

- 北京市高等教育学历文凭考试教材
- 高等教育自学考试教材

微机原理与接口技术

邵鸿余 编著



北京航空航天大学出版社

微机原理与接口技术

邵鸿余 编著

北京航空航天大学出版社

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,其内容的深度和广度符合考试大纲要求。

本书以 Intel8086/8088 微处理器和 IBM PC 系列微机为背景机,系统地介绍了 16 位微型计算机系统的组成原理、体系结构和接口技术原理及应用。主要内容包括:微机系统概述、8086/8088 CPU 体系结构、指令系统、存储器、微机输入/输出及 DMA、中断系统、总线技术、微机接口技术原理及应用。

全书共 8 章,全部章节与考试大纲一致,便于组织教学。本书内容丰富、叙述深入浅出、概念清楚,各章配有适量习题、思考题和本章小结,这些内容与考纲中的考试要求相一致,便于自学。

本书是为北京市高等教育学历文凭考试计算机专业编写的指定教材,也可作为高等学校非计算机专业、高等教育自学考试、各类成人高等学校计算机专业微机原理及应用课程的教材与教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/邵鸿余编著. —北京:北京航空航天大学出版社,1999.5

ISBN 7-81012-864-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 03796 号

微机原理与接口技术

编著:邵鸿余

责任编辑:金淑泉

责任校对:李宝田

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市学院路 37 号 邮编 100083 发行部电话 010-82317024

<http://www.buaapress.cn.net>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

北京宏文印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:24.5 字数:621 千字

1999 年 5 月第 1 版 1999 年 5 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 7-81012-864-7/TP·329 定价:30.00 元

前 言

《微机原理与接口技术》是高等学校工科电类各专业,特别是计算机应用专业大学生必修的一门重要专业基础课程。其任务是使学生从理论和实践上掌握微型计算机的基本组成,工作原理、各类接口部件功能及其与系统的连接、建立微机系统的整机概念,并在此基础上使学生具有微机应用系统软、硬件开发的初步能力。本书按照上述要求并结合高等教育学历文凭考试大纲要求和大专层次教学特点,以 8086/8088 CPU 为基础,以 PC 系列微机为背景编写了本教材。

全书共分 8 章,在章节和内容安排上既注重系统性和实用性,又与考试大纲一致。第 1 章为微型计算机系统概述;第 2 章详细介绍了 8086/8088 CPU 的内部结构、外部特性和微机系统组成原理及体系结构,第 3 章对 8086/8088 指令系统作了详尽说明;第 4 章介绍微机存储器的组成及其与系统的连接;第 5 章介绍微机输入输出及 DMA;第 6 章讲述微机中断系统和可编程中断控制器 8259A;第 7 章介绍微机系统总线;第 8 章详细介绍了微型机接口技术(包括定时器/计数器 8253、通用并行接口 8255A、串行接口 8251A、D/A、A/D 转换器及接口)。

作为一本教材,本书在编写中注重理论联系实际,在讲清基本原理的基础上,强调基本概念、基本方法以及实际分析和设计能力的培养。在叙述上从实际出发,深入浅出、概念明确、条理性好。书中引入了大量例题,有利于读者掌握基本概念、基本方法,便于自学。每章后配有适量思考题和习题,以及本章小结,可帮助读者明确目标和掌握重点,也便于教师组织教学。因此,本书既可作教材,也适合于自学,具有较好的实用性和参考价值。

本书不仅可作为高等教育自学考试计算机专业学历文凭考试的理想教材,也适用于各类高等学校计算机专业大专类的“微机原理及应用”和“微机原理及接口技术”课程的教材,或作为非计算机专业本科教材。

微机原理与接口技术是一门实践性很强的课程,除课堂教学外,还应有适量的实验相配合,否则,学习效果会受到影响,因此,教师应根据实际情况安排相应的实验。

本书是作者在多年从事计算机专业教学、科研实践的基础上并参考了国内部分兄弟院校的优秀教材的有关内容编写而成,在此,特向有关作者一并致谢。

本书在编写过程中得到了北方交通大学王琴放教授和北京科技大学赵开群教授的热情指导和帮助,他们仔细审阅了本书的书稿并提出许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中得到了北航出版社责任编辑金友泉的大力帮助和指导,他为本书的出版和书稿的修定提出了许多宝贵建议,在此向他表示衷心感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中错误和不妥之处,敬请读者和专家批评指正。

