

## 科研进展\*

### 基于等离激元的全光逻辑和半加器研究取得新进展

中科院物理所 / 北京凝聚态物理国家实验室(筹)徐红星研究组将几条银纳米线组装在一起形成具有输入端和输出端的简单网络结构,通过控制输入光的偏振和相位,可以在微观尺度上控制等离激元的传播方向,从而可以控制输出端的光强。基于此,电子学上的基本逻辑运算(与、或、非)可以用光来实现。另外,四终端的网络结构可以作为半加器实现两个二进制数的加法运算。并且,他们利用量子点发光对银纳米线中传播的等离激元的近场分布进行了成像,揭示了这些基于等离激元的全光逻辑元件的工作原理:即被两束光激发的等离激元在纳米波导中发生干涉,导致网络结构中作为主干的纳米线上的光场分布得到调控。另外,徐红星研究员与瑞典 Chalmers 大学 Mikael Kall 教授合作,发现了金属纳米线在不同介质界面上等离激元传播的非常强的辐射方向性。

AND	
OR	
XOR	
NOT	
NAND	
Adder	

上述结果分别发表在同一期的 *Nano Lett.* 上。这些研究结果对于认识传播的等离激元的性质、设计基于等离激元的纳米光学元件以及构建纳米光学回路和处理器等具有重要意义。

### 相对论重离子对撞机捕获到最重反物质原子核

多位中国科学家参加的美国布鲁克海文国家实验室 RHIC-STAR 国际合作组探测到氦核的反物质粒子——反氦核。这种新型粒子又名反阿尔法粒子,是迄今为止所能探测到的最重的反物质原子核。位于纽约长岛的美国布鲁克海文国家实验室的相对论重离子对撞机(RHIC)利用两束接近于光速的金核对撞来模拟宇宙大爆炸,产生类似于早期宇宙的物质形态。这种剧烈的碰撞产生大约等量的夸克和反夸克物质,其中一部分稳定的反物质可以在与正物质湮灭之前在 STAR 探测器中留下清晰的信号。STAR 合作组利用中国科学家主持研制的先进大型飞行时间探测器(TOF)探测到 18 个反物质氦 4 原子核的信号。STAR 合作组是由来自 12 个国家的 54 家科研单位组成,其中 STAR 中国合作组成员包括中科院上海应用物理所、中国科学技术大学、中科院近代物理所、清华大学、华中师范大学、山东大学

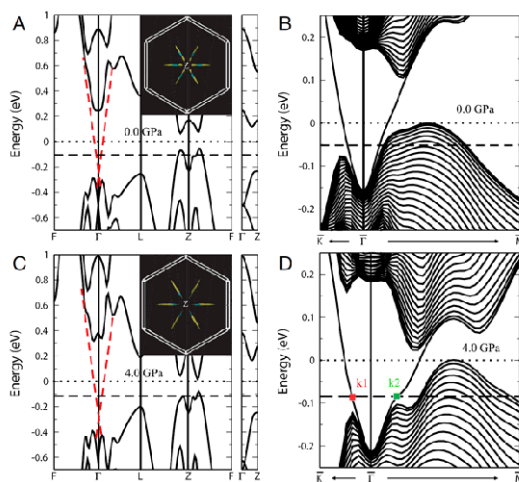
\* 收稿日期:2011 年 4 月 25 日

等。该研究成果在线发表在 *Nature* 上。

## 拓扑化合物研究取得新进展

中科院物理所 / 北京凝聚态物理国家实验室(筹)靳常青研究组和方忠研究组密切合作,在三维拓扑化合物  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  中成功地观察到压力诱导的超导转变。他们生长了高质量的 P 型  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  单晶,在 3—6GPa 压力范围发现了  $T_c \approx 3\text{K}$  的超导转变。进一步研究表明,这种转变(电阻陡降)的温度随外加磁场向低温端移动,表明转变的超导属性。结构实验表

明,在上述压力区间  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  依然保持常压相构型,基于实验测量的结构数据,第一性原理计算证实母体相依然具有拓扑属性。即在呈现超导转变的压力区间,  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  的表面态依然具有 Dirac 锥的特征,所以形成体材料超导的 p-型载流子费米面与  $\Gamma$ -点附近的 Dirac 表面态相对独立。与斯坦福大学张首晟教授合作,类比  $\text{He}_3$  的 Balian- Werthamer 相,进一步探讨了在  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  实现具有自旋三重态的体态拓扑超导的可能。相关工作发表在 *PNAS* 上。



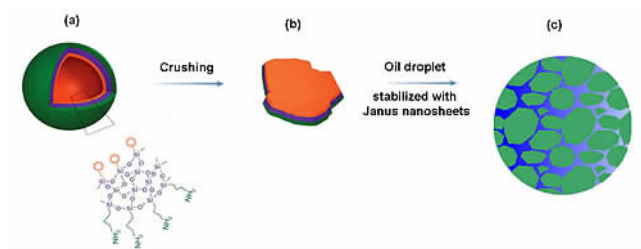
## 高分子薄膜去润湿诱导有序图案构筑取得系列成果

中科院长春应化所高分子化学与物理国家重点实验室韩艳春课题组围绕“高分子薄膜去润湿诱导有序图案构筑”这一重要主题展开了多年研究,取得了系列研究成果。近期,该课题组为 *Progress in Polymer Science* 撰写了相关综述文章。

