

中国科学院获 2004 年度 国家科学技术奖成果简介*

关键词 中国科学院, 国家科学技术奖, 成果, 简介

2004 年度国家科学技术奖共奖励 302 项成果, 其中国家自然科学奖 28 项(一等奖空缺, 二等奖 28 项), 技术发明奖 29 项(一等奖 2 项, 二等奖 27 项), 科技进步奖 245 项(一等奖 16 项, 二等奖 229 项)。我院作为第一完成单位(或第一完成人)获奖 25 项, 其中自然科学奖二等奖 10 项, 技术发明奖二等奖 1 项, 科技进步奖 14 项(一等奖 1 项, 二等奖 13 项)。下面介绍我院作为第一完成单位(或第一完成人)的获奖项目(不包括专用项目)。

国家自然科学奖二等奖

东亚季风气候-生态系统对全球变化的响应

完成单位: 大气物理研究所东亚区域气候-环境重点实验室

主要完成人: 符淙斌、季劲钧、温刚、严中伟、延晓冬

全球变化的区域响应研究是全球变化科学(Global Change Science)这一新兴基础科学领域的前沿研究, 并直接服务于区域生存环境的保护和建设及可持续发展战略的制定。该项目通过卫星遥感、数值模拟、理论分析和交叉科学集成研究, 揭示了全球变化影响下, 东亚季风气候-生态系统变化的主要特征和关键的控制过程, 为生存环境变化趋势的预测和影响评估提供了科学基础。研究发现, 东亚季风气候-生态系统在多种时间尺度的变化具有明显季风驱动的特征, 同时又对季风产生明显的反馈。提出“季风驱动的气候-生态系统”的新概念, 以此建立了 IGBP 的一个新的核心计划“季风亚洲区域集成研究”的理论框架。系统地揭示了季风区气候-生态系统的突变现象和几次重大的突变事件的机理。提出季风区气候-生态系统的过渡带在气候突变中的敏感性的创新观点; 首次发现季风气候突变和我国北方的干旱化与全球增暖有密切关系的重要现象。这对认识全球变化的区域响应有重要意义。建立了包括植被-大气相互作用模式, 气溶胶-辐射-气候相互作用等模式的耦合水、土、气、生诸分量的区域环境系统集成模式(RIEMS), 为东亚季风气候-生态系统的变化趋势的预测提供了新的工具。发表论著 192 篇, 其中 SCI 收录论文 48 篇, SCI 他引 194 次。

* 收稿日期: 2005 年 3 月 9 日

矿物氧同位素分馏系数的理论计算和实验测定

完成单位:中国科学技术大学

主要完成人:郑永飞、赵子福、周根陶、徐宝龙

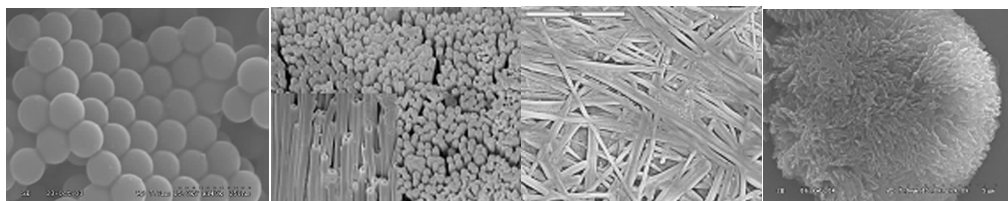
地质测温、源区示踪是地球科学研究的最重要目标之一,其中稳定同位素测温和地球化学示踪是发展最为成熟的领域。自然界数百种矿物之间的分馏系数在热力学平衡条件下是温度的函数,稳定同位素地球化学的理论基础是同位素分馏系数的准确确定。该项目将量子力学与结晶化学原理相结合,建立了能够实际用于计算固体矿物氧同位素分馏系数的增量方法,从理论上定量描述了矿物晶体结构和化学成分与氧同位素配分之间的函数关系,首次对金属氧化物和氢氧化物、硅酸盐、碳酸盐、磷酸盐和钨酸盐矿物以及岩浆岩的氧同位素分馏系数进行了系统准确的理论计算,并对同质多象变体的晶体结构效应进行了定量评价。发展了流体参与条件下的同位素交换反应技术,在高温高压条件下成功地测定了方解石与橄榄石之间、方解石与角闪石之间的氧同位素分馏系数;应用化学合成方法,在低温条件下首次成功地实验校准了水镁石-水体系和文石-水体系氧同位素分馏系数。所有计算的分馏系数不仅与当时的实验测定和自然观察相吻合,而且不断地被后续的实验测定和自然观察所证实。这些理论计算和实验测定的分馏系数已经在近 12 年来的国内外地球化学研究中被用来进行同位素地质测温和地球化学示踪。刊载计算公式和分馏系数的 26 篇系列学术论文不仅已被国际同行广泛引用 (SCI 检索计 429 次,其中 *Nature* 和 *Science* 论文引用 6 次),而且以 7 页篇幅被详细写入美国出版的地球化学教科书 *Principles of Geochemistry* (1997, Columbia University Press)。

