

# 供氧方式对昆明市第四污水厂脱氮效果的影响

阳立平<sup>1</sup>, 李捷<sup>1</sup>, 于翔<sup>1</sup>, 何晓卫<sup>2</sup>, 黄志伟<sup>2</sup>, 隋军<sup>1</sup>

(1. 广州市市政工程设计研究院, 广东 广州 510060; 2. 暨南大学 环境工程学院, 广东 广州 510632)

**摘要:** 以采用3AMBR工艺的昆明市第四污水处理厂为研究对象, 通过对该污水厂进出水和沿程各处理单元中氮素、DO浓度的全面监测, 对比分析了在单点进水情况下不同供氧方式对脱氮效果的影响。结果表明, 在试验条件下, 采用膜池回流供氧方式, 溶解氧的利用效率在一定程度上高于传统的曝气供氧方式, 可使出水总氮 $<10\text{ mg/L}$ , 同时达到了节能降耗的目的。

**关键词:** 污水处理厂; 供氧方式; 膜生物反应器; 脱氮

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2015)21-0089-03

## Effect of Different Oxygen Supply Modes on Nitrogen Removal in Kunming Fourth Wastewater Treatment Plant

YANG Li-ping<sup>1</sup>, LI Jie<sup>1</sup>, YU Xiang<sup>1</sup>, HE Xiao-wei<sup>2</sup>, HUANG Zhi-wei<sup>2</sup>, SUI Jun<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute, Guangzhou 510060, China;

2. School of Environmental Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

**Abstract:** The nitrogen and dissolved oxygen (DO) in influent, effluent and each treatment unit of Kunming Fourth Wastewater Treatment Plant with the 3AMBR process were monitored. The effect of different oxygen supply modes on nitrogen removal under single point feed condition was comparatively analyzed. The results showed that under the conditions of this experiment, the utilization efficiency of DO in the oxygen supply mode of reflux in membrane pool was in some degree higher than that in the traditional way of aeration oxygen supply, and the total nitrogen in effluent was lower than  $10\text{ mg/L}$ . The purposes of energy saving and consumption reduction were achieved.

**Key words:** wastewater treatment plant; oxygen supply mode; MBR; nitrogen removal

膜生物反应器(MBR)因其占地少、出水水质良好、污泥产量少等优点而在污水深度处理及再生回用工程实践中表现出较好的应用前景<sup>[1~5]</sup>, MBR的出水水质一般能达到国家一级A标准。为改善富营养化严重的滇池水质, 昆明市的污水处理厂要求出水总氮浓度比国家一级A标准更严格, 即要求出

水总氮 $<10\text{ mg/L}$ 。基于此, 笔者所在课题组在昆明市第四污水处理厂进行了现场试验, 旨在研究不同供氧方式对脱氮效果的影响。

### 1 昆明第四污水厂概况

昆明第四污水厂采用3AMBR工艺, 设计规模为 $6 \times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ , 其工艺流程如图1所示。生化池分

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07302002-005); 广州市越秀区科技计划项目(2014-GX-069)

通信作者: 隋军 E-mail: 65638713@qq.com

为 12 个系列,每个系列的处理规模为 5 000 m<sup>3</sup>/d,有效池容为 3 570.57 m<sup>3</sup>,设计停留时间为 17.14 h,其中每个池体的规格参数如下:厌氧池尺寸为 5.4 m × 17.0 m,有效水深为 4.5 m,有效池容为 413.10 m<sup>3</sup>,设计停留时间为 1.98 h;缺氧池的尺寸为 12.55 m × 17.0 m,有效水深为 4.5 m,有效池容为 960.08 m<sup>3</sup>,设计停留时间为 4.61 h;好氧池尺寸为 24.15 m × 11.0 m,有效水深为 4.5 m,有效池容为 1 195.43 m<sup>3</sup>,设计停留时间为 5.74 h;变化池的尺寸为 24.15 m × 5.5 m,有效水深为 4.5 m,有效池容为 597.71 m<sup>3</sup>,设计停留时间为 2.87 h;膜池的尺寸为 5.8 m × 17.0 m,有效水深为 4.1 m,有效池容为 404.26 m<sup>3</sup>,设计停留时间为 1.94 h。

