

编者按 为反映我院承担国家重大项目的能力,本刊从 2005 年开始,对该年度立项的“国家重点基础研究发展计划”(973 计划) 中以中科院为第一承担单位和首席科学家的项目进行系统介绍。2007 年科技部批准了 73 个项目立项(包括 7 项作为传染病和中医专项启动)。在除专项外的 66 个项目中,我院作为第一承担单位和依托部门有 19 项,本刊将分期介绍我院作为第一承担单位和首席科学家的项目(专用项目除外)。另外,为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》的部署,科技部于 2006 年启动实施了蛋白质研究、量子调控研究、纳米研究、发育与生殖研究 4 个重大科学研究计划,2006—2007 年科技部已批准了 82 项立项,其中 2007 年立项为 42 项,我院作为首席科学家和第一承担单位有 24 项,本刊也将陆续介绍。

2007 年度我院承担的 “国家重点基础研究发展计划” 项目介绍(一)

(北京 100864)

关键词 中国科学院,国家重点基础研究发展计划

农业鼠害暴发成灾规律、预测及可持续控制的基础研究

首席科学家: 张知彬

第一承担单位: 中国科学院动物研究所

依托部门: 中国科学院、农业部

受全球气候变化以及人为因素等影响,近年来我国农业鼠害呈现愈演愈烈的趋势。此外,因鼠害破坏植被产生的水土流失,沙尘暴和鼠传疾病等问题日益严峻。农业鼠害问题已成为当前我国农牧业持续稳定发展、生物多样性保护和生态环境建设及人民身体健康的一个重大隐患。我国农业鼠害防治工作长期依赖化学杀鼠剂。化学灭杀虽可解决应急性鼠害问题,但加剧对了环境污染,此外还有灭效难以巩固、抗药性问题和对非靶生物的威胁。因此,急需发展无公害、可持续控制农业鼠害的新方法、新途径。另外,防治工作急需加强对成灾规律的基础研究,以提高我国农业鼠害预测预报的能力。

该项目主要研究气候变化与鼠类种群波动的关系及诱导鼠害暴发的关键因子与过程;研究植物、天敌与鼠类之间的相互作用、协同进化及其对鼠类种群的影响;研究遗传、生理、免疫、行为等因素在鼠类种群调节中的作用;研究不育控制的生殖调控过程及婚配制度、社群等级对不育控制效果的影响;研究栖息环境改变对鼠类群落演替及生态治理的新策略;研究鼠害区域性暴发的规律及大尺度时空动态模型。项目旨在为阐明人类活动和气候异常

* 收稿日期:2007 年 11 月 1 日

对鼠类种群大暴发的影响,揭示鼠类种群调节机制,建立中长期、大尺度鼠害区域性暴发的预测方法和模式,提出农业鼠害可持续控制的新手段、新理论、新策略。为我国典型区农业鼠害无公害可持续控制提供理论指导和技术支撑。

燃气轮机的高性能热-功转换科学技术问题研究

首席科学家:黄伟光、蒋洪德

第一承担单位:中国科学院工程热物理研究所、清华大学

依托部门:中国科学院、教育部

燃气轮机联合循环发电效率已达 60%,是已掌握的热-功转换效率最高的大规模商业化发电方式。目前燃气轮机主要以天然气和燃油为燃料,面对中国以煤炭为主的能源结构,按照高效、洁净、低成本、灵活、稳定的需求目标,发展将燃气轮机与煤气化技术集成的热-功转换技术是 21 世纪中国建设大规模高效洁净能源动力系统的重要技术选择方向。从更长远的角度看,以经济可承受的方式控制 CO₂ 排放成为能源动力系统研究的热点。因此,开展先进燃气轮机及其系统的基础性研究并解决重大关键科学问题,培育和形成关键技术的自主创新能力,对发展高性能的热功转换系统、支撑我国煤电重大需求和建立国家可持续能源体系都具有重要的理论意义与应用价值。

