

# 科研工作简报



科技部公众号

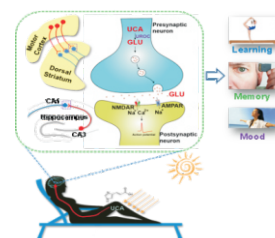
中国科学技术大学科技部 编

网址: <http://kjc.ustc.edu.cn/> E-mail: [ustckjc@ustc.edu.cn](mailto:ustckjc@ustc.edu.cn) 电话: 0551-63601956

## 科研进展

### 揭示参与日光照射改善学习记忆的脑内谷氨酸合成新通路及相关神经环路机制

熊伟教授课题组与黄光明教授课题组合作,通过单细胞质谱、光遗传、分子生物学、电生理及动物行为学等技术方法,揭示了一条脑内谷氨酸合成新通路及其参与日光照射改善学习记忆的分子及神经环路机制,研究成果发表在Cell(2018,173)。这是自70-80年代之后,再度发现新的脑内谷氨酸生物合成通路。由于谷氨酸在大脑内具有参与细胞内蛋白合成、能量代谢以及兴奋性神经信号传递等多种重要的生理功能,因此该通路的发现对了解大脑工作机理以及探索相关疾病发生机制都将起到非常重要的作用。



### 发现抗TIGIT单抗可逆转NK细胞耗竭并用于多种肿瘤的免疫治疗

田志刚院士课题组揭示了肿瘤发展过程中抑制性受体TIGIT可导致NK细胞耗竭,并证明抗TIGIT单抗可逆转NK细胞耗竭并用于多种肿瘤的免疫治疗,研究论文在线发表于Nat. Immunol.(2018,19)。该成果靶向抑制性受体TIGIT的单克隆抗体可通过强化NK细胞的杀癌功能行使对肿瘤的免疫治疗,对扩展了解抗癌免疫细胞的类别范围、新型卡控点的寻找、提升现有肿瘤免疫治疗的疗效均有重要意义。

### 研究揭示致病菌合作中的“无间道”

金帆教授课题组的一项交叉科学研究揭示了绿脓杆菌中合作演化稳定的机制,成果发表在Nat. Commun.(2018,9)。该研究对理解微生物合作的起源、演化、稳定具有重大意义,同时为治疗绿脓杆菌诱导的感染提供了有趣的新思路。

### 发现长非编码RNA调控学习记忆新机制

刘强教授课题组首次发现并命名了长非编码RNA LoNA,揭示了LoNA通过调控蛋白翻译来影响学习记忆以及阿尔茨海默病的新机制,研究论文发表在Nat. Commun.(2018,9)。该研究揭示,在阿尔茨海默病的模型小鼠中降低LoNA可以显著恢复核糖体RNA的水平,同时减轻模型小鼠的学习记忆障碍,为阿尔茨海默病的治疗提供了重要靶点和全新的方向。

### 发现冬凌草甲素可抑制NLRP3的水平,同时对2型糖尿病和痛风等疾病有较好预防和治疗效果

周荣斌教授课题组与厦门大学邓贤明课题组合作,发现中草药冬凌草的主要成分冬凌草甲素可共价结合NLRP3蛋白从而抑制炎症小体活化,且对NLRP3相关的一些疾病(如2型糖尿病、痛风等)有较好的预防和治疗效果,相关研究成果在线发表于Nat. Commun.(2018,9)。目前还没有靶向NLRP3炎症小体的临床药物,所以靶向NLRP3的抑制剂发现受到学术界和工业界的极大关注。

### 阐明秀丽隐杆线虫运动控制的重要规则

温泉教授课题组结合实验和理论,提出整合下行通路信号、本体机械感受反馈、中枢模式发生器等神经肌肉动力学的模型来深度解析秀丽隐杆线虫前进运动控制的神经环路机制,成果发表在PNAS(2018)。该发现有助于我们系统理解运动神经环路并对建立完整的数学模型做出了关键努力。

### 揭示细胞质RNA干扰通路的新功能

光寿红教授课题组发现了一个新的细胞质中的Argonaute蛋白WAGO-4,参与了RNA干扰的多代遗传,指出细胞质RNA干扰机器在RNA干扰的多代遗传也起重要作用,该成果发表在Cell Reports(2018,23)。

### 发现组蛋白甲基化特异调控开花的机制

丁勇教授课题组与中国水稻所的钱前研究员等合作,发现组蛋白第4位赖氨酸三甲基化修饰(H3K4me3)调控开花时间和二级枝梗数的新机制,相关结果发表在New Phytologist(2018)和近日的Plant Physiology(2018,176)。该研究发现了组蛋白修饰甲基转移酶特异性修饰靶基因的分子机制,为农作物性状改良提供分子基础。

