

2006 年中国重大科学进展

本刊记者 苏青

[摘要] 本着“分门别类、宁缺毋滥、叙述事实、以时有序”的原则,按“基础科学”、“生命科学”、“资源环境”和“高新技术基础研究”4个类别,遴选出2006年中国重大科学进展共30项,其中“基础科学”领域13项、“生命科学”领域7项、“资源环境”领域4项和“高新技术基础研究”领域6项。

[关键词] 科学;基础科学;生命科学;资源环境;高新技术基础研究;进展

[中图分类号] N1

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)01-0005-10

Important Advances of Sciences in China in 2006

SU Qing

Editorial Department, Science and Technology Review Society, Beijing 100081, China

Abstract: According to the principle of evaluating within each branch, putting quality before quantity, giving facts in time order, 30 important scientific research achievements in China in 2006 are selected and introduced in this paper, in which 13 are in basic research, 7 in life science, 4 in resource and environment research, and 6 in basic research directly related with high and new technologies.

Key Words: science; basic research; life science; resource and environment; high and new technology; advance

CLC Number: N1

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)01-0005-10

0 引言

继2004年第3期、2005年第2期和2006年第1期《科技导报》遴选公布“2003年中国重大科学、技术与工程进展”^[1]、“2004年中国重大科学、技术与工程进展”^[2]和“2005年中国重大科学、技术与工程进展”^[3],本刊继续分篇分别对2006年我国的重大科学、技术和工程进展进行盘点。本篇遴选出该年度中国重大科学进展30项,其中“基础科学”领域13项、“生命科学”领域7项、“资源环境”领域4项和“高新技术基础研究”领域6项。受篇幅的限制,“2006年中国重大技术与工程进展”将刊登在《科技导报》2007年第2期。

遴选2006年我国重大科学进展时,本刊坚持下述4个基本原则:①分门别类的原则:将重大科学进展按学科领域属性,分为“基础科学”、“生命科学”、“资源环境”和“高新技术基础研究”4大类;②宁缺毋滥的原则:遴选出的各项重大科学进展尽量能得到科技界比较广泛的认同,不人为地凑数量;③以时有序的原则:遴选出的每项重大科学进展必须在2006年度内报道或其相应的研究论文在2006年内发表,所列排名不分先后,均按报道或发表的时间先后排序;④叙述事实的

原则:遴选出的每项重大科学进展必须已经在学术期刊上发表或已由我国科技管理部门公开发布,并尽量采用叙述事实的方式描述每一项重大科学进展,努力避免感情性语言。

1 2006 年中国基础科学研究领域 13 项重大进展

1.1 北京谱仪国际合作组发现 X1835 新粒子

2006年1月6日,中国科学院高能物理研究所北京谱仪国际合作组宣布,在北京正负电子对撞机上进行的北京谱仪实验中发现一个新粒子,暂时将其命名为X1835(见图1)。这个新粒子是在分析J/ψ粒子衰变到一个光子和三个介子的过程中被发现的,其质量值约为18.35亿电子伏特,略低于二倍的质子质量值,寿命仅约 10^{-23} s。科学家认为,最终确定X1835粒子的基本性质,需要更大量的数据,并进行深入的实验和理论研究。北京谱仪国际合作组由来自中、美、日等国的20多所大学和研究机构的物理学家组成,其中包括中国的18所大学和研究单位。该项研究成果发表在2005年第95卷第26期美国的《物理评论快报》上^[4]。

收稿日期:2006-12-25

作者简介:苏青,男,北京市学院南路86号科技导报社,研究员,主要从事科技出版研究;E-mail: suqing@cast.org.cn

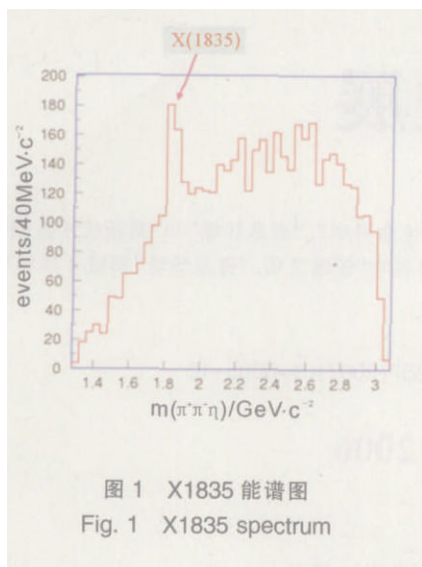


图 1 X1835 能谱图
Fig. 1 X1835 spectrum

1.2 在陨石中发现太阳系早期高能粒子辐射的证据

寻找太阳系早期短寿期放射性核素的证据是天体化学和天体物理研究领域的重要研究方向, 这些核素对研究太阳系的形成机制、原始太阳星云的物质来源和太阳系早期发生的重大天文事件有着极其重要的指导意义。短寿期放射性核素究竟是由恒星内部核反应产生的, 还是早期太阳系内高能粒子辐射的结果, 长期以来一直是学术争论的焦点。中国科学院紫金山天文台研究员徐伟彪、美国亚利桑那州立大学离子探针实验室主任管云彬与天体化学家 Wasserburg 教授合作, 利用先进的离子探针仪, 在原始碳质球粒陨石的难熔包体和球粒中发现了短寿期放射性核素氯-36 (半衰期为 30 万年) 的衰变证据, 并提出全新的理论论证了太阳系早期存在高强度的高能粒子辐射现象。相关研究成果发表在 2006 年第 640 卷第 1 期的《天体物理学杂志》^[5] 和 2006 年第 243 卷第 1-2 期的《地球和行星科学通信》^[6] 上。

1.3 在分子反应动力学研究领域获重要突破

在化学反应中, 对于处在同一转动态上的分子是否因其具有不相同的转动方式而具有不同的动力学行为及其形成方式, 一直是化学反应动力学中深奥而又难于把握的课题。 H_2 分子在与 D 原子接近过程中, 可以具有两种转动方式: 其一是分子的转轴与行进方向垂直, 另一种是分子的转轴与行进方向相同。中国科学院大连化学物理研究所分子反应动力学国家重点实验室杨学明、张建阳、戴东旭、史提夫、王秀岩等科研人员的研究中发现, 这两种转动方式的分子在反应过程中经历不同而又特定的中间过渡态, 从而形成不同的产物量子态的分布。这一结果将以往化学反应动力学领域的从特定的反应物量子态与特定的产物量子态的关联, 即态-态动力学, 进一步扩展到特定的反应物量子态与特定的中间过渡态到特定的产物量子态的关联, 即态-态-态动力学, 具有十分重要的开创性的学术意义 (实验装置见图