该项目综合研究燃气轮机的高性能热-功转换系统中能量传递、转换、利用及污染物和 CO₂ 脱除的全部过程,从燃料化学能释放与热-功转换过程的集成出发,确立能源系统的流程结构和组成方式。通过掌握与燃料化学能释放协同的高性能燃气轮机热-功转换系统的优化集成规律、中低热值富氢燃料贫预混燃烧特性、不稳定性机理及主动抑制方法、空气湿润化动力循环的集成规律和技术基础发展先进动力循环、气动 / 结构非定常耦合机理基础上的压气机流动损失与失稳调控新方法,以及透平叶片闭式蒸汽冷却机理和设计方法,揭示与提供能支撑先进燃气轮机技术发展的原创性设计理论、方法与准则。为创建以先进燃气轮机为核心的能源动力系统发展所需要的理论体系,提供能支撑技术发展所需的原创性研究成果,凝聚并形成国家燃气轮机先进动力循环系统持久发展的基础研究队伍与实验平台,为具有自主知识产权的关键核心技术集成与系统示范奠定基础,为自主研发体系的建立和相关产业形成国际竞争力做出基础性贡献。

生物质转化为高品位燃料的基础问题研究

首席科学家:朱清时、骆仲泱

第一承担单位:浙江大学、中国科学技术大学

依托部门:教育部、中国科学院

能源是人类面临的最紧迫问题。目前人类社会过分依赖化石能源,这种状态正在造成不可避免的危机。一是由于化石能源短缺,势必造成争夺能源的灾难;二是由于化石能源造成的温室效应,正在对地球生态环境产生重大影响。为解决这个问题,必须寻找新的替代能源。

该项目研究以生物质为替代能源的一系列基础科学问题。我国生物质资源十分丰富,

除各种薪炭林外,仅农作物秸秆和农副产品谷壳等每年就有 10 亿多吨,其中 60%以上可以用作能源。然而,目前木质纤维素生物质资源的能源化利用还没有形成规模,急需能指导生物质高效转化技术的相关基础研究。

研究目标是从资源 - 能源 - 环境一体化角度出发,以发展符合国家能源多样化和环境友好等重大需求并且具有自主知识产权的生物质转化为高品位燃料的系统为目标,实现生物质转化方法高效率、目标产物高品位和高价值。创建生物质高效高品位转化理论体系,形成若干创新技术和成果,积极发展新一代的生物质藻类和草类转化方式,为我国大规模制备生物质高品位燃料提供完整的理论基础和技术支撑。围绕上述研究目标,该项目的主要研究内容为:(1)生物质大分子结构和热化学环境下的应答机制研究;(2)生物质定向气化的基础研究;(3)生物质选择性热解基础研究;(4)生物油复杂体系催化过程选择性控制规律研究;(5)生物油特征分子群表征与分离研究;(6)生物油重整制氢反应机理和基本规律研究;(7)富二氧化碳生物质基合成气催化合成液体燃料的机理研究;(8)生物质液化过程耦合集成优化理论和模型研究。

我国冰冻圈动态过程及其对气候、水文和生态的影响机理与适应对策

首席科学家:秦大河

第一承担单位:中国科学院寒区旱区环境与工程研究所

依托部门:中国科学院、中国气象局

我国是中、低纬度地区冰冻圈最发育的国家,冰川面积达 $59\,425\text{ km}^2$,占全球中、低纬度冰川面积的 50%以上;多年冻土区面积约 $220 \times 10^4\text{ km}^2$;稳定季节积雪区面积 $420 \times 10^4\text{ km}^2$ 。冰川冰储量 $5\,600\text{ km}^3$,多年冻土地下冰储量达 $9\,500\text{ km}^3$ 。冰川、积雪年融水量达 $13\,60 \times 10^8\text{ m}^3$;估计多年冻土区参与冻融过程的水当量平均约 400mm 左右。近百年来,我国冰冻圈显著萎缩,已对区域气候、水资源、生态与环境产生了重大影响,在预估未来全球气候变暖背景下,冰冻圈萎缩必将加剧,对气候和环境的影响也将更为突出。因此,冰冻圈研究将为解决限制我国冰冻圈影响研究的理论瓶颈奠定基础;也会极大地推动冰冻圈学科的发展,丰富“冰冻圈科学”内容,具有重大国家战略需求。

