

科研进展*

量子计算研究获重大突破

中国科大微尺度物质科学国家实验室杜江峰研究组与香港中文大学刘仁保教授合作,通过电子自旋共振实验技术,在国际上首次通过固态体系实验实现了最优动力学解耦,极大地提高了电子自旋相干时间。该成果发表于10月29日出版的*Nature*上。审稿人认为“该工作有效地保持了固态自旋比特的量子相干性,对固态自旋量子计算的真正实现具有极其重要的意义”。同期“新闻与展望”栏目还发表的评述文章指出:“量子系统不可避免的信息流失局限其现实的应用。然而杜江峰与其同事的研究表明,通过精巧的脉冲控制,使得固态体系环境对电子量子比特的不利影响被降到最小,从而大大减少了量子体系中量子信息的流失。他们所使用的量子相干调控技术被证明是一种可以帮助人们理解并且有效对抗量子信息流失的一个重要资源,取得的研究进展的重要性在于极大提升了现实物理体系的性能,从而朝实现量子计算迈出了重要的一步。”

退相干对量子自旋霍尔效应的影响研究取得新进展

物理所凝聚态理论与材料计算实验室研究员谢心澄、孙庆丰和博士生江华、成淑光在前期的工作基础上,进一步研究了退相干对量子自旋霍尔效应的影响。他们把退相干分成两类来考虑:一类是普通退相干,即载流子仅仅丢失位相记忆,但保留自旋记忆;另一类是自旋退相干,即载流子既丢失位相记忆也丢失自旋记忆:普通退相干对量子自旋霍尔效应几乎没有影响,但自旋退相干急剧影响量子自旋霍尔效应,破坏纵向电导的量子化。他们还发现纵向电阻随样品长度线性增加而基本上不依赖于样品宽度的变化,这些特性也与实验结果很好符合。另外,他们进一步引入一个新的物理量,即一个新的自旋霍尔电阻,并发现该自旋霍尔电阻也能表现出量子化平台的特性。研究结果表明,该自旋霍尔电阻的量子化平台对两种类型的退相干都不敏感。也就是说,该量子化平台在宏观样品中也能被观测到,所以它能全面反应量子自旋霍尔效应的拓扑特性。该工作发表在*Phys. Rev. Lett.*上。

高频势阱原子波导研究取得重大进展

上海光学精密机械所量子光学重点实验室王育竹研究组经过多次艰苦探索,建立了我国第一套集光、机、电为一体的精密可调的高频微型势阱和波导实验装置,包括:超高真空系统、光学系统、激光稳频系统、电磁机械系统、高分辨超冷原子成像系统和计算机程序控制系统等。与上海光机所精密光电测控研究与发展中心合作,研制了一套消像差成像系统,用于对高频势阱囚禁的冷原子的成像探测。在这个实验装置上,首先实现了冷原子团穿越直径2毫米的金属铜小孔,并把冷原子团转移到了射频阱区域,转移距离约40毫米,原子

* 收稿日期 2009年10月31日

数目达到几百万个,为实现高频势阱创造好了条件。通过对系统的优化和射频网络的匹配,该小组实现了高频势阱对超冷原子云的囚禁和导引。通过改变高频场对原子跃迁频率的失谐量,不但可以导引弱场追寻态原子,而且可以导引强场追寻态的原子,导引的原子数峰值约 300 万个。

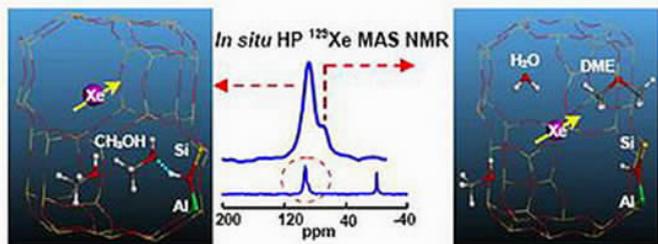
高频势阱导引超冷原子研究的重要进展为实现原子芯片高频势阱、微型原子激光器的连续运行和物质波干涉研究打下了基础。高亮度的相干原子束对高精度精密测量、物质波刻蚀、物质波成像技术和原子光学研究具有潜在的应用价值。原子激光如同激光在光学应用中一样,具有根本性的重要意义,高频势阱囚禁冷原子实验成功对于开展物质波的相干操控迈出了重要的一步。

