



2008-2009

化学

学科发展报告

Report on Advances in Chemistry

中国科学技术协会 主编

中国化学会 编著



 中国科学技术出版社



2008-2009

化 学

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN CHEMISTRY

中国科学技术协会 主编

中国化学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2008—2009 化学学科发展报告/中国科学技术协会主编;
中国化学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2009.4
(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4927-0

I. 2… II. ①中… ②中… III. 化学—研究报告—
中国—2006—2007 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018529 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:18.25 字数:420 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:55.00 元

ISBN 978-7-5046-4927-0/O · 143

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2008—2009
化学学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN CHEMISTRY

首席科学家 习 复
编写组 (按姓氏音序排列)

安立佳	蔡亚歧	陈杭亭	陈鹏磊	陈胜利
陈永胜	董焕丽	董建华	董绍俊	方维海
方 智	高 松	高映新	关亚风	郭良宏
韩布兴	何嘉松	胡文平	黄培强	姜 标
江桂斌	李浩然	李梦龙	李 琦	黎书华
李通化	李晓霞	厉 欣	李泽生	梁万珍
梁鑫森	梁逸曾	梁 振	刘琛阳	刘鸣华
刘维民	刘文剑	刘云圻	刘智攀	刘忠范
陆天虹	吕世权	孟庆金	聂晶磊	裘晓辉
邱 勇	邵学广	沈 珍	石先哲	帅志刚
苏忠民	孙 淮	唐功利	田伟生	王 兵
王 琛	王 华	王龙星	翁立军	吴海龙
吴金波	吴 玮	肖红斌	解孝林	徐筱杰
许国旺	许元泽	严纯华	杨惠玲	杨金龙
杨小震	杨振忠	姚建年	姚祝军	叶 成
俞书宏	尉志武	岳建民	张东辉	张丽华
张建玲	张劲军	张淑贞	张 希	张秀莉
张玉奎	赵 刚	赵晓鹏	赵 仪	郑明辉
郑 强	周持兴	朱本占	朱道本	朱维良
邹汉法	邹小勇			

学术秘书 唐 惠

序

当今世界,科技发展突飞猛进,创新创造日新月异,科技竞争在综合国力竞争中的地位更加突出。党的十七大将提高自主创新能力、建设创新型国家摆在了非常突出的位置,强调这是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。近年来,随着对“科学技术是第一生产力”认识的不断深化,我国科学技术呈现日益发展繁荣局面,战略需求引领学科快速发展,基础学科呈现较快发展态势,科技创新提升国家创新能力,成果应用促进国民经济建设,交流合作增添学科发展活力。集成学术资源,及时总结、报告自然科学相关学科的最新研究进展,对科技工作者及时了解和准确把握相关学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、渗透与融合,推动多学科协调发展,适应学科交叉的世界趋势,提升原始创新能力,建设创新型国家具有非常重要的意义。

中国科协自2006年开始启动学科发展研究及发布活动,圆满完成了两个年度的学科发展研究系列报告编辑出版工作。2008年又组织中国化学会等28个全国学会分别对化学、空间科学、地质学、地理学、地球物理学、昆虫学、心理学、环境科学技术、资源科学、实验动物学、机械工程、农业工程、仪器科学与技术、电子信息、航空科学技术、兵器科学技术、冶金工程技术、化学工程、土木工程、纺织科学技术、食品科学技术、农业科学、林业科学、水产学、中医学、中西医结合医学、药学和生物医学工程共28个学科的发展状况进行了研究,完成了中国科协学科发展研究系列报告(2008—2009)和《学科发展报告综合卷(2008—2009)》。

这套由29卷、800余万字构成的学科发展研究系列报告(2008—2009),回顾总结了所涉及学科近两年来国内外科学前沿发展情况、技术进步及应用情况,科技队伍建设与人才培养情况,以及学科发展平台建设情况。这些学科近两年产生了一批重要的科学与技术成果:以“嫦娥一号”探月卫星成功发射并圆满完成预定探测任务、“神舟七号”载人飞船成功发射为代表的一系列重大科技成果,表明我国的自主创新能力又有较大提高,在科研实践中培养、锻炼了一批

