

程序设计教程

上

谭兴庭编

南京工学院出版社

程序设计教程

上册

谭兴庭 编

南京工学院出版社

内容简介

本书从结构程序设计的角度论述了BASIC和FORTRAN语言的计算机程序设计。全书共分十三章。上册含一至六章，论述BASIC语言程序设计；下册共七章，以FORTRAN77为依据，论述FORTRAN语言的程序设计。

本书在叙述上多从具体问题入手，分析编写程序的方法和手段，引出程序设计的基本语句和程序结构，在内容上不涉及高深的数理知识。每章后附有作业题和复习题。

本书是在原有讲义基础上修编而成，可作为各大专院校非计算机专业的教材或参考书，亦可作为各类人员进行计算机应用培训的教材或自学读本。

责任编辑 张 克

程序设计教程

上册

谭兴庭 编

南京工学院出版社出版

南京四牌楼2号

江苏涟水印刷厂印刷 江苏省新华书店发行

开本787×1092毫米 1/32 印张4.75 字数106千字

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

印数 1—7000册

书号 15409.009 定价0.95元

目 录

前言	(1)
第一章 电子计算机概述	(3)
§ 1.1 学习程序设计的必要性	(3)
§ 1.2 计算机系统——硬件和软件	(3)
§ 1.3 计算机中使用的数制	(8)
§ 1.4 计算机常用的语言	(15)
复习题	(19)
作业题	(20)
第二章 BASIC语言综述	(21)
§ 2.1 BASIC语言程序的结构特点	(21)
§ 2.2 BASIC语言使用的基本符号	(24)
§ 2.3 BASIC中的数、变量、函数	(24)
§ 2.4 数值表达式及其运算规则	(29)
复习题	(31)
作业题	(31)
第三章 BASIC程序的程序结构	(33)
§ 3.1 输入数据的语句	(33)
§ 3.2 输出语句	(41)
§ 3.3 顺序结构程序的实例	(47)
复习题	(53)
作业题	(53)
第四章 顺序执行的转移和分支结构	(56)
§ 4.1 顺序的转移——无条件转语句	(56)
§ 4.2 程序的两分支——条件转语句	(57)

§ 4.3 程序的多分支 ON-GOTO语句.....	(62)
§ 4.4 分支结构程序实例	(64)
复习题	(76)
作业题	(76)
第五章 数组和FOR循环结构.....	(79)
§ 5.1 数 组	(79)
§ 5.2 循环程序	(83)
§ 5.3 FOR循环程序结构实例	(94)
复习题	(103)
作业题	(104)
第六章 程序的优化	(109)
§ 6.1 字符串、程序的注释	(109)
§ 6.2 TAB函数及打印格式	(118)
§ 6.3 自定义函数和子程序	(125)
复习题	(138)
作业题	(138)
附录 程序调试和文件存贮	(142)

前 言

电子计算机 (COMPUTER) 是二十世纪人类文明的主要标志, 是现代发展的强有力的科学工具。掌握计算机的应用知识是现代成员的一项紧迫任务。

利用计算机分析、处理、求解各类科技或工程问题是每一个科技工作者必须掌握的现代科技知识。计算机原理、计算机程序设计、计算机辅助分析 (CAA) 和计算机辅助设计 (CAD) 已成为各类高等学校的主要基础课程, 适应这一需要的各种教科书和参考书虽已纷纷出现, 但仍然满足不了各种不同层次人员的要求。为此, 编者根据多年的教学实践, 对原讲义进行了反复修改, 编成这本程序设计教程, 以期帮助初学者更快地掌握程序设计的基本知识和技巧。

本书与以往出版过的同类书有所不同: (1) 编写方法上: 以往的书大多以语句为核心, 孤立地介绍每个语句的形式、功能和应用, 这种方法往往易使读者死记硬背一些孤立的语句, 而不会灵活地应用这些语句编写程序; 本书则以程序设计为核心, 语句只作为手段, 通过实际问题引入各种程序结构, 介绍构成这些程序结构的语句。这样, 语句不再孤立了, 而变成编程的基本要素, 学生不仅能很快地掌握语句, 而且能用这些语句构成各种程序结构来完成既定的任务。(2) 程序的语句通用性强。以往大多数书是按某一种具体机器的语言规范来编写的, 如按APPLE II 语言规范编写的程序就很难在IBM-PC机上通过。本书BASIC部分采用

