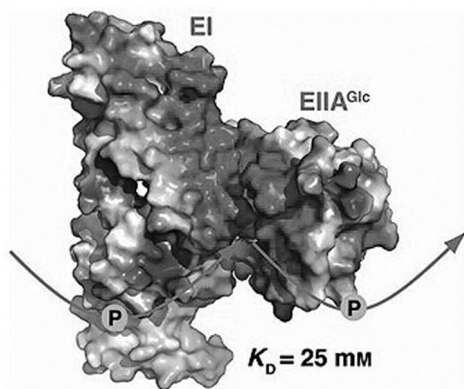


## 科研进展\*

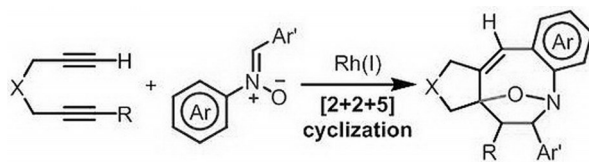
### 武汉物数所在极弱蛋白-蛋白相互作用研究中取得进展

中科院武汉物理与数学所唐淳研究组与其合作者在极弱蛋白-蛋白相互作用研究中获得新进展:该研究组发展了一种新颖的灵敏并且长程的顺磁弛豫增强方法,引入基于镧系金属  $Gd^{3+}$  的、极为刚性的顺磁探针,极大提升了检测灵敏度,最终成功获得了  $KD \approx 25 \text{ m mol/L}$  的蛋白质相互作用复合物结构。通过分子动力学模拟,发现复合物的存在时间  $< 1 \text{ ms}$ ,作者将这种极弱的、存在时间极短的相互作用,命名为 *fleeting interaction*。结构分析进一步发现,相互作用极弱的原因在于疏水作用的存在使两者之间发生相互作用,但由于相互作用界面同为负电,导致电荷排斥。上述的极弱相互作用的复合体中的两个蛋白是大肠杆菌磷酸转移酶系统中的 EI 和 EIIGlc 蛋白,它们之间能够进行磷酸基团的传递。一般而言,细胞内信号蛋白浓度增加(许多蛋白的局部浓度可高达  $10 \text{ m mol/L}$  左右),则信号传递速度加快。作者模拟研究发现,当蛋白浓度超过  $1 \text{ m mol/L}$  时,则与之匹配的  $KD$  必须大于  $1 \text{ m mol/L}$ ,否则会造成信号传递“拥堵”,使信号蛋白浓度增加带来的“红利”消失。该工作不仅证明了细胞内信号蛋白之间存在极弱相互作用,还提出了极弱相互作用存在的意义,为蛋白-蛋白相互作用的研究以及细胞信号传递的研究提供了新的方法,打开了新的视野。相关研究成果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。



### 大连化物所杂环催化合成研究取得新进展

中科院大连化学物理所万伯顺研究组在催化杂环合成研究中取得新进展:通过金属铑催化炔烃与硝酮的环加成反应实现了桥联八元杂环化合物的合成,该研究组继吡啶化合物和吡咯化合物的合成研究工作后,尝试利用硝酮来构建中环杂环化合物。在铑催化剂条件下,炔烃与硝酮发生形式上的  $[2+2+5]$  环化反应,构建出氧桥联的八元含氮杂环



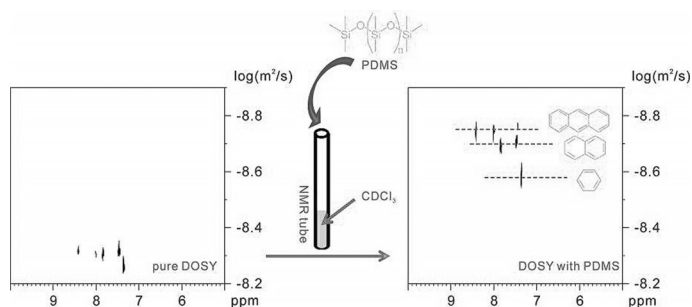
Functions of nitrone:  
 ◆ Five-atom coupling partner  
 ◆ C-H activation on the *N*-phenyl ring

化合物,所得产物可进一步转化成八元环状氮醇化合物。该工作首次将硝酮作为五原子合成子参与环加成反应中,并成功实现了其 *N*-芳基上的 C-H 活化。该研究为深入了解硝酮化学以及进一步构建和发展其他杂环化合物提供了新的思路。相关研究成果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

