

懂一点电子计算机

夏 训 秦 曾 编

中国青年出版社

内 容 提 要

这本书是为了帮助青年懂一点电子计算机而写的。说“懂一点”，就是不准备写成专门的科学技术书，还是讲一些有关电子计算机的一般知识。但是也力求讲得深入一些，使读者看了以后，不仅象走马看花，得到一个浮光掠影的模糊印象，而且能下马看花，对电子计算机的原理、结构、使用、操作有一个比较完整的认识和理解。虽然这种认识和理解仍然是粗浅的，但是读者以后如果在实际工作中需要和电子计算机打交道，有了这样的初步基础，一定会使进一步的深造更加方便。

懂一点电子计算机

夏洲 秦曾编

中国青年出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 1/32 9.5印张 150千字

1981年3月北京第1版 1981年3月北京第1次印刷

印数1—27,500册 定价0.71元

出 版 说 明

我们伟大祖国的社会主义革命和社会主义建设，已经进入新的发展时期。学习革命理论，完整准确地掌握马列主义、毛泽东思想体系，学习科学文化知识，极大地提高青年一代的科学文化水平，成为青年更加特别突出的任务。为了适应青年学习的迫切需要，我们决定出版一套《青年文库》。

《青年文库》包括哲学社会科学、自然科学和文学艺术各个方面的读物。它以中等文化程度的青年为主要对象，力求比较系统地、通俗地、简明扼要地介绍各门学科的基本理论和基础知识，帮助青年用马列主义、毛泽东思想和现代科学文化知识武装自己，在党中央领导下，为建设社会主义的现代化强国贡献自己的青春。

中国青年出版社编辑部

目 次

写在前面.....	1
一 回顾历史——电子计算机的诞生和发展.....	3
从计算器的老祖宗说起(3) 机械计算机的出现(7) 一段插曲(9) 电子计算机诞生前的短暂序幕(13) 电子计算机登上舞台(15) 电子计算机的谱系(18) 电子计算机的支派(23) 电子计算机的主要特点(27) 为什么说电子计算机是二十世纪技术革命的一个重要标志?(31)	
二 入门初探——电子计算机的初步知识.....	36
电子计算机的方框图(36) 电子计算机怎样解题(40) 电子计算机里的电子使者(43) 需要一种新的表示数的方法(46)	
三 四则运算——电子计算机的运算法则.....	51
电子计算机的运算法则就是二进制的运算法则(51) 二进制的加法(52) 二进制的减法(53) 二进制的乘法(55) 二进制的除法(57) 电子计算机里的主要运算是做加法(58) 正负数和数位的表示方法(61) 原码、反码和补码(65) 再讲两种数的表示方法(67)	
四 登堂入室——电子计算机的结构和工作原理.....	71
电子计算机的五大部件(71)	
运 算 器	72
运算器的基本组成(72) 运算器怎样进行加法运算(76) 多位	

数的并行运算和串行运算(78)	运算器怎样进行减法运算(79)
运算器怎样进行乘法运算(81)	运算器怎样进行除法运算(85)
定点运算和浮点运算(88)	运算器的主要技术指标(90)
存 贮 器	91
两种存贮器(91)	磁芯体的构成(93)
磁芯怎样存贮和“读”	“写”数字(95)
磁芯存贮器的组成(98)	磁芯存贮器的工作原理(103)
磁鼓·磁带·磁盘(109)	存贮器的主要技术指标(112)
输入和输出装置	114
输入装置的基本原理(114)	穿孔纸带(115)
光电输入机(118)	电容式输入机(120)
输出装置的基本原理(121)	行式打印机(122)
一些新型的输入输出装置(125)	
控 制 器	127
控制器的任务(127)	控制器的组成(129)
给电子计算机谱曲和打拍子(132)	
电子计算机的整机	134
整机结构方框图(134)	整机的工作原理(135)
五 逻辑基础——电子计算机的逻辑运算和逻辑部件 ..	141
电子计算机和逻辑(141)	用电灯开关来说明逻辑电路(143)
“或”门电路(145)	“与”门电路(148)
“非”门电路(152)	逻辑代数(155)
复合逻辑门电路(158)	组成逻辑电路的几种电子器件(160)
集成电路(163)	由门电路或集成电路组成触发器和各种逻辑部件(168)
触发器的组成和工作原理(170)	集成电路触发器(174)
寄存器(176)	计数器(179)
译码器(183)	加法器(187)
全加器(190)	两类基本逻辑部件(193)
六 程序设计——电子计算机的软件	195
指令系统(195)	程序设计的步骤(198)
建立计算公式(200)	画出程序方框图(201)
从假到真(205)	从人工编制到自动编

