

针织面料染整废水高效处理 新工艺研究及应用

濮徐江¹, 廖燕², 董勤霞^{1,3}

- (1. 宁波大千纺织品有限公司, 浙江 宁波 315800;
2. 浙江水美环保工程有限公司, 浙江 杭州 310010;
3. 宁波申洲针织有限公司, 浙江 宁波 315800)

摘要:提出了格栅+冷却+多功能调节+好氧+芬顿的染整废水高效处理新工艺。通过探索研究新工艺和针织面料染整废水化学成分,有针对性地新技术应用到实际废水处理中,并与传统废水处理工艺进行对比分析,结果表明:采用新工艺改造现有染整废水处理厂,日处理量由35 000 m³提升至53 000 m³,增量达到51.43%;出水COD_{Cr}、BOD₅、色度、总氮、氨氮、总磷等排放指标达到GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级A城镇污水厂排放标准,其他指标满足GB 4287—2012《纺织染整工业水污染物排放标准》,生化系统COD_{Cr}去除率由84%提升到89%,臭气产生量、污泥产生量、处理成本分别减少81 000 m³/d、18 t/d和1.22 元/m³。

关键词:针织面料;染整废水;高效处理;废水处理新工艺

中图分类号:X 791

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2024)05-0044-04

Application and Study of New Highly Efficient Process of Dyeing and Finishing Wastewater of Knitted Fabrics

Pu Xujiang¹, Liao Yan², Dong Qinxia^{1,3}

- (1. Ningbo Daqian Textile Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang 315800, China;
2. Zhejiang Super Max Environmental Engineering Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310010, China;
3. Ningbo Shenzhou Knitting Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang 315800, China)

Abstract: In this paper, it introduces the new highly efficient process of 'grid + cooling + multifunctional regulation + aerobic treatment + fenton treatment'. By studying the new process and the chemical composition of dyeing and finishing wastewater of knitted fabrics, the new technology is applied to the actual wastewater treatment, and then compared with the traditional wastewater treatment process. The results show that the treatment scale of existing wastewater treatment plant can be increased from 35 000 m³/d to 53 000 m³/d by using the new treatment process with an increase rate of 51.43%. The effluent COD_{Cr}, BOD₅, chroma, TN, NH₃-N, TP of the system meet the first level A standard of GB 18918—2002 "Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant". Other indicators meet the GB 4287—2012 "Discharge Standard of water pollutant for dyeing and finishing of textile industry". The COD_{Cr} removal rate of biochemical system increases from 84% to 89%. The amount of odor, sludge and treatment cost are reduced by 81 000 m³/d, 18 t/d and 1.22 yuan/m³ respectively.

Key words: Knitted Fabrics; Dyeing and Finishing Wastewater; Highly Efficient Processing; New Process of Wastewater Treatment

纺织染整行业一直被认为是业,其中印染废水排放量最大^[1-2]。处理+深度处理^[3-5],该工艺虽然适
用水量和排水量最大的行业之一,目前印染废水的主流处理工艺为:用于大部分的印染废水处理,但却
年均排水量仅次于造纸、化工行格栅、筛网+调节+水解酸化+好氧不适用于含棉针织面料染整废水

作者简介:濮徐江(1986—),男,设备科主任,工程师,本科。主要从事染整行业设备管理、污水处理等方面的工作。

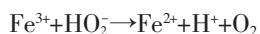
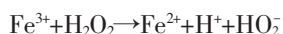
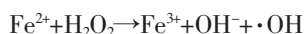
的处理。因为,此类废水中含有大量 Na_2SO_4 、染料、酸碱盐、助剂^[6]。传统工艺的水解酸化虽然能将难断链的大分子有机物水解成易降解的小分子,以提高生化效果^[7],但在厌氧环境下,硫酸盐还原菌也会将染整废水中大量的硫酸盐还原成硫化物,严重抑制后续好氧系统中微生物的增殖^[8-9];同时硫酸盐在厌氧环境下还会产生大量 H_2S 气体,这种类似臭鸡蛋的气味影响着废水处理厂的环境^[10]。

