



A₁-A₂-O-M 工艺处理焦化废水的实验研究

王文举 闫晓红 吕永康 鲍卫仁

(太原理工大学煤科学与技术教育部和山西省重点实验室, 太原 030024)

摘 要 采用厌氧-缺氧-好氧-复合(A₁-A₂-O-M)工艺处理焦化废水,考察了外加碳源和碱源对焦化废水 COD 和 NH₄⁺-N 脱除效果的影响。试验结果表明:外加甲醇和碳酸氢钠对焦化废水的硝化和反硝化效果影响很小;不外加碳源和碱源时,焦化废水经处理后出水的 COD 和 NH₄⁺-N 平均质量浓度分别为 125.0 mg/L 和 1.12 mg/L,分别达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的二级标准和一级标准。

关键词 焦化废水 氨氮(NH₄⁺-N) 化学需氧量(COD) A₁-A₂-O-M 工艺

文章编号: 1005-9598(2006)-01-0054-04 中图分类号: X703 文献标识码: A

引 言

焦化废水是一种较难生物降解的工业废水。目前,国内大多数污水处理厂都采用 A-0、A₁-A₂-O 等工艺处理焦化废水,但经该法处理后的出水难以满足日益提高的环保要求,并不同程度存在 COD 和 NH₄⁺-N 等超标的情况^[1]。厌氧-缺氧-好氧-复合(A₁-A₂-O-M)工艺在 A₁-A₂-O 工艺的基础上增加了复合生物反应器,利用复合生物反应器的污泥浓度高、容积负荷增高、耐冲击负荷和对毒性物质的适应能力强及难降解物质去除率高^[2]的特点,能使出水 COD 和 NH₄⁺-N 分别达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中第二类污染物最高允许排放要求的二级标准和一级标准(即 COD 为 150mg/L; NH₄⁺-N 为 15mg/L),是一种处理焦化废水较适宜的工艺。

1 实 验

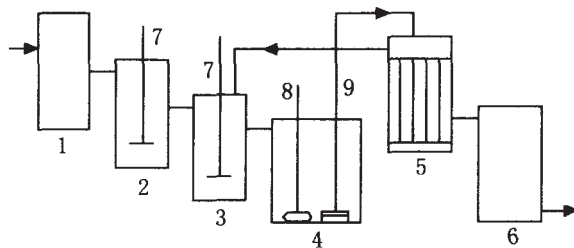
1.1 实验用水及污泥接种

实验用水取自太原市煤气公司焦化厂物化处理车间经隔油、气浮、调节后调节池的出水, COD 为 584.0mg/L~

1 336.7 mg/L, BOD 为 211.8 mg/L~511.4 mg/L, NH₄⁺-N 为 114.59 mg/L~262.82 mg/L, pH 为 8.26~8.65。实验污泥采用太原市煤气公司焦化厂废水处理站生化处理系统的污泥进行接种。厌氧污泥和缺氧污泥均取自于缺氧池污泥,好氧污泥取自于废水处理站的曝气池污泥。

1.2 实验设备及工艺流程

厌氧-缺氧-好氧-复合(A₁-A₂-O-M)工艺的主要设备包括厌氧反应器(A₁)、缺氧反应器(A₂)、好氧反应器(O)和复合生物反应器(M)等。实验步骤:先通过 A₁ 对焦化废水进行预处理;再通过 O 进行一级碳化和硝化;通过 M 进行二级完全碳化和硝化,最后一部分作为出水排出,另一部分回流至 A₂ 中最大程度的反硝化,最终达到完全去除 COD 和 NH₄⁺-N 的目的。其工艺流程见图 1。



1—调节池 2—厌氧反应器 3—缺氧反应器
4—好氧反应器 5—复合生物反应器 6—沉淀池
7—搅拌器 8—曝气装置 9—清水泵

图 1 A₁-A₂-O-M 工艺流程示意图

1.3 实验条件

实验系统于 2004 年 10 月启动,经过一段时间的

基金项目: 山西省科技攻关项目资助(052035)。

收稿日期: 2005-10-15

作者简介: 王文举(1982—),男,2003年毕业于太原理工大学化工工艺专业,在读研究生,现主要从事废水处理方面的研究。

调试,并根据前期的实验和文献报道^[3],我们确定了各个反应器的实验操作条件,如表 1 所示。

表 1 各反应器的操作条件

	HRT/h	pH	温度 /℃	Do/mg·L ⁻¹
A ₁	10.5	6.5~7.5	28~32	<0.5
A ₂	12.5	7.1~7.3	25~30	<1.0
O	20.0	6.7~7.2	20~35	4.0~8.0
M	8.0	8.0~8.4	30~35	4.0~8.0

注: HRT 为水力停留时间; Do 为曝气量。

2 结果与讨论

2.1 投加碳源对 A₂ 反应器反硝化效果的影响

A₂ 反应器反硝化过程中氮化合物被还原,同时,有机碳底物也得到氧化分解,可起到去碳和脱氮的效果^[4]。在 A₂ 反应器中做了两组实验:一组加入 A₁ 反应器的出水 2L,并投加甲醇 10mL;另一组是只加入 A₁ 反应器的出水 2L,而未投加甲醇。实验结果如表 2 所示。

