

SBR 法处理低碳城市污水的除磷规律

方 茜, 张可方, 张朝升, 周莉萍, 伍小军

(广州大学 土木工程学院, 广东 广州 510405)

摘 要: 碳、氮、磷比例失调(碳量偏低)城市污水的脱氮除磷一直是个难题,为此采用 SBR 法处理广州地区低碳城市污水,研究了生物除磷效果及其影响因素。结果表明,磷的出水浓度 < 0.5 mg/L,并指出污泥龄及 DO 是影响除磷效果的关键因素。

关键词: 低碳城市污水; SBR 法; 生物除磷

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2004)08-0043-04

Pattern of Phosphorus Removal from Low Carbon Source Urban Wastewater by Using SBR

FANG Qian, ZHANG Ke-fang, ZHANG Chao-sheng, ZHOU Li-ping,

WU Xiao-jun

(School of Civil Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

Abstract: The disproportion of C, N and P (low carbon content) are always a puzzle for nitrogen and phosphorus removal from urban wastewater. Based on this, test was made on low carbon source urban wastewater treatment in Guangzhou region by using SBR process to investigate the effect and affecting factors of biological phosphorus removal. The result shows that phosphorus concentration in effluent is below 0.5 mg/L and the key factors affecting phosphorus removal are sludge age and DO.

Key words: low carbon source urban wastewater; SBR process; biological phosphorus removal

序批式活性污泥法(SBR)能使有机物、氮、磷的去除在一个反应器中完成,具有流程简单、不需要污泥回流、脱氮除磷效果好的特点。但处理碳、氮、磷比例失调(碳量偏低)城市污水时,如何保证氮、磷的高效去除是个难点。笔者采用厌氧/好氧交替运行的 SBR 法处理含碳量偏低的广州地区城市污水($BOD/TN=2.5\sim3$, $BOD/TP=15\sim17$, 分别低于 4~6 和 20 的正常值),考察除磷效果及其影响因素。

1 试验部分

1.1 试验装置及流程

工艺流程见图 1。

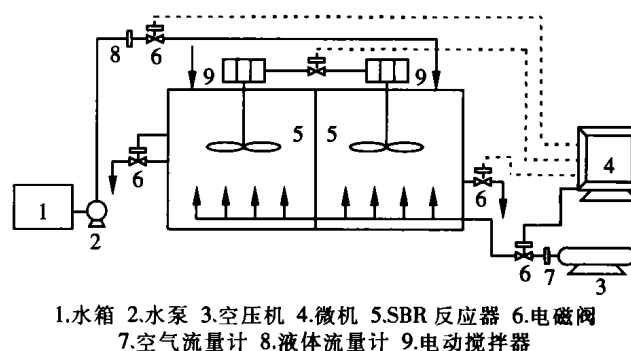


图 1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of treatment process

SBR 反应器由有机玻璃制成,总容积为 47.4

L,有效容积为 42.8 L,采用空压机供气,穿孔管布气,其运行方式及运行参数分别见表 1、2。

表 1 最佳工况下的运行方式

Tab. 1 Operation mode in the optimal condition

工序	反应过程	停留时间(h)
进水(厌氧)	反硝化、释磷	1.0
曝气	降解有机物、硝化、吸磷	2.0~3.0
沉淀	悬浮物及污泥沉淀	1.0
排水	排处理水	0.5

表 2 运行参数

Tab. 2 Operational parameters

参数	数值
周期进水量(L)	31.7
污泥负荷[$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$]	0.14~0.26
周期(h)	4.5~5.5
MLSS(mg/L)	1 720~2 010

1.2 原水水质

原水为人工配制,其水质见表 3。

表 3 原水水质

Tab. 3 Raw water quality mg/L

项目	COD	BOD_5	TN	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	TP
数值	86~250	45~128	19.7~26.5	15~25.4	1.6~7.1

2 结果及分析

2.1 对污染物的去除效果

SBR 工艺出水水质见表 4。

表 4 对污染物的去除效果

Tab. 4 Effect on pollutants removal

项目	出水浓度(mg/L)	去除率(%)
COD	10.7~32.2	82~88
BOD_5	5.2~13.6	85~93
TN	13.5~15.2	33~39
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	2.83~9.23	53~87
TP	0.1~0.45	85~99

由表 4 可知,SBR 去除污染物的效果良好,出水 $\text{TP} < 0.5 \text{ mg/L}$ 。

2.2 除磷机理

试验中,有机物、氮、磷的去除在同一个反应装置中完成,厌氧(缺氧)/好氧交替运行方式使 DPB(反硝化聚磷菌)易于积累,减轻了碳源偏低的影响,这是高效除磷的重要原因。

