

---

# 深圳先进院等构建出可趋化性运动的活性液滴系统

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/30262.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！*

深圳先进院等构建出可趋化性运动的活性液滴系统。

薛定谔提出生命以负熵为生。普里高津提出耗散结构理论，进一步阐释了能量在有序结构演化中的作用。生物组装体展现出这种能量耗散的特性。当前，科学家借助化学手段，构建了多种耗散组装体系，获得了瞬态结构和性质。而远离平衡态的涌现功能如机械功能相对稀缺。因此，需要拓展耗散组装的研究范式来探索能量消耗带来的独特性质与行为，这将有助于开发复杂功能并深化科学家对生命活性的认知。

11月8日，中国科学院深圳先进技术研究院研究员刘凯和荷兰格罗宁根大学Sjibren Otto团队合作，在《自然-化学》（Nature Chemistry）上在线发表了题为Molecular-scale dissipative chemistry drives the formation of nanoscale assemblies and their macroscale transport

的研究论文。该团队突破了耗散组装系统中机械做功的难题，证明了高能态的耗散组装体可作为能量转化器，这为开发活性材料提供了新视角。该团队通过调节耗散反应的速率，控制组装动态和通讯行为，将耗散组装和马尔戈尼效应自组织整合起来，构建了可趋化性运动的活性液滴系统。

该研究开发了耗散酰胺键并构筑了活性液滴。马来酸酐和辛胺在水溶液中反应得到一种酰胺化合物。这一化合物在酸性条件下易于水解。碳二亚胺可作为第二种燃料分子，驱动二酸废料与辛胺重新生成酰胺化合物，从而构建耗散反应网络。在这一过程中，酰胺产物能够通过分子间的静电和疏水作用与辛胺组装形成凝聚体液滴。这些液滴中的疏水区域有助于溶解马来酸酐，进而加速反应，实现自催化的生长。

研究发现，通过控制化学燃料的添加，可以实现对液滴生长的动态调控。化学燃料能够触发反应-组装网络中酰胺化合物与辛胺的浓度拮抗效应，促进液滴的震荡式生长；当液滴完全水解释消失后，加入化学燃料能够使其再生，且这一循环可以重复多次，展现出瞬态结构的特征。

进一步，科研人员利用活性液滴与油酸之间的化学通讯，获得了耗散组装系统的机械功能。当在液滴溶液表面滴加油酸时，水面上的液滴会向着油酸运动。这是由于液滴中水解释放出的辛胺可被油酸吸收，从而在水-空气界面上形成辛胺浓度梯度，导致表面张力的梯度变化。凭借马尔戈尼效应，液体从低表面张力区域流向高表面张力区域，促使液滴发生运动。同时，通过控制燃料分子的加入，可以调节液滴的运动速度和持续时间。

在上述系统中，化学燃料在分子尺度上驱动酰胺键合成；在纳微尺度上，促进高能活性液滴的生

---

成；在宏观尺度上，推动液体流动而带动液滴定向运动。通过活性液滴和马兰戈尼回流两种耗散结构的耦合，实现了跨尺度的能量转化。这一成果为控制马兰戈尼效应提供了源-库系统的调控方法，可用于物质的精确传送，并有望在构建组装图案和活性流体方面发挥重要作用。同时，这一液滴系统由简单的分子构成，可作为趋化性运动的原始细胞模型，进而构筑复杂群体行为。

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](https://www.iikx.com)转发