

谭浩强 赵锦全 编著

计算机基础简明教程

科学普及出版社

计算机基础简明教程

谭浩强 赵锦全 编著

内 容 提 要

本书是专为中专、中学开设计算机课程编写的读物,可作教材。它主要包括计算机的基本知识以及 BASIC 语言,内容简明易学,第九章介绍了怎样进一步学习和提高;国内外广泛使用的 FORTRAN 语言和 COBOL 语言的特点;适于管理的 DBASE II 的初步知识和简单的操作命令以及汉字信息处理等。本书还写了“实验指南”一章,指导读者学习时上机实习。每章都配有一定习题。

本书着重介绍的 BASIC 语句是以紫金 II 及 APPLE - II 为基础的。考虑到通用性,本书只介绍了 BASIC 中基本常用语句,它们在不同型号机器上都适用。

本书亦适用作计算机培训班及军地两用人才的培训教材。

计算机基础简明教程

谭浩强 赵锦全 编著

责任编辑 朱桂兰

封面设计

*

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 各地新华书店经售

北京印刷三厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15.125 字数: 351 千字

1986 年 12 月第 1 版 1986 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—10,000 册 定价: 2.85 元

统一书号: 7051·1131 本社书号: 1357

前 言

近年来,学习计算机的热潮遍及全国各个角落,不仅高等学校开设了计算机课程,许多中专、技校和中学也都开设了计算机课程,大量的科技人员、管理干部、行政人员也迫切要求学习计算机知识,大力推广计算机在各个领域里的应用。实践证明,计算机并不神秘,具有中学文化程度的人就可以初步学会计算机的应用。

科学在发展,人类在前进,计算机是当代最伟大的科技成就之一,它的出现改变了而且将继续改变着人类的生产方式和生活方式。我们有一定文化知识的同志应当学习一些计算机的初步知识,争取能用计算机解决一些实际问题。当然,学习得愈多、愈深,成效会愈大。

本书是专为中专、中学以及具有中学文化程度的计算机初学者而编写的,我们吸取了其他有关书籍(包括自己的和其他同志的著作)中的成功的经验,针对初学者的特点,力求用通俗易懂的语言、循序渐进的方法、丰富多样的例子,使初学者易于接受,学了就能用。从未接触过计算机的同志学习本书后就可以建立起对计算机的初步概念,并能编写实用程序。

本书主要包括计算机的基本知识以及 BASIC 语言,内容简明易学。考虑到不少初学者希望进一步学习计算机知识,本书第九章介绍了怎样进一步学习和提高。在这一章中简要介绍了目前国内外广泛使用的 FORTRAN 语言和 COBOL 语言的特点;介绍了适用于管理领域的“大众数据库”DBASE II 的初步知识和简单的操作命令,以及汉字信息处理技术等,希望能有助于读者扩大知识面和进一步提高。

本书介绍的 BASIC 语句是以 APPLE II BASIC 为基础的。由于各种型号的 BASIC 存在一定的差异,考虑到通用性,本书只介绍 BASIC 中基本的常用语句,它们在不同型号计算机上都是适用的。有了这个基础,在需要时再选学所用计算机有关的 BASIC 语句和功能是不困难的。本书叙述的内容和介绍的例题程序,基本上适用于任一型号的计算机(个别地方可能有细小的差别)。本书还专门写了一章“实验指南”,指导读者学习本书时所进行的上机实习,希望学习本书时保证必要的上机练习。

本书可以作为中专、技校、普通中学、职业高中以及在职科技干部和管理干部学习计算机的教材,也可以作为计算机培训班或军地两用人才的培训教材。

由于篇幅所限,本书只包括一定数量的必要而又有代表性的例题,读者可以根据需要参考科普出版社出版的《中学 BASIC 例题集》、《BASIC 语言例题选》和即将出版的 BASIC 在管理方面应用例题选以及吉林教育出版社出版的《青少年 BASIC 例题选》

