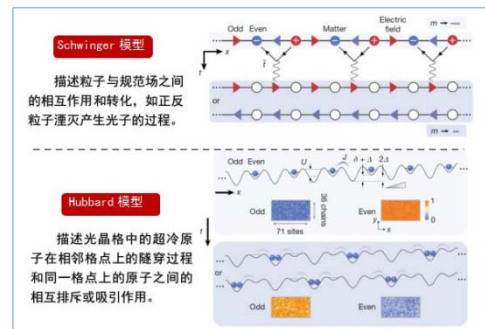
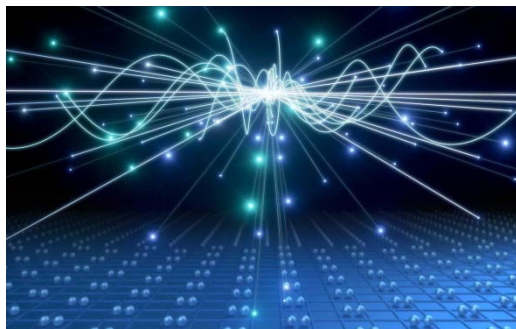




## 中国科大在71个格点的超冷原子量子模拟器中 成功求解施温格方程



示意图：规范场理论描述基本粒子之间的相互作用、产生和湮灭过程，这一过程可以用晶格中超冷原子之间的相互作用及其在晶格中的排布模式来模拟。  
(制图：石千惠、梁琰)

图：一维格点Schwinger模型描述正反粒子通过电场传递相互作用，而正负粒子湮灭后转化成了电场激发。一维Hubbard模型描述光晶格中的冷原子隧穿和相互作用的过程，在特定的势阱形状下，一维Hubbard模型与Schwinger模型的群对称性相同。

中国科学技术大学潘建伟、苑震生等与德国海德堡大学、意大利特伦托（Trento）大学的合作者在超冷原子量子计算和模拟研究中取得重要突破：他们开发了一种专用的量子计算机---71个格点的超冷原子光晶格量子模拟器，对量子电动力学方程施温格模型（Schwinger Model）进行了成功模拟，通过操控束缚在其中的超冷原子，从实验上观测到了局域规范不变量，首次使用微观量子调控手段在量子多体系统中验证了描述电荷与电场关系的高斯定理，取得了利用规模化量子计算和量子模拟方法求解复杂物理问题的重要突破。北京时间11月19日，国际著名学术期刊《自然》杂志发表了该研究成果。

为了解决以往的量子模拟器中相干调控的粒子数太少和无法同时产生规范场、物质场的两个主要问题，中国科大的研究团队开发了独特的自旋依赖超晶格、显微镜吸收成像、粒子数分辨探测等量子调控和测量技术，在超冷原子量子模拟器中首先实现了对Z2规范对称性的规范场模型单元哈密顿量的研究[Nature Physics 13, 1195 (2017)]; 又提出并实现了光晶格中原子的深度制冷，解决了量子模拟器温度过高缺陷过多的问题，实验制备了近百个原子级别的规模化量子模拟器[Science 369, 550 (2020)]; 在以上研究的基础上，通过实验和理论结合，该联合研究团队找到了Schwinger模型中正负粒子、电场与Hubbard模型中原子在格点上的各种占据构型之间的映射关系，通过实验上的精确调控，在71个格点的超冷原子量子模拟器上模拟了一维格点体系的Schwinger模型，首次模拟了规范场与物质场之间的相互作用和转化、并由此观测到了局域规范不变性（验证了高斯定理），在使用规模化的量子模拟器求解复杂物理问题的道路上取得了突破性的进展。

《自然》杂志的审稿人对此工作给予了高度评价：认为这项工作“是量子模拟方法研究晶格规范场的一个重要的里程碑……该工作同时模拟了物质场和规范场，是相关交叉学科研究的里程碑。它将受到多个学科领域的关注，从基本粒子、晶格规范场、和量子信息方面的理论学家，到原子分子光学、固态物理领域的实验物理学家。”：“迈出了模拟晶格规范场理论的真正一步：从实现量子模拟器的模块到对特定模型的完全模拟。”

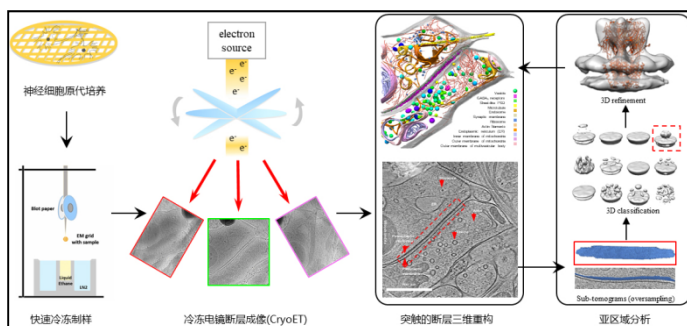


## 研究进展

### 中国科大/中科院深圳先进院毕国强团队破解抑制性神经突触中受体蛋白的组织规则

近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心与生命科学学院、中国科学院深圳先进技术研究院脑认知与脑疾病研究所双聘教授毕国强和刘北明团队，与美国加州大学洛杉矶分校周正洪教授合作，通过发展前沿冷冻电镜断层三维成像技术，在神经突触的分子组织架构与功能研究方面取得突破。相关研究成果以“Mesophasic organization of GABA<sub>A</sub> receptors in hippocampal inhibitory synapses”为题发表在《Nature Neuroscience》杂志上。

研究团队发展了一种基于过采样与自动分类的冷冻电镜断层三维成像亚区域图像处理方法，实现了对细胞断层三维重构图像中无标记和无模板依赖的蛋白质自动识别和三维重构分析。基于这一方法，研究团队实现了对抑制性神经突触中GABA<sub>A</sub>受体的自动化辨别并解析了其19Å分辨率的原位三维结构。进一步，通过对GABA<sub>A</sub>受体在突触中的空间分布进行分析，发现了这些受体在抑制性突触中呈现层级状的组织分布规则：GABA<sub>A</sub>受体之间可以形成具有距离固定（11nm间距）而相对角度可变的双分子复合物；这种双分子复合物进一步组成具有较低熵并且具备自组织特性的二维网络；最后形成具有清晰边界并介于固、液之间的“介态”相分离状态（mesophasic organization）。这种组织形式可以通过突触后支架蛋白和受体之间灵活相互作用而形成，并且与突触前囊泡释放位点存在对应关系。



冷冻电镜断层原位成像技术解析神经突触受体蛋白原位结构与组织分布

### 有机-无机杂化卤素钙钛矿构效关系研究取得进展

有机-无机杂化卤素钙钛矿材料在太阳能电池、发光二极管、场效应晶体管和光电探测器等多个领域展示广泛的应用前景。其载流子迁移率是钙钛矿材料性能以及实现以钙钛矿为基的高效率器件的重要参数。国内外不少课题组通过设计合成新的钙钛矿结构来调控载流子迁移率取得了许多重要进展。不过，人们对“结构如何调控性能”，特别是钙钛矿中有机阳离子构象如何调控钙钛矿性能这一科学问题在分子水平上的理解甚少。

针对该问题，中国科学技术大学罗毅教授研究团队叶树集小组通过制备具有不同烷基链长的二维杂化卤素钙钛矿，利用对称性敏感的和频振动光谱技术，结合光泵浦-太赫兹探测、电化学测试、荧光光谱以及X射线衍射等技术，研究有机阳离子构象、载流子迁移率、宽带荧光发射以及无机骨架层间距之间的关联性规律。研究发现，二维杂化卤素钙钛矿的有机阳离子构象无序度越大，其宽带荧光发射越强，面内载流子迁移率越小，而面外载流子迁移率则由有机阳离子构象与无机骨架层间距共同决定。该工作展现了和频光谱在研究光转换材料结构对称性破缺方面的特异性，揭示了有机阳离子构象与钙钛矿载流子迁移率和宽带发射等性能之间的构效关系。相关成果以“Conformational disorder of organic cations tunes the charge carrier mobility in two-dimensional organic-inorganic perovskites”为题发表在《Nature Communications》杂志上。

