

# 科研进展<sup>\*</sup>

## 科学家提出金属诱导下半导体表面再构的普适电子计数模型

物理所博士研究生张立新与导师王恩哥研究员及薛其坤、张绳百、张振宇研究员合作,在大量第一性原理计算和进一步与实验结果比较的基础上,提出了一个“普适电子计数模型”(Generalized Electron Counting Model)。这一理论模型的建立为人们深入探索金属诱导下半导体表面发生再构时的规律,甚至为进一步探索掺杂纳米团簇的形成过程,同时对研究它们相应的物理性质开辟了新的途径。相关结果发表在美国 *Phys. Rev. Lett.* 上。

## 我国最大单体超导磁铁研制成功

超导磁铁技术在国民经济和人口医疗卫生方面有广泛的应用,比如核磁共振等。由高能所研制的大型粒子探测器北京谱仪 III(BESIII)超导磁铁,成功励磁到 1 万高斯,是地球磁场的 2 万倍,电流强度达到 3 368 安培,最大储能达到 1 000 万焦耳。测试结果显示,其主要性能达到设计指标。它的研制成功标志着我国超导技术的巨大进步,是北京正负电子对撞机重大改造工程 BEPCII 建设的重要里程碑。BESIII 超导磁铁是北京谱仪的关键部件之一,为北京谱仪提供大口径、高强度的均匀磁场。主要包括超导线圈、低温恒温器、冷物质及电磁力悬挂支撑结构和阀箱等,采用国际主流的单层线圈内绕工艺,强迫氦两相流冷却技术,通过专门设计的阀箱与氦制冷机相连接,实现远距离控制。

## 宽禁带半导体氮化镓低维结构研究取得重要进展

氮化镓具有优良电子输运性能和窄的能带,是制造新型高频太赫兹通信光电子器件的理想材料。特别是高质量 InN 纳米结构的生长,可使其在制作基于量子效应的量子器件方面成为可能。半导体所材料科学重点实验室科研人员首次提出了氢致“自催化”方法,并生长出氮化镓的六角对称纳米花结构。此种新颖纳米结构材料以前从未被人们所知,该项研究成果不仅对于深入认识 InN 的生长机理、光学和电学物理性质有重要的科学意义,同时对于合成 InN 新颖的纳米器件结构具有实用价值。详细结果发表在近期出版的美国 *Phys. Rev. Lett.* 上。该成果一经发表,就在国际上产生了巨大影响。*Nature* 网站在其自然纳米技术栏目将其作为 2006 年 9 月第一周的研究亮点,并以“纳米结构:说它是花”为题专门撰写评论进行重点报道。

## 量子通信领域又获重大突破

中国科大合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟、杨涛、张强等在量子通信研究领域再获重大突破。他们首次成功地实现了复合系统量子态的隐形传输,首次成功地实现了六光子纠缠态的操纵。研究成果以封面文章形式发表在十月出版的 *Nature* 杂志的子刊

<sup>\*</sup> 收稿日期:2006 年 10 月 31 日

*Nature·Physical* 上,这是我国科学家首次在该杂志发表封面文章。复合系统的量子态隐形传输的实现为各种实用化的量子信息研究开创了新的起点,对于容错量子计算、量子中继、普适量子纠错等重要研究方向具有极其深远的影响。为此,在近期发表的 *Nature* 杂志研究亮点栏目中对该工作进行专门报导,称赞潘建伟等人的实验成果是“在大尺度量子通信研究中取得的长足进展”。此前,潘建伟教授先后在 *Nature* 杂志发表了 8 篇论文,在 *Phys. Rev. Lett.* 杂志发表了 29 篇论文,在国内外学术界具有广泛影响并被高度评价。

