

不同温度下 An/O—SBR 工艺除磷效果研究

田晓燕¹, 周兵², 陈丽君³, 刘海臣³

(1. 吉林建筑工程学院 市政与环境工程学院, 吉林 长春 130021; 2. 吉林大学 环境与资源学院, 吉林 长春 130012; 3. 中国市政工程东北设计研究院, 吉林 长春 130021)

摘要: 基于 An/O—SBR 工艺,探讨了反应温度分别为 15 和 25 ℃ 时,进水 COD/TP(C/P) 值对生物除磷系统的影响;并将进水总磷浓度恒定为 (10 ± 0.5) mg/L,以比较两温度下的厌氧段末释磷量和最终出水 TP 浓度。结果表明:在 15 和 25 ℃ 下,随进水 C/P 值的升高,出水 TP 浓度降低,当 C/P ≥ 40 时,出水 TP < 1 mg/L;在 25 和 15 ℃ 下,厌氧段释磷量与进水 C/P 值均呈线性相关;在进水 C/P 值相同的条件下,15 ℃ 时对 TP 的去除率比 25 ℃ 时的平均高 5% 左右。

关键词: 生物除磷; 温度; 进水 C/P 值; 厌氧释磷量

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2010)11-0071-03

Phosphorus Removal Effect by An/O - SBR at Different Temperatures

TIAN Xiao-yan¹, ZHOU Bing², CHEN Li-jun³, LIU Hai-chen³

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Jilin Architectural and Civil Engineering Institute, Changchun 130021, China; 2. College of Environment and Resource, Jilin University, Changchun 130012, China; 3. China Northeast Municipal Engineering Design and Research Institute, Changchun 130021, China)

Abstract: Based on An/O - SBR process, the influence of the influent COD/TP (C/P) ratio on the biological phosphorus removal system at different temperatures (15 ℃ and 25 ℃) was discussed. The influent total phosphorus concentration was constantly controlled at (10 ± 0.5) mg/L to compare the phosphorus release amount at the end of anaerobic stage and the final effluent TP concentration at both temperatures. The results show that the effluent TP concentration decreases with the increase of the influent C/P ratio at 15 ℃ and 25 ℃. When the influent C/P ratio is equal to or more than 40, the effluent TP concentration is lower than 1 mg/L. At 25 ℃ and 15 ℃, there is a good linear correlation between the phosphorus release amount at the end of anaerobic stage and the influent C/P ratio. The TP removal rate at 15 ℃ is 5% higher than that at 25 ℃ when the influent C/P ratio is the same.

Key words: biological phosphorus removal; temperature; influent C/P ratio; anaerobic phosphorus release amount

自从聚磷菌(PAOs)的释/吸磷原理提出以来,生物除磷新工艺层出不穷,如 An/O 工艺、Phostrip 工艺、VIP 工艺、A²O 工艺、Bardenpho 工艺、UCT 工

艺、SBR 工艺等^[1]。但无论何种形式的除磷工艺,根据聚磷菌的除磷机理,若要得到好的除磷效果,都必会受到诸多因素的影响,如反应温度、DO、泥龄、

基金项目: 吉林省教育厅“十一五”科学技术研究项目(2009419); 吉林省科技发展计划项目(20071105)

厌氧段的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 浓度、进水营养比等^[2-5]。其中反应温度和进水 COD/TP(C/P)值是生物除磷系统的主要影响因素,笔者则基于 An/O—SBR 工艺对上述两因素对除磷效果的影响进行了探讨。

