

高浓度聚合氯化铁混凝剂的净水效果^{*}

苗 晶^{1, 2} 岳钦艳^{1* *} 高宝玉¹ 刘玉真¹

(1 山东大学环境科学与工程学院, 济南, 250100; 2 中国海洋大学环境科学与工程学院, 青岛, 266003)

摘 要 采用共聚方法制备聚合氯化铁混凝剂. 试验了它对模拟水的除浊和脱色效果, 对高、中、低浊度的地表水以及炼油废水的处理效果. 实验结果表明: 与 FeCl_3 相比, 聚合氯化铁 (PFC) 具有更好的除浊、脱色效果, COD 去除率、除油率的效果大大提高; W/Fe 摩尔比对 PFC 混凝效果的影响不尽相同, 在实际水处理中, 应根据处理对象的不同, 选择合适的参数以达到最佳的混凝效果.

关键词 聚合氯化铁 (PFC), 除浊, 脱色, COD, UV_{254} .

聚合氯化铁 (PFC) 溶液中含有大量的聚合阳离子, 可高水平发挥混凝作用, 同时聚合氯化铁具有一定的盐基度, 其酸性低于氯化铁溶液, 腐蚀性相对较弱, 因此, 是一种较理想的混凝剂^[1].

本文通过加入稳定剂 W, 制备出高浓度的 PFC; 试验了它对模拟水的除浊、脱色效果; 同时试验了它对地表水和炼油废水的处理效果, 并与氯化铁、工业聚合硫酸铁 (PFS) 进行了比较.

1 实验部分

1.1 PFC 的制备

取一定量的 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 固体置于烧杯中, 配成一定浓度的溶液, 按 W/Fe 摩尔比分别为 0.04, 0.08, 0.12, 0.15 加入一定量的稳定剂 W, 然后加入 Na_2CO_3 至一定的 B 值, 以制备具有不同 W/Fe 摩尔比和 B 值的 PFC, 以 PFC(共) 表示. 制得产品的有效浓度 (按 Fe_T 的质量百分含量计) 为 9% 左右.

1.2 PFC 混凝效果实验

于快速搅拌下 ($120\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$) 向 500 ml 水样中加入一定量的 PFC 混凝剂 (以 Fe_T 计, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 快搅 2 min 后转入慢搅 ($60\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$) 7 min, 静置沉降 10 min, 取一定高度的上清液测定有关水质. 吸取凝聚颗粒, 测量其 Zeta 电位. 用 NaOH 和 HCl 溶液调节模拟水的 pH 值.

在 UV-754 分光光度计上直接测定 UV_{254} ^[2]; 高锰酸钾指数采用酸性条件测定^[3]; COD 采用重铬酸钾氧化法测定^[4].

2 结果与讨论

2.1 PFC 处理模拟水的效果

以高岭土及腐殖酸配制混合悬浊液，该模拟水的浊度为 30NTU，pH= 7.72，370 nm 处的吸光度为 0.170。比较 $B= 1.5$ 的 PFC 与 FeCl_3 、工业 PFS、工业 PAC 的除油脱色效果，实验结果见图 1。由图 1 可知，PFC 的除油脱色效果优于 FeCl_3 和工业 PFS，次于工业 PAC，这与铁盐混凝剂本身的颜色有关。

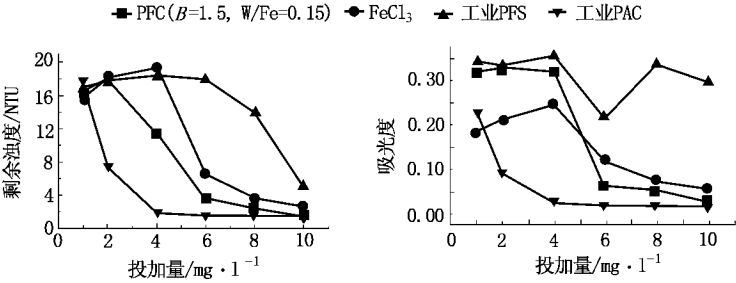


图 1 PFC 与 FeCl_3 、工业 PFS、工业 PAC 除油脱色效果的比较

Fig. 1 The compare of removing turbidity and decolorization efficiencies among PFC, FeCl_3 , PFS and PAC

