

江苏省某工业园区污水处理厂设计及运行实例

朱守超¹, 胡新¹, 鹿守敢¹, 汪银梅², 漆新华³, 衡强强³

(1. 江苏方正环保集团有限公司, 江苏 徐州 221002; 2. 徐州工程学院 环境工程学院, 江苏 徐州 221111; 3. 江苏莲洋港环保科技有限公司, 江苏 徐州 221111)

摘要: 针对江苏省某工业园区污水处理厂进水水质特点, 采用混凝沉淀、水解酸化、A/O等组合工艺处理, 介绍了工艺流程、主要构筑物设计参数、经济分析等。运行结果表明, 出水水质稳定优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 标准, 即 $\text{COD} \leq 50 \text{ mg/L}$ 、 $\text{BOD}_5 \leq 10 \text{ mg/L}$ 、 $\text{TN} \leq 15 \text{ mg/L}$ 、 $\text{TP} \leq 0.5 \text{ mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 10 \text{ mg/L}$ 、 $\text{NH}_4^+ - \text{N} \leq 8 \text{ mg/L}$, 相应指标平均去除率分别达到 93.4%、97.3%、84.2%、94.2%、97.5%、88.57%。

关键词: 工业园区; 污水处理厂; 混凝沉淀; 水解酸化; A/O 工艺

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)02-0109-04

Design and Operation Example of an Industrial Park Wastewater Treatment Plant in Jiangsu Province

ZHU Shou-chao¹, HU Xin¹, LU Shou-gan¹, WANG Yin-mei², QI Xin-hua³, HENG Qiang-qiang³

(1. Jiangsu Fangzheng Environmental Group Co. Ltd., Xuzhou 221002, China; 2. School of Environmental Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, China; 3. Jiangsu LYG Environmental Protection Technology Co. Ltd., Xuzhou 221111, China)

Abstract: A combined process of coagulating sedimentation, hydrolytic acidification and A/O process was applied in an industrial park wastewater treatment plant in Jiangsu Province based on the influent quality. The process flow, design parameters of main structures, as well as technical and economic analysis were introduced. The operation results indicated that the effluent quality was stable and superior to the first level A criteria of *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002), namely $\text{COD} \leq 50 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 \leq 10 \text{ mg/L}$, $\text{TN} \leq 15 \text{ mg/L}$, $\text{TP} \leq 0.5 \text{ mg/L}$, $\text{SS} \leq 10 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_4^+ - \text{N} \leq 8 \text{ mg/L}$, and the corresponding removal rates were 93.4%, 97.3%, 84.2%, 94.2%, 97.5%, 88.57% respectively.

Key words: industrial park; wastewater treatment plant; coagulating sedimentation; hydrolytic acidification; A/O process

工业园区污水水质复杂, 常常含有难降解有机物或有毒有害物质, 采用常规工艺(如 A/O 工艺、 A^2/O 工艺、 A^2/O^2 工艺等)很难达到相应的排放标准^[1-2]。工业园区污水量、污水种类与日俱增, 随着

国家对于工业污水排放要求的不断提高和生态文明建设的不断深入,工业园区污水厂不但稳定运行变得十分重要^[3],而且节能降耗也在不断推进^[4]。江苏省某工业园区污水厂设计本着先物化、后生化处理的原则,在保证出水水质达标的情况下,尽量降低污水厂的运行费用和二次污染排放量。

1 工程概况

该工业园区污水处理厂污水包括工业废水(约80%)和生活污水(约20%)。该项目于2015年10月开工建设,2017年2月正式通水试运行,2017年10月通过竣工验收。建材、化工、造纸、印染等企业废水经预处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010),并满足受纳污水处理厂的接管标准后,一企一管汇入该园区污水处理厂。园区污水处理厂进水特点:污染物种类繁多,成分复杂,水质水量变化幅度大,有机物浓度高且难生物降解。

2 设计水质水量

该污水厂设计规模为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,进水水质满足《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010)和受纳污水厂的接管标准要求,出水水质必须满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

项目	COD	BOD ₅	NH ₄ ⁺ - N	TN	TP	SS
进水水质	≤500	≤300	≤35	≤50	≤7	≤300
出水水质	≤50	≤10	≤8	≤15	≤0.5	≤10

3 污水和污泥处理流程

污水和污泥处理工艺流程见图1。

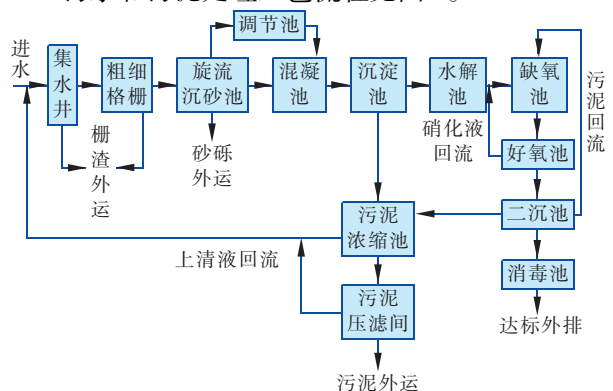


图1 污水、污泥处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of wastewater and sludge treatment process

来自各企业的工业废水重力流入集水井,经过粗、细两道机械格栅拦截后进入旋流沉砂池去除砂砾。旋流沉砂池出水进入调节池,调节池主要调节水质和水量,并兼有事故池的作用。调节池出水进入混凝池进行物化处理,去除胶体物质、重金属、总磷、纤维素、色度等,在沉淀池进行泥水分离;沉淀池出水进入水解酸化池,利用水解菌将污水中难降解有机物转化为小分子有机物,提高可生化性;水解酸化池出水进入缺氧池,在缺氧条件下硝态氮被转化为氮气^[5];缺氧池出水进入好氧池,在好氧环境下有机物彻底氧化为CO₂,氨氮硝化为硝态氮等;硝态氮通过硝化液内回流方式进入缺氧池。好氧池出水进入辐流式二沉池进行泥水分离,上清液进行紫外消毒后外排,污泥一部分回流到缺氧池进水口,补充缺氧池中活性污泥浓度;另一部分排入污泥浓缩池进行重力浓缩。

混凝沉淀池的化学污泥和辐流沉淀池的生物污泥混合泵入污泥浓缩池进行重力浓缩,上清液回流至集水井,重力浓缩后的污泥在板框压滤机的作用下进一步脱水,形成泥饼后外运^[6]。

4 主要构筑物和设备

① 调节池

调节池尺寸为 $45 \text{ m} \times 25.6 \text{ m} \times 9 \text{ m}$,超高为0.6 m,钢混结构。采用多点进水完全混合式运行模式,水力停留时间为12 h。正常运行阶段,调节池用于调节水质和水量,还具有一定的沉淀功能;当进水中含有毒有害成分时,调节池则作为事故池,储存生产事故时排放的工业废水^[7]。

② 旋流沉砂池

旋流沉砂池尺寸为 $\varnothing 2.6 \text{ m} \times 4.3 \text{ m}$,超高为0.5 m,钢混结构,最大流量时停留时间为45 s。砂含水率为55%~65%,容重为 $16.17 \sim 13.72 \text{ kN/m}^3$ 。采用旋流沉砂池可为后续水解酸化提供良好的环境条件^[8]。

③ 混凝沉淀池

混凝反应池尺寸为 $10 \text{ m} \times 9.2 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}$,超高为0.6 m,钢混结构。采用3级搅拌,一级凝聚和两级絮凝模式。凝聚池内投加聚合氯化铝(质量分数为10%),转速为200 r/min。第一格絮凝池中投加聚丙烯酰胺(质量分数为0.5%),转速为90 r/min;第二格絮凝池仅搅拌,转速为45 r/min。混凝沉淀池为中心进水周边出水的辐流式池型,尺寸为 $\varnothing 28$

m×4.5 m,超高为0.6 m。溢流堰出水,堰前面设不锈钢挡板,防止漂浮的污泥影响出水水质。

④ 水解酸化池

水解酸化池尺寸为35 m×22 m×9.4 m,超高为0.8 m,水力停留时间为8 h,钢混结构。水解酸化池中悬挂弹性立体填料,利用弹性立体填料巨大的比表面积提高微生物量。

⑤ A/O池

A/O池为钢混结构,总HRT为15 h, HRT_A : $HRT_O = 1:4$,硝化液回流比为150%。A池尺寸为45 m×8.5 m×6 m,超高为0.7 m,设潜水搅拌机4台, $N=7.5$ kW。O池尺寸为45 m×42 m×6 m,超高为0.7 m。采用鼓风曝气,内设5台罗茨鼓风机,3用2备。鼓风机设进口过滤网、消声器。硝化液回流泵共2台,1用1备, $Q=1\ 200\ m^3/h$, $N=22$ kW。

⑥ 二沉池

采用中心进水周边出水沉淀池型,钢混结构,表面水力负荷为 $0.68\ m^3/(m^2 \cdot h)$,污泥回流比约为50%。设4台污泥回流泵,2用2备, $Q=400\ m^3/h$, $H=125\ kPa$, $N=22\ kW$ 。

⑦ 紫外消毒井

紫外消毒井尺寸为16 m×3 m×2 m,超高为0.3 m钢混结构;配紫外消毒模块2套, $N=8\ kW$, HRT约为10 min。为防止紫外灯管表面滋生生物膜而导致消毒效果下降,紫外灯管表面需定期清洗。

⑧ 污泥浓缩池

混凝沉淀池的化学污泥和二沉池的剩余污泥泵入污泥浓缩池进行完全混合、重力浓缩。污泥浓缩池尺寸为 $\varnothing 10\ m \times 4.5\ m$,超高为0.5 m。设中心传动污泥浓缩机1台, $N=0.55\ kW$;设污泥泵2台, N 为4.0 kW, Q 为 $25\ m^3/h$ 。

⑨ 压滤机

浓缩污泥经过带式压滤机压滤后外运处置。设2台一体化带式浓缩压滤机,总功率为21.7 kW,污泥处理量为 $45 \sim 60\ m^3/h$ 。压滤后的污泥含水率为80%~85%。

5 经济分析

该工程总投资为7 684万元,包括工程设计费215万元、土建费3 140万元、设备材料费3 830万元、调试费499万元。运行成本为1.27元/ m^3 ,其中电费为0.59元/ m^3 、药剂费为0.24元/ m^3 、人工费为0.29元/ m^3 、其他费用为0.15元/ m^3 。

6 实际运行效果

经过4个月的调试和运行,污水处理厂运行正常,进水量约为 $1 \times 10^4\ m^3/d$,进水水质较为稳定,出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准,对COD、 BOD_5 、TN、TP、SS、 $NH_4^+ - N$ 的去除率分别达到93.4%、97.3%、84.2%、94.2%、97.5%、88.57%。2017年11月—2019年1月的运行数据(月均值)如表2所示。

表2 污水处理厂2017年11月—2019年1月的运行数据

Tab.2 Operation data of industrial park WWTP during Nov. 2017 to Jan. 2019

mg · L⁻¹

项 目	COD		BOD ₅		TN		NH ₄ ⁺ - N		TP		SS	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
2017年11月	429	37.3	241	6.5	45.9	9.6	32.6	2.92	4.52	0.35	212	2.3
2017年12月	467	27.8	298	5.4	48.9	8.5	24.5	6.62	6.52	0.21	264	5.6
2018年1月	433	44.6	266	6.3	45.6	7.2	22.6	1.52	3.52	0.37	156	9.4
2018年2月	427	45.0	206	5.4	44.3	9.2	19.8	5.36	3.98	0.12	122	8.3
2018年3月	394	23.6	244	3.2	42.6	8.8	28.2	0.98	5.25	0.45	164	1.5
2018年4月	402	39.7	196	7.4	38.3	5.3	27.4	7.64	4.68	0.34	203	2.3
2018年5月	383	38.6	222	6.3	40.2	3.2	29.3	0.98	6.21	0.26	198	6.4
2018年6月	372	21.3	209	5.2	38.4	5.2	15.6	3.56	3.97	0.37	254	5.3
2018年7月	367	19.4	176	3.6	39.1	4.9	23.4	2.32	4.67	0.42	231	2.6
2018年8月	401	25.6	203	7.8	36.2	3.2	16.2	1.12	5.56	0.46	144	3.2
2018年9月	356	20.6	197	2.9	36.9	3.7	15.9	5.62	4.32	0.32	196	1.5
2018年10月	344	40.2	217	3.1	42.1	2.3	12.6	3.88	4.35	0.23	123	2.1
2018年11月	421	36.6	241	4.6	45.6	8.4	24.6	9.23	5.65	0.42	266	3.1
2018年12月	465	44.1	261	7.3	49.2	8.4	29.1	8.65	6.01	0.36	209	9.8
2019年1月	434	35.9	225	6.4	44.7	6.0	28.7	5.11	3.67	0.37	288	9.2

7 结论

该工业园区污水处理厂采用混凝+水解酸化+A/O组合处理工艺,混凝能够去除重金属离子、浊度物质、总磷、SS和TN等污染物,可以最大限度地降低后续生化处理段的水质冲击;水解酸化有利于进一步提高污水的可生化性,为后续A/O工艺创造良好的环境条件。A/O工艺在良好的环境下获得较好的脱氮和COD去除效果。该工业园区污水处理厂实现了达标稳定运行,可为类似工业废水处理提供参考。

参考文献:

- [1] 陈春生,刘纪成,付进南,等. 一体化MBR组合工艺(CWT)处理工业园区混合污水[J]. 中国给水排水, 2018,34(8):93-98.
Chen Chunsheng, Liu Jicheng, Fu Jinnan, *et al.* Application of integrated MBR combined process in industrial wastewater treatment [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(8): 93-98 (in Chinese).
- [2] 王欲晓,李坚. MBBR工艺提升化工废水生化处理能力的应用研究[J]. 徐州工程学院学报:自然科学版, 2013,28(4):76-79.
Wang Yuxiao, Li Jian. Upgrading biochemical treatment system of chemical wastewater using MBBR process [J]. Journal of Xuzhou Institute of Technology: Natural Sciences Edition, 2013, 28(4): 76-79 (in Chinese).
- [3] 伍波,叶昌明. 江西某工业园区废水的深度处理[J]. 中国给水排水, 2017,33(2):97-99.
Wu Bo, Ye Changming. Advanced treatment of wastewater from an industrial park in Jiangxi Province [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(2): 97-99 (in Chinese).
- [4] 原建光. 工业园区污水处理厂提标扩建后的精细化管理[J]. 中国给水排水, 2019,35(2):119-122.
Yuan Jianguang. Analysis of energy efficiency of a wastewater treatment plant in an industrial park after technical reform [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(2): 119-122 (in Chinese).
- [5] 苗文凭,刘青岩. 工业园区污水处理厂的设计特点[J]. 中国给水排水, 2016,32(8):44-46.
Miao Wenping, Liu Qingyan. Design characteristics of wastewater treatment plant in industrial park [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(8): 44-46 (in Chinese).
- [6] 操家顺,商凯航,罗景阳,等. 基于原位碳源补充强化污水处理深度脱氮技术的中试[J]. 净水技术, 2018, 37(3):64-70.
Cao Jiashun, Shang Kaihang, Luo Jingyang, *et al.* Pilot test of advanced denitrification for enhanced wastewater treatment based on in-situ carbon source supplement [J]. Water Purification Technology, 2018, 37(3): 64-70 (in Chinese).
- [7] 李宝宏,曹文平. 剩余污泥与化学污泥性能的比较及其混合处理[J]. 洁净煤技术, 2007,13(6):82-84.
Li Baohong, Cao Wenping. Characteristic compare of residual and chemical sludge and combined disposal [J]. Clean Coal Technology, 2007, 13(6): 82-84 (in Chinese).
- [8] 张振宇,顾礼炜,马三剑,等. 水解酸化-氧化沟工艺处理涂料废水[J]. 中国给水排水, 2014,30(16):95-98.
Zhang Zhenyu, Gu Liwei, Ma Sanjian, *et al.* Hydrolytic acidification/oxidation ditch for treatment of paint wastewater [J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(16): 95-98 (in Chinese).



作者简介:朱守超(1973-),男,江苏丰县人,本科,工程师,从事于环境检测、环保规划和环评的编制工作。

E-mail:wangyinmei2000@163.com

收稿日期:2019-03-27