

驰骋数学五十载 几何人生报家国

我从事数学研究五十多年了。在我看来，数学是所有学科的基础，是通过有系统、有逻辑的方法，找出大自然的真理，与实验科学相辅相成。通过实验科学，我们可以发现真理的走向，但仅靠实验科学，我们无法探索出真理。真理必须要经过逻辑的方法，有次序的证明，才能被发现——这是数学家的工作。

邂逅卡拉比猜想

1969年，我人生首次搭乘飞机，口袋里装着不到100美元，来到加州大学伯克利分校（UCB），开始攻读博士学位，这是我一生研究学问的开始。刚到伯克利，我一心渴望竭尽所能吸纳数学知识，在图书馆花了不少时间读数学书，如饥似渴地学习代数拓扑、微分几何、微分方程、群论，还旁听了一些其他课程，如广义相对论。对参加各类讨论班，我也有兴趣，包括偏微分方程、数论、复几何和代数几何、调和分析和遍历理论。任何学科，只要跟我的研究有一点点关系，我都去涉猎。养成这个习惯，对于我的学术研究产生了很大影响。

在UCB图书馆，我邂逅了卡拉比猜想，心弦一下子响起共鸣。卡拉比猜想与众不同，联通着几何学的某一区域，深入而宽广。然而，我知道研究卡拉比猜想并不是一朝一夕就能完成的，必须持之以恒。在起初3年，我一直试图找到反例，证明该猜想是错误的。就在众人以为我真的推翻了这个猜想时，卡拉比的一封信如暮鼓晨钟，把我惊醒了。我很快做了180度的转变，倾注心力去证明卡拉比说的没错。我又花了3年时间，终于完成了对卡拉比猜想的证明。这不仅是何几何分析的第一场重要胜利，而且解决了一些代数几何的重要问题，后来还对弦理论产生了深远影响。

1979年，我与我的学生孙理察用几何分析解决了困扰物理学家50多年的一个问题——广义相对论中的正能量猜想。我们证明了物质结构在爱因斯坦广义相对论框架下是稳定的。这是数学、物理与几何结合的经典例子，至今仍然有重要的影响。

我与朋友、学生一起，进一步将几何与分析融合，与现代其他学科联络，为几何分析学科的完善和现代化作了不少贡献。这个学科发展至今，仍然很有威力，足见其深度。我很荣幸见证了一个学科的成长。二十世纪，几何在很多学科中有重要的作用。我的研究就是以几何为核心，拓展至微分方程、代数几何、拓扑学、数学物理，理论物理的广义相对论、高能物理的弦论，及应用数学中使用共形理论、最优传输解决图像处理的问题等。

王国维曾摘取3段宋词来描述古今之成大事业、大学问者须经历的3种境界。对此，我深以为然：开始做学问时，我们要找到一个制高点，对整个问题有通透的理解，即“昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路”；然后，不眠不休、废寝忘食地投入其中，即“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴”；最后，灵光一闪，看到了完整证明的途径，所谓“众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，”



丘成桐肖像画。 张武昌绘

灯火阑珊处”。

父亲的言传身教

我的父亲学问很好，曾任教于香港中文大学的前身——崇基书院，先后教授过中国上古史纲目、中国近代史、经济史、中国哲学史、儒家哲学史、西方哲学史等等。困苦之中，他始终最感兴趣的是学问，并不抱着什么功利的目的。这一直让我敬佩有加，引以为傲！

从差不多十岁开始，我就见父亲埋头著书并时常与学生在家中交流。当时我还小，在我的印象中，他们交流研讨的内容非常丰富，包括古希腊哲学、西方哲学与东方哲学的比较等，这些话题于我而言虽然比较难懂，但开始激发我对相关问题的思考，培养了我的抽象思维能力。父亲对诗词颇有造诣，经常为我讲解相关知识，要求我努力背诵其中的名篇。小时候免不了贪玩、偷懒，但我还是认真学习、背诵了一点。

