



# A/O-改良人工湿地组合工艺处理农村生活污水研究

甘雁飞,周正兵,徐 波

(中交上海航道局有限公司,上海 200002)

**[摘要]** 以江苏省泰州市某自然村农村生活污水为处理对象,采用硫铁矿/颗粒碳复合基质作为人工湿地填料,构建改良型人工湿地,研究 A/O-改良人工湿地组合工艺对农村生活污水的处理效果。结果表明,当系统经调试运行稳定后,污水中 COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 的总去除率分别为 83%、86%、83%、85% 左右,出水质量浓度分别为 30.1、3.9、11.8、0.48 mg/L,出水水质指标均达到 GB 18918—2002 一级 A 标准,并且 A/O 工艺对 COD 和 NH<sub>3</sub>-N 去除效果更好,改良人工湿地工艺对 TN 和 TP 去除效果更好。经济效益分析表明,项目总建设费用约为 333 700 元,运行费用约为 0.83 元/m<sup>3</sup>,综合成本较低。该组合工艺抗冲击负荷能力较强,运行稳定且运行费用较低,可为其他农村生活污水处理项目提供参考。

**[关键词]** 农村生活污水;A/O 工艺;人工湿地;效益分析

**[中图分类号]** X703 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1005-829X(2022)11-0200-07

## Rural domestic sewage treatment by A/O-improved constructed wetland combined process

GAN Yanfei, ZHOU Zhengbing, XU Bo

(CCCC Shanghai Dredging Co., Ltd., Shanghai 200002, China)

**Abstract:** Taking the domestic sewage of a natural village in Taizhou City, Jiangsu Province as the treatment object, an improved constructed wetland was constructed by using composite matrix of pyrite and granular carbon as the filler of the constructed wetland, and the treatment effect of A/O-improved constructed wetland combined process on rural domestic sewage was studied. The operation results showed that, after debugging, the system could operate stably, the total removal rates of COD, NH<sub>3</sub>-N, TN and TP in the sewage were about 83%, 86%, 83% and 85%, and the effluent mass concentrations were 30.1, 3.9, 11.8, 0.48 mg/L, respectively. The effluent quality indicators all met the first-level A standard of GB 18918-2002. The A/O process had better removal effects on COD and NH<sub>3</sub>-N, and the improved constructed wetland process had better removal effects on TN and TP. The economic benefit analysis showed that the total construction cost of the project was about 333 700 yuan, and the operation cost was about 0.83 yuan/m<sup>3</sup>, which was a low comprehensive cost. The combined process had great shock-load resistance, operated stably and the operation cost was lower, which could provide reference for other rural domestic sewage treatment projects.

**Key words:** rural domestic sewage; A/O process; constructed wetland; benefit analysis

近年来,随着国家乡村振兴政策的大力推行,农村生活污水处理成为当前比较重要的一项工作。农村生活污水主要包括卫生间污水和餐厨污水,污水中含有大量有机污染物、无机污染物、病原微生物等,污染物浓度较高,氮磷去除难度大。农村生活污水随处乱排现象非常严重,极易产生农村环境污染问题<sup>[1-2]</sup>。

目前,用于农村生活污水处理的工艺一般有 MBR、MBBR、稳定塘、A/O、人工湿地等。其中 A/O 工艺能够高效脱氮除磷,人工湿地工艺维护简单,2 类工艺运行费用均较低<sup>[3-4]</sup>,其组合工艺已逐步用于农村生活污水处理<sup>[5]</sup>。但传统人工湿地常见填料为砾石、卵石、沸石等,存在基质吸附不稳定、易堵塞、溶解氧和碳源不足等问题,对氮磷去除效果有限<sup>[6]</sup>。

**[基金项目]** 中交上海航道局科技研发项目(SHJKJ-2020-023)

硫铁矿(主要成分为 $\text{FeS}_2$ )中含有铁元素和硫元素,能够发生自养反硝化反应以强化湿地反硝化脱氮效果,而铁碳填料能够改变微生物群落结构组成,激活和提高微生物活性,也有利于提高湿地对氮磷的去除效果<sup>[7-9]</sup>。基于此,笔者以江苏省泰州市某自然村农村生活污水为处理对象,采用硫铁矿/颗粒碳复合基质作为人工湿地填料,构建改良型人工湿地,研究A/O-改良人工湿地组合工艺对农村生活污水的处理效果,以期为其他农村生活污水处理项目提供参考。

