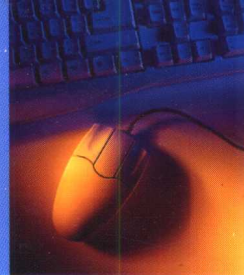




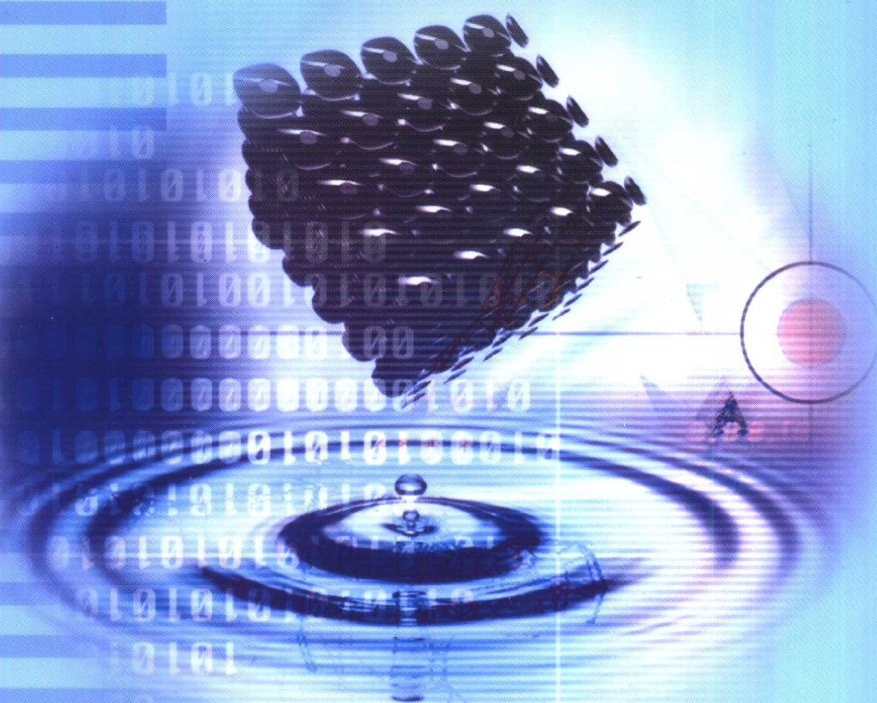
普通高等教育“十五”国家级规划教材



(高职高专教育)

计算机组成原理 及汇编语言

张思发 吴让仲 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

计算机组成原理及 汇编语言

张思发 吴让仲 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书是为高职高专学生而设计的教材, 主要介绍计算机系统的结构和工作原理及 8086/8088 宏汇编语言程序设计的方法和技术。第 1 章介绍计算机系统基础知识; 第 2 章讲述计算机的运算方法和运算器的基本工作原理; 第 3 章介绍存储系统构造及原理; 第 4 章阐述 8086/8088 的寻址方式及指令系统; 第 5 章叙述计算机的核心组成部件——中央处理器 CPU 的组成及工作原理; 第 6 章讲解 8086/8088 循环、分支、子程序等结构在汇编程序中的应用及汇编语言程序设计技术; 第 7 章讲述计算机系统中常见的总线技术; 第 8 章分别介绍微型计算机接口技术及中断系统; 第 9 章简要讲述计算机系统的常见外设及其应用。全书提供了大量实例, 每章前面有学习要点, 其后附有习题, 另配有多媒体课件及习题集, 便于教师的教学及学生的自学与复习。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校及成人高等学校计算机类专业的教学用书, 也可作为从事计算机应用的技术人员的自学用书或培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机组成原理及汇编语言/张思发, 吴让仲主编.
—北京: 高等教育出版社, 2003.2
ISBN 7-04-011702-9

I. 计… II. ①张…②吴… III. ①计算机体系结构—高等学校—教材②汇编语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 000424 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 化学工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 22.75
字 数 550 000

版 次 2003 年 2 月第 1 版
印 次 2003 年 2 月第 1 次印刷
定 价 23.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

责任编辑	孙淑华
封面设计	王凌波
责任绘图	朱 静
版式设计	史新薇
责任校对	尤 静
责任印制	张小强

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址：

电 话：(010)84043279 13801081108

传 真：(010)64033424

E - mail: dd@hep.com.cn

地 址：北京市东城区沙滩后街 55 号

邮 编：100009

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化,基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材，由从事过多年“计算机组成原理”和“IBM 宏汇编语言程序设计”教学的教师及从事该方面研究的科研人员编写，语言通俗易懂，内容新颖，体系结构完整。高职高专教育有自身的特点，正如“振兴计划”中指出的：高等职业教育必须面向地区经济建设和社会发展，适用就业市场的实际需要，培养生产、服务、管理第一线需要的适用人才，真正办出特色。培养出符合国家建设需要的高素质应用性人才是高职高专发展的根本目的。

