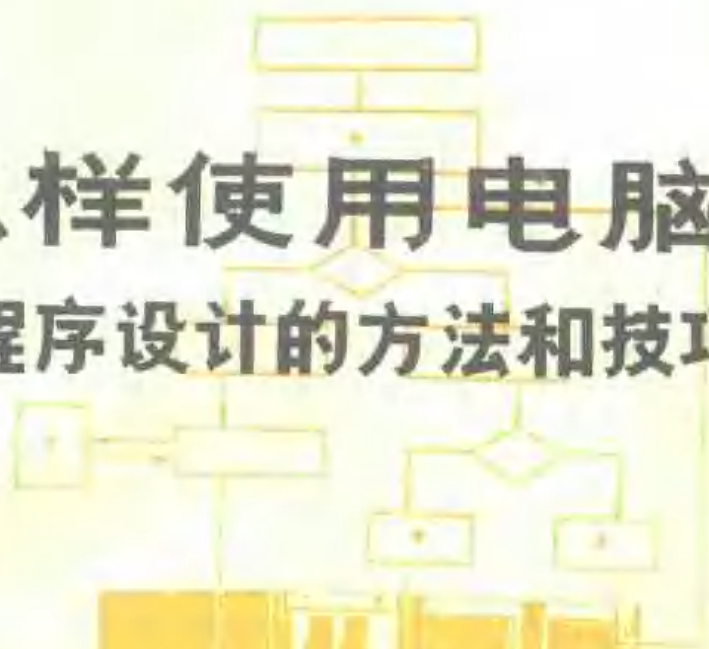




现代化知识文库

怎样使用电脑

—程序设计的方法和技巧



知识出版社



现代化知识文库

倪海曙 主编

TP31
17

怎样使用电脑

—程序设计的方法和技巧

刘尊全 编著



知识出版社

1984·8·上海

内 容 提 要

本书系统地介绍了计算机程序设计的基本方法和使用技巧。全书共分十三章,主要内容为:计算机的基本原理和系统的构成,常用算法语言的特点及使用方式,程序设计方法,程序和机器结果的正确性,数值计算与非数值应用的软件设计方法和实例,数值模拟与试验,机器证明与机器发明,启发式程序设计方法,机器学习与机器智能等,并附有大量的程序设计实例。本书取材丰富,内容新颖,例子生动,注重思维方法,富有启发性。本书结合作者近年来的工作,介绍了计算机科学发展的前沿领域的情况和新的研究成果。可供具有中等文化水平的读者阅读,也可供使用计算机和对计算机感兴趣的科技人员以及大专院校有关专业的师生参考。

装帧设计 张恭予

JS463/13

现代化知识文库

怎样使用电脑

——程序设计的方法和技巧

Zenyang Shiyong Diannao

——Chengxu Sheji de Fangfa he Jiqiao

刘遵全 编著

知识出版社出版

(上海市北路650号)

新华书店上海发行所发行 上海市青浦区角彩印刷厂

开本 850×1067毫米 1/32 印张 9.775 插页 2 字数 209,000

1984年8月第1版 1984年8月第1次印刷

印数:1-32,500

书号: 17214·1008 定价: 1.15元

总 序

社会主义现代化建设需要知识，需要在不断更新中的现代化知识。

人类的知识是不断发展、不断更新的。现代的社会，文化科学突飞猛进，人类知识的更新速度空前加快；假定 19 世纪的知识更新周期是 80~90 年，现在已缩短为 15 年，而某些领先学科更缩短为 5~10 年。知识体系不断更新，人的知识结构也必须不断更新，进学校求得适用一辈子的知识的“一次教育”已经成为陈旧的观点。这样，不断地进行更新知识的再学习，也就成为现代人生活和工作的需要。“活到老，学到老”这句格言有了新的含义。现在，好些国家已经在研究和推行“终身教育”，又称为“知识更新教育”，它的主要方法是提供对最新知识的深入浅出的介绍，以便自学。现代化的人才要由实行全面的终身教育来造就。