2)。该研究成果发表在 2006 年第 96 卷第 9 期美国的《物理评论快报》^[7] 上。

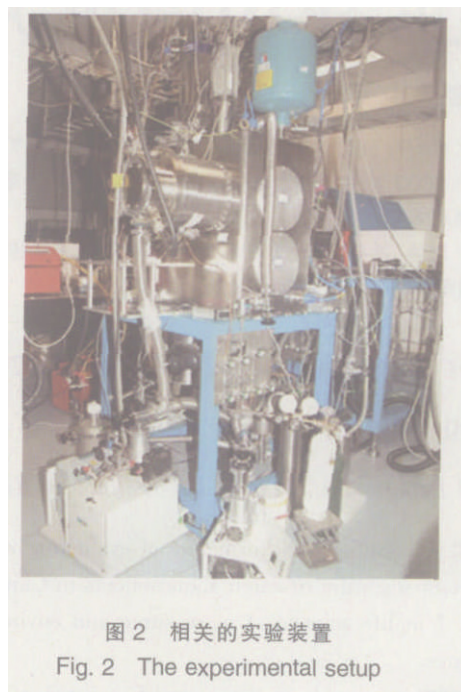


图 2 相关的实验装置
Fig. 2 The experimental setup

1.4 实现光纤通信中抗干扰量子密码分配方案

量子密码是能提供绝对安全的保密通信的手段, 而通过光纤传输的量子通信由于光纤本身结构的缺陷以及外界对光纤的扭曲、旋转, 将会使信息失真, 导致量子密码的错误, 大大降低密码的产生效率。中国科技大学微尺度物质科学国家实验室潘建伟、杨涛、陈腾云等在实验中采用一种有别于常规的特殊标定方式, 把量子信息编码到光子上, 并人为地加入随机旋转操作, 使得最后生成的密码不受光纤扭曲、旋转或光纤本身缺陷的影响, 通信双方也不需要精确的同步时间, 大大降低了通信的复杂度。此外, 他们还给出了量子通信方案绝对安全的理论论证, 避免了现有光纤量子通信的安全性隐患, 在光纤通信中实现了一种抗干扰的量子密码分配方案, 保证了长距离光纤量子通信的安全和质量。该成果发表在 2006 年第 96 卷第 15 期美国的《物理评论快报》^[8] 上。

1.5 首次观察到沿靶表面发射的高能电子束

中国科学院物理研究所光物理实验室李玉同、盛政明、张杰等在强场物理研究方面取得新进展。他们发现, 当强激光的入射角较大时, 会在沿着靶面方向产生方向性很好的高能 (MeV 级) 电子束, 从而在实验上首次直接观察到沿锥形靶表面方向发射的高能超热电子束, 首次直接证实了锥型靶对高能超热电子的聚焦作用。这个结果不仅对于理解锥型靶在快点火激光核聚变的物理过程中的重要作用有重要意义, 而且还揭示了一种利用强激光产生稳定性高、发散角小、方向性好的高能电子束的简便方法, 所产生的高能电子束对于超快电子衍射、

超短 X 射线脉冲的产生、尾波加速中的电子注入等应用都有重要意义。该研究结果发表在 2006 年第 96 卷第 16 期美国的《物理评论快报》^[9]上。

1.6 合成了结构完美的规整梯形聚倍半硅氧烷 LPSQ

中国科学院化学研究所合成了结构完美的规整梯形聚倍半硅氧烷 LPSQ, 实现了非手性单体缩聚高分子的立体构型的控制。研究人员利用硅羟基氢键和具有强叠合作用的碟形苯并菲基元的协同作用, 在溶液中自组装成非常规整的梯形超结构; 采用冷冻干燥样品的 X- 光衍射、Si- NMR、荧光光谱、氢- 氘交换等进行一系列对比实验, 证明了这种梯形超结构的存在; 以此构成的受限环境保证了其二硅氧烷单体上的 4 个硅羟基沿这种梯形超结构排列, 并在碱性催化剂和浓溶液条件下脱水缩合, 得到具有完美梯形结构的 LPSQ。目前, 该课题组已将此方法成功推广到碳基梯形高分子。相关研究结果发表在 2006 年第 45 卷第 19 期德国的《应用化学》^[10]上。

1.7 对证明‘庞加莱猜想’做出贡献

“庞加莱猜想”——单连通的三维闭流形同胚于三维球面, 是法国数学家亨利·庞加莱(Henri Poincaré)在 1904 年提出的。我国中山大学教授朱熹平、清华大学兼职教授曹怀东(图 3)和数学家汉密尔顿(Richard Hamilton)在前人尤其是俄罗斯数学家佩雷尔曼(Grisha Perelman)研究的基础上, 开展了一系列完善‘庞加莱猜想’证明的研究工作。他们发表在《亚洲数学期刊》2006 年第 10 卷第 2 期专刊上的论文‘庞加莱猜想暨几何化猜想的完全证明: 汉密尔顿-佩雷尔曼理论的应用’^[11], 对最终证明‘庞加莱猜想’做出了贡献。



图 3 朱熹平教授(左)和曹怀东教授合影
Fig. 3 Prof. Zhu Xiping(left) and Prof. Cao Huaidong

1.8 发现电荷-宇称-时间反演对称性破缺迹象

宇宙微波背景辐射光子是我们能看到的来自宇宙最遥远的光子, 由中国科学院国家天文台和高能物理研究所研究人员组成的研究小组, 设计出了一种用宇宙微波

背景辐射偏振检验 CPT 对称性的新方法, 使检测灵敏度大大提高。在用这种方法分析了美国 WMAP 卫星和 Boomerang 南极气球实验发表的最新数据后, 该研究小组获得了重要研究成果: 发现电荷-宇称-时间反演(CPT)对称性破缺迹象(图 4)。如果这一发现得到未来实验的进一步证实, 将大大加深人类对自然界对称性的认识, 并有助于人们了解宇宙暗能量的本质和正反物质不对称性的起源。该研究成果发表在 2006 年第 96 卷第 22 期的《物理评论快报》^[12]上, 研究小组成员包括冯波、李明哲、夏俊卿、陈学雷、张新民, 是一支由宇宙学与粒子物理交叉学科的专家学者组成的研究团队。

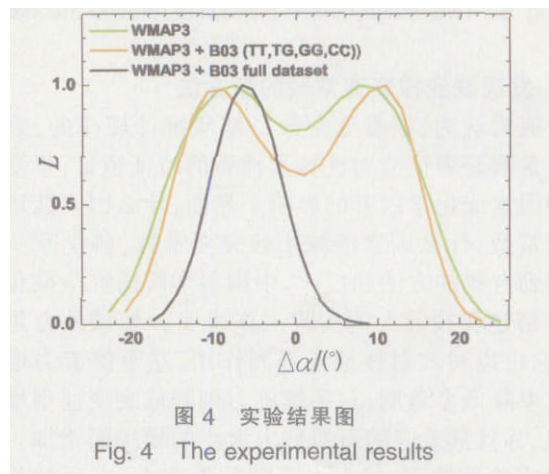


图 4 实验结果图

Fig. 4 The experimental results

1.9 首次发现偏振光栅自成像效应

中国科学院上海光机研究所周常河研究员、陆云清博士采用有限时域差分算法对光栅的近场分布进行计算, 发现当光栅周期为 2.5 倍的光波波长时, 偏振导致的光栅自成像的差别为最大, 采用严格耦合波理论计算的远场分布也有类似的偏振依赖性。有限时域差分算法和严格耦合波理论得出类似的结论, 从理论上证明了偏振光栅自成像效应的存在。高密度光栅的使用极其广泛, 这一效应的发现对高密度光栅的使用有着重要的参考价值, 对相关开发、利用和检测等具有实际意义, 并有望进一步开发纳米光学领域的新器件与新技术。该研究工作完整的理论和实验内容发表在 2006 年第 23 卷第 9 期的《美国光学学会学报》^[13]上。

