2020年度国家自然科学奖提名公示信息

项目名称	水环境中污染物的界面过程及调控原理
提名专家	陶澍 （北京大学、教授、环境地理学）、赵进才（中国科学院化学研究所、研究员、环境化学）、朱永官（中国科学院城市环境研究所、研究员、环境土壤学）
提名意见	陶澍教授：污染物界面过程决定了污染物在环境中的迁移转化和赋存形态，是区域生态风险评估的基石。项目组围绕污染物界面分配过程与机制、转化降解与反应机理和调控方法与原理开展研究，历经近十年的系统工作，率先发现芳香结构污染物在碳质颗粒表面的高效富集，揭示了其中的π-π电子交互作用和分子尺寸效应；发现溶解性有机质、微生物胞外聚合物等天然有机大分子可显著促进污染物的界面转化并改变污染物的毒性效应；发展污染控制新原理，构建了具有高表面活性和高分离效率的新材料，实现了污染物的高效、高选择性富集、分离和去除。项目研究成果在 *Environ. Sci. Technol.*等重要国际学术期刊上发表论文百余篇，8篇代表性论文SCI 他引2000余次，其中2篇论文入选环境生态领域“ESI高被引论文”，1篇论文入选“2008年度中国百篇最具影响国际学术论文”，研究成果极大促进了环境学科发展。项目研究期间，2名成果完成人获得国家杰出青年科学基金，1名成果完成人指导的学生获得全国百篇优秀博士论文提名奖，促进了环境学科人才建设。项目组创新性研究成果可为准确评估污染物的区域生态风险提供重要的理论支撑。 赵进才研究员：清楚认识污染物环境界面过程是发展污染控制与修复新技术和新方法的理论基础。项目组在近十年内围绕污染物界面过程与调控机制开展全面系统研究，在充分认识污染物界面分配过程与机制、界面转化和反应机理基础上，在界面过程调控原理方面取得了突破性成果。研究发现芳香结构污染物在碳质颗粒上的超强富集效应，揭示了其中的π-π电子交互作用和分子尺寸效应；发现溶解性天然有机大分子可显著促进污染物的界面转化，阐明了胞外聚合物对重金属的还原机理及毒性的削减效应。在此基础上，项目组构建了具有特定表面活性的功能化多孔材料，实现了污染物的高效、高选择性富集、分析和去除。项目组在界面过程方面的突破性研究成果为设计和发展污染处理新材料和新技术提供了重要的理论支撑。项目在研究实施过程中取得了显著成果，在国内外产生广泛影响，并获得高度评价。已发表SCI研究论文百余篇，8篇代表性论文被SCI正面他引2000余次。研究成果推动了环境科学学科的发展。 朱永官研究员：阐明污染物界面过程是揭示污染物赋存形态、迁移转化和归趋的基础，也是环境科学研究的前沿。项目聚焦污染物界面分配过程与机制、界面转化降解与反应机理和界面过程调控原理开展长期系统的研究，并取得了如下突破性成果：1）发现典型芳香结构污染物在碳质颗粒表面的超强富集，揭示了其中的π-π电子交互作用和分子尺寸效应；2）发现天然有机大分子介导污染物转化的毒性效应新机制，率先解析了光解导致的抗生素类污染物毒性增强效应及其自由基反应历程，阐明了胞外聚合物还原对重金属毒性的削减效应；3）提出通过调控界面孔道大小的污染物去除新思路，构建了对污染物具有高效去除的碳基多孔材料和氨基官能化核壳磁性新材料，实现了药物类和重金属污染物的高效、高选择性富集、分析和去除。