11岁那年，我按照父亲的要求，开始读冯友兰先生的《新原道》（《新原人》），翻阅牟宗三、唐君毅、钱穆先生的著作。当时的感觉是，他们的作品很深邃，大部分看不懂。14岁那年，父亲不幸辞世，家里失去了顶梁柱和收入来源，我们兄弟姐妹与母亲相依为命，家境十分艰苦，一度到了山穷水尽的地步。在那样的困苦环境中，我有时自然而然地背诵起父亲教过的诗词。我开始广泛阅读父亲的藏书，努力走进他的文学和哲学世界，回顾从他那里获得的谆谆教诲，思考、探索如何走好自己的人生路。就这样经年累月，我不仅培养了哲学、国学素养，而且变得更加自信、成熟。

父亲有浓郁的家国情怀，生前常常教导吾辈，作为中国人，有机会要为国家多做点事。我一直铭记于心并



丘成桐近影。

倾力而为。作为华人科学家，我40多年来矢志不渝推进中国科学尤其是数学迈向世界前沿。为此，我充分利用自己的国际学术影响力，汇聚国际高端学术资源，在内地、香港和台湾先后成立了8个研究所。

父亲有崇高的学术追求，写了大量学术手稿，但英年早逝，生前没有条件付梓出版，直到20年前，我才有机会找人帮忙辑录。我反复研读书稿，对父亲感佩不已！最近，我终于把父亲关于中西方哲学的思考整理完毕并出版，这就是《丘镇英先生哲学史讲稿》，以此作为对父亲的纪念。

追寻大自然的奥秘

父亲虽非数学家，但我能成为数学家，现在又专注数学教育，在很大程度上得益于他的影响。自我童年开始，父亲就经常教我，追求并发现大自然蕴藏的真和美。这让我从小就在内心深处对数学产生了浓厚的兴趣和爱好，之后不知疲倦地研究探索并走上数学教育之路。

2021年，我在清华大学牵头成立了求真书院，旨在培养数学科学领军者。我要培养的并非竞赛人才，也不是一般的数学家，而是真正有能力、有抱负、懂数学、懂科学、有文化、有内涵的“通才”。我希望数学学科能在中国更好地建立起来，培养一批对学问有纯粹看法的年轻人并希望他们走出属于自己的路。

求真书院的院训“寻天人乐处，拓万古心胸”，源自我父亲撰写的一幅对联，我稍作修改而成。“寻天人乐处”是在追寻大自然奥秘的过程中，找到其中最有趣、最有趣之处。所谓“拓万古心胸”，是说心胸广大，容纳万物，做学问不能只为了高考、为了拿奖、为了做院士，而是要追求在科学史上留下重要的轨迹，产生深远的影响。

求真书院目前有200多名学生，是我们从全国各地找到的最优秀的孩子。八年制“通才”培养方案，是让他们不受外界干扰，沿着数学研究的道路走下去。在求真书院，学生们一方面接受数学、物理学基础知识的严格训练；另一方面要学习数学史、科学史、文学等通识课程，养成对科学、数学的宏观看法，拥有深厚的人文修养。

文化修养很重要

对于一个学者而言，文化修养很重要。我曾见过很多伟大的学者，他们都有很高的文化修养。比如，20世纪最伟大的数学家之一安德烈·韦伊（André Weil），是数论、代数几何的大师，他的研究涉及诸多方面，还懂得印度文、梵文、拉丁文以及多种古典学问。

文化修养可以是诗词、音乐，也可以其他方面。我本人喜欢诗词歌赋，并不见得与数学有直接的关系，但在我看来，它们都源自对美的追求，都对我产生了重大影响。

文学、哲学能够让我们的心灵和思考纯化，同时集合了人类对大自然的认识、对各种思想的了解，是科学发展的土壤。没有这样的土壤，发展不起来一流的学问。无论大学还是中学，都应该提供这些土壤，让学生和老师可以播种思想的种子，打下坚实的文化根基。这样才能慢慢发展出一流的学问。

做学问，要从大局来看，要看整个学问走势是什么样子的，才能判断重要的方向是什么。很多人解决了小问题，就很高兴；只有少数人从整个学问的流向来考虑，从大局中找到自己努力的方向并作出重要贡献。