\* 收稿日期:2014年11月4日

## 青岛能源所提出混合物组分分离及结构确证的新方法

中科院青岛生物能源与过程所黄少华研究组利用核磁共振(NMR)技术在该领域取得了新进展,提出了一种全新的能够同时实现组分分离和结构确证的简易通行分析方法。该研究组经过两年时间的摸索,发现了一种适用于



DOSY技术的通用“虚拟色谱固定相”——聚二甲基硅氧烷(PDMS)。该物质结构简单、成本低廉,并且其NMR信号接近于TMS,不干扰其他分析物的信号,是天然的理想“虚拟色谱固定相”,可广泛应用于分析化学的各个领域。研究表明,PDMS拥有强大的分离能力,所分离的化合物类型基本包括了大部分有机化合物类型。例如,PDMS能够轻松基线分离氘代氯仿中的苯、萘和蒽混合物,并且能够同时得到每个组分的NMR信号。这些特点使得基于PDMS的DOSY技术具有重要的理论研究意义和实际应用价值。在此基础上,合成化学家们可以用该技术部分代替TLC技术,实时跟踪目标化合物,了解化合物的组成与结构信息,而无需进行大量的分离提纯工作。同时,还可利用此技术部分代替经典色谱工具对复杂混合物进行分析,节约大量分析时间和成本。相关研究成果发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

## 过程工程所二维碳材料在光转换领域的应用研究取得进展

中科院过程工程所王丹研究组在二维碳材料在光转换领域应用方面的研究取得进展。石墨烯材料,由于其特异的C原子六方排列的网状结构,拥有其他材料无法比拟的大比表面积,高的导电性和载流子流动性。基于此,石墨烯及其衍生物材料被广泛应用于提取和传导由吸收光子的半导体及高分子材料产生的载荷,从而大幅度提高光电及光催化器件的效率。石墨炔材料,类似于石墨烯,却含有以C原子三键结合为主的网络结构,被认为拥有石墨烯材料不具有的本征带宽以及更优异的电学性能。该综述总结了最近十多年石墨烯及石墨炔二维碳材料在光电转换及光催化领域取得的进展以及未来仍要面对的一些挑战,为二维碳材料在光转换领域的应用研究提供了理论及实验依据。相关研究成果发表在 *Chem. Soc. Rev.* 上。

## 大气所等提出晚中新世特提斯海收缩导致撒哈拉沙漠的形成

中科院大气物理所最新的研究揭示,大约700万—1100万年前,特提斯海的收缩导致非洲撒哈拉沙漠的形成,推翻了撒哈拉沙漠形成于第四纪(大约300万年以来)的传统观点。张仲石、燕青与其合作者,利用气候模式揭示,晚中新世托尔顿阶(Tortonian,大约700

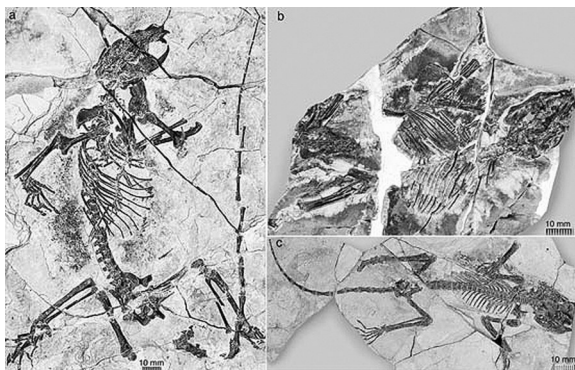


中国科学院

万—1 100 万年前)是北非干旱加剧撒哈拉沙漠形成的关键时段。利用挪威地球系统模式(NorESM-L)和公用大气模式(CAM),通过一系列模拟,他们揭示出在托尔顿阶特提斯海收缩导致非洲夏季风显著减弱,干旱的沙漠环境在北非大面积形成。特提斯海收缩不仅导致了北非平均气候态的变化,也加强了非洲夏季风对轨道变化的响应,随后成为控制撒哈拉沙漠范围变化的主要因素。这些重要的气候变化有可能导致晚中新世亚洲和非洲的植物和动物区的显著改变,也有可能和北非早期人类的出现联系在一起。相关研究成果发表在 *Nature* 上(相关图片请见封面)。

