

Scientific Research Development

科研进展



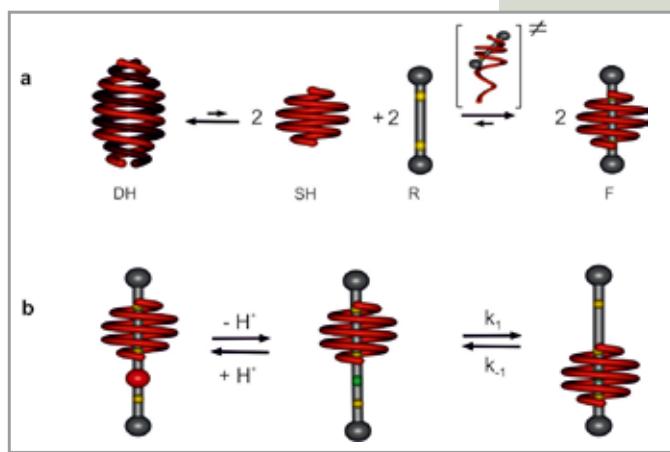
2011年，中国科学院在基础科学、生命科学与生物技术、资源环境科学与技术、高技术领域又取得一系列重要科技创新成果。

基础科学领域

基于螺旋组装的分子机器 分子机器是由有序功能分子按照特定要求组装成的超分子体系，能将能量转化为运动可控的分子器件，在纳米科学和超分子化学等学科具有重要作用。轮烷是一种非常重要的分子机器组装结构，但合成这类分子机器面临很大挑战。化学研究所江华与相关研究机构合作，采用模块设计和动态自组装方法构筑基于螺旋轮烷的分子机器，并实现了对其运动的调控。该研究建立的组装方法避免了传统轮烷分子机器合成所必需的封端或闭环反应，为设计新型多位点控制的自组装分子机器开辟了新途径。论文在*Science*发表。

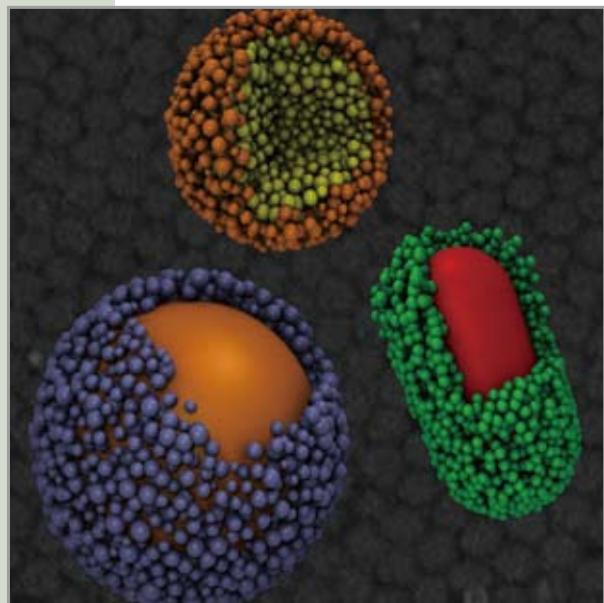
细胞自吞噬抑制剂及作用机制 高效、特异、低毒的细胞自吞噬抑制剂，对于研究细胞自吞噬的机理非常重要。上海有机化学研究所马大为研究组和哈佛大学医学院袁钧瑛研究组合作，发现了一种具有高选择性和高活性的细胞自吞噬抑制剂。利用这个小分子探针，他们第一次揭示了两种重要的抑癌蛋白p53和Beclin1的内在联系。这些结

▼ 基于螺旋与线性分子动态作用构建的分子机器



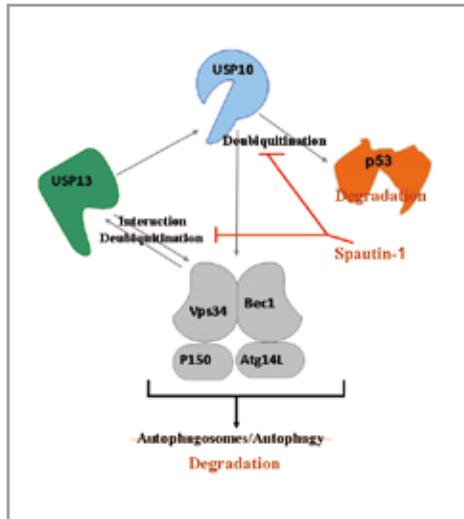
自吞噬抑制剂的发现和作用机制

超级纳米粒子的扫描电子显微镜图及理论模拟图



果不仅为细胞自吞噬研究提供了重要研究工具，也为人类研制新的癌症治疗药物提供了重要信息。论文在*Cell*发表。

可控自组装——从多分散纳米粒子到单分散超级纳米粒子 无机纳米粒子的可控自组装是实现其在宏观尺度实际应用的最有效途径。国家纳米科学中心唐智勇研究组与相关研究机构合作，实现了多分散（20–30%）无机纳米粒子在溶液中的可控组装。实验和理论模拟发现，纳米粒子能利用自身的库仑排斥与范德华吸引力的平衡进行自限制组装，形成具有独特的内松外紧类“核–壳”结构且具有高单分散性（7–9%）的超级纳米粒子。该自限制组装策略适用于多种半导体材料在溶液中的可控组装，研究结果对理解单分散病毒等生物体系和聚合物等有机大分子超结构的形成具有指导意义。论文在*Nature*



*Nanotechnology*发表。

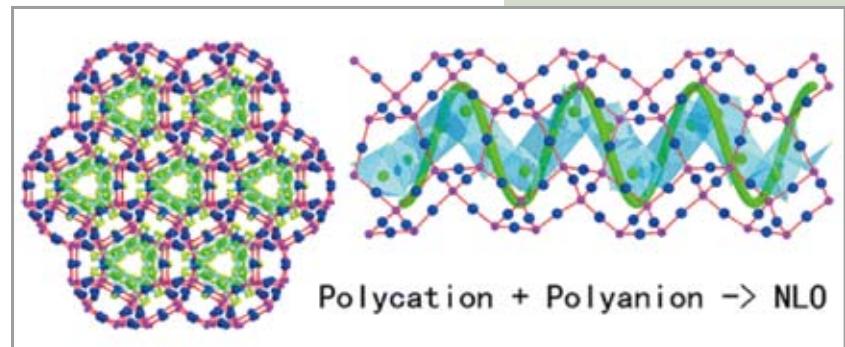
GaAs化合物半导体太阳电池效率创新高 多结太阳电池结构中光电流匹配和材料生长晶格匹配的共同要求，限制了三结以上电池效率的提高。苏州纳米技术与纳米仿生研究所在基于光学集成的多结太阳电池系统的基础上，设计并实现了InP衬底上光电流匹配的InGaAs/InGaAsP（0.74/1.05eV）双端双结电池以满足低能段太阳光谱吸收，高能端则采用GaAs/GaInP双结电池，在200倍聚光下实现了43.1%的光电转换效率。基于前期研究基础，和日本索尼公司成立了联合实验室，合作开展高效太阳电池的研发，短期内分子束外延生长的GaAs单结电池的光电转换效率超过26%。论文在*Nanoscale Research Letters*发表。

非线性光学材料结构功能基元设计研究取得突破 非线性光学材料以提高阴离子基团非线性极化率为主要结构设计思

路。福建物质结构研究所郭国聪研究小组率先提出共同提高阳离子和阴离子基团非线性极化率的创新思路，制备了两例中远红外区可实现相位匹配的金属磷卤超分子非线性光学材料(Hg_6P_3)(In_2Cl_9)和(Hg_8As_4)(Bi_3Cl_{13})，其二阶非线性光学效应与典型的红外材料 $AgGaS_2$ 相当，阴、阳离子基团对材料非线性效应都有较大的贡献。该研究工作为非线性光学材料的结构功能基元设计开辟了新方向，论文在*J. Am. Chem. Soc.*发表。

典型群无穷维表示论研究重大突破：完全证明重数一猜想 Langlands纲领预言数论、代数几何等数学领域之间存在深刻联系，是21世纪最大的数学难题之一。 L -函数是其核心研究对象，而重数一定理是 L -函数研究中的基本问题之一。数学与系统科学研究院孙斌勇在重数一猜想研究中取得重大突破：他与合作者完全证明了重数一猜想，为进一步研究典型群表示及其 L -函数算术性质奠定了基础。主要结果在国际顶级刊物《数学年刊》、国际权威杂志《数学发明》等发表。美国《数学评论》认为这是“本领域的基本定理之一”并已被很多著名数学家引用。

基于等离激元的逻辑运算可扩展性研究取得重要进展 纳米尺度实现光操控对于基础科学的研究和实际应用都具有重要作用。金属纳米结构的等离激元共振为实现纳米尺度上的光操控提供了一种可能，正逐步显示出其应用潜力。物理研究所徐红星研究组在原有工作基础上对等离激元逻辑运算的可扩展性进行了研究。他们利用等离激元在金属纳米线网络中的干涉效应，通过或门

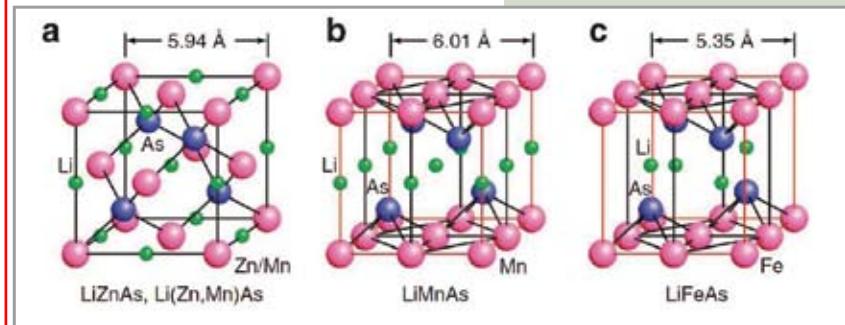


▲ 金属磷卤超分子化合物(Hg_8As_4)(Bi_3Cl_{13})的晶体结构示意图

(OR)和非门(NOT)的级联实现了或非(NOR)运算。同时，利用量子点成像手段揭示了该器件的工作机制。该工作首次证实了等离激元逻辑的可扩展性，为未来片上集成光信息处理技术开拓了新的可能性。论文在*Nature Communications*发表。

发现一类基于I-II-V族半导体的新
型稀磁体 半导体科学和技术构成现代信
息社会的基础，随着信息存储密度迅猛增
长，为突破摩尔定律瓶颈，需要发展新的
信息存储载体。在制作和研发工艺成熟的
半导体中注入自旋，形成兼具电荷属性和
自旋特性的稀磁半导体，成为解决这个关
键问题最可能的突破口。物理研究所靳常
青研究组在自旋极化的稀磁半导体研究中

