

深圳先进院光诱导带电表面液滴操控研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19692.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！

8月17日，中国科学院深圳先进技术研究院智能医用材料与器械研究中心研究员杜学敏团队在光诱导带电的超双疏表面光控液滴及其生物应用方面取得重要进展。相关研究成果以Light control of droplets on photo-induced charged surfaces为题，发表在National Science Review

上。该研究针对目前光操控液滴面临灵活性或可靠性差的问题，构建出一种基于智能高分子材料的新型超双疏表面（photo-induced charged superamphiphobic surface, PICS）。PICS结合了光与电的双重优势，通过光热诱导表面电荷实时、高效、持续再生能力，实现光控液滴高速、长距离、多模态、群体精准运动，并进一步拓展到具有环境感知功能的液滴机器人与细胞运输等生物应用。

液滴操控对于基础研究与实际应用（生化反应、诊断分析等）尤为重要。尽管采用电场、磁场等外场操控液滴备受瞩目且取得较大进展，但这类液滴操控通常需要借助大型设备、复杂的电极设计，或需添加电/磁响应性材料，影响液滴操控的灵活性与持久性。光作为典型的外场之一，虽可通过光化学、光机械、光诱导马兰戈尼效应，或光诱导电场等策略，将光转变为液滴运动的驱动力进而克服上述问题，却面临新问题：光产生的驱动力较大一部分被界面阻力抵消，导致液滴运动速度慢、距离短且灵活性差；采用紫外光、光响应性试剂或因光导致的损伤等问题，使其在无污染、生物相容性好、可靠性需求高的生化领域应用面临挑战。

科研团队采用具有高效光热与导热性能的液态金属颗粒（LMP），与具有独特铁电效应的聚偏氟乙烯-三氟乙烯聚合物【P(VDF-TrFE)】复合，构建了一种基于智能高分子材料的新型超双疏表面——PICS，通过开尔文探针力显微镜（KPFM）揭示该智能高分子材料表面电荷实时、原位、高效再生能力。研究发现，在较低光强的近红外光（NIR, 100 mW cm^{-2} ）照射下，毫秒级内即可产生表面电荷密度达252 pC mm^{-2} ，且PICS表面电荷高效再生能力在较高环境湿度（~90%）与温度（~70 °C）等极端环境下几乎不受影响，其电荷高效再生性能在持续10000次光照循环后仍维持稳定。基于PICS独特的光与电双重优势，研究实现了PICS上光控液滴高速（8 μL 水滴，平均速度：~ 35.9 mm s^{-1} ）

）、长距离、多模态（向前、向后、旋转）、集体定向运动，且光控液滴高速运动在较高环境湿度、逾100次循环后仍可维持稳定，并可拓展到如高浓度氯化钠（1 M）等复杂溶液；研究采用麦克斯韦应力张量模型分析验证了光控液滴运动机制；在此基础上，研究实现了光操控液滴在液滴机器人领域应用：光操控液滴在PICS共形贴合的管内搬运物体、穿梭小隧道、清除粉末、避障运动，以及光操控液滴运动同时通过液滴肉眼可见的颜色变化实时感知环境磁场变化；研究拓展了液滴机器人在细胞运输、生化检测等生物领域应用。

PICS融合了光与电的双重优势——通过光诱导表面实时、高效与稳定电荷再生，实现液滴灵活、高速、长距离及按需操控，拓展了光控液滴在液滴机器人领域应用；其操控条件温和且生物相容性好，促进了光操控液滴在细胞运输、生化检测等领域应用。这类新型的光诱导表面带电的智能高分子材料及其灵活、高效、可靠的液滴操控能力，有望促进智能界面材料、微流体及其在生物与化学等领域应用的发展。

研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中科院青年创新促进会、广东省区域联合基金重点项目、深圳市学科布局等的支持，并获得苏州大学与香港城市大学的科研人员的帮助。

[论文链接](#)

