

目 次

智能信息

一种面向 UI 手稿识别的数据集制作方法 ..... 杨 起, 刘牧耕, 马 郢( 1 )

一种具有学习机制的海鸥优化算法 ..... 王培崇, 尹欣洁, 李丽荣( 8 )

基于 CPU+GPU 异构并行的广义共轭余差算法性能优化 .....  
..... 黄东强, 黄建强, 贾金芳, 吴 利, 刘令斌, 王晓英( 15 )

一种收益最大化的服务功能链优化编排算法 ..... 黄 骅, 江 俊, 杨永康, 何德峰, 曹 斌( 22 )

基于图文注意力融合的主题标签推荐 ..... 冯皓楠, 何智勇, 马良荔( 30 )

一种基于主题过滤和语义匹配的服务发现方法 .....  
..... 周澳回, 翁知远, 周思源, 黄 乔, 汪 烨, 张 华( 36 )

用于分割无损检测图像的快速模糊 C 均值算法 ..... 王军芬, 刘培跃, 董建彬, 朱占龙( 42 )

电气工程

基于光纤传感器的输电杆塔角钢应变在线监测研究 .....  
..... 杜志叶, 赵鹏飞, 伍 川, 龙振华, 孟圣淳, 郝兆扬( 49 )

光圆与非光圆绞突覆冰输电导线气动力特性分析 ..... 赵桂峰, 魏丹洋, 张 猛( 57 )

化工与材料工程

氮硫掺杂碳量子点荧光探针检测  $Fe^{3+}$  和  $Hg^{2+}$  ..... 刘华东, 徐浩轩, 李合伟, 王定标( 64 )

黏结剂对钾硫电池正极材料性能的影响研究 ..... 员紫梦, 刘单单, 黄佳佳( 70 )

进水碳磷比对 SBR 系统污泥沉降及脱氮除磷性能的影响 .....  
..... 彭赵旭, 王 炬, 娄天宇, 姜 昆, 牛宁琪( 77 )

土木与水利工程

上覆荷载对重塑粉质黏土补水冻胀特性影响 ..... 杨 平, 王岩梓, 刁鹏程( 83 )

优化随机森林算法的城市湖泊 DOC 质量浓度遥感反演 ..... 李爱民, 王海隆, 许有成( 90 )

激发方式对再生砖微粉活性的影响与机理研究 ..... 元成方, 陈 阳, 王世博, 魏逸然( 97 )

钢管混凝土异形柱-钢梁节点恢复力模型研究 ..... 赵 毅, 段松甫, 牛中浩( 104 )

**CONTENTS**

**[ Intelligent Information ]**

- An Efficient Approach to Creating Hand-Drawn Dataset for UI Manuscript Recognition .....  
..... **YANG Qi, LIU Mugeng, MA Yun** ( 1 )
- An Improved Seagull Optimization Algorithm with Learning ..... **WANG Peichong, YIN Xinjie, LI Lirong** ( 8 )
- Performance Optimization of GCR in GRAPES Based on CPU+GPU Heterogeneous Parallel .....  
..... **HUANG Dongqiang, HUANG Jianqiang, JIA Jinfang, WU Li, LIU Lingbin, WANG Xiaoying** ( 15 )
- A Profit Maximization Services Function Chain Orchestration Algorithm .....  
..... **HUANG Hua, JIANG Jun, YANG Yongkang, HE Defeng, CAO Bin** ( 22 )
- Multimodal Hashtag Recommendation Based on Image and Text Attention Fusion .....  
..... **FENG Haonan, HE Zhiyong, MA Liangli** ( 30 )
- A Service Discovery Method Based on Topic Filtering and Semantic Matching .....  
..... **ZHOU Aohui, WENG Zhiyuan, ZHOU Siyuan, HUANG Qiao, WANG Ye, ZHANG Hua** ( 36 )
- Fast Fuzzy *C* Means Algorithm for Segmentation of Non-destructive Testing Image .....  
..... **WANG Junfen, LIU Peiyue, DONG Jianbin, ZHU Zhanlong** ( 42 )

**[ Electrical Engineering ]**

- Research on Online Monitoring of Angle Steel Strain of Transmission Tower Based on FBG Sensor .....  
..... **DU Zhiye, ZHAO Pengfei, WU Chuan, LONG Zhenhua, MENG Shengchun, HAO Zhaoyang** ( 49 )
- Aerodynamic Characteristics Analysis of Smooth Circular and Non Smooth Circular Ice-coated Conductors .....  
..... **ZHAO Guifeng, WEI Danyang, ZHANG Meng** ( 57 )

**[ Chemical and Material Engineering ]**

- Detection of Fe<sup>3+</sup> and Hg<sup>2+</sup> by N and S Doped CDs Fluorescence Probe .....  
..... **LIU Huadong, XU Haoxuan, LI Hwei, WANG Dingbiao** ( 64 )
- Effect of Binders on the Performance of SPAN Cathode for Potassium-sulfur Batteries .....  
..... **YUN Zimeng, LIU dandan, HUANG Jiajia** ( 70 )
- Effect of Influent Carbon-phosphorus Ratio on Sludge Sedimentation and Nitrogen and Phosphorus Removal in SBR System ...  
..... **PENG Zhaoxu, WANG Ju, LOU Tianyu, JIANG Kun, NIU Ningqi** ( 77 )

