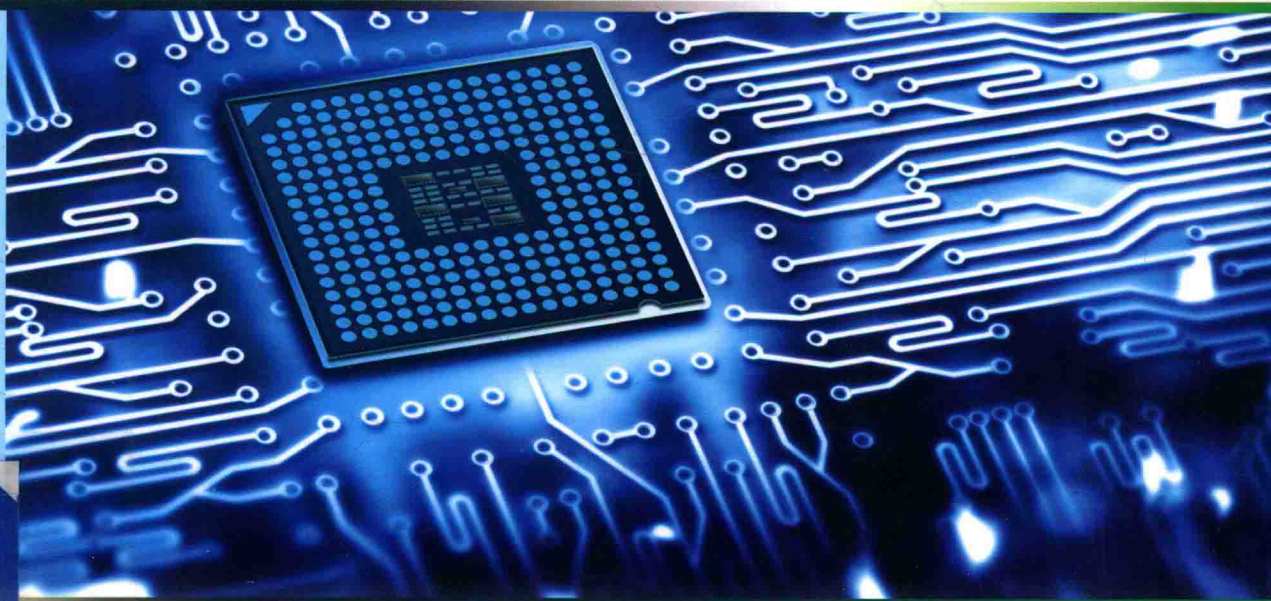


计算机专业“十三五”规划教材

微机原理与接口技术

主编◎肖盛文 万 军 刘 群



校外借



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

计算机专业“十三五”规划教材

微机原理与接口技术

主 编 肖盛文 万 军 刘 群

副主编 兰 明 陈 芳 周菁菁

王建文 荣华良



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书共 10 章, 以经典的 8086/8088 微处理为对象, 主要内容包括微型计算机概述、微处理器及其结构、寻址方式与指令系统、汇编语言程序设计、存储器、输入输出接口、可编程接口芯片、中断与中断管理、数/模与模/数转换及应用、总线等。本书结构清晰, 内容编排注重理论与实践相结合。通过系统的原理讲解和例题分析, 帮助读者尽快掌握相关知识点。

本书既可作为本科院校计算机类、电子类、通信类、自动化类专业微机原理与应用、微机原理与接口技术、汇编语言程序设计等课程的教材或参考书, 也可供从事微机、单片机、DSP 以及嵌入式系统开发的专业人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理与接口技术 / 肖盛文, 万军, 刘群主编. -- 北京 :
北京希望电子出版社, 2019.2
ISBN 978-7-83002-671-4

I. ①微… II. ①肖…②万…③刘… III. ①微型计算机—理论—高等教育—教材②微型计算机—接口技术—高等教育—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 021685 号

出版: 北京希望电子出版社
地址: 北京市海淀区中关村大街 22 号
 中科大厦 A 座 10 层
邮编: 100190
网址: www.bhp.com.cn
电话: 010-82626270
传真: 010-62543892
经销: 各地新华书店

封面: 赵俊红
编辑: 全 卫
校对: 薛海霞
开本: 787mm×1092mm 1/16
印张: 21
字数: 538 千字
印刷: 廊坊市广阳区九洲印刷厂
版次: 2019 年 3 月 1 版 1 次印刷

定价: 59.80 元

前言

随着微型计算机技术软硬件技术的升级换代,相关课程的教学内容也在不断更新,因此需要推出适应课程教学特点和满足不同层次学生的新型教材。本书是为了适应高等教育快速发展,满足教学改革和课程建设的需求,适应应用型本科和实践型技术教育的特点,并结合多年的教学实践,以“就业为导向,实用为宗旨”为出发点编写而成。

