



当今社会，创新无处不在，
它不仅深刻地改变着我们的生存状态，
也让这个世界日益成为由创新者引领的世界。

— Innovation Change the World —

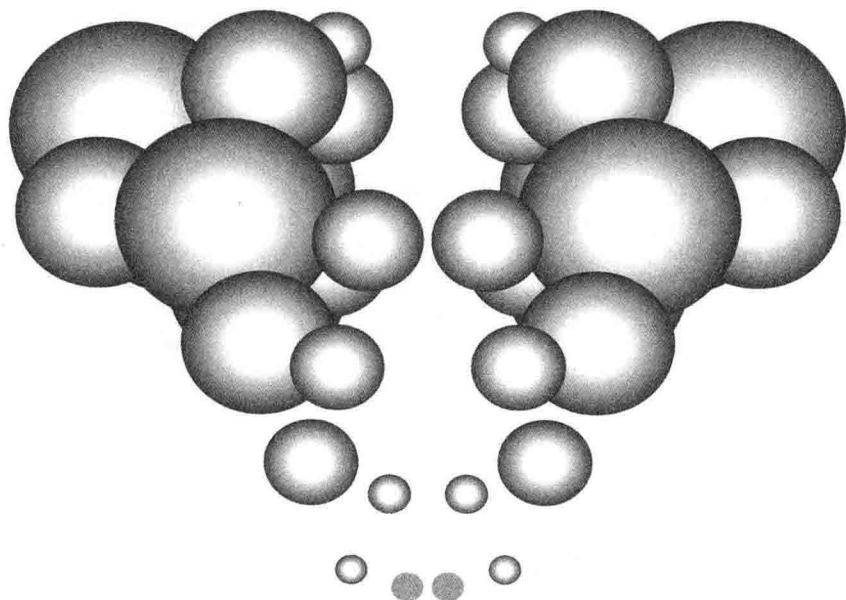
创新改变世界

18位著名科学家的创新故事

郭传杰 方新何岩 / 主编 ■



科学出版社



当今社会，创新无处不在，
它不仅深刻地改变着我们的生存状态，
也让这个世界日益成为由创新者引领的世界。

Innovation Change the World

创新改变世界

18位著名科学家的创新故事

郭传杰 方 新 何 岩 / 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书精选了 18 位著名科学家有关创新的经典讲座内容,他们结合自身的科研经历分享了开展科技创新的感悟,体现了丰富鲜活的科学精神、科学思想、科学方法,反映知识创新工程试点以来,中国科学院在科技创新、体制和机制创新、人才培养、文化建设等多方面所取得的显著成效。

讲座内容深入浅出、生动形象、通俗易懂,蕴含着丰富的创新思维、创新精神,对各行业青年人及广大科技工作者的成长都具有重要的启示意义。

图书在版编目(CIP)数据

创新改变世界:18 位著名科学家的创新故事/郭传杰,方新,何岩
主编. —北京:科学出版社,2014

ISBN 978-7-03-034798-5

I. ①创… II. ①郭… ②方… ③何… III. ①科学研究工作-中国-文集
IV. ①G322-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 125797 号

责任编辑:侯俊琳 樊 飞 / 责任校对:赵桂芬

责任印制:赵德静 / 封面设计:铭轩堂

编辑部电话:010-64035853

E-mail:houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 5 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014 年 5 月第一次印刷 印张:12 3/4

字数:200 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



《创新改变世界——18 位著名科学家的创新故事》编委会

主 编 郭传杰 方 新 何 岩

副 主 编 潘教峰 项国英 刘松林

执行副主编 孙建国

编 委 王占金 邵有余 邢福生

洪俊华 王敬泽 李利军

肖建春 李浩然 王 健

序

中国科学院党组办公室、京区党委和研究生院推出面向在学研究生的创新案例系列讲座，是弘扬我院的光荣历史传统、推动创新文化建设、进一步加强研究生教育、落实人才强国战略、传播科学思想和科学精神的一项重要举措。

