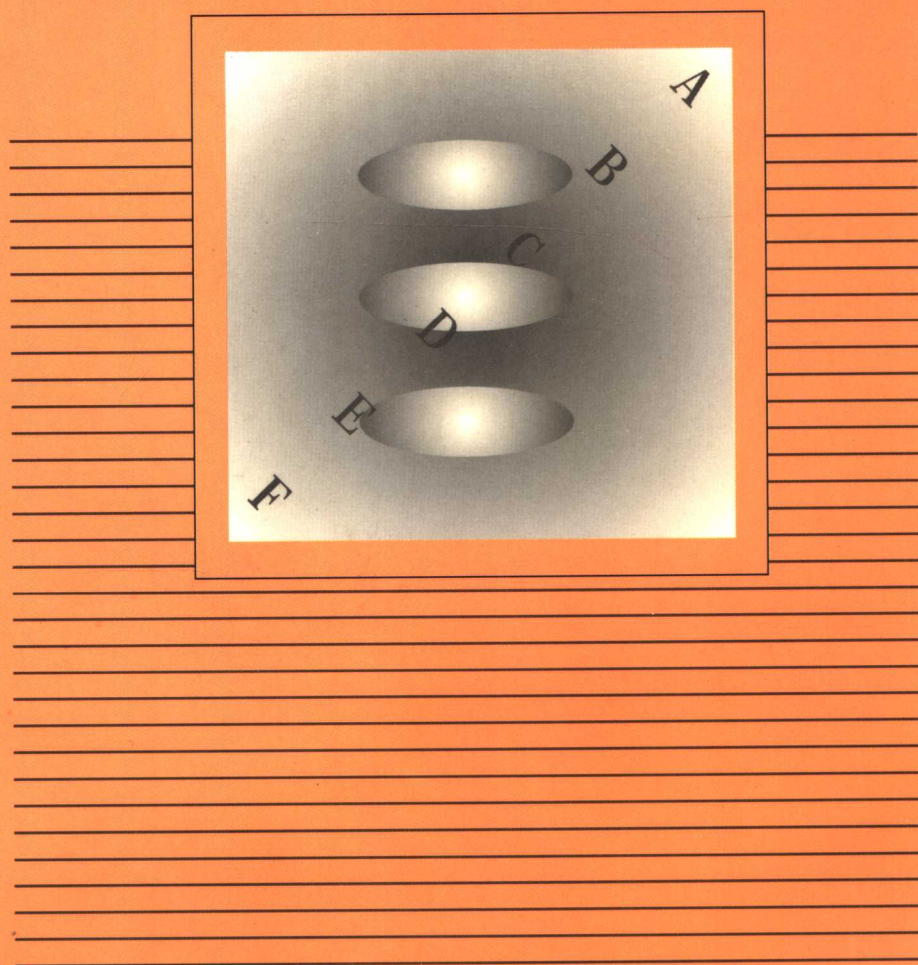


北京市高等教育学历文凭考试计算机专业教材

微型计算机原理与接口技术

邵鸿余 郭俊美 于守谦 编著



科学出版社

TP364
16

北京市高等教育学历文凭考试计算机专业教材

微型计算机原理与接口技术

邵鸿余 郭俊美 于守谦 编著

科学出版社

2000

内 容 简 介

本书是根据国务院发布的《高等教育自学考试暂行条例》以及北京市高等教育自学考试委员会关于《高等教育学历文凭考试课程大纲》编写的,其内容的深度和广度符合大纲要求。

本书以 Intel 8086/8088CPU 为典型机型,系统地介绍了 16 位微型计算机的组成原理、体系结构和接口技术原理及应用。全书共 8 章,前 7 章为微机原理的内容,主要包括:微机系统概述、8086/8088 微型计算机系统组成、指令系统、存储器、输入/输出、中断系统和总线技术,第 8 章介绍微机接口技术原理及应用。全书的章节次序与考试大纲一致,便于组织教学。

本书由北京市高等教育自学考试委员会推荐使用,不仅可作为高等教育自学考试计算机专业文凭考试课程的理想教材,还可作为各类高等专科学校、职工大学、职业大学、夜大学以及函授大学等大专类“微机原理与接口”课程的教材与教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/邵鸿余等编著. - 北京:科学出版社,2000
(北京市高等教育学历文凭考试计算机专业教材)

ISBN 7-03-006816-5

I. 微… II. 邵… III. ①微型计算机-高等教育-教材 ②微型计算机-接口-高等教育-教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 16496 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

2000 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2000 年 3 月第一次印刷 印张:17 1/2
印数:1—4 500 字数:400 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

