

BASIC 语言程序设计

陈宗信 朱莉 编
李贵龙

中国地质大学出版社

1988

73.8742
4-C84

14244
840899 - 908

7-14
20.084

阅 览 室

BASIC 语言程序设计

陈宗信 朱 莉 编
李贵龙

中国地质大学出版社

1988

BASIC语言程序设计

陈宗信 朱 莉 李贵龙 编

责任编辑 陈绪成

中国地质大学出版社出版

湖北省测绘队地图印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

*

开本 787×1029 1/16 印张 8.875 字数 218 千字 激光照排胶印

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数 1—2000册

ISBN 7-5625-0143-2 TP·5

定价:2.10元

前 言

本教材是根据多年的教学实践并参照“UV68BASIC 语言参考手册”编写而成。全书共分九章,其中第一章着重介绍了计算机的基本知识和算术基础,以便学生对计算机有一完整概念;第二至八章主要针对宇宙机介绍了 BASIC 语言的基本语句和重要的扩充语句,并结合具体实例叙述了各种语句的功能及程序设计技巧,尽可能做到概念清楚和通俗易懂;第九章较系统地论述了地质定量分析中常用的几种多元统计分析方法并附有源程序以供学生参考和使用。

本书一至七章由陈宗信同志负责编写;第八章由朱莉同志负责编写;第九章由李贵龙同志负责编写。全书的审定由张世俊教授负责,书的出版责任编辑由中国地质大学出版社陈绪成同志担任。在本书的编写过程中,还得到了中国地质大学计算机系系统软件教研室和宇宙机室的同志们们的热情帮助,在此,对上述单位的领导和同志们谨表示诚挚的谢意。

由于编者的水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

1988 年 11 月初于武汉

05133/10

目 录

第一章	电子计算机的基本知识	(1)
§ 1-1	计算机的发展与分类	(1)
§ 1-2	计算机的特点和应用	(3)
§ 1-3	计算机的组成	(4)
§ 1-4	计算机的解题过程	(8)
§ 1-5	计算机所使用的语言	(8)
§ 1-6	计算机的算术基础	(11)
§ 1-7	定点表示法和浮点表示法	(15)
第二章	微型计算机及 UV(宇宙)系列微型机简介	(19)
§ 2-1	微型计算机的基本概念	(19)
§ 2-2	UV68 系列微型计算机系统及其性能	(21)
§ 2-3	UV68 系列微型计算机的基本操作和常用命令	(22)
§ 2-4	UV68 系列机 BASIC 语言的基本符号	(29)
§ 2-5	常数	(30)
§ 2-6	变量	(30)
§ 2-7	基本函数	(32)
§ 2-8	表达式	(33)
§ 2-9	BASIC 程序的基本结构及运算方式	(36)
第三章	赋值和输入输出语句	(38)
§ 3-1	赋值语句	(38)
§ 3-2	置数(DATA)语句、读数(READ)语句和 恢复(RESTORE)语句	(39)
§ 3-3	键盘输入(INPUT)语句	(42)
§ 3-4	打印(PRINT)语句	(43)
§ 3-5	暂停(STOP)语句、结束(END)语句和 注释(REM)语句	(45)
第四章	转移语句	(48)
§ 4-1	转向(GOTO)语句	(48)
§ 4-2	逻辑条件转移(IF---THEN)语句	(49)
§ 4-3	计算转移(ON)语句	(57)
第五章	循环语句和维数语句	(61)
§ 5-1	循环语句	(61)
§ 5-2	多重循环	(66)

§ 5-3	维数(DIM)语句	(67)
§ 5-4	循环语句和维数语句应用举例	(69)
第六章	子程序和文件存取	(76)
§ 6-1	单行自定义函数(DEF)语句	(76)
§ 6-2	多行自定义函数	(77)
§ 6-3	GOSUB(转子)和 RETURN(返回)语句	(78)
§ 6-4	ON—GOSUB 语句	(81)
§ 6-5	文件的存取	(81)
第七章	字符串函数	(84)
§ 7-1	由字符串转变为数字的函数	(84)
§ 7-2	由算术表达式转换为字符的函数	(85)
§ 7-3	字符串处理函数	(86)
第八章	矩阵语句和自选格式打印语句	(89)
§ 8-1	矩阵的输入/输出语句	(89)
§ 8-2	矩阵的赋值和传送语句	(91)
§ 8-3	矩阵的代数运算	(93)
§ 8-4	矩阵的转置和求逆语句	(93)
§ 8-5	重定矩阵大小	(95)
§ 8-6	DET——计算矩阵行列式的值	(96)
§ 8-7	自选格式打印语句(PRINT USING)	(97)
第九章	在地质中常用的多元统计程序	(109)
§ 9-1	二维网格测点观测值多项式趋势分析	(109)
§ 9-2	逐步回归分析	(116)
§ 9-3	模糊聚类分析	(121)
§ 9-4	R 型因子分析	(126)
附录	ASCII 代码表	(136)
主要参考文献		(136)

