

## 人物与传记

# Vladimir Voevodsky 1966—2017

## ——奠定数学未来宏伟远景的先驱和促进者

Vladimir Voevodsky 于 2017 年 9 月 30 日在新泽西州普林斯顿去世，享年 51 岁。他是一个真正非凡和原创的数学家，他在代数几何学中取得显著进步，其大部分近期工作关注于重写数学基础，使其适合计算机证明验证。2002 年以来 Voevodsky 任高等研究院数学学部教授。

Voevodsky 能够处理高度抽象的想法来解决具体的数学问题。他对经典的同伦论有一个深刻的理解，同伦论考虑的对象是灵活的，意思是连续的变形被忽视，并能够把它的方法转移到非常刚性的代数几何学世界中。这使他能够对代数簇构建新的上同调理论，他用它来证明 Milnor (米尔诺) 猜想和 Bloch-Kato 猜想，这些猜想将域的  $K$ -理论和 Galois (伽罗瓦) 上同调论联系起来。

“当我第一次看到母题 (的) (motivic) 上同调的基本定义时，我想，‘这太天真了，不可能行得通’” 数学学部荣休教授 Pierre Deligne (德利涅) 说。“我错了，而 Voevodsky 从那些‘天真’的想法出发，给了我们极其强大的工具。”

更近些，Voevodsky 曾从事数学的型理论阐述和自动证明验证。他在研究基于 Martin-Löf 型理论的同伦论语义的新的数学基础。这导致他引进一个新的，非常有趣的“单一性 (univalence)” 公理。

“Vladimir 是一位深受喜爱的同事，他对数学的贡献以深刻和持久的方式挑战和丰富了数学领域，” 普林斯顿高等研究院院长、Leon Levy 教授 Robbert Dijkgraaf 说。“他用一种非常创新但显然实用的方法无所畏惧地攻击最抽象和困难的问题。最近，他专注于为在非常高深的领域工作的数学家开发一些工具，如高维结构，这为未来的数学奠定了宏伟的构想。他是一个先驱和一个促进者，研究院同仁将深切地怀念他。”



在 2010 年高等研究院 80 周年庆典上，Vladimir Voevodsky 教授就数学中的不相容性做了一个报告

译自：The Institute Letter of IAS, 2017 Fall, p. 1, p. 16, Vladimir Voevodsky 1966–2017, A pioneer and catalyst who laid out a grand vision for the future of mathematics, Kelly Devine Thomas, figure number 7. Copyright ©the Institute for Advanced Study 2017. All rights reserved. Reprinted with permission. 普林斯顿大学高等研究院授予译文出版许可。

作者的邮箱地址是 [kdthomas@ias.edu](mailto:kdthomas@ias.edu)。应作者要求，作者名字列于文末。



Vladimir Voevodsky 在 2002—2005 年间拍摄的作品. 它们捕捉了高等研究院森林中的昆虫, 鸟类, 动物和植物生活的范围. 欲知更多信息, 请访问 [www.ias.edu/ideas/voevodsky-woods](http://www.ias.edu/ideas/voevodsky-woods)

“Vladimir 有勇气去思考数学中最棘手, 最根本的问题,” 高等研究院数学学部的 Robert 和 Luisa Fernholz 教授 Richard Taylor (泰勒) 说, “他相信, 他会寻找正确的概念化, 那么困难就会变得可以克服的. 极少数学家成功地实施了这样一种方法, 但 Vladimir 成功地取得了辉煌, 特别是他的混合母题导出范畴的构造, 以及他用它来证明  $K$ -理论中的 Milnor 猜想和 Bloch-Kato 猜想.”

Voevodsky 于 1966 年 6 月 4 日出生于莫斯科, 在被任命为数学学部教授后不久, 他于 2002 年 36 岁时获得 Fields (菲尔兹) 奖. 他曾在此前 3 年 (1998—2001) 担任高等研究院的长期成员 (long-term Member).

