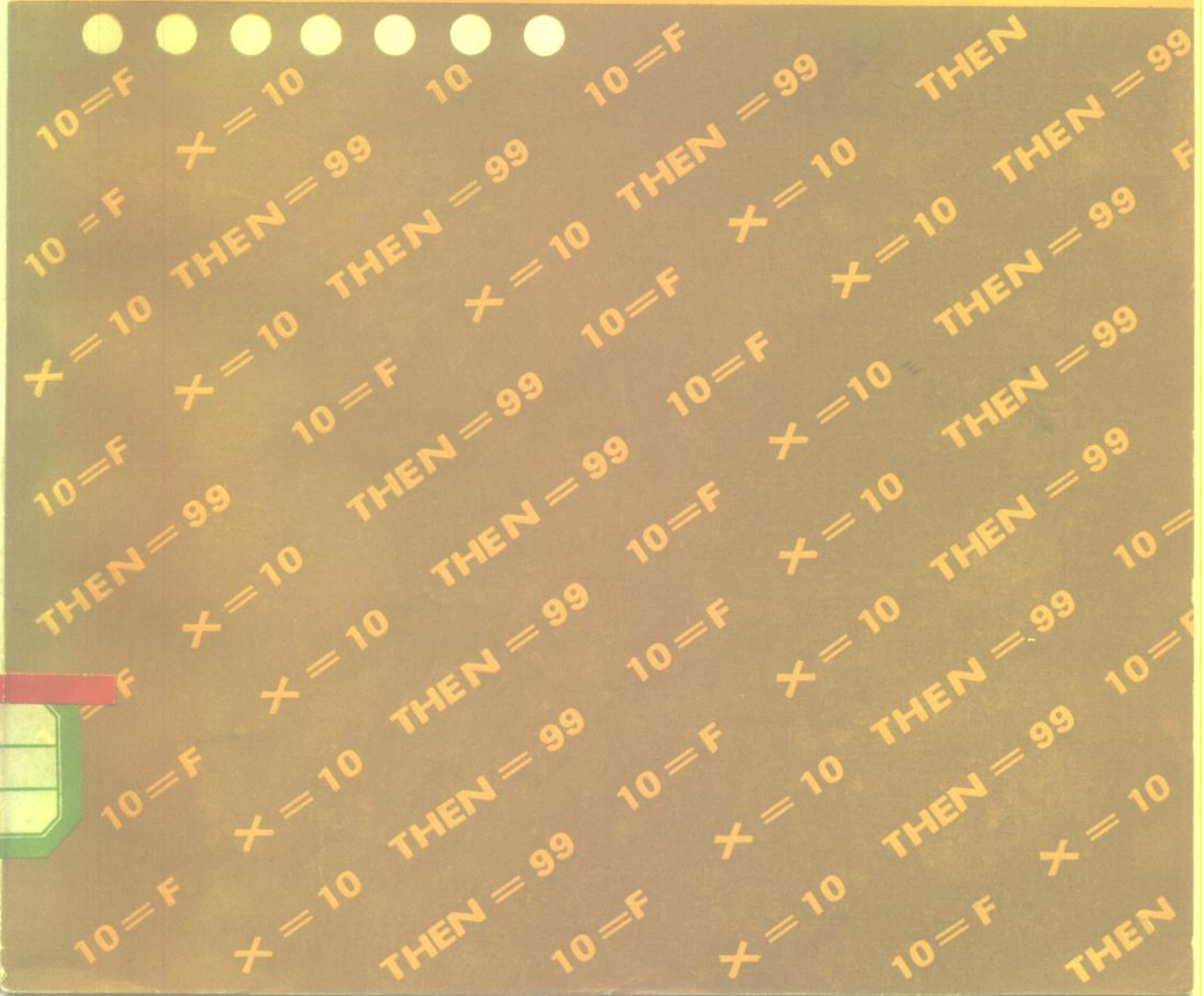


周启海

蒋怀义

丁正全

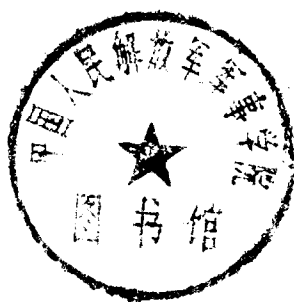
微型计算机在经济 管理中的应用





微型计算机在经济管理中的应用

周启海 蒋怀义 丁正全 编著



四川科学技术出版社

一九八五年·成都

责任编辑：赵 健

封面设计：韩健勇

微型计算机在经济管理中的应用

周启海 蒋怀义 丁正全 编 著

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 四川新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张19 字数474千
1985年9月第一版 1985年9月第一次印刷
印数：1—18,800 册

书号：15298·84 定价：3.55 元

前 言

电子计算机，特别是微型电子计算机，不仅已经在科学计算和过程控制中得到了广泛应用，而且正在向国民经济的各个部门渗透。有迹象表明，作为人类智慧所创造的具有巨大功能的高级工具，它行将推动生产方式乃至生活方式的变革。

应当看到，我国计算机的研究、生产和应用水平，与美国、日本等科学技术发达的国家相比，还有一段不小的差距。但是，也应当看到，在新技术革命的浪潮扑面而来之际，在为实现共产主义理想而奋斗的我国人民中间，出现了“电子计算机热”、“微型机热”的端倪。由此而展望未来，我们这些从事计算机科学技术工作的人们受到极大的鼓舞，极大的鞭策。为了启迪后学，同时也为了对我国电子计算机的开发和应用贡献绵薄之力，我们将自己数年来学习和应用微型电子计算机处理经济问题的体会，汇编成一本粗浅的书稿，交由四川科学技术出版社编辑出版。这本书的问世，倘尚能对读者有所裨益，我们将引为慰藉。