序

高等教育学历文凭考试,是我国高等教育事业发展过程中出现的一个新生事物。它是社会力量办学与国家考试相结合,以宽进严出、教考分离、全日制教学为特点的高等教育形式。这种形式从它产生之日起,就受到社会各界的重视和赞誉,认为它为我国社会主义经济建设对人才的大量需求又提供了一种培养手段,同时它也得到了国家有关领导同志的称赞,认为这是“穷国办大教育”的一条好的途径。北京在全国是最早进行这项试点工作的,目前有24所民办高校参加,开设的专业有16个,在校生3万余人,年均招生规模都在万人左右,其中计算机应用专业1997年成为招生规模最大的专业。经过五年的实践和总结,特别是结合国家为民办高等教育培养目标“应用性、职业性”定位的理解,我们感到,我市试点工作在发展过程中,基本建设做得还不够,这其中一个是表现就是抓教材建设做得不够,特别是目前市场上还缺乏与高等职业技术教育相匹配的有关教材,导致目前参加文凭考试的民办学校在教学上基本上是借用普通高校的教材,因而教材与培养要求上的矛盾就尤显突出。

我们非常感谢的是,北京航空航天大学计算机系非常积极和认真地提出了要组织编写一套适合这种考试的教材的建议,并做了很具体的安排。北京航空航天大学的许多专家、教授克服了学校教学、科研任务繁忙的困难,按时、保质地完成了撰稿工作。同时此项工作也得到了科学出版社有关同志的大力配合,没有他们耐心、细致地做组稿和出版等工作,这套教材能这样快地面世是不可想象的。

经过各方的通力协作,今天这套教材终于可以奉献给大家了。我们觉得这套教材基本上体现了高等教育学历文凭考试计算机应用专业培养方向上的要求,在内容上也是科学、严谨的,我们同意把这套教材作为推荐使用的教材。同时,我们也希望社会各界对这套教材有什么意见和建议,能及时反馈给我们,以便使它不断完善。

谢谢大家。

北京市高等教育自学考试委员会办公室

1998年6月12日

编委会名单

主任

怀进鹏 周 轩

委员

董存稳	刘 泓	沈旭昆	马殿富
李昭原	吴保国	刘 瑞	檀凤琴
何自强	唐发根	任爱华	熊桂喜
邵鸿余	郭俊美	于守谦	

前 言

“微型计算机原理与接口技术”是计算机专业必修的一门重要专业基础课程。本书根据高等教育学历文凭考试大纲要求,并结合大专层次教学特点,以 Intel 8086/8088 为 CPU 的 IBM PC 系列微机为背景机,详细、系统地介绍了 16 位微型计算机的基本原理、组成和接口技术。

本书作为计算机专业大专系列教材之一,在内容的选取与安排、概念的引入以及文字叙述等方面都力求遵循“强调基本概念、基本原理、基本方法,面向应用、便于自学”的原则。全书共 8 章。第一章介绍了微型计算机的发展概况、特点,以及微处理器、微型计算机、微型计算机系统三者间的相互关系;第二章重点讲述 8086/8088 微处理器的内部结构、外部特性、总线周期与总线操作、微机系统配置;第三章以 Intel 8086/8088 为例,介绍了微机系统的各种寻址方式和基本指令系统;第四章主要讨论存储器的基本组成及其与 CPU 的连接;第五章介绍输入、输出的一般过程、CPU 与外设间数据传送的控制方式、DMA 控制器;第六章重点介绍中断的基本概念、8086/8088 中断系统及可编程中断控制器 8259A;第七章讲述总线的基本概念、常用微机系统总线及局部总线概念;第八章主要讨论可编程并行接口 8255A、串行接口 8251A、定时器/计数器 8253、模拟接口(A/D、D/A)。每章后面均配有适量习题,以帮助读者巩固所学内容。

“微型计算机原理与接口技术”是一门实践性较强的课程,因此应有适量的实验相配合,教师可根据实际实验条件安排相应的实验。

本书由北京航空航天大学计算机系邵鸿余、自控系郭俊美和机械学院于守谦三位同志合作完成,其中第一、二、三、五、七章由邵鸿余编写,第四、六章由于守谦编写,第八章由郭俊美编写,全书由邵鸿余统稿。

本书在编写过程中得到北京航空航天大学计算机系领导的关心和大力支持,金惠华教授在百忙中仔细审阅了全部书稿并提了很多宝贵的修改意见和建议,在此向他们表示衷心感谢。编写中参考了国内部分兄弟院校的优秀教材中的有关内容,在此向有关作者一并致谢。

