

镁盐和亚铁盐处理活性染料废水的实验研究

严海琳¹, 汤雯雯², 王志良³, 张显球², 杜明霞², 贾国正²

(1 南京师范大学学报编辑部, 江苏 南京 210009)

(2 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210042)

(3 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210036)

[摘要] 分别采用镁盐($MgSO_4$)、亚铁盐($FeSO_4$)以及镁盐—亚铁盐两级絮凝处理活性染料废水. 实验结果表明: 单独采用镁盐处理时, 适宜的投加量为 500 mg/L 左右, pH 为 11~12, 废水 COD 去除率达到 78%; 单独采用亚铁盐处理时, 适宜的投加量为 400 mg/L 左右, pH 为 9, 废水 COD 去除率达到 65%; 采用镁盐—亚铁盐两级絮凝, 镁盐和亚铁盐适宜的投加量分别为 300 mg/L 和 250 mg/L 时, 废水 COD 去除率达到 88% 左右, 出水的 pH 在 9 以下, 可满足生物处理或排放对 pH 的要求. 这种两级絮凝不仅强化了废水的处理效果, 而且利用了亚铁盐水解呈酸性的特点将废水 pH 降到 9 以下, 可省去加酸或加碱环节, 简化了工艺流程, 具有较好实用价值.

[关键词] 染料废水, 絮凝, $MgSO_4$, $FeSO_4$

[中图分类号] TQ 028.8 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2010)04-0072-03

Dye Wastewater Treatment by Flocculation With Mg-salt and Fe-salt

Yan Hailin¹, Tang Wenwen², Wang Zhiliang³, Zhang Xianqiu², Du Mingxia², Jia Guozheng²

(1 Editorial Board of Journal of Nanjing Normal University, Nanjing Normal University, Nanjing 210009, China)

(2 School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

(3 Jiangsu Province Academy of Environmental Science, Nanjing 210036, China)

Abstract The characteristics of dye wastewater include being high in COD concentration, high in colourity, difficult in degradation, difficult in biological-treatment. The treatment on dye wastewater is paid much attention in environmental protection field. In this paper, three flocculation process, namely $MgSO_4$ flocculation, $FeSO_4$ flocculation, and $MgSO_4$ — $FeSO_4$ two-stage flocculation were studied. The results showed: when $MgSO_4$ and pH were controlled at 500 mg/L and 11~12 respectively, COD removal rate was 78%; when $FeSO_4$ and pH were controlled at 400 mg/L and 9 respectively, COD removal rate was 65%; and for $MgSO_4$ and $FeSO_4$ two-stage flocculation, $MgSO_4$ and $FeSO_4$ was controlled at 300 mg/L and 250 mg/L respectively, COD total removal rate was 88%. Therefore, this two-stage flocculation not only can increase COD removal rate, but also can simplify the whole process, which has good economic value.

Key words dyeing wastewater, flocculation, $MgSO_4$, $FeSO_4$

活性染料因色泽鲜艳、色牢度高等优点获得广泛应用, 但伴随产生大量的含活性染料的废水. 该废水通常具有 COD 浓度高, 色度深, 成分复杂, 毒性大, 难降解、难生化等特点, 其治理技术一直是环保领域备受重视的研究课题. 一般说来, 染料废水和印染废水的治理方法主要有生物法和物化法两大类, 其中生化法因处理费用低应用较为普遍. 随着国家对废水排放指标的限制更加严格, 很多以前投产的废水处理装置存在难以继续稳定达标的现象^[1-3]. 目前, 对染料废水和印染废水的处理研究, 除生物强化处理外, 采用高效的混凝技术以减少难降解污染物的浓度和降低后续处理负荷也是解决该类废水问题的重要方法^[4-6].

镁盐和硫酸亚铁是两种广泛应用于染料和印染废水处理的混凝剂^[7-12]. 但单独使用镁盐通常要将 pH 值控制在 11~12, 存在 pH 范围窄和出水需加酸中和处理的缺点; 而单独使用 $FeSO_4$ 对碱度的消耗较大,

收稿日期: 2010-03-05

基金项目: 江苏省环境工程重点实验室开放基金 (KF200906).

通讯联系人: 张显球, 博士, 副教授, 研究方向: 水污染控制. E-mail: zhangxianqiu@njnu.edu.cn

存在絮凝过程加碱的问题,因硫酸亚铁在水中易水解呈酸性.因此,如果将镁盐和硫酸亚铁进行联用,发挥协同效应,可以达到更好的处理效果.本文分别采用镁盐($MgSO_4$)、亚铁盐($FeSO_4$)以及镁盐-亚铁盐两级絮凝处理活性染料废水,考察了它们的工艺参数以及絮凝效果.

