

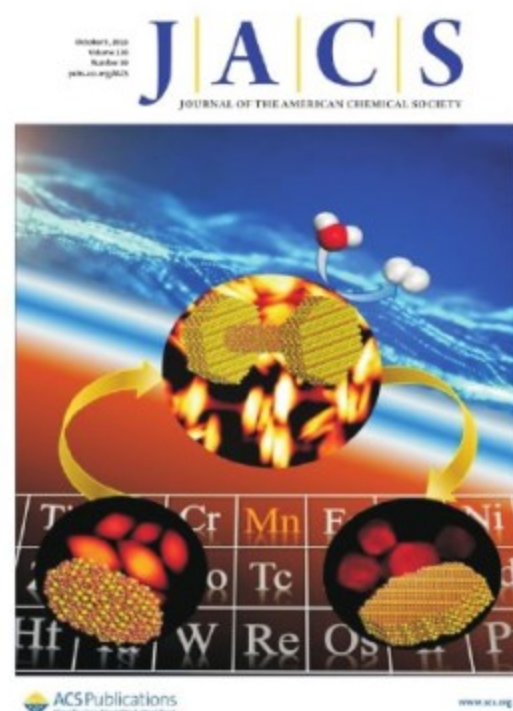


## 新型多形体硫化物半导体纳米异质结构设计合成获得成功

近日,中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室俞书宏教授课题组与李震宇教授课题组合作,在多形体硫化物半导体的设计合成及光电转换应用方面取得了新进展。研究成果“Precursor Triggering Synthesis of Self-Coupled Sulfide Polymorphs with Enhanced Photoelectrochemical Properties”以封面论文发表在《美国化学会志》(J. Am. Chem. Soc. 2016, 138(39), 12913-12919),并被 JACS Spotlights以“Heteronanostructure Polymorphs with Enhanced Photoelectrochemical Properties”选为研究亮点。

目前纳米异质结构的合成受到广泛关注,因为它能够集成不同材料组分的优势而获得优于单一组分的协同效应。相比之下,有关多形体纳米异质结构的研究则相对较少,如果能将半导体性的 $\text{Cu}_{1-x}\text{S}$ 和金属性的 $\text{CuS}$ 复合在一起,有望使其表现出更奇特的性质。为了实现这一目标,研究人员发展了胶体湿化学“前驱物诱导”方法首次成功制备了一种独特多形体异质结构 $\text{Cu}_{1-x}\text{S}-\text{CuS}$ ,即把一维半导体性的 $\text{Cu}_{1-x}\text{S}$ 和二维金属性的 $\text{CuS}$ 复合在一起,以形成特殊的“自相互作用”界面。在合成过程中,前驱物 $\text{Mn}(\text{S}_2\text{CNEt}_2)_2$ 起到至关重要的作用,它可诱导和控制 $\text{Cu}_{1-x}\text{S}$ 至 $\text{CuS}$ 的相变过程,使形成的硫化铜多形体 $\text{Cu}_{1-x}\text{S}-\text{CuS}$ 纳米异质结构可以稳定存在。这种独特的 $\text{Cu}_{1-x}\text{S}-\text{CuS}$ 纳米异质结构可有效吸收太阳光的可见和近红外区域。通过密度泛函理论计算表明,这种特殊的界面可以构筑类似于“金属-半导体”界面结构,从而构筑了类似于type-II异质结构,有效促进了体系中电子和空穴的分离,显著提升了该体系材料的光电转换性能。

这种基于前驱物诱导合成硫化物异质纳米结构的方法,有助于人们精确控制纳米材料的结构和深入理解其形成机理。同时,这种无贵金属参与的异质纳米结构的合成策略,将为提升和优化传统半导体的光电转换性能提供新的思路。



## 中国科大和德国海德堡大学签署共同建设“中德量子科学联合研究中心”的合作备忘录



9月,中国科学技术大学和德国海德堡大学在安徽省政府代表团和德国巴登-符腾堡州政府特别代表的共同见证下,签署了共同推进“中德量子科学联合研究中心”建设的合作备忘录。双方将力促量子科学联合研究中心建设,建立博士研究生联合培养、共同谋划和组织合作研究项目、聘任共同研究员等机制,切实加强双方在量子科学基础前沿问题方面的合作。

