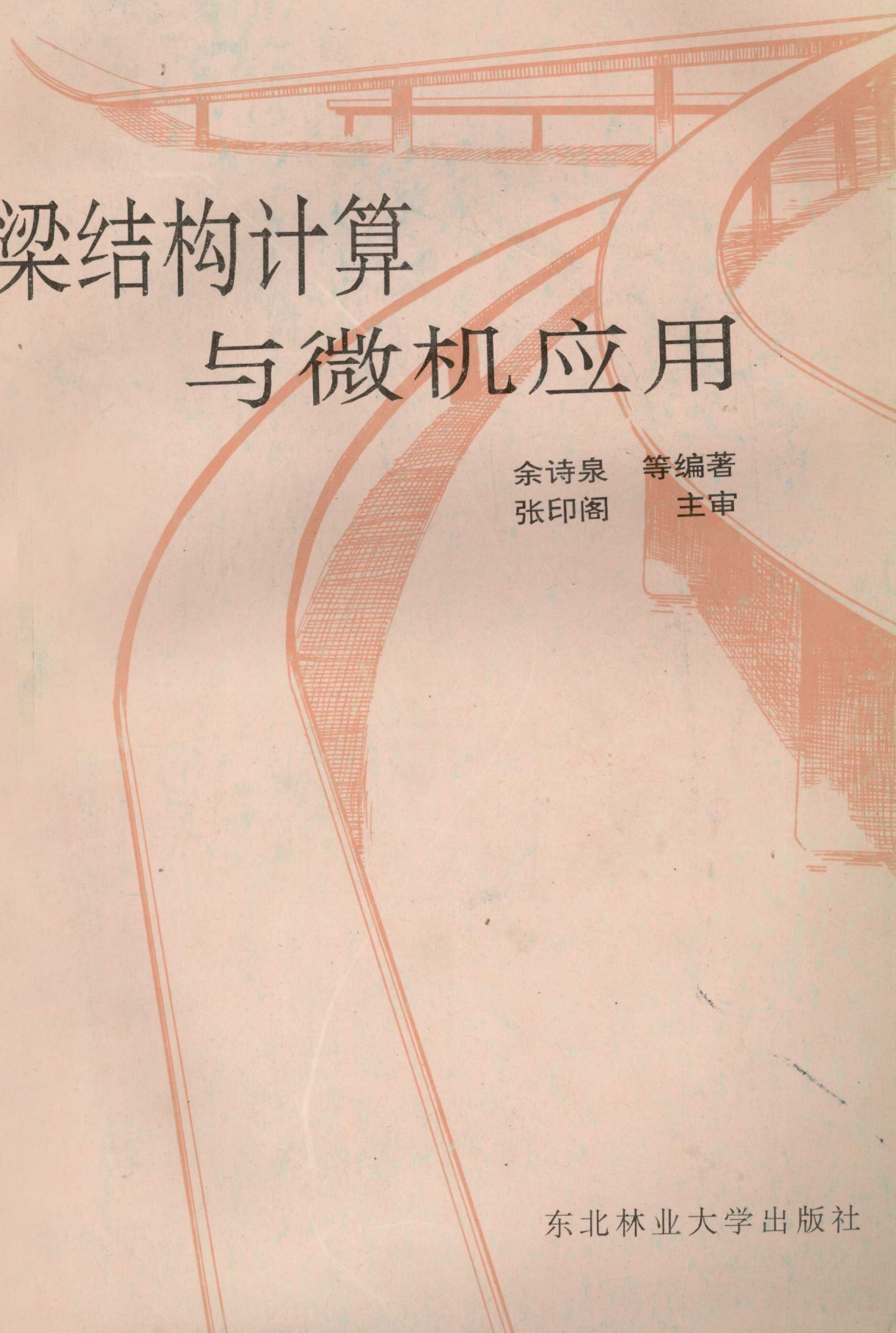


A red line drawing of a bridge structure, showing a long bridge with multiple spans and a curved approach ramp. The drawing is stylized with simple lines and cross-hatching for shading.

桥梁结构计算 与微机应用

余诗泉 等编著
张印阁 主审

东北林业大学出版社

桥梁结构计算与微机应用

余诗泉 等编著

张印阁 主 审

东北林业大学出版社

(黑) 新登字第 10 号

桥梁结构计算与微机应用

Qiaoliang Jiegou Jisuan Yu Weiji Yingyong

余诗泉 等主编

张印阁 主 审

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 18.75 字数 419 千字

1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—1600 册

ISBN 7-81008-508-5

U · 13 定价 14.80 元

前 言

电子计算机的出现与应用是当代科学技术发展中的一大成就。现在,计算机在桥梁结构的设计、施工和科学研究中已获得广泛的应用。为了适应教学与生产实践的需要而编写这本书。

本书共分八章,第一章电子计算机及 FORTRAN 语言简介,着重介绍微机 DOS 系统和 FORTRAN77 语言的程序设计;第二章矩阵代数和线性方程组,对矩阵代数及电子计算机解线性方程组的几种常用方法作一阐述,为后来的程序设计打下基础;第三章平面杆系结构有限元、第四章结构分析的有限条法、第五章差分法、第六章结构优化设计原理等主要介绍桥梁结构的计算方法;第七章电子计算机在桥梁中的应用,为电子计算机计算桥梁结构提供程序设计的方法;第八章程序的应用,为程序编辑提供 PE2 编辑软件的使用方法,同时列举了桥梁结构计算的源程序及其使用方法。