### 发现调控自残行为的机制

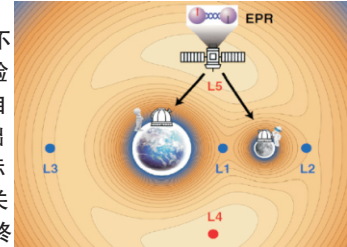
刘北明教授团队与中科院昆明动物所徐林研究员合作课题组的成果揭示了情绪调节自残行为的神经机制,该成果发表在Journal of Neuroscience(2018,38),并被该杂志选中进行媒体推广。该团队利用药物调节其中的几个核团活动,解开了一条情绪影响自残行为的通路。这些研究成果为自残行为的临床治疗和干预提供了潜在的靶点。

### 揭示B型链球菌成孔蛋白CAMP因子的分子机制

金腾川教授课题组和加拿大滑铁卢大学Michael Palmer合作,利用X晶体衍射技术首次解析B型链球菌成孔蛋白CAMP因子的晶体结构,并揭示了该毒力因子行使生物学功能的分子机制。研究成果在线发表在Journal of Biological Chemistry(2018)。本项目对筛选抗CAMP毒力因子的药物有一定理论指导意义,同时对揭示蛋白与生物膜相互作用的本质有着很重要的启示作用。

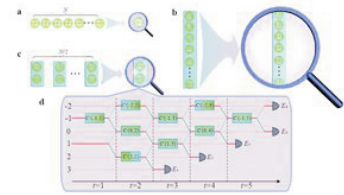
#### 实现基于人类自由意志的量子非定域性检验

潘建伟院士团队在国际上首次实验实现了基于人类自由意志和超高损耗下的贝尔不等式检验。他们首先提出了基于人类自由意志、在地球-月球之间开展贝尔不等式检验的方案，发展了GHz亮度的纠缠源和高时间分辨探测系统，实现了超高损耗下的人类自由意志参与的贝尔不等式检验，该成果发表在 Phys. Rev. Lett.(2018,120)。在此基础上，他们进一步与世界上多个研究小组合作，通过“大贝尔实验”(Big Bell Test) 国际合作的方式，利用超过十万人的自由意志产生的随机数进行了量子非定域性检验，相关成果发表在Nature(2018,557)。该研究成果为未来在地月系统中开展量子非定域性的终极检验迈出了坚实的一步。



#### 采用全新量子测量方法实现了目前国际上最高效的量子态层析测量

郭光灿院士团队在量子精密测量研究中取得重要进展，其与复旦大学等团队合作提出基于光子量子行走的确定性集体测量方法，在实验上实现了目前国际上最高效的量子态层析测量。该研究成果发表在 Nat. Commun. (2018,9)。该工作展示了一种由测量而导致的非经典现象，提供了一种突破多参数量子精密测量(包括量子态层析)中局域测量的量子精度极限的方法，开创了利用集体测量实现量子信息处理及量子力学基本问题研究的新方向。



#### 首次实验实现纳米尺度零场顺磁共振

杜江峰院士团队提出并实验实现了一种基于金刚石氮-空位(NV)色心量子传感器的新零场顺磁共振方法，研究成果发表在Nat. Commun. (2018,9)。该研究成果打破了传统顺磁共振信号强度对热极化的依赖，将零场顺磁共振的空间分辨率从厘米量级提升至纳米级，为零场顺磁共振的实用化开启了一条新途径。

#### 成功研制全光控制的非互易多功能光子器件

郭光灿院士团队在非互易光子器件研究中取得重要进展，研究组首次利用回音壁模式微腔中腔光力的非互易特性实现了全光控制的非互易多功能光子器件，并首次实现集成光学定向放大器，成果发表在Nat. Commun.(2018,9)。该研究在经典和量子信息处理中具有重要意义，可实现经典或量子计算或通讯中信号的双向处理，有利于提高信道容量并降低功耗。

#### 首次实验验证量子力学中强于二值关联的存在

郭光灿院士团队与西班牙理论物理学家等合作，首次实验证实了量子力学中强于二值关联的存在，在量子力学基本问题研究中取得新进展，该成果发表在Phys. Rev. Lett.(2018,120)，并入选“编辑推荐文章”。研究组公开了本实验的完整原始数据，以供国际同行进行更深入的分析，促进对量子力学理论基础的进一步研究。

