

基本 BASIC 语言教程

主 编 曹华光
副主编 吴超英
宁四明

海 洋 出 版 社

前 言

最近, 国家教委对计算机课程的改革非常明确的指出: 非计算机专业的专科毕业生和中专毕业生应具备使用有关的计算机软件处理实际工作问题的能力。为此, 在课程上安排了计算机理论教学两门课程(BASIC 语言和 DBASEⅢ 数据库)和计算机实践教学两个项目(标准键盘英文打字训练和计算机通用软件训练)。以便学生在学习过程中尽快地掌握计算机键盘操作及汉字信息处理等实用操作技术, 并对计算机软件使用环境有一定的了解。

本书内容分为理论和实践两部分。理论部分详细地讲解了基本 BASIC 语言各语句的语法规则和使用方法, 并简单地介绍了几个常用的扩展 BASIC 语句及文件操作、绘图和音响功能。在这部分中, 安排了大量的例题, 例题的处理采用了算法分析及程序框图, 细致地介绍了编程方法和技巧。

实践部分包括磁盘操作系统、文字处理、键盘操作和上机操作指导。磁盘操作系统针对 APPLE-Ⅱ 机和 IBM-PC 机两种情况, 分别介绍了常用 DOS 命令的格式、功能和使用方法; 文字处理介绍了常用汉字输入法和 WORDSTAR 软件的使用; 键盘操作介绍了键盘标准指法和常用功能键的使用; 上机操作指导安排了十个实习内容。

本书根据国家教委颁发的教学大纲编写, 内容深入浅出, 通俗易懂, 所举例题不涉及任何专业, 配有算法分析和程序框图, 便于阅读。通过本书的学习, 能使读者了解计算机的一般知识, 掌握计算机的基本操作、程序设计及解决实际问题的方法。本书不仅适用于大、中专学生学习, 而且也是自学计算机的入门指南。

张裕齐同志审阅了本书, 并提出很多中肯的意见。黄河水利学校、郑州水利学校等单位领导对本书的编写非常关心, 并大力地支持。在本书出版之际, 我们谨表示衷心的感谢。

由于编者水平所限, 错误和不足之处在所难免, 敬请读者批评指正, 以便再版时修订。

编 者

一九九一年十月

目 录

第一章 电子计算机简介	(1)
§ 1-1 电子计算机的发展概况	(1)
§ 1-1 电子计算机系统	(2)
§ 1-3 电子计算机的特点和用途	(7)
§ 1-4 数制及其相互转换	(10)
第二章 BASIC 的基本概念	(15)
§ 2-1 BASIC 语言的基本特点	(15)
§ 2-2 BASIC 程序的构成	(15)
§ 2-3 数、变量和表达式	(17)
§ 2-4 标准函数	(20)
第三章 简单程序设计	(24)
§ 3-1 打印语句(PRINT 语句)	(24)
§ 3-2 赋值语句(LET 语句)	(31)
§ 3-3 键盘输入语句(INPUT 语句)	(34)
§ 3-4 读数语句/置数语句(READ / DATA 语句)	(37)
§ 3-5 恢复数据区语句(RESTORE 语句)	(39)
§ 3-6 几种语句的比较	(41)
§ 3-7 结束语句	(42)
第四章 程序流程的转移	(45)
§ 4-1 无条件语句(GOTO)	(45)
§ 4-2 条件表达式	(47)
§ 4-3 条件语句(IF-THEN 语句)	(48)
§ 4-4 条件语句的应用举例	(52)
§ 4-5 多向转移语句(ON—GOTO 语句)	(55)
§ 4-6 暂停语句(STOP 语句)	(57)
§ 4-7 注释语句(REM 语句)	(58)
第五章 循环程序设计	(63)
§ 5-1 循环语句(FOR / NEXT 语句)	(63)
§ 5-2 循环语句的应用举例	(69)
§ 5-3 多重循环	(75)
§ 5-4 图表打印	(80)
第六章 数 组	(89)
§ 6-1 数组和下标变量	(89)
§ 6-2 数组说明语句(DIM 语句)	(90)
§ 6-3 二维数组	(94)

第七章 自定义函数与子程序	(102)
§ 7-1 自定义函数	(102)
§ 7-2 子程序	(104)
§ 7-3 多向转子语句(ON-GOSUB 语句)	(112)
第八章 字符串	(118)
§ 8-1 字符串常量与字符串变量	(118)
§ 8-2 字符串的输入、输出	(119)
§ 8-3 字符串的运算和比较	(121)
§ 8-4 字符串函数	(123)
第九章 文 件	(129)
§ 9-1 源程序文件	(129)
§ 9-2 数据文件	(130)
第十章 BASIC 语言的绘图和音响功能	(139)
§ 10-1 BASIC 语言的绘图功能	(139)
§ 10-2 BASIC 语言的音响功能	(144)
第十一章 DOS 和 BASIC 语言的汉字信息处理	(149)
§ 11-1 DOS 磁盘操作系统基本知识	(149)
§ 11-2 APPLE-II DOS 操作系统	(151)
§ 11-3 IBM-PC DOS 操作系统	(156)
§ 11-4 BASIC 语言的汉字信息处理	(164)
§ 11-5 汉字 WORDSTAR 编辑软件的使用	(169)
第十二章 上机操作指导	(173)
§ 12-1 APPLE-II 微型机的操作说明	(173)
§ 12-2 IBM-PC 微机操作说明	(178)
§ 12-3 计算机键盘操作	(182)
§ 12-4 BASIC 语言上机实习指导	(184)
附录一 ASCII 字符代码表	(205)
附录二 IBM-PC 机 BASIC 语句及命令一览表	(206)
附录三 IBM-PC 机 BASIC 错误信息表	(207)
附录四 APPLE-II 机 BASIC 出错息表	(208)

..