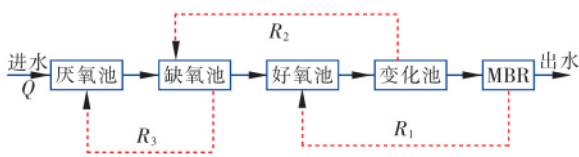


图 1 昆明第四污水厂的处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of treatment process of Fourth WWTP

本次研究的主要内容是好氧 1 段供气方式的改变,好氧 1 段由原来的鼓风曝气方式供气改成膜池回流供气,对比不同供气方式下的脱氮效果。

## 2 结果分析与讨论

该污水厂的出水 COD、BOD<sub>5</sub>、SS 浓度均能够稳定达标,对 TP 的去除主要依赖化学除磷,只要投加的化学药剂控制合理,出水 TP 就能稳定达标。因此主要研究在进水方式、好氧 2 段和变化池无曝气的情况下,好氧 1 段采用两种不同供气方式时对脱氮效果的影响,结果见图 2。

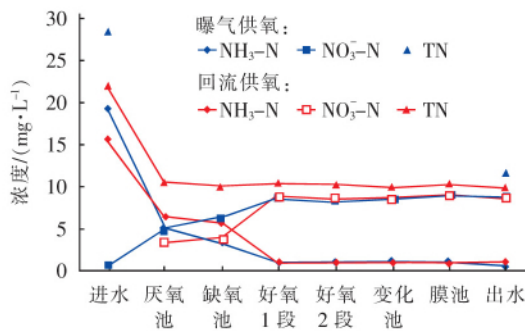


图 2 不同供气方式下氮素的沿程变化

Fig. 2 Variation of nitrogen concentrations under different oxygen supply modes

由图 2 可知,当膜池回流量为 3.8Q、在好氧 1 段主要采用曝气供气方式时,进水 TN 为 28.43 mg/L,出水 TN 为 11.61 mg/L;当膜池回流量为 6.6Q、好氧 1 段停止曝气主要以膜池回流方式供气时,进水 TN 为 22.11 mg/L,出水 TN 为 9.78 mg/L。虽然膜池回流供气的脱氮效果略低于曝气供气方式,但从节能降耗的角度来讲更推荐膜池回流供气。

NH<sub>3</sub>-N 浓度从进水经过厌氧池、缺氧池、好氧 1 段均出现大幅度降低,其中在厌氧段降幅最大,在好氧 2 段和变化池的缺氧环境下基本不变;不同供气方式对氨氮去除效果的影响不明显,出水氨氮都低于 1 mg/L。

