**2021年度天津市科学技术奖提名项目公示材料**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称** | 先进膜材料制备技术及其水环境应用 |
| **提名奖项** | 技术发明奖 | **等级** | 一等奖 |
| **主要完成单位** | 天津大学、96901部队、浙江大学、天津商业大学、天津市生态环境科学研究院、天津建昌环保股份有限公司、天津生态城水务投资建设有限公司 |
| **提名单位** | 天津市科学技术协会 |
| **项目简介** | 当前我国水体污染面临来源更广泛、种类更多样、控制更严格的挑战。膜技术具有占地面积小、出水水质高和操作简单等优势，在水环境领域受到高度关注，预计2024年膜产业产值可达3630亿元。然而，膜法水处理技术依然面临膜污染严重，膜通量下降快、膜清洗和折旧费用高等问题。背后的技术问题是有机聚合物膜材料疏水性强、荷电不平衡，导致有机污染物易吸附在膜表面；单一膜滤过程无法及时去除粘附在膜表面的污染物，容易引起严重的膜污染。究其本质，关键科学问题为膜表面、膜孔壁与污染物之间的交互作用机制不清晰。项目围绕先进膜材料制备技术及其水环境应用，在国家、天津市等一批项目资助下，聚焦亲水改性耐污膜材料制备、负载催化剂自清洁膜表面修饰、基于抗污染特性的膜法水处理工艺优化设计与集成应用，取得重要突破。项目授权发明专利16项（日本发明专利1项）；主编标准1项；发表论文130余篇（其中SCI论文97篇）；出版著作1部。项目成果应用于滨海新区、宝坻、北辰等天津本地项目，以及河北遵化、西藏拉萨等国内其它省市项目，涉及生活污水、园区废水、垃圾渗滤液等水中有机污染物的去除。近3年直接经济效益1.76亿元、新增净利润0.16亿元、新增税收818万元。 |
| **发明点** | **发明点一**：针对有机聚合物膜材料易污染的关键共性问题，发明抗污染膜表面亲水改性方法。发明了温和的膜表面原位交联和迈克尔加成改性方法，在膜表面构建了分子级厚度的氧化石墨烯亲水保护层，有效抑制有机污染物在膜表面的粘附。此外，突破了改性膜因孔径减小导致膜通量下降的技术难题，实现了高通量抗污染水净化膜的批量制备。改性膜对蛋白、表面活性剂和天然有机物的抗污染性能提高2倍，较原膜的水通量增大10%。**发明点二**：针对膜表面粘附性有机污染物难以去除的技术难题，研发基于催化剂负载的自清洁膜表面修饰技术。发明适用于膜负载的过渡金属基高效催化剂，开发水相有机物催化降解技术，有机组分去除效率提高至98%。研发催化剂在膜骨架表面的原位生成方法，调控制备具有自清洁特性的水处理膜，催化剂修饰膜在过硫酸盐等氧化剂作用下对膜表面有机污染物的去除率高达95%。**发明点三**：针对传统膜过滤工艺因污染导致效率低的问题，发明基于先进膜材料的水处理工艺，并进行优化设计与集成应用。针对亲水/荷电平衡改性膜，设计错流过滤工艺，可有效抑制改性膜对水中污染物的吸附；针对催化剂负载膜，形成氧化-过滤耦合创新工艺体系，通过机械筛分联合矿化作用实现污染物的高效去除与污染膜的自清洁；针对单一膜过滤易污染、效率低的问题，发明絮凝/吸附预处理-膜分离耦合工艺及装置，预处理增大了污染物的粒径，减缓其在膜表面及膜孔内的积聚。通过优化设计与集成应用，新型膜法水处理工艺对污染物去除效率提高27%。 |
| **主要技术支撑****材料** | **1.代表性论文（专著）**1.1 专著：酸洗废水处理工艺技术手册1.2 论文：High flux MWCNTs-interlinked GO hybrid membranes survived in cross-flow filtration for the treatment of strontium-containing wastewater1.3 论文：Polydopamine nanocluster decorated electrospun nanofibrous membrane for separation of oil/water emulsions1.4 论文：Fabrication of GO modified PVDF membrane for dissolved organic matter removal: Removal mechanism and antifouling property1.5 论文：Impacts of mono/divalent cations on the lamellar structure of crosslinked GO layers and membrane filtration performance for different DOM fractions1.6 论文：Self-cleaning PDA/ZIF-67@PP membrane for dye wastewater remediation with peroxymonosulfate and visible light activation1.7 论文：Catalytic Reforming: A Potentially Promising Method for Treating and Utilizing Wastewater from Biogas Plants1.8 论文：Multi-step separation of different chemical groups from the heavy fraction in biomass fast pyrolysis oil**2.知识产权和标准规范**2.1 国家标准：橡胶制品工业污染物排放标准2.2 发明专利：一种交联改性聚酰胺复合膜及其制备方法2.3 发明专利：一种在分离膜表面构造两性离子结构的方法及分离膜2.4 发明专利：一种在高分子膜表面制备定向碳纳米管的方法2.5 发明专利：一种纳米TiO2-Fe3O4磁性复合颗粒及制备方法2.6 发明专利：一种生物质解聚产物水相重整制氢催化剂制备方法2.7 发明专利：三步联合净化膜反洗水方法2.8 发明专利：铝盐混凝微滤除氟方法2.9 发明专利：分子筛填充可降解聚合物基复合膜及其制备方法2.10 发明专利：钢铁工业酸洗废水和金属离子的处理方法 |