

普通高等教育“九五”国家级重点教材

计算机基础教学系列教材

计算机硬件技术及应用基础

(上册:微机原理)

主编:邹逢兴

编著:邹逢兴 史美萍 陈立刚

国防科技大学出版社

·湖南长沙·

内容简介

本书为普通高等教育“九五”国家级重点教材。本书从计算机应用的需要出发,以 486/586 等 PC 系列机为主要背景机,系统介绍了微型计算机的硬件技术及应用基础。全书分上、下两册。上册为微机原理篇,主要介绍微型计算机及其基本组成部分——中央处理器、存储器、输入输出接口的硬件结构与工作原理,以及总线与总线标准、中断与 DMA 机制、基于 80X86 指令系统的汇编语言程序设计基础等内容。下册为接口与应用篇,着重介绍微机系统中各种常见 I/O 设备的接口原理与技术,常用接口芯片,486/586 微机系统接口等内容和微型机在测控系统与嵌入式系统中的应用。全书注重了选材的科学性、先进性和实用性,贯彻了模块化、结构化和原理、技术与应用并重的内容组织原则。

本书除可作为高等院校各理工科专业的本科教材外,也可作为研究生和各类计算机应用培训班的教材以及专科教学参考书,还可供从事微机应用开发工作的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件技术及应用基础.上册:微机原理/邹逢兴,史美萍,陈立刚编著. —长沙:国防科技大学出版社,2001,1

ISBN 7-81024-691-7

I. 计… II. ①邹…②史…③陈… III. ①电子计算机-硬件②微型计算机-接口
IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 56447 号

国防科技大学出版社出版发行
电话:(0731)4572000 邮政编码:410073
E-mail: gkdc@public.csnet.cn
责任编辑:卢天取 责任校对:张静
新华书店总店北京发行所经销
国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:24.5 字数:566 千
2001 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1—5000 册

*

定价:32.00 元

普通高等教育“九五”国家级重点教材

计算机基础教学系列教材

《计算机导论》

《计算机硬件技术及应用基础》（上册：微机原理）

《计算机硬件技术及应用基础》（下册：接口与应用）

《计算机软件技术基础》

《计算机辅助设计基础》

《计算机信息管理基础》

《计算机多媒体应用基础》

《计算机网络应用基础》

总负责人： 齐治昌 邹鹏

前 言

计算机技术的飞速发展和计算机应用的日益普及,对高等学校非计算机专业的计算机教育提出了越来越高的要求。计算机技术水平的高低和计算机应用能力的强弱,已成为今天衡量大学毕业生质量、水平的重要尺度。为此,全国各高等院校,特别是重点院校,正在教育部的统一规划下,把非计算机专业的计算机基础教育放在十分重要的地位来抓,把普遍提高学生的计算机应用和操作能力作为一项重要工作,制定目标,强化措施,加大投入,促使计算机教育质量尽快上一个新台阶。

本书正是在这种计算机教育的大好形势下,为贯彻国家教委“面向 21 世纪课程体系与课程内容改革”的精神,为满足高等学校工科本科计算机教学对新教材的迫切需求,而在 1996 年编著出版的军队院校工科本科通用教材的基础上,作为普通高等教育“九五”国家级重点教材而修订出版的。

1996 年以来的短短四年中,计算机世界的变化令人目不暇接,新的 Intel 80×86 及 Pentium 系列处理器和芯片组不断推出,微处理器和微机系统的性能仍以平均每 18 个月增加一倍以上的速度在持续增长。为了尽可能跟上计算机的这一发展势头,本书这次修订时,适当更新了部分内容,充实了在 Pentium 系列处理器中采用的一些新的计算理念、概念、芯片和工作机理。但是,与当时作为主要背景机的 80486 微机相比,各种 Pentium 系列处理器在实质性的计算机技术和工作原理方面应该说没有太大差别,因此这次修订时在总的体系结构上维持了原来的框架不变,只是在内容组织和阐述方面,依据几年新的教学实践体验和许多读者的意见建议,作了一些局部的调整和优化处理。其中对于第二章(微处理器和指令系统)、第三章(汇编语言程序设计基础)和第十五章(单片微机在嵌入式系统中的应用)完全重新编写。为便于选用,全书仍分上、下两册出版。上册为微机原理篇,包括微机系统组成及工作原理、微处理器和指令系统、汇编语言程序设计基础、存储器、输入输出接口、总线与总线标准、中断与中断控制、DMA 与 DMA 控制等 8 章内容,是全书的主体和基础。下册为微机接口与应用篇,在原理篇中 I/O 接口基本原理的基础上,进一步介绍了并行接口与串行接口、基本人机交互接口、模拟 I/O 接口、计数器/定时器与时钟日历电路及接口、386/486 微机系统接口等内容以及最能反映

