

# 分质预处理 – ABR – A/O 工艺处理抗生素制药废水

王 雄, 李辉军, 杨 尧, 顾艳梅

(南京大学环境规划设计研究院股份公司, 江苏 南京 210093)

**摘 要:** 某制药企业根据抗生素制药废水成分复杂、浓度高、生物毒性强的特点,将废水分成高盐废水、高浓废水和生物发酵废水三类,分质收集并进行预处理。高盐废水采用 MVR 蒸发器进行脱盐预处理,高浓废水采用微电解 + Fenton + 混凝沉淀工艺进行预处理。分质预处理后的废水与生物发酵废水混合进入生化段,生化段采用 ABR + MBBR(A) + MBBR(O) 组合工艺, A/O 池内均投加悬浮生物填料,增加污泥浓度,提高处理效率。运行结果表明,此工艺针对性强、处理效果稳定、耐冲击负荷能力强,经处理后出水水质可达到园区污水处理厂接管标准。

**关键词:** 分质预处理; 制药废水; MVR; ABR; MBBR

**中图分类号:** TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)24-0066-04

## Treatment of Antibiotic Pharmaceutical Wastewater by the Separate Pretreatment Based on Water Quality – ABR – A/O Process

WANG Xiong, LI Hui-jun, YANG Yao, GU Yan-mei

(Academy of Environmental Planning & Design Co. Ltd., Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** According to the characteristics of complex pollutants composition, high concentration and strong biological toxicity of antibiotic pharmaceutical wastewater in a pharmaceutical factory, wastewater was divided into three kinds such as high salt wastewater, high concentration wastewater and biological fermentation wastewater. Then, each kind of wastewater was collected and separate pretreated according to quality. High salt wastewater was pretreated with MVR evaporator for salt removal, and the high concentration wastewater was pretreated with micro electrolysis + Fenton + coagulation sedimentation process. The mixture of pretreatment effluent and the biological fermentation wastewater entered the biological treatment section. The combined process of ABR + MBBR(A) + MBBR(O) was adopted in the biological treatment section. A/O tank was added with the suspension biological carriers to increase the sludge concentration and to improve the treatment performance. The operation results showed that the process had the advantages of strong pertinence, stable treatment effect and strong tolerance to impact load. After treatment, the effluent could meet the acceptance standards of the wastewater pipe network of the park.

**Key words:** separate pretreatment based on water quality; pharmaceutical wastewater; MVR; ABR; MBBR

### 1 工程概况

某制药企业采取化学合成及生物发酵方法生产

各类抗生素原料药,主要产品包括青霉素、头孢类、阿莫西林、泰乐、大观霉素等,其相关产品已通过国



用,同时发生络合反应,从而进一步提高悬浮物质的沉降性能<sup>[5]</sup>,沉淀出水进入生化处理系统。

经脱盐后的高盐废水、物化处理后的浓废水与生物发酵废水在调节池内混合均质,通过气浮机去除SS及部分不溶性COD,气浮出水进入厌氧折流板反应器(ABR),在逐级通过反应器各个格室的过程中,与厌氧污泥进行混合,在厌氧产甲烷菌的作用下,废水中的难降解有机物质得以降解,有利于后续好氧处理;ABR反应器出水自流进入缺氧/好氧系统,进一步去除废水中氨氮和COD,缺氧及好氧池内投加悬浮填料,形成MBBR反应池,从而增加池内污泥浓度,提高处理效率;MBBR池出水经二沉池进行泥水分离,部分污泥回流到ABR反应池,弥补污泥损耗。

气浮机浮渣、中和混沉池底部沉积物、二沉池剩余污泥进入污泥浓缩池浓缩,浓缩后进入板框压滤机,进一步降低污泥含水率,滤液回流至调节池。

## 4 主要构筑物与设备

### 4.1 高盐废水预处理

① 收集池1。尺寸为 $2.5\text{ m} \times 2.0\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ ,1座,钢混防腐,HRT为24 h,有效容积为 $10\text{ m}^3$ ,空气搅拌。配防腐提升泵1台, $Q=2\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=120\text{ kPa}$ , $N=1.5\text{ kW}$ ;溶气气浮机1台,碳钢防腐,处理水量为 $2\text{ m}^3/\text{h}$ ,运行功率为 $2.2\text{ kW}$ ,间歇运行。

② MVR蒸发器。处理能力为 $10\text{ m}^3/\text{d}$ ,蒸发器为定型成套设备,设备占地为 $8.0\text{ m} \times 4.5\text{ m} \times 6.0\text{ m}$ ,1套,设备外壳采用304不锈钢材质,蒸发器的水平换热管为钛材。