我国科学家在中红外强场物理前沿研究中获重要新发现

上海光机所强场激光物理国家重点实验室徐至展院士、程亚研究员,武汉物理与数学所波谱与原子分子物理国家重点实验室柳晓军研究员,以及中国工程物理研究院北京应用物理与计算数学所陈京副研究员等合作,利用该重点实验室新近建成的可调谐中红外波段的超强超短激光平台,开展了强场原子阈上电离的实验与理论的深入研究,从实验中发现了中红外新波段(例如 2 000nm 波长)强光场中,原子的阈上电离电子能谱在低能端出现了令人惊异的峰状(甚至双峰)新结构,并进而揭示了长波长条件下长程库仑相互作用起了重要作用。该项原创性发现发表在 *Phys. Rev. Lett.* 上。审稿人对该工作做出了高度评价:“……这是一个十分有趣并引人关注的课题,因为我们目前大部分关于强场电离的知识都是基于 800nm 波长的测量结果。而在长波长条件下,仅仅有非常少量的数据存在。这项工作的主要成果是令人惊异地发现了电子能谱低能端的峰状结构……作者令人信服地解释了他们的实验结果……报告了在长波长条件下强场电离中发现的一个令人瞩目的新效应……该效应的发现具有重大意义……毫无疑问,该稿件和我们最近在 *Nature Physics* 上发表的论文报告了同样的效应……和我们几乎是同时投稿……我认为编辑有强有力的理由决定尽快发表该篇论文。”

纳米限域研究取得新进展

分子在纳米孔道限域环境中扩散和反应显示了非常独特的物理化学特性,理论工作者已经进行了大量的计算和模拟。大连化学物理所包信和研究组(502 组)在自行研制的一套与固体核磁共振仪耦合的动态催化反应系统中,采用激光诱导超极化 ^{129}Xe 技术,首次在模拟催化反应条件下直接观察到了甲醇分子在孔径为 0.8nm 的 CHA 分子筛孔道扩散和脱水过程,并精确获得了分子扩散和反应的动力学参数。相关方法和实验结果以研究论文形式(Article)发表在最近一期的 *J. Am. Chem. Soc.* 上,被认为是“一种对纳米孔催化反应研究具有



中国科学院

重要意义”的发明。

我国超导高电荷态 ECR 离子源研究获重大进展

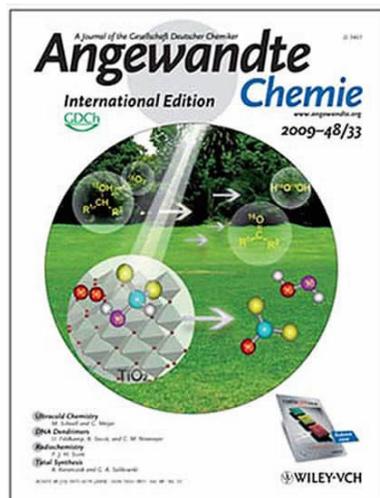
近代物理所赵红卫研究组经过优化设计和集成创新,突破了国际上沿用 20 多年的传统 ECR 离子源磁体结构,独创了一种把产生轴向磁镜场的螺线管线包置于径向六极铁内部的“冷铁”超导磁体结构,在世界上首次研制成功了具有原创结构的超导高电荷态 ECR 离子源(SECRAL)。该离子源在 18GHz 微波频率和 18GHz 与 14.5GHz 双频微波工作模式下先后产生了高电荷态离子束流强度的多项世界记录,近期又在 24GHz 微波频率下再次创造了多项高电荷态离子束流强度的世界记录,如 455 微安 Xe²⁷⁺, 152 微安 Xe³⁰⁺ 等,这些离子束流强度大大超过美国贝克利实验室 28GHz 超导 ECR 离子源 VENUS 的结果。目前已有多个国外著名实验室表示要与近代物理所合作,拷贝或购买该所研制的超导 ECR 离子源。在近期召开的第 13 届国际离子源大会上,赵红卫的报告被国际同行评价为最受瞩目的特邀报告,赵红卫等 4 人被授予 2009 年度国际离子源领域最高奖项“明亮奖(Brightness Award)”,以表彰他们近几年来在超导高电荷态 ECR(电子回旋共振)离子源领域取得的杰出成就和做出的巨大贡献。