表 2 投加碳源对 A₂ 反应器反硝化的影响

实验 序号	加入 A ₁ 出水 2L 并投加甲醇 10mL		只加入 A ₁ 出水 2L	
	进水 NO ₃ ⁻ -N /mol·L ⁻¹	NO ₃ ⁻ -N 去除率 /%	进水 NO ₃ ⁻ -N /mol·L ⁻¹	NO ₃ ⁻ -N 去除率 /%
1	0.016	91.12	0.029	89.67
2	0.028	89.36	0.018	95.21
3	0.018	93.73	0.026	88.62
4	0.036	88.54	0.017	92.14
5	0.025	90.27	0.034	87.23
6	0.023	94.81	0.036	91.43
7	0.032	87.39	0.019	89.36
8	0.014	97.75	0.025	91.03
平均值	0.024	91.62	0.026	90.59

由表 2 可知,投加甲醇时,NO₃⁻-N 平均去除率为 91.62%;不投加甲醇时,NO₃⁻-N 平均去除率为 90.59%。投加碳源对 A₂ 反应器反硝化效果的影响不大,这主要是由于在 A₁ 反应器中焦化废水发生了氧化反应,使水中的大分子的杂环和稠环芳烃(特别是难降解有机物)开环或开链,降解部分有害物质,增加了废水的可生化性,生成的易降解的有机物作为反硝化的碳源和能源^[5,6]。

2.2 投加碱源对 O 反应器硝化效果和 COD 去除的影响

O 反应器硝化过程指的是在好氧条件下,经硝化菌的作用,NH₄⁺被氧化成 NO₃⁻和 NO₂⁻的过程^[7]。在 O 反应器做了两组实验,一组加入 A₂ 反应器的出水 2L,并投加碳酸氢钠 2g;另一组加入 A₂ 反应器的出水 2L,未投加碳酸氢钠。实验结果如表 3 所示。

表 3 投加碳酸氢钠对 O 反应器 NH₄⁺-N 和 COD 去除率的影响

实验 序号	加入 A ₂ 出水并投加 碳酸氢钠 2g			加入 A ₂ 出水		
	进水 NH ₄ ⁺ -N /mg·L ⁻¹	NH ₄ ⁺ -N 去除率 /%	COD 去除 率 /%	进水 NH ₄ ⁺ -N /mg·L ⁻¹	NH ₄ ⁺ -N 去除率 /%	COD 去除 率 /%
1	46.27	85.32	73.42	53.21	86.37	75.64
2	58.32	88.73	81.23	49.63	89.33	74.26
3	53.45	85.24	69.84	58.94	90.59	81.25
4	62.73	91.42	72.25	61.28	89.73	76.94
5	43.54	95.79	77.53	41.59	92.58	74.83
6	42.13	98.32	74.25	47.23	90.61	69.34
7	53.91	89.34	78.95	39.86	87.27	75.34
8	48.46	94.28	73.42	48.52	88.54	67.51
平均值	51.10	91.06	75.11	50.03	89.37	74.38

由表 3 可知,投加碳酸氢钠时,NH₄⁺-N 和 COD 平均去除率分别为 91.06%和 75.11%;不投加碳酸氢钠时,NH₄⁺-N 和 COD 平均去除率分别为 89.37%和 74.38%。可见投加碱源对 A₂ 反应器反硝化效果的影响不大。这主要是由于 A₂ 反应器中发生了反硝化反应,原理如下:反硝化菌利用有机碳作为电子供体,而硝酸氮作为电子受体,当甲醇为电子供体时,整个异化反硝化方程式如下:



由上式可以看出产生的 OH⁻为 O 反应器硝化反应提供了碱源^[8]。

2.3 工艺运行实验结果

根据以上实验结果,进行了不投加碳源和碱源的 A₁-A₂-O-M 工艺运行实验,分别测定进水及出水的 COD、NH₄⁺-N 等。表 4 为实验最后 10 天稳定运行时 COD、NH₄⁺-N 值。

从表 4 可以看出,在没有外加碳源和碱源的情况下,A₁-A₂-O-M 工艺对 COD 和 NH₄⁺-N 都有较高的去除率,其中 COD 平均去除率为 85.80%,NH₄⁺-N 平均去除率为 99.32%。该工艺对 NH₄⁺-N 的去除效果优于对 COD

