

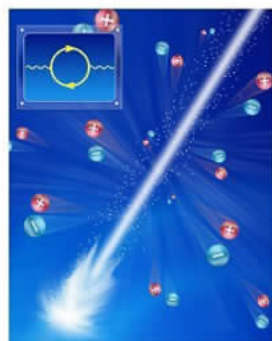
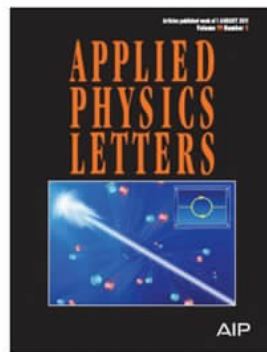
科研进展*

费米体系的涡旋动力学研究取得重要进展

中科院武汉物理与数学所余永乐和华盛顿大学及其他单位的合作者构建了基于密度泛函的费米超流体系的动力学方程,并在超大规模计算机群 JaguarPF 上对实时 3D 系统求解和获得了涡旋发展演化的图像。他们的计算展示了随着转动速度的加快,涡旋是如何逐个产生和出现的。他们还发现了在复杂的扰动情况下,一些涡旋线之间的相互运动和作用,比如涡旋线的链接和交换片段(类似 DNA 的 recombination),这一过程是产生无耗散的量子混沌现象的中心过程。而在过去,人们只能对超流体系中简单的流动进行可靠的计算。该工作对于研究中子星,冷原子气体等体系的转动有基础性意义。该成果发表在 *Science* 上。

真空极化探测和相变存储器研究取得重要进展

中科院上海微系统与信息技术所信息功能材料国家重点实验室蒋寻涯课题组利用电磁倏逝波的动态传输效应来探测极其微弱的真空极化。研究发现:微小的折射率虚部会使倏逝波产生相位变化和极其缓慢的包络传输,而相位和能量延迟时间等物理量相对容易探测。计算表明,在现有技术条件下,即使外场小于“施温格临界场”1—2 个数量级,探测真空极化仍是



APPLIED PHYSICS-LETTERS 99【5】,(2011)封面 及正负电子对引起的真空极化示意图

可能的。除了用于对真空极化的探测外,该研究成果也可应用到其他敏感探测中,例如温室气体探测、有毒气体探测等方面。该成果作为封面文章发表在 *Appl. Phys. Lett.* 上。

该所宋志棠课题组采用富铈的硅锑碲相变材料验证了 PCM 的多级存储潜力,发现该材料存在一个与热处理条件密切相关的中间电阻状态,并在器件操作中通过改变电脉冲信号参数获得了较为稳定的中间电阻状态;富铈的硅锑碲相变材料在研制高密度、低功耗 PCM 方面呈现出良好的应用前景。该结果发表在 *Appl. Phys. Lett.* 上。

科学家提出预言超重核 Q_{α} 值的新方法

中科院近代物理所原子核理论组研究人员近期研究了超重核衰变能之间存在的关联以及对称能对于超重核 Q_{α} 值同位旋依赖性的影响,提出了一个描述邻近超重核 α 衰变能之间的关联和预言超重核 Q_{α} 值的简单公式:

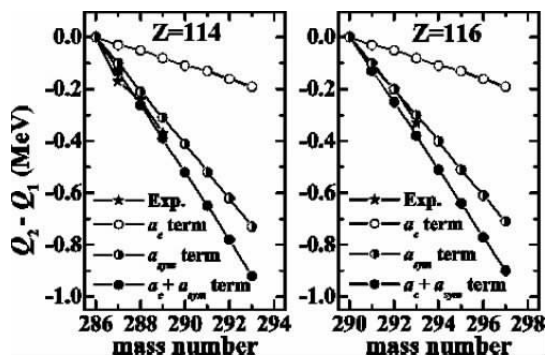
* 收稿日期:2011 年 8 月 25 日



$$Q_2 = Q_1 - (\beta_2 - \beta_1) \left(\frac{Z^{5/3}}{9} a_c \xi^{2/3} [(1-\beta)x + (1+\beta)y]^{-5/3} [(1+\beta - 2\beta^2)x + (11+5\beta+2\beta^2)y + 8a_{sym}\beta] \right)$$

研究人员运用该公式计算了近年来合成的超重核的 Q_α 值并与实验结果进行了比较。研究结果不仅显示出该方法能够可靠预言超重核的 Q_α 值,而且在很大程度上表明了近年来超重核实验观测和测量结果的可靠性。通过对计算结果进行分析,得出

了一个重要结论:对于 $Z=116$ 和 $Z=114$ 的 8 个核素($^{290-293}116$ 和 $^{286-289}114$)以及 $N=174$ ($^{290}116$, $^{289}115$ 和 $^{288}114$)和 $N=172$ ($^{287}115$, $^{286}114$ 和 $^{285}113$)的 6 个核素,本项工作理论预言超重核的 Q_α 值能够非常精确地符合实验观测结果。因而,在目前实验合成的超重核区内, $Z=114$ 和 $N=172$ 不是质子幻数和中子幻数。同时,科研人员还研究了对称能对于超重核 Q_α 值同位旋依赖性的影响,研究结果表明:实验上观测到的超重核 α 衰变半衰期随中子数的增加而增加的结果主要归因于对称能效应,也就是说,随中子数的增加对称能效应增强了超重核对 α 衰变的稳定性。这项研究工作不仅对超重核实验和理论研究具有重要应用价值,而且对于发展和改进原子核多体理论模型也具有重要意义。研究结果发表在 *Phys. Rev. Lett.* 上。



