DOI:10.16418/j.issn.1000-3045.2007.02.010

中国科学院获 2006 年度国家科学技术奖成果简介(一)*

中国科学院综合计划局

(北京 100864)

关键词 中国科学院,国家科学技术奖,成果简介

2006 年度国家科学技术奖授予我院遗传与发育所李振声院士最高科学技术奖; 共奖励 326 项成果,其中自然科学奖 29 项(一等奖 2 项,二等奖 27 项),技术发明奖 56 项(一等奖 1 项,二等奖 55 项),科技进步奖 241 项(特等奖 1 项,一等奖 20 项,二等奖 220 项)。

我院作为第一完成单位(或第一完成人)获国家科学技术奖授奖项目 30 项,其中自然科学奖二等奖 12 项,技术发明奖二等奖 5 项,科技进步奖 13 项(一等奖 2 项,二等奖 11 项)。两项科技进步奖一等奖分别为:上海微系统与信息技术所"高端硅基 SOI 材料研发和产业化"、电子所"先进机载合成孔径雷达关键技术与装备的开发及应用"。本刊将连载简介李振声院士的学术成就和获奖项目(专用项目除外)。

国家最高科学技术奖

国家主席胡锦涛(右)为李振声院士(左)颁国家最高科学技术奖

李振声

1931 年 2 月出生于山东淄博。1951 年毕业于山东农学院。1990 年当选第三世界科学院院士,1991 年当选中科院院士。曾任原中科院陕西省西北植物研究所所长, 中科院西安分院、陕西省科学院院长,陕西省科协主席,中科院副院长,中国科协副主席等职。先后获全国

* 收稿日期:2007 年 2 月 25 日

科学大会奖、国家技术发明奖一等奖、陈嘉庚农业科学奖、何梁何利科技进步奖、中华农业英才奖等。是国家级有突出贡献专家，其主要科技成就如下：

(1) 系统研究了小麦与偃麦草远缘杂交并育成了“小偃”系列新品种。20 世纪 50 年代初，我国北方冬麦区条锈病大流行，造成严重减产。为了寻找新抗源，李振声等开展了小麦与长穗偃麦草等远缘杂交研究，克服了远缘杂交不亲和、杂种不育和后代疯狂分离的三大困难，探索出一整套科学的远缘杂交育种程序。成功地将长穗偃麦草的染色体组、染色体、染色体片段导入小麦，育成了小偃麦八倍体、异附加系、异代换系、易位系和小偃 4 号、5 号、6 号等高产、抗病、优质小麦品种。近年来又育成优质高产的小偃 54 和小偃 81。这些优良品种在陕西、山西、河南等 10 余个省市大面积推广，创造了巨大的社会和经济效益，开创了小麦远缘杂交育种在生产上大面积推广的先例。

(2) 创建了蓝粒单体小麦和染色体工程育种新系统。利用远缘杂交获得的“小偃蓝粒”育成了以种子蓝色为遗传标记的蓝粒单体小麦和自花结实的缺体小麦系统，解决了小麦染色体工程育种中获得和保存缺体两大难题，并建立了快速选育小麦异代换系的新方法——缺体回交法，为小麦染色体工程育种的实用化开辟了一条新途径。

(3) 开创了小麦磷、氮营养高效利用的育种新方向。90 年代初，他从我国人多地少、资源不足的国情出发，提出了提高氮、磷吸收和利用效率的小麦育种新方向。通过对大量小麦资源的鉴定筛选，发现了“磷高效”和“氮高效”小麦种质，研究和揭示了其生理机制与遗传基础。培育出能高效利用土壤氮磷营养的优质小麦新品种小偃 54 和小偃 81。提出的以“少投入、多产出、保护环境、持续发展”为目标的育种新方向，得到育种界同仁的共识。

