



高等学校
电子信息类

规划教材

DIANZIKEJIDAXUECHUBANSHE

XILIEJIAOCAI

本科电子工程

计算机基础 及微机应用

主 编 王 建

副主编 唐 璞



电子科技大学出版社

UESTC PUBLISHING HOUSE

前 言

本书系高等学校全国电子信息类电子工程专业“九五”规划教材,是根据国家教委面向二十一世纪计算机应用基础教学的指导性意见,结合教学的实际需要而组织编写的。

当今世界已步入信息时代,二十一世纪人类社会的生活、工作方式将和信息技术密不可分,而信息技术必不可少的工具之一就是计算机。计算机的出现和计算机网络技术的发展,极大地促进了人类科学技术的发展,同时使人类社会产生了巨大的变革,人类的科学活动、经济活动、社会活动等也进入了一个崭新的时代。不久的将来,人们的日常学习、生活、工作都会离不开计算机。因此,学会使用计算机将逐渐变成一种新的时尚,成为现代人必须掌握的一项基本的技能,是我们学习、生活和工作得心应手的工具,计算机知识也成为了人类知识结构的一个重要组成部分。

计算机技术包括了多媒体技术及网络技术。在信息社会中,人们可以通过计算机网络快速、准确、方便地获取人类社会的各种信息,可以通过计算机网络收发电子邮件、传真,在全球范围内和他人交换信息,获取并使用网上的各种软、硬件资源为自己服务。多媒体技术集文本、图片、声音、视频等信息媒体为一体,为人们查询、浏览各种信息提供了丰富、生动、形象的场景,使计算机的应用进入一个新的阶段。因此,学习使用计算机,不仅要学会计算机的的单机操作及一些常用软件的使用方法,而且要学会计算机网络知识,要学会上网,要学会通过网络获取信息、共享网络资源等等。

本书在编排上力求各部分相对独立,可适应广泛的读者面。第一部分简要介绍了计算机系统软、硬件的一些基本常识、基本概念和微机的基本操作,是计算机的入门知识;第二部分一开始较详细地介绍了 DOS 操作系统的一些常用内部和外部命令及其使用方法,然后进入中文 Windows 95 系统的学习。在介绍中文 Windows 95 系统时,简要介绍了其基本的界面特点以及其基本的使用方法,并着重介绍了对文件及文件夹的操作,之后还介绍了中文 Windows 95 下几种汉字输入方法。本部分内容是全书重点,也是计算机应用的基础;第三部分介绍了多媒体的一些基本概念和基本知识,并介绍了一定的网络知识和 Novell NetWare 操作系统及一些基本的常用命令。根据当今计算机使用的流行趋势,本部分还介绍了国际互联网 Internet 和电子邮件 E-mail 的基本常识和基本使用方法。本部分是计算机应用的深入知识。在本书后面的第四、五、六部分,分别介绍了 Office 97 中的三个常用软件,即字处理软件 Word、制表软件 Excel 和文稿演示工具 Power Point。在对 Excel 和 Power Point 的学习中,从一个具体的例子引导读者一步一步进行学习,具有较强的实践性。这三部分知识主要是为计算机的文字处理及文档管理打下基础,解决工作中的实际应用问题。为了使教学和学习方便,本书配备了例题和习题。

本教材参考学时为 60,第一部分 4 学时,第二部分 20 学时,第三部分 10 学时,第四部分 14 学时,第五部分 8 学时,第六部分 4 学时。当然,在教学中可根据本校学生专业 and 实际需要对学时数进行适当的调整,也可对教材内容作适当的取舍。

本书从计算机最基本的知识入手，便于计算机的初学者进行学习，使初学者从接触计算机，了解计算机到使用计算机，逐步做到融会贯通。本书不深入探讨计算机的一些原理性的东西，只从计算机应用的角度出发，介绍计算机的一些基本概念及计算机的使用方法，不讲或少讲不常用的东西，一切本着从应用出发。学习本书不需要其它计算机课程基础知识，也不需要其它的数理知识。因此，本书也适合于不同专业、不同层次、不同文化背景的初学者。

本书由高等学校电子信息类电子工程专业教学指导委员会评审出版，责任编委张扬，四川大学计算机学院丁正铨教授在百忙中抽出时间审阅了全稿，并提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

本书王建任主编，唐璞任副主编，组织多位长期从事高等学校计算机应用基础教学并具有丰富教学经验的同志共同编写完成的。其中：第三部分的第一章由王建编写；第二部分全部、第三部分的第二章由唐璞编写；第一部分、第四部分由邓彬编写；第五部分由陈波编写；第六部分由程晖编写。

由于我们水平有限，书中难免会存在一些缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者
于电子科技大学
1999 . 7

第一部分 计算机基础

第一章 计算机基础知识

本章将简要介绍计算机的基本概念、特点和应用概貌以及计算机系统的组成,以期对计算机及其应用有一个概括的了解。

§1.1 计算机概述

自 1946 年第一台电子数字计算机问世以来,在半个世纪的时间里,计算机的发展取得了令人瞩目的成就。今天,计算机技术已经成为信息化社会的两大支柱之一(另一是通信技术),计算机的科学技术水平,生产规模和应用已成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。计算机已经远不只是一种计算工具,它已渗透到国民经济和生活的各个领域,象火车头一样带动着各行各业向现代化迈进。电子计算机的发展和应用社会已转化成巨大的推动社会前进的生产力。