本书由清华分校谭浩强副教授和北京市化工学校的赵锦全编写。由于我们知识和水平有限,书中可能有错误,欢迎读者指正。

编著者 1986.7

目 录

第一章	计算机概述	(1)
§ 1.1	计算机的用途	(1)
§ 1.2	计算机的发展与特点	(3)
1.2.1	计算机的发展概况	(3)
1.2.2	计算机的类型	(4)
1.2.3	计算机的特点	(6)
§ 1.3	电子计算机内的信息	(7)
1.3.1	计算机处理信息的类型	(7)
1.3.2	二进制数	(8)
1.3.3	数据的二进制表示法	(9)
	习 题	(10)
第二章	电子计算机的系统组成	(11)
§ 2.1	计算机的硬件	(11)
2.1.1	中央处理机	(11)
2.1.2	主存储器	(11)
2.1.3	输入输出设备	(12)
2.1.4	总线	(13)
§ 2.2	计算机软件	(13)
2.2.1	指令系统与目标程序	(14)
2.2.2	汇编程序和编译程序	(14)
2.2.3	操作系统	(15)
2.2.4	数据库	(16)
2.2.5	应用程序	(16)
§ 2.3	计算机的系统结构	(17)
	习 题	(18)
第三章	程序设计语言和框图	(19)
§ 3.1	概述	(19)
3.1.1	FORTRAN 语言	(19)
3.1.2	COBOL 语言	(19)
3.1.3	BASIC 语言	(20)
§ 3.2	BASIC 语言简介	(20)
3.2.1	BASIC 程序的结构	(20)
3.2.2	BASIC 中数的表示法	(21)
3.2.3	变量、运算符、表达式和标准函数	(22)
3.2.4	BASIC 程序的输入和运行	(25)

3.2.5	BASIC 语言的特点	(26)
习 题		(27)
§ 3.3	框图	(28)
习 题		(29)
第四章	BASIC 的常用语句	(31)
§ 4.1	提供数据的语句	(31)
4.1.1	赋值语句 (LET 语句)	(31)
4.1.2	键盘输入语句 (INPUT 语句)	(32)
4.1.3	读数语句 (READ 语句) 和置数语句 (DATA 语句)	(34)
4.1.4	恢复数据区语句 (RESTORE 语句)	(36)
4.1.5	字符串变量的赋值	(37)
习 题		(39)
§ 4.2	打印语句	(41)
4.2.1	打印语句 (PRINT 语句)	(41)
4.2.2	打印格式函数 (TAB 函数)	(44)
习 题		(47)
§ 4.3	转移语句	(48)
4.3.1	无条件转移语句 (GOTO 语句)	(48)
4.3.2	条件转移语句 (IF 语句)	(49)
4.3.3	控制转移语句 (ON - GOTO 语句)	(56)
4.3.4	调用子程序语句 (GOSUB 语句和 RETURN 语句)	(58)
习 题		(63)
§ 4.4	循环语句 (FOR 语句和 NEXT 语句)	(65)
4.4.1	循环语句的结构和规则	(66)
4.4.2	多重循环	(70)
习 题		(73)
第五章	数组	(75)
§ 5.1	数组和数组元素的概念	(75)
§ 5.2	一维数组	(76)
§ 5.3	二维数组	(80)
§ 5.4	数组说明语句 (DIM 语句)	(83)
习 题		(88)
第六章	BASIC 函数	(90)
§ 6.1	数学函数	(90)
6.1.1	取整函数 (INT 函数)	(90)
6.1.2	随机函数 (RND 函数)	(94)
§ 6.2	字符串函数	(98)
6.2.1	子字符串函数	(98)
6.2.2	字符串长度函数	(102)
6.2.3	字符串与数值的转换函数	(103)

§ 6.3	自定义函数	(107)
	习 题	(109)
第七章	BASIC 程序的综合应用	(110)
§ 7.1	数值运算	(110)
7.1.1	用约当消元法解方程组	(110)
7.1.2	用牛顿迭代法求方程的根	(113)
§ 7.2	数据处理	(115)
7.2.1	职工工资统计	(115)
7.2.2	学生成绩统计	(119)
§ 7.3	其他	(122)
7.3.1	打印年历	(122)
7.3.2	打印图象	(126)
7.3.3	拼写单词测验	(127)
第八章	文件	(130)
§ 8.1	文件的概念	(130)
§ 8.2	源程序文件的存取和保护	(130)
§ 8.3	数据文件	(131)
8.3.1	数据文件的建立	(131)
8.3.2	文件的修改	(134)
8.3.3	文件的插入	(135)
8.3.4	文件的删除和记录的删除	(137)
第九章	关于进一步学习计算机知识	(140)
§ 9.1	怎样学习和提高	(140)
9.1.1	提高程序设计的技巧	(140)
9.1.2	选学其他语言	(142)
9.1.3	学习其他计算机课程	(142)
§ 9.2	汉字信息的处理	(143)
9.2.1	汉字的字形和字音特点	(144)
9.2.2	汉字系统的建立	(145)
9.2.3	应用实例	(149)
§ 9.3	FORTRAN 语言简介	(151)
9.3.1	FORTRAN 程序的结构	(151)
9.3.2	FORTRAN 源程序的书写格式	(153)
9.3.3	FORTRAN 的常用语句	(155)
9.3.4	FORTRAN 语言的特点	(155)
§ 9.4	COBOL 语言简介	(157)
9.4.1	COBOL 程序的结构	(157)
9.4.2	源程序的书写和输入方式	(159)
9.4.3	几个基本概念	(161)
9.4.4	COBOL 语言的特点	(162)

