

絮凝法处理中药制药废水的试验研究

郑怀礼¹, 龙腾锐², 袁宗宣¹

(1. 重庆大学化学化工学院, 四川 重庆 400044; 2. 重庆大学城市建设学院, 四川 重庆 400045)

摘要: 本文系统地研究了中药制药废水絮凝处理方法及其机理, 所选絮凝剂有聚合氯化铝(PAC)、聚合硫酸铁(PFS)、以及自制聚合硅酸硫酸铁(PFSS)等。研究内容包括: 最佳投药量、pH 值影响、温度影响以及与有机阳离子高分子絮凝剂配合使用效果等。研究结果表明: PFS 较 PAC 有更好的絮凝效果; PFSS 更适合该类废水的治理。所用絮凝剂都存在一最佳投药量: PAC、PFS 为 80~100mg/L, 液体 PFSS 为 1.0mL/L。有机阳离子高分子絮凝剂对 PFS、PAC 可增强絮凝处理效果, 而对 PFSS 则效果不明显; 水温在 20~40 时对絮凝效果影响不大; pH 值是影响絮凝效果的重要因素, 如用纯碱或石灰调至碱性范围, 可以提高处理效果。

关键词: 环境保护; 水处理; 中药制药废水; 絮凝剂; 絮凝法

中图分类号: TQ 314 253; X 703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3770(2002)06-0339-04

絮凝法重要的水处理方法, 絮凝效果的好坏直接影响着相关流程的效果、费用及最终出水水质。本文针对所取中药制药废水的实际条件, 系统地研究了絮凝预处理方法及其机理, 筛选出了几种优良的无机高分子絮凝剂; 为中药制药废水的有效处理进行了有益的探索。

1 实验部分

1.1 仪器和试剂

722 型分光光度计、HJ-4 磁力搅拌机、HH-III 化学耗氧量测定仪(COD 仪)、JJ-4 六联电动搅拌机、PHS-3C 型酸度计、秒表。

PFS、PAC、CPF-110、PFSS(自制, SiO_2 含量为 1.6%), 其他试剂均为分析纯, 分析所用水皆为二次去离子水。

1.2 水样

试验所用废水原水取自重庆太极集团桐君阁制药厂的污水调节池。水温 25~30, 水呈褐色, 有特殊的中药味; pH 在 4.5~5.5 之间, 粘度较低; 浊度约 300 度, COD_{Cr} 在 2000mg/L 以上, 并有少量悬浮物。

1.3 实验方法

1.3.1 PFSS 的制备^[1]

取一定量的 Na_2SiO_3 , 用蒸馏水稀释到一定浓度, 用 H_2SO_4 适当调节其 pH 值, 放置一定时间使硅酸有一定聚合度, 然后加入一定量的 PFS, 熟化后即可得到 PFSS 絮凝剂(液体)。

1.3.2 吸光度的测定

于 380nm 波长处, 用 722 型分光光度计测吸光度, 吸光度可作为色度参考指标。

1.3.3 COD_{Cr} 的测定

吸取一定量待测水样, 用二次去离子水稀释至 COD 仪适用范围, 用 COD 仪测 COD_{Cr} 。

1.3.4 浊度的测定

采用硅藻土目视比色法。

1.3.5 絮凝试验方法

取一定量废水原液, 稀释一定倍数, 调节 pH 值, 搅拌混合均匀, 取其 500mL, 快速搅拌中投加絮凝剂, 再快搅 1~2min (160r/min), 然后慢搅 10min (60r/min), 沉降 15min, 取上层清液测浊度、吸光度、 COD 等。

表 1 不同絮凝剂絮凝效果对照表

絮凝剂	PAC	PFS	FeCl ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	PFSS
加药量(mg/L)	60	60	60	60	80(mL/L)
加药初外观	灰白浑浊	黄、浑浊	黄、浑浊	黄、浑浊	黄、浑浊
沉降速度	快	很快	慢	最慢	很快
矾花生成速度	快	快	慢	较慢	很快
絮体描述	白松大	黄实大	黄、小	黄、小	黄实大