本书特色：本书始终贯彻 1 条“红线”和 3 条“辅线”。

红线：以适用、实用、会用、通用、符合社会的实际需要，方便学生自学、培养学生的动手能力为红线，贯彻整本教材。本教材编写中密切联系社会的实际需要，培养学生的动手能力。本教材编写中，内容符合当前行业的新知识、新技术及新方法，学生上岗后能将所学的知识应用于实践中。教材另有配套的多媒体课件和习题集与课间小讨论，可以方便学生的自学与课后钻研。本教材适用于高职高专计算机类及电子类、自控类、会计电算化等专业使用，也可作为技术学院、师范学院及职业大学等各类高等院校相关专业教材。

辅线 1：语言通俗易懂、密切联系实际。本教材语言通俗易懂，尽可能将专业名词和专业术语用平常语言来阐明，让学生学起来有亲切感，不吃力，适当的地方补充插图。

辅线 2：完整的知识体系结构。本教材的编写中，省略了与其他课程重复的知识点，或者简要概括而过，补充一些本学科所需的知识点，使整个知识体系结构完整。学生通过学习，能对该学科有较全面的理解，并道出其所以然。该教材另有配套的多媒体课件及相关的习题集、上机指导书，可方便学生自学及交互式教学。

辅线 3：联系学科前沿及边缘学科发展。在本教材的编写过程中，体现目前的新技术、新知识、新方法，密切联系目前该学科国内外学术的发展方向，添加一些新的知识和边缘学科知识，扩宽学生的知识面，为学生以后的深造打下良好的基础。

本书共 9 章，建议安排 90 学时（包括上机）。本书由张思发、吴让仲担任主编，负责统编全稿。第 1、2 章由杨敏编写，第 3 章由许鸿文编写，第 4 章由吴让仲、许鸿文合编，第 5 章由吴让仲编写，第 6 章由樊俊青编写，第 7 章由侯强编写，第 8 章由樊俊青、侯强合编，第 9 章由常虹编写，附录由沈永珞编写；杨娟副教授给予了大力支持和帮助，在此，一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中不妥或错误之处在所难免，殷切希望广大读者批评指正。

2002 年 8 月

目 录

第 1 章 计算机系统概论	1	2.4.1 原码 1 位除法	46
1.1 计算机的发展状况	1	2.4.2 补码 1 位除法	48
1.1.1 计算机的发展	1	2.4.3 阵列除法器	50
1.1.2 微处理器的发展	2	2.5 逻辑运算	53
1.2 计算机的类别、特点及应用	3	2.5.1 逻辑非	53
1.2.1 计算机的分类	4	2.5.2 逻辑或	54
1.2.2 计算机的特点	5	2.5.3 逻辑与	54
1.2.3 计算机的应用	6	2.5.4 逻辑异或	55
1.3 计算机系统的组成	8	2.6 定点运算器的组成和结构	55
1.3.1 计算机硬件系统	8	2.6.1 多功能算术/逻辑运算单元(ALU)	55
1.3.2 计算机软件系统	10	2.6.2 内部总线	60
1.3.3 计算机硬件系统和软件系统的 关系	13	2.6.3 定点运算器的基本结构	61
1.4 计算机系统结构	13	2.7 浮点运算方法和浮点运算器	63
1.4.1 计算机系统的层次结构	13	2.7.1 浮点加法和减法	63
1.4.2 软件与硬件的逻辑等价性	14	2.7.2 浮点乘、除法运算	64
1.5 8086/8088 宏汇编语言的基础知识	14	2.7.3 浮点运算器	66
1.5.1 进位计数制及相互转换	14	习题 2	69
1.5.2 Intel 8086/8088 微处理器简介	18	第 3 章 存储系统	71
1.5.3 主存储器和堆栈	20	3.1 存储器概述	71
习题 1	22	3.1.1 存储器分类	71
第 2 章 运算方法和运算器	23	3.1.2 存储器的分级结构	72
2.1 数据与字符的机内表示	23	3.1.3 主存储器的技术指标	72
2.1.1 数值数据在机内的表示	23	3.2 半导体读写存储器	73
2.1.2 非数值数据在机内的表示	29	3.2.1 静态 MOS 存储器	73
2.2 定点加法、减法运算	31	3.2.2 动态 MOS 存储器	78
2.2.1 补码加法运算	31	3.2.3 双极型存储器	81
2.2.2 补码减法运算	33	3.3 半导体只读存储器	81
2.2.3 溢出概念及检测方法	33	3.3.1 掩膜式只读存储器 (ROM)	81
2.2.4 基本的二进制加法/减法器	35	3.3.2 可编程的只读存储器 (PROM)	82
2.2.5 十进制加法器	37	3.3.3 可擦可编程的只读存储器 (EPROM)	82
2.3 定点乘法运算	38	3.4 高速存储器	83
2.3.1 原码 1 位乘法	39	3.4.1 双端口存储器	84
2.3.2 补码 1 位乘法	40	3.4.2 多体交叉存储器	84
2.3.3 阵列乘法器	43	3.4.3 相联存储器	85
2.4 定点除法运算	46	3.5 高速缓冲存储器	87