	项目以“界面分配过程与机制–界面转化与反应机理–界面过程调控原理”为研究主线，提升了对水-土环境中污染物的界面化学过程及机制的科学认识，丰富了土壤环境化学理论。研究成果获得国内外学术同行的广泛认同，8 篇代表性论文 SCI 他引 2000 余次，其中 2 篇论文入选环境生态领域“ESI 高被引论文”。 对照国家自然科学奖授奖条件，决定提名该项目为 2020 年度国家自然科学奖二等奖。
项目简介	揭示复杂环境污染成因是国际环境科学研究的难题与焦点，其**关键科学问题是污染物界面过程机制，核心是控制污染物界面分配和转化过程的分子作用机制**。我国水环境污染已进入新阶段，污染物组分多、介质相互作用复杂，污染物排放与环境质量间存在复杂的非线性关系。因此，揭示水环境污染物界面过程与作用机制，是阐明水环境质量变化及污染成因的关键，也是发展水污染防治与修复等战略措施的重要科学基础。研究团队历经十余年的探索，以“界面分配过程与机制—界面转化反应与机理—界面过程调控与原理”为主线开展研究，取得了一系列方法学突破和理论创新，揭示了控制典型重金属和有机污染物在黑碳、溶解性有机质、微生物膜等重要环境介质界面分配和转化过程的若干新机制，并将其成功应用于环境功能材料界面过程分子作用调控，建立了污染物分离、富集和去除的新方法。在重要国际学术刊物上发表百余篇学术文章，8 篇代表性论文 SCI 他引 2000 余次，单篇最高 SCI 他引 540 余次，其中 2 篇论文入选环境生态领域“ESI 高被引论文”，1 篇论文入选“2008 年度中国百篇最具影响国际学术论文”，1 篇论文入选 *J. Colloid Interf. Sci.*近十年高被引论文。取得的主要突破性成果如下： **1. 界面分配过程与机制：**发现水环境中多种类型芳香结构污染物在碳质颗粒表面具有不符合传统疏水分配理论的超高富集效应，揭示了其中的 π-π 电子交互作用主控新机制，首次发现了共存重金属影响黑碳吸附有机污染物的分子尺寸效应。建立了准确预测复杂环境介质中有机污染物分配行为的新模型，发展了有机污染物吸附理论。 **2. 界面转化反应与机理：**发现水环境中普遍存在的溶解性有机质、微生物胞外聚合物等天然有机大分子介导污染物转化改变毒性效应的新机制，率先阐明了四环素光解过程的毒性增强效应及其反应历程，首次发现了胞外聚合物中的糖还原反应对重金属毒性的削减效应，为全面、准确评估污染物的环境生态风险提供了新理论依据。 **3. 界面过程调控与原理：**建立了基于界面分子作用调控高效去除污染物的新方法，设计了 π-π 电子交互作用驱动且对有机污染物具有高度分子匹配效应的碳基多孔吸附材料，构建了重金属选择性吸附与快速简便分离相结合的高密度氨基官能化核壳磁性新材料，为开发污染物的高效、高选择性分离、富集和去除技术提供了新原理。 研究成果被美国科学院院士、北卡莱罗纳州立大学教授 Jim Riviere 等世界知名科学家在 *Chem. Soc. Rev.*与 *Nature Nanotech.*等国际著名期刊专门评述，并被美国三本权威环境科学专著收录，促进了环境化学及其相关学科发展。团队获教育部自然科学一等奖，朱东强和陈威分别获得国家杰出青年基金资助，项目组成员 3 人担任 *Environ. Sci. Technol.*、*Environ. Sci. Technol. Lett.*、*Sci. Total Environ.*等环境领域重要期刊的副主编或编委，朱东强 2014-2019 连续 6 年入选 Elsevier 环境科学领域中国区高被引学者榜单。
主要完成人	朱东强 (南京大学)，陈威（南开大学），尹大强（南京大学），许昭怡（南京大学），郑寿荣（南京大学）

（完成单位）	

代表性论文（专著）目录

序号	论文（专著）名称/刊名/作者	年卷页码 （xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间 （ 年 月 日）	通讯作者 （含共同）	第一作者 （含共同）	国内作者
1	Adsorption of polar and nonpolar organic chemicals to carbon nanotubes/Environ. Sci. Technol./ Wei Chen, Lin Duan, Dongqiang Zhu	2007 年 41 卷 8295－8300 页	2007 年 12 月 1 日	朱东强	陈威	陈威、段林、朱东强
2	Amino-functionalized Fe_3O_4@SiO_2 core-shell magnetic nanomaterial as a novel adsorbent for aqueous heavy metals removal/J. Colloid Interface Sci./Jiahong Wang, Shourong Zheng, Yun Shao, Jingliang Liu, Zhaoyi Xu, Dongqiang Zhu	2010 年 349 卷 293－299 页	2010 年 9 月 1 日	许昭怡	王家宏	王家宏、郑寿荣、邵芸、刘景亮、许昭怡、朱东强
3	Mechanisms for strong adsorption of tetracycline to carbon nanotubes: A comparative study using activated carbon and graphite as adsorbents/Environ. Sci. Technol./ Liangliang Ji, Wei Chen, Lin Duan, Dongqiang Zhu	2009 年 43 卷 2322－2327 页	2009 年 4 月 1 日	朱东强	纪靓靓	纪靓靓、陈威、段林、朱东强
4	Adsorption of tetracycline and sulfamethoxazole on crop residue-derived ashes: implication for the relative importance of black carbon to soil sorption / Environ. Sci. Technol./ Liangliang Ji, Yuqiu Wan, Shourong Zheng, Dongqiang Zhu	2011 年 45 卷 5580-5586 页	2011 年 7 月 1 日	朱东强	纪靓靓	纪靓靓、万玉秋、郑寿荣、朱东强
5	Aqueous photolysis of tetracycline and toxicity of photolytic products to luminescent bacteria/ Chemosphere/Shaojun Jiao, Shourong Zheng, Daqiang Yin, Lianhong Wang, Liangyan Chen	2008 年 73 卷 377-382 页	2008 年 9 月 1 日	尹大强	焦少俊	焦少俊、郑寿荣、尹大强、王联红、陈良燕
6	Microbial extracellular polymeric substances reduce Ag^+ to silver nanoparticles and antagonize bactericidal activity/Environ. Sci. Technol./Fuxing Kang, Pedro J. Alvarez, Dongqiang Zhu	2014 年 48 卷 316-322 页	2014 年 1 月 7 日	朱东强	康福星	康福星、朱东强
7	Effect of heavy metals on the sorption of hydrophobic organic compounds to wood charcoal/Environ. Sci. Technol./Junyi Chen, Dongqiang Zhu, Cheng Sun	2007 年 41 卷 2536－2541 页	2007 年 4 月 1 日	朱东强	陈君义	陈君义、朱东强、孙成
8	Adsorption of pharmaceutical antibiotics on template-synthesized ordered micro- and mesoporous carbons/Environ. Sci. Technol./Liangliang Ji, Fengling Liu, Zhaoyi Xu, Shourong Zheng, Dongqiang Zhu	2010 年 44 卷 3116－3122 页	2010 年 4 月 15 日	郑寿荣、朱东强	纪靓靓	纪靓靓、刘凤玲、许昭怡、郑寿荣、朱东强