

# 水所在研基金项目介绍

1. 项目名称：新型电导载体强化反硝化脱氮工艺构建及胞外电子传递-反硝化功能菌协作机制研究



**负责人简介：**杜丛，博士，任职于中国环境科学研究院水生态环境研究所，主要从事水污染治理方面的研究。2017年获哈尔滨工业大学环境科学与工程博士学位，2017年-2020年在中国环境科学研究院从事博士后研究。主持国家自然科学基金青年项目1项，参与水专项、重点研发专题任务等国家重大科技任务3项。发表学术论文20余篇，以第一作者在Science of The Total Environment、Environmental Research、Environmental Science and Pollution Research等环境科学及生态学领域代表性权威杂志上发表论文8篇，授权发明专利5项。

**项目介绍：**针对当前废水深度脱氮过程中碳源不足、电子供体缺乏的问题，从发掘高效反硝化菌、调控自养反硝化功能贡献、强化反硝化过程电子传递与利用效率的角度提升反硝化作用潜力，探索强化脱氮技术新思路。本项目利用具有自发电极特性的电气石载体构建新型强化反硝化工艺，重点研究基于胞外电子传递过程的自养脱氮强化路径调控，解析新型载体系统中形成的胞外电子传递-反硝化菌协作机制，建立新型强化脱氮反硝化动力学模型。研究将基于电化学分析电气石类新型载体的电子传递能力，进而富集并构建自养反硝化与异养反硝化混合功能体系，分析不同浓度有机碳源条件下的反硝化效率，计算新型载体的电子传递过程对氮素脱除贡献；解析系统内电子传递菌与脱氮菌组成与结构，揭示胞外电子传递菌与反硝化菌的协作机制，探讨微生物在电气石表面获得电子的途径。

## 2. 项目名称：木质素酚调控堆肥腐殖质电子转移能力机制研究



**负责人简介：**赵昕宇，博士，主要从事有机固体废物处理与资源化研究。主持国家青年基金项目、国家重点研发计划子课题等4项项目，在有机固废资源定向转化与微生境调控研究取得成果；发表SCI论文50余篇，第一或通讯作者论文16篇；参与著作3部，其中1部获中国石油和化学工业优秀出版物奖图书奖一等奖（排名4）；授权中国发明专利9件；获黑龙江省科技进步二等奖、黑龙江省农业科学技术一等奖（排名5、6）；入选中国环科院首批“青年英才”培养计划。主要开展有机固废有机组分定向腐殖化调控机、堆肥过程腐殖质呼吸促进污染物生物降解过程、堆肥有机组分转化机理与定向调控理论方法研究。

**项目介绍：**项目以提升堆肥腐殖质电子转移能力为目标，通过在堆肥体系中添加不同植物组织的木质素酚单体，以木质素酚、酚氧化为醌、醌及腐殖质电子转移能力为重点研究途径，采用量子化学、基因共表达网络分析、元蛋白质组学等技术，优选以腐殖质电子转移能力为基础的木质素酚单体结构，并确定各途径中功能微生物关键代谢节点及关键酶。结合堆肥微生境因子对功能微生物，优选最佳调节因子体系。在此基础上，开展功能微生物微生境影响因子调控堆肥模拟研究，建立微生境影响因子-功能微生物-木质素酚-醌基-腐殖质电子转移能力堆肥过程调控技术体系，从而提升腐殖质电子转移能力。研究成果可为堆肥产品资源化利用提供技术支撑。

### 3. 项目名称：汉江下游水华暴发的多影响要素识别与成因机制研究



**负责人简介：**夏瑞，中国环境科学研究院水生态保护修复研究室主任，北京师范大学工学博士，副研究员，中国自然资源学会水资源专业委员会委员。近年来主持国家、省部级和国际合作等课题任务7项，编制地方水污染防治规划、水体达标方案等技术报告20余项。在河流水生态系统模拟与预测预警方面取得创新研究成果，近5年发表学术论文42篇，其中作为第一（通讯）作者在Water Research等国际水环境领域顶级期刊发表学术论文21篇（SCI论文5篇，平均IF>6），以第一完成人发表模型软件著作权10项、国际发明专利2项。核心成果荣获中国自然资源学会青年科技奖（排名第1）、环境保护科学技术二等奖（排名第3）、广西第十六次社会科学优秀成果三等奖（排名第4）。

