



丘成桐新书

□本报记者 王丹红

大约在公元前387年，希腊哲学家柏拉图在雅典创办了一所以希腊英雄阿卡德米(Academy)命名的学院，这是世界上第一所研究型大学。柏拉图认为几何学研究是通向认识宇宙本质的道路。他在学院的大门上方篆刻了一条戒律：“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。在这里，他第一次听说爱因斯坦的广义相对论。当得知重力和曲面被当做是同一回事的观点后，我被震惊了。因为在香港上大学时，我已经沉迷于曲面的研究，我只是本能地对这些曲面感兴趣，我不知道为什么，但我从来没有停止过对它们的思考。在得知曲面的基础时，我想，有一天，我会以某种方式认识我们身在其中的宇宙作出贡献。”他在书中写道。

1976年，27岁的丘成桐证明卡拉比猜想，并因此获得1983年的菲尔茨奖。他说：“自从1983年，

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，人类生活在有十维空间的宇宙中，但日常生活中只能感知四维空间，另外六维空间则以奇妙结构卷藏在宇宙中，这个结构就是被几何学家丘成桐证明的“卡拉比-丘流形”。在《THE SHAPE OF INNER SPACE》(《内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学》)一书中，丘成桐介绍了理解他的工作所需要的数学，也介绍了这项证明在数学和物理学领域的巨大影响。他最后问道，这一发现是否预示着宇宙的命运和几何学自身的命运？

## 几何 通向宇宙本质的最有效之路

“卡拉比-丘流形”刻入菲尔茨奖章后，我几乎感到卡拉比仿佛成了我的名字，如果在公众心中这是我的名字，我也为之骄傲！”

2010年9月，丘成桐和科学作家史蒂文·纳第斯合著的新书《THE SHAPE OF INNER SPACE》(《内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学》)在美国正式出版。书中讲述了丘成桐在数学领域，特别对“卡拉比-丘流形”的证明，以及“卡拉比-丘流形”如何成为今天的科学家们解释宇宙模型——弦理论的核心。

### 证明卡拉比猜想

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，有不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，卡拉比是错误的，这个猜想不正确，包括年轻的丘成桐在内，他说：“我曾百分之百地认为，卡拉比所称的空间不可能存在。没有数学家或物理学家曾经发现过其中一个存在的例子，几乎所有的几何学家都认为，这个猜想完美得不可能真实。”

丘成桐花了相当多的时间思考如何证明卡拉比猜想是错误的。

1973年初，他驾车从纽约州立大学石溪分校来到斯坦福大学，几个月后，他认为自己最终得出了卡拉比猜想是错误的证明。

证明卡拉比猜想不成立，这是一个重大成果。1973年8月，在斯坦福大学召开的一个有顶级几何学家参加的大型会议上，丘成桐将自己的想法告诉了卡拉比。卡拉比说：“这听起来很好，你为什么不和我们一起讨论一下这个问题呢？”

他们的讨论从晚上7点开始，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，卡拉比很兴奋：“我等这个结果已经等了好长时间，我希望它是正确的。”其他人则说：“太好了，我们最终可以停止一相情愿地认为卡拉比是正确的。”

当年10月，卡拉比致信丘成桐：“我一直在努力重建你的思想，我现在有一些困难，你能仔细给我解释吗？”丘成桐也开始重建自己的思路，却发现一个问题。“我相当尴尬，窘迫，我当时没有给卡拉比回信，我努力想修补这个证明，但我不能。于是，我开始寻找别的例子来证明卡拉比是错误的。我两个星期没有睡觉。但每一次当我发现一个比较接近的例子时，证明总会在最后一分钟崩溃……这时，我对卡拉比猜想有更深刻的理解，感觉整个事情中一定有真实的东西。我认为它是正确的。”

丘成桐开始发明新工具来理解卡拉比猜想。1975年，证明只剩下最后一部分了。丘成桐结婚了，并随太太搬到加州大学洛杉矶分校。在结婚成家之初的忙乱中，他将自己在办公室思考卡拉比猜想，而不是家庭事务。最终，他解决了整个问题。他说：“我在细节上反复证明了三次，然后到宾夕法尼亚大学去见卡拉比。在一个大雪纷飞