§ 9.5 数据库 DBASE II 简介	(163)
9.5.1 数据库的概念	(163)
9.5.2 数据库文件的建立	(164)
9.5.3 数据的输入	(167)
9.5.4 数据的显示	(168)
9.5.5 数据统计	(169)
9.5.6 数据的排序	(169)
第十章 实验指南	(171)
§ 10.1 实验一 键盘操作	(171)
10.1.1 目的	(171)
10.1.2 设备	(171)
10.1.3 键盘结构介绍	(171)
10.1.4 操作内容与步骤	(173)
§ 10.2 实验二 磁盘操作系统和打印机的使用	(175)
10.2.1 目的	(175)
10.2.2 操作内容与步骤	(175)
10.2.3 驱动器的启动和磁盘初始化	(176)
§ 10.3 实验三~五 BASIC 程序的调试练习	(177)
10.3.1 目的	(177)
10.3.2 操作内容与步骤	(177)
10.3.3 上机题目	(178)
§ 10.4 实验六 汉字信息的处理	(179)
10.4.1 目的	(179)
10.4.2 中文卡的装设和使用	(180)
10.4.3 操作内容与步骤	(181)
习题参考答案 (第四~六章部分)	(182)
附录	(222)
一、ASCII 代码表	(222)
二、BASIC 中常用的专用字符	(223)
三、BASIC 的常用语句	(223)
四、APPLE- II 计算机 BASIC 语句和函数一览表	(224)
五、APPLE- II 计算机的常见错误信息表	(230)

第一章 计算机概述

电子计算机的出现和发展,是当代科学技术最伟大的成就之一。它对人类社会产生了极为深刻的影响,其深度和广度远远超过了蒸汽机和电动机的出现所引起的工业技术革命。蒸汽机和电动机的出现,把人们从繁重的体力劳动中解放出来;而电子计算机的出现部分地解放了人们的脑力劳动,使人们能够集中更多精力去从事更高级的创造性劳动。目前,电子计算机已经广泛应用在科学研究、工农业生产、国防建设以及社会生活等各个方面,并进一步推动着人类社会更快的向前发展。

§ 1.1 计算机的用途

电子计算机的用途是极其广泛的,据估计,它的应用领域已超过 5000 个。概括起来,它主要表现在如下几个方面。

一、科技计算(或称数值计算) 进行数值计算,这是计算机早期的主要内容,例如,可以应用于科学计算、工程设计、天气预报、地震预测等。本世纪在生物领域中的一项重大成果——核糖核酸、脱氧核糖核酸和蛋白质的人工合成,就是由于采用计算机对其晶体结构进行了大量计算而获得的。利用流体力学方程式导出的方程组来预报天气变化,其计算工作量是极其繁杂的,有人曾经用手工计算了一个地方三小时以后的天气形势后作出估计,认为要预报三小时以后的天气情况,必须 60000 多人同时计算才能赶得上,否则,“预报”就会变成“事后诸葛亮”。但即使用一台运算速度为每秒三、四万次的慢速计算机,20 分钟内就能够把四天以后的天气形势预报出来。目前,气象部门普遍采用了大型的高速计算机,它可以作出较长时间内大范围的天气预报,从而大大提高了天气预报的准确程度。

二、数据处理(或称信息处理) 科技计算的主要特点是要对大量的、以至是很复杂的数学问题进行准确的数值运算。数据处理中虽然也可能要涉及到一些数值计算问题,但主要是要对大量的信息进行迅速而有效的分类、排序、判别、制表等。例如在基本粒子研究中,往往要拍摄上百万张照片,如果用人工处理几年都难以完成,而用计算机只要几个小时就可以了,所以,有人把计算机的出现说成是“给科学研究插上了翅膀”。人造卫星向地面站发回来的照片在拍摄和传输过程中要产生不同程度的畸变,它们究竟拍的是什么呢?是农作物?是山脉?是地下资源?还是火箭发射场?……,这些都只有通过电子计算机进行处理之后才能辨认出来。

信息处理是计算机应用的一个重要方面,而且,它在这方面的应用已远远超过了它在

科技计算方面的应用。目前在工农业计划的制定、科技资料管理、财务管理、人事档案管理、火车行车管理、图书资料的检索、汉字编辑排版以及象旅行订票和饭店管理等，都在实现“电子计算机化”。

三、过程控制（或称实时控制） 计算机能及时采集检测数据，按最优方案实现自动控制。例如用于控制炼钢，能大大降低燃料消耗，保证钢的成分，节约人力。高射炮自动瞄准系统能根据飞机的飞行状况，确定飞机即将飞临的点来发射炮弹。计算机还能使生产过程自动化，对工业发展带来深远的影响。例如，在美国有一个铁路系统采用了计算机实时控制，它能把运行在两万两千多千米长铁路线上的 85000 节车厢、2300 辆机车和 1000 多个乘务组的工作及时进行调整。使整个系统进行安全、快速、准确而高效率的工作。

