

# 聚铁处理印染废水实验研究<sup>\*</sup>

蔡 晓 洪金德

(华侨大学化工与生化工程系, 泉州 362000)

**摘要** 探讨聚铁(PFS)的投加量及体系 pH 值对印染废水 COD<sub>Cr</sub>、色度、浊度去除率的影响. 实验表明, 在 pH=5~11, 投加量 1.0~1.8 mL·L<sup>-1</sup> 时, PFS 对含分散和碱性染料印染废水的处理效果较好. 废水 COD<sub>Cr</sub> 去除率在 70% 以上, 色度和浊度去除率也达 80% 以上.

**关键词** 聚合硫酸铁, 废水处理, 印染

**分类号** X 791

印染行业是工业废水排放大户, 排放的废水中含有残留的染料、助剂、浆料、酸碱、无机盐等. 近年来, 随着化纤织物的发展和印染后整理技术的进步, 一些难于生物降解的有机物大量进入废水中, 使得印染废水成为难处理的工业废水之一. 于是, 仍以生化法为主的废水处理手段, 显然不能满足实际要求. 因此, 近年来各国都开展新的生物处理工艺和高效专门细菌, 及新型化学药剂的探索和研究<sup>[1]</sup>. 本文介绍用聚合硫酸铁(PFS)处理印染废水的实验研究情况.

## 1 聚铁混凝机理探讨

无论是何种水源, 或工业废水, 都含有无机物、有机物和生物体等多种多样的杂质. 人们往往把这种杂质分为悬浮物(粒径大于 10<sup>3</sup> nm)、胶体(粒径在 1~10<sup>2</sup> nm 之间)、溶质(粒径小于 1 nm)等. 粒径在 10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup> nm 之间的属于胶体悬浮物过渡阶段, 即细小的悬浮物也具有某些胶体特性. 化学混凝法的混凝对象主要是胶体及接近胶体的细小悬浮物, 因为这类物质在水中不易沉淀, 只能用吸附和混凝法进行分离. 这些胶体颗粒表面带有电荷, 在水体中不停地进行高速运动, 并在颗粒之间的静电作用力和颗粒表面的水化作用下, 使得胶体颗粒之间相距较远, 处于分散稳定状态. 为了除去它, 必须加入强电解质, 使胶体处于胶稳状态. 颗粒在不停地运动中产生碰撞、聚集, 小颗粒逐渐结合成大颗粒, 最后脱离水体重力, 产生混凝沉淀<sup>[2]</sup>.

聚铁是一种盐碱性高价铁的大分子化合物, 它能与水以任意比例快速混溶. 当水溶液中含有多种高价多核络离子, 如 [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup>, [Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>]<sup>4+</sup>, [Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup> 等等, 便通过羟基(-OH)架桥作用, 生成巨大的无机高分子化合物, 其分子量可高达 1×10<sup>4</sup>~1×10<sup>5</sup>. 它对污水杂质的沉淀作用, 正是利用这些多核络离子对污水中胶体微粒的强烈吸附. 通过吸附、架桥、交联, 促进微粒聚集而产生絮凝. 它在吸附胶体微粒的同时, 还发生物理化学变化, 中和悬浮物及

胶体表面的电荷,压缩其扩散层,降低电位.于是颗粒之间的排斥力变小,距离缩小,原来相互排斥的胶体颗粒变成相互吸引.最后结合在一起,形成稳定的化学键.颗粒失去稳定态,形成疏水性絮凝体从水溶液中分离出来.因此,聚铁比其他盐类凝聚能力高、效果好,其原因就在于它能提供高效能的各种高价多核络离子<sup>[6,4]</sup>.

## 2 实验结果

### 2.1 聚铁(PFS)性能

本品为液态,外观红棕色,分子式可用 $[\text{Fe}_2(\text{OH})_n(\text{SO}_4)_{3-(n/2)}]_m$ 表示.其性能指标如附表,表中 $\rho$ 为密度, $\eta$ 为粘度, $C_{[\text{Fe}]t}$ 为全铁含量, $C_{\text{Fe}^{2+}}$ 为二价铁含量,B为碱化度.

附表 聚铁性质

项目	$\rho/\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}(20^\circ\text{C})$	$\eta/\text{MPa} \cdot \text{s}(20^\circ\text{C})$	$C_{[\text{Fe}]t}/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$C_{\text{Fe}^{2+}}/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	pH(原液)	B/(%)
指标	1.35	10.71	2.82	$3.74 \times 10^{-3}$	0.78	12.60

### 2.2 主要仪器

主要仪器有TL-1(A)型COD污水速测仪,721分光光度计,GDS型光电式浊度计,pHS-2型酸度计.