人类认识日新月异，各门科学的新分支层出不穷，边缘性、交叉性学科随着发展，形成了人类知识结构的综合化和整体化的新趋向。因此，现代化社会不仅需要“专才”，而更需要“通才”，也就是具有新的知识结构的科学人才。现在许多成就卓著的科学家，极少是只限于一门专业的，他们往往在边缘性、交叉性学科领域中以博识多才取胜。当然，一个人不可能通晓一切知识的细节；但是，如果知识深广，视野开

阔，就可以具有融会贯通、触类旁通的创造能力。我国的现代化事业正需要成千上万这样的通才。

《现代化知识文库》就是为了提供知识更新的学习材料而出版的。它将系统地、全面地、通俗地介绍从自然科学到社会科学各个部门的最新成就，特别是边缘性、交叉性学科的新进展以及它的难题和解决的方向。《文库》的有些内容在国内还是第一次作系统介绍，希望它的出版对正在探索科学文化新境界的读者有所帮助。

这套文库将不断补充新的选题，分辑出版，每辑10本。编著者大多是中年科研人员，由老一辈的著名科学家担任编审。从内容到文体都将按照客观情况的发展不断更新。

知识就是力量，我们的工作希望得到大家的支持和帮助。

《现代化知识文库》编辑部

1982年5月

目 录

第一章 电脑的基本原理和系统的构成	1
1. 人类智力的工具(1)	
2. 电脑的工作原理(6)	
3. 电脑系统的构成(10)	
4. 服务性程序和数据库(15)	
第二章 人机交互式的 BASIC 语言	18
1. BASIC 语言概述(18)	
2. BASIC 语言中基本量的表示(19)	
3. BASIC 语句(23)	
4. BASIC 程序的修改与调试(31)	
5. 程序设计的例题(32)	
第三章 最常用的 FORTRAN 语言(一)——说明部分	46
1. FORTRAN 语言概述(46)	
2. FORTRAN 语言的特点与程序结构(47)	
3. 基本概念和术语(52)	
4. 说明语句(55)	
第四章 最常用的 FORTRAN 语言(二)——语句部分	60
1. 赋值语句(60)	
2. 转移和分支(65)	
3. 循环(69)	
4. 函数和子程序(75)	
5. 输入、输出语句和格式控制(85)	
6. 停语句(92)	
7. FORTRAN 程序的例子(94)	
第五章 程序设计的基本方法	99
1. 计算逻辑与框图(99)	
2. 算术公式的程序设计(102)	
3. 分支的程序设计(105)	
4. 循环的程序设计(116)	
5. 计算时间与存贮空间的相互转换(124)	
第六章 输入和输出	128
1. 输入和输出的方式(128)	
2. 字符的输入和输出(129)	
3. 表格加工(135)	
4. 绘图与显示(154)	
第七章 解题步骤与程序设计实例	159

1. 引言(159)
2. 问题的提出(165)
3. 数学模型的建立(167)
4. 差分格式的选取与差分方程(169)
5. 计算逻辑(173)
6. FORTRAN 程序(174)
7. 计算过程的处理与程序正确性(184)
8. 计算结果的分析(184)

第八章 程序和机器结果的正确性186

1. 引言(186)
2. 程序的结构设计(188)
3. 程序的调试与追踪(191)
4. 机器结果正确性的判定(196)

第九章 FORTRAN 语言的非数值应用199

1. 引言(199)
2. 编译技术的应用——表达式的翻译(200)
3. 微分方程程序系统的设计(207)

第十章 机器证明与机器发明217

1. 机器定理证明与公式推导(217)
2. 用机器重新发现物理学定律(224)

第十一章 启发式程序设计230

1. 迷宫的启示(230)
2. 迷宫程序(231)
3. 随机性搜索(236)
4. 机器的学习功能(239)
5. 目标的判定与选取(244)
6. 系统设计与灵活性(246)

