

# A<sup>2</sup>O/纤维转盘滤池用于污水处理厂的设计与运行

陈淑芳<sup>1</sup>, 张修奎<sup>2</sup>, 杨松<sup>3</sup>

(1. 吉林建筑大学城建学院 市政与环境工程学院, 吉林 长春 130114; 2. 中国市政工程  
东北设计研究总院有限公司, 吉林 长春 130021; 3. 长春城开水务有限责任公司, 吉林  
长春 130041)

**摘要:** 为提升出水水质, 长春市串湖污水处理厂采用高效沉淀池/A<sup>2</sup>O/高效澄清池及纤维转盘滤池三级处理组合工艺。工程设计处理能力为  $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 运行结果表明, 当进水 COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N、TN 和 TP 分别为 219.04、83.52、85.51、23.74、33.39 和 2.68 mg/L 时, 出水浓度分别为 24.48、4.54、4.88、1.49、8.46 和 0.28 mg/L, 运行费用为 1.56 元/m<sup>3</sup>。经三级处理后, 出水水质稳定达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 A 标准。

**关键词:** 高效沉淀池; A<sup>2</sup>O 工艺; 高效澄清池; 纤维转盘滤池

**中图分类号:** TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0057-04

## Design and Operation of A<sup>2</sup>O/Rotary Fibre-Plate Filter for Wastewater Treatment Plant

CHEN Shu-fang<sup>1</sup>, ZHANG Xiu-kui<sup>2</sup>, YANG Song<sup>3</sup>

(1. Municipal and Environmental Engineering Institute, The City College of Jilin Jianzhu University, Changchun 130114, China; 2. China Northeast Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Changchun 130021, China; 3. Changchun City Boiling Water Co. Ltd., Changchun 130041, China)

**Abstract:** To improve the effluent quality, the tertiary treatment process of high efficient sedimentation tank/Anaerobic-Anoxic-Oxic (A<sup>2</sup>O)/high efficiency clarification tank and rotary fibre-plate filter was adopted in Chuanhu Wastewater Treatment Plant in Changchun City. The designed treatment capacity of this plant was  $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ . When the influent concentrations of COD, BOD<sub>5</sub>, SS, NH<sub>3</sub>-N, TN and TP were respectively 219.04 mg/L, 83.52 mg/L, 85.51 mg/L, 23.74 mg/L, 33.39 mg/L and 2.68 mg/L, the concentrations of effluent were correspondingly 24.48 mg/L, 4.54 mg/L, 4.88 mg/L, 1.49 mg/L, 8.46 mg/L and 0.28 mg/L. The operating cost was 1.56 yuan/m<sup>3</sup>. After the tertiary treatment, the effluent quality could meet the first level A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002).

**Key words:** high efficient sedimentation tank; A<sup>2</sup>O process; high efficiency clarification tank; rotary fibre-plate filter

作为第二松花江水系伊通河支流的串湖,位于吉林省长春市区西北部,由于大量城市污水、工业废水未经处理直接排入,使串湖水系遭到了严重污染,进而间接排入伊通河,破坏了伊通河下游水体环境<sup>[1]</sup>。从2000年开始,长春市人民政府对串湖展开了一系列的治理工程,包括排水管渠的修建、垃圾场和黑工棚的处理、2006年通水并达标排放的天嘉污水处理厂等,但这对串湖水系的治理和改善伊通河城区段水系的污染问题还远远不够,为此建设长春市串湖污水处理厂,将整个西北部串湖水系的污水进行截流并经新建污水厂处理后排入伊通河。

长春市串湖污水处理厂总规模为  $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 总占地面积为  $26 \text{ hm}^2$ , 其中一期工程规模为  $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 占地面积为  $17.1 \text{ hm}^2$ ; 二期工程规模为  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。该工程于2013年9月开工建设,2015年7月1日通水试运行,总投资为9.44亿元。串湖污水处理厂采用三级处理工艺,运行结果表明,出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。该项目作为伊通河城区段新一轮综合治理的重点工程,将为长春水环境治理发挥重要作用。

### 1 设计进、出水水质

根据《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)和《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010)对生活污水和工业废水的水质、水量进行加权,并结合长春市环保局对污水水质的多年监测结果,同时参考串湖水系已经建成的天嘉污水处理厂进水水质情况,确定串湖污水处理厂的进水水质。设计进、出水水质如表1所示。

表1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$						
项目	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
进水	350	180	250	30	40	6
出水	50	10	10	5(8)	15	0.5

### 2 工艺流程

该污水处理厂采用三级处理工艺,一级处理选用粗格栅及提升泵房+高效沉淀池,二级处理采用A<sup>2</sup>O+二沉池工艺,深度处理采用高效澄清池+纤维转盘滤池+消毒工艺,具体工艺流程见图1。粗格栅用于截留大块的呈悬浮或漂浮状态的污物<sup>[2]</sup>。高效沉淀池由细格栅、曝气沉砂池及斜管沉淀池组

成,既能使污水中密度较大的无机颗粒从污水中分离出来,减轻沉淀池的负荷,又能使污水中有机颗粒和无机颗粒得以分离,便于后续进一步处理与处置。二级生物处理A<sup>2</sup>O池主要去除污水中有机物,并达到脱氮除磷的目的。三级处理是在高效澄清池内通过混凝沉淀过程进一步去除COD、BOD<sub>5</sub>、SS和TP,在纤维转盘滤池内又通过机械筛过滤、吸附与生物降解作用进一步去除污染物,再经消毒处理。

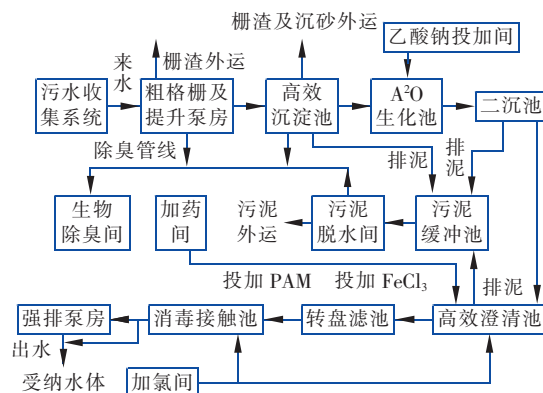


图1 污水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

### 3 污水处理主要构筑物设计

① 粗格栅间1座,平面尺寸为  $10.2 \text{ m} \times 18 \text{ m}$ ,高度为  $6.5 \text{ m}$ ;分4条渠道,设4台回转式格栅除污机(3用1备)。渠宽度为  $1500 \text{ mm}$ ,栅条间距为  $20 \text{ mm}$ 。为地下钢混直壁平行渠道,加房子保温;设计流量为  $10833 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

② 提升泵站1座,平面尺寸为  $10.2 \text{ m} \times 21 \text{ m}$ ,深为  $12.5 \text{ m}$ ,泵房高度为  $6.5 \text{ m}$ ;设6台变频潜水排污泵,最大时5用1备,单台泵设计流量为  $2170 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=230 \text{ kPa}$ ,  $N=185 \text{ kW}$ 。采用全地下矩形钢混结构,设计水量为  $10833 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

③ 高效沉淀池1座,平面尺寸为  $59.5 \text{ m} \times 18.4 \text{ m}$ ,有效水深为  $4.5 \text{ m}$ 。地上钢混直壁平行渠道,加房子保温;设计流量为  $10833 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

高效沉淀池由细格栅、曝气沉砂池及斜管沉淀池组成。细格栅间平面尺寸为  $12 \text{ m} \times 18 \text{ m}$ ,高度为  $6.3 \text{ m}$ ;共设6条渠道(5用1备)。曝气沉砂池共设4座,每座分2格,共分8格,单格宽度为  $4.5 \text{ m}$ ,池长为  $7.9 \text{ m}$ ;矩形钢混结构。斜管沉淀池共设4座,单池宽度为  $18.4 \text{ m}$ (含中央集水槽),池长为  $14.5 \text{ m}$ ,矩形钢混结构;每座沉淀池管廊内设1台污泥螺杆泵,共设4台,单泵流量为  $22 \text{ m}^3/\text{h}$ ,扬程为  $200$

kPa,功率为4 kW。

④ A<sup>2</sup>/O生物池2组,单组平面尺寸为126.2 m×97.6 m,每座分2格生物池,每池可以独立运行。半地上钢混矩形结构,每组设计流量为4 583 m<sup>3</sup>/h,总停留时间为16.92 h,总污泥龄为18.2 d,污泥回流比为100%,总有效容积为35 250 m<sup>3</sup>。配置厌氧区潜水搅拌机16套,功率为4.5 kW;缺氧区潜水搅拌机8套,功率为5.5 kW;内回流泵8台, $Q=2\ 080\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=15\text{ kPa}$ , $N=10\text{ kW}$ 。

⑤ 二沉池8座,每组生物池对应4座二沉池。钢混结构,辐流式沉淀池,单池设计水量为1 354 m<sup>3</sup>/h,设计表面负荷为1.0 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h),单池直径为38 m,有效水深为4.5 m。

⑥ 高效澄清池1座,平面尺寸为92.25 m×31.85 m,分6格。集混合、絮凝、沉淀于一体,钢混结构,设计流量为10 833 m<sup>3</sup>/h。采用机械混合,设两级混合,反应时间为40 s,单格尺寸为2.4 m×2.8 m;每格内设1台混合搅拌机,功率为7.5 kW。采用机械絮凝,每格高效澄清池设2格,反应时间为8 min,每格平面尺寸为7.2 m×8.1 m;每格内设1套搅拌机及混合筒,搅拌机功率为4.5 kW。斜管沉淀池表面负荷为14.4 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h),停留时间为30 min,单格平面尺寸为14.4 m×12.5 m;斜管长为1 m,倾斜角度为60°。

⑦ 纤维转盘滤池1座,过滤间平面尺寸为28.5 m×9.0 m,分6格。钢混结构,设计流量为

10 833 m<sup>3</sup>/h;设计平均时滤速为7.9 m/s,最大时滤速为10.2 m/s。每格滤池内设一套转盘过滤设备,每套转盘数为14片,转盘直径为3.0 m,过滤孔径取10 μm,电机功率为0.75 kW;设2台反冲洗水泵,冲洗水流量为50 m<sup>3</sup>/h, $H=70\text{ kPa}$ , $N=2.2\text{ kW}$ 。

⑧ 消毒接触池1座,分2格,每格平面尺寸为38 m×24 m,接触时间为30 min。钢混结构,设计流量为10 833 m<sup>3</sup>/h。液氯消毒,加氯量为10 mg/L。

⑨ 投药间1座,平面尺寸为30 m×12 m。絮凝剂为聚合氯化铁,平均投加量为30 mg/L,投加浓度为10%。加药间设3座溶液池(单池有效容积为53 m<sup>3</sup>),共用5台隔膜式计量泵(4用1备,单台流量为1 650 m<sup>3</sup>/h,压力为0.4 MPa,电机功率为1.5 kW)。助凝剂采用聚丙烯酰胺(PAM),并配套PAM溶液制备器1台(投加量为4 000 L/h,电机功率为1.5 kW),设3台隔膜式计量泵(2用1备,单台流量为2 000 L/h,压力为0.6 MPa,电机功率为1.5 kW),投加量为1.0 mg/L,投加浓度为0.4%。

⑩ 生物除臭间1座,平面尺寸为18 m×13.5 m。臭气的主要来源为粗格栅及污水提升泵房、高效沉淀池前的细格栅间及污泥脱水间。采用生物滤池除臭技术,除臭风量为30 000 m<sup>3</sup>/h,表面负荷为150 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h),有效过滤面积为200 m<sup>2</sup>。

#### 4 运行效果

该工程目前已调试完毕,且通过环保验收,运行效果较稳定。2017年实际进、出水水质见表2。

表2 实际进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality

mg·L<sup>-1</sup>

项目	COD		BOD <sub>5</sub>		SS		NH <sub>3</sub> -N		TN		TP	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1月	292.81	29.16	81.26	6.31	98.86	5.32	29.34	0.76	35.69	6.45	2.13	0.25
2月	253.62	22.33	90.20	5.10	100.64	5.21	29.45	0.41	33.57	8.13	2.41	0.13
3月	305.49	27.14	121.00	5.40	88.10	6.13	30.03	1.15	39.85	7.90	4.71	0.28
4月	195.39	27.51	104.60	5.60	89.07	5.93	24.96	1.66	40.97	10.16	3.53	0.26
5月	170.36	27.23	85.67	2.31	92.71	3.77	18.90	0.29	33.68	9.79	2.45	0.22
6月	300.68	24.56	85.83	3.13	72.30	4.37	21.37	1.14	39.39	10.56	3.28	0.29
7月	227.30	27.76	91.76	4.77	84.75	4.25	25.51	1.71	35.05	11.89	3.45	0.31
8月	186.88	24.14	80.91	5.09	68.80	3.40	23.56	0.58	32.10	8.36	2.84	0.31
9月	88.28	20.73	62.13	3.16	61.00	4.75	16.70	0.69	27.16	6.14	1.73	0.32
10月	105.72	23.07	54.94	5.13	75.50	7.50	16.92	1.29	22.79	6.95	1.97	0.29
11月	241.74	20.45	73.72	5.27	72.50	4.50	23.11	2.95	29.89	9.55	1.61	0.41
12月	260.27	19.75	70.25	3.21	121.90	3.42	25.04	2.74	30.56	5.65	2.00	0.25
平均值	219.04	24.48	83.52	4.54	85.51	4.88	23.74	1.49	33.39	8.46	2.68	0.28

由表2可知,进水COD在一年的时间内变化较大,9月、10月的COD值偏低,而其他月份偏高,尤

以1月—3月的值高,最高可达到305.49 mg/L。经三级处理后,出水COD值为19.75~29.16 mg/L,去除率为76.5%~92.4%,COD值满足设计污水排放标准的要求。相比于COD,原水中BOD<sub>5</sub>的变化情况并不大,3、4月份BOD<sub>5</sub>偏高,经三级处理后,出水BOD<sub>5</sub>为2.31~6.31 mg/L,去除率为90.7%~97.3%,可见本处理工艺流程对BOD<sub>5</sub>有很好的去除效果。这主要是由于二级处理系统中的A<sup>2</sup>O工艺和三级处理系统中的生物转盘滤池的作用,去除了可生物降解性有机物。进水SS为61.00~121.90 mg/L,8、9月SS偏低些。经处理后出水SS达到3.40~7.50 mg/L,去除率为90.1%~97.2%,SS值能进一步降低到10 mg/L以下,主要是高效澄清池的作用。进水中的TN变化范围为22.79~40.97 mg/L,一年中不同月份的TN值变化不大。出水TN为5.65~11.89 mg/L,去除率为66.1%~81.9%。与TN相比较,进水NH<sub>3</sub>-N的变化幅度要大些(16.70~30.03 mg/L),4月—10月的NH<sub>3</sub>-N值偏低,出水NH<sub>3</sub>-N为0.29~2.95 mg/L,去除率为87.2%~98.6%。进水TP变化较大,其范围为1.61~4.71 mg/L,其中,2、3月份TP偏大。出水TP为0.13~0.32 mg/L,去除率为81.5%~94.6%。与氮的去除类似,TP的去除也是主要在A<sup>2</sup>O和生物转盘滤池中完成。

综上,该污水厂进水污染物浓度较高、水质波动较大,三级处理效果良好,出水水质满足一级A标准。

## 5 经济技术分析

该污水厂一期工程总投资约94 400万元,折合吨水投资约为4 720元,年平均总成本为7 640.79万元,年平均经营成本为6 130.39万元,污水处理费为1.56元/m<sup>3</sup>,税后内部收益率为4.48%,税后投资回收期为15.52年,税前内部收益率为5.66%,税前投资回收期为14.37年,盈亏平衡点为70.16%。

## 6 结语

长春市串湖污水处理厂根据水质特点,选用高效沉淀池/A<sup>2</sup>O/高效澄清池及纤维转盘过滤三级处理工艺,处理效果较好,出水水质稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。

## 参考文献:

- [1] 于家宝,刘景双,王金达. 长春市城市用水需求与可利用水资源潜力分析[J]. 水土保持学报,2003,17(5): 81-84,151.  
Yu Junbao, Liu Jingshuang, Wang Jinda. Analysis of municipal water demand and utilizable water resource potential in Changchun City [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(5): 81-84, 151 (in Chinese).
- [2] Paulsrud B, Rusten B, Aas B. Increasing the sludge energy potential of wastewater treatment plants by introducing fine mesh sieves for primary treatment [J]. Water Sci Technol, 2014, 69(3): 560-565.



作者简介:陈淑芳(1974—),女,吉林磐石人,硕士,副教授,副院长,主要从事水处理技术研究。

E-mail: 29607075@qq.com

收稿日期:2018-04-28