

2024 年度天津市科学技术奖提名项目 公示基本情况表

项目名称	基于新材料与生物系统耦合的水质低碳高效净化关键技术及装备
提名奖项和等级	奖项：天津市技术发明奖 等级：一等奖
主要完成单位	南开大学，河海大学，东北大学，南京瑞洁特膜分离科技有限公司，南京工业大学浦江学院，佛山市铁人环保科技有限公司
主要完成人	周启星，陈娟，周明华，李海波，周保昌，李田，敖燕辉，王鹏飞，李海霞，林茂宏，李瑞祥，张晓林
提名单位	南开大学
项目简介	<p>当前水质净化技术面临的主要问题包括：（1）处理效率低：传统技术对某些难降解有机物和重金属的去除效率不高；（2）能耗高：传统处理过程需消耗大量能源，不符合节能减排的要求；（3）操作复杂：传统技术的操作过程复杂，需要专业人员进行维护；（4）成本高：新型材料和技术的研发成本高，且在实际应用中的经济性尚未得到充分验证；（5）环境兼容性差：一些技术在处理过程中会产生二次污染，对环境造成新的负担。</p> <p>本项目旨在开发一种基于新材料与生物系统耦合的水质低碳高效净化关键技术及装备，以解决当前水质净化技术存在的问题和难点。通过创新材料制备、修复生物筛选与驯化以及组合装置设计，实现对各类水体污染物的高效去除，同时降低能耗和环境影响。该研究的目的意义在于：（1）提供一种高效、经济、低碳、环保的水质净化解决方案，有助于改善水质，保障公众健康；（2）推动环保技术的创新发展，促进绿色经济的转型；（3）为水资源管理和环境保护提供可借鉴的经验与技术支撑。</p> <p>本项目的发明具有显著的实用价值和广阔的应用前景。首先，通过新材料与生物系统的耦合，可大幅提高水质净化效率，降低处理成本，具有良好的经济性；其次，该技术具有操作简便、环境兼容性好的特点，易于在不同规模和类型的水处理设施中推广应用，包括但不限于广泛应用于城市污水处理、工业废水处理、农村分散式污水处理等领域。随着全球对水环境保护意识的增强和相关法规的完善，该技术的市场需求将持续增长，具有良好的产业化前景。</p>
发明点	发明点 1: 发明了基于电化学和光催化手段的水质低碳高效净化环境新材料制备技术； 发明点 2: 发明了基于环境新材料-微生物/修复植物耦合的水质低碳高效净化关键技术； 发明点 3: 发明了不同水污染治理对象的净化新技术工艺和组合装置。

主要技术
支撑材料

1. 知识产权和标准规范

(1) 发明专利, Graphene-magnetite conductive skeleton electrode, preparation method and application thereof, and method for treating petrochemical wastewater, 美国, US17473457, 南开大学, 周启星、李瑞祥、李田、张晓林

(2) 发明专利, Aquatic plant-microbial electrochemical remediation system and application thereof and method for treating organic polluted water, 荷兰, NL2029145, 南开大学, 周启星、张晓林、李田、李瑞祥

(3) 发明专利, Nanometer photocatalyst-microbe composite multilayer light transmission combination carrier, 美国, US10889517B2, 河海大学, 陈娟、王沛芳、王超、敖燕辉、高寒

(4) 发明专利, 一种模块化农村生活污水处理装置, 中国, ZL202210679633.4, 河海大学/南开大学/中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司, 陈娟、张波、周启星、王超、王沛芳、敖燕辉、李田、吴程

(5) 发明专利, 一种利用电化学装置处理磺胺类废水并同步制氢的方法, 中国, ZL201810434728.3, 南开大学, 周启星、赵倩楠、李凤祥

(6) 发明专利, 一种诱导聚苯胺负载石墨烯修饰电极反应器应用及除多环芳烃方法, 中国, ZL202110018316.3, 南开大学, 周启星、李田、李瑞祥、张晓林、王鑫

(7) 发明专利, 一种应用于非均相芬顿体系的铁碳催化剂制备方法, 中国, ZL201310442419.8, 南开大学, 周明华、张超、于新民

(8) 发明专利, 一种农村分散污水一体化微动力生态处理装置, 中国, ZL201510350775.6, 东北大学, 李海波、余艳艳、李英华、王鑫、王洪、季现超、段玉龙、王士满

(9) 发明专利, 一种风光发电驱动的曝气水体净污装置, 中国, ZL202011480208.X, 河海大学, 陈娟、王沛芳、王超、敖燕辉、崔戈、张波

(10) 发明专利, 一种分体式平板膜, 中国, ZL201410450186.0, 南京瑞洁特膜分离科技有限公司, 周保昌

2. 代表性论文【格式: 论文(专著)名称, 作者, 期刊, 年卷页码】

(1) Selective hydroxyl generation for efficient pollutant degradation by electronic structure modulation at Fe sites. Zhan H[#], Zhou R[#], Wang P, Zhou Q*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 2023, 120(26): e2305378120

(2) Transformation mechanisms of ammonium and nitrate in subsurface wastewater infiltration system: Implication for reducing greenhouse gas emissions. Zhou X, Li H*, Wang A*, Geshere A G, Wang X, Chen X, Zhang C, Fang Y. *Water Research*, 2023, 250: 121031

(3) Enhanced tetracycline removal using membrane-like air-cathode with high flux and anti-fouling performance in flow-through electro-filtration system. Song X, Jo C H, Zhou M*. *Water Research*, 2022, 224: 119057

(4) Acetate limitation selects *Geobacter* from mixed inoculum and reduces polysaccharide in electroactive biofilm. Li T, Zhou Q, Zhou L, Yan Y, Liao C, Wan L, An J, Li N, Wang X*. *Water Research*, 2020, 177: 115776

(5) Cobalt phosphide nanowires as efficient co-catalyst for photocatalytic hydrogen

evolution over $Zn_{0.5}Cd_{0.5}S$. Wang P, Zhan S*, Wang H, Xia Y, Hou Q, Zhou Q*, Li Y, Kumar R R. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2018, 230: 210-219

(6) Insight into the enhancement effect of humic acid on microbial degradation of triclosan in anaerobic sediments. Chen J*, Zhang B, Wang C, Wang P, Cui G, Gao H, Feng B, Zhang J. *Journal of Hazardous Materials*, 2023, 461: 132549

(7) Insight into metal-based catalysts for heterogeneous peroxymonosulfate activation: A critical review. Li H*, Qin X, Wang K, Ma T, Shang Y. *Separation and Purification Technology*, 2023, 333: 125900

(8) Constructing CNTs-based composite membranes for oil/water emulsion separation via radiation-induced “grafting to” strategy. Gu Y#, Li H#, Liu L, Li J, Zhang B*, Ma H*. *Carbon*, 2021, 178: 678-687