的圣诞节，他和我到纽约大学去访问数学家路易斯·尼伦伯格(Louis Nirenberg)，整个圣诞节这一天我们都在讨论这个问题。之后几个月里，我写了证明卡拉比猜想的论文。”

丘成桐将这篇论文奉献给过世的父亲丘镇英，他说：“父亲是一位教育家、哲学家，在他的熏陶下，我养成了尊重抽象思维的习惯。”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”，也就是说，除了我们日常能感知的三维空间和时间外，宇宙中还隐藏着六维不可见的空间，外在的四维空间是它们的表现。

卡拉比猜想的证明也解决了代数几何中的十多个重要问题，丘成桐获得了许多新职位邀请。然而，这只是一个起点，卡拉比猜想被证明的重要性远远不止于此，它成为现代物理学家解释宇宙本质的弦理论的基础。

### 结缘物理弦理论

1915年，爱因斯坦发表广义相对论，综合了狭义相对论和牛顿的万有引力定律，以几何语言建立了引力理论，将引力描述为因时空物质与能量而弯曲的时空，取代了引力是一种力的传统看法。

在生命的最后30年里，爱因斯坦一直在寻找统一理论，一个能在单独的包罗万象的数学框架下描述自然所有力的理论。

物理学家和数学家们也在努力。丘成桐说，数学家们认为，他们可以通过五维时空(四维空间和一维时间)来统一这个理论。但物理学家们发现了新粒子，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(Gabriele Veneziano)提出，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200年历史之久的欧拉函数能描述他所求解的强作用力。不久后，美国斯坦福大学的理论物理学家李奥纳特·苏士侃(Leonard Susskind)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。

一个伟大的巧合！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，丘成桐说：“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世纪的两大大基础理论——广义相对论和量子力学结合到一个数学上自治的框

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。

迄今为止，因为尚有待实验验证，弦理论仍然是一个理论物理概念。丘成桐是乐观的，他认为，有朝一日，弦理论的理论证明将从根本上改变人们对结构、空间和时间的认识。他说：“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”也将丘成桐带入物理世界。他的绝大多数博士后都是物理学博士，他说：“这种情形在数学系并不多见，但这样的安排却让我们彼此受益，他们从我身上学到数学，而我从他们身上学到了物理。我很高兴，我的许多拥有物理学背景的博士后最终成为多所数学系的杰出教授，如哥伦比亚大学、西北大学、牛津大学和东京大学等。

### 走向公众

为了让几何分析和弦理论进入公众视野，丘成桐和合作者用了4年的时间，写出《内空间之形——弦理论和宇宙隐藏维度之几何学》。

丘成桐说，写这本书的目的不仅是与他人分享自己的研究，而且也想解释数学在帮助人们认识宇宙的过程中所提供的方法。“我们(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，我希望探索数学家们是如何思考自然以及为如何认识自然所作出的贡献。”

然而，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，着手写一本英文科普书却是一个巨大的挑战。“英文不是我的母语，我发现，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。这简直令人沮丧。”他说：“幸运的是，我得到了帮助，尽管本书是通过我的眼睛并用我的语言讲话，但我的合作者一直负责将这些抽象和深奥的数学转化为明晰易懂的文字。”

普林斯顿高等研究中心教授爱德华·威顿(Edward Witten)评价说：“丘成桐和史蒂文·纳第斯带领读者走上了一条奇异的旅程，拜访了当代几何学和物理学诸多话题。”

英国皇家纯数学研究教授、帝国学院数学科学研究所所长西蒙·唐纳森(Simon Donaldson)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趣的科学家的思想。”

美国华裔教授专家网以《深悟与洞察》一文，向所有学者和专业人士全力推荐这本新书。文章中说：“《内空间之形》首次用非学术的语言，向广大科普爱好者揭示十维空间的奥秘。读者将随着丘成桐教授深邃的思维，了解人类对宇宙的认识，回顾几何学研究的历程，并展望数学带给人类的未来。本书将从宏观和微观上带给我们对宇宙的新认识，我们对宇宙的看法将从此改变。”