### 古脊椎所从中国侏罗纪神、仙二兽再论哺乳动物起源

中科院古脊椎动物与古人类所毕顺东、王元青和孟津等研究人员报道了在中国发现的、年代为1.6亿年前的6件相当完整的哺乳动物化石;并命名了神兽、仙兽两个新属的三个新种,分别是 *Shen-shoului* (陆氏神兽), *Xianshoulinglong* (玲珑仙兽) 和 *Xianshousongae* (宋氏仙兽)。这些属种,都属于已经绝灭的“贼兽目”,一个特别的、迄今为止所知甚少的中生代哺乳动物类群。新命名的神、仙兽都是



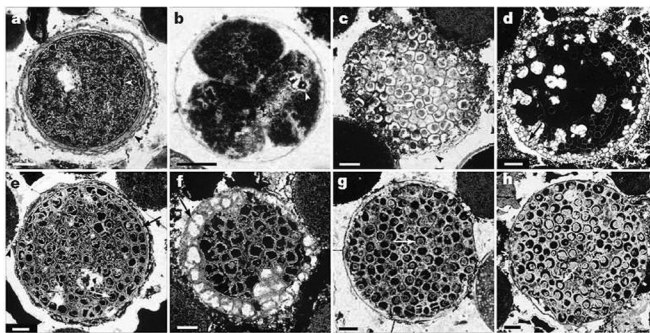
小型的哺乳动物,体形从小松鼠到家鼠,体重大约40—300g。尽管仍然有些原始的特征,它们更多地表现出典型的哺乳动物特征。神兽和仙兽是灵活的攀援、树栖者,它们比现生松鼠在树上生活的时间会更长。在对这些标本研究的基础上,研究者澄清了很多有关贼兽牙齿同源性、定位、咬合关系等争议问题,并且建立了一个新的哺乳动物支系——真贼兽(*Euharamiyida*),它和多瘤齿兽构成了一个姐妹群。研究者用有力的论据和简约的系统发育关系,表明贼兽、多瘤齿兽和其他哺乳动物的形态相似性——来源于同源演化而不是平行演化,为哺乳动物早期演化,提供了一个新颖的观点和研究窗口。此外,根据最早的哺乳动物及其近亲类群的系统发育关系、时代和古地理分布,研究者认为哺乳动物可能起源于属于劳亚大陆的陆块,在早-中侏罗世高度分化,并在中生代呈现全球分布。相关研究成果发表在 *Nature* 上。

### 南京古生物所发现贵州瓮安陡山沱组动物胚胎状化石细胞分化新证据

中科院南京地质古生物所的研究人员选取了以前容易被人们忽视的黑色硅质磷块岩,磨制岩石薄片进行镜下观察。此种传统的研究方法虽然得到的是二维平面保存的化石,但是却能保存更精美的细节。研究人员通过近千余片薄片观察,发现了数百枚保存了内部微细结构的动物胚胎状化石。这些化石内部不仅具有以前报道的内部细胞分裂特征,内部细胞从1个至2"个的球体都有发现,而且更重要的是,发现了以前从未见过的内部细胞具有分化的特点。从薄片中可以观察到,这些球状化石内部细胞分裂到数百个之后,出现了营养细胞和繁殖细胞的分化,并且繁殖细胞包裹在一个囊壳内,一直进行细胞分裂和生长,细胞数达到了数百数千个。这一特点显示了,以前文献中解释成节肢动物、腔肠动物、软体动物和海绵动物等冠群动物(crown group)的胚胎,以及团藻、中生粘菌虫、原生动物和硫细菌的说法都



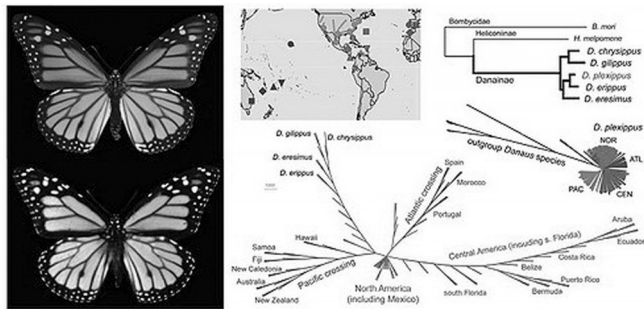
值得怀疑。从现在新发现的材料可以做出的推断是：它们确切地属于有细胞分化的多细胞真核生物，有可能是某种基干类群(stem group)动物，或者某种多细胞真核藻类。关于这类化石的研究还远未停止，未来的研究需



