

# 经济管理 计算机应用基础

台立天 主编

国防工业出版社

# 经济管理

## 计算机应用基础

台立天 主编

国防工业出版社

(京)新登字106号

### 内 容 简 介

本书按经济类成人高校计算机应用基础课程大纲的基本要求编写而成。内容紧密结合经济管理实际,以数据处理为主,兼顾必要的数值计算。内容包括:第1篇,电子计算机基础知识;第2篇,BASIC语言程序设计;第3篇,汉字dBASEⅡ及其应用与附录共四个部分。各篇既相对独立又前后呼应,可供各校选择组合灵活使用。本书充分考虑成人院校教学特点,内容份量与难易适度,实例丰富,所有例题程序均经上机验证通过,有的具有一定实用价值。各篇相应章配有习题,可供选用。

本书可作为经济管理类大专以上各专业班及岗位培训班教学用书,也可作各级管理人员进修自学用书。

### 经济管理 计算机应用基础

台立天 主编  
责任编辑 张赞宏

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印装

787×1092毫米 16开本 印张21<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 496千字

1993年1月第一版 1993年1月第一次印刷 印数: 00001—12 000册

ISBN 7-118-01054-5/F·64 定价: 11.50元

## 编写人员名单

**主 编** 台立天

**副主编** 秘自强 黄建陇 刘存福 汪 岩 赵明星

**编写人员** (以姓氏笔划为序)

尤振民 台立天 刘小佳 刘存福 吕锡文

张 丽 汪 岩 吴晓丽 宋 富 赵明星

秘自强 黄建陇 赖真华 赖雪琴 蔺 婉

## 前 言

随着改革开放的深入发展,我国经济领域正经历着历史性的转变,实现经济管理现代化势在必行。电子计算机在经济管理领域的应用以前所未有的广度和深度迅速推开。经济类成人高校普遍开设了计算机应用基础课程,为了满足对教材的迫切需求,我们根据多年教学和科研的实践经验组织编写了本书。编写中,充分考虑成人高等院校教学的特点,并以科学性、先进性和适用性为指导原则,力求达到简明精练、深入浅出、突出重点、学以致用。全书以经济管理领域数据处理为主,兼顾必要的数值计算,实例丰富并紧密结合经济管理实际。本书可作为经济管理类大专以上各专业班与岗位培训班用教材,也可作各级管理人员进修自学用书。

全书为模块式结构,正文由三个部分组成,分为三篇,包括电子计算机基础知识、BASIC语言程序设计(IBM PC解释型高级BASIC版本)与汉字dBASE III数据库管理系统及其应用(C-dBASE III 1.0A版本)。各篇既相对独立又前后呼应,各校可按教学要求选择组合灵活使用。有关本书内容和版本的选择,既考虑到教学大纲的要求与科技的发展,又充分照顾到当前多数成人院校拥有计算机机型的现状。今后随着各校计算机等教学设备的更新换代,我们将对本书内容作出相应的修订与更新。使用本书实施大专以上学历教育时,建议各篇最少讲授及上机课时数如下:第1篇10课时、第2篇、第3篇讲授各50课时、上机各20课时。

本书编写分工如下:湖南经济管理干部学院台立天编写第1篇第1章、第2篇第5章、第3篇第1章、第9章;赵明星编写第2篇第8章、第3篇第10章;刘小佳编写第3篇第2章;吕锡文编写第3篇第3章、第8章。徐州经济管理干部学院尤振民、刘存福编写第1篇第2章;刘存福、尤振民编写第1篇第3章;刘存福编写第2篇第7章。陕西经济管理干部学院黄建陇编写第1篇第5章;蔺婉、黄建陇编写第1篇第6章;张丽、蔺婉编写第2篇第3章;蔺婉、黄建陇编写第2篇第4章。河北经济管理干部学院吴晓丽编写第1篇第4章、第3篇第6章、第7章;宋富编写第3篇第4章、第5章;秘自强编写第3篇第11章与附录。

本书由秘自强、黄建陇、刘存福、汪岩、赵明星任副主编。黄建陇负责第1篇的分编与初审;刘存福、汪岩负责第2篇的分编与初审;秘自强、赵明星负责第3篇的分编与初审。台立天任主编,负责总纂、审定并修改定稿。