1.10 提出硅表面纳米团簇分解新机制

中国科学院物理研究所王建涛副研究员、王恩哥研究员、王鼎盛研究员及其合作者在硅表面纳米团簇的分解扩散机理研究方面取得新进展。他们详细地研究了 Bi₄ 和 Sb₄ 纳米团簇在 Si(001)表面上的结构稳定性、分解扩散路径, 提出了‘Two-stage double piecewise rotation’分解新机制, 揭示了表面吸附原子(活性剂)和衬底之间的反应机理(图 5)。相关研究结果发表在 2006 年第 97 卷第 4 期美国的《物理评论快报》^[14]上, 并被《虚拟纳米尺度科学与技术杂志》(Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology)收录。

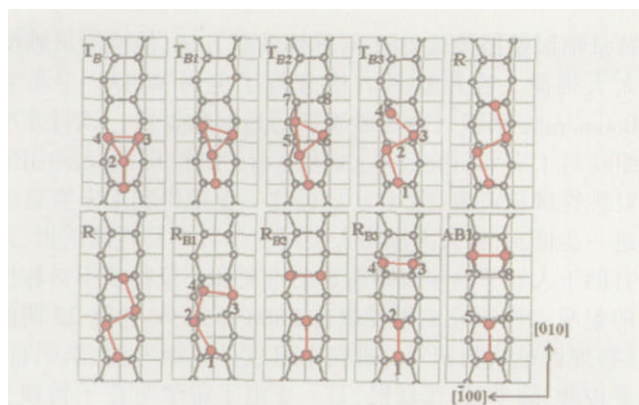


图5 两步双重分段旋转新机制

Fig. 5 Two-stage double piecewise rotation mechanism

1.11 发现改变核衰变常数的新方法

通常认为,核衰变常数是遵从统计规律的,放射性衰变常数是表征放射性核素性质的特征恒量,不受外界物理因素或化学因素的影响。然而,什么因素能增加核衰变常数,什么因素能减小核衰变常数,科学家一直没有找到有效的方法和规律。中国科学院研究生院化学学院何裕建教授等人的实验工作表明,如果外力是手性的,它可以对放射性原子强烈作用,左手螺旋力增加衰变速率降低半衰期,右手螺旋力则降低衰变速率增加半衰期,并且其效应随不对称力大小的增加而增加。在他们的实验条件下,属引力范畴的外在左、右手螺旋力可导致放射性的核衰变常数分别降低 11% 和增加 6% 之多。以上暗示可通过不同螺旋方向和大小的外在不对称力,来调控放射性核素的稳定性和衰变速率,这对核工业放射污染物的处理有重要实际意义;也暗示不对称外力与原子中的核力可能存在有效的作用及联系,可能为解决 4 种基本物理力的统一难题提供重要实验新依据^[15]。

1.12 提出金属诱导下半导体表面再构的普适电子计数模型

中国科学院物理研究所王恩哥研究组的张立新博士生及其合作者在半导体表面再构研究中取得重要进展。他们通过大量第一性原理计算,并进一步与实验结果比较,提出了一个“普适电子计数模型”(Generalized Electron Counting Model, 见图 6)。这项新的研究发现,沉积在表面上的金属原子起到了一个电子库的作用:即当表面发生再构需要增加额外的电子时,这个电子库可以提供电子;而当表面发生再构需要减少多余的电子时,这个电子库可以把多余的电子吸纳。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。相关研究成果发表在 2006 年第 97 卷第 12 期的《物理评论快报》^[16]上。

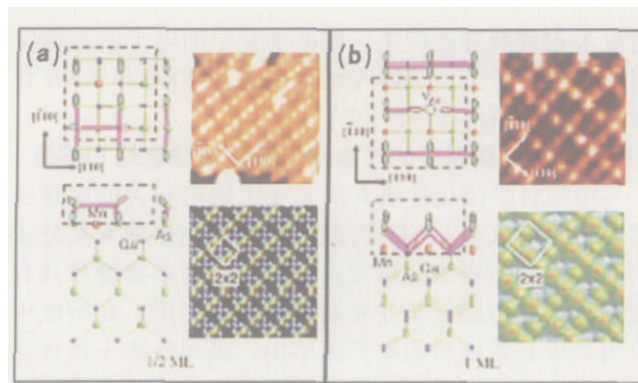


图6 普适电子计数模型

Fig. 6 Generalized electron counting model

1.13 在量子水平上观察到化学反应共振态

化学反应共振态是一种化学反应中特殊的量子过渡态,控制着化学反应的速率、产物的分支比和量子态分布,对化学反应有极其重要的影响。中国科学院大连化学物理研究所分子反应动力学实验室杨学明研究员和同事,首次在实验中观察到了全量子态分辨率的氟加氢分子化学反应的共振现象,并被理论模型所证实(图 7)。这项研究的最新进展发表在 2006 年 11 月出版的美国《化学物理杂志》的通讯栏目,论文审稿人认为“这给出了一个有关反应共振态的经典教科书例子”。杨学明称,这项工作是在前人研究工作的基础上取得的一个突破,其最重要的原始性成果发表在 2006 年第 311 卷第 5 766 期的美国《科学》杂志^[17]上。

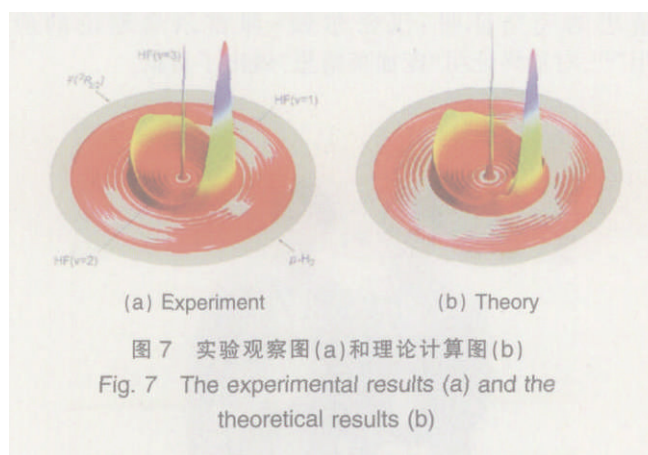


图7 实验观察图(a)和理论计算图(b)