由于作者水平所限,书中定有不少错误和疏漏,敬请读者和专家批评指正。

作 者

1999 年 9 月

目 录

序

前言

第一章 微型计算机概述	(1)
1.1 微型计算机的发展概况	(1)
1.2 微型计算机的特点和应用	(5)
1.2.1 微型计算机的特点	(5)
1.2.2 微型计算机的应用	(6)
1.3 微型计算机的分类及主要技术指标	(8)
1.3.1 按微处理器(CPU)字长分类	(8)
1.3.2 按微型计算机的组装形式分类	(9)
1.3.3 微型机的主要技术指标	(10)
1.4 微型计算机系统	(11)
1.4.1 微型计算机的基本组成	(11)
1.4.2 微型计算机系统组成	(16)
习题	(17)
第二章 8086/8088 微处理器结构	(19)
2.1 8086/8088CPU 的内部结构	(19)
2.1.1 总线接口部件和指令执行部件	(21)
2.1.2 寄存器结构	(23)
2.1.3 标志寄存器 FR	(26)
2.1.4 8086/8088 的总线周期概念	(27)
2.2 8086/8088 的引脚信号和工作模式	(29)
2.2.1 最大/最小工作模式	(29)
2.2.2 8086/8088CPU 的引脚功能	(30)
2.3 8086/8088 的主存储器和堆栈	(37)
2.3.1 存储器的分段和物理地址的形成	(37)
2.3.2 8086/8088 的存储器结构	(40)
2.3.3 堆栈	(43)
2.4 8086/8088 的系统配置	(44)
2.4.1 最小模式系统	(45)
2.4.2 最大模式系统	(49)
2.5 8086/8088 的总线操作和时序	(54)
2.5.1 系统的复位和启动	(54)
2.5.2 最小模式下的总线操作	(55)
2.5.3 最大模式下的总线操作	(60)
2.5.4 最小模式下的总线保持	(63)

2.5.5 最大模式下的总线请求/允许	(64)
习题	(65)
第三章 8086/8088 指令系统	(67)
3.1 8086/8088 的寻址方式	(67)
3.1.1 立即寻址	(68)
3.1.2 寄存器寻址	(68)
3.1.3 直接寻址	(69)
3.1.4 寄存器间接寻址	(69)
3.1.5 寄存器相对寻址	(70)
3.1.6 基址变址寻址	(71)
3.1.7 相对基址变址寻址	(71)
3.1.8 其它寻址	(72)
3.2 8086/8088 指令格式	(73)
3.2.1 指令格式	(73)
3.2.2 指令格式举例	(76)
3.3 8086/8088 指令系统	(77)
3.3.1 数据传送类指令	(77)
3.3.2 算术运算指令	(84)
3.3.3 逻辑运算和移位指令	(94)
3.3.4 字符串处理指令	(99)
3.3.5 控制转移指令	(102)
3.3.6 处理器控制指令	(111)
3.3.7 关于指令执行时间	(113)
习题	(114)
第四章 存储器	(116)
4.1 概述	(116)
4.1.1 半导体存储器的分类	(116)
4.1.2 存储器的主要指标	(116)
4.2 RAM 存储器	(117)
4.2.1 静态 MOS 型 RAM	(117)
4.2.2 动态 MOS 型 RAM	(118)
4.3 只读存储器	(120)
4.3.1 掩膜式 ROM	(120)
4.3.2 可编程 ROM(PROM)	(120)
4.3.3 可擦写 PROM(EPROM)	(120)
4.3.4 电擦写 EPROM(E ² PROM)	(123)
4.4 微型计算机存储器与 CPU 的连接	(124)
4.4.1 存储器的组织方式	(124)
4.4.2 8086 系统的内存组织方式	(127)
习题	(132)
第五章 微型计算机的输入/输出及 DMA	(133)

