
理化所提出“超铺展”概念

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18810.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！

近日，中国科学院院士、中科院理化技术研究所研究员江雷和研究员田野团队在Accounts of Chemical Research上，以Bioinspired superspreading surfaces: from essential mechanism to application

为题，发表综述论文，系统提出了超铺展概念及其表征方法，综述了超铺展表面的本质机理及研究进展，总结了超铺展的应用领域，展望了领域内遗留的重大挑战及发展方向。

根据1805年提出的杨氏方程，热力学稳态接触角被广泛用于表征表面浸润性，并根据其定义宏观稳态接触角小于 5° 的表面为超亲液表面。但该表征方法在描述液体的动力学铺展过程时，显示出较大局限性。

江雷团队过去已经对液体动态铺展过程进行了研究，并将其应用于薄膜制备、分离、散热等领域。研究中发现，表面的性质主要由液体的动力学动态铺展速度主导，而不是热力学上的超亲性。在此基础上，该综述正式提出，在描述液体动力学铺展过程时，应该使用超铺展（Superspreading）这一概念，而不是经典的超亲液概念（Superhydrophilic/Superlyophilic），并建议使用超铺展时间（Superspreading time, ST，一滴液滴从接触表面到完全铺展至接触角达到 0° 所需要的时间）或者铺展半径随时间变化曲线（Superspreading Radius versus Spreading Time, SRST）来定量表征这些表面的动力学铺展性质。科研人员倾向于使用体积为 $2\ \mu\text{L}$ 的液滴，此时液体的尺寸小于其毛细长度，其主要动力学行为受表面张力驱动而忽略重力的影响。

文章介绍了经过亿万年进化后自然界中选择留下的各种优异超铺展表面，包括动物角膜、宣纸等。自然界中超铺展表面的优异性能直接决定了其正常作用的发挥甚至其生理功能。这些自然表面均使用了微纳复合的多尺度结构来实现超铺展性能；从分子尺度的表面自组装水分子结构引起的新的亲疏水界线（ 65° ）到纳米结构和微观结构在超铺展过程中的宏观各自作用，综述了超铺展本质机理研究的最新进展；进一步总结了常用的超铺展表面制备方法、介绍了超铺展表面的应用领域，提出了超铺展体系，总结了该领域存在的挑战。

超铺展领域的研究处于起步阶段，尽管近年来取得了快速发展，但仍存在大量问题：机理方面，表面水分子的结构与传统热力学中使用的固-气、固-液表面张力的联系仍十分模糊；如何从动力学角度理解纳米结构对超铺展阈值的影响成为难题。应用方面，超铺展表面的长期稳定性仍成为瓶颈，尤其对于暴露在空气中的表面；大面积超铺展表面的制备成本较高，限制了其大规模应用。

[论文链接](#)