激光尾波场电子加速研究获得重要突破

中科院上海光学精密机械所强场激光物理国家重点实验室徐至展、李儒新研究组首次利用电离注入的全光驱动双尾波场级联电子加速器方案,成功实现了电子注入与电子加速的两个基本物理过程的分离与控制,实验获得了能量近 GeV 的准单能电子束和 187 GV/m 的超高加速梯度等突破性研究成果。该双尾波场级联加速方案的成功实现为未来产生高性能 10 GeV 量级甚至更高能量单能电子束提供了可行途径,将对超强超短激光驱动的台式化粒子加速器的发展与应用带来深远影响。相关研究成果发表在 *Phys. Rev. Lett.* 上。

磁性半导体(Ga,Mn)As 研究获新进展

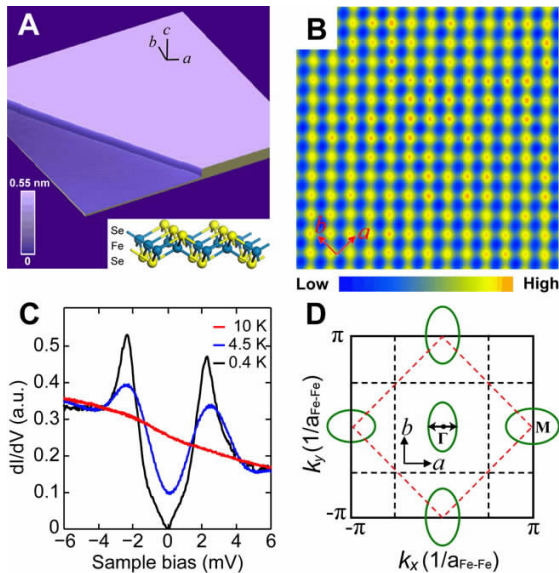
中科院半导体所超晶格室赵建华研究员和博士生陈林与杨富华研究组以及美国佛罗里达州立大学 Stephan von Molnár 教授和熊鹏教授研究组合作成功将磁性半导体(Ga,Mn)As 居里温度提高到 200K。他们采用重 Mn 掺杂和微纳加工相结合的办法,将居里温度为 180K 的 (Ga,Mn)As 薄膜加工成纳米尺寸条状结构,再通过低温退火将其居里温度进一步提高到 200K,改写了之前创造的 191K 的世界最高纪录。把薄膜加工到纳米尺寸,增加了退火所需的比表面积,使得相对多的 Mn 间隙原子从纳米条的侧面扩散出来,故而提高了退火效率,极大地减小了对空穴载流子的补偿,增强了局域 Mn 离子间的相互作用,从而提高了其居里温度。这项实验结果预示,如果把居里温度更高的重 Mn 掺杂(Ga,Mn)As 薄膜材料加工成纳米结构,有可能达到更高的居里温度,并且可以在更高的温度操作基于(Ga,

Mn)As 的半导体纳米自旋电子器件。该项成果发表在 *Nano Letter* 上。

Science 首次发表中国科学家在铁基超导体领域研究成果

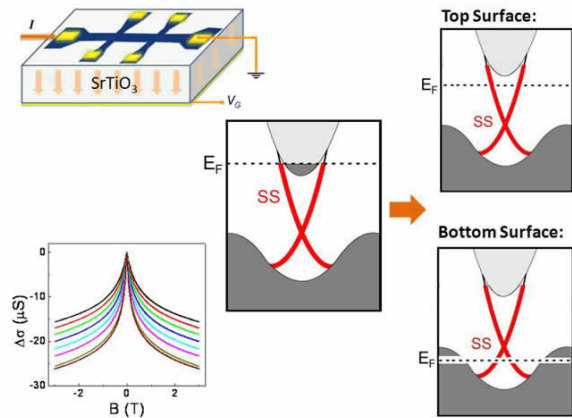
中科院物理所 / 北京凝聚态物理国家实验室(筹)表面物理实验室马旭村研究组与清华大学物理系薛其坤研究组合作,实现了对超导薄膜生长过程和形貌在原子水平上的精确控制,在石墨化的 SiC (0001) 衬底上制备出了化学成分严格可控的高质量单晶 FeSe 薄膜。2.2K 下的原位低温扫描隧道谱实验表明,FeSe 薄膜的超导转变温度与薄膜厚度的倒数 $1/d$ 成线性关系,超导的临界厚度为两个单位单胞。这部分工作发表在 *Phys. Rev. B* 杂志上,并被选为“Editors’ Suggestions”文章。

该研究团队对 FeSe 薄膜在极低温条件下的扫描隧道谱(dI/dV , 正比于样品的态密度)进行了详细的观测,发现了 FeSe 薄膜的 dI/dV 谱在 0.4K 时具有“V”型特点,直接证明了 FeSe 超导体配对函数中存在能隙零线。通过采集零偏压下扫描隧道显微谱图像,在实空间直接观察到 FeSe 薄膜的量子化磁通、磁通中心的束缚态以及束缚态在空间的演化规律。单个磁通和束缚态在空间的演化均表现为两重对称性,确定性地证明了 FeSe 铁基超导体中的电子配对函数具有两重对称性。他们还与美国加州大学圣地亚哥分校的吴从军教授进行理论上的合作,提出 FeSe 电子配对四重对称性的破缺很可能与轨道依赖的电子结构的重组有关。该成果发表在 *Science* 上。



