

# BASIC

## 语言

(二次修订本)

谭浩强 田淑清 编著

BASIC

PRINT "COCK="; X; "RABBIT="; Y

科学普及出版社

# BASIC 语言

二次修订本

谭浩强 田淑清 编著

## 内 容 提 要

本书介绍BASIC算法语言及其程序设计,包括基本BASIC和扩展BASIC,以及文件的使用。本书介绍了BASIC在一般数值计算和事务管理中的应用。这次修订以我国广泛应用的微型计算机上使用的BASIC为基础进行讲解,使本书成为一本通用的教材,对使用各种计算机的读者都能基本适用。本书具有系统完整、分析清晰、例题较多、通俗易懂的特点,是一本BASIC语言入门书。可作为大专院校、电视大学或计算训练班学习BASIC语言的教材,也适于中等以上文化程度读者自学。

## BASIC 语 言

(二次修订本)

谭浩强 田淑清 编著

责任编辑 朱桂兰

封面设计 赵一东

\*

科学普及出版社出版 (北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营

中国科学院印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092毫米, 1/16 印张: 14.7 字数: 351千字

1986年8月二次修订第1版 1987年2月二次修订第3次印刷

印数: 221,001—721,000册 定价: 2.50元

统一书号: 7051·1125 本社书号: 1279

## 前 言

BASIC语言是当前国内外广泛使用的、适合于初学者的一种计算机语言。要利用计算机，让计算机按照人们的要求工作，就要学习和使用计算机语言。BASIC语言是各种计算机语言中比较容易学习和使用的一种，具有中学以上文化程度的人都能掌握它。BASIC语言适用于数值计算、事务管理、绘图及游戏等，既易学又实用。几乎所有小型计算机和微型计算机都配有BASIC语言，因此，它受到普遍的欢迎。许多学习计算机的人就是从学习BASIC语言开始入门的。

为了适应国内推广普及计算机的需要，我们在1980年编写了《BASIC语言》一书，由科学普及出版社出版。在编写该书时，我们针对初学者的特点，突破了计算机语言书的一般传统写法，改变了从规则定义出发使人感到枯燥难学的做法，确定以应用作为出发点和目的，把语言和程序设计紧密结合起来，从具体问题入手，引出问题，然后逐步引出概念和结论，通过各种例题帮助读者掌握程序设计的方法和技巧。该书出版后受到各方面的关心、重视和支持，很多读者认为学习本书比较容易入门。全国许多高等学校、中央广播电视大学、中央电视台BASIC语言讲座、以及许多计算机学习班都把它选为教材。许多中专和中学也以此为教材或参照它进行教学。短短几年内已发行了三百多万册，是国内计算机类书中发行量最大的一本，并被评为科学普及出版社图书一等奖。这对我们是莫大的鞭策。

根据许多读者来信提出宝贵的建议，我们曾在1983年和1984年对原书进行了一些修订，增加了目前国内应用较广泛的一些计算机BASIC的使用说明。考虑到近年来计算机的发展，机型不断变化，原书以DJS-130为背景来叙述已不能适应当前的需要。在学该书后许多读者使用微型计算机时仍感到不便。因此，我们决定再进行一次修订，以目前广泛应用的微型计算机（例如长城0520、IBM-PC和紫金I、APPLE I）上使用的BASIC为基础进行叙述，使本书成为一本通用的教材，对使用各种计算机的读者都能基本适用。

由于各种计算机系统的不同版本的BASIC有一定区别，考虑到通用性，以及考虑到对初学者的教学要求，我们以各种版本BASIC中共同具有的语句、命令和函数为叙述的基础，并且在第十一章中介绍了一般计算机系统所用的BASIC的扩展语句。至于每一种BASIC扩充的功能，无法也没有必要在一本教材中一一列出。教科书应该用读者最容易理解的方式，使读者建立起本课程的基本概念，以及掌握程序设计的一般技巧，为读者今后进一步学习、使用和提高打下基础，而不应成为一本使用手册。手册的任务则是给出一个包罗万象的规定和说明，以备查阅，它的对象是对本门课已有一定知识的读者。我们相信，在学习本书后，再学习和使用具体的计算机的BASIC不会发生什么困难。科学普及出版社出版的《BASIC大全》综合了二百多种计算机BASIC的各种语句、命令、函数和运算符近五百个，并对它们的含义、作用、使用方法都作了简要的说明，还介绍了不同版本BASIC之间的转换方法。可以解决不同的BASIC“方言”间互不兼容的问题，是一本实用的工具书，可作为学习本书时的参考资料。