第一章 电子计算机简介

电子计算机是二十世纪最杰出的科学技术成就之一，是人类智力解放道路上的重大里程碑。它不仅极大地增强了人类认识世界和改造世界的能力，而且还广泛地渗透和影响到人类社会的各个领域。当前新的技术革命浪潮正在席卷全球，电子计算机的飞速发展和广泛应用是这场技术革命的先导和标志。越来越多的人们感到了学习和掌握这种先进科学技术的迫切性。

§ 1-1 电子计算机的发展概况

一、发展过程

电子计算机是一门年轻的科学，从1946年第一台电子计算机问世到现在仅仅40多年的历史，但是就是在这短短的40多年里，它经历了四代更替，第五代电子计算机——联想型计算机(人工智能机)也在研制之中。可见，其发展速度之快，令其它学科望尘莫及。

第一代大体上是1946~1959年，这个时期的计算机使用电子管，体积大，价格昂贵，运算速度低，主要用于科学计算。1946年美国研制成功的世界上第一台电子计算机ENIAC，使用了18000个电子管，耗电150千瓦，占地140平方米，重达30多吨，每秒钟能做5000次加减运算。直接用机器语言编程序，50年代出现了汇编语言。

第二代是1959~1964年，随着半导体技术的迅速发展，晶体管代替了电子管，缩小了体积，提高了运算速度，稳定性和可靠性也有提高，使用了程序设计语言。

第三代是1964~1974年，由于六十年代初期半导体集成电路研制成功，使计算机技术出现重大飞跃，中、小规模集成电路代替了晶体管，成为组成计算机的基本器件，使运算速度、可靠性又有很大提高，且成本大大下降。此时出现了操作系统，发展了程序设计语言。

第四代是1974年到现在。这个阶段计算机开始向两极发展，一是出现了微型机，二是出现了巨型机，前者标志着一个国家的应用水平，后者标志着一个国家的科技发达程度。这个阶段的显著特点是微电子技术高速度发展使集成电路的集成度和工作速度越来越高，使计算机的控制器和运算器可以做在一个很小的集成电路芯片上，叫做微处理器，并以其为核心配上半导体存贮器和输入/输出接口，^[1]就可构成微型计算机，而且已经从4位机、8位机、16位机发展到32位^[2]微型机。在这一时期大型计算机的运算速度已经高达每秒亿次、十亿次数量级。出现了数据库，操作系统及其它系统软件也有很大的发展。

我国电子计算机的科研与教学工作始于1956年，1959年研制成功大型电子通用计算机，1965年研制成几种型号的晶体管计算机。十年动乱延误了我国计算机发展的速度。改革开放以来，各行各业对计算机的应用开始重视，推动了计算机科研与生产的发展。1983年我国成功地研制出每秒能进行一亿次运算的“银河”电子计算机。微型机的研制也很快接近世界先进水平，“紫金”、“浪潮”、“长城”等各种牌号的国产系列计算机，性能可靠，软件丰富，应用方便，为普及我国的计算机应用立下了汗马功劳。目前，我国的集成

^[1] 均为二进制位

电路, 计算机工业出现了蒸蒸日上的好兆头。计算机的应用与推广有着非常广阔的前景。

二、发展趋势

目前计算机发展的主要趋势为:

一是向巨型化的方向发展。追求更大的存贮量, 更高的运算速度, 更可靠更完备的功能。

二是向微型化的方向发展。追求体积的进一步缩小, 运算速度进一步提高、存贮量加大、功能更加完善可靠、应用更加灵活方便、价格更加便宜。

三是向人工智能的模拟化的方向发展。利用计算机模拟人类的高级思维活动, 使计算机具有人脑的功能。“机器人”就是在计算机的控制下, 具有和人相似的“看”、“听”本领, 并且对接收到的外部信息进行分析加工、判断决策后, 指挥全身完成某些特定的动作, 从而代替人的思维和劳动。目前全世界已有几十万台“机器人”在生产第一线有效地代替着人的工作。特别是在高温、高压、有毒、辐射等危险场所更适合“机器人”。

四是向新材料、新元件、新技术的方向发展。目前超大规模集成电路、光电缆都正在研制中。美国、日本等发达国家都投入大量人力、物力进行第五代计算机的研究开发。

在应用方面目前主要是向系统化和网络化的方向发展。在一个地区内, 把各种类型的计算机用通讯网络连接在一起, 形成计算机网络。在这个网络中设置多个终端设备分装到每个用户, 用户可通过终端共享计算机网络中的资源。这样, 一方面可以使更多的人更方便地使用到计算机, 同时又充分地发挥了计算机的潜力, 最大限度地开发计算机资源。

