

世界科学出版社出版

电子计算机和 一些有关的理论问题

严 世 华

科学出版社出版

世界科学技术新成就

电子计算机和 一些有关的理论问题

胡世华

科学普及出版社



本書提要

为了把計算的速度提高，人們曾經利用了算盤、計算尺、手搖計算机和台式电动計算机等。

随着科学与技术發展的需要，科学家在我們这个世紀，就創造出一种以空前的快速和高度的准确进行計算的电子计算机。

对于人类生活全面的影響，只有原子能才能够和电子計算机相比。同时它也和原子能一样地被看作是共产主义建設的物質基础。

在这本小冊子中，詳細的說明了电子計算机的功用和它的活动的基本原理。另外，对于那些和电子計算机有关的一些理論問題，如万能电子計算机是在怎样的科学技术基础上产生的，这种計算机和高級神經系統的活动及在科学方法論方面的意义，以及电子計算机技术所提出的历史唯物主义、科学社会主义的新問題等等，作者都提出了自己的意見，这些意見是值得研究討論的。

总号：441

电子計算机和一些有关的理論問題

著 者：胡 世 华

責任編輯：莫 奎

出版者：科 学 普 及 出 版 社

(北京市西直門外德勝門)

北京市書刊出版登記證：新登出字第091号

發 行 者：新 華 書 店

印 刷 者：北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西便門南大街乙1号)

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$

1957年2月第1版

1957年2月第1次印刷

印張：1 $\frac{1}{2}$

字數：22,000

印數：8,700

統一書号：15051·22

定价：(9)1角4分

目 录

第一章 电子计算机的功用	1
第二章 电子计算机活动的基本原理	11
第三章 和电子计算机有关的一些理论问题	23
一、万能电子计算机产生的科学的、技术的前提 和它的基本特征	23
二、电子计算机和高级神经系统的活动	29
三、电子计算机在科学方法论方面的意义	32
四、电子计算机技术提出了历史唯物主义、科学 社会主义的新问题	34

第一章 电子计算机的功用

电子计算机是 20 世紀最偉大的科学技术成就之一。它对于生产力、对于生产的发展、对于科学研究、对于文化发展的影响是非常之巨大的。它对于人类生活的各方面的巨大的影响是怎样估计都不会太高的。它对人类生活的影响只有一样东西能够和它相比，那就是原子能。原子能和电子计算机是 20 世紀里面兩样最偉大的科学成就，它們很合理地被看作是共产主义建設的物質基础。在人类社会发展的历史中，它們將引起第二次产业革命。

我們先来看一下，也只能是粗略地看一下，电子计算机有哪些实际的用途。

大家一定在报纸杂志上，看到过关于电子计算机的文章吧。許多文章里都講到一种用处特別大的电子计算机，人們也往往当作神話似地談論着。这种电子计算机的正确名称应该是快速万能电子数字计算机。这种机器和模拟计算机不同。模拟计算机就是大家在苏联展覽館里所見到过的那种计算机。模拟机也很有用处，不过它不像我們所說的电子数字计算机的用处大。快速万能电子数字计算机是第二次世界大战之后才产生的，具有很大的发展前途，在这里我們打算着重介紹的就是这一种计算机。

首先讓我們来看一下，这种机器能够为我们进行怎样繁重、怎样复杂的計算。

大家知道，在科学技术中經常要用数学方法来处理問題，在用数学方法来解决这些問題的时候，要作大量的复杂的計算，因之要有專門从事計算的机构，像計算局之类。过去在計算机构中备有手搖的計算机或所謂台式电动計算机。可是要算的問題越来越复杂、越来越多，以至使得这种普通的計算机担当不起这种計算的任务。

現代的万能电子計算机每秒鐘达到 15,000 次的算术运算，能够代替几万人的劳动。以容納这些人的地方來說，就大約需要有 200,000 平方公尺的建筑面积，就是說要有十来个很大的大楼才行。

