



文章栏目：“水中污染物非均相分离与控制”专题

DOI 10.12030/j.cjee.202102040 中图分类号 X52 文献标识码 A

刘锐平. 水中污染物非均相分离与控制原理[J]. 环境工程学报, 2021, 15(3): 765-766.

LIU Ruiping. Principle of heterogeneous separation and control of pollutants in water[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2021, 15(3): 765-766.

水中污染物非均相分离与控制原理

刘锐平^{1,2,3}

1. 清华大学环境学院, 清华大学水质与水生态研究中心, 北京 100084
2. 中国科学院生态环境研究中心, 中国科学院饮用水科学与技术重点实验室, 北京 100085
3. 《环境工程学报》青年学术委员会, 北京 100085

作者简介: 刘锐平(1978—), 男, 博士, 教授。研究方向: 水污染控制原理与高效技术。E-mail: rlpliu@tsinghua.edu.cn

非均相微界面过程广泛存在于天然水化学、水污染形成及水质净化中。环境微界面是影响污染物转移转化的最基本要素之一, 污染物的非均相微界面作用过程也是认识和解决环境问题的重要基础^[1]。深刻认识上述过程对于水体污染防治、水中污染物净化、水生态系统健康具有重要意义。

环境微界面过程往往涉及水中颗粒粒径极小的细微颗粒物, 所发生的反应一般为非均相过程, 污染物的转移和转化也通常发生在界面间^[1]。在现代环境水质科学范畴内, 水体颗粒物包括了所有粒度大于 1 nm 的微粒实体^[2], 且广泛存在于天然水体、城市景观水体、城市污水、工业废水、油气田采出液等各种体系。上述颗粒物大小不同、组成多样、成分复杂, 属于典型的非均相介质。此外, 颗粒物本身是污染物, 同时由于其比表面大、活性位点丰富、界面异质性、热力学非稳态等特性而成为重金属、微量有毒化学品、氮磷生源要素、微生物、藻细胞等大量污染物的赋载体^[2], 这进一步放大了颗粒物的非均相特征和污染特性。多种污染物在颗粒物表面共存, 可能通过联合毒作用而表现出复合污染效应^[3], 且相对于水溶液中的污染物, 其去除难度往往更大。因此, 水中颗粒物去除作为水质净化与污染控制的重要目标, 几乎存在于所有水处理工艺中。这一目标的实现, 不仅仅表现为表观浑浊度的降低, 更为重要的是大量黏附、吸持在颗粒物表面的污染物去除和水质风险控制, 并且可为后续单元过程水质净化功能的实现提供重要基础。

绝大多数水质净化目标都依托非均相微界面过程得以实现。污染控制或环境治理技术都是基于界面过程而建立和发展的, 污染治理技术效能和作用的强化, 也依赖于对环境微界面过程的深入认识^[1]。水体中颗粒物之间时刻发生着复杂的碰撞、聚集、破碎、再稳定等物理化学过程, 以及微生物黏附、繁殖和凋亡等微生物过程, 而物理化学与微生物过程的协同和相互作用使得颗粒物界面性质更为复杂。在天然或水处理等体系中, 水体颗粒物表面发生着吸附-解吸、凝聚-絮凝、氧化-还原、渗透-过滤、扩散-迁移等复杂的界面转化迁移过程^[2]。对上述过程的深刻认识、定量表达、定向强化和有序调控, 将有助于构造水中颗粒物(以及其上赋存的污染物)高效去除的关键技术、工艺方法和反应器。

非均相分离是去除水中污染物的重要手段和核心单元。水中污染物去除策略一般可分为转移

分离和转化降解, 将非均相颗粒物从水中分离出来可减少化学药剂投加、避免转化副产物生成, 且相对于化学氧化降解等工艺而言可显著降低成本。对于天然水体、城市受污染水体、工业废水中的亚稳态颗粒物介质, 其去除往往需要投加絮凝剂, 利用高价阳离子使水中的稳定性胶体电中和脱稳, 再通过絮凝、固液分离等工艺单元实现颗粒物去除。上述过程同时伴随着水中溶解性污染物转化为颗粒态污染物, 从而使得污染物去除种类、效果得到有效拓展提升, 且在最佳反应和水力条件下可以获得更佳的处理效果。根据颗粒物特性、水质净化目标和应用场景需求等, 国内外发明发展了气浮-沉淀、磁加载混凝、超磁分离、加砂高速沉淀、膜分离等固液分离技术, 开发了实现上述过程的适配反应器和集成工艺。此外, 对于油气田采出液等包含油、气、水、砂等复杂非均相介质的非稳态体系, 往往可通过构造适合气泡或油滴聚集、颗粒碰撞、砂粒沉降的反应器, 利用物理手段实现非均相介质的分离和去除。

基于上述认识, 《环境工程学报》编辑部组织了“水中污染物非均相分离与控制”专题, 邀请国内在该领域有长期研究、技术开发和工程实践经历的研究团队撰稿, 从不同角度较系统地介绍了相关研究和工程应用成果, 以期为该领域技术创新、行业进步提供参考。



刘锐平, 清华大学环境学院教授, 博士生导师, 国家杰出青年基金获得者。长期从事水污染控制原理与高效技术研究。重点在饮用水水质净化与风险控制原理、典型行业废液处置与资源化、污泥资源化与风险控制等方向开展工作, 实现了以解决实际水质难题为目标的基础研究与工程应用有机结合。技术成果已应用于数十项重要工程, 开创了多项工程先例。主持国家基金委、科技部以及国际合作、企业横向等项目 20 余项, 发表论文 120 余篇。

参 考 文 献

- [1] 曲久辉, 贺泓, 刘会娟. 典型环境微界面及其对污染物环境行为的影响[J]. *环境科学学报*, 2009, 29(1): 2-10.
- [2] 汤鸿霄. 环境纳米污染物与微界面水质过程[J]. *环境科学学报*, 2003, 23(2): 146-155.
- [3] SCHWARZENBACH R P, ESCHER B I, FENNER Kathrin, et al. The challenge of micropollutants in aquatic systems[J]. *Science*, 2006, 313(5790): 1072-1077.

(责任编辑: 靳炜)