

高等学校教材

从 BASIC 到 FORTRAN 程序设计简明教程

孙绍周 编

东北工学院出版社

序

电子计算机的出现,使人类科学史发生了又一次激变,人们称它为“电脑革命”。而在电脑革命中,建立辉煌成就的明珠,就是算法语言。它是人-机之间联结的纽带和钥匙。

算法语言有多种。其中 BASIC 语言和 FORTRAN 语言是国内、外一些大学中普遍讲授的。尤其 BASIC 语言,通俗易懂,便于掌握,适于初学者。目前各国生产的中、小型机器,几乎无不配有 BASIC 语言。但是,由于 BASIC 语言是一种解释性语言,速度低,容量小,没有国际标准化,通用性受到一定限制。因此,作为高等院校的学生,还应当在此基础上,根据专业需要再掌握一种其它语言,例如 FORTRAN, COBOL, PASCAL 等等,来扩大自己的知识面。

50 年代建立了 FORTRAN, 60 年代又在它的基础上发展了 BASIC。BASIC 概括了 FORTRAN 的精华,并使之更语言化,所以才使其通俗易懂。正是它弥补了 FORTRAN 由于规定太多不便记忆等缺点。因此,反过来先学习 BASIC 再来学习 FORTRAN 就容易理解和便于记忆。

一些国内、外文献的科学计算常用 FORTRAN 程序,并且 FORTRAN 语言已国际标准化,各种机器上的 FORTRAN 源程序几乎可以通用,较之 BASIC 程序方便。这些都是我们学习 FORTRAN 语言的很重要的因素。

编者根据在教学、科研实践中所提出的上述问题,并经过多年教学实践,建立了“从 BASIC 到 FORTRAN”教学体系。实践证明是可行的,是有助于教学和科研工作的。

由于本书 FORTRAN 部分是在 BASIC 语言基础上缩写的,所以也适于已有一定 BASIC 语言程序设计基础,而希望有一种 FORTRAN 缩写书,一看明了,很快就能掌握 FORTRAN 语言程序设计的读者。

对一种事物的认识过程,总是由简单到复杂,再由复杂到简单。将一个复杂的内容能够使之简单化,便于人们接受,成为人们入门的向导,是本书的编写目的。由此,本书吸收了有关书目中一些较为成熟有效的内容和源程序,以使读者掌握 BASIC 和 FORTRAN 语言的一些主要内容,达到能够进行一般程序设计为度。更广泛的内容,尚应以各种机器的文本为标准。读者将在学完本书之后,随用随学有关内容,并保证足够的实验时间,便能顺利掌握。

由于本书是以学习程序设计方法为主,因此不能以某一种机器内容为蓝本,有些语句内容及例题,并不一定都适于多种机器。读者在实验时,应根据本题在该机器上进行适当调试才能可行。

本书第一、二篇讲授题例,已由韩全烈同志在 IBM-PC 机上运行通过。

由于编者水平所限,错编之处在所难免,恳请读者指教。

本书在编写过程中得到了车荫昌、王金邦等老师的大力帮助,在此表示衷心感谢。

孙绍周

1987,2

目 录

序

第一篇 BASIC 语言程序设计

第一章	电子计算机概述.....	(1)
§ 1-1	电子计算机的应用	(1)
§ 1-2	电子计算机的组成	(3)
§ 1-3	二进制数与八进制数	(6)
§ 1-4	从机器语言到算法语言	(11)
第二章	BASIC 语言基本知识	(15)
§ 2-1	关于 BASIC 语言	(15)
§ 2-2	BASIC 语言源程序的构成	(16)
§ 2-3	BASIC 语言的基本符号	(17)
§ 2-4	BASIC 语言中的数、变量和表达式	(18)
§ 2-5	BASIC 语言的标准函数	(21)
	习 题	(23)
第三章	数据的输入	(25)
§ 3-1	赋值(LET)语句	(25)
§ 3-2	键盘输入(INPUT)语句	(27)
§ 3-3	读数(READ)语句和置数(DATA)语句	(28)
§ 3-4	恢复数据区(RESTORE)语句	(30)
§ 3-5	怎样用好三种输入语句	(31)
	习 题	(33)
第四章	数据的输出	(35)
§ 4-1	打印输出(PRINT)语句	(35)

