

科研进展

超高密度信息存储研究获系列进展

不断完善纳米信息存储材料的功能是当今信息科学的重要研究方向。这类材料需具备更高的存储密度、更快的开关速度及更高的稳定性和重复性。其中,对有机功能纳米材料及纳米级电导相变研究,因其独特的结构和电光可控等优异特性而倍受人们的关注。物理所高鸿钧研究组及其合作者,在纳米信息存储材料与稳定重复的超高密度信息存储研究方面取得一系列进展。

与化学所张德清研究员等合作,首次在 Rotaxane 分子固态薄膜中实现了分子导电性的转变和超高密度信息存储。通过 STM 针尖在 Rotaxane 分子薄膜上施加电压脉冲,在分子尺度上诱导了两个数量级的导电特性转变,在薄膜上重复记录了尺寸为 3—4nm 的信息点。研究还发现了 Rotaxane 分子具有非常稳定的电导相变特性。这些结果显示了 Rotaxane 这种有机功能分子在固体中也同样具有可逆电导转变特性,为超高密度信息存储研究提供了一类新型的材料。部分结果发表在近期的 *J. Am. Chem. Soc.* 上。2005 年 11 月 17 日的 *Nature Materials* (www.nature.com/materials)作为亮点对其进行了报道和高度评价。

与化学所宋延林组合作,新近设计合成了一类物理化学性质稳定、具有强电子给体和受体的有机分子 TDMEE,并系统地研究了 TDMEE 的薄膜生长特性和纳米点信息存储特性。初步的理论研究结果表明:信息点的产生主要来源于外电压诱导的分子间电荷转移导致的导电性的改变,薄膜中分子有序的给体-受体反平行排列,有利于这种电荷转移。这一结果为分子电子器件的材料设计和结构控制提供了一条新思路。相关研究结果发表在近期出版的 *Advanced Materials* 上。

此外,该研究组利用等离子体溅射 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 基底的方法,在未使用任何模板和催化剂的条件下,首次成功地制备了大面积高定向的一维 Fe_3O_4 “纳米金字塔”阵列。同时,给出了这种新奇纳米金字塔结构可能的生长过程和形成机理。该研究对高密度信息存储和纳米结构的磁性具有重要意义。部分结果发表在 *Advanced Materials* 上。

基于碳纳米管和 D-A 型有机分子的纳米整流器研究取得重要进展

由化学所有机固体重点实验室刘云圻研究员、朱道本院士承担的“基于碳纳米管和 D-A 型有机分子的纳米整流器”被国家自然科学基金委评为特优项目。该课题合成了具有 D-A 结构的有机分子,制备了多种一维纳米结构,利用 LB 技术和 STM 技术组装了分子整流器,利用具有分子内纳米结的碳纳



米管和串珠状碳纳米管制备了纳米整流器。组装了逻辑电路和制备了场效应晶体管。在开启电压、整流比、场效应迁移率等方面取得了突破。课题在研期间,发表专著 4 章;论文 39 篇,其中发

* 收稿日期:2005 年 12 月 31 日

表在影响因子(IF)大于6的杂志上论文6篇、影响因子3—6的杂志上论文16篇;获授权发明专利3项,申请发明专利7项。该研究引起了国际同行的关注,得到了好评。应邀在 *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*(纳米科学和纳米技术百科全书)、*Adv. Mater.*、*Adv. Colloid Interface Sci.*等期刊上发表论文,全面系统地介绍了该课题的相关工作。

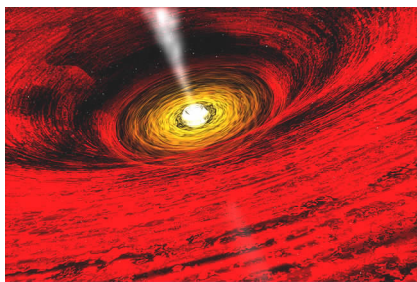
最近,他们在基于碳纳米管的场效应晶体管研究领域取得新进展,首先制备了氮掺杂的多壁碳纳米管,然后利用聚集离子束技术制备了基于单根碳纳米管的场效应晶体管。还详细研究了碳纳米管和铂电极间的接触特性。该研究的成功为进一步开展碳纳米管器件化研究奠定了基础。有关研究成果发表在近期出版的 *J. Am. Chem. Soc.*上。

