
光-电镊技术实现物体跨尺度、普适、多功能操控

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/30861.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！

光-电镊技术实现物体跨尺度、普适、多功能操控。

在过去几十年里，有多次诺贝尔奖与光镊操控技术相关。传统光镊利用超强聚焦激光（ $\sim 1 \times 10^7 \text{ mW mm}^{-2}$ ）产生的光梯度力（皮牛， $\sim 10\text{-}12 \text{ N}$ ）来操控微纳颗粒，但存在系统复杂、光损伤、作用力小、操控范围窄、仅适用于透明物体等问题。

新型光操控技术利用光响应性智能材料生成的温度场、电场等，有效降低了传统光镊所需的光照强度，同时显著增加了操控作用力，但这类技术仍面临复杂系统、低灵活性、适应性差等关键难题，严重阻碍其实际应用。

12月12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杜学敏研究员团队开发出了全新的光-电镊（Photopyroelectric tweezer, PPT），实现了对不同材质、相态和形状物体的非接触、跨尺度、普适、多功能操控。相关成果以Photopyroelectric tweezer for versatile manipulation为题，发表在期刊The Innovation上。

该光-电镊基于铁电高分子材料构建的光-电转换器所产生光-电场，光强比传统光镊小7个数量级，但操控作用力比传统光镊大7个数量级，这使得它能成功操作体积范围跨越10个数量级的液滴（ $1 \text{ pL} \sim 10 \text{ mL}$ ），并实现细胞离子通道、单个细胞到细胞聚集体的不同尺度操控（图1），为微型机器人、类器官和神经调控等重点前沿科技领域研究提供全新工具和方法。

