

成果与应用

中国科学院 基础科学研究成果综述(续)^{*}

关键词 中国科学院, 基础科学研究, 成果

1 化学

高分子凝聚态的基本物理问题研究

高分子凝聚态物理的研究是高分子学科的前沿,也是高分子材料科学的基础。化学研究所的研究人员针对其中若干重大问题提出了一些新概念,如高分子链的凝聚缠结、分子链大尺度高度取向而小尺度无规取向的非晶态、高分子溶液中线团的动态接触浓度、溶液中分子链浓度和链单元浓度的区分和向列性液晶的因化诱导调节等,并取得了有力的实验验证。此外,他们还开辟了单链高分子凝聚态这一崭新的研究领域。研究结果和学术观点初步形成了自己的学派并获得国际同行的认同。

纳米非氧化物的溶剂热合成与鉴定

(见本刊 2002 年第 3 期 193 页)

有机分子的簇集与自卷研究

上海有机化学研究所研究人员选用有机分子的簇集和自卷曲现象作为研究模型,用水解动力学模型和荧光探针等方法对有机分子簇集、共簇集和自卷曲的分子结构因素,溶剂促簇集能力,簇集倾向性与血管硬化的联系,解簇集作用、静电稳定化簇集、盐效应和温度的影响等进行了系统深入的研究,提出并建立了新的理论模型和概念。这些新概念对理解分子间弱相互作用和药物设计等方面有重要意义,开创了物理有机化学的新领域。

新型无机聚合物设计合成和结构规律与性能研究

福建物质结构研究所研究人员在新型无机聚合物研究中,通过结构调控和运用簇单元的金属-金属相互作用及桥联基元的键合形成了一维、二维和三维的超分子无机聚合物,合成了纳米球等多种类型的过渡金属无机聚合物,系统地研究了上述新型无机聚合物的半导体性质、非线性光学性质和磁学性质,为材料学研究提供了重要依据。发表论文 80 余篇,其中 7 篇发表在 *Angew Chem* 上。

分子束和激光束反应动态学研究

大连化学物理研究所的研究人员运用分子束和激光束技术,对分子反应动力学的前沿课题进行了系统

* 修改稿收到日期: 2002 年 8 月 20 日

深入地研究。他们系统考察了碱土金属原子同卤代烷烃的反应, 获得了大量激发函数原始数据, 发现了一些新现象且做出合理的、为国际同行所接受的解释。他们在涉及反应原子及产物空间取向的立体化学反应前沿研究中做出了出色贡献, 并两次被诺贝尔奖获得者 Zare 所引用。与以上研究相关的理论发展和量子化学计算也十分成功, 被国际同行频繁引用。

自由基化学中取代基自旋离域参数的成功建立和应用

有机物的结构与性能关系的定量研究是物理有机化学的核心内容, Hammett 方程给出间位和对位取代苯的结构效应及反应性能的关系, 提出的取代苯常数适用于离子型反应。上海有机化学研究所的研究人员以对位和间位取代三氟苯乙烯环加成反应为对象, 建立了一套取代基自旋离域参数 σ^*_J 和一个双参数方程, 从而把自由基反应的相关分析归纳为四类反应, 很好地回答了文献中只采用 σ^+ 的单参数方程不能解决的某些相关问题。

气固流态化的散式化理论与方法

气固流态化是化工过程中的一个重要科学问题, 原化工冶金研究所(现过程工程研究所)对该领域的实验和理论问题进行了大量研究, 研制了一种能原位、动态观察快速床中轴向和径向颗粒聚团行为的光纤 CCD 系统, 并从理论上对观察到的结果进行了模拟, 建立的 Li-Kwauk 模型得到同行的认可。他们从理论研究出发, 论证了外加力场和反应器内部对流场的影响机理, 并从实验上证实了轴向磁场对于改善流化质量的作用。这些研究成果在国际上产生了很大的影响, 已发表英文专著 3 部。

