

BAF 工艺处理焦化废水研究

张艺文^{1,2} 翟建平¹ 郑明东² 郑俊²

(1 南京大学环境学院污染控制与资源化研究国家重点实验室, 南京 210093;

2 安徽工业大学环境工程系, 马鞍山 243002)

摘要 采用单级 BAF 工艺进行焦化废水处理试验, 以水力负荷为控制参数, 在正常 pH、温度、营养比等条件下, 考察 BAF 对焦化废水的处理效果。结果表明, 当水力负荷小于 $0.2\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时, BAF 能有效地去除焦化废水中的 COD_{Cr} 、酚、氰, 去除率均大于 90%, 其中出水 COD_{Cr} 达到 GB 13456—92 国家二级排放标准, 酚、氰低于国家一级排放标准。但其对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果较差, 甚至出水浓度高于进水浓度。此外单级 BAF 也不能脱去焦化废水的色度, 处理后的废水仍为浅酱油色。要使出水达标排放, 需采用两段 BAF; 其中一段为脱碳滤池(除 COD), 另一段为硝化滤池(脱氮)。

关键词 曝气生物滤池(BAF) 焦化废水 COD_{Cr} $\text{NH}_3\text{-N}$ 酚 氰

0 概述

焦化废水是一种高 COD、高酚值、高氨氮的处理难度较大的工业有机废水。20 世纪 80 年代以来, 国内焦化废水的处理多采用两段生化法、延时曝气法、强生化法(如生物铁法、生物炭法)等方法, 其中以 A/O 法(厌氧—好氧活性污泥法)处理效果最好^[1], 但 A/O 法初期投资及运行费用较大, 1 m^3 水直接处理费用约为 7.4 元^[1], 一般焦化企业难以承受。

曝气生物滤池(Biological Aerated Filter, 简称 BAF)是在生物接触氧化工艺的基础上引入饮用水处理中的过滤思想而产生的一种好氧生物膜法废水处理工艺。其基本原理是在一级处理基础上, 以颗粒状填料及其附着生长的生物膜为处理介质, 充分发挥生物代谢作用、物理过滤作用、膜及填料的物理吸附作用以及反应器内生物多级捕食作用, 实现污染物在同一单元反应器内去除。该工艺有容积负荷高、水力负荷大、水力停留时间短、出水水质好、占地面积小、基建投资少、能耗及运行成本低等优点^[2,3]。本研究将探讨其应用于难降解焦化废水处理的可行性, 为焦化废水有效处理寻求新方法。

安徽省自然科学基金资助项目(01045302)、安徽省教育厅自然科学基金资助项目(2004KJ067)和安徽省优秀青年教师资助项目(2003jq132)。

1 试验方法与材料

1.1 废水来源及水质

试验废水取自马鞍山钢铁公司焦化厂, 其水质指标见表 1。

表 1 焦化废水水质

项目	pH	酚 /mg/L	氰 /mg/L	COD_{Cr} /mg/L	$\text{NH}_3\text{-N}$ /mg/L	温度 /℃
范围	6.5~8.2	7~32	1~3.4	500~2 300	102.6~209	30~58
平均	7.2	18.8	2.3	920	160	44

1.2 试验材料

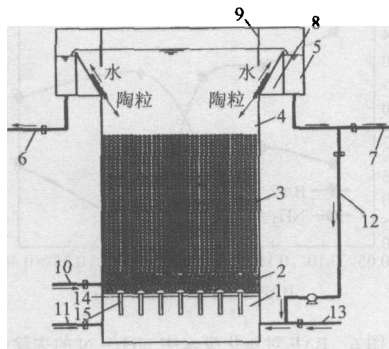
BAF 反应器用圆柱型有机玻璃柱制作, 高 1.55 m, 直径 0.11 m, 容积 14.7 L, 内装 8.7 L 粉煤灰陶粒滤料, 滤料层高 1.1 m。采用上向流方式进水(池底进水), 滤板、长柄滤头布水, 上部排水, 烧结砂芯曝气头曝气(YL-888 型气泵), 2 台 BTOO-50M 型恒流泵供水。

粉煤灰陶粒滤料参数: 粒径 3~5 mm, 堆积密度 0.89 g/cm^3 , 破碎率 0.07%, 比表面积 $4.8\text{ m}^2/\text{g}$, 孔隙率 35%, 磨损率 5.3%, 盐酸可溶率 0.5%。曝气生物滤池构造示意图 1。