5.1 I/O 接口概述	(133)
5.1.1 数据信息	(133)
5.1.2 控制信息	(133)
5.1.3 状态信息	(134)
5.2 I/O 接口的功能及基本组成	(134)
5.2.1 I/O 接口的基本功能	(134)
5.2.2 I/O 接口的基本组成	(134)
5.3 I/O 端口及其寻址方式	(135)
5.3.1 I/O 端口及端口地址	(135)
5.3.2 I/O 端口的寻址方式	(136)
5.3.3 I/O 端口的地址分配和地址译码	(138)
5.4 CPU 与外设间的数据传送方式	(140)
5.4.1 程序传送方式	(141)
5.4.2 中断方式	(143)
5.4.3 DMA 方式	(145)
习题	(148)
第六章 中断与中断控制器 8259A	(150)
6.1 中断	(150)
6.1.1 中断及其相关概念	(150)
6.1.2 中断响应的过程	(151)
6.2 中断控制器	(152)
6.2.1 8259A 的基本结构与引脚信号	(152)
6.2.2 8259A 的初始化命令字和操作命令字	(155)
6.2.3 8259A 的初始化流程	(162)
6.2.4 多片主从式系统的工作原理	(162)
习题	(163)
第七章 总线	(164)
7.1 总线的一般概念	(164)
7.1.1 总线及总线分类	(164)
7.1.2 总线标准	(164)
7.1.3 总线通信方式	(165)
7.1.4 总线仲裁	(166)
7.2 常用微机系统总线	(167)
7.2.1 PC 总线	(168)
7.2.2 ISA 总线	(170)
7.2.3 EISA 总线	(172)
7.2.4 局部总线标准	(173)
7.3 常用外总线	(176)
7.3.1 IEEE-488 总线	(176)
7.3.2 EIA-RS-232C 串行总线	(178)
习题	(179)

第八章 接口技术	(180)
8.1 并行接口	(180)
8.1.1 并行接口概念	(180)
8.1.2 硬线连接并行接口	(181)
8.1.3 可编程并行接口芯片 8255A-5	(185)
8.2 串行通信接口	(196)
8.2.1 串行通信	(196)
8.2.2 8251 可编程串行通信接口	(206)
8.3 计数器和定时器电路 Intel 8253——PIT	(215)
8.3.1 主要功能	(216)
8.3.2 8253 的内部结构和引线	(216)
8.3.3 8253 的控制字	(218)
8.3.4 8253 的工作方式	(219)
8.3.5 8253-PIT 的编程	(224)
8.3.6 8253 在系统中的应用	(225)
8.4 D/A 和 A/D 转换器接口	(226)
8.4.1 D/A 转换器	(227)
8.4.2 A/D 转换器	(232)
8.4.3 微型计算机系统的 A/D, D/A 通道	(237)
习题	(240)
附录一 字符与 ASCII 代码对照表	(243)
附录二 8086/8088 指令系统	(244)
附录三 中断向量地址一览表	(251)
附录四 DOS 功能调用	(253)
附录五 BIOS 中断调用	(258)
附录六 北京市高等教育学历文凭考试“微机原理与接口技术”课程考试大纲	(262)

第一章 微型计算机概述

1.1 微型计算机的发展概况

世界上第一台电子计算机是由美国宾夕法尼亚大学在 1946 年研制成功的。这台名为 ENIAC 的计算机使用了 18 800 个电子管,5 000 个继电器,耗电 150kW/h,重 30t,占地面积约 150m²,而运算速度仅为每秒 5 000 次加法运算,真可谓庞然大物。50 多年来,随着电子技术特别是微电子技术的发展,电子计算机的发展经历了电子管计算机→晶体管计算机→中、小规模集成电路计算机,目前已发展到了以大规模(LSI)和超大规模(VLS)集成电路为主要特征的第四代计算机,运算速度为每秒几十亿次、几百亿次的巨型机也已投入运行,计算机已从早期的数值计算、数据处理发展到目前的进行知识处理的人工智能阶段,不仅可以处理文字、字符、图形图象信息,而且可以处理音频、视频信息,正向智能、多媒体计算机方向发展。

电子计算机在物理结构上是由运算器、控制器、存储器及输入、输出设备等五部分组成的,如图 1.1 所示。其中运算器和控制器称为中央处理机(简称 CPU),它是计算机的核心部件。随着 LSI 和 VLSI 制造技术的发展,到 70 年代初期,已经能把原来体积很大的中央处理机电路集成在一片面积很小(仅十几平方毫米)的电路芯片上,称为微处理器(Microprocessor,简称 μ P)。微处理器的出现开创了微型计算机的新时代。

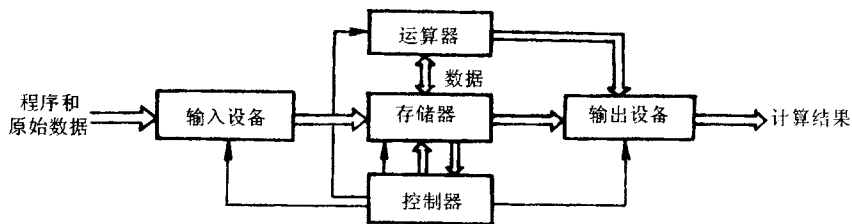


图 1.1 电子计算机基本组成框图

以微处理器为核心再配上半导体存储器、输入/输出接口电路、系统总线及其它支持逻辑组成的计算机称为微型计算机。微型计算机的出现,为计算机技术的发展和普及开辟了崭新的途径,是计算机科学技术发展史上的一个新的里程碑。

