

SBR 优化运行对脱氮除磷影响的研究

李燕 丁毅 张雁秋 (中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州 221008)

摘要 脱氮除磷是城市污水处理的主要目标。SBR 工艺由于具有投资省、工艺简单、操作灵活和管理方便等优点, 在中小型城市污水处理厂中得到广泛应用。改变 SBR 工艺的进水方式, 并对缺氧/好氧的运行方式进行优化, 可以提高其脱氮除磷的效率。

关键词 SBR; 硝化; 反硝化; 脱氮除磷

中图分类号 X703 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)09-04238-02

Study on the Effects of SBR Optimum Operation on Nitrogen and Phosphorus Removal

LI Yan et al (School of Environment and Survey, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008)

Abstract Nitrogen and phosphorus removal is the main target of municipal wastewater treatment. Because SBR has advantages such as low investment, simple process, convenient operation and management, it has been widely applied in the medium and small municipal wastewater treatment plant. The change of influent ways of SBR technology and the optimization of A/O operation way could increase the efficiency of nitrogen and phosphorus removal.

Key words SBR; Nitrification; Denitrification; Nitrogen and phosphorus removal

脱氮除磷是城市污水处理的主要目标之一。活性污泥法具有同时脱除 C、N、P 且处理成本低等优点而得到广泛应用, 成为目前最为普遍的一种经济、有效的处理方法, 但除磷脱氮过程中存在的基质竞争和泥龄不同的矛盾使得现有的活性污泥法除磷脱氮技术仍存在较大的困扰。

ECOSUNDE 工艺^[1]——分点进水高效脱氮除磷工艺, 是张雁秋教授为首的课题组根据自主提出的统一动力学理论、动力学负荷理论、回流污泥浓度优化理论, 研发出的城市污水高效脱氮除磷新的工艺。该工艺突破了传统活性污泥法硝化速度慢、除磷量较少的瓶颈, 实现了短时高效脱氮除磷, 并在多个城市污水处理厂的改造工程中得到了成功应用。ECOSUNDE 的工艺流程见图 1。

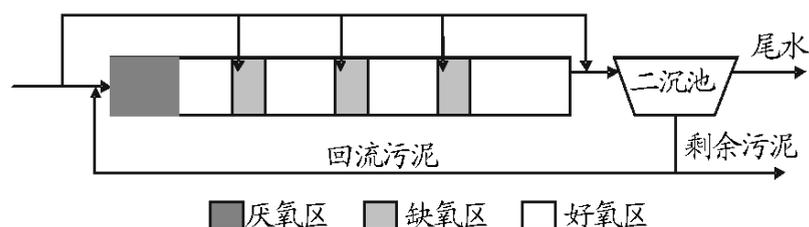


图1 ECOSUNDE 工艺流程

Fig.1 The technology flow of ECOSUNDE

ECOSUNDE 工艺的技术要点可以归纳为: 全流程分点进水, 实现高污泥浓度。适当增加流程最后段的进水水量, 实现全程低营养状态; 充分利用污泥吸附性能, 在生物反应池末端仍进行配水。设置 3~5 个间断的缺氧区, 实现交替硝化反硝化。

SBR 工艺是典型的间歇式活性污泥法, 由于具有投资省、工艺简单、操作灵活和管理方便等优点, 在中小型城市污水处理厂中得到广泛应用。在中小型城市污水处理厂数量日益增多的今天, 对 SBR 工艺的运行方式进行优化, 实现高效脱氮除磷, 具有十分重要的意义。笔者根据 ECOSUNDE 工艺的技术要点, 研究了 SBR 工艺的运行方式对脱氮除磷的影响, 从而对 SBR 工艺的运行方式进行了优化。

1 试验装置

试验用水采用人工配制的污水(COD 200~500 ng/L,

基金项目 国家科技成果重点推广计划(2004EC000132); 中国矿业大学科技基金(OP080307)。

作者简介 李燕(1969-), 女, 江苏宜兴人, 副教授, 从事水污染控制研究。

收稿日期 2009-01-04

BOD₅ 150~350 ng/L, NH₄⁺-N 30~50 ng/L, PO₄³⁻ 3~6 ng/L, 氯化钙、硫酸亚铁、硫酸镁等微量元素。采用鼓风曝气, 每个周期进水量为 60 L。试验流程见图 2。

