

宁波材料所在鱼鳔启发的水下自感知软体驱动器研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12012.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！

自然界中的生物由于其具有良好的适应能力，能够在复杂的自然环境中生存和繁衍，如能够感知危险信号，并据此来调整自身的形态和运动以逃避危险。赋予生物这种能力最重要的组成部分之一是具有感知和机械变形特征的软组织，它能够可逆地改变其外貌和行为。受到这些软组织和功能的启发，学界致力于开发软材料以构建比色传感器/驱动器、电子皮肤和气动/液压驱动伪装系统等。弹性体由于其固有的柔韧性、弹性和可拉伸性，能够较好模拟生物系统和功能，而且对环境友好，是一种具有较好前途的仿生软材料。虽然目前，学界已大量研究了具有类皮肤可拉伸变形行为的弹性体驱动系统，但仍缺乏在同一个系统中感知和变形/运动能力的协同作用，这导致驱动器不能像生物体一样根据外界的刺激响应来调节自身行为。

基于中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员陈涛课题组在柔性传感器和软驱动器方面的研究基础 (*Adv. Mater.* 2020, 2004290; *Nat. Commun.* 2020, 11, 4359; *Angew. Chem. Int. Ed.* 2019, 58, 16243; *J. Mater. Chem. A* 2019, 7, 26631; *ACS Nano* 2019, 13, 4368; *Nano Energy* 2019, 59, 422; *Adv. Funct. Mater.* 2018, 28, 1704568; *Chem. Mater.* 2018, 30, 4343; *J. Mater. Chem. C* 2018, 6, 5140; *J. Mater. Chem. C* 2018, 6, 6666等)，并受到小丑鱼鱼鳔同时具有感知和变形驱动功能的启发，研究人员开发出一种水下自感知的软驱动器。

该研究通过在水/空界面制备超薄的聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 和PDMS/碳纳米管 (CNTs) Janus膜，由于其良好的自适性和粘性，通过将上述薄膜无缝转移集成为一个三明治复合膜，以模仿鱼鳔膜。以可拉伸的弹性PDMS基体模仿鱼鳔的充气/放气变形行为，用导电CNTs网络薄膜模仿鱼鳔具有类似皮肤神经网络的感知功能。由于复合薄膜良好的弹性、自适性和保形性，它可以进一步转移至一个中空模型上以形成自封闭的人工鱼鳔。外界气压变化会引起复合膜发生膨胀或凹陷变形。根据压阻传感机理，复合薄膜的这种形变会引起碳纳米管导电网络间接电阻的变化，从而实现对变形行为的实时监测。当将整个系统置于水中时，可以用膜的膨胀和凹陷行为模仿鱼鳔的充气/放气行为，通过调节外界气压可实现对整个系统在水中上下运动行为的精确控制，同时其运动过程也可通过电信号进行实时监测。此外，还能实现对外界信号的监测感知，并根据感知信号执行气动驱动行为。因此，该研究将传感和驱动功能集成到一个三明治复合膜中，实现了协同仿生行为，在智能集成软机器人方面展示出潜力。

相关研究成果以 *Biomimetic Underwater Self-Perceptive Actuating Soft System Based on Highly Compliant, Morphable and Conductive Sandwiched Thin Films* 为题，发表在 *Nano Energy*

上。研究工作得到国家自然科学基金、中科院前沿科学重点研究项目、中科院国际合作局、博士

后创新人才支持计划、中国博士后科学基金和宁波市科技创新2025重大专项等项目的支持。

[论文链接](#)

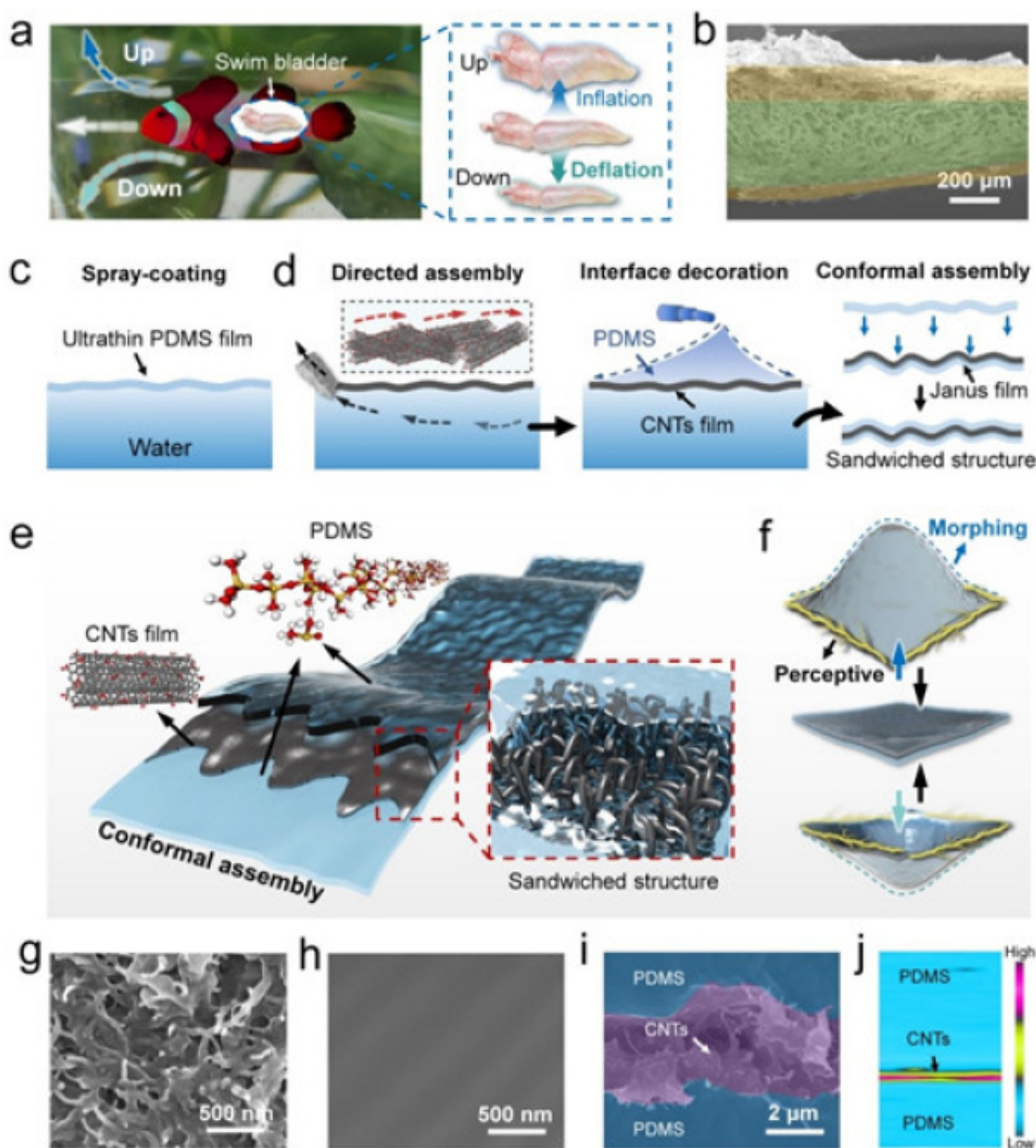


图1. (a) 小丑鱼由鱼鳔充气/放气行为引起的上浮/下潜运动示意图；(b) 真实鱼鳔经冷冻干燥后的SEM图像；(c-d) 在空气/水界面制备超薄PDMS和CNTs/PDMS Janus膜的示意图，以及将二者集成为一个三明治自感知弹性复合膜（PCP）的制作过程示意图；(e) PCP膜的结构示意图；(f) 驱动变形和传感的协同作用示意图；(g-h) CNT/PDMS Janus膜在分别水侧和空气侧的扫描电镜图；(i-j) PCP膜的截面扫描电镜图 (i) 和二维拉曼图 (j)