新型光功能材料的基础研究和应用探索

完成单位:化学研究所、理化技术研究所

主要完成人:姚建年、樊美公、付红兵、叶成、沈玉全

该项目属于化学与材料等学科的交叉研究领域,涵盖了在新型光功能材料的基础研究和应用探索方面的主要成果。在特殊光功能分子设计及分子复合体系的构筑方面做出了突出贡献,首次利用超分子化学方法成功制备了变色性能良好的无机/有机复合薄膜材料,提出了电子/质子转移的变色新机理;合成五大类不同敏感波长的新型光致变色化合物 200 余种。在光诱导的电子传输、激发态及反应机制等基本问题研究中,发现了过渡金属氧化物薄膜的可见光变色效应和电解增幅效应,以及半导体-金属间形成的 Schottky 结变色增幅机理,用分步双激光和单光束双光子研究了光致变色分子的动态过程和机理;率先在国际上开展了有机纳米光功能体系的研究工作,成功地将纳米材料特异性研究从金属、无机半导体拓展至有机小分子光功能材料领域,揭示了该体系不同于金属和无机半导体的新特点,发现了有机小分子纳米结构中分子间电荷转移激子的限域效应及尺寸对光谱行为的调控规律,实现了有机纳米结构的尺寸与形貌的调控,开拓了光功能材料研究的新领域。以上研究成果共发表论文 173 篇 (SCI 收录论文 147 篇),SCI 他引 747 次,为光功能材料的设计和制备提供了理论基础,开拓了新领域。

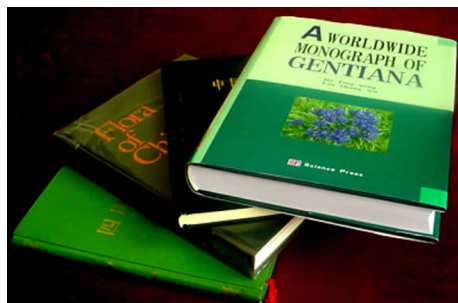


中国龙胆科植物研究

完成单位:西北高原生物研究所

主要完成人:何廷农、刘尚武、刘建全、孙洪发、陈世龙

该成果属于植物学领域基础研究,涵盖植物学的诸多分支领域。包括:(1)两部中文专著,约90万字;(2)一部英文专著和一部参写英文专著,约250万字符;(3)研究发现的 new 属新物种、系统发育、分子系统学、资源利用等,发表论文72篇。从1973年该研究立项开始,在青藏高原艰苦环境中进行了30年不间断的综合研究,使该科成为高山植物中分布种类和生物学规律了解得最为清楚的一类植物。发现了新属2个、新种70个、新亚种或变种34个。英文专著《世界龙胆属的专著性研究》是我国第一部超过300种大属植物的专著性修订。研究了16种代表植物在极端环境下的胚胎发育特点,首次揭示出诸多适应极端环境的植物生殖适应特点。对调查发现并新推荐的该科20余种藏族民间用药植物种类进行了化学成分和相关的开发基础研究,发现新化合物22个,开发出新药4种。对龙胆科种类的认定与分类处理被国外和中国各地方植物志引证与应用,其中种类的引用累加超过400次。这种具有工具书性质的研究结果,其最大的应用是在生态学、植物化学、资源植物学等学科领域中的龙胆科植物种类鉴定。



扩充未来光管猜想及相关问题的解决

完成单位:数学与系统科学研究院

主要完成人:周向宇

该项目属多复变领域,是基础数学研究的核心与前沿之一。由一系列重要工作组成,特别是证明了扩充未来光管猜想的工作,被认为是20世纪下半叶数学发展的亮点之一。其证明方法在国际上被称为“周方法”。起源于量子场论的扩充未来光管猜想已有近40年的历史,被世界一流数学家和物理学家提出及探讨,并被诸多数学家广泛尝试而未得解决,被公认为是著名的困难问题。该猜想的简洁叙述即:扩充未来光管是全纯域。国际权威的《数学百科全书》大辞典“量子场论”条目把它列为未解决问题。该猜想还多次作为未解决问题出现在一些名著及重要的综述文献中。

此外,还证明了关于矩阵 Reinhardt 域的全纯凸性刻划的 Sergeev 猜想;系统地研究并发现了一般紧李群不变轨道连通性、轨道凸性与全纯凸性的联系,给出了该类域的全纯包为单叶的判别准则,并得到一系列重要结果,获得了国内外同行的广泛好评和高度重视。周向宇在国际数学中心——俄罗斯科学院 steklov 数学所获俄国国家科学博士,应邀在2002年国际数学家大会做45分钟报告。

该研究成果具有中国多复变学派特色和历史意义;受到俄国科学界高度评价;得到国际数学界特别是多复变领域充分肯定。

原子尺度的薄膜/纳米结构生长动力学:理论和实验

完成单位:物理研究所

主要完成人:王恩哥、薛其坤、贾金锋、刘邦贵、张青哲等

该项目在国家自然科学基金委员会,科技部和中科院的共同资助下,从理论和实验两个方

面,在原子尺度上深入研究了薄膜/纳米结构生长过程中原子之间的相互作用规律,建立了三个重要的理论模型,实现了二维全同纳米团簇的周期点阵,提供了一个探索新的基本物理现象和实现器件应用的重要体系。

