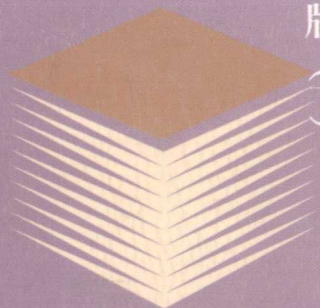




20世纪科学技术简史

第二版 (下)

李佩珊 许良英 主编



科学出版社

N091
L226

中国文库
科学技术类

20世纪科学技术简史 (第二版)

(下)

李佩珊 许良英 主编

科学出版社

“中国文库”第一辑书目

哲学社会科学类

马克思主义哲学纲要	韩树英 主编	人民出版社
中国哲学史新编	冯友兰 著	人民出版社
中国哲学史大纲(卷上)	胡适 著	东方出版社
科学与哲学	张东荪 著	商务印书馆
知识论	金岳霖 著	商务印书馆
法相唯识学	太虚 著	商务印书馆
大众哲学	艾思奇 著	人民出版社
中国伦理学史	蔡元培 著	商务印书馆
中国近三百年学术史	梁启超 著	东方出版社
西方美学史	朱光潜 著	人民文学出版社
通货新论	马寅初 著	商务印书馆
资本主义的起源	厉以宁 著	商务印书馆
改革:我们正在过大关	吴敬琏 著	生活·读书·新知三联书店
发展的道理	樊纲 著	生活·读书·新知三联书店
价值体系的历史选择	李从军 著	人民出版社
汉语史稿	王力 著	中华书局
音韵丛稿	何九盈 著	商务印书馆
中国修辞学史	周振甫 著	商务印书馆
中国翻译简史	马祖毅 著	中国对外翻译出版公司

史学类

世界通史	崔连仲 刘明翰等 主编	人民出版社
中国通史	范文澜 蔡美彪等 著	人民出版社
从鸦片战争到五四运动	胡绳 著	人民出版社
中国近代史	李侃等 著	中华书局
隋唐制度渊源略论稿·唐代政治史述论稿	陈寅恪 著	生活·读书·新知三联书店

万历十五年

中国疆域沿革史

朱元璋传

雍正传

黄仁宇 著

顾颉刚 史念海 著

吴 晗 著

冯尔康 著

生活·读书·新知三联书店

商务印书馆

人民出版社

人民出版社

文 学 类

鲁迅选集

郭沫若选集

茅盾选集

巴金选集

老舍选集

曹禺选集

朱自清选集

徐志摩选集

萧红选集

冰心选集

赵树理选集

郁达夫选集

沈从文小说选

子夜

家

倪焕之

围城

财主底儿女们

太阳照在桑乾河上

暴风骤雨

青春之歌

林海雪原

鲁 迅 著

郭沫若 著

茅 盾 著

巴 金 著

老 舍 著

曹 禺 著

朱自清 著

徐志摩 著

萧 红 著

冰 心 著

赵树理 著

郁达夫 著

沈从文 著

茅 盾 著

巴 金 著

叶圣陶 著

钱钟书 著

路 翎 著

丁 玲 著

周立波 著

杨 沫 著

曲 波 著

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

人民文学出版社

中国青年出版社

人民文学出版社

红旗谱	梁 斌 著	中国青年出版社
红日	吴 强 著	中国青年出版社
冬天里的春天	李国文 著	人民文学出版社
沉重的翅膀	张 洁 著	人民文学出版社
活动变人形	王 蒙 著	人民文学出版社
白鹿原	陈忠实 著	人民文学出版社
毛泽东诗词选	毛泽东 著	人民文学出版社
艾青诗选	艾 青 著	人民文学出版社
贺敬之诗选	贺敬之 著	人民文学出版社
郭小川诗选	郭小川 著	人民文学出版社
余光中诗选	余光中 著	中国青年出版社
沈从文散文选	沈从文 著	人民文学出版社
白洋淀纪事	孙 犁 著	中国青年出版社
可爱的中国	方志敏 著	人民文学出版社
随想录	巴 金 著	生活·读书·新知三联书店
文化苦旅	余秋雨 著	东方出版中心
欧洲文论简史	伍蠡甫 翁义钦 著	人民文学出版社
欧洲文学史	杨周翰 吴达元 赵萝蕤 著	人民文学出版社
中国文学史	游国恩等 主编	人民文学出版社