计算机硬件技术本质的微型机在测控系统中的应用和单片微机在嵌入式系统中的应用。根据非计算机专业学习、应用计算机的特点,本书总的组织、编写原则是:适当淡化微机内部和芯片内部原理,强化外部接口和应用。这里内部和外部的分界是“总线”,因此,把总线连接技术又作为接口和应用的关键。各章节力求贯彻原理、技术与应用并重,理论与实践结合的原则,注重选材的科学性、先进性和实用性;内容组织力求符合教学规律,由浅入深,循序渐进;论述尽量深入浅出,富有启发性。为便于教学和读者自学,各章后面均有适当思考题与习题。

鉴于工科非计算机类专业很多,不同专业差别很大,即使是同类专业,不同院校的教学要求也不尽相同,本书在编写时遵循了“宽编窄用”的内容选取原则和模块化、结构化的内容组织原则,以具有较宽的适应面和灵活的选择余地,利于实施不同对象、不同层次、不同学时数的教学。本书参考学时数为50~100。对于50学时左右的教学,可只讲上册(微机原理篇);对于70学时左右的教学,可讲原理和接口;对于80学时以上的教学,可全书都讲。当然,根据各自具体情况和要求,也可作其它取舍,例如,可全书都讲,但目录中打“*”号的内容不讲。不管哪种取舍,都应把实验、上机放在重要的地位。

本书由邹逢兴主编,并编著了除第二、十五章以外的其余各章;第二、十五章由史美萍编写,邹逢兴修改审定。陈立刚为此次修订作了许多资料收集、整理工作,并验证了书中许多例程。

本书从编写出版到修订再版,一直得到教育部理科计算机教学指导委员会委员、国防科技大学副校长齐治昌教授,教育部工科计算机基础课程教学指导委员会副主任委员、国防科技大学训练部副教育长邹鹏教授,国务院学位委员会计算机科学与技术学科评议委员、电子工业部计算机教学指导委员会主任陈火旺院士和教育部工科计算机基础课程教学指导委员会副主任委员麦中凡教授等知名计算机专家的指教。在此,对他们表示衷心感谢。吴盘荣、王淑英、杨心强、曹兰斌、秦恒玉、刘孟仁、朱参世、李续武、赵运轩、窦文华、王广芳、薛啸宇、董宏俊、陈文伟、陈怀义等校内外同行专家教授,应邀对本书的编写指导思想、内容选取和编写大纲进行了多次审查,提出了许多宝贵意见。尤其是国防科大计算机系王凤学教授,对书稿进行了十分认真细致的审阅,提出了许多极其宝贵的真知灼见和修改建议。在此对他们一并致以深深谢意。

本书尽管是作者长期从事微机应用方面教学与科研的经验结晶,但由于水平和经验有限,加上它结构新、内容新,错误一定难免,敬请使用本教材的同行专家和读者不吝赐教,批评指正。

