
1.3 微型计算机的系统结构	9
1.3.1 微型计算机的系统与系统的层次结构	9
1.3.2 微型计算机的硬件结构	10
1.4 微型计算机的基本数据类型	12
思考题	13

第 2 章 微型计算机中的数制与编码

2.1 数制及其转换	14
2.1.1 进位计数制(二、八、十、十六进制数)	14
2.1.2 数制间的转换	15
2.2 原码、反码和补码	17
2.2.1 机器数与真值	17
2.2.2 原码、反码与补码	17
2.2.3 溢出的概念	19
2.2.4 定点数与浮点数	21
2.3 数字与字符的编码	22
2.3.1 数字的编码(BCD 码)	22
2.3.2 字符的编码	23
2.3.3 汉字的编码	23
思考题	24

第3章 8086 微处理器

3.1 8086 微处理器的结构	25
3.1.1 8086 的功能结构	25
3.1.2 8086 的寄存器结构	28
3.2 8086 的引脚信号及工作模式	31
3.2.1 8086 的引脚及其功能	32
3.2.2 最小工作模式及其系统结构	37
3.2.3 最大模式和系统组成	39
3.2.4 8086 系统中的堆栈	42
3.3 8088 微处理器	42
3.3.1 8088CPU 的功能结构	42
3.3.2 8088 的引脚信号	43
思考题	44

第4章 半导体存储器

4.1 概述	45
4.1.1 半导体存储器的分类	45
4.1.2 半导体存储器的组成	47
4.1.3 半导体存储器的主要性能指标	50
4.2 随机存储器(RAM)	50
4.2.1 静态随机存储器(SRAM)	51
4.2.2 动态随机存储器(DRAM)	53
4.3 只读存储器(ROM)	56
4.3.1 掩膜 ROM	56
4.3.2 可编程 ROM(PROM)	59
4.3.3 可擦除、可编程 ROM(EPROM)	59
4.3.4 电可擦除可编程 ROM(EEPROM)	60
4.3.5 Flash 存储器	61
4.4 存储器与 CPU 的接口技术	62
4.4.1 存储器与 CPU 的连接	62
4.4.2 简单的 8086 存储器子系统的设计	65
思考题	67

第5章 8086 指令系统

5.1 概述	68
5.1.1 指令的基本内容	68
5.1.2 8086 指令的基本格式	69

5.1.3 8086 CPU 的寻址方式	69
5.2 8086CPU 指令系统	72
5.2.1 数据传送类指令	72
5.2.2 算术运算类指令	78
5.2.3 逻辑运算与移位类指令	83
5.2.4 串操作类指令	86
5.2.5 控制转移类指令	90
5.2.6 处理器控制指令	95
思考题	97

第 6 章 汇编语言程序设计

6.1 汇编语言与汇编程序	98
6.1.1 汇编语言的基本概念	98
6.1.2 汇编语言源程序的组成	99
6.2 伪指令及其应用	103
6.2.1 段定义伪指令 SEGMENT/ENDS	104
6.2.2 位置计数器 \$ 和定位伪指令 ORG	105
6.2.3 段寻址伪指令 ASSUME	106
6.2.4 过程定义伪指令 PROC/ENDP	106
6.2.5 数据定义伪指令与存储器分配	107
6.2.6 记录与结构定义伪指令 (RECORD, STRUC/ENDS)	108
6.2.7 符号定义伪指令 (EQU, LABEL)	110
6.2.8 程序模块定义伪指令 (NAME/END, PUBLIC/EXTRN)	111
6.3 汇编语言属性操作符	112
6.3.1 分析操作符 (SEG, OFFSET, TYPE, LENGTH, SIZE)	112
6.3.2 属性修改操作符 (PTR, THIS, SHORT)	113
6.4 汇编语言程序的上机过程	113
6.4.1 汇编语言程序上机运行的软件环境	113
6.4.2 源程序的编辑与汇编	114
6.4.3 目标程序的连接	114
6.4.4 程序的调试与运行	115
6.5 汇编语言程序与 DOS 的接口	115
6.5.1 DOS 和 BIOS 的功能调用	116
6.5.2 用户程序与 DOS 的接口	118
6.6 汇编语言程序设计的基本技术	119
6.6.1 简单程序设计	119
6.6.2 分支程序设计	122
6.6.3 循环程序设计	124