发明了一种“幻数团簇+纳米模板”的控制生长方法,首次制备出全同纳米团簇周期点阵——一种新的二维人造晶格。该方法适用于标准分子束外延技术,能在 2—3 英寸基板上进行大规模生长,面密度高达 10^{13} 个/cm²,已在多种金属及其合金上实现。提出反应限制集聚理论(RLA),发现了表面活性剂作用下新的原子形核过程,该理论已在多个系统中被实验证实,成为研究薄膜/纳米结构生长的基本方法之一。证明通过调整原子表面扩散势垒可以控制岛的形状和大小分布,首次对国际上争论了近 10 年之久的原子岛取向翻转问题给出了合理解答。建立了原子选择跃迁和任意跃迁机制,揭示了决定原子岛稳定性的微观机理,为纳米结构的器件应用建立了重要基础。

在 *Physical Review Letters* 上发表论文 6 篇,应邀在美国物理学会、美国材料学会等国际会议上做特邀报告 35 次。相关成果被国际科学媒体如 *Nature*, *Science*, *Phys.Rev.Focus* 等进行了专题报道(仅 *Nature* 就有 3 次),国际专家盛赞该工作为近年来该领域的重要进展,同时认为全同纳米团簇周期点阵的制备和表面活性剂对原子岛形核作用规律的研究属于世界领先成果。

2—5GeV 能区正负电子湮没产生强子反应截面的精确测量

完成单位:高能物理研究所

主要完成人:赵政国、黄光顺、胡海明、陈江川、吕军光

在北京正负电子对撞机和北京谱仪上完成的 2—5 GeV 能区 R 值测量,是近年来国际高能物理高精度测量前沿的重要成果之一。R 值对粒子物理标准模型精确理论计算和实验研究及对未知的 Higgs 粒子质量的预言极为关键,R 值误差是这些计算的不确定性的重要部分。原有的 R 值测量在 2—5GeV 能区的低精度状况(误差约为 15%—20%)在过去的 20 年中没有改进。

北京正负电子对撞机和北京谱仪在 2—5GeV 能区的近百个能量点上进行了扫描测量,并在长时间和在全能量范围内保持了束流寿命和高亮度下的稳定运行,这在国际高能物理实验研究中也属领先水平。在加速器、探测器、电子学系统及数据分析等方面采用了多项创新技术和方法,R 值测量的平均精度比国际上原有实验提高了 2—3 倍。该结果应邀在国际会议上报告 29 次,受到高能物理界高度赞赏和重视,被称为 R 值测量的“真正突破”。2002 年国际粒子数据手册将多年不变的 R 值图做了重大改动,收录了 R 值全部测量结果,这对精确检验标准模型和探索新现象具有重要影响,是我国对国际高能物理研究的又一项重要贡献。

高温超导体磁通动力学研究

完成单位:物理研究所

主要完成人:闻海虎、李世亮、杨万里

磁通动力学作为高温超导科学的一个重要领域,不仅涉及超导态性质和复杂系统相变的一些重要科学问题,而且对超导强电应用具有重要指导意义。该项目获得的重要成果包括:(1)对于高度各向异性的高温超导体,证明了在高磁场时,因为磁通系统的二维特性,因此没有真正的零电阻态。发现磁场诱导的低场三维特性向高场二维特性的转变,并且实验验证了二维涡旋玻

璃标度规律。(2)实验证明了熔融织构和单晶等高温超导块材中的磁通钉扎形式是临界温度涨落钉扎,而不是早期在薄膜中发现的平均自由程涨落钉扎。提出“小尺度正常芯钉扎”模式对磁化“鱼尾”效应进行解释。(3)通过创新实验,首次清楚地证明了高温超导体的磁通布拉格玻璃转变线在低温下没有截止点,指出布拉格玻璃转变在低温下依然发生,解决了国际上关于这个问题的争论,证明在此转变磁场以上的相区不存在涡旋玻璃相。(4)通过抗磁磁化对超导临界特性的测量,澄清了国际上关于过掺杂高温超导体的上临界磁场具有极度正曲率反常的认识,这个错误的认识曾经一度被写入教科书和综述性文章当中。

发表论文 40 余篇,包括 *Physical Review Letter* 4 篇,受到国际同行的广泛引用(截至 2004 年 7 月他人引用达 315 篇次)。主要完成人在国内外重要学术会议做邀请报告 30 余场,其中包括第 5、6 届全球超导大会做邀请报告,1998 年德国物理年会上做邀请报告。

半导体纳米结构物理性质的理论研究

主要完成单位:半导体研究所

主要完成人:夏建白、李树深、常凯、朱邦芬

该项目在半导体纳米结构领域进行了系统理论研究,取得了以下创新性的成果。(1)提出了介观系统的一维量子波导理论,发展了二维量子波导理论。提出了一维介观系统中传导波函数的两个基本方程。*SCI* 他引 71 次。(2)研究了三维空间阵列排列量子点的光学性质,这项研究得到了国内外同行的广泛关注。*SCI* 他引 20 次。(3)预见了量子点对垂直入射光具有良好的吸收特性,促进了垂直入射量子点红外探测器的广泛研究。*SCI* 他引 18 次。(4)研究了量子点-量子阱结构中的激子态,发现了量子限制效应会产生电子-空穴的空间分离,I 型激子到 II 型激子的转变,以及它们导致的光学性质显著变化。*SCI* 他引 17 次。(5)发现 InAs/GaAs 自组织量子点和 V 形量子线中 Stark 红移对电场不同取向呈现非对称的特性,促进了半导体量子点光电性质研究。*SCI* 他引 27 次。(6)提出用经验势同质结模型研究多孔硅中量子线和量子孔的发光机制,发现量子限制效应导致了体 X 态和 Gama 态的混合,产生了光跃迁。*SCI* 他引 14 次。(7)出版专著《半导体超晶格物理》以大量原始论文,特别是作者所在研究组工作为基础,介绍一些基本方法,同时指出了当时存在的一些学术争论及今后的研究方向。*SCI* 他引 18 次。