真正对人类历史有贡献的学者都一定有深度。历史上的伟大学者，从古希腊的亚里士多德等到近现代的牛顿、笛卡尔、爱因斯坦，他们看得都很深远，他们的工作是对大自然规律深度研究。太阳怎么运行、其他星球怎么运行，这些问题困扰了人类几千年。伽利略到牛顿的时代，是个伟大的时代，这些科学家不仅解决了这些

问题，还给出严格的证明和计算。

这些有深度的学问，这些伟大学者的成就，都源于他们对大自然的好奇心，而不是出于某种功利目的。如果仅从实用角度来看，这些成就既无法提升产量、无法提高劳动生产率和经济效益，似乎没有什么价值；但正是这样的成就这样的学问，对整个民族的科学文化，对整个人类文化的发展和进步，都有重要影响。

我希望，我们的学生能够有这个宏愿，用心感受大自然、真诚热爱大自然、努力探究大自然，长期投身一些基础性的、有深远影响的研究。我们要努力培养一批思想纯厚的大学者，他们既有发自内心的探寻大自然奥秘的热情，又有深厚的家国情怀。唯有如此，中国的科学才能赶上世界一流水平。

瞄准一流的学问

为了成立求真书院，我们准备了十多个年头，这其中包括为书院聘请世界一流的大师。我请来了菲尔兹奖得主考切特·比尔卡尔、数学物理大师尼古拉·莱舍提金等。与大师在一起，学生逐渐会被他们的学风所感染。看着一位重要的、有学问的大师，不断思考、构造、尝试、前进、失败，学生的体会完全不一样。我在读数学史、科学史时，看到很多伟大的数学家都是由大师教导而成长的，比如，20世纪初最伟大的数学家之一希伯特就培养了赫尔曼·外尔这样的大学者。

当年，我随父亲一起去见国学大师钱穆先生。虽然不懂他们探讨的内容，但受到那种气氛的熏陶。父亲的看法很宏大，与学生谈儒家哲学、西方哲学等，我不能完全理解，但感觉思考的过程很奇妙。父亲喜欢苏东坡、康德的哲学，当时我念小学，对这些人名并不熟悉，只留下一些印象，但对我后来的学习帮助很大，以后翻看哲学书时，我就知道哪些是大家，哪些是重点。父亲也会批评、比较一些哲学思想，让我明白了做学问不能迷信权威，必须培养自己的批判思维能力。

培养一批一流的数学家是我的专长和梦想。我在努力办好求真书院的同时，还在各地中学培养初中生，让孩子们可以早点发挥所长。让十三四岁的孩子开始接触深厚的数学文化，学习一流的学问，不是揠苗助长，也不是弯道超车，而是涵养数学文化。求真书院每年招收100个学生，过了五六年以后，就有几百名学生。如果他们将来能够成为基础科学领军人才，那么中国基础科学发展的走向将因他们而改变。这并非主观臆测，而是基于现实得出的结论。以美国为例，最重要的数学家也就一两百位。美国能不断实现基础科学的突破，成为世界科技创新的中心，在很大程度上是因为该国拥有的这一两百位全球顶尖的数学家。

一个民族的科学文化不累积到一定程度，伟大的、基础的学问不会绽放出来。我们必须从现在做起、从基础做起、从点滴做起，让数学文化的种子在一大批优秀的中国学子心中生根发芽。我如今带着求真书院的学生到各地举办数学史讲座。这样一点点做，中国的数学文化能够慢慢建立起来。

我希望国家和社会能够接受这样培养本土领军人才的思路，让我们能够走一条属于我们自己的路！

（作者丘成桐为美国国家科学院院士、美国艺术与科学院院士、中国科学院外籍院士，他证明了卡拉比猜想、正质量猜想等，是几何分析学科的奠基人，以他名字命名的卡拉比-丘流形是物理学中弦理论的基本概念，对微分几何和数学物理的发展作出重要贡献。本文由孙宇、牛芸根据口述整理并经作者审阅。）