本书第一章至第六章系四川财经学院蒋怀义编写，第七章、第八章系四川大学丁正全编写，第九章至第十六章系四川财经学院周启海编写。前八章为上篇，主要讲述BASIC Ⅱ语言的基本内容和计算机的磁盘操作系统；后八章为下篇，以典型实例介绍了微型计算机在企业管理、物资管理、财会业务、经济核算、经济预测、经济决策、生产调度以及经济效益分析与评判等经济领域的应用。它是一本中级科技读物，深入浅出，内容丰富，富于启迪，注重实用，可供具有高中以上文化程度、从事经济管理工作的技术人员和管理干部阅读，亦可作为有关专业大专院校教材或教学参考书。

本书承蒙成都电讯工程学院张宏基教授主持评审会议审定。会后，又承蒙该校伊文锦、喻蓉芳二位讲师仔细校阅，为书稿补偏救弊，增色不少。此外，四川财经学院徐受华老师参加了部分程序调试及成书过程中的诸多事务性工作。在此，谨向他们表示由衷的谢意。

由于水平所限，书中错谬之处在所难免，敬希广大读者给予批评指正。

编 者

一九八四年八月十六日

目 录

上 篇 基 础 部 分

第一章 电子计算机概述 1	第二节 数组说明语句(DIM语句)63
第一节 电子计算机的发展简述..... 1	第三节 数组说明语句的应用举例65
第二节 电子计算机的应用..... 2	第六章 子 程 序68
第三节 电子计算机中数的表示方法... 3	第一节 子程序的基本概念.....68
第四节 电子计算机的基本工作方式... 7	第二节 转语与返回语句 (GOSUB/RETURN语句) ...68
第二章 BASIC I 语言的基本概念 16	第三节 子程序的调用规则.....69
第一节 BASIC I 语言的基本特点 ...16	第四节 子程序的应用举例.....71
第二节 BASIC I 语言的基本符号 ...16	第七章 字 符 串76
第三节 BASIC I 程序的结构与规则 17	第一节 字符串的输入与输出.....76
第四节 BASIC I 的工作状态 ...18	第二节 字符串的运算.....77
第五节 BASIC I 语言的基本词法 ...19	第三节 字符串函数.....78
第三章 赋值与数据信息的输出输入26	第四节 字符串的比较.....81
第一节 赋值语句(LET语句) ...26	第八章 微型计算机磁盘操作系统与文 件83
第二节 输出语句(PRINT与LPRINT 语句)27	第一节 微型机操作系统.....83
第三节 输入语句.....35	第二节 软磁盘与软盘驱动器.....84
第四章 控 制 语 句40	第三节 磁盘数据管理.....88
第一节 无条件转移语句(GOTO语 句)40	第四节 磁盘文件组织与操作.....91
第二节 分 支.....41	第五节 操作系统中与磁盘文件 有关的一些命令.....93
第三节 循 环.....49	第六节 BASIC语言中有关磁盘文件 操作的命令和语句96
第四节 暂停语句与结束语句.....58	第七节 BASIC中的数据文件97
第五节 特殊语句.....59	
第五章 数 组61	
第一节 数组与下标变量.....61	

下 篇 应 用 部 分

第九章 在生产进度管理中的应用 112	第二节 生产进度条形图的绘制 118
第一节 生产进度曲线的绘制..... 112	第三节 生产计划完成情况表的绘制 122

十章第	在质量管理中的应用 ·····	126			
第一节	主次因素排列图的绘制	126	第一节	三级(厂、车间、班组等)	
第二节	加权主次因素排列图的绘制	129		经济核算的处理	192
第三节	相关系数分析的处理	132	第二节	四级(总厂、分厂、车间、班组等)经济核算表的处理	208
第十一章	在固定资产管理中的应用 ·····	135	第十四章	在经济效益分析与评判中的应用 ·····	227
第一节	固定资产净值核算表的绘制	135	第一节	经济效益(传统数学方法)	
第二节	固定资产折旧核算表的绘制	141		评判模型的处理	227
第三节	固定资产折旧计划表的绘制	149	第二节	经济效益(模糊数学方法)	
第四节	工业固定资产构成统计			评判模型的处理	240
	分析的处理	153	第十五章	在经济预测中的应用 ·····	254
第十二章	在工业生产水平分析中的应用 ·····	157	第一节	一元线性回归预测法的处理	254
第一节	工业总产值统计的处理	157	第二节	成本降低计划指标预测的处理	267
第二节	工业劳动生产率统计的处理	165	第十六章	在经济决策中的应用 ·····	274
第三节	经济效果分析的处理	168	第一节	(双方案)线性盈亏分析	
第四节	原材料费用总额经济分析的统计处理	171		决策法的处理	274
第五节	三级(总厂、分厂、车间、或厂、车间、班组等)工时利用情况统计分析的处理	179	第二节	统筹分配决策的处理	279
第十三章	在经济核算中的应用 ·····	192	第三节	生产调度管理决策的处理	287
			附 录 ·····		293
			I、BASIC I 的专用词		293
			I、BASIC I 的错误信息表		293
			参考文献 ·····		294