Fig. 7 The experimental results (a) and the theoretical results (b)

2 2006 年中国生命科学研究领域 7 项重大进展

2.1 成功绘制中国人 21 号染色体遗传变异图谱

国家人类基因组南方研究中心黄薇研究员领导的课题组,联合复旦大学生命科学学院、上海交通大学医学院、瑞金医院上海血液学研究所、中国科学院-马普学会计算生物学伙伴研究所等单位,以及上海生物芯片有限公司、上海南方基因科技有限公司等企业,利用人类 21 号染色体上约 2 万多个“单核苷酸多态性”,将 300

多个有代表性的中国人群与世界其他人群进行对照,进行了约 2 000 多万个基因分型分析,从而完成了关于中国人群遗传变异的独创性研究工作,绘制出中国人 21 号染色体遗传变异图谱。科学家发现,在 DNA 位置上比较接近的“单核苷酸多态性”会组成所谓的“单倍型块”,并可作为一个整体来遗传,因此,绘制出不同人群的单倍型图谱,就能更快地识别疾病。这项重要科研成果的相关论文发表在 2006 年第 103 卷第 5 期的《美国科学院院报》^[18]上。

2.2 发现一种重要的细胞因子——白细胞介素 15

肝脏是人体的重要天然免疫器官,富含多种行使天然免疫功能的细胞亚群,是近年来免疫学领域的研究热点之一。全世界有大约 4 亿人患有肝炎,刀豆蛋白(Con A)诱导的肝炎被认为是一种很好的模拟人类自身免疫性肝炎的动物实验模型,它的建立为更加深入研究自身免疫性肝炎以及药物治疗提供了很好的平台。中国科技大学生命科学学院田志刚教授领导的课题组利用 Con A 模型进行研究,发现白细胞介素 15,这种细胞因子预先注射可以抑制 Con A 诱导的肝脏坏死、转氨酶升高和小鼠的死亡。其保护机理是白细胞介素 15 通过抑制 NKT 细胞分泌 IL-4、IL-5 和 TNF- α 等细胞因子的能力,减少嗜酸性粒细胞浸润到肝脏,从而大大降低嗜酸性粒细胞对肝脏的损伤作用。该研究揭示了 IL-15 和 NKT 细胞之间新的相互作用机制,对机体如何调节 NKT 细胞的功能提出了新的观点,并且以此为基础对自身免疫性肝炎的免疫治疗提供了一种潜在的治疗方案。其研究论文发表在 2006 年第 6 期《肝脏学》^[19]上。

2.3 首次发现完全由雄性花药主动完成的自花传粉机制

由清华大学深圳研究生院生物医药研究中心主任黄来强和深圳国家兰科植物种质资源保护中心首席科学家刘仲健领导的研究团队,在生长于云南山林的树干上、干旱季节开花的大根槽舌兰中,发现了一种完全由雄性花药主动转动而不借助于任何外部传递媒介完成的自花传粉机制。连续数年的观察和分析研究表明,这种传粉机制恒定地发生于所有植株和花朵而且只发生于同一花朵,并承担大根槽舌兰的全部繁殖任务——该物种没有其他的自花或异花传粉机制;这种机制导致的是两性配子融合的有性繁殖,而不是无性繁殖。研究表明,这一机制是该物种繁殖的唯一途径,并提示它是该物种为适应其缺乏传粉媒介的生态环境而进化出的繁衍策略,可能广泛存在于其他类似生存环境中的种群。这一研究成果对于认识了解兰花的繁育系统以及生物对环境演变的适应及其进化机理都具有重大意义。英国《自然》杂志 2006 年第 441 卷第 7 096 期^[20]刊载了这一重大科研成果。

2.4 发现神经元极性建立新机制

2006 年 7 月 31 日出版的《细胞生物学》杂志^[21]发表了中国科学院神经科学研究所关于蛋白质降解和神经元极性建立新机制的最新研究成果。王以政研究员及其学生闫冬、郭黎组成的研究小组经过历时两年半的研究发现,在建立和维持神经元极性的过程中,泛素蛋白酶系统可以通过调节 Akt 的局部稳定性来调节 GSK-3 β 信号通路;在免疫荧光化学和激光激活的 GFP 融合的 Akt 蛋白实验中,当神经元极性建立时, Akt 选择性地在那些将要成为树突的分支降解,而保留在那些将要成为轴突的分支尖端,并且如果抑制泛素蛋白酶系统就可以抑制 Akt 从多数突起尖端消失,从而使神经元长出多根很长的轴突(图 8)。这些结果证明了蛋白质的局部降解对于神经元极性是必须的。

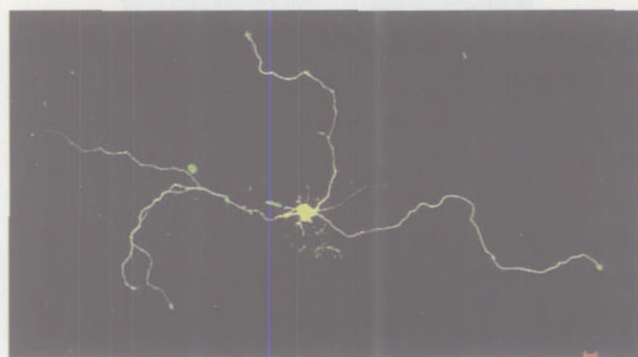


图 8 MG132 处理后神经元染色

Fig. 8 Nerve cell stained by MG132

2.5 在单个 DNA 分子的凝聚研究中获得新发现

中国科学院物理研究所软物质物理实验室李明研究员领导的研究小组利用单分子操纵技术,研究了单个 DNA 分子在体外的凝聚动力学并获得新发现。他们在长度约为 16.4 μm 的 λ 噬菌体 DNA 两端装上“手柄”——(连上直径约 2 μm 的磁性球),将 DNA 悬挂在磁场中,加入 DNA 凝聚剂后,用显微镜观察 DNA 长度随时间的变化,测量 DNA 分子的凝聚。实验表明,在凝聚剂作用下, DNA 凝聚成直径约为 100 nm 的圆环。有趣的是,他们发现 DNA 的凝聚是不连续的,每一个凝聚动作只有约 300 nm (圆环周长) 的 DNA 片段凝聚在圆环表面。在 DNA 两端施加大于 10 pN 的拉力,可以使已经凝聚的 DNA 圆环解离。实验发现解离过程也是不连续的,每一个解离动作只有约 300 nm 的 DNA 片段从圆环表面脱离。他们的相关研究结果发表在 2006 年第 128 卷第 47 期的《美国化学学会会刊》^[22]上。

2.6 将哺乳动物的飞翔历史提前了至少 7 000 万年

能在空中飞翔的哺乳动物,至少 1.25 亿年前就在地球上出现了,它们的飞翔时间几乎与鸟类同时。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所由孟津、胡耀明、王

