

穿越11年的数学长跑： 寻找那颗最完美的“鹅卵石”

中国科大两位教授证明国际数学界20多年悬而未决的核心猜想前后

新华社记者 徐海涛 陈诺

“著名学者弗里曼·戴森说，有些数学家是鸟，有些是青蛙。飞鸟可以俯瞰延伸至遥远地平线的数学远景，青蛙则乐于深入探讨特定问题的细节。至于我们，就像是池塘边碰巧发现美丽花朵的青蛙。”

近期，中国科学技术大学教授陈秀雄、王兵取得重大突破，证明了“哈密尔顿—田”和“偏零阶估计”这两个国际数学界20多年悬而未决的核心猜想。面对如潮赞誉，他们这样说。

能完全看懂的“不到10人”

陈秀雄、王兵的论文，发表于国际顶级数学期刊《微分几何学杂志》。

学术界有人说，这篇长达123页的论文，全世界能完全看懂的估计“不到10人”。“确认过眼神，我是看不懂的人。”网友的态度真实而可爱。有科普作家说，“这是最难进行的一次科普。”

那么，他们到底证明了什么？

“我们在沙滩上看到的鹅卵石大多是圆润的，它一开始可能有棱有角，但随着时空流转、潮起潮落，形状会越来越接近完美、标准。然而即便再完美的演化，鹅卵石也可能包含一些异变之处，几何上称为‘奇点’。简单来说，‘哈密尔顿—田猜想’即猜测大多数地方都是完美的，而‘奇点’的大小是可控的，被限制在一个低维空间。”陈秀雄说，他和王兵，就是在数学上严格证明了这个猜想，并以此为基础证明了分析领域的“偏零阶估计猜想”。

数学猜想，是关于某个自然现象或理论的猜测、假设，如果被数学方法证明为正确的，就成为定理；证明为错误的则抛弃。

“提出猜想——证明或证伪，再提出猜想——再证明或证伪……日新月异，又日新月异，这就是数学发展的路径。”王兵说，“这也是人类对自然认知不断加深的过程。”

微分几何学是研究空间几何的学问，在这个领域，出现过欧拉、高斯、黎曼等伟大的名字。大到宇宙膨胀，小到热胀冷缩，诸多自然现象都可以归结到空间演化。“哈密尔顿—田猜想”和“偏零阶估计猜想”提出于20世纪90年代，属于数学界的核心猜想。

“鹅卵石会越变越完美，几何结构会变成一个期待的形状。我们把自然现象用数学工具做了证明。”陈秀雄说。

可能100年后才有用

“这两个猜想有什么用？”在一些网站上，这是个热点话题。有学术界网友认为，应该更长远地看待这个问题，现在前沿的数学成果，“可能100年后才有用”。

“跟随自己的内心，好奇心驱动我们的研究。”陈秀雄说，基础研究一般不直接着眼于应用，但社会发展证明了基础研究的作用。

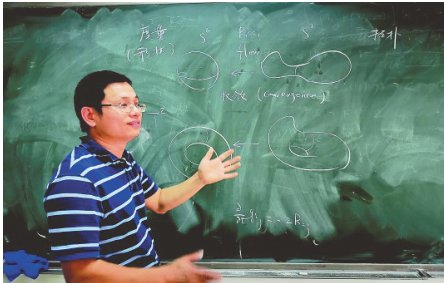
微分几何学起源于17世纪，对物理学、天文学、工程学等发展产生了巨大推动作用，广义相对论、量子场论等都依赖微分几何作为数学基础。

对人工智能、机器人、VR（虚拟现实）等现代技术，微分几何同样不可或缺。比如电影、游戏特效依靠计算机图形学，微分几何学就是其基础。

“人工智能是对真实世界的有效逼近。比如自动驾驶技术，可以把前20年所有的车祸信息都录入数据库，但世界是向前发展的，如何应对并避开新情况下的车祸？”陈秀雄说，这个问题或许可以用微分几何的思想解决，对未来可能出现的车祸进行“猜想”，从而提前规避。

在黑屋子里“找门”

研究猜想用了5年，论文篇幅长达123页，发表出来又花了6年……相比猜想本身，



王兵教授解释“哈密尔顿—田”猜想的大致原理。 本报记者陈诺 摄

这些数字背后的故事同样引人遐思。

11年前，当27岁的美国普林斯顿大学博士后王兵提出主攻“哈密尔顿—田猜想”时，他的导师陈秀雄吃了一惊。3年的博士后，做出科研成果才能申请正式教职。但因为这个猜想的难度，3年几无可能，甚至可能会被“卡住”“迷失”，毁掉学术生涯。

“导师担心我把自已置于危险境地。”王兵说，也想先做点容易的研究，但发现做不到，“做别的什么都沉不下去，茶不思、饭不想，成天想着这个事。”

