

冯·诺伊曼：因为他世界更加美好

蔡天新

从爪子判断，这是一头狮子。

——丹尼尔·贝努利

一颗匪夷所思的大脑

他本是东欧一位富有的银行家的公子，放浪不羁喜欢逛夜总会，却成了二十世纪举足轻重的人物。二战以前他是一位杰出的数学家和物理学家，是美国普林斯顿高等研究院首批聘请的五位终身教授中最年轻的一位（二十九岁，最年长的爱因斯坦五十四岁）。二战期间盟军离不开他，无论陆军还是海军，美国还是英国，因为他是最好的爆炸理论专家，也是第一颗原子弹的设计师和助推人。二战以后，他创立的博弈论极大地开拓了数理经济学的研究，至少影响了十一位诺贝尔经济学奖得主的工作。而他贡献最大的则可能是在计算机理论和实践方面，被誉为“电子计算机之父”。简而言之，他是二十世纪美国引进的最有用的人才。此人不是别人，正是本文的主人公，匈牙利出生的美国犹太人约翰·冯·诺伊曼。

冯·诺伊曼身材敦实，有一双明亮的棕色眼睛和一张随时可以咧嘴一笑的脸。这些都寻常可见，可是，要取得如此丰富伟大的成就，必然有一颗奇异的大脑。首先，他对自己专注的事情，有着惊人的记忆力，能够整页背诵十五年前读过的英国作家狄更斯的



冯·诺伊曼

小说《双城记》和《大英百科全书》中有启示性的条目。至于数学常数和公式，更是塞满他的大脑，且随时可以提取出来。其次，他的阅读速度和计算能力也同样惊人。据说在少年时代，上厕所时他有时也要带着两本书，成名后他的助手或研究

生经常会觉得自己像是在“骑着一辆自行车在追赶载着冯·诺伊曼博士的快速列车。”当他做计算时，样子有些古怪，往往眼睛盯着天花板，面无表情，此时他的大脑在高速运转着。

如果是在快速运行的火车上，他的思想和计算速度也会加快。

如果说上述几种能力显示了他神奇的一面，那么下面一种能力并非那么高不可攀，那就是不断学习新事物的愿望和行动。在柏林大学求学期间的一个暑假，化学系本科生冯·诺伊曼返回布达佩斯家中，结识了一位准备去剑桥读经济学的小老乡，立刻向他咨询并要求推荐经济学的入门书籍，从此开始牵挂这门对他来说全新的学科。还有一次，他被邀请到伦敦，指导英国海军如何引爆德国人布下的水雷，却在那里学到了空气动力学的知识，同时对计算技术发生了浓厚的兴趣。前者使他成为研究斜冲击波的先驱，后者让他开数值分析研究的先河。而他对电子计算机的直接介入，则起因于月台上的一次邂逅，他在旅行途中尤其多产。让人惊叹的是，他的所有成就都是在他主要从事别的工作时取得的。

他是一位杰出的数学家和物理学家，是美国普林斯顿高等研究院首批聘请的五位终身教授中最年轻的一位。他是二十世纪美国引进的最有用的人才。

对一个经常需要与各种各样出类拔萃的科学家合作，有时甚至要与政治家、军事家打交道的人来说（从美国数学会主席到总统特别顾问他都担任过），还需要具备敏锐的政治嗅觉和平衡能力。二战以前冯·诺伊曼就曾预言，德国将会征服孱弱的法国，犹太



匈牙利首都布达佩斯：冯·诺伊曼度过青少年的地方

人会惨遭种族灭绝，如同一次大战期间土耳其的亚美尼亚人所遭受的屠杀一样之后，乘着两个劲敌（德国和苏联）鹬蚌相争，美国会坐收渔利。他还认定，苏联人迟早会发明核武器，因为“原子弹的秘密很简单，受过教育的人都会研制”。至于平衡能力，对他来说可能是与生俱来的，而非雄心所致，他不需要花钱去改善公共关系。还有一个显著的特点，不事张扬也不喜欢与人辩论，遇到紧张的气氛时善于利用讲段子和逸闻将其化解。

当然，冯·诺伊曼天才的大脑也存在着不足。最主要的是，他不像同事爱因斯坦和牛顿那样有独创性。但他却能抓住别人原创的思想火花或概念，迅速进行深入细致的拓展，使其丰满、可操作，并为学术界和人类所利用。爱

