科学家首次实现人工细胞的形态功能不对称分裂

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/39698.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！

科学家首次实现人工细胞的形态功能不对称分裂。

天然细胞有对称和不对称两种分裂方式，其中不对称分裂是将一个细胞分裂成两个不同的子细胞。然而，现有人工细胞缺少天然细胞内部的复杂结构域边界和拓扑缺陷，难以实现类似天然细胞“一个变两个且两个不一样”的不对称分裂。

近日，中国科学院化学研究所联合国内外科学家
提出一种基于瞬态化学不均匀性和界面能梯度诱发人工细胞不对称分裂的新策略，构筑了具备不对称分裂潜能的结构化层状液晶液滴人工细胞模型，成功展示了其自发分裂为液滴和囊泡两种结构性能迥异子代的动态过程。

该新策略不同于传统依赖整体调控的对称
分裂机制，而
强调“局部扰动触发整体重构”，通过生化分子在人工细胞界面的受限扩散与动态富集，形成局部、瞬态的化学不均匀性，在体系内部建立定向的化学势与界面能梯度，从而诱导其内部结构沿特定方向发生选择性失稳与剥离。基于这一策略，研究团队
设计了一种层状液晶液滴结构的特殊人工细
胞模型，
其内部天然具有规整排列的层状结构
和层内微小的拓扑缺陷，为人工细胞的不对称分裂提供了关键结构基础。

当研究人员向人工细胞中加入碱性磷酸酶后，神奇的一幕发生了。酶首先在含有三磷酸腺苷（ATP）的液滴表面“啃”出一个约1微米宽、2微米深的小窝。随着酶持续作用，小窝沿着液滴表面周向扩展，逐渐形成一个清晰的核-壳界面。当小窝张开的角度超过约80°时，内核被完整“挤”出，而外壳则通过边缘融合自动闭合形成一个多层囊泡。最终，母代细胞分裂为两个形态不同的子代细胞。这一过程完全不同于以往的对称分裂，科研人员将其称为“剥离式”不对称分裂。

但是，这种分裂机制触发是否仅限于碱性磷酸酶这一种酶？实验结果表明，并非如此。碱性磷酸酶的作用本质上是消耗ATP从而改变液滴表面的电荷平衡。受这一机制启发，研究团队进一步利用镁、钙等多价阳离子调节表面的静电相互作用，同样成功触发了人工细胞的不对称分裂。团队进一步通过降低体系酸碱值促进ATP质子化，也能够实现类似的分裂行为。

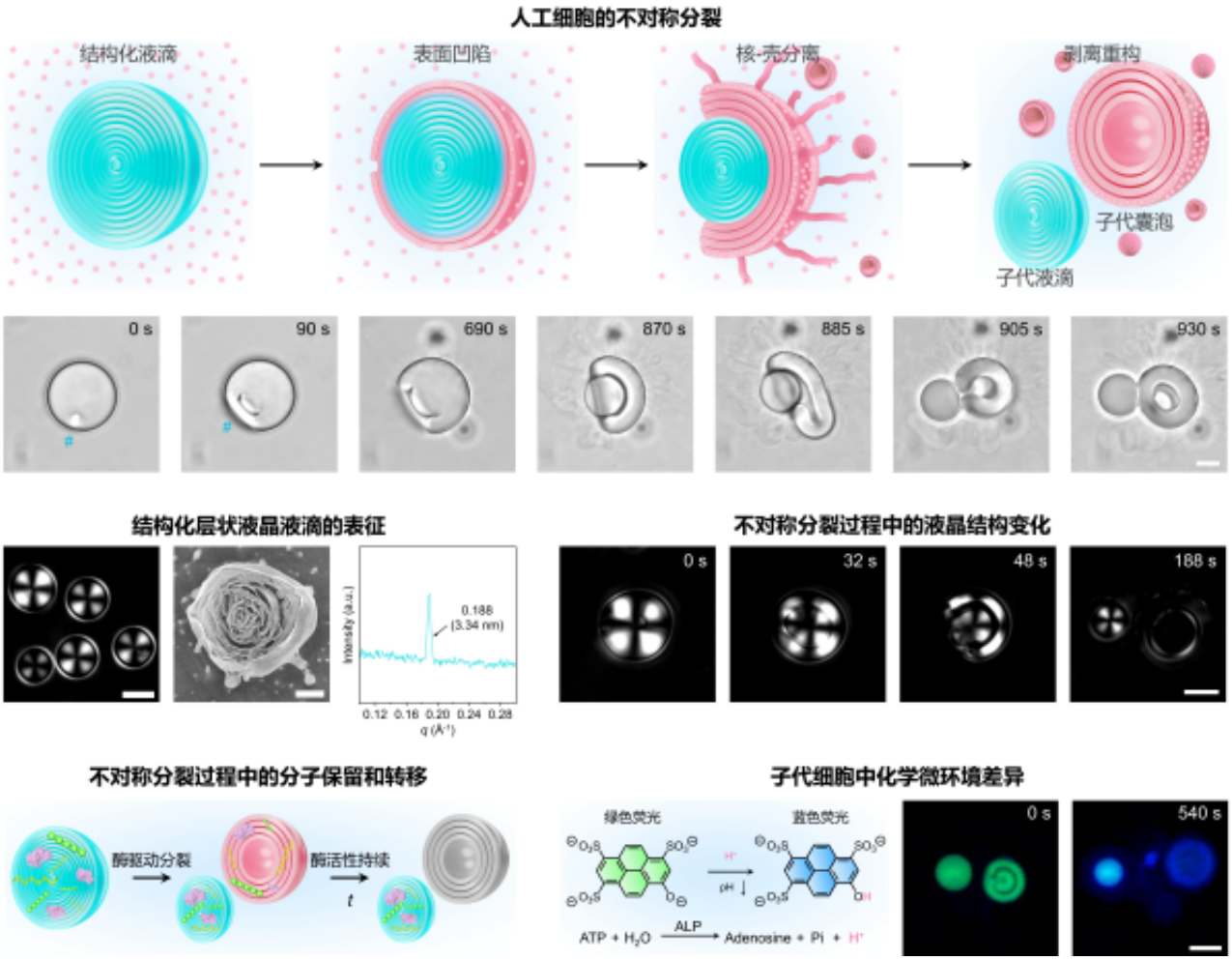
研究人员还发现，将ATP替换为其他三磷酸核苷（如三磷酸胞苷、三磷酸鸟苷和三磷酸胸苷）后，依然可以观察到不对称分裂现象。这表明，
该分裂机制具有较好的普适性。而对于缺乏液晶有序结构的人工细胞，加入碱性磷酸酶后仅会导致整体解体，不会发生不对称分裂现象，这说明
多层液晶有序结构及其内在的结构边界，是实现人工细胞不对称分裂的关键基础。

人工细胞的分裂不仅能够实现形态上的复制，还能够完成物质的传递与继承。研究团队预先将辣根过氧化物酶等功能分子封装在母体细胞中，发生不对称分裂后，这些功能分子能够被有效分配至两个子代细胞中，且依然保持良好的活性。

这项研究首次证明，人工细胞可以在没有外部复杂操控的情况下完成不对称分裂，并产生形态和功能不同的子代。这为理解生命起源时期原始细胞的形成与类生命功能涌现提供了一个新的实验模型，也为生物制造前沿领域开辟了新方向。下一步，研究人员将进一步探索如何赋予人工细胞类似天然细胞的多代增殖能力，并将其与基因表达、代谢反应等功能模块结合。这也将成为未来合成生命领域研究的重要方向。

相关研究成果发表在《自然》（*Nature*）上。

论文链接



液晶液滴人工细胞的不对称分裂

研究团队单位：化学研究所

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转发