



Q K 2 2 3 7 1 1 6

万方知库
Eco-Environmental
Knowledge Web

环境科学

ENVIRONMENTAL SCIENCE

ISSN 0250-3301 CODEN HCKHDV

HUANJING KEXUE

2000~2018年我国大气重金属沉降通量时空变化特征

陈其永, 郜允兵, 倪润祥, 潘瑜春, 阎跃观, 杨晶, 刘孝阳, 顾晓鹤



■ 主办 中国科学院生态环境研究中心

■ 出版 科学出版社



2022年9月

第43卷 第9期

Vol.43 No.9

目 次

2000~2018 年我国大气重金属沉降通量时空变化特征	陈其永, 郇允兵, 倪润祥, 潘瑜春, 阎跃现, 杨晶, 刘孝阳, 顾晓鹤 (4413)
面向二/三维城市形态指标的 PM _{2.5} 浓度调控模拟	李莎, 邹滨, 刘宁, 冯微微, 陈军, 张鸿辉 (4425)
减排背景下成都大气 PM _{2.5} 碳质组分特征	陈璐瑶, 于阳春, 黄小娟, 董贵明, 张军科 (4438)
青岛秋冬季 PM ₁₀ 中金属元素污染特征及健康风险评估	刘子杨, 张宜升, 张厚勇, 马子珍, 陶文鑫, 王娇, 薛莲, 彭倩倩, 杜金花, 赵娇娇, 彭亮, 孙英杰 (4448)
港口地区大气 PM _{2.5} 中多环芳烃污染特征及来源分析	王鹏程, 杨凌霄, 别淑君, 黄琦, 齐安安, 虞雄, 王滢铭, 徐鹏, 张天琪, 王文兴 (4458)
天津市冬季道路颗粒物粒径分布及来源解析	张国涛, 殷宝辉, 白雯宇, 郭丽瑶, 王智宇, 张楠, 郑镇森, 张利文, 杨文, 韩斌, 白志鹏 (4467)
北京市生物源一次气溶胶浓度变化特征及影响因素	梁林林, 刘畅, 刘旭艳, 徐婉筠, 张根, 程红兵, 刘雨思 (4475)
北京市城区夏季 VOCs 变化特征分析与来源解析	孟祥来, 孙扬, 廖婷婷, 张琛, 张成影 (4484)
东莞工业集中区夏季臭氧污染与非污染期间 VOCs 组分特征及其来源	周振, 肖林海, 费蕾蕾, 余纬, 林满, 黄筠钧, 张智胜, 陶俊 (4497)
生活垃圾填埋场恶臭污染的时空变化与膜阻隔效果	何晶晶, 李健晨, 吕凡, 章骅, 邵立明 (4506)
不同年份太湖水域全氟化合物健康风险源解析对比	武婷, 孙善伟, 樊境朴, 鲁富蕾, 郭昌胜, 徐建 (4513)
沱江流域典型及新兴全氟/多氟化合物的污染特征及来源解析	宋娇娇, 汪艺梅, 孙静, 方淑红 (4522)
白洋淀不同类型水体表层沉积物重金属的赋存形态及风险	许梦雅, 张超, 单保庆, 刘操 (4532)
喹诺酮类抗生素在城市典型水环境中的分配系数及其主要环境影响因子	剧泽佳, 付雨, 赵鑫宇, 陈慧, 宋圆梦, 赵波, 张纪媛, 卢梦淇, 崔建升, 张璐璐 (4543)
石家庄地下水喹诺酮类抗生素生态风险及其与环境因子的相关性	陈慧, 剧泽佳, 赵鑫宇, 付雨, 崔建升, 张璐璐 (4556)
不同淹水环境下湖泊沉积物 DOM 的特征与来源	陈佳, 李忠武, 金昌盛, 文佳骏, 聂小东, 王磊 (4566)
晋城市沁河流域秋季浮游植物群落结构特征及其与环境因子的关系	高梦蝶, 李艳粉, 李艳利, 孙昂, 田爽, 张春晖, 耿亚平, 李林霞 (4576)
不同配置绿色屋顶径流水质特征及综合评价	章孙逊, 张守红, 闫婧, 王任重远, 杨航 (4587)
紫外活化过硫酸盐降解磷酸氯喹	李阳, 许玻琇, 邓琳, 罗伟 (4597)
微气泡臭氧氧化预处理实际制药废水去除 SS 和有机物性能	刘春, 陈蕊, 张静, 杨旭, 陈晓轩, 郭延凯, 武明泽, 庞勃 (4608)
废水排放对近海环境中抗生素抗性基因和微生物群落的影响	陈嘉瑜, 苏志国, 姚鹏城, 黄备, 张永明, 温东辉 (4616)
生物炭和秸秆还田对微咸水滴灌棉田土壤真菌群落结构多样性的影响	郭晓雯, 陈静, 鲁晓宇, 李远, 陶一凡, 闵伟 (4625)
有机物料投入对喀斯特地区土壤磷素赋存形态与含 <i>phoD</i> 基因细菌群落的影响	夏鑫, 乔航, 孙琪, 刘坤平, 陈香碧, 何寻阳, 胡亚军, 苏以荣 (4636)
