

第12章

20世纪数学概观(II)

空前开展的应用数学

12.4 计算机与现代数学

20世纪中叶高速电子计算机的出现对现代数学的开展带来了深刻影响，这是20世纪数学区别于以往任何时代的一大特点。

12.4.1 电子计算机的诞生

用机器代替人工计算，是人类的长期追求。在这种追求中，数学家始终扮演着重要的并且常常是主要的角色。

△古代的计算器械有算盘。罗马人使用一种带槽的金属算盘，槽中放有石子，上下移动进行计算。罗马人不用十进制，也没有位值概念，罗马算盘因运算笨拙而未能流行。

△十进位值制的珠算盘最早出现在中国，明代著作《魁本对相四言杂字》(1371)中载有十档算盘图，实际创造年代应在此之前。明代珠算已相当普及，程大位的《算法统宗》(1592)，详述了珠算的制度和方法，标志了珠算的成熟。《算法统宗》远传日本，珠算在日本也很流行，不过算盘形式略有改变，称为“十露盘”

△第一台能做加减运算的机械式计算机是由帕斯卡创造的(1642)。帕斯卡的计算机有几台至今还保存在巴黎。

△莱布尼茨也敏锐地预见到了计算机的重要性，他指出：“把计算交给机器去做，可以使优秀人才从繁重的计算中解脱出来”。

莱布尼茨从1671年开始着手设计、制造他所谓的“算术计算机”，并于1674年在马略特(E. Mariotte)帮助下制成了一台能进行加减乘除四那么运算的计算机。但无论是帕斯卡还是莱布尼茨的计算机都不是很实用。

△直到1818年，法国人托马斯(C. Thomas)等才将莱布尼茨型的计算机改造为更实用的机型，并于1821年建厂投产。

△使普通的四那么运算机增带程序控制的功能，这是向现代计算机过渡的关键一步，这一步是由英国数学家巴贝奇(C. Babbage, 1792—1871)首先迈出的。

巴贝奇1812年创立“剑桥分析学会”，力主引进欧洲大陆的分析成果，对19世纪英国数学的复兴奉献良多。他1816年中选为皇家学会会员，1827年出任剑桥大学卢卡斯教授。

巴贝奇很早就热衷于计算机制造。1822年制成一种叫“差分机”(difference engine)的可运转的专用计算机，大约在1834年，又完成了他称之为“分析机”(analysis engine)的新设计。

这种分析机由“加工部”、“存贮部”以及专门控制运算程序的机构组成，这是世界上最早提出的通用程序控制数字计算机设计思想。

巴贝奇为了研制这种分析机付出了他后半生主要精力和财产，甚至不惜辞去荣誉极高的卢卡斯教授席位。但当时能理解他的思想的人寥寥无几，真正支持巴贝奇制造分析机的只有3个人，一个是后来成为意大利总理的闵那布利，他将巴贝奇关于分析机的讲演整理成文并在意大利报纸上发表；

另一位是拉甫雷斯夫人即艾达·拜伦(Ada A.Byron)，著名诗人拜伦的独生女，她将闵那布利的文章译成英文，题名《关于巴贝奇先生创造的分析机简讯》，并加了许多有创见的注释，其中包括她为分析机编制的某些函数计算程序，开现代程序设计的先河；

巴贝奇的儿子——巴贝奇少将，在他父亲死后还为分析机奋斗了多年，他坚信：“总有一天，类似的机器将会制成，它不仅在纯数学领域中，还必将在其他知识领域中成为强有力的工具”！

由于时代的限制，巴贝奇分析机的纯机械的设计方案在技术实施上遇到了巨大的障碍。巴贝奇通用程序控制数字计算机的天才设想，过了差不多100年才得以实现。

进入20世纪以来，科学技术的迅猛开展，带来了堆积如山的数据处理问题，尤其是第二次世界大战军事上的需要，更使计算工具的改进成为燃眉之急。

例如，二战期间美国阿伯丁弹道研究实验室每天要为陆军提供6张火力表，每张表都要计算几百条弹道。当时一个熟练的计算员用台式计算机计算一条飞行时间60秒的弹道就需要20多小时。阿伯丁实验室聘用了200多名计算员。在这种情况下，一张火力表往往要算二、三个月，可见计算需要与计算能力之间的矛盾非常锋利。

要提高计算机速度，必须突破机械设计的框框。而恰好20世纪初电子管的创造[1905年J. A. 弗莱明(英)创造二极管；1906年德福列斯特(美)创造三极管]和应用，为解决这一矛盾准备了技术条件。