该项目针对我国冰冻圈加速变化的现实情况,通过冰冻圈变化过程及其机理的研究,揭示我国冰冻圈变化对水资源、生态和气候影响的内在机制,认识冰冻圈变化对我国生态与环境的影响程度,综合评估冰冻圈变化的脆弱性水平及适应性途径,提出应对冰冻圈未来变化的科学对策,为保障我国冰冻圈作用及影响区可持续发展提供科学依据。主要研究内容包括:冰冻圈变化机理、冰冻圈变化的影响及适应对策三个方面。冰冻圈过程及其对气候变化的响应机理研究:以定位观测的不同类型典型冰川为对象,深入研究冰川变化与气候变化之间的定量关系;以实际观测为基础、以模型模拟为手段,模拟冻土与积雪变化过程,剖析冻土与积雪对气候变化的响应机理,为深入研究冰冻圈变化对生态和气候的影响奠定基础。冰冻圈变化的影响研究是该项目的重点内容,把冰冻圈变化的影响聚焦在水资源、生态和气候三个方面,根据有限目标、突出重点的原则,冰冻圈变化的水文水资源效应主要以干旱区内陆河典型流域和喜马拉雅山为对象,冰冻圈变化的生态效应研究主要以长

江黄河源区冻土和积雪与生态间的关系研究为重点,冰冻圈变化的气候效应研究主要考虑冰冻圈变化的区域影响,以积雪和冻土变化对我国气候的影响为重点。冰冻圈变化的适应对策研究;对过去50年我国冰冻圈变化进行宏观研究,了解我国冰冻圈变化的区域特征。以宏观认识为依据,针对冰冻圈变化的特点,综合考虑自然、社会、经济和人文因素,通过构建我国冰冻圈变化的脆弱性评价体系,提出应对我国冰冻圈变化的适应性途径。

中国-喜马拉雅地区生物多样性演变和保护研究

首席科学家:张亚平

第一承担单位:中国科学院昆明动物研究所

依托部门:中国科学院、云南省科技厅

生物多样性是一个国家实现可持续发展和涉及国家安全的战略资源,生物进化历史和机制的研究是有效保护和科学利用生物多样性资源的基础,是正确理解和科学保护生物多样性的钥匙。围绕生物多样性热点地区开展生物多样性进化与机制的研究,既是解决该学科发展前沿的重大科学问题,也是实施可持续发展战略的迫切需求。同时,遗传资源与人工种群复壮的研究是生物多样性资源可持续利用的关键之一。中国-喜马拉雅地区是研究生物多样性的起源、维持与丧失的过程及机制与有效的保护途径等重大科学问题的关键区域与天然实验室,该区域生物多样性资源保护与可持续利用研究是我国科学家面临的重大挑战。

该项目共设置7个课题:(1)重要生物类群的演变与地理格局;(2)适应辐射与物种形成;(3)协同进化与生物共存机制;(4)极端和特殊环境下生物适应机制;(5)物种濒危机制与保护原理;(6)濒危物种人工种群的复壮机理;(7)重要生物的遗传结构和空间分布及可持续利用。通过项目的实施,揭示热点地区中国-喜马拉雅地区生物多样性演化的基本规律,解决生物多样性保护与利用中的重大科学问题,发展生物多样性的相关理论,培养一批具有国际竞争力的青年学术带头人,提升我国生物多样性研究、保护及资源利用的国际地位和竞争力,推动我国生物多样性有效保护、资源生物利用和可持续发展。