▼ 晶体结构图：(a) $LiZnAs$ 、(b) $LiMnAs$ 、(c) $LiFeAs$

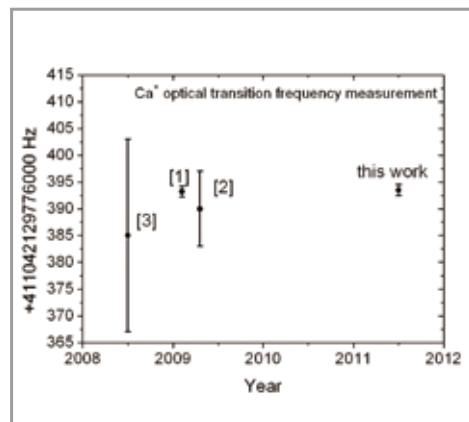
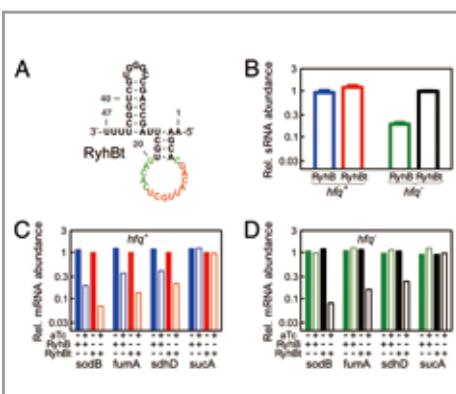


光频标钟跃迁谱线频率测量 ▶

取得重要进展，通过实验发现了一类新的基于I-II-V半导体的稀磁体Li(Zn,Mn)As，在稀磁材料上成功实现自旋和电荷的分别注入和调控，为设计基于磁性、半导体和超导体的异质结，探索新的物理效应和应用特性提供了重要可能。论文在*Nature Communications*发表。

细菌小RNA介导的基因调控中序列-功能关系的研究 细菌小RNA介导的基因调控是一种转录后调控，研究小RNA的功能及作用机制成为最近十年分子生物学的热门课题。理论物理研究所通过引入统计物理的概念，理论与实验紧密结合，定量研究了小RNA的调控机制。通过对大肠杆菌小RNA基因ryhB和它靶基因关键位点的突变实验和理论分析，发现了小RNA序列、结构和功能的关系；发现去掉RyhB的Hfq结合区的突变体仍对各目标基因有强烈的抑制作用，即使没有Hfq蛋白，这种抑制作用仍存在。该发现将使人们重新思考涉及Hfq的基因沉默模型，并提出为什么自然存在的小RNA的调控功能依赖Hfq蛋白。论文在*PNAS*发表。

截短的RyhB突变体RyhBt对靶基因的作用 ▶



指标达国际先进水平的国内首台光频标 冷原子光频标是国际上高精度时频技术的制高点，在不远的将来有望被国际度量衡委员会推荐为时间（秒）的二级标准。武汉物理与数学研究所高克林研究组研制出我国首台基于单个囚禁钙离子的光频标，经过15天连续测量，光频跃迁为411 042 129 776 393.3(1.9)Hz，相对不确定度为 5×10^{-15} ，系统误差进入 10^{-16} ，达到国际先进水平。国际度量衡委员会2009年推荐的基于40Ca⁺跃迁谱线的光频标作为秒的二级标准的值为411 042 129 776 393Hz，不确定度为 4×10^{-14} 。

量子信息科学前沿研究系列进展 中国科学技术大学在量子信息科学前沿取得多项成果：首次实验证新形式的海森堡不确定原理；首次实验实现开放量子系统动力学行为的调控，开创非马尔科夫过程定量研究的先河；利用特殊切割的非线性晶体制备出高亮度的双光子纠缠源，成功制备出八光子纠缠态；在实验上将动力学解耦方法扩展到两比特量子纠缠态；实验演示量子态的概率克隆过程，实现化学反应动力学的量子模

拟，解决两比特Heisenberg系统的基态能级问题；实验实现频率无关联的光子纠缠的制备和存储。多篇论文在*Nature Physics*等发表。

国家授时中心时间保持水平达国际先进 2011年度，国家授时中心的时间保持（守时）工作取得重大进步，完成的各项技术指标均排在全球守时实验室前列。其中：国家授时中心保持的UTC(NTSC)与国际标准时间UTC的差控制在 $\pm 30\text{ns}$ 以内，远远优于国际电联ITU要求的 $\pm 100\text{ns}$ ；独立原子时TA(NTSC)的中、长期稳定度指标排在全球第3~4位；为国际原子时TAI的归算贡献了7.4%的权重，排在全球前3位，为国际时间的维护和保持做出重大贡献。国家授时中心已成为全球最重要的时间单位之一，引领



◀ “新形式的海森堡不确定原理”抽象示意图

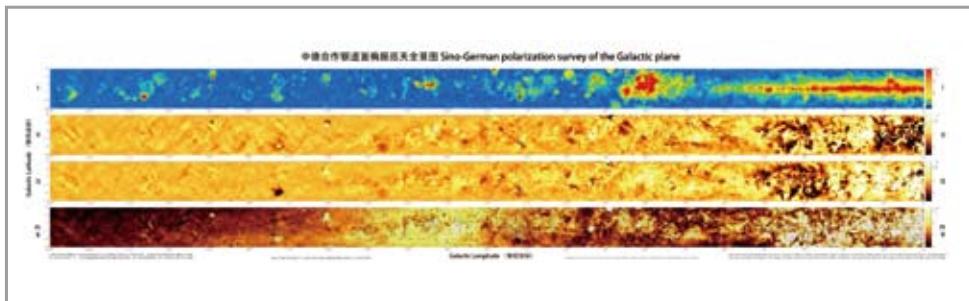
我国的时间工作跻身世界前列。

中德十年合作完成银道面偏振巡天 国家天文台利用所属新疆天文台的25米射电望远镜，和德国马普射电天文研究所



◀ 国家授时中心

中德合作银道面偏振巡天全景图 ▶



合作，历时十年完成了对银河系的6厘米波段巡天观测。该项目共观测约4500小时，覆盖2200平方度的天区，测量了银河系弥漫的偏振辐射和一大批天体的物理性质，成为迄今为止世界上利用陆基望远镜开展的银道面偏振巡天中观测频率最高的大范围巡天项目。利用巡天观测数据，发现了两个新超新星遗迹G178.2-4.2和G25.1-2.3。这是中国人首次利用国内望远镜和自己的数据发现超新星遗迹。该合作研究共发表24篇论文，大部分于2011年在*Astronomy & Astrophysics*发表。

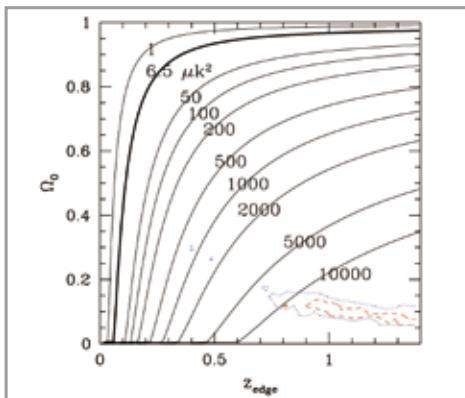
复现高超声速飞行条件激波风洞研制成功 力学研究所高温气体动力学国家重点实验室依据我国独创的激波风洞爆轰驱动方法，发展了系列的具有创新性的长实验时间激波风洞技术，成功研制“复现高超声速飞行条件激波风洞”并完成系统性能调试。该激波风洞总长268m，喷管直径2.5m，试验时间100ms，可复现30~40km高空，马赫数5~9的高超声速飞行条件。具有利用洁净空气开展全尺寸高超声速飞行器一体化气动试验的能力，可满足高超声速和高温气体科技领域的高端气动试验需求。

复现高超声速飞行条件激波风洞 ▶

哥白尼原理的背景运动学SZ效应

检验 哥白尼原理断言人类不处于宇宙中的特殊区域，它是现代宇宙学的基石之一，也是宇宙加速膨胀这一当代宇宙学主要发现的主要逻辑前提之一。但是，哥白尼原理，尤其是其在径向的适用性，并没有得到严格证实。上海天文台发现，违反





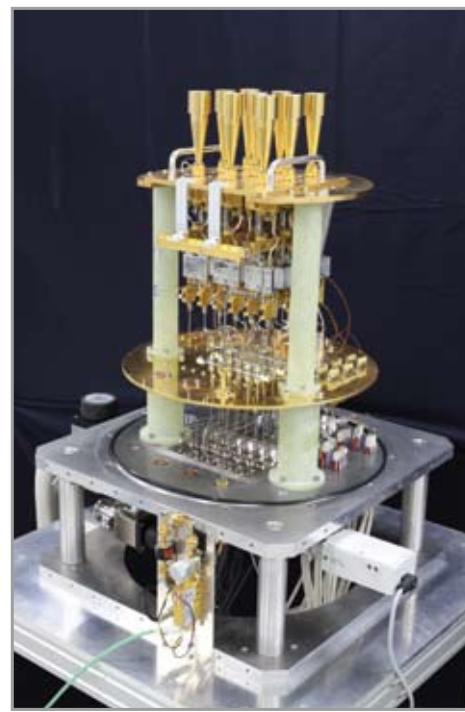
哥白尼原理将造成可观的背景运动学SZ效应 (the Sunyaev Zel'dovich effect), 并由此提出了哥白尼原理的背景运动学SZ效应检验; 通过该方法证实了哥白尼原理在径向尺度30亿光年以上成立, 否定了空洞模型取代宇宙加速膨胀的可能, 并确认了宇宙加速膨胀的真实性。论文在*Physical Review Letters*发表。

超导成像频谱仪完成研制并投入天文观测 大天区、高分辨率、高灵敏度观测是毫米波射电天文发展的重要前沿方向。紫金山天文台发挥超导接收技术优势, 突破毫米波多波束接收机的关键技术, 研发出具有自主知识产权的超导成像频谱仪。该设备是国际上毫米波段第一例基于边带分离混频技术的超导SIS成像频谱仪, 也是我国射电天文的首台多波束接收机。该设备已安装到青海德令哈13.7m望远镜, 成为该望远镜的换代接收机。研究人员使用该设备已开展了超新星遗迹、星际分子云、恒星形成区等若干课题观测。应用对比显示, 与以往的单波束接收机相比, 超导成像频谱仪使望远镜的综合观测