1 实验部分

1.1 试验水质

试验用水取自某染料厂废水池,主要为各种活性染料废水的混合废水.水质: pH6~8 COD 3 000~4 000 mg/L

1.2 实验仪器

JJ-1型定时电动搅拌器; pH S-2c型酸度计; FA 20004电子天平;微波密封消解 COD快速测定仪.

1.3 实验方法

镁盐絮凝或硫酸亚铁絮凝:先向废水中投入一定量的 $MgSO_4$ 或 $FeSO_4$,用 JJ-1 型定时电动搅拌器混合均匀,用石灰乳调节 pH,产生沉淀物后进行固液分离,测定此滤液的 COD.

镁盐-亚铁两级絮凝:先向废水中投入一定量的 $MgSO_4$,混合均匀,用石灰乳调节 pH 在 11~12 产生沉淀物后进行固液分离;在分离出的滤液中加入 $FeSO_4$,直到 pH 达到 8~9 再进行固液分离,测定此滤液的 COD.

COD采用微波消解快速法测定^[13].

2 实验结果与讨论

2.1 单独采用镁盐絮凝

(1) pH 对镁盐絮凝效果的影响

$MgSO_4$ 投加量为 500 mg/L, pH 对镁盐絮凝效果的影响见图 1.

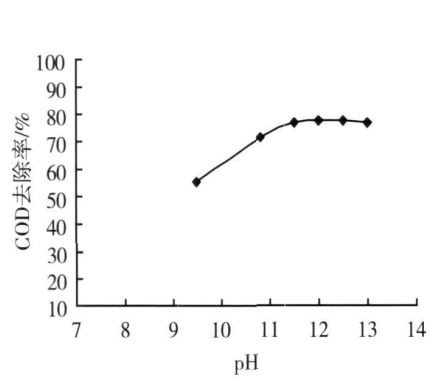


图1 pH对镁盐絮凝效果的影响

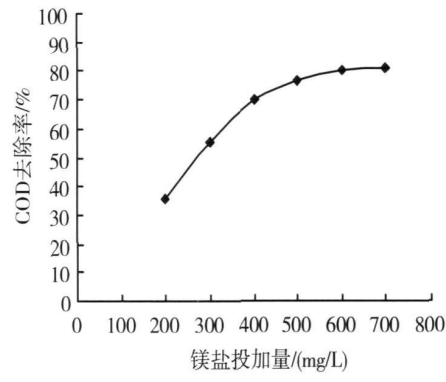


图2 镁盐投加量对COD去除率的影响

Fig.1 The effect of pH on COD removal with $MgSO_4$ at 500 mg/L

Fig.2 The effect of $MgSO_4$ concentration on COD removal

从图 1可以看出, pH 对镁盐的絮凝效果影响很大,当 pH 在 11~12 范围时絮凝效果最好, COD 的去除率达到 78%.这与镁盐絮凝机理有关:当加入碱时, Mg^{2+} 逐渐生成带正电荷的氢氧化镁,它吸附带负电荷的染料阴离子而生成 $A \begin{cases} SO_3-Mg(OH)_2 \\ SO_3-Mg(OH)_2 \end{cases}$.这种吸附选择性很强,升高温度吸附量不是增加而是减少,当 pH 值一旦超出允许范围,染料很容易被解吸下来,表明这种吸附的推动力是静电引力,因而吸附类型可以认为属离子吸附^[9].由于 $MgSO_4$ 在 $pH \geq 9.8$ 时开始形成氢氧化镁沉淀,当 $pH = 11.5$ 时,氢氧化镁沉淀完全,所以 COD 和色度去除率都较高.当 $pH > 12.5$ 后,氢氧化镁颗粒表面所带电荷的性质发生了变化,因而絮凝效果开始下降^[9].

