



移动扫码阅读

茅宏,金鑫,陈利,等.木材加工废水处理工程实例分析[J].能源环境保护,2020,34(2):65-69.

MAO Hong, JIN Xin, CHEN Li, et al. Engineering practice of high concentration wood processing wastewater treatment [J]. Energy Environmental Protection, 2020, 34(2): 65-69.

木材加工废水处理工程实例分析

茅宏^{1,2}, 金鑫^{1,2}, 陈利¹, 姚建松^{1,2}, 梅荣武^{1,2}

(1.浙江省环境保护科学设计研究院,浙江杭州310007;2.浙江环科环境研究院有限公司,浙江杭州310007)

摘要:针对某木材加工企业生产废水高COD、高氨氮、高色度、含甲醛等特点,采用“芬顿氧化+A/O+沉淀+气浮”组合工艺对原废水处理厂进行扩容提标改造。该工程设计处理规模为600 t/d,总投资为340万元,直接运行成本为4.83元/t。运行效果表明:采用芬顿氧化预处理洗胶废水可有效降解甲醛等高毒性的有机物,增设载体的A/O工艺可提高COD去除效果与抗冲击负荷能力,组合工艺出水COD<400 mg/L,氨氮<20 mg/L, TN<40 mg/L, TP<2 mg/L, 甲醛<2 mg/L。

关键词:木材加工废水;芬顿氧化;生化处理;改造工程

中图分类号:X703

文献标志码:A

文章编号:1006-8759(2020)02-0065-05

Engineering practice of high concentration wood processing wastewater treatment

MAO Hong^{1,2}, JIN Xin^{1,2}, CHEN Li¹, YAO Jiansong^{1,2}, MEI Rongwu^{1,2}

(1. Environmental Science Research & Design Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 310007, China;

2. Zhejiang Environmental Science Research Institute Co., Ltd., Hangzhou 310007, China)

Abstract: According to the high COD_{Cr} and NH₄⁺-N concentrations, high chroma and formaldehyde in the wastewater produced by a wood processing plant, a combined process "Fenton oxidation - A/O - sedimentation-flotation" was adopted for the expansion and upgrading construction of this plant. The treatment scale, total investment and direct operating cost are 600 t/d, 3.4 million yuan and 4.83 yuan/ton wastewater. The operation practice shows that strong toxic organics in glue washing wastewater such as formaldehyde is effectively degraded by fenton oxidation. The addition of carrier in A/O process can improve the COD removal efficiency and resistance to shock loads. The effluent quality is COD<400 mg/L, NH₄⁺-N<20 mg/L, TN<40 mg/L, TP<2 mg/L and formaldehyde<2 mg/L.

Key Words: Wood processing wastewater; Fenton oxidation; Biochemical treatment; Reconstruction project

0 引言

木材染色与上胶属于木材化学加工范畴,生产过程中产生大量的废水已经成为木材加工工业的污染源之一,废水中含有大量的有机污染物,致使化学需氧量高,色度大,成分复杂且具有致癌、致畸、致基因突变等危害,严重威胁人类健康和生态环境。因此木材染色废水、洗胶必须经过

处理使其达标排放是迫切解决的问题。某木材加工企业主要生产、经营生态木板、装饰贴面板、胶合板、细木工板、地板等10多类装饰材料,在木材加工过程中会产生染色废水和低浓度废水(生活污水、初期雨水)等。原有处理工艺为染色废水经“硫酸亚铁+石灰”预处理后与低浓度废水混合,通过“厌氧+生物接触氧化^[1]+混凝沉淀^[2]”工艺处理后外排,运行成本约5元/吨水,处理规模为

收稿日期:2019-12-20

基金项目:浙江省省级重点研发计划项目(编号2020C03080)

第一作者简介:茅宏(1978-),男,浙江杭州人,工程师,主要从事生态环境技术研究与管理工。E-mail:371565002@qq.com

300 t/d。现由于生产扩大和新增洗胶废水,且废水中 COD_{Cr} 浓度高、色度大,甲醛、苯酚、染料含量高,具有毒性大、难生物降解等难点^[3-5],原有系统难以处理达标,同时设备管路跑冒滴漏严重,迫切需要改造提升。