人们起初是寻求用电器元件来代替机械齿轮。1941年，德国工程师朱斯(K. Zuse)制成第一台全部采用继电器的通用程序控制计算机，叫做Z-3。

朱斯的工作在德国以外鲜为人知，Z-3在1944年被炸毁，因此在很长时间内，人们认为美国人艾肯(H. Aiken)在IBM公司支持下设计制造的MARK-I(1944)是世界上第一台能实际操作的通用程序控制计算机。MARK-I只是局部采用了继电器，1945—1947年间，艾肯又领导制成了一台全部采用继电器的计算机MARK-II。

朱斯、艾肯等人设计制造的这批机电计算机从开始运作时差不多就已过时，因为继电器开关速度大约是百分之一秒，仍远不能满足需要。

从20世纪30年代起，一些目光敏锐的学者已看到了用电子管来提高电子计算机速度的可能性(真空三极管栅极控制电流开关的速度比继电器快一万倍)，并开始了制造电子计算机的努力，这导致了世界上第一台通用程序控制电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)的诞生。

而ENIAC的研制者，正是由前述阿伯丁弹道实验研究室与其合作单位宾夕法尼亚大学莫尔学院电工系人员共同组成的小组。

其中起关键作用的人物，阿伯丁实验室的戈德斯坦(H.Goldstire)中尉，原是一位数学家，他与莫尔学院工程师莫克莱()等一起于1942年提出了一份题为《高速电子管计算装置的使用》的报告，实际上即ENIAC的初步设计方案。这在当时是一项冒险的方案，一方面耗资巨大，同时也没有必成的把握，因此遭到了强烈的反对意见。

但在当时担任阿伯丁实验室科学参谋的美国领头数学家(普林斯顿高等研究院数学院创始人)韦布伦(O.Veblen, 1880-1960)的坚决支持下, 美国陆军军械部决定批准这个工程.

1945年底, 第一台通用程序控制数字电子计算机ENIAC宣告竣工, 这台机器1947年被运往阿伯丁, 起初专门用于弹道计算, 后经屡次改进成为能进行各种科学计算的通用计算机.

ENIAC是第一台能真正运转的电子计算机，但其根本结构与机电式计算机并无二致。这是一台庞然大物，占地面积达170平方米，耗电150千瓦，采用了18 000只电子管，工作时常因电子管烧坏而停机检修。

而它最大的弱点，还在于其程序是“外插型”而非“存储型”。为了进行几分钟的运算，准备程序往往要花几小时，这使ENIAC由于采用电子管而获得的速度被大大抵消。如果这个缺陷不能克服，那么刚刚诞生的电子计算机就有可能夭折。

恰恰在这个可以说关系到电子计算机存亡的问题上，又是数学家作出了关键的奉献，特别是冯·诺依曼。

1944年夏日的一天，在阿伯丁火车站，戈德斯坦中尉发现大名鼎鼎的数学家冯·诺依曼也在等车，在交谈中戈德斯坦向冯·诺依曼透露了ENIAC研制工作中的问题，立即引起了后者的关注。



冯·诺依曼



冯·诺依曼

冯·诺伊曼，著名美籍匈牙利数学家。1903年12月3日生于匈牙利布达佩斯的一个犹太人家庭。

冯·诺伊曼从小就显示出数学天才，关于他的童年有不少传说。大多数的传说都讲到冯·诺伊曼自童年起在吸收知识和解题方面就具有惊人的速度。六岁时他能心算做八位数乘法，八岁时掌握微积分，十二岁就读懂领会了波莱尔的大作《函数论》要义。

1911年—1921年，冯·诺依曼在布达佩斯的卢瑟伦中学读书期间，就崭露头角而深受老师的器重。在费克特老师的个别指导下并合作发表了第一篇数学论文，此时冯·诺依曼还不到18岁。1921年—1923年在苏黎世联邦工业大学学习。很快又在1926年以优异的成绩获得了布达佩斯大学数学博士学位，此时冯·诺依曼年仅22岁。



奉献

1926年春，冯·诺依曼到哥廷根大学任希尔伯特的助手。

1927~1929年，冯·诺依曼在柏林大学任兼职讲师，期间他发表了集合论、代数和量子理论方面的文章。无论在纯粹数学还是在应用数学研究方面，冯·诺依曼都显示了卓越的才能，取得了众多影响深远的重大成果。