高层次科技领军人才,专业技术人才队伍规模不断壮大且结构更为合理,科技支撑条件逐步得到改善,学科发展的平台建设取得了显著的进步。该系列报告由相关学科领域的首席科学家牵头,集中了本学科广大专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出了学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的有关全国学会和科学家、科技专家研究智慧的结晶,也是这些专家学者学术风范和科学责任的体现。

纵观国际国内形势,我国仍处于重要战略发展机遇期。科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命,科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。增强自主创新能力,积极为勇攀科技高峰作出新贡献;普及科学技术,积极为提高全民族素质作出新贡献;加强决策咨询,积极为推进决策科学化、民主化作出新贡献;发扬优良传统,积极为社会主义核心价值观体系建设作出新贡献,是党和国家对广大科技工作者的殷切希望。我由衷地希望中国科协及其所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。



2009年3月

前 言

继《化学学科发展报告(2006—2007)》正式出版,中国化学会再次组织所属各学科委员会和专业委员会对化学学科近两年来取得的进展进行调研,撰写并完成了《化学学科发展报告(2008—2009)》(以下简称本报告)。

本报告是在中国科协指导下完成的。编写过程中,学会领导直接指导,近百位院士、专家积极支持,不少专家还直接参与了调研和编写直至审阅和定稿,对他们所付出的辛勤劳动,在此表示诚挚谢意。

化学作为一门基础性学科,内容极其丰富,涉及的领域既多而广,犹如一棵根深叶茂的参天大树。改革开放的大好形势更给这棵大树的生长提供了适宜的环境,使其长得更粗更高、枝叶更茂盛。然而,要想在非常有限的篇幅内,把整个化学学科两年多来所取得的进展进行详尽综述,实在是一个艰巨的任务。说实话,本报告所涉足的学科分支充其量也只是这棵参天大树的部分枝杈,即使已经涉及的领域,写入的内容恐怕也至多占专家们所提供的和笔者所了解的资料中的非常少的一部分。欣喜的是,《化学学科发展报告》将作为一份持续定期编纂和出版的专门报告,因此,对于那些未及涉足的学科分支领域和新兴交叉课题,笔者希望它们能够在下一次编纂的报告中得到精彩的评述;而对于那些因取舍不当而漏见于报告的进展,笔者不得不在此深表遗憾并致以诚挚的歉意。

本报告由综合报告和专题报告两部分构成。在综合报告中,增加了“近两年国际化学领域的部分重大进展”一节,以便读者对化学学科的发展有更为全面的认识。该节的内容是以各专题调研小组所提供的材料及 *Science Watch* 网站的特约评论专家对近两年发表的、被引用得最多的论文所进行的《化学热点》评述为基础来写的。当然,需要说明的是,该节中所列内容没有,也不可能全面反映化学领域的重大进展,而且对于所写的内容是否可以被列为“重大进展”也会有不同看法。仁者见仁,智者见智,权且就视为一家之言吧。只要对读者有所裨益,也就足已。另外,在报告编写中,我们较着力于对新理论、方法 and 应用等方面进展的介绍,并尽可能地加强评述,理性地展望未来,以使报告具备更好的咨询功能。

在本报告的专题报告部分,有选择地列入了 14 份报告,其中包括中国科学院兰州物理化学研究所固体润滑材料国家重点实验室研制的固体润滑材料随神舟七号飞船进行的空间暴露试验的报告。专题报告的选题不囿于对传统的学科和专业的认识,除选择在上一份报告中已经涉及的部分分支领域之外,

还特别选择了有机化学、纳米化学和色谱等上次没有列入的学科。有的专题为了更好地说明问题,仅就本学科领域中的若干分支进行综述,比如,无机化学专题报告中仅就“分子固体材料的设计、可控构筑及性质研究”这一题目进行了论述,使得报告有可能写得更加深入一些。我们认为这不失为一种有益的尝试。

