
兰州化物所通过3D打印仿生“麦芒”实现可调控各向异性摩擦及定向驱动

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3057.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！

兰州化物所通过3D打印仿生“麦芒”实现可调控各向异性摩擦及定向驱动。野生麦子如何钻进土壤，实现野外自适应播种？麦芒卡到嗓子里，为何越咳越深？这些看起来不起眼的现象背后实际上隐藏着尚未被认识的科学机制，即摩擦各向异性。最近，中国科学院兰州化学物理研究所材料表面与界面行为研究组的研究工作系统地揭示了这些现象背后的科学机制。

科研人员通过对野外采集的麦芒样本观察发现麦芒上分布着许多取向性坚硬倒刺(图1a)，其摩擦学性能测试呈现出典型的摩擦各向异性特征(图1b)。随后，研究人员做了一个很有意思的实验：他们将麦芒放入了橡胶管内，当拉伸橡胶管时发现麦芒可在管内定向移动，且移动速度随着拉伸频率的加快而增大。受此启发，研究人员通过光固化3D打印技术成功制造出了仿麦芒模型体。同天然麦芒相比，人造麦芒上面的倒刺尺寸、排布密度和倾斜角度可自由调控(图1c)，并能够很好地与被接触基底表面进行相互作用，实现摩擦各向异性的最大化(图1d)，这为其在定向驱动和货物运输方面的应用提供了基础。一个质量仅0.01g的3D打印仿麦芒模型体可以驱动质量高达120g的货物在克服水平摩擦力的条件下产生定向移动(图1e)。

为了更深层次地认识仿麦芒定向迁移机制，兰州化物所和英国帝国理工学院科研人员合作，采用棘轮模型从界面接触力学和摩擦学角度对实验结果背后的科学机制进行了系统诠释，并建立了相应的数学模型；实验测试结果和理论模拟结果能够很好的吻合。该研究工作最近发表在Small上(doi.org/10.1002/smll.201802931)，论文第一作者为兰州化物所博士麻拴红，兰州化物所研究员王晓龙、周峰和帝国理工学院教授Daniele Dini为共同通讯作者。

虽然实现了麦芒的仿生制造，但如何从被动走向主动、实现摩擦各向异性的动态调控始终困扰着研究人员。仿生麦芒上倒刺倾斜角度是死的，不能自由活动，这意味着定向迁移是不可逆的，制备出的器件面临着易进难退的问题，怎么办？针对这一问题，研究人员结合材料模量调控，设计构筑了基底强度和表面倒刺取向角度可动态调节的各向异性仿生表界面材料，初步实现了仿生取向结构表界面各向异性摩擦行为的智能调控。如图2所示，研究人员采用转移复制的方法，将3D打印得到的取向性倒刺结构埋植于加了光热Fe₃O₄纳米粒子的PLA基底中，NIR照射下光热Fe₃O₄纳米粒子生热导致基底材料软化，其表面取向性倒刺在载荷动态作用下角度可原位发生改变，从而引起正反两个方向的摩擦力差异发生显著改变，实现了仿生表面各向异性摩擦行为的动态调控。这种光热响应的摩擦各向异性材料可被用作智能开关，实现物件在斜坡或垂直方向的可控释放。该研究工作近期发表在Adv. Mater. Interfaces上(Adv. Mater. Interfaces, 2018, 1801460)，论文第一作者是兰州化物所博士生姬忠莹，通讯作者是王晓龙。

基于以上研究结果，研究人员正在致力于开发一系列各向异性摩擦器件，未来将积极探索其在工程以及生物医疗领域的应用。

以上研究成果得到兰州化物所“特聘研究员‘人才计划’”、国家自然科学基金面上项目(51775538)、国家自然科学基金青年基金(51705507)、中国机械工程学会青年人才托举工程计划(2017QNRC001) 以及来自英国和德国相关项目的资助。

文章链接：12

图1. (a) 天然麦芒显微镜和SEM照片;(b)天然麦芒正反向滑动摩擦力曲线;(c)通过3D打印技术制备得到的人造麦芒结构体显微镜照片;(d)人造麦芒正反向滑动摩擦力曲线;(e)利用人造麦芒在橡胶管内的定向移动运输货物。

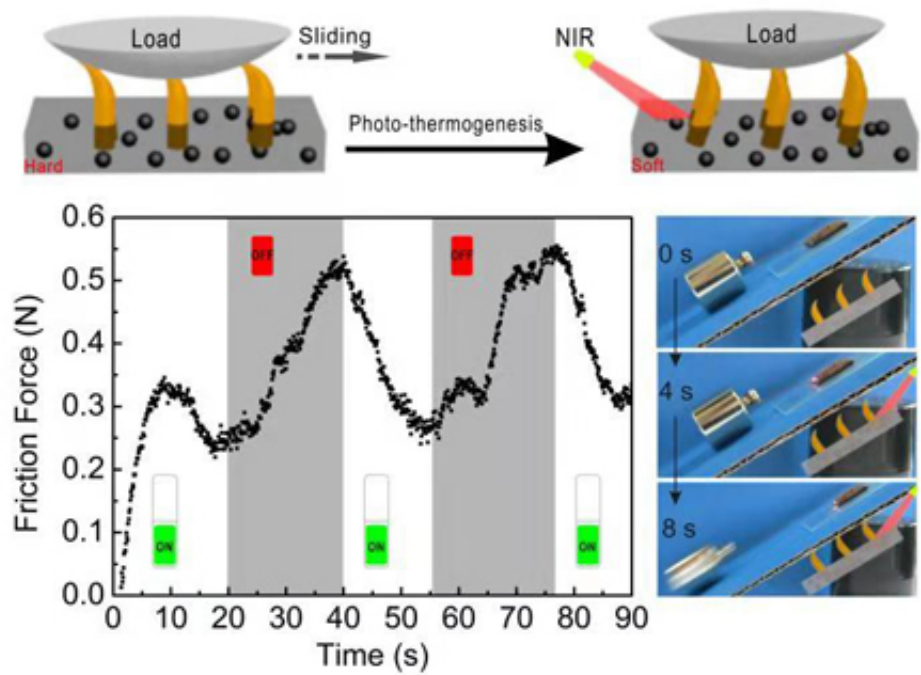


图2. 构筑倒刺角度具有光热响应调控特性的摩擦各向异性取向表面

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