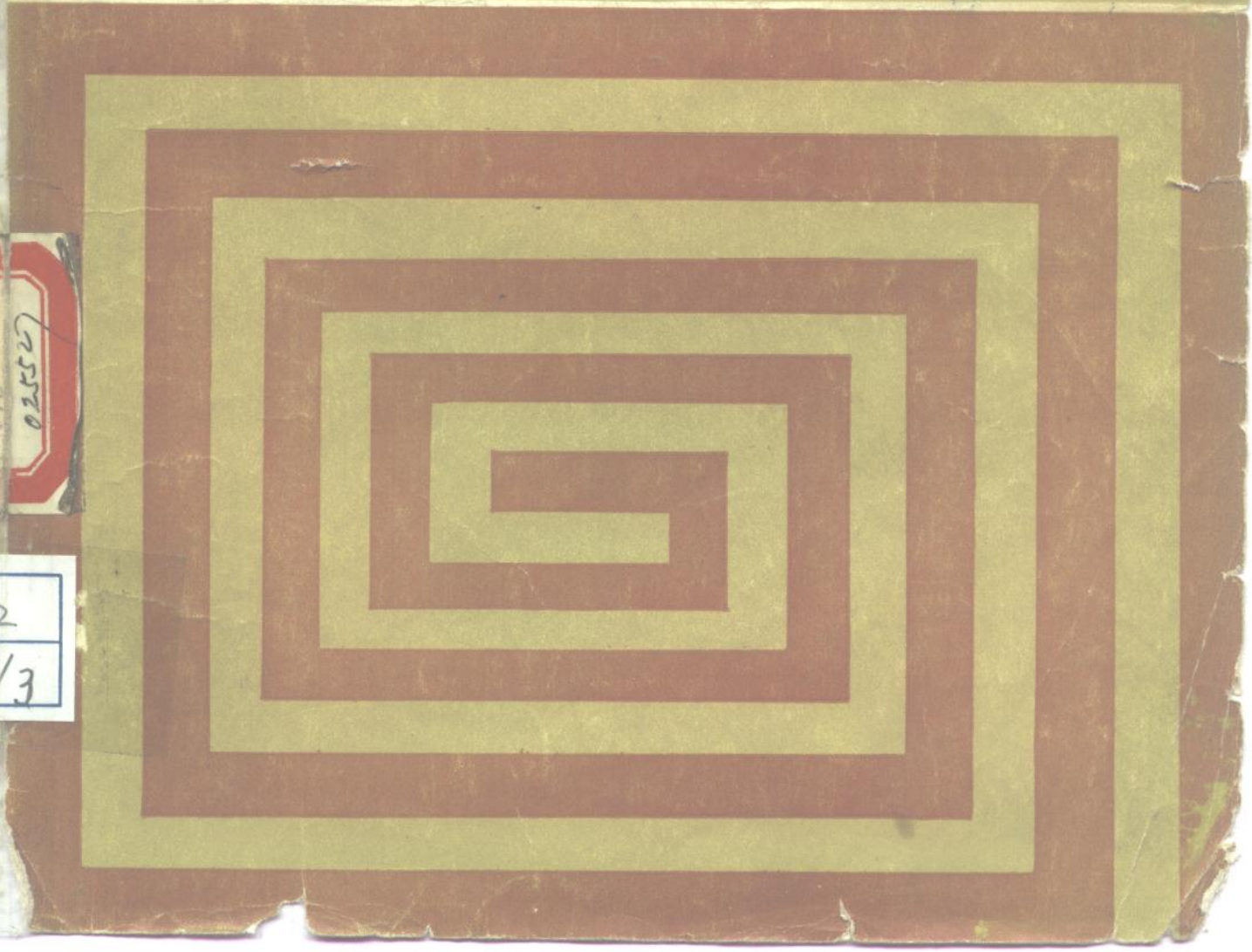
高等学校试用教材

FORTRAN
语言程序设计

• 谭浩强 • 田淑清　编著

• 高等教育出版社



高等学校试用教材

FORTRAN语言程序设计

谭浩强　田淑清　编著

高等教育出版社

内 容 提 要

本书主要讲授 FORTRAN 77 的基本内容和程序设计方法，该书选材适当，叙述全面细致，文字通俗易懂．全书贯穿结构化程序设计思想．有很丰富的例题，便于自学．

本书可作为高等院校和电视大学计算机专业和非计算机专业的教材，也可供使用计算机的科技人员及管理人员自学参考．

高等学校试用教材

FORTRAN 语言程序设计

谭浩强　田淑清　编著

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16　印张 16.75　字数 382,000

1986年10月第1版　1986 年10月第1次印刷

印数　00,001—46,140

书号　13010·01309　　定价　2.50 元

前　言

电子计算机的出现是当代科学技术发展中一件具有划时代意义的重大事件. 它标志着人类正在向信息化的社会前进.