上篇 基础部分

第一章 电子计算机概述

电子计算机是一种能够高速地、自动地进行大量信息处理的电子机器。由于它的工作方式与人脑的思维和判断有许多相似的地方,所以又称“电脑”。它的发明和发展是二十世纪最伟大的科学成就之一,也是新技术革命的一个重要标志。

第一节 电子计算机的发展简述

从1946年世界上第一台电子计算机“ENIAC”问世以来,它的发展经历了四个阶段,通常称为四代。目前正在向第五代过渡。

第一代,从1946年到1958年,它的主要特点是:逻辑元件采用电子管,软件主要采用机器语言,符号语言已经出现并开始使用;应用以科学计算为主。这一代计算机的运算速度很低,一般为每秒几千次到几千次,而且体积十分庞大,成本也很高。

第二代,从1959年到1966年,它的主要特点是:逻辑元件采用晶体管,以磁芯存储器作为主存储器,开始使用磁盘作为外存,软件已开始使用高级语言和操作系统;应用以数据处理为主,计算机已开始用于过程控制及事务管理。

与第一代计算机比较,可靠性与运算速度都提高了一个数量级,体积缩小了,成本也降低了。

第三代,从1964年到1970年,它的主要特点是:逻辑元件采用集成电路,主存储器主要还是磁芯存储器;小型多功能计算机开始出现并得到迅速发展;外设种类繁多,计算机和通讯密切地结合了起来。

由于小型机的飞速发展,外设比较齐全,大大地促进了计算机应用的发展。计算机在存储容量、运算速度和可靠性方面,比第二代又提高了一个数量级。计算机的系统结构已有很大改进,并广泛使用于工业控制、数据处理和科学计算的各个方面。

第四代,从1970年到1980年,这是大规模集成电路的时代。于1970年研制成功并于1971年正式投产的IBM370系列机首先使用大规模集成电路作为主存储器。由于大规模集成电路的发展,使运算器和控制器能够做在一块半导体芯片上,这就出现了微处理器以及由它为核心而构成的微型计算机。

第五代,从九十年代开始,目前正处于由大规模集成电路向超大规模集成电路全面发展的过渡时代。超大规模集成电路的发展将使整个计算机都集中在一块微小的半导体芯片上,从而出现单片微型计算机,实现整机一片化。可以预计,第五代计算机将具有象人一样能看、能听、能说、能思考的能力。也就是说,第五代计算机将是智能化的计算机。

第二节 电子计算机的应用

目前,电子计算机已经在工业、农业、财贸、经济、国防、科研以及社会生活等各个领域得到了极其广泛的应用,应用实例是不胜枚举的。归纳起来,可以分为以下几个方面:

一、科学计算

电子计算机作为一种高速度、高精度的自动化计算工具,在现代科学技术中得到了广泛的应用。例如,在数学、物理、化学、天文学、地质学、生物学等基础科学的研究方面,以及在宇宙飞船、飞机船舶、建筑机械、水利电力等工程设计方面已经解决了大量的科学计算问题。过去人工计算要以年或十年为单位计算的问题,而今使用电子计算机则只要几天、几小时,甚至几分钟就可以得到计算结果。过去的许多工程设计,由于计算工作量庞大而无法进行或只能采用极其粗略的近似计算,而今使用电子计算机,不但可以采用更精确的算法,而且还可以对各种不同的设计方案进行比较,获得最佳的设计方案。

二、数据处理与情报检索

所谓数据处理,就是用电子计算机进行企业管理、会计、统计、资料管理以及科学实验结果分析等大量数据的加工、合并、分类、统计等。在工业发达的国家中,计算机的应用十分广泛,它们在宇宙航行、卫星资源勘测、商业、通讯、航空、铁道、交通、邮电、通讯社、建筑、银行、医疗卫生等部门,均已建立了各种类型的数据处理系统,甚至大型企业、政府部门或机关学校等的日常工作也都依赖大型的数据处理系统。这样的—个系统,可以通过它的各种设备(如计算机、智能终端、各种输入输出装置等)与成千上万人发生联系。

数据处理范围的日益扩大,数据资源的不断丰富,促使数据库以及数据库管理系统获得了迅速的发展。

在我国,因为大量的数据信息是中文汉字,所以,中文信息处理也是目前计算机系统应用和研究的一个重要课题。

随着科学技术的不断发展和生产规模的日益扩大,人们积累和贮存的情报资料也急剧增加,要从浩瀚的文献资料中查找出需要的信息,无疑是一件十分困难的事,所以广泛使用计算机检索文献是十分必要的。目前,在许多国家里,情报检索工作都是通过计算机网络进行的。通过建立计算机网络,把重点城市的科技情报中心组成全国性的科技情报网。这样一来,人们在任何地方都可以通过网络来查阅全国范围内存放的文献资料。能够从大量的文献资料中,迅速而准确地找到自己所需要的信息。

三、自动控制

电子计算机与其它机械相比,其最大特点是,能够代替人们从事一部分或大部分体力和脑力劳动。利用它,不仅可以进行大量复杂的科学计算和数据处理,而且还可以实现对生产过程的自动调整与实时控制。这就大大地提高了生产自动化水平和控制准确性,同时也提高了产品质量和成品合格率,降低了成本,减轻了劳动强度。正由于如此,近年来,电子计算机在机械、冶金、石油化工、电力、建筑以及在国防、轻工各部门的自动化中得到了极其广泛的应用。