煤矿矿区复垦植被类型对土壤微生物功能基因和酶活的影响	宁岳伟, 刘勇, 张红, 李君剑 (4647)
生物炭施用对黄壤土壤养分及酶活性的影响	袁访, 李开钰, 杨慧, 邓承佳, 梁红, 宋理洪 (4655)
黄河源区斑块化退化高寒草甸土壤细菌群落多样性变化	孙华方, 李希来, 金立群, 赵玉蓉, 李成一, 张静, 宋梓涵, 苏晓雪, 刘凯 (4662)
模拟氮沉降对三江平原小叶章湿地土壤微生物碳源利用能力的影响	翁晓虹, 隋心, 李梦莎, 刘胤男, 张荣涛, 杨立宾 (4674)
石家庄市土壤中喹诺酮类抗生素空间分布特征及其与微生物群落相关性	赵鑫宇, 剧泽佳, 陈慧, 付雨, 宋圆梦, 赵波, 张纪媛, 卢梦淇, 崔建升, 张璐璐 (4684)
典型氧化还原环境中微塑料表面的微生物群落组成特征与构建机制	龚志伟, 马杰, 苏趋, 林亚楠, 董鑫磊, 周立昌, 王宗平, 郭刚 (4697)
作物秸秆材料处理养殖废水中氮的周年去除效果及其对氮循环微生物丰度的影响	刘铭羽, 夏梦华, 蒋磊, 彭健, 陈坤, 赵聪芳, 李希, 孟岑, 曾睿, 王栋, 李裕元, 吴金水 (4706)
不同外碳源对尾水极限脱氮性能及微生物群落结构的影响	王伟, 赵中原, 张鑫, 由志鹏, 黄子晋, 彭永臻 (4717)
总氮提标改造工程的微生物群落结构分析	李海松, 王柯丹, 陈晓蕾, 阎登科, 许子聪, 胡培基 (4727)
IFAS 工艺处理南方低碳源污水的泥膜微生物互作规律分析	赫俊国, 江伟勋, 何卓义, 刘新平, 吴世华, 储昭瑞, 冯杰 (4736)
黄土高原土地利用方式对微塑料丰度和形态分布的影响	郝永丽, 胡亚鲜, 白晓雄, 郭胜利 (4748)
南方丘陵区土壤重金属含量、来源及潜在生态风险评价	王玉, 辛存林, 于爽, 薛红蕾, 曹鹏, 孙平安, 刘凡 (4756)
兰州市耕地“五毒”重金属的风险评价与归因分析	张利瑞, 彭鑫波, 马延龙, 康乐, 张妍娥, 王泉灵, 张松林 (4767)
石家庄市栾城区农田土壤重金属分布特征及作物风险评价	孟晓飞, 郭俊梅, 杨俊兴, 郑国砥, 陈同斌, 刘杰 (4779)
典型城市土壤中重金属锑(Sb)的含量分布特征及风险评价	沈城, 叶文娟, 钱诗颖, 吴健, 朱旭东, 王敏 (4791)
有色金属矿业城市典型村镇土壤重金属污染评价及来源解析	汪峰, 黄言欢, 李如忠, 吴鸿飞 (4800)
柠檬酸及刈割强化象草修复镉污染土壤的效应	唐棋, 伍港繁, 辜娇峰, 周航, 曹鹏, 廖柏寒 (4810)
稻田落干过程神甲基化效率变化与关键影响因素分析	张明, 李令仪, 文娟, 曹希柏, 苏世鸣 (4820)
外源茉莉酸对水稻幼苗根系神积累及抗逆应答效应	李颜, 黄益宗, 保琼莉, 黄永春, 张盛楠 (4831)
秸秆还田配施化肥对土壤养分及冬小麦产量的影响	宋佳杰, 徐都阳, 白金泽, 于琦, 程伯豪, 冯永忠, 任广鑫 (4839)
冬季绿肥对黄土高原旱作春玉米农田土壤温室气体排放的影响	张少宏, 王俊, 方震文, 付鑫 (4848)
庞泉沟自然保护区土壤呼吸空间分异性影响因素探测	李晓敏, 严俊霞, 杜自强, 王琰 (4858)
小型养殖塘水体中 CH ₄ 、CO ₂ 和 N ₂ O 浓度的时空变化特征及影响因素	石婕, 张弥, 邱吉丽, 万梓文, 赵若男, 谢燕红, 陈明健, 赵佳玉, 肖薇, 刘寿东 (4867)
丁基黄药对选矿区土壤吸附铅镉的影响	胡志浩, 郭朝晖, 冉洪珍, 肖细元, 彭驰, 李钰滢 (4878)
秸秆生物炭吸附对乙酰氨基酚的机制及其位能分布特征	商岑尧, 顾若婷, 张强, 谢慧芳, 王冰玉 (4888)
黄土高原地区生态脆弱性时空变化及其驱动因子分析	张良侠, 樊江文, 张海燕, 周德成 (4902)
植物促生菌在重金属生物修复中的作用机制及应用	马莹, 王玥, 石孝均, 陈新平, 李振轮 (4911)
《环境科学》征订启事 (4512) 《环境科学》征稿简则 (4735) 信息 (4696, 4790, 4887)	

