

量子摩擦研究获进展

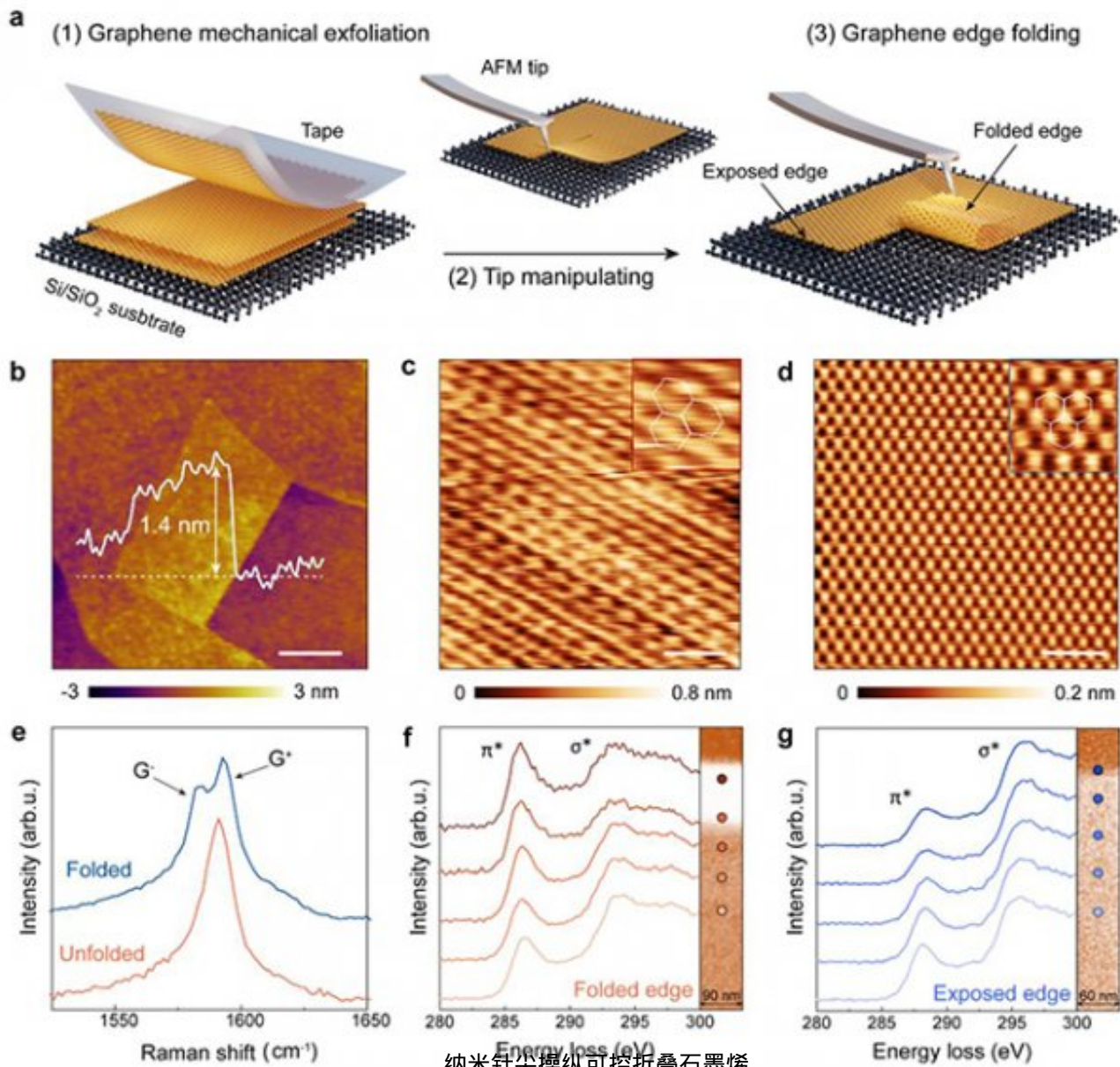
摩擦本质和作用机制是摩擦学的基本科学问题。数百年来，科学家对这一问题展开了不懈探索，先后提出Amontons-Coulomb定律、分子-机械学说、粘着摩擦理论等学说，奠定了经典摩擦学的理论基础。随着纳米力学技术、低维材料及量子材料体系发展，摩擦研究逐渐从宏观尺度拓展至声子、电子尺度。

