
兰州化物所在二硫化钼超低摩擦机理研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/2652.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！

兰州化物所在二硫化钼超低摩擦机理研究中取得进展。近日，基于先进的纳米材料合成与微结构表征技术，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研究员王金清和博士侯凯明等人在二硫化钼纳米结构的合成及其在不同环境气氛下的摩擦学机理方面开展了深入研究，通过借助二硫化钼的二维纳米化所带来的高度结构灵活性和空间自由度，分析并确定了二硫化钼实现超低摩擦机理的关键证据。

研究人员对具有独特纳米片纵向排列特点的二硫化钼纳米结构涂层进行了摩擦学性能研究。结果发现，在大气气氛中的固体干摩擦和固-液复合润滑以及真空干摩擦条件下，以上涂层在摩擦系数、磨损形貌和润滑寿命方面呈现出完全不同的摩擦学表现。在大气气氛中，固-液复合润滑状态下的二硫化钼因自取向排列形成高度有序的转移膜而较干摩擦状态具有更加优异的润滑性能。转移膜剖面分析表明二硫化钼分子层呈现出由基底粘附束缚到外表面自由滑移取向的转变(图1)，有力证明了二硫化钼的晶内滑移机理。在真空环境下，首次观察到摩擦过程中二硫化钼纳米片受往复剪切应力的诱导可以相互包覆和卷绕，形成类似卷心菜结构的纳米球(图2)，揭示了滚动运动的存在。通过脉冲激光沉积二硫化钼涂层的实验对比及分子动力学模拟，进一步证实了滚动运动对实现0.01以下超低摩擦的关键作用。

此外，该理论研究还证明由两种不同二维纳米片所形成的异质结材料具有因晶格失配所带来的结构非公度性，这种非公度性可大幅降低层间滑移势垒。根据二硫化钼纳米片与石墨烯晶格常数的不同，合成了石墨烯/二硫化钼异质材料，并观察到局部非公度所形成的特征摩尔纹超晶格结构，该结构在摩擦过程中表现出大幅优于单一二维材料和二者物理混合物的润滑性能，进一步确认了结构非公度性在新型润滑材料设计及润滑性能提升方面的巨大潜力和应用价值。

二硫化钼(MoS₂)是一种在工业润滑领域，尤其是在一些对传统润滑油脂污染比较敏感的场所(如光学、半导体器件和食品生产)和空间苛刻环境(如航空航天器)下应用广泛的固体润滑材料。虽然对二硫化钼的应用记载最早可追溯至工业革命早期，但对其润滑机理的探索直至20世纪40年代才逐步展开。由于摩擦过程是一个典型的非平衡复杂过程，具有多因素耦合的特征。因此，当前对不同环境中二硫化钼润滑机理的解释仍是众说纷纭，难以形成共识。

二硫化钼的润滑性能主要来自于其层状结构。但传统块体结构无法在微观层面上进行设计与摩擦学性能关联，从而在机理解释中缺乏相应的证据支持。二硫化钼在摩擦过程中发生的是滚动运动还是滑动运动?晶内滑移还是晶间滑移?非公度性接触还是非公度性接触?这三个关键问题涉及到二硫化钼润滑机理的本质与核心。

以上主要研究结果发表在Nanoscale(2018, DOI: 10.1039/c8nr06503a)、Advanced Materials Interfaces(2018, 1701682)和Carbon(2017, 115: 83-94)期刊上。该系列工作得到国家自然科学基金面上项目(51575507和51675514)和科技部国家重点实验室专项基金的大力支持。

