

# 基于天然木材取向互穿骨架的高通量水处理材料设计与性能研究

何召财<sup>1</sup>, 孙雅婷<sup>1</sup>, 胡进波<sup>1</sup>, 柏元娟<sup>1</sup>, 裴姗姗<sup>1</sup>, 刘贡钢<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 中南林业科技大学材料科学与工程学院, 湖南省长沙市韶山南路 498 号, 410004

\*Email: liugonggang@csuft.edu.cn

## 摘 要:

木材具有精巧和发达的天然三维分级多孔结构, 紧密排布、相互连通的细胞腔形成了发达的取向互穿毛细管网络孔道, 这种绿色、可再生、廉价的高孔隙率多孔骨架材料, 是一种十分理想的高性能微反应器原材料。尤其是对于成本和原材料要求苛刻的水处理技术而言, 探索基于天然木材开发高性能水净化材料, 对于实现传统高分子聚合物膜等材料的替代或部分替代具有重要意义。本文围绕木材微毛细结构与流体传输特性展开研究, 基于木材结构取向互穿特点与流体渗透规律, 设计了一系列利用木材纵向和木材横向的高通量膜过滤器, 进一步探究了木材细胞孔隙结构微调与类芬顿催化剂活性组分负载过程和机制, 将膜过滤技术与类芬顿催化过程耦合, 研究在木材毛细微通道内的类芬顿催化反应过程与流体传输规律, 并考察了其对于含有机染料废水的处理性能。研究表明, 木材的这种天然毛细微通道结构拥有超高的界面积, 有利于催化剂活性组分负载, 从单原子到纳米粒子均可实现其高分散、均匀负载, 污染物的催化降解反应在木材的细胞管腔内高效完成, 而发达的取向互穿毛细管网络则形成了无数微细串并联反应器通路, 进一步强化反应过程。在木材纵向利用方面, 丰富的取向互穿细胞管腔提供了快速水传输通道和有效反应接触位点, 在水处理过程中展现优异截留性能和高渗透通量; 在木材横向利用方面, 以旋切薄木为原料, 生长方向几乎垂直于膜面形成了大量蜿蜒曲折的流体运输通道, 大大提高了反应接触效率, 在保证优异水处理性能的同时可将木材使用厚度降到 1/10 以下, 此外, 还能赋予其柔韧性以及克服木材生长尺寸限制, 有利于规模化应用。综上研究证明, 以木材为原料可以获得兼具高通量和高截留率的水处理材料, 有望在生态环境治理中实现绿色、低成本与规模化应用, 而且该研究还能高性能微反应器的设计提供重要参考, 并为木材资源高值化利用提供了一条全新的重要路径。