中国科大揭示光合固碳关键酶RuBisCO组装精细调控机理

本报讯 5月25日,中国科大教授周丛照和陈宇星课题组经过长期研究，阐明了蓝藻RuBisCO酶组装的分子机理，发现RuBisCO成熟过程的多层次精细动态调控网络。《自然·植物》在线发表了上述成果。

蓝藻虽不是植物却能进行光合作用并释放氧气。蓝藻的光合作用在地球大气环境有氧化进程中起到了十分重要的作用，而且也是无机态的碳进入生物圈的重要途径。科学家发现，蓝藻中的RuBisCO酶是光合作用中决定碳同化速率的关键酶，同时也是植物光呼吸的关键酶，在光合作用中发挥着关键作用，但是其工作机制却长期未被认识。

有研究发现，向植物中添加这种酶，可以有效促进植物生长。然而这种酶的催化效率极低，一个RuBisCO全酶每秒钟只能催化3~10个二氧化碳分子的转化。蓝藻通过二氧化碳浓缩机制，可以有效提高RuBisCO的催化效率。将蓝藻的二氧化碳浓缩系统引入植物，被认为是一种潜在的提高植物光合作用效率和产量的方法，然而人们目前对RuBisCO组装和成熟的精细过程仍然不清楚，极大制约了RuBisCO的活性优化和产业应用。

在本研究中，研究人员通过冷冻电镜单颗粒分析方法和生化手段，揭开了RuBisCO发挥功效的神秘面纱，解析了其组装和调控的多步动态构象和分子机制，为进一步利用RuBisCO酶服务人类奠定了分子基础。

“我们应该更多地了解蓝藻并加以利用。蓝藻作为地球上最古老的原核生物之一，其生命力非常旺盛。前些年淡水湖泊水体由于受到污染，蓝藻过度繁殖而导致水华，带来一系列环境问题。但另一方面，蓝藻也可以消耗空气中大量的二氧化碳，还可能用于生产下一代新型绿色能源。因此，蓝藻研究具有十分重要的科学意义和实用价值。”周丛照说。

中国科大周丛照教授、陈宇星教授和江永亮副教授为该论文的共同通讯作者。博士生夏凌云、副教授江永亮和博士生孔文文为该论文共同第一作者。晶体衍射数据收集在上海光源完成，冷冻电镜数据收集工作在中科院生物物理所生物成像中心完成。 *(微尺度物质科学国家研究中心 生命科学与医学部)*

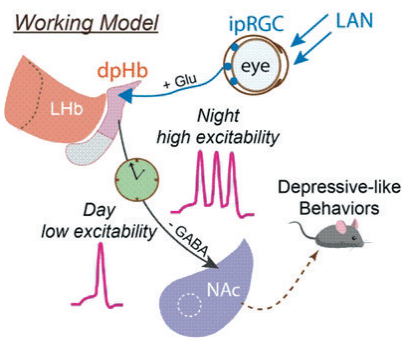
为何夜间情绪不佳？ 原来竟是它在作祟

中国科大在夜间光诱导负性情绪研究上取得进展

本报讯 6月1日，中国科大生命科学学院、中科院脑功能与脑疾病重点实验室薛天课题组，首次描述了介导夜间异常光诱发抑郁样表型的神经环路结构与功能；证明了是夜间不正常光线而不是节律或睡眠的紊乱造成抑郁样行为，并且发现了该环路的可兴奋性受到昼夜节律门控调制，首次诠释了光在白昼和夜晚截然相反的情绪作用的内在机理，相关成果在线发表于《自然·神经科学》。

光是生命的基础，地球的生命体在昼夜交替的光线条件下进化，演进出一系列光感受和光调节的神经生理功能，除了成像视觉外，还包括生物钟的光调节、睡眠、褪黑素表达等一系列统称为“非成像视觉”的生理功能。

在人类进化史中，存在真正意义的夜间丰富的光照是在工业革命后的百余年时间。一系列公共卫生证据显示，人长时间暴露于夜间不正常光线下，会产生抑郁样情绪和认知障碍，但是目前对其背后的神经机理知之甚少，白昼和夜晚时段截然相反的光线对情绪的作用背后的原理一直是未解之谜。



