

SBBR工艺外加碳源乙酸钠脱氮效果的实验研究

宋 刚

(辽宁北方环境保护有限公司, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 试验选取乙酸钠为外加碳源, 采用SBBR工艺处理低C/N比城市生活污水。当外加碳源后的C/N比值增加至7.0左右时, 对原水 NH_4^+-N 去除率最高为89.31%, 外加碳源后的C/N为7.12时, TN的去除率最好, 去除率为71.27%。结果表明, 外加乙酸钠碳源后的SBBR工艺对于低C/N生活污水脱氮性能良好。出水水质指标均达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)中的“一级标准A标准”, 出水可作为回用水。

关键词: 乙酸钠; SBBR工艺; 低C/N

中图分类号: X703

文献标志码: A

DOI:10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2016.06.014

Experimental Study of the Denitrification Effects by Use of SBBR Process with Sodium Acetate as an Extra Carbon Source

Song Gang

(Liaoning North Environmental Protection Co., Ltd., Shenyang 110161, China)

Abstract: In this experiment, sodium acetate was selected as an extra carbon source and SBBR process was used to treat the urban domestic sewage with low C/N ratio. When the C/N ratio increased to be 7.0 after addition of carbon source, the highest removal rate of NH_4^+-N in the raw water was 89.31%. When the C/N ratio increased to be 7.12 after addition of carbon source, the removal efficiency of TN was best as 71.27%. The results showed that with sodium acetate as the extra carbon source, the performance of SBBR process for denitrification of the domestic sewage was quite well. Indicators of the water quality of the effluent all complied to level A regulated in the Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant (GB18918-2002) and therefore the effluent could be reused.

Keywords: Sodium Acetate; SBBR Process; Low C/N

CLC number: X703

对于低C/N比城市污水, 按原有设计水质运行的二级污水处理厂大多数不能达标排放, 使污水厂资源和资金浪费较大。碳源(carbon source)是在微生物生长过程中为微生物提供碳素来源的物质, 是影响反硝化细菌活性的重要因素之一。反硝化菌以亚硝酸盐或硝酸盐作为电子受体, 将污水中有机物作为碳源充当电子供体, 通过同化和异化作用将含氮污染物转化为有机氮化合物和气态氮。当污水本身所含有有机碳源极低时, 要想获得较好脱氮效率就需要外加碳源。生物法脱氮分为硝化、反硝化两部分: 硝化过程是在好氧条件下, 氨氮转化为亚硝酸氮或硝酸氮; 反硝化过程

是在缺氧环境下将硝化过程中产生的亚硝酸氮或硝酸氮转化为氮气。反硝化过程需要充足的有机碳源作为电子供体, 保证反应的顺利进行。而我国常见的大多是低碳氮比的污水, 因此碳源一直是生物脱氮的控制因素^[1]。

试验选取乙酸钠外加碳源, 控制外加碳源后C/N比值处于同一范围, 处理低C/N比城市生活污水, 进行脱氮特性的对比研究, 观察投加不同外加碳源后SBBR反应器的处理效果, 以确定外加碳源的脱氮处理效果, 并考察投加最佳外加碳源后SBBR反应器的实际运行效果, 以确保出水

收稿日期: 2016-05-28

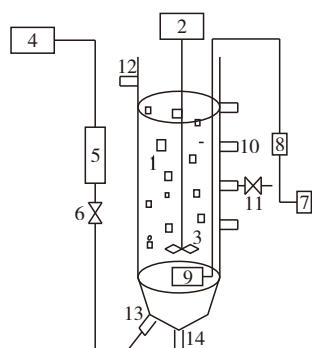
作者简介: 宋 刚 (1960-), 男, 高级工程师。研究方向: 环境污染治理、环境监测。