	制(209) 程序系统(211) 电子计算机的软件(213)	
七	繁花似锦——电子计算机的应用种种	216
	电子计算机已经渗透到国民经济和日常生活的各个方面(216) 数值计算(217) 解决过去不能解决的数值计算问题(218) 提高工程技术设计的质量(220) 提高人认识自然和改造自然的自觉性(222) 自动控制(223) 非连续性生产过程的自动控制——数值控制(225) 连续性生产过程的自动控制(226) 闭环控制和开环控制(228) 自动控制对电子计算机的要求(229) 应用电子计算机实现自动控制的一些主要领域(231) 先进武器系统中的电子计算机(233) 数据处理(236) 数据处理系统的发展(241) 信息加工(242) 自动翻译(243) 情报资料自动检索(247) 电子医生(249) 信息加工方面的其他应用(250) 电子计算机的应用领域在不断扩大(252)	
八	模拟小议——电子模拟计算机简介	254
	电子模拟计算机的工作原理(254) 电子模拟计算机的核心——运算器(256) 电子模拟计算机的组成(258) 电子模拟计算机的使用方法(261) 电子模拟计算机的应用(262) 电子模拟计算机的优缺点(265)	
九	展望前程——电子计算机的发展方向	268
	电子计算机正在加速发展(268) 巨型电子计算机(269) 微型电子计算机(274) 电子计算机网络(278) 智能模拟和智能机器人(281)	
十	急起直追——我国的电子计算机技术	285
	我国研制电子计算机起步不算太晚(285) 我国的第二、第三代电子计算机(286) 其他方面的进展情况(289) 我国电子计算机科学技术的薄弱环节(292) 为赶上国际先进水平而努力(295)	
	后记	297

写在前面

青年同志们：

要加速实现四个现代化，这是我国亿万人民的心愿。怎样为加速实现四个现代化贡献自己的青春，这是你们日夜萦绕脑际的一个问题。

要为实现四个现代化贡献自己的青春，要做的事情很多很多。用马克思列宁主义、毛泽东思想和现代的文化科学技术知识武装自己的头脑，是两项根本的、打基础的任务。

用现代的文化科学技术知识武装头脑，其中有一项，就是要懂得一点电子计算机。

为什么？因为电子计算机是二十世纪技术革命的一个重要标志，它已经渗透到现代农业、工业、国防、科学技术的各个方面。无论是搞农业工业还是搞科学技术，无论是搞物质生产还是搞经济管理，无论是搞经济建设还是搞国防建设，如果要实现现代化，就都得和电子计算机打交道。

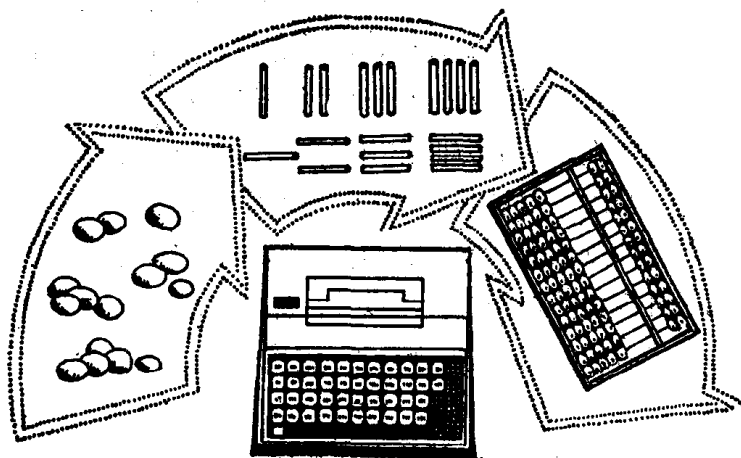
所以在1978年召开的全国科学大会上制定的《一九七八——一九八五年全国科学技术发展规划纲要（草案）》里要求，把八个影响全局的综合性科学技术领域、重大新兴技术领域和带头学科放在突出的地位，集中力量，做出显著成绩，以推动整个科学技术和整个国民经济高速度发展，其中就包括