### 2.3 废水性质

本实验的废水取自几个乡镇印染企业,其混合液含有分散、酸性、碱性等染料及相应助剂、浆料等.主要水质特征为pH=9~11,色度200~1600倍,浊度为30~600,COD<sub>Cr</sub>(用重铬酸钾法测定的化学需氧量)为160~800 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,色泽随染料而异,久置有异臭.

### 2.4 实验方法

取800 mL烧杯6只,分别加入500 mL废水,调节pH值,定量加入聚铁,搅拌1~5 min,静置60~90 min.取上层清液测定COD<sub>Cr</sub>、色度、浊度和pH值,其中色度用稀释倍数法测定.

### 2.5 实验结果

由于混凝处理包括吸附、凝聚和沉淀等一系列过程,因而影响因素也较多.我们研究了聚铁的投加量和体系的pH值对废水处理效果的影响.

#### 2.5.1 PFS投加量对废水处理效果的影响

一般情况下,废水COD<sub>Cr</sub>去除率( $d$ )、色度去除率( $k$ )、浊度去除率( $f$ )随着PFS用量 $V_{\text{PFS}}$ ( $\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$ )的增加而增大.但是,当混凝剂用量增至一定值时,再增加用量效果反而不好.这是由于混凝剂的混凝沉淀作用首先要有吸附架桥机会.当PFS投加过量时,虽然增加多核铁络离子的数量,但架桥作用所必须的粒子表面吸附活性点少了,架桥变得困难.同时,又由于粒子间相互排斥而出现分散稳定现象,使所形成的絮凝体重重新变成稳定的胶体<sup>[6]</sup>.经过实验,我们发现混凝剂用量与废水中胶体和悬浮物的含量有关,最佳投药量要通过实验才能确定.本实验pH=9,PFS投加量一般在1.0~1.8 $\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$ .但由于所取废水性质各不相同,因此处理效果也有所差别,结果见图1,2,3.图中曲线1表示主要含酸性染料及相应助剂、浆料等印染废水的处理结果;2表示主要含分散、碱性染料及相应助剂等废水的处理结果;3,4,5表示含分散、碱性、酸性染料及相应助剂的混合废水.由于取样时间不同,废水中各物含量也不相同,所以处理结果也不同(下同)<sup>[6]</sup>.从图中可见,PFS对主要含分散、碱性染料的废水处理效果最好.废水

COD<sub>Cr</sub> 去除率可达 70% 以上, 色度和浊度去除率都在 80% 以上, 最高可达 90%。但对主要含酸性染料的废水, 处理效果不是很好, 如浊度去除率最高也只有 50%。

### 2.5.2 体系 pH 值对废水处理效果的影响

体系 pH 值对混凝沉淀效果的影响是个综合因素, 而且在不同 pH 值下,  $\text{Fe}^{3+}$  水解聚合的形态也不一样 (图 4)<sup>[6]</sup>。所以, 对印染废水中胶体颗粒子和微小悬浮物混凝沉淀效果也不同。

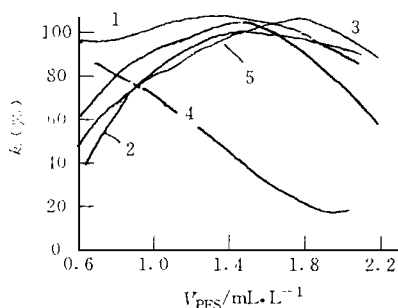


图 2 PFS 投加量与色度去除率关系

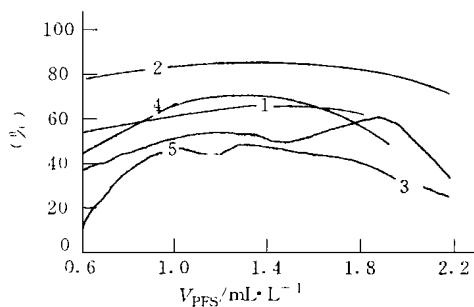


图 1 PFS 投加量与 COD<sub>Cr</sub> 去除率关系

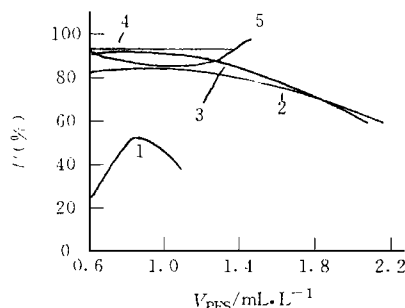


图 3 PFS 投加量与浊度去除率关系

本实验中, 当 PFS 投加量为  $1 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 结果见图 5, 6, 7。从图中可见, 在  $\text{pH} = 5 \sim 11$

