



中国科学院

# 科技创新案例

● 郭传杰 主编

学苑出版社

# 中国科学院 科技创新案例 (二)

郭传杰 主编

学苑出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

中国科学院科技创新案例(二)/郭传杰主编. —北京: 学苑出版社, 2003

ISBN 7-5077-2240-6

I . 中… II . 郭… III . 自然科学—科学研究—经验—文集  
IV . N19-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 014958 号

学苑出版社出版发行

北京市丰台区南方庄 2 号 100036

<http://www.book001.com>

高碑店市鑫宏源印刷厂印刷 新华书店经销

850×1168 32 开本 9 印张 220 千字

2004 年 1 月北京第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册 定价: 18.00 元

## 编 委 会

主 编：郭传杰

副 主 编：项国英 潘教峰

执行副主编：周德进

编 委 (按姓氏笔画为序)：

王占金 王秀琴 卢盛魁 邢福生

沈 颖 李安林 李利军 邵有余

赵 歌 蒋协助

# 序 言

人类社会已进入21世纪。

21世纪是科学技术突飞猛进、日新月异的时代，是知识创新不断推动技术进步从而加速社会变革的世纪。在面向21世纪的知识社会，科学技术发展的灵魂是创新，推动人类进步的动力是创新。

创新源自于科技实践活动，必须具有科学精神、科学思想和科学方法。科学精神能赋予人们探索自然界奥秘的兴趣、求真的理性和创新意识的意识，是创新的精神动力；科学思想是科学活动中所形成和运用的思想观念，它来源于科学实践，又反过来指导科学实践，是创新的灵魂；科学方法是人们揭示客观世界奥秘，获得新知识和探索真理的工具，是创新的武器。正如江泽民同志指出的那样：“科学知识、科学思想、科学方法和科学精神，可以引导人们发奋图强、积极向上，促进人们牢固地形成正确的世界观、人生观和价值观，促进人们实事求是地创造性地进行社会实践活动。”

中国科学院经过50多年的奋斗，已发展成为国家在科学技术方面的最高学术机构和全国自然科学与高新技术的综合研究与发展中心。广大科技人员为国家经济建设、国防建设和我国科技事业的进步，呕心沥血，艰苦奋斗，

努力攀登科学高峰,取得了丰硕的科技成果。这些科技成果充分体现了科技人员的创新精神,蕴涵着丰富的科学精神、科学思想、科学方法,是十分宝贵的精神财富。

编辑出版《中国科学院科技创新案例》,旨在弘扬科学精神,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,催化更多的科技创新成果,使实事求是、探索求知、崇尚真理、勇于创新的精神在全社会发扬光大,为社会主义物质文明建设和精神文明建设做出新的贡献。

知识创新与技术进步为21世纪的人类文明展现了美好前景。“全面建设小康社会,加速推进现代化建设”进程,到21世纪中叶,我国要达到中等发达国家水平。向着这一宏伟目标,中国科学院正在谱写知识创新工程的新篇章,为建设国家创新体系,实现科技创新跨越发展,再创新的辉煌,做出无愧于中华民族的创新贡献。

伟大的中华民族,正坚定不移地走一条正确的道路,这条路就是——创新之路。未来千年,中华民族在实现社会主义现代化和伟大复兴的征程中,定能实现科教强国的梦想,定能实现中华巨龙的世纪腾飞。

卢佩 2.28.2003

# 前 言

1998年6月，中国科学院启动国家知识创新工程试点工作，其目的旨在通过深刻的制度创新、文化创新和加强人才队伍建设，大幅度提升国家研究机构的创新能力和创新水平，为建设国家创新体系先行一步，为科教兴国做出战略贡献。