高分子稳定的金属纳米簇的合成及催化研究

化学研究所在高分子稳定铂族纳米金属簇的合成、表征、催化反应以及负载化方面进行了系统的研究, 取得了多项创新性成果。开创性地将微波介电加热技术应用于金属簇的合成; 系统地研究了金属离子对金属簇的修饰作用, 达到同时提高催化剂的活性和选择性的效果; 用配位俘获法和改进配位俘获法进行纳米金属簇的负载, 使其活性和选择性均优于溶液状态和纳米金属簇催化剂。该法制得的铂金属簇在催化 α -酮酸的不对称加氢时得到的乳酸甲酯的 ee 值高达 97.6%, 是目前文献报道的最高值。

稀土离子光谱性质的研究

为适应稀土激光和发光材料发展的需求, 长春应用化学研究所在该领域进行了长期的应用基础研究。他们首次提出光学电负性与标准还原电位之间存在线性关系, 为丰富周期表的稀土离子电负性数据做出了贡献; 首次给出影响 Dy^{3+} 黄/蓝强度比的因素, 提出了四种敏化方法以增强 Dy^{3+} 的发光效率, 据此开发了用 Dy^{3+} 的新型高压汞灯以及新型长余辉发光材料; 首次提出了一种可在空气中合成低价稀土发光材料的新方法, 据此开发了新型紫外发射材料和测量高压光学传感材料等。该研究工作得到国内外同行的广泛认可。

有机非线性光学材料的设计、评价及性能研究

化学研究所研究人员在有机非线性光学材料设计及获得优良性能的材料方面取得了许多原创性结果。他们最先把极化聚合物推向侧链功能体系, 发现弱分子间网络可改善取向稳定性; 提出了设计双重对位电荷转移 X-型非线性光学生色团的构想, 获得了性能优良的二阶非线性材料, 达到国际先进水平; 系列合成了新型五氮杂大环金属配合物, 这是一种良好的光限幅材料, 还发现五氮杂稀土配合物是明显光动力杂物效应, 有望在光动力治疗方面得到应用。

紫外激光拉曼光谱和固体核磁原位表征应用于催化剂的研究

大连化学物理研究所在催化新表征方法研究方面,成功研制了紫外激光拉曼光谱仪,形成了重大发明技术。获国家发明奖二等奖。应用该技术首次获得了 TS-1 分子筛中有关骨架钛存在的直接证据,第一次明确解决了杂原子分子筛中骨架杂原子表征问题,处于国际领先水平。固体核磁原位表征技术也取得重要进展,被国际同行评为在催化过程原位动态表征中一项富有创新性的研究工作。

高选择性有机合成反应研究

上海有机化学研究所以有机化学中的重要问题——高选择性反应和有机合成方法学为目标,通过手性合成、金属有机催化和酶催化等系统的工作,发现了许多新的反应,取得了许多有意义的成果。他们在羰基还原酶及羟醛化酶的有机合成反应、手性 β -二酮过渡金属络合物的合成及催化的不对称反应、天然手性源的手性信息表达、二价钯催化的烯-炔偶联反应的选择性、前手性 $C=N$ 双键的不对称合成反应以及以水为介质的有机硅化合物的不对称反应方面做出了一系列创新性结果。

生命活体动态生化分析

化学研究所分子探测新方法学教研组研究人员多年从事生命活体动态生化分析,近年在一些方面取得了创新性的成果,如对特定脑区(实验鼠)神经递质的在线分析系统研制;微透析复合电极研究等。他们发展了多种高压液相色谱填料及毛细管柱改性新方法;推出了低温毛细管电泳的新设想;开展了基于微透析技术的动态生化分析;对帕金森氏病的发病机理进行了初步研究;开展了脑中未知生理活性多肽的探索研究,成功地从两个牛脑中发现了几种新的未知多肽,测定了其一级结构。这些成果在国际同类研究中具有很高的学术价值。

