

## 地下水系统中的新污染物

刘 菲

$\text{\$}\{\text{article.titleEn}\}$

在线阅读 View online: [http://www.jhyqy.com.cn/article/shaid/\text{\\\$}\{\text{metaArticle.articleId}\}](http://www.jhyqy.com.cn/article/shaid/\text{\$}\{\text{metaArticle.articleId}\})

## 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

### 半干旱地区地表-地下水系统水热运移与裸土蒸发研究

Hydrothermal transfer and bare soil evaporation in surface-groundwater systems in semi-arid areas

马稚桐, 王文科, 赵明, 黄金廷, 卢艳莹, 侯昕悦, 王一 水文地质工程地质. 2021, 48(4): 7-14

### 高盐强酸性地下水中复合苯系污染物原位芬顿氧化实验研究

In-situ Fenton oxidation experiment of compound benzene pollutants in high salt and strong acid groundwater

郭威, 袁放, 张佳, 谢斌, 冯学洋, 陈鸿汉 水文地质工程地质. 2021, 48(2): 182-189

### 基于FEFLOW的三维土壤-地下水耦合铬污染数值模拟研究

Numerical simulation of three-dimensional soil-groundwater coupled chromium contamination based on FEFLOW

刘玲, 陈坚, 牛浩博, 李璐, 殷乐宜, 魏亚强 水文地质工程地质. 2022, 49(1): 164-174

### 某氨氮污染地下水体抽出-处理系统优化模拟研究

Simulation and optimization of a pumping and treating system for the remediation of ammonia polluted groundwater

王平, 韩占涛, 张海领, 孔贝贝, 张鑫馨 水文地质工程地质. 2020, 47(3): 34-43

### 乙醇对过硫酸盐氧化地下水中苯系物的影响

Effect of ethanol on persulfate oxidation of BTEX in groundwater

韦延梅, 陈余道, 吴圣华, 孟伟 水文地质工程地质. 2019, 46(6): 142-148

### 地下水典型非水相液体污染运移模拟的尺度提升研究

$\text{\$}\{\text{suggestArticle.titleEn}\}$

陈梦佳, 吴剑锋, 孙晓敏, 林锦, 吴吉春 水文地质工程地质. 2020, 47(1): 11-18



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

## 特邀主编致读者

● 刘 菲

### 地下水系统中的新污染物

新污染物是具有生物毒性、环境持久性、生物累积性等特征,对生态环境或人体健康存在较大风险,但尚未纳入管理或现有管理措施不足的有毒有害化学物质,相对传统已经被监管的污染物而言较“新”。据生态环境部的报道,目前国际上被广泛关注的新污染物主要分为 4 大类:抗生素、内分泌干扰物、微塑料及持久性有机污染物。2022 年,国务院办公厅印发了《新污染物治理行动方案》,指明了今后新污染物治理的方向。该方案展现了中国积极参与全球环境治理的决心,对建设美丽中国和共建地球生命共同体具有重要意义。

地下水是重要的淡水资源,提供了全球近 50% 人口的生活用水和 38% 的农田灌溉用水,在保证居民生活用水、社会经济发展和生态环境平衡等方面发挥着不可替代的作用,而我国地下水资源量仅占全国水资源总量的 32%。近几十年来,我国地下水中新污染物时有检出。例如由于中国是全球最大的抗生素生产国和使用国,且畜牧养殖与污水处理厂排放的抗生素可通过土壤中淋溶、沉积物渗滤以及地表水与地下水交换等方式进入地下水系统。科研工作者们已开展地下水抗生素污染研究,在中国北方和西南采集的浅层地下水样品中,分析的 35 种抗生素中有 34 种抗生素检出,74 口监测井中有 72 口井至少检出 2 种抗生素。抗生素的检出率 4% 至 70% 不等,有 9 种抗生素的最大检出浓度超过了 100 ng/L,对地下水系统中的微生物群落造成选择压力。在防护性能较差的西南岩溶地区,氧氟沙星的检出水平高达每升微克数量级,已有研究表明在每升纳克到微克数量级水平的抗生素能对地下水微生物的元素循环过程产生不利影响,例如每升纳克数量级的磺胺甲噁唑能抑制地下水微生物反硝化过程,增加温室气体  $N_2O$  的生成量和亚硝酸盐的积累量。针对地下水系统中新污染物的环境问题,为探讨新污染物在地下水系统中赋存形态、迁移与转化规律及对环境微生物的毒性,本刊组织了“地下水新污染物”专栏。

