

煤化工废水处理用复合金属 氧化物催化剂的制备与性能研究

申文涛（潞安化工煤基清洁能源有限公司，山西 长治 046200）

摘要：面对煤化工企业组织废水物质处理技术活动过程中催化剂物质使用效果相对较差问题，基于活性焦 ACO 物质基础上成功推进完成了对 Fe_3O_4 物质和 CuO 物质的负载技术过程；借由推进开展比表面分析过程，证实活性焦 ACO 物质与 $\text{ACO}@\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂均具备介孔结构，能够便利实现针对污染物质的吸附作用过程，且同时实现与氧化剂物质的充分接触过程。评价结果显示 $\text{ACO}@\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO/PS}$ 体系具备较为广泛的 pH 适应技术范围，在 pH=5.00 条件下其展现的去除技术作用效果最佳。在复合金属氧化物催化剂物质投加数量为 0.15g/L、PS 物质浓度为 2.40mmol/L 条件下，针对苯二酚物质发挥彰显的降解作用效果最好，实际展现的降解率能够达到 93.00% 以上。XRD 分析结果显示，在化学反应发生前后，催化剂物质的外在形态特征和内部结构均未发生显著变化，具备表现状态良好的稳定性和循环利用技术属性。经由 $\text{ACO}@\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO/PS}$ 体系的处理技术过程后，基于 30.00min 时间范围内，生化尾水物质中的 COD 物质成分的去除率能够提升到 53.00%。在经历过持续 180.00min 时间的化学反应过程后，约占总数 50.00% 以上的总酚物质将得到去除。

关键词：煤化工废水处理；复合金属氧化物催化剂；制备与性能；研究探讨

在煤化工企业组织日常化生产经营活动推进开展过程中，其会产生数量较多的废水物质，其中包含有较高数量比例的有害化学物质，特别是含酚废水物质，能够针对自然生态环境体系，以及人类群体的基本生产生活秩序施加严重不良影响。在煤化工企业组织围绕含酚废水物质运用传统方法推进开展处理技术活动过程中，需要依次实施化学预处理技术步骤、微生物处理技术步骤，以及深度处理技术步骤。在深度处理技术步骤实施过程中，能够全面彻底清除水体环境中包含的 COD 物质、高浓度盐类化学物质，以及有毒有机化学物质，继而支持经由处理后的水满足排放技术标准，系围绕含酚废水物质展开处理技术活动过程中的关键性步骤。在深度处理技术步骤实施过程中，以过硫酸盐物质作为基础组成物质的高级氧化技术处理方法，具备溶解度相对较高、稳定性相对良好，以及成本相对低廉等技术优点，其通常被用于推进开展围绕各种顽固性废水污染物质的处置技术过程。过硫酸盐物质在与有机化学物质单独发生化学反应过程中，其推进速度较为缓慢，需要借助加热处理方式、光照处理方式，以及运用过渡金属离子物质方式等，实现催化处置效果。 Fe^{2+} 离子物质，以及 Cu^{2+} 离子物质等过渡金属离子物质和金属复合材料能够发

挥彰显针对过硫酸盐物质的有效催化作用效果，其实际发挥的催化作用过程推进效率较高，是具备充分经济性的催化技术手段。然而，在实际推进开展大规模技术应用环节过程中，过渡金属物质在催化处置过硫酸盐物质过程中，其分散稳定性表现相对较差，极易发生团聚现象，引致针对过硫酸盐物质发挥的催化活性处在较低水平。

1 实验材料及方法

1.1 主要试剂与仪器

1.1.1 需要使用的主要试剂

①分析纯化级别对苯二酚物质试剂；②分析纯化级别过硫酸钾物质试剂；③分析纯化级别磷酸二氢钾物质试剂；④分析纯化级别亚硫酸钠物质试剂；⑤分析纯化级别碳酸氢钠物质试剂；⑥分析纯化级别碳酸钠物质试剂；⑦分析纯化级别氢氧化钠物质试剂；⑧分析纯化级别硫酸汞物质试剂；⑨分析纯化级别硫酸银物质试剂；⑩分析纯化级别浓盐酸物质试剂。

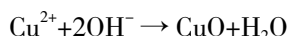
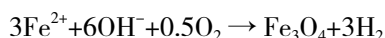
1.1.2 需要使用的主要仪器设备

① JJ-1 型机械搅拌器技术设备；② 5B-1 型 COD 快速测定仪技术设备；③ 帕纳科 Empyrean 型 X 射线衍射仪技术设备；④ A200S-95/12 型电子自旋共振波谱仪技术设备；⑤ SIGMA500-X-Max50 型扫描电子显

显微镜技术设备；⑥ XMT7411 型数显温控仪技术设备；⑦ QUADRASORB ST-KR/MP 型比表面积和孔隙度分析仪技术设备；⑧ Spectrum 100 型傅里叶变换红外光谱仪技术设备。