当今世界，经济全球化不断发展，国际竞争日趋激烈。科技创新能力和科技人才已经成为衡量一个国家综合竞争力的重要标志。创新是时代的要求，是科学技术发展的灵魂，是推动人类进步的动力。在 2006 年全国科学技术大会上，胡锦涛总书记从我国社会主义现代化建设的战略全局出发，深刻分析了时代和世界新科技革命给我们带来的机遇和挑战，明确提出坚持走中国特色自主创新道路，动员全党全国人民为建设创新型国家而努力奋斗，这对我国科技界提出了新的更高要求。

中国科学院广大科技人员 50 多年来取得了大批科技成果，积累了丰富的创新经验。随着知识创新工程的深入推进，创新案例的主题也从科技创新拓展到制度创新、管理创新、文化创新等多个方面。这些创新经验既包含着丰富的科学精神、科学思想、科学方法，也集中反映了知识

创新工程试点以来中国科学院取得的显著成绩。

我院肩负着培养国家高级科技创新人才的光荣使命，研究生教育是我院人才队伍建设的内容之一。在研究生队伍日益成为科技创新重要力量的今天，举办创新案例系列讲座，就是要通过加强科技创新经验的交流，普及科学方法，激发创新思维，弘扬创新精神，建设创新文化，从而更加卓有成效地推进科技创新的跨越、持续发展。

案例教学是一种针对性强、形式活泼的教育方式。创新案例系列讲座，邀请院内著名科学家为研究生作报告，让同学们有机会面对面地聆听科学家讲述他们的科研工作经历，谈论科学的方法论与价值观，谈科学研究的历程，不仅给人以丰富的学术熏陶，而且给人以浓郁的人文陶冶、深刻的思维启迪，对同学们树立正确的人生观、价值观，培养坚强的意志品质，激发创新思维，培育创新精神，增强创新能力，都将具有重要的促进作用。

创新案例是科学文化的缩影。创新案例的学习宣传，对于普遍提高公众的科学素养，倡导科学思想，传播科学方法，普及科学知识，开启民智，彰显理性，引导人们树立原始性科学创新和突破性技术创新的信心，激发人们的创新意识，提升科技创新水平和能力，实现人的全面发展，同样具有重要的意义。

实践证明，以身边熟悉的人和事作为案例，鲜活、亲切、生动，对提高中国科学院乃至全社会的科学文化素质，推进知识创新工程，是一种有效的形式，已在社会上产生了较广泛的影响。

创新案例讲座自 2003 年年底开始，已经在北京、合肥、上海、长春、哈尔滨等地举办了 9 场。李振声、吴文

俊等 15 位院士和 3 位研究员^①先后作了报告。讲座除设立主会场外，还通过远程教育系统和视频会议系统，向中国科学院的 11 个分院、合肥研究院及部分研究所的近 20 个分会场进行实况直播。中国科学院京区党委组织力量根据录音对这 18 位科学家的报告精心编选，整理成本书。

希望院党组办公室、京区党委和研究生院继续努力，把创新案例讲座作为一门常设的特色讲座，成为同学们常听常新、增长才干、提高素质的舞台，成为我院进行文化传统教育的课堂和对外传播科学知识、弘扬科学精神的窗口。

高福

2006 年 3 月 14 日

① 2013 年 12 月，高福研究员被增选为中国科学院院士。——编者注

目 录

序 // i

- 01 你打你的 我打我的 (吴文俊) // 001
- 02 理解现状 研究历史 预测未来 (李振声) // 012
- 03 敢于超越 (艾国祥) // 024
- 04 创新的前提和关键点 (李国杰) // 032
- 05 在时代环境中创新成才 (郭雷) // 042
- 06 青年学者的定位与成才 (张亚平) // 057
- 07 做人 做事 做学问 (何祚庥) // 070
- 08 科学大师给我们的启示 (沈文庆) // 082
- 09 成功需要做人的智慧和做学问的聪明 (侯建国) // 093