艺 术 类

中国绘画断代史	李松 顾森 陈绶祥等 著	人民美术出版社
中国古建筑二十讲	楼庆西 著	生活·读书·新知三联书店
外国古建筑二十讲	陈志华 著	生活·读书·新知三联书店
希腊罗马美术史话	章利国 著	人民美术出版社
意大利美术史话	刘人岛 著	人民美术出版社
法国美术史话	高天民 著	人民美术出版社
英国美术史话	李建群 著	人民美术出版社

德国美术史话	徐沛君 著	人民美术出版社
俄罗斯美术史话	奚静之 著	人民美术出版社
美国美术史话	王瑞芸 著	人民美术出版社
印度美术史话	王 鏞 著	人民美术出版社
日本美术史话	刘晓路 著	人民美术出版社
现代派美术史话	崔庆忠 著	人民美术出版社
中国古代音乐史稿	杨荫浏 著	人民音乐出版社
中国音乐美学史	蔡仲德 著	人民音乐出版社
百年漫画	黄远林 编著	现代出版社

科学技术类

20世纪科学技术简史	李佩珊 许良英 主编	科学出版社
中国考古学:走近历史真实之道	张忠培 著	科学出版社
科学的魅力	余翔林 主编	科学出版社
科学的未来	余翔林 主编	科学出版社
科学的挑战	余翔林 主编	科学出版社
科学的前沿	余翔林 主编	科学出版社

综合·普及类

经典常谈	朱自清 著	生活·读书·新知三联书店
美学四讲	李泽厚 著	生活·读书·新知三联书店
经书浅谈	杨伯峻等 著	中华书局
语文闲谈	周有光 著	生活·读书·新知三联书店
中国历史名城	陈桥驿 主编	中国青年出版社
文化古城旧事	邓云乡 著	中华书局
中国字典史略	刘叶秋 著	中华书局
中国钱币史话	汪圣铎 著	中华书局
孔子说——仁者的叮咛	蔡志忠 编绘	生活·读书·新知三联书店

第十六章 第三次技术革命的标志——计算机的发明和发展

第一节 计算机的产生和早期的发展

和人类发明的轮子、杠杆、热机、机床以及电话、电视等延长了人的四肢与感官功能的技术工具完全不同，计算机延长了人脑的功能，它在一定程度上物化并放大了人类的智力。

智力究竟是什么？几千年来人类一直在探索这个谜。有人认为，要是有一天人终于弄清自己的脑神经和精神，这将是最伟大的功绩。人类对计算机的研制正是揭示智力之谜的远征中的一个重要组成部分。

现在，已经搞清楚人的某些机械性的智力活动是由判断、计算、记忆和反应这四种基本功能组成的，这几种功能的综合，构成了人的重大智力活动。电子计算机之所以能模拟人脑，就是将上述四种智能物化，并通过复杂而巧妙的方式组合起来。由于电子计算机的计算、选择、反应都比人快得多，影响面也大得多，因此实现了对人的智力活动的加速和放大。从结构上看，现有的电子计算机都有输入、存储、运算、控制和输出五个基本单元，其中输入输出系统分别模拟人的感受器和效应器的功能。存储器模拟人的记忆功能，不仅用它来记忆数字和中间结果，而且还用它来记忆程序。控制器和运算器模拟判断和计算功能，它们从存储器内取出数字和程序，进行计算，得到计算结果，再存入存储器中。这就是现代电子计算机的基本运行机制。

显然，计算机是 40 年代科学技术高度综合，创造出来的产物。计算机从 1946 年问世以来，便以惊人的速度发展，现已形

成为知识密集、技术密集、资金密集型的产业。同时，计算机工业又是节省资源与能源且无公害的新型工业，已成为信息化社会的重要支柱。

计算机工业是在电子工业和机械工业基础上崛起的一门先导性的新兴工业。就科学技术理论而论，计算机科学技术也同其他科学技术有着血肉联系。计算机科学技术集电子学、数学、控制论、半导体技术、精密机械、电磁学以及光学等学科之大成，紧密地结合各种计算机的研制实践，现已发展成高度综合性的独立学科。计算机科学技术的进步，也极大地推动了人类各种科学技术的迅速发展。它同其他科学技术相结合，开辟了人类更广阔的科学技术新天地。

