

臭氧氧化-水解-厌氧消化-A/O工艺处理制药废水

曾滔¹, 俞明东¹, 姜辉², 杨林辉², 罗伶俐², 宋爽¹

(1. 浙江工业大学 环境学院, 浙江 杭州 310032; 2. 杭州绿昌环境工程有限公司, 浙江 杭州 310014)

摘要: 采用臭氧氧化预处理技术,以水解酸化-厌氧消化-A/O为核心工艺处理制药废水,处理量为120 m³/d。介绍了该废水处理工程的工艺流程、主要设计参数及设备配置。运行实践表明,整个系统对COD的去除率>90%,出水水质完全满足当地污水处理厂的纳管标准。

关键词: 制药废水; 臭氧氧化; 水解酸化; 厌氧消化

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)02-0099-03

Ozonation - Hydrolysis Acidification - Anaerobic Digestion - A/O Process for Treatment of Pharmaceutical Wastewater

ZENG Tao¹, YU Ming-dong¹, JIANG Hui², YANG Lin-hui², LUO Ling-li², SONG Shuang¹

(1. College of Environment, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China; 2. Hangzhou Lyuchang Environmental Engineering Co. Ltd., Hangzhou 310014, China)

Abstract: The ozonation pretreatment coupled with hydrolysis acidification, anaerobic digestion and A/O as core process was used for treatment of pharmaceutical wastewater with a capacity of 120 m³/d. The technological process, design parameters of main structures as well as equipment configuration of the project were introduced. The operation results showed that the COD removal rate in this system exceeded 90%, and the effluent quality could meet the requirements of the local municipal sewage plant.

Key words: pharmaceutical wastewater; ozonation; hydrolysis acidification; anaerobic digestion

1 概述

制药废水成分复杂、有机污染物浓度高、毒性大,而且由于不同药物产品的生产工艺不同,废水的水质、水量及污染物种类变化较大^[1,2]。废水若不经处理直接排放将严重危害环境,因此必须建设相应的废水处理设施。浙江某药业有限公司主要生产原料药和中间体,产品主要包括年产200 kg的产品1和年产7 t的产品2,排放的废水主要包括生产过程产生的工艺废水、地面清洗及反应釜不定期清洗

废水、冷却废水和生活污水等。其中,产品1车间的工艺废水COD为1 000~3 000 mg/L,主要污染因子为甲醇、氯化水合肼、HCl等,同时含少量的反应副产物;产品2车间的工艺废水COD约为13 000 mg/L,主要污染因子为乙酸乙酯和少量反应副产物。由于所排放的废水COD浓度较高,一些反应副产物属于难生物降解物质^[3],因此本工程设计采用水解酸化-厌氧-A/O处理工艺对废水进行处理,通过水解酸化提高废水可生化性。产品1车间工艺

废水中存在的水合肼属高毒类物质,具有弱碱性和强还原性^[4],因此增加臭氧氧化预处理,利用臭氧可将有毒的水合肼氧化为 N_2 和 H_2O 。目前,该废水处理站已经稳定运行近两年,系统出水各项指标一直优于其接入的污水处理厂的纳管标准。

2 废水水量、水质及排放要求

该厂正常生产运营时,最大废水量为 44.87 m³/d,生产废水和生活污水分别为 31.27 m³/d 和 13.6 m³/d,废水处理后执行当地污水处理厂的纳管标准。具体废水水质及排放要求见表 1。

表 1 设计进水水质及排放标准

Tab. 1 Design influent quality and discharge standard

项 目	COD/ (mg · L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg · L ⁻¹)	pH 值	SS/ (mg · L ⁻¹)	NH ₃ - N/ (mg · L ⁻¹)
综合调节 池进水	4 000 ~ 5 200	—	7.5 ~8.5	≤300	20 ~30
生活污水	500	250	6.0 ~8.0	250	55
当地纳管 标准	≤480	≤300	6.0 ~9.0	≤400	≤35

由于今后可能会适当扩大生产规模,需考虑设计余量,因此废水处理站的设计处理能力为 120 m³/d,其中生产工艺废水处理能力为 90 m³/d,生活污水处理能力为 30 m³/d。