我国气象学家关于东亚季风研究获新成果

大气物理所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室李建平研究组与夏威夷大学气象系的合作者研究发现,春季北大西洋涛动(NAO)信号有助于提高东亚夏季旱涝的季节预测能力。他们将厄尔尼诺和春季北大西洋涛动作为影响因子,建立了东亚夏季风季节预测经验模式。通过与 14 个国际一流气候模式集合预报结果的对比分析,发现就东亚夏季风年际变化而言,该经验模式具有和这 14 个气候模式 MME 相当的预报能力。由于该经验模式的预报因子不仅简单而且都是实时观测的变量,因此,它为东亚夏季风实时季节预报提供了一个的新工具。该成果发表在 *J. Geophys. Res.* 上。10 月 15 日出版的 *Nature* 在 Research Highlight 栏目,以 Monsoon madness 为标题做了重点报道,肯定了该项研究的重要意义。

光催化机理研究获新进展

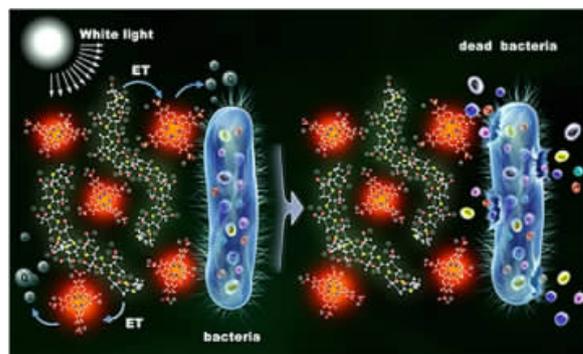
化学所光化学学院重点实验室的研究人员利用同位素标记等实验研究 TiO₂ 光催化氧化一级和二级醇为对应的醛和酮时,发现在光催化氧化过程中,醇分子中的氧原子完全被氧分子中的一个氧原子所置换(置换率 > 99%)生成相应的羰基化合物。这一结果与以往贵金属等催化氧化醇反应时醇羟基中氧原子被保留的机理完全不同。研究人员通过顺磁共振、氧同位素标记拉曼光谱、动力学同位素效应等实验,进一步提出了光催化反应氧原子交换机理。这一研究成果发表在近期的



*Angew. Chem. Int. Ed.*上,并被选为封面论文做了专门介绍。该研究结果有助于进一步理解 TiO_2 光催化机理细节和澄清学术争议,为制备新型光催化剂和调控光催化反应提供了科学依据。

利用共轲聚合物技术系统发展了生物检测与药物筛选新方法

共轲聚合物具有强的光捕获能力,可用来放大荧光传感信号,在医疗诊断、基因检测、环境监测等方面具有广泛的应用。化学所有有机固体重点实验室的研究人员以水溶性共轲聚合物作为新型荧光探针,实现了对疾病相关生物大分子(DNA与酶)的高灵敏与高选择性检测,建立了体外药物筛选的新体系。研究结果发表在*Angew.*