为了赶超世界先进水平,必须在我国大力推广普及计算机的应用. 为了掌握计算机,必须系统地学习计算机的知识. 现在,计算机教育已成为高等学校中的基础教育之一. 实践证明,在高等学校中以计算机高级语言作为学习计算机知识的入门,是一条捷径.

FORTRAN 语言是国际上最早出现的计算机高级语言,得到了广泛的应用. 它适用于数值计算. 在科学技术发达的国家中, 几乎每一个工程技术人员都会使用FORTRAN 语言. 在我国大多数理工科院校中也都开设了 FORTRAN 语言课, 本书就是适应这种要求而编写的.

本书采用FORTRAN 语言的最新标准——FORTRAN77. 国内大多数计算机都已配置了FORTRAN77 编译系统, 国外的许多科技书籍中, 都有用FORTRAN77 编写的程序. 因此, 我们应当学习和掌握 FORTRAN77. 考虑到国内少数单位的计算机系统上还没配置FORTRAN77,以及社会上还在继续使用着大量的FORTRAN IV 程序,本书中对FORTRAN IV 的语句也作简要的介绍. 本书中的例题是用 FORTRAN77 语句写的, 同时说明了把它改写为 FORTRANIV 程序的方法, 以便在那些还未装 FORTRAN77 编译系统的计算机上运行程序时不致发生困难.

结构化程序设计方法是近年来兴起的一种程序设计的新的方法. 它使程序有良好的结构,使之易于编写、易于阅读、易于修改和调试, 能大大提高程序设计的效率和质量. 本书介绍了结构化程序设计的方法和结构化流程图,并在全书例题中采用了结构化的方法编写程序,以便使读者掌握新的程序设计思想和方法.

1985 年我们曾编写了一本《FORTRAN77 结构化程序设计》(高等教育出版社出版), 供高等院校高年级学生和研究生使用. 在该书中介绍了数值运算和非数值运算的算法, 结合例题介绍了一些数据结构的知识. 该书出版后受到读者的欢迎. 根据许多高等院校和读者的建议, 我们在该书的基础上重新编写了本书, 供高等院校低年级和非计算机专业学生使用. 在本书中不涉及到较深的高等数学内容和复杂的数据结构, 大学一年级下学期的学生就可以学懂本书的基本内容.

在本书中只介绍最基本的数值运算和非数值运算的算法, 以及程序设计的基本知识. 有了这个基础,以后继续提高再去解决复杂的运算是不会太困难的. 语言是一个工具,应该在使用过程中熟悉它,掌握它. 希望读者不要把它作为一种"理论知识"来学,以"知道了"为满足, 而应当以会应用为目的,做到灵活地、得心应手地用语言编写程序并解决实际问题.

几年来, 我们编写了一些计算机语言的书籍, 对教学体系和教材的编写方法进行了一些改

革. 主要的目的是使广大初学计算机的同志能尽快地掌握计算机的基本知识，进入计算机应用领域. 我们根据多年教学实践的经验，研究总结了初学者的特点，根据他们的认识规律，循序渐进地提出问题和解决问题，步步深入. 不从枯燥的规则定义出发，而从具体问题入手经过分析引出结论. 通过大量的例子分析算法，介绍程序设计的基本方法和技巧. 既注意了教材的系统性、科学性，又注意了易读性、启发性. 努力把被认为枯燥无味的"语言"讲得生动活泼、使人感兴趣. 实践证明，这是行之有效的方法. 本书就是按照以上原则编写的. 重点不放在语法规则的叙述上，而放在算法和程序设计方法上. 从一开始就介绍程序，要求读者编写程序. 以后每学新的一章都要运用所学的内容去编写程序，通过反复编写和运行程序来掌握语言的规定和程序设计的方法. 希望读者在学习本书时，不要把主要精力放在死记语法规则上(靠死记是记不住的)，而要学会怎样把各个孤立的语句组织成一个有机的、好的程序.

学习本课程除了听课和自学外，一定要强调多做练习，多编程序，多上机调试程序，否则是学不好的.

FORTRAN77 标准分为全集和子集，子集只包括全集中的一部分(基本的)功能. 一般微型计算机系统配置的是FORTRAN77的子集. 本书既介绍FORTRAN77子集又介绍FORTRAN77全集的主要功能，便于读者在不同的计算机系统上都能使用.

FORTRAN77便于编写结构化的程序，但仍保留了FORTRAN66标准中的一些非结构化语句，这只是为了与FORTRAN66兼容，以便能使用过去编写的FORTRAN程序. 在第十一章中介绍了这些语句和其它一些不常用的语句，读者需要时可以查阅，但建议编程序时尽量不用它们. 第十二章介绍了"文件"，在使用大量数据时，数据文件是很有用的. 由于学时的限制和初学者的基础，本书只介绍文件的基本知识和简单的应用例子. 我们认为，在读者对FORTRAN 77的基本语句的使用比较熟练编写程序有一定经验后，在遇到需要用文件处理比较复杂的问题时，这时再进一步深入学习有关文件的内容，效果更好一些.

