

合成革生产综合废水处理工程实例分析

刘素杰¹, 孙 湘², 张留成³, 吕转怀⁴, 张 岩⁴, 张守健⁴

(1. 昌邑市环境监测站, 山东潍坊 261300; 2. 潍坊市生态环境局昌邑分局, 山东潍坊 261300; 3. 山东天庆科技发展有限公司, 山东德州 253700; 4. 山东中科恒源环境工程有限公司, 山东淄博 255000)

[摘要] 合成革生产废水具有成分复杂、COD高、色度高、有毒性、难降解的特点。根据废水来源和水质特点,对废水进行分质预处理,碱减量废水、DMF废水首先单独进行预处理,再与染色废水和生活污水混合,统一进入后续处理系统。主工艺采用“絮凝沉淀+A²O+生物接触氧化+终沉淀”的处理工艺。系统出水水质达到《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—2012)表2中的间接排放标准,并满足所在工业园区污水处理厂的排水纳管要求。本系统工艺设计合理,处理效果好,抗冲击负荷能力强,工程自投运以来,出水水质及系统运行长期稳定,对同类废水项目具有较好的借鉴意义。

[关键词] 碱减量废水; DMF废水; 染色废水; 预处理; A²O; 生物接触氧化

[中图分类号] X703 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1005-829X(2022)01-0167-04

Case analysis of synthetic leather production integrated wastewater treatment project

LIU Sujie¹, SUN Xiang², ZHANG Liucheng³, LÜ Zhuanhui⁴, ZHANG Yan⁴, ZHANG Shoujian⁴

(1. Changyi, Shandong Environmental Monitoring Station, Weifang 261300, China;

2. Changyi Branch of Weifang Ecological Environment Bureau, Weifang 261300, China;

3. Shandong Teking Technology Development Co., Ltd., Dezhou 253700, China;

4. Zhongke Hengyuan Environmental Engineering Co., Ltd., Zibo 255000, China)

Abstract: The wastewater from synthetic leather production has the characteristics of complex composition, high COD content, high chroma, toxicity and difficult degradation. The wastewater was pretreated according to its source and the characteristics of water quality. Alkali reduction wastewater and DMF wastewater were first pretreated separately, and then mixed with dyeing wastewater and domestic sewage, and unified into the follow-up treatment system. The main process was “flocculation precipitation+A²O+biological contact oxidation+final precipitation”. The effluent water quality of the system met the indirect discharge standard in Table 2 of Discharge Standard for Textile Dyeing and Finishing Industrial Water Pollutants (GB 4287—2012), and meets the requirements of the sewage treatment plant in the industrial park. The system has the advantages of reasonable process design, good treatment effect and strong anti-impact load capacity. Since the project was put into operation, the effluent water quality and system operation had been stable for a long time. It has a good reference significance for similar wastewater projects.

Key words: alkali reduction wastewater; DMF wastewater; dyeing wastewater; pretreatment; A²O process; biological contact oxidation

随着社会的发展,人们生活水平的日益提高,对皮革制品的需求越来越大,为了弥补天然皮革的不足,陆续开发出了天然皮革的替代品,如硝化纤维皮革、聚氯乙烯革、尼龙革、聚氨酯合成革、超纤面料合成革等。在生产过程中会产生废水,废水中COD、

BOD、TN含量较高,如不经处理直接排入水体将会造成自然水体污染。

目前,关于合成革废水处理工艺有很多,主要采用“气浮-UASB-缺氧-生物接触氧化-沉淀”工艺,该工艺对COD、TN的去除率高,出水水质好^[1-4]。本

工程采用“絮凝沉淀+A²O+二次沉淀+生物接触氧化+终沉淀”的综合处理工艺对合成革废水进行处理,达标后的废水进入园区污水处理厂进一步处理合格后排入环境。

1 工程概况

山东某超细纤维有限公司是国内较早生产环保定超细纤维面料的合成革企业,日排放废水总量为3 000 m³/d,水量大、色度高、成分复杂,废水种类主要有碱减量废水、DMF废水、染色废水三类,另有少量的生活污水。碱减量废水的pH高达14,有机物浓度很高,COD最高可达40 000 mg/L左右。