元青、汪筱林和李传夔组成的研究小组,于2006年12月14日在《自然》杂志上发表题为《中国东北地区中生代一滑翔的哺乳动物》^[23]的封面文章,报道了发现于内蒙古宁城地区中生代地层中的一件奇特的哺乳动物化石,该化石被命名为远古翔兽,体长12~14 cm,体重约70 g,大小与小型飞鼠相仿。研究认为,该化石动物是已知最早的会飞的哺乳动物,也是迄今唯一会飞的与恐龙同时代的哺乳动物(图9)。这一发现将哺乳动物的飞翔历史提前了至少7 000万年,在此之前的记录是大约5 100万年前的蝙蝠化石。



图9 中国东北地区中生代一滑翔的哺乳动物

Fig. 9 Mesozoic gliding mammal from northeastern China

2.7 发现9个人类新基因并获世界卫生组织认可命名

2000年,河南省血液中心HLA组织配型实验室科研人员在近4万份检测中发现有12份样本用现有实验方法无法判定其确切基因型,经与美国国家骨髓库海军HLA实验室合作,确认其中的9个是新的基因序列^[24](图10)。世界卫生组织的HLA因子命名委员会确认其



图10 河南血液中心发现9个人类新基因

Fig. 10 9 new human genes were found in the Blood Center of Henan Province

为新的HLA等位基因,并为它们正式命名。HLA等位基因又称人类白细胞组织相容性抗原,它与疾病的发生、病原体的易感性有紧密关系;HLA同时也是一个人的遗传身份证,实行器官和骨髓移植时,需要供体、受体等位基因完全吻合。新基因的发现,增加了人类寻找到可匹配基因的可能性,对研究中华民族人类遗传秘密也具有重要意义。

3 2006年中国资源环境研究领域4项重大进展

3.1 研究表明气候变化影响一天长短

国内外许多研究结果表明,日长(一天的长短)季节变化不仅受到风和大气压力变化的影响,而且还与陆地水、海水质量分布变化以及洋流变化密切相关。陆地水、海水质量分布和洋流变化对日长变化的影响比较小,由于观测数据不够丰富,所以很难准确估计这种影响。为了克服这一困难,中国科学院动力大地测量学重点实验室闫昊明副研究员和钟敏研究员等人合作,在日长变化机制的研究中引入了全球二阶带谐重力场变化的观测结果,利用它与全球质量重新分布存在正比的关系,给出了全球质量对日长变化的准确估计,从而对洋流变化引起的日长季节变化进行了有效约束,在“气候变化影响日长变化的研究”方面取得了新进展。相关的成果发表在2006年第3期的《地球物理学研究杂志》^[25]上。他们还凝练出目前极移研究中依然存在的科学问题,利用国际上目前两个相对成熟的海洋模式,研究比较了全球海洋对极移运动的影响,比较了现代重力卫星GRACE(重力恢复与气候试验卫星)和水文陆面模式所得到的全球陆地水分分布变化对极移季节变化的贡献。该研究成果发表在《地球动力学学报》2006年第1-3期^[26]上。

3.2 首次发现自然界中存在的磁零点

磁零点是磁重联的发生地,磁力线在此断开和重新联接。理论上磁零点是一个磁场为零的孤立奇异点,在三维空间的测度为零,但迄今为止还没有发现其存在的直接观测证据。以中国科学院国家天文台肖池阶副研究员为主的研究小组,通过系统分析中国“双星”计划和欧

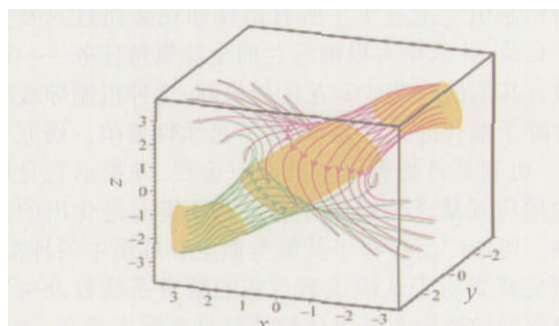


图11 磁零点周围的磁力线存在螺旋结构

Fig. 11 Helical structures of magnetic force lines around the magnetic null point

洲宇航局“星簇”计划(Cluster mission)等多颗卫星的观测数据,利用国家天文台博士生赵辉等发展的微分拓扑学方法,首次证明了磁零点存在于磁重联中心区域,发现了磁零点周围的磁力线存在螺旋结构(图 11),这与磁零点的拓扑理论完全相符。这一发现对开展三维磁重联理论的下一步研究工作有重要的启示作用。研究成果发表在 2006 年第 2 卷第 7 期的《自然·物理学》杂志^[27]上。

3.3 揭开地球极光之谜

极光是人类肉眼可见的唯一高空大气现象,常出现在地球高纬度地区,主要在南北极(图 12)。借助 4 颗卫星的观测数据,中国科学院空间技术与应用研究中心研究员曹晋滨等人揭示了璀璨绚丽的极光来源之谜,首次确定了极光主要是由地球磁层亚暴活动产生的高速粒子流与大气原子碰撞而产生的,同时纠正了通常人们认为人类肉眼可见的极光是由太阳风与大气原子碰撞产生的误区——其实,人类肉眼所能见的那些绚烂多姿的极光都是所谓的“亚暴极光”。研究人员认为,地球上极光强度最大,变化最强烈,也最壮观的区域是地球磁纬 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 的椭圆形带状区域,这里与磁层亚暴活动最激烈的区域相连^[28]。



图 12 在美国阿拉斯加州拍摄到的美丽的极光
Fig. 12 The beautiful polar light in Alaska, USA

3.4 成熟森林碳吸收能力活跃

学术界通常认为,成熟森林作为碳汇的功能较弱,甚至接近于零。然而,中国科学院华南植物园周国逸研究员及其同事的最新研究成果却表明(图 13),在过去 25 年期间,成熟森林在地上部分净生产力几乎为零的情况下,土壤持续积累有机碳,表现出强大的碳汇功能。该研究成果发表在 2006 年第 314 卷第 5 804 期的《科学》杂志^[29]上。《自然》杂志社在评论这一成果时认为,“成熟森林可持续积累碳”这一发现有力地冲击了传统的成熟森林土壤有机碳平衡理论,如果能证明这并不是个例,将催生生态系统碳循环非平衡理论框架的建立。

