

文章编号:1674-2869(2009)09-0031-04

不同电极材料处理蒽醌蓝染料废水的比较

王莹茹,王 莉

(武汉工程大学环境与城市建设学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:电解法具有比一般的化学反应更强的氧化和还原能力、消耗化学药剂少、适应性强、易于实现自动化控制等优点,对染料废水有很好的处理效果.其中电极材料是电解法处理有机废水的关键.本文分别采用不同电极材料对蒽醌蓝模拟废水进行试验,用水样 COD_Cr 去除率与脱色率表征电极对废水的降解效果.

关键词:蒽醌蓝;电极材料;电解; COD_Cr 去除率;脱色率

中图分类号:X131.2 **文献标识码:**A

0 引 言

电极表面是发生电化学反应的场所,不同电极材料的电子传输能力不同,往往同一反应物质在不同电极上的反应性质也可能不同.

一般来说,电极材料的不同对处理效果影响很大.如果材料选择不当,电解历时和电能消耗都会成倍增加^[1].迄今为止,在电化学氧化处理含难降解有机污染物废水的微观机理方面仍没有突破性的进展,这也成了研究电极材料的瓶颈.其中,电极材料是电化学氧化法处理有机废水的关键.析氧电位高,不一定构成好的阳极,还需要合适的吸附性、持久的稳定性和合理的性价比等,这些都是电极材料研制和应用的重要方向^[2].李勇等^[3]采用自制的合金阳极,与常用的铁阳极和纯铝阳极进行比较,发现合金元素及其微量析出物不仅增大了合金的自溶解能力,而且可破坏钝化膜改善铝的活性.本文以蒽醌蓝染料配制的模拟废水为处理对象,使用价廉易得的材质做电极,考察了不同电极材料对蒽醌蓝染料废水的处理效果.

1 试验部分

1.1 水样来源

试验采用蒽醌蓝染料配制的模拟废水,质量浓度为 500 mg/L.

1.2 试验材料、试剂及仪器

1.2.1 电极材料

铜片、铁片、铝片、锡片、铜网、钛网和铁筒等,平板电极有效面积为 22 cm²,铁筒直径为 6 cm,深 8 cm.

1.2.2 试验仪器

循环泵(BT00 600M);DC. POWER. SUPPLY (TPR-6005D);CM-02 台式 COD_Cr 测定仪(北京双晖京承电子产品有限公司生产);CH-02 台式加热器(北京双晖京承电子产品有限公司生产).

1.2.3 试验装置

为研究电极形状对电化学降解效果的影响,本试验设计了 3 种不同形状的电解装置,分别为平板电极、以阴极为容器的柱状电极和不以阴极为容器的柱状电极.其装置如图 1~3.

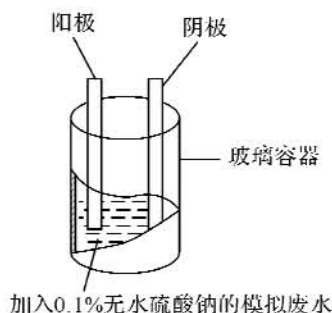


图 1 平板电极

Fig. 1 Parallel electrode

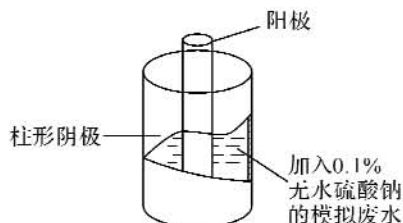


图 2 圆筒形电极(以阴极为容器)

Fig. 2 Cylindrical electrode (a cathode used as a container)

收稿日期:2008-11-14

作者简介:王莹茹(1972-),女,河北保定人,硕士,讲师,研究方向:水污染控制.

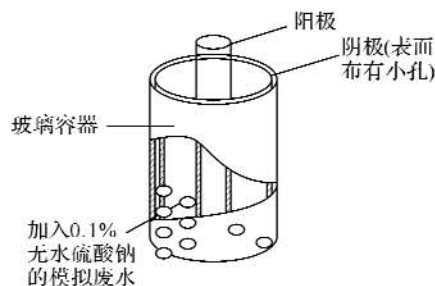


图 3 圆柱形电极(不以阴极作为容器)

Fig. 3 Cylindrical electrode (a cathode not used as a container)