邹逢兴

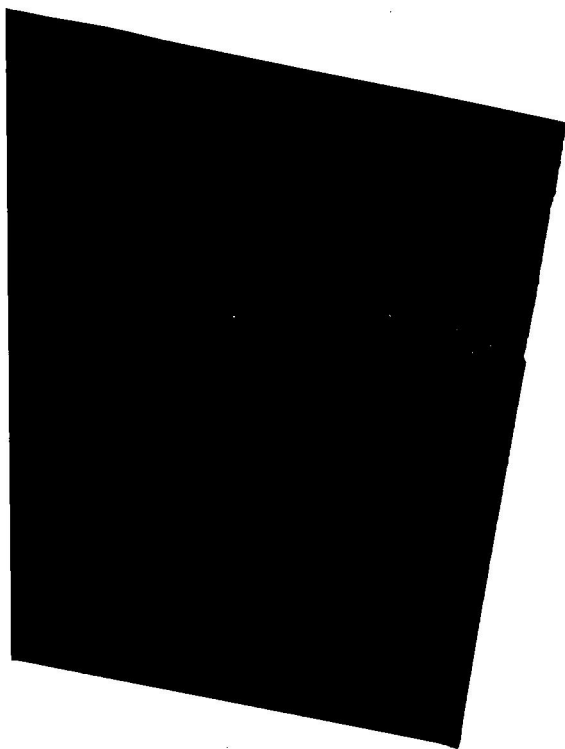
2000年10月于湖南长沙国防科技大学

上册提要

上册(微机原理篇)在对微型计算机系统进行概略性介绍的基础上,主要介绍微型计算机及其基本组成部分的硬件结构与工作原理,包括微型计算机系统组成及工作原理、中央处理器和指令系统、汇编语言程序设计基础、存储器、输入输出接口、总线与总线标准、中断与中断控制、DMA 与 DMA 控制等八章内容。本篇是全书的主体和基础。中央处理器、存储器、输入输出接口是微型计算机的三大组成部分,它们通过总线连成一体;中断和 DMA 是计算机与外部设备交换信息的两大同步机制,有关控制逻辑是当今高档微机中不可或缺的硬件支持;汇编语言是与计算机硬件关系最密切的非机器码编程语言。因此,学习和掌握这些内容,是理解微型计算机工作原理的基础和关键。



邹逢兴，教授，1945年出生于江西省峡江县，1969年毕业于哈尔滨军事工程学院，在国防科技大学自动控制系长期从事电子技术、微机应用和计算机测控方面的教学与科研工作。先后负责和参与国家863高技术项目和计算机推广应用项目等科研10余项，多次获全国科学大会奖和部委级科技进步奖；出版著作8部，在国内外发表学术论文50余篇，曾获全国电子类专业优秀教材一等奖、省级自然科学优秀论文二等奖和部委级、军队级优秀教学成果一等奖。主要研究方向是计算机过程控制与管理、检测技术与自动化装置、计算机接口与通信。计算机应用系统的故障诊断与可靠性技术等。



目 录

第一章 微型计算机系统组成及工作原理

§ 1.1 微型计算机系统概述	(1)
§ 1.1.1 微型计算机的发展及应用	(1)
§ 1.1.2 微型计算机系统的三个层次	(5)
§ 1.1.3 微型计算机的分类	(5)
§ 1.1.4 微型计算机系统的主要性能指标	(6)
§ 1.2 微型计算机系统硬件结构	(7)
§ 1.2.1 结构特点与框图	(7)
§ 1.2.2 主要组成部分结构及功能	(9)
§ 1.3 微型计算机的运算基础	(13)
§ 1.3.1 计算机中数的表示方法	(13)
§ 1.3.2 计算机的运算	(17)
§ 1.4 微型计算机基本工作原理	(22)
§ 1.4.1 指令与程序概述	(22)
§ 1.4.2 指令类别	(23)
§ 1.4.3 指令与程序的执行	(23)
§ 1.4.4 程序执行过程举例	(24)
§ 1.5 高档微机中应用的现代先进计算机技术	(26)
§ 1.5.1 微程序控制技术	(26)
§ 1.5.2 流水线技术	(27)
§ 1.5.3 高速缓冲存储器技术	(28)
§ 1.5.4 虚拟存储器技术	(28)
§ 1.5.5 多媒体扩展技术	(29)
§ 1.5.6 乱序执行技术	(29)
§ 1.6 PC 系列微型计算机系统	(30)
§ 1.6.1 PC 系列微机系统简介	(30)
§ 1.6.2 基本系统配置	(31)
§ 1.6.3 非基本系统配置	(32)
§ 1.6.4 主板硬件结构	(33)
思考题与习题	(40)

