

臭氧氧化/AO/臭氧氧化/BAF工艺处理医药工业园区污水

刘立国¹, 谢长血¹, 范加良², 胡帆², 戴云帆¹

(1. 北京中电加美环保科技有限公司, 北京 100083; 2. 博天环境集团股份有限公司, 北京 100083)

摘要: 以湖北某医药工业园区污水处理项目为例, 分析了医药工业园区污水进水水质特点及污水处理工艺、主要建(构)筑物设计参数、运行状况及运行费用。针对废水可生化性差、含盐量高、含难降解有毒有机物的特点, 选择臭氧氧化/水解酸化/AO/混凝沉淀池/臭氧氧化/BAF组合处理工艺。实践表明, 该系统运行稳定, 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B标准。

关键词: 医药园区污水处理; 臭氧氧化; 水解酸化; 曝气生物滤池

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)10-0063-03

Ozone Oxidation/AO/Ozone Oxidation/BAF Process for Pharmaceutical Industrial Park Wastewater Treatment

LIU Li-guo¹, XIE Chang-xue¹, FAN Jia-liang², HU Fan², DAI Yun-fan¹

(1. Beijing CM Environmental Engineering Co. Ltd., Beijing 100083, China; 2. Poten Environment Group Co. Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: By taking the Hubei pharmaceutical industrial park wastewater treatment project as a case study, several aspects including the raw wastewater quality, the treatment process, the design parameters of main units, treatment performance and operation cost, were summarized and analyzed in this paper. According to the characteristics of low biodegradability, high salty and organic toxicity, combination of the processes including ozone oxidation, hydrolysis acidification, AO, coagulation sedimentation, ozone oxidation and BAF, was adopted to treat the pharmaceutical industrial wastewater. The operation results showed that the performance of the integrated treatment process was stable. The effluent quality met the first level B criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002).

Key words: pharmaceutical industrial park wastewater treatment; ozone oxidation; hydrolysis acidification; BAF

湖北某医药工业园是2006年9月经国家发改委批复的省级医药化工产业园, 园区内目前已形成以精细化工、医药、纺织为龙头的优势产业, 入园企业12家。园区内企业主要研发、生产、销售吡唑酮、安乃近、二甲酯、牛磺酸、对甲磺基甲苯、2-硝基-4-甲磺酰基甲苯、2-硝基-4-甲磺酰基苯甲酸、硫磷酸五硫化二磷等医药及医药中间体。

1 设计规模及水质

园区污水厂原水包括园区医药化工企业预处理后废水4 000 m³/d, 市政生活污水2 000 m³/d, 总处理能力为6 000 m³/d。园区内各企业将废水进行预处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010)之后泵送至园区污水处理厂, 城镇生活污水经过地下管网收集自流进入园区污水处理厂处

理。

本项目设计进、出水水质见表1。

表1 污水处理厂设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

项 目	进水指标	出水指标
COD/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	500(800) ^a	60
BOD ₅ /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	200	20
氨氮/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	40	8(15)
总氮/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	50	20
磷/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	5	1
pH 值	6~9	7~9
SS/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	300	20

注：^a当预处理发生故障时，COD指标的最高控制值。

2 工艺流程

园区废水可生化性差、含盐量高、含有大量难生化降解且有毒的污染物，因此在污水处理厂的工艺流程设计上，需采取有针对性的处理措施。针对进水含有大量难生化降解且有毒物质的特点，采用高级氧化措施；采用水解酸化和AO处理工艺，去除污水中的有机物，同时脱氮除磷；在二级处理的基础上，采用高级氧化和生化协同技术降解难降解有机物。具体的工艺流程见图1。

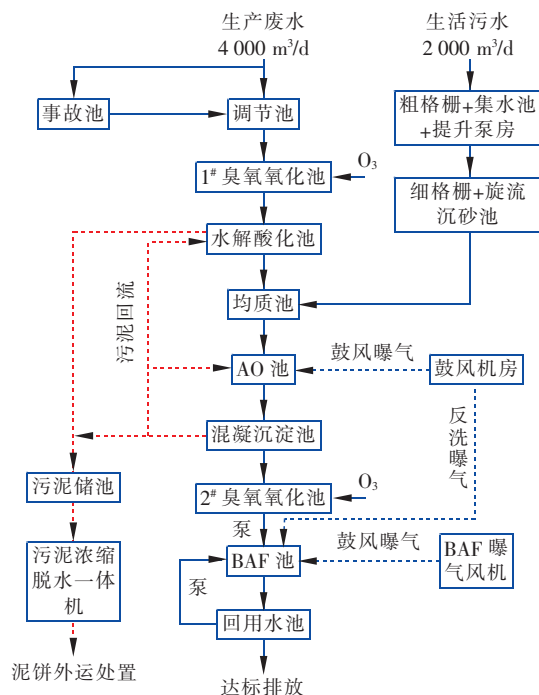


图1 工艺流程

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment process

工业废水首先进入调节池均质均量后经泵提升至1#臭氧接触氧化池，通过臭氧氧化提高污水可

生化性，同时将有毒有害的物质进行分解。废水自流进入水解酸化池进一步提高可生化性之后，进入均质池与生活污水混合后进入AO池脱氮除磷。污水自流进入混凝沉淀池进一步去除SS和总磷后自流进入2#臭氧氧化池，通过臭氧的强氧化性，将污水中残留的难生物降解物质分解为易生化的有机物，然后经过BAF处理达到排放标准。

3 主要工艺单体及设计参数

3.1 调节池

调节池具有调节水质、水量的作用。设计尺寸为20.0 m×20.0 m×5.5 m，设计停留时间为12 h。

3.2 1#臭氧氧化池

1#臭氧氧化池采用三段扩散式反应池，降低污水中的毒性。设计尺寸为12.1 m×4.0 m×6.7 m，设计投加量为50 mg/L，设计停留时间为1.5 h，设计水深为6.0 m^[1,2]。

