



一种适合我国中小城镇污水处理技术 ——天津市津南区环兴污水处理厂工程设计介绍

王 文¹, 王方顺², 陈 璐¹, 陈凡阵¹, 古建国¹, 王学科¹

(1. 天津环科水务开发有限公司, 天津 300191; 2. 淄博市博山区环保局, 淄博 255200)

摘要: 以天津市津南区环兴污水处理厂为例, 介绍一种适合我国中小城镇污水处理技术的工艺流程、各构筑物的工艺设计特点与主要设备; 环兴污水处理厂设计水量为 3 万 t/d, 设计进水水质主要指标为 COD_{Cr} : 450 mg/L; BOD_5 : 200 mg/L; 出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的二级标准, 已稳定运行 1 年。

关键词: 污水处理厂; 工艺流程; 改进型 UASB 水解池; 复合生物接触氧化池; 污泥减量;

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** (K) 04259(原 1002-1264)(2005)02-0027-03

A Suitable Municipal Sewage Treatment Technology for Small- Middle Cities in China ——Project Introduction of Huanxing Wastewater Treatment Plant in Jinnan District of Tianjin, China

WANG Wen¹, WANG Fang-shun², CHEN Lu¹, CHEN Fan-zhen¹, GU Jian-guo¹, WANG Xue-ke¹

(1. Tianjin Huanke Water Development Co., LTD, Tianjin 300191, China;

2. Zibo Boshan District Environment Protection Bureau, Zibo 255200, China)

Abstract: Taking Huanxing wastewater treatment plant as an example, a suitable municipal sewage treatment technology for small- to middle- sized cities is introduced. The technological flow, design feature of the main tanks and the main equipments are discussed in detail. Design scale of Huanxing wastewater treatment plant is 30000 m³/d with the main qualities of influent COD_{Cr} 450 mg/L, BOD_5 200 mg/L. The effluent qualities met the second- degree standard of the national discharge standard of pollutants for municipal wastewater treatment plant. So far, Huanxing wastewater treatment plant has been operated steadily for one year.

Key words: sewage treatment plant; technological flow; improved UASB hydrolytic tank; compound bio-contact oxidation tank; sludge reduction

我国现有城镇 2 万多个, 大多数尚未建设污水处理设施, 对水资源构成严重的威胁, 根据我国《“十五”城镇化发展重点专项规划》, 到 2005 年要建 550 座污水处理厂, 其中 5 万 t/d 以下的污水处理厂 278 座, 5~8 万 t/d 的污水处理厂 90 座, 中小城镇污水处理厂建设将呈现快速增长的态势。目前常用的工艺有普通活性污泥法、SBR、A/O、AB A/A/O、氧化沟法等。其每吨水建设投资一般为 1000~1400 元, 直接处理成本为 0.5~0.7 元, 由于造价和运行费用高, 一些经济不发达的地区由于受经济条件的制约而难以承受。

针对我国中小城镇污水处理要求, 并结合津南区工业企业门类多, 水质复杂, 工业废水所占比重较大, 污水的可生化性较差等水质水量特点, 开发了改进型 UASB 水解池-复合生物接触氧化工艺, 该工艺造价低, 运行费用低, 维护管理简便并在天津市津南区环兴污水处理厂得到成功应用, 根据实际测算, 该污水处理厂基建投资为每吨水

700 元左右, 运行费用为 0.28~0.32 元/t。现以天津市津南区环兴污水处理厂为例, 介绍该工艺工程设计情况^[1]。

1 中小城镇污水水量、水质的特点

水质水量变化幅度大、工业废水所占比例高、水质成分复杂、原水中难降解有机物含量高、种类多。

2 工程实例

2.1 工程概况

天津市环兴污水处理厂设计总规模 6 万 t/d。分两期建设, 一期 3 万 t/d, 二期 3 万 t/d; 一期工程总投资为 5160 万元 (含厂外管网), 其中厂内工程投资 2180 万元。

2.2 基础资料

天津市津南区化工、造纸、颜料等工业企业比较多, 工业废水所占比重较大, 故污水厂的设计进



水水质确定为: $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 450 \text{ mg/L}$; $\text{BOD}_5 \leq 200 \text{ mg/L}$; $\text{SS} \leq 250 \text{ mg/L}$; $\text{NH}_4\text{-N} \leq 35 \text{ mg/L}$; $\text{TP} \leq 4 \text{ mg/L}$; pH : 6~9。

污水经处理后排入大沽排污河,为防止其对人体造成污染,根据受纳水体的功能和地方政府环境管理要求,确定污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的二级标准,具体如下: $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 100 \text{ mg/L}$; $\text{BOD}_5 \leq 30 \text{ mg/L}$; $\text{SS} \leq 30 \text{ mg/L}$; $\text{NH}_4\text{-N} \leq 25 \text{ mg/L}$; $\text{TP} \leq 3 \text{ mg/L}$; pH : 6~9。

2.3 工艺流程

本污水处理厂采用“改进型 UASB 水解+复合生物接触氧化生物处理”工艺,该工艺有以下优点: (1)污水处理厂工程投资和运行费用比传统活性污泥法低 30% 左右。(2)改进型 UASB 水解生物反应池:其主要作用是将废水中难生物降解物质转变为易生物降解物质,提高废水的可生化性,从而减少反应时间和处理能耗,以利于后续的好氧生物处理。(3)处理污水的同时完成对污泥的稳定和减量处理,从而取消了传统工艺中的消化池。(4)复合生物接触氧化池采用鼓风曝气,悬浮填料。在减小停留时间及占地面积的同时降低能耗,投资省,运行稳定处理效果好,具有良好的抗冲击负荷能力,保证出水水质且便于操作管理。(5)不需经常调节生物污泥量,不会产生污泥膨胀。

工艺流程见图 1。

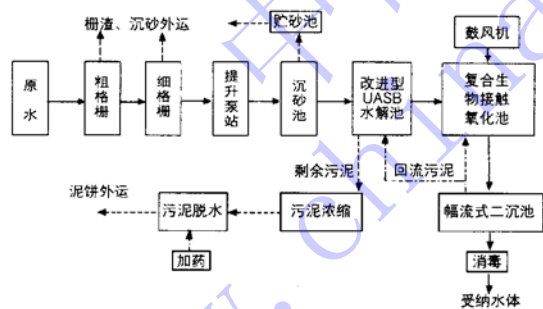


图 1 改进型 UASB 水解+生物接触氧化法处理工艺流程

2.4 主要构筑物设计

2.4.1 格栅井

粗格栅为全不锈钢回转自动格栅除污机 2 台,其栅条间隙 $b=20 \text{ mm}$,格栅倾角 $\alpha=75^\circ$,格栅宽 $B=0.8 \text{ m}$;细格栅为全不锈钢回转自动格栅除污机 2 台,其栅条间隙 $b=5 \text{ mm}$,格栅倾角 $\alpha=75^\circ$,格栅宽 $B=0.8 \text{ m}$,为便于维护检修,每台格栅前、后设置手动闸门。为便于维护检修,每台格栅前、后设置手动闸板。在泵房可以监测格栅前后

水位,自动控制格栅启停。同时也可以现场手动启停。

2.4.2 进水泵房

本工程选用具有高效、防缠绕、无堵塞功能的潜污泵 4 台(3 用 1 备),每台泵采用单独出水管,自由出流。采用变速拖动技术,由超声波液位计来控制变频器,达到自动控制水泵的目的,并节省能耗。单泵基本参数: $Q=650 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H=12 \text{ m}$,功率 $N=37 \text{ kW}$ 。

2.4.3 沉砂池

泵站的出水管分别进入沉砂池的 4 个配水井中,并分成两格进入沉砂池,沉砂池为平流沉砂池,总长 $L=14.9 \text{ m}$,有效长度 $L_1=9 \text{ m}$,池底设 2 个砂斗,斗底坡度 $\alpha=55^\circ$,重力排砂,斗底设闷阀,上设手动启闭机,人工操作。水平流速: $v=0.3 \text{ m/s}$,水力停留时间: $t=30 \text{ s}$ 。

排砂方式采用机械出砂,并经过砂水分离器处理后砂粒外运填埋处置。

2.4.4 改进型 UASB 水解池

改进型 UASB 水解池设计流量 $Q=30000 \text{ m}^3/\text{d}$,其主要作用是将污水中难降解及大分子物质分解成易降解和小分子物质,减轻后续的好氧生化处理负荷。为保证配水均匀,水解池采用 UASB 一管一孔配水方式,停留时间 $t=2.5 \text{ h}$,上升流速 $v=1.4 \text{ m/h}$,有效水深 $H=5 \text{ m}$ 。采用底部扩张管嘴排泥,排泥管径 DN 200,每天排剩余污泥 1 次,选用美国 DE 污泥界面计 1 台,以保证准确及时排泥。

2.4.5 复合生物接触氧化池

复合生物接触氧化池设计流量 $Q=30000 \text{ m}^3/\text{d}$,悬浮污泥浓度 2500 mg/L 停留时间 $t=4 \text{ h}$,有效水深 $H=5 \text{ m}$;池底设微孔曝气器,池内设自由摆动填料 4000 m^3 ;污泥回流比 $R=40\%$,设污泥回流泵池,污泥回流泵参数:流量 $Q=250 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程 $H=5 \text{ m}$;功率 $N=5.5 \text{ kW}$,2 用 1 备;

2.4.6 辐流式二沉池及其配水井

二沉池采用全桥式周边驱动刮吸泥机,中心进水、周边出水池径 $D=30 \text{ m}$,数量 2 台,功率 $N=1.5 \text{ kW}$,池中央底部设有泥斗,污泥经排泥管道,排至回流污泥井。数量 2 座,停留时间 $T=3 \text{ h}$,表面负荷 $q=1.0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,池边水深 $h=3.7 \text{ m}$ 。

2.4.7 鼓风机房

鼓风机房设置 5 台(4 用 1 备)多级离心式鼓



风机,该风机与罗茨风机相比,效率较高且节能显著。在鼓风机房配电室监测每台风机压力、温度、生物反应池中的溶解氧等参数,监控鼓风机、生物反应池及相应配套设施的运行。风量 $Q=40\text{m}^3/\text{min}$ 出口压力 153 kPa ,功率 $N=45\text{ kW}$ 。

2.4.8 消毒渠

采用紫外C进行消毒,消毒模块:420支低压汞灯,功率: $N=17\text{ kW}$,消毒渠平面尺寸: $12\text{ m}\times 2.5\text{ m}$,池总深:1.5 m。

2.4.9 污泥浓缩池

将污水处理过程中产生的剩余污泥进行重力浓缩,降低含水率,便于污泥脱水。每日排泥总量 $Q=409\text{ m}^3/\text{d}$,含水率98%,停留时间 $T=12\text{ h}$,数量2座,有效水深 $H=3.5\text{ m}$;池径 $D=8.6\text{ m}$,全桥式刮泥机2台,功率 $N=0.75\text{ kW}$ 。

2.4.10 污泥脱水机房

污泥脱水在污泥处理工艺中非常关键,其脱水效果将直接影响污泥后处置。设计采用带式压滤机。剩余污泥干重 $6\,135\text{ kg/d}$;进泥含水率97%,进泥污泥量 $204\text{ m}^3/\text{d}$,出泥含水率80%,脱水后污泥量 $31\text{ m}^3/\text{d}$,每吨绝干污泥絮凝剂投加量为 2.5 kg ,每天用药量 15 kg ;主要设备为:带式压滤机2台,带宽 $B=2.0\text{ m}$; $N=5.5\text{ kW}$;污泥螺杆泵2台, $Q=30\text{ m}^3/\text{h}$, $H=20\text{ m}$, $N=4\text{ kW}$; $\phi 300$ 螺旋输送机2套;加药螺杆泵2台 $Q=2\text{ m}^3/\text{h}$, $H=20\text{ m}$, $N=0.75\text{ kW}$;

2.5 运行情况及处理效果

天津市津南环兴污水处理厂自2004年1月1日正式运行,各构筑物运行情况达到设计要求,设备运行正常,水质变化比较大,表1为2004年4月份部分进水水质情况。

表1 进水水质和水量

日期	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	pH	色度	流量 (m ³ /d)
4月1日	436	164	234	37.5	6.5	200	21 000
4月3日	943	325	326	45.2	5.5	900	19 000
4月5日	368	135	176	32.3	7.1	160	25 860
4月7日	392	137	225	36.4	6.8	250	26 740
4月9日	438	179	240	34.5	8.2	350	25 590
4月11日	943	345	326	45.2	5.5	900	24 800
4月13日	426	156	190	35.9	6.8	500	27 590
4月15日	350	126	175	35.3	7.4	450	25 360
4月17日	760	264	293	33.7	5.8	500	24 630
4月18日	870	334	321	36.7	6.2	1 500	26 420

由表1可以看出,污水处理厂进水水质变化很大,主要是因为本区工业企业比较多,工业废水所占比重较大,可生化性差。造成进水水质有时高于原设计指标。表2是2004年4月份污水处理厂部分出水水质数据。

表2 2004年4月份污水处理厂部分出水水质

日期	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	pH	色度
4月1日	65.2	25.4	23	9.3	6.9	30
4月3日	56.3	22.3	25	14.2	7.3	20
4月5日	80.9	27.8	25	18.4	6.6	45
4月7日	85.5	26.7	21	21.9	6.9	40
4月9日	76.4	25.6	21	17.7	6.8	35
4月11日	70.3	18.3	23	14.7	6.4	30
4月13日	79.5	24.6	23	21.6	6.8	45
4月15日	83.7	23.5	24	20.5	7.1	40
4月17日	70.2	23.6	18	17.1	6.7	35
4月18日	82.8	26.4	26.3	13.9	6.6	30

由上表可以看出,尽管进水水质变化很大,但是污水处理厂出水水质比较稳定达标排放。COD_{Cr}去除率可达到85%以上,BOD₅去除率可达到92%以上。

3 结语

3.1 改进型UASB水解+复合生物接触氧化工艺是针对我国中小城镇污水水质水量特点开发的一种新工艺,对水质、水量有很强的抗冲击负荷能力强;对难降解工业废水有较强的处理能力。

3.2 该工艺既能去除污水中的难降解COD、BOD₅、SS、TN、NH₄-N、TP;而且能实现污水、污泥的一次性处理,并且使污泥减量化。

3.3 该工艺流程简单、自动化程度要求低,抗冲击负荷能力强,设备国产化程度高,具有较强的适应性。

3.4 该污水处理厂吨水造价700元左右,每吨水直接运行费用为0.28~0.32元;该工艺基建投资和运行费用低,适合在我国中小城镇推广应用。

参考文献

- [1] 王凯军.城市污水生物处理新技术开发与应用[M].北京:化学工业出版社,2001.10.

作者简介:王文(1974-),男,河南商丘人,工程师,主研污水处理工艺和BOT方式运作城镇污水厂全过程,发表论文数篇。