化学学科是一门既经典又与时俱进,且正在继续高速发展的学科,影响遍及科学、经济、社会与人的日常生活。受选题范围特别是笔者水平、筹稿时间和信息掌握等诸多因素之限,本报告一定存在不少的疏漏、不当,甚至错误。对此,笔者恳请广大读者予以谅解,并热忱欢迎提出宝贵意见,以便今后改进。

中国化学会
2008年12月

目 录

序	韩启德
前言	中国化学会

综合报告

化学学科研究现状与前景展望	(3)
一、引言	(3)
二、近两年国际上化学领域的部分重大进展	(4)
三、近两年我国化学学科取得的进展	(13)
四、展望与建议	(77)

专题报告

固体润滑材料空间环境暴露试验取得圆满成功	(87)
有机化学的研究进展	(89)
高分子学科发展研究报告	(108)
纳米化学研究进展	(123)
超分子组装和软物质材料的最新研究进展	(134)
有机固体的研究进展	(147)
化学热力学与热分析的进展	(169)
理论与计算化学学科发展研究报告	(179)
化学信息学(计算机化学)的研究进展	(189)
电化学的进展	(198)
环境化学研究中的几个热点问题	(204)
分子固体材料的设计、可控构筑及性质研究	(219)
色谱学科进展年度报告	(235)
流变学学科进展	(246)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Report of Study on the Development of Chemistry	(255)
---	-------

Reports on Special Topics

Solid Lubricating Materials under Space Tests at SZ-7 Spacecraft	(269)
--	-------

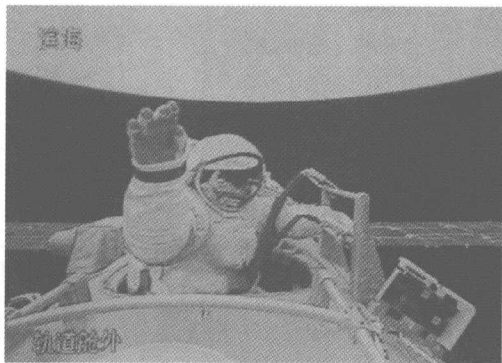
Advances in Organic Chemistry	(270)
Advances in Macromolecular Sciences	(271)
Advances in Nano Chemistry	(271)
Advances in Supramolecular Organization and Soft Materials	(272)
Advances in Organic Solids	(272)
Advances in Chemical Thermodynamics and Thermal Analysis	(273)
Advances in Theoretical and Computational Chemistry	(274)
Advances in Chemoinformatics (Computer Chemistry)	(275)
Advances in Electrochemistry	(276)
Some Hot Topics in Environmental Chemistry Studies	(276)
Molecular Solid Materials: Design, Structural Adjustment and Properties	(277)
Advances in Chromatography	(279)
Advances in Rheology	(280)

综合报告

化学学科研究现状与前景展望

一、引言

化学是一门在分子和原子水平上研究物质的性质、组成、结构、变化、制备及其应用,以及物质间相互作用关系的科学。化学与人类的衣、食、住、行以及能源、信息、材料、国防、环境保护、医药卫生、资源利用等几乎所有的方面都有密切的联系。随着科学与社会的不断进步,无论是科学发展本身,还是在社会与经济发展以及人类生活质量的不断改善和提高中,化学都起着不可或缺的重要作用。尤其,在特别强调坚持科学发展、可持续发展的今天,对于实现低能耗、低排放、资源再生、循环和综合利用、开发新型能源和绿色制品等一系列目标来说,化学的贡献都将得到更加极致的体现。这样的例子比比皆是,不胜枚举。仅举 2008 年中发生在中国的最令人鼓舞并取得圆满成功的两件大事(奥运和“神七”飞天)为例。在全面落实“人文奥运、科技奥运、绿色奥运”三大理念的北京第 29 届奥运会和北京第 13 届残奥会的筹备和举办过程中,无处不在体现着化学的作用,比如,被称之为“魔方”游泳馆的“水立方”的充气外墙等新型建筑材料、游泳运动员穿着的新一代鲨鱼皮泳衣和田径运动员穿着的薄如蝉翼的运动衣等新型运动服装与器材,以及高水平的兴奋剂检测保证了干净奥运目标的实现,绚丽多彩的开幕式中场地中央展示的“画卷”的制作等。又如,“神七”飞天中,除了早为大家熟知的火箭推进剂材料、飞船的耐烧蚀蜂窝材料、密封胶粘剂等一大批结构材料外,航天员翟志刚穿着的“飞天”舱外服和他在中国的首次舱外活动中取回的由我国自行研制的固体润滑剂样品等,也都饱含着我国化学工作者对航天科技的新贡献。