编者

1998 年 12 月于北航

目 录

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 微型计算机的分类	(4)
1.2.1 按微处理器的字长分	(4)
1.2.2 按微型机的组装形式分	(5)
1.3 微型计算机的特点和应用	(5)
1.3.1 微型计算机的特点	(5)
1.3.2 微型计算机的应用	(7)
1.4 微型计算机系统	(8)
1.4.1 微处理器	(10)
1.4.2 微型计算机	(10)
1.4.3 微型计算机系统	(12)
本章小结	(14)
习题与思考题	(14)
第二章 8086/8088 CPU 体系结构	(15)
2.1 8086/8088 CPU 内部结构	(15)
2.1.1 总线接口部件和指令执行部件	(17)
2.1.2 寄存器结构	(19)
2.1.3 8086/8088 CPU 的总线周期概念	(23)
2.2 8086/8088 CPU 的工作模式及引脚功能	(25)
2.2.1 最大/最小工作模式	(25)
2.2.2 8086/8088 CPU 的引脚功能	(25)
2.3 8086/8088 的存储器组织	(33)
2.3.1 存储器的分段和物理地址的形成	(33)
2.3.2 8086/8088 存储器的分体结构	(35)
2.3.3 8086/8088 中的堆栈	(38)
2.4 8086/8088 的系统配置	(38)
2.4.1 最小模式系统	(39)
2.4.2 最大模式系统	(44)
2.5 8086/8088 的操作和时序	(48)
2.5.1 系统的复位和启动操作	(48)
2.5.2 总线操作	(49)

2.5.3 最小模式下的总线保持请求/保持响应	(56)
2.5.4 最大模式下的总线请求/允许/释放操作	(57)
本章小结	(58)
习题与思考题	(60)
第三章 8086/8088 的寻址方式和指令系统	(62)
3.1 8086/8088 的寻址方式	(62)
3.1.1 固定寻址	(63)
3.1.2 立即寻址	(63)
3.1.3 寄存器寻址	(63)
3.1.4 直接寻址	(64)
3.1.5 寄存器间接寻址	(64)
3.1.6 寄存器相对寻址	(65)
3.1.7 基址变址寻址	(66)
3.1.8 相对基址变址寻址	(66)
3.1.9 I/O 端口寻址	(67)
3.2 指令执行时间	(67)
3.3 8086/8088 的指令格式	(68)
3.3.1 8086/8088 通用指令格式	(69)
3.3.2 指令格式举例	(71)
3.4 8086/8088 指令系统	(72)
3.4.1 数据传送类指令	(72)
3.4.2 算术运算指令	(72)
3.4.3 逻辑运算和移位指令	(77)
3.4.4 字符串处理指令	(90)
3.4.5 控制转移指令	(94)
3.4.6 处理器控制指令	(105)
本章小结	(107)
习题与思考题	(108)
第四章 存储器	(110)
4.1 存储器概述	(110)
4.1.1 存储器的分类	(110)
4.1.2 存储器的一般结构	(112)
4.1.3 存储器的主要技术指标	(113)
4.2 随机存储器(RAM)	(113)
4.2.1 静态 RAM(SRAM)	(114)
4.2.2 动态 RAM(DRAM)	(117)
4.3 只读存储器	(122)

4.3.1 掩膜型 ROM	(122)
4.3.2 可编程 ROM(PROM)	(123)
4.3.3 可擦除可编程 ROM(EPROM)	(124)
4.3.4 电可擦除可编程 ROM(E ² PROM)	(127)
4.4 CPU 与存储器的连接	(129)
4.4.1 连接时应考虑的问题	(129)
4.4.2 存储器芯片的组织	(132)
4.4.3 存储器地址的选择	(133)
4.4.4 存储器数据线和控制信号线的连接	(136)
4.4.5 存储器地址空间的分配和使用	(136)
4.5 高速缓冲存储器	(137)
4.6 光盘存储器	(138)
4.6.1 概 述	(138)
4.6.2 光盘存储器的基本工作原理及其组成	(139)
4.7 存储器的层次结构	(141)
4.7.1 主存-辅存层次	(141)
4.7.2 Cache-主存层次	(141)
本章小结	(142)
习题与思考题	(144)
第五章 微型计算机的输入/输出及 DMA	(145)
5.1 概 述	(145)
5.1.1 CPU 与 I/O 设备间的接口信号	(146)
5.1.2 I/O 接口的功能、组成及其与系统的连接	(146)
5.1.3 I/O 接口的分类	(148)
5.2 I/O 端口及其寻址方式	(149)
5.2.1 I/O 端口及端口地址	(149)
5.2.2 端口地址的编址方式	(149)
5.2.3 独立编址方式的端口访问	(150)
5.2.4 I/O 端口地址分配及译码	(151)
5.3 CPU 与外设间的数据传送方式	(153)
5.3.1 程序控制方式	(153)
5.3.2 中断方式	(156)
5.3.3 DMA 方式	(157)
本章小结	(162)
习题与思考题	(162)
第六章 微型计算机中断系统	(164)
6.1 中断的基本概念	(164)