1.2.4 试验方法

取一定量的废水,加入电解质后按照设计方案在 15.0 V 电压下进行电解,每隔 10 min 取 1.5 mL 上清液置于专用比色管中,进行 COD_{Cr} 的测定。其中:

a. 活泼金属作为阳极时,其电解质采用无水硫酸钠。这是由于含氯废水在电解过程中,电解液中含 NaClO_3 及少量的 ClO^- 、 NaClO 和 Cl_2 , 这些物质氧化力强,对电极具有腐蚀性。

b. 惰性金属作为阳极的电极时,分别采用不同电解质,比较其脱色效果与 COD_{Cr} 去除率。

1.2.5 分析方法

a. COD_{Cr} 的测定。采用重铬酸钾法,吸取 1.5 mL 重蒸馏水及 1.5 mL 水样,分别放入专用比色管中,各加入 0.5 mL 100 mg/L 掩蔽剂,摇匀,再分别加入 1.5 mL 0.4 mol/L 消化液及 2.5 mL 催化剂,摇匀。将上述两个专用比色管放入温度为 165 $^{\circ}\text{C}$ 的加热器的加热孔中,15 min 后取出、冷却、擦净、放入 CM-02 型 COD 测定仪中,用测得的标准曲线,以重蒸馏水比色管为空白,进行比色测量, COD_{Cr} 测定仪自动显示出吸光度及 COD_{Cr} 的值。

b. 脱色率的测定。将处理后废水的上清液在特征波长处测量吸光度值与处理前废水的吸光度值作比较,经计算可得到脱色率。其计算公式为。

$$\Delta A = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100\%$$

其中: A_0 为处理前废水吸光度值; A_1 为处理后废水吸光度值; ΔA 为脱色率;

2 结果与讨论

2.1 平板电极电解试验

2.1.1 铜片作阴极,不同材质阳极试验

取 400 mL 模拟废水,加 0.1% 的无水硫酸钠,以铜片作阴极,不同材质阳极试验(极板间距为 4 cm)。开始电解后,各组水样都出现大量气泡。在电解过程中,阴极附近呈现墨绿色,阳极板上有白色

絮状物生成。铁片阳极电解水样颜色变化明显,电解 20 min 后开始变清,约 40 min 时呈微红色。电解 1 h 后,除钛网阳极外,其它 3 组电极的阳极都有不同程度的损耗。试验结果见图 4 和表 1。

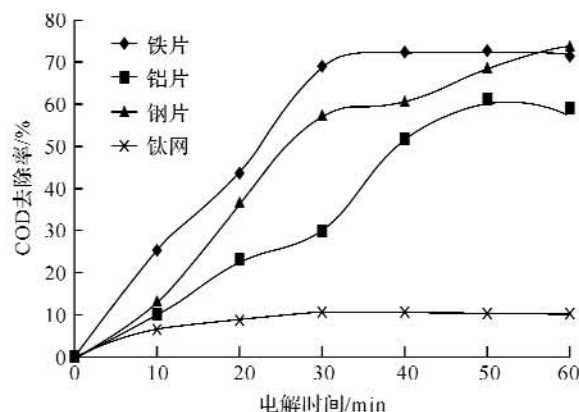
图 4 铜片作阴极不同材质阳极 COD_{Cr} 去除率变化曲线Fig. 4 Blade used as the cathode, different materials used as the anode, COD_{Cr} removal curve

表 1 铜片作阴极不同材质阳极,电解 1 h 后的脱色率

Table 1 Decolorization rate after electrolyzing one hour, blade used as the cathode, different materials used as the anode

阳极材料	铜片	钛网	铁片	铝片
原水样吸光度	0.109	0.092	0.098	0.098
电解后吸光度	0.023	0.076	0.022	0.043
脱色率/%	78.9	17.4	77.6	56.1

由图 4 可知,4 条曲线 COD_{Cr} 去除率均呈上升趋势。其中铁片和铜片阳极对 COD_{Cr} 的最终去除率比较接近。铁片阳极对水样 COD_{Cr} 的去除率明显高于其它组,处理 30 min 后其 COD_{Cr} 值去除率达 70% 左右,且基本趋于稳定。郑曦等^[4]认为,以铁片或铜片做阳极时,电解过程中阳极溶解下来的 Fe^{2+} 可与阴极电解生成的过氧化氢发生化学反应,生成羟基自由基,进而对染料废水降解脱色,故效果最好。由表 1 可以看出,钛网阳极对水样色度去除率最差,铝片阳极次之,铁片和铜片阳极对 COD_{Cr} 与色度的去除率均较好。黄兴华等^[5]认为,阳极电解产生的 Fe^{2+} 及其絮凝产物对脱色有一定贡献。缺点是铁片和铜片阳极腐蚀较严重。

