

# 2014 年 ICM 上颁发的五个奖项

## 2014 ICM

今年 8 月 13—21 日在韩国首都首尔召开了第 27 届国际数学家大会 (ICM). 会上颁发了国际数学界的 5 个奖项: 最引人注目的 Fields (菲尔兹) 奖<sup>1)</sup>, Rolf Nevanlinna (奈旺林纳) 奖, Carl Friedrich Gauss (高斯) 奖, Chern Medal Award (陈省身奖) 和 Leelavati 奖.

### 1. Fields 奖



Fields 奖通常被描述为“数学 Nobel (诺贝尔) 奖”, 为了纪念加拿大数学家 John C. Fields (1863—1932), Fields 奖以他的名字命名. 该奖每 4 年在国际数学家大会的开幕式上颁发给取得了非同凡响成就的数学家. 该奖有一个年龄限制: 获奖人的 40 岁生日必须在 Fields 奖颁奖当年 1 月 1 日之后. Fields 奖首次颁奖是在 1936 年, 到 2010 年为止, 共有 52 位数学家获得了 Fields 奖. 获奖人的成就必须限于纯数学.

#### Fields 奖得主

这次共有 4 位数学家获得 Fields 奖. 他们是 (按姓氏字母次序) 法国国家科学研究中心 (CNRS) 和巴西国家理论与应用数学研究所 (IMPA) 的 Artur Avila, 美国普林斯顿大学的 Manjul Bhargava, 英国华威 (Warwick) 大学的 Martin Hairer 和美国斯坦福大学的 Maryam Mirzakhani<sup>2)</sup>.

##### a. Artur Avila

Fields 奖颁予 Artur Avila, 以表彰他对动力系统理论深刻的贡献, 他以重整化作为统一原则的强有力的思想改变了该领域的面貌.



- Avila 引领和塑造了动力系统领域. 与他的合作者一起, 他已经在包括实和复的一维动力学, 单频 Schrödinger (薛定谔) 算子的谱理论, 台球 (flat billiards) 和部分 (partially) 双曲动力学的众多领域取得了实质性进展.
- 基于对概率观点的完全理解, 并伴之以重整化的完整理论, Avila 的工作使实一维动力学的课题圆满结束. 他在复动力学的工作带来了 Feigenbaum Julia (朱莉亚) 集分形几何的透彻理解.
- 在单频差 Schrödinger 算子的谱理论中, Avila 得到了离散谱和绝对连续谱之间相变的一种整体描述, 建立了 Lyapunov (李雅普诺夫) 指数令人惊讶的分层解析性.

编译自: <http://www.icm2014.org/en/awards/awards> 等网页.

- 1) 习惯上, 我们把 Fields Medal 称为菲尔兹奖, 而不是菲尔兹奖章. 类似地, Chern Medal Award 亦称为陈省身奖, 而不称为陈省身奖章.——译注
- 2) 值得注意的是, Maryam Mirzakhani 是第一位获得 Fields 奖的女性.——译注

- 在平台球理论中, Avila 证明了一些长期未决的、关于区间交换映射 (interval-exchange map) 遍历行为的猜想. 他在我们对于典型的部分双曲系统稳定遍历性的理解上取得了深入的进展.
- Avila 的协作方式对新一代数学家是一种启发.

### b. Manjul Bhargava

Fields 奖颁予 Manjul Bhargava, 以表彰他在数的几何的研究中开发出一些强有力的新方法, 并把它们用于小秩环的计数, 并界定椭圆曲线族的平均秩.



- Bhargava 的博士论文对于两个二元二次形式的 Gauss 复合律提供了一个重新叙述. 他证明了, 3 个标准整表示的张量积上的群  $SL(2, \mathbb{Z})^3$  的轨道相应于二次环 ( $\mathbb{Z}$  上秩为 2 的环) 与 3 个其积为平凡的理想类. 这以新颖和高效的计算方式得到了 Gauss 复合律. 然后, 他研究了更复杂的整表示中的轨道, 它们对应于三次, 四次和五次环的轨道, 并计算了具有有界判别式的此类环的数目.
- Bhargava 接着研究不变量多项式环的表示. 其最简单的表示由二元四次形式空间上群  $PGL(2, \mathbb{Z})$  的作用给出. 这有两个独立的不变量, 它们与椭圆曲线的模有关. Bhargava 和他的学生 Arul Shankar 一起, 用关于具有有界高的整轨道数目的精密估计来界定椭圆曲线族的平均秩. 把这些方法推广到高亏格曲线, 他最近证明了亏格至少为 2 的最 (most) 超椭圆 (hyperelliptic) 曲线没有有理点.
- Bhargava 的工作以对算术群表示的深刻理解以及代数和分析专业知识的独特融合为其基础.

