

温度对 A/O 工艺反硝化除磷效果的影响

李捷¹, 张杰²

(1 华南理工大学 环境科学与工程学院, 广东 广州 510641; 2 哈尔滨工业大学
市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘要: 以 A/O 工艺中充分释磷的厌氧污泥为研究对象, 分别投加 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 和 $\text{NO}_2^- - \text{N}$, 考察了温度对反硝化除磷效果的影响。结果表明, 在一定范围内, 随着温度的升高, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 型反硝化除磷和脱氮速率均加快, 但消耗单位氮的吸磷量却下降, 若要取得良好的氮、磷去除效果, 需适当提高缺氧段的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度; $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 对聚磷菌的抑制浓度并非为定值, 而是随温度的升高而上升; 随温度的升高, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 型反硝化脱氮速率加快, 而吸磷速率却未表现出明显的上升趋势。

关键词: A/O 工艺; 反硝化除磷; $\text{NO}_2^- - \text{N}$; $\text{NO}_3^- - \text{N}$; 温度

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2008)19-0099-03

Effect of Temperature on Denitrifying Phosphorus Removal by A/O Process

LI Jie¹, ZHANG Jie²

(1. College of Environmental Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China; 2. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: Using anaerobic sludge with released phosphorus from the A/O process as research object, the effect of temperature on denitrifying phosphorus removal was investigated by adding nitrite nitrogen ($\text{NO}_2^- - \text{N}$) and nitrate nitrogen ($\text{NO}_3^- - \text{N}$). The results show that the removal rates of nitrogen and phosphorus by nitrate denitrifying are increased with temperature rising in a certain extent. However, the quantity of anoxic P uptake per N utilized is reduced when temperature is increased. Thus, the nitrate concentration in anoxic reactor should be increased to obtain efficient nitrogen and phosphorus removal. Furthermore, the inhibited concentration of nitrite nitrogen on PAOs is not constant, but varies directly with temperature. The removal rate of nitrogen by nitrite denitrifying is increased with temperature rising. However, the uptake rate of phosphorus does not show any evident increasing trend with temperature rising.

Key words: A/O process; denitrifying phosphorus removal; nitrite nitrogen; nitrate nitrogen; temperature

温度是污水处理系统的重要运行参数,影响着污水处理系统的处理效率。近年来,反硝化除磷菌(DPB)的发现为改善传统的营养盐生物去除系统的处理效果提供了一个新的思路,但在实际运行中,水温并不恒定,温度对反硝化除磷系统的影响逐渐引起了国内外学者的关注。Hao 等^[1]采用模型模拟

UCT和 A²N 两套反硝化除磷系统,发现低温对聚磷菌的生长不利;吉芳英等^[2]研究发现在一定的范围内反硝化除磷速率随温度升高而提高,且温度变化不影响系统中除磷和脱氮之间的定量关系;王亚宜等^[3]研究发现低温虽然会降低 DPB 的反应速率,但对系统整体吸磷效果的影响不大。

目前关于温度对反硝化除磷系统的影响的研究大多针对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 型反硝化除磷系统,而对 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 型反硝化除磷系统的研究较少。为此,笔者以 A/O 工艺中充分释磷的厌氧污泥为研究对象,分别投加 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 和 $\text{NO}_3^- - \text{N}$,考察了温度对反硝化除磷效果的影响。

1 材料与方法

A/O 工艺的原水为北京市某小区的生活污水,工艺运行参数:厌氧池和好氧池的体积比为 1 : 2 3,总水力停留时间为 5~6.5 h,泥龄为 6~8 d, BOD_5 负荷为 0.25~0.38 $\text{kgBOD}_5 / (\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ 。工艺流程见图 1。