不断变换研究主题，常常在几种学科交叉渗透中获得成就是他的特色。对冯·诺依曼声望有所奉献的最后一个课题是电子计算机和自动化理论。

1943年起他成了制造原子弹的参谋，1954年他任美国原子能委员会委员；1951年至1953年任美国数学会主席。

1954年夏，冯·诺依曼被发现患有癌症，1957年2月8日，在华盛顿去世，终年54岁。

被人们称为“现代电子计算机之父”。

冯·诺依曼

另外，冯·诺依曼40年代出版的著作《博弈论和经济行为》，使他在经济学和决策科学领域竖起了一块丰碑。他被经济学家公认为博弈论之父。





冯·诺依曼

冯·诺伊曼，著名美籍匈牙利数学家。1903年12月3日生于匈牙利布达佩斯的一个犹太人家庭。

冯·诺伊曼从小就显示出数学天才，关于他的童年有不少传说。大多数的传说都讲到冯·诺伊曼自童年起在吸收知识和解题方面就具有惊人的速度。六岁时他能心算做八位数乘除法，八岁时掌握微积分，十二岁就读懂领会了波莱尔的大作《函数论》要义。

1911年—1921年，冯·诺依曼在布达佩斯的卢瑟伦中学读书期间，就崭露头角而深受老师的器重。在费克特老师的个别指导下并合作发表了第一篇数学论文，此时冯·诺依曼还不到18岁。1921年—1923年在苏黎世联邦工业大学学习。很快又在1926年以优异的成绩获得了布达佩斯大学数学博士学位，此时冯·诺依曼年仅22岁。



奉献

1926年春，冯·诺依曼到哥廷根大学任希尔伯特的助手。

1927~1929年，冯·诺依曼在柏林大学任兼职讲师，期间他发表了集合论、代数和量子理论方面的文章。无论在纯粹数学还是在应用数学研究方面，冯·诺依曼都显示了卓越的才能，取得了众多影响深远的重大成果。

不断变换研究主题，常常在几种学科交叉渗透中获得成就是他的特色。对冯·诺依曼声望有所奉献的最后一个课题是电子计算机和自动化理论。

1943年起他成了制造原子弹的参谋，1954年他任美国原子能委员会委员；1951年至1953年任美国数学会主席。

1954年夏，冯·诺依曼被发现患有癌症，1957年2月8日，在华盛顿去世，终年54岁。

被人们称为“现代电子计算机之父”。

冯·诺依曼

另外，冯·诺依曼40年代出版的著作《博弈论和经济行为》，使他在经济学和决策科学领域竖起了一块丰碑。他被经济学家公认为博弈论之父。



逸闻

一次，在一个数学聚会上，有一个年轻人兴冲冲的找到他，向他求教一个问题，他看了看就报出了正确答案。

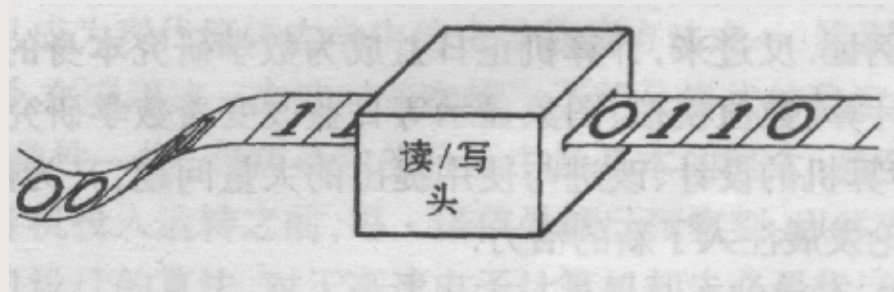
年轻人快乐地请求他告诉自己简便方法，并抱怨其他数学家用无穷级数求解的烦琐。冯·诺依曼却说道：“你误会了，我正是用无穷级数求出的。”可见他拥有过人的心算能力。

冯·诺依曼当时正在参与洛斯阿拉莫斯试制原子弹的工作，深受繁重计算之累，他从此便参加到ENIAC设计组中，并与设计组主要成员莫克莱、戈德斯坦和总工程师埃克特(W.J.Eckert)等一起深入分析了计算机的逻辑控制问题，于1945年6月提出了一份全新的通用电子计算机方案——EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)方案，其中一项重大的革新就是所谓存储程序的概念，即用记忆数据的同一记忆装置存储执行运算的命令。

解决了程序储存不仅解决了计算与编程速度匹配的问题，还带来了在机器内部用同样速度进行程序逻辑选择的可能性，从而使全部运算成为真正的自动化过程。

EDVAC方案，史称“101页报告”(因长101页而得名)，它开辟了计算机开展史上的新时代，使现代计算机技术走上了康庄大道。EDVAC方案立即产生了广泛影响，20世纪40年代末和50年代初，好几台存储程序计算机研制成功，EDVAC是其中的第4台，1952年造成。