Voevodsky 获得 Fields 奖, 是表彰他发展了代数簇新的上同调理论, 它们为数论和代数几何学提供了新的见解. 他的成就深深扎根于 Alexandre Grothendieck (格罗滕迪克) 的工作中, 后者在 20 世纪 60 年代革新了代数几何学. Grothendieck 对 “空间” 和 “局部化” 概念的理解使他能够为任何域 —— 其上 “连续性” 没有意义 —— 上的代数簇构建上同调群, 类似于复代数簇已知的上同调群, 而对于复代数簇, “连续性” 是有意义的. 他实际上构建了大量这样的理论, 并且梦想它们应该都是源自一个母题理论, 该理论解释这些理论的并行性. 通过部分地实现这一梦想, Voevodsky 给了我们母题上同调的强大工具.

“Vladimir Voevodsky 是一位了不起的数学家,” Christophe Soulé 说, 他现在法国国家科学研究中心 (CNRS) 工作, 在 Voevodsky 获得 Fields 奖时, 他是法国高等科学研究院 (Institut des Hautes Études Scientifiques) 的研究院长. “他的工作之后, 这个领域完全不同了. 他打开了新的大路, 并且用 [Gérard] Laumon<sup>1)</sup> 同样的话说, 他正在引领我们朝 Grothendieck 1960 年代梦想的母题世界走得更近.”

Grothendieck 的 “计划概述 (Esquisse d'un programme)” 自 1984 年 1 月提交给国家科学研究中心以来, 其副本已经在数学家群体中流传, 也由 Voevodsky 的第一位科学导

1) Gérard Laumon, 1952—, 法国数学家, 两位 Fields 奖得主 Laurent Lafforgue (拉福格) 和 Ngô Bảo Châu (吴宝珠) 是他的学生. 他获得众多奖项, 其中包括 2004 年他与吴宝珠因证明 Langlands (朗兰兹) 和 Shelstad 的西群基本引理而分享的 Clay 研究奖. 2012 年他成为美国数学会会士 (Fellow). —— 译注

师 George Shabat 给了 Voevodsky, 其时他是莫斯科大学一年级本科生. 单纯地为了阅读该文本, Voevodsky 开始学习法文.

1990 年, Voevodsky 和 Michael Kapranov 创作了“作为同伦范畴一个模型的  $\infty$ -广群 ( $\infty$ -Groupoids as a Model for a Homotopy Category)”, 他们声称提供了一个严格的数学表述以及 Grothendieck 连接两类数学对象—— $\infty$ -广群和同伦型——想法的一个证明. 后来他们试图应用类似的想法来构建母题上同调.



Voevodsky 在午餐时间与高等研究院学者交谈

Kapranov 安排 Voevodsky 作为研究生就读于哈佛大学, 1992 年在导师 David Kazhdan 的指导下他在那里获得博士学位. 依赖于一篇他在 1992—1993 年期间是高等研究院成员时创作的论文“带有转移预层的上同调理论 (Cohomological Theory of Presheaves with Transfers)”, Voevodsky 与 Andrei Suslin 和 Eric Friedlander 一起发展了一种母题上同调.

Voevodsky 工作的后果以及他最著名的两项成就, 是 Milnor 猜想和 Bloch-Kato 猜想的解决, 这些猜想作为代数  $K$ -理论中主要的重要问题已经有 30 年了. 这些结果在多个领域——包括 Galois 上同调, 二次型以及复代数簇的上同调——中具有惊人的后果. 通过用于研究代数簇而在拓扑学中发展起来的强有力机制, Voevodsky 的工作也许对将来的数学有巨大的影响.

1993—1996 年, Voevodsky 在哈佛大学担任哈佛同僚协会 (the Harvard Society of Fellows)<sup>1)</sup> 的初级研究员, 1996—1997 年作为访问学者, 并且在 2006—2008 年他再次回到哈佛大学. 1996—1997 年他还是德国波恩 Max-Planck (马克斯·普朗克) 数学研究所的访问学者, 1997—1998 年任美国西北大学副教授.

Voevodsky 于 1998 年作为长期成员返回高等研究院, 并于 1999—2000 年在高等研究院进行了 20 次系列讲座, 涵盖了他与 Suslin 和 Friedlander 一起发展了的母题上同调论的基础, 该系列讲座之后由普林斯顿大学出版社出版, 名为《闭链, 转移映射和母题同调论 (Cycles, Transfers, and Motivic Homology Theories)》.