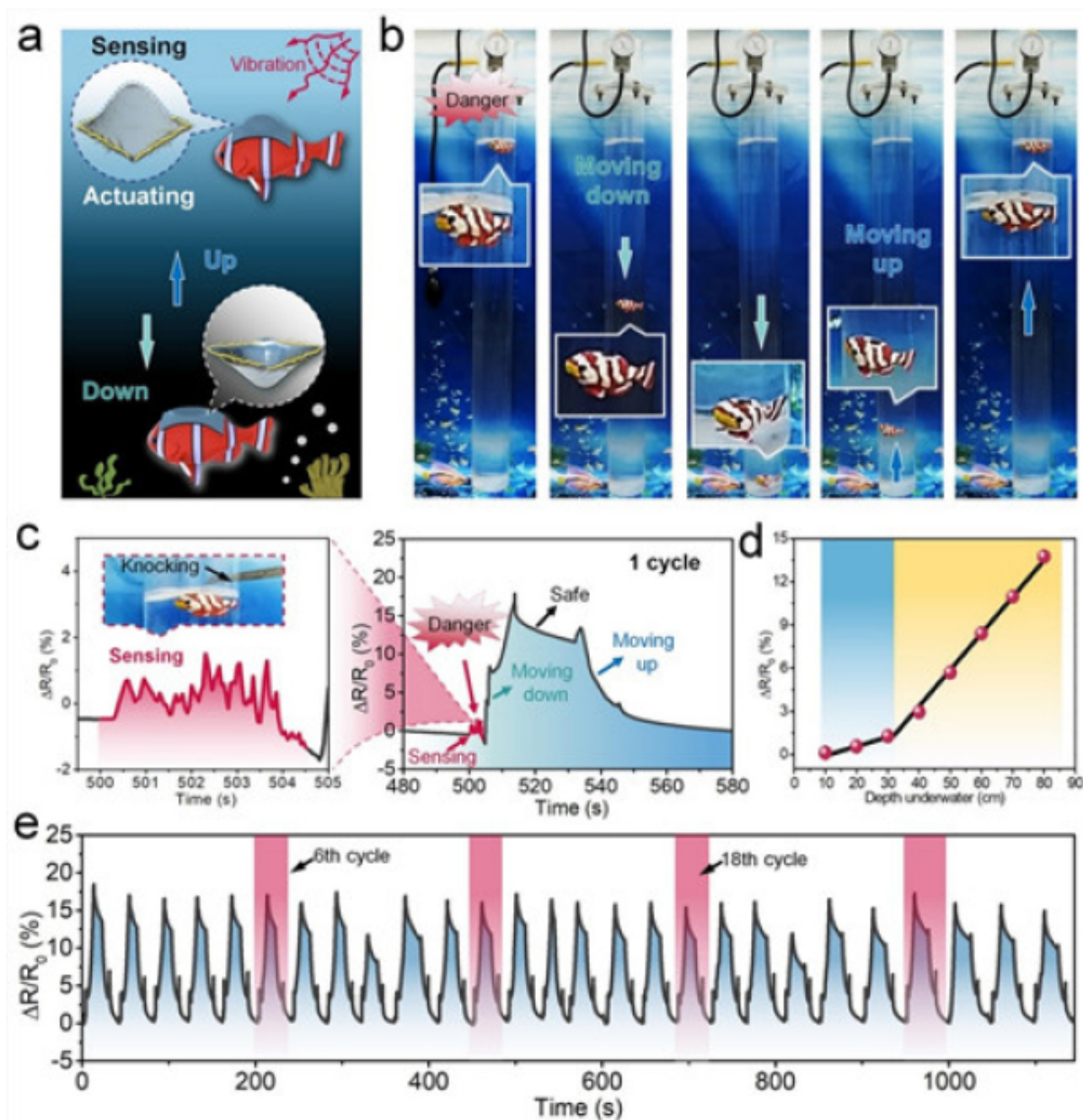


图2. (a) 人工鱼鳃气动驱动器的示意图；(b) 人工鱼鳃驱动器在下潜/上浮过程中的照片，箭头的方向表示运动的方向；(c) 用人工鱼鳃去模仿鱼的感知及运动行为，当人工鱼鳃感受到外界的危险信号时，可以据此去引导和追踪其进一步的运动；(d) 人工鱼鳃驱动器感知的水下位置；(e) 人工鱼鳃驱动器在重复下潜/上浮过程中的实时信号记录
研究团队单位：宁波材料技术与工程研究所

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](https://www.iikx.com)转发