为了使我們对电子計算机的計算速度有个观念，可以把它的速度和人工計算的速度比較一下。它比人工計算至少要快 40 万倍。我們就算一个人每天能算 8 小时，那么一个人算一年的問題用快速电子計算机来計算，只要 27 秒鐘。假如一个人一生出来就会計算，他計算一輩子，一直計算到老死，就算他可以計算 100 年，那么，用快速电子計算机来計算，只不过 40 分鐘就够了。再考虑一下，我們如果把算出来的东西画成表，那么用人算一頁的时间，用电子計算机可以算 1,000 頁 1 本的 400 本，要是从地上壘起来会有 5 層楼那样高。机器在 1 小时內所能完成的計算，是一个熟練的計算員一輩子都不能算完的。显然，电子計算机能够节省我們大量的劳动。

电子計算机不但算得飞快，而且也算得非常之精确，不容易出錯。根据統計我們知道，一个人在作 1,000 次运算中是不會不出一个錯的。一个人在作 1,000 次运算中有几个錯是平常的合乎規律的事情。电子計算机的出錯率是非常之小的，比起

人來真是太不足道了。就是出了錯，機器也會自動停止，不至於使得前面的計算都白費，而人在計算時出了錯往往要從頭算起。計算機的計算，無論從速度、精密、正確等方面來看，人都是比不上的。

由於電子計算機算得快，算得精確，所以它能夠做出為原來人們根本不可能做的事情。天氣預報的計算就是很好例子。為預報 24 小時以後的天氣如果用人工來計算的話，需要算好幾天，等到把結果計算出來，雨已經下過，大風暴也已經過去了，顯然計算已經沒有什麼價值。可是用電子計算機來算，就可以很快地把結果計算出來，及時把天氣預報出去。

電子計算機也可以解決工程技术中的非常之複雜的計算問題。

根據蘇聯科學院列別捷夫院士的報導，利用蘇聯著名的計算機 БЭСМ 計算了決定運河最陡而可靠的側面的表。過去用 15 個計算員來計算，企圖解決這樣的問題，結果在一個方案的計算上花了一個月的時間也沒有成功，但是用 БЭСМ 這架機器來計算，只花了 3 小時就成功了，算成功的不是一種而是幾十種方案，我們大可以從這幾十種方案中選取所需要的最合適的方案，這樣就節省了無法估計的時間、勞動和物資了。我們使用機器有可能計算其他類似的大量的方案，而選取其中最好的一種，例如它可以計算出橋梁的最好結構，使我們選取哪種又節省又堅實的結構；可以計算出飛機機翼的最好的結構，計算出噴氣式飛機的發動機以及渦輪機翼片的最好的形式等等。

電子計算機不但可以解決工程技术中大量的困難的計算問題，也可以解決科學研究中提出的許多重要的計算問題。像物

理学、原子核物理学、化学、数学、天文学中的許多計算問題，都可以用計算机來計算與解決。以往曾有數學家花了几十年的時間來制作數學表，這種表對於數學及其他科學研究是很有用處的。但是在B3CM計算机上算了一本有50,000個值的積分表，總共才花了1小時。B3CM計算机還為國際天文年歷完成了太陽系內的小行星的軌道的計算，用機器算了几天的時間，算出了約700個小行星的軌道，而且算得那樣的精確，每一顆小行星每隔40天所在的位置都算了出來。這還不過是計算机在天文學中應用的開始。計算机在科學研究中的應用一般地也是剛剛開始，它的前途是不可限量的。

電子計算机除了可以解決複雜的計算問題之外，也可以解決一系列的邏輯問題，例如翻譯和下棋之類的問題。

從俄文到英文的科學文章的翻譯已經在蘇聯的計算技術研究所中研究成功了。在今年3月間，蘇聯科學院舉行了計算机會議。在這會議上專家們作了上百篇的專題報告，其中就有關於從英文到俄文、從法文到俄文的機器翻譯的几篇專題報告。另外從中文到俄文的翻譯，他們也在研究了。

機器翻譯的未來是由機器來作“口譯”。這是一個尚未解決的問題，還有待於研究，然而最後的解決也不見得是太遙遠的事情；我們知道，在今天已經有機器能把書本上的字句讀出聲音來，可以使瞎子聽得懂。