#### 首次实现容忍光子损失的玻色采样实验

潘建伟院士团队与中科院上海微系统与信息技术研究所尤立星研究员小组合作，实验研究了一种量子计算模型“玻色采样”对光子损失的鲁棒性，证明容忍一定数目光子损失的玻色采样可以带来采样率的有效提升，该成果以“编辑推荐文章”的形式发表于Phys. Rev. Lett.(2018,120)。该研究成果为通过玻色采样实现量子霸权开辟了一条高效的途径，表明我国继续在光学量子计算方面保持国际领先水平，并向超越经典计算能力的量子霸权研究目标又迈进了一步。

#### LHC实验发现希格斯粒子与顶夸克协同产生过程

赵政国院士课题组在ATLAS实验的探测器运行、数据重建、物理研究以及探测器升级等方面开展研究工作。希格斯特性研究一直是科大ATLAS课题组的重要方向，在顶夸克与希格斯粒子的协产生模式的发现中，课题组相关人员直接参与了数据分析，利用多变量分析方法压低次级轻子及误重建轻子引起的本底事件，对多轻子衰变道的发现起到了决定性作用，为ZZ\*衰变道研究做出了重要的贡献。ATLAS和CMS合作组在第六届LHC物理学术会议(LHCP 2018)上同时宣布独立发现了希格斯粒子与一对顶夸克联合产生的过程，两个实验的信号统计显著性都超过了5倍标准差。这一发现是顶夸克与希格斯粒子汤川耦合的直接证据，具有重要的科学意义。ATLAS和CMS的结果分别发表在 Phys. Rev. D (2018,97)与Phys. Rev. Lett.(2018,120)。

#### 圆满完成第一代TeV强子对撞机弱实验混合角 $\sin^2\theta_W$ 基本物理常数的测量

韩良教授团队在费米国家加速器实验室的D<sub>0</sub>实验上，圆满完成利用第一代TeV级强子对撞机Tevatron开展的弱混合角 $\sin^2\theta_W$ 精确测量工作。D<sub>0</sub>实验的最终观测结果发表于 Phys. Rev. Lett. (2018,120)。这一系列研究对于粒子标准模型电弱机制检验、间接探测新物理效应以及高能物理实验技术方法做出了重要贡献。



#### 首次在量子行走中直接测量了拓扑不变量

郭光灿院士团队首次在量子行走中直接测量了拓扑不变量。该团队提出基于时间复用的新型量子行走方案，建成了50步的光学量子行走实验系统，并基于该系统首次直接测量具有手征对称性的量子行走中的体拓扑不变量，成果发表在 Phys. Rev. Lett. (2018,120)。该研究组通过巧妙设计，成功实现了对光学量子行走系统末态波函数的完整重构，进而直接读取具有手征对称的量子行走的体拓扑不变量。该光学量子行走实验平台对进一步研究拓扑物态具有重要应用价值。

#### 首次演示了光子在双折射干涉仪中的干涉行为

郭光灿院士团队在包含双折射晶体的干涉理论和实验研究中取得了重要进展。该团队首次建立了双折射干涉仪的量子理论模型，揭示了光子在双折射干涉仪中的干涉行为，并在实验上得到完美的验证。这项研究成果发表在 Phys. Rev. Lett. (2018,120)。这项工作为基于干涉仪的双折射材料特性的表征奠定了重要的理论和实验基础，为非线性光学和偏振光学器件的设计和表征提供了重要的工具。

#### 在太赫兹波段主动调控材料和器件研究中取得系列进展

陆亚林教授团队研究了太赫兹波与超构材料、氧化物超晶格薄膜相互作用机制，并成功制备了超快的太赫兹调制器，率先实现了皮秒级的高调制深度的太赫兹超快开关；同时制备了多功能的太赫兹器件，在单一器件中实现电开关、光存储和超快调制多种功能，相关研究成果近期相继发表在 Adv. Optical Mater.(2018)和 Opt. Express. (2018,26)。发展主动调控的太赫兹元器件对解决以往基于超构材料的太赫兹元器件均由金属材料构成、加工尺寸固定后器件的功能在实际应用中难以主动改变有着重要的研究意义。

#### 首次实现零磁场核磁共振的普适量子控制及其保真度评估

杜江峰院士团队与德国亥姆霍兹研究所等合作，首次实现了零磁场核自旋体系的普适量子控制并发展了用于评估量子控制和量子态的方法，在零磁场核磁共振方面取得了重要进展，该研究成果发表在 Science Advances(2018,4)。这一成果有望推动零磁场核磁共振在生物、医学、化学以及基础物理领域中的应用。

