



接触氧化法深度去除二级出水中氨氮的研究

李向东¹, 秦树林²

(1. 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州 221008)

(2. 煤科总院杭州环境保护研究所, 浙江杭州 311201)

摘要: 采用生物接触氧化法对生活污水处理厂出水进行深度处理, 探讨了水力停留时间、温度及 pH 值等因素对氨氮去除效果的影响。结果表明: 水力停留时间 1.5 h 时, 污水厂出水经过处理后氨氮的浓度小于 5 mg/L, 去除率达到 82% 以上, 出水符合国家生活杂用水水质标准(CJ25.1-89)。

关键词: 生物接触氧化; 二级出水; 氨氮

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2005)01-0032-03

STUDY ON REMOVAL OF AMMONIA - NITROGEN IN SECONDARY EFFLUENT BY BI - CONTACT OXIDATION

LI Xiang - dong¹, QIN Shu - lin²

(1. School of Environment and Spatial Informatics, CUMT, Xuzhou 221008, China;

2. Hangzhou Institute for Environmental Protection, CCRI, Hangzhou 311201, China)

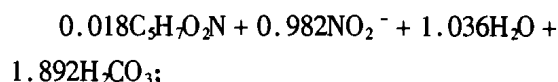
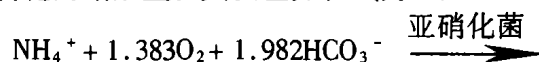
Abstract: Advanced treat secondary effluent with bi - contact oxidation process, discussed the factors which effect the removal rate of ammonia - nitrogen such as the hydraulic detention time, temperature, pH etc. The results showed that the concentration of ammonia - nitrogen of effluent were below 5 mg/ L, the average removal ratio of ammonia - nitrogen can be above 82% under the conditions of HRT 1.5, the quality of the effluent reached the standard of reused wastewater (CJ25.1-89).

Keywords: bio - contact oxidation; secondary effluent; ammonia - nitrogen; influencing factors

氮是造成水体富营养化的重要因素, 氨氮的耗氧特性会使水体溶解氧降低, 此外, 过量氨氮对于鱼类等水生生物也具有一定的毒性。目前, 在废水的二级处理中, 有不少污水厂的氨氮不能达标排放, 使氨氮的污染逐渐成为主要的问题^[1], 因此有效地降低水中氨氮的含量已成为现代废水处理中的热点之一。

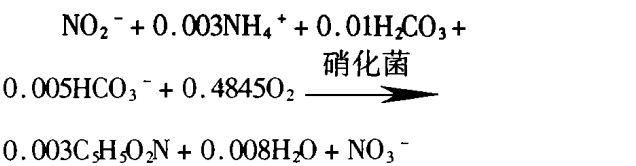
氨氮的去除是依靠硝化细菌和亚硝化细菌硝化作用而实现的。因为硝化细菌和亚硝化细菌的

世代时间都比较长, 比增长速度较小, 在生物固体平均停留时间比较短的活性污泥系统中难以存活, 而在接触氧化法中, 生物固体停留时间与废水的停留时间无关, 亚硝化细菌和硝化细菌能够大量繁殖。通过硝化反应将废水中的氨氮去除, 硝化反应包括两个步骤, 第一步由亚硝化菌将氨氮转化为亚硝酸盐, 第二步由硝化菌进一步将亚硝酸盐转化为硝酸盐。其反应方程式为^[2]:



收稿日期: 2004-09-28

第一作者简介: 李向东, 男, 在读博士, 主要从事环境保护和科研工作。



本试验采用生物接触氧化法对二级处理后的生活污水进行深度强化处理，以期取得较好的去除氨氮效果，出水可作为生活杂用水回用。

1 试验用水、装置及方法

1.1 试验水质

试验用水取自某小区生活污水厂排放口，该水厂采用传统的活性污泥法处理。实测出水口废水：COD_{Cr} 55~80 mg/L，BOD₅ 15~28 mg/L，氨氮 18~30 mg/L，pH 7.2~7.6，出水符合国家污水综合排放二级标准(GB8978-1996)。

