

* 成果与应用 *

编者按 1999 年度中国科学院自然科学奖、发明奖和科技进步奖评审工作已经结束,共奖励 132 项优秀科技成果,其中自然科学奖 63 项(一等奖 12 项,二等奖 27 项,三等奖 24 项);发明奖 6 项(一等奖 1 项,二等奖 2 项,三等奖 3 项);科技进步奖 63 项(特等奖 2 项,一等奖 11 项,二等奖 26 项,三等奖 24 项)。现将特等奖、一等奖项目做简要介绍。

中国科学院 1999 年度自然科学奖 一等奖项目简介^{*}

关键词 中国科学院,自然科学奖

1 若干典型化学污染物在环境中的变化及生态效应

完成单位:生态环境研究中心等

化学物质污染是全球性的重大环境问题。污染物环境行为、迁移转化机理及生态危害研究结果,对提高环境意识、保护环境、促进可持续发展有十分重要的意义。该项研究是“八五”国家自然科学基金环境科学领域第一个重大项目,是国内对污染物进行环境化学和生态学综合研究的最新重大成果。成果简要内容包括:建立了农药单甲脒多介质环境的稳态平衡、非平衡模型和动态模型;查明了其降解机理,获得其对陆生生态系统、水生生态系统影响的系统数据等等,还选育出单甲脒的高效降解菌种;揭示了天然有机物对无机锡的甲基化作用;在细胞和分子水平上研究和证明了三丁基锡对生物体的损伤,证实它们的生物毒性很大;弄清了有机锡能显著降低滩涂底栖生物群落多样性和生物密度;首次在城市水中检出了硝基多环芳烃的存在,发现了目前已知二恶英的重大污染源及其生成机理;对多氯联苯、硝基芳烃等的光解规律和/或毒性提出了新的机理和解释;将量子化学引入氯代芳烃结构活性的研究,提高了研究的综合性和理论性。在此基础上提出的安全性阈值、水质标准建议、生态调控对策具有科学性、实用性和可操作性,可作为管理部门决策时的科学依据,具有重要的参考及应用价值。

2 中国气候、湖泊与海面变化及其趋势和影响

完成单位:南京地理与湖泊研究所等

全球变化是当今国际社会和科学界广泛关注和研究的热点。通过高分辨率历史气候和湖泊、海面变化记录,研究恢复了中国全新世大暖气的气候与环境;依据沿海岸带 6000km 的重复水准测量数据和潮汐站资料,建立了中国沿海统一“均衡基准”,预估了长江三角洲至 2050 年相对海面上升 12-68cm 以及可能的环境效应;依据湖泊沉积记录,建立了我国不同气候区不同时间尺度环境演化序列,分析了热量、水汽的时空分布与我国季风强弱变化和空间迁移的关系,探讨了青藏高原隆升、季风环流和区域环境分异的关系;研究了历史时期人与自然相互作用的湖泊响应,以及人类活动对环境的影响方式、强度及发展趋势;初步建立了中国全新世湖面波动数据库,应用全球气候模型(GCM)进行古气候模拟,从古大气环流格局和水汽输送途径角度阐明古

* 收稿日期:1999 年 12 月 15 日

气候变化的动力学机制;创建了湖泊沉积与过去环境变化的系统理论与研究方法;系统阐明了气候变化对西北、华北水资源的影响机理、程度及未来趋势。该项成果是迄今我国气候、湖泊与海面变化研究方面最为深入系统的研究成果之一,具有重要理论意义和应用前景。

3 辽西中生代鸟类化石及鸟类的早期演化

完成单位:古脊椎动物与古人类研究所

中生代鸟类化石及鸟类早期演化问题,是国际古生物和生物学界最关注的问题之一。研究人员选择辽西地区运用先进的发掘方式和修理手段,获得了大批完美珍贵的原始早期鸟类化石,其数量之多,远远超过了世界其它地区全部中生代鸟类化石标本的总和,至今已完成了—批研究成果,从 1995 年接连在 *Nature*、*Science* 上发表 4 篇论文,SCI 收录至少 14 篇。1998 止,引用达 98 次。孔子鸟的发现被美国《发现》杂志评为 1995 年世界 100 项科技发现的第 50 项,获得了国际同行的认同,推动了古鸟类学发展。主要研究成果是:建立了晚侏罗世孔子鸟类群和早白垩世华夏鸟类群;首次提出晚侏罗世是鸟类第一次大的分异辐射时期;发现早期鸟类进化过程中,渐变与突变同时存在;支持鸟类飞行的树栖起源说;鸟类的祖先不是恐龙而是初龙类;首次提出鸟类从爬行动物分化出来不久即分为两大支系;孔子鸟代表了鸟类飞行进化的主流;将现生鸟类的历史向前推进了至少六千万年;首次建立了鸟类飞行进化的完整系列模式。由于取得了这一系列研究成果和极为丰富的化石资源,已使我国逐渐成为世界鸟类起源和早期演化,以及现生鸟类起源的研究中心。

4 成岩成矿低温地球化学研究

完成单位:地球化学研究所

“成岩成矿低温地球化学研究”是在国家自然科学基金资助下获取的研究成果。成岩成矿低温地球化学是研究自然界中 200℃ 以下元素活化、迁移、富集的地球化学行为及它们对成岩成矿作用的贡献。经过 7 年研究,取得了如下成果:(1)率先提出了“我国西南地区存在大面积低温成矿域”,这一区域包括西南五省(市)近 90 万 km² 范围。该成矿域的面积之大、矿种之多、矿床组合之复杂可称世界之最。(2)首次提出了分散元素可以成矿的理论。因为 Ge、Ga、In、Tl、Re、Cd、Se、Te 八元素在地壳中丰度非常低,被认为不能独立成矿,而研究表明它们中很多能形成中型以上矿床,有的已达超大型矿床规模。(3)在金、银、铂等贵金属低温成矿方面取得了突破性进展。因贵金属化学性质稳定,过去认为它们不能在低温条件下成矿,经研究表明,在低温条件下它们可形成较大规模的矿床和矿化现象。(4)在有机质对金属成矿作用方面取得了可喜进展。经成矿实验和矿床地质研究表明,油气及各种有机质对促进金属元素的迁移、富集、成矿起了很大作用。这一研究将有机和无机地球化学研究密切结合起来,促进了不同学科的交叉。

5 稻田生态系统甲烷产生、转化及传输机理研究

完成单位:大气物理研究所等

甲烷是重要的温室气体,在温室效应中所起的作用仅次于二氧化碳。从 1985 年起,对我国稻田甲烷排放进行了连续 13 年的观测和理论研究,对我国四大类主要水稻产区的甲烷排放规律及其与土壤、大气环境条件和农业管理措施的关系进行了系统野外观测实验,并对稻田甲烷产生、转化和输送机理进行了理论研究,探讨了控制稻田甲烷排放的实用措施,建立了稻田甲烷排放数值模式。在甲烷排放的时空变化规律及其与环境条件的关系方面有一系列的新发现,在稻田甲烷产生率、排放率及其与环境条件的关系方面有一系列新的见解,改变了过去文献中的一些错误认识,大大提高了人类对稻田甲烷排放的认识水平,并以充分证据改变了国际上关于全球和中国稻田甲烷排放总量的估计。稻田甲烷排放数据的改写,对我国政府在气候变化公约国际谈判中处于有利地位具有重要意义。该研究成果在资料完整性、可靠性、研究内容的广度和深度上均处于国际领先水平。

6 蛋白质二硫键异构酶既是折叠酶也是分子伴侣

完成单位:生物物理研究所

帮助细胞内新生肽成熟为功能蛋白的蛋白过去通常被分为分子伴侣和折叠酶两大类,蛋白质二硫键异构酶(PDI)催化蛋白质分子中巯基与二硫键交换,一直被认为是一个折叠酶。研究者在国际上最早提出PDI既是酶又是分子伴侣的假说。继而用不含二硫键的甘油醛-3-磷酸脱氢酶和硫氰酸酶,证明PDI明显提高这两种酶的复性效率,降低变性过程和复性过程中的聚合,为PDI具有与异构酶活力相独立的固有分子伴侣活力提供了直接的实验证据。

7 分子束和激光束反应动力学研究

完成单位:大连化学物理研究所

反应动力学是从分子层次研究化学反应本质的一门学科。而交叉分子束和激光束则是研究反应动力学的强有力工具。研究者利用二台自己研制的交叉分子束实验装置和激光激发及探测技术从实验和理论两方面研究了碱土金属原子与卤代烃反应。就反应物的初始能态(反应物的相对平动能及其电子能)、性质(不同的碱土金属原子、各种卤代烃)、轨道取向(Ca原子的P轨道取向)及反应体系的势能面性质等因素对反应截面、反应产物的能态分布、角动量取向的影响等系统深入地进行了探讨。(1)首次用自建的通用型交叉分子束实验装置研究了 $\text{Cl} + \text{CH}_2\text{I}_2 \rightarrow \text{ICl} + \text{CH}_2\text{I}$ 反应,判明此反应过程经历一短寿命的中间过渡态。(2)测定了14种碱土金属原子与卤代烷烃的反应激发函数,发现烷基中被激发的自由度数目随反应截面增大而减少。(3)首次在实验上发现对于 $\text{Ba} + \text{C}_6\text{H}_5\text{X} \rightarrow \text{BaX} + \text{C}_6\text{H}_5$ 反应,当X从 $\text{Cl} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{I}$ 时,BaX的振动能下降,而且反应截面也减少。这恰巧与 $\text{Ba} + \text{CH}_3\text{X} \rightarrow \text{BaX} + \text{CH}_3$ 反应的趋势相反。(4)发现随着卤代烷烃碳链的增长,产物振动激发增强,而产物的转动取向减弱。(5) $\text{Ca}(^1\text{P}_1)$ 和 $\text{CH}_3\text{-nCl}_n(n=1,2,3,4)$ 反应,当n增加时CaCl的轨道取向效应减弱。在国内外学术刊物发表论文50余篇,被国际同行引用60余次。