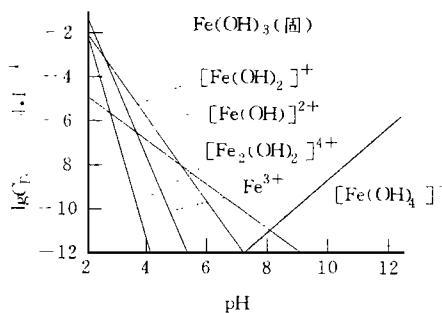


图 4  $\text{Fe}^{3+}$  水解产物浓度与 pH 关系图 5 pH 值与 COD<sub>Cr</sub> 去除率关系

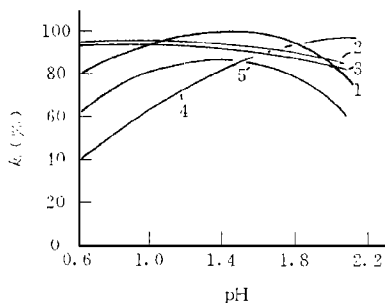
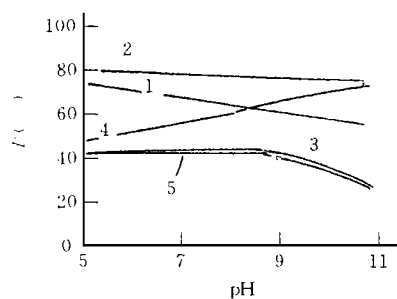


图 6 pH 值与色度去除率关系

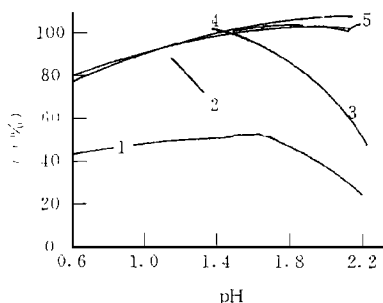


图 7 pH 值与浊度去除率关系

范围内, PFS 还是对主要含分散、碱性染料及相应助剂的废水处理效果最好, COD<sub>Cr</sub> 去除率同

样在 70% 以上,色度和浊度去除率也在 80% 以上,最高同样可达 90% .

### 3 讨论

(1) 由于印染废水所含染料和助剂品种变化较大,因此每批废水处理时,PFS 投加量和体系 pH 值控制必须由实验确定.

(2) 从实验可知,PFS 对主要含酸性、分散、碱性等染料及相应助剂、浆料的废水处理,在 pH= 5~11 范围内都有一定效果.其中对含分散及碱性染料废水处理效果最好,当 PFS 投加量为  $1.0 \sim 1.8 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  时,COD<sub>Cr</sub> 去除率 70% 以上,色度和浊度去除率也达 80% 以上,最高可达 90% .处理后废水清沏透明、无味,可达国家二、三级水质排放标准.

### 参 考 文 献

- 1 沈东升.我国印染废水处理技术的现状和发展趋势.环境污染与防治,1996,18(1):26~28
- 2 范瑾初.混凝技术.北京:中国环境科学出版社,1992.1~9
- 3 马青山.絮凝化学和絮凝剂.北京:中国环境科学出版社,1988.52~56
- 4 秦安荣.聚硫酸铁的絮凝特性及其在环境保护中的应用.上海环境科学,1987,6(1):24~28
- 5 李凤亭.混凝剂聚合硫酸铁反应机理的探讨,给水排水,1994,(8):39~40
- 6 黄惠莉.印染废水脱色菌的选育及脱色研究.华侨大学学报(自然科学版),1997.3:293~296

## Experimental Study on the Treatment of Textile Printing Wastewater by Polymerized Ferric Sulphate

Cai Xiao      Hong Jinde

(Dept. of Chem. & Biochem. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

**Abstract** Regarding to the treatment of textile printing wastewater by polymerized ferric sulphate, or PFS for short, a study is given to the effect of dosage of PFS and pH value of the system on the removal rate of COD<sub>Cr</sub> and that of color and mud as indicated by colority and turbidity. Under the condition of pH 5~11 and PFS dosage of  $1.0 \sim 1.8 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ , best result is obtained in treating textile printing wastewater containing dispersed basic dye. The result is shown by a removal rate of COD<sub>Cr</sub> over 70% and that of color and mud, as indicated by colority and turbidity, over 80% .

**Keywords** polymerized ferric sulphate, wastewater treatment, textile printing