创新，是民族进步的灵魂，已成为我们这个时代的共识和强音。但是，如何才能有效地创新？从思维的角度看，创新有什么特点，有什么规律可循？这些，还是需要认真思索、深入探究的课题。科学的本质是认识客观世界。科学的生命力在于对自然奥秘的不断揭示和开拓创新。创新需要动力，那就是对真理的追求和对国家、民族的责任；创新需要精神，就是实事求是的科学精神；创新需要方法，就是逻辑的、形象的和唯物辩证的科学思维方法。近代自然科学革命的先驱哥白尼曾形象地指出“理论是月亮的光辉，事实是太阳的光辉”。爱因斯坦指出，哲学“是全部科学研究之母”，“想像力是科学研究中的实在因素”，“真正可贵的因素是直觉”。科学思维贯穿于科技创新发展的全过程，分析、综合、演绎、归纳、质疑、比较、感悟、抽象、推理、

假设、实证等等，都是科学思维的基本元素，像一串串耀眼的珍珠，镶嵌于从选题开始，包括试验、观察、判断、立论、写论文、出成果以及应用的全部过程，折射着科学哲人们的智慧之光。

长期以来，中国科学院广大科技人员在实践中取得了一大批科技成果，同时积累了大量的创新经验。在这些具体的科研活动、科研组织管理中，饱蕴着丰富鲜活的科学精神、科学思想、科学方法，如果将我们自身和周围的这些创新案例发掘、整理、提炼出来，岂不有利于科研人员特别是年轻科研人员拓宽创新思路，激发创新活力，树立原始性科学创新和突破性技术创新的信心？它将有利于公众提高科学素质，有助于青年学生学习开启创新之门，总而言之，是一笔可观而宝贵的精神财富。有鉴于此，作为深入推进中国科学院创新文化建设的一项具体措施，我们从2001年6月起，先后在全院范围内开展了搜集、编写科技创新案例的工作，得到了广大科研人员的积极响应和充分肯定。这项工作为在中国科学院形成有利于出成果、出人才的创新环境，加快科技创新的步伐，实现科学技术的跨越发展必将起到积极的推动作用。

《中国科学院科技创新案例(二)》汇集了53篇科技创新新案例。有数学、物理学、化学、天文学、地学、生物学等基础学科领域的创新案例，也有信息、材料、能源、空间等高新技术领域和跨学科交叉领域的创新案例；有反映基础研究中的原始性科学创新，也有反映应用研

究、高技术产业化过程中的突破性技术创新。创新案例的主人，从30多岁的青年科技工作者到年高德昭的著名老科学家，各个年龄段都有。这些案例多数为科技专家本人撰写，也有少数由他人代笔；有从事科研工作时间不长的处女作，而更多的则是创新主体锲而不舍、奋斗一生的亮点、结晶。特别令人感动的是，吴文俊、黄昆等著名科学家，对编选案例高度赞许，大力支持，他们或亲自动笔，字斟句酌，字字珠玑；或反复修改，删繁就简，披沙拾金。目前，奉献于读者的这些案例，各自独立成篇，自成一体，但又彼此交融，异彩纷呈。当年，形成这样的创新案例，集中了大批科技专家的创造性劳动，现在，编撰这些案例，同样是许多专家、管理工作集体智慧的结晶。

把科技创新案例编辑出版，目的在于将这些宝贵的精神财富传播到全社会，调动人们自觉创新的认识，学会如何有效创新，让这些厚积薄发经过科学提炼的创新案例成为开启各界人士创新思维的金钥匙。为便于读者从案例中受到更多启示，我们还为每个案例做了“点评”，以期将案例中的精华部分以更加简练、直观的方式呈现给读者。

本书编辑过程中，得到中国科学院各单位的积极响应和很多科学家的大力支持，目前选编进本书的53个案例只是其中的一小部分，还有很多案例有待进一步挖掘，将陆续出版。在此，我特别向为《中国科学院科技创新案例》的编撰、出版付出辛勤劳动的同志们表示衷