1.1.1 计算机的发展

一、第一台电子数字计算机

第二次世界大战期间,美国宾夕法尼亚大学物理学家约翰·莫克利(John Mauchly)与工程师普雷斯伯·埃克特(J. Presper Eckert)第一次采用电子管作为计算机的基本部件,于 1946 年研制出了世界上第一台全自动电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator),即“电子数字积分计算机”。该计算机使用了 18000 个电子管,占地 170 平方米,重达 30 吨,耗电 140 千瓦,真可谓“庞然大物”。ENIAC 每秒可进行 5000 次加减运算,使当时的科学家们从奴隶般的计算中解放出来。

与现代电子计算机相比,尽管 ENIAC 有许多不足之处,但是,至今人们仍公认,ENIAC 机的问世表明了电子数字计算机时代的到来,它的出现具有划时代的伟大意义。在以后的半个世纪里,随着科学技术的发展和计算机应用领域的扩大,计算机也在不断地更新换代。

二、电子计算机发展阶段

电子计算机的发展阶段通常以构成计算机的电子器件来划分,至今已经历了四代,现

在正向第五代过渡。

1. 第一代电子计算机 (1946~1957 年)

第一代电子计算机是以电子管作为计算机的基本元件。电子管即真空管, 它于 1913 年发明, 1946 年从第一台电子计算机 ENIAC 开始, 才把它用于电子计算机。这个时期的计算机的主存储器使用延迟线或磁鼓, 语言使用的是机器语言, 计算机主要用于数值计算, 平均运算速度是每秒几千次到几万次。其体积大、耗电多、价格贵、运行速度和可靠性不高。

2. 第二代电子计算机 (1958~1964 年)

第二代电子计算机是以晶体管作为计算机的基本元件。晶体管于 1948 年发明, 1956 年开始把它用于电子计算机, 这个时期采用磁芯存储器作为计算机内存, 磁盘和磁带作为外存, 汇编语言代替了机器语言, 还使用了算法语言和管理语言。平均运算速度是每秒几万次到几十万次。这个时期的计算机与电子管计算机相比, 其体积较小、耗电较低、价格便宜、运行速度和可靠性都有很大提高。

3. 第三代电子计算机 (1965~1970 年)

第三代电子计算机是以中小规模集成电路作为计算机的基本元件。集成电路 (IC) 是将许多个晶体管和电子元件集中制造在只有几平方毫米大的一块硅片上, 这样就减小了计算机的体积和功耗, 提高了计算机的功能。使用半导体存储器作为主存储器, 内存容量大幅度增加, 使用了操作系统, 平均运算速度是每秒几十万次到几百万次。这一时期的计算机比第二代电子计算机的总体性能提高了一个数量级, 此时电子计算机广泛应用于科学计算、数据处理和过程控制方面

4. 第四代电子计算机 (1970 年以后)

第四代电子计算机是以大规模集成电路作为计算机的基本元件。大规模集成电路 (LSI) 大大提高了晶体管和电子元件集在一块硅片上的集成度, 这样就使计算机的体积和功耗更加减小, 提高了计算机的总体功能。平均运算速度是每秒几百万次到几亿次, 支撑软件是操作系统与数据库。这个时期可以将计算机的主要部件制作在一块集成电路上, 从而出现了微处理器, 产生了微型计算机。微型计算机迅猛发展, 很快普及并深入到社会各个领域和人们的生活中。

5. 第五代电子计算机

从二十世纪 80 年代开始, 美、日等国家开始新一代的“智能计算机”的研究, 以超大规模集成电路作为计算机的基本电子元件, 从而开始向第五代电子计算机过渡。第五代电子计算机将采用多媒体技术, 把声音、图形、图像系统、计算机系统和通讯系统集成为一个整体, 使计算机具有像人一样的听、看、想、说、写等能力, 其平均运算速度是可达到每秒几亿次到几千亿次, 支撑软件为知识库。目前, 第五代电子计算机还在研制中, 还有许多技术难题有待解决, 相信在不久的将来就会实现。

总的来说, 目前, 随着计算机技术及微电子技术飞速地发展, 计算机正朝着巨型化、微型化、网络化和智能化四个方向发展。巨型化是指发展高速、大存储容量和强大功能的超大型计算机; 由于大规模、超大规模集成电路的出现, 计算机迅速地微型化; 计算机网络是计算机技术发展中崛起的又一重要分支, 是现代通信技术与计算机技术结合的产物; 智能化是建立在现代科学基础之上、综合性很强的边缘学科, 它是让计算机来模拟人的

感觉、行为、思维过程的机理,使计算机具备“视觉”、“听觉”、“语言”、“行为”、“思维”、逻辑推理、学习、证明等能力,形成智能型、超智能型计算机。

1.1.2 计算机的分类

一、按计算机中信息的表示和处理方式分类

电子计算机种类繁多,可以从不同的角度进行分类,但是电子计算机从发展开始就分为电子数值计算机(Digital Computer)和电子模拟计算机(Analogue Computer)两大分支。其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。