计算机科学技术的应用，具有极大的渗透性，新的应用层出不穷。应用面广，涉及人类社会的经济、政治、军事、科学、教育以及人们的物质生活与文化生活等各个领域。这就是人们所谈论的电子计算机的应用导致人类的新技术革命。

计算机对人的记忆、思维以及判断等智力能力进行补充的功能却是人赋予的，因此也称它为“人工脑”。又因为计算机是用电子逻辑元件实现的，所以俗称“电脑”。计算机只能代替人脑的部分功能，根本没有人那样的创造性的工作能力。那么计算机究竟能代替人脑的哪部分功能呢？例如一个人每天总要目有所睹，耳有所闻，对所见、所闻必有所思，然后又作出新的打算。这若用含义更为广泛的技术术语解释，就叫通过感觉器官接受信息，大脑将获得的信息组合起来进行比较、分析、判断、运算，最后得出结果信息。这个过程就叫信息处理。人脑进行信息处理的功能，可以用计算机来代替，所以说计算机是存储信息、处理信息的机器。

因此，凡是需要信息处理的各行各业，都可使用计算机。特别是人类社会正在向信息化方向迈进的今天，信息已成为仅次于物质、能源的第三要素，计算机的通用性就更显得特别宝贵。世

界各国都在有意识、有组织、有步骤地利用计算机这一锐利工具,开展信息的产生、加工、传送、存储和有效利用的活动。这就是人们所谈论的信息化活动。

模拟电子计算机用连续的物理量(如电压等)表示数,由于受物理量测量精度的限制,其精确度一直提不高,而且,不能广泛地应用。相比之下,数字电子计算机是以电子逻辑电路产生的电脉冲表示数(有脉冲信号表示“1”,无脉冲信号表示“0”),数的位数可以增加,所以从理论上说,其精度要求多高就能达到多高。这种高精确度是数字电子计算机的突出优点。例如英国数学家香克斯(W. Shanks, 1812~1882)利用毕生精力仅将圆周率 π 之值计算到707位,但是,现代计算机把圆周率计算到707位也只不过是几秒钟的事情。如果需要更精确的值,也是轻而易举的。

人并不擅长冗长的计算,这种单调乏味的工作很容易导致脑神经疲劳,这时出错和失误都是屡见不鲜的。可是,我们生活在现代社会里,要求在最短的时间内,正确无误地处理庞大的信息,这可让计算机代劳。人可以把节省下来的大量时间,用于学习和创造性的活动。

一、先驱者的道路

智力物化过程从总体上看,主要包括计算工具、自动机械和通信工具三个方面的发展。在早期,这三方面的工具是分别发展的。比如算筹和算盘是计算工具的最初形态,我国发明的指南车是最早的自动机械。后来,它们逐步融合起来了。例如我国发明的记里鼓车既是一种自动机械,也是一种累加计数器。17世纪,计算工具与自动记时机械——钟表制造技术的结合,产生了最早的计算机。

计算工具的改革的重要一步归功于法国数学家和哲学家巴斯卡(B. Pascal, 1623~1662)。他的父亲是一个会计。父亲繁重的计算工作使巴斯卡从小就立志设计一种计算机械。1642年,

他发明了一种计算器。这是一个不大的黄铜盒子。在盒子的黄铜盖板上有一排圆孔。通过孔可以看见下面转动的圆环。计算时，要用特制的小钥匙转动圆环。巴斯卡在世时，他的计算器就远近闻名，巴斯卡自己也看到它的深远意义，他在《沉思录》中写道：“这种算术器所进行的工作，比动物的行为，更接近人类的思维”。