四、智能模拟

智能模拟系指计算机模仿人的高级思维活动,进行逻辑判断和推理。“机器人”能识别控制对象和工作环境,能领会人的口头命令,灵活地完成控制与信息处理任务是计算机智能应用的典型,但它并不是人,而只不过是人类的一个能干的工具。

第三节 电子计算机中数的表示方法

一、进位计数制

在日常生活中,客观事物总是存在着大小和多少的差别,所以数就是客观事物的量在人们头脑中的反映。在电子计算机没有发明的很早以前,人们常用十个指头作为计数器进行计数,从而创造了十进制计数法。所以人们最习惯使用的是十进制数。

例如,3264.58这个数就是一个十进制数,可以看出。一个十进制数具有两个特点:第一,它的每一数位上的数字只能取0、1、2、3、……8、9共计十个不同数字符号(数码)中的任意一个;第二,它的每一数位上的数字大于9以后,便要向高位进位,即“逢十进一”。并且可以用多项式表示成如下的形式:

$$\begin{aligned}(N)_{10} &= 3264.58 = 3 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2} \\ &= \sum_{i=-2}^3 R_i 10^i\end{aligned}$$

一般地说,对于一个任意的J进制数 $(N)_J$,它的多项式表示是:

$$\begin{aligned}(N)_J &= \pm [K_n J^n + K_{n-1} J^{n-1} + \dots + K_1 J^1 + K_0 J^0 + K_{-1} J^{-1} + K_{-2} J^{-2} + \dots + K_{-m} J^{-m}] \\ &= \pm \sum_{i=-m}^n K_i J^i\end{aligned}$$

式中: J——进位制的基数;

K_i ——只能取0、1……, (J-1) 一共J个数码中的任意一个;

J^i —— K_i 的权(或位权)。

m、n——均为正整数。

令J=2, 则 $(N)_J = (N)_2$ 。于是可以得到二进制数 $(N)_2$ 的多项式表示:

$$\begin{aligned}(N)_2 &= \pm [B_n 2^n + B_{n-1} 2^{n-1} + \dots + B_1 2^1 + B_0 2^0 + B_{-1} 2^{-1} + B_{-2} 2^{-2} + \dots + B_{-m} 2^{-m}] \\ &= \pm \sum_{i=-m}^n B_i 2^i\end{aligned}$$

式中 B_i 只能取0, 1两个数码中的任意一个。

$$[\text{例1-1}] (N)_2 = (100101)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = (37)_{10}$$

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

令J=8, 则 $(N)_J = (N)_8$; 于是可以得到八进制数 $(N)_8$ 的多项式表示: $(N)_8 =$

$$\pm \sum_{i=-m}^n C_i 8^i, \text{ 式中 } C_i \text{ 只能取 } 0, 1, 2, \dots, 6, 7 \text{ 八个数码中的任意一个。}$$

〔例1-2〕 $(N)_8 = (67.64)_8 = 6 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = (55.8125)_{10}$
 令 $J=16$, 则 $(N)_J = (N)_{16}$; 于是可以得到十六进制数 $(N)_{16}$ 的多项式表示:

$$(N)_{16} = \pm \sum_{i=-m}^n D_i 16^i \quad \text{式中 } D_i \text{ 只能取 } 0、1、2、\dots、8、9、A、B、C、D、$$

E、F 十六数码中的任意一个 (其中, $A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15$)。

〔例1-3〕 $(N)_{16} = 16D \cdot 4A = 1 \times 16^2 + 6 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 10 \times 16^{-2}$

综合上述几种进位计数制, 可以把它们的共同特点概括如下:

(1) 每一种进位制数都有一个固定的基数 J , 它的每一数位上的数字 K_i 只能取 $0、1、\dots、(J-1)$ 一共 J 个不同数码中的任意一个, 并且是逢 J 进位的。

(2) 每一种进位制数都能写成 $(N)_J = \pm \sum_{i=-m}^n K_i J^i$ 的多项式表示式, 它的每一数位上

的数字 K_i 对应一个固定的值 J^i 称为 K_i 的权 (或位权)。

(3) 每一种进位制数中, 每一数位上的数字 K_i 与该位的权 J^i 的乘积 $K_i J^i$ 表示该位数值的大小。

二、进位制数之间的相互转换

(一) 十进制数与二进制数之间的转换

1. 十进制整数转换成二进制整数: 如果把一个十进制整数 $(N)_{10}$ 写成 $(N)_{10} =$

$\sum_{i=0}^n B_i 2^i$, 则 B_i 便是十进制整数 $(N)_{10}$ 所对应的二进制整数的各位数字, 它可以用除2 取余的方法获得。

〔例1-4〕 把 $(N)_{10} = (167)_{10}$ 转换成 $(N)_2$

$167 \div 2 = 83$	余 $1 = B_0$	$10 \div 2 = 5$	余 $0 = B_4$
$83 \div 2 = 41$	余 $1 = B_1$	$5 \div 2 = 2$	余 $1 = B_5$
$41 \div 2 = 20$	余 $1 = B_2$	$2 \div 2 = 1$	余 $0 = B_6$
$20 \div 2 = 10$	余 $0 = B_3$	$1 \div 2 = 0$	余 $1 = B_7$

于是可得 $(167)_{10} = (10100111)_2$

2. 十进制小数转换成二进制小数: 如果把一个十进制小数 $(N)_{10}$ 写成 $(N)_{10} = \sum_{i=-m}^{-1} B_i 2^i$,