TN质量浓度的稳定达标^[2]。

1 实验装置与分析

1.1 实验装置

装置采用有机玻璃材料制成,总容积为9.5 L,有效容积为8 L,实验装置见图1。



1.SBBR反应器;2.搅拌器;3.搅拌桨;4.水箱;5.液体流量计;6.进水电磁阀;7.空气泵;8.气体流量计;9.微孔曝气头;10.取样口;11.排水电磁阀;12.溢流口;13.进水口;14.排泥口

图1 实验装置

1.2 试验用水

实验用水为模拟低C/N比生活污水,试验进水保持COD浓度为110.24~160.35 mg/L, TN浓度为26.24~71.55 mg/L,进水C/N比在1.54~4.64之间,使得碳源不足,反硝化过程无法进行,因此,设定系统在厌氧阶段末期、好氧阶段初期添加外加碳源,以保证SBBR系统的正常运行。

1.3 水质分析方法

试验中各项目检测方法按照《水和废水监测分析方法》第四版(国家环保总局2002年)中规定的分析方法进行检测。试验检测项目及分析方法,见表1。

表1 检测项目及分析方法

检测项目	分析方法
TN	过硫酸钾氧化-紫外分光光度法
NH_4^+-N	纳氏试剂分光光度法
NO_2^--N	N-(1-萘基)-乙二胺光度法
NO_3^--N	紫外分光光度法

1.4 乙酸钠的性质分析

乙酸钠(Sodium acetate)化学式 $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$,无色无味的结晶体,密度 1.45 g/cm^3 ,熔点 58°C , 123°C 时失去结晶水。在空气中可被风化,可燃。易溶于水,稍溶于乙醇,不溶于乙醚。但是通常湿法制取的有醋酸的味道。水中发生水解。无水物的密度 1.528 g/cm^3 ,熔点 324°C 。溶于水,呈弱碱性。乙酸钠可用作照相、印染、化学试剂及肉类防腐等。其制法有以下两种:由碳酸钠或氢氧化钠和醋酸作用而制得;也可用木材干馏的副产品醋石与碳酸钠作用制得^[3]。

2 工艺原理

实验用水为模拟低C/N比生活污水,没有充足的碳源,SBBR反应器中的反硝化细菌无法在缺氧条件下发挥脱氮的作用,通过添加乙酸钠作为反硝化反应的电子供体,提高反应器中的C/N比值,增强系统的脱氮效果。进水C/N比在1.54~4.64之间,使得碳源不足,反硝化过程无法进行,因此设定系统在厌氧阶段末期、好氧阶段初期添加外加碳源,以保证SBBR系统的正常运行。

采用乙酸钠为外加碳源,控制外加碳源进水量为1 L,改变碳源的投加量,使实验进水COD值增加,碳氮比会相应变化,控制外加碳源后进水C/N比在7.0左右,观察系统内对反硝化脱氮的影响。通过测量每次试验进出水氨氮、亚硝酸氮、硝酸氮以及总氮的质量浓度变化,观察外加碳源对SBBR系统脱氮性能的影响^[4]。