3 工艺流程及主要构筑物

3.1 工艺流程

本工程的具体工艺流程如图 1 所示。

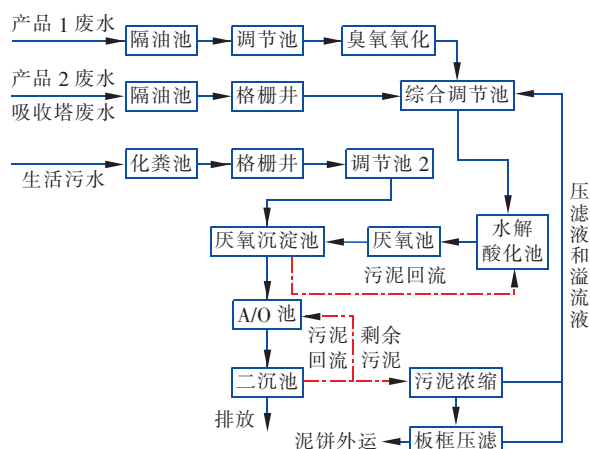


图1 废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

由于产品 1 车间工艺废水含一定量的水合肼, 故而增设臭氧氧化预处理单元。经氧化后的产品 1

工艺废水和产品 2 工艺废水以及吸收塔废水在综合调节池中混合,综合调节池中设穿孔曝气系统,空气搅拌。

综合调节池废水泵入水解酸化-厌氧系统,先在缺氧状态下进行水解酸化,然后进行厌氧消解。厌氧出水接入厌氧沉淀池进行泥水分离,厌氧沉淀池设厌氧污泥回流泵,按回流比为 100% 输送至水解池,以大水量循环提高处理效果。

厌氧沉淀出水 and 来自调节池 2 的生活污水一起接入 A/O 处理系统,以去除废水中大部分 COD。O 池出水自流进入二沉池,经过重力分离,出水通过标准排放口接至当地某污水处理厂,污泥则按回流比为 50% 回流至 A 池,剩余污泥接入污泥浓缩池进行自然沉降、浓缩、压滤,泥饼经干化后外运处置。

3.2 主要构筑物及设备

① 调节池 1。地埋式钢混结构,有效水深为 2.5 m,有效容积为 61 m³,水力停留时间为 29 h(按 50 m³/d 废水量计算);采用穿孔管预曝气,设罗茨鼓风机 1 台,进口流量为 1.5 m³/min;废水提升泵 2 台(1 用 1 备),流量为 8.0 m³/h,扬程为 160 kPa;设高低点浮球液位计 1 套。

② 调节池 2。地埋式钢混结构,有效水深为 2.5 m,有效容积为 40 m³,水力停留时间为 32 h(按 30 m³/d 废水量计算);配置废水提升泵 2 台(1 用 1 备),流量为 10.0 m³/h,扬程为 100 kPa;设高低点浮球液位计 1 套。

③ 综合调节池。地埋式钢混结构,有效水深为 2.5 m,有效容积为 289 m³,水力停留时间为 77 h (按 90 m³/d 废水量计算);配置废水提升泵 2 台(1 用 1 备),流量为 8.0 m³/h,扬程为 160 kPa;设高低点浮球液位计 1 套。

④ 臭氧氧化塔。尺寸为 $\varnothing 1.0 \text{ m} \times 4.0 \text{ m}$, 配置臭氧发生器 1 套, 产量为 500 g/h , 功率为 25 kW 。

⑤ 水解酸化池。半埋式钢混结构,有效水深为 4 m,有效容积为 126 m³,水力停留时间为 34 h (按 90 m³/d 废水量计算);池内设有穿孔曝气系统;安装 Ø200 mm 的生物弹性填料 100 m³。

⑥ 厌氧池。容积负荷为 $0.80 \text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 半埋地式钢混结构, 有效水深为 4 m , 有效容积为 235 m^3 , 水力停留时间为 63 h (按 $90 \text{ m}^3/\text{d}$ 废水量计算); 安装生物弹性填料 150 m^3 , 填料规格为 $\varnothing 200 \text{ mm}$ 。