为了便于一些缺乏师资的单位开展教学，已由清华大学电教中心将本书的内容录制成录象带，由谭浩强主讲，共30学时.

本书由谭浩强、田淑清编写. 其中谭浩强编写第一、二、三、四、五、六、八章，田淑清编写七、九、十、十一、十二、十三章. 在出版前，清华大学计算机系林行良副教授曾审阅了本书，提出了一些很好的意见，不少兄弟院校的教师对本书的出版给予了支持和帮助，特此一并表示感谢.

本书一定会有不少缺点或错误之处，恳请同行和读者多提意见.

编者

1986.4.1

目　录

第一章　计算机、算法和程序设计

人类正在向信息化的社会前进，电子计算机的出现影响着人类的生产方式和生活方式，可以说，计算机打开了通向信息化的大门．当今，计算机迅速地进入几乎一切领域，成为人们处理种种复杂任务所不可缺少的现代工具．可以毫不夸张地说，没有计算机就没有现代化．

在未来的社会里，每一个有知识的人都应当会使用计算机．计算机知识应当成为新一代知识分子知识结构和智能结构的一个重要组成部分．为了使用好计算机，必须首先了解计算机．

§1.1　信息处理和电子计算机

人类在自己的活动中最早认识的是“物质”，后来又发现了“能量”，到了二十世纪才认识到“信息”是维持人类社会活动、经济活动和生产活动的资源之一，是构成客观世界的不可缺少的要素之一．

其实，人类自古就开始与信息打交道，进行信息处理．例如，用棍石计数和用算盘计算就是对数据进行记载和运算的例子，财务记帐也是一种信息处理．什么是信息？简单地说，信息是表现事物特征的一种普遍形式，这种形式应当是能够被人类和动物的感觉器官（或仪器）所接受的．例如以声音、图象、文字、指纹等形式表示出来的内容都是信息．人们看一部电影或一本书，就获得了信息．确切地说，信息是客观存在的一切事物通过物质载体所发生的消息、情报、指令、数据、信号中所包含的一切可传递和交换的知识内容．不同的事物有不同的特征，不同的特征会通过一定的物质形式，如声波、文字、电磁波、颜色、符号、图象等发出不同的信息（消息、情报、指令、数据、信号等）．信息是与物质运动紧密相联系的．自然界、人类社会、人类思维活动中自始至终存在着信息运动．人类的知识就是一种特定的信息，是人们对客观世界的信息经过大脑的思维加工而形成的系统化的信息．

人们对信息处理的方式取决于所处时代的生产发展和科学技术水平，但是又反过来对社会的发展产生巨大的影响．在科学技术迅猛发展的今天，信息量如此之大，很难想象用人工的方法能够最大限度地、准确地、迅速地处理人们所需的信息以满足需要．据统计，人类的科学知识，在十九世纪每五十年增长一倍，二十世纪中叶每十年增长一倍，七十年代每五年增长一倍，各种新的学科层出不穷，面临这种知识激增的时代，必须采用现代化的处理信息的工具．于是电子计算机就应运而生了．

所谓信息处理指对信息的收集、加工、存储、检索等，其中“加工”包括计算、排序、归并、制表、摸拟、预测等操作．信息处理可以分为两大类，即：数值处理（又称数值计算）和非数值处理（或称非数值运算）．计算机的应用大体可以归纳为五个方面，即：数值计算（科学计算），事务管理（例如企业、银行、计划管理等），工业控制，计算机辅助设计，以及人工智能（用计算机摸拟人脑的部

分活动)．当然还可以有其它的用途．

有人以为"计算机"的作用就是"计算"，这是一种误解．的确，早期的计算机主要用于数值计算，用来解决工程技术问题中一些复杂的计算．但是由于社会发展的需要以及计算机科学技术的发展，计算机在非数值处理方面的应用得到了迅速的发展．目前，计算机在非数值处理方面的应用已经大大地超过了它在数值处理方面的应用．从这个意义上说，"计算机"这一名词已经不能确切地反映出它的本质和作用．其实计算机是一种现代化的处理信息的工具，称之为"信息处理机"更为确切，也有人称之为"电脑"．只是由于习惯上的原因，我们仍称为"计算机"，但是应当对计算机的作用有一个全面的理解．

电子计算机最早产生于1946年，至今不过四十年的历史，但是它的发展十分迅速．它经历了四个发展阶段：电子管计算机(第一代)；半导体计算机(第二代)；集成电路计算机(第三代)；超大规模集成电路计算机(第四代)．与之同时，计算机的软件也有了迅速的发展．