本书介绍例题较多，在教学时可以选择讲解。在每章后附有习题，在全书最后给出了本书的全部习题参考答案。应当说明，我们介绍的例题和参考答案并不是唯一的一种答案，甚至可能不是最好的一种。只是在学习各章时从教学角度出发，为了说明某些语句的概念和使用而提供的例子。学习和使用计算机语言一定要多看程序、多编程序并多上机练习。读者可以参考科学普及出版社出版的《BASIC语言例题选》和清华大学出版社出版的《BASIC趣味程序选》，以便更好地掌握程序设计的方法和技巧。

在这次修订时，除对各章内容作必要的修改外，删去了原书第十三章、全部重写了第十二章，对第十、十一两章也作了较大的修改，以适应当前发展的需要。在这次修订时考虑到已有不少单位复制了《BASIC语言》的讲课录象带，为了使这些录象带能继续使用，前九章的内容基本保留。从第十章开始重新录象（需要复制的可与清华大学电教中心联系）。

谭浩强编写了本书的第一、二、三、四、五、十章，田淑清编写了六、七、八、九、十一、十二章，北京经济学院谢锡迎同志曾编写了原书第十二章。不少同志从不同的角度给了我们支持或提过宝贵意见。中国计算机学会和全国高等院校计算机基础教育研究会对本书的出版和BASIC语言的推广给予过大力支持和帮助。我们在此一并表示感谢。

由于水平有限，恳切希望专家们和读者们能提出意见，以便进一步修改，更好地满足广大读者的需要。

编 著 者

1986年6月

# 目 录

<b>第一章 关于计算机的一般知识</b> .....	<b>1</b>
§ 1. 计算机的发展和它的特点 .....	1
§ 2. 电子计算机的用途 .....	2
§ 3. 计算机解题的方法和计算机的基本结构 .....	3
§ 4. 计算机中数的表示方法——二进制 .....	7
§ 5. 什么是计算机的机器语言 .....	9
§ 6. 什么是计算机的高级语言 .....	10
§ 7. 计算机的硬件和软件 .....	12
习题 .....	12
<b>第二章 最简单的BASIC 程序分析</b> .....	<b>13</b>
§ 1. BASIC语言的基本特点 .....	13
§ 2. BASIC程序的构成和基本规则 .....	14
§ 3. 打印语句(PRINT语句) .....	15
§ 4. BASIC中数的表示法 .....	20
§ 5. 标准函数 .....	21
§ 6. 变量、运算符、运算规则和表达式 .....	22
§ 7. 怎样从终端设备输入和修改程序 .....	24
习题 .....	25
<b>第三章 提供数据的语句</b> .....	<b>26</b>
§ 1. 赋值语句 (LET语句) .....	26
§ 2. 键盘输入语句 (INPUT语句) .....	29
§ 3. 无条件转向语句 (GOTO语句) .....	31
§ 4. 读数语句(READ语句)和置数语句(DATA语句) .....	33
§ 5. 恢复数据区语句 (RESTORE语句) .....	36
§ 6. 三种提供数据的语句的比较 .....	37
习题 .....	40
<b>第四章 分支</b> .....	<b>42</b>
§ 1. 问题的提出 .....	42
§ 2. 条件转向语句 (IF - THEN语句) .....	42
§ 3. 框图(流程图)的应用 .....	44
§ 4. 条件语句的应用举例 .....	47
§ 5. 注释语句 (REM语句) .....	56
§ 6. 暂停语句(STOP语句) .....	57
习题 .....	57
<b>第五章 循环</b> .....	<b>59</b>
§ 1. 问题的提出 .....	59
§ 2. 循环语句(FOR-NEXT语句)的基本概念 .....	60
§ 3. 循环语句的应用举例 .....	64

§4. 多重循环 .....	71
习题 .....	78
第六章 函数 .....	80
§1. 平方根函数、指数函数和对数函数 .....	80
§2. 绝对值函数和符号函数 .....	81
§3. 取整函数 .....	82
§4. 随机函数 .....	84
§5. 三角函数 .....	87
§6. 打印格式函数 .....	88
§7. 自定义函数语句 (DEF 语句) 和自定义函数 .....	93
§8. 程序举例 .....	95
习题 .....	98
第七章 子程序 .....	101
§1. 转子语句(GOSUB语句)和返回语句(RETURN语句) .....	101
§2. 调用子程序的规则 .....	102
§3. 程序举例 .....	103
习题 .....	108
第八章 单下标变量 .....	109
§1. 数组和下标变量的概念 .....	109
§2. 一维数组 .....	110
§3. 数组说明语句(DIM语句) .....	111
§4. 程序举例 .....	112
习题 .....	123
第九章 双下标变量 .....	125
§1. 双下标变量 .....	125
§2. 二维数组和数组说明语句 .....	126
§3. 程序举例 .....	127
习题 .....	135
第十章 字符串 .....	138
§1. 字符串变量和字符串赋值语句 .....	138
§2. 在READ和DATA语句中使用字符串 .....	139
§3. 在INPUT语句中使用字符串变量 .....	141
§4. 字符串的比较 .....	143
§5. 字符串数组 .....	147
§6. 字符串函数 .....	148
习题 .....	153
第十一章 几种扩展 BASIC 语句 .....	155
§1. 控制转向语句(ON-THEN, ON-GOTO和 ON-GOSUB语句) .....	155
§2. 条件语句的多种形式 .....	156
§3. 自选打印格式语句(PRINT USING语句) .....	159
习题 .....	163
第十二章 文件 .....	164

