



科技创新案例

● 郭传杰 主编

學苑出版社

科技创新案例

郭传杰 主编

學苑出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科技创新案例/郭传杰主编. —北京: 学苑出版社, 2003
ISBN 7-5077-2087-X

I .科… 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 013949 号

学苑出版社出版发行

北京市万寿路西街 11 号 100036

高碑店鑫昊印刷有限责任公司印刷 新华书店经销

850×1168 32 开本 7.375 印张 170 千字

2003 年 3 月北京第 1 版 2003 年 3 月北京第 1 次印刷

印数: 2000 册 定价: 15.00 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最高学术机构和全国自然科学与高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《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。

卢永祥 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边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。

本书汇集了45篇科技创新案例。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，文斟句酌，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意识，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45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《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

小议科研中的“毛估”方法	卢嘉锡 (1)
“黄方程”与“多声子跃迁理论”	黄 昆 (6)
我的科研选题三原则	邹承鲁 (13)
吴文俊倡导数学机械化研究	石 赫 (21)
实践出题 直觉判断 求异思维	
——冯康的创新要诀	余德浩 王占金 (26)
辩证认识太阳观测的历程	
实现跨越发展	艾国祥 (31)
从综合防治蝗害到	
复合生态系统理论的形成	沈 颖 (35)
黄土——释环境演变的“天书”	刘嘉麒 (39)
从源头上做起 从概念上创新	王守觉 (43)
独辟蹊径	
发展蒸发冷却技术	卢盛魁 邢福生 (47)
长期积累是偶然突破的基础	李静海 (52)
注重积累 关注理论 探索方法	黄大卫 (57)
粘接检测上的技术创新	李明轩 (61)



谨慎接受 寻根问底——用GTEM室

做EMI测试的理论与实验研究 陈志雨 (65)

发挥学科优势 建设绿色化学大产业

——微生物发酵生产长链二元酸 陈远童 (69)

创新需要独立见解和兴趣 庄蔚华 (74)

“小”团队与“大”任务

——电动汽车实验室创新实践 王亦楠 (77)

坚韧赢得贵客 创新抢得先机

——为英特尔开发出开放源码编译器 ... 刘振坤 (84)

丰硕成果的背后——记中国科学院

软件所计算机科学重点实验室 谢京红 (88)

“辽西队”研究群体的创新启示 魏涌涛 (94)

“细胞重建学说”的提出与发展 王谷岩 (98)

从零到6000米的突破 张凤春 (104)

分子碰撞量子干涉效应的发现 沙国河 (109)

抓住关键

攻克稀土清洁分离难题 徐 海 于柏林 (114)

浅海农业由理想变为现实 廖振远 (118)

海水贝类养殖的产业化 张福绥 (123)

偶然中的必然 汤定元 (128)

玻璃计算体系的建立 姚劲松 (134)

关于中国诺贝尔奖的思考 王育竹 (139)

知难而上 攻克仪器研制难关 张 平 (145)

2.16米天文望远镜折轴系统的诞生 范晓松 (149)

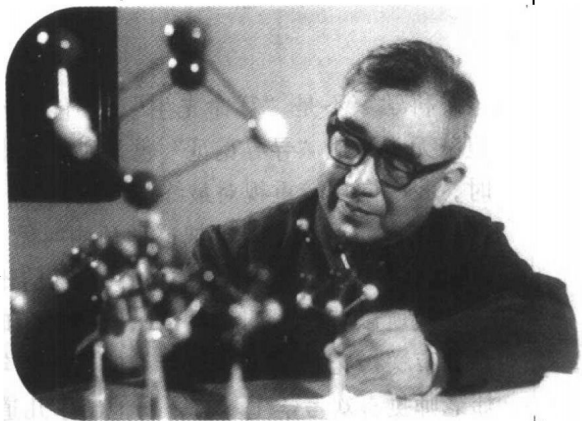
开辟国情分析研究新领域 吴楚树 (153)

执着追求 攀登内耗研究高峰 方前峰 (157)



