

文章编号:1000-5862(2013)05-0519-04

A^2/O 工艺抗焦化厂区废水负荷波动能力研究

赵君¹ 张勇^{*} 刘玉波¹ 沈烨冰² 李存雄^{1,3*}

(1. 贵州师范大学贵州省山地环境信息系统与生态环境保护重点实验室, 贵州 贵阳 550001;

2. 贵州师范大学化学与材料科学学院, 贵州 贵阳 550001; 3. 贵州师范学院化学与生命科学学院, 贵州 贵阳 550018)

摘要:为研究 A^2/O 工艺对焦化产区废水处理效果以及该工艺抗负荷波动能力, 选取贵阳某焦化厂区废水 4 个主要特征指标 (COD、 NH_3-N 、挥发酚、总氰化物) 进行了系统的研究. 结果表明: A^2/O 工艺对 COD、 NH_3-N 、挥发酚的去除效果良好, 单一的 A^2/O 工艺对废水中的总氰化物去除效果一般, 约为 10% 左右, 但 A^2/O 工艺-芬顿试剂联用技术对总氰化物去除效果良好. 另外, 当系统中进水的 COD 负荷波动为 100% ~ 148% 时, 其平均去除率在 87% 以上; 当 NH_3-N 负荷波动为 100% ~ 152% 时, 其平均去除率在 95% 以上; 当挥发酚负荷波动为 100% ~ 353% 时, 其平均去除率在 97.8% 以上; 当总氰化物负荷波动为 100% ~ 139% 时, 其平均去除率在 93% 以上. 这表明 A^2/O 工艺具有良好的抗击负荷波动能力, 适合焦化厂区废水处理.

关键词: A^2/O 工艺; 焦化厂区; 废水; 负荷波动

中图分类号: X 132

文献标志码: A

0 引言

焦化废水是煤炭在炼焦、制气过程中产生的一种毒性大、成分复杂、高有机物、高氨氮的难处理废水^[1]. 近年来不少学者运用物理、化学及生化法, 特别是活性污泥法对废水生物脱氮去碳技术进行了大量的研究工作, 并取得了长足的进展^[2-5], 但有关生化法工艺抗波动性能研究却较少. 贵阳某焦化厂区废水主要由焦化废水、地表径流及厂区生活废水组成, 水质变化大而且废水中含有挥发酚、氰化物等污染物. 本文运用 A^2/O 工艺活性污泥法对厂区废水进行处理, 考查该工艺对废水中的主要指标 (如 COD、氨氮、挥发酚、总氰化物等) 的处理效果, 并对该工艺的抗负荷波动能力进行冲击试验.

1 试验部分

1.1 试验装置

本文对传统的 A^2/O 工艺进行了改造, 装置如

图 1 所示. 污泥回流至预缺氧池, 厌氧池污泥依靠自身增长满足废水处理所需污泥量. 生化池采用上向进水、溢流水方式, 通过搅拌器搅拌使厌氧池、预缺氧池、缺氧池污泥处于悬浮状态以达到泥水的充分混合. 好氧池溶解氧采用微孔曝气方式提供, 竖流式二沉池设有单向间歇式污泥回流小泵进行污泥回流.

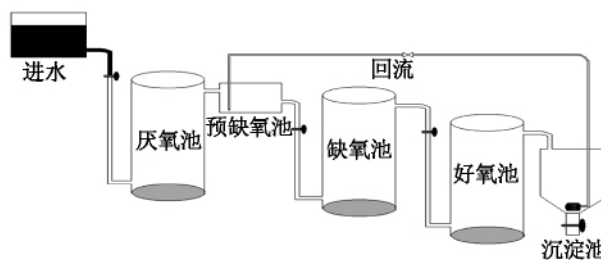


图1 A^2/O 工艺实验装置

1.2 分析方法与污泥驯化

测试分析方法: COD 采用重铬酸钾法; NH_3-N 采用纳氏试剂比色法; 挥发酚采用 4-氨基安替比林比色法; 总氰化物采用异烟酸-巴比妥酸比色法.

污泥驯化: 接种污泥来自贵阳某大型生活污水处理厂生化池, 各生化反应池均采用连续进水的方

收稿日期: 2013-06-17

基金项目: 贵州省科技厅科学技术基金 (黔科合 J 字 LKS[2011]30 号), 贵州省教育厅自然科学基金 (黔教科 2010017) 和贵州省教育厅招标项目 (黔教科 [2011] 018 号) 资助项目.

通信作者: 张勇 (1980-), 男, 安徽合肥人, 讲师, 主要从事环境分析化学研究.

李存雄 (1957-), 男, 重庆市人, 教授, 主要从事环境分析化学研究.