限于编者水平,加之时间仓促,书中疏漏谬误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1992年4月

# 目 录

<b>第 1 篇 电子计算机基础知识</b>		§ 1-4 BASIC语言基本词法 .....53
<b>第 1 章 电子计算机概述</b> ..... 1	§ 1-1 电子计算机及其发展 ..... 1	§ 1-5 IBM PC BASIC的上机操作 .....58
§ 1-2 电子计算机的特点 ..... 2	§ 1-3 电子计算机的应用 ..... 3	<b>第 2 章 数据的输入和输出</b> .....62
<b>第 2 章 计算机中的数制与编码</b> ..... 5	§ 2-1 数的进位制 ..... 5	§ 2-1 赋值语句 .....62
§ 2-1 数的进位制 ..... 5	§ 2-2 数制间的转换 ..... 8	§ 2-2 键盘输入语句 .....64
§ 2-2 数制间的转换 ..... 8	§ 2-3 二进制编码 .....10	§ 2-3 读数/数据语句 .....66
§ 2-3 二进制编码 .....10	<b>第 3 章 电子计算机基本结构</b> .....12	§ 2-4 恢复数据区指针语句 .....68
<b>第 3 章 电子计算机基本结构</b> .....12	§ 3-1 概述 .....12	§ 2-5 输出语句 .....70
§ 3-1 概述 .....12	§ 3-2 计算机基本组成及其功能 .....12	§ 2-6 停止语句 .....75
§ 3-2 计算机基本组成及其功能 .....12	§ 3-3 微型计算机 .....14	§ 2-7 字符串与字符串变量的输入与 输出 .....75
§ 3-3 微型计算机 .....14	<b>第 4 章 计算机工作过程</b> .....18	<b>第 3 章 分支程序设计</b> .....80
<b>第 4 章 计算机工作过程</b> .....18	§ 4-1 计算机程序与指令 .....18	§ 3-1 概述 .....80
§ 4-1 计算机程序与指令 .....18	§ 4-2 计算机工作过程 .....20	§ 3-2 无条件转向语句 .....82
§ 4-2 计算机工作过程 .....20	<b>第 5 章 计算机软件系统</b> .....23	§ 3-3 条件转向语句 .....83
<b>第 5 章 计算机软件系统</b> .....23	§ 5-1 计算机软件概述 .....23	§ 3-4 多分支转向语句 .....91
§ 5-1 计算机软件概述 .....23	§ 5-2 计算机语言 .....24	<b>第 4 章 循环程序设计</b> .....96
§ 5-2 计算机语言 .....24	§ 5-3 语言处理程序 .....26	§ 4-1 循环语句 .....96
§ 5-3 语言处理程序 .....26	<b>第 6 章 磁盘操作系统与汉字的使用</b> .....29	§ 4-2 多重循环 .....102
<b>第 6 章 磁盘操作系统与汉字的使用</b> .....29	§ 6-1 磁盘操作系统 .....29	§ 4-3 注释语句与暂停语句 .....108
§ 6-1 磁盘操作系统 .....29	§ 6-2 文件的基本概念 .....30	<b>第 5 章 数组</b> .....111
§ 6-2 文件的基本概念 .....30	§ 6-3 磁盘与磁盘文件 .....32	§ 5-1 数组与数组元素 .....111
§ 6-3 磁盘与磁盘文件 .....32	§ 6-4 DOS命令简介 .....34	§ 5-2 数组说明语句 .....113
§ 6-4 DOS命令简介 .....34	§ 6-5 DOS的启动 .....40	§ 5-3 数组的基本运算 .....115
§ 6-5 DOS的启动 .....40	§ 6-6 CC-DOS汉字操作系统及汉字 输入 .....43	§ 5-4 数组应用举例 .....126
§ 6-6 CC-DOS汉字操作系统及汉字 输入 .....43	<b>第 2 篇 BASIC语言程序设计</b>	<b>第 6 章 自定义函数与子程序</b> .....133
<b>第 2 篇 BASIC语言程序设计</b>	<b>第 1 章 BASIC语言基本概念</b> .....51	§ 6-1 自定义函数 .....133
<b>第 1 章 BASIC语言基本概念</b> .....51	§ 1-1 BASIC语言概述 .....51	§ 6-2 子程序 .....136
§ 1-1 BASIC语言概述 .....51	§ 1-2 BASIC程序结构 .....51	§ 6-3 控制转子语句 .....142
§ 1-2 BASIC程序结构 .....51	§ 1-3 BASIC语言基本符号 .....53	<b>第 7 章 数据文件</b> .....146
§ 1-3 BASIC语言基本符号 .....53		§ 7-1 数据文件及其分类 .....146
		§ 7-2 顺序文件 .....147
		§ 7-3 随机文件 .....154
		<b>第 8 章 程序设计基础</b> .....164
		§ 8-1 程序质量的基本要求 .....164
		§ 8-2 模块化法与自顶向下逐步求精设计法 .....165