第十二章 电脑模拟与实验257

1. 引言(257)
2. 方案的设计和选取(259)
3. 天体演化的数值模拟(262)
4. 医学临床诊断的模拟(263)
5. 开辟新的领域(267)

第十三章 电脑与人类智能269

1. 图灵试验(269)
2. 电脑与人脑(271)
3. 智能的随机性特征(273)
4. 第五代电脑(275)
5. 机器人向人类挑战(276)

参考文献280

中英名词对照表284

后记294

第一章 电脑的基本原理和系统的构成

1. 人类智力的工具

在人类征服大自然的斗争中，能够模拟和代替部分脑力劳动的机器——电子计算机的出现，标志着科学技术发展史上的一个新的里程碑。大量的实践表明，电子计算机是人类脑力劳动的工具，它不仅可以进行数值计算，而且可以进行逻辑推理、判断和选择，电子计算机是人类智力的放大器，这一点正逐渐被更多的人所认识和理解，因此人们又把它称为“电脑”。在很多国家和地区“电脑”已经成为流行的术语。

电脑的出现和发展，使人类面临着一个新的科学技术和工业革命的前夕。

回顾历史，早在远古时代，人类通过生产实践就形成了数和运算的概念，并且开始用石子计数。事实上，在拉丁文中的 *calculus*（计算）一词的原意，就是计算用的石子。

我国古代曾用算筹记数。算筹记数是劳动人民在生产实践中创造出来的一种方法，《汉书·律历志》上记载“其算法用竹，径一分，长六寸”。汉代的1尺约相当于现在的23厘米，算筹长6寸约合13.8厘米，径3分约合0.69厘米。表示数目的算筹有纵横两种方式

纵式	一	二	三	四	五	六	七	八	九
横式	一	二	三	四	五	六	七	八	九
表示	1	2	3	4	5	6	7	8	9

对于5以下的数目，用几根筹就表示几，对于6、7、8、9四个数采用纵和横的筹来表示。若表示一个多位数字，则象现在使用数码记数一样，把各位的数目从左到右横列，但各位数目的筹式需要纵式和横式相间，即个位数用纵式表示，十位数用横式表示，百位数用纵式表示，千位数用横式表示，依此类推。数字0用空位来表示。例如86021用算筹表示出来就是

Ⅲ 丁 一 |

这里的百位是空位而不放算筹。又如数目字10340用算筹表示出来是

| Ⅲ 三

其千位和个位上都不放算筹。由于算筹记数需要纵式和横式相间，所以数字上有没有空位是很容易辨别的。《夏侯阳算经》上说得好，“一纵

十横,百立于僵。千、十相望,万、百相当。满六以上,五在上方。”这样一来,用极简单的竹筹,纵横布置,就可以表示出任何的自然数。

算筹所表示的位值制记数法,为加、减、乘、除等的运算建立了良好的条件,并促进了我国古代数学在数字计算方面的发展。

算筹是算盘的前身。在我国唐代中期,有很多的商业算术书提倡用珠算盘计算,珠算术从此得以在全国范围内广泛传播。特别是由于算盘制作简便、操作灵活,深受广大人民喜爱,至今仍作为数字计算的工具有被人们所使用。