第一章 电子计算机的基本知识

§ 1-1 计算机的发展与分类

电子计算机是一种能够自动地、高速地对大量数据进行处理电子设备。它主要是由输入设备、主机、输出设备和系统软件所组成。电子计算机与其他机器不同,它是模拟人类的“思维过程”来进行信息处理、知识处理进而发展为具有智能处理能力的系统。电子计算机的产生和发展是 20 世纪科学技术卓越成就之一,它的出现已直接影响到整个社会的产业结构、劳动力结构、管理方式和服务方式,它将强有力地推动我国国民经济、科学技术、文化教育和国防事业的发展。

一、计算机的发展

电子计算机自 1946 年问世以来,它的发展经历了四个阶段,现正处于以大规模集成电路为主要标志的第四代计算机的兴盛时期。大、中、小、微各类计算机普遍采用 100 个门以上的 LSIC(Large Scale Integrated Circuit 即大规模集成电路)和 64K 位以上 VLSI(Very Large Scale Integration 即超大规模集成电路)。

从 1946 年到 1957 年为第一代。其特点是:逻辑元件采用电子管,主存采用延迟线或磁鼓,外存贮器开始使用磁带机;软件主要使用机器语言,符号语言也已出现并开始使用;计算机的应用着重于科学计算和批处理方式。

从 1957 年到 1964 年为第二代。磁芯存贮器,外存贮器已开始使用磁盘;软件使用算法语言,此阶段还提出了操作系统。计算机除广泛用于科学计算外,在事务处理和过程控制方面也得到了应用。这代计算机在性能和可靠性方面都比第一代计算机提高了一个数量级。在体积和功耗方面大大地减少,在结构上向通用型方向发展。

从 1964 年到 1971 年为第三代计算机。其特点是:逻辑元件采用集成电路,存贮元件主要还是磁芯。在机种方面则向多样化、系列化方向发展。在此期间计算机外部设备得到迅速发展,尤其是终端设备和远程终端设备,它们与通信设备的结合使计算机发挥越来越大的作用。第三代计算机广泛应用于科学计算、数据处理、工业控制等各个领域。其应用方式已进入了以系统化和分时操作为特征的时代。在存贮器容量、运算速度和可靠性等方面又比第二代机器提高了一个数量级,它们的体积也进一步缩小。

第四代计算机以全面采用大规模集成电路为标志。从 1970 年大规模集成电路研制成功,1971 年开始部分投入使用,到 1975 年全面采用大规模集成电路,计算机得到了迅猛的发展。第四代计算机除了逻辑元件采用了大规模集成电路外,主存贮器也采用了大规模半导体存贮器,超大规模的外存贮器——磁盘,存贮技术已经成熟。

第四代计算机在软件方面与硬件有更多的结合,在应用方面则出现了多机形式的综合信息处理网络,进入了以网络为特征的时代。后者使用户能共享计算机资源,并为其他科学技术的迅猛发展创造了十分有利的条件。

国际上正在研制第五代计算机,这是社会进步的要求,也是科学技术发展的必然趋势。第

五代计算机的主要特点有:1. 智能化,计算机具有听、写、画、看以及学习、联想、推理、解决问题等功能;2. 改善软件环境,减轻软件负担,可以采用自然语言进行人机会话;3. 提高计算机系统的综合指标,即提高性能价格比,高速、大容量、高度适应性和灵活性、高可靠性和保密性等等。从计算机应用出发,当前电子计算机正向巨型机、微型机网络和计算机智能模拟等方面发展。

巨型计算机是指高速度、大容量的计算机。当前对巨型机所定的标准是每秒运算1亿次以上,字长达64位,主存容量4~16兆字节。在复杂的科学技术数值计算中,对计算机性能要求是很高的,没有高速大容量的计算机是难于实现的。如四色定理的论证、空间飞行体分析、气象预测、结构分析等等。当前,巨型计算机的运算速度已达到每秒10亿次以上(如Cyber205机每秒可进行8亿次浮点运算,日本NEC公司1983年制成的SX-2机每秒运算达13亿次),日本和美国正研制每秒100亿次以上的巨型机。巨型机的发展集中地体现了计算机科学研究水平,同时将带动一批新技术、新材料、新工艺的发展。

微型计算机具有体积小、重量轻、结构简单、耗电量低、使用灵活、价格便宜及较高的性能价格比等优点,因而1971年第一台Intel微处理器4004问世以来,其发展速度极其迅速,使计算机技术出现了新的飞跃,进入了一个新的发展时代——微型计算机技术的时代。

