

工程实例

组合式人工湿地用于处理江西地区农村污水

邱俊^{1,2}, 陈玺茜², 郭若彬², 宋江菊²

(1. 南昌大学 资源环境与化工学院, 江西 南昌 330029; 2. 江西益洁环保技术有限公司, 江西 南昌 330100)

摘要: 采用厌氧+水解酸化+潜流人工湿地+微动力氧化塘组合的人工湿地工艺处理江西某农村生活污水与农村面源污染的混合污水。实际运行结果表明,该工艺具有抗冲击负荷能力强、运行管理简单、出水水质稳定的特点,出水各项指标达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准,对BOD₅、COD、NH₃-N、TN、TP和SS的去除率分别为95.07%、95.96%、90.20%、89.88%、95.45%和95.47%。

关键词: 农村污水; 潜流人工湿地; 水解酸化; 厌氧; 氧化塘

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)24-0084-03

Combined Constructed Wetland for Treatment of Rural Sewage in Jiangxi Province

QIU Jun^{1,2}, CHEN Xi-xi², GUO Ruo-bin², SONG Jiang-ju²

(1. School of Resources, Environment and Chemical Industry, Nanchang University, Nanchang 330029, China;
2. Jiangxi Yijie Environmental Protection and Technology Co. Ltd., Nanchang 330100, China)

Abstract: The combined constructed wetland process of anaerobic, hydrolysis acidification, subsurface flow constructed wetland and micro-power aerobic pond was used for treatment of rural sewage and nonpoint source pollutants in Jiangxi Province. The results indicated that combined process had characteristics of strong resistance to shock loading, simple operation management and stable water quality. The effluent met the first level A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002). The removal rates of BOD₅, COD, NH₃-N, TN, TP and SS were 95.07%, 95.96%, 90.20%, 89.88%, 95.45% and 95.47%, respectively.

Key words: rural sewage; subsurface flow constructed wetland; hydrolysis acidification; anaerobic; aerobic pond

随着国家对农村环境整治的关注,以及近几年“海绵城市”概念的提出,采用人工湿地处理农村生活污水也越来越多^[1]。人工湿地污水处理设施建成后能够美化环境,同时维护管理简单、运行费用低,而农村具有比较广阔的空间及闲置的空塘,因此适于建设人工湿地污水处理设施^[2]。无动力人工湿地对污染物的去除率偏低^[3,4],相比之下,王翔宇

等^[5]研究的微动力人工湿地污水处理设施具有较好的污染物去除效果。

1 工程概况

江西瑞金某农村污水处理设施属于中央农村环境整治项目,目前已运行1年多。该工程总投资为430万元,占地面积约4 000 m²,设计处理规模为500 m³/d,其中包括200 m³/d的农业面源污水及

300 m³/d 的农村生活污水。采用厌氧池 + 水解酸化池 + 潜流人工湿地 + 氧化塘组合工艺处理。

1.1 污水水质

污水中除了本村居民的生活污水外,还含有部分农业面源的污水,因此有机物浓度较高。进、出水水质见表1。

表1 进、出水水质及排放标准

Tab.1 Influent and effluent quality and discharge standard

mg · L ⁻¹						
项目	BOD ₅	COD	NH ₃ - N	TN	TP	SS
进水	90 ~ 180	200 ~ 340	25 ~ 50	35 ~ 60	3 ~ 6	90 ~ 200
出水	8	14	5	6.1	0.3	9.2
排放标准	10	50	5(8)	15	0.5	10

经过1年多的运行,出水水质略优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准,对BOD₅、COD、NH₃ - N、TN、TP和SS的去除率分别为95.07%、95.96%、90.20%、89.88%、95.45%和95.47%。

1.2 工艺流程

采用格栅 + 厌氧池 + 水解酸化池 + 潜流人工湿地 + 微动力好氧塘处理工艺,具体流程见图1。

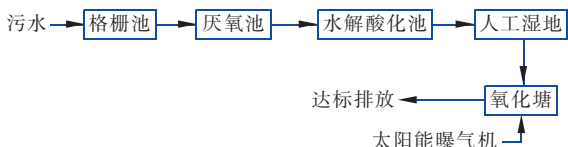


图1 污水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of sewage treatment process

污水首先进入格栅池去除大颗粒污染物,再进入厌氧池进行厌氧发酵,由于厌氧反应会产生臭味,因此在厌氧池的上方构筑了花坛,有效地消除了厌氧池产生的臭气污染。经过厌氧池处理的污水进入水解酸化池,在池内生物填料的作用下,进行厌氧、兼氧及好氧生物反应,降解去除有机污染物。此后,污水进入由陶粒填料池、球形填料池、水浮莲池、植物吸收池构成的潜流人工湿地,进一步去除污染物。人工湿地出水进入氧化塘,对污水中的污染物进行最后的处理。在氧化塘中加入微动力的太阳能曝气机主要是考虑到当地气候的影响,当在无风或者气压较高的环境下,氧化塘若不安装太阳能曝气系统,在塘内水面可能出现许多气泡。在氧化塘安装太阳能曝气机后,可有效地消除此种现象,并确保该污水处理系统能够长期稳定运行。

2 主要构筑物及设计参数

根据《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005—2010)进行工艺设计。

① 格栅池。1座,砖混结构,尺寸为6 m × 1.5 m × 3.5 m,有效水深为3.2 m,过栅流速控制在0.6 ~ 1.0 m/s。

② 厌氧池。7座,砖混结构,尺寸为6 m × 3 m × 3.5 m,有效水深为2.3 ~ 3.0 m, HRT > 12 h。池上方设置花坛,回填厚度为150 mm的耕作土层,放置120 m²的马尼拉草皮,可以有效降低厌氧反应过程中的臭气污染。