拓扑绝缘体材料生长调控和输运性质研究获系列进展

中科院物理所 / 北京凝聚态物理国家实验室(筹)表面物理实验室吴克辉研究组与固态量子信息与计算实验室 / 崔琦实验室李永庆研究组开展了利用分子束外延(MBE)技术生长拓扑绝缘体单晶薄膜以及利用栅极电压调控其化学势的工作,在材料生长、电场调控及输运性质研究中取得了一系列进展。在材料生长方面,他们首先采用 MBE 方法在 Si(111)衬底上生长出高质量的 Bi_2Se_3 单晶薄膜,并在国际上最先报道了这类拓扑绝缘体材料所具有的“五原子层”层状生长模式。相关工作发表在 *Appl. Phys. Lett.*



上。研究人员选择具有很高介电常数和击穿电场强度的钛酸锶(SrTiO_3)作为衬底,外延生长出高质量的拓扑绝缘体单晶薄膜,并实现了对其化学势和量子输运性质的大范围调控,大大抑制了其体电导。相关工作在 *Phys. Rev. Lett.* 和 *Adv. Func. Mater.* 上发表,并得到国际同行广泛引用。

在量子输运性质研究方面,他们在国际上率先报道了电场对反弱局域输运性质的调控效应。他们最近的工作显示,利用背栅电压调控,可以把下表面(界面)处的费米能级降至狄拉克点以下,并能利用反弱局域性质对表面态输运做出甄别。实验数据和分析表明,电场调控导致的上表面为电子导电和下表面为空穴导电的系统表现出清晰的独立的双通道反弱局域输运行为。该工作发表在 *Phys. Rev. B (Rapid Communications)* 上,并被选为“Editors’ Suggestions”文章。

基于等离激元的逻辑运算的可扩展性研究取得新进展

中科院物理所/北京凝聚态物理国家实验室(筹)徐红星研究组在金属纳米线的等离激元性质研究方面做出了一系列的工作,包括远程激发的拉曼散射、与激子的相互作用、发射方向、发射偏振、分光特性、衬底效应、在弯曲纳米线中的传播等。他们还证实了通过金属纳米波导可以构建完备的纳米全光逻辑器件,并且实现了 $1+1=2$ 的简单计算。徐红星研究组的魏红博士对等离激元逻辑运算的可扩展性进行了研究。在金属纳米线网络中利用等离激元的干涉效应,通过或门(OR)和非门(NOT)的级联实现了或非(NOR)运算。利用量子点成像手段,揭示了该器件的工作机制,即控制端网络结点处的等离激元电场分布必须处于极大值,从而可以跟或运算(OR)的信号实现很好的干涉,将或运算(OR)的结果反转,实现或非(NOR)的运算。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。该成果发表在 *Nature Communications* 上。

有机薄膜晶体管及柔性电路溶液法制备研究获进展

中科院化学所有机固体院重点实验室和中科院上海有机化学研究所材料化学实验室的研究人员,在前期系列 n- 型有机半导体材料与器件合作研究的基础上,选用硫杂萘二酞亚胺 NDI2OD-DTYM2 为 n- 型有机半导体材料,通过系列界面修饰和优化,采用喷墨打印等溶液法加工技术制备了高性能 n 型有机薄膜晶体管(OTFT),电子迁移率最高达到 $1.2 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$,这是国际上已报道同类器件的最优结果之一。此外,基于化学所有机固体院重点实验室在 OTFT 界面修饰、溶液法成膜和电路加工方面的积累,在没有任何真空或惰性气体保护的情况下,采用全溶液法加工技术构筑了 OTFT 柔性电路。相关研究结果发表在 *Adv.*



*Mater.*上,并被选为封面文章,论文出版后被 Wiley 出版集团选为“Organic Electronic”领域的“Hot Topic”文章。

Glaucogenin 甙元的仿生合成研究获新进展

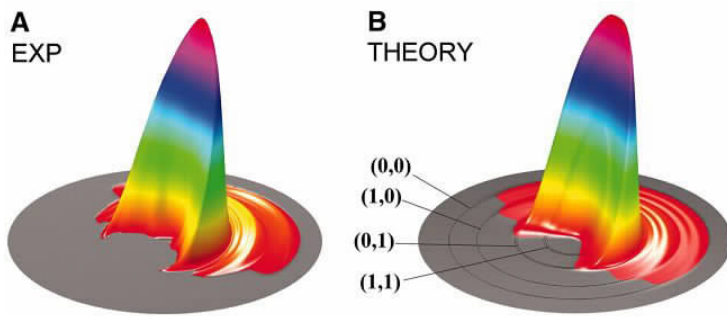
中科院上海有机化学所天然产物合成化学国家重点实验室田伟生研究组,通过光引发的单线态氧烯反应和 Fe^{2+} 参与的过氧化物碎裂反应构建 Glaucogenin 甙元中九元内酯环的合成策略,顺利地完成了 Glaucogenin 甙类天然产物共同合成中间体和 5,6-dihydro-glaucogenin C 的首次合成,研究结果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.*上。该结果一经发表,立即被 *Nature* 系列 *Nat. Chem. Biol.* 视为合成研究亮点给予点评。他们认为:这一研究成果不仅为 Glaucogenin 甙类天然产物生源合成的假设提供了支持,并且为 Glaucogenin 甙类天然产物关键中间体合成提供了有效的方法。单线态氧烯反应以及自由碎裂反应在中环内酯合成中的应用被认为是这一研究工作的亮点。

