

# 环境工程学报

HUANJING GONGCHENG XUEBAO

月刊 1980 年创刊

2023 年 3 月 第 17 卷 第 3 期

主管 中国科学院

主办 中国科学院生态环境研究中心

主编 刘俊新

编辑 《环境工程学报》编辑部

北京市海淀区双清路 18 号

邮政编码 100085

电话/传真 010-62941074

E-mail cjee@rcees.ac.cn

网址 www.cjee.ac.cn

出版 科学出版社

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码 100717

印刷装订 北京科信印刷有限公司

国内发行

中国邮政集团有限公司北京市报刊发行局

出版日期 每月 26 日

国际标准连续出版物号 ISSN 1673-9108

国内统一连续出版物号 CN 11-5591/X

国内外公开发行

国内邮发代号 82-448

国内定价 150.00 元

订阅 全国各地邮局

科学出版社期刊发行处

电话 010-64017032, 64017539

## Chinese Journal of Environmental Engineering

Monthly Started in 1980

Vol.17 No.3 March 2023

Supervised by Chinese Academy of Sciences

Sponsored by Research Center for  
Eco-Environmental Sciences, Chinese  
Academy of Sciences

Editor-in-Chief LIU Junxin

Edited by The Editorial Board of Chinese  
Journal of Environmental Engineering

Published by Science Press  
16 Donghuangchenggen North Street  
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Kexin Printing Co., Ltd.

Foreign Distributed by China National  
Publishing Industry Trading Corporation  
(CNPITC)

P.O.Box 782, Beijing 100011, China

# 目次

## 环境工程学科基础研究领域亮点成果系列专稿

701 双位点耦合催化新策略及其机制研究取得系列成果

国家自然科学基金委员会工程与材料学部工程科学三处

## 学术短评

703 微生物光电产甲烷及其能量自适应转化机制

刘鸿

## 面向减污降碳协同增效的污水处理系统运行管理研究与 实践专题

705 《污水处理厂低碳运行评价技术规范》标准解读及案例展示

王洪臣,陈加波,张景炳,姜昭,李乾岗,邵宇婷,张彤彤,陈慧玲

713 连续流好氧颗粒污泥技术处理低浓度市政污水的中试研究

余诚,王凯军,张凯渊,付香云,刘瑞阳,郑平萍

722 添加反硝化菌群的 A<sup>2</sup>/O 反硝化除磷低碳工艺启动

姚仁达,苑泉,王凯军

731 规模化城市污水处理厂沉淀池模拟优化

郁达伟,孙观来,沈嘉辉,魏源送,吴云生,李中杰,刘冰玉

740 基于预处理+A<sup>3</sup>/O+MBR+RO 组合工艺的高浓度制药废水处理

流程优化及其运行效果

朱勇强,方明明,张战军,董万成

## 水污染防治

750 负载铝铈污泥生物炭对模拟废水的强化除氟作用

李舒舒,宋明珊,童琳,缪颖,叶长青

761 巯基改性壳聚糖复合材料的制备及其用于高容量去除水中

Hg(II)

熊茹婷,张志恒,林海英,黄美惠,华玉芬,普瑞琪,谢天添

774 絮凝-电解氧化联合处理氰化提金废水

周佳梦,宋永辉,张盼盼,包进,廖龙

784 单原子钨铜改性毛竹炭电催化高效还原水中硝酸盐

董翼,张立浩,朱宗强,吴雨晴,朱义年,江慧玲,宋玉峰

795 炭黑流动电极的孔径分布对流动电极电容去离子脱盐性能的

影响

王亮,张子健,王天玉,胡承志

806 木质膜耦合聚合物膜的重力驱动膜过滤系统增强水源水中

重金属的去除及机制

赵富旺,卢清轩,俞文正,刘敏敏

817 响应面法优化混凝处理西北农村水窖水

童新宇,高峰,王旭东,邢雯雯,刘可,史建国

829 栅条式微涡除浊技术流场数值模拟

张东海,弓亚栋,陈作云,杨柯瑶,周文哲,赵俊光

## 大气污染防治

841 黑色 TiO<sub>2</sub>/活性炭复合材料的制备及其光催化净化甲醛性能

武强,潘奕君,裴晶晶

850 氟利昂 11 在浸渍活性炭床层的吸脱附行为

尹晓敏,郑超,康凯,宋华,金君素,白书培

- 860 微米级雾滴协同液相吸收柴油机尾气中的 VOCs  
张洋,朱健勇,张宇萌,魏怡,王文正,王博
- 869 小风条件下工业园区无组织 VOCs 溯源方法  
陆秋琴,杨帅,黄光球

