

用非常规的方式去做非常规的事情

陈关荣 香港城市大学



Richard Wesley Hamming

图1 理查德·卫斯里·汉明

他是美国国家工程院院士、图灵奖得主。这也许足以让他名满天下了，但事实上他并不备受关注。有人说，那是因为他一生都被香农的灿烂光环所覆盖。

他的名字叫理查德·卫斯里·汉明（Richard Wesley Hamming, 1915年2月11日—1998年1月7日）。1946至1976年间，汉明在贝尔实验室任职，和克劳德·香农（Claude Shannon, 1916—2001）合用一间办公室。同时同地，香农研究信息理论，汉明研究编码理论。

1948年，香农发表了奠基性的论文“通信的数学理论”，在贝尔实验室的《贝尔系统技术杂志》于7月和10月分两部分刊登。文章运用了诺伯特·维纳（Norbert Wiener, 1894—1964）建立的概率论工具，为如何最有效地发送信息进行编码的问题奠定了理论基础。文中香农引进了信息熵作为信息不确定性的量度，从而开创了信息论这个全新的研究领域。

1949年，弗兰克·格雷（Frank Gray, 1887—1969）设计了二进制的格雷码，该码因1953年公开的格雷专利“Pulse Code Communication”而得名。

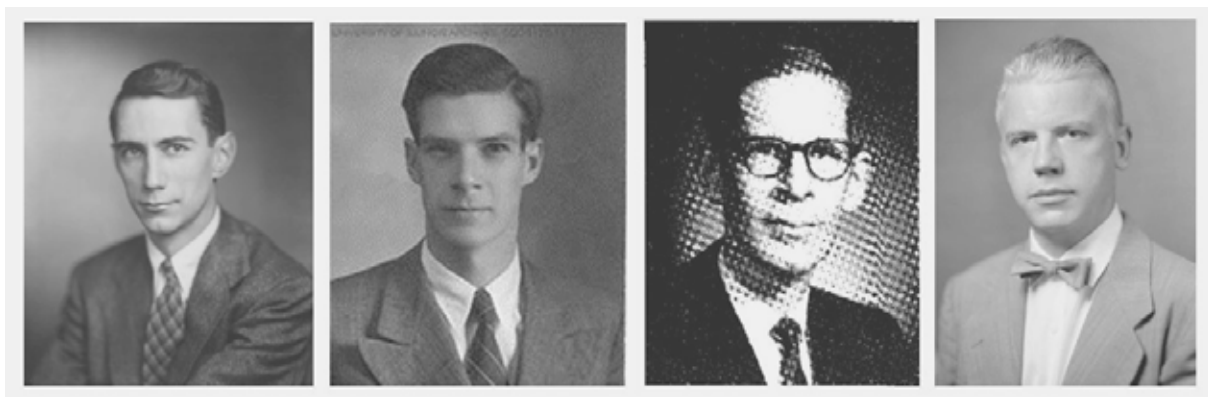


图2 四位“年轻土耳其党人”：C. Shannon, R. Hamming, D. Ling, B. McMillan

1950年，汉明用他引进的“汉明距离”（Hamming Distance）为格雷码实现了可视化。他还设计了另一种调试码，后人称为汉明码（Hamming Code）。汉明码在传输的信息流中插入验证码，能够自动检测计算机存储或移动数据产生的数据错位，并自动更正错码。由于汉明码既简单又高效，它被广泛应用于数字通信和计算机内存（RAM）。

汉明在贝尔实验室工作了整整三十年（1946—1976）。1940年代末，四位年轻的数学家香农、汉明、Donald Percy Ling（1912—1981）和维纳的博士生Brockway McMillan（1915—2016）先后来到了贝尔实验室。在那里他们被称为“年轻土耳其党人”（“Young Turks”，以1908年立宪革命运动而著名。这里指“麻烦制造者”），因为他们“喜欢用非常规的方式去做非常规的事情”。但他们“总能获得特别有价值的成果，让管理层不得不对他们另眼相看，甚至干脆不去管他们了”。那时汉明在实验室里被视为“计算机传教士”，可以帮助同事解决任何计算机故障问题。后来，大名鼎鼎的香农自然不必介绍了，Donald P. Ling在1967年被选为美国国家工程院院士、1971年出任贝尔实验室副总裁，而Brockway McMillan在1959—1960年出任

