

文章编号:1000-582x(2000)03-0074-03

74-76

X703

含氮废水亚硝化型硝化的研究

陈际达, 陈志胜, 张光辉, 唐昌敏

(重庆大学 环境与化学化工学院, 重庆 400044)

摘要:介绍了含氮废水的亚硝化型硝化脱氮的理论和特点,并通过实验研究了 pH 值、温度、氨氮初始浓度、曝气量对亚硝化型硝化的影响,用单纯形方法优化出最佳条件为:水温 30℃、pH 为 8.1、初始氨氮浓度 140 mg/L、曝气率 68%的条件下,亚硝酸根转化率可达 96.2%,并且亚硝酸根不进一步转化为硝酸根,说明含氮废水实施亚硝化型硝化是可行的。

关键词:生物脱氮;亚硝化型硝化;废水处理

中图分类号: X 703

文献标识码: A

含氮废水

含氮废水对受纳水体带来一系列的危害:1)消耗溶解氧,导致水体缺氧;2)影响鱼鳃的氧传递使鱼类致死;3)与氯气作用生成氯胺,妨碍氯化消毒;4)诱发“富营养化”,造成水体生态紊乱;5)硝酸根能诱发婴儿的高铁血红蛋白症,亚硝酸根则具有严重的“三致”作用,直接威胁着人类的健康^[1-4]。含氮废水主要采用生物脱氮方法^[5],该法在技术上和经济上都是可行的。

根的生成。

1 理论分析

1.1 亚硝酸硝化的可行性

从生化反应来看,硝化作用是指 NH₃ 被氧化成 NO₂⁻-N,然后再进一步氧化成 NO₃⁻-N 的过程:

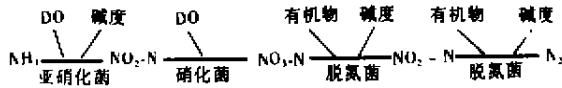
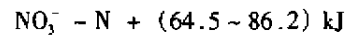
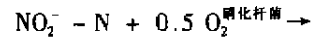
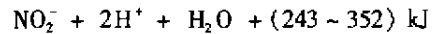
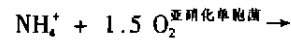
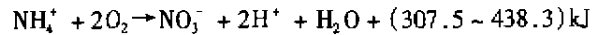


图 1 氨氮的硝化与反硝化过程

生物脱氮是指在好氧条件下,自养型硝化菌将氨氮转化为亚硝酸盐氮,继而氧化成硝酸盐氮,然后在厌氧条件下,兼性异氧菌作用下将 NO₃⁻-N 还原成 NO₂⁻-N,最后转变成 N₂ 逸出^[6-11]。其过程可用图 1 描述,见图 1。在反硝化过程中,硝酸根被还原为亚硝酸根。故国内外学者研究直接从 NO₂⁻-N 脱氮工艺,称之为亚硝化型硝化-反硝化脱氮,其优点是: A)增大了硝化和反硝化速率^[10]。 B)节省 25%的耗氧量和 40%的外加碳源。 C)亚硝化菌与硝化菌所需的最佳 pH 环境不同^[7,10,12,13],亚硝化型硝化可以加速硝化速率。

要实现亚硝酸反硝化脱氮,就必须设法使废水中的氨氮和有机氮尽可能只转化为亚硝酸氮,避免硝酸



由上式可知,可以通过控制硝化菌和亚硝化菌的相对活性,或通过调整曝气量^[14],避免 NO₂⁻ 进一步转化为 NO₃⁻ 的方法,使反应尽可能停留在亚硝化阶段。

1.2 硝化杆菌活性可控性

废水中游离氨(FA)对硝化菌和亚硝化菌的毒性差别很大^[5,8,10],0.6 mg/L 的游离氨就可使硝酸菌受到严重的抑制,但亚硝酸菌对 FA 的承受能力就大得多,40 mg/L 以下的 FA 对其活性影响不大,因此可以借此来控制硝化类型。

1.3 控制氧供给量的可行性

在硝化进程中,通过在线监测体系中 COD、DO、及

收稿日期:1999-09-06

基金项目:春晖计划项目(31)

作者简介:陈际达(1963-),男,四川绵竹人,重庆大学副教授,硕士,主要从事化学与环境科学教学与科研工作。

$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的浓度, 可以实现氧的控制。

2 实验部分

2.1 实验装置

实验装置见图 2。

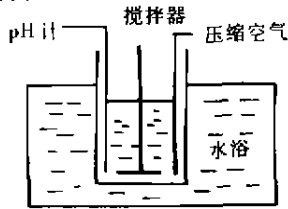


图 2 实验装置

2.2 活性污泥的培养及驯化

活性污泥取自重庆市杨公桥城市排污口, 调节污泥浓度约为 3.5 g/L , 温度 $22 \sim 28^\circ\text{C}$, 加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 用 NaHCO_3 调节 pH 在 $7 \sim 8$ 内, 培养、驯化 20 天。