四、计算机辅助设计和辅助教学 计算机辅助设计（CAD）是用计算机来辅助人们进行设计工作，使设计过程实现半自动化或自动化。目前已经用来设计飞机、船舶、汽车、房屋、水坝、服装以及大规模集成电路等。近年来还发展了计算机辅助制造（CAM），实现了无图纸加工。

计算机辅助教学（CAI）是用计算机来辅助进行教学。它可以模拟某一个物理过程，使教学过程形象化。也可以把教学内容编成计算机软件，对不同学生可以选择不同的内容和进度，改变了教学的统一模式，有利于提高学生的学习兴趣。还可以利用计算机来辅导学生，解答问题，批改作业，编制考题，等等。例如，美国伊利诺斯大学有一套电子计算机系统，它可以协助讲授 150 门功课，这大概是任何一位专家或教授力所不及的。在我国也已经开始进行这方面的工作。

五、人工智能 这是近年来计算机应用的新领域。人工智能主要研究如何应用计算机来“模仿”人的智能。也就是使计算机具有“推理”、“学习”的功能。

“自然语言理解”是人工智能应用的一个分支。要使计算机能理解人类用自然语言（例如英语或汉语），就需要根据上下文和人们已有的知识才能分析判断某一句或某一段话的确切含义。这样才能避免同一句话有不同的理解。怎样利用“上下文”和“知识”就是一个十分复杂的研究课题。

“专家系统”是人工智能应用的又一重要分支。它的作用是使计算机具有某一方面专家的专门知识，利用这些知识来处理所遇到的问题。例如计算机辅助医疗就是专家系统的应用成果之一。它能模拟医生分析病情，开出药方和病假证明。准确率达 95% 以上。

此外，还可以利用计算机下棋、作曲、画像、翻译等。近年来还发展了机械手和机器人，它能代替人装配零件，甚至给客人送咖啡，给病人送药等。人工智能应用的前景十分诱人。

由此可见，计算机的作用决不仅限于计算，“计算机”这个词的确是不足以概括它的全部功能的。从本质上说，应该把它称之为“信息处理机”，有不少人称它为“电脑”。

计算机的出现是人类科学技术发展史上一个新的里程碑。可以说，没有计算机就谈不上现代化。

国内外一些专家认为，人类的文化是和社会发展的背景相联系的，依赖于技术上的进步。在当今科学技术迅速发展的年代，每一个知识分子都应该学习和使用计算机，在不久

的将来, 如果不会使用计算机, 就如同今天的文盲一样感到困惑。

§ 1.2 计算机的发展与特点

1.2.1 计算机的发展概况

世界上第一台电子计算机 ENIAC 是 1946 年由美国陆军部赞助下制成的。它采用了近 18000 多个电子管, 用手工焊接的方式组装而成; 整个机器约重 30 吨, 装在一个占地约 170 平方米的两层楼里; 运算速度为 5000 次/秒, 可靠性也较差。但是, 它却奠定了电子计算机发展的基础。今天的一些计算技术, 例如数字编码、自动运算方式和程序设计等, 都是从这个时代开始的。这一阶段称为电子管时代。这个阶段的软件只有汇编语言, 使用很不方便。计算机主要用于科学计算。