1 水质水量与排放标准

根据废水排放情况,染色废水 120 t/d,洗胶废水 5 t/d,生活污水和初期雨水等低浓度废水共

400 t/d,考虑进水浓度较高、波动大及预留后期余量,故总处理规模按照 600 t/d 设计。具体设计进水水质如下表 1 所示。

设计出水水质指标应满足《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的三级纳管标准,具体指标为:pH 6~9, $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 500 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_4^+-\text{N} \leq 35 \text{ mg/L}$, $\text{TP} \leq 8 \text{ mg/L}$, $\text{TN} \leq 8 \text{ mg/L}$, 甲醛 $\leq 5 \text{ mg/L}$, 苯酚 $\leq 1 \text{ mg/L}$ 。

表 1 设计进水水质

序号	废水名称	pH	COD_{Cr}	NH_4^+-N	TN	TP	苯酚	甲醛
1	染色废水	5~7.5	1 800	25	50	55	1	30
2	洗胶废水	8~9	6 000	700	1 700	4	5	120
3	初期雨水	6~9	100	10	15	1	—	—
4	生活污水	6~9	300	35	45	4	—	—

2 废水处理工艺及主要处理单元的设计

2.1 设计思路

根据洗胶废水、染色废水水质特点及现有工艺运行情况,结合试验结果,对现有废水处理工艺改造思路如下:

(1)洗胶废水中 COD_{Cr} 、甲醛含量高,如不预处理直接进生化系统,将会对生化系统产生严重冲击,必须预处理后方可进入后续生化系统。这在现有系统运行中得到了验证:将未经预处理的洗胶废水直接进入生化系统,结果生化去除率持续降低,2天后生化系统内的污泥死亡流失严重。经“双氧水+硫酸亚铁”进行预处理试验分析, COD_{Cr} 、甲醛的去除率分别达 50%、70%及以上,去除效果明显。

(2)对于含染料、助剂、粘结剂等的高色度高

粘度染色废水,需加药脱色与降低粘度。根据试验结果可知,该股废水经“聚合氯化铝铁^[6]+次氯酸钠氧化^[7]+混凝沉淀”处理后, COD_{Cr} 去除率达到 50%以上,但当反应温度低于 45 °C 时,其产物压滤脱水比较困难。因此,综合考虑,将反应温度控制在 45~50 °C,保障高效压滤脱水的同时为后续生化系统提供合适温度。

2.2 废水处理工艺

针对废水 COD_{Cr} 、氨氮浓度高等特点,结合类似废水处理经验^[8-10],本项目主要采用“Fenton 预处理^[11-13]+A/O 生化^[13-14]+沉淀+气浮脱色^[15]”处理工艺,即 5 t/d 高浓度洗胶废水采用芬顿氧化预处理后与 120 t/d 染色废水混合,再经板框压滤机压滤,滤液和生活污水、初期雨水等低浓度废水混合后再经 A/O 生化池、气浮池处理后达标外排。

具体工艺流程如下图 1 所示。

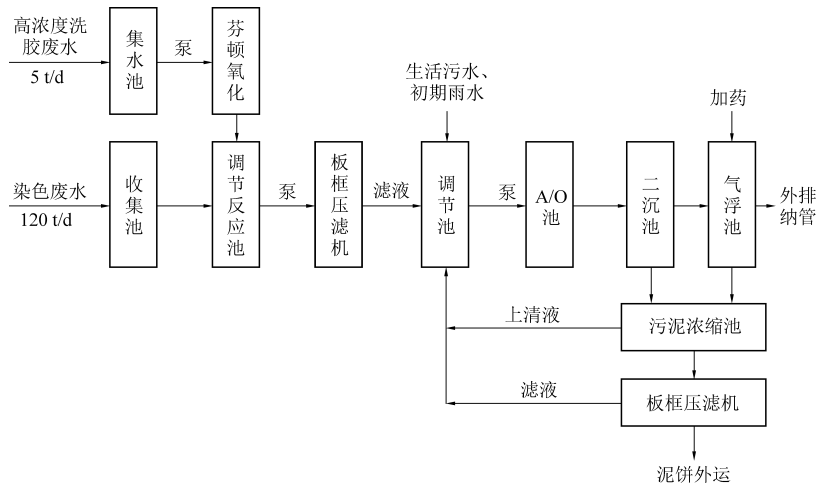


图 1 废水处理工艺流程图

2.3 主要构筑物尺寸与配套设备

(1) 洗胶废水集水池, 1 座, 地下式钢砼结构, 内壁环氧防腐, 有效容积为 18 m^3 , 水力停留时间 3.6 d, 配套污水提升泵 2 套(1 用 1 备)。

(2) 芬顿氧化槽, 1 只, 尺寸 $\phi 1.5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$, 钢制衬胶结构, 反应时间为 2 h, 反应 pH 为 3.0 左右。