- 10 材料科学研究的动力与乐趣 (卢柯) // 104
- 11 创新跨越与科学发展观 (张懿) // 117
- 12 继承 发扬 积累 创新 (王志珍) // 126
- 13 学习 实践 创新 发展 (刘振兴) // 136
- 14 没有快乐不可能有创新 (朱日祥) // 145
- 15 会猜 会做 (白以龙) // 152
- 16 面对新问题 要有新思路 (陈锡康) // 164
- 17 找准切入点 最终才能有所发现 (韩兴国) // 173
- 18 从微小中创造辉煌 (高福) // 184

01 你打你的 我打我的

吴文俊，男，中国科学院院士，第三世界科学院院士。

1919年5月12日生于上海，1940年毕业于上海交通大学，1949年获法国国家博士学位。现任中国科学院系统科学研究所名誉所长，研究员，曾任中国数学会理事长（1985~1987），中国科学院数理学部主任（1992~1994），全国政协委员、常委（1979~1998）。他在拓扑学、自动推理、机器证明、代数几何、中国数学史、对策论等研究领域均有杰出的贡献，在国内外享有盛誉。他在拓扑学的示性类、示嵌类的研究方面取得一系列重要成果，是拓扑学中的奠基性工作并有许多重要应用。他的“吴方法”在国际机器证明领域产生巨大的影响，有广泛重要的应用价值。当前国际流行的主要符号计算软件都实现了吴文俊教授的算法。曾获得首届国家自然科学奖一等奖（1956），中国科学院自然科学奖一等奖（1979），第三世界科学院数学奖（1990），陈嘉庚数理科学奖（1993），首届香港求是科技基金会杰出科学家奖（1994），Herbrand自动推理杰出成就奖（1997）等，首届国家最高科学技术奖（2000）。



报告时间：2003年12月10日

报告地点：中国科学院研究生院中关村园区

我感到非常荣幸，能在中国科学院举办的创新案例系列讲座上，作这个报告。我出生于1919年，正是“五四运动”发生的那一年，我国很多思想家和有识之士，提出了反帝反封建和科学救国等种种主张，这些主张影响了我的一生。我的科研工作，可以说就是在这种思想影响之下进行的。

另外，成败决定得失，认识也有过程。在我的工作过程中，外界的种种影响在我的思想上、认识上也起了很大的作用。因此，我的科研工作，也经常发生变化。趁这个机会，把我的科研工作作一个总结，把成败得失、经验教训向大家报告，希望得到大家的指教。

科学研究，首先要确定比较有意义的方向，其次要仔细考虑研究方法。

我开始科研工作，是在1946年的夏天。在这一年，我认识了当代的数学大师陈省身先生。陈省身先生在那个时候才30多岁，可是由于他在数学上的突出贡献，已经成为举世闻名的数学大师。陈省身先生当时主持中央研究院的数学研究所，他把我吸引到他的研究所作为实习研究员，也就相当于现在所谓的研究生。我在陈省身先生亲自指导下，体会到做研究工作首先要确定比较有意义的方向，其次，在方法上也要仔细加以考虑。当时数学的一个主流方向是拓扑学，特别

是拓扑学里面所谓纤维丛、示性类这两方面的研究工作，陈省身先生有巨大的贡献，影响着整个数学的发展。我在陈省身先生亲自指导之下，到 1947 年春，给所谓 Whitney 乘积公式一个简单证明，这是我在科研道路上第一个比较有意义的工作，这完全是在陈省身先生亲自指导之下进行的。

