

文章编号 1000-5013(2006)03-0304-03

活性炭对印染废水中碱性紫的吸附作用

周 峰 林金清 姚晓亮 李德炳

(华侨大学材料科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要 用活性炭吸附模拟废水中的碱性紫染料,研究 pH 值对吸附性能的影响,得出当 pH 值为 8~10 时,对碱性紫的去除率最大。酸性、中性和碱性条件下的饱和吸附量($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)分别为 233.57、260.38 和 507.17。同时用 KOH 进行改性,借助红外光谱表征改性前后活性炭表面官能团的变化,并测定改性后活性炭的吸附等温线。结果表明,KOH 的改性使活性炭表面带有更多的碱性基团,增加了吸附活性位,提高对碱性紫的吸附量,中性条件下饱和吸附量达 $350.77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,比改性前提高 35%,吸附等温线符合 B. E. T 方程。

关键词 活性炭, 吸附量, 碱性紫染料, 改性, 吸附等温线, 印染废水

中图分类号 X 791.031; O 613.71

文献标识码 A

活性炭吸附法能经济、有效地去除印染废水中的有机染料,经处理后的水能达到回用标准^[1~4]。活性炭的孔结构和表面基团是决定其性质的两个基本要素,孔结构主要影响活性炭的吸附容量和吸附速率,表面基团决定了对特定物质的吸附选择性。已有研究表明,KOH 碱熔法活化是至今为止最有效的提高活性炭比表面积并降低灰份的方法^[5,6]。本文采用粉状活性炭吸附废水中的碱性紫,考察了 pH 值对吸附性能的影响,测定了碱性紫在不同酸碱条件下的吸附等温线。根据碱性紫含有氨基等碱性基团的特征,采用 KOH 碱熔法对活性炭进行改性,研究改性前后活性炭表面官能团的变化及其对碱性紫吸附性能的影响。

1 实验部分

(1) 实验废水及其分析方法。以碱性紫(5BN)染料配制模拟废水,分别用稀 HCl 或 NaOH 溶液调节废水的 pH 值。浓度由 756 型紫外-可见光光度计在 $\lambda = 550 \text{ nm}$ 处测定,pH 值用奥立龙 868 型 pH 计测定。脱色率 S 按下式计算,即 $S = [(C_0 - C_t) / C_0] \times 100\%$ 。(2) 吸附实验。吸附平衡时间的确定。取 50 mg 活性炭与 100 mL 不同浓度的废水,拟定不同的吸附时间,在电热恒温振荡器中(DKZ-2 型)保持 30 min 进行振荡吸附。吸附处理后的水样在离心机中以 $4000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的速度分离 20 min,取清液进行浓度分析,并确定不同初始浓度的碱性紫废水达到吸附平衡所需的时间。本文确定吸附平衡时间为 150 min。(3) KOH 的改性实验。将活性炭在不同浓度的 KOH 溶液中浸泡 1 h,过滤,干燥。然后置于马弗炉中,通入氮气($100 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$), $m(\text{KOH})/m(\text{活性炭}) = 4/1$,以 $5^\circ \text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 升温至 800°C ,保持该温度活化 40 min。自然冷却至室温,取出用蒸馏水反复洗涤 3~5 次,并过滤,以去除残留的钾盐和灰份,直到洗涤液的 pH 值呈中性。最后,在 110°C 下干燥至恒重,得到改性活性炭。

2 结果与讨论

2.1 pH 值对吸附效果的影响

在活性炭的用量为 $700 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,振荡吸附 2.5 h,温度为 30°C 下,考察 pH 值对碱性紫去除率的影响。

收稿日期 2005-1-1

作者简介 周 峰(1980-),男,硕士研究生,主要从事印染废水处理的研究;通信作者:林金清(1963-),男,教授,E-mail:linlab@hqu.edu.cn

基金项目 福建省自然科学基金资助项目(E0210022)

响,如图 1 所示.由图中可以看出,当 pH 值在 8~10 时,活性炭对废水中碱性紫的去除率最大;当 pH 值小于 8 或者大于 10 的时候,去除率都急剧下降.因此,用活性炭吸附处理含碱性紫废水的适宜 pH 值是 8~10.