巴斯卡的计算器吸引了很多人，其中最著名的是莱布尼兹。莱布尼兹提出直接进行机械乘法的设计思想，并以梯形轴（带有不同长度齿的小圆柱）为主要部件，设计了一个长 1 米，宽 30 厘米，高 25 厘米的计算机。他的另一个重要贡献是提出了系统的二进制算术运算法则。但莱布尼兹认为世界上最早的二进制制是中国的八卦。据说，莱布尼兹还曾把自己的计算机的复制品赠给了康熙皇帝。

17 世纪，在科学家中研制计算机形成一股热潮，由于技术条件的限制，直到 19 世纪初，才出现有实用价值的台式手摇计算机。经过一系列改进，到 19 世纪末，这种计算机的结构和式样已经接近我们今天比较熟悉的样子。

上述所有的计算机都没有自动进行计算的功能，所以只相当于现代计算机中的运算器。首先开辟计算机自动化方向的是英国数学家巴贝奇（C. Babbage, 1792~1871）。在现代电子计算机诞生 100 多年前，他就已提出了几乎是完整的程序自动控制的设计方案。巴贝奇还是个大大学生时，就发现英国耗费不少人力编制的航海表中有许多错误，这种错误势必影响航海中定位的准确性。为了把人从简单但却繁琐易错的计算中解脱出来，巴贝奇于 1822 年利用多项式数值表的数值差分规律制造了一台可以运转的差分机模型。它不仅能每次完成一个算术运算，而且还能按照设计者的安排自动完成一系列算术运算。这无疑已蕴含了程序设计的萌芽。在这里，巴贝奇将一种非常简单的设计程序熔铸在机器本身的结构之中了。如果能把两者分开，计算机将获得极大的

威力。巴贝奇正是在他设计的分析机中实现了这一设想。巴贝奇曾在巴黎展览会上看到一架由法国发明家雅卡尔(J. M. Jacquard, 1752~1834)发明的提花机。这是一种利用穿孔卡片来自动控制提花线的织布机。它能自动织出花纹。巴贝奇马上想到这项新技术可用于计算机设计中。他于1834~1835年间利用这一原理设计出了“分析机”，并于1839年在给法国物理学家阿拉戈的信中说：“我借助雅卡尔发明的那种卡片系统，对我的计算机下达命令，让它计算任一复杂公式。”这种计算机的基本原理同现代通用数字计算机相同。巴贝奇还有一些非常出色的设计思想。例如，他设想了一种现在叫做“条件转移”的指令，即在用分析机解题时，可以根据某个被计算结果的正负号，从可能继续运算的两条路线中选择一条做下去。这是今天电子计算机工作的基本原理之一。此外，为了控制卡片的重复使用次数，巴贝奇不断改进卡片记数装置，这也是现代计算机设计所具有的重要特点。巴贝奇的工作在当时没有得到社会的理解和支持。这是由于他的设想太复杂，当时技术上实现有困难，更重要的是那个时代对这类机器还没有迫切需要。巴贝奇用自己越来越少的财产坚持研究。死后，他的全部设计都被锁进了历史博物馆。20世纪的发明家不得不艰难地重新走一遍他所走过的路。差不多过了100年，巴贝奇的梦想和预言才成为现实。

在计算机设计的先驱者中，还有一批杰出的物理学家，如麦克斯韦、开尔文、迈克尔孙等。他们开辟了另一条解数学方程式的途径，这就是模拟机的设计，即直接用物理过程来模拟计算。计算尺就是最简单的模拟工具。18世纪，人们已开始用模拟装置解微分方程。其中最著名的是麦克斯韦1855年发明的积分仪，开尔文1876年，研制成功的第一台计算傅里叶系数的机器（“潮汐调和分析仪”），以及迈克尔孙于1898年研制成的一台能处理80项傅里叶系数的分析仪。模拟机从19世纪到20世纪一直在不断发展中，不过，它在通用性和精确度方面都受到很大的限

