

混凝-水解酸化-Fenton试剂氧化组合工艺 处理牛仔服装洗水废水

王湘英¹, 朱建林², 阮新阳³

(1. 湖南工业大学 化学化工系, 湖南 株洲 412007; 2. 宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211;
3. 株洲大辰环保科技有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要: 采用混凝-水解酸化-Fenton试剂氧化组合工艺处理牛仔服装洗水废水, 废水经格栅和预沉池作预处理后进入均调池进行水质均调; 在泵前加混凝剂(PFS)后提升到斜板沉淀池, 其沉淀物排入污泥浓缩池, 清液自流到水解酸化池(内挂半软性填料)进行厌氧处理; 水解酸化池出水以Fenton试剂氧化, 并经快滤池过滤。结果表明, 该工艺处理效果好、费用低、管理方便、出水水质稳定并可回用, 是处理洗水废水的有效方法。

关键词: 洗水废水; 混凝; 水解酸化; Fenton试剂; 废水处理

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)02-0068-03

Jean-Washing Wastewater Treatment by Assembled Techniques of Flocculation-Hydrolyzation Acidification-Oxydation with Fenton Reagent

Wang Xiangying¹, Zhu Jianlin², Ruan Xinyang³

(1. Department of Chemistry and Chemistry Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;
2. School of Architectural Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo Zhejiang 315211, China;
3. Dacheng Environmental Protection Technology Co, Ltd., Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Assembled techniques of flocculation-hydrolyzation-oxydation with Fenton reagent is used for jean-washing wastewater treatment. After pretreated by grilles and preliminary tank, the wastewater is homogenized in regulating pond. Together with the flocculation (PFS) employed ahead the sewage pump, the wastewater is lifted to inclined-board settling basin, then the sludge is pumped into sludge thickener, and the liquid flows into flocculation-hydrolyzation pond (with half-flexible stuffing materials hanged) for anaerobic treatment. The outflow then is oxygenated by Fenton reagent and filtered through fast-filtering tank. The result shows that the techniques, which have the advantages of excellent treatment effect, low cost, easy-run and stable water quality capable of recycle, is an effective method for jean-washing wastewater treatment.

Key words jean-washing wastewater; flocculation; hydrolyzation acidification; Fenton reagent; wastewater treatment

洗水废水是由牛仔类服装洗水工艺所造成的废水。洗水工艺分为普洗、酵洗、砂洗、碧文洗、固色洗、双雪洗、怀旧、喷马骝、酵磨漂、石磨漂、双酵磨、酵染等类型, 所投加的药剂包括冰醋酸、酵素粉、漂水、纯碱、磷酸、软片、浮石、高锰酸钾、固色剂、增白剂、各种染料等, 随洗水工艺的不同, 所产生的废水水质与水量均有较大差异。通常, 洗水废水水量

大、成分复杂、COD (Chemical oxygen demand, 化学需氧量) 高、色度高、可生化性差, 采用常规的物化、生化等工艺方法处理过的印染废水难以达到排放水质要求^[1,2]。大量洗水废水未经处理或因处理效果差、运行费用高而任意排放, 对水环境造成严重污染。因此, 开发高效、经济的洗水废水处理技术, 对洗水行业的健康发展具有积极意义。

收稿日期: 2007-12-03

作者简介: 王湘英 (1964-), 女, 湖南长沙人, 湖南工业大学副教授, 博士生, 主要研究方向为废水处理技术。

以生物处理法去除洗水废水中的有机物效果好、费用低, 但去除色度不够理想; 物理和化学方法对于去除色度有快速、高效的优势, 但对有机物的去除效率低或费用高。对于有机物浓度和色度都比较高的洗水废水, 用单项处理方法难以使处理后的出水达到排放标准。本文介绍某洗水工业区采用混凝-水解酸化-Fenton试剂氧化组合工艺处理洗水废水的工程实例。实践证明, 该工艺在进水指标 COD 质量浓度为 1 200 mg/L, BOD 质量浓度为 (Biochemical oxygen demand, 生化需氧量) 340 mg/L, 色度为 300 倍时, COD、BOD 和色度的去除率分别为 95%, 94%, 90%, 出水满足污水综合排放标准, 是一种处理洗水废水的有效方法。

1 洗水废水水质水量

某洗水工业区共有中小洗水厂 11 家, 各厂所排水集中到综合污水处理厂进行处理。因厂家及产品门类众多, 其废水水质复杂, 有机物浓度较高, 难降解物质多, 废水水质、水量变化较大, 可生化性差, 给处理带来一定难度。该处理工程按日处理洗水废水 2 700 m³ 设计, 其水质状况见表 1。

