



搭载量子微纳卫星的“力箭一号”运载火箭成功发射

本报讯 7月27日，由合肥国家实验室、中国科大、中科院上海技术物理研究所、中科院上海微小卫星创新研究院、济南量子技术研究院等联合研制的世界首颗量子微纳卫星搭载“力箭一号”运载火箭成功发射。

该卫星的科学目标是在世界上首次实现基于微纳卫星和小型化地面站之间的实时星地量子密钥分发，为构建低成本、实用化的天地一体化广域量子保密通信网络奠定基础。

量子保密通信基于量子力学基本原理，提供了目前唯一原理上无条件安全的通信方

世界首颗量子微纳卫星成功发射

式。中国科大牵头研制的“墨子号”量子科学实验卫星首次实现了星地量子密钥分发、洲际量子密钥分发、基于纠缠的无中继量子密钥分发等一系列国际领先的空间量子科学实验，并与地面光纤量子保密通信骨干网“京沪干线”构成首个天地一体化广域量子保密通信网络的雏形，开展了一系列技术验证和应用示范。面向日益增多的用户需求，在“墨子号”所奠定的技术基础上，发射多颗低成本量子卫星实现组网运行，是构建高效率、实用化、全球化量子通信网络的必由之路。

研究团队成功攻关低成本小型化量子密钥分发技术、实时密钥提取技术等关键技术，完成星载量子密钥分发终端、微纳卫星平台研制，将量子微纳卫星的重量降低到墨子号的约1/6、光源频率提升约6倍、密钥生成时效性提高2~3个数量级，配合小型化地面站系统，可完成实时星地量子密钥分发实

验，并开展技术验证及应用推广。

合肥国家实验室与中国科大共同负责量子微纳卫星科学目标的提出；济南高新区管委会协同济南量子技术研究院提供经费支持，济南量子技术研究院负责组织地面应用系统研制，作为用户总体开展量子密钥分发应用技术验证；中科院上海微小卫星创新研究院抓总研制卫星系统；中国科大牵头，联合中科院上海技术物理研究所、山东航天电子技术研究所、上海国科航星量子科技有限公司等研制有效载荷分系统；国科量子通信网络有限公司联合科大国盾量子技术股份有限公司负责地面应用系统、小型化地面站研制、建设和运行。

量子微纳卫星的成功发射和在轨运行，将有助于我国保持和扩大在空间量子通信领域的国际领先地位，助力实现国家信息安全和信息技术水平的跨越式提升。（中科院量子信息与量子科技创新研究院 科研部）

中国科大揭示植物生长素运转机制

本报讯 8月2日，《自然》杂志以“快速通道”形式发表了中国科大生命科学与医学部孙林峰教授团队在植物生长机理上的重大进展，题为“拟南芥PIN1蛋白识别和外排生长素的结构探究”。团队揭示了植物生长素“搬运工”成员PIN1蛋白，以及它分别与抑制剂NPA（又名抑草生）、生长素IAA结合的三个高分辨率结构，并通过功能分析阐释了PIN1“搬运”生长素的机制，为理解植物生长素运输调控以及针对PIN蛋白的农业用除草剂和生长调节剂的设计开发提供了重要基础。

作为第一种被发现的植物激素，生长素几乎参与了植物生长发育调控的每个过程，如胚胎发育、组织分化、向光性和向重力性生长等。生长素的一个显著特点是其细胞间传递具有方向性，被称为极性运输，而PIN家族蛋白就在其中发挥了关键作用。特定PIN家族成员在细胞质膜上具有不对称分布的特点，它们的分布位置决定了生长素“搬运”的方向。解析

PIN蛋白的三维结构对于我们理解生长素的“搬运”过程有极大的帮助，是生长素研究领域亟待解决的科学问题，同时也有助于我们针对PIN蛋白设计小分子抑制剂，找到更有效、更安全的农用除草剂或植物生长调节剂。NPA是之前在实验室广泛应用的一种生长素极性运输抑制剂，也是农业生产中最早作为除草剂应用的化学小分子。生化证据表明，NPA可以直接靶向PIN蛋白，但是究竟是如何发挥作用的一直不清楚。