本书第一章由刘庆照、王霓虹执笔,第二章由刘庆照、崔丽莉执笔,第三、四、五、六章由余诗泉执笔,第七章由余诗泉、单炜执笔,第八章、附录及源程序由余诗泉、李标、孙全胜、于天来编写并调试。插图由齐玉成描绘。

全书由余诗泉、刘庆照主编,崔丽莉、单炜任副主编,张印阁主审。由于我们的理论水平有限和实践经验不足,不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

本书可作为道路与桥梁专业教材,也可供有关结构工程技术人员参考。

作 者

1994年3月20日

目 录

第一章 电子计算机及 FORTRAN 语言简介	(1)
§ 1-1 电子计算机的基本知识	(1)
§ 1-2 IBM—PC 及其兼容机操作系统简介	(6)
§ 1-3 FORTRAN 源程序的书写格式	(13)
§ 1-4 运行一个 FORTRAN 程序的过程	(15)
§ 1-5 算术表达式和赋值语句	(17)
§ 1-6 STOP 语句、END 语句和 PAUSE 语句	(22)
§ 1-7 循环结构	(23)
§ 1-8 逻辑运算和选择结构	(24)
§ 1-9 输入和输出	(28)
§ 1-10 数组及输入和输出	(39)
§ 1-11 函数子程序	(43)
§ 1-12 子例行程序	(44)
§ 1-13 BLOCK DATA 子程序 (数据块子程序)	(45)
§ 1-14 CALL 语句与 RETURN 语句	(45)
§ 1-15 DATA 语句与 COMMON 语句	(47)
§ 1-16 OPEN 语句和 CLOSE 语句	(48)
第二章 矩阵代数和线性方程组	(51)
§ 2-1 矩阵的概念	(51)
§ 2-2 矩阵代数的基本运算	(55)
§ 2-3 分块矩阵	(64)
§ 2-4 变换矩阵	(66)
§ 2-5 逆矩阵	(67)
§ 2-6 线性方程组的解法简介	(74)
第三章 平面杆系结构有限元在桥梁中的应用	(95)
§ 3-1 局部坐标系中杆件元刚度矩阵	(95)
§ 3-2 杆件元刚度矩阵的坐标变换	(110)
§ 3-3 平面杆系结构的刚度矩阵与刚度准则方程	(120)
§ 3-4 结构荷载矩阵	(125)
§ 3-5 约束条件的处理	(130)
§ 3-6 结构刚度准则方程组的求解	(132)
§ 3-7 杆端内力的计算	(135)
§ 3-8 简单杆系程序	(137)
第四章 结构分析的有限条法	(141)

§ 4-1 概述	(141)
§ 4-2 位移函数的选择	(142)
§ 4-3 用最小总势能原理建立有限条的特征方程	(147)
§ 4-4 受弯板的有限条法	(151)
第五章 差分法	(159)
§ 5-1 标准一阶差分公式	(159)
§ 5-2 变荷载作用下的单跨梁	(162)
§ 5-3 正交各向异性板弯曲问题的基本微分方程及其差分格式	(167)
§ 5-4 算例	(171)
第六章 结构优化设计原理	(173)
§ 6-1 结构优化的概念	(173)
§ 6-2 结构优化的数学模型	(175)
§ 6-3 结构优化的类型	(176)
§ 6-4 设计变量	(177)
§ 6-5 目标函数	(178)
§ 6-6 约束条件	(178)
§ 6-7 设计空间	(180)
§ 6-8 结构优化的解法	(181)
§ 6-9 结构优化的准则法——桁架结构的满应力设计	(182)
§ 6-10 一维搜索	(190)
§ 6-11 不用导数的优化方法	(196)
§ 6-12 利用导数的无约束优化方法	(199)
第七章 电子计算机在桥梁中的应用	(205)
§ 7-1 结构刚度矩阵(总刚阵)的存储与结构离散化	(205)
§ 7-2 特殊杆件的处理	(206)
§ 7-3 结构刚度矩阵 $[K]$ 的长度与非零元素的序号	(207)
§ 7-4 结构刚度矩阵 $[K]$ 与荷载矩阵 $[q]$ 的形成	(210)
§ 7-5 约束条件的处理、刚度准则方程的求解与杆端内力的计算	(212)
§ 7-6 活载内力的计算	(218)
第八章 程序的应用	(233)
§ 8-1 PE2 说明	(233)
§ 8-2 平面杆系常截面杆件刚架结构计算程序说明	(237)
§ 8-3 连续梁动态加载程序说明	(247)
§ 8-4 简支梁动态加载程序说明	(249)
附 录	(252)
一、平面杆系常截面杆件的刚架结构计算程序	(252)
二、连续梁动态加载程序	(274)
三、简支梁纵向影响线加载程序	(287)
参考文献	(293)