### c. Martin Hairer

Fields 奖颁予 Martin Hairer, 以表彰他对于随机偏微分方程理论的杰出贡献, 特别是, 他对于这样的方程创造了一种正则性结构理论.



在整个科学中一个很重要的数学问题, 是理解噪声对微分方程的影响, 以及对解的长期行为的影响. 对于常微分方程而言, 这个问题被 Itô (伊藤) 在 1940 年代解决了. 对于偏微分方程, 完全的理论已被证明更难得到, 只是在一些特殊情形 (线性方程, 驯顺 (tame) 非线性, 等) 才得到了令人满意的结果.

Hairer 的工作涉及该理论的两个核心方面. 与 Mattingly 合作, 他应用 Malliavin (马利亚万) 演算及一些新方法建立了二维随机 Navier-Stokes (纳维 - 斯托克斯) 方程的遍历性.

基于 Lyons 的随机常微分方程的粗糙路径方法, Hairer 创造了随机偏微分方程 (SPDEs) 正则性结构的一种抽象理论. 这允许在空间和时间的任何点周围有类 Taylor (泰勒) 展开. 这个新理论使他对于奇异非线性随机偏微分方程能够系统地构造解, 作为重整化过程中的不动点.

这样, Hairer 就能够对在物理学产生的许多随机偏微分方程, 首次给出它们严格的内在含义.

#### d. Maryam Mirzakhani

Fields 奖颁予 Maryam Mirzakhani, 以表彰她对于 Riemann (黎曼) 曲面及其模空间的动力学和几何学的杰出贡献.



- Maryam Mirzakhani 在 Riemann 曲面及其模空间理论的研究中取得了惊人的进展, 并在此领域中开拓了新的前沿. 她的洞察力涵盖了来自诸如代数几何, 拓扑学和概率论等不同领域的方法.
- 在双曲几何中, Mirzakhani 对于亏格为  $g$  的 Riemann 曲面上简单闭测地线的数目建立了渐近公式和统计性质. 然后, 她用这些结果给出了 Witten (威顿) 猜想的一个新的, 完全出乎意料的证明, 这是对于带有标值点的 Riemann 曲面模空间的示性类的一个公式.
- 在动力学中, 她发现了一个引人注目的新构造, 它联系了模空间的全纯性质和辛性质, 并用它来证明了 Thurston (瑟斯顿) 地震流是遍历的和混合的.
- 最近, 在复领域, Mirzakhani 和她的合作者们得到了大家苦苦追寻但一直悬而未决的一个猜想的证明. 这个猜想就是虽然模空间的实测地线的闭包可以是一个分形蛛网, 不遵照分类, 但是一个复测地线的闭包总是一个代数簇.
- 她的工作揭示了 (由 Margulis (马尔古利斯), Ratner (拉特纳) 和其他一些人发展出来的) 齐性空间的刚性理论在高度非齐性但同样重要的模空间中有一定的共鸣, 在这一领域中有一些正在进展中的工作.

## 2. Rolf Nevanlinna 奖



国际数学联盟执行委员会于 1981 年建立了这个奖项, 并以芬兰数学家 Rolf Nevanlinna (1895—1980) 的名字命名. 像 Fields 奖一样, 此奖的对象是年轻数学家. Nevanlinna 奖首次颁奖是在 1983 年波兰华沙第 19 届国际数学家大会上. 每隔 4 年在国际数学家大会开幕式上颁奖.

#### Nevanlinna 奖得主 Subhash Khot

Rolf Nevanlinna 奖授予美国纽约大学的 Subhash Khot, 以表彰他对“唯一对策 (unique game)”问题的有远见的定义, 以及他对理解该问题的复杂性及其在最优优化问题有效逼近研究中的关键性上所起的领导作用, 所有这些已经在算法设计, 逼近的难度, 以及在计算复杂性, 分析学和几何学之间新的令人兴奋的相互作用上带来了突破.



- Subhash Khot 在 2002 年定义了“唯一对策”, 随后并带领了对其复杂性和它在最优

化问题研究中的关键作用理解的工作. Khot 及其合作者证明了, 唯一对策的难度蕴涵着对于在各种 NP 难最优化问题上可以实现的最优逼近因素的一种明确的描述. 这个发现把唯一对策问题变为计算理论中的一个主要的未决问题.

- 对复杂性的研究不断深入产生了意想不到的好处. 首先, 在上述结果中使用的简化发现了分析学和几何学的一些新问题, 激发了数学和计算机科学交叉领域中 Bool (布尔) 函数的分析. 这导致了一些新的中心极限定理, 不变原理, 等周不等式和逆定理, 对计算复杂性, 伪随机性, 学习和组合学诸领域中的研究产生了影响. 其次, Khot 及其合作者利用他们在唯一对策的研究中得到的直觉, 得到了在把一个度量空间嵌入到另一个度量空间中时引起的失真的新的下界, 以及应用在常见的线性和半定规划算法高难实例族的构造中. 受此启发, 在算法设计中已出现了新的工作来推广这些方法, 极大地丰富了算法理论及其应用.