(3) 染色废水收集池, 1 座, 地下式钢砼结构, 尺寸为 $8.3 \text{ m} \times 5.8 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$, 有效容积为 125 m^3 , 水力停留时间 24 h, 配套设备包括提升水泵 2 套、循环水泵 2 套(1 用 1 备)。

(4) 染色废水调节反应池, 1 座, 地下式钢砼结构, 尺寸为 $5.8 \text{ m} \times 3.8 \text{ m} \times 2.8 \text{ m}$, 有效容积为 50 m^3 , 反应时间为 4.8 h。配套设备包括提升水泵 2 套(1 用 1 备)、穿孔管空气搅拌。

(5) 板框压滤, 染色废水反应后泥水混合物由泵送至压滤机处理。配套设备包括污泥泵 1 套、 100 m^2 板框压滤机 1 台。

(6) 低浓度废水调节池, 1 座, 地下式钢砼结构, 尺寸为 $9.8 \text{ m} \times 8.2 \text{ m} \times 2.4 \text{ m}$, 有效容积为 110 m^3 , 水力停留时间为 4.4 h。

(7) A 池, 1 座, 半地下式钢砼结构, 池体尺寸为 $10.7 \text{ m} \times 7.7 \text{ m} \times 5.5 \text{ m}$, 有效容积为 400 m^3 , 水力停留时间为 16 h, 反硝化负荷: $0.02 \text{ kg TN}/(\text{kg MLSS} \cdot \text{d})$ 。配套设备包括组合填料 250 m^3 、3 kW 搅拌机 2 套。

(8) O 池, 1 座, 分 2 格, 半地下式钢砼结构, 池体尺寸为 $17 \text{ m} \times 7.7 \text{ m} \times 5 \text{ m}$, 有效水深 4.5 m, 有效容积 600 m^3 , 水力停留时间 24 h, 硝化负荷 $0.015 \text{ kg NH}_4^+-\text{N}/(\text{kg MLSS} \cdot \text{d})$ 。配套设备包括抽提式曝气管 160 m、18.5 kW 风机 2 台(1 用 1 备)、组合填料 400 m^3 、回流泵 2 台。

(9) 辐流式二沉池, 1 座。半地下钢砼结构, 池体尺寸为 $\phi 7 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$, 表面负荷为 $0.65 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。配套设备包括污泥泵 1 台、半桥式刮

泥机 1 套。

(10) 气浮脱色槽, 1 座, 地上式钢制防腐结构, $25 \text{ m}^3/\text{h}$ 。配套设备包括溶气泵 1 套。

(11) 污泥浓缩池。半地下钢砼结构, 池体尺寸为 $7.1 \text{ m} \times 5.2 \text{ m} \times 2.6 \text{ m}$ 。污泥浓缩后上清液流回调节池, 污泥由泵送至压滤机处理。配套设备包括污泥泵 2 套(1 用 1 备)、 100 m^2 板框压滤机 1 台。

(12) 综合房。综合房包括配电房、化验室和值班室, 地上钢砼结构, 平面尺寸为 $14.0 \text{ m} \times 7.8 \text{ m}$, 层高为 4.5 m。

3 工程调试及运行

3.1 预处理系统的调试

由于废水中存在难降解有生物毒性的有机物, 因此经过预处理系统才能进入生化处理系统。整个预处理系统调试过程在 10 d 左右。

洗胶废水进入芬顿氧化槽, 加硫酸调 pH 2~3, 投加硫酸亚铁搅拌均匀, 再投加双氧水反应 2 h 后进入反应调节池。

染色废水先打入进入调节反应池经投加聚铁、次氯酸钠、石灰进行氧化混凝反应, 反应时间为 4 h, 采用鼓风方式搅拌混合反应, 反应后废水由水泵打到压滤机进行脱水, 滤布出水进入低浓度废水调节池, 污泥去规范化处置。

根据来水浓度投加药剂, 投加双氧水 4~6 kg/t、硫酸亚铁 4~6 kg/t、聚铁 2~4 kg/t、次氯酸钠 0.2~1 kg/t、石灰 3~5 kg/t。分批次调试。

3.2 A/O 生化系统的调试

A 池与 O 池同步进行污泥培养与菌种驯化, A、O 池的接种污泥分别取自附近医药化工污水处理厂厌氧池和二沉池的污泥, 接种量为池体容积的 20%, 采用槽罐车泵入。具体生化培养过程见下表 2。