### 中日科学家在羊八井宇宙射线观测站获得重要研究成果

为探索宇宙射线的奥秘,我国科学家在半个世纪以来付出了长期艰苦的不懈努力,并在上个世纪 90 年代初在我国西藏自治区拉萨市西北约 100 公里处的羊八井建成了国际上著名的宇宙射线观测站。依据在羊八井宇宙射线观测站“西藏大气簇射探测器阵列”所获得、积累近 9 年之久的近 400 亿观测事例和实验数据的系统分析,高能物理所中日  $\text{Asy}$  合作组获得有关高能宇宙线各向异性以及宇宙线等离子体与星际间气体物质和恒星共同围绕银河系中心旋转的最新结果,这些实验观测结果为研究宇宙射线起源、加速、和传播等问题提供了宝贵的实测信息,并为银河系大尺度磁流体密度波和同步辐射侦测手段的进一步研究提供了重要的实验依据。研究成果发表在 10 月出版的 *Science* 上,这些实验观测的前沿进展被审稿人誉为宇宙线研究领域中“里程碑”式的重要成就。

### 我科学家发明制备半导体多晶纳米管新方法

上海硅酸盐所朱英杰研究员带领的课题组发明了一种生物分子辅助纳米晶定向自组装新方法,巧妙地利用含多功能基团的生物分子在室温下成功地制备出一系列铅的硫族化合物( $\text{PbS}$ ,  $\text{PbSe}$ ,  $\text{PbTe}$ )半导体多晶纳米管。所制备的铅的硫族化合物多晶纳米管表现出了明显的量子限域效应,在红外成像、红外激光器、半导体红外探测、光敏电阻器、太阳能电池和热电器件等领域具有良好的应用前景。该方法的主要优点是简便、快速、成本低、产率高、无需使用表面活性剂、可在室温下大量制备。该方法不仅为铅的硫族化合物纳米管的设计和可控制备提供了一条新的途径,而且对其它材料体系纳米管的设计和制备也具有启发作用。该研究工作发表在 10 月德国出版的 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。期刊的审稿人对该工作给予了高度评价,“作者很好地展示了定向组装方法如何应用于合成重要的铅的硫族化合物半导体纳米材料,这种模板方法在文献中属首次报道,是一篇很有价值的工作……”

### 中德科学家合作发明多抗原配体图谱技术

蛋白质是细胞最重要的结构成分,参与几乎所有的生命活动过程。在细胞“社会”里,蛋白质“公民”的一举一动都备受科学家关注,传统的研究方法是追踪其行迹,一次只能“排摸”几个或十几个蛋白质。如,寻找与疾病相关的蛋白质靶点,需研究许多张病理切片。德国马格德堡大学的瓦尔德·舒伯特教授与上海生命科学研究院马普计算生物学所所长德乐思教授及合作者,应用多维自动荧光显微技术,让蛋白质的拓扑结构在显微镜下快速“现形”。在同一张病理



切片上,科研人员可以同时跟踪上百个蛋白质,不仅将它们在活细胞中的三维分布尽收眼底,而且能掌握它们互相之间的复杂关系。他们还运用 MELK 技术分析癌症、慢性疼痛和牛皮癣三种疾病,得到了大量的复杂数据,并发展了处理这些复杂数据的基本理论概念和计算方法。研究成果显示,MELK 技术可用于识别人类疾病的新诊断标记,寻找治疗靶标,确定组成蛋白质网络的蛋白的定位。研究成果以封面文章发表在 *Nature Biotechnology* 上。

### 东北地区农业水土资源优化调控机制与技术体系研究通过验收

中科院知识创新工程重大项目“东北地区农业水土资源优化调控机制与技术体系研究”,于2006年9月4—5日通过了专家验收。该项目于2002年启动,由东北地理与农业生态研究所牵头,联合生态环境研究中心、沈阳应用生态所、吉林农业大学等7个单位联合承担。4年来,在东北地区水土资源保护型农业生产体系和水土资源可持续利用的粮食安全保障体系研究方面取得了重要创新成果。他们通过对东北地区粮食主产区农业水土资源状况和演变趋势的分析,构建了东北粮食主产区典型县农业土地资源数据库系统,提出了东北地区农业土地资源潜力综合评价应用模型和农业水资源可持续利用评价指标体系,构建了农业水土匹配系数,提出了东北地区商品粮基地建设布局和农业水土资源优化配置的初步方案。在研究过程中,共发表论文240篇,其中SCI及EI 39篇,出版专著7部;申请专利41项,已授权15项;审定大豆新品种1个;获吉林省和黑龙江省科技进步奖一等奖3项、二等奖2项。