表 1 洗水废水水质

Tab. 1 The quality of jean-washing wastewater

取值内容	洗水废水化学成分及含量				
	COD _{Cr} (mg·L ⁻¹)	BOD ₅ (mg·L ⁻¹)	SS (mg·L ⁻¹)	pH	色度 /倍
最大值	2 500	575	287	7.9	1 000
最小值	430	112	37	5.9	50
平均值	1 170	330	138	6.9	300

2 废水处理工艺

2.1 工艺流程的确定

根据洗水废水的水质特点, 在实验基础上确定混凝-水解酸化-Fenton试剂氧化组合处理工艺, 工艺流程如图 1 所示。

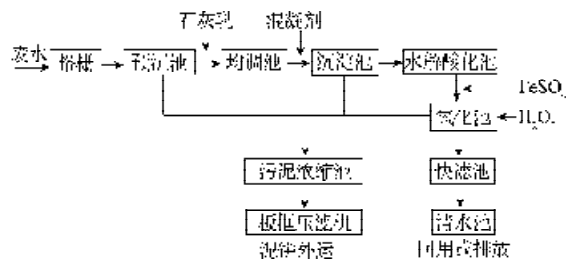


图 1 洗水废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart for jean-washing wastewater treatment

混凝与生化处理方法是目前印染废水的常规处理方法。与通常的印染废水相比, 洗水废水中难降解物质含量更高、可生化性更差、成分更为复杂, 仅依靠传统生物处理方法难以达到污水排放要求。混凝处理对洗水废水的色度、COD 有较高的去除率, 但要达到满意的处理效果, 投药量要求较大^[1,2]。水解处理虽然对污染物去除率不高, 但可提高废水可生化性; 并且水解消化过程与曝气过程相比, 其去除污染物效果虽稍差一些, 但由于不需曝气因而大大降低了运行成本。Fenton 试剂在处理废水过程中除具有氧化作用外, 还兼具混凝作用, 故脱色效率较高, 近年来, 在染料及废水的脱色处理中得到了广泛应用^[3]。因此, 将几种方法结合在一起, 通过混凝和水解酸化处理工艺, 保证处理工艺的稳定性 and 高效性, 利用 Fenton 试剂氧化, 以确保处理达标。

废水经格栅和预沉池作预处理后, 以石灰调节 pH 值至 8.5~10.5 之间, 然后集中在均调池进行水质均调, 均调后的废水用泵提升到斜板沉淀池, 泵前加混凝剂 (PFS), 混凝剂与废水在管道中进行混凝反应, 反应后的产物进入斜板沉淀池, 其沉淀物排入污泥浓缩池, 清液自流到水解酸化池进行厌氧处理, 使长链有机分子及发色基团被破坏, 易于在后续的氧化阶段被去除, 减少后期 Fenton 试剂的投加量; 水解酸化池内挂装半软性填料, 以使其具有较好的耐冲击性能并利于微生物着生繁殖。水解酸化池出水以 Fenton 试剂氧化, 氧化池出水经快滤池过滤后, 已达排放标准, 可回用或排放。

2.2 主要构筑物及工艺参数 (表 2)

表 2 主要构筑物工艺参数及功能

Tab. 2 Technologic parameters and functions of main structures

构筑物名称	设计尺寸	工艺参数		构筑物功能
		平均水力停留时间/h	沉淀区表面负荷 / (m ³ ·m ⁻² ·h ⁻¹)	
格栅				拦截洗水废水中的浮石渣及棉织品脱落物等大块杂物
预沉池	14 m × 4 m × 2 m			
均调池	16 m × 14 m × 4.2 m	7.5		
混凝反应池	8.5 m × 3.5 m × 5.466 m	1.4	1.61	
水解酸化池	8 m × 8 m × 6.5 m	7.4		池内设 2 m 高软性填料物质作为微生物载体以去降解
化学氧化池	16 m × 7 m × 5.5 m	5.0		兼具沉淀与排泥
吸附过滤池	16 m × 6 m × 3.5 m			装填石英砂或陶粒过滤洗水废水
污泥浓缩池	8 m × 8 m × 4 m			浓缩污泥

3 运行调试与处理效果

3.1 混凝段

废水 pH 值及混凝剂的选择对混凝效果有重要影响。试验表明,当废水的 pH 值控制在 8.5~10.5 之间时,以 PFS 为混凝剂对洗水废水具有较好的混凝效果。混凝剂的投加量一般为废水总量的 0.15‰。

