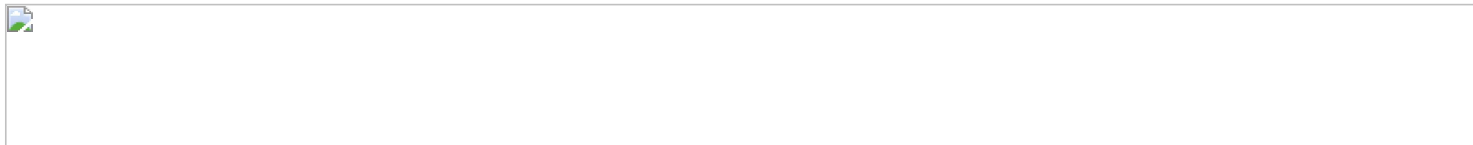


首页 学院概况 师资队伍 科学研究 本科生教育 研究生教育 招贤纳士 物理院友 联系我们

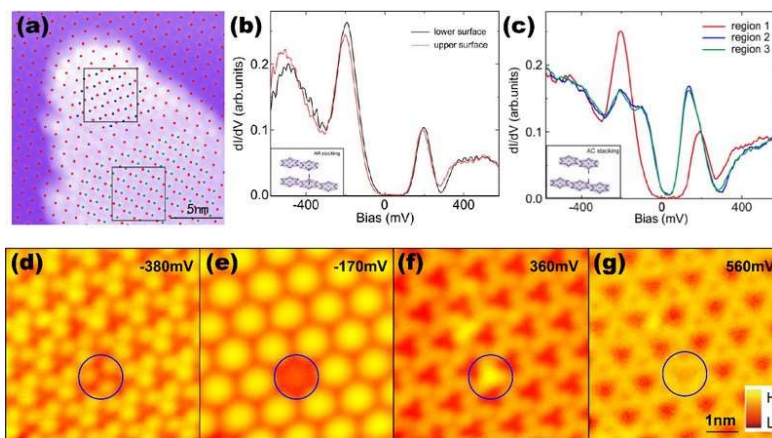


您现在的位置: 首页 > 科学研究 > 研究进展

尹艺课题组在1T-TaS₂强关联物理研究的系列进展

编辑: 时间: 2022年03月30日 访问次数: 374

强关联电子材料是凝聚态物理领域非常关注的一类体系。过渡族金属二硫族化物1T-TaS₂以其可能的强关联性质吸引了人们对其进行了大量研究。该材料在低温下会经历相变, 形成电荷密度波的电子重构, 其低温输运体现为绝缘特性。人们通过各种实验手段试图理解其低温下绝缘态的起源。可能的原因是长周期的电子重构带来能带折叠和近似平带, 使得电子关联效应相对增强, 形成了莫特绝缘态。但是, 1T-TaS₂内部各种共存的相互作用导致该问题非常复杂, 第一性原理计算的困难也让人们无法准确的理解该特殊的绝缘态。



(a) AC堆叠序单台阶区域STM形貌图。(b) AA堆叠序单台阶上下表面电导谱。(c) AC堆叠序单台阶上下表面电导谱。(d) - (g) Ti掺杂1T-TaS₂在不同偏压下的dI/dV分布图, 表现出被诱导的复杂电子轨道结构。

浙江大学物理系尹艺教授实验组利用低温扫描隧道显微镜 (STM) 对1T-TaS₂这一材料做了一系列系统的研究。二维材料1T-TaS₂的层与层之间的相互作用和电荷密度波堆叠序对母体的性质影响是人们难以理解其绝缘态的重要因素。课题组利用STM仔细研究了1T-TaS₂大量单层台阶处的堆叠序和电子态密度, 统计分析了堆叠序对上层电子态密度的影响, 证明了1T-TaS₂表面测量的绝缘能隙主要反映了单层1T-TaS₂的性质, 是一个强关联的莫特能隙。通过对1T-TaS₂的对比研究进一步证明了该观点, 并由层间作用解释了1T-TaS₂的宏观金属性质, 在统一框架下理清了对两种材料的认识。关于1T-TaS₂和1T-TaSe₂的堆叠序研究背靠背发表在《Physical Review B》【1, 2】。

在理解1T-TaS₂莫特绝缘态的基础上, 课题组采取了各种量子调控手段对体系进行微扰, 从而进一步深入研究其中的强关联物理。对不同浓度的Ti掺杂1T-TaS₂的研究中, 发现了: 1、由单个Ti原子在Ta位的掺杂导致的自旋空穴, 和其在特定能量下诱导出的复杂电子轨道结构; 2、在0.01掺杂下莫特绝缘谱转变成了近似赝能隙的V-型金属态谱, 并形成纳米畴状结构和金属畴界, 共同导致了材料电输运的绝缘-金属转变; 3、在0.08掺杂下出现了由无序诱导出来的金属-绝缘转变, 表现了安德森局域化的绝缘特性; 4、在0.08掺杂下发现了由轨道序重排诱导出的手性畴特征。Ti掺杂1T-TaS₂的掺杂研究发表在《npj Quantum Materials》【3】, 手性相关的研究发表在《Applied Physics Letters》

【4】。此外，在Cu插层的1T-TaS₂样品中还发现了基于电荷密度波的莫特能隙在电子掺杂后的空间演化行为，该结果发表在《Nano Research》【5】。通过这一系列的研究，系统理解了1T-TaS₂体系中存在的强关联物理和由此衍生出来的新奇物理态。

浙江大学物理系博士生鄂宗秀、张文浩分别为相关文章的第一/共一作者。尹艺教授为通讯作者/共同通讯作者。该系列研究的主要合作者包括中科院固体物理研究所的孙玉平研究员，清华大学高等研究院的刘峥研究员，和浙江大学材料科学与工程学院的金传洪教授。相关工作依托浙江省量子技术与器件重点实验室平台，得到了科技部国家重点研发计划、国家自然科学基金和中央高校基本科研业务费等项目的大力支持。

- 【1】 Zongxiu Wu, Kunliang Bu, Wenhao Zhang et al, Effect of Stacking Order on the Electronic State of 1T-TaS₂, Phys. Rev. B 105, 035109 (2022).
- 【2】 Wenhao Zhang, Zongxiu Wu, Kunliang Bu et al, Reconcile the Bulk Metallic and Surface Insulating State in 1T-TaSe₂, Phys. Rev. B 105, 035110 (2022).
- 【3】 Wenhao Zhang*, Jingjing Gao*, Li Cheng*, et al, Visualizing the evolution from Mott insulator to Anderson insulator in Ti doped 1T-TaS₂, npj Quantum mater. 7, 8 (2022).
- 【4】 Jingjing Gao*, Wenhao Zhang*, et al. Chiral charge density waves induced by Ti-doping in 1T-TaS₂, Appl. Phys. Lett. 118, 213105 (2021).
- 【5】 Wenhao Zhang*, Degong Ding*, Jingjing Gao*, et al, Modulation of electronic state in cooper-intercalated 1T-TaS₂, Nano Res. (2022).

浙ICP备05074421号 版权所有：浙江大学物理学院浙ICP备05074421号-1 浙公网安备33010602010295
地址：中国·杭州 邮编：310027 电话：86-571-87951642 传真：86-571-87951328 管理登录