式进行驯化,驯化过程中逐渐提高进水污染物浓度并按 $C:P=100:1$ 的比例投加磷酸二氢钾以确保微生物生长所需营养.根据厌氧酸化在焦化废水处理中的作用^[6]和对该厂废水的实际确定试验期间运行参数.

2 试验结果与讨论

2.1 A^2/O 工艺处理 COD 效果及抗其负荷波动能力研究

A^2/O 工艺对 COD 抗负荷波动研究结果见图 2 和图 5.当进水的 COD 浓度为 $568 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,出水的 COD 达到约 $70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右.另外,当系统中进水的 COD 波动幅度为 $100\% \sim 148\%$ 时,其平均去除率稳定在 87% 以上.研究过程中发现:当进水 COD 负荷提高时,COD 的去除率平均提高了 2.4% .这可能有以下 2 个方面的原因:

(i)在低负荷下反应池中的 COD 消耗较少,对异养细菌代谢造成了一定的抑制作用,而当 COD 提高时,可利用的有机物增多,加快了水中溶解氧的消耗且异养菌代谢速率提高.同时,随着细菌的同化速率的提升,污泥增长速度加快,污泥浓度增加提高 COD 去除率.

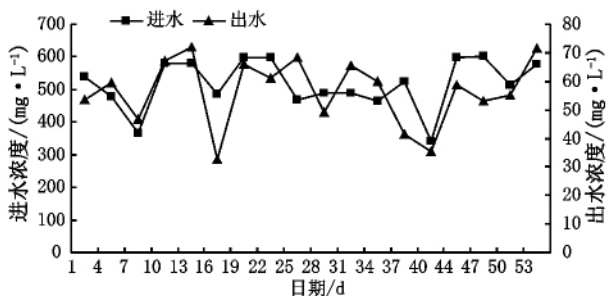


图2 A^2/O 工艺处理 COD 效果

(ii) COD 浓度的提升使厌氧池中可生化性有机物量增多,菌群代谢速率加快、活性增强、厌氧酸化能力提升.可生化性的提高使缺氧池中的反硝化菌群可利用的碳源增多,反硝化速率加快,提高了 COD 去除效果.另外,产酸菌、甲烷菌代谢加快,促使废水中可生化性有机物与活性污泥菌体混合更充分,提高了菌种对有机物的吸收、代谢速率,COD 去除效果进一步提升^[7-8].

2.2 A^2/O 工艺处理 $\text{NH}_3\text{-N}$ 效果及抗其负荷波动能力研究

A^2/O 工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 抗负荷波动研究结果见图 3 和图 5.当进水的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度约为 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 达到 $4.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下.另外,当系

统中进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 波动幅度为 $100\% \sim 152\%$ 时,平均去除率保持在 95% 以上.在研究过程中发现:随着进水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量增高,其去除率下降约 2% 左右.这可能有以下 2 个方面的原因:

(i)在 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度提高的同时 COD 负荷也随着增加,进入好氧池中的有机物比低浓度时增多,好氧池中异养性细菌可降解的有机物相对增多,异养菌生化反应和繁殖速度一定程度上有所增加,与硝化细菌在氧气需求上形成一定的竞争关系^[5].硝化细菌对环境变化较为敏感,在水质波动时其生物活性易受到影响,从而降低 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率.

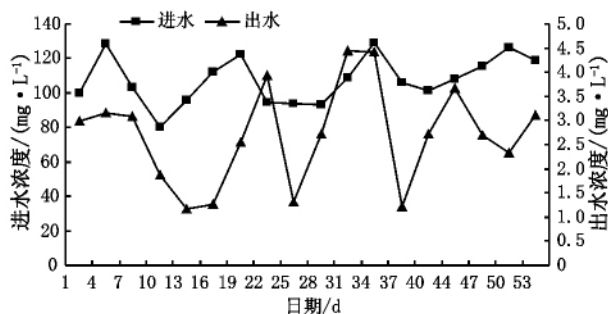


图3 A^2/O 工艺处理 $\text{NH}_3\text{-N}$ 效果

(ii) 回流系统的改进抑制了好氧池中异养性细菌的繁殖,促进了硝化细菌的生长.同时缺氧池环境的优化使得反硝化细菌活跃,有效将硝态氮转化为氮气.好氧池在充分曝气状态下,泥水均匀混合、溶解氧传质效率高都有利于硝化作用.此外,整个处理系统中硝化细菌在好氧池中占主导地位,故 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率仍高达 95% .