3.5.1	Cache 的功能与基本原理	87
3.5.2	Cache 存储器的地址映象	88
3.5.3	替换策略	88
3.6	虚拟存储器	89
3.6.1	虚拟存储器的基本概念	89
3.6.2	页式虚拟存储器	90
3.6.3	段式虚拟存储器	91
3.6.4	段页式虚拟存储器	92
3.6.5	替换算法	93
3.7	存储保护	93
3.7.1	存储区域保护	93
3.7.2	访问方式保护	95
习题 3		95
第 4 章 8086/8088 寻址方式及指令		
· 系统		97
4.1	8086/8088 寻址方式	97
4.1.1	操作数种类	98
4.1.2	与数据有关的寻址方式	98
4.1.3	与转移地址有关的寻址方式	102
4.2	跨段及寻址综合举例	104
4.2.1	跨段的有关问题	104
4.2.2	寻址综合举例	105
4.3	8086/8088 指令系统	106
4.3.1	数据传送指令	107
4.3.2	算术运算指令	110
4.3.3	逻辑指令	114
4.3.4	串处理指令	116
4.3.5	控制转移指令	119
4.3.6	处理机控制指令	126
4.4	8086/8088 伪指令	127
4.4.1	8086/8088 宏汇编语句格式	127
4.4.2	数据定义及存储器分配伪指令	130
4.4.3	表达式赋值伪操作 EQU	132
4.4.4	段定义伪操作	133
4.4.5	程序开始和结束伪操作	134
4.5	上机操作过程	135
4.5.1	汇编语言的工作环境	135
4.5.2	建立 ASM 文件	135
4.5.3	用 MASM 程序产生 OBJ 文件	136
4.5.4	LINK 程序产生 EXE 文件	136
4.5.5	程序的执行	137

习题 4		137
第 5 章 中央处理器 CPU		
5.1	CPU 的功能和结构	140
5.1.1	CPU 的功能	140
5.1.2	CPU 的基本组成	140
5.1.3	操作控制器与时序产生器	143
5.2	指令的执行过程和指令周期	144
5.2.1	指令周期的基本概念	144
5.2.2	非访问主存储器指令的指令周期	146
5.2.3	直接访问主存储器指令的指令周期	148
5.2.4	间接访问主存储器指令的指令周期	149
5.2.5	程序控制指令的指令周期	150
5.2.6	用方框图语言表示指令周期	151
5.3	时序产生器和控制方式	152
5.3.1	时序信号的作用和体制	152
5.3.2	时序信号产生器	153
5.3.3	控制方式	156
5.4	微程序设计技术和微程序控制器	156
5.4.1	微程序设计技术	157
5.4.2	微程序控制器	165
5.5	硬布线控制器与门阵列控制器	169
5.5.1	硬布线控制器	169
5.5.2	门阵列控制器	171
5.6	CPU 的基本常识及 Intel 系列 CPU	173
5.6.1	CPU 的基本常识	174
5.6.2	Intel 系列 CPU 简介	175
5.7	CPU 新技术	178
5.7.1	流水 CPU	178
5.7.2	RISC CPU	181
5.7.3	多媒体 CPU	181
习题 5		182
第 6 章 汇编程序设计及高级汇编语言技术		
6.1	顺序程序设计	185
6.2	分支程序设计	186
6.2.1	分支程序设计概述	186
6.2.2	分支程序设计	187
6.3	循环程序设计	188
6.3.1	循环程序设计概述	188

