

Orbal 氧化沟 + 深度处理在城镇污水处理厂中的应用

张小燕¹, 王刚², 郭华¹, 李海涛², 王南¹, 刘俊良¹

(1. 河北农业大学 城乡建设学院, 河北 保定 071001; 2. 河北农业大学 理工学院, 河北 沧州 061100)

摘要: 河北省某县污水处理厂采用 Orbal 氧化沟 + 絮凝沉淀 + 纤维转盘滤池工艺处理生活污水, 运行结果表明, 该工艺对 COD、BOD₅、氨氮、SS、总氮等各项指标的去除率都在 90% 以上, 出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 A 标准, 经过投加 PAC 辅助除磷后, 出水中总磷也可达到一级 A 排放标准, 该工艺效果稳定, 成本低, 在县城及小规模污水处理领域具有较好的适用性。

关键词: Orbal 氧化沟; 纤维转盘滤池; 深度处理; 城镇污水

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)04-0056-03

Application of Orbal Oxidation Ditch and Advanced Treatment in Municipal Sewage Treatment Plant

ZHANG Xiao-yan¹, WANG Gang², GUO Hua¹, LI Hai-tao², WANG Nan¹, LIU Jun-liang¹

(1. College of Urban and Rural Construction, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China;

2. College of Science and Technology, Hebei Agricultural University, Cangzhou 061100, China)

Abstract: Aiming at the domestic sewage quality of a county in Hebei Province, the effect of Orbal oxidation ditch and advanced treatment on the sewage treatment was investigated by real-time monitoring the influent and effluent quality. The results showed that the removal rates of COD, BOD₅, ammonia nitrogen, SS, total nitrogen and other indicators were over 90% after treatment by Orbal oxidation ditch/flocculation settling/fiber rotary filter process. Their effluent quality was better than the first level criteria specified in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002). The concentration of total phosphorus in the effluent could meet the first level criteria after adding polyaluminum chloride. Due to its stable treatment effect and low cost, the combined process is suitable for county and small-scale sewage treatment.

Key words: Orbal oxidation ditch; fiber rotary filter; advanced treatment; municipal sewage

Orbal 氧化沟运行管理简单, 在降解有机物的同时, 可以去除氮磷等营养物, 抗冲击负荷能力强, 且剩余污泥已经好氧稳定, 无需再进行污泥消化处理, 适用于 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 以下的小型污水处理厂^[1~3]。河北某县污水厂即采用 Orbal 氧化沟 + 深度处理工

艺处理生活污水。

1 污水水量、水质

该污水厂建成于 2009 年 11 月, 设计水量为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 污水来源为县城居民生活污水及少量的工业废水, 运行期间混合污水的水质指标如表 1

所示。要求出水水质达到《城镇污水处理厂污染物 排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准。

表 1 污水厂进水主要指标

Tab. 1 Major indexes of influent of sewage treatment plant

mg · L⁻¹

| 项 目 | COD | SS | NH ₄ ⁺ - N | TN | TP | BOD ₅ |
|------|-----------|-----------------|----------------------------------|---------------|--------------|------------------|
| 进水范围 | 116 ~ 695 | 179.25 ~ 231.37 | 13.86 ~ 41.80 | 23.27 ~ 75.82 | 2.08 ~ 11.70 | 41.50 ~ 227.15 |
| 平均值 | 365 | 207.51 | 21.66 | 48.82 | 4.37 | 134.33 |

2 工艺流程及构筑物

2.1 工艺流程

采用 Orbal 氧化沟 + 絮凝斜管沉淀 + 纤维转盘过滤深度处理工艺,工艺流程如图 1 所示。

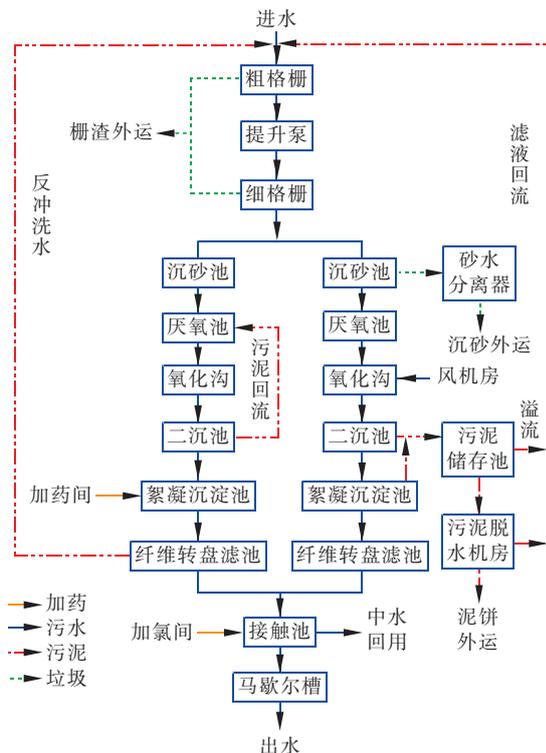


图 1 污水处理工艺流程

Fig. 1 Flow diagram of sewage treatment process

2.2 主要构筑物及设备参数

2.2.1 格栅及沉砂池

污水厂进厂处分别设置粗格栅与细格栅,粗格栅 2 台,栅条间隙为 20 mm,渠宽为 1.2 m,渠深为 7.3 m,304 不锈钢材质;细格栅 2 台,栅条间隙为 5 mm,渠宽为 1.2 m,渠深为 2.5 m,304 不锈钢材质。污水经过两道格栅的处理后,进入旋流沉砂池,实现对无机泥砂颗粒的去除。

2.2.2 二级处理

① 厌氧池及氧化沟

污水进入 Orbal 氧化沟之前,先进入厌氧池

(38.9 m × 8.9 m) 完成水解过程,然后进入 Orbal 氧化沟进行生化处理。氧化沟共 2 座,每座处理能力为 $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,外沟容积:中沟容积:内沟容积 = 48.3% : 31.5% : 20.2%,外沟、中沟及内沟的转碟个数分别为 320、168 及 84 个,设厌氧潜水推进器 16 台。

② 二沉池

设辐流式二沉池 2 座,设计平均进水量为 $625 \text{ m}^3/\text{h}$,池径为 35 m,池边有效水深为 4 m;每座沉淀池排泥斗有效容积为 164.5 m^3 ,有效水深为 2.35 m;排泥采用周边传动刮泥机(材质:水上部分为碳钢,水下部分为 304 不锈钢)。

2.2.3 深度处理

深度处理采用絮凝沉淀 + 纤维转盘滤池工艺。

① 絮凝沉淀池

絮凝沉淀池设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,投加药剂为 PAC,混合方式采用管道混合器,絮凝池采用三级絮凝,一级流速为 0.12 m/s,二级流速为 0.09 m/s,三级流速为 0.06 m/s,絮凝时间为 16 min;沉淀池采用斜管沉淀设备,沉淀时间为 33 min,清水区上升流速为 1.9 mm/s。

② 纤维转盘滤池

纤维转盘滤池设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,分为 2 组,每组设计规模为 $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,每组设 6 个转盘,转盘直径为 3 m,单盘有效面积为 12.6 m^2 。

2.2.4 污泥处理

系统产生的污泥主要有二沉池污泥及絮凝沉淀池的底泥。二沉池的剩余污泥通过 2 台剩余污泥泵 ($Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}, H = 80 \text{ kPa}$) 排入污泥贮池,之后进入脱水机房脱水。设 2 台带式污泥浓缩机(1 用 1 备),带宽为 2 m。为了增加污泥的脱水性能,在进入脱水机之前向污泥中加入 PAM,PAM 加药装置投药能力为 0 ~ 50 kg/d,含搅拌机 2 台,2 000 L 溶液箱 2 个,控制箱材质为 304 不锈钢;溶好的药剂通过 PAM 投加泵投加,投加泵 ($Q = 0 \sim 2 \text{ 000 L/h}, P = 0.63 \text{ MPa}$) 设 2 台(1 用 1 备)。

3 调试及运行

3.1 工程调试

为了充分发挥各构筑物的处理能力,运行前对各主要构筑物进行调试以确定最佳运行工况。其中厌氧池溶解氧浓度控制在 0.2 mg/L ,氧化沟各沟的溶解氧浓度分别为外沟 0.5 mg/L 、中沟 $0.8\sim 1.5\text{ mg/L}$ 、内沟 $2.0\sim 3.0\text{ mg/L}$;氧化沟的水力停留时间为 20 h ,污泥龄为 15 d ;外沟、中沟、内沟的污泥浓度分别为 $4\ 107.25$ 、 $3\ 872.31$ 、 $4\ 203.23\text{ mg/L}$,污泥负荷为 $0.072\text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$,平均污泥沉降比为 31.27% 。

