

公 示

根据上海海洋科学技术奖奖励委员会办公室《关于申报 2024 年度上海海洋科学技术奖的通知》文件要求，拟推荐“滨海区域近岸地下水污染自修复关键技术研究”项目申报 2024 年度上海海洋科学技术奖，现将项目情况进行公示。公示内容如下：

“滨海区域近岸地下水污染自修复关键技术研究”项目，主要完成单位为同济大学、中国科学院上海高等研究院、上海师范大学、上海大学、伊尔庚（上海）环境科技有限公司、上海雨辰工程技术有限公司，主要完成人为代朝猛、李继香、段艳平、游学极、张宏程、张亚雷、刘曙光、周雪飞、张莉、张亚军、胡佳俊、高旻天。申报奖项类别为海洋科技进步奖，申报奖励等级为一等奖。

一、项目简介

滨海区域作为经济发展与生态保护的核心地带，集聚了大量工业、农业和城镇化活动，既具有高资源需求，又承担重要经济与生态服务功能。然而，长期的人类活动胁迫加剧了地下水污染，重金属和有机污染物的累积严重威胁区域生态安全与可持续发展。滨海区域地下水污染具有突出的区域特性：一方面，近岸复杂的水动力条件、咸淡水交替环境与胶体-污染物协同作用显著增加了污染物迁移的复杂性和不确定性；另一方面，高低渗透交替的地质结构限制了污染物的迁移效率，导致其在低渗透地层中长期滞留，修复难度显著增加。自修复技术作为地下水污染治理的前沿方向，依托自然系统自净能力，通过水动力、矿物反应等过程实现污染物的转化与降解，具备低成本、环境友好的优势，尤其适用于滨海复杂环境。然而，当前研究仍存在关键瓶颈：滨海近岸地下水污染物迁移转化的动力学机制及关键参数认识不足；低渗透体系中增渗增移技术的开发滞后；地表-地下水交互区域中污染物自然演化驱动机制尚不明确等。本项目基于上述科学技术问题，提出了自修复关键技术体系，主要创新点包括：

1. 基于海水和地下水咸淡水交替及高低渗透过程，建立了高-低渗透区反扩散参数化新方法，提出了地下水胶体以“传送带效应”强化重金属运移的非吸附携带协同运移理论，构建了复杂变渗透系统中地下水污染物迁移转化的数值模型，为滨海区域胶体强化污染物运移技术提供了新的理论支撑。

2. 针对滨海低渗透体系下地下水污染物迁移效率低、修复成本高、效能低等问题，建立了纳米气泡与表面活性剂耦合强化增渗增移技术，提升了增溶效能，提高了有机污染物增移效率，为滨海区域地下水污染修复提供了新途径。

3. 基于地表地下水交互区域矿物对污染物修复体系，揭示了地下水有机污染物自然演化机制中瞬态活性氧物质的关键作用，构建了矿物自氧化与污染物反应的动力学模型。

项目已授权中国发明专利 6 项，共发表论文 33 篇，其中 SCI/EI 论文 27 篇，1 篇为“ESI 高被引论文”。项目成果为进一步控制污染物扩散提供了理论支撑，有助于构建精准化的污染调控与治理路径，对区域地下水安全政策的完善及相关环保产业的发展具有重要意义。项目成果已应用于上海市、浙江省等地，取得显著成效，具有巨大的推广价值。

二、项目发表论文专著情况

序号	论文著作	发表情况（刊物、期刊号、页码）
1	Kinetics of hydroxyl radical production from oxygenation of reduced iron minerals and their reactivity with trichloroethene: effects of iron amounts, iron species, and sulfate reducing bacteria	Environmental Science & Technology, 2023, 57(12): 4892-4904
2	Review on the contamination and remediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coastal soil and sediments	Environmental research, 2022, 205: 112423
3	Contaminant occurrence and migration between high-and low-permeability zones in groundwater systems: A review	Science of the total environment, 2020, 743: 140703
4	Acceleration and centralization of a back-diffusion process: effects of EDTA-2Na on cadmium migration in high-and low-permeability systems	Science of The Total Environment, 2020, 706: 135708
5	Modeling EDTA-facilitated cadmium migration in high-and low-permeability systems using MODFLOW and RT3D	Journal of Contaminant Hydrology, 2023, 256: 104171
6	Solubilization and remediation of polycyclic aromatic hydrocarbons in groundwater by cationic surfactants coupled nanobubbles: Synergistic mechanism and application	Journal of Molecular Liquids, 2023, 373: 121242
7	Cyclic solubilization and release of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) using gemini photosensitive surfactant combined with micro-nano bubbles: A promising enhancement technology for groundwater remediation	Separation and Purification Technology, 2023, 309: 123042
8	Synergistic solubilization of phenanthrene using micro-nanobubbles and cationic surfactants: Universal verifying, amplifying, and strengthening the synergy	Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2022, 644: 128837
9	Effects of EDTA on adsorption of Cd (II) and Pb (II) by soil minerals in low-permeability layers:	Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27:

	batch experiments and microscopic characterization	41623-41638
10	Silica colloids as non-carriers facilitate Pb ²⁺ transport in saturated porous media under a weak adsorption condition: effects of Pb ²⁺ concentrations	Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27 (13): 15188-15197

三、主要知识产权证明

序号	授权项目名称	知识产权类别	国（区）别	授权号
1	模拟地下水含氧量梯度分布的装置	发明专利	中国	ZL201910332088.X
2	一种水静力条件下模拟土壤地下水含氧量梯度分布的装置	发明专利	中国	ZL201710065078.5
3	一种用于地下水污染物运移物理模型的潮汐型水头控制装置	发明专利	中国	ZL201510124855.X
4	一种平板式二维地下水水动力及水质模型装置	发明专利	中国	ZL201510056140.5
5	一种可测量水位、原位溶解氧及采集不同深度地下水的方法及装置	发明专利	中国	ZL201410160857X
6	组件式垂直饱和土柱污染物迁移试验装置	发明专利	中国	ZL2014105423163

四、客观评价

经上海市海洋湖沼学会评估，本项目成果水平达到国内领先，国际先进水平。