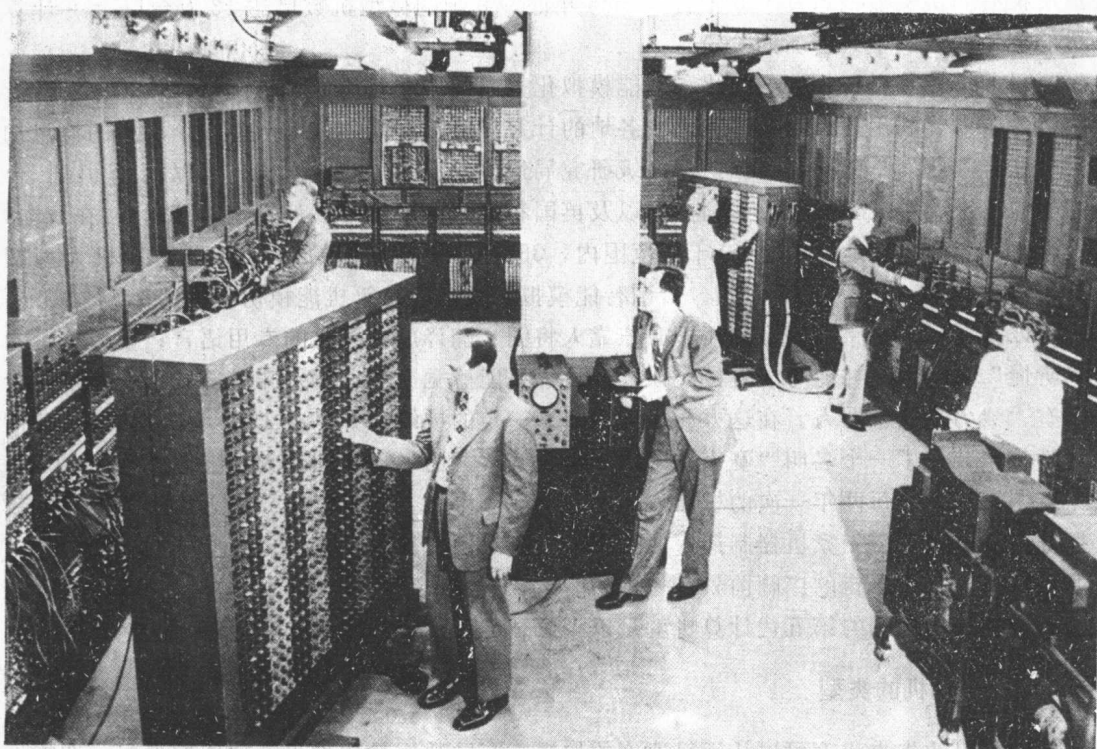


图 1-1 世界上第一台电子计算机

电子计算机的第二个发展阶段是 1959 年到 1964 年。它的主要特点是用半导体元件代替了笨重的电子管, 以磁芯存储器代替了磁鼓存储器, 从而使机器的体积和重量大大减少, 成本大大降低, 可靠性和运算速度则大为提高。这一阶段称为晶体管时代。这个阶段创造了程序设计语言, 计算机的使用逐步扩大, 除了科学计算之外, 还用于数据处理、事务管理。

1965年到1970年是电子计算机发展的第三个阶段。它的主要特点是用集成电路代替了单个的晶体管元件，高级程序设计语言有了很大发展，出现了操作系统和会话式语言，机器的体积和能耗进一步减小，运算速度和可靠性进一步提高，价格进一步降低，特别是小型机的出现大大促进了计算机应用的发展。计算机开始广泛应用于各个领域，例如自动控制、管理等。这一阶段称为集成电路时代。

1971年以后，是被称为大规模和超大规模集成电路时代的第四个发展阶段，特别是1971年微型计算机的问世是计算机的“第二次革命”，它使得整个机器可以做成象一块方糖那样小的程度，而功能则可以达到甚至超过小型机的水平；与此同时，软件也有了很大的发展，使计算机的使用更加方便。这不仅为火箭、人造卫星等尖端技术的发展铺平了道路，而且为计算机的普及应用创造了前所未有的有利条件。据报导，美国1950年只有10台计算机，1978年为40多万台。目前，美国每年由计算机完成的工作量，如果仍然用人工计算的话，需要4千亿人才能完成，相当于美国全部人口一年工作量的2000倍。到1979年为止，我国所拥有的大、中、小型计算机的总数才不过2300多台，而1982年全国所拥有的微机数就超过了5千台，1985年底，我国的微型机数已达13万台以上。计算机的应用已经到了一个新的阶段。

目前，计算机正朝着网络化和智能模拟化方向发展。所谓计算机网络，就是以一台计算机为中心，利用通讯系统将设立在各地的计算机连接起来，从而形成一个庞大的信息加工“联合企业”，象由美国国防部高级研究局最早建立的ARPA网络，可以拥有几十台主机和几十个接口，把遍及美国全国以及英国和挪威等国的许多计算机连接起来。在我国，一套可以和分布在北京地区40千米范围内，38个远程智能终端同时共享的计算机大型网络，已在1985年3月投入使用。所谓智能模拟，就是让计算机能模仿人脑的部分功能。它可以直接识别文字和图像，而不必依靠人将图文翻译成计算机的专用语言；使计算机能“听懂”人的说话并能与人直接交谈，使计算机能感觉冷热，辨别味道等。也就是要创造具有“活力”的机器人。在这方面已经取得了一定的成绩。如早在1969年在美国斯坦福大学就曾装设了一个名叫“赛克”的机器人，其“智力”已达到了大猩猩的水平。1983年在东京举行的每两年一次的机器人展销会上，一个机器人可以把弄乱了的拼板玩具重新摆好。日本名古屋一家机器制造厂的全部作业已经由机器人来操作。这些都展示着计算机的应用有着令人兴奋的广阔前景。

目前正在研制的第五代计算机就是以人工智能为主要特征的。

1.2.2 计算机的类型

计算机的先进程度可以从运算速度的快慢、存贮数据量的大小、功能的强弱，性能价格比的高低、配套设备与软件系统的丰富程度等方面来衡量。通常根据这些指标将计算机分为巨型机、大型机、小型机、微型机等四大类型（有的把它分为巨型、大型、中型、小型、超小型和微型等六类），现将这四类计算机的主要特点简述如下。

