

文章编号: 1006-6780(2001)03-0065-03

# 高锰酸钾复合药剂去除水中微量 酚类化合物的效能研究

张 锦, 李圭白, 马 军, 陈忠林

(哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

**摘 要:** 以苯酚及2,4-二氯酚为代表, 系统研究了高锰酸钾复合药剂对纯水中微量酚类化合物的去除效能, 并对苯酚和2,4-二氯酚的作用效果进行了对比研究, 考察高锰酸钾复合药剂对不同酚的去除效果。结果表明高锰酸钾复合药剂对水中微量苯酚和2,4-二氯酚具有较好的去除效果。

**关键词:** 高锰酸钾复合药剂; 苯酚; 2,4-二氯酚; 有机污染; 饮用水; 反应时间; 投药量; 去除效果

**中图分类号:** TU991.2 **文献标识码:** A

## Removal of micro-phenols from water by potassium permanganate composite

ZHANG Jin, LI Gui-bai, MA Jun, CHEN Zhong-lin

(School of Municipal & Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

**Abstract:** Studies the results of removing micro-phenols from water with potassium permanganate composite, and compares the comparative results of removing phenol and 2,4-dichlorophenol with potassium permanganate composite and concludes from test results that potassium permanganate composite has higher efficiencies in removing micro-phenol and 2,4-dichlorophenol from water.

**Key words:** potassium permanganate composite; phenol; 2,4-dichlorophenol; organic pollutants; drinking water; reaction time; amount of chemical added; efficiency of removal

### 0 概述

酚类化合物是我国水体中的一类主要有机污染物, 也是欧美等许多国家优先控制的有机污染物之一, 且氯酚是水中的一种主要致臭物质<sup>[1-3]</sup>。我校曾对高锰酸钾去除水中酚类化合物进行过系统研究。为了进一步提高对水中有机污染物的去除效果, 在前期研究的基础上, 又开发研制出高锰酸钾复合药剂除污染新工艺。高锰酸钾复合药剂(PPC), 就是以高锰酸钾为主剂, 以其他药剂为辅剂的一种复合药剂, 具有比高锰酸钾更好的除污染效能。本文就是以酚类化合物(主要为苯酚和2,4-二氯酚)为代表研究高锰酸钾复合药剂对水中微量酚的去除效能的部分研究结果。

### 1 实验方法

实验中所用水样均为蒸馏水经碱性高锰酸钾法制得的无酚纯水。苯酚及2,4-二氯酚为分析纯试剂并经重蒸制得精致苯酚及二氯酚。将药剂用无酚水配成1.0mg/mL的标准贮备液, 使用时进一步稀释成适当浓度的使用液。所有实验均以震荡反应为主(初始酚含量均为100 $\mu$ g/L), 反应后以0.1mg/L的Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溶液终止反应, 进行剩余酚含量的分析。

收稿日期: 2000-06-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(59825106)

作者简介: 张 锦(1973-), 女, 哈尔滨工业大学博士生。

## 2 高锰酸钾复合药剂对苯酚的去除效果

### 2.1 高锰酸钾复合药剂对苯酚的去除效果

采用无酚纯水(中性pH值)配制初始浓度为 $100\mu\text{g}/\text{L}$ 的苯酚溶液,分别加入不同量的高锰酸钾复合药剂PPC,置于多功能电磁振荡器上反应30min,用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 终止反应,将水样预蒸馏(消除颜色等干扰),采用4-氨基安替比林萃取光度法测定剩余苯酚浓度。结果见图1。

由图1可见,高锰酸钾复合药剂对微量苯酚具有很好的去除效果,投加 $0.5\text{mg}/\text{L}$ 的PPC,即可将苯酚含量由 $100\mu\text{g}/\text{L}$ 降低到 $50.2\mu\text{g}/\text{L}$ ,当投加至 $2\text{mg}/\text{L}$ 可降至 $29.5\mu\text{g}/\text{L}$ ,而再增加投加量至 $4.0\text{mg}/\text{L}$ 时,可将其含量降至约 $4.0\mu\text{g}/\text{L}$ 。由此可见,PPC对苯酚具有很好的去除效果,随着PPC投量的增加,对酚的去除率也不断增加,且在PPC投量达到一定程度时,基本可将苯酚降至饮用水要求标准。