2.2 PFC 处理黄河水的效果

取黄河济南段水样（2002 年 3 月 18 日），水质为：pH= 8.60，浊度= 756 NTU，SS= 2200 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ，属于高浊度水。用 $B= 1.5$ 的 PFC 与 FeCl_3 、工业 PFS 和 PAC 进行混凝效果比较，结果见图 2。由图 2 可以看出，工业 PFS 的处理效果最差， FeCl_3 在低投加量为 1—2 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 时，效果最佳；投加量 $\geq 4 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 时， FeCl_3 与 $B= 1.5$ 的 PFC 处理效果相近。

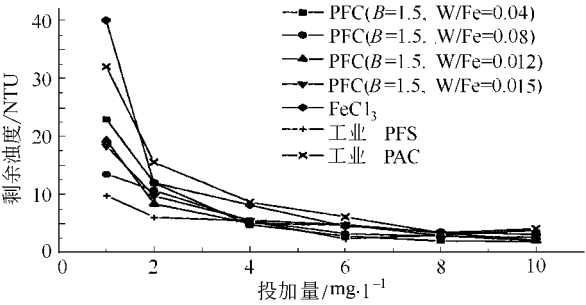


图 2 PFC、 FeCl_3 、工业 PFS 和工业 PAC 对黄河水的除油效果

Fig. 2 The removing turbidity efficiencies of PFC, FeCl_3 , PFS and PAC for Yellow river water

2.3 PFC 处理含油废水的效果

水样取自济南炼油厂废水处理车间的镉油池出水，废水含油量为 104.1 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ， $\text{COD}_{\text{Cr}}= 748.4 \text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 。图 3 是 $B= 1.5$ 的 PFC 和 FeCl_3 处理含油废水的效果。由图 3 可知，除油率和 COD 去除率随 PFC 和 FeCl_3 投加量的增大而增大，在 8—10 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 时获得

最佳处理效果. W/Fe 摩尔比对 PFC 的去除效果也有较大影响: 除油率和 COD 去除率随 W/Fe 摩尔比的增大而增大, 投加量为 $8\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 时, PFC ($B=1.5$, $\text{W/Fe}=0.15$) 获得最佳处理效果, 除油率为 72.02%, COD 去除率为 55.10%. FeCl_3 的处理效果较 PFC ($B=1.5$, $\text{W/Fe}=0.15$) 差, 受投加量的影响较大, 尤其是在 COD 去除率方面. 由此可见, 随 W/Fe 摩尔比的增大, 稳定剂 W 的架桥作用增强, PFC 混凝剂的吸附架桥能力也增强, 所以除油效果和 COD 去除效果提高.

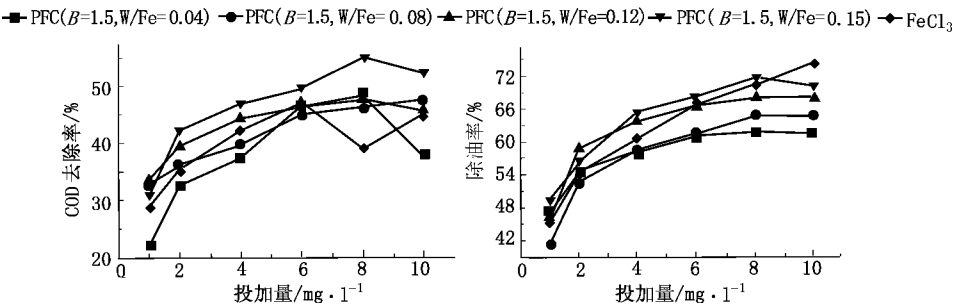


图 3 PFC 和 FeCl_3 对含油废水的处理效果

Fig. 3 The oil removing efficiency of PFC and FeCl_3

2.4 PFC 处理济南小清河水的效果

小清河的水质情况比较复杂, 它汇集了济南市的生活污水以及化工厂、印染厂等几家大的排污企业所排放的工业废水. 水质情况如下: $\text{pH}=7.28$, 浊度= 74NTU, $\text{UV}_{254}=0.893$, $\text{pH}=6.40$, $\text{COD}=226.9\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. 本文实验了 $B=1.5$ 的 PFC 的处理效果, 实验结果列于表 1 中. W/Fe= 0.04 的处理效果较好, 且受投加量变化的影响最小. UV_{254} 的处理效果与 W/Fe 摩尔比的关系不大.

