

诺伊曼生平及贡献

胡建新

余芝轩

(黄冈师范学院 湖北黄州 438000) (黄冈职业技术学院 湖北 438002)

在 20 世纪影响并改变人类历史进程的重大事件,当推计算机的发明、量子理论的发现、核武器的诞生和冷战的到来。在这些事件的背后都离不开一个人的工作,他就是美籍匈牙利数学家约翰·冯·诺伊曼(John Von Neumann, 1930. 12. 28 ~ 1957. 2. 8)。他是如此才华横溢,成就是如此之大,以至被赞誉为 20 世纪唯一比爱因斯坦还要聪明的人。他给 20 世纪科学技术的关键领域带来了革命,提出了对亚原子粒子世界的理解;制定了如今仍在沿用的计算机设计原则,并提出了机器人的数学规则;发现了从打牌到超级大国地缘政治对抗中获胜的规律——博弈论;解决了原子弹和氢弹的关键难题。在冯·诺伊曼诞辰 100 周年之际,谨以此文纪念这位伟大的天才。

诺伊曼生平

诺伊曼 1903 年 12 月 28 日出生在匈牙利布达佩斯一个富有的银行家家庭。一生掌握 7 种语言,最擅长德语,可在他用德语思考种种设计思想时,又能以最快的速度译成英语。从小兴趣广泛,过目不忘,表现出非凡的才能,据说在他 6 岁时就能用古希腊语同父亲闲谈,在大脑中进行 8 位数的除法。

1911 ~ 1921 年,诺伊曼在布达佩斯的卢瑟伦中学读书期间,就崭露头角,深受老师的器重。作为银行家的父亲,十分注意对孩子的教育,接受了教师的建议,从 12 岁起就让他单独接受一流数学家的教育,聘请了布达佩斯大学的数学教授费耶乐作指导,还有助教菲克特为他作具体辅导。在菲克特的指导下,他与菲克特合作发表了第一篇数学论文,此时他还不到 18 岁。1914 年第一次世界大战爆发时,诺伊曼进入大学预科学习,1921 年成为布达佩斯大学注册的数学专业学生,但大部分时间在瑞士的苏黎世高等技术学院和柏林大学度过,主要原因是由于那里有韦伊、波里亚可以直接对他指导,但每到期末,回布达佩斯大学参加考试。1926 年毕业于布达佩斯大学,获得物理 - 数学博士学位。

1925 年 22 岁的诺伊曼移居德国,在柏林大学担任助理教授,他是历史上任此职位最年轻的人。1927 ~ 1928 年在这所大学当义务讲师,同时发表了集合

论、代数和量子理论方面的论文,成为世界知名的数学家。1928 年发表的《室内游戏理论》,奠定了博弈论的基础。1929 年转入德国汉堡大学当义务讲师。1930 年第一次到美国,任普林斯顿大学客座讲师,同年成为客座教授,1931 年成为该校终身教授。到 29 岁时,诺伊曼被全世界赞誉为天才,并收到来自美国的一份邀请,请他去普林斯顿的高级研究院和爱因斯坦一起创办该院并担任教授,成为该研究院最初的 6 位教授之一,1933 年成为普林斯顿高等研究院最年轻的终身教授,除 1938 年暑假回到布达佩斯外,一直在该院任职。

从 1940 年开始,诺伊曼的工作与军事机关紧密联系在一起,1945 ~ 1955 年任电子计算机设计局局长,1954 年成为美国原子能委员会的成员。1951 ~ 1953 年任美国数学学会主席。1954 年夏被发现患有不治之症,1957 年 2 月 8 日去世,终年 54 岁。

诺伊曼 1937 年获美国数学学会的波策奖,1947 年获美国总统的功勋奖章、美国海军优秀公民服务奖,1956 年获美国总统的自由奖章和爱因斯坦纪念奖以及费米奖。是普林斯顿大学、宾夕法尼亚大学、哈佛大学、伊斯坦堡大学、马里兰大学、哥伦比亚大学、慕尼黑高等技术学院等校的荣誉博士。1937 年被选为美国科学院院士,还是秘鲁国立自然科学院、意大利国立林且学院等院的院士。

诺伊曼对科学的贡献

诺伊曼涉及的科学领域有集合论与代数、实变函数论、测度理论、拓扑学与连续群、吉柏空间、理论物理、数学分析、电子计算机的理论与实践、博弈论与自动化理论等。

诺伊曼在数学的许多领域从事了开创性工作,并作出了重大贡献。

首先,在第二次世界大战前,他主要从事算子理论、量子理论、集合论等方面的研究。早在 1922 年,就发表了一篇关于某类极小多项式零点的论文,对切比雪夫多项式求根法的菲叶定理作了推广。1923 年关于集合论中超限序数的论文显示了诺伊曼处理集合论问题所特有的方式和风格。他关于序数概念的叙述至今仍然是该概念最恰当的表述方式。诺伊