心的感谢，向为本书供稿的专家学者表示崇高的敬意！  
本书出版得到了“中国科学院地奥精神文明建设基金”  
的资助，在此一并致以谢忱。

编写创新案例的工作带有探索性，有较大难度。由  
于我们水平有限，书中如有不妥之处，欢迎读者批评指  
正。

邵传杰

2003年2月26日

目  
录

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| 敏锐的直觉 惊人的技巧 .....     | 陆启铿 (1)      |
| 华罗庚与优选法统筹法的推广应用 ..... | 那吉生 (7)      |
| 跨越式研究是实现技术突破的捷径 ..... | 王 选 (12)     |
| 吴氏理论的形成 .....         | 陈宏冀 赵晓路 (18) |
| 新颖的低温风洞冷却方法 .....     | 俞鸿儒 (22)     |
| 会猜会做 .....            | 白以龙 (27)     |
| 空心涡轮叶片攻关记 .....       | 师昌绪 (33)     |
| 五重旋转对称和二十面体准晶的发现 ...  | 郭可信 (37)     |
| 纳米金属铜室温超塑延展性的发现 ..... | 卢 磊 (41)     |
| 生命的意义在于不断学习、探索和进取 ... | 谢家麟 (46)     |
| “层子模型”是强子结构研究的重要开拓    | 冼鼎昌 (54)     |
| 大科学工程促进和拉动高技术的发展 ...  | 蒙 巍 (58)     |
| 敢冒风险 立足突破 .....       | 岳海奎 (64)     |
| 学科交叉不断出新 .....        | 邵世田 (70)     |
| 创新者的开拓勇气与献身精神 .....   | 张 懿 (75)     |



|                       |          |
|-----------------------|----------|
| 小课题带动大项目 .....        | 杨晓东 (79) |
| 从毛细管电泳到微流控芯片实验室 ..... | 邹淑英 (83) |
| 微囊化细胞移植技术在中国生根 .....  | 于炜婷 (88) |
| 如何将科学梦想变为现实——我国       |          |

### 第一台微型气相色谱仪的

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 诞生过程 .....        | 陈令新 田 静 黄威东 (92) |
| 一项技术发明的轨迹 .....   | 吴迪镛 (97)         |
| 对称陀螺产物分子转动取向理论公式的 |                  |

|              |               |
|--------------|---------------|
| 推导与应用 .....  | 李芙蓉 杨何平 (102) |
| 催化裂化干气制乙苯技术的 |               |

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| 工业化之路 .....          | 姜熙杰 徐龙伢 (108) |
| 创建新框架 打开新路子 .....    | 卢盛魁 (112)     |
| 天再旦：科学表述的建立与实证 ..... | 刘次沅 (116)     |
| 突破“守”字天地宽 .....      | 王正明 (120)     |
| 脉冲星的观测与研究 .....      | 王 娜 (124)     |
| 从空间大国迈向空间强国 .....    | 刘振兴 (130)     |
| 需求推动创新 .....         | 姜景山 (138)     |
| 自主创新 良性互动 .....      | 龚惠兴 (144)     |
| 地球信息科学的畅想 .....      | 陈述彭 (149)     |
| 立足国际前沿研究气候系统模式 ..... | 宇如聪 (154)     |
| 从布拉维格子到城市的对称分布 ..... | 叶大年 (160)     |
| 西北气候转型假说的提出和求证 ..... | 施雅风 (164)     |
| 一项发展和修改前人认识的研究 ..... | 施雅风 (170)     |
| 周立三与农业区划研究 .....     | 佘之祥 (175)     |

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 上下求索 终有所得 .....       | 李星学 (182)     |
| 探索建立流域生态健康诊断          |               |
| 指标体系及方法 .....         | 许明祥 (189)     |
| 多思考 多实验 多观测 .....     | 王德强 (194)     |
| 用科学的思维方法认识自然 .....    | 王中刚 (198)     |
| 关于我创造性思维的一孔之见 .....   | 吴征镒 (202)     |
| 植物花柱卷曲性异交机制           |               |
| 的研究与命名 .....          | 李庆军 (208)     |
| “生物导弹”防治害虫新技术 .....   | 徐红革 (213)     |
| 我国第一个微生物杀蚊剂 .....     | 张用梅 (219)     |
| 附睾研究的新突破 .....        | 赵慧娟 秦正葳 (225) |
| 知人善任 运筹帷幄 .....       | 秦正葳 (229)     |
| 学术争论成为我不断追求真理的动力 ..   | 尹文英 (234)     |
| 喜获克隆牛的成功 .....        | 陈大元 (239)     |
| “曙光”之路                |               |
| ——发展高科技 实现产业化 .....   | 邢福生 (243)     |
| 能量自给型城市垃圾处理系统的研制      |               |
| ——技术集成创新服务于社会 .....   | 周肇秋 (249)     |
| 我国高档数控系统出口            |               |
| 零的突破 .....            | 刘伟 郭天民 (253)  |
| 浓缩铀-235甲种分离膜的研制 ..... | 金大康 (258)     |
| 联想式汉卡的成功之道 .....      | 倪光南 (262)     |
| 矢量偏微分算子和电磁波基本方程组 ..   | 宋文森 (267)     |





