

FORTRAN

程序设计基础

王荣 邸翠珍 编著

● 北京理工大学出版社

FORTRAN

程序设计基础

王 荣 邱翠珍 编著

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书讲述用 FORTRAN 语言进行程序设计的基本方法及技巧,同时,结合程序设计介绍了一些基本算法。全书共分九章,第一章介绍计算机及 FORTRAN 语言的基本知识;第二、六、八章讲述数据类型及输入/输出格式;第三至第五章分别讲述顺序、选择及循环结构的程序设计方法;第七章讲述过程及程序段之间的数据传递;最后一章介绍几种常用算法。

本书既可作为理工科非计算机专业本科或专科学生的教材,又可供具有高中文化水平的同志进行自学。同时,对非计算机专业技术干部,也颇有参考价值。

FORTRAN

程序设计基础

王 荣 邸翠珍 编著

*

北京理工大学出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

通县向阳印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 10.5 印张 233 千字

1988年12月第一版 1988年12月第一次印刷

ISBN 7-81013-078-1/TP·8

印数: 1—5000 册 定价: 2.05元

前 言

FORTRAN 是目前国内外在数值计算方面应用最为广泛的一种程序设计语言。

为了适应对非计算机专业学生进行计算机基础教育的需要，我们总结了近年来为我校自动控制系、工程光学系及机械工程系学生开设《算法语言》课的教学经验，并广泛参考了国内外的有关教材和资料，曾经编写并在内部发行了《FORTRAN 程序设计基础》一书。该书经过教学实践，并在全国家计算机基础教育研究会厦门年会上进行了展览交流。趁这次公开出版的机会，我们又对全书进行了全面改写，并且增加了许多例题及思考与练习题。

《FORTRAN 程序设计基础》的服务对象是理工科非计算机专业本科或专科低年级学生，同时也兼顾具有高中文化水平的自学青年。因此，取材务求简明精练，取舍适当；阐述力争深入浅出，通俗易懂。在内容安排上注意到重点突出，难点分散，循序渐进。

我们认为，学习程序设计语言的目的，是为了编写程序。因此，本书以讲解程序设计方法为主，在进行程序设计过程中，贯穿着语法的应用，并兼顾初步建立算法的概念。

学习本课程，应十分注重实践环节。读程序、写程序、上机调试和运行程序缺一不可。本书各章后均附有大量的思考与练习题，思考与解答这些问题，也是实践环节的重要组成部分。本书还列举了大量例题，这些例题都曾在微型计算

机 MZ-80B上调试并通过, 证明正确无误。这些例题, 将有助于我们学习程序设计的方法, 并从中领略程序设计技巧。

按教学大纲规定, 本书篇幅以45学时(包括上机)为参照时间。教学时数不足者, 可压缩第二、六、八章的内容。第九章内容是否讲授, 亦可酌定。

本书初稿第一、二、七、八、九章由王荣编写, 第三、四、五、六章由邸翠珍编写。最后由王荣统稿。

江涛副教授在百忙中审阅了本书全部手稿, 并提出了许多宝贵的意见, 使作者受益不浅。在此谨向他表示衷心地感谢。

在编写本书时, 还参阅了兄弟院校的许多教材及内部资料, 除公开出版者已在参考文献中列出之外, 由于数量较多, 恕不一一列出。在此谨向众多的作者表示深切的谢意。

编写本书, 虽有一定的教学实践基础, 但由于作者才疏学浅, 时间又十分紧迫, 因此, 疏漏或不妥之处, 恐难完全避免, 请读者及同行专家不吝赐教。

编者 1987.8于北工

目 录

第一章 绪论	(1)
§1-1 电子计算机	(1)
§1-2 程序和语言	(8)
§1-3 FORTRAN语言概述	(13)
§1-4 FORTRAN程序	(15)
§1-5 怎样用FORTRAN语言解题	(25)
思考与练习(一)	(31)
第二章 数据及其输入与输出	(34)
§2-1 数据及其类型	(34)
§2-2 数据的输入与输出	(41)
§2-3 字段描述符	(44)
§2-4 输入、输出的纵向描述	(58)
§2-5 输入、输出程序设计	(63)
思考与练习(二)	(65)
第三章 算术运算与顺序程序设计	(69)
§3-1 引例	(69)
§3-2 算术表达式	(72)
§3-3 算术赋值语句	(78)
§3-4 标准函数	(84)
§3-5 顺序程序设计举例	(89)
思考与练习(三)	(93)
第四章 选择程序设计	(97)
§4-1 概述	(97)
§4-2 无条件GOTO语句	(98)
§4-3 逻辑IF语句	(100)