## 1 工程概况

### 1.1 项目介绍

江苏省泰州市拟实现村庄生活污水治理全域覆盖。泰州市海陵区某自然村有居民共计80户,约320人。经现场踏勘发现,该村部分居民家中安装了砖砌式化粪池,而大部分居民家中未安装化粪池,污水直排河道。对该村排放的生活污水抽样检测,其含有黑色悬浮物,表观浑浊,带有刺激性气味,污水 $\text{pH}=6.92\sim 7.37$ , $\text{COD}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{TN}$ 、 $\text{TP}$ 分别为(177.5~198.7)、(25.1~29.7)、(62.9~73.2)、(2.82~3.29)  $\text{mg/L}$ 。

为解决该村污水散排问题,采取每户均安装1个隔油池和化粪池对日常生活污水进行预处理,预处理之后的污水通过高密度聚乙烯(HDPE)管网集中收集至处理站点统一处理的措施。根据设计文件,按照每人每天60 L的用水量计算,需采用处理量为20 t/d的污水处理系统进行该自然村的污水处理,其出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准<sup>[10]</sup>。

### 1.2 工艺流程

该自然村生活污水处理工艺流程如图1所示。将村民家中卫生间污水经过一体化化粪池进行厌氧水解预处理,提升污水可生化性<sup>[11]</sup>,厨房餐厨污水经过一体化隔油池进行预处理,预处理后的出水通过管网集中输送至格栅井(尺寸为3.2 m×2.0 m×2.0 m)。在格栅井内大颗粒污染物和其他悬浮物、漂浮物被截留,防止其在废水后续处理中对水泵和设备造成损坏。格栅井出水进入调节池(尺寸为2.5 m×1.1 m×2.0 m),对水质和水量进行调节,之后再通过浮球液位控制水泵自动启停将污水提升至A/O-改良人工湿地组合工艺系统进行集中处理,并通过自然挂膜法挂膜培养微生物。经系统处理,出水达标后就近

排放至河道。

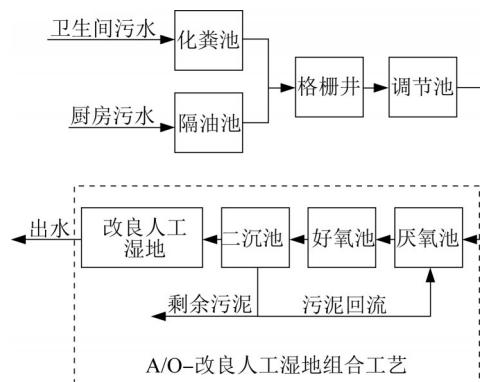


图1 农村生活污水处理工艺流程

Fig. 1 Rural domestic sewage treatment process

### 1.3 A/O-改良人工湿地组合工艺主要构筑物

A/O-改良人工湿地组合工艺处理能力为20 t/d,依次由厌氧池、好氧池、二沉池和人工湿地等构筑物组成,具体见图2。

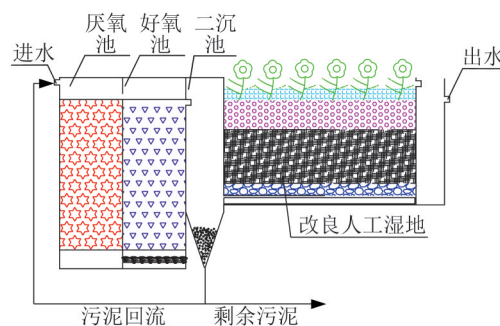


图2 A/O-改良人工湿地组合工艺

Fig. 2 Schematic diagram of A/O-improved constructed wetland combined process

(1)厌氧池(A池)。采用玻璃钢材质,尺寸为2.0 m×1.9 m×1.9 m,有效深度为1.7 m。池中布置有组合填料,便于微生物附着。在厌氧环境下,微生物将大分子有机物分解成小分子有机物,并充分释磷。