电子数值计算机是对断续量“数字”进行运算的计算机。在机器内部进行运算的是二进制数。电子数值计算机具有运算速度快、准确、存储量大等优点,适宜于科学计算、信息处理、过程控制、人工智能等,其应用范围非常广泛。

电子模拟计算机是对连续量进行运算的计算机。被运算量的大小由电压、电流、角度等连续变化的物理量表示,对这些物理量进行运算的结果也为物理量。电子模拟计算机解题速度快,适宜于解高阶微分方程,在模拟计算和控制系统中应用较多。

电子模拟计算机信息不易存储,计算精度受设备精度的限制,所以其通用性不强,人们平常所说的电子计算机或计算机通常是指电子数值计算机,常常也称之为“电脑”。同样,本书中所称的电子计算机或计算机也是电子数值计算机的简称。

二、按用途分类

电子计算机按用途分为通用机(General Purpose Computer)和专用机(Special Purpose Computer)。

通用机功能多、配置全、用途广、通用性强,市场上销售的电子计算机基本上是通用机。专用机功能单纯、使用面窄,是为解决某一特定问题专门设计制造的,特别是在军事控制系统中广泛的使用专用机。本书将主要介绍通用电子数字计算机。

三、按运算速度及软硬件配套规模分类

国内计算机界按计算机的运算速度、存储容量、功能强弱及软硬件配套规模以往常把计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类。目前国内、外多数书刊也是国际上沿用的分类方法是根据美国电气和电子工程师协会(IEEE)的一个委员会于1989年11月提出的标准来划分的,即把计算机划分为巨型机、小巨型机、大型主机、小型机、工作站和个人计算机等六类。

1. 巨型机(Supercomputer):巨型机也称为超级计算机,在所有计算机类型中价格最贵,功能最强,其浮点运算速度达到1TFLOPS,即每秒万亿次的高性能计算机。它主要用于军事技术(如核武器等)和尖端科学(如空间技术,社会模拟,中、长期天气预报等)研究方面。巨型机的研制水平、生产能力及其应用程度,已成为衡量一个国家经济实力与科技水平的重要标志。

2. 小巨型机(Minisupercomputer):小巨型机也称为桌上型超级计算机,出现于20世纪80年代,功能稍低于巨型机,其运算速度达1GFLOPS,即每秒10亿次。价格比巨

型机便宜,只有巨型机的十分之一。

3. 大型主机 (Mainframe): 这覆盖国内常说的大中型机,内存可达 1KMB 以上,整机速度达 300MIPS-750MIPS,具有很强的处理和管理能力,其使用范围比巨型机普遍,它是事务处理、商业处理、信息管理、大型数据库和数据通讯的主要支柱。在计算机向网络迈进的时代,仍有大型主机生存的空间。

4. 小型机 (Minicomputer 或 Minis): 其运算速度和规模比大型主机差,但功能上在向它们靠近。可在一般企业、事业、学校等单位使用。虽然,现代高档微机 and 现代小型机的功能已没有多大的差别,但有些高档小型机在速度、容量、外设和软件的完善性上仍然占有一定的优势。目前微机还不能完全代替小型机。小型机结构简单,可靠性高,成本较低,不需长期训练即可维护使用,这对于大、小用户来说比昂贵的大型主机具有更强大的吸引力。

5. 工作站 (Workstation): 这是介于 PC 机和小型机之间的一种高档微机,是专长于处理某类特殊事务的计算机类型。它与网络系统中的“工作站”,在用词上相同。但含义不同。网络上的“工作站”常用于泛指联网用户的结点,以区别于网络服务器,这样的工作站只是一般的 PC 机。

6. 个人计算机 (PC—Personal Computer): PC 机就是常说的微型机 (Microcomputer),简称为微机,它是大规模集成电路的产物,是 20 世纪 70 年代的新机种,以其设计先进、软件丰富、功能齐全、价格便宜等优势而拥有广大的用户。其主要特点是体积小、功耗低、可靠性高、实用性强、价格低、产量大,应用普及。其性能不断提高,应用领域不断扩大,价格每年都有所下降。IBM—PC 系列机以及 80386、80486 和以 80586 为芯片的各种兼容机,APPLE 公司的 Macintosh,我国的长城、联想等都是比较流行的微机。PC 机是无所不在,无所不用。除了台式的,还有膝上型、笔记本、掌上型、手表型等。

目前,计算机技术及微电子技术飞速地发展,上述几类机型的划分界限已愈来愈不明显,计算机正朝着巨型化、微型化、网络化和智能化四个方向发展。

1.1.3 计算机的特点及应用

一、计算机的特点

计算机能够飞速地发展并获得广泛的应用,最根本的原因是计算机具有如下特点:

1. 运算速度快

计算机的运算速度已从每秒几千次发展到高达每秒几千亿次。计算机运算速度快的特点,提高了人们的工作效率并且使许多复杂的科学问题得以解决。例如,外国的一位数学家花了 15 年的时间把圆周率 π 的值算到小数点后 707 位,而计算机却不到一小时就完成了。