科学研究应有比较宽松的学术环境，必须重视交流协作、重视自由思考，甚至不拘一格。

1947 年秋天，我去法国留学，先后跟着两位老师，一位是 Ch. Ehresmann，一位是 H. Cartan，两位都是在全世界有名的、对数学影响巨大的 Bourbaki 学派骨干人物。除了两位老师以外，我还跟 R. Thom 博士进行合作。当时我跟 Thom 先生都在法国的边远地区，到 1949 年秋天我到巴黎，与 H. Cartan 先生进行研究，同时跟 Thom 先生的合作还在继续进行。到了 1950 年的春天，我们的合作取得了突出的成果。一方面，Thom 先生证明了 ST-WH 示性类的拓扑不变性，另一方面，我引进了新的示性类 V ，它的定义是 $VX = SqX$ ，这种示性类后来被称为吴示性类，并证明了 ST-WH 示性类完全可以用吴示性类明确表示出来，就是 $W = SqV$ ，这个公式后来被称为吴公式。Thom 与我合作所得到的这些成果，在拓扑学上面引起相当大的反响。

同时在法国也出现了许多拓扑方面突出的进展。从 1950 年以来，引起了某些数学家所称的拓扑地震，使得法国就此成为世界拓扑学的研究中心。这些工作突出的年轻人里边，有这样一些人：J. P. Serre 先生，他在 1950 年在求上同伦计算取得突破，引起了全世界的震动。因此，他在 1954 年获得 Fields（菲尔兹）奖。我们大家都知道，诺贝尔奖没有数学奖，为了弥补这个缺陷，挪威设立了 Abel（阿贝尔）奖。Abel 是数学家，27 岁就去世了，他因在数学方面贡献杰出，已



经被公认为 19 世纪为数不多的最伟大的数学家之一。Serre 先生由于 1950 年的研究工作以及以后一系列在数学上各个领域的杰出的成就，获得了第一届 Abel 奖。另外一位就是前面已经提到的 Thom 先生，他在 1950 年证明流形 ST-WH 示性类拓扑不变性，另外在 1954 年创立了协边理论，后者引发了数学里面微分拓扑学这一学门。因为这些工作，Thom 在 1958 年获得了 Fields 奖。20 世纪 70 年代，Thom 又创立了奇点理论与结构稳定性理论，对世界数学的发展具有很重大的影响。他在 2003 年去世。还有一位值得称道的是 A. G. Rothendieck，他在数学上的知识非常广博，被法国人称为数学上的百科全书。他创立了 K 理论、Scheme 理论等，在 1966 年获得 Fields 奖。法国由于这些杰出年轻人才的出现，自 1950 年以来，成为世界拓扑学的研究中心，而且也使得 Bourbaki 这一学派变成全世界学习的对象。

前面提到的 Serre 是核心人物。Thom 虽然是 Cartan 先生的学生，但是他并不同意 Bourbaki 学派的思想方法，他与 Bourbaki 学派的道路有明显的不同之处。自 20 世纪 50 年代以来，Bourbaki 学派被全世界所学习、推崇，我从在法国学习的过程中得到这样的体会，即学术应有比较宽松的环境，必须重视交流协作，必须重视自由思考，甚至不拘一格。在这样的一种宽松的学术环境之下，法国就出现了许多具有创新思维的杰出人物，使得法国人才辈出，变成世界敬仰的数学的中心。

在数学上，所谓难的、美的，不见得是好的；所谓好的，也不见得就一定是重要的。

在跟陈省身先生学习和在法国学习的过程中，我对数学产生了这样一些认识，即在数学上，所谓难的、美的，不见得是好的；所谓好的，也不见得就一定是重要的。这个“重要的”怎么样来衡量呢？主要是看它对整个数学影响是怎么样的。这个影响有广度，有深度，还

要考虑持久度。我记得我在法国留学期间，跟我合作的 Thom 先生曾经说过这样一句话：法国的国家博士学位要求是非常高的，博士论文的内容在当时是非常有影响的，可是这些博士论文在 50 年以后，还能经常被大家提起，这种论文是为数不多的。所以你要得到一个持久程度的影响，这不是一件容易的事情。在这个地方，我再顺便提一下，前面提到 Bourbaki 学派影响非常之大，在 20 世纪 50 年代，是全世界学习的内容，是被全世界所学习，所推崇的，可是到 20 世纪七八十年代就趋于衰落。这说明即使影响如此巨大的 Bourbaki 学派，在思想方法上，也有值得推敲之处。我们经常会看到社会上出现某种热门，大家热衷于这一种新的论文方向，我想给一些同志提个醒：这种情况是一时的，这种大家都热衷于跟随它的情形，是不是能够持久，应当思考一下。