化学是一门极其重要的基础学科,随着学科本身的发展和其他学科发展的配合与促进,化学已经从传统意义上的实验科学向更深入的分子、原子水平探索和理论研究发展,诞生了一大批新的分支领域,一些相对成熟的老领域得到了新的发展,尤其是在与材料科学、生物学、物理学等许多传统学科领域的交叉、融合中,自身又得到了飞快的发展。衡量一个基础学科发展水平的重要数据之一是其发表的论文的数量与质量。在过去和现在,化学一直是各国特别是发达国家科学研究中最受重视而且也是产生影响最大的学科领域之一,这可以从各国化学研究论文的发表数量一直位居各学科前列的事实来得到佐证。表 1 是笔者根据国际科学信息研究所 (ISI) 最近发表的统计、分析数据编制的,表中选择美国 (<http://www.in-cites.com/countries/usa2007.html>)、日本 (<http://www.in-cites.com/countries/japan2007.html>) 和中

国(不含台湾地区)(http://www.in-cites.com/countries/p_r_china2007.html)分别为发达国家以及科研比较发达的发展中国家的代表,列出了各自 10 年中发表的学术论文的学科排序。表 1 中选择的 3 个评价指标为:发表的论文总数、总被引频次和篇均被引频次,反映了一个国家或地区的该学科的综合实力和其研究成果的被关注程度(也可以说是其研究成果的先进性、创新性)。由表 1 可以看出,发表的化学论文的总数美日均列各学科的第 2 位(第 1 位均是临床医学),中国则位列第 1;就总被引频次来说,中国同样位列第 1,而美日则分列第 4 和第 2 位。虽然表 1 只是最新的统计结果,但对照前几次的统计结果,基本排序并没有什么明显的变化;还有,尽管表 1 只列出了 3 个国家的数据,但由 ISI 的历年统计来看,化学学科在绝大多数科研发达国家的排序中也都是名列前茅的。这些结果充分证实了化学学科的重要性,而且,完全可以预测,这种重要地位必将无可替代地被延续下去。

表 1 中、日、美发表的与化学相关学科论文在其国内学科间排序比较

	论文总数			总被引频次			篇均被引频次		
	中国	美国	日本	中国	美国	日本	中国	美国	日本
化学	1	2	2	1	4	2	10	8	9
物理	2	3	3	2	6	3	12	10	11
临床医学	5	1	1	3	1	1	3	7	8
材料科学	3	13	6	4	17	7	17	16	15
工程学	4	5	4	5	12	10	18	19	18
生物与生化	7	4	5	6	2	4	9	4	3
分子生物学与基因工程	13	9	9	9	3	5	1	1	1
环境与生态	11	12	18	11	15	15	12	12	13
药理学与毒物学	12	20	10	13	16	11	11	9	10
农业科学	17	21	15	17	20	16	16	17	17
免疫学	22	17	16	18	7	9	5	2	2
交叉学科	21	22	22	22	22	22	21	14	7

注:①表中的中国系指中国内地,不含港、澳、台地区;②统计时段:中国和美国 1997-01-01 至 2007-06-30;日本 1996-01-01 至 2006-10-31;③基本科学指数系统(Essential Science IndicatorsSM)共列出 22 个学科领域,本表仅列出其中的前 3 位学科以及与化学相关的学科的排序。

这里需要特别强调说明的是,表 1 以及在本报告后面出现的各表中所提的论文统计都只是指 ISI 在统计时所收集到的论文数,考虑到可能部分国内出版的中文期刊上发表的论文并未被列入统计,因此实际上我国内地发表的论文数、被引频次等都将比本报告中所列数字要多。