冯·诺伊曼天才的大脑也存在着不足。最主要的是，他不像爱因斯坦和牛顿那样有独创性。但他却能抓住别人原创的思想火花或概念，迅速进行深入细致的拓展，使其丰满、可操作，并为学术界和人类所利用。

因斯坦来到美国之后，只是个象征性甚或装饰性的人物，没有发挥多大的作用，而冯·诺伊曼的所作所为却是无可替代的。鹰派成员、海军上将斯特劳斯认为，“他有一种非常宝贵的能力，能够抓住问题的要害，把它分解开来，最困难的问题也会一下子变得简单明了。我们都奇怪怎么自己没能

如此清晰地看穿问题得到答案。”诺贝尔物理学奖得主维格纳在被问及冯·诺伊曼对美国政府制订科学和核政策的影响力时也曾谈到，“一旦冯·诺伊曼博士分析了一个问题，该怎么办就一清二楚了。”

当所有这些素质都加在一起，集中到一个人身上，他的优势便显得非常突出了。维格纳从小与冯·诺伊曼在布达佩斯一起长大，他承认在这位比自己低一届

的中学校友面前怀有自卑情结，他在获得诺贝尔奖后接受了著名的科学史家、《科学革命的结构》一书作者库恩的采访。“您的记忆力很好，是吗？”“没有冯·诺伊曼好。不管一个人多么聪明，和他一起长大就一定有挫折感。”另一位诺贝尔奖得主、德裔美国物理学家贝特和维格纳一样，都是冯·诺伊曼在洛斯阿拉莫斯实验室的老同事，他曾经发出这样的感叹，“冯·诺伊曼这样的大脑是否意味着存在比人类更高一级的生物物种？”在人类历史上，他属于那种在黑板上写几个公式就能改变世界的少数几个人之一。法国数学家、布尔巴基成员迪厄多内甚至相信，冯·诺伊曼是“最后一个伟大的数学家”。

午餐时分的家庭聚会

1903年12月28日，冯·诺伊曼出生在多瑙河畔的匈牙利首都布达佩斯，原名



冯·诺伊曼的少年时代



布达佩斯自由广场



多瑙河上的大桥



布达佩斯夜景

Neumann Janos (诺伊曼·约瑟夫)。其时匈牙利和奥地利虽然组成了奥匈帝国，但那只是外交和军事上的联合，内政和经济各自独立，且有自己的国名、国王和语言。与绝大多数欧洲人不同而与中国人一样，匈牙利人的姓在前名在后，这成了学者们考证他们的祖先来自中亚或蒙古草原的重要依据。需要说明的是，约瑟夫相当于英文里的约瑟夫，它们的昵称分别是扬奇和约瑟夫。冯·诺伊曼十岁那年，做银行家的父亲因为担任政府经济顾问有功，被授予贵族头衔，从此家族姓氏前面多了一个von，变成了冯·诺伊曼。而在他移居到美国以后，全名就成了约瑟夫·冯·诺伊曼。

在冯·诺伊曼出生前的三十五年里，布达佩斯一直是欧洲发展最快的城市，如同纽约和芝加哥（内战胜方）是美洲发展最快的城市。人口从全欧第十七名一举跃为第六名，仅次于伦敦、巴黎、柏林、维也纳和圣彼得堡。布达佩斯率先实现了电气化，铺设了欧洲第一条电力地铁，并用电车取代了公共马车（彻底清除了散布病菌的马粪）。就在冯·诺伊曼出生那年，横跨多瑙河的伊丽莎白大桥建成，那是当时世界上最长的单孔桥。那会儿匈牙利正处于黄金时代，布达佩斯颇有