薛天课题组构建了夜间光干扰模型，来模拟当前社会的不正常光照模式，持续三周，每晚9时至11时2个小时的蓝光照射，可以在不扰乱节律或睡眠的前提下，使小鼠表现出抑郁样行为。

随后，科研人员深入探究光在不同时段(白天/夜晚)对情绪产生不同调控的机制。

一系列的研究实验证明了是夜间不正常光线而不是节律或睡眠的紊乱造成抑郁样行为，并且发现了该环路的可兴奋性受到昼夜节律门控调制，首次诠释了光在白昼和夜晚截然相反的情绪作用的内在机理。

该研究首次详细阐述了夜间光诱发负性情绪的环路基础和节律门控机制，这些发现可以在一定程度提示夜间光干扰(城市照明或手机电脑等电子设备的使用)导致抑郁等负性情绪的机理，对于正确认识夜间过度照明的潜在危害并探索防治手段具有重要意义。

薛天课题组博士安楷和合肥学院赵欢教授为共同第一作者，赵欢和薛天为共同通讯作者。

(生命科学学院 中科院脑功能与脑疾病重点实验室)

中国科大首次实现通讯波段碳化硅色心的室温自旋操控

本报讯 6月1日，中国科大郭光灿院士团队在碳化硅色心自旋操控研究中取得重要进展。该团队李传锋、许金时、王俊峰等人与其合作者在国际上首次实现了碳化硅中氮-空位(NV)色心的室温相干操纵，实现了单个NV色心的可控制备和光探测磁共振谱的探测。这种色心的发光波长在通讯波段，在量子通信和量子网络中具有重要用途。该成果发表于国际物理学知名期刊《物理评论快报》，并被美国物理学家组织网Phys.org专题报道。

具有通讯波段荧光和可调控自旋的固态色心体系是远距离量子中继和分布式量子计算的重要平台。碳化硅色心自旋操控是近几年新兴的研究方向。基于碳化硅色心自旋的量子器件十分适合光电集成以及产业化。

最近的研究发现碳化硅中存在带负电的NV色心（一个碳原子被氮原子取代同时缺失了近邻的硅原子）并且其荧光光谱处于通讯波段。但是之前的工作局限在对其低温光谱和电子顺磁共振的研究，自旋相干性质和单个NV色心的可控制备尚缺乏相关报道。研究组通过优化注入条件和退火温度实现了碳化硅中NV色心浓度的6倍增强，有效地排除了其他色心的干扰。本实验为利用加工技术成熟的碳化硅材料中的NV色心实现可扩展量子信息处理奠定了重要基础。

该工作得到了审稿人的高度评价：这是第一篇关于室温的碳化硅中NV色心报道，尤其是观测和证明了单个NV色心；这些结果意义重大，将会引起很多研究色心体系的量子信息物理学家的兴趣。该工作被美国物理学家组织网Phys.org专题报道。

李传锋教授、许金时教授为论文共同通讯作者，王俊峰副研究员为第一作者。

（中科院量子信息重点实验室 量子信息与量子科技创新研究院 科研部）

中国科大研发新一代步行外骨骼机器人

可适应多种地形,为肢体活动受限的人群提供更多康复训练

本报讯 科幻电影中,“外骨骼”的设定一经推出,就持续引发人类想象,其中最为常见的,就是普通人穿上后,立马变身超级战士。随着科技的进步,“外骨骼”的幻想已逐步成为现实,虽没有电影中强大,但也开始为人类解决各种现实难题。

5月31日,由中国科大信息学院李智军教授团队研发的一款“科大造”新一代步行外骨骼机器人,实现诸多技术突破,未来将在康复领域,为老年人、脑卒中后遗症、残疾人等肢体活动受限的人群提供更多康复训练。

