



## 中国科大二维高温超导体研究取得新进展

**本报讯** 10月31日凌晨,中国科大陈仙辉教授与复旦大学物理系张远波课题组合作,在揭示高温超导机理方面取得新进展。研究成果在线发表于国际顶尖学术期刊《自然》杂志。

超导是物理学中最迷人的宏观量子现象之一,是日久弥新的研究领域。但是非常规高温超导的机理依然没有完全解决。如何找到通向高温超导秘密之门的钥匙,是科学家们孜孜以求的问题。物理学家通常的研究方法是尝试用最简洁的模型

来揭示世界本源规律。

铜氧化物高温超导体具有形式多样的三维层状晶体结构,迄今发现的所有铜基超导体的晶体结构均含有相同的铜氧结构单元。这些铜氧结构单元被认为是高温超导电性的起源,尤其是理论物理学家在研究高温超导机理时,主要基于铜氧面结构单元建立二维理论模型。因此,在实验上验证含有铜氧结构单元单层的二维超导体是否与相应的大块晶体具有相同的超导电性和正常态

物理是非常重要和有意义的。

陈仙辉教授和张远波教授及其研究团队经过多年的探索和尝试,成功获得单层的铋2212超导体,并实验上发现该单层铜基超导体和相应的块体铜基超导体具有完全相同的超导转变温度、载流子浓度依赖的相图和反常的正常态行为。这些发现为高温超导体二维理论模型提供坚实实验基础,也为高温超导体的实验研究提供新的思路。(微尺度物质科学国家研究中心 物理学院 科研部)

**本报讯** 11月1日,我校郭光灿院士团队在量子相干和量子精密测量的研究中取得重要进展。该团队李传锋、黄运峰研究组与英国合作者在线性光学系统中实验验证了纠缠态的相干性对横向噪声的适应性,并进一步验证在横向噪声中纠缠态探针的量子测量精度仍可超越标准量子极限。该项研究成果发表于国际权威物理学期刊《物理评论快报》。

量子信息技术通过对量子态的操控实现信息的安全传输和存储,高效获取和运算等,然而量子系统不可避免的会与环境相互作用而引入噪声,导致量子态非常脆弱。如何抵抗噪声是目前可扩展量子信息技术的核心问题之一。主动反馈和量子纠错是很有前景的方案,但是过多的资源消耗使它们目前还难以实现。还有一种高效且方便的途径是

## 我校首次实验实现噪声适应的量子精密测量

被动噪声控制,它可以通过巧妙地利用量子态对特定噪声的适应性来实现。

李传锋、黄运峰等人采用高效可控的线性光学系统研究了纠缠态的量子相干性和精密测量对横向噪声(噪声和探针工作方向相垂直)的适应性。研究组首先验证了四光子GHZ纠缠态在横向噪声下相干性的冻结现象,同时还观测到GHZ纠缠态在噪声中演化时量子Fisher信息量也保持不变,这意味着将其应用于参数估计时测量精度将不会随噪声增加而衰减。研究组进一步考虑更实际的情况,将噪声与信号同时作用在探针上,结果

表明即使噪声强度与信号相同,实验中制备出的多光子GHZ纠缠态探针在光子数达到6时仍可超越标准量子极限(经典物理系统所能达到的极限),展示了噪声适应的量子精密测量方案的优越性。

该项工作展示了被动噪声控制的可行性,在抗噪声量子精密测量的研究中迈出重要一步,有助于设计出更高效的抗噪声方案。

论文第一作者为中科院量子信息重点实验室特任副研究员张超博士。

(中科院量子信息重点实验室 中科院量子信息和量子科技创新研究院 科研部)

## “油气管道及储运设施损伤致灾机理与演化规律研究”课题研讨会召开

**本报讯** 10月16日,国家重点研发计划“油气长输管道及储运设施检验评价与安全保障技术”课题——“油气管道及储运设施损伤致灾机理与演化规律研究”研讨会在校召开。中国石油管道公司黄维和院士,中国石油集团石油管工程技术研究院霍春勇副院长,火灾科学国家重点实验室主任刘乃安教授,以及来自中国石油系统的20多名专家学者参加会议。