§4-4 算术IF语句.....	(113)
§4-5 计算GOTO语句.....	(118)
§4-6 赋标号GOTO语句.....	(121)
思考与练习(四).....	(123)
第五章 数组与循环程序设计	(125)
§5-1 数组及数组说明.....	(125)
§5-2 数组的输入与输出.....	(130)
§5-3 循环结构.....	(136)
§5-4 DO语句及CONTINUE语句.....	(140)
§5-5 多重循环.....	(143)
§5-6 循环应用于数组的输入与输出.....	(148)
§5-7 循环程序设计举例.....	(155)
思考与练习(五).....	(183)
第六章 逻辑型、双精度型与复型数据	(186)
§6-1 逻辑型数据.....	(186)
§6-2 逻辑变量的应用.....	(189)
§6-3 双精度型数据.....	(193)
§6-4 复型数据.....	(196)
思考与练习(六).....	(201)
第七章 过程及程序段之间的联系	(204)
§7-1 语句函数.....	(205)
§7-2 函数辅程序.....	(209)
§7-3 子程序辅程序.....	(220)
§7-4 虚实结合及外部语句.....	(229)
§7-5 公用结合与公用区.....	(240)
§7-6 变量的初始赋值.....	(253)
思考与练习(七).....	(258)
第八章 对输入/输出的补充	(265)
§8-1 字段描述符续介.....	(265)

§8-2 比例因子.....	(275)
§8-3 格式数组.....	(278)
§8-4 文件及其存取格式.....	(285)
思考与练习(八).....	(290)
第九章 算法简介	(292)
§9-1 概述.....	(292)
§9-2 方程求根.....	(293)
§9-3 函数插值	(297)
§9-4 数值积分	(305)
§9-5 常微分方程的数值解	(311)
练习(九)	(316)
附录一 ASCII编码表	(317)
附录二 FORTRAN语句表	(318)
附录三 标准函数表	(320)
附录四 FORTRAN语句在源程序中的排列顺序	(323)
参考文献	(324)

第一章 绪 论

电子数字计算机的出现是二十世纪科学技术发展的卓越成就之一。进入七十年代, 计算机科学技术不断取得新的进展, 它的应用领域也日趋广泛。

随着我国社会主义“四化”建设事业的蓬勃发展, 各行各业对计算机应用人才的需求日益增长。因此, 非计算机专业学生接受计算机基础教育, 改变自己的知识结构, 适应形势发展的需要已迫在眉睫。

计算机作为一门科学, 它有众多的分支, 丰富的内容, 作为非计算机专业学生, 怎样才能使计算机“为我所用”呢? 实践证明, 首先掌握一种高级语言, 学会使用这种语言进行程序设计, 通过上机调试程序、运行程序, 逐步培养应用计算机的兴趣, 将是进一步学习更高层次计算机知识, 使自己在所从事的专业范围内, 具备计算机应用、开发能力的一条捷径。

§1-1 电子计算机

一、概述

电子计算机从它的组成及工作原理可区分为两类。一类叫作电子模拟计算机, 另一类叫作电子数字计算机。前者对连续变化的物理变量(如电压)直接进行操作, 其运算精度受

到组成计算机的器件精度的限制。后者对二进制数(由0和1组成的数字串)进行处理,其运算精度与组成计算机器件的精度无关。

本书只涉及电子数字计算机。以后将简称为电子计算机或计算机,甚至直接称作机器。

第一台电子数字计算机ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Calculator*)是美国宾夕法尼亚大学为美军奥伯丁武器试验场研制的,于1946年交付使用。四十多年来,电子计算机的发展突飞猛进。据不完全统计,大约平均5~8年,计算机的运算速度提高一个数量级,它的体积和成本则降低一个数量级。

如果按计算机所采用的逻辑元件区分,到目前为止,它已经历了电子管、晶体管、集成电路及大规模集成电路四代。

就计算机的发展趋势而言,其主要特点是向巨型机、微型机、计算机网络和计算机智能模拟等方面发展。一般来说,巨型计算机的发展集中体现了一个国家的科学技术发展水平;而微型计算机的发展则标志着一个国家计算机的应用水平。

目前计算机已广泛应用于诸如:数值计算、数据处理、实时控制、辅助设计及人工智能等各个方面。可以预料,不久的将来集成光路、超导器件以及电子仿生技术将会进入计算机,从而使计算机科学发展到一个更高的水平。

