

文章编号: 2095—0411 (2013) 03 - 0009 - 04

# 村镇工业集中区生活污水处理技术分析<sup>\*</sup>

李仁霞<sup>1</sup>, 戴如娟<sup>1</sup>, 郑泽鑫<sup>1</sup>, 张文艺<sup>1</sup>, 孟宪革<sup>2</sup>

(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:** 以苏南某工业集中区及其周边村庄排放的生活污水为对象, 采用“砖砌埋地式 A/O”结合“河道生物强化”技术, 污水经二级串联厌氧、五级串联好氧化处理, 尾水进入河浜进行原位河道生物强化, 出水 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP、SS 等均达到《城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB 18918—2002)》的一级 B 标准。该技术具有投资少、成本低, 运行管理方便等特点, 对于工业集中区生活污水处理具有一定的示范作用。

**关键词:** 村镇工业集中区生活污水; 砖砌结构; A/O 工艺; 河道生物强化

**中图分类号:** X 703

**文献标识码:** A

**doi:** 10.3969/j.issn.2095—0411.2013.03.003

## Technical Analysis of Treatment for Sewage of Rural Industrial Zones

LI Ren-xia<sup>1</sup>, DAI Ru-juan<sup>1</sup>, ZHENG Ze-xin<sup>1</sup>, ZHANG Wen-yi<sup>1</sup>, MENG Xian-ge<sup>2</sup>

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

**Abstract:** The combined process of brick buried A/O and river bioaugmentation is used to treat the sewage from a industrial zone and its local villages in the south of Jiangsu. After the biological treatment with two series of anaerobic and five series of aerobic, the effluent is poured into the river with in-situ bioaugmentation. The effluent COD, NH<sub>3</sub>-N, TP, SS can meet the first level B criteria specified in Discharge Standard of the Pollutants for Municipal Sewage Treatment Plant (GB 18918—2002). With the characteristics of low investment and cost, easy operation and management, the technology of brick buried structure will be an exemplary role to treat sewage of Rural Industrial Zones.

**Key words:** sewage of rural industrial zones; brick structure; A/O process; river bioaugmentation

近年来, 苏南一些村镇在政府规划引导下, 形成了为数众多的机械、纺织、电子、液压、电缆、环保设备制造等产业特色鲜明的村镇工业集中区。集中区内废水产生量大的企业一般建有自己的废水处理站, 而废水产生量小的则是采取委托外运处理模式。但集中区内企业的生活污水大多是经三格式化粪池处理后通过污水管网排入村镇周边的污水管

渠。当地村镇建有相应处理技术的污水设施, 则排入其中处理, 若没有则直接排入所在村镇地表水体。太湖漕桥河流域污染源调查表明, 工业集中区内的生活污水, 含有少量润滑油、树脂、金属离子、表面活性剂 (LAS)、有机物和乳化剂等<sup>[1-2]</sup>。这些污水大多未经处理, 连同周边村庄生活污水, 就近排入水体, 约占该河流总 COD、NH<sub>3</sub>-N 的

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2013 - 03 - 26

基金项目: 江苏省自然科学基金项目 (BE2012640); “十一五” 国家科技重大专项 (2008ZX07101-007-01)

作者简介: 李仁霞 (1988—), 女, 江苏东台人, 硕士生; 通讯联系人: 张文艺。

77.6%和 59.1%<sup>[1,3]</sup>。因地制宜地采用适当技术对农村工业集中区污水进行分散处理,是改善农村工业集中区周边生态环境的迫切任务。

采用“砖砌地埋式 A/O—河道生物强化”技术,本研究对苏南某工业集中区及其周边村庄 720 m<sup>3</sup>/d 生活污水进行处理并对其运行效果进行分析。

## 1 概 况

苏南某工业集中区有各类企业 30 余家,形成了以电机、电子、机械、液压、轻纺以及塑料包装印刷为主的工业集中区,年工业产值约 2.1 亿。该集中区内企业和周边居民虽然有完善的污水收集系统,但没有相应的污水处理设施与工艺,污水直接排放至河浜,并最终流向太湖<sup>[4-6]</sup>。

本处理点位于该工业集中区总排放口附近的空地上,占地面积约 400m<sup>2</sup>,治理河浜总长 150m,平均宽度 20m,治理流域内涉及村民 143 户,本地户籍居民 500 人,流动人口 7 000 人,总服务人口 7 500 人。

本技术主要工艺流程为污水经调节池均匀水质后进入厌氧池进行厌氧消化处理,再经好氧池生物膜对 N、P 等进行生物降解,最后进入生态塘,经植物的吸收、降解、吸附、沉淀及蒸腾作用,吸附金属离子、降解有机物氮磷等,最终溢流排放<sup>[7-10]</sup>。地埋式设备上方覆土铺草坪种植株,河浜中布置水生动植物。本技术的应用极大地改善了该集中区及其周边的生态环境,对于工业集中区及其周边村庄的生活污水处理具有一定的示范作用和指导意义<sup>[11]</sup>。

### 1.1 水质特点与水量分析

工业集中区企业工人大部分是外来务工人员,这部分人作息规律,用水时间集中在早晚,使得集中区生活污水的水量水质波动较大。同时,由于工人操作不规范等原因使车间定期冲洗地坪、清洗设备带来的部分酸性废水,以及工人日常洗手、工作服洗涤、洗浴等过程中的污水进入生活污水管网。这些污水含有少量润滑油、树脂等杂质,尤其机械加工废水中还有一些金属离子、表面活性剂、乳化剂等。

按照每人每天 100L 的用水量标准,污水量按用水量的 80%计,则集中区生活污水产生量:

$$7\,000\times100\times80\%=560\text{m}^3/\text{d}$$

居民生活污水产生量:

$$500\times100\times80\%=40\text{m}^3/\text{d}.$$

由于污水量及水质不均匀性较大,实际分析时取水量波动系数 1.2,则总处理污水量为:

$$1.2\times600=720\text{m}^3/\text{d}.$$

### 1.2 进、出水水质分析

由于尚无现有工业集中区生活污水水质的长期完整资料,进水水质指标参照苏南一带农村生活污水的水质指标。出水指标则严格按照国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级 B 标准,主要的进、出水水质指标分析如表 1 所示。

表 1 进出水水质指标分析  
Table 1 Analysis of influent and effluent water quality

| 序号 | 名称                 | $\rho/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ |            |
|----|--------------------|--------------------------------------|------------|
|    |                    | 进水                                   | 出水         |
| 1  | COD                | 350                                  | $\leq 60$  |
| 2  | BOD <sub>5</sub>   | 200                                  | $\leq 20$  |
| 3  | SS                 | 250                                  | $\leq 20$  |
| 4  | NH <sub>3</sub> -N | 35                                   | $\leq 8$   |
| 5  | TP                 | 4                                    | $\leq 1.0$ |
| 6  | 石油类                | 30                                   | $\leq 3$   |
| 7  | 阴离子表面活性剂 LAS       | 10                                   | $\leq 1$   |
| 8  | pH                 | 6~9                                  | 6~9        |

### 1.3 工艺流程

集中区与周边村庄生活污水通过污水收集管网,经格栅截留水中较粗大的漂浮物和悬浮物。然后使用泵提升污水,通过砖砌地埋式 A/O 生化系统进行生物法处理。该系统为串联式一级调节沉淀→二级厌氧→五级好氧→一级沉淀的结构。

污水经沉淀池固液分离后,上清液回流至厌氧池,活性污泥进入污泥消化池厌氧消化,进一步减小污泥体积后槽车外运。

处理后的尾水则进入生态塘进行河道生物强化,最终出水经拦河坝溢流排放。

## 2 主要构筑物及其功能

### 2.1 调节沉淀池

调节沉淀池的主要功能是在碱性条件下沉淀去除部分金属离子,同时充分均匀水量水质,使得酸性的集中区达标水和碱性的生活污水得到中和。

### 2.2 厌氧池

厌氧池中,厌氧菌及兼性厌氧菌对水中乳化的

剂、表面活性剂、有机物等进行消化降解,防止污水中的乳化剂等直接进入氧化池随着曝气形成浆状、乳状层及大量泡沫,同时灭杀大部分病原菌和蛔虫卵。

2.3 好氧池

好氧池中,安装不锈钢支架和半软性填料,半软性填料上生长的好氧菌在曝气条件下,通过好氧代谢作用分解污水中的有机污染物,同时合成自身细胞质,有效去除水中有机物、总磷、氨氮及病原体。由于是采用砖砌结构,为保证工程设施的安全及处理效果的稳定性,采用5个相通的砖砌结构好氧池。

2.4 沉淀池

作为缺氧、好氧池后的沉淀池,主要是作为固液分离的反应场所。

2.5 污泥消化池

污泥消化池的主要功能是在厌氧条件下使污泥中的有机物消化降解,灭杀污泥中大部分病原菌和蛔虫卵,最大程度减小污泥体积,使污泥稳定无害化,进而槽车外运。污泥消化池的上清液则回流至厌氧池,实现反硝化。

2.6 河浜内生态塘(原位河道生物强化)

断头河浜中建有拦河坝以帮助形成原位河道生物强化一生态塘。生态塘中,在填料浮体上种植聚草、花菖蒲、再力花等植物,按照 $0.1\text{kg}/\text{m}^2$ 的质量浓度,向塘中均匀泼洒底质改良剂 $300\text{kg}$ ,同时在塘底投放螺、蚬等大型无脊椎底栖动物 $300\text{kg}$ 。生物塘通过这些生物强化措施均匀布水,吸收氮磷,进一步分解去除水中难降解有机物、重金属等。

2.7 生态景观

地理式设备上方覆土铺天堂草。生态塘中布置人工浮岛,浮岛上按照 $15\sim 20$ 芽/ $\text{m}^2$ 的密度种植眼子菜、聚草, $20\sim 30$ 株/ $\text{m}^2$ 种植花菖蒲、美人蕉, $12\sim 16$ 丛/ $\text{m}^2$ 种植花叶芦竹,每丛 $4\sim 5$ 芽。岸边及污水处理设施周边,按每 $4\sim 6$ 丛/ $\text{m}^2$ 的密度种植紫竹,每丛 $4\sim 5$ 根,每隔 $2\text{m}$ 种植红叶石楠、紫薇、垂柳、花叶芦竹等景观树一株,削减噪声,消除异味,净化空气,使得区域内水生环境与

岸边环境和谐统一、动态相应。

3 减排与技术经济分析

3.1 减排量分析

该技术在工业集中区生活污水处理点从2011年12月开始应用,经过大半年的研究,处理水量一直保持在 $720\text{m}^3/\text{d}$ 左右,出水指标pH、COD、总氮、总磷、氨氮等值均低于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级B标准。表2为委托常州市武进区环境监测站2012年5月的检测结果,可以看出 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、总氮、总磷及氨氮的去除率分别达到 $67.29\%$ 、 $41.49\%$ 、 $57.55\%$ 和 $95.23\%$ ,出水指标均达到排放标准。需要说明的是,因总排放口的水质水量波动性极大,取其测定难以代表整体水质情况,调节沉淀池对进水有酸碱中和、均匀水质、沉淀净化的作用,该表中检测水样取自调节沉淀池出水,低于通常生活污水水质指标。

表2 进、出水污染物检测结果

|       | pH   | $\rho/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ |      |       |       |
|-------|------|--------------------------------------|------|-------|-------|
|       |      | $\text{COD}_{\text{Cr}}$             | 总氮   | 总磷    | 氨氮    |
| 调节池出水 | 7.11 | 85.6                                 | 11.4 | 1.02  | 10.3  |
| 排放口   | 7.23 | 28                                   | 6.67 | 0.433 | 0.491 |

3.2 技术经济分析

本技术处理点的日处理量按 $720\text{m}^3$ 设计,总投资约117.7万元,包括土建费用、设备及材料费用和绿化费用,单位立方米污水基建费用为1635元。处理点,除了好氧池需微孔曝气增氧外,整个工艺属于微动力生态反应体系,有很好的生态环境效益。运行费用具体如下。

(1) 电费( $E_1$ )

污水站用电负荷 $6.0\text{kW}$ ,电价按 $0.6$ 元/度计,则单位污水处理成本为:

$E_1=6.0\times 0.6\times 24\div 720=0.120$  元

(2) 人工费( $E_2$ )