3.2 运行效果

通过对Orbal氧化沟+深度处理工艺进行调试及试运行,处理系统排放口出水清澈,水质达到一级A排放标准,具体如表2所示。

表2 污水厂出水水质

Tab.2 Quality of effluent of sewage treatment plant

| 项 目 | 日均值 | 一级 A 标准 | 达标情况 |
|---|-----------|---------|--------|
| COD/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 38.1 | 50 | 达标 |
| SS/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 6 | 10 | 达标 |
| pH 值 | 7.64~7.68 | 6~9 | 达标 |
| BOD ₅ /($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 4.2 | 10 | 达标 |
| 氨氮/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 0.534 | 5 | 达标 |
| 阴离子表面活性剂/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 0.128 | 0.5 | 达标 |
| 总磷/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 0.484 | 0.5 | 不能稳定达标 |
| 总氮/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 4.58 | 15 | 达标 |
| 石油类/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 0.01 | 1 | 达标 |
| 动植物油/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | 0.02 | 1 | 达标 |
| 色度/倍 | 4,微黄 | 30 | 达标 |
| 粪大肠菌群数/($\text{个}\cdot\text{L}^{-1}$) | 612 | 10^3 | 达标 |

通过对氧化沟污泥进行镜检,发现活性污泥中有猪吻轮虫、宿轮虫、腹毛虫及固着型纤毛虫等。轮虫可通过形成包囊适应不良环境,主要的食物是细菌、霉菌、藻类,原生动物及有机颗粒对溶解氧量要求高,它的出现一般标志污泥系统成熟,出水水质良好;腹毛虫这类较大型后生动物对水质要求较高,它的出现说明系统运转良好,水质较好;固着型纤毛虫的大量出现,说明出水清澈透明,水质良好。

由表2可以看出,系统对总磷的去除效果不稳定,为此,采取化学辅助除磷措施,在最后一阶段好氧区末端投加PAC,投加量为 45 mg/L ,投药后出水TP可稳定优于一级A标准。

4 成本分析

电费:吨水耗电量为 $0.51\text{ kW}\cdot\text{h}$,工业用电电价为 $0.58\text{ 元}/(\text{kW}\cdot\text{h})$,则电费为 $0.30\text{ 元}/\text{m}^3$ 。

人工费:人员编制20人,每人工资为 $60\text{ 元}/\text{d}$,则人工费合计为 $0.04\text{ 元}/\text{m}^3$ 。

药剂费:PAC单价为 $1.5\text{ 元}/\text{kg}$,用量为 $56.3\text{ g}/\text{m}^3$,PAM单价为 $20\text{ 元}/\text{kg}$,用量为 $0.36\text{ g}/\text{m}^3$,则药剂费用为 $0.0917\text{ 元}/\text{m}^3$ 。

维修费:维修保养费和仪表的校验费一般每年按照设备投资额的5%计提,设备大修费和管道的维护费每年按照设备投资额的1%计提。设备投资额为1200万元左右,每月的维修费为 $0.07\text{ 元}/\text{m}^3$ 。

则本工程的污水处理成本合计为 $0.50\text{ 元}/\text{m}^3$ 。

5 结论

采用Orbal氧化沟+絮凝沉淀+纤维转盘滤池工艺处理生活污水,出水水质优于一级A排放标准,经过投加PAC辅助除磷后,出水总磷可稳定达到一级A排放标准。该工艺在县城及小规模污水处理领域具有较好的适用性。

参考文献:

- [1] 郭艳涛,周鑫,王玉. Orbal氧化沟工艺设计特点与长期运行效果[J]. 环境工程,2010,28(S1):59-61.
- [2] 李胜,王恩让,王煜乾. 延安市污水处理厂Orbal氧化沟的调试[J]. 中国给水排水,2005,21(4):97-98.
- [3] 葛强. 城市污水处理厂Orbal氧化沟的调试和运行[J]. 中国给水排水,2008,24(20):96-99.



作者简介:张小燕(1985-),女,山东济南人,硕士,讲师,研究方向为水污染控制与水资源开发利用。

E-mail:yan_850404@163.com

收稿日期:2016-06-30