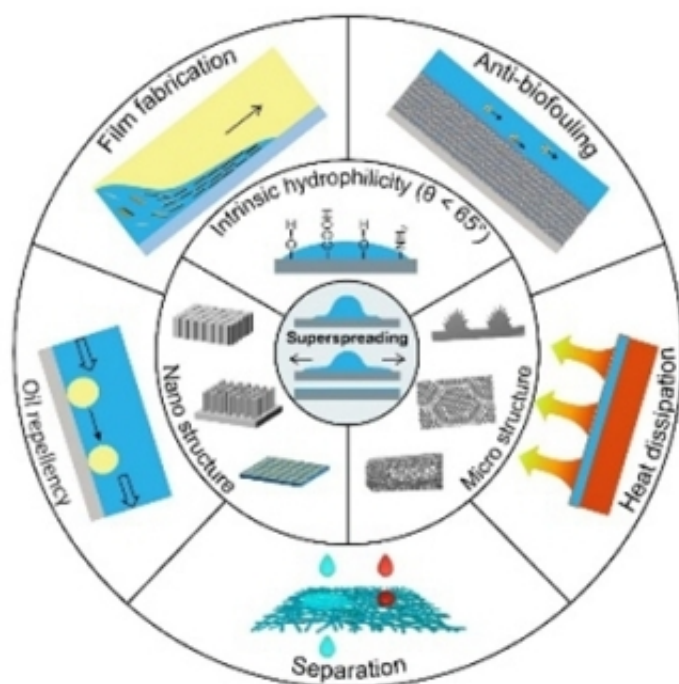


图1.超铺展概念总览

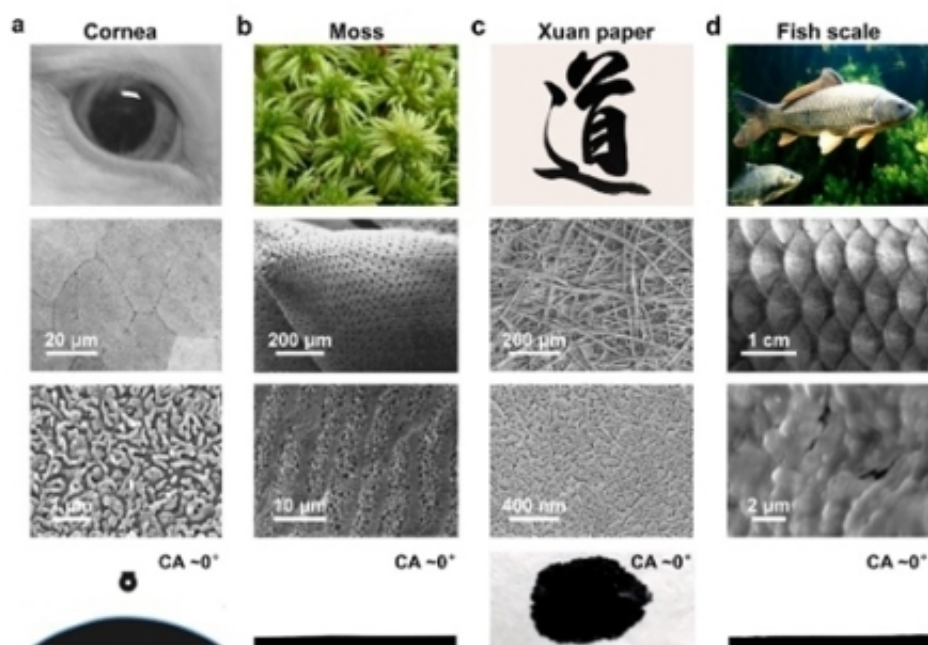


图2.自然界中的超铺展表面

Solid-liquid-gas three-phase