理论物理所等在软物质物理研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/12228.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！

细胞为调控其内部复杂的生化反应，需要具有两个重要性质的细胞隔室：必须有一个边界用于隔离外界环境（细胞质）；内部物质可以自由扩散。许多隔室通过细胞膜与外界隔开，但有些隔室是无膜的，如核仁等。理解无膜隔室彼此之间如何共存，及其与细胞质如何共存，是当前生物物理领域备受关注的难题。研究表明，无膜细胞器具有能够流动、融合、形变等液态特征，而液-液相分离被认为是无膜细胞器形成的物理机制。因为无膜细胞器处在由细胞骨架构成的弹性网络中，细胞骨架对无膜细胞器的形成与尺寸有重要影响，所以研究弹性介导的液-液相分离对理解无膜细胞器的物性至关重要。

由于凝胶网络中发生液-液相分离所产生的液滴与处在细胞骨架中的无膜细胞器具有相似特征，中国科学院理论物理研究所博士生韦学锋在副研究员孟凡龙的指导下，与北京航空航天大学教授周嘉嘉以及理论物理所研究员王延颋合作，建立了解析模型研究凝胶网络的弹性介导的液-液相分离现象。如图1所示，当没有弹性网络时，液体通过相分离会产生形状不规则的液相；当存在弹性网络时，液-液相分离会导致形成液滴。弹性网络越硬，产生的液滴数密度越大，液滴的尺寸越小。当弹性网络过于坚硬时，甚至不会有液滴产生。

当体系达到平衡时，系统的自由能由三部分组成：弹性网络和液体的混合自由能，液滴的表面能，以及液滴挤压弹性网络产生的弹性能。小液滴合并成大液滴会降低数密度，从而导致体系的表面能减小，但液滴尺寸增大会导致体系的弹性能增加；这两个因素的竞争关系决定了体系平衡时液滴的尺寸。如图2所示，研究理论结果与实验数据较吻合：液滴尺寸随着弹性网络剪切模量的增大而减小，数密度随着剪切模量的增加而增加，且稀相溶质的体积分数随剪切模量增大近似线性增加。研究表明，可通过调节弹性网络的强度来控制液-液相分离所得液滴的尺寸，这有望为细胞骨架中无膜细胞器的形成机理提供新视角。

研究工作得到中科院战略重点研究计划项目和国家自然科学基金的支持，相关数值计算在理论物理所先进计算集群上完成。

论文链接

研究团队单位：理论物理研究所

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