曼接受了希尔伯特公理化思想之后,把集合论加以公理化。他的公理化体系奠定了公理集合论的基础。他从公理出发,用代数方法导出了集合论中许多重要概念、基本运算、重要定理等。特别是在1925年的一篇论文中,诺伊曼指出了任何一种公理化系统所具有的局限性,这实际上就是任一形式化体系中都存在着无法判定的命题。

第二,1933年他解决了希尔伯特第5问题,即证明了局部欧几里得紧群就是李群。1934年他又把紧群的理论 with 波尔殆周期函数理论统一起来。他还对一般拓扑群的结构有深刻的认识,并弄清了它的代数结构和拓扑结构与实数是一致的。

第三,诺伊曼最重要的研究是数理逻辑。他研究了群论的公理学和证法的吉柏理论;把维尔和卡尔勒曼的成果归纳起来,形成了吉柏空间中无限线性算子的谱理论。他对算子代数进行了开创性的工作,并奠定了它的理论基础,从而建立了算子代数这门新的数学分支,在当代的有关数学文献中均称为诺伊曼代数。这是有限维空间中矩阵代数的自然推广,它的理论的中心问题是因子的分类。

诺伊曼还创立了博弈论这一现代数学的又一重要分支。

1928年,他发表了文章《室内游戏理论》,阐述在玩像扑克牌这类一方获胜总等于对方失败的游戏时,如何找到最佳可行策略。他的这一发现被称为“极小极大值定理”,为今天的博弈论奠定了基础。博弈论是概率数学的一个分支,概率数学可以预测显然具有随机性事件的结果,其准确程度非常惊人。诺伊曼指出博弈论可以运用于社会科学,如经济学等方面。1944年他发表了奠基性的重要论文“博弈论与经济行为”,论文中包含了博弈论的纯粹数学形式的阐述、对于实际博弈应用的详细说明、诸如统计估计理论等数学思想。博弈论已被发现的用途远不止于牌桌上,因为许多真实的生活情境也可以被看做是为各自利益考虑、互不相信的对手之间的“游戏”。从研究公司竞争对手到对付叫嚣武力威胁的超级大国,诺伊曼的成果如今被许多领域的分析家用来理解各种事物的行为。

诺伊曼对人类的最大贡献是对计算机科学、计算机技术、数值分析的开拓性工作,并提出了机器人的数学规则,大大促进了科学技术和社会生活的进步,鉴于诺伊曼在发明电子计算机中所起到的关键性作用,他被西方人誉为“计算机之父”。

现在一般认为由美国科学家研制的 ENIAC 机是世界上第一台电子计算机,它于1946年2月14日在费城开始运行,其实由汤米、费劳尔斯等英国科学家研制的“科洛萨斯”计算机比 ENIAC 机问世早两年多,1944年1月10日在布莱奇利园区开始运行。ENIAC 机证明了电子真空技术可以大大地提高计算技术,不过 ENIAC 机本身存在两大缺点:没有存储器,用布线接板进行控制;要搭接几天,其计算速度也就被这一工作抵消了。ENIAC 机研制组的莫克利和埃克特感到了这一点,他们想尽快着手研制另一台计算机,以便改进。

诺伊曼由 ENIAC 机研制组的戈尔德斯廷中尉介绍参加 ENIAC 机研制组后。他从根本上考察了在电子计算机上进行计算的问题,并于1944年至1945年间得到了一组数学过程转变成计算机指令语言的基本方法。1945年3月,诺伊曼起草了“离散变数自动电子计算机设计报告初稿”,在他们共同讨论的基础上,发表一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”——EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer 的缩写)。该方案明确奠定了新机器由5个部分组成,包括运算器、控制器、存储器、输入和输出设备,并描述了这5部分的职能和相互关系。EDVAC 机还有两个非常重大的改进,即数据和指令都采用了二进制;建立了存储程序,指令和数据便可以一起放在存储器里,作同样的处理,简化了计算机的结构,大大提高了计算机的速度。在此过程中,诺伊曼显示出他雄厚的数理基础知识,充分发挥了他的顾问作用及探索问题和综合分析的能力。他和助手们首先研制成功的全自动通用数字电子计算机,就是现代通用计算机的原型。他还把计算机用于核武器设计和天气预报等工作。

1948年7、8月间,诺伊曼和戈尔德斯廷、勃克斯在 EDVAC 方案的基础上,为普林斯顿大学高级研究院研制 ISA 计算机时,又提出了一个更加完善的设计报告《电子计算机逻辑设计初探》。以上两份既有理论又有具体设计的文件,首次在全世界掀起了一股“计算机热”,它们的综合设计思想,便是著名的“冯·诺伊曼机”,其中心就是有存储程序原则——指令和数据一起存储。这个概念被誉为“计算机发展史上的一个里程碑”。它标志着电子计算机时代的真正开始,指导着以后的计算机设计。事物总是在发展着的,随着科技的进步,今天人们又认识到“诺伊曼机”的不足,它妨碍着计算机速度的进一步提