要预见数学的将来，适当的途径是研究这门科学的历史与现状。

我在 1951 年夏天回国，1951~1952 年在北京大学的数学系任教，1952 年院系调整，我调到了中国科学院的数学研究所，1980 年系统科学研究所成立的时候，我又调到了中国科学院的系统科学研究所，一直到现在。我从 1951 年夏天回国以后，出现一个新情况，就是我跟外界缺少联系，基本上和外界或者外国处于隔绝状态，在工作上陷入一种孤军奋战的情形。在这种情况下，我怎么样继续进行研究？在过去的许多年，我一直把研究工作局限于拓扑学的示性类和纤维丛这个范围。是不是可以跳出这个范围，扩大我的范围，继续进行研究，是当时面临的一个问题，需要进行认真的思考。

为了解决这个问题，我就进行了形势分析与历史调查，在无意之中，这种做法正符合了法国的大数学家 H. Poincaré 所讲过的一句话，他说如果我们想要预见数学的将来，适当的途径是研究这门科学的历史与现状。当时为了解决我所面临的问题，即怎么样继续进行工

作，同时又能够扩大我的研究范围，我对拓扑学进行了形势分析和历史调查。我一直把拓扑学当成几何学的一个部分，一个分支。数学是研究物质状态的数和形，其中研究形的通常称为几何学。如果我研究形的某一个方面，那么就形成这一方面的一种几何学，比如研究度量性质的，就有所谓大家都熟悉的欧氏几何；为了画画或者是拍照，需要把外界的投影投射到一个屏幕上面来，需要研究这样一种性质的，所谓平直性的，在 17 世纪以来，形成一种新的几何学，叫投影几何；到 18、19 世纪，许多数学家注意到形的所谓连续不连续这样一种性质，相应产生的几何学，就叫做拓扑学。所以拓扑学早期有另外一个通俗的名称叫做连续几何学。拓扑学的正式诞生，可以说是在 19、20 世纪之交，是由 Poincaré 创立的，自此以后，就在美国获得非常大的重视，得到很大的发展，使得美国成为世界拓扑学的中心。除了美国以外，苏联、瑞士、德国、英国等，都有相当强的学派，有相当规模的拓扑学的中心。可是在法国本土，它并没有像其他国家那样得到充分的发展。我留学法国的时候，在拓扑学方面资格比较老一些的数学家屈指可数，也就是三位：一位是 Leray，另两位是我的两位导师，Cartan 跟 Ehresmann。

再分析一下拓扑学发展的历史，20 世纪 30 年代，可以说是拓扑学发展的一个分水岭。在 20 世纪 30 年代以前，对应关系是一一对应，是有很强烈的要求的，考虑的许多问题，如打结问题，同痕问题，拓扑分类问题，这是一一对应为主的拓扑性的问题。20 世纪 30 年代以后，就把一一对应限制放宽了，只要考虑多一对应就可以了。其中一个原因是因为出现了有力的新的方法，叫做 simplicial approximation，同时在新方法影响下，产生了新的不变量，主要是同伦群。这样，拓扑学就走向新的一类的问题，从拓扑性的问题，变成考虑同伦问题，变成当时拓扑学发展的中心内容。