*Chem. Int. Ed.*上,该研究为多种物质的同时检测提供了新思路。他们与北京蛋白质组研究中心以及河北大学的科研人员合作,利用水溶性共轲聚合物荧光探针,通过控制能量转移过程,实现了76例病人基因样品中两个SNP位点基因分型的灵敏分析(*Nature Protocols*, 2009, 4, 984—991)。该方法既利用了单碱基引物延伸反应具有特异性的优势,又利用了共轲聚合物具有放大荧光传感信号所产生的高敏感性的独特优点,大幅提高了SNP基因型分辨的特异性和敏感性。

同时,他们在水溶性共轲聚合物探针用于药物筛选的研究工作也取得了系列进展。与美国加州大学圣巴巴拉分校的科研人员合作,利用水溶性共轲聚合物荧光探针,发展了以RNA-蛋白质复合物为靶点的药物筛选新体系,实现了抗HIV-1药物的高灵敏度筛选,研究结果发表在*Angew. Chem. Int. Ed.*上。应邀在*Chem. Asian J.*杂志发表综述文章,对近年来共轲聚合物作为探针在药物筛选中的新应用进行了综述,重点介绍了以核酸、酶、RNA-蛋白质复合物为靶点的药物筛选研究进展。他们还在DNA模板下通过PPV前体的原位聚合获得了新型荧光水溶胶,控制反应物比例实现了对水溶胶性质的调控,该体系可用于药物的释放监测研究,研究工作被选作“Hot Article”并以内封面的形式发表在*Chem. Commun.*上。他们设计合成了新型水溶性聚噻吩与卟啉分子并构建了聚噻吩-卟啉复合物,通过聚合物的强光捕获能力以及到卟啉分子的高效能量转移,提高了卟啉分子的活性氧产生效率以及对革兰氏阴性菌与阳性菌的抗菌活性,为发展新型的高效抗菌光敏剂提供了新方法,研究结果发表在*J. Am. Chem. Soc.*上。

超短碳纳米管电学性能研究取得进展

苏州纳米技术与纳米仿生所陈立桅研究组长期从事单壁碳纳米管的电学性能研究。在最新的工作进展中,他们利用介电力显微镜成像技术,克服了传统方法检测超细超短纳米材料电学性能困难。首次通过检测低频介电极化响应研究了不同长度单壁碳纳米管的导



中
国
科
学
院

电性能。研究表明,金属性单壁碳纳米管的电导率对长度的依赖性较大,而半导体性单壁碳纳米管则相对较小。经分析发现,单壁碳纳米管两端由于结构改变而存在固有缺陷,随着纳米管长度的减小,单位长度上的缺陷密度相应增加,而缺陷密度增加对金属碳纳米管电导率的影响远大于半导体碳纳米管。因此当金属单壁碳纳米管长度低于其电子平均自由程(1—2微米)时,电导率随长度的缩短而下降。该成果发表在 *Journal of Physical Chemistry C* 上,并被 *Nature* 出版社的 Asia Materials 网站报道。

多段异质纳米线/纳米管分支结构研究取得进展

由多段异质材料纳米线与纳米管联结组成的纳米结构,是纳米光电子器件的重要组成单元,这种结构在条形编码、光学读出、生物、催化、自组装和磁操纵等方面有广泛的应用前景。固体物理所孟国文研究组以分支形貌孔的氧化铝为模板,采用电沉积(生长纳米线)与化学气相沉积技术(生长纳米管)结合,获得了4种由纳米线/纳米管联结组成的复杂分支结构。在此基础上,他们在化学气相沉积前,用选择腐蚀技术腐蚀掉一小段纳米线,紧接着在纳米线的两端生长纳米管,从而构筑了3种由纳米管/纳米线/纳米管组成的3段异质分支纳