拟南芥PIN1是最早被鉴定的PIN家族成员之一，其基因突变导致植物产生裸露的针状花序，该家族由此得名。本研究中，孙林峰团队针对PIN1这一经典的PIN家族成员展开研究，搭建出一套全新的、基于放射性同位素的功能检测体系，验证了PIN1蛋白的生长素“搬运”活性，以及受激酶激活、被NPA抑制的过程。这一实验体系利用更易培养、方便蛋白表达的哺乳动物HEK293F细胞，操作也更容易进行，

为生长素运输研究提供了一种新的手段。

为解决PIN1蛋白构象不稳定及分子量较小的问题，孙林峰团队与中科院分子细胞科学卓越创新中心李典范团队合作，利用体外纳米抗体合成技术，筛选得到了靶向PIN1蛋白的纳米抗体，并利用冷冻电镜单颗粒重构技术，成功解析了PIN1与一种纳米抗体结合的、分辨率为3.0埃的结构，首次揭示了经典PIN家族蛋白成员的三维结构。团队进一步解析了PIN1与生长素IAA、抑制剂NPA结合的复合体结构，揭示了PIN1蛋白“装载”生长素，以及NPA“鸠占巢”阻止生长素“搬运”的全貌。

该研究揭开了植物经典PIN家族蛋白的结构面纱，系统阐释了PIN1“搬运”底物生长素IAA以及被NPA抑制的分子机制，为深入理解植物生长素极性运输过程，认识“葵花向日倾”等等奇妙的植物界现象的原理提供了重要帮助。基于这些结构可以设计特异性靶向PIN家族蛋白的小分子抑制剂，利用杂草和农作物的生长素浓度敏感性差异，甚至是它们PIN蛋白结构的不同，设计出更高效、对环境更友好、对人类更安全的除草剂和生长调节剂，应用于农业生产。（常河 王敏）

中国科大发现肿瘤免疫治疗新潜在靶点

本报讯 中国科大生命科学与医学部周荣斌、江维教授团队和转化医学与创新药物国家重点实验室唐任宏团队合作，发现下丘脑-垂体轴及其产生的激素 α -MSH，可以通过其受体MC5R促进髓系造血和免疫抑制性的髓系细胞产生，从而促进肿瘤生长，MC5R有望成为一个潜在的肿瘤免疫治疗新靶点。8月4日，成果在线发表于《科学》。

肿瘤免疫治疗已成为继手术治疗、放疗和化疗之后的第四大肿瘤治疗方法。肿瘤对免疫系统的抑制是其逃避免疫系统监视的重要原因。肿瘤免疫检查点治疗在一定程度上可以“逆转”免疫抑制并取得较好的治疗效果，但临床响应性还比较低。目前只有20%左右的病人从这种方法中获益。因此需要进一步揭示肿瘤免疫抑制机制并寻找新的免疫

治疗靶点和策略。

肿瘤患者经常遭受抑郁、恐惧、焦虑等精神或情感应激，且流行病学研究发现长期抑郁、压力会加速肿瘤的发展并削弱肿瘤免疫治疗的效果，表明神经系统及其介导的应激反应在肿瘤生长和免疫调控中发挥重要作用。

研究人员通过构建不同的肿瘤模型研究神经应激反应中枢在肿瘤免疫中的作用，发现荷瘤小鼠下丘脑神经元被激活，且血清垂体荷尔蒙 α -MSH浓度显著升高。进一步研究发现，垂体产生的 α -MSH可以通过其受体MC5R促进髓系造血和免疫抑制性的髓系细胞产生，从而促进肿瘤生长。利用抑制剂阻断MC5R，可抑制肿瘤生长，并且该抑制剂可与免疫检查点药物发挥协同效果。利用临