科技名家笔谈

中国科协科学技术传播中心、科学出版社与本报合作推出

北京

PM2.5年均浓度 十年累计降低近七成

本报北京电（记者贺勇）2022年，北京PM2.5年均浓度下降至30微克/立方米，再创历史新高。记者从近日北京市生态环境局举行的新年首场新闻发布会获悉，经过十年来力度空前的大规模治理，北京PM2.5改善取得里程碑式突破。十年来，PM2.5从2013年89.5微克/立方米下降至2022年30微克/立方米，累计下降近60微克/立方米，降幅近七成。“从‘蓝天难见、繁星无影’到‘蓝天白云、繁星闪烁’，北京的蓝天成为老百姓最有获得感的一件实事。”

北京市生态环境局大气环境处处长李翔介绍，十年来，北京市在经济社会高质量发展的同时，实现了大气环境中主要污染物浓度快速下降，空气质量全面大幅度改善，其中的重要经验是深入实施“一微克”行动，攻坚克难、久久为功，努力实现四个“绿”。

一是能源结构绿色低碳，大力推进能源清洁化战略，累计完成4万蒸吨燃煤锅炉清洁能源改造、130余万户居民“煤改清洁能源”，全市煤炭消费量由2012年的2179.6万吨下降到2021年的131万吨，优质能源占比超过98.5%，在北方城市中率先基本解决燃煤污染问题。

二是产业结构绿色转型，对新增产业，修订禁限目录，大力发展资源消耗少、环境污染小的“高精尖”产业；结合非首都功能疏解专项行动，对不符合首都功能定位的企业，坚持疏解与提升并重，累计退出3212家一般制造业和污染企业、分类整治1.2万余家“散乱污”企业。全市第三产业占GDP比重稳定达到80%以上，稳居全国前列。

三是车辆结构绿色优化，“车、油、路”一体化推进机动车污染排放控制，累计淘汰老旧机动车236万余辆，推广新能源车58余万辆，新能源及国五以上机动车占比超过70%，车辆结构处于全国省级地区领先水平。

四是城市面貌绿色洁净，坚持“平台共享、部门负责、执法规范、环保督察、信息公开”，狠抓施工、道路、裸地“三尘”共治，构建全市统一的施工扬尘视频监控平台，不断加强道路清扫保洁标准，因地制宜分类治理裸地扬尘，城市精细化治理水平和洁净度显著提升。

这十年来，北京市对生态环境保护重视程度之高前所未有，生态环境质量改善速度之快前所未有，污染防治攻坚力度之大前所未有。统计数据显示，2013—2022年，北京市空气优良级别达标天数显著增加，2022年达标天数286天，较2013年增加110天，增幅为62.5%，也就是说好天儿多了近4个月；与此同时，重污染天数显著下降，2022年重污染天数仅为3天，较2013年减少55天，降幅达94.8%。北京大气治理成就被联合国环境署评价为“北京奇迹”，为全球其他城市，尤其是发展中国家城市提供了值得借鉴的经验。

海南

海碳中心 首单跨境碳交易落地

本报海口电（记者孙海天）近日，海南国际碳排放权交易中心（即“海碳中心”）首单跨境碳交易成功落地。本单跨境交易的落地，是海碳中心发挥海南自贸港政策优势，在打通境内机构与境外碳资产跨境交易方面的一次有益尝试。据了解，本次跨境交易产品为被全球认可的核证减排标准（VCS）下的国际核证减排量（VCUs），交易项目来自印度，交易量为10185吨。海碳中心为该笔交易提供撮合及见证服务，并为交易双方颁发交易见证书和纪念证书。

海碳中心是落实国家绿色发展战略的重要实践，于2022年7月25日注册成立，致力于构建市场化生态补偿机制，通过碳金融推进经济社会低碳转型，也是海南自贸港重点推动的“6+3”交易场所之一。

浙江

建德市建设 “婴幼儿成长驿站”



近年来，浙江省建德市深度聚焦“一老一小”重点群体，依托党群阵地建设社区托育点即“婴幼儿成长驿站”，向社区家庭免费提供婴幼儿看护、育儿技能指导、亲子游戏陪伴、儿童健康管理等服务。图为近日，建德市大慈岩镇檀村村党员志愿者在“婴幼儿成长驿站”陪伴孩子们做游戏。（袁燕青摄）



丘成桐（左三）与参加“2021丘成桐中学科学奖”全球总决赛的部分选手和带队教师合影留念。