第二章 微处理器和指令系统

§ 2.1 Intel 系列微处理器	(43)
§ 2.1.1 8086/8088 微处理器	(43)
§ 2.1.2 80286 微处理器	(46)
§ 2.1.3 80386 微处理器	(47)
§ 2.1.4 80486 微处理器	(48)
§ 2.1.5 Pentium 微处理器	(49)
§ 2.1.6 Pentium Pro 及以上微处理器	(50)
§ 2.2 Intel 80486 微处理器体系结构	(51)
§ 2.2.1 内部结构	(51)
§ 2.2.2 内部寄存器	(53)
§ 2.2.3 外部引脚及功能	(60)
§ 2.2.4 三种工作方式及相互转换	(64)
§ 2.3 80486 微处理器的数据类型	(65)
§ 2.4 80486 微处理器的寻址方式	(67)
§ 2.4.1 有效地址 EA	(67)
§ 2.4.2 11 种寻址方式	(68)
§ 2.4.3 存储器寻址时的段约定	(73)
§ 2.4.4 操作数宽度和地址宽度的确定	(74)
§ 2.5 80486 的指令系统	(75)
§ 2.5.1 80486 指令系统概述	(75)
§ 2.5.2 80486 指令格式	(76)
§ 2.5.3 80486 指令简介	(77)
思考题与习题	(119)

第三章 汇编语言程序设计基础

§ 3.1 汇编语言概述	(126)
§ 3.2 汇编语言程序结构与语句格式	(126)
§ 3.2.1 源程序结构	(126)
§ 3.2.2 语句格式	(129)
§ 3.3 伪指令语句	(132)
§ 3.3.1 程序结构伪指令语句	(132)
§ 3.3.2 符号/数据/标号伪指令语句	(141)
§ 3.3.3 结构性数据伪指令语句	(143)
§ 3.3.4 过程和宏定义伪指令语句	(147)
§ 3.3.5 条件汇编伪指令语句	(150)
§ 3.3.6 列表伪指令语句	(151)

§ 3.4	汇编语言程序设计入门	(153)
§ 3.4.1	程序设计一般步骤	(153)
§ 3.4.2	程序处理过程	(153)
§ 3.4.3	程序设计基本方法	(154)
§ 3.4.4	子程序设计与调用技术	(161)
§ 3.5	模块化程序设计技术	(171)
§ 3.5.1	模块化程序设计的原则	(171)
§ 3.5.2	程序中模块间的关系	(172)
§ 3.5.3	高级语言与汇编语言的程序连接	(175)
§ 3.5.4	模块化程序设计举例	(177)
§ 3.6	实用程序设计举例	(179)
	思考题与习题	(198)

第四章 存储器

§ 4.1	存储器概述	(201)
§ 4.1.1	分级存储器系统结构	(201)
§ 4.1.2	半导体存储器的分类	(202)
§ 4.1.3	各类存储芯片与 CPU 的接口特性	(203)
§ 4.2	内存储器系统的组织原理	(214)
§ 4.2.1	存储器结构的确定	(214)
§ 4.2.2	存储器芯片的选择	(216)
§ 4.2.3	存储器接口的设计	(218)
§ 4.2.4	存储器系统设计举例	(220)
§ 4.2.5	存储器扩充寻址	(225)
§ 4.3	高速缓冲存储器与虚拟存储器工作原理	(228)
§ 4.3.1	高速缓冲存储器(Cache)工作原理	(228)
§ 4.3.2	虚拟存储器(VM)工作原理	(232)
§ 4.3.3	高速缓存器与虚拟存储器的比较	(233)
§ 4.4	80486/80586 的存储器结构与存储管理	(233)
§ 4.4.1	存储器组织结构	(233)
§ 4.4.2	存储器工作方式及管理	(239)
* § 4.4.3	存储器管理软件	(243)
	思考题与习题	(245)

第五章 输入输出接口

§ 5.1	I/O 接口概述	(247)
§ 5.1.1	I/O 设备与 I/O 接口	(247)
§ 5.1.2	接口分类	(248)

§ 5.1.3	接口的基本功能与基本结构	(249)
§ 5.2	I/O 端口的编址方式	(251)
§ 5.2.1	存储器映像方式	(251)
§ 5.2.2	隔离 I/O 方式	(252)
§ 5.2.3	80486 的 I/O 端口编址方式	(253)
§ 5.3	I/O 同步控制方式	(257)
§ 5.3.1	概述	(257)
§ 5.3.2	程序查询式控制	(258)
§ 5.3.3	中断驱动式控制	(260)
§ 5.3.4	直接存储器存取式控制	(261)
§ 5.3.5	专用 I/O 处理机控制	(262)
思考题与习题	(263)

