



焦化废水中难降解有机物处理试验研究

侯红娟¹, 周琪¹, 杨云龙²

(1. 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092; 2. 太原理工大学 建筑与环境工程学院, 山西 太原 030024)

摘要: 在实验室条件下, 运用水解(酸化)、好氧两段 SBR 工艺, 研究了焦化废水中比较典型的 3 种难降解有机物——喹啉、吲哚、吡啶以及含量最高的苯酚的去除规律。经此工艺处理后, 喹啉、吲哚、吡啶和苯酚的去除率分别达到 92.8%、92.3%、89.6% 和 100%。

关键词: 焦化废水; 废水处理; 水解; 好氧

中图分类号: X784 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-2455(2002)04-0039-04

Experimental Study on the Treatment of Refractory Organic Substances in Coking-Plant Wastewater

HOU Hong-juan¹, ZHOU Qi¹, YANG Yun-long²

(1 College of Environmental Science & Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2 College of Architectural & Environmental Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Hydrolysis(acidification), aerobic two stage SBR process was used to study the degradation rules of three refractory organic substances, which are quinoline, indole and pyrisine, and high concentration phenol in coking-plant wastewater. The experiments showed that the removal efficiencies of quinoline, indole, pyrisine and phenol reached 92.8%, 92.3%, 89.6% and 100%.

Key words: coking-plant wastewater; wastewater treatment; hydrolysis; aerobic

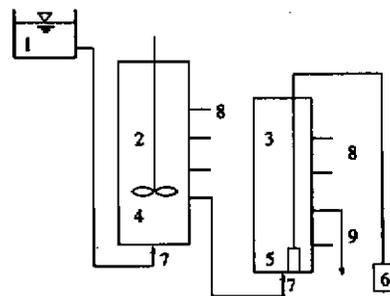
引言

焦化废水是一种含有大量有毒有害物质的有机废水。其有机组分除 85% 的酚类化合物以外, 还包括脂肪族化合物、杂环化合物和多环芳香族化合物等^[1]。一般来讲, 酚类物质比较容易被生物降解, 而杂环化合物、多环化合物等则难以被生物降解。正是由于这些难降解物质的存在, 使得焦化废水经普通活性污泥法处理后其出水水质不能达到国家规定的排放标准。据对 24 家焦化厂污水处理系统出水水质的统计: COD_{Cr} 含量低于 150 mg/L 者, 仅占 12.5%, 低于 200 mg/L 者仅占 29.2%^[2]。为此, 现有的焦化废水处理工艺必须进行技术改造。我们选择了焦化废水中比较具有代表性的 3 种难降解物质——喹啉、吲哚和吡啶, 再加上焦化废水中含量最高的酚(采用苯酚)构成了试验模拟废水。通过试验研究, 以了解难降解物质在焦化废水中的处理性能, 为提高焦化废水的处理效果及工艺改进提供必要的实验数据。

1 试验材料与方法

1.1 工艺流程与试验装置

经分析与筛选, 工艺流程选择中温水解(酸化)、好氧两段 SBR 工艺。试验采用的两个反应器均为圆柱型。其中水解(酸化)段的反应器有效容积为 5 L, 好氧段反应器的有效容积为 3 L。工艺流程见图 1。其中, 水解(酸化)段用温控仪控制水温在 35℃ 左右, 好氧段用可自动控温的加热棒控制水温在 20℃



1 高位水箱; 2 水解(酸化)SBR 反应器; 3 好氧 SBR 反应器; 4 搅拌器;
5 曝气头; 6 曝气器; 7 进水口; 8 取样口; 9 排水口

图 1 两段 SBR 工艺流程



1.2 试验用水水质

试验采用模拟废水,其中4种污染物的大致浓度为:苯酚 500 mg/L、喹啉 100 mg/L、吲哚 40 mg/L、吡啶 40 mg/L。并配以 NaH_2PO_4 和 NH_4Cl 作为磷源和氮源,碳、氮、磷的比例为 $m(\text{C}):m(\text{N}):m(\text{P})=100:5:1$ 。

1.3 试验测定项目及方法

每天对4种污染物的浓度、pH、DO进行测定,定期测定 COD_{Cr} 。其中4种污染物的测定,水解段采用液相色谱法,好氧段采用紫外分光光度法;DO的测定采用 YSI Model 58 型溶解氧测定仪; COD_{Cr} 的测定采用 30 min 回流法。

2 试验结果与分析

2.1 好氧段不同入流时间对处理效果的影响

在 SBR 工艺系统中入流时间是一个很重要的参数,对于有毒性的污水,如果入流期过短,则会因为入流期的基质积累形成抑制,此时,所积累的浓度越大,反应速度反而减小,从而延长了反应周期,如果入流期过长,则反应速度较低,也会延长反应周期。因此,有必要在 SBR 工艺中控制入流时间,使反应不受抑制的影响,同时又获得较高的反应速度。

为了确定好氧段的最佳入流时间,我们采用了3种入流时段:2 h、4 h、6 h 进行实验研究(其中好氧段的进水均经过 8 h 的中温水解(酸化)),相应的反应时间分别为 6 h、4 h 和 2 h,实验处理效果见表 1、表 2、表 3 所示。

表 1 2 h 入流、6 h 反应时的处理效果

水样	污染物浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)					pH
	苯酚	喹啉	吲哚	吡啶	COD_{Cr}	
好氧进水*	306	17.1	12.4	25.8	1 256	7.37
好氧出水	0	10.6	8.09	12.8	72.4	7.92
去除率/%	100	38.0	34.8	50.4	94.2	

其中: $\text{MLSS}=5.2 \text{ g/L}$ $\text{SVI}=68.1$

注: * 好氧进水为经 8 h 水解(酸化)后的出水,数值为多次测定结果的平均值

表 2 4 h 入流、4 h 反应时的处理效果

水样	污染物浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)					pH
	苯酚	喹啉	吲哚	吡啶	COD_{Cr}	
好氧进水	306	17.1	12.4	25.8	1 295	7.40
好氧出水	0	5.87	3.75	5.99	42.5	7.87
去除率/%	100	65.7	69.8	76.8	96.7	

其中: $\text{MLSS}=5.0 \text{ g/L}$ $\text{SVI}=70.3$

水样	污染物浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)					pH
	苯酚	喹啉	吲哚	吡啶	COD_{Cr}	
好氧进水	306	17.1	12.4	25.8	1 324	7.42
好氧出水	0	13.7	9.23	15.2	103	7.88
去除率/%	100	19.9	25.0	41.1	92.2	

其中: $\text{MLSS}=5.3 \text{ g/L}$ $\text{SVI}=75.4$

从以上实验数据可以看到:在3种入流条件下,当反应结束时,苯酚的去除率达到 100%,喹啉、吲哚以及吡啶都有不同程度的降解,但以 4 h 入流条件下,反应结束时降解程度最大。4 h 入流、4 h 反应时的处理效果均优于其他状态的处理效果。苯酚、喹啉和吲哚的去除率分别达到 100%、65.7% 和 69.8%。图 2、图 3、图 4 分别为入流时间 2 h、4 h、6

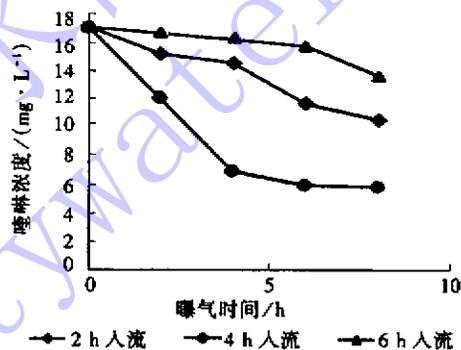


图 2 3种入流条件下喹啉降解曲线的对比

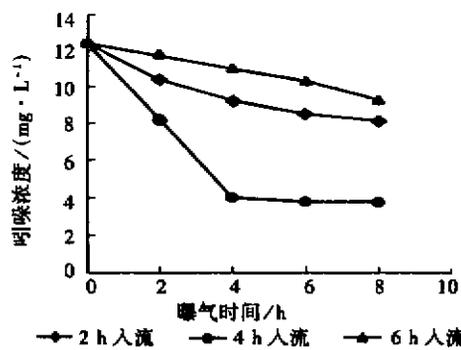


图 3 3种入流条件下吲哚降解曲线的对比

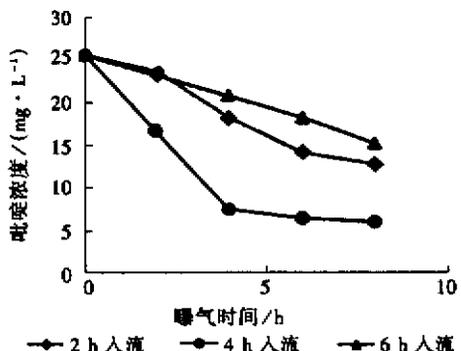


图 4 3种入流条件下吡啶降解曲线的对比

以看到,在入流时间为4 h时降解速率最快,出水中喹啉、吲哚和吡啶的浓度也最低,因此,我们选定4 h为最佳入流时间,在后面讨论不同的水解(酸化)时间对好氧段处理效果的影响时,入流时间均采用4 h。

2.2 不同水解(酸化)时间对处理效果的影响

确定了最佳入流时间后,在此入流条件下,我们又分别对不同水解(酸化)时间对好氧段处理效果的影响做了实验研究,水解时间分别取6 h、4 h、2 h,然后进行8 h(入流4 h,反应4 h)的好氧处理,对其处理效果进行对比,拟确定一个对模拟废水比较适合的水解(酸化)时间。水解(酸化)6 h、4 h、2 h后,经8 h好氧处理后的结果见表4、表5及表6,水解(酸化)时间为8 h时的处理效果见表2。