此外，李振声院士还在我国各个发展时期对农业发展战略研究提出诸多建议和论述，受到政府领导的重视和采纳，如：①1987 年提出了黄淮海中低产田治理建议；②1994 年提出了新增粮食 1 000 亿斤的潜力与对策；③1998—2003 年当我国粮食生产出现连续 5 年减产时，提出了争取 3 年实现粮食恢复性增长的建议等。

国家自然科学奖二等奖

非线性优化的计算方法和理论

完成单位： 中科院数学与系统科学研究院

主要完成人： 袁亚湘、戴彧虹

项目研究了非线性优化的计算方法以及理论性质，在信赖域法、拟牛顿法、共轭梯度法等多方面，既获得了十分丰富而深刻的理论结果，又提出了自己的独特而高效的计算方法，对学科的发展起到显著的推动作用。项目的主要成果包括：(1) 最早对信赖域法的 CDT 子问题进行理论分析，得到了该问题开创性、基石性的理论结果；(2) 对著名的 Steihaug-Toint 方法提出并解决了“1 / 2”猜想；(3) 证明了 Broyden 凸簇拟牛顿法(DFP 除外)的全局收敛性；(4) 率先对非光滑优化的信赖域方法进行研究，并给出了系统的收敛性结果；(5) 构造了求解约束优化的 Powell-Yuan 信赖域算法以及基于 L_∞ 罚函数的信赖域算法；(6) 彻底解决了国际优化界公认的拟牛顿法两个著名难题之一，并对另一个提出了新的处理方法，取得了部分进展；(7) 提出了戴-袁方法，被国外学者称为四个主要的非线性共轭梯度法之一；

(8)证明了著名的 BB 方法对任意维凸二次优化的 R-线性收敛性。

该成果受到国内外同行专家的广泛引用和好评。曾获得数学规划最高奖 Dantzig 奖的英国皇家学会会员 R.Fletcher、国际数学规划学会前会长也是 SIAM J. Optimization 杂志创始人及首任主编 J. E. Dennis 等著名学者都引用过该成果。项目的 SCI 引用总次数(截至 2006 年 2 月)已达 748 次(1991 年之后他引 553 次)。国外学者在正式发表的论著中将该成果称为"Yuan's theorem","Yuan's problem","Yuan's conjecture","Powell-Yuan's algorithm","Dai-Yuan method"等等,项目部分成果被收录于美国《运筹与管理科学手册》和 Kluwer 的《优化百科全书》。

超强激光与等离子体相互作用中超热电子的产生和传输

完成单位:中科院物理研究所

主要完成人:张杰、盛政明、李玉同、魏志义、董全力

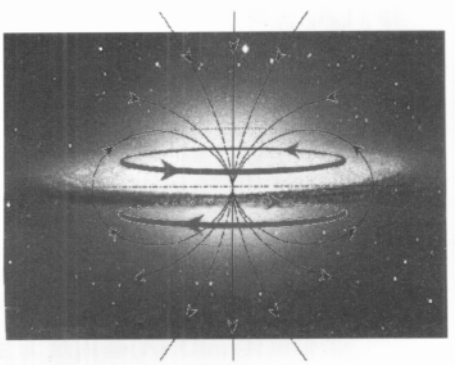
最新建成的超过 300 太瓦的超强激光装置极光 III 号

该项目属于激光等离子体物理领域,它是近年来快速发展的新学科——强场物理的重要研究课题,也是快点火激光核聚变研究的核心问题。项目组利用自主建立的强场物理研究平台,实验、理论和数值模拟研究密切配合,在对快点火激光核聚变的核心物理问题的研究中,取得了一系列创新性重要进展。比如发现超短超强激光吸收机制相互转换的规律;提出了电子加速的随机加速等新机制;实现了超热电子的定向发射和控制;直接证实了快点火聚变新方案中锥形靶对超热电子的聚焦作用,解决了困惑 6 年之久的锥靶中子增强之谜等。该项目在 SCI 收录的重要国际学术刊物上发表论文 65 篇,其中 Phys. Rev. Lett.上发表论文 11 篇,在 Phys. Rev. E 等影响因子超过 2.0 的国际学术刊物上发表论文 41 篇。项目组主要人员在重要国际学术会议上做特邀报 30 余次;项目组负责人被该领域 3 个国际专业刊物邀请撰写该项目进展的专题综述,并应邀担任在美国、英国、日本发行的有关本领域 5 个重要专业学术刊物的编委,显示了国际同行对本项目成果的广泛认可。此外,该项目组与英国、日本、美国等一些相关重要研究机构建立了长期合作关系。