第六章 总线与总线标准

§ 6.1	有关总线的基本概念	(265)
§ 6.1.1	总线和总线操作	(265)
§ 6.1.2	总结分组及功能	(266)
§ 6.1.3	总线周期与指令周期、时钟周期的关系	(266)
§ 6.1.4	总线时序	(267)
§ 6.2	总线操作控制	(268)
§ 6.2.1	总线判决	(268)
§ 6.2.2	总线握手	(272)
6.2.3	80486 的基本总线握手操作时序	(281)
§ 6.3	高档 PC 系列微机总线层次结构	(283)
§ 6.4	总线接口标准	(285)
§ 6.4.1	总线标准概述	(285)
§ 6.4.2	ISA 总线	(287)
* § 6.4.3	EISA 总线	(293)
* § 6.4.4	PCI 总线	(295)
思考题与习题	(303)

第七章 中断与中断控制

§ 7.1	概述	(305)
§ 7.1.1	中断概念	(305)
§ 7.1.2	中断源	(306)
§ 7.1.3	中断优先级与中断嵌套	(306)
§ 7.1.4	CPU 响应中断的条件	(306)
§ 7.1.5	中断处理过程	(308)

§ 7.2	中断源的识别与判优	(309)
§ 7.2.1	程序查询式识别与判优	(309)
§ 7.2.2	中断向量式识别与判优	(310)
§ 7.3	8295A 可编程中断控制器	(312)
§ 7.3.1	8295A 的内部结构与引脚功能	(312)
§ 7.3.2	8295A 的中断工作过程	(315)
§ 7.3.3	8295A 的编程	(315)
§ 7.4	80386/80486/80586CPU 的中断机制	(330)
§ 7.4.1	中断类型	(330)
§ 7.4.2	中断向量号分配与中断向量获取方法	(332)
§ 7.4.3	各类中断/异常的优先级	(334)
§ 7.4.4	中断/异常的检测、响应、处理过程	(335)
§ 7.5	80X86 微机的硬件中断控制逻辑	(336)
§ 7.5.1	PC/XT 机的硬件中断控制逻辑	(336)
§ 7.5.2	PC/AT 机的硬件中断控制逻辑	(338)
§ 7.5.3	80386/80486/80586 微机的中断控制逻辑	(339)
	思考题与习题	(340)

* 第八章 DMA 与 DMA 控制

§ 8.1	概述	(343)
§ 8.2	DMAC 占用总线的方式	(344)
§ 8.2.1	使 CPU 暂时放弃总线控制权的方式	(344)
§ 8.2.2	暂停 CPU 时钟脉冲的方式	(345)
§ 8.2.3	窃取 CPU 空闲时间的方式	(345)
§ 8.3	DMAC 的基本功能和结构	(346)
§ 8.3.1	基本功能	(346)
§ 8.3.2	典型结构	(346)
§ 8.4	DMA 传送的控制原理	(348)
§ 8.5	DMAC 的工作方式	(349)
§ 8.5.1	工作状态	(349)
§ 8.5.2	操作类型	(351)
§ 8.5.3	操作方式	(351)
§ 8.6	DMA 控制器 8237A—5	(353)
§ 8.6.1	主要功能和特性	(353)
§ 8.6.2	内部结构和引脚信号	(354)
§ 8.6.3	8237A—5 的操作时序	(362)
§ 8.6.4	8237A—5 的初始化	(364)
§ 8.7	8237A-5 在 80 × 86 微机中的应用	(365)

§ 8.7.1 硬件逻辑结构	(366)
§ 8.7.2 ROM—BIOS 对 DMA 系统的编程	(368)
思考题与习题	(374)

参考文献

第一章 微型计算机系统组成及工作原理

§ 1.1 微型计算机系统概述

§ 1.1.1 微型计算机的发展及应用

自从 1946 年美国宾夕法尼亚大学研制出世界上第一台数字电子计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator)以来,计算机的发展突飞猛进,日新月异。短短 50 年中,已经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模/超大规模集成电路计算机等四代的发展历程,并自 80 年代中期起,开始了以模拟人的大脑神经网络功能为基础的第五代计算机的研究。各代计算机的更替除主要表现在组成计算机的电子元件的更新换代外,还集中表现在计算机系统结构和计算机软件技术的改进上。正是这几方面的飞速进步,才使得计算机的功能、性能一代比一代明显提高,而体积却一代比一代明显缩小,价格一代比一代明显降低。今天,一台计算机的性能价格比和性能体积比已经比第一代电子管计算机的高出了成百上千倍,乃至成千上万倍。

