

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.18.013

多元催化氧化+改良 A²/O 工艺处理工业园区废水

胡双意¹, 訾 茜¹, 邓先涛², 刘腾霄¹

(1. 武汉生物工程学院 化学与环境工程学院, 湖北 武汉 430415; 2. 武汉亚维环保科技有限公司, 湖北 武汉 430415)

摘 要: 赤壁市陆水工业园污水处理厂工程主要处理工业园的工业废水及周边村镇的生活污水,一期设计规模为 2×10^4 m³/d,设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。工程进水中工业废水比例大、难降解有机物比例高、污水可生化性差,为此,采用多元催化氧化+水解酸化+改良 A²/O+二沉池+高密度沉淀池+后臭氧接触池+曝气生物滤池+精密过滤器+接触消毒池处理工艺。实际运行结果表明,该组合工艺对可生化性差的工业废水处理效果良好,出水水质稳定达到设计标准。

关键词: 工业园区; 工业废水; 多元催化氧化; 改良 A²/O

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)18-0068-04

Application of Multi-element Catalytic Oxidation and Modified A²/O Process in the Treatment of Wastewater from Industrial Park

HU Shuang-yi¹, ZI Qian¹, DENG Xian-tao², LIU Teng-xiao¹

(1. College of Chemical and Environmental Engineering, Wuhan University of Bioengineering, Wuhan 430415, China; 2. Wuhan Yawei Environmental Technology Co. Ltd., Wuhan 430415, China)

Abstract: The wastewater treatment plant of Lushui Industrial Park in Chibi City mainly deals with the industrial wastewater from the industrial park and the domestic sewage from surrounding villages and towns. The design scale of the phase I project is 2×10^4 m³/d, and the effluent quality is required to meet first level A limit specified in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002). The influent has the characteristics of a large proportion of industrial wastewater, high proportion of refractory organic matter and poor biodegradability. Therefore, a combined treatment process was adopted, which consisted of multi-element catalytic oxidation, hydrolytic acidification, modified A²/O, secondary sedimentation tank, high density sedimentation tank, post-ozone contact tank, biological aerated filter, precision filter and contact disinfection tank. The operational results showed that the combined process had a good performance for the treatment of industrial wastewater with poor biodegradability, and the effluent quality stably met the designed discharge standard.

Key words: industrial park; industrial wastewater; multi-element catalytic oxidation; modified A²/O

1 工程概况

陆水工业园位于赤壁市南部城郊,规划面积8 km²,是赤壁经济开发区的第一个工业园。陆水工业园目前有35家企业,包含电力、热力供应、酒、饮料和精制茶制造业,橡胶制品加工,机械制造,服装加工,纺织、印染,家具制造等产业。为顺应园区招商引资的发展需求,促进赤壁市陆水工业园区建设发展,陆水工业园污水处理厂设计采取统一规划、分期实施的原则,一期设计规模为2×10⁴ m³/d,总设计规模为4×10⁴ m³/d。

2 技术方案

2.1 设计进、出水水质

本项目主要收集处理工业园的工业废水及周边村镇的生活污水。所辖园区企业主要包括医疗、印染、纺织、橡胶制品等企业,废水总量约1×10⁴ m³/d,废水经各企业预处理达到间接排放标准;园区居民生活污水量约5 000 m³/d,与工业废水混合后进入本项目污水处理厂。处理后出水需达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。

具体设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

mg·L ⁻¹						
项目	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP
进水	400	80	200	25	35	3.0
出水	50	10	10	5	15	0.5

2.2 工艺流程

考虑到本工程进水中工业废水比例较大,而且污水中易降解有机物比例极低,因此确定采用一级预处理、二级生物处理和深度处理相结合的处理工艺。经工艺比选后,最终确定一级预处理采用粗、细格栅+曝气沉砂池+多元催化氧化+水解酸化工艺;二级生物处理采用改良A²/O工艺(含矩形二沉池);深度处理采用高密度沉淀池+臭氧接触池+曝气生物滤池+精密过滤器+接触消毒工艺(次氯酸钠消毒)。污泥处理采用污泥浓缩池+高压隔膜板框压滤机工艺,污泥脱水间出泥含水率可降至60%;除臭工艺采用生物除臭。

