

高等学校教学用书

选煤厂微机信息管理

冯绍灌 李梨栗 任志波 编

煤炭工业出版社

28.9
748

高等学校教学用书

选煤厂微机信息管理

冯绍灌 李梨栗 任志波 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是根据多年来在选煤厂中建立微机信息管理系统的实践经验,以及在高等学校和在职干部中讲授计算机课程的教学经验编写的。全书分四部分,由浅入深地介绍企业管理应用计算机的知识,首先介绍微机的基础知识,如微机的组成、硬件和软件、外部设备和微机局部网络;其次介绍企业管理用到的一些微机基本手段,如操作系统、行编辑程序、汉字系统和汉字文本编辑程序;然后介绍汉字DBASE III软件及其应用,最后介绍信息管理系统的软件开发技术和选煤厂微机信息管理系统的软件开发方法,并用实例介绍这些方法的使用。

本书具有一定的针对性,但也有它的通用性,可以作为选矿工程专业大学生和研究生选修课教材,或作为选煤厂技术和管理干部的培训和自学教材,也可供其他专业的管理人员参考。

责任编辑:黄 维

高等学校教学用书 选煤厂微机信息管理

冯绍灌 李梨栗 任志波 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安外门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787×1092mm¹/16 印张16

字数377千字 印数1—3,425

1991年8月第1版 1991年8月第1次印刷

ISBN 7-5020-0558-7/TD·513

书号 3333 定价 4.15元

序

80年代以来,随着微型计算机在国内的普及和使用,煤炭工业系统筹建了计算机四级管理系统,利用微型机辅助煤矿企业的管理。到现在,微机信息管理已经逐步成为现代化矿井不可缺少的一部分。

选煤厂微机信息管理是煤炭工业四级管理系统中的基本环节。近几年,国内许多选煤厂已经利用微机来解决生产上的各种问题。一部分先进的选煤厂已经建立和正在建立微机信息管理系统,并在生产上初见成效。

要使计算机的应用取得成效,必须使各类技术和管理干部切实掌握计算机,让在校学生具备较好的计算机基础。但是,目前高等学校的计算机课程基本上是根据科学计算或过程控制的要求安排的,它的内容并不能适应生产管理工作的需要;在煤炭系统中,目前还没有一本能适应各类管理干部学习的计算机教材;在社会上,虽然出版了很多有关计算机的书籍,但是,针对生产经营管理、涉及面广、深入浅出、实用性强的教材,并不多见。所以,有必要为煤炭系统、特别是选矿工程专业的在校学生和生产管理干部编写一本适用的计算机应用教材。

本书就是为了适应这种需要,根据多年教学体会而编写的。中国矿业大学北京研究生部选矿研究室早在1980年就受煤炭部加工利用局委托,在全国选煤厂中推广应用微型机。先后为全国选煤厂和矿务局开办了各种类型的选煤微机应用培训班十多次,并重点地帮助6个选煤厂实现了微机辅助管理。从1987年开始,又在选矿研究生中开设了“选煤厂信息管理系统和经济分析”课程。本书就是根据这些实践经验和体会总结编写的。

本书力求根据选矿工程专业在校学生和选煤厂在职干部的计算机水平,将计算机的基本概念和在企业管理中所用到的基本手段进行全面阐述。全书分四大部分:第一篇主要介绍计算机的基础知识,如微机的组成,硬件和软件,外部设备,微机局部网络等;第二篇主要介绍管理用微机的一些基本手段,如操作系统,行编辑程序,汉字系统,汉字文本编辑程序等;第三篇主要介绍汉字DBASEⅢ;第四篇主要介绍选煤厂微机信息管理系统的设计和软件开发工作,并扼要地介绍一些实例。

本书具有一定针对性,但也有它的通用性。一、二、三篇的内容是计算机管理应用的基本手段,第四篇针对选煤厂的信息管理系统的设计和软件开发工作,对其他部门也有参考意义。所以,可以作为选矿工程专业大学生和研究生选修课教材;可作为选煤厂技术和管理干部培训和自学教材;也可供煤炭系统的其他业务部门的管理人员参考。

本书一至六章由冯绍灌教授编写,七至十四章由任志波讲师编写,十五至十八章由李梨栗讲师编写,全书由冯绍灌教授统稿。在编写过程中,选矿研究生阎加安、孙立刚两同志也参加了部分工作。