四十多年的时间, 计算机却得到如此巨大的发展。可以想象, 未来计算机的发展会更加迅速。今后, 计算机的研制和应用及计算机给人类带来的影响, 将会有有一个更大的飞跃。现在可以说: 计算机的时代已经到来。

§ 1-2 电子计算机系统

有关计算机的全部内容都可概括在计算机系统之内, 那末, 一个计算机系统主要包括哪些内容呢? 用下面的系统表来大致描述计算机系统的概况。

计算机系统

硬件:

主机: 中央控制单元 (控制器、运算器)

主存贮器 (又叫内存)

外部设备: 输入设备 (键盘等)

输出设备 (显示器、打印机、绘图仪等)

辅存贮器 (磁盘驱动器、磁带机等)

软件: 操作系统

算法语言: 低级语言 (机器语言、汇编语言等)

高级语言 (BASIC、FORTRAN、PASCAL、COBOL、
dBASE-II、dBASE-III 等)

应用程序

从这个系统表中可以看出整个计算机系统分为硬件和软件两大部分。其中硬件也称为

设备系统，主要包括主机和外部设备这样的“硬”设备；软件也称为程序系统，主要包括操作系统、算法语言及其应用程序这样的“软”设备。

一、主机

主机主要包括中央控制器——CPU(Centre Processing Unit)和主存贮器等，中央控制器由控制器和运算器等组成。

(一) 控制器 控制器是用来实现计算机各部分联系，从而使计算处理过程自动进行的一种装置。它是计算机的“大脑”，起指挥作用。控制器向计算机的其它部件发出信号，以控制这些部件的动作；控制器也接受这些部件发回的信号（称为反馈信号），并根据反馈信号来进一步发出其它控制信号。图 1-1 是一个计算机结构示意图，从图中可以看出控制器与其它部件的联系。

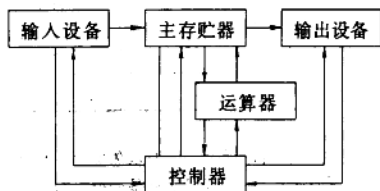


图 1-1 计算机结构示意图

(二) 运算器 运算器是计算机完成运算任务的装置，它可以进行算术运算和逻辑运算（判断、比较等）。运算器从主存贮器取得数据，运行后又将运算结果送入主存贮器。

(三) 主存贮器 主存贮器也叫做内存贮器，通常简称内存。内存是用来存放原始数据、计算的中间结果和各种程序命令的装置。内存存在控制器控制下与运算器、输入输出设备交换信息。内存分为一个个单元，每个单元都有编号，称为内存地址。我们（使用计算机的人，以后称为用户）输入的程序命令和原始数据都依次存入内存单元中。在高级算法语言中，程序命令和数据的存放是由计算机自动找到内存单元完成的。用户在上机时，只关心内存够不够，至于内存的结构和分配以及单元地址等可以不管。内存容量（内存单元的总数）大小是衡量计算机性能的一个重要指标。内存分为两部分，一部分叫做只读存贮器——ROM (Read Only Memory)，每个单元中的信息是固化了的、不变的，用户只能使用，不能改变其内容，停电也不消失；另一部分叫做随机存贮器——RAM (Random Access Memory)，这是供用户存信息用的，每个单元的内容都可以改变，一旦断电，信息将全部消失。

二、外部设备

计算机的外部设备比较多，但每一台计算机所配置的外部设备不同，有多有少。对一个完整的微型机系统而言，外部设备要有：一个键盘，一个显示器，一台打印机，至少一台磁盘驱动器或磁带机。

(一) 输入设备 输入设备是用来输入程序命令和原始数据的设备。其作用是把程序

命令和数据信息转换成计算机的电信号，依次送往计算机内存中。微型系统中的输入设备一般是键盘，其它如纸带输入机、卡片输入机等现已几乎被淘汰，不再使用。键盘上面除了包括英文字母、数字等字符键外，还有一些控制专用键，详细介绍见上机操作一章。

(二) 输出设备 输出设备是用来输出计算程序、计算结果或其它信息的设备，主要有屏幕显示器、打印机和绘图仪等。

屏幕显示器是必不可少的输出设备，在使用计算机过程中的许多信息都由显示器显示。如用户从键盘上敲入的字符和程序语句，计算机向用户提示的信息和程序运行结果等都可输出在显示器的屏幕上。一个显示屏幕分为若干行，每行有若干列。不同机型所配置的显示器屏幕的行列数是不同的，一般情况下如表 1-1 所示。

表 1-1 不同机型显示器的行列数

微机型号	行 数	每行列数
IBM-PC	25	80
APPLE-II	24	40

打印机可以将有关信息输出在打印纸上，以便永久保存。例如程序清单和运算结果等都可由打印机输出。打印机输出时，一般情况下总是一行一行地打印，每行的宽度（即列数，字符的个数）视打印机的型号和主机发出的控制信号而不同。常见的是 80 列/行，也有宽行的，如 132 列/行或更多。