银河系磁场的研究

完成单位:中科院国家天文台、北京大学天文系

主要完成人:韩金林、乔国俊



研究出银河系晕中大尺度环形磁场结构,首次在星系层次发现发电机运行的证据

银河系的磁场极其微弱,但它是影响行星、恒星直至银河系形成和演化的重要因素,是研究极高能宇宙线粒子性质、起源和传播的重要基础。过去的测量只能到几千光年范围,搞不清楚银河系磁场的性质和特征,无法研究银河系几万光年尺度的整体磁场。

新发现的脉冲星是探测大范围磁场的唯一探针。

该项目历经 10 余年的观测，建立了最大的银河系磁场探针样本；揭示了银河系几万光年范围内的磁场结构；建立了磁场结构双对称模型；证认出磁场效应的反对称全天分布图，推证出银河系晕中上、下反对称的环向磁场，首次给出星系尺度发电机运行的确切证据；得到星际磁场在中大尺度上的能谱分布。

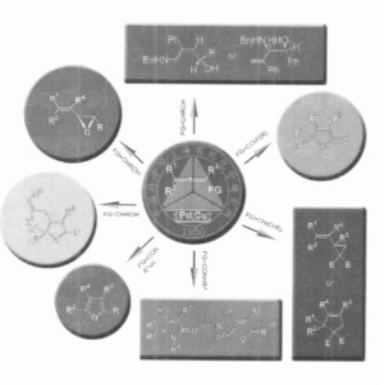
该研究使人们对银河系磁场从局域认知发展到整体图像。国际同行认为“该研究结果对理解银河系磁场的起源和演化显然非常重要”。国际同行有关星系尺度磁场、宇宙磁场的许多重要评述都大段多次引述该项研究的有关结果。10 篇主要论文他引 280 余次。项目完成人多次在国际会议上做特邀报告，在美国星际介质大型国际会议的磁场专题做最长时间的特邀报告。会议特邀综述被职业天文学家手册推荐为基本参考资料。国际上有两本射电天文经典教科书改版时都增加了 1 页多介绍其有关结果并引用有关图。

金属参与的联烯化学中的选择性调控

完成单位：中科院上海有机化学研究所

主要完成人：麻生明、施章杰、赵士民、俞瞻前、魏琦

现代有机合成方法学的发展应以区域、化学、立体选择性调节和控制为目标，而联烯是在 3 个相邻碳原子具有两套相互垂直的 π 轨道的分子，具有多个反应位点，选择性难以控制，该项目开展了两方面的工作：(1) 应用缺电子联烯作起始物，以酸性溶剂来阻止双键的迁移，成功地发展了一般方法难以合成的 α,β-不饱和烯酸及其衍生物的高效合成方法；(2) 发现了金属参与的二组份及三组份偶联关环反应，观察到了对于联烯结构单元上 3 个碳的不同反应模式，并成功实现了反应模式之间的选择性、反应的“接力”和反应的立体选择性调控，为光学活性化合物的合成提供了方法。(3) 发现了 1,2-联烯基亚砜的高区域及立体选择性的羟卤化反应，实现了依序选择性分步偶联反应和光学活性烯丙醇化合物的合成，证明了亚砜基参与立体选择性的调控。该项目共发表论文 61 篇(SCI 论文 52 篇)，总影响因子为 202。其中在 Acc. Chem. Res.上发表论文 1 篇，J. Am. Chem. Soc.上 3 篇，Angew. Chem. Int. Ed.上 3 篇，Chem. Eur. J.上 2 篇。该项目发表的论文被引用 475 次，平均每篇引用率 7.8 次；申请中国发明专利 11 项，获得授权 6 项；撰写专著 1 部和章节 3 章。在国际会议上做邀请报告 17 次。由于该工作，麻生明获国际 Chan Award for Young Organic Chemists (2004) 和 OMCOS Award (2005)奖。