这四代计算机基于同一个基本原理，就是以二进制和程序存储控制为基础的结构思想．这个思想是由美籍数学家**冯·诺依曼(Von Noumann)**于1946年最早提出来的，它确立了至今为止的各代计算机的基本工作原理．根据这个原理，信息在计算机内部以二进制数表示，除了要将运算所需的数据输入计算机以外，还要将运算的步骤事先编成指令(指令也是用二进制数表示的)，将指令输入到计算机内储存起来，这就是"存储程序"的概念．计算机根据人们事先存储在计算机里面的程序指令，一步一步地进行操作，对数据进行加工处理以及输入输出．从这个意义上说，计算机对信息的处理是不必人们干预的，也就是说是"自动"的，由程序控制的．因此，现在的计算机归根到底还是根据人们预定的意图工作的．这种基于"存储程序"原理的计算机，被称为冯·诺依曼型计算机．

这种计算机的特点归纳起来有以下几点：

1．电子的．计算机的工作基于电子脉冲电路原理，由电子线路产生电脉冲，依靠它进行数据传送和运算．电子计算机的运算速度取决于电子线路．从理论上说，计算机运算速度只受到电的传播速度的限制．所谓计算机运算速度，是指一秒钟能够存取指令的数目．假如有一台计算机，它具有一秒钟存(或取)一万条指令的能力，这台计算机的运算速度就是一万次/秒．一般微型计算机的运算速度为每秒几万次到十几万次．我国研制成功的"银河"巨型计算机的运算速度为每秒一亿次．国外已有每秒几亿次的计算机．

2．具有内部存储能力．为了存放数据和指令，计算机中有存储器(磁蕊存储器或半导体存储器)，可以存入若干电讯号，代表数据或指令．从计算机内部的存储器存取数据和指令，就可以大大降低数据处理的时间，并使程序控制成为可能．

3．由程序自动控制计算机的操作．在计算机运行期间，由预先编好并存入计算机的指令指挥计算机的工作．

因此，电子计算机是一种以高速进行操作、具有内部存储能力、由程序控制操作过程的自动电子装置．

正在研制的第五代计算机将是一种非诺依曼型的计算机，它采取完全新的工作原理和体系

结构．它更接近于人们思考问题的方式，即“推理”方式．第五代计算机不仅在其采用的技术与以前不同，而且在概念和功能方面也不同于前四代计算机．这种新型的计算机被称为“知识信息处理系统”，其功能从目前单纯的数据处理发展到知识的智能处理．这些新型计算机具有人工智能的功能．因此，未来的第五代计算机的研制成功将是对计算机科学技术的一项突破性的贡献，被称为“第二次计算机革命”．目前许多国家都投入了大量的人力财力研制第五代计算机．但是从目前情况看，第五代计算机研制成功并真正投入使用，并非很短时间内所能实现的．作为计算机的应用者，目前我们还是应该学习、熟悉和使用好第三、第四代的计算机．

§1.2 电子计算机的组成

按照冯·诺依曼的理论，电子计算机应当具有输入输出、计算、存储、判断、以及内部控制的功能，这些功能分别由输入设备、输出设备、运算器、存储器以及控制器等几个基本部件组成的．图 1.1 是一个中型计算机系统，图 1.2 是微型计算机系统．

一、存储器

存储器是计算机的一个重要设备，用来存放数据和指令．过去的计算机主要用磁芯存储器，近年来已多改用半导体存储器．由于用的电子器件有两个稳定工作状态（截止和接通，有脉冲和无脉冲），可以用它们分别代表二进制中的 0 和 1．每一个能代表 0 和 1 的电路称为一个二进制位（bit）或称为比特．一个存储器就是由千千万万个这样的二进制位电路组成的，它好比一个大

