

# 威廉·瑟斯顿

陶哲轩 / 文 李玉田 / 译

**编者按：**威廉·瑟斯顿 (William Thurston, 1946 年 10 月 30 日—2012 年 8 月 21 日)，美国数学家，低维拓扑学研究的领袖人物之一。1982 年，他因在三维流形方面的杰出工作被授予菲尔兹奖。此外他还获得 1976 年的维布伦几何奖 (Veblen Prize in Geometry)。本文是著名数学家陶哲轩对瑟斯顿的悼念文章。

19 世纪最伟大的数学成就之一是从拓扑观点对二维曲面进行分类，也就是把它们看成橡皮膜，只要不撕破就可以任意变形。从抽象的观点来看，一个鼓胀的球和一个干瘪的球都是同一球面；另一方面，一个球面和一个救生圈是不同的曲面，因为球面不可能在不被破坏的条件下变形成为一个救生圈。在二维曲面的分类完成以后，自然的一步就是对三维曲面进行分类。这一工程在二十世纪七十年代由瑟斯顿开始。甚至这项工作还没有完成，他的成就就导致他获得 1982 年的菲尔兹奖。他证明：任何三维流形均容许一个几何分解，分解后的“零部件”拥有 8 种可能的几何结构之一，并指出庞加莱猜想只是几何化猜想的一个特例。

瑟斯顿认为好奇心与人类直觉紧密相连。他说：“数学是真正的人类思维，它涉及人类如何能有效地思考，这就是为什么好奇心是一个好向导的道理。”

本文翻译自陶哲轩的博客，原文见 <http://terrytao.wordpress.com/2012/08/22/bill-thurston/>。



低维拓扑学研究的领袖人物之一瑟斯顿

威廉·瑟斯顿 (William Thurston)，曾对低维流形和相关结构的理解做出过本质性贡献的著名数学家，在本周二 (2012 年 8 月 21 日) 去世了，享年 65 岁。

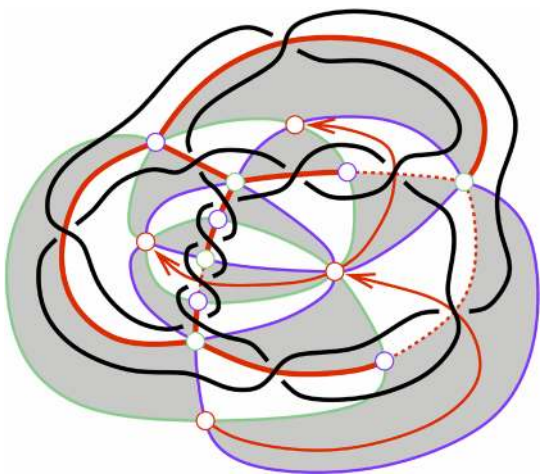
或许瑟斯顿最有名的成就是 Haken 流形的双曲化定理，

该定理表明满足一定拓扑条件的任何三维流形都可以赋予一个双曲几何结构 (即一个能够使得该流形等距于一个双曲的三维球面  $H^3$  之商的黎曼度量)。这个连接着三维流形的拓扑结构与几何结构的高难度定理引导瑟斯顿给出了有广泛影响力的几何化猜想，这个猜想 (至少理论上) 对任意三维流形的拓扑结构进行了完整的分类，分为八种标准的几何 (现在被称为瑟斯顿标准几何)。这个猜想有很多推论，包括瑟斯顿的双曲化定理和 (最著名的) 庞加莱猜想。事实上，它把庞加莱猜想置于一个概念上更吸引人的一般框架中，这个框架中许多其他的情况已经被证实，瑟斯顿提供了一个指向证实庞加莱猜想的最强有力的证据。直到 2002-2003 年中，佩雷尔曼 (Grigori Perelman) 的工作通过发展哈密尔顿 (Richard Hamilton) 的里奇流 (Ricci flow) 的方法证明了庞加莱猜想和几何化猜想都是正确的。 (现在有几个佩雷尔曼关于两个猜想证明的变体；在 Besseires, Besson, Boileau, Msiot, 和 Porti 的几何化证明中，瑟斯顿的双曲化定理即是一个关键的部分，它容许绕过佩雷尔曼证明中关键的一步，即亚历山大洛夫空间理论。)

瑟斯顿结果中我最喜欢的一个是他关于球面反转的优



瑟斯顿 (前中) 在国际会议上



一个三维拓扑的示意图

美方法 (光滑地将  $\mathbb{R}^3$  中的一个  $S^2$  球面内部翻到外面, 翻转过程中不能有折叠或者奇点)。球面可以内外翻转这一事实是非常不直观的, 经常被称为斯梅尔悖论, 因为史提芬·斯梅尔 (Stephen Smale) 第一个证明了这样的翻转是存在的。然而, 在瑟斯顿方法出现之前, 关于球面翻转所有已知的构造都是非常复杂的。瑟斯顿的方法, 依赖于先让球面产生波纹然后再扭曲球面, 非常的概念化和几何化, 它事实上可以用非技术性的语言来有效地解释, 几何中心 (The Geometry Center) 制作了一个名为 “Outside In” 的视频很直观地解

释了这一过程。该视频的网址是: [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=wO61D9x6lNY](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=wO61D9x6lNY) 或 [http://v.youku.com/v\\_show/id\\_XMjYzNDY0NzY=.html?firsttime=1001](http://v.youku.com/v_show/id_XMjYzNDY0NzY=.html?firsttime=1001)。

除了对于数学研究的直接贡献, 瑟斯顿也是一位出色的数学解释者, 他有一套罕见的窍门, 除了能描述数学发展的结果和所隐藏的直觉, 他还能够描述数学思维的发展。他精彩的随笔文章 “数学中的证明与进展”<sup>1</sup>, 就是一个典型的例证, 我本人非常欣赏这篇文章。更近的例证包括他在 MathOverflow<sup>2</sup> 网站上的许多富有洞察力的问题和解答。

遗憾的是我从没见过瑟斯顿本人 (尽管我们在网络上联系过几次), 但是我认识很多深受他和他的工作影响的数学家。他的去世是数学界的一个巨大损失。

译者: 李玉田, 数学博士, 香港浸会大学研究助理教授。

## 参考资料

1. 见网站 <http://arxiv.org/pdf/math/9404236.pdf>
2. MathOverflow 是一个数学论坛, 上面有很多专业的数学家进行提问和解答问题。瑟斯顿曾活跃在该论坛, 他曾提出过很多有趣并非常有益的问题, 比如他曾经提问: “在你对于数学的认知和你向别人解释数学之间有多大差距?” 该论坛的网址是: <http://www.mathoverflow.org>