

Fenton 法深度处理桉木 APMP 废水的工艺流程 Technological Process of Fenton Advanced Treatment in Eucalyptus APMP

刘 杨¹, 韦海浪², 李 国², 廖幸新²

LIU Yang¹, WEI Hai-lang², LI Guo², LIAO Xing-xin²

(1. 广西大学轻工与食品工程学院, 广西南宁 530004; 2. 广西博世科环保科技股份有限公司, 广西南宁 530007)

(1. Institute of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Guangxi Bossco Environment Protecting Technology Co., Ltd, Nanning, Guangxi, 530007, China)

摘要: 阐述广西某制浆厂 Fenton 法深度处理桉木 APMP 废水的工艺流程, 并考察各处理单元的最佳工艺参数及工程应用效果。该废水处理方法工艺简单、占地面积小、运行费用低、运行稳定且处理效果好, 在 2 个月稳定运行期间, 出水化学需氧量 COD_{Cr} < 90 mg/L, 色度 < 50 倍, 完全符合《制浆造纸工业水污染物排放标准》(GB3544-2008), 达到了节能减排, 保护环境的目的。

关键词: 桉木 APMP 废水 Fenton 法 工艺流程

中图分类号: X793 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2011)03-0240-03

Abstract: Fenton process has been used in advanced treatment of eucalyptus APMP effluent. The effects of operational parameters and the continuous running efficiency are investigated. Fenton process is characterized by simple technology, small occupation area, low running cost, steadily running and good treating effect. During the two-months running period, the average concentration of inflow COD_{Cr} and the chromaticity are below 90 mg/L and 50, respectively. The effluent can steadily meet the standard of the national wastewater discharge for pulp and papermaking industry (GB3544-2008), which effectively reduce the fresh water usage and protects the environment.

Key words: eucalyptus APMP effluent, Fenton process, Technological process

碱性过氧化氢化学机械法(APMP)制浆工艺以原料利用率高、污染排放少、能耗低等突出优点, 为制浆造纸工业界所瞩目^[1], 已成为我国造纸行业新的技术增长点。尽管 APMP 生产中, 产生的污染量比普通制浆工艺大大减少, 但是因为高得率制浆耗水量也大为减少, 所以 APMP 废水的化学需氧量(COD)比较高, 浓度为 5000~10000 mg/L, 生化需氧量(BOD)则为 COD 的 30%~45%^[2], 属于难处理、有毒有害的有机性工业废水。由于微生物很难降解废水中的毒性物质和大分子化合物, 导致许多

造纸企业 APMP 废水经一级、二级处理后, 仍然存在色度较大、COD 较高等问题。

随着污水排放标准的提高, 传统污水处理方法很难满足直接排放的标准, 因此国内外开始探索新的污水处理工艺。近年来有关 APMP 废水深度处理的新工艺不断出现, 高级氧化技术(AOPs)中 Fenton 法以氧化机理简单、可产生絮凝、反应速度快、环境友好、费用便宜、设备简单等优点, 日益受到国内外的关注^[3~8]。

在废水处理中, Fenton 试剂的作用主要是对有机物的氧化和混凝。Fenton 试剂的氧化作用, 一方面是因为 H_2O_2 被 Fe^{2+} 催化分解生成具有极强氧化能力的羟基自由基 $\cdot OH$ 而进行游离基反应; 另一方面, Fenton 试剂在处理有机废水时会发生反应生

收稿日期: 2010-04-25

作者简介: 刘 杨(1979-), 女, 讲师, 主要从事绿色包装、清洁生产及污染控制研究。

成铁水络合物。它具有絮凝功能,可以降解废水中的 COD,是 Fenton 试剂降解 COD 的重要组成部分^[9]。

Fenton 试剂产生的羟基自由基具有氧化能力强^[10]、分解速度快、氧化速率高、高亲电性等重要性质,决定了 Fenton 试剂能够氧化绝大多数有机物、反应异常迅速,在处理含硝基、磺酸基、氯基等电子密度高的有机物的氧化方面具有独特的优势^[11]。Sheng 等^[12]研究表明,Fenton 试剂所具有的絮凝功能是其降解 COD 的重要组成部分。因此,Fenton 试剂处理废水的实质是·OH 与絮凝共同作用于废水中的有机物,达到净化水质的目的。

广西某制浆厂采用桉木为原料,生产漂白硫酸盐木浆,桉木 APMP 废水经物化、生化方法处理后,采用 Fenton 法深度处理废水的生化出水。工程建成后调试 2 个月,期间 Fenton 系统连续运行且运行稳定,出水水质的各项指标均达到《制浆造纸工业水污染物排放标准》(GB3544-2008)的要求,其中,出水 $COD_{Cr} \leq 90 \text{ mg/L}$,色度 ≤ 50 倍。本文阐述该制浆厂采用 Fenton 法深度处理桉木 APMP 废水的工艺流程。