则 B_i 便是十进制小数所对应的二进制小数的各位数字, 它可以用乘2 取整的方法获得。

〔例1-5〕 把 $(N)_{10} = (0.6875)_{10}$ 转换成 $(N)_2$

$0.6875 \times 2 = 1.375$	整数部分 $1 = B_{-1}$
$0.375 \times 2 = 0.75$	整数部分 $0 = B_{-2}$
$0.75 \times 2 = 1.5$	整数部分 $1 = B_{-3}$
$0.5 \times 2 = 1.0$	整数部分 $1 = B_{-4}$

于是可得 $(0.6875)_{10} = (0.1011)_2$

必须说明一点, 在上述转换过程中, 不断用2 去乘有时也不一定会使小数部分等于0。

过程可能会无休止的进行下去, 这时必须根据精度要求, 二进制小数取足够的位数就行了。

3. 二进制数转换成十进制数: 将二进制数按位权展开 (即写成 $(N)_2 = \pm \sum_{i=-m}^n B_i 2^i$ 形式)

并计算其结果, 便可得到对应的十进制数。

〔例1-6〕把 $(N)_2 = (11001.1001)_2$ 转换成 $(N)_{10}$ 。

$$11001.1001 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-4} = 25.5625$$

(二) 二进制数与八进制数之间的转换

因为八进制的基数是二进制基数的 3 次幂, 所以二进制数转换成八进制数的方法是, 从小数起, 把二进制数按每三位分组, 不足三位的用 0 补齐, 然后写出每一组的等值八进制数, 按顺序排列起来, 即可实现二进制数向八进制数的转换。

〔例1-7〕把 $(N)_2 = (1101001.0100111)_2$ 转换成 $(N)_8$ 。

001, 101, 001.010, 011, 100

1 5 1. 2 3 4

于是可得 $(1101001.0100111)_2 = (151.234)_8$ 。

对于八进制数转换成二进制数, 只要将每位八进制数用三位二进制数表示即可。

〔例1-8〕把 $(N)_8 = (634.503)_8$ 转换成 $(N)_2$ 。

6 3 4 . 5 0 3
110 011 100 . 101 000 011

于是可得 $(634.503)_8 = (110011100.101000011)_2$ 。

(三) 二进制数与十六进制数之间的转换

因为十六进制的基数是二进制基数的 4 次幂, 所以二进制数转换成十六进制数的方法与二进制数转换成八进制数的方法类似。

〔例1-9〕把 $(N)_2 = (101101101.0100101)_2$ 转换成 $(N)_{16}$ 。

0001, 0110, 1101.0100, 1010

1 6 D . 4 A

于是可得 $(101101101.0100101)_2 = (16D.4A)_{16}$ 。

当从十六进制数转换成二进制数时, 只要把一位十六进制数用四位二进制数表示即可。

〔例1-10〕把 $(N)_{16} = (1863.5B)_{16}$ 转换成 $(N)_2$ 。

1 8 6 3 . 5 B
0001 1000 0110 0011 . 0101 1011

于是可得 $(1863.5B)_{16} = (1100001100011.01011011)_2$ 。

三、计算机中数的表示方法

在计算机内部, 数是放在寄存器或存储器单元内的。而一个寄存器 (或存储单元), 本质上是一组触发器 (或一组磁芯等); 每个触发器 (或磁芯等) 有两个可能的稳定状态, 用它来分别表示二进制数的 0 和 1。例如, 一个 8 位的寄存器, 由 8 个触发器依次组合而成, 它有 $2^8 = 256$ 个状态, 所以可以用它来表示 0 ~ 255 这样的 256 个数。

把一个数在机器中的表示称为机器数, 而把这个数本身叫做机器数的真值。一个机器数在计算机中的表示方法有三种, 即原码、补码与反码。一般说来, 它应具有以下三个特点:

(1) 它的字长为有限位, 并且有一个由字长确定的数值范围。

(2) 它的数值和符号均已数码化。例如, 在原码表示法中, “+”号用 0 表示, “-”号用 1 表示。

(3) 小数点的位置是按一定的形式表示的。

在计算机中表示小数点位置的方法有两种, 即定点表示法与浮点表示法。

因为, 对于任意一个二进制数 X , 总可以写成: $X = 2^J \times S$

其中, S 称为数 X 的尾数, 它表示了数 X 的全部有效数字; J 称为数 X 的阶码, 它指明了数 X 中小数点的位置。

由 $X = 2^J \times S$ 知: 当阶码 J 取固定值时, 数 X 的小数点位置是固定不变的; 我们称这种表示方法为数的定点表示法, 称这样的数为定点数。当阶码 J 可以取不同的值时, 数 X 的小数点位置将是浮动的; 我们称这种表示方法为浮点表示法, 称这样的数为浮点数。在计算机中, 采用定点表示的为定点计算机, 采用浮点表示的为浮点计算机。

四、字母与符号在计算机中的表示方法

在计算机中, 字母、符号和数字也是由二进制编码来表示的。譬如 ASCII 码 (American Standard Code for Information Interchange) 就是一种在微、小型计算机中常用的字符编码。ASCII 码字符列于表 1-1。

表 1-1 ASCII (美国标准信息、交换码) 表

	MSD	0	1	2	3	4	5	6	7
LSB	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	ES	.	>	N	^	n	~
F	1111	ST	US	/	?	O	_	o	DEL