美国1978年公布的 ANSminimal BASIC文本，该文本的语言兼容了大多数微机语言的基本部分，只要作适当的扩充，其程序就可在大多数微机上通过；FORTAN部分则以 FORTRAN77（全集）为依据。

本书还考虑到面向初学者这一特点，书中不引入高深的数理概念和计算方法，内容上做到简洁明了，使读者一看就能看懂和掌握。书中还附有大量不同类型和风格的例题及作业题，供读者参考和练习选择。

本书稿经我院计算中心计算机基础教研组主任李文忠老师和无线电工程系应用软件组主任鲍顺光副教授作了全面和详细的审阅，提出了不少有益和宝贵的意见，谨此致以衷心感谢。

“仰观宇宙之大，俯察品类之盛。”个人的学识在浩瀚的学海中是十分渺小的，因此，书中缺点和错误在所难免，愿希读者批评指正。

谭兴庭

1985年11月于南京工学院

第一章 电子计算机概述

§ 1.1 学习程序设计的必要性

自1946年计算机问世以来，随着科技的发展和生产的需要，计算机技术取得了迅猛的发展。目前，计算机的体积越来越小（微型机），运算速度越来越快（每秒数十亿次），精度越来越高（可达十几位以上的有效数字），应用越来越广泛（使用于数值计算、数据处理、自动控制、计算机辅助设计以及逻辑关系加工与人工智能等方面）。

由于电子技术的飞速发展，各种电子设备与系统日益复杂，规模不断扩大，对它们的准确度、稳定性、可靠性以及其它质量指标的要求也愈来愈高。过去那种用计算尺或手摇计算器分析、计算分离元件的参数及电路工作状态的方法已不能适应要求。利用计算机分析、设计电子线路的方法正在使无线电技术发生一场深刻的革命。目前，电信号的数字处理，电路和系统的计算机辅助分析和辅助设计，以及各种通用的电路计算程序的研究正在我国蓬勃地开展。而这些都需要有程序设计的基础知识。因此，计算机及其应用知识是衡量高等学校学生基础知识的一个主要标准。

§ 1.2 计算机系统——硬件和软件

要学好程序设计，必须对计算机系统有所了解。计算机系统由硬件和软件组成。硬件是指用电或磁等元件构成的微型计算机系统，软件是指应用和维护计算机的一些方法和步

骤（称为程序）。

1. 硬件的构成

计算机并不神秘，它是人们按实际需要而创造的。如果我们考察一些运算过程就会发现，要完成一个运算，必需具有如下的物质条件：

- a. 运算工具，如算盘、计算尺、计算器等；
- b. 存放数据、运算步骤和结果的工具，如笔记本等；
- c. 能将数据、步骤等记入笔记本或从笔记本取到另外地方的传递转换工具，如笔等；
- d. 最后，最主要的是要能指挥全局进行运算的工具——人的头脑。

计算机正是仿造这些要求而设置：

- a. 运算器。进行计算，相当于算盘、计算尺；
- b. 存贮器。存放初始数据、运算步骤、中间和最后结果，相当于笔记本；
- c. 控制器。指挥各部份协调工作，相当于“人脑”；
- d. 输入、输出设备。将原始数据、运算步骤输入到计算机或将结果从计算机送出来的工具，它们是人和计算机联系的桥梁，相当于笔。

