

贵州大学谢兰教授、秦舒浩研究员及合作者：界面结晶诱导制备超疏水聚乳酸多孔膜

超疏水材料具有自清洁、非湿润等特性，在油水分离、防污染、防雾、抗冰等领域用途广泛。目前，构筑超疏水材料主要有两种方式：

(1) 设计表面微纳结构；(2) 引入低表面能物质。降低表面能一般需要接枝具有低表面能的基团，需要引入含氟等有害物质；而传统方法设计的表面微-纳结构易脱落，且无法实现材料内部疏水特性。

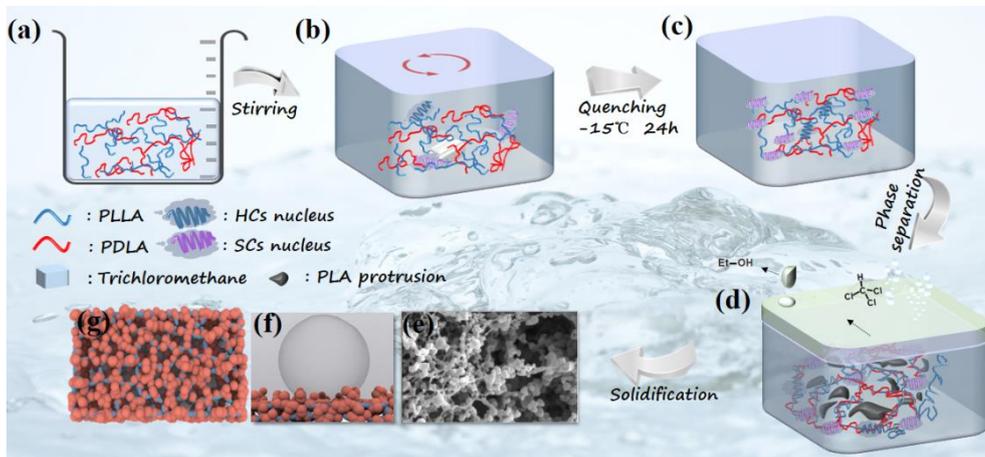


图 1. 超疏水聚乳酸立构晶复合膜制备过程示意图。

贵州大学谢兰教授团队一直从事高性能生物基高分子材料的多层次结构调控及功能化研究，致力于满足不同领域内对聚合物结构及性能日益增长的需求。针对上述难题，该团队早期通过调控聚乳酸

(PLA)多层次微观结构(纤维网络结构、微球结构和多层次微纳孔结构)，制备了 PLA 多孔膜用于油水分离 (Applied Surface Science, 2018, 462, 633-640)。近期，通过调控 PLA 结晶动力学和相分离过程，通过构筑多层次的纳纳凸起结构，进一步制备了具有良好油水分离性能的 PLA 疏水膜 (Applied Surface Science, 2020, 517: 146135)。

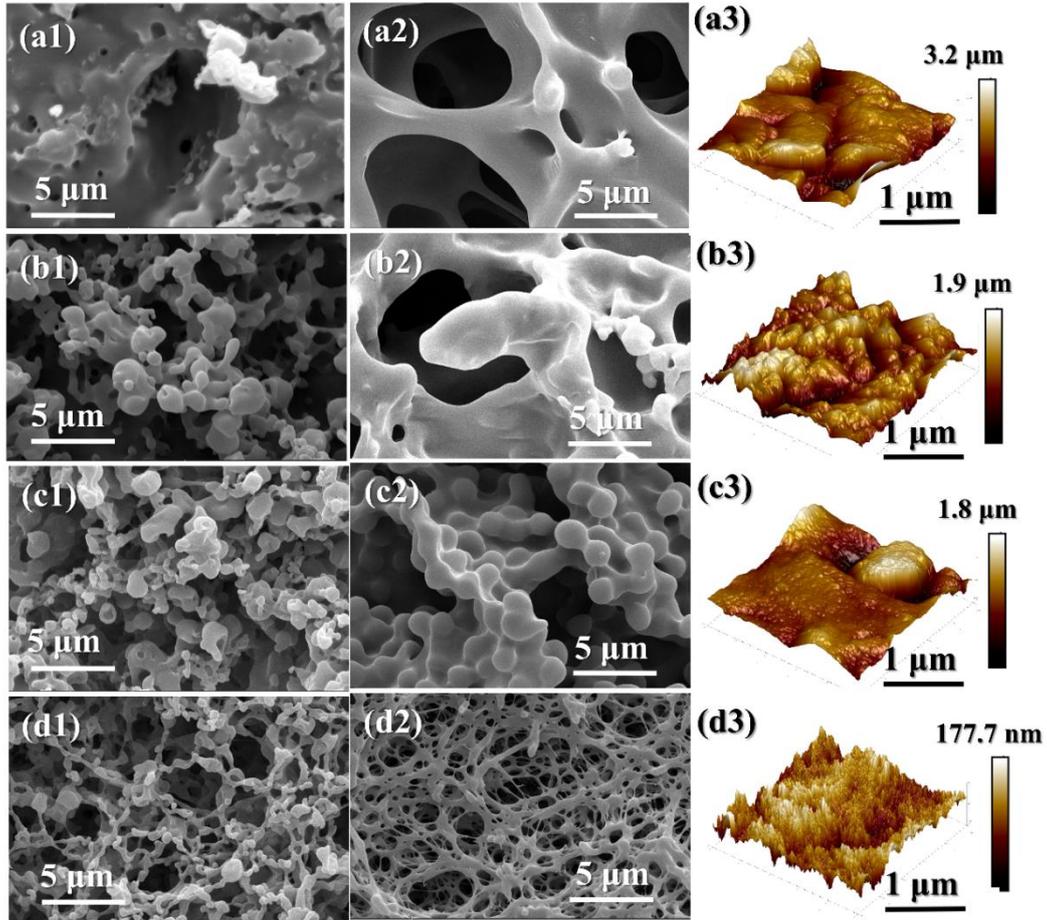


图 2. a1-d1 表面微观结构, a2-d2 断面微观结构, a3-d3 表面的原子力图片, a1 和 a2 是纯 PLLA 膜, b1-b2, c1-c2, d1-d2 分别是右旋聚乳酸 (PDLA) 含量 10%, 30%, 50% 的膜。

在前期的研究工作基础上, 该团队继续设计了氢键作用下引发的聚乳酸立构复合晶 (SCs), 用于制备具有韧性且超疏水的 PLA 多孔材料, 其制备过程见图 1。有趣的是, 通过进一步低温调控 PLA 立构复合膜的结晶动力学和相分离过程, 成功地在 PLA 多孔材料表面(图 2b1-d1) 和内部骨架结构上(图 2b2-d3) 构筑了的微纳凸起结构。值得注意的是, 当右旋聚乳酸 PDLA 含量为 50% 时, 不仅成功的制备了 SCs 膜, 还获得了 SCs 双网络结构(图 2d2)。最终, 通过有效调控材料表面与内部的微纳结构, PLA 立构复合膜展现了超疏水性能(图 3 A), 其接触角达到 155° 。而且表面经超声波处理 1 小时(图

3B), 其接触角仍保持在超疏水水平 (151°); 甚至经砂纸强烈的摩擦后 (图 3C), 其疏水性仍然保持优异, 接触角保留在 146°。由于氢键作用下 SCs 的形成有效地延长了水滴在膜表面的结冰时间 (图 3D, E 和 F), 而且表现为良好的热绝缘性 (图 3I), 能够用于抗结冰、热绝缘等领域, 研究工作以 Super-hydrophobic Poly (lactic acid) by Controlling the Hierarchical Structure and Polymorphic Transformation 为题发表在 Chemical Engineering Journal 上 (DOI : 10.1016/j.cej.2020.125297)。