目前绝大多数的微型计算机键盘, CRT 显示器以及点阵式打印机, 都采用 ASCII 码。

从表中可以看出, 数码 0 ~ 9 的 ASCII 码为 30H ~ 39H, 大写字母 A ~ Z 的 ASCII 码为 41H ~ 5AH (数字后面加字母 H 表示 16 进制数)。

第四节 电子计算机的基本工作方式

一、电子计算机的硬件组成

人们用算盘算题时，总要先把参加运算的两个数写在纸上，然后用算盘按一定的规则进行运算，最后用笔写出运算的结果。计算过程中用到记录原始数据和运算结果的纸，以及进行运算的工具算盘、书写运算结果的工具笔，并且头脑中还要默默地背着运算规则，整个运算过程是在大脑的控制下完成的。

在上面的计算过程中，参加算题的有纸、笔、算盘以及使用这些工具的人。显然，计算机为了实现模仿算盘算题的过程，它也必须要有：

- (1) 能够代替算盘进行运算的部件——运算器；
- (2) 能够代替纸张保存原始数据、计算步骤(程序)以及运算结果的部件——存贮器；
- (3) 能够代替笔输入原始数据、计算步骤(程序)以及输出运算结果的部件——输入、输出设备；
- (4) 能够代替人的控制作用，根据编制的计算步骤(程序)发出各种控制信号的部件——控制器。

电子计算机的硬件就是由运算器、控制器、存贮器以及输入、输出设备五个部分组成的。在上述硬件结构中，人们往往把运算器、控制器、存贮器统称为计算机的主机，而把各种输入、输出设备等统称为计算机的外部设备。在主机中，又往往把运算器和控制器合称为计算机的中央处理单元(CPU)。

目前的微型计算机大多采用总线结构，而且被称为中央处理单元(CPU)的运算器和控制器已经被缩微在一个或几个大规模集成电路的芯片上。人们通常把这种缩微在一个或几个芯片上的具有运算器和控制器功能的大规模集成电路称之为微处理器。一个微处理器与适当容量的存贮器、输入、输出接口电路以及必要的输入、输出设备等结合在一起，就构成了一台能够运行的微型计算机硬件，如图1-1所示。

下面，对一个简化了的微型计算机硬件结构作一简单的介绍。

(一) 总线

所谓总线就是连接计算机各个部件的一簇公共信号线，它是计算机中传送信息的公共通道。连接CPU、存贮器以及输入输出接口的公共信号线称为系统总线；而在这些部件内部起

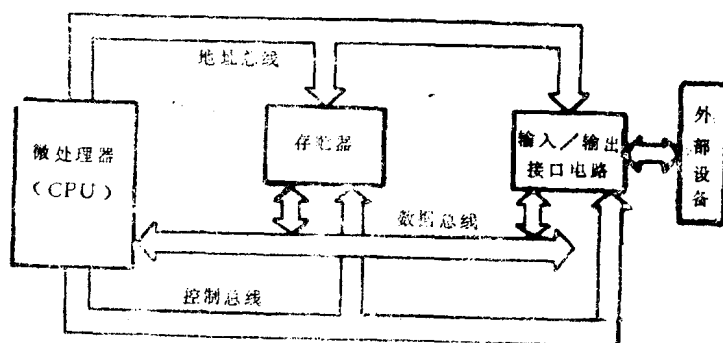


图1-1 微型计算机总线系统框图

联接作用的公共信号线称为内部总线。在系统总线中，传送地址的称地址总线，传送数据的称数据总线，传送控制信号的称控制总线。

(二) 微处理器 (CPU)

微处理器 (CPU) 是计算机中起运算与控制作用的部件，一个简化了的微处理器结构如图1-2所示，它主要由以下几部分组成：

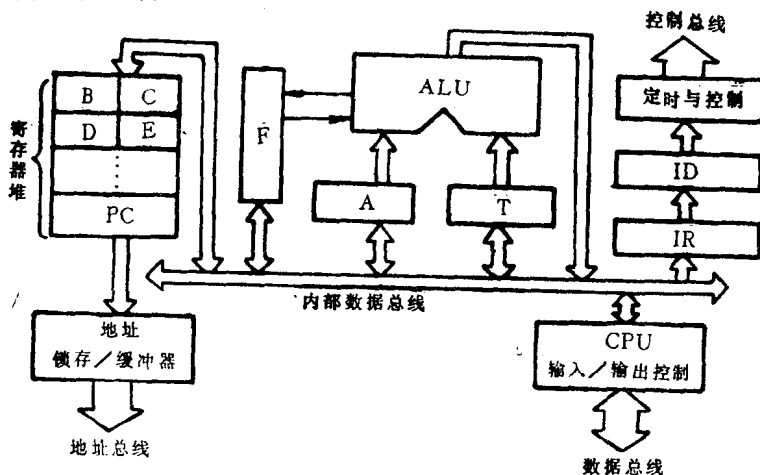


图1-2 微处理器 (CPU) 结构简图

1. 算术逻辑部件 (ALU)：算术逻辑部件ALU主要用来对数据进行算术运算（如加、减等）和逻辑操作（如逻辑“与”、逻辑“或”等）。它以累加器A的内容作为一个操作数；另一个操作数由暂存寄存器T提供，它可以是CPU内部寄存器B（或C、D、E等）中的数据；也可以是从内存贮器中读出的内容。操作后的结果仍然放在累加器A中，而结果的一些特征（如有无进位、结果是否全零等）则由标志寄存器F记忆。所以累加器A实际上就是一个既能提供一个操作对象，同时又能存放操作结果的寄存器。