§ 4-2	打印格式函数 TAB(X)	(41)
§ 4-3	注释(REM)语句、暂停(STOP)语句和终止(END) 语句	(43)
	习 题	(44)
第五章	分支结构	(46)
§ 5-1	无条件转向(GOTO)语句	(46)
§ 5-2	条件转向(IF-THEN)语句	(47)
§ 5-3	程序框图	(49)
§ 5-4	应用程序例解	(51)
	习 题	(58)
第六章	循环结构	(60)
§ 6-1	循环(FOR-NEXT)语句	(60)
§ 6-2	嵌套循环结构	(63)
§ 6-3	应用程序例解	(67)
	习 题	(71)
第七章	函数和子程序	(75)
§ 7-1	标准函数的应用	(75)
§ 7-2	自定义函数(DEF FN)语句	(78)
§ 7-3	转子程序(GOSUB)语句和返回 (RETURN)语句	(80)
§ 7-4	应用程序例解	(82)
	习 题	(89)
第八章	数 组	(91)
§ 8-1	数组的概念	(91)
§ 8-2	下标变量	(92)
§ 8-3	数组说明(DIM)语句	(93)
§ 8-4	应用程序例解	(95)
§ 8-5	高斯消元法解线性方程组	(103)
	习 题	(110)

第九章	扩展 BASIC 语句	(114)
§ 9-1	开关(ON-GOTO, ON-GOSUB)语句	(114)
§ 9-2	自选打印格式(PRINT USING)语句	(116)
§ 9-3	矩阵(MAT)语句	(121)
§ 9-4	逻辑运算	(131)
	习 题	(135)
第十章	字符串变量	(138)
§ 10-1	关于字符串变量	(138)
§ 10-2	字符串变量的比较	(140)
	习 题	(143)
第十一章	BASIC 文件	(145)
§ 11-1	文件的命名	(145)
§ 11-2	文件的输入和输出	(146)

第二篇 从 BASIC 到 FORTRAN

第十二章	FORTRAN 语言基本知识	(153)
§ 12-1	关于 FORTRAN 语言	(153)
§ 12-2	FORTRAN 源程序的构成	(155)
§ 12-3	常 数	(157)
§ 12-4	变 量	(159)
§ 12-5	表达式	(161)
§ 12-6	标准函数	(162)
	习 题	(163)
第十三章	FORTRAN 的输入和输出	(164)
§ 13-1	带格式输入	(164)
§ 13-2	带格式输出	(168)
§ 13-3	字符的输出	(175)
§ 13-4	自由格式输入、固定格式输出及无格式转换输入 输出	(179)

§ 13-5	辅助的输入、输出语句	(180)
	习 题	(181)
第十四章	分支和循环	(183)
§ 14-1	FORTRAN 的分支	(183)
§ 14-2	循环结构	(189)
§ 14-3	应用程序例解	(192)
	习 题	(197)
第十五章	过 程	(199)
§ 15-1	过程的概述	(199)
§ 15-2	语句函数	(200)
§ 15-3	函数子程序	(202)
§ 15-4	子例程子程序	(203)
§ 15-5	外部(EXTERNAL)语句	(206)
§ 15-6	应用例题解	(207)
	习 题	(216)
第十六章	程序段的数据联系	
	与数据置初值	(218)
§ 16-1	公用(COMMON)语句	(218)
§ 16-2	等价(EQUIVALENCE)语句	(220)
§ 16-3	数据语句和数据子程序	(221)
	习 题	(223)

第三篇 综合应用

第十七章	插值计算	(225)
§ 17-1	抛物线插值法	(225)
§ 17-2	拉格朗日内插法	(228)
§ 17-3	牛顿插值法	(232)
§ 17-4	一元全区间不等距插值法	(237)
第十八章	优化计算	(240)