制，所以一旦条件成熟，人们的注意力便又转向数字计算机。

在巴贝奇制造分析机失败后，大型数字计算机的研制停滞了大约 70 年之久，但促使数字计算机发展的各种因素仍在孕育之中。例如，为了满足人口普查的需要，美国工程师霍勒里思 (H. Hollerith, 1860~1929) 发明了统计机。它的原理成为以后深入研究穿孔卡式计算机的基础。此外，基础数学的发展也为电子计算机的诞生准备了条件。在 1854 年发表的《思维规律研究》中，英国数学家布尔 (G. Boole, 1815~1864) 成功地将形式逻辑归结为一种代数演算，亦即今天所说的布尔代数。它成为制造数字计算机不可缺少的数学工具。

二、从机电计算机到电子计算机

20 世纪电工技术的发展，使很多科学家工程师感到可以利用电器元件来制造计算机。在这方面第一个探索者是德国工程师楚泽 (K. Zuse, 1910~)。他于 1938 年制成了一台纯机械结构的计算机 (Z1)，但其运算速度慢、可靠性也差。以后他用电磁继电器来改进，并于 1941 年制成 Z3，这是全部采用继电器的通用程序控制计算机。它采用了浮点计数、二进制运算，带数字存储地址的指令形式。在当时德国的条件下，他的工作很少为人所了解，也得不到必要的支持。

在美国最早从事继电器计算机的是哈佛大学的艾肯 (H. Aiken, 1900~1973)。他于 1937 年到哈佛大学撰写关于空间电荷传导理论的博士论文，涉及非线性常微分方程。由于求这些方程的近似解很费时间，他发明了一种可求简单多项式的计算机。接着他又考虑制造一台可解任何问题的通用计算机。他的设想得到 IBM 公司 (International Business Machines Corporation, 即国际商业机器公司，成立于 1924 年) 的支持。1944 年他建成了“自动程序控制计算机” (哈佛 Mark I)，并开始运行。这台计算机只是部分采用继电器，主要用于作科学计算。1946 年，艾肯又领导制造成功一台全部使用继电器的计算机 Mark II。

与此同时,美国贝尔实验室以斯蒂比茨(G. R. Stibitz)为首的小组也在研制继电器式计算机。他的第一台机器完成于1940年,是一台用于电网络复数计算的专用机,后来称为Model 1号。1946年,他们又制成通用机Model 5,这是现在多处理机系统的雏形。

继电器计算机的制造在计算机历史上只是短暂的一幕,它们刚问世不久就过时了。一方面是由于它们的运算速度慢(Mark I乘两个23位数需要4.5秒,Model 5除7位数要2.2秒),另一方面是由于本世纪30年代电子技术进入成熟阶段,但继电器计算机为研制电子计算机积累了重要经验。

制造电子计算机的努力几乎是和机电(电动-机械式)计算机同时开始的。1906年发明了三极热电子真空管后,人们知道三极管的栅极控制电流开闭的速度,比继电器快1万倍。早在30年代后期,一些目光敏锐的科学家、工程师就看出使用电子管大大提高计算速度的可能性,因而纷纷试图制造电子计算机。例如,保加利亚血统的美国物理学家阿塔纳索夫(J. V. Atanasoff, 1903~) 1937年就开始考虑到将电子技术引入计算机。他同他的同学贝里(C. Berry)合作,要试制一台能够求解包含30个未知数的线性代数方程的电子计算机,但只得到600美元经费。结果只制成计算机的一个部件。又如德国的楚泽与他人合作,计划于1939年制造一台有1500个电子管,每秒能运算10 000次的通用机,同样由于得不到支持而夭折。这一切说明,到30年代末,制造电子计算机的技术条件已经具备,但单靠科学家、工程师个人努力还不能实现,它需要巨额的资金和大量的人力,需要众多的科学家、工程师和科学管理人员的密切合作。这正是20世纪科学技术社会化的特点。

第一个真正贯彻到底而获得成功的通用电子计算机方案,是美国的莫希利(J. W. Mauchly, 1907~1980)提出的。在第二次世界大战中,莫希利所在的宾夕法尼亚大学莫尔(Moore)学