## 目 录

§ 8-3 结构化程序设计方法 .....	167	第 8 章 文件复制与数据传送 .....	244
§ 8-4 程序调试与优化 .....	171	§ 8-1 数据库文件的复制 .....	244
<b>第 3 篇 汉字 dBASE III 及其应用</b>			
<b>第 1 章 数据库导论 .....</b>	<b>177</b>	§ 8-2 数据库结构的生成方法 .....	245
§ 1-1 数据库及其功能 .....	177	§ 8-3 库文件数据的复制 .....	247
§ 1-2 汉字 dBASE III 概述 .....	180	§ 8-4 数据传送 .....	249
§ 1-3 汉字 dBASE III 运行与退出 .....	183	§ 8-5 其他文件操作 .....	251
<b>第 2 章 dBASE III 基本语法 .....</b>	<b>186</b>	<b>第 9 章 多重数据库操作 .....</b>	<b>254</b>
§ 2-1 命令 .....	186	§ 9-1 工作区的选择与互访 .....	254
§ 2-2 常量与变量 .....	187	§ 9-2 数据库的关联 .....	256
§ 2-3 函数 .....	189	§ 9-3 数据库连接 .....	258
§ 2-4 表达式 .....	196	§ 9-4 数据库的更新 .....	259
<b>第 3 章 数据库操作初步 .....</b>	<b>199</b>	<b>第 10 章 dBASE III 程序设计 .....</b>	<b>261</b>
§ 3-1 数据库的建立 .....	199	§ 10-1 概述 .....	261
§ 3-2 数据库的显示 .....	205	§ 10-2 程序文件的建立和执行 .....	261
§ 3-3 数据库记录的定位 .....	207	§ 10-3 程序交互式命令 .....	264
<b>第 4 章 数据库的修改 .....</b>	<b>209</b>	§ 10-4 格式输入/输出命令 .....	266
§ 4-1 数据库结构的修改命令 .....	209	§ 10-5 顺序结构和选择结构的程序 设计 .....	260
§ 4-2 记录的修改 .....	210	§ 10-6 循环结构程序设计 .....	272
§ 4-3 记录的删除 .....	214	§ 10-7 打印输出格式设计 .....	278
<b>第 5 章 数据库查询与统计 .....</b>	<b>219</b>	§ 10-8 屏幕格式设计 .....	283
§ 5-1 数据库文件排序 .....	219	§ 10-9 过程及过程文件 .....	284
§ 5-2 数据库索引文件 .....	220	<b>第 11 章 应用系统设计举例 .....</b>	<b>292</b>
§ 5-3 数据库数据的统计 .....	223	§ 11-1 概述 .....	292
§ 5-4 数据库查询 .....	226	§ 11-2 设备管理系统程序设计 .....	293
<b>第 6 章 内存变量的使用与操作 .....</b>	<b>230</b>	<b>附录 1 ASCII 码表 (7 位码) .....</b>	<b>311</b>
§ 6-1 内存变量的赋值 .....	230	<b>附录 2 DOS 命令一览表 .....</b>	<b>313</b>
§ 6-2 内存变量的显示 .....	231	<b>附录 3 DOS 信息说明 .....</b>	<b>316</b>
§ 6-3 内存变量的保存 .....	232	<b>附录 4 dBASE III 命令表 .....</b>	<b>318</b>
§ 6-4 内存变量的清除 .....	233	<b>附录 5 IBM PC BASIC 语言命 令、语句、函数表 .....</b>	<b>325</b>
§ 6-5 内存变量的恢复 .....	234	<b>附录 6 IBM PC BASIC (解释型) 错误信息一览表 .....</b>	<b>331</b>
<b>第 7 章 报表与标签的建立和打印 .....</b>	<b>236</b>	<b>参考文献 .....</b>	<b>335</b>
§ 7-1 报表格式文件 .....	236		
§ 7-2 标签格式文件 .....	240		

# 第 1 篇 电子计算机基础知识

## 第 1 章 电子计算机概述

### § 1-1 电子计算机及其发展

目前广泛使用的电子计算机 (computer) 是一种按着人们预先设计的程序, 自动、高速、精确地进行各种数值计算和信息处理的电子机器。它的出现是 20 世纪科学技术最伟大的成就之一。其划时代意义在于, 人类在此之前所创造的众多工具和机器, 都是以减轻人的体力劳动为目的; 电子计算机的出现, 则在一定范围内取代或者减轻了人的部分脑力劳动, 从而极大地提高人类信息处理的效率, 使物质生产的劳动生产率得以大幅度提高。因此在这个意义上, 人们把电子计算机称做“电脑”。当然任何一种机器都是由人设计和制造的, 电子计算机也不例外, 终究是为人服务的一种工具, 任何时候都取代不了人的创造性劳动。

电子计算机从原理上可分为电子模拟式计算机 (简称模拟机) 和电子数字式计算机 (简称数字机) 两大类。模拟机是以连续变化的物理量 (如电压) 表示所测量的数据, 模拟某一变化过程用以仿真研究; 数字机则以数字量表示数据, 并进行运算。一般说来, 凡模拟机所能做的工作, 数字机都能做到, 因此目前世界上数字机的应用范围很广, 其数量也远高于模拟机。人们通常所说的电子计算机一般也都是指电子数字式计算机。本书所介绍的范围也只限于数字机, 在其后的文字中一律简称为电子计算机或计算机。

电子计算机按其规模一般分为巨型、大型、中型、小型和微型等五类。其分类系按其多项主要技术指标而定。巨型机是计算机家族中运算速度最快、计算精度最高、存储容量最大、功能最强的计算机。在国防、科研等尖端技术领域, 在解决有关国民经济重大课题以及气象预报、资源勘探数据处理等方面, 都是必不可少的。巨型机研制水平、生产能力及其应用程度, 已成为衡量一个国家经济实力、科学技术与工业发展水平的重要标志。我国 1983 年由国防科技大学首次研制成功的银河巨型通用计算机, 运算速度达每秒 1 亿次以上。