为解决上述问题,经过反复多次的探索、调研、试验和研究,提出了一种针织面料染整废水高效处理(格栅、集水井+二级冷却塔+多功能调节池+曝气池+A/O+二沉池+芬顿反应池+混凝反应沉淀池)的新工艺,并通过对针织面料染整废水的化学成分分析,有针对性地将该项新技术、新工艺应用到大型针织染整废水处理厂的清洁生产中,并与传统处理工艺进行对比分析。经过近两年的改造和正常运行,出水的 COD_Cr 、 BOD_5 、色度、总氮、氨氮、总磷等排出指标满足国标 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 城镇污水厂排放标准,且效果非常显著,达到节能减排效果。

1 高效处理新工艺

1.1 芬顿氧化法降解有机物的原理

芬顿氧化反应通过形成稳定的 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 氧化还原循环来不断产生 $\cdot\text{OH}$,其主要机理如下。



在酸性条件下, H_2O_2 在 Fe^{2+} 的催化下生成具有高氧化性的 $\cdot\text{OH}$,而羟基自由基($\cdot\text{OH}$)能与难降解的有机污染物发生化学反应,使有

机高分子共轭体系结构在很大程度上被破坏,持久性难降解有机污染物逐渐被降解成为无色的有机小分子物质,最终达到降解脱色的目的,最终分解成为易降解的低分子有机物或其他小分子物质^[11]。

1.2 芬顿氧化法对进水水质要求

1.2.1 芬顿氧化法的进水条件

芬顿氧化法的进水应符合以下条件:

a. 在酸性条件下易产生有毒有害气体的污染物(如硫离子、氰根离子等),不应进入芬顿氧化工艺单元;

b. 进水中悬浮物含量宜小于 200 mg/L;

c. 应控制进水中 Cl^- 、 H_2PO_3^- 、 HCO_3^- 、油类和其他影响芬顿氧化反应的无机离子或污染物浓度,其限制浓度应根据现场试验结果确定。

1.2.2 预处理措施

芬顿氧化法进水不符合条件时,根据进水水质采取相应的预处理措施,具体如下。

a. 芬顿氧化法用于生化处理预处理时,可设置粗细格栅、沉砂池、沉淀池或混凝沉淀池,去除漂浮物、砂砾和悬浮物等易去除污染物。芬顿氧化法用于废水深度处理时,需设置混凝沉淀或(和)过滤工序进行预处理。

b. 进水中溶解性磷酸盐浓度过高时,宜投加熟石灰,通过混凝沉淀去除部分溶解性磷酸盐。

c. 进水中含有油类时,宜设置隔油池除油。

d. 进水中含硫离子时,应采取化学沉淀或化学氧化法去除;进水中含氰离子时,应采取化学氧化法去除。

e. 进水中含有其他影响芬顿氧化反应的物质时,应根据水质采

取相应的去除措施,以消除对芬顿氧化反应的影响。

1.3 芬顿的影响因素

1.3.1 温度

温度是影响芬顿反应的重要因素之一:随着温度升高, $\cdot\text{OH}$ 的生成速度加快,有助于 $\cdot\text{OH}$ 与有机物反应,提高氧化效果和 COD_Cr 的去除率;但温度升高也会加速 H_2O_2 分解为 O_2 和 H_2O ,不利于 $\cdot\text{OH}$ 的生成。因此,在工程上采用芬顿工艺时,建议废水温度在 25~30 ℃。

1.3.2 pH 值

芬顿试剂在酸性条件下,特别是 pH 值在 3.0~5.0 时氧化能力很强,此时的有机物降解速率快,能够在短短几分钟内降解。此时有机物的反应速率常数正比于 Fe^{2+} 和过氧化氢的初始浓度。因此,在工程上采用芬顿工艺时,建议将废水 pH 值调节到 2.0~4.0,理论上 pH 值为 3.5 时为佳。