2. 计算精度高

科学技术的发展,特别是尖端科学技术的发展需要有高度精确的计算,只要电子计算机内用以表示数值的位数足够多,就能够提高运算精度。一般的计算工具只有几位有效数字,而计算机的有效数字可以精确到十几位、几十位,甚至上百位,这样就能精确的进行数值计算和表

示数据的计算结果。

3. 存储功能强

计算机可以存储大量的数据, 当需要时, 又能准确无误地取出来, 这使得计算机成为信息处理的有力工具。电子计算机一般可以存储几兆、几十兆, 甚至几千兆个数据。

4. 具有逻辑判断能力

计算机可以进行数值运算, 也可以进行逻辑运算, 还可以对文字或符号进行判断和比较, 进行逻辑推理和证明, 这是其它任何计算工具无法相比的。

5. 具有自动运行能力

计算机与其它计算工具的本质区别是计算机具有自动运行能力, 也就是说计算机内部操作是按照人们预先编制的程序自动一步一步的进行的, 不需要人工操作和干预。

二、计算机的应用

电子计算机已广泛应用于工业、农业、商业、文教、军事、科学和人们生活的各个方面, 按其应用的特点可以分为以下几个方面:

1. 数值计算

在近代科学和工程技术中, 常常会遇到大量复杂的计算。人工计算费时费力, 也很难得到准确的结果, 这样就可以利用计算机快速、准确的特点来完成计算。

2. 数据处理

数据处理是指对原始数据进行收集、整理、合并、选择、存储、输出等的加工过程, 也称为信息处理。例如地震数据处理, 人口普查数据处理, 大型运动会数据检查与处理, 银行数据处理, 程控电话计费系统, 工厂、企业、学校数据管理等应用需要存储大量数据和进行复杂的比较、判断、处理, 因此可以利用计算机的大容量存储和逻辑判断能力来解决这些问题。据统计, 在数据处理方面的应用, 占全部计算机应用的 80% 以上。

3. 过程控制

过程控制是指实时采集、检测数据, 并进行处理和判断, 按最佳值进行调节的过程。计算机过程控制系统在机械、冶金、石油、化工、电力、建材及轻工等各个部门得到广泛的应用, 并获得了很高的经济效益。

4. 人工智能

人工智能 (AI) 是指用计算机来“模仿”人的智能, 使计算机像人一样具有识别语言、文字、图形和“推理”、学习以及适应环境的能力。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进展的标志。例如, 应用在医疗工作中的专家系统能模拟医生分析病情, 为病人开出药方等。在有害人体健康的工作环境中采用机器人, 可以完成人们无法完成的各项复杂的工作。

5. 网络应用

网络应用 (Networking Application) 是利用计算机网络, 使一个地区、一个国家、甚至在世界范围内使计算机与计算机之间实现软、硬件资源共享, 这样可以大大促进地区间、国际间的通讯与各种数据的传输与处理, 改变了人的时空的概念。计算机网络使地球变小了。现代计算机的应用已离不开计算机网络, 先进的计算机网络技术的应用, 已经引发了信息产业的又一

次革命。

6. 计算机模拟

计算机模拟 (Computer Simulation) 是用计算机程序代替实物模型来做模拟实验, 既广泛应用于工业部门, 也适用于科学领域。在 20 世纪 80 年代末, 还出现了“虚拟现实”的新技术, 这将成为 21 世纪有前景的新技术。

7. 计算机辅助教育

计算机辅助教育 (CBE—Computer Bared Education) 包括计算机辅助教学 CAI (Computer Aided Instruction) 和计算机管理教学 CMI (Computer Managed Instruction) 两部分。平时所说的计算机辅助教学主要是指 CAI。CAI 是指利用计算机进行辅助教学工作, 它可以利用图形、动画、声音等方式使教学过程形象化; 还可以采用人机对话方式, 对不同的教学内容和教学过程, 改变了教学的统一模式。这有利于提高学生的学习兴趣, 有利于因材施教。教学终端的发展方向是多媒体和智能化计算机。

8. 计算机辅助设计

计算机辅助设计 (CAD) 是指用计算机帮助工程设计人员进行设计工作。采用 CAD 可以使设计工作半自动化或全自动化。当前, 在机械制造、建筑工程、航船、飞机、大规模集成电路、服装设计以及在高档的电子产品设计中, 已广泛使用计算机进行辅助设计。例如, 在建筑设计过程中, 可以使用 CAD 软件进行力学计算、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, 一些国家已把计算机辅助设计和辅助制造 (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为一体, 形成了高度的自动系统, 因此产生了自动化生产线和“无人工厂”。

计算机集成制造系统 (CIMS) 是集设计、制造与管理于一体的现代化生产系统, 它是从 20 世纪 80 年代初期发展起来的新型生产模式, 它具有生产率高、周期性短等特点, 它的运转离不开网络的支持, 它有可能成为 21 世纪制造工业的主要生产模式。

§1.2 计算机中数和字符的表示

1.2.1 计算机中数的表示

在日常生活中, 我们熟悉的是十进制数, 而计算机采用的是二进制。二进制数的特点是逢 2 进 1, 因此在二进制中, 只有 0 和 1 两个符号。计算机之所以采用二进制, 这是因为 0 和 1 两种状态, 在物理上很容易实现。例如电路的导通与截止, 电平的高与低等等都只有两种状态。