计算机网络是以共享资源为目的,通过数据通信线路将多台计算机互相连结起来,形成彼此能够相互通信的一组相关的或独立的计算机系统。资源共享包括共享网络中的计算机硬件、软件和数据。计算机网络的发展使用户可在同一时间不同地点使用同一个计算机网络系统,从而大大地提高了机器的使用效率,同时也方便了用户。因此,现在许多发达国家都建立了全国范围的综合性或专业性计算机网络。美国国防部高级研究局建造的ARPA(Advanced Research Projects Agency)网就是用高速传输线(50千位/秒),把不同地点的计算机连接起来构成的。ARPA网横跨美国的东西部以及英国和挪威,通过卫星信道实现数据传输。该网目前已拥有45台主计算机和35台接口机,主要用于信息检索。我国计算机网络还不够普遍,只有少量的气象网、铁路通信网。计算机网络可用于交通和企业管理、气象预报、航空系统、情报检索以及学术交流等诸方面。

计算机的智能模拟则是自动化发展的高级阶段。许多国家都大力开展研制具有学习功能、自动进行逻辑判断的智能模拟计算机——“机器人”。智能模拟是指计算机能模拟人的思维过程和机理,使其具有识别图象和物体、证明定理、研究学习、探索、联想、启发等功能(包括理解人的语言)。

展望未来,在计算机的发展过程中,必将有新的突破。虽然,要准确预计未来是相当困难的,但从当前科学技术发展水平来看,未来的计算机将是半导体技术、光学技术、超导技术、电子仿生技术互相结合的产物。80年代全面采用大规模集成电路的第四代计算机将迅速普及;采用超大规模集成电路的计算机将不断出现,运算速度可达每秒100—1000亿次。90年代以后,集成光路,超导器件以及电子仿生技术将进入计算机,从而会出现光学计算机、超导计算机和人工智能计算机等全新的计算机。计算机科学技术和通信相结合构成了未来信息社会的核心物质基础。

二、计算机的分类

电子计算机通常分为数字式和模拟式两大类。数字式电子计算机是在算盘的基础上发展起来的,是由电信号的有与无和个数来表示数值的大小、多少,并根据算术法则及逻辑法则进行计算。这类计算机解题的精度高,灵活性好,又便于信息存贮。因此,目前大量应用的都是数字式的。通常所说的电子计算机,除另有说明者外,一般是指数字式电子计算机。模拟电子计

算机是在计算尺的基础上发展起来的。用电压的大小来表示数值的大小、多少,用电的物理变化过程实现数值的计算。此类计算机虽然精度有限,信息存贮困难,但能模拟问题中的物理量,便于仿真研究,解题速度快。因此,在工业上、国防上用得较多。

电子计算机还可按其它标志进行分类。如按使用范围可分为通用机和专用机;按规模大小可分为巨型、大型、中型、小型和微型;按数的表示形式可分为定点机和浮点机;按操作方式可分为串行计算机和并行计算机;按用途可分为计算、控制和数据处理计算机等。

§ 1-2 计算机的特点和应用

一、计算机的特点

(一)运算速度快

目前最快的计算机每秒可运行千万次到亿次,甚至上百亿次。例如 1983 年国产的 757 计算机,每秒可运行大约一千万条机器指令,银河机每秒可做一亿次向量运算。

(二)计算精度高

计算精度取决于计算公式的选择和初始数据的有效位数。而计算机的精度取决于字长。我们可以根据要求进行设计,增加字长,提供进行高精度计算的条件,一般通用机都可以精确到小数点后十几位有效数字。

(三)具有记忆能力

计算机有内外存贮器,具有存贮大量计算信息的功能。可以记住一切原始数据、程序、运算的中间结果和最后结果,并能根据需要快速而准确地把这些数据提供给运算器或其它外部设备使用。

(四)具有逻辑判断能力

计算机不仅可以进行算术运算,还可以做逻辑运算,如逻辑与、或、非等。

(五)自动控制运算过程

只要把所要运算的问题编成程序,输入到机器后,计算机就能自动地连续地进行计算或对生产过程进行控制,并能通过输出设备把计算结果输送出来。

二、计算机的运用

计算机的应用十分广泛,大至进行空间探索,小到揭示微观世界,从尖端科学技术到日常生活,几乎无所不包。归纳起来大致有下列几方面的应用。

(一)数值计算

计算机广泛应用于科学研究和工程技术的计算中,这是计算机应用的一个基本方面。例如数学、物理、天文学、地学、生物学等基础科学的研究以及航天飞船、飞机设计、船舶设计、建筑设计、水力发电、天气预报、地质勘探等方面的大量计算都可以用计算机。应用计算机进行数值计算,可以大量节约时间、人力和物力。例如,一个有两百个未知数线性代数方程组用每秒百万次的 150 机来算,只需十几秒钟就能算出结果。如果用人工计算,则要几十人计算一年。

(二)数据处理

用计算机对数据及时加以记录、整理与计算、加工成人们所要求的数据形式,称为数据处理。数据处理与数值计算相比较,它的主要特点是原始数据多,时间性强,计算公式比较简单。

电子计算机问世的初期即被用作财贸方面的数据处理。财贸部门账目的汇总、分类、统计、制表等数据处理工作均可由计算机来完成。除财贸方面数据处理外,在办公室自动化、交通运