超分子化学的研究

原感光化学研究所、上海有机化学研究所和化学研究所近年在超分子化学研究方面取得显著成绩。他们在超分子体系的设计与合成、微反应器控制的光化学反应环芳烃超分子体系的合成与性质等方面,做出了创新性的工作。在有关超分子体系内若干基本过程如疏水亲脂作用驱动分子簇集、自卷和解簇集研究,体系中远程光诱导电子转移和能量传递及超分子间相互作用的研究也都取得高水平研究成果。其中一些成果可跻身国际先进水平之列。

生物体系中分子识别和信息传递的化学基础研究

上海有机化学研究所等单位从分子识别和信息传递角度进行与生物学交叉的研究,近年取得了很好的结果。他们在生物分子溶液构象的波谱研究、用抗体酶模拟生物酶、从有机反应过渡态出发发展催化反应的抗体酶、对调控细胞传导的一些小分子的研究以及青蒿素生物分子的作用及其分子药理学基础等方面的研究中,均取得较大进展。青蒿素抗疟机理的深入研究使我国青蒿素研究继续处于国际领先地位。在番荔枝内酯的研究中,完成了 5 个天然单四氢呋喃环番荔枝内酯的合成,并发现了 10 β -绝对构型与抗癌细胞生长之间的关系,其合成工作继续处于国际领先地位。有关对调控细胞传导的一些小分子的研究工作在国际前沿已占有一席之地。

纳米半导体光催化光电化学研究

化学研究所光化学实验室(原感光化学研究所)、大连化学物理研究所、兰州化学物理研究所在纳米半导体光催化光电化学的研究中取得重要进展,他们利用纳米组装技术、溶胶凝胶技术和固载化技术等构建了多

种具有特殊功能的纳米半导体光催化剂,丰富和发展了纳米半导体的制备化学。这方面的进一步深入研究,有望在充分发挥纳米粒子的量子尺寸效应和表面效应的基础上研制出全新的光催化体系;另外,从结构上进行可见光敏化,实现了若干日光下的光催化反应,确定了染料污染物可见光降解过程的自由基机理,形成我国独有的 TiO_2 光催化降解发明。他们在主客体纳米结构 ZnS /环糊精光催化剂、超分子有机-无机自组装复合层状纳米功能材料、 $\text{Cr}(\text{VI})$ 污水处理研究、用光诱导的方法使 TiO_2 实现相变及一些电化学表征测量技术的发展方面也都取得了显著进展。

选键化学研究的新进展

中国科学技术大学选键化学实验室在该领域进行了大量的国际前沿的独创性的研究工作,他们建立了一种新型的高分辨高灵敏傅立叶变换激光腔内光谱装置,并在该装置上进行了一系列分子局域模振动光谱实验研究,取得了在国际上首次获得的硅烷、锗烷等分子的高精度光谱数据。

固体表面有机分子纳米结构的构筑及其研究

化学研究所分子纳米结构与纳米技术国家重点实验室在固体表面成功地获得了多种有机分子纳米结构,并利用 STM 在大气或溶液条件下对上述体系进行了研究。他们采取对一些平面有机小分子进行适当烷基化以增强分子在石墨表面吸附稳定性的方法,获得了可与超高真空条件下媲美的高分辨分子图像,并进行了相应的理论计算。该研究为在单个分子水平上制备分子器件提供了一定的实验基础。

非常态及复杂体系化学热力学研究取得重要成果

化学研究所将化学热力学原理、方法和手段与波谱技术、计算机模拟等相结合,宏观性质研究与微观性质研究相结合,在复杂超临界流体体系相行为、分子间相互作用、化学反应热力学及其内在联系,金属酶、DNA、蛋白质的存在状态、热稳定性和它们与药物等小分子的相互作用,表面活性剂、表面活性剂-聚合物水溶液中分子自组合过程的热力学性质和疏水相互作用等方面取得重要进展,发现了超临界流体中氢键缔合为吸热过程等新现象,对超临界流体中共溶剂作用机理提出了崭新的观点。本项目所取得的成果不但对化学热力学及相关学科的发展具有重要的推动作用,对发展绿色化学和保护环境也具有重要意义。

烷氧自由基及其超快过程研究

化学研究所研究人员找到了利用分子筛作为产生自由基的劈裂剂,分别以烷基氧、氮氧和烷基过氧化物作为母体化合物,在他们独创研制的原位热解原位探测实验装置中首次成功地产生能连续提供的不同烷氧自由基束流,这不但提供了产生超短寿命不稳定自由基的新方法,也为深入研究由这些物种导致的大气污染和参与的化学反应提供了极好机会。对这类不同物种结构与性能深入的量子化学理论与光电子能谱实验研究,第一次提供了这类物种各自的理论与实验电离能;发现一氧化氮(NO)是烷氧自由基的稳定剂,从而实现了烷氧自由基的可控性。近期,该研究组发表的论文被国际电子能谱协会主席、英国皇家学会院士 J. M. Dyke 教授称为“近年来在光电子能谱学领域最卓越的研究成果”,这项原始创新性的成果对汽车尾气导致的城市光化学烟雾的最终解决具有重要意义。

有机超微粒尺寸效应研究获得创新性进展

有机分子晶体不同于半导体和金属晶体,它是由弱的范德华力结合形成的,因此难以预期有机分子晶体会像半导体纳米晶体那样表现出明显的量子限域效应。最近,化学研究所光化学重点实验室研究人员将纳米超微粒的研究从无机领域拓展到了有机领域,成功地实现了从有机功能小分子出发制备合成纳米超微粒,

并发现该有机超微粒同样具有显著的尺寸效应。他们以典型的杂环有机半导体为模型化合物,研究了有机超微粒光电性质随尺寸的演化过程。实验证明有机超微粒存在电荷转移激子限域现象,同时发现有机超微粒的介观尺寸效应有着自己显著的特点。此项研究成果的取得在有机超微粒的制备及其有序二维或三维阵列的构建方面,将为研制开发新型有机功能材料与器件提供新的方法和途径。

弯曲界面上进行蛋白质/磷脂多层复合膜组装研究取得突出进展

仿生多层复合膜可用于对人体发病器官、组织实施定向治疗,实现药物缓释和靶向释放,其研究日趋深入。多层复合膜的组装多数是基于平坦的固/气或固/液界面,这其中以带相反电荷的聚电解质通过静电作用层层吸附为重要手段。化学研究所分子科学中心与德国马普胶体与界面研究所的国际联合实验室,开创性地在两种互不相溶的液体界面上成功地进行了蛋白质/磷脂多层复合膜的有序组装。其创新性在于将磷脂表面活性剂的氯仿溶液经过悬吊液滴技术在毛细管的末端形成一个液滴,然后将其放入蛋白质的水溶液中,合理地控制磷脂及蛋白质的浓度,使蛋白质与磷脂分别从两个亚相同时到达界面,并在界面相遇,发生作用。经过长时间的吸附在界面上形成了磷脂蛋白质的复合多层膜。

2 高技术

并发进程的代数理论及验证工具

软件研究所研究人员完成的“并发进程的代数理论及验证工具”获 1999 年国家自然科学奖二等奖。该成果设计并实现了世界上第一个通用的进程代数证明工具,与英国 Hennessy 教授合作提出并独立发展了符号互模拟理论,彻底解决了 π 演算的有穷公理化问题。

量子通信与量子计算取得重要进展

中国科学技术大学量子通信与量子计算开放实验室在量子密码、量子通信、量子编码、量子不可克隆定理,以及与量子信息科学相关的基础研究方面做出一系列创新成果,在若干方面达到国际领先水平。实验室采用核磁共振方法在国内首先研制成功四个比特的逻辑门。量子编码方面,与英国学者同时独立发现在合作相消干中存在一种特殊的量子态(称为相干保持态)。基于这个发现,又在国际上首创出量子避错码,并将量子纠错码和量子避错码相结合提出更优量子编码方案。在国际上首创了量子概率克隆的新概念,开辟关于不可克隆定理研究的新方向。在实验上成功地实现了四比特胞密旋核磁共振量子计算机,国内同行认为,这表明我国量子计算机研究已进入实验研究阶段。研究论文“利用玻色-爱因斯坦凝聚体制备多粒子纠缠”发表在 2001 年 1 月的 *Nature* 上,关于几何量子计算的论文发表在 2001 年 6 月的 *Science* 上。

自组织生长量子点激光器材料和器件

(见本刊 2002 年第 3 期 194 页)

复合泵浦 X 射线激光

(见本刊 2002 年第 3 期 195 页)

双共振电离法研究激发态分子光谱和态分辨碰撞传能

大连化学物理研究所研究人员完成的“双共振电离法研究激发态分子光谱和态分辨碰撞传能”获 1999

年国家自然科学奖二等奖和首届吴健雄物理奖。该研究建成一套激光双共振多光子电离光谱实验装置, 对小分子电子激发态和量子态分辨的分子碰撞传能等课题进行了较系统的、多方面的研究, 首创研究极短寿命的离子凹陷光谱法, 即以快速预解离态为中间共振态的双共振多光子电离光谱法, 在对以 NH_3 位代表的小分子极短寿命电子态和杨一特勒分裂的电子态光谱研究中取得了突破性进展。发表论文 30 余篇。

分子束和激光反应动态学研究

大连化学物理研究所研究人员完成的“分子束和激光反应动态学研究”, 获 1999 年中国科学院自然科学奖一等奖。该项目深入、系统地研究了碱土金属原子与各种卤代烃的反应, 提出了瞬时碰撞模型和改进的 Marcus 统计模型。首次发现随着卤代烷烃碳链的增长产物振动激发增加; 首先提出了碱土金属原子与卤代芳烃反应时有着与卤代烷烃不同的反应机理; 首次发现吸引型势能面可以导致产物的强烈取向; 在自行研制的通用型交叉分子束装置上得到了我国第一个双分子反应散射的角分布。

新的物质波干涉现象

大连化学物理研究所研究人员研究发现了一种新的非常灵敏的测量 CO 分子碰撞传能截面的激光光谱方法, 最终证明了量子干涉效应对分子碰撞传能的重要影响, 进一步丰富了量子理论。这一成果受到国际同行的关注和高度评价。成果发表在 *J. Chem. Phys.* 等权威杂志上。

反应控制相转移催化用于丙烯氧化制环氧丙烷

大连化学物理研究所研究人员完成的“反应控制相转移催化用于丙烯氧化制环氧丙烷”, 是一项在化学化工领域具有突破意义的成果, 已获得我国发明专利, 正准备申请国际专利。这一过程利用氢氧体系直接转化丙烯生成环氧丙烷, 改变了污染严重的传统工艺, 被 *Chem. & Eng. News* 称为生产环氧丙烷的绿色过程: 这个反应的产物只是环氧丙烷和水。研究者报告说, 典型的反应是在 65°C 下进行 6 小时, 环氧丙烷得率为 85%, 而催化剂回收率为 90%; 催化剂的操作性能至少可以在几个循环之内保持稳定。该方法不仅在匀相催化领域有很高的学术价值, 而且在化工生产中也有重要价值。论文发在 2001 年 5 月 11 日的 *Science* 上。