柏拉图深信几何的力量，声称“上帝乃几何学家”。丘成桐说：“虽然与柏拉图有着2400多年的时光隔离，但在几何学的重要性上，我与他心有灵犀一点通。”

丘成桐1987年成为哈佛大学数学系教授，如今是哈佛大学数学系系主任。他说：“从事几何学研究四十余年后，我愿意在我的哈佛大学的办公室门上写道：‘不懂几何者请勿离开’。”

12月10日是我国著名的核物理学家、“两弹一星”功勋奖章获得者王淦昌逝世12周年纪念日。日前，由中国工程院原副院长杜祥琬主编、中国科学技术出版社出版的《纪念核物理学家王淦昌文集》在京首发。来自清华大学、北京大学、核工业集团公司、中国工程物理研究院等近百名王淦昌的同事、学生等参加了仪式。本文为中国原子能科学研究院院长万钢在首发式上所作的发言。

## 以身许国 再立新功

□万钢

王淦昌先生是一位德高望重、成就卓越的核物理学家，是我国实验原子核物理、宇宙射线及基本粒子物理研究的主要奠基人和开拓者。作为中国科学院的资深院士和“两弹一星”功勋奖章获得者，在国内外享有很高声誉。在70年科研生涯中，他始终活跃在科学前沿，辛勤耕耘，孜孜以求，奋力攀登，取得了多项令世界瞩目的科学成就。他卓绝的科学研究成就和崇高的品德，深受广大科技工作者所敬仰。

我们知道，王淦昌先生曾在中国原子能科学研究院(以下简称原子能院)工作了32年，是第三任院长。早在1950年王先生来到原子能院(当时叫近代物理研究所)任研究员，后任副所长，与吴有训、赵忠尧、钱三强、彭桓武、杨承宗、何泽慧等著名科学家共同筹划建设这所从事原子核研究的机构。他主持制定了近代物理研究所第一个五年计划。1953年到1956年，他领导在云南落雪山建造了我国第一个高山宇宙线试验站，使我国宇宙线研究进入当

时国际先进行列。1979年，王先生领导了101重水反应堆的改建，该工程获国家科技进步一等奖。他非常重视开展哲学社会科学工作，积极支持成立种子散射应用研究室，开展凝聚态物理研究工作。经过多年发展，原子能院已经成为我国唯一的中子散射实验研究基地和重要的中子活化分析研究基地。王先生是我国惯性约束聚变的创始人和奠基者，为我国惯性约束聚变的研究作了重大贡献。1981年，他领导设计建造了国内首台1兆伏强流电子加速器，为开展惯性约束聚变的研究提供了有力的工具。1985年，王先生根据国际上惯性约束核聚变发展趋势，又及时把研究方向转向氟化氦激光聚变研究，并于1985年和1986年分别获得6兆焦耳和12.5兆焦耳的氟化氦激光。在此基础上，经不断改进，到1996年1月，激光器输出功率达到了276兆焦耳，使我国准分子激光研究步入国际先进行列。1993年，惯性约束核聚变作为独立主体列入《863中国高技术研究计划》。提起“863”计划，正是在1986年3月，王淦昌与王大珩、



《纪念核物理学家王淦昌文集》，杜祥琬主编，中国科学技术出版社2010年1月出版，定价：50.00元。

杨家骅、陈芳允三位院士一起，以科学家的敏锐的洞察力和高度的历史责任感，联名上书中央，提出跟踪世界战略性高技术发展的建议，得到邓小平同志的亲笔批示，从而催生了“863”高技术研究发展计划。原子能院在中国7月21日实现首次临界的中国实验快堆就是“863”计划的重大项目，他的

建成在我国核能发展史上具有重要意义。

除此之外，王先生还对1979年从美国引进的一套串列加速器系统极为关心，在他和钱三强先生等科学家的共同努力下，原子能院在1988年成立了北京串列加速器核物理国家实验室。多年来，利用这台加速器，原子能院首次发现了新核素钷-90，建成了国内第一条放射性次级束流线，并在重离子核反应堆反应、加速器质谱分析等方面作出了优秀成果，该实验和交流的平台。王先生不仅重视基础核科学研究工作，也十分关心与国民经济和人民生活直接有关的核技术应用。1981年，他提出，核科技事业要为农业、工业和国防现代化服务。如今，原子能院已经形成了以同位素与辐射技术为主导的一批高新技术产品和产业，取得了良好的经济效益和社会效益。

