
新策略利用聚合物薄膜自身形变构筑微纳粗糙结构

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3664.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！

新策略利用聚合物薄膜自身形变构筑微纳粗糙结构。超浸润薄膜材料是指对水或者油具有不同超浸润性质的薄膜，如超亲水膜(水在膜表面的接触角接近于 0°)，超疏水膜(水在膜表面的接触角大于 150°)等。由于这种功能性膜对油、水不同的特殊浸润性能，使得其在油水分离、气体分离、膜蒸馏、二氧化碳捕集和新型燃料电池等不同过程中具有广泛的应用。

一般来说，超浸润薄膜主要通过表面化学修饰以及提高表面粗糙度来制备。其中，具有多尺度微纳结构粗糙表面的构筑是实现薄膜材料超浸润性能的关键步骤之一。目前研究者已经发展出了多种方法在薄膜表面构筑微纳结构以提高薄膜的表面粗糙度。概言之，这些方法可以归类为两大类：第一大类为通过雕刻、模板、机械加工等手段将薄膜表面本身的某些部位除去，从而在表面形成多层次的结构(Top-down strategy)。这些方法虽然能比较精确调控结构，但其制备过程通常较为复杂，而且成本较高。另外一大类为通过构筑或者沉淀等手段，在膜表面增加一些外来的结构，从而形成多层次结构(Button-up strategy)，常见的方法包括自组装法、化学沉淀法、溶胶-凝胶法、纳米颗粒聚集法等。但是这些纳米颗粒容易受环境影响而逐渐流失，阻碍了这些材料在复杂环境中的稳定应用。



图1. 溶剂/热引发的粗糙过程的原理示意图及粗糙处理前后PVDF纳米纤维膜的形貌结构

鉴于此，香港大学汤初阳教授团队与阿卜杜拉国王科技大学王鹏教授合作，提出一种利用材料自身形变构筑粗糙表面的新策略：应用水热处理法，通过水热溶剂对薄膜表面的有限度溶胀，在薄膜上形成硬内核-软表面(即溶胀的表面)的特殊过渡结构;由于水热反应的温度和压力作用，该特殊结构由软表面向硬内核发生可控的变形和/或破裂，进而在薄膜表面形成多尺度的微纳米结构，由此提高聚合物薄膜的表面粗糙度(图1)。

聚偏二氟乙烯膜(PVDF)是一种性能优异的高分子膜，在水处理，生物医学，新型电池等领域有广泛的应用。团队采用这种由溶剂/热引发的粗糙(solvent-thermal induced roughening, STIR)策略，对PVDF纳米纤维膜进行了处理(图1)。通过溶剂/热引发的可控形变，纳米纤维表面形成了大量纵向排列的纳米片，极大提高了纤维粗糙度(由3nm提高到28nm)。PVDF纳米纤维膜的疏水性由 138° 提高到超疏水 155° 。纤维粗糙度的提升也使纳米纤维膜的比表面积由7提升至 $19\text{m}^2/\text{g}$ 。由于该微纳米结构由膜材料自身可控溶胀破裂产生，因此具有较强的结构稳定性。为考察该策略的通用性，团队采用该方法对具有不同膜结构形貌的PVDF薄膜(PVDF微球和PVDF微滤膜)和不同膜材料聚(偏二氟乙烯-CO-六氟丙烯, PVDF-HFP)进行了处理(图2)。结果发现在膜表面同样形成了大量由纳米片组成的粗糙结构。另外由于处理过程可控，薄膜原本的微球结构或孔道结构并未被破坏。

本方法简单易行，制备成本低，并且具有较强的通用性，能提高多种聚合物表面的粗糙度，因此

在油水分离、气体分离、膜蒸馏、二氧化碳捕集和新型燃料电池等具有较大的应用前景。目前该研究成果以Solvent-thermal induced roughening: A novel and versatile method to prepare superhydrophobic membranes为题发表在膜科学(Journal of Membrane Science,)上, 并申请了发明专利。第一作者为卿伟华博士, 通讯作者为汤初阳教授。

