

# 基于 PVA 相变的多孔互穿双网络水凝胶复合非织造吸收剂：超高机械强度和高效吸附能力

Porous, Interpenetrating double-network hydrogel composite nonwoven absorbents based on PVA phase change:

Ultra-high mechanical strength and efficient adsorption capacity

王志柯<sup>1\*</sup>, 李婷婷<sup>2,3</sup>

Zhi-Ke Wang<sup>1\*</sup>, Ting-Ting Li<sup>2,3</sup>

1. 山东科技职业学院纺织服装系, 潍坊 261000

2. 天津工业大学纺织科学与工程学院智慧纺织与节能制品平台, 天津 300387

3. 天津工业大学天津市和教育部先进纺织复合材料重点实验室, 天津 300387

1. Shandong Vocational College of Science and Technology, Department of Textile and Clothing, Weifang 261000

2. Innovation Platform of Intelligent and Energy-Saving Textiles, School of Textile Science and Engineering, Tiangong University, Tianjin 300387

3. Tianjin and Education Ministry Key Laboratory of Advanced Textile Composite Materials, Tiangong University, Tianjin, 300387

\*王志柯, wz\_k\_fight@126.com

## 摘要

在这项研究中,我们创造了一种非织造复合多孔水凝胶吸附材料,用于快速去除水中的重金属离子或染料。我们将 PVA 短纤维的固液相变时间差和 PF127DA 的快速交联相结合,在水凝胶中产生了一种未交联的 PVA 区域,该未交联的聚乙烯醇区域在水凝胶中形成了更快的水扩散通道。复合水凝胶的溶胀率和最大溶胀率随着 PVA 短纤维添加量从 0g 增加到 1g 而增加,复合材料吸附两种污染物的平衡时间减少了 50min 以上。同时,使用 Flory-Huggins 溶胀平衡理论,确定了 PF127DA 的理想用量为 0.4g。Langmuir 等温线模型显示,复合材料对 Pb(II) 和 MB 的吸附量分别达到 496.33 和 297.35mg/g,对水中低浓度重金属离子的去除效果超过 98%。在低 pH 下,复合材料的吸附效率仍大于 90%,合成复合材料所用的原料无毒且大多可生物降解,经过四次重复的吸附-解吸实验,材料的吸附率仍大于 88%。因此,该复合材料在工业废水中具有很高的污染物吸附潜力。

**关键词:** PVA 纤维;水凝胶;无纺布;吸附;复合材料;

## 内容摘要:

本研究利用 PF127DA 的快速交联和 PVA 短纤维的溶解时间差,成功制备了具有快速溶胀和吸附性能的多孔水凝胶复合材料。通过实验表征得到了以下结果: PVA 短纤维的加入量越大,复合材料达到溶胀平衡的时间越短, Pb(II) 和 MB 的去除效率越高,但整体抗压强度也有所下降。此外, PF127DA 胶束的增韧作用使水凝胶的机械强度提高了 300%以上。复合材料在不同的环境条件下表现出较强的吸附能力, Langmuir 等温线模型显示水凝胶对 Pb(II) 和 MB 的吸附能力分别达到 496.33 和 297.35mg/g。此外,复合材料在强光下对 MB 的去除率非常明显(35.6%)。在探索动力学和热力学模型后发现,复合材料具有复杂

的吸附模式,可以吸附多种混合离子,并可以应对不同环境系统中的吸附任务。此外,经过四次迭代的吸附-解吸实验,该材料对污染物的去除率保持在 85%以上,该复合材料对未来的大规模废水处理具有重要意义。

## 致谢

感谢中国纺织工业协会研究基金对研究的支持,项目编号 2022033