中外天文学家首次高精度测得英仙臂距离



上海天文台徐烨博士与南京大学天文系郑兴武教授、美国哈佛-斯密松宁天体物理中心 Mark Reid 博士、德国马普射电天文研究所 Karl Menten 教授合作,用世界上分辨率最高的射电望远镜,精确地测定了离地球约 6 370 光年一个大质量分子云核的距离和运动速度。它是迄今为止,在天文学中精确测定的最远天体的距离。通过对这个分子云的距离和速度的精确测定,解决了在天文学里银河系漩涡结构中离太阳最近英仙臂距离的长期争论;其结果有力地证明了银河系密度波理论。研究成果发表在 2005 年 12 月 9 日出版的 *Science* 上。四位科学家给出的结果意味着人类能够首次直接测量银河系的大小和它的运动学,对精确测量宇宙的大小和年龄具有重要的意义;另外该项观测技术对精密射电天体测量的潜在意义也得到了天文学家的高度评价。

天文学家发现银河系的中心存在超大质量黑洞的证据



上海天文台沈志强研究员领导的国际天文研究小组,利用国际先进的甚长基线干涉阵(VLBA)于 2002 年 11 月 3 日成功获得了 Sgr A* 在 3.5 毫米波长上的首个图像,并进而确定该源的真实直径与地球轨道半径相当。也就是说,这个至少 40 万倍于太阳质量的 Sgr A* 所占区域的直径只有 1.5 亿公里,由此推断出的最小质量密度比任何目前已知的黑洞候选者的密度都要大 1 万亿倍以上,为“Sgr A* 是超大

质量黑洞”的物理解释提供了有力的证据。这是天文学家第一次观察到距离黑洞中心如此近的区域。该研究成果发表在 2005 年 11 月 3 日出版的 *Nature* 上。路甬祥院长在贺信中对该工作给予高度评价:你们的工作使得人类朝着从观测上证明黑洞的真实存在又迈出了重要步伐,是我国在黑洞物理的天文观测研究领域取得的重要进展,是我院实施知识创新工程以来天文领域取得的一项重要成果。

科学家发现受体信息传递和药物作用的新途径

上海生命科学研究院裴钢研究组和复旦大学马兰研究组,几年前在研究中偶然观察到阿片类药物与细胞膜上阿片受体结合后能促使 β 抑制因子从细胞浆快速迁移到细胞核内,两个研究团队围绕这一现象展开了合作研究,发现进入细胞核的 β 抑制因子能够引起染色体重构并诱导药物靶基因的激活,从而对细胞功能产生长期的调节作用。这一出人意料的新功能揭示了受体信息传递和药物作用的一条崭新途径,标志着我国受体信号转导和分子药理学研究已经走向国际学术最前沿。研究成果发表在 2005 年 12 月 2 日出版的国际权威杂志 *Cell* 上。三位审稿专家认为,中国科学家的这一原创性研究“描绘了一条新的信号传递通路并发现了 β 抑制因子新的、意想不到的功能”、“是 G 蛋白偶联受体信号转导研究的一项重大进展”和“一项影响面很宽、将引起广泛关注和轰动的研究成果”。同期 *Cell* 杂志还在“前沿”专栏里刊登了国际著名细胞生物学专家马克·卡荣教授等为我国科学家这一发现所写的长达 3 页的评介。