些巴黎的情调和氛围，仅咖啡馆就有六百多家，歌剧院的音响效果甚至超过了维也纳，来自世界各地可供挑选的保姆不计其数，夜总会里迷人的女郎耐心地倾听客人们的政治主张。

在一次大战爆发前的半个世纪里，布达佩斯和纽约是世界各国聪明的犹太人优先考虑移民的城市。在这两处人间天堂里，他们迅速成为医生、律师那样的专业人士或成功的商人。相比之下，移民到纽约的犹太人大部分出身较为低下。这是由于当时交通工具的限制，横渡大西洋的船票惟下层的统舱比较低廉，能够乘坐豪华客轮的只有极少数的富豪，且漂洋过海生命无法保障。布达佩斯更为那些中产阶级和上层社会的犹太人向往和喜爱，那里还有理想的中学教育环境。尤其重要的是，在中欧其他国家犹太人仍低人一等的时候，在匈牙利已经有所改变。主要原因是当一些少数民族酝酿暴动的时候，犹太人坚定地站在主要民族马扎尔族一边，他们的先见之明后来得到了回报，歧视性的法令被

逐一废除。值得一提的是，出生在布达佩斯的犹太人中，还包括犹太复国主义的创始人赫茨尔。

冯·诺伊曼的祖上来自俄罗斯，他的父亲出生于紧邻塞尔维亚的匈牙利南方小镇，他在故乡接受了良好的乡村教育，中学毕业后来到首都布达佩斯，通过律师资格考试后进入银行，开始了兴旺发达的事业。他广泛交际的朋友中有一位法学博士，后来成为上诉法庭的大法官。有趣的是，他们两人成了连襟，并通过联姻成为殷实的犹太家族的一员。冯·诺伊曼的外祖父与人合伙经营农业设备，成功借鉴了美国西尔斯公司的销售经验，四个千金全部招了入赘女婿，一家占据了布达佩斯一条繁华商业大街的两侧，底层是商铺，上面是住宅。冯·诺伊曼在店铺的楼上长大，比他晚二十多年出生的英国政治家撒切尔夫人也是这样。

在冯·诺伊曼十岁以前，他接受的是典型的犹太式教育，也就是请家庭教师授课。在那个年代，家庭教师和保姆也是中上层阶层的组成部分。外语学习特别受重视，不少家长认为，只会说马扎尔语的孩子将来连生存都成问题。先是德语，然后是法语和英语。年龄稍长以后，还要学拉丁语和

希腊语。说到拉丁语，她在匈牙利已经被教授了几百年。这是一种公理化的语言，会使人头脑条理化，逻辑性增强。可以说，正是早年的拉丁语训练，帮助冯·诺伊曼后来创造出计算机语言。当然，数学也至关重要。从小他就表现出计算方面的天赋，可以快速心算两个四位数或五位数的乘积，这方面的遗传来自他的外祖父。冯·诺伊曼注意到，数学并非抽象枯燥，而是有一定的规律可循。母亲的艺术素养帮助他发现数字的优雅，后来这成为他对学问境界的一个要求。

对历史，冯·诺伊曼也非常酷爱，据说他曾在极短的时间里，啃完一套四十四卷的《世界史》，且书中夹满了小纸条。当然，冯·诺伊曼并非万能，比如他在击剑和音乐方面才华平平，甚至因为击剑教练的称谓的缘故，他后来一直反感被人家叫“教授”。虽然家里请来出色的大提琴教师，但他似乎永远处于指法练习阶段。不过，匈牙利犹太人中不乏伟大的指挥家和钢琴家，移居美国的就有芝加哥的索尔蒂、费城的奥曼迪、克里夫兰的塞尔、达拉斯的多拉蒂。至于美语里的电影一词 movie，很有可能从匈牙利语 mozi 演变而来，后者是匈牙利第一家电影制片厂。正是移居美国的匈牙利人创造了好莱坞，其中包括福克斯和祖可，后者是派拉蒙公司的奠基人。而当老冯·诺伊曼的银行业取得成功以后，也开始投资电影业和戏剧。

必须提及的是，冯·诺伊曼家有一个



贝特(Hans Bethe, 1906-2005)，因在1938年解释了为什么恒星能够长时间向外释放如此之多的能量而获得1967年诺贝尔物理学奖。贝特对冯·诺伊曼极为佩服。

很好的传统，那就是午餐时分的家庭聚会。孩子们争相提出一个个问题供大伙讨论，比如海涅的某一首诗、反犹主义的危害性、“泰坦尼克”号的沉没、外祖父的成就，等等。

冯·诺伊曼家有一个很好的传统，那就是午餐时分的家庭聚会。孩子们争相提出一个个问题供大伙讨论，比如海涅的某一首诗、反犹主义的危害性、“泰坦尼克”号的沉没、外祖父的成就，等等。