“微机原理与接口技术”是学习微型计算机基本知识和应用技能的重要课程,是一门专业基础课。其先修课程包括:计算机基础、程序设计基础、数字电子技术、计算机组成原理及数据结构等。本书是在参阅了当今国内外有关微型计算机知识大量资料的基础上,结合多年的教学实践和科学研究经验编写的。本书以目前最为典型的 Intel8086/8088 系列微处理器为平台,把 CPU 结构、存储管理、接口扩展等核心内容整合在一起,并结合具体应用对接口技术进行详细分析,形成一个体系完整、内容先进的微机系统进行讲解。

本书主要内容包括三个部分:微机原理、汇编语言、接口技术。微机原理部分,介绍 CPU、存储器、接口和中断及总线等原理性的内容。其目标是使学生了解微型计算机的基本运行原理,也就是程序的运行机理,并在此基础上学习如何设计存储器、如何管理接口以及如何管理中断系统。汇编语言部分,介绍指令系统及汇编语言的程序设计方法。其目标是使学生系统地学习软硬件知识,能规范地使用汇编语言设计程序,培养良好的思维习惯,为后续的高级语言学习打下良好的基础。接口技术部分,其实就是应用部分,其目标是使学生掌握常用接口的知识并熟练运用接口及其外设的配置方法与编程方法。

本书结构清楚、重点突出、循序渐进、实例丰富。书中列举了大量实例帮助学生对相关知识有较深、较广的理解,培养学习兴趣。为了配合教师教学和学生课后学习,本书每章章末还附有习题。各章所附的练习题有助于学生巩固所学知识,掌握学习内容,了解学习效果。本书注重基础学习,强调理论和实践相结合。除了重点介绍 8086/8088 处理器及外围接口技术的原理和应用方法,还适当介绍了计算机技术的发展历程,从而使学生加深对计算机系统工作过程的了解,掌握使用计算机解决实际问题的方法。

本书共分 10 章。第 1、2 章介绍了微型计算机的冯·诺依曼体系结构、硬件与软件的发展、计算机中的数制和码制及其相互转换、微机工作过程、微处理器结构、存储器与 I/O 组织、微机时序与操作等,帮助学生建立计算机系统的整体概念。通过处理器执行程序过程的实例,了解微处理器工作过程,重点介绍 8086/8088 微处理器的内部结构、内部存储器、工作模式、引脚定义、存储器组织和系统组成。第 3、4 章介绍了 8086/8088 微处理

器的指令格式、寻址方式、指令系统、汇编语言程序设计以及调试手段等。第 5、6 章介绍了计算机中常用的半导体存储器的分类与接口设计方法。第 7、8 章重点介绍了计算机常用接口技术和中断管理,对计算机接口概念进行了详细阐述,通过应用实例介绍了简单接口技术和可编程接口技术。第 9、10 章重点介绍了数/模与模/数转换的原理及应用和各种总线的特点及工作原理。

本书的参考学时(理论+实践)为 48~64 学时。具体学时分配方法,请根据教学大纲及各个学校的实际情况来安排。

本书由华东交通大学理工学院的肖盛文、江西省电子信息技师学院的万军和南昌大学人民武装学院的刘群担任主编,由华东交通大学的兰明、陈芳、周菁菁,以及河北水利电力学院的王建文和许昌职业技术学院的荣华良担任副主编。本书在编写工程中得到了华东交通大学理工学院电信分院领导及其他老师的大力支持,在此表示感谢!本书的相关资料 and 售后服务可与 QQ(2436472462)联系获得。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏或不妥之处,恳请广大师生和读者批评指正。

编者

目录

第 1 章 微型计算机基本知识	1
1.1 计算机发展简史	2
1.2 计算机中的数制	12
1.3 微型计算机系统	26
本章小结	37
本章习题	37
第 2 章 微处理器及其结构	38
2.1 8086/8088 CPU 的结构	39
2.2 80X86 微处理器的工作模式及外部结构	44
2.3 8086 微处理器的存储器组成及输入/输出结构	50
2.4 8086 CPU 的工作时序	56
本章小结	59
本章习题	60
第 3 章 寻址方式与指令系统	62
3.1 指令格式	63
3.2 寻址方式	63
3.3 指令系统	70
3.4 Pentium 系列微处理器的新增指令	104
本章小结	106
本章习题	106