本书内容难免有错漏,敬请读者指正。

作者

1990年10月14日

ABE 84/04

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一篇 微型计算机系统

第一章 微型计算机组成	3
第一节 微型计算机的基本组成	3
第二节 计算机的运算基础	5
第三节 运算器、存储器 and 控制器	12
第四节 微型机硬件系统结构	16
第五节 微型机系统的主要技术指标	18
第六节 IBM-PC微型计算机	19
第二章 微型计算机软件	21
第一节 程序设计语言	21
第二节 软件系统的基本组成	24
第三章 微型计算机的外部设备	26
第一节 外部设备的分类	26
第二节 键盘	27
第三节 打印设备	29
第四节 计算机绘图设备	32
第五节 外存储设备	34
✓ 第四章 微型计算机局部网络	39
第一节 概述	39
第二节 IBM-PC常用的局部网络	41

第二篇 微型计算机常用的系统软件

✓ 第五章 操作系统	45
第一节 操作系统的一般概念	45
第二节 文件	46
第三节 IBM-PC磁盘操作系统(PC DOS)	48
第四节 常用的DOS命令	51
第五节 批处理命令	58
第六节 文件目录命令	60
第七节 硬磁盘的使用	64
第六章 行编辑程序(EDLIN)	66
第一节 行编辑程序的调用	66
第二节 编辑命令	67
第三节 EDLIN命令总结	71

第七章 汉字处理和汉字操作系统	72
第一节 概述	72
第二节 汉字字库	73
第三节 汉字的输入和输出	74
第四节 汉字操作系统 (CCDOS)	76
第五节 汉字输入方式	78
第六节 五笔字型汉字输入方法	82
第七节 智能码汉字输入方法	86
第八章 汉字字处理软件 (WORDSTAR)	91
第一节 WORDSTAR的启动和退出	91
第二节 建立和修改文书文件	91
第三节 编辑非文书文件	94
第四节 文件的打印	94
第五节 字处理软件的其他功能	95
第六节 WORDSTAR中的其他编辑命令	96
第七节 编辑打印中的几点说明	98

第三篇 汉字数据库管理系统DBASE II

第九章 概述	101
第一节 数据库的基本概念	101
第二节 DBASE II的数据结构、主要功能和软件组成	102
第三节 DBASE II的文件类型	104
第四节 DBASE II的文件管理功能	105
第五节 DBASE II的进入与退出	106
第十章 DBASE II的基本语法	107
第一节 常数、变量和表达式	107
第二节 函数	109
第十一章 数据库的基本操作	115
第一节 DBASE II的命令格式	115
第二节 数据库结构的操作	116
第三节 数据库的数据输入	120
第四节 数据库数据的输出	123
第五节 数据库的修改与编辑	124
第十二章 数据文件的使用	131
第一节 数据库的数据分类、索引及查找	131
第二节 数据库中的数据统计计算	135
第三节 数据库之间的操作	137
第四节 内存变量操作命令	143
第五节 SET组命令	146
第十三章 汉字DBASE II程序设计	148
第一节 程序设计的特点	148
第二节 程序的建立和执行	149

第三节	程序结构	150
第四节	过程	154
第五节	格式控制命令	159
第六节	DBASE Ⅱ与高级语言之间的数据传递	165
第十四章	编程技巧与程序调试	169
第一节	程序设计要点	169
第二节	几种实用程序的编制	171
第三节	几种编程技巧	174
第四节	程序的设计与调试	180
第五节	常见错误的原因和处理	181
第六节	CONFIG. DB文件的使用	184
第七节	功能键的使用	185

第四篇 选煤厂信息管理系统的研制与开发

第十五章	选煤厂管理工作的内容与现状	187
第十六章	信息管理系统开发技术	190
第一节	软件和软件生命周期	190
第二节	可行性研究	191
第三节	系统分析	193
第四节	系统设计	203
第五节	程序设计	215
第六节	系统的调试和测试	218
第七节	系统的运行和维护	219
第十七章	选煤厂微机信息管理系统	221
第一节	硬件配置	221
第二节	系统软件	223
第三节	管理信息处理软件	224
第四节	管理信息数据库	226
第五节	信息管理系统软件的总体结构	226
第六节	子系统的结构模式	228
第七节	选煤厂信息管理系统的数据结构	231
第八节	选煤厂信息管理系统的代码约定	232
第九节	子系统之间的通讯方式	234
第十八章	子系统设计示例	236
第一节	系统功能要求	236
第二节	系统说明书	236
第三节	劳资管理子系统的设计	239
参考文献		248