### 贵州瓮安生物群获得新研究成果

由南京地质古生物所客座研究员肖书海、研究员周传明、袁训来参加的来自美国、中国、英国、瑞典、澳大利亚和瑞士6个国家15位科学家所组成的研究小组,采用光学显微镜、扫描电子显微镜和透射电子显微镜等研究手段,特别是利用了X-射线断层扫描摄影这一最新技术,对产自中国贵州瓮安距今约5.8亿年前的磷酸盐化动物胚胎化石进行了深入研究,揭示了胚胎细胞中的肾形亚细胞结构可能代表了细胞核、纺锤体或其他细胞器,而胚胎细胞中分散的球状体结构可能代表了一些有膜包裹的细胞质泡、脂质或卵黄粒。而用传统的技术手段,研究人员不可能数清超过8细胞阶段的胚胎化石的细胞个数。研究成果以“新元古代动物胚胎的细胞和亚细胞结构”为题发表在10月出版的 *Science* 上。

### 我国首台固氮保护传导冷却高温超导磁体系统研制成功

电工所超导磁体及强磁场应用研究组成功地研制出我国首台固氮保护的传导冷却高温Bi2223超导磁体系统。该系统的核心是采用制冷机直接冷却超导磁体,打破了超导磁体必须采用低温流体浸泡冷却的传统冷却方法,为超导技术的实际应用开辟了一个新时代。系统可提供的最大磁场为4.1 T,运行电流为145 A,磁体的充电速率达到2.54 A/s。在制冷机关闭之后,超导磁体还可以继续运行大约26小时。目前,该系统已经在实验室顺利通过了各种性能的测试,系统运行稳定。该系统的研制成功使得我国跻身于固氮保护传导冷却高温超导磁体研究开发的国际先进行列,对于促进我国的超导技术实用化进程具有重大现实意义。

## “实践八号”育种卫星传回清晰显微图像

由上海技物所研制的“实践八号”育种卫星留轨舱微重力试验平台,成功搭载了两套空间生命科学试验装置,其中,细胞培养箱用于研究空间环境对转干细胞胚胎发育的影响,植物培养箱用于研究空间密闭生态系统中高等植物的生长发育。“实践八号”卫星于2006年9月9日成功发射,8小时后下传的直采遥测数据显示:



两台设备运行稳定、工作正常。9月10日上午6点,获得了下传的高清晰显微图像。目前世界上只有美国、俄罗斯和中国三个国家成功地进行了卫星搭载“太空育种”。但是,以往这些种子只是“搭”着别的用途的卫星上天,种子的数量和种类都很少。这次我国发射的专门用于育种实验的返回式卫星,在世界上也属首次。

这两套空间生命科学装置是由上海生科院植生生态所承担的“空间密闭生态系统中高等植物生长发育研究”,这是我国首次在空间进行的高等植物生长发育过程的实时图像观察实验,采用了显微图像观察技术、空间植物培养技术、培养环境控制技术与生物目标观察固定技术等。此次空间微重力条件下高等植物从种子萌发、幼苗生长、到开花授粉等生理状况实时图像数据的获得将为植物的重力生物学与空间植物生理生态学研究增加新的内容,为空间生命支持系统提供重要的技术依据。

## 科学家研制出首台基于FP标准具的直接接收测风激光雷达系统

由安徽光机所承担的中科院知识创新工程领域前沿项目“基于Fabry-Perot标准具(简称FP标准具)的直接接收测风激光雷达系统”于近期通过鉴定。该项目是我国首个具有自主知识产权可以实时探测大气风场的基于FP标准具的直接接收测风激光雷达系统。它的成功研制将福荫气象、机场、国防等诸多领域。该项目从2003年7月启动,至2006年6月完成,其间曾在民航大学、安徽省气象局进行了相关的外场实验,试验获取的实时径向风场数据充分验证了系统的稳定性和可靠性。