**项目简介：**汉江是我国南水北调中线工程的重要水源地，其下游频繁发生的河流水华问题成为国内外关注的焦点。如何揭示多要素、多尺度影响下的河流型水华暴发成因和演变机制，既是国家重大需求，也是水文与生态交叉学科的重要国际前沿。项目针对高强度人类活动影响下河流水华暴发多因素识别与过程模拟预测关键科学问题，重点开展三个方面的研究：（1）通过对长期实测数据的系统分析，提出河流生态系统退化多影响要素识别与检测方法，探索汉江流域水华暴发时空特征与分异规律。（2）面向大型河流水华发生的多因子、多介质、多过程嵌套的系统耦合与解耦难题，建立具有明确物理机制的水系统预测模型，从学术上揭示汉江水华暴发的多因素内在驱动响应机制。（3）开展变化环境下的情景模拟与分析，辨识导致汉江下游水华发生的多要素组合效应与影响阈值。本研究的创新重在发展复合环境压力

下河流型水华的诊断与归因模型理论，探索提出面向流域水生态完整性保护的多学科交叉系统识别方法与实践，旨在为上游水利工程调度提供应用基础的科学支撑。

#### 4. 项目名称：土壤不同团聚体组分原位固相有机质电子转移能力对增温的影响机制



**负责人简介：**檀文炳，博士，任职于中国环境科学研究院水生态环境研究所，主要从事土壤生态与环境污染过程研究。2013年获北京大学理学博士学位。承担了多项国家级、省部级科研项目。发表学术论文60余篇、授权发明专利10余项、申请软件著作权4项、出版专著2部，获省部级科技二等奖1项。

**项目简介：**土壤有机质电子转移功能对元素生物地球化学过程具有重要影响。气候变暖会改变土壤有机质形成、转化与赋存形态，进而可能影响其电子转移能力。然而，目前关于土壤原位固相有机质电子转移能力对增温的响应机理及其在土壤不同物理组分中的异质性仍不甚清楚。本项目拟联合采用人工模拟控温与“空间换时间”的方法，基于加热电缆全土壤剖面增温实验，同时选择纬度梯度与海拔梯度的“空间”土壤集，联合土壤物理化学分组法与微生物电化学法，分析土壤不同物理组中原位有机质的电子转移能力，探究土壤有机质保护机制对其电子转移能力的影响，通过结构方程模型与多元统计分析，建立土壤原位有机质电子转移能力与土壤理化性质之间的关联，解析土壤理化性质与气候因子之间的内在关系，并基于归因分析方法研究土壤不同物理组中原位有机质电子转移能力对增温的响应机制，以期认识全球变暖背景下土壤原位固相有机质电子转移能力的演变规律提供科学依据。

## 5. 项目名称：再生水 DOM 腐殖质电子穿梭效应对地下水中 As 释放影响机制研究



**负责人简介：**贾永锋，国家环境保护地下水污染模拟与控制实验室地下水调查评估与污染识别方向负责人，中国地质大学（北京）与哥伦比亚大学联合培养博士，主要研究方向地下水次生污染、污染物自然衰减效应。主持水专项、土专项子课题 3 项，自然科学基金 1 项，获国家留学基金委访问学者项目 1 项，发表各类论文 50 余篇，授权/申请发明专利 12 项，获得省部级一等奖 1 项，编写相关政策建议获中办采纳 1 次，生态环境部部领导批示 7 次，参与水专项接续战略、国家中长期科技发展规划研究；黑龙江省地下水污染防治专家库成员，生态环境部国际组织后备人才储备库成员。

