

# 宇宙的几何

——丘成桐最新力作《大宇之形》书评

季理真

译者：王丽萍，校订者：翁秉仁

1969 年 12 月，丘成桐先生在柏城图书馆读书，思乡而乍见友云，作词为记：

## 蝶恋花

黯黯铅云秋色异，望断乡关，谁会凝眸意。

书阁沉吟归乏计，青灯四壁人难寐。

剑未磨成追旅思，暮见芳容，笑靥回天地。

愿把此情收篋笥，结缘今世丹心里。

## 引言

在晴朗的夜晚，当人们仰望满天闪烁的繁星时，常常会对宇宙之外还有什么、宇宙到底是什么形状等等充满好奇。

自从有人类文明以来，人们就开始提出这个问题，并努力寻找这个问题的答案。在这过程中，数学，尤其是几何学，逐渐被发展起来并用于认知我们所处的这个宇宙。

几何学的发展史就是宇宙理论的发展史，这一点也不为过。球面几何学和三角几何学是 2000 年前由托勒密 (Ptolemy) 所发展，并用于描述以地球为中心之太阳和行星运动的，即地心天球理论学说（地心说）。在所有几何形状中，球体可能是最具对称性的。因此这一理论与上帝完美设计的思想相一致。

16 世纪，当哥白尼提出以太阳取代地球作为宇宙的中心的时候，天球的概念仍然在使用。1596 年，开普勒构造他的天球模型时，认为行星的距离是由 5 个正多面体（或柏拉图多面体）决定的。

随着时间的推移，人们对宇宙的认识越来越深入，但人们对宇宙的认识还停留在圆球的概念，探索仍没停止。英国科学巨匠牛顿因观测到苹果从树上坠落而产生有关运动定律和万有引力的灵感。牛顿还发明了微积分用于描述他的定律。在他的科学巨著《自然哲学的数学原理》中，几何仍是用于描述数学的语言。因此运动和引力的理论当时是准确和完善的。

怎么解释两个物体之间的吸引力？爱因斯坦认为时空的几何或者曲率就是吸引力。在这个理论中，黎曼几何站在舞台的中心，几何依旧掌控一切。

不幸的是，万有引力定律并不是普遍适用的，它不能用于微观尺度。在微观尺度上世界不再连续，我们熟悉的几何不再适用。于是，在 20 世纪初，用于解释微观世界的量子理论出现了。

宇宙的理论从此不再优美，不同尺度的世界需要用到不同的理论来解释。但是美一直是科学的标准，不只存在艺术和文学中。

建立适用于所有力的单一理论以此统一万有引力和量子理论，成了许多人的梦想，包括爱因斯坦和威滕。

但是微观世界或者量子理论的几何在哪里？是什么？或者是否存在所有理论的共享的几何？

丘成桐和 Nadis 合作的最新力作《大宇之形》(*The Shape of Inner Space*) 将提供给大家完美的答案。

我们将从中认识到，我们的时空不再是之前所认为的局限和平坦。将每一点展开之后都是一个 6 维的卡拉比-丘流形！换句话说，在我们所熟知的时空中每一点都隐藏着一个 6 维的卡拉比-丘流形。

卡拉比-丘流形是什么？

它是怎么被发现的？

我们为什么需要关注它？

如此不可见的微观流形是如何影响我们可见的世界或者说大宇宙的？换句话说，大与小的精确对偶是什么？

在弦论中一个关键词是卡拉比-丘紧化。联系数学和物理的桥梁从来就不是单行的。

在最新研究宇宙的理论中有哪些可以用来解决数学中长期遗留的问题？

为寻找这些看似明显但并不平凡的问题，最好的方法就是去阅读这本丘先生的类似半传记的著作。

读者不仅能从中学习到数学、物理和天文学的知识，更重要的是能从中了解一位当代世界顶尖几何学家如何历经艰辛直至成功的历程。科学探索的道路上充满兴奋、愉悦、痛楚和彷徨。当我拿起本书准备阅读时，就被其中