CONTENTS

Temporal and Spatial Variation Characteristics of Heavy Metal in Atmospheric Deposition in China from 2000 to 2018 CHEN Qi-yong, GAO Yun-bing, NI Run-xiang, *et al.* (4413)

Simulation of PM_{2.5} Concentration Based on Optimized Indexes of 2D/3D Urban Form LI Sha, ZOU Bin, LIU Ning, *et al.* (4425)

Characteristics of Carbonaceous Species in PM_{2.5} in Chengdu Under the Background of Emission Reduction CHEN Lu-yao, YU Yang-chun, HUANG Xiao-juan, *et al.* (4438)

Characteristics and Health Risk Assessment of Trace Elements in Atmospheric PM₁ During Autumn and Winter in Qingdao LIU Zi-yang, ZHANG Yi-sheng, ZHANG Hou-yong, *et al.* (4448)

Pollution Characteristics and Source Analysis of Atmospheric PM_{2.5}-bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in a Port Area WANG Peng-cheng, YANG Ling-xiao, BIE Shu-jun, *et al.* (4458)

Size Distribution and Source Apportionment of Road Particles During Winter in Tianjin ZHANG Guo-tao, YIN Bao-hui, BAI Wen-yu, *et al.* (4467)

Characteristics and Impact Factors of Number Concentration of Primary Biological Aerosol Particles in Beijing LIANG Lin-lin, LIU Chang, LIU Xu-yan, *et al.* (4475)

Characteristic Analysis and Source Apportionment of VOCs in Urban Areas of Beijing in Summer MENG Xiang-lai, SUN Yang, LIAO Ting-ting, *et al.* (4484)

Characteristics and Source Apportionment of Volatile Organic Compounds (VOCs) in a Typical Industrial Area in Dongguan During Periods of Ozone and Non-ozone Pollution in Summer ZHOU Zhen, XIAO Lin-hai, FEI Lei-lei, *et al.* (4497)

Temporal and Spatial Variation in Odor Pollution and Membrane Barrier Effect in Municipal Solid Waste Landfill HE Pin-jing, LI Jian-chen, LÜ Fan, *et al.* (4506)

Comparison of Health Risk from Sources of Perfluoroalkyl Substances in Taihu Lake for Different Years WU Ting, SUN Shan-wei, FAN Jing-pu, *et al.* (4513)

Pollution Characteristics and Source Apportionment of Typical and Emerging Per- and Polyfluoroalkylated Substances in Tuojiang River Basin SONG Jiao-jiao, WANG Yi-mei, SUN Jing, *et al.* (4522)

Speciation and Risk of Heavy Metals in Surface Sediments of Different Types of Water Bodies in Baiyangdian Lake XU Meng-ya, ZHANG Chao, SHAN Bao-qing, *et al.* (4532)

Distribution Coefficient of QNs in Urban Typical Water and Its Main Environmental Influencing Factors JU Ze-jia, FU Yu, ZHAO Xin-yu, *et al.* (4543)

Ecological Risk Assessment of Quinolones Antibiotics and the Correlation Analysis Between QNs and Physical-Chemical Parameters in Groundwater, Shijiazhuang City CHEN Hui, JU Ze-jia, ZHAO Xin-yu, *et al.* (4556)

Characteristics and Sources of DOM in Lake Sediments Under Different Inundation Environments CHEN Jia, LI Zhong-wu, JIN Chang-sheng, *et al.* (4566)