以烯炔或炔烃衍生物为原料的合成方法学研究

上海有机化学研究所研究人员完成的“以烯炔或炔烃衍生物为原料的合成方法学研究”, 获 1999 年国家自然科学奖二等奖。该成果从金属有机化合物的基元反应出发, 发展新的有机合成反应是本项目的特点, 以条件温和、选择性、催化和原子经济性四个要求作为设计反应的指导思想, 完全符合当今提出的环境友好的有机合成的内容。该项研究所发现的反应, 有些已在国际上得到广泛应用。发表论文 105 余篇, 被引用 647 次。

碳-碳重键新的合成方法学研究

上海有机化学研究所研究人员完成的“碳-碳重键新的合成方法学研究”, 获 2000 年国家自然科学奖二等奖。该成果在碳-碳重键的研究中发现了一系列重要的合成方法学, 包括含氟 β -酮基磷盐在有机合成中的应用、“一锅法”的碳-碳双键形成反应等。这些反应可以广泛用于合成含氟农药和医药中间体。发表论文 128 篇, 引用 536 次。

OSW-1 的首次合成

上海有机化学研究所研究人员采取有效的技术路径, 在世界上率先合成出 OSW-1 高活性抗癌物质, 为

癌症患者带来福音,也使我国科学家在人工合成抗癌物质领域昂首走在了世界最前沿。作为一种分子物质,单纯的皂甙类化合物很难从自然界分离获得,该研究一次性合成达 20 多毫克,这标志着我国科学家做出世界水平的工作。

复杂氮陶瓷的相平衡及组份设计

上海硅酸盐研究所研究人员完成的“复杂氮陶瓷的相平衡及组份设计”获 1998 年中国科学院自然科学奖一等奖。该项目完成了国际上公认高难度的 $Y-Sr-Al-O-N$ 系统富氮区的相关系研究,总结出 $Si_3N_4-AlN-YN-Y_2O_3-Al_2O_3$ 区域中 52 个相容性四面体的亚固相关系,并从中找到若干个具有重要材料设计意义的相容四面体。利用模式识别法进行了组份设计,得到了综合性能优异的复相 Sialon 陶瓷。

先进无机材料的电声显微术及其成像机理研究

上海硅酸盐研究所研究人员完成的“先进无机材料的电声显微术及其成像机理研究”获 2000 年中国科学院自然科学奖一等奖。该项目建立了第一个三维电声成像理论——三维分布源模型理论,得出了电声信号严格的数学表述,指出了电声成像是近场成像的物理本质,其分辨率的理论分析与实验结果吻合。建立了电声成像系统,研制出电声显微镜。

纳米碳管的大量制备及储氢性能研究取得突破

金属研究所研究人员在纳米碳管的大量制备及储氢性能研究方面取得突破。项目采用与众不同的等离子体氢电弧法在单壁纳米碳管研究方面取得显著成果,半连续大量制备出高质量单壁纳米碳管,其纯度高,而且发现所得纳米碳管的直径较粗,预示其可能具有较好的储氢性能。该成果受到全世界的重视。论文发表在 1999 年 11 月 5 日的 *Science* 上。

块体纳米铜室温超塑延展性

金属研究所研究人员首次在试验中发现纳米金属铜样品在室温下具有超塑延展性,他们将晶粒尺寸为 30nm 的块状纳米铜样品在室温下(仅为熔点的 22%)进行轧制变形,获得了高达 500% 的延伸率,而没有产生明显的加工硬化效应,并发现冷变形过程中晶粒尺寸保持不变。相关文章发表在 *Science* 上。

金属铅纳米薄膜的过热

金属研究所研究人员采用叠层轧制技术制备了具有夹层结构的铅铝多层膜样品,首次成功地实现了金属铅纳米薄膜的过热,并在熔化研究中观察到铅薄膜的熔化温度比平衡熔点温度高,而且过热相对稳定。该发现突破了传统理论对过热现象的认识,对理解低维材料的熔化及过热机制具有重要价值。研究成果发表于 2000 年 8 月 14 日的 *Phys. Rev. Lett.*。