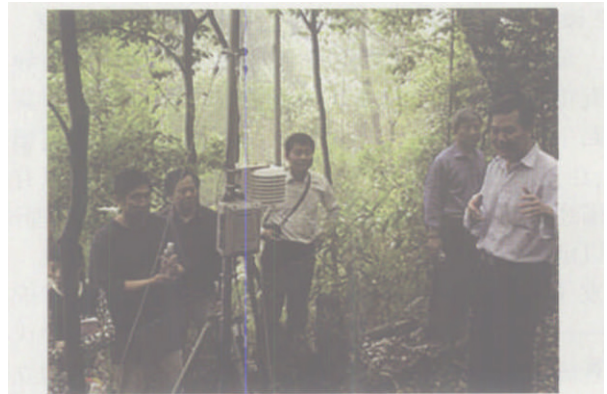


图 13 研究人员在森林中做实验
Fig. 13 Researchers in the forest

4 2006 年中国高新技术基础研究领域 6 项重大进展

4.1 超导高电荷态 ECR 离子源主要性能达国际最好水平

中国科学院近代物理研究所负责的“超导高电荷态 ECR 离子源”建成出束(图 14),在 18 GHz 微波频率和 1.5~2 kW 微波功率下的初步调试结果为:16O⁶⁺和 16O⁷⁺束流强度分别达到了 2.2 mA 和 0.7 mA; 40Ar¹¹⁺束流强度达到了 0.58 mA。这是目前该领域国际上的最新流强记录。上述离子束流强已超过美国 LBNL 超导 ECR 源 VENUS 在 28 GHz 微波频率和 5 kW 微波功率下的调试结果,表明这一自主创新研制的超导高电荷态 ECR 离子源 SECRAL 的主要性能达到了目前国际上的最好水平。超导高电荷态 ECR 离子源 SECRAL 的建成,将显著提高 HIRFL 注入束流的品质和流强,满足 HIRFL-CSR 对注入束流的要求,为开展超重元素合成研究、低能高离化态原子物理和表面物理研究提供前所未有的实验条件^[30]。

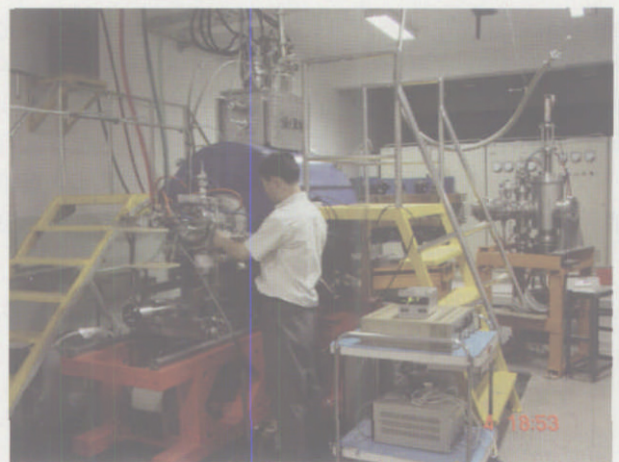


图 14 超导高电荷态 ECR 离子源 SECRAL
Fig. 14 The superconducting ECR hydronium ion source SECRAL

4.2 微电子和集成电路器件模型领域取得最新进展

东南大学信息科学与工程学院黄风义博士领导的研究组开展的关于超大规模集成电路特别是射频集成电路中广泛应用的在片元器件——电感元件的模型研究,在国际上首先提出了一种新型电路模型,可以有效地描述电感元件的非对称性,并提出了一种物理理论,可以定量地计算非对称系数。在此基础上,他们进一步开发了一种全新的电感元件模型参数提取的解析算法——特征函数法,该方法可以避免传统的数字叠代拟合算法中经常发生的多值解以及不收敛等问题;创立的模型,包含了目前所了解的各种主要寄生效应,结合引入的非对称性和解析算法,可以提供目前国际上最先进的电感元件研究模型和最高精度的仿真结果。该研究成果发表在 2006 年第 41 卷第 10 期的《固态电路杂志》^[31]上,对电感元件的模型研究和性能优化,以及采用电感元件的射频集成电路的设计将有重要意义。

4.3 在二维光子晶体中实现自发辐射开关控制

光子晶体,也叫光子带隙材料,是一种新型的人造周期性调制介电结构,它为光传播提供了一种全新的控制方式。中国科学院物理研究所王雪华研究员和顾本源研究员及其合作者,近年来一直致力于光子晶体中原子自发辐射特性研究,对该问题建立了一个非微扰的、普适的理论处理,并取得一系列创新性研究成果。2006 年,他们与首都师范大学周云松教授、王福合教授合作,发现通过调谐激发态原子的极化方向,可在自发辐射增强和抑制二过程之间实现开关控制。这将为光子晶体量子光电子器件的发展提供一个全新的途径。相关研究结果发表在 2006 年第 96 卷第 10 期美国的《物理评论快报》^[32]上。

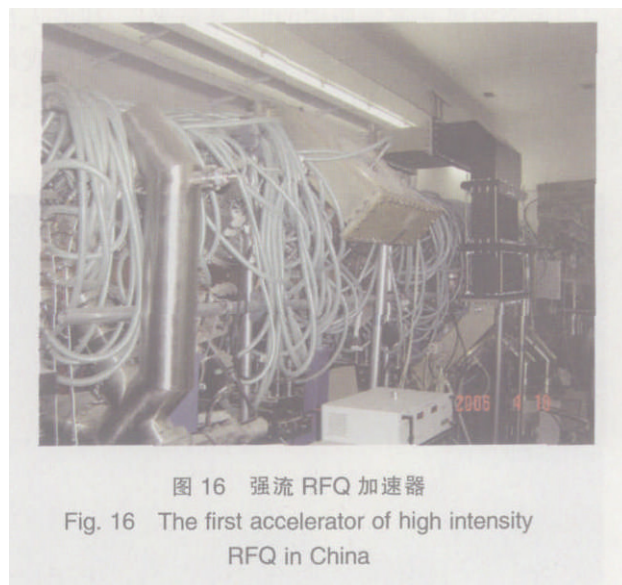
4.4 成功制备金属超疏水薄膜

中国科学院化学研究所功能界面材料研究小组在制备稳定超疏水的金属表面研究中取得突破,成功制备金属超疏水薄膜,相关研究结果发表在 2006 年第 18 卷第 6 期的《先进材料》杂志^[33]上。研究人员结合电沉积和自组装单层技术有效控制了金属铜表面的浸润性,在此基础上利用生物矿化启发的形貌生成技术成功发展了一步浸泡法,在金属表面构筑了非常稳定的超疏水薄膜(接触角约为 162° ;滚动角小于 5°),并以金属铜为例做

了详细介绍(图 5)。一步浸泡法的特点是:方法简单,廉价,可大面积制备,得到的超疏水薄膜具有很好的环境稳定性。研究结果对于金属的自清洁和防腐蚀有着重要的实际意义。