项目共发表论文 73 篇,其中 *Phys. Rev. B* 27 篇,*Appl. Phys. Lett.* 1 篇。截至 2003 年 10 月 *SCI* 他引 429 次。这些工作对半导体理论的发展以及研制新一代纳米器件将起重要指导作用。

视觉计算理论与算法研究

主要完成单位:自动化研究所

主要完成人:马颂德、谭铁牛、胡占义、蒋田仔、卢汉清

该项目以视觉计算相关学科的最新研究成果为基础,以克服 Marr 视觉计算理论的一些主要缺陷为出发点,以揭示人类的视觉机理和推进计算机视觉的实际应用为导向,按照从一般到具体、从普遍到个别的思路,首先研究更能符合人类自身视觉机理从而弥补 Marr 视觉计算理论缺陷的新的视觉计算理论框架,进而研究视觉计算中的一些基础性和关键性的科学问题。模式识别国家重点实验室 10 多年来对视觉计算理论与算法进行了系统的研究,在计算理论框架、早期视觉处理、摄像机定标、三维结构重建、视频与医学图像理解等方向取得了一系列创新成果。

该项目的实施,不仅基本克服了在计算机视觉领域长期占主导地位的 Marr 视觉计算理论的一些主要不足,建立了体现局部信息与全局信息以及视觉系统与视觉环境充分交互、从而更加符合生物视觉系统机理的新的视觉计算理论框架,而且在该理论框架的指导下,深入研究了视觉计算中的一些基础性问题(如图像分割、特征分析与提取、相似性度量、摄像机标定等),提出了有重要创新意义的观点与算法,纠正和澄清了学术界的一些错误或不准确的认识和观点;深入研究了图像视频信息的检索、医学图像分析和动态序列图像语义理解等几个有重要应用价值的视觉计算问题,提出了基于时空流的视频分析、医学图像分割、三维医学图像匹配以及物体运动行为理解与描述等一系列新的算法。发展了一系列关于视觉计算中许多基础性和关键性问题的有效算法,初步实现了计算机视觉的终极目标——从图像中提取人可理解的语义以及对动态场景状态的自然语言描述。

国家科技进步奖一等奖

小型化 OPCPA(光学参量啁啾脉冲放大)超短超强激光装置研究

完成单位:上海光学精密机械研究所

主要完成人:徐至展、杨晓东、陆海鹤、冷雨欣、林礼煌、张正泉、李儒新、张文琦、印定军、

金石琦、彭家晖、韩中生、王文耀、江云华

超短超强激光的出现与迅猛发展,能为人类提供前所未有的全新手段与极端条件。该项研究瞄准光学参量啁啾脉冲放大(OPCPA)这一国际上尚处在初级阶段的发展新一代超短超强激光的全新原理,成功实现基础性原理探索与工程性技术实施的结合,在总体集成、关键单元技术与基础实验研究等方面取得了具有自主知识产权并创国际最高水平的系列重大创新成果。



该项成果提出总体创新方案,在国际上首次建成了基于 OPCPA 新原理的小型化 1 064 纳米波长 10 太瓦级超短超强激光装置,获得了高量级泵浦 OPCPA 激光系统研究中激光峰值输出功率 16.7 太瓦并对应激光输出脉宽 120 飞秒的创国际最高水平的总体结果。在重要关键单元技术与基础实验研究中也取得了国际领先水平的系列创新成果,如:首创 OPCPA 放大系统中泵浦光与信号光精确时间同步的关键技术,将其时间同步精度提高到小于 10 皮秒;首创飞秒激光脉冲注入再生放大器实现脉冲放大、时间和光谱整形的技术;成功解决高量级泵浦条件下获得高能量转换效率 OPCPA 放大的关键技术问题,末级放大器能量转换效率达到 25.5%;首次建成与高效率 OPCPA 放大系统有效匹配并精确时间同步的小型化纳秒级强激光泵浦源;首创 OPCPA 放大系统中光路精确对准和时间同步调节新技术等。利用建成装置与开拓的创新技术,开展了一系列具有重要学术价值的学科前沿并瞄准国家重大需求与目标的战略高技术应用等方面的研究,取得系统创新成果,应用效果突出。