### 土壤污染防治

- 884 还原剂作用下 Cr(VI) 污染土渗透淋滤特性及成分分析  
贺勇,陈旻,张可能,朱考飞,魏贺,姜伟,朱锋
- 892 石油烃在不同土壤中的气相自然衰减规律  
孙悦,李翀,曹谨慧,李佳轩,刘彦博,马杰
- 900 表面活性剂 SDBS 和 Tween 80 强化过硫酸盐氧化后土壤中石油烃的缺氧生物降解  
宋泽贤,吴宜霖,张腾飞,孙仲平,张业文,陶燕,杨苏才
- 909 微波诱导过硫酸盐修复苯污染土壤的模拟优化  
袁京周,韩梦非,张阳,王树桥,郭婧涵,葛宇轩,王欣
- 920 基于嗅觉效应的土壤二甲基二硫醚修复目标值制定  
胡星路,李良,张超艳,熊杰,郭晓欣,周友亚,李海明
- 929 有机磷农药生产场地污染分布特征分析  
赵倩,籍龙杰,吕静,李静文,宋子钰,王倩雯,李丹丹,孙于茹

### 固体废物处理与资源化

- 938 铁基污泥炭活化过硫酸盐调理污泥脱水  
张彦平,吕宁,裴佳华,马丽然,邱文韬
- 948 辅料及翻抛工艺对干旱地区污泥堆肥 C、N 动态变化的影响  
薛旭,谭军利,麦旭东,王西娜,田军仓
- 958 生物有机肥和鬼针草对赤泥、矿泥壤质化生态修复的影响  
徐晓宇,成官文,徐敏,岳远随,熊林,张正林
- 967 炉排式垃圾焚烧炉参数敏感性分析与燃用高热值垃圾运行优化的数值模拟  
黄冠,夏梓洪,陈彩霞
- 979 “无废城市”试点建设与碳减排效益分析:以徐州市为例  
高洁,呼和涛力,袁汝玲,吴丹,雷廷宙,陈勇
- 990 基于化石碳的污泥干化焚烧处置碳排放分析  
潘煜,李廉明,宋焜,王怡弘,龚俊,李凯,黄群星

### 环境生物技术

- 1001 铵态氮对生物过滤塔甲烷净化性能的影响及其微生物学机理  
刘臻岳,范玉婧,陈苗苗,姚惠娇,高志岭,刘春敬,谢建治,耿仕呈,代宇菲
- 1011 新型微氧反应器对沼液的处理性能  
刘佳鑫,邓良伟,张静妮,侯腾飞
- 1023 BC-nZVI 诱导厌氧氨氧化工艺的快速启动及运行特性  
贺志豪,李星燃,王建芳,骆子琛,胡俊彤,蔡云菲
- 1033 低负荷运行对中试 ANAMMOX 活性维持的影响和工艺性能恢复特征  
黎勇敢,陈振国,范俊豪,周松伟,汪晓军

### 工程创新与行业动态

- 1043 基于高效絮凝沉淀池与翻板滤池组合工艺的工程案例  
王涛,张俊,王坪,王世杰,王玉飞,郭欣,肖萍,肖峰

## 《环境工程学报》

### 第 3 届编辑委员会

#### 指导委员会委员

曲久辉 郝吉明 张全兴  
任南琪 侯立安 张远航  
贺泓 张福锁 马军

#### 主 编

刘俊新

#### 副主编

王晓昌 崔福义 李金惠  
高宝玉 刘会娟 王爱杰

#### 编 委 (以姓氏笔画为序)

王凯军 王洪臣 王跃思 仇荣亮  
吕锡武 全 燮 刘双江 刘勇弟  
刘维屏 孙德智 李玉友 李爱民  
杨 敏 何 强 何品晶 余 刚  
宋存义 张付申 陈 卫 陈少华  
陈光浩 陈嘉平 季 民 金波  
周 琪 单保庆 赵勇胜 郝晓地  
俞汉青 党 志 徐向阳 黄 勇  
曾光明 解跃峰

#### 青年编委 (以姓氏笔画为序)

于 磊 马金珠 王龙飞 王春艳  
王雪雪 王 雯 王 辉 王樟新  
厉 巍 叶 捷 白朗明 吕 来  
朱 锋 庄 媛 刘文如 刘 刚  
刘贺磊 刘耕源 孙境求 李 田  
李 倩 李 甜 李 想 李 蕾  
李 瞳 杨 阳 吴 迪 吴清莲  
邱 斌 沈雁文 张 芳 张 亮  
张徐祥 张 霄 陆李超 邵鹏辉  
林 甲 林法伟 罗 希 金 伟  
周小斌 周石庆 郑利兵 胡承志  
胡海冬 贾舒宇 徐国畅 殷逢俊  
高 嵩 郭婉茜 谈超群 雷 沛  
褚华强 薛 松 魏昌龙 籍龙杰