§ 1. 源程序文件 .....	164
§ 2. 数据文件 .....	165
习题参考答案 .....	171
第一章 关于计算机的一般知识 .....	171
第二章 最简单的BASIC程序分析 .....	171
第三章 提供数据的语句 .....	172
第四章 分支 .....	174
第五章 循环 .....	178
第六章 函数 .....	181
第七章 子程序 .....	185
第八章 单下标变量 .....	187
第九章 双下标变量 .....	191
第十章 字符串 .....	198
第十一章 几种扩展BASIC的语句 .....	200
附录 .....	207
附录1. 字符——ASCII代码 .....	207
附录2. 基本BASIC语句 .....	208
附录3. Cromemco BASIC 语句和函数一览表 .....	209
附录4. TRS-80 LEVEL II BASIC 语句和函数一览表 .....	209
附录5. PDP-11 BASIC 语句和函数一览表 .....	210
附录6. 长城0520和IBM-PC BASIC语句和函数一览表 .....	211
附录7. 紫金II和APPLE II 计算机BASIC语句和函数一览表 .....	215
附录8. 紫金II和APPLE II 计算机BASIC中与文件有关的命令语句 .....	220



# 第一章 关于计算机的一般知识

## §1. 计算机的发展和它的特点

人类在同大自然斗争中,创造并逐步发展了计算工具。我国春秋时代就有“筹算法”(用竹筹计数),唐末创造出算盘,南宋(1274年)已有算盘和歌诀的记载。随着生产的发展,计算日趋复杂(如需计算开方、三角函数等),开始出现了比较先进的计算工具。1642年在法国制成了第一台机械计算机。1654年出现了计算尺。1887年制成手摇计算机,以后又出现了电动计算机。

以上计算工具不能适应近代科学技术发展的要求,主要矛盾是:

(1) 运算量愈来愈大,人工难以完成。如人造卫星、导弹轨迹的计算往往需要几十万甚至几百万个数据,运算公式复杂,人力无法完成。

(2) 不能满足精度要求。计算尺只能估计三位有效数,常用的算盘只有十三档,两个五位数相乘就无法计算。

(3) 速度慢。气象“日预报”如用手摇计算机或电动计算机算,需要一、二个星期,预报成了“记录”了。

(4) 除了计算以外,还要求解决工业的自动控制、经济管理、文字翻译、图书检索等问题。

总之,科学的发展,迫切要求有计算速度快、精确度高、能按程序的规定自动进行计算和进行自动控制的新型计算工具。因此,电子计算机就应运而生了。可以说电子计算机是现代科学技术发展的必然产物。

1946年出现了世界第一台电子计算机“ENIAC”,全机用了电子管18,000个,继电器1,500个,耗电150千瓦,每秒运算5,000次,占地167平方米。从第一台电子计算机问世到现在只有近1500年的时间,而计算机的发展可以用“迅猛”两个字来概括。1950年全世界只有25台计算机,到1970年已有10万台。美国在1950年只有10台,到1984年已生产出各种类型的计算机近1,500万台。我国计算机近年来也有较大发展,至1985年全国已有大、中、小型计算机5,000多台,微型计算机13万多台。据国外报导,电子计算机每五至八年运算速度就提高十倍,而体积和成本却降低为1/10。

电子计算机的发展经历了,电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四代。与此同时,软件也有了相应的发展(见下页附表)。目前正在研制第五代的计算机。

电子计算机从原理上可以分为两大类:电子模拟计算机和电子数字计算机。从用途上可分为通用计算机和专用计算机。下面我们只限于叙述通用的电子数字计算机。

电子数字计算机的特点:

(1) 运算速度快。国外巨型机已达每秒十几亿次。前面说到的气象日预报,手摇计算机要算一、二个星期,用一般中型计算机只要几分钟就完成了。

(2) 精确度高。一般计算机可以有十几位有效数字(从理论上说还可以更高,但这使机器太复杂,或使运算速度降低,因此不必要无限制地增加有效位数)。

(3) 具有“记忆”和逻辑判断的能力。计算机不仅能进行计算,而且还可以把原始数据、中间结果、计算指令等信息存贮起来,以备调用。它还能进行各种逻辑判断,并根据判断的结果自动决定以后执行的命令。

(4) 计算机内部的操作运算,都是自动控制进行的。使用者把程序送入后,计算机就在程序的控制下完成全部计算并打印出计算结果,而不需人的干预。

附表: 电子计算机各代划分及特征简表

计算机代	起迄年份	代表机器	硬 件		软 件	应用范围
			逻辑元件	主存贮器		
第一代	1947~1957	IBM-704 UNIVAC-1	真空管	磁鼓延迟线、磁芯	符号语言 汇编程序	科学计算
第二代	1958~1964	IBM-7090 ATLAS	晶体管	磁 芯	程序设计语言、 多道程序设计、管理程序	科学计算、数据处理、 事务管理
第三代	1965~1970	IBM-360 CDC-6000 PDP-11 NOVA	中小规模  集成电路	磁 芯	操作系统  会话式语言	实现系列化标准  化,广泛应用于各领域
第四代	1970后	CRA Y-1(巨型) IBM-4300 VAX-11 IBM-PC	大 规 模  集成电路	半导体  存贮器	可扩充语言 数据库 大型程序系统 网路软件	微处理机和计算机 网络应用,更普及深入 到社会生活各方面

## §2. 电子计算机的用途

现代科学的发展使计算机进入了几乎一切领域。众所周知,计算机能控制机床自动加工复杂的零件,能使宇宙飞船准确地进入轨道,使导弹准确地击中目标。计算机可以代替医生诊断疾病、自动开药方和假条。利用计算机还可以代替人们管理城市交通,编辑稿件、排字、拼版,以及实现火车的行车调度、编组和售票的自动化等。计算机作出的乐曲,水平不亚于一般人之下。与计算机下棋,连优秀的选手也往往败北。据估计,应用计算机的领域已超过五千个。

分类来说,计算机有以下几方面的应用:

(1) 科学计算,或称数值计算。例如人造卫星轨迹的计算,水坝应力的计算,房屋抗震强度的计算等。1948年,美国原子能研究中有一项计划,要作900万道运算,需要由1,500名工程师计算一年。当时利用了一台初期的计算机,只用了150小时就完成了。有人估计,美国现有电子计算机完成的工作量,需要4000亿个人才能够完成。

早在1671年,著名的数学家莱布尼兹说过:“让一些杰出的人才象奴隶般地把时间浪费在计算上是不值得的。”他渴望有朝一日能有计算机把科学家从这种奴隶般的计算中解放出来,这个愿望现在实现了。

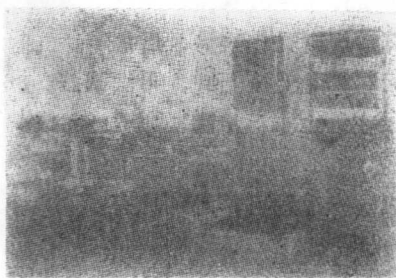


图 1.1 小型计算机和其外部设备

(2) 用于自动控制系统,特别是工业、交通的自动控制。一个由计算机控制的钢厂,年产量1000万吨,只需一万名工人。一台带钢热轧机,改用计算机控制后,产量可为人工控制的一百倍,而且质量显著提高。计算机广泛用于工业,为生产和管理实现高速度化、大型化、综合化、自动化创造了条件。

(3) 数据处理和信息加工。利用计算机对大批数据进行加工、分析、处理。如数据报表、资料统计和分析、工农业产品的合理分配、工业企业的各种计划编制、企业成本核算等。

国外一些银行已采用计算机记账、算账,把成千上万的出纳、会计、审核员从繁琐枯燥的计算中解放出来。如纽约和东京、巴黎等地间支付一笔账目,一分钟内即可办完。顾客到商店购物,可以不必带钱,只要带银行的信用卡片,送入商店的计算机的一个终端设备中,即可验明卡片的真伪、查出存款的数目,在自动减去货款后,把卡片退还顾客。

不少国家已使图书检索自动化。查书目、借书、查阅资料全部由计算机完成,为科学工作者提供了极大的方便。

(4) 近年来还新兴了“计算机辅助设计”(Computer Aided Design,简称CAD)。利用计算机部分代替人工进行飞机、机械、房屋、水坝、电路以及服装等的设计。