3 运行效果分析

3.1 对 NH_4^+-N 的影响

SBBR反应器中,外加碳源保持C/N在7.0左右情况下 NH_4^+-N 进出水浓度和去除率变化,见图2。

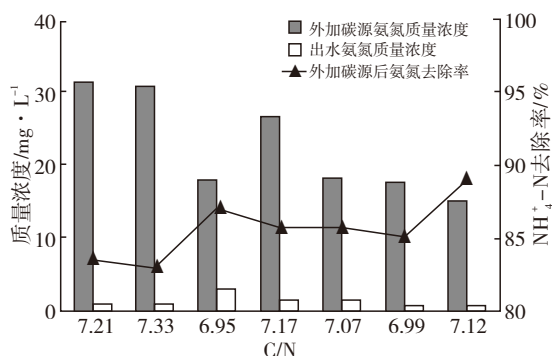


图2 不同外加碳源C/N下NH₄⁺-N质量浓度与去除率的变化

由图2可知, 外加碳源NH₄⁺-N质量浓度在15.32~31.45 mg/L之间变化, 虽然浮动较大, 但是出水NH₄⁺-N质量浓度比较稳定, NH₄⁺-N的去除率均在80%以上, 出水NH₄⁺-N质量浓度均小于3 mg/L。在厌氧阶段末期由于COD质量浓度过低反应停滞, 因此选用乙酸钠作为外加碳源, 控制瞬时进水量为1 L, 随着外加碳源后C/N的变化, 控制C/N比在7.0左右, 出水NH₄⁺-N质量浓度逐渐降低, 去除率也一直保持在较高的水平。出水NH₄⁺-N质量浓度均在3 mg/L以下, 平均为1.25 mg/L, 平均去除率为85.7%。

从以上数据可以看出, 出水NH₄⁺-N质量浓度满足《国家污水排放标准》(GB 18918-2002)一级A排放标准。

3.2 对TN的影响

SBBR反应器中, 外加碳源C/N下TN质量浓度和去除率变化曲线, 见图3。

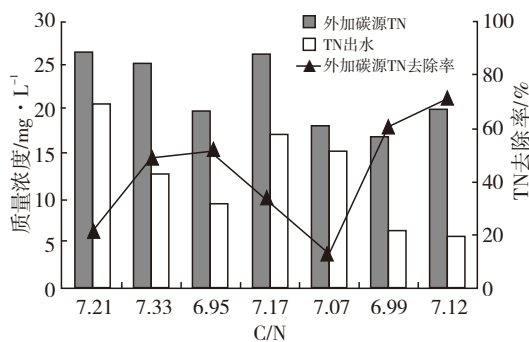


图3 不同外加碳源C/N的TN进出水质量浓度与去除率的变化

由图3可知, 外加乙酸钠做碳源情况下TN质量浓度在17.12~26.58mg/L之间浮动, 随着进水TN质量浓度不断波动, 出水TN质量浓度也上下

浮动。厌氧阶段末期, 选用乙酸钠作为外加碳源, 控制瞬时进水量为1 L, 随着外加碳源后C/N的升高, 出水TN质量浓度有波动, 去除率也因进水TN质量浓度的波动而不断变化, 待SBBR系统稳定运行后, 去除率保持在较高的水平。出水TN质量浓度平均为12.65 mg/L, 平均去除率为43.36%, 最高去除率达到71.27%。

3.3 各种形态N的变化

在硝化系统内, 亚硝化细菌和硝化细菌普遍存在, 并生活在一起构成互生关系。两种细菌在反应时间上存在先后顺序, 首先是亚硝化细菌将氨氧化成亚硝酸盐并从中获得能量, 在此基础上硝化细菌将亚硝酸盐氧化成硝酸盐从中获得能量^[5]。

SBBR反应器中, 外加碳源乙酸钠提高进水C/N的NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N质量浓度的出水浓度变化曲线, 见图4。

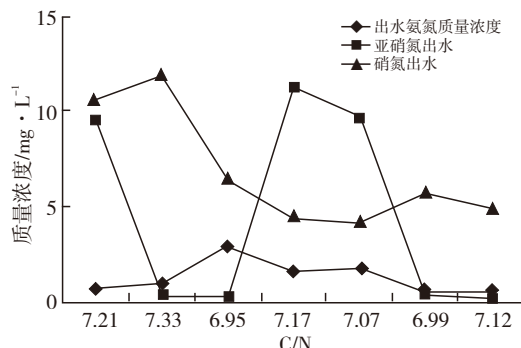


图4 外加碳源乙酸钠C/N的NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N质量浓度的出水情况

由图4可知, 研究SBBR同步硝化反硝化过程中各种氮的连续变化情况, SBBR表现出很好的同步硝化反硝化特性。外加碳源后, 出水主要以NO₃⁻-N为主, NO₂⁻-N和NH₄⁺-N的值都降到最低趋近于零。

