

亚硝酸型硝化试验研究

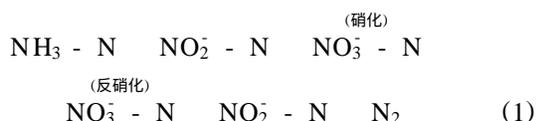
徐冬梅 聂梅生 金承基

提要 利用煤气废水水质,从影响因素及游离氨毒性作用两方面对亚硝酸型硝化的可行性及稳定性进行了试验研究。研究表明,亚硝酸型硝化具有一定可行性,可以从影响因素及游离氨(FA)的毒性作用两方面进行控制。亚硝酸型硝化要求 $pH > 7.4$, 碱度 $> 350\text{mg/L}$, 出水氨氮浓度 $> 20\text{mg/L}$, 游离氨浓度 $> 0.4\text{mg/L}$, 此时亚硝酸盐氮占硝态氮比例大于 90%。

关键词 亚硝酸盐氮 硝酸盐氮 亚硝酸细菌 硝酸细菌 亚硝酸型硝化

0 概述

生物脱氮法由于具有处理成本低,去除率高及稳定等优点,普遍被人们所采用。目前,研究较成熟的生物脱氮工艺主要为 A/O 及 A²/O 等,其基本流程为:



若能通过一定手段控制反应历程使其采用亚硝酸型硝化形式(如式 2 所示)进行硝化可具有:(1)节省能源;(2)节约碳源;(3)提高硝化反应速率,加速脱氮反应进程等优点(注:式(1)氨氮硝化成亚硝酸盐,亚硝酸盐再进一步硝化成硝酸盐,硝酸盐进行反硝化脱氮。而式(2)氨氮硝化成亚硝酸盐后,不再继续进行硝化而直接脱氮。)



关于此理论,目前国内外研究的较少。并且只停留在实验室阶段。如:加拿大的 O. TURK. D. S. MAVINIC 等对此做过报道。本课题利用煤气废水水质,从影响因素及游离氨毒性作用两方面对亚硝酸型硝化进行试验研究。分析其理论上的可能性及在实际工程中的可行性。

1 水质状况及试验方法

试验选用活性污泥法,在摇床上进行。具体方法为:将根据需要配成的各种试验用水与取自活性污泥柱静沉 30 min 后的污泥按 10:3 比例混合,摇床上振荡,不同时间取样、分析。污泥浓度一般为 4g/L 左右。

试验用水为煤制气过程中所排废水,水质情况如表 1 所示。试验中根据需要对原水进行不同程度的稀释。

表 1 试验用水水质状况表

项目	含量/mg/L	项目	含量/mg/L
COD _{Cr}	7 833.69	NO ₂ ⁻ - N	0.167
酚	2 649.92	NO ₃ ⁻ - N	0
SCN ⁻	347.56	TN - N	3 549.46
CN ⁻	0.43	pH	9.45
NH ₃ - N	3 282.69	碱度	11 577(以 CaCO ₃ 计)

2 结果与讨论

2.1 一般影响因素的考察

pH、碱度、进出水氨氮浓度、水力停留时间等是影响硝化反应的常规因素。本课题从这几个方面对亚硝酸型硝化进行试验研究。结果是:它们都不同程度地对亚硝酸型硝化起控制作用,而起主要控制作用的是 pH 和碱度。

2.1.1 pH 值与亚硝酸型硝化的关系

本试验在进水氨氮浓度为 100mg/L ~ 300mg/L, 温度为 19.5 ~ 22.5 °C, MLVSS 为 4 360mg/L ~ 4 554mg/L, 出水氨氮浓度为 15mg/L ~ 30mg/L (pH < 7.0 时,由于碱度不足,出水氨氮浓度较高)的条件下,考察了 pH 与亚硝酸盐氮平均积累速率, pH 与硝酸盐氮、亚硝酸盐氮各占硝态氮比率的关系,结果如图 1、图 2 所示。由图 1 可知, pH 在亚硝酸盐氮积累中起一定作用,当 pH 为 7.4 ~ 8.3 时,亚硝酸盐的积累速率达到很高,此时亚硝酸盐氮的积累速率高于最大积累速率的一半;从图 2 亦可以看出,亚硝酸盐氮、硝酸盐氮各占硝态氮的比率随着 pH