6.1.1 中断过程	(164)
6.1.2 中断识别及中断优先级管理	(166)
6.2 80806/8088 的中断系统	(169)
6.2.1 8086/8088 的中断源分类	(170)
6.2.2 中断向量与中断向量表	(170)
6.2.3 各类中断的优先级	(172)
6.2.4 软件中断	(172)
6.2.5 硬件中断	(175)
6.2.6 关于主程序和中断子程序	(178)
6.3 可编程中断控制器 8259A	(179)
6.3.1 8259A 的外部引脚和内部结构	(180)
6.3.2 8259A 的工作方式	(183)
6.3.3 8259A 的编程命令	(190)
6.4 8259A 在微机中的应用	(199)
6.4.1 8259A 的初始化编程举例	(199)
6.4.2 8259A 的级联使用	(200)
6.4.3 特殊屏蔽方式的编程方法	(202)
本章小结	(204)
习题与思考题	(205)
第七章 总线技术	(207)
7.1 总线的基本概念	(207)
7.1.1 总线分类	(208)
7.1.2 总线的操作过程	(208)
7.1.3 总线通信方式	(209)
7.1.4 总线仲裁	(211)
7.1.5 总线标准	(213)
7.2 微机常用系统总线	(213)
7.2.1 概 述	(213)
7.2.2 IBM PC 总线	(215)
7.2.3 ISA 总线	(217)
7.2.4 EISA 总线	(220)
7.2.5 局部总线概念	(221)
7.3 常用外总线	(224)
7.3.1 IEEE-488 总线	(224)
7.3.2 EIA RS-232C 串行总线标准	(227)
7.3.3 通用串行总线 USB 简介	(231)
本章小结	(233)
习题与思考题	(234)

第八章 接口技术及应用	(235)
8.1 可编程定时器/计数器 8253 及其应用	(235)
8.1.1 定时系统概述	(235)
8.1.2 8253 的内部结构和工作原理	(237)
8.1.3 8253 的工作方式	(243)
8.1.4 8253 的应用举例	(249)
8.2 可编程并行接口 8255A 及其应用	(254)
8.2.1 并行接口技术概述	(254)
8.2.2 8255A 的内部结构和引脚信号	(255)
8.2.3 8255A 的控制字	(258)
8.2.4 8255A 的工作方式	(260)
8.2.5 8255A 的应用举例	(272)
8.3 可编程串行通信接口 8251A 及其应用	(284)
8.3.1 串行通信的基本概念	(284)
8.3.2 串行接口标准及串行通信接口	(293)
8.3.3 可编程串行通信接口 8251A	(297)
8.3.4 8251A 的应用举例	(308)
8.4 数模(D/A)、模数(A/D)转换及其接口	(312)
8.4.1 概 述	(312)
8.4.2 D/A 转换器及其应用	(313)
8.4.3 A/D 转换器及其应用	(326)
8.4.4 采样保持电路	(339)
8.4.5 多路模拟开关	(340)
8.4.6 A/D、D/A 通道的结构形式	(341)
本章小结	(343)
习题与思考题	(345)
附 录	(348)
附录一 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	(348)
附录二 8086/8088 指令系统一览表	(356)
附录三 8086/8088 指令编码格式	(362)
附录四 DOS 的软中断和 DOS 系统功能调用	(369)
附录五 ASCII 码编码表	(374)
附录六 中断向量表	(375)
附录七 BIOS 中断调用	(376)
主要参考文献	(380)

第一章 微型计算机概述

本章的目的是使读者对微处理器、微型计算机和微型计算机系统的基本概念、组成、特点和应用等有一个概貌的了解,虽然这些介绍是很粗浅的,但对后续各章的学习是有益的。

1.1 微型计算机的发展概况

自 1946 年世界上第一台电子计算机(ENIAC)在美国诞生至今,不过 50 年的历史。然而,它发展之迅速,普及之广泛,对整个社会和科学技术影响之深远,是任何其他学科所不及的。50 多年来,计算机的发展已经经历了从电子管计算机发展到晶体管计算机再到集成电路计算机,目前已发展到以大规模和超大规模集成电路(VLSI)为主要特征的第四代计算机,运算速度每秒为几百亿次甚至几千亿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、图形图像信息,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。

在推动计算机技术发展的诸多因素中,除计算机系统结构和计算机软件技术的发展起着重大作用外,电子技术特别是微电子技术的发展起着决定性作用。70 年代初,随着大规模集成电路(LSI)的出现并开始商品化,已能将原来体积很大的中央处理器(即 CPU)电路集成在一片面积仅为十几平方毫米的半导体芯片上,称为微处理器(MicroProcessor,简称 MPU 或 μP)。

微处理器的出现开创了微型计算机的新时代。以微处理器为核心,再配上半导体存储器(RAM,ROM)、输入/输出接口电路(简称 I/O 接口电路)、系统总线及其他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和成熟,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 Intel4004 以来,头 10 年中,差不多每隔(2~3)年就推出一代新的微处理器产品,如今已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,微型计算机的发展则是以微处理器的发展而更新换代的。

第一代(1971 年~1973 年)微处理器和微型计算机是 4 位和低档 8 位微处理器时代。

这一时期的典型产品有 Intel4004、Intel8008。其中 Intel8008 是第一个 8 位通用微处理器。以 4004、8008 为 CPU 构成的微型计算机分别是 MCC-4 和 MCS-8。