综述系统介绍了高分子薄膜去润湿机理,然后从理论和实验两方面就高分子薄膜去润湿诱导有序图案构筑展开了广泛而深入的讨论,包括物理、化学图案化基底诱导的去润湿图案化、物理受限条件下的去润湿图案化、薄膜表面拓扑结构诱导的去润湿图案化和三相线运动过程诱导的去润湿图案化等。最后就高分子薄膜润湿诱导图案化技术与其他技术的交叉结合以及应用进行了深入讨论,并对高分子薄膜去润湿诱导有序图案构筑的未来发展进行了展望。

## Janus 胶体材料研究取得系列进展

中科院化学所高分子物理与化学国家重点实验室的科研人员以乳液界面为模板,利用乳液界面的 Janus 性质诱导溶胶-凝胶在其界面自组装制备了 Janus 中空球。



Janus 中空球作为容器能选择性地空腔内装载物质,为中空微球在油水分离和可控释放

等方面的应用提供了新途径。结果发表于 *Chem. Commun.* 上。

将上述 Janus 中空球碎裂可得到 Janus 纳米片材料, Janus 片的组成和结构可调。Janus 片作为颗粒乳化剂, 能高效稳定流体, 如可在空气中获得稳定的“干液滴”(dry droplets)。通过选择生长物质赋予其功能性, 如在亲水一侧吸附磁性  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  纳米粒子得到磁响应性的 Janus 复合片, 同时不改变其润湿性, 实现乳液液滴的磁操纵。上述特性在油水分离和强化采油等领域中具有重要意义。相关研究结果近期在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 发表后, 被 *Nature China* 的 Research Highlights 栏目评述报道。

## 研究发现金氮复合物中存在等瓣相似性

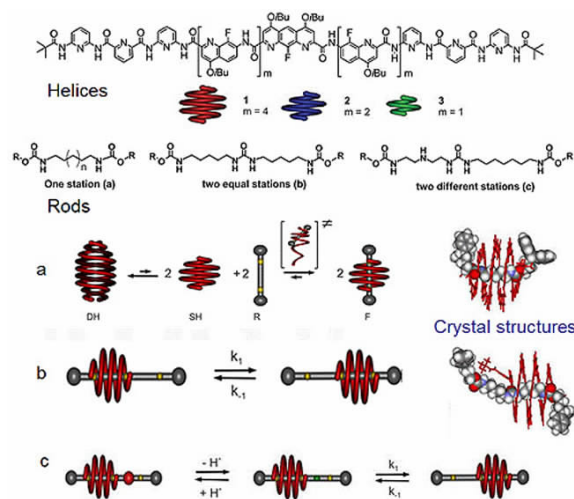
中科院大连化物所唐紫超研究员与厦门大学吕鑫教授合作研究发现金氮复合物中存在等瓣相似性。为了在分子尺度上研究氮气分子与金团簇的相互作用, 唐紫超研究组利用激光溅射团簇源合成了一系列的金氮团簇正离子, 并获得了其高分辨的时间飞行质谱。详细的计算和理论研究表明, 这些幻数团簇具有高对称性和高稳定性。进一步的成键以及分子轨道分析等证明, 这些幻数团簇中  $[\text{AuN}_2]^+$  组分与  $[\text{H}]^+$  质子非常类似。根据等瓣相似原理的定义, 这两个分子或者片段的前线轨道具有相同的数目, 相同的对称性, 相同的电子布局以及相同的激发态, 即  $[\text{AuN}_2]^+$  组分与  $[\text{H}]^+$  质子之间等瓣相似。

这是继  $[\text{AuPPh}_3]^+$  和质子  $[\text{H}]^+$  之间等瓣相似性发现之后的又一重要发现, 对于金氮复合物的合成、化学固氮具有重要的意义。该工作发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

## Science 发表关于自组装分子机器的合作研究成果

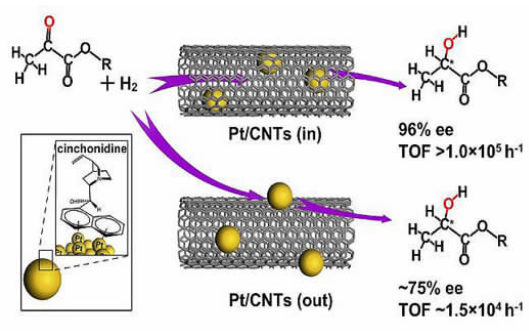
中科院化学所光化学重点实验室江华研究组与欧洲化学生物研究所(法国)Ivan Huc 教授合作, 通过动态组装构建了基于螺旋与线型分子主客体相互作用的分子机器, 并在分子水平上实现对其运动的调控。研究人员采用了动态自组装方法使螺旋分子很慢地缠绕到线型客体分子上, 一旦形成螺旋-线型分子主客体络合物后, 螺旋分子就能够在线型分子上快速运动而不发生离解。在主客体络合物形成过程中螺旋分子发生解折叠和再折叠, 同时螺旋分子的长度必须和线型分子的络合点严格匹配, 但是不要求二者间的不可逆固定, 这是与经典的轮烷分子机器的显著不同, 也是合成该类分子机器的最大优势。研究人员利用质子化和去质子化, 实现了对螺旋分子运动的调控。