表 1 PFC 处理济南小清河水的效果

测定参数		投加量/ $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$					
		混凝剂 摩尔比					
		1	2	4	6	8	10
剩余浊度 (NTU)	W/ Fe= 0.04	50	37	26	20	17.5	16.4
	W/ Fe= 0.08	49	38	21	14.2	13.7	10.4
	W/ Fe= 0.12	51	38	23	16.4	13.6	10.5
	W/ Fe= 0.15	56	41	19.9	14.5	12.1	9.4
COD 去除率 (%)	W/ Fe= 0.04	82.86	89.52	96.18	83.95	82.86	78.43
	W/ Fe= 0.08	91.75	78.43	79.85	87.30	80.64	76.21
	W/ Fe= 0.12	67.33	91.75	69.55	80.64	70.52	64.22
	W/ Fe= 0.15	67.33	82.86	42.93	62.89	76.21	89.52
UV_{254}	W/ Fe= 0.04	0.824	0.708	0.592	0.517	0.471	0.439
	W/ Fe= 0.08	0.836	0.747	0.580	0.484	0.466	0.410
	W/ Fe= 0.12	0.873	0.777	0.648	0.569	0.526	0.470
	W/ Fe= 0.15	0.890	0.788	0.629	0.533	0.507	0.471

3 结论

(1) W/Fe 摩尔比和投药量均对 PFC 的混凝效果有一定的影响. 在相同的 B 值时, W/Fe 摩尔比对 PFC 的混凝效果有一定的影响.

(2) pH 值对 PFC 的混凝效果有较大影响. 与 FeCl_3 和工业 PFS 相比, PFC ($B=1.5$, W/Fe= 0.12 和 $B=1.5$, W/Fe= 0.15) 具有较宽的 pH 适用范围.

(3) 对于不同的处理对象, W/Fe 摩尔比对 PFC 混凝效果的影响不尽相同, 所以在实际水处理中, 应根据处理对象的不同, 选择合适的参数以达到最佳混凝效果.

参 考 文 献

- [1] 李风亭, 刘遂庆, 无机高分子混凝剂聚合氯化铁的合成方法. 工业水处理, 1999, **19** (6): 26—27
- [2] İdil Arslan, İsl Akmeht Balcıoğlu, Dilek W. Bahmann Advanced Chemical Oxidation of Reactive Dyes in Simulated Dyehouse Effluents by Ferrioxalate-Fenton/UV-A and TiO_2 /UV-A Processes. *Dyes and Pigments*, 2000, **47**: 207—218
- [3] 朱纯祥, 高锰酸盐指数 (IMn) 的测定. 环境化学, 2001, **20** (2): 202
- [4] 奚旦立, 孙裕生, 刘秀英, 环境监测. 北京: 高等教育出版社出版. 1987, 297—299
- [5] 胡勇有, 顾国维, 聚合氯化铝铁的混凝特性及作用机理. 同济大学学报, 1993, **21** (3): 344—348

WATER PURIFICATION BY HIGH-CONCENTRATION POLYFERRIC CHLORIDE (PFC) COAGULANT

MIAO Jing^{1,2} YUE Qin-yan¹ GAO Bao-yu¹ LIU Yir-zhen¹

(1 Environmental Science & Engineering School, Shandong University, Jinan, 250100;

2 College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao, 266003)

ABSTRACT

A series of high concentration polyferric chloride (PFC) were prepared by copolymerization. The removing turbidity and decolorization efficiencies were studied in the simulating water, and the dispose efficiencies for higher, medium and lower turbidity water were also investigated. The differences between PFC and FeCl_3 were compared. The experiment results showed that PFC is superior to the FeCl_3 in term of the removing turbidity, colour, COD, oil and UV_{254} ; W/Fe molar ratio have different influences on the coagulating properties of PFC for unlike water. In water treatment it is necessary that appropriate parameters are chosen according to different objects of treatment to obtain optimum coagulating effectiveness.

Keywords: polyferric chloride, removing turbidity, decolorization, COD, UV_{254} .