输、石油勘探、电报电话、医疗卫生等方面也广泛应用计算机进行数据处理。例如：地质定量分析中地震勘探的地震数据处理，地化资料的处理等，由于处理的数据量大，逻辑判断多，必须借助电子计算机才能进行。

(三)自动控制

计算机能应用于石油化工、水电、冶金、机械加工、交通运输及其它国民经济部门中生产过程的控制以及武器、航天飞船的自动控制。用于这方面的计算机可以是工业控制机、军用控制机等专用计算机，也可以是配上有关专用外部设备的通用计算机。

采用计算机实现生产过程实时控制能提高产量和质量，提高生产率，改善劳动条件，节约原料消耗，降低成本。例如在钢铁工业方面，纯氧顶吹炼钢采用计算机控制，不仅减轻了工人劳动强度，而且提高了产量和降低了消耗。我国的一些工厂、电站已实现了计算机闭环自动控制，取得了良好的效果。

(四)计算机辅助设计

计算机辅助设计是设计人员借助电子计算机进行设计的一项专门技术。采用计算机来辅助设计，使设计过程走向半自动化和自动化。这是计算机应用的一个重要方面。计算机辅助设计不仅可以大大缩短设计周期，降低生产成本，节省人力物力，而且对于保证产品质量，提高合格率也有重要的作用。

现在已采用计算机来辅助设计大规模集成电路，辅助设计计算机以及辅助设计船舶、建筑、飞机、实现地质制图自动化等。

(五)逻辑关系加工与人工智能

逻辑关系加工是指计算机对一些逻辑性质的问题进行加工处理。在逻辑关系加工这类应用中，最突出的例子之一是机器自动翻译，即由计算机把一种语言文字翻译成另一种语言文字。目前，国际上各主要文种的机器自动翻译已基本研究成功，但由于译文正确性不高，离实用阶段尚有一段距离。至于语言的自动翻译，即由机器把人的一种语言翻译成另一种语言，更是处于探索之中。我们相信，在科学技术深入发展的前提下，机器自动翻译的问题将会得到圆满的解决。

除机器自动翻译外，属于逻辑关系加工这类应用的还有情报检索，论文摘要，机器编程序，下棋，战术研究等。

逻辑关系加工的进一步发展，就属于人工智能的范畴了。当计算机具有一定的推理和学习功能，能够自己积累经验，从而提高解决问题的能力时，就说明计算机具有了人工智能。

人工智能的表现形式是多种多样的。诸如计算机学习，计算机证明，景物分析，机器人等。

计算机在地质工作中的应用也是十分重要和广泛的。现已应用于地质科学各门学科，如地球物理勘探、数学地质、航空地质、地质力学、地球化学、水文工程、地层、构造、岩石、矿物、矿床、地史、古生物等方面。

§ 1-3 计算机的组成

计算机是由二大部分组成的：第一部分是机器系统，通常称为硬件（或硬设备）；第二部分是程序系统，通常称为软件（或软设备）。

一、硬设备

(一)运算器

运算器是直接完成各种算术运算和逻辑运算的装置。算术运算就是加、减、乘、除等运算,逻辑运算就是按照逻辑代数规律进行的运算,如逻辑加、逻辑乘、逻辑非等。此外,运算器还能进行别的一些动作,如数码的传送、移位以及给出转移特征等。所有这些运算和动作统称为操作。指挥机器进行操作的命令,称为指令。一台机器所具有指令的全体,称为指令系统。每台机器都有其特定的指令系统。

机器的各种运算可以由相加、移位这两个基本操作来实现。为了进行运算,参加运算的数需要在运算器中暂时存放起来,称为寄存。每次运算所得的中间结果也要暂时保留,使上次运算结果能直接为下一次操作所利用。因此,运算器必须具备三个最基本的功能。

第一,数码的寄存;第二,数码的移位;第三,数码的相加。

寄存数码的部件称为寄存器。在寄存器里增加一些附加电路,便可实现数码的移位。而数码的相加,则要用到加法器。所谓加法器就是直接实现数码相加的部件。

由此可见,运算器通常是由加法器以及若干个寄存器(兼有移位功能)组成。

计算机的运算器由电子线路构成。

(二) 存贮器

存贮器是存放数据和程序(程序是指解题所需要的一系列指令)的装置。不论是数据或指令都是一些用二进制数表示的代码,存贮器的基本功能是能够把许多的代码,按需要存进去(写入)或取出来(读出)。这种功能可比喻为人的“记忆”,所以,存贮器也叫记忆装置。

