
理化所等在光驱动游泳驱动器研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/15928.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！

尺寸在微米到厘米级别的微尺度游泳驱动器，在外界信号（如电场、磁场、化学物质、光等）的刺激下，在液体表面或体相中执行各种游泳运动模式，在能量转换、靶向给药、生物学工程和环境修复等领域有广阔应用前景。光作为一种普遍存在的能源，易于实现空间和时间的控制，并具有远程操控、绿色环保等优点。目前实现的光驱动游动主要包括三种模式：形变驱动、蒸汽/气泡驱动、基于化学/热Marangoni效应（表面张力梯度驱使液体流动）的表面张力驱动。最初的游泳驱动器相当于只有一个马达，随着光照信号的开关，驱动器做出走和停的相应行为，但实现自由运动还需要一个控制方向的方向盘，即在平面内加一个自由度-转动。对于游泳驱动器，转动意味着要对驱动器两侧施加不对称的驱动力。传统方法是把光束聚焦在驱动器的某一个非中心部位，产生不平衡的推动力来实现转动。但对于微尺度驱动器，要在运动过程中把光亦步亦趋地聚焦于其上的某一个特定点难以维持的。因此，设计一种大光斑全覆盖照射，即在全区域光操控下实现包含平移和转动的多自由度运动可编程游泳驱动器成为挑战。

近日，中国科学院理化技术研究所仿生智能界面科学中心研究人员与中科院力学研究所合作，通过将不同的波长参数引入光信号，基于波长控制的光热Marangoni效应，在全区域光照下实现了复杂光信号驱动的可编程多自由度游泳驱动器。该研究制备了不同染料掺杂的聚二甲基硅氧烷作为波长选择性光热单元，在特定波长光的照射下获得非对称的光热模式及表面张力梯度，通过Marangoni效应产生非对称的驱动力实现多自由度运动。该工作实现了双波长驱动的线性进-退运动（1D）与左转/右转运动（2D），转速可调的顺时针/逆时针方向齿轮旋转运动。此外，结合运用三种不同的光信号（532 nm的绿光、650 nm的红光和连续波长的白光）可使驱动器灵活地穿过复杂迷宫。上述功能性运动模式显示了其在游动任务执行中的应用潜力。

虽然Marangoni效应被广泛运用于各种驱动器，但纳牛级别的驱动力难以用仪器直接测量，且由于表面体系的复杂性，基于表面张力对驱动力的理论计算量值往往存在较大偏差。通过与中科院力学所研究员关东石课题组合作，该工作建立了一种直接测量水面游动器件驱动力的实验系统。该实验系统首先利用一根拉伸毛细管（针尖直径3 μm ）直接测量出驱动器游动时造成的针尖位移，后通过增重法（added-mass method）使用一系列水滴校准了针尖位移所对应的作用力大小。测试结果与通过驱动器加速度计算的力学数值吻合较好，从实验测量角度为各类游动驱动器的力学表征与理论分析提供了依据。在制造方面，该系统所采用的材料通用常见、成本低廉，制作方法简便省时，这种可获得性为大规模制造、模块化装配/替换以及定制化设计提供了可能。此外，该工作也为基于光的多参数（强度、波长、偏振）控制驱动系统提供了有益视角。

相关研究成果以Programmable Light-Driven Swimming Actuators via Wavelength Signal Switching为题，发表在Science Advances上。