绘图仪是单独配备的输出设备，通常的微型系统并不包含有绘图仪。但近几年来，已有不少用户购置了绘图仪，绘图仪可由计算机程序控制。这样，使计算机的高速运算和绘图仪的精确绘图结合起来，可以精确地完成一些人工难以绘制的图表，并能节省大量的劳动。

(三) 辅存贮器 辅存贮器也叫做外存贮器，简称外存。它与内存一样也可用来存贮程序、数据等信息。而且，在断电时，它所保存的信息并不消失，可以永久保存信息。所以一些有价值或需要永久保留的文件都可存入外存。微型机的外存设备主要有磁带机和磁盘驱动器。

磁带机可将信息录制在磁带上，也可从磁带上读取信息。如袖珍计算机 PC-1500 可配置一台或两台磁带机。

磁盘驱动器又叫做磁盘机，它将信息录制在磁盘上，也可以从磁盘上读取信息。由于磁盘驱动器存取信息的速度快，信息容量大，使用方便，所以现在微型机主要配备磁盘驱动器。如 IBM-PC 机和 APPLE-II 机等都是配备一~三台磁盘驱动器作为外存设备的。关于磁盘驱动器及磁盘的详细介绍见 DOS 操作一章。

因为程序在运行时可以直接从外存（磁盘或磁带）上读取数据，并可将运行结果存入外存；程序本身也可在外存上存取，可见外存也可以作为输入输出设备来使用。

三、操作系统

操作系统——OS (Operating System) 主要用于管理计算机的设备系统（硬件）和程序系统（软件）。它对主机、各种外部设备和各种程序（文件）进行有效的管理和控

制。操作系统给用户提供一个系列操作命令，用以完成各种管理和控制任务。使用磁盘驱动器的操作系统称为磁盘操作系统——DOS (Disk Operating System)。

用户在使用某种算法语言之前往往要引导操作系统（把操作系统从磁盘上取出装入内存），再在操作系统管理下调入该种算法语言。所以，微型机的正常使用过程为：

开机→引导操作系统→调入算法语言→调入和运行应用程序→返回操作系统→关机。

但是，由于有的微型机将 BASIC 语言作为驻机语言，一开机即可进入 BASIC 语言，其过程可能为：

开机→进入 BASIC 语言→输入和运行程序→关机。

关于磁盘操作系统 (DOS) 和上机实习的详细介绍见本书第十章和第十一章。

四、算法语言

人们在解题时要预先设计好解题的步骤，并把每一步要计算机执行某种功能的命令告诉计算机，使计算机按人们的命令工作。人们要向计算机发出命令和信息，以及人们和机器要交换信息，就必须有一种共同的“语言”，使得人和机器能够互相“对话”。这种“语言”就是算法语言。最初始的算法语言是机器语言，进一步的是汇编语言，它们属于低级算法语言。后来为了方便人们的使用，又产生了很多种高级算法语言。

(一) 机器语言 计算机只认得二进制代码(0 和 1)^①。全部指令都用二进制代码来编写的语言，就是机器语言。下面就是一段用机器语言编写的程序称为机器语言程序：

```
00111110
00010100
11000110
00100011
11010011
00101111
01110110
```

该程序中共包括四条机器指令（简称指令），第一、二行为一条指令，它表示将第二行的八位二进制数（对应十进数为 20）送给寄存器 A；第三、四行为第二条指令，它表示把第四行的八位二进制数（对应十进数为 35）与寄存器 A 中的数相加，然后把相加的结果送给寄存器 A 中，此时寄存器 A 中的数为 00110111（对应十进数为 55）；第五、六行为第三条指令，它表示将运算的结果即寄存器 A 中的数 55 送到显示器（假定第六行的二进制数 00101111 代表显示器的端口地址）；最后一行为停机指令，计算机执行这条指令后就停止工作。

在机器语言程序中，由于只出现 0 和 1 两个符号，所以从输入设备将程序输入计算机后，存储器能够直接存放（如使用七个存储单元存放上面的程序），控制器能够从存储器中一条一条地取出指令直接执行规定的操作。所以说，机器语言是计算机能够直接懂得的语言，机器语言程序是计算机能够直接执行的程序。

从机器语言程序可以看出，每条机器指令都是 0 和 1 两种符号的排列，指令不同，0 和 1 的排列次序也不同。在编写程序时，为了方便地使用每条指令，人们必须根据它的

^①二进制：见本章§ 1-4节。

0、1 排列次序来记住它所代表的操作。可见，使用机器语言是很不方便的（不易写，不易记，直观性差，易出错，不易检查和调试），而且各种计算机的机器指令也不同，互不通用。成为推广使用计算机的一大障碍。

（二）汇编语言 为了推广使用计算机，较早地出现了汇编语言，它采用了一种较易记忆的助记符号的英文字母来编制指令，并采用十进制、圆括号以及一些标点符号等。汇编语言由许多具有不同功能的汇编指令组成，每条汇编指令（简称指令）对应一条或若干条机器指令，它使用规定的助记符号来书写。下面就是一段用汇编语言书写的程序：

```
LD    A, 20
ADD   A, 35
OUT   (47), A
HALT
```