存贮器要存贮大量的代码,因此它分成许多小的单元,正如一座集体宿舍有许多小房间一样。存贮器内的小单元,称为存贮单元。每个存贮单元有一个编号,称为地址。每个存贮单元通常存放一个具有独立意义的代码,即存放作为一个整体来处理或运算的一组数字。这样的一组数字称为字。字的长度,即字所包含的位数,称为字长。存贮器所具有的存贮单元的总数称为存贮容量(简称容量)。存贮容量愈大,意味着机器的功能愈强。例如,我们说某台机器的存贮量为 8192 个单元(字),意思就是说能记忆 8192 个数,可简记为 8K,这里 1K 字等于 1024 个字。因为字长有长有短,所以在讲存贮容量的时候,如果把字长也直接表示出来则更具体了。比如,容量为 8192 个单元,每个单元为 32 位,则存贮容量可写成 8192×32 位。因此,衡量存贮容量的大小,又可用能存“多少个位”来表示。从存贮器取一个数或存一个数所需的时间,称为存取周期或存取时间。

上述的字长,存贮容量和存贮周期,都是计算机的一些重要的技术指标。例如 UV68/137 机的字长为 16 位,存贮容量为 1 兆字节,存取周期为 45 毫微秒。

存贮器一般由记忆元件(例如磁芯、磁带、磁盘等)和电子线路构成。

存贮器按其在机器中的作用分为两类:一类称为内存贮器,简称内存;另一类称为外存贮器,简称外存。内存容量比外存容量小,但存贮速度快。

内存的种类很多,例如磁芯存贮器、磁膜存贮器、半导体存贮器等。目前最常用的是磁芯存贮器和半导体存贮器。

外存的种类也很多,例如磁鼓存贮器、磁带存贮器、磁盘存贮器、磁泡存贮器等。目前最常用的是磁带和磁盘存贮器。

(三) 控制器

控制器是整个机器的指挥系统。它通过向机器的各个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。但控制器究竟靠什么指挥机器工作呢?实际上,控制器是根据人们事先编好的程序来进行控制的。计算机先做什么,后做什么,如何处理可能遇到的一切情况,都

要由程序来决定。人们把事先考虑好的意图表达在程序中,而控制器按程序指挥机器工作。所以,可以说控制器是按人的意图(由程序体现)来指挥机器工作的。计算机自动工作的过程,实质上就是自动执行程序的过程。

控制器一般由电子线路构成。

运算器、控制器和内存贮器合称为电子计算机的主机。其中运算器与控制器合称为中央处理机,也称 CPU。仅有此三种设备还不能工作,因为,计算机只能识别有无电脉冲两种情况的信号,用数学表示就是 0 与 1 两个符号。因此,人们习惯的十进制数码,机器则不认识,为了沟通信息,将人们习惯的十进制数变换成机器能识别的数送入机器才能运算,而机器运算的结果又得变换成人们所习惯的数或图形。所以,必须有一套数码变换设备,这就是起桥梁作用的输入输出设备。

(四)输入设备

输入设备是向计算机送入数据、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、电传打字机、控制打字机、光笔以及模——数转换器等。

理想的输入设备,应该“会看”、“会听”,即能够把人们用文字符号写出来的问题,或者用语言表达的问题直接送入机器进行处理。这种理想的输入设备,目前还处于研制阶段,未能正式使用。现在普遍采用的方法,还是把问题变换成计算机所能接受的符号、代码,然后再送给计算机。