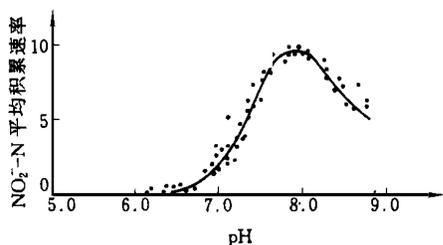


图1 pH与亚硝酸盐氮平均积累速率关系

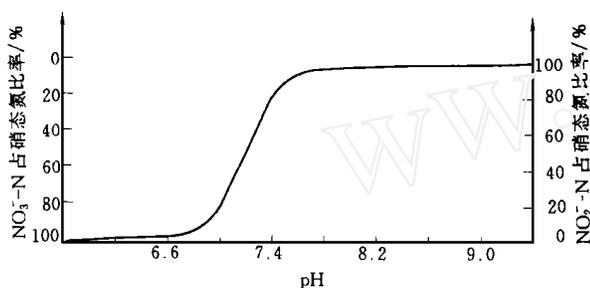


图2 pH与NO₃⁻-N、NO₂⁻-N占NO_x⁻-N比率的关系

的增高,亚硝酸盐氮所占比率逐渐升高,硝酸盐氮比率逐渐降低,pH>7.4时,亚硝酸盐氮所占比率高于90%。由此说明pH是亚硝酸盐型硝化的一个决定因素,亚硝酸盐型硝化要求pH必须控制在7.4~8.3之间。

2.1.2 碱度与亚硝酸盐型硝化的关系

生物硝化需要碱度,经计算每氧化1gNH₃-N约需碱度7.14g(以CaCO₃计)。试验结果表明:碱度不足,除氨氮硝化不完全外,硝化的氨氮几乎全部转化为硝酸盐氮,亚硝酸盐氮没有积累;碱度充足时,随着出水碱度的增加,亚硝酸盐氮逐渐积累。碱度达150mg/L时,亚硝酸盐氮中硝态氮比率达80%;碱度>350mg/L时,其比率达93%以上。由此可得,碱度在硝化形式控制中起一定作用,控制亚硝酸盐型硝化的出水碱度应达350mg/L以上。

2.1.3 进、出水NH₃-N浓度、水力停留时间(HRT)、温度等对硝化形式的影响

出水NH₃-N浓度对硝化形式的影响结果是:出水氨氮浓度>15mg/L时,亚硝酸盐氮占硝态氮比率达80%;出水氨氮浓度>20mg/L时,其比率达93%以上。而根据《污水综合排放标准》(GB8978-96),氨氮最高允许排放标准一级标准为15mg/L,二级标准为25mg/L。因此此种硝化形式不影响硝化效果,采用亚硝酸盐型硝化形式进行硝化,仍可使出

水氨氮浓度达到排放标准。

HRT是控制硝化形式的一个重要因素,试验证明:当出水氨氮浓度达到一定下限值后,无限制的延长HRT,硝化效果虽然很好,但是一方面增加了动力消耗,另一方面亚硝酸盐型硝化有向硝酸盐型硝化转化的趋势。本试验在控制出水氨氮浓度为15mg/L~30mg/L的情况下,对HRT与进水氨氮浓度的关系进行考察,总结试验数据所得方程如下:

$$Y = 1.58 + 0.12X \quad (r = 0.8942)$$

式中X——进水氨氮浓度,mg/L;

Y——HRT,h。

此公式适用范围为pH=7.0~8.5,进水氨氮浓度60mg/L~400mg/L。

试验证明,在进水氨氮浓度为60mg/L~400mg/L,温度在15~25的范围内,只要其它条件适宜,均可按亚硝酸盐型硝化形式进行硝化。

2.2 游离氨(FA)的毒性作用

关于FA对硝酸细菌、亚硝酸盐细菌的抑制作用,做了大量静态摇床试验。在不同进出水氨氮浓度、pH、碱度、温度等条件下,进行了FA对亚硝酸盐型硝化控制的考察,所得结论如下:

(1) FA对硝酸盐氮、亚硝酸盐氮平均积累速率的影响试验结果如图3、图4(a,b)所示。随着FA浓度的增加,硝酸盐氮、亚硝酸盐氮的平均积累速率有下降趋势,但硝酸盐氮的平均积累速率下降迅速、亚硝酸盐氮的平均积累速率下降较缓慢。FA为0.6mg/L时,硝酸盐氮的平均积累速率几乎为零;而FA为5mg/L时,亚硝酸盐氮的平均积累速率开始下降;当FA为40mg/L时,其积累速率约降至最大积