1961年，当祖国需要王先生长期隐姓埋名，断绝一切联系，去研制原子弹时，他铿锵有力地说：“我愿以身许国。”原子能院的“四零一精神”——“以身许国、敢为

人先、谨慎求实”的第一句话就是王老说出的这四个字。这是王老留给我们宝贵的精神财富。60年来，正是在他热爱祖国、献身科学、追求真理、锐意创新的精神鼓舞下，原子能院全体干部职工无畏风险，奋发图强，开拓创新，把原子能院建设成了国家重要的国防和科研基地、核能开发研究基地和核基础科研基地，成为支撑国家核科技和核工业发展的重要科学思想库、技术储备库和人才库，为国家核科技人才培养作出了重要贡献。

斯人已逝，风范长存。矗立在原子能院中心庭院小树林中的王淦昌先生铜像，寄托了原子能院人对先生的深切缅怀和崇高敬仰。在苍松翠柏掩映之中，先生温和宽厚的目光依然在默默地注视着，注视着他所钟爱一生的原子能事业。我们将以先生为榜样，为实现原子能院“创造一流业绩，造就一流人才，建设一流核科研基地”的发展目标而努力奋斗，我们将继续发扬以身许国的精神，为核科技创新发展再立新功。

## 探寻生命运动的自然意义

□辛力

天津科学技术出版社近期出版了一部名为《地球的演化与生命运动》学术专著。该书共分四个部分，分别论述了生命的起源、生命运动的自然意义、人类的起源和人类与自然界的相互关系。

作者认为生命运动与其他物质运动一样都是客观世界的组成部分，这种物质运动虽然有其特殊性，但是仍然不可能脱离整个宇宙物质运动的基本规律而自我演绎。因此，解开生命起源之谜，必须要发现和了解是怎样的自然力在推动着生命运动的起源、发展和演化。从这种认知原理和观点出发，作者为解释生命起源之谜，了解生命运动的演化规律和

推动生物进化的因果关系以及生物活动的自然意义，提供了一种全新的认识方法和途径。

该书通过对宇宙天体运动的普遍规律所作的比较分析，提出了推动行星中天体起源、发展和演化，乃至维系天体内部运动的自然因素是四种基本自然力相互作用共同构成的“自然凝聚力”。运用这一原理作者进一步分析了星系、太阳系与地球三者之间的作用关系，以及地球特殊构造的成因及其演化规律，而且推动行星中天体起源和演化的自然凝聚力，同时也是推动生命运动的起源和演化乃至生物进化的自然作用力。生命现象是在地球引力框架内继物理凝聚运动之后，化学凝聚运动持续发展演化的结果，是自然的自发的物质化学凝聚运

动，向自组织的有序的化学凝聚运动演化的过程。地球并不仅仅是演绎生命运动的舞台，整个生命世界与地球表层物质系统之间也始终保持着相互作用的关系，生物的起源、演化或进化，都是围绕这种作用关系产生的自然物质运动。

此外，作者根据地球演化与生命运动之间的作用关系，结合已有的研究成果和自然现象，对生命起源的基本原理，生物的演化与进化规律，作了更加深入的分析和论述。

作者认为，生命运动是地球演化运动的组成部分，所以不管生命体的生理结构、生存方式和表现形式如何变化，生物与地球表层物质系统之间的作用关系是永恒的。从原核生物起源至今的

38亿年生命史中，生物始终以其特殊的化学反应方式，通过持续吸收大气中的甲烷、二氧化碳、氮和氧等气体，构建有机体的生命运动，积极与地球的演化运动保持着作用关系，使一个混沌的地球发生了彻底的变化。所以生命运动的自然意义就是，自然界通过生命形式的化学演化运动，以蛋白质分子结构为基础，核酸为复制模板构建起的自组织系统，利用地热能 and 太阳辐射能量，通过生物的呼吸运动持续地收集凝聚甲烷、二氧化碳、氮和氧等气体物质，同时以有机碳的形式将它们转化固定在岩石圈中，并以此推进着地球表层物质系统的演化运动。而生物的环境适应性进化，并不是一种自发的或自主的生命活动，在不断