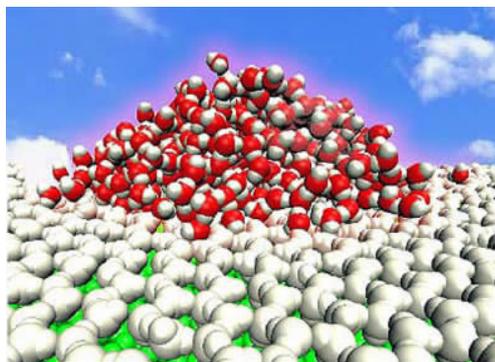
米结构。上述研究成果撰写的论文在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 网络版发表后,很快被 *Nature China* 作为 Research Highlights 以标题 *Nanoelectronics: Now at a junction* 报道。该论文发表在近期的 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上,并被选为该期的4篇重要论文之一。

单分子器件基础研究取得新进展

中国科大合肥微尺度物质科学国家实验室单分子物理化学研究团队继利用分子手术实现对单分子磁性控制后,再次成功地通过分子手术技术,将三聚氰胺分子从一种普通的化工原料转变为既有整流效应又有机械开关效应的新型功能人造分子,首次演示了在单分子器件上的双功能集成,为单分子器件的多功能化开辟了新的思路。这一研究成果发表在近期出版的 *PNAS* 上。

发现常温下固体表面的水层可以不亲水

上海应用物理所方海平研究员与其博士生王春雷等,通过理论分析水的特性,发现常温下的液态水在一个特定的表面上可以不亲水,即这层常温的水层是疏水的。他们运用分子动力学模拟发现水滴在一层单分子水层上的稳定存在。该项研究的表面具有非常特殊的性质——既排斥亲水基团(由于第一层水分子的疏水特性)又不吸附疏水



基团(由于固体表面的亲水特性)的特性,因此该表面具有一种特殊的抗污染功能,这对污水处理、海水净化、植入人体器官和船舶表面的抗污都非常重要。相关研究结果发表在 *Phy. Rev. Lett.* 上。

肝脏疾病相关蛋白质结构与功能研究获最新成果

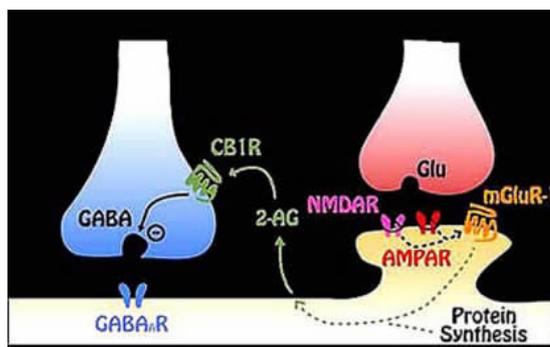
生物物理所刘志杰研究组发现了人源 5,10- 次甲基四氢叶酸合成酶 (Homo sapiens 5,10-methenyltetrahydrofolate synthetase 简称 hMTHFS) 的 4 种不同的复合物模型,其中包括 hMTHFS-ATP- 底物的反应中间态和产物的结构,首次向人们揭示了 hMTHFS 催化反应活性位点的组成、参与催化反应的重要氨基酸以及催化反应的详细过程。该项研究成果为后续的基于结构的药物设计提供了宝贵的结构信息,为癌症化疗和代谢疾病治疗的新药研制奠定了基础。该成果以封面文章的形式发表在 9 月 15 日出版的癌症研究方面的著名期刊 *Cancer Research* 上。

揭示非编码小 RNA 在自身免疫疾病中的调控作用

上海生命科学院裴钢研究组及合作者发现,一种非编码小 RNA (miR-326) 在 MS 病人的 CD4+ T 细胞中特异性上调,其表达水平与这些细胞中的 IL-17 的表达水平正相关。他们证实在实验性自身免疫脑脊髓炎(EAE)小鼠(MS 模型小鼠)中人为提高 miR-326 水平会加重 EAE 病情,而抑制该小 RNA 水平则能显著减轻病情。他们的研究发现,miR-326 通过直接抑制负转录调控因子 Ets-1 的表达,促进小鼠的外周淋巴结以及中枢病灶部位 TH-17 细胞的分化。该项研究不仅揭示了非编码小 RNA 在多发硬化症发生过程中的新机制,并且为包括 MS 在内的自身免疫疾病的治疗提供了可借鉴的新策略。10 月 19 日, *Nature Immunology* 于网络版在线发表了该研究成果,得到同行评审专家的高度评价。