表4 水解6 h时的处理效果

水样	污染物浓度/(mg·L ⁻¹)					pH
	苯酚	喹啉	吲哚	吡啶	COD _{Cr}	
好氧进水	323.6	19.65	13.1	26.5	1 137	7.43
好氧出水	0	7.20	3.08	4.16	50.7	7.93
去除率/%	100	63.3	76.5	84.3	95.5	

其中:MLSS=5.6 g/L SVI=80.0

表5 水解4 h时的处理效果

水样	污染物浓度/(mg·L ⁻¹)					pH
	苯酚	喹啉	吲哚	吡啶	COD _{Cr}	
好氧进水	345.7	24.6	14.9	30.2	1 226	7.42
好氧出水	0	8.56	3.28	8.65	52.8	8.01
去除率/%	100	65.2	78.0	74.7	95.7	

其中:MLSS=5.8 g/L SVI=78.2

表6 水解2 h时的处理效果

水样	污染物浓度/(mg·L ⁻¹)					pH
	苯酚	喹啉	吲哚	吡啶	COD _{Cr}	
好氧进水	365.5	33.3	17.6	35.6	1 378	7.38
好氧出水	0	9.33	5.40	7.94	83.5	7.99
去除率/%	100	72.0	69.3	77.7	93.8	

其中:MLSS=6.8 g/L SVI=82.1

从表2、表4、表5、表6的实验数据可以看出,水解(酸化)时间为2 h、4 h时,出水中3种难降解物质的含量明显高于水解(酸化)时间为6 h和8 h时出水中的含量。

图5、图6、图7分别为4种水解(酸化)时间时,喹啉、吲哚、吡啶在好氧段降解曲线的对比。由图可

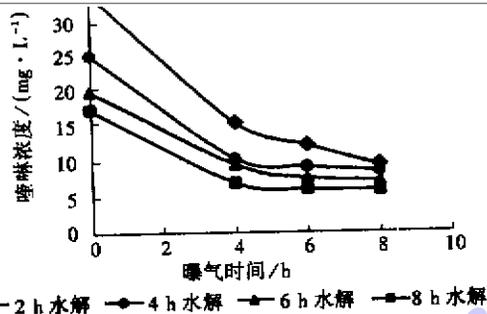


图5 4种水解时间下喹啉在好氧段降解曲线的对比

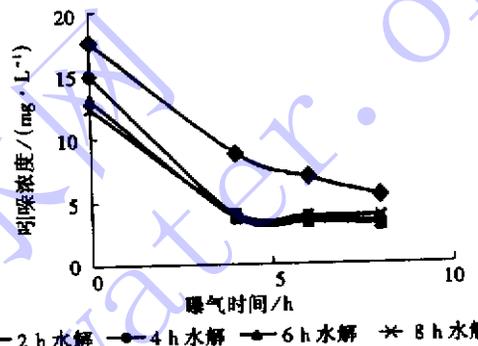


图6 4种水解时间下吲哚在好氧段降解曲线的对比

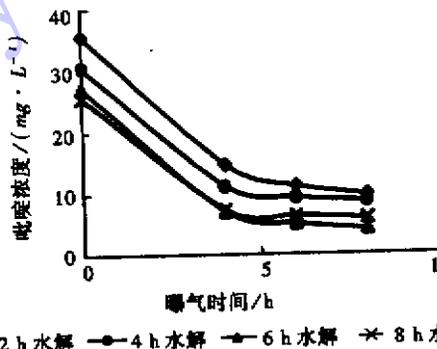


图7 4种水解时间下吡啶在好氧段降解曲线的对比

以看出:对于喹啉,水解(酸化)时间越长,去除效果越好,但是经好氧段后去除效果提高不大;对于吲哚,除了水解(酸化)时间为2 h时去除效果较差以外,其它3种水解时间下,处理效果接近;而对于吡啶,水解(酸化)时间为2 h和4 h时去除效果稍差,水解(酸化)时间为6 h和8 h时的去除效果几乎相同。综上所述,我们认为6 h的水解(酸化)时间比较适宜。

3 结论

①采用水解(酸化)、好氧两段SBR工艺能有效去除焦化废水中典型的3种难降解物,其中喹啉、吲哚的去除率在90%以上,吡啶的去除率接近90%,



理也有一定的影响,水解 2 h、4 h 时的处理效果明显低于水解 8 h 的处理效果,而水解 6 h 的处理效果与水解 8 h 的处理效果相差不大,因此我们认为水解时间为 6 h 比较适宜。

③ 由于焦化废水是一种有毒抑制性废水,因此,入流时间的长短对其处理效果影响比较大,水解(酸化) 6 h,好氧段入流期为 4 h 时处理效果最佳。

process condensates[J]. JWPCF, 1983, 55(2): 275 - 281.

[2] 舒文龙. 我国焦化废水处理技术的现状、进展及适用技术的选择(上)[J]. 环境工程, 1992, 10(4): 54 - 56.

作者简介:侯红娟(1975 -),女,山西新绛人,在读博士,电话(021) 65900466。