该项成果有重大创新,技术难度大,社会效益显著,是具有重大科学技术意义和应用价值的国际领先水平的突破性成就。

国家科技进步奖二等奖

“风云二号”01 批空间环境监测器及其探测结果

完成单位:空间科学与应用研究中心

主要完成人:朱光武、林华安、梁金宝、王世金、翟应应、黄红锦、张微、孙越强、李保权、沈思忠、

李政元、高萍、谭继廉、李存藩、王柱生

“风云二号”01 批空间环境监测器由太阳 X 射线探测器和空间粒子探测器组成,属空间物理与探测和空间环境学两门学科,用于监测太阳活动、警报太阳质子事件,监测同步轨道高能电子、质子能谱、重核及同位素成分,为卫星在轨安全运行及航天工程设计等服务。



太阳 X 射线探测器采用铍窗氙气正比计数器及太阳敏感等相关技术,在国际上首次实现一套传感器同时测量太阳软、硬 X 射线,能量范围为 4—100keV。空间粒子探测器采用 $\Delta E \cdot E$ 法及符合反符合技术,在国际上首次实现采用一套传感器测量高能电子、质子能谱、 α 粒子及同位素成分。空间环境监测器采用了多项新技术,具有足够的抗干扰能力,成功地实现了地球同步高度高通量低能电子干扰背景下太阳 X 射线、高能电子、质子能谱、 α 粒子和同位素成分的有效测量,并在国际上首次实现在强太阳质子事件期间对地球同步高度高能电子的有效测量。同时,空间环境监测器的重量、功耗也远远小于国际同类仪器。与国际同类仪器相比,“风云二号”空间环境监测器的物理设计、技术设计和探测功能具有独创性和先进性。

从 1997 年“风云二号”入轨至今,成功地警报了 2 级以上所有太阳质子事件以及中等以上强度的地磁暴,特别是 2000 年 7 月 14 日和 11 月 9 日两起特大质子事件,媒体做了大量报道,李岚清副总理还对 11 月 9 日的太阳质子事件警报做了重要批示。

空间环境监测器在轨运行已获多项成果:如探测到太阳质子事件同位素成分,磁暴后同步高度带电粒子变化规律等等,特别是在强太阳质子事件期间在地球同步高度探测到太阳高能电子,引起国际空间物理界的高度关注。

轻型机载高光谱分辨率成像遥感系统

主要完成单位:上海技术物理研究所、上海仙通信息技术研究所

主要完成人:王建宇、薛永祺、沈鸣明、杨一德、舒嵘、刘银年、杨存武、王斌永、方抗美、肖金才、

耿瑞珍、朱福清、潘肇玉、赵淑华、汪骏发

高光谱分辨率成像系统是当今空间遥感技术中最具前沿性的先进光学遥感器。它获取地物目标的空间与光谱三维信息,通过物质特有的光谱特性揭示物质的存在状况以及成分,达到从空间识别地球表面物质的目的。

轻型机载高光谱分辨率成像系统由机载和地面两部分组成。机载部分,含实时数据采集系统(实用型模块化成像光谱仪 I 型、II 型;推帚式高光谱成像仪;宽视场面阵 CCD 超光谱成像

仪);实时姿态校正及定位系统。地面部分,含光谱与辐射定标及系统性能综合检测装置;数据回放、预处理系统。最终形成标准化数字化图像数据产品提供用户。

主要技术特色和创新点:(1)该系统将光谱技术和成像技术结合成一体,探测波段覆盖从可见光到热红外光谱范围的所有大气窗口,设置有 68—244 个探测波段。是国际同类遥感器中波段最全的系统。(2)将光机扫描和推帚式两种不同类型的成像仪组合,具有通用标准化数据采集接口、姿态及 GPS 接口、稳定平台安装接口;通用的数据预处理系统和光谱及辐射定标系统;配置灵活,能广泛适应各类遥感应用任务。在系统的成套性和实用化模块化设计方面有独创性。(3)提出采用大型陀螺稳定平台结合全球定位系统(GPS)定位、位置和姿态系统(POS)定姿态和微机控制技术实现飞机姿态的实时校正和高精度空间定位,攻克了飞机姿态不稳不能用于遥感飞行的技术难关,校正精度达到 $\pm 4'$ 。该技术为国内首创,以此类低空轻型飞机为遥感平台无国际先例。(4)突破了面阵和线阵探测器焦平面成像、高光谱分辨率细分光谱、大口径光机扫描、高速海量信息的实时采集及处理、遥感信息定量化和空间定位、数据预处理及成套专用软件等关键技术,实现了遥感系统的实用化和图像数据的产品化。

该系统总体技术水平居国内领先,达到当代国际同类仪器的先进水平,在仪器的成套性和对轻型飞机遥感平台的适用性方面居国际领先。已申请发明专利 4 项,实用新型专利 1 项。该系统已在地质、海洋、农业、林业、城市、环境和军事等领域广泛应用,取得显著的社会效益和经济效益。曾应邀到日本、马来西亚进行遥感飞行,目前,专用系统已装备国家海洋局,并与马来西亚签订了系统出口合同。得到了国际同行的高度评价,提升了我国高光谱遥感技术的国际地位。国内外主要学术刊物上发表研究论文 27 篇。