由于微型计算机具有体积小、重量轻、价格便宜、耗电少、可靠性高、通用性和灵活性好等突出特点,加上超大规模集成电路工艺技术的迅速发展,使微型计算机技术得到极其迅速的发展和广泛的应用。从 1971 年美国 Intel 公司首先研制成功世界上第一块微处理器芯片 4004 以来,差不多每隔 2~3 年就推出一代新的微处理器产品,如今已经推出了五代微处理器产品。微处理器是微型计算机的核心部件,它的性能在很大程度上决定了微型计算机的性能。因此,微型机的发展是以微处理器的发展而更新换代的。

1. 第一代微处理器和微型计算机(1971~1973年)

第一代微处理器是4位和低档8位微处理器时代,其典型产品有:

·Intel4004,由美国 Intel 公司 1971 年首次推出,它的改进型是 4040。以它为核心构成的微型机是 MCS-4。

·Intel8008,它是 Intel 公司 1972 年推出的第一个 8 位通用微处理器,以 Intel8008 为核心构成的微型计算机是 MCS-8。

第一代微处理器的特点是:芯片采用 PMOS 工艺,集成度约为 2000 管/片,时钟频率为 1MHz,平均指令执行时间为 $20\mu\text{s}$,指令系统简单,运算功能单一,但价格低廉,使用方便,主要应用是面向袖珍计算器、家电、交通灯控制等简单控制场合。

2. 第二代微处理器和微型计算机(1973~1978年)

第二代微处理器是成熟的 8 位微处理器时代。典型产品有:

·Intel8080,1973 年由 Intel 公司推出,它的出现加速了微型计算机的发展。

·MC6800,1974 年由美国 Motorola 公司推出。

·Z-80,1975 年由 Zilog 公司推出,它是国内曾经最流行的单板微型机 TP801 的 CPU。

·Intel8085,1976 年由 Intel 公司推出,是 Intel8080 的改进型。

·MOS6502,由 MOS 公司推出,它是 IBM PC 机问世之前世界上最流行的微型计算机 Apple II (苹果机)的 CPU。

第二代微处理器的特点是:芯片采用 NMOS 工艺,集成度达到 5 000~9 000 管/片,微处理器的性能技术指标有明显改进,时钟频率为 2~4MHz,运算速度快,平均指令执行时间为 $1\sim 2\mu\text{s}$,具有多种寻址方式,指令系统较完善,基本指令多达 100 多条,在系统结构上已经具有典型计算机的体系结构,具有中断、DMA 等控制功能,设计上考虑了机器间的兼容性、接口的标准化和通用性,配套外围电路的功能和种类齐全。总之,使 8 位微处理器处于成熟阶段。在软件方面,除可使用汇编语言外,还有高级语言和操作系统。8 位微处理器和以它为 CPU 构成的微型机广泛应用于信息处理、工业控制、汽车、智能仪器仪表和家用电器领域。

3. 第三代微处理器和微型计算机(1978~1983年)

第三代是 16 位微处理器时代,70 年代后期 VLSI 技术的成熟,进一步推动微处理器和微型计算机生产技术向更高层次发展,出现了 16 位微处理器,这一时期的最典型产品是 Intel 公司 1978 年推出的 16 位微处理器 Intel8086,其集成度为 29 000 管/片,时钟频率为 5~8MHz,数据总线宽度为 16 位,地址总线为 20 位,可寻址内存空间达 1MB,运算速度比 8 位机快 2~5 倍。在 8086 微处理器推出后不久,为了与当时种类齐全的 8 位外围支持电路相配套,降低系统成本,保护用户投资,很快又推出了内部结构与 8086 相同,但外部总线只有 8 位的准 16 位微处理器 8088,它实际上是后来 16 位个人计算机的主流型 CPU。特别是 1981 年,IBM 公司推出的以 8088 为 CPU 的 16 位个人计算机 IBM PC 和 PC/XT 机,投入市场后迅速占领市场,形成了使用 16 位个人计算机的高潮。除 8086/8088 外,还有