§ 18-1	直接优化法	(240)
§ 18-2	二次优化法	(245)
第十九章	概率计算	(252)
§ 19-1	计算实验数据的均值、方差 并打印其分布曲线	(252)
§ 19-2	多元线性回归分析	(257)
第二十章	绘图程序	(270)
§ 20-1	函数 $Y=F(X)$ 的绘图	(270)
§ 20-2	矩形统计图和频率多角形	(278)
附录1	IBM-PC 计算机 BASIC 命令、语句、函数	(283)
附录2	APPLE(苹果)-II 计算机 BASIC 命令、语句、函数	(293)
附录3	CCS-300/400微型机 BASIC 命令、语句、函数	(302)
附录4	FORTRAN 语句简表	(313)
附录5	FORTRAN 库函数简表	(317)
附录6	西门子7.57G-7C 计算机 操作命令简表	(321)
参考文献		(325)

第一篇 BASIC 语言程序设计

第一章 电子计算机概述

§ 1-1 电子计算机的应用

人类从结绳记数,发展到使用笔算、珠算,直到使用机械计算机运算,经历了数千年。

1946年,世界上出现了第一台数字式电子计算机。这是人类科学史上的一大创举!它开创了计算史上的新纪元。如果把蒸气机的出现称作“工业革命”,那么由于这台电子计算机的出现所引起的变革,可称之为“电脑革命”。自此,电子计算机发展十分迅速,它经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路四代。1980年以后,正在向着第五代——具有更高级思维智能的计算机发展。

现代科学的发展,要求计算技术迅速提高,因而促进了计算机的发展;反过来计算机的发展和应用,保证了科学技术的更快发展。计算机的应用范围也随之越来越广泛。主要有以下三个方面:

(1) 用于科学计算。应用在天文、地理、水力工程、矿藏勘探、建筑、原子技术、航空、航海、宇航、射击、物理、化学……

等工程理论方面和设计工作的数字计算。例如卫星轨迹计算、房屋结构的应力计算、导弹击中目标计算等。

(2) 用于管理工程。由于计算机具有存贮记忆和逻辑判断能力,所以可以对大批数据进行加工、分析、处理。如处理数据报表,资料统计和分析,工农业产品计划的制定和分配,企业的成本核算等。下面列举一些具体例子:

计算机用于航空测量或宇航摄影,可以获得天文、气象、矿产分布等科学资料;计算机用于图书自动检索,可自动进行查阅书目、借书,以及查询各种技术资料;计算机用于人事组织管理、工资管理,及至公安案情侦破分析管理等,都会大大提高效率,提高准确性,节约管理人员。银行可以使用计算机记帐、结算。比如纽约和北京、伦敦、巴黎等地区之间支付一笔帐目,用计算机结算,通过卫星传递信息,一分钟即可办完。有些商店,顾客去购物可不带现金,商店只要用计算机验明顾客所带的银行信用卡片上的帐户密码,就可以在银行查出顾客的存款,进行自动结算。

这种城市间的、地区与地区间的、国家与国家间的计算机网络,在我国正在建设。

(3) 用于自动控制系统。根据运动机构或执行单元当前的运动参数进行数据处理,指令工艺过程自动运行。例如对一个工厂生产过程的自动控制,不仅可以节约人力,而且可使产品数量、质量大大提高。现已在石油、化工、冶金、电力、纺织、机械、宇航、国防等部门得到广泛应用。导弹的制导、温度的自动控制系统都是实际应用的例子。