1 材料与方法

1.1 试验装置

An/O—SBR 工艺装置示意和运行方式见图 1。

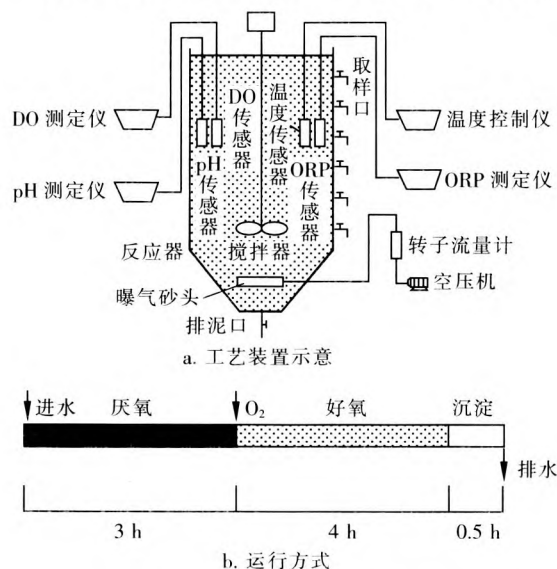


图1 An/O—SBR 工艺装置及其运行方式

Fig.1 Schematic diagram and operation mode of An/O—SBR

试验装置由有机玻璃制成,高为 40 cm、直径为 10 cm,底部泥斗为圆台形,总有效容积为 14 L。在反应器壁的垂直方向每隔 10 cm 设一个取样口(兼排水作用),反应器底部设有排泥管,以多孔石作为微孔曝气头,采用鼓风曝气方式,压缩空气由空气压缩机提供。反应器中设有搅拌器,当在非曝气状态或曝气量很少时,保持泥水混合均匀。采用温控仪将温度控制在 25 ℃。在反应器中装有 DO、ORP 和 pH 传感器,不断监测反应过程中 DO、ORP 和 pH 的变化。通过外排剩余污泥将污泥龄(θ_c)控制在 10 d 左右。系统内 MLSS 维持在 2 500 mg/L 左右。

1.2 原水与接种污泥

试验以模拟生活污水为研究对象,以啤酒废水、蛋白胨的混合液作为 COD 来源;在配水过程中通过投加 NaHCO_3 来调节进水碱度;投加 NH_4Cl 来配制进水氨氮浓度;投加 KH_2PO_4 来配制进水磷酸盐浓度;投加 MgSO_4 和 CaCl_2 来满足聚磷菌吸磷过程中对 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 等离子子的要求;投加微量元素液来满足活性污泥中微生物生长繁殖的营养需要。试验

过程中可根据不同的要求适时调整配水成分。模拟污水成分及水质特性见表 1。

表 1 模拟污水成分及水质

Tab.1 Composition and quality of simulated sewage

模拟污水		微量元素液		水质	
项目	数值	项目	数值/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	项目	数值
啤酒废水/ ($\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$)	1.5 ~ 3.5	FeCl_3	0.9	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	200 ~ 500
蛋白胨/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.1	H_3BO_4	0.15	BOD_5 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	118 ~ 315
NH_4Cl / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.1	$\text{CoCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.15	TN/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	23.5 ± 1
KH_2PO_4 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.044	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.03	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	21.1 ± 0.8
NaHCO_3 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.16 ~ 0.8	KI	0.18	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	<1
CaCl_2 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.01	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.06	$\text{NO}_2^- - \text{N}$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	<1
MgSO_4 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.05	$\text{Na}_2\text{Mo} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.06	TP/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	10.0 ± 0.5
微量元素液/ ($\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.6	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.12	pH	6.9 ~ 7.1

接种污泥为实验室运行的 MUCT 工艺的二沉池回流污泥。2007 年 10 月以模拟生活污水为处理对象启动系统,运行 10 个周期后,系统除磷效果趋于稳定,此时开始取样跟踪测定。

1.3 分析方法

水样离心后取上清液测水质。COD:5B-1 型 COD 快速测定仪;TP:钼锑抗分光光度法;氨氮:纳氏试剂分光光度法; $\text{NO}_3^- - \text{N}$:麝香草酚分光光度法; $\text{NO}_2^- - \text{N}$:N-(1-萘基)-乙二胺分光光度法;MLSS:重量法;SVI:标准方法($\text{SV}_{30}/\text{MLSS}$)。

2 结果与讨论

当温度分别为 25 和 15 ℃ 时,检测不同进水 C/P 值下的出水 TP 浓度及对 TP 的去除率。结果表明,当 $\text{C/P} \geq 40$ 时,25 和 15 ℃ 下的出水 TP 浓度均低于 1 mg/L,去除率均在 90% 以上,SBR 反应器可获得较好的除磷效果;当 $\text{C/P} \leq 35$ 时,25 和 15 ℃ 下的出水总磷浓度较高,去除率分别低于 84.7%、88.6%。

当温度分别为 25 和 15 ℃ 时,应用物料平衡得到不同进水 C/P 值下的厌氧释磷量见图 2。

由图 2 可知,随原水 C/P 值的升高,厌氧释磷

量增加。根据聚磷菌释/吸磷原理可以推断:厌氧段 COD 被聚磷菌吸收并以 PHB 的形式贮存在体内以备后期好氧过量吸磷使用。经数据拟合后发现 25 和 15 °C 时,厌氧段的释磷量与进水 C/P 值均存在很好的相关性,且满足 $y = 2.05 + 0.83x$ (25 °C)、 $y = 3.07 + 0.78x$ (15 °C),其中 x 代表进水 C/P 值、 y 代表释磷量。