数学之美让来自中科大少年班的王兵痴迷，这已非一天两天。2003年，俄罗斯学者格里高里·佩雷尔曼历经8年，证明了著名的庞加莱猜想。

“要说好在哪里，说不出来，就像王维的诗，你能看清楚美在哪里？我就是着迷。”王兵说，佩雷尔曼突破的更大意义在于，打开了一个宏大瑰丽的科研“宝藏”入口，让全球的青年数学粉丝为之痴狂。

整整啃了两年，王兵读懂了佩雷尔曼的3篇雄文，还发现了其中一个错漏，佩雷尔曼很快回信表示认可。

但“哈密尔顿—田猜想”之难远超想象。“2012年3月我在夏威夷开会，看着窗外美景，忽然想起来，我们的论证有个漏洞。这意味着干了两年多的研究要推倒重来，写了五十多页的论文要从零开始。”王兵说，这种大错误犯过两次，小的不计其数。

“证明未知的猜想，就像在一个方圆1平方公里的黑屋子里找路，没有任何光亮，但你要在1个小时内找到唯一一扇能出去的。”陈秀雄说，最有效的方式是朝着一个方向走，但人往往走了不久就开始嘀咕：万一方向不对呢？

“所以，好的数学一定是发自内心的，你很喜欢，相信它是对的。”研究了30多年数学的陈秀雄说。

论文长，解释更长

2014年初夏，历经5年苦斗，他们终于完成了猜想的证明，并将成果预印本张贴到学术网站，引起行业内不小的震动。

为了将证明完整呈现，王兵将论文投稿到一家知名数学期刊，不料却开启了另一段长征。

猜想证明中有很多新概念、新方法，这家期刊的匿名审稿人不断提出疑问，他们就不断回复解释。两年间，回复多达十几次，回复内容累积近200页，比原文还长。

就在他们以为都解释清楚了，却收到了拒稿信，审稿人含糊地表示，仍对部分解释不满意。

但同时，学术网站上却出现了另一篇立意相近、结构类似的论文。作者是一名欧洲人，他的论文架构基于陈秀雄、王兵论文的关键想法，却宣称自己证明了“哈密尔顿—田猜想”。多年成果可能会被抢走，陈秀雄和王兵将

文章分成两部分，分别投稿给不同的学术杂志，都在2017年年底被接受。由于杂志排期原因，2017年和今年，他们103页的论文前半部分和123页的后半部分，分别得以发表。

而那位欧洲学者在正式发表的论文中，也明确注明陈秀雄、王兵已经先行证明了“哈密尔顿—田猜想”。至此，争议尘埃落定。

《微分几何学杂志》审稿人评论认为，陈秀雄、王兵的论文是几何分析领域的重大进展，将激发诸多相关研究。菲尔兹奖获得者西蒙·唐纳森称赞说，这是“几何领域近年来的重大突破”。

此时，距离他们启动研究，已过去11年。

回国，这里有最好的学生

走进王兵的办公室，最引人注目的是一个大黑板，几乎占据纵向一面墙。“我还嫌不够大，写几步就没地方了。”在王兵看来，数学是长跑是积累，“不写在黑板上，想的东西可能是错的。”

2018年，已在美国获得终身教职的王兵与夫人一起回国，一是为了“归属感”，二是因为“这里有最好的学生”。

在正常教学之外，王兵创办了一个“讨论班”，每周一三开课，20多个学生中部分来自本校，更多是天南海北慕名而来的“数学门徒”。

21岁的徐钰伦是来自复旦大学数学系的“学霸”，4个月前来到合肥，租住在中科大校旁的一间公寓。

一间教室、一块黑板，每次围绕一篇论文，一人上台讲，大家台下听。徐钰伦说，当学生在台上讲不下去了，王兵就会从凳子上“跳”到讲台上，拿起粉笔与大家一起向下推导。“大家欢笑着讨论数学，非常纯净。我觉得，这就是数学爱好者的天堂。”

来自辽宁的一位中科院博士生说，当读懂一篇论文、解决一个难题，有些洋洋得意，王老师会告诉他，“提问题比解决问题更重要”“数学的边界是越来越大的”。

“上士闻道，勤而行之；中士闻道，若存若亡；下士闻道，大笑之。”21岁的赵新锐说，自己在讨论班上记得最清楚的，是导师引用《道德经》里的这段话，“这是数学研究的境界和旨趣所在。”

留下新的“鹅卵石”

“现在的学生，比我当年在中科大读书时的水平高得多，一些本科生已经达到了国外名校研究生水平。”王兵说，数学强调一代代人的积累，不仅是一个人，而是一个大学、一个国家的事，他看好中国数学的前景。

对证明猜想所引起的巨大社会反响，陈秀雄和王兵都“出乎意料”。“我很高兴，希望能吸引更多的年轻人来研究基础学科，不仅是数学，还有物理、化学……基础性的工作需要有人做。”陈秀雄说。