电子计算机科学技术。

《纲要》要求，到1985年，要形成比较先进的计算机科学研究力量，建成相当规模的现代化计算机工业；推广使用微型计算机；超高速巨型计算机投入使用；要建立若干计算机网络和数据库；要在部分重点企业中，采用计算机控制主要生产过程和进行生产管理。

对于电子计算机，我想大家一定很感兴趣，可是又觉得这玩意儿太复杂，不好懂。电子计算机的确是一项尖端技术，要对电子计算机作科学研究或者操作使用，那得经过深入的学习或者专门的训练。但是，对你们广大青年来说，要大体了解电子计算机是什么样一个东西，它是怎么工作的，它为什么有那么大本领，其实也并不难。

这本书就是为了想帮助青年懂一点电子计算机而写的。说“懂一点”，就是不准备写成专门的科学技术书，还是讲一些有关电子计算机的一般知识。但是也想力求讲得深入一些，使读者看了以后，不仅象走马看花，得到一个浮光掠影的模糊印象，而且能下马看花，对电子计算机的原理、结构、使用、操作有一个比较完整的认识和理解。虽然这种认识和理解还是粗浅的，但是以后如果在实际工作中需要和电子计算机打交道，有了现在的初步基础，一定会使进一步的深造更加方便。如果有的青年同志因为看了这本书对电子计算机发生更大的兴趣，立志要为推进我国的电子计算机科学技术的发展作出贡献，那更将使作者感到莫大的欣慰。



一 回顾历史

——电子计算机的诞生和发展

从计算器的老祖宗说起

(一)

我国的电子计算机科学技术现在落在一些工业发达国家的后面。但是，我们的祖先却曾经在计算器方面对人类作出过贡献，一度居于世界先进的地位。

我们提出这一点，并不是夸耀过去的业绩来自我陶醉或者自我安慰，而是为了鉴古知今，说明我们中华民族在科学技术方面有优良传统，我们中国人民的聪明才智比之其他国家

是毫不逊色的。今天，在共产党领导下的社会主义新中国，在党中央领导下的新的长征中，我们有信心赶上和超过世界科学技术的先进水平，包括电子计算机科学技术在内。

说我国在计算器方面作出过贡献，主要是指算盘的发明和传播。算盘可以说是计算器的老祖宗。有了这种计算器，使一般的四则运算变得十分简便而迅速。即使在现在，在我国电子计算机普遍推广使用以前，算盘还是各行各业都缺少不了的一种计算工具。

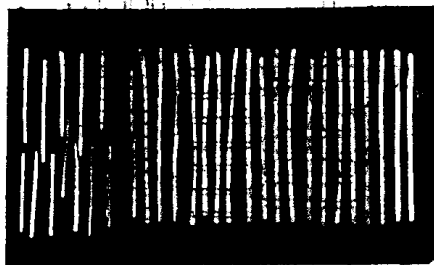
(二)

我国的算盘最初是从筹算演变而来的。筹算法就是用竹或其他材料制成的小条来帮助记数和计算的方法。这种小条就叫算筹。它用一、二、三、四根筹分别代表1、2、3、4，而用改变横直方向的一根筹代表5（就是说如果用一根竖筹代表1，就用一根横筹代表5，也可以相反，这要看它在哪一位上来定）。它已经采用十进位值制，在不同的数位上放上表示某数的算筹，就可以用不多的若干根筹来表示很大的数。运用算筹进行加减是很简单的；进行乘除稍许麻烦一些，但是运用一些口诀，还是不很困难的；连平方、开方也能运用算筹来做。我国著名的魏晋时期数学家刘徽和南北朝时期数学家祖冲之（429-500），先后计算圆周率，准确到小数点后面三位、四位到七位，它们用的是割圆术，从圆内接正六边形面积算起，正十二边形，正二十四边形，……一直算到一百九十二边形，三千零七十二边形甚至二万四千五百七十六边形的面积，要进行几十次以至上百次的四则和平方、开方运算，用的就是这

种筹算法。

我国筹算法据有文字记载可考的，大概完成于春秋战国时期(公元前 770-前 221)。那是我国从奴隶制转变到封建制的时期，生产的迅速发展和科学技术的进步提出了大量比较复杂的数值计算问题，这就要求有好的计算工具的帮助。在远古人类用手指、石子、树枝等计数的基础上发展而来的筹算法，这时候达到了比较完备的程度。在那一时期的著作如《仪礼》、《孙子》、《老子》、《法经》、《管子》、《荀子》等，都出现了“算”“筹”两字。在《汉书·律历志》(公元一世纪)、《数术记遗》(公元六世纪)、《隋书·律历志》(公元七世纪)等书里，记载了算筹的形状和大小。1971 年和 1975 年，还从西汉文帝(公元前二世纪)、宣帝(公元前一世纪)时期的墓葬里发现算筹实物。古算书《九章算术》(公元三世纪)、《孙子算经》(公元四世纪)、《张丘建算经》(公元五世纪)、《夏侯阳算经》(公元八世纪)都有关于筹算方法的说明。

筹算法存在一些缺点：拿着一大把算筹进行计算，在室外就很不方便；即使在室内，计算数字的位数一多，就得占用比较大的面积来摊放算筹；计算要快一些，很容易发生算筹摆弄不正造成错误。随着社会生产和经济的发展，对计算技术的要求越来越高，终于引起了计算工具的



陕西千阳出土的汉代骨制算筹。

变革,产生了算盘。

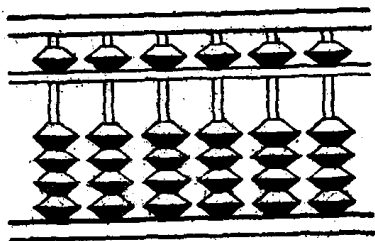
(三)

筹算的改革先是从方法的简化开始的,那是在中唐(公元八世纪)以后,适应当时商业实用算术的需要而出现的。宋(公元十到十三世纪)、元(公元十三到十四世纪)两朝又出现了大量的计算歌诀。到元朝中叶,终于产生了算盘这种计算器。元末明初(公元十四世纪),算盘已经普遍应用了。《新唐书》和《宋史·艺文志》记载了唐、宋两朝的许多数学著作,可惜绝大部分都已经失传。从遗留下来的唐、宋以及元朝著作

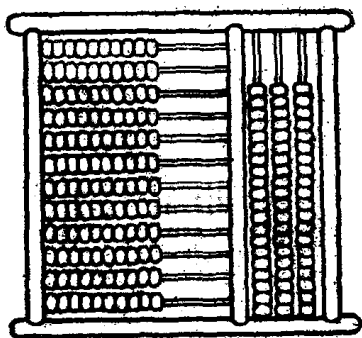
里,我们可以看出从筹算发展到珠算的演变过程。

到了明朝,十五世纪中叶的《鲁班木经》一书里有制造算盘的规格。十六世纪的许多著作,就比较详细地说明了珠算的方法。

我国的算盘在明朝又流传到朝鲜、日本、东南亚,后来又传到欧洲,对这些国家、地区的计算技术的发展起过一定的作用。



日本算盘。



西方算盘。

机械计算机的出现

(一)

我国在明朝中叶以后,由于长期的封建生产关系的束缚,生产停滞不前。虽然也逐渐萌发和初步发展了资本主义生产关系,但是由于十九世纪中叶以后外国资本主义的侵入,它们勾结中国封建势力压迫中国刚开始发展的资本主义,使中国社会演变成为半封建半殖民地的社会。

也就是在这三百多年中,我国的科学技术走了下坡路。计算器技术也是这样。虽然我国发明和传播了当时居于世界先进地位的计算器算盘,一直到现在,在这方面没有取得什么进展,还是停留在运用口诀以手拨珠的阶段。

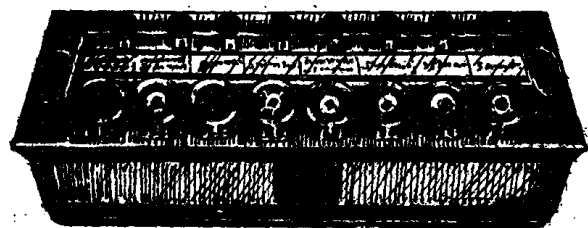
(二)

正是在这三百多年中,西方资本主义生产却很快发展。西方资产阶级经过一系列的革命,破坏了封建生产关系,推翻了封建阶级的黑暗统治,在短短的几百年中,创造了比过去一切世代所创造的还要多的生产力。资本主义生产的发展向科学技术提出了要求,科学技术的发展又促进了生产。

在计算技术方面,也正是在西方资本主义发展初期,开始发生了新的变革。这既是生产发展向计算器提出更高要求的结果,也由于当时生产上向着制造各种机械的方向发展,为这种改革提供了条件。

(三)

1623年,德国数学家谢卡尔(1592-1635)在给德国天文



帕斯卡 1642 年制造的计算机。

学家刻卜勒
(1571-1630)
的信里,最先
提出制造机械
计算机的原理
图和说明。

1642 年,法国著名数学家帕斯卡(1623-1662)制成了一台机械计算机,这是一台加法机,利用齿轮作为运算的主要部件。帕斯卡对这一台计算机感到不满意,决定再加改进,三年以后制成了一台新的加法机。

1671 年,德国著名数学家、和牛顿(1642-1727)同时创立微积分的莱布尼茨(1646-1716)设计了一种能加能乘的机器。1673 年,他制成了一部样机,送到伦敦展出。

在这一个时期,还发明了另外一种形式的计算工具,这就是计算尺。计算尺是 1620 年由英国数学家甘特(1581-1626)最先制成的,1632 年英国数学家乌特雷德(1574-?)又制成圆形计算尺,十七世纪中叶以后,出现了现在广泛使用的这种带有游标和滑尺的计算尺。计算尺是利用对数尺度把乘除运算变成了加减运算,通过尺子的移动来完成运算的。对数方法是在 1614 年,由另一位英国数学家耐普尔(1550-1617)首先提出的。

(四)

到十八世纪末叶,西方资本主义国家发生了以蒸汽机的完善和广泛应用作为标志的第一次产业革命,到十九世纪又

进入了电的世纪，发明了发电机和电动机，实现了第二次产业革命。资本主义生产力的发展更加迅猛。

十九世纪，计算器技术也在原始的机械计算机的基础上不断改进。1818年法国人托马斯设计了一种比较实用的手摇机械计算机，并且在1821年建厂投产，第一批生产了十五台，开创了计算机制造业。以后又出现了电动计算机。

这些计算机的基本原理还是利用齿轮传动，应用机械的方法进行数字计算。它们的运算速度还是比较低的，每秒钟不过运算一次到几次。这种手摇计算机和电动计算机，在今天我们的一些财政金融机构里也在使用。它们的好处是操作方法比较机械，不象我国算盘那样需要背熟一套口诀，练熟一套手法。但是就运算速度来说，你也可能听说过，常常有人用熟练的珠算超过了这些机械计算机。比如1946年，日本店员松垣和驻日美军士兵伍德进行一场计算比赛，松垣用算盘，伍德用台式电动计算机，比赛结果，每局都是松垣得胜。

一段插曲

(一)

机械计算机的出现无疑是计算器技术的一个进步。但是和其他科学技术发展相比，计算器技术的发展还是比较缓慢的。

从十八世纪到二十世纪初期，西方资本主义国家也有不少人不断地想改进这种相对地说落后于形势要求的计算器。他们为此作了不少努力，但是没有取得突破。



英国数学家巴贝奇。

在这许多作过努力的人中间，我们特别要讲一个英国数学家巴贝奇（1792-1871）。他在年轻时候就和英国后来成为天文学家的约翰·赫舍尔（1792-1871）等一起组成学生团体，推动了一度衰落的英国数学研究重新得到发展。他的兴趣很

广，研究过经济学，研究过语法和语言学，研究过生物学，研究过技术科学，都取得一定成绩。他还研究过破译各种密码和开各种死锁的方法。但是他一生的主要精力放在设计计算机的工作上。

（二）

还在当大学生的时候，巴贝奇就发现当时广泛应用的由英国在 1766 年编制的航海表里有许多错误，是由于计算不准确造成的。他就产生了要设计一种好的计算机的念头。

怎样去设计计算机？巴贝奇受到了一件事情的启发。

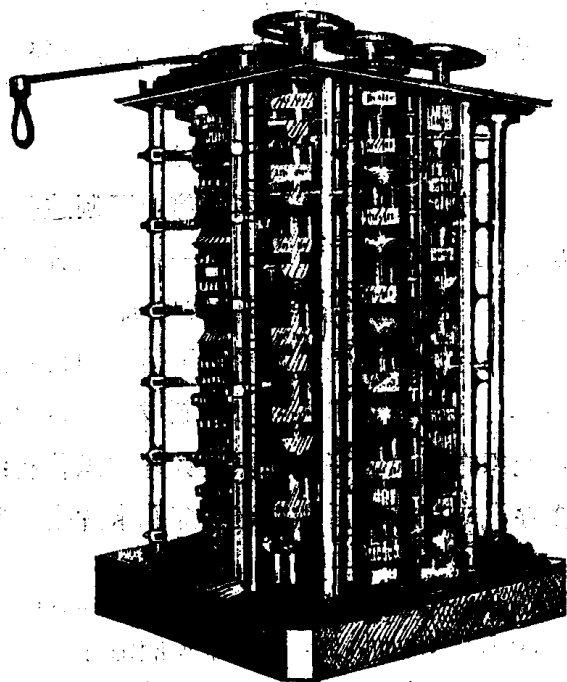
那是在十八世纪末，法国政府制定了十进位的度量衡制，就是我们今天所用的公制。除了规定用米、升、千克（公斤）作为长度、容量、质量的标准单位之外，当时法国政府还想把角度的单位也改成十进位（百进位）制，把原来一直角 90 度改成 100 度，原来一度 60 分改成 100 分，一分 60 秒改成 100 秒。如果这样做，原来的三角函数表、三角函数对数表都得改编。法国政府请了几位数学家来做这个改编工作。可是这种计算工作量很大，几位数学家干不了。他们于是想了一个办法，把

一些复杂的计算步骤分解成了一系列简单的计算，编好了一个计算的程序；然后请来了上百个不很精通数学的人，让他们按照编好的程序进行一系列简单的加减运算。这样就使改编表格的任务很快完成了。尽管法国政府的这一改革后来没有能实施，但是这一件事却给巴贝奇一个启发，认为可以用同样的原理使机器按照一定程序去做一系列简单的计算，这样就可以用机器代替人去完成一些繁复的计算。

1812年以后不久，巴贝奇就开始设计制造他的计算机，他把它叫做差分机。当时制造机器还很不方便，许多零件都得自己动手制

造。1822年，终于制成了一台不大的差分机，可以计算到六位数字。它不仅能象以前的计算机那样只能完成一次操作要求，而且能执行整个计算程序。

接着他想制造一台规模更大的差分



巴贝奇制造的第一台差分机。