要更多的证据才能做出更为明确的解释。相关研究成果发表在 *Nature* 上。

### 上海生科院合作揭示帝王蝶长距离迁飞的遗传机制

中科院上海生命科学院詹帅研究组与其合作者从涵盖当今世界上主要的帝王蝶分布区域中，选取了包括迁飞型和非迁飞型的 22 个地理种群、5 个近缘种的 101 只 *Danaus* 属蝴蝶进行了全基因组重测序和群体遗传



学分析。该项研究表明，现存的帝王蝶起源于北美地区，且祖先属于迁飞型，打破了先前认为包括鸟类等在内的迁飞物种均是热带起源，只在种群扩散到温带地区后才进化出迁飞行为的普遍认知。其次，帝王蝶被认为具有多套独特的代谢调节通路，如导航、生物节律、化学感应等来完成长距离迁飞这一复杂的生命现象。但研究人员利用群体遗传学分析对全基因组进行精细扫描发现，仅有包括与肌肉形成相关的 *collagen IV* 家族基因在内的基因组区域展现了非常显著的选择信号，而其他的功能通路和相关基因并没有表现出特殊的自然选择痕迹。从而表明，与飞行相关的肌肉发育进化是帝王蝶实现长距离迁飞的主要适应性选择。此外，该项研究还关注了帝王蝶鲜艳体色的维持机制：通过全基因组关联分析，一个与小鼠体色相关的 *myosin* 家族同源基因被鉴定出来，从而将无脊椎动物与脊椎动物的体色调节机制联系在一起。相关研究成果发表在 *Nature* 上。

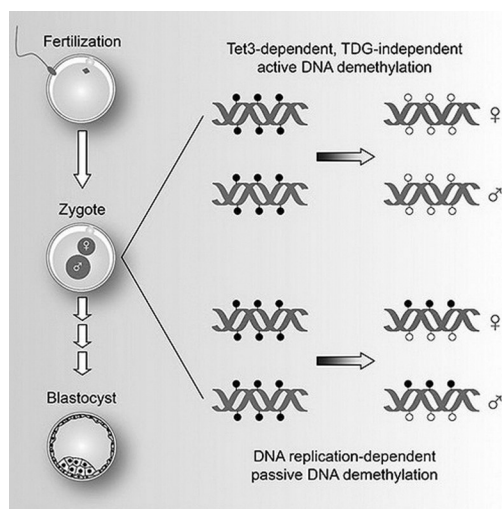
### 上海生科院合作揭示受精卵 DNA 去甲基化重要机制

中科院上海生命科学院徐国良、李劲松研究组与其合作者研究发现，小鼠早期胚胎中母源和父源基因组在单细胞的受精卵阶段，均会发生大规模的 DNA 主动和被动去甲基化，并且 DNA 双加氧酶 Tet3 介导了主动去甲基化的发生，而糖苷酶 TDG 并不参与该过程。研究人员利用最近发展的单细胞简并代表性甲基化测序(scRRBS)、发夹 DNA 甲基化测序