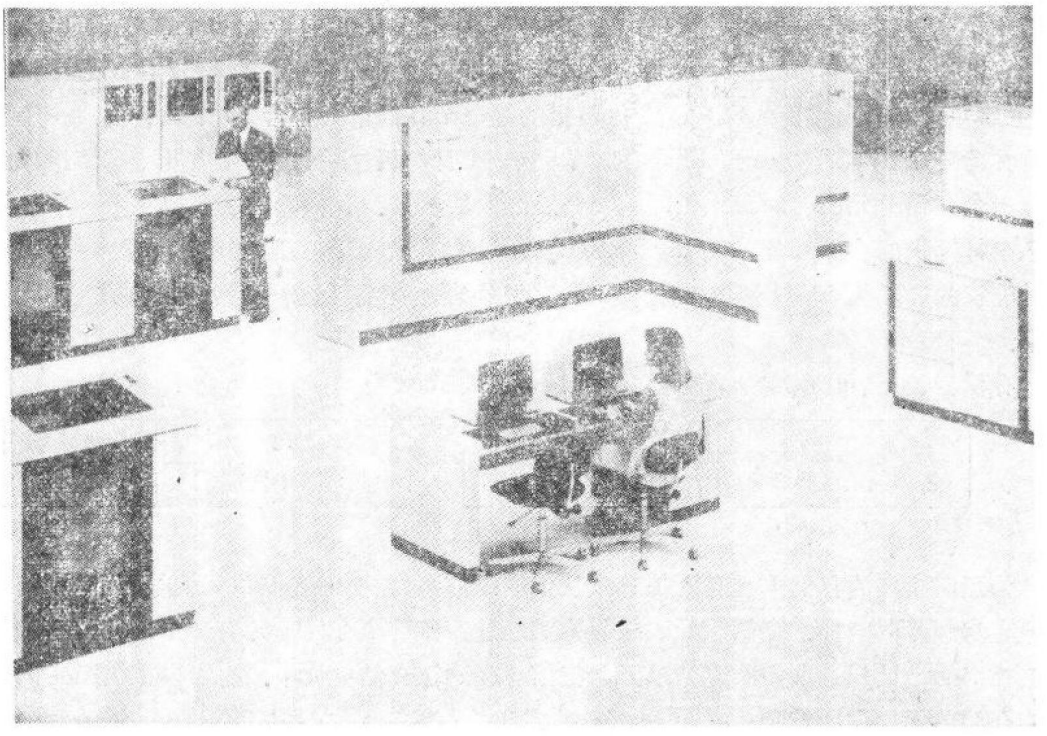


图 1.1

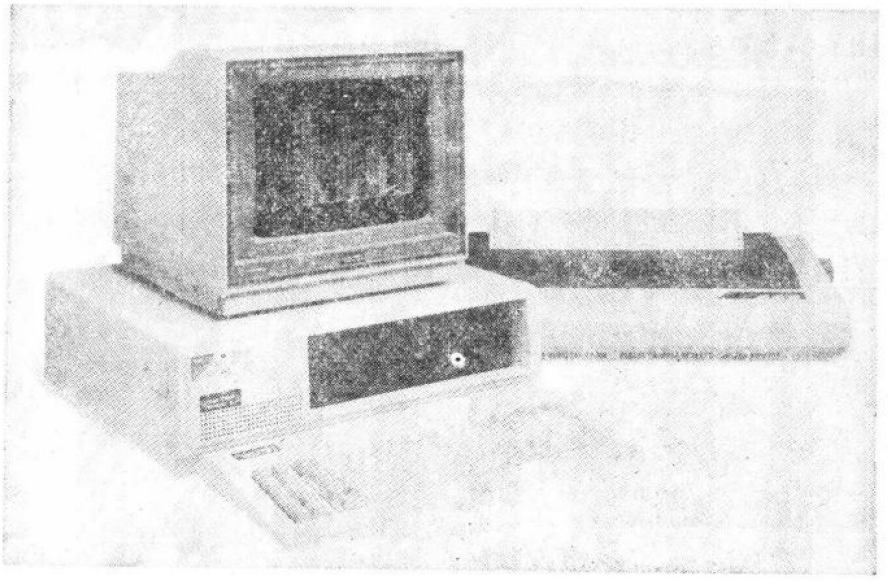


图 1.2

仓库，可以容纳亿万个二进制位信息.

为了管理上方便，把一个存储器分为若干个单元，就如同一个大饭店分为许多小房间一样，在每一个“小房间”中存放一条指令或一个数据，这些小房间称为“存储单元”. 一个存储单元包含若干个二进位. 每一种计算机可以分别规定一个存储单元包含多少个二进位(bit). 有的微型计算机的一个存储单元包含 8 个二进位，有的则包含 16 位，还有的是 32 位. 通常把存储单元称为“字”(word). 常说的“字长 16 位”，指的是一个存储单元包含 16 个二进位. 一般把八个二进位称为一个“字节”(byte). 一个存储单元(一个计算机“字”)由一个或几个字节组成. 也就是说，一个存储单元所含的二进位的数目一般是 8 的倍数. 存储器的容量以字节为单位计算. 一般微型计算机的存储容量为 16K 至 64K 字节 (1K 代表一千，实际上应该是 $2^{10}=1024$). 有的微型计算机的容量为 512K字节，高档微型计算机的容量甚至可达一兆到几兆(1 兆 $=10^6=1000$K)字节.

存储器、存储单元、字节、位之间的关系可以表示如下：

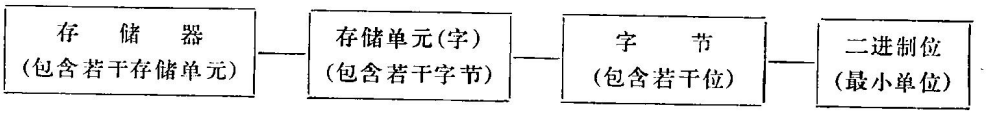


图 1.3

为了向指定的存储单元存入信息或从中取出信息，需要对存储单元编号，如同旅馆中的房间必须有房间号码一样. 存储单元的编号称为地址. 每一个存储单元有一个地址，在存入信息时，根据指出的地址找到所需的存储单元，把信息存到该存储单元中. 也可以根据指定的地址从特定的存储单元中取出信息.