6.3.2 循环程序设计	190	8.4 DMA 控制器	237
6.4 子程序设计	194	8.4.1 DMA 的基本知识	237
6.4.1 子程序设计概述	194	8.4.2 8237A-5 DMA 控制器	239
6.4.2 子程序程序设计	195	8.4.3 8237A 芯片编程举例	240
6.5 宏汇编	197	8.5 可编程接口芯片及应用	248
6.5.1 宏的定义	198	8.5.1 定时/计数器接口芯片 8253 应用	248
6.5.2 宏的调用和展开	198	8.5.2 串行接口芯片 8251A	255
习题 6	200	8.5.3 并行接口芯片 8255A 及其应用	261
第 7 章 总线系统	202	习题 8	270
7.1 概述	202	第 9 章 常用外设及其应用	271
7.1.1 总线的基本概念	202	9.1 外部设备概述	271
7.1.2 总线标准	203	9.2 显示设备	272
7.1.3 总线传送方式	204	9.2.1 显示设备的分类及有关的概念	272
7.1.4 总线仲裁	205	9.2.2 显示技术中的有关术语	272
7.1.5 总线通信协议	206	9.2.3 字符显示器	274
7.1.6 总线负载能力	208	9.2.4 图形和图像显示器	275
7.2 系统总线和局部总线	208	9.2.5 IBM-PC 机的视频子系统	276
7.2.1 ISA 总线	208	9.3 输入设备与打印设备	282
7.2.2 EISA 总线	210	9.3.1 输入设备	282
7.2.3 VESA 总线	211	9.3.2 打印设备	288
7.2.4 PCI 总线	211	9.4 磁盘子系统	293
7.3 外部通信总线	214	9.4.1 硬盘系统	293
7.3.1 RS-232C 串行通信总线	214	9.4.2 软磁盘存储器	298
7.3.2 通用串行总线 USB	216	9.4.3 磁盘系统操作原理	303
7.4 总线控制和通信	218	9.5 磁带存储设备	317
7.4.1 总线控制	218	9.5.1 磁带机的分类	317
7.4.2 总线通信	219	9.5.2 磁带机的结构	317
习题 7	221	9.5.3 磁带机的发展动向	318
第 8 章 输入/输出及中断系统	222	9.6 光盘存储设备	319
8.1 输入/输出接口概述	222	9.6.1 光盘存储器的种类	320
8.1.1 概述	222	9.6.2 光盘存储器的工作原理	321
8.1.2 信息交换方式	223	9.6.3 磁光盘存储器	321
8.2 PC 机 I/O 端口布局	224	9.6.4 光盘存储器的组成	322
8.2.1 I/O 端口寻址方式	224	习题 9	322
8.2.2 I/O 端口地址分配	225	附录 A 8086 ASCII 码表	324
8.3 中断系统	226	附录 B 调试程序 DEBUG	325
8.3.1 中断的基本概念	226	附录 C BIOS 功能调用	333
8.3.2 中断向量表	228	附录 D DOS 功能调用	337
8.3.3 中断处理过程	229	附录 E 8086 指令系统	343
8.3.4 8259A 中断控制器	230	附录 F 8086 伪指令表	350
8.3.5 DOS 系统功能调用	235	参考文献	354

第 1 章 计算机系统概论

本章学习要点

本章对计算机的发展、应用和特性进行了概述,并简要地讨论计算机系统的两大组成部分,即硬件系统和软件系统。最后,介绍计算机系统的层次结构模型,以及各部件间的关系,使读者能从整体看局部,从系统看部件,为以后各章的学习建立一个总体概念。

1.1 计算机的发展状况

世界范围的信息革命在蓬勃发展。信息技术的基础是电子计算机。电子计算机是 20 世纪科学技术最卓越的成就之一,它的出现引起了当代生产技术和生活、生活的划时代变化。

1.1.1 计算机的发展

自从 1946 年 2 月世界上第一台数字电子计算机问世以来,计算机科学与技术获得了日新月异的飞速发展,性能价格比不断降低,应用领域也越来越广。计算机的发展一般可分为下列几个阶段:

1. 第一代计算机

第一代计算机是电子管计算机,发展年代大约为 1946—1958 年。计算机的逻辑元件采用电子管,存储器采用磁鼓和磁芯。软件主要使用机器语言,也开始使用汇编语言。应用领域主要局限于科学计算。这一代计算机的运算速度每秒只有几千次至几万次,体积大、功耗大、价格昂贵且可靠性差。例如第一台电子管计算机,占地 150m^2 ,重 30000kg ,耗电 150kw 。其字长只有 12 位,加法运算速度 5000次/s ,被称为电子数字积分器和计算器 (ENIAC)。虽然它与今天的微型计算机相比不可同日而语,但它却奠定了计算机科学与技术的发展基础。

2. 第二代计算机

第二代计算机是晶体管计算机,其发展年代大约为 1958—1964 年。计算机的逻辑元件为晶体管,主存储器仍用磁芯,外存储器已开始用磁盘。软件也有较大发展,出现了各种高级语言和操作系统。应用领域从科学计算扩展到数据处理,也开始用于工业控制。第二代计算机的运算速度已达到每秒几万次至几十万次。此外,体积缩小,功耗降低,可靠性有所提高。

3. 第三代计算机

第三代计算机是集成电路计算机,其发展年代为 1964—1971 年。逻辑元件开始采用中小规模集成电路,体积、功耗均显著减小,可靠性大大提高;运算速度已达每秒几十万次至几百万次;主存储器仍用磁芯。这一期间,小型计算机也随着集成电路规模的增大而迅速发展起来,计算机品种多样化和系列化;同时,软件技术与计算机外围设备发展迅速,操作系统,会