结 论

使用微型计算机实现选煤的信息管理是目前我国选煤厂技术改造的一个方向。80年代以来,国内许多选煤厂开始在生产和经营管理上使用微型计算机,利用这种先进的工具对生产经营的数据进行统计、编制各种报表、进行各种工程计算,在选煤的计算机应用上,取得了一些成果,也积累了不少的经验。目前,在选煤厂的企业升级和现代化选煤厂的评定中,计算机在管理工作上的应用是一个重要的方面。

在选煤厂管理上,微型计算机一般用以处理以下的问题:

- 1) 生产计划和统计;
- 2) 煤质和生产技术检查;
- 3) 生产情况预测和产品结构优化;
- 4) 设备和备件管理;
- 5) 各种经营管理(如销售、材料、财务、工资、人事等管理)。

选煤厂微机管理的规模,根据选煤厂条件的不同而各异。有采用一台微机,专门处理一方面或几方面的问题,也有采用多台微机建立起一个微机辅助管理系统,全面地实现选煤厂的计算机管理。从现代化选煤厂的发展看,建立微机辅助管理系统,并在此基础上将选煤厂的自动控制系统和管理系统连结起来,实现全厂统一的信息处理,可能是一种较完善的模式。

选煤厂的微机辅助管理系统一般由以下三部分组成:

1) 选煤管理的数据库 这个数据库存贮着人工收集和自动检测的各种生产和经营数据,供统计和分析使用;

2) 选煤厂的信息管理系统 这是根据选煤厂各种管理工作需要而建立的信息处理程序,它帮助管理人员统计、分析日常的生产数据,编制各种报表,进行各种工程计算,预测和优化选煤生产,向有关领导提供决策所需的信息;

3) 选煤厂微机局部网络 局部网络可将选煤厂的管理部门微机连结起来,通过网络通信,使网络中的微机工作站能共享所需的数据,有关领导可以通过网络综合查询选煤生产情况,了解选煤生产动向。同时,网络系统还能把选煤厂的自动控制系统与管理系统连结起来,形成统一的选煤厂信息管理系统,图0-1为某选煤厂的局部网络。

除了作为选煤厂的微机辅助管理系统以外,目前,选煤和煤质管理部门也利用微机分别建立相应的信息管理系统,利用所建立的选煤和煤质数据库对全国和地区的选煤和煤质资料进行统计、分析,从宏观上对全国煤炭质量进行管理。可以预期,随着煤炭系统四级计算机管理系统的完善,选煤管理部门和生产单位将会形成一个全国性完整的信息处理系统。

由于管理体制的不同,目前国外的选煤厂尚无类似的信息管理系统可供借鉴,所以信息管理系统的建立需要我国的技术人员自行计划和开发。近年来,国内微机应用技术发展很快,硬件系统的价格在不断降低,软件的汉字化取得了很大的进展,现在已有丰富的汉