其整个组成可用图1-1表示。

图中实线表示处理信息，虚线表示控制信息。

下面对图1-1的组成部份作些简要的介绍。

1) 运算器是由一些电子设备所组成的，它的基本功能是相加和移位，即进行加、减、乘、除等类的算术运算和进行逻辑操作。

2) 控制器是由电子设备组成的单元。它按照人们事先编好的程序，指挥整个机器自动地、协调地工作。

运算器、控制器合称为中央处理器（简称CPU）。

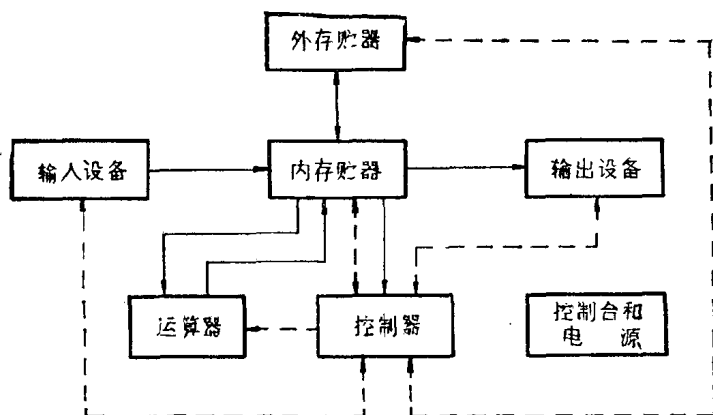


图 1—1 计算机硬件的组成

3) 内存贮器，又称记忆单元，是存放正要处理的数据和即将执行的程序的地方。所有数据和程序都是由“0”、“1”、两个数字组成的一串二进制代码。存贮器分割成许多单元(相当于一座大楼分隔成许多房间)。每个单元存放一串二进制代码(字)，该代码含有多少位二进制数字称为字长，（如APPLE-Ⅱ机的字长为8位，IBM-PC机的字长为16位），字长越长，计算机的功能越强。通常计算机是以字节为传递单位的，一般每个字节含8位二进制数字（所以APPLE-Ⅱ的字长为一个字节，IBM-PC的字长为二个字节）。每个计算机的内存容量决定于字长乘内存单元数。每个单元都编有单元号，称为单元地址（相当于每个房间的房号）。存贮器的功能是在控制器的指挥下将代码存入指定的单元或从指定的单元中取出。存贮器是由磁性材料或半导体材料所制成，它的存贮特性有点象录音机的录音磁带，当

某一代码存入某单元后，任取无数次，代码仍保留；一旦有新的代码存入该单元，则原有代码被新的所取代（相当于录音磁带放多少次都保存原录的内容，一旦录入新的内容，原有的内容就消失了），用一句通俗的话来说就是“取之不尽，一挤就完”。

为了更好地理解这一特性，我们举个实例来说明。

有A、B两单元各存放数码为(a)、(b)，现欲将其代码互换单元，方法如下（见图1-2）：

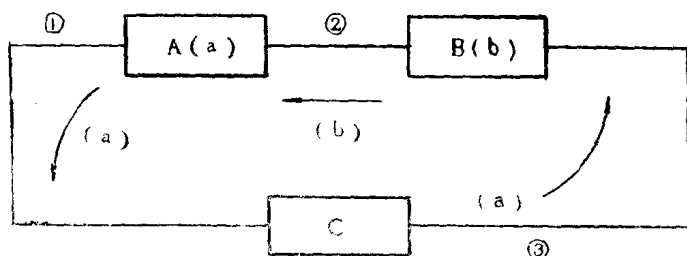


图 1-2 两单元中数码的交换

设置一中间单元C，第一步将A单元中代码(a)取出存入到C单元，第二步将B单元中的代码(b)取出存入到A单元，第三步再将单元C中的代码(a)取出存放到B单元中去。此时(a)、(b)二代码就分别存放到B，A单元中去了。（为什么要这么做？A、B、C三单元现存的代码各是什么？请读者思考）。

中央处理器与内存贮器通常是置于一单独的机柜中统称为“主机”（还包括供电电源和操作面板）。

4) 外部设备是除主机以外的附属设备，主要有输入设备、输出设备、和外存贮器。

输入设备：是将输入信息记录在纸带、卡片、磁带或磁盘上，然后通过输入装置（如磁带、磁盘驱动器、读卡机）送

入计算机；也可通过电传打字机或终端显示器（CRT）将信息由键盘直接打入计算机。

输出设备：是将数据、中间结果、最终结果由计算机输送到外部介质（打印纸、纸带、卡片、磁带、磁盘等）或通过显示器显示出来的设备，常用的有快速穿孔机、穿卡机、打字机、宽行打印机等。

外存贮器：是存放要保留而不立即执行的数据、程序（需要时再调入内存贮器去执行）的设备。常用的外存设备有磁带、磁盘、磁鼓等。外存贮器又叫“辅助存贮器”。从理论上来说，外存容量应是无限的，但限于设备，实际上是有限的。计算机处理外存中的内容要调入内存后才执行，它的运算速度比内存要慢得多。