大型岩体工程稳定性和优化的分析方法及应用

完成单位:武汉岩土力学研究所、东北大学、山东科技大学、南芬露天矿、

中国长江三峡工程开发总公司

主要完成人:冯夏庭、李术才、陈卫忠、朱维申、刘建、王渭明、孙豁然、戴会超、宫永军、盛谦、

王泳嘉、邱祥波、林韵梅、李邵军、王书法

大型岩体工程往往都是在节理裂隙岩体中开挖兴建的,岩体的开挖和支护是具有强烈非线性力学过程,不同的开挖与支护过程对应着不同的甚至差别很大的最终围岩稳定状态。该项研究提出了加断续节理岩体破坏机制和岩桥强度特性、复杂应力状态下包括压剪和拉剪应力作用下节理岩体锚杆加固模型及加固效应评价方法;提出了综合考虑工程经验的专家系统和多种



有效分析方法集成的智能分析方法研究,它以围岩破损区、关键点位移、最大拉应力、工程成本等的综合判别作为优化的目标,建立模型结构可以自动识别的神经网络模型,以充分表达优化目标与各影响因素之间的非线性关系,研究基于遗传算法和并行计算的多参数的全局空间上的搜索方法,实现充分考虑地质和环境力学效应的分区优化。研究成果在国内许多大型岩土工程中得到成功应用,并取得了显著的经济与社会效益。

无机高分子絮凝剂及高效絮凝技术

完成单位:生态环境研究中心

主要完成人:汤鸿霄、曲久辉、栾兆坤、李大鹏、高宝玉、李志国、孙成彦、王东升、刘会娟、

雷鹏举、范彬、张素霞、赖晓杨、康治亮、王建平

项目发展和完善了絮凝应用基础科学理论。首先提出以形成函数作为基本结构形态指标,创建相应计算方法和科学化技术指标体系;发现并证明聚合氯化铝中具有正四面体结构的 Al_{13} 在溶液中具有形态相对稳定性并具有纳米特征。阐明聚合铝絮凝机制,发现并验证无机高分子絮凝剂是具有独立絮凝特征的新品种;提出复合絮凝剂的基本设计概念,兼顾强化絮凝架桥和电中和能力两方面的指导性合成工艺原则;创建絮凝集成工艺理论及界面接触絮凝的新工艺原理等。项目发明并突破若干关键絮凝技术。如碱溶铝灰法和氢氧化铝凝胶高压酸溶、喷雾干燥造粒生产纯净聚合铝工艺;首创聚合氯化铁的磷酸盐系稳定剂,发明高稳定性聚合氯化铁絮凝剂及生产技术;发明 Al_{13} 的电解制备法,建立 Al_{13} 的中空纤维超滤膜制备法和精细化工提纯制备法;实现硅与铝、铁在分子水平上共聚,发明系列聚硅复合絮凝剂及制备技术;形成无机高分子絮凝剂的全系列体系等。项目的创新成果全面实现了产业化。建成我国第一个现代化聚合絮凝剂生产线,稳定聚合氯化铁制备等多项专利技术在世界上首次规模化应用。创建的高效絮凝技术集成系统已实现水厂工程化,应用絮凝技术成果共建 13 处生产厂,显著效益。项目的突出特点是将无机高分子絮凝剂的形态机理研究、新品种系列开发、生产制备技术改进、水处理工艺应用组成完整的絮凝技术全方位系列,实现基础理论研究、技术创新和产业化的系统发展。在前述若干概念及技术创新点上居于世界前列。

联想深腾 1800 大规模计算机系统

完成单位:联想(北京)有限公司

主要完成人:祝明发、肖利民、杜晓黎、陆卫东、贺志强、孙育宁、程菊生、郝沁汾、刘军、吴雪丽

2002 年 4 月联想(北京)有限公司凭借联想深腾 1800 大规模计算机赢得了国家“973”重大项目“大规模科学计算研究”的设备招标项目。

整个机群包括 256 个计算结点机、4 个服务结点机、两个输入/输出结点机和一个控制台结点机。整机峰值运算速度达到每秒 2.048 万亿次,在国内外众多方案中脱颖而出。

深腾 1800 在技术上闯过了核心技术关、产品技术关和效率关,自主研发了机群系统软件,机群监控系统 and 机群基础架构,解决了可管理性和可靠性问题。经过精细的性能优化,实际速度超过每秒 1 万亿次,整机效率达到 60%,当时世界上 Linux 机群的整机效率只有 40% 左右。

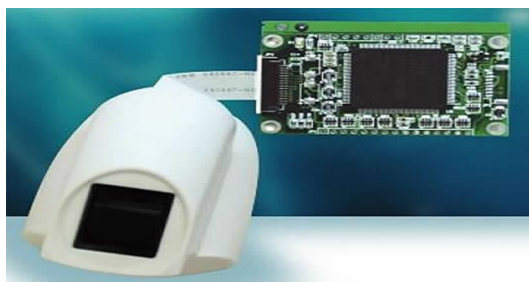
深腾 1800 于 2002 年 7 月研制成功,成为世界上第一个实际速度超过每秒 1 万亿次的机群产品。同年 8 月世界著名高性能计算专家、主流并行编程工具 MPIch 的发明者威廉·科利普来此考察后写到:“我们看到了机群计算的希望”。2002 年 11 月世界超级计算机 500 强(TOP500)排行榜,深腾 1800 列第 43 位,开创了国产机进入这一排名的先河。2004 年 11 月, TOP500 中有 232 套万亿次机群,深腾 1800 作为世界超级机群先驱已被载入史册。