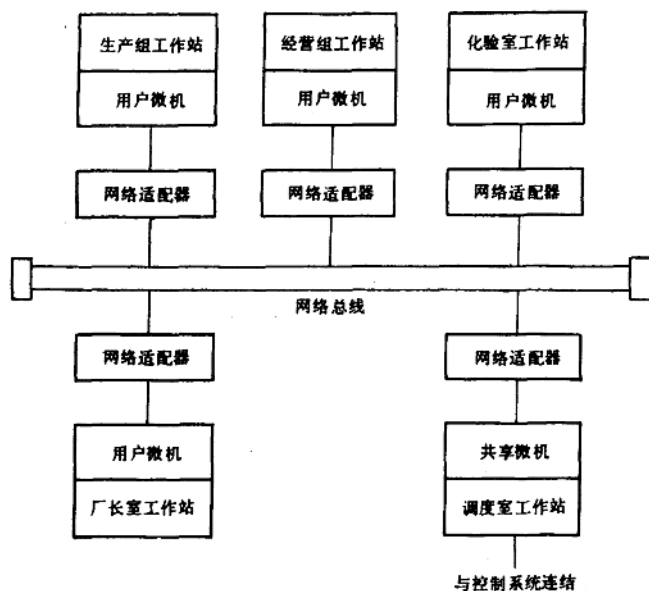


图 0-1 选煤厂的局部网络

化支撑软件可供应用，这就为开发适合我国国情的选煤信息管理系统提供了基本手段。

要建立选煤的微机辅助管理系统，需要计算机、局部网络、算法语言、数据库、数理统计、数学模型和优化技术等方面的知识。其中，算法语言、数学模型、数理统计和优化技术已经有相应的课程。在本课程中，主要是从建立和使用选煤信息管理系统的需要出发，综合介绍有关微型机、局部网络、数据库及开发管理软件所要的基本手段，以及选煤厂信息管理系统的研制方法。

第一章 微型计算机组成

第一节 微型计算机的基本组成

微型计算机是电子计算机的一种，它和一般的数字电子计算机一样，是由复杂的电子线路组成的一种运算工具。在电子计算机的运算中，不需要人的干预，能自动地完成人所规定的计算任务。电子计算机的工作在一定程度上模仿了人的计算过程，所以，为了了解计算机的基本组成，最好从一个简单的计算谈起。

利用算盘、纸和笔演算一个题目： $86 - 25 \times 3 = ?$ 如果把计算步骤形象化，可以把解题分为三步：

第一步 把算式和数据写在纸上，即

$$86 - 25 \times 3 = ?$$

第二步 按算式的步骤开始计算

(1) 先计算 $25 \times 3 = 75$ ，将中间结果75写在纸上；

(2) 再计算 $86 - 75 = 11$ ，将最终结果11写在纸上。

第三步 给出答案。

在上面的计算过程中，参加演算的有算盘、纸、笔和使用这些工具的人。电子计算机也模仿了人在算题中的方法，因而也具有与上述计算过程类似作用的几个组成部分：

第一 能进行数字运算的算盘——运算器；

第二 能记录和保存原始数据、运算步骤（程序）、中间计算结果以及最后计算结果的纸——存贮器；

第三 能书写数据、程序和计算结果的笔——输入和输出设备；

第四 能控制算盘、纸、笔协调工作的指挥者——控制器。

因此，运算器、存贮器、控制器、输入设备和输出设备就成了电子计算机的五个基本组成部分，实际上，在计算机中，还必须有电源等辅助部件，但是从原理上说，电子计算机是由上述五个部分组成的，其相互关系见图1-1。

在计算机中，有两股信息在流动，一股信息是数据，即原始数据、计算结果、计算程序等，这些信息由输入设备输入到存贮器内，在运算过程中，数据从存贮器读入到运算器中，在运算器中进行运算，其运算的结果又存入存贮器中，当需要输出结果时，就可以经输出设备将计算结果输出；人给计算机的计算程序（各种命令），也是以数据的形式存入存贮器中，在运算过程中，按照规定的顺序输入控制器，由控制器经过译码后变成各种控制信号。另一股信息是控制信号，由控制器控制输入设备的启动或停止，控制器按规定一步步地进行各种运算和处理，控制存贮器的读和写，也控制输出设备输出结果等。

存贮器通常分为内存贮器（内存）和外存贮器（外存）两部分。内存一般采用半导体

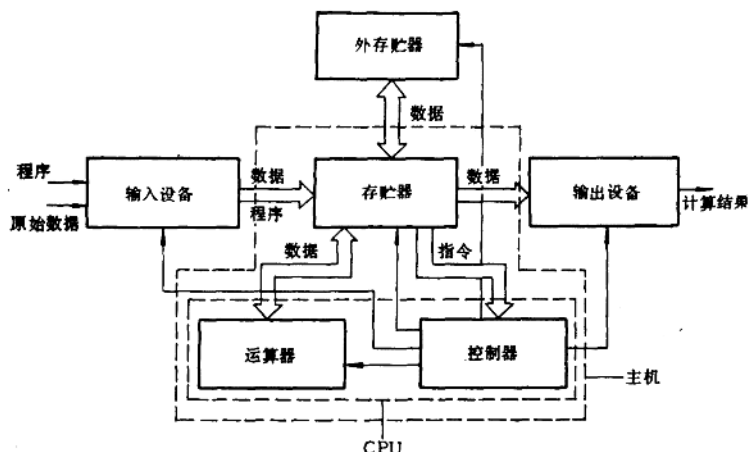


图 1-1 电子计算机的基本组成

存储器，它的存取速度快，但价格高、容量小、断电后存储的信息即行消失；外存多用磁盘或磁带，它的存取速度慢，但价格低、断电后信息不会消失，可以长期存储，其存储容量大。根据这些特点，一般需要长期大量存储的信息往往存在外存中，在计算机工作时，内存成批地从外存存取信息，运算器从内存逐个地取出信息，经运算后将结果送回内存，一般不直接从外存存取信息。