请读者不要将存储单元的地址和存储单元的内容这两者混淆. 前者是存储单元的标志，用

来查找指定的存储单元，后者就是所需存取的信息．见图 1.4

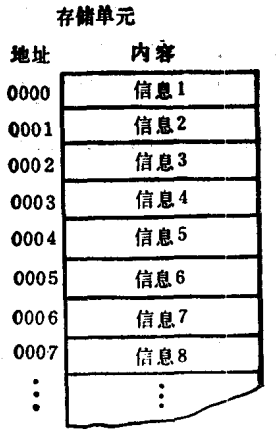


图 1.4

计算机存储器有一个特点：在信息被“取”出之后，存储单元的内容不会改变，只有在向同一个存储单元存入一个新的信息时，原有的内容才会被代替．因此，“存”、“取”实际上应当理解为“写入”和“读出”．

二、运算器

运算器是对信息进行加工的重要部件．计算机的各种运算都是由运算器完成的．应当强调指出．“运算”不仅指算术计算，而且还包括逻辑运算(泛指非算术性的运算．例如，比较两个数值，根据比较结果决定操作的内容)．如果需要将两个数值进行算术运算，应先从存储器的两个存储单元中，将两个数据取到运算器中，运算完毕后结果仍在运算器中，可以根据需要将它送到某一存储单元中保存起来，以备后用．

三、控制器

计算机的各种操作都是在控制器的指挥下进行的．控制器根据事先存入计算机的指令向运算器、存储器、输入输出设备发出控制信号，使之按要求进行工作．它是计算机的“神经中枢”．

运算器和控制器合称为中央处理器(Central Processing Unit)，简称 CPU，通常把它们制造在一个晶片上，它是计算机的核心部分．存储器好比仓库，自己是不能进行和完成任何操作的，操作是由 CPU 控制并完成的．

四、输入输出设备

所有需要由计算机处理的信息都是通过计算机的输入设备送到计算机的存储器中的．在需要对该信息进行运算时再从存储器取到运算器中．常用的输入设备有：卡片读入机(读卡机)、纸带输入机、终端显示器等．输入设备能自动地将输入的信息转换成二进制形式存到存储器中．例如，在终端显示器的键盘上按下字母键“A”，按 ASCII 代码的规定(一般计算机系统采用ASCII 代码，见附录 Ⅳ)，“A”的代码是二进制码 01000001，显示器设备将 01000001 这个信息输入计算机．

计算机内的信息可以通过输出设备传送出来，例如，可以将计算结果打印在纸上，显示在荧光屏上，或存储在磁盘上．常用的输出设备有：打印机、终端显示器(它既是输入设备，也是输出设备，用键盘输入，从荧光屏上输出)、绘图机等．在输出时，输出设备会自动地将计算机内的二进制信息转换成人们所需的字母、数字或图形．

大批量的信息常记录在磁带或磁盘上，在需要的时候通过磁带机或磁盘机把信息输入到计算机中去．磁带机常用作大中型计算机的输入输出设备．在大、中型计算机系统中常使用硬磁盘，一个磁盘组(包含 10 个左右硬盘)的容量可达几百兆字节．微型计算机常用软磁盘，软盘有 5 英寸和 8 英寸两种，容量为几百 K 字节．在一些高档微型机系统中也使用一种称作温盘(Wi-

nchester 盘)的硬磁盘，容量约为 10 兆字节. 磁带和磁盘可以记录大量的信息，因此又作为计算机的外存储器使用. 例如，一个单位的人事、工资档案可以记录在一个磁盘上，便于保存和管理，需用时临时找出来输入计算机，即可实现检索或其它处理.

计算机系统示意图和各部分之间的关系见图 1.5 和图 1.6.