效能提高了20倍以上。

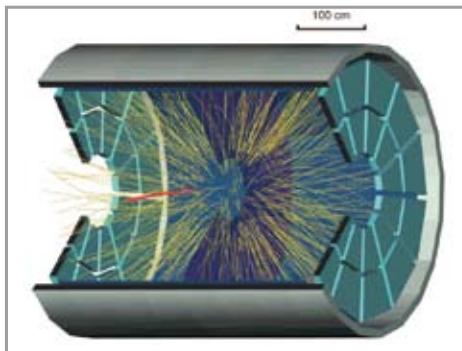
相对论重离子对撞机上发现迄今最重反物质原子核反氦4 国际螺旋管径迹探测器 (STAR) 协作组为探寻宇宙起源的早期物质状态, 在美国布鲁克海文实验室的相对论重离子对撞机 (RHIC) 上开展了实验研究。中科院上海应用物理研究所、近代物理研究所与其他中外科学家密切合作, 在十亿次金原子核高能“对对碰”的海量数据中俘获到迄今为止最重的反物质原子核——反氦4。STAR合作组利用中国科学家主持研制的先进大型飞行时间探测器探测到18个反氦4原子核的信号。该成果对安装在国际空间站上的阿尔法磁谱仪的反氦4的探测提供了一个定量背景估计值。论文在*Nature*发表。

哈勃气泡模型下多级距3000处的运动学SZ效应功率谱



具有自主知识产权的超导成像频谱仪

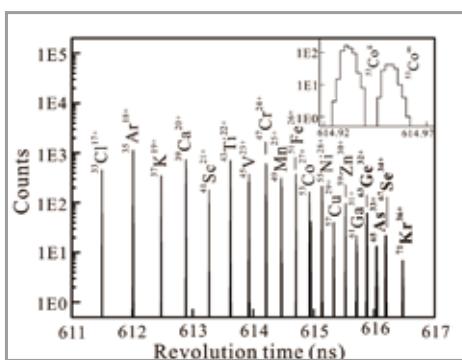
STAR主探测器时间投影室和
飞行时间探测器的三维图



2011年4月7-8日全天BEPCII
对撞束流及亮度图

精确测量质子滴线核⁶⁵As质量 快质子俘获过程（简称rp-过程）是宇宙中产生重元素的主要核合成过程之一。为准确模拟rp-过程，需要精确测量一些关键短寿命核素的质量、寿命及核反应率等。⁶⁵As正是处于rp-过程核合成路径上的一个关键核素。近代物理研究所利用兰州重离子加速器冷却储存环（HIRFL-CSR）首次直接测定⁶⁵As等4个短寿命原子核的精确质量，相对精度达到 10^{-6} 。⁶⁵As核素的高精度实验数据解决了核天体物理学中一个重要科学问题，即：对于第一类X射线爆，⁶⁴Ge并不是一个rp-过程中的“等待点”核。来自中、法、德、日、美的40位科研人员参加了此项研究，论

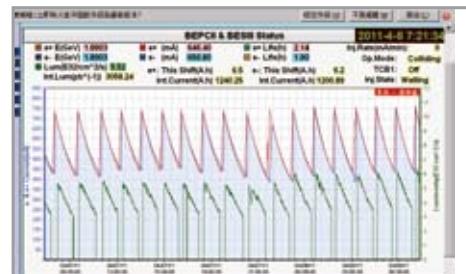
实验测量的多个核素的回旋周
期谱



文在*Physical Review Letters*发表，这也是我国核物理实验研究迄今为止在该杂志发表的第二篇论文。

北京正负电子对撞机（BEPCII）

亮度不断提高 重大改造后的北京正负电子对撞机（BEPCII）的对撞亮度和积分亮度屡创新高。2011年4月8日凌晨，对撞亮度突破 $6 \times 10^{32} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，最高达到 $6.492 \times 10^{32} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，约为改造前的65倍。此外，由于加速器各硬件系统稳定运行，北京谱仪（BESIII）积分亮度也创造了 14.95pb^{-1} 的班最新纪录和 29.35pb^{-1} 的日最高纪录，运行效率达新高。BEPCII的高效运



行，显示了机器良好的总体性能，也为进一步提高对撞亮度、提高运行取数效率和力争重大科研成果打下坚实基础。

ITER计划首件正式部件产品交

付 2011年12月2日，由合肥物质科学研究院等离子体物理研究所承担的国际热核聚变实验堆（ITER）计划采购包产品“ITER环向场（TF）超导导体”正式交付启运。该部件全长780米，是中国ITER采购包的首件正式产品，也是中国领先ITER计划七方率先完成的首件产品。中国的ITER导体生产实现了100%国产化，这在ITER七方中也仅中国和日本能达到。在承担ITER导体任务的六方中，中国

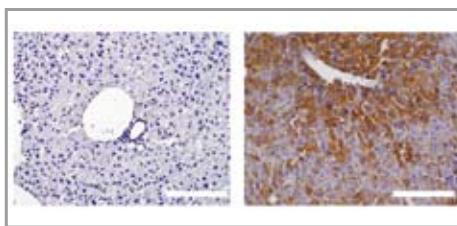
是唯一做到所有试验样品全部一次性通过国际验证的参加方，且产品性能优异。ITER计划总干事本岛修（Osamu Motojima）认为中国“处于六方的前列”。



大科学装置开放共享取得重要成果
2010运行年度，中国科学院平台型大科学装置为多学科研究提供强大支撑能力，在开放运行中取得一批重要成果。其中，上海光源为833个课题、3213人次用户提供实验支撑，院外用户占70%；北京同步辐射装置为529个课题、1352人次用户提供实验，院外用户占43%；合肥同步辐射装置为358个课题、665人次用户提供实验，院外用户占41%；兰州重离子加速器为113个课题、413人次用户提供实验，院外用户比例为70%。依托上述平台型大装置，科学家们已在国内外刊物上发表数百篇科研论文，包括多篇*Science*, *Nature*, *Cell*等国际顶尖刊物文章，使我国在生命科学、凝聚态物理、化学化工、材料科学、医学等众多领域取得一批卓有影响的重要成果，促进和带动了一大批学科的发展。

生命科学与生物技术领域

获得转分化肝脏细胞重建肝脏功能 上海生命科学研究院生物化学与细胞生物学研究所惠利健研究组首次将小鼠成纤维细胞转分化成为肝脏细胞（iHep）。iHep具有和体内肝脏细胞类似的上皮细胞形态、基因表达谱，且获得了肝脏细胞的功能，如肝糖原积累、低密度脂蛋白转运等。将iHep移植入模拟人类酪氨酸代谢缺陷疾病的小鼠后，iHep可像正常肝细胞一样增殖，重建受体小鼠的肝脏。小鼠的肝功能指标均出现明显好转，濒临死亡的小鼠得以存活。该项成果在再生医学研究和临床应用中具有广阔前景，同时转化型肝脏细胞在药物代谢和毒理研究、肝脏疾病机理研究等领域也具有广泛的应用前景。论文在*Nature*发表。

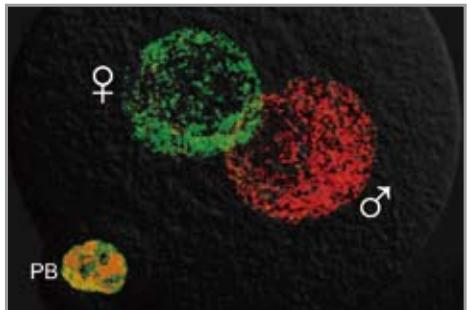


发现母源因子Tet3卵细胞重编程的重要作用 上海生命科学研究院生物化学与细胞生物学研究所徐国良研究组与李劲松研究组合作发现来源于卵细胞的母源因子Tet3加氧酶负责父本基因组DNA胞嘧啶甲基的氧化修饰，从而启动DNA去甲基化，进一步激活Oct4和Nanog等全能性基因的表达。本项研究证明母源因子Tet3加氧酶参与了父本基因组的主动去甲基化，在体细胞克隆时

◀ *ITER环向场(TF)超导导体正式交付启运*

◀ *转分化肝细胞在酪氨酸代谢缺陷的小鼠肝脏内的扩增和再殖*

发现母源因子Tet3在卵细胞重编程中的重要作用

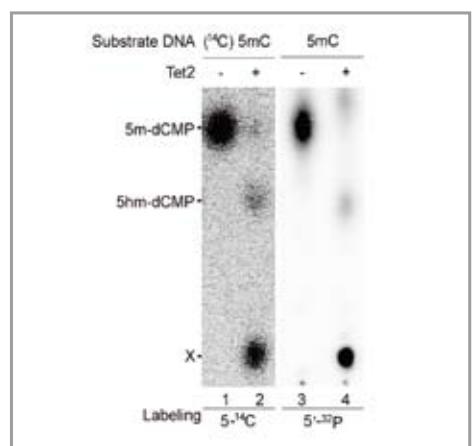


通过操纵大脑中的分子可以改变动物的行为

参与供体细胞DNA去甲基化，这表明去甲基化对胚胎发育至关重要。该研究成果使人们对早期胚胎发育中的重编程过程有了更深入的认识，为提高动物克隆效率提供了新的理论依据。论文在*Nature*发表。

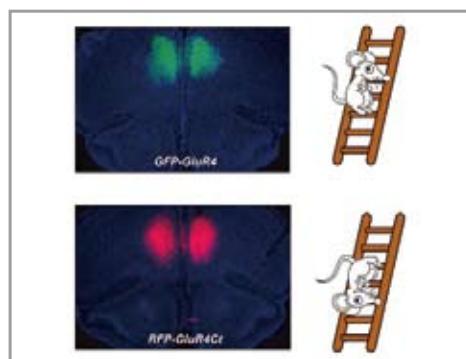
揭示基因组DNA去甲基化的新分子机制 上海生命科学研究院生物化学与细胞生物学研究所徐国良研究组揭示了基因组DNA去甲基化的新分子机制。DNA中的5甲基胞嘧啶（5mC）和5羟甲基胞嘧啶（5hmC）都可以被Tet家族的双加氧酶进一步氧化为5-羧基胞嘧啶（5caC），此碱基被称作基因组DNA中的第七种碱基；随

揭示基因组DNA去甲基化的新分子机制



后，胸腺嘧啶DNA糖基化酶（TDG）特异性地识别这一新的碱基修饰形式，并将其从基因组中切除，再加上没有修饰的胞嘧啶。本研究还阐明了一条DNA主动去甲基化的途径，锁定了去甲基化的关键酶，为DNA去甲基化机制研究奠定了重要基础。论文在*Science*发表。