走进中国科大先进技术研究院,在先进机器人应用工程技术中心内,研究人员正在调试一款模仿人类下肢的外骨骼机器人。

中心工程师赵款款介绍,李智军教授团队从事外骨骼机器人研究已有十余年,而今年4月推出的新一代步行外骨骼机器人,步行速度达到1.3米/秒,拥有完全仿照人体的10个关节的自由度,实现无拐杖辅助,还可以适应多种地形。

“目前国外同类产品,步行速度最快只有0.8米/秒,关节个数是一般4个。除了这些性能上的突破外,这款机器人更重要的创新,是可以适应多种地形。”对于这款机器人,重庆大学机械传动国家重点实验室主任、博导,国家“杰青”罗均教授评价说。

罗均说,目前国内外同类产品,只有少数能实现无拐杖辅助下的平坦地面行走,限制比较大,而李智军教授团队研发的这款机器人,既不需要拐杖辅助,还可以适应上下楼梯、转弯、跨越障碍等多种地形,是技术上的一大突破。

外骨骼机器人的研究涉及多个学科的关键技术。新一代步行外骨骼机器人控制周期为千分之一秒,可实时调整姿态,使机器人更加平稳。同时通过最新的控制算法,根据人体与机器碰撞时产生的力,来判断是让机器跟随人,还是人跟随机器,进而提高人的主动性,达到更好的康复效果。（韩震震 张俊）

中国科大与多国学者联手发表量子保密通信综述论文

本报讯 5月28日，中国科大潘建伟教授及其同事徐飞虎、张强，与清华大学马雄峰、多伦多大学Hoi-KwongLo等，应邀在国际物理学权威综述期刊、美国物理学会的《现代物理评论》上发表题为“基于现实器件的安全量子密钥分发”的长篇综述论文。

该论文系统阐述了量子密码的原理、理论和实验技术，并指出，经过全球学术界三十余年的共同努力，现实条件下量子密码的安全性已经建立起来，尤其是测量器件无关等量子密钥分发协议的提出，彻底关闭了量子密码在物理实现过程中可能出现的安全性风险，为实现基于现实器件的安全量子密码铺平了道路。此论文为量子密码的广泛应用以及标准化制定奠定了坚实基础。

量子通信是量子信息科学的重要分支，它是指利用量子比特作为信息载体来进行信息交互的通信技术。量子通信中最典型的应用方式之一是量子保密通信(量子密钥分发)。量子密钥分发可以提供一种原理上安全的通信手段，是迄今唯一的安全性得到严格证明的通信方式，也是首个从实验室走向实际应用的量子信息技术。它已经成为物理学最有活力的前沿研究方向之一。经过我国科学家的长期努力，成功发射了世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”，并完成了国际上最大规模的量子保密通信光纤网络“京沪干线”，这一系列研究成果使我国在这一领域处于国际领先地位。

近年来，随着量子密钥分发逐步走向实用化研究，量子密钥分发的现实安全性得到了国际上的广泛关注。主要研究实际系统中的器件并不完全符合协议的数学模型而引入的潜在安全性风险和解决方案。这其中涌现了很多关于量子安全攻防的研究，以及多个新型的量子密钥分发协议。其中，潘建伟团队在国际上首次实验实现多个重要的新型协议，包括诱骗态、测量器件无关和双场等协议，极大地推动了量子密钥分发的现实安全性。

潘建伟等受邀为《现代物理评论》撰写的综述论文长达60页。详细回顾了量子密码的发展历史，深入讨论了量子密钥分发的现实安全性，并展望了量子密钥分发技术的未来发展趋势。

《现代物理评论》杂志专门发布的评论指出，在科学家的长期共同努力下，国际学术界在现实条件下量子密钥分发的理论和实验上都取得了重要的进展，现实安全性得到了彻底的提升；这篇论文描述了当前最优的量子安全理论，以及实际保证量子密码系统现实安全性的方法和关键技术。《现代物理评论》是国际物理学界最权威的综述性期刊，近五年平均影响因子超过40，每年仅发表约四十篇学术论文。

（合肥微尺度物质科学国家研究中心 物理学院 中科院量子信息与量子科技创新研究院）