(五)输出设备

输出设备的作用是把机器工作的程序、原始数据、中间结果或最后结果表示(打印或显示)出来。

输出设备有行式打印机、荧光屏、电传打字机、输出打字机、自动绘图机、缩微胶卷以及数——模转换器等。

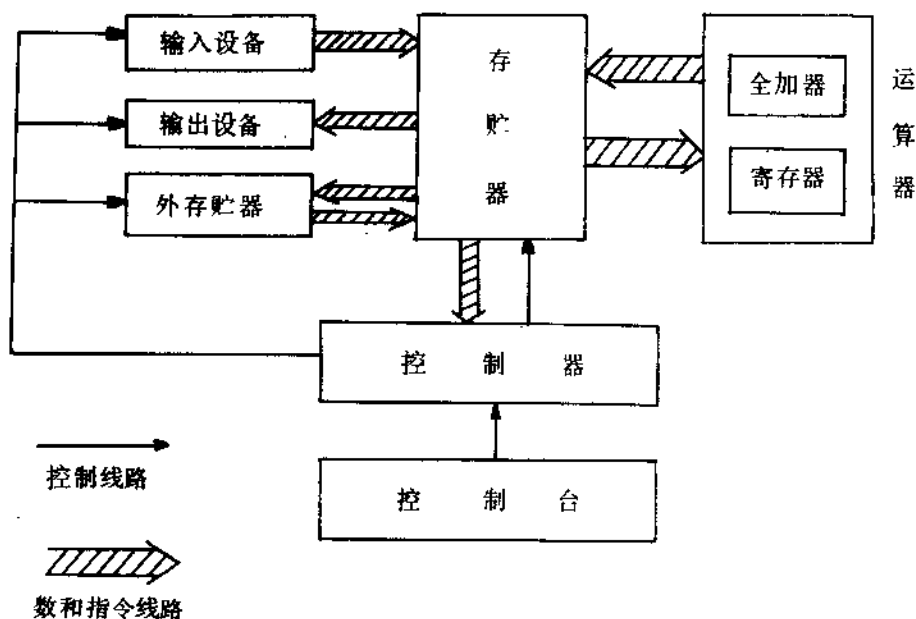


图 1-1 计算机硬设备关系图

理想的输出设备应该“会写”、“会讲”。“会写”已能做到,现在的计算机不但能输出数字、文字、符号,而且还能画图。至于“会讲”,即声音输出,还在研究之中。

所有上述设备通称计算机的硬设备,它们之间的相互关系和运行路线,如图 1-1 所示。

二、软设备

它是为了方便用户和充分发挥计算机效能的各种程序的总称。它不同于普通的解题程序,其着重点是利用计算机本身的逻辑功能,合理地组织整个解题流程,简化或代替在各个环节中人所承担的工作,从而达到充分发挥机器效能,便于用户掌握计算机的目的。软件通常分为系统软件和应用软件。

(一)系统软件

为便于使用和管理计算机的程序系统,统称为系统软件。系统软件包括:

1. 各种语言的汇编或解释、编译程序

(1)汇编程序——处理用汇编语言编写的源程序,并将其直接加工为机器语言程序。

(2)编译程序——处理的是用高级程序设计语言(如 FORTRAN、PASCAL、C 语言等)所编写的源程序。经过几遍加工,最终产生一个称之为结果程序的程序。结果程序可以是机器语言程序,也可以是其它语言形式的程序。

(3)解释程序——它处理的源程序,也是用某种类型的高级程序设计语言(例如 BASIC 等)编写的。与编译程序的主要区别是,解释程序每加工源程序的一个语句后就立即执行,最终并不产生结果程序。因此对一个纯粹的解释程序来说,每当要执行一源程序的语言时,它就分析语言,以便发现如何完成所要执行的功能,因此这种方法的效率也是较低的,特别是在处理一些重要程序方面不如编译程序好。

2. 机器的装配程序、调整程序、诊断程序

(1)装配程序——其主要作用是把其它程序安置在内存贮器中并为这些程序的执行作好准备。

(2)调整程序——调整程序是用来帮助用户检查和分析程序的逻辑错误的。当机器语言程序运行后,若结果与预期的不相符时,可再次启动该程序,在运行的过程中来调试程序,并可对它进行修改。

(3)诊断程序——是用来对硬件的某一选定部分进行检查,以便找出故障。当找出故障后,打印出有关的诊断结果。诊断程序的使用,对计算机的维护人员具有很大的帮助。

3. 程序库

为了扩大计算机的功能,便于用户的使用,机器中设置了各种标准子程序,这些子程序的总和就形成了程序库。

4. 操作系统

它控制计算机中的所有资源(CPU、存贮器、输入/输出设备以及计算机中的各种软件),使多道程序能成批地自动运行,且充分发挥各项资源的最大效能。另外,还发展了指令微程序化,使控制器的一部分被存贮器代替了,所以人们又把这种微程序化称为程序硬化。

(二)应用软件

用户利用计算机以及它所提供的各种软件系统,编制解决各种实际问题的程序,这些就称为应用软件。应用软件通过逐步标准化、模块化,所形成的解决各种典型问题的应用程序的总和就称为软件包。

随着计算机的硬件和软件的发展,计算机在信息处理、情报检索以及各种管理系统中的应

用越来越普及和发展。这些都要大量地处理某些数据、检索和建立大量的各种表格。这些数据和表格就按一定规律组织起来,以使得检索更迅速,处理更方便,也更便于用户使用,因此需要建立各种类型的数据库及其数据库管理系统。

§ 1-4 计算机的解题过程

使用电子计算机解题大致分为下列几个步骤:

- 一、确定要解决的生产实际中或科学研究中的问题——物理模型。
- 二、把生产实际或科学研究中要解决的问题归结为数学问题,即构造数学模型。
- 三、选择合适的计算方法(化成算术运算,三角函数或指数等计算公式)设计框图或算法。
- 四、用算法语言把上述计算步骤编制成源程序。
- 五、把源程序(包括原始数据)进行纸带(卡片)穿孔或通过终端输入。
- 六、上机调试程序及计算(机器加工)。
- 七、分析输出计算结果是否达到生产实际或科学研究上提出的要求。

将解题过程用框图(如图 1-2)表示如下:

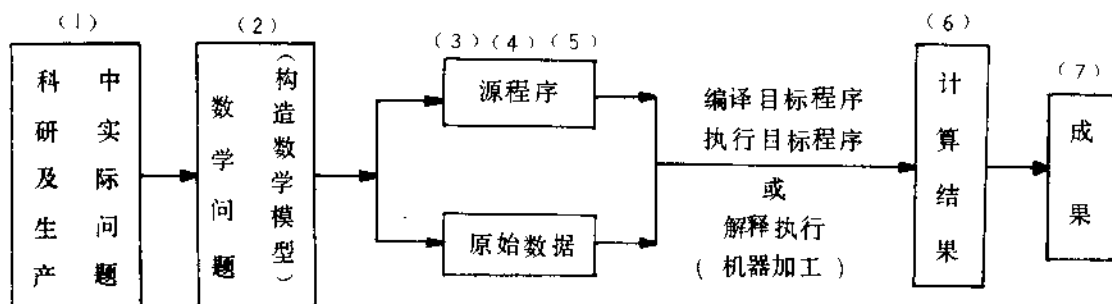


图 1-2 计算机解题过程

§ 1-5 计算机所使用的语言

使用电子计算机解题,必须先编好程序。所谓程序,就是根据计算问题,由用户事先安排好的计算步骤。把程序和计算问题中的原始数据,制作成穿孔纸带或穿孔卡片,或通过终端输入计算机,计算机根据程序和原始数据,才能算出问题的结果。

既然要编程序,这就存在着用什么形式来表达程序的问题,也就是说用什么“语言”来表达程序的问题。

语言可区分为机器语言、汇编语言和算法语言。

一、机器语言

在计算机问世的初期,人们在使用它来进行计算时,就是直接根据机器指令,亦即机器语

言来编写程序的。用机器语言编写的程序,称为机器指令程序或手编程序,它由一条条指令组成。计算机的每条指令,通常具有如下的基本格式:

操作码 θ	地址码 D
--------------	---------

一般说来,这样一条指令的功能是:从存储器的第 D 号地址中取出操作数,与运算器中累加寄存器里的数进行操作码 θ 所规定的操作,操作结果保留在累加寄存器中。操作码和地址码都是一些由二进制数字表示的二进制代码,只是为了方便,一般用八进制或十六进制数来书写。因此,机器指令程序必须是由许多的二进制代码(可用八进制数或十六进制数书写)所组成。

(一)程序的编写

我们举一个例子加以说明。例如求多项式 $y = a_2x^2 + a_1x + a_0$ 的值并打印出来。

解:1. 此多项式中共有四个原始数据,即:

a_2, x, a_1, a_0 。其中包括两种基本运算,即:乘法($*$)运算和加法($+$)运算。

2. 用机器所能识别的符号(即机器语言)列出计算公式 $y = (a_2 \cdot x + a_1)x + a_0$

3. 把原始数据输入到内存中去,内存单元地址的分配:

原始数据	内存地址号码
a_2	1011
x	1012
a_1	1013
a_0	1014

4. 程序

指令地址	操作码	地址码	说 明
0401	02 (取数)	1011	自 1011 号内存中取出原始数据 a_2
0402	02 (作乘法($*$)运算)	1012	从 1012 号内存中取出 x 与 a_2 相乘即得 $a_2 \cdot x$ 的中间结果
0403	08 (作加法($+$)运算)	1013	由 1013 号内存中取出 a_1 加到上一步计算所得的中间结果再得中间结果 $(a_2 \cdot x) + a_1$
0404	02 (作乘法($*$)运算)	1012	从 1012 号内存中取出 x 乘以上一步计算所得中间结果再得中间结果 $(a_2 \cdot x + a_1) \cdot x$
0405	08 (作加法($+$)运算)	1014	取 1014 号内存中 a_0 加上上述中间结果于是得到最终结果 $(a_2 \cdot x + a_1) \cdot x + a_0$
0406	34 (打印)	1009	把上述最终结果通过打印机打印出来即得: $y = a_2x^2 + a_1x + a_0$

(二)优缺点

从上例中可以看出手编程序的优点,不需要翻译而直接为机器所接受并完成运算任务,因而运算速度快,一些专用程序常用手编程序。但它有下列缺点:

1. 机器语言和人们习惯的数学语言差别较大,不便于阅读和交流,使用起来很不方便。

2. 工作量太大。因为机器语言中每一个指令只能完成一项基本操作,所以我们必须对一系列数和指令逐条进行编排,这样工作量是十分庞大的,而且容易出错。

3. 通用性差。机器语言对机器性能的依赖性大,每种机器都有它特有的指令系统,所以,手编程序的通用性差。

二、汇编语言

为了便于编写程序,加快程序设计的进程,在机器语言的基础上,产生了汇编语言。

汇编语言也是一种面向机器的程序设计语言,它是一种用符号(记忆符)表示的低级程序语言,通常是为特定计算机或计算机系列专门设计的,与机器语言很接近。用这种语言写成的程序需经汇编程序翻译成机器语言程序。汇编语言指令和翻译成的机器语言指令之间的关系,基本上是一一对应的关系。但有的汇编语言中可以有宏指令,它与一串特定的机器指令相对应(对应方式由用户按一定规则自行定义),这样的汇编语言有时也叫做宏汇编语言。