表 2 A/O 系统生物膜培菌驯化运行过程

日期	运行方式	生物相及运行状况
第 1~5 天	闷曝, 启动鼓风机送风, 进行闷曝 3 天。每 24 h 更换上清液一次, 更换量为全池容积的 10%。每次更换前, 将池内的菌液(菌液和活性污泥混合液)进行静置沉降 0.5~1.0 h, 去掉上清液后, 投加 150 kg 面粉, 部分粪便水等, 然后继续闷曝	第 3 天开始出现絮状体, 少量豆形虫。池内溶解氧 5~7 mg/L, pH 为 6.5~7
第 6~15 天	开始连续进预处理后废水, 流量逐步提升, 控制为 6~8 m^3/h , 进水 COD_{Cr} 为 500~1 000 mg/L。每班投加 50 kg 面粉, 少量粪便水等	菌胶团较完整, 出现豆形虫、草履虫、变形虫、漫游虫。池内溶解氧 5~7 mg/L, COD_{Cr} 去除率大于 35%

续表

日期	运行方式	生物相及运行状况
第 16~30 天	连续进经预处理后的生产水,流量逐渐增加至 14~16 m ³ /h,进水 COD _{Cr} 为 1 000~2 000 mg/L,pH 控制为 6.5~7.5,每班投加 30 kg 面粉	菌胶团完整,豆形虫减少,大量出现草履虫、栉纤虫、游泳体钟虫。第 10 天出现等枝虫、轮虫及少量丝状菌。控制池内溶解氧 3~5 mg/L,COD _{Cr} 去除率大于 50%
第 31~60 天	连续进经预处理后的生产水。流量逐渐增加至 20~22 m ³ /h 设计值,进水 COD _{Cr} 为 2 000~3 000 mg/L,pH 控制为 6.5~7.5,每班投加 20 kg 面粉	填料上已长膜,厚度约 1 mm;控制 A 池内 DO 为 0.3~0.8mg/L,O 池 DO 为 3~5 mg/L,COD _{Cr} 去除率大于 50%

经过接种驯化培养,整个 A/O 生化处理系统调试历时约 60 d 左右。连续进水达到设计冲击负荷,O 池出水 COD_{Cr} 稳定小于 300 mg/L,氨氮小于 15 mg/L,满足排放标准,可进行后续全流程运行。

3.3 污泥处理系统

沉淀池污泥与生化池剩余污泥全部进入污泥浓缩池,经浓缩后由污泥螺杆泵打入板框压滤机压滤进行脱水,为间歇性操作,每天工作一班;泥饼送危废处置单位规范处置。

4 工程实际运行

4.1 工程运行效果

该工程建成后于 2019 年 8 月开始调试至 11

月完成,生产废水已进入污水系统连续处理,整个系统运行稳定,出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的三级排放标准,符合设计要求,并通过相关部门监测验收。

(1) 工程进出水水质

经生产满负荷稳定运行后,对进出水进行连续检测,其检测结果分别如下。

由表 3、4 检测数据分析,出水水质均达到远小于排放标准,其中主要污染物 COD_{Cr}、NH₄⁺-N、TN、TP 每日削减量分别为 214.89、8.76、14.09、7.31 kg,环境效益明显。

表 3 进水水质检测数据

mg/L, pH 无量纲

废水种类	COD _{Cr}	pH	NH ₄ ⁺ -N	TP	苯酚	甲醛	TN
染色废水	1 756	7.23	23.9	54.60	0.068	26.8	41.1
洗胶废水	5 140	8.50	694.0	3.46	1.061	102.0	1 651.0
低浓度废水	360	7.10	31.0	2.80	-	-	39.4

表 4 出水水质检测数据

总排放口

时间	COD _{Cr} / (mg · L ⁻¹)	pH	NH ₄ ⁺ -N/ (mg · L ⁻¹)	TP/ (mg · L ⁻¹)	色度/倍	甲醛/ (mg · L ⁻¹)	TN/ (mg · L ⁻¹)
第一个月平均出水	382	8.1	26.1	0.51	40	0.41	36.2
第二个月平均出水	343	7.8	18.7	0.67	60	0.35	27.1
第三个月平均出水	221	8.3	12.3	1.02	50	1.34	21.6
排放标准	500	6~9	35.0	8.00	80	5.00	70.0

4.2 成本分析

(1) 工程投资

本工程总投资包括新建 A/O 池、二沉池、脱水机房等土建工程费用共计 140 万元;新增曝气装置、生化填料、2 台脱水机、螺杆泵等共计设备材料费 160 万元;设计费、安装费、调试费等计 40 万元,合计 340 万元。