#### 发表有关纳米材料的稳定性和反应性的评述

俞书宏教授课题组应邀撰写的评述论文发表在 Chem. Rev. (2018, 118)，该文全面总结了国际上关于纳米材料稳定性和反应性研究领域取得的研究进展，阐述了作者对纳米材料稳定性和反应性研究的认识和理解，提出了今后有关纳米材料稳定性和反应性研究的建议和今后值得关注的科学问题。

#### 揭示“单中心近邻原子协同催化”新概念

曾杰教授团队通过构筑高铂负载量的铂-硫化钼原子级分散催化剂，揭示出单中心近邻原子协同催化作用机制，且该协同作用是通过近邻金属原子之间的配位硫原子体现出来的，该成果作为封面文章发表在 Nature Nanotechnology (2018,13)。该发现将人们的视线从单纯对单原子的研究，延伸到对单原子的配位原子的研究，为单原子催化开辟了新的研究方向。

#### 在模拟生物酶设计制备氧还原反应电催化剂方面取得新进展

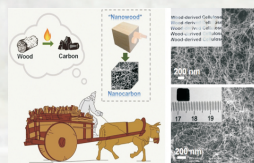
陈乾旺教授课题组通过模拟生物酶中Mn基辅酶因子的结构和功能，以含有Mn金属的MOFs作为前驱物，将O和N原子配位的Mn活性位点原子级地分散在三维石墨烯骨架中，利用石墨烯的良好导电性成功地将Mn调控成高活性的ORR催化活性位点，实现了高活性的催化。该仿生电催化剂在碱性条件下表现出优异的ORR和锌空气电池电极性能，甚至比商业Pt/C更好，研究成果发表在 Adv. Mater.(2018)。该工作为我们通过向具有催化活性的酶学习来设计其他电催化剂提供了新的思路。

#### 物相调控设计电催化剂研究获得重要进展

俞书宏教授课题组通过磷掺杂手段精准调控过渡金属硫化物二硒化钨的相变，成功实现其从稳定的立方相到亚稳态正交相的相转变，研制了在碱性介质中具有类铂析氢性能的水还原高效电催化剂，该研究成果发表在 Nat. Commun. (2018,9)。这项研究成果表明，通过掺杂诱导结构相变的策略可拓展至其他过渡金属硫化物体系，为设计制备廉价高效的电催化剂提供了新途径。

#### 实现由木材制备超细碳纳米纤维气凝胶

俞书宏教授课题组提出了一种催化热解的方法来改变木质纳米纤维素的热解过程，首次以廉价的木材为原材料制备了高质量的超细碳纳米纤维气凝胶材料，该成果发表在 Angew. Chem. Int. Ed. (2018, 57)。该催化热解转化方法可将廉价丰富的自然界中的前驱物材料转化为高附加值的碳纳米纤维材料，对于发展可再生材料的绿色化学合成具有指导意义。该研究团队应邀撰写评述论文 Angew. Chem. Int. Ed. (2018)，系统分析和比较了该团队发展的化学转化法和生物法制备碳纳米纤维材料的优缺点，总结了这两种合成路线制备的碳纳米纤维材料的理化性质、功能化的方法和应用等方面取得的系列进展，提出了今后有关碳纳米纤维气凝胶材料研究的建议和今后值得关注的科学问题。



#### 电催化二氧化碳制多碳醇燃料取得突破性进展

俞书宏教授课题组与多伦多大学Sargent教授课题组在电催化二氧化碳(CO<sub>2</sub>)制备多碳醇燃料研究中取得突破性进展。研究者首次提出在CO<sub>2</sub>的电还原过程中,通过调控碳-碳偶联“后反应”步骤,抑制烯烃产生,实现高效多碳醇转换,为高能量密度液体醇燃料(发动机燃料)的选择性制备提供了设计思路,该成果发表在Nature Catalysis(2018,1)。这一研究阐述了一种新颖的催化途径,将提高选择性的关注点从C-C偶联反应转移到C-C偶联之后的反应,即通过抑制竞争C<sub>2</sub>产物的反应实现目标多碳醇产物的制备,为今后设计有效电催化剂合成多碳醇类燃料提供了新的思路。