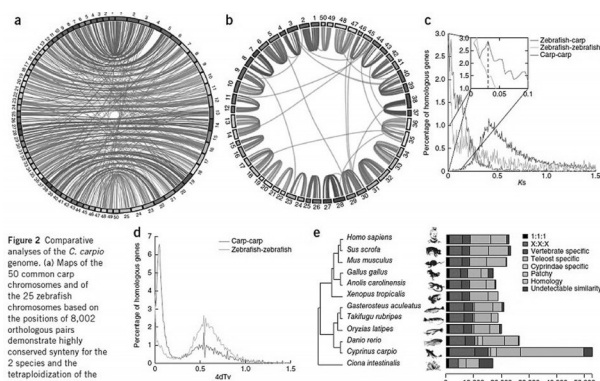
中国科学院

(hairpin BS-seq) 以及测定 5fC/5caC 的 MAB-Seq (M.Ss-sI-Assisted Bisulfite Sequencing) 等单碱基分辨率的 DNA 甲基化等几种表观修饰分析技术, 结合 *Tet3* 和 *Tdg* 生殖系选择性敲除的小鼠模型, 对受精卵中母源和父源基因组 DNA 去甲基化的分子机制进行了系统的研究。该研究表明, 受精卵中的母源和父源基因组除了通过 DNA 复制这一途径进行被动去甲基化外, 母源基因组和父源基因组一样, 也会发生全基因组范围的主动去甲基化。在发生主动去甲基化的区域, 5mC 会被未修饰的胞嘧啶 (Cytosine) 取代, 而几乎没有高级氧化产物 5fC/5caC 的残留。虽然 DNA 双加氧酶 *Tet3* 介导了这一主动去甲基化过程的发生, 但 5fC/5caC 的清除并不依赖于糖苷酶 TDG, 暗示在 *Tet3* 介导的 5mC 氧化途径的下游存在着其他蛋白负责 5fC/5caC 等氧化产物的清除, 实现 DNA 的主动去甲基化。相关研究成果发表在 *Cell Stem Cell* 上。



## 北京基因组所合作完成鲤鱼基因组序列图谱绘制

中科院北京基因组所于军研究组与其合作者完成了鲤鱼全基因组序列图谱绘制, 这也是国际上首个完成全面解析的异源四倍体硬骨鱼类基因组图谱。该研究团队完成了雌核发育鲤鱼的基因组深度测序、精细图谱绘制和基因组注释。在遗传图谱信息的基础上, 科研人员利用基因组组装结果, 将鲤鱼基因组定位到染色体上, 得到了较完整的鲤鱼精细图谱。其基因组由 16.9 亿碱基组成, 含有 52 610 个功



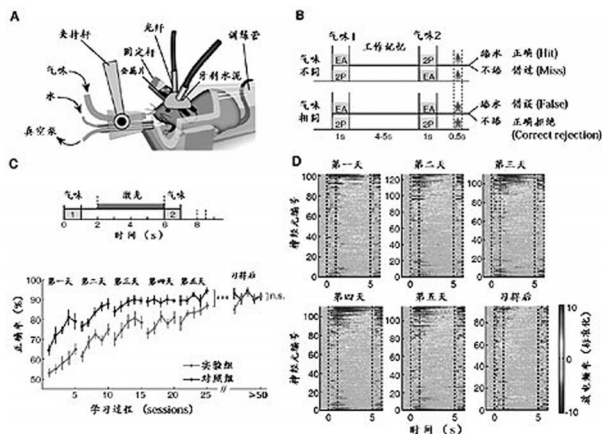
能基因, 约为多数硬骨鱼类基因数目的两倍。研究团队从基因组尺度证实了鲤鱼基因组的异源四倍体特征及其独特的全基因组复制事件, 分子钟证据表明鲤鱼基因组四倍化大约发生在 820 万年前, 是迄今在脊椎动物中发现的最近的全基因组倍增事件。研究团队还开展了全球 10 个代表性品系 (种群) 33 尾鲤鱼的基因组重测序研究, 首次绘制了全球鲤鱼的单碱基分辨率基因组遗传变异图谱。此外, 通过全基因组多态性扫描和比较转录组分析等手段, 识别和定位了鲤鱼鳞被缺失、体色决定等性状相关的遗传位点、功能基因和调控通路。鲤鱼全基因组序列图谱的完成, 标志着鲤科鱼类重要经济性状的遗传解析和遗传选育研究全面进入基因组时代。对于解析鲤科鱼类生长、品质、抗病、抗逆等重要经济性状的分子机制具有重要意义, 同时也为研究脊椎动物基因组进化和基因衍化机制提供了宝贵的数据和模型, 为开展全基因组选择育种、培育品质优良的鲤鱼新品种奠定了坚实基础, 具有重要的理论意义和应

用价值。相关研究成果发表在 *Nat. Genet.* 上。

## 上海生科院在工作记忆机制研究中获进展

中科院上海生命科学院李澄宇研究组通过干预“延迟期间”小鼠大脑内侧前额叶(mPFC)的电活动影响记忆任务的学习正确率,阐明了该脑区在记忆学习过程中放电模式变化的规律。研究人员训练小鼠学习一个工作记忆任务,其中记忆的存储与抉择行为在时间上相互分离。小鼠在不