**项目简介：**针对河道再生水 DOM 入渗地下后对含水层 As 释放效应不清的现状，选择具有高 As 背景是北京潮白河再生水利用区，重点关注输入的 DOM 腐殖质电子穿梭效应对 As 释放的影响。结合野外与模拟实验，分析再生水影响下地下水 DOM 腐殖质变化特征，揭示野外条件下电子穿梭能力与 As 释放关系，明确浓度效应对电子穿梭能力的影响，探讨不同含量与性质的再生水 DOM 腐殖质对电子穿梭能力及 As 释放的影响，分析 DOM 电子穿梭效应引起 As 释放的主要作用机制。

## 6. 项目名称：用于地下水原位修复的过硫酸盐凝胶缓释材料释放性能及机理研究



**负责人简介：**杨昱，高级工程师，中国环境科学研究院硕士，中国环境科学研究院水生态环境研究所地下水污染模拟与控制重点实验室副主任。致力于地下水污染风险分级管理及污染修复技术材料研发。主持并参与“水专项”、“场地专项”、“863 计划”、环保公益项目、环保部工作类项目、“北京市科委课题”等地下水污染调查评估及污染修复方向国家及省部级项目课题 13 项。发表著作 4 部，在国内外环境领域期刊发表论文 40 余篇，授权国家及国际发明专利 20 余项，获省部级科技奖励一等奖 3 项，二等奖 2 项。

**项目介绍：**硝基苯作为地下水中典型有机污染物，具备生物累积性、高生物毒性，对地下水修复提出严峻挑战。过硫酸盐由于其在酸性、中性、碱性条件下均具有良好的氧化能力，在现阶段地下水原位修复中有了诸多成功案例。但将过硫酸盐溶液直接作为原位注入修复药剂，不可避免的会造成氧化剂的浪费和地下水的二次污染，无法对地下水污染物起到长期有效的降解效果，因此在实际工程应用中有必要采取技术手段对过硫酸盐进行缓释，以达到长期高效的运行效果。过硫酸盐凝胶材料的形成存在一个由溶胶向凝胶转变的过程，用于原位注入地下水修复技术既能够产生较大的药剂影响半径，又能够在溶胶缩合形成凝胶后实现对药剂的缓慢释放。本研究针对过硫酸盐凝胶缓释材料制备过程中组分配比及环境条件对其凝胶时间、溶胶粘度及其在含水层介质中的迁移距离的影响进行探索和研究，深入分析过硫酸盐凝胶缓释材料释放规律，建立过硫酸盐凝胶缓释材料组成配比-凝胶时间-迁移距离-释放能力耦合关系，为实际工程应用提供理论依据。

## 7. 项目名称：谷氨酸合成代谢定向调控堆肥有机氮形成偶合碳氮矿化削减机理



**负责人简介：**党秋玲，中国环境科学研究院水生态环境研究所高级工程师，北京师范大学博士。主要从事有机固体废物资源化利用、资源化产品的土壤环境效应研究。目前承担国家自然科学基金青年基金1项，重点研发计划子课题负责人，在 Journal of Hazardous Materials、Bioresource Technology、Science of the Total Environment 等国内外学术期刊发表论文20余篇，授权发明专利7项。合作成果获天津市环境保护科学技术二等奖1项。

**项目简介：**有机氮是矿质氮的源和库，与堆肥的供氮、保氮能力息息相关。因此，通过堆肥工艺和过程的调控，强化堆肥产品肥效的缓释作用，提高堆肥产品有机氮含量和生物有效性，对控制温室气体排放，从本质上提升堆肥产品肥效至关重要。本项目以谷氨酸合成代谢功能微生物和功能基因识别-限制因子确定-微生境调控-有机氮定向合成为主线，以提升堆肥产品肥效为目标，选取连通碳氮代谢的关键途径——谷氨酸合成代谢为研究对象，将堆肥过程中有机氮生物合成过程与  $N_2O$ 、 $NH_3$  和  $CO_2$  减排有机结合，通过识别谷氨酸生物合成途径中的功能微生物和关键基因，阐明限制谷氨酸生物合成的关键因子；进一步识别堆肥过程有机氮各组分转化规律、关键微生物和功能基因，揭示影响有机氮组分和含量的生物学机制；在此基础上探明关键限制因子和堆肥微环境的响应关系，最终通过有机氮生物合成的堆肥工艺过程调控，实现有机氮定向合成和碳氮矿化的同步削减。本项目研究成果可为堆肥高效土壤利用提供技术支撑，对加速实现有机肥替代化肥具有重要的理论和现实意义。