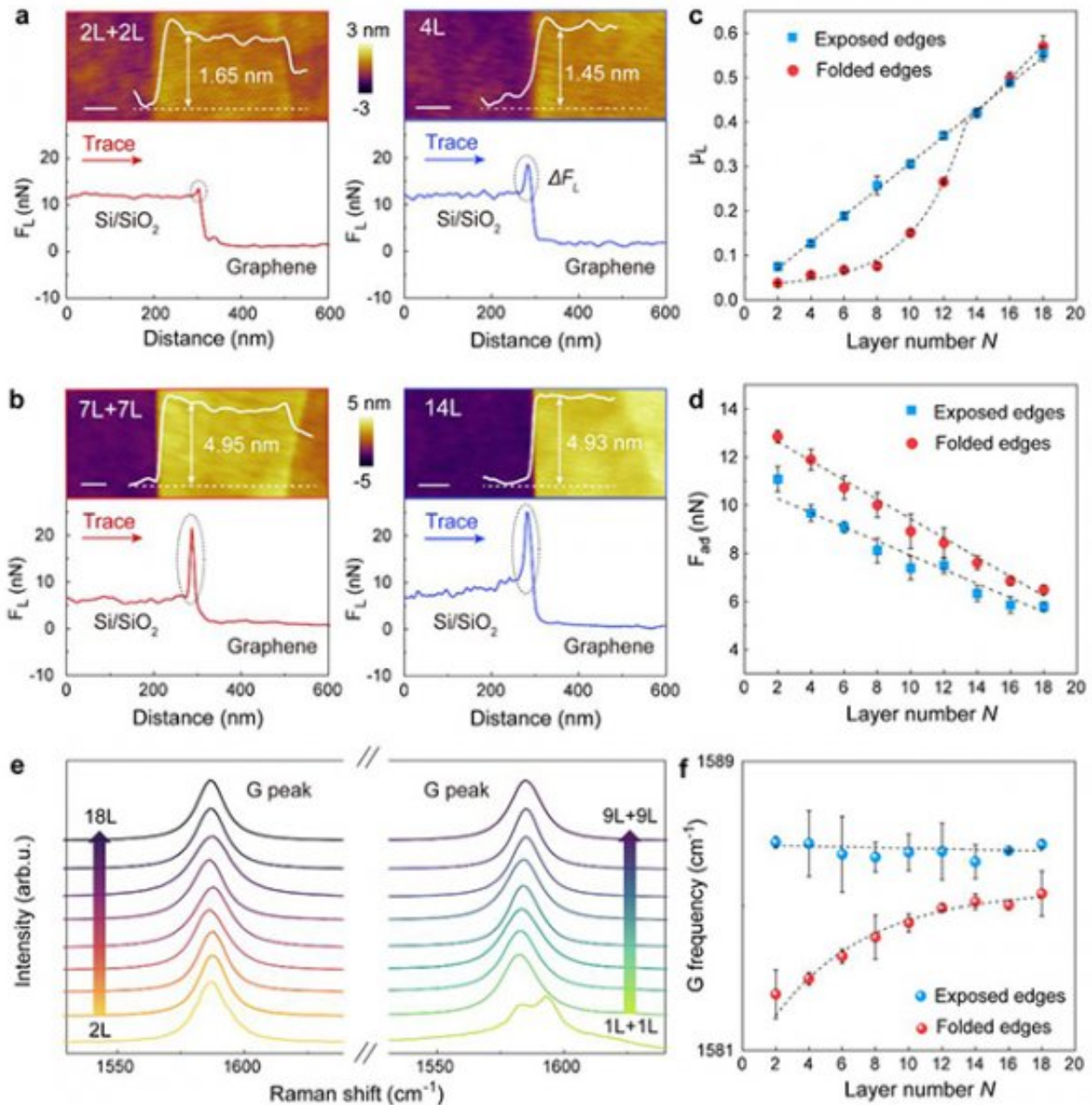
近期，中国科学院兰州化学物理研究所研究员张俊彦和副研究员龚珍彬团队在量子摩擦研究方面取得重要进展。该团队首次在实验上观察到固-固界面量子摩擦现象，并系统构建了电子、声子耗散与摩擦的内在关系，揭示了拓扑应变诱导的量子态调控摩擦机制。

研究人员基于原子力显微镜纳米针尖操纵技术，构筑了具有可控曲率与层数的折叠石墨烯边缘拓扑结构，系统开展了纳米尺度摩擦测量。研究发现，折叠石墨烯边缘摩擦力随层数呈现出显著的非线性变化，违背了经典摩擦定律在固-固界面下的适用性。进一步，研究人员通过扫描隧道显微镜（STM）和超快光谱技术的实验观测与理论分析发现，石墨烯中非均匀应变可通过调制电子跃迁参数引入等效规范场，产生高达数十特斯拉的赝磁场，其数学本质是应变对系统哈密顿量的Peierls变换，导致拓扑非平庸的能带重构，并在STM中观测到量子化分立的赝朗道能级。这种电子结构变化抑制了电子-声子耦合，使电子耗散从连续态跃迁转变为赝朗道能级间的量子化跃迁，并导致热电子冷却时间从暴露边缘的0.32ps延长至折叠边缘的0.49ps，有效降低了能量耗散，进而显著降低摩擦。