1.2 制备方法

在制备获取复合金属氧化物过程中，选择使用化学沉淀技术处理方法，具体执行的制备技术操作步骤为：将适当数量的 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 物质和 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 物质溶解到体积为 250.00mL 的去离子水物质中，基于 50.00℃ 的恒温环境中推进开展持续时间为 10.00min 的匀速搅拌处理过程。向溶液物质内部添加质量为 2.00g 的 ACO 物质，接续开展持续时间为 20.00min 的加热搅拌技术处理过程，在此环节结束后，针对溶液物质在持续搅拌处理过程中开展持续时间 5.00min 的曝气处置过程。转移溶液物质并且以 5.00s 每滴的速度添加适当数量的氨水物质，将溶液环境内部的 pH 调节控制在 10.00–11.00，在开展持续时间 1.00h 的缓慢搅拌处理环节后，推进开展持续时间 24.00h 的陈化处置过程。要运用磁铁针对沉淀物质推进开展分离处理技术过程，针对沉淀物开展连续反复多次的洗涤处理过程，直至洗涤液物质呈现出中性，放置在温度技术参数为 105.00℃ 的恒温干燥箱设备内部开展持续时间 24.00h 的烘干处理过程，最终获取到 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质。在上述制备方法具体执行过程中，需要涉及的主要化学反应有：



2 结果与讨论

2.1 红外光谱分析

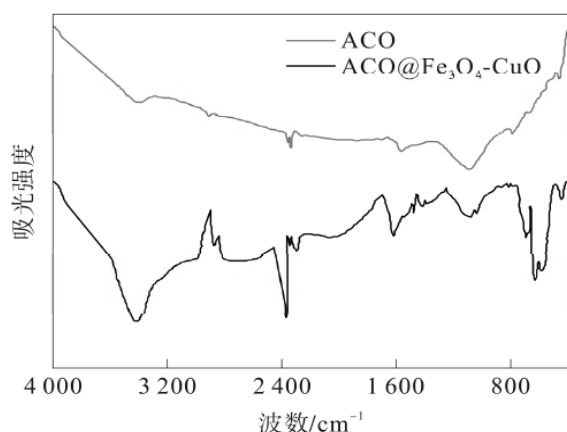


图1 傅里叶变换红外光谱图

从图1中列示的信息可知，波数 3459.00、2338.00、

1563.00、1070.00cm/ 位置均呈现出 ACO 物质的特征峰。基于 622.00cm/ 位置的谱带表示 Cu–O 振动现象，证实载体 ACO 物质上存在分布有 CuO 物质。波数 582cm/ 位置表示 Fe–O 化学键发生的伸缩振动现象，证实实际制备获取的 Fe_3O_4 物质基于 ACO 物质上成功完成负载过程。基于波数 1619.00cm/ 和 1582.00cm/ 位置的峰表示 ACO 碳骨架发生的振动现象，且在负载 $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 物质后的 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 红外谱图能够引致出现红移现象。波数 1070.00cm/ 位置表示呈现的是 C–O 的特征峰，其峰强度在催化剂 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 物质对应的图谱内部呈现出降低变化，且在波数 1161.00cm/ 位置呈现出一条新宽化谱带，这可能是源于部分数量比例的 C–O 转变成 Cu–O–C 引发的。

2.2 XRD 分析

合成的 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 催化剂物质上存在分布有磁铁矿型 Fe_3O_4 物质、氧化铜型 CuO 物质与载体 ACO 物质的特征峰，且峰型较为显著。借由具体观察磁铁矿型 Fe_3O_4 物质、氧化铜型 CuO 物质与载体 ACO 物质的特征峰，可以发现此三种物相的部分特征峰，在单一催化剂特征峰分布范围内具备红移现象或者是蓝移现象，这是源于 ACO 物质上有 Fe_3O_4 物质和 CuO 物质生成。

2.3 比表面积分析

借由分析 N_2 脱附–吸附等温线图可以知晓，ACO 具备较为典型的宽滞后环技术特征，系表现程度显著的介孔组织技术特征，能够基于孔径分布图文本内部获取到程度充分的印证，且孔径集中分布在 2.00–50.00Nm 的介孔区间范围之内。此处出现的介孔孔道能指向 Fe_3O_4 物质和 CuO 物质提供负载技术点位。除此之外， $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质的 N_2 脱附–吸附等温线也具备表现程度较为典型的宽滞后环技术特征，证实 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物物质基于 ACO 物质上负载后得到的 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质仍然具有介孔技术结构。

2.4 催化降解性能影响因素研究

2.4.1 初始 pH 的影响

为探究揭示初始 pH 值围绕 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质催化 PS 降解技术过程针对苯二酚物质施加的影响作用效果，基于反应体系内部基本技术条件维持稳定不变条件下，择选原始 pH 值与 pH 值为 2.00、5.00、7.00、10.00 五组参数推进开