## 8. 项目名称：垃圾堆场腐殖质介导厌氧深度脱氯机制及定向调控



**负责人简介：**何小松，博士，研究员，国家环境保护地下水污染模拟与控制重点实验室副主任，主要从事固体废物处理处置及地下水污染控制研究。主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金面上项目和青年基金等科研项目和技术服务/转化课题 20 余项，成果发表 SCI 论文 105 篇，SCI 他引超过 2000 次；授权美国/中国发明专利 33 件；主/副著《垃圾填埋有机质环境行为与污染地下水管控》、《村镇有机废物堆肥及土壤利用》、《堆肥有机质演化特征及其环境效应》等著作 3 部；获省部级科技进步二等奖 4 项（排名 1、2、4、6）；是 *Chinese Chem. Lett.*、《环境卫生工程》、《腐植酸》、《中国给水排水》四个杂志编委。

**项目简介：**垃圾堆场有机氯化物浓度高、环境风险大，厌氧生物脱氯存在低氯产物累积、脱氯不彻底等问题，同时，老垃圾堆场有机质多为腐殖质，缺乏小分子活性碳源，导致垃圾填埋脱氯代谢不畅、有机氯化物大量累积。本项目面向国家垃圾堆场整治重大科技需求，选择垃圾堆场常见的六氯苯为典型有机氯化物的代表，阐明垃圾填埋有机氯化物脱氯特征与阻滞规律，分析填埋场中有机质、无机矿物、氧化还原活性无机物及微生物对脱氯的影响，确定影响脱氯的非生物和生物因素，在此基础上，构建有机氯强化脱氯耦合腐殖质矿化提供碳源技术方案，通过关键影响因子调控和场地微环境调节，强化脱氯菌胞外电子转移过程实现深度脱氯，在此基础上，搭建垃圾模拟填埋柱和小型填埋堆，通过响应曲面分析，对有机氯强化脱氯方案进行效果验证和参数优化，完善垃圾填埋有机氯强化脱氯技术参数，为强化有机氯化物降解实现垃圾堆场生态修复提供理论依据和技术支撑。

## 9. 项目名称：特大型梯级库群控制下的长江上游攀宜区磷盐过程和库群可持续调度方案研究



**负责人简介：**黄国鲜，中国环境科学研究院水生态环境研究所创新研究组组长，研究员。长期从事流域-河口系统水文水资源、泥沙运动、河道演变、水库调度、环境生态、排污解析及模型研发和计算研究。2006 获清华大学水利系博士学位和校优秀博士论文。2006-2008 年清华大学化学工程系博士后，2008-2011 年在中科院生态环境研究中心工作，助理研究员，2011-2015 在英国卡迪夫大学做访问和博士后研究，2016-2017 在青海-清华大学协同中心工作，入选青海省创新人才千人计划，2017-至今在中国环境科学研究院工作。近十年主持并完成长江水环境模型研发课题、国家自然科学基金（青年）、水利部公益性课题等 10 多项，参加并完成英国自然基金（NERC）、国家 973 和 863 等 10 多项，开发出流域、河网、水库调度及河道三维水沙、河道演变、水质和生态模型代码，这些模型在长江和永定河等得到较好应用，发表学术论文 40 多篇，获国家发明专利 4 项，软件著作权 5 项，行业奖 3 项，目前联合指导博士生 2 人、硕士生 5 人。