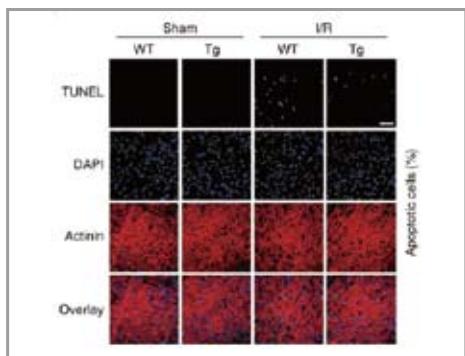
发现双向调控社会等级行为的神经环路基础 上海生命科学研究院神经科学研究所胡海岚研究组发现大脑内侧前额叶可参与社会等级地位的调控，同时也提示了社



会等级是可塑的。研究发现小鼠的内侧前额叶神经元的突触（即神经元之间相互通信连接的节点）强度越强，它的社会等级越高。增强低等级的小鼠内侧前额叶突触的强度，可提升小鼠的社会等级；反之，减弱高等级小鼠中内侧前额叶突触的强度，则会导致它们社会地位的下降。这项工作为研究社会等级建立起了简单而可靠的行为学范式，将引领对社会等级神经环路机理的进一步研究。论文在*Science*发表。

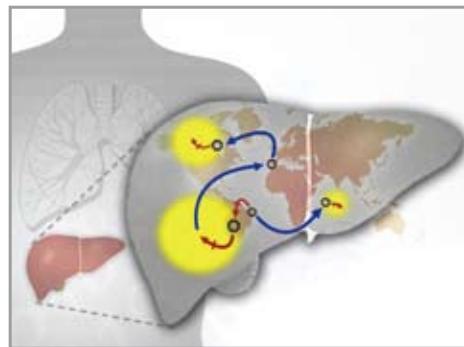
肝癌基因组突变产生的进化和分子机制 北京基因组研究所吴仲义研究组利用细

胞群体演化分析理念，结合大规模肿瘤基因组和系统生物学分析，通过追踪一例肝癌病人肿瘤细胞DNA改变的过程，对原位以及肝内转移肿瘤进行了全基因组测序，进而研究肿瘤发生发展过程中突变产生的进化和分子机制。鉴别出3个导致肿瘤细胞增殖和转移的关键基因。该研究发现在原位癌获得快速生长能力之前，肿瘤细胞已发生了转移。这将为发展控制肿瘤生长新技术、寻找适当药物靶点以用于肿瘤个体化医疗奠定了基础。论文在*PNAS*发表。



小RNA参与心肌梗死病理过程的调节 动物研究所李培峰研究组发现miRNA-499通过抑制心肌细胞凋亡从而抑制心肌梗死，具有心肌保护功能，并揭示了其相关的分子机制。该研究结果对于阐明心肌梗死发病机制，并为心肌梗死的预防和诊断提供了新思路，尤其是在开发微小RNA作为治疗凋亡心脏疾病的药物中具有重要指导意义。论文在*Nature medicine*发表。

与神经退行性疾病相关的重要蛋白复合体晶体结构研究 生物物理研究所王大成研究组和江涛研究组解析了Hnt3蛋白，及其与缺口DNA、反应产物AMP复合物的三维结构及其功能作用的结构机理。该三元复



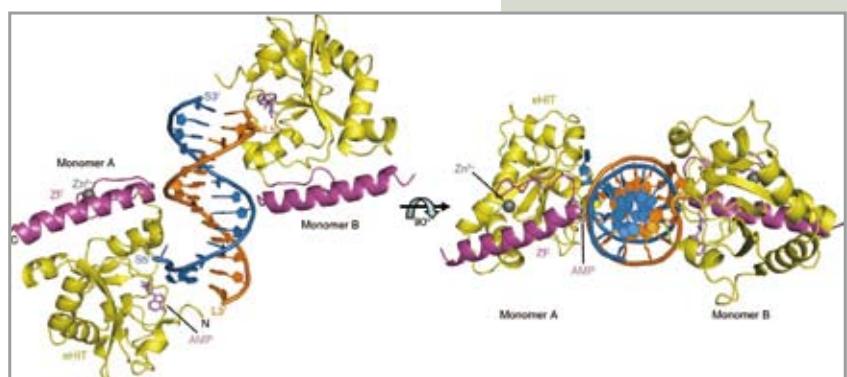
◀ 肝癌全基因组研究

合物结构组建了一个Hnt3与DNA辨识、作用和反应的独特分子平台，反映了Hnt3在反应前和反应后与产物结合状态的结构基础和分子细节，及在生理状态下DNA腺苷酸化的组装模式，揭示了Hnt3/Aprataxin突变导致神经疾病的主要分子机制和结构基础。该研究对神经退行性疾病的发生机制提供了精确、定量的新原理，从而成为针对该类疾病创新生物医药研发的重要基础。论文在*Nature Structural & Molecular Biology*发表。

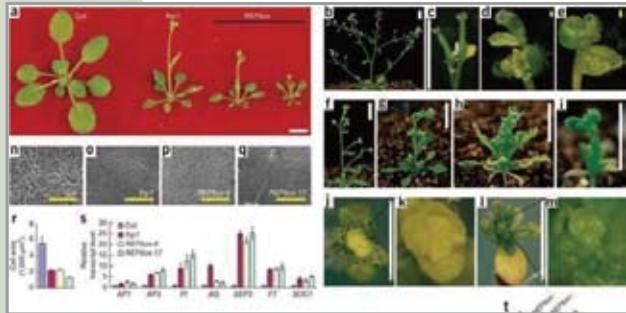
发现植物组蛋白H3K27me3去甲基化酶 遗传与发育生物学研究所曹晓风通过植物细胞内组蛋白去甲基化酶活性检测体系，发现拟南芥REF6可以特异性地去除

◀ 非编码RNA miRNA-499具有抑制心肌细胞凋亡的功能

▼ Hnt3蛋白及其与缺口DNA、反应产物AMP复合物的三维结构



过表达REF6与H3K27me3功能
异常突变体具有相似的表型 ▲

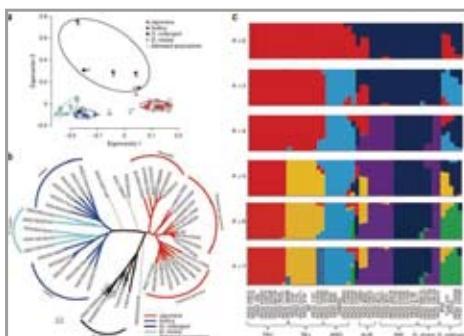


亚洲水稻的整体结构 ▶

组蛋白H3K27双甲基化和三甲基化修饰。过表达REF6的植物与H3K27me3功能异常突变体具有相似的表型。遗传学研究证明REF6和H3K27me3甲基转移酶起着相互拮抗的作用。REF6是在植物中首次发现的H3K27me3去甲基化酶。这一研究工作填补了植物H3K27me3调控机制的一个重要空白，并表明该机制在高等动植物中是保守的，为进一步研究H3K27me3在植物生长发育及对环境响应过程中的作用奠定了基础。

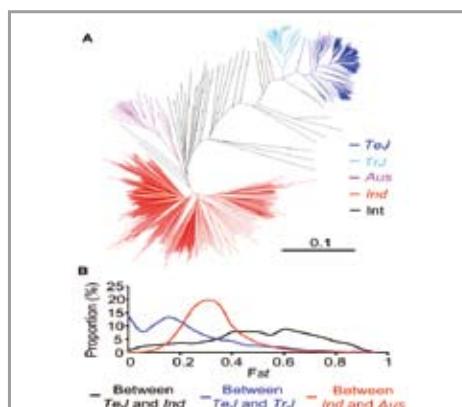
采用新方法对水稻复杂性状进行全基因组关联分析 上海生命科学研究院植物生理生态研究所/国家基因研究中心、北京基因组研究所韩斌对950份代表性中国水稻地方品

种和国际水稻品种材料进行了基因组重测序，并对样本水稻的抽穗期和产量相关性状进行了系统考察。利用构建的水稻高密度基因型图，在粳稻群体、籼稻群体和整个水稻群体中进行了全基因组关联分析，鉴定到多个新关联位点。开发了一种基于单体型分析的局部基因组序列组装算法，并整合水稻基因注释、芯片表达谱信息和序列变异信息直接鉴定部分候选基因。该成果开创了基因组关联分析的新技术和新方法，可用于对候选基因进行更精确的筛选和鉴定。



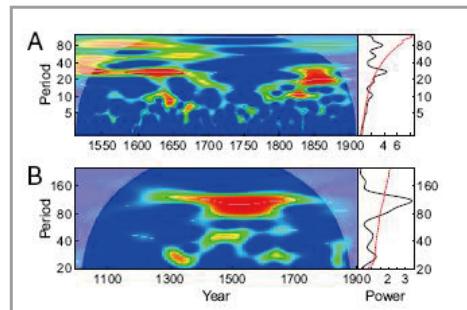
通过亚洲水稻基因组进化研究促进水稻分子改良 昆明动物研究所王文通过对一批代表性亚洲野生稻和栽培稻的基因组进行深度测序，找到了近1500万个单核苷酸多态位点（SNPs，其中650万为高可靠度的SNPs），以及一大批基因组结构变异。根据这些变异信息深度分析了亚洲栽培稻的起源历史，研究结果支持粳稻和籼稻有独立的起源，而且粳稻很可能驯化于我国长江中下游的多年生野生稻。还在两种栽培稻基因组中分别鉴定出700多个可能受到强烈人工选择的区域，各自包含1000多个基因。上述结果为揭示两种栽培

950份国际水稻品种的系统发育树和各群体间的分化程度 ▶



稻的起源驯化历史提供了迄今最大数据量的基因组学证据，大量SNPs和结构变异为水稻育种提供了高密度的分子标记，鉴定出的人工选择基因为快速挖掘农艺性状基因提供了重要基础数据。

联合实施生态高值现代农业综合技术集成示范工程 为配合国家区域发展计划，保障粮食安全，推动传统农业向现代农业转型，中科院在黄淮海平原开展以大面积科技增粮为目标的“河南省高产高效现代农业示范工程”，在东北地区组织以重型现代农机设备和土地连片集中为特点的“院军现代农业示范工程”。2011年河南省高产高效现代农业示范工程完成中低产田改造和高标准农田建设共5万亩，封丘示范区小麦产量达580公斤/亩（对照田为521公斤/亩）。2011年院军合作老莱基地采取中科院集成技术的高光效玉米种植模式，玉米每亩增产145公斤，共增收40余万元；脱毒种薯比种植普通种薯增产20%，农场年纯收益增加200万元；通过对进口犁铧进行分析，仅用半年研制出高硬度和高柔韧性的替代材料。