在微型计算机中，输入设备一般有键盘、图形输入板等；输出设备有显示器(CRT)、打印机和绘图机等。

对于微型计算机，运算器和控制器是合在一起的，这种器件称为中央处理机——CPU，又称为微处理器。通常把运算器、控制器和存储器合在一起，称为主机；而把输入设备和输出设备（统称I/O设备）称为外围设备。主机加上外围设备，就形成了微型计算机的硬件系统。

下面，以 $86 - 25 \times 3$ 为例，说明计算机在完成这道计算题的操作过程。

第一步 将计算步骤（程序）和原始数据输入计算机中，存储在内存中。

第二步 按程序规定的计算步骤，自动进行计算操作：

- 1) $3 \Rightarrow$ 运算器，暂存在运算器中；
- 2) $25 \Rightarrow$ 运算器，进行 25×3 的计算，结果为75，暂存在运算器中；
- 3) $75 \Rightarrow$ 内存；
- 4) $86 \Rightarrow$ 运算器，暂存在运算器中；
- 5) $75 \Rightarrow$ 运算器，进行 $86 - 75$ 的计算，结果为11，暂存在运算器中；
- 6) $11 \Rightarrow$ 内存。

第三步 将计算结果显示或打印出来。

从上述计算过程来看，一个简单的计算，电子计算机需要经过很繁琐的计算步骤。由于这些操作是自动进行，而计算机的操作速度很快，所以能迅速完成。

第二节 计算机的运算基础

电子计算机是对数据信息进行处理的机器。这些数据信息是以数字、字符、符号、表达式体现的。想要了解计算机是如何识别和处理这些信息，就需要了解计算机中的数字系统和编码系统，这是计算机的运算基础。

一、计算机中的数制

1. 二进制数

计算机的基本功能是对数进行加工和处理。数在机器中是以器件的物理状态来表示的，电气元件一般都有两种不同的状态，而且能互相转换，例如：导体的导通和截止、电位的高低、磁体的方向等，所以只能表示两个数字符号的二进制数。由于在电子线路中二进制数比较简单可靠，同时，二进制数的运算规律也很简便，所以计算机所用的数据都采用二进制数。

二进制数具有两个基本特点：

(1) 它只有两个数字符号，即 0 和 1；

(2) 逢二进一，即 $1+1=(1\ 0)_2$ 。

在二进制中，同一个数字符号在不同的数位中所表示的值是不同的，例如：

111.11

小数点左边第一位的“1”代表的值是它本身，它的数值可以写成 1×2^0 ；小数点左边第二位的“1”，是由第一位逢二进上来，所以它的值为 1×2^1 ；左边第三位的“1”，它的值为 1×2^2 ；同理，小数点右边第一位的“1”代表 1×2^{-1} ；右边第二位的“1”代表 1×2^{-2} ，如此类推。其中“2”是二进制的基数，而 $\dots\dots 2^2$ 、 2^1 、 2^0 、 2^{-1} 、 2^{-2} 、 $\dots\dots$ 则称为数位的权。

权表示了数位数值的大小。一个二进制数的权，小数点左边是 2 的正次幂，小数点右边是 2 的负次幂。所以，一个二进制数的值，就可以用权的展开式来表示，即

$$(111.11)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (7.75)_{10}$$

$$(1011.101)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3} = (11.625)_{10}$$

于是，一个任意的二进制数可以表示为

$$(B)_2 = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots\dots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 \\ + B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + \dots\dots + B_{-m} \times 2^{-m}$$