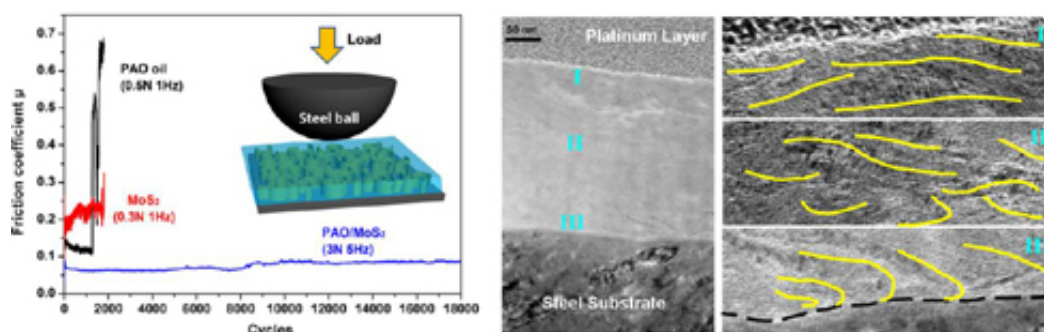


图1.大气环境中固-液复合润滑状态下二硫化钼的摩擦学行为

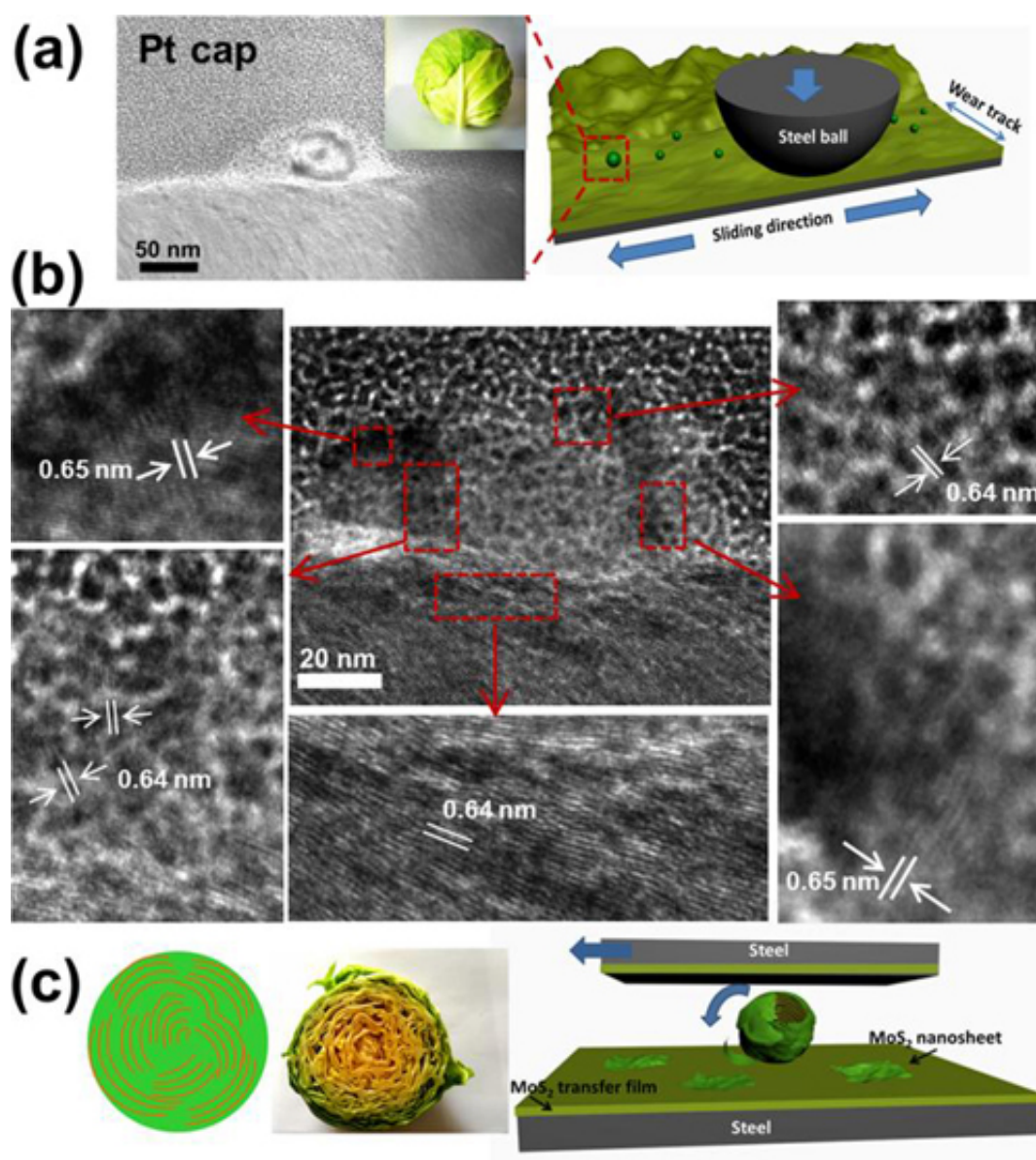


图2.真空环境下二硫化钼纳米片的摩擦学行为

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