

生物活性炭深度处理焦化废水的研究

郭 胜¹, 王光华², 李文兵², 吴朝阳², 蒋丽娟²

(1. 武汉科技大学 资源与环境工程学院, 湖北 武汉 430081;

2. 武汉科技大学 化学工程与技术学院, 湖北 武汉 430081)

摘要:采用生物活性炭技术深度处理焦化厂生化后出水。结果表明,焦化厂生化后出水(COD为200 mg/L,色度为900度)经生物活性炭处理后,COD降为46.9 mg/L,色度降至25.8度,达到国家工业再生用水水质标准(COD小于60 mg/L,色度小于30);并与颗粒活性炭深度处理焦化废水相比,生物活性炭法处理焦化废水COD及色度的去除率分别提高了13.4%和5.2%,且生物活性炭使用寿命是颗粒活性炭的3.3倍,生物活性炭的吨水材料费为1.4元,比颗粒活性炭低3.26元。生物活性炭法是一种有效、低成本的焦化废水深度处理方法。

关键词:生物活性炭;焦化废水;深度处理;颗粒活性炭

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2010)03-0100-04

据国家冶金行业权威统计,中国90%以上的焦化企业对焦化废水的处理效果不理想,不能达标排放^[1]。焦化厂生化后出水水质的COD_{Cr}一般在200~350 mg/L,色度高达1000倍。通过对焦化厂生化后出水进行GC-MS检测,共检验分析出118种有机物,其中喹啉类物质含量最高,占总质量的14.3%,其余物质按质量百分比排序,由高到低依次为:多环芳烃类物质、非芳香烃类物质、苯类、苯酚类、呋喃类、苯腈类、茚类、苯甲酸类、吡啶类、苯胺类物质。活性炭吸附和生物处理法是处理工业废水的重要方法。活性炭是优良的吸附剂,在废水的深度处理和预处理中都有着广泛的应用。生物处理法在工程应用上工艺成熟、运行成本低、管理方便^[2],但生物法对成分复杂、有毒有害、难降解污染物降解速度慢,分解不彻底,甚至有可能由于中毒而失去处理能力^[3]。综合活性炭和生物法的优势,生物活性炭技术应运而生。1978年,美国学者米勒和瑞士R. W. Rice首次采用了“生物活性炭”(Biological Activated Carbon, BAC)这一术语。研究认为,活性炭的物理吸附和炭上微生物降解的协同作用去除了水中有机物,这种作用延长了活性炭的使

用寿命。生物活性炭技术在给水领域得到广泛应用。近些年来,在污水深度处理领域,生物活性炭技术也被越来越多的研究人员关注^[4-6]。将主要应用于微污染源处理的生物活性炭技术引入到焦化废水的深度处理中。通过选择合适的活性炭将其与高效降解菌相结合组成生物活性炭深度处理焦化厂生化后出水,对生物活性炭技术深度处理焦化废水进行研究。

1 实验材料与方法

1.1 实验仪器及活性炭

恒温振荡培养箱,JA2003A电子天平,抽滤瓶,离心机等。实验所用活性炭均为煤质颗粒活性炭,分别编号为颗粒1、颗粒2、颗粒3,具体物理化学性质见表1。

表1 3种颗粒活性炭物理化学性能指标

炭型	粒径范围/mm	苯酚值/(mg·g ⁻¹)	碘值/(mg·g ⁻¹)
颗粒1	φ4	70.3	863
颗粒2	φ1	72.1	872
颗粒3	φ2	80.9	1108

收稿日期:2010-03-19

作者简介:郭胜(1984—),男,江苏阜宁人,硕士研究生,师从王光华教授,现主要从事焦化废水治理研究,E-mail:guosheng212@163.com

1.2 菌种来源及实验用水

生物活性炭所用菌种为实验室所培养的某种有机物的高效降解菌,用焦化厂好氧池中的活性污泥作为对比参照。实验用水为焦化厂生化后出水,为避免悬浮物质干扰,在使用前对水样进行抽滤。水样 COD 值为 200 mg/L, pH 值为 7 左右,色度为 900 度,呈黄褐色。实验用水的吹扫—捕集总离子如图 1 所示。