(2)好氧池(O池)。采用玻璃钢材质,尺寸为2.0 m×1.9 m×1.9 m,有效深度为1.7 m。池中布置有悬浮填料,底部布置有微孔曝气装置。在好氧条件下,悬浮填料与污水充分混合接触,使得污泥活性增大,氨氮经硝化反应生成硝酸盐,同时完成系统内磷的吸收。

(3)二沉池。采用玻璃钢材质,由好氧池输出的固液混合物进入二沉池后进行固液分离,上清液进入人工湿地,部分污泥回流至厌氧池,剩余污泥从池

底排出,实现生物除磷。

(4)人工湿地(上升垂直潜流人工湿地)。采用钢混结构,尺寸为4.2 m×1.9 m×1.6 m,有效深度为1.4 m。湿地从下往上依次设有均匀布水器,卵石基质填料20 cm,硫铁矿/颗粒碳复合基质填料60 cm,沸石基质填料40 cm,瓜子片基质填料20 cm,顶部瓜子片内种植鸢尾植物。废水经人工湿地处理后其污染物含量进一步降低,确保出水达标排放。

## 2 结果与讨论

该组合工艺系统自2021年6月1日开始调试,连续运行至2021年9月29日,共计120 d,每间隔15 d对进水、A/O出水和湿地出水分别取样检测其COD、NH<sub>3</sub>-N、TN和TP,分析污水处理效果<sup>[12]</sup>。

### 2.1 COD去除效果

农村生活污水可生化性较强,污水首先经过厌氧池进行消化预处理,然后进入好氧池通过悬浮填料上负载的大量好氧微生物吸收和代谢,去除大量有机物,再进入改良人工湿地,通过硫铁矿/颗粒碳复合基质填料的吸附、截留以及鸢尾植物和负载微生物的吸收作用,进一步去除剩余有机物,确保出水COD能够稳定达标排放<sup>[13]</sup>。

考察了A/O-改良人工湿地组合工艺连续运行120 d对农村生活污水COD的沿程去除效果,结果见图3。

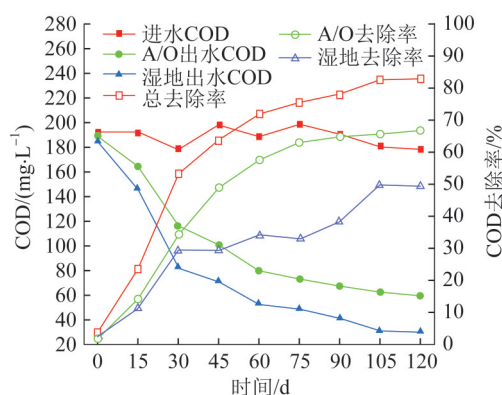


图3 COD去除效果

Fig. 3 COD removal effect

由图3可知,进水COD为177.5~198.7 mg/L,平均188.5 mg/L,随着运行时间的延长,在进水COD波动的情况下,A/O-改良人工湿地组合工艺对COD总去除率先逐渐上升,至运行第105天后保持稳定,达

83%左右,说明该工艺抗冲击负荷能力较强。其中A/O工艺、改良人工湿地工艺在120 d考察周期结束时对COD的去除率分别能达到66%和49%左右,并且A/O工艺和组合工艺对COD的去除呈现相似的趋势,这说明COD的去除主要是以A/O工艺为主,以改良人工湿地工艺为辅。此外,由图3还可以看出,当系统运行至第75天时,改良人工湿地出水COD降至49.1 mg/L,已经达到GB 18918—2002的一级A标准(COD≤50 mg/L),此后COD随时间延长继续下降,直至运行到第105天后开始趋于稳定,此时改良人工湿地出水COD为30.1 mg/L。