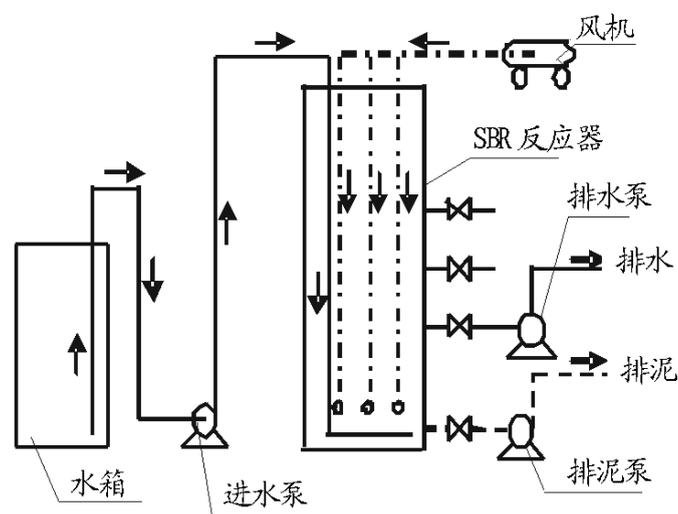


图2 试验工艺流程

Fig.2 The technology flow of the experiment

2 结果与分析

2.1 改变进水方式 SBR 工艺通常设有进水期, 方式为短时一次性进水。现改变进水方式, 在 SBR 反应期进行分批进水, 研究进水方式对工艺硝化反应的影响。为此设定了 2 种进水方式的工况(进水总量相等): 工况 1。进水(0.5 h) 厌氧(1.5 h) 缺氧(1.5 h) 好氧(3 h); 工况 2。厌氧(1.5 h) 缺氧(1.5 h) 好氧(3 h), 进水分成 5 次, 每次 10 min, 厌氧段和缺氧段各进水 1 次, 好氧段进水 3 次(每次间隔 1 h)。

2.1.1 进水方式对出水水质的影响。 2 个 SBR 装置, 分别按工况 1、工况 2 运行, 每个工况稳定后连续运行 7 d, 对进出水的 COD、NH₄⁺-N 指标进行监测, 各工况的运行效果见表 1。

表1 不同工况出水水质

Table 1 The water quality of effluent under different working conditions

项目 Item	工况1 Working condition 1			工况2 Working condition 2		
	进水 ng/L Influent	出水 ng/L Effluent	去除率 % Removal rate	进水 ng/L Influent	出水 ng/L Effluent	去除率 % Removal rate
COD	283.1	38.4	86.6	271.8	35.7	86.8
氨氮	38.3	11.0	71.2	35.8	4.4	87.7
Ammonia N						
TN	45.2	24.4	46.0	46.9	19.2	59.1
TP	5.3	1.9	64.2	5.1	0.8	84.3

由表1可知,2种工况的COD去除率大致相同,均达到80%以上,说明不同进水方式对COD的去除影响较小;而对于氨氮、TP的脱除,工况2的效果明显优于工况1;对TN,工况2的效果略优于工况1。

2.1.2 进水方式对有机物浓度和污泥浓度的影响。硝化菌为自养菌,与脱除COD的微生物之间存在竞争关系。改变进水方式,分批进水使SBR反应器内有机物浓度维持在较低水平,而污泥浓度则较长时间维持在较高水平(图3、4)。