“论文发表以后，我收到很多邮件，大多是要约论文，不少人表达对数学的仰慕，还有人自称是‘被金融耽误的数学爱好者’。”王兵说，中国日渐强大，需要更多优秀的年轻人进来，夯实国家的数学之基。

在佩雷尔曼证明庞加莱猜想的论文中，留下了一段话：下一步，准备研究“哈密尔顿—田猜想”。

“这个指引，是我们研究这一猜想的原因。”王兵说，如果证明“哈密尔顿—田猜想”是寻找“最完美的鹅卵石”，在他俩那篇论文和以后的其他论文中，他们也留下了新的方向、新的线索。如同新的“鹅卵石”，这是数学界的传承，也是指向未来的路标。

（原载《新华每日电讯》2020年11月）

我校主持2020地球化学学科战略研讨会

本报讯 11月6日，中国科大主持举办2020年地球化学学科战略研讨会。我校郑永飞院士，南京大学陈骏院士，西北大学张宏福院士，中科院地质与地球物理研究所李献华院士，基金委地学部地球化学学科项目李薇主任，以及来自浙江大学、南京大学、中国地质大学（武汉）、中国地质大学（北京）、天津大学、中国矿业大学（北京）、中国海洋大学、西北大学、中科院地球化学研究所、中科院广州地球化学研究所、中科院地质与地球物理研究所、中科院地球环境研究所、自然资源部第二海洋所等单位的多位专家出席会议。我校地球化学专业相关教师参加了研讨会。

李薇介绍了地球化学学科2019—2020年度工作，就年度D03项目申请与资助，申请代码调整历史，四类科学问题属性的分类评审，以及RCC（负责任、讲信誉、计贡献）试点等做了详细说明。科研部部长黄方做了地球化学学科战略研讨报告。

与会院士和专家进行了热烈讨论和交流，并根据自身经验对学科建设及D03项目的整改方案提出了宝贵的建设性意见和建议。大家一致认为地球化学学科想要吸纳更多的基金申请，应切实面向国家需求，有效解决关键的科学问题。

本次研讨会得到基金委地球科学部战略研究项目《地球化学的内涵与外延》支持，将对地化发展起到重要推进作用。（地空学院 中科院壳幔物质与环境重点实验室）

管理学院发布2021年MSOM全球数据驱动研究竞赛数据信息

本报讯 北京时间11月9日凌晨5:00—6:00，根据全球最大管理科学协会（INFORMS协会）年会日程安排，MSOM商务会议以在线方式举行。中国科大管理学院余玉刚教授作为代表就2021年MSOM数据驱动研究竞赛做演讲并向全球学者发布竞赛数据信息。本次竞赛数据信息由我校余玉刚教授、郭晓龙副教授、海尔集团品牌管理部总经理王梅艳和青岛日日顺物流IT部首席架构师张振台，以及沃顿商学院Gad Allon教授共同发起。

组织该研究比赛将极大提升我校管理学院在世界顶级管理科学学会和在一流管理类学者中的影响力，对提升管理学院的全球品牌有着积极影响。在管理研究向着数据驱动范式演化的背景下，此次全球数据驱动研究竞赛是INFORMS协会MSOM分会继菜鸟数据、京东数据之后组织的第三次数据驱动研究大赛。此次青岛日日顺物流所共享的基于物流生态积累的大量数据，融合了海尔及日日顺的特色管理理念，蕴含着新技术与新商业模式中的大量科学问题，有望产生一批有影响力的研究成果。（管理学院）

中国科大揭开钙钛矿性能调控秘密

而，钙钛矿中有机阳离子构象如何调控钙钛矿性能？如何从分子水平上来理解结构调控性能？人们对此科学问题所知甚少。

叶树集小组通过制备具有不同烷基链长的二维杂化卤素钙钛矿，利用对称性敏感的和频振动光谱技术，结合光泵浦—太赫兹探测、电化学测试、荧光光谱以及X射线衍射等技术，

进一步明晰了有机阳离子构象、载流子迁移率、宽带荧光发射以及无机骨架层间距之间的关联性规律，取得了重要进展。

这一成果展现了和频光谱在研究光转换材料结构对称性破缺方面的特异性，揭示了有机阳离子构象与钙钛矿载流子迁移率和宽带发射等性能之间的构效关系。（新闻中心桂运安）

本报讯 11月15日，中国科大罗毅教授研究团队叶树集小组研究发现，二维杂化卤素钙钛矿的有机阳离子构象无序度越大，其宽带荧光发射越强，面内载流子迁移率越小，而面外载流子迁移率则由有机阳离子构象与无机骨架层间距共同决定。成果日前发表在《自然·通讯》上。

当前，在太阳能电池、发光二极管、场效应晶体管 and 光电探测器等领域，有机—无机杂化卤素钙钛矿材料展示了广泛的应用前景。然