区域输入，而耳朵可能是单道或线性输入。综观他的一生，都对中枢神经系统的运转技术和人工输入机器或机器人的技术之间的区别感兴趣。当他第一次见到有声电影时，惊讶于声音明明是从银幕上看不到的扬声器里发出，看起来却好象是从演

员的嘴巴里说出。冯·诺伊曼度过了幸福的童年，他后来娶到的两任夫人都是昔日一起玩耍的邻家女孩。

十岁那年，冯·诺伊曼上了中学，在英语和法语里一般叫公学或文法学校，在德语里叫 *gymnasium*。那些视德国为精神领袖的国家，包括奥匈帝国也用这个词，本意是体育馆或健身房。自古希腊以来，那里便是年轻人赤身裸体参与竞争的地方。那时候匈牙利采用精英教育，引入激烈的竞争机制，对十分之一高智商的学生精心培养，对其余的孩子听之任之。这项政策有利于犹太人的脱颖而出，对他们来说，研究理性的数据比与人打交道更容易。连爱因斯坦也承认，“自己喜欢从你我的世界逃脱，去物的世界。”二战结束后，日本模仿了匈牙利的精英教育模式，以考取东京大学学生多少衡量一所中学的水准，不仅迅速提升了经济实力，还培养出十多位诺贝尔奖和菲尔兹奖得主。日本人赶超的是战胜他们的美国人，正如匈牙利人希望超越“可恨的奥地利人”。相比之下，目前中国的教育可能缺乏这方面的动因。

冯·诺伊曼进了用德语授课的路德教会学校，在那前后，共有四位年龄相仿的犹太男孩进入布达佩斯三所最顶尖的学校，他们后来全部移居美国。除了冯·诺伊曼以外，还有齐拉特、维格纳和特勒，主要是依靠这四个匈牙利人，美国研制成功了原子弹和氢弹。正是后面这三位物理学家在1939年夏天说服爱因斯坦给弗兰克林·罗斯福总统写信（实为齐拉特执笔），建议发展原子弹，才有了“曼哈顿计划”。齐拉特的贡献在于率先提出了链式反应的理念，维格纳建立了中子吸收理论，并协助费米建成首座核反应堆，



Dennis Gabor



Georg von Békésy



Theodore von Kármán



John von Neumann



Leo Szilard



Edward Teller



Eugene Wigner

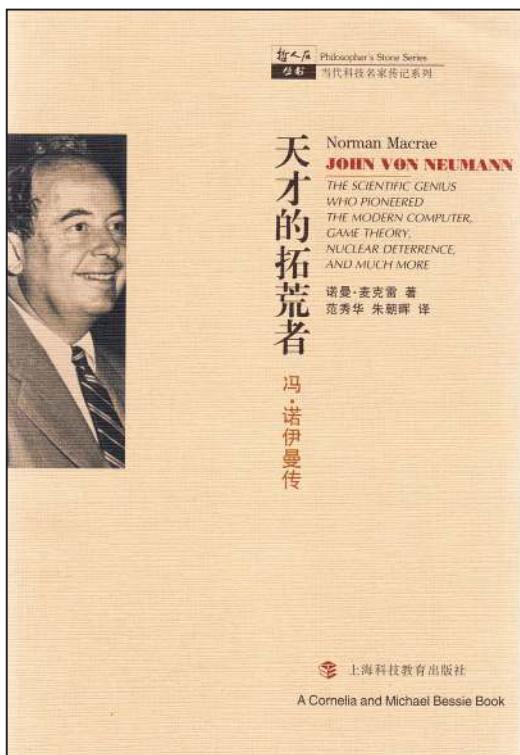
二战前从匈牙利走出的精英: 1971年诺贝尔物理学奖得主伽柏(Dennis Gabor);
1961年诺贝尔医学奖得主贝凯希(Georg von Békésy); 超音速飞机之父, 钱学森的导师冯·卡门(Theodore von Karman);
冯·诺伊曼; 原子弹先驱齐拉特(Leo Szilard); 氢弹之父, 杨振宁的导师特勒(Edward Teller);
1963年诺贝尔物理学奖得主维格纳(Eugene Wigner)