superspreading system on solid surface

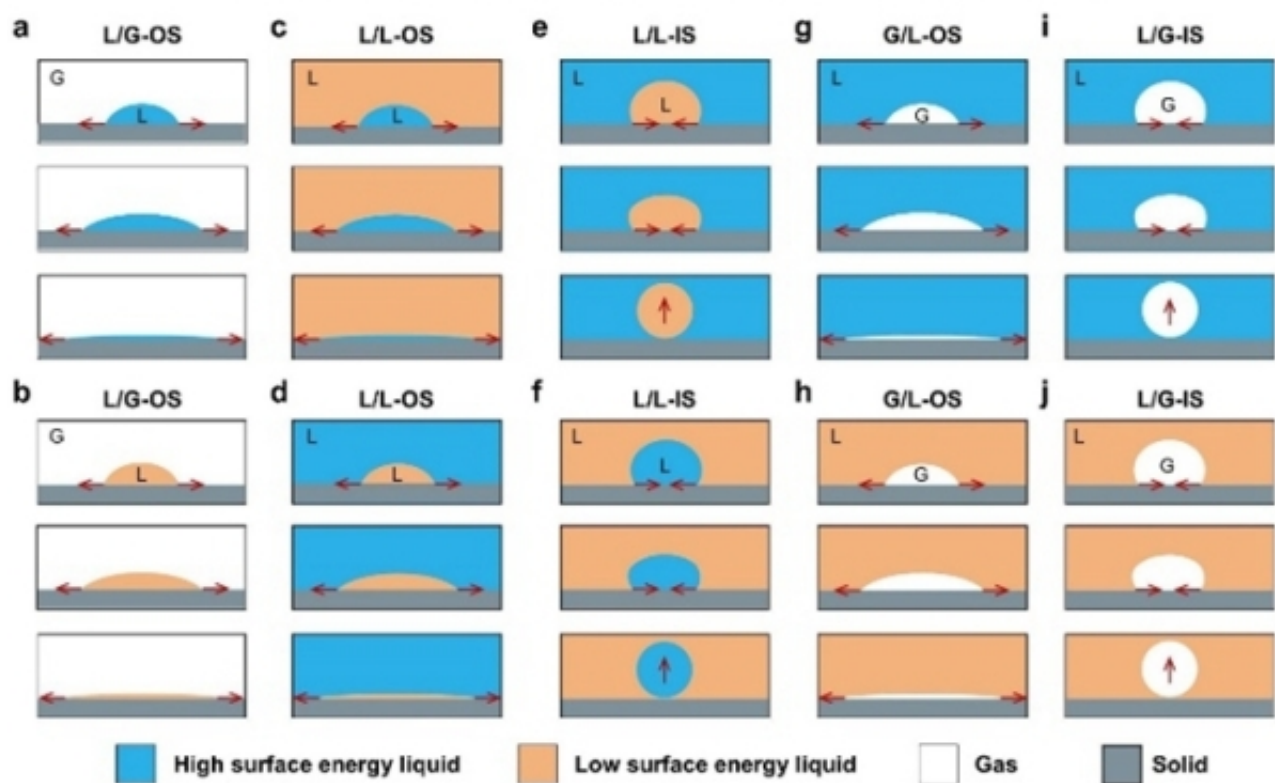


图3.超铺展体系

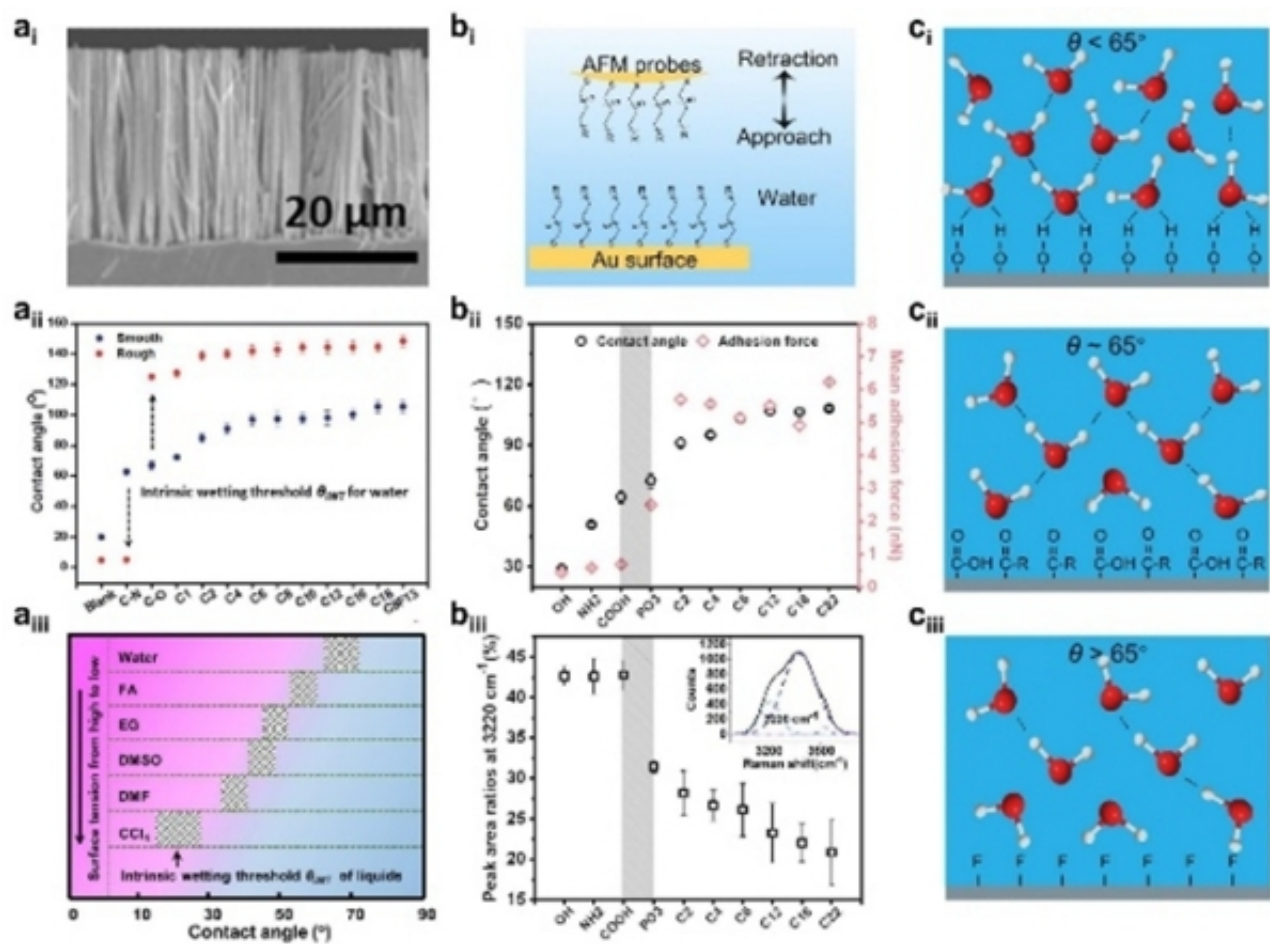