2 结果与讨论

2.1 絮凝剂的初步筛选

按絮凝试验方法,选取 5 种无机絮凝剂进行絮凝试验,试验结果见表 1。

从矾花大小、矾花密实度、絮凝速度等指标看:无机低分子絮凝剂 FeCl₃、Fe₂(SO₄)₃ 生成絮体速度慢,矾花较小,沉降慢;无机高分子絮凝剂 PFSS、PAC、PFS 比低分子絮凝剂的絮凝效果更好。在无机高分子絮凝剂中 PAC 虽然不造色,但絮体松散,污泥量大,PFSS 的絮凝速度比 PAC、PFS 都好。因此,我们筛选出 PFS、PAC、PFSS 作絮凝剂,对中药制药废水絮凝治理方法及其机理进行研究和探索。

2.2 投药量对絮凝效果的影响

按絮凝试验方法,取一定量原水样,稀释后,作 PFS、PAC 和 PFSS 的投药量试验。

实验结果表明,以上几种絮凝剂存在一个最佳投药量。PAC、PFS 最佳投药量为 80~100mg/L,液体 PFSS 最佳投药量为 1.0mL/L 左右。在最佳投药量时,絮凝处理效果最佳。如果在最佳投药量时继续投加絮凝剂,则 COD 去除率反而降低,浊度增加,絮体出现再稳现象。对该类中药废水,PFS 与 PAC 的最佳投药量相近,前者对 COD 的去除率要高于后者,但从吸光度数值上看,PFS 去色效果不如 PAC,这可能是 PFS 本身存在的造色问题,尤其在投药过量时更明显。新型复合无机高分子絮凝剂 PFSS 对 COD 去除率大大高于 PFS 和 PAC,且沉降速度很快;而且在加药过量时,絮体再稳现象也不明显,是适合该水体的更优越的絮凝剂。

2.3 无机絮凝剂与有机高分子絮凝剂配合使用

对 PFS、PAC、PFSS 等几种无机絮凝剂,分别在不同投药量时,加入 0.5mg 有机阳离子高分子絮凝剂(具体为 CPF-110),进行絮凝试验。试验结果见图 1、2、3、4。

由实验可知,投加 PFS 或 PAC 后,再加入少量有机阳离子高分子絮凝剂,絮凝效果均比单一使用

PFS 或 PAC 更好,絮凝速度更快,说明有机阳离子

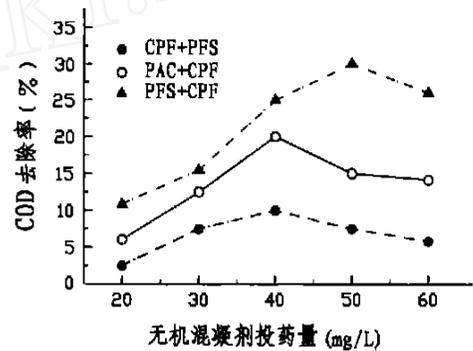


图 1 无机混凝剂与 CPF-110 配合情况

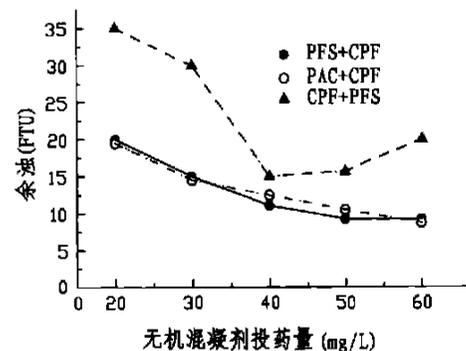


图 2 无机混凝剂与 CPF-110 配合情况

高分子絮凝剂有较强的网捕架桥功能,与无机絮凝剂配合使用可进一步改善絮凝效果。但从图 3 知,对于 PFSS,加入有机阳离子高分子絮凝剂却不能改善絮凝效果。其机理在于:新型复合絮凝剂 PFSS,本身含有高度聚合的硅酸巨分子,可与加入的聚合硫酸铁相互协同作用。所以,PFSS 除具有很强的电中和能力外,并具有很强的网捕和架桥功能,其本身就具有有机高分子絮凝剂的絮凝效果^[2,3]。因此,无需通过加入有机高分子絮凝剂来改善絮凝效果。试验还发现:单独加入有机阳离子高分子絮凝剂几乎没有絮凝作用。这说明,用絮凝法处理中药废水,应首先考虑使水体中的胶体脱稳,即首先是电中和作用,在胶体脱稳的基础上,网捕和架桥功能才能发挥协同作用。此外,从图 4 可知,若先加有机高分子絮