## 敏锐的直觉 惊人的技巧

**华罗庚** 数学家、中国科学院院士（1910年11月—1985年6月），江苏省金坛县人。1924年初中毕业后，在上海中华职业学校学习不到两年，因家贫辍学，后刻苦自修数学，受到熊庆来的重视，于1931年被邀请到清华大学工作。曾在英国剑桥大学访问二年，担任过美国普林斯顿研究院研究员和伊利诺伊大学教授，历任数学所和应用数学所所长、中国科学院副院长等职。华罗庚是国际上享有盛誉的数学家，他的研究领域涉及多元复变数函数、数论、代数及应用数学等，在每一个领域都取得了杰出的成绩，有许多以他的名字命名的定理、引理、不等式、算子与算法，并培养了一批优秀的学生。1956年获得国家自然科学奖一等奖，1990年与王元共同获得陈嘉庚物质科学奖。他被选为美国科学院国外院士，第三世界科学院院士，联邦德国巴伐利亚科学院院士，被法国南锡大学、香港中文大学、美国伊利诺伊大学授予荣誉博士学位。

华罗庚关于典型域上多元复变数函数论的研究, 于1956年获得第一届国家自然科学奖一等奖。1958年, 科学出版社出版了他的《多复变函数论中典型域上的调和分析》一书。此书的初稿完成于1954年, 是申请一等奖的依据。此书一出版就引起了国际上的高度重视。首先是苏联科学院Steklov数学研究所于同年来函要求将此书翻译成俄文出版(但由于苏联人同时精通中文及数学的不多, 请华罗庚先译成英文, 再由他们译成俄文出版)。英文版是1963年从俄文版再翻译成英文, 由美国数学会出版的。英文版出版后, 此书受到国际数学界的普遍关注和高度评价, 成为研究该领域时必然要引用的书籍。丘成桐教授(菲尔兹奖、瑞典科学院卡拉夫奖、美国国家科学奖获得者)说, 华罗庚这方面的研究成果领先世界十年。

华罗庚对多元复变函数的研究始于40年代抗战时期。当时的昆明西南联合大学, 条件非常艰苦, 华罗庚住在人畜共舍的牛棚楼上。白天日寇飞机经常来轰炸, 空袭时华罗庚仍在防空洞里看资料。他想把单复变数的自守函数理论推广到多元复变函数。有一次日机的炸弹将防空洞炸塌, 把他和正在看的书埋在土中, 听说是段学复(现北京大学院士)把他和书从泥土中挖出来的。这本书是德文的单复变数自守函数的书。华罗庚这种临危不惧、专心研究的精神, 实为后世科学研究者的楷模。

与此同时, 在大洋彼岸的普林斯顿, 有一位因不满法西斯排犹而离开德国的大数学家及天体力学家西格尔, 也想把单复变数的自守函数理论推广到多复变数。由于单复变数的自守函数的主要理论是在单位圆内讨论, 他们不约而同地考虑与单位圆最相近的有界对称域上的自守函数理论。在有界对称域上, 多复变数可用矩阵来表示, 便于构造自守函数的级数表达及其基本域。此