(5) 人工智能方面的研究和应用,利用计算机模拟人脑的一部分职能。

计算机的生产和使用,在我国目前还比较落后,有待我们迎头赶上。

### §3. 计算机解题的方法和计算机的基本结构

计算机并不神秘,它的解题过程和人利用算盘解题差不多。只要知道算盘是怎样解题的,就可以懂得计算机的解题过程和它的基本结构。

#### (一) 利用算盘解题的步骤和需要的设备

如果我们要计算 $86 - 25 \times 3 = ?$ 要经过几个步骤:

(1) 根据给定的题目想好计算方法和计算步骤,并把计算公式、计算步骤、原始数据等写在纸上。在本例中:

计算公式是:  $A - B \times C = D$ ;

计算步骤是: 先算 $B \times C$ ,再算 $A - B \times C$ ;

原始数据是： $A = 86$ ， $B = 25$ ， $C = 3$ 。

(2) 在算盘上进行计算，规则是先乘除，后加减。先算  $25 \times 3 = 75$ ，我们把这中间结果75写在纸上以备调用。然后在算盘上拨上86，再做减法， $86 - 75 = 11$ 。

(3) 把最后结果11记录在纸上。

到此全部结束。

从上面可以看出：要完成这一道题目，必须具有：

1) 能进行运算的装置，即算盘。

2) 能存放题目、计算步骤、原始数据、中间结果和最后结果的装置，即纸张。在整个计算过程中，把需要记录的数据都“记存”在纸上，需要“取出”时再按纸上的数值拨到算盘上。

3) 进行控制的装置。上述计算都是在人脑的操纵下进行的，由手去执行。

## (二) 计算机解题所需的设备

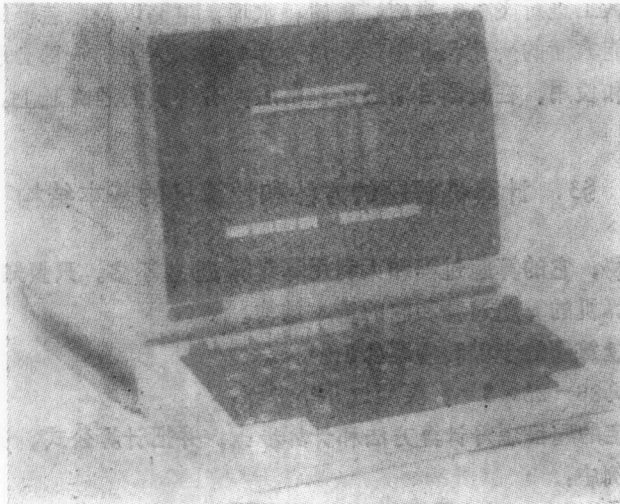
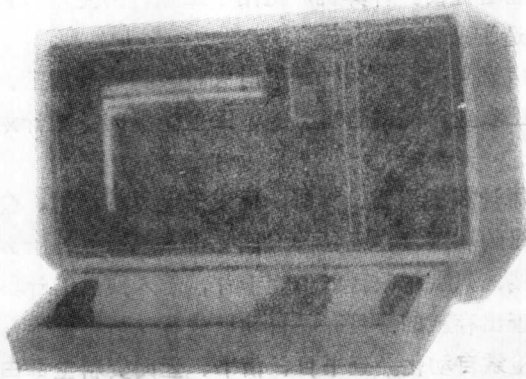


图 1.2 微型计算机主机和显示器

电子计算机的计算过程与算盘相仿，只是它由机器代替人。因此，和用算盘算题一样，必须具备几种设备：

(1) **运算器**。进行运算，相当于算盘。

(2) 计算机必须能保存和记录原始数据、运算步骤、以及中间结果。也就是说需要“记忆装置”，即**存贮器**。它相当于纸和笔。

(3) 计算机要有一个代替人的脑和手的作用、支配机器进行自动控制的**控制器**。它是计算机的“神经中枢”。由它统一指挥和控制计算机各部分的联系。例如上例中从纸上“取”一个数据到算盘上，和把结果“存”到纸上，是由人脑和手完成的。而在计算机中则全由控制器发出命令：什么时候取数，从什么地方取数，送到什么地方，进行什么运算，算完后的结果送到哪里等等。

(4) **输入和输出设备**。如果只有上述三种设备，计算机还不能工作。因为要算题，人们必须事先把原始数据和规定的计算步骤送到计算机中去，而计算的结果又要由计算机输出来。这种人和计算机联系的桥梁，称为输入或输出设备。

