

文章编号:1006-7329(2003)05-0075-03

亚硝酸型 SND 工艺中 DO 的选择*

谢有奎^[1], 颜强^[2]

(1.后勤工程学院 军事建筑与环境工程系, 重庆 400041; 2.重庆大学 建筑设计院, 重庆 400045)

摘要:为了准确、快捷地选定亚硝酸型同时硝化/反硝化生物脱氮工艺(简称亚硝酸型 SND 工艺)的最适宜溶解氧浓度(DO)并优化该工艺的控制过程,探讨了最佳 DO 的影响因素及操作过程中 DO 的选择方法。由于氨氮浓度、有机物浓度、氧传质阻力和构筑物类型等许多操作条件对 DO 的影响非常复杂,对其研究还不广泛和深入,目前 DO 的选择一般参照经验值或通过现场试验研究来确定。

关键词:生物脱氮;亚硝酸型 SND;最佳 DO;DO/FA;有机物浓度;氧传质阻力

中图分类号:X703

文献标识码:A

Choice of DO in Nitrite Type SND

XIE You-kui¹, YAN Qiang²

(1.Dept. of Architectural and Environment Eng., LEU, Chongqing 400041, P.R.China; 2.Institute of Architectural Research and Design, Chongqing University, Chongqing 400045, P.R.China)

Abstract: The pertinent factors and choice methods of the optimal DO were discussed to fast and accurately choose the optimal DO in Nitrite type simultaneous nitrification/de-nitrification biological nitrogen removal process and to optimize the control process. The choice of optimal DO was determined according to experience or tests on the spot, because many operational conditions such as NH₃-N concentration, organic substance concentration, resistance of oxygen transfer and types of reactors have complicated effect on DO and up to now, there was no wide and profound research on them, to DO is chosen.

Keywords: biological nitrogen removal; nitrite type SND; optimal DO

传统生物脱氮技术是通过一系列串联反应实现的,而亚硝酸型同时硝化/反硝化生物脱氮工艺(简称亚硝酸型 SND 工艺),则是通过相同操作条件、同一个反应器内同时完成亚硝化作用和反硝化作用达到生物脱氮目的。研究表明,DO 是影响亚硝酸型 SND 工艺脱氮效果的关键因素。为了准确、快捷地选择最佳的溶解氧浓度并优化该工艺的控制,作者探讨操作条件对溶解氧浓度的影响以及最佳溶解氧浓度的选择方法。

1 DO 的关联因子

通过试验得到的亚硝酸型 SND 工艺和短程硝化反硝化工艺的最佳 DO 资料较少,难以比较。但是不同文献给出的 SND 的最佳 DO 存在明显差异^[1-5]。由于短程 SND 与 SND、短程硝化的紧密联系,可以推测:亚硝酸型 SND 在不同操作条件下的最佳 DO 也存在明显的差异,因为最佳 DO 与

* 收稿日期:2003-05-22

作者简介:谢有奎(1966-),男,四川简阳人,硕士,工程师,主要从事水污染治理方向的研究。

不少操作条件密切相关。

1.1 进水氨氮浓度

Cecen 和 Gonenc(1994)报告^[6],亚硝酸盐大量积累的前提是溶解氧/游离氨的浓度比(DO/FA) < 5 。该比值的含义是:当 DO 浓度一定时,只要游离氨浓度足够高就能发生短程硝化,这已经为许多试验所证实,尽管单纯依靠此法并不能实现持续而稳定的亚硝酸盐积累^[7]。而当进水氨氮浓度一定时,DO 值要足够小才能发生短程硝化。可见,进水氨氮形态与浓度均影响 DO 的选择。

需要说明的是,在实际污水处理过程中,通过添加进水氨氮来诱导短程硝化并不具有经济性和可操作性;一般是根据氨氮浓度调整溶解氧浓度来实现稳定的亚硝酸盐积累。另外,DO/FA 也不能太低,否则硝化将不能进行。根据化学计量关系式知,只有当 DO/FA 大于 2.8 时,亚硝化作用才能发生。因此该比值应补充为 $2.8 < \text{DO/FA} < 5$,更加适当。