该研究工作所建立的模块设计和动态组装方法为设计新型多位点控制的超分子自组装体系开辟了新途径。这一研究结果发表在 *Science* 上(相关图片请见封面)。



### 碳纳米管内手性催化加速现象被发现

大连化物所李灿院士领导的研究团队采用手性修饰剂 cinchonidine (CD) 修饰限阈在碳纳米管管腔中的 Pt 纳米粒子, 发现该催化体系在  $\alpha$ -ketoesters 的手性氢化反应的活性 TOF (turnover frequency) 高达  $1.2 \times 10^5 \text{ h}^{-1}$ , 手性选择性达到 96% ee, 碳纳米管管腔中 Pt 纳米粒子的催化活性和手性选择性显著高于碳

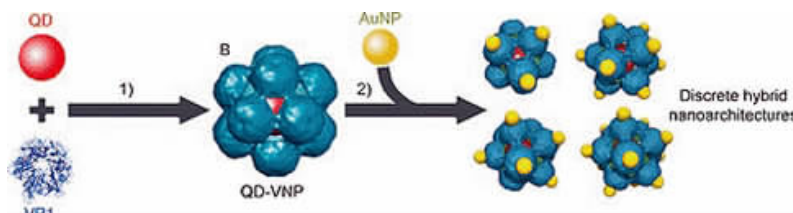


纳米管管腔外 Pt 纳米粒子的催化性能 (TOF:  $1.5 \times 10^4 \text{ h}^{-1}$ , 75% ee), 也远远高于目前报道的最好的 Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 催化剂的性能 (TOF:  $1.0 \times 10^4 \text{ h}^{-1}$ , 90% ee)。初步研究发现, 碳纳米管管腔对手性修饰剂 CD 及底物显示极强的富集作用, 这可能是碳纳米管内手性催化反应活性和手性选择性大幅提升的主要原因之一。发现碳纳米管内的手性催化加速现象为发展高效多相手性催化合成提供了一种新的策略, 也启发人们对多相手性催化机理的认识。

这项研究工作最近发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上, 著名的手性催化学者、加拿大 Laval 大学的 McBreen 教授给予该研究很高评价。

### 三维离散纳米结构可控组装及性质研究获重要进展

中科院苏州纳米技术与纳米仿生所王强斌课题组与武汉病毒所纳米生物学实验室合作, 通过基因工程手段对天然病毒纳



米颗粒结构进行改造, 实现了病毒纳米颗粒表面特异性功能化, 并以此结构为支架, 高效构建了病毒纳米颗粒内部包裹一个量子点、表面含有特定数目 (1—12) 的金纳米颗粒的三维离散纳米结构。这种金纳米粒子-量子点杂化离散结构为定量研究金纳米粒子与量子点之间的能量传递规律提供了理想的模型。实验研究和理论模拟一致发现, 病毒纳米颗粒表面的小粒径金纳米粒子之间的表面等离子体共振耦合效应较弱, 但这些金颗粒对量子点荧光具有累加淬灭效应。

这种通过病毒纳米颗粒可调、高产率构建三维离散纳米结构的策略, 可以推广到其他的蛋白质纳米结构, 并且在生物检测、靶向输运以及能量收集等领域具有广泛应用。该工作发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

### 质子触发的螺旋体结构转化及发光机制研究取得新进展

福建物构所结构化学国家重点实验室张杰课题组, 利用羧基取代的新型柔性联吡啶鎓盐, 基于氢键作用构筑了分别具有单股螺旋和三股螺旋结构的超分子组装体, 通过控制 pH



值成功实现了三螺旋体和单螺旋体在水介质条件下的可逆转化,从分子水平上揭示了羧基间氢键模式对螺旋体转化的重要影响;同时发现,伴随着螺旋体结构的转化,化合物呈现出质子响应的发光行为。相关结果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

## 有机催化合作研究取得重要突破

中科院上海药物所

王卫研究组与华东理工

大学药学院李剑课题组

合作发现了一个崭新的

亚胺催化氧化烯胺活化

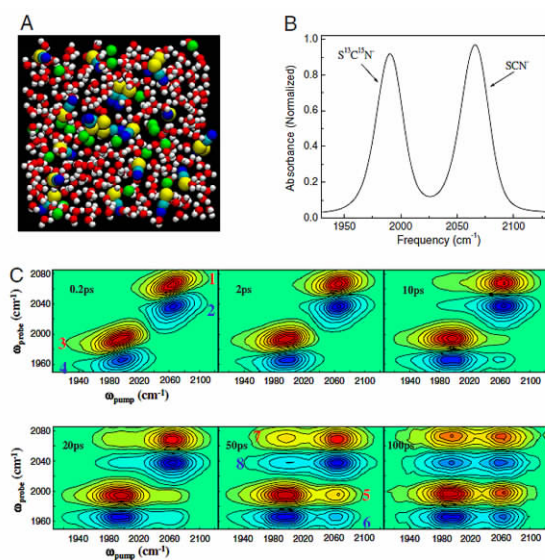


方式:直接将烯胺氧化变成亚胺。研究表明,在二级氨催化剂存在下,用 IBX 作为氧化剂可把烯胺快速转变成亚胺离子。该方法已经成功运用于简单醛的  $\beta$  位不对称官能团转化。更为重要的是,该方法成功地实现了一系列新颖的、对映选择性高的串联反应包括三步和四步串联反应,为高效合成结构复杂的、含多个官能团的手性结构提供了一个重要的途径。这个方法操作简单、反应条件温和、合成效率高,在有机和药物合成上具有重要的理论和实际应用价值。