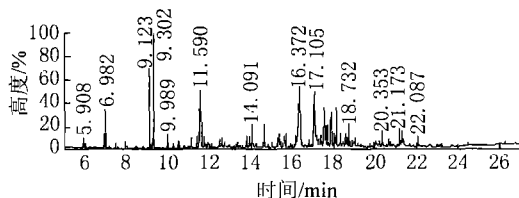


图 1 实验用水的吹扫—捕集总离子

1.3 生物活性炭的准备

活性炭使用前用 5% 盐酸浸泡 24 h 以去除粉尘和活性炭表面可溶于酸的物质,用蒸馏水淋洗至中性后,120 °C 干燥 5 h 使其活化,放入干燥器中备用。生物活性炭采用沉淀法生物接种挂膜^[7]。在静态实验时取一定量挂膜好的生物活性炭即可。

1.4 实验方法

在装有 100 mL 实验用水的三角瓶中各加入一定量的颗粒活性炭和生物活性炭,30 °C,100 r/min 振荡反应一段时间后,取 20 mL 水样,过滤离心,测定色度、COD 等水质指标。研究处理次数对处理效果的影响时,在装有 100 mL 实验用水的三角瓶中各加入一定量的颗粒活性炭和生物活性炭,30 °C,100 r/min 振荡反应一段时间后,取 90 mL 水样,过滤离心,测定色度、COD 等水质指标,同时再加入 90 mL 实验用水重复上述实验。

2 结果讨论与分析

2.1 活性炭的选择

2.1.1 活性炭投加量对处理效果的影响

投加不同量的活性炭,进行吸附实验,吸附时间为 5 h,考察不同活性炭投加量对处理效果的影响。由图 2 可知,随着活性炭投加量的增加,COD 和色度去除率开始呈直线上升趋势,当投加量达到 4 g/L 后,COD 和色度的去除率基本不再上升。因此活性炭的最佳投加量为 4 g/L。在投加量为 4 g/L 时,颗粒 3 对 COD 的去除率分别比颗粒 1、颗粒 2 高 11.6%、16.6%;对色度的去除率分别比颗粒 1、

颗粒 2 高 2.0%、6.7%。

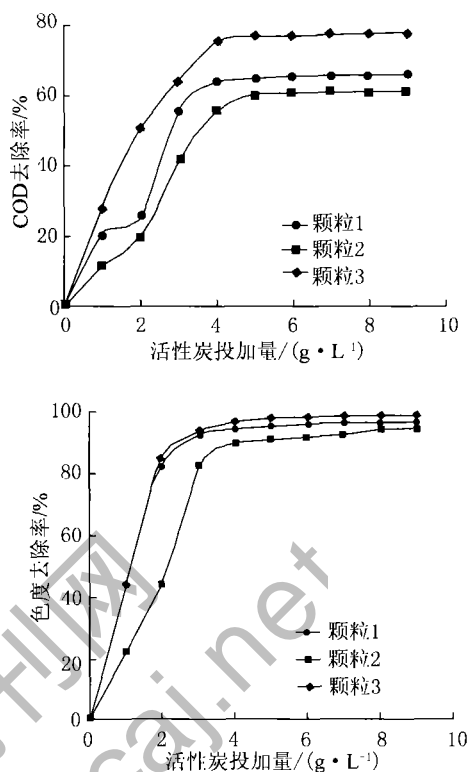


图 2 活性炭投加量对 COD 和色度的去除率的影响

2.1.2 活性炭处理次数对处理效果的影响

由图 3 可知随着处理次数的增加,活性炭逐渐吸附饱和,COD 去除率下降。经过 7 次处理后,颗粒 1、颗粒 2、颗粒 3 对 COD 的去除率分别从起始的 65.4%、61.3%、76.8% 下降到 15.6%、10.4%、16.4%,基本无处理效果。

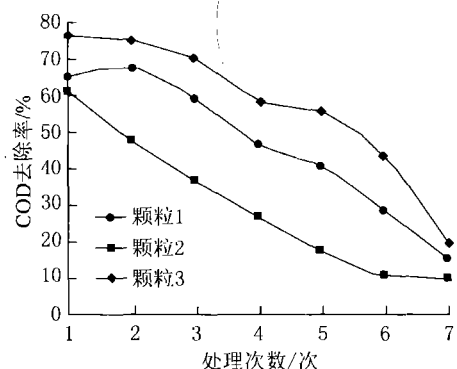


图 3 活性炭处理次数对 COD 去除率的影响

2.1.3 结论

通过上述比较,颗粒 3 的处理效果明显优于其它 2 种类型活性炭,选择颗粒 3 做为生物活性炭的

实验用炭。

2.2 生物活性炭的静态实验

2.2.1 生物活性炭的种类及组成材料

实验用生物活性炭微生物及活性炭材料的选择如表2:

表2 3种颗粒活性炭物理化学性能指标

类型	微生物种类	活性炭
高效生物活性炭 (高效 BAC)	实验室培养的高 效降解菌	颗粒3
普通生物活性炭 (普通 BAC)	普通活性炭污泥 中的微生物	颗粒3
颗粒活性炭(GAC)	无	颗粒3

2.2.2 处理时间对处理效果的影响

加入 4 g/L 的高效生物活性炭、普通生物活性炭和颗粒活性炭分别对焦化废水进行处理,研究处理时间对处理效果的影响。由图 4 可知,4 h 内 3 种处理方法处理效果基本一致,COD 去除率迅速增加,由此可以推测前期是活性炭在发挥吸附作用;4 h 后,颗粒活性炭对 COD 去除率不再增加,生物活性炭对 COD 的去除率增长速度也逐渐降低,生物活性炭的去除效果优于活性炭,微生物逐渐发挥作用,降解吸附在活性炭上的难降解有机物及部分不能被活性炭吸附的物质。经过 48 h 处理,高效生物活性炭对 COD 的去除率分别比普通生物活性炭、颗粒活性炭高 9.2%、13.4%。

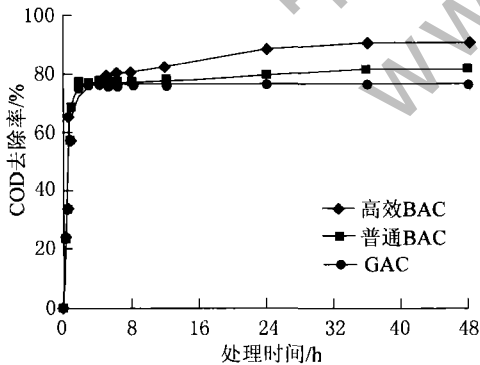


图4 活性炭吸附时间对 COD 去除率的影响

2.2.3 处理次数对处理效果的影响

加入 4 g/L 的高效生物活性炭、普通生物活性炭和颗粒活性炭分别对焦化废水进行多次处理,研究处理次数对处理效果的影响。由图 5 所知,GAC 处理效果随着处理次数的增加,效果下降明显,处理 6 次后去除率低于 20%。普通生物活性炭及高

效生物活性炭处理多次后仍保持着较高的降解率,分别为 40% 和 65%,这是由于生物活性炭中的微生物降解了活性炭所吸附的有机物,使得活性炭得到再生。高效生物活性炭的处理效果比普通生物活性炭高 25%,因为高效降解菌的降解效果及速率要优于普通活性污泥中的微生物,能够更快更多的降解被活性炭所吸附的难降解有机物。高效生物活性炭、普通生物活性炭和颗粒活性炭 3 种方法 12 次处理 COD 平均值分别为 46.9 mg/L、77.4 mg/L、130 mg/L。焦化厂生化后出水经高效生物活性炭法深度处理后,COD 达到国家工业再生用水水质标准。

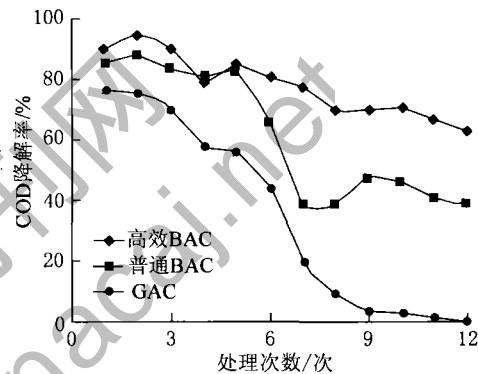


图5 3种处理方法处理次数对 COD 去除率的影响

由图 6 可知,3 种方法对色度都有良好的去除率。高效生物活性炭经过 12 次处理后仍有 90% 的去除率,活性炭也高达 70%,高效生物活性炭 12 次色度平均值为 25.8 度,平均去除率比颗粒活性炭提高 5.2%。