二、计算机系统的组成

就象用算盘算题需要算盘和口诀一样,用计算机算题也需要硬件和软件。

计算机系统是由硬件和软件组成的。

硬件又称硬设备，它包括机器本身及其配套设备。硬件组成见图1-1。

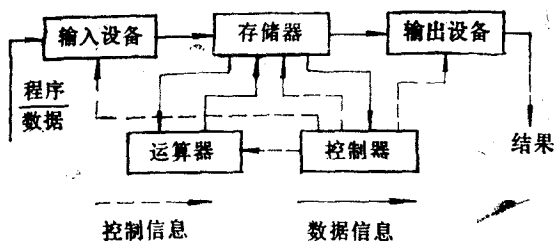


图1-1

运算器用来进行算术运算和逻辑运算；控制器则是整个机器的神经中枢和指挥系统。二者统称为中央处理器或CPU (Central Processing Unit)。存储器是专门存放数据和程序的。根据存储器位于机器内部或外部的不同情况，它又可分为内存储器(简称内存或主存)及外存储器(简称外存或辅存)两种。

输入设备可将原始数据及程序送至内存；输出设备则将计算或处理的结果以及其他需要输出的信息提供给我们。

内存与中央处理器一起构成计算机的主机；外存与输入、输出设备统称为计算机的外部设备。

就学习本课程而言，输入、输出设备及内存储器对我们的关系更为密切。

内存是由许多存储单元组成的。机器可以向单元中存入数据或者从单元中取出数据。被存入或取出的数据，叫作该单元的内容。为了准确地存取数据，必须给每个存储单元一

一个固定的编号。单元的号码叫作地址，就象每个房间有一个房间号一样。单元地址和单元内容是完全不同的两件事，绝不要混为一谈。

内存在存取数据时有一个重要的特点：如果某单元已存入数据，当从该单元取出数据时，此单元的内容保持不变（取之不尽）；若将一个新的数据存入该单元，则原有内容被“冲”掉，而代之以新的内容（除旧存新）。内存单元这个“取之不尽，除旧存新”的特点在进行程序设计时是非常有用的。

对于硬件，我们暂且了解这些。有关的输入、输出设备，将在下一章介绍。

软件又称软设备，是程序的总称。它包括系统软件和应用软件。

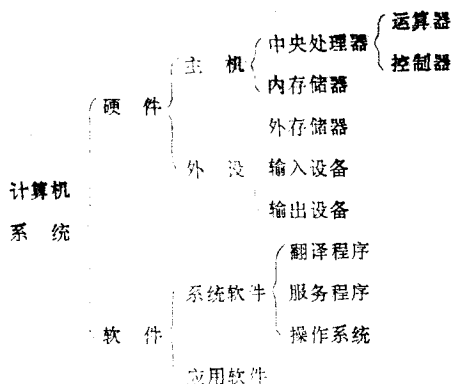
系统软件通常指与硬件配套出售的基本软件。它包括翻译程序（汇编程序、编译程序及解释程序的统称。），服务程序（如诊断程序、检查程序）以及操作系统等。

应用软件系指计算机公司或厂家为方便用户而开发的程序。用户自己开发的专用程序库或软件包也属于应用软件的范畴。

总之，计算机硬件建立了计算机应用的物质基础，而计算机软件则扩大了计算机功能及其应用范围。硬件与软件的结合，就构成了计算机系统。

为了充分发挥计算机系统的作用，我们应当掌握有关硬件及软件的必要知识。当然，这并非学习本课程的先决条件，可以在实践中以及后续课程的学习中逐步做到。

综上所述，将计算机系统组成概括如后：



三、计算机中数是怎样表示的？

我们在进行计算时，通常习惯于使用十进制数。所谓十进制，就是“逢十进一”。十进制数是用0、1、2、3、4、5、6、7、8和9十个不同的数码来描述的。数码所处的位置不同，它代表的数值大小也就不同。如十进制数1987.12，可写成

$$1987.12 = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 7 \times 10^0 \\ + 1 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-2}$$