① 磷的厌氧释放

试验表明,经厌氧释磷的活性污泥在好氧条件下具有很强的吸磷能力,也就是说磷的厌氧释放是

好氧吸磷的前提条件,且磷的释放量越大则出水磷浓度就越低。例如,当进水 TP 浓度 $< 2 \text{ mg/L}$ 时 TP 的释放量 $< 7 \text{ mg/L}$,出水 TP 浓度很难达到 0.5 mg/L 以下;当进水 TP 浓度在 $2 \sim 7 \text{ mg/L}$ 之间时 TP 的释放量为 $10 \sim 20 \text{ mg/L}$,出水 TP 浓度基本都在 0.3 mg/L 以下。

在厌氧释磷的同时反应器中的有机物浓度不断降低,经厌氧处理 1 h 后 COD 浓度一般可减少 $30 \sim 45 \text{ mg/L}$,去除率基本在 30% 左右,而磷的释放浓度能达到 $7.0 \sim 20 \text{ mg/L}$ 。

② 释磷、吸磷所需时间

运行周期内 TP 的变化情况见图 2。

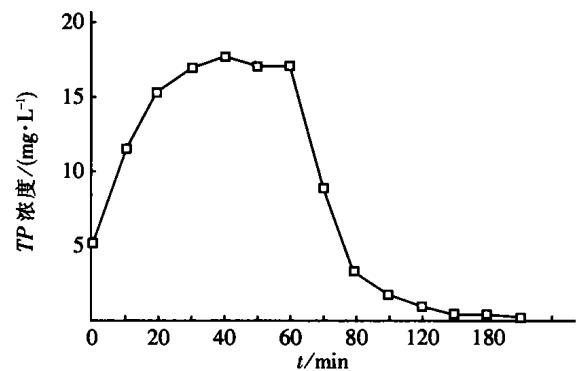


图 2 运行周期内 TP 浓度的变化

Fig. 2 Variation of TP conc. during the operation period

由图 2 可知,正是通过厌氧(缺氧)/好氧交替运行才实现了生物除磷。厌氧处理 40 min 后磷浓度即达到最大值,在 $40 \sim 60 \text{ min}$ 的磷浓度基本上没有太大的变化。磷的吸收是从曝气开始的,对磷的快速吸收发生在曝气开始后的 30 min 内,到第 90 min 时出水磷浓度已达到 0.5 mg/L 以下。

2.3 影响因素分析

① 污泥龄

污泥龄(SRT)是 SBR 运行的关键参数。较长的泥龄可增加生物硝化的能力,并能减轻有毒物质的抑制作用。而对于生物除磷系统而言,泥龄越长则污泥含磷量越低,去除单位质量的磷所消耗的 BOD 就越多,此外还会由于有机物的不足而使污泥发生“自溶”,导致除磷效果降低;泥龄越短则污泥含磷量越高,通过剩余污泥的排放去除的磷也就越多,但短泥龄会抑制硝化菌的生长。因此在 SBR 脱氮除磷系统中,确定合适的泥龄非常重要。试验中考察了不同泥龄下的硝化和除磷效果,结果如图 3 所示。

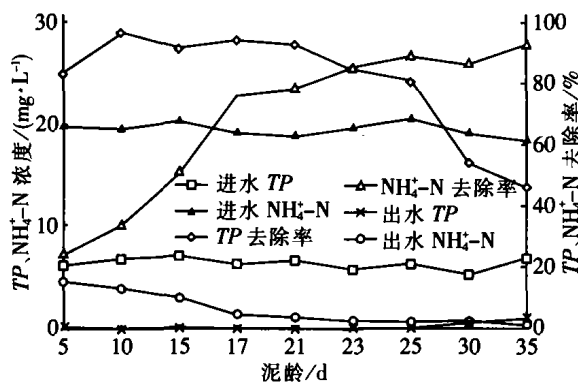


图3 不同污泥龄下脱氮除磷效果

Fig. 3 Effect of SRT on nitrogen and phosphorus removal

由图3可知,当泥龄为10 d时除磷效率最高,出水TP浓度最低,随着泥龄的增长则除磷效率下降,出水TP浓度越来越高;氨氮去除率随泥龄的增加而增加,且当SRT > 15 d后增加更明显。综合脱氮除磷效果将污泥龄确定为17~21 d。