研究发现维持神经网络电活动稳态新机制

上海生命科学院神经科学所章晓辉和蒲慕明两个研究组合作,通过脑片电生理记录,发现皮层内微小兴奋性突触活动的数小时缺失可以显著地减弱抑制性突触的功能,从而相应地减弱皮层环路中的抑制性。这个对抑制性突触的稳态调节依赖于内源大麻 (Endocannabinoid) 信号通路,以及由真核延伸因子 -2 (Eukaryotic Elongation Factor-2, eEF2) 介导的蛋白合成。



该研究的意义在于揭示了一种新的异突触机制调节皮层环路中兴奋性和抑制性之间的平衡(稳态),且发现了内源大麻 (Endocannabinoid) 信号参与稳态调节的新功能。该研究发现可能为未来药物干预神经活动异常提供新的思路和途径。研究结果发表在 10 月 21 日的 *Journal of Neuroscience* 上。



中国科学院

揭示灵长目疣猴亚科食性适应性进化遗传机制新认识

昆明动物所张亚平院士和云南大学研究员于黎,硕士研究生王小燕等对疣猴亚科 7 个属共 10 个代表物种的 RNASE1 基因进行系统和深入的研究,与以往只基于少量疣猴亚科代表物种的研究对比,该研究结果发现基于编码区、非编码区和基因全长构建的系统发育树都支持 RNASE1 基因重复发生在亚洲叶猴和非洲叶猴物种形成之后,即独立重复假说。而且,没有发现明显的基因转换证据,并不支持一次重复假说中提出的基因转换在疣猴亚科 RNASE1 进化中起重要作用的观点。此外,选择压力分析也在重复基因拷贝的祖先枝上检测到了正选择作用。而且,也检测到了以前研究中没有发现的正选择位点和平行替换位点,这为后续的功能实验奠定了基础。该研究结果不仅提供了更为清晰的疣猴亚科 RNASE1 基因进化模式,而且更全面了解了疣猴亚科物种独特的以树叶为食的适应性进化遗传基础。该研究结果已于 2009 年 9 月在线发表于 *Molecular Biology and Evolution* 上,该研究工作得到了国际同行的高度评价,认为“这项研究不只对疣猴亚科物种的研究非常重要,而且对于其它灵长类,以及更广的科学领域也尤为重要”。

“中国西南野生生物种质资源库科学目标”通过验收

由昆明植物所联合云南大学和昆明动物所承担建设的国家重大科学工程——“中国西南野生生物种质资源库的科学目标”,于 10 月 15 日通过了专家组的验收。专家组认为,通过 5 年建设,中国西南野生生物种质资源库共收集保存野生生物种质资源 8 444 种 74 641 份/株。其中,植物种子 4 781 种 31 199 份;微生物菌种 1 119 种 8 359 株;动物种质资源 354 种 13 805 份。种质资源圃收集保存野生种质资源 437 种 49 580 株(丛)。该项目建成了冷库 190 m²(高 3.6m)、干燥间 160 m²(高 3.6m)和 6 间步入式培养间等设施,达到了国际公认保存种子的“双 15”和 -20℃ 低温保藏指标;编制并验证标准规范 76 个;建立了种质资源信息共享管理系统。通过该项目形成了国际上有竞争力的野生种质资源保藏建设和研究团队。中国西南野生生物种质资源库已成为世界上两个按国际标准建立的野生生物种质资源保藏设施之一,产生了重要国际影响,将在人才培养、全球生物多样性保护、生物产业发展中发挥重要作用。