一、巨型机 巨型机并不意味着其外形象第一台电子计算机那样的庞大。巨型机的特点是：运算速度快，利用效率高，功能强，作用大。速度快是它一个突出特点，一般在每

秒几千万次以上。例如 IBM 公司生产的 IBM3090-400 型机为每秒 5000 万次；我国自行研制的银河-II 型机为每秒一亿次。日本 NEC 公司的 SX-2 型巨型机已达到每秒 11 亿次。但其价格也是相当昂贵的，一般每台在 1000 万美元以上。

巨型机主要用在军事技术和尖端科学研究方面，如导弹火箭的设计，宇宙飞船的导航等，要求在处理数据时既高度准确又极其迅速。另外，象地震分析、大范围内的天气预报、高能物理研究中大量实验照片的处理等，不仅所要处理的数据量极其巨大，而且计算过程特别复杂，这些任务只能靠巨型计算机才能完成。

二、大型机 大型机的运算速度比巨型机要低，一般为每秒几百万次，价格通常在几百万美元左右，也主要是在军事技术和科学研究领域中使用。象日本富士通公司的 M-780 系列和美国 DEC 公司的 VAX8650 和比之更高档的 VAX8800 机都是大型机。

三、小型机 世界上第一台真正的小型计算机是 1964 年由美国 DEC 公司研制成功的。小型计算机的运算速度较低，一般为每秒几十万次，但它克服了在此之前计算机过于庞大而昂贵的致命弱点，具有结构简单、体积小、造价低（一般为十几万至几十万美元）、性能价格比低等突出优点，可以在一般企业、事业单位以至生产过程的控制中使用，从而为计算机的普及和应用打开了新的局面。象美国 DEC 公司的 PDP 系列计算机，Nova 系列计算机，以及我国生产的 DJS-142 机都属于小型机。

四、微型机 一般说来，微型机的运算速度比小型机低，存贮能力比较小，但其体积可以比小型机小很多倍，价格比小型机要便宜一到两个数量级，操作简便，灵活性强，因此可以使计算机的应用社会化，几乎可以应用到社会生活的一切方面。

目前，计算机正朝着两极化方向发展：即重点发展微型机和巨（大）型机。微型机由于具有上述的突出优点，容易推广普及；特别是由于近年来大规模集成电路和超大规模集成电路技术的发展，其功能有的已达到甚至超过了原有的某些小型机，所以发展很快。据资料统计，1979 年到 1980 年初世界上微型机的装机台数为 50 万台，而 1984 年仅日本生产的微机就达到 187.4 万台。1985 年国际市场上销售的微机达到了 1770 万台，销售额为 366 亿美元，比 1984 年增长了 39%。

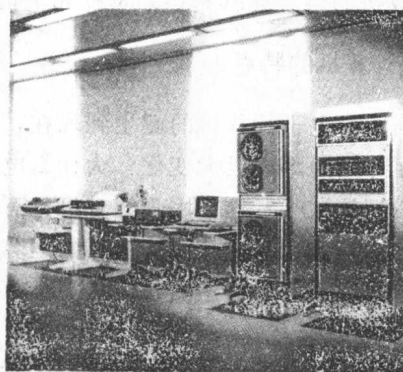


图 1-2 小型机

日本微型机生产状况

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
产量（台）	11 万	28.3 万	76.2 万	114 万	187.4 万	215 万	预计 278 万

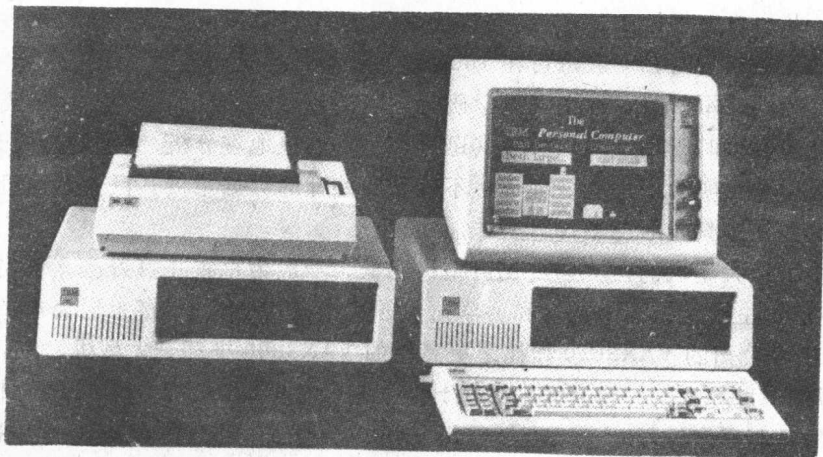


图 1-3 微型机

为了适应科学技术的发展,一些国家在大力发展微型机的同时,在巨型机的研究上也投入了大量的人力、物力,因为它的研制水平标志着一个国家科学技术和工业发展的程度,象征着一个国家的实力。由美国 CRAY-3 和 FTA 公司研制、预计在 1987 年出厂的 GF-10 型计算机的运算速度将达到每秒几十亿次以上。