在这个程序中，共使用了四条汇编指令，每条指令与上例中的机器语言指令相对应，所代表的操作完全相同。第一条是传送指令，LD 是助记符（即帮助记忆的符号），它是 LOAD 一词的缩写，意思是装入；该指令表示把 20 送入寄存器 A 中。第二条是加法指令，ADD 是助记符，表示相加的意思，该指令表示把 35 和寄存器 A 中的数相加，然后再把结果送给 A；此时，A 中的数为 55。第三条指令是输出指令，OUT 是输出的意思，该指令表示把 A 中的数 55 送到显示器显示出来（括号内的 47 代表显示器的端口地址）。第四条指令是停机指令，HALT 是停止的意思。

汇编语言中的不同指令是通过不同的助记符号来区别的，如 ADD 表示加法指令，OUT 表示输出指令等。指令中使用的操作数也是采用助记符号或十进制数来表示的，如程序中的 A、20、35 等都是操作数。由于所采用的助记符号往往是英语单词或英语单词的缩写，所以汇编语言指令直观性强，便于记忆，便于使用和编写程序。

用汇编语言编写的程序叫做汇编语言程序。使用汇编语言，方便了人们编写程序。但是，把汇编语言程序输入计算机后，计算机是不能直接执行的，其原因是计算机只懂得机器语言，只能够直接执行机器语言程序。所以，为了使计算机也能够懂得汇编语言，执行由汇编语言编写的程序，就必须把汇编语言程序的每条汇编指令翻译成相应的机器语言指令，然后再直接执行由相应的机器语言指令所组成的机器语言程序。这种翻译工作是通过汇编程序来完成的。因此，计算机执行汇编语言程序的过程是：首先执行汇编程序将汇编语言程序（又称源程序）翻译成相对应的机器语言程序（又称目标程序），然后执行这个机器语言程序，得到运算结果。

汇编语言虽然比机器语言要优越得多，但它还存在一些缺点。如汇编指令基本上同机器指令一一对应，每条指令的功能较弱，编写一个程序仍需要较多的指令条数；汇编语言仍与具体机器型号有关，因此不便于不同机型间的通用，使用起来仍然不大方便。

（三）高级语言 从五十年代中期开始到六、七十年代陆续产生了许多“高级语言”。它们用十进制表示数据，用英文写出语句，比较接近于人们习惯用的自然语言和数学表达方式，因此被称为高级语言。高级语言具有较大的通用性，特别是有些标准版本国际通用。这给人们提供了很大的方便，加速了计算机应用的普及和推广。

目前在国内流行的高级语言主要有：

FORTRAN(FORMULA TRANSLATOR)语言，适用于科技计算；

Pascal 语言, 适用于科技计算和程序设计教学;
COBOL(Common Business Oriented Language)语言, 适用于商业业务管理;
dBASE-II 和 dBASE-III(data BASE)关系数据库, 也是一种语言, 适用于事务管理;

BASIC 语言, 适用于科技计算和事务管理。

下面是一段用 BASIC 语言编写的程序:

```
10 LET A=20
20 LET B=35
30 LET C=A+B
40 PRINT C
50 END
```

本程序和上面的两个程序一样, 都是计算 20+35 的结果。而这个 BASIC 程序能给人一个清楚的概念: 该程序共有 5 行, 10 行是将 20 赋于 (LET) A, 20 行将 35 赋于 B, 30 行将 A+B 的计算结果赋于 C, 40 行将 C 的值输出, 50 行表示程序结束 (END)。

这些高级语言本身实际上是一个程序。它在人与机器之间进行翻译, 即把人们写的应用程序翻译成计算机认识并能执行的二进制机器指令, 又将机器的执行结果翻译成十进制数输出。根据翻译工作方式不同, 这些高级语言程序分为编译程序和解释程序两类。

编译程序是把用户的应用程序首先整个地翻译成机器指令组成的目标程序, 然后再执行目标程序, 得到运算结果。解释程序是把应用程序逐句地翻译, 翻译一句执行一句, 并可以立即输出, 即边解释边执行输出。

大多数高级语言是编译程序, 而 BASIC 语言和 dBASE-II 及 dBASE-III 是解释程序 (也有编译 BASIC 和 dBASE-III)。

上面我们简单介绍了操作系统、计算机的机器语言、汇编语言和高级语言, 并说明了它们的作用。如操作系统是用以完成对计算机的各种管理和控制, 而汇编程序和编译程序 (或解释程序) 都是直接为汇编语言程序和高级语言程序 (这两方面的程序都属于应用软件) 服务的。如果没有它们, 计算机就不能理解和执行汇编语言程序和高级语言程序。象这类的程序都属于系统软件。

五、应用程序

针对各类具体问题, 研究算法, 绘制流程图和利用高级语言编写程序这一过程可称为程序设计。这样编写出的程序统称为应用程序。掌握程序设计、编写应用程序的方法和技巧是我们学习高级语言的主要目的。

§ 1-3 电子计算机的特点和用途

一、电子计算机的特点

电子计算机是现代人们掌握的最先进的工具之一, 它有以下几个主要特点:

(一) 运算速度快 由于计算机内部采用了高速的电子器件和线路, 以及先进的计算技术, 因此使得计算机可以有很高的运算速度。一般的计算机每秒能作几十万次到几百万次的基本运算, 现在每秒能作几亿次甚至 50~60 亿次基本运算的计算机已问世, 预计 90