第4章 汇编语言程序设计	111
4.1 汇编语言基础知识	112
4.2 汇编语言的语句	122
4.3 DOS 功能调用	133
4.4 汇编语言程序设计	138
4.5 汇编语言程序的上机过程	155
本章小结	159
本章习题	159
第5章 存储器	164
5.1 半导体存储器基本知识	165
5.2 只读存储器 ROM	170
5.3 随机存取存储器 RAM	175
5.4 存储器与系统的连接	181
本章小结	192
本章习题	192
第6章 输入输出接口	194
6.1 I/O 接口概述	195
6.2 常用 I/O 接口芯片	200
6.3 CPU 与外设之间的数据传送方式	201
本章小结	207
本章习题	207
第7章 可编程接口芯片	209
7.1 可编程并行接口芯片 8255A	210
7.3 可编程定时器/计数器 8253	219
7.4 可编程串行通信接口芯片 8251A	233
本章小结	245
本章习题	246
第8章 中断与中断管理	248
8.1 中断概念	249
8.2 8086 的中断系统	256

8.3 可编程中断控制器 8259A	263
8.4 中断程序设计	280
本章小结	287
本章习题	287
第9章 数/模与模/数转换及应用	288
9.1 物理信号到电信号的转换	289
9.2 数/模转换及应用	290
9.3 模/数转换及应用	298
本章小结	308
本章习题	308
第10章 总线	309
10.1 总线的基本知识	311
10.2 系统总线	313
10.3 外部总线	317
10.4 高速串行总线 IEEE 1394	323
本章小结	326
本章习题	326
参考文献	328

第 1 章

微型计算机基本知识

本章导读

微型计算机应用十分广泛，深刻影响了我们工作、学习、生活的各个方面。本章将从微型计算机的基本概念及其发展入手，并从应用角度出发，介绍微型计算机中数的表示及编码方法，最后介绍微机系统的概念、硬件与软件组成和各部分的功能、特点。本章内容将为后续章节的学习打下良好的基础。

- 了解微机的发展史
- 掌握微机的软硬件组成及各组成部件的功能
- 熟练掌握计算机中的数制及其运算，特别是二进制及其与十进制之间的转换
- 掌握微机的工作过程

学习目标

1.1 计算机发展简史

1946年,世界上第一台计算机 ENIAC 在美国问世以来,计算机技术的发展日新月异,在七十多年的历史中,先后经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机,到大规模、超大规模集成电路计算机四代的更替。目前已有第五代“非冯·诺依曼”计算机和第六代“神经”计算机的研制计划。

电子计算机是一种能自动高速地进行大量运算的电子机器。电子计算机的出现和发展,是科学技术和生产力发展的卓越成就之一。反过来,它也极大地促进了科学技术和生产力的发展。

1.1.1 微型计算机的硬件发展

1. 电子计算机的发展概况

1946年,在美国宾夕法尼亚大学诞生了世界上第一台电子计算机 ENIAC (electronic numerical integrator and computer)。它使用了 18800 多个电子管和 1500 多个继电器,重达 30 吨,占地 150 m²,耗电 150 kW,每秒可以完成 5000 次加法运算。从此以后,电子计算机为世人关注,并且对它寄予了无限的厚望。

自从第一台电子计算机问世以来,计算机科学和技术取得了日新月异的飞速发展。计算机的发展大致经历了四代。

第一代为电子管计算机时代。发展年代为 1946—1958 年。这一代计算机的主要逻辑元件采用电子管,存储器采用磁芯和磁鼓,软件主要使用机器语言。在此期间,形成了电子管计算机体系,确定了程序设计的基本方法,数据处理机(指专门用于数据处理的计算机)开始得到应用。计算机的运算速度一般为每秒几千至几万次,体积庞大,成本很高。虽然它的体积、速度、软件等各方面都不能与今天的微型计算机相比,但它却奠定了计算机科学和技术的发展基础。这一代计算机主要应用于科学计算。

第二代为晶体管计算机时代。发展年代为 1958—1965 年。这一代计算机的主要逻辑元件为晶体管,主存储器仍采用磁芯,但外存储器已开始使用磁盘,软件也有较大发展,产生了各种高级语言。在此期间,计算机的可靠性和速度均得到了提高。速度一般为每秒几万次至几十万次,体积缩小,成本降低。工业控制机(指专门用于工业生产过程控制的计算机)开始出现并得到应用。这一代计算机除用于科学计算外,也开始应用于各种事务的数据处理、工业控制等方面。

第三代为集成电路计算机时代。发展年代为 1965—1971 年。这一代计算机的主要逻辑

元件采用中小规模集成电路。在此期间,计算机的可靠性和速度都有了进一步的提高,速度一般为每秒几十万至几百万次,体积进一步缩小,成本进一步降低。小型计算机(指规模小,结构简单,操作方便的计算机)开始出现并迅速发展,操作系统、会话式高级语言等软件发展迅速。机种多样化,生产系列化,结构积木化,使用系统化,是这一阶段计算机发展的主要特点。