6.6.4 子程序设计	127
思考题	130

第7章 8086CPU 的总线操作与时序

7.1 时钟周期、总线周期和指令周期	132
7.2 系统的复位操作	132
7.3 总线操作与时序	133
7.3.1 基本的总线周期	133
7.3.2 读总线周期	134
7.3.3 写总线周期	135
7.3.4 最小模式下总线请求与响应	136
7.3.5 中断响应周期	137
思考题	138

第8章 输入/输出技术

8.1 I/O 接口概述	139
8.1.1 I/O 接口的功能	139
8.1.2 CPU 与 I/O 之间的接口信号	140
8.2 I/O 端口及其寻址方式	141
8.2.1 存储器映像的 I/O 寻址方式	141
8.2.2 I/O 端口单独寻址方式	142
8.3 CPU 与外设之间的数据传送方式	143
8.3.1 无条件传送方式	143
8.3.2 查询传送方式	144
8.3.3 中断传送方式	147
8.3.4 DMA 方式	148
思考题	151

第9章 中断系统

9.1 中断系统的基本概念	152
9.1.1 中断与中断系统功能	152
9.1.2 中断工作过程	153
9.1.3 中断向量	154
9.1.4 中断优先权与中断嵌套	154
9.2 8086CPU 的中断系统	156
9.2.1 中断类型与中断优先级	156
9.2.2 中断向量表	157

9.2.3 CPU 响应中断的流程	159
9.3 8259A 可编程中断控制器	160
9.3.1 8259A 的功能	161
9.3.2 8259A 的内部结构与引脚信号	161
9.3.3 8259A 的工作方式	164
9.3.4 8259A 的级联	167
9.3.5 8259A 的控制字与初始化编程	167
思考题	173

第 10 章 定时/计数技术

10.1 定时与计数	174
10.2 Intel 8253 可编程定时器/计数器	175
10.2.1 8253 的基本功能和内部结构	175
10.2.2 8253 的引脚信号	176
10.2.3 8253 的工作方式	178
10.2.4 8253 的控制字与初始化编程	183
10.2.5 8253 的应用举例	185
思考题	188

第 11 章 并行 I/O 接口

11.1 可编程并行 I/O 接口芯片 8255A	189
11.1.1 8255A 的基本功能和内部结构	189
11.1.2 8255A 的控制字及其工作方式	191
11.2 8255A 的应用实例	198
11.2.1 8255A 与打印机接口	198
11.2.2 8255A 与键盘接口	200
11.2.3 8255A 与 LED 数码管接口	205
思考题	208

第 12 章 串行通信接口

12.1 串行通信的基本概念	209
12.1.1 串行通信的连接方式	209
12.1.2 信号的调制与解调	210
12.1.3 同步与异步通信方式	210
12.1.4 波特率与收/发时钟	212
12.2 串行通信的接口标准	212
12.2.1 RS-232C 接口标准	212

12.2.2 RS-485 接口标准	216
12.2.3 USB 接口标准	217
12.3 16550 可编程串行接口芯片	220
12.3.1 16550 的功能描述	220
12.3.2 16550 的引脚及其功能	221
12.3.3 16550 的内部可编程寄存器及控制字格式	223
12.3.4 16550 的初始化编程	227
思考题	229

第 13 章 数/模和模/数转换接口

13.1 D/A 与 A/D 接口概述	230
13.1.1 一个典型的计算机自动控制系统	230
13.1.2 模/数转换器(ADC)的主要性能参数	231
13.1.3 数/模转换器(DAC)的主要性能参数	231
13.2 DAC0832 数/模转换器	232
13.2.1 DAC0832 的内部结构与引脚图	232
13.2.2 DAC0832 的工作模式	233
13.2.3 DAC0832 与 CPU 的连接	234
13.3 ADC0809 模/数转换器	235
13.3.1 ADC0809 的内部结构与引脚图	236
13.3.2 ADC0809 与 CPU 的连接	237
13.4 D/A 与 A/D 应用举例	239
思考题	241

第 14 章 典型的微型计算机系统

14.1 IBM PC/XT 的系统组成	242
14.1.1 IBM PC/XT 的硬件配置	242
14.1.2 系统主板的结构及电气原理	242
14.1.3 IBM PC/XT 的处理器子系统	243
14.1.4 IBM PC/XT 接口部件子系统	244
14.1.5 IBM PC/XT 的存储器子系统	248
14.1.6 IBM PC/XT 的 I/O 扩展槽和扩展卡	249
14.2 IBM PC/XT 的软件配置	253
14.2.1 MS-DOS 操作系统	253
14.2.2 其他的实用程序	255
思考题	256

