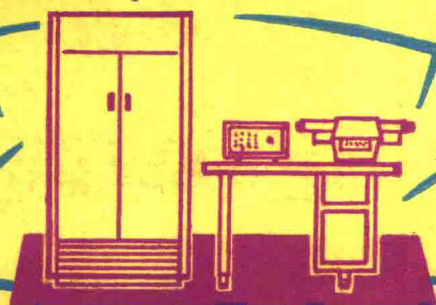




自然科学知识丛书



浅谈电子计算机

自然科学知识丛书

浅谈电子计算机

西安交通大学《浅谈电子计算机》编写小组

陕西人民出版社

自然科学知识丛书

浅谈电子计算机

西安交通大学《浅谈电子计算机》编写小组

陕西人民出版社出版

陕西省新华书店发行 西安第二印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3.25 字数 39,000

1977年8月第1版 1977年8月第1次印刷

统一书号: 13094·14 定价: 0.25元

出版说明

随着社会主义革命和社会主义建设的深入发展，广大工农兵、青少年为革命认真读书，学好社会主义文化，迫切需要自然科学知识方面的普及读物。为此，我们编辑一套《自然科学知识丛书》，陆续出版。

这套丛书，力求用辩证唯物主义和历史唯物主义观点，结合阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动的实践，通俗地介绍物理、化学、数学、生物、天文、地理等方面的科学知识。由于我们水平有限，经验不足，难免有些缺点错误，希望广大读者批评指正。

毛主席语录

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

前 言

在毛主席革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命，我国的电子工业正在蓬勃发展，电子计算机日益广泛地应用在农业、工业、科学文化和国防建设各个方面。为了帮助广大工农兵、知识青年学习和了解这方面的知识，更好地为社会主义革命和社会主义建设服务，我们编写了这本小册子。

本书内容分为两部分，前五节介绍了电子计算机的几个主要组成部分及其基本工作原理；第六节结合实例介绍了电子计算机在各方面的应用，最后还简要地谈了谈电子计算机将来的发展趋势。

由于我们水平有限，错误、缺点在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

目 录

前言

一、什么是电子计算机.....	(1)
二、电子算盘——运算器.....	(6)
高速度的秘密.....	(6)
奇怪的数.....	(8)
门和翘翘板.....	(14)
加、减、乘、除.....	(23)
三、能记忆的器官——存贮器.....	(31)
数据寄存处.....	(31)
您找几号房间.....	(33)
磁心里的0和1.....	(36)
存放数据的大仓库.....	(41)
四、人和计算机对话——输入、输出设备.....	(48)
光电眼睛.....	(48)
机器的打字员.....	(51)
五、乐队指挥——控制器.....	(53)
机器能懂得的乐谱.....	(54)
服从命令，听指挥.....	(58)
不寻常的算法.....	(63)
如果.....，那么.....	(66)
大众化的语言.....	(72)

六、电子计算机的应用和发展.....	(75)
能测风云.....	(76)
精打细算为节约.....	(77)
探矿找宝.....	(78)
自动加工的精密机床.....	(80)
严格的值班工.....	(81)
数据的统计员.....	(84)
得心应手的好助手.....	(84)
探索生命的奥秘.....	(86)
给侵略者以迎头痛击.....	(87)
日新月异、飞速前进.....	(89)
结束语.....	(93)

一、什么是电子计算机

电子计算机，对大家来说可能是不陌生的了。因为在报纸上我们曾经看到过这样的一些消息：

“在毛主席革命路线指引下，我国电子计算机技术又前进一大步，第一台百万次集成电路电子计算机制成。”

“高速大型通用集成电路电子计算机研制成功，这是对‘四人帮’崇洋媚外，破坏科研生产建设的有力批判。”

广州出口商品交易会也经常有电子计算机展出。

电子计算机应包括两类：一类叫做电子模拟计算机，一类叫做电子数字计算机，这本小册子只介绍电子数字计算机（以下简称电子计算机）。

电子计算机究竟是怎么回事？它究竟是干啥用的呢？

从电子计算机这个名称上，我们就可以看出，它主要是用于计算。一提到计算，有人就会马上想到笔算或算盘算。但是，在生产斗争和科学实验中提出的一些问题，这样算太慢。用手摇计算机计算够快了吧！还太慢。用电动计算机呢？还太慢！那末，有人就会问：为什么要算得那么快呢？我们知道，“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”在社会主义建设和科学技术高度发展的今天，许多问题仅用简单的计算工具已经不能满足需要了。

大家还记得一九七〇年四月二十四日那个激动人心的日子吧！红色电波传来了特大喜讯：我国第一颗人造地球卫星上天了！伟大领袖毛主席提出“我们也要搞人造卫星”的伟大号召实现了！亿万人民无不为之欢欣鼓舞，满怀激动的心情倾听着来自太空的《东方红》乐曲，倾听着我国卫星的主要指标以及今后几天内卫星经过我国和全世界各大城市的准确时间预报：

北 京 4月25日10时26分

上 海 4月25日20时31分

西 安 4月25日10时23分

乌鲁木齐 4月25日12时22分

根据这个预报，我国各族人民在欢呼声中，准时看到了这颗光芒闪闪的卫星。大家兴奋之余，也许会想到这样的问题：卫星刚飞上天，怎么就会准确地预报出几天以后的飞行情况呢？这里就要靠电子计算机来帮忙了。

发射人造卫星的技术是一个很复杂的问题。要用多级火箭把卫星加速到每秒钟7.9公里以上的速度，送进我们预定的轨道。在发射过程中，有许多因素如风向、风速、多级火箭点火时刻的迟早等，都会使得卫星的速度和方向受影响而不能符合我们的要求，也就是说，卫星的运行轨道和原来预期的轨道会发生偏差。因此，对于这种在高空以极快速度飞行的物体，如果不及时进行控制的话，那就会差之毫厘，失之千里。

发射卫星，一般采用的方式是用第一级火箭垂直向上发

射,并在加速时控制它逐渐改变方向,到它的燃料快烧完时,第二级火箭就点火,继续加速和控制方向,到了一定高度就让它停火。这时第三级火箭带着卫星靠惯性继续向上飞行,渐渐接近预期的轨道。这种点火、停火时间的误差和其他因素使得人造卫星不能完全按照预期的途径飞行,这时,就要用雷达去测它的位置、速度和方向,并根据这些数字和原定要求的偏差,经过非常复杂的计算,才能算出纠正这些偏差所需的控制。然后,把这种控制信号用无线电波送到卫星上去控制火箭,一举把卫星送入预期的轨道。卫星发射的整个时间只有几分钟,在这样短暂的时间内,要对飞行的路线进行分析并对偏差加以纠正,这就需要有计算速度比火箭

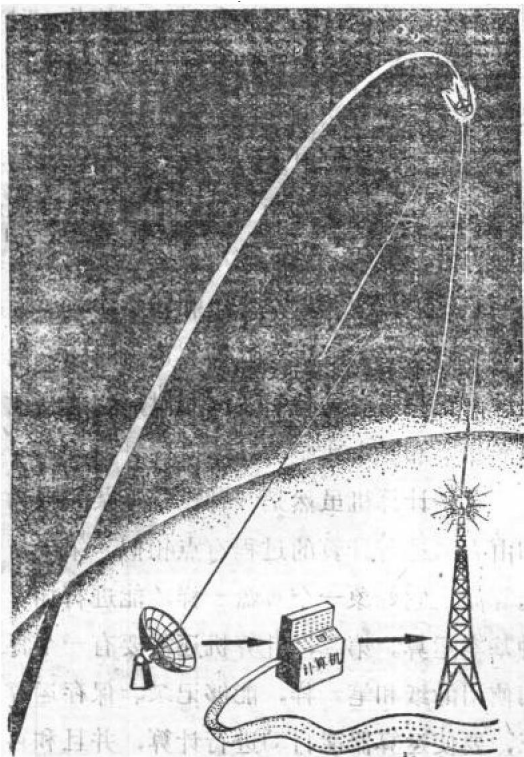


图1 用计算机来控制卫星发射和计算卫星轨道

飞行还要快得多的计算工具。

然而，经过这样控制以后，卫星进入的轨道也并非一点误差也没有了。所以，在卫星进入轨道以后，还要马上精确地测量其实际的椭圆轨道参数。根据这些参数以及地球自转的数据，还要代入一个复杂的方程组进行计算，才能算出卫星飞到某个城市上空的准确时间。由此可见，这些都是由很多条件来决定的复杂的数学问题，要在发射的几分钟内算出纠正偏差的数据，又要在发射以后的几小时内计算出大量预报的数据，这靠一般的计算工具是绝对办不到的。所以，解决这类矛盾的方法就是要研制出能高速度进行运算的工具。

当然，除发射卫星外，天气预报、自动控制、导弹打飞机等也要求高速计算的工具。由于电子计算机还具有逻辑判断等能力，因此，它的应用已经远远超出了纯粹数值计算的范围。总之，随着生产斗争和科学实验的发展，日益广泛而迫切地要求人们解决高速计算这一问题。电子数字计算机的问世，正是适应这种需要。同时，它的出现又大大地促进了生产斗争和科学实验的高速发展。

电子计算机虽然是一种比较复杂的自动化装置，但是它和由人来进行计算的过程有点相似。第一，计算机需要一个运算器，它好象一个算盘一样，能进行加、减、乘、除等各种基本运算。第二，计算机还需要有一个存贮器，它好象人们使用的纸和笔一样，能够记录、保存运算步骤和数据。第三，要使运算器能自动进行计算，并且和存贮器等其它各部分一起协调一致地工作，还必须要有个控制器。它是整个

计算机自动工作的控制中心。

以上三大组成部分是计算机的主机部分，但是，实际上只有主机是不够的。因为计算机是听从人的命令，按照人们事先给出的数据及运算步骤来计算的；同时，计算得到的结果又需要表达出来，让人知道。因此，计算机还需要有输入和输出设备。它们在人和计算机之间起着桥梁作用，好象一个翻译员，把人的意图翻译给计算机知道，同时又把计算机内部的信号翻译成人们所熟悉的文字符号。

除此以外，计算机还包括有控制台，电源设备，通风冷却设备及其它部分，这里就不一一列举了。

图2为电子计算机构造的简化框图，我们将在后面逐一加以讨论。

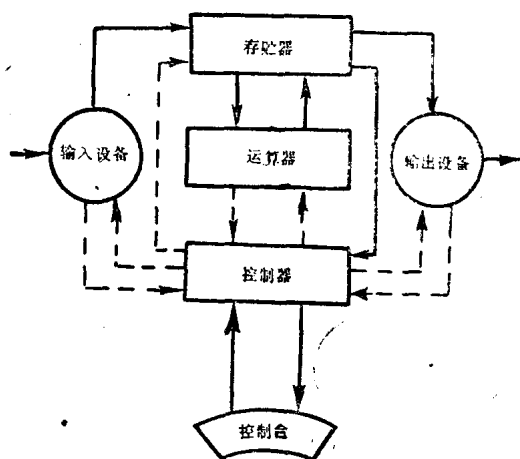


图2 电子计算机的简化框图

二、电子算盘——运算器

高速度的秘密

电子计算机的计算速度是非常惊人的。大家知道，一秒是很短暂的。可是，电子计算机在这短暂的一秒钟内却能完成十万次、一百万次、一千万次，甚至上亿次的运算。这是过去一切计算工具所无法比拟的。它比人工计算不知要快多少倍！假如一个熟练的计算员用纸和笔日以继夜不停地运算若干年，那么这些年的计算工作，交给电子计算机，只要几十秒钟，甚至不到一秒钟便可以完成。电子计算机之所以有这样惊人的计算速度，其秘密就在“电子”二字上。

为什么过去的各种计算工具都不能达到象电子计算机那样的高速度呢？这主要是由于机械惯性在作怪。算盘需要上下拨动算盘珠，手摇或电动计算机需要转动数字轮，这一切都离不开机械运动。由于存在机械惯性，所以机械运动的速度受到了很大限制，达不到我们所要求的高速度。

在收音机或扩音机里，我们见到过由电子管或晶体管以及电阻、电容等组成的电路，我们称之为电子电路。这些电路的工作原理依赖于电子的运动。电子运动的速度是很快的，例如一般收音机的中波段最高收听频率是1,600千周/秒，这1,600千周/秒，就是指收音机接收到的电磁波讯号每秒钟

要变化160万次。短波段的收听频率能达22兆周/秒，即电磁波讯号每秒钟要变化2,200万次。这种高速变化讯号的产生和放大都是依靠电子电路来实现的。因此，电子电路中电子运动的速度，相应地也要达到这样高的速度。实际上，高速的电子电路还可以达到更高的工作频率，这是任何机械运动所无法相比的。不难设想，如果利用具有高速特点的电子电路来代替算盘珠、数字轮之类的机械构造，就可以达到很高的运算速度了。电子计算机就是由电子电路构成的。它的主要电子电路种类并不太多，也不太复杂。这些电子电路的工作方式与收音机里放大器之类的电子电路有所不同。计算机用的电子电路，我们称它为开关电路或脉冲数字电路。

所谓开关电路，顾名思义，这种电路中的晶体管的作用类似于一只电灯的开关，电灯开关只有“开”或“关”两种状态，这种电路中的晶体管也只有开或关两种状态。在图3中，我们对晶体管开关电路和一个普通的带开关的电路作一比较，图

中的晶体管是目前

计算机中常用的

u—p—n型晶体管。

在晶体管的基

极b上外加一个电

压 U_b ， U_b 的数值或为正或为零。当 U_b 加上零伏电压（即基极b与发射极e之间电压相等）时，晶体管就不通，电路里就没有电流，这相当于右图中开关k断开时，灯泡不亮一样，

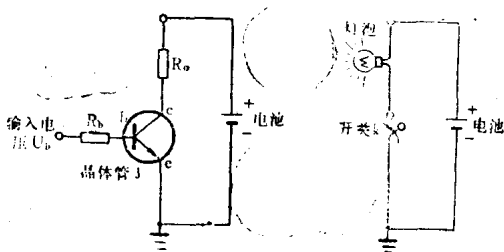


图3 开关电路

压 U_b ， U_b 的数值或为正或为零。当 U_b 加上零伏电压（即基极b与发射极e之间电压相等）时，晶体管就不通，电路里就没有电流，这相当于右图中开关k断开时，灯泡不亮一样，

当 U_b 加上正电压（即基极 b 比发射极 e 的电压高）时，晶体管就导通，电路中的电流从电池正极（+）出来，流经电阻 R_c 、晶体管的集电极 c 及发射极 e ，然后从发射极 e 再回到电池的负极（-），这相当于右图中开关 k 接通时，灯泡发光一样。因此，这里的晶体管 J 的作用和开关 k 的作用是相似的，这种晶体管电路就叫做开关电路，它具有开或关两种状态，处在哪种状态，要随输入电压 U_b 而定。由于应用了这种电子式的开关，所以它的开关速度比机械式的开关高得多，通常晶体管一开一关的速度可高达每秒几亿次，甚至更高。上面所说的只是最简单的一种开关电路，电子计算机中还有其他一些比较复杂的电子电路，我们在后面再来介绍。

奇 怪 的 数

电子计算机中怎样用开关电路来进行数的运算呢？要说明这个问题，我们首先必须知道，电子计算机里的数是如何表示的。

一提到数，我们就会自然地想到习惯用的十进制数：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。的确，人们之所以习惯用十进制数，是因为劳动人民在长期的生产斗争中，利用了人具有十个指头这样一个天然的计算工具进行计数的结果。但是，电子计算机由于要采用电子电路来表示数，并且要对它们进行运算，因而十进制数就不一定很方便的了。因为十进制数有十种不同的数值（0、1、2、3、4、5、6、7、8、9），为了表示这十个不同的数值，就要求一个电子电路具有相应的十种不同的状态，

可以设想这是很困难的。因为我们从前面已经看到，一个开关电路只具有开或关两种状态。因此，电子计算机就采用二进制来表示数。

其实，在日常生活中，由于各种原因，也不是都采用十进制的。以时间来说吧，从秒到分，从分到小时，都是六十进制，从小时到日，却是二十四进制，而从日到周，又是七进制了。我国使用的老秤十六两为一斤，又是十六进制的。二进制只有0和1两个数值，是一种最简单的进位制。

我们知道所谓十进制数，就是“逢十进一”的意思，因此二进制数也就是“逢二进一”的意思了。根据这一个基本规则，如果再给你一个如图4所示的特殊算盘，这算盘的每一档（或叫位）只有一颗算盘珠，现在要用这样的算盘来计数，将怎样计法呢？

例如， $0+1=1$ ，可以将最右边一档中的一颗珠子向上打。当第二步又加1时，因为最右边一档仅有一颗珠子已经用了，所以无法再往上加一颗了，因此，只能是逢二进一。

换句话说，既然， $1+1=2$ 无法用两颗珠子在最右档表示，那就逢二进一，使最右档的一颗珠子下来，而将右起第二档的一颗珠子向上打，这就变成了 $1+1=10$ ，这“10”就是用二进制表示的十进制的2。（注意，这里二进制数的10就不念作“十”，而要念作“壹零”）。显然，如果再加1，这时最右档有一颗

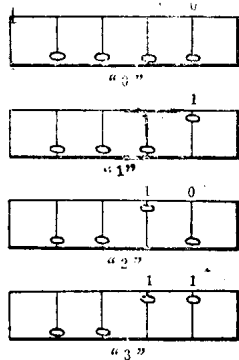


图4 二进制算盘

珠子，使最右档的一颗珠子下来，而将右起第二档的一颗珠子向上打，这就变成了 $1+1=10$ ，这“10”就是用二进制表示的十进制的2。（注意，这里二进制数的10就不念作“十”，而要念作“壹零”）。显然，如果再加1，这时最右档有一颗