③ 水解酸化池。8座,砖混结构,尺寸为4 m × 4 m × 2 m,有效水深为1.5 m, HRT为9 h,每座池配备半软性组合填料15 m³。

④ 人工湿地。砖混结构,包括:a. 陶粒填料池16座,尺寸为5 m × 2 m × 2 m。每池配备Ø4 mm陶粒填料5 m³。b. 球形填料池10座,尺寸为5 m × 2 m × 2 m。每池配备Ø76 mm球形填料5 m³。c. 水浮莲池8座,尺寸为4 m × 4 m × 2 m。每池配备水浮莲6 m²。d. 植物吸收池18座,尺寸为4 m × 4 m × 2 m。每池配备回填砂土及水生植物,水生植物为美人蕉,种植密度为9株/m²。

⑤ 氧化塘。1座,砖混结构,尺寸为10 m × 56 m × 2 m(内含2座尺寸为10 m × 6 m × 2 m的花坛式人工湿地,每池配备230盆陶瓷花盆及吊兰花)。配备储能型太阳能曝气机,光伏板功率为200 W × 4,电机功率为400 W,增氧能力为0.6 kgO₂/(kW · h)。

同时,为使建筑物不受降雨影响,还采用10 mm的C15混凝土垫层、刚性生态吸水砖对200 m²的路面进行硬化,同时设置不锈钢围栏。

3 工程调试与运行

3.1 调试

工程完工后进行清水试验,再将农村污水引入,按照相应的设施运行要求开启设备,进行调试。经过3个月的调试,出水水质稳定达标,此时系统处于动态平衡,调试过程结束。

3.2 运行管理

对于正常稳定运行的人工湿地系统,处理的污水可在系统中自流运动,因此运行过程中无需任何动力设备及繁琐复杂的维护,仅需对湿地植物进行管理,主要是维护人工湿地系统中的植物种群,包

括:植物生物量管理、杂草的管理。对于本工艺而言,在潜流人工湿地中收割植物不是必需的,但是为使植物生长得更旺盛,适当清除死亡植物、植物焚烧及在植物生长高峰期收割植物等,有利于保障组合人工湿地系统的美观及污染物的去除效果。

3.3 效益分析

① 生态效益。人工湿地系统在我国污水处理和水体生态修复领域已得到广泛应用。在应用过程中,不仅解决了农村污水处理难的问题,美化及改善了农村的生态环境,还促进了人工湿地生态工程建设所需的填料、植物等市场成熟。

② 环境效益。人工湿地稳定运行后,对污染物削减总量为 73.08 ~ 146.80 t/a。其中对 BOD₅、COD、NH₃-N、TN、TP 和 SS 的削减量分别达到 14.97 ~ 31.39、33.95 ~ 59.50、3.65 ~ 5.21、5.27 ~ 11.66、0.49 ~ 1.22 和 14.75 ~ 34.82 t/a。

③ 经济效益。该工程总投资为 430 万元,包括土建工程 224 万元、安装工程 80 万元、附属设施(配件设备材料、清水试验、进水调试)126 万元。由于该工艺为微动力运行,因此只需专人定期巡视及植物生长期对植物进行收割即可,管理费用为 4 000 元/a。

4 结论

采用厌氧+水解酸化+潜流人工湿地+微动力氧化塘的组合工艺处理农村污水,设计处理能力为 500 m³/d,出水水质略优于 GB 18918—2002 的一级 A 标准,对 BOD₅、COD、NH₃-N、TN、TP 和 SS 的去除率分别为 95.07%、95.96%、90.20%、89.88%、95.45% 和 95.47%。

参考文献:

- [1] 刘然彬,赵亚乾,沈澄,等. 人工湿地在“海绵城市”建设中的作用[J]. 中国给水排水,2016,32(24):49-58.
Liu Ranbin, Zhao Yaqian, Shen Cheng, *et al.* Application of constructed wetlands to construction of sponge city [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(24):49-58 (in Chinese).
- [2] 李军幸,张克强,张洪生,等. 厌氧/人工湿地组合系统处理农村生活污水的效能[J]. 中国给水排水,2011,27(23):18-25.

LI Junxing, Zhang Keqiang, Zhang Hongsheng, *et al.* Efficiency of combined anaerobic baffled reactor/corridor constructed wetland for rural domestic sewage treatment [J]. China Water & Wastewater, 2011, 27(23):18-25 (in Chinese).

- [3] 段跟定,郑昌安. 无动力生物处理技术在关中农村地区的应用[J]. 中国给水排水,2016,32(20):80-83.
Duan Gending, Zheng Changan. Application of unpowered biological treatment technology in Guanzhong rural areas [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(20):80-83 (in Chinese).
- [4] 张佳琳,林方敏,罗隽,等. 厌氧-人工湿地-氧化塘用于华南农村污水连片整治[J]. 中国给水排水,2016,32(12):106-109.
Zhang Jialin, Lin Fangmin, Luo Jun, *et al.* Application of unpowered system of anaerobic treatment, constructed wetland and oxidation pond to integrated treatment of rural sewage in south China region [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(12):106-109 (in Chinese).
- [5] 王翔宇,熊鸿斌,匡武. 微动力 A²O+潜流人工湿地工艺处理农村生活污水[J]. 中国给水排水,2015,31(16):80-84.
Wang Xiangyu, Xiong Hongbin, Kuang Wu. Combined process of solar micro-power A²O and subsurface-flow constructed wetland for treatment of rural domestic sewage [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(16):80-84 (in Chinese).



作者简介:邱俊(1984-),男,江西南昌人,博士,工程师,长期从事废水处理技术应用研究。

E-mail:272002094@qq.com

收稿日期:2018-06-19