在这些讲座中, Voevodsky 发现了他的论文中一个关键引理证明中的错误. 几乎同时, 另一位数学家声称, Kapranov 和 Voevodsky 的“ $\infty$ -广群”论文的主要结果不可能成立的, Voevodsky 15 年后证实了这个结果是一个错误. 他工作中和别的数学家工作中的数学错误的例子受到他日益增长的关注, 特别是当他开始在他所称的 2-理论的一个新

1) 该协会于 1933 年根据哈佛名誉校长 A. Lawrence Lowell 捐赠的纪念其妻礼物 (后称为 Anna Parker Lowell 基金) 的约定而成立. 该协会的目的是给予那些具有卓越能力, 独创性和最高水平的智力成就, 处于学术生涯早期的研究者以机会, 在大学的任何部门学习和研究, 并且对他们没有任何要求. 这些初级研究员由高级研究员挑选, 后者与校长 (教务长) 以及当然的艺术与科学学院院长一起管理协会. 初级研究员获得 3 年奖学金, 不得延期. 初级研究员的人数限制在 36 人, 每年选择 12 人.——译注

的研究领域工作时，其中涉及发现那些不是低维度结构直接扩展的新的更高维的结构。Voevodsky 在高等研究院就他在单一基础 (univalent foundations) 上的工作的起源和动机所做的公开演讲中问道，“谁会确保我没有忘记一些事情，不会犯错误，即使是更多简单论证中需要数年的时间才能发现的错误？”

Voevodsky 确定他需要使用计算机来验证他的抽象的，逻辑的和数学的构造。据 Voevodsky 认为，主要挑战是一致公认 (基于集合论的) 数学基础远离数学家的实践，因此基于它们的证明验证将毫无用处。

Voevodsky 发现了同伦论在用于计算机证明的型理论中的应用，他自 2005 年以来一直工作在导致发现单一模型的想法方面，并于 2009 年 11 月在慕尼黑 Ludwig-Maximilians 大学对这个主题进行了第一次公开演示。虽然他独立构建了自己的模型，但是早在 1995 年就这个方向的进展就已经开始出现了，是与 Martin Hofmann, Thomas Streicher, Steve Awodey 和 Michael Warren 一起得到的。

在 2012–2013 学年，Voevodsky 在高等研究院数学学部组织了一个致力于数学单一基础的学术年，导致了一组 20 多位数学家在不到 6 个月的时间里编写了一本 600 页的书。Voevodsky 说，他最近工作的主要目标是“把相依型 (dependent type) 理论的数学理论推进到可用于严格研究今天在用的复杂型理论，甚至将来会出现的更复杂的型理论的水平。”相依型理论主要出现在作为其基础在用这样理论的计算机程序中。Voevodsky 阐述了在他的一些使用证明助手 Coq 和 UniMath<sup>1)</sup> 的论文中的数学，UniMath 库包含了对 Coq 中数学的阐述，Voevodsky 是这种阐述的共同创始人和主要开发人员。

除了 Fields 奖外，Voevodsky 在数学领域的许多贡献得到了众多荣誉和多个奖项的认可。他获得了 1996—1998 年 Sloan 奖学金，1999—2001 年 Clay 奖奖学金，以及资助其工作的许多国家科学基金会拨款。Voevodsky 也被授予为武汉大学名誉教授 (2004 年)，并获得了哥德堡大学荣誉博士学位 (2016 年)。他是欧洲科学院院士。

Voevodsky 走了，他的前妻 Nadia Shalaby 和他们的两个女儿 Natalia Dalia Shalaby 和 Diana Yasmine Voevodsky，他的姑妈 Irina Voevodskaya，以及在俄罗斯和世界各地的大家庭尚在。2017 年 10 月 8 日在高等研究院有一次聚会，以示对 Voevodsky 的生活和遗产的尊重和怀念。2017 年 12 月 27 日将在莫斯科举行其葬礼，接着于 12 月 28 日在俄罗斯科学院斯捷克洛夫数学研究所将召开一个数学会议以纪念其工作。斯捷克洛夫数学研究所将于 2018 年 9 月 29—30 日召开一个关于 Voevodsky 非同寻常和原创性工作的国际会议。

Kelly Devine Thomas

(陆柱家 译 徐泽 校)

---

1) Coq 是一个形式证明控制系统，UniMath 是一个用单一方式形式化的数学库。——校注