晶体在极限过热时的熔化过程

金属研究所研究人员通过计算模拟从原子层次揭示了晶体在极限过热时的熔化过程,从理论角度澄清了现有多晶格失稳熔化机制之间的内在联系。10 月 11 日,著名物理冶金学家、剑桥大学罗伯特·卡恩(R. W. Cahn)教授在 *Nature* 上发表了题为“从晶体内部熔化”的论文,高度评价了这项研究成果,认为“引发固体熔化的控制因素长久以来一直无法确定,最新的模拟计算成功地将不同的观点统一起来。”研究成果发表在 2001 年 7 月 30 日 *P. R. L.* 上。

3 资源环境

标准界线层型剖面(浙江常山黄泥塘剖面)的确立

1997 年,“奥陶系统、阶级界线层型及全球对比”研究取得突破性进展,经国际地质科学联合会执行局一致通过批准南京地质古生物研究所研究的浙江常山黄泥塘剖面为中奥陶统达瑞尔阶底界的全球层型剖面点(GSSP),成为我国在全球界线层型研究领域取得的第一个“金钉子”。我国二迭系乐平统也被国际地层委员会正式列入全球地层年代表,成为我国唯一被选定为“统”一级国际标准的地层,是我国地层学研究在此领域内取得国际领先水平研究成果的标志。

古生物研究

1999 年,南京地质古生物研究所在澄江动物群研究基础上,在昆明海口早寒武世帽天山页岩中发现了新的脊索动物——海口虫,海口虫保存了背神经索、三分的脑、侧眼、心脏、背动脉和腹动脉、歪尾、鳃丝等重要构造,再现了地球最早脊椎动物的祖先类型,将脊椎动物起源和早期演化历史追溯到距今 5.2 亿前的寒武纪早期。海口虫的发现是人类重塑地球早期生命历史的一项惊人成就。

热河生物群是中生代晚期全球最重要的陆相生物群代表,对理解中生代晚期陆相生物群落及其环境演变具有重大的科学意义。1998 年,“中华龙鸟”修订为小型兽脚类恐龙的成果在 *Nature* 发表,对鸟类起源研究起到重要推动作用;古植物研究发现迄今世界最早的被子植物化石,并首次提出“被子植物起源的东亚中心”假说,发表在 *Science* 上;1999 年,“辽西中生代鸟类及鸟类的早期演化”研究建立了孔子鸟和华夏鸟两个鸟类化石群,填补了从始祖鸟向现代鸟类演化的缺失,提出了鸟类飞行树栖起源学说的重要证据,并为探讨鸟类的起源和飞行的演化过程提供了已知最重要的证据。该项目的研究被称为“革命性的发现”与“本世纪古鸟类学研究的最重要发现”,辽西鸟化石的发现和与研究还直接带动了一系列其它重要化石门类的发现。该成果获 1999 年度中国科学院自然科学奖一等奖。2002 年,热河生物群研究又取得最新进展,古脊椎动物与古人类研究所研究人员发现了一种新的小型肉食恐龙,被命名为“中国猎龙”,该成果发表在 2002 年 2 月的 *Nature* 上。

1998 年,古脊椎动物与古人类研究所的研究小组在 *Science* 发表了 5.8 亿年前瓮安动物群的微型多细胞动物胚胎化石和海绵动物化石,在国际学术界引起了重大反响。2000 年 4 月,南京地质古生物研究所在 *PNAS* 发表文章,进一步肯定了多细胞动物化石的存在,还发现了大量海绵胚胎和微型成体化石,首次发现了许多两胚层动物胚胎化石,为地球早期生命起源研究提供了重要依据。2001 年,南京地质古生物研究所研究人员在 *Science* 提出了古生代与中生代之交的生物大绝灭为爆发性,动摇了过去普遍认为的分期、多幕绝灭的传统观点,对破解地球生命超级大灭绝之谜,对人类全面地认识地球生命演化历史具有重要意义。