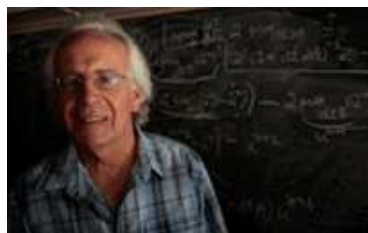
### 3. Carl Friedrich Gauss 奖



为数学的应用而设的 Gauss 奖是一项数学奖, 它由国际数学联盟和德国数学会联合颁发, 旨在表彰“已经在数学之外发现了有重要应用的杰出的数学贡献”. 该奖以德国数学家 Carl Friedrich Gauss (1777—1855) 的名字命名. 首次颁奖是在 2006 年; 每隔 4 年在国际数学家大会开幕式上颁奖.

#### Carl Friedrich Gauss 奖得主 Stanley Osher

Carl Friedrich Gauss 奖授予美国洛杉矶加州大学的 Stanley Osher, 以表彰他在应用数学的几个领域中有影响的贡献, 他的范围广泛的发明改变了我们对自然, 知觉和数学概念的理解, 给了我们新的工具来认识这个世界.



- Stanley Osher 在应用数学的广泛领域中做出了有影响的贡献. 其中包括双曲型方程的高分辨率激波捕捉方法, 水平集方法, 在计算机视觉、图像处理和最优化中基于偏微分方程的方法. 他在数值分析方面的贡献, 包括 Engquist-Osher 格式, 一些 TVD<sup>1)</sup> 格式, 熵条件, ENO<sup>2)</sup> 和 WENO<sup>3)</sup> 格式和数值方法的 Hamilton-Jacobi (哈密顿-雅可比) 型方程, 已经彻底改变了该领域. 他在水平集方面的贡献包括新的水平集演算, 新颖的数字技术, 流体和材料建模, 变分方法, 高余维运动分析, 几何光学, 以及 Hamilton-Jacobi 方程间断解的计算; 水平集方法已经在计算机视觉, 图像处理, 计算机图形学中极具影响. 此外, 这些新方法近年来已经促使偏微分方程理论的某些最根本性的研究, 完成了应用数学促进纯数学的画面.

1) TVD, total variation diminishing (总变差减小) 的简称. 在数值方法中, TVD 是用来解某些离散格式双曲型偏微分方程的方法. 这种方法的最显著的应用是在计算流体动力学中.——译注

2) ENO, essentially non-oscillatory (本质非振动(的)) 的简称.——译注

3) WENO, weighted ENO (加权 ENO) 的简称.——译注

- Stanley Osher 具有独特的导师特质：他影响了几代优秀的应用数学家的教育，并因他的创业精神，他已经成功地把他的数学带到了工业之中。
- 作为一个应用数学家，Osher 不断地发明各种简单灵巧的格式和公式，使数学界和数值分析界惊讶不已。他广泛的发明改变了我们对自然，知觉和数学概念的理解，并给了我们新的工具来认识这个世界。

#### 4. 陈省身奖



陈省身奖是一项数学奖，以纪念已故的中国数学家陈省身 (1911—2004)。该奖项由国际数学联盟与陈省身奖基金会 (CMF) 联合颁发，旨在表彰在数学领域取得最高水平的杰出成就的个人。首次颁奖是 2010 年在印度海得拉巴 (Hyderabad) 举行的第 26 届国际数学家大会的开幕式上；每隔 4 年在国际数学家大会开幕式上颁奖。

##### 陈省身奖得主 Phillip Griffiths

陈省身奖授予美国高等研究院 (IAS) 的 Phillip Griffiths (格里菲思)，以表彰他对于复几何学超越方法开创性和革命性的发展，特别是他在 Hodge (霍奇) 理论和代数簇的周期方面的开创性工作。