新型手性配体的设计与手性反转控制研究获进展

中科院成都生物所天然产物中心廖建研究组设计出一类从单一硫手性源出发的新型手性亚砷-烯配体。该类配体在铑(Rh)催化的不对称芳硼酸对 α,β -不饱和酮/酯类化合物 1,4-加成反应中表现出优异的催化性能。研究还发现,改变烯烃上取代基的位置可以很好地控制产物的立体构型反转((S)-构型产物的 ee 值可达 98%,(R)-构型产物的 ee 值可达 >99%)。这是该现象的首次报道,此研究将有助于有机合成工作者在手性反转控制研究领域进行更加深入的探索和研究。该研究结果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.*上,并被选为“热点文章”。

四原子体系分子反应动力学研究取得重要突破

中科院大连化学物理所杨学明、张东辉等研究组对 $\text{HD}+\text{OH}\rightarrow\text{H}_2\text{O}+\text{D}$ 进行了反应动力学研究。 $\text{H}_2+\text{OH}\rightarrow\text{H}_2\text{O}+\text{H}$ 反应体系是四原子反应体系的基本范例,是燃烧化学和星际化学中的重要反应,其逆反应则是选模化学的研究样板。在理论上,他们发展出一套非常有效的含时波包方法,能够对六个自由度的四原子反应进行精确的计算,同时用更精确的方法构造了该反应体系的势能面,从而完成了该体系的第一个全维量子态分辨的动力学计算。在实验上,他们采用高分辨的交叉分子束-里德堡氦原子飞行时间谱方法测量了 $\text{HD}+\text{OH}\rightarrow\text{H}_2\text{O}+\text{D}$ 在不同反应能下的微分截面及其随碰撞能的变化关系。实验结果和理论计算结果高度吻合。这是首次对一个四原子反应体系的态-态微分截面取得理论和实验高度吻合的研究结果,是



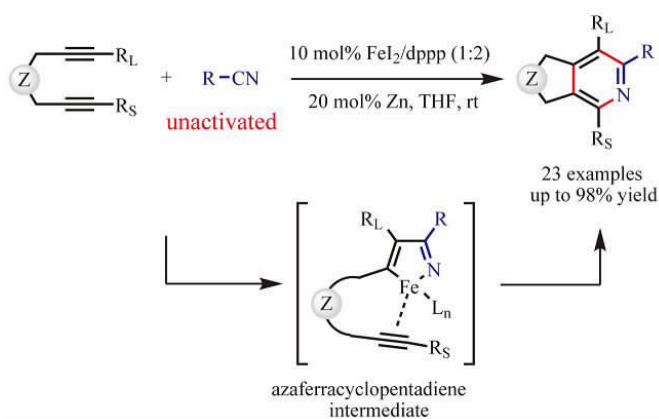
分子反应动力学研究的一个重要突破,也意味着大连化物所在该领域继续牢固占据着国际领先地位。该成果发表在 *Science* 上。

芳香杂环化合物的不对称氢化反应取得新进展

中科院大连化学物理所手性合成研究组周永贵研究员和樊红军研究员合作,首次实现了简单吡咯的不对称氢化反应。吡咯氢化产物是重要的有机合成中间体和生物活性化合物的结构单元。不对称氢化吡咯及其衍生物是获得这类化合物最直接、高效的方法。该小组采用布朗斯特酸对吡咯中的双键进行质子化生成亚胺盐而使吡咯得到活化,然后利用手性钨催化剂进行不对称氢化,从而实现了吡咯的不对称氢化,产物为部分氢化的手性 1-吡咯啉衍生物,最高对映选择性达到 92%。氢化产物含有一个亚胺官能团,可以方便地进行后续的转化,为合成相关的活性分子提供了一条方便、简洁的新途径。研究人员通过理论计算和同位素标记实验等对反应的机理进行了探索,对实验结果给出了合理的解释。相关成果以通讯的形式发表在 *J.Am.Chem.Soc.* 上。

催化杂环合成研究取得新进展

中科院大连化学物理所催化杂环合成研究组万伯顺研究员在铁催化[2+2+2]环加成反应合成吡啶化合物的研究中取得新进展。[2+2+2]环加成反应构建吡啶化合物是将吡啶单元拆分成三个双原子片段再加以组合,其原子利用率高达 100%,是构建吡啶单元最直接、最高效的方法。最近,该小组利



用 FeI_2 和双膦配体原位制成低价铁催化剂,并在室温下实现了高效的催化炔与腈的环加成反应生成吡啶衍生物,收率最高达 98%。初步的机理研究表明,该催化过程可能经历氮杂铁杂环戊二烯中间体的反应过程。该催化体系的发展对于铁催化其他环加成反应的研究提供了一种新的思路。相关结果以通讯的形式发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