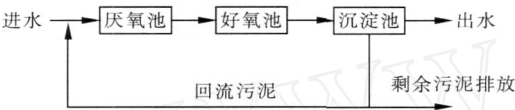


图 1 A/O 工艺流程

Fig 1 Flow chart of A/O process

原水水质见表 1,各指标均采用标准方法进行测定。

表 1 原水水质及其检测方法

Tab 1 Quality of raw wastewater and analytical method

mg · L ⁻¹					
项目	COD	NH ₄ ⁺ - N	NO ₃ ⁻ - N	NO ₂ ⁻ - N	TP
范围	300~500	60~80	≤1.6	≤0.2	4~6

2 结果与讨论

2.1 温度对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 型反硝化除磷效果的影响

向充分释磷的厌氧污泥中投加 (25.3 ± 1.3) mg/L 的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$,考察温度对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 型反硝化除磷效果的影响,结果见图 2。

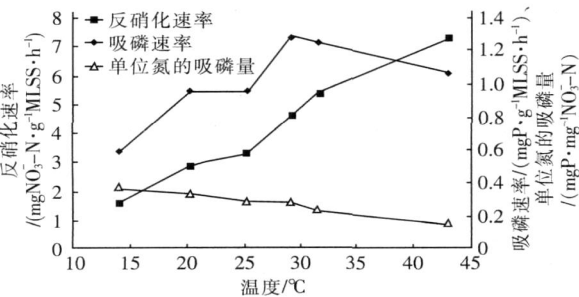


图 2 温度对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 型反硝化除磷效果的影响

Fig 2 Effect of temperature on nitrate denitrifying phosphorus removal

从图 2 可以看出,随着温度的升高,反硝化脱氮速率加快,而消耗单位氮的吸磷量却下降;当温度从 14 °C 升至 29.1 °C 时,磷的去除速率随之升高,但当进一步升高温度时,却出现下降的趋势。出现这一现象的原因可能有两个:第一,缺氧聚磷菌虽然是利用同一碳源完成脱氮和除磷两个过程,但是氮、磷的去除比例并非是固定值,当外界条件不同时,其优先去除的污染物以及污染物的去除速率也随之发生变化,当温度从 14 °C 升高至 29.1 °C,缺氧聚磷菌的脱氮速率和聚磷速率均随之升高,但是脱氮速率升高得更快,因而导致消耗单位氮的吸磷量随温度的升高而降低;第二,试验中使用的是混培菌,其中可能存在反硝化非聚磷菌,反硝化速率随温度的升高而加快,从而导致了消耗单位氮的吸磷量随温度的升高反而降低。

综上所述,在厌氧吸磷工艺中,当温度升高时,若要取得良好的脱氮除磷效果,则需要适当地提高缺氧混合液中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度。

2.2 温度对 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 型反硝化除磷效果的影响

前期试验结果表明, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 可作为聚磷菌的电子受体完成脱氮和吸磷两个过程,但当 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 浓度超过一定范围时,将会对聚磷菌的吸磷过程产生严重的抑制作用^[4]。为此,向充分释磷的厌氧污泥中投加 (36.2 ± 0.7) mg/L 的 $\text{NO}_2^- - \text{N}$,考察温度对 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 型反硝化除磷效果的影响,结果见图 3。

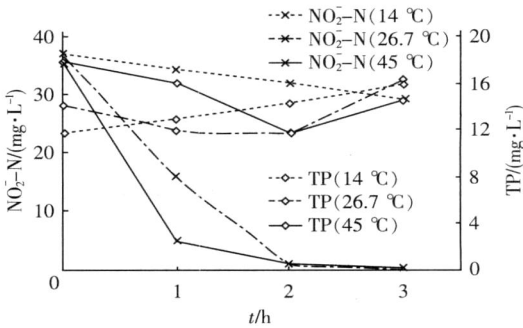


图 3 温度对 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 型反硝化除磷效果的影响

Fig 3 Effect of temperature on nitrite denitrifying phosphorus removal

从图 3 可以看出,随温度的升高,反硝化脱氮速度升高;当温度为 14 °C 时, (36.2 ± 0.7) mg/L 的 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 已对聚磷菌产生毒害作用,出现了厌氧释磷的现象;在温度为 26.7 °C 和 45 °C 时,前 2 h 内均