该科研成果目前已经申请了发明专利。这项具有我国自主知识产权的新发现为开发治疗各种复杂疾病的药物提供了新的策略和靶点,具有重要和广阔的应用前景。

神经系统疾病研究新成果

上海生命科学研究院徐天乐科研小组及其合作者中科院昆明动物所徐林研究员以及徐州医学院张光毅教授合作,在研究中发现,ASICs 不仅可以单独介导缺血性细胞损伤,而且还可以作为谷氨酸受体下游信号通路的一部分,被谷氨酸受体激活的钙调素依赖的蛋白激酶 II 所磷酸化。ASIC1a-478 和 ASIC1a-479 位的丝氨酸被磷酸化后,可以进一步放大 ASICs 的细胞毒效应。研究成果发表在 2005 年 11 月 23 日出版的 *Neuron* 上。得到了三位审稿人的高度评价,认为“这是一项做得很完美的研究,大大拓展了我们对缺血过程中谷氨酸受体和 ASICs 协同作用的认识”。这一发现揭示了 ASICs 是介导缺血性神经细胞损伤的重要分子,为发展新型神经保护药物提供了新的理论依据和分子基础。中风等脑缺血性疾病,已经和冠心病、肿瘤等一起成为当今世界上严重威胁人类健康的三大因素之一,尤其在急性脑血管疾病的发病率、死亡率明显高于冠心病。因此了解缺血性神经元损伤的机制将有助于对缺血性脑损伤性疾病的预防和治疗。尽管离体的实验结果提示,谷氨酸受体介导的兴奋毒效应在缺血性细胞损伤中起着重要的作用,但由于谷氨酸受体的拮抗剂在神经组织、心血管等方面具有较强的副作用而没有在临床上得到广泛运用。因此寻求谷氨酸受体以外的治疗靶分子一直是神经系统新药研发的关键。

科学家首次人工繁殖成功云贵水韭

昆明植物所植物园成晓副研究员等经过多年的研究及数十次的繁殖实验,日前成功地为濒危拟蕨类植物开发出了一套人工繁殖技术。科研人员利用该技术,现已首次成功在我国人工培育出中国一级保护野生植物——云贵水韭。水韭属为水韭科唯一生存的子遗属,而云贵水韭(*Isoetes yunguiensis* Q.F.Wang et W.C.Taylor)在中国分布极窄,为中国特有种。上世纪 60 年代以前,在云南



中国科学院

昆明黑龙潭及松花坝水库有一定数量的分布,并可能是在云南省的唯一分布点。此后,由于修筑水库、挖池塘、放牧等人畜的较大影响,适于它生存的环境逐渐缩减,致使该资源遭到了严重的破坏,现在几乎已销声匿迹。云贵水韭的人工繁殖成功,对有效地保护濒危拟蕨类植物和生物多样性持续利用有着重要的意义。该课题组科研人员在研究探索对具有极高药用价值的濒危拟蕨类植物蛇足石杉人工条件下的繁殖工作方面,目前也已取得了初步结果。

天然免疫研究取得重要进展

天然免疫是机体抗细菌、抗病毒和抗肿瘤等的第一道防线,天然免疫功能的损伤或丧失会导致多种严重疾病的发生。细菌脂多糖(LPS)是细菌致病的主要成分之一,可通过干扰肝脏重要的天然免疫细胞——枯否氏细胞而引起爆发性肝炎。中国科技大学生命科学学院田志刚教授领导的课题组发现,用人工合成的双链 RNA(poly I:C)预处理,可以显著降低由细菌脂多糖注射引起的肝衰竭,动物试验证明,可大大降低小鼠的死亡率。进一步研究表明,poly I:C 可作用于枯否氏细胞中的 Toll 样受体 3(TLR3),降低同一细胞上 Toll 样受体 4(TLR4)的表达,进而使细菌脂多糖失去作用的靶点,因为枯否氏细胞上的 TLR4 是细菌脂多糖的结合位点。该研究成果发表在 2005 年 11 月 22 日出版的国际著名学术刊物 *PNAS* 上。该杂志的审稿人指出,研究工作“第一次描绘了 TLR3 和 TLR4 之间的交叉对话,会吸引肝脏学家和免疫学家的共同兴趣。”