做任务时是限制饮水的,因此水是一种奖励。在这项任务中,小鼠先后闻两个一样或者不一样的气味。如果气味不一样,小鼠可以舔水从而得到水作为奖励。如果气味一样,小鼠则需要抑制自己不去舔水。在闻到两次气味之间,有一段无气味的“延迟期”;而在这段时间里,小鼠需要记住第一个气味,然后才能和后面第二个气味作比较。这一任务的特点和优势就在于这一延迟期的设计,使小鼠无法做出抉择行为,从而可以特异性地研究信息的存储行为。为了检测在“延迟期间”小鼠前额叶电活动对学习记忆任务的重要性,李澄宇研究组使用了“光遗传”这项较新的技术。用光遗传手段,特异性地只在“延迟期间”对小鼠内侧前额叶的神经元进行电活动的上调或下调操作,都会使小鼠的学习正确率下降。有趣的是,一旦小鼠熟练掌握了任务,对电活动的操作就不能再影响完成任务的正确率。这一结果表明,“延迟期间”前额叶的电活动对学习工作记忆任务有重要的贡献。李澄宇研究组用光遗传手段在抉择期间操纵了神经电活动,观察到在学习后期和学会后确实有行为上的缺陷,从而表明前人的结果可能是因为用损毁或药理学等手段在操纵延迟期间神经元活动的同时还影响了抉择行为。这一结果还说明了用具有秒级尺度的光遗传手段研究工作记忆的必要性。在接下来的电生理记录实验中,李澄宇研究组观察到神经元群体的放电强度在学习期间要比学会以后高,对不同气味记忆的相关性电活动差异在学习期间比学会以后大,而这种差异和小鼠的学习成绩正相关。这说明在学习期间,内侧前额叶的电活动可以参与编码工作记忆的内容,有利于理解工作记忆这一核心脑功能的机制。相关研究成果发表在 *Science* 上。



## 长春应化所荧光/磷光混合型白光 OLED 研究获进展

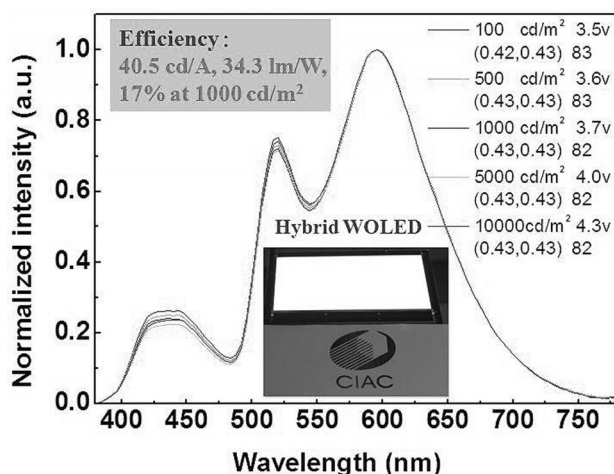
中科院长春应用化学所马东阁研究组在荧光/磷光混合型白光 OLED 研究方面取得新进展:研究人员将具有较高三线态能级的蓝色荧光材料掺杂到双极共混主体材料中,在荧



中国科学院



光和磷光发光层之间不加中间层就制备出高性能混合型白光 OLED。这种不含中间层的混合型 OLED 结构比较简单,不但发光效率高,而且光谱十分稳定。研究发现,双极共混主体能够有效抑制荧光与磷光之间的相互淬灭,而且蓝色荧光材料与相邻磷光材料之间的吸热能量回传降低了三线态能量损失,从而不采用中间层就可以获得较高的发光效率。这种兼顾高效率和光谱稳定性的混合型白光 OLED 在照明应用中具有很好的实用价值。相关研究成果发表在 *Adv. Mater.* 上。

