

提名 2025 年度山东省科技进步奖公示内容

一、项目名称

高性能催化清洁超滤膜制备关键技术研发及推广应用

二、提名者、提名意见、提名等级

1、提名者：

贺高红（大连理工大学，教授，化学工程）、金万勤（南京工业大学，教授，化学工程）、王英龙（青岛科技大学，教授，化学工程）

2、提名意见：

该项目的建设面向人民生命健康、面向国家重大需求，为国家鼓励发展产业，符合国家产业政策，顺应了世界环保产业发展趋势。“高性能催化清洁超滤膜制备关键技术研发及推广应用”项目系统研究了基于可见光催化剂等催化材料的混合基质超滤膜制备基础理论及其催化清洁机理、抗污染和耐高温机理、成膜机理和成膜工艺等，发明了催化清洁混合基质超滤膜的产业化制备关键技术，完成了产业化生产，生产出具有国际先进水平的高性能中空纤维催化清洁超滤膜，解决了目前商品化超滤膜抗污染和耐高温性能差、机械强度较低等问题，并进行了大规模的推广应用。

该项目申请国家专利 45 项，授权 33 项，拥有完全的自主知识产权；项目产品具有持久、稳定的清洁催化和抗污染性能，产品主要技术指标达到国际领先（先进）水平。项目已形成多条规模化生产线，3 家合作单位新增高性能中空纤维催化清洁超滤膜生产能力达到 770 万 m^2 /年以上，产品可广泛应用于自来水、石油、化工、环保、海水利用、市政、冶金、生物医药等领域，到 2024 年底，实现直接经济效益 31 亿元以上，具有显著的经济效益、社会效益和环境效益。

项目实施过程中，建立了 1 个国家级工程实验室、3 个省级技术中心，提高了团队的产学研协同创新能力。本项目的实施，提高了我国膜行业的整体水平和市场竞争力，带动国内同行业和相关行业的发展和科技进步，对我省高端化工产业链、先进材料产业链的高质量发展具有重要的推动作用。

3、提名等级：

山东省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

1、项目所属科学领域

本项目所属领域为膜分离，涉及高性能催化清洁超滤膜的研发及应用推广。

2、项目背景

水资源的匮乏和日益严重的水污染已成为影响人民生命健康、制约社会进步和经济发展的瓶颈。膜法水处理技术是最好的水资源化技术之一，其中超滤膜应用十分广泛，但抗污染性和耐高温性差、机械强度低等影响了其进一步推广。针对这些缺陷，本项目在国家、省、市计划的支持下，基于光催化剂等催化材料研制混合基质超滤膜，将光催化等材料特性与超滤膜耦合，赋予超滤膜纳米材料的性能，提高了超滤膜的耐高温、抗污染性能和机械强度，生产出高性能催化清洁超滤膜，并在自来水净化和废污水资源化领域得到了大规模的推广应用。

3、项目主要创新点

(1) 提出了采用催化材料与聚合物膜材料共混制备耐高温、抗污染混合基质超滤膜的设想，发明了高性能催化清洁超滤膜铸膜液配制新技术，解决了超滤膜铸膜液中催化材料与膜材料的相容性问题，并阐明了超滤膜的微结构、微观缺陷等与膜性能之间的关系。(2) 发明了多种催化清洁超滤膜制备关键技术，解决了商品化超滤膜机械性能、耐高温性能、抗污染性能差的问题，可控制备了多种具有耐高温、抗污染性能的中空纤维催化清洁超滤膜，实现了产业化生产；同时，基于不同的应用领域设计了多种类型的超滤膜组件，并发明了膜组件浇铸装置与方法。(3) 发明了中空纤维催化清洁超滤膜在自来水水质净化、工业废水资源化处理方面的应用技术，设计了配套的水处理工艺和处理系统。(4) 基于相关基础理论研究成果延伸研究，发明了将纳米材料用于相转化法制备功能化超滤膜、混合基质正渗透膜的新技术，成功研制了具有重金属吸附功能的功能化超滤膜、水通量和截盐率高的混合基质正渗透膜。

