

厌氧-缺氧/ 好氧工艺与常规活性污泥法处理焦化废水的比较

何 苗 张晓健 雷晓玲 顾夏声

摘要 本文在实验室条件下,以同一焦化废水作为进水,对厌氧-缺氧/ 好氧工艺 (A- A/ O)与常规活性污泥法工艺的处理效果进行了对比。试验结果表明,采用 A-A/ O 工艺处理焦化废水,出水 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 均能达标。

关键词 焦化废水 厌氧-缺氧-好氧工艺 活性污泥法 比较

现有的活性污泥法处理焦化废水普遍存在出水 COD 浓度较高,难于满足《污水综合排放标准》(GB8978-88)对焦化工业废水新改扩建项目的要求 ($\text{COD} \leq 200\text{mg/L}$),迫切需要对目前焦化废水处理工艺进行改进^[1]。本文就生物法处理焦化废水的改进进行探讨。

采用“厌氧酸化预处理+好氧生物处理”工艺可以较好地去除焦化废水中的有机物。通过对焦化废水中所含的几种有代表性的难降解有机物——喹啉、吡啶、联苯在厌氧条件下的降解规律的研究^[2],发现这几种好氧难降解有机物的厌氧生物降解性能良好,厌氧处理宜于作为焦化废水的预处理工艺。此外,“缺氧-好氧”工艺已被证实是一种有效的生物脱氮工艺。

本文使用某钢铁企业焦化厂曝气池进水(已经过隔油、气浮处理)作为试验用水,采用 A-A/ O 试验装置和完全混合式曝气池,对 A-A/ O 工艺和常规活性污泥法处理焦化废水进行了对比研究,以期提出对焦化废水处理的有效改进对策。

一、常规活性污泥法处理焦化废水

1. COD 与 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除情况

采用完全混合式曝气池,对焦化废水进行了六个月(1993 年 1 月~1993 年 7 月)的动态小试,期间通过改

要求,造成有局部堵塞现象。

(3)高度注意投药系统的工作条件,设计时要考虑国产药品杂质多,管道易堵的不利状况,对溶液槽排污阀位置,计量泵进、出液管的布置,吸液管口过滤器的设置,药液管材和阀门的合理选择,药剂的运输、贮存,以至溶液槽上液位计的细部均应重视。

(4)国产真空脱水机的改进。如对运转中出现的滤布调偏失灵,气水分离罐浮球液位控制易被污泥堵塞,水环式真空泵冷却水量的计量控制等。

试验系统的各种运行状态 表 1

工 况	进 水	水力停留时间	污泥浓度	出水
	COD (mg/L)	HRT (h)	MLSS (mg/L)	COD (mg/L)
改 停 变 留 水 时 力 间	1300	6	3500	537
		12	4000	386
		24	3600	300
		36	3400	386
		48	3300	360
		72	3200	246
改 泥 变 浓 污 度	1300	12	2400	470
			3500	410
			4000	386
			5000	340
			6400	310