目前国际上对 TLRs 调节的研究很多,但主要集中在 TLRs 的类似物或者 TLRs 下游的一些蛋白分子。该研究在国际上首次揭示 TLRs 受体之间的调节关系,对天然免疫系统的深入探讨有一定指导意义,同时也对爆发性肝炎的发生机制有了进一步的了解,为爆发性肝炎的防治提供新的思路。

解决养猪业对环境污染研究获突破

亚热带农业生态所印遇龙博士领导的项目组研究的“猪氮磷营养代谢调控及环境安全技术研究与应用”通过了由湖南省科技厅组织的鉴定。专家组一致评价该成果整体达到国际先进水平,其中氮、磷营养代谢的评定方法体系及其规律研究达到国际领先水平。

成果内容包括:创建了研究动物营养代谢与优化调控的 5 个关键评定方法体系,克隆了 5 个猪肾脏与肠道的磷、氨基酸转运的基因;阐明了猪氮(氨基酸)、磷的代谢规律和碳水化合物对其影响的机制、生物活性物质调控氮与磷代谢的作用机理及调控技术;构建了猪饲料氮(氨基酸)、磷真消化率数据库及预测模型、生长猪需要量参数和低氮、低磷猪饲料配方技术的一套环境安全营养技术体系;研制出绿色环保饲料和饲料添加剂产品 5 个系列(其中国家一类新型饲料添加剂 1 个),形成名优产品 15 个。已发表论文 156 篇,其中 *SCI* 收录 40 篇,专著 2 部,申请了 4 项国家专利(已授权 1 项);成果已推广应用于 1 092 万吨猪饲料生产,累计新增产值 97.55 亿元,新增利润 11.47 亿元,产生社会效益 33.84 亿元,减少向环境排放 15 万吨氮、8 600 吨磷。

我国首台高温超导限流器并入电网试验运行

由中科院电工所、中科院理化技术所、湖南省电力试验研究院、湖南省电力公司、四川亚西低温设备公司、湖南省娄底市电业局等单位联合研制成功我国首台三相高温超导限流器。通过各种试验,已在湖南省娄底市电业局高溪变电站投入试验运行。这是继瑞士、德国之后世界上第

三台并入实际电网试验运行的高温超导限流装置。截止到目前,该高温超导限流装置已经安全稳定运行超过了4个月,并先后经受两次短路故障的考验。试验运行表明,该高温超导限流装置不仅能大大减少短路故障电流,而且具有响应速度和恢复速度快、正常态压降小的优点,其主要技术性能指标均达到了国际先进水平。该项目于2005年12月2日,通过了中科院组织的专家验收。

该高温超导限流装置的研究开发集中了国内超导技术、低温工程与技术、电力电子、电力系统等方面的优势力量。在高温超导限流器的原理和核心技术上取得了自主知识产权,并提高了高温超导限流器的灵活性,使之能适应多种应用要求。

高温超导限流器作为一种有效的短路电流限制装置,在发生短路故障时,能够迅速将短路电流限制到可接受的水平,并具有正常态阻抗小、响应速度快、自动触发和自动复位等优点,被认为是目前最好而且也是唯一行之有效的短路故障电流限制装置。它的应用,不仅可以大大提高电网的稳定性、改善供电的可靠性和安全性、增加电网的输送容量、改善电能质量,而且还可以显著降低断路器的容量、大大降低电网的建设成本和改造费用、延长电气设备的寿命,其市场前景非常广阔。

车载X波段全相参多普勒偏振气象雷达出厂

由大气物理所研制的“车载X波段全相参多普勒偏振气象雷达系统”日前通过了出厂验收。该雷达系统采用双通道发射和接收体制,并与微波辐射计有机结合,成为一部具有国际先进水平的多参数气象雷达系统,实现了雷达波双路发射和双路接收、单路发射和双路接收、单路发射和单路接收加微波辐射计工作,以及微波辐射计单独工作四种功能。发射机采用全相参体制,数据处理部分采用进口的数字中频接收机和信号处理器,可同时接收两个通道的回波信号,较好地保证了通道的一致性;微波辐射计接收机采用数字增益自动补偿方案,以补偿微波辐射计系统增益波动的影响,保证系统增益的稳定。该雷达系统布局合理,雷达系统分天线舱、主机舱、工作舱,充分考虑操作人员工作环境的安全和舒适,结构设计富于人性化。