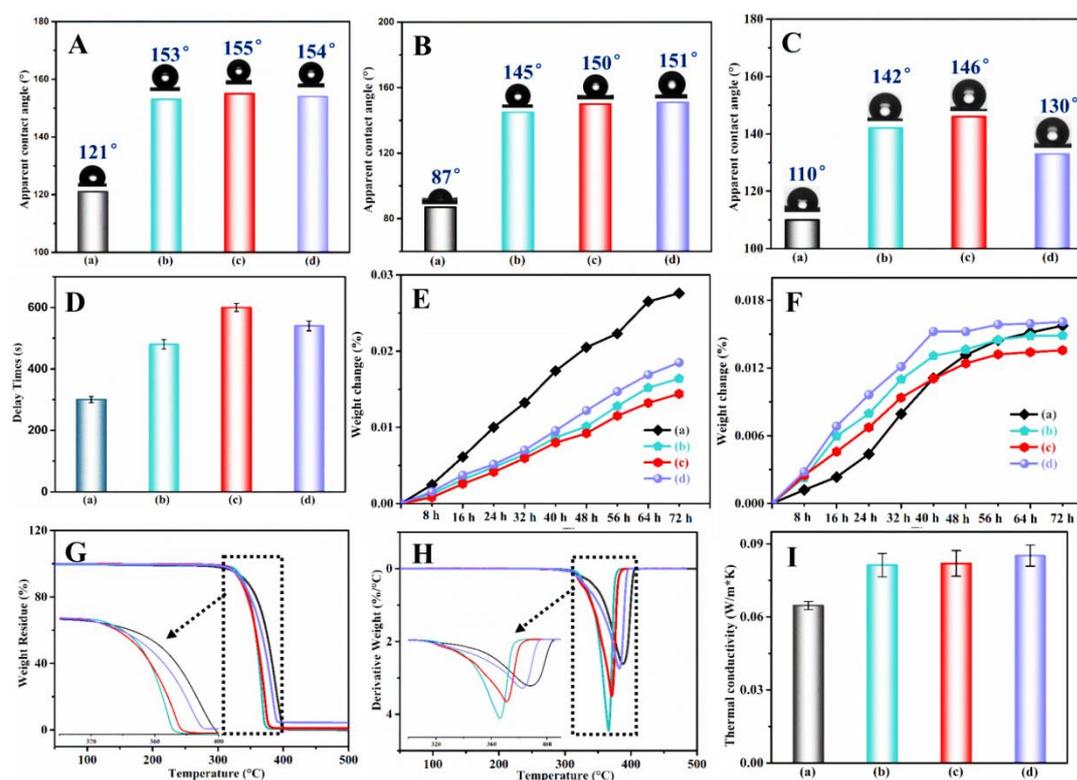


图 3.A. 样品的原始接触角, B.经 2 小时后的接触角, C.砂纸摩擦后样品的接触角, D.样品的延迟结冰时间, E, F 样品在 0°C、-15°C 时的结冰情况, G, H 是膜的 TG 及 DTG 曲线, I 是多孔材料的热导率。

以上论文的第一作者为贵州大学材料与冶金学院博士生孙鑫, 通讯作者为谢兰教授。研究工作得到贵州大学薛白博士、国家复合改性聚合物材料工程中心秦舒浩研究员和浙江大学郑强教授的支持和帮

助。该研究工作得到国家自然科学基金（编号：51763003 和 21604016），贵州省优秀青年科技人才项目（20195665），贵州省拔尖人才项目（编号：20170439178），贵州省研究生创新项目（编号：YJSCXJH(2019) 001）的支持。

论文链接

<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.08.119>

<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.146135>

<https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.125297>



作者简介：孙鑫，男，山东淄博人，在读博士研究生，2016年加入谢兰教授课题组攻读硕士学位，于2018年提前攻读博士学位。主要从事聚乳酸表面微观结构调控及浸润性研究。2017年获第十一届节能减排大赛校赛“一等奖”，2018年获得贵州大学研究生新生奖学金，2019年获得贵州大学研究生“一等奖学金”，同年获得“第二届郑强奖学金”，主持贵州省研究生创新基金2项，主持贵州大学

创新基金1项。第一作者在 *Applied Surface Science*, *Chemical Engineering Journal* 等国际期刊发表 SCI 论文 3 篇。参加学术会议 4 次并作口头报告 2 次。