第一代微处理器的特点是:芯片采用 PMOS 工艺,集成度仅为 2 000 只晶体管/片,主时钟频率为 1MHz,平均指令执行时间为 $15\mu s \sim 20\mu s$,指令系统简单,运算功能单一,仅能进行串行十进制运算。采用机器语言编程,其价格低廉,使用方便,主要应用是面向各种袖珍计算器、家

电、交通灯控制等简单控制领域。

第二代(1973年~1978年)微处理器和微型计算机是成熟的8位微处理器时代。

1973年, Intel公司推出了性能更好的8位微处理器8080。它的出现加速了微处理器和微型计算机的发展。这时很多公司对微处理器产生极大兴趣, 纷纷加入这一行业。从此, 微处理器和微型计算机像雨后春笋般地蓬勃发展起来。先后推出了一批性能优良的8位微处理器产品, 如Motorola公司的MC6800, Zilog公司的Z80, Intel公司的8085等。这一时期微处理器的设计和生产技术已相当成熟, 微处理器的生产普遍采用NMOS工艺, 集成度已高达1 000管/片, 性能有明显改进, 主时钟频率为2MHz~4MHz, 平均指令执行时间为 $1\mu\text{s}\sim 2\mu\text{s}$, 指令系统较为完善。这一时期推出的微型计算机在系统结构上已具有典型的计算机体系结构以及中断、DMA等控制功能, 在系统设计上考虑了机器间的兼容性, 接口的标准化和通用性, 外围配套电路种类齐全、功能完善。在系统软件方面, 除可使用汇编语言外, 还配有高级语言和操作系统。应用方面广泛用于数据处理、工业控制、汽车、电子、智能仪器仪表和家电等各个领域。

70年代后期, 超大规模集成电路(VLSI)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。1978年, Intel公司率先推出了新一代16位微处理器8086, 这标志着微处理器的发展进入了第三代。第三代(1978年~1983年)是16位微处理器时代, Intel公司的8086/8088, Motorola公司的MC68000和Zilog公司的Z8000, 这些高性能的16位微处理器成为当时国内外市场上最流行的典型产品, 其集成度高达29 000管/片。其中, MC68000集成了68 000个元件, 采用HMOS高密度制造工艺技术, 时钟频率为5MHz~40MHz, 平均指令执行时间为 $0.5\mu\text{s}$, 数据总线宽度为16位, 地址线为20位, 最大可寻址空间为1M(兆)字节, 具有丰富的指令系统, CPU内部结构有很大改进, 如Intel8086/8088内部采用流水线结构, 设置了指令预取队列, 使处理速度大大提高。在软件方面可以使用多种高级语言, 有完善的操作系统, 支持构成多处理器系统。总之, 其性能指标已达到或超过当时的中档小型机的水平, 传统的小型机也从此受到严峻挑战, 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公司推出了16位微处理器中的高档芯片80286, 它具有多任务系统所必须的任务切换功能、存储器管理功能和多种保护功能, 支持虚拟存储体系结构, 地址总线从20位增加到24位, 其存储器可直接寻址空间达16MB, 时钟频率提高到5MHz~25MHz。从80年代中、后期到90年代初, 80286一直是个人计算机IBM PC/AT机的主流型CPU。同期的产品还有Motorola的MC68010。

从1983年起, 微处理器进入第四代, 即32位微处理器时代。这一时期的典型产品有:

Z80000	1983年, Zilog公司推出;
MC68020	1984年, Motorola公司推出;
Intel 80386	1985年, Intel公司推出;
Intel 80486	1989年, Intel公司推出;
Intel 68040	1989年, Motorola公司推出。

1985年, Intel公司推出与8086向上兼容的32位微处理器80386。它具有32位数据总线和32位地址总线, 存储器可寻址空间达4GB, 时钟频率16MHz~33MHz, 平均指令执行时间 $<0.1\mu\text{s}$, 运算速度达到(300~400)万条指令/秒(即3~4MIPS), CPU内部采用6级流水线结构, 使取指令、译码、内存管理、执行指令和总线访问并行操作。使用二级存储器管理方式, 支持带有存储器保护的虚拟存储机制, 虚拟存储空间高达 2^{64} 字节。随着集成电路工艺水平的进

一步提高,1989年Intel公司又推出了性能更高的32位微处理器80486,其集成度约120万管/片,它是80386的4倍。80486CPU内除含有一个80386体系结构的主处理器外,还增加了一个与80387兼容的片内数字协处理器和一个8KB容量的片内高速缓存(即一级Cache),内部数据总线宽度可为32位、64位和128位。分别用于不同单元间的数据交换,80486还采用了RISC(即精简指令集计算机)技术和突发(Burst)总线技术,缩短了每条指令的执行时间,在相同频率下,80486的处理速度一般要比80386快(2~3)倍。80486的高档芯片80486DX2 CPU的时钟频率为66MHz时,其性能可达54MIPS。同期推出的高性能32位微处理器产品还有MC68040和V80等。由这些高性能32位微处理器为CPU构成的微型机的性能指标已达到或超过当时的高档小型机甚至大型机的水平,被称为高档(超级)微型机。

