

SBR 工艺处理焦化废水的可行性研究

钟梅英, 张文艺

(华东冶金学院 化学工程系 安徽 马鞍山 243002)

摘要:针对焦化废水难处理这一难题,引入 SBR 工艺(反应期缺氧/好氧相结合)来处理焦化废水,试验结果表明,利用 SBR 工艺处理焦化废水是可行的。在试验中还考察了 SBR 工艺的运行方式、曝气时间、污泥负荷等对 COD、氨氮的去除效果。结果表明,进水 COD 为 650~1 900 mg/L,氨氮为 150~330 mg/L 时,去除率分别达到 80% 和 70% 以上。经技术经济分析,每吨水处理费用约为 1.3 元。

关键词 SBR 工艺 焦化废水 COD

中图分类号 X784 文献标识码 A

炼焦、煤气的高温干馏、净化及副产品回收过程中,产生大量含有挥发酚、多环芳烃及氧、硫、氮等杂环化合物的工业废水,统称焦化废水。这是一种高 COD、高酚值、高氨氮且处理难的一种工业有机污水。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、强化生化法(如生物铁法、生物炭法)等方法,其中以 A/O 法处理效果最好(如上海宝钢焦化厂 A/O³ 法,表 1 所示),但该处理方法工程投资大、运行费用高^[1],对于一些中小焦化企业来说并非理想选择。由于 SBR 工艺兼具 A/O 法的一些工艺特点,因而开展本项试验研究,探讨应用 SBR 法处理焦化废水的可行性。

表 1 宝钢 A/O 法处理焦化废水效果 mg/L

序号	COD		氨 氮		酚	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1	205.3	90.8	335	14.84	72.2	0.14
2	116.0	44.9	153.2	9.78	78	0.11
3	177.8	84.0	264	6.42	63.2	0.08
4	139.2	50.4	331.6	11.31	49.5	0.08
5	956	93.7	151	10.65	39.4	0.15
6	160.8	53.7	143.7	12.4	39.7	0.08

注:表中数据来源于宝钢三期污水厂水质分析日报(部分)

1 SBR 处理焦化废水工艺流程^[2~4]

SBR (Sequencing Batch Reactor) 工艺是一种间歇运行的活性污泥法废水处理工艺,兼均化、初沉、生物降解、终沉等功能于一池。运行时,废水分批进入池中,在活性污泥的作用下得



到降解净化,沉降后,净化水排出池外。根据 SBR 的运行功能,可把整个过程分为进水期、反应期、沉降期、排水期、闲置期,各个运行期在时间上是按序排列的,称为一个运行周期(图 1 所示)。在一个运行周期中,各个阶段的运行时间,反应器内混合液体积的变化,以及运行状态等都可以根据具体废水性质、出水质量与运行功能要求等灵活掌握。如在进水阶段,可按只进水不曝气的限制性曝气方式进行,也可按边进水边曝气的非限制性曝气方式进行,在反应阶段,可以始终曝气,为了生物脱氮也可以曝气后搅拌,或者曝气、搅拌交替进行,其剩余污泥量可以在闲置阶段排放,也可以在排水阶段或反应阶段后期排放,可见,对于单一 SBR 来说,不存在空间上控制障碍,只要在时间上进行有效地控制与变换,就能达到多种功能的要求,非常灵活。

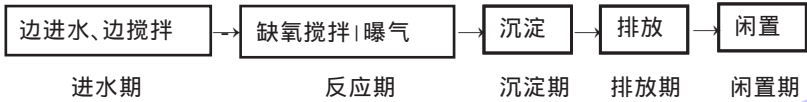


图 1 SBR 工艺模式

2 实验装置与方法

2.1 试验装置与运行

试验装置如图 2 所示。将采集的水样倒入集水池,通过流量阀按设计流量 $q = 50 \text{ mL/min}$ 在给定时间 ($t = 1 \text{ h}$) 将 3 L 污水注入反应器内(容积为 5 L),进水同时用磁力搅拌器进行搅拌,进水完毕后再搅拌运行 1 h,然后开始充氧曝气,充氧由气泵产生空气并通过烧结砂芯对反应器进行曝气充氧来完成。沉淀后的上清液及剩余污泥分别排至贮水槽和贮泥槽。