機器會和人下棋。蘇聯的計算技術研究所也研究用機器來下國際象棋的問題，而且這問題是解決得很高明的。在研究用機器來下棋的問題時，對不同的棋子給以不同的估值，例如皇帝一萬點，皇后一百點，車五十點。棋子的不同局勢也予以估

值，例如某些棋子或某某棋子处于某种有利地位，估值就高。他們研究出使机器每走一步都是走按估值的可能最好的步子。現在对于机器下棋的研究还没有考虑棋的战略部署，可是一个下得不太高明的棋手还是赢不了机器。用机器下棋的研究不是为了炫耀机器的“能力”，而是有着巨大的理论和实际的意义的。下面我们还要再谈到这个问题。

用电子计算机来解决数学和逻辑的问题，只是计算机的用途的一个重要的方面。另外一个重要的方面是用于自动控制和远距离操纵。有人说，电子计算机是自动化的心脏。

在这里，让我们举几个例子来谈谈罢：

电子计算机可以用来控制炼铁炼钢。在高炉、平炉、转炉的冶炼操作中，可以用电子计算机来自动控制。在冶炼中要控制通风量、氧气供应量以及压力等，用人来控制这些因素往往不能很精确，弄得不好会使钢铁凝结在炉壁上。以往在铁块凝结在炉壁上的时候，往往要用炸药把铁块炸下来，可是炸药用多了会把炉子炸坏，用少了又不起多大作用，很影响生产。用电子计算机控制冶炼可以把各种因素控制得很合适，大大提高劳动生产率。

电子计算机可以用来操纵轧钢。过去轧钢要由熟练工人用眼睛来看，用手操纵电钮来控制钢板的进退。用电子计算机来操纵，每秒鐘可以轧 35 公尺，这样可以提高生产率 10 倍。

利用电子计算机可以使车床切削完全自动化。这种自动化的原则是把运动的轨迹画在磁带上，再用磁带来操纵机床。这样做将是一方面把数学公式或蓝图自机器的一头输入机器，而切削好的机器零件从机器的另一头输出。

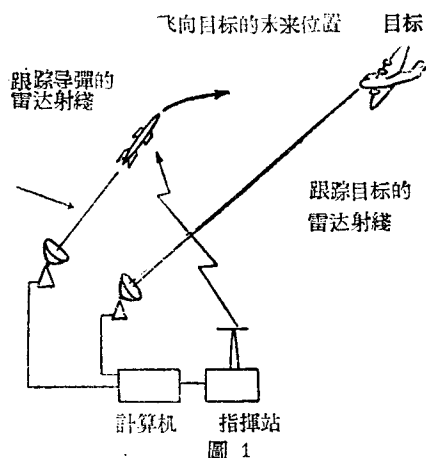
自动化工厂視自动化的程度可以分为二十七个等級，第二十七級是最高級的，那就是完全沒有人在其中工作的自动工厂。这种自动工厂一方面由火車把原料自动地运进工厂，自动卸貨，自动切削，自动安裝，以至自动包裝，这样在生产綫上自动前进，以至自动地把成品整齐地裝在火車上运出来。工厂的全部自动化，当然要大大地提高劳动生产率。苏联科学院院長涅斯米揚諾夫院士在“科学与生产”一文中講到由于电子計算机在自动控制中的应用，使得“自动机器就可以代替工程师”。自然，他是說，有了这种自动机器之后，許多原来应当由工程师来做的工作，都可以由自动机器来代替了。苏联共产党第二十次代表大会决定在第六个五年計劃中，生产过程的綜合机械化和自动化將得到巨大的發展。由于电子計算机对于自动化有突出的重要性，苏联对于計算机的研究和制造是十分重視的。美国的壟断資本家也十分注意他們的工厂的自动化，十分注意电子計算机，可是他們所以十分注意只是为了追求更高的利潤。就拿福特汽車公司一个公司來說，他們就投資 30 亿美元来实现自动化。

交通運輸中也可以广泛使用电子計算机。飞机上用了电子計算机就成为無人駕駛的飞机，因为計算机可以自动地校正由于气流等外来影响而引起的航行偏向。將來星际交通更是离不开电子計算机了。