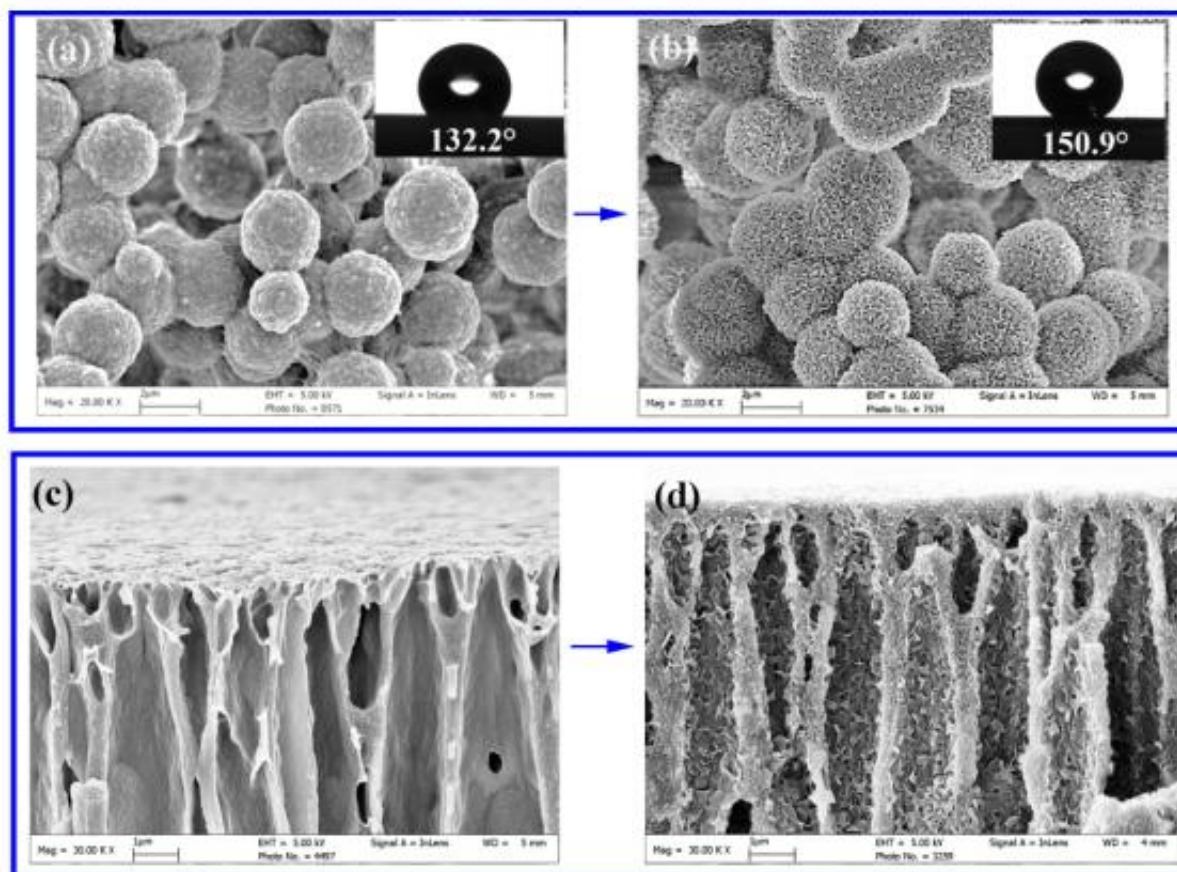


图2. 不同PVDF薄膜处理前后的形貌变化图:(a)PVDF微球;(b)处理后的PVDF微球;(c)PVDF微滤膜断面图;(d)处理后的PVDF微滤膜断面图

该工作得到了阿卜杜拉国王科技大学合作研究项目(No. OSR-2017-CPF-3320)和国家自然科学基金国际合作与交流项目(No. N_HKU706/16)的支持。

相关论文信息: DOI: 10.1016/j.memsci.2018.07.035

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