### 4.2 高浓废水预处理

① 收集池2。尺寸为 $5.0\text{ m} \times 5.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,1座,钢混防腐,HRT为8.3 h,有效容积为 $100\text{ m}^3$ ,空气搅拌。配液位控制系统一套,防腐提升泵2台(1用1备), $Q=15\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=120\text{ kPa}$ , $N=1.5\text{ kW}$ ;溶气气浮机1台,碳钢防腐,处理水量为 $15\text{ m}^3/\text{h}$ ,运行功率为 $5\text{ kW}$ 。

② pH调整池。尺寸为 $2.0\text{ m} \times 2.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,钢混防腐,HRT为1.3 h,有效容积为 $16\text{ m}^3$ ,空气搅拌。配pH在线仪1台,酸投加装置1套。

③ 微电解池。尺寸为 $3.5\text{ m} \times 2.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,1座,钢混防腐,HRT为2.3 h,有效容积为 $28\text{ m}^3$ ,空气搅拌。池内铁碳填充率为70%~80%,Fe/C填充比为1:1。

④ Fenton池。尺寸为 $3.5\text{ m} \times 2.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,1座,钢混防腐,HRT为2.3 h,有效容积为 $28\text{ m}^3$ ,空气搅拌。配 $\text{H}_2\text{O}_2$ 和 $\text{FeSO}_4$ 投加装置各一套。

⑤ 中和混沉池。池体为双环结构,内环沉淀、外环中和混凝,尺寸为 $\varnothing(5.0+2.0)\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,1座,钢混防腐,HRT为12.7 h,有效容积为 $153.86\text{ m}^3$ 。外环配pH在线仪1台,推流搅拌机2台( $N=1.5\text{ kW}$ ),碱投加装置1套,PAC及PAM投加装置各一套,内环设计表面负荷为 $0.6\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ,配备中心传动刮泥机1套。

### 4.3 废水综合处理

① 格栅井。尺寸为 $4.2\text{ m} \times 1.3\text{ m} \times 1.4\text{ m}$ ,1座,钢混防腐。配机械格栅1台,格栅间隙为2 mm, $N=2.2\text{ kW}$ ,304不锈钢材质。

② 调节池。尺寸为 $15.0\text{ m} \times 8.0\text{ m} \times 5.5\text{ m}$ ,1座,钢混防腐,HRT为8 h,有效容积为 $600\text{ m}^3$ ,空气搅拌。配液位控制系统一套,防腐提升泵3台(2用1备), $Q=40\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=120\text{ kPa}$ , $N=5.0\text{ kW}$ ;溶气气浮机2台,碳钢防腐,处理水量为 $40\text{ m}^3/\text{h}$ ,运行功率为 $7.5\text{ kW}$ 。

③ ABR反应器。尺寸为 $50.0\text{ m} \times 3.0\text{ m} \times 8.0\text{ m}$ ,2座,每座分成5格,钢混结构,HRT为30 h,有效容积为 $2\,250\text{ m}^3$ ,设计容积负荷为 $5\text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ,每座反应器内设组合填料 $675\text{ m}^3$ ,填料填充比为30%。配ORP在线仪2台,pH在线仪2台。

④ MBBR(A)池。尺寸为 $15.0\text{ m} \times 5.0\text{ m} \times 5.5\text{ m}$ ,2座,钢混结构,HRT为10 h,有效容积为 $750\text{ m}^3$ ,池内投加PE填料 $225\text{ m}^3$ ,填充比例为30%。配备DO在线仪2台,控制 $\text{DO} < 0.3\text{ mg/L}$ ,推流搅拌机4台( $N=1.5\text{ kW}$ )。

⑤ MBBR(O)池。尺寸为 $15.0\text{ m} \times 13.0\text{ m} \times 5.5\text{ m}$ ,2座,钢混结构,HRT为26 h,有效容积为 $1\,950\text{ m}^3$ ,池内投加PE填料 $780\text{ m}^3$ ,填充比例为40%,设计容积负荷为 $2\text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。配备DO在线仪2台,控制溶解氧为 $2\text{ mg/L}$ 。池底布设微孔曝气头835个,设鼓风机3台(2用1备), $Q=46.2\text{ m}^3/\text{min}$ , $P=0.06\text{ MPa}$ , $N=60\text{ kW}$ 。混合液回流比为200%,配备回流泵4台(每池1用1备), $Q=75\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=120\text{ kPa}$ , $N=4.0\text{ kW}$ 。

