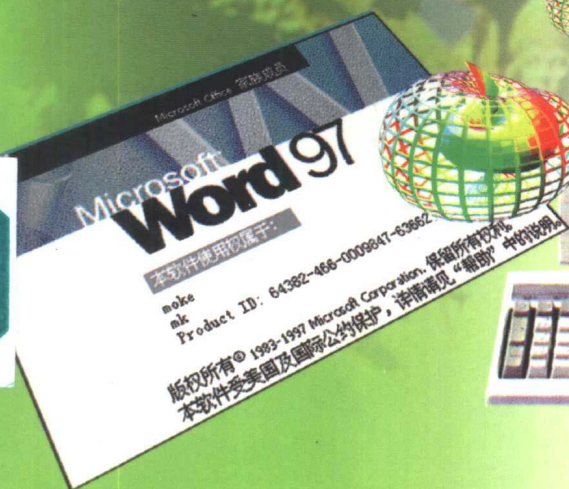
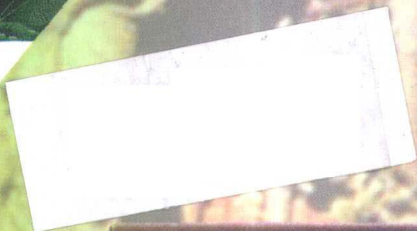
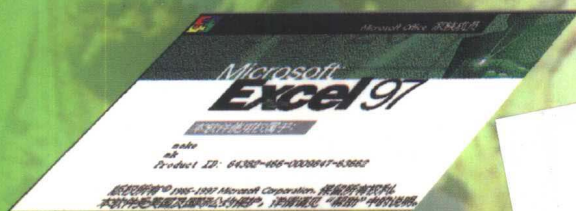


计算机应用基础教程

主编 罗先文 曹列斌



重庆大学出版社

计算机应用基础教程

主 编	罗先文	曹列斌	
编写人员	罗先文	曹列斌	胡继宽
	李莉丽	朱派军	张 跃

重庆大学出版社

内容提要

本书介绍了计算机的初步知识和计算机基本操作,是一本学习和使用计算机的入门教材。本书内容包括:计算机的发展、类型、组成、基本工作原理、信息表示和信息编码;操作系统以及 DOS 操作系统、Windows 95 操作系统的使用方法;汉字编码、汉字操作系统、汉字输入方法等汉字信息处理技术;文字处理软件 Word 97 的使用;多媒体技术、计算机网络技术、计算机安全基本知识及 Excel 97 等。书中内容都能在相应的软件环境下实现,具有可操作性。

本书可作为高等学校各专业“计算机应用基础”课程的教材,也可以作为计算机等级考试(一级)教材,也可以作为中等职业技术学校 and 电脑培训班教材,还适合于计算机初学者自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机应用基础教程/罗先文、曹列斌主编. —重庆:

重庆大学出版社, 1999.8

ISBN 7-5624-2018-1

I. 计… II. ①罗… ②曹… III. 电子计算机—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 41101 号

计算机应用基础教程

主编 罗先文 曹列斌

责任编辑 曾显跃

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆建筑大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:344 千

1999年8月第1版 1999年8月第1次印刷

印数:1—5000

ISBN7-5624-2018-1/TP·241 定价:16.00元

前 言

计算机的普及与广泛应用,极大地改变了人们传统的工作、学习、生活和思维方式。在人类社会生活中,计算机发挥着日益重要的作用。计算机已成为各个学科领域不可缺少的应用工具,同时,计算机知识和应用能力已成为当代大学生知识能力结构的重要组成部分。它标志着一个国家的生产力发展和现代化水平。

为了加强高等学校非计算机专业学生的计算机基础教育,普遍提高学生的计算机知识水平和应用能力,重庆市教委于1998年起在全市高等学校中实施了非计算机专业的计算机等级考试制度,现已经举办了三次统考。作为提高人才素质培养的一个重要举措,计算机等级考试的举办,极大地推动了计算机基础教学工作,激发了广大学生学习和使用计算机的热情。为了适应计算机基础教学工作发展的新形势,编者在从事近十年的计算机基础教学的基础上,按照“重庆市高等学校非计算机专业学生计算机等级考试大纲”的要求,编写了这本计算机基础教育的教材。

这本教材,是为了适应计算机的发展,尽可能地跟上新的计算机技术,使学生学习新的技术,掌握最新的应用软件,也是我们在计算机基础教育方面的一个尝试。它的特点是,在介绍基本理论、基本知识和基本技能的基础上,力求知识的先进性、系统性和完整性,操作系统主要介绍中文 Windows 95、文字处理软件选用中文 Word 97,比较完整地介绍了计算机网络和多媒体技术,做到学以致用。