该成果发表在 *Nature Communications* 上,同时审稿人对这项工作给予了极高的评价。

## 水溶液中离子团簇化合作研究取得重要成果

中科院大连化物所庄巍研究组与美国莱斯大学郑俊荣教授合作,运用二维红外光谱学结合泵浦/探针,以各向异性轻、重氰酸碱盐作为探针探测周围能量转移,通过与运动学方程的拟合,揭示了水溶液中 LiSCN、NaSCN、KSCN 和 CsSCN 的离子团簇化现象。研究结果表明,在近饱和的 KSCN 水溶液 (water/KSCN 摩尔比率 = 2.4/1) 中,95% 阴离子形成离子团簇。旋转各向异性测量结果表明,离子簇的尺度接近于 18 个阴离子,实验结果与分子动力学理论模拟结果吻合得很好。当稀释溶液或者转换成更小的碱金属离子(钠或锂)时,在离子团簇中探测到的阴离子比例降低;铯作为最大的稳定碱金属,相应的获得最高的团簇比例。该振动能量转移方法使研究种类繁多的其他快短程分子相互作用成为可能。



相关研究成果发表在 *PNAS* 上,并被 *Science* 杂志 highlight 报道。

## 石墨烯三维网络结构的制备及应用研究取得重要进展

沈阳材料科学国家(联合)实验室成会明、任文才带领的石墨烯研究团队采用兼具平面和曲面结构特点的泡沫金属作为生长基体,利用CVD方法制备出具有三维连通网络结构的泡沫状石墨烯体材料。研究发现,这种石墨烯体材料完整地复制了泡沫金属的结构,石墨烯以无缝连接的方式构成一个全连通的整体,具有优异的电荷传导能力、 $\sim 850 \text{ m}^2/\text{g}$ 的比表面积、 $\sim 99.7\%$ 的孔隙率和 $\sim 5 \text{ mg}/\text{cm}^3$ 的极低密度。这种方法可控性好,易于放大,通过改变工艺条件可以调控石墨烯的平均层数、石墨烯网络的比表面积、密度和导电性,并且采用基体卷曲的方法,研究人员可制备出 $170 \times 220 \text{ mm}^2$ 及更大面积的石墨烯泡沫材料。

相关研究成果于 *Nature Materials* 上在线发表。该成果为具有特定结构、性能和应用的石墨烯三维体材料的制备提供了一个基本策略,为石墨烯在柔性导电、导热、热管理、电磁屏蔽、吸波、催化、传感及储能材料等领域的应用奠定了坚实基础。

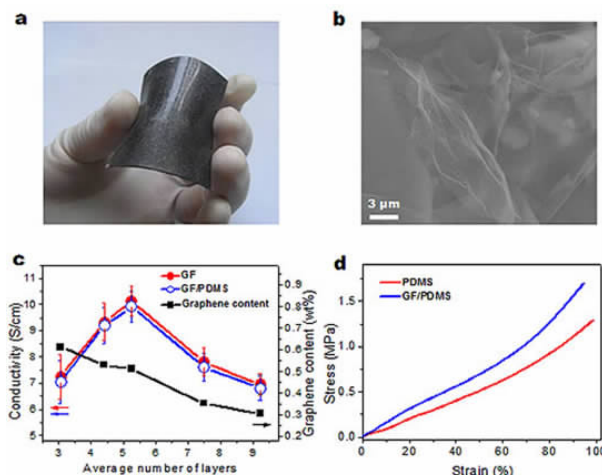
## 智能所纳米器件研究取得重要成果

中科院合肥物质科学院智能所仿生功能材料与传感器件研究中心刘锦淮研究员、黄行九研究员负责的研究组提出了利用不同晶格取向的“T”型纳米结构构筑纳米分流器器件的概念,他们运用纳米操纵平台及微电子机械系统(MEMS)工艺手段,构筑了主干和分枝分别为 $[101]$ 和 $[010]$ 方向生长的“T”型 $\text{SnO}_2$ 纳米线分流器件。该“T”型纳米分流器件的具有类似场效应管的作用,不需要外加栅极(Gate),三个端点均可以轮换作为栅极,其它两个端点则可以作为源极(Source)和漏极(Drain)。研究结果表明:T-型 $\text{SnO}_2$ 纳米结构的任意两端之间电流大小和方向可通过T-型结构的第三端进行调控,且与晶体生长方向以及不同晶面形成的结之间具有很大的关系。该器件的分流性能完全符合基尔霍夫定律(Kirchhoff laws)。

该研究成果发表在 *Materials Today* 上。评审人对该项研究工作给予了很高的评价。

## 硫肽类抗生素的生物合成研究获重要进展

上海有机所生命有机化学国家重点实验室的研究人员在前期工作基础上,分别以代表性成员 Nosiheptide(NOS)和 Thiostrepton(TSR)为对象、开展了针对硫肽类抗生素结构多样性的个性化探索。研究发现,NOC 和 TSR 都具有一个相同的 C-末端酰胺结构单元,但是在形成机制方面却完全不同(结果分别发表在 *J. Am. Chem. Soc.*上)。这一有趣的现象反映



了不同策略构筑相同结构单元的“趋同性”。

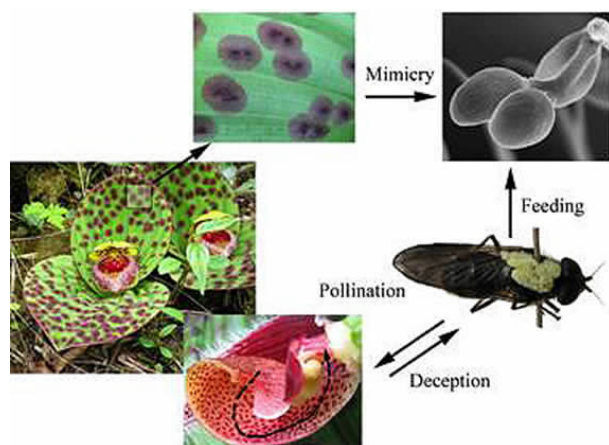
最近,研究人员又发现了一个 S- 腺苷甲硫氨酸(SAM)依赖的新型酶蛋白 NosL,以自由基介导的方式独立负责了 3- 甲基 -2- 吡啶酸(MIA)的合成,这一复杂的转化包含了不同寻常的“片段化重组”(Fragmentation-Recombination)过程。在体内和体外研究相结合的实验基础上,研究人员对 NosL 蛋白及其催化的反应进行了包括各种谱学手段在内的鉴定和表征,确定了相应的底物、产物(包括部分副产物和中间产物)和辅助因子,分析了 C2-C3 键断裂的模式,并推导了 NosL 的酶学机制。这一研究结果以全文的方式发表在 *Nat. Chem. Biol.*上。美国宾夕法尼亚州立大学的生物化学家 S. J. Booker 教授在同期杂志上对该发现的意义进行了专文评述。

### 微藻生物能源副产物安全性问题研究取得进展

中科院武汉植物园系统生态学科组王伟波博士在新近刊发在 *Science* 的一篇评论中指出:藻类生物能源副产物在开发(加工)过程中不仅要注意维持其效能,更要注意其安全性。如果期待将微藻生物能源开发成食品或动物饲料,必须对其营养质量和毒理学安全性进行评价。微藻中核酸相对较高,可能会增加人体血液中尿酸的含量,从而增加痛风的风险;高密度培养微藻可能会诱发次生代谢产物的产生,如水华藻类中的毒素,这些产物可能对人类的健康产生新的威胁。另外,藻类在培养和加工过程中,特别是在大尺度的开放培养过程中,更易受到环境污染物和生物污染物的污染,环境污染物主要包括重金属(主要来自于营养盐和水源)和有机化合物(主要是抗生素和杀虫剂),生物污染物主要包括非目标藻类、真菌、昆虫和细菌。该评论最后指出:在将微藻生物能源副产物应用于食品或动物饲料之前,必须要建立详细的安全标准。

### 研究发现兰科欺骗性传粉新机制

中科院昆明植物所任宗昕博士在导师李德铎研究员和王红研究员的指导下,通过对中国特有珍稀濒危植物毛瓣杓兰(*Cypripedium fargesii*)历时 4 年的传粉生态学研究,确定了双翅目扁足蝇科的扁足蝇(*Agathomyia* sp.)为其传粉昆虫。该类昆虫作为有花植物的传粉者被首次报道。扁足蝇卵和幼虫在大型真菌的子实体上发育,幼虫以子实体为食,成虫以真菌孢子为食。毛瓣杓兰不为



扁足蝇提供任何形式的报酬,带斑点的叶片和花气味拟态被枝孢菌感染的叶片,从而达到诱骗扁足蝇传粉的目的,这在有花植物的传粉中是一种全新的拟态方式。毛瓣杓兰对扁足蝇有很高依赖性,这个特化传粉系统使得该种兰花有较高的灭绝风险。



研究论文在线发表于 *PNAS*, 并被该杂志当期重点推荐。审稿专家认为, 该研究是传粉生态学一个令人兴奋的发现, 为传粉昆虫谱增加了一个新的类群, 其中叶片参与拟态过程令人称奇; 该研究揭示了一种新的欺骗性传粉机制, 这种拟态方式可能在兰科植物的食物拟态和真菌拟态中架起一座桥梁。