第 15 章 先进的微处理器

15.1 从 8086 到 80x86	257
15.1.1 80286 微处理器简介	257
15.1.2 80386 微处理器及保护方式下的存储器寻址	258
15.1.3 80486 微处理器简介	267
15.2 Pentium 微处理器	268
15.2.1 Pentium 微处理器体系结构	268
15.2.2 Pentium 微处理器的特定寄存器	269
15.2.3 Pentium 的存储器管理	270
15.2.4 Pentium 微处理器寻址方式及指令格式	270
15.3 高档 Pentium 微处理器	273
15.3.1 Pentium MMX	273
15.3.2 Pentium Pro	273
15.3.3 Pentium II	274
15.3.4 Pentium III	274
15.3.5 Pentium 4	275
思考题	276
 附录 A ASCII 码字符表	 278
附录 B 8086 指令系统表	279
附录 C 8086 指令对状态标志位的影响	284
附录 D DOS 功能调用 (INT 21H)	285
附录 E BIOS 功能调用	290
参考文献	293

第 1 章 微型计算机的系统结构与工作原理

计算机是 20 世纪最伟大的发明之一,微型计算机是计算机的一个重要分支,它的发展是以微处理器的发展为主要标志的。本章对微型计算机的发展概况进行了概述,对微型计算机的特点、应用、分类以及主要性能指标进行了概括,对微型计算机的结构和工作原理进行了介绍,对微型计算机的系统结构层次进行了分析。最后对微型计算机的基本数据类型及其在存储器中的存放进行了描述。

1.1 概述

1.1.1 微型计算机的发展概况

1946 年第一台计算机在美国问世,在这以后几十年的迅猛发展中,计算机经历了电子管时代,晶体管时代,集成电路时代,大规模、超大规模集成电路时代,超大规模、超高速集成电路时代。电子计算机的诞生、发展和应用普及,是 20 世纪科学技术的卓越成就,计算机技术对其他科学技术发展的推动作用,以及对整个人类生活的影响是前所未有的。在当今的信息化、网络化时代,计算机已成为人们工作生活中不可缺少的基本工具,而在计算机中人们接触最多的是微型计算机。

微型计算机诞生于 20 世纪 70 年代,是第四代计算机向微型化发展的一个重要分支,它的发展是以微处理器的发展为主要标志的。

微处理器简称 MPU(microprocessing unit),它是微型计算机的核心芯片。它将微型计算机的运算器和控制器集成在一片硅片上,也称中央处理器 CPU(central processing unit)。微处理器具体由算术逻辑部件 ALU(arithmetic logical unit)、控制部件、寄存器组和片内总线等几部分组成。微处理器的产生和发展与大规模集成电路的发展是密不可分的。20 世纪 60 年代后期,在一片几平方毫米的硅片上,可以集成几千个晶体管,出现了大规模集成电路 LSI(large scale integrate circuit)。LSI 器件体积小、功耗低,可靠性高,为微处理器及微型计算机生产提供了可能。1971 年世界上第一台微处理器(4004)和微型计算机在美国旧金山南部的硅谷应运而生,从而开创了微型计算机发展的新时代。

到目前为止,微处理器的发展过程可大致分为以下六代(按 CPU 字长位数和功能来划分)。

1. 第一代微处理器(1971~1972)

4 位和 8 位的微处理器,代表性产品为:

1971 年 Intel 4004

1972 年 Intel 8008

它们采用 PMOS 工艺,集成度达 2000 只晶体管/片,时钟频率小于 1 MHz($1\text{ MHz}=10^6\text{ Hz}$),这一代 CPU 运算能力较弱,速度也比较慢,指令系统较为简单,采用机器语言编程,只能进行串行的十进制运算。4004 有 45 条指令,执行速度为 0.05 MIPS(million instructions per second,1 MIPS=100 万条指令/秒),主要用于计算器、电视机、台秤、照相机、电动打字机等设备。8008 可一次处理 8 位二进制数据,寻址空间为 16 KB($1\text{ KB}=2^{10}\text{ Byte}$,1 Byte=8 位二进制数,即 1 字节),共有 48 条指令。