1.2 有机物浓度

考虑到反硝化速度比亚硝化速度快得多,亚硝酸盐型 SND 工艺顺利实现的关键是亚硝化的稳定进行而亚硝酸盐不再进一步硝化。Hall 等^[8]发现,在进水 COD 和 TKN 分别为 200~900 mg/L 和 20~300 mg/L, SRT 为 5~30 d 的条件下,当增加有机物的浓度时,亚硝化菌的活性略有增加,而硝化菌的活性则显著下降,表明适当增加原水有机物含量对亚硝化是有益的。由于存在有机物好氧降解反应与氨亚硝化作用竞争溶解氧的现象,而异养菌争夺溶解氧的能力强于亚硝化菌,所以当有机物浓度较高时,为实现亚硝酸盐的稳定积累,系统 DO 浓度也需要相应提高。Hanaki 等^[4,9]与赵旭涛等^[10]的研究表明,只要 DO 和 NH_3 足够,有机物对亚硝化没有影响。张小玲等^[11]在研究有机物对亚硝化的影响时发现:当有机物浓度(以 TOC 表示)低至 50 mg/L 而 DO 浓度低至 0.5~1.0 mg/L 时,有机物的氧化和氨的亚硝化可以同时进行;当 TOC 达到 100 mg/L 左右时,如果仍然保持 DO 浓度为 0.5~1.0 mg/L,则系统亚硝化将受到严重破坏;而将 DO 浓度提升至 2~3 mg/L 时,即使 TOC 高达 200 mg/L,氨的亚硝化率也可达 70% 左右。这进一步证明了有机物浓度对亚硝酸盐型 SND 工艺的最佳 DO 存在明显的影响。同时也表明,采用亚硝酸盐型 SND 工艺去除有机物和氮时,应根据不同的进水有机物浓度选择适当的 DO 浓度。

1.3 氧传质阻力

当供氧量等外界条件不变时,存在于活性污泥系统或生物膜系统的氧传质阻力越大,则好氧条件下缺氧微环境越易形成,即:氧传质阻力明显影响到宏观好氧环境中缺氧微环境所占的比例。为了达到最佳的脱氮效果,当氧传质阻力不同时,亚硝酸盐型 SND 反应器中主体溶液的 DO 也应当不同。目前已发现^[5,12~14]:氧传质阻力与污水处理系统中搅拌的功率密度、生物膜的厚度、活性污泥颗粒的密实程度(空隙率)、污泥粒径及其分布等因子有关,然而缺乏定量的描述,氧传质阻力与最佳 DO 浓度的关系式也极少出现。已有文献极少讨论 MLSS 对短程硝化的影响^[7,15],且对 MLSS 影响 SND 的描述也存在矛盾:有人发现 MLSS 与 SND 脱氮率成正相关^[4,6],而更多文献却表明,当 MLSS 为 2 160 mg/L~9 000 mg/L 时,通过 SND 均已获得满意的脱氮效果^[1~3,5],说明 MLSS 的影响并不显著。这可能意味着,MLSS 并非直接的影响因子,而是通过其它工艺参数例如氧传质阻力、污泥龄(SRT)间接实现的,因为 MLSS 与 SRT、污泥颗粒大小和密实程度密切相关。

1.4 构筑物类型^[5]

资料表明,不同处理构筑物发生 SND 的溶解氧浓度各异。四槽式氧化沟为 0.3~0.8 mg/L,间隙曝气工艺为 1.0 mg/L 以下,生物膜工艺为 1~2 mg/L,半间隙活性污泥工艺为 0.3~1.5 mg/L。由于处理工艺不同,各反应器的现状、容积与连接方式不同,物料的流程和反应动力学性质也就不同,因此有理由相信,在不同构筑物中发生亚硝酸盐型 SND 的最佳 DO 浓度也是有差异的。

2 最佳 DO 的选择

上述分析表明,在亚硝酸盐型同时硝化/反硝化生物脱氮工艺运行过程中,其溶解氧浓度与氨氮

浓度及氨氮类型、有机物浓度、氧传质阻力(包括 MLSS、SRT、污泥颗粒大小与密实程度)和构筑物类型均有复杂而密切的关系。目前,人们对这些影响还很不深入,一些试验结果之间存在分歧。另外,有机物浓度等上述影响因子对最佳溶解氧浓度的联合作用也不清楚。因此,通过理论模型来预测亚硝酸型 SND 工艺最佳 DO 浓度还存在很大难度,目前除参考已有的文献资料(一般为 0.5 mg/L ~ 1.0 mg/L)外,主要还是通过现场试验来确定。

另一方面,由于溶解氧浓度与其他诸多操作条件之间具有高度关联性,通过适当的自控系统,将 DO 作为控制亚硝酸型 SND 工艺的主要参数也许是可行的。以溶解氧浓度作为主要操作参数控制活性污泥法好氧去除污水中有机污染物,已经在试验室中成为现实^[17]。因此,为了提高装置的脱氮效率,准确而快捷地选择最佳的溶解氧浓度,优化工艺操作与控制方法,应当对亚硝酸盐型 SND 工艺进行广泛而深入的研究,目前尤其需要探明影响亚硝酸盐型 SND 工艺最佳溶解氧浓度选择的有关难题。

3 结束语

1) 氨氮浓度、有机物浓度、氧传质阻力和构筑物类型对亚硝酸型 SND 工艺最佳 DO 值均存在显著而复杂的影响。

2) 目前还不能通过理论计算来选择亚硝酸型 SND 工艺的最佳 DO 值,而只能通过已有的经验数据(一般为 0.5 mg/L ~ 1.0 mg/L)或现场试验来确定其取值。

3) 将溶解氧浓度作为工艺主要控制参数是可能的,但还需要进行广泛而深入的相关研究。

参考文献:

- [1] 邹联沛. MBR 中 DO 对同时硝化反硝化的影响[J]. 中国给水排水, 2001, 17(6): 10 - 14.
- [2] 吕锡武. 溶解氧及活性污泥浓度对同时硝化反硝化的影响[J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14(1): 33 - 35.
- [3] Münch E. V. Simultaneous Nitrification and De-nitrification in Bench-scale Sequencing Batch Reactors[J]. Wat. Res., 1996, 30(2): 277 - 284(26).
- [4] Hanaki K. et al. Nitrification at Low Levels of Dissolved Oxygen With and Without Organic Loading In A Suspended-Growth Reactor[J]. Wat. Res., 1990, 24(3): 297 - 302.
- [5] 朱晓君. 低氧活性污泥法脱氮除磷工艺生产性研究[J]. 中国给水排水, 1997, 13(S0): 12 - 16.
- [6] Yoo H. Nitrogen Removal from Synthetic Wastewater by Simultaneous Nitrification and De-nitrification (SND) via Nitrite in an Intermittently-aerated Reactor[J]. Wat. Res., 1999, 33(1): 145 - 154.
- [7] 袁林江. 短程硝化-反硝化生物脱氮[J]. 中国给水排水, 2000, 16(2): 29 - 31.
- [8] Hall E. R., Murphy K. L. Sludge Age and Substrate Effects on Nitrification Kinetics[J]. JWPCF, 57(5): 413 - 418.
- [9] Hanaki K. Effects of the Activity of Heterotrophs on Nitrification In A Suspended-Growth Reactor[J]. Wat. Res., 1990, 24(3): 289 - 296.
- [10] 赵旭涛, 顾国维. 硝化作用特性分析及讨论[J]. 环境科学研究, 1995, 8(1): 45 - 47.
- [11] 张小玲. 低 DO 紊动床内有机物对硝化过程的影响[J]. 中国给水排水, 2002, 18(5): 10 - 13.
- [12] 郑兴灿, 李亚新. 污水除磷脱氮技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.
- [13] 王志盈. 低溶氧下硝化生物膜中菌群的竞争增殖模型[J]. 中国给水排水, 1999, 15(12): 18 - 22.
- [14] 许保玖, 龙腾锐. 当代给水与废水处理原理(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [15] 赵宗升. 高浓度氨氮废水的高效生物脱氮途径[J]. 中国给水排水, 2001, 17(5): 24 - 28.
- [16] 杨红薇, 罗固源. NBIAS 系统中的好氧反硝化[J]. 重庆环境科学, 2001, 23(1): 43 - 49.
- [17] 曾薇. 以溶解氧浓度作为 SBR 法模糊控制参数[J]. 中国给水排水, 2000, 16(4): 24 - 28.