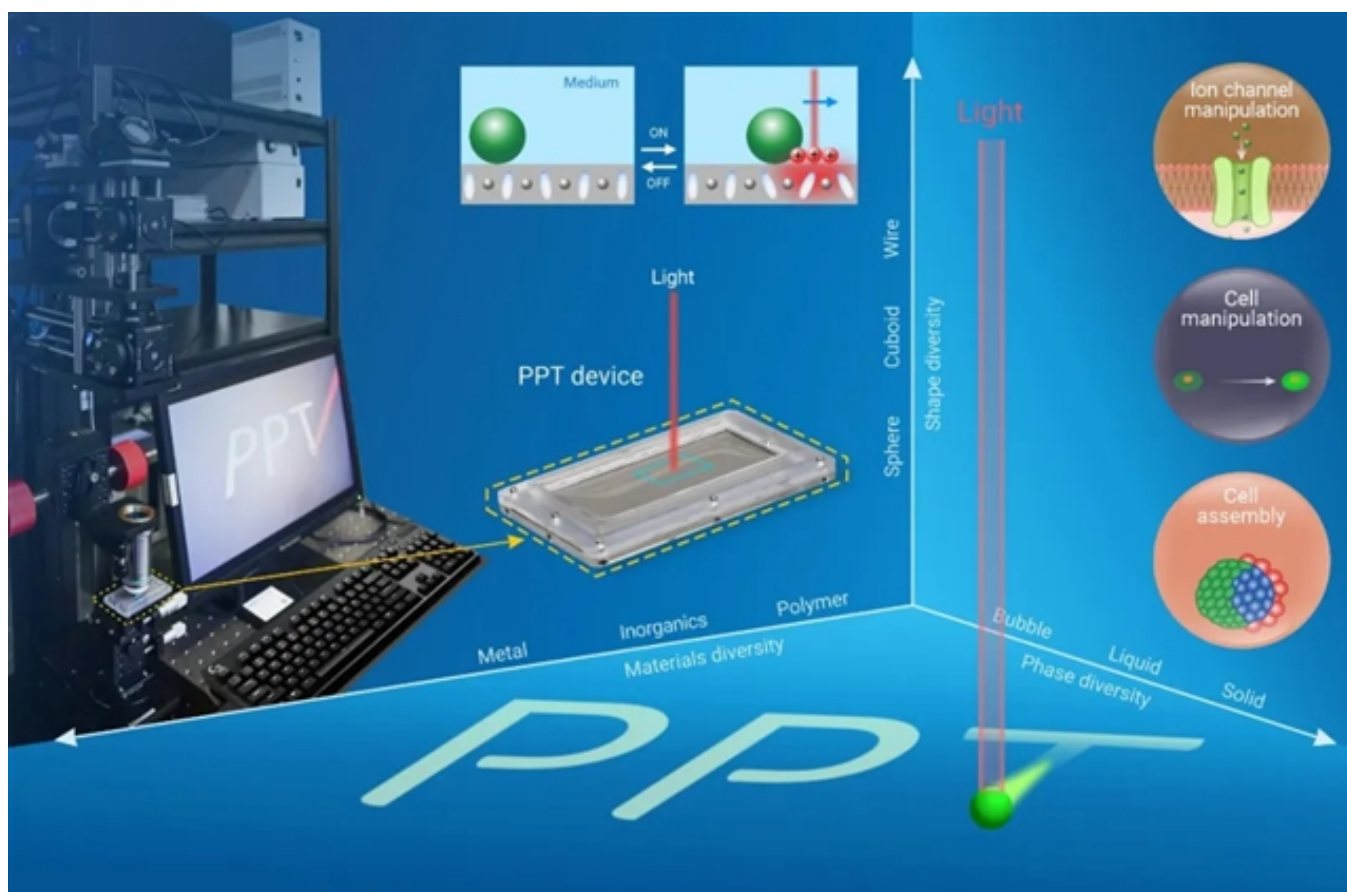


图1：光-电镊实现物体跨尺度、普适性、多功能操控

为了解决这些关键难题，杜学敏研究员团队基于前期光响应智能材料和静电镊的研究基础，开发出了全新的光-电镊（Photopyroelectric tweezer, PPT），其由两个核心元素组成：近红外激光光源和光-电转换器。值得指出的是，光电转换器包含具有高效光热释电性能的镓-铟液态金属颗粒掺杂的聚偏氟乙烯-三氟乙烯（LMPs/P(VDF-TrFE)高分子薄膜，以及具有减阻、抗污染、消除导电介质造成电荷屏蔽三重功能的润滑层，通过两片聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）封装集成（图2 A-C）。

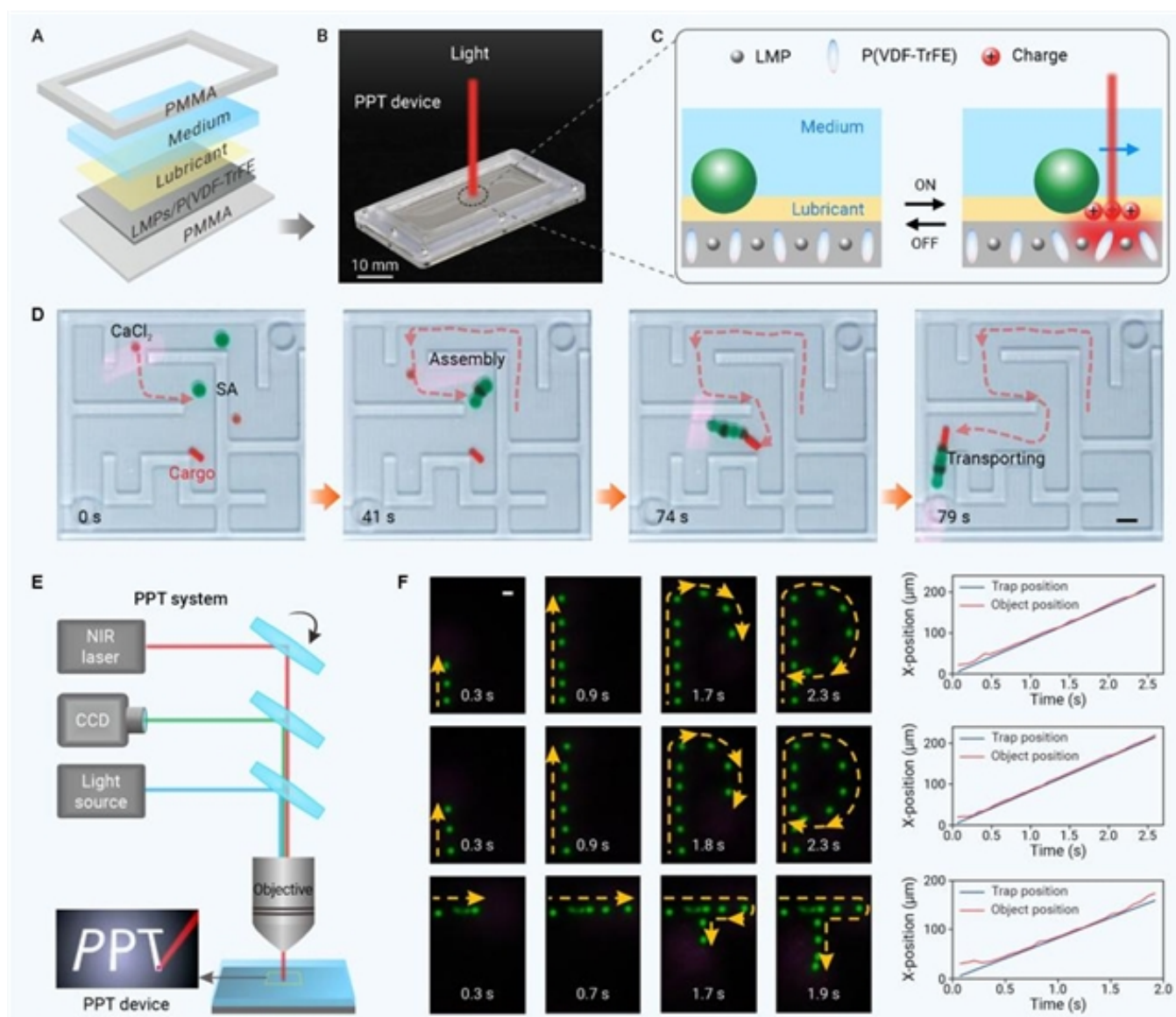


图2：PPT的设计及宏观与微观操控系统

该光-电镊展现出卓越且稳定的光电转换性能：仅需 2 mWmm^2 的光照强度下即可产生 0.26 V 的表面电势，光照强度增加即可轻松增强光-电场，并且即便在表面介质厚度改变范围为 $1 \text{ cm} \sim 10 \text{ cm}$ 和电导率调整范围为 $1.16 \text{ mS cm}^{-1} \sim 91 \text{ mS cm}^{-1}$ 时，其光电性能仍能保持有效。光-电镊融合了光和电场的双重优势，成功实现了不同场景下的多功能操控，展现出了前所未有的灵活性和适应性。

特别值得一提的是，相比光镊，光-电镊所需光照强度低7个数量级，却能产生操控力高7个数量级，进而成功实现了不同材质（聚合物、无机物和金属）、不同相态（气泡、液体和固体）、不同形状（球体、长方体、螺旋线）和活鱼卵等物体的非接触、普适性、程序化操控。

此外，光-电镊不仅可以设计成为便携式的操控平台用于宏观尺寸物体操控（图2D），而且还可与显微成像系统集成，研制成显微光-电镊操控系统（图2E，F）。光-电镊的强大灵活性和适应性，使其能实现对 5 μm 至 2.5 mm 的固体颗粒、 1 pL 至 10 mL 的液滴的跨尺度操控。

同时，光-电镊还可以应用于水凝胶微型机器人组装和任务执行、不同材质和尺寸颗粒的筛选、活细胞的组装、单个细胞的操控以及细胞刺激响应等微型机器人和生物医学领域（图3）。光-电镊克服了传统光镊的局限性，填补了宏观和微观物体操控之间的空白，为机器人、类器官、再生医学、神经调控等重点前沿科技领域提供新的工具与技术，并拓展其广阔应用前景。