DMF废水的有机物浓度较高,DMF化学性质稳定,属有毒难降解物质,对废水生物处理过程会产生抑制作用,但水质比较澄清、透明度较好。染色废水水量大、色度高、成分复杂,废水中含有染料(主要为酸性染料,染色过程中10%~20%的染料排入废水中)、浆料、助剂、油剂、酸碱、纤维杂质及无机盐等,染料及铜、铬、锌、砷等重金属元素具有较大的生物毒性。排放标准执行《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—2012)表2中的间接排放标准,并满足所在工业园区污水处理厂的排水纳管要求。

废水水质及排放标准分别见表1。

表1 不同来源废水水质及水量

Table 1 Wastewater quality and flux of different source

项目	COD/(mg·L ⁻¹)	BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	TDS/(mg·L ⁻¹)	色度/倍	SS/(mg·L ⁻¹)	氨氮/(mg·L ⁻¹)	pH	水量/(m ³ ·d ⁻¹)
碱减量废水	30 000	8 000	17 500	50	1500	85	≤14	200
DMF废水	6 000	750	550	40	60	210	7~8	200
生活污水	250	125	750	75	175	23	7~8	100
染色废水	800	220	1 200	1 650	350	20	6~7	2 500
排放标准(GB 4287—2012)	≤200	≤50	≤5 000	≤64	≤100	≤20	6~9	—

2 废水处理工艺流程

碱减量废水和DMF废水,首先单独进入臭氧预氧化池,进行预处理以降低废水毒性,再进入综合调节池。染色废水、水洗工段废水和生活污水经过格栅除污机去除杂物后,进入综合调节池,均衡废水的水质水量后,加入PFS、PAM进行絮凝反应,再进入初沉池,沉淀去除大部分悬浮物。初沉池出水提升进入水解酸化池,在厌氧条件下进行水解酸化反应,难好氧降解的复杂有机物分解为小分子有机物,从而提高废水的可生化性。水解酸化池出水自流进入A/O生化池,通过缺氧和好氧组合生化工艺,最大程度地去除有机物、总氮。好氧池混合液进入二沉池进行泥水分离,二沉池出水进入接触氧化池,进行进一步的好氧化处理,出水加入PAC反应后进入终沉池,上清液经过多介质过滤器过滤,降低浊度和SS含量后,进入臭氧氧化池,进行深度脱色,出水进入臭氧出水池,一部分进入回用水处理系统,剩余排入园区污水处理厂进一步处理。

处理工艺流程见图1。

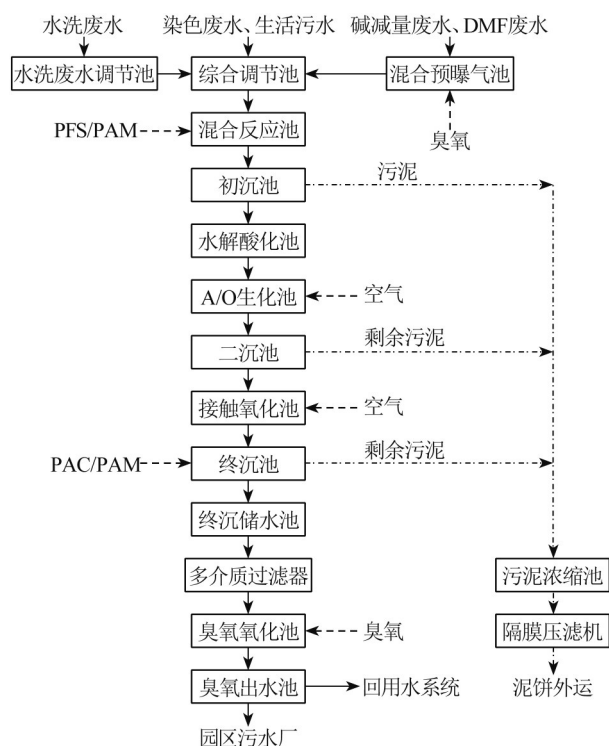


图1 废水处理工艺流程

Fig. 1 Wastewater treatment technological process

3 主要处理单元参数

(1)碱减量废水沉淀池。碱减量废水不仅 pH 高,而且有机物浓度高,COD 可达 90 000 mg/L,悬浮物质量浓度高达 1 500 mg/L,在处理时单独设置沉淀池。碱减量废水沉淀池单格尺寸 $L \times B \times H = 3.8 \text{ m} \times 3.0 \text{ m} \times 5.3 \text{ m}$,共 3 格,总容积为 140 m^3 ,HRT=17 h。主要配套设备:碱减量废水污泥泵,2 台,1 用 1 备,参数 $Q=5 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=15 \text{ m}$ 、 $N=1.5 \text{ kW}$ 。