鉴定委员会认为:基于FP标准具的直接接收测风激光雷达系统是我国第一个采用双边缘频率检测技术的测风激光雷达系统。该系统突破了多项关键技术,系统具备探测高度10公里,垂直距离分辨率30米,风速测量精度高于2m/s的能力。其系统技术在国内领先,技术指标达到国外同类系统的先进水平。

## 校企合作制备出稀土镁合金汽缸盖

长春应化所与一汽集团合作成功地研制出一种耐热、抗蠕变的稀土镁合金汽车汽缸盖,并应用在重卡汽车460马力发动机上,从而结束了我国重卡汽车零部件没有镁合金材料的历史。经检测,该汽缸盖各项性能达到或部分超过国外同类产品水平。镁合金具有重量轻、高比强度、高比刚度、抗震动、低噪音、良好的阻尼性和优异的铸造性等优点,被誉为“21世纪的绿色金属结构材料”和最被看好的铝合金替代品。目前,他们已批量生产重卡汽车460马力稀土镁合金汽缸罩盖15072件,其性能达到或超过国外同类产品水平,产品合格率达90%以上。为进一步加快稀土镁合金的产业化进程,长春应化所在中科院、长春市科技



中国科学院



局、长春高新区等部门的支持下,正在建设年产 100 吨的稀土镁中间合金和年产 1 000 吨稀土镁应用合金的产业化示范基地。拟通过 3 年左右时间,将该基地建成世界一流的稀土镁中间合金和稀土镁合金产业化基地。

### 龙芯 2E 通用处理器性能达“奔四”

由计算所承担的国家“863”计划项目“龙芯 2 号增强型处理器芯片设计”(即龙芯 2E)于 2006 年 9 月 13 日通过验收。验收专家组认为龙芯 2E 高性能通用 CPU 芯片在单处理器设计方面已达到国际先进水平,是具有自主知识产权的 CPU 芯片。龙芯 2E 通用 64 位处理器是祖国大陆地区第一个采用 90 纳米设计技术的处理器。该处理器最高主频达到 1.0GHz,峰值运算速度达到每秒 40 亿次双精度浮点运算。计算所还与其它单位合作,先后开发了基于龙芯系列 CPU 芯片的多种应用系统,包括低成本电脑、第二代机顶盒等。已在包括政府办公、数字电视、农村信息化、工业控制等领域开始试点应用,并与国外著名企业签署了授权生产销售协议。龙芯 2E 处理器将于 2006 年底以前上市。

### 青藏铁路工程与多年冻土相互作用及其环境效应研究通过验收

由寒区旱区环境与工程所牵头主持,15 家单位的 120 多位科研人员联合攻关的知识创新工程重大项目——“青藏铁路工程与多年冻土相互作用及其环境效应研究”的 7 个课题通过专家组评审验收。验收专家组认为,7 个课题都出色地完成了任务书所确定的各项任务,达到各项考核指标,验收资料齐全,组织管理规范,经费使用合理,研究成果原创性强,工程实效显著,对青藏铁路建设起着重要作用。

该项目是在青藏铁路上马之际,为破解多年冻土、高原缺氧和生态脆弱这三大世界难题,于 2001 年启动的。项目组根据长期在青藏公路、青康公路的科学实践积累,大胆创新,以“空间换时间”的思路在国际上创造性地提出了“冷却路基、降低多年冻土温度”的主动保护多年冻土的设计新思路,完全改变了传统的被动保护多年冻土的设计思想,为青藏铁路工程建设提供了科学依据,有效解决了青藏铁路建设中的一些重大技术难题。

### 全超导核聚变实验装置首次成功放电

我国自行设计、研制的世界上第一个全超导非圆截面托卡马克核聚变实验装置(EAST),于 2006 年 9 月 28 日在首轮物理放电实验的过程中成功获得电流超过 200 千安、时间接近 3 秒的高温等离子体放电。目前放电实验还在进行中,各项实验参数在不断提高。这标志着世界上新一代超导托卡马克核聚变实验装置已在中国首先建成并正式投入运行。