第四代为大规模集成电路计算机时代。发展年代为1971年至今。这一代计算机采用大规模集成电路LSI(large scale integrator,指在单个硅片上集成1000~2000个晶体管)或超大规模集成电路VLSI(very large scale integrator,指在单个硅片上集成6万~10万个晶体管)。由于LSI和VLSI的体积小,耗电少,可靠性高,因而使这一阶段的计算机体积更小,可靠性和运算速度更高,成本更低。计算机的速度可达每秒运算几千万至上亿次。同时,全套电路只集中在一块硅片上的微型计算机已开始出现,相继出现了广泛使用的单板机、单片机和各种型号的个人计算机(PC机)。同时,以并行处理为特征的用于科学计算和尖端技术中的巨型机也得到了快速发展,由若干台计算机组成的计算机网络也已开始实际使用。60余年来,随着集成电路集成度和性能的不断改善。微处理器和微型计算机得到了飞速发展,微处理器的集成度几乎每2年翻一番,每2到4年更新换代一次。

目前,电子计算机正在向着人工智能化方向发展,人工智能是综合了计算机科学与控制论而发展起来的一门新技术。它能模拟人的智能,如识别图形、语言、物体等。它将对社会的发展带来不可估量的影响。电子计算机的发展概况如表1-1所示。

表1-1 电子计算机的发展概况

计算机	特征	时间	代表机型	应用
第一代	采用电子管作为计算机的逻辑单元,运算速度每秒几千次,内存容量只有几KB	1946—1958年	ENAIIC	仅限于军事和科研中的科学计算
第二代	采用晶体管作为计算机的逻辑单元,运算速度每秒几十万次,内存容量扩大到几十KB	1958—1965年	CDC7600	由科学计算扩大到数据处理和自动控制
第三代	采用集成电路作为计算机的逻辑单元,运算速度每秒几十万次~几百万次	1965—1971年	IBM360	开始广泛应用于各个领域
第四代	开始采用大规模和超大规模集成电路作为计算机的逻辑单元,运算速度每秒几千万上亿次	1971年至今	Intel8086	应用范围已渗透到各行各业。进入以网络为特征时代

所谓“非冯·诺依曼”计算机,是将现有的计算机系统结构进行改革,仿真为人脑的结构。人的大脑体只有900克左右,但它能存储和处理大量的信息,并具有分析和综合的能力,这就是人的智能。计算机研究有一个分支,叫人工智能,就是所谓第五代的人工智能计算机。

生物大脑神经网络可看成一个大规模并行处理的、紧密耦合的、能自行重组的计算机

网络。神经网络使人能有效地组织和处理信息，对神经网络进行研究，并从大脑工作模型中抽取计算机设计的模型，这就是所谓第六代的神经网络计算机。

冯·诺依曼体系（“存储程序和程序控制”）主要包括以下几方面内容。

(1) 数据和程序以二进制表示。

(2) 采用存储程序方式，指令和数据不加区别混合存储在同一个存储器中，数据和程序在内存中是没有区别的，它们都是内存中的数据。指令和数据都可以发送到运算器进行运算，即由指令组成的程序是可以修改的。

(3) 存储器是按地址访问的线性编址的一维结构，每个单元的位数是固定的。

(4) 指令由操作码和地址组成。操作码指明本指令的操作类型，地址码指明操作数和地址。操作数本身无数据类型的标志，它的数据类型由操作码确定。

(5) 必须有一个控制器，通过执行指令直接发出控制信号控制计算机的操作。指令在存储器中按其执行顺序存放，由指令计数器指明要执行的指令所在的单元地址。指令计数器只有一个，一般按顺序递增，但执行顺序可按运算结果或当时的外界条件而改变。