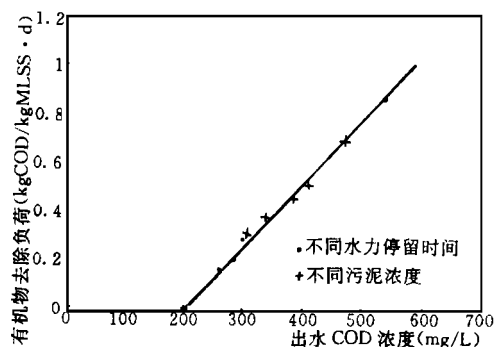


图 1 不同污泥负荷系统对有机物的去除负荷与出水 COD 浓度的关系

(5)在提高国产化程度的基础上,实现废水处理自动化。如对过滤槽的气动阀门、电磁阀、计量泵、塑料过滤器、微机等设备仪表应进一步调查、落实。

(6)气浮槽试运转中,在投加 PAC 后出水中出现矾花现象,并与投加量成正比,这在今后正常运转中,应进一步分析原因并加以控制。

▲作者通讯处:100840 北京万寿路 27 号 307 信箱
电话:(010)68207515
收稿日期:1997-1-12

焦 化 废 水 中 有 机 物 组 成

表 2

序号	有机物名称	所占质量百分比 (%)	所占 COD 浓度 (mg/ L)	序号	有机物名称	所占质量百分比 (%)	所占 COD 浓度 (mg/ L)
1	吡啶	1.16	15.1	21	邻苯二甲酸酯	0.85	11.10
2	乙苯	5.07	63.3	22	吡啶	1.54	20.00
3	苯乙腈	1.11	14.4	23	(E)-9-菲醛肟	0.13	1.69
4	苯酚	26.72	347.4	24	烷基吡啶	0.25	3.25
5	甲基苯酚	10.15	132.0	25	苯并喹啉	0.59	7.67
6	喹啉	11.46	149.0	26	苯基吡啶	0.55	7.15
7	异喹啉	5.08	64.7	27	二甲基苯酚	3.92	50.10
8	甲基喹啉	5.51	71.6	28	萘酚	0.13	1.69
9	某种苯酚衍生物	11.30	146.9	29	吡啶	0.35	4.55
10	甲基酮	1.54	20.0	30	6(5H)-菲吡啶	0.45	5.85
11	C ₂ 烷基喹啉	2.03	26.4	31	硝基苯二甲酚	0.95	12.40
12	2,4-环戊二烯 -1-次甲基苯	0.39	5.1	32	二苯基吡咯	0.06	0.78
13	1-奈腈	0.76	9.9	33	萘腈	0.11	1.43
14	二苯并咪唑	0.28	3.64	34	9H-芴	0.33	4.29
15	2-甲基-1-异 氰化萘	0.30	3.9	35	喹啉酮	0.28	3.64
16	C ₂ 烷基吡啶	0.05	0.65	36	1,1'-(1,3-丁二 炔-1,4-二)二苯	0.10	1.30
17	苯并咪唑	0.39	5.1	37	苯乙烯酮	0.04	0.52
18	异喹啉酮	1.69	22.0	38	二苯并咪唑	0.30	3.90
19	联苯	0.78	10.1	39	1,9-二氮芴	0.15	1.95
20	喹啉酮	0.30	3.9	40	苯甲酸	1.31	17.03
合 计						98.5	1300 × 0.985

变水力停留时间和污泥浓度,详细考察了常规活性污泥法试验系统对焦化废水有机物的去除效果(见表1)和活性污泥的有机物去除负荷 U_s 与出水COD浓度 S_e 之间的关系(见图1)。

改变水力停留时间和污泥浓度两组试验结果的 $U_s \sim S_e$ 关系基本相同。说明在试验的测试条件中,系统已达到较为稳定的状态,数值的规律性比较好,该曲线可以反映曝气池中活性污泥的特性。

由表1和图1可以得出:

(1)采用活性污泥法系统处理焦化废水时,可通过延长水力停留时间或增大污泥浓度来降低系统污泥负荷,在一定程度上改善出水水质。

(2)有机物去除负荷 U_s 与出水COD浓度 S_e 中可生物降解部分符合一级反应关系,降解速率受基质浓度制约。

(3)试验所用焦化废水(COD = 1300mg/L)中不可生物降解有机物浓度为 $S_n = 205\text{mg/L}$,已超过焦化废水行业排放标准中对COD的要求。而无论采用完全混合法或推流式均需在曝气池中维持一定的可生物降解有机物浓度,以保持一定的反应速度,则出水有机物浓度 S_e 必然大于 S_n 。所以不能仅通过工艺参数变化使好氧

处理出水水质达标,需要寻求新的处理工艺。

(4)该系统对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 基本无去除作用。

2. 各有机物组分的去除

该焦化废水曝气池进水中有机物组成的GC/MS测定结果见表2。

完全混合式活性污泥法在 $\text{HRT} = 48\text{h}$ 、 $\text{MLSS} = 3200\text{mg/L}$ 状态下出水中有机物的组成的GC/MS测定结果如表3所示,可用来代表常规活性污泥法处理焦化废水在较为理想条件下的处理效果。由表3可以看出:

(1)好氧48h出水中检出28种有机物,其中芳香烃和杂环化合物为19种,质量百分比占50.3%。

(2)焦化废水中的主要难降解有机物有吡啶、烷基吡啶、吡啶、联苯、咪唑、吡啶、喹啉、异喹啉、甲基喹啉等。几种典型的难降解有机物在该状态下的去除率分别为:喹啉77.8%、吡啶46.0%、吡啶38.4%、联苯49.5%。其中喹啉的去除主要由曝气气体吹脱引起,12h空曝喹啉的去除率为45.9%。

二、厌氧-缺氧/好氧工艺处理焦化废水

试验采用生物膜法实验室小试设备,运行参数如下:

