

物理数学天才康切维奇

徐浩



康切维奇

康切维奇，1964 年生于俄罗斯，1998 年获菲尔兹奖。康切维奇对代数几何学的贡献主要是发展 19 世纪奠基的代数几何学，特别是定出各种代数簇上各阶有理曲线的数目，这是长期以来一直毫无进展的难题。在此之前他证明 Witten 关于复曲线参模空间的交截理论的猜想，它与著名的 KdV 方程有关。此外，他构造一般的纽结、环链和 3 维流形不变量，与统计物理、量子场论、无穷维代数等密切相关。最新的工作则是泊松流形的量子化，这是数学和数学物理的交会点。他的工作代表新世纪数学发展的方向。

20 世纪后半叶物理学与数学的大融合，造就了许多同时精通物理与数学的数学家。俄国数学家马克西姆·康切维奇 (Maxim Kontsevich) 就是其中的一位代表人物，他的工作深受物理学大师 Richard Feynman 与 Edward Witten 的影响。

康切维奇 1964 年 8 月 25 日出生在莫斯科郊区的希姆基 (Khimki)，他的父亲是韩国语言与历史方面的学者，母亲是工程师，他还有个哥哥，后来成了计算机视觉专家。康切维奇读中学时就开始接触大学的数学与物理知识，他对数学发生兴趣，得益于他的哥哥和几本好书。他的数学天赋在数学竞赛中得到了体现，16 岁时获得全苏中学生数学竞赛第二名，使他在中学毕业时受到莫斯科大学的垂青。康切维奇 16 岁时进入莫斯科大学数学系，那里每年招收 400 多个学生，每个星期都有 100 多个数学讨论班，足够满足任何人的胃口。康切维奇参加了 Gel'fand 等许多大数学家主讲的讨论班。

1985 年，康切维奇从莫斯科大学毕业，据说没有拿到本科学位。然后他在莫斯科信息传输研究所工作 5 年，其间他有很多时间花在音乐上（他擅长演奏大提琴），还在业余的法语强化班上认识了后来的夫人 Rosanova。这里补充一点，苏联数学家 Drinfeld 获得 1990 年度菲尔兹奖时的工作单位是苏联科学院乌克兰分院的低温物理与工程研究所，可见苏联的学术环境有其独到的一面。

20 世纪八九十年代是苏联政治文化大动荡的时期，许多苏联科学家离开祖国，比如一些著名的数学家纷纷移民美国，Gel'fand 到罗杰斯 (Rutgers) 大学，Drinfeld 到芝加哥大学，Margulis 和 Zelmanov 到耶鲁。莫斯科信息传输研究所的工作环境很宽松，康切维奇做出了不少好的工作。比如，他引入了以他名字命名的积分运算，并构造了扭结分类的最优不变量。

1990 年，康切维奇应德国波恩大学马普 (Max-Planck) 数学研究所邀请访问 3 个月，就在他准备回莫斯科之前，他参加了 Max-Planck 研究所的一个为期 5 天的国际会议，其中英国大数学家 Atiyah 教授的演讲内容是量子重力学的最新进展，其中介绍了著名物理学家 Witten 提出的一个关于曲线模空间相交数的猜测。康切维奇立刻对这个问题产生了很大的兴趣，他放弃参加当晚的宴会，苦想了一夜，勾画出了一个证明思路。第二天，与会的学者被邀请坐船游览莱茵河风光，就在游船上，康切维奇向众人介绍了 Witten 猜想的证明思路，引起很大兴趣。Max-Planck 研究所所长 Manin 于是把他的访问期限延长到了 3 年。这是康切维奇一生的重要转折点，一年后他通过引入全新的矩阵积分模型，结合强有力的几何与组合技巧完全证明了 Witten 猜想，轰动国际数学界。由于他的这项成果，1992 年波恩大学授予他博士学位。

20 世纪 80 年代后期，超弦理论学家 Candelas 等人从物理角度预测了镜像对称的存在，提出了五次 Calabi-丘空间上有理曲线计数公式的猜测，这是代数几何学家近百年来梦寐以求的公式。许多数学家试图从数学上严格论证镜像对称。1993 年，基于 Gromov 的辛流形伪全纯曲线的开创性工作和 Witten 在拓扑 sigma 模型方面的物理思想，中国旅美数学家阮勇斌从数学上严格定义了半正定辛流形上曲线计数的 Gromov-Witten 不变量。康切维奇后来给出了 Gromov-Witten 不变量的代数几何定义，并得到平面上经过任意 $3d-1$ 个点的 d 次有理曲线数目的一个漂亮的公式。受到两位挪威数学家 Ellingsrud 和 Stromme 将 Bott 留数公式用于曲线计数的工作的启发，康切维奇发展了稳定映射模空间上的局部化方法，并利用模空间的组合结构，将曲线计数（或 Gromov-Witten 不变量计算）问题简化为曲线模空间上的 Hodge 积分。康切维奇这一开创性的工作引发了 Gromov-Witten 理论的大发展。镜像对称猜想最后在 1997 年被连文豪-刘克峰-丘成桐与俄国数学家 Givental 分别独立证明。

年仅 30 岁的康切维奇就已经在国际学术界赢得了很高的声誉。康切维奇被邀请在 1994 年苏黎世国际数学家大会上做一小时报告，他在报告中提出了同调镜像对称理论，试图从几何上给出镜像对称的数学解释。这一理论直到今天还是一个热门的研究领域，有许多公开问题有待解决。

1994 年，康切维奇被加州大学伯克利分校聘为终身教授，他开设了镜像对称、形变理论方面的讨论班。出于对加州宜人气候和那里浓厚数学氛围的喜爱，他本来已经打算在学校附近买一套房子定居了。可是一年后，康切维奇远渡重洋，成为巴黎高等研究所 (IHES) 当时最年轻的终身教授。在巴黎期间，康切维奇又在泊松流形的形变量子化理论方面做出了重要的工作。

终于在 1998 年的柏林国际数学家大会上，年仅 34 岁的康切维奇和剑桥大学的 Borchers 和 Gowers，哈佛大学的 McMullen 一起获得菲尔兹奖。哈佛大学教授 Taubes 在国际数学家大会上介绍了康切维奇的获奖工作。Taubes 写道：康切维奇因 Witten 猜想的证明、万有纽结不变量、曲线计数几何、形变量子化这四项几何学方面的工作而著名，他的杰出工作和原创观点对这些研究领域产生了巨大的影响。