具体工艺流程见图1。

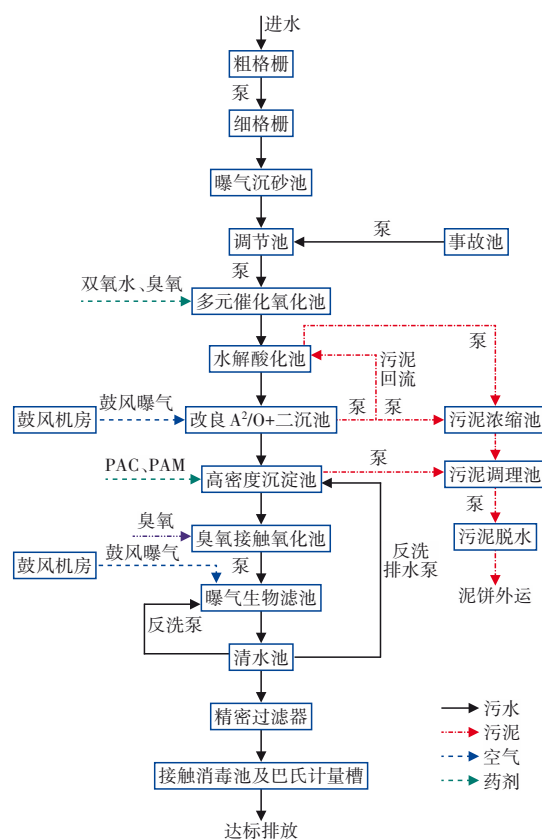


图1 废水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment process

3 工程设计

3.1 粗格栅及提升泵房

粗格栅间和进水泵房合建,土建按4×10⁴ m³/d规模一次建设,本期按近期规模2×10⁴ m³/d设计,变化系数为1.779,共设置2台格栅。粗格栅栅条间隙为20 mm,过栅流速为0.7 m/s,栅前水深为0.65 m,尺寸为10.2 m×5.0 m×9.2 m,分2格,单渠宽0.8 m。提升泵房共安装潜污泵4台(3大1小),3台大泵(2用1备,2台变频),单台流量为500 m³/h,扬程为200 kPa,功率为55 kW;1台小泵,流量为250 m³/h,扬程为200 kPa,功率为22 kW。提升泵的关停工况及开停台数根据集水池的液位进行控制。

3.2 细格栅及曝气沉砂池

污水经进水提升泵提升至细格栅,细格栅尺寸为7.0 m×4.8 m×1.25 m,分2格,单渠宽1.0 m,配格栅2台,栅条间隙5 mm,过栅流速0.7 m/s,栅前水深1.0 m。曝气沉砂池1座,2条渠道,尺寸为14.75 m×6.1 m×4.5 m。鼓风机房安装罗茨鼓风机2台(1用1备),风量4.25 m³/min,升压53.8 kPa。

3.3 调节池及事故池

污水经沉砂池去除大粒径的无机颗粒后,自流进入调节池。调节池尺寸为 $42.8\text{ m}\times 24.0\text{ m}\times 7.35\text{ m}$,停留时间为8 h,配备潜污泵3台(2用1备,2台变频),流量为 $500\text{ m}^3/\text{h}$,扬程为100 kPa,功率为22 kW。调节池配备潜水搅拌机10台, $N=4\text{ kW}$,直径为580 mm。

事故池停留时间为4 h,尺寸为 $20.8\text{ m}\times 24.0\text{ m}\times 7.35\text{ m}$,配备潜污泵2台(1用1备),流量 $140\text{ m}^3/\text{h}$ 。事故池配备潜水搅拌机5台, $N=4\text{ kW}$,直径580 mm。

3.4 多元催化氧化池

多元催化氧化池1座,利用双氧水+臭氧的强氧化能力,将原水中的难生物降解的高分子有机物进行氧化,提高污水可生化性,为后续生化系统提供合适的B/C比^[1]。

分两组(包含接触池、吹脱池、静置池),尺寸为 $22.35\text{ m}\times 8.2\text{ m}\times 7.05\text{ m}$ 。接触池、吹脱池、静置池停留时间分别为60、30、60 min。

3.5 水解酸化池

水解酸化池1座,分两组,尺寸为 $22.35\text{ m}\times 35.3\text{ m}\times 7.05\text{ m}$,停留时间为9 h。配备8台混合型潜水搅拌机, $N=6.0\text{ kW}$,直径730 mm。

3.6 改良A²/O池

改良A²/O池1座,分两格,尺寸为 $46.7\text{ m}\times 58.5\text{ m}\times 7.0\text{ m}$,有效水深为6 m。停留时间:好氧区6.67 h、缺氧区3.46 h、厌氧区1.51 h,沉淀区表面负荷 $0.97\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,污泥浓度为 $4\,500\text{ mg/L}$,污泥负荷为 $0.20\text{ kgCOD}/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$,硝化液回流比320%,污泥回流比100%。

3.7 高密度沉淀池

高密度沉淀池1座,分两格,通过投加混凝剂与污水中部分悬浮物和磷形成絮体后沉淀去除。

高密度沉淀池包括混合区、絮凝区、过渡区、沉淀区等区域,二沉池出水首先流入混合区,混合区停留时间约2 min,内设快速桨式搅拌机,将进水与PAC进行混合,以提高混凝效果并避免矾花沉淀;絮凝区停留时间不小于10 min,内设慢速桨式搅拌机,进行慢速絮凝,形成具有较高密度的矾花,然后污水慢速流至沉淀区以保证矾花的完整性;沉淀区上升流速不大于12 m/h,内设刮泥机,连续刮扫并促进污泥的浓缩,沉淀区设斜管填料,以增加沉淀面

积及速度。

3.8 臭氧接触池

臭氧接触池1座,利用臭氧的氧化能力,将生化出水中的难生物降解的高分子有机物进一步氧化,提高污水可生化性,减少后续BAF处理负荷。臭氧反应时间为30 min,吹脱时间为30 min,设置钛板曝气器64个,通气量 $1.5\sim 2.0\text{ m}^3/\text{h}$ 。

3.9 曝气生物滤池

曝气生物滤池(BAF)的主要功能是去除进水中的有机物和氨氮,BAF池的控制方式是远程控制和就地控制相结合。BAF反洗风机为罗茨风机,配备3台(2用1备),风量 $21\text{ m}^3/\text{min}$,风压78.4 kPa,功率75 kW。

3.10 精密过滤器

精密过滤器2套,单套处理水量为 $1\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,出水悬浮物 $\leq 10.0\text{ mg/L}$,功率为2.5 kW。

3.11 接触消毒池

接触消毒池内设置导流墙,以保证污水与次氯酸钠消毒剂充分接触混合,满足出水消毒要求,并防止发生短流现象。接触消毒池1座,尺寸为 $20\text{ m}\times 15\text{ m}\times 4.05\text{ m}$,投药量为 10 mg/L ,停留时间为30 min,配备稳压回用水泵2台(1用1备,变频),流量 $20\text{ m}^3/\text{h}$,扬程300 kPa,功率4 kW。

3.12 污泥浓缩池

污泥浓缩池主要收集来自水解酸化池、A²/O池的剩余污泥,外部尺寸为 $\varnothing 9\text{ m}\times 5.66\text{ m}$,配备1台中心传动的污泥浓缩机,功率0.55 kW。

3.13 污泥脱水机房

污泥浓缩池的污泥经污泥脱水间的污泥输送泵提升进入高压隔膜板框压滤机进行脱水,系统进泥含水率为98%,污泥处理系统工作时间为12 h/d,脱水后污泥含水率降至60%。污泥脱水机房为框架结构(两层),外形尺寸为 $18\text{ m}\times 31\text{ m}\times 12.05\text{ m}$ 。配备进料螺杆泵2台(变频),流量为 $30\text{ m}^3/\text{h}$,扬程为1.2 MPa,功率为22 kW;配备高压隔膜板框压滤机2台,过滤面积 150 m^2 ,功率15.8 kW。

3.14 鼓风机房

鼓风机房尺寸为 $13\text{ m}\times 9\text{ m}\times 5.0\text{ m}$,配置生化池鼓风机,为好氧池提供气源,配备3台(2用1备,变频)螺杆鼓风机,风量 $30.5\text{ m}^3/\text{min}$,升压70 kPa,功率37 kW;鼓风机房排风机为2台轴流风机,风量 $3\,400\text{ m}^3/\text{h}$, $N=0.18\text{ kW}$ 。