常用的输入和输出设备有：纸带输入机（有光电式的和电容式的）、电传打字机（可输入数据，也可打印出运算结果，是人机对话的一种设备）、行式打印机（用于输出运算结果，它的打印速度比电传打字机快，见图 1.3），快速穿孔机（可将计算机内的程序穿成纸带）、终端显示器（它的作用同电传打字机，但用荧光屏显示代替电传打字机的机械部分，显示速度快，字迹清晰，没有噪音，节省纸张，使用更加方便），以及磁带机和磁盘机等。

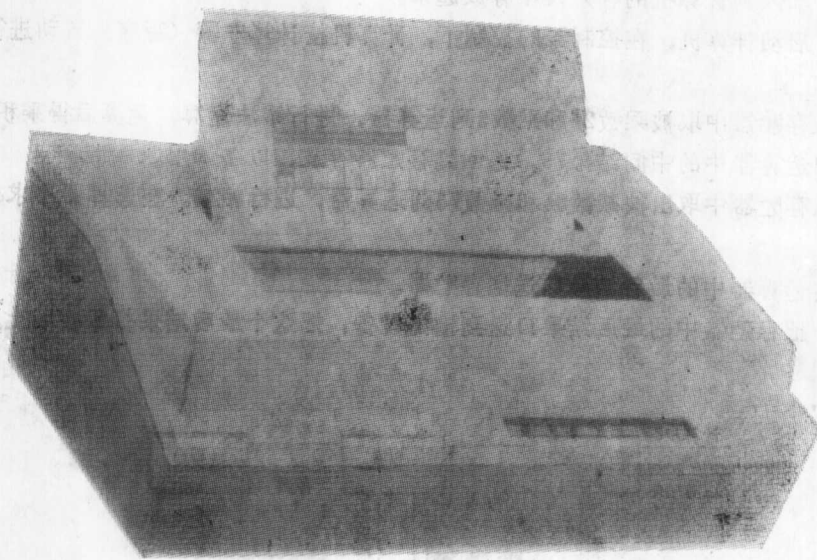


图 1.3 打印机

### (三) 计算机算题的简单程过

仍以  $86 - 25 \times 3 = ?$  为例，说明计算机的工作过程。

第一步：由输入设备（如纸带输入机或电传打字机）将事先编好的计算步骤和原始数据

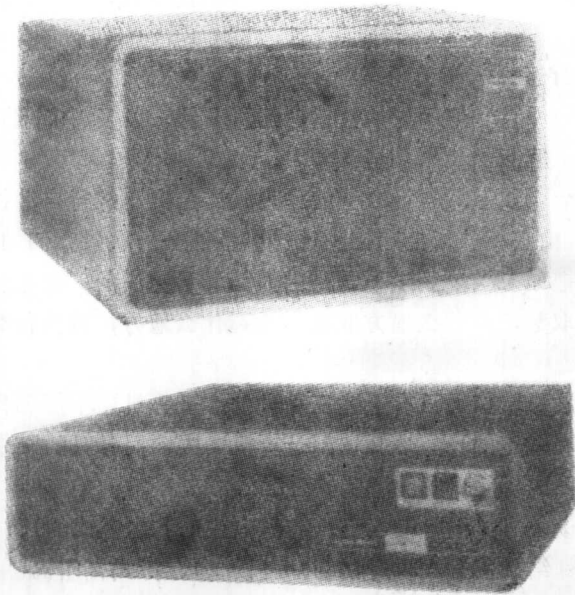


图 1.4 磁盘机

(86, 25和3) 输入到计算机的存贮器中存放起来。

第二步：启动计算机，在控制器的控制下，计算机按计算步骤（程序）自动进行如下操作：

(1) 从存贮器中取被乘数25和乘数3到运算器，进行乘法运算。运算后得乘积75。

(2) 把运算器中的中间结果75，送回到存贮器存放，以备调用。

(3) 从存贮器中取出被减数86和减数75到运算器，进行相减。在运算器中求得相减的结果11。

(4) 将运算器中的最后结果11送回存贮器。

第三步：把存贮器中的最后结果11送到输出设备，把这个最后结果打印在纸上。到此解题过程结束。

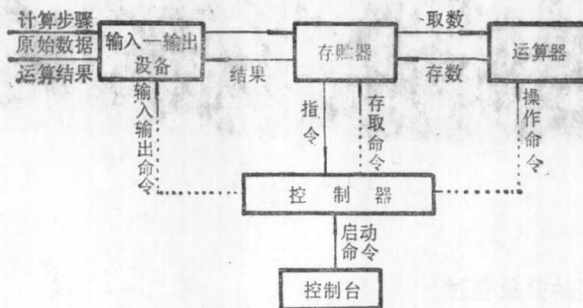


图 1.5 计算机各部分联系示意图

计算机各部分的联系如图 1.5 示。图中虚线表示由控制器发出的控制命令。在它的控制下，各部件按规定的顺序完成规定的动作。控制器是根据人们事先编好的程序发出命令的（该程序由输入设备送入存贮器，由存贮器根据程序的安排依次把进行某个操作的命令送给控制器）。

