



《数学文化》2019年度会议与会人员合影

左起：王涛，庄歌，张英伯，丁玖，蔡天新，林亚南，顾沛，刘建亚，张益唐，汤涛，邓明立，罗懋康，张智民，贾朝华，付晓青

主 办 香港沙田石门安群街1号京瑞广场二期9楼B室  
Global Science Press Limited

主 编 刘建亚（山东大学）  
汤 涛（北师大港浸大/南方科技大学）

编 委 蔡天新（浙江大学） 邓明立（河北师范大学）  
丁 玖（南密西西比大学） 顾 沛（南开大学）  
项武义（加州大学） 贾朝华（中国科学院）  
林亚南（厦门大学） 罗懋康（四川大学）  
张英伯（北京师范大学） 张智民（北京计算科学研究中心）

美术编辑 庄 歌

文字编辑 付晓青

特约撰稿人 范 明 陈 跃 金小庆 卢昌海  
田沅泽寰 王 涛 张小平 朱富海

《数学文化》旨在发表高质量的传播数学文化的文章；  
主要面向广大的数学爱好者

《数学文化》欢迎投稿，来稿请寄：  
mc@global-sci.com

本刊网站：<http://www.global-sci.org/mc/>  
本刊网店：<https://j.youzan.com/20Hy4J>  
本期出版时间：2020年8月

本刊鸣谢国家自然科学基金数学天元基金、  
南方科技大学、山东数学学会的支持

# Contents | 目录

## 数学人物

- |             |     |   |
|-------------|-----|---|
| 纪念菲尔兹奖得主布尔甘 | 陶哲轩 | 3 |
| 未毕其人其事      | 陈难先 | 7 |

## 数学经纬

- |         |              |    |
|---------|--------------|----|
| 张量研究在中国 | 徐常青          | 17 |
| 圆圆相吻    | David Austin | 27 |
| 形式系统和数学 | 黎景辉          | 37 |

## 数学教育

- 南方之强：建国初期异军突起的厦门大学数学系
- 林亚南 王涛 45

## 数学烟云

- |                      |     |    |
|----------------------|-----|----|
| 音乐与数学（连载三）           | 王杰  | 65 |
| 绝学周髀探讨，天涯我亦狂客        |     |    |
| ——记钱宝琮浙江大学西迁前后的数学史研究 | 钱永红 | 83 |
| 《几何人生》中的话剧之声         | 柳形上 | 94 |

## 数学趣谈

- 如何让观众随便选？——加减法的奥秘 田沅泽寰 110

## 数学家随笔

- 在时光广场的沉思 乔建永 121

## 数学家书评

- 发明，还是发现？数学本质的哲学之辩 范明 125





我刚刚获悉让·布尔甘（Jean Bourgain, 1954年2月28日-2018年12月22日）在与癌症抗争3年后于上周在比利时去世，享年64岁。他和伊莱·斯坦（Elias M. Stein）是对我早期职业生涯影响最深的两位数学家。让我十分触动的是如今他们相继在几天之内离世。