作为第四代计算机的一个重要分支,微型计算机于 70 年代初诞生了。微型计算机(Microcomputer)与其它大、中、小型计算机的区别,在于其中央处理器(CPU, Central Processing Unit)采用了大规模、超大规模集成电路技术,其它类型计算机的 CPU 则是由相当多的分立元件电路或集成电路所组成。为了将这两种 CPU 相区别,把微型计算机的 CPU 芯片称为微处理器 MPU(Micro Processing Unit 或 Microprocessor)。

微型计算机的发展是与微处理器的发展同步的。20 多年来,微处理器集成度几乎每两年增加一倍,产品每 2~4 年更新换代一次,现已进入第五代。各代的划分通常以 MPU 的字长和速度为主要依据。

第一代 4 位微处理器以 Intel 公司的 4004 为代表,它虽然简单,运算能力不强,速度不高,但它的问世标志着计算机的发展进入了一个新纪元。其后,世界上许多公司纷纷投入微处理器研制,并逐步形成了以 Intel 公司、Motorola 公司和 Zilog 公司产品为代表的三大系列微处理器。它们在竞争中求发展,推动微处理器以快速的步伐相继走向了第二代、第三代、第四代和第五代。第二代 8 位微处理器的典型产品有 Intel8008/8080/8085, Motorola 的

MC6800/6809, Zilog 的 Z80 等;第三代 16 位微处理器的典型产品有 Intel8086/8088/80186/80286, MC68000/68010, Z8000 等;第四代 32 位微处理器的典型产品有 Intel80386/80486, MC68020/68030/68040 等;第五代 64 位微处理器则以 Intel 公司先后推出的 Pentium/Pentium Pro/Pentium II/Pentium III, AMD 公司的 K6/K6 II/K6 III/K7, Cgrix 公司的 6X86/MediaGX/6X86MMX/M II 和 IBM、Apple、Motorola 三大公司共同开发的 Power PC 等为代表产品。经过激烈的市场竞争和优胜劣汰,目前主要保留了两大系列微处理器: Intel80 × 86 和 Motorola680 × 0。而其中又以 Intel 80 × 86 系列产品独领风骚,在各种通用微机、专用微机和工作站中应用最为广泛。据统计,世界上以 Intel80 × 86 为 CPU 的 PC 机每年产量已超过 5000 万台,我国大陆每年销售量在 100 万台以上,1996 年达到 192 万台。预计到 2000 年,我国 PC 机总销量将达到 1000 万台以上;到 2001 年,全世界 PC 机销量将达到 1.5 亿台的市场规模。表 1.1 列出了 Intel 公司的微处理器芯片发展年表及产品主要性能、特点。

目前,微处理器和微型计算机正在向着更微型化、更高速、更廉价和多图形、超媒体、更强功能的方向发展。其结果,一方面各种便携式微机(笔记本式微机、膝上微机、掌上微机)将大量涌现;另一方面将超级微型机和巨型计算机技术紧密结合、融为一体的“微巨机”也将不断问世。

微处理器和微型计算机的诞生与发展,一方面有力地推动了计算机技术的发展,另一方面也极大地促进了计算机应用的日益广泛和深入。微型计算机诞生前,计算机虽然作为近代最伟大的科学成就之一,以其神奇的功能和本领引起了世人的瞩目,但毕竟因其价格昂贵和体积庞大而令一般人和一般单位望而却步,只有一些国家重要部门、重要领域、高等院校、研究所和大型企业才与它有缘。自从微型计算机问世后,则是另一番情景,它以其极高的性能价格比、性能体积比和极大的使用方便性、灵活性,很快就赢得了广阔的市场,使计算机迅速推广应用到国防事业和国民经济的各行各业、各个领域,引起了社会、经济的巨大变革。今天,伴随着分布式计算技术、网络通信技术和多媒体技术的发展,微型计算机不仅早已进入人们的工作间、办公室,而且正在迅速进入千家万户,正在改变着人们的工作、学习和生活习惯。一个全民学“电脑”、用“电脑”的热潮正在兴起。可以预料,微型计算机与计算机的应用将以前所未有的速度向着深度和广度发展。