在程序的设计中, 除了二进制外, 有时也使用十六进制、八进制和十进制表示数值。

一、进位计数制和位权

在一种数制中, 只能使用一组固定的数字符号来表示数目的大小, 具有使用多少个数字符号来表示数目的大小, 就称为该数制的基数。在数制中还有一个规则, 即 N 进制必须是逢 N

进一。对于多位数，处在某一位上的“1”所表示的数值的大小，称为该位的权。例如，十进制第2位的位权为10（10的1次方）；第3位的位权为100（10的2次方）；二进制第2位的位权为2（2的1次方）；第3位的位权为4（2的2次方）。对于N进制，整数部分第1位的位权为N的1-1次方，小数部分第J位的位权为N的-J次方。

1. 十进制数 (Decimal)

十进制的基数是10，它有0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 总共十个数值符号。其中最大数码是基数减1，即9，最小数码是0。十进制数后面常常跟一个后缀字母D表示，但一般省略不写，也可以用下标10表示。十进制的特点是逢10进1。对于一个含有n位整数，m位小数的十进制数可以用位权的形式表示为如下通用表示式：

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} \alpha_i \times 10^i$$

例如：

$$1347.89D = (1347.89)_{10} = 1 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 9 \times 10^{-2}$$

2. 二进制数 (Binary)

二进制的基数是2，它只有0、1 总共两个数值符号。其中最大数码是基数减1，即1，最小数码是0。二进制数用后缀字母B表示，或用下标2表示。二进制的特点是逢2进1。对于一个含有n位整数，m位小数的二进制数可以用位权的形式表示为如下通用表示式：

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} \alpha_i \times 2^i$$

式中各个 α 是0或1，具体取值由N决定。例如：

$$1011.101B = (1011.101)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

3. 八进制 (Octal)

八进制的基数是8，它有8个数值符号，即0、1、2、3、4、5、6、7。其中最大数码是基数减1，即7，最小数码是0。八进制数用字母O表示后缀。八进制的特点是逢8进1。对于一个含有n位整数，m位小数的八进制数可以用位权的形式表示为如下通用表示式：

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} \alpha_i \times 8^i$$

式中各个 α 为0、1、2、3、4、5、6、7，具体取值由N决定。例如：

$$1037.740 = (1037.74)_8 = 1 \times 8^3 + 0 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 7 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2}$$

4. 十六进制 (Hexadecimal)

十六进制的基数是 16，它有 16 个数值符号，即 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。其中 A 到 F 分别表示十进制数的 10 到 15，最大数码是基数减 1，即 F，最小数码是 0。十六进制数用字母 H 表示后缀，如果十六进制数最高位为 A 至 F 中的符号之一，则应在前边加 0，说明是数字而不是文字，例如十六进制数 B34FH 应写成 0B34FH。十六进制的特点是逢 16 进 1。对于一个含有 n 位整数， m 位小数的十六进制数可以用位权的形式表示为如下通用表示式：

$$N = \sum_{i=-m}^{n-1} \alpha_i \times 16^i$$

式中各个 α 为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，具体取值由 N 决定，例如：

$$18FD.A9H = (18FD.A9)_{16} = 1 \times 16^3 + 8 \times 16^2 + F \times 16^1 + D \times 16^0 + A \times 16^{-1} + 9 \times 16^{-2}$$

二、不同进制之间的转换

1. 非十进制数转换为十进制数

非十进制数转换为十进制数，只要把非十进制数按权展开求和即可。例如：

$$\begin{aligned} (10011.101)_2 &= 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 16 + 2 + 1 + 0.5 + 0.125 = (19.625)_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (217.51)_8 &= 2 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} + 1 \times 8^{-2} \\ &= 128 + 8 + 7 + 0.625 + 0.0156 = (143.6406)_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (12F.4B)_{16} &= 1 \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 15 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 11 \times 16^{-2} \\ &= 256 + 32 + 15 + 0.25 + 0.04296875 = (303.29296875)_{10} \end{aligned}$$

2. 十进制数转换为非十进制数

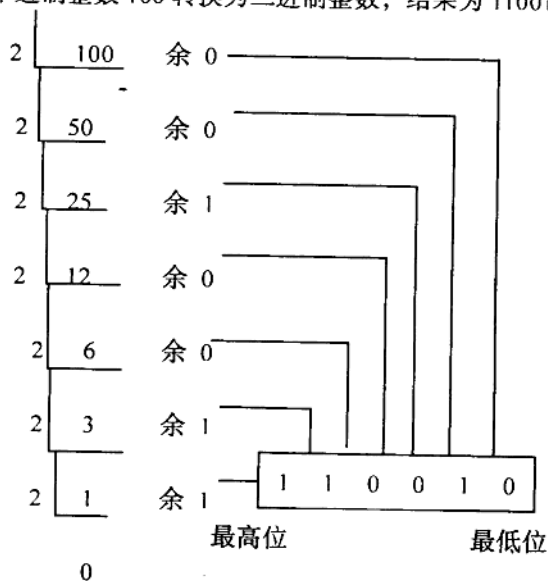
十进制数转换为非十进制数时，对于整数部分，采用除基数取余数的方法；对于小数部分，采用乘基数取整数的方法。