2.3 A^2/O 工艺处理挥发酚效果及抗其负荷波动能力研究

A^2/O 工艺对挥发酚抗负荷波动研究结果见图 4 和图 5.当进水的挥发酚浓度为 $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,出水挥发酚基本在 $0.07 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下.另外,当系统中进水的挥发酚波动幅度为 $100\% \sim 353\%$ 时,其平均去除率稳定在 97.8% 以上.其可能有以下 2 个原因:

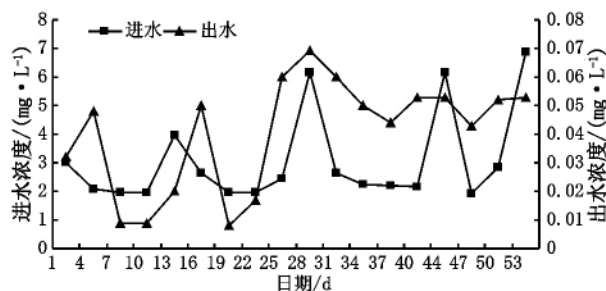


图4 A^2/O 工艺处理挥发酚效果

(i) 挥发酚主要在好氧池中得到去除(该段去除率约为 90%),在该池中微生物可利用的有机物较少,而酚类作为较易降解的有机物能被异养菌在好氧的条件下充分地吸收和代谢。

(ii) 活性污泥法对于挥发酚的降解过程符合一级动力学方程,在常温下方程为^[9]: $\ln S = -Kt + \ln S_0 = -K_1 X t + \ln S_0$. 在系统中虽然挥发酚浓度波动较大,但由于实验进水挥发酚的浓度相对较低,生化反应条件相对稳定,所以挥发酚降解反应常数 K_1 基本不变,生化反应速率基本保持稳定,其去除率仍在 98% 以上,基本未受到波动负荷的影响。

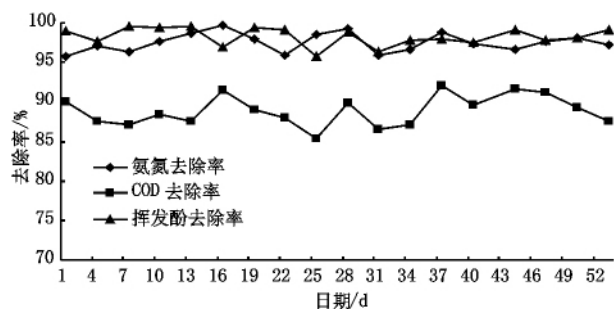


图5 系统对废水中COD、氨氮、挥发酚去除率

2.4 A²/O 工艺处理总氰化物效果及抗其负荷波动能力研究

单一的 A²/O 工艺对总氰化物的去除效果如图 6 所示,其处理效果较差,总氰化物去除率约为 10% 左右。这是因为该废水中游离态 CN⁻ 约占 10% 左右,游离态 CN⁻ 在各种水合酶和水解酶的转变、氧化作用下转化为 CO₂ 和 NH₃,游离态 CN⁻ 能得到较好地去除^[10];但水体中 90% 以上的氰化物是以络合态的形式存在的,络合态氰化物降解难易程度取决于络合态氰化物稳定常数和中心离子能否被氧化及氧化之后是否会与氰离子形成更为稳定的络合物决定的^[11],而该废水中氰化物是以铁离子为中心、八面体立体结构的强稳定性铁氰络合物居多,且生化池偏碱性,所以络合态的氰化物很难转化为离子态进入水体,从而被生化降解。故单一的 A²/O 工艺对厂区焦化废水中的总氰化物去除主要以去除游离态 CN⁻ 为主。

为了提高总氰化物的去除率,本文采用 A²/O 工艺-芬顿试剂联用法对该系统中废水进行处理。在进水总氰化物浓度约为 3 mg · L⁻¹ 时,出水总氰化物稳定在 0.3 mg · L⁻¹ 以下。另外,在进水总氰化物波动幅度为 100% ~ 139% 时,出水总氰化物去除率约为 93% 以上。因为在芬顿试剂存在下,氰化物特别是铁氰化物与铁羟基配合物生成亚铁氰化铁,以沉淀的形式从水中分离出来,使络合态氰化物得到

去除,故总氰化物去除率在 93% 以上。

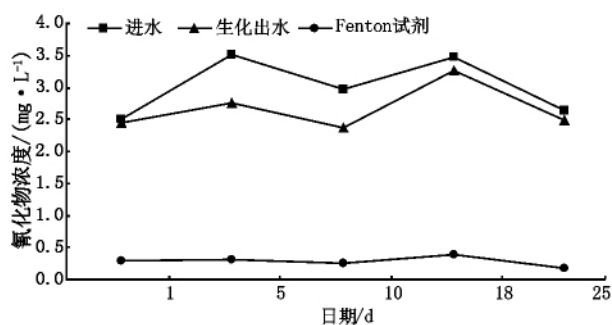


图6 A²/O 工艺处理总氰化物效果

3 结论

(i) A²/O 工艺对 COD 去除效果良好。当系统中进水的 COD 波动幅度为 100% ~ 148% 时,其平均去除率稳定在 87% 以上。同时,随着进水 COD 负荷的提高,其去除率平均提高约 2.4%。