虽然用汇编语言编写程序比用机器语言编写程序进了一步,但它仍然是面向机器的。即这种语言与具体的机器有关,因而用户在编写程序前还需要熟悉机器的内部结构,寻址方式和指令系统,仍然给程序设计带来很多不便之处。但在微型计算机中为了解决某种专用算题,仍采用汇编语言来编制程序。

三、算法语言

为了克服上述缺点,人们提出了能否把这种编写程序的绝大部分工作让电子计算机自己去完成,也就是说人们可否只按通常的数学语言写出计算步骤,然后交给电子计算机去编制程序和进行计算呢?随着电子计算机技术的迅速发展,机器的各种性能逐渐完善,于是人们在机器语言、汇编语言的基础上发展一种为了表达解题算法而设计的主要是面向解题过程的语言,称为算法语言(又称程序设计语言)。算法语言采用常用的数学符号作为自己的语言,对不能用数学符号表示的各种机器动作则采用一些特定的文字(自然语言)来加以表达,例如英语的PRINT(打印)、READ(读)等等。因为算法语言不仅接近数学语言,而且可以用它来描述计算机的解题过程,因此它比较接近人们的习惯,其规则简单易懂,阅读和书写起来比较方便,语言结构严密,精确性高,通用性强,目前它已成为用计算机算题的重要工具。

算法语言的种类很多,常有的有以下几种:

(一)BASIC 语言

BASIC 为 Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code(初学者通用符号指令码)的缩写。这是一种通用的算法语言,它是属于解释系统的会话式语言。

(二)ALGOL—60 语言

为 Algorithmic Language 60(算法语言)的缩写,此语言发表于 1960 年。60 年代许多计算机均用此语言。其特点是嵌套式结构。

(三)FORTRAN 语言

为 Formula Translator(公式翻译)的缩写,此语言设计于 1965 年。主要用于科技运算,是当时运用较广的一种语言。具有块状结构特点。

除上述三种语言之外尚有 COBOL、PL/1、PASCAL、C 语言等。ALGOL—60、FORTRAN、COBOL、PL/1、PASCAL、C 语言都是高级算法语言,它们都属于编译系统语言。

四、计算机的源程序

用算法语言编的程序称为源程序。由于算法语言是介于数学语言和机器语言之间的语言,电子计算机是不认识的,因此用算法语言编制的源程序,虽然可以输到机器中去,但机器却不

能按照这种语言执行操作和运算。为此还必须把算法语言转化为机器语言,解决这个问题的办法,如前面所述是用编译程序(或解释程序)。

§ 1-6 计算机的算术基础

一、计数制

在日常生活中,通常是采用十进制法则来计数的,例如 7、13、-251、3764 等等。这是我们最熟悉、最常用、也是最方便的记数方法之一。除了十进制以外,由于计数和运算的对象不同,还采用许多非十进制记数法。例如把计算时间的单位“小时”划分为 60 分钟,1 分钟又划分为 60 秒钟,这就是六十进制。

在十进制记数法中共有十个基本数码 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9。其进位法则是“逢十进一”,因此称十进制。而“10”便是十进制记数法的“基数”。在十进制中相邻两个数位之间总是相差十倍,即上一位(左位)数位总是下一位(右位)数位的十倍,而下一位的(右位)数位总是上一位(左位)数位的十分之一。也就是说数位是按 10 的升幂自右到左顺序排列的。于是 41205.36 就可以写成下列式子:

$$41205.36 = 4 \times 10^4 + 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

因此任意一个十进制数可以写成下列形式的数:

$$S = \pm [K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1} + K_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + K_{-m} \times 10^{-m}] = \pm \sum_{i=n}^{-m} K_i \times 10^i \quad (1-1)$$

上式中 n, m 为正整数; K_i 为十个基本数码 0,1,2,...,9 中之一;“10”为十进制数的基数。

(1-1)式就是以 10 为基数的各次乘幂求和的多项式。

根据推理,我们可以把公式(1-1)改写成任意数制的公式

$$S = \pm \sum_{i=n}^{-m} K_i \times R^i \quad (1-2)$$

其中: R 为任意一种计数制的基数。

当 S 为二进制数时,则有 $R=2$,得

$$S_{(2)} = \pm \sum_{i=n}^{-m} K_i \times 2^i \quad (1-3)$$

当 S 为八进制数时,则有

$$S_{(8)} = \pm \sum_{i=n}^{-m} K_i \times 8^i \quad (1-4)$$

当 S 为十六进制数时,则有

$$S_{(16)} = \pm \sum_{i=n}^{-m} K_i \times 16^i \quad (1-5)$$

二、二进制数及其运算法则

(一)二进制数

二进制数中只有二个数码“0”和“1”,它的进位法则是“逢二进一”。按公式(1-1)可写成:

$$S = \pm [K_n \times 2^n + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 + K_{-1} \times 2^{-1} + K_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + K_{-m} \times 2^{-m}] \quad (1-6)$$

(二)二进制数的运算法则

在电子计算机内是采用二进制数进行运算的。其运算法则与十进制相似,现分别叙述如下: