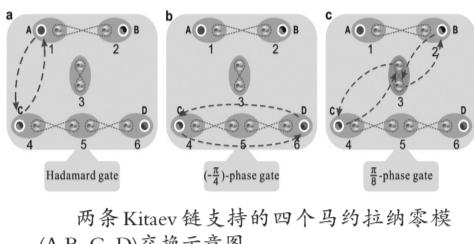


中国科大首次量子模拟 马约拉纳零模的非阿贝尔几何相位

本报讯 我校郭光灿院士团队在量子模拟研究中取得重要进展。团队李传锋、许金时、韩永建等人与其合作者利用自主研发的光学量子模拟器研究马约拉纳零模的非阿贝尔交换特性，实现了具有拓扑特性的非阿贝尔几何相位，并演示了拓扑量子计算的普适量子门操作。成果在线发表在10月19日的国际权威期刊《科学·进展》上。

马约拉纳零模是近年来物理学的研究热点。常见的玻色子和费米子具有阿贝尔统计特性，而马约拉纳零模的特异之处在于它具有非阿贝尔统计特性，可以用来实现拓扑量子计算。问题是怎么样才能得到马约拉纳零模呢？很幸运，理论物



两条 Kitaev 链支持的四个马约拉纳零模 (A,B, C, D) 交换示意图。

理学家给出了答案：在一条 Kitaev 链的两端就蕴含着两个马约拉纳零模。通过测量两条 Kitaev 链上的四个马约拉纳零模交换时所产生的几何位相(Berry 相位)，就可以直接反映它们的非阿贝尔交换特性。而几何相位描述了量子系统经过绝热循环演化后初态与末态之间的相位差，在基础物理研究和实际应用中均具有重要价值。

李传锋研究组在前期量子模拟单个 Kitaev 链上的两个马约拉纳零模的交换操作 [Nature

Communications 7,13194 (2016)] 基础上，进一步提升自主研制的光学量子模拟器的性能，实现了对两条 Kitaev 链上四个马约拉纳零模交换操作的量子模拟。

研究组通过在不同的位置施加相位噪声和反转噪声，实验验证了这一重要特性。实验搭建的 16 模式的空间级联干涉仪有很好的相位稳定性，各类门操作的保真度均大于 92%。

这项工作展示了马约拉纳零模的基本性质，验证了基于马约拉纳零模的拓扑量子计算的基本原理，并进一步拓展了光学量子模拟器的模拟能力。

该论文共同第一作者是许金时教授和孙凯特任副研究员。
(宗合)

我校飞秒激光诱导形状记忆聚合物自生长研究取得新进展

本报讯 近日，我校工程科学学院微纳米工程实验室在飞秒激光诱导材料加工方面取得新突破：通过与新加坡国立大学合作，利用飞秒激光在形状记忆聚合物表面制备可重构结构，发现了新的“聚合物自生长”效应，并利用该效应制备了多样化的可重构功能微结构。相关成果发表在《先进材料》上。

自然界很多生物结构可以对外部激励产生响应，例如环境干燥时，由于

双层鳞片不同膨胀度，松果鳞片张开释放种子；章鱼在遇到天敌时，会在皮肤表面收缩产生乳突；向日葵在方向性光照下，茎秆不对称地生长，使得向日葵具有向日性。由于在智能纺织品、致动器、软机器人和药物输送等方面的应用前景，基于自然生物体形状变形启发的人工材料几十年来受到了广泛研究。

本工作介绍了在预拉伸形状记忆聚合物表面通过飞秒激光扫描以实现微尺度、局部可重构结构的“自生长”方

法。通过控制激光局部加热和烧蚀，发现微结构可以从表面生长出来，并且采用非对称激光扫描策略可以进一步调控所得结构。通过将灵活、可编程激光加工技术与智能形状记忆聚合物相结合，展示了一种卓越的可重构结构制备范例。