第一章 电子计算机及 FORTRAN 语言简介

§ 1-1 电子计算机的基本知识

一、电子计算机的发展及特点

(一) 电子计算机的发展

随着电子计算机技术的飞速发展,电子计算机的功能已远远超出了数字计算的范畴,它的记忆和判断能力越来越强,已大量应用到工业自动化控制、信息收集和分析处理、图像识别、文字翻译等各方面。目前,计算机的应用几乎深入到社会的各个领域,越来越广泛地发挥着它的重要作用。

自从 1946 年美国研制成功第一台电子计算机“ENIAC”以来,在 40 多年的时间里电子计算机得到迅速发展。一般人们习惯将计算机的发展按其物理器件的变化划分为代。到目前为止,电子计算机大致经历了四代,而且正向第五代过渡。

第一代 1946~1957 年:逻辑器件为电子管,故称电子管时代。

第二代 1958~1964 年:逻辑器件为晶体管,被称为晶体管时代。

第三代 1965~1971 年:逻辑器件为小规模集成电路,称为小规模集成电路时代。

第四代 1972 年以来:逻辑器件采用了大规模的集成电路,被称为大规模集成电路时代。

第五代,目前还在设想和研制阶段:许多人认为第五代电子计算机将是超大规模集成电路时代。

也有人认为将在结构形式和元件上出现光计算机、智能型计算机、超智能型计算机或人工智能模拟等。这些计算机的突出特点将是具有思考问题和逻辑推理功能。

(二) 电子计算机的特点

电子计算机具有以下几方面的特点:

1. 计算速度快

现代巨型机的计算速度已达每秒几亿次。大型复杂的科学计算过去需要几十年,现在用计算机只需几个月或几天。如气象预报用手摇计算机要用一二个星期,而今用一般中型电子计算机只要几分钟就完成了。

2. 精确度高

由于计算机采用二进制数字进行计算,使得数值计算越来越精确。过去对圆周率 π ,数学家们经过艰苦的努力只能算到小数点后 500 多位,1981 年一位日本人利用计算机很快就算到小数点后 200 万位。

3. 具有“记忆”功能和逻辑判断功能

电子计算机有存储器，可以存储大量的数据。随着存储容量的增大，存储“记忆”的信息量也越来越大，不但可以进行算术运算和逻辑运算，而且可以对文字、符号、大小等进行判断和比较，还可进行逻辑推理和证明，从而极大地扩大了计算机的应用范围。

4. 具有自动运行能力

电子计算机内部操作运算是根据人们事先编制的程序自动控制进行的，不需要人工干预，正因为如此，计算机在现代科学中才越发显得重要。

二、计算机系统的组成

一个计算机系统包括两大部分：一部分是具有输入、存储、计算、控制和输出功能的系统，称之为计算机硬件；另一部分就是程序，计算机所进行的运算，都是通过执行程序来完成。为了运行、管理和维护计算机所编制的各种程序，统称为软件。

1. 硬件系统

计算机硬件系统主要由以下五个部分组成，如图 1-1 所示。

(1) 存储器 存储器是用来存放信息的部件。由于容量和速度存在较大矛盾，所以几乎所有的电子计算机系统都具有多种形式的存储器，以形成存储器层次结构。通常存储器分成内存储器（主存储器）和外存储器（辅助存储器）两种。

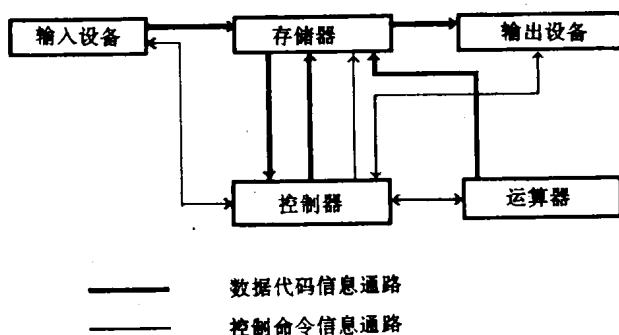


图 1-1 计算机硬件系统组成

设置在电子计算机主机内部直接与运算器、控制器进行信息交换的内层存储器叫内存储器，简称内存。

内存通常采用按地址存取的方式。它由许多存储单元组成，每个存储单元按一定顺序编号，这个编号称地址。每个存储单元可以存放一个信息（即若干位数据代码）。当计算机要把一个信息代码存入某单元或从某单元取出时，首先要提供该单元的地址，计算机才能按地址找到该单元，然后进行存入或取出的操作，相当于人脑的记忆，任何一台计算机都必须有内存储器。