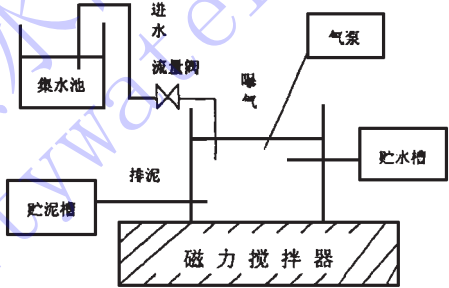


图 2 试验装置示意图

2.2 废水

试验废水取自于马鞍山钢铁公司焦化污水处理厂集水池,水质的主要指标如表 2 所示。

表 2 焦化废水水质

mg/L

pH 值	挥发酚	氨氮	COD _{Cr}	BOD ₅
6~8	35~75	200~330	600~2 100	387~495

2.3 分析方法

水质分析方法采用国家环保局编《水和废水监测分析方法》(第 3 版)^[5]。其中 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 值测定采用电位法;挥发酚测定采用蒸馏-4-氨基安替比林直接光度法;MLSS 测定采用重量法^[6];SV₃₀ 测定采用体积法^[6]。

3 试验过程及主要结果

3.1 污泥间歇驯化与降解焦化污水的可行性

本次污泥驯化,选用马鞍山钢铁公司焦化污水处理厂的回流污泥 2 L。每个运行周期加入



3 L 焦化污水并投加适量的磷酸二氢钾,曝气 16 ~ 18 h,沉淀 2 h,然后排去上清液,一个运行周期为 24 h. 驯化三周后,污泥的絮凝、沉降效果良好,处理后的水质为暗黄色. 显微镜下观测污泥胶团为透明状,有少量原生动物. 表 3 为污泥间歇驯化后期 COD 去除情况,由该表可见,利用 SBR 工艺处理焦化污水,经过 16 ~ 18 h 的曝气,其出水 COD 值均小于 250 mg/L,去除率达 86% 以上,因此,利用 SBR 工艺处理焦化污水是可行的.

表 3 污泥驯化后期 COD 去除情况

日期	入水 COD/(mg·L ⁻¹)	出水 COD/(mg·L ⁻¹)	曝气时间/h	去除率/%
3 月 19 日	1 932	243	17	87.4
3 月 21 日	1 787	237	16	86.7
3 月 23 日	907	89	18	90.2
3 月 24 日	1 001	124	16	87.6
3 月 26 日	1 014	137	18	86.5

3.2 参数考察

试验中着重考察了进水搅拌时间、曝气时间、污泥负荷对系统处理效果的影响.

3.2.1 进水搅拌时间

进水的同时,进行搅拌,类似于 A/O 法中的厌氧段(A 段). 由图 3 可看出,边进水边搅拌可提高 COD、NH₃-N 去除率,并且当搅拌时间超过 2 h 之后,再搅拌对去除率影响不大,因而可取进水搅拌时间为 2 h. 试验用焦化废水 $\rho(\text{COD}) = 980 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{NH}_3 - \text{N}) = 240 \text{ mg/L}$,曝气 17 h,沉降半小时后取上清液测定结果.

3.2.2 曝气时间

图 4 为反应器中 COD、NH₃-N 降解随曝气时间变化的轨迹,试验用焦化废水 $\rho(\text{COD}) = 1\,020 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{NH}_3 - \text{N}) = 240 \text{ mg/L}$,搅拌进水 2 h 后,调 PH = 8.0,每隔 1 ~ 2 h 取水样沉淀,半小时后测定反应器中 COD、NH₃-N 值. 由该图可以看出,曝气时间为 15 h 时,出水 COD 约为 200 mg/L,再延长曝气时间,对 COD、NH₃-N 去除率影响较小,故从经济节能考虑,曝气 16 ~ 18 h 已基本达到去除目的.