### 细胞壁合成底物运送的分子机理研究获重要进展

中科院遗传与发育生物学所周奕华课题组通过鉴定一个新的水稻脆秆突变体 *bc14* 发现, 其野生型基因编码高尔基体定位的尿苷二磷酸-葡萄糖(UDP-Glucose)转运子参与细胞壁多糖合成。对 *bc14* 突变体的详细表型分析发现, 基因突变引起次生壁结构异常和纤维素含量下降, 导致机械强度显著下降和生长发育缺陷。基因克隆和互补实验发现, 突变表型是由核苷酸糖转运子(*Oryza sativa* Nucleotide Sugar Transporter1)基因的错义突变引起。水稻原生质体表达 *BC14/OsNST1* 融合荧光蛋白载体发现该蛋白定位于高尔基体中。体外酶活实验证明, 该转运子具有尿苷二磷酸—葡萄糖的转运活性。细胞壁成分的详细分析证实, 突变体基质多糖中葡萄糖含量明显下降。

该研究证实了高尔基体定位的核苷糖转运子在细胞壁多糖合成中的重要作用, 为解析细胞壁生物合成的生化和生物学机制提供了关键的证据, 解决了该领域中一个长期悬而未决的重要问题。这项工作于 *PNAS* 在线发表。

### 辽西白垩纪化石填补哺乳动物中耳演化重要环节

在最近出版的 *Nature* 中, 中科院古脊椎动物与古人类所客座研究员孟津和他的合作者王元青、李传夔研究员描述了一件化石标本, 代表了三尖齿兽类的一个新种——胡氏辽尖齿兽(*Liaconodon hui*)。其下颌成分已经开始转变为现生哺乳动物中耳的听小骨。该种的外鼓骨和锤骨已经不再和齿骨接触, 但仍然通过一细长的骨化麦氏软骨与下颌相连。

研究者们认为在哺乳动物的演化过程中, 麦氏软骨应该起着保持稳定的作用, 连接齿骨和已经分离的听小骨。这件来自中国白垩纪地层已经绝灭的小哺乳动物化石标本的发现, 填补了哺乳动物中耳形成之谜中的一个重要环节。



### 中国科大和哈佛大学科学家揭开百合绽放之谜

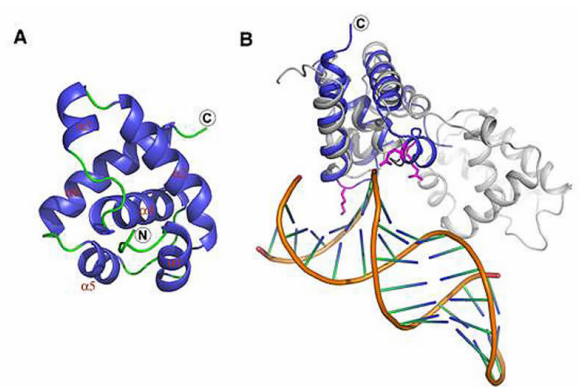
中国科技大学梁海弋教授与美国哈佛大学马哈德文教授通过合作研究, 向人们展示了百合花开放的真相。他们根据摄像机记录的百合花盛开的全过程, 发现百合花瓣的边缘比中间部分要长, 而这一不均匀生长特性在花瓣上产生了很大的力, 最终使花朵绽放。实验发现, 花瓣边缘比中脉的生长速率快 40% 以上。由此, 科学家们认为, 花瓣生长速度上的差异, 使边缘受到很大的膨胀力而中间区域受到拉力; 花瓣在这种不均匀生长导致的内力作用下逐步向外弯曲, 在花瓣边缘上逐步产生褶皱, 最终完全绽放。进一步的理论与数值模拟揭示



了开花过程中花瓣内力的变化。科学家们惊奇地发现,在花蕾开放初期,边缘膨胀力不能有效地弯曲花瓣,但达到某个临界点后则可高效地向外弯曲花瓣,而这正是百合花快速开放所需要的。上述成果发表在 *PNAS* 上。

## DNA 复制起始复合体亚基结构被揭示

中科院生物物理所刘迎芳研究组与美国阿拉巴马大学 Igor Chesnokov 博士合作,通过对 DNA 复制起始复合体(Origin recognition complex, ORC) 中 Orc6 亚基的结构生物学进行研究,揭示了人 Orc6 蛋白可以直接结合 DNA, 并且这一 DNA 结合能力对 ORC 复合体识别复制起始位点以及启动 DNA 复制必不可少。上述成果于 *PNAS* 在线发表。



## 研究发现克隆动物出生率低的关键原因

中科院上海生科院生化与细胞所李劲松研究组林江维等人通过采用四倍体胚胎补偿的技术,对“克隆囊胚滋养外胚层存在的重编程异常细胞是克隆胚胎发育失败的主要原因”这一假说进行了直接的验证。他们先将一个克隆胚胎与两个四倍体胚胎聚合在一起,发现聚合胚胎的出生率提高了 2.6 倍。这说明当克隆滋养外胚层嵌入具有正常功能的四倍体细胞后,克隆胎儿的发育率得到了明显的改善。另外,他们采用免疫手术法去掉克隆囊胚的滋养外胚层细胞,然后将分离出来的内细胞团细胞与两个四倍体胚胎进行聚合,结果发现克隆动物的出生率提高了 6 倍。最后,他们又做了一个相反的实验,即将正常囊胚的内细胞团细胞与两个克隆来源的四倍体胚胎进行聚合,发现出生率与直接核移植后的克隆小鼠出生率相似。这些结果充分证明了克隆囊胚的滋养外胚层中存在重编程异常细胞并影响胎儿的发育。