2.2 吸附等温线

在酸性(pH=5.8)、碱性(pH=9.3)和中性(pH=7.2)条件下考察活性炭对碱性紫的吸附等温线,如图 2 所示.从图可看出 3 条曲线都呈 S 型,表现出典型的多层吸附特征.同时,碱性条件下的平衡吸附

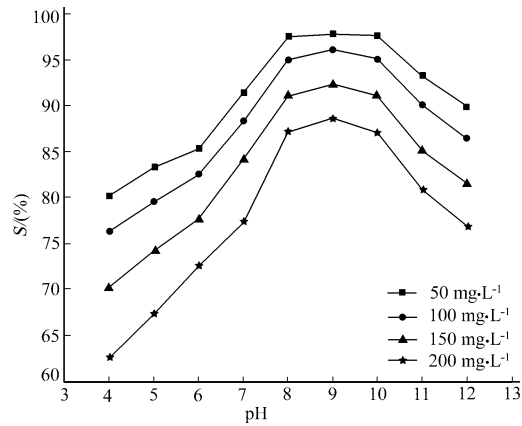


图 1 pH 值对碱性紫去除率除率的影响

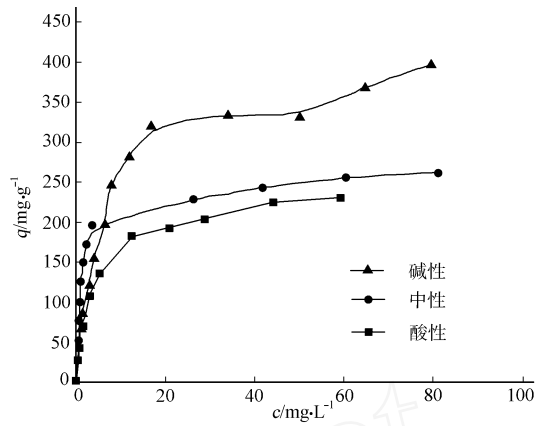


图 2 吸附等温线

量(q)大于酸性和中性条件下的平衡吸附量,这与前述实验结果是一致的.采用 B. E. T 吸附公式对等温线进行关联.液相吸附的 B. E. T 公式为

$$q = q_m c_1 \frac{c}{c_s} / [(1 - \frac{c}{c_s}) (1 - \frac{c}{c_s} + c_1 \frac{c}{c_s})].$$
 (1)

在式(1)中, q 为平衡吸附量, c 为吸附平衡时溶液的浓度, c_1 为常数, q_m 为饱和吸附量, c_s 为饱和溶解度.可整理为线性方程,有

$$Y = \frac{1}{q_m c_1} + \frac{c_1 - 1}{q_m c_1} X.$$
 (2)

上式中, $Y = \frac{c}{c_s} / q (1 - \frac{c}{c_s})$, $X = \frac{c}{c_s}$.实验数据用式(2)拟合,结果如表 1 和图 3 所示.可见,碱性条件下的饱和吸附量最大,达到 507.17 mg·g⁻¹,中性和酸性条件下依次降低.

表 1 B. E. T 吸附等温线关联结果			
pH	5.8	7.2	9.3
$q_m / \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	233.57	260.38	507.17
相关系数	0.999	0.990	0.994

2.3 改性前后活性炭的红外光谱分析

改性前后活性炭的红外谱图,如图 4 所示.由谱图可以看到,3 426 cm⁻¹的吸收峰是 -OH 的伸缩

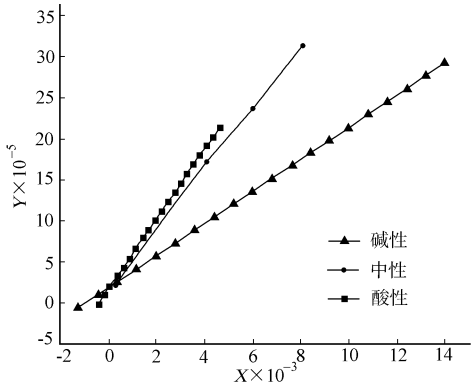


图 3 B. E. T 回归曲线

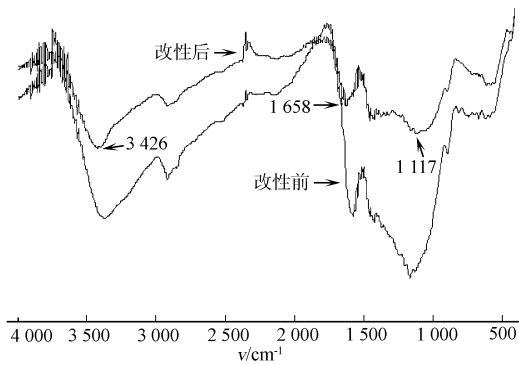


图 4 改性前后活性炭的红外光谱图

振动吸收峰,1 658 cm⁻¹的吸收峰是 C=O 的伸缩振动吸收峰,1 117 cm⁻¹的吸收峰是 C-OH 的伸缩振动吸收峰.这说明,改性后的活性炭表面增加了碱性基团,从而有利于对碱性紫的吸附.