费托合成催化剂助剂机理研究获得突破

中科院山西煤炭化学所、中科合成油技术有限公司合成油科研团队,从理论上阐明了费托合成铁基催化剂的关键助剂 K 对活性相表面结构的调变作用,这对高性能煤制油催化剂的研制具有重要的指导作用。合成油团队基于密度泛函理论和实验研究,首次揭示了 K 助剂的一个重要作用是调变铁微晶的晶面取向。钾助剂(K_2O)对 $\text{Fe}(110)$, (100) , (111) , (211) , (210) , (321) , (310) 面具有不同程度的稳定化作用。随钾含量的变化,上述表面的相对稳定性发生改变,因此改变了铁微晶在不同晶向的相对生长速度,使得铁微晶暴露更多

的高活性晶面。对于不含钾助剂的催化剂,主要暴露 Fe(110)面,随钾的添加,(110)和(100)面占铁微晶总表面的比例减少,而高活性晶面(211)和(310)的比例增加。该工作发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。这是该团队继发现甲烷形成的反应能与有效势垒分别与铁碳化物表面 C 原子的电荷及表面的 d 带中心能量线性相关后的又一重要理论突破。

可逆检测过氧化亚硝酰分子荧光探针研究取得进展

中科院大连化学物理所韩克利研究组在可逆检测过氧化亚硝酰分子荧光探针的研究中取得新进展,该研究组根据生物体内的硒酶催化原理,开发出一个近红外含硒功能团的荧光探针,用于过氧化亚硝酸的可逆检测。在生理条件下,该探针可用于过氧化亚硝酸盐的氧化/还原事件的高灵敏度、高选择性的监测。该探针可有效地避免细胞自发荧光的影响,在水溶液和活细胞进行的测试中均给予了积极的信号近红外荧光响应,并给出了详细相互作用机理。研究人员还成功拍摄了细胞中过氧化亚硝酸盐浓度变化的实时图像。相关结果以通讯的形式发表在 *J. Am. Chem. Soc.* 上。



金和铱均相催化研究获重要进展

中科院大连化学物理所李兴伟研究组关于金催化的综述性论文以 Minireview 的形式发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。该研究组综述了(其中包括该课题组的研究结果)金催化中极性 E-O 键 (E= N, C 和 S) 中氧原子转移到炔烃而生成金的类卡宾体活性中间体这一独特的转换过程。该方法产生的金类卡宾体可以被各种亲核试剂捕捉,从而成为构建 C-C, C-S, C-N 以及 C-O 键的重要方法。值得一提的是,金类卡宾体可作为具有高危险性和合成复杂性的 α -羰基重氮化合物的替代体。

该研究组发现,被硝酮官能化的末端炔在金属铱催化下可以很容易地生成可分离的高活性亚甲胺叶立德。他们首次分离出了亚甲胺叶立德及其金属配合物,并通过晶体衍射表征了一类结构罕见的氧配位的铱络合物。反应中生成亚甲胺叶立德的过程也经历了类似的氧转移,但选择性却与金催化体系不同,并能实现互补,叶立德与亲偶极体的 1,3-偶极环加成反应证明了这一方法的有效性。相关成果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

不对称催化的仿生转氨化研究取得新进展

中科院化学所分子识别与功能国家重点实验室的科研人员,以酮酯为底物,简单苯胺作为氮源,金鸡纳碱衍生物作为手性催化剂,成功实现了 α -氨基酸衍生物的仿生转氨化合成。

他们采用“一锅法”,使得通常难以分离的酮酯亚胺可以原位生成,同时利用酮亚胺和转氨化产物醛亚胺的热力学稳定性差异,在鸡纳碱衍生物的手性环境下,高选择性地形成一种构型为主的醛亚胺产物(88%—92%ee),再通过一步简单的水解反应得到手性 α -氨基酸衍生物。这也是目前已报道的不对称催化的仿生转氨化领域中最优的结果。该方法操作简便,原料易得,底物适用范围广。相关研究成果发表在 *J. Am. Chem. Soc.* 上。

储氢材料研究取得新进展

中科院大连化学物理所复合氢化物材料化学研究组,通过催化 LiBH_4 与 NH_3 间相互作用,首次实现较低温度下可观量氢的脱附。开发高性能储氢系统是氢燃料电池技术应用中的难点之一。 LiBH_4 、 NH_3 作为高含氢物质,对其研究虽开展较早但进展有限,二者脱氢反应温度均在 400°C 以上。大连化物所郑学丽等人首次采用 Co 基纳米催化剂,实现了 LiBH_4 - NH_3 体系内正负氢($\text{H}^+\text{-H}^-$)的完全结合,释放出 17.8%(重量比)的氢量,这是迄今在 100°C — 250°C 区间内报道的最高脱氢量。更有利于实用的是,该体系可将两初始反应物分装,便于安全储存。在需要产氢时,通过调节与 LiBH_4 作用的 NH_3 量,实现对脱氢反应过程的控制。由于采用相对廉价易得、易储运的 NH_3 作为氢源之一,同时达成较低温度下可观量氢的脱附, LiBH_4 - NH_3 体系有望在移动式氢源系统方面拥有良好的应用前景。该成果发表在 *Energy & Environmental Science* 上。