其中， n 为整数部分的位数， m 为小数部分的位数； B_i 可取 0 或 1，取决于具体的数。

表 1-1 为十进制数和二进制数的对照。从表中可见，二进制数不如十进制数直观，同样一个数，二进制的位数比十进制数的位数长，人们使用起来并不方便。

计算机只能采用二进制，而人又习惯用十进制，所以，在计算机上进行算题时，首先要将十进制数转换成二进制数，而计算机输出结果时，又要将二进制数转换成十进制数，数制的转换十分麻烦，但是，这些工作都由计算机自动进行，不需要人干预。为了让计算机比较方便地进行十进制与二进制的转换，人们找到了一种十进制与二进制之间的过渡性进制，称为二—十进制，这个问题将在下面二进制编码中介绍。

2. 十六进制

表 1-1 几种数制关系

十 进 制	十六进制	二 进 制	十 进 制	十六进制	二 进 制
0	0	0000	9	9	1001
1	1	0001	10	A	1010
2	2	0010	11	B	1011
3	3	0011	12	C	1100
4	4	0100	13	D	1101
5	5	0101	14	E	1110
6	6	0110	15	F	1111
7	7	0111	16	10	10000
8	8	1000	17	11	10001

二进制数的缺点是位数较多，写起来较长，读起来又不方便。为了弥补二进制的不足，人们又引入了一种十六进制。

十六进制的基本特点是：

(1) 具有十六个数字符号，即0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，这十六个数字符号与十进制和二进制的关系见表1-1。

(2) 逢十六进一，在这里，基数是16。

在十六进制中，同一个数字符号在不同的数位中所代表的值也是不同的。和二进制类似，一个16进制数的值，可以用它的权展开式表示，例如

$$(A19)_{16} = 10 \times 16^2 + 1 \times 16 + 9 \times 16^0 = (2585)_{10}$$

$$(FFFF)_{16} = 15 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = (65535)_{10}$$

同样一个数，用十六进制表示比二进制和十进制的位数都少，所以书写和记忆都很方便；更重要的是十六进制与二进制有直接而简单的转换关系。

任何一个四位二进制数都不会超过15，故四位二进制可以用一个十六进制数表示，例如

$$(1111)_2 = (F)_{16}$$

利用这个特点，可以进行二进制与十六进制的转换。

二进制化为十六进制时，每四位二进制可以用一位十六进制数表示(即四位并一位)，例如

$$\begin{array}{ccc} (1111) & (1110) & (1011) \\ \text{F} & \text{E} & \text{B} \end{array} = (FEB)_{16}$$

十六进制化为二进制时，每位十六进制数可用四位二进制数表示(即一位拉四位)，例如

$$\begin{array}{cccc} (F & 9 & 4 & 3)_{16} = (1111 & 1001 & 0100 & 0011)_2 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1111 & 1001 & 0100 & 0011 \end{array}$$

十六进制是一种辅助的数制。而计算机是应用二进制数进行工作的，它也只能辨别二进制数。在使用计算机时，人们可以用十进制输入，由机器转换为二进制，所以一般可以不管二进制。但是，有时候还是会遇到二进制数的，例如：表示内存地址、用机器语言编写程序时，由于二进制数太长，书写和记忆都不方便，而且十六进制与二进制具有简单的转换关系，十六进制书写和记忆又较为方便，所以，可以作为二进制的缩写来使用。这

样, 就可以用十六进制来表示二进制的数了。

二、二进制数的算术运算

二进制数的加、减、乘、除的运算方法, 与十进制数的运算方法类似, 而且比十进制的运算更加简便。

1. 加法

二进制数的加法规则是逢二进一, 这与十进制的逢十进一类似。例如

$$101.01(5.25) + 110.11(6.75)$$

$$\begin{array}{r} 101.01(5.25) \\ + 110.11(6.75) \\ \hline 1100.00(12.00) \end{array}$$

2. 减法

二进制数的减法规则是借一当二, 这与十进制数的借一当十相当, 例如

$$1100(12) - 110.11(6.75)$$

$$\begin{array}{r} 1100.00(12) \\ - 110.11(6.75) \\ \hline 101.01(5.25) \end{array}$$

3. 乘法

二进制数的乘法规则是

$$\begin{array}{ll} 1 \times 0 = 0 & 1 \times 1 = 1 \\ 0 \times 0 = 0 & 0 \times 1 = 0 \end{array}$$