话式高级语言等软件发展更快，计算机开始广泛应用。

4. 第四代计算机

第四代计算机是大规模集成电路高速发展之后的产物，即 1972 年以后发展起来的。所谓大规模集成电路（LSI）或超大规模集成电路（VLSI）是指在单个硅片上集成 1000 ~ 20000 个甚至集成 6 万 ~ 10 万个晶体管的集成电路。由于 LSI 的体积小、耗电少、可靠性高，因而促使微型计算机以很快的速度得到发展。

此代计算机采用中、大及超大规模集成电路，主存储器采用半导体存储器，运算速度从 MIPS（每秒 10^6 条指令）级提高到 GIPS（每秒 10^9 条指令）级乃至 TIPS（每秒 10^{12} 条指令）水平。大规模并行处理系统、分布式系统、计算机网络的研究和实施进展迅速；软件方面可扩充语言、数据库和网络软件得到迅速发展，微型机和计算机网络的应用使计算机更普及深入到社会生活各方面。微型机和巨型机同时得到发展。

5. 第五代计算机

第五代计算机是人工智能计算机，它是综合了计算机科学和控制论而发展的一门新技术，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，目前第五代计算机仍处于研究之中。

总之，从 1946 年计算机诞生以来，大约每隔 5 年运算速度提高 10 倍，可靠性提高 10 倍，成本降低 10 倍，体积缩小 10 倍。

1.1.2 微处理器的发展

微型计算机是第四代计算机的典型代表。构成微机的核心部件是微处理器 MPU（Micro-processor Unit），也叫中央处理器或中央处理单元 CPU（Central Processing Unit），简称处理器。30 年来微处理器和微机的发展非常迅速，几乎每两年微处理器的集成度和性能提高一倍，几乎每 3 ~ 4 年微机就会更新换代一次。

1. 第一代微处理器

第一代微处理器是 1971 年由 Intel 公司研制的 4004 微处理器，以及改进后的 4040 和 1972 年研制的 8008。其中，4004 和 4040 是 4 位微处理器，8008 是低档的 8 位微处理器。处理器指令系统简单、速度慢，并且运算能力差。

2. 第二代微处理器

1973 年 Intel 公司在 8008 基础上推出了改进的 Intel 8080 微处理器，它与 Motorola 公司和 MOS Technology 分别推出的 MC6800、6501 和 6502，将微处理器推进到第二代。1976 年至 1978 年期间，Intel 公司、Zilog 公司和 Motorola 公司分别推出 Intel 8085、Z80 和 MC-6809 高档 8 位微处理器，并形成了三足鼎立之势。这时的微处理器运算速度是第一代的 10 ~ 15 倍，指令系统比较完善，已经有了典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取（DMA）功能。支持它们的语言有汇编、BASIC、FORTRAN 和 PL/M 等，特别是在后期开始配备了 CP/M 操作系统。

3. 第三代微处理器

1978 年在超大规模集成电路 VLSI 研制成功基础上，Intel 公司率先推出了第三代微处理器，16 位的 Intel 8086，它的数据总线为 16 位，地址总线增加到 20 位，直接存储器的寻址达到 1MB (2^{20})。之后，Zilog 公司和 Motorola 公司也先后推出 16 位的 Z8000 和 MC68000。为了方便原

来的 8 位机用户, 1979 年 Intel 公司推出了内部 16 位结构、片内数据总线为 8 位的 Intel 8088, 其指令系统和 8086 兼容。

在此期间, IBM 公司研制出了以 Intel 8088 微处理器为核心的 IBM PC 机。1983 年 IBM 公司又推出带有硬盘的 IBM PC/XT 机, 从此 IBM PC 机成为个人计算机的主流机之一。

1982 年 Intel 公司研制出高档 16 位微处理器 80286, 与之同档次的微处理器有 Motorola 的 68010。它们的数据总线仍然是 16 位的, 但地址总线增加到 24 位。同时, PC 机也推出了以 80286 为核心的 IBM PC/AT 微机。

4. 第四代微处理器

1985 年 Intel 公司推出了第四代微处理器, 32 位的 80386。它与 8086 向上兼容, 具有 32 位数据线和 32 位地址线。在虚拟地址保护模式下可寻址 4GB (2^{32}) 物理地址和 64TB (2^{46}) 虚拟地址空间。此阶段的 32 位处理器还有 Motorola 的 MC68020、贝尔实验室的 Bellmac-32A, National Semiconductor 公司的 16032 和 NEC 的 V70 等。

1989 年 Intel 推出了更高性能的 32 位微处理器 80486。在 80486 中集成了一个 80386 主处理器、一个与 80387 兼容的数字协处理器和一个 8KB 的高速缓冲存储器 (Cache)。80486 还采用了部分 RISC (精简指令系统计算机) 技术、突发 (Burst) 总线技术和时钟倍频技术, 使处理速度大大提高。

同期的 32 位微处理器还有 MC68040 和 V80。

5. 第五代微处理器

Intel 公司在 1993 年推出了全新一代的微处理器 Pentium (奔腾, P5)。Pentium 仍然是 32 位微处理器, 具有 5 级超标量结构、64 条数据线和 32 位地址线。采用了分支预测、指令固化、双 8KB Cache, CISC (复杂指令系统计算机) 和 RISC 相结合等技术。