1.3 工艺流程与试验方法

1.3.1 工艺流程

试验工艺流程见图 2。焦化废水经调节沉淀池由恒流泵注入 BAF 底部, 经过长柄滤头进入滤料层。同时由气泵向滤料层进行曝气充氧, 出水经反



1 缓冲配水区 2 承托层 3 滤料区 4 出水区 5 出水槽
6 反冲洗排水管 7 净化水排出管 8 斜板沉淀区
9 栅形稳流板 10 曝气管 11 反冲洗气管
12 反冲洗水管 13 滤池进水管 14 滤板 15 长柄滤头
图1 曝气生物滤池构造

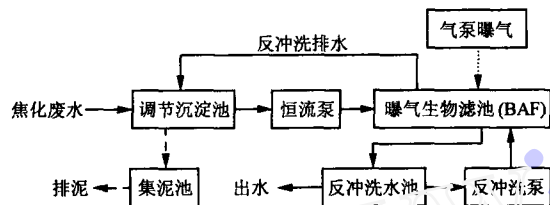


图2 BAF焦化废水处理试验流程

冲洗水池(贮水池)外排。每隔一段时间反冲洗一次,采用气水联合反冲洗。方法是:先用气反冲5 min,再启动水泵,气水同时反冲洗5 min,最后用水冲洗5~8 min。反冲洗采用反应器处理出水(即图2中的反冲洗水池)。反冲洗脱落的生物膜、污泥等杂质随反冲洗排水回流至调节沉淀池,沉淀污泥经集泥池外排。

1.3.2 运行参数

气水比0.5~1;反冲洗周期为7~8 d,气水联合反冲洗,气、水反冲洗强度均为 $5\sim 8\text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$,反冲洗时间为15~18 min;水力负荷 $1.05\sim 2.5\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

1.3.3 水样采集方法

每隔1 h 分别在调节沉淀池和反冲洗水池各采样一次,采样水量200 mL,并将各次水样混合在一起得到各取样口混合样(共6次1 200 mL),这样可尽可能消除或避免一次采样引起的偶然误差,取样位置为液面下3 cm处。

1.4 BAF生物膜的培养

BAF生物膜培养采用连续进水法。基本操作

方法是:将采自马钢焦化厂废水处理站活性污泥适量加入淘米水搅拌后连续加入反应器并进行曝气,连续进淘米水3天后,停止加污泥,进水改用自来水稀释后的低浓度焦化废水并投加少量磷酸氢二钾以增加废水中的磷含量,控制反应器混合液呈弱碱性,20天后滤池滤料上生长了薄薄一层生物膜。显微镜下脱落生物膜的镜检结果见图3、图4,可见生物膜中有许多纤毛类原生动物如草履虫、漫游虫、豆形虫等。这些指示性原生动物标志着生物膜生长成熟。同时反应器对废水中的 COD_{Cr} 去除率达到了70%,此时认为生物膜培养成功,可进行条件试验。

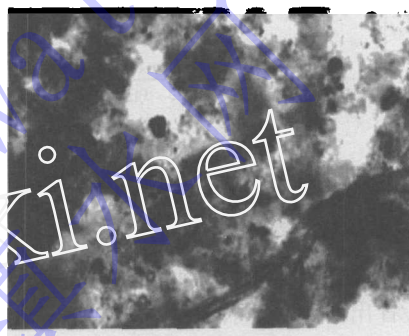


图3 生物膜

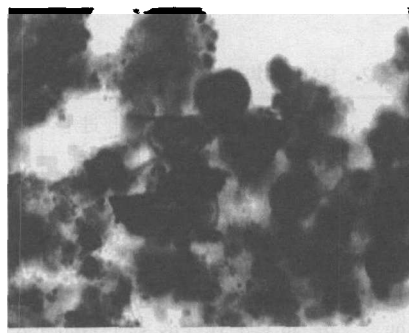


图4 豆形虫

1.5 水质分析方法

水质分析方法依据《水和废水监测分析方法》(第4版)^[4]。 COD_{Cr} 检测采用重铬酸钾法;氨氮测定采用蒸馏-纳氏试剂比色法;pH测定采用电极法;挥发酚的测定采用4-氨基安替比林直接光度法;氰化物采用异烟酸-吡唑酮光度法。

2 结果与分析

2.1 水力负荷与 COD_{Cr} 去除率的关系

水力负荷的大小直接关系到污水在反应器中与载体生物膜的接触时间,其值越小污水与生物膜反

应时间愈长,效果愈好。进水 COD_{Cr} 浓度为 820 mg/L 时,BAF 在不同水力负荷下对焦化废水中 COD_{Cr} 的去除效果见图 5。由图 5 可见 BAF 对焦化废水中的有机物有较高的去除率,当水力负荷为 $0.05\sim 0.2\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时, COD_{Cr} 去除率可达 90% 以上,出水 COD_{Cr} 浓度约为 220 mg/L,达到 GB 13456—92 国家二级排放标准。