(1) 十进制数转换为二进制数

十进制数转换为二进制数时，整数部分采用“除 2 取余”法，即将十进制数反复除以

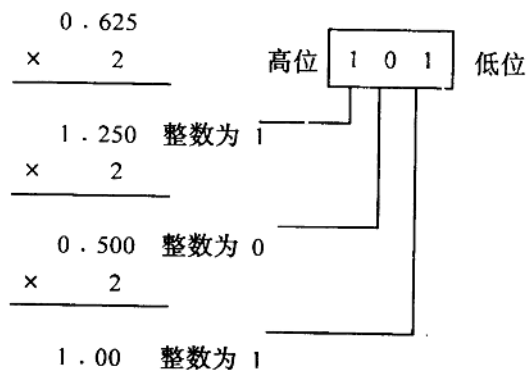
2, 直到商为 0, 先获得的余数为二进制数整数的低位, 后获得的余数为二进制数的高位。

例如把十进制整数 100 转换为二进制整数, 结果为 1100100B, 其转换过程如下:



十进制小数转换为二进制小数采用“乘 2 取整”法。即用 2 乘十进制小数, 得到一个整数部分和一个小数部分; 再用 2 乘小数部分, 又得到一个整数部分和一个小数部分; 继续用 2 乘小数部分, 直到余下的小数部分为 0, 或满足精度要求为止。第一个乘积的整数部分为转换结果的最高位, 最后一个乘积的整数部分为转换结果的最低位。

例如十进制小数 0.625 转换为二进制小数, 结果为 0.101B, 转换过程如下:



把一个既有整数部分又有小数部分的十进制数转换为二进制数, 可以将其整数部分和小数部分分别转换, 然后再组合起来。例如:

$$100.625D=1100100.101B$$

(2) 十进制数转换为八进制数和十六进制数

十进制数转换为八进制数和十六进制数用的是与上述相似的方法，即“除 8 取余、乘 8 取整”和“除 16 取余，乘 16 取整”。

3. 二进制与八进制、十六进制数之间的转换

(1) 二进制与八进制数之间的转换

1 位八进制数相当于 3 位二进制数，所以，要把八进制数转换为二进制数，只需以小数点为界，整数部分、小数部分的每 1 位八进制数分别用 3 位二进制数表示，不足 3 位的都在前面用 0 补足 3 位即可。例如：

6	7	3	.	2	1	5	O
↓	↓	↓		↓	↓	↓	
110	111	011	.	010	001	101	B

所以， $673.215O=110111011.010001101B$

将二进制数转换为八进制数则与上述方法相反，即以小数点为界，整数部分向左数，每 3 位二进制数用 1 位八进制数表示，不足 3 位的，前面补 0；小数部分向右数，每 3 位二进制数用 1 位八进制数表示，不足 3 位的，后面补 0。例如：

001	110	111	101	010	.	011	101	110	B
↓	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓	
1	6	7	5	2	.	3	5	6	O

所以 $1110111101010.01110111B=16752.356O$

(2) 二进制与十六进制数之间的转换

1 位十六进制数相当于 4 位二进制数，所以，要把十六进制数转换为二进制数，与八进制数转换为二进制数的方法相仿，即以小数点为界，整数部分、小数部分的每 1 位十六进制数分别用 4 位二进制数表示，不足 4 位的都在前面用 0 补足 4 位。例如：

A	7	1	.	F	B	5	H
↓	↓	↓		↓	↓	↓	
1010	0111	0001	.	1111	1011	0101	B

所以， $A71.FB5H=101001110001.111110110101B$

同样将二进制数转换为十六进制数与上述方法相反，即以小数点为界，整数部分向左数，每 4 位二进制数用 1 位十六进制数表示，不足 4 位的，前面补 0；小数部分向右数，每 4 位二进制数用 1 位十六进制数表示，不足 4 位的，后面补 0。例如：

0001	1111	0111	1011	1010	.	0011	1101	0110	B
↓	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓	
1	F	7	B	A	.	3	D	6	H

所以, 1111011110111010.00111101011B=1F7BA3D6H

1.2.2 字符在计算机中的表示

计算机系统中,除了数字0至9以外,还经常用到其它各种字符,如26个英文字母、各种标点符号、控制符号等。这些信息都要将它们编成计算机能接受的二进制编码,即字符编码。在计算机系统中,有两种重要的字符编码方式,即EBCDIC和ASCII。EBCDIC主要用于IBM的大型主机,ASCII则用于微型机和小型机,因而本书只介绍ASCII码。

ASCII码是美国标准信息交换码(American Standard Code for Information Interchange),它已被国际标准化组织(ISO)接受为国际标准,因此,ASCII码已成为世界上所公认的字符编码,并在世界范围内通用。

ASCII码是一种8位(8个二进制位)代码,最高位一般表示时都以0表示,另外的7位(低7位)用来对128个字符编码(2的7次方等于128),如表1-1-1所示。表中左边两列主要是控制字符,例如,NUL—空白、LF—换行、FF—换页、CR—回车、ESC—扩展、DEL—删除、SP—空格;其它的是图形字符。

表 1-1-1 7 位 ASCII 码

行	列	0	1	2	3	4	5	6	7
	前 3 位 后 4 位	000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	Z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	K	{
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	M	}
E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