#### 大气环境研究领域取得重要进展

姜哲教授团队发现美国氮氧化物排放下降速度自2011年以来大幅减缓,这与美国国家环保局的氮氧化物排放持续快速下降的结论相矛盾,相关研究成果发表在PNAS(2018)。这一研究工作证明了美国的空气质量变化主要由美国本土污染物排放变化主导,并间接表明中国近年来在污染物排放控制方面取得了显著成效。

#### 运用三氧同位素定量揭示北京雾霾期间硫酸盐形成的大气化学机制

谢周清教授团队研究首次通过<sup>17</sup>O同位素的非质量分馏( $\Delta^{17}\text{O}$ )定量揭示了北京APEC前后雾霾硫酸盐的形成机制,研究成果发表在Atmospheric Chemistry and Physics(2018,18)。该研究为定量揭示雾霾硫酸盐生成途径提供了新方法,为模型预测提供了新的约束条件,并为控制雾霾硫酸盐的形成提供了新的视角。

#### 全球寒武纪三叶虫灭绝事件研究取得新进展

沈延安教授团队在研究全球寒武纪三叶虫灭绝事件研究中取得了新进展,系统测定了我国华南典型剖面的有机碳和无机碳同位素组成,揭示了寒武纪海洋与现代海洋化学结构和组成的不同,相关研究成果在线发表在Geology(2018,46)。研究结果显示,晚寒武纪海洋的缺氧是造成全球三叶虫灭绝的重要因素。

#### 厘定洋壳V同位素及上陆壳Ba同位素组成

黄方教授团队建立了世界一流的V、Ba同位素分析方法,通过对全球代表性样品的高精度同位素分析,确定了洋壳的V同位素及大陆上地壳的Ba同位素组成,相关研究成果发表在Earth and Planetary Science Letters(2018,493)以及Geochimica et Cosmochimica Acta(2018,233)。该工作奠定了利用V同位素研究壳幔分异及岩浆演化的基础,为示踪地球圈层之间的Ba循环提供了基准参考线,显示了利用Ba同位素研究岩浆作用的巨大潜力。

## 项目进展

◆5月29日至31日,国家同步辐射实验室组织召开了合肥先进光源预研工程技术方案系列研讨会。近期,两个总体的各项关键技术已完成方案设计工作。通过本次研讨,与会专家一致认为,合肥先进光源预研工程目前进展顺利,研讨会涉及的各项技术总体方案及具体技术指标合理、物理设计详细、关键技术路线明确。

◆6月4日,ATLAS和CMS合作组在第六届LHC物理学学术会议(LHCP 2018)上同时宣布独立发现了希格斯粒子与一对顶夸克联合产生的过程,两个实验的信号统计显著性都超过了5倍标准差。这一发现是顶夸克与希格斯粒子汤川耦合的直接证据,具有重要的科学意义。

## 新闻回放

★5月11日,国际应用科技开发协作网第十届理事会第一次会议暨高校科技创新发展论坛在我校隆重召开。国际应用科技开发协作网理事长单位香港理工大学卢丽华副校长、安徽省科技厅罗平副厅长、中国科大校长包信和院士出席会议并讲话。此次会议交流了高校创新创业、科技成果转化与科研管理经验,进一步加强了理事会成员单位间的合作互动。

★5月15日上午,中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)、大数据分析与应用安徽省重点实验室共建“智慧医疗大数据研究中心”协议签约暨揭牌仪式在附一院举行。这是继附一院“肿瘤免疫研究治疗中心”成立后校院深度融合的又一重大举措。

★5月15日,“知识产权走进校园”系列培训讲座分别在东、西区师生活动中心举行。此次知识产权培训讲座提高了广大师生对科技创新、知识产权政策和制度的认识,加强了知识产权保护意识,增加了科研人员对专利申请制度的了解和撰写专利的能力。

★5月19日上午,以“科技创新 强国富民”为主题的中国科学技术大学2018年科技活动周拉开帷幕,并于5月19至20日两天向社会公众开放。我校秉承“普及科学知识,弘扬科学精神,提高全民科学素养”的宗旨,承担科学传播及普及的社会责任,坚持向社会公众传播普及科学文化知识,满足社会公众对前沿科技的好奇心和求知欲,为广大参观者奉上了集科学性、知识性、趣味性、参与性为一体的科技盛宴。

★5月24-25日,荷兰壳牌国际石油公司全球副总裁Dirk Smit博士、美国工程院院士Derek Elsworth教授一行访问我校。此次访问在我校地球物理专业开展了多项学术交流互动。Dirk Smit博士表示在当今全球一体化大趋势下,商业领域与学术领域在不断融合,应积极协作,共同寻求可能的方案积极应对未来世界能源问题。