1 废水处理工程的工艺流程

APMP 废水一级处理采用纤维回收、加药沉淀工艺,二级处理采用生化处理工艺,经生化处理后的废水仍然色度较大、COD 较高,无法达到国家的排放标准。对于废水中有毒有害、难降解的有机物质,工程选用 Fenton 工艺进行深度处理,具体工艺流程为:首先,生化出水自流进入中间水池;然后,中间水池出水泵送至 Fenton 氧化塔中,同时由计量泵将 Fenton 试剂(双氧水和硫酸亚铁)加入氧化塔中,废水中难以降解的污染物在 Fenton 氧化塔氧化降解;最后,Fenton 氧化塔出水自流进入原浅层气浮机,铁泥在气浮机中被去除,气浮机出水达标排放。气浮机收集的铁泥送至原污泥处理系统处理(图 1)。

1.1 中间水池

中间水池改自工厂原有的 SBR 出水池。它的设置可以确保废水以稳定的流速、负荷进入 Fenton 氧化塔中。中间水池由泵送入 Fenton 氧化塔。它由原 SBR 出水池进行改造,在池中增设 Fenton 氧化塔供料泵。

1.2 Fenton 氧化塔

废水由泵送至 Fenton 氧化塔中,同时 Fenton 试剂(双氧水和硫酸亚铁)分别由计量泵加入氧化塔

顶的配水槽中。控制 pH 值为 5 左右, H_2O_2 在 Fe^{2+} 的催化作用下,产生的羟基自由基。羟基自由基具有很强的氧化能力,可以完全把废水中的有机物氧化降解,从而达到去除废水 COD 的目的。

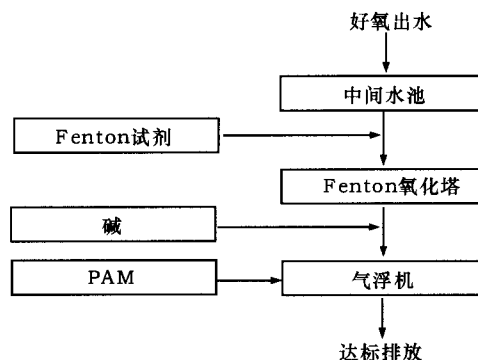


图 1 中段废水 Fenton 法处理流程

Fenton 氧化塔配备 2 台循环泵,循环泵进水管与氧化塔顶的配水槽相连接,循环泵出水通过布水器从底部进入氧化塔。在氧化塔内投加石英砂,大量的循环水使塔内废水保持较高的上升流速,在较高的上升流速下塔内的石英砂呈现流化床状态。Fenton 反应中投加的铁盐,以结晶或沉淀的形式覆盖在石英砂的表面,起到异相催化作用,减少铁盐随水流失量,从而减少 Fenton 试剂中铁盐的加入量,相应的化学污泥量也得以减少。固液分离器安装在氧化塔上部,可实现石英砂和废水的分离,确保塔内石英砂不会随水流失。

主要工艺参数:水力停留时间 30min,塔体为不锈钢 316L,直径 3.5m,高 13.5m;布水器材质为不锈钢 316L,固液分离器为 PP。

1.3 浅层气浮机

Fenton 氧化塔出水自流至浅层气浮机,通过计量泵连续加入 PAM;通过空压机加压使溶气系统中气体最大限度地溶入水中,形成溶气水;溶气水通过释放器进入浅层气浮机,溶气水进入废水中产生大量微小气泡,微小气泡粘附在水中絮凝颗粒表面上,使水中絮凝颗粒密度小于水的密度,通过浮力作用使其上升至水面形成污泥层。刮泥机将水面的污泥层刮掉排至污泥池,气浮机出水达标排放。

1.4 加药系统

配备 $FeSO_4$, H_2O_2 , NaOH, PAM 加药系统各一套。其中 H_2O_2 (27.5%)、NaOH (30%) 两种药品为液体,直接通过计量泵投加。 $FeSO_4$, PAM 两种药品为固体,需先溶解后再通过计量泵投加。 $FeSO_4$, PAM 各设溶解罐 2 个,轮流使用,溶解罐采用机械搅拌方式溶药。 $FeSO_4$ 配制浓度为 10%、PAM

配制浓度为 0.1%。每种药品投加系统配置计量泵 2 台(1 用 1 备)。

1.5 污泥处理

Fenton 深度处理系统产生的化学污泥送至污泥池,与污水站内原有生化污泥一起处理。化学污泥先送至污泥浓缩池浓缩后,通过螺杆泵送至带式压滤机脱水,脱水后泥饼装车外运。

2 废水处理工程的运行效果

处理前废水水质情况:平均测量值 COD 300mg/L,色度 120 倍,SS,100mg/L,pH 值 8~8.5。经过该制浆厂 Fenton 深度处理 APMP 生化出水的效果良好,出水水质的各项指标均达到国家排放标准。具体检测^[13]数据如图 2 和图 3 所示。

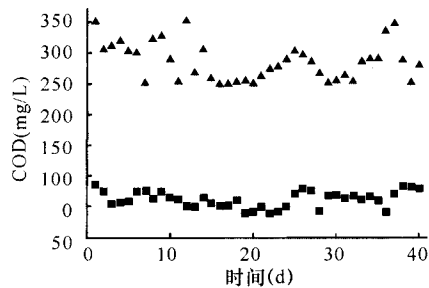


图 2 Fenton 法对 COD_{Cr} 的降解结果
▲: 进水 COD; ■: 出水 COD。

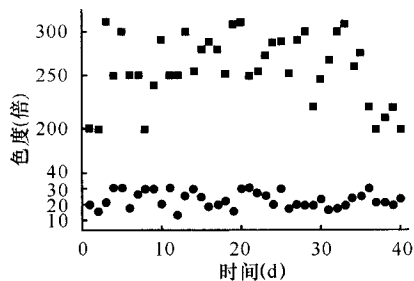


图 3 Fenton 法对色度的降解结果
■: 出水色度; ●: 进水色度。

由图 2、图 3 可知,运行期间设备出水稳定,出水 COD_{Cr} 的最大值、最小值分别为 88mg/L、37mg/L,均小于 90mg/L,达标率 100%;出水色度最大值、最小值分别为 30 倍、12 倍,均小于 50 倍,达标率 100%。

该污水处理工程项目总投资 420 万元,其中设备费用 200 万元,Fenton 试剂 140 万元,土建投资 80 万元。该工程自建成运行至今一直高效稳定,废水中各项指标均符合国家水污染物排放标准。

3 结束语

该制浆厂采用 Fenton 法深度处理桉木 APMP 生化出水,经过 2 个多月的运行,出水 COD_{Cr} 在 90mg/L 以下、色度 50 倍以下,均达国家排放标准,且运行稳定。Fenton 法深度处理 APMP 废水工艺具有反应速度快、设备简单、占地面积小、易于操作维修、费用便宜且对环境友好等优点,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] Matin J S, Willan L B. Alkaline peroxide mechanical pulping of hardwood, Proceedings of international mechanical pulping conference [J]. Stockholm, Sweden Forest Products Research Laboratory, 1989, 1: 184.
- [2] 施英乔,丁来保,李萍,等. 高得率制浆(APMP)废水厌氧——好氧处理的研究[J]. 广东造纸, 2000, 3: 21.
- [3] 孙剑辉,孙胜鹏,王慧亮,等. Fenton 氧化技术处理难降解工业有机废水研究进展[J]. 工业水处理, 2006, 26(12): 9-13.
- [4] 赵怀颖,叶亚平,温艳军,等. 动态微电解——Fenton 试剂法处理高浓度增塑剂废水的试验研究[J]. 工业水处理, 2008, 28(5): 31-34.
- [5] 曾玉凤,刘自力,秦祖赠,等. 超声波协同 Fenton 试剂降解糖蜜酒精废水的工艺[J]. 工业水处理, 2007, 27(7): 67-70.
- [6] 乔瑞平,杨旭,龙可明,等. UV-Fenton 法处理草浆造纸废水的研究[J]. 工业水处理, 2007, 27(10): 31-33.
- [7] 田玉萍,曾抗美,吕杨,等. Fenton 试剂-浸没式生物滤池处理模拟染料生产废水试验研究[J]. 工业水处理, 2006, 26(11): 44-47.
- [8] 李金莲,金永锋,钱惠娟,等. Fenton 试剂在水处理中的应用研究[J]. 化工科技市场, 2006, 29(6): 28-33.
- [9] Xu Xiangrong, Li Huabin, Wang Wenhua, et al. Degradation of dyes solutions by the Fenton process [J]. Chemosphere, 2004, 57(7): 595-600.
- [10] 钟理,陈建军. 高级氧化处理有机污水技术进展[J]. 工业水处理, 2002, 22(1): 1-5.
- [11] 徐勇弟,徐寿昌. 几种类 Fenton 试剂的氧化特性及在工业废水处理的应用[J]. 上海环境科学, 1994, 13(3): 26-28.
- [12] Sheng H Lin, Cho C Lo. Fenton process for treatment of desizing wastewater [J]. Water Research, 1997, 31(8): 2050-2056.
- [13] 国家环保总局. 水和废水监测方法[M]. 第 3 版. 北京: 中国环境科学出版社, 1997: 354-365.

(责任编辑:尹 闯)