2. CPU内部寄存器阵列（堆）：

在CPU内部寄存器阵列中，一部分寄存器用来寄存参与运算的操作数或操作数地址，另一部分作专用寄存器用，例如作程序计数器PC等。程序计数器PC存放的是指令地址。

3 指令寄存器IR、指令译码器ID、定时与控制电路：执行程序时，从存贮器取出的指令，经CPU输入/输出控制逻辑与内部数据总线送指令寄存器IR，然后经指令译码器ID进行译码，由定时与控制电路在规定的时刻发出执行这条指令所需要的各种控制信息。这部分电路的作用相当于控制器。

(三) 内存贮器

存贮器是计算机的一个重要组成部分，它主要用来存贮数据和程序。计算机的存贮器分内存和外存两部分，内存容量较小但存取速度较快；常用的有磁芯存贮器和半导体存贮器。目前在微型计算机的内存贮器里广泛使用的是半导体存贮器。半导体存贮器从功能上可以分为两类：一类是读写存贮器RAM（又称随机存取存贮器），另一类是只读存贮器ROM。ROM的信息在使用时是不能改变的（即不可写入，只能读出），所以ROM一般用来存放固定程序。

微型计算机的内存贮器主要是由存贮体以及一些相应的外围电路（如地址译码器等）所

构成。存贮体是分单元的，它实际上是一个由大量的存贮单元排列成的阵列，而且每一个单元只有唯一的一个单元编号，称为地址。地址通常用16进制数表示。一个单元有多少位，在不同的计算机中是不相同的。大型机可以有64位，中型机可以有48位或32位，而小型或微型机则可以有16位或8位。一个存贮单元能存放几位二进制信息，这就是它的内容。一个单元所能存放的二进制信息的位数称为字长。通常把8位称为一个字节，所以微型计算机往往把一个字节(8位)算作一个单元。这样一来，一个16位的数就要占用二个单元，一个32位的数就要占用四个单元。计算机的存贮容量是指存贮器可以容纳二进制的信息量。通常存贮容量是以存贮单元的多少来衡量的，一般微型计算机的内存容量为16K、48K或64K，其中1K=1024个字节。

把信息代码存入存贮器称为“写入”，把信息代码从存贮器取出称为“读出”。存贮器进行一次完整的读写操作所需的全部时间称为存取周期。

(四) 输入输出接口电路

计算机主机与外部设备相互连接的部分称为接口。最简单的接口电路只包含一个寄存器。计算机主机与外设之间的信息交换，总是通过输入输出接口中的寄存器实现的。

(五) 外部设备

1. 输入设备：主要用来输入数据和程序。输入设备常用的有键盘、纸带读入机、卡片读入机等。微型计算机主要使用的输入设备是键盘。

2. 输出设备：主要用来输出运算或处理结果。输出设备常用的有CRT显示器、电传打字机、行式打印机等。微型计算机主要使用的输出设备有CRT显示器、行式打印机。

3. 外存贮器：外存贮器设在主机外部，主要用来存放当前不参加运行的程序或数据，但需要时，也可与内存贮器成批交换信息。常用的外存贮器有磁带、磁盘和磁鼓等。微型计算机中常用的外存是磁带和磁盘。

二、电子计算机的指令与程序

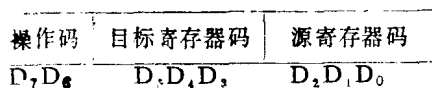
(一) 指令与指令格式

计算机用以控制各个部件协调动作的命令称为指令。一台计算机所具有的全部指令的总合称为该机的指令系统。

指令通常由两大部分组成：第一部分为操作码，它表示计算机执行什么性质的操作（例如加法、减法、取数、存数等）；第二部分为操作数，它表示参加操作的数的本身或操作数地址。但也有某些特殊指令仅起控制作用，并不需要指出操作对象，这类指令称为控制指令。在计算机中，指令是以一组二进制形式的编码来表示和存贮的，这样的编码称为机器码（或称机器指令）。指令码的一般格式如下：

操作码	操作数
-----	-----

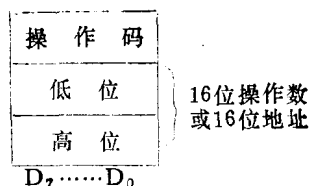
如果某一微型计算机共有128条以上的不同指令操作，内存容量为64K的话，则上述指令中操作码至少应有8个数位（因 $2^8 = 256$ ）。为了能够寻址整个内存，操作数至少应有16个数位（因 $2^{16} = 65536$ ），所以这条指令的全长应为24个数位。对于字长只有8位的微型计算机来说，只好把一条指令分解成两段或三段来存放和处理，每段占一个字节。这样，微型计算机的指令格式就有单字节指令与多字节指令之分，如图1-3。



(a) 单字节指令



(b) 双字节指令



(c) 三字节指令

图1-3 指令格式

(二) 程序与程序的编制

1. 电子计算机解决实际问题的全过程：电子计算机解决实际问题的全过程如图1-4所示。

由图1-4，可以将计算机解决实际问题的全过程归纳如下：

- (1) 分析问题、建立数学模型、确定计算方法；
- (2) 根据模型和算法，绘制程序框图；
- (3) 根据框图编制（计算）程序；
- (4) 运行、调试（包括修改）程序；
- (5) 正式运行并输出运算结果。