该项工作还概念性展示了自生长可重构结构在信息加密/解密和微物体捕获/释放上的应用。研究结果揭示了具有智能表面的结构在各种跨学科领域的新型能力，包括防伪、微结构印刷和超灵敏检测等。

该研究工作由中国科大工程与材料科学实验中心支持完成。论文第一作者为工程科学学院博士生张亚超，通讯作者为微纳米工程实验室胡衍雷副教授、吴东教授和新加坡国立大学仇成伟教授。

(工程科学学院 科研部)

我校电化学合成氨催化剂研究取得重要进展

本报讯 近日，我校曾杰教授研究团队和中科院上海应用物理研究所司锐教授合作，通过构筑原子级分散的钉催化剂实现高效氮气电还原合成氨。这种钉单原子催化剂在电催化还原氮气反应中表现出的产氨速率是现有报道的最高值。成果发表在《先进材料》杂志上，并被选为卷首插图。论文共同第一作者是我校特任副研究员耿志刚和博士研究生刘彦。

目前，在工业上通过哈伯法合成氨需要高温高压 (150–350 atm, 350–

550 oC)。这种苛刻的条件每年需要消耗全世界 1–2% 的能源供应。氮气电化学还原合成氨反应可在常温常压下进行，并且可以选择水作为氢的来源，从而引起了科学工作者的广泛关注。然而，迄今为止，所报道的电催化剂在氮气电化学还原反应中的产氨速率很低，难以满足工业需求。

因此，研发能够高效电化学还原氮气合成氨的电催化剂是一项非常有挑战性的任务。

针对这一难题，研究人员选择金

属有机框架为基体，通过在反应前驱体中加入钉基化合物，调控钉在金属有机框架中的存在形式。实验和理论计算研究进一步揭示出氮配位钉单原子催化剂的高效催化性能主要来源于单原子催化剂对氮气分子的高效解离。该项研究工作不仅开辟了单原子催化剂在电化学合成氨反应中新途径，而且进一步推进了电化学方法合成氨在实际应用中的可能。

(化学与材料科学学院 科研部)

中国科大星系间相互作用对星系结构形成研究取得新进展

本报讯 中国科大吴许芬副教授与孔旭教授合作的“星系间相互作用对星系结构形成的研究”取得新进展。该项目数值计算了盘状星系与矮星系通过偏心碰撞产生星系外环结构，分析了盘状星系的核球-盘质量比对星系外环结构的影响，发现 B/D 值越小的盘星系，碰撞后形成的外环结构越强。8 月 30 日，研究成果发表在国际一流天体物理期刊《天体物理学杂志》上，该研究同时被美国天文学会 AAS Nova Journals Digest 栏目推荐介绍。

环星系是具有明亮环结构的星系，环的成分是气体和恒星。从形态

上，环星系可分为无核球的空环星系、带核球的环星系及多结不连续的环星系。环星系的形成理论包括星系棒旋驱动的 Lindblad 共振、对邻近气体丰富的星系的吸积、星系的并合以及盘星系与其伴星系的近距离交会等。但是，此前天文学家尚未系统地研究盘星系 B/D 比值与碰撞环星系的形态之间的关系。本工作主要针对盘星系具有不同的 B/D 值与碰撞之后产生的环结构强度之间的关系，做了系统的研究。研究发现，盘星系作为环星系的前身星系，其 B/D 值越小，碰撞之后形成的环结构越强。

本工作侧重于一般性的理论研

究，其结果的一个应用是，可用于解释最近观测到的一个碰撞环星系 SDSS J1634+2049 的形成，包括环结构的质量和传播距离、伴星系的投影位置及星系间的视线方向相对速度，以及该星系核区的结构特征。

论文的第一作者为我校 2017 级硕士研究生陈广文，与吴许芬同为共同通讯作者，主要参与人包括陈广文导师孔旭教授，云南天文台的刘文娟博士（我校 2016 届博士毕业生），英国圣安德鲁斯大学的 Hongsheng Zhao 副教授（我校 1983 级校友）。

(星系和宇宙学重点实验室 物理学院 科研部)