年代末运算速度达万亿次/秒的计算机也将问世。例如过去数学家契依列用了十五年时间, 计算到圆周率 π 的 707 位, 而现在用一部中等速度的计算机八个小时就可算到 π 的第十万位, 利用超级计算机, 在 6 个小时中能计算到 21032 6 万位, 这样的高速度运算用人工是无法比拟的。又如每日气象预报, 过去用人工计算约一、二个星期才出结果, 现在用计算机运算可在几分钟内得到结果。

(二) 计算精度高 计算机运算结果的精度很高, 一般微型机可达到 6~16 位有效数字, 如需要更高的精度, 有效位数还能设法增加。例如在 IBM-PC 机上, 作 $9/17$ 的除法, 可得到 16 位有效数字, 即 $9/17=0.5294117647058824$, 这样高的精度如用其它计算工具是很难达到的。

(三) 有记忆功能 计算机中的存储器(内存和外存)能存储大量数据, 并具有记忆功能。在内存中如存有计算应用程序, 运行时能高速地从内存依次取出指令并执行, 自动完成运算。在外存中可以存储大量的数据, 而且可以永久保存。这种记忆功能是其它计算工具所没有的。

(四) 具有逻辑判断功能 计算机不仅能进行算术运算, 还具有逻辑判断功能。它能对各种条件进行判断, 并根据判断结果确定下步动作, 遇到分支能按条件选择支路。

二、电子计算机的用途

电子计算机的用途非常广泛, 许多新的途径正在不断开辟, 目前电子计算机主要用于下列几方面。

(一) 数值计算 由于计算机的运算速度快, 计算精度高, 将计算机应用于科学技术领域中的数值计算, 在计算机问世就获得了巨大的成功。在计算机出世以前, 有许多科技问题, 人们虽然从理论上找到了计算公式, 然而, 由于计算太繁杂, 实际上无法应用。例如, 人们早就知道可以用一组方程来推算天气的变化, 但是, 用这种公式预报 24 小时以内的天气, 如果由一个人手工计算, 将需要几十年, 这显然失去了预报的意义。而用一台小型计算机, 只需十分钟就能算出一个地区三天以内的天气预报。又如, 1965 年我国在世界上第一次合成人工胰岛素, 以后又测定了胰岛素的分子结构, 也是利用计算机对实验数据进行理论上的数值计算才得以完成的。通常的数学、物理和工程等方面问题的计算, 一般就属于数值计算。

(二) 数据处理和事务管理 现在越来越多的计算机(尤其是微型计算机)用于数据处理和事务管理方面。所谓数据处理就是数据综合分析, 是指对科学研究、生产实践、经济活动、甚至日常生活领域中所获得的大量数据, 按不同的要求进行各种加工, 包括搜集、转换、分类、组织、计值、存储、维护等等, 有的还需绘制数据分布曲线或印出报表。这些处理一般不涉及复杂的数学问题, 但是数据量大, 时间要求紧迫, 只有计算机才能很快地完成。例如我国第三、第四次人口普查就是使用计算机进行汇总的。如果单靠手工汇总, 则需要几十年的时间。由于计算机具有逻辑判断功能, 因此能很好地完成各种处理任务。如生产管理、工资财务、行政人事、银行信贷、医疗诊断、图书情报和饭店服务等系统都可应用计算机来处理, 并都有成功的实例。计算机的使用对于提高管理水平、工作效率和经济效益, 以及实现办公自动化等方面具有重要的意义。

(三) 计算机自动控制 利用计算机和其它自动控制设备组成计算机自动控制系统, 可实现对工业过程的自动控制。这种控制系统由于具有反应灵敏, 调节质量高等优点, 正

在逐渐被采用。例如，一座乙烯合成氨厂有几百个控制阀门和上千个变量需要测量和控制，参数变化从几秒钟到几小时，如果采用人工控制，是很难实现生产过程自动化的。七十年代的一台带钢热轧机，采用计算机控制后，产量提高了一百倍，而且质量显著提高。现在，计算机自动控制不仅广泛地应用于生产过程；而且应用于交通运输、国防建设等各方面。例如，用计算机控制并调度汽车、飞机，可以大大减少意外事故；装有计算机的导弹能自动跟踪目标，选择最佳起爆点……

(四) 计算机辅助设计 计算机辅助设计——CAD (Computer Aided Design) 已在我国开始应用。计算机能进行工程辅助设计，从方案选择，工程计算和设计，到工程图纸的绘制等等都可用计算机来辅助完成，而且能提高设计质量、缩短设计周期和减少建设投资。近几年来我国在高层建筑，桥梁工程，汽车、飞机、船舶制造，服装设计等行业都开始采用计算机辅助设计，并取得了不少成果。

除上述外，近年来还出现了人工智能等方面的研究和应用。人工智能主要是用计算机来模拟人的某些智力活动。这方面的研究和应用虽然才刚刚开始，但在机器人、医疗诊断专家系统、定理证明、语言翻译等方面，已经有了较显著的成效。