官能团化联烯的反应

线粒体基因组多样性与东亚人群历史的研究

完成单位：中科院昆明动物研究所、云南大学

主要完成人：张亚平、姚永刚、孔庆鹏、丁远春、孙昌

以线粒体(mtDNA)基因组为主要遗传标记，结合其它核基因标记，对十分重要的东亚人群及其群体历史进行了系统的研究。

在建立了基于全基因组信息的东亚人群 mtDNA 系统发育树，探讨了地理距离隔离

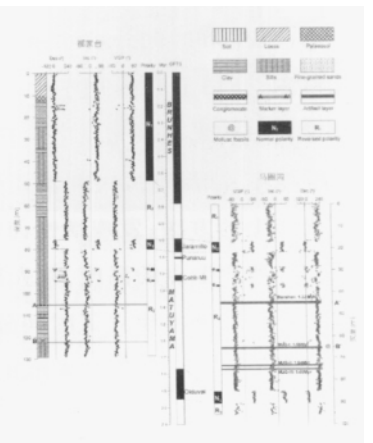
(IBD)对东亚人群遗传结构的影响的基础上，对以下问题进行了深入的研究：(1) 揭示了汉族是多源的基因库被同一个文化同化、融合的产物；(2) 证明丝绸之路区域人群主要是欧亚人群间基因融合的结果，并揭示了族源、婚俗和其他群体历史事件对群体遗传结构的影响；(3) 证明中国北方 5 个少数民族群体遗传结构与其北方起源的族源历史相吻合；(4) 发现氐羌和百越起源的民族间存在遗传分化；(5) 来自同一民族不同地理群体的比较对于理解其起源及演化是非常必要的；(6) 在中国人群 9 碱基序列缺失频率分布的基础上，提出了相应的扩散路线；(7) 美洲印第安人起源；(8) 研究 mtDNA 与疾病、长寿的关系时，如何充分结合系统发育的知识从而排除特征变异位点的影响；(9) 建立了居于系统发育分析的序列数据评估与纠错分析思路与方法，提出了合理有效地甄别、提取并解释所获得的线粒体 DNA (含古 DNA) 信息的策略。

在 SCI 刊物上以第一单位发表论文 18 篇，其中影响因子大于 10 的 5 篇，论文累积影响因子 90 以上；合作发表论文 2 篇。论文被引用 400 余次，其中 Nature、Science 等顶级刊物他引 7 次，PNAS、Annual Review 等影响因子大于 10 的刊物他引 36 次，得到了学术界的广泛认可。培养博士 8 名和硕士 2 名。

岩石剩磁机理与古地磁场

完成单位： 中科院地质与地球物理研究所

主要完成人： 朱日祥、张毅刚、潘永信、邓成龙



泥河湾盆地郝家台和马圈沟剖面岩石地层、磁性地层及其与标准地磁极性年表(GPTS)的对比。

该项目属于地球物理学研究领域，在岩石剩磁机理、沉积盆地古地磁定年(图 1)、地磁极性倒转、地磁场古强度与地球深部动力学(图 2)方面取得了系统性、创新性的研究成果。开拓了新的实验技术和方法，对岩石剩磁机理进行了深入的研究，为沉积盆地定年提供了突破点，确定了泥河湾文化遗址的地质年代，研究成果两度在 Nature 上发表，为认识早期人类演化做出了重要贡献。在广泛的温度、压力和成分区间，对多种流体体系的相图、状态方程和水岩相互作用进行了详细的研究，为认识岩石剩磁改造机理提供了理论基础。发现了松山-布容极性转换过程是由多次快速倒转构成，每次快速倒转经历的时间约几百年，确定了极性转换期间虚地磁极路径环太平洋分布的规律和布莱克亚时的三元结构，发展了地磁极性转换场形态学理论，被国内外同行广泛引用和正面评述。开辟了国内地质时期地磁场古强度研究的新领域，发现了晚中生代地磁极性倒转频率与强度变化为负相关的重要规律，将古地磁学研究范畴拓展到认识地球深部动力学过程。

