兰州化物所压力诱导超滑研究取得系列进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/4997.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

兰州化物所压力诱导超滑研究取得系列进展。摩擦学最核心的课题是探索摩擦规律如何产生并驾驭应用。载荷是影响摩擦的重要参量。通常，滑动体系由于界面压力下滑动能垒增加，使摩擦阻力随载荷增加。因此，对压力下滑动能垒平坦化产生超滑的反经验行为鲜有报道。

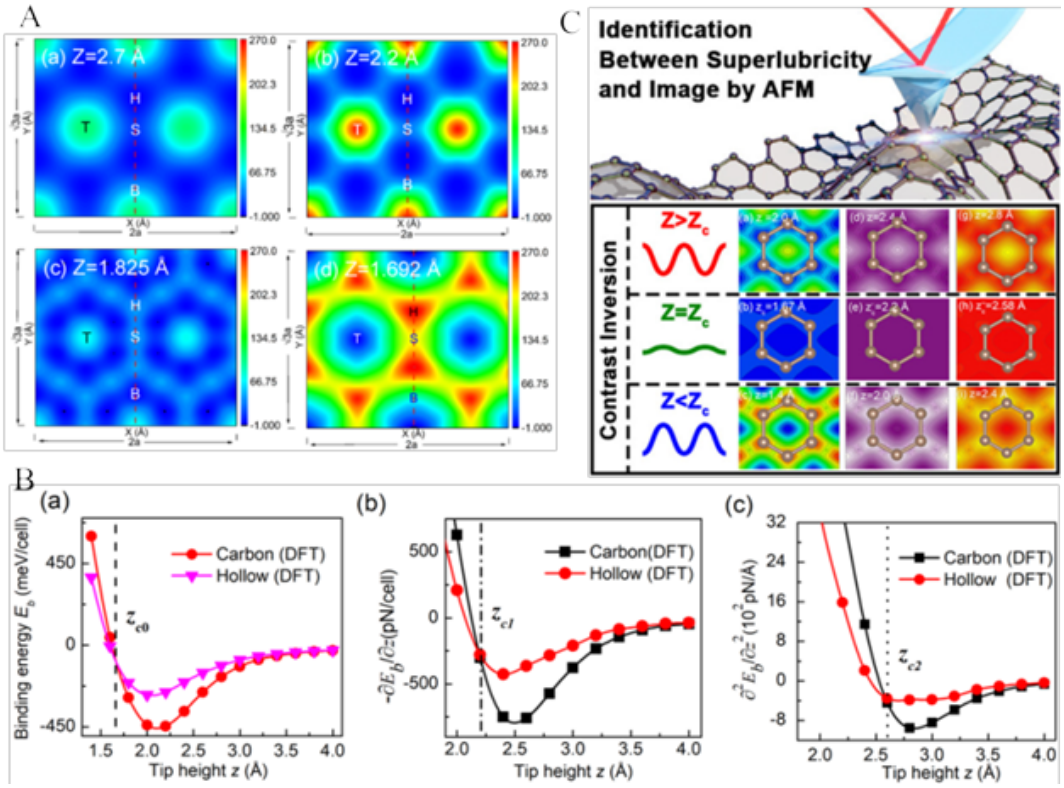
近期，中国科学院兰州化学物理研究所固体润滑国家重点实验室低维润滑材料课题组与国内其他单位合作，在固体界面间理论预测压力诱导超滑现象方面取得系列进展。

研究人员通过第一性原理计算，考察了多个与微观摩擦实验密切相关滑动体系的摩擦力随载荷演化行为。研究发现，在一定载荷范围内，摩擦力随界面压力而增加，但进一步增加压力，摩擦力却随法向压力的增加而减小，直至在临界状态下超滑;而且，这种反常行为具有一定普适性，主要由于界面相互作用使电荷密度分布发生反转，使滑动势能面的起伏在压力下发生从褶皱到平坦乃至反向褶皱的反转(图A, 来自Sun et al. J. Phys. Chem. Lett. 2018, 9, 2554-2559)。

势能面起伏的反转在能量曲线上表现为交叉行为(图B, 来自Sun et al. J. Phys. Chem. Lett. 2019, 10, 1498-1504)，表明在滑移路径上相邻位点的能量存在绝对相等，即预示了理论上的滑动能垒起伏为零。进一步研究了原子力显微镜实验中探针在碳纳米材料表面的滑动行为，通过论证势能面起伏、表面化学力和样品原子力显微镜图像反转之间存在的内在关联，对压力诱导超滑提供了基于直观图像的观测方法。这不但可能帮助压力诱导超滑从理论预测向实验观测迈进，丰富超滑的理论体系，而且能够扩展传统显微技术的分析功能(图C，来自Sun et al. J. Phys. Chem. Lett. 2019, 10, 1498-1504)。

实际上，作为一种反直觉的界面行为，压力诱导超滑及其势能面反转具有丰富的物理内涵，可以扩展到多个领域材料表界面问题的共性物理原理。如压力下材料的原子显微图像演化、气体在金属表面的吸附扩散、摩擦塌缩(Sun et al. Phys. Chem. Chem. Phys. 2017, 19, 11026)、层结构材料和钙钛矿氧八面体结构旋转的等对称性相变等，均可能从压力诱导界面滑动的摩擦学视角给出解释。研究人员对压力引起等对称性结构相变现象给予了摩擦学角度的认识(Sun et al. Tribol. Lett. 2018, 66, 21-28)。

该工作得到科技部、国家自然科学基金委、中科院和中央高校科学研究项目的资助。



(A)界面压力下石墨烯层间滑动势能面起伏的反转及平坦行为;(B)探针在样品表面滑动的相互作用能量、法向力和频率变化曲线中交点存在的充分必要性论证;(C)压力诱导超滑的图像化观测方法。

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发