基于混合匹配的指纹识别系统与应用

完成单位:自动化研究所、北京市数字指通软件技术有限公司

主要完成人:田捷、杨鑫、何晖光、吕科、何余良、詹宇、陈建新、李亮、蒋田仔、王阳生



该项目涉及到模式识别、图像处理、计算机技术等内容,是一门方兴未艾的交叉学科,对它的深入研究涉及到生物特征识别、人工智能及信息安全等一些前沿知识和提升国产信息安全与金融安全认证的关键技术领域。

该项目在已有研究成果基础上,结合实际需要,在指纹特征、匹配算法的理论上做出具有前瞻性研究工作,重点解决了指纹识别中的高匹配率、特征信息量小、识别速度快三方面兼顾的挑战性难题。项目的核心技术在

FVC2004 国际指纹识别竞赛中,获得了国际科研机构中排名第一、参加 open 的算法名列国际第三(国内第一),open 和 light 综合排名国际第五(国内第一),参加 light 的算法排名国际第七的优异成绩,这表明,该核心技术已处于国际领先的水平。结合社会应用的实际需求,利用嵌入式系统等技术,开发了多种类型的、具有独立知识产权的嵌入式指纹识别模块、指纹应用系统软件等,取得了显著的社会效益与经济效益,为信息安全的关键技术的国产化做出了贡献。在技术推广应用方面也取得了良好的成绩,已经在电子政务、电子商务等领域应用,并获 2003 年度上海国际工业博览会银奖。

新一代大型全组件式 GIS 软件平台 SuperMap

完成单位:地理科学与资源研究所、北京超图地理信息技术有限公司

主要完成人:钟耳顺、宋关福、王尔琪、吴秋华、陈俊华、滕寿威、李绍俊、王康弘、曾志明、张立立

SuperMap 采用全新的软件体系结构和工业标准,可以满足专业 GIS 和各种相关应用系统的开发。SuperMap 在系统开放性、海量数据处理能力和多源空间数据无缝集成技术等方面均优于国外同类产品,特别是其系统集成性好,易于开发,易于应用,为我国大型 GIS 和电子政务系统的建设和地理信息服务供了理想的平台。与传统 GIS 软件比较,SuperMap 的高性能和高开放性,可以使广大二次开发商快速地构建各种 GIS 应用系统和专业产品,使 GIS 真正融入 IT 技术的主流。基于 SuperMap 核心技术,还开发出大型空间数据库管理、Internet GIS、桌面 GIS 和嵌入式 GIS 等全系列 GIS 软件产品,可以满足各种类型用户的需求。SuperMap 已在测绘、国土、城市、水利、民航、卫生、交通和国防等领域成功应用,形成了一大批用户,成为我国主要的基础 GIS 软件平台。此外,SuperMap 还出口海外,特别在日本,已成为该国重要的 GIS 品牌。SuperMap 创造了良好经济效益和社会效益,并具有很好的产业带动性。

神舟二号宽波段空间伽玛射线暴观测研究及仪器研制

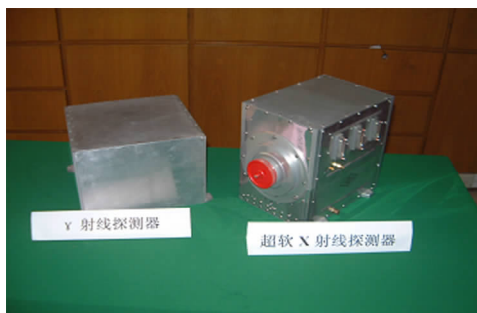
完成单位:紫金山天文台、高能物理研究所

主要完成人:马宇倩、张楠、王焕玉、常进、张承模、唐和森、徐玉朋、顾福源、蔡明生、沈培若

宇宙 γ 射线暴是来自宇宙空间的随机出现的短促伽玛射线爆发现象,一个发生在宇宙深

处其它星系的伽玛暴的源爆发能量要比上千亿颗原子弹还要猛烈的多,研究它们的来源和释放巨大能量的机理的是国际高能天文前沿领域的热点课题。太阳 X、 γ 射线耀斑是发生在太阳上突发的高能辐射现象,2001 年是太阳活动的高峰期,研究太阳高能辐射的规律有益于人类认识地球环境。

以探测和研究宇宙 γ 暴和太阳耀斑等高能辐射的宽波段能谱特征和快速时变现象为主要科学目标,紫金山天文台和高能物理研究所合作提出并自主研制了“太阳和宇宙天体高能辐射监测仪”,并成为我国载人航天空间科学和应用系统中的空间天文项目。监测仪由超软 X 射线、X 射线和 γ 射线等三个核探测器组成,在功能上各自独立而又互相关联,互相补充。2001 年 1 月 10 日随神舟二号飞船发射升空,直至 6 月 26 日飞船完成其使命,探测器在轨工作性能稳定,各项指标达到预期要求,取得了包括 γ 暴、最强的几个太阳耀斑、太阳活动峰年期地磁粒子沉降事件在内的一大批重要观测结果,反映出优秀的数据质量和较高的观测灵敏度,所获成果超出预期,实现了我国首次对宇宙 γ 暴等高能爆发现象的空间实测研究。探测器的设计思想,研制技术和观测数据已推广或应用到国内空间天文、空间物理、太阳物理、核爆探测、对月探测等相关领域。