这套多参数气象雷达系统不仅具有测量气象目标的强度、速度和谱宽信息的新一代多普勒天气雷达功能,而且还具有定量分析粒子形状、相态、尺度谱、排列取向等重要的微物理场信息的多种偏振(双线偏振、圆偏振和椭圆偏振)及径向路径累积雨水总量信息的微波辐射计功能;既能探测云和降水的宏观结构,又能探测云和降水的微观结构;不但能探测到云和降水的流场特征,还能探测到云和降水粒子的相态、形状和空间取向;可更精确地遥感探测云和降水含量分布。机动性能好,便于外场观测使用。可为我国中小尺度天气系统的发生发展机理和三维宏观观测结构和演变特征,尤其是云-降水宏微观物理和动力学探测研究、人工影响天气作业指挥和效果评估等提供更加先进的探测手段和重要的观测资料。

光纤激光相干组束研究取得新进展

高功率光纤激光的相干组束技术是实现高功率高亮度固体激光系统的重要技术途径,它可以在提升光纤激光系统总功率的同时,保持良好的光束质量,从而使输出激光的亮度大大提高。上海光机所楼祺洪研究员领导的研究组,成功实现了两束光纤激光的相干组束,获得了连续波18.3W的锁相光纤激光输出,相干耦合效率达80%。该实验结果已达到国际同类技术所获得的



最高功率输出。该研究组采用共用谐振腔技术实现对两个光纤激光的相位锁定,实现了两束光纤激光的相干耦合输出。其所采用的激光器为上海光机所采用国产掺镱光纤自行研制的双包层光纤激光器。在实验中,观测到稳定的、高对比度的干涉条纹。该研究组将进一步优化腔结构参数,力争实现更高功率水平的相干耦合输出。

我国第一台强流 RFQ 加速器制造成功

高能物理所加速器中心自主设计建造了我国第一台强流 RFQ 加速器,其设计技术指标超过美国散裂中子源和日本 J-PARC 的 RFQ 加速器,列居世界前列(能量 3.5MeV,平均流强 3mA)。目前,这台 RFQ 加速器已经完成安装和真空预抽(已达到 5×10^{-5} Pa),并开始进行高频老化(已达到 120kW)。2005 年 9 月 18 日,科技部组织了专家对该课题进行了验收,专家组认为,该课题自主设计建设了强流 RFQ 加速器,为开展强流束物理研究创造了条件;同时也使我国掌握了强流 RFQ 加速器的核心技术。

强流 RFQ 加速器的成功建成,标志着我国在 ADS 研究中迈出了重要的一步,也是我国在强流质子直线加速器领域的第一步,为我国散裂中子源项目的立项起到了积极的推动作用;另一方面,它也使我国在国际上相关领域占有一席之地。

植物修复技术取得重要成果

由地理科学与资源所主持的“863”课题“重金属污染土壤的植物修复技术与示范”于 2005 年 11 月 4 日通过了由科技部组织的验收。

该课题在首席科学家、地理科学与资源所环境修复中心主任陈同斌领导下,先后组织我院地理科学与资源所、土壤所、生态环境中心、植物所和教育部的中山大学、浙江大学、中国农业大学、同济大学、华南农业大学等单位的 60 多名研究人员,对植物修复的核心技术进行攻关,并集成与植物修复相关的环境科学、地理学、土壤学、植物栽培、生物技术、营养施肥、植物学等多学科理论和方法,形成了具有应用前景的植物修复成套技术。该技术不仅填补国内空白,在国际上也居领先水平。