**项目简介：**不同驱动条件下流域营养盐过程和变化的定量求解是流域科学管理的前提之一，是当前国际前沿和热点研究方向。以建有六个特大梯级库群的长江上游干流攀枝花至宜昌区域的磷盐过程为对象，在解析区域总磷点、面源时空分布、负荷和组成基础上：1) 完善研发流域-河库系统磷盐过程模型，考虑非均匀沙对磷的吸附解吸影响；2) 重构和预测泥沙和磷过程，定量评估降雨过程和土地利用对泥沙和磷累积、流失和输出等环节的定量影响，分析磷盐变化趋势和关键驱动力；3) 分析不同调度方式对泥沙与磷的沉积、迁移和再平衡影响，在满足发电和防洪前提下，找出对泥沙和磷影响较小的调度方案。该

研究可望在定量揭示攀宜区磷盐过程控制机理、关键驱动力、流域-河库磷盐过程计算方法、特大型梯级调度影响和合理调度建议等方面取得重要的创新成果，对长江生态环境修复和保护具有重要应用价值。

## 10. 项目名称：硅化改性溶价铁原位修复地下水终卤代有机物的效能及机制研究



**负责人简介：**虞敏达，2020 年获得武汉大学工学博士学位，中国环境科学研究院博士后，主要开展地下水污染防治与修复研究，提出了基于可溶性硅酸盐调控的铁(锰)地下水修复新理念与方法，主要研究兴趣在于环境功能性材料制备与应用、难降解有机废水处理及地下水污染修复技术研发。以第一作者身份在 Environmental Science & Technology、Chemical Engineering Journal、Science of the Total Environment 等国内外期刊发表文章 12 篇，授权发明专利 8 件。主持中国博士后基金 2 项，并参与多项国家重点研发计划、国家自然科学基金项目。

**项目简介：**开发绿色高效地下水修复材料与技术，保障地下水环境安全、带动工程投资，符合我国地下水污染防控的重大需求。本项目以突破传统微米零价铁原位修复存在的反应活性低和分散稳定性差的技术瓶颈。开发基于界面硅化改性的新型铁基功能材料，构建地下水氯代有机物低残留无风险原位修复技术及优化调控。项目将系统明确硅酸根与表面铁氧化物之间的作用模式，揭示硅化壳层对有机物去除性能的影响，建立颗粒稳定性与反应活性之间的关联，探明控制其地下传递性能和修复效果的关键调控机制，为地下水中溶解相硅化改性铁污染原位修复提供技术支撑。

## 11. 项目名称：长江颗粒有机碳结构组成、转化过程与截留机制研究



**负责人简介：**吕书丛，中国环境科学研究院博士后，任职于水生态环境研究所水生态修复技术创新团队，主要从事水环境与水生态研究，重点关注流域-河流系统中生源要素的生物地球化学循环。2020年获中国科学院地理科学与资源研究所博士学位，参与国家自然科学基金、国家重点研发计划、国家重点基础研究发展计划项目（973项目）、长江生态环境保护修复联合研究（第一期）等多项科研项目并取得较好研究成果，在 *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* (IF = 6.66)、*Biogeochemistry* (IF = 4.83)、*环境科学学报* 等国内外知名刊物发表论文 10 余篇。

**项目简介：**河流有机碳是地球系统重要碳库之一，其在河道内的生物地球化学过程是全球碳循环的关键环节，显著影响河流和区域碳循环与收支。颗粒有机碳（POC）是河流有机碳的重要组成部分，但是相对于溶解有机碳，目前对流域尺度 POC 的迁移转化机制与通量的理解非常有限，人类活动引起的河流颗粒物含量显著变化对于河流有机碳特征及其迁移转化的影响也亟待评估。长江是世界级大河，在区域甚至全球的碳循环和碳收支中产生重要作用。本项目针对河流 POC 的组成与转化过程，选择长江水系主要河段，通过野外观测与室内模拟实验，研究河流 POC 的组成、来源、粒径分布等特征及其与迁移转化的关系，研究 POC 在不同光照、微生物和颗粒物条件下的降解特征，构建长江水系 POC 河道内截留的估算模型；揭示河流 POC 结构组成特征与吸附-解吸、光化学氧化、微生物异样呼吸降解等迁移转化过程之间的关系以及水文过程和生物地球化学过程如何耦合影响 POC 截留的