电子計算机对于軍事是非常重要的。

現在用飞机进行轟炸，一般都是在高空中进行的，飞机低了要为密集的高射炮火打下来。飞机在 15,000 公尺以上飞行，高射炮火就失去它的威力了。美国飞机侵扰我們的国境，

就飞得很高，使我们的一般高射炮火轰击不到它。对这种空中攻击的最好的回击办法就是使用导弹。导弹就是用喷气发动机的动力来飞行的、装有自动控制系统的炸弹。大家知道，火箭是很厉害的，导弹就是由火箭发展过来的。也可以说导弹就是装有自动控制系统的火箭式武器。导弹需要用电子计算机来操纵使它一直飞到离开敌机很近的地方和敌人一起炸掉为止。这种导弹是非用计算机不可的。有人曾经幻想过在导弹中装上一个人，让人来驾驶这样一颗大炸弹，宁可牺牲人的性命以便命中对方。我们当然不会出这种主意，我们以为人是最宝贵的，战争贩子可是这样想过，然而终究只能是幻想，因为人即使能够忍受得了快速飞行的导弹中的恶劣环境，人的神经活动和思维活动也不够快，来不及控制。有了电子计算机，就有了办法。计算机的计算速度要比炸弹飞行的速度还要快，它可以很精确很快地操纵导弹在空中的飞行。具体用计算机来控制导弹的办法有好多种。一种比较简单的办法是这样的（见图1）。在地面上或军舰上可以使用两种雷达。当导弹放出去之后，一种雷达用它的射线指向敌机，另一种指向我们自己的导弹。这样我们既可以确定敌机的位置又可以确定导弹的位置。雷达装置是连



在計算机上的，計算机接受到确定敌机及導彈的位置的数据之后，就自动地进行計算，算出飞机未来的位置和導彈应当如何修正自己航綫的数据，这些数据自动地轉換成修正導彈航行的訊号，这些訊号就由指揮站以無線电波的形式自动地發射出去，由導彈接受，通过導彈中的自动控制系统和自动駕駛仪，把这些訊号轉为操縱力量，使導彈能够准确地命中敌机。在地面上像这样使用雷达和計算机来控制導彈的办法有它的局限性的，因为在一个地方的雷达的水平綫是有限制的。假如敌机是在 18,000 公尺高空飞行，我們只能在它开始轟炸之前 10 分鐘發出警報，因此我們消灭敌人的時間只有 10 分鐘。假如敌机飞得再低一些，我們的時間就更少了。假如敌人是用核子武器来进行空襲的，那么我們会感觉到消灭敌人的時間更加紧迫了，我們希望能在敌机飞临到它預定的轟炸目标上空之前就把它打下来，而且最好能在距离海岸綫比較远的海上就把它打下来。要达到这样的目的，办法就是把探測敌机的裝置（如雷达）和計算机都裝在導彈里面，使導彈能够自己探測敌人的位置，計算敌机的未来位置与自己应当如何糾正航行路綫，并自动地糾正自己的航綫。这样，电子計算机在導彈里面就“担任”了“駕駛員”的任务，就好像在導彈里裝上一个思想活动很快、动作很敏捷又能忍受導彈里面那种極為恶劣的环境的駕駛員。自然，这样的導彈是很复杂的，所用的計算机也要有它的特点，例如要耐振动、耐高温、超小型等，造价当然是很高的。可是假如敌人使用的是破坏力很大的氫武器，我們就要不惜使用高价の導彈来向它回击。