而特勒(华裔物理学家杨振宁的博士导师)则被誉为“氢弹之父”。作为犹太人, 这四位科学家对纳粹德国和昔日的沙皇帝国有一种恐惧和厌恶感, 这促使他们奋不顾身地投入核武器的研制。

1914年也是一次大战爆发的年份, 奥匈帝国因奥地利王储遇刺向塞尔维亚

宣战, 俄罗斯和德国迅速卷了进来。冯·诺伊曼家族因为地位高无人服兵役, 战时仍可到威尼斯等地旅行。同盟国战败后, 俄罗斯末代沙皇尼古拉二世被列宁的红色政权取代, 匈牙利也被邻国瓜分走三分之二的土地。可是, 精英教育并未受影响, 中学校长十分赏识冯·诺伊曼的数学才华, 把他推荐给布达佩斯大学的教授。十七

岁那年, 他与一位教授合作研究车比雪夫多项式根的求解, 在一家德国杂志发表了处女作。1921年, 冯·诺伊曼以获得厄特沃什奖圆满地结束了自己的中学时代, 这个奖的得主还有齐拉特、特勒, 以及工程学家、超音速飞机之父——冯·卡门, 后者也是中国核工业奠基人钱学森的博士导师。



天才的拓荒者：数学天才冯·诺伊曼的故事

辗转在欧罗巴的土地上

中学的最后一年，老冯·诺伊曼便开始为儿子的前途操心。他征询过许多朋友的意见，包括当时担任共产党-社会民主党联合政府教育部次长的冯·卡门。最后决定，儿子要学化学工程。这就像新千年之交的中国，很多家长希望孩子读计算机和生物学一样，长辈的意志强加在了后辈身上。小冯·诺伊曼要去柏林大学和苏黎世联邦工学院(ETH)学习化学工程，但他真正感兴趣的却是数学，而数学家在匈牙利前景并不看好。结果，他一边在柏林和苏黎世学化工，一边在布达佩斯大学注册成为数学博士候选人。也就是说，尚且不满十八岁的年轻人要在相距遥远的三座城市兼读跨专业的本科

生和研究生。由此可见，冯·诺伊曼父子是多么的自信和坚毅。

1921年秋天，冯·诺伊曼来到德国首都柏林。原先以为，他要拜著名的犹太化学家哈伯为师。这个哈伯非常了得，他在1915年发明了毒气，极大地帮助一战时期四面受敌的德国。1918年德意志战败，同年哈伯却因另一项发明——用氢和氮合成氨——获得诺贝尔化学奖(物理学奖的得主也是德国人、量子力学的开创者普朗克)，他成了一战期间唯一的化学奖得主。这一点足以说明，瑞典确实保持了中立国的立场。可是，冯·诺伊曼到柏林以后，却意外地“失踪了两年”。他不仅没有去拜访哈伯，还时常在上化学课时逃学。那个年代柏林的性服务业臭名昭著，荒淫无度，对手持外币的年轻人来说又十分廉价，冯·诺伊曼夫妇对这些令人担忧的事耳有所闻。

事实上，这种担心有些多余，对于生性活跃而又有远大理想的冯·诺伊曼来说，既然不会满足于一个专业方向，更不会沉湎于一种娱乐或游戏的。那时他的主要兴趣在集合论方面，虽然他在柏林大学听过爱因斯坦关于统计力学的讲座，但更多的受到数学老师施密特教授的影响。施密特是希尔伯特早年的学生，也是策梅罗(Zermelo)的朋友。后者为消除著名的罗素悖论率先提出了一个公理化的集合论，可惜在明确性方面存在一个歧义。几年以后，另一位德国数学

家弗兰克尔(Fraenkel)提出了替代公理，这个集合论因此被称为ZF集合论或ZF系统。当1931年哥德尔证明了不完备性定理以后，ZF系统成为康托尔连续统假设成立的惟一希望。直到1963年，这一希望才被美国数学家柯恩摧毁，后者因此得到了菲尔兹奖。