外，单复变数的自守函数论与单位圆的非欧几何密切相关，所以他们也就不约而同地从研究典型域的几何开始。西格尔这方面的第一篇文章“辛几何”1943年发表在《美国年刊》，华罗庚的文章“矩阵变数的自守函数论”1944年发表在同一年刊。实际上，两人差不多是同时投稿，但华罗庚的稿件在二战时期从昆明寄到美国要历经几个月。西格尔后来把注意力转向天体力学，不过他研究天体力学的方法是源出于他“辛几何”的文章。辛几何是现在国际上最热门的几何研究方向之一。1997年获国家自然科学一等奖的已故院士冯康，曾对笔者说，他关于辛算法的工作与西格尔的天体力学及华罗庚发表在《美国数学会集刊》上的文章“在辛群下超圆的分类”有密切关系。战后西格尔回德，受到德国科学界的高度尊敬。他在60年代写过三卷“函数论”讲义，其中引用华罗庚及其学生的文章有十几篇之多。

华罗庚战后去美国，继续研究多复变函数。他1946年在美国《数学年刊》上发表的文章“多复变函数的自守函数”成为经典著作，为研究自守函数的名家所必引用。多复变数自守函数理论现已发展成为现代数学最重要的研究方向之一。解决费马大定理的威尔士，曾在Langland的讨论班中获益匪浅。而Langland就是目前多复变数自守函数的权威人士，他在普林斯顿高等研究所主持的讨论班，一直是围绕着多变数的自守形式（自守函数的推广）进行。此外，华罗庚在上述文章中引进了一个微分度量，现在被称为华罗庚度量。

华罗庚于1950年毅然回国，当时才40岁，正值盛年。新中国成立后的最初十年，是他精力最充沛的十年，主要从事的研究仍然是多复变函数。他的主要工作之一就是多复变数典型域上的调和分析。

富氏分析是最早的调和分析，问世以来在工程与物理领域有广泛的应用，数学家也进行了深入的研究。人们自然会考虑把富

氏分析推广到多个变数,或者把微分方程推广为算子的情形。在实际应用上也有此需要,例如量子力学要考虑算子特征值与特征向量。在华罗庚之前,富氏分析的推广多是平行推广,如考虑多个单位圆周的拓扑积情形,或抽象地证明某些空间的完备正交归一系的存在。这对实际的应用是远远不够的。如上所述,华罗庚早就认识到单变数的自守函数的推广是典型域上的自守函数。同样,他认为单位圆上的调和分析的推广是典型域上的调和分析。他用群表示理论具体构造了典型域上的绝对值平方可积全纯函数的一组完备正交归一函数系。群表示论与正交系的关系并非华罗庚首先发现,但能够具体地找出非显然的例子的所有不可约表示并计算其正交化所需的各种常数,应是始于华罗庚在50年代初期的工作。这使得调和和分析在60年代热起来。调和分析领域的权威、普林斯顿大学教授斯坦,在一次学术会议上,当着华罗庚和他的学生的面说,“我是华的名誉学生”。他是华罗庚成为美国科学院外籍院士的推荐人之一。

华罗庚在把一个表示化为适合所需条件的不可约表示时,使用了两个奇妙的代数恒等式。他是怎样想出这两个恒等式的,笔者只能惊叹他是天才。但华罗庚从不认为自己是天才,这只好归因于他有敏锐的数学直觉。此外,正交归一化所需的常数要用到很多矩阵积分的计算,他以惊人的技巧把许多复杂的矩阵积分计算出来。这些技巧后来被理论物理学家广为应用。

在谈到矩阵积分时,不能不说到他引进的矩阵极坐标。最初他是为了计算矩阵积分而引进的,但后来发现体积元素的矩阵极坐标的表达式与李代数根系的计算有密切关系,使后人对一些根系的计算变得大为容易。矩阵极坐标对于对称空间的几何研究也十分有用。

华罗庚考虑典型域上方程 $\Delta u = -\lambda u$ 的调和分析,其中 $\Delta$ 是Laplace—Beltrami算子。这首先要弄清楚 $\lambda = 0$ 的情形,此时 $u$ 称为