两性金属/黑色金属紧缺矿产资源高效清洁综合利用的基础研究

首席科学家:刘会洲

第一承担单位:中国科学院过程工程研究所

依托部门:中国科学院

金属矿产资源是保障国民经济发展和国家安全的重要物质基础。在我国工业化高速发展阶段,金属原材料需求量及产量以年均20%以上的速度增长。目前,我国主要金属材料产量均居世界首位,2006年钢产量达到4.18亿吨,占世界钢产量的33.8%,连续11年居世界首位;2006年我国10种常用有色金属总量达到1917.0万吨,连续5年居世界第一位。经济高速增长使金属矿产供需矛盾日益凸显,工业可利用的金属矿产资源储量严重不足,资源整体利用率低和环境污染严重、能源消耗总量快速增长等资源环境问题,严重制约着国民经济持续协调发展并危及国家战略金属矿产资源安全。

紧缺战略金属矿产资源高效洁清利用的核心是提高资源转化利用过程的资源利用效率。通过资源高效、洁清、低成本的转化-产品化等系列共性技术和基础理论创新，并经多单元/多过程之间的过程强化和系统集成，实现最大资源利用、最小能量消耗和最低环境负荷的目标。该项目以我国难处理两性金属矿、贫铁矿、钒钛磁铁矿和贫镍红土矿为主要研究对象，交叉综合冶金、化学化工、环境、能源、计算信息等多学科的知识，以资源、能源、环境多因素为综合评价目标，重点研究低品位两性复杂矿高效分离提取的非常规反应分离新体系；低品位复杂铁矿选择性分离；钒钛磁铁矿高效分离提取的过程强化原理与资源-产品一体化的多过程优化集成；低品位复杂镍矿高效分离基础和强化调控新药剂、新理论、新方法以及非常规冶金过程模拟、量化放大与技术集成。以实现资源高效利用、能量最小消耗和环境最低负荷为综合优化目标，开拓低品位矿、多金属复杂矿高效利用的新原理、新技术、新方法，创立我国特色低品位矿、多金属复杂资源高效利用与洁清生产的理论与技术体系，形成原创性成果，并辐射至我国其它特色多金属复杂资源，使我国低品位矿和复杂多金属矿产资源选治理论和技术跃居世界领先水平，提高我国矿业的国际竞争力，促进我国资源加工与冶金工业向资源节约及环境友好的方向发展，为我国经济社会可持续发展做出贡献。

高能量密度物理中的若干前沿问题

首席科学家：张杰

第一承担单位：中国科学院物理研究所

依托部门：中国科学院

高能量密度物理(HEDP)是研究能量密度超过 10^{11} 焦耳/米³的极端条件下物质结构与特征及变化规律的科学，是近年来发展起来的重要交叉领域，HEDP的研究对于惯性约束聚变、材料物理、天体物理、加速器物理等具有极其重要的意义。

该项目利用国内和国外(重大国际合作)现有的高功率激光装置、加速器和高性能科学计算平台，对若干具有重要挑战性的科学问题进行创新性研究。发展基于先进计算技术的大规模数值模拟程序，开展 HEDP 的应用和诊断技术研究；促进加速器物理和激光等离子体物理的交叉融合；探索突破目前功率密度极限、以获得更高光强的新方案；以及对未来 HEDP 发展方向进行探索，力争在理论和实验两个方向取得标志性的成果，使我国在这一蓬勃兴起的研究领域占有重要的一席之地，培养一批该领域的优秀人才，为 HEDP 在国民经济和国家安全等方面的应用奠定理论和实验基础。

该项目将重点从三个层次对相对论强激光 HEDP 进行研究：(1) 利用现有的高功率激光装置和高性能科学计算平台，面向国家需求，对强流粒子束的产生和输运、实验室天体物理等若干重要挑战性科学问题进行创新性研究；(2) 将高功率激光装置和粒子加速器紧密结合，对超强激光束和相对论电子束相互作用等交叉前沿科学问题进行研究，并大力开展 HEDP 先进诊断技术研究和应用探索；(3) 探索突破目前激光功率密度极限、以获得更高光强的新技术方案，以及发展基于先进计算技术的大规模数值模拟程序，对超过目前功率极限的、极强相对论条件下的未来 HEDP 科学问题进行探索。