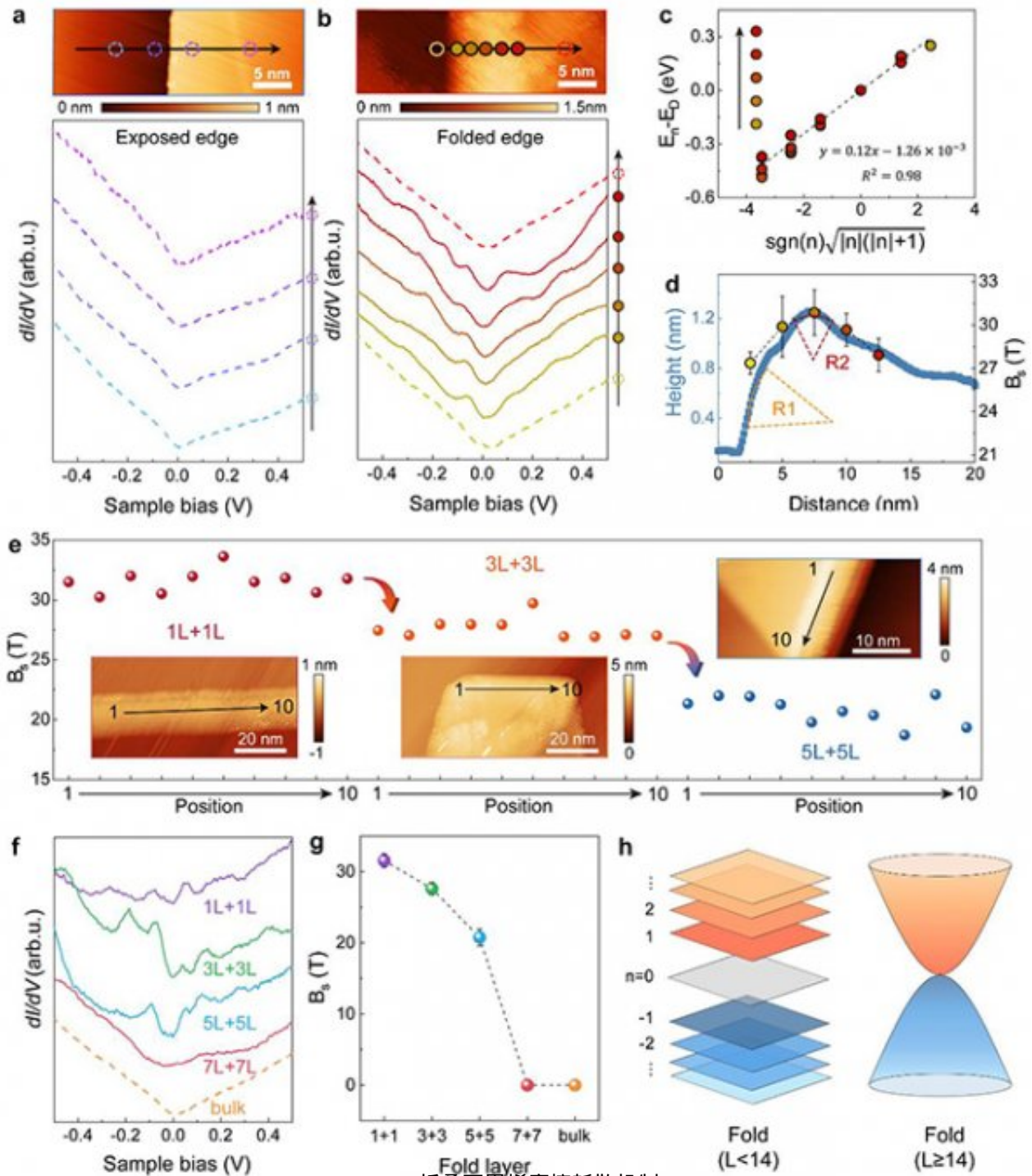
这一研究为固-固界面量子摩擦提供了首个实验证据，构建了基于拓扑结构调控耗散模式的研究框架，并验证了量子态调控界面电子耗散过程的可行性。同时，该研究对发展低能耗纳米器件与拓扑量子材料中摩擦调控具有指导意义。

相关研究工作以Pseudo-Landau levels splitting triggers quantum friction at folded graphene edge为题，发表在《自然-通讯》（Nature Communications）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会、中国科学院的支持。





折叠石墨烯量子摩擦行为



折叠石墨烯摩擦耗散机制

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/230536.html>