(6) 以运算器为中心，I/O 设备与存储器间的数据传送都要经过运算器。

冯·诺依曼计算机结构如图 1-1 所示。

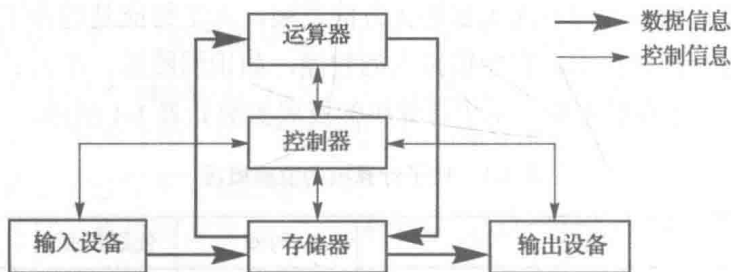


图 1-1 冯·诺依曼计算机结构示意图

计算机按其性能、价格、体积、规模不同可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和单片机六类。

其中微型计算机诞生于 20 世纪 70 年代。由于其体积小、价格低，在各行各业得到了广泛的应用。

微型计算机的发展历史是和大规模集成电路的发展密不可分的。1963 年、1964 年研制出了小规模集成电路 SSI (small scale integration)。到 20 世纪 60 年代后期，在一个几平方毫米大的硅片上，已可集成数千个晶体管，这就出现了大规模集成电路 LSI (large scale integration)，为微型计算机的核心部件微处理器的生产打下了基础。现代最新型的集成电路已可在单个芯片上集成上千万个晶体管，线宽小于 0.13 μm ，工作频率已超过 2 GHz。

2. 微型计算机的发展概况

微型计算机是 20 世纪 70 年代初才发展起来的，是人类重要的创新之一。从微型机问

世到现在不过 40 多年，但已经经历了以下几个发展阶段。

第一代为低档 8 位微处理器和微型计算机。发展年代为 1971—1973 年，是微机的问世阶段。1971 年美国 Intel 公司生产了 4004 芯片，它本来是为高级袖珍计算机设计的，但生产出来后却获得了意外的成功。经过改进，又生产出了 4 位的微处理器 4004，并于 1972 年生产了 8 位微处理器 8008。这一代微型计算机的特点是采用 PMOS (P-channel metal oxide semiconductor) 工艺，集成度为每片 2300 个晶体管，字长分别为 4 位和 8 位，运算速度较慢（基本指令执行时间 4~10 ms），指令系统简单，运算功能较差，采用机器语言或简单汇编语言，价格低廉。

第二代为中档 8 位微处理器和微型计算机。发展年代为 1973—1977 年。这一代微型计算机采用 NMOS (N-channel metal oxide semiconductor) 工艺，集成度提高了 1~4 倍，每片集成了 8000 个晶体管，字长为 8 位，基本指令执行时间 2ms 左右。典型的微处理器产品有 1973 年的 Intel 8085，Motorola 6800，以及 1976 年 Zilog 公司的 Z80。这些微处理器有完整的配套接口电路，如可编程的并行接口电路、串行电路、定时/计数器接口电路，以及直接存储器存取接口电路等，并且已具有高级中断功能。软件除采用汇编语言外，还配有 BASIC，FORTRAN，PL/M 等高级语言及其相应的解释程序和编译程序，并在后期配上了操作系统。

第三代为 16 位微处理器和微型计算机。发展年代为 1977—1984 年。1977 年前后，超大规模集成电路 (VLSI) 工艺的研制成功，使一个硅片上可以容纳十万个以上的晶体管，64 K 位及 256 K 位的存储器已生产出来。这一代微型计算机采用 HMOS (high performance-metal oxide semiconductor) 工艺，基本指令执行时间约为 0.5 ms MIPS (million instruction per second)。代表产品是 Intel 8086、Z8000 和 MC68000。这类 16 位微型计算机都具有丰富的指令系统，采用多级中断系统、多种寻址方式、多种数据处理形式、分段式存储器结构及乘除运算硬件，电路功能大为增强。软件方面可以使用多种语言，有常驻的汇编程序、完整的操作系统、大型的数据库，并可构成多处理器系统。此外，在这一阶段，还有一种称为准 16 位的微处理器出现，典型产品有 Intel 8088 和 Motorola 6809，它们的特点是能用 8 位数据线在内部完成 16 位数据操作，工作速度和处理能力均介于 8 位机和 16 位机之间。近年来，高档 16 位微处理器发展很快，Intel 公司在 8086 的基础上又制成了 80186 和 80286 等性能更为优越的微处理器。其特点是从单元集成过渡到系统集成，以获得尽可能高的性能价格比。由于指令系统指令数量多，复杂程度高，故这类计算机称为复杂指令系统计算机 CISC (complex instruction set computer)。

第四代为 32 位微处理器和微型计算机。发展年代为 1984—1993 年。20 世纪 80 年代初，在每个单片硅片上可集成几十万个晶体管，产生了第四代的 32 位微处理器。典型产品有 Intel 的 80386、National Semiconductor 的 16032、Motorola 的 68020 等。在 32 位微处理器中，具有支持高级调度、调试及系统开发的专用指令。由于集成度高，系统的速度和性能大为提高，可靠性增加，成本降低。它采用了 RISC (reduction instruction set computer) 技术，

与 RAM 进行高速数据交换的突发总线等先进技术。

第五代为 64 位高档微处理器和微型计算机。发展年代为 1994 年至今。随着人们对图形图像、定时视频处理、语音识别、CAD (computer-assisted design) /CAE (computer-assisted education) /CAI (computer-assisted instruction)、大规模财务分析和大流量客户机/服务器应用等的需求日益迫切, 现有的微处理器已难以胜任此类任务。于是, 在 1993 年 3 月, Intel 公司率先推出了统领 PC (personal computer) 长达十余年之久的第五代微处理器体系结构产品——Pentium (奔腾), 代号为 P5, 也称为 80586。从它的设计制造工艺到性能指标, 都比第四代产品有了大幅度的提高。

第六代 Pentium 微处理器, 1996 年, Intel 公司推出了 Pentium Pro, 该微处理器采用了 0.35 μm 的工艺, 时钟频率为 200 MHz, 运算速度达 200 MIPS。

1998 年到 2001 年, Intel 公司又先后推出了 Pentium Pro 的改进型产品 Pentium II 和 Pentium III。CPU 的集成度已高达 1 千万个晶体管, 时钟频率达 1GHz 以上, 其他公司类似产品还有 AMD 公司的 K7 等产品。

近年来, 市场上已推出 Pentium IV 系列, 其 CPU 集成度已达 2500 百万个晶体管, 工作频率达到 2 GHz。微型计算机的发展概况如表 1-2 所示。

表 1-2 微型计算机的发展概况

微处理器	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
时间	1971-1973 年	1973-1977 年	1977-1984 年	1984-1993 年	1993 年至今
代表产品	Intel8080	Intel8085	Intel8086	Intel80386	Pentium

3. Intel 80x86 系列微处理器的发展概况

80x86 微处理器是 Intel 公司的系列产品, 随着微处理器芯片从低级向高级、从简单到复杂的发展过程, 也可以看成个人计算机家族的进化史。其设计、制造和处理技术的不断更新换代, 以及处理能力的不断增强, 使微型计算机的应用领域越来越广泛。

1978 年 Intel 公司生产的 8086 是第一个 16 位的微处理器。很快 Zilog 公司和 Motorola 公司也宣布计划生产 Z8000 和 68000。这就是第三代微处理器的起点。8086 微处理器最高主频速度为 8 MHz, 具有 16 位数据通道, 内存寻址能力为 1 MB。

1979 年, Intel 公司又开发出了 8088。8086 和 8088 在芯片内部均采用 16 位数据传输, 所以都称为 16 位微处理器, 但 8086 每个总线周期能传送或接收 16 位数据, 而 8088 每个总线周期只能传送或接收 8 位数据。因为最初的大部分设备和芯片是 8 位的, 而 8088 的外部 8 位数据传送、接收能与这些设备相兼容。所以 8088 得到了广泛的应用。8088 采用 40 针的 DIP (dual in-line package) 封装, 工作频率为 6.66 MHz, 7.16 MHz 或 8 MHz, 微处理器集成了大约 29 000 个晶体管。

1981 年, 美国 IBM 公司将 8088 芯片用于其研制的 PC 中, 从而开创了全新的微机时代。

也正是从 8088 开始,个人电脑的概念开始在全世界范围内发展起来。从 8088 应用到 IBM PC 上开始,个人电脑真正走进了人们的工作和生活之中,它也标志着一个新时代的开始。

1982 年,Intel 公司在 8086 的基础上,研制出了 80286 微处理器,该微处理器的最大主频为 20 MHz,内、外部数据传输均为 16 位,使用 24 位内存储器的寻址,内存寻址能力为 16 MB。80286 可用于两种工作方式,分别是实模式和保护方式。

在实模式下,微处理器可以访问的内存总量限制在 1 MB。而在保护方式之下,80286 可直接访问 16 MB 的内存。此外,80286 工作在保护方式下,可以保护操作系统,确保像实模式或 8086 等不受保护的微处理器那样,在遇到异常时会使系统停机。

IBM 公司将 80286 微处理器用在微机中,引起了极大的轰动。80286 在以下四个方面比它的前辈有显著的改进:支持更大的内存;能够模拟内存空间;能同时运行多个任务;提高了处理速度。最早,PC 的速度是 4 MHz,第一台基于 80286 的 AT 机运行速度为 6~8 MHz,一些制造商还自行提高速度,使 80286 达到了 20 MHz,这意味着在性能上有了重大的进步。

80286 的封装是一种被称为 PGA (pin grid array,插针网格阵列式)的正方形封装。PGA 是塑料有引线芯片载体 PLCC (plastic leaded chip carrier)的一种简易封装形式,在这个封装中,80286 集成了大约 130 000 个晶体管。