凝剂(CPF-110), 后加 PFS, 絮凝效果要差得多, 甚至不如单一的 PFS。这进一步证实要在胶体脱稳的基础上, 网捕和架桥功能才能发挥协同作用。因此, 对于絮凝法预处理中药制药废水, 无机絮凝剂与有机絮凝剂复配使用时需考虑投加顺序, 这样才能发挥良好效果。否则, 适得其反。正确的投加顺序是, 先投加无机絮凝剂, 适当时间后再投加少许有机高分子絮凝剂。

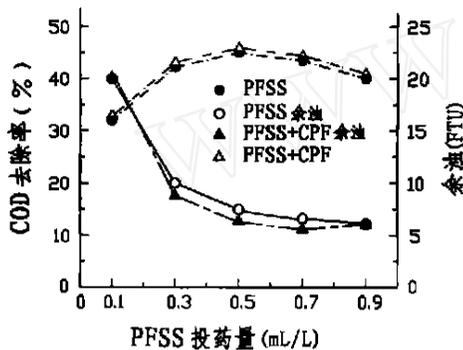


图3 PFSS与CPF-110配合情况

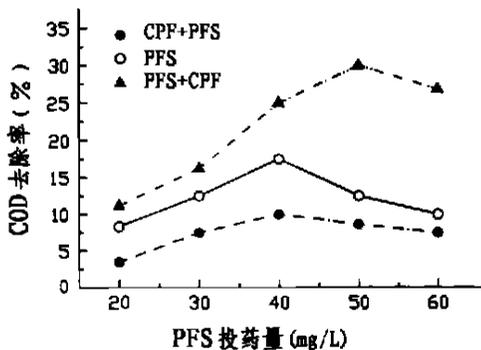


图4 PFS与CPF-110配合情况

2.4 pH 值对絮凝效果的影响

用纯碱或 H₂SO₄ 调节水样的 pH 值, 分别以 PFS、PFS+ 阳离子, PFSS 作絮凝试验, 结果见图 5、图 6。

从实验结果知, 水体 pH 值对絮凝效果影响显著。PFS 和 PFSS 在 pH= 8~ 10 的碱性范围, 处理效果较佳, 絮体生成快, 浊度、COD 去除率也高得多。因此, 在实际应用中, 可先投加纯碱或石灰, 将水体 pH 值调到适宜范围, 以增强絮凝效果。

2.5 水温对絮凝效果的影响

选用自制的 PFSS 做水温影响试验, 结果见表 2。

因该药厂出厂污水温度大约 30 左右, 因此,

只做了 20~ 60 之间的试验。从表 2 知, 在 20~ 40 之间, 温度对絮凝效果无明显影响, 但当水体温度超过 50 时, 浊度、COD 的去除率下降明显。