3.2 水解酸化段

水解酸化池内填料比表面积大,易于微生物附着,可增加池内生物量及微生物的种类,有利于难降解物质的去除,并提高系统抗冲击负荷的能力。调试初期采用当地洗水污水沟污泥作为接种污泥对水解池进行生物接种。因接种污泥活性低且废水可生化性较差,调试过程采用先间歇培养、后连续驯化的方式运行,并在初期投加氮、磷等营养物质,以满足微生物生长的营养需求。经过近 1 个月运行之后,水解酸化池填料上长出生物膜,COD 去除率达 30%,色度显著降低。

3.3 氧化段

Fenton 试剂的实质是二价铁离子(Fe^{2+})和过氧化氢之间的链式反应生成 $\cdot\text{OH}$ 自由基。研究表明,Fenton 试剂几乎可以氧化所有的有机物,传统水处理技术中无法去除的有机物均可用 Fenton 试剂去除,其处理效果与 pH 值、 $\text{FeSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ 比值、反应温度等有关^[4]。在洗水废水处理中可通过控制 pH 值与 $\text{FeSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ 比值及其投加量来达到预期处理效果。据研究,Fenton 试剂反应的最佳酸性条件是 $\text{pH}=3$,并在较宽的 pH 范围条件下均有较好的处理效果^[4]。本工程表明,当 pH 值在 6~7 之间、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 投加量为 0.5‰,且 H_2O_2 投加量为 0.1‰时,Fenton 试剂具有较好的处理效果。本工程 Fenton 试剂投加方式为 FeSO_4 于泵前投加, H_2O_2 于泵后投加,在氧化池内通过水力搅拌进行接触氧化。

3.4 处理效果

经以上工段处理后,洗水废水水质完全达到排放标准,各工段出水口水质见表 3。

表 3 各工段出水口水质

Tab. 3 Water quality of outflows in various workshop sections

采样点	化学成分及浓度				色度 / 倍
	COD_{cr} /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	BOD_5 /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH	
原水	1200	340	143	5~9	300
混凝反应池	351	149	55	6~9	150
水解酸化池	245	142	22	6~9	75
化学氧化池	98	28	11	6~9	38
吸附过滤池	58	19	4	6~9	30

4 讨论

1) 采用混凝-水解酸化-Fenton 试剂氧化组合工艺处理洗水废水,整个工艺去除率高、运行成本低、占地面积少、管理方便,出水水质符合国家排放标准,并可回用于洗水工艺过程。与现有同类废水处理工艺^[5]相比,本工艺更适合于污染物浓度较高的废水处理。

2) 废水 COD 浓度不高时,经混凝与水解酸化过程后,水质即可能达标,在实际运行中可视水质情况省略化学氧化过程。

3) 通常认为水解酸化的作用主要是为后续的生物处理单元创造条件并兼具调节作用^[6,7],而本工程将洗水废水经水解酸化后进行化学氧化,虽实际效果较好,但其机理与作用有待进一步研究。

4) 本工程采用 PFS 为混凝剂,实际上可选择其他相应的混凝剂。此外,本工程所用的 FeSO_4 和 H_2O_2 均为常见的廉价药剂,运行成本低廉,实际运行成本低于 1 元/吨废水。若考虑回用价值,则基本可抵消运行费用。

5) 本工程总投资 200 万元,吨废水投资仅 740 元。经 1 年运行,效果稳定。

参考文献:

- [1] 邵云海. 水解与接触氧化工艺处理印染废水[J]. 中国给水排水, 2001, 17(8): 53-55.
- [2] 祁佩时, 李欣, 程树辉. 水解混凝复合生物池工艺处理印染废水的工程应用[J]. 给水排水, 2003, 29(3): 44-47.
- [3] 李凤亭, 陆雪非, 张冰如. 印染废水脱色方法[J]. 水处理技术, 2003, 29(1): 12-14.
- [4] 熊忠, 林衍. Fenton 试剂在废水处理中的应用[J]. 广州环境科学, 2002, 17(3): 1-4.
- [5] 刘溉, 刘其华. 牛仔裤洗水生化处理工程实例分析[J]. 广州环境科学, 2004, 19(1): 11-13.
- [6] 许闽明, 陈颖, 白端超. 水解酸化-生物吸附再生工艺处理肉类加工废水的应用[J]. 环境工程, 1998, 16(3): 11-13.
- [7] 李旭东, 王廷放, 杨俊仕, 等. 水解酸化-好氧生物处理天然气脱硫废水的试验研究[J]. 环境工程, 1999, 17(2): 19-22.

(责任编辑: 张亦静)