#### 编委会秘书 金曙光

#### 青年编委会秘书

靳 炜 金曙光 庄 媛 张 洪

#### 编辑部主任 张利田

副 主 任 郑晓梅

#### 学术编辑

郑晓梅 靳 炜  
金曙光 曲 娜

#### 特邀编辑

王毅力 查金苗  
刘振刚 魏东洋  
张 洪 李红岩  
宋冀营

#### 本期统稿

金曙光  
邵 鑫 呼延思滕

#### 制 图

王凯军教授团队

#### 封面设计

#### 排 版

北京仁和汇智信息  
技术有限公司

## CONTENTS

- 705 **Standard interpretation and case presentation *Technical specification for low-carbon operation evaluation of sewage treatment plant***  
WANG Hongchen, CHEN Jiabo, ZHANG Jingbing, JIANG Zhao, LI Qiangang, SHAO Yuting, ZHANG Tongtong, CHEN Huiling
- 713 **Pilot study on treatment of low concentration municipal sewage by continuous flow aerobic granular sludge technology**  
YU Cheng, WANG Kaijun, ZHANG Kaiyuan, FU Xiangyun, LIU Ruiyang, ZHENG Pingping
- 722 **Start-up of low-carbon denitrifying phosphorus removal in an A<sup>2</sup>O process after augmentation of denitrifying bacterial community**  
YAO Renda, YUAN Quan, WANG Kaijun
- 731 **Digital optimization of sedimentation tank in a full-scale municipal wastewater treatment plant**  
YU Dawei, SUN Guanlai, SHEN Jiahui, WEI Yuansong, WU Yunsheng, LI Zhongjie, LIU Bingyu
- 740 **Optimization of high-concentration pharmaceutical wastewater treatment process and its operational effect of based on pretreatment+A<sup>3</sup>O+MBR+RO combined process**  
ZHU Yongqiang, FANG Mingming, ZHANG Zhanjun, DONG Wancheng
- 750 **Enhanced fluoride removal from simulated wastewater by aluminum-cerium loaded sludge biochar**  
LI Shushu, SONG Mingshan, TONG Lin, MIAO Ying, YE Changqing
- 761 **A facile synthesis of thiol-modified chitosan composite for high-capacity capture of mercury from aqueous solution**  
XIONG Ruting, ZHANG Zhiheng, LIN Haiying, HUANG Meihui, HUA Yufen, PU Ruiqi, XIE Tiantian
- 774 **Cyanidation gold extraction wastewater treatment by combined flocculation-electrolysis oxidation**  
ZHOU Jiameng, SONG Yonghui, ZHANG Panpan, BAO Jin, LIAO Long
- 784 **Electrocatalytic efficient reduction of nitrate in water by single-atom palladium-copper modified bamboo biochar**  
DONG Yi, ZHANG Lihao, ZHU Zongqiang, WU Yuqing, ZHU Yinian, JIANG Huiling, SONG Yufeng
- 795 **Effect of pore size distribution of carbon black flow electrode on the desalination of flow electrode capacitive deionization**  
WANG Liang, ZHANG Zijian, WANG Tianyu, HU Chengzhi
- 806 **Gravity-driven filtration system based on wood membrane coupled with polymer membrane strengthening heavy metal removal from source water: insight of performance and mechanism**  
ZHAO Fuwang, LU Qingxuan, YU Wenzheng, LIU Minmin
- 817 **Coagulation optimization with response surface method for northwest rural area cellar water treatment**  
TONG Xinyu, GAO Feng, WANG Xudong, XING Wenwen, LIU Ke, SHI Jianguo
- 829 **Numerical simulation of flow field in grid micro-vortex for turbidity removal technology**  
ZHANG Donghai, GONG Yadong, CHEN Zuoyun, YANG Keyao, ZHOU Wenzhe, ZHAO Junguang
- 841 **Preparation of black TiO<sub>2</sub> / activated carbon and its photocatalytic purification performance for formaldehyde**  
WU Qiang, PAN Yijun, PEI Jingjing
- 850 **The adsorption and desorption behavior of freon 11 on impregnated activated carbon bed**  
YIN Xiaomin, ZHENG Chao, KANG Kai, SONG Hua, JIN Junsu, BAI Shupe
- 860 **Absorption of VOCs from diesel exhaust in liquid phase in synergy with micron droplet**  
ZHANG Yang, ZHU Jianyong, ZHANG Yumeng, WEI Yi, WANG Wenzheng, WANG Bo
- 869 **Research on traceability method of unorganized VOCs emission in industrial park under low wind condition**  