1.3.3 过氧化氢与催化剂投加量

芬顿工艺在处理染整废水时,需要判断药剂投加量及经济性。 H_2O_2 投加量增大, $\cdot\text{OH}$ 增加,废水 COD 去除率有所提高,但当 H_2O_2 投加量增加到一定量后,双氧水发生自分解, $\cdot\text{OH}$ 不会增加。同样,增加催化剂 Fe^{2+} 的用量,废水 COD 去除率增大,但当 Fe^{2+} 增加到一定量后也会导致 H_2O_2 发生无效分解,释放出 O_2 。因此,建议本工程 H_2O_2 与去除 COD 的质量比在 1:1~2:1, H_2O_2 与 Fe^{2+} 的摩尔比在 1:1~10:1。

1.4 处理工艺的流程

根据研究成果,利用高效处理新工艺对在线生产的大型针织染整企业污水站进行改造,并于 2021 年末完成改造,新老工艺对比如下。

1.4.1 传统处理工艺

传统工艺:格栅、筛网+调节+

水解酸化+好氧处理+深度处理。但因进水为针织面料染整废水,废水水温较高,且含有较多的硫酸根,废水流经调节池和水解酸化池后,废水中的硫酸盐在厌氧环境下被还原成硫化物,产生了大量 H_2S 气体。针对上述问题,本工程将原有一级冷却塔改为二级冷却塔;将调节池改为多功能调节池,增设曝气系统;将原有的水解酸化池改为曝气池,同时优化芬顿氧化系统,芬顿氧化系统主要包括:调酸、催化剂混合、氧化反应、中和、固液分离、药剂投配及污泥处理系统。

1.4.2 产业化新工艺

高效处理新工艺:格栅、集水井+二级冷却塔+多功能调节池+曝气池+A/O+二沉池+芬顿反应池+混凝反应沉淀池的新处理工艺。该处理工艺解决了针织面料染整废水水解酸化造成的硫化物积累,从而抑制好氧系统微生物活性的问题,同时也大大降低了废水处理厂 H_2S 臭气产生量、污泥产生量及药剂投加量,达到了清洁排放的目的。工艺流程图,如图1所示。

1.5 主要单元及设计参数

本技术改造工程,在不增加整体池容的情况下,通过改变部分单元功能,实现日处理规模由 35 000 m^3/d 提升至 53 000 m^3/d ,处理量增加了 51.43%,出水水质能稳定达标,其主要单元设计参数见表1。

2 高效处理新工艺的实际应用

2.1 新旧工艺废水处理效果对比

将格栅、集水井+二级冷却塔+多功能调节池+曝气池+A/O+二沉池+芬顿反应池+混凝反应沉淀池的清洁生产新工艺,与传统旧工艺进行对比。对改造前后(2021年7月和2022年7月)的废水处理系统运行数据进行对比、分析,探究改造前后生化系统及整体废水处

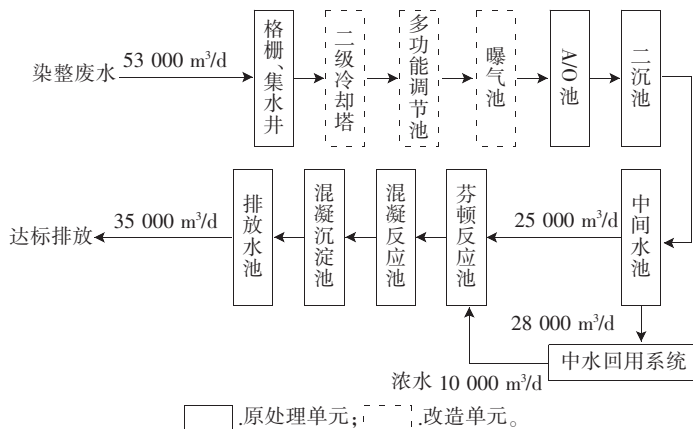


图1 废水处理工艺流程图

表1 主要单元设计参数

序号	单元名称	设计参数	单位	数量	备注
1	格栅、集水井	$V=463.0 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=15 \text{ min}$	座	2	
2	二级冷却塔	处理量(Q)=55 000 m^3/d , 进水温度 60 $^{\circ}\text{C}$, 出水温度 50 $^{\circ}\text{C}$	套	1	
3	多功能调节池	$V=7\ 796.0 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=3.0 \text{ h}$	座	1	内增设4台潜水曝气器
4	曝气池	$V=6\ 188.5 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=5.0 \text{ h}$	座	2	水解酸化池改造而成, 增设曝气系统
5	A池	$V=408.0 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=1.0 \text{ h}$	座	6	
6	O池	$V=17\ 526.0 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=13.8 \text{ h}$	座	2	
7	二沉池	表面负荷 0.65 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	座	3	
8	芬顿反应池	$V=946.5 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=78 \text{ min}$	座	2	优化运行参数
9	混凝反应池	$V=117.0 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=22 \text{ min}$	座	6	
10	混凝沉淀池	表面负荷 0.67 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	座	2	
11	排放水池	$V=900.0 \text{ m}^3$, $\text{HRT}=32 \text{ min}$	座	1	

理系统的处理效果,如图2和图3所示。

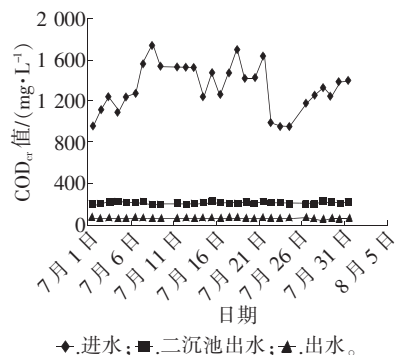


图2 2021年7月改造前处理效果图

由图2、图3可知,2021年7月份改造前的进水 COD_{Cr} 平均值为 1 329 mg/L ,二沉池出水 COD_{Cr} 平均值为 210 mg/L ,出水 COD_{Cr} 平均值为 61 mg/L ,生化系统和整个

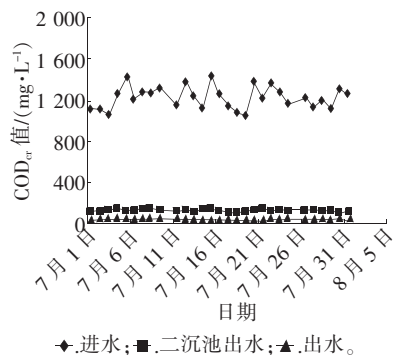


图3 2022年7月改造后处理效果图

废水处理系统的 COD_{Cr} 去除率分别为 84%和 95%;2022年7月份改造后进水 COD_{Cr} 平均值为 1 231 mg/L ,二沉池出水 COD_{Cr} 平均值为 130 mg/L ,出水 COD_{Cr} 平均值为 38 mg/L ,生化系统和整个废水处理系统 COD_{Cr} 去除率分别为 89%和

97%。

改造后生化系统和整体废水处理系统 COD_G 的去除率都有所提升,分别由 84%和 95%提升到 89%和 97%,这是因为好氧系统活性污泥不再受大量硫化物的抑制,活性有所提高,进而处理效果有所提升。

生化系统处理效果的提升,使得后续芬顿氧化处理负荷降低,同时芬顿运行参数优化,反应更高效,深度处理效果也进一步得到提升,最终出水稳定达标排放,出水 COD_G 、 BOD_5 、色度、总氮、氨氮、总磷等指标满足 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 标准,其他指标满足 GB 4287—2012《纺织染整工业水污染物排放标准》。