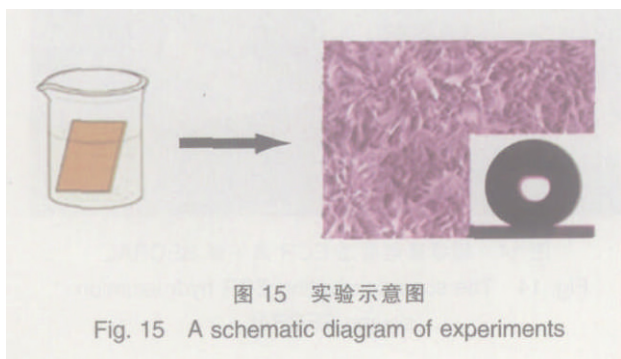
4.5 我国第一台强流 RFQ 加速器研制成功

RFQ 加速器是一种新型加速结构,集加速、聚束、聚焦为一体,是加速器驱动洁净核能系统、散裂中子源等前沿高科技装置的关键设备。中国科学院高能物理研究所加速器中心强流质子加速器组科研人员成功研制了一台能量为 3.5 MeV 的强流质子射频四极(RFQ)加速器(图 16),并于 2006 年 7 月 10 日开始出束;10 月 14 日,该加速器束流工作比达到了 6%,即脉冲重复频率 50 Hz,脉冲长度 1.2 ms 的设计指标。这是我国自主建成的第一台强流 RFQ 加速器,其主要指标名列国际前茅,标志着我国在粒子加速器技术领域达到了国际先进水平^[34]。



4.6 开创了一种功能纳米结构可控生长新途径

如何采用非模板方法实现功能纳米结构的可控自组装和选择性吸附,是纳米电子器件和纳米催化的重要基础问题。中国科学院物理研究所高鸿钧研究组对纳米结构的可控生长、物性及其在超高密度信息存储方面的应用进行了系统研究,从实验和理论上研究了两种有机分子在 Ag 单晶不同表面上的吸附行为,发现在 Ag(775) 基底上 PTCDA 分子会完全吸附在 (111) 台阶面上,而 DMe-DCNQI 分子则完全吸附在 (221) 台阶面上。该研究还阐明了 PTCDA 分子与基底原子之间的相互作用机制,提出了 PTCDA 与基底之间的相互作用是通过分子末端官能团的氧原子实现,中心的 π 共轭区域与基底相排斥的观点;理论模拟得到的氧原子的 NIXSW 相干长度以及碳原子的 K X-ray 吸收谱与实验结果符合得很好。该项研究工作是与德国 Muenster 大学的



H. Fuchs 研究组和美国橡树岭国家实验室的 S. Pantelides 研究小组共同合作完成的, 相关结果发表在 2006 年第 97 期第 15 期美国的《物理评论快报》^[35]上。

参考文献(References)

- [1] 本刊编辑部. 2003 年中国重大科学、技术与工程进展[J]. 科技导报, 2004, 22(3): 59- 61.
Editorial Department of Science and Technology Review. Significant advances of science, technology and engineering in China in 2003 [J]. Science & Technology Review, 2004, 22(3): 59- 61.
- [2] 本刊编辑部. 2004 年中国重大科学、技术与工程进展[J]. 科技导报, 2005, 23(2): 58- 62.
Editorial Department of Science and Technology Review. Significant advances of science, technology and engineering in China in 2004 [J]. Science & Technology Review, 2005, 23(2): 58- 62.
- [3] 苏青. 2005 年中国重大科学、技术与工程进展[J]. 科技导报, 2006, 24(1): 5- 10.
SU Qing. Significant advances of science, technology and engineering in China in 2005[J]. Science & Technology Review, 2005, 24(1): 5- 10.
- [4] ABLIKIM M, BAI J Z, BAN Y, et al. Observation of a resonance X (1835) in $J/\psi \rightarrow \gamma \pi^+ \pi^- \eta^0$ [J]. Physical Review Letters. 2005, 95(26): 262001.
- [5] HSU Weibiao, GUAN Yunbin, LESHIN L A, et al. A late episode of irradiation in the early solar system: Evidence from extinct ^{36}Cl and ^{26}Al in meteorites[J]. The Astrophysical Journal, 2006, 640(1): 525- 529.
- [6] HSU Weibiao, GUAN Yunbin, HUA Xin, et al. Aqueous alteration of opaque assemblages in the Ningqiang carbonaceous chondrite: Evidence from oxygen isotopes[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2006, 243 (1- 2): 107- 114.
- [7] ZHANG Jianyang, DAI Dongxu, WANG Chia C, et al. State to state to state dynamics of the $\text{D}+\text{H}_2 \rightarrow \text{HD}+\text{H}$ reaction: Control of transition- state pathways via reagent orientation [J]. Physical Review Letters, 2006, 96(9): 093201.
- [8] CHEN Teng- Yun, ZHANG Jun, BOILEAU JC, et al. Experimental quantum communication without a shared reference frame [J]. Physical Review Letters, 2006, 96(15): 150504.
- [9] LI Y T, YUAN X H, XU M H, et al. Observation of a fast electron beam emitted along the surface of a target irradiated by intense femtosecond laser pulses [J]. Physical Review Letters, 2006, 96(16): 165003.
- [10] ZHANG Xiaojing, XIE Ping, SHEN Zhongrong, et al. Confined synthesis of a cis- isotactic ladder polysilsesquioxane by using a π - stacking and H- bonding superstructure[J]. Angewandte Chemie (International Edition), 2006, 45(19): 3112- 3116.
- [11] CAO Huai- Dong, ZHU Xi- Ping. A complete proof of the Poincaré and geometrization conjectures- application of the Hamilton- Perelman theory of the ricci flow [J]. The Asian Journal of Mathematics, 2006, 10(2): 165- 492.
- [12] FENG Bo, LI Mingzhe, XIA Junqing, et al. Searching for CPT violation with cosmic microwave background data from WMAP and BOOMERANG[J]. Physical Review Letters, 2006, 96(22): 221302.
- [13] LU Yunqing, ZHOU Changhe, WANG Shunquan, et al. Polarization- dependent talbot effect [J]. Journal of the Optical Society of America A, 2006, 23(9): 2154- 2160.
- [14] WANG Jian- Tao, CHEN Changfeng, WANG E G, et al. Two- Stage Rotation Mechanism for Group- V Precursor Dissociation on $\text{Si}(001)$ [J]. Physical Review Letters, 2006, 97(4): 046103.
- [15] 中国科学院研究生院. 何裕建教授等发现改变核衰变常数的新方法[EB/OL]. 中国科学院网站, [2006- 09- 20]. <http://www.cas.ac.cn/html/div/2006/09/14/30/86.htm>.
Graduate School of CAS. Prof. HE Jian- yu discovered a new method to change the constant of nuclear decay [EB/OL]. CAS Network. [2006- 09- 20]. <http://www.cas.ac.cn/html/div/2006/09/14/30/86.htm>.
- [16] ZHANG Lixin, WANG E G, XUE Q K, et al. Generalized electron counting in determination of metal- induced reconstruction of compound semiconductor surfaces [J]. Physical Review Letters, 2006, 97(12): 126103.
- [17] QIU Minghui, REN Zefeng, CHE Li, et al. Observation of feshbach resonances in the $\text{F}+\text{H}_2 \rightarrow \text{HF}+\text{H}$ reaction[J]. Science, 2006, 311(5766): 1440- 1443.
- [18] WANG Wei, HE Yungang, WANG Haifeng, et al. Linkage disequilibrium sharing and haplotype - tagged SNP portability between populations [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2006, 103 (5): 1418- 1421.
- [19] LI B, SUN R, WEI H, et al. Interleukin- 15 prevents concanavalin A- induced liver injury in mice via NKT cell- dependent mechanism [J]. Hepatology, 2006, 43 (6): 1211- 1219.
- [20] LIU Ke- wei, LIU Zhong- jian, HUANG Lai- qiang, et al. Pollination: Self- fertilization strategy in an orchid[J]. Nature, 2006, 441(7096): 945.
- [21] YAN Dong, GUO Li, WANG Yizheng. Requirement of dendritic Akt degradation by the ubiquitin- proteasome system for neuronal polarity [J]. Journal of Cell Biology, 2006, 174(3): 415- 424.
- [22] FU Wen- Bo, WANG Xiao- Ling, ZHANG Xing- Hua, et al. Compaction dynamics of single DNA molecules under tension [J]. Journal of the American Chemical Society, 2006, 128(47): 15040- 15041.
- [23] MENG Jin, HU Yaoming, WANG Yuanqing, et al. A mesozoic gliding mammal from northeastern China [J]. Nature, 2006, 444(7121): 889- 893.
- [24] 赵敏. 河南发现九个人类新基因获世卫认可并命名[EB/OL]. 中国新闻网, [2006- 12- 8]. <http://it.chinanews.cn/it/news/2006/12- 08/834512.shtml>.
ZHAO Min. The Blood Center of Henan Province have