(ii) A²/O 工艺对 NH₃-N 去除效果良好。当系统中进水 NH₃-N 波动幅度为 100% ~ 152% 时,平均去除率保持在 95% 以上。同时发现随着进水中 NH₃-N 含量增高,其去除率下降约 2% 左右。

(iii) A²/O 工艺对挥发酚去除效果良好。当系统中进水中的挥发酚波动幅度为 100% ~ 353% 时,其平均去除率稳定在 97.8% 以上。

(iv) 单一的 A²/O 工艺对总氰化物去除率约为 10% 左右,A²/O 工艺-芬顿试剂联用法对总氰化物去除效果良好。当系统中进水总氰化物波动幅度为 100% ~ 139% 时,其平均去除率约为 93% 左右。

4 参考文献

- [1] 韦朝海, 贺明和, 任源, 等. 焦化废水污染特征及其控制过程与策略分析 [J]. 环境科学学报, 2007, 27(7): 1083-1093.
- [2] 黎晓霞, 刘炳娟, 蔡河山. 天然沸石对废水中低浓度氨氮的去除研究 [J]. 江西师范大学学报: 自然科学版, 2013, 37(1): 89-92.
- [3] Steinmann C R, Weinhart S, Melzer A. A combined system of lagoon and constructed wetland for an effective wastewater treatment [J]. Water Research, 2003, 37: 2035-2042.
- [4] 刘红, 周志辉, 吴克明. Fenton 试剂催化氧化-混凝法处理焦化废水的实验研究 [J]. 环境科学与技术, 2004, 27(2): 71-73.
- [5] 李咏梅, 顾国维, 赵建夫. 焦化废水中几种含氮杂环化合物在 A₁-A₂-O 系统中的降解特性研究 [J]. 环境科

- 学学报 2002 22(1):34-39.
- [6] 赵建夫,钱易,顾夏声. 用厌氧酸化预处理焦化废水的研究[J]. 环境科学,1990,11(3):30-34.
- [7] 姚珺,何苗. 焦化废水中有机污染物经厌氧酸化后对好氧生物降解性能的影响[J]. 中国环境科学,1998,18(3):276-279.
- [8] 李亚新,周鑫,赵义. A^2/O 工艺各段对焦化废水中难降解有机物的去除作用[J]. 中国给水排水,2007,23(14):4-7.
- [9] 陈一良,杨云飞,杨超. 活性污泥法降解苯酚模拟废水的动力学研究[J]. 中国资源综合利用,2006,24(11):24-27.
- [10] 黄会静,韦朝海,吴超飞,等. 焦化废水生物处理 $A/O/H/O$ 工艺中氰化物的去除特性[J]. 化工进展,2011,30(5):1141-1145.
- [11] Barclay M, Hart A, Knowles C J, et al. . Biodegradation of metal cyanides by mixed and pure cultures of fungi[J]. Enzyme and Microbial Technology,1998,22(4):223-231.

The Study on the Load Fluctuate Resistance Ability of Coke Plant Area Wastewater by A^2/O Process

ZHAO Jun¹, ZHANG Yong^{1*}, LIU Yu-bo¹, SHEN Ye-bing², LI Cun-xiong^{1,3*}

(1. Key Laboratory for Information System of Mountainous Area and Protection of Protection of

Ecological Environment of Guizhou Province, Guizhou Normal University, Guiyang Guizhou 550001, China;

2. College of Chemistry and Material Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang Guizhou 550001, China;

3. College of Chemistry and Life Science, Guizhou Normal College, Guiyang Guizhou 550018, China)

Abstract: To study the treatment effects and load fluctuate resistance ability of A^2/O process in the treatment of coke plant area wastewater, four pollutant (COD, ammonia, volatile phenol and total cyanide) were selected. The result shows that the process has a good and feasible removal of NH_3-N , COD and volatile phenol, but the removal of total cyanide by the process is merely about 10%. When fenton reagent and A^2/O process were combined and used, the removal rate is up to 93%. At the same time when the load fluctuation of COD is 100% ~ 148%, the average removal rate is more than 87%, while the load fluctuation of NH_3-N is 100% ~ 152%, the average removal rate is over 95%, the average removal rate is more than 97.8%, while the load fluctuation of volatile phenol is 100% ~ 353%, the removal rate is above 93%, when load fluctuation of influent total cyanide is 100% ~ 139%. All those show that the process has good impact resistance and can ensure the stability of effluent quality.

Key words: A^2/O process; coke plant area; wastewater; load fluctuate

(责任编辑:刘显亮)