霍春勇主持开幕式,刘乃安代表中国科大火灾科学国家重点实验室致辞。课题各专

题分别汇报了进展及成果情况。与会领导、专家及课题骨干对课题展开了热烈研讨,给出许多建设性的意见。

黄维和院士做研讨会总结发言,对课题的下一步工作提出了指导意见。

我国油气输送管道沿线人口密集,生态环境脆弱,一旦发生事故,会影响能源供给,更会对公共安全造成重大影响。国家重点研发计划“油气长输管道及储运设施检验评价与安全保障技术”面向国家需求,以建立长输管道和储运设施安全保障技术体系并

进行工程示范应用为目标,分别设立了七个研究课题:损伤致灾机理与演化规律、检测技术及装备、状态监测与防护技术、安全风险评价技术、完整性评价技术、应急抢修技术及装备、安全保障试验平台与工程示范。

我校陆守香教授承担了“油气管道和储运设施泄漏事故致灾机理与演化规律研究”任务,通过对储罐区坡度下油品流淌及火蔓延、大型油罐火对相邻油罐油品蒸发与燃烧强化、泄漏油气在狭长受限空间中形成的油气浓度分布及燃爆传播等内容的研究,得到了油气泄漏事故致灾机理及演化过程的定量规律,为项目中管道及储运设施风险评价和完整性评价提供理论支持。

会后,参会专家考察了火灾实验室,参观了校史馆,增进了对中国科大和火灾实验室的了解。(火灾科学国家重点实验室)

## 在高载量原子分散催化剂制备方面 中国科大获得新成就

**本报讯** 近日,中国科大梁海伟教授课题组与林岳博士与中科院高能物理研究所储胜启副研究员合作,使用高比表面积硫掺杂介孔碳为载体,基于贵金属与硫之间的强键合作用原理,制备出一系列高载量原子级分散贵金属催化剂,包括Pt、Ir、Rh、Ru以及Pd,其中金属Pt的载量可以达到10 wt%。研究成果发表在国际学术期刊《科学·进展》上。论文第一作者是博士生王磊。

研究人员首先利用他们前期发展的过渡金属催化碳化有机小分子的方法,合成了具有高硫含量和高比表面积的meso-S-C载体,并利用传统的浸渍法使用该载体制备出一系列原子级分散的贵金属催化剂。球差校正透射电镜观测证

实当金属Pt和Ir载量小于10%时,未发现纳米颗粒或纳米团簇存在;同步辐射X-射线吸收谱表征结果表明,金属主要以金属-硫配位形式存在,并未发现金属-金属配位,表明金属以原子分散的形式存在,并验证了金属与硫的键合作用。

在催化甲酸氧化反应中,原子级分散Pt催化剂质量活性达到2.38 A<sup>-1</sup>,是商业Pt/C催化剂的30多倍;在催化喹啉加氢反应中,原子级分散Ir催化剂的TOF值达到1292 h<sup>-1</sup>,是商业Ir/C催化剂的20多倍。该项工作为高载量原子级分散贵金属催化剂的普适性制备提供了一种新的思路。

(化学与材料科学学院 微尺度物质科学国家研究中心 科研部)

## 在催化剂金属-载体强相互作用方面 中国科大发现新现象

**本报讯** 近日,中国科大梁海伟教授课题组与武晓君教授课题组进行实验和理论相结合的合作研究,基于硫掺杂碳负载铂(Pt)催化剂体系,发现了金属与碳载体之间的电荷转移方向随着Pt尺寸的变化而反转的新现象。该研究成果,发表在国际期刊《自然·通讯》上。论文共同第一作者为博士研究生严强和吴道雄。

在该项工作中,研究人员首先利用他们前期发展的过渡金属催化碳化有机小分子的方法,合成了硫掺杂介孔碳载体材料,并采用传统的浸渍法使用该S-C载体材料制备出两种不同的Pt催化剂材料:Pt单原子与Pt纳米团簇催化剂。球差校正透射电镜和同步辐射X-射线吸收谱表征结果证实了Pt单原子和Pt纳米团簇结构特征,即二者都直接与碳载体上的硫原子键合。有趣的是,研究人员通过分析对比样品的X-射线光电子能

