

文章编号: 2095-0411 (2013) 03-0021-03

村镇街区污水处理工艺研究及运行效果分析*

戴如娟¹, 占明飞¹, 郑泽鑫¹, 张文艺¹, 孟宪革²

(1. 常州大学 环境与安全工程学院, 江苏 常州 213164; 2. 中国石油天然气股份有限公司 抚顺石化分公司, 辽宁 抚顺 113001)

摘要: 针对村镇街区污水排放方式与收集特点, 提出了微动力 A/O 一体生化降解+尾水人工湿地生态强化技术, 实现了污水收集与有效处理, COD_{Cr}、NH₃-N、TN、TP 等污染物指标均达到《城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB 18918-2002)》一级 B 要求。经测算, 采用本技术治理的常州市武进区石坝上街区工程, 运行费用仅为 0.163 元/m³ 污水, 每年可实现 COD_{Cr}、NH₃-N、TP 和 TN 减排量分别为 9.95、2.61t 和 0.15、3.17t, 减排效果明显。对于整个苏南乃至全国同类村镇街区污水处理都有一定的技术参考价值。

关键词: 村镇街区; 工业生活污水; A/O 生化系统; 人工湿地

中图分类号: X 703 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.2095-0411.2013.03.006

Design and Operation of Town Block Sewage Treatment

DAI Ru-juan¹, ZHAN Ming-fei¹, ZHENG Ze-xin¹, ZHANG Wen-yi¹, MENG Xian-ge²

(1. School of Environmental and Safety Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China; 2. China National Petroleum Co., Fushun Petrochemical Company, Fushun 113001, China)

Abstract: According to the characteristics of the emissions way and collect peculiarity of town block sewage, we propose a technology which combined micro-power A/O biochemical system with artificial wetland bioaugmentation process to treat the sewage and realize the wastewater collection. After treatment the value of COD_{Cr}, TN, TP and NH₃-N all can meet the GB18918-2002 1B discharge standard. The operational fee is 0.163 yuan per ton of wastewater. And the design will reduce discharge of COD_{Cr}, NH₃-N, TP and TN with 9.95, 2.61, 0.15 and 3.17t per annum. The design will eventually be widely applied to the same town block sewage treatment in southern Jiangsu Province and even nationwide.

Key words: town block; industrial domestic sewage; A/O biochemical system; artificial wetlands

我国南方村镇街区大多沿河而建, 缺少最基本的污水收集设施^[1], 生活污水直接排入附近水体, 对当地的生态环境影响较大。欧美等发达国家的村镇街区污水及小型社区的污水处理大多采用微动力 A/O 与人工湿地系统组合技术, 成效显著^[2-4]。国内也有利用该技术处理小城镇污水、村镇污水的报道^[5-6]。该组合工艺与其他工艺相比具有技术成

熟, 运行管理方便, 工程投资低, 占地面积小等优点, 可用于城市污水和一些工业废水的处理^[7-8]。

本文采用上述微动力 A/O 与人工湿地系统组合技术对常州市武进区石坝上街区污水进行治理, 考查了该工艺的运行效果, 并进行了其减排效果及技术经济分析。

* 收稿日期: 2013-02-20

作者简介: 戴如娟 (1989-), 女, 江苏高邮人, 硕士生; 通讯联系人: 张文艺。

1 工艺模式选择研究

石坝上街区位于江苏省常州市武进区，是原南宅乡政府所在地，为一古镇。目前该街区现有村民 600 户，总人口数 2 100 人，其中居民人口数 1 100 人，外来人口数 1 000 人。此外还有一所 800 名师生的小学和一所 200 名师生的幼儿园。居民室内卫生排水设施不完善。街区排水系统多为石砌或砖砌结构，破损、渗漏现象严重。街区内家庭式机械加工坊较多，产生的机械加工废水也进入街区排水系统。此外，街区内还有公厕 2 座（旱厕）。

1.1 水质特点与水量设计

机械加工坊产生的废水含有冷却液、有机清洗液以及设备与地面冲刷排出的含油废水。这些废水有机物浓度较高，且含有金属离子、表面活性剂、乳化剂、石油类物质^[9]。

根据《农村生活用水量卫生标准（GB11730—1989）》及当地人均用水量、供水条件及管网设施等相关因素，确定日用水量标准：按 100L/人·d 计算，用水量为 2 100 人×100L/人·d = 210m³/d。