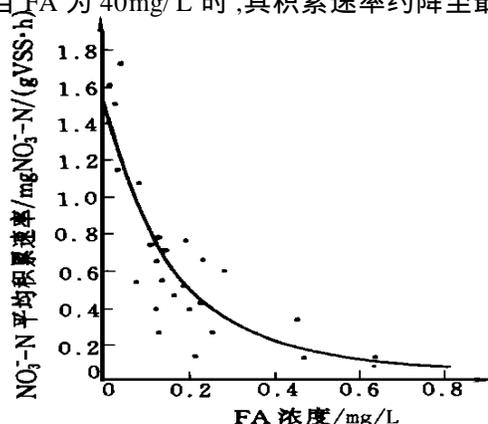


图3 FA浓度与硝酸盐氮平均积累速率关系曲线

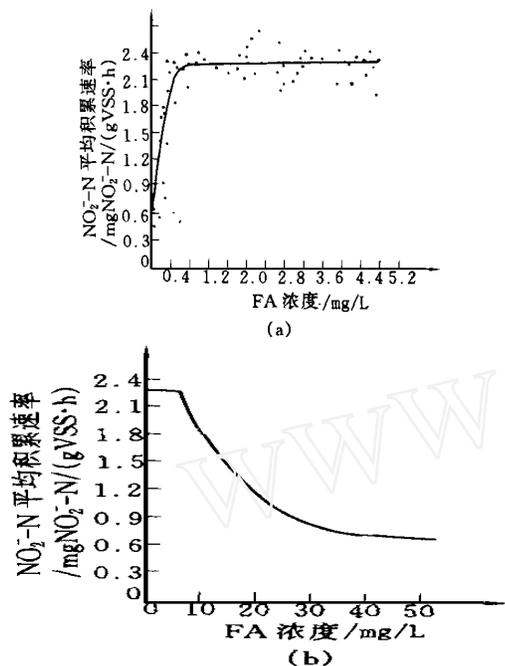


图4 FA浓度与亚硝酸盐氮平均积累速率关系曲线

累速率的1/3。由此说明,FA对硝酸细菌、亚硝酸细菌有不同程度的抑制作用,其对硝酸细菌抑制作用较强,而对亚硝酸细菌的抑制作用相对较弱。

(2) FA与亚硝酸盐氮占硝态氮比率的关系,由试验结果可知:FA < 0.6mg/L时,随着FA的下降,亚硝酸盐氮占硝态氮比率逐渐下降。FA为0.4mg/L时,比率达80%;FA为0.2mg/L时,比率为50%左右;FA为0.6mg/L~5.0mg/L时,由于硝酸细菌处于强烈的抑制状态,亚硝酸盐氮占硝态氮比率很高,达95%以上;FA > 5.0mg/L时亚硝酸盐氮占硝态氮比率虽然较高,但由于亚硝酸细菌逐渐处于被抑制状态,亚硝化速率降低。

由此可得,通过控制FA浓度可以控制亚硝酸盐型硝化,亚硝酸盐型硝化要求FA浓度在0.4mg/L~5.0mg/L之间。

2.3 硝化形式的微生物学探讨

污水生物处理中影响微生物生命活动的因素很多,主要可概括为:温度、pH、重金属离子等。通过对影响硝化形式因素的理论分析及试验考察可以看出,影响硝化形式的因素与影响微生物生长的因素在某种程度上较为相同,进而可推论:(1)硝化反应的控制一定程度上取决于对两种硝化细菌的控制;(2)硝酸细菌、亚硝酸细菌在生理机制及反应特性上存在着一定的差异,进而导致某些影响因素对其存在不同程度的抑制作用。据此,可以进一步推论,某些影响微生物生命活动的因素可能对两种硝化细菌产生不同程度的影响,进而影响硝化形式。

2.4 亚硝酸盐型硝化的应用

亚硝酸盐型硝化具有一定可行性,并且具有加快反应速率,减少动力消耗等优点,其适用于氨氮浓度较高的污水,特别是C/N偏低的煤气废水。采用亚硝化-反硝化型脱氮工艺,具有实际的应用价值。