(下转第 105 页)

- [6] Logan B E, Jiang Q. Molecular size distributions of dissolved organic matter [J]. J Environ Eng, 1990, 116 (6): 1046 - 1062
- [7] 张志斌,夏四清,赵建夫. 化学生物絮凝工艺对溶解性有机物的去除特性 [J]. 中国给水排水, 2006, 22 (3): 32 - 34
- [8] Andersen D O, Alberts J J, Takacs M. Nature of natural organic matter (NOM) in acidified and lined surface waters [J]. Water Res, 2000, 34 (1): 266 - 278
- [9] Radzinski C, Ballantyne L, Hodson J, et al. Disinfection of *Bacillus subtilis* spores with chlorine dioxide: a bench-scale and pilot-scale study [J]. Water Res, 2002, 36 (6): 1629 - 1639
- [10] Maartens A, Swart P, Jacobs E P. Humic membrane foulants in natural brown water: characterization and removal [J]. Desalination, 1998, 115 (3): 215 - 227
- [11] Chen Y, Senesi N, Schnitzer M. Information provided on humic substances by E4/E6 ratios [J]. Soil Sci Soc Am J, 1977, 41 (2): 352 - 358
- [12] Gressel N, McGrath A E, McColl J G, et al. Spectroscopy of aqueous extracts of forest litter I. Suitability of methods [J]. Soil Sci Soc Am J, 1995, 59 (6): 1715 - 1723
- [13] 张永吉,武道吉,周玲玲,等. 腐殖酸特性及其对三卤甲烷形成的影响 [J]. 中国给水排水, 2005, 21 (1): 14 - 17.
- 电话: (021) 65982714
E-mail: zzl@mail.tongji.edu.cn
收稿日期: 2008 - 03 - 24

(上接第 100 页)

出现了吸磷现象,但随后出现放磷现象,这是由于前 2 h 内混合液中含有 $\text{NO}_2^- - \text{N}$,聚磷菌以 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 为电子受体进行吸磷活动,2 h 以后 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 被完全消耗,此时混合液中既无化合态氧更无游离态氧存在,聚磷菌处于完全厌氧状态,因此出现了释磷现象,导致 TP 浓度升高。

综上所述, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 对缺氧聚磷菌的抑制浓度并非为定值,而是随温度的升高而升高;随着温度的升高, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 型反硝化脱氮速率加快,而吸磷速率未表现出明显的上升趋势。

3 结论

① 在一定范围内,随温度的升高, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 型反硝化除磷和脱氮速率均加快,但消耗单位氮的吸磷量却下降,若要取得良好的脱氮除磷效果,需适当提高缺氧段的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度。

② $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 对聚磷菌的抑制浓度并非为定值,而是随温度而上升;随温度的升高, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 型反硝化脱氮速率增加,而吸磷速率却未表现出明显

的上升趋势。

参考文献:

- [1] Hao X D, Van Loosdrecht M C M, Meijer S C F, et al. Model-based evaluation of two BNR processes—UCT and A_2N [J]. Water Res, 2001, 35 (12): 2851 - 2860
- [2] 吉芳英,高茜,袁春华. 温度和 COD 对 SBR 反硝化同时除磷系统除磷能力的影响 [J]. 安全与环境学报, 2005, 5 (6): 30 - 33
- [3] 王亚宜,王淑莹,彭永臻,等. 污水有机碳源特征及温度对反硝化聚磷的影响 [J]. 环境科学学报, 2006, 26 (2): 186 - 192
- [4] 李捷,熊必永,张树德,等. 亚硝酸盐对聚磷菌吸磷效果的影响 [J]. 环境科学, 2006, 27 (4): 701 - 703

电话: (020) 39883099

E-mail: hitlijie@163.com

收稿日期: 2008 - 06 - 11

大力推行节约用水,全面建设节水型社会