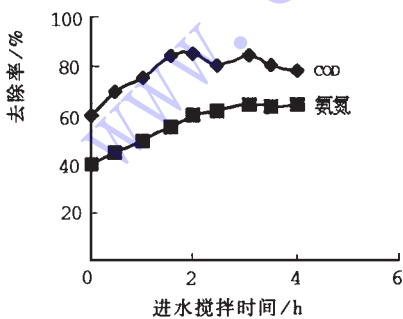


图 3 进水搅拌时间对 COD、NH₃-N 去除率的影响

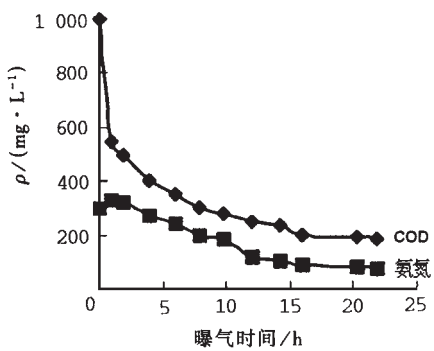


图 4 反应器中 COD、NH₃-N 浓度与曝气时间的关系

3.2.3 污泥负荷

为确定合适的污泥负荷,进行了 COD 去除率影响研究,结果如图 5 所示. 由该图可见,



COD 负荷在 0.3 ~ 0.8 kg/kgMLSS. d 时 , COD 平均去除率均在 80% 以上 , SBR 工艺对污泥负荷有很强的适应性 , 但大于 0.8 kg/kgMLSS. d 时 , COD 去除率明显降低 .

3.3 稳定运行

表 4 为污泥间歇驯化、参数考察完成后连续 11 d 的检测结果 , 可以看出系统连续运行稳定 , 处理效果理想 .

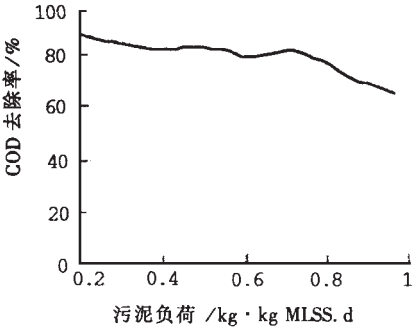


图 5 不同 COD 负荷条件下 COD 去除率情况

表 4 连续运动结果

检 测 日 期	COD/(mg·L ⁻¹)		COD 去除率 /%	氨氮/(mg·L ⁻¹)		氨氮 去除率 /%	酚/(mg·L ⁻¹)		挥发酚 去除率 /%
	进水	出水		进水	出水		进水	出水	
4 月 18 日	1 474	123	91.7	321.7	96	70.2	32.9	0.18	99.5
4 月 19 日	2 132	387	81.8	221.7	81	63.5	37.6	0.07	99.8
4 月 20 日	1 675	179	89.3	225.8	63	72.1	45.2	0.56	98.8
4 月 21 日	675	138	79.6	217.4	65	70.1	48.0	0.93	98.1
4 月 22 日	1 663	190	88.6	226	49	78.3	59.6	0.12	99.8
4 月 23 日	624	93	85.1	188.8	54	71.4	45.2	0.45	99.0
4 月 24 日	651	106	83.7	194.5	46	76.3	44.4	0.04	99.9
4 月 25 日	2 592	413	84.1	153.8	42	72.7	74.5	1.09	98.5
4 月 26 日	611	99	83.8	240.6	53	78.0	41.9	0.11	99.7
4 月 27 日	1 614	160	90.1	218	39	82.1	32.4	0.32	99.0
4 月 28 日	1 838	216	88.2	221.6	71	68.0	48.8	0.73	98.5

4 分析与讨论

4.1 进水缺氧搅拌的作用

搅拌进水 , 不曝气 , 使得反应器缺氧运行 , 一方面可以利用进水中的高 NH₃ - N、高 COD 的特点 , 向反应器中提供丰富的碳源 , 使得碳氮比基本符合反硝化条件 , 使得硝态氮还原成氮 , 另一方面 , 缺氧搅拌运行对一些难降解的有机物如多环芳烃有开环作用 , 使其易降解 , 即提高焦化污水的可生化性 (如图 3 所示) .