我国学者在鸟类起源研究方向取得重大突破

鸟类起源研究是进化生物学领域近年来进展最为迅速的方向之一,但涉及最早鸟类何时出现的兽脚类恐龙分异时间框架问题一直是最薄弱的研究环节之一。似鸟类恐龙化石记录在侏罗纪地层中的匮乏成为某些学者反对鸟类恐龙起源假说的最有力的证据之一。古脊椎动物与古人类所研究员徐星和侯连海与沈阳师范大学教授胡东宇及该校兼职教授、沈阳地质矿产测绘中心研究员张立君合作,在 10 月 1 日出版的 *Nature* 杂志上,报道了一件产于辽宁西部晚侏罗世早期髫髻山组的保存有羽毛的赫氏



近乌龙标本,代表了目前世界上最早的长有羽毛的物种,进一步支持了四翼恐龙的假说,胡东宇等提出了兽脚类恐龙分异的时间框架新假说,反驳了有关鸟类起源的“时间倒置”论,这一研究代表着鸟类起源研究的一个重大突破。

大容量钠硫储能电池研制获得重要突破

智能电网是目前国家电网的重点建设方向,储能技术是智能电网的核心技术之一。而钠硫储能电池因其容量大、体积小、能量储存和转换效率高、寿命长、不受地域限制等优点,非常适合电力储能使用。上海硅酸盐所与上海市电力公司合作,成功地研制出具有自主知识产权的容量为 650Ah 的钠硫储能单体电池,使我国成为继日本之后世界上第二个掌握大容量钠硫单体电池核心技术的国家。现已建成 2 兆瓦大容量钠硫单体电池中试生产示范线,合作双方计划在 2009 年底前成功研制百千瓦级的钠硫电池储能系统,并将进入 2010 年上海世博会展示。

该技术已得到科技部、上海市、中科院以及国家电网公司等领导的关注和肯定。目前,双方正在加紧筹划钠硫电池的产业化发展。有关专家建议,应关注智能电网发展趋势,尽快实现钠硫储能技术产业化,力争在国家电网中发挥技术引领作用,为我国新能源产业化结构调整提供有力技术支撑。

临近空间大气探测 Na 层测风测温激光雷达研制取得重要进展

空间科学与应用研究中心利用自主研制的临近空间 Na 层测风测温激光雷达,通过科研攻关,先后解决了 Na 激光雷达激光频率声光调制技术、单光子检测技术等多项关键技术,完成了系统调试工作。在 10 月 14 日夜的调试试验中,成功检测到了较强的来自 80—105km 的 Na 原子共振荧光信号,是 Na 层测风测温激光雷达研制取得重要进展的标志性事件。车载 Na 层测风测温激光雷达研制完成后,将与空间中心廊坊临近空间大气探测研究基地的瑞利/米多普勒测风激光雷达、FPI 风场干涉仪、大气重力波成像仪、中频雷达、流星雷达等先进设备一起,实现对 20—120km 大气进行综合探测,推动我国该领域地基探测研究进入国际先进水平,对我国中高层大气研究和临近空间开发利用等具有重要的意义。

我国全光纤激光器输出功率突破 1 000W

全光纤激光技术是目前备受科技界关注的研究热点之一,由于大功率全光纤激光器具有效率高、光束质量好、稳定性高、免维护等优点,它在工业加工和国防等领域得到了越来越广泛的应用,国内外许多研究机构竞相开展了全光纤激光技术的研究。西安光学精密机械所瞬态光学与光子技术国家重点实验室大功率光纤激光研究团队在全光纤激光技术研究方面取得重要成果,研制的全光纤激光器输出功率超过 1 000W,光-光转换效率达到 62%,这是目前国内在全光纤激光器研究方面达到的最高水平。这一最新研究成果的取得为进一步研制更大功率的全光纤激光器奠定了坚实的技术基础。



中国科学院