1946 年, 在美国研制成功世界上第一台称做埃尼阿克 (ENIAC, 英文电子式数值积分计算机的缩写) 的电子计算机。此后四十余年间, 电子计算机及其应用技术得到了飞速的发展, 经历了通常所说的四代更新换代过程。所谓“四代”, 是按构成计算机实体的主要物理器件来划分的。即按电子管、晶体管、集成电路 (IC) 大规模集成电路 (LSI) 所划分的四代机。目前计算机已跨入全面采用大规模集成电路的第四代, 并开始向采用超大规模集成电路 (VLSI) 的第五代过渡。集成电路以芯片上可集成的元件数即集成度为主要分类指标, 超大规模集成电路集成度约为  $10^5 \sim 10^9$  数量级。1939 年推出的 80486 每平方毫米有 100 万个晶体管, 每秒可执行 1 千多万条指令。大规模集成电路工艺的研制成功, 导致了微型电子计算机 (Microcomputer) 的诞生。微型电子计算机通常简称为微型机或微电脑, 它属于第四代计算机。从 1971 年起至今, 微型机已五次换代。微型机技术发展很快, 平均每 2~3 个月有新产品出现, 1~2 年产品更新换代一



次，每两年集成度提高一倍，价格降低一半，以微处理机为基础构成的计算机系统的性能每年可提高1.5~2倍，其性能价格比（性/价比）成倍提高。从大量普及的8位、16位到目前已大量生产且性能不断提高的32位机发展神速，而64位微处理器也已面世。有人预计，不久的将来，超级微机的功能将可能达到巨型机的水平。由于微型机具有体积小、重量轻、功耗低、可靠性高、价格低廉等一系列优点，因而极大地推动了计算机的普及应用，微型机不仅广泛应用于国民经济的各个领域，而且深入到办公室和家庭。通常称做PC机（Personal Computer）的个人计算机就是在这种情况下产生的。它属于微型机的一种，具有良好的通用性，在微型计算机领域中占有重要地位。由于它使用灵活方便，具有供个人使用的特点，故称为个人计算机。本书介绍的内容主要是这一类型的机器。

90年代世界计算机技术发展将主要表现在标准化、多样化、分散化三个方面，而通用计算机系统将很可能仍以冯·诺依曼型结构为主。为适应信息多媒体化的需求，计算机将不仅处理数值与文字符号，还将能处理声音、图形和动静图像。计算机硬件将继续向小尺寸、大容量、高速度、低价格、更便于使用等方向发展。为寻求解决与智能型处理决策有关的诸多课题，人们不遗余力地谋求对传统冯·诺依曼型体系的革命性突破，光计算机、超导计算机、生物计算机等全新型高速机已相继进入探讨或研制阶段。目前国际上已有超导神经计算机基本元件首次开发成功的报导，可以预期，具有模仿人脑思维活动，可以联想、推理、追忆、高速模糊决策功能的超并行高速智能计算机的诞生，将不会十分遥远。

我国的计算机研制工作正式起步于1956年。以后陆续试制成功一批大、中、小型数字计算机以及银河巨型机。微型机的研制起始于1974年，目前已开发和成批生产了长城、浪潮、东海、联想等多种系列高中档微型机系统（如286、386、486等），且有少量销往国外。同时开发和推广了多种适应我国需要的汉字化软件，更便于微型机技术在我国的应用推广。国内计算机市场销售的计算机系统中，国产机的占有率逐年提高。但总的看来，在计算机研制和推广应用方面，与世界先进水平尚有不少差距有待努力奋斗迎头赶上。

## § 1-2 电子计算机的特点

电子计算机所以得到广泛的应用，主要因为它具有以下几个突出的特点：

1. 运算速度快 这是计算机最突出的特长。当前一般计算机的运算速度为每秒几十万次到几百万次，最快的已达几十亿次到几百亿次。一台每秒运算100万次的计算机在1min(分)内完成的计算量，相当于一个人每天工作8h(小时)用手工操作(用袖珍计算器)几年的计算量；

2. 运算精度高 从理论上说，数字计算机的精度是不受限制的。实际计算机的运算精度通常可达十几位、几十位有效数字，有的高达百位以上；

3. 记忆能力与逻辑判断能力强 这是计算机有别于其它计算工具的本质性差别。计算机记忆能力很强，可将大量数据和程序存储在机内，加上逻辑判断能力很强，因而在无人干预的情况下，高速自动地完成各种运算、控制和数据处理任务；