院电工系同美国陆军设在附近的阿伯丁 (Aberdeen) 弹道研究实验室共同负责为海陆军每天提供 6 张火力表。这项任务非常紧迫而困难。每张表都要计算几百条弹道, 而一个熟练的计算员用台式计算机计算一条飞行时间 60 秒的弹道要花 20 小时, 用大型的微分分析仪也需要 15 分钟。从战争一开始, 阿伯丁实验室就不断地对布什微分分析仪作技术上的改进, 同时聘用了 200 多名计算员, 即使这样, 一张火力表也往往要算二三个月, 而且结果还不能令人满意。为了解决这一困难, 莫希利于 1942 年 8 月提出一份题为《高速电子管计算装置的使用》的报告。这就是第一台电子计算机的初始方案。这个方案于 1943 年 4 月得到批准, 当时估计, 大约需要 17 000 个 (以后实际使用 18 000 个) 电子管, 70 000 个电阻, 10 000 个电容, 经费 15 万美元。这确实是一个有巨大风险的计划。这台被命名为“电子数值积分计算机”, 简称 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) 的第一台电子计算机, 于 1943 年 6 月开始试制。

承担研制工作的莫尔小组是一个由志同道合的青年科学家和工程师组成的朝气蓬勃的团体。24 岁的硕士研究生埃克特 (J. P. Eckert, 1919~) 任总工程师。莫希利本人也只有 36 岁。整个 ENIAC 方案的实施过程是曲折的, 合同先后修改了 20 次, 经费总数超过了 48 万美元。1945 年底, 这台标志人类计算工具历史性变革的巨型机宣告竣工。正式的揭幕典礼于 1946 年 2 月 15 日举行。这台机器 1947 年被运往阿伯丁, 起初是专门用于弹道计算, 后来经过多次改进而成为能进行各种科学计算的通用计算机。

三、ENIAC, EDVAC 和计算机革命

ENIAC 在计算机历史上开创了一个新纪元。它的最大特点是采用电子线路来执行算术运算、逻辑运算和储存信息, 比当时已有的计算机快 1000 倍。它的成功为计算速度的提高开辟了广阔的天地。

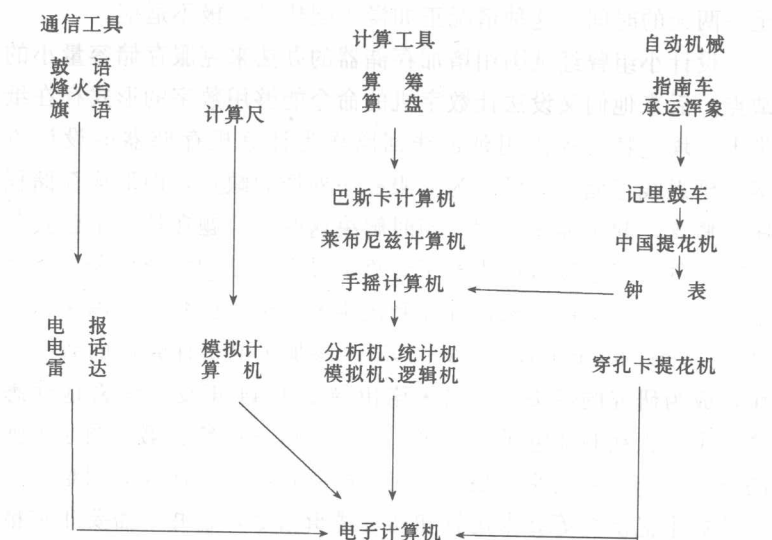


图 16-1 计算机的历史渊源

表 16-1 ENIAC 同机电计算机的速度比较

计 算 机	制 成 年 代	运算速度 (单位毫秒)	
		加 快	乘 法
Mark I	1944	300	5700
Mark II	1947	200	700
Modle-v5	1947	300	1000
ENIAC	1945	0.2	0.8

ENIAC是一个庞然大物，重 30 吨，占地面积达 167 平方米，耗电高达 150 千瓦。工作时，常常因为电子管烧坏而不得不停机检修。更重要的是它没有最大限度地实现采用电子计算技术所提供的巨大潜力。主要原因是：①它的存储容量太小，至多只能存 20 个字长 10 位的十进制数；②它的程序是“外插型”的，使用很不便。为了进行几分钟的数学计算，准备工作要几小时甚

