

# 聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂处理含酚废水的试验

杨嘉谟,蔡 斌,陈 颖,郑 星

(武汉工程大学环境与城市建设学院,湖北 武汉 430074)

**摘 要:**制备聚硅酸硫酸铝镁新型废水处理剂,将其应用于含有酚类污染物的废水处理试验.实验结果表明聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂最佳制备 Mg/Si 摩尔比为 1:1. 在 pH 为 7、温度 40 ℃、聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂投加量在 0.011 mL/mL 时,废水中苯酚去除率可达 80% 以上.实验结果对含酚废水处理有一定指导意义.

**关键词:**聚硅酸硫酸铝镁;含酚废水处理;酚去除率

**中图分类号:**X703.5

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.05.014

## 0 引 言

工业废水含有较多杂质,例如固体颗粒、油污类以及酚类污染物等,如不经过处理直接排放将给环境造成严重污染.我国污水絮凝处理大多采用聚合硫酸铝或聚合硫酸铁类,成本高、处理效果有限是此类絮凝剂的缺憾之一.聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂(PAMSS)是一种高效、低成本、新型污水处理剂,既可用于污水絮凝处理,也可用于饮用水净化.本文首先制备聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂<sup>[1]</sup>,然后采用制备的聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂对含酚污水进行处理.絮凝剂产生的带正电荷的铝镁胶体以及带正电荷的单核或多核羟基均能与带负电荷的极性酚基胶体进行很好吸附、相互凝聚.对于表面不同部位具有许多电荷的胶体,在相互吸附电中和时,由于空间效应,多个不同电性的胶体粒子就会相互吸引或桥联,从而形成空间网架结构的大型絮状聚合体而沉降.本论文分析影响苯酚去除率的因素,获得最佳制备参数和废水处理操作条件.研究结果对聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂开发和应用以及含酚废水处理有指导意义.

## 1 实验部分

### 1.1 主要仪器和试剂

主要仪器为数控恒温箱,D60-2F 型电动搅拌机,72-E 型分光光度计,pH-2C 型精密酸度计,秒表等.

试剂为九水合硅酸钠、硫酸镁、十八水合硫酸铝(以上均为分析纯)、硫酸、氢氧化钠、溴化钾、溴

酸钾、淀粉、碘化钾、盐酸等.

### 1.2 聚合硅酸硫酸铝镁的制备

称取一定量硅酸钠置于 1000 mL 烧杯,加入水至全部溶解,并搅拌均匀.然后在搅拌的条件下缓慢加入一定体积的 20% 浓度稀硫酸调节 pH 值为弱酸(pH=6.0).在高剪切力作用下一定时间后溶液呈荧光状时,向溶液中加入硫酸铝和硫酸镁溶液,混合均匀后用碱液调节体系 pH 值.在恒温下搅拌 1 h,陈化 24 h,即得到 PAMSS 絮凝剂产品<sup>[2-3]</sup>.

### 1.3 废水处理工艺流程

废水处理工艺流程见图 1.

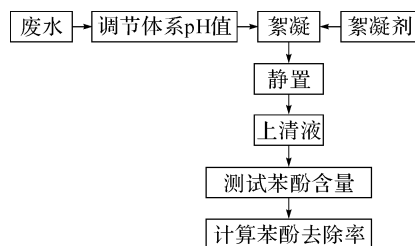


图 1 废水处理流程图

Fig. 1 Treatment process of phenolic waste water

### 1.4 含酚废水制备

称取 0.6 g 苯酚固体溶于一定量水中,配制成 600 mg/L 苯酚溶液.试验时稀释 100 倍,即初始质量浓度为 6 mg/L.

### 1.5 实验分析方法

本文采用单因素试验方法,分别就 PAMSS 的镁硅摩尔比、投加量、废水 pH 值、温度等因素对废水中酚的去除率的影响加以讨论.

1.5.1 标准曲线的绘制 取 6 支 10 mL 比色管,依次加入 0、1、2、3、4、5、6 mL 的酚标准使用液,再分别向其中加入  $6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KBrO}_3$  溶液 1.0 mL、 $7 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KBr}$  溶液 1.0 mL、 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HCl}$  溶液 1.0 mL. 加盖摇匀,在  $40^\circ\text{C}$  恒温水浴中静置 30 min,在空气中冷却至室温,加入淀粉—KI 溶液 1.0 mL,用蒸馏水稀释至标线,摇匀. 10 min 后以蒸馏水为参比液测定吸光度 A,同时做空白试验测出 A 空,以  $\Delta A$  对苯酚的浓度 C 做曲线<sup>[4]</sup>.