液态金属驱动机器人研究获重要进展

本报讯 中国科大精密机械与精密仪器系张世武副教授研究团队、澳大利亚伍伦贡大学李卫华教授研究团队和苏州大学机器人与微系统中心李相鹏副教授研究团队组成的联合研究组，设计了基于镓基室温液态金属的新型机器人驱动器，首次实现了液态金属驱动的功能性轮式移动机器人。近日，该成果发表在《先进材料》杂志上。

电影《终结者》中的液态金属机器人“T1000”开启了液态金属在机器人领域应用的梦想之门。镓基室温液态金属具独特的表面性质及理化特性，可以通过电场、磁场以及浓度梯度场等多种能量场或者表面改性等方式，实现变形、移动、分离以及融合等多种形态学变化，在 MEMS、微流体、生物医学以及机器人等领域展示出巨大的应用前景，引起国际上的广泛关注。然而，液态金属在机器人领域应用研究目前仅局限于以液态金属液滴为机器人本体，尚无基于液态金属的功能性机器人的研究报道。

液态金属镓基室温液态金属拥有巨大的表面张力，可以在极低的电场功耗下，展示出高效的运动能力。联合研究组巧妙地将高效液态金属驱动和变重心机构相结合，开发出结构简单紧凑、驱动性能好的新型液态金属机器人。研究人员设计了一种具有超疏水表面的极轻半封闭轮式结构，将液态金属液滴限制在狭长的轮体内部；通过巧妙设计的随动微型电极支架施加外部电场驱动轮体内液态金属运动，进而持续改变轮式机器人的重心，驱动轮式机器人滚动。

该论文第一作者为中国科大精密机械与精密仪器系硕士生伍健。精密机械与精密仪器系张世武副教授、澳大利亚伍伦贡大学唐诗杨博士、苏州大学机器人与微系统中心李相鹏副教授为共同通讯作者。

近年来，由中国科大、伍伦贡大学和苏州大学组成的联合研究组开始研究液态金属的驱动特性及其在机器人上的应用，取得了系列进展。该成果近日发表在《IEEE Transactions on Industrial Informatics》上。此外，联合研究团队首次发现了液态金属在外磁场作用下的非常规运动现象，并揭示了其内在机理。该成果也于近日发表在《Soft Matter》上。

(工程科学学院 科研部)

电化学合成氨催化剂研究取得重要进展

本报讯 近日，中国科大曾杰教授研究团队和中科院上海应用物理研究所司锐教授合作，通过构筑原子级分散的钉催化剂实现高效氮气电还原合成氨。这种钉单原子催化剂在电催化还原氮气反应中表现出的产氨速率是现有报道的最高值。该成果发表在《先进材料》杂志上，并被选为卷首插图。论文的共同第一作者是中国科大特任副研究员耿志刚和博士研究生刘彦。

目前，在工业上通过哈伯法合成氨需要高温高压 (150–350 atm, 350–550 oC)。这种苛刻的条件每年需要消耗全世界 1–2% 的能源供应。此外，传统的哈伯法合成氨需要氢气作为原料之一，而传统制氢的过程会排放大量 CO₂。因此，探索在温和条件下合成氨的催化反应显得尤为重要。然而，迄今为止，所报道的电催化剂在氮气电化学还原反应中的产氨速率很低，难以满足工业需求。因此，研发能够高效电化学还原氮气合成氨的电催化剂是一项非常有挑战性的任务。

针对这一难题，研究人员选择金属有机框架 (ZIF-8) 为基体，通过在反应前驱体中加入钉基化合物，调控钉在金属有机框架中的存在形式。实验和理论计算研究进一步揭示出氮配位钉单原子催化剂的高效催化性能主要来源于单原子催化剂对氮气分子的高效解离。该项研究工作不仅开辟了单原子催化剂在电化学合成氨反应中新途径，而且进一步推进了电化学方法合成氨在实际应用中的可能。

(化学与材料科学学院 科研部)