(2)碱减量废水和 DMF 废水调节池。用来均衡水量、水质,防止对后续处理工序造成冲击。碱减量调节池尺寸 $L \times B \times H = 6.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m} \times 5.3 \text{ m}$,容积 90 m^3 ,HRT=11 h,主要配套设备:碱减量废水提升泵,2 台,1 用 1 备,参数 $Q=10 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=8 \text{ m}$ 、 $N=1.1 \text{ kW}$;散流曝气器,16 套,型号 SH-300,材质为 ABS。DMF 废水调节池尺寸 $L \times B \times H = 6.0 \text{ m} \times 4.9 \text{ m} \times 5.3 \text{ m}$,总容积为 130 m^3 ,HRT=16 h,主要配套设备:DMF 废水提升泵,2 台,1 用 1 备,参数 $Q=15 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=8 \text{ m}$ 、 $N=1.1 \text{ kW}$;散流曝气器,26 套,型号 SH-300,材质为 ABS。

(3)混合预氧化池。预处理后的碱减量废水和 DMF 废水进入混合预曝气池进行臭氧预氧化,去除部分色度,降低毒性。臭氧投加量为 20 mg/L 。预氧化池尺寸 $L \times B \times H = 6.0 \text{ m} \times 4.9 \text{ m} \times 5.3 \text{ m}$,总容积 140 m^3 ,HRT=8.5 h。主要配套设备:臭氧曝气装置,30 套,材质为钛材/不锈钢组合。

(4)综合调节池。尺寸 $L \times B \times H = 18.4 \text{ m} \times 15.3 \text{ m} \times 5.3 \text{ m}$,总容积 $1 100 \text{ m}^3$,HRT=9 h。主要配套设备:格栅除污机,1 台,渠宽 600 mm,栅条间隙 3 mm,渠深 1.4 m;散流曝气器,242 套,型号 SH-300,材质为 ABS。

(5)初沉池。在前端反应区投加 PFS 和 PAM 进行絮凝反应,可降低废水的 pH、浊度、COD、色度和悬浮物含量。PFS 加药量为 200 mg/L ,PAM 加药量为 2 mg/L 。初沉池采用辐流式沉淀池,尺寸 $D \times H = 16.0 \text{ m} \times 6.0 \text{ m}$,表面负荷 $0.6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。主要配套设备:周边传动刮泥机,1 台,型号 ZG16-6000,水下材质为不锈钢;提升泵,3 台,2 用 1 备,参数 $Q=65 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=14 \text{ m}$ 、 $N=4 \text{ kW}$;污泥泵,2 台,1 用 1 备,参数 $Q=50 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=16 \text{ m}$ 、 $N=4 \text{ kW}$ 。

(6)水解酸化池。水解酸化主要作用是将废水中的难生物降解的大分子有机物分解为易生物降解的小分子有机物,提高废水的可生化性,利于后续好

氧生化处理。水解酸化池分为 4 格,单格尺寸为 $L \times B \times H = 9.0 \text{ m} \times 7.5 \text{ m} \times 8.7 \text{ m}$,每格的容积为 540 m^3 ,HRT=17.3 h。根据《纺织染整工业废水治理工程技术规范》并结合同类废水项目运行经验,设计 HRT 不小于 15 h 时处理效果较好。水解酸化池为上流式,采用本公司的脉冲布水专利技术和设备设施进行均匀布水,池内悬挂高效生物组合填料,防止污泥流失。主要配套设备:高效脉冲布水器,4 套,材质为不锈钢 304,型号 ZKBS-1400;布水系统,4 套,材质为 UPVC;组合填料, 770 m^3 ,型号 SH-150,材质为醛化维纶丝。