图4.新的亲疏水界线

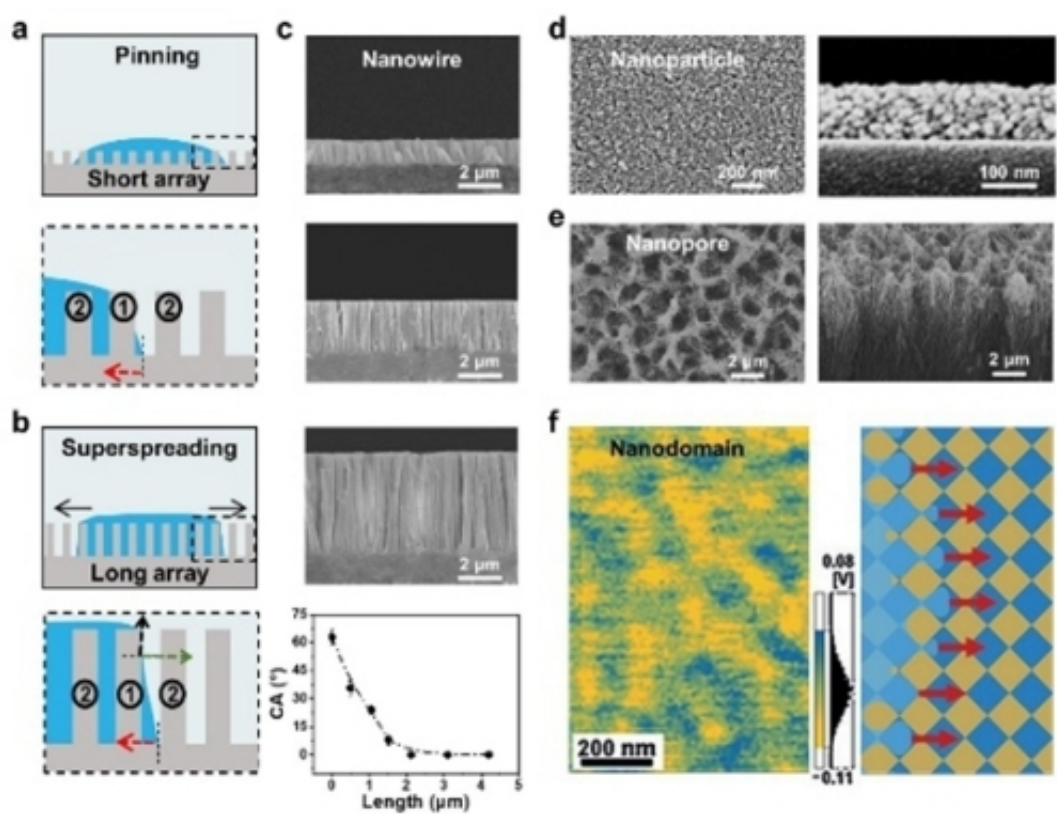


图5.纳米结构在超铺展中的作用

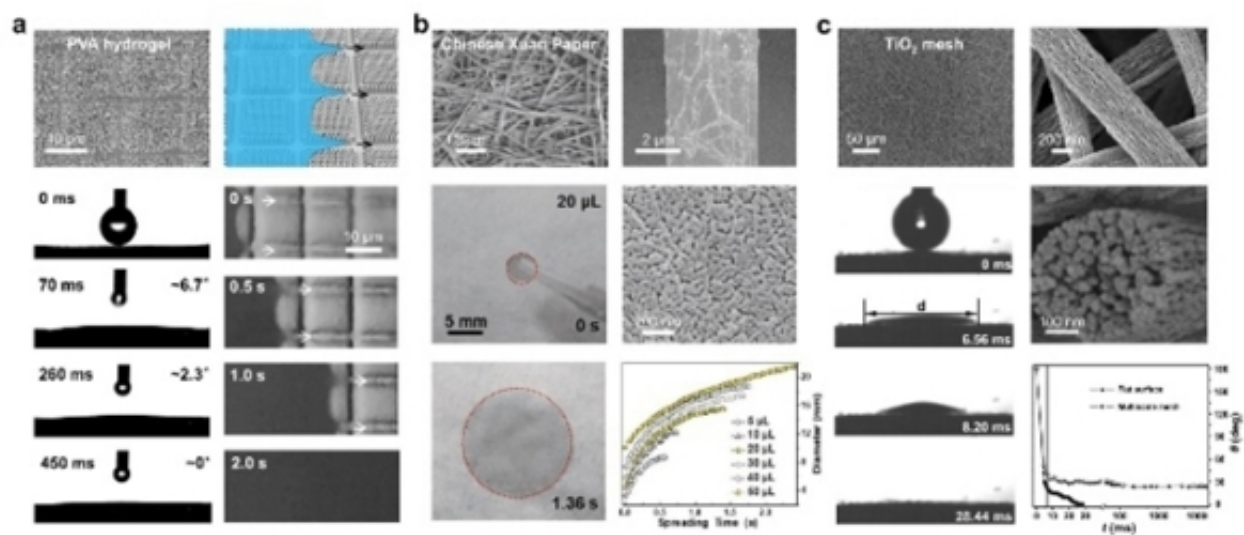


图6.微米结构在超铺展中的作用