### 2.2 NH<sub>3</sub>-N去除效果

考察A/O-改良人工湿地组合工艺连续运行120 d对农村生活污水NH<sub>3</sub>-N的沿程去除效果,结果见图4。

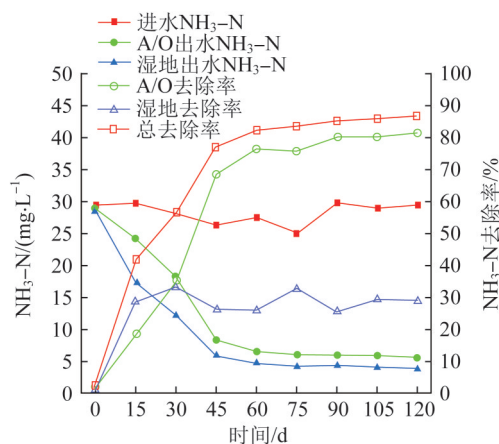


图4 NH<sub>3</sub>-N去除效果

Fig. 4 NH<sub>3</sub>-N removal effect

由图4可知,进水NH<sub>3</sub>-N为25.1~29.7 mg/L,平均28.3 mg/L,随着运行时间的延长,NH<sub>3</sub>-N总去除率先明显上升,至第60天后上升趋势变得较为平缓,在120 d考察周期结束时NH<sub>3</sub>-N总去除率达到86%左右。A/O工艺对NH<sub>3</sub>-N的去除情况与组合工艺对NH<sub>3</sub>-N的去除情况相似,也呈现出随运行时间延长NH<sub>3</sub>-N去除率逐渐上升的趋势,运行至第120天时对NH<sub>3</sub>-N的去除率达到81%左右,此时A/O工艺出水NH<sub>3</sub>-N为5.5 mg/L。改良人工湿地工艺对NH<sub>3</sub>-N去除率在30%左右上下波动,运行至第120天时为29%左右,此时出水NH<sub>3</sub>-N为3.9 mg/L。A/O工艺和组合工艺对NH<sub>3</sub>-N的去除呈现相似趋



势,说明 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除主要是以A/O工艺为主,以改良人工湿地工艺为辅。当运行至第60天时,A/O-改良人工湿地组合工艺出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 趋于稳定,均值为 $4.8\text{ mg/L}$ ,达到GB 18918—2002一级A标准[ $\text{NH}_3\text{-N}\leq 5(8)\text{ mg/L}$ ]。

A/O工艺系统运行稳定,好氧池内悬浮填料通过聚集微生物提高了硝化微生物浓度,硝化作用越来越显著<sup>[14]</sup>,所以能够去除大部分 $\text{NH}_3\text{-N}$ ,但无法直接达到GB 18918—2002的一级A标准。A/O出水进入改良人工湿地,湿地内部设有鸢尾植物,其植物根系附近存在微型好氧区能够进行硝化反应,对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 进行深度去除,使出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 稳定达标排放<sup>[15]</sup>。

### 2.3 TN去除效果

考察A/O-改良人工湿地组合工艺连续运行120 d对农村生活污水TN的沿程去除效果,结果见图5。

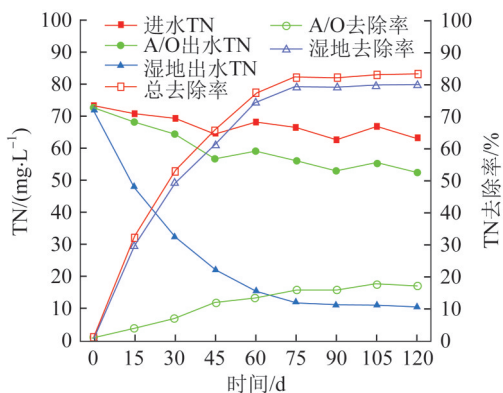


图5 TN去除效果

Fig. 5 TN removal effect

由图5可知,进水TN为 $62.9\sim 73.2\text{ mg/L}$ ,平均 $67.4\text{ mg/L}$ ,随着运行时间的延长,在进水TN波动的情况下,A/O-改良人工湿地组合工艺对TN的总去除率先逐渐上升,运行至第75天后达到83%,此后保持稳定,这说明该工艺抗冲击负荷能力较强。运行过程中,A/O工艺对TN的去除率呈缓慢上升趋势,运行至第105天后TN去除率保持稳定,达到17%。改良人工湿地工艺对TN的去除情况和组合工艺对TN去除情况较为类似,TN去除率最高达80%,这说明TN的去除主要是以改良人工湿地工艺为主,以A/O工艺为辅。当运行至第75天时,改良人工湿地出水TN趋于稳定,为 $11.8\text{ mg/L}$ ,达到GB 18918—2002一级A标准( $\text{TN}\leq 15\text{ mg/L}$ )。

A/O工艺未设硝化液内回流,其主要是利用厌氧池内存在的少量硝酸盐和进水中部分有机碳源进行反硝化反应来脱氮。好氧池硝化反应产生的硝酸盐几乎全部进入改良人工湿地,湿地内部存在大量可作为电子供体的硫元素和铁离子,无需投加碳源即可发生自养反硝化脱氮反应,同时由于铁碳能够改变微生物群落结构组成,可进一步强化脱氮效果。此外,湿地还存在鸢尾植物根系的吸收、填料基质的吸附等作用,共同保障了最终出水TN稳定达标排放<sup>[16-17]</sup>。

### 2.4 TP去除效果

考察A/O-改良人工湿地组合工艺连续运行120 d对农村生活污水TP的沿程去除效果,结果见图6。

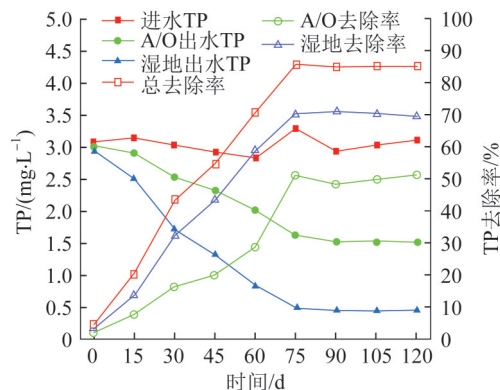


图6 TP去除效果

Fig. 6 TP removal effect

由图6可知,进水TP为 $2.82\sim 3.29\text{ mg/L}$ ,平均 $3.04\text{ mg/L}$ ,随着运行时间的延长,组合工艺对TP的总去除率先明显上升,至第75天达86%,之后保持稳定。A/O工艺和改良人工湿地工艺对TP的去除均与组合工艺对TP的去除趋势相似,且二者对TP的最高去除率分别为51%和71%,这说明A/O工艺和改良人工湿地工艺对TP的去除均有较大作用,但改良人工湿地工艺对TP的去除贡献更大。由图6还可知,当系统运行至第75天时,系统出水TP稳定至 $0.48\text{ mg/L}$ 左右,达到GB 18918—2002一级A标准( $\text{TP}\leq 0.5\text{ mg/L}$ )。

A/O工艺厌氧池内部布置有组合填料,能为聚磷菌提供良好的生长载体,将磷充分释放,然后在好氧条件下发挥好氧吸磷作用,合成聚磷酸盐从而将磷转移至污泥中,通过排放含磷剩余污泥达到部分

除磷的效果,但其出水依然无法满足 GB 18918—2002 一级 A 标准。A/O 出水进入改良人工湿地后,湿地内硫铁矿能够产生游离态铁离子,游离态铁离子与磷酸盐形成磷酸铁沉淀,颗粒碳和其他填料基质能够吸附除磷,鸢尾根系能够吸收除磷,最终使得出水 TP 能够稳定达标排放。需要注意的是,为防止植物吸收的磷再度释放到水体中,需要对种植植物进行定期收割<sup>[18]</sup>。

### 3 效益分析

#### 3.1 建设费用

A/O-改良人工湿地组合工艺系统建设费用主要包括隔油池、化粪池、管网、A/O 设备和人工湿地的建设成本。其中居民每户安装 1 个隔油池和化粪池,隔油池建设费用约为 120 元/个,化粪池建设费用约为 1 800 元/个,以 80 户计算,费用约为 153 600 元;管网建设长度为 400 m,单价约为 400 元/m,费用约为 160 000 元;A/O 设备建设费用约 12 000 元/座,人工湿地建设费用约 8 100 元/座。以上得出总建设费用约为 333 700 元。

#### 3.2 运行费用

该工艺系统无需投加药剂,运行费用主要包括运行电费和日常运维人员工资。按照平均每周 1 次的频率对该工艺的进水流量和运行电耗数据进行统计分析,得出平均电耗为  $0.44 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ,按照当地电费缴纳标准  $0.53 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h})$  计算,则运行电费为  $0.23 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。研究表明,一般人工湿地工艺处理城镇生活污水和农村生活污水的平均运行电费分别为  $0.27$ 、 $0.29 \text{ 元}/\text{m}^3$ <sup>[19]</sup>,很明显 A/O-改良人工湿地组合工艺系统运行电费更低。另外,日常运维人员费用约为  $0.6 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。综上所述,运行总费用约为  $0.83 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