上述成果发表在 *Cell Stem Cell* 上,该结果对核移植研究领域的发展具有重要的意义,也为提高动物克隆效率以及核移植技术在人口健康领域(治疗性克隆)的应用提供了重要的理论依据。

## 嗅觉神经生物学研究取得重要进展

中科院武汉物数所徐富强研究员和李安安博士等以嗅觉系统的第一中枢嗅球作为研究对象,通过对麻醉深度的操控,使动物大脑处于不同的运行状态(高基线和低基线两种状态),利用电生理记录的方法研究动物在这两种情况下嗅球如何编码同一气味刺激的信息。研究表明,动物在处于这两种运行状态下,嗅球中的神经总活动和神经元放电频率分布在气味刺激后与各自基线相比均发生明显改变,但气味刺激后两种状态之间相比,并无明显



中国科学院

差别。嗅球对同一气味刺激的编码是通过相对稳定的神经元组合,以绝对反应强度而不是相对反应强度来实现,同时提示嗅球中存在目前还不清楚的神经机制来确保在不同大脑状态下对气味准确编码,从而将外界气味信息可靠地传递到更高级的嗅觉中枢,形成相应的嗅觉感知。研究结果发表于 *PNAS*。

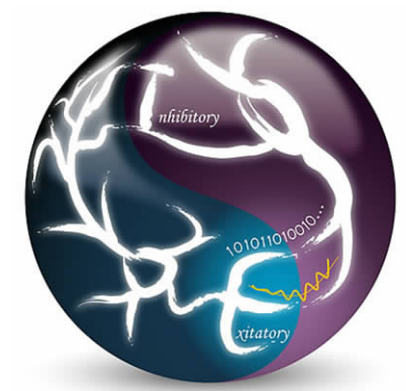
### 研究发现脂类异位储积的新机制

中科院遗传与发育生物学所黄勋实验室以果蝇为模式生物,建立了 Berardinelli-Seip 先天性脂质营养不良症(BSCL2)病症的第一个动物模型,并以此研究脂滴异位累积的机理。研究表明:dSeipin 蛋白在唾液腺中可以抑制脂滴的形成。进一步的遗传互作分析表明,dSeipin 可能通过影响磷脂酸(PA)的代谢从而抑制唾液腺中的脂肪形成。同时,对 dSeipin 突变果蝇进行脂质成分分析,发现 dSeipin 突变果蝇体内的磷脂酸(PA)含量升高。

这一研究初步揭示了 Seipin 的生理功能,并发现在脂质营养不良病症中存在一种组织自主的机制以阻止异位脂滴累积,加深了对脂滴异位累积过程的认识。该研究结果发表在 *PLoS Genetics* 上。

### 大脑皮层维持其兴奋和抑制平衡的新策略被发现

中科院上海生科院神经所舒友生研究组朱洁、江漫、杨明坡和侯晗等通过合作发现了大脑皮层维持兴奋和抑制动态平衡的新机制,即神经元的膜电位水平可以调控反馈抑制的强度。他们在离体脑薄片上应用膜片钳技术同时记录多个皮层神经元,发现反馈性抑制受到突触前锥体神经元膜电位的调控:锥体神经元的阈下膜电位去极化(兴奋性提高)可增强其动作电位在突触后锥体神经元上引起的双突触 IPSP(抑制性增强)。进一步



实验证明,双突触 IPSP 的增强是由抑制性中间神经元所介导:突触前去极化增大动作电位在抑制性中间神经元上诱发 EPSP(膜电位依赖的模拟信号),并使其发放动作电位的概率和数目增加,从而介导 IPSP 的增强。这种膜电位依赖的 EPSP 和 IPSP 的变化由轴突 D- 电流(一种快激活但缓慢失活的钾电流)所介导。

上述成果发表在 *PLoS Biology* 上。由于皮层中这一平衡的破坏与癫痫、精神分裂症等神经系统疾病有关,这项研究成果可为相关疾病的临床治疗提供新思路。

### 泛素多聚体折叠中间体性质合作研究获进展

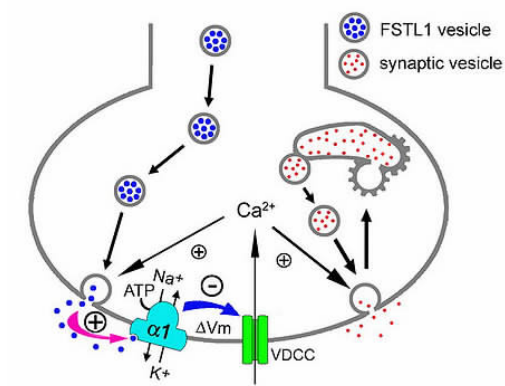
中科院上海生科院计算生物学所 Frauke Graeter 博士和夏飞博士利用分子模拟的方法,研究了泛素多聚体折叠过程以及中间体的性质,并提出多聚体中单体间的相互作用将导致中间体的产生,而这些稳定的中间体通过两个相邻单体间交换相同的二级结构形成。理论计算的结果表明,去折叠后,这些中间体将产生 2—30 纳米的距离分布,这与实验观测