8086 发展到 80286 的这个时代是个人电脑起步的时代,当时在国内使用甚至见到过 PC 的人很少,它在人们心中是一个神秘的东西。到 20 世纪 90 年代初,国内才开始普及计算机。1985 年春,Intel 公司开始开发 32 位核心的 CPU——80386。Intel 给 80386 规划了三个技术要点:使用“类 286”结构;开发 80387 协处理器,增强浮点运算能力;开发高速缓存,解决内存速度瓶颈。

1985 年 10 月 17 日,Intel 80386 DX 正式发布,其内部包含 27.5 万个晶体管,时钟频率为 12.5 MHz,后来逐步提高到 20 MHz, 25 MHz, 33 MHz,最后还有少量的 40 MHz 产品。80386 DX 的内部和外部数据总线是 32 位,地址总线也是 32 位,可以寻址 4 GB 内存,并可以管理 64TB 的虚拟存储空间。它的运算模式除了具有实模式和保护模式以外,还增加了一种“虚拟 8086”的工作方式,可以通过同时模拟多个 8086 微处理器来提供多任务处理能力。80386 DX 有比 80286 更多的指令,频率为 12.5 MHz 的 80386 每秒钟可执行六百万条指令,比频率为 16 MHz 的 80286 快 2.2 倍。

由于 32 位微处理器的运算能力较强,PC 的应用扩展到很多领域,如商业办公和计算、工程设计和计算、数据中心、个人娱乐等。80386 使 32 位 CPU 成为 PC 的工业标准。虽然当时 80386 没有完善和强大的浮点运算单元,但配上 80387 协处理器,80386 就可以顺利完成许多需要大量浮点运算的任务,从而顺利进入了主流的商用电脑市场。另外,80386 还有较丰富的外围配件支持,如 82258 (DMA 控制器)、8259A (中断控制器)、8272 (磁盘控制器)、82385 (cache 控制器)、82062 (硬盘控制器)等。针对内存的速度瓶颈,Intel 公司为 80386 设计了高速缓存(cache),采取预读内存的方法解决速度瓶颈问题,从此以后,cache

就成为了 CPU 的标准配件。

1989 年, Intel 推出 80486 芯片。这款芯片首次突破了 100 万个晶体管的界限, 单个硅片上集成了 120 万个晶体管, 使用 $1\ \mu\text{m}$ 的制造工艺。80486 的时钟频率从 25 MHz 逐步提高到 33 MHz, 40 MHz, 50 MHz。80486 是将 80386 和数字协处理器 80387 及 8 KB 的高速缓存器集成在一个芯片内。80486 中集成的 80487 的运算速度是以前 80387 的两倍, 内部缓存缩短了微处理器与慢速 DRAM 之间的等待时间。并且, 在 80486 系列中首次采用了精简指令集 RISC (reduction instruction set computer) 技术, 可以在一个时钟周期内执行一条指令。它还采用了突发总线方式, 大大提高了与内存的数据交换速度。由于这些改进, 80486 的性能比带有 80387 数字协处理器的 80386 DX 性能提高了四倍。常见的 80486 CPU 有 80486 DX 33 (40 和 50)。486 CPU 与 386 DX 一样, 内外数据总线都是 32 位, 但是最慢的 486 CPU 也比最快的 386 CPU 要快, 这是因为 486 SX/DX 执行一条指令, 只需要一个时钟周期, 而 386 DX CPU 却需要两个时钟周期。

1993 年, 586 CPU 问世, 并被命名为 Pentium (奔腾) 以区别于 AMD 和 Cyrix 的产品。Pentium 最初级的 CPU 是 Pentium 60 和 Pentium 66, 分别工作在与系统总线频率相同的 60 MHz 和 66 MHz 两种频率下, 没有我们现在所说的倍频设置。早期的奔腾 75~120 MHz 使用 $0.5\ \mu\text{m}$ 的制造工艺, 后期 120 MHz 以上的奔腾 CPU 则改用 $0.35\ \mu\text{m}$ 工艺。

Pentium Pro 的核心架构代号为 P6 (也是未来 P II、P III 所使用的核心架构), 这是第一代产品, 二级 cache 有 256 KB 或 512 KB, 最大有 1 MB。工作频率有: 133/66 MHz (工程样品)、150/60 MHz、166/66 MHz、180/60 MHz、200/66 MHz。

Pentium II 的中文名称是“奔腾二代”, 它有 Klamath, Deschutes, Mendocino, Katmai 等几种不同核心结构的系列产品, 其中, 第一代采用 Klamath 核心, $0.35\ \mu\text{m}$ 工艺制造, 内部集成了 750 万个晶体管, 核心工作电压为 2.8 V。