项目发表 SCI 论文 128 篇；被 SCI 收录刊物引用 1 429 次，其中他引 1 039 次。

湖泊沉积与区域环境变化

完成单位： 中科院南京地理与湖泊研究所

主要完成人： 王苏民、于革、沈吉、吴敬禄、羊向东

湖泊沉积研究在认识过去全球变化、揭示人居大陆环境演化中具有重要地位。瞄准古

湖泊环境信息的定量提取、湖泊环境时空演化规律和成因机制等重要科学问题，率先开展了中国湖泊沉积与区域环境演化的系统研究，创新发展了定量重建湖泊环境要素的多种方法；揭示了不同时间尺度（106—102 年）我国湖泊环境变化的规律及其与青藏高原隆升、季风演化和人类活动的关系；模拟了晚第四纪以来特征时期的古气候，得到了湖泊沉积记录的验证，阐明了区域湖泊环境演化的动力学机制。项目发表 SCI 论文 122 篇，专著 5 部。青藏高原湖泊硅藻和介形类的定量研究被认为是原创性成果；半干旱区湖水古盐度的定量成果被作为北方气候干旱化的重要证据；湖泊深钻的研究促成了 ICDP 计划在中国的实施；云南洱海全新世研究成果被国际 HITE 计划作为人与自然相互作用研究的范例；中国古湖泊数据库完善了全球古湖泊数据库，被国际 PMIP 组织作为重要成果积极推荐；首次引进东亚古植被的古气候模拟被认为改进了 PMIP 的模拟结果。

大气污染中的瞬态物种的产生、结构和反应

完成单位：中科院化学研究所

主要完成人：王殿勋、孔繁敖、朱起鹤、葛茂发、苏红梅

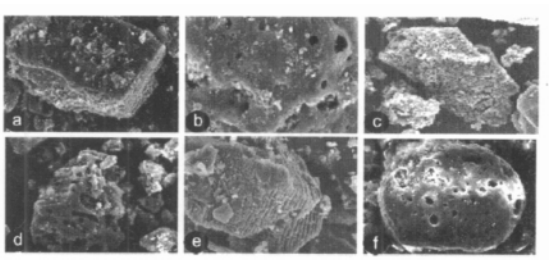
该项目集中体现了项目组在大气化学领域 20 余年的工作积累。创建了紫外光电子能谱（PES）和时间分辨红外光谱的实验装置和基地。开创性地将 PES 谱仪用于瞬态物种动态检测，开拓了 PES 用于化学反应动力学研究的新颖方法；研制改造成国际上唯一的瞬态能谱与 HeI 光直接光电离的飞行时间质谱联合谱仪。在国际上率先研究了在臭氧损耗、光化学烟雾、酸雨形成中起重要作用的瞬态物种的产生、结构和反应；首先提供纯净卤素等原子流产生的方法；发现活性卤素化合物的气-固异相新反应；发现和利用分子筛能大大降低瞬态物种产生点的温度，首先获得多种影响生态环境的重要瞬态物种。结合傅氏红外光谱与脉冲激光技术建立了时间分辨红外光谱，系统研究了燃烧中产生的各类碳氢自由基与 O_2 和 NO_x 的 24 个微观基元反应，发现了 33 个新产物和确认了 27 个新反应通道。项目组于 1990 和 1996 年两次获中科院自然科学奖二等奖，1992 年获中科院科学进步奖二等奖。共发表学术论文 330 篇，其中国际论文 108 篇，有 168 篇被引用 955 次，其中他引 643 次。系列瞬态物种及其反应的研究结果作为标准数据分别被收入美国 NIST 动力学数据库、燃烧反应动力学数据库以及基本物理化学数据库。

