



自然科学小丛书

电子数字计算机



北京人民出版社

自然科学小丛书

电子数字计算机

王 钧



北京人民出版社



自然科学小丛书

电子数字计算机

王 钧

*

北京人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 2.5印张 36,000字

1976年1月第1版 1976年1月第1次印刷

书号,13071·36

定价,0.17元

毛主席语录

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

编辑说明

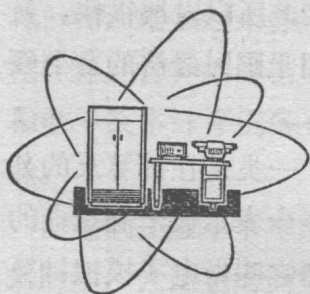
为了帮助广大工农兵和青少年学习自然科学知识，更好地为社会主义革命和社会主义建设服务，我们编辑了《自然科学小丛书》（包括修订重版原北京出版社出版的部分）。

这套小丛书是科学普及读物，它以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为指导，用辩证唯物主义和历史唯物主义的观点，结合三大革命斗争实践，介绍自然科学基础知识。在编写上，力求做到深入浅出，通俗易懂，适合广大工农兵和青少年阅读。

由于我们水平有限，又缺乏编辑科学普及读物的经验，难免有缺点和错误，恳切希望广大读者批评指正。

目 录

- 一 什么是电子计算机.....(1)
 - 一种现代化的计算工具(1) 电子数字计算机是怎么回事?(3) 电子数字计算机的特点(9)
- 二 电子数字计算机中数的表示.....(10)
 - 二进制(11) 二进制的算术运算(16)
- 三 电子数字计算机的基本逻辑电路.....(21)
 - 实现逻辑电路的主要电子元件(21) 或门电路(24) 与门电路(26) 非门电路(28) 双稳态触发器(29)
- 四 电子计算机的基本部件.....(32)
 - 寄存器(33) 全加器(36) 译码器(42)
- 五 电子数字计算机的构造和工作原理.....(44)
 - 存储器(44) 运算器(50) 控制器(53) 输入设备(55) 输出设备(57)
- 六 电子数字计算机的应用.....(60)
 - 数值计算(60) 数据处理(63) 自动控制(65) 信息加工(68)
- 七 电子数字计算机的发展和展望.....(69)



一 什么是电子计算机

一种现代化的计算工具

人类从事劳动使用了各种计算工具。在丈量土地的时候，使用了尺子；古时候使用算筹进行计算。算筹是用于计算的一种小木棍儿，后来改用一颗颗小珠子，把珠子串起来便发展成为算盘。算盘是我国劳动人民发明的。

在算盘的基础上，又发展了手摇计算机。随着现代科学技术的不断发展，要求有更好的计算工具。电子计算机就是在电子技术和自动控制技术飞速发展的基础上发展起来的。

电子计算机是一种现代化的计算工具。从它的诞生到现在仅有三十多年的历史，由于它在国民经济和

国防事业中有着非常重要的意义，所以发展很快。目前，电子计算机已被广泛地应用于国民经济的各个领域。

电子计算机可分为两大类：一类是在计算尺的基础上发展起来的，它用电压的多少表示数，利用电的物理变化过程实现计算，我们把它叫做电子模拟计算机。另外一类是在算盘的基础上发展起来的，它用电信号的有、无或个数表示数，并且根据算术法则进行计算，我们把它叫做电子数字计算机。

电子模拟计算机和电子数字计算机原理各不相同，各有其自身的特点。拿求三角函数或积分来说吧，在电子模拟计算机中是利用某个电路里的电压对应于时间的变化去模拟数学中的函数关系和积分关系。以时间为已知自变量，对应于该时间的电压就表示函数值或积分值。在电子数字计算机中则首先要把这些数学问题用“计算方法”化成算术运算的计算公式，而后电子数字计算机才根据已知量和算术运算公式求出对应的函数值或积分值。

因为电子模拟计算机只是模拟数学问题，并非完全相同，并且代表数的物理量（时间、电压）本身具有测不准的缺点，所以电子模拟计算机计算精确度比较低。而电子数字计算机表示数的电信号和算盘的算

珠一样，增加起来并不困难，因此很长的数都能表示和计算，计算结果精确度高。但是，电子模拟计算机和电子数字计算机各有各的特点，因此，用途也不一样。

我们在这本书中，只介绍电子数字计算机是怎么回事，介绍它的简单工作原理，它的构造和广泛的应用。

电子数字计算机是怎么回事？

要了解电子数字计算机是怎么回事，得先从打算盘谈起。

算盘，它是进行运算的工具。纸和笔用来记录数

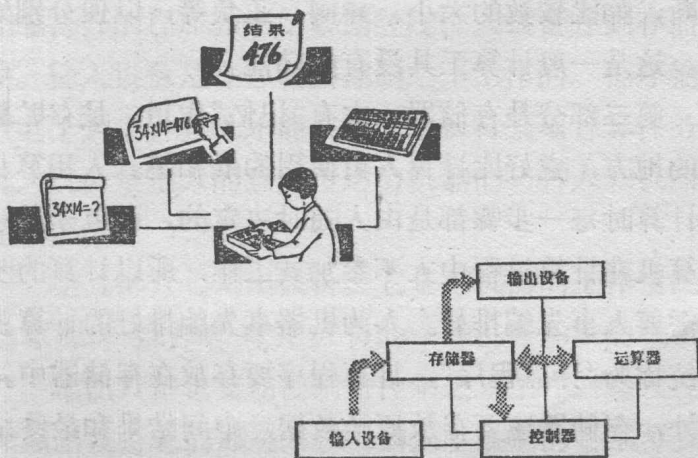


图 1

据，人控制着整个计算过程。如图 1 所示，人从任务书上知道要做 34×14 这个算题，于是人就用算盘进行演算，算出的结果是 476；再用笔写在纸上；最后将计算结果填写在报告书上。这里算盘、纸和笔、人、任务书、报告书构成五个部分。

在电子数字计算机里也有五个与之相似的组成部分。

第一部分是运算器。它是进行运算的地方，好比人做计算时使用的算盘。运算器除了能做加法、减法、乘法、除法等四则运算外，还可以做一些逻辑运算，如逻辑加、逻辑乘、求反等(以后介绍)。所以电子数字计算机不但能做计算，而且能用逻辑运算进行判断，如比较数的大小、异同、正负等，以便分别处理。这是一般计算工具没有的功能。

第二部分是存储器。它有“记忆”作用，是存贮数据的地方，它好比计算人员使用的纸和笔。人用算盘做计算时每一步骤都是由人随时决定的，而电子数字计算机在计算过程中人不参加其工作，所以计算的步骤需要人事先编排好。人为机器事先编排好的计算步骤统称为“计算程序”，计算程序要存放在存储器中。此外，存储器还要存放原始数据，中间结果和最终结果。存储器中存放了计算程序后，计算机便“记住”了

解题方法。

第三部分是控制器。它是对电子数字计算机其他部分进行控制的中心。有了运算器的各种运算功能，有了存储器的记忆功能，再有控制器根据存储器内“程序”进行控制，电子数字计算机便具备自动工作能力。这里控制器的作用只是代替了计算人员的具体操作工作，至于拟订工作步骤——编排程序(程序设计)的工作，还是需要人去作的。

第四部分是输入设备。尚未使用的电子计算机，它的存储器就好象一张白纸，这时电子数字计算机既不知道要做什么计算，也不知道怎么去做。要使电子数字计算机能够计算某个算题，就需要把计算人员事先编排好的程序和原始数据经过输入设备存到存储器中。输入设备是在控制器控制之下工作的。程序输入后电子数字计算机才能按程序去执行某项计算任务。输入设备是把人的意图传达给机器的一种人和机器联系的部分。

第五部分是输出设备。它是把机器的工作情况和计算结果报告给有关人员的一种机器和人的联系部分。输出设备也要在控制器控制之下工作。输入设备和输出设备它们都是人和机器发生联系的必不可少的设备。

电子数字计算机除了上述五个主要组成部分外，还有控制台和电源。控制台供给使用人员对机器进行控制和监视。电源部分(交流电、直流电)供给机器能量。对于大型电子数字计算机还必须有空气调节设备，为计算机提供适宜的工作环境。所有上述部分主要是由一些基本电子线路组合而成，当然还要一些机械配合起来。我们把机器的这些部分统称作硬设备(硬件)。

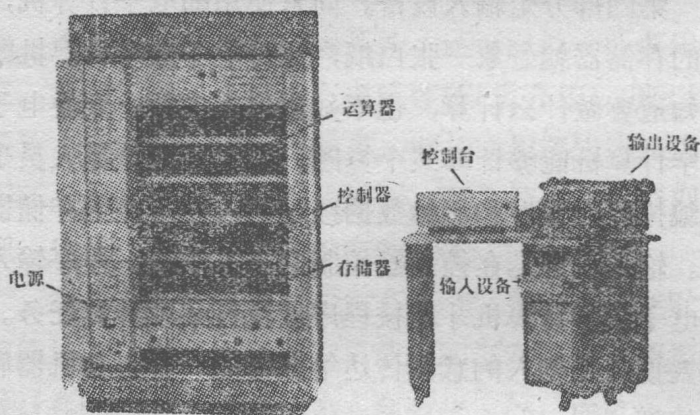


图 2 电子计算机外形图

除了硬件外，电子计算机还有程序系统(软件)，它的主要任务是：提高机器的使用效率，发挥和扩大计算机的功能和用途，简化程序设计使其自动化，简化使用方法，使得不太了解电子数字计算机和程序设

计的人也能使用电子数字计算机。

要使电子数字计算机工作，程序是不可缺少的部分。程序按其用途可分几种：用于计算的叫做计算程序；用于输入、输出的叫做服务程序；用于维修时检查机器工作正确性的叫做检查程序；常用的标准计算程序又叫标准子程序，还有构成程序系统的管理程序、汇编程序等。

谈到这里我们对电子数字计算机的组成有一点初步了解，下面我们通过一个例子看看它是怎样工作的。

例题 某放样工作要将一个模型尺寸放大 300 倍，並加上 170 公分的余量，求放大后尺寸。

计算公式：

$$y = 300x + 170$$

式中 y 是放大后尺寸

x 是模型尺寸

若 x 在 1000 公分至 8000 公分中有 700 种数据，则 须按上述计算公式求出 700 个放大的尺寸。

这个计算工作量可不小啊，我们把它交给电子数字计算机来做。

由于这个计算公式是由算术运算组成的，我们就可以根据这个公式拟订电子数字计算机的计算程序。

① 取数 300。

- ② 取数 1000(假设 $x=1000$) 与 300 相乘。
- ③ 取数 170 和②的乘积相加。
- ④ 将结果($y=300170$)存起来。
- ⑤ 将结果经由输出设备送出, 通知使用者。
- ⑥ 将 x 重新设置(如 $x=1937$)返回到①继续求 y 。

如果 700 个 x 已经设置完毕, 则不返回到①, 而做⑦。

- ⑦ 停机。

程序中每一条具体步骤, 计算机里把它叫做一条指令。

指令在机器外面, 使用人员为便于读、写采用八进制数码, 在机器内部和数一样用二进制数码表示。表示指令的数码分为两部分: 一部分叫做操作码; 另一部分叫做地址码。操作码表示基本操作, 例如把 A 寄存器内数码存入存储器; 把存储器中数码取到 L 寄存器; 做加法运算等等。地址码表示存储器中存储单元的位置。一台功能完善的电子数字计算机有很多种指令, 它们合称为指令系统。它在很大程度上决定了计算机的解题能力。一般计算机的指令都有六、七十条, 大型电子数字计算机则有几百条指令。

计算机的操作过程总是从存储器取出指令, 把它交给控制器, 控制器根据这条具体指令进行控制。如要取数, 就从存储器中取出数来; 如要运算, 就将数

在运算器中运算；如要存数，就将数存到存储器；如要输出，就将结果经输出设备输出；……如要停机，就使计算机自行停止工作。

电子数字计算机的特点

假如你到大型电子数字计算机工作的机房里看看，你会看到各式各样的柜子，里面安装着计算机各个部分。工作人员会向你介绍：“这个盘子上绕着纸带的是纸带输入机机柜，那个盘子上绕着磁带的是磁带存储器机柜，……。”控制台上开关和指示灯繁列，还有在电报大楼见到的电传打字机也陈列在控制台一旁。

呵！比算盘大多啰！复杂多啰！它有多大的本领呀？

第一、电子数字计算机工作速度快，通常用平均每秒做多少次算术运算和逻辑运算来表示工作速度。例如我国自行设计和制造的集成电路大型电子数字计算机运算速度是每秒一百万次。这比人使用算盘或机械计算机做计算的速度快多啦！

第二、电子数字计算机的计算精确度高，这一点前面已经提到过。电子计算机的计算精确度与字长有关，字长就是机器内数的长度。通常用二进制多少位来表示，折合成十进制是四位二进制数相当于一位

十进制数(粗略地计算)。所以字长是 12 位则相当于 3 位十进制, 字长是 64 位则相当于 16 位十进制。考虑到可以把一个数分段进行计算, 所以在电子计算机里还能得到两倍或三倍于字长的精确度。

第三、电子数字计算机有“记忆”能力, 它能把程序、原始数据、常用数据、中间结果和最终结果记住。记的东西越多, 能够做的事就越多。电子计算机的记忆能力主要靠存储器, 记的多少和存储器的大小有关, 通常用容量(存储量)来表达。如容量为 32×10^3 , 就是说它能记住三万二千条指令或数据。

第四、电子数字计算机有逻辑判断能力, 电子计算机不仅能做算术运算, 还能做逻辑运算。

第五、基于第三、四两条特点, 电子数字计算机成为一种自动化的计算工具。只要人把程序和数送入电子计算机, 机器就可以自动地进行计算, 把人从繁重的计算工作中解放出来。

二 电子数字计算机中数的表示

我们已经初步了解了电子数字计算机的组成和特点。那么, 电子计算机是根据什么道理工作的? 各部分又是怎样工作的? 它又为什么会有那些特点呢? 这

里我们只作简单地介绍。下面我们先从电子数字计算机使用的二进制说起。

二 进 制

你可能见过电子数字计算机输入数据的纸带吧。纸带上的一个个小圆孔，就表示一个个数字，有孔的地方表示“1”，没孔的地方表示“0”。你一定会问：光是“0”和“1”两个数字怎么能表示2、3、4、5、6、7、8、9，以及更多位的数呢？能表示的。因为在电子数字计算机中采用了特殊的计数方法，叫做二进制。

什么是二进制呢？

二进制，就是逢二进一的计数制，和日常生活中最常见的十进制不同。二进制的数一便是最大的个位数，一写作1；一加一等于2，逢二进一变成“10”；再加一是3，也就是“11”；四是“100”；五是“101”；六是“110”；七是“111”；八是“1000”；九是“1001”。你瞧！二进制光用“0”和“1”两个数码，就把2、3、4、5、6、7、8、9都表示出来了，当然再大点的数（位数多的），也能用“0”和“1”表示。

电子数字计算机采用二进制是有广泛的物质基础的，是来源于实践，并非人们凭空造出来的。

伟大革命导师列宁指出：“……自然界（精神和