LU Qiuqin, YANG Shuai, HUANG Guangqiu
- 884 **Percolation leaching characteristics and composition analysis of hexavalent chromium contaminated soil under the remediation of reductant**  
HE Yong, CHEN Yang, ZHANG Keneng, ZHU Kaofei, WEI He, LOU Wei, ZHU Feng
- 892 **Natural attenuation of petroleum hydrocarbon vapors in different soils**  
SUN Yue, LI Chong, CAO Jinhui, LI Jiakuan, LIU Yanbo, MA Jie
- 900 **Surfactants SDBS and Tween 80 enhance anoxic biodegradation of petroleum hydrocarbons (PHC) in soil pretreated with persulfate**  
SONG Zexian, WU Yilin, ZHANG Tengfei, SUN Zhongping, ZHANG Yewen, TAO Yan, YANG Sucui
- 909 **Simulation and optimization of naphthalene polluted soil remediation by microwave induced persulfate**  
YUAN Jingzhou, HAN Mengfei, ZHANG Yang, WANG Shuqiao, GUO Jinghan, GE Yuxuan, WANG Xin
- 920 **Method of establishing soil remediation target value of dimethyl disulfide based on olfactory effect**  
HU Xinglu, LI Liang, ZHANG Chaoyan, XIONG Jie, GUO Xiaoxin, ZHOU Youya, LI Haiming
- 929 **Analysis on Distribution Characteristics of Soil Organophosphorus Pesticides (OPPs) in The Production Site**  
ZHAO Qian, JI Longjie, LV Jing, LI Jingwen, SONG Ziyu, WANG Qianwen, LI Dandan, SUN Yuru
- 938 **Preparation of iron-based sludge biochar and its application in sludge dewatering as a activator for persulfate**  
ZHANG Yanping, LV Ning, PEI Jiahua, MA Liran, QIU Wentao
- 948 **Effects of auxiliary materials and turning over technique on dynamic changes of C and N of sludge compost in northwest arid areas**  
XUE Xu, TAN Junli, MAI Xudong, WANG Xina, TIAN Juncang
- 958 **Effects of bio-organic fertilizer and sticktights on the ecological restoration of bauxite residue and dehydrated mineral slime loam disposal**  
XU Xiaoyu, CHENG Guanwen, XU Min, YUE Yuansui, XiONG Lin, ZHANG Zhenglin
- 967 **Sensitivity analysis on operating parameters for moving-grate incinerators and numerical simulations for improvements of burning high calorific value wastes**  
HUANG Guan, XIA Zihong, CHEN Caixia
- 979 **Benefit analysis of carbon emission reduction in the pilot construction of “zero-waste city”: a case study in Xuzhou, China**  
GAO Jie, HUBE Taoli, YUAN Ruling, WU Dan, LEI Tingzhou, CHEN Yong
- 990 **Analysis on carbon emissions of sludge drying and incineration treatment based on fossil carbon**  
PAN Yu, LI Lianming, SONG Kun, WANG Yihong, GONG Jun, LI Kai, HUANG Qunxing
- 1001 **Effects of ammonium nitrogen on methane purification performance of biofilter and its microbiological mechanism**  
LIU Zhenyue, FAN Yujing, CHEN Miaomiao, YAO Huijiao, GAO Zhiling, LIU Chunjing, XIE Jianzhi, GENG Shicheng, DAI Yufei
- 1011 **Performance of a novel micro-aerobic reactor on biogas slurry treatment**  
LIU Jiaxin, DENG Liangwei, ZHANG Jingni, HOU Tengfei
- 1023 **Rapid start-up and the operation characteristics of Anammox process induced by BC-nZVI**  
HE Zhihao, LI Xingran, WANG Jianfang, LUO Zichen, HU Juntong, CAI Yunfei
- 1033 **Impacts of low-load operation on ANAMMOX activity maintenance at pilot scale and the recovery characteristics of the process performance**  
LI Yonggan, CHEN Zhenguo, FAN Junhao, ZHOU Songwei, WANG Xiaojun
- 1043 **Engineering case based on the combination process of high-efficiency flocculation sedimentation tank and shutter filter**  
WANG Tao, ZHANG Jun, WANG Ping, WANG Shijie, WANG Yufei, GUO Xin, XIAO Ping, XIAO Feng