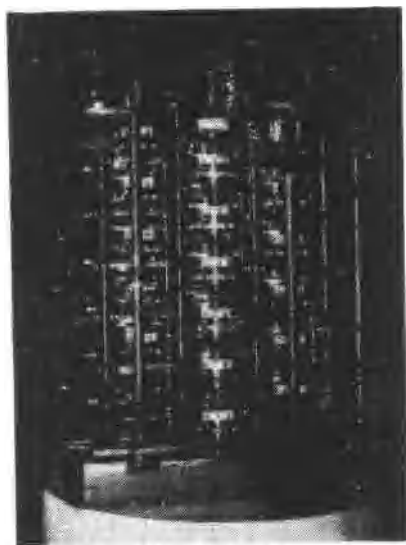


图 1-1 1830 年巴贝奇设计的机器

一直到 17 世纪,世界上才出现了早期的机械装置的计算工具。在计算技术的发展史上,应当提及查理·巴贝奇(Charles Babbage)的贡献。在 1830 年,这位英国剑桥大学的数学教授,曾设计了一台具有存贮、资料处理和控制部件的分析机。他的先进的设计思想超越了客观的现实,当时的机械加工技术还达不到他所要求的精度,因而这部机器没有能够完成。他在 1871 年去世,给人们留下了一堆复杂的设计图纸,世人曾讽刺这位科学先驱者的工作是“巴贝奇的愚笨”。一直到本世纪的 50 年代,当美国哈佛大学和国际商业机器公司的科学家在研制一台名为“马克一号”(Mark I)机电式计算机的时候,才又重新发现了巴贝奇的设计,并被他的远见卓识所震惊。

在1885年,美国的巴劳斯(Burroughs)研制成功了第一台可销售的加法机械装置。

第二次世界大战的刺激,对计算技术的发展起了巨大的推动作用。当时在理论上和技术上条件都已经成熟,以电气工程师普雷斯波·埃克特(J.Prespen Eckert)和物理学家约翰·莫奇勒博士(John W.Mauchly)为代表的朝气蓬勃的富有创造精神的科学家和工程师们,于1946年建成了世界上第一台电子数字计算机 ENIAC (ENIAC 是一缩写词,英文全名是Electronic Numerical Integrator and Computer,中文意思是电子数字积分机和计算机)。这台电脑是美国奥伯丁武器试验场为了满足计算弹道的需要而研制的,它每秒钟能进行5,000次运算,用了18,800个电子管,体积为3,000立方英尺,耗电150千瓦,重量达30吨,占地面积达170平方米,这在今天看来真可算是一个庞然大物。

电脑自从问世以来,已经经历了四代。第一代(1947~1957年)是电子管电脑,采用磁鼓作存贮器。第二代(1958~1964年)是晶体管电脑,内存贮器主要采用磁芯,外存贮器大量采用磁盘,输入和输出方式

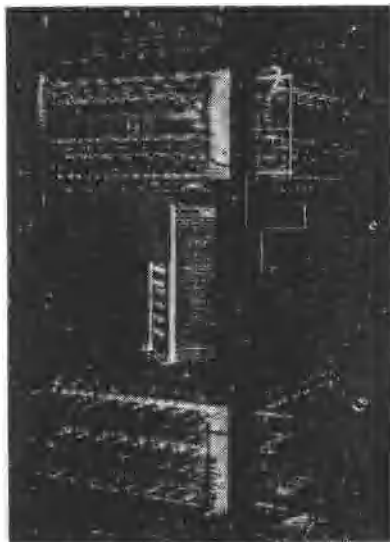


图 1-2 早期的磁芯存储器

有了很大改进,有了算法语言和编译系统。第三代(1965~1972年)是固体组件电脑(主要采用中、小规模集成电路),有了操作系统,电脑已成为一个由硬件和软件构成的系统。在此期间,小型电脑得到了广

泛的应用和发展,出现了终端和网络。第四代(自 1972 年开始)是大规模集成电路电脑。1970 年出现的美国 IBM 370 系列电脑,被称为三代半产品,即向第四代过渡的电脑。由于电脑系统的功能显著提高,加之微型电脑问世,其产品大量投入市场,对电脑的发展产生了巨大而深远的影响。