⑥ 二沉池。尺寸为 $\varnothing 9.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ ,2座,钢混结构,有效容积为 $508.68\text{ m}^3$ ,设计表面负荷为 $0.6\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ,配备中心传动刮泥机2套,污泥

回流泵 2 台,污泥回流至 ABR 反应器。

⑦ 污泥浓缩池。尺寸为  $\varnothing 8.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ , 1 座,钢混结构,有效容积为  $200.96\text{ m}^3$ ,设计污泥固体负荷为  $28\text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ,配备半桥式周边传动刮泥机 1 套。设置板框压滤机 1 套,每套滤面积为  $220\text{ m}^2$ , $N=5\text{ kW}$ ,配套污泥螺杆泵 2 台(1 用 1 备), $Q=20\text{ m}^3/\text{h}$ , $N=1.5\text{ kW}$ 。

## 5 运行效果分析

该系统经过一段时间的调试运行后,整个系统达到稳定运行的状态,出水水质优于工业园区污水厂接管标准。运行期间进、出水水质见表 4。

表 4 主要工艺单元处理效果

Tab. 4 Treatment effect of main process units

项 目		$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	
微电解 + Fenton	进 水	19 000.00	—
	出 水	9 063.00	
气浮机	进 水	9 063.00	8 000.00
	出 水	7 640.11	1 412.80
ABR	出 水	2 467.76	783.82
MBBR(A/O) + 二沉池	出 水	436.79	223.16

## 6 结语

① 分质预处理-ABR-A/O 工艺对抗生素制药废水处理效果好,运行稳定,具有很强的适应性,出水水质达到园区接管标准。

② 充分考虑该化学合成及生物发酵制药废水的特点,将化学合成废水中的高盐废水与高浓废水分质分流,高盐废水单独收集进行脱盐处理,高浓废水统一收集后进入物化处理工艺,预处理后的化学合成废水与生物发酵废水混合进入生化处理单元。

③ 整套工艺由物化法与生化法联合而成,系统启动较快,可同时满足连续运行和间歇运行要求,能够适应该公司废水连续及间歇排放、水量变化大的特点。

④ 生化处理单元中 A/O 池设置 PE 填料,形成 MBBR 反应器,增加了系统容积负荷,抗冲击负荷能力强,占地面积小。

## 参考文献:

- [1] 岳强,白永刚,涂勇,等. 化学合成类制药废水处理工程的工艺设计[J]. 中国环保产业,2012,(8):37-41.  
Yue Qiang, Bai Yonggang, Tu Yong, et al. Technology design on wastewater treatment project of chemosynthesis

pharmacy[J]. China Environmental Protection Industry, 2012,(8):37-41(in Chinese).

- [2] 梅荣武,许明海. 水解酸化/A-O/NSBR 工艺处理高浓度制药废水[J]. 中国给水排水,2010,26(8):41-44,49.  
Mei Rongwu, Xu Minghai. Hydrolysis acidification-A/O-NSBR process for treatment of high-concentration pharmaceutical wastewater[J]. China Water & Wastewater, 2010,26(8):41-44,49(in Chinese).
- [3] 赵艳,赵英武,李凤亭. 中成制药废水处理工程设计[J]. 给水排水,2004,30(11):47-49.  
Zhao Yan, Zhao Yingwu, Li Fengting. Design of wastewater treatment for Chinese traditional medicine pharmacy[J]. Water & Wastewater Engineering, 2004,30(11):47-49(in Chinese).
- [4] 赵庆良,蔡萌萌,刘志刚,等. 气浮-活性污泥工艺处理制药废水[J]. 中国给水排水,2006,22(1):77-79.  
Zhao Qingliang, Cai Mengmeng, Liu Zhigang, et al. Pharmaceutical wastewater treatment with DAF-activated sludge processes[J]. China Water & Wastewater, 2006, 22(1):77-79(in Chinese).
- [5] 胡大镛,李波. 水解酸化-A/O-催化氧化-接触氧化处理高浓度制药废水[J]. 给水排水,2004,30(3):47-49.  
Hu Daqiang, Li Bo. Treatment of high concentrated pharmaceutical wastewater by composite processes of hydrolytic acidification-A/O-catalytic oxidation and contact oxidation[J]. Water & Wastewater Engineering, 2004, 30(3):47-49(in Chinese).



作者简介:王雄(1986-),男,湖北鄂州人,本科,注册环保工程师,从事废水处理、黑臭河道治理、废气治理工程工艺设计和研究。

E-mail: astro8023@ qq. com

收稿日期:2018-05-25