4. 高度灵活性 即通用性强。同一计算机系统适用于各行各业，且随装入应用程序的不同，可用于不同场合，发挥不同的作用。例如在满足一定技术指标要求的前提下，

用于生产过程控制的计算机也可用于企业管理；

5. 高度可靠性 包括硬件可靠性与软件可靠性，目前均已达到令人比较满意的水平。计算机平均无故障时间已由最初的几小时提高到几万至几十万小时，可靠性提高了几十万倍；

6. 简便易行的人机对话方式 可借助计算机系统中多种输入/输出设备与接口，以最直观的形式向用户提供加工后的信息和数据；

7. 计算机与通信技术结合 组成计算机网络系统，做到计算机系统资源与信息资源共享，从而提高信息处理效率与控制决策的实时性。

### § 1-3 电子计算机的应用

目前，电子计算机的应用面很广，一般可分为数值应用和非数值应用两大方面。数值应用时主要进行各种数值计算，计算机输入和处理的对象以及输出结果均是数值；非数值应用主要是信息与数据处理。即对输入的数据或信息包括文字、符号、单据、报表乃至图形、语言、声音讯号等，自动进行存储、变换和加工处理。处理结果可能是文字、符号或者表格、图形等。例如企业管理、工业过程控制、计算机辅助设计等均属于计算机的非数值应用。据统计，全世界电子计算机的应用项目中，数值计算仅占10%，过程控制占5%，80%以上是用在数据处理方面。电子计算机的实际应用，早已突破了当初“计算机”名称的原始定义。可以毫不夸张地说，没有电子计算机就没有当代信息化的社会。

目前，计算机的应用主要集中在以下几方面：

#### 一、数值计算

数值计算又称科学计算。是指用计算机完成国民经济、国防建设等各个领域中所需解决的大量复杂计算。同时，数值计算对于自然科学、社会科学特别是基础科学的发展也起着非常重要的推动作用。

#### 二、数据处理

即应用计算机进行信息数据处理。这是一个十分重要而广阔的计算机应用领域。数据处理虽然也涉及一些数学问题的简单计算，但与数值计算不同，其主要任务是快速大量地对信息和数据进行输入、分类、合并、存储、检索、处理、输出、维护等。其涉及范围十分广泛，如工业企业经济管理、事务管理、情报资料处理与检索等。

计算机应用于企业管理领域始于本世纪50年代中期。一些工业发达国家从财务管理开始采用电子计算机数据处理（EDP），其后在应用的广度、深度上得到迅速发展，进入60年代中期，各种以电子计算机数据处理为基础的信息系统相继出现。70年代后期开始，由于各种经济管理模型在信息系统中得到广泛应用，以及网络通信技术的发展，计算机辅助企业管理信息系统（MIS）逐步趋于成熟和普及。近年来随着数据库和人工智能学科技术的日益发展，决策支持系统（DSS）已进入推广、应用阶段，融计算机数据处理、办公室自动化（OA）以及决策支持系统于一体的新的MIS系统，已经陆续在各类经济管理领域付诸应用。目前工业发达国家用于各种管理的计算机约占计算机总数的

90%。我国计算机应用于企业管理,始于70年代中期,这一时期应用于辅助企业管理的项目,占工矿企业计算机应用项目总数的18%,且主要是单项管理,从80年代开始有了较大发展,特别在实行改革开放方针之后,全国企业应用计算机进入一个新阶段,一些大中型企业,以多种方式通过引进消化和二次开发相继建成一批管理信息系统,有的已取得明显经济效益与社会效益。据1989年资料,全国约拥有大中小型机8000台,微型机35万台,其中用于不同层次辅助管理工作的计算机约占总数的40%。少数应用水平较高的企业,已开始从辅助一般管理向辅助经营决策发展,并积极探索计算机集成制造系统(CMIS)的开发应用,目前CMIS已列入国家高科技发展项目。国家在“八五”期间,要求大中型企业基本实现计算机辅助管理,一半以上的大中型企业,通过采用电子信息技术实现部分生产过程自动化。

### 三、过程控制

过程控制即实时控制。主要是运用计算机技术、智能仪表及其软件系统以及通信、传感技术及时准确地搜集、检测、处理数据,并将结果迅速反馈作用于被控制的过程本身,以实现受控生产过程的最优控制,使整个生产过程或者科学实验过程自动化,从而取得最佳技术经济效果。当前生产过程控制主要推广以集中管理、分布式控制为特点的集散式系统,实现管理控制一体化。

### 四、计算机辅助设计、辅助制造与辅助工艺设计

计算机辅助设计、辅助制造与辅助工艺设计通常分别用英文缩写CAD、CAM、CAPP表示。CAD、CAPP分别是将设计人员的创造性同计算机的高效能结合起来,辅助设计人员对工程项目或产品及其工艺过程进行优化设计,以缩短设计周期,提高设计质量。CAM是将产品设计信息转换为加工制造信息,并控制产品加工、检验、包装的全过程。目前已发展为将三者结合起来的CAD/CAM/CAPP一体化多功能系统。其发展前景是建成计算机集成制造系统(CIMS),整个系统由多个自动化系统和事务处理系统以及制造过程、市场环境等综合而成。我国目前已有几家高科技骨干企业试行开发CIMS,使企业成为高度集成、总体优化、充分柔性、在竞争中取胜的现代化制造企业,力求达到国外同类企业90年代水平。