高,提出了“非诺伊曼机”的设想。

诺伊曼还积极参与了推广使用计算机的工作,对如何编程及进行数值计算都作出了杰出的贡献。

诺伊曼晚年致力于计算机原理和自动化理论问题的研究。他的一些想法直到如今才开始实现,1949年,他阐述了用来制造所谓的冯·诺伊曼机器人的数学规则,这种机器人能自我复制。计算机科学家们如今正在运用这些数学规则研制计算机内的人造生物。美国国家航空和航天局已制订计划,要使用以诺伊曼的想法设计的机器人来探索银河系。

诺伊曼在格论、连续介质力学、气象计算、原子能、理论物理、经济学等领域都做了重要的工作。在量子力学方面,他著有《量子力学的数学原理》(1931)一书,对量子力学及其数学仪器的发展起了较大的作用。按照量子论,数学中的 A 乘以 B 并不总是等于 B 乘以 A ,许多一流的数学家对这一新理论持怀疑态度,是“少年天才”诺伊曼让他们相信这的确讲得通。

曼哈顿计划

诺伊曼运用他的才智解决许多数学难题,而没有哪一个难题比曼哈顿工程这项联合开发第一颗原子弹的行动更难了。第二次世界大战爆发时,美国为研制原子弹,实施了曼哈顿工程。参与曼哈顿工程的科学家们曾提出两个截然不同的原子弹设计方案。第一个设计方案简单得令人难以置信:就是让一大块铀同位素(U^{235})和另一块铀同位素相撞,从而产生不稳定的 U^{235} 临界质量并发生大爆炸。这个设计方案虽然简单,但是要提炼足够的 U^{235} 以造出威力巨大的原子弹却非常困难,让曼哈顿计划小组把目标投向另一种围绕着相对容易大量生产的钚元素所设计的方案。1943年9月,当诺伊曼参与曼哈顿工程时,研究小组正在攻关可行方案,其设计思想是用烈性炸药包在像柚子般大小的钚周围,将这些炸药仔细排列,使其爆炸时发出的冲击波把钚挤压到可发生链式爆炸的程度。问题是怎样仔细排列炸药才能产生效果最佳的冲击波?这是一道难度极大的数学难题,曼哈顿工程小组那些最聪明的成员也没能找到答案。诺伊曼及时地发现了解决办法:把100份不同种类的炸药错综排列,通过爆炸的合力产生效果最佳的冲击波。1945年7月16日凌晨,钚原子弹在新墨西哥州的沙漠成功爆炸。诺伊曼通过解决这一难题所表现出的无可争辩的智力才能令那些名望颇深的同事感到惊愕。这些同事中有许多曾经在后来获得了诺贝尔奖。

15卷4期(总88期)

诺伊曼参与的另一项武器研究工作就是氢弹的研制。这一次的难题仍然是找到可行的设计方案,诺伊曼再次在寻找设计方案的工作中起了关键作用。但这一回的数学难度太大,诺伊曼也无法单独解决。因此,诺伊曼向他所研制的电子计算机求助。1950年,诺伊曼用他所研制的电子计算机,解决了当时西方强国最迫切需要解决的氢弹爆炸的数学难题。

诺伊曼对核战争的预言

诺伊曼不仅在科学上表现出了聪明才智,而且在政治上也表现出其敏锐的观察力,他相信核战争会以无可比拟的速度与威力让目前所有的防御战略都过时,美国可能会在总统还没有下床之前就被毁灭了。在1950年,诺伊曼提出了核战争是“预防性战争”的预言,这一预言性观点得到了高级官员的附和,也在美国激起一阵猛烈的抗议,这些抗议迫使杜鲁门总统否定了诺伊曼的战略观点。

5年后,苏联爆炸了它的第一颗氢弹,从此超级大国开始长达35年之久的相互紧张对视。但那时诺伊曼已经知道,他看不到冷战结局的那一天了:年仅52岁时他就被诊断为癌症晚期,1957年2月8日逝世。诺伊曼逝世后,其未完成的手稿于1958年以《计算机与人脑》为名出版。主要的著作收集在1961年出版的6卷《冯·诺伊曼全集》中。

诺伊曼对政治的影响是相当大的,他在冷战中的角色是如此重要,以至于他躺在医院奄奄一息时,美国军方人员还被派驻在他的病床边,以防他在弥留之际突然说出什么国家机密。

科苑快讯

导电性好导热性差的新晶体

比利时列日大学的拉斐尔·赫尔曼等研制出能做到导电性能良好,导热性能较差的新晶体。它是由钽、铋两种金属构成的极其微小的“笼子”结构搭建成框架,每个小“笼子”中间由单个铯原子填充,微小“笼子”之间的联结非常松散。晶体材料的导热性,来自于原子整齐划一的振动。而新晶体的特殊结构,使得整个材料在受热时,铯原子只能各自在可能的方向随机来回振动,而不能形成整齐划一的阵式振荡,这样就阻止了热量的传递。但电流的传导过程主要依靠金属电子的流动,因而不受影响。这种新型材料可用做微芯片表面的冷却层,它能把芯片线路上产热的电流传导走,自身却只发出很少的热量,这将有助于解决现有电子器件发热造成的问题,具有广泛应用前景。