关键科学问题，并为进一步评估河道内 POC 降解对水气界面 CO<sub>2</sub> 释放的贡献、阐明 POC 在区域碳循环中的意义，为理解河流生态系统碳源汇估算提供理论支持，为国家相关水生态环境保护修复工作提供科学依据。

## 12. 项目名称：道路绿化缓冲带对轮胎磨损产生的微塑料阻控机制研究



**负责人简介：**王成，博士，副研究员。任职于中国环境科学研究院水生态环境研究所，主要研究方向为面源污染控制、环境功能性材料的制备及应用。目前共发表文章 7 篇，获授权发明专利 9 项，参与出版专著 2 部。作为负责人主持国家水专项子课题 1 项，承担国家自然科学基金、“973”、环保公益等科研任务 15 项。2019 年入选环科院青年科技英才计划。

**项目简介：**轮胎磨损产生的微塑料是城市面源污染控制研究的热点和难点。由于微塑料尺寸小、成分复杂，且量大面广，几乎无法从环境基质中清除，目前相关阻控机制研究较少，缺乏有效的控制手段。本项目拟在北京郊区选取一段典型的公路，通过野外调查，分析轮胎磨损产生的微塑料在路面、径流、缓冲带土壤及植被表面等环境介质中浓度、尺寸和成分的差异，研究其在多环境介质中的迁移转化规律；开展室内模拟分析，系统研究路边绿化缓冲带各要素（植被类型、土壤土质、缓冲带坡度和宽度等）与微塑料本身特性（尺寸、表面特性等）之间的相互作用原理探究多因素耦合作用对缓冲带截留微塑料效率的影响以及阻控机制，识别主要阻控因素及各因素之间的相互影响机制。预期成果将为城市面源微塑料污染控制提供借鉴与参考。

### 13. 项目名称：基于源汇过程-灰水足迹模拟的鄱阳湖流域磷污染动力机制及调控



**负责人简介：**杨中文，北京师范大学工学博士、美国加州大学欧文分校访问学者，中国环境科学研究院水生态环境研究所副研究员，现挂任河北雄安新区安新县安新镇副镇长。主要从事流域水生态环境模拟与优化调控技术研究，主持“十三五”国家重大水专项子课题、中国工程院重大咨询项目专题等科研项目5项，构建了流域“水陆一体”数值模拟技术，突破了水生态承载力评估诊断与模拟调控关键技术、基于流域系统性的灰水足迹模拟评价技术方法等，自主开发水生态环境调控系统模型（HECCERS\_V1.0）。近5年，发表中英文学术论文近20篇，其中在国际顶级期刊发表SCI论文7篇，申请发明专利10余项（授权6项），授权软件著作权3项，形成专著1部、技术指南和政策建议4项。获省部级三等奖1项（排名3/21），入选中国环境科学研究院第一批青年科技英才培养计划。

**项目简介：**鄱阳湖流域总磷污染问题突出，严重制约长江大保护和地区可持续发展。灰水足迹为水环境管理提供了新视角，已成为水科学研究热点之一，但仍需深入探究流域系统灰水足迹的产排污驱动机制和可持续性调控路径方法，以期支撑流域水污染科学防控。面向国家需求和学术前沿，本研究以鄱阳湖流域为研究区，基于磷污染源汇过程、河湖关系，建立流域多污染源灰水足迹模拟模型，提出基于析因设计和脱钩理论的灰水足迹可持续性模拟优化路径方法，构建湖泊型流域灰水足迹模拟与调控系统模型；从宏观产业经济和污染源产排污层面，深入解析灰水足迹变化驱动力，揭示鄱阳湖流域总磷污染演变动力机制；定量评估流域灰水足迹调控潜力，模拟优化灰水足

迹可持续性调控情景方案，构建鄱阳湖流域总磷污染调控模式。本研究有助于拓展灰水足迹驱动效应解析与定量调控理论方法，对流域水污染防治及经济可持续发展具有重要理论及现实意义。