### 五、人工智能

人工智能又称智能模拟。是通过模拟人类以推理为基础、具有联想与直觉等有效行为的智能思维活动,高效率、高质量地解决真实世界的问题。当前人工智能分为知识工程、模式识别、机器人学等三个分支,其中发展最快的是知识工程与模式识别。知识工程是应用性很强的学科,具有相当高的实用价值,其应用领域包括专家系统及其开发环境、自然语言处理与机器翻译、智能决策系统、智能教学系统等。目前基于知识工程开发的第三代专家系统已具有一定的知识外延能力和模拟人类逻辑推理分析问题的特点。实现人机对话技术已成为新一代计算机标志之一,口语是人类最自然、最有效的交流工具,解决汉字自动识别与语音识别,实现人与计算机间用口语和书写交换信息,是模式识别领域最受人们重视的研究目标之一。

## 第2章 计算机中的数制与编码

计算机最初主要用于数值计算，随着计算机及其技术在国民经济和社会生活广泛领域的应用推广，要求计算机不仅能处理数值型数据，而且还要能处理大量的非数值型数据。因此，要求被处理的数据均需转换为数字式计算机可识别和处理的数字代码，这就涉及数制与编码的问题。

### § 2-1 数的进位制

数制是人们利用符号来计数的科学方法。按进位的方法进行计数，称为进位计数制，简称“数制”。

数制的基与权：数制中所使用的数码（即基本数字）的个数称为“基”，数制中每一个数位所具有的值称为“权”。同一个数码符号，处在数的不同位置上，则它所代表的值是不同的。

#### 一、十进制

十进制的基为“十”，即它所使用的数码为0, 1, 2, 3, ..., 9共10个数码符号。十进制各位的权是以10为底的幂，如下面的这个数

9	1	4	5	2		8	3	6	←十进制数
$10^4$	$10^3$	$10^2$	$10^1$	$10^0$		$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	← 每一位的权

由此可见，相邻两位的权相差10倍，即逢十进位。每一位上的数字与该位“权”的乘积即表示该位数值的大小。

**例1.2-1** 十进制数3791.526按位权可展开为

$$(3791.526)_{10} = 3 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-2} + 6 \times 10^{-3}$$

#### 二、二进制

##### (一) 二进制的特点

1. 二进制的基为“二”，即使用的数码为0、1共两个数码符号。
2. 逢二进位。

二进制各位的权是以2为底的幂，如下面这个数

1	1	0	1	1		1	0	1	←二进制数
$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$		$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	← 每一位的权

相邻两位的权相差2倍，即逢二进位。

**例 1.2-2** 二进制数 11011.101 按位权可展开为

$$\begin{aligned} (11011.101)_2 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &\quad + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= (27.625)_{10} \end{aligned}$$

## (二) 计算机采用二进制

在计算机中采用二进制比其他进位制有许多优点。

### 1. 二进制数容易实现

电子计算机是用物理元件的不同稳定状态来表示不同数码符号。二进制数有 0, 1 两个数码符号。十进制数却有 0~9 十个数码符号。制造两个不同稳定状态的元件, 要比制造多个(例如 10 个)稳定状态的元件容易, 因为具有两个稳定状态的元件很多。例如开关的闭合与断开, 晶体管的导通与截止, 电位的“高”和“低”, 脉冲的“有”和“无”等都有两个稳定状态。只要规定其中的一种状态表示“1”, 另一种状态表示“0”, 就可表示二进制数。例如二进制数 1011 用电脉冲表示时如图 1.2-1 所示。

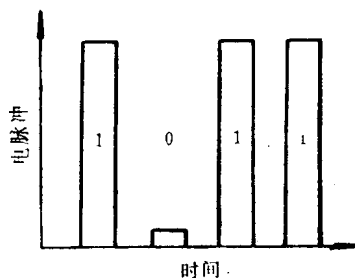


图 1.2-1 电脉冲示意图

### 2. 二进制数运算简单

因为二进制数只有 0, 1 两个数码符号, 它的加、减、乘、除等运算规则比十进制数简单得多。如:

$$\begin{aligned} \text{加法规则为} \quad & 0 + 0 = 0 \quad 0 + 1 = 1 \\ & 1 + 0 = 1 \quad 1 + 1 = 10 \\ \text{乘法规则为} \quad & 0 \times 0 = 0 \quad 0 \times 1 = 0 \\ & 1 \times 0 = 0 \quad 1 \times 1 = 1 \end{aligned}$$

### 3. 采用二进制节省器材设备

例如要表示 0~999 共 1000 个数, 若用十进制数表示, 需要三位十进制数, 而每位都要表示出 0~9 十种状态, 总共要表示 30 种状态, 若采用有二种稳定状态的电子元件则需 30 个。若用二进制数, 需要十位二进制数, 每位表示 0, 1 两种状态, 总共要表示 20 种状态, 则需要用二种稳定状态的电子元件 20 个。显然采用二进制节省器材设备。