和斯坦一样，布尔甘即使在癌症确诊之后，仍在数学上保持高度活跃。布尔甘获得2017年度数学突破奖时，《国家地理》杂志曾为他拍摄了一部视频短

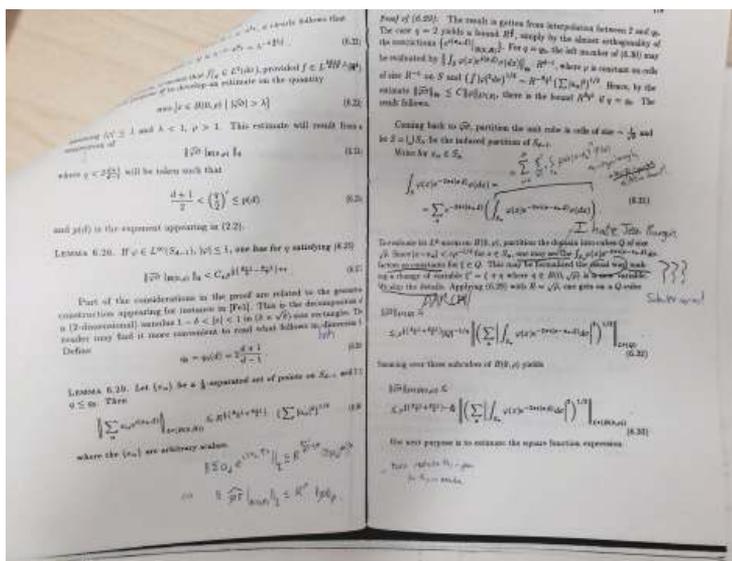


布尔甘（Jean Bourgain, 1954-2018）

本文译自陶哲轩2018年12月29日的博客文章 <https://terrytao.wordpress.com/2018/12/29/jean-bourgain/>。布尔甘于1977年从布鲁塞尔自由大学获得博士学位，并长期担任美国高等研究院的教授。其研究工作涉及分析数学的多个领域，如几何学、调和分析、解析数论、组合学、遍历理论、偏微分方程、谱理论和群论，曾获得1994年的菲尔兹奖，2010年的邵逸夫数学奖，以及2017年度数学突破奖。2012年，他和陶哲轩一起获得克拉福德数学奖。

片。在视频里，他用浅显的语言很好地描述了他所做的数学工作。

当我还是普林斯顿大学的一名研究生时，汤姆·沃尔夫（Thomas Wolff）给我们上了一门关于限制型猜想和挂谷猜想（Keakeya conjecture）的最新进展的课。这门课是从布尔甘于1991年发表在期刊《几何分析与泛函分析》（*Geometric and Functional Analysis*）上的著名的突破性工作《Besicovitch 型极大算子及其在傅里叶分析中的应用》（*Besicovitch type maximal operators and applications to Fourier analysis*）开始的。我花了好几个月的时间苦读这篇论文。这是我研究生期间读到的最难的一篇文章，因为布尔甘着重讨论论证中最本质的部分，而用非常简短的语句来处理很多次要的细节（诸如可以严格表述的不确定性原理等）。我在读这篇文章时写的一个边注（“我讨厌布尔甘”，原文“I hate Jean Bourgain”）反映了我当时初读这篇文章时的挫败感。



布尔甘的论文及陶哲轩的边注

在汤姆·沃尔夫的帮助下，我最终理解了令我困惑的步骤——此时我对这篇论文的印象完全颠覆了。我开始注意到布尔甘有一些他认为“基本”的工具、直观、原理，例如二进制分解和不确定性原理，通过“模”去这些工具（也就是说，把仅通过应用这些工具得到的步骤认为是显然的），人们可以更快速、更高效地工作。读过布尔甘的论文之后，我将这些工具添加到自己的“基本”工具箱中，这成为了我大部分研究的基本出发点。事实上，我早期工作的很大一部分可以概括为“拿一篇布尔甘的论文，理解其中使用的技术，并尝试在最终结果上稍微改进一下”。我开始期待着及时读到布尔甘的最新论文。

我印象特别深刻的一篇文章是布尔甘1999年发表在《美国数学会杂志》上的有关球对称初值的能量-临界非线性薛定谔方程的全局解的文章（*Global wellposedness of defocusing critical nonlinear Schrödinger equation in the radial case*）。很难一一描述（尤其是用非专业术语）阅读（并最终吸收）这



从左到右：泰勒，布尔甘，陶哲轩

篇文章各部分的经历；我能想到的最好比喻是观看专业的电子游戏玩家在某些越来越困难的关卡中灵活地行动，在每一关的结尾，他们恰好有一系列特殊的武器在手，可以迅速地用它们打败关卡大“Boss”。我和其他四位作者合作花了两年时间试图去除关于球对称的假设。我们最终成功了，并发表了文章（*Global well-posedness and scattering for the energy-critical nonlinear Schrödinger equation in  $R^3$* ），但这仍是我参与过的最困难的课题之一。