美国工业与应用数学学会（SIAM）主席。

在贝尔实验室期间，汉明不仅引进了汉明距离、设计了汉明码，还发明了汉明数（Hamming Number）、汉明矩阵（Hamming Matrix）、汉明权重（Hamming Weight）、汉明边界（Hamming Bound）等基本概念和度量，在数字通信、信号处理、图像处理和密码学中都非常重要。专家们知道，这些成果大体上都是“用非常规的方式去做非常规的事情”而得到的：汉明别出心裁地把代数结构嵌入到信源序列并把伽罗华域（Galois Field）的数学理论用于构造信道纠错码。此外，汉明的窗函数（Hamming Window）也成为了数字滤波技术教科书中的经典内容。

1968年，汉明因在数值方法、自动编码系统、纠错码检测和纠错码的发明等方面的成就获得了图灵奖。

汉明于1915年2月11日出生于芝加哥，1937年在芝加哥大学（The University of Chicago）获数学学士学位，1939年在内布拉斯加大学（University of Nebraska）获数学硕士学位，1942年在伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校（UIUC, University of Illinois at Urbana-Champaign）获数学博士学位。他的博士论文题目是“线性微分方程边界值理论中



图3 汉明在贝尔实验室

的若干问题”(Some Problems in the Boundary Value Theory of Linear Differential Equations)。

第二次世界大战期间,汉明在路易斯维尔大学(University of Louisville)当助理教授。1945年,他作为首席数学家(Chief Mathematician)参加了曼哈顿计划,负责编写计算机程序,为物理学家们提供的各种方程进行求解。在那里,他被称为“计算机看门人”,负责最重要的计算工作。坊间传说,当时有个关键的数学方程用来判断引爆原子弹后是否会让大气层燃烧起来,汉明的计算结果说“不会”,于是美国便开始了原子弹试验。

1947年,汉明参与创立了美国计算机学会



图4 汉明和他的计算机

(Association for Computing Machinery, ACM)。ACM 是世界上第一个引领计算机科学及教育的专业学会,也是现时全球最大的计算机科学学会,约有十万会员。ACM 从 1966 年开始设立并负责颁发每年一度的图灵奖。1958—1960 年间,汉明再次出任 ACM 主席。

汉明于 1968 年获选为 IEEE Fellow,同年获 ACM 图灵奖;1979 年获 IEEE Emanuel R. Piore 奖;1980 年荣膺美国国家工程院院士,同年获 IEEE 计算机学会 Pioneer 奖;1981 年获宾夕法尼亚大学 Harold Pender 奖;1988 年获 IEEE 第一届以他命名的 Richard W. Hamming 奖章;1996 年获德国 Eduard Rhein 技术成就奖(\$130,000)以及 Franklin Institute 颁发的荣誉证书。

1946—1976 年,汉明一直在贝尔实验室工作。1976 年 7 月 23 日,他离开了贝尔实验室,应邀到了位于加利福尼亚州 Monterey 市的美国海军研究院(Naval Postgraduate School)任荣誉教授,给研究生上课。他当年“非常规”的教学思想后来影响深远,就是“教导学生学会怎样学习”(“Learning to learn”)。其间,他还是斯坦福大学、Stevens 理工学院、加州大学 Irvine 分校、纽约城市大学、普林斯顿大学等的访问或兼职教授。这段时间,他写了好几本技术专著和教科书。

1997 年 12 月圣诞节前,汉明顺利地结束了他荣休前最后一门课的教学工作,高高兴兴地回家度假。不幸的是,1998 年 1 月 7 日,他因心脏病突发而离世,享年 83 岁。

汉明毕生非常关注科普教育,尤其关心青年人的科研工作,先后举办过多次关于科学研究的讲座。YouTube 上保留有他 1995 年制作的几部代表性的演讲视频(Hamming Lectures, YouTube):

- Intro to The Art of Doing Science and Engineering: Learning to Learn (March 28, 1995)