1993年,Intel公司推出第五代微处理器Pentium(简称P5或586)。Pentium微处理器的推出,使微处理器的技术发展到了一个崭新阶段,标志着微处理器完成从CISC向RISC时代的过渡,也标志着微处理器向工作站和超级小型机冲击的开始。作为Intel系列微处理器的新成员,Pentium不仅继承了其前辈的所有优点,而且在许多方面都有新的突破。它采用亚微米($0.8\mu\text{m}$)CMOS工艺技术,集成度为310万管/片,数据总线64位,地址总线36位,CPU内部采用超标量流水线设计,CPU内部有U、V两条流水线并行工作,使Pentium在单个时钟内执行两条整数指令;Pentium片内采用双Cache结构(即指令Cache和数据Cache),每个Cache容量为8KB,数据宽度为32位,数据Cache采用回写技术,大大节省了处理时间;Pentium处理器为了提高浮点运算速度,采用8级流水线和部分指令固化技术;片内设置分支目标缓冲器(BTB),可动态预测分支程序的指令流向,节省了CPU判别分支的时间,大大提高处理速度。Pentium系列处理器有多种工作频率,最低为60MHz,工作在60MHz和66MHz时,其速度分别可达100和111.6VAX MIPS,即1亿次/秒。尽管如此,它已作为经典的Pentium被淘汰。1996年,Intel公司正式公布其高档Pentium产品Pentium Pro,该处理器采用 $0.35\mu\text{s}$ 工艺,片内集成有550万个晶体管,具有8KB指令和8KB数据的一级Cache,256KB的二级Cache,它在CISC/RISC中混合使用,程序执行等方面都有新的特点,时钟频率为200MHz,运算速度高达200MIPS。同期的产品还有AMD公司的K5,IBM,Apple,Motorola三家联合推出的Power PC。

继Pentium Pro之后,1997年,Intel公司又推出微处理器的极品——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32位微处理器。它采用528管脚网格阵列(PLGA)的封装技术,外形封装采用单边插接卡盒(SEC)结构,其主频有233MHz、266MHz和300MHz三种,350MHz和400MHz主频的芯片也将大量面世。该处理器将在今后一段时间内成为PC机的主流型CPU。

随着LSI和VLSI技术的进一步发展,微处理器的集成度将越来越高,芯片功能越来越强。从微型机总的发展情况看,为使微处理器获得高性能,一方面提高集成度,另一方面在系统设计上追求综合性能的提高,更加全面地采用中大型计算机体系结构中的先进的技术,如流水线技术、高速缓存技术、虚拟存储管理技术、RISC技术、并行处理技术、更好地支持多处理器运行环境、多媒体技术和计算机网络应用等。

为便于读者参考,我们将各代微处理器的主要性能、特点归纳于表1-1。

表 1-1 各代微处理器的特点

主要特点 比较项	代	第一代 (1971~1973)年	第二代 (1973~1978)年	第三代 (1978~1983)年	第四代 1983 年	第五代 1993~目前
典型的微处理器芯片		Intel 4004 Intel 8008	Intel 8008 MC 6800 Z-80	Intel 8086/ 8088,286 MC 68000 Z-8000	Intel 80386 Intel 80486 MC 68020 Z-80000	Pentium 586 Pentium PRO Pentium II
字 长		4/8 位	8 位	16 位	32 位	32 位
芯片集成度		1~2 千晶体管/片	5~9 千晶体管/片	2~7 万晶体管/片	15 万以上 晶体管/片	310 万以上 晶体管/片
时钟频率		(0.5~0.8)MHz	(1~4)MHz	(5~10)MHz	16MHz 以上	(60~300)MHz
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		≤16K 字节	≤64K 字节	(1~16)M 字节	4G 字节实存 64T 字节虚存	4G 字节实存 64T 字节虚存
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 微型计算机的分类

如今,微处理器和微型计算机的种类繁多、功能各异。人们可以从不同角度对其进行归纳分类,如按微型机的组装形式、按应用范围、按微处理器制造工艺或性能等来分类。通常,人们习惯按微处理器的字长和按微型机的组装形式这两种情况来对微型机进行分类。

1.2.1 按微处理器的字长分

微处理器的字长也就是微型机的字长,字长是最能反映机器性能的技术指标之一。按微处理器的字长分类,一般可分为 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位机等几种。

4 位机目前多做成单片机形式,即在一个芯片上集成有 4 位的微处理器(CPU)、(1~4)K 字节的 ROM、(64~256)字节的 RAM 以及 I/O 接口和时钟发生器等。由于 4 位机的运算能力弱、存储容量小,无软件开发功能,但它价格低廉,使用方便,所以,广泛应用于各类袖珍或台式计算器、家用电器、娱乐产品或简单过程控制。