计算机的应用,归纳起来主要有这样几个方面:

(1) 科学计算与数据处理。这是最原始、也是占比重最大的计算机应用领域。在科学研究、工程设计和社会经济规划管理中,存在大量复杂的数学计算问题,如卫星轨道的计算、大型水坝的设计、航天测控数据的处理、中长期天气预报、地质勘探与地震预测、社会经济发展规划的制订等,常常需要进行几十阶微分方程组、几百个线性联立方程组和大型矩阵的求解运算,没有计算机是不可设想的。利用计算机则可快速得到较理想的结果。

(2) 生产与试验过程控制。在工农业、国防、交通等领域,利用计算机对生产和试验过程进行自动实时监测、控制和管理,可提高效率,提高质量,降低成本,缩短周期。

(3) 自动化仪器、仪表及装置。在仪器、仪表及装置中使用微处理器或微型计算机,可明显增强功能,提高性能,减小重量和体积。

(4) 信息管理与办公自动化。现代企事业单位和政府、军队各部门需要管理的内容很多,如财务管理、人事档案管理、情报资料管理、仓库材料管理、生产计划管理、信贷业务管

表 1.1 Intel 微处理器发展年表及主要性能、特点

代数	型号	推出时间	工艺	数据位数	地址位数	主频 (Hz)	其它性能、特点
第一代	4004	1971 年	PMOS	4	12	740k	内含 1200 个晶体管,基本指令执行时间 20 μ s
	8008	1972 年	PMOS	8	12	800k	内含 2000 个晶体管,基本指令执行时间 10 μ s
第二代	8080	1976 年	PMOS	8	16	2M	内含 4900 个晶体管,基本指令执行时间 2 μ s
	8080A	1976	NMOS	8	16	2 ~ 3M	与 8080 基本相同
	8085A	1977 年	NMOS	8	16	3 ~ 6M	内含 9000 个晶体管,基本指令执行时间 1 μ s; 是将 8080A 微处理器、8224 时钟驱动器、 8228 总线控制器三者合一而成
	8086	1978 年	NMOS	16	20	4.77 ~ 10M	16 位寄存器,内含 2.9 万个晶体管, < 1MIPS
第三代	8088	1978 年	NMOS	8	20	4.77 ~ 10M	准 8086 即内部运算 16 位,性能与 8086 相同, 外部交换 8 位
	80186	1982 年	NMOS	16	20	8 ~ 16M	16 位寄存器,是 8086、两级 DMA、三个定时器、 二级中断控制器的合成
	80188	1982 年	NMOS	8	20	8 ~ 16M	是 8 位型 80186,类似于 8088 同 8086 的关系
	80286	1982 年	CMOS	16	24	6 ~ 12.5M	16 位寄存器;内含 13.4 万个晶体管; 保护模式操作;1 ~ 2MIPS;有虚存 1GB
	80386 DX	1985 年	CHMOS	32	32	16 ~ 33M	32 位寄存器;实存 4GB,虚存 64TB; 内含 27.5 万个晶体管;6 ~ 12MIPS
第四代	80386 SL	1988 年	CHMOS	16	32	16 ~ 20M	属低功耗型 80386DX,耗电少, 主要面向便携机
	80486 DX	1989 年	CHMOS	32	32	25 ~ 50M	32 位寄存器;实存 4GB,虚存 64TB; 内含 120 万个晶体管,是 80386DX、 8KB Cache、80387 协处理器三者合一
	80486 SX	1991 年	CHMOS	32	32	16 ~ 33M	是不带 80387 协处理器的 80486DX
	80486 DX2	1992 年	CHMOS	32	32	50 ~ 66M	是双倍频时钟的 486DX,速度比之更高
	80486 SI	1992 年	CHMOS	32	32	20 ~ 25M	属低功耗型 80486DX,更适用于便携机。 类似于 386SI 同 386DX 的关系
	80486 DX4	1994 年	CHMOS	32	32	75 ~ 100M	带有更大 Cache 的三倍频时钟的 486DX