#### （四）利用计算机解决实际问题的过程

在一般的科技计算中，首先要将需要计算的对象的物理过程或工作状态归纳为数学问题的形式，这一步常称为建立数学模型。由于数学模型有时十分复杂，因此，常作一些简化，得出近似计算公式。然后再把这些近似公式编制成计算机能接受的计算程序，送入计算机内。在计算机内按预定的程序进行运算后，得出计算结果，由输出设备输送出来。用计算机进行科技计算的工作流程见图 1.6。

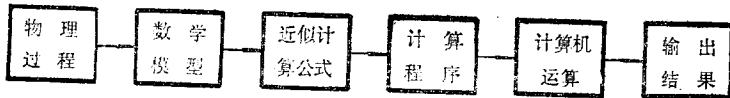


图 1.6 用计算机进行科技计算的工作流程

对一些复杂的问题，要找出近似的计算公式并不是一件很简单的事，这就是属于“计算方法”所要解决的问题。程序工作者根据已知的数学模型和计算方法编制计算程序。

还可以用计算机进行数据处理或事务管理。它的步骤是：根据需要解决的实际问题，确定计算方案，然后编制程序，最后送入计算机运行，输出结果。

本书介绍的就是如何利用 BASIC 语言编写程序。

## §4. 计算机中数的表示方法——二进制

人们习惯于用十进制，逢十进一。这完全由于人们的习惯，而并非天经地义的。事实上，人们还用了其它一些进制，如六十进制（一分钟等于六十秒，一度等于六十分），十六进制（一市斤等于十六老两），十二进制（一打等于十二个，一英尺等于十二英寸，一年等于十二月）等。人们生活中也有用二进制的，如鞋、袜、手套、筷子等，都是逢二进一。可见，用什么进制完全取决于人们的需要。

### （一）为什么要用二进制

电子数字计算机内部都是用二进制数，这是由于二进制数在电气元件中容易实现，容易运算。二进制中只有两个数，即 0 和 1，在电学中具有两种稳定状态以代表 0 和 1 的东西是很多的，如：电压的高和低，电灯的亮和灭，电容器的充电和放电，脉冲的有和无，晶体管的导通和截止……等。而要找出一种具有十个稳定状态的电气元件是很困难的。

二进制数的运算公式很简单：

$0 + 0 = 0$	$0 + 1 = 1$
$1 + 0 = 1$	$1 + 1 = 10$
$0 \times 0 = 0$	$0 \times 1 = 0$
$1 \times 0 = 0$	$1 \times 1 = 1$

即加法四条，乘法四条（各有  $2^2 = 4$  条）。



而十进制的运算公式从 $0+0=0$ 到 $9+9=18$ 共有加法规则100条，从 $0\times 0=0$ 到 $9\times 9=81$ 乘法规则也是100条( $10^2=100$ 条)。显然，计算机进行二进制数的运算比十进制数简单得多。

## (二) 十进制和二进制间的转换

由于人们习惯于十进制，因此常常要进行十进制数和二进制数的转换工作。只要记住，二进制的最基本的规定是逢二进一。一个十进制整数要化为二进制整数只需将它一次又一次地被2除，得到的余数（从最后一次的余数读起）就是用二进制表示的数。

如

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 11} \text{ (1)} \\ 2 \overline{) 5} \text{ (1)} \\ 2 \overline{) 2} \text{ (0)} \\ 2 \overline{) 1} \text{ (1)} \\ \hline 0 \end{array}$$

得到： $(11)_{10} = (1011)_2$

在上面一行中，括弧外的注脚10或2分别表示括弧中的数是十进制数或二进制数。

换句话说，把十进制数化成以2为底的指数形式，其系数的顺序排列（由高次到低次）就是以二进制表示的数。

由0到9的十进制数转换成二进制数见下表：

十进制数	化为以2为底的指数形式	二进制数
0	$0 \times 2^0$	0
1	$1 \times 2^0$	1
2	$1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	10
3	$1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	11
4	$1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	100
5	$1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	101
6	$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	110
7	$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	111
8	$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	1000
9	$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	1001