二、近两年国际上化学领域的部分重大进展

纵观近两年来在各种科学杂志上发表的有关化学学科的论文,尤其引人注目的领域主要涉及纳米材料、化学生物学、绿色化学特别是绿色催化、选择性有机合成、光电功能分子与材料等。

(一)国际上的一些新热点课题

为了能够对国际上化学学科发展动向和趋势有一些更具体的了解,下面根据 Thomson Scientific's 网站的 Hot Papers Database 的评述,介绍一些近两年发表的、已经引起科学家们高度兴趣的研究结果。

1. 石墨烯:一种有望替代硅的新型碳材料

石墨烯(Graphene)是继布基球(C_{60})和碳纳米管之后于 2004 年发现的又一种新的碳的形式。自此,它就一直受到化学、物理和材料科学家们的高度重视,在 *Nature* 和 *Science* 接连有多篇论文发表(*Nature*, 2006, 442(7105), 904; *Science*, 2006, 312(5777), 1191)。石墨烯仅 1 个碳原子的厚度,其原子结构是一种苯环像鸡肉串那样连起来的二维晶体,布基球是石墨烯球,碳纳米管则是石墨烯圆筒。最初的发现者是从石墨晶体剥离得到的。它几乎没有电阻,室温下的电子迁移率极高。由于它可以克服碳纳米管难以工业化生产和难以加入到电子线路中的困难,专栏评论专家认为它有望在半导体工业中替代硅材料。

2. 铁基层状超导体

具有高超导临界温度的铜基超导体 $La_{2-x}Ba_xCuO_4$ 的发现推动了对新的过渡金属基超导体的研究热潮。但是,目前的超导体还仅限于含 CuO_2 结构单元为导电层的层状钙钛矿型化合物,而且这类化合物中的非铜基超导体的超导临界温度都还很低,虽然在 UPt_3 和 Sr_2RuO_4 中已经发现其自旋三重态超导性(超导临界温度也仅 0.64 和 1.4 K)。2008 年 3 月, Kamihara 等在 *J Am Chem Soc* 2008, 130, 3296 (本报告以下简称为 JACS), 发表了掺氟的镧铁砷氧体系[其组成为 $La(O_{1-x}F_x)FeAs$ ($x=0.12\sim0.25$) 的 $LaOFeAs$ 铁基层状化合物]的超导性,在氟含量为 5(原子)%~11(原子)%时最高的超导临界温度达到 26 K;而且,其磁化率表明掺氟 $LaOFeAs$ 在正常导电态具有类似于 Curie-Weiss 行为。该文发表后的次月即被他人引用,而至 2008 年 6 月底,就已经被引用了 21 次,成为过去 2 年中除去综述论文外第 2 位被引用最多的化学论文。

3. 用由病毒生长的氧化钴纳米线作为超薄锂电池的电极

美国麻省理工以 Belcher 为首的一批科学家在 *Science*, 2006, 312(5775), 885 上报道,他们成功用四谷氨酸酯基修饰的 M13 病毒为模板,在室温下用 1 mmol/L 的稀氯化钴溶液反应并经硼氢化钠还原和在水中自发氧化而得到了氧化钴纳米线,实现了氧化钴的组装,并把所得到的氧化钴纳米线与 15% 炭黑、11% 聚偏氟乙烯-六氟丙烯混合,用作锂离子电池的阴极材料。由此得到的电池的容量达到普通碳基阴极电池的 2 倍。而且,病毒稳定地存在于电池阴极中,在电池充、放电过程中并没有被破坏。当把金引入制成杂化纳米线后,可以进一步提高存储容量。他们还报道, M13 病毒可以在导电膜上形成面积达到 10cm^2 、厚度达到 10 nm 到几个微米的纳米线有序二维液晶多层。Belcher 最近又宣称他们已经研制出了以病毒为基的电池阳极材料,在病毒帮助下的多层组装的合作研究结果也已经发表(*ACS Nano*, 2008, 2, 561; *Nano Lett*, 2008, 8, 1081)。她指出,进一步的工作将是使得高价值、高性能材料的合成与组装的新交叉途径越来越被人们所接受,而且