图 3 是不同供气方式下 DO 浓度的沿程变化情况。可以看出,两种供气方式下 DO 浓度有所不同,而 DO 是影响硝化和反硝化效果的重要因素。

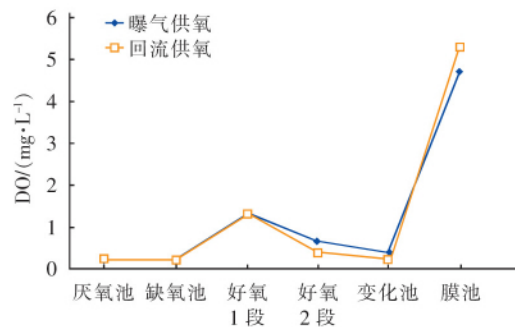


图 3 不同供气方式下 DO 浓度的沿程变化

Fig. 3 Variation of DO concentration under different oxygen supply modes

膜池回流供气方式下水 TN 浓度低于鼓风曝气供气方式,主要是由于传统鼓风曝气供气时,DO 被均匀、衡量、连续地供给到好氧 1 段中,难免存在部分未利用的 DO 通过回流的方式进入前端缺氧池中,监测结果可以看出,此时缺氧池的 DO 浓度为 0.21 mg/L,而膜池回流供气方式中缺氧池的 DO 浓度仅为 0.18 mg/L,DO 浓度的升高明显对反硝化产生了不利的影响;而通过膜池回流供气、停止好氧 1 段的曝气时,好氧 1 段的 DO 主要是通过膜池的回流供给,回流液中的 DO 量有限,因此有限的氧源被尽量、高效地用于硝化菌的硝化作用,从出水硝态氮浓度来看,在曝气供气 and 膜池回流供气条件下分别为 8.61 和 8.64 mg/L,说明膜池回流供气方式下的硝化效果更高,DO 利用率也更高。而膜池回流供气方式下当混合液经好氧 1 段和 2 段流至变化池时 (下转第 95 页)

工程为主,占工程造价的 60% 左右,雨水管道约占工程造价的 15% ~ 20%,从价值工程的角度来看,增加的投入是值得的。国外排水设计标准普遍比我国高很多,重现期一般取 5 ~ 15 年,在城市安全日益受到重视的今天,提高雨水管道设计重现期是十分必要的。

本文采用的造价指标分析有一定的局限性,建议在进行雨水管道设计时,按照不同的重现期设计,依据当地的预算定额编制估算,进行多方案比选,根据道路的地形特点、重要程度,结合当地的经济条件合理选择设计重现期。

### 参考文献:

- [1] 邓培德. 论城市雨水道设计流量的计算方法[J]. 给水排水, 2007, 33(6): 112 - 116.
- [2] 北京市市政工程设计总院. 给水排水设计手册第 5 册: 城镇排水(第 2 版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.

(上接第 90 页)

DO 所剩甚微,曝气供氧和膜池回流供氧时变化池中的 DO 浓度分别为 0.39 和 0.23 mg/L,膜池回流供氧方式下的 DO 浓度明显小于曝气供氧方式,从而保证膜池回流方式中由变化池的回流携带至缺氧池前端的 DO 量也远小于曝气供氧方式,进而保证了缺氧池的良好缺氧环境,相应地提高了反硝化菌的脱氮效能,使得出水 TN 浓度得以有效降低。

### 3 结论

① 供氧方式的不同对氨氮的去除效果影响不大,但是对总氮的去除效果有一定影响,膜池回流供氧方式下 DO 的利用效率明显高于传统的曝气供氧方式。

② 在一定情况下,提高膜池的回流量、利用膜池回流所携带的 DO 可以实现良好的硝化作用,控制适当的条件可以使得出水 TN 浓度达到较低水平,由于其中省去了传统的鼓风曝气,从而可以达到节能降耗的目的。

### 参考文献:

- [1] Rajesh B J, Uan D K, Yeom I T. Nutrient removal in an A<sup>2</sup>O - MBR reactor with sludge reduction [J]. Bioresour Technol, 2009, 100(16): 3820 - 3824.
- [2] 于水利, 赵方波. 膜生物反应器技术发展沿革与展望

- [3] 王宏峰, 罗凡, 陶涛, 等. 平坦区域设计暴雨重现期对雨水管道工程投资的影响研究[J]. 给水排水, 2013, 39(7): 90 - 93.



作者简介: 苏国宏(1971 - ), 男, 河南洛阳人, 本科, 高级工程师, 主要从事市政工程设计与研究。

E-mail: lyljh0625@126.com

收稿日期: 2015 - 04 - 22

[J]. 工业用水与废水, 2006, 37(2): 1 - 6.

- [3] 陈福泰, 范正虹, 黄霞. 膜生物反应器在全球的市场现状与工程应用[J]. 中国给水排水, 2008, 24(8): 14 - 18.
- [4] 李捷, 隋军, 马振强, 等. AAO/MBR 工艺优化运行参数研究[J]. 中国给水排水, 2013, 29(5): 82 - 84.
- [5] 黄霞, 曹斌, 文湘华, 等. 膜 - 生物反应器在我国的研究与应用新进展[J]. 环境科学学报, 2008, 28(3): 416 - 432.



作者简介: 阳立平(1975 - ), 男, 湖南隆回人, 博士后, 研究方向为水污染控制。

E-mail: oy5086@163.com

收稿日期: 2015 - 05 - 08