2.3 相关成分、指标的测定

$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 采用苯酚 - 次氯酸盐比色法; $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 采用 α -萘胺比色法; $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 采用酚二磺酸比色法。

3 结果与讨论

3.1 pH 对亚硝酸氮生成率的影响

亚硝化最佳 pH 为 7.9 左右 (见图 3), pH 过高和过低, 都不利于亚硝化的进行。造成亚硝酸氮生成率强烈依赖 pH 的原因, 可归结为: A) 亚硝化菌的活性与 pH 有关^[10,13]; 多数认为亚硝化菌的适宜 pH 范围为 $7.0 \sim 8.5$, 硝化菌为 $6.0 \sim 7.5$; 也有人^[7]认为前者为 $7.0 \sim 7.8$, 后者为 $7.7 \sim 8.1$; 实验表明亚硝化菌的适宜 pH 范围为 $7.5 \sim 8.5$; B) pH 控制了氨氮中游离氨 (FA) 的浓度; 设水温 25°C , pH $7.5 \sim 8.5$, 氨氮浓度为 200 mg/L , 则硝化池的游离氨浓度仅为 $4.2 \sim 36.6 \text{ mg/L}$, 在 40 mg/L 以下, 对亚硝化菌抑制不严重, 而对硝化菌完全抑制。

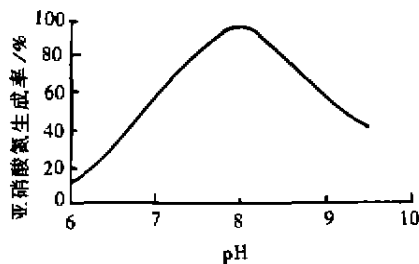


图 3 pH 对亚硝酸根生成的影响

综上所述, 可以通过调节 pH 值来控制硝化菌和亚硝化菌的相对活性, 以便获得稳定的亚硝化型硝化 (注: 转化率是指曝气 18 小时的氨氮转化率, 下同)。

3.2 温度的影响

温度对亚硝化率的影响实验结果表明: 在 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 范围内亚硝化率变化不大, 如图 4 所示。

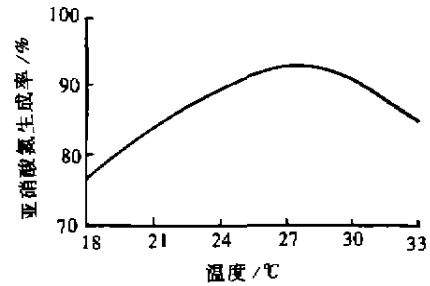


图 4 温度对亚硝酸根的影响

3.3 初始氨氮浓度的影响

初始氨氮浓度对亚硝化率的影响见图 5, 可以看出, 氨氮浓度在 $100 \sim 250 \text{ mgN/L}$ 范围内, 亚硝化率较高, 氨氮浓度过低或过高都会对亚硝化率有影响。这是因为, 氨氮浓度低时, 体系中游离氨 (FA) 浓度也低, 不能抑制硝化菌活性, 曝气 18 小时后, 已经有大量亚硝酸氮转化为硝酸氮。氨氮浓度过高, 体系中游离氨 (FA) 浓度也很高, 亚硝化菌活性也同时受到抑制。

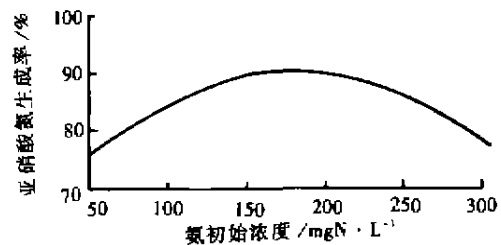


图 5 初始氨浓度对亚硝酸根生成的影响

3.4 DO 的影响

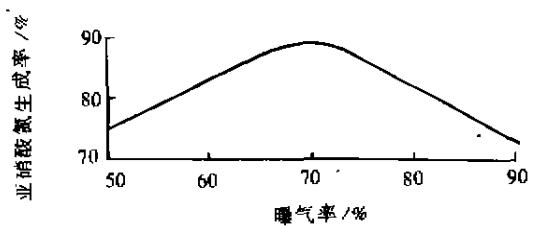
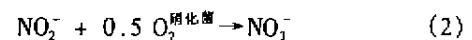
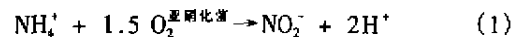


图 6 曝气率对亚硝酸生成率的影响

由图 6 可见, 曝气率在 70% 左右, 亚硝化型硝化率较高, 低于 50% 或高于 90% 都会使亚硝化率明显降低。这可从以下反应式说明:



DO 过低, 不利于 (1) 式进行; 过高, 又会促使 (2) 式进行, 两者都影响亚硝化率的提高。

3.5 单纯形的优化结果及最优条件下氮素变化曲线

笔者采用控制加权型单纯形优化法, 对曝气率、

初始氨氮浓度、温度、pH值进行了优化,其最佳亚硝化条件为:30℃、pH为8.1、硝化阶段曝气率为68%、初始氨氮浓度140 mg/L,在该条件下各种形态的氮素变化曲线如图7,从图7曲线看出,在最优条件下,有利于氨氮转化为亚硝酸氮,并且在硝化20小时后,停止曝气,能够保证亚硝酸氮几乎不被转化为硝酸氮,为亚硝化型硝化-反硝化脱氮技术提供了有力的依据。

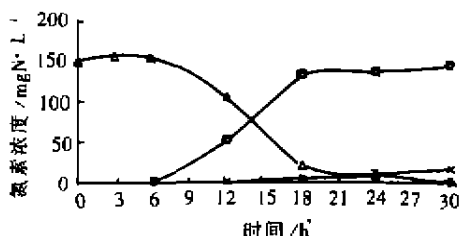


图7 各种形态氮变化趋势

△表示氨氮 ◇表示亚硝酸氮 ×表示硝酸氮

4 结论

1) pH值对废水中氨氮的亚硝化型硝化有强烈的影响,最佳的亚硝化pH范围为7.5~8.5,在此条件下能大大提高亚硝化率,降低硝化率。

2) 在硝化阶段末期停止曝气,能有效的防止亚硝酸氮向硝酸氮转化。

3) 优化的结果为:温度30℃、pH8.1、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 初始浓度为140 mg/L, DO为68%,其亚硝化效率为96.2%,说明在优化条件下完成亚硝化是可行的。

4) FA对硝化菌毒性大,而对亚硝化菌毒性很小。因此,在培养及驯化活性污泥时,适当提高氨氮浓度有利于亚硝化菌的富集。

参 考 文 献

- [1] 刘玲花. 硫/石灰石自养化反硝化工艺的研究[J]. 环境工程, 1994, 12(3): 3~5.
- [2] 徐亚同. pH值、温度对反硝化的影响[J]. 中国环境科学, 1994, 14(4): 308~312.
- [3] 郑平, 胡宝兰. 生物脱氮技术的研究进展[J]. 环境污染与防治, 1997, 19(4): 25~28.
- [4] 白晓慧, 王宝贞, 聂梅生. 饮用水中硝酸盐污染及其去除技术[J]. 污染防治技术, 1998, 11(4): 216~217.
- [5] HISCOCK K M. Review of Natural and Artificial Denitrification of groundwater[J]. Wat. Res., 1991, 25(9): 1099~1111.
- [6] 唐丽贞. 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(4): 216~226.
- [7] 刘鹤年. 厌氧/好氧生物脱氮-絮凝法处理焦化废水[J]. 化工环保, 1995, 15(6): 343~246.
- [8] 王毓仁. 化肥厂含氮废水的生物硝化处理实验[J]. 化工环保, 1995, 15(3): 136.
- [9] 徐亚同. 废水的硝化工艺及设计[J]. 环境污染与防治, 1995, 17(6): 15~19.
- [10] 潘桂珉, 陈凤岗, 金承基, 等. 煤气废水亚硝化型硝化的研究[J]. 水处理技术, 1994, 20(4): 230~235.
- [11] 郑平, 俞秀娥, 冯孝善. 生物脱氮过程中NO的产生与转化[J]. 环境污染与防治, 1995, 17(4): 30~33.
- [12] 徐亚同. 废水反硝化除氮[J]. 上海环境科学, 1994, 13(10): 8~12.
- [13] 金志刚, 屈计宁, 何群彪. 硝化细菌富集技术分析及其方法研究[J]. 上海环境科学, 1998, 17(8): 16~19.
- [14] 王妮燕. 日本去除废水中氮、磷成分的新技术[J]. 环境工程, 1998, 16(3): 67~69.

Study on Nitrosification of Ammoniated Wastewater

CHEN Ji-da, CHEN Zhi-sheng, ZHANG Guang-hui TANG Chang-min

College of Environment & Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

ABSTRACT: The theory and feature of a new nitrogen removal method were introduced in the paper. The factors, such as temperature, pH, ammonia concentration and DO, which affect the nitrosification process, were studied. The optimum condition: pH = 8.1, temperature 30℃, ammonium -nitrogen concentration 140 mg/L and ratio of air supply 68%, were got with controlled weight central simplex method. It has been shown from experimental results that the stable nitrosification can be reached, and 96.2% conversion rate of nitrite was got with the optimum condition, i. e., nitrosification of ammonium nitrogen wastewater is feasible.

KEYWORDS: biological N-removal; nitrosification; wastewater treatment

(责任编辑 张小孩)