② DO 浓度

从生物除磷机理可知,DO浓度影响好氧区磷的吸收速率,但只要有足够的好氧时间就不会影响磷的去除量。图4是不同DO浓度增长趋势下的磷吸收情况,图4a的曝气量为 $0.1\sim0.15\text{ m}^3/\text{h}$,图4b为 $0.08\sim0.1\text{ m}^3/\text{h}$ (前60 min)和 $0.06\sim0.08\text{ m}^3/\text{h}$ (第60 min后),图4c为 $0.02\sim0.04\text{ m}^3/\text{h}$ 。

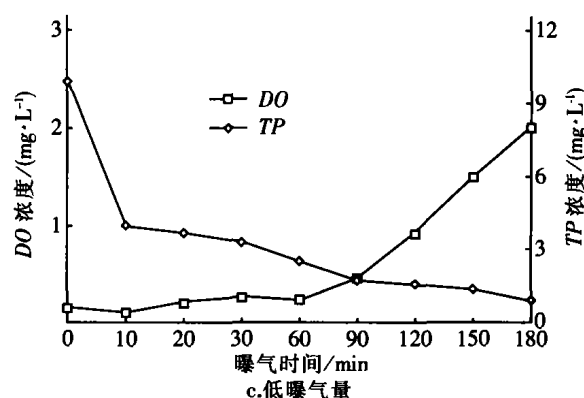
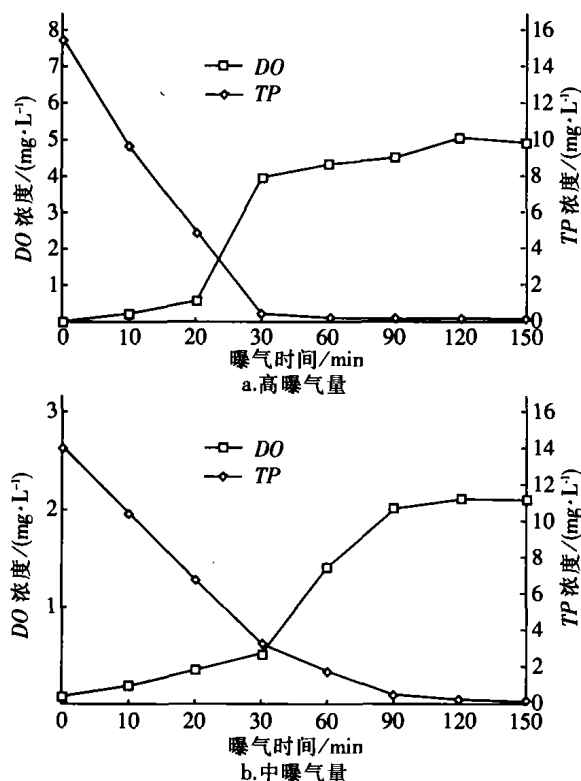


图4 曝气方式与磷吸收的关系

Fig. 4 Effect of aeration mode on phosphorus adsorption

从图4可以看出,要使出水TP浓度 $<0.5\text{ mg/L}$ 就必须保持DO浓度 $>2\text{ mg/L}$,且DO浓度增至 2 mg/L 的速率越慢则出水TP达到 0.5 mg/L 的所需时间就越长,即不同DO浓度增长趋势下的磷吸收速率有所不同,但只要保持DO浓度 $>2\text{ mg/L}$ 并有足够的好氧时间,则出水TP浓度都能达到 0.5 mg/L 以下。这三种情况下,尽管DO浓度增长趋势不同,但最终的出水磷浓度都可以达到 0.5 mg/L 以下。如果从除磷效果及经济合理两方面考虑,图4b的曝气方式较为适用。考虑到工艺的脱氮要求,笔者认为DO浓度控制在 $2\sim4\text{ mg/L}$ 、曝气时间为2 h较合适。

③ 出水SS

由于SBR处理系统为一体化反应池,即有机物去除、脱氮、除磷在一个装置中进行,所以MLSS的含磷量较高,故应严格控制出水的SS。试验中当出水SS $<20\text{ mg/L}$ 时对出水磷浓度影响不大。

3 结论

① 用SBR法处理广州地区低碳城市污水,可使出水有机物、氨氮及总磷均达标,且磷的释放量越大则出水磷浓度就越低。

② 厌氧释磷的最佳时间为40~60 min,好氧吸磷的最佳时间为2 h。

③ 溶解氧浓度影响磷的去除速率,但并不影响磷的去除总量,建议采用 $2\sim4\text{ mg/L}$ 。

④ 泥龄是影响SBR工艺脱氮除磷的关键,其最佳泥龄为17~21 d。

参考文献:

- [1] Kuba T, Smolders G J F, Loosdrecht M C M van, et al. Biological phosphorus removal from wastewater by anaerobic

- anoxic sequencing batch reactor [J]. Wat Sci Tech, 1993, 27: 241 - 252.
- [2] Merzouki M, Bernet N. Biological denitrifying phosphorus removal in SBR; effect of added nitrate concentration and sludge retention time [J]. Wat Sci Tech, 2001, 43 (3): 191 - 194.
- [3] 龙腾锐, 郭劲松, 高旭. 连续流间歇曝气工艺脱氮除磷研究 [J]. 中国环境科学, 2000, 20(4): 366 - 370.
- [4] 熊建英, 杨海真, 顾国维. 连续流 SBR 法处理城市污水

试验研究 [J]. 中国给水排水, 1999, 15(8): 9 - 14.

- [5] 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.
- [6] Goronszy M C, 朱明权. 循环式活性污泥法 (CAST) 的应用及其发展 [J]. 中国给水排水, 1996, 12(6): 4 - 9.

电话: (020) 86391987

E-mail: gz-fq@163.com

收稿日期: 2004 - 03 - 03

· 信息 ·

Ei 收录我刊 2003 年发表的部分文章(二)

· 2003, 19(8) 1 ~ 3

超滤/臭氧/生物炭组合工艺预处理源水

作者: 于宏兵 范伟民 王暖春 李景新(吉林省环境科学研究院)

冈田光正(广岛大学)

· 2003, 19(8) 4 ~ 7

NBIAS 系统去除氮磷效果的试验分析

作者: 罗国源 许晓毅 吉芳英 刘志刚(重庆大学)

· 2003, 19(8) 8 ~ 10

O₃/H₂O₂ 对水中微量 2,4-D 的降解效果

作者: 马 军 高金胜 于颖慧 孙志忠(哈尔滨工业大学)

· 2003, 19(8) 11 ~ 14

短程硝化反硝化工艺处理焦化高氨废水

作者: 刘超翔 胡洪营 钱 易(清华大学)

彭党聪 王志盈(西安建筑科技大学)

· 2003, 19(8) 23 ~ 25

污水处理厂的生物滤池除臭技术

作者: 朱国营 刘俊新(中国科学院生态环境研究中心)

· 2003, 19(8) 26 ~ 29

溶气气浮工艺在给水处理中的应用

作者: 张 声 刘 洋 谢曙光 张晓健(清华大学)

· 2003, 19(8) 40 ~ 43

ASBR 反应器中污泥颗粒化的工艺条件

作者: 李亚新 田扬捷(太原理工大学)

· 2003, 19(8) 44 ~ 45

淹没式贝壳填料生物滤池的除磷效应

作者: 熊小京 黄智贤 洪华生 丁原红 景有海(厦门大学)

羽野忠(大分大学)

· 2003, 19(8) 46 ~ 47

生污泥的 Fenton 氧化处理

作者: 钟恒文(广西化工研究院)

二宫加奈(熊本大学)

· 2003, 19(8) 48 ~ 49

三相生物流化床反应器的操作特性

作者: 邓洪权 蒋琪英(西南科技大学)

· 2003, 19(8) 50 ~ 51

壳聚糖在给水处理中的应用研究

作者: 陈 亮 朱 超(东华大学)

陈 俭(青浦区环境保护科研所)

· 2003, 19(8) 66 ~ 68

建筑给水设计中的几个错误算例分析

作者: 袁宝军(合肥工业大学)

庞志华(华南环境科学研究所)

· 2003, 19(8) 69 ~ 71

应用模糊技术改进 SBR 工艺的自控方法

作者: 徐 进 石 泉(中国市政工程华北设计研究院)

杭镇鑫(江苏一环集团有限公司)

徐吉成 邱宜新(滕州市污水处理厂)

· 2003, 19(8) 72 ~ 74

取水泵站的优化设计与节能改造

作者: 樊建军 胡晓东 张朝升(广州大学)

· 2003, 19(8) 95 ~ 96

城市污水再生利用的生物安全性

作者: 张 萍 雅 菁(天津城市建设学院)

姚念民(国美(天津)水务设备工程有限公司)

宋来洲(天津开发区污水处理厂)

· 2003, 19(8) 103 ~ 104

玻璃钢夹砂管的顶管工程施工

作者: 黄 彦 吴雅洁 范卫东(沈阳市市政工程设计研究院)

(本刊编辑部 供稿)