- Phillip Griffiths 在代数几何，微分几何和微分方程方面如今仍在进行的工作，在过去 50 年里激发了广泛的数学上的进展，并且继续影响和激励着今天很多的研究工作。
- 在实和复几何的很多问题上，他所带来的既有古典的技术又有惊人的原创思想，在周期映射和域，代数闭链，Nevanlinna 理论，Brill-Noether (布里尔 - 诺特) 理论和 Kähler (凯勒) 流形的拓扑上都有应用。
- Griffiths 工作的一个特点是，虽然它往往针对的是一个特定的问题，但在很多情况下开创了一个全新的研究领域。
- 在早期，他通过无穷小方法在形变理论和 Hodge 理论之间建立了联系，由此现在被称为 Griffiths 无穷小周期关系被他发现。这些方法为 Griffiths 中间 Jacobi 矩阵 (the Griffiths intermediate Jacobian) 提供了原动力，后者解决了证明代数闭链的代数等价性和同调等价性是不同的问题。他与 C. H. Clemens (克莱门斯) 关于立方三重形 (the cubic threefold) 的非有理性的合作工作成为超越方法对代数簇研究的许多后继应用的一种模型。
- 他的广泛的研究为这些问题带来了许多新技术，并在几何学许多别的领域——乍看起来，似乎远离复几何的领域——产生了洞察力，带来了进步。他对超定微分方程组的相关研究，导致了该主题在 1980 年代以外微分系形式重获活力，他将此应用在现代微分几何深层次的问题：在超定情况下等距嵌入的刚性，在三维的确定情况下光滑解的局部存在性，使用双曲偏微分方程的一些深刻结果 (与 E. Berger, R. L. Bryant 和 D. Yang 合作)，以及在变分学中和在 Lax (拉克斯) 对的可积性的几何描述，在椭圆，双曲和抛物偏微分方程和外微分系的守恒律的几何和变分问题方面的论文。

- 所有这些领域，以及代数几何中许多别的领域，包括罗几何 (web geometry), 可积系统, 和
- Riemann 面, 当前都经历着由 Griffiths 的工作所促成的重要发展.
- 他的教学生涯和对研究的领导作用激励了相当一大批数学家, 他们已经在数学和其他学科中取得了优秀的成绩. 他一直不惜花费他的时间, 写了很多经典的阐释性文章和书籍, 如与 Joseph Harris 合著的《代数几何学原理 (Principles of Algebraic Geometry) 》, 自从 1960 年代起一直启发着该学科的学生.
- 通过许多国家和国际委员会, 董事会和理事会上服务和担任主席, Griffiths 在研究和教育层面上广泛支持数学的发展. 除了他的研究生涯外, 他还担任了 8 年杜克 (Duke) 大学的教务长, 12 年的高等研究院院长, 他目前担任科学计划组织 (the Science Initiative Group) 的主席, 协助数学培训中心在发展中国家的发展.
- 他的研究以及对于数学界和更广泛的科学界的服务, 继续激励着世界各地的数学家, 丰富了我们的课题, 并以多种方式推进数学学科.

## 5. Leelavati 奖

自 2010 年起国际数学联盟在国际数学家大会的闭幕式上颁发 Leelavati 奖, 以表彰在数学方面杰出的公众推广工作. 自 2014 年起该奖项由 Infosys 公司<sup>1)</sup> 赞助. 该奖每 4 年在国际数学家大会的闭幕式上颁发.

### Leelavati 奖得主 Adrián Paenza

Leelavati 奖授予阿根廷布宜诺斯艾利斯大学的 Adrián Paenza, 因为他的贡献已经毫无疑问地改变了一个国家对日常生活中的数学的看法. 通过他的书, 他的电视节目, 以及他对于传达数学的美与乐趣的独特的热情, 他做到了这一点.



- Adrián Paenza 一直是长期运行的每周电视节目 “科学家, 阿根廷制造” 的主持人, 目前在一个开放的电视频道中正处在连续播放的第 12 季. 每次节目在一个美丽有吸引力的界面中采访数学家和其他不同学科的科学家, 并以一个数学问题结束, 该问题的解在下次节目中给出.
- 他也曾经在专门为普及数学的每周半小时的电视节目 “被  $\pi$  改变 (Altered by Pi)” 中担任主持人; 这个节目在全国各地一些公立学校的现场观众面前被录制.
- 自 2005 年开始, 他在阿根廷 3 个国家级报纸之一的《Página/12》的背页上撰写关于一般科学但主要是数学的每周一次的专栏. 他的文章包括历史记录, 脑筋急转弯, 甚至定理的证明.
- 他已经撰写了 8 本书, 致力于数学的普及: 其中 5 本属于《数学, 你在那里吗?》

1) 全称 Infosys Technologies Limited, 故应称为 Infosys 技术有限公司, 是一家总部在印度班加罗尔 (Bengaluru) 的全球技术服务公司. 这家公司在 2011 年财富印度 500 强中列第 27 名. Infosys 在 29 个国家设有办公室, 并在印度、美国、中国、澳大利亚、英国、加拿大、日本等地设有研发中心. 公司在超过 30 个国家提供商业咨询、技术、工程及外包服务. —— 译注

系列丛书，由 21 世纪 Editores 公司出版，已售出超过 100 万本。该系列的第一本书发表于 2005 年 9 月，创记录地居于畅销书名单之首长达连续 73 周，现在是它的第 22 版。这些书籍的巨大冲击和影响已经扩大到整个拉丁美洲和西班牙；它们也在葡萄牙，意大利，捷克共和国和德国出版；将要发行的版本最近也已经被翻译成中文。

(陆柱家 编译 陈凌宇 校)