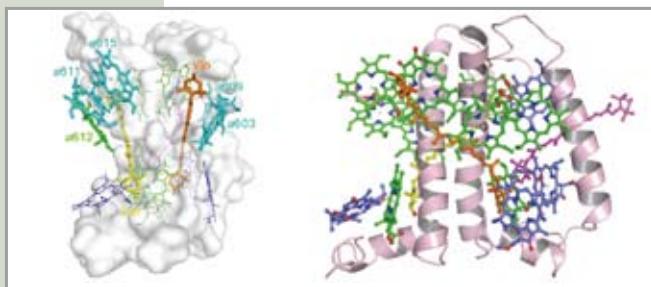
在近两千年的尺度上研究蝗灾爆发与气候波动的相关性

发现蝗灾、鼠疫等生物灾害成灾规律及防控机理研究 动物研究所和上海生命科学研究院植物生理生态研究所在生物灾害防控领域取得了系列突破，为有效控制生物灾害对农业生产造成的损失奠定了基础。通过分析我国长达1910年蝗灾时间序列及8000多份历史资料发现，寒冷气候更有利蝗灾暴发，蝗灾发生与降水量和温度有高度相关性。根据1850年—1964年中国鼠疫发生数据，发现鼠疫的发生密度与降水量呈非线性关系，阐明了调节飞蝗两型型变的重要功能基因CSP和Takeout的调节机制，并发现了儿茶酚胺代谢通路对飞蝗行为的调节作用。绿僵菌比较基因组学研究发现真菌寄主专化性的形成与细胞表面信号蛋白及



高光效玉米栽培与河南省中低产田改造

其介导的信号通路有关，为新一代生物农药的研发奠定了理论基础。



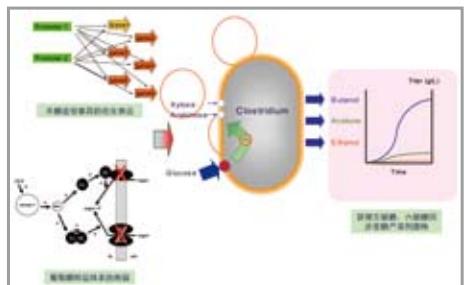
菠菜次要捕光复合物CP29的晶体结构

L-丙氨酸生产线

解析菠菜次要捕光复合物CP29的晶体结构 生物物理研究所常文瑞研究组解析了来源于菠菜的CP29晶体结构。研究发现CP29的晶体结构与以前广泛应用的预测模型存在很大差异：CP29单体共结合13个叶绿素分子及3个类胡萝卜素分子。根据晶体结构，构建了CP29中完整精确的色素网络。此外，还发现两个重要色素簇，它们可能是能量传递途径的进出口和潜在的能量淬灭中心。论文在*Nature Structural & Molecular Biology*发表。

生物丁醇实现产业化生产 上海生命科学研究院植物生理生态研究所采用不同于以往敲除调控基因的遗传改造策略，通过对丙酮丁醇梭菌（*Clostridium acetobutylicum*）葡萄糖磷酸转移酶体系

通过对丙丁梭菌的遗传改造实现生物丁醇高效生产



(PTS)的弱化，并结合五碳糖代谢途径限速步骤的鉴定及疏通，实现了代谢工程菌株对葡萄糖、木糖和阿拉伯糖的同步高效利用，从而解决了利用木质纤维素为原料发酵生产丁醇中的一个关键技术难点。研究成果已申请中国发明专利（申请号：201110136290.9），有望用于玉米秸秆、蔗渣、甜高粱秆渣和玉米芯等农业废弃物水解糖液的工业发酵领域。

构建细胞工厂高效低成本生产L-丙氨酸 天津工业生物技术研究所采用系统代谢工程技术，构建了将葡萄糖高效转化为L-丙氨酸的大肠杆菌细胞工厂，解决了L-丙氨酸传统生产技术对不可再生石油基原料的依



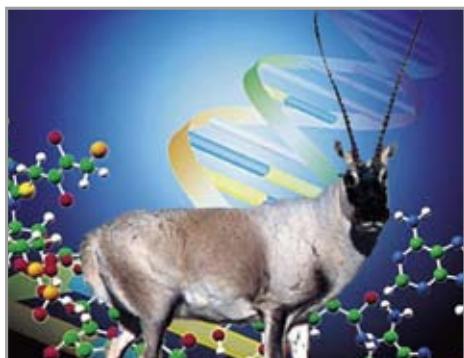
赖问题。L-丙氨酸产量达115 g/L，糖酸转化率达95%，生产速度达2.4 g/L·h，达到目前国际报道的最高水平。生产过程实现二氧化碳零排放，生产成本比传统酶催化技术降低40%。技术已转让给安徽华恒生物工程有限公司，并成功完成中试，已建立7000吨/年的L-丙氨酸生产线，预计新增产值1.6亿元/年。

耐高温SOD酶项目实现产业化 微生物研究所通过构建云南腾冲高温热泉微生物元基因组文库，筛选出耐高温SOD酶基因，获得高效表达耐高温SOD酶。该酶

可耐受100℃高温，可在PH4.0-11.0的范围内保持稳定，比活2000U/mg以上，工程菌蛋白表达量5g/L以上，发酵活力10000U/mL以上，两项指标均达国际先进水平。耐高温SOD酶避免了动物来源SOD酶的潜在危害，在常温、常态下可保存二年以上，且具有高度稳定性，为未来SOD产业的高速发展奠定了重要基础。通过与中科国发控股有限公司合作，完成耐热SOD酶中试并实现产业化生产，年产能可达1吨，年产值可达2亿元。



◀ 耐高温SOD酶产品



中国-喜马拉雅地区生物多样性演变和保护研究 通过对适应高原环境的典型动物藏羚羊和高原鼠兔等17种哺乳动物的比较基因组学分析，研究发现它们在抗低氧、高寒及强紫外辐射等基因通路上的多个正选择基因的趋同进化，这些基因可能在高原适应上起着关键作用，研究还揭示了高山流石滩植物适应昼夜温度急剧变化、干旱和营养贫瘠等环境胁迫的生态适应机制。首次在基因组层面揭示动物能量代谢系统的适应性进化机制，发现动物觅食和食物消化吸收过程中适应性进化新的分子机制。系统性研究成果揭示了该

地区生物多样性维持机制，不仅具有明显的区域特色，也有较大的普遍意义，在生物多样性基因资源的挖掘和可持续利用中具有重要的理论意义和应用价值。论文在 *Science*, *PNAS*, *Genome Res*, *Mol Biol Evol*, *PLoS Genet* 发表。

大熊猫、中华鳖等动物生态行为及虫菌共生入侵机制研究进展 通过对健康大熊猫肠道菌群基因序列研究，揭示了大熊猫如何借助肠道微生物消化竹子中纤维素与半纤维素的机制；中华鳖胚胎阶段热调节能力研究表明，动物在胚胎阶段就能通过行为来主动掌握自己的命运。两项成果论文均在 *PNAS* 发表。线粒体基因在分子钟运用中的研究，指出有尾两栖动物小鲵科的

◀ 藏羚羊基因组草图解答其适应高原的遗传机制



◀ 研究揭示大熊猫消化竹子纤维素机制

国际登陆兰花新品种
Paphiopedilum SCBG Comeliness

半附生榕保守的水分利用
使其在热带森林得以繁荣

mtDNA基因在分子钟运用中的局限性。虫菌共生入侵新机制和返入侵假说研究，证明真菌长梗细吊霉是由红脂大小蠹携带从美国入侵到中国，并且在中国形成了独特单倍型，论文在Ecology发表。

植物适应机制及DNA生命条形码研究进展 通过对主要来自中国西南野生生物种质资源库已收集保存野生植物的约6286个种子样本（75科141属1757种）的四个DNA候选条形码片段（*rbcL*, *matK*, *trnH-psbA*和ITS）引物通用性、序列质量和物种分辨率等的综合分析，发现三个质体DNA候选条形码片段具有较高的通用性，ITS具有最高的物种分辨率，论文在PNAS发表。结合植物专类园的研究平台，发现保守的水分传导、利用及抗旱性是半附生榕在热带雨林生态系统中得以繁荣的重要机制，主要内容在Ecology发表。揭示了一种新的欺

骗性传粉机制，这种拟态方式可能在兰科植物的食物拟态和真菌拟态中架起一座桥梁，研究成果被PNAS报道。



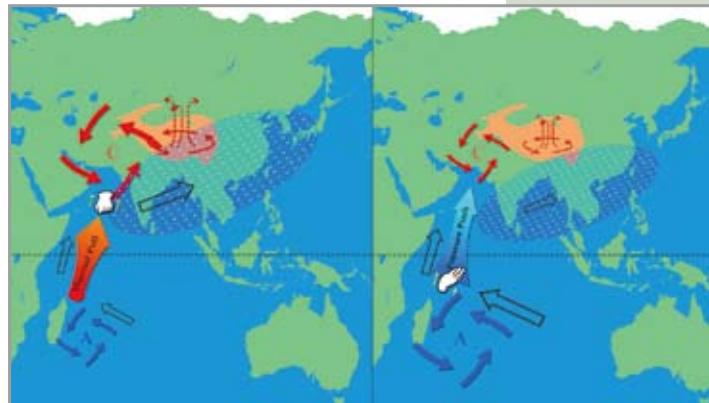
野生植物药物开发及新品种培育等取得重要进展 仙茅资源开发抗抑郁症1类新药、糖胶树资源开发治疗呼吸道疾病药物、健康食用油料植物星油藤新品种通过鉴定、重要观赏花卉兰花新品种国际登录、保健资源枸杞新品种通过国家审定、云南特色杜鹃花种质资源利用及产业化关键技术与应用均获云南省科技进步奖一等奖。中科1号铁皮石斛、红观音姜荷花先后通过广东省审定。生物柴油植物—小桐子产业化关键技术取得重大突破。



资源环境科学与技术领域

提出冰期-间冰期印度夏季风动力学理论 地球环境研究所安芷生院士研究团队运用中国大陆环境科学钻探工程在鹤庆盆地获取的666米湖泊沉积岩心，通过长达十年的多学科交叉研究，从新的视角提出了“冰期-间冰期印度夏季风动力学”理论，揭示了南北半球冰量和气温通过控制越赤道气压梯度变化，驱动冰期-间冰期印度夏季风的变迁。论文在*Science*发表，同期专题评论认为“（鹤庆）古湖沉积物的分析对印度季风动力学机制的传统观点提出了挑战”。