大陆环境科学钻探工程研究取得突破

中科院地球环境所、黄土与第四纪地质国家重点实验室安芷生院士联合中外科学家,基于中国大陆环境科学钻探工程在青藏高原东南缘鹤庆盆地获取的 666 米湖泊沉积岩心,利用古地磁和碳-14 测年手段,高分辨率测试了岩心的植物花粉、沉积学、地球物理和地球化学等参数,重建了更新世(过去 260 万年)印度季风变迁的历史,揭示了早、晚更新世印度夏季风变率较小,可视为南北半球气候相互作用的结果;而更新世中期印度夏季风变率加大,主要受控于北半球冰量变化。通过印度夏季风变化时间序列精细结构的分析,提出冰期-间冰期南北半球间气压梯度对印度季风环流驱动的重要性,揭示了距今 260 万年以来印度夏季风非轨道尺度的变迁过程和动力学。该原创性重大成果——“冰期-间冰期印度夏季风的动力学”发表在 *Science* 上。

科研人员建立南海 5Ma 以来沉积物的轨道调谐时间标尺并获得低纬亚洲季风演化的新认识

中科院地球环境所敖红博士及其合作者通过对南海 ODP 1143 站 5Ma 以来沉积物中底栖有孔虫 $\delta^{18}\text{O}$ 记录和夏季风记录(赤铁矿与针铁矿比值, Hm/Gt)进行轨道调谐,建立了南海 5Ma 以来沉积物的高分辨率天文年代标尺,并在此基础上获得了低纬度亚洲季风在上新世至更新世演化特征的新认识。对比 5Ma 以来 ODP 1143 站的底栖有孔虫 $\delta^{18}\text{O}$ 和 Hm/Gt 夏季风记录发现,低纬夏季风的周期旋回变化与冰期/间冰期旋回并不一致。 Hm/Gt 反映的夏季风在 5Ma 以来都是由 20kyr 周期主导,而 $\delta^{18}\text{O}$ 反映的冰期/间冰期旋回在约

1Ma 以前由 40kyr 周期主导,在这之后由 100kyr 周期主导。

这表明,低纬夏季风不存在 1Ma 左右的气候转型,即著名的中更新世气候转型(mid-Pleistocene transition, MPT)。这进一步暗示了中更新世气候转型可能与高纬冰量的变化有关。低纬季风在轨道尺度上的旋回变化主要由太阳辐射驱动产生,受高纬冰量影响较小,因此很难产生明显的中更新世气候转型事件。传统观念认为,夏季风在冰期都比较弱,在间冰期都比较强。然而,南海 Hm/Gt 记录以及石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 记录表明,中国南方的夏季风并非如此。在中国南方的冰期也能产生较强的夏季风,间冰期也能产生较弱的夏季风。此外,南海 Hm/Gt 记录还表明,低纬亚洲夏季风从 2.8Ma 开始变化幅度增加,整体上并存在长期持续减弱的趋势,这可能与北半球冰量的增加有关。该结果发表在 *Quaternary Science Reviews* 上。

DNA 去甲基化机制研究发现一种新的修饰碱基

中科院上海生命科学院生物化学与细胞生物学所徐国良、李林、丁建平研究组等的研究工作证明,DNA 中的 5mC(5-甲基胞嘧啶)和 5hmC(5-羟甲基胞嘧啶)都可以被 Tet 家族的双加氧酶进一步氧化为第 7 种碱基:5-羧基胞嘧啶(5caC);此外,胸腺嘧啶 DNA 糖基化酶(TDG)可以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。动植物生长发育与疾病发生、发展都广泛受到表观遗传调控。目前研究得比较清楚的是胞嘧啶第 5 位的甲基化。它直接参与了转录调控和基因组的其它调控过程。由于胞嘧啶的甲基化会引起染色体的压缩和基因沉默,所以对于表达活跃的基因来说,它们的启动子和增强子区域的 DNA 往往处于低甲基化水平状态。因此,DNA 的去甲基化对于沉默基因的转录重激活起着重要作用。在原始生殖细胞发生及受精后父源基因组的重塑过程中出现的大规模的去甲基化,被认为是擦除父母甲基化谱式并建立后代新的甲基化谱式的关键,这些表观遗传重编程过程中发生的去甲基化对于早期胚胎的发育及配子产生都是十分重要的。生化与细胞研究所的上述工作表明:5mC 可以被 Tet 蛋白氧化为 5-羧基胞嘧啶(5caC),而 5caC 又进一步被 TDG 识别并切除(进而通过 DNA 剪切修复途径替换为没有修饰的 C),从而初步阐明了一条 DNA 主动去甲基化的途径(5mC→5hmC→5caC→C),为研究 DNA 去甲基化作用及生理功能指明了方向。这项关于 DNA 去甲基化机制的研究发现在线发表在 *Science* 上。

组蛋白修饰对衰老的调控机制研究取得重要进展

中科院遗传与发育生物学所韩敬东研究组通过生物化学、分子生物学、遗传学和系统生物学相结合的方法,发现组蛋白 H3H27me2/3 去甲基酶 UTX-1/UTX 对衰老发挥了重要的调控作用。在秀丽线虫中,该基因的杂合突变体及野生型的 RNAi 敲降后都能极大地延长线虫寿命,使其抗逆性也大大加强。遗传学分析发现,其功能依赖于胰岛素样信号通路。杂合突变或敲降后的机体内胰岛素样信号通路的一部分受体和激酶处于较高的抑制性标记 H3H27me3 修饰状态,从而引起表达量的降低,抑制了衰老信号的传递,最终导致控制寿命的重要转录因子 DAF-16 功能的增强,从而延缓了衰老。该研究首次报道了通过体细胞