谱和XANES谱,发现了Pt与S-C载体之间的电荷转移方向随着Pt尺寸的变化而反转的新现象:当Pt为单原子时,其电子向S-C载体转移。同时,理论计算的电荷分析结果进一步证实了这种Pt和S-C载体之间电荷转移的反转现象。

进一步,研究人员探究了上述两种催化剂的电催化析氢反应性能。实验结果表明,具有富电子特性的Pt纳米团簇的催化活性明显优于缺电子的Pt单原子和商业的Pt/C催化剂。理论计算表明,对于Pt团簇体系,S-C载体上的电子向Pt团簇转移,导致Pt上的电子云密度上升,H<sup>+</sup>吸附的吉布斯自由能下降,HER活性提升。该项工作阐述了一种对金属和载体之间电荷转移现象的新理解,为高效催化剂的设计提供了一种基于电荷转移调控的新思路。

(化学与材料科学学院 微尺度物质科学国家研究中心 科研部)

**本报讯** 11月1日,针对目前腈类化合物选择性加氢研究的挑战性课题,中国科大路军岭教授课题组通过利用原子层沉积技术设计出了Pd1Ni/SiO<sub>2</sub>单原子表面合金催化剂,实现了高活性和高选择性腈类化合物催化转化制备仲胺,并同时完全抑制了氢解副反应的产生。

杨金龙教授课题组通过理论计算,进一步揭示了催化反应选择性调控的分子机理。相关研究结果在线发表于《自然·通讯》期刊上。路军岭课题组使用ALD技术,利用“区域选择性沉积”策略,将Pd选择性地沉积到了SiO<sub>2</sub>负载的Ni纳米颗粒表面;在Pd低覆盖度时,成功合成了“核-壳”型Pd1Ni SASA催化剂。其中,Pd原子级分散于Ni颗粒的最外层,最大化的提高了贵金属Pd的利用率。球差校正透射电镜证明了Pd主要以单原子分散物种存在;同步辐射X-射线吸收谱证实了改变Pd ALD周期对Pd聚集体结构的精准调控,且通过Pd-Ni配位环境分析证实了Pd1NiSASA结构的形成。在苯甲腈催化加氢反应中,获得的Pd1Ni SASA催化剂(5Pd-Ni/SiO<sub>2</sub>)打破了传统的“金属-选择性”关联,相比Pd/SiO<sub>2</sub>催化剂,反转了产物选择性,将仲胺的产率从5%大幅提高到97%,并且完全抑制了氢解副反应的发生。更加可喜的是,在相同反应条件下,该催化剂的活性分别是Pd/SiO<sub>2</sub>和Pt/SiO<sub>2</sub>催化剂的8倍和4倍,且具有优异的循环稳定性和良好的底物普适性,体现了Pd1Ni SASA结构独特的催化性能和良好的工业化应用前景。

理论计算详细研究了Pd(111)、Pt(111)和Ni(111)金属表面的苯甲腈催化加氢微观机制,首次揭示了亚胺中间体的产生和进一步加氢这两步反应的有效势垒差异是产生“金属-选择性”关联的关键因素。计算表明,在Pd1Ni(111)表面,苯甲腈加氢到亚胺的有效势垒(1.06 eV)显著低于亚胺加氢到伯胺的有效势垒(1.30 eV),与Pd(111)表面正好相反,因此延长了亚胺中间体在催化剂表面的寿命,促进了其与伯胺的进一步缩合生成仲胺,从而有效的提高了仲胺选择性。

该研究结果表明,精准调控金属活性组分的结构和微环境对提高金属催化剂性能具有重要意义,并为高性能金属催化剂的理性设计提供了重要参考。

我校化学与材料科学学院博士生王恒伟和合肥微尺度物质科学国家研究中心罗其全特任副研究员是该论文共同第一作者。

(化学与材料科学学院 微尺度物质科学国家研究中心 合肥国家同步辐射实验室 科研部)

**在黄伟新荣获“第七届中国催化青年奖”**

奖励在催化科学技术研究中做出创造性成果、为催化科学和应用发展做出突出成绩的45岁以下中国青年催化科学工作者,两年评选一次,每次评选不超过二人。本届另一位获奖人是中科院山西煤炭化学研究所杨勇研究员。

(化学与材料科学学院 科研部)

**中国科大取得新突破**