3 结论

通过对亚硝酸盐型硝化进行试验研究认为:此理论具有一定可行性:

(1)亚硝酸盐型硝化主要可以通过pH、碱度等来控制,亚硝酸盐型硝化要求:pH > 7.5、碱度 > 350mg/L,出水氨氮浓度 > 20mg/L,此时亚硝酸盐氮占硝态氮比率大于90%。

(2)FA可控制亚硝酸盐型硝化,FA为0.4mg/L~0.5mg/L时,亚硝酸盐氮占硝态氮的比率为80%~90%。

▲作者通讯处:100035 北京市西城区大帽胡同26号

北京市市政设计研究院研究所

电话:(010)66167155

收稿日期:1999-2-20

Analysis on Using Duckbill Valve in Sea Outfalls *Liu Cheng et al* (19)

Abstract : The advantages and disadvantages of using duckbill valve in sea outfalls are discussed in this paper , and the suitable conditions to use duckbill valve in outfall are put forward. Comparing the usage of duckbill valve with multiport heads in Fengpu outfall in Shanghai it is concluded that whether or not duckbill valves shall be used in a sea outfall depends on the comprehensive analysis of the specific engineering conditions.

Full Scale Research on Enhancement of Turbidity and Colority Removal of Composite Permanganate Agent *Xu Guoren et al* (22)**BIOFOR: Application and Efficiency in Wastewater Treatment** *Niu Xueyi* (26)

Abstract : Bio-Filtration Oxygenated Reactor (BIOFOR) is a new-improved bio-membrane wastewater treatment facility based on the conventional biological filtration tank. It can be used together with the bio-activated sludge process to deeply treat municipal sewage and industrial wastewater. In this paper the character , application range and treatment efficiency of BIOFOR are discussed so that it will be applied more widely in the future.

Bio-Membrane and Chemical Flocculation Process to Treat Paper Making Wastewater *Zhang Bosheng et al* (30)

Abstract : Taking the WTP of Jinlin Pulp-Paper Plant as an example a combined process of bio-membrane (contact oxidation) and chemical flocculation to treat the medium stage paper making wastewater was presented. The COD_{Cr} level in the raw wastewater is high to 1000 mg/l, the COD_{Cr} removal ratio of 30 % by bio-membrane process alone was gained formerly. Now by combined process of bio-membrane and chemical flocculation much better COD_{Cr} removal of 65 % has been obtained and the effluent is quite good to meet the requirement of national wastewater discharge standard. The persistent problem for years of medium pulp and paper making wastewater has been solved.

On the Design of Waste Potato Fermentation Distillers Treatment *Zhang Deqing* (34)

Abstract : Waste potato fermentation distillers is classified into high concentrated organic wastewater. In this paper the experience in practice is summarized and the key technical problems of potato fermentation wastewater treatment are discussed deeply.

Experiment and Research on the Nitrous Nitrification *Xu Dongmei et al* (37)

Abstract : The feasibility and stability of Nitrous Nitrification (NN) are studied experimentally from both the influence factors (IF) and the toxic effects of free ammonia (FA) using the gas generation wastewater and the result shows that certain feasibility of NN could be controlled by IF and FA. The NN process can work at $pH > 7.4$ and alkalinity $> 350mg/l$, And under this condition an effluent with concentration of ammonia nitrogen $> 20mg/l$ and FA $> 0.4mg/l$ was obtained. The nitrite percentage will be $> 90\%$ in the total nitric nitrogen.

Shallow Air-Flotation-Biological Contact Oxidation Process To Treat Wastewater of Meat Processing ... *Zhai Sujun et al* (40)**Electro-Chemical Treatment of Printing and Dyeing Wastewater** *Li Yaxin* (42)

Abstract : Advances in theory , research and engineering practices of electro-chemical treatment of printing and dyeing wastewater abroad are reviewed in this paper. .

Application of Suspended Biological Carrier in Building Water Treatment System *Fan Maogong* (45)**Pressure Setup and Head Decision of Pressure Stabilizing Pumps** *Huang Guoyuan et al* (47)

Abstract : The pressure of pressure stabilizing pump will be settled on the basis of its delivery head which is not calculated but determined by the delivery head of main fire pump as the function of it is to stabilize the pressure inside the