8 位微处理器推出时,微型计算机技术已相当成熟。因此,由 8 位微处理器为 CPU 构成的 8 位微型机系统有较强的通用性,指令系统完善,已具有典型计算机体系结构以及具有中断、DMA 等控制功能,考虑了机器间的兼容性,接口的标准化,有较为齐备的外围配套电路,这些因素使 8 位微型机广泛应用于工业自动化控制、事务管理、通信、教育、仪器仪表、家电等领域。特别是 8 位单片机已广泛应用于汽车、电子等行业和智能终端产品中。

70 年代后期推出的 16 位微处理器不仅在集成度、运行速度、数据总线宽度等主要指标方面都比 8 位机高得多,而且在体系结构、处理方法、功能和软件配备等方面都有质的改进。典型的产品有 Intel 8086/8088, MC68000, Z8000, 特别是以 Intel 的 8088, 80286 为 CPU 构成的微型计算机 IBM PC/XT 和 PC/AT 机曾在相当一段时间内是世界上最流行的个人计算机,以致

后续推出的高档微处理器都保持对其兼容,它们在功能和性能上已达到了 70 年代中档小型机的水平,广泛应用于科学计算、实时数据处理、分布式计算机控制、企业管理、网络和多处理机系统等。

32 位微处理器是微处理器中的佼佼者,进入 90 年代以来发展尤为迅速。继 Intel386,486 之后,以 Pentium 处理器为 CPU 的超级(高档)微型计算机已是目前国内外市场上的主流型微机。从应用角度说,32 位机是最适合的,因为科学计算、图形图像、语言处理、CAD/CAM、人工智能、大流量客户/服务器应用、网络等都需要高速的计算机。32 位机,特别是 32 位机中的高档机正是满足了这一应用要求,因此,才广泛应用于科研、生产、办公自动化、教育管理、网络等社会各领域。

微型计算机正朝着高集成度、高性能方向迅速向前发展,向更全面地采用大、中型机中的先进技术,向多媒体、网络化智能化方向发展。64 位微处理器不久将会推出并被广泛应用,将来的微型计算机世界将更加精彩斑斓。

1.2.2 按微型机的组装形式分

按微型计算机的组装形式来分,可将其分为单片机、单板机和多板微型计算机。

单片机——就是在—块半导体硅片上集成有 CPU、小容量 ROM, RAM, I/O 接口以及时钟发生器等,一个芯片就是一台完整的计算机。单片机以其体积小、功耗低、指令系统简单,可靠性高、性能价格比高等优点,被广泛应用于汽车、家电、工业过程控制,智能仪器仪表等领域,可方便地构成控制系统,特别是高性能的单片机字长可达 32 位,片内带有 A/D, D/A 转换器, ROM 容量可达 32K 字节。

单板机——将微处理器、存储器(ROM, RAM)、I/O 接口芯片和简单的输入、输出设备(小键盘、LED 显示器)等装配在一块印刷电路板上,再配上监控程序(固化在 ROM 中),就构成了一台单板计算机,简称单板机。它具有完全独立的微型计算机操作功能。但由于 I/O 设备简单、系统软件少,只能用机器语言编程。通常应用于简单控制场合。

多板微型计算机也叫系统机。它是根据系统要求把微处理器、存储器(ROM, RAM)芯片、I/O 接口电路和总线接口等组装在一块主机板(简称微机主板)上,再通过系统总线和各种外设的适配器或适配卡(Adapter)连接键盘、打印机、显示器、软/硬盘驱动器、光驱,并配置上电源。将主机板、电源、软/硬盘驱动器等安装在同一机箱内,将各种适配器、适配卡插在总线扩展槽上,通过总线相互连接,就构成了一台多板微型计算机;再配上足够的系统软件,就构成一台完整的微型计算机系统。目前人们广泛使用的个人计算机(PC 机)都是多板微型计算机系统。

多板微型机一般功能强、通用性好、组装灵活,选择不同的插件(功能部件适配卡)便可构成不同功能和要求的微型计算机系统或升级为高一档微机。

1.3 微型计算机的特点和应用

1.3.1 微型计算机的特点

微型计算机之所以能蓬勃地向前发展,是由于它除了具有一般计算机的众多优点外,还有

它自己的独特优点。

- 体积小、质量轻、功耗低

由于微型计算机中广泛采用了大规模和超大规模集成电路,从而使构成微型机所需要的器件和部件数量大为减少,使之体积大大缩小。一个与小型机 CPU 功能相当的 16 位/32 位的微处理器中可以做在仅十几或几十(mm^2)的芯片上,16 位机中功能最强的 MC68000 微处理器,由 1.3 万个标准电路组成,而其芯片面积仅为 46.25mm^2 ,功耗仅 1.2 瓦。32 位微型机 HP-9000 的微处理器芯片面积仅为 $(6.35 \times 6.35)\text{mm}^2$ 。被誉为当今微处理器中的极品的 Pentium II 将 750 万个晶体管电路仅集成在一个 203mm^2 的印模上。它工作在 266MHz 主时钟频率下的功耗仅为 38.2W。随着超大规模集成电路技术的不断发展,今后推出的微处理器集成度会更高,体积更小,功能将更强。