**[ Civil and Hydraulic Engineering ]**

- Influence of Load on Frost Heaving Characteristics of Remolded Silty Clay .....  
..... **YANG Ping, WANG Yanzi, DIAO Pengcheng** ( 83 )
- Remote Sensing Retrieval of Urban Lake DOC Concentration Based on Optimized Random Forest Algorithm .....  
..... **LI Aimin, WANG Hailong, XU Youcheng** ( 90 )
- Study on the Effect and Mechanism of Excitation Modes on the Activity of Recycled Brick Micropowder .....  
..... **YUAN Chengfang, CHEN Yang, WANG Shibo, WEI Yiran** ( 97 )
- Research on Restoring Force Modeling of Concrete-filled Steel Tubular Special-shaped Column-steel Beam Nodes .....  
..... **ZHAO Yi, DUAN Songfu, NIU Zhonghao** ( 104 )

文章编号:1671-6833(2022)06-0077-06

# 进水碳磷比对 SBR 系统污泥沉降及脱氮除磷性能的影响

彭赵旭, 王 炬, 娄天宇, 姜 昆, 牛宁琪

(郑州大学 水利科学与工程学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**为了探究磷冲击负荷对活性污泥系统特性的影响,采用厌氧-好氧运行的 SBR 进行试验,通过改变进水磷含量,研究了在进水碳磷比(质量浓度的比)为 330/8、330/12、330/16 和 330/20 的条件下活性污泥系统的污染物去除特性、污泥沉降性等方面的表现。结果表明:碳磷比降低会强化聚磷菌活性,改善污泥沉降性,显著提高系统的脱氮除磷性能。当进水碳磷比由 330/8 改变至 330/20 时,系统好氧段比吸磷量由 9.502 mg/g 增加到了 17.764 mg/g,提升了 86.95%。在磷浓度升高冲击作用下,聚磷菌厌氧释磷会吸收更多的有机物,试验出水水质得到提升。厌氧期间 pH 值下降速率与释磷速率显著相关( $R^2$  为 0.667),pH 值曲线反映了系统中厌氧生物呼吸的特征。氧化还原电位(ORP)在厌氧阶段不断下降,在好氧阶段出现了 2 个平台期,通过在线监测 ORP 变化可以指示出  $PO_4^{3-}$ -P 的质量浓度变化过程,并可确定厌氧释磷结束的时间点。在进水化学需氧量(COD)不变时,提高进水磷浓度可以使微生物活性增强,污泥沉降性能和系统脱氮除磷性能提高,给活性污泥系统带来有利影响。

**关键词:**磷冲击负荷;活性污泥;SBR 反应器;脱氮除磷;污泥沉降性

**中图分类号:**X773

**文献标志码:**A

**doi:**10.13705/j.issn.1671-6833.2022.03.012

## 0 引言

随着城市化进程的加快,污水处理厂的尾水已成为河湖内氮磷的主要来源,过量的营养盐(尤其是磷)易引发水体富营养化,破坏水生生态平衡。为了提高水环境质量,污水处理厂目前普遍执行一级 A(GB 18918—2006)或更严格的排放标准。与此同时,由于生产的季节性波动,以及部分区域管网建设滞后,造成污水厂进水水质波动较大(例如 TP),导致处理效果不稳定。而应急性的化学除磷不但成本高昂,而且产生固废。因此,在进水磷负荷冲击下,如何最大化依靠生物除磷实现达标排放,具有重要的现实意义。

目前有关进水碳磷比对活性污泥的影响主要表现为系统除磷性能,许多学者认为低碳磷比对活性污泥系统除磷性能的提高有一定的影响。王榕等<sup>[1]</sup>发现低碳磷比时活性污泥系统对 TP 的去除速率均优于高碳磷比,低碳磷比有利于富集聚磷菌(PAOs),部分 PAO 能够利用  $NO_3^-$ -N 和  $NO_2^-$ -N 作为电子受体实现反硝化除磷;甄建园等<sup>[2]</sup>发现适当降低碳磷比可以提高反硝化除磷

系统的除磷性能,当碳磷比为 30 时系统除磷性能最高;彭赵旭等<sup>[3]</sup>发现在磷浓度恒定时,系统除磷性能随着碳磷比增加而显著增强,在碳源浓度恒定时,低碳磷比有助于 PAOs 在和聚糖菌(GAOs)的竞争中获得优势。然而,生物除磷与脱氮之间存在碳源竞争,且与污泥沉降性关系密切,但目前关于进水磷冲击对脱氮除磷、污泥沉降性等方面综合影响的研究还鲜有报道。

鉴于此,本试验以序批式活性污泥反应器(SBR)为研究对象,通过改变进水碳磷比,在以往研究系统脱氮除磷表现的基础上,探讨了污泥沉降性变化,并进一步考察了活性污泥微生物的活性及系统 pH 值、ORP 等参数的变化,为污水厂应对进水磷波动提供理论借鉴和技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验用水来源与水质

试验采用人工合成废水,以  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$  作为碳源,  $NH_4Cl$  作为氮源,  $KH_2PO_4$  作为磷源,投加  $NaHCO_3$  补充废水碱度,投加  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  和

收稿日期:2021-04-16;修订日期:2021-11-03

基金项目:河南省高等学校重点科研项目(20B560018);河南科技智库调研自选课题(HNKJZK-2020-03C)

作者简介:彭赵旭(1983—),男,黑龙江哈尔滨人,郑州大学副教授,博士,主要从事污水氮磷资源化利用研究,

E-mail:pzx@zzu.edu.cn。