将更注重环境友好的过程以及环境合适性。他们的这些结果被 *Science Watch* 网站的评论称之为“最具发明性”的成果,评论认为她和她的团队已经开辟了用病毒来制造和设计无机纳米尺度材料的化学合成新纪元,并指出,有朝一日,人们也许将可以从她的不仅有效而且透明的、能够为所有种类的纳米器件提供能量的电池获益。而且,带有无机组分的有生命的物质能够自行修复,这将是未来的纳米组分的特点。

4. 立体中心的控制

在自然界,生命体中的化学反应是由酶来催化的,另一方面,化学工业则主要依赖于金属基催化剂来使反应具有一个有利的速度,而且,化学家在迄今为止的研究中一般也都使用类似的金属基催化剂。但是,近年来,已经发现了与自然界的酶更类似的有机催化剂,并且其是无毒、高效和立体选择性的,与酶和金属基催化剂一样有效。继剑桥大学化学系 Ley 等在报道了用修饰的脯氨酸为催化剂以令人惊奇的产率获得特定产物(*Science Watch*, 2007, 18, 7)之后,2006 年 6 月,德国 RWTH Aachen 大学化学系 Enders 等在 *Nature*(2006, 441(7095), 861)上又发表了一个特别值得提及的工作。他们用简单的手性仲胺三甲基硅烷基二苯基脯氨酸为有机催化剂,使得 1 个线性醛、1 个硝基烷烃和 1 个 α, β -不饱和醛这 3 种反应物直接进行配位反应而产生具有 4 个立体中心的产物。当在差不多等摩尔量的反应物的甲苯溶液中,在 0℃ 下加入所述有机催化剂并混合后,恢复到室温反应 24h 或直至由色谱检测原料完全转化为止。在某些情况下,反应的产率高达 70%,且产物以一种非对映体为主。产物的手性取决于催化剂的手性。他们推断其反应过程是醛先与硝基烷烃反应,然后其产物与由 α, β -不饱和醛和脯氨酸催化剂之间反应的产物相结合,最后通过一个包括了水的催化步骤而闭环得到产物,而且催化剂得到再生。2007 年,他们又在德国《应用化学国际版》(*Angew Chem Int Ed*, 本报告以下简称为 *Angew*, 2007, 46, 467)上报道了这个多米诺反应的扩展:一个经过三步串联/Diels-Alder 反应的三环碳骨架的一锅反对称合成。在他们发表于 *Chem Rev*(2007, 107, 5606)的论文中,又对用手性 *N*-杂环卡宾为有机催化剂进行了综述。对于有机催化剂的未来,Enders 指出,通过仿效自然界,可以开发出更为复杂的串联反应。目前他们正在向反对称有机催化 4 步串联反应进军,并且对于很快就能实现持非常乐观的态度。

在 2008 年初,日本 Okayama 大学化学与生物化学系 Ema 等报道了一种有机催化剂,它有 3 个可以仿效丝氨酸水解酶的活性位的功能中心,它使三氟乙酸乙烯酯转化为醇的酰基转化反应加速了 370 万倍。这种催化剂本身有亲核的羟基、吡啶组分和尿素部分,缺了任何一种组分,对所述反应就不再具有催化活性(*Chem Commun*, 2008, 957)。

5. 金纳米棒在癌细胞的成像中的应用和使癌细胞凋亡的研究

纳米尺度的金粒子在癌症探测、治疗中的应用正在给人们以希望。美国佐治亚理工大学激光动力实验室的 El-Sayed 等与其在加州大学旧金山分校癌症中心工作的儿子合作,首次报道把金纳米棒的光学与光热性质结合运用于癌症的探测与治疗。他们采用加入有十六烷基三甲基溴化铵、苄二甲基十六烷基氯化铵、一种银盐和维生素 C 的金酸稀溶液来生长金纳米棒。由于金纳米棒容易合成,它们的光学性质可调,而且在近红外区有吸收,可以在体内和临床应用,因而引起人们更大的关注。他们把纳米棒加入到已经选择