本书共分八章,第一、二章介绍了计算机的发展、类型、组成、基本工作原理、信息表示和信息编码;第三章介绍了操作系统以及 DOS 操作系统;第四章介绍了 Windows 95 操作系统的使用方法;第五章介绍了汉字编码、汉字操作系统、汉字输入方法等汉字信息处理技术;第六章介绍了文字处理软件中文 Word 97 的使用;第七章、第八章和第九章分别介绍了多媒体技术、计算机网络技术、计算机安全基本知识,及中文 Excel 97 等。书中内容都能在相应的软件环境下实现,具有可操作性。

本书由罗先文主编,曹列斌编写第一章,胡继宽编写第二、九章,李莉丽编写第三、四章,朱派军和张跃编写了第五、六章,罗先文编写第七、八章,全书由罗先文统稿。郑莉、唐俐担任本书的录入工作,重庆大学出版社对本书的出版给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中缺点和错误在所难免,真诚希望读者批评指正。

编 者

1999年7月18日

目 录

第1章 计算机基础知识	1
1.1 计算机的发展、分类与应用	1
1.2 数制	7
1.3 二进制的算术运算与逻辑运算	12
1.4 数码、字符和文字的编码	15
1.5 带符号数的表示法	18
1.6 数的小数点表示	20
1.7 计算机的数据单位	21
第2章 微型计算机系统组成	23
2.1 计算机系统概述	23
2.2 计算机硬件基本组成	23
2.3 计算机的软件系统	25
2.4 指令及指令系统	28
2.5 计算机工作过程	28
2.6 计算机系统的主要技术指标	31
2.7 个人计算机的基本配置	32
2.8 常用外部设备及其使用	34
第3章 DOS 操作系统	41
3.1 操作系统的基础知识	41
3.2 DOS 操作系统概述	42
3.3 DOS 命令	48
第4章 Windows 95 操作系统	57
4.1 Windows 95 概述	57
4.2 Windows 95 的基本操作	61
4.3 “我的电脑”和“资源管理器”	74
4.4 Windows 95 的其他操作	82
第5章 汉字处理及汉字录入技术	91
5.1 中文信息处理概述	91
5.2 计算机汉字输入方法概述	94

第6章 字表处理软件	109
6.1 中文 Word 97 的启动	109
6.2 中文 Word 97 的基本操作	116
第7章 多媒体及计算机网络基本常识	157
7.1 多媒体计算机技术	157
7.2 计算机网络技术	161
7.3 信息高速公路和 Internet	167
第8章 计算机安全常识	172
8.1 计算机安全概述	172
8.2 环境及设备安全	172
8.3 数据的安全	174
8.4 计算机病毒及防治	175
第9章 中文 Excel 97	177
9.1 中文 Excel 97 概述	177
9.2 中文 Excel 97 使用基础	177
9.3 工作簿和工作表的基本操作	181
9.4 信息	182
9.5 工作表编辑	185
9.6 工作簿信息管理	189
9.7 用公式和函数分析数据	190
9.8 创建工作表图表	195
9.9 数据管理	203
附录	208
附录一 7 位 ASCII 码表	208
附录二 模拟试题	209

第1章 计算机基础知识

电子计算机的出现和发展是当代科学技术的最伟大成就之一。从第一台计算机问世以来,在半个多世纪的时间里,计算机的发展取得了令人瞩目的成就。今天,计算机科学已作为一门先进的学科独立存在。计算机工业已成为改造传统工业、振兴国民经济的重要支柱。计算机在工农业生产、国防建设以及社会各个领域的广泛应用,已成为国家现代化的一个重要标志。随着计算机技术的飞速发展,将对人类社会产生更为巨大的影响。

1.1 计算机的发展、分类与应用

1.1.1 计算机的发展

世界上第一台电子计算机是1946年研制成功的。半个多世纪以来,计算机获得了突飞猛进的发展。依据计算机性能和当时软硬件技术,将计算机的发展划分成以下四个阶段。每一个阶段在技术上都是一次新的突破,在性能上都是一次质的飞跃。

(1) 第一代——电子管计算机(1946—1957年)

其主要特点是:

- 采用电子管制作基本逻辑部件,体积大,耗电量大,寿命短,可靠性差,成本高。
- 采用水银延迟电路或电子射线管作为存储部件,容量很小,后来外存储器使用了磁鼓存储信息,扩充了容量。
- 输入输出装置落后,主要使用穿孔卡片,速度慢并且使用不便。
- 还没有系统软件,只能用机器语言和汇编语言编程。

(2) 第二代——晶体管计算机(1958—1964年)

其主要特点是:

- 采用晶体管制作基本逻辑部件,体积减小,重量减轻,功耗降低,成本下降,使计算机的可靠性和运算速度均得到了提高。
- 普遍采用磁芯作为主存储器,采用磁盘、磁鼓作为外存储器。
- 开始有了系统软件(监控程序),提出了操作系统概念,出现了高级语言,如FORTRAN、ALGOL 60等。

(3) 第三代——集成电路计算机(1965—1969年)

其主要特点是:

- 采用中、小规模集成电路制作各种逻辑部件,从而使计算机体积更小,重量更轻,耗电更省,寿命更长,成本更低,运算速度有了更大提高。
- 采用半导体存储器作为主存,取代了原来的磁芯存储器,使存储容量有了大幅度的提高,增加了系统的处理能力。
- 系统软件有了很大发展,出现了分时操作系统,多用户可以共享计算机软硬件资源。

·在程序设计方法上采用了结构化程序设计,为研制更加复杂的软件提供了技术上的保证。

(4)第四代——大规模、超大规模集成电路计算机(1970 至今)

其主要特点是:

·基本逻辑部件采用大规模、超大规模集成电路,使计算机体积更小、重量更轻、成本大幅度降低,出现了微型机。

·作为主存的半导体存储器,其集成度越来越高,容量越来越大;外存储器除广泛使用软磁盘外,还引进了光盘。

·各种使用方便的输入输出设备相继出现,如大容量的磁盘、光盘、鼠标器、图像扫描仪、数字式照相机、高分辨率彩色显示器、激光打印机和绘图仪等。

·软件产业高度发达,各种实用软件层出不穷,极大地方便了用户。

·计算机技术与通信技术相结合,计算机网络(广域网、城域网、局域网)已把世界紧密地联系在一起。

·多媒体技术崛起,计算机集图像、图形、声音、文字处理于一体,在信息处理领域掀起了一场革命,与之相应的信息高速公路正在高速发展中。

从 20 世纪 80 年代起,日本、美国、欧洲的发达国家都宣布开始新一代计算机的研究。普遍认为新一代计算机应该是智能型的,它能模拟人的智能行为,理解人类自然语言,并继续向着微型化、巨型化、网络化方向发展。

表 1-1 各代计算机的比较

	第一代 (1946—1957 年)	第二代 (1958—1964 年)	第三代 (1965—1969 年)	第四代 (1970 至今)
电子器件	电子管	晶体管	中、小规模集成电路	大规模和超大规模集成电路
主存储器	磁芯、磁鼓	磁芯、磁鼓	磁芯、磁鼓、半导体存储器	半导体存储器
外部辅助存储器	磁带、磁鼓	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁鼓、磁盘、光盘
处理方式	机器语言 汇编语言	监控程序 作业批量连续处理 高级语言编译	多道程序 实时处理	实时、分时处理 网络操作系统
运算速度	5 千 ~ 3 万次/秒	几十万 ~ 百万次/秒	百万 ~ 几百万次/秒	几百万 ~ 几亿次/秒
典型机种	ENLAC EDVAC IBM 705	IBM 7000 CDC 6600	IBM 360 PDP 11 NOVA 1200	IBM 370 VAX 11 IBM PC

1.1.2 微型机的发展阶段

在计算机发展进入第四代的时候,微型机异军突起,开辟了计算机的新纪元。微型机因其

体积小、结构紧凑而得名。它的一个重要特点是将中央处理器(CPU)制作在一块集成电路芯片上,这种芯片称为微处理器。根据微处理器的集成规模,又形成了微型机的不同发展阶段,它以2~3年就推出新机型的发展速度不断更新换代。

(1)第一代微型机(1971—1972年)

1971年美国 Intel 公司首先研制出 4004 四位微处理器,随后又研制出 8 位微处理器 Intel8008,由 4 位、8 位微处理器构成的微型机都属于第一代。

(2)第二代微型机(1973—1977年)

第二代微型机微处理器都是 8 位的,但集成度有了较大提高。典型产品有 Intel 公司的 8080, Motorola 公司的 6800 和 Zilog 公司的 Z80 等微处理器芯片,以这些芯片为 CPU 生产的微型机,其性能较第一代有了较大提高。

(3)第三代微型机(1978—1981年)

1978 年 Intel 公司生产出 16 位微处理器,标志着微处理器进入第三代。其性能比第二代提高了近 10 倍。典型产品有 Intel8086、Z8000、M68000 等。由 16 位微处理器生产出的微型机,能支持多种应用,如数据处理和科学计算。

(4)第四代微型机(1981 至今)

随着半导体技术工艺的发展,集成电路的集成度越来越高。生产出 32 位高档微处理器,典型产品有 Intel 公司的 Intel386、IAPX432,贝尔实验室的 MAC32、HP32、M68020 等。用 32 位微处理器构成的第四代微型机,其性能可与 20 世纪 70 年代的大、中型计算机相媲美。