发挥功能的组蛋白修饰基因对衰老这一重要生物学过程的调控作用,加深了对表观遗传功能的认识,并为新型抗衰老药物的研发提供了潜在的靶点。该研究成果作为封面文章在线发表在 *Cell Metabolism* 上。该杂志同期还以 preview 的形式对这项研究给予高度评价。

水稻光合效率提高的分子机理研究取得进展

中科院遗传与发育生物学研究所基因组生物学研究中心储成才研究组,通过大规模筛选鉴定水稻光合能力和碳同化突变体(photoassimilate defective1, phd1),克隆和鉴定了编码一个新型 UDP-葡萄糖差向异构酶(UDP-glucose epimerase, UGE)基因 PHD1。以往人们一直认为 UGE 仅仅存在于细胞质中,储成才实验室通过大量分子生物学和免疫细胞学等手段,证明 PHD1 存在于叶绿体基质中;进一步生化实验也表明,这个酶催化生成糖脂合成底物——UDP-半乳糖的过程是在叶绿体内进行。这是首次发现 UGE 也存在于叶绿体中。进一步功能鉴定表明,PHD1 参与了糖脂的生物合成以及光合膜的生物发生过程。因此,这项研究不仅发现了一种新型质体定位的 UDP-葡萄糖差向异构酶,而且阐明了高等植物光合膜上糖脂糖基组分的来源和发生机制,并暗示了该机制在绿色植物中是保守的,为进一步研究光合膜糖脂在植物光合作用以及生长发育过程中的重要作用奠定了基础。

phd1 突变体中糖脂的不足严重影响了光合色素的含量,并降低了有效光化学效率。有意思的是,在过表达 PHD1 的转基因株系中决定水稻产量的两个主要因子:有效穗数和籽粒千粒重都显著增加,并最终提高了水稻产量。PHD1 不仅对水稻分蘖、千粒重及株高等产生适度(fine-tuning)促进效应,尤为重要,过表达植株的光合能力,尤其是在低光强下光合能力得到显著提高。因此,PHD1 为新一代水稻以及能源作物高产育种,特别对西南如四川、云南、贵州等光强不足地区的作物高产改良提供了一种全新的思路,具有显著的应用价值和经济意义。该成果发表在 *PLoS Genetics* 上。

中国发现类似始祖鸟的恐龙

中科院古脊椎动物与古人类所徐星等人报道了发现于我国辽西地区大约 1.6 亿年前沉积地层中产出的一件小型恐龙标本。研究者们基于这件标本命名了“郑氏晓廷龙”。郑氏晓廷龙重约 800 克,代表迄今发现的最小的小型兽脚类恐



龙之一。它的锥形齿以及长而粗壮的前肢与原始鸟类极为相似,它特化的足部具有恐爪龙类所有的特化第二趾,它的后肢发育了长长的飞羽,呈现出典型的四翼状态。研究者发现,郑氏晓廷龙代表一种小型兽脚类恐龙,其与生存于德国侏罗纪晚期的始祖鸟亲缘关系非常近;一个更加意外的分析结果是:研究显示始祖鸟不属于鸟类,位于一个不同的演化支系上。这一结论对鸟类起源及相关的飞行起源和羽毛早期演化的研究具有重大意义。该成果发表在 *Nature* 上,该杂志同期还发表了美国著名学者 Witmer 博士的评论文章。

植物根细胞囊泡运输调控获系列进展

中科院上海生命科学研究院植物生理生态所薛红卫研究组,系统综述了调控植物根细胞囊泡运输的调控因子及其作用机制,并重点对磷脂酰肌醇信号在影响囊泡运输、调控生长素的极性分布、进而调控植物根生长发育中的作用和调控机制进行了综述和评析。该研究成果在线发表在 *Current Opinion in Plant Biology* 上。该研究组在植物磷脂酰肌醇信号转导途径的作用机制方面开展了系统的研究工作,证明了该途径与生长素相互作用,在多个层面调控生长素极性运输和信号,参与根、子叶等发育的调控以及蓝光介导的形态建成,并对其相关作用机制进行了深入研究,取得了一系列创新性的研究成果。该研究组相继在 *Plant Cell*、*Plant Physiology*、*Cell Research*、*Plant Molecular Biology* 等国际核心刊物发表多篇学术论文,为植物信号转导特别是信号途径间的交叉研究提供了重要新线索,在该研究领域成果显著,并受到国内外的广泛关注,先后应 *Current Opinion in Plant Biology*、*Biochemical Journal* 邀请撰写专题综述。

科研人员发现系统性红斑狼疮的新易感基因 miR-146a

中科院上海生命科学院 / 上海交大医学院健康研究所分子风湿病学研究组罗晓兵博士在沈南教授的指导下,找到了 miR-146a 参与狼疮发病的分子遗传学证据,这一研究成果发表在 *PloS Genetics* 上。系统性红斑狼疮(Systemic lupus erythematosus, SLE)是一种具有极强遗传倾向的系统性自身免疫系统疾病,I 型干扰素通路过度活化是其重要的分子表型。microRNA (miRNA) 在维持免疫系统稳态中发挥重要作用。该研究组的前期研究发现,miRNA 表达或者功能的异常与自身免疫性疾病的发生和发展有关,系统性红斑狼疮患者存在 miR-146a 表达缺陷,引起 I 型干扰素通路过度活化,进而参与红斑狼疮疾病的发生发展。