如果一个十进制数F可表示为：

$$(F)_{10} = a_0 \cdot 2^n + a_1 \cdot 2^{n-1} + \dots + a_{n-1} \cdot 2^1 + a_n \cdot 2^0$$

则 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ 就是F在二进制中的表示形式。

反之，二进制可化为十进制数，如左表。

如果一个二进制整数要化为十进制数，只要将它的最后一位乘以 $2^0$ ，最后第二位乘以 $2^1$ ，……依此类推，将各项相加就得到用十进制数表示的数。如：

$$\begin{aligned} (101101)_2 &= 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 \\ &\quad + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 2^5 + 2^3 + 2^2 + 2^0 \\ &= 32 + 8 + 4 + 1 = (45)_{10} \end{aligned}$$

## (三) 二进制数和八进制数转换

由于二进制数写起来很长，很难记，为方便起见，

二进制数	十进制数
1	$2^0=1$
10	$2^1=2$
100	$2^2=4$
1000	$2^3=8$
10000	$2^4=16$
100000	$2^5=32$
1000000	$2^6=64$
10000000	$2^7=128$
⋮	⋮
100……000	$2^n$
$\underbrace{\hspace{10em}}_{n \text{个} 0}$	



常将二进制数由低向高每三位组成一组,如:10110101111可分为10, 110, 101, 111四组;每一组(包括三位二进制数)代表一个从0到7之间的数,因为三位的二进制数是不会等于或大于8的,  $(111)_2 = (7)_{10}$ , 也就是说,以三位二进制作为一组(位)的数是逢八进一的。

$(8)_{10} = 2^3 = (1000)_2$ 就需要四位二进制数表示,即要向前一组数进一位。这种逢八进一的数称八进制数。现分别把上面的数据每三位一组用八进制表示:

$$\begin{array}{cccc} \underline{10} & \underline{110} & \underline{101} & \underline{111} \\ 2 & 6 & 5 & 7 \end{array}$$

也就是说10110101111的八进制数为2657(注意:10110101111的以十进制表示的数为1455而不是2657,读者可自己转换一下)。

八进制数和二进制数很容易互相转换。一个二进制数要化为八进制数,只需将每三位二进制的数用一个八进制数表示即可。反之,如果知道一个八进制数,要化为二进制的数,只需将每位八进制数分别用三位二进制数表示即可。如八进制数10500用二进制数表示:

$$\begin{array}{ccccc} \underline{1} & \underline{0} & \underline{5} & \underline{0} & \underline{0} \\ \underline{001} & \underline{000} & \underline{101} & \underline{000} & \underline{000} \end{array}$$

即001000101000000。

#### (四) 八进制与十进制的转换

如果要将一个八进制整数化为十进制数,只要把它最后一位乘以 $8^0$ ,最后第二位乘以 $8^1$ ,.....依次类推,最后将各项相加即可。如:

$$(105)_8 = 1 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 5 \times 8^0 = 64 + 5 = (69)_{10}$$

八进制中的105等于十进制中的69。

反之,一个十进制整数要化为八进制数,只需将它不断除以8,其余数的排列(由最后一个余数开始)就是以八进制表示的数,如:

$$\begin{array}{r} 8 \overline{)10} \quad (2 \\ 8 \overline{)1} \quad (1 \\ 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 8 \overline{)69} \quad (5 \\ 8 \overline{)8} \quad (0 \\ 8 \overline{)1} \quad (1 \\ 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 8 \overline{)128} \quad (0 \\ 8 \overline{)16} \quad (0 \\ 8 \overline{)2} \quad (2 \\ 0 \end{array}$$

$$(10)_{10} = (12)_8 \qquad (69)_{10} = (105)_8 \qquad (128)_{10} = (200)_8$$

在应用时,必须弄清楚所接触的数是二进制数?八进制数?或十进制数?例如二进制中的10和100应分别读作“壹零”和“壹零零”,而不要误读作“拾”和“一百”。

## §5. 什么是计算机的机器语言

要使计算机按人的意图工作,就必须使计算机懂得人的意图,接受人向它发出的命令和信息。人和机器交换信息就要解决一个“语言”的问题。计算机并不懂人类的语言(无论是中文或英文),例如,我们写 $A + B = C$ ,机器不能接受。它只能识别0和1两种状态。如光电输入机中纸带有孔的地方,它代表1,无孔的地方,代表0。长城0520(与IBM-PC兼容)计算机一个字长为16位,也就是说,由16个二进制数(0或1)组成一条指令或其它信息。16个0和1可组成各种排列组合,通过线路变成电信号,让计算机执行各种不同的动作。