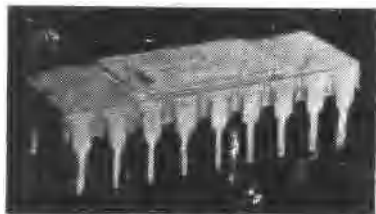


图 1-3 固体组件

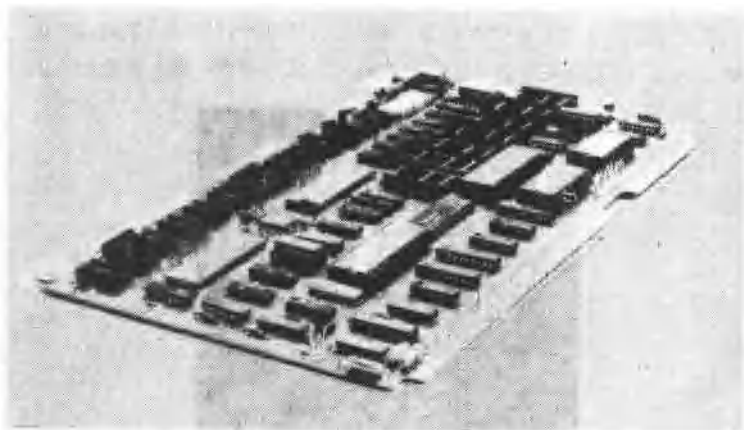


图 1-4 插件板

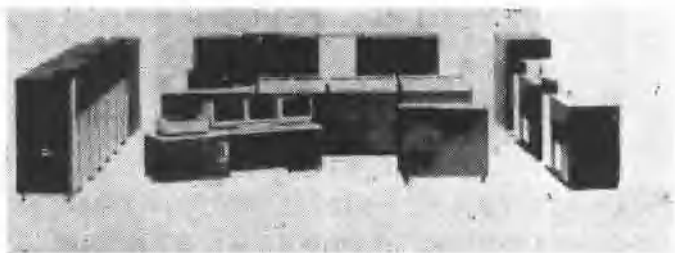


图 1-5 电脑装置

目前,每秒运算千万次以上的大型电脑已投入批量生产,每秒运算十亿次的巨型电脑系统已投入运行,每秒运算百亿次以上的巨型电脑正在加紧研制中。

全世界大、中、小型电脑统计表

年 份	台 数	年 份	台 数
1950	10	1976	420,000
1956	450	1977	550,000
1960	5,000	1978	710,000
1965	25,000	1979	890,000
1970	100,000	1980	1,100,000
1972	160,000		

微型电脑的出现,是电脑发展史上的重大事件。现有大规模集成电路的水平已达到在绿豆大小的面积上可以集成几十万门电路,电路的线宽度小于1微米(百万分之一米)。据报道,日本电气公司已经试制成功一种超大规模集成电路512千位的只读存储器,它用全电子束直接蚀刻方式,在 8.9×6.6 毫米²的硅片上集成了约60万个晶体管。这种超大规模集成电路适用于做微型电脑、字母变换器和翻译机中的存贮元件。

全世界微型电脑统计表

年 份	台 数	年 份	台 数
1974	450,000	1978	4,500,000
1976	1,900,000	1980	10,000,000
1977	3,000,000		

微型电脑的出现和发展,在电脑的发展史上是一次革命性变化。在庆祝 ENIAC 诞生 35 周年的典礼上,美国宾夕法尼亚大学的学生在耗资 40 万美元的第一台电脑 ENIAC 和现在市场上售价不到 500 美元的微型电脑 TRS-80 之间,安排了一场比赛,要一个庞然大物和一个小家伙决一胜负。两者都计算同一个题目:计算从 0 到 10,000 的所有整数的平方。比赛结果,ENIAC 用了 6 秒钟,而 TRS-80 只用 1/3 秒,TRS-80 以绝对优势获得全胜。在电脑的发展史上,ENIAC 曾作为里程碑而显赫一时,如今却成了老古董,只好呆在美国国立博物馆中供人们