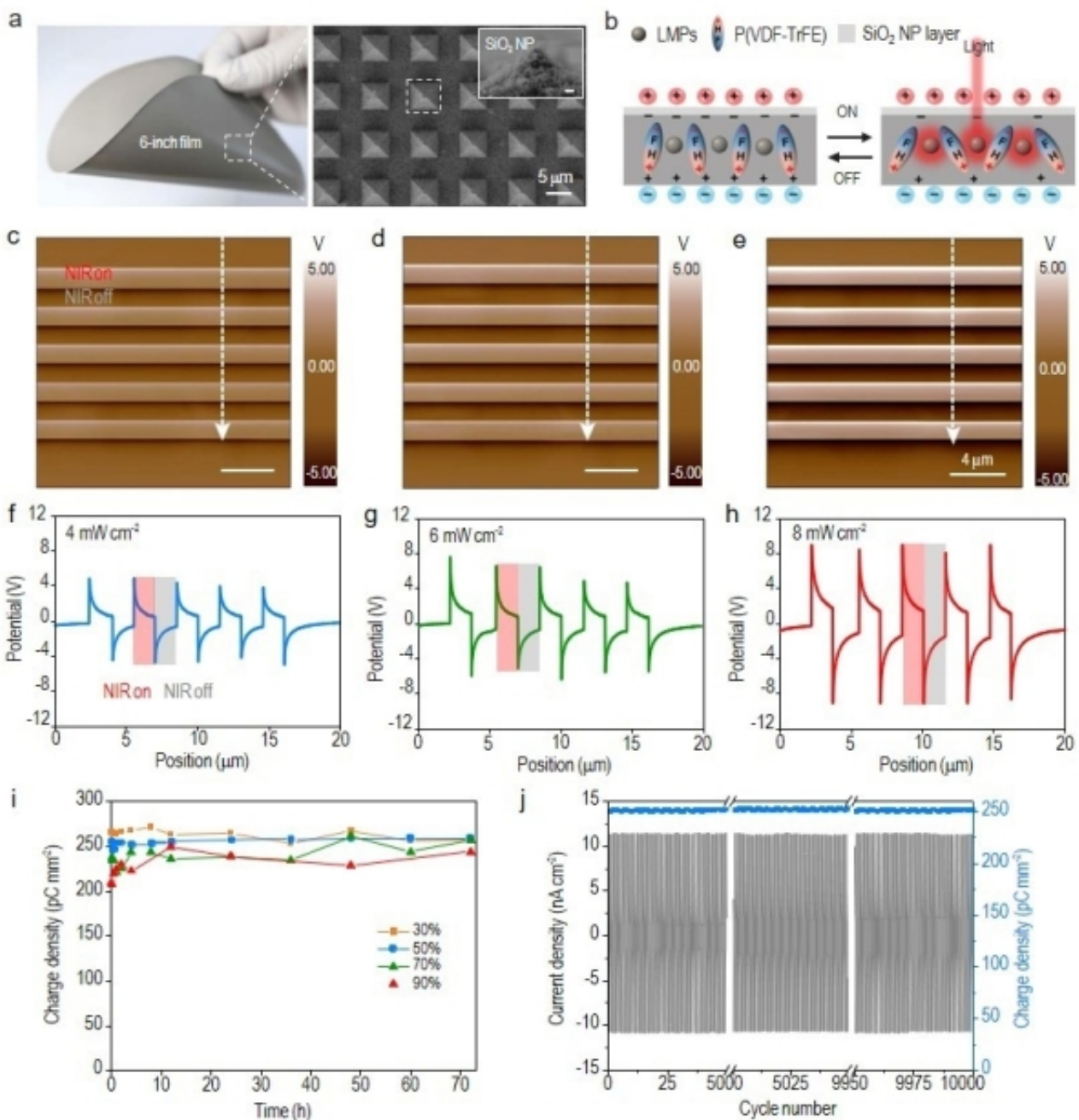


图1.大面积制备具有优异力学特性的PICS及其光诱导电荷实时再生性能

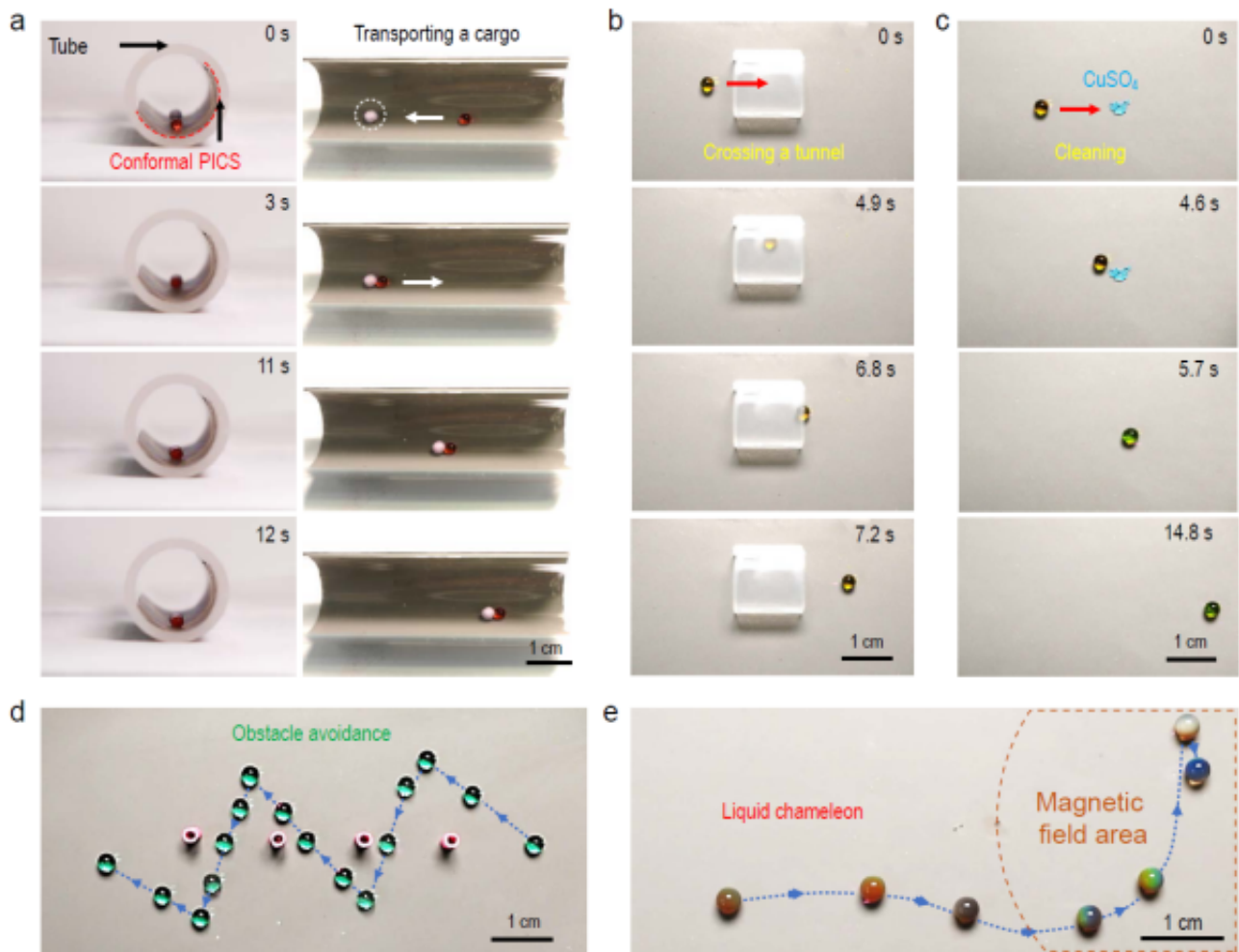


图2.PICS上采用手持激光笔操控液滴机器人

研究团队单位：深圳先进技术研究院

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](http://www.iikx.com)转发