1996 年 Intel 公司推出了 Pentium 的改进型 32 位微处理器 Pentium MMX (多能奔腾), 增加了 57 条 MMX (多媒体扩展指令集), 指令采用了新的数据类型和 SIMD (单指令流多数据流) 技术, 片内 Cache 也分别到了 16KB, 提高了对多媒体数据的处理能力。

6. 第六代微处理器

1995 年 Intel 公司推出 32 位的微处理器 P6, 1996 年下半年命名为 Pentium Pro (高能奔腾)。具有 64 位数据线和 36 位地址线, 物理地址空间 64GB (2^{36}), 虚拟存储空间 64TB。Pentium Pro 将一个 256KB 的 L2 Cache (二级 Cache) 封装到了芯片内, 还实现了动态执行技术, 可将已经形成的指令先行执行。

1997 年 5 月和 1999 年 2 月, Intel 公司先后发布了 Pentium II (奔腾二代) 和 Pentium III (奔腾三代)。它们都采用 P6 的核心技术, 属于 32 位微处理器, 性能进一步增强。

类似的微处理器有 AMD 公司的 K7。

7. 第六代之后的微处理器

2000 年底, Intel 公司推出了非 P6 核心结构全新的 32 位微处理器 Pentium 4。2001 年 5 月, Intel 公司推出了 64 位微处理器 Itanium。

1.2 计算机的类别、特点及应用

现代科学的发展使不同类型的计算机几乎进入了各个领域, 计算机能得到广泛的应用是与

它的特殊性能相关的。本节主要介绍现代计算机的分类、特点及其在社会各领域中的应用。

1.2.1 计算机的分类

从不同的角度计算机具有不同的分类方法。

1. 按信息的形式和处理方式分

电子计算机从总体上来说可分为数字计算机、模拟计算机以及数字模拟混合计算机。在数字计算机中,信息处理的形式是用二进制运算,其特点是解题精度高,便于存储信息,是通用性很强的计算工具,能胜任科学计算、数据处理、过程控制、计算机辅助设计、计算机辅助制造以及人工智能等方面的工作。通常所说的电子计算机就是指数字计算机。

模拟计算机中处理的信息是连续变化的物理量,如温度、压力、距离等。其基本运算部件是由运算放大器配以电阻、电容、二极管等电子元件等构成的反向器、加法器、函数运算器、微分器、积分器等运算电路。模拟计算机的运算速度极快,但精度不够高,且每做一次运算需要重新设计和编排线路,故通用性不强,且信息存储困难。这种计算机主要用于解数学方程或自动控制模拟系统的连续变化过程。由于数字计算机速度有了很大提高,模拟计算机的应用越来越让位于数字计算机。

混合电子计算机是取两种计算机之长,既有数字量又有模拟量,既能高速运算,又便于存储,但这种计算机设计困难,造价昂贵。

2. 按计算机的用途分

按计算机的用途可分为通用计算机和专用计算机。专用和通用计算机是根据计算机的效率、速度、价格、运行的经济性和适应性来划分的。通用计算机根据不同的计算机系统配有一定的存储容量和一定数量的外围设备,也配有多种系统软件,如数据库管理系统、操作系统等。这种计算机通用性强,功能全。现在一般讲的计算机就是指通用计算机。

专用计算机功能单一,是专为解决某些特定问题而设计的计算机,因此可靠性高,成本低,结构往往比较简单,如银行系统的计算机,军事系统的某些计算机等。

3. 按计算机规模分

按计算机规模又可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和单片机6类,这种划分是综合了计算机的运算速度、字长、存储容量、输入输出性能、价格、体积等指标划分的。一般来说,巨型机结构复杂,运算速度快,存储量大,价格昂贵。而单片机是只用一片集成电路做成的计算机,体积小,结构简单,性能指标较低,价格便宜。介于巨型机和单片机之间的是大型机、中型机、小型机和微型机,它们的结构规模和性能指标依次递减。

由于计算机性能日新月异,划分的标准不可能一成不变,20世纪70年代巨型机的标准是速度超过每秒运算1000万次(10MIPS),存储容量超过1000MB(外存),但是到了80年代,巨型机的速度是每秒运算1亿次以上。如我国1983年生产的“银河”巨型机每秒运算次数超过了1亿次。20世纪90年代计算机的运算速度更是突飞猛进,IBM公司2000年6月28日宣布已制造出每秒运算次数达到12.3万亿次的计算机,下一目标是生产100万亿次的“蓝色基因”计算机。10几年前的巨型机现在只相当于一台中型机而已。而微型机的概念也在发生变化,可以说微型机是大、中型机的微型化。