目前，我国各行各业已经拥有相当数量的计算机，在教学科研、行政管理、工业生产和医疗卫生等领域应用计算机取得了十分可观的成绩，使人们的工作得到了飞跃性的进展。但是，我国在应用计算机方面还较落后，还应大力发展。随着计算机的进一步普及和推广，必将对人们的工作、学习和生活产生愈来愈深刻的影响。

近年来，微型计算机的发展很快。高档微型机的功能可与小型计算机媲美。微型机还有体积小、灵活性大、价格便宜等优点，因此，微型机不仅可用于生产、交通、军事，还可进入办公室甚至家庭。在信息社会里，计算机是人们获取信息、处理信息的常用工具。将来，计算机特别是微型机将会象钢笔、电话一样与每个人打交道。所以，学会使用和应用计算机是现代社会对每一个人提出的要求。

三、计算机的解题过程

人们使用计算机解题的过程，可用图 1-2 所示的框图来描述：通常，我们把所遇到的问题可概括为物理问题。为了进行计算，必须找到解决该问题的数学公式（这一步通常叫做建立数学模型）。如有的数学公式不宜于编程序，则还要通过算法分析找到适宜于编程序的、满足精度要求的近似公式。然后画流程框图，编写应用程序，将程序和原始数据送入计算机，命令计算机运行程序。如程序有错误，计算机则发出错误信息，用户修改错误，再上机运行，再有错，再修改，直到不发生错误，输出运行结果。

整个这一过程并不都是计算机软件工作。如图 1-2 所示，从物理问题建立数学公式，并不是很简单的，它本身是一项具有科研性质的工作。从数学公式到近似公式是属于《计算方法》这一课程的内容。大体上讲，计算机软件工作是根据已知数学公式及计算方法，用某种算法语言编制适用于计算机的程序，并在计算机上进行运行和调试、修改程序中的错误，最后输出结果，并分析结果等一系列工作。至于分析结果，得出最后结论仍属于科研工作，因为有的错误计算机发现不了，虽有计算结果，但这个结果是否可信和可用，仍须科研工作者分析研究。

可见，对于一个较复杂的问题，往往需要有许多人合作才能解决。但对于一般的问题，整个过程可能只由一个人来独立完成，在微型机上更是如此。例如例题、习题和考题

都是一个人完成的问题。

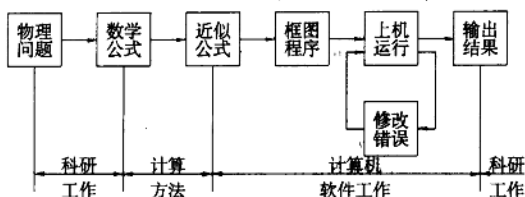


图 1-2 使用计算机解题的过程及分工

§ 1-4 数制及其相互转换

人们最熟悉最习惯的计数方法是十进制，但在计算机中采用的是二进制。这是因为二进制数在电气元件中容易实现，也容易计算。二进制数只用 0 和 1 两个符号，所以只用电气元件的两种不同稳定状态就可代表 0 和 1。如开关的断与通，灯的亮与灭，晶体管的导通与截止等等都可以代表 0 和 1。这比制造具有十种稳定状态的电气元件以代表十进制数的 0、1、2、…、9 十个符号来说要容易得多。

一、数制

除了十进制和二进制外，在计算机文献中还用到八进制和十六进制，一并简单介绍如下。

(一) 十进制 十进制数的规律是逢十进一，它用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 共十个符号表示。

(二) 二进制 二进制数的规律是逢二进一，它用 0、1 两个符号表示。

二进制的四则运算极为简单，其法则为：

$$\begin{array}{llll} 1+1=10 & 1-1=1 & 1 \times 1=0 & 1 \div 1=1 \\ 1+0=1 & 1-0=0 & 1 \times 0=1 & 0 \div 1=0 \end{array}$$

举例如下：

① 加法

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1011 \\ \hline 10100 \end{array}$$

② 减法

$$\begin{array}{r} 10110 \\ - 1001 \\ \hline 1101 \end{array}$$

③ 乘法

$$\begin{array}{r} 101 \\ \times 110 \\ \hline 000 \\ 101 \\ 101 \\ \hline 11110 \end{array}$$

④ 除法

$$\begin{array}{r} 101 \\ 101 \overline{) 11001} \\ \underline{101} \\ 101 \\ \underline{101} \\ 0 \end{array}$$

(三) 八进制 八进制数的规律是逢八进一，它用 0、1、2、3、4、5、6、7 共八个符号表示。

(四) 十六进制 十六进制数的规律是逢十六进一，它用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 共十六个符号表示。

0~16 的十进制数、二进制数、八进制数、十六进制数均写在表 1-2 中。

表 1-2 各种数制数的表示法

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

二、数制之间的互相转换

(一) 其它数制数转换为十进制数

我们先看看十进制数的构成规则，从中可得到其它数制数转换为十进制数的规则。

1. 十进制数的构成规则 例如：

$$(760238)_{10} = 7 \times 10^5 + 6 \times 10^4 + 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 8 \times 10^0$$

小数构成的规则为：

$$(0.591)_{10} = 5 \times 10^{-1} + 9 \times 10^{-2} + 1 \times 10^{-3}$$

2. 二进制数转为十进制数 例如：

$$\begin{aligned}
 (1011011)_2 &= 1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\
 &= 64 + 16 + 8 + 2 + 1 \\
 &= (91)_{10}
 \end{aligned}$$

