

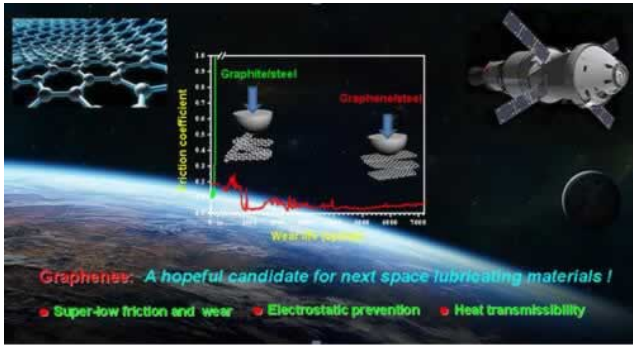
兰州化物所真空超润滑碳薄膜研究获系列进展

石墨及类金刚石碳薄膜是一类重要的固体润滑材料，在大气中具有优异的润滑耐磨性能，但该类材料在高真空环境中快速失效，从而严重制约了其在空间领域的应用。

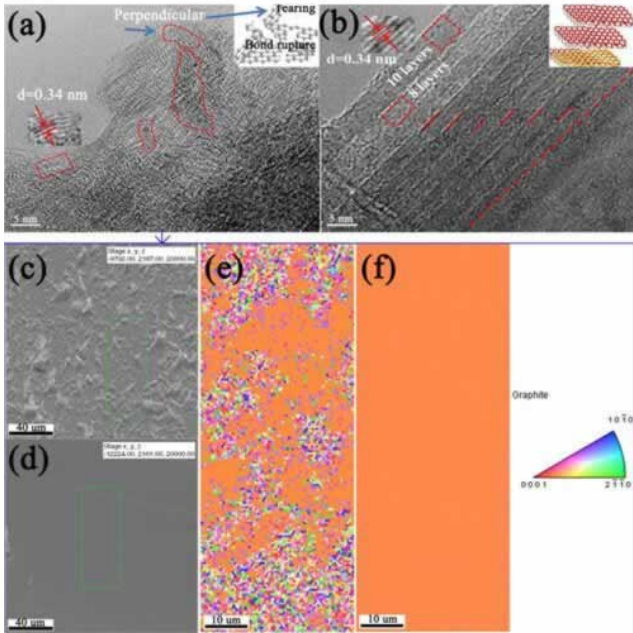
中国科学院兰州化学物理研究所磨损与表面工程课题组多年来致力于空间润滑材料的研究。最近，他们发现二维石墨烯结构可以很好地解决石墨长期以来面临的真空润滑失效问题。石墨烯是石墨层状结构的基本组成单元，它将石墨的三维结构转变为二维薄片结构。由于二维结构面上具有强的大离域 π 作用，二维的石墨烯薄片可以在 π - π 作用下自发形成定向排列的层状结构，从而避免了多晶石墨杂乱堆积以及棱面悬键暴露的问题。在摩擦过程中，石墨烯纳米薄片间距离变近，摩擦界面形成了高度有序、平直的层状定向结构，平行层面间具有弱的范德华力，层间滑移起到主导作用，使其在宏观接触状态下展现出超低的摩擦系数。石墨烯层面具有极高的力学强度，不易被破坏，低摩擦状态得以长期维持，磨损极小。同时石墨烯具有优异的导电导热特性，这一研究结果为发展新型的超低摩擦、导电导热一体化空间润滑薄膜奠定了基础（Applied physics letters 110 (2017) 073101）。

在此基础上，他们将石墨烯结构引入到非晶碳薄膜中，利用外场诱导生长的方法，以石墨为磁控溅射靶源，高纯甲烷和氩气为反应气源，在外场（包括磁场、电场、催化剂、高活性等离子体等）综合诱导条件下形成石墨烯靶面前驱物，然后再被以分子、原子或原子团簇的形式溅射到碳膜中，形成具有石墨烯中程有序纳米结构的碳基薄膜材料。该薄膜的真空摩擦学性能获得极大突破，摩擦系数超低（小于0.01），磨损寿命大幅提升，目前文献报道的最大值为 1×10^5 转，在相同测试条件下，该薄膜达到 8.5×10^5 转，提高了近一个数量级（ACS Appl. Mater. Interfaces 8 (2016) 6639）。科研人员进一步通过梯度过渡层、表面织构等表/界面结构设计，成功解决了薄膜内应力问题以及在各种基材的牢固结合等技术难题，极大地推动了碳膜作为固体润滑材料在空间领域的应用（RSC advances 5 (2015) 8904, Tribology International 95 (2016) 298; 101(2016) 395; and 71 (2014) 82, Tribol. Lett. 64 (2016) 24; 52 (2013) 371; and 49 (2013) 47, J. Vac. Sci. Technol. A 34 (2016) 031504, Vacuum 115 (2015) 23-30, J. Phys. D: Appl. Phys. 47 (2014) 235301 and 46 (2013) 425301, Surf. Coat. Technol., 236 (2013) 438, Proc. Inst. Mech. Eng. Part J-J. Eng. Tribol., 227(2013) 729, Appl. Surf. Sci., 284 (2013) 165-170）。

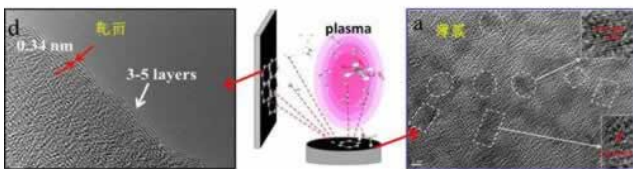
该系列研究工作得到了国家自然科学基金项目（51405474、51472250、U1637204和51275509）、国家重点基础研究发展计划（973计划2013CB632300）、中科院“西部之光”西部青年学者A类计划和“青年创新促进会”人才培养项目（2016368）的长期支持。



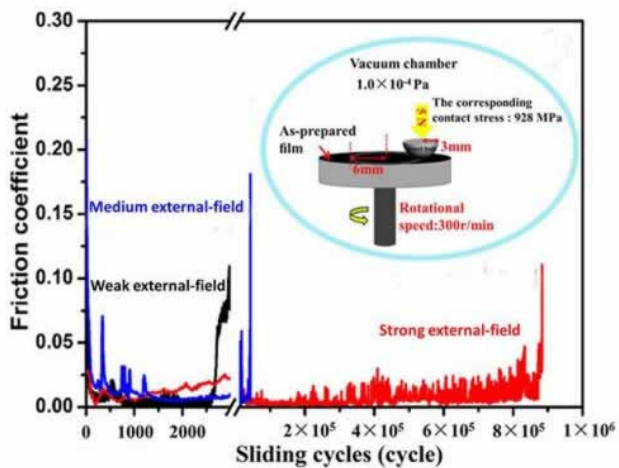
石墨烯材料优异的真空摩擦学性能



石墨烯自形成高定向层状摩擦界面



外场诱导生长石墨烯纳米结构碳膜



石墨烯纳米结构碳膜在真空下的长寿命、超润滑性能

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/105282.html>