Zilog 公司的 Z-8000, Motorola 公司的 MC68000。这些高性能的 16 位微处理器的特点是:工艺上采用 HMOS 高密度集成工艺技术,集成度为 2~7 万管/片(MC68000 在单芯片上集成了 68 000 个元件),处理器的各项技术指标比第二代微处理器高了一个数量级,时钟频率为 4~8MHz,平均指令执行时间为 0.5 μ s(最短的指令执行时间在 300ns 以下),具有丰富的指令系统和多种寻址方式,多种数据处理形式,采用多级中断,有完善的操作系统。由它们组成的微型计算机的性能指标已达到或超过当时的中档小型机的水平。从此,传统的小型机受到严峻的挑战,激烈的竞争又促使微型计算机技术以更快的速度发展。特别是 1982 年,Intel 公司又推出 80286 微处理器,它是 16 位微处理器中的高档产品,其集成度达到 10 万个晶体管/片,时钟频率为 10MHz,平均指令执行时间为 0.2 μ s,速度比 8086 快 5~6 倍,微处理器本身含有多任务系统必须的任务转换功能、存储器管理功能和多种保护机构,支持虚拟存储体系结构,因此以 80286 为 CPU 构成的个人计算机 IBM PC/AT 机不仅弥补了以 8088 为 CPU 的 IBM PC/XT 机在多任务方面的缺陷,而且满足了多用户和多任务系统的需要,从 80 年代中、后期到 90 年代初,80286 一直是个人计算机的主流型 CPU。

4. 第四代微处理器(1983~1993 年)

第四代是 32 位微处理器时代。1983 年以后,以 Intel 公司为代表的一些世界著名半导体集成电路生产商先后开始推出 32 位微处理器,这一时期的典型产品有:Zilog 公司的 Z-8000(1983 年),Motorola 公司的 MC68000(1984 年)、Intel 公司的 Intel80386(1985 年)和 NEC 公司的 V70 等。32 位微处理器的出现,使微处理器开始进入一个崭新的时代,无论从结构、功能和应用范围等方面看,可以说是小型机的微型化,这些微处理器采用先进的高速 CHMOS 工艺,集成度高达 15~50 万管/片,内部采用流水线控制(80386 采用 6 级流水线,使取指令、译码、内存管理、执行指令和总线访问并行操作),时钟频率达到 16~33MHz,平均指令执行时间约 0.1 μ s,具有 32 位数据总线和 32 位地址总线,直接寻址能力高达 4GB,同时具有存储保护和虚拟存储功能,虚拟空间可达 64TB(2^{64}),运算速度为每秒 300~400 万条指令,即 3~4MIPS。特别是 1989 年后,Intel 公司又推出更高性能的 32 位微处理器 Intel80486,其集成度达 120 万管/片,是 80386 的 4 倍,增加 3 片内协处理器和 8KB 的片内高速缓存(即一级 Cache),支持配置外部 Cache(即二级 Cache)。内部数据总线宽度有 32 位、64 位和 128 位,分别用于不同单元间的数据交换。80486 还首先采用了 RISI(精简指令集)技术,使一个时钟周期执行一条指令。它采用突发总线(Burst BUS)技术与外部 RAM 进行高速数据交换,大大加快了数据处理速度。由于采用了上述先进技术,大大缩短了每条指令的执行时间,极大地提高了 80486 的处理速度,在相同时钟频率下,80486 的处理速度一般要比 80386 快 3~4 倍。80486 的高档芯片 80486DX2CPU 的时钟频率为 66MHz 时,其速度可达 54MIPS。同期推出的高性能 32 位微处理器还有 Motorola 公司的 MC68040 和 NEC 公司的 V80 等。由这些高性能 32 位微处理器组成的 32 位微型计算机的性能已达到或超过当时的高档小型机甚至大型机水平,被称为高档(超级)微型机。

5. 第五代微处理器(从1993年开始)

第五代微处理器的推出,使微处理器技术发展到了一个崭新阶段,这一时期的典型产品有:

- 经典 Pentium,1993 年 Intel 公司推出。
- Power PC,1995 年 IBM, Motorola, Apple 联合推出。
- Pentium pro,1996 年 Intel 公司推出。
- K5,AMD 公司推出。
- Pentium II,1997 年 Intel 公司推出。