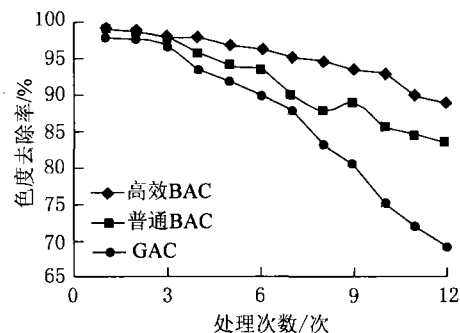


图6 3种处理方法次数对色度去除率的影响

2.3 小结

对上述数据进行分析处理,根据国家再生利用工业用水水质要求将 3 种方法多次处理焦化废水的

达标次数列如表 3。结果表明,与颗粒活性炭相比,生物活性炭处理方法可以使出水稳定地达到工业用水水质标准,使用寿命延长 3.3 倍,吨水材料费降低 3.26 元。因此,生物活性炭法是一种有效、低成本的焦化废水深度处理方法。

表 3 3 种处理方法的达标次数

项目	高效 BAC	普通 BAC	GAC
COD 达标次数/次	10 次	5 次	3 次
色度达标次数/次	10 次	6 次	4 次

3 结 论

(1)单独使用颗粒活性炭处理焦化废水时,活性炭的最佳投加量为 4 g/L,颗粒活性炭 3 的处理效果最好,选择颗粒 3 做为生物活性炭的实验用炭。

(2)经过 48 h 处理,高效生物活性炭对 COD 的去除率分别比普通生物活性炭、活性炭高 9.2%、13.4%。

(3)焦化厂生化后出水经生物活性炭处理 COD 降为 46.9 mg/L、色度降至 25.8 度,生物活性炭使用寿命是颗粒活性炭的 3.3 倍,生物活性

炭的吨水材料费为 1.4 元,比颗粒活性炭降低 3.26 元。

(4)生物活性炭法是一种有效、低成本的焦化废水深度处理方法。

参考文献:

- [1] 尹承龙,单忠健,曾锦之. 焦化废水处理存在的问题及其解决对策[J]. 给水排水,2000(26):35-37.
- [2] 许怡,杜国勇,赵立志. 生物法处理废水的现状与展望[J]. 环境技术,2004,22(6):40-43.
- [3] 李杰. 难降解有机物的生物处理技术发展[J]. 环境科学与技术,2005,28(增):187-189.
- [4] 胡静,张林生. 生物活性炭技术在欧洲水处理中的应用研究与发展[J]. 环境技术,2002(2):33-37.
- [5] Muramoto S, dagawa T U, Okamura T. Effective removal of musty odor in the Kanamachi Purification Plant[J]. Wat. Sci Tech,1995,31(11):19-22.
- [6] 施红,吴云海,努尔丁巴依,等. 生物活性炭在生活污水处理中的基础研究[J]. 环境污染与防治,2005,27(8):577-579.
- [7] 王占生,刘文君. 微污染源饮用水处理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997:77-162.

Study on advanced treatment of coking wastewater with biological activated carbon process

GUO Sheng¹, WANG Guang-hua², LI Wen-bing², WU Zhao-Yang², JIANG Li-Juan²

(1. College of Resource and Environmental Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China;

2. College of Chemical Engineering and Technology, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China)

Abstract: Study the advanced method of biological activated carbon (BAC) treated bio-treatment outflow of coking wastewater. Results show that the bio-treatment outflow of coking wastewater (COD 200 mg/L, chroma 900) is treated by biological activated carbon, the COD and chroma respectively reduce to 46.9 mg/L and 25.8, up to the national industrial regeneration of water quality standards (COD < 60 mg/L, chroma < 30). Compared with granular activated carbon (GAC), the treatment of BAC rise the removal of the COD and chroma separately up to 13.4% and 5.2%. And the service life of BAC is 3.3 times of granular activated carbon, the material fee per ton water of BAC is 1.4 yuan which is 3.26 yuan less that of granular activated carbon. Biological activated carbon is an effective and costless advanced method of coking wastewater.

Key words: biological activated carbon; coking wastewater; advanced treatment; granular activated carbon