#### 3.3 社会效益

A/O-改良人工湿地组合工艺的投入运行,彻底解决了农村生活污水随处乱排现象的发生,营造了良好的人文居住环境,且经过处理的污水就近排放至河道,不会再造成环境污染,具有良好的环境效益。

### 4 结论

(1) 2021 年 6 月 1 日至 2021 年 9 月 29 日共 120 d

的连续运行结果表明,A/O-改良人工湿地组合工艺抗冲击负荷能力较强,运行稳定,对农村生活污水的处理效果良好,出水 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 均可稳定达到 GB18918—2002 一级 A 标准。

(2) 该工艺系统总建设费用约为 333 700 元,前期一次性建设成本较高,但设备运行费用约为  $0.83 \text{ 元}/\text{m}^3$ ,运行费用较低,同时其可有效解决农村生活污水乱排问题,社会效益显著。

#### 参考文献

- [1] 谢林花,吴德礼,张亚雷. 中国农村生活污水处理技术现状分析及评价[J]. 生态与农村环境学报, 2018, 34(10): 865-870.  
XIE Linhua, WU Deli, ZHANG Yalei. Analysis and evaluation of China's rural domestic sewage treatment technology[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2018, 34(10): 865-870.
- [2] 彭澍晗,董凌霄,张亚雷,等. 农村生活污水处理技术专利研究进展[J]. 环境工程, 2018, 36(4): 1-5.  
PENG Shuhan, DONG Lingxiao, ZHANG Yalei, et al. Research progress of rural domestic sewage treatment patented technology[J]. Environmental Engineering, 2018, 36(4): 1-5.
- [3] 段先月,唐朝春,吴庆庆,等. 农村污水现状及处理技术研究进展[J]. 水处理技术, 2018, 44(9): 27-31.  
DUAN Xian Yue, TANG Chao Chun, WU Qing Qing, et al. Research progress of present situation and treatment technology of rural sewage[J]. Technology of Water Treatment, 2018, 44(9): 27-31.
- [4] 林卉,姜忠群,冒建华. 人工湿地在农村生活污水处理中的应用及研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2020, 22(5): 129-136.  
LIN Hui, JIANG Zhongqun, MAO Jianhua. Application and research of constructed wetlands in rural wastewater treatment[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2020, 22(5): 129-136.
- [5] 张瑞斌,奚道国,王乐阳,等. A/O+铝污泥填料人工湿地组合工艺处理农村生活污水的效果[J]. 环境工程技术学报, 2019, 9(2): 145-150.  
ZHANG Ruibin, XI Daoguo, WANG Leyang, et al. Effect of A/O+aluminum sludge filled constructed wetland combined process on rural domestic sewage[J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2019, 9(2): 145-150.
- [6] WU Haiming, ZHANG Jian, NGO H H, et al. A review on the sustainability of constructed wetlands for wastewater treatment: Design and operation[J]. Bioresource Technology, 2015, 175: 594-601.
- [7] 田海莹,宋新山,王宇晖. 不同价态硫素强化人工湿地反硝化脱氮作用的研究[J]. 工业水处理, 2020, 40(7): 75-79.  
TIAN Haiying, SONG Xinshan, WANG Yuhui. Enhancement of denitrification by different valence sulfur in constructed wetlands[J]. Industrial Water Treatment, 2020, 40(7): 75-79.