2.1.2 铁片作阳极,不同材质阴极试验

取 400 mL 模拟废水,加 0.1% 的无水硫酸钠,以铁片为阳极,不同材质阴极试验(极板间距 4 cm)。开始电解后,铁质阴极电解的水样出现的气泡明显比其它组多且水样颜色变化明显。在电解过程中,同样在阴极附近呈现墨绿色,阳极板上有白色絮状物生成。电解 1 h 后,铁片均出现腐蚀,

试验结果见图 5 和表 2。

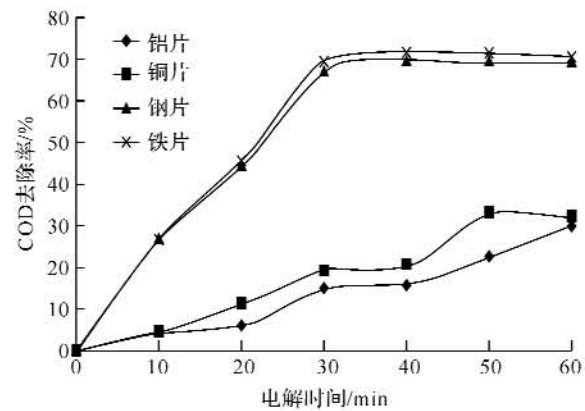


图 5 铁质阳极不同材质阴极 COD_{Cr} 去除率变化曲线
Fig. 5 Iron used as the anode, different materials used as the cathode, COD_{Cr} removal curve

表 2 铁质阳极不同材质阴极, 电解 1 h 后的脱色率
Table 2 Decolorization rate after electrolyzing one hour, iron used as the anode, different materials used as the cathode

阴极材料	铜片	铝片	铁片
原水样吸光度	0.098	0.088	0.098
电解后吸光度	0.022	0.052	0.019
脱色率/%	77.6	40.9	80.6

由图 5 可以看出, 分别以铜片和铁片为阴极时, COD_{Cr} 的去除效果都较好, 处理 30 min 后 COD_{Cr} 的去除率达到最大。以铜片和铝片作阴极, COD_{Cr} 的去除率较差。图 4 与图 5 比较可明显看出, 以铁质材料作电极, 水样的 COD_{Cr} 去除率要好过铜、铝材质电极, 由表 2 可知以铜与铝为材质的电极对萘醌蓝废水的脱色率效果也不明显。

2.2 三种不同形状电极的比较

阴阳极均为铁质材料, 分别采用图 1, 2, 3 的装置图, 试验水样 250 mL, 加 0.1% 的无水硫酸钠, 开始电解后, 各组水样均出现大量气泡。三种不同形状电极的比较试验结果见图 6 和表 3。

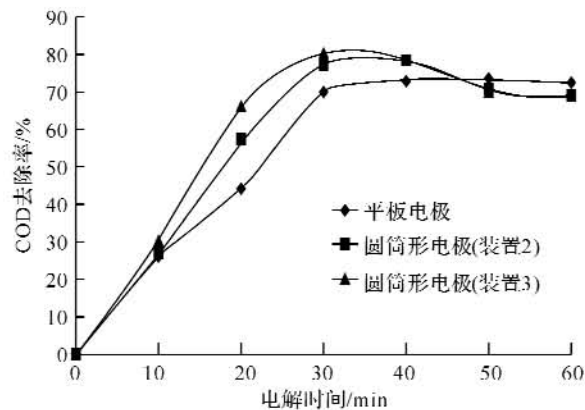


图 6 不同形状电极 COD_{Cr} 去除率变化曲线
Fig. 6 With different shapes of the electrode, COD_{Cr} removal curve

表 3 不同电解装置电解 1 h 后的脱色率
Table 3 Decolorization rate after electrolyzing one hour with different shapes of the electrode

电极类型	平板电极	圆筒形电极(装置 2)	圆筒形电极(装置 3)
原水样吸光度	0.097	0.101	0.099
电解后吸光度	0.021	0.032	0.03
脱色率/%	78.4	68.3	69.7

由图 6 可知, 电解 30 min 后, 两圆筒电极对 COD_{Cr} 的去除率相近且均高于平板电极。与黄兴华等^[5]所得结论一致: 圆筒形电解装置优于平板电解装置。但随着电解时间的延长, 圆筒电极对水样 COD_{Cr} 的去除率开始降低, 初步分析可能是电解过程中产生了小分子有机物导致 COD_{Cr} 值升高。因此认为圆筒形电极最佳电解时间为 30 min。