工程运行过程中,雇佣运行维护人员1名,每日定时巡查设备运行及水量水质情况,月工资按照2000元计,则单位污水处理成本为:

$E_2=2\,000\times 1\div (720\times 30)=0.093$  元

(3) 日常维护管理费( $E_3$ )

在日常废水处理中,设备仪器需要维护修理,核定每年的日常维护管理费用为12000元,则单

位污水处理成本为:

$$E_3 = 12\,000 \div (720 \times 365) = 0.046 \text{ 元}$$

#### (4) 生态塘及河岸植物养护费

由于气候及季节变换等原因,河浜中的浮岛植物、底质改良、底栖动物以及岸边的草坪、植株需要定期的更换、修剪和收割,这就是生态塘及河岸植物养护费的主要功能,以每年 8 000 元计算,则单位污水处理成本为:

$$E_4 = 8\,000 \div (720 \times 365) = 0.030 \text{ 元}$$

因而,单位污水的总运行成本为:  $E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 0.289 \text{ 元}$ 。

## 4 结 论

(1) 采用“砖砌地埋式 A/O-河道生物强化”技术,串联式一级调节沉淀、二级厌氧、五级好氧、一级沉淀、二级污泥消化,处理后尾水进入拟排放河浜进行河道生物强化后溢流排放,出水指标均达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 B 标准。地埋式上方及岸边覆土绿化,削减噪声、净化空气。在多级处理水质达标的基础上美化了周边环境,对苏南一带村镇工业集中区和农村生活污水处理具有一定示范作用。

(2) 本处理技术利用农村土地丰富的优势,采用砖砌式构筑物,建造方便且成本低,同时利用原有管渠无需网管铺设费用,运行过程中除了好氧池需微孔曝气增氧外没有过多能耗,无额外药剂添加费用,单位污水的运行成本为 0.289 元,符合农村地区的生活现状和经济承受能力,易于推广运行。对于工业集中区生活污水处理有一定的示范和指导意义。

## 参考文献:

- [1] 赵婷婷,李秋艳,陆丽巧,等. 漕桥河小流域平原河网地区水环境污染分析 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (增刊 2): 170 - 175.
- [2] 李定龙,张文艺,马建锋,等. 武进区漕桥河流域农村生活污水治理工程规划研究 [J]. 中国农村水利水电, 2010 (5): 8 - 10.
- [3] 张文艺,孙玲玲,腾加泉,等. 加工工业城市 - 常州市水环境污染分析 [J]. 中国农村水利水电, 2010 (5): 14 - 17.
- [4] 蒋岚岚,刘晋,钱朝阳,等. MBR/人工湿地工艺处理农村生活污水 [J]. 中国给水排水, 2010, 26 (4): 29 - 41.
- [5] 陈秋萍,蒋岚岚,刘晋,等. 太湖流域农村生活污水处理工程应用实例 [J]. 中国给水排水, 2010, 26 (6): 30 - 33.
- [6] 张文艺,姚立荣,王立岩,等. 植物浮岛湿地处理太湖流域农村生活污水效果 [J]. 农业工程学报, 2010, 26 (8): 279 - 284.
- [7] 刘明元,李晓霞,何业俊,等. 村庄污水原位生态修复示范工程及减排分析 [J]. 中国给水排水, 2012, 28 (4): 49 - 52.
- [8] Jan Vymazal. Constructed wetlands for wastewater treatment: Five decades of experience [J]. Environmental Science and Technology, 2011, 45 (1): 61 - 69.
- [9] Alireza Valipour, Kalyan V, Ghole V S. A new approach in wetland system for domestic wastewater treatment using phragmites sp [J]. Ecological Engineering, 2009, 35: 1797 - 1803.
- [10] Writer Jeffrey H, Barber Larry B, Ryan Joseph N, et al. Biodegradation and attenuation of steroidal hormones and alkylphenols by stream biofilms and sediments [J]. Environmental Science and Technology, 2011, 45: 4370 - 4376.
- [11] 刘峰,卢斌,杨海亮,等. 江南某小城镇污水处理厂工程设计及运行效果 [J]. 中国给水排水, 2011, 27 (14): 38 - 40.