1.2.2 计算机的特点

计算机能得到广泛的应用是与它的特殊性能相关的。这些特性是其他工具所不具备的。

1. 快速性

电子计算机的快速性基于两方面因素：首先它采用了高速电子器件，这是快速处理信息的物质基础。另外，电子计算机采用了存储程序的设计思想，即将要解决的问题和解决的方法及步骤预先存入计算机。存储程序，指将用指令序列描述的计算过程与原始数据一起，存储到计算机中。计算机只要一启动，就能自动地取出一条条指令并执行，直至程序执行完毕，得到计算结果为止，此过程不需要人的干预。因此，存储程序技术，使电子器件的快速性得到充分发挥。

2. 通用性

计算机处理的信息不仅是数值数据，也可以是非数值数据。非数值数据的内涵十分丰富，如语言、文字、图形、图像、音乐等，这些信息都能用数字化编码表示。由于计算机具有基本运算和逻辑判断功能，因此，任何复杂的信息处理任务都能分解成基本操作，编制出相应的程序，通过执行程序，进行判断或运算，最终完成处理任务。

计算机可以配置各种程序，有计算机厂商预先编制的，有用户自己编制的。程序越丰富，计算机的通用性越强。

3. 准确性

计算机运行的准确性包括两方面含义：一是计算精度高；二是计算方法科学。由于计算机中的信息采用数字化编码形式，因此，计算精度取决于运算中数的位数，位数越多越精确，通常计算机有一个基本的运算位数，即计算机字长。对精度要求高的用户，还可提供双倍或多倍字长的计算。当然，计算精度还与计算方法有关，如果计算方法不当，仍保证不了准确性。计算方法由程序体现。一个算法正确且优质的程序，再加上高位数的计算功能，才能确保计算结果的准确性。

4. 逻辑性

逻辑判断与逻辑运算是计算机的基本功能之一。计算机内部有一个能执行算术逻辑运算的部件，通过执行能体现逻辑判断和逻辑运算的程序，使整个系统具有逻辑性。例如，计算机运行时，可以根据当前运算的结果或对外部设备现场测试的结果，进行判断，从而从多个分支的操作中自动地选择一个分支，继续运行下去，直至得到正确的结果。

上述的4大特性是从计算机的外部角度来认识的，它们与计算机内部的固有特点相关，图1-1给出了两者之间的联系。

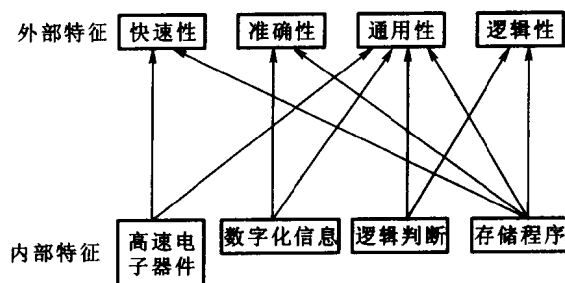


图 1-1 计算机外部特性和内部特点的对对应关系

1.2.3 计算机的应用

按照计算机加工信息的方式和处理信息的特点,计算机的应用一般分为两大类:数值计算和非数值应用,非数值应用范围已远远超过了数值计算。目前,计算机的应用范围几乎涉及人类社会的所有领域:从国民经济部门到个人家庭生活,从军事部门到民用部门,从科学教育到文化艺术,从生产领域到消费娱乐,无一不是计算机应用的天下。对于这么多的应用,这里不一一介绍,下面归纳成7个方面来叙述。

1. 科学计算

计算机应用最早的领域是科学计算,第一台计算机 ENIAC 就是用于计算弹道计算表的。数学、化学、原子能物理学、天文学、地球物理学、生物学等基础科学的研究,以及航天飞行、飞机设计、桥梁设计、水力发电、地质找矿等方面的大量计算离不开大型高速计算机。利用计算机进行数值计算,不仅减轻了大量烦琐的计算工作量,可以节省大量时间、人力和物力,更重要的是,一些以往无法解决、无法及时解决或无法精确解决的问题得到了圆满的解决。

2. 实时控制

计算机在工业测量和控制方面的应用十分广泛,如大型化工企业的自动采集各项工艺参数,进行检验、比较,以控制工艺流程;大型冶金企业的高炉炼铁控制,钢材轧制控制;数控机床控制;电炉温度闭环控制;国防工业中的导弹检测控制;坦克火炮控制;飞机和舰艇的分布式控制系统等。特别是微机的出现为实时控制开辟了更为广泛的应用领域,单片机的应用代替了传统仪器仪表的功能,具有可编程、数据处理和对外接口等能力,仪表的智能化使工业自动化水平推进到更高的一级。例如智能仪表通过通用接口总线 (general purpose interface bus) 直接和自动测试、自动控制系统联结,实现系统的遥测遥控。