8 自由基化学中取代基自旋离域参数 q_i 之成功建立和应用

完成单位:上海有机化学研究所

自由基化学结构与性能关系研究中存在两个未解决的重要问题:一是建立一套真正反映取代基自旋能力并能可靠应用的参数 α 二是在自由基化学结构与性能的相关分析中, σ 是必须考虑的,那为何许多自由基反应的相关分析中,不需要 σ 参数,仅用极性参数 δ 就可得到很好结果?研究者在对取代 $\alpha\beta\beta$ 三氟苯乙烯的研究中,通过 ^{19}F NMR参数建立了反映取代基极性因素对双键极化程度影响的参数 q_{ab} ,而取代 $\alpha\beta\beta$ 三氟苯乙烯的热环化二聚反应是一个十分干净自由基反应,它的过渡态具有极性上的对称性,在形成过渡态的过程中没有额外的极性相互作用,所以测定它的反应速率常数,运用双参数方程就可得到一套真正反映取代基自旋能力的参数 q_i 。本工作得到的32个取代基自旋离域参数 q_i 是当前国际上取代基个数最多,种类最广,并且经过多种方法验证,准确可靠的 σ 类参数。它已成功地应用于自由基加成反应,自由基攫取反应的动力学参数相关分析,以及在UV光谱 λ_{max} 参数、EPR谱的 a_N 值、荧光光谱发射能 ΔE 等的相关分析中也得到成功的应用。这不仅验证了 q_i 的可靠性和可应用性,而且提出了用 $|\rho^+/\rho^-|$ 的比值作为取代基极性效应和自旋效应贡献大小相对权重的判别尺度,将自由基反应分为四类,对上述第二个问题有了一个完美的答案,这在自由基化学结构与性能关系研究中是一个重要的突破。在国际自由基化学界受到高度重视。

9 气固流态化的散式化理论与方法

完成单位:化工冶金研究所

由于气固流态化床中存在气泡和聚团,使气固相间接触不良,大大降低了传热传质与化学反应的速率。特别是超细颗粒,由于具有巨大的颗粒表面,颗粒间粘性力大,极易聚集成团,流化质量极差。因此,如何减小甚至消灭气固流化床中的气泡与聚团,实现气固分布均匀的散式流态化,已成为流态化研究领域的前沿课题。

也是国际学术界公认的难题,被列入国家自然科学基金委员会“七五”及“八五”的重大项目。该研究系统地提出了一系列实现气固流态化的散式化的理论与方法,其中包括颗粒和添加组分设计、外力场方法、内部构件和床型设计和流体设计。上述理论与方法均行之有效,可抑制气泡和聚团的形成,使流态化质量很差的物料及超细物料均得到了良好的流态化,实现气固流态化的散式化。同时还建立了一系列评价流态化质量的方法与指标,并开发研制了相关的测试仪器。该项研究成果有重要的理论意义与实用价值,得到国内外同行的高度重视和评价。

10 多复变与李群

完成单位:数学研究所

多复变与李群课题,是数学研究的前沿之一,特别是其中的扩充未来光管猜测,更是前沿中的难题。青年数学家周向宇研究员的成果“多复变与李群”由一系列重要工作组成,特别是利用华罗庚教授有关典型域的结论和方法证明了扩充未来光管猜测的工作,被认为是中国数学界近年来的重大成果之一。起源于公理化量子场论的扩充未来光管猜测已有近 40 年的历史,被诸多世界一流数学家提出并研究而未得解决。前苏联编纂的《数学百科全书》“量子场论”条目把它列为重要的未解决问题。此外,周向宇还证明了 Sergeev 猜测,系统地研究了轨道连通性、轨道凸性与全纯凸性的联系,给出了紧李群不变域的全纯包为单叶的判别准则,并得到一系列重要结果。周向宇的一系列成就获得了国内外同行的广泛好评和高度重视,并因此于 1998 年 11 月荣获俄国科学博士学位。这些成就的获得,为多复变领域的华(罗庚)派的发展作出了新贡献,也对中国的多复变研究国际地位的提高作出了贡献。

11 统一描述平衡与非平衡体系的格林函数理论研究

完成单位:理论物理研究所

12 利用引力透镜效应研究宇宙中的物质分布

完成单位:北京天文台

宇宙中绝大部分物质是不发光的暗物质,引力透镜效应提供了当前天体物理学中最为有效地研究暗物质的工具,它可以探测行星乃至宇宙大尺度结构的物质分布。研究者经过十年的努力,在利用引力透镜研究星系团中的物质分布及组成,星系团质量测定并以此确定宇宙物质密度和使用微引力透镜研究银河系晕中暗物质的机理等多项工作中取得国际一流水准的成果,发表了数十篇有重要影响的论文,并被国内外同行大量引用,为我国宇宙学研究进入国际前沿起了巨大的推动作用。