

两级水解/接触氧化/BAF 组合工艺处理中药废水

冯丽霞¹, 赵艺¹, 王亚晓¹, 焦振雄¹, 张儒¹, 许丹宇²

(1. 天津市联合环保工程设计有限公司, 天津 300191; 2. 天津市环境保护科学研究院, 天津 300191)

摘要: 采用粗格栅+膜格栅+调节池+浮沉池+两级水解酸化-接触氧化-沉淀池+BAF组合工艺处理某中药厂废水,介绍了该工艺的技术特点,并给出了主要构筑物的技术参数,分析了运行过程出现的问题及解决对策。工程运行结果表明,该工艺可有效去除废水中污染物,出水水质稳定达到《中药类制药工业水污染物排放标准》(GB 21906—2008)。

关键词: 中药废水; 水解酸化; 接触氧化; 曝气生物滤池

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)06-0089-04

Treatment of Traditional Chinese Medicine Wastewater by Two-stage Hydrolysis/Contact Oxidation/BAF Combination Process

FENG Li-xia¹, ZHAO Yi¹, WANG Ya-xiao¹, JIAO Zhen-xiong¹, ZHANG Ru¹,
XU Dan-yu²

(1. Tianjin United Environmental Protection Engineering Design Co. Ltd., Tianjin 300191, China; 2. Tianjin Academy of Environmental Sciences, Tianjin 300191, China)

Abstract: A combined process of coarse grille, membrane grille, regulating tank, floating sedimentation tank, two-stage hydrolysis acidification/contact oxidation/sedimentation tank and BAF was selected to treat the wastewater from a traditional Chinese medicine plant. The technical characteristics of this process were introduced, and the technical parameters of main structures were given. The problems and the corresponding solutions in the operational process were provided. The engineering operation results showed that the process could effectively remove pollutants from the wastewater, and the effluent quality could reach the *Discharge Standard of Water Pollutants for Pharmaceutical Industry Chinese Traditional Medicine Category* (GB 21906-2008) stably.

Key words: Chinese traditional medicine wastewater; hydrolytic acidification; contact oxidation; biological aerated filter

天津市某制药企业专业从事中药配方颗粒研究和生产,产生大量有机废水。在综合分析生产废水的进水水质、特点及出水排放要求基础上,结合同类废水站的实践经验,提出浮沉池+两级水解酸化/生物接触氧化+BAF组合处理工艺。同时,对处理系统进行了优化,保证了系统稳定运行,出水水质达到

《中药类制药工业水污染物排放标准》(GB 21906—2008)。

1 废水水质、水量

1.1 废水来源

生产废水主要来自中药炮制生产线以及中药颗粒生产线,包括洗药泡药、过滤、蒸馏、萃取等单元操

作产生的污水,以及原药残液、生产设备洗涤和地板冲洗用水。废水中含有多种天然有机污染物,包括糖类、有机酸、苷类、蒽醌、木质素、单宁、蛋白质、淀粉及相关水解产物等^[1]。

1.2 废水水量及水质

生产废水通过各自集水管路汇总至废水处理站,其中药材清洗废水 210 m³/d,设备清洗废水 440 m³/d,洁净区清洗废水 546 m³/d,纯化水制备系统排水 40 m³/d,生活污水 72 m³/d,共计 1 308 m³/d。设计规模取 1 300 m³/d。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	设计进水水质	设计出水水质
pH 值	6~9	6~9
COD/(mg·L ⁻¹)	4 000	100
SS/(mg·L ⁻¹)	1 000	50
氨氮/(mg·L ⁻¹)	50	8
总氮/(mg·L ⁻¹)	60	20
总磷/(mg·L ⁻¹)	3.0	0.5
色度/倍	100	50