设置在主机外部，用于存放当前不参与计算机运行的程序和数据，在需要时再成批地与内存交换信息的外层存储器叫外存储器，简称外存。它相当于供人们记录的书和笔记本等，起到补充内存的作用。它与内存相比，容量大、价格低，但速度较慢。目前常用的有磁盘存储器、磁带存储器、激光光盘存储器等。

(2) 运算器 运算器是计算机中用来完成大量运算和数据处理的部件。“运算”这个词在计算机科学中的含义比通常理解的要广泛得多，即可进行算术运算，还可进行逻辑运算。

运算器中所处理的数据来自内存，运算结果又送往内存，而这一切操作都是在控制器控制下进行的。

(3) 控制器 控制器是整个机器的控制中心，它使计算机具有自我管理的能力，并通过对控制信息进行分析、发出相应的操作控制信号来使各部件有条不紊地协调工作。

控制器在工作过程中，还要接受执行部件的反馈信息，例如运算器送来的运算结果、状态特征等。这些反馈信息为控制器判断下一步如何工作提供了依据。

运算器和控制器通常被称为中央处理机，简称 CPU。内存储器、运算器和控制器又组成计算机主机。

(4) 输入设备 计算机主机以外的设备叫计算机的外部设备，简称外设。输入设备是电子计算机必备的设备，主要作用是把程序和数据信息转换成计算机能识别的电信号，并把它们按顺序送往计算机内存中。过去常用的是纸带输入机、卡片输入机等，目前输入设备常用的主要是键盘、磁带机、磁盘机等。

(5) 输出设备 输出设备是电子计算机必备的另一种外设。主要作用是把电子计算机处理的数据、计算结果等内部信息按人们要求的形式输出。常用的输出设备有打印机、显示器、磁带机、磁盘机等。人们可以用它们把信息、图象打印在纸上，显示在荧光屏上，存储在磁带或磁盘上。

2. 软件系统

软件是程序的集合。根据软件功能的不同可分为系统软件和应用软件两大类。

为了使用和管理计算机，由设计者提供的各种软件称为系统软件。例如操作系统，各种高级语言处理程序、编译系统和其他服务程序、数据管理程序等软件，是计算机配置的基本系统软件。这些软件不是用来解决某些具体应用问题的，而是利用计算机自身的功能，合理地组织处理流程，管理计算机软硬件各种资源，提供人机之间的接口，从而简化或代替各环节中人所承担的工作。还可以为用户使用计算机提供方便，扩充机器功能，提高工作效率。通常系统软件是作为机器产品与硬件同时提供给用户的。

用户利用计算机及其提供的系统软件，编制出的解决各种实际问题的应用程序，称为应用软件。目前，应用软件逐步向标准化、模块化、商品化发展。

三、数的进制

在日常生活中用得最多的是十进制数，它的每一位是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 等十个数字中的一个，十进制逢十进一。此外，也用到其他进制。如老秤 1 斤=16 两，逢十六进一，是十六进制；1h=60min，1min=60s，逢六十进一，是六十进制；1d=24h，逢二十四进一，是二十四进制。所以在实际工作中，采用的进制是多种多样的，只是十进制用的最普遍、最熟。

电子计算机中目前都采用二进制数，它的每一位是 0 和 1 两个数字中的一个，逢二进一。如：

$1+1=10$ ——对应于十进制的 2；

$10+1=11$ ——对应于十进制的 3；

$11+1=100$ ——对应于十进制的 4；

$100+1=101$ ——对应于十进制的 5。

由于二进制只用到两个不同数字 0 和 1，因而只要用具有两种不同稳定状态的元件

就可以来表示一位数。可以把其中一种状态表示为 1，另一种状态表示为 0。如电灯的亮和灭，高压电和低压电，穿孔纸带的有孔和无孔，二极管的导电和截止等，都是两种不同的稳定状态，都可以用来表示二进制的 1 和 0。此外，由于二进制只用到两个数字，因此算术运算比较简单，例如：

加法： $0+0=0$ ， $1+0=0+1=1$ ， $1+1=10$

乘法： $0\times 0=0$ ， $1\times 0=0\times 1=0$ ， $1\times 1=1$

运算简单，这就使机器的结构比较简单。

1. 二进制的运算

(1) 二进制加法规则

$0+0=0$ ， $0+1=1$ ， $1+0=1$ ， $1+1=10$ ， $1+1+1=11$

例： $1011+1101=11000$

$$\begin{array}{r} 1011 \quad \text{——被加数} \\ + 1101 \quad \text{——加数} \\ \hline 11000 \quad \text{——和} \end{array}$$