微型机家族中,IBM PC 机地位举足轻重。PC 机以其设计先进,功能齐全,软件丰富,价格低廉等优势迅速占领了世界市场。之后又不断升级,出现了 386、486、586,直到今天以 Pentium (奔腾) II、Pentium III CPU 为代表的最高性能的与 IBM PC 兼容的不同品牌、不同型号的微型机相继问世。

1.1.3 计算机的特点

从古到今,人类发明了数不清的机器,几乎所有的机器都是人类体能的一种延伸,惟独计算机有别于其他任何机器,它是个电脑,在一定条件下能代替人脑自动工作。

(1)运算速度快

用电子线路组成的计算机采用高速电子器件,能以极高速度工作,这是计算机最显著的特点之一。电子计算机的运算速度已从每秒几千次发展到现在最高达每秒几千亿次。大量复杂的科学计算过去靠人工计算需要几年或几十年才能解决,现在只需几天,甚至几秒就能完成。例如,外国的一位数学家花了 15 年时间把圆周率 π 的值计算到了小数点后 707 位,而现代电子计算机,不到 1 小时就能完成。电子计算机运算速度快的特点,不仅极大地提高了人的工作效率,而且使许多复杂的科学计算问题得以解决。

(2)计算精度高

科学技术的发展,特别是一些尖端科学技术的发展,要求具有高度准确的计算结果,只要电子计算机内用以表示数值的位数足够多,就能提高运算精度。一般的计算工具只有几位有效数字,而电子计算机的有效数字可在十几位、几十位,甚至上百位,这样就能精确地进行数据的计算和表示数据的计算结果。

(3)记忆能力强

电子计算机具有存储“信息”的存储装置,可以存储大的数据,当需要时,又能准确无误地取出来。随着存储容量的增大,电子计算机一般可以存储几兆、几十兆,甚至几千兆个数据。除能记住各类数据信息外,还能记住加工这些数据的程序。程序是人设计的,反应了人的思想方法和行为动作,记住程序就等于记住了人的思维活动。

(4)逻辑判断能力

电子计算机既可以进行算术运算,又可以进行逻辑运算。它可以对文字、符号进行判断和比较,进行逻辑推理和证明。这是其他任何计算工具无法相比的。例如,数学中有个“4色问题”,说的是不论多么复杂的地图,要使相邻区域颜色不同,最多只需4种颜色就够了。100多年来不少数学家一直想去证明它或者推翻它,却一直没有结果,成了数学中的著名难题。1976年两位美国数学家终于使用计算机进行了推理,验证了这个有名的“猜想”。

(5)自动执行程序的能力

电子计算机不仅存储数据,还能存储程序。由于计算机内部操作运算是根据人们事先编制的程序(解题方法和步骤)自动一步一步地进行的,不需要人工操作和干预。这是计算机与其他任何计算工具最本质的区别。我们可以利用计算机这个特点,去完成那些枯燥乏味而又令人厌烦的重复性劳动;也可让计算机控制机器深入到一些人类躯体难以胜任的、有毒的、有害的作业场所。机器人、自动化机床、无人驾驶飞机等都是利用计算机的这个能力。

1.1.4 计算机的应用

现在,计算机的应用已广泛而深入地渗透到人类社会各个领域。从科研、生产、国防、文化、教育、卫生直到家庭生活,都离不开计算机提供的服务。计算机促进了生产率大幅提高,把社会生产力提高到前所未有的水平。据估计,现在计算机已有5000多种用途,并且还在以每年300~500种速度增加,下面根据其应用领域归纳成几大类。

(1)科学计算

科学计算即数值计算,主要用于科学研究和工程设计,以便以高速度、高精度来解决这些部门较复杂的数学计算问题。例如,为将人造卫星准确地发射到预定轨道,要用计算机对卫星的重量、火箭推力、发射角度、飞行中各参数的调整等,做一系列复杂的计算才能实现。在当今各尖端科学领域中,航天技术、原子能技术、天文测量、生物化学研究、大桥设计、齿轮设计等,都离不开计算机作复杂的数值计算。

(2)信息处理

据统计,世界上的计算机80%以上主要用于信息处理。这类工作量大面广,成为计算机应用的主流。现代社会是信息化社会,随着生产的高度发展,导致信息量急剧膨胀。信息是资源,人类进行各项社会活动,不仅要考虑物质条件,而且要认真研究信息。信息已经和物质、能量一起被列为人类社会活动的三大支柱。信息处理就是指对各种信息进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、利用、传播等一系列活动的统称。目的是获取有用的信息作为决策的依据。目前,计算机信息处理已广泛地应用于办公室自动化、企事业计算机辅助管理与决策、文字处理、文档管理、情报检索、激光照排、电影电视动画设计、会计电算化、图书管理、医疗诊断等各行各业。信息已经形成独立的产业,多媒体技术更为信息产业插上腾飞的翅膀。有了多媒体,展现在人们面前的再也不是枯燥的数字、文字,而是人们喜闻乐见、声情并茂的声音和图像信息了。

(3) 计算机辅助设计/辅助制造(CAD/CAM)

计算机辅助设计(CAD)是指用计算机帮助工程技术人员进行设计工作。CAD 是计算机技术和某项专门技术相结合的产物。采用 CAD 可以使设计工作半自动化或自动化,不仅使设计周期大大缩短,节省人力物力,而且还降低了成本,保证了产品质量。当前,在机械制造、建筑工程、舰船、飞机、大规模集成电路、服装鞋帽以及高档的电子产品的设计工作中,已广泛应用计算机进行辅助设计,如在建筑设计过程中,可以使用 CAD 技术进行力学计算、结构设计、绘制立体图形及建筑图纸等。

CAD 为工程设计自动化提供了广阔的前景,已得到世界各国的普遍重视。一些国家已经把计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)及计算机辅助工程(CAE)组成一个集成系统,使设计、制造、测试和管理有机地组成一体,形成了高度的自动化系统,因而产生了“无人”生产线和“无人”工厂。

20 世纪 60 年代开始,许多国家就开始了计算机辅助设计与制造的探索。应用计算机图形方法学,对产品结构、部件和零件进行计算、分析、比较和制图。方便之处是可随时更改参数,反复迭代、优化设计直到满意为止。还可进一步输出零部件表、材料表以及数字机床加工用的纸带或磁带,可直接把 CAD 设计的产品加工出来,这就是 CAM 概念。

(4) 过程控制

过程控制要求计算机能及时收集检测信号,通过计算机处理,发出调节信号对控制对象进行自动调节。这在工业生产中应用十分广泛。例如,美国的雪佛莱汽车公司,用 13 台计算机控制 2000 多台机床和数条自动生产线,还控制 900 m 长的传送带、3 个备用起重机以及堆料的仓库等,实现了全厂的生产自动化。

目前,利用计算机实时控制的范围已越来越广,如大型电站、大规模集成电路的生产和调试、交通控制、导弹发射等。

(5) 人工智能

人工智能是指用计算机来“模仿”人的智能,使计算机具有识别语言、文字、图形和“推理”、“学习”适应环境的能力。第五代计算机的开发将成为人工智能研究成果的集中体现,具有某一方面专家的专门知识的“专家系统”和具有一定“思维”能力的机器人的大量出现,是人工智能研究不断取得进展的标志。如应用在医疗工业中的医学专家系统,能模拟医生分析病情,为病人开出药方,提供病情咨询等。在机器制造业中采用智能机器人,可以完成各种复杂加工,承担有害作业。

由此可见,电子计算机的作用已远远超出了“计算”的概念。电子计算机的发展和广泛应用,不仅促进了社会生产力的发展,大大提高了劳动生产率,对社会的发展产生了重大影响,而且也标志着人类已开始步入了以计算机为主要应用工具的信息时代。如果说第一次工业革命是以蒸汽机为代表的动力革命,第二次工业革命是以发动机为代表的电气革命,那末第三次工业革命就是以电子计算机为代表的信息革命。可以预见,在信息社会中,计算机技术对信息的产生、收集、处理、存储和传播将发挥越来越重要的作用,计算机作为一种崭新的生产力将推动信息社会更快地向前发展。

1.1.5 计算机的分类

电子计算机种类繁多,可以从不同的角度进行分类。电子计算机从开始发展时起,就分为

电子数字计算机和电子模拟计算机两大分支。其主要区别在于计算机中信息的表示形式和对信息的处理方式不同。

电子数字计算机是直接对间断量“数字”进行运算的计算机。在机器内部进行运算的是二进制式的数。电子数字计算机具有运算速度快、准确、存储量大等优点。因此适宜科学计算、信息处理、过程控制和人工智能等,具有最广泛的用途。

电子模拟计算机是对连续量进行运算的计算机。被运算量的大小是由电压、电流、角度等连续变化的物理量表示的,对这些物理量进行运算的结果仍为物理量。由于电子模拟计算机能模拟事物发展进程的物理量,并能按预先确定的精度进行处理。例如,测量电压精确到机模 1/100V,测量方位角精度到 1/10 度等,因此为模拟研究各种活动的实际过程带来方便。它解题速度快,适于解高阶微分方程,在模拟计算和控制系统中应用较多。

由于电子模拟计算机通用性不强,其信息不易存储,计算机精度又受到设备精度的限制,而平常所用的绝大多数计算机都是电子数字计算机。因此,往往把电子数字计算机简称为电子计算机或计算机,也称为“电脑”。同样,本书也简称为电子计算机或计算机。

电子计算机按其用途可分为通用机和专用机,通用机具有功能多、配置全、用途广、通用性强等特点,市场上销售的电子计算机多属于通用机。专用机具有功能单纯、使用面窄,甚至专机专用的特点。专用机是为解决某一特定问题而专门设计制造的,通常增强了某些特定功能,忽略一些次要功能,所以专用机能高速度高效率地解决其特定问题。模拟计算机通常都是专用机,在军事控制系统中广泛地使用专用电子数字计算机。

电子计算机按其运算速度快慢,存储数据量的大小,功能的强弱,以及软硬件的配套规模,又分为巨型机、大中型机、小型机、微型机和工作站等。其主要特点如下:

(1) 巨型机

巨型机运算速度快、存储容量大,每秒可达 1 亿次以上的运算速度,主存容量高达几百兆字节,字长可达 64 位。20 世纪 70 年代初推出的 Cray1 和 20 世纪 80 年代初推出的 Cray XMP 就是这种巨型机。我国湖南长沙国防科大研制成功的“银河 I”和“银河 II”也属于巨型机。巨型机结构复杂、价格昂贵,主要用于尖端科学研究领域。

(2) 大型机

一般认为大型机的运算速度在 100 万次~几千万次/秒,字长 32~64 位,主存容量在几十兆字节或几百兆字节。它有比较完善的指令系统,丰富的外部设备和功能齐全的软件系统,主要用于计算中心和计算机网络中。

(3) 中型机

规模介于大型机和小型机之间。

(4) 小型机

小型机较之大中型机,规模较小、成本较低、维护也较容易。小型机用途广泛,既可用于科学计算、数据处理,又可用于生产过程自动控制和数据采集以及分析处理。

(5) 微型机

20 世纪 70 年代后期,微型机的出现引起了计算机一场革命。如今计算机家族中微型机种类繁多。微型机采用微处理器、半导体存储器和输入输出接口等芯片组装,使得它较之小型机体积更小、价格更低、灵活性更好、可靠性更高、使用更加方便。

(6) 工作站

20 世纪 70 年代后期出现了一种新型的计算机系统,称为工作站(WS)。工作站实际上就是一台高档微机。但它有其独到之处,易于联网,配有大容量的主存,大屏幕显示器,特别适合于 CAD/CAM 和办公室自动化,典型产品有美国 SUN 公司的 SUN3、SUN4 等。

随着大规模集成电路的发展,目前的微型机与工作站、小型机乃至中型机之间的界限已不明显,现在的微处理器芯片速度已经达到甚至超过十年前的一般大型机的 CPU 速度。

1.2 数 制

数据是计算机处理的对象。数有大小和正负之分,还有不同的进位计数制。在计算机中采用什么计数制,如何表示数的正负和大小,这是学习计算机首先遇到的一个重要问题。

人们习惯于采用十进位计数制,简称十进制。但是由于技术上的原因,计算机内部一律采用二进制表示数据,而在编程中又经常使用十进制,有时为了方便还使用八进制或十六进制。因此,弄清不同计数制及其相互转换是重要的。

1.2.1 什么是进位计数制

数制有非进位计数制和进位计数制两种。

(1)非进位计数制特点

非进位计数制的特点是:表示数值大小的数码与它在数中的位置无关。典型的非进位计数制是罗马数字。例如,罗马数字中:I 总是代表 1,II 总是代表 2,III 总是代表 3,IV 总是代表 4,V 总是代表 5 等。非进位计数制表示数据不便、运算困难,现已不采用。

(2)进位计数制的特点

进位计数制的特点是:表示数值大小的数码与它在数中所处的位置有关。例如,十进制数 123.45,数码 1 处于百位上,它代表 $1 \times 10^2 = 100$,即 1 所处的位置具有 10^2 权;2 处于十位上,它代表 $2 \times 10^1 = 20$,即 2 所处的位置具有 10^1 权;其余类推,3 代表 $3 \times 10^0 = 3$,而 4 处于小数点后第一位,代表 $4 \times 10^{-1} = 0.4$,最低位 5 处于小数点后第二位,代表 $5 \times 10^{-2} = 0.05$ 。

十进制运算中,凡是超过 10 就向高位进一位,相邻两位间是十倍的关系,这里的“10”称为进位“基数”。可以想象,若是二进制,则进位基数应该是 2,八进制进位基数为 8,十六进制则进位基数应该是 16。

综上所述,任何进位计数有两个要素:

- 数码的个数
- 进位基数

1.2.2 计算机为什么要用二进制

二进制并不符合人们的习惯,但是计算机内部仍采用二进制表示信息,其主要原因有以下四点:

(1)电路简单

计算机是由逻辑电路组成的,逻辑电路通常只有两个状态。例如,开关的接通与断开,晶体管理想饱和与截止,电压电平的高与低等。这两种状态正好用来表示二进制数的两个数码 0 和 1。若是采用十进制,则需表示十个数码,这是困难的。

(2)工作可靠

两个状态代表的两个数码,在数字传输和处理中不容易出错,因而电路更加可靠。

(3)简化了运算

二进制运算法则简单。例如,求和法则只有3个,求积法则也只有3个。要是用十进制,则十进制的一套运算法则实现起来非常困难。比如“九九”乘法表,对人来说习以为常,但是让机器去实现就是另一回事了。

(4)逻辑性强

计算机工作原理是建立在逻辑运算基础上的,逻辑代数是逻辑运算的理论依据。二进制只有两个数码,正好代表逻辑代数中的“真”与“假”。

1.2.3 不同进位计数制及其特点

(1)十进制基本特点:

- 有十个数码:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- 进位基数:10
- 逢十进一(加法运算),借一当十(减法运算)

任意一个 n 位整数和 m 位小数的十进制 D ,可表示为:

$$D = D_{n-1} \cdot 10^{n-1} + D_{n-2} \cdot 10^{n-2} + \cdots + D_0 \cdot 10^0 + D_{-1} \cdot 10^{-1} + \cdots + D_{-m} \cdot 10^{-m}$$

上式称为十进制数“按权展开式”。

[例] 将十进制数 314.16 写成展开式形式。

$$\begin{aligned}\text{解: } 314.16 &= 3 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 1 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2} \\ &= 300 + 10 + 4 + 0.1 + 0.06\end{aligned}$$

(2)二进制(Binary notation)

二进制特点:

- 只有两个数码:0 和 1
- 进位基数:2
- 逢二进一(加法运算),借一当二(减法运算)

任意一个 n 位整数和 m 位小数的二进制数 D ,可表示为:

$$D = B_{n-1} \cdot 2^{n-1} + B_{n-2} \cdot 2^{n-2} + \cdots + B_0 \cdot 2^0 + B_{-1} \cdot 2^{-1} + \cdots + B_{-m} \cdot 2^{-m}$$

上式称为二进制的“按权展开式”。不难看出,它与十进制的差别仅仅在于进位数基数变化了,每个位的“权”表现为 2 的幂次关系,即相邻两位相同数码代表的值互为 2 倍关系。

[例] $(1101.01)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2} = (13.25)_{10}$

(3)八进制(Octal notation)

八进制的特点:

- 有八个数码:0,1,2,3,4,5,6,7
- 进位基数:8
- 逢八进一(加法运算),借一当八(减法运算)

任意一个 n 位整数和 m 位小数的八进制数,可表示为:

$$D = Q_{n-1} \cdot 8^{n-1} + Q_{n-2} \cdot 8^{n-2} + \cdots + Q_1 \cdot 8^1 + Q_0 \cdot 8^0 + Q_{-1} \cdot 8^{-1} + \cdots + Q_{-m} \cdot 8^{-m}$$

[例] $(317)_8 = 3 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + \dots = 192 + 8 + 7 = (207)_{10}$

(4)十六进制(Hexadecimal notation)

十六进制数特点:

·有十六个数码:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

·进位基数:16

·逢十六进一,借一当十六。

注意,在十六个数码中的 A, B, C, D, E, F 六个数码,分别代表十进制数中的 10,11,12,13,14,15,这是国际上通用的表示法。

任意一个 n 位整数和 m 位小数的十六进制数,可一般表示为:

$$D = H_{n-1} \cdot 16^{n-1} + H_{n-2} \cdot 16^{n-2} + \dots + H_1 \cdot 16^1 + H_0 \cdot 16^0 + H_{-1} \cdot 16^{-1} + \dots + H_{-m} \cdot 16^{-m}$$

[例] $(3C4)_{16} = 3 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 4 \times 16^0 + \dots = (964)_{10}$

以上介绍的二进制数、八进制数、十六进制与十进制数的对应关系,见表 1-2。

表 1-2 各种进位数的对应关系

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
...	...	...	...

1.2.4 不同进制之间的转换

(1)二进制数与十进制数的相互转换

1)二进制数转换成十进制数

二进制数转换成十进制数很简单,只需按权展开然后相加即可。

[例] $(1011.01)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$
 $= 8 + 0 + 2 + 1 + 0 + 0.25 = (11.25)_{10}$

2) 十进制数转换成二进制数

整数部分和小数部分分别用不同方法进行转换。

① 整数部分：“除 2 取余法”

即将十进制数反复除以 2, 取其余数作为相应二进制数最低位 K_0 , 再除以 2 得余数 K_1 , 直到最后一次相除商为 0 时得到最高位 K_{n-1} , 则: $K_{n-1} K_{n-2} \cdots K_1 K_0$ 即为转换所得二进制数。

[例] 将 $(121)_{10}$ 转换成二进制数。

2	$\overline{121}$	…余 1(K_0)
2	$\overline{60}$	…余 0(K_1)
2	$\overline{30}$	…余 0(K_2)
2	$\overline{15}$	…余 1(K_3)
2	$\overline{7}$	…余 1(K_4)
2	$\overline{3}$	…余 1(K_5)
2	$\overline{1}$	…余 1(K_6)
	0	

所以 $(121)_{10} = K_6 K_5 K_4 K_3 K_2 K_1 K_0 = (1111001)_2$

② 小数部分：“乘 2 取整法”

将十进制小数乘积整数部分作为相应二进制数小数点后最高位 K_{-1} , 反复乘 2, 逐次得到 $K_{-2} K_{-3} \cdots K_{-m}$ 。直到乘积的小数部分为 0 或小数点后的位数达到精度要求为止。

[例] 将 $(0.8125)_{10}$ 转换成二进制。

0.8125	
$\times \quad 2$	
$\hline 1.6250$	…整数 1(K_{-1})
0.6250	
$\times \quad 2$	
$\hline 1.2500$	…整数 1(K_{-2})
0.2500	
$\times \quad 2$	
$\hline 0.5000$	…整数 0(K_{-3})
$\times \quad 2$	
$\hline 1.0000$	…整数 1(K_{-4})

所以 $(0.8125)_{10} = 0.K_{-1} K_{-2} K_{-3} K_{-4} = (0.1101)_2$

[例] 将 $(25.25)_{10}$ 转换成二进制数。

对于这种既有整数又有小数部分的十进制数, 可将其整数与小数部分分别转换成二进制数, 然后再把两者连接起来。

$$\text{因为 } (25)_{10} = (11001)_2 \quad (0.25)_{10} = (0.01)_2$$

$$\text{所以 } (25.25)_{10} = (11001.01)_2$$

二进制数与十进制数的相互转换方法,可将推广到其他数制与十进制数的互换,不同之处是应该考虑具体数制的进位基数。例如,八进制的进位基数是 8,十六进制的进位基数是 16,而转换算法完全是一样的。

(2) 八进制与十进制数的相互转换

八进制数转换为十进制:以 8 为基数按权展开并相加

十进制数转换为八进制:整数部分:除 8 取余

小数部分:乘 8 取整

(3) 十六进制数与十进制数的相互转换

十六进制数转换为十进制:以 16 为基数按权展开并相加

十进制数转换为十六进制:整数部分:除 16 取余

小数部分:乘 16 取整

【例】将 $(525)_{10}$ 转换成十六进制数。

$$\begin{array}{r|l} 16 & 525 \\ \hline & \cdots \text{余 } D \\ 16 & 32 \\ \hline & \cdots \text{余 } 0 \\ 16 & 2 \\ \hline & \cdots \text{余 } 2 \\ & 0 \end{array}$$

$$\text{所以 } (525)_{10} = (20D)_{16}$$

(4) 二进制数与八进制数之间的转换

二进制的进位基数是 2,八进制的进位基数是 8,又由于:

$$2^3 = 8 \quad 8^1 = 8$$

即八进制一位对应于二进制三位。

1) 二进制数转换成八进制数

二进制数转换为八进制数,可概括为“三位并一位”。即:

以小数点为基准,整数部分从右至左,每三位一组,最高位不足三位时,添 0 补足三位;小数部分从左至右,每三位一组,最低有效位不足三位时,添 0 补足三位。然后,将各组的三位二进制数按 $2^2, 2^1, 2^0$ 权展开后相加,得到一位八进制数。

【例】将 $(1010111011.0010111)_2$ 转换为八进制数。

$$\begin{array}{ccccccc} 001 & 010 & 111 & 011 & . & 001 & 011 & 100 \\ \hline 1 & 2 & 7 & 3 & . & 1 & 3 & 4 \end{array}$$

$$\text{所以 } (1010111011.0010111)_2 = (1273.134)_8$$

2) 八进制转换成二进制数

八进制转换成二进制数可概括为“一位拆三位”,即把一位八进制写成对应的三位二进制,然后按权连接即可。

【例】将 $(2754.41)_8$ 转换成二进制数。

$$\begin{array}{ccccccc} 2 & 7 & 5 & 4 & . & 4 & 1 \\ \hline 010 & 111 & 101 & 100 & . & 100 & 001 \end{array}$$