蓝田生物群研究——生物早期演化重大进展 南京地质古生物研究所袁训来研究组通过对产自安徽省休宁县埃迪卡拉纪早期蓝田组黑色页岩中的“蓝田生物群”的研究，提出该生物群是迄今最古老的宏体真核生物群，时代限定在距今6.35亿—5.8亿年之间，早于以往报道的所有埃



▲ 冰期-间冰期印度夏季风动力学卡通示意图

迪卡拉生物群。该研究不仅为多细胞生物的起源提供了更古老的化石证据，也指示着这个时期大气圈和浅海中的氧气含量足以支持多细胞生物的生存和发展。论文在*Nature*发表，同期评述文章指出“蓝田生物群为早期复杂宏体生命的研究打开了一个新窗口”。

中国第十枚“金钉子”——寒武系江山阶“金钉子”确立 国际地科联执委会于2011年7月9日表决通过国际地层委员会提交的建立寒武系第九阶即江山阶底界“金钉子”的提案。经国际地科联主席Alberto C. Riccardi教授签署批准，该“金钉子”正式在我国浙江省江山确立。它是在我国确立的第十枚“金钉子”，使我国成为全球获得“金钉子”最多的国家，标志我国地层学研究走在世界前列。

走出西藏——最原始的披毛犀揭示冰期动物群的高原起源 古脊椎动物与古人类研究所邓涛研究组在*Science*上报道了在西藏札达盆地发现的已知最原始的披毛犀，从而推翻了冰期动物起源于北极圈的



◀ 蓝田生物群中可能的动物化石



披毛犀的起源、分布
和扩散

假说，证明青藏高原才是它们最初的演化中心。《纽约时报》、BBC等世界著名媒体进行了专题报道，将中国西藏称为“冰期动物群的摇篮”。

地史时期最大生物灭绝事件研究取得重大进展 南京地质古生物研究所沈树忠研究组对华南和西藏等地数十条二叠—三叠系界线剖面进行精细研究，通过高分辨率的生物地层、火山灰高精度年龄测定和同位素地球化学等多学科交叉手段，揭示二叠纪末生物大灭绝发生在2.52亿年前，并在20万年这样极其短暂的地质时间内，快速地造成了地球海、陆生态系统的全面崩溃。成果在*Science*发表，是迄今有关二叠纪末生物大灭绝事件研究时间精度最高、研究手段最为综合的一项原创性成果。对二叠纪末生物大灭绝事件精确时间的卡定，使得过去关于二叠纪末生物大灭绝模式的许多观点亟待重新认识。这项研究还表明，地球生态系统对地表环境恶化

的适应可以是长期的，但一旦环境压力超出其承受能力，地表生态系统会在很短时间内快速崩溃。

海底地震仪关键技术取得突破 地质与地球物理研究所郝天珧研究组研制成功具有自主知识产权的40套单舱球七通道宽带海底地震仪(OBS)，自主研发了声学应答模块、低功耗采集系统和姿控常平装置等海底地震仪核心器件。共申请五项国内发明专利、两项国外专利，其中“七通道宽频带多功能海底地震仪”专利已获授权。台阵仪器经历了154台次海上试验性示范应用，并在渤海和南海开展了海陆联合地震观测，仪器回收率超过98%，数据完整性超过90%，仪器性能指标已达国际

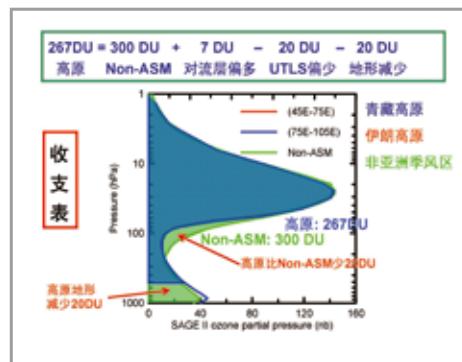


2011年12月17—18日我国第28次南极科考队在南极普里兹湾海域布放两台国产宽带OBS

先进水平。

平流层大气基本过程及其在东亚气候与天气变化中的作用 大气物理研究所依托国家重点基础研究发展计划（“973”计划）项目，首次实现东亚地区两个重要区域典型天气系统（东北低涡区和青藏高原）平流层-对流层物质交换过程比较完整的现场观测，获得一些过去未知的关于大气成分和物理结构的重要事实。揭示南亚高压控制区是对流层源成分的高浓度区和平流层源成分的低浓度区；并从观测事实澄清了青藏高原夏季臭氧低谷的形成原因，即南亚高压控制区域低臭氧浓度以及青藏高原高大地形造成空气柱的缺失。揭示平流层-对流层间波动产生、传播特征及其对平流层环流的影响，指出平流层环流重大异常信号对于对流层极端天气气候事件具有明显的先兆性。

热带海洋软体动物功能蛋白肽关键利用技术及其产业化 针对软体动物蛋白质安全降解与资源高效利用中存在的关键科技问题，南海海洋研究所研究发明了蛋白质酶促水解新技术、热带海洋软体动物功能蛋白肽的新型制备技术，构建了热带海洋软



◀ 夏季青藏高原臭氧低谷形成原因的臭氧总量收支图

体动物功能蛋白肽的生物评价体系，研发了蛋白肽的新型高值产品及其生产技术。项目申报发明专利24项（含专利合作条约4项），获授权14项；获生产许可证7个，制订企业标准6个。实现新增产值21亿元，新增利税和增收节支2.48亿元，社会效益4.46亿元。

黑潮流域长时间序列的环境记录及其主体流系的演化 海洋研究所在长时间序列古环境研究接近空白的西菲律宾海，依据微体古生物演化事件及浮游有孔虫氧同位素记录建立了近2.36 Ma以来的年代模式；在该序列中发现了中更新世转型（MPT）及碳储库长周期变化的记录。系统重建了末次冰消期（约16 ka BP）以来由黑潮暖流、对马暖流和黄海暖流组成的东黄海暖流体系的演化模式。以上成果为深入认识西太平洋及其边缘海一些关键气候和环境演化问题奠定了基础，且有助于理解低纬海区在全球气候变化中的作用；同时对分析我国陆地居住和生态环境的变化规律及受控因素和认识东亚地区环境的长期演变趋势具有重要意义。



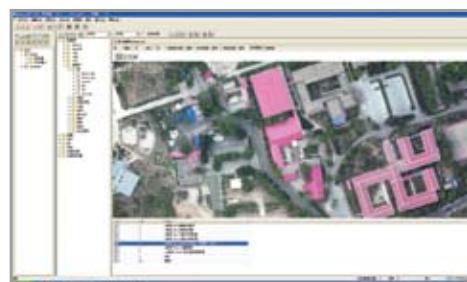
◀ 海洋功能化妆品

自主研发的重金属分析仪和重
金属在线分析仪 ▶

海岸带水体环境污染物现场快速检测传感器技术 首次开发出海水重金属检测高灵敏高选择性聚合物膜离子选择性电极，发展了海水污染物现场快速检测的化学传感器关键技术，建立了基于贵金属纳米材料的新型光学检测方法，突破了适用于复杂基质的超痕量重金属污染物检测技术，研制了集样品预处理和检测功能于一体的重金属检测系统样机，实现了对水体中重金属污染物的现场快速检测。成果在*Chem. Soc. Rev., Angew. Chem., JACS* 等高影响SCI杂志（单篇最高影响因子26.58）发表，随后被*Nature Materials* 作为研究亮点进行报道，获“国际电分析化学年会”的“Top-Ten Excellent Poster Presentation”奖。



BeyonDB影像数据管理 ▶

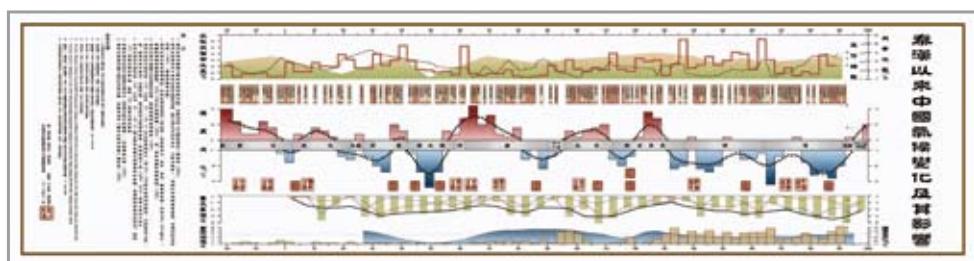


高安全地理空间数据库管理系统及其应用 以地理科学与资源研究所为主的

研究团队成功研发了国内首款具有自主知识产权、跨平台、高安全的空间数据库管理系统软件BeyonDB，已通过空间信息系统软件测评中心的评测，获得公安部国标第三级安全体系认证。BeyonDB专注于高安全、高效能、海量的空间数据管理、查询与分析，其空间内核性能整体上优于国际顶级数据库软件品牌。BeyonDB数据库系统已和MapGIS 合作实现GIS软件的全国产化，并与ArcGIS、SuperMap等实现对接，产业化市场前景广阔，已在国家级测绘部门得到实际应用。

中国历朝气候变化 地理科学与资源研究所以断代史方式系统分析了中国历朝气

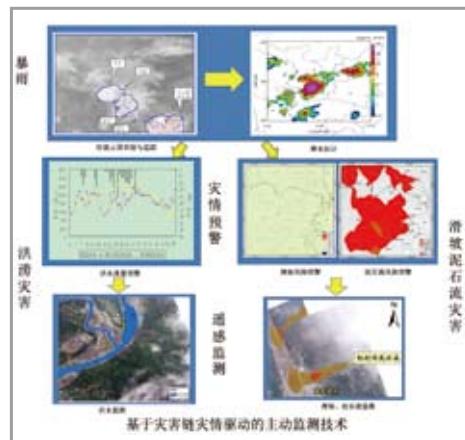
秦汉以来中国气候变化
及其影响 ▶



候变化及其影响，发现中国东中部地区20世纪不是过去2000年间的最暖世纪，秦汉、隋唐和南宋后半叶气候显著温暖；中国东中部地区12—15世纪干湿格局曾发生重大变化；历史上“大治”之年几乎都发生在温暖时期，自然经济形态下冷抑暖扬的文明韵律十分清晰；极端气候事件（如旱涝）对社会发展有明显推动作用，但高度依附于政治、文化等其他因素。研究组已出版专著《中国历朝气候变化》。

中国西部冰冻圈变化及其影响 寒区旱区环境与工程研究所通过野外考察、定点监测和遥感监测，建成国际上监测要素最全的区域冰冻圈监测网，完成我国第二次冰川编目，发现近50年来中国西部大部分地区冰川面积总体呈缩小变化，冰川厚度亦呈减薄趋势；首次获得青藏高原主要多年冻土区多年冻土温度、厚度、地下冰储量等本底信息，查明多年冻土特征与气候、海拔高度、地形等的关系；揭示了大陆型冰川对气候变化的响应机理，构建了冰川动力学模式，分析了变化环境下冰川变化及其对水文、水资源的影响。相关研究将为国家应对气候变化、地方经济社

会发展提供重要科技支撑。



◆ 灾害链灾情驱动的主动监测

巨灾链型灾害遥感监测与预警一体化关键技术 遥感应用研究所研发了暴雨—洪涝—滑坡泥石流巨灾链的重要致灾参数的遥感定量反演技术，其中强对流云团的遥感识别精度优于85%，降水估计精度优于80%，洪涝水体面积提取精度优于85%，滑坡、泥石流的类型识别精度优于95%；研发了相应灾害链的综合灾损评估技术，可快速评估灾区城镇居民用地、农田、道路、人口的灾害损失，精度优于70%；集成开发了巨灾链灾害遥感一体化快速处理与分析原型系统，实现监测、预警与灾情分析的一体化集成。相关成果在中国气象局、国土资源部、水利部的灾害监测业务中发挥了重要作用。

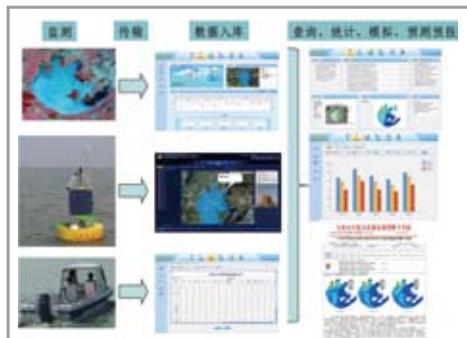
湖泊富营养化过程监测与水华灾害预警技术研究与系统集成 南京地理与湖泊研究所提出蓝藻水华越冬、复苏、早期暴发和引发湖泊生态灾害的敏感性指标，制定了表征蓝藻水华从发生到致灾全过程的监测指标体系，建成了拥有18座自动监测站的覆



◆ 中国现代冰川分布图

蓝藻水华预测预警系统及显示平台

盖北太湖的水质在线监测平台，研发了基于卫星遥感影像监测、地面在线监测和人工辅助监测三位一体的蓝藻水华发生预警模型和预报系统。该系统已在太湖区域进行了近三年示范运行，发布预测预警报告140多期，预测精度80%以上。相关工作为保障太湖供水安全提供了有力的科技支撑，提升了我国湖泊水质监测的技术水平和自主创新能力。



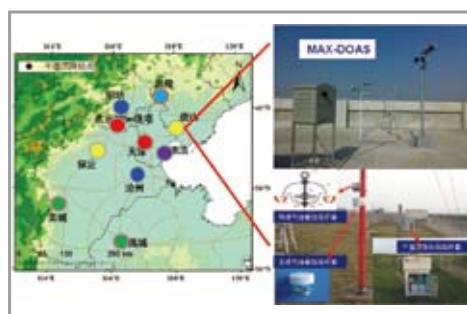
AOA /AOB amoA 基因在不同 CsCl 密度梯度上的DGGE 图谱

土壤中，AOB对氨氧化起主导作用，AOA的贡献不明显；在氮素水平低、 $\text{pH} < 4.5$ 的酸性土壤（如红壤）中，AOA能固定 ^{13}C - CO_2 进行自养生长，是该土壤中硝化作用的主要驱动者，首次为古菌参与土壤硝化作用提供了直接证据。进一步研究阐明了不同土地利用模式和施肥条件影响AOA、AOB的组成和数量，揭示了通过环境条件的改变调控微生物生态功能的可能性。主要研究成果在PNAS等发表。

京津冀大气污染干湿沉降研究 生态

京津冀区域大气污染干湿沉降观测网络

环境研究中心、大气物理研究所、安徽光学精密机械研究所等针对京津冀城市群开展区域环境复合污染立体观测技术和设备研究，研发地基多轴差分吸收光谱仪（MAX-DOAS）等用于大气污染在线监测的自主知识产权技术和设备，实现污染物多参数连续自动在线监测。集成近地面雷达观测、遥感数据监测以及地面实测等大气环境监测设备和技术，建立了京津冀大气干湿沉降通量观测网络，覆盖京津冀地区25万平方公里，涵盖多种生态类型，已联网运行三年，首次实现京津冀区域污染气体、多环芳烃、重金属等干/湿沉降化学同步观测。系统估算京津塘地区大气污染物N、S、PAHs、重金属干湿沉降通量及化学组成的时空变化，为区域污染物协同减排提供科学参考。



二恶英控制技术与示范 生态环境

研究中心针对金属冶炼最大的钢铁行业，研发采用焚烧阻滞、活性炭吸附和高效除尘的联合控制技术，将烟气中二恶英类浓度降低80%以上，每吨烧结矿增加的运行成本远低于国外相关技术，依托上海宝山钢铁集团132 m²烧结机，建造了我国首个行业减排二恶英类的技术示范。针对我国垃圾焚烧，制定了第一个国家标准，开发通过向焚烧烟气中引入金属氧化物阻滞剂从根本上抑制二恶英类生成的新技术，依托山东泰安800吨/天生活垃圾焚烧发电厂建设二恶英类阻滞示范工程并稳定运行，尾气排放稳定低于国际上最严格的欧盟焚烧烟气排放限值0.1ng TEQ/Nm³，具有显著的社会效益。



◀ 复极式感应电凝聚设备系统

复极感应电化学水处理技术 生态

环境研究中心依据电化学特有的氧化、絮凝、气浮及还原过程，研究了复极感应电产生自由基和电产絮体技术原理，建立了水中污染物赋存形态相匹配的电化学水处理模块化及集成技术，开发出系列电极材料和电化学反应器，实现批量化制造和生产，针对不同水质特点及技术需求，形成高效低运行成本的电化学特色工艺。该电化学净水技术及工艺已在车载式污水处理及回用、饮用水直接净化、工业废水处理等方面众多移动式和固定式水处理设施建设中成功转化应用，近三年实现减排重金属1260吨，减排COD 2800吨，节约用水1500万吨，取得重要社会效益和环境效益。



◀ 山东泰安生活垃圾焚烧二恶英类污染控制示范工程

高技术领域

圆满完成神舟八号与天宫一号对接相关任务 中科院作为应用系统牵头单位，主要任务是利用天宫一号目标飞行器和神舟八号飞船空间实验支持能力开展相关科学实验和应用研究。在天宫一号目标飞行器上，空间应用系统安排了地球环境监测、空间材料科学实验和空间环境探测等领域应用任务。利用我国光谱和空间分辨率综合指标最高的空间高光谱成像仪，开展地质调查、资源勘查、土地荒漠化评估、水文生态监测，以及环境污染成分和污染源头的监测分析等方面工作；还开展了复合胶体晶体生长实验，这是我国首次以“遥影像”方式直接获取科学实验信息、数据。在神舟八号飞船上，利用返回舱资源开展了17项中德合作空间生命科学实验，其中中方10项、德方6项、中德合作1项。还承担了照明、光学成像、激光导引等近30项关键部件的配套任务。

完成“蛟龙号”声学系统、控制系统研制和保障任务 2011年7月“蛟龙”号载人潜水器完成5000米级海试，最大下潜深度5188米，创造我国载人深潜新纪录。中科院作为蛟龙号7000米级载人潜水器主要研制单位之一，承担了蛟龙号声学系统和控制系统的研制和技术保障任务。声学系统为蛟龙号载人潜水器提供了深海水声通信、地形地貌探测等功能。其中，水声通信机实现了对载人潜水器状态的远程实时监控和水下作业图片传输，在国际同类潜水器中功能和性能居领先水平；高分辨率测深侧扫声纳可同时获得高分辨率海底地形图和侧扫图，达到国际先进



天宫一号高光谱成像图 ▶

水平。控制系统实现了精确悬停定位和长距离全自动航行的功能。精确悬停定位功能在国外载人潜水器上还未见实现。

完成嫦娥二号任务及其拓展性试验 2011年6月，嫦娥二号完成对月球的探测任务。8月25日，准确受控进入日地拉格朗日L2点环绕轨道开展拓展性试验任务和空

间环境科学探测任务。9月15日，成功获取从172万公里外深空传回的第一批科学探测数据。11月中旬，制作完成嫦娥二号7米分辨率全月球影像图，专家审定认为其在数据处理和制图过程中得到严格、有效的质量控制，在空间分辨率、影像质量、数据一致性和完整性、镶嵌精度等方面优于国际同类全月球数字产品，达到目前全月球数字影像图的国际最高水平。中科院在嫦娥二号的科学探测及其拓展性试验任务、科学探测数据的接收处理、VLBI测定轨任务以及高分辨率月球影像图制作等标志性科学成果等方面发挥了重要作用。

工业无线网络技术成为IEC正式国际标准 2011年10月14日，经国际电工委员会（IEC）成员国投票，由沈阳自动化研究所牵头研究制定的工业无线网络技术标准WIA-PA提案，成为正式IEC国际标准，标志着中国已成为工业无线领域技术领先的国家之一。这将有助于降低企业相关产品生产和使用的风险，保障产业安全，扩大我国相关领域自动化产品所占据的市场份额，为工业化和信息化的融合提供高端解决方案，促进我国工业节能减排目标的实现。

高密度三维系统级封装技术取得新突破 微电子研究所首次成功实现“龙芯”CPU国产化封装产品。该CPU封装体为500 I/O的WB-BGA结构，其中芯片时钟频率为800MHz，压焊点819个，超出公认打线数量极限50%以上，焊盘间距仅60微米。该技术填补国内空白，达到国际领先水平。目前，微电子所已联合南通富士通微电子股份有限公司，成功实现“龙芯”系列CPU百万量级批量生产。



▲ 蛟龙号载人潜水器

研制我国首款自主8Mb的PCRAM试验芯片 上海微系统与信息技术研究所研制出我国首款自主8Mb的PCRAM试验芯片，存储单元成品率达99%以上，经语音演示，证实该芯片可实现读、写、擦等存储器全部功能。上海微系统所通过该款存储器研制，已成功建立与国际同步的45nm PCRAM技术平台，目前拥有300多项（其中授权80项）相关核心专利，涵盖从材料、结构工艺、设计到测试的芯片生产全部流程，标志着我国在非易失性存储器领域的研究跨入国际领先行列。