(2) 二进制减法规则

$0-0=0$ ， $1-1=0$ ， $1-0=1$ ， $0-1=1$ （有借位）

当 $0-1$ 不够减时，向高位借一位（相当借一个 2），结果是 $2-1=1$ 。

例如： $1101-0110=0111$

$$\begin{array}{r} 1101 \quad \text{——被减数} \\ - 0110 \quad \text{——减数} \\ \hline 0111 \quad \text{——差} \end{array}$$

(3) 二进制乘法规则

$0\times 0=0$ ， $0\times 1=0$ ， $1\times 0=0$ ， $1\times 1=1$

与十进制乘法口诀表相比，显得非常简单，只有当两个 1 相乘时，积才为 1，否则积为 0。

(4) 二进制除法规则

$0\div 1=0$ ， $1\div 1=1$

2. 数制间的转换

(1) 二进制转换成十进制 根据二进制的特点，只要将它按权展开，再将各项相加即可。

例如：

$$(111.101)_2 = 1\times 2^2 + 1\times 2^1 + 1\times 2^0 + 1\times 2^{-1} + 0\times 2^{-2} + 1\times 2^{-3} = (7.625)_{10}$$

(2) 十进制数转换成二进制数 可以先把十进制数代成 2 的各次幂的和，各次幂的系数只能采用 0 或 1，从最高次幂起各次幂的系数就依次是二进制从左到右各个数位上的数字。

$$\text{例：}(13)_{10} = 1\times 2^3 + 1\times 2^2 + 0\times 2^1 + 1\times 2^0$$

$$\begin{array}{cccc} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{array}$$

所以 $(13)_{10} = (1101)_2$

一般地，如果能把一个任意的十进制数 N 写成如下展开式：

$$(N)_{10} = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0$$

(其中 n 为正整数)

就能完成十进制数转化为二进制数，问题是如何找出展开式中的系数 $B_{n-1}, B_{n-2}, \cdots, B_0$ ？通常采用除 2 取余法。

例：把十进制数 13 转换为二进制数。

$$\begin{array}{rcl} 2 \overline{)13} & & \\ 2 \overline{)6} & \cdots \cdots 1 & (B_0) \\ 2 \overline{)3} & \cdots \cdots 0 & (B_1) \\ 2 \overline{)1} & \cdots \cdots 1 & (B_2) \\ 0 & \cdots \cdots 1 & (B_3) \end{array}$$

所以 $(13)_{10} = (1101)_2$

除 2 取余法的转换规律是：用 2 不断地去除被转换的十进制数，余数为 1，则相应位为 1；余数为 0，则相应位为 0，一直除到商为 0 时为止。最后一次余数为 B_{n-1} ，然后再按从高到低的顺序写出这个转换后的二进制数。

如果要转换的数是十进制小数；则可以写成下列展开式：

$$(N)_{10} = B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + B_{-m} \times 2^{-m}$$

(其中 m 为正整数， $B_i = 0$ 或 1， $i = -1, -2, \cdots, -m$)

就可以完成十进制小数转换成二进制小数。所以问题变成找出展开式系数 $B_{-1}, B_{-2}, \cdots, B_{-m}$ ，即二进制小数从左向右依次排列各位上的数字。通常采用乘 2 取整法。

例如：把十进制小数 0.6875 转换成二进制小数。

$$\begin{array}{rcl} 0.6875 & & \\ \times 2 & & \\ \hline 1.3750 & \cdots \cdots \text{整数部分 } 1 & (B_{-1}) \\ 0.3750 & & \\ \times 2 & & \\ \hline 0.7500 & \cdots \cdots \text{整数部分 } 0 & (B_{-2}) \\ 0.7500 & & \\ \times 2 & & \\ \hline 1.5000 & \cdots \cdots \text{整数部分 } 1 & (B_{-3}) \\ 0.5000 & & \\ \times 2 & & \\ \hline 1.0000 & \cdots \cdots \text{整数部分 } 1 & (B_{-4}) \end{array}$$

所以 $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$

乘 2 取整法转换的规律是：用 2 反复去乘十进制的小数部分，每次乘上 2 后，所得新数的整数部分为 1，则相应位为 1，整数部分为 0，则相应部位为 0，从高位向低位依次进行，直到满足精度为止（有时往往是无限小数）。最后一次乘积的整数部分为 B_{-m} ，然后从高位到低位写成 $0.B_{-1}B_{-2}\cdots B_{-m}$ 。

§ 1-2 IBM-PC 及其兼容机操作系统简介

一、操作系统概念

操作系统是计算机系统的重要组成部分，是计算机所有软硬件资源的组织者和管理者。任何一个用户都是通过操作系统使用计算机的。操作系统是为了提高计算机的利用率、方便用户、缩短计算机的响应时间，对计算机系统进行控制与管理的大型程序，它由许多具有控制和管理功能的子程序组成。