要确定一个数字、字母、符号或控制符号的 ASCII 码,应在表 1-1-1 中找到它的位置所对应的行和列,根据行确定被查字符的低 4 位编码,根据列确定被查字符的高 3 位编码,将高 3 位编码与低 4 位编码组合起来就是要查的 ASCII 编码。例如,“0”的 ASCII 码为 00110000,或十六进制 30H;字母“A”的 ASCII 码为 01000001,或十六进制 41H;字母“a”的 ASCII 码为 01100001,或十六进制 61H。

由 7 位编码构成的 ASCII 码基本字符集能表示的字符只有 128 个,已不能满足现代信息处理的要求,近年来,对 ASCII 码字符集进行了扩充。采用 8 个二进制位数据表示一

个字符数据, 编码范围为 00000000 至 11111111, 总共可表示 256 种字符和图形字符, 称为扩充 ASCII 码字符集。因此, ASCII 码的新版本称为 ASCII-8。

1.2.3 汉字字符的表示

现代计算机基本上是面向西文的, 要使计算机能处理汉字, 就必须对汉字进行编码, 由于汉字数量大、字型复杂, 按 1990 年版《汉语大字典》计算, 通用汉字有 54,678 个, 而日常生活中最常用的汉字也有大约 3,500 个, 所以对汉字的编码比 ASCII 码复杂得多。

目前汉字编码通常采用双七位编码方案, 即用两个字节(8 个二进制位为一个字节)表示一个汉字, 并规定两个字节的最高位必须为 1, 以便和西文的 ASCII 码相区别。

一、国标码与区位码

为了规范文字以适应计算机信息处理的需要, 国家技术监督局于 1980 年颁布了国家标准《信息交换用汉字编码字符集. 基本集》, 即国标 GB2312-80, 作为我国汉字系统必须遵守的国家规范。

国标 GB2312-80 规定, 所有的汉字与符号组成有一个 94×94 的矩阵排列在一张大表中, 如图 1-1-1 所示。

在图 1-1-1 中, 每一行称为一个“区”, 每一列称为一个“位”, 因此, 这个方阵实际上组成了一个 94 个区(区号分别为 01 到 94)、每个区内有 94 个位(位号分别为 01 到 94)的汉字字符集。一个汉字所在的区号和位号简单的组合在一起就构成了该汉字的“区位码”。在汉字的区位码中, 高两位为区号, 低两位为位号。区位码与汉字或符号之间是一一对应的关系。国标 GB2312-80 中的全部符号包括:

- 一般符号 202 个。包括: 标点、间隔符、运算符、制表符等。
- 复合形符号 60 个。包括: 1. 至 20 和 (1) 至 (20) 各 20 个, ① 至 ⑩ 和 (一) 至 (十) 各十个。
- 数字 22 个。包括 0-9, 罗马字 I-XII。
- 大小写英文字母 52 个、希腊字母 48 个、俄文字母 66 个、日文假名 169 个。
- 汉语拼音符号 26 个。
- 汉语注音字母 37 个。
- 汉字 6763 个。其中, 一级汉字 3755 个, 二级汉字 3008 个。

汉字与符号在方阵中的分布如下:

1—15 区为图形符号区。

16—55 区为常用的一级汉字, 按拼音顺序排列, 同音字按起笔横、竖、撇、点、折存放。

56—87 区为二级汉字区, 按部首顺序排列。

88—94 区为自定义汉字区。

在国标 GB2312-80 大码表中, 把表示区位的二字节编码(第一字节为行号, 第二字节为列号)的实际值称为国标码。实际上, 为了避免使用 ASCII 码中的前 32 个控制字符, 国标码的行号和位号从 33 开始编码, 即国标码第一字节 33 对应区号为 1, 第二字节 33

GB 2312 图形字符集码表(左上角部分)