参观。如果没有解说词,今天人们是无法辨认这个庞然大物的。虽然其功能在当今世界上已经变得微不足道,但是面对这个开拓者,人们仍不免要肃然起敬。

现在微型电脑产量急剧增加,应用日益广泛,并已渗透到社会生活的各个领域。市场上已出现了 500 美元一台的微型电脑,并且价格还在继续下降。

自微型电脑出现以来,差不多每隔二至三年就有一次重大的进展,也称为换代。国外微型电脑产品现已进入第三代,品种多达 200 余个,产品本身已经系列化,从结构上看,已实现了一片大规模集成电路就是一部微处理机。

大约每五到八年,电脑的运算速度就要提高十倍,体积就要缩小十分之九,成本也随之降低十分之九。目前,电脑的数量逐年急剧上升,其功能不断地增强,使用方法日趋简便和灵活,使用效率逐步提高,应用范围日益扩大。据粗略统计,当前电脑的应用范围已达 5,000 多个项目,从国防、经济建设、交通运输、经营管理、科学研究,直至家庭和日常生活的各个方面,电脑都可以发挥其巨大的作用、扮演着日益重要的角色。

人们认为,巨型电脑的研制水平,是衡量一个国家科学技术和工业发展的尺度,是一个国家实力的标志;中小型、微型电脑的生产数量和普及程度,更是反映出一个国家现代化的进程。

2. 电脑的工作原理

在当代科学和技术的发展中,电脑正日益产生巨大和深远的影响。如同对任何事物的认识一样,要理解它、掌握它、运用它,就要抓住它的本质。

电脑的本质是什么?

控制论的创始人诺伯特·维纳(Norbert Wiener)曾经说过:“计算机本质上是一种记录数字、运算数字、并给出数字结果的机器。”

今天的电脑不仅仅能记录数字和运算数字,而且能处理数字以外的信息。所谓信息是人们表示一定意义的符号集合,即信号,它可以是声音、图形、数字、运算或加工的步骤,也可以是一串编码。

概括起来,我们可以这样说,电脑是这样一种装置:它对输入的信息能自动进行加工,并输出加工的结果。

必须指出,信息的自动化加工这个概念极为重要。电脑是按照人

们事先编制好的程序自动地高速地进行信息加工的，它不同于算盘和袖珍电子计算器一类的计算工具，这些计算工具或者不具有自动性，或者只能自动进行一次运算而不能执行复杂的计算程序，而且也不能够处理数字以外的信息。

今天的电脑，确切地说应称为信息处理机，它是一个自动化的信息加工装置。

电脑到底如何实现自动化信息加工呢？

为了回答这个问题，我们还得从算盘谈起。尽管今天已经有了各种类型的不同功能的电脑，但是切不要小看了算盘。算盘作为计算工具，在历史上是起过很大作用的，由于它结构简单，至今仍被广泛使用着。

算盘用珠子位置(行或列)来表示数位。人们在计算时，用纸和笔来记录题目和数据，通过手指拨弄算珠来控制整个计算过程。

我们要算一道题目，先拿到任务书(相当于电脑的输入器)，然后根据需要把记录在纸上的数据(相当于电脑的存贮器)，有顺序地拨到算盘(相当于电脑的运算器)上，人用手指拨珠子并决定进行何种运算(相当于电脑的控制器)，最后把计算结果写在报告书(相当于电脑的输出器)上。

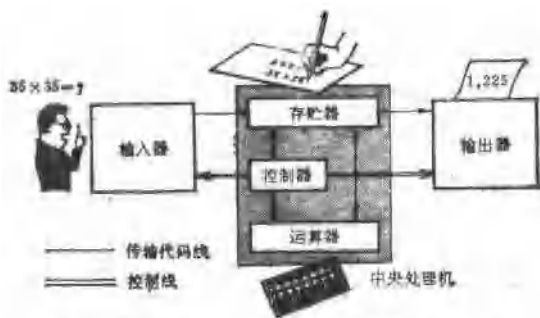


图 1-6 电脑的工作原理(冯·诺依曼提出的原型)