IBM-PC 及其兼容机通常使用磁盘操作系统 DOS (Disk Operating System)。许多人对术语 PC-DOS 和 MS-DOS 分不清楚，实际上两者是等同的。PC-DOS 是美国 IBM 公司的版本，而 MS-DOS 是美国 Microsoft 公司的版本，这两家公司都保证这两个系统在功能上相同。本书所介绍的所有 DOS 命令，两个系统均支持。

每一个操作系统都有一个版本号，只要知道版本号，就能了解所运行的系统是否是最新版本，以及当前版本所支持的功能。

DOS 的启动由一个引导程序和三个程序模块完成。系统启动时，先读入引导程序，再依次把 IO.SYS 及 MS-DOS.SYS 读入内存，最后装入命令解释程序 COMMAND.COM，引导程序存放在磁盘的开头部分 (boot 扇区)。IO.SYS 和 MS-DOS.SYS 在第一扇区，是隐藏文件，位置和顺序不可更改，用目录列表命令一般只能看到 COMMAND.COM 文件。

二、操作系统的启动

操作系统的启动也称系统启动或 DOS 启动。根据启动时计算机的电源是关还是开，可将启动分为冷启动和热启动两种。

1. 冷启动

系统未加电的启动称为冷启动，其步骤如下：

(1) 把 DOS 系统盘插入驱动器 A 中，关上软盘驱动器门。

(2) 如果有打印机，则先接通打印机电源，再打开显示器的开关或旋钮，最后接通计算机电源。

(3) 等待系统进行自测试，一般为 3~45s。

(4) 装入 DOS。

(5) 回答系统日程和时间，然后出现 DOS 提示符 A>。

至此，冷启动即告完成。

2. 热启动

系统通电后，按下复位 (Reset) 键或同时按下 Ctrl、Alt、Del 键的启动称为热启动。屏幕显示基本同于冷启动，最后出现 DOS 提示符 A>。

在 DOS 提示符下，用户便可打入各种 DOS 命令了。这里 A> 表示当前默认驱动器是 A，若是硬盘启动，则 DOS 提示符是 C>。也可以改变默认的驱动器，其方法很简单，如要改变默认驱动器为 B 驱动器，即打入下列命令：

A>B: ✓

B>

三、DOS 的文件管理

PC-DOS 的一个重要任务就是对文件的管理。文件是存放在磁盘上按一定方式组织起来的信息的集合。DOS 是通过文件名来识别每一个文件的，每一个文件都具有一个名字。文件的名称是由文件名和扩展名两部分组成的。文件名可有 1~8 个字符，扩展名可由 1~3 个字符组成，两者之间用“.”隔开，扩展名可有可无。通过扩展名可区分是属于哪类文件。下面列出的是常见的扩展名及其约定的含义：

扩展名	约定的含义
.BAK	备份文件
.BAS	BASIC 程序文件
.BAT	批命令文件
.COM	命令文件
.DOC	资料（文本）文件
.DAT	数据文件
.EXE	可执行文件
.TXT	文本文件

PC-DOS 为了区分不同的文件并便于对文件进行建立、修改、删除、检索及读写等管理，必须给出文件的标识。文件的标识由以下几部分组成：

〔驱动器号〕 〔路径〕〈文件名〉[. 〈扩展名〉]

其中〈〉表示该项是必写的；〔〕表示该项为任选项；驱动器号用来指定文件所在的磁盘驱动器，可用 A:，B:，…，来表示；路径则是指出当前文件所在的子目录（本节后面将介绍）。

下面给出一些示例文件标识符：

COMMAND.COM; B: FORMAT.COM;
A: LS\ NOTES.TXT; C: \DOS\IK.BAS

四、DOS 中的树型目录结构

PC-DOS 2.0 以前的版本，只提供了简单的目录结构（一级目录），以管理软盘上的文件。使用这种简单的结构来管理硬盘上成百上千个文件，显然是不适用的，容易造成混乱以及增加文件的检索时间。所以从 PC-DOS 2.0 版起提供了一种更好地管理文件目录的方法，即树型目录结构。

其树型目录结构如图 1-2 所示。

在树型目录中，树中的每个节点都有一个名字供访问用。树中的节点分为三类：根节点表示根目录；树节点表示子目录；树叶表示普通文件。在图 1-2 中，根目录下有两个子目录和一个文件。其中 COMMAND.COM 为文件，DOS 和 WANG 为两个子目录名。DOS 下有若干个文件，这里只列出两个，WANG 下有一个子目录和一个文件。系统启动