⑦ 厌氧沉淀池。竖流式半地埋钢混结构,平面尺寸为 3.0 m×3.0 m,有效水深为 3.9 m,表面负荷为 0.42 m³/(m²·h)(按 90 m³/d 废水量计算);污泥回流泵 1 用 1 备,流量为 10 m³/h,扬程为 100 kPa。

⑧ A/O 池。容积负荷为 0.67 kgCOD/(m³·d),半地埋式钢混结构,A 段和 O 段平面尺寸分别为 16.8 m×1.9 m 和 16.8 m×4.0 m,水力停留时间分别为 24 h 和 51 h(按 120 m³/d 废水量计算),有效水深均为 3.8 m,总有效容积为 375 m³;A 段设有 1 套穿孔曝气系统和 1 台功率为 2.5 kW 的潜水推流搅拌机;O 段布设 162 套微孔曝气器;采用罗茨鼓风机 2 台(1 用 1 备),进口流量为 6.37 m³/min;共安装 Ø200 mm 生物弹性填料 300 m³。

⑨ 二沉池。竖流式沉淀池,半地埋式钢混结

构,平面尺寸为 3.0 m×3.0 m,有效水深为 3.8 m,表面负荷为 0.56 m³/(m²·h)(废水量按 120 m³/d 计算);污泥回流泵 2 台(1 用 1 备),流量为 10 m³/h,扬程为 100 kPa。

⑩ 污泥浓缩池。半地埋式钢混结构,有效容积为 22 m³。设螺杆泵 1 台,流量为 2 m³/h,压力为 0.6 MPa;板框压滤机 1 台,过滤面积为 20 m²。

在上述构筑物中,调节池 1、调节池 2 合建为组合池一;水解酸化池、厌氧池、厌氧沉淀池、兼氧池、好氧池、二沉池、污泥浓缩池合建为组合池二。

4 运行效果

该工程自建成投入运行以来,系统处理效果基本稳定,COD 去除率>90%,出水 COD<400 mg/L、NH₃-N<20 mg/L,完全满足当地污水处理厂的入网排放要求。各处理单元的平均出水水质见表 2。

表 2 各处理单元平均出水水质

Tab. 2 Average effluent quality of the treatment units

项 目	6 月			7 月			8 月		
	pH 值	COD/ (mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N/ (mg·L ⁻¹)	pH 值	COD/ (mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N/ (mg·L ⁻¹)	pH 值	COD/ (mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N/ (mg·L ⁻¹)
臭氧氧化塔	8.24	3 758	—	8.41	3 546	—	8.28	3 589	—
综合调节池	8.16	4 366	28.9	7.94	4 534	31.7	7.85	4 845	30.6
水解酸化池	6.85	3 175	33.3	6.89	3 042	34.9	6.93	3 134	33.7
厌氧池	7.73	1 833	40.34	7.52	1 942	44.25	7.43	1 847	42.87
A/O 池	8.13	367	16.4	8.04	348	12.3	8.21	353	13.5

5 运行成本

该工程运行费用主要包括电费和人工费。其中,人工费为 1.11 元/m³;电价按 0.80 元/(kW·h)计,电费为 4.83 元/m³。总计为 5.94 元/m³。

6 结语

采用水解酸化-厌氧-A/O 工艺处理制药废水,部分含有水合肼的工艺废水通过臭氧氧化进行预处理,系统运行稳定,出水各项指标达到当地污水处理厂的纳管要求。本工程的成功运行可为同类废水处理的工艺设计及运行提供参考。

参考文献:

[1] 刘育婷,张新庄,刘小艳,等. 制药废水处理方法概述[J]. 广东化工,2012,39(14):113-114.
[2] 戴启洲,蔡少卿,王家德,等. 臭氧/生物法处理制药废水[J]. 中国给水排水,2010,26(10):122-125.
[3] 潘雪冬,李娜. 某制药厂生产废水物化处理工艺的选择[J]. 当代化工,2015,(4):837-839.

[4] 郑淑君. 水合肼的发展、现状、展望[J]. 化学推进剂与高分子材料,2005,(3):17-21.



作者简介:曾滔(1987-),男,四川达州人,博士,讲师,主要研究方向为水污染控制及环境催化技术。

E-mail:ss@zjut.edu.cn

收稿日期:2016-07-06