珠江三角洲环境中的毒害有机污染物研究

完成单位：中科院广州地球化学研究所、上海大学环境与化学工程学院

主要完成人：傅家谟、张干、麦碧娴、王新明、吴明红

环境中的毒害有机污染物，尤其是持久性有机污染物（POPs）和挥发性有机化合物（VOCs），具致癌、致畸、致突变作用，并对生态系统产生负面影响。该研究针对高强度人类活动背景下毒害有机污染物的区域循环与演化、天然介质与毒害有机污染物的相互



从自然沉积物与土壤中分离纯化的碳黑物质

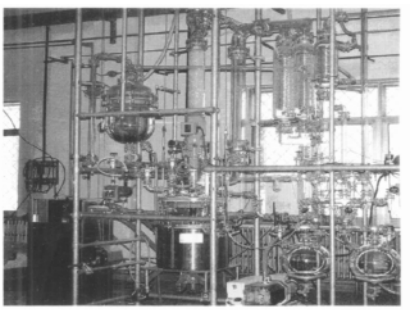
作用机理等科学问题,在宏观和微观两个层次,对珠江三角洲区域环境中毒害有机污染物的污染历史和演化、沉积高风险区、在大气中的分布和来源、地质吸附剂与吸附-解析动力学,以及环境矿物、纳米材料和辐照反应动力学5个方面开展研究,取得了创新性的研究成果。利用沉积记录,恢复持久性有机污染物(POPs)区域污染历史,探讨与经济发展之间的关系;首次圈定了两个POPs高风险区,阐述其形成与演化机理;深入研究了地质吸附剂与POPs的吸附-解吸动力学;首次建立了大气羰基化合物分子碳同位素的分析方法。

该研究在国际SCI刊物上发表学术论文102篇,被41种国际SCI他引403次,其中2000—2005年在环境领域最好的杂志Environmental Science & Technology上发表论文12篇,同期在国内科研机构中排名第一。干酪根及其微孔性对POPs吸附的重要性研究,得到国际知名学者Allan-King等的专门述评。在联合国环境署和全球环境基金组织的持久性毒害物质全球分区评估中,有关研究成果被其总报告大量采用,使珠江三角洲成为全球第VII区资料最丰富、研究较为深入的地区之一。

先进润滑材料制备与性能

完成单位:中科院兰州化学物理研究所

主要完成人:刘维民、薛群基、王齐华、杨生荣、翁立军



润滑添加剂装置

该项目属于材料、工程、化学、物理等多学科交叉研究领域,主要发现和创新点包括:(1)提出了聚四氟乙烯及其复合材料磨损的物理模型,阐明了具有润滑、增强和化学活性填料的作用机制。(2)揭示了含硼、含氮杂环等润滑油脂添加剂分子结构与润滑性能的关系规律;发现离子液体类化合物具有优异的润滑抗磨性能。(3)发现有机-无机或有机-金属纳米颗粒作为润滑添加剂具有优良的润滑抗磨性能,解决了材料在润滑油中长期稳定分散问题;提出了颗粒沉积形成边界润滑膜的作用机制。(4)阐明了软金属及稀土化合物提高MoS_2薄膜抗磨性能的机理,制备了多层金属及MoS_2-软金属复合润滑薄膜;发现膜层厚度、结构对抗磨损寿命具有重要影响;在航天领域成功应用。(5)提出了制备低摩擦长寿命类金刚石润滑膜的方法,总结了薄膜的润滑抗磨机理。(6)揭示了纳米涂覆薄膜、分子自组装薄膜的润滑机制。