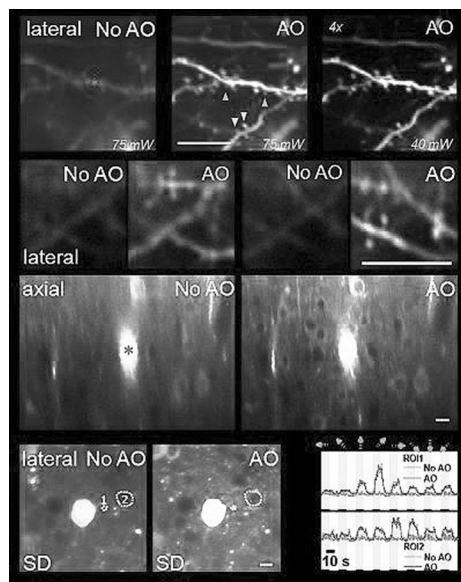


### 中科大等在电驱动自旋电子原型器件研究中取得进展

中科大李晓光课题组与其合作者,在多铁性异质结逆磁电耦合研究方面实现了电场调控的非易失 180°磁翻转。研究人员设计了一种 Co/PMN-PT 多铁性异质结构,通过巧妙的设计电极化结构,有效排除了传统电极化结构中电场效应的影响,为电场控制的磁矩转动提供了可观的面内应变。通过控制电极化,使得压应变引起的磁弹各向异性与 Co 薄膜的界面磁各向异性竞争,即使无外加磁场,也可以在室温下通过电场调控实现 90°甚至 180°的非易失磁矩转动。在此基础上,设计了电场控制的三阻态自旋阀存储器原型,以及电场控制的单刀双掷开关和两输入端的三态门等逻辑器件。该研究不仅揭示了多铁异质结中电场控制磁矩转动的机制,而且在较大范围内利用电场调控进行了 180°磁翻转的操作,为无需外加磁场的磁矩翻转提供了新的研究思路。相关研究成果发表在 *Adv. Mater.* 上。

### 上海光机所研制成功新型自适应光学双光子荧光显微镜

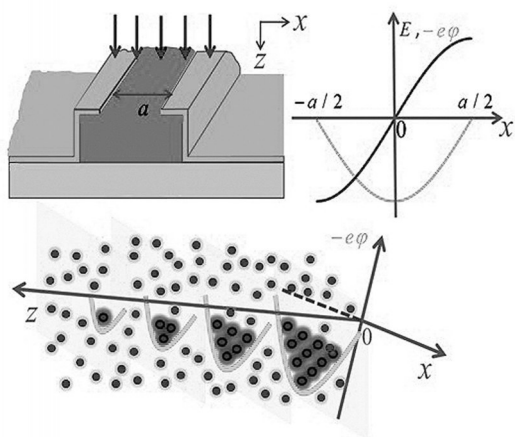
中科院上海光学精密机械所王琛与其合作者成功将一种新的自适应光学的方法和双光子显微镜结合,研制出一种新的自适应光学双光子荧光显微镜。通过校正活体小鼠大脑的像差,在视觉皮层的不同深度处均获得了提高数倍的成像分辨率和信号强度,大大改进了成像质量,使得原来在活体鼠脑中不可见或者模糊的细节变得清晰可见,研究人员成功将该方法应用于老鼠视觉皮层第五层(约 500μm)的形貌结构成像和钙离子功能成像。这一新的自适应光学方法,首次使得在活体小鼠深层区域成像中获得近衍射极限的成像分辨率成为现实。在该自适应光学双光子荧光显微镜中,研究人员将空间光位相调制器光学共轭到显微物镜的后焦平面,通过位相调制器将入射光分成若干子区域,每一块子区域的波前都可



以被独立控制。同时,用数字微阵列光处理器,以不同的频率同时调制其中一半子区域的入射光强度,以另一半子区域作为“参考波前”。来自所有子区域光束会在焦点处会聚干涉,通过监测焦点激发的双光子信号随时间的变化情况,并进行傅里叶变换分析,可以“分解”得到被调制的每一块子区域的“光线”的贡献信息,从而可以实现对一半子区域波前的并行测量。对另一半子区域重复这一测量过程,从而获得整个入射波前的信息并进行校正。该方法耗时很短,通常约1—3min左右即可完成像差的测量和校正,无需复杂的计算,适用于任何标记密度和标记类型的样品。更重要的是,得到的像差校正图案可以用于提高较大视场范围内的成像质量。该方法无疑为在体研究小鼠大脑皮层深层区域的生物、医学问题提供了可行性方案。相关研究成果发表在*Nat. Methods*上。

### 上海技物所发现一种太赫兹波段室温新光电导现象

中科院上海技术物理所黄志明研究组发现并提出一种太赫兹波段室温新光电导现象:当外部电磁波(光子)入射到器件上,将在半导体材料中诱导势阱,从而束缚来自于金属中的载流子,使得材料中载流子浓度发生改变。黄志明团队成功制备出相关器件,并通过实验证明了所提出理论的正确性。此项研究结果证明了远小于禁带能量的光子激发的室温光电导机制,并跳出了传统的基于带



间跃迁、子带能级跃迁,以及杂质带激发产生光电导的限制,解决了室温下远小于禁带能量的光子直接产生光电导这一难题。它将对半导体、超材料、等离子体和太赫兹低能光子探测产生深远影响。相关研究结果发表在*Adv. Mater.*上。



中国科学院