2. 第二代微处理器(1973~1976)

8 位微处理器,代表性产品为:

1973 年 Intel 8080

1974 年 Motorola MC6800 系列

1975 年 Zilog Z80

1976 年 Intel 8085

它们采用 NMOS 工艺,与第一代相比集成度提高了 1~4 倍,达 9000 只晶体管/片以上,时钟频率达 1 MHz~4 MHz,执行指令的速度达 0.5 MIPS 以上,运算速度比第一代微处理器提高了 10~15 倍。用它构成的微型计算机已具备典型的计算机体系结构,有中断和直接存储器存取方式(DMA)等功能,软件上除配备了汇编语言外,还有 BASIC、FORTRAN 等语言和简单操作系统(如 CP/M—control program/monitor)。

3. 第三代微处理器(1978~1983)

16 位微处理器,代表性产品为:

1978 年 Intel 8086

1979 年 Zilog Z8000

1979 年 Motorola 68000

1983 年 Intel 80286, Motorola 68010

1978 年 6 月,Intel 推出 4.77 MHz 的 8086 微处理器,标志着第三代微处理器问世,其集成度为 29 000 只晶体管/片以上,数据总线宽度为 16 位,地址总线宽度为 20 位,可寻址内存空间达 1 MB($1\text{ MB}=2^{20}\text{ B}$),它还支持指令高速缓存或队列,可以在执行指令前预取几条指令,运算速度比 8 位机快 2~5 倍。

第三代微处理器是随着超大规模集成电路(VLSI)的研制成功而出现的。这一代微处理器采用 HMOS 工艺,集成度更高(达 7 万只晶体管/片),扩充了指令系统,指令功能大大加强,采用多级中断增强了中断功能,采用流水线技术,处理速度加快,寻址方式增多,寻址范围增大(1 MB~16 MB)。配备了磁盘操作系统、数据库管理系统和多种高级语言。例如 Intel 公司启用 Intel 80286 CPU 研制的 IBM PC/AT 机,时钟频率为 25 MHz,有 24 位地址线,可寻址 $2^{24}\text{ B}=16\text{ MB}$,有存储器管理和保护方式,并支持虚拟存储器体系。

4. 第四代微机处理器(1985~1989)

32 位微机处理器,代表性产品为:

1985 年 Intel 80386

1989 年 Intel 80486, Motorola 68040

Intel 80386 CPU 采用 CHMOS 工艺,集成度达 15 万~50 万只晶体管/片,时钟频率

为 16 MHz~33 MHz,它是一种与 8086 向上兼容的 32 位处理器,具有 32 位的数据线,32 位的地址线,寻址能力达 4 GB(1 GB=2³⁰ B),提供了容量更大的虚拟存储,其执行速度达 3 MIPS~4 MIPS。

80486 CPU 比 80386 CPU 性能更高,集成度达 120 万只晶体管/片,采用 64 位的内部数据总线,增加了片内协处理器和一个 8 KB 容量的高速缓冲存储器(cache)。它还采用了 RISC(reduction instruction set computer 精简指令集计算机)技术,使它的处理速度大大提高,在相同时钟频率下处理速度比 80386 快了 2~3 倍。

5. 第五代微处理器(1993)

32 位高档微处理器,代表性产品为:

1993 年 Pentium(奔腾)

1993 年,Intel 推出了全新的 32 位微处理器 Pentium 586,它采用亚微米的 CMOS 技术设计,集成度高达 330 万只晶体管/片,主频为 60 MHz~166 MHz,处理速度达 110 MIPS。

Pentium 采用了全新的体系结构,其内核中采用了 RISC 技术,并运用超标量流水线设计。Pentium 共有 3 个执行部件:浮点执行部件和 U、V 两个流水线型的整数执行部件,Pentium 具有 64 位数据总线,但仅有 32 位地址总线,内部主要的寄存器也是 32 位,所以仍称其为 32 位的微处理器。

同时期推出的第五代微处理器还有 IBM、Apple 和 Motorola 三家联盟的 Power PC 以及 AMD 公司的 K5 和 Cyrix 公司的 M1 等。

6. 第六代微处理器(1995~2001)

32 位高档微处理器,代表性产品为:

1995 年 Pentium Pro

1997 年 Pentium II

1999 年 Pentium III

2001 年 Pentium IV

1995 年 Intel 公司推出了它的第六代微处理器 Pentium pro(高能奔腾)。其片内集成了 550 万只晶体管,时钟频率为 200 MHz,运算速度达 200 MIPS,具有 64 位数据线和 36 位地址线,物理地址空间达 64 GB。

从 1997 年到 1999 年,Intel 又进一步推出了一系列的 Pentium Pro 的改进型微处理器 Pentium II 和 Pentium III,其他公司类似的产品还有 AMD 的 K7。这些 CPU 的集成度高达 1 千万只晶体管,时钟频率达 1 GHz 以上。Pentium III 处理器首次内置序列号,能唯一标志一个微处理器。

2000 年底 Intel 公司推出了 Pentium IV,2001 年底又推出其改进型,它的集成度高达 4200 万管/片,主频为 1.3 GHz~3.6 GHz,采用超级管道技术,使用长达 20 级的分支预测/恢复管道,其动态执行技术(程序执行)中的指令池能容下 126 条指令。

关于第六代微处理器的结构、性能以及技术参数等情况,本书的第十五章将作较详细的介绍。值得一提的是 2001 年 Intel 公司正式推出了它和 H P 公司合作设计的 Intel 的第一个 64 位微处理器 Itanium,该处理器不是在 Intel 32 位 x86 结构的微处理器上作简

单的扩展,而是一种全新的设计,可以称为第七代微处理器的开端。

1.1.2 微型计算机的特点和应用

1. 微型计算机的特点

由于微型计算机是采用 LSI 和 VLSI 组成的,所以它除了具有一般计算机的运算速度快、计算精度高、记忆功能和逻辑判断力强、自动工作等常规特点外,还有它自己的独特优点。

(1) 体积小、重量轻、功耗低

由于采用了大规模和超大规模集成电路,从而使构成微型计算机所需的器件数目大为减少,体积大为缩小。一个与小型机 CPU 功能相当的 16 位微处理器 MC68000,由 13 000 个标准门电路组成,其芯片面积仅为 $6.25 \times 7.14 \text{ mm}^2$,功耗为 1.25 W。32 位的超级微处理器 80486,有 120 万个晶体管电路,其芯片面积仅为 $16 \times 11 \text{ mm}^2$,芯片的重量仅十几克。工作在 50 MHz 时钟频率时的最大功耗仅为 3 W。随着微处理器技术的发展,今后推出的高性能微处理器产品体积更小、功耗更低而功能更强,这些优点对于航空、航天、智能仪器仪表等领域具有特别重要的意义。

(2) 可靠性高、对使用环境要求低

微型计算机采用大规模集成电路以后,使系统内使用的芯片数大大减少,接插件数目大幅度减少,简化了外部引线,安装更加容易。加之 MOS 电路芯片本身功耗低、发热量小,使微型计算机的可靠性大大提高,因而也降低了对使用环境的要求,普通的办公室和家庭环境就能满足要求。

(3) 结构简单、设计灵活、适应性强

微型计算机多采用模块化的硬件结构,特别是采用总线结构后,使微型计算机系统成为一个开放的体系结构,系统中各功能部件通过标准化的插槽和接口相连,用户选择不同的功能部件(板卡)和相应外设就可构成不同要求和规模的微型计算机系统。由于微型计算机的模块化结构和可编程功能,使得一个标准的微型计算机在不改变系统硬件设计或只部分地改变某些硬件时,在相应软件的支持下就能适应不同的应用任务的要求,或升级为更高档次的微机系统,从而使微型计算机具有很强的适应性和广泛的应用范围。

(4) 性能价格比高

随着微电子学的高速发展和大规模、超大规模集成电路技术的不断成熟,集成电路芯片的价格越来越低,微型机的成本不断下降,同时也使许多过去只在大、中型计算机中采用的技术(如流水线技术、RISC 技术、虚拟存储技术等)也在微型机中采用,许多高性能的微型计算机(如 Pentium Pro、Pentium II 等)的性能实际上已经超过了中、小型计算机(甚至是大型机)的水平,但其价格要比中、小型机低得多。

随着超大规模集成电路技术的进一步成熟,生产规模和自动化程度的不断提高,微型机的价格还会越来越便宜,而性价比会越来越高,这将使微型计算机得到更为广泛的应用。

2. 微型计算机的应用范围

由于微型计算机具有体积小、重量轻、功耗低、功能强、可靠性高、结构灵活、使用环境