的内容深深吸引，再也没放下，直到结束。

你就像在和一位现代大师，或者说一位权威，在数学和物理的各个层面进行一场精彩的对话。这不同于一般的数学和科学普及著作，那通常是由某些非专家们写的，只讨论些基本的或者较轻松的话题。本书包含真正的数学和物理。真正的数学通常不是属于优柔寡断、意志不坚定者。本书的作者一位是当代大师，另一位是通俗科学作家，这种完美的合作使得本书的大部分内容可以被受过教育的大众所理解，为其开启新知识大门，并进一步激发读者的兴趣。甚至书中的某些要求较高的内容都可以激励读者去理解数学和物理的前沿。正如大家常说的，通往真理的大门是狭窄的，追求真理的道路上洒满了泪水。

很少遇见能在数学和物理的最尖端的科学上有这么多见地的人，而能遇见的愿意花费这么多时间与大众分享自己的时间和知识的人更是少之又少。四年的锤炼，本书注定成为经典。

每个人都喜欢听故事，尤其是好的故事。但是再也没有比一个伟大的科学家讲述的奇特的思维冒险更好的故事了。

像所有的好故事一样，本书包含不同的角色，一个个数学家和物理学家在其中栩栩如生。的确，本书中所引用这些科学家的言语给读者描绘了一幅更平衡的画面，告知我们数学家和科学家是如何思考问题的。

成功的秘诀是什么？想知道的话，最好的办法就是看看大师们是如何工作的。对于不同的读者：学生、教师、数学家、物理学家或是受过教育的大众，本书都不失为一本好的读物。对于业余读者，他们可以学到很多新的东西；对于专家读者，他们可以学习到如何用非专业的文字与易于阅读的方式，表达抽象和难以理解的结果。大家都可以从本书中获取知识，并享受其中的乐趣。所以，我向读者强烈推荐：购买它、阅读它、享受它，感受它所带来的启迪和激情吧！

## 关于本书

为什么本书值得如此推崇？

中国有句谚语，“文如其人”。在评论本书更多细节之前，让我们先来评价一下本书的第一作者丘成桐先生。

丘成桐作为一位伟大和著名的数学家者是众所周知的，他因解决了数学中的卡拉比猜想而一举成名。

至于丘先生在数学、物理以及这两个学科交叉处的诸多主题上，也曾做出深刻和高度原创性的工作，大家或许听过，却很可能不是那么熟知。

丘先生对什么是好的数学、好的问题有着很强烈的主见也是闻名遐迩的。换句话说，他在数学上是权威大师，而且当仁不让。

不论丘先生的各种是与非，或许每个人都会同意他是一个深刻的思想者、一个数学的领导者，并且是一个充满无限精力的非常活跃和有趣的人。一个人可能不会总是同意他的观点，但是每个人都能感受到他的神采和魅力。

本书极好地反映了丘先生的这些方面以及其他特色，你永远不会对这本权威性的著作感到乏味！

本书覆盖了现代数学和物理中很多重要的主题，这可以从书的每一章的标题看出这一点。在解释为何必须引入时空概念和额外的隐藏维度间之后，本书从最初的几何开始讲起，从希腊几何讲到黎曼几何，再到广义相对论。讲述的节奏很快，只用了几页的篇幅而已，其中结合丘先生的个人成长故事，那是一段由从无名小辈变成了大师的成功故事，相当鼓舞人心。

丘先生是几何分析的现代创始人之一，这是一门将几何与非线性分析结合起来的数学领域。本书的第 3 章给出了几何分析的系统纵览与主要应用，如正质量猜想的证明、4 维流形的分类、庞加莱猜想的解决等。

接下来两章是有关卡拉比猜想及猜想的解决，这是本书中最有意思的两章。丘先生带领大家回忆了他早期的数学生涯，它传递了第一手的体验，让我们领会坚持与好判断力的重要，知道正确选择研究方向和问题就是成功的一半。

本书第 6 章的开头，丘先生解释了卡拉比猜想在数学上的很多意想不到的应用。丘先生指出，在探索真理的过程中，任何付出的努力、甚至所谓的失败都不会白费。他的这份评述非常深刻，尤其对年轻读者更是受用。丘先生接着带领大家进入弦论的世界。在某种意义上，发现卡拉比-丘流形和弦论的联系真是出人意料的幸运。书中清楚地表达了这种兴奋之情。第 7 章更讨论了物理学对数学的回顾，尤其是镜面对称。