4、知识产权和主要技术文化价值

(1) 本项目申请国家专利 45 项（发明专利 28 项），授权 33 项（发明专利 16 项），发表学术论文 12 篇。(2) 项目产品之一---抗污染中空纤维超滤膜的纯水透过率为 $291.37\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{hr}\cdot 0.1\text{MPa}$ ，对牛血清蛋白截留率为 95.63 %，断裂伸长率为 196%，破裂压力为 0.51MPa，动态接触角为 69.71° ，具有持久、稳定的清洁催化和抗污染性能；项目研究达到国际领先（先进）水平。(3) 本项目技术已在合作企业完成了产业化生产，高性能催化清洁超滤膜生产规模达到 770 万 $\text{m}^2/\text{年}$ 。(4) 建立了多个国家级、省级、市级、校企合作的分离膜研究平台，激发了团队科研人员创新与转化的活力，提高了团队的产

学研协同创新能力。

5、推广应用情况及经济社会价值

本项目产品面向人民生命健康和国家重大需求，已广泛应用于自来水、石油、化工、纺织、造纸、钢铁、电力、生物医药等行业，实现直接经济效益 31 亿元以上、间接经济效益 27 亿元以上，经济效益、社会效益和环境效益显著。

四、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	基于非金属多掺杂 nTiO ₂ 的可见光催化平板式超滤膜及制备方法	中国	CN106731875B	2019.12.03	3620590	济南大学	王秀菊 王立国 许伟颖 刘思全 侯凯 周凯丽 王仲鹏 何芳	有效	是	是
发明专利	基于金属掺杂 g-C ₃ N ₄ 的可见光催化平板式超滤膜及制备方法	中国	CN106669468B	2019.10.25	3568183	济南大学	王秀菊 王立国 王仲鹏 刘思全 何芳 许伟颖 侯凯 周凯丽	有效	是	是
发明专利	拼装式中空纤维膜组件	中国	CN117160238B	2024.01.26	6650903	山东招金膜天股份有限公司	冯冬君 张伟政 姜永锡 张倩茹 王京阳 于光华 左明	有效	否	否
发明专利	中空纤维超滤膜组件浇铸装置及其浇铸方法	中国	CN104474900B	2016.05.25	2081784	济南市水处理设备厂有限公司	张思兰 赵继军 许延义 牛玲玲	有效	否	否
发明专利	纳米催化复合纤维膜及其在 Fenton 法废水处理中的应用	中国	CN116328556B	2023.08.04		山东招金膜天股份有限公司	王新艳 张伟政 李海峰 宋飞飞 栾一秋 曹利平 苏雷 张倩茹	有效	否	否
发明专利	一种硅胶废水零排放处理系统	中国	CN110002655B	2024.04.26		山东金汇膜科技股份有限公司	宋玉志 李爱波 张兵涛 梁萍 宋晓萌	有效	否	否

发明专利	基于金属有机骨架 MIL-100(Fe) 的平板式混合基质正渗透膜及制备方法	中国	CN1 0798 3172 B	2020. 01.03	365160 6	济南大学	王秀菊 王立国 崔娜 王仲鹏 刘思全 何芳 刘伟	有效	是	是
发明专利	基于金属有机骨架 MIL-101(Cr) 的平板式混合基质正渗透膜及制备	中国	CN1 0803 1304 B	2020. 01.03	354866 5	济南大学	王秀菊 王立国 周凯丽 王仲鹏 刘思全 何芳 刘伟	有效	是	是
发明专利	一种高回收率反渗透水处理装置	中国	CN1 1843 9768 B	2024. 10.01	742082 5	济南市水处理设备厂有限公司	牛玲玲 张鹏 董玉曾 刘付洪	有效	否	否
发明专利	一种海水淡化膜用清洗装置及方法	中国	CN1 1838 4710 B	2024. 09.03	734469 8	山东招金膜天股份有限公司	杨光炜 张伟政 李海峰 王乐杰 高洪超 宋飞飞 栾一秋 段群田 王新艳	有效	否	否

五、主要完成人

王立国，王秀菊，王新艳，王仲鹏，宋玉志，牛玲玲，王军波，张思兰，张兵涛，刘伟

六、主要完成单位

济南大学，山东招金膜天股份有限公司，山东金汇膜科技股份有限公司，济南市水处理设备厂有限公司