床标本，研究人员发现非小细胞肺癌和恶性头颈癌患者血清中 α -MSH浓度显著升高，并与外周血中的髓系免疫抑制细胞比例呈正相关。

此次研究创新性体现在三个方面：发现一条介导肿瘤免疫抑制的神经内分泌通路，即下丘脑-垂体-骨髓轴；发现MC5R作为一个新的应激受体，感应下丘脑-垂体信号，从而促进髓系造血；发现MC5R可以作为一个潜在的肿瘤免疫治疗新靶点。

审稿人认为该工作“非常有意思”“有很强的创新性和临床相关性”“能够提供潜在的新免疫治疗途径”。周荣斌表示，下一步，团队一方面将继续筛选和鉴定机体感应损伤/应激信号的新型免疫受体，揭示其免疫和疾病机制；另一方面将围绕MC5R等靶点，发展具有免疫干预功能的治疗性药物。（王敏）

法，实现对细胞器动态过程的高分辨率、低功耗的影像。成果发表于《美国化学会志》。

◇8月16日，姚华建教授团队联合地震背景噪声和远震面波数据反演得到郯庐断裂带中南段地壳上地幔高分辨率的横波速度结构模型，揭示区域内多个以前未发现的速度异常体，并获得三维方位各向异性特征。成果发表于《地球与行星科学快报》。

◇8月17日，周丛照教授课题组从巢湖分离五株侵染伪鱼腥藻Chao 1806的噬藻体Pam1~Pam5，揭示Pam1~Pam5的进化多样性。成果发表于《微生物组》。

◇8月18日，魏海明教授课题组与附院孙自敏教授、朱小玉教授团队合作，揭示AML接受allo-HSCT后早期复发的机制，为防止AML患者移植后复发提供新思路和策略。成果发表于《血液》。

◇8月19日，卢征天教授团队利用激光冷原子方法对镱-171原子的固有偶极矩进行首次测量，获得该偶极矩小于 $1.5 \times 10^{-26} e\text{ cm}$ 的上限结果，并对镱-171原子核的席夫极矩设定上限。成果发表于《物理评论快报》。

科研简讯

◇7月21日，刘海燕教授、陈泉副教授团队与李厚强教授团队合作，开发一种基于深度学习的给定主链结构从头设计氨基酸序列的算法ABACUS-R。实验验证，其设计成功率和设计精度超过原有统计能量模型ABACUS。相关研究成果发表于《自然—计算科学》。

◇7月21日，姚宏斌教授课题组与张国桢副研究员合作报道一种高效稳定的基于一维离子型铜碘链的热致变色磷光粉杂化材料，揭示独特的铜碘链结构随温度可逆转变引起发光性质改变的热致变色机制。成果发表于《德国应用化学》。

◇7月26日，彭新华教授、江敏副研究员等利用超灵敏量子精密测量技术实现超越标准模型的新玻色子直接搜寻，质量大于 $65\mu\text{eV}$ 的轴子观测界限提升国际纪录至少10个数量级。成果发表于《物理评论快报》。

◇7月28日，潘建伟、张强、徐飞虎等，通过发展设备无关理论协议和构建高效率的光学量子纠缠系统，首次在国际上实验实现设备无关量子密钥分发的原理性演示。成果发表于《物理评论快报》。

◇8月3日，郭光灿院士团队李传锋、柳必恒研究组将高维纠缠光子的总体探测效率提升到71.7%，实现无探测漏洞的高维贝尔不等式检验。成果发表于《物理评论快报》。

◇8月10日，杜江峰院士、石发展、孔飞等人基于金刚石氮-空位色心量子传感器实现了皮特斯拉水平的高灵敏微波磁场测量。成果发表于《科学进展》。

◇8月14日，陈伊翔教授研究组在世界典型的大陆碰撞造山带中发现形成于碰撞结束之际的多个同折返花岗岩体，揭示矿物分离结晶作用对花岗岩质熔体地球化学成分的影响。相关研究成果发表于《地球化学与宇宙化学学报》。