3.3 水解酸化池

水解酸化池采用上升流式厌氧反应器，采用点对点布水，单格布水器的服务面积为1.2 m²。设计上升流速为0.8 m/h，设计尺寸为12.0 m×9.0 m×7.3 m，设计停留时间为8 h，设计水深为6.5 m。

3.4 AO池

AO池总停留时间为26 h，污泥浓度为3 500 mg/L，氨氮负荷为0.017 kgNH₃-N/(kgMLSS·d)，污泥负荷为0.2 kgCOD/(kgMLSS·d)，混合液回流比为200%，污泥回流比为100%。

3.5 混凝沉淀池

混凝沉淀池采用斜管沉淀池。混凝区停留时间为0.3 h，沉淀区停留时间为2.3 h，斜管区上升流速为2.5 m/h，设计PAC投加量为100 mg/L，PAM投加量为2 mg/L。

3.6 2#臭氧接触池

臭氧接触池采用三段扩散式反应池，利用臭氧的氧化性将二级处理中难生化降解的大分子有机物分解为小分子有机物，提高污水的可生化性。

臭氧氧化池设计尺寸为15.6 m×4.0 m×6.7 m，设计停留时间为1.5 h，臭氧投加量为50 mg/L，水深为6.0 m。

3.7 BAF池

BAF池采用4格并联运行，单格尺寸为6.0 m×6.0 m×7.5 m。主要设计参数如下^[3]：BOD₅容积负荷为0.02 kgBOD₅/(m³·d)，滤料高度为4.0

m,空床上升流速为 1.7 m/h,气水比为 4,气洗强度为 15 L/(m² · s),水洗强度为 8 L/(m² · s)。

4 运行情况

本系统 2016 年 5 月投入调试运行,实际进水量为 2 300 m³/d 左右(因生活污水管道尚未施工完毕,进水只有工业废水)。为降低运行费用,最初的调试过程中未开启臭氧氧化系统,经过 2 个月的调试,出水氨氮和总磷能够稳定达标,但是出水 COD 一直稳定在 100 mg/L 左右,不能达标。各处理单元处理结果见表 2。

表 2 未臭氧氧化时污水进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality without ozone oxidation mg · L⁻¹

项 目		COD	NH ₃ - N	TN	TP	SS
水解酸化池	进水	450.0	36.0	48.0	4.0	200
	出水	382.5	34.2	43.2	4.0	60
AO 池		130.1	3.4	17.3	2.0	23
混凝沉淀池		123.5	3.4	17.3	0.9	12
BAF		108.7	1.7	15.6	0.8	8

经调试发现,不启动臭氧接触氧化处理单元,整个系统的出水无法达到设计要求,因此开启臭氧接触氧化处理单元重新调试,具体出水指标见表 3。

表 3 臭氧氧化后进、出水水质

Tab. 3 Actual influent and effluent quality with ozone oxidation mg · L⁻¹

项 目		COD	NH ₃ - N	TN	TP	SS
1#臭氧氧化池	进水	430.0	35.0	45.0	4.0	230
	出水	387.0	34.3	45.0	4.0	230
水解酸化池		309.6	32.6	40.5	4.0	68
AO 池		116.1	3.4	18.0	2.0	17
混凝沉淀池		110.3	3.4	18.0	0.9	11
2#臭氧氧化池		93.8	3.3	16.2	0.9	10
BAF	进水	110.3	3.4	18.0	0.9	10
	出水	44.1	1.7	16.2	0.7	6

从表 2、3 可以看出,启动臭氧氧化后,AO 池和 BAF 出水 COD 降低,尤其是 BAF 池出水 COD 下降明显。第一级臭氧接触氧化池主要是分解废水中有毒物质,为后续水解酸化池提供良好的水质条件。第二级接触氧化池通过臭氧氧化将 AO 池出水中难降解的大分子有机物降解为小分子有机物,为 BAF 池提供良好的水质条件。

5 运行费用

本项目主要的运行费用包括人工费、电费、药剂费等(见表 4),其他折旧、大修等不计。

表 4 运行费用

Tab. 4 Operating cost

项 目	消耗量	单价	吨水费用/(元 · m ⁻³)
电费	2.30 kW · h/m ³	0.9 元/(kW · h)	2.07
液氧	150.0 kg/h	1 000 元/t	0.60
PAC	9.00 kg/h	3 000 元/t	0.26
PAM	0.10 kg/h	25 000 元/t	0.03
碳源	4.10 kg/h	1 500 元/t	0.06
生产水	0.30 m ³ /h	4 元/m ³	0.002 4
人工费			0.652
合计			3.39

6 结论

采用臭氧氧化/水解酸化/AO/混凝沉淀池/臭氧氧化/曝气生物滤池组合工艺处理医药园区工业废水,出水可稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准,当没有生活污水汇入时,不开启臭氧接触氧化处理单元,则系统出水不能稳定达标。该工程对于进水水质复杂的医药工业园区的污水处理设计具有很好的借鉴作用。

参考文献:

[1] 李发站,吕锡武,程远全,等. 臭氧/UASB/接触氧化处理医药废水[J]. 中国给水排水,2005,21(9):76-77.
[2] GB 50013—2006,室外给水设计规范[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
[3] 郑俊,吴浩汀,程寒飞. 曝气生物滤池污水处理新技术及工程实例[M]. 北京:化学工业出版社,2002.



作者简介:刘立国(1982—),男,山东青岛人,硕士,工程师,主要从事市政给水、污水处理及工业污水、回用水处理设计及施工管理工作。

E-mail:bjkj2008@163.com

收稿日期:2016-11-30