完全混合式活性污泥法出水中有机物组成 表 3

序号	物质名称	所占质量百分比 (%)	所占 COD 浓度 (mg/ L)
1	吡啶	3.57	9.30
2	乙苯	1.65	4.30
3	苯酚	1.35	3.50
4	甲基苯酚	0.81	2.10
5	喹啉	12.73	33.10
6	异喹啉	7.92	20.60
7	甲基喹啉	7.08	18.40
8	某种苯酚衍生物	1.88	4.90
9	C ₆ 烷基喹啉	3.19	8.30
10	C ₆ 烷基吡啶	0.038	0.10
11	联苯	1.96	5.10
12	邻苯二甲酸酯	0.54	1.40
13	吡啶	4.15	10.8
14	烷基吡啶	0.38	1.00
15	苯并喹啉	0.65	1.70
16	苯基吡啶	0.69	1.80
17	二甲苯酚	0.96	2.50
18	吡啶	0.52	1.36
19	6 (5H) - 菲啉酮	0.27	0.71
20	萘酚	0.058	0.15
21	庚酸	2.73	7.10
22	癸酸	6.31	16.4
23	十八醛	2.81	7.30
24	十八酸	6.96	18.1
25	四十酸	6.73	17.5
26	甲基十六烷	8.88	23.1
27	四十四烷	6.35	16.5
28	二十二烷	5.61	14.6
合计		96.80	260 × 0.968

A- A/ O 系统对焦化废水 COD、NH₃ - N 的去除

表 4

COD		
进水浓度 (mg/ L)	出水浓度 (mg/ L)	去除率 (%)
1300	190	85.4
NH ₃ - N		
进水浓度 (mg/ L)	出水浓度 (mg/ L)	去除率 (%)
245	19.6	92.0

(1) 水力停留时间: 总水力停留时间为 36h, 各反应器水力停留时间比为: A₁ : A₂ : O = 1 : 1.8 : 4.8;

(2) 混合液回流比: 5 : 1;

(3) 温度: 厌氧反应器: 35~37 °C, 缺氧、好氧反应器: 25~28 °C;

(4) pH 值: 进水用磷酸控制 pH = 6.9~7.2, 好氧段通过投加 20g/ L 的 NaHCO₃ 溶液使其 pH 维持在 6.7~7.2;

(5) 溶解氧: 好氧段 DO 控制在 2~4mg/ L, 缺氧段 DO < 0.5mg/ L。

1. COD 与 NH₃ - N 的去除情况

系统运行稳定后, COD、NH₃ - N 的去除情况如表 4 所示。

由表 4 可以看出: A- A/ O 系统当总 HRT = 36h 时, 出水 COD、NH₃ - N 均可满足焦化工业 (新改扩) 行给水排水 Vol. 23 No. 6 1997

A- A/ O 系统出水中有机物组成 表 5

序号	物质名称	所占质量百分比 (%)	所占 COD 浓度 (mg/ L)
1	C ₆ 烷基吡啶	1.03	1.96
2	甲醇	2.24	4.26
3	吡啶	2.08	3.96
4	三羟基苯乙酮	3.75	7.13
5	苯甲酸盐	23.84	45.30
6	邻苯二甲酸酯	1.44	2.74
7	萘酚	0.31	0.59
8	甲基恶烷	1.00	1.90
9	二十六烷烃	10.50	19.95
10	油酸酯	14.83	28.18
11	1-五十碳醇	19.27	36.61
12	十八烷烃	2.18	4.14
13	二十二烷烃	3.73	7.09
14	二十四烷烃	6.24	11.86
15	三十烷烃	7.56	14.36
合计		100	190

业排放标准 (COD ≤ 200mg/ L, NH₃ - N ≤ 25mg/ L)。

2. 各有机物组分的去除

对处理后出水作了 GC/ MS 测定, 考察其中各有机物组分的去除情况, 结果如表 5 所示。试验结果表明:

(1) A- A/ O 系统出水仅含有 15 种有机物, 而且链烃占了绝大多数, 芳香烃及杂环化合物的质量比仅占 32.5%。与好氧处理出水相比, 有机物种类及芳香烃和杂环化合物含量都大大减少。

(2) 在 A- A/ O 出水中, 对于喹啉、吡啶、联苯这四种焦化废水中的典型难降解有机物, 吡啶的去除率达 80.2%, 其它三种在出水中均未检出。

三、焦化废水处理改进对策

从以上试验结果可以看出: 与常规好氧处理工艺相比, A- A/ O 工艺无论是对焦化废水中有机物的整体去除, 还是对难降解有机物的去除效果均更为理想。A- A/ O 工艺处理焦化废水, 出水 COD 和 NH₃ - N 均能够满足焦化工业废水行业排放标准 (新改扩)。因此, 采用 A- A/ O 工艺处理焦化废水是对现有焦化废水活性污泥法处理的一种有效改进措施。建议对“厌氧-缺氧/好氧”工艺处理焦化废水进行更深入的试验研究, 并通过生产性试验确定最佳运行条件。

参考文献

- [1] 陆昌森等, 《污水综合排放标准详解》, 中国标准出版社, 1991。
- [2] 张晓健等, “焦化废水中几种难降解有机物的厌氧生物降解特性”, 《环境工程》, 1995, 10。

△作者通讯处: 100084 清华大学环境工程系

电话: (010) 68393813

收稿日期: 1996-12-10