Pentium II 微处理器采用了双重独立总线结构, 即其中一条总线连通二级缓存, 另一条主要负责内存。Pentium II 使用了一种脱离芯片的外部高速 L2 cache, 容量为 512 KB, 并以 CPU 主频的一半速度运行。作为一种补偿, Intel 公司将 Pentium II 的 L1 cache 从 16 KB 增至 32 KB。另外, 在 Pentium II 中采用了 Slot 1 接口标准和单边接触盒 SECC (single edge contact cartridge) 封装技术。

1999 年春, Intel 公司又发布了采用 Katmai 核心的 Pentium III。它具有以下特点: 采用 $0.25\ \mu\text{m}$ 工艺制造, 内部集成了 950 万个晶体管; 系统频率为 100 MHz; 采用第六代 CPU 核心 P6 微架构, 针对 32 位应用程序进行优化, 双重独立总线; L1 cache 为 32 KB (16 KB 指令缓存加 16 KB 数据缓存), L2 cache 大小为 512 KB, 以 CPU 核心速度的一半运行; 采用 SECC2 封装形式; 新增加了能够增强音频、视频和 3D 图形效果的数据流单指令多数据扩展 SSE (streaming SIMD extensions) 指令集, 共 70 条新指令。Pentium III 的起始主频速度为 450 MHz。与 Pentium II Xeon 一样, Intel 同样也推出了面向服务器和 workstation 系统的

Pentium III Xeon 微处理器。除前期的 Pentium II Xeon 500, 550 采用 0.25 μm 技术外, 该款微处理器采用 0.18 μm 工艺制造, Slot 2 架构和 SECC 封装形式, 内置 32KB L1 cache 和 512KB L2 cache, 工作电压为 1.6 V。

2000 年 6 月, Intel 公司推出了 Pentium 4 (简称 P4)。P4 系统的工作频率在 1.3 GHz 以上, 工作电压为 1.565~1.700 V。P4 微处理器不但拥有更高的时钟频率, 并且支持 Intel 超线程技术 HT (hyper threading) 技术。超线程技术就是利用特殊的硬件指令, 把两个逻辑内核模拟成两个物理芯片, 让单个处理器都能使用线程级并行计算, 进而兼容多线程操作系统和软件, 减少了 CPU 的闲置时间, 提高了 CPU 的运行效率, 使一块芯片的性能几乎相当于两块。

1.1.2 微型计算机软件发展

所谓微型计算机软件, 是利用计算机本身提供的逻辑功能, 合理地组织计算机的工作, 简化或代替人们在使用计算机过程中的各个环节工作, 提供给用户一个便于掌握操作的工作环境。世界上第一台电子计算机是在 1946 年出现的, 而计算机软件的开发是 1955 年在美国和欧洲的实验室里兴起的, 计算机技术的很多研究结果也产生于实验室。它们多数来自于学术界, 其余来自于政府和私人公司。世界上第一家独立软件公司是 1955 年在美国成立的计算机惯用法公司 CUC (computer usage corporation), 在此之前, 软件由硬件厂商编制或者由用户自己编制。软件开发到现在已有 70 年的历史了, 现在整个软件发展, 已经取得了划时代的成就。计算机软件由低级向高级的发展经历了如下的几个阶段。

1. 开创阶段 (1955—1965 年)

在此阶段, 计算机硬件向着专用化方向发展, 而科学与商业领域需要的是完全不同的机器硬件。运算速度越来越快、价格越来越便宜的新型计算机不断涌现, 软件开发人员就需要针对不同的计算机编写出新的软件。然而, 这一阶段的计算机软件主要采用面向具体机器的机器语言和汇编语言, 用于科学研究的计算机使用的是固定字长, 指令集为十进制, 而不是采用二进制计算。这种不同用途的机器使用不同字长, 给编程带来了难以想象的困难。

频繁重写相同的软件触发了另一种思路——软件移植。工业界中的软件研发人员试图将一台机器上的汇编语言自动移植到另一台, 但是却失败了。原因是 60%或 80%的代码较容易自动移植, 而余下的 40%或 20%必须人工移植, 代码比较复杂, 而且人工移植非常困难。这个问题长期得不到彻底解决, 直到高级语言的出现。

最早发布的 FORTRAN 语言是在 20 世纪 50 年代中期产生的, 20 世纪 50 年代后期出现了第一版 COBOL 语言, 而 ALGOL 语言产生于 20 世纪 60 年代早期。当时, 高级语言不能被软件编程人员所接受, 因为他们认为真正的编程人员应当使用汇编语言。之后, 软件业