比十进制数的乘法规则简单得多。例如

$$\begin{array}{r} 10.101(2.625) \times 101(5) \\ \times \quad 101(5) \quad \begin{array}{l} \text{被乘数} \\ \text{乘数} \end{array} \\ \hline 10101 \\ 00000 \\ 10101 \quad \leftarrow \text{移位} \\ \hline 1101.001(13.125) \quad \text{积} \end{array}$$

由此可见, 二进制的乘法可归结为被乘数移位和相加两种操作。

4. 除法

二进制的除法也很简单, 例如

$$\begin{array}{r} 1101.001(13.125) \div 101(5) \\ \begin{array}{l} \text{除数} \quad 101(5) \checkmark \end{array} \begin{array}{r} 10.101(2.625) \\ 1101.001(13.125) \\ \hline 101 \\ \hline 11 \ 0 \\ 10 \ 1 \\ \hline 101 \\ \hline 101 \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{l} \text{商} \\ \text{被除数} \\ \\ \\ \rightarrow \text{移位} \\ \\ \rightarrow \text{移位} \\ \text{余数} \end{array} \end{array}$$

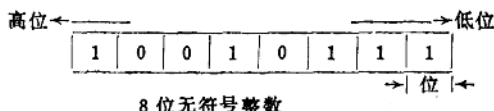
由此可见, 除法可归结为除数移位及相减两种操作。

从以上的分析可知, 二进制的算术运算是十分简单的, 所有计算可以归结为相加、相减和移位三种操作。

三、数在机器中的表示方法

1. 机器数

电子计算机采用二进制，可用电子器件的两种稳定状态表示数据信息的1和0，计算机中的数据信息必须保存在有记忆功能的电子器件中，每个器件记忆一位二进制数，若干个器件组成一个存贮单元，目前常用的存贮单元有8位、16位、32位和64位等，若用一个矩形框表示一个器件，则8位数在机器中的表示形式如下：



数在机器中的表示形式称为机器数。机器数所包含的位数就是机器数的字长，字长取决于构成一个存贮单元的记器件个数。

字长是计算机的存贮基本单位，也是计算机操作的基本单位。在计算机中，数据的传输和运算，都是以字长为单位进行的。微型机常用的字长有8位、16位和32位。

一般把8位字长称为一个字节，计算机的字长大多数是字节的整数倍，如1、2、4个字节。

机器数有三个特点：

(1) 机器数所表示的数值范围，受机器结构的限制。

因为机器数的字长取决于构成它的记忆器件数目，所以，一台机器的设备配制以后，字长就定了，机器数所表示的数值范围大小也就定了。例如：8位字长的机器，机器数能表示的无符号整数最大为 $(11111111)_2 = (255)_{10}$ 。运算时，若数值超出机器数所能表示的范围，就会停止运算，计算机称这种情况为“溢出”。

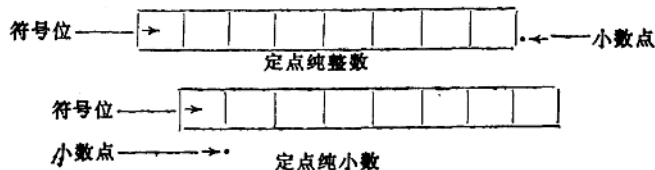
(2) 机器数的符号位数值化

机器数有正数和负数，正号和负号是用数字化信息来表示的。在机器数中，左边第一位规定为符号位，用0表示正号，用1表示负号。加入符号位后，8位机器数的数值范围，最大数为 $(01111111)_2 = (127)_{10}$ ，最小数为 $(11111111)_2 = (-127)_{10}$ 。

(3) 机器数的小数点处于约定位置

在计算机中，小数点的位置有两种约定：一种是规定小数点位置固定不变，这时的机器数称为定点数；另一种是小数点的位置可以浮动，这时的机器数称为浮点数。微型机多使用定点数。