抓住偶然事件 创建射频壁处理技术 ...	赵燕平 (161)
从非线性到线性的优美变化	邵世田 (165)
皮棉亩产世界纪录的由来	田长彦 胡文康 (169)
联想闪烁出火花——记石墨非还原	
热离子发射特性的发现	武文斌 (174)
“厚层地下冰的重复分凝机制”	
理论的创立	冯书明 (179)
水土保持型生态农业实体模型的创建 ...	梁 峻 (183)
棉铃虫病毒杀虫剂的	
研究与应用	尚纳新 陈新文 (188)
实践出真知——拟稳平差、	
抗差估计理论的创新特色	欧吉坤 (192)
逆向思维 绝处逢生	
——波浪能发电的应用研究	游亚戈 (198)
集众家之长 多学科联合攻关	任 海 (203)
站得高和高敏锐	
是选择好研究课题的关键	黄润乾 (209)
全国粮食产量预测的研究	陈锡康 (213)





小议科研中的“毛估”方法

卢嘉锡 (1915—2001) 物理化学(结构化学)家,中国科学院院士。祖籍台湾台南,生于福建厦门。1934年毕业于厦门大学,1939年获英国伦敦大学哲学博士学位。1945年回国后,历任厦门大学化学系教授、理学院院长、副校长,福州大学副校长,中国科学院福建物质结构研究所所长、中国科学院院长,中国科学技术协会副主席,中国化学学会理事长。长期从事结构化学研究,是我国物理化学学科及结构化学学科领域的奠基人之一。在固氮酶活性中心化学模拟和过渡金属原子簇化学研究中,提出活性原件组装方法和某些簇合物的类芳香性等创新性学术思想,运用结构化学观点指导晶体材料科学研究,在世界上首次组织指导研制成功低温相偏硼酸钡和三硼酸锂等非线性光学晶体材料。在中国科学院的改革与发展、培养科学技术人才、发展国际学术交流等方面做出了卓越的贡献。

科学家不是“算命先生”，不能“预言”自己的研究结果；但茫无头绪地“寻寻觅觅”也是科学工作的大忌。进行科学研究时，我一向比较重视对最终结果的预测，以便从总体上更好地把握研究方向。我习惯于把这种预测叫做“毛估”，而且时常这样告诫自己的学生和科研人员说：“毛估比不估好！”

我所以特别强调“毛估”，说起来和我做学生时出过的一次差错有关。记得念大学三年级时（1933年），教物理化学的区嘉炜老师挺喜欢考学生。有一回他出了几道考题，其中有个考题特别难，全班就我一个人基本上做出来。可是等改好的卷子发下来，我发现那道题目老师只给了四分之一的分数，感到很委屈，因为我只是把小数点点错了地方。老师注意到我思想上有些不通，就耐心地开导我说：“假如设计一座桥梁，小数点点错了一位可就出大问题，犯大错误了。今天我扣你四分之三的分，就是扣你把小数点点错了地方……”

我理解了老师重扣分的一片苦心，继而就想到如何才能避免诸如把小数点点错地方之类的不应有的错误呢？当我静下心来检查出错的原因时，我发现问题不仅仅在一时的疏忽上，因为我的计算结果在数量级上明显的不合理；如果解题的时候能够认真对照分析一下题目所给的条件，那错误是完全可以发现和纠正过来的，而我所以出了“岔子”，根本的原因就在于自己心中对解题的目标没个“谱”。

从那次以后，不论是考试还是习题，我总是千方百计地根据题意提出简单而又合理的物理模型，也就是毛估一下答案的数量级，如果计算的结果超出这个范围，就赶快检查一下计算过程……这种做法，使我有有效地克服了因偶然疏忽引起的差错。

1939年秋天，我在英国获得理学（国外通常称为“哲学”）

博士学位，旋即到了美国加州理工学院跟随后来两度荣获诺贝尔奖（1954年化学奖和1963年和平奖）的L·鲍林教授学习和从事结构化学研究。我注意到并十分钦佩这位导师所具有的那种独特的化学直观能力：只要给出某种物质的化学式，L·鲍林往往就能大体上想像出这种物质的分子结构。这无形中“催化”了我那朴素的毛估思维，我常常揣摩导师的治学与研究的思维方法，探究他那非凡想像力的根基与奥秘。我发现那是善于把握事物本质的能力与毛估性判断的结果，这一发现引发我更重视毛估方法的训练和提高。

在L·鲍林教授指导下进行了一系列研究工作以后，我深深地领悟到，具有定性意义的毛估方法对于从事科学研究是很重要的。不错，科学技术上的发现与发明往往是要经过“定量”过程，即通过大量精确的实验和计算之后才能完成；但在立题研究的初期，研究者特别是学术带头人如能定性地提出比较合理的“目标模型”（通常表现为某种科学假说或设想），对于正确地把握研究方向，避免走弯路甚或南辕北辙是很有意义、很有价值的。

.....