1993 年 3 月,Intel 公司正式推出第五代微处理器 Pentium,俗称 586 或 P5。作为 Intel 微处理器系列的新成员,Pentium 处理器不仅继承了其前辈的所有优点,而且在许多方面又有新的突破,使微处理器技术达到最高峰。它采用亚微米($0.6\mu\text{m}$)的 CMOS 工艺制造,集成度高达 310 万管/片,采用 64 位外部数据总线,使经总线访问内存数据的速度高达 528MB/s,是主频 66MHz 的 80486DX2 最高速度(105MB/s)的 5 倍,36 位地址总线使可寻址空间达 64GB,主频最初有 60MHz 和 66MHz 两种,后来陆续推出的 Pentium 系列产品的主频有 75,90,100,120,133,166MHz,最高为 200MHz。Pentium586 是 32 位的微处理器,但采用了全新的体系结构,内部采用超标量流水线设计,在 CPU 内部有 U V 两条流水线并行工作,允许 Pentium 在单个时钟周期内执行两条整数指令,即实现指令并行;Pentium 芯片内采用双 Cache 结构,即指令 Cache 和数据 Cache,每个 Cache 为 8KB,数据宽度为 32 位,避免了预取指令和数据可能发生的冲突。数据 Cache 还采用了回写技术,大大节省了 CPU 的处理时间;它采用分支指令预测技术,实现动态地预测分支程序的指令流向,大大节省了 CPU 用于判别分支程序的时间。

为了强化浮点运算能力,Pentium 微处理器中的浮点运算部件在 486 的基础上彻底重新设计,其执行过程分为 8 级流水线和部分指令固化的硬件执行浮点运算技术,保证每个时钟周期至少能完成一个浮点操作,极大地提高了浮点运算速度。尽管如此,它现已成为经典的 Pentium 而被淘汰。Intel 公司为了巩固其 32 位微处理器的优势地位,于 1995 年 2 月在 IEEE 国际固态电路会议上正式宣布了其新一代微处理器 P6,P6 采用 $0.6\mu\text{m}$ 工艺,集成度为 550 万管/片,具有两个一级高速缓存(即 8KB 的指令 Cache 和 8KB 的数据 Cache),256KB 的二级 Cache,电源电压仅为 2.9V,主频为 133MHz,内部采用 12 级超标量流水线结构,一个时钟周期可以执行 3 条指令,同时它在 CLSC/RISC 的混合使用、乱序执行等方面都有新的特点。其性能是经典 Pentium 的 2 倍。1996 年经进一步改进,Intel 公司将 P6 正式命名为 Pentium pro,该处理器的集成电路线径仅为 $0.35\mu\text{m}$,最高时钟频率为 200MHz,运算速度达 200MIPS。但由于 Pentium pro 昂贵的价格和它在 16 位操作系统下的某些缺点,而使得它未能成为桌面 PC 机的主流型 CPU。

继 Pentium pro 之后,1997 年 Intel 公司又推出了微处理器的极品——Pentium II(即奔腾二代),它是目前世界上运行速度最快、性能最优良的微处理器,在 Windows NT 下,该芯片无与伦比,目前主频有 233MHz,266MHz 和 300MHz 三种,350MHz,400MHz 的芯片也将大量面市,它将是今后一段时间内高档 PC 机的主流型 CPU。

各代微处理器的主要性能、特点概括如表 1.1 所示。

表 1.1 各代微处理器的特点

主要特点 比较项	第一代 1971 ~ 1973 年	第二代 1973 ~ 1978 年	第三代 1978 ~ 1983 年	第四代 1983 ~ 1993 年	第五代 1993 年 ~ 目前
典型的微处理器芯片	Intel4004 Intel8008	Intel8080 MC6800 Z-80	Intel8086/8088 Intel80286 MC68000 Z-8000	Intel180386 Intel80486 MC68020 Z-8000	Pentium 586 Pentium pro Pentium II
字长	4/8 位	8 位	16 位	32 位	32 位
芯片集成度	1000 ~ 2000 管/片	5000 ~ 9000 管/片	2 ~ 7 万管/片	15 万管/片以上	310 万管/片以上
时钟频率	0.5 ~ 0.8MHz	1 ~ 4MHz	5 ~ 10MHz	16MHz	60 ~ 300MHz
数据总线	4/8 位	8 位	16 位	32 位	64 位
地址总线	4/8 位	16 位	20 ~ 24 位	32 位	32/36 位
存储器容量	≤ 16KB	≤ 64KB	1 ~ 16MB	4GB 实存 64TB 虚存	4GB 实存 64TB 虚存
指令平均执行时间	10 ~ 15 μ s	1 ~ 2 μ s	0.5 μ s	< 0.1 μ s	< 0.02 μ s
软件水平	机器语言 汇编语言	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 部分软件固化	除常规软件外, 操作系统功能更 强, 各种应用软 件工具更丰富

1.2 微型计算机的特点和应用

1.2.1 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 13000 个标准门电路组成, 其芯片面积仅为 42.25mm², 功耗为 1.25W。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 × 11mm², 芯片的重量仅十几克, 工作在 50MHz 时钟频率时的最大功耗仅为 3W。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、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,从而使印刷电路板上的连线减少,接插件数目大幅度减少,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. 结构简单灵活、系统设计方便、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面。