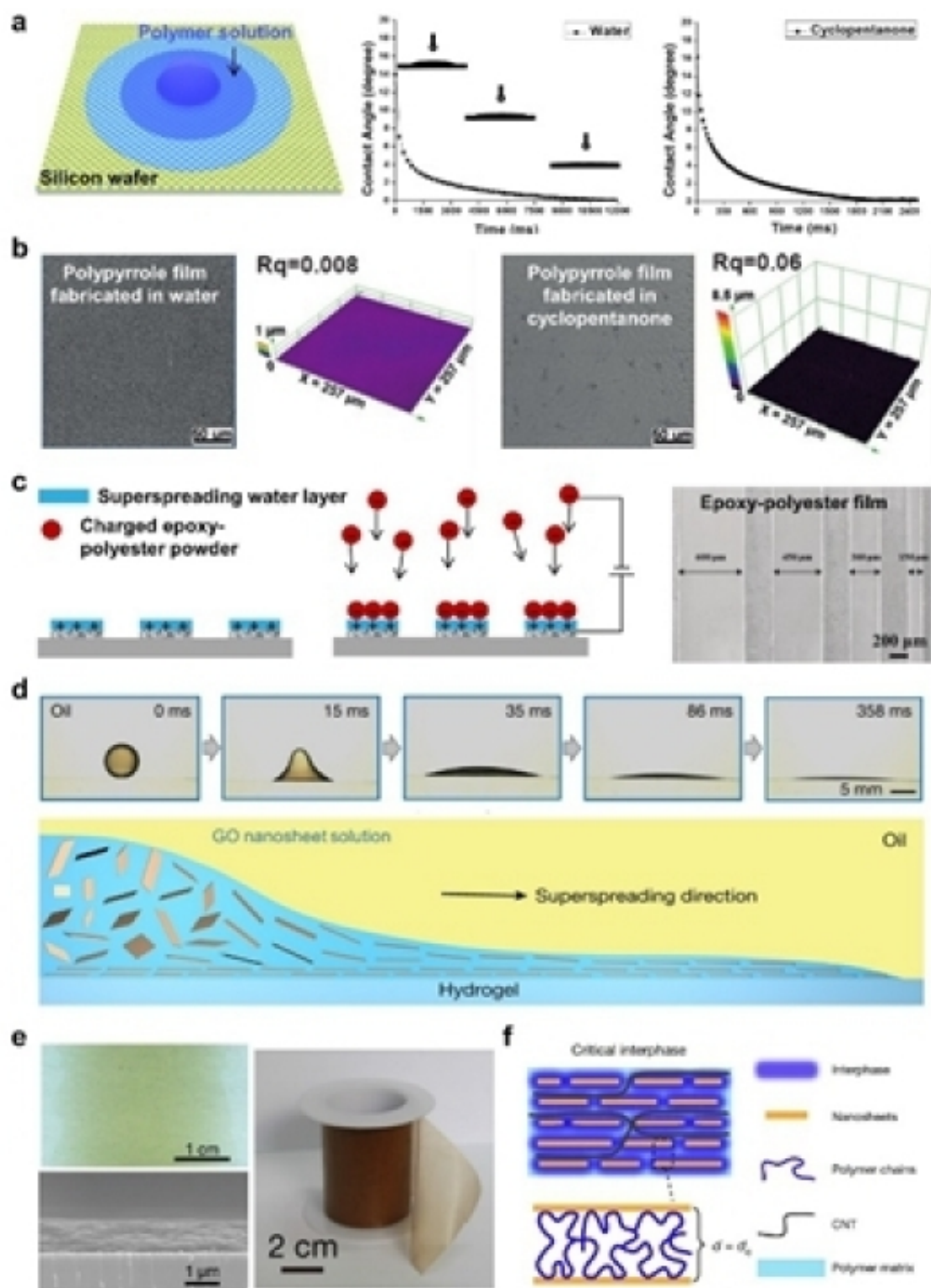


图7.超铺展表面用于薄膜制备

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](https://www.iikx.com)转发