- discovered 9 new human genes[EB/OL]. Chinanews Network, [2006- 12- 08]. <http://it.chinanews.cn/it/news/2006/12-08/834512.shtml>.
- [25] YAN Haoming, ZHONG Min, ZHU Yaozhong, et al. Non-tidal oceanic contribution to length- of- day changes estimated from two ocean models during 1992 - 2001 [J]. Journal of Geophysics Research—Solid Earth, 2006, 111(3): B02410.
- [26] ZHONG Min, YAN Haoming, WU Xiaoping, et al. Non-tidal oceanic contribution to polar wobble estimated from two oceanic assimilation data sets[J]. Journal of Geodynamics, 2006, 41(1- 3): 147- 154.
- [27] XIAO C J, WANG X G, PU Z Y, et al. In situ evidence for the structure of the magnetic null in a 3D reconnection event in the Earth's magnetotail [J]. Nature Physics, 2006, 2(7): 478- 483.
- [28] 苗苗, 喻菲. 中国科学家揭开地球极光之谜 [EB/OL]. 新华网, [2006- 09- 08]. http://news.xinhuanet.com/st/2006-09/07/content_5061937.htm.
MIAO Miao, YU Fei. Chinese scientists solved the mystery of polar light [EB/OL]. Xinhua Network, [2006- 09- 08]. http://news.xinhuanet.com/st/2006-09/07/content_5061937.htm.
- [29] ZHOU Guoyi, LIU Shuguang, LI Zhian, et al. Old- growth forests can accumulate carbon in soils [J]. Science, 2006, 314(5804): 1417.
- [30] 近代物理研究所. 超导高电荷态 ECR 离子源主要性能达国际最好水平[N]. 科学时报, [2006- 02- 14].
- Institute of Modern Physics of CAS. The main parameters of superconducting ECR hydronium ion source have reached the highest level in the world [N]. Science Times, [2006- 02- 14].
- [31] HUANG F, LU J, JIANG N, et al. Frequency- independent asymmetric double- π equivalent circuit for on-chip spiral inductors: Physics- based modeling and parameter extraction [J]. IEEE Journal of Solid- State Circuits, 2006, 41(10): 2272- 2283.
- [32] ZHOU Yun- Song, WANG Xue- Hua, GU Ben- Yuan, et al. Switching control of spontaneous emission by polarized atoms in two- dimensional photonic crystals [J]. Physical Review Letters, 2006, 96(10): 103601.
- [33] WANG S, FENG L, JIANG L, et al. One- step solution-immersion process for the fabrication of stable bionic superhydrophobic surfaces [J]. Advanced Materials, 2006, 18(6): 767- 770.
- [34] 高能物理研究所. 我国第一台强流 RFQ 加速器在高能所研制成功[N]. 科学时报, 2006- 10- 16.
Institute of High Energy Physics of CAS. The first accelerator of high intensity RFQ in China has been successfully built by IHEP of CAS[N]. Science Times, 2006- 02- 14.
- [35] DU S X, GAO H J, SEIDEL C, et al. Selective nontemplated adsorption of organic molecules on nanofacets and the role of bonding patterns [J]. Physical Review Letters, 2006, 97(15):156105.

(责任编辑 齐志红)

·封面文字说明·

法国实施‘Corot 计划’探寻太阳系外行星



2006 年 12 月 27 日北京时间 22 时 23 分, 法国国家航天研究中心联合欧洲其他国家研制的卫星探测器‘科罗’(Corot), 由俄罗斯研制的‘联盟 2-1B’火箭搭载, 在哈萨克斯坦境内的拜科努尔发射场升空。这是人类发射的首颗专门用于研究太阳系外行星的卫星。

Corot 卫星重 630 kg, 载有一台 30 cm 口径天文望远镜和两台照相机, 能够观测到体积仅为

地球 2-3 倍的太阳系外岩石行星; 其主要任务是探寻太阳系外的行星, 特别是那些可能和地球一样存在着生命的天体。发射 50 min 后, 卫星进入距地面约 900 km 的预定轨道。

自 1995 年首次观测到太阳系外行星以来, 天文学家至今已在太阳系外发现了 200 多颗行星。但这些行星大多为气体行星, 最小的岩石行星体积也有地球的 5 倍之大。Corot 将在两年半的

太空旅行中观测并研究大约 12 万颗恒星。据天文学家介绍, 当太阳系外行星运行到其围绕运转的恒星和 Corot 之间时, 恒星所发出的光将会变暗, 据此则可以判断恒星周围存在行星。此外, Corot 还可以探测由内部震波导致的恒星亮度变化, 从而帮助天文学家精确计算恒星的质量、年龄和化学构成。

“Corot 计划”是法国国家航天研究中心 1996 年开始实施的, 2000 年欧洲航天局正式加入, 参与该计划的还有奥地利、西班牙、德国、比利时和巴西。整个计划耗资 2.21 亿美元, 其中 75% 的资金由法国国家航天研究中心提供。鉴于该计划的意义类同于哥伦布航海探寻新大陆, “Corot 计划”被天文学界誉为“21 世纪哥伦布”。

与“Corot 计划”相呼应, 美国宇航局计划于 2008 年 10 月发射“开普勒”(Kepler)太空望远镜(镜片 0.95 m), 用于寻找星际行星。欧洲空间局目前也在研发执行寻找暗淡恒星任务所需的技术, 并将相应的探寻任务命名为“达尔文”(Darwin), 并计划在 2020 年后将执行此任务的大型望远镜送上太空。

本期封面图片为 Corot 卫星在拜科努尔发射场等待发射升空, 由新华社提供。

(本刊编辑部)