Position Section		FIRST BYTE								SECOND BYTE																							
		第一字节								第二字节																							
		第一字节								第二字节																							
		b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	区	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	1	0	0	0	0	1	1	(SP)	,	.	-	~	"	々	—	~	...	'	'	"	"												
0	1	0	0	0	1	0	2																										1.
0	1	0	0	0	1	1	3	!	"	#	¥	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/	0	1										
0	1	0	0	1	0	0	4	あ	い	う	え	お	か	が	き	ぎ	く	ぐ	け														
0	1	0	0	1	0	1	5	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ																	
0	1	0	0	1	1	0	6	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ	I	K	Λ	M	N	Ξ	O	Π	P									
0	1	0	0	1	1	1	7	A	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П									
0	1	0	1	0	0	0	8	ā	á	â	ã	ä	å	æ	ç	è	é	ê	ë	ì	í	î	ï	ð	ñ	ò	ó	ô	õ	ö	ü		
0	1	0	1	0	0	1	9																										
0	1	0	1	0	1	0	10																										
0	1	0	1	0	1	1	11																										
0	1	0	1	1	0	0	12																										
0	1	0	1	1	0	1	13																										
0	1	0	1	1	1	0	14																										
0	1	0	1	1	1	1	15																										
0	1	1	0	0	0	0	16	啊	阿	埃	挨	哎	唉	哀	皑	癌	藹	矮	艾	碍	爱	隘	鞍	氨									
0	1	1	0	0	0	1	17	薄	雹	保	堡	饱	宝	抱	报	暴	豹	鲍	爆	杯	碑	悲	卑	氨									
0	1	1	0	0	1	0	18	病	并	玻	菠	播	拨	钵	波	博	勃	搏	铂	箔	伯	帛	舶	氨									
0	1	1	0	0	1	1	19	场	尝	常	长	偿	肠	厂	敞	畅	唱	倡	超	抄	朝	嘲	潮	氨									
0	1	1	0	1	0	0	20	础	储	矗	触	处	揣	川	穿	橡	传	船	喘	串	疮	窗	幢	氨									
0	1	1	0	1	0	1	21	息	耽	担	丹	单	郸	掸	胆	旦	氮	但	惮	淡	诞	弹	蛋	氨									
0	1	1	0	1	1	0	22	丁	叮	叮	钉	顶	鼎	锭	定	订	丢	东	冬	董	懂	动	栋	氨									
0	1	1	0	1	1	1	23	貳	发	罚	筏	伐	乏	阀	法	珐	藩	帆	番	翻	樊	矾	钒	氨									
0	1	1	1	0	0	0	24	浮	涪	福	楸	弗	甫	抚	辅	俯	釜	斧	脯	腑	腐	赴	副	氨									
0	1	1	1	0	0	1	25	埂	耿	梗	工	攻	功	恭	龚	供	躬	公	宫	弓	巩	汞	拱	氨									
0	1	1	1	0	1	0	26	骸	孩	海	亥	害	骇	酣	憨	邯	韩	含	涵	寒	函	喊	罕	氨									
0	1	1	1	0	1	1	27	弧	虎	唬	护	互	沪	户	花	哗	华	猾	滑	画	划	话	槐	氨									
0	1	1	1	1	0	0	28	肌	饥	迹	激	讥	鸡	姬	绩	缉	吉	极	棘	辑	籍	集	及	氨									

图 1-1-1 GB2312 图形字符集码表 (左上角部分)

对应位号 1。因为对 94 行 94 列的国标大码表的印刷装订都不甚方便，所以，很多资料印刷时都采用十进制排列方式，其区位码对应于 1—94，即采用区位码排列方式。由此可见，区位码与国标码的关系如下：

国标码=区位码+32

例如，汉字“工”的区位码为 2504 (1904H)，则 $25+32=57$ ， $04+32=36$ ，故汉字“工”的国标码为 5736 (3924H)。

二、内码

汉字的内码是指在计算机中表示汉字的编码，汉字的内码与区位码有一定的区别，为什么不直接用区位码作为机内的编码，这是因为汉字的区码和位码的范围都在 1 到 94 内，如果直接用区位码作机器内码，就会与基本 ASCII 码冲突。为了使汉字编码既与 ASCII 码相区别，又能与英文系统兼容，通常把汉字交换码两字节的最位都置 1，作为微机汉字系统机器内部存储、处理和传输汉字信息时使用的编码，即机器内码，简称为内码。由于国标码不会位于字节最高位为 1 的区域，所以有时又称这种最高位为 1 的编码为异形国标码。内码通常与所使用的计算机系统有关，目前，对国内大多数的计算机系统而言，一个汉字的机器内码占两个字节，分别称为高字节与低字节，由上可知这两个字节位与国标码、区位码的关系为：

内码高位=国标码行号+128=区位码中区码+32+128=区位码区码+160 (A0H)

内码低位=国标码位号+128=区位码中位码+32+128=区位码位码+160 (A0H)

在上列表达式中，H 表示十六进制。

例如，汉字“工”的内码高低位分别为 185 (C3H)，164 (A4H)。

三、汉字字模信息

汉字在计算机中以内码形式存储和处理，在需要输出一个汉字时，首先应根据该汉字的内码找出其字模信息在汉字库中的位置，然后取出该汉字的字模信息作为图形在屏幕上显示或在打印机上打印输出，也就是说，要把内码转换为人们熟悉的印刷字体，必须经过输出处理程序的处理。

汉字是一种象形文字，每一个汉字可以看成是一个特定的图形，这种图形一般用点阵来描述。

所谓点阵显示方式，就是由一系列点组成方阵，以点的亮灭来显示文字和图形。有图象的地方点亮，无图象的地方点灭，这种点的亮灭正好对应于二进制的 0 和 1 两种状态。在微型机中，英文字符的字型常用 7×9 或 5×7 点阵显示。而汉字笔画较多，因而一般常用 16×16 点阵和 24×24 点阵表示。

如果用一个存储位的“1”和“0”表示点阵字型中一个点亮和灭，则存储一个 16×16 点阵汉字需要 256 位，共 32 字节 ($256/8$)。存储一个 24×24 点阵汉字需要 1024 位，共 128 字节 ($1024/8$)。

由于计算机系统存储容量的限制，一般计算机系统都只能存储有限的字型和字号，微机系统中常选择 16×16 点阵作为显示字库， 24×24 点阵作为打印字库。因为 ASCII 码字符使用 7×9 点阵，而显示汉字使用 16×16 点阵，所以常说一个汉字占两个西文字符显