2.4 改性前后活性炭对碱性紫吸附性能的影响

经 KOH 改性处理后的活性炭,在中性条件下对碱性紫的吸附等温线,如图 5 所示.改性处理后的活性炭经 B. E. T 回归,其饱和吸附量为 $350.77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,比改性前 $260.38 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 的增加了 35 %.这是由于改性后增加了活性炭表面的碱性基团,从而增加了表面吸附的活性位,增大了对碱性紫的亲合力,因此吸附量明显增大.

3 结束语

(1) pH 值对脱色率和平衡吸附量都有较大的影响,pH 值在 8~10 时,脱色率最大.(2) 吸附服从 B. E. T 多层吸附等温线,酸性、中性和碱性条件下的饱和吸附量 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) 分别为 233.57, 260.38 和 507.17.(3) KOH 的改性使活性炭表面的碱性基团增加,表面的吸附活性位增多.与未改性的活性炭相比较,其吸附能力有明显提高,是一种可取的改性方法.

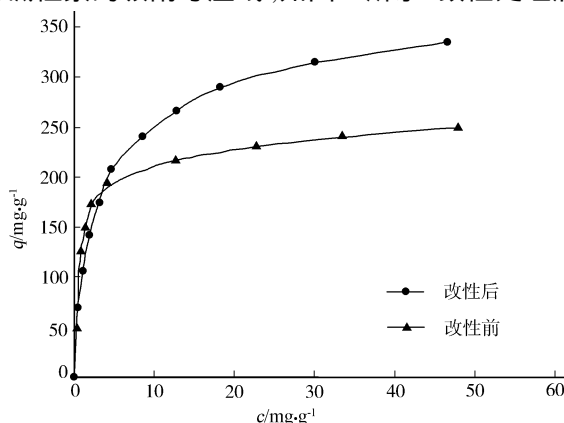


图 5 改性前后吸附量的比较

参 考 文 献

- 1 彭会清,许 开. 印染废水处理现状与进展[J]. 四川纺织科技, 2003, (2): 11~14
- 2 Nakagawaa K, Narnba A. Adsorption of phenol and reactive dye from aqueous solution on activated carbons derived from solid wastes[J]. Water Research, 2004, 38(7): 1 971~1 978
- 3 Walker G M, Weatherley L R. Adsorption of acid dyes on to granular activated carbon in fixed beds[J]. Water Research, 1997, 31(8): 2 093~2 101
- 4 Namasivayam C, Kavitha D. Removal of congo red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste[J]. Dyes and Pigments, 2002, 54(1): 47~58
- 5 Tsai W T, Chang C Y. Adsorption of methylene-chloride vapor on activated carbons[J]. Journal of Chemical and Biotechnology, 1994, 61(2): 145~151
- 6 Julien F, Baudu M, Mazet M. Relationship between chemical and physical surface properties of activated carbon[J]. Water Research, 1998, 32(11): 3 414~3 424

Adsorption of Alkaline Purple Dye from Simulated Waste water

Using Activated Carbon and Its Modification

Zhou Feng Lin Jinqing Yao Xiaoliang Li Debing

(College of Material Science and Engineering, Huaqiao University, 362021, Quanzhou, China)

Abstract Activated carbon was used to adsorb alkaline purple dye from simulated wastewater. The influence of pH on the performance of adsorption capacity was studied. The best removal result was got in the pH range 8~10. The adsorption isotherms were accorded with B. E. T equation. The saturated adsorption capacity under acidic, neutral and alkaline conditions were $233.57 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, $260.38 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and $507.17 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively. Meanwhile, KOH was used to modify the activated carbon, and FTIR was used to analyze the changes of effective surface groups. The adsorption isotherms of activated carbon before and after the modification were compared. The results showed that the modification of KOH made the surface of the activated carbon have more alkaline groups, and increased the active places of the adsorption and the adsorption quantity of alkaline purple dye. The saturated adsorption capacity reached $350.77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ under neutral condition, increasing 35 % than before.

Keywords activated carbon; adsorption, alkaline purple dye, modification, isotherm