签字仪式在古色古香的海德堡大学办公楼举行。出席签字仪式的德方代表有:德国巴登-符腾堡州政府特别代表Martina Diesing女士、海德堡大学副校长Stephen Hashmi教授、海德堡大学天文物理系主任、中国科大外籍千人计划入选者Matthias Weidemüller教授、马普学会核物理研究所所长Thomas Pfeifer教授、化学物理系主任Marcus Motzkus教授及其他专家学者;中方代表有:安徽省省长特别代表、省政府副秘书长汪莹纯,省发改委主任张韶春、省财政厅厅长罗建国、省商务厅厅长张箭、省外办主任王信等领导组成的安徽省政府代表团,中国驻法兰克福总领馆邢伟平副总领事,合肥微尺度物质科学国家实验室执行主任罗毅教授、中国科大国际合作与交流部部长侯中怀教授及部分中方科研人员。

签字仪式由Matthias Weidemüller教授主持。首先,罗毅主任简要回顾了两校过去十几年来在量子物理前沿合作研究中取得的丰硕科研成果,介绍了近期中国科大主导研制的量子科学实验卫星成功发射的情况。之后,Stephen Hashmi副校长对中方的来访表示热烈欢迎,他从中德两国之间的良好经贸和政治关系谈起,强调良好的合作环境、已有的合作基础、双方高水平的研究团队和互补的研究背景,将保证联合研究中心的成功建设。最后,在安徽省政府代表团、巴符州政府特别代表的见证下,罗毅教授与Stephen Hashmi教授签署了共同推进“中德量子科学联合研究中心”建设的合作备忘录。在该合作备忘录的基础上,双方将推动量子科学联合研究中心的建设,建立博士研究生联合培养、共同谋划和组织合作研究项目、聘任共同研究员等机制,切实加强双方在量子科学基础前沿问题方面的合作。



## 我国学者在超冷原子量子模拟领域取得重大突破

中国科学技术大学和北京大学相关研究人员组成的联合团队在超冷原子量子模拟领域取得重大突破。中国科大-北大联合团队在国际上首次理论提出并实验实现超冷原子二维自旋轨道耦合的人工合成,测定了由自旋轨道耦合导致的新奇拓扑量子物性。这一关键突破将对新奇拓扑量子物态的研究,进而推动人们对物质世界的深入理解带来重大影响。该合作成果以研究长文(Research Article)的形式发表在最新一期的国际权威学术期刊《科学》上[Science, 354, 83-88, (2016)]。由于该工作“对研究超越传统凝聚态物理的奇异现象具有重大潜力”,《科学》杂志在同期的观点栏目(Perspective)专门配发了题为“Cold atoms twisting spin and momentum”的评论文章。

自旋轨道耦合是量子物理学中基本的物理效应。它在多种基本物理现象和新奇量子物态中扮演了核心角色。这些现象导致产生了自旋电子学、拓扑绝缘体、拓扑超导体等当前凝聚态物理中最重要的前沿研究领域。然而,由于普遍存在难以控制的复杂环境,很多重要的新奇物理难以在固体材料中做精确研究。这对相关科研带来很大的挑战。

同时,随着超冷原子物理量子模拟领域的重大发展,在超冷原子中实现人工自旋轨道耦合,并研究新奇量子物态已成为该领域最重大的前沿课题之一。冷原子有环境干净,高度可控等重要特性。在过去五年里,一维人工自旋轨道耦合在实验上实现,并取得一系列成果。但探索广泛深刻的新型拓扑量子物态须获得二维以上的自旋轨道耦合。如何实现高维自旋轨道耦合已成为超冷原子量子模拟最紧迫的核心课题。