主机及外部设备又统称为微机系统。图 1-3 即为国产紫金 II 的微机系统。

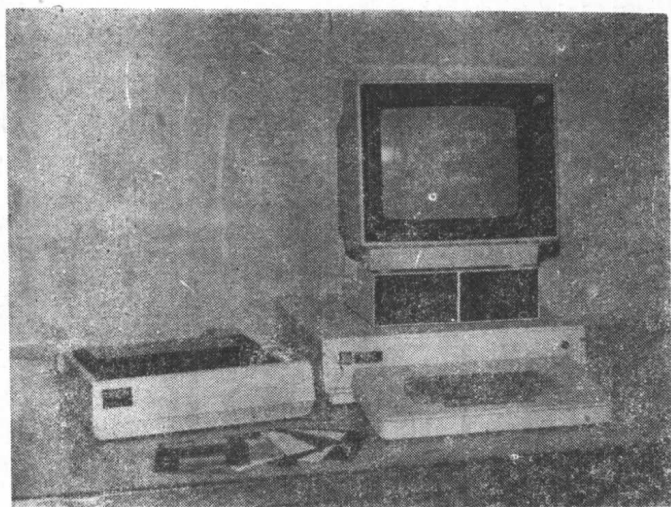


图 1-3 微机系统

2. 软件的构成

在进行运算时,除了要有前面所列的算盘、纸……等物质条件外,还应有使用算盘的知识并表示某一物理过程的公式、算法和运算步骤等属于人的知识和技能等条件。同样,要计算机工作,除了前述的“硬件”外,还应制定出进行运算的工作步骤——程序。才能使计算机按程序有步骤地顺序地执行。

所有的程序统称为“软件”。软件一般又分为系统软件和应用软件。

系统软件主要是为计算机本身服务的,通常由计算机厂家提供,包括管理微机系统使用的操作系统、翻译系统(汇编程序、编译程序、解释程序)及一些服务性程序(如诊断程序、检查程序等)。

应用软件则主要指一些开发计算机应用的专用程序,有厂家提供的,也有科技工作者自行开发的,他是为解决某些实际问题而专门编制的。

硬件和软件虽然各不相同,各完成其独特的工作,但不能截然分开。有些硬件的工作可由软件来完成(如一些计算机乘除部件的工作由程序来取代);有些软件的工作也可由硬件来完成(如一些系统软件则置于计算机的只读存贮器ROM中由硬件来处理)。软件是智识才能的最高体现,软件开发得越多,计算机就能发挥更大的作用。对每个科技工作者来说,结合自己的工作去开发更多的应用软件是我们的神圣而又光荣的任务。

§ 1.3 计算机中使用的数制

1. 二进制

人们习惯于应用十进制,逢十进一。这是因为人有一最

方便的计算工具——手。人手十指，从儿童就开始用手指来算数，所以人们对十进制最熟悉。但在实际生活中，人们根据需要，也常使用其它的数制，如二进制，逢二进一，两只手套为一双；十二进制，逢十二进一，十二个月为一年；六十进制，六十进一，六十秒为一分，六十分为一小时等等。

使用什么进制是根据客观需要引出来的。比如钟表使用60进制是因为60能被2—6内的数所整除；而用十进制，却不能为1—9内所有的数整除，如10被3除即得一无限循环小数。

那么，计算机内为什么要用二进制呢？这是因为

(1) 二进制在电器元件中易于实现。二进制只用0,1两位数字，用两个稳定状态即可描述。例如电压的高表示1，低表示0；有脉冲表示1，无脉冲表示0；晶体管的导通表示0，截止表示1；磁性元件的不同磁化方向分别表示1和0等等。但要用简单方法实现十种稳定状态却不可能。

(2) 二进制运算简单。例如

加法： $0 + 0 = 0$	乘法： $0 \times 0 = 0$
$0 + 1 = 1$	$0 \times 1 = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 \times 0 = 0$
$1 + 1 = 10$	$1 \times 1 = 1$

只有四条加法，四条乘法；而十进制运算从 $0 + 0 = 0$ 到 $9 + 9 = 18$ ， $0 \times 0 = 0$ 到 $9 \times 9 = 81$ 共用加法100条，乘法100条。可见二进制的运算比十进制的运算要简单得多。