4.2 SBR 系统的 COD、氨氮去除能力

SBR 法处理焦化废水时 , 采用搅拌进水 2 h , 保持反应器中的温度 $t = 25 \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, 经 16 ~ 18 h 的曝气 , 出水 COD、氨氮与酚去除率分别达 80%、70% 和 98.1% 以上 , 并且能达标排放 , 说明 SBR 系统有较强 COD、氨氮、酚去除能力 (表 4) . 但当进水 COD 大于 2 000 mg/L 时 , 焦化废水中不可降解和极难降解有机物浓度远大于排放标准 (200 mg/L) , 其中大部分为吡啶 , 烷基吡啶 , 吡啶 , 联苯、芳香烃和杂环化合物 . 可见 , 尽管采用缺氧搅拌 , 使得一部分难降解有机物得以分解 , 但系统对焦化废水中极难降解有机物的去除能力仍然有限 .



4.3 工程投资及废水处理成本预测

SBR 工艺的工程投资仅有曝气池和曝气设备,建成一个日处理 300 t 焦化废水的设施约需投资 50 万元。按上述工艺参数运行,每吨焦化废水约耗电 1.1 kWh,电价按 1.0 元/kWh 计,处理费用约为 1.3 元/t。

5 结 论

① SBR 处理低焦化废水,采用缺氧搅拌运行 2 h,曝气 16 ~ 18 h 后,COD、NH₃ - N、挥发酚去除率分别达 80%、70% 和 98% 以上,当进水浓度不高时(COD < 2 000 mg/L, NH₃ - N < 300 mg/L),出水能达标排放。因此,采用 SBR 工艺处理焦化废水是可行的。

② SBR 系统的产泥率较低,试验运行期间污泥量略有增长,未出现污泥膨胀,系统运行稳定。

③ SBR 工艺处理焦化废水,又为焦化废水治理工程提供了一种投资省、运行费用低、处理效率较高的工艺。

参考文献:

- [1] 顾国维. 水污染治理技术研究[M]. 上海:同济大学出版社,1997. 147 - 173.
- [2] 井出哲夫,等. 废水处理工程与应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1986. 159 - 245.
- [3] 王玮. 焦化废水治理技术现状与发展[J]. 冶金环境保护,1999,(4):16 - 26.
- [4] 方士,等. SBR 法处理造纸废水实验研究[J]. 水处理技术,1999,25(2):122 - 124.
- [5] 国家环保局编. 水和废水监测分析方法,第 3 版[M]. 1989. 5.
- [6] 王家玲. 环境微生物学[M]. 北京:高等教育出版社,1997.
- [7] Warren L. Jones, et al. Operation of a three - stage SBR system for nitrogen removal from wastewater[J]. Journal Water Pollution Control Federation,1990,62(3):268 - 274.

Practicability study of coke wastewater treatment by SBR process

ZHONG Mei-ying, ZHANG Wen-yi

(Dept. of Chem. Engn., East China University of Metallurgy, Ma'anshan 243002, China)

Abstract: Using sequencing batch reactor (SBR) to treat coke wastewater was conducted. The study mainly focused the influence on the efficiency of COD of SBR process as well as the influence on the efficiency of removal rate of COD and NH₃ - N exerted by pH, aeration time and impact load. The result showed that the removal efficiency of COD reached 87%, NH₃ - N reached 70% when influent COD was 600 ~ 1900 mg/L, NH₃ - N 150 ~ 330 mg/L.

Key words: sequencing batch reactor process; coke wastewater; COD