3. 信息处理

计算机应用最广泛的领域还是信息处理。信息处理又称为数据处理,是指计算机用于处理生产、经济活动、社会和科学研究中获得的大量信息。如人口普查数据的搜集、转换、分类、计算、存储、传输和输出报表;政府机关办公文件的处理;银行的电子化,全市甚至全国同类银行联机办理存款支付;旅游管理自动化可将全市甚至全国同一旅行社的旅馆联机办理客房预约,甚至还可与交通系统联网,实现自动订票业务。情报检索系统通过卫星能查阅国内外某图书馆的资料。企业中数据处理将涉及各种事务处理,如生产统计、账务处理、成本核算、库存管理等,在这些数据处理的基础上通过进一步信息加工支持管理和决策,为企业制定计划和优化运行,成为实时管理的信息系统。

4. 计算机辅助技术

计算机辅助技术包含计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助测试 (CAT)、计算机辅助教学 (CAI) 等。

计算机辅助设计是利用计算机来帮助设计人员进行设计。其中有机机械 CAD、建筑 CAD、服装 CAD 以及电子电路 CAD 等。使用 CAD 技术能提高设计工作的自动化程度,节省人力和时间。

计算机辅助制造是利用计算机进行生产设备的管理、控制和操作的过程。如工厂在制造产

品的过程中，用计算机来控制机器的运行，处理制造中所需的数据，控制和处理材料的流动以及对产品进行测试和检验等。CAM 与 CAD 密切相关。CAD 侧重于设计，CAM 侧重于产品的生产过程。通常把 CAD 和 CAM 放在一起，形成 CAD/CAM 一体化，如图 1-2 所示。

计算机辅助测试是利用计算机帮助人们进行各种测试工作。如大规模特别是超大规模集成电路由于过于复杂，需要测试的参数又很多，若用人工测试，一是不准确，二是速度太慢。采用 CAT 系统则可快速自动完成参数的测试和报告结果，还可分类和筛选产品。

计算机辅助教学是利用计算机帮助教师和学生进行课程内容的教学和测验。学生可以通过人机对话的方式学习有关章节的内容并回答计算机给出的问题，计算机可以判断学生的回答是否正确，学生还可通过一系列测验逐步深入学习某课程。教师利用 CAI 系统指导学生的学习、命题和阅卷等。目前，CAI 软件已大量涌现。从小学、中学到大学的许多课程都有成熟的 CAI 软件产品。这些软件图文并茂，提高了学生的学习积极性。今后的 CAI 系统将是一个多媒体计算机系统，在这个系统中图、文、声、像俱全，在实现无校舍教学中发挥积极作用。

5. 办公自动化

办公自动化系统是一个信息系统，它以支持办公自动化为目的，如日程管理、电子邮政、电子会议、文档管理、统计报表等，并能辅助管理和决策。办公自动化的技术范围较宽，除计算机作为主机以外，还有工作站（也可能是微机）、网络系统、数据库、通信技术以及轻印刷等，目前比较知名的办公自动化软件有 IBM Lotus Domino/Notes。

6. 家用电器

计算机不仅在国民经济各领域发挥越来越大的作用，而且已涌入到日常生活，特别是家用电器中。例如彩色电视的调台器，就是把微型机和锁环频率合成器结合起来构成的，从而使电视机增加了数字选台、自动选台、预约节目、遥控等多种功能。目前，不仅使用各种类型的个人计算机，而且将单片机广泛应用于微波炉、磁带录音机、自动洗衣机、煤气用定时器、家用空调设备控制器、电控缝纫机、电子玩具、游戏机等。

未来的家用电脑将指挥机器人扫地，清洁地毯，控制炉灶的烹煮时间，调节室内湿度，执行守护房屋和防火工作，还可以接受主人的电话命令，开启暖炉或冷气机。在 21 世纪，计算机网络和计算机控制的设备将广泛地应用于办公室、工厂和家庭。通过因特网，可以传递多种多样有益的信息，如时事新闻、商业行情等等。

7. 人工智能

“人工智能”又称“智能模拟”，简单地说，就是要使计算机能够模仿人的高级思维活动。人工智能的研究课题是多种多样的，诸如计算机学习、计算机证明、景物分析、模拟人的思维过程、机器人等等，内容很多。

人工智能研究中最有成就的要算“机器人”。目前世界上有大量的“工业机器人”在生产线上或在高温、有毒、辐射、深水等环境下工作。尽管它们只做一些非常简单的事情，但是任

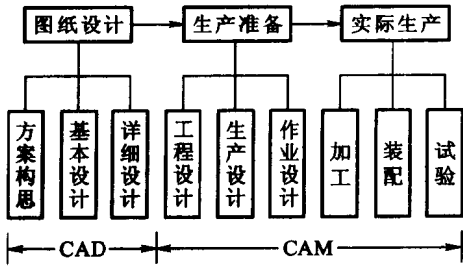


图 1-2 CAD/CAM 系统