电脑主要由输入器、存贮器、运算器、控制器和输出器组成。

输入器用来输入原始数据和计算程序，一般可采用穿孔纸带、穿孔卡片、软磁盘输入装置来输入信息，也可以用磁带和磁盘读出器来传输信息。少量的数据和计算程序，也可以通过键盘显示终端直接输入计算机，这在人-机会话和控制台操作的情况下是经常采用的。

存贮器用来保存和记录原始数据、运算步骤和中间结果。存贮器

又分为内存贮器和外存贮器。内存贮器也称为主存贮器，它可以直接与运算器联系。外存贮器的容量要比内存贮器的容量大得多，它与运算器不发生直接联系，但它可以与内存贮器或批交换代码。

运算器是对代码进行算术运算和逻辑运算的装置。

控制器用来实现机器各部分的联系和控制，保证计算过程的自动进行。

输出器用来输出信息加工的结果，一般采用宽行打印机来输出结果，也可以用绘图仪来绘制图形，用显示器显示图形或数字并照相。有的输出结果，为便于以后上机使用，可以采用输出穿孔纸带和穿孔卡片，也可用记录到磁带或磁盘上的方式，作为中间转贮。

通常，人们把内存贮器、运算器和控制器合在一起，称为中央处理机。电脑进行自动化信息加工，是由中央处理机来完成的。通常情况下，人们把除了中央处理机以外的其他装置称为外部设备。

电脑是由中央处理机和外部设备构成的一个整体，它把传统的人工计算过程变成了自动化信息加工过程。

电脑可以进行高速运算，其运算速度之高是人和目前其他的计算工具所不能比拟的。在 50 年代，国外有人做过这样的统计：一个熟练的计算人员用机械式手摇计算器，作 4 位数字的加、减、乘、除运算，每天工作时间以 8 小时来计算，一天平均完成 8,000 次运算的工作量。现在，一部微型电脑每秒钟能进行数万次以上的运算。这就是说，电脑不到一秒钟就能完成一个计算员一天以上的计算量。

计算圆周率 π 值，用人工方法花费了 15 年的时间才算到小数点后 707 位，而现在采用一部普通的电脑，只用一个小时的机器时间就能完成同样的计算，比人工计算的速度快 10 万多倍。

电脑可以存贮大量的信息，它可以把有用的信息“记住”。一部微型电脑的内存贮器可以存贮几万个数据，而外存贮器的存贮容量，则可达几百万个数据以上，显示出了惊人的“记忆”能力。中国古代传说，有一回苏东坡想试一试王安石的记忆能力，他从书房里专门挑出一本积满灰尘的书，并且随手翻了几页，王安石居然当场将所指的内容一个字也不差地全部背诵出来。至今，九百多年前这位学者的记忆力，一直被世人所传诵着。然而，王安石的记忆能力与今天的电脑相比，则要逊色很多。因为今天的电脑系统，存贮几部书的内容根本不在话下，一个大系统电脑系统能够存贮整座图书馆的书籍和文献的内容。