1.5.2 苯酚去除率的测定 按照图 1 的方法处理含酚废水,取上层清液一份,按 1.5.1 的试验方法测定其吸光度 A,再与标准曲线对照,算出处理后废水中酚的浓度  $C_2$ .

苯酚的去除率计算式:  $\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$ .

2 实验结果与讨论

影响絮凝效果的因素有很多,在不同的条件下聚硅酸硫酸铝镁对含酚废水中苯酚的去除率会各不相同. 本实验采用单因素试验方法,分别就 PAMSS 中镁硅摩尔比、絮凝剂投加量、废水 pH 值、絮凝过程的温度等因素对废水中苯酚去除率  $\eta$  的影响加以研究和分析.

2.1 PAMSS 中镁硅摩尔比对率  $\eta$  的影响

PAMSS 是一种新型无机高分子絮凝剂聚合物,它是以铝和镁为阳离子,以硅为阴离子而合成的. 因此絮凝剂中镁硅摩尔比对絮凝效果有较大的影响. 固定铝元素和硅元素的的摩尔比,改变镁的物质的量,分别制备不同  $\text{Mg}:\text{Al}:\text{Si}$  的絮凝剂,按照实验方法进行絮凝试验,计算不同镁硅比的絮凝剂对酚的去除率  $\eta$ .

镁硅比与  $\eta$  的关系曲线如图 2 所示.

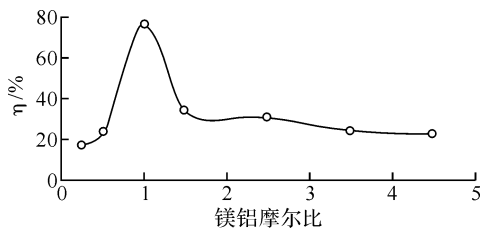


图 2 镁硅摩尔比对  $\eta$  的影响

Fig. 2 Effect of the ratio of magnesium to silicon for  $\eta$

由图 2 可知,当 PAMSS 投加量相同,镁硅的物质的量之比为  $n(\text{Mg}):n(\text{Al})=1:1$  时,含酚废水中酚的去除率最高,处理效果最好,苯酚去除率可达 80% 以上.

2.2 PAMSS 投加量对  $\eta$  的影响

PAMSS 的投加量是影响处理效果的重要因素之一,也是衡量絮凝剂性能的重要指标. 当投加量过少时,将会有部分胶体颗粒未受到絮凝剂的作用,处于悬浮状态;当投加量过多时,会对处理体系的絮凝沉降过程产生不利作用. 制备最佳镁硅比的絮凝剂,选用不同的 PAMSS 投加量,在一定 pH 下进行含酚废水处理试验,求出不同投加量时苯酚的去除率.

PAMSS 投加量与去除率  $\eta$  的关系曲线见图 3.

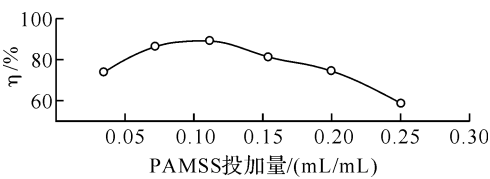


图 3 PAMSS 投加量对  $\eta$  的影响

Fig. 3 Effect of the amount of PAMSS added for  $\eta$

由图 3 可知,在最佳镁硅比条件下,当废水中絮凝剂的投加量为 0.11 mL/mL 时,可以达到最大苯酚去除率.

2.3 pH 值对  $\eta$  的影响

pH 值对废水中的污染物的存在形态及絮凝剂在废水中的絮凝作用有着密切的关系,因此,废水的 pH 值是影响苯酚去除率的一个重要因素. 采用最佳镁硅比的 PAMSS,固定其投加量,改变含酚废水 pH 值,考察 pH 值对絮凝效果的影响.

废水 pH 值与苯酚去除率的关系曲线如图 4 所示.

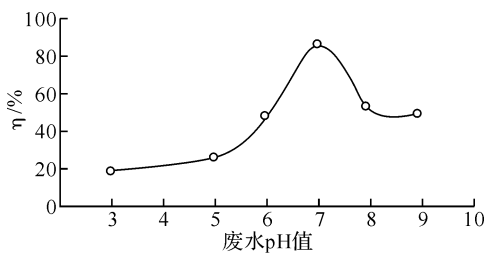


图 4 废水 pH 值对  $\eta$  的影响

Fig. 4 Effect of pH value of waste water for  $\eta$

由图 4 可知,在最佳镁硅比及最佳投加量条件下,当废水的 pH 值为 7 时,含酚废水酚的去除率最大,可达 90% 以上.