在交通自动控制方面,如机场、火车运行、市内交通等,也得到了大量应用。

此外,在家庭生活所谓“电脑化”等诸方面也都越来越多

地应用电子计算机。

总之,现代科学技术的发展使计算机几乎进入了一切领域。可以设想第五代计算机的能力会更大,应用会更广泛。

§ 1-2 电子计算机的组成

电子计算机主要由输入输出装置、存贮器、运算器、控制器组成。它们之间的相互关系如图 1-1 所示。

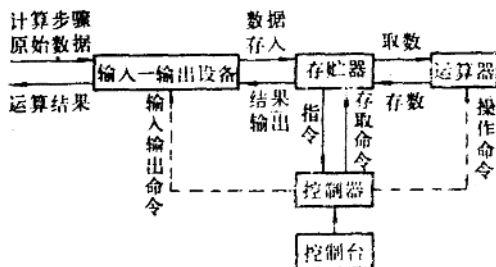


图 1-1

一、输入设备

输入设备,是向计算机输入数据、程序以及各种字符信息的设备。

输入设备有:纸带输入机、卡片输入机、终端机、控制台、光笔显示器、模-数转换器等。也有声(语言直接输入)电转换机。纸带(或卡片)信息都是通过光电读入机读入机器的。理想的输入设备应该能读、能听。目前已有并且正在进一步研究声读输入装置,以及可供盲人使用的触摸转换机构。

二、存贮器

存贮器是存放数据和程序的地方。在存贮器中,不论是数据或程序指令都是用二进制表示的代码。存贮器的功能就是能把代码存(写)进去,取(读)出来。存贮有如大脑的记忆,所以也有人把它叫做记忆装置。

存贮器要存贮大量代码,因此把它分成许多小单元——叫存贮单元。每个存贮单元都有一个编号,叫做地址号。

每个存贮单元,通常存放一组二进制数(代码),这一组数称为字。字的长度,即字所包含的位数,称字长。显然字长越长,位数越多。

存贮器所具有的存贮单元的总数,称为存贮容量。存贮容量越大,意味着机器的功能越强。例如,某机器的存贮容量为8192个单元,意思是说它能记忆8192个数,简记为容量8K(1K=1024字)。因为字长有长有短,所以讲存贮容量时,如果把字长也直接表示出来,就更具体了。例如,容量为8192个单元,每单元为16位,即字长为16,则存贮容量为 8192×16 位。因此,它又可表示能存多少位数。

把信息代码存入存贮器,称为写入(存或写);把信息代码从存贮器取出,称为读出(取或读)。存贮器进行一次完整的存、取操作所需的最短时间,称为存取周期。它包括取出时间和把取出信息重新存入原来存贮单元所需的全部时间。

内存贮器的种类很多。有磁芯存贮器、磁膜存贮器、半导体存贮器等。目前由于大规模集成电路技术的突破,内存贮器几乎都是半导体存贮器。

外存贮器是设在主机外的为扩大存贮量的装置。外存贮器有磁鼓、磁盘、磁带等。简称为“外存”。外存容量大,但要经过机器调用转换,所以存取周期长。

三、 运算器

运算器是完成各种算术运算和逻辑运算的装置。它也能进行数码传送、移位等工作。

控制器指挥机器进行操作的命令,称为指令。

一台机器所具有的指令的全体,称为指令系统。每台机器都有自己特定的指令系统。因此,各种计算机不能完全通用。

参加运算的数,需在运算器中暂时存放,称为寄存。每次运算的中间结果也须暂时寄存,为下次取用。寄存数码的部件,叫寄存器。在寄存器里,附加一些部件便可达到数码的移位,叫做移位器。

数码的相加,是由加法器完成的。所以,运算器主要是由寄存器、移位器、加法器组成的。

计算机每秒所能执行的指令条数,叫运算速度。

四、 控制器

控制器是整个机器的指挥系统,它根据程序指令,向机器的各部分发出控制信号,来指挥整台机器自动地、协调地进行工作。运算器和控制器一起,称为中央处理单元(Central Processor Unit),简称 CPU。中央处理单元和存储器一起构成计算机主机。