建成国际上首个“虚拟过程工程”平台 2011年10月，过程工程研究所初步建成国际上首个“虚拟过程工程”平台（VPE 1.0）。该平台基于先整体、后局部的“EMMS”计算模式，采用耦合CPU+GPU的多尺度高性能计算设备，致力于对典型工业装置内的复杂多相流动与

国际上首个“虚拟过程
工程”平台 ▶



传递过程的三维快速高精度模拟，并通过对装置的高精度测量与数字化定量控制以及对测量数据的高性能处理，实现数值模拟与实验系统的实时数据交互及其相关结果的三维动态显示，以缩短工业装置的设计周期，并为装置运行的在线优化、事故预警与分析及操作人员培训等提供前所未有的手段。

世界首座全超导变电站并网运行 电工研究所承担研制的世界首座超导变电站甘肃省白银市正式投入电网运行。变电站运行电压等级为10.5kV，集成了

1MJ/0.5MVA高温超导储能系统、1.5kA三相高温超导限流器、630kVA高温超导变压器和75米长1.5kA三相交流高温超导电缆等多种新型超导电力装置，可大幅提高电网供电可靠性和安全性、改善电网供电质量，并有效降低系统损耗、减少占地面积。这是目前世界上唯一的配电级全超导变电站，创造了多项世界和中国第一，在核心、关键技术上获得近70项完全自主知识产权，集成我国超导电力技术近10年来最新、最先进的研究成果。它的运行标志着我国超导电力技术取得重大突破。

100吨/日污泥循环流化床一体化焚烧示范工程 由工程热物理研究所研发的100吨/日污泥循环流化床一体化焚烧示范工程在杭州七格污水处理厂顺利通过72小时试运行考核，标志着我国城市下水污泥的焚烧处置技术自主研发能力和技术水平的一次重大提升。该示范工程是我国首台在单一装置内成功实现城市下水湿污泥焚烧放热与干化完全耦合的焚烧工艺系统装置，与目前先干化再焚烧炉的分体污泥焚烧技术相比，不仅

超导变电站内部全景 ▼



系统简单、设备紧凑、投资成本低，而且运行能耗大幅降低，可将污泥处置费用降低到适合在国内推广的水平，为我国城市下水污泥的减量化、稳定化、无害化处置提供切实可行的解决方案。

0.5MW染料敏化太阳电池中试线建成 合肥物质科学研究院等离子体物理研究所联合铜陵中科聚鑫太阳能有限公司，在安徽铜陵市“铜陵科技创业园”建设的0.5MW染料敏化太阳电池中试线完成整体调试和贯通。该中试线生产的太阳电池面积大于 300cm^2 ，最高效率6%，产品成品率不低于90%。这是国内第一条全部自主创新的染料敏化太阳电池中试线，其建成标志着我国染料敏化太阳电池研发和产业化进程开始步入新阶段。

合成气制低碳混合醇新型催化剂及配套工艺技术 山西煤炭化学研究所研发的“合成气制低碳混合醇新型催化剂及配套工艺技术”完成超过1200小时的中试稳定运转。本技术采用新型铜铁基催化剂，在温度200–260°C，压力4.0–6.0MPa，空速2000–4000h⁻¹的温和反应条件下，CO转化率大于80%，C²⁺高级醇选择性大于50%，低碳混合醇时空产率大于0.23Kg/Kgcat.h，各项工艺性能指标居国内领先水平。研发团队联合河南煤业化工集团和荷兰壳牌石油公司，摒弃传统高温、高压的苛刻合成反应条件和使用贵金属高成本工艺过程，定向开发由合成气制高附加值化工混合醇和燃料添加剂的技术路线，在较低的反应压力和温度下，获得较高的醇收率和C²⁺醇选择性，实现合成气的低碳高效转化，具有替代目前合成气制甲醇工艺技术的应用前景。



▲ 0.5MW染料敏化太阳电池中试装置

液流电池储能型电动汽车充电站应用示范 由大连化学物理研究所和大连融科储能公司联合设计开发的50kW太阳能发电和60kW/600kWh全钒液流电池储能联合供电系统，已应用于大连市友谊街电动车充电站。这种全新的“太阳能–储能型”电动车换电站引入太阳能绿色清洁电力，降低了电动车充电站对电网的依赖，实现能源多样化。全钒液流储能电池系统一方面避免电动车大电流充电对电网的直接冲击，另一方面实现谷电峰用，降低了换电站的运营成本。在非常时期，充电站可以作为临时电站为重要部门和设备供电。该充电站为未来电动汽车充电站的发展提供了新模式。

石墨烯的可控制备、物性与应用探索 金属研究所、上海微系统与信息技术研究所、上海硅酸盐研究所等7个研究所，在石墨烯的可控制备、理论研究和物性表征以及在电池、柔性显示、太赫兹探测、气体传感器、复合材料方面的应用取得突破性进展，有力推动了石墨烯领域的发展和实

用化。发展了多种石墨烯制备方法，制备出高质量石墨烯三维网络体材料—石墨烯泡沫、毫米级石墨烯单晶、单批次公斤级高质量石墨烯及在六方氮化硼基体上制备出高质量的石墨烯，并发明了石墨烯的无损转移方法。研制出一系列高性能动力锂离子电池石墨烯复合电极材料，显著提高了其循环和倍率性能，实现了复合正极材料的百公斤级中试生产；石墨烯作为太阳能电池透明电极，在CdTe电池上电池效率达到12.1%；石墨烯—环氧树脂复合材料用于船轴用绝缘传扭材料，显著提高了复合材料的力学性能。

金属和合金的腐蚀防护技术形成系列国家标准 金属研究所负责制定的国家标准《GB/T 25834—2010金属和合金的腐蚀钢铁户外大气加速腐蚀试验》和《GB/T

24513.2—2010金属和合金的腐蚀室内大气低腐蚀性分类第2部分：室内大气腐蚀性的测定》获国家标准化管理委员会批准并正式发布实施。该标准可表征对金属和金属覆盖层在存储、运输、安装或操作使用期间有影响的低腐蚀性的室内大气环境，根据标准试样受到的腐蚀作用来确定室内大气腐蚀性分类，并规定了适合作为室内大气腐蚀性评价基础的重要参数。该标准实施后，可广泛应用于钢铁户外耐蚀性快速评价，尤其可为新钢种的耐蚀性提供规范化评价方法。

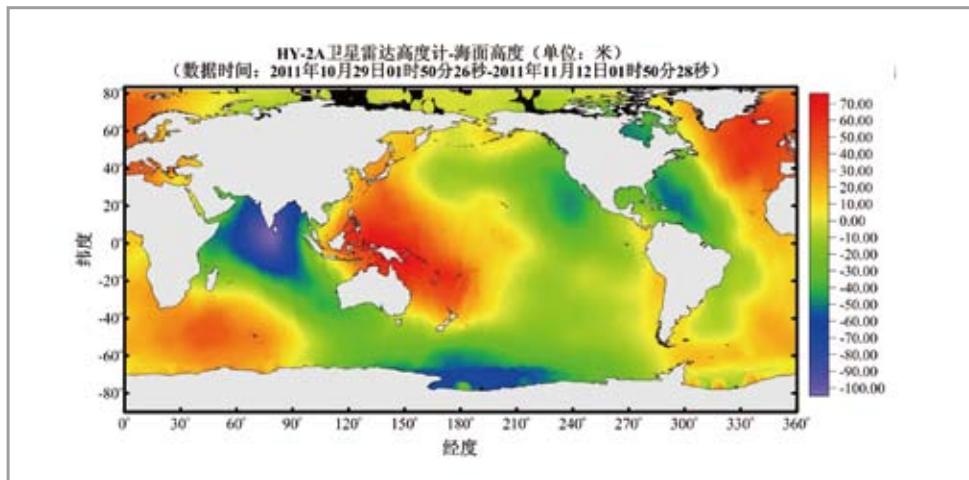
二甲苯氧化制对苯二甲酸工业应用

实验完成 2009—2011年，大连化学物理研究所与大连天翼信息科技有限公司合作研制的新型催化剂，在中石油乌鲁木齐石化公司进行工业应用实验，规模为10万吨/年。建立了催化剂连续进料撬装装置。连续开车运行结果表明，该催化剂可使氧化反应体系中的溴用量降低40%，催化剂中钴、锰金属离子用量降低14%，醋酸溶剂消耗减少4公斤/吨。对下游产品的跟踪显示，产品质量得到提高。该技术可显著降低催化剂中钴、锰、溴等消耗，对于减轻溴的腐蚀和污染排放、降低生产成本具有重要意义。利用该技术已生产精对苯二甲酸产品15万吨。预计3年内，将完成150万吨/年规模的自主产权技术工艺包，完成150万吨/年装置规模的工业应用技术，为化纤产业的技术升级和节能减排提供技术支撑。

子午工程空间环境探测取得系列重大成果 子午工程已完成全部建设任务，建成93台套监测设备，2011年5月7日成



10万吨级工业试验装置 ▶



◀ 雷达高度计测量海面高度图

功发射探空火箭；通过试运行，子午工程已成功获取我国空间环境监测的第一手探测数据，数据文件超过350万份，总计1.2TB；空间天气探测初见成效，3月11日监测到日本大地震后的电离层强烈扰动；多次观测到我国上空空间环境对太阳风暴的响应，并于8月6日监测到自2007年以来最强烈的磁暴事件；利用子午工程探测数据开展的“天宫一号”和“神舟八号”发射期间空间天气预报、现报或警报，为其成功发射保驾护航。美国刊物*Space Weather*认为子午工程是一个“雄心勃勃、影响深远、非常震撼”的项目。

海洋二号卫星成功发射并通过在轨测试 2011年8月16日6时57分19秒，海洋二号卫星发射升空。中科院在海洋二号任务中承担了星上主要有效载荷的研制任务。雷达高度计是一个发射频率为 $13.58\text{GHz} \pm 320\text{MHz}$ 和 $5.25\text{GHz} \pm 320\text{MHz}$ 的双频雷达高度计，采用脉冲有限工作方式测量海面高度、有效波高及风速等海洋基本

要素，其设计测高精度为4cm；校正辐射计包括18.7GHz、23.8GHz和37GHz三个频率的微波辐射计，灵敏度小于0.4K，与高度计同程观测，负责对高度计观测路径上大气水汽引起的信号延迟进行校正。雷达高度计和校正辐射计于9月1日开机，设备工作正常。经用户在轨测试，雷达高度计测量海面高度、有效波高和风速产品各项指标和校正辐射计测量数据的各项指标满足要求，得到用户好评。2012年1月18日，海洋二号卫星在轨测试评审通过，与会专家和领导对海洋二号卫星在轨工作状态和取得数据的反演工作给予高度评价。