- 可靠性高、使用环境要求低

微型计算机采用大规模和超大规模集成电路以后,使得系统内使用的器件数量大大减少,器件、部件间的连线大大减少,接插件数目减少,加上 MOS 电路本身工作所需的功耗就很低,这些都使微型机的可靠性大大提高,因而,也就降低了对使用环境的要求。普通的家庭、办公室环境就可满足要求,而其机器性能却如同小型机甚至大型机一般,从而进一步促进了微型机的普及性。

- 结构简单、系统设计灵活、适应性强、使用方便

由于微型计算机多采用规模化的硬件结构,特别是采用总线结构后,使微机系统真正成为一个开放的体系结构,构成系统的各功能部件和各种适配卡通过标准的总线插槽相连。相互间的关系变为面向总线的单一关系,大大增加了系统扩充的灵活性和方便性。现代微处理器芯片及其相应的支持逻辑、I/O 接口等都有标准化、系列化的产品,用户可根据不同的应用要求选择不同的功能部件(板卡)就可很方便地构成不同规模的微机系统。即使是一个没有受过计算机专业训练的普通人也不难组装出一台微机。微型计算机的模块化体系结构和可编程性,可使一个标准的微型机在不改变系统硬件设计或只需部分地改变硬件设计,在相应软件系统的支持下就能适应不同的应用环境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宽广的应用面。

- 软件配置丰富

计算机的优良硬件性能是通过丰富多彩的软件体现在人们面前的。因此,软件是计算机的灵魂。如今,微型计算机之所以得到如此空前的普及和广泛应用,是与它能配置丰富的软件密切相关,从系统软件到应用软件应有尽有,而且功能强、使用方便,这就加速了微型机在人类社会的普及。

- 性能价格比高

性能价格比是指机器性能与售价之比。它是衡量计算产品性能优劣的一个综合指标,性能包括字长、主频、速度、配置、可靠性、可操作性等;价格指售价。

微处理器最突出的优点之一就是价格低廉、性能优良。由于 LSI 和 VLSI 工艺技术的不断成熟,生产的高度自动化,集成电路芯片的价格越来越低,从而使微型机的生产成本不断下降;集成电路技术的成熟,也使得在微处理器设计中全面采用大中型计算机体系结构设计的技术,如多级流水线结构、RISC 技术、高速缓存、虚拟存储技术等。许多高性能的微型计算机(如 Intel80486, Pentium Pro, Pentium II 等)的性能已经超过了中小计算机甚至大型计算机、工作站的水平,但其价格要比它们低几个数量级。低廉的价格是微型机能进入普通家庭的重要因

素之一。当前一台配置为 Pentium II 266 主频、64M 内存、4G 硬盘、24 速光驱、15 寸彩显及 AGP 彩色显示卡的高档微机,其价格也不过(7~8)千元,而其性能可达几百个 MIPS。微型计算机优良的性能价格比使得它获得了广泛的应用,同时又进一步促进了微型机技术的发展。

1.3.2 微型计算机的应用

微型计算机之所以获得迅速的发展,是与它具有极其广泛的应用领域分不开的。微型计算机以其体积小、价格低、耗电少、功能强和可靠性高等诸多优点已渗透到国民经济的各个领域。它不仅在科学计算、信息处理、过程控制、事务管理、国防尖端科技、邮电通信、人工智能、教育等方面占有重要地位,而且在各行各业乃至人们的日常生活中也发挥着不可缺少的重要作用,使计算机技术真正走出科学的殿堂,使计算机技术的应用从科学家、专业技术人员普及到广大民众乃至中小学生和儿童。它已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。微型计算机的应用领域举不胜举,概括起来,它的主要应用领域大致可归纳为以下几个方面。

● 科学计算

科学计算一直是计算机的重要应用领域。当初发明计算机的本来目的就是为了科学计算,第一台电子计算机 ENIAC 就是为计算高炮弹道而研制的,实际中有许多应用领域如卫星轨道计算,导弹和航天飞机、地震预测、天气预报、飞机、舰船的外型设计,生物学中的人工胰岛素合成、物质分子结构等都需要进行大量复杂的计算分析,这些都离不开大型高速计算机。高档微型计算机,特别是 Pentium II 这样的微型机已经具有较强的运算能力,它的速度虽然比不上某些巨型机,但已能满足相当范围的科学计算的需要。特别是微巨型机,由高性能微处理器组成的多处理器系统和并行处理机,其计算速度已可与大型机媲美,使微型机用于大型科学计算的前景更加广阔。