生活污水量按用水量的 80% 计算，2 100 人×100L/人·d × 80% = 168m³/d。经现场调查走访及实地监测，确定机械加工废水流量为 98m³/d，相关变化系数取 1.2，最终确定设计处理水量为 320m³/d。

1.2 设计进、出水水质

据苏南地区生活污水相关资料，主要污染物排放参照《城镇污水处理厂污染物排放标准（GB 18918—2002）》一级 B 标准，设计进出水水质各项指标见表 1。

表 1 设计进、出水水质指标

项目	pH	$\rho / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$			
		COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	TN
进水	6~9	350	35	4	45
出水	6~9	≤60	≤8	≤1	≤20

1.3 工艺流程与原理

针对本研究污水特点及水质情况，确定工艺流程框图如图 1 所示。

污水经过管网汇集以后，先经过格栅去除污水中漂浮物和悬浮物，随后进入调节混合池，均匀水

质、水量，调节废水 pH，并自然沉淀部分金属离子。将污水提升至微动力 A/O 生化系统进行处理，随后污水经沉淀池进行固液分离，剩余污泥进入污泥消化池进行厌氧消化，沉积污泥使用槽车外运。尾水则进入人工湿地处理系统，经处理后排放。

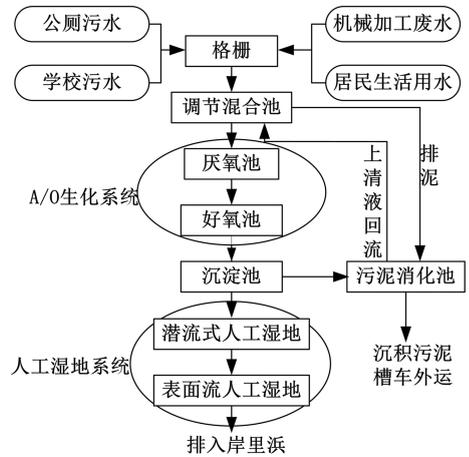


图 1 工艺流程框图

Fig. 1 Process flow diagram

2 运行效果、减排及经济技术分析

2.1 运行效果

本研究方案于 2010 年 12 月正式实施，处理水量基本保持在 320m³/d 左右，2011 年 6 月由常州市武进区环境监测站对项目的进出水水质进行检测，COD_{Cr}、NH₃-N、TP、TN 去除率分别达到 72.2%、98.1%、57.9% 和 68.0%，出水指标均能满足《城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918—2002）》一级 B 标准。因总排放口的水质水量波动性极大，难以代表整体水质情况，故该表中检测水样取自调节混合池出水，低于通常生活污水水质指标。水样检测结果见表 2。

表 2 进、出水污染物检测结果

Table 2 Pollutant detection of influent and effluent water

采样位置	pH	$\rho / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$			
		COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	TN
调节池出水口	7.24	118	22.4	2.28	40.0
湿地排水口	7.08	32.8	0.424	0.960	12.8

2.2 减排效果分析

本研究生活污水量为 320m³/d，一年按 365 天计，根据各项指标的进水水质及检测水质的平均值，COD_{Cr}、NH₃-N、TP 和 TN 削减量分别为 9.95、2.61、0.15t 和 3.17t，减排效果明显。

2.3 技术经济分析

设计日处理水量 320m^3 , 总投资约 96 万元, 建设工期 60 天左右, 运行费用测算如下。

(1) 电费 (E_1)

污水站用电负荷 2.6kW (每天实际运行时间按 12h 计), 电价按 0.6 元/度计, 单位污水处理成本为:

$$E_1 = 2.6 \times 12 \times 0.6 \div 320 = 0.058 \text{ 元}$$

(2) 人工费 (E_2)

污水处理站共设 1 人 (当地村民兼职), 人均月工资按 600 元计, 单位污水处理成本为:

$$E_2 = 600 \times 1 \div (320 \times 30) = 0.062 \text{ 元}$$

(3) 日常维护费 (E_3)

主要用于泵及风机零配件的修理、更换及机油的购买, 垃圾清运等方面。以每年 0.20 万元计, 则单位污水处理成本:

$$E_3 = 2000 \div (320 \times 365) = 0.017 \text{ 元}$$

(4) 湿地植物养护费 (E_4)

主要用于竹屋的更换、修剪、收割以及病虫害防治。以每年 0.3 万元计, 单位污水处理成本为:

$$E_4 = 3000 \div (320 \times 365) = 0.026 \text{ 元}$$

污水处理成本总计:

$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 0.163 \text{ 元}/\text{m}^3。$$

3 村镇街区污水治理工程经验

通过本工程的设计、建造及运行管理, 就村镇街区污水治理有以下几点工程经验:

(1) 支管建造。室内排水设施不完善, 通过每户修建单独排污口作为排污通道, 每个排污口的排污管就近连接总管, 可以达到对污水的有效收集。

(2) 主排水管网修缮。在石砌、砖砌排水管道中套加波纹管, 对现有混凝土管道则进行清淤、修复和防渗处理。小学和幼儿园产生的污水通过新增 200m 左右的管道连通至总管。

(3) 传统旱厕改造。工程点附近的两座旱厕全部改建为冲厕并配套三格式化粪池, 定期清掏。产生的污水则通过新建管道连接至总管。

(4) A/O 生化系统工程。污水集中收集以后采用 A/O 生化系统对其进行处理。污水经该生化系统处理后可以有效去除氮、磷及部分有机物。

(5) 尾水生态强化深度处理工程。尾水深度处理采用人工湿地法。尾水依次流经潜流式人工湿地

和表面流人工湿地最后排入岸里浜。

(6) 景观美化工程。本研究污水处理构筑物采用砖砌地理式结构, 地面布置草坪和景观植物。表面流人工湿地种植集净水与观赏功能为一体的湿地植物。周围设置不锈钢围栏, 站内设置汀步。

4 结 论

(1) 通过微动力 A/O 一体生化降解和尾水人工湿地生态强化技术对苏南村镇街区污水进行处理, 出水 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TN 、 TP 等指标均达到 GB 18918—2002 一级 B 要求, 运行费用仅为 0.163 元/ m^3 污水, 每年可实现 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 和 TN 减排量分别为 9.95t、2.61t 和 0.15t 和 3.17t, 减排效果明显。

(2) 本研究污水处理构筑物全部采用砖砌地理式结构, 管理运行方便, 占地面积小, 经济及生态效益显著, 有效地解决了村镇街区污水收集、处理的难题。建成后地面种植的各类花木与街区的环境构成了一幅崭新的自然生态景观。

参考文献:

- [1] 李贵兵, 任树梅, 杨培玲, 等. 新农村建设中污水处理系统研究 [J]. 中国农村水利水电, 2009 (6): 25 - 27.
- [2] David Steer, Lauchlan Fraser, James Boddy. Efficiency of small constructed wetland for subsurface treatment of single-family domestic effluent [J]. Ecological Engineering, 2002, 18 (4): 429 - 440.
- [3] Keith R Hench, Gray K Bissonnette, Alan J Sexstone. Fate of physical, chemical and microbial contaminants in domestic wastewater after following treatment by small constructed wetlands [J]. Wat Res, 2003, 37 (4): 921 - 927.
- [4] 黄宇广, 李澍, 牛涛涛, 等. 高浓度机械加工废水处理工程 [J]. 给水排水, 2010, 36 (3): 62 - 64.
- [5] 张艺文, 刘明元, 罗鑫, 等. 苏南水网地区表面流人工湿地示范工程 [J]. 中国农村水利水电, 2012 (2): 78 - 83.
- [6] 雷志洪, 戴知广, 陈志诚, 等. 高效复合垂直流人工湿地系统处理效果与污水回用工程 [J]. 给水排水, 2002, 28 (9): 22 - 24.
- [7] 沈东升, 刘新文, 龙焰. 农村小城镇生活和工业综合污水的达标处理工艺技术研究 [J]. 农业工程学报, 2006, 22 (5): 135 - 139.
- [8] 王晟, 徐祖信, 李怀正. 潜流湿地处理生活污水时的强化方法 [J]. 环境科学, 2006, 27 (12): 2432 - 2438.
- [9] 刘霞, 陈洪斌. 村镇及小区污水生态处理技术 [J]. 中国给水排水, 2003, 19 (12): 32 - 35.