综上所述, 乙酸钠作为外加碳源, 进水量为1 L, 当外加碳源后C/N比值增加至7.0左右时, 原水NH₄⁺-N去除率最高为89.31%, 并且外加碳源后的C/N无论是3.48或者11.79NH₄⁺-N的去除率均在80%以上, 说明只要外加入少量乙酸钠, 即可继续促使NH₄⁺-N去除率的提高, 并且能够达

(下转第97页)

从沙尘来源看,与黄阁、刘万军等^[1-3]研究结果类似,辽宁中部地区的沙尘主要来自于外部沙源。但输送方式分析表明,来自蒙古高原以及西伯利亚地区的沙源通过远距离输送对本地的影响更大,而内蒙东部、华北北部以及辽宁西部地区的沙源对以近距离输送方式为主的沙尘天气贡献更大。对于高空远距离输送而来的沙尘,本地的可行性防护治理措施较少,而对低空近距离传输的沙尘及地表扬尘的防治,可通过增加加大大地及周边植被覆盖面积率,减少地表裸露等方式实现,尤其是针对辽宁西北部等气候干旱地区,土地沙化风险较重,应强化防护

林带的建设,减少沙尘天气的发生频次及其对本地空气质量的影响。

参考文献

- [1]黄 阁,盛 永. 辽宁省沙尘天气分析[J]. 干旱区研究, 2008(4):601.
- [2]黄 阁,盛 永,张宁娜. 辽宁沙尘暴特点分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(3):1566-1568, 1581.
- [3]刘万军,李祥云,王 瀛,等. 辽宁2001年与近10年沙尘天气对比分析[J]. 辽宁气象, 2002(1):3.
- [4]Draxler R, Hess G D. An overview of the hysplit-4 modeling system for trajectories, dispersion, and deposition[J]. AustMet Mag, 1998, 47(2):295-308.
- [5]Roland R Draxler. Forecasting dust storms Hysplit[C]. Sino-US Workshop on Dust Storms and Their Effects on Human Health, North Carolina, Raleigh, 2002:25-26.

(上接第77页)

到脱氮的目的;对于TN的处理效果,外加碳源后的C/N为7.12时, TN的去除率最好,去除率为71.27%。

4 结论

(1)通过外加碳源投加试验可知,只要外加入少量外加碳源,当控制外加碳源后C/N比,即可继续促使 NH_4^+-N 去除率的提高,并且能够达到脱氮的目的。

(2)通过乙酸钠作为外加碳源,当外加碳源后C/N比值增加至7.0左右时,对原水 NH_4^+-N 去除率最高为89.31%,并且外加碳源后的C/N无论是3.48或者11.79都对 NH_4^+-N 的去除率在80%以上,说明只要外加入少量乙酸钠,即可继续促使反应进行,并且能够达到脱氮目标;对于TN的

处理效果,外加碳源后的C/N为7.12时, TN的去除率,为71.27%。综上所述,外加乙酸钠碳源后SBBR工艺对于低C/N生活污水脱氮性能良好。

(3)外加碳源实验过程处理模拟低C/N生活污水的出水水质指标均达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)中的“一级标准A标准”,一级标准的A标准是城镇污水处理厂出水作为回用水的基本要求。

参考文献

- [1]蒋山泉,翟 俊,肖海文,等.序批式生物膜(SBBR)工艺同步脱氮除磷研究[J].四川大学学报(工程科学版),2008,40(1):64-68.
- [2]彭硕佳,邹 洪,张永祥,等.低温低C/N比复合 A^2/O 启动实验研究[J]. 环境科学与技术,2013,36(2):142-146.
- [3]谭佑铭,罗启芳.不同碳源对固定化反硝化菌脱氮的影响[J].卫生研究,2003,32(2):95-97.
- [4]倪宝云. SBBR法处理城市污水的试验特性研究[D].太原:太原理工大学,2010.
- [5]邱兆富,周 琪,杨殿海,等.低碳氮比城市污水短程生物脱氮试验研究[J].工业水处理,2006,26(11):35-38.