除了冯·诺依曼，提出现代计算机设计思想的数学家还有图灵(A.Turing, 1912—1954). 图灵为了解决数理逻辑中的一个根本理论问题——相容性以及数学问题机械可解性或可计算性的判别，而提出了他的理想计算机理论. 图灵的理想计算机现在也叫“图灵机”(如图)，是对“可计算性”这一概念的严格的数学




定义. 这种理想计算机由3个局部组成: 一条带子, 一个读写头和一个控制装置. 带子分成许多小格, 每小格可存一位数(0或1), 也可以是空白. 在任一时刻, 读写头将处于有限多个不同状态中的一个(两个状态就够了).

机器的运作是按逐步进行的方式，每一步由3个不同的动作组成。在任一确定时刻，读写头将视读带上的一个方格，它的行动由该格上的内容和机器的状态决定。

根据这两个因素，机器抹去带上原有的符号；然后或者使方格保持空白，或者写上另外的(也可能是相同的)符号；然后让带子通过读写头，朝两个方向之一移动一个方格，最后机器进入另一个(也可能是相同的)状态。

机器的行为自始至终是由一个指令集所决定，它明确地指示你每一步应执行哪3个动作。整个运作从读写头视读第一个方格数据开始，一旦计算结束，机器就进入一个特别的停止状态。运算过程的任何结果都记录在带子上。



图灵证明了一条重要定理，即存在一种图灵机，它能模拟任意给定的图灵机。这种能模拟任一给定图灵机的理想计算机就是“通用图灵机”。因此图灵不仅给出了可计算性概念的严格定义，而且从理论上证明了制造通用数字计算机的可能性。

值得注意的是，图灵机本身就是存储程序型的。现在知道，图灵本人曾参与了英国“巨人号”(COLOSSUS)专用电子管计算机的研制，这种计算机用来破译密码，1943年制成，比ENIAC早些。但由于战争保密的缘故，英国政府直到20世纪70年代才公布了它的局部资料。

电子计算机的创造与开展再一次说明，人类计算工具的改进是离不开数学与数学家的奉献的。从冯·诺依曼和图灵的时代起，电子计算机已开展到第四代：

| | | | |
|-----|----------|--------|------|
| 第一代 | 电子管 | ENIAC | 1945 |
| 第二代 | 晶体管 | TX-2 | 1957 |
| 第三代 | 集成电路 | IBM360 | 1964 |
| 第四代 | 超大规模集成电路 | | 1971 |

所有这些计算机都是以冯·诺依曼的设计思想为根底，称为“冯·诺依曼机”。1980年代以后，人们又开始探索设计新型计算机，包括所谓第五代计算机(即智能计算机，这方面的方案已告一段落但未获成功)，神经网络计算机，光学计算机，生物计算机，还有大规模并行计算机等等。

毫无疑问，计算机的进一步开展，仍将借助于数学与数学家。

12.4.2 计算机影响下的数学

电子计算机是数学与工程技术相结合的产物，是抽象数学成果应用的光辉例证。反过来，计算机正日益成为数学研究本身的崭新手段，通过科学计算、数值模拟、图象显示等日益改变着数学研究的面貌。另一方面，计算机的设计、改进与使用提出的大量问题，又为数学中许多分支的理论开展注入了新的活力。

(一) 计算数学的兴旺

计算机极大地扩展了数学的应用范围与能力，在推动科学技术进展方面发挥着越来越重要的作用，数值天气预报是利用计算机进行成功的科学计算的早期例子。

19世纪末，挪威学者布耶肯思(V.Bjerknes, 1862—1951)已指出天气预报的中心问题是求解有关的流体力学方程。1922年英国人理查森(L.F.Richardson)提出数值解法，并设想建立一支由数学家指挥的巨大的天气预报人工计算队伍，他称之为“天气预报工厂”。但为了能完成计算任务，这个“工厂”需要大约64 000名“工人”！理查森只好望洋兴叹，寄希望于“朦胧的未来”。数值天气预报的梦想只有到电子计算机诞生后才得以实现。

1950年，冯·诺依曼领导的天气预报小组在第一台电子计算机ENIAC上完成了数值天气预报史上首次成功的计算。在20世纪下半叶，与气象学一样，一系列科学与工程领域的开展开始依赖于在计算机上进行的大规模科学计算。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/735013143141011214>