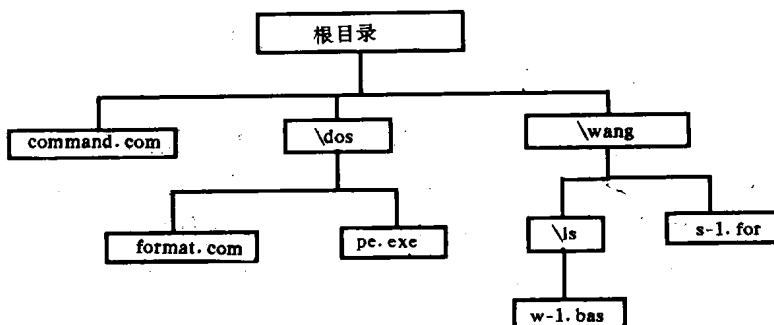


图 1-2 文件树型目录结构

时，当前目录总是处于根目录位置，此时用显示磁盘文件目录命令 DIR，系统将根目录作为普通文件名对待，只显示一个文件和两个子目录名，而子目录所属文件并不显示。

根目录是由 FORMAT 命令格式化时建立的，可供存放文件的目录表，其下的子目录是用专门命令建立的。当 DOS 查找文件时，若文件不在当前目录中，则要指定一条按照目录层次顺序，由目录名组成的路径，引导 DOS 去查找文件。路径是由一系列目录名组成的，目录名间以“\”相隔。如果其中包含文件名字，最后一个目录名也要用“\”和文件名相隔。目录路径的建立有两种方式：

(1) 以根目录为起点的路径。路径以“\”开始。

(2) 以当前目录为起点的路径。不以“\”开始，可用“..”开始，“..”表示由当前目录回退到一级目录。

例如，假定当前目录为 WANG，指出查找下列文件的路径：

1. 从根目录下开始查找 S1.FOR 文件：

\WANG\S1.FOR

2. 从当前目录中查找 W1.BAS 文件：

LS\W1.BAS

3. 从当前目录下查找 PE.EXE 文件：

.. \DOS\PE.EXE

其中“..”表示从当前目录向上退一级，这里是先从当前目录 WANG 开始退一级到根目录，然后再进入子目录 DOS 继续向下查找。

PC-DOS 不仅提供了树型目录结构，同时也提供了用于目录操作的一些相应命令，如建立目录、改变目录、删除目录等命令，其用法在后面介绍。

五、DOS 命令及用法

1. DOS 命令的分类

PC-DOS 为用户提供了一批功能齐全、操作简便的 DOS 命令，用户可通过键盘调用某些 DOS 命令以完成特定的功能。DOS 命令分为两类：内部命令和外部命令。内部命令是指驻留在 DOS 内部的子程序，在启动 DOS 时已经调入内存，可以随时调用执行。一

般外部命令的扩展名为 COM、EXE 等，它们存放在磁盘上，使用时，再从磁盘上调入内存。

下面对一些常用的 DOS 命令做以简单的介绍。

为了理解方便，在下列命令的格式描述中，采用了下列约定符号：

[] 表示选择项；

d: 表示磁盘驱动器号；

path 表示路径；

filename 表示文件名；

ext 表示扩展名。

2. 内部命令

(1) DIR 命令

格式：DIR [d:] [path] [filename] [.ext] [/P] [/W]

功能：列出所有文件目录或只列出指定文件目录。列出的内容还有文件所占磁盘空间的大小，最后一次文件写入日期与时间，以及盘上还剩多少自由空间等。

格式中参数/P 表示逐幅屏幕显示；/W 是按每一横排五个文件目录形式显示，这种方式只能用于每行 80 个字符的显示器，不显示文件大小、日期、时间等信息。

若选用不带参数的 DIR 命令，则把缺省驱动器上的全部目录和文件按文件名、扩展名、文件的字节数、该文件最后一次变动的日期、时间这样的格式显示。

例如：A>DIR

显示出：Volume in drive A is MYDISK

Directory of A: \

COMMAND COM 17664 4-02-91 14:00p

DOS <DIR> 6-08-91 9:40a

WANG <DIR> 7-23-91 10:15a

3 File(s) 145807 bytes free

其中前一个为普通文件，后两个为子目录名，作为文件项显示。这是其中一种用法，下面再例举几种带参数用法：

A>DIR/W 按每一行五个文件的形式列出；

A>DIR COMMAND.COM 查看当前盘 COMMAND.COM 文件；

A>DIR\WANG\LS 查看 A 盘子目录 WANG 下的子目录 LS 中的全部文件目录项。

在该命令中，还经常使用两个多义字符：“?” 和 “*”。在文件名或扩展名中出现 “*” 时，代表任意个数的任意字符；出现 “?” 时，代表任意的一个字符。

例如：

A>DIR C: *.FOR

表示查看 C 盘上所有扩展名为.FOR 的文件。

C>DIR\BAS\A?.BAS

表示查看 C 盘根目录下子目录 BAS 下的文件中 A 后面为任一个字符的文件名。

(2) TYPE 命令

格式: TYPE [d:] [path] filename [.ext]