的结果一致,进一步的动力学分析也与实验相符。该理论研究为泛素多聚体在外力作用下的折叠中间体提供了新的理论解释。相关结果在线发表于 *PNAS*。

## 心外膜在心脏修复中的作用被发现

中科院上海生科院营养所周斌研究组与哈佛大学医学院波士顿儿童医院 William Pu 研究组合作,利用转基因小鼠模型发现:心外膜细胞在心脏受损后发生上皮间质转换(EMT),形成间充质样细胞,通过分泌大量促血管新生因子,促进心脏冠脉内皮细胞增值,从而改善心梗后心脏功能的恢复。

这项作为临床上治疗心梗以及心脏再生研究提供了新的思路。相关论文于 *J. Clin. Invest.* 在线发表。



## 大脑皮质在代谢水平上加速进化研究获新成果

中科院上海生科院计算生物学所马普青年科学家小组组长 Philipp Khaitovich 研究员带领的研究团队利用气相色谱-质谱联用法,测量了不同年龄段、人、黑猩猩和恒河猴大脑和小脑皮质中上百种代谢物的含量,并发现 88% 的代谢物的含量随着年龄变化呈现出有规律的变化,而且有 77% 的变化在不同物种中有差异。尽管总体来说,代谢物在物种之间的变化与这些物种的系统进化是一致的,但是人类特异的代谢水平的变化在大脑皮质中是小脑皮质的 4 倍。这些人类特异的代谢水平的变化与合成这些代谢物的酶的表达谱相一致,并涉及到与突触传导、学习和记忆有关的通路。该项研究成果在线发表于 *PNAS*。

## 内源性钠-钾泵激动剂调节痛觉信息传递

中科院上海生科院神经所张旭研究员的博士后李开诚、研究生张方雄、李昌林和王烽等通过一系列的实验发现,传导痛觉的背根节神经元高表达滤泡素抑制素样蛋白 1 (FSTL1),并且通过清亮小泡将 FSTL1 运输至脊髓内的传入神经终末释放,直接与位于感觉传入神经终末突触前膜上的钠-钾泵  $\alpha 1$  亚基相结合,增强钠-钾泵活性,使细胞膜超级化,从而对感觉传入神经终末的兴奋性突触传递起抑制性调控作用。课题组通过与南京大学模式动物研究所高翔教授的科研团队密切合作发现,FSTL1 条件式敲除小鼠兴奋性突触传递增强,痛觉敏感度增强。因此,FSTL1 作为第一个被发现的内源性钠-钾泵激动剂,对于保持正常的躯体感觉是必需的,FSTL1 减少则会导致异常痛觉。上述成果发表在 *Neuron* 上。

## 研究发现多个复杂疾病的基因易感位点

中科院上海生科院/上海交通大学医学院健康科学所中科院干细胞重点实验室孔祥银



中国科学院

研究组与国家人类基因组南方研究中心、浙江大学等单位合作,突破传统全基因组关联分析(GWAS)单位点分析的局限,建立了基于不同遗传位点相互作用的全基因组关联分析方法和程序,并利用公共 GWAS 数据,成功发现多个传统分析方法遗失的复杂疾病包括冠心病(coronary artery disease, CAD)、II 型糖尿病(type 2 diabetes, T2D)、克罗恩病(Crohn's disease, CD)等疾病的易感新位点。

此项研究不但揭示了不同位点之间的相互作用与患病风险可能存在相关性,而且加深了人类对复杂疾病遗传位点构架(genetic architecture)的了解。相关论文在线发表于 *PLoS Genetics*。审稿人对该研究给予了高度评价。

### 研究发现血管性血友病因子功能调控的新机制

中科院上海生科院生化与细胞所丁建平研究组博士生周旻昀和董咸池等人通过对血管性血友病因子(VWF) A2 结构域三维结构的研究,首次发现了 VWF A2 结构域中一个金属离子结合位点,并运用生物化学、分子生物学和生物物理学等方法证明该位点为钙离子结合位点。进一步的实验结果显示,钙离子的结合稳定了 A2 结构域,导致 A2 结构域的解旋和酶切位点的暴露需要更强的剪切力,从而保护 A2 结构域不被 ADAMTS13 过早酶切,精细调节 VWF 在血液中剪切压诱导下的酶解。

上述成果在线发表于 *Blood*。该项研究成果为进一步研究 VWF 多聚化的调控机制以及血管性血友病的诊治提供了新思路。

### 珠三角地区大气细颗粒物有机酸研究获新进展

中科院地球环境所何建辉研究员及其研究团队通过同时在广州、肇庆、香港理工大学和香港鹤咀 4 个采样点采集的冬夏两季的 PM<sub>2.5</sub> 样品,分析了目标有机物在珠江三角洲的时空分布特征和季节变化,探索了它们在源和光化学反应中的作用。研究发现,在珠江三角洲地区,水溶性有机物总量冬季高于夏季,但水溶性有机碳占有机碳的平均比重夏季高于冬季。水溶性二元羧酸的时空分布特征为冬季香港浓度较高,广州/肇庆浓度较低,夏季反之。时空分布和季节变化特征与不同气象条件下光化学转化和随后的积累是一致的。相关结果发表在 *Atmospheric Chemistry and Physics* 上。