从丘成桐《内空间之形》看中国（摘要）

王丹红

Recommended: ZhangDongSheng zhangds12@hotmail.com

Abstract: 2010年 9月，美国正式出版丘成桐和科学作家史蒂文·纳第斯，合著的新书《内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学》，打开了宇宙的命运和几何学自身的命运的联系。2010年 12月 16日，《科学时报》发表王丹红同志的文章，介绍丘成桐总结证明“卡拉比-丘流形”的《内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学》）一书。因为弦理论认为，自然界的基本粒子和基本作用力是极小微小的“弦”振动的结果。而该书正好能理解弦理论所需要的数学，同时也介绍了丘成桐证明“卡拉比-丘流形”后，在数学和物理学领域的巨大影响。

[王丹红. 从丘成桐《内空间之形》看中国．Academia Arena, 2011;3(3):8-11] (ISSN 1553-992X).

http://www.sciencepub.net.

Keywords: 丘成桐；《内空间之形》；看中国

好一个内空间几何！2010年 9月，美国正式出版丘成桐和科学作家史蒂文·纳第斯，合著的新书《内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学》，打开了宇宙的命运和几何学自身的命运的联系。2010年 12月 16日，《科学时报》发表王丹红同志的文章，介绍丘成桐总结证明“卡拉比-丘流形”的《内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学》）一书。因为弦理论认为，自然界的基本粒子和基本作用力是极小微小的“弦”振动的结果。而该书正好能理解弦理论所需要的数学，同时也介绍了丘成桐证明“卡拉比-丘流形”后，在数学和物理学领域的巨大影响。

1. 《内空间之形》书中说，大约在公元前 387年，希腊哲学家柏拉图认为，几何学研究是通向认识宇宙本质的道路，柏拉图对上大学者有一条戒律：“不懂几何者请勿入内。”1969年 9月，20岁的丘成桐从香港来到美国，成为加州大学伯克利分校的一名研究生，才第一次听说“重力和曲面被当做是同一回事”。虽然他在香港上大学已经着迷于曲面的研究，但只本能地对这些曲面感兴趣，而不知曲面是爱因斯坦广义相对论的基础。1976年，27岁的丘成桐因证明了卡拉比猜想，获得 1983年的菲尔茨奖。“卡拉比－丘流形”成为今天的科学家们解释宇宙的模型——弦理论的核心。

2. 卡拉比猜想是在 1954年召开的国际数学家大会上，意大利几何学家卡拉比提出：在封闭的空间中，有无可能存在没有物质分布的引力场。这就是著名的卡拉比猜想。卡拉比认为自己的猜想是正确的，但是，包括他自己在内，没有人能证实。然而，几乎所有的数学家都认为，卡拉比是错的，包

括年轻的丘成桐在内。在 1973年初，丘成桐花了相当多的时间，证明卡拉比猜想是错的；几个月后丘成桐认为自己最终得出了卡拉比猜想是错误的证明时，一个有顶级几何学家参加的大型会议 1973年 8月在斯坦福大学召开，丘成桐就将自己的想法告诉了卡拉比。当天晚上 7点卡拉比带来了几个来自宾夕法尼亚州的同事。丘成桐讲了大约一个小时，大家也认为可以停止一相情愿地认为卡拉比是正确的想法。

但在当年 10月，卡拉比和丘成桐都发现其证明思想有一些问题。于是，丘成桐开始寻找别的例子来证明卡拉比是错的。两个星期后，仍发现证明总会在最后崩溃……这时，丘成桐才对卡拉比猜想有更深刻的理解，认为它应该是正确的；也开始发明新工具，来理解卡拉比猜想。 1975年丘成桐最终解决了整个问题，然后到宾夕法尼亚大学去见卡拉比。他们又一起再到纽约大学找数学家路易斯·尼伦伯格讨论这个问题。之后几个月里，丘成桐写了证明卡拉比猜想的论文。这一年，丘成桐 27岁。卡拉比猜想的证明，让丘成桐一举成名，他的证明所称为“丘定理”，他们所发现的新空间，被称为“卡拉比 -丘流形”。

3. 卡拉比猜想的证明，解决了代数几何中的十多个重要问题，但卡拉比猜想被证明的重要性，远远不止于此。因为它已成为现代物理学家们解释宇宙本质的弦理论的基石。例如，丘成桐说，数学家们认为可以通过五维时空（四维空间和一维时间），来统一爱因斯坦的相对论和电磁场等量子论，但物理学家们又发现了很多新粒子，这些粒子需要额外的维度，来解释其强作用力和弱作用力。当物理学家们解决了这些问题后，他们发现需要一种名为弦理论的东西，才能解释宇宙。所谓的弦理论，就是将“弦”看做是物质组成的最基本单元，所有的粒子，如电子、光子、中微子和夸克，都是弦的不同振动激发态，以代替经典物理学模式中的基本粒子。

弦理论的雏形，是在 1968年由意大利物理学家加布里埃莱·威尼采亚诺提出的。他当时在麻省理工学院工作，希望找到能描述原子核内强作用力的数学函数，在一本数学书中，他发现有 200年历史之久的欧拉函数，能描述他所要求解的强作用力。不久后，美国斯坦福大学的理论物理学家李奥纳特·苏士侃指出，这个函数，可理解为一小段类似橡皮筋一样扭曲抖动的“线段”，即“弦”。物理学家们发现，为了与量子论一致，弦需要在十维度中震动：三维是空间、一维是时间，另外六维则是“致密空间”，隐藏在“致密空间”中的维度，如此之小，以至于人们不能通过任何可感知的实验来探测。实际上，它们是纯粹的结构。而包含六维空间的“卡拉比 -丘流形”，所拥有的特殊拓扑学性质，正好是弦理论所需要的。