表 2 水温对絮凝效果的影响

温度 ()	20	30	40	50	60
余油 (度)	8	10	10	15	25
COD 去除率 (%)	45.3	44.6	43	35.6	29.3

备注: 原水浊度约 70FTU。

用 PFS、PAC 作试验, 情况类似 PFSS。因此, 用絮凝法预处理该类中药废水, 不需调整温度。

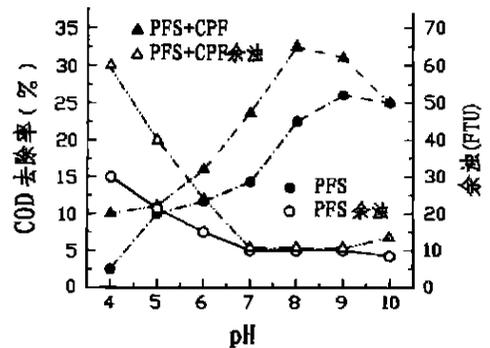


图5 pH对PFS混凝效果的影响

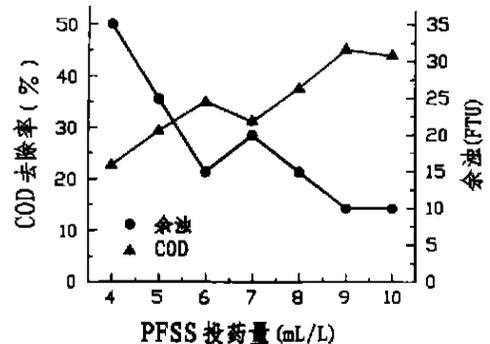


图6 pH对PFSS混凝效果的影响

3 结束语

在处理中药制药废水时, 无机高分子絮凝剂优于无机低分子盐类絮凝剂。在无机高分子絮凝剂中, PFS 与 PAC 比较, PFS 的 COD 去除率更高, 沉降速度更快, 但因 PFS 本身造色, 其色度去除率不如 PAC。自制新型无机复合高分子絮凝剂 PFSS 沉降性更好, COD 去除率也更高(可达 47%), 造色不明显, 是适合该类中药废水预处理的更优越的絮凝剂。

PFS 和 PAC 与有机高分子絮凝剂配合能改善絮凝效果, 但应先投加无机絮凝剂, 再投加有机高分

子絮凝剂。PFSS 与有机高分子絮凝剂配伍则效果改善不明显。

水温在 20~ 40 时对絮凝效果影响不大, 适用于实际条件。因此, 在应用中, 不需调整温度。

pH 值是影响絮凝效果的一个很重要的因素。对于所用絮凝剂, 对该水体在碱性环境中处理效果较好。实际应用中可以投加纯碱或石灰, 将水体调至适宜 pH 的范围, 以提高絮凝效果。

- [1] 郑怀礼, 李和平, 袁宗宣, 等 聚硅酸聚合硫酸铁的研制 [J] 重庆建筑大学学报, 2000, 22(1).
- [2] 胡翔, 周定 高效无机絮凝剂聚硅酸铁铝的研究 [J] 中国环境科学, 1999, 19(3): 266
- [3] 高宝玉, 宋永会 聚硅酸硫酸铁絮凝剂的性能研究 [J] 环境科学, 1997, 18(2): 46

致谢: 重庆建筑大学应用科学与技术系材料化学专业 99 届毕业生俞世俊参加了部分辅助工作, 特此致谢!

参考文献

STUDY ON COAGULATION PRETREATMENT OF THE WASTEWATER PRODUCED THE TRADITIONAL CHINESE MEDICINE

ZHENG Huan-li¹, LONG Teng-ru², YUAN Zong-xuan¹

(1 Faculty of chemistry & chemistry Technology, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2 Faculty of architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing, 400045, China)

Abstract: The coagulation pretreatment of the wastewater from the Traditional Chinese Medicine by using inorganic polymer flocculents, such as PAC, PFS and PFSS, was studied in this paper. The optimum dosages of these flocculents, the effects of the pH value and the temperature were also studied. The effects of the composition between the inorganic polymer flocculents and the organic cation polymer flocculent (CPF-110) were also discussed in the coagulation process. The following research results were gained: The PFS is more efficient than the PAC in the coagulation treatment. The inorganic composite polymer flocculent PFSS (self-made) is the optimum flocculent for this kind of wastewater. Each flocculent used in this process has an optimum dosage. The optimum dosages of the PAC and the PFS are 80-100 mg/L. The optimum dosage of PFSS (solution) is 1.0 ml/L. The CPF-110 can enhance coagulation effects when it is compounded with PAC and PFS, but it can not improve coagulation effects of the PFSS. The temperature of wastewater can't apparently affect coagulation when it is from 20 to 40. The pH value of water affects apparently the coagulation effects. The proper pH range can be gained by adding Na₂CO₃ into the wastewater.

Key words: environment protection; water treatment; wastewater from the Traditional Chinese Medicine; flocculent; coagulation method