1.2.3 计算机的特点

从第一台电子计算机的诞生到现在,只不过近 40 年的时间,为什么计算机的面貌会出现前面介绍的那样巨大变化?为什么电子计算机的应用能如此迅速地深入到几乎是人类生活的一切领域呢?这是因为计算机具有如下的显著特点:

一、极高的运算速度 计算机的运算速度可以超过人脑的几十倍、几千倍以至上百倍,在人们已经用过的各种运算工具中,计算机也是速度最快,而且是其他运算工具根本无法比拟的。

计算机的运算速度通常是以执行耗时最短的指令(如存取指令或加法指令)数为标准的。目前,微型计算机的运算速度可以达到每秒几十万次,巨型计算机可以达到几十亿次。这样,一些过去靠人工计算要几年或十几年才能解决,以至是根本无法解决的问题,现在只要几天以至几秒钟就能完成了。例如,国外曾有人花了 15 年时间把圆周率 π 的值算到了小数点后 707 位,这在当时是一个创记录的成就。而现在用即使速度不很快的计算机,一个小时就能完成了。我国某水坝的设计,如果用人工计算需要好几个月,使用计算机在三个星期就完成了,而且节约工程投资达 1000 万元。过去 125 年里许多数学家都无法解决的世界难题——“四色定理”^①, 1976 年两位美国科学家利用电子计算机只耗费了 1200

^① 所谓四色定理是指在一张无论多么复杂的地图上,只需要用四种颜色就能将各个国家区分开来,而不会使两个相邻国家用上同一种颜色。

个机器小时就解决了。它不仅说明了电子计算机无可比拟的运算速度，而且表明了它高度的逻辑思维能力。

1981年我国长江上游连降暴雨，武汉三镇告急。由于采用电子计算机及时而准确地提供了上游天气即将好转的情报，放弃了原来准备采用的荆江分洪的措施，从而保护了60万亩良田，避免了一场严重的损失。

二、计算的精度高 科学技术的发展，特别是一些尖端科学技术的发展，要求要有高度准确的计算结果，象火箭、人造卫星和宇宙飞船的发射，事前要经过极其复杂的数学运算以确定它们的运行轨道。在飞行过程中，要根据实际情况随时进行调整和控制，否则便会“失之毫厘，谬以千里”。这是过去人力所无法承担的。可以这样说，没有电子计算机的诞生和发展，就不可能实现今天这种“嫦娥奔月”般的奇迹。

三、很强的功能 计算机具有多种功能，与千百年来人们制作的“死”的机器有着质的区别。以往的机器没有任何一台能够象今天的计算机那样具有逻辑分析和逻辑判断的功能，没有任何一台机器能够象计算机那样具有如此广泛的用途。今天，从天上到地下，从巡航导弹之类的复杂科学计算到一般商店的商品计价，从“阿波罗”登月飞行工程的计划管理到某个具体生产过程的控制，从高度机密的军事情报管理到普通学校的成绩评定，都已经或正在由计算机进行。计算机是由人设计制造的，但它的功能在某些方面已经接近甚至超过了一般人所能做到的程度。它是整个人类长期劳动和智慧的结晶。它对人类的影响确实远远超过了蒸汽机和电力对人类造成的影响。随着各种科学技术的不断进步，人类社会将会以前所未有的速度向前发展。

§ 1.3 电子计算机内的信息

1.3.1 计算机处理信息的类型

计算机的应用范围是极其广泛的，因此，它所处理的信息也是各式各样的。但是，从构成信息的本质上分析，无非是两大类：一类是数字或数值信息；一类是非数值信息，例如目前使用的各种语言、文字以及图象等。

数值信息就是指计算机所处理的各种数字，例如一个班的学生人数、一个工厂的产值、一个人的工资额，等等，它们都是数值（例如：23，168.5，-76.4等），我们把它统称为数值信息。对数值信息可以进行如加、减、乘、除等算术运算。

文字信息是常用的一种非数值信息，它是指由单个文字字符、数字字符、某些专用字符（如+，-，*，/，S，#……）组合的信息。我们通常把由若干个字符组合而成的文字信息称为“字符串”。如“BEIJING”，“APPLE-Ⅱ”，“FORTRAN 77”，“01-12/86”，等等。

不管是数字或字符，都可以称为“数据”。因此，又有数值数据和文字数据之分。

应当指出，这两类数据（信息）在我们所涉及的各种实际问题中是互相联系的。例如，

当人们利用计算机来计算工资或做某种统计报表时，通常都离不开诸如人名、地名、物名等一类的字符，以及表示年龄、人口、价格等一类的数字；即便在进行某种纯数学运算时，为了使计算机打印出的结果更加醒目，往往要把计算出来的结果用诸如“X=”之类的字符和计算出的有关数值同时表示出来。这两类数据（信息）在内存中以不同的形式存贮，具有不同性质。