该研究小组通过对全国 20 多个省市的大规模野外调查、室内分析和盆栽试验,从 1 000 多种植物、5 000 多个植物样品中筛选和鉴定出 16 种重金属超富集植物及一批潜在的超富集植物。通过近 5 年的研究与实践,开发出 3 套具有自主知识产权的土壤污染风险评估与植物修复成套技术,并在湖南郴州、浙江富阳和广东乐昌的砷、铜、铅污染土壤上建立了 3 个植物修复示范工程。该研究开发出的植物修复成套技术包括超富集植物育种、栽培、管理、施肥、微生物和化学调控剂等配套措施或优化工艺,课题组已解决了植物修复工程应用的各项基本技术,并针对不同污染程度和污染类型开发出相关的辅助技术。其中,湖南郴州砷污染土壤植物修复示范工程(占地 1 公顷)是世界上第一个砷污染土壤植物修复示范工程,目前已稳定运行了 4 年时间。课题组建立的铜、铅污染土壤植物修复示范工程也取得重要进展。

课题的相关技术已经获 3 项专利授权,同时还申请发明专利 20 多项,在国内外权威期刊发表论文 40 余篇,培养了一批植物修复领域的科技人才和学术带头人,带动了国内相关单位的植物修复研究工作,对我国植物修复领域的迅速发展也起到重要推动作用。该成果技术含量高、实用性强、应用前景广阔,受到国内外同行和企业界的高度关注,并在社会上引起较大反响。应地

方政府和工矿企业的邀请,已在广西、云南、广东等地开始进行前期示范性的推广工作,以探索解决当地的土壤污染问题。

工程材料表面超疏水性能研究取得新进展

兰州化学物理所的刘维民研究员和郝京诚研究员共同领导的研究小组,通过湿化学刻蚀和表面化学修饰的方法,在工程材料铝及其合金表面制备出类似荷叶表面结构的超疏水性能表面。相关结果发表于近期出版的 *J. Am. Chem. Soc.* 上。该工作得到了审稿人的高度评价,认为用如此简单的方法在工程材料表面制备出具有稳定的超疏水性能的表面,是非常让人感兴趣的,也是超疏水研究领域的一大拓展。

该研究首次用一种简单方法在工程材料表面制备出稳定的超疏水性能表面,代表了今后超疏水研究领域的一个重要研究方向。该超疏水性能表面同时具有耐酸碱性,为工程材料在苛刻环境和条件下的使用提供了理论依据和技术基础。同时具有稳定的超疏水性能表面的工程材料有望作为一种良好的润滑材料使用在摩擦学领域。

创新“三次”采油材料与技术

在油藏的开发历程中,注水开发是补给地层能量,提高石油采收率的最经济和具有效的手段。由于我国油藏大部分属于陆相沉积,含油饱和度相对较低,储层分散,渗透率级差大,因此,注水开发往往形成水相大型渗流通道,注入水不能在油藏中有效地推动原油,很快地从油井流出,形成无效循环,致使油井含水上升很快,造成水淹。

“三采”技术是提高石油采收率、充分利用和挖掘老油田现有资源、稳定石油产量的重要手段,对国民经济稳定健康发展和国家经济安全具有重要的现实意义。针对我国主力油田大部分进入高含水(90%以上)和高采出程度(20%—35%)的特点,理化技术所研究员吴飞鹏领导的光聚合与高分子材料研究组经过3年的艰苦努力,研制了系列基于聚合物纳微米凝胶的机械弹性实施油藏地层渗透率调整的纳微米逐级深部调驱材料,取得了良好的实验室评价效果和现场效果。

目前该材料和技术已经进行了多个不同地质条件和开发程度的现场实验,结果表明,该材料可以进入油层地层深部至少几十米,甚至上百米,在地层深部形成有效的封堵,对应油井含水明显下降,最高达到20%以上,产量大幅度提高,地质对应单井原油产量提高幅度达到300%,有效期已经超过7个月,还会更长。

该技术的研发,为我国“三采”技术提供了一条崭新的技术路线,为油田的注水开发提供了可靠、高效、经济的提高采收率途径,是我国老油田改造和稳产的重要技术手段之一。目前,该技术已经得到相关油田的高度重视,可望从“十一五”开始大规模地得到推广和实施,为我国的石油工业做出贡献。



中国科学院