
兰州化物所宏观尺度超润滑研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/10549.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！

“超润滑”是近代摩擦学研究的重要科学发现，源于1990年左右提出的“结构超润滑”理论预测：当两个理想、平坦的刚性晶面以非公度接触方式发生相对运动时，上下表面间的原子势作用相互抵消，滑移势垒为零，出现摩擦力消失或接近为零的现象。“结构超润滑”理论的工程实现将有望为节能降耗、机械装备设计带来革命性的进步。通过多年研究，目前可以在一些理想的层状晶体材料（如高定向石墨）表面实现纳米以及微米接触尺度的“结构超润滑”，但在宏观工程接触尺度，材料表面存在无序、吸附和缺陷等，如何实现宏观接触尺度的超润滑已成为研究的焦点和工程化应用的瓶颈。

近日，中国科学院兰州化学物理研究所磨损与表面工程课题组提出宏观尺度实现“结构超润滑”表/界面设计的新方法，在工程基材表面、宏观接触条件下获得鲁棒超润滑性能，实现“结构超润滑”由微纳尺度向宏观工程尺度的迈进，对推动超润滑新概念技术实现工程应用具有重要意义。

研究工作基于两个核心设计思想：基于微纳接触尺度更易满足结构超润滑的理想获得条件的考虑，在工程粗糙的基材表面通过激光刻蚀等表面处理技术主动构筑微纳凹凸体，将宏观的面接触分解为无数的微纳点接触；在表面设计制备特殊的异质二维纳米结构润滑层，通过对层-层接触滑移方式、层间弱的化学相互作用和非公度的晶格匹配的控制，在每个接触点上获得超润滑态，大量接触点组合形成了整个接触面上的宏观超润滑。利用球-盘摩擦试验机进行评价，在0.5 GPa的接触应力下，工程粗糙的钢-钢接触摩擦副间获得了稳定、长效的超润滑性能（摩擦系数0.007，寿命大于 1×10^6 转）。进一步通过复合粘结剂，制备粘结润滑涂层，在高接触应力（1.3 GPa）下仍保持超润滑特性，展现出优异的工程实用价值。

研究发现，当共价/离子型异质二维叠层复合时，展现出协同润滑效应。共价型化合物（如石墨烯）以共用电子对的方式成键，具有定向性和饱和性，在滑动过程中相邻层面缺陷位置的悬键会发生强烈的化学作用。而离子型化合物（如二硫化钼）靠正负离子间的吸引作用，不具有定向性和饱和性，即使发生局部缺陷离子的丢失，周围的离子也会进行补充屏蔽，弱化其与外部的相互作用。共价/离子叠层复合设计可以有效阻隔共价化合物相邻层间的强化学相互作用，削弱宏观摩擦过程中缺陷、棱边键等的不利作用。异质晶格匹配在宏观摩擦过程中同样展现出天然非公度性，可以不依赖于滑移角度实现超润滑状态。该理论认识可以解释传统石墨与二硫化钼复合材料的协同润滑作用机制。

相关研究结果在线发表在*Advanced Materials*

上，博士生李畔畔为论文第一作者，吉利（中科院青年创新促进会会员）、李红轩和陈建敏研究

员为共同通讯作者。研究工作受到国家自然科学基金、航天联合基金和中科院青促会项目的资助。

[论文链接](#)

整体设计思路示意图

基材表面织构形貌的设计与宏观超润滑性能的实现

研究团队单位：兰州化学物理研究所

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](https://www.iikx.com)转发