性结合在恶性细胞表面的单克隆抗体中,在此基础上,开发出了一种简单而独特的癌细胞成像和光热治疗技术。此技术要能在医学中得到应用的关键是纳米棒必须能够吸收和散射对组织是透明的近红外辐射,这可以通过改变纳米棒的形状来实现。当暴露于光照下时,金纳米棒的导带中的电子以与由纳米棒的尺寸与形状所决定的电磁辐射产生共振的频率发生振荡。由于强的散射,它们是一种体内特别是癌细胞生长的理想的探测与成像位点。纳米棒不仅提供了理想的成像,而且它们以正确的形状吸收了连续激光的近红外低能辐射并转换成热。金纳米棒产生的局部加热可以使其原子熔融甚至以火箭推进机般速度迅速升华,这样就有可能破坏癌细胞。此技术成功的关键在于可以通过调节所加入的银盐浓度来改变纳米棒的尺寸(长径比)使之满足要求(JACS, 2006, 128, 2115)。2007年,他们又报道,人的口腔癌细胞把金纳米棒组装和排列以与抗表皮生长因子接受体(Anti-EGFR)抗体相关。在纳米棒附近的癌分子给出一个大大增强了的强而锐的偏振拉曼信号,因而使得其可以用作这些癌细胞的诊断信号(Nano Lett, 2007, 7, 1591)。目前正在进行动物试验。

6. 金基催化剂使得化学更为绿色

化学家们对于可持续的未来的最大贡献就是开发出能够在低温、无需溶剂的条件下给出100%产率的催化剂。由于金的惰性,人们企求能够用它来实现上述目标。醇是非常有用的资源性材料。要把醇转换成醛和酮,理想的应该用空气中的氧来作为氧化剂,而且是在室温下反应而又不产生副产物。然而,目前离此理想相差尚远,一般采用的都还是非绿色的过程。不过,近年来,通过开发和使用金基和钯基催化剂,化学家已经实现了把一级醇氧化为醛的无溶剂氧化(Science, 2005, 311(5759), 362; Angew, 2005, 44, 4066),此方法比以前的方法更安全和对环境更友好。方法的基础是Edwards等的论文(J Catalysis, 236, 69; Faraday Disc, 2008, DOI: 10.1039/b705915a)。他们使用可能具有商业价值的、固载在TiO₂上的由2.5%金和2.5%钯构成的催化剂体系,在2℃的高压釜(压力3.7MPa)中,以甲醇—水为溶剂,30min把氧和氢的混合物合成为过氧化氢(产率达到25%),而且使用碳基催化剂可能比氧化钛基体系更好。据认为,催化剂可能是通过氢—过氧中间体,因此也有可能氧化醇。于是,进行了用此催化剂以空气氧为氧源把一级醇氧化为醛的反应研究。反应是在无溶剂条件下进行的,在100℃或160℃经过约8h就取得了极为满意的产率。研究表明,所用催化剂在400℃时仍然稳定,并没有发生金和钯的损失,而且其催化活性是氧化铈基催化剂的25倍。当把基底由氧化钛改为氧化铝或氧化铁时,效果就差了。又如,用掺杂了金的非晶氧化铈为催化剂,在氧气氛围搅拌下,14种醇经过2~10h反应的氧化产率达到66%~100%(Angew, 2005, 44, 4066),其中2-羟基苄醇只需2h,就可以高产率地氧化为2-羟基苯甲醛。依据在反应过程中检测到Au⁺和Ce³⁺推断,在此反应中Ce—H和Au—H键起到了重要的作用。还有,金纳米粒子在工业合成中的应用也正受到重视。如,在TiO₂或Fe₂O₃基底上固载的金纳米粒子是一种好的催化剂,特别是对硝基芳烯与氢气的反应(Science, 2006, 313(5785), 332)。例如,3-硝基苯乙烯在120℃下6h后的转化率达到99%,其中96%选择性转化为3-乙基苯胺,而且反应并没有形成羟胺苯乙烯副产物。因此,这为对工业中十分重要的化学品环己酮的生产提供了一条不产生人们所不希望的副产品的环境友好路线。对于未来,这些工