2.3 不同阳极的圆筒形电解装置的处理效果

由图 6 可知在圆筒形电解装置下电解时间取 30 min 进行对比。其中模拟水样为 350 mL, 加 0.1% 的无水硫酸钠, 以铁筒为阴极, 分别以铝片、铁片、铜片、锡片为阳极进行电解试验, 试验结果见图 7 和表 4。

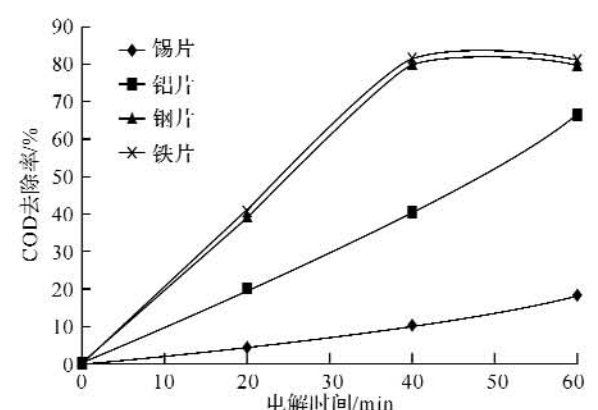


图 7 铁质圆筒形阴极, 不同材质阳极, COD_{Cr} 去除率变化曲线
Fig. 7 Iron cylinder used as the cathode, different material used as the anode, COD_{Cr} removal curve

表 4 铁质圆筒形阴极不同材质阳极, 电解 30 min 后的脱色率
Table 4 Decolorization rate after electrolyzing one hour, iron cylinder used as the cathode, different material used as the anode

阳极材料	锡片	铜片	铝片	铁片
原水样吸光度	0.092	0.098	0.098	0.102
电解后吸光度	0.058	0.014	0.041	0.014
脱色率/%	37.0	85.7	58.2	86.3

以上各组反应时都有大量气泡出现。电解过程中, 水样表面铺满了墨绿色气泡, 反应速率快。

由图 7 可知, 铁片和铜片阳极对 COD_{Cr} 的去除率相近, 且比铝片和锡片阳极的处理效果好。从脱色情况来看也是如此, 电解 30 min 后, 铁片阳极

处理过的水样脱色率达 86.3%,与钢片阳极的处理结果相近,而锡片阳极处理过的水样脱色率仅为 37%.

3 结 语

a. 用活泼金属作电极对废水 COD_{Cr} 的去除效果和脱色效果都较好,但用铁质材料作阳极时,处理效果虽好但腐蚀较严重.

b. 使用筒状电极增加了电解反应速率,在与平行电极达到同样 COD_{Cr} 去除率的条件下,可以显著缩短电解时间.

c. 对于惰性电极,虽然耐腐蚀,但处理效果远不如活泼金属电极.

参考文献:

- [1] 黄兴华,王黎明. 电化学处理染料废水的研究[J]. 高压电器,2002,38(5):79-80.
- [2] 张乐华,朱又春,李勇. 电解法在废水处理中的研究进展[J]. 水处理技术,2002,28(5):253-255.
- [3] 李勇,朱又春,宋卫锋,等. 阳极材料对废水电化学处理能耗和净化效果的影响[J]. 环境污染治理技术与设备,2004,5(8):39-42.
- [4] 郑曦,陈日耀,陈晓,等. 电化学法生成 Fenton 试剂及其在工业染料废水降解脱色中的应用[J]. 环境污染治理技术与设备,2001,4(8):72-76.
- [5] 黄兴华,王黎明,关志成,等. 电化学法处理染料废水的研究[J]. 高压电器,2002,5(10):22-23,26.

Study on the treatment of anthraquinone dye wastewater with different electrode material

WANG Ying-ru, WANG Li

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

Abstract: Electrolysis is a chemical reaction that have more oxidation and reduction capacity, with little consumption of chemicals, highly adaptable and easy to realize the advantages of automation etc. Therefore it has a very good effect on dye wastewater treatment. Electrode material is the key to the treatment of organic wastewater. In this experiment, in order to observe the effects of these electrodes on the degradation of waste water, we use different electrode materials on the anthraquinone-simulated wastewater by means of electrolysis and test the degradation rate of COD_{Cr} and decolorization rate.

Key words: anthraquinone portland; electrode material; electrolysis; COD_{Cr} removal; decolorization rate

本文编辑:萧 宁