1923年，冯·诺伊曼终于完成了他的长篇论文，投给施密特担任编委的德国《数学杂志》，后者把它交给弗兰克尔审阅。弗兰克尔读后深感震惊，随即邀请二十岁的冯·诺伊曼到德国中西部的马伯里作客，最后建议他以《集合论的一种公理化》为题发表。冯·诺伊曼所建立的公理体系后经瑞士数学家贝尔纳斯(Bernays)和奥地利数学家哥德尔(Godel)的完善，形成了集合论中一个新的系统——NBG系统。现已证明，NBG系统是ZF系统的扩充，至今它仍是集合论最值得信赖的基础之一。值得一提的是，在文章的最后冯·诺伊曼写道，“没有一种已知的方法可以避开所有的困难。”换句话说，他已经隐约预见到哥德尔革命性成果的出现。



冯·诺伊曼画像



冯·诺伊曼在自家的客厅里

多年以后，已经移居以色列的弗兰克尔回忆起这段往事，说他自己当时就断定这是一篇了不起的文章。他还引用十八世纪瑞士数学家丹尼尔·贝努利读到牛顿的论文时说过的一句话，“从爪子判断，这是一头狮子。”这篇论文尚未发表，已经在重量级人物中间传阅，从那时起，这位化学系的本科生便时常受邀到哥廷根，成为数学大师希尔伯特家的常客。两位相差四十多岁的一老一少常在书房或花园里一待就是几个小时，弄得哥廷根一些教授心里不是滋味。可以说，冯·诺伊曼“失踪的两年”与十七世纪牛顿返回故乡躲避鼠疫的两年颇为相似，后者借机发明了近代科学。不同的是，牛顿是在静谧的农庄，而冯·诺伊曼却在繁华的都市。值得一提的是，也是在那两年里，现代主义文学的代表作——艾略特的《荒原》和乔伊斯的《尤利西斯》得以问世。

现在，让我们把目光转向苏黎世。冯·诺伊曼在柏林的两年，只是修了化学的一些基础课程，拿学位却要到苏黎世。1923年秋天，他在苏黎世联邦工业大学轻松通过了一年一度的入学考试（爱因斯坦考了两次），开始了第二阶段的学习。第一学期他的功课全优，包括有机化学、无机化学和分析化学，有意思的是，在数学方面成就斐然的他不得不修最基础的高等数学。两年以后，他勉强读完了化学工程的全部课程，摔破的实验室玻璃容器难以计数。其时，他早已经与这所大学两位最好的数学家——外尔和波利亚建立了密切的关系。外尔去外地讲学开会的时候，身为化学系本科生的冯·诺伊曼会替他代课。匈牙

利老乡兼师兄波利亚回忆过一件往事，有一次他在课堂上提起一个悬而未决的数学问题，没想到下课时已经被冯·诺伊曼解决了。

1925年夏天，冯·诺伊曼在苏黎世联邦工业大学获得化学工程学士学位。次年春天，他在布达佩斯大学通过数学博士论文答辩，年仅22岁。他名义上的博士导师是布大数学系主任费耶，师兄弟中除了波利亚还有爱多士和图拉。在希尔伯特的安排下，他来到哥廷根做访问学者，此时他已经被量子力学迷住了。在那以后，他被柏林大学聘为无薪讲师（privatdozent）。这是十九世纪德国为那些有意走学术之路的年轻人设置的岗位，也是取得教授席位的必由之路。不仅没有编制，连薪水也不发，所得酬劳全部来自修课学生的学费，迫使年轻人发奋图强。对冯·诺伊曼那样有钱人家的公子这不成问题，对家境贫寒的爱因斯坦来说无疑是一种折磨了，这应是他一直躲在伯尔尼做小小的专利员，迟迟未去大学工作的原因。

从那时起，这位化学系的本科生便时常受邀哥廷根，成为数学大师希尔伯特家的常客。两位相差四十多岁的一老一少常在书房或花园里一待就是几个小时，弄得哥廷根一些教授心里不是滋味。

冯·诺伊曼在柏林大学待了两年以后，又转到了汉堡大学。在担任无薪讲师期间，他在集合论、代数学和量子理论方面取得了一系列重要的研究成果，受到了数学界的瞩目。例如，在测度论方面，冯·诺伊曼发表了《一般的测度理论》，把测度问题从欧氏空间推广到一般的非阿贝尔群，证明了所有可解群都是可测度的。可是，这项工作并不像他早先发表的《集合论的一种公理化》那样，在集合论中处于中心地位。在算