

靛蓝印染废水处理

侯建华, 曹敬华, 宋晓倩

(青岛理工大学环境与市政工程学院, 山东 青岛 266033)

摘要 介绍一个靛蓝废水处理工程实例。该工程工艺流程为“调节预水解 + 水解酸化 + 活性污泥法 + 生物接触氧化 + 混凝沉淀”, 此工艺不需投加药剂降低废水 pH 值, 污泥产量低, 用活性污泥法与生物接触氧化法结合避免了污泥膨胀的发生, 有机物及色度去除效果好。调试及运行结果表明, 该工艺运行可靠, COD_{Cr} 去除率高、脱色效果好、耐冲击负荷能力强, 出水水质好。

关键词 靛蓝印染废水, 水解酸化, 活性污泥法, 生物接触氧化, 混凝沉淀

中图分类号 X703 **文献标识码** B **文章编号** 1004-693X(2007)S1-0097-03

1 靛蓝染料废水处理技术现状

1.1 靛蓝染料印染废水的水质特点

本工程为某染织有限公司的生产废水处理工程。该公司主要生产靛蓝牛仔布, 靛蓝染纱工艺采用“烧碱 + 保险粉”还原的稳定体染色法进行染色, 采用浆染联合机进行生产, 主要使用靛蓝染料。废水主要来自染整工序, 废水中主要成分既含无机原料(如烧碱、保险粉), 又含有大量染料、浆水、渗透剂、柔软剂等, 水质特点为 pH 值高、 COD_{Cr} 浓度高、污染物的成分随着色不同而各异且排放集中^[1]。

1.2 处理技术现状

目前常用的靛蓝染料印染废水治理方法主要有: ①化学法: 包括混凝沉淀、混凝气浮法、臭氧氧化法、光氧化法等; ②生物处理法: 包括厌氧生物处理法(生物水解酸化)和好氧生物处理法。靛蓝印染废水处理过程中最突出的问题是色度和难降解有机物的去除^[2]。单独应用上述方法都难以使废水中的色度和 COD_{Cr} 得到有效去除, 因此常用的靛蓝废水处理工艺通常采用化学法和生物法相结合的综合处理工艺^[3]。

为降低废水的 pH 值, 现行处理工艺经常采用投加酸或 FeSO_4 的方法。该方法虽然可以降低废水的 pH 值, 但却使投资、运行费用增加, 并且增加了正常运行时的管理难度。 FeSO_4 的加入可有效去除废水中的硫化物且具有去除部分色度和 COD_{Cr} 的效果, 但会产生大量的沉淀污泥使污泥处置量增大。

印染废水处理污泥属危险废弃物, 需由通过资格认证的专业危险废弃物处置公司专门处置, 每吨脱水湿污泥处置费在有些地方需 2000 ~ 4000 元, 印染企业难以承受, 并且 SO_4^{2-} 会在后续的生物水解酸化池内被硫酸盐还原菌还原为 S^{2-} , 使水中 S^{2-} 浓度回升。

生物水解酸化对色度及难以生物降解的有机物去除效果较好, 并可明显改善废水的可生化性。生物水解酸化主要是利用兼性菌降解废水中的有机物质, 可节省大量能耗, 降低运行费用, 并有利于提高好氧生物处理的效果, 因此在好氧生物处理前一般设置生物水解酸化预处理工序^[4]。由于靛蓝废水有机物浓度较高、可生化性较差, 需要较长的水解酸化时间, 根据研究, 至少需要 10 h, 一般可为 12 ~ 16 h, 水力负荷较小。布水均匀性及良好的混合是影响水解酸化池效果的两个重要因素, 采用多点多管式进水可较好地保证布水均匀性。