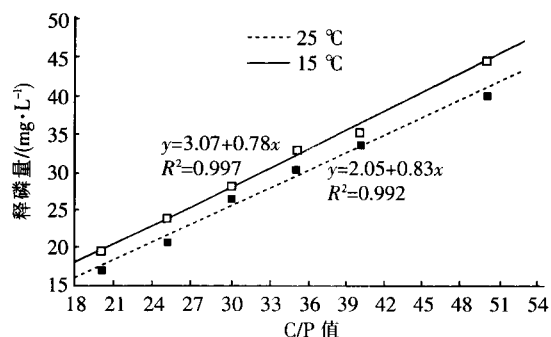


图 2 进水 C/P 值与厌氧释磷量的关系

Fig. 2 Relationship between influent C/P ratio and amount of anaerobic phosphorus release

试验中尽量将系统生物量维持在 2 500 mg/L, 可以发现,在聚磷菌数量相同的条件下,厌氧段的 COD 消耗量随进水 C/P 值的增加而增加。这说明,厌氧段 PHB 的储存量并不完全取决于聚磷菌的多少,还与混合液中 COD 的浓度有关,COD 浓度越大则越有利于 PHB 的储存,其储存量也越大,也就是说,厌氧条件下 PHB 的产生并不完全依赖于高能磷酸键水解提供的能量。

由前面的分析可知,在进水 C/P 值相同的条件下,15 °C 时对 TP 的去除率比 25 °C 时的平均高 5% 左右。当 C/P = 40 时,25 °C 时的出水 TP 为 0.89 mg/L,对 TP 的去除率为 91.1%,厌氧释磷量为 33.61 mg/L,厌氧段末端的 COD 为 115.76 mg/L, COD 消耗量为 168.94 mg/L;15 °C 时的出水 TP 为 0.41 mg/L,对 TP 的去除率为 95.88%,厌氧释磷量为 35.23 mg/L,厌氧段末端的 COD 为 99.56 mg/L, COD 消耗量为 183.31 mg/L。分析原因:①某些微生物体内的内含物的积累对温度的依赖性较强,随着温度的升高,PHB 的合成量减小^[6]。②PAOs 中小部分是嗜温菌,大部分是嗜冷菌,在 20 °C 或稍低的温度下占有优势^[7]。根据试验结果可知,高温会影响系统的除磷效果。为克服这一问题,需对系统

进行降温处理或保证系统碳源充足。

整个试验过程中,C/P 值的变化对整个系统去除 COD 不会产生很大影响,系统对 COD 的去除率约为 90%,其中 65% ~ 85% 的 COD 是在厌氧段被去除的。

3 结论

① 当进水 C/P ≥ 40 时,25 和 15 °C 下的出水 TP 浓度均低于 1 mg/L,去除率均在 90% 以上,SBR 反应器可获得较好的除磷效果;当进水 C/P ≤ 35 时,由于缺乏碳源,两温度下对 TP 的去除率降低,出水 TP > 1 mg/L。

② 在 25、15 °C 下,厌氧段释磷量与进水 C/P 值均存在很好的相关性,二者之间满足 $y = 2.05 + 0.83x$ (25 °C)、 $y = 3.07 + 0.78x$ (15 °C)。

③ 在进水 C/P 值相同的条件下,15 °C 时对 TP 的去除率比 25 °C 时的平均高出 5% 左右,且 15 °C 时系统的厌氧释磷量、厌氧段 COD 消耗量均较高。

参考文献:

- [1] 李成江,郑兴灿. 污水生物除磷脱氮技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社,1992.
- [2] 江田民,杨海光,陈筛林,等. 污水成分的变化对生物除磷效果的影响[J]. 环境保护,2003,(7):24-27.
- [3] 侯琳,陈敏东,李德豪,等. 新型一体化生物反应器的同步脱氮除磷影响因素研究[J]. 中国给水排水,2008,24(3):21-24,28.
- [4] 周海东,刘勤亚,张业健. 泥龄应用中有关问题的探讨[J]. 污染防治技术,2003,16(2):13-16.
- [5] Larose A, Perrier M, Comeau Y. Respirometric control of the anaerobic period duration of an SBR Bio-P process [J]. Water Sci Technol, 1997, 36(5):293-300.
- [6] Krishna C, van Loosdrecht M C M. Effect of temperature on storage polymers and settleability of activated sludge [J]. Water Res, 1999, 33(10):2374-2382.
- [7] Panswad T, Doungchai A, Anotai J. Temperature effect on microbial community of enhanced biological phosphorus removal system [J]. Water Res, 2003, 37(2):409-415.

电话:13179001317

E-mail:txy1965.ok@163.com

收稿日期:2009-12-12