研究工作在国外刊物发表论文120篇,其中发表在材料摩擦磨损和润滑领域最具影响的刊物Wear, Tribology International, Tribology Letters 62篇,Advanced Materials等影响因子大于3的刊物上18篇,被包括Science, Chemical Reviews等SCI收录刊物他引821篇次(截至2006年8月20日);获得授权中国发明专利6件;应邀在包括美国Gordon等重要会议做大会主题或邀请报告10余次。离子液体润滑剂研究被《化学与工程新闻》(C & E News)予以专题报道。

一维纳米结构及其有序阵列体系

完成单位:中科院合肥物质科学研究院

主要完成人:张立德、孟国文、李广海、叶长辉、李勇

项目围绕一维纳米结构及纳米线有序阵列生长规律、性能的尺度效应及与器件的联系

进行创新研究。发现二维受限的纳米通道内降低离子迁移率和反应速率导致取向生长代替随机生长，为可控生长单晶纳米线阵列起指导作用；发明了大孔径纳米通道内生长小直径单晶纳米线的方法，为量子尺寸效应的研究奠定了基础；发展了纳米通道内催化诱导化学气相沉积法制备 GaN 和 Si 单晶纳米线阵列；提出了模板孔壁上优先溶胶-凝胶沉积法制备 Eu_2O_3 单晶纳米管阵列； 建立了模板通道内电沉积与后续氧化结合法制备 ZnO 纳米线阵列；发展了溶胶-凝胶碳热还原法制备 SiC/SiO_2 同轴纳米电缆；发现了非典型层状材料卷曲成管的新现象，提出了新机制。发现半金属尺度诱导的热膨胀由正变负的反常行为和量子尺寸效应引起的电阻温度系数由正变负的新现象。生长了一维超晶格纳米结构，为器件设计提供了材料基础。发表 SCI 论文 96 篇，影响因子大于 3 的 47 篇，被 SCI 杂志他引 2 480 次，包括诺贝尔奖获得者在内的 1 000 余名作者在 Nature、Science 等 100 多种刊物上引用。其中影响因子大于 10 的评论性文章引用 67 次，10 篇代表论文他引 1 040 次；ZnO 纳米线阵列的论文他引 275 次。应邀撰写纳米材料英文专著 1 部、英文手册和专著 3 章、综述论文 4 篇，国际会议邀请报告 12 次。

单壁和双壁碳纳米管的制备、结构和物性研究

完成单位：中科院金属研究所

主要完成人：成会明等

以揭示碳纳米管的极限形式——单壁和双壁碳纳米管的结构和物性为目的，重点开展了单壁和双壁碳纳米管的控制制备科学和生长机理、结构及其力学、光谱学、电化学、场发射等性能的研究。(1) 率先提出高效制备单壁碳纳米管的流动催化剂化学气相沉积法，被同行公认为三种主要制备方法之一；率先采用流动催化剂法和氢电弧法制备出宏观长度的定向单壁和双壁碳纳米管绳。(2) 提出了以硫为生长促进剂的碳纳米管生长机理，提出并建立了碳纳米管的孔隙结构模型和自相似排列结构模型，预测了碳纳米管的孔结构、力学性能等。(3) 系统研究了单壁和双壁碳纳米管的结构和本征物性。丰富了单壁和双壁碳纳米管激光拉曼光谱学；利用定向单壁碳纳米管绳探索了碳纳米管优异的本征力学、场发射和电化学特性等。

在国际期刊发表论文 56 篇，他引 757 次(截至 2006 年 8 月 852 次)。影响因子大于 3 的 29 篇，1 篇论文他引 209 次(截至 2006 年 8 月 232 次)、在我国‘1998—2002 年发表论文被引用次数最多论文’中居第三。编写专著《纳米碳管-制备、结构、物性及应用》。在国际学术会议上做特邀报告 12 次，应邀撰写英文专著 2 章。获得 10 项美国、欧盟和中国发明专利。主要工作获 2003 年辽宁省自然科学奖一等奖。