好氧氧化工艺一般单纯采用活性污泥法或生物接触氧化法, 这样可以简化处理流程、方便操作管理。但是从工艺的处理效果考虑, 采用单纯活性污泥法或生物接触氧化法并不理想。为保证较好的出水水质, 先用活性污泥法对废水中的染料及其他难降解有机物进行降解。然而活性污泥法在低负荷运行时很容易发生污泥膨胀, 因此在二级生物处理阶段采用生物接触氧化法防止了污泥膨胀问题, 对废水中低负荷的染料及其他难降解有机物可以进一步去除。

2 本工程处理工艺

2.1 废水水量、水质状况

本工程废水量为 4 000 m³/d ,废水水质成分 :pH 值 10 ~ 12 , $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 1 500 mg/L , $\rho(\text{BOD}_5)$ 为 300 mg/L , $\rho(\text{S}^{2-})$ 为 80 mg/L ,色度 500 倍 , $\rho(\text{SS})$ 为 300 mg/L ,设计排放标准为《纺织染整工业水污染物排放标准》Ⅱ级 ,设计排放废水 COD_{Cr} 质量浓度为 180 mg/L。

2.2 工艺流程

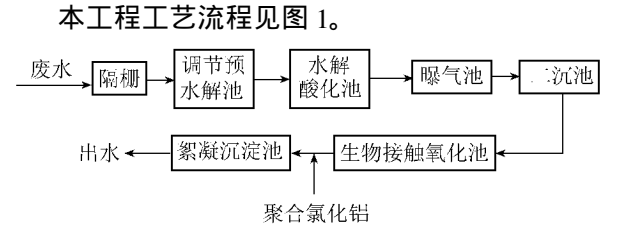


图 1 工艺流程图

工程主要处理构筑物基本情况：

- a. 调节预水解池。由于生产废水的排放浓度较高 ,组分复杂以及间歇排放的特征 ,废水的水质、水量波动较大 ,考虑到后续生物处理运行的稳定性 ,需对水质、水量进行调节 ,同时进行预水解使 pH 值降低 ,设置调节预水解池 ,水力停留时间为 8 h。
- b. 水解酸化池。经调节预水解池均质后的废水由提升泵间歇泵入水解酸化池进行水解酸化 ,将大分子难降解有机物转化为小分子易降解有机物。水力停留时间为 12 h。
- c. 曝气池。 COD_{Cr} 设计污泥负荷率为 1.2 kg/(kg·d) ,污泥质量浓度为 2.0 g/L ,SVI 为 30% ,在高负荷时大量降解废水中有机污染物并降低废水色度 ,水力停留时间为 12 h ,采用微孔曝气。
- 在实际运行过程中污泥质量浓度达到 2.3 g/L ,SVI 达到 32% ,出水平均 DO 质量浓度达到 1.2 mg/L。
- d. 生物接触氧化池。池内安装组合生物填料 ,在低负荷情况下进一步去除废水中的有机污染物 ,水力停留时间为 10 h ,采用微孔曝气。
- 在实际运行过程中生物接触氧化池出水平均 DO 质量浓度达到 3.6 mg/L。
- e. 絮凝沉淀池。沉淀池设计表面负荷为 1.0

m³/(m²·h) ,使用聚合氯化铝为混凝剂进一步净化废水以达到生产用水要求 ,投加量为 80 mg/L ,水力停留时间 2 h。沉淀出水达标排放 ,沉淀污泥排至污泥浓缩池。