丘成桐的引导是：如果这些空间真正模拟了弦理论所需要的六维空间，那么它们将有助于我们推导出隐藏在宇宙中的几何学和物理定律。丘成桐认为，弦理论是现在最有希望将自然界的基本粒子和引力等四种相互作用力统一起来的理论，它第一次将 20世纪的两大基础理论——广义相对论和量子力学结合到一个数学上自洽的框架里，有可能解决一些长期困扰物理学家的世纪难题，如黑洞的本质、宇宙的起源等。

4. 虽然迄今为止，因尚有待实验验证，弦理论仍然是一个理论物理概念，但丘成桐认为，有朝一日，弦理论的实验证明将从根本上改变人们对结构、空间和时间的认识；数学中每一个基础性发现，

最终在物质世界都有一个真实的意义……如果空间模拟了弦理论所要求的六维空间，那么它们将帮助我们推导出宇宙的几何性质和物理定律。

“卡拉比-丘流形”传遍了世界，传遍了中国吗？没有！由于受传统教育的影响，打开中国民办互联网论坛，挑战相对论和量子力学的人前仆后继，痛斥之声不绝于耳。但丘成桐带的绝大多数博士后，虽都是物理学博士，如哥伦比亚大学、西北大学、牛津大学和东京大学等的许多拥有物理学背景的博士后，最终成为多所大学数学系的杰出教授。为了让几何分析和弦理论进入公众视野，丘成桐和合作者奔走呼号，用了 4年的时间，写出《内空间之形》。丘成桐说，他这类数学家，是普通的科学家，有时比物理学家和生物学家更沉默。但对一个更热爱与几何和非线性微分方程打交道的数学家来说，英文不是他的母语，然而即使如此，当要将清晰、优雅的数学方程，变成语言文字时，如果不是不可能，也是相当的困难。尽管《内空间之形》一书，是通过他的眼睛并用他的语言讲话，但有母语是英语的合作者纳第斯，在负责将这些抽象和深奥的数学，也才转化为明晰易懂的英语文字。

弦理论的全世界权威威滕评价说：丘成桐和纳第斯的《内空间之形》一书，能带领读者拜访当代几何学和物理学的诸多话题。英国皇家纯数学研究教授唐纳森说：《内空间之形》以一种非凡的视觉，走进我们时代最重要和最有影响的科学家们的思想。

编后：如果把“内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学”称为“内空间几何”，再简单地解释内空间几何，就是研究卡拉比-丘流形的数学，也许母语是汉语的国人，会更莫名其妙。其实中国国内研究内空间几何，也许与卡拉比猜想提出后的时间一样长。

卡拉比猜想实际是“物质使时空形成曲面的数学的逆命题”，即曲面是造成时空引力或重力的数学表述。那么到底什么是“内空间几何”呢？我们不妨从众所周知的“外空间几何几何”说起。所谓外空间几何几何，就是母语是汉语的国人都知道的平面几何、非欧几何等等，包括挑战相对论和量子力学前仆后继、痛斥之声不绝于耳的人们，都知道的几何知识。

例如，宇宙大爆炸理论，和反大爆炸宇宙论的宇宙起源循环论、无始无终无边无际论等，都在外空间几何之列。此话怎讲呢？例如 2010 年 4 月，有天文学家宣布，我们的宇宙就像是俄罗斯套娃的一部分，可能栖身于一个黑洞内，而这个黑洞本身又是一个更大宇宙的一部分。

这里把它翻译为外空间几何几何，类似说，我们的宇宙是从黑洞出来，进入白洞 --即我们今天的宇宙。而今天的宇宙，或者无限膨胀，密度、温度都无限趋近于零，或者宇宙星球都坍塌再进入黑洞，都类似在成为俄罗斯套娃式的循环起源、

这个图像用非欧几何来表达，就类似曲面是锐角的，看上去像大的一端焊接在一起的两个无限长的喇叭。这里两个喇叭大的一端的对接，对应一个喇叭宇宙口无限膨胀，密度、温度都无限趋近于零的另一个喇叭宇宙大的一端口。它表述了无始无终无边无际的宇宙论。而两个喇叭小的一端的对接，对应大爆炸宇宙论或反大爆炸宇宙论的宇宙起源循环论。

那么内空间几何的图像是如何的呢？实际类似把两个喇叭小的一端的对接，翻转到两个喇叭大

的一端的对接的内部。这实际就是一个环面。这种几何操作，称为轨形拓扑。

卡拉比 -丘流形研究的是可以破裂的轨形拓扑，正是寻着这种思路，２００３年５月四川科技出版社出版的《三旋理论初探》、２００３年９月天津古籍出版社出版的《解读＜时间简史＞》和２００７年 9月四川科技出版社出版的《求衡论---庞加莱猜想应用解读》等专著，以及《凉山大学学报》2003年第 1期发表的《从卡 ---丘空间到轨形拓扑》等论文，总结了近 50年来我国通向解决弦理论中卡拉比 -丘流形研究的三大难题的道路：

A 弦理论解决了物质族分 3代与卡一丘空间 3孔族的对应，但仍有多孔选择的难题。B 弦理论解决了多基本粒子与多卡 ---丘空间形状变换的对应，但仍有多种形状选择的难题。C 弦理论解决具体的基本粒子的卡一丘空间图形虽有多种数学手段，但仍遇到数学物理原理的选择难题。所以如果哥伦比亚大学、西北大学、牛津大学和东京大学等的许多拥有母语是汉语的物理学背景的博士后，读一读这类中国的文献，那么会知晓当代打开宇宙的命运和几何学自身的命运的主动权，我们中国和外国是双赢的。

12/21/2011