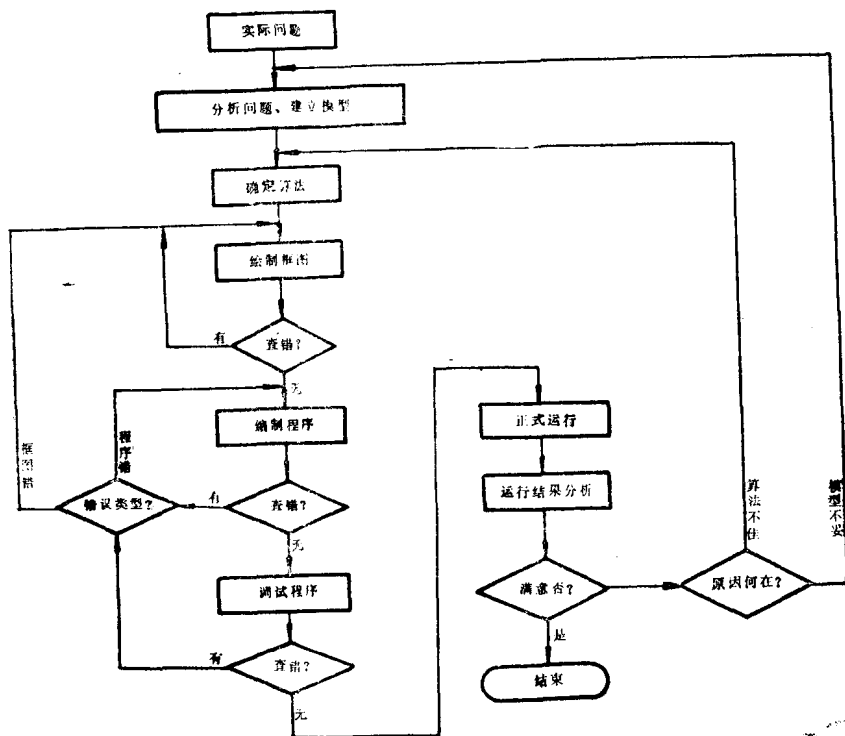


图1-4 计算机解题全过程

2. 机器语言、汇编语言与高级语言：计算机的工作过程就是执行程序的过程，而程序则是一系列指令的有序集合。在计算机发展的初期，用户编制解决自己问题的程序主要是用机器码的指令系统（即机器语言），用机器码编写的程序称为机器指令程序（或称目标程序）。因为机器码是一组二进制形式的编码，由一串0、1的二进制数码组成，没有明显的特征，不好记忆，也不容易理解，而一个程序有时往往有几百条以上的指令，所以用机器码编程序

是一个十分困难而又十分繁琐的工作,而且容易出错。为了解决编程序上的困难,人们创造了一种有助于记忆和理解的助记符(它实际上是一个能反映指令功能和主要特征的英文单词或缩写英文单词)来代替操作码。例如,数的传送用LD,加法用ADD,减法用SUB等,同时操作数和操作数地址也用一些符号来表示。例如:

名称	符号指令	机器码	说明
单字节数n	LD A,n	00111110或3E	$A \leftarrow n$
送累加器A		n n	
加单字节数n	ADD A,n	11000110或c6	$A \leftarrow A + n$
		n n	

上述这种用助记符和符号来代替机器码的LD A,n、ADD A,n称为符号指令。利用符号指令等编写的程序称为汇编语言程序(或源程序)。但是,计算机只能执行机器语言,所以用符号指令编写的源程序,必须翻译成机器语言的目标程序,计算机才能执行。把汇编语言源程序翻译成机器语言目标程序的系统软件,称为汇编程序。

由上所述可以看出,符号指令比起机器码又前进了一大步。显然,用符号指令编写程序比用机器码要方便得多。但是用符号指令编写的程序与机器指令程序一样是依赖于特定机器的,针对某一型号机器编写的程序在另一型号机器上就不能使用,为解决这个矛盾,人们进一步研究出了高级语言。目前,计算机常用的高级语言有FORTRAN、ALGOL、PASCAL、COBOL 和 BASIC 等。用这些高级语言编制的程序,原则上可在各种不同型号的机器上运行。但是用高级语言编写的源程序也必须经过编译程序或解释程序,翻译成机器语言的目标程序,机器才能执行。

3. 计算机的典型指令:下面,我们举出某一微处理器指令系统中的有关数据传送、存取与算术运算的几条典型指令,列表1-2。

表1-2 数据传送、存取与算术运算典型指令表

指令种类	符号指令	机 器 码	说 明
寄存器间传送	LD B,A	01000111 (47)	$B \leftarrow A$
单字节 数往寄存器传送	LD A,n	0011 1110 (3E) n	$A \leftarrow n$
取 数	LD A,(nn)	0011 1010 (3A) n n	$A \leftarrow (nn)$
存 数	LD (nn), A	00110010 (32) n n	$(nn) \leftarrow A$
	ADD A,n	11000110 (c6) n	$A \leftarrow A + n$
	ADD A,B	10000000 (80)	$A \leftarrow A + B$
	SUB B	10010000 (90)	$A \leftarrow A - B$
	SUB A,n	1101 0110 (D6) n	$A \leftarrow A - n$
	HALT	01110110 (76)	停止所有操作