接下来的第 8、9、10 章主要讨论弦论在物理和宇宙学中的应用，比如：黑洞、基本粒子及它们之间作用力的标准模型等。物理的概念和理论扑面而来，让读者既喘不过气，却又倍感鼓舞。卡拉比-丘流形重要性的跌宕起伏让读者充满悬念，好奇下一步又将发生什么。第 11 章则适宜地讨论了如果弦论是正确的，而卡拉比-丘流形被展开之后，宇宙将以什么样的方式终结。

无论理论有多炫丽，在物理中想要被最终确认，都必须通过实验验证。本书的第 12 章探讨了在 10 维时空中如何找出隐藏卡拉比-丘流形的可能办法。

最后的两章可以和其他章节分开来阅读。第 13 章题目为“数学·真·美”，它很好地反映了本章的内容。为何数学能够如此有效地应用于自然科学中，是因为它的美么？美的定义是什么？如何去描述美、甚至度量美？在缺乏

可观测的事实下，如何运用数学去引导出真理的方向？本章用幽默且富有启发性方式，讨论了所有的这些问题以及数学和物理间的关系。

最后一章名为“几何的终结”。历史上，几何一直就和天文学和物理密不可分。尽管弦论的出现，为统一量子理论和广义相对论的梦想提供强有力的可能答案，但梦想似乎还是梦想。或许其中的一个原因是还没有找到适用的或者正确的几何架构。人们自然要问统一理论的正确几何究竟是什么。传统几何或许被或将被替代，但是丘先生坚信几何仍将赢得最后的胜利。

读完本书，读者一定会对卡拉比-丘流形本身的重要性和其应用于数学和物理的重要性印象深刻而念念不忘。从而想去进一步了解数学和物理其他更多的主题。

总的来说，这真是一个好故事，充满曲折和悬念，情节生动感人。尽管谈的是数学和物理，其中的人文灵光却闪耀全书。

在某种意义上，本书也能看成数学和物理共同交互发展的历史。普林斯顿高等研究院 (IAS) 的著名数学家 Armand Borel 在回顾研究院的历史的时候，他评论丘是 IAS 历史上第一个将数学家和物理学家联系在一起的人。因此，丘先生是最适合书写这段历史的人选。

## 本书的特点

丘先生也以他对数学、科学和教育的犀利的批判性评论而著名。同样，在本书中，丘先生在很多论题方面都给出极权威的叙述，强烈而无保留地表达他的意见。

丘先生挑战卡拉比猜想的全局计划的描述令人印象深刻。从最简单的例子开始，逐步打下微分几何的基础，在万里跋涉之后，终于成功地证明了卡拉比猜想。

尽管是显然的，但是普通大众并没意识到数学家也是常人。他们有个人的情感，也需要爱的激情。

本篇文章开头所引用的诗描述了年轻的丘成桐在图书馆学习时第一次见到日后成为他妻子的友云的情感。本书也表明爱情和愉悦的婚姻在他数学生涯中起着重要的作用。确实，卡拉比猜想就在他称心和谐的初婚之后不久的几个月内得到最终解决的。

本书也描写了丘成桐在解决卡拉比猜想过程中的心绪起伏。起初，他在一个大型的会议上宣告他找到了卡拉比猜想的反例。在卡拉比用论据指出其中可能存在的问题之后，丘度过了一个个不眠之夜。之后他改变了对这个问题的看法，下定决心证明它，并最终获得成功。

学术生涯充满了争论和冲突，所有的这些在本书中都得到了很好的描写。尽管成功之后将会带来了荣誉和财富，但是对真理追求的信念，才能驱动有志之士在曲折、艰辛的科学道路上奋力前行。

综上所述，本书记录了作为当代最有魅力和影响力科学家之一的丘成桐教授的眼里所见到的科学世界的整体描述。

畅达的中文翻译是由丘先生的学生、现供职于台湾大学的翁秉仁教授，以及其长期合作伙伴赵学信先生完成的。他们的翻译并非严格的逐字直译，而是在理解原文的基础上，以表达原书的意旨为目标，有时做了适切的挪动与必要的改写，全书更以最自然的中文来呈现。他们还在书后增加了几个辅助读者阅读的附录。总之，中文译本较之英文版更为完整。