我分析当时的拓扑的情况，发现一个非常有意义的条件，就是与我当时合作的 Thom 先生证明 ST-WH 示性类拓扑不变性这个工具和

方法，可以用于考虑拓扑性而非同伦性的这种问题。因此，我在 1953 年之后，就对这一类拓扑性的、非同伦性的问题，进行了一个全面的检查，尝试由 Thom 先生引进的那种工具方法，以及我知道的一些相应的方法，全面检查拓扑性而不是同伦性的这类问题。这个尝试当然是有成功，有失败，很大一部分是没有成功的，或者单纯就是失败的。可是也有一些方面，取得了成功，一类是对非同伦性组合不变量的问题，还有一类所谓嵌入问题、同痕问题。我最后建立了示嵌类理论，并由于这个理论及其他工作，在 1956 年得到了首届国家自然科学奖一等奖。得奖项目的内容一个是示性类，这是在陈省身数学研究所与在法国研究的内容，回国以后继续做的研究工作，还有一个是示嵌类，这两方面工作使我得到了这个奖。

原来领先的研究领域已大大落后于国外，是被动地做下去，还是寻求新的方向？

007

1958 年我到法国讲学，开设了示嵌类理论课程，听众之中有瑞士的 A. Haefliger 先生。我回国之后，Haefliger 在法国继续示嵌类研究，取得了很大的成功。1960 年以后，我可以重新进行工作的时候，就引起这样一些思考：示嵌类理论是我开创的，我找到了具体的方法，但 20 世纪 60 年代时我已经落后了，因为 Haefliger 做了大量的工作，我继续做这方面工作，就陷入了被动的局面。那么我是被动地进行下去，还是摆脱这样被动的局面寻求新的方向？这是当时要考虑的问题。1958 年的“大跃进”，提出理论联系实际，任务带动学科。这在思想上对我有很大的震动，因为过去一直是为了数学而数学的，对应用根本不加考虑，跟现实世界也没有怎么考虑，所谓两耳不闻窗外事，一心只读数学书，是和现实脱离的这样一种状态。在“大跃进”的思想影响之下，我对于应用变得比较重视，觉得对现实世界不应该完全脱节。就在这种思想影响之下，我对有些与应用关系比较密

01

你打你的
我打我的



切的运筹学、博弈论产生了兴趣，这对我的学习研究产生了影响。1965年，我无意之中发现，我开创的示嵌类的方法，可以用来考虑集成电路布线问题，并用这个方法使布线问题最后得到了解决。如果没有“大跃进”时代这种思想上的冲击，碰到集成电路、布线问题我还是不屑一顾的，正是在这种思想影响之下，使得我不仅注意这类问题，而且有意识地真正花工夫来考虑。

1958~1965年，我在中国科学技术大学执教，在1964~1965年开设了几何拓扑专门化课程。这还是以Bourbaki思想体系为中心的，它的构成主要是两个：一个是拓扑学，我请同事来讲授；还有一个是代数几何，我本来是外行，就采取了边教边学的这样一种方式。在教学过程中，我对代数几何得到了一定的了解，提供了新工具、新方法，甚至是新动力，对我日后的研究工作起了相当大的作用。

1965年我参加了“四清”。“四清”回来以后，“文化大革命”就开始了。从1966~1976年，这10年主要是参加“文化大革命”，数学研究工作完全处于停顿。20世纪70年代的每一年都是比较平稳的，有些美国数学家访问中国，他们带来了一些拓扑学在近年的新发展的资料，使我有可能是对于拓扑学重新进行研究工作。在研究工作进程之中，又引发了一些思考，就是他们给我的资料中，有许多是手写的，讲学听讲的笔记，里面出现了一些奇怪的符号，从来没有见到过，在任何的书本杂志里面，也没有出现过，也不可能出现，因为这是国外的数学家在互相交流学习的时候，在讲习班或者在黑板上面随便写出来的符号，所以不会出现在书本杂志中，至少一段时期内不会。在这种情况下，如果要参与这样的工作，你必须要经常与国外的数学家打交道，要经常到国外去，参加他们的讨论班，参加他们的学术会议等。这就使我处于相当被动的局面，所以我当时提出了这样一个问题：怎么样可以找出自己进行研究的一条路来，可以不受国外的影响，用不着经常到国外去，就在国内，我也可以自己进行我的研究工