其中： 10^3 、 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 及 10^{-2} 叫作“位权”；10是“基数”。在这个十进制数中有两个数码1。小数点后的数码1，它的数值是 $1 \times 10^{-1} = 0.1$ ；而另一个1，它的数值是 $1 \times 10^3 = 1000$ 。可见，每个位置上数码的值，等于位权与该位置上数码的乘积。一般，十进制数D可用下面的式子描述

$$D = \sum_{k=-m}^n a_k \cdot 10^k$$

式中 a_k ——0~9中的某个数码；

m ——小数点后总位数；

n ——小数点前总位数减1。

虽然十进制数是我们最熟悉的数，但是现代计算机中却采用二进制数。所谓二进制，就是“逢二进一”。二进制数只用0和1两个数码来描述。这两个数码所处的位置不同，它代表的数值大小也不同。如二进制数1011.01可写成

$$1011.01 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

和十进制数类似，二进制数B可用下面的式子描述

$$B = \sum_{k=-m}^n a_k \cdot 2^k$$

式中 a_k ——数码0或1；

2^k ——位权；

2——基数。

m 、 n 的含义与十进制中相同。

为什么在计算机内部要采用二进制数呢？首先，二进制数状态简单，容易表示。在计算机电路中常用电位的高低，脉冲的有无，晶体管的导通和截止来表示0和1。这种简单状态工作稳定可靠，抗干扰能力强。同时还可以利用逻辑代数这个数学工具，对计算机逻辑线路进行分析和综合。其次，对二进制数进行算术运算，规则非常简单。最后，采用二进制还可以节省器件。

但是，采用二进制数也有缺点，即书写繁琐。例如十进制数65，用二进制数表示则为1000001。因此出现了八进制及十六进制数。将二进制数写成八进制数和十六进制数是非常方便的。因为三位二进制数可以表示一位八进制数，四位

二进制数可以表示一位十六进制数。

在表1-1中列出了十进制数与二进制数、八进制数及十六进制数之间的对应关系。

表1-1

十 进 制	二 进 制	八 进 制	十六进制
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

我们对二进制数已经有了基本认识，现在再介绍几个与内存有关的术语。

字节——通常由八个二进制“位”组成。许多机器是按字节编址的，所以字节可以作为数据存取的独立单位。

字长——指一个单元所含的二进制“位”数。目前，多数微机字长为一个字节。高档微机字长也有两个字节甚至四个字节的。一般，机器规模越大，字长含有的位数也越多，甚至

字长可多达八个字节。

内存容量——指内存含有存储单元的总数。有时也用总字节数或总位数来表示内存容量。例如，某机器一个单元由两个字节组成，共有32K单元或64K字节，或512K位。其中， $K=1024$ 即 2^{10} 。

整型数和实型数是数的两种最基本的类型。

如果一个整型数在机器内部用两个字节的二进制代码表示，它的最高1位是符号位，0代表正号，1代表负号。则它能表示相应十进制数的范围是 $-32768 \sim 32767$ 。

实型数在机器内部用浮点表示，它由阶码(指数)和尾数两部分组成。如果实型数在机器内部用四个字节的二进制代码表示，一般，它的阶码占一个字节，尾数占三个字节。

机器能够表示的实型数范围比整型数范围大。但整型数是精确表示，实型数是近似表示。

应当注意，如果一个数超出了机器能够表示的范围，则发生“溢出”错误。低于下限叫下溢，高于上限叫上溢。

§1-2 程序和语言

一、计算机工作过程简述

计算机是按“指令”办事的。指令告诉计算机，做什么？怎样做？

什么是指令？指令是一串二进制代码，在形式上和数没有什么区别。指令通常由操作码和地址码两部分组成。操作码告诉计算机进行什么操作；地址码指明到什么地方去取操作数，或者将结果送到何处存放。

一台计算机的全部指令就是该机器的指令系统。指令系统又称“机器语言”，是事先约定的。因此，每台机器都熟悉它自己的语言。在高级语言出现之前，人们要和某台机器“对话”或用它解题，也必须熟悉它的语言。

现在假定已知某机器指令系统的部分操作码如表1-2所示。

表1-2

操作名称	操 作 码	
	二进制代码	八进制表示
加法	0001	01
乘法	0011	03
取数	0101	05
送数	0110	06
打印	1001	11
停机	1111	17

如果要计算 $W = A \times B + C$ ，其中 A 、 B 、 C 为已知数，我们可以编写一个机器语言程序。

首先给 A 、 B 、 C 及 W 分配存储单元。 A 、 B 、 C 分别存放于地址为1001，1002及1003三个存储单元， W 分配在地址为1010的存储单元。用八进制代码书写的机器语言程序见表1-3。表1-3中的 N 是程序的首地址，即第一条指令存放的地址。

如果上述程序及已知数据已通过输入设备送至内存中，我们看机器是怎样执行这个程序的。

首先通过控制台启动计算机，将控制器中的指令计数器