松嫩-三江平原中低产田治理和区域农业综合发展技术与示范

完成单位:东北地理与农业生态研究所等

主要完成人:刘兴土、张桂莲、祖伟等

该项目为国家“九五”重点科技攻关课题,是跨省区、跨部门、多学科合作研究的成果。该成果应用农业生态学、土壤生态学和恢复生态学原理以及可持续农业的新思维,以研究中低产田治理关键技术和提高粮食生产能力为核心,以创建优势作物区域化、规范化高产优质高效新技术和发展节粮型畜牧业、优化农业结构为重点,突出了区域性技术的系统性、实用性、先进性、集成性。取得了低湿耕地雨养垄系水肥网络调控、“高垄平台”耕作、全方位深松鼠洞犁改土排涝、白浆土三段式心土混层犁改良、苏打盐碱地改良、大豆宽台窄行密植高产栽培模式、水稻全程机械化优质高产模式、盐碱地水稻钵育大苗抗逆栽培、玉米宽窄行交替休闲与大垄种植制度、退化黑土培肥、人工林天然化等创新技术体系。同时,研发了若干土壤改良剂、肥料和饲料添加剂新产品及新型农机具。在区域农业可持续发展战略研究上,创建了农牧结合生态系统物流模型、典型区地下水资源可持续利用的三维模拟与优化管理模型、湿地的健康评价与可持续管理模式等。各项技术累计试验、示范和推广应用 5 140 万亩,累计获经济效益 67.34 亿元。在国内外刊物发表论文 774 篇,出版著作 18 部。获国家专利 11 项。项目成果经鉴定达国际同类研究的先进水平。



半干旱地区作物对有限水分高效利用的原理与技术

完成单位:中国科学院水利部水土保持研究所、西北农林科技大学

主要完成人:山仑、邵明安、邓西平、上官周平、黄占斌、张岁岐、张正斌、李玉山、吴普特、苏佩

主要围绕提高半干旱地区农田水分利用率和水分利用效率这一中心,按照基础性研究与

实际应用相结合,控制实验与大田验证相结合,生物节水与农艺节水、工程节水相结合的技术路线,通过长期的试验研究,在深入系统分析的基础上,主要进行了半干旱地区土壤水分生态特性、作物对有限水分亏缺的适应与调节机理、作物不同基因型 WUE 的差异与潜力、半干旱地区农业高效用水的技术途径及发展方向的研究。该研究明确了半干旱区土壤水分及作物利用特征,揭示了黄土高原土壤的蓄水力、供水调节能力以及可缓解干旱危害的特性;提出了作物对半干旱地区多变低水环境适应性的科学概念,证实适度水分亏缺可使作物产生生长、生理和产量形成上的补偿效应,节水与增产目标得以同时实现;在阐明作用机理的基础上提出若干节水增产新技术,包括:人工汇集雨水可量化的有限灌溉技术,使生理代谢活性和抗旱性得到结合的种子处理技术,利用氮磷营养调控水分利用技术,确定小麦进化过程中 WUE 变化方向并选育出抗旱节水新品种;研究结果在生产实践中得到验证与应用并取得了良好的经济效益,证明生物性节水是一个需要大力开拓的农业节水方向。

中国红壤退化机制与防治

完成单位:南京土壤研究所

主要完成人:张桃林、赵其国、何国球、王兴祥、李忠佩、孙波、鲁如坤、张斌、史学正、杨艳生

该项目属农业科学技术领域研究,依托国家、中国科学院和江西省重大科研计划,通过 10 多年的长期田间试验、示范和推广应用,系统开展中国红壤退化机制与防治研究。在理论上,进一步阐明了土壤侵蚀、肥力衰减、土壤酸化等主要红壤退化类型的时空演变规律、过程与机理,特别是在红壤退化评价指标体系、红壤磷素固定与释放、土壤可蚀性 K 值、红壤侵蚀分类分区、土壤酸化预测等的研究方面具有创新性。在应用上,研究形成了一整套低丘红壤综合开发利用及退化红壤恢复重建模式和配套技术体系,特别是关于退化红壤恢复利用过程中磷肥合理施用技术、侵蚀劣地的植被快速恢复和生态经济利用技术等具有明显的特色和区域实用性。在江西、福建、湖南等地累计推广应用面积达 500 万公顷,新增产值近百亿,有力地促进了成果应用区水土流失治理、土壤肥力的恢复和森林覆盖面积增加,成果应用还带动了地方农业结构调整和特色农业发展。在宏观上,提出了红壤退化的区域防治对策和综合利用战略,这对恢复和治理我国红壤地区土壤退化与农业持续发展有指导意义,对解决世界类似地区土地退化问题也有重要借鉴作用。同时,项目实施过程中培养了一批红壤研究骨干,培养研究生博士后 29 人,提高了成果应用地区农民和基层农业技术人员的技术水平,为红壤地区土壤的综合开发治理和农业可持续发展提供了技术支持。发表论文 200 余篇,出版专著 1 部、论文集 6 部,代表了我国红壤研究和开发治理的最新科技进步成果。