至一两天的时间。这种情况正如慢牛配快马，极不适应。

设计小组曾经试图用增加存储器的办法来克服存储容量小的缺点，后来他们又设法让数字机的命令能够用数字的形式存在纸带上。埃克特又提出用延迟线回路作为计算机存储器的设计方案。延迟线存储器的设计为克服程序外插的缺点，即形成存储程序的概念，起了促进作用。当时解决这两个问题在技术上已具备一定条件，但还没有形成电子计算机最合理结构的全面分析与理论。就在这个关键时刻，匈牙利出生的著名美国数学家冯·诺伊曼(J. von Neumann, 1903~1957)参加了电子计算机的研制工作，成为研究的带头人。冯·诺伊曼于1944年夏天惊喜地获悉莫尔小组正在制造电子计算机。当时，他正在参加第一颗原子弹的研制工作，遇到原子裂变反应过程问题的大量计算的困难。这涉及数十亿次初等算术运算和初等逻辑指令，它并不需要非常精确的最终数据，但所有中间的和细节的计算都要保持相当精确。为此，曾有成百名女计算员用台式计算机演算，然而结果还是不能满足需要。冯·诺伊曼作为弹道研究所和洛斯·阿拉莫斯科学研究所的顾问，在了解到莫尔小组的工作以后，立即同他们通力合作。

1944年8月到1945年6月，是计算机发展史上智力活动最紧张的时期。在冯·诺伊曼的参与下，一个全新的存储程序通用电子计算机方案“离散变量自动电子计算机”(Electronic Discret Variable Automatic Computer, 简称EDVAC)方案诞生了。以后人们把按这个方案制成的计算机通称为冯·诺伊曼机，它有五个构成部分：①运算；②控制器；③存储器；④输入；⑤输出。这个长达101页的EDVAC方案是目前一切电子计算机设计的基础。比起ENIAC来，EDVAC方案有两个重大改进：①为充分发挥电子元件的高速度，采用了二进制；②实现程序存储。可以自动地从一个程序指令进到另一个程序指令。它不仅解决了速度匹配问题，还带来了在机器内部用同样速度进行程序的逻辑

选择的可能性,从而使全部运算成为真正的自动过程。不幸的是,设计组内部因发明权问题陷于分裂,莫希利和埃克特离开设计组另建了一个电子控制公司(以后并入莱明顿·兰德公司)开始研制 UNIVAC 计算机,致使 EDVAC 到 1952 年才造出来,但是 EDVAC 方案对全世界产生了巨大的影响。世界各国都纷纷来索取方案,并着手试制。1946 年 7~8 月间,莫尔学院还办了一个“电子数字计算机设计的理论和技术”学习班,美国和英国 20 多个机构都派人来听讲。在此基础上,英国剑桥大学于 1949 年制成了第一台存储程序计算机。EDSAC (Electronic Data Storage Automatic Computer, 电子数据存储自动计算机)。到 1950 年,全世界已有 15 台这种类型的计算机在制造或运行。

长期以来,人们以为存储程序概念是冯·诺伊曼首创的。但据亲近冯·诺伊曼的同事回忆,冯·诺伊曼从来没有说过这个概念是他最先提出来的,相反,他不止一次说过,英国数学家图灵(A. M. Turing, 1912~1954)是现代计算机基本设计思想的创始人。图灵曾提出这样的问题:“人们是否能把计算机对提问作出的反应同某人对同样问题作出的反应区别开来?”为此他设计了著名的“图灵测验”,即一个人在不接触对象的情况下,同对象进行一系列的问答,如果他根据这些问答无法判断对象是人还是计算机,那么,就可以认为这个计算机是能思维的,具有同人相当的智力。目前,还没有一个计算机能够通过图灵测验,但是图灵测验从另一个角度定义了人的思维,它把智力活动看作是一种行为结构,这就驱除了关于思维的神秘阴影。固然,图灵关于思维的行为主义定义不一定完全正确,但这一定义确实反映了电子计算机时代对思维的理解。正是这一理解,开创了现代人工智能的研究。

图灵于 1936 年提出理想计算机的数学理论。当时,电子计算机还没有建造,他的目的不是为了研制某种具体的计算机,而