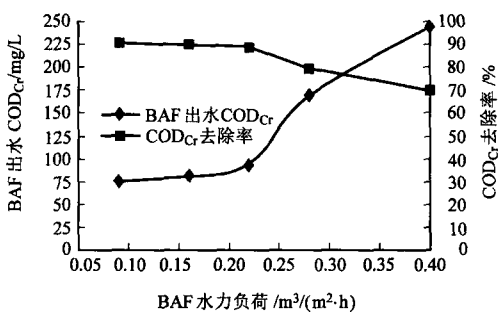


图 5 BAF 水力负荷与 COD_{Cr} 去除率的关系

2.2 酚、氰的去除效果

BAF 对焦化废水中酚、氰的去除效果见表 2。由表 2 可以看出,当平均水力负荷为 $0.12\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时,BAF 对废水中的酚、氰平均去除率分别达 98% 和 96% 以上,出水达到了 GB 13456—92 国家一级排放标准。

表 2 BAF 对焦化废水中酚、氰的去除

序号	水力负荷 $\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$	进水 酚 /mg/L	出水 酚 /mg/L	酚去 除率 /%	进水 氰 /mg/L	出水 氰 /mg/L	氰去 除率 /%
1	0.16	7.59	0.13	98.29	1.78	0.05	97.19
2	0.13	17.41	0.47	97.30	2.63	0.08	96.96
3	0.12	21.58	0.34	98.42	2.71	0.13	95.20
4	0.09	28.39	0.41	98.56	1.69	0.09	94.67
5	0.11	20.90	0.40	98.09	2.50	0.11	94.67
平均	0.12	19.17	0.35	98.13	2.26	0.09	96.01

2.3 对氨氮的去除效果

进水 NH_3-N 为 160 mg/L 时,BAF 在不同水力负荷下对焦化废水中 NH_3-N 的去除效果见图 6。由图 6 可见,BAF 对焦化废水中 NH_3-N 去除效果较差,当水力负荷为 $0.1\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时,BAF 对 NH_3-N 的去除率仅为 45%。同时,随着水力负荷增长,其去除率逐渐减小,当水力负荷达到 $0.25\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时,出水浓度反而比进水浓度大。主要原因是反应器内 COD_{Cr} 、 NH_3-N 浓度较高,抑制了废水中

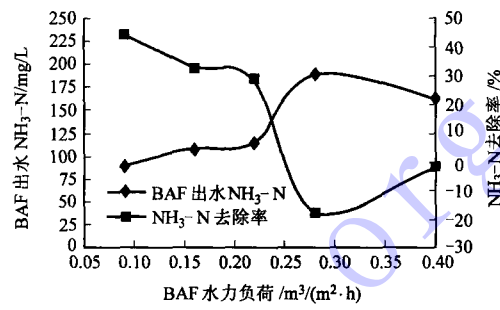


图 6 BAF 对焦化废水中 NH_3-N 的去除

硝化菌的代谢,同时随着含氮有机物分解,造成了出水 NH_3-N 浓度升高。

3 结论

(1)当水力负荷小于 $0.20\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时,单级 BAF 能有效地去除焦化废水中的 COD_{Cr} 、酚、氰,去除率均大于 90%,其中出水 COD_{Cr} 达到 GB 13456—92 国家二级排放标准,酚、氰低于一级排放标准。

(2)单级 BAF 对焦化废水中 NH_3-N 去除效果较差,当水力负荷为 $0.1\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时,去除率仅为 45%。而当水力负荷提高到 $0.25\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时,出水 NH_3-N 浓度高于进水 NH_3-N 浓度,去除率为负值。而且不能脱去焦化废水的色度,处理后废水仍为浅酱油色。

(3)应用单级 BAF 工艺处理焦化废水,要使出水完全达标,需采用两段曝气生物滤池:一段为脱碳滤池用于脱碳,另一段为硝化滤池用于脱氮。

参考文献

- 舒文龙. 我国焦化废水处理技术的现状、进展及适用技术选择. 环境工程, 2000, 10(4): 54~56
- 郑俊, 等. 曝气生物滤池污水处理新技术及工程实例. 化学工业出版社, 2002
- T D Kent, C S B Fitzpatrick, S C Williams. Testing of biological aerated filter BAF media. Wat Sci Tech, 1996, 34(6): 363~370
- 国家环保局编. 水和废水监测分析方法. 第 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2003

@通讯处: 210093 南京大学环境学院 翟建平转
电话: (025) 83592903
E-mail: zhangwenyi888@sina.com
收稿日期: 2004-12-21
修回日期: 2005-03-01