由此可见, 计算机中采用二进制数既可以节省电气元器件, 简化电路使机器造价降低, 同时又可提高机器运行的速度和可靠性。

## 三、八进制

当数值较大时, 由于二进制数位多, 写起来很长, 既费工夫又易出错, 因此有时为了简化书写和显示结果, 就采用八进制数或十六进制数。

1. 八进制的基为“八”, 即它使用 0, 1, 2, 3, ..., 7 共八个不同的数码符号。
2. 逢八进位, 即相邻两位的权相差 8 倍。如八进制数 (5407.5)。

5	4	0	7		5	←八进制数
$8^3$	$8^2$	$8^1$	$8^0$		$8^{-1}$	←每一位的权

例1.2-3 八进制数  $(407)_8$  按位权可展开为

$$(407)_8 = 4 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = (263)_{10}$$

#### 四、十六进制

1. 基数为“十六”。即具有 16 个数码符号，用 0~9 共 10 个数字符号和 6 个英文大写字母 A、B、C、D、E、F 组成。A~F 分别相当于十进制的 10、11、12、13、14、15。

2. 逢十六进位，即相邻两位的权相差 16 倍。如下面这个十六进制数

3	A	B		1	1	←十六进制数
$16^2$	$16^1$	$16^0$		$16^{-1}$	$16^{-2}$	←每一位的权

例1.2-4 十六进制数  $4BA.12$  按位权可展开为

$$\begin{aligned} (4BA.12)_{16} &= 4 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} + 2 \times 16^{-2} \\ &= 1024 + 176 + 10 + 0.0625 + 0.0078125 \\ &= (1210.0703125)_{10} \end{aligned}$$

实际应用中，通常用数字后面加字母 H 表示为十六进制数（如  $4BA.12H$ ）。各种进位制数的部分对应关系列于表 1.2-1：

表1.2-1 各种进位制数的部分对应关系

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	0 0 0 0	0	0
1	0 0 0 1	1	1
2	0 0 1 0	2	2
3	0 0 1 1	3	3
4	0 1 0 0	4	4
5	0 1 0 1	5	5
6	0 1 1 0	6	6
7	0 1 1 1	7	7
8	1 0 0 0	10	8
9	1 0 0 1	11	9
10	1 0 1 0	12	A
11	1 0 1 1	13	B
12	1 1 0 0	14	C
13	1 1 0 1	15	D
14	1 1 1 0	16	E
15	1 1 1 1	17	F
16	1 0 0 0 0	20	10

## § 2-2 数制间的转换

## 一、十进制数与二进制数间的转换

## (一) 十进制数转换成二进制数

转换时需将整数部分和小数部分分别进行。

## 1. 整数部分的转换

可采用“除2取余，商为零止”的办法。即把十进制数连续除以2，取其余数，直至被除数为零（即商为零）时止。最先得到的余数是该等效二进制数的最低位，最后得到的余数是最高位。

例1.2-5 把  $(59)_{10}$  转换成二进制数，其过程是

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 59} \\
 \underline{29} \quad \dots\dots \text{余 } 1 \quad \square \text{最低位} \\
 2 \overline{) 29} \\
 \underline{14} \quad \dots\dots \text{余 } 1 \\
 2 \overline{) 7} \quad \dots\dots \text{余 } 0 \\
 2 \overline{) 3} \quad \dots\dots \text{余 } 1 \\
 2 \overline{) 1} \quad \dots\dots \text{余 } 1 \\
 \underline{0} \quad \dots\dots \text{余 } 1 \quad \square \text{最高位}
 \end{array}$$

即  $(59)_{10} = (111011)_2$ ;

## 2. 小数部分的转换

可采用“乘2取整，达精度止”的办法。即把待转换的十进制数连续乘以2，取其整数，重复进行下去，直到小数部分等于零或满足所要求的精度为止。逐次乘得的整数部分便是所求等效二进制数小数。最先得到的整数部分为最高位，最后得到的为最低位。

例1.2-6 把  $(0.6875)_{10}$  转换成二进制数，其过程是

$$\begin{array}{r}
 0.6875 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.3750 \quad \text{整数部分取 } 1 \quad \leftarrow \text{对应二进制小数的最高位} \\
 0.3750 \quad \text{舍去整数部分} \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.7500 \quad \text{整数部分取 } 0 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.5000 \quad \text{整数部分取 } 1 \\
 0.5000 \quad \text{舍去整数部分} \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.0000 \quad \text{整数部分取 } 1 \quad \leftarrow \text{对应二进制小数的最低位}
 \end{array}$$

即  $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$ ;

做小数转换时需要注意的是，一个有限位的二进制小数，能够转换成等效的有限位十进制小数，但一个十进制小数，不一定能转换成有限位的二进制小数，所以要按预定精确度取到一定数位即可。