表 4 A₁-A₂-O-M 系统 COD 和 NH₄⁺-N 的去除情况

序号	进水 COD /mg·L ⁻¹	出水 COD /mg·L ⁻¹	COD 去除 率/%	进水 NH ₄ ⁺ -N /mg·L ⁻¹	出水 NH ₄ ⁺ -N /mg·L ⁻¹	NH ₄ ⁺ -N 去 除率/%
1	886.6	134.9	84.80	143.25	0.87	99.38
2	584.0	76.1	86.97	262.82	0.98	99.41
3	684.6	119.2	82.59	129.45	1.18	99.09
4	1 336.7	147.7	88.95	114.59	1.14	99.01
5	887.8	128.0	85.58	119.34	1.13	99.06
6	952.0	146.3	84.63	194.39	0.98	99.50
7	829.8	65.0	92.17	158.63	0.74	99.53
8	812.8	144.9	82.17	202.45	2.40	98.82
9	724.5	120.2	83.41	152.32	0.96	99.37
10	1 105.7	146.0	86.80	165.21	0.84	99.49
平均值	88.04	125.0	85.80	164.24	1.12	99.32

的去除,且出水水质稳定。

图 2、图 3 分别是稳定运行以后各反应器 COD 和 NH₄⁺-N 去除率随时间变化的趋势。

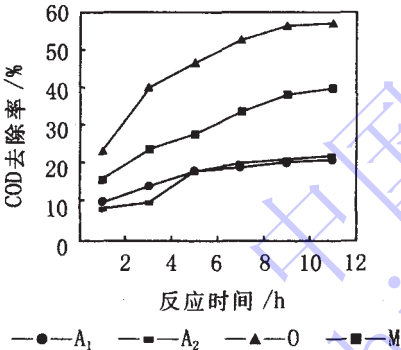


图 2 A₁-A₂-O-M 工艺中各反应器 COD 去除率
随时间变化的趋势

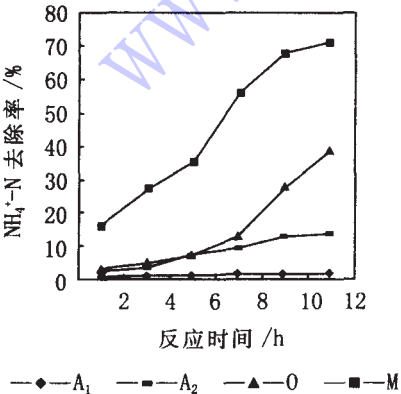


图 3 A₁-A₂-O-M 工艺中各反应器 NH₄⁺-N 去除率
随时间变化的趋势

由图 2、图 3 可以看出,A₁ 和 A₂ 反应器对 COD、NH₄⁺-N 去除率有限,A₁ 反应器 COD 去除率可达到 20% 以上,但不能够有效地去除 NH₄⁺-N。O 反应器和 M 反应器在不外加碳源的情况下,对焦化废水中的 COD 和 NH₄⁺-N 均有较高的去除率。O 反应器对 COD 的去除效果优于 M 反应器,且对 COD 和 NH₄⁺-N 的去除较 M 反应器稳定。

3 结 论

3.1 本实验在工艺中不添加碳源和碱源,与添加碳源和碱源相比,COD 和 NH₄⁺-N 的脱除率没有明显变化,因此 A₁-A₂-O-M 工艺处理焦化废水不需要投加碳源和碱源,相比 A₁-A₂-O 工艺减少了药剂费用、降低了运行成本。

3.2 A₁-A₂-O-M 工艺总水力停留时间为 50h,进水 COD 和 NH₄⁺-N 的平均质量浓度分别为 880.4mg/L 和 164.24mg/L,经 A₁-A₂-O-M 工艺处理后,出水 COD 和 NH₄⁺-N 的平均质量浓度分别为 125.0mg/L 和 1.12mg/L,COD 和 NH₄⁺-N 平均去除率分别为 85.8%和 99.32%。出水 COD 和 NH₄⁺-N 的平质量浓度分别达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的二级标准和一级标准。

参考文献:

- [1] 罗建中,徐 鸣,雷育涛,等.焦化废水处理新工艺研究[J].环境技术,2004,23(4):32-34.
- [2] 王建龙.复合生物反应器处理废水的研究及进展[J].工业水处理,1997,17(1):58-60.
- [3] 杨 平,王 彬,石炎福,等.生物流化床 A₁-A₂-O 工艺处理焦化废水中试研究[J].化工学报,2002,53(10):1 085-1 088.
- [4] 唐光临,孙国新,徐楚韶.焦化废水的亚硝化反硝化研究[J].水处理技术,2002,28(2):98-100.
- [5] 邵林广,陈 斌.A₁-A₂-O 与 A²/O 系统处理焦化废水的比较研究[J].给水排水,1995,53(10):1 085-1 088.
- [6] Min Woo Lee. Biological Nitrogen Removal from Coke Plant Wastewater with Exempla Carbon Addition[J]. Water Environment Research,1998,70 (5):1 090 - 1 095.
- [7] 唐丽珍.缺氧 - 好氧生物脱氮技术在焦化废水处理中的应用 [J].化工环保,1994,14(3):216-220.
- [8] 袁林江,彭党聪,王志盈.短程硝化 - 反硝化生物脱氮 [J].中国给水排水,2000,16(2):16-18.