(2) 运行费用

改造后工程直接运行费用包含人工费用、电耗费用、药剂费用及污泥处置费用,不含设备折旧、维修费用,详见表 5。

根据企业原有记录,改造前运行成本为 5 元/吨水,由上表可知,改造后污水处理系统吨水运行费用为 4.83 元/吨水,具有明显经济效益。

表5 运行成本统计表

序号	名称	数量/(kg/吨水)	单价/(元/kg)	运行成本/(元/日)	备注/(m ³ /d)
1	石灰	4	0.60	300	125
2	双氧水	5	1.30	32.5	5
3	聚铁	3	0.60	225	125
4	次氯酸钠	0.5	1.20	75	125
5	PAC	0.3	0.50	225	600
6	其他药剂	—	—	73.5	—
7	电耗	1.6度/吨水	0.80元/度	768	600
8	人工	1人/班×3班/天	200元/天·人	600	600
9	污泥处置	—	—	600	—
合 计				2 899	4.83元/t水

5 结论

工程实践表明,采用“芬顿氧化预处理-A/O生化-沉淀-气浮脱色”组合工艺处理后,出水指标 COD<400 mg/L,氨氮<20 mg/L,TN<40 mg/L,TP<2 mg/L,甲醛<2 mg/L,稳定达到并优于《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级标准,环境效益明显。

采用芬顿氧化预处理洗胶废水可以大幅度降解甲醛等毒性大的有机物。若洗胶废水不经预处理直接进入生化系统时,对生化系统冲击很大,2天时间生化系统内的污泥基本因毒性死亡而流失,生化去除率很低。

采用生化载体的 A/O 系统,可大幅去除废水中的有机污染物,提高系统的抗冲击负荷,不致因进水水量水质波动而影响出水水质。

参考文献

[1] 冯境华. 生物接触氧化工艺处理印染废水应用及研究进展 [J]. 中国资源综合利用, 2019, 37 (6): 84-86.

[2] 谢国建, 徐佳, 沙昊雷. 混凝-电解预处理木材蒸煮废水的研究 [J]. 环境科学导则, 2015, 34 (5): 69-71.

[3] 王子奕, 孙长影, 陈雪. 木材加工废水治理研究 [J]. 科技与企业, 2014, 259 (10): 160.

[4] 时尽书, 张双保, 周文瑞, 等. 木材胶粘剂废水污染及治理 [J]. 木材加工机械, 2004, 15 (6): 35-37+41.

[5] 刘晓春. 木材加工废水的治理方法 [J]. 吉林农业, 2014 (9): 75.

[6] 李永峰, 王欢, 朱利军, 等. 次氯酸钠氧化-磷酸铵镁沉淀法处理草甘膦废水并回收磷 [J]. 化工环保, 2017, 37 (6): 627-631.

[7] 袁翀, 孙维义. Fenton 氧化-混凝沉淀-O/A/O 工艺处理焦化废水 [J]. 工业用水与废水, 2018, 49 (1): 24-27+45.

[8] 张海燕, 刘文聪, 姜辉, 等. Fenton-混凝沉淀-水解酸化-A/O 工艺处理医药废水 [J]. 中国给水排水, 2018, 34 (4): 89-92.

[9] 叶宗委. A/O-Fenton 工艺处理印染废水 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2018, 1 (中): 157-158.

[10] 许晓毅, 李泊娇, 胡丹, 等. 微电解联合 Fenton 氧化-混凝沉淀法预处理医药中间体废水的小试实验 [J]. 水处理技术, 2012, 38 (10): 62-64.

[11] Tekin H, Bilkay O, Ataberk SS, et al. Use of Fenton oxidation to improve the biodegradability of a pharmaceutical wastewater [J]. Journal of Hazardous Materials, 2006, 136 (2): 258-262.

[12] Yang Deng, James D Englehardt. Treatment of landfill leachate by the Fenton process [J]. Water Research, 2006, 40 (20): 3683-3694.

[13] 周世毅, 毛俊琦, 黄天寅. 强化缺氧氧化工艺途径的探讨 [J]. 给水排水, 2003, 29 (2): 42-44.

[14] 李萌, 海热提, 杨林燕, 等. 碳纤维水解酸化-A/O 组合工艺处理制药废水研究 [J]. 水处理技术, 2013, 39 (11): 63-68.

[15] 夏红云, 陆梅, 张浩玉. 混凝气浮对还原深蓝 BO 脱色的实验研究 [J]. 环境科学与技术, 2010, 33 (1): 69-72.