### 2.2 高锰酸钾复合药剂对苯酚去除效能随反应时间的变化

在实验中控制不同的反应时间,研究反应时间对苯酚去除结果的影响。结果见图2。

由图2可见,PPC对苯酚具有较高的去除效能,且反应时间很短,可使苯酚达到较高的去除效果。在开始反应2min时,水中苯酚的剩余浓度就降到 $16.0\mu\text{g}/\text{L}$ 。反应10min时,苯酚剩余浓度降到 $8.0\mu\text{g}/\text{L}$ ,20min时,剩余浓度降至 $3.2\mu\text{g}/\text{L}$ 。由此可见,PPC对苯酚去除率较高,作用时间较短,在初始时,降解速率较快,随着反应时间的延长,苯酚的去除速率逐渐趋于缓慢;作用时间达20min时,再延长反应时间,水中剩余苯酚的浓度已没有明显降低,且此时水中剩余苯酚已基本达到水质标准。

## 3 高锰酸钾复合药剂对2,4-二氯酚的去除效能

### 3.1 高锰酸钾复合药剂对2,4-二氯酚的去除效果

实验方法同去除苯酚相似,结果见图3。

由图3可见,PPC对2,4-二氯酚也具有较高的去除能力。当PPC投量为 $0.5\text{mg}/\text{L}$ 时,水中2,4-二氯酚浓度由 $100\mu\text{g}/\text{L}$ 降至 $82\mu\text{g}/\text{L}$ ,而当PPC投量为 $1.5\text{mg}/\text{L}$ 时,剩余浓度降至 $61.8\mu\text{g}/\text{L}$ ,当PPC投量为 $5\text{mg}/\text{L}$ 时,剩余浓度降至 $6.6\mu\text{g}/\text{L}$ 。由此可见,随着PPC投量的增加,水中剩余氯酚逐渐降低,其规律与2.1中苯酚的结果相似。但与2.1中的结果相比较可以看出,当PPC投量较小时,对2,4-二氯酚的去除效果比对苯酚的去除效果要差。这主要是由于酚类化合物的结构不

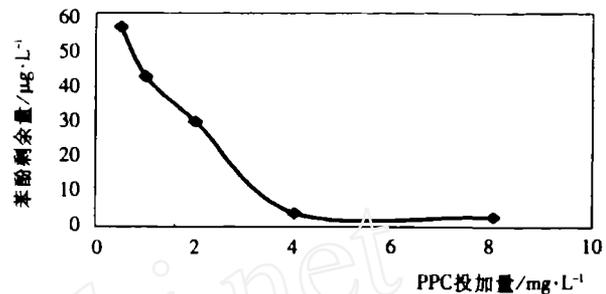


图1 高锰酸钾复合药剂PPC去除苯酚效能

Fig.1 Efficiency of phenol removal by potassium permanganate composite

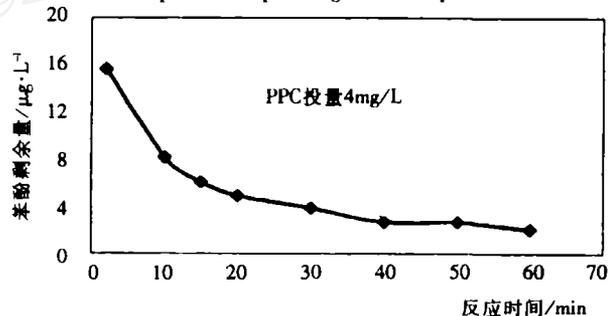


图2 高锰酸钾复合药剂PPC除苯酚效能随反应时间的变化

Fig.2 Removal efficiency curve of phenol by potassium permanganate composite

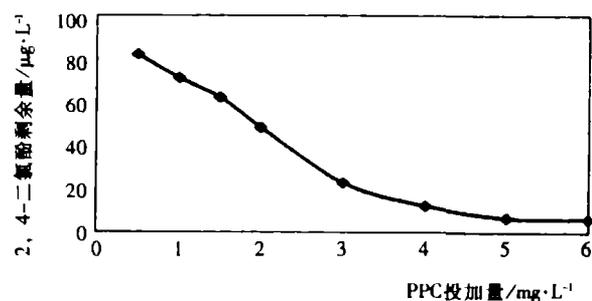


图3 高锰酸钾复合药剂PPC去除2,4-二氯酚效能

Fig.3 Removal efficiency of 2,4-dichlorophenol by potassium permanganate composite

同而引起的,因为2,4-二氯酚是苯酚的二氯取代物,其分子中含有两个氯取代基,而由于氯取代基是强吸电子基,从而可能导致苯环结构相对稳定,不易于被氧化破坏,从而导致其去除效果的降低;而当PPC投量较大时,由于其氧化能力及中间产物水合二氧化锰的吸附作用能力等各种综合作用能力都显著加强,因而对2,4-二氯酚的去除能力也大大提高,这样就抵消了氯取代基的影响,从而对2,4-二氯酚也表现出较高的去除效果。

### 3.2 高锰酸钾复合药剂对2,4-二氯酚去除效能随反应时间的变化

实验方法同2.2,结果见图4。

由图4可见,随着反应时间的延长,PPC对2,4-二氯酚的去除效果逐渐增加,水中剩余2,4-二氯酚的浓度逐渐降低,但在反应时间到达40min以后,再延长作用时间,2,4-二氯酚浓度降低较小,即此时反应速度缓慢。将其结果与2.2中苯酚的结果相比可以看出,PPC对2,4-二氯酚和苯酚的降解动力学规律是基本相似的,但对2,4-二氯酚的降解作用相对比较缓慢。但在适当PPC投量下,经过一定作用时间后,水中剩余2,4-二氯酚浓度也有较大幅度降低,可见PPC对酚类化合物具有明显的去除效果。

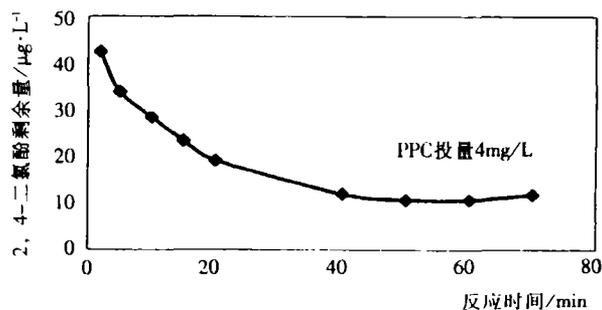


图4 高锰酸钾复合药剂PPC去除2,4-二氯酚随反应时间的影响

Fig.4 Removing efficiency curve of 2,4-dichlorophenol by potassium permanganate composite

## 4 结论

1. 高锰酸钾复合药剂PPC是一种较强的氧化复合性剂,对水中的微量酚类化合物具有较好的去除效果。在一定投量下,可使水中酚类含量降到 $2\mu\text{g/L}$ 以下,可满足我国饮用水卫生标准的要求,是一种有效的水处理强化药剂。

2. 由于2,4-二氯酚中氯取代基的影响,高锰酸钾复合药剂PPC对2,4-二氯酚的作用效果较苯酚要弱,去除率比苯酚低。但当PPC投量增加至一定值时(如PPC投量为 $5\text{mg/L}$ ),PPC对2,4-二氯酚的去除效果基本与对苯酚的去除效果相同,即相对较高投量的PPC,其较强的作用能力可抵消2,4-二氯酚中氯取代基的氧化阻碍作用。而且在相同PPC投量下,如果适当延长反应时间,也能提高PPC对2,4-二氯酚的去除效果,达到与苯酚基本相似的作用效果。

### 参 考 文 献:

- [1] 李圭白, 李星. 污染源治理与饮用水除污染并重[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 1996, (5): 1-4.
- [2] 范洁. 高锰酸钾复合药剂与活性炭联用技术去除水中有机污染物的研究[D]. 哈尔滨建筑大学, 1998.
- [3] 曲久辉, 李圭白. 用高锰酸钾去除地表水中微量酚污染的强化方法[J]. 哈尔滨建筑工程学院学报, 1992, (12): 71-75.