2.3 处理效果

本工艺各工序出水 COD 浓度检测结果见图 2。

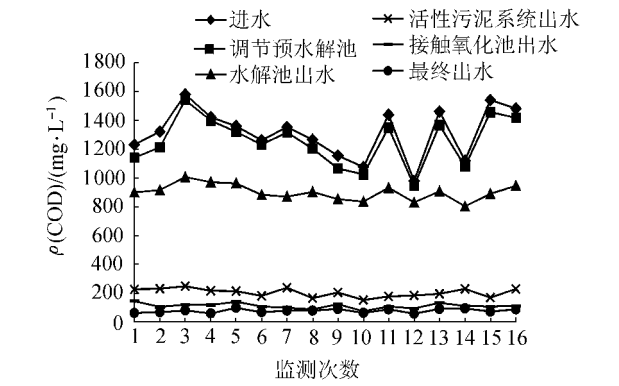


图 2 各工序出水 COD 值

本工艺各工序出水色度值检测结果见图 3。

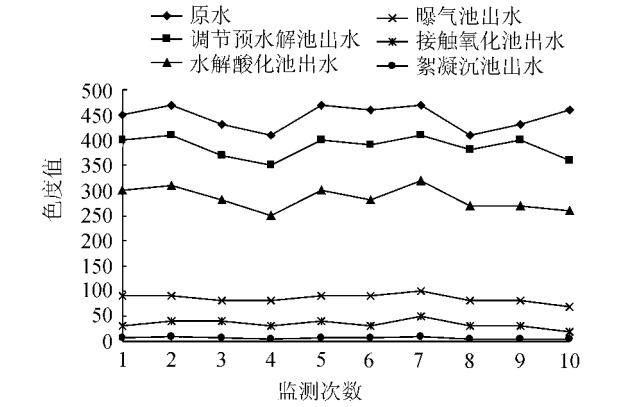


图 3 各工序出水色度值

本工艺设计进水 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 1 500 mg/L ,色度值 500 ,连续 120 d 的监测处理效果见表 1。

水解酸化池出水 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 均方差 55.0 mg/L ,表明了水解酸化池出水水质比较稳定。曝气池出水 COD_{Cr} 平均去除率为 52.9% ,表明曝气池是废水 COD_{Cr} 去除的主要工序 ,且其出水已经接近二级废水排放标准。生物接触氧化出水 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 112.1 mg/L ,表明其出水水质完全满足现行纺织染整工业水污染物排放标准的二级排放标准

表 1 本工艺处理效果分析

各项指标	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ / (mg·L ⁻¹)	浓度均值 / (mg·L ⁻¹)	浓度均方差 / (mg·L ⁻¹)	去除率 /%	色度	色度均值	色度均方差	色度去除率 /%
进水	945 ~ 1 580	1 315.0	172.3	—	410 ~ 470	446	24.1	
调节预水解池出水	945 ~ 1 540	1 253.0	171.9	4.7	350 ~ 410	387	21.2	13.2
水解酸化池出水	803 ~ 1 006	899.9	55.0	28.2	250 ~ 320	284	22.7	26.6
曝气池出水	154 ~ 248	204.6	29.1	52.9	70 ~ 100	85	8.5	70.1
生物接触氧化出水	76 ~ 145	112.1	18.2	45.2	30 ~ 50	34	8.4	60.0
絮凝沉淀池出水	58 ~ 100	78.0	13.4	30.4	4 ~ 10	6.3	2.1	81.5

($\rho(\text{COD}_{\text{Cr}}) \leq 180 \text{ mg/L}$, 色度 ≤ 40), 18.2 mg/L 的 COD_{Cr} 浓度均方差值表明了出水水质比较稳定, 处理效果理想。絮凝沉淀池出水 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 均方差 13.4 mg/L , 表明其出水水质稳定, 可部分回用于生产且不需深度处理。

2.4 工艺特点

a. 本工艺的突出优点是不采用外加中和剂而是采用设置预水解池的方法使 pH 值由 $10 \sim 12$ 降至约 $8 \sim 9$ 。此方法不仅能够减少污泥产量, 降低后续污泥处置费用, 还会因减少投加 FeSO_4 而产生大量的 SO_4^{2-} 离子在水解酸化池中硫酸盐还原菌的作用下生成 S^{2-} , 为后续处理减少困难。

b. 本设计中水解酸化池采用多点、多管式间歇进水的方式, 使进水在最大限度上得到了混合, 对水解酸化池处理效果影响很大的进水混合问题得到妥善解决。

c. 本工艺好氧处理阶段采用活性污泥法与接触氧化法串联的方式。活性污泥法由于污泥颗粒比表面积大, 因此能够大量吸附难降解有机物及色度物质, 一部分被吸附的物质随剩余污泥排出, 另一部分随污泥颗粒继续停留在处理系统中, 增加了停留时间, 因此, 活性污泥法对难降解有机物和色度的去除有较好效果。接触氧化法是目前应用较广的处理效率高的生物处理技术, 相同情况下, 采用此法可以有效地减少占地, 节省能耗, 并且在低负荷运行过程中不存在污泥膨胀问题。因此, 本设计采用的活性污泥法与接触氧化法串联方式, 在高负荷阶段发挥

活性污泥法有机物降解速度快、色度去除效果好的优势, 在低负荷阶段采用生物接触氧化法进一步去除废水中含有的有机物。

d. 本设计工艺末端采取投加聚合氯化铝的方式, 可进一步降低废水的 COD_{Cr} 值及色度, 使出水能达到某些生产工序的使用要求。

e. 本废水处理系统结构紧凑, 操作要求低、运行管理方便, 初期投资以及正常运行成本低。

3 结 论

利用调节池进行预水解而不是采用外加中和剂的方法可使废水 pH 值由 $10 \sim 12$ 降至约 $8 \sim 9$, 减少印染污泥的产生量。活性污泥法与生物接触氧化法串联可发挥各自的优势, 即可避免发生活性污泥污泥膨胀, 又可有效去除难降解有机污染物质、色度去除效果好。该工艺运行费用低、处理效率高、耐冲击、出水水质好, 具有较好的应用价值。

参考文献：

[1] 巫凌. 靛蓝染纱废水处理工程设计[J]. 工业用水与废水, 2001, 32(5): 45.
[2] 李家珍. 染料、染色工业废水处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997: 125-127.
[3] 柯景诗. 印染废水处理工艺研究[J]. 中国环保产业, 2006(4): 38.
[4] 顾培建, 陈卫华. 对印染废水治理的几点思考[J]. 污染防治技术, 2006, 19(5): 53.

(收稿日期 2007-03-15 编辑: 高渭文)

(上接第 91 页)

企业污染物达标排放的落实, 同时鼓励发展清洁生产、加强物资能源的循环利用、降低物耗能耗, 从源头上减少污染物的产生和排放。同时进一步合理城市产业结构和布局, 将水污染严重的企业集中在污染集中控制区内进行统一处理, 严格控制污染物排放总量, 保证水环境容量。此外, 在城郊推广生态农业工程和集约化经营的模式, 从根本上解决农村面源污染的问题。

3.5 改善水域景观生态环境, 促进城市生态系统的稳定

河网密布曾是福州市景观生态的特色之一。河流作为城市的重要廊道, 是包括人口流、物质流、能量流、资金流、信息流等在内的各种流的通道, 一方面可以维持系统的通达性, 另一方面也可能是造成景观破碎的原因和前提^[3], 可见重视河流廊道的建

设对维护城市生态系统的稳定性具有重要的意义。在改善内河水质, 促进水域生态系统的恢复和平衡的基础上, 保持河道的自然风貌以维护河流的生物多样性, 改善河道两侧的景观环境, 开阔视域空间, 加强绿化, 发挥河流的景观价值。通过改善水域景观, 使其发挥调节城市气候、增加生物多样性等多方面的功能, 促进城市生态系统的稳定性。

参考文献：

[1] 福州年鉴编纂委员会. 福州年鉴[M]. 北京: 方志出版社, 2006: 65.
[2] 程永隆, 孙国平. 福州市水环境问题及对策探讨[J]. 水电站设计, 1999, 15(3): 90.
[3] 杨上广. 福州市城市景观规划初步研究[J]. 福建地理, 2002, 17(1): 33.

(收稿日期 2007-03-06 编辑: 舒建)