◇8月15日，Zachary J. Smith教授团队与合作者提出一种基于线扫描拉曼成像系统和偶氮增强拉曼探针相结合的快速生物成像方

本报讯 中国科大生命科学与医学部薛天教授、鲍进特任研究员团队在探索光感知促进脑发育的神经机制方面取得突破性进展。8月8日，相关研究成果发表于《细胞》。

婴幼儿在成长发育早期接受的感觉刺激对促进其大脑高级认知功能的发育至关重要。作为人类最重要的感知觉输入，发育早期视觉（光）感知能促进多脑区的协同发育和高级脑功能的形成。先前的研究显示，出生后即完全避光暗饲养会导致幼鼠多个感知觉皮层突触形成地减缓，其中神经肽催产素可能是介导该过程的关键分子。然而，在发育早期视觉（光）是如何被感知并通过何种神经环路和分子机制促进了多脑区协同发展、以及幼年的视觉（光）剥夺对成年高级脑功能的影响尚不清晰。

哺乳动物的视觉感知起始于视网膜。哺乳动物视网膜中主要存在三类感光细胞：视杆细胞、视锥细胞和视网膜自感光神经节细胞。不同于介导视觉图像编码的经典成像视觉感光细胞，视网膜自感光神经节细胞通过其基因Opn4编码的感光蛋白视黑素从而特异性感知蓝光波段的光，并主要介导非成像视觉功能，如昼夜节律光调节、瞳孔光反射和光调控情绪等。在发育过程中，视网膜自感光神经节细胞是最早具有感光功能的视网膜感光细胞，这暗示它可能是介导光促进幼人大脑发育最关键的感光细胞。

研究人员首先通过敲除编码视网膜自感光神经节细胞感光蛋白的基因Opn4，发现缺失视网膜自感光神经节细胞感光能力的新生鼠在出生后发育早期，其多个感觉皮层和海马椎体神经元的自发微小兴奋性突触后电流频率显著降低，且形态学显示椎体神经元的树突棘数量也显著减少；而在出生后即完全避光暗饲养的实验中，对照组与缺失该细胞感光能力的新生鼠皮层和海马的突触功能与数量没有显著差异。这一结果提示视网膜自感光神经节细胞是介导小鼠早期光感受促进脑高级认知区域突触发生的充分且必要的条件。

为进一步探究视网膜自感光神经节细胞的光感知促进皮层和海马突触发生的环路和分子机制，研究人员通过质谱检测、新生小鼠脑及视网膜神经示踪和调控，发现当视网膜自感光神经节细胞被光激活后，会通过视网膜至下丘脑的视网膜自感光神经节细胞-视上核-室旁核神经环路，激活视上核和室旁核的催产素神经元，进而提升了脑脊液中的催产素浓度；而催产素作为神经元突触建立的关键调控分子之一，直接促进了多个大脑皮层和海马的突触形成。

为探究发育早期光促进脑突触发育对成年后高级脑认知能力的影响，研究人员通过训练小鼠学习不同频率的声音刺激与奖励/惩罚的相关性，发现幼年期视网膜自感光神经节细胞光感受的缺失，会导致小鼠成年后学习速度显著下降，而这种成年后学习能力的缺陷可以被幼年时人为激活视网膜自感光神经节细胞或视上核的催产素神经元所挽救。

研究发现了发育早期视觉（光）感知促进大脑高级认知区域神经元突触协同发育的感光、神经环路和分子机制，并揭示了发育早期光感知对成年脑高级认知能力的影响。研究成果提示公共卫生研究应关注新生儿日常的光环境，进一步探索光环境对新生儿大脑发育的影响。

研究团队表示，下一步将继续深入探索发育早期的光输入对哺乳动物健康和生存的影响，为优化新生儿成长发育的环境提供科学依据。（王敏）

我校揭示光感知促进脑发育神经机制