1.2 试验装置及流程

本试验的主体设备为生物接触氧化反应器，有效容积为 10 L。充氧设备为空气泵，压缩空气自下而上，通过穿孔管曝气。试验工艺流程见图 1。

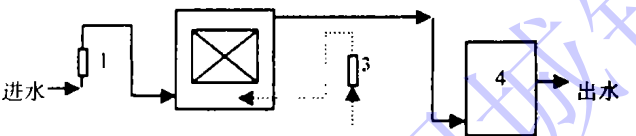


图 1 试验装置及流程示意图

1. 进水流量计;2. 反应器;3. 进气流量计;4. 出水槽

1.3 试验方法

试验开始时以该厂活性污泥作为菌种进行培养，小流量递增进水，几天后洁白的填料纤维丝表面呈土黄色，池面散发出土腥味。再连续培养 7 d 后，检测氨氮的去除率，处理效果稳定后，说明生物膜已经适应新的水质环境。挂膜完成后，在设定的进水流量下，连续检测 5 d；改变流量后，稳定运行 3 d 后再进行检测。水质分析项目为：氨氮、COD_{Cr} 和 BOD₅。

2 结果分析

2.1 HRT 对氨氮去除效果的影响

调节进水流量为 4 L/h，HRT(水力停留时间)为 2.5 h，水温为 24℃，连续运行的结果见图 2。然后改变进水流量为 10 L/h，HRT 为 1 h，稳定后连续运行的结果见图 3。

从图 2、图 3 试验结果可以看出，当 HRT = 2.5

h 时，氨氮的去除率可达 93% 以上；当 HRT 缩短为 1 h 时，氨氮的去除率在 66%~75% 之间，可见水力停留时间越长，系统对氨氮的去除效果越好。

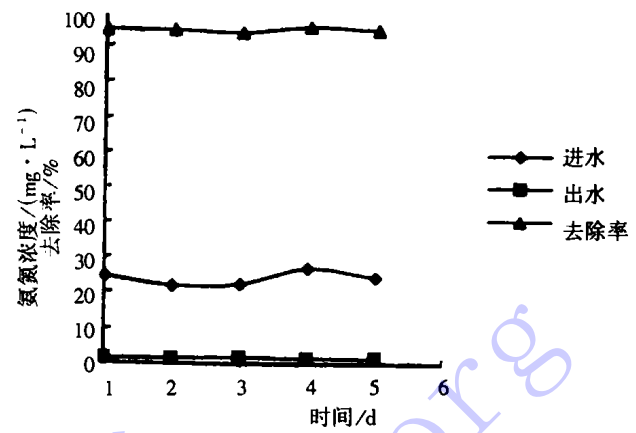


图 2 HRT = 2.5 h 时氨氮的去除效果

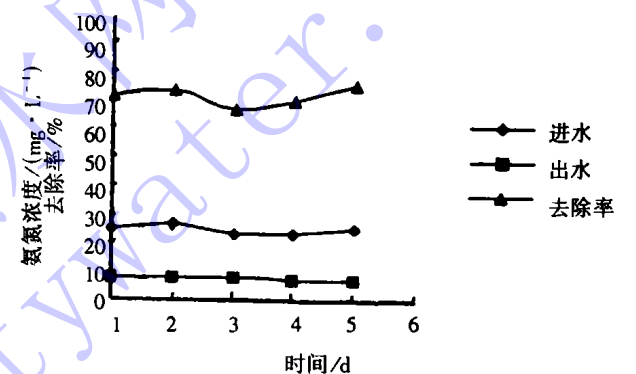


图 3 HRT = 1 h 时氨氮的去除效果

2.2 温度对氨氮去除效果的影响

在试验过程中调节进水流量为 6.7 L/h，水力停留时间为 1.5 h，系统运行的温度分别控制在 15℃、24℃ 和 28℃。稳定运行结果见表 1。

表 1 不同温度下氨氮的处理效果

温度 /℃	氨氮浓度/(mg·L ⁻¹)		去除率/%
	进水	出水	
15	23.1	9.2	60.2
	25.6	9.5	62.9
	24.7	9.1	63.2
	26.4	10.6	59.9
	22.9	7.9	65.5
24	23.5	4.1	82.1
	22.6	3.8	83.2
	24.3	3.5	85.6
	21.5	3.2	85.1
	27.6	4.3	84.4