《地球的演化与生命运动》，张丕著，天津科学技术出版社2010年9月出版，定价：28.00元

变迁的生态环境条件下保持生命体的自然功能，才是推动生物进化的基本法则。

□武夷山

美国诗人罗伯特·弗罗斯特有一首著名诗篇《未选择的路》，短短的小诗，却说尽了在人生歧路上进行选择的艰难与困惑。诺贝尔经济学奖得主、科学大师司马贺(即赫伯特·A·西蒙)的传记——《穿越歧路花园：司马贺传》，则生动地向我们展示了一位终生致力于科学的探索者是如何在人生歧路中进行选择的。

笔者于20世纪80年代翻译了司马贺的《人工科学》，该书1987年由商务印书馆出版(后来，我也翻译了该书的增订版，新版由上海科技教育出版社2004年推出)。20世纪90年代，司马贺的自传作品《我生活之模型》

## 人生歧路，如何迈步？

(麻省理工学院出版社，1996年出版)问世不久，我就阅读了此书的原文，很有感触，便写了一篇文章《选择与随缘》，发表在1997年7月2日的《中华读书报》上。文章认为，有时候，刻意选择不如顺应时势，这样作出的选择与决策也许更合理。我这篇文章给人的印象，似乎司马贺就是顺应时势的典型。

可是，司马贺带过的一位研究生爱德华·费根鲍姆(后来他成为计算机科学领域的大牌人物)回忆说，有一回他问司马贺为什么能掌握这么多的领域，司马贺的回答使他难以忘怀：“我是沉迷于单一事物的偏执狂。我所沉迷的东西就是决策。”在司马贺一生的涉猎并有所建树的所有学科或主题中，决策确实是贯穿始终的一条线索。所谓决策，就是在不同备选方案中作选择。在只有一条出路的时候，就无所谓决策不决策了。因此，决策与选择是紧紧相连的。比如，传统的经济理论追求最大的利润，追求最优的决策。而司马贺认为，企业实际上试图作出的是“足够好”的决策。他称自己的新观念的核心为“有限理性”。

他的经济观点又是与其人工智能观念相联系的。计算机也能作选择，故而表现出了智能。弈棋计算机软件能像人一样分析每一招会有什么结果，不过，它也许比人类的国际象棋大师的分析能力还要强，因为人类棋手能往回看8步就了不得了。正因为弈棋计算机软件拥有无比强大的分析能力

和记忆能力，有永不疲倦的体力和永不烦躁的“心理素质”，“深蓝”终于战胜了国际象棋大师卡斯帕罗夫。对这场世纪对决人机大战有兴趣的读者，可以参看本人校译的《“深蓝”揭秘：追寻人工智能圣杯之旅》(上海科技教育出版社，2005年出版)。在《穿越歧路花园》中，第三章的标题是《数学、逻辑和选择科学》，该书作者亨特·克劳瑟-海克将“选择科学”拎出来，说明他确实独具只眼，抓住了司马贺行为模式和学术思路的本质。按照费根鲍姆和亨特·克劳瑟-海克的想法，似乎司马贺是主动选择且将命运控制在自己手中的典型。

那么，司马贺到底是重选择还是重随缘呢？读了《穿越歧路花



《穿越歧路花园：司马贺传》，亨特·克劳瑟-海克著，黄军英等译，上海科技教育出版社2009年12月出版，定价：35.00元

园》答案自见分晓。我本人校译和阅读此书后最深的印象是：原以为司马贺是纯而又纯的学者，他一辈子发表了959本(篇)学术论著(包括其著作的外文译本)啊！其实呢，司马贺很“讲政治”，很懂政治。这里的“讲政治”，不是与谁谁保持一致的意思，而是指，为了实现自己的学术理想与追求，他会非常决绝地将不利于自己理想实现的对对手给扳倒。像笔者这种百无一用的书生，哪里有这样的气魄与手段，自愧弗如。读者若对司马贺运用政治手腕的做法如何评判呢？也期盼您读后自己下结论。