再生水利用和养殖业引起的抗生素污染常与硝酸盐共存,微生物反硝化过程是地下水中硝酸盐最重要的脱氮形式,因此,需深入研究抗生素对地下水中硝酸盐反硝化过程的影响,以综合解析地下水硝酸盐浓度升高的原因,《地下水系统中的抗生素对反硝化的影响研究进展》综述了地下水系统中抗生素的解离/络合形态、吸附形式、水解与微生物降解产物等存在形式,并从反硝化微生物群落、功能酶的种类与活性、功能基因丰度以及微生物抗生素抗性基因产生与传播途径的角度阐释了抗生素对反硝化过程的抑制机制。抗生素、赤霉酸、全氟及多氟烷基化合物(PFAS)等新污染物在地下水系统中广泛分布,它们在地下水系统中赋存形态、迁移与转化规律,对微生物的毒性及其原位处理技术已成为近年来的研究热点。为探明抗生素在不同类型含水层中的污染特征及主控因素,识别含水层中抗生素污染的指示因子,《不同类型含水层中的抗生素污染特征及成因研究》在松嫩平原、华北平原和西南岩溶区的结果表明水文地质条件是造成岩溶与

孔隙含水层的抗生素污染差异的主控因素, 抗生素的排放强度是造成不同地区孔隙含水层间差异的主要原因。氧氟沙星、洛美沙星等手性抗生素的不同异构体对微生物的毒性存在差别, 深入探究手性抗生素在包气带中的分布情况和迁移转化规律是对其进行污染控制的关键, 《包气带中手性抗生素的环境行为研究进展》梳理了国内外土壤、水体和农产品中手性抗生素的检出情况, 阐述了手性抗生素在吸附、络合、转化、生物降解过程中的差异。PFAS 前体物质是环境中许多 PFAS 的间接来源, 其生物学毒性已被证实。深入探究 PFAS 前体物质在不同环境介质中的迁移转化规律是实现 PFAS 污染控制的关键, 《全氟及多氟烷基化合物前体物质在环境中迁移与转化行为研究进展》综述了 PFAS 前体物质的赋存特征及在环境介质中的迁移和转化行为, 在迁移过程中, 水体是 PFAS 前体物质污染主要的载体, 土壤、悬浮颗粒物和沉积物主要起滞留作用, 在滞留和迁移过程中常伴随转化行为, 可生成更稳定的 PFAS。赤霉酸是一种施用范围广、用量大的微毒农药, 其自然衰减过程受到间歇性灌溉引起的土壤含水率变化的影响, 《不同含水率条件下土壤中赤霉酸自然衰减规律研究》系统研究了不同含水率条件下土壤中赤霉酸的自然衰减规律, 分析了土壤微生物对赤霉酸自然衰减过程的影响, 定性识别了赤霉酸自然衰减产物, 该研究有助于进一步理解农业生产过程土壤中赤霉酸的环境行为, 并为其环境毒性及潜在风险评估与管控提供数据支撑。高氯酸盐是一种新的持久性污染物, 干扰人体甲状腺的正常功能, 其分子量小、扩散快、稳定性高, 普遍存在于环境中, 特别是在烟花生产和燃放较为密集的地区检出浓度较高, 《硫磺强化高氯酸盐衰减的柱试验研究》考察了铁及铁氧化物、地下水基质、硝酸盐对硫磺强化高氯酸盐衰减过程的影响, 其结果表明了硫磺具有强化高氯酸盐衰减的能力, 具备作为渗透反应格栅的反应介质原位修复高氯酸盐的潜力。在众多去除手段中, 铁基生物炭活化强化氧化剂是一种高效、廉价的原位去除抗生素方法, 铁的含量、价态和负载情况是影响催化活性的关键因素, 《铁基生物炭活化过硫酸盐非自由基途径主导高效降解诺氟沙星》针对土壤中的典型抗生素诺氟沙星, 系统研究了铁基生物炭热解温度和生物质粒径对诺氟沙星的高效去除能力的影响, 采用批实验获得了不同铁基生物炭对诺氟沙星的降解效率和能力, 通过自由基淬灭实验并结合多种表征探讨了诺氟沙星降解的关键机制。该研究构建的催化氧化体系对诺氟沙星降解效率高, 对环境 pH 适应性强, 二次污染风险低, 有望用于土壤中诺氟沙星类污染的修复。

新污染物环境风险是世界各国共同面对的环境问题, 特别是新污染物在地下水中的污染途径具有隐蔽性、种类具有复合性、过程具有复杂性、效应具有滞后性, 与地表水相比其防治难度更大。2020 年 6 月, 中国科协发布了十大前沿科学问题, 其中之一就是“新污染物治理面临何种问题和挑战? ”。今后这个研究领域需要(1)定量识别新污染物在地下水系统的存在形式, 探明新污染物含水层中的污染特征及主控因素;(2)查明新污染物母体及产物在地下水系统中的迁移、转化规律;(3)准确评估新污染物在地下水系统的环境毒性, 特别是对碳、氮、磷等元素的地球化学微生物循环的影响;(4)研发新污染物的原位和异位防控方法, 为新污染物治理提供技术支撑。这期专栏中的几篇文章仅仅做了一些有益探索, 以期抛砖引玉, 以飨读者。

(作者系中国地质大学(北京)水资源与环境学院教授, 本刊编委)