28	25.4	2.4	90.6
	21.8	2.2	89.9
	22.7	2.0	91.2
	26.3	2.6	90.1
	24.5	2.1	91.4

从表 1 可以看出，温度对生物硝化反应有很大的影响。在温度从 15℃升高到 24℃时，氨氮的平均去除率从 62.3%升为 84.1%，在温度 24℃以上时，出水的氨氮小于 5 mg/L。可见较高的温度适宜于亚硝化菌和硝化菌发挥其生物活性。

2.3 pH 值对氨氮处理效果的影响

在 HRT 为 1.5 h，温度为 24℃下，改变进水的 pH 值。当 pH 为 7.0 以下，发现氨氮的去除效果急剧下降，但 pH 值恢复到 7.2 以上时，系统对氨氮的去除效果有明显改善；将 pH 值调整为 9.0 以上进行同样的试验，氨氮基本上没有被去除，恢复 pH 值为出水的正常值时，氨氮的去除效果也随之恢复。可见硝化菌适宜中性偏碱的环境中，过酸或过碱均会影响硝化反应，但对硝化菌没有毒害作用，只是抑制其正常的生物功能。

2.4 对 COD_{Cr} 和 BOD₅ 的去除考察

系统在进行硝化反应去除氨氮的同时对污水中其它的污染物也有去除效果。在 HRT 为 1.5 h，24℃时，对进、出水 COD_{Cr} 和 BOD₅ 的浓度进行检测，结果见表 2。

表 2 系统对 COD_{Cr} 和 BOD₅ 的去除效果

COD _{Cr} 浓度/(mg·L ⁻¹)		BOD ₅ 浓度/(mg·L ⁻¹)	
进水	出水	进水	出水
75.2	15.3	19.6	8.4
63.7	12.8	17.8	7.6
68.5	13.6	16.6	7.9
70.6	12.5	19.4	8.2
62.3	12.6	18.3	7.1

从检测结果中可以看出，系统在去除氨氮的同时对有机污染物有较好的去除效果，这是因为硝化反应时需要污水中的有机物作为碳源进行微生物合成。

2.5 容积负荷对氨氮去除效果的影响

24℃，在 3 种不同的水力停留时间(1 h, 1.5 h 和 2 h)下，氨氮容积负荷与平均去除率见图 4。从图 4 可见，随着容积负荷的增大，氨氮的平均去除率变小。

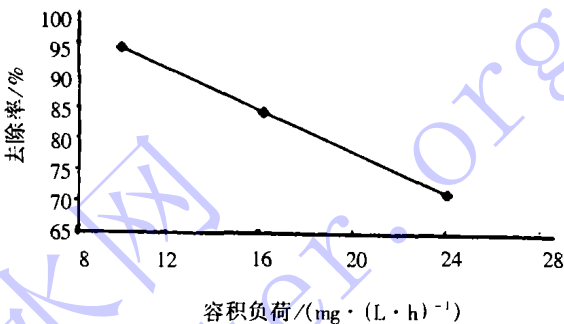


图 4 容积负荷与氨氮平均去除率的关系

3 结语

- (1) 接触氧化法对二级出水中氨氮的去除效果明显，且容积负荷越小，氨氮的去除效果越好。
- (2) 硝化作用在温度适宜的条件下速率较快，处理效果较好，在 24℃以上时，处理后出水的氨氮浓度小于 5 mg/L。
- (3) 利用接触氧化法对污水厂二级出水进行深度处理，在去除水中氨氮的同时也对其它有机污染物有较好的处理效果，出水满足国家《生活杂用水水质标准》(CJ25.1-89)。

参考文献：

[1] 徐同亚. 废水中氮磷的处理 [M]. 上海：华东师范大学出版社，1996，1~3.
[2] 钱易，米详友. 现代废水处理新技术 [M]. 北京：中国科学技术出版社，1993：281.