2.4 絮凝过程中温度对  $\eta$  的影响

温度也会影响絮凝剂的絮凝效果,低温时絮凝剂不均匀,不能形成大的絮凝团,絮凝效果不佳;高温时絮凝剂高分子链断裂,絮凝效果降低,也无法形成大的颗粒,沉降效果也不好. 本实验采用实验室制备的 PAMSS,在最佳投加量和 pH

下,改变温度,探讨温度对絮凝效果的影响.  
温度与苯酚去除率  $\eta$  的关系曲线如图 5.

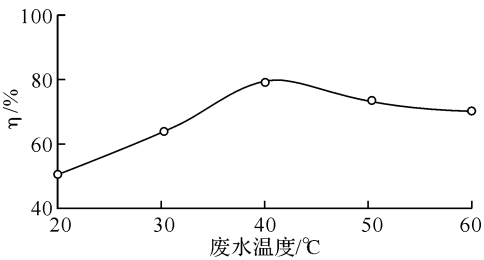


图 5 温度对  $\eta$  的影响

Fig. 5 Effect of temperature for  $\eta$

由图 5 可知,在最佳镁硅比、最佳投加量以及废水的最佳 pH 下,当絮凝的温度在 40 ℃ 时,废水中苯酚的去除率可达到最大,高于 80%.

3 结 语

- a. 利用活化硅酸制备聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂时需在 40 ℃ 恒温水浴,加入硫酸镁和硫酸铝前,调节活化硅酸至弱酸 (pH = 6. 0),同时  $n(\text{Al}):n(\text{Mg}):n(\text{Si})$  控制在 1:1:1,搅拌 1 h,陈化 24 h 得到絮凝剂产品,溶液呈荧光状,无絮凝物.
- b. 以 PAMSS 为絮凝剂对含酚废水处理时,废水中酚的去除率能达到 80% 以上,最佳工艺条件为:投加量在每百毫升废水 11 mL, pH 在 7 左

右,温度 40 ℃,废水中苯酚的去除率最高可达 80% 以上.

聚硅酸硫酸铝镁絮凝剂 (PAMSS) 合成工艺简单,处理废水条件易于在工厂实施. 对于已有混凝沉淀设备的污水处理设施,可以通过少量投资达到酚类等污染物的有效治理. 同时,PAMSS 减少了传统的铝盐絮凝剂在处理过程中有害离子铝的积累,对更高要求的污水排放以及后续处理工序奠定了基础,使废水的循环利用成为可能.

参考文献:

[1] 范文毛,程远杰,唐琦,等. 聚硅酸铝镁絮凝剂的制备及应用研究[J]. 沈阳化工学院学报,2003,17(2):89-91.

[2] 李凡修,李克华,李中宝,等. 聚合硅酸硫酸铝锌处理高含硫含油污水试验研究[J]. 长江大学学报,2007. 4(1):55-60.

[3] 任朝华,张光华. 聚合硅酸硫酸铝镁处理造纸废水[J]. 纸与造纸,2004(5):67-70.

[4] 王新刚,任朝华. 新型絮凝剂 PAMSS 的应用研究[J]. 皮革科学和工程,2004,14(2):53-56.

[5] 赵才. 间接法测定工业废水中微量苯酚[M]. 理化检验-化学分册,2004. 12.

[6] 曾玉彬,黄保军,王益军,等. 无机高分子复合絮凝剂的研究进展及应用[J]. 江苏化工,2008(1):5-8.

Experimental study on treatment phenolic wastewater by polymerized silicate containing aluminium sulfate and magnesium sulfate

YANG Jia -mo ,CAI Bin , CHEN Yin ,ZHENG Xing

(School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074,China)

**Abstract:** A new inorganic polymer coagulant polymerized silicate containing aluminium sulfate and magnesium sulfate(PAMSS)were prepared. The effects of ratio of magnesium to silicon (Mg/Si) and acidity on flocculation were investigated. The results shown that the optimum ratio of magnesium to silicon is 1:1 for PAMSS. The rate of removal phenol is up to 80% under the condion as follows;the amount of PAMSS added is 0. 11 mL/mL water, pH value of water is 7 and temperature of water is 40 ℃.

**Key words:** polymerized silicate containing aluminium sulfate and magnesium sulfate; phenol wastewater;removal of phenol

本文编辑:龚晓宁