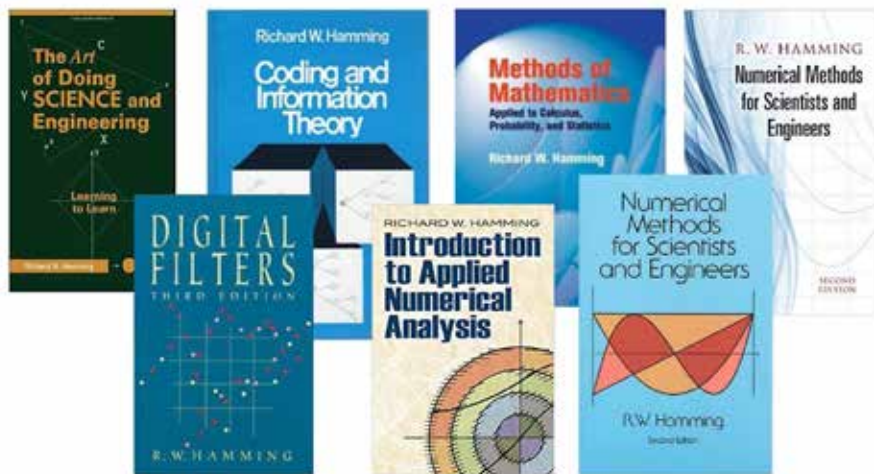


图5 汉明著作选

- Foundations of the Digital (Discrete) Revolution (March 30, 1995)
- Coding Theory - The Representation of Information, Part I (April 18, 1995)
- Error-Correcting Codes (April 21, 1995)
- Digital Filters, Part II (April 28, 1995)
- Mathematics (May 18, 1995)
- Creativity (May 23, 1995)
- Systems Engineering (May 30, 1995)
- You Get What You Measure (June 1, 1995)
- You and Your Research (June 6, 1995)

上列最后一个题为“You and Your Research”的演讲特别有名。他以同样的题目演讲过多次。第一次是1986年对二百多名贝尔实验室科学家讲的，其中他有一段很有意思的话：

“你在某个科研方向工作一阵子之后就会感到疲倦：你用光了在这个领域的全部创造力。因此，你需要找另一件相近的事情去做。我不是说你要从音乐换到理论物理再换到文学。我是说，在你的领域里，你需要更换到一个不会令你厌烦的新区域。你不可避免地被迫每七年变换一次。如果有可能的话，你会要求有一个更好的做研究的环境。要做到这样，你得每七年改变一次研究区域，这当然要给出合适的理由……你需要走进一个新领域以求

开辟新视角，这样你才能做些新鲜事。但这要费脑筋和费力气。要有点勇气才能说出：‘是的，我要放弃我已有的响亮名声。’比如，当纠错码成功发布之后，我有了这些理论，就对自己说：‘汉明，你要停止看该领域的论文了，你要完全忽略它。你要试着做点别的事了，别光吃老本。’我有意拒绝自己继续停留在此领域里。我甚至不去读相关的文章，以强迫自己去做别的事情。我操控着我自己。这就是我在整个谈话里反复讲述的内容。”

说起来科学家做科研有许多不同的风格，各自有成功和失败的例子。陈景润一生只做一件事，就是试图去证明数论中的哥德巴赫猜想。通俗地说，哥德巴赫猜想是指任何一个大于2的偶数都可写成两个质数之和，俗称“1+1”问题。该猜想在1742年哥德巴赫给欧拉的信中被提出，是数论中尚未解决的重大问题之一。目前最好的结果是陈景润1966年证明的“1+2”（任何一个充分大的偶数是一个质数及一个不超过两个质数乘积之和），虽然尚不是问题的终结。也有许多数学同仁类似地只做同一件事情而毕生无果而终的。汉明建议，当你在一个研究方向努力了几年之后，获得或者没有获得成果，你或许已是江郎才尽了，坚持下去可能一事无成，换个相邻的研究方向也许会“柳暗花明又一村”。当然，许多人

做科研的方式是“打一枪换一个地方”，终归没有做出重大的成果，并不可取。

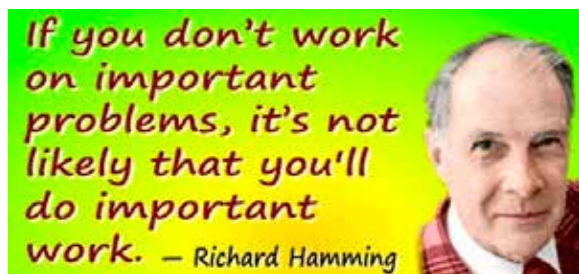


图6 汉明的格言

最后提一下，汉明在一次讲座中给出了“一个成功科学家的 14 条准则”。今天重温，依然饶有趣味：

1. 努力工作
2. 接受模棱两可的处境
3. 做重要的研究
4. 播下小橡籽而种出大橡树
5. 机会来时全力以赴
6. 有所为而有所不为
7. 做别人可以跟进的工作
8. 推介自己的科学成果
9. 教导你的老板
10. 适当表现自己
11. 善待秘书
12. 让别人去和官僚系统作斗争吧
13. 正面而不是负面地看问题
14. 认识自己，克服缺点，保持幻想

本文转载自作者于 2021 年 3 月 26 日在微信公众号“集智俱乐部”发表的同名文章。



图7 汉明在海军研究院



【作者简介】陈关荣，1981 年获中山大学计算数学硕士学位，1987 年获美国 Texas A&M 大学应用数学博士学位，目前是香港城市大学电机工程学讲座教授，致力于复杂网络和非线性系统动力学分析与控制方面的研究。