功能: 在屏幕上显示指定文件的内容。

该命令只能用来显示用 ASCII 码记录的文本文件。如果是非 ASCII 字符的文件, 屏幕上显示的内容可能看不懂。若需要在打印机上输出文件的内容, 可按 **Ctrl** + **P** 键。该命令中不能使用多义字符 “*” 或 “?”。

例如: A>TYPE\WANG\S1.FOR✓

表示在屏幕上显示 A 盘 WANG 子目录下的 S1.FOR 文件内容。

(3) ERASE 命令 (DEL 命令)

格式: ERASE [d:] [path] [filename [.ext]]

功能: 从指定或缺省的驱动器内删除指定的文件。

DEL 相当于 ERASE 的缩写, 两者是等效的。在本命令中可以使用多义字符 “*” 和 “?”, 以删除磁盘上的一组文件或全部文件。但要特别小心, 避免删去不应删去的文件。

例如: A>ERASE *.*✓

将删除 A 盘上所有文件。此时 DOS 会提示:

Are you sure (Y/N)?

若确实要删除, 则打入 Y, 否则打入 N。

如果仅删除某一文件, 如删除 WANG 子目录下的 S1.FOR 文件, 则可打入命令:

A>DEL\WANG\S1.FOR✓

该命令不能删除带写保护磁盘上的文件, 系统文件 IO.SYS 和 MS DOS.SYS 不能删除。

(4) RENAME 命令

格式: REN [AME] [d] [path] filename [.ext] filename [.ext]

功能: 把第一个参数中指定的文件名改为在第二个参数中给出的文件和扩展名。

例如: A>REN\WANG\S1.FOR S2.FOR✓

表示将 A 盘 WANG 目录下的 S1.FOR 文件名改为 S2.FOR 文件名。

注意: RENAME 可缩写成 REN。

(5) COPY 命令

格式1: COPY [d:] [path] filename [.ext]

格式2: COPY [d:] [path] filename [.ext] d: [path]

功能: 完成源文件与目标文件具有相同文件名的一个或多个文件的复制。

例如: A>COPY B: EXMP.EXE✓

将 B 驱动器磁盘上的 EXMP.EXE 文件复制到缺省驱动器 A 内的磁盘上, 文件名不变。

A>COPY *.* B✓

将 A 盘上所有文件复制到 B 盘上, 且不更改文件名。

也可以利用这个命令在同一磁盘上进行文件的复制, 但源文件与目的文件不得同名或虽同名但不在同一目录上; 也可以在不同驱动器磁盘间复制文件。

例如: A>COPY T1.BAS T2.BAS↵

将 A 盘上 T1.BAS 文件复制到本盘上, 但文件名改为 T2.BAS。

还可以利用 COPY 命令进行多个文件的连接、复制成一个文件。

例如: A>COPY T1.BAS+T2.BAS B: T12.BAS↵

是将 A 盘上 T1.BAS 和 T2.BAS 依次头尾相接复制一个新文件 T12.BAS 存在 B 盘上。

3. 外部命令

(1) FORMAT 命令

格式: `FORMAT [d:] [/S] [/4]`

功能: 格式化指定驱动器内的磁盘, 把它处理成 DOS 所能接受的记录格式; 寻找并标出坏磁道; 建立文件分配表、目录及系统装入程序。

格式中的参数/S 表示使系统文件按 IO.SYS、MS DOS.SYS、COMMAND.COM 的次序复制到被格式化的磁盘上去, 这样的磁盘才能用来引导系统。

参数/4 表示在 1.2MB 磁盘驱动器上格式化 5.25 英寸 360K 双面双密度软盘。

一个新的磁盘 (软盘或硬盘) 必须经过格式化之后才能记录信息, 因此用 FORMAT 命令进行格式化是最基本的操作。

例如: A>FORMAT B: ↵

DOS 提示:

Insert new diskette for drive B:

and strike ENTER when ready

此时, 如还没将一张要做格式化的磁盘插到驱动器 B 中, 则应马上插入。注意, FORMAT 命令将会破坏驱动器 B 中磁盘的内容。如真的准备格式化, 再按 ENTER 键, 即回车键, 磁盘格式化即告开始, 此时我们能听到磁盘驱动器工作的声音。格式化过程结束后, 屏幕上将显示:

Formatting ... Format Complete

362496 bytes total disk space

362496 bytes available on disk

Format another (Y/N)?

如不想再格式化其它盘, 则键入 N, 于是回到 DOS 提示符下, 否则键入 Y, 表示继续格式化其它盘, 再重复上述过程。

362496 是指磁盘上可用的有效字节数量。本例中, 磁盘被格式化成双面双密度的格式。

(2) DISKCOPY 命令

格式: `DISKCOPY [d:] [d:]`

功能: 把源磁盘上的全部信息复制到目标盘上。

命令中第一个 [d:] 指源驱动器, 第二个 [d:] 指目标驱动器。这两个参数之间要有空格, 否则无效。

例如执行双驱动器的 DISKCOPY 命令过程是这样的: