

应用技术

中纤板废水的预处理研究

张文妍, 李凡, 孙盼华, 严洁, 张齐生

(南京林业大学, 江苏南京 210037)

摘要: 用混凝剂聚合硫酸铁(PFS)和助凝剂聚丙烯酰胺(PAM)对中纤板废水进行预处理,考察了PFS和PAM投加量,以及投加后各自的搅拌时间,这4个因素对混凝效果的影响。结果表明,4个因素的较优水平分别为1.8 g/L、15 mg/L和30、90 s时,废水中COD_{Cr}和SS的去除率分别达到了64.59%和91.06%;且PFS投加量对试验结果的影响最为显著。

关键词: 正交试验; 中纤板废水; 混凝; 聚合硫酸铁(PFS); 聚丙烯酰胺(PAM)

中图分类号:TS653.6 文献标识码:B 文章编号:1001-8654(2010)01-0033-03

Pretreatment of Wastewater from Medium Density Fiberboard Production

ZHANG Wen-yan, LI Fan, SUN Pan-hua, YAN Jie, ZHANG Qi-sheng

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: Polyferric sulfate (PFS) was selected as a coagulant and polyacrylamide (PAM) as a coagulant aid to pre-treat waste water from medium density fiberboard (MDF) production. This research investigated the dosage and mixing time effects of PFS and PAM. The results showed that the dosage of PFS was the most important factor. We found that when 1.8 g/L of PFS was added to the waste water and mixed for 30 seconds followed with 15 mg/L of PAM and mixed for 90 seconds, the removal rates of oxygen demand (COD_{Cr}) and suspended solids(SS) reached 64.59% and 91.06%, respectively.

Key words: orthogonal test; MDF wastewater; coagulation; PFS; PAM

中纤板生产过程排放的废水虽然水量相对较小,但其色度高、pH值偏酸性、悬浮物(SS)和耗氧量(COD)均较高、可生化性差,处理难度大^[1]。我国目前中纤板厂的各种废水处理方法中,生化处理仍是最为有效的选择。但直接采用生化处理,需调节pH值、有机负荷过高、水质波动性大等问题,而且废水中某些难降解成分不能得到降解。因此,在生化处理前必须进行预处理。现行的预处理工艺主要是采用聚合氯化铝(PAC)和聚丙烯酰胺(PAM)混凝后沉淀或者气浮^[2-5],至于混凝的效果、具体的药剂用量、操作条件等均未见相关报道。

笔者在前期预试验中,采用PAC和聚合硫酸铁(PFS),在不调整原水pH值,对比这2种混凝剂对

COD值的去除效果,PFS在废水的较宽pH值范围内,对COD的去除率高。因此,以筛选出的PFS和阴离子型PAM作为混凝剂和助凝剂,观察预处理中纤板废水的处理效果。

1 材料与方法

1.1 试验水质

本试验用水取自江苏丹阳大亚木业中纤板生产线水洗工段和热磨工段的混合废水,其中水洗工段的废水经简单沉淀后循环使用,定期排水;热磨工段废水直接外排。水质情况见表1。

表1 废水水质情况

Tab. 1 Selected characteristics wastewater from MDF production

pH值	COD _{Cr} / (mg · L ⁻¹)	BOD ₅ : COD	木素/ (mg · L ⁻¹)	SS/ (mg · L ⁻¹)
4.3~4.7	8 000~10 000	0.25~0.33	2 000~3 000	7 500~8 000

收稿日期: 2009-03-25; 修改日期: 2009-11-20

作者简介: 张文妍(1978—),女,南京林业大学讲师,博士研究生。

1.2 仪器与试剂

JJ-4A 型六联电动搅拌器, TU-1810 紫外可见分光光度计, COD 加热器, BOD 测定仪, Mastersizer 2 000 粒度分析仪, 以及 Zetasizer Nano Zeta 电位测定仪。

混凝剂 (PFS) 碱化度为 9%~14%, 内含 Fe_2O_3 18.5%, 配成 5% 的水溶液;

助凝剂 (PAM) 1 000 万分子量, 阴离子型, 配成 0.1% 水溶液。

1.3 试验方法

在单因素试验中发现, PFS 用量、PAM 用量及加入 PFS 和 PAM 后的搅拌时间, 对混凝效果的影响比较显著。因此选取上述因素, 进行 4 因素 4 水平的 $L_{16}(4^5)$ 正交试验 (见表 2)^[6]。

表 2 正交试验因素与水平
Tab. 2 Factors and their levels selected for the orthogonal experimental design

水平	因素			
	PFS 用量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	PAM 用量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	加入 PFS 搅拌时间/s	加入 PAM 搅拌时间/s
1	0.6	2	30	30
2	1.0	5	60	60
3	1.4	10	90	90
4	1.8	15	120	120

选择正交试验中较佳的组合条件, 进行两组平行的验证试验。

操作步骤: 取 200 mL 混合废水于六联搅拌器上, 加入 PFS, 以 300 r/min 快速搅拌, 然后加入 PAM, 再以 60 r/min 慢速搅拌后, 经 2 h 静沉后取上清液进行水质分析。

1.4 测定项目

本试验的分析指标主要是废水中的 COD_{Cr} 和 SS 含量。按照 HJ/T 399-2007《水质 化学需氧量的测定 快速消解分光光度法》测定 COD_{Cr}, 按照 GB 11901-89《水质 悬浮物的测定 重量法》测定 SS, 木素测定参照文献^[7], 参照 ISO 13320《颗粒尺寸分析》测定粒度分布, Zeta 电位测定采用电泳法。并采用“COD 去除率+0.5×SS 去除率”的方法, 对出水水质进行综合评分。

2 结果与讨论

2.1 结果与分析

按表 2 的因素和水平进行的正交试验, 结果和分析见表 3。

表 3 正交试验结果

Tab. 3 Results of the orthogonal test

试验号	PFS 用量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	PAM 用量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	搅拌时间/s		去除率/%		综合评分/%
			PFS	PAM	COD	SS	
1	0.6	2	30	30	40.09	49.36	64.77
2	0.6	5	60	60	36.19	50.24	61.31
3	0.6	10	90	90	36.19	52.25	62.32
4	0.6	15	120	120	35.63	60.44	65.86
5	1.0	2	60	90	41.76	66.36	74.94
6	1.0	5	30	120	35.08	65.10	67.63
7	1.0	10	120	30	39.53	70.02	74.54
8	1.0	15	90	60	36.75	68.63	71.06
9	1.4	2	90	120	54.01	87.78	97.90
10	1.4	5	120	90	48.44	91.31	94.09
11	1.4	10	30	60	50.67	83.25	92.29
12	1.4	15	60	30	47.88	83.88	89.82
13	1.8	2	120	60	43.99	91.81	89.89
14	1.8	5	90	30	49.00	91.31	94.65
15	1.8	10	60	120	60.69	91.94	106.66
16	1.8	15	30	90	64.59	91.06	110.12
K ₁	63.56	81.88	83.70	80.95			
K ₂	72.04	79.42	83.18	78.64			
K ₃	93.53	83.95	81.48	85.37			
K ₄	100.33	84.21	81.10	84.51			
R	36.77	4.79	2.60	6.73			
较优水平	1.8	15	30	90			
因素主次	I	III	IV	II			

从表 3 中可看出, 混凝试验的较佳组合条件为 PFS 用量 1.8 g/L, PAM 用量 15 mg/L, 加入 PFS 和 PAM 的搅拌时间分别为 30 s 和 90 s, 对 COD_{Cr} 和 SS 的去除率分别为 64.59% 和 91.06%; 影响混凝试验综合水质的因素顺序为: PFS 用量>PAM 搅拌时间>PAM 用量>PFS 搅拌时间。

2.1.1 PFS 和 PAM 用量对 COD_{Cr} 去除率的影响

当 PFS 的用量从 0.6 g/L 增加到 1.8 g/L 时, COD_{Cr} 和 SS 的去除率明显地呈现出由低到高, 并趋于平缓的趋势 (见图 1a), 且两者的趋势相似。说明对于这批中纤板废水, PFS 的较佳用量在 1.8 g/L 附近, 用量不足或过大都得不到很好的混凝效果。用量不足, 水中杂质不能得到充分的逆反电荷而脱稳, 混凝物不能凝聚增大; 用量过大, 虽增加多核铁离子的数量, 但架桥作用所必须的粒子表面吸附活性点少, 架桥困难, 同时胶体表面会带上相反的电荷, 使刚脱稳的胶体又重新获得稳定。

PAM 用量对混凝效果的影响较小, 在选择的水平中, COD_{Cr} 和 SS 去除率波动范围较小 (见图 2b)。这是因为 PFS 具有高分子的特征, 使得高分子助凝剂 PAM 的投加量成为次要因素。PAM 虽然对 COD_{Cr}

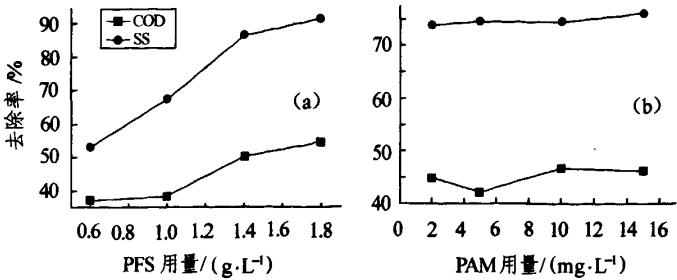


图 1 PFS、PAM 用量对 CODcr 和 SS 去除率的影响

Fig. 1 Removal rates of CODcr and SS influenced by PFS and PAM dosage

的削减影响不大,但其具有强大的架桥、吸附功能,可以使矾花增大、提高沉降速度、改善污泥脱水性能^[8]。因此,对于本试验选用的废水,PAM 用量一般控制在 10 mg/L 以下即可。

2.1.2 搅拌时间对 CODcr 去除率的影响

搅拌时间决定了混凝反应时间。搅拌时间过短,反应不充分,混凝效果不好;搅拌时间过长,会使已经形成的絮体破坏,导致混凝效果变差。

从试验结果看,加入 PFS 和 PAM 后的搅拌时间,对处理效果的影响并不大,但加入 PAM 后的搅拌时间对处理效果的影响,比加入 PFS 后的搅拌时间要显著,这可能是因为加入 PAM 后会形成较大矾花,更加容易受搅拌的影响而破碎。本试验中,以加入 PFS 和 PAM 后的搅拌时间分别为 30 s 和 90 s 时,混凝效果较好。

2.2 验证试验

考虑到虽然 PAM 的较佳用量为 15 mg/L,但 PAM 用量对处理效果的影响并不显著,且 PAM 的价格比较昂贵,因此在验证试验中,PAM 的用量采用 10 mg/L,其余指标采用正交试验确定的较优水平,试验结果见表 4。

表 4 验证试验结果

Tab. 4 Results of the verifying tests

项目	COD cr/ (mg · L ⁻¹)	SS/ (mg · L ⁻¹)	木素/ (mg · L ⁻¹)	颗粒物平均 粒径/μm	Zeta 电 位/mV
废水	10 110	7 680	2 414	7.905	-13.30
平行样平均值	3 985	1 075	366	1.174	-3.79
去除率/%	60.58	86.00	84.84		

从表 4 可见,PFS+PAM 混凝预处理中纤板废水的试验重现性较好,两组平行样的 CODcr 和 SS 的去除率和正交试验十分接近,但略低,这可能是因为验证试验用废水的 CODcr 值略高所致。

本试验对中纤板废水中木素的去除效果也很显著,达 84.84%。木素很难用生物降解,在混凝阶段大幅降低木素含量,为后续生物处理提供了便利。混凝后废水中颗粒物的平均粒径下降,说明混凝去除了粒径较大的颗粒物和胶体,因此废水中的 SS 大幅下降。混凝后废水中的 Zeta 电位也大幅下降,且在要求范围内,说明混凝试验是较成功的^[9]。

3 结论

1) PFS 的用量是影响混凝效果的最主要因素,其次是投加 PAM 后搅拌时间。

2) 以“COD 去除率+0.5×SS 去除率”为指标,本试验确定的较优水平为:PFS 和 PAM 用量分别为 1.8 g/L 和 15 mg/L,搅拌时间分别为 30 s 和 90 s,此时,CODcr 和 SS 的去除率分别达到 64.59% 和 91.06%。

3) 验证试验表明,PFS+PAM 混凝预处理中纤板废水,不仅对 CODcr 和 SS 的去除率较高,且对废水中的木素,及较大的颗粒物和胶体的去除率也较高,降低了废水的 Zeta 电位,为后续生物处理提供了良好的条件。

参考文献:

[1] 谢吉迅. 铁炭微电解-混凝沉淀预处理密度纤维板热磨废水[J]. 工业用水与废水, 2008, 39(3):51-53.

[2] 邹长武, 杨云程, 杨永智. 中纤板废水处理工艺改造实例[J]. 环境工程, 2008, 26(1):92-94.

[3] 刘华. 中密度纤维板废水处理工艺的改进[J]. 工业用水与废水, 2002, 33(4):64-66.

[4] 李杰. 中密度纤维板生产废水的处理[J]. 工业用水与废水, 2005, 36(5):54-55.

[5] 谢付兵, 买文宁, 梁允. 混凝气浮-IC-接触氧化工艺处理纤维板废水[J]. 给水排水, 2008, 34(9):70-72.

[6] 李燕城, 吴俊奇. 水处理实验技术(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2004:234.

[7] 王正. 纤维板废水中溶解态木素的测定方法[J]. 林产工业, 1991, 18(1):37-38.

[8] 沈澄英, 骆丽君. 正交法研究 PFS 和 PAM 对印染废水的处理[J]. 天津化工, 2003, 17(5):30-32.

[9] 王利平, 杨炳武, 金伟如. 水中胶粒 Zeta 电位及影响混凝效果的研究[J]. 包头钢铁学院学报, 1999, 18(4):484-486.

(责任编辑 鲍加芬)