- [8] 王弘宇,杨开,张倩,等. 1株铁基质自养反硝化菌的脱氮特性[J]. 环境科学, 2014, 35(4): 1437-1442.  
WANG Hongyu, YANG Kai, ZHANG Qian, et al. Nitrate removal by a strain of nitrate-dependent Fe(II)-oxidizing bacteria[J]. Environmental Science, 2014, 35(4): 1437-1442.
- [9] 田开放,张漓杉,张静,等. 铁碳微电解耦合人工湿地系统处理硫丹废水研究[J]. 工业水处理, 2020, 40(2): 28-31.  
TIAN Kaifang, ZHANG Lishan, ZHANG Jing, et al. Study on the treatment of endosulfan wastewater by iron-carbon micro-electrolysis coupled constructed wetland system[J]. Industrial Water Treatment, 2020, 40(2): 28-31.
- [10] GB 18918—2002 城镇污水处理厂污染物排放标准[S].  
GB 18918—2002 Discharge standard of pollutants for urban sewage treatment plants[S].
- [11] 仲雨叶,朱光灿,任亮,等. 进水条件对小型一体化装置处理污水效果的影响[J]. 水处理技术, 2021, 47(2): 102-105.  
ZHONG Yuye, ZHU Guangcan, REN Liang, et al. Effect of influent conditions on the sewage treatment effect by small integrated devices[J]. Technology of Water Treatment, 2021, 47(2): 102-105.
- [12] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 164-279.  
State Environmental Protection Administration. Methods for monitoring and analysis of water and wastewater[M]. 4th ed. Beijing: China Environmental Science Press, 2002: 164-279.
- [13] 张文德. A/O生物接触氧化-人工湿地组合工艺处理污水的试验研究[D]. 合肥: 安徽建筑大学, 2021.  
ZHANG Wende. Experimental study on A/O biological contact oxidation-constructed wetland combined process for wastewater treatment[D]. Hefei: Anhui Jianzhu University, 2021.
- [14] 张天益,王琬. 农村分散生活污水一体化处理工程实例[J]. 水处理技术, 2020, 46(11): 129-132.  
ZHANG Tianyi, WANG Wan. Engineering project of integrated rural scattered domestic sewage treatment[J]. Technology of Water Treatment, 2020, 46(11): 129-132.
- [15] 赵军,薛宇,李晓东,等. 复合人工湿地去除生活污水中的有机物和氮[J]. 环境工程学报, 2013, 7(1): 26-30.  
ZHAO Jun, XUE Yu, LI Xiaodong, et al. Removal of organic matter and nitrogen from wastewater by integrated vertical flow constructed wetland[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2013, 7(1): 26-30.
- [16] 乔雯雯,王宇晖,宋新山. 黄铁矿强化人工湿地反硝化处理含氮废水的研究[J]. 工业水处理, 2021, 41(4): 77-83.  
QIAO Wenwen, WANG Yuhui, SONG Xinshan. Enhancement of denitrification by pyrite in constructed wetland for the treatment of nitrogen containing wastewater[J]. Industrial Water Treatment, 2021, 41(4): 77-83.
- [17] TANG Xiaoyan, YANG Yang, TAO Ran, et al. Fate of mixed pesticides in an integrated recirculating constructed wetland(IRCW)[J]. Science of the Total Environment, 2016, 571: 935-942.
- [18] 张文娟. 人工湿地除磷基质研究及同步脱氮除磷填料的开发[D]. 重庆: 西南大学, 2011.  
ZHANG Wenjuan. Study on phosphorus-removing substrates used for the constructed wetlands and simultaneous removal of nitrogen and phosphorus-removing substrates[D]. Chongqing: Southwest University, 2011.
- [19] 李小艳,丁爱中,郑蕾,等. 1990—2015年人工湿地在我国污水处理中的应用分析[J]. 环境工程, 2018, 36(4): 11-17.  
LI Xiaoyan, DING Aizhong, ZHENG Lei, et al. Application of constructed wetlands for water pollution treatment in China during 1990—2015[J]. Environmental Engineering, 2018, 36(4): 11-17.
- [作者简介] 甘雁飞(1992—), 硕士. E-mail: ganyanfei930@163.com.  
通讯作者: 徐波, 教授级高工. E-mail: 1060293271@qq.com.  
[收稿日期] 2022-07-21(修改稿)

## 欢迎订阅 2023 年《工业水处理》杂志

《工业水处理》杂志于 1981 年创刊,是经国家科委和国家新闻出版署批准,由中海油天津化工研究设计院有限公司主办的专业性科技刊物。专门报道国内外循环冷却水、锅炉水、工艺用水及工业废水的水处理技术动态、科研成果、实践经验及科学管理等内容,设有**专论与综述**、**试验研究**、**分析与监测**、**工程实例**、**经验交流**、**可持续发展**、**脱盐技术**、**油气田水处理**、**污泥处理与处置**、**智慧水务**等栏目。涵盖领域广阔、内容丰富严谨、信息反应快捷,是反映当代水处理技术面貌的权威性杂志,深受水处理工作者的喜爱。适于从事工业水处理领域科研、设计、生产、教学等工作的单位及个人订阅。