我在普林斯顿大学读书时，布尔甘在一英里外的高等研究院工作。但我从未鼓起勇气去找他讨论（当时的讨论往往是面谈或电话交流而不是通过邮件交流）。记得有一次我曾走到高等研究院，站在他的办公室门外，想看看自己是否敢敲门向他做一下自我介绍。（最终，我失去勇气，走回了校园。）

我记得最终还是在布尔甘去加州理工学院访问汤姆·沃尔夫时，汤姆介绍我们互相认识的（尽管此前我听过布尔甘在各个地方作过的多次讲座）。我听说布尔甘在年轻的时候竞争心很强，但当我遇见他的时候，他极其慷慨地谈论自己的想法。他有能力将即便是最困难的论述用极其精炼的能抓住问题本质的几句话表达出来。（当我最终理解这些话的时候，）我意识到这需要有非常深刻的洞察力。当然，他还保留了一定程度的自负般的自信。我记得2002年初的某个时候向他提到汤姆·沃尔夫曾经和我讨论过的问题，是关于试图证明现在所谓的素数阶有限域子集的和-积估计问题。我告诉他内茨·卡茨（Nets Katz）和我可以在挂谷型问题的一些应用中使用这个估计。他的初始反应是这类估计应该很容易通过傅里叶分析方法得到，并答应第二天给我一个证明。第二天，布尔甘对我说这个问题比他最初预想的更有趣，他会继续思考这个问题。接下来几个月里我没得到新的消息。突然有一天，我收到他发来的两页传真，那是一份漂亮的手写的和-积估计的证明。最终我们和卡茨就这个问题合作发表了文章《有限域中的和-积估计及其应用》（*A sum-product estimate in finite*

*fields, and applications*) (这也成为我和布尔甘合写的唯一一篇文章)。很遗憾, 尽管我试图从各方面寻找原始传真的复印件, 但都没有找到, 好在布尔甘的助理——工作勤奋的艾莉·古斯塔夫森 (Elly Gustafsson) 用 LaTeX 排版的传真还在。

大约三年前, 布尔甘被诊断患有癌症, 他开始了积极的治疗。即便如此, 他仍保持了在数学上的极度高产。他在过去三年中写了 30 多篇论文, 其中包括他与古斯 (Guth) 和戴米特 (Demeter) 合作解决维诺格拉朵夫猜想 (Vinogradov Conjecture) 的突破性结果, 他写了关于薛定谔极大函数的简单注记, 他与米列克 (Mariusz Mirek)、斯坦、弗罗贝尔 (Błażej Wróbel) 合作撰写了关于哈代 - 李特尔伍德 (Hardy-Littlewood) 极大函数的与维数无关的估计的论文, 这些论文都在已经停滞了十多年的问题上取得了进展。

2016 年 5 月, 我协助组织并参加了高等研究院 (IAS) 的一次会议, 以庆祝布尔甘的研究成果和影响; 当时尽管布尔甘无法前往参加会议, 但是他通过视频会议作了一场精彩的特别讲座 (并没有预先安排在会议日程上), 这无疑是那次会议的亮点之一。

我上次见到布尔甘是在 2016 年 11 月他荣获数学突破奖的颁奖典礼上, 在那之后我们还有过一些电子邮件来往和电话交谈。上页的合影是那次活动中我和布尔甘以及理查德·泰勒 (Richard Taylor) 的合影 (他的燕尾服比我穿得得体很多)。

布尔甘是一个真正了不起的人物以及数学家。因为他的离开, 分析学的世界变得更加贫瘠了。

译者简介:



欧阳顺湘, 德国比勒费尔德大学博士。



张浩, 中国科学院大学数学博士。



许绍镇, 中国科学院大学数学博士。