该生产废水的特点:有机污染物浓度高;悬浮物浓度高,且密度差异大、沉降性差;色度较高;可生化性较好;废水间歇排放,水质水量变化大。

2 废水处理工艺

由于来水中含有大量药渣、纤维状悬浮物,常规粗格栅不能对杂质进行有效拦截,故采用粗格栅+膜格栅+浮沉池的强化预处理工艺。

目前中药废水处理常用工艺为厌氧+好氧,包括 ABR+CSTR、UASB+CASS、ASB+SBR 等。针对该药厂废水特点,结合已有运行经验可知,UASB 工艺存在冬季运行效果不佳、维护操作复杂,为达到中温厌氧环境需进行蒸汽加热,造成运行成本高等问题。在实际运行中发现,水解池对 COD 的去除率为 25% 左右,可使废水的 B/C 值升至 0.35~0.38,大大提高废水的可生化性^[2]。生物接触氧化工艺利用好氧微生物在有氧条件下通过自身的分解作用进一步去除水中的有机物,达到净化水质的目的^[3]。故采用水解酸化+生物接触氧化组合工艺,作为生化处理工艺。

由于对出水 SS、COD、BOD₅ 等指标要求较为严格,故末端采用曝气生物滤池实现各类污染物的去除,保障出水水质稳定达标。结合该中药厂的废水水质及实际排放状况,确定采用粗格栅+膜格栅+

调节池+浮沉池+两级水解酸化+接触氧化+沉淀池+BAF 工艺进行处理。废水处理工艺流程见图 1。

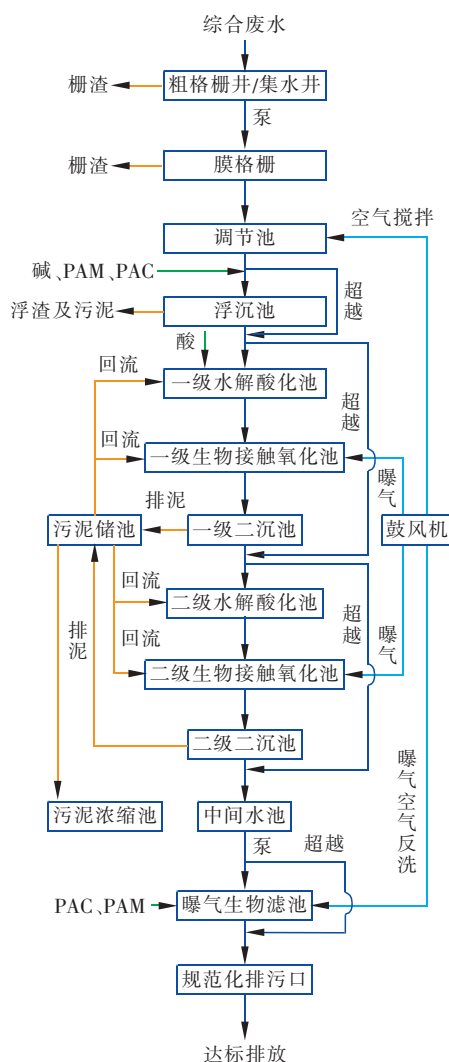


图 1 废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

3 主要构筑物及设计参数

① 调节池。设穿孔曝气管,气水比为 4:1,起到内置搅拌的作用,防止悬浮物沉积。自吸泵 2 台,1 用 1 备,受池内液位计控制。

② 水解酸化池。池内挂弹性纤维填料,设置潜水搅拌机,制造缺氧环境。第二格内布置微孔曝气器及潜水搅拌机,可根据需要切换为缺氧环境或好氧环境。池内设置 pH 计以及 ORP 测定仪,用于控制污泥回流量。

③ 接触氧化池。采用廊道式,内设弹性纤维一体化填料,填料高度为 2.5 m,填料容量 35 m³,两

级串联。气水比控制在 20 : 1,且底部设排泥放空装置。底部布置微孔曝气器,池内设置溶解氧仪,用于控制鼓风机运行参数。

④ 二沉池。采用斜管沉淀池,通过穿孔花墙布水。设中心传动刮泥机,通过底部管道与套筒阀连接进行排泥,并可根据需要控制排泥量。出水通过渠道进行收集,渠道设置调节堰门进行超越。