4. 性能价格比高

随着大规模和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,微型机的生产成本不断下降,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 80486, 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、小型机低几个数量级,当前一台配置为 Pentium II 266 主频, 3.2G 硬盘、32M 内存、24 速光驱、15 英寸彩显的高档微机其价格也不过 7~8 千元。而其性能可达数百 MIPS。

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,而性能会越来越高,这将使微型计算机得到更为广泛的应用。

1.2.2 微型计算机的应用

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、使用环境要求低、价格低廉等一系列特点和优点,因此使其得到了广泛的应用,如卫星、导弹的发射、石油勘探、天气预报、邮电通信、空中交通管制和航空订票、CAD/CAM、智能仪器、家用电器乃至电子表、儿童玩具等,它已渗透到国民经济的各个部门,几乎无处不在。微型计算机的问世和飞速发展,使计算机真正走出了科学的殿堂,进入到人类社会生产和生活的各个方面;使它从过去只限于各部门、各单位少数专业人员使用普及到广大民众乃至中小学生,成为人们工作和生活不可缺少的部分,从而将人类社会推进到了信息时代。微型计算机的应用范围举不胜举,下面对微机的主要应用领域作简要介绍。

1. 科学计算

科学计算一直是电子计算机的重要应用领域。世界上第一台电子计算机 ENIAC 就

是专为计算高炮弹道而设计的。如今,卫星、导弹的轨道计算,核武器试验,航天飞机发射,天气、地震预测预报,大型桥梁、高层建筑、重型机械等的结构设计,飞机船泊的外型设计等等都需要进行极其复杂和大量的科学计算,它们离不开大型高速计算机。在基础科学研究领域,生物学中的人工胰岛素的合成,物质分子结构的分析等复杂计算也都离不开大型高速计算机。随着微处理器技术的不断发展,性能不断升级,高档微型计算机已具有较强的运算能力,已能满足相当范围的科学计算的需要,特别是微巨型机的发展以及用多个微处理器组成的并行处理机系统,其功能和计算速度已可与大型计算机相匹敌,而成本只有大型机的几分之一,使微型计算机用于科学计算的前景更为广阔。

2. 信息处理和事务管理

计算机应用最广泛的领域之一是信息处理。所谓信息处理,就是利用计算机对科学实验、生产管理、社会与经济活动领域中获得的大量数据进行存储、交换、处理。在当今的信息化社会中,用微型计算机进行信息处理已成为必不可少的手段。将微型机配上适当的应用软件,可以很方便地对各种信息按不同要求进行分类、检索、变换、存储、打印或显示。在微机联网后还可实现信息传送、资源共享,提高信息利用率。例如银行的电子化系统可在一个城市甚至全国实现通存通兑,财务管理、人事档案管理、股票期货交易、航空订票系统、军事情报、企业管理系统等都是靠微机和网络来实现的。随着现代化管理的需要,办公自动化也成为微机应用的一个重要领域,它除了完成一般的数据信息处理之外,还可进行决策、判断,进行必要的方案论证和规划,以实现现代化的科学管理。微机加上相应的专用硬件,还可处理图文、声像等多媒体信息。

3. 工业控制/自动控制

利用微型计算机及时检测和收集某一生产活动中某些必需的数据,并按最佳状况进行自动调节和控制,称为实时控制。如各种生产线自动控制、石化装置的巡回检测,炉窑温度控制、钢材的轧制控制、卫星、导弹的发射与姿态控制等都必须靠微机来实现。在工业生产过程中使用了实时计算机控制及自动生产线,可以实现设备的自动在线检测与控制,剔除不合格产品,以保证产品质量和生产安全,提高生产效益,减轻工人的劳动强度、节省能源。特别是微机控制的机器人可以代替人在恶劣环境下工作。

4. 计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)

CAD/CAM 是微机应用的另一重要领域。CAD 是指用计算机来帮助设计者进行各种工程设计、模拟、测试。设计者可以通过 CAD 软件在 CRT 图形显示器上从不同侧面或空间观察自己的设计,通过鼠标或光笔方便地修改自己的设计,直到满意为止。通过模拟来验证自己的设计是否合理,是否达到预期要求。CAD 技术使工程设计走向自动化,提高设计效率,缩短开发周期,降低制造成本。CAD 技术在服装设计、电子、汽车、机械制造行业中已经广泛应用并取得显著成效。

CAM 是指利用计算机来控制机械加工、制造。用计算机控制以数控机床为中心的机械加工系统,可以实现加工件的自动运输、组装、加工、测量、检查等功能。目前微型机可