Characteristics of Phytoplankton Community Structure and Their Relationships with Environmental Factors in Autumn in Qinhe River Basin of Jincheng Region GAO Meng-die, LI Yan-fen, LI Yan-li, *et al.* (4576)

Integrated Assessment of Runoff Quality from Green Roofs with Different Configurations ZHANG Sun-xun, ZHANG Shou-hong, YAN Jing, *et al.* (4587)

Degradation of Chloroquine Phosphate by UV-activated Persulfate LI Yang, XU Bo-hui, DENG Lin, *et al.* (4597)

Removal Performance of Suspended Solid (SS) and Organic Compounds in the Pre-treatment of Actual Pharmaceutical Wastewater by Microbubble Ozonation LIU Chun, CHEN Rui, ZHANG Jing, *et al.* (4608)

Effects of Wastewater Discharge on Antibiotic Resistance Genes and Microbial Community in a Coastal Area CHEN Jia-yu, SU Zhi-guo, YAO Peng-cheng, *et al.* (4616)

Effects of Biochar and Straw Returning on Soil Fungal Community Structure Diversity in Cotton Field with Long-term Brackish Water Irrigation GUO Xiao-wen, CHEN Jing, LU Xiao-yu, *et al.* (4625)

Effects of Organic Materials on Phosphorus Fractions and *phoD*-harboring Bacterial Community in Karst Soil XIA Xin, QIAO Hang, SUN Qi, *et al.* (4636)

Effects of Different Vegetation Types on Soil Microbial Functional Genes and Enzyme Activities in Reclaimed Coal Mine NING Yue-wei, LIU Yong, ZHANG Hong, *et al.* (4647)

Effects of Biochar Application on Yellow Soil Nutrients and Enzyme Activities YUAN Fang, LI Kai-yu, YANG Hui, *et al.* (4655)

Changes in Soil Bacterial Community Diversity in Degraded Patches of Alpine Meadow in the Source Area of the Yellow River SUN Hua-fang, LI Xi-lai, JIN Li-qun, *et al.* (4662)

Effects of Simulated Nitrogen Deposition on Soil Microbial Carbon Metabolism in *Calamagrostis angustifolia* Wetland in Sanjiang Plain WENG Xiao-hong, SUI Xin, LI Meng-sha, *et al.* (4674)

Spatial Distribution of Quinolone Antibiotics and Its Correlation Relationship with Microbial Community in Soil of Shijiazhuang City ZHAO Xin-yu, JU Ze-jia, CHEN Hui, *et al.* (4684)

Composition Characteristics and Construction Mechanism of Microbial Community on Microplastic Surface in Typical Redox Environments GONG Zhi-wei, MA Jie, SU Qu, *et al.* (4697)

Annual Nitrogen Removal Efficiency and Change in Abundance of Nitrogen Cycling Microorganisms in Swine Wastewater Treated by Crop Straw Materials LIU Ming-yu, XIA Meng-hua, JIANG Lei, *et al.* (4706)

Effects of External Carbon Sources on Ultimate Nitrogen Removal Performance and Microbial Community in Secondary Effluent Treating Process WANG Wei, ZHAO Zhong-yuan, ZHANG Xin, *et al.* (4717)

Microbial Community Structure of Activated Sludge for Total Nitrogen Upgrading Project LI Hai-song, WANG Ke-dan, CHEN Xiao-lei, *et al.* (4727)

Analysis of Microbial Interaction Law of Mud Membrane in IFAS Process for Treating Low Carbon Source Sewage in South China HE Jun-guo, JIANG Wei-xun, HE Zhuo-yi, *et al.* (4736)

Abundances and Morphology Patterns of Microplastics Under Different Land Use Types on the Loess Plateau HAO Yong-li, HU Ya-xian, BAI Xiao-xiong, *et al.* (4748)

Evaluation of Heavy Metal Content, Sources, and Potential Ecological Risks in Soils of Southern Hilly Areas WANG Yu, XIN Cun-lin, YU Shi, *et al.* (4756)

Risk Assessment and Attribution Analysis of "Five Toxic" Heavy Metals in Cultivated Land in Lanzhou ZHANG Li-rui, PENG Xin-bo, MA Yan-long, *et al.* (4767)

Distribution Characteristics and Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Farmland Soils and Crops in Luancheng, Shijiazhuang City MENG Xiao-fei, GUO Jun-mei, YANG Jun-xing, *et al.* (4779)

Distribution Characteristics and Risk Assessment of Antimony in Typical Urban Soil SHEN Cheng, YE Wen-juan, QIAN Shi-ying, *et al.* (4791)