1.3.2 二进制数

在计算机内部，数值都是以二进制数表示的。在二进制数中，只有0和1两种数字状态，逢二进一。这和人们习惯的十进制数是不同的，例如它把十进制中的“2”表示为“10”，把“3”写成“11”，把“5”写成“101”，等等。

二进制的表示方法和十进制数的表示方法是相似的，也可以用科学记数法表示。十进制数可以写成若干个10的幂乘以系数之和，如果十进制数为n位，则10的最高方次为(n-1)。例如4863是个四位数，则10的最高方次为3，即 10^3 个位数“3”可以写成“ 3×10^0 ”，千位数“4”可以写成“ 4×10^3 ”，等等。整个数可以表示为：

$$4863 = 4 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

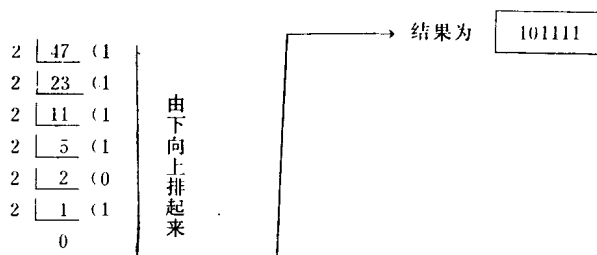
对于任何一个二进制数，同样可以写成若干个2的幂乘以系数之和。不过，二进制中的系数只有0和1，而零乘任何数均为零，因此，凡为0的数可以不写。例如

$$(11000101)_2 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = (197)_{10}$$

为什么计算机中不使用人们熟悉的十进制呢？这是因为计算机是由集成电路和磁芯等电子元件组成的，这些电子元件只有两种稳定状态：有电流或无电流，有磁通或无磁通，开或关，等等。因此，把一种状态作为“0”，另一种状态作为“1”，利用“0”和“1”数码的组合就能实现我们所要反映的数值、以及用来进行我们所要进行的数学运算。但是，要找到一种具有十种稳定状态的电子元件却是难以实现的。

考虑到人们习惯于使用十进制，因此在计算机高级语言中，人们仍然可以用十进制表示的数向计算机输入数据，由计算机把它转换成二进制数，而且在运算之后先转换成十进制的形式然后再打印出来。

二进制数与十进制数之间的转换规则是这样的：若要把十进制数转换成二进制数，是“除2取余，反向排列”；二进制数转换为十进制数，是前面提到的“取各个2的幂乘以系数之和”。例如有一个十进制数47，根据上面所叙述的原则，可以把它转换成二进制数：



下面再把它由二进制数转换为十进制数：

$$101111 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 47$$

下面列出了一部分二进制数与十进制数的对应表以供参考。

二 十进制对照表		十 二进制对照表	
二进制数	十进制数	十进制数	二进制数
0	0	1	1
1	$2^0 = 1$	2	10
10	$2^1 = 2$	3	11
100	$2^2 = 4$	4	100
1000	$2^3 = 8$	5	101
10000	$2^4 = 16$	6	110
100000	$2^5 = 32$	7	111
...	...	8	1000
...	...	9	1001
...	...	10	1010
...	2^{n-1}	11	1011
10 0		...	...
n 位		...	...

值得指出，由于二进制数只有 0 和 1，写起来既冗长又不便记忆，因此人们往往把二进制数化成八进制数或 16 进制数形式，例如二进制 $(1100)_2$ ，写成八进制 $(14)_8$ 或十六进制的“C”（在十六进制中，以 A 代表 10，B 代表 11，C 代表 12，等等）。在此不作更多的介绍。

1.3.3 数据的二进制表示法

语言和文字是人们用来交流思想表达意愿的工具。各种语言文字的构成及其规则都是人们约定并被公认的。同样，计算机所传递和存贮的每一个信息，也是人们按照一定规则事先加以约定好的，就象用电报代码来表达特定的文字意义一样。

前已谈到，在计算机里的所有数据都是通过 0 和 1 的组合表示的。这种表示方法称为数据的二进制表示法。例如 0001，101101，等等。它们中的每一个二进制数字称为位（bit），一串二进制数字称为二进位串（bit string）。所有用来表示特定数字的字符的二进位串的总和，称为二进制代码。目前，电子计算机所采用的二进制代码都是经过标准化和公认了的，其中美国信息交换标准码（American Standard Code for Information Interchange）—ASCII 码是世界上最通用的编码，例如：字符“A”用 ASCII 码表示为 01000001，“+”（加号）为 00101011，“，”（逗号）为 00101100，等等。这些字符通常都是通过计算机的键盘输入的。一般的键盘拥有 50 多个按键，能提供大约 90 个不同的字符，每个字符都有一个固定的二进制代码来代表。通过这些字符的不同组合，就可以实现对各种各样信息的传递和处理。