电脑具有计算精确度高的特点，这也是人工计算所不能比拟的。对

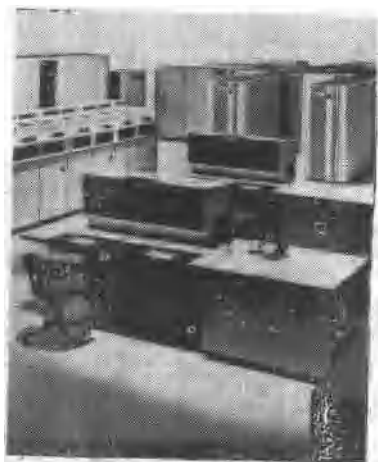


图 1-7 大型电脑

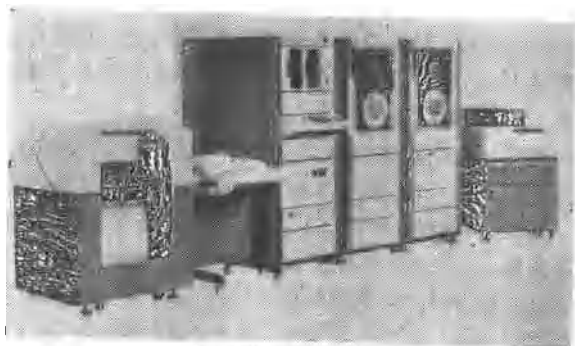


图 1-8 小型电脑

于数值计算来讲,普通的电脑可以保证 8 位有效数字。如果采用双精度运算,则有效位数就更高了。特别应该指出的是,电脑还可以进行无误差的信息加工,可以对数字以外的信息进行精确运算,例如对符号的演算。对一般数据而言,机器对实型数是有运算误差的,每一个实型数在机器内部都是一个近似表示,而对于整型数的运算,机器是没有误差的,可以进行完全准确的运算。因此,电脑不仅能进行算术运算,处理大量的数据,而且还可以进行逻辑运算。电脑具有逻辑推理和判断的功能,因此可以用电脑进行数学定理的证明和有关公式的推演。

更为重要的是,电脑具有自动运行的特点,即根据人们事先编制的

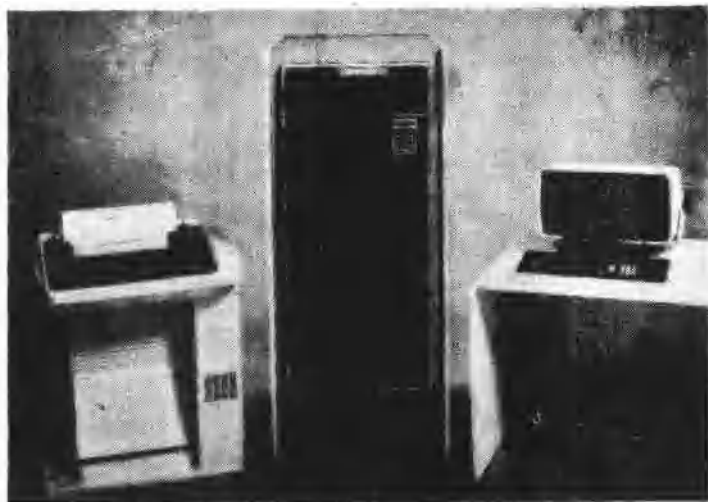


图 1-9 微型电脑

程序来运行。尽管目前的袖珍电子计算器小巧玲珑，但它在运算过程中总是需要人来进行干预。能否自动运行，这是电脑与计算器之间的本质区别。

目前世界上各种类型不同的电脑达千余种之多，但论其工作原理，基本上还是属于冯·诺依曼(J.von Neumann)提出的原型。

冯·诺依曼(1903~1957年)是当代杰出的数学家。他出生在匈牙利的布达佩斯，在幼年就表现出才智过人。他6岁时，能用心算来解 $78,463,215 \div 49,673,235$ 这样的除法问题。他8岁时已掌握了大学的微积分。年仅23岁，就写出了专著：《量子力学的数学基础》。1930年，他去美国接受了普林斯顿大学的数学物理教授的职位。在第二次世界大战中，作为美国政府的顾问，他对于设计导弹和研制核武器作出了巨大的贡献。

这里所要提及的是，冯·诺依曼作为科学家的预见性和敏锐的思想。他提出的电脑结构的基本原型，对后来电脑的发展产生了深刻和巨大的影响。

3. 电脑系统的构成

电脑具有高速运算、信息存贮、计算精确、数据处理、逻辑判断、自动运行等突出特点。为了充分发挥这些特点，随着电脑的发展，逐步形