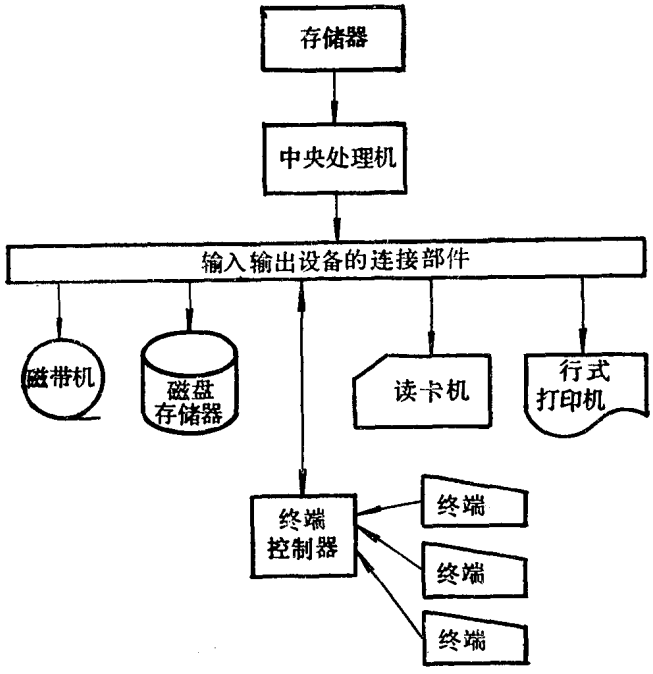


图 1.5

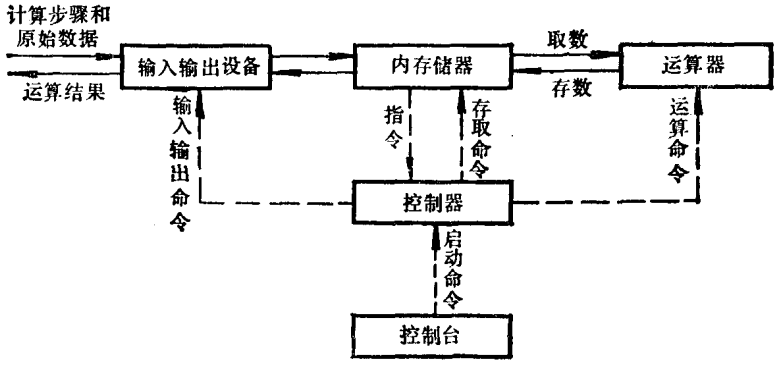


图 1.6

§1.3 计算机语言和软件系统

人们要使计算机按自己的意图工作，必须使用计算机所能接受、理解和执行的指令. 从根本上说，计算机只能接受和处理由二进制代码组成的指令. 每一种型号的计算机在设计时由设计者规定好一套**指令系统**，确定用什么指令来完成什么操作. 例如，在某种计算机上用

0000101011011101 来实现一次加法. 这种计算机能接受的代码称为机器指令，它是面向机器的. **机器语言**是机器指令的集合. 要让计算机产生一系列的操作，应当写出一条一条的机器指令. 为解决某一问题而设计的一段指令序列称为程序.

用机器语言编程序是一件繁琐而枯燥的工作，而且直观性差，不同计算机的指令系统互不通用. 这给计算机的广泛使用造成很大的不便.

符号语言 比机器语言前进了一步，它用符号代替二进制码. 例如用 MOV 代表“传送”，ADD 代表“加法”，一条符号语言指令对应于一条机器指令. 当然，计算机不能直接接受和执行符号语言程序，必须把它一条一条地“翻译”成机器指令，这个翻译工作叫做代真. 最初的代真是由人工完成的，后来人们编制了一个程序让计算机来完成代真. 这个起代真作用的程序称为**符号汇编程序或汇编程序**.

符号语言和机器语言一样，都是依赖于具体机器的. 因此它们被称为**低级语言**. 对初学者来说，用符号语言编写程序仍然不是一件容易的事情.

后来人们创造了“高级语言”，又称“程序设计语言”. 它不是面向机器的，而是面向问题的，即不依赖于具体机器. 用高级语言写的程序可以适用于任一种类型的计算机(或者只需作很小的修改). 高级语言与人们习惯使用的自然语言和数学语言比较接近，因而人们容易理解和使用. 例如，用 READ 表示“读入”数据，用PRINT 表示“打印”，用A＝(B+C)/2 表示计算 $\frac{B+C}{2}$的值并将结果存到变量 A 中. 显然，用高级语言写程序比用低级语言写程序容易得多，任何一个具有中学以上文化程度的人都能很快学会和使用它.

目前已经出现了几百种高级语言，各有不同的语法规定和用途，常用的高级语言在下页表中列出.

和符号语言不同，高级语言的一个指令(通常称为语句)不是对应于一条机器指令，而对应若干条机器指令. 例如可以在一个语句中包括加、减、乘、除、转移等多种操作. 显然，高级语言程序比符号语言程序简单易写.

同样，计算机不能直接接受高级语言程序，而必须首先翻译成机器指令. 这个工作比汇编代真复杂得多. 将高级语言程序(称为源程序)转换为机器语言程序(称为目的程序或目标程序)的工作由“编译程序”来完成. 其工作过程见图 1.7.

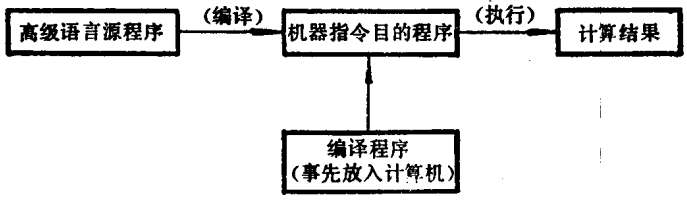


图 1.7

应当指出，并不是任何机器在任何时候都能运行任何一种语言程序的. 如果想在一台计算机上运行一个 FORTRAN 语言程序，必须首先保证该计算机具备 FORTRAN 编译程序. 一般在