论文链接

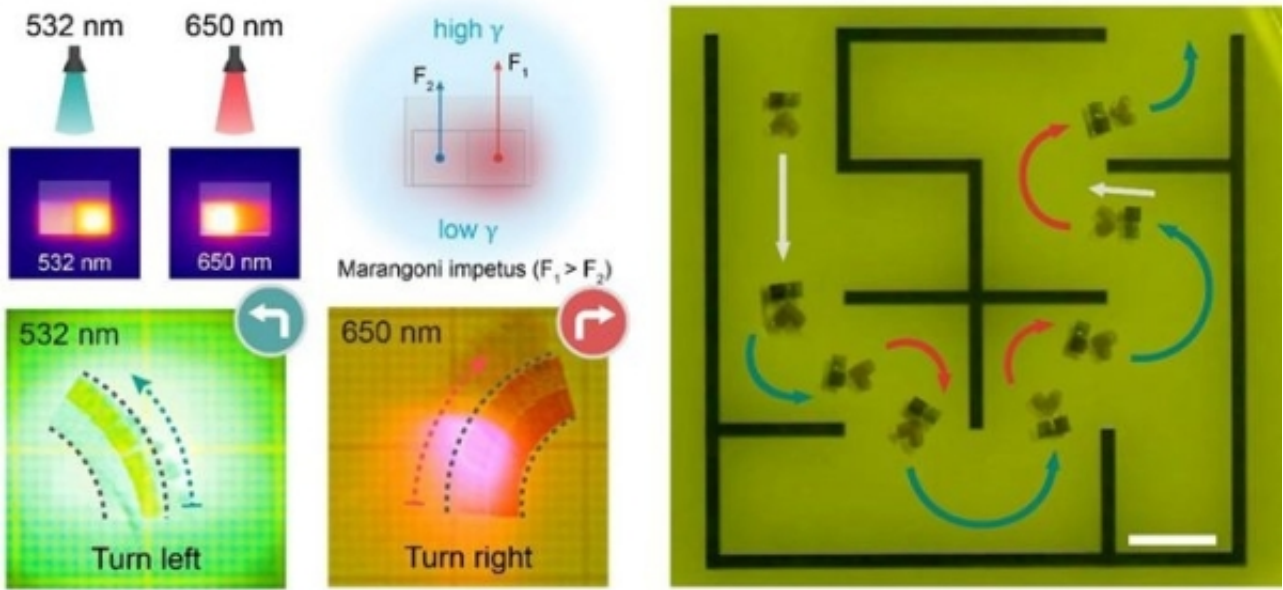


图1.基于marangoni效应的波长选择性游动驱动示意图

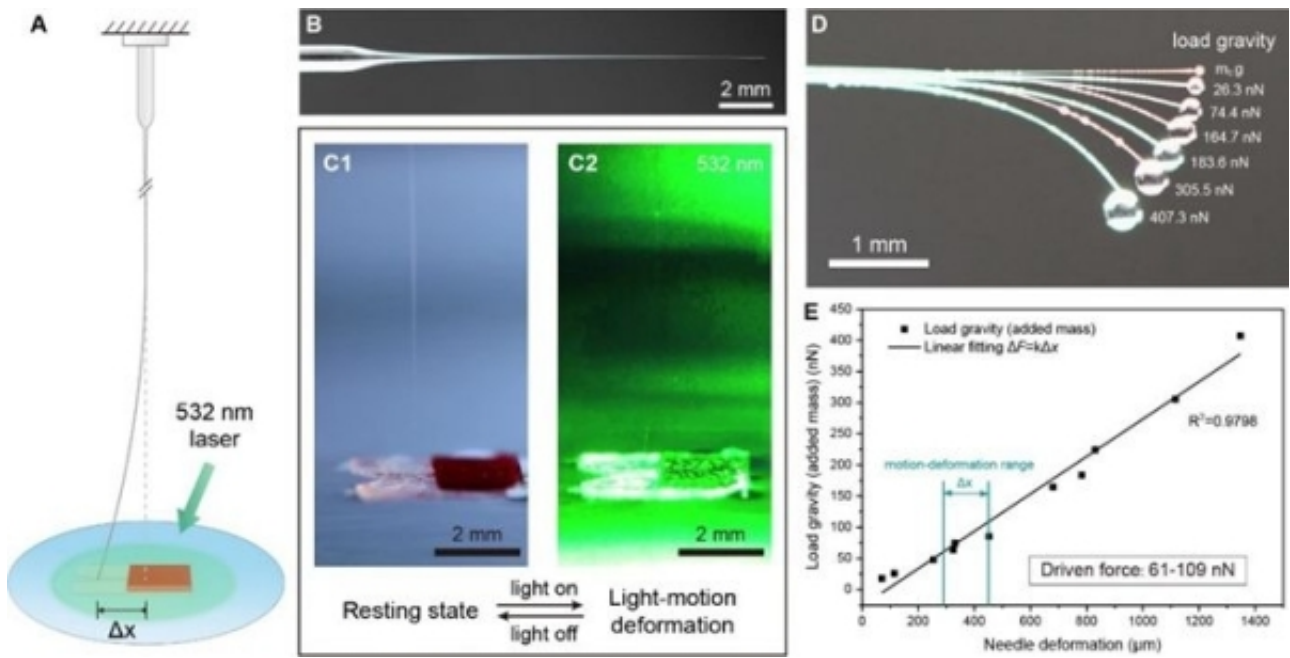


图2.游泳驱动器的驱动力直接实验测量系统

研究团队单位：理化技术研究所

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://iikx.com)转发