例如：规定小数点在最低位右边时为定点纯整数，小数点在最高位左边时为定点纯小数，若字长为8位，则有



一个二进制数也可以写成浮点形式。

$$N = 2^P \cdot S$$

其中 P 是一个二进制整数，称为阶码； S 是一个二进制纯小数，称为尾数。因此浮点的机器数可表示为

阶码 符号	阶	数	尾数 符号	尾	数
----------	---	---	----------	---	---

阶码和尾数的正负号也用“0”和“1”表示。例如

0	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

即 $N = -0.1111 \times 2^{11}$

2. 机器数的原码和补码

数和符号全部数值化的机器数称为码。在计算机中，数据的运算都是用码进行的，为了更便于运算，数据常用原码和补码两种表示形式。

1) 原码

原码保持了二进制数的原来形式，只是数的符号用数字表示，数为正时，符号为0；数为负时，符号为1，设机器数为 x ，则原码可记作 $[x]_原$ 。

若 $x_1 = +1001010$

$$x_2 = -1010110$$

则原码为 $[x_1]_原 = 01001010$

$$[x_2]_原 = 11010110$$

2) 补码

补码可以由原码求得，设机器数为 x ，则补码可记做 $[x]_补$ 。若机器数是正数，则它的补码和原码一样，例如

$$x = +1010110$$

则 $[x]_补 = 01010110$

$$[x]_补 = 01010110$$

若机器数是负数，则其补码是将它的原码除符号位外各位取反，末位加1而得到。例如

$$x = -1010110$$

$$[x]_原 = 11010110$$

$$[x]_补 = 10101001 + 1 = 10101010$$

采用补码能使计算机的运算更加简便，它可用加法来实现减法，从而使计算机的算术运算全部归结为加法和移位两种操作。这样，既简化了电子线路，又可避免做减法时需要判断符号，以及减数与被减数的数值大小问题。

四、数字化信息编码

在计算机中，数是采用二进制的码来表示，并利用它进行运算。人们在使用计算机时，除了数据以外，还使用各种文字符号，为了让计算机能够识别，并易于处理，计算机所用的文字符号，如英文字母、数字、标点符号和运算符号等，实际上也是利用二进制的编码来表示的。下面介绍两种常用的编码。

1. 字符编码

常用的文字符号，在计算机中是可以约定的，规则是用二进制编码表示的。目前微型

机中最普遍采用的是美国标准信息交换代码，简称为ASCII码（American Standard Code for Information Interchange）。ASCII编码表见表1-2。

表 1-2 ASCII 码 表

								0	0	0	0	1	1	1	1	
								0	0	1	1	0	0	1	1	
								0	1	0	1	0	1	0	1	
								列	0	1	2	3	4	5	6	7
								行	0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 0 0	0	NUL	DLE	SP	0	Ⓐ	P	Ⓐ	p							
0 0 0 1	1	SOH	DC 1	!	1	A	Q	a	q							
0 0 1 0	2	STX	DC 2	"	2	B	R	b	r							
0 0 1 1	3	ETX	DC 3	#	3	C	S	c	s							
0 1 0 0	4	EOT	DC 4	\$	4	D	T	d	t							
0 1 0 1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u							
0 1 1 0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v							
0 1 1 1	7	BEL	ETB	"	7	G	W	g	w							
1 0 0 0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x							
1 0 0 1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y							
1 0 1 0	10	LF	SS	*	:	J	Z	j	z							
1 0 1 1	11	VT	ESC	+	,	K	[	k	{							
1 1 0 0	12	FF	FS	,	<	L	~	l	~							
1 1 0 1	13	CR	GS	-	=	M	]	m	}							
1 1 1 0	14	SO	RS	.	>	N	^	n								
1 1 1 1	15	SI	US	/	?	O	_	o	DEL							

ASCII码是用一个字节表示一个码，实际上只用其中低7位作为编码，最高位为奇偶校验位，作检查通讯错误之用。七位二进制编码可以表示128个字符，其中包括10个十进制数码（0~9），52个大小写英文字母，34个专用符号和32个通用控制符，例如

0—0110000	A—1000001	(—0101000
1—0110001	B—1000010	)—0101001
2—0110010	C—1000011	*—0101010
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
9—0111001	Z—1011010	/—0101111

在ASCII编码中，数字0~9的编码低4位与其对应的二进制数值相同，而字母的代码是以字母递增的顺序编码的。

人们用键盘输入的数据和程序，在计算机内首先是用ASCII码表示的，通过编译，才转变为二进制码和各种命令，然后进行运算。使用ASCII码，不仅使计算机能辨别文字符号，同时也可作一些非数值处理，例如，按英文字母排序，实际上就是按它的ASCII码数值大小进行排列。

2. 数字编码

数字编码是解决计算机进行十进制与二进制的转换问题。为了解决十进制与二进制的转换，可以采用一种过渡性的编码，这种编码把每一位十进制数写成二进制数的形式。