古人类研究

2000 年,百色旧石器考古研究成果显著,2000 年 3 月的 *Science* 以封面加评论推出古脊椎动物与古人类研究所的研究论文,首次公布氩/氩法测定百色有地层层位的玻璃陨石距今 80.3 万年的结果,证明亚洲的早期人类在制作工具上与非洲同期人类互相媲美、不分高下的能力。该结果冲击了在学术界居于统治地位达半个世纪之久的“莫氏线”理论,在西方学术界引起轰动。

2002 年,该所的研究人员在安徽淮南地区首次发现了两颗距今约 300 万年的珍贵古猿牙齿化石,为研究我国和东亚地区的人类起源与演化提供了重要的资料,表明除非洲以外,我国有可能被证明为人类的发源地

之一。

亚洲季风气候变迁与全球变化研究取得突破性进展

地球环境研究所完成的亚洲季风气候变迁与全球变化研究的突出进展表现在,将亚洲季风气候的研究与全球变化联系起来。1999年,在东亚季风的起源、演化及其与青藏高原阶段性隆升关系,东亚季风在不同时间尺度上的变化规律,特征时期(包括末次冰盛期、末次冰消期、全新世、末次间冰期)的气候事件和气候变率,东亚季风与海陆相互作用以及南北半球的联系,西南季风演化序列及其与东亚季风的异同性以及最近2000年和最近500年气候历史的重点等方面取得大量成果,发表SCI收录刊物论文27篇。2001年,在亚洲季风演化与青藏高原隆升研究方面,根据黄土高原的风成证据,结合印度洋、太平洋的古沉积记录及古气候模拟,推断出青藏高原隆升与东亚季风气候形成至少是分两个阶段演化形成的。距今800万—1000万年前青藏高原的隆升导致了亚洲季风的出现,距今360万—260万年青藏高原的加速抬升奠定了亚洲季风气候的基本格局。首次全面系统地研究了青藏高原隆升与东亚季风气候的关系。研究报告发表在*Nature*上,美国著名青藏高原研究专家彼得·莫尔纳认为,这是迄今为止最有说服力的有关青藏高原隆升的计算机模型,“确凿的地质证据能够说明这一过程的每一个阶段”。

固体地球科学的重大成果——发现大陆造山带深俯冲的新证据

近年来,我院在固体地球科学领域取得重大进展,在大陆俯冲碰撞造山带(大别超高压变质带)的陆壳岩石中发现了代表俯冲深度大于200公里的超高压变质矿物,改变了传统的地球动力学观。2000年,地质与地球物理研究所研究人员在青岛仰口榴辉岩的石榴子石中发现了大量出溶的单斜辉石、金红石和磷灰石,石榴子石中含有很高的P和Na,证明在变质峰期至少部分单斜辉石曾经转化成石榴子石结构,原为大陆地壳物质的榴辉岩曾经被俯冲到地幔200公里以下的深度,之后返回到地表。这一深度远远超出了由柯石英和金刚石的发现所推论出的80公里—120公里的俯冲深度,该成果2000年发表在*Nature*上。

黄土高原生态农业建设理论及技术体系取得突破

2001年,通过不同生态类型区与不同尺度流域(小流域、中尺度流域)水土保持与生态农业建设的模式与技术体系的试验示范研究,提供了黄土高原退化生态系统恢复重建的科学依据与水土资源保育及高效利用途径,提出了流域生态系统健康诊断方法。通过院地合作,在陕西省延安市建立了“陕西省山川秀美工程延安试验示范区”,获得了初步成功,为黄土高原生态建设成功模式的探索和应用技术体系的完善积累了宝贵的资料,为西北地区植被建设与生态环境的开发保护提供了依据,对西部可持续发展具有重要的理论及应用参考价值。

(中国科学院基础科学局、高新技术研究与发展局、资源环境科学与技术局 提供)