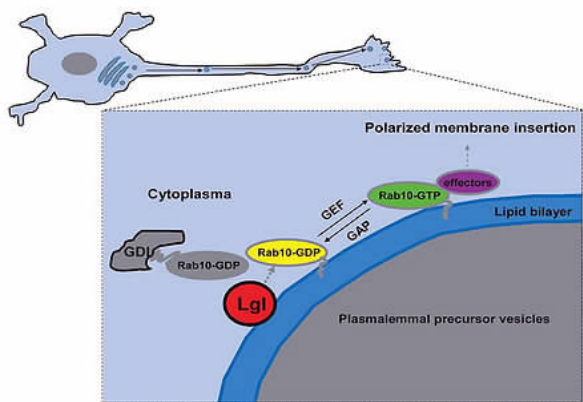
该研究采用候选基因测序的策略,选择大样本的病例-对照研究方法,在多个人群中发现 miR-146a 启动子区域存在一个重要的 SNP 与 SLE 显著相关。携带疾病相关等位基因的个体,其 miR-146a 基因表达水平显著低于对照组。体外功能研究亦证实,此疾病相关 SNP 不同的基因型与已被报道的狼疮易感基因 ETS1 编码表达的蛋白转录因子结合能力不同,增加或者降低 ETS-1 表达水平可导致 miR-146a 启动子活性的改变。遗传学分析也证实,ETS1 与 miR-146a 可相互影响,在狼疮发病中发挥叠加效应。该项研究首次鉴定出 miRNA 分子启动子区域与狼疮疾病发生中发挥重要作用的 SNP,同时也例证了复杂性疾病中多个易感基因通过相互作用从而共同参与疾病的发生。

科研人员揭示神经元轴突发育过程中的细胞膜极性增加机制

中科院上海生命科学院神经所罗振革研究组发现了神经元轴突发育过程中细胞膜的不对称插入机制。神经元具有典型的极性结构,复杂分支的树突负责接受信息,单根轴突负责输出信息。新生神经元某个突起向轴突的分化称为神经元的极化,该过程需要细胞膜向该突起快速增加,其调节机制是悬而未决的重要科学问题。在罗振革研究员的指导下,博士研究生王彤和刘阳等人对该问题进行了深入研究。他们发现,抑癌蛋白 Lgl1 在该过程中发



中国科学院



挥重要作用,Lgl1 定位在质膜前体囊(plasmalemmal precursor vesicle, PPV)的胞浆侧,在轴突发育过程中具有极性分布。在培养的海马神经元中,下调 Lgl1 会抑制 PPV 向细胞膜的插入,并使神经元丧失极性,过表达 Lgl1 会促进轴突的发育。

进一步的机制研究表明,Lgl1 通过调节小 G 蛋白 Rab10 来发挥作用,Lgl1 可以使胞浆中的 Rab10 与

GDI(GDP-dissociation inhibitor)解离,从而促进 Rab10 定位到 PPV。下调 Rab10 的表达或抑制其活性也会影响 PPV 的膜插入,使神经元失去极性,上调其表达会促进轴突发育。Lgl1 通过 Rab10 调节 PPV 向细胞膜的插入及神经元的极化。后继工作正在深入研究 Rab10 囊泡的转运机制、效应因子、膜定位及膜融合信号。该工作在线发表在 *Developmental Cell* 上。

“科学一号”顺利返航 成功回收 6 000 米深海潜标

中科院海洋所“科学一号”海洋科学考察船在北太平洋西边界流区的关键海域成功回收了 2010 年冬季布放的 6 100 米和 3 200 米 2 套深海潜标,并重新布放了 3 套深海潜标,收放潜标总长度达 21 000 米以上。这是我国在该海域首次成功布放并回收 6 000 米深海潜标,获得的 8°N 和 18°N 西边界流长期、直接测量数据均为国际首次,为我国科学家发起的 NPOCE(西北太平洋海洋环流与气候试验)国际合作计划提供了重要的基础数据。

该航次顺利完成 11 项国家基金、“973”、“863”项目的考察任务,在台湾岛-菲律宾群岛-哈目黑拉岛以东至 130°E 以西的北太平洋低纬度西边界流海区开展了系统的水文、气象、化学、生物、地质和海洋仪器等多学科的综合观测和实验,共完成 8 个断面共 56 个站位的海洋综合调查任务,获得了极为丰富的观测数据和研究成果。

中国“蛟龙”号载人潜水器 5 000 米级海试获得圆满成功

8 月 18 日,中科院沈阳自动化所和声学所参与研制的“蛟龙”号载人潜水器 5 000 米级海试返航欢迎仪式在江苏江阴举行。“蛟龙”号本次海试自 2011 年 7 月 11 日出发,历时 49 天,航程万余海里,共进行了 5 次下潜,下潜深度分别为:4 027 米、5 057 米、5 188 米、5 184 米和 5 180 米。期间获得了大量的视像资料和近底微地形地貌测量数据,检验了潜水器在大深度环境下的各项功能指标与作业性能,实现了我国载人深潜的突破,标志着我国具备了达到全球 70%以上海洋深处进行作业的能力,是我国海洋科技发展史上的又一里程碑(相关图片请见封面)。