名　称	缩写字含义	发表日期	主要应用	评　语
FORTRAN	FORmula TRANslation	1956	科学计算	第一个被广泛采用并且目前仍在广泛使用的语言
COBOL	COmmon Business-Oriented Language	1960	商业，数据处理	风格似英语，是应用最广泛的一种语言
ALGOL 60	ALGOrithmic Language 1960	1960	科学计算	适于数值计算，包括逻辑处理，它的前身 ALGOL 58 是几种重要语言的基础
LISP	LISt Processing	1960	表处理	用于人工智能研究
BASIC	Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code	1964	数值计算	简单易学，是大多数微型机和个人计算机都配备的语言。目前应用范围已超过数值计算，在管理领域也得到广泛使用
PL/1	Programming Language/1 但也有人认为 PL/1 不是缩写字	1964	多用途	第一个极大型的、功能极强的语言，包括了 ALGOL，COBOL，FORTRAN和其它一些语言的概念和特点
ALGOL 68	ALGOrithmic Language 1968	1968	多用途	功能非常强的语言，但不能和 ALGOL 向上兼容
PASCAL	pascal 是十七世纪法国哲学家 Blaisl pascal 的名字，他发明了计算器	1971	多用途	小而精练，具有很多特色的语言。广泛用于程序设计教学，是结构化的语言
C	非缩写字	1975	系统程序设计	用于编写 UNIX 操作系统和它的大多数应用软件
APA	非缩写字，Ada 是一人名	1979	多用途	是功能很强的语言，被称为八十年代的语言

计算机出厂和出售时，提供有关的编译程序和其它软件（存放在磁盘或磁带上提供给用户）．在运行某一语言的程序前，把编译程序输入计算机内，并用它对高级语言源程序进行翻译，然后才能使计算机执行目的程序．

可见，计算机必须配备各种有专门用途的程序（如汇编程序、编译程序等）才能有效地工作．一个好的计算机系统除了要有质量高的设备（包括计算机主机和输入输出设备．它们是机器系统，称为硬件）外，还应当有功能完善的程序系统（称为软件）．软件的作用是更好地发挥机器系统的作用．一个不配备任何软件的计算机（称为“裸机”）的作用是有限的，使用是极不方便的，效率是很差的．近年来，各计算机厂研制软件所花费的人力和财力远远超过硬件．在购买计算机时也必须选购各种必须的软件．

除了上面介绍的编译程序、汇编程序外，软件还包括操作系统、诊断程序、数据库管理程序、程序库等．

操作系统（Operating System，简写为 OS）是一个十分重要的软件，是整个软件系统的核心．它是一个庞大的管理程序，其作用是控制所有在该计算机上运行的程序并管理这个计算机的所有资源．它能充分利用计算机的全部资源（包括硬件和软件资源），最大限度地发挥计算机

系统各部分的作用．例如，一台中型计算机允许几十个用户同时使用计算机(分时方式)，操作系统的作用有如“总调度”，使各程序轮流使用计算机的CPU，使计算机的各部分(包括输入输出设备)协调有效地工作．一台中型计算机有了良好的操作系统后，利用率可提高数十倍．

图1.8表示计算机——操作系统——编译程序——用户源程序间的关系．

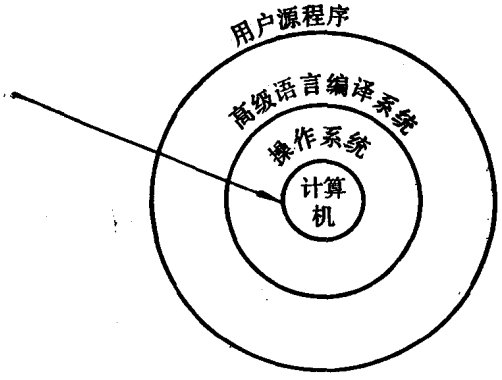


图 1.8

§1.4 计算机算法

为了解决一个问题而采取有限的步骤，称为算法．例如建造房屋的各工序可以称为建造房屋的算法．广义地说，任何一个问题的进行过程都有它自己的算法．当然我们只讨论计算机算法，即如何使计算机一步步地进行工作的具体过程．我们用机器语言或高级语言编写成程序，指挥计算机按指令工作，这就是一种计算机“算法”．在设计一个计算机算法时，应当考虑到计算机能否执行．例如让计算机完成“打印8+5的和”是可能的，而让它“替你配一副眼镜”是不能实现的(至少目前如此)．

下面举一例说明如何设计一个计算机算法．

例1 商店结帐，要求将当天100笔收入累加，打印出总和．应当使算法的每一步在计算机上都是能够执行的．可以写出下面的算法：

(1) 将第一笔收入输入给计算机；

(2) 将第二笔收入输入给计算机；

(3) 将以上两笔收入相加；

(4) 将第三笔收入输入给计算机；

(5) 将它和前二笔收入的和相加；

⋮

(198) 将第100笔收入输入给计算机；

(199) 将它和前99笔收入之和相加；

(200) 打印出100笔收入的总和．

显然，这个算法虽是可实现的，但并不是好的算法．如果收入1000笔，算法就会写得更长．