我和中国科学院福建物质结构研究所的同事们对固氮酶活性中心所可能具备的构型进行了“毛估”，认为理想的固氮酶活性中心结构模型应该是不少于四核的“簇合”型化合物。运用毛估的方法使我们在1973年下半年就提出了“网兜状”四核簇的“福州模型Ⅰ”，这是当时国际上发展得最早又是比较成熟的两个结构模型之一（另一个是蔡启瑞教授提出的“厦门模型”），后来我们在此基础上又发展出“福州模型Ⅱ”。在提出毛估的模型后，我们还建议用兜状陆森黑盐阴离子 $[\text{Fe}_4\text{S}_3(\text{NO})_2]^-$ 作为化学模拟的第一步模拟物。前几年由美国的Rees及其合作者Kim和Chan提出的固氮酶铁钼辅基的活性簇蕊结构模型，是由两个四核“网兜状”原子簇组成，一个是 $[(\text{Fe}_3\text{S}_3)\text{Fe}]$ 的“黑陆森”簇；另一个是

$[(\text{Fe}_3\text{S}_3)\text{Mo}]$ ，其中Mo原子取代陆森黑盐“兜”底Fe原子的“黑陆森”簇，和“福州模型Ⅰ”所差的只是Mo原子占据的位置，而“整体”和“福州模型Ⅱ”所差的则基本上只是两个黑陆森盐的偶联方式，特别是就单体而言与“福州模型Ⅰ”十分类似。可见我们提出的毛估模型有不小的合理成分。

当然，运用毛估需要有个科学的前提，那就是全面把握事物的本质。“性能敏感”结构是我们在新技术晶体材料科学方面提出的一种观点。有趣的是：据说一位美国同行据此估计锂硼砂 $[\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7]$ 有可能是一个优质倍频晶体，可是这位美国朋友费了不少力气培养出单晶体之后，却发现它的倍频作用并不理想，因而向我们一位研究员请教。这位研究人员回答说根据他早些时候进行的理论计算，硼砂阴离子 $[(\text{B}_4\text{O}_7)^{2-}]$ 不可能是优质倍频基团。

当这位同事向我介绍这个故事时，我当即微笑着告诉他，其实用不着什么复杂的计算，只要从结构化学的角度毛估一下就可以非常直观地看出问题所在： $[(\text{B}_4\text{O}_7)^{2-}]$ 确实含有两个有利于产生倍频效应的 $[(\text{B}_3\text{O}_3)^{-}]$ 平面六元环，可是在锂硼砂这种具体材料中，这两个平面六元环共用一个相互交错的 $[\text{B}_2\text{O}_3]$ ，这样它们的平面性及类芳香性必然受到破坏，因而这种材料不可能显示出优越的倍频性能。

这是我长期从事科学研究工作积累起来的一点体会。我想寄语青年一代科学工作者：当你捕捉到一个有价值的研究课题却在工作开展后把握不住方向时，当你在探索真理的汪洋大海中感到茫然不知所措时，当你下狠心攻克某个科学难关而又难于攻下时，请回头探讨一下你的“目标模型”，问问自己是否已经建立起一个相当合理的模型。

最后，我想与大家共勉的还是那句老话：“毛估比不估好！”

撰稿人：卢嘉锡



□ 点 评：

科学家不是“算命先生”，不能“预言”自己的研究成果；但茫无头绪地“寻寻觅觅”也是科学工作的大忌。“毛估”方法是卢嘉锡先生长期从事教学与科研工作中积累的宝贵经验和方法。他一向重视对最终结果的预测，以便从总体上更好地把握研究方向。他把这种预测方法称之为“毛估”，并指出运用毛估需要有一个科学的前提，那就是要全面地把握事物的本质。在立题研究初期，科研人员如能定性地进行“毛估”，提出比较合理的“目标模型”，对于正确地把握研究方向，避免走弯路是十分必要的。