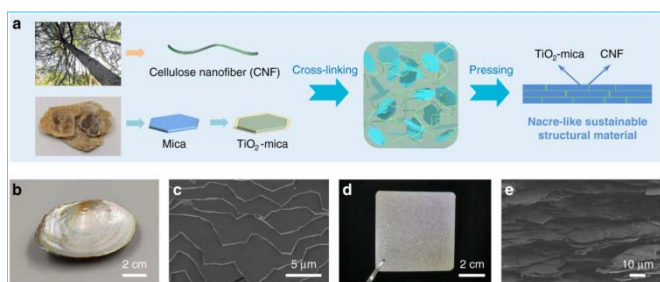
该工作得到国家重点研发计划、国家杰出青年科学基金、基金委重点和面上项目、安徽省引导性专项等资助。





## 研究进展

### 中国科大研制一种可替代塑料的仿生可持续结构材料



仿生可持续结构材料的制备与表征。a, 定向变形组装法制备仿生可持续结构材料的示意图。b, 天然贝壳。c, 天然贝壳珍珠母层的砖泥结构。d, 仿生可持续结构材料。e, 仿生可持续结构材料内部的人造砖泥结构。

近日, 中国科学技术大学俞书宏院士团队将仿生结构设计理念运用于高性能生物基结构材料的研制, 发展了一种被称为“定向变形组装”的新型材料制造方法, 实现了具有仿生结构的高性能可持续材料的规模化制备。通过这种定向变形组装方法, 团队成功地将纤维素纳米纤维(CNF)和二氧化钛包覆的云母片( $\text{TiO}_2$ -Mica)复合制备了具有仿生结构的高性能可持续结构材料。所获得的结构材料具有比石油基塑料更好的机械和热性能, 有望成为石油基塑料的替代品。该工艺过程宜于放大, 产品具有良好的可加工性和丰富多变的色彩和光泽, 使其可以作为一种更加美观和耐用的结构材料有望替代塑料。相关研究成果以“An all-natural bioinspired structural material for plastic replacement”为题发表在《Nature Communications》杂志上。

该材料具有仿珍珠母的结构设计, 这种仿生设计有效地改善了材料的力学性能。珍珠母所具有的砖-泥结构, 使其可以基于普通的天然物质构筑高性能的材料, 并兼具高强度和高韧性的优良特性。研究人员通过多尺度的仿生结构设计和表面化学调控, 成功构筑了这种兼具高强韧特点的天然生物基可持续结构材料。二氧化钛包覆的云母片作为仿生结构中的砖块, 一方面为结构材料提供了远高于工程塑料的强度, 另一方面, 还通过裂纹偏转等仿生结构原理, 大幅提高了材料的韧性和抗裂纹扩展性能, 为该材料作为一种新兴的可持续材料替代现有的不可降解塑料打下了坚实的基础。



## 国家研究中心简讯

### ◆微尺度国家研究中心举办2020年安全知识讲座和消防演练活动

为切实保护师生生命安全, 提高师生安全意识和消防安全技能。11月8日, 合肥微尺度物质科学国家研究中心在理化大楼科技展厅举办“2020年安全知识讲座和消防演练活动”。此次活动邀请到国家研究中心副主任陈旻作实验室安全讲座、校保卫与校园管理处副处长张宪锋作消防安全讲座、校保卫与校园管理处化学药品库主任李恩怀作危险化学品废弃物安全管理讲座。国家研究中心2020级新生、各课题组安全员以及物业公司等相关人员共一百余人参加了此次活动, 活动由国家研究中心主任助理周晓国主持。

陈旻老师结合实际发生的安全事故向大家阐述了实验室安全的重要性, 他分别就生命安全、电、水、气、火、试剂与废液处置等方面展开详细介绍, 并要求大家在实验过程中严格遵循各项实验操作规范, 本着对自己与他人负责的态度, 做好实验安全防护, 防患于未然, 维护生命安全。

张宪锋和李恩怀分别以通俗易懂的方式向大家介绍了如何预防火灾、扑救初起火灾和火场疏散逃生等方面的消防安全知识和详细介绍了危化品废弃物分类与处置关键点。

讲座结束后, 在理化大楼东侧进行了消防演练活动。校保卫与校园管理处的专业人员为大家现场讲解演示了灭火器的使用方法和注意事项, 大家依次进行实操演练, 通过亲身实践切实提高了自己的防火意识和自救能力。