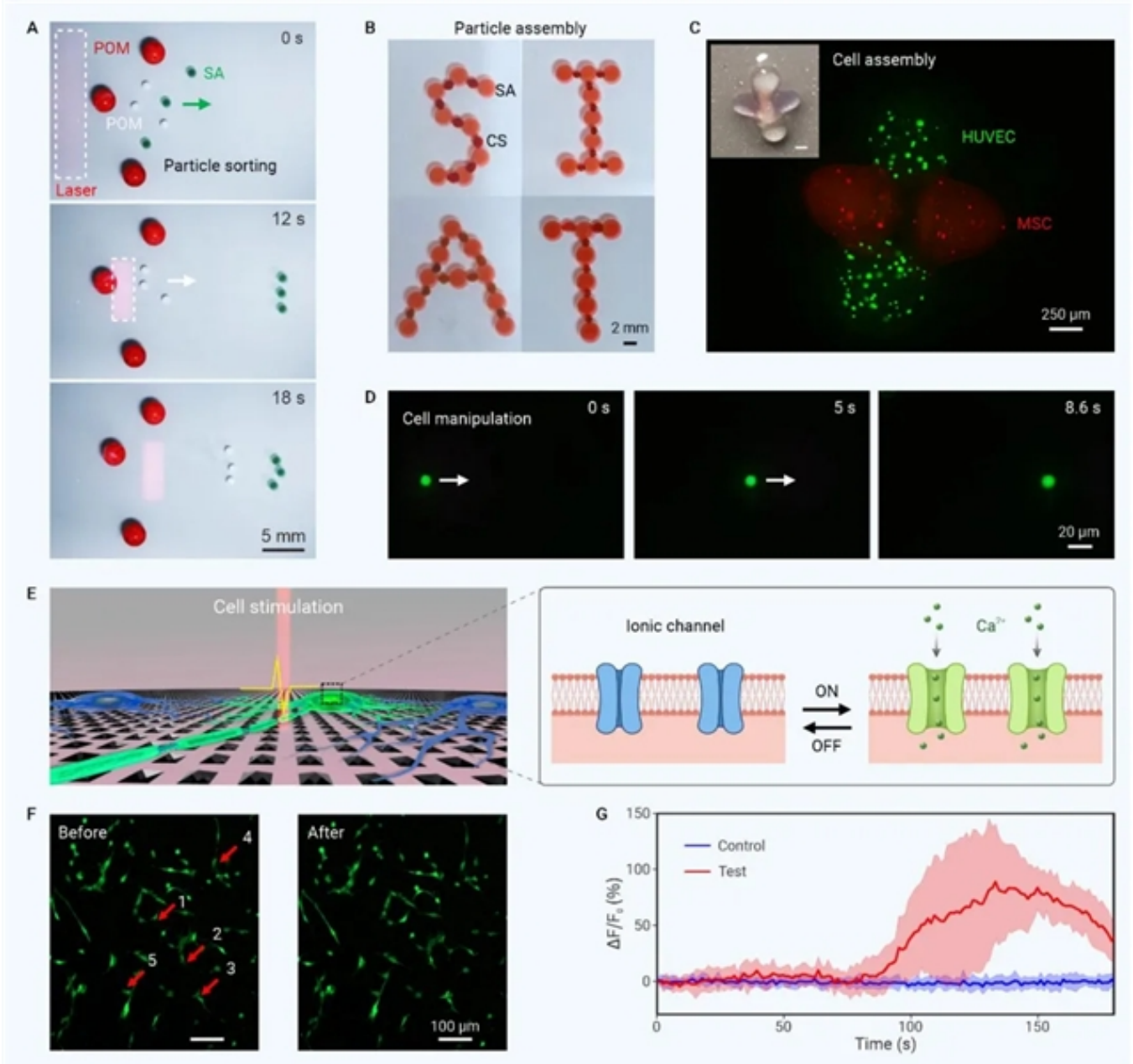


图3：PPT在机器人和生物医学领域的应用

杜学敏研究员为该论文的通讯作者，王芳博士、博士研究生刘聪、硕士研究生戴正进为共同第一作者，中国科学院深圳先进技术研究院郑炜研究员、博士研究生高玉峰、硕士研究生马新岳和中国科技大学葛学武教授为该论文的共同作者。该论文获得国家自然科学基金、国家重点研发计划、中国科学院青年创新促进会、广东省重点和深圳市医学研究基金等科技项目支持。（来源：中国科学院深圳先进技术研究院）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.xinn.2024.100742>

作者：杜学敏等 来源：《创新》

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