## (二) 二进制数转换成十进制数

这种转换方法很简单，即按位权展开相加即可得出等效的十进制数。

例1.2-7 把  $(1101.101)_2$  转换成十进制数，其过程是

$$\begin{aligned}
 (1101.101)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} \\
 &\quad + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 8 + 4 + 0 + 1 + 0.5 \\
 &\quad + 0 + 0.125 = (13.625)_{10}
 \end{aligned}$$

## 二、八进制数与二进制数间的转换

这种转换是很容易的，因为  $2^3 = 8$ ，所以三位二进制数可以组合为 8 个八进制基数。其对应关系见表 1.2-1。

### (一) 二进制数转换成八进制数

#### 1. 整数部分

从最低位（该位权为  $2^0$ ）向左，每三位一组，不足三位时用 0 补足。把每三位二进制数用相应的八进制数表示。

#### 2. 小数部分

从小数点后向右每三位一组，不足三位时用 0 补足。每组用相应的八进制数表示即可。

**例 1.2-8**  $(11101.1011)_2$  可转换为

$$\begin{array}{cccc}
 011 & 101 & 101 & 100 \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 3 & 5 & 5 & 4
 \end{array}$$

即  $(11101.1011)_2 = (35.54)_8$ 。

### (二) 八进制数转换为二进制数

这个转换与上一过程相反，每位八进制数用相应的三位二进制数表示即可。

**例 1.2-9**  $(53.27)_8$  可转换为

$$\begin{array}{cccc}
 5 & 3 & 2 & 7 \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 101 & 011 & 010 & 111
 \end{array}$$

即  $(53.27)_8 = (101011.010111)_2$ 。

## 三、十六进制数与二进制数间的转换

因为  $2^4 = 16$ ，即一位十六进制数可用四位二进制数表示，故转换方法也很简单，与二-八进制数间转换类似。

**例 1.2-10**  $(101011.01001)_2$  可转换为

$$\begin{array}{cccc}
 0010 & 1011 & 0100 & 1000 \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 2 & B & 4 & 8
 \end{array}$$

即  $(101011.01001)_2 = (2B.48)_{16}$ 。

**例 1.2-11**  $(9F.D4)_{16}$  可转换为

$$\begin{array}{cccc}
 9 & F & D & 4 \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 1001 & 1111 & 1101 & 0100
 \end{array}$$



即  $(9F.D4)_{16} = (10011111.110101)_2$ 。

怎样将十进制数转换为八进制数或十六进制数，其方法与十进制数转换为二进制数的方法相类似，只是对整数部分要用 8 或 16 去除，对其小数部分要用 8 或 16 去乘就行了。

## § 2-3 二进制编码

由于计算机采用的是二进制，则它只能接受和处理由 0, 1 两个数码符号组成的数据，因此我们可以用若干位二进制数码，按一定规则进行组合来表示各种字符、数字或其他符号。这种组合的二进制数码，就称为二进制编码。

### 一、二进制编码的十进制数

在计算机输入和输出数字时，人们习惯用十进制数表示。但进行计算时需要将十进制数转换成二进制数，计算机才能识别和处理。这种繁琐的转换工作可由计算机自动完成。为此，可用若干位二进制数编码表示十进制的 10 个数码，这种编码叫做 BCD 码 (BCD 为 BINARY-CODED DECIMAL 的缩写)。其含义是，按照十进制数的自然顺序，一位十进制数用四位二进制数来表示，即为二进制编码的十进制数。因为十进制数有 10 个不同的数码，用二进制编码来表示十个状态所需最少位数是四位。表 1.2-2 列出部分常用的 8421BCD 码与十进制数的代码对照。

表 1.2-2 部分 8421BCD 码与十进数的对照

十进制数	8421BCD 码	十进制数	8421BCD 码
0	0 0 0 0	8	1 0 0 0
1	0 0 0 1	9	1 0 0 1
2	0 0 1 0	10	0 0 0 1 0 0 0 0
3	0 0 1 1	11	0 0 0 1 0 0 0 1
4	0 1 0 0	12	0 0 0 1 0 0 1 0
5	0 1 0 1	13	0 0 0 1 0 0 1 1
6	0 1 1 0	14	0 0 0 1 0 1 0 0
7	0 1 1 1	15	0 0 0 1 0 1 0 1

例如：十进制数 524 写成 8421BCD 码则为 0101 0010 0100。

需要注意的是，为了避免 BCD 码的格式与二进制码混淆，必须在每四位一组之间留一空格。这种方法也适用于十进制小数，例如，十进制小数 0.764 可以写成 0.0111 0110 0100。另外，十进制数的 8421BCD 码，与它等效的二进制数含义不同，不要混淆。例如：

$(56)_{10}$  的 8421 BCD 码是 0101 0110

$(56)_{10}$  的等效二进制数是  $(111\ 000)_2$ 。

### 二、数码、字母与符号的编码

计算机不仅要接受和处理十进制数，还要对输入的程序、指令进行识别和处理，其中包括许多数码、字母和符号。为此必须按一定的规则用二进制编码。通过编码，计算