2.2 新旧工艺废水处理成本对比

对采用高效处理新工艺前后污泥产生量、臭气产生量及运行费用进行对比,分析改造前后废水处理成本变化,具体数据见表 2。

由表 2 可知,采用高效处理新工艺改造后的废水处理厂,每天污泥产生量减少了 18 t/d。这是因为生化系统 COD_G 去除率有所提升,二沉池出水 COD_G 平均值只有 130 mg/L,大大降低了芬顿反应系统的处理负荷,加药量大大减少,避免了大量污泥的产生,因此废水处理厂总运行成本也大大降低,运行成本节约了 1.22 元/ m^3 。改造后的废水处理系统中调节池增加了曝气系统,水解酸化池也改为曝气池,厌氧反应产生的臭气量大大减少,整个废水处理系统臭气产生量每天减少 81 000 m^3 /d,整个废水处理厂环境得到大大改善。

3 结束语

采用格栅、集水井+二级冷却塔+多功能调节池+曝气池+A/O+

表 2 主要单元设计参数

工艺	污泥量/(t·d ⁻¹)	臭气量/(m ³ ·d ⁻¹)	处理成本/(元·m ⁻³)
改造前老工艺	52	335 400	4.94
改造后新工艺	34	254 400	3.72
新老工艺对比分析	-18	-81 000	-1.22

二沉池+芬顿反应池+混凝反应沉淀池的高效处理新工艺,对大型企业针织面料染整废水处理厂进行改造和新工艺的效果如下。

a. 新技术新工艺,在不改变整体池容的情况下,通过改变部分单元的功能,实现处理规模每天由 35 000 m^3 /d 提升至 53 000 m^3 /d,处理量增加 51.43%的目标。

b. 出水水质稳定达标,处理厂出水 COD_G 、 BOD_5 、色度、氨氮、总氮、总磷等指标满足 GB 18918—2002 中的一级 A 标准。

c. 其余指标满足 GB 4287—2012。

d. 生化系统和整体废水处理系统 COD_G 的去除率分别由 84%和 95%提升到 89%和 97%,出水 COD_G 平均值仅为 38 mg/L。

e. 废水处理厂臭气产生量、污泥产生量和处理成本分别减少 81 000 m^3 /d、18 t/d 和 1.22 元/ m^3 ,大大降低了废水处理厂的运营成本,同时也改善了整个废水处理厂的环境,实现了废水处理厂清洁生产的目的。

参考文献

[1]胡凯丽.Fe₃O₄@ATP/WS₂复合催化剂的制备及其对印染废水污染物的降

解[D].青岛:青岛大学,2020.

[2]薛罡.印染废水治理技术进展[J].工业水处理,2021,41(9):10-17.

[3]HJ 4712020 纺织染整工业废水治理工程技术规范[S].

[4]彭波,王煜霆.水解酸化+接触氧化法处理印染废水效果研究[J].江西化工,2020(6):61-64.

[5]吴永.纺织染整废水处理工艺设计[J].广东化工,2021,48(7):101-102.

[6]李梦遥,马建中,张瑞萍,等.涤棉针织物一浴一步法染色工艺研究[J].针织工业,2021(8):44-49.

[7]宋梦琪,周春江,马鲁铭.水解酸化工艺处理印染废水的机理[J].环境工程学报,2015,9(1):102-106.

[8]刘素婷.硫化物对城镇污水厂微生物活性的影响分析[J].当代化工,2022,51(10):2352-2356.

[9]李瑞峰,马金山,孙兴旺,等.硫酸盐对印染废水处理系统的影响及对策[J].染整技术,2020,42(10):25-26.

[10]赵茹涵,杨庆,彭赵旭,等.污水处理厂挥发性硫化物释放特征与风险评价[J].中国环境科学,2021,41(12):5570-5577.

[11]张晓庆.电促铁还原型芬顿氧化系统的构建与降解染料废水研究[D].青岛:青岛科技大学,2019.

收稿日期 2023年7月10日

《针织工业》以服务行业为己任,
传播、发表行业实用技术信息。
欢迎大家订阅!