《工业水处理》杂志是全国中文核心期刊,中国科技论文统计源期刊(核心期刊),中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊,WJCI 科技期刊世界影响力指数报告来源期刊,中国期刊方阵双效期刊,并被中国科学文献数据库、中国科技期刊光盘版、美国化学文摘、俄罗斯《文摘杂志》、JST 日本科学技术振兴机构数据库等收录。

《工业水处理》杂志连续多年获得天津市优秀期刊奖;多次在全国石油和化工行业优秀期刊评选中荣获专业技术类优秀期刊一等奖。2018 年在天津市科学技术期刊学会组织的 2018 年天津市科技期刊评优活动中被评为优秀团队。2020 年在全国石油和化工行业期刊百强排行榜评选活动中获百强榜(主榜)第 5 名、精品期刊 40 强第 5 名、技术期刊 50 强第 2 名。

《工业水处理》杂志具有广告经营资格,四十几年来为国内外同行提供了大量的产品信息,是企业树立形象、开拓市场的理想窗口。

《工业水处理》杂志为月刊,大 16 开,每期 176 页,国内外公开发行,全国各地邮局均可订阅,错过征订期的读者可与本编辑部直接联系,办理补订手续。

中国标准连续出版物号:ISSN 1005-829/X

邮发代号:6-61

国外代号:4515MO

国内统一连续出版物号:CN 12-1087/TQ

每册定价:30 元

全年价:360 元

编辑部收款账户信息

开户单位:中海油天津化工研究设计院有限公司

开户行:中国工商银行股份有限公司北京国家文化与金融合作示范区金街支行

行号:102100000072

账号:9558830200999007487

电话:022-26689199;022-26689330

微信公众平台:



http://www.iwt.cn E-mail:iwt@iwt.cn

## 欢迎订阅 2023 年《净水技术》杂志

CN 31-1513/TQ

ISSN1009-0177

4-652

● 中国科技核心期刊 ● 中国科学评价研究中心核心学术期刊(A) ● 科学引文数据库(SCD) ● 华东地区优秀期刊

《净水技术》杂志是面向市政给排水、工业水处理和水环境治理等行业,以宏观综述、标准解读、理论研究、应用实践和工程案例为主要报道内容的核心期刊,于每月 25 日出版。

《净水技术》理论与实践结合,以实践为主,对高校及科研人员的研究工作具有启发性,对设计院及水务企业的工程实践和运行管理具有指导性。常设“大家之言”专家特稿专栏,并设有“净水技术前沿与热点综述”、“水源与饮用水保障”、“污水处理与回用”、“工业水处理”、“城镇给排水工程设计案例专栏”、“城镇水系统全流程水质监测技术专栏”“供排水企业运行及管理成果专栏”等常规栏目,作者和读者遍布国内各大高校、研究院、设计院、运营单位、工程公司和设备厂商,欢迎广大新老读者订阅《净水技术》杂志,相关订阅信息如下:

## 订阅方式

1. 邮局订购:通过全国任一邮局,凭邮发代码(4-652)直接订阅,定价 300 元/年(12 期正刊+2 期增刊,平信寄送)。
2. 编辑部订购:①扫描下方二维码,进入微店订购;②拨打(021)66250061,或者发送邮件至 zjh@jsjs.net.cn 或 shjsjs@vip.126.com 确认订阅信息。定价 370 元/年(12 期正刊+2 期增刊,快递寄送)。

## 付款方式

1. 银行汇款(仅接受公司账户汇款)

收款人:上海《净水技术》杂志社

账号:1001222319024881609

开户行:工商银行上海杨树浦桥支行

2. 支付宝付款

收款人:上海《净水技术》杂志社

支付宝账号:shjsjs@vip.126.com

付款需备注“杂志订阅+付款人姓名”



扫描输入“订阅”查看订购信息