4 设计特点

① 本工程进水中工业废水比例较大,易降解有机物比例极低,大部分为难生物降解物质,且含有大量的生物抑制物质,故采用多元催化氧化法+水解酸化预处理,以利于后续生化处理^[2]。

② 本工程采用改良型A²/O工艺曝气控制技术,在曝气方式上,压低其通气量,扩大气泡在水体中的滞留时间,进而提高氧利用率。高效的曝气系统,使工艺运行能耗大幅降低,微氧控制条件下,辅以特殊的污泥驯化技术,加快了硝化速率,实现节能^[3-4]。

③ 在污水深度处理过程中,采用曝气生物滤池(BAF)工艺,具有去除SS、COD、BOD₅和硝化、脱氮除磷以及去除AOX(有害物质)的作用,集生物氧化与截留悬浮物于一体,有机物容积负荷高,水力负荷大,水力停留时间短,所需基建投资少,能耗及运行成本低,气水混合效果好,滤料不易堵塞,同时正压流可避免滤池中沟流、短流现象产生,维护工作量小,占地面积小,同时该工艺出水水质好,可满足达标排放要求。

5 运行效果及经济分析

经过近一年的调试运行,该污水处理系统的出水水质基本稳定,达到设计要求。运行效果表明该组合工艺对生化性差的工业废水处理效果良好。

实际运行进、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⁻¹

项 目		COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP
实际进水水质	最大值	386	76	195	22	31	2.5
	最小值	84	32	28	12	14	1.3
	平均值	226	45.6	56	15	17	1.6
实际出水水质	最大值	42	8.0	8.3	4.0	11.2	0.3
	最小值	9	2.1	1.6	0.65	3.5	0.08
	平均值	18	1.4	2.5	2.5	6.2	0.18

本期设计规模2×10⁴ m³/d,总投资20 754.41万元。总成本费用由运营成本、折旧与摊销费用、财务费用等组成,其中运营成本包括药剂费/原材料费、动力及燃料费、人员工资及福利、污泥运输费、大修理费、检修维护费、管理费及其他费用等,运营成本为2.71元/m³。

6 结论

针对赤壁市陆水工业园污水水质特点,采用粗格栅及提升泵房+细格栅及曝气沉砂池+多元催化氧化+水解酸化+改良A²/O+二沉池+高密度沉淀池+后臭氧接触池+曝气生物滤池+精密过滤器+接触消毒池处理工艺。实际运行结果表明,该工艺运行稳定,处理效果好,出水稳定达到一级A排放标准。

参考文献:

- [1] 茹星瑶,押玉荣,张静,等.微气泡臭氧催化氧化深度处理化工园区废水研究[J].工业水处理,2017,37(10):57-60.
RU Xingyao, YA Yurong, ZHANG Jing, et al. Research on micro-bubble catalytic ozonation for the advanced treatment of wastewater from chemical industrial parks[J]. Industrial Water Treatment, 2017, 37(10):57-60(in Chinese).
- [2] 许潮江,许江军,潘杰,等.高级氧化技术处理工业园区废水的研究及应用[J].广东化工,2021,48(8):171-173.
XU Chaojiang, XU Jiangjun, PAN Jie, et al. Research and application of advanced oxidation technology for wastewater treatment in industrial park[J]. Guangdong Chemical Industry, 2021, 48(8):171-173(in Chinese).
- [3] 冯成军,冯仕训.改良型倒置AAO工艺在某污水厂的应用[J].中国给水排水,2019,35(24):62-65.
FENG Chengjun, FENG Shixun. Application of modified inverted AAO process in a wastewater treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(24):62-65(in Chinese).
- [4] 王阳,张月,王晓康,等.高排放标准下的改良AAO+深度处理工程案例[J].中国给水排水,2020,36(18):56-59.
WANG Yang, ZHANG Yue, WANG Xiaokang, et al. Project case of modified AAO and advanced treatment process under high emission standards[J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(18):56-59(in Chinese).

作者简介:胡双意(1983—),男,湖北宜昌人,硕士,高级实验师,主要从事水污染控制技术的教学和研究工作。

E-mail:shuangyi313@foxmail.com

收稿日期:2021-12-28

修回日期:2022-02-26

(编辑:孔红春)