(7)A/O 反应池。总有效容积为 $6 260 \text{ m}^3$,其中预曝气反应池容积为 230 m^3 ,尺寸 $L \times B \times H = 7.5 \text{ m} \times 5.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$,HRT=1.8 h。主要配套设备:散流曝气器,30 套,型号 SH-300,材质为 ABS。缺氧池容积为 730 m^3 ,尺寸 $L \times B \times H = 23.3 \text{ m} \times 5.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$,HRT=5.8 h。主要配套设备:潜水推进器,2 台,型号 QJB4/4-1800/2-63/P,材质为不锈钢。好氧池容积为 $5 300 \text{ m}^3$,尺寸 $L \times B \times H = 31.2 \text{ m} \times 27.4 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$,HRT=42 h,MLSS 为 $4 500 \sim 5 000 \text{ mg/L}$,曝气量 $32 \text{ m}^3/\text{min}$,混合液回流比 2:1。主要配套设备:可变微孔曝气器,2 560 套,型号 KBB-230,膜片材质为 EPDM;混合液回流泵,2 台,型号 QJB-2.5,材质为不锈钢;磁悬浮鼓风机,1 台,型号 YG75,气量 $50 \text{ m}^3/\text{min}$,升压 80 kPa,功率 75 kW。

(8)二沉池。尺寸 $L \times B \times H = 31.2 \text{ m} \times 8.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$,表面负荷为 $0.55 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,污泥回流比 1:1。主要配套设备:桁车式吸泥机,1 台,型号 BXJ-8000,水下材质为不锈钢;污泥泵,2 台,1 用 1 备,参数 $Q=80 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=19 \text{ m}$ 、 $N=7.5 \text{ kW}$ 。

(9)接触氧化池。尺寸 $L \times B \times H = 31.2 \text{ m} \times 8.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$,容积为 $1 400 \text{ m}^3$,HRT=11.2 h,曝气量 $7 \text{ m}^3/\text{min}$ 。主要配套设备:散流曝气器,850 套,型号 SH-300,材质为 ABS;组合填料, 860 m^3 ,型号 SH-150,材质为醛化维纶丝。鼓风机与 A/O 反应池共用 1 台。

(10)终沉池。尺寸 $D \times H = 18.0 \text{ m} \times 6.0 \text{ m}$,表面负荷为 $0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。PAC 加药量为 80 mg/L ,PAM 加药量为 1.5 mg/L 。主要配套设备:周边传动刮泥机,1 台,型号 ZG18-6000,水下材质为不锈钢;污泥泵,2 台,1 用 1 备,参数 $Q=20 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=17 \text{ m}$ 、 $N=2.2 \text{ kW}$;浮渣泵,2 台,参数 $Q=10 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=15 \text{ m}$ 、 $N=2.2 \text{ kW}$ 。

(11)臭氧氧化池。采用臭氧氧化可以进一步降低有机物含量并有效去除色度。尺寸 $L \times B \times H = 21.0 \text{ m} \times$

5.0 m×7.0 m,有效容积 680 m³,HRT=5.4 h,分3格接触反应区,臭氧通过曝气盘投加。主要配套设备:臭氧发生器,1套,空气源,型号 CF-G-2-5 kg,臭氧最大产量 5 kg/h;臭氧曝气装置,180套,Φ150 mm,材质为钛材/不锈钢组合。根据处理效果,臭氧发生器实际运行功率为 48 kW,实际臭氧投加量 36 mg/L。