2. 十进制与二进制的转换

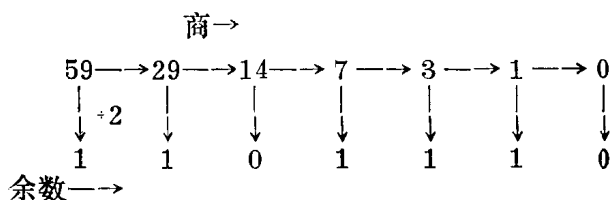
计算机内部的运算使用二进制，而人们又习惯于十进制，因此当把十进制的数输入到计算机中时，在计算机的内部就将十进制数转换成二进制的数，而当计算机将结果输出时，又将二进制数转换成十进制的数，这个转换工作自然可由计算机来进行。然而，二进制和十进制为什么能相互转换，它们之间有什么内在联系，相互之间的转换原理怎样，这些问题的详细讨论读者可以参看一些有关书籍，我们这里只简单介绍一下其转换的方法。

(1) 十进制数转换为二进制数

a) 整数的转换——除二取余法

将十进制整数逐次被二除每次取出余数部分，直至被除数为0，头一次取出的余数为相应二进制数的最低位，最后一次的余数为相应二进制数的最高位。

例 求十进制数59相应的二进制数



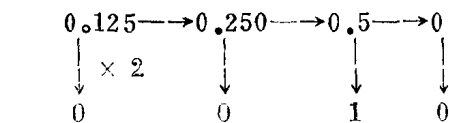
低←——高

$$(59)_{\text{十}} = (111011)_{\text{二}}$$

b) 小数的转换——乘二取整法

将十进制小数逐次乘二，每次取出整数部分，头一次的整数为相应二进制小数的最高位。这样依次相乘，直到小数部分为0，或根据要求取足相应位的二进制小数为止。

例1 求十进制小数0.125的相应二进制小数

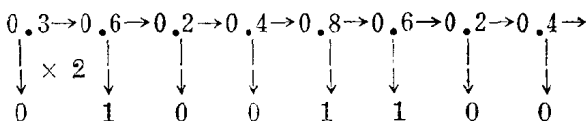


整数 $\rightarrow$

高 $\longrightarrow$ 低

$$(0.625)_{+} = (0.001)_{-}$$

例 2 求十进制小数 0.3 相应的二进制数



整数 $\rightarrow$

$$(0.3)_{+} = (0.01001100\cdots)_{-}$$

这里可以看出，任何十进制整数都可用有限的二进制整数精确地表示出来。而十进制小数，有时就不一定能用有限的二进制数表示，因而只能根据精度要求截取适当的位数。

(2) 二进制数转换为十进制数

我们可以采用“除十取余”或“乘十取整”法来转换，但该法较繁，这里使用展开相加法。

我们知道，十进制数可以采用展开式

$$N = \sum_{i=-m}^n K_i \times 10^i \quad \text{其中 } K_i \in \{0, 1, 2, \dots, 9\}$$

其中 N 表示十进制数。 K 称为展开式的系数， 10 称为位权。

$$\text{例 } 4321 = 4 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

$$0.4321 = 4 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-3} + 1 \times 10^{-4}$$

同样，二进制数亦可写为

$$N = \sum_{i=-m}^n K_i \times 2^i \quad \text{其中 } K_i \in \{0, 1\}$$

$$\begin{aligned}
 \text{例 } (1011)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\
 &= 8 + 0 + 2 + 1 \\
 &= (11)_+
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (10.11)_2 &= 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\
 &= 2 + 0.5 + 0.25 \\
 &= (2.75)_+
 \end{aligned}$$

根据上面的讨论，我们可以找到一个二、十进制数相对应表：

十进制数	二进制数	二进制数	十进制数
0	0	1	1
1	01	10	2
2	10	100	4
3	11	1000	8
4	100	10000	16
5	101	100000	32
6	110		...
7	111		...
8	1000		
9	1001	$\underbrace{100 \dots 00}_{n \text{ 个 } 0}$	2^n

3. 十、八转换及二、八转换

由于二进制写起来很长，难写、难记、易错，为此人们常采用八进制数来表示二进制数。八进制表示二进制有什么