● 微型计算机可直接替代小型机

用多种微处理器模块可构成大、中型计算机甚至巨型机,构成以微型机为主体的多机或网络系统、并行处理系统,这不仅可使系统造价大大降低,而且在系统结构上也将具有更加灵活的优点。例如,美国宇航局的一台用于卫星图像处理的巨型机 MPP 就是由 16384 个微处理器组成一个 128×128 的微处理器方阵,实现并行处理。用微处理器构成多机并行处理系统是微型计算机技术向更高应用层次发展的主要目标。

● 信息处理

信息处理是微型计算机应用最广泛的领域。信息处理就是用微型计算机对生产、经济活动、社会和科学研究中获得的大量信息进行存储、分类、变换、计算、传输或以符合人们要求和习惯的形式输出、显示或再控制。在信息社会中,用微型机进行信息处理已成为人们工作、学习和生活中必不可少的手段。微型计算机配上适当的应用软件,可实现办公自动化、航空订票、银行电子化、情报检索、人事档案管理,企业管理中的 MIS 系统等都需要用微型机来完成。微型计算机加上相应的专用硬件还能处理各种不同内容、不同形式的信息,如图形、图像、文字、语言等多媒体信息。微型计算机除能完成一般的信息处理之外,还可以进行决策、判断,进行必要的方案论证和规划,实现现代化的科学管理。

● 计算机网络通信

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的结果。网络化是当今整个计算机发展的一个重要方向,无疑也是微型计算机发展和应用的重要方向,微型计算机在计算机网络中扮演

着重要角色。所谓网络化就是通过通信线路把不同地域的多台计算机连接起来,实现信息交流和资源共享,使计算机的功能巨增。随着信息高速公路的实施,Internet 国际互联网迅速覆盖全球,还有遍及全球的各种局域网、广域网,相互连接,微型计算机作为服务器、工作站成为网络中的重要成员。如今的个人计算机可通过普通电话线方便地联入 Internet 国际互联网,从而获得网上的各种资源。

- 工业自动化控制

利用微型计算机及时检测和收集某一生产活动中的某些必需的数据,并按最佳状况进行自动调节和控制,称为实时控制。微型计算机对工业生产过程的自动控制可以说是目前微型计算机在工业部门中应用最广泛和最有效的方面之一。它可使各类工业生产过程(如机械制造、大型化工企业生产工艺流程控制、大型冶金企业的高炉炉温控制、钢材轧制等)完全实现程序控制的自动化,为工矿企业生产能力和产品质量的迅速提高并减轻劳动强度,节省能源,代替人在恶劣环境下工作以及产品的更新换代等开辟了广阔的前景。

- 计算机辅助设计和辅助制造(CAD/CAM)

CAD/CAM 是微型计算机应用的另一个重要领域。CAD 是指人们利用计算机帮助设计者进行各种工程设计、模拟和测试。在 CAD 过程中,设计者可以借助于 CAD 软件在图形终端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。通过模拟来验证设计是否合理、是否达到预期要求。CAD 技术可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 技术已在机械制造、汽车、电子产品、服装设计等领域广泛应用并已取得显著成效。CAM 是指利用计算机控制机械加工、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、测量和检查等功能。目前微型机可以完成中、小型的 CAD/CAM 任务,较大的 CAD/CAM 任务一般由工作站(Work Station)来完成,CAD/CAM 的最高形式是目前的 CIMS 系统。

- 人工智能

智能化是微型计算机应用发展的又一重要方面。所谓人工智能,就是使计算机能够模拟人脑进行逻辑思维、逻辑推理、自主学习、不断积累知识、知识重构和自我完善。总之,使计算机具有人脑的部分思维功能,以解决人们难以解决或至今还不知如何解决的问题。

为了实现人工智能,人们一直在进行着智能化计算机的研究,相继出现的专家系统、智能机器人、神经网络技术等都是人工智能研究领域的典型成就。专家系统是指用计算机模拟专家的行为,根据输入的原始数据进行推理,做出判断和决策,从而起到专家的作用,如医疗诊断专家系统,利用电脑可代替名医看病。智能机器人是人工智能领域中各个研究课题的综合产物,其目标是努力为机器人配置各种智能,如感知能力、推理能力、规划能力,使机器人能说话,可以主动适应周围环境的变化和通过学习提高自己的工作能力,如代替人值班、代替人完成有害环境或恶劣环境下的危险工作等。神经网络技术就是模拟人脑的细胞结构和信息传递方式来研制智能计算机,这是个有挑战意义的研究领域,各发达国家都投巨资竞相研究。相信在不久的将来,传说中的生物计算机、神经网络计算机将会展现在人们面前。

1.4 微型计算机系统

在学习和应用微型计算机中,经常碰到微处理器、微型计算机和微型计算机系统这三个概念。这三个概念含义不同,但相互间却又有着十分密切的依存关系。因此,必须搞清它们之间