⑤ 曝气生物滤池。池内设置滤板、长柄滤头、滤料、反冲洗系统等,根据液位启动反洗系统。采用气动阀门,根据步序要求自动运行。

主要构筑物及设计参数见表 2。

表 2 主要构筑物的设计参数

Tab. 2 Design parameters of main structures

项目	工艺尺寸/ (m × m × m)	主要设计参数
集水井	9.5 × 4.5 × 4.7	停留时间为 0.8 h
调节池	15.0 × 9.5 × 6.6	停留时间为 15.8 h
一级水解酸化池	9.70 × 4.35 × 6.60 2 格	停留时间为 10.0 h
一级生物接触氧化池	9.00 × 4.35 × 6.30 8 格	容积负荷为 2.26 kgCOD/(m ³ · d), 停留时间为 31.8 h
一级二沉池	8.0 × 8.0 × 6.3	表面负荷为 0.85 m ³ /(m ² · h)
二级水解酸化池	6.3 × 5.2 × 6.3 2 格	停留时间为 6.6 h
二级生物接触氧化池	9.00 × 4.35 × 6.30 6 格	容积负荷为 1.09 kgCOD/(m ³ · d), 停留时间为 23.9 h
二级二沉池	8.0 × 8.0 × 6.3	表面负荷为 0.85 m ³ /(m ² · h)
中间水池	4.50 × 3.55 × 6.30	停留时间为 2.6 h
曝气生物滤池	2.50 × 2.45 × 6.30 3 格	滤速为 3 m/h

4 运行中存在的问题及对策

① 生化池大量起泡

系统启动初期,经过设备调试及污泥驯化,系统整体趋于稳定,效果良好。随后进入冬季运行,生化池产生大量泡沫,甚至通过人孔冒出池顶,影响感官效果,但出水水质相对稳定,尚未受到明显影响。

问题出现后,首先在中间水池安装临时泵,生化池人孔处安装穿孔管,将处理后出水提升后喷洒消泡,可将泡沫打碎,但未根本消除泡沫现象。后对系统进行分析,由于生产中未使用洗涤剂 etc 易起泡物质,故排除化学泡沫的可能。判断造成此现象原因

是来水中脂类物质含量较高,低温环境下经浮沉池去除不彻底,造成诺卡氏菌繁殖,从而影响污泥性状。故检查浮沉池,调整气水比,清理释放器,同时加大药剂投量,结合喷洒消泡,调整约 10 天,系统逐渐恢复。

② 滋生红虫

二级二沉池出水堰板处可见成团红虫,池内水体浑浊,影响出水感官效果,但各项水质指标均正常。经分析,滋生红虫的原因是生化系统负荷低于设计值,曝气量未同步调整,造成水中溶解氧过高。故临时投加少量次氯酸钠,以消除红虫现象。同时采取以下措施解决此问题:将部分原水由调节池直接泵入二级水解酸化池,将机动池调整为缺氧状态,降低曝气量,加强系统排泥。之后系统恢复正常。

5 运行效果

废水处理站至今已运行 3 年,虽系统进水水质变化大且经常超出设计值范围,运行中常出现各类问题,但都能及时有效解决,各项出水指标均稳定达标。COD、氨氮进水及出水检测值分别见图 2、3。