可是問題还不止于此。飞机上可以放出訊号来干扰導彈，

使導彈不能命中，因此計算機又要能夠把干擾抵抗掉，就是要抗干擾，而飛機上又能發出訊號來干擾我們的抗干擾，我們因之又要能夠抵抗由飛機上發出的這種對於我們的抗干擾的干擾。這樣下去就要看誰的本領大了。干擾的本領大呢還是抗干擾的本領大呢？這就引導出一種數學的研究，就是博奕論（Теория игр）的研究，這種研究包括下棋的研究。這種研究應用於干擾與抗干擾問題的大概的原理是這樣。機器可以下棋，一般說是機器和人下棋。我們可以設想，你設計一個下棋的機器，我也設計一個，就讓你設計的機器和我設計的機器來對下，這樣誰設計得好的就誰贏。人與人下棋或人與機器下棋不能太快，兩個機器下棋可以很快，例如可以把兩個機器的操縱移動棋子的綫路以一定方式聯在一起，一邊安上一個電燈，哪一邊贏哪一邊的燈就亮起來，這樣可以在幾千分之一秒中決定勝負。我們根據下棋取勝的原理來設計我們控制導彈的計算機和自動控制系統，使它能夠抵抗干擾。所以，機器下棋的研究，不是為了炫耀機器的“能力”，也不是為了好玩，否則，蘇聯的計算技術研究所又何必花那麼大的力量去研究這種玩意兒呢？博奕論在蘇聯出版的數學文摘雜誌上开辟了專欄。這一門數學在很大的程度上奠基於概率論，原來是產生於對賭博和遊戲的研究，現在我們看出它有很大的國防的意義，的確，它有很大的理論和實際的意義。我們終究以為“戰爭是政治的延續”。戰爭的能否取勝主要決定於人民的意志。可是，在人民的意志的基礎上、在人民覺悟的基礎上，戰爭能否取勝越來越依靠掌握在人民手中的全面發展的科學，越來越多地依靠智慧的力量。干擾和抗干擾的問題就是一件斗智的事情，在干擾和抗干擾的問題上，

我們需要把我們的智慧在电子計算机的設計和研究中表現出來。

电子計算机的研究已經成为国防科学中的一項十分重要的研究了。例如，在国防綫上安裝雷达，把这許多雷达通到一个中央控制機構，讓計算机自动估計出什么时候敌机將要飞临哪一个城市，我們也可以用計算机来選擇調动自己飞机应战的最好的战略步驟。在国防科学中研究的所謂战略机器，就是一种專用的計算机。用計算机来帮助我們考虑战略問題，这是有很大意义的。

有人說，今后的战争將是計算机的战争，这样講是不对的，因为战争終究是政治的延續，終究离不开人，終究是階級斗争的一种表現。可是，我們可以毫不夸大地这样說，国防科学(国防科学当然不就是战争)的水平在很大的程度上依靠电子計算机的研究和設計水平。

电子計算机的設計、制造和研究的发展是非常之快的。涅斯米揚諾夫在“科学与生产”中說过：“快速电子計算机的制造在某种程度上講，是比原子能更有前途的向科学和技术的更高層突破的例子”。这就是說計算机科学的发展，在一定意义上講来比原子能科学的发展还要快。第一架电子計算机 ENIAC 是由美国制成的。在美国一开始就产生了电子計算机的工業，而且壟断資本家馬上爭夺这一新的工業市場。根据統計，美国在 1955 年已經制造了电子計算机 2,800 架，而且还有 1,700 架在定貨中。就拿 IBM 一个公司來說，就已經接受了 200 架的定貨，已經投資 10 亿美元。IBM 是專門制造电子計算机的工厂。IBM 在 1954 年中的总收入就有 4 亿多美元，比 1953 年还

多 5,200 万美元，1955 年的收入一定更多。光是 IBM 一个公司就有 2,000 个研究人員在研究电子計算机的技术的和理論的問題。IBM 公司每年以 4 % 的收入用于研究工作，这就是說至少每年把 1,600 万美元用于計算机的研究工作。

第二章 电子計算机活动的基本原理

現代电子計算机是一种很复杂的机器，是一种由电子自动裝置組合起来的很复杂的复合体。在机器里要用到許多电子管、半导体元件、陰極射綫管、磁元件、光电管、电阻、电容器以及各种別的無綫电元件。关于电子計算机的構造和它怎样活动的原理牽涉到很复杂的技术問題，牽涉到各方面的專門科学的問題，我們不能在这里詳細講，我們只能在这里作一些很概括很簡單的說明。