Contamination Assessment and Source Apportionment of Soil Heavy Metals in Typical Villages and Towns in a Nonferrous Metal Mining City WANG Feng, HUANG Yan-huan, LI Ru-zhong, *et al.* (4800)

Effect of Citric Acid and Mowing on Enhancing the Remediation of Cadmium Contaminated Soil by Napier Grass (*Pennisetum purpureum* Schum) TANG Qi, WU Gang-fan, GU Jiao-feng, *et al.* (4810)

Arsenic Methylation Efficiency Changes During Paddy Soil Drying and Its Key Influencing Factors Analysis ZHANG Yue, LI Ling-yi, WEN Jiong, *et al.* (4820)

Effects of Exogenous Jasmonic Acid on Arsenic Accumulation and Response to Stress in Roots of Rice Seedlings LI Yan, HUANG Yi-zong, BAO Qiong-li, *et al.* (4831)

Effects of Straw Returning and Fertilizer Application on Soil Nutrients and Winter Wheat Yield SONG Jia-jie, XU Xi-yang, BAI Jin-ze, *et al.* (4839)

Effect of Winter Cover Cropping on Soil Greenhouse Gas Emissions in a Dryland Spring Maize Field on the Loess Plateau of China ZHANG Shao-hong, WANG Jun, FANG Zhen-wen, *et al.* (4848)

Detection of Influencing Factors of Spatial Variability of Soil Respiration in Pangquangou Nature Reserve LI Xiao-min, YAN Jun-xia, DU Zi-qiang, *et al.* (4858)

Temporal and Spatial Variation Characteristics of Methane, Carbon Dioxide, and Nitrous Oxide Concentrations and the Influencing Factors in Small Aquaculture Pond SHI Jie, ZHANG Mi, QIU Ji-li, *et al.* (4867)

Effect of Butyl Xanthate on Pb²⁺ and Cd²⁺ Adsorption by Soil Around a Dressing Plant HU Zhi-hao, GUO Zhao-hui, RAN Hong-zhen, *et al.* (4878)

Sorption Mechanism and Site Energy Distribution of Acetaminophen on Straw-derived Biochar SHANG Cen-yao, GU Ruo-ting, ZHANG Qiang, *et al.* (4888)

Spatial-temporal Variations and Their Driving Forces of the Ecological Vulnerability in the Loess Plateau ZHANG Liang-xia, FAN Jiang-wen, ZHANG Hai-yan, *et al.* (4902)

Mechanism and Application of Plant Growth-Promoting Bacteria in Heavy Metal Bioremediation MA Ying, WANG Yue, SHI Xiao-jun, *et al.* (4911)

《环境科学》第七届编辑委员会

主 编：赵进才

副主编：郝吉明 贺 泓 贺克斌 彭永臻 陶 澍 王金南 张远航 朱利中

编 委：安太成 陈宝梁 陈春城 陈景文 陈 威 高宝玉 郝吉明 郝郑平

何品晶 贺 泓 贺纪正 贺克斌 黄 霞 黄 耀 姜 林 李发生

李芳柏 林 璋 刘 鸿 刘双江 刘 毅 刘志培 欧阳钢锋 彭永臻

强志民 全 燮 桑 楠 史培军 孙红文 陶 澍 王金南 王凯军

王祥科 王晓昌 王绪绪 韦朝海 余 刚 曾光明 张礼知 张晓健

张远航 赵进才 周东美 周 琪 周启星 朱东强 朱利中 祝凌燕

朱 彤 朱永官

(以上按姓氏拼音排序)

编辑部主任：李 林

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976 年 8 月创刊)

2022 年 9 月 15 日 第 43 卷 第 9 期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol.43 No.9 Sep. 15, 2022

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
主 编	赵进才	Editor-in-Chief		ZHAO Jin-cai
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市 2871 信箱(海淀区双清路 18 号, 邮政编码:100085) 电话:010-62941102, 010-62849343 E-mail: hjkx@rcees.ac.cn http://www.hjkx.ac.cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel:010-62941102, 010-62849343 E-mail: hjkx@rcees.ac.cn http://www.hjkx.ac.cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京宝昌彩色印刷有限公司	Printed	by	Beijing Baochang Color Printing Co., Ltd.
发 行	科 学 出 版 社 电话:010-64017032 E-mail: journal@mail.sciencep.com	Distributed	by	Science Press Tel:010-64017032 E-mail: journal@mail.sciencep.com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易集团有限公司 (北京 399 信箱) 京海工商广登字第 20170090 号	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准连续出版物号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国外发行代号: M 205

国内定 价: 180.00 元



中科期刊



中科期刊

ISSN 0250-3301



9 770250 330226

国内外公开发 行