(2) 镁盐投加量对絮凝效果的影响

控制絮凝 pH 在 11~12 $MgSO_4$ 投加量对絮凝效果的影响见图 2 当 $MgSO_4$ 投加量达到 500 mg/L 时, COD 去除率达到 78%,继续增加投加量对絮凝效果没有明显的提高,因此单独使用 $MgSO_4$ 时,适宜的投

加量为 500mg /L

2.2 单独采用亚铁盐絮凝

在 FeSO₄ 投加量为 400 mg/L 时, pH 值对染料废水 COD 去除率见图 3 在 pH 为 9 时投加量对处理效果的影响见图 4

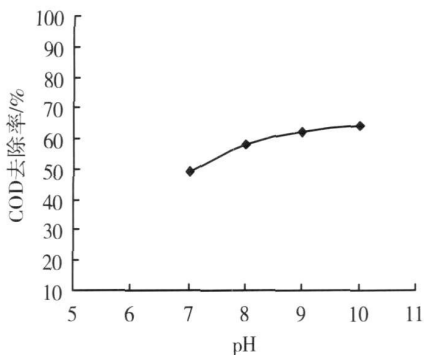


图 3 pH 对亚铁盐絮凝效果的影响

Fig.3 The effect of pH on COD removal with FeSO₄ at 400 mg/L

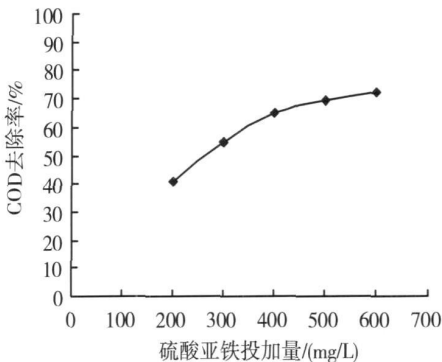


图 4 亚铁盐投加量对 COD 去除率的影响

Fig.4 The effect of FeSO₄ concentration on COD removal

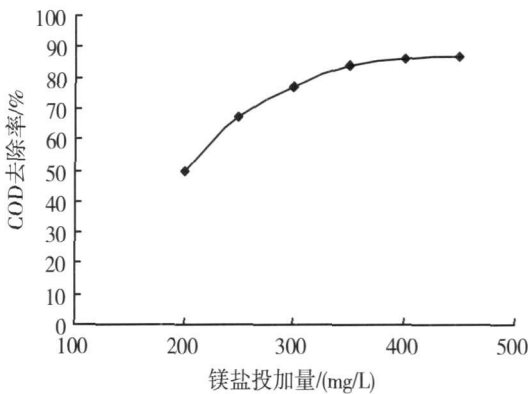
图 3 表明 pH 对亚铁的絮凝效果也具有较明显的影响. 由于 FeSO₄ 水解呈酸性, 并且 Fe²⁺ 在 pH 达到 8 以上时才能较完全形成 Fe(OH)₂ 沉淀, 因此做絮凝剂使用时也需要加碱, 调节 pH 在 8~ 10 范围内.

图 4 表明 FeSO₄ 也是一种对染料废水具有良好处理效果的无机絮凝剂, 在其投加量为 400 mg/L 时, COD 去除率达到 65% 左右. 研究表明, FeSO₄ 除了一般的电中和及压缩双电层外, 还具有络合沉降作用. 在一定条件下, Fe²⁺ 能与染料分子中 - NH₂ - NR₂ - OH 等基团络合生成大分子络合物, 从而降低了染料的水溶性, 使染料溶液具有胶体性质而被混凝去除^[10].

2.3 镁盐——亚铁盐两级絮凝

虽然镁盐对染料废水显示了良好的处理效果, 但 pH 需要控制在 11 以上, 处理后的出水必须进行加酸中和处理. 而 FeSO₄ 水解会造成 pH 值下降, 也需要加碱才能控制絮凝反应的 pH 值达到 8~ 10 内, 否则 FeSO₄ 的处理效果也无法发挥. 因此, 采用镁盐和亚铁两级絮凝, 将硫酸亚铁既作为絮凝剂又作为 pH 调节剂, 则既可强化处理效果又可简化工艺. 镁盐和亚铁盐串联絮凝效果见图 5

由图 5 可知, MgSO₄—FeSO₄ 两级絮凝可较明显提高废水处理的效果, 在镁盐投加量为 300 mg/L, 亚铁盐投加量为 250 mg/L 时, COD 去除率达到 88% 左右; 同时可将絮凝出水的 pH 控制在 9 以下, 满足了后续生物处理或排放对 pH 的要求, 简化了处理工艺.



注: 亚铁盐投加量为 250 mg/L, 可将废水 pH 从 11 降到 9 以下.

图 5 MgSO₄—FeSO₄ 两级絮凝处理染料废水的效果

Fig.5 The effect of MgSO₄ and FeSO₄ two-stage flocculation

4 结论

(1) MgSO₄ 和 FeSO₄ 对染料废水都显示了较好的处理效果, 但单独使用 MgSO₄ 或 FeSO₄ 都要在絮凝过程中加碱调节 pH 值; 而采用 MgSO₄—FeSO₄ 两级絮凝, 可发挥协同作用, 在镁盐投加量为 300mg/L, 亚铁盐投加量为 250 mg/L 时, COD 去除率达到 88% 左右, 较明显提高了处理效果.

(2) 采用 MgSO₄—FeSO₄ 两级絮凝, 既充分发挥了碱式 Mg 盐的离子吸附作用和亚铁的络合反应和絮凝反应作用, 取得良好处理效果, 又有效发挥了 FeSO₄ 水解成酸性的特点将其作为 pH 调节剂, 省去了酸碱调节环节, 简化了废水的处理工艺, 并提高了处理效果, 具有较好的实用价值.

(下转第 109 页)

运动员提供宽松的学训环境,提高就业竞争力^[7];完善竞赛制度,为教练员和运动员提供展示训练成果的实践平台。

3.5 江苏省普通高校高水平运动队训练经费投入不足,经费来源渠道单一。训练场馆设施优良,能保证高水平运动队训练的需要。高水平运动员训练后的恢复未得到重视。各高校尚未配备专门的队医和建立科研攻关团队。建议多渠道筹措资金,加快推进高校高水平运动队的社会化进程;发挥高校科研人才优势,建立科研攻关团队,为江苏省普通高校高水平运动队发展提供有力保障。

[参考文献]

- [1] 彭庆文,陈伟强.普通高校高水平运动队与项目布局的发展现状探析[J].中国学校体育,2007(3):6-10
- [2] 王浩.“省队校办”:“教体结合”新路子的实践研究[J].山西师大体育学院学报,2006(3):96-98
- [3] 于楼成,徐勤儿.江苏省普通高校高水平田径队教练员队伍现状剖析[J].山东体育科技,2007(1):62-64
- [4] 黄炜皓,张瞻铭,郑戴娜.构建高校高水平运动员学籍管理模式[J].西安体育学院学报,2007(2):123-125
- [5] 刘凤.高校高水平运动队发展模式的研究[J].山东体育科技,2005(4):79-80
- [6] 上官戎,易小坚,孙洪涛.普通高校高水平运动队学分制实施现状及对策[J].体育学刊,2006(5):73-75
- [7] 丁海勇.我国高等院校高水平运动员“学训矛盾”的现状及对策研究[J].北京体育大学学报,2007(3):374-376

[责任编辑:陆炳新]

(上接第74页)

[参考文献]

- [1] 李家珍.染料、染色工业废水处理[M].北京:化学工业出版社,2000
- [2] 高蓉菁,夏明芳,尹协东,等.臭氧氧化法处理印染废水[J].污染防治技术,2003,16(4):68-70
- [3] 胡涛,汪玉祥,许干.印染废水的治理研究[J].江苏环境科技,2005,18(4):29-32
- [4] 张显球.絮凝—氧化—微电解—吸附处理活性染料废水[J].环境工程,2003,21(1):29-30
- [5] 苏玉萍,奚旦立.活性染料印染废水混凝脱色研究[J].上海环境化学,1999,18(2):88-90
- [6] 贺启环,张勇.处理印染废水的复合混凝剂研究进展[J].工业水处理,2002,22(6):1-4
- [7] 路平,王敏娟.镁盐对印染废水脱色处理研究[J].工业水处理,2002,22(4):35-37
- [8] 姚晓亮.镁盐复合混凝剂应用于活性染料印染废水脱色的实验研究[J].环境污染治理技术与设备,2006,7(2):93-95
- [9] 许坤,贾智萍,姜兆春.氢氧化镁对水溶性阴离子染料废水脱色的研究[J].环境化学,1998,17(1):94-99
- [10] 张林生,蒋岚岚.染料废水混凝脱色特性及机理分析[J].东南大学学报:自然科学版,2000,30(4):72-75.
- [11] Gao B Y, Yue Q Y, Zhou W Z. Color removal from dye-containing wastewater by magnesium chloride[J]. Journal of Environmental Management, 2007, 82(2): 167-172
- [12] Wang Q J, Luan Zhaokun, Wei Ning et al. The color removal of dye wastewater by magnesium chloride/red mud (MRM) from aqueous solution[J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 170(2/3): 690-698
- [13] 国家环保局.水和废水检测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,1989

[责任编辑:顾晓天]