EAST 实验装置是国家“九五”大科学工程,由合肥物质科学研究院等离子体所承担。2000 年 10 月正式开工建设,2005 年底完成了主机总装以及各分系统的研制和安装工作,2006 年初成功进行首次工程调试。在这次首轮物理实验放电中首次成功获得了高温等离子体放电。鉴定组专家认为:该项大科学工程已经全面优质地完成了所有指标。EAST 的科学目标是通过实验研究为未来建造稳态、高效、安全的托卡马克类型的聚变反应堆提供重要的工程技术和物理基础。EAST 装置集全超导和非圆截面两大特点于一身,且具有主动冷却结构。它能产生稳态的、具有先进运行模式的等离子体,国际上尚无成功建造的先例。EAST 的建设使中国聚变研究向前迈出了一大步。目前,EAST 已经成为一个吸引各国优秀

聚变科学家来我国进行广泛、重要国际合作研究的先进的实验平台,受到全世界聚变界的高度重视。

### 我国科学家首创超导离子源国际纪录

由近代物理研究所承担的中科院知识创新工程重大项目“超导高电荷态电子回旋共振(ECR)离子源”最近通过了技术鉴定,首次创造了高电荷态离子束流强度国际纪录。包括7位院士在内的专家鉴定委员会认为,该超导高电荷态 ECR 离子源的核心创新点是,采用了不同于传统的 ECR 离子源的磁体结构,把产生轴向磁镜场的螺线管线包置于径向六极铁的内部,并采用“冷铁”结构,具有适合高电荷态离子产生、约束和引出的三维最小 B 磁场位形。该超导 ECR 离子源的研制成功,将大幅度地提升兰州重离子加速器的综合性能。该离子源可应用于国内外各种重离子加速器装置,也可单独应用于科学实验,具有重要的科学意义和应用前景。专家鉴定委员会主任方守贤院士指出,该项目全面完成了项目计划任务书中所规定的各项要求,在高电荷态离子束流强度指标方面创造了多项国际纪录,是当前世界上性能最好的高电荷态 ECR 离子源之一,在高电荷态 ECR 离子源技术方面处于国际领先水平,对 ECR 离子源技术发展起到了引导作用。

### 我国有望大幅度提升石油勘探技术水平

上海微系统所研制出的石油勘探 MEMS 加速度传感器,日前在镜泊湖山区进行了野外试验。试验结果表明,基于 MEMS 加速度传感器的数字检波器达到实用水平,与传统检波器相比,具有更好的动态范围(大于 80dB)与频响特性(大于 200Hz),在精细勘探方面有良好的应用前景。基于 MEMS 加速度传感器的新一代石油勘探装备在石油勘探行业推广应用后,不但可发现新的油气资源,使探明的石油储量上一个台阶,而且还可提高老油田的油藏回采率,同时也可为在国外寻找油气资源提供强有力的技术保障。

我国对石油地震检波器需求量巨大,全国三大石油公司下属地震勘探队伍超过 100 个,检波器总使用量约 500 万只,恶劣的野外作业条件使检波器的年更换率高于 15%,而引进一套 MEMS 检波器的成本为 1 000 美元。所以开发基于 MEMS 加速度传感器的数字检波器,对于提升石油勘探行业的技术水平具有重要的社会和经济效益,对于保持我国经济的高速、持续和稳定发展具有重要的战略意义。

### 我国建成世界第一条氯代苯酐生产线

长春应用化学研究所与大连瑞泽农药股份有限公司合作,在大连建成了世界上第一条由邻二甲苯经过氯气氯代、空气气相氧化和异构体分离步骤合成氯代苯酐的年产 500 吨规模的生产线,解决了我国聚酰亚胺生产原料的重大课题,并大大降低了生产成本。氯代苯酐是聚酰亚胺的重要原料。聚酰亚胺是目前使用温度最高的高分子材料。它以薄膜、塑料、黏合剂等结构材料的形式在航空、航天、交通、船舶制造及机电工业中得到广泛的应用;同时又以分离膜、光刻胶、液晶取向剂和光电材料等功能材料形式在化学工业、微电子、液晶显示等方面得到越来越广泛的应用。我国除了以均苯二酐为原料的薄膜有数百吨产量外,其它种类的聚酰亚胺产量不到 10 吨,仅为美国的千分之一,且价格高昂。



中国科学院