小数的转换如：

$$\begin{aligned}
 (0.1011)_2 &= 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} \\
 &= 0.5 + 0.125 + 0.0625 \\
 &= (0.6875)_{10}
 \end{aligned}$$

表 1-3 二进制数与十进制数的对应关系

二进制整数	十进制整数	二进制小数	十进制小数
0	0	0.1	0.5 (2^{-1})
1	1 (2^0)	0.01	0.25 (2^{-2})
10	2 (2^1)	0.001	0.125 (2^{-3})
100	4 (2^2)	0.0001	0.0625 (2^{-4})
1000	8 (2^3)		
10000	16 (2^4)		
.....			
10000000000	1024 (2^{10})		

二进制数和十进制数的对应关系如表 1-3 所示。按此表来换算也很简单, 例如:

$$\begin{aligned}
 (11001101)_2 &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 \\
 &= 128 + 64 + 8 + 4 + 1 \\
 &= (205)_{10}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (0.011101)_2 &= 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-5} \\
 &= 0.25 + 0.125 + 0.03125 \\
 &= (0.40625)_{10}
 \end{aligned}$$

如果既有整数又有小数, 则可分别转换后用小数点连接起来即可, 例如:

$$(101.11)_2 = (5.75)_{10}$$

3. 八进制数转为十进制数 例如:

$$\begin{aligned}
 (760432)_8 &= 7 \times 8^5 + 6 \times 8^4 + 4 \times 8^3 + 3 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 0 \times 8^0 \\
 &= 229376 + 24576 + 256 + 24 + 2 = (254234)_{10}
 \end{aligned}$$

4. 十六进制数转为十进制数 例如:

$$\begin{aligned}
 (DA3F)_{16} &= 13 \times 16^3 + 10 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 15 \times 16^0 \\
 &= 53248 + 2560 + 48 + 15 = (55871)_{10}
 \end{aligned}$$

(二) 十进制数转换为其它数制数

1. 十进制数的转换规则整数部分 例如:

$$\begin{array}{rcl}
 10 \overline{) 2398} & (8 & \uparrow \\
 10 \overline{) 239} & (9 & \\
 10 \overline{) 23} & (3 & \\
 10 \overline{) 2} & (2 & \\
 0 & &
 \end{array}$$

采用连续除十的方法, 所得余数(从下至上排列)即为转换结果: $(2398)_{10} = (2398)_{10}$

小数部分采用连续乘十的方法, 所得积的整数(从上至下排列)。例如:

$$\begin{array}{rcl}
 \begin{array}{r} 0.593 \\ \times 10 \\ \hline 5.93 \end{array} & (5 & \quad \begin{array}{r} 0.93 \\ \times 10 \\ \hline 9.3 \end{array} & (9 & \quad \begin{array}{r} 0.3 \\ \times 10 \\ \hline 3.0 \end{array} & (3
 \end{array}$$

即为转换结果: $(0.593)_{10} = (0.593)_{10}$

2. 十进制数转换为二进制数的规则:

(1) 整数部分

采用除 2 倒集余的方法, 即连续除 2, 所得余数(从下至上排列)即为二进制的整数
例如:

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 147} \quad (1 \\ 2 \overline{) 73} \quad (1 \\ 2 \overline{) 36} \quad (0 \\ 2 \overline{) 18} \quad (0 \\ 2 \overline{) 9} \quad (1 \\ 2 \overline{) 4} \quad (0 \\ 2 \overline{) 2} \quad (0 \\ 2 \overline{) 1} \quad (1 \\ 0 \end{array}$$

$$(147)_{10} = (10010011)_2$$

(2) 小数部分

采用连续乘 2 取其整数, 将这些整数顺序排列即为二进制的小数 例如:

$$\begin{array}{cccc} 0.8125 & 0.6250 & 0.25 & 0.5 \\ \times 2 & \times 2 & \times 2 & \times 2 \\ \hline 1.6250 \quad (1) & 1.25 \quad (1) & 0.50 \quad (0) & 1.0 \quad (1) \end{array}$$

$$\text{即有 } (0.8125)_{10} = (0.1101)_2$$

如果既有整数又有小数, 则分别转换后用小数点连接起来即可, 例如:

$$(147.8125)_{10} = (10010011.1101)_2$$

3. 十进制数转换为其它任意进制数的规则:

和十进制数转换为二进制数的规则是基本一样的, 只是不用被 2 连续除或连续乘, 而换成要转换的进制数的数。例如, 要转换成八进制数, 就被 8 连续除或连续乘; 要转换成十六进制数, 就被 16 连续除或连续乘……

例如将十进制数 36180.875 转换成十六进制数:

整数部分:

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 36180} \quad (4 \\ 16 \overline{) 2261} \quad (5 \\ 16 \overline{) 141} \quad (13(D) \\ 16 \overline{) 8} \quad (8 \\ 0 \end{array}$$

小数部分:

$$\begin{array}{r} 0.875 \\ \times 16 \\ \hline 14.0 \end{array} \quad (14(E))$$

$$\text{因此: } (36180.875)_{10} = (8D54.E)_{16}$$