現代电子計算机主要是由以下几个部分構成的，就是：輸入器、輸出器、存儲器、运算器、控制器（圖 2）。

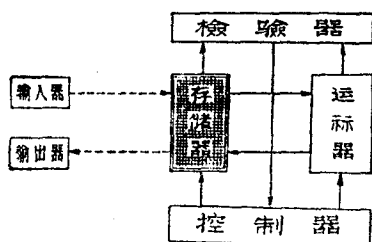


圖 2

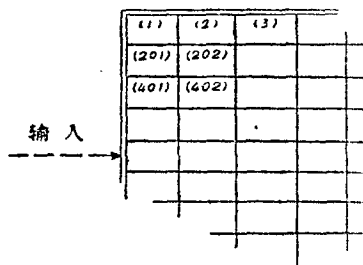


圖 3

我們要使机器計算时，首先就需要把那些要計算的数字（就是原始数据），由輸入器送到机器里存儲起来。那个存放

这些原始数据的地方就叫做存储器。存储器我们可以设想它包括成千上万的小匣子，每个小匣子里可以存放一个数目。它很像一个有许多房间的大旅馆。每个房间都编有一个号码。我们可以按照房间的号码去寻找住在那里的人。存储器的小匣子也编有号码（圖3），机器就根据小匣子的号码来选取存储器中那些小匣中的数目来进行运算。

机器的控制器控制着存储器和运算器。它要把存储器里某些小匣中的数目调出来，调到运算器中，控制着运算器进行一定的运算，再把运算的结果送回存储器中放进某一小匣中去。

电子计算机的计算是不容易出错的，比起人工计算来出错率是很小的。可是它究竟还不能绝对不出错。为了防止计算的错误，机器往往装有检验器，存储和运算的过程作用着它，在存储和运算的过程中检验着所进行过的计算等活动。

运算是经过一定的程序来进行的。例如两个数经过某种运算放到第35号小匣中，经过一定运算的程序之后，第35号小匣中的数又可能调到运算器中去进行别的运算。存储器中不单存放那些将要用来计算的原始数据，还存放着计算过程中所得的中间结果。计算机在它的活动中，有些在存储器中的数目不再需要保留而且是最后所要的结果的，就由输出器把它自动地输出打在纸上。一方面运算不断地进行，另一方面输出器不断地把结果打出来。

在存储器中除了存放着若干个原始数据之外，还存放着对于这些原始数据进行所要求的计算的一套计算程序。一套计算程序是一个系列的所谓指令，每一个指令也是一个数目。指令也和原始数据一样存放在存储器中。

我們現在來講一下存放在存儲器中的數目和指令是什麼樣子的。我們就按照蘇聯科學院的著名的計算機 БЭСМ 的系統來講，

БЭСМ 和許多別的电子計算機一樣，是以二進位系統的記數法來表示數目的。我們來把兩種記數法對照一下：

十進位：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, ...

二進位：0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, ...

2^0 2^1 2^2 2^3

十進位： $10^0=1$, $10^1=10$, $10^2=100$, $10^3=1000$, $10^4=10000$, ...

二進位： $2^0=1$, $2^1=10$, $2^2=100$, $2^3=1000$, $2^4=10000$, ...
 十 二 十 二 十 二 十 二 十 二
 進 進 進 進 進 進 進 進 進 進

十進位： $10^{-1}=\frac{1}{10}=0.1$, $10^{-2}=\frac{1}{10^2}=0.01$, $10^{-3}=\frac{1}{10^3}=0.001$, ...

二進位： $2^{-1}=\frac{1}{2}=0.1$, $2^{-2}=\frac{1}{2^2}=0.01$, $2^{-3}=\frac{1}{2^3}=0.001$, ...
 ┌───┐ ┌───┐ ┌───┐
 十 二 十 二 十 二
 進 進 進 進 進 進

一個用十進位表示的數目可以寫作以下的形式，如

$$3504 \cdot 1405 = 3 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

一個用二進位表示的數目可以寫作以下的形式，如

$$1101 \cdot 1101 = 2^3 + 2^2 + 2^0 + 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-4}$$

二進 十進

用二進位記數法寫出一個數字比起用十進位來得長，然而對於機器來說有着很多方便的地方。首先，運算簡單；其次，用物質的狀態來表達一個數目很方便。例如，我們有一排椅子，讓某些椅子上坐上一個人，某些椅子空着，以空椅子表示 0，以坐着人的椅子表示 1，這樣就使這排椅子表示一個二進