展实验研究活动过程,继而可以获取到不同 pH 设置水平条件下,苯二酚物质的降解过程描述曲线。

当溶液初始 pH 值为 2.00–7.00 区间条件下,围绕苯二酚物质在 30.00min 时间范围内展示呈现的降解率均大于 85.00%。在 pH 为 5.00 的条件下,降解速率最快,催化技术作用效果最明显。

2.4.2 PS 浓度的影响

为探究揭示浓度因素围绕 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质催化 PS 降解技术过程针对苯二酚物质施加的影响作用效果,基于反应技术系统内部基本技术条件维持稳定不变状态条件下,借由改变 PS 物质浓度水平推进开展实验研究技术活动过程,能够具体获取到 PS 物质不同浓度条件下围绕苯二酚物质的降解过程描述曲线。在 0.40–4.00mmol/L 区间范围内,PS 物质浓度对对苯二酚物质的降解技术过程具备技术影响作用。在 30.00min 时间范围内,伴随着 PS 物质浓度从 0.40mmol/L 提升到 2.40mmol/L,对苯二酚物质的降解率从 56.20% 增加到 93.80%,呈现出显著提高变化。

2.4.3 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂添加量的影响

为探究揭示催化剂物质添加数量因素围绕 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质催化 PS 降解技术过程针对苯二酚物质施加的影响作用效果,基于反应技术系统内部基本技术条件维持稳定不变状态条件下,改变 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质的实际添加数量,推进开展具体的实验研究活动过程。伴随着 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质的实际添加数量逐渐从 0.05g/L 提高升到 0.15g/L,对苯二酚物质的降解速率将会呈现出表现幅度显著的提高表现,其主要引致原因,在于数量相对更多 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质催化 PS 物质基于表面创造提供数量充足的活性技术位点,支持助力对苯二酚的降解技术过程。

2.4.4 对苯二酚溶液初始质量浓度的影响

在 30.00min 时间范围内,指向苯二酚物质的降解率测算数值均大于 85.00%。当对苯二酚溶液物质的初始质量浓度超过 60.00mg/L 条件下,随着对苯二酚溶液物质初始质量浓度的持续增加,对苯二酚物质的降解率与降解速率均下降,具备技术参考价值。

2.5 催化剂的循环利用性及稳定性评价

伴随着循环次数的持续增加,针对苯二酚物质的

实际降解率将持续下降,此种现象的可能引致原因,是外加磁场环境在推进开展催化剂物质回收环节过程中,遭受到某种程度的损失问题。前两次实验研究活动过程展示呈现出 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂物质的高催化技术特性,后两次实验研究活动过程中的催化剂物质作用效率虽有某种程度降低变化,但经过 4 次实验研究活动循环过程后,围绕对苯二酚物质展现的降解率仍达到 70.00% 水平。

3 结束语

借由推进开展比表面分析过程,证实活性焦 ACO 物质与 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO}$ 复合金属氧化物催化剂均具备介孔结构,能够便利实现针对污染物质的吸附作用过程,且同时实现与氧化剂物质的充分接触过程。评价结果显示 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO/PS}$ 体系具备较为广泛的 pH 适应技术范围,在 pH=5.00 条件下其展现的去除技术作用效果最佳。在复合金属氧化物催化剂物质投加数量为 0.15g/L、PS 物质浓度为 2.40mmol/L 条件下,针对苯二酚物质发挥彰显的降解作用效果最好,实际展现的降解率能够达到 93.00% 以上。XRD 分析结果显示,在化学反应发生前后,催化剂物质的外在形态特征和内部结构均未发生显著变化,具备表现状态良好的稳定性和循环利用技术属性。经由 $\text{ACO@Fe}_3\text{O}_4\text{-CuO/PS}$ 体系的处理技术过程后,基于 30.00min 时间范围内,生化尾水物质中的 COD 物质成分的去除率能够提升到 53.00%。在经历过持续 180.00min 时间的化学反应过程后,约占总数 50.00% 以上的总酚物质将得到去除。

参考文献:

- [1] 张雨亭.煤化工废水零排放技术的现状与优化措施[J].山西化工,2023,43(09):211-212+226.
- [2] 周胜,吴勇.膜分离技术在化工废水处理中的研究与应用[J].炼油与化工,2023,34(04):10-14.
- [3] 于若鹏,郝燕.膜处理技术在煤化工废水中的应用[J].天津化工,2023,37(04):4-7.
- [4] 王跃梅,庞晶琳,张光明,等.絮凝沉淀法处理煤化工废水的研究进展[J].山东化工,2023,52(14):258-260.
- [5] 豆宏斌,杜峰强.煤化工污水处理中零排放技术应用研究[J].黑龙江环境通报,2023,36(04):159-161.
- [6] 申恩累.煤化工含盐废水处理管线结垢过程及机理[J].化工管理,2023(20):61-64.
- [7] 胡海良.基于节能环保的石油化工废水处理技术[J].化工设计通讯,2023,49(06):12-14+52.