(12)污泥浓缩池。尺寸 D×H=12.0 m×5.5 m,表面负荷 1.1 m³/(m²·h)。主要配套设备:污泥浓缩机,1台,型号 NS12-5500。

4 系统运行情况

该工程自调试完成投入运行,到目前已稳定运行 2 a,日常水质监测结果表明,系统处理出水可实现稳定达标排放。

各处理单元出水 COD、TDS、氨氮、总氮,分别见图 2。

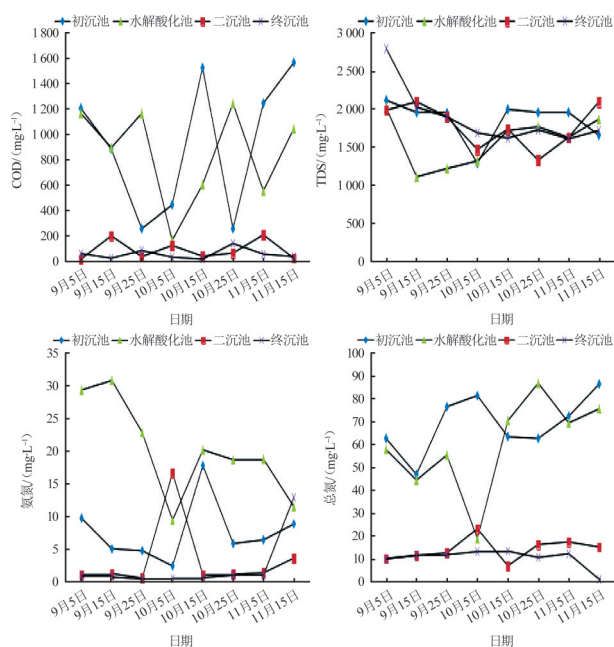


图2 各处理单元出水 COD、TDS、氨氮、总氮变化分析

Fig. 2 Analysis of COD、TDS、NH₄⁺-N、TN change trend of different treatment unit

由图 2 可知,终沉池出水 COD、TDS、氨氮、总氮的浓度满足《纺织业染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—2012)表 2 中的间接排放标准,并满足所在工业园区污水处理厂的排水纳管要求。表明“分质预处理+絮凝沉淀+A²O+二沉+生物接触氧化+终沉淀”处

理工艺运行稳定、处理效果好,该工艺是可行的。

5 建设投资及运行成本

本工程总投资为 1 550 万元,其中土建投资为 900 万元,工艺设备及其他投资为 650 万元。直接运行成本为 2.38 元/m³,其中人工费为 0.29 元/m³,药剂费为 0.32 元/m³,电费为 1.54 元/m³。

6 结语

工程实践证明,先对碱减量废水和 DMF 废水进行单独物化预处理后,与染色废水混合,再用“絮凝沉淀+A²O+二沉+生物接触氧化+终沉淀”工艺处理合成革生产废水是可行的,具有良好的处理效果和系统运行稳定的优点。系统运行情况表明,在综合废水 COD≤2 500 mg/L,BOD₅≤900 mg/L 的情况下,出水水质达到《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—2012)表 2 中的间接排放标准,并满足所在工业园区污水处理厂的排水纳管要求。

参考文献

- [1] 徐远雄,张杰,程慧佳. 高含氮合成革废水处理工程实例[J]. 工业用水与废水,2008,39(3):17-19.
XU Yuanxiong, ZHANG Jie, CHENG Huijia. Case study on the treatment of synthetic leather wastewater with high TN[J]. Industrial Water and Wastewater, 2008, 39(3): 17-19.
- [2] 吴志坚,穆文华,陈朱虹,等. 合成革废水处理工程实例[J]. 工业水处理,2016,36(9):99-101.
WU Zhijian, MU Wenhua, CHEN Zhuhong. Case study on the treatment of synthetic leather wastewater[J]. Industrial Water Treatment, 2016, 36(9): 99-101.
- [3] 宋跃群,陶甄彦,胡长敏,等. 聚氨酯合成革清洁生产措施浅谈[J]. 中国资源综合利用,2005(7):23-26.
SONG Yuequn, TAO Zhenyan, HU Changmin. A brief introduction of cleaner production of PU synthetic leather[J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2005(7): 23-26.
- [4] 夏邦天,郑广宏,乔俊莲,等. 聚氨酯合成革废水处理工程实例[J]. 中国给水排水,2008,24(14):61-63.
XIA Bangtian, ZHENG Guanghong, QIAO Junlian. Treatment engineering for polyurethane synthetic leather wastewater[J]. China Water & Wastewater, 2008, 24(14): 61-63.

[作者简介] 刘素杰(1964—),高级工程师。E-mail: lsj640610@163.com。张守健,高级工程师,工程硕士。E-mail: zhshj06@126.com。

[收稿日期] 2021-11-23(修改稿)