在超冷原子中实现高维自旋轨道耦合在理论和实验上都是极具挑战性的问题。国际上多个团队均为此付出了许多努力。为解决这一根本困难,北京大学刘雄军理论小组提出了所谓的拉曼光晶格量子系统。发现基于该系统,不仅可完好地实现二维人工自旋轨道耦合,并能得到如量子反常霍尔效应和拓扑超流等深刻的基本物理效应。基于该理论方案,中国科学技术大学潘建伟、陈帅和邓友金等组成的实验小组在经过多年艰苦努力发展起来的超精密激光和磁场调控技术的基础上,成功地构造了拉曼光晶格量子系统,合成二维自旋轨道耦合的玻色-爱因斯坦凝聚体。进一步研究发现,合成的自旋轨道耦合和能带拓扑具有高度可调控性。该工作将对冷原子和凝聚态物理研究产生重大影响,基于此工作可研究全新的拓扑物理,包括固体系统中难以观察到的玻色子拓扑效应等,从而为超冷原子量子模拟开辟了一条新道路。该工作在中国科大和北京大学两个单位的紧密合作下完成。这项工作显示我国在超冷原子量子模拟相关研究方向上已走在国际最前列。该项目得到国家自然科学基金委,科技部,教育部,中科院和中科院-阿里巴巴量子计算联合实验室等支持。

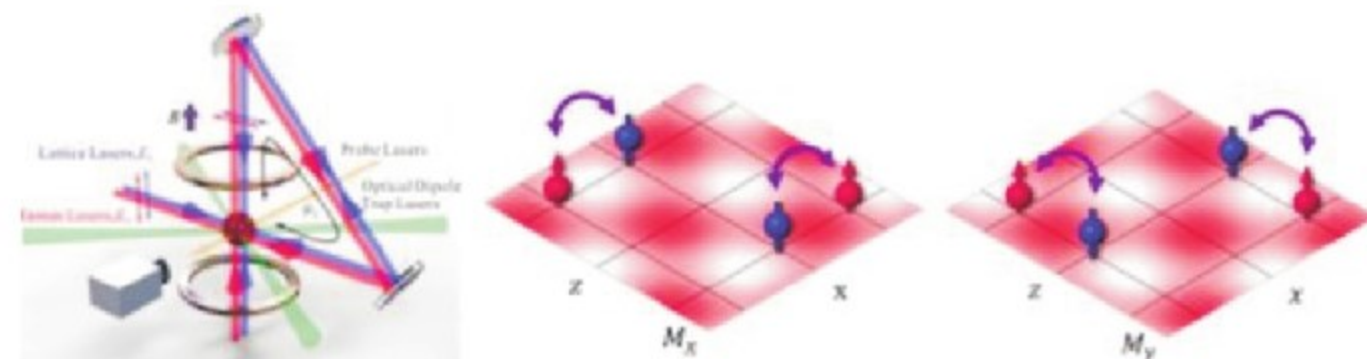


图1: 二维自旋轨道耦合和拓扑能带实现示意图。在激光场的作用下,原子在光晶格中发生自旋翻转的量子隧穿,导致自旋轨道耦合。

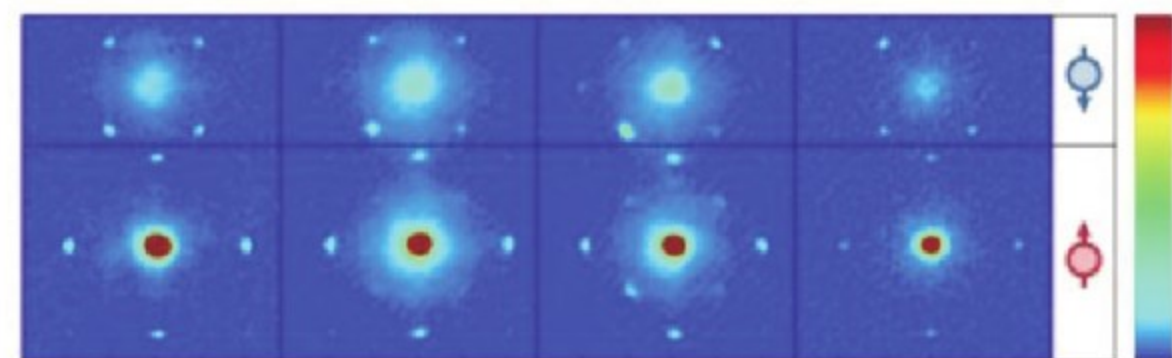


图2: 自旋轨道耦合诱导的不同自旋态的原子团分布。