五、 输出设备

输出设备的作用是把机器工作的中间结果,或最后结果打印、显示出来。

输出设备有:打印机、终端显示、纸带穿孔机、自动绘图机、微缩胶卷输出机,以及数模转换机等。

输出的结果有文字、数字、图画、曲线、穿孔纸带、微缩胶卷信息等。

输入设备、输出设备和外存贮器,统称外部设备。计算机允许配置外部设备的最大数,也是表征计算机功能的一个重要指标。

主机和外部设备,以及所有其它部件,通称计算机的硬设备,或称硬件。

字长、存贮容量、存取周期、运算速度、配置外部设备最大数,是计算机的主要技术指标。

§ 1-3 二进制数与八进制数

电子计算机中,数的传送、控制和运算,都是用二进制进行的。所以,我们应当对二进制数有所了解。

一、二进制的概念

不同的进位制,其基数是不同的。十进制的基数是“10”,它是逢十进一;二进制的基数是“2”,它是逢二进一。如果我们把由0到9用二进制数写出来,它们是这样的:

十进制数	二进制数
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110

7	111
8	1000
9	1001

二进制和十进制一样,都是有权计数制。例如十进制数 125 可以写成如下多项式:

$$125 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

其中,10 就是十进制的基数,10ⁿ 就是该位的权。

同理,一个二进制数 1111101,也可以写成如下多项式:

$$1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

其中,2 就是二进制的基数,2ⁿ 就是该位的权。

如果把二进制数(1111101),按权展开,并且按权相加,则有:

$$\begin{aligned} & 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ = & 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 0 + 1 \\ = & 125 \end{aligned}$$

它表明二进制数 1111101 所代表的十进制数的值是 125。

二、怎样把十进制数转换成二进制数

(1) 整数的十-二转换

二进制的基数是 2,它是逢二进一。所以要把一个十进制整数变为二进制数,只要将它一次又一次地被 2 除,得到的余数(从最后一次余数读起)就是二进制表示的数。

例如:把十进制数 125 转换为二进制数,可以这样进行。

2	125	...	余 1	低位
2	62	...	余 1	
2	31	...	余 1	
2	15	...	余 1	
2	7	...	余 1	
2	3	...	余 1	
2	1	...	余 1	高位
0				

余数由高位向低位是 1111101, 写作

$$(125)_{10} = (1111101)_2$$

这种方法叫做除 2 取余法。这种转换叫做十-二转换。

(2) 纯小数的二-十转换

对于十进制纯小数,是用乘 2 取整法。它是先用 2 乘十进制纯小数取整,然后去掉乘积中的整数部分,再用 2 去乘剩下的部分。如此继续下去,直到满足所要求的精度或直至纯小数部分等于零为止。把每次乘积的整数部分自上而下依次排列,即得到二进制纯小数的小数点后各位数字。例如把十进制小数 0.375 转换成二进制数:

用 2 乘纯小数部分	乘积的纯小数部分	乘积的整数部分
$2 \times 0.375 = 0.75$	0.75	0
$2 \times 0.75 = 1.5$	0.5	1
$2 \times 0.5 = 1.0$	0	1

因此 $(0.375)_{10} = (0.011)_2$

这种转换方法叫做乘 2 取整法。

(3) 对于既有整数部分又有小数部分的十进制数,则分两部分分别进行,即用除 2 取余法进行整数部分转换,再用乘

2 取整法进行小数部分转换,然后将两项相加。

反之,如果要把一个二进制数化为十进制数,就是如前面所介绍,将该二进制数写成多项式求权。权的值就是该二进制数的十进制数值。

$$\begin{aligned}\text{例如} \quad (0.011)_2 &= 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 0 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = (0.375)_{10}\end{aligned}$$

三、二-十进制

所谓二-十进制,是一种十进制与二进制之间的过渡性进位制,又称二进制编码的十进制。

在二-十进制中,每一位十进制数都用四位二进制数表示。在这种编码方式中,最常用的是 8-4-2-1 码。它所表示的方式如下:

8 4 2 1 码	十进制数
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8

这种二-十进制在形式上象是二进制,但它不是真正的二进制。以 125 为例:

$$(125)_{10} = (1111101)_2$$

可是 $(125)_{10}$ 的 8421 码是: