

2006 年度我院承担的 “国家重点基础研究发展计划” 项目介绍(续)

(北京 100864)

关键词 中国科学院,国家重点基础研究发展计划

超强超短激光与强场超快科学中若干重大挑战性问题

首席科学家:徐至展

主持单位:上海光学精密机械研究所

超强超短激光与强场超快科学是国际上正在形成并发展的重要前沿科学技术领域,以新一代超强超短激光的创新发展、超强超短激光与物质的高度非线性与相对论性相互作用,以及在交叉学科与相关高技术领域中的前沿基础为研究对象,整个学科领域依然处在出现重大突破和做出重大建树的关键阶段。该项目是已完成的国家“973”计划首批重要科学前沿项目“超强超短激光科学中若干重要前沿问题”的进一步开拓与深入。

该项目的主要研究内容与目标是:(1)进一步开拓与发展 OPCPA 等新原理、新方法,探索解决创建超强场、极端超快、可调谐与新波段等的新一代超强超短激光条件的关键科学问题,并在国际 PW(10^{15} W)级超强超短激光竞争中取得创新突破,建立具有国际一流水平的强场超快科学实验基地;(2)揭示强场超快乃至超强场、极端超快等极端物理条件下超强超短激光与物质的高度非线性与相对论性相互作用新现象与新规律,并建立相关的新概念、新理论;(3)开拓强场高能量密度物理、强场核物理等新前沿新方向,为激光核聚变“快点火”新途径、小型化超高梯度粒子加速新原理、台式化高亮度 X 射线与射线新光源等战略高技术领域的创新发展提供科学基础;(4)探索更短时间尺度(≤ 100 as)与更高强度阿秒相干辐射产生及其表征中的关键科学问题,研究亚飞秒乃至阿秒时间尺度的量子相干操控,为开拓阿秒物理学新时代做出重要贡献;在强场超快激光驱动的 XUV 波段频率梳等精密光谱学的开拓与应用探索中取得重要突破;(5)在操控与表征凝聚态物质微结构与大分子体系及其超快动力学行为等交叉前沿领域取得若干重大创新成果。

京津渤区域复合污染过程、生态毒理效应及控制修复原理

首席科学家:曲久辉

主持单位:生态环境研究中心

京津渤地区是我国政治、经济和文化中心,也是京津冀都市圈的核心区域,具有举足轻

* 收稿日期:2006年12月10日



中国科学院

重的战略地位。但该地区自然环境先天不足,水资源严重短缺,京津两超大城市在狭窄区域内共存,并直接面临内陆海域,制约区域环境承载容量。随着区域社会经济的快速发展,环境质量持续恶化:成为世界上大气污染最严重地区之一,天气呈灰霾特征;90%以上河流污染,传统污染物和新出现的有毒有害物质相互叠加,水质风险严重;长期污灌等过程导致农田土壤中多环芳烃等污染物积累,约300万亩农田污染,严重影响农产品安全;由于陆源污染影响和不适当开发,渤海近海的主要经济生物资源濒临枯竭。该地区日益严重的生态环境问题已成为国家实施京津都市圈发展战略的重要瓶颈,也为我国本领域的科技发展提出了具有挑战性的迫切需求。

因此,研究中将以区域复合污染的形成过程-转移转化-生态响应-控制修复为主线,深入研究:非均相体系复合污染的动力学过程;复合污染的生态毒理效应;区域复合污染控制与生态修复原理。设立了如下7个课题:(1)京津渤区域主要污染物的源解析与时空分布规律;(2)重点区域水体和土壤环境的复合污染特征;(3)区域复合污染的多界面过程及多介质传输机制;(4)复合污染对水体和土壤环境的生态毒理效应与健康风险;(5)复合污染胁迫近海主要生物资源的退化机制;(6)复合污染控制及典型受损生态系统修复原理;(7)区域复合污染的生态风险评价、预警与调控策略。

中国主要水蚀区土壤侵蚀过程与调控研究

首席科学家:李锐

主持单位:中科院/水利部水土保持研究所

水土流失是制约人类生存和社会可持续发展的重大环境问题,是我国各种生态问题的集中反映,对粮食安全和生态安全造成了严重威胁。迫切需要研究水土流失发生发展过程与驱动机制,指导水土保持措施配置与战略规划;阐明流域产沙和水沙运移规律,减少江河洪涝灾害、维系大江大河和大湖安全;构建多尺度土壤侵蚀预报模型,预测发展趋势,指导水土保持规划;建立水土流失与水土保持的环境效应评价理论,为生态建设和制定中国水土保持宏观战略对策提供科学依据。

该项目以我国东北黑土漫岗区、西北黄土高原区、南方红壤丘陵区、西南紫色土山丘区4个水蚀区为重点,以土壤侵蚀过程为研究对象,拟解决主要水蚀区土壤侵蚀的发生发展过程与驱动机制、复杂环境下土壤侵蚀模型构建的理论与方法、水土流失与水土保持环境效应评价理论与调控机理3个关键科学问题。项目设置7个课题:不同类型区土壤侵蚀过程与机理、流域侵蚀产沙机制与水沙运移规律、区域水土流失过程与趋势分析、多尺度土壤侵蚀预报模型、水土流失的环境效应评价理论与指标体系、水土保持措施作用机理和适宜性评价及水土流失综合调控原理与治理范式。通过5年的研究,揭示我国复杂环境下不同区域土壤侵蚀发生的物理、化学和生物学过程及耦合机理;建立坡面、小流域和区域3种尺度的土壤侵蚀预报模型;提出水土流失与水土保持的环境效应评价理论与指标体系;阐明水土保持措施的作用机理;综合集成适应自然生态过程和人类活动的水土流失调控技术体系,为国家制定水土保持战略和规划提供理论依据和科学方法。同时,将凝聚一批年轻学科带头人和学术骨干,培养具有国际竞争力的中青年科学家,进一步提高我国在世界水土保持研究领域的实力与地位。

苛刻环境下润滑抗磨材料的基础研究

首席科学家:刘维民

主持单位:兰州化学物理研究所

高技术领域如航天、航空、信息、军事装备和先进制造等不断向集成化、微小化、高精度、长寿命、高可靠性等方向发展,其中运动部件或动力系统所面临的超高真空、辐射、交变温度、强电流/场、高速、重载等环境和工况日益苛刻,对润滑抗磨损材料提出了严峻挑战,并严重制约了机械动力系统的可靠性、工作效率和使用寿命。

项目以高技术工业用先进润滑抗磨损材料为对象,研究揭示苛刻环境条件下润滑抗磨材料的组分、结构与性能演变规律,阐明苛刻环境、极端工况条件对材料磨损和润滑失效行为的影响机制;发展超低摩擦的润滑新原理及表面调控与强化的摩擦磨损控制方法;建立面向应用过程的润滑抗磨损材料设计与制备理论,并在技术上解决若干对国家重点重大工程具有重要影响的关键润滑抗磨材料制备的瓶颈问题,建立苛刻环境条件下材料磨损与润滑研究技术平台。研究工作将显著提高我国解决极端苛刻环境与条件下润滑抗磨问题的创新能力和水平,为我国航天航空等高技术工业用先进润滑抗磨材料的研制提供理论依据和技术保障。项目分6个课题:(1)真空辐射环境下润滑抗磨材料的组分、结构与性能演变规律;(2)极端温度环境下的润滑失效与材料磨损机理;(3)强氧化环境下材料的磨损机制;(4)高压微间隙中的润滑及其尺度效应;(5)材料表面/界面结构的润滑抗磨性能及其控制;(6)高性能润滑抗磨材料的分子设计、结构调控与制备技术。

生物炼制细胞工厂的科学基础

首席科学家:马延和

主持单位:微生物研究所

由于对不可再生化石资源的过分依赖,社会经济的可持续发展正面临着能源资源短缺、生态环境恶化的空前挑战。以可再生的生物资源替代不可再生的化石资源、实现工业原材料来源的根本转变,是转变经济增长模式、保障社会经济可持续发展的重大战略需求。生物炼制是以生物可再生资源为原料基础生产能源与化工产品的新型工业模式,认识并利用微生物广泛的物质分解转化与卓越的化学合成能力,将微生物改造成为一个名副其实的细胞工厂,对于推动生物炼制逐步取代传统石油炼制、满足国家社会经济可持续发展具有重大的战略意义。

该项目将开展微生物利用不同类型碳水化合物原料的功能研究,系统研究微生物代谢途径和网络结构,解析物质代谢过程中关键节点及其途径空间效应,分析特定代谢途径中各级调控元件的调控作用,以及代谢功能与环境的相互关系及其全局调控机制,研究目标产物代谢途径与通量的调控优化策略,构建生物炼制细胞工厂模型,解决微生物细胞的结构、调控与性能等方面的关键科学问题,为将微生物细胞改造成为大宗化工产品和能源产品生物制造的细胞工厂奠定科学基础。通过项目实施,将揭示生物基产品典型合成代谢途径的优化调控机制,实质性地提高生物炼制细胞工厂建造的创新能力和提高重要 C_2 、 C_3 、 C_4 平台化合物生物合成对于石油基路线的竞争能力,形成先进生物炼制技术的基础,为我国的新型工业化道路做出积极的贡献。



中国科学院