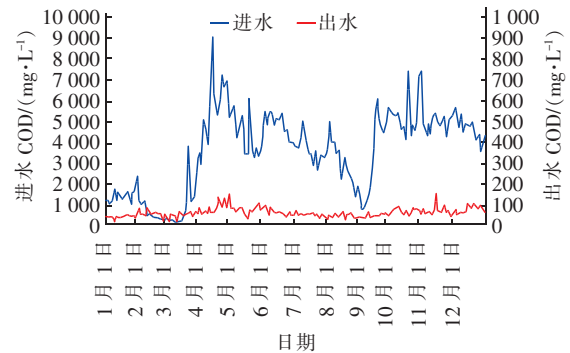


图 2 进、出水 COD 检测值

Fig. 2 COD detection values of influent and effluent

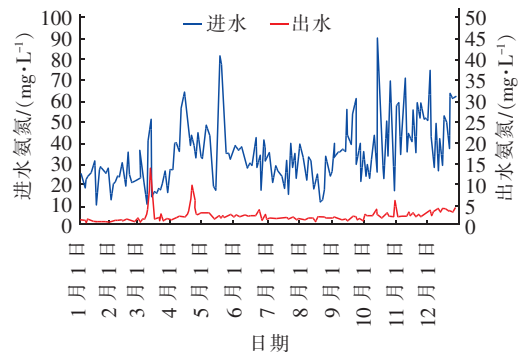


图 3 进、出水氨氮检测值

Fig. 3 NH₃ - N detection values of influent and effluent

由图 2 可知,进水 COD 随生产进行,表现出明

显且有规律的峰值。在集中生产时期,污水站同步加强管理,优化运行参数,保障了良好的处理效果,COD去除率可达97%。

6 经济指标及环境效益

① 处理费用

直接处理费包括动力费、药剂费及人工费。该工程装机容量为152 kW,近一年实际用电量平均值为2 298 kW·h/d,电价为0.75元/(kW·h),水量按一年内平均值为1 134 m³/d计算,则电费为1.52元/m³,药剂费为0.55元/m³。劳动定员4人,平均工资为4 500元/(人·月),人工费为0.53元/m³。处理费用共计2.60元/m³。

② 环境效益

工程投产后可减少COD、SS、氨氮、总氮、总磷排放量分别为1 992.9、485.45、21.462、20.44、1.277 5 t/a,具有较好的环境效益和社会效益。

7 结论

通过近3年的稳定运行,整个工艺对中药废水COD的去除率达97%,出水各项指标均可稳定达到《中药类制药工业水污染物排放标准》(GB 21906—2008)。总体来看,强化预处理+二级水解酸化池+二级生物接触氧化+曝气生物滤池组合工艺运行稳定,操作简便,在中药废水处理领域具有良好的适用性,具有一定的推广价值。

参考文献:

- [1] 陈锡剑,阎裕荣,李静,等. 高浓度中药提取废水治理工程实例[J]. 中国给水排水,2014,30(8):76-79.
Chen Xijian, Yan Yurong, Li Jing, *et al.* Engineering example for treatment of high-concentration wastewater from extraction of Chinese traditional medicine[J]. China

Water & Wastewater, 2014, 30(8): 76 - 79 (in Chinese).

- [2] 戈军,吕锡武,刘壮,等. 多段活性污泥法处理高浓度中药废水[J]. 中国给水排水,2006,22(6):65-67.

Ge Jun, Lü Xiwu, Liu Zhuang, *et al.* Multi-stage activated sludge process for treatment of high strength wastewater from traditional Chinese medicine production[J]. China Water & Wastewater, 2006, 22(6): 65 - 67 (in Chinese).

- [3] 万金保,余晓玲,邓觅,等. 水解酸化-EGSB-生物接触氧化组合工艺处理制药废水[J]. 中国给水排水,2018,34(14):97-100.

Wan Jinbao, Yu Xiaoling, Deng Mi, *et al.* Treatment of pharmaceutical wastewater by a combined process of hydrolytic acidification, EGSB and biological contact oxidation[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(14): 97 - 100 (in Chinese).



作者简介:冯丽霞(1985—),女,内蒙古呼和浩特人,大学本科,工程师,主要从事水污染治理工艺研究及工程设计工作。

E-mail: qqyeflx@126.com

收稿日期:2018-12-12

坚持节约资源和保护环境的基本国策