

计 算 机

它的应用和程序设计

刘慎权 编著

科学出版社

内 容 简 介

本书是一本系统地介绍电子计算机应用和程序设计的基础读物。它从使用的角度,深入浅出地介绍了计算机的工作原理、硬件和软件、它的各种重要应用以及怎样使用计算机和怎样从事程序设计等问题。全书共分四篇,前两篇介绍电子计算机及其应用的基本知识,后两篇介绍程序设计和最常用的几种程序设计语言。

本书可供欲了解计算机及其应用的广大读者和科技人员阅读。亦可供程序设计训练班的学员、计算机科学和计算数学有关专业的师生作参考读物。

计 算 机

它的应用和程序设计

刘慎权 编著

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1980 年 8 月第一次印刷 印张: 11 3/8

印数: 0001—24,250 字数: 258,000

统一书号: 15031·277

本社书号: 1732·15—8

定价: 1.20 元

序

近年来,电子计算机的使用在我国越来越普遍。经常碰见人们在谈论计算机的各种应用,谈论计算机的硬件和软件,以及它的各种语言和程序设计问题。很多同志都希望了解一下有关计算机应用的知识,还有不少同志希望学会使用计算机,甚至想在计算机上编程序,解决自己工作中碰到的问题。著者在从事计算机应用的工作中,深感目前很需要这方面的基础性读物,因而编写了这本书,冀能对计算机的使用和推广,有所帮助。著者力图深入浅出地介绍计算机的基本知识、计算机的各种重要应用以及怎样使用计算机和怎样进行程序设计等问题。

全书共分四篇。第一篇介绍电子计算机应用的基础知识。分四章,分别讲述计算机的简要历史、计算机的工作原理、计算机的各种硬件以及怎样使用计算机;还介绍了数据的表示方法、存储程序的基本概念和有关程序设计语言、编译程序、操作系统等基本知识,使读者读完本篇后,对计算机能有一个概括的了解。

第二篇介绍计算机的应用。下分三章,分别叙述计算机在科学上的应用、在工程技术上的应用和在经济企业部门及文教卫生等方面的应用。由于计算机的应用非常广泛,这里只是举出某些重要方面,叙述上则力求通俗易懂。

第三篇讲述程序设计的基础知识。其下共分三章。著者不从具体的某台机器或某种程序设计语言出发,而是使用了程序设计最基本的框图来讲述程序设计;目的是使读者在学

完本篇以后,能为程序设计打下一个基础,更容易地去掌握各种程序设计语言,以便从事编制程序的工作。

第四篇介绍最常用的几种程序设计语言:机器语言、汇编语言、BCY 算法语言、BASIC 语言、FORTRAN 语言和 COBOL 语言。这几种语言是在很多机器上常常碰到的。目的是为了帮助读者在学习这几种语言时有个入门的途径。由于各种语言在各台计算机上常常还存在一些差异,要用某种语言去编程序上机时,还须查看有关的使用手册,但学了它再去看某种语言的使用手册时就更容易了。

阅读本书,不需要什么专门知识。欲对计算机的应用作一般了解而不从事编程的同志,可只读一、二两篇。第二、四两篇是为读者掌握程序设计打下入门基础的。著者希望本书对于科学技术人员以及欲了解计算机及其应用的广大读者能有一点帮助。但由于计算机应用领域非常广阔,著者深感自己学识浅陋,经验不足,力所不及。书中一定存在不少缺点错误,恳请读者批评指正。

本书在编写过程中,刘慎钊同志提出很多宝贵意见,为本书设计了一部分插图,并担任了全书的绘图工作。中国科学院计算技术研究所许多同志为本书的编写和出版给予了不少热情的帮助。姚伟民和高兴奎两同志还为著者校阅了第三和第四篇。游鄂毓同志审阅了全稿并提出了宝贵意见。著者在这里深表感谢。

目 录

第一篇 电子计算机基本知识

第一章 从算盘、台式计算机到电子计算机	1
§ 1.1 算盘的历史	2
§ 1.2 机械的计算工具的发展	5
§ 1.3 电子计算机的出现及其发展	11
第二章 电子计算机是怎样工作的?	20
§ 2.1 电子计算机有些什么特点?	20
§ 2.2 电子计算机是怎样计算问题的?	22
§ 2.3 数的二进位制	26
§ 2.4 数据的表示	34
§ 2.5 数据的存储	40
§ 2.6 存储程序	42
§ 2.7 计算机逻辑	44
第三章 计算机硬件	51
§ 3.1 中央处理部件	51
§ 3.2 计算机存储部件	55
§ 3.3 输入输出设备	66
§ 3.4 数据通讯设备	76
§ 3.5 计算机与计算机网络	79
第四章 怎样使用电子计算机	85
§ 4.1 使用电子计算机困难吗?	85
§ 4.2 怎样在电子计算机上解问题?	86
§ 4.3 计算机语言	95

§ 4.4 计算机软件	100
§ 4.5 操作系统	103
§ 4.6 实时系统	111

第二篇 电子计算机的应用

第五章 电子计算机在科学上的应用	119
§ 5.1 计算机与数学	121
§ 5.2 发射人造卫星	125
§ 5.3 原子核反应堆的设计	127
§ 5.4 流体力学问题的计算	128
§ 5.5 天气数值预报	131
§ 5.6 计算机与化学	134
§ 5.7 计算机在实验室里的应用	137
第六章 电子计算机在工程技术上的应用	140
§ 6.1 计算机用于工程计算和工程设计	140
§ 6.2 计算机辅助设计	143
§ 6.3 计算机的设计自动化	145
§ 6.4 数字控制机床	149
§ 6.5 计算机与自动控制	150
§ 6.6 计算机控制城市交通	154
§ 6.7 计算机用于石油勘探	155
§ 6.8 计算机用于环境保护	156
第七章 电子计算机在经济企业部门和文教卫生 方面的应用	159
§ 7.1 计算机用于企业管理	160
§ 7.2 计算机用于物资调拨	161
§ 7.3 计算机用于图书资料的管理	162
§ 7.4 计算机用于书报印刷的排版	163
§ 7.5 计算机在医疗上的应用	165
§ 7.6 计算机与语言翻译	166

§ 7.7 计算机的其他一些应用	167
------------------------	-----

第三篇 程序设计基础

第八章 怎样描述算法	170
§ 8.1 怎样用框图描述算法?	170
§ 8.2 怎样把算法写成程序?	173
§ 8.3 条件判断	177
§ 8.4 输入/输出	180
§ 8.5 算术表达式的运算	182
§ 8.6 复合条件判断	184
第九章 循环与循环参数	187
§ 9.1 简单循环的构造	187
§ 9.2 循环参数	190
§ 9.3 嵌套循环	193
§ 9.4 多个分岔	197
第十章 下标变量	201
§ 10.1 为什么要用下标变量	201
§ 10.2 存储单元分配	205
§ 10.3 下标变量用法举例	207
§ 10.4 数组的输入与输出	217
§ 10.5 多维数组	219
第十一章 函数和过程	224
§ 11.1 函数	224
§ 11.2 过程或子程序	229

第四篇 程序设计语言

第十二章 机器语言与汇编语言	235
§ 12.1 指令形式	236
§ 12.2 指令地址的选址方式	238
§ 12.3 指令的类型	245

§ 12.4	机器语言程序编制举例	247
§ 12.5	汇编语言	252
第十三章	BCY 算法语言	258
§ 13.1	基本符号和名字	258
§ 13.2	常量	259
§ 13.3	变量及其说明、标准函数	260
§ 13.4	表达式和计算语句	262
§ 13.5	转语句、条件语句	264
§ 13.6	输入语句和印刷语句	265
§ 13.7	怎样写 BCY 程序? 停语句、空语句、复合语句 和分程序	268
§ 13.8	循环语句	272
§ 13.9	函数与过程	274
§ 13.10	用 BCY 编程序应注意的问题	276
第十四章	BASIC 语言	279
§ 14.1	常数、变量、算术表达式、标准函数和赋值语句	279
§ 14.2	输入/输出语句	282
§ 14.3	BASIC 程序	286
§ 14.4	控制转移	288
§ 14.5	循环语句	290
§ 14.6	下标变量	292
§ 14.7	函数与子程序	294
第十五章	FORTRAN 语言	297
§ 15.1	算术赋值语句	297
§ 15.2	输入/输出	302
§ 15.3	FORTRAN 程序	307
§ 15.4	控制转移	310
§ 15.5	循环语句	312
§ 15.6	说明语句、下标变量和数据语句	314
§ 15.7	函数和子程序	317

§ 15.8 公共语句	320
第十六章 COBOL 语言	323
§ 16.1 COBOL 程序的一般描述	323
§ 16.2 COBOL 程序纸的写法	328
§ 16.3 COBOL 程序的四个组成部分	329
§ 16.4 COBOL 语言的一些基本语句	331
§ 16.5 怎样编写“工作单元节”?	334
§ 16.6 怎样编写“过程部分”?	338
§ 16.7 编写基本 COBOL 程序的几点小结	340
§ 16.8 COBOL 的条件语句,动词 PERFORM 的用法	343
参考文献	346
名词索引	348

第一篇 电子计算机基本知识

第一章 从算盘、台式计算机到 电子计算机

电子计算机是一种现代化的计算工具，它具有很强的计算能力和很高的计算速度。它的应用，目前已扩展到科学技术和国民经济的各个领域，并且日益变成人们广泛使用的计算工具。它的效能和作用，确实使人惊叹不已。但建立在现代科学技术基础上的电子计算机，并不是从天而降的。它是人类文化发展的产物，是劳动人民生产实践的结果。它是由简单的计算工具，经过人们不断的改进、创造、发明，逐渐演变而来的。

我们都知道，数学是从生产实践中产生的。由于畜牧业的发展，人们就需要计算牲畜的头数，因而就需要计数。随着农业的发展，人们需要丈量土地，计算面积，从而产生了几何学。数字的各种记号、写法、十进制、算术、正负数、三角、代数，以至微积分等等，都是由于生产的需要而产生的。由于生产日益发展，人们的交往日多，商品的交换日广，经济的交流日益频繁，口算已不能完全对付了，于是就有笔算。但笔算是不够简便和比较费时的，于是就有计算工具的出现。

最简单而方便的计算工具可算是算盘了。算盘直到今天还被广泛使用于世界各地。尤其是在中国和日本，今天还是人们爱使用的简便计算工具。算盘在我国古已有之，它是我

们祖先的创造发明之一。在这里，我们应了解一下算盘的历史。

§ 1.1 算盘的历史

算筹 算筹是用竹作成的一种竹签，或者是棒状的东西，亦有用象牙、骨或铁作成的。长约 7 至 15 厘米，直径约 0.5 至 2 厘米。早在周朝，即公元前十一世纪便开始在我国使用。这在我国一本古籍《仪礼》(属于所谓十三经之一)里便有记载。在东汉许慎的《说文解字》一书里记有一个“算”字，一个“筹”字，对“筹”字的解释为“筹，长六寸，所以计历数者。从竹、弄，言常弄乃不误也。”可见“筹”就是算筹。《仪礼》书里有好几次都曾提到“筹”。《老子》一书里也有过“善计者不用筹策”的话，这是说会计算的人可以不用筹，用心算即可。

算筹最初是记数用的。用算筹来表示数目有两种形式：一种是纵式，另一种是横式(图 1.1)。个位用纵式，十位用横

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9
纵式						⊥	⊥⊥	⊥⊥⊥	⊥⊥⊥⊥
横式	—	=	≡	≡≡	≡≡≡	⊥	⊥⊥	⊥⊥⊥	⊥⊥⊥⊥

图 1.1 算筹记数法

式，百位再用纵式，千位再用横式，万位再用纵式，如此类推，遇到零则留出空位。例如 176, 1937, 26308 三个数用算筹表

$$\begin{array}{rcl}
 \begin{array}{cccc} | & \perp & \perp & \\ \hline - & ||| & \equiv & \perp\perp \end{array} & = & 176 \\
 \begin{array}{cccc} || & \perp & ||| & \perp\perp \end{array} & = & 1937 \\
 \begin{array}{cccc} || & \perp & ||| & \perp\perp \end{array} & = & 26308
 \end{array}$$

图 1.2 算筹记数之例

示时如图 1.2 所示。用算筹可以作加、减、乘、除运算，计算是由左向右进行的。后来又加上一块计算板，计算就更为方便。例如

263×417 , 在计算板上将乘数列在上位, 被乘数列在下位, 中位留着放乘积。图 1.3 表示的是乘法的第一步以 2 遍乘 417 时计算板上各数的状态。

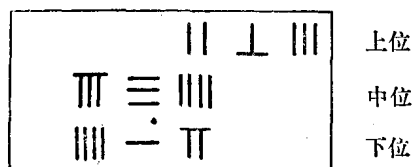


图 1.3 用算筹作乘法

珠盘 算筹的使用在我国古代是很普遍的。后来计算工具不断改进, 大约在战国的时候, 即在公元前六至三世纪左右, 出现有珠盘。珠盘是一个长方形的计算盘, 里面分成方格。每行有十格, 行数视需要而定。每一行中各格, 由底至顶, 代表 0 至 9 之数。各行由右至左代表各个数位。把珠子放在适当的格子里就可以代表各种数字, 并进行运算。图 1.4 里表示的数是 23975。

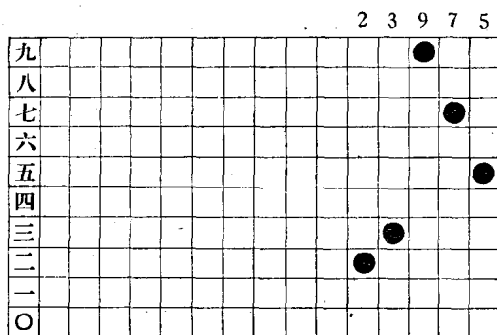


图 1.4 珠盘

后来珠盘又有一些改进, 大小改成只有原来形式的一半。珠子使用两种颜色的, 黄色的由底至顶代表 0 至 4, 黑色的由顶往下代表 5 至 9。图 1.5 里表示的是数 52937。珠盘可以说是中国算盘的原始雏形。有关珠盘的记载, 见后汉(公元三

黄						5	2	9	3	7	黑
四						●					五
三									○		六
二							○			●	七
一											八
〇							●				九

图 1.5 两种颜色珠子的珠盘

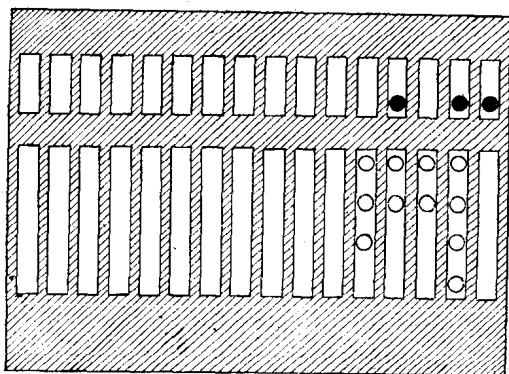
世纪初)徐岳所著《数术记遗》一书。《数术记遗》这本书经过公元六世纪我国北周的甄鸾注释而保存下来。《数术记遗》中记有

“珠算：控带四时，经纬三才。”

甄鸾在此条的注释里说：

“刻板为三分。其上下二分，以停游珠。中间一分以定算位。位各五珠。上一珠与下四珠色别。其上别色之珠当五。其下四珠。珠各当一。……。”

由此可见，在后汉徐岳之前，即公元二世纪左右，算盘就具有现代算盘的简单形式，只不过珠子不是固定穿在竹竿上罢了。这种算盘的样子如图 1.6 所示。它由一个木板作成，板



●.....青色
○.....黄色

图 1.6 珠子不固定的算盘

刻有很多凹槽，板的中间有一梁把板分成两部分。每个槽只能放五个珠子。在横梁上面的珠子代表 5，横梁下面的每个

珠子代表 1。那时上部和下部的珠子,曾用不同的颜色。

现代样式的算盘 从我国唐朝初期(公元七世纪)到宋朝初期(公元十世纪),上述的算盘又被不断改进。四周作成框,木珠中间作一孔,穿在竹造的纵杆上(称为档),这样珠子便可以在档里上下滑动。并且在横梁的上部和下部各增加一个珠子,变成每档木珠七个,上二下五。梁下每个珠子当作 1, 梁上每个珠子当作 5。不同的档分别代表个位、十位、百位、千位等。当下面的珠子超过 5 时,便在上面的珠子进 1。当一个档上的珠子拨到超过 10 时,便往左边的档进 1。这就是我们现在所用的那样形式的算盘,如图 1.7 所示。这种算盘,已用了一千三百年了。而从宋朝以后,直到现在,也没有多大变化。在宋朝以后,中国算盘的使用,被传到亚洲东部各国。

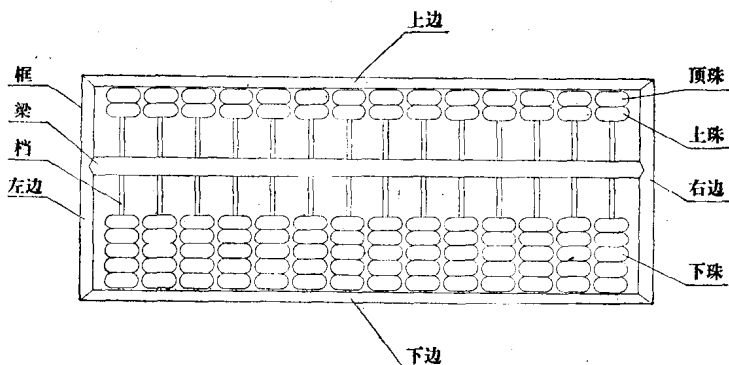


图 1.7 现代样式的算盘

§ 1.2 机械的计算工具的发展

计算尺 无论是使用算盘也好,使用笔算也好,乘除法比起加减法来总是困难得多。到十七世纪,苏格兰人耐普尔发

明了对数。利用对数，两数相乘或相除，可以用其对数的相加或相减来代替。在工程技术计算上用得很广泛的计算尺，就是利用对数的原理制成的。它由两根互相滑动的尺子构成。尺子上面所刻的数字与尺上端点的距离是和此数字的对数相对应的。要将两数相乘，可将一个尺子的数字 1 放在另一尺

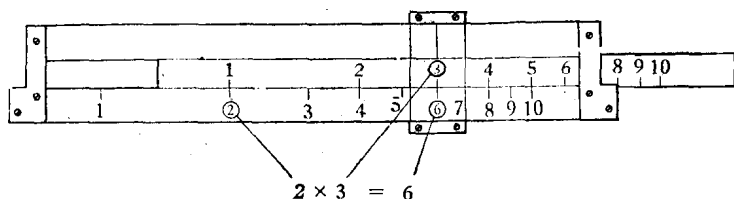


图 1.8 计算尺

子的被乘数上，这尺子上乘数所对着的另一尺子上的数字就是两数之积。如图 1.8，在计算尺上以 3 乘 2，方法是将滑尺上的 1 放在上面尺子的被乘数(2)上，乘数(3)所对着的数字就是所求的积。这个运算，实际上是两个长度相加。因为长度是与对数成正比的，这就相当于将两个对数相加。

计算尺实际上与模拟计算机颇相类似。模拟计算机的特点是用物理量来代表数，而计算尺是用长度这种物理量来代表数的。

机械的台式计算机 机械的台式计算机发明于十七世纪。最早发明这种计算机的过去一直认为是法国人巴斯噶 (Blaise Pascal)，时间在 1642 年。现在有人认为德国人希克哈德 (Wilhelm Schickhardt) 曾于 1624 年发明过原理差不多的这种机器。巴斯噶的计算机由八对齿轮构成，每对轮子的周围刻有数字 1 至 9。一对轮子代表个位，另一对代表十位，另一对代表百位，等等。当每一个轮子转动时，对应于轮子某一位置的数字可以通过一个小窗口显现出来。当达到零位置时，

棘齿推动较高位的轮子向前转动一个位置来实现进位。虽然这种机器只能做加法,但是,如果对减法使用补码的办法,对乘法使用多次加,对除法使用多次减,操作者便可以完成所有四则的运算。1671年德国数学家莱布尼茨(Gottfried Wilhelm Leibnitz)使用一种步轮来控制多次加和减,发明了能自动做乘法和除法的计算机器。

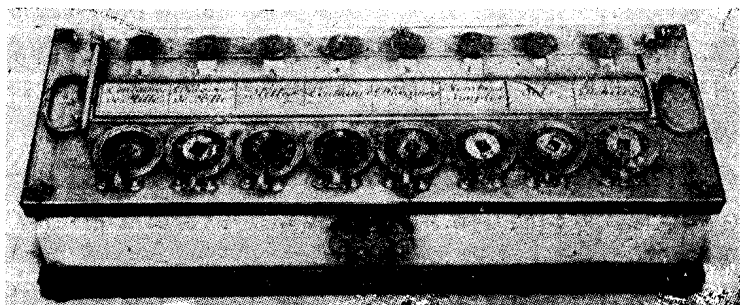


图 1.9 巴斯噶的计算机

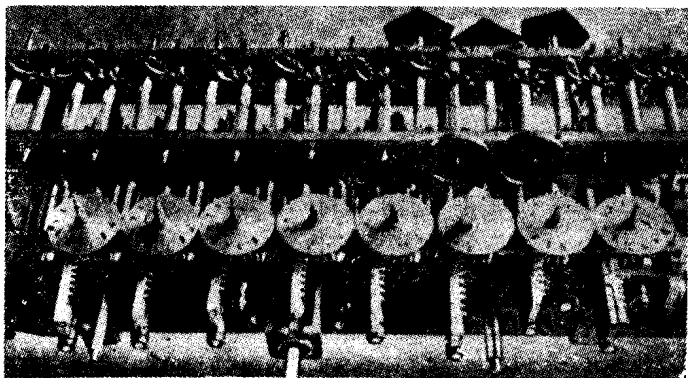


图 1.10 莱布尼茨的计算机

由于当时技术条件的限制,这些计算装置都是不大可靠的。在整个十八世纪中,有不少人对这些机器的改进作了很

大的努力。但是直到十九世纪，这些机械的计算机才达到足够可靠，并进行大批量生产。图 1.9 为巴斯噶的计算机，图 1.10 为莱布尼茨的计算机。

差分机和分析机 1812 年英国数学家巴贝治 (Charles Babbage) 设计一种叫做差分机的机器。这种机器是专门为对数和三角函数造表用的。这类函数都可用多项式级数来表示。多项式具有一种特性，就是 n 次多项式，它的 n 阶差分为常数。例如二次多项式，它的二阶差分是常数。表 1.1 列出了多项式 $Y=2X^2+3X+1$ 的一阶差分 (即 Y 值的差) 和二阶差分 (一阶差分的差)。我们看出，当 Y 和它的一阶及二阶差分的初始值已知时， Y 的下一个值可以这样求得：将二阶差分与一阶差分相加，其结果再与 Y 值相加，其和便是下一个 Y 的值。

差分机就是利用这个原理设计的。它所需寄存器的个数要比多项式的次数多 1。巴贝治所制造的差分机能够造二次多项式的表。他曾试图建立一个能计算六次多项式的差分机。但由于当时技术条件的限制，这个机器没有被完成。

表 1.1 多项式 $Y=2X^2+3X+1$ 的差分

X 的给定值	Y 值	一阶差分	二阶差分
0	1	1	—
初始值 1	6	5	4
2	15	9	4
3	28	13	4

1833 年巴贝治设计一种叫做分析机的机器。这种机器和现代的数字计算机有很多相似之处。它有一个存储器，能存 1000 个长度为 50 位的数字。运算器由机械的轮子构成，