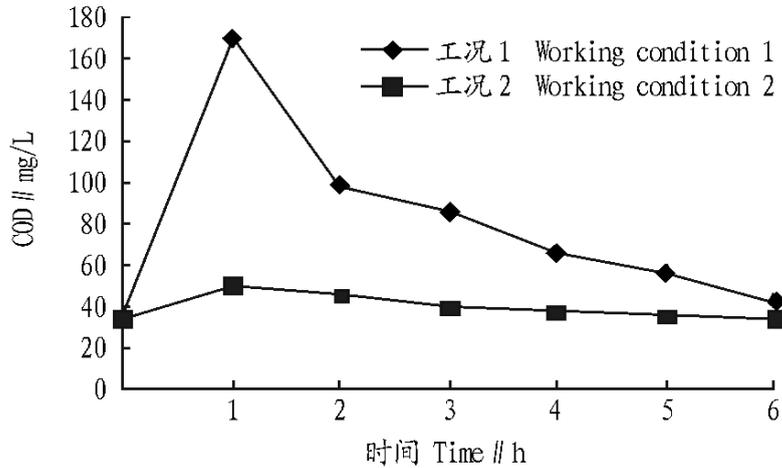


图3 不同工况对COD浓度的影响

Fig.3 Effects of different working conditions on COD concentration

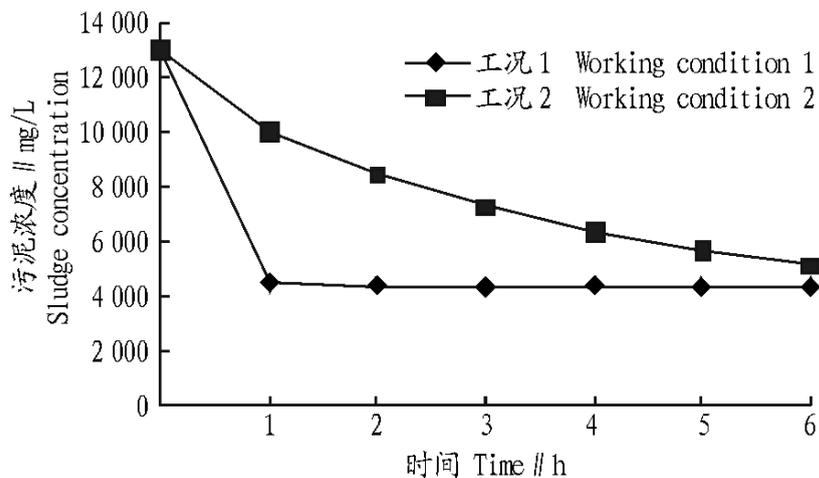


图4 不同工况对污泥浓度的影响

Fig.4 Effects of different working conditions on the sludge concentration

2.2 改变缺氧、好氧组合方式 试验发现,SBR工艺进行分批进水后,其他指标均得到了较大的提高,但TN的脱除效率有待改进。根据ECOSUNDE工艺的技术要点,笔者将SBR工艺的运行方式改变为厌氧+多级缺氧/好氧的组合,并结合分批进水,设定了工况3:厌氧(1.5 h) 好氧(0.5 h) 缺

氧(0.5 h) 好氧(1.0 h) 缺氧(0.5 h) 好氧(1.0 h) 缺氧(0.5 h) 好氧(0.5 h),进水分4次,分别在厌氧、3个缺氧段进水,每次10 min。

结果表明,出水水质中的TN指标得到了明显改善(表2)。

表2 工况3对出水水质的影响

Table 2 Effects of working condition 3 on the effluent water quality

项目	进水 mg/L	出水 mg/L	去除率 %
Item	Influent	Effluent	Removal rate
COD	297.4	38.4	87.1
氨氮 Ammonia N	39.2	3.8	90.3
TN	43.6	9.3	78.7
TP	5.7	0.9	84.2

3 结论与讨论

试验结果表明,将SBR的进水方式改为分批进水,同时进行多级缺氧/好氧的运行方式,可以提高脱氮除磷效率,分析其原因如下:

(1) 厌氧段部分进水,大大提高了污泥在厌氧区的停留时间,使得聚磷菌释磷充分。同时部分进水实现了厌氧池内的高污泥浓度,高污泥浓度提高了聚磷菌总量,从而可以提高除磷效率。

(2) 分批进水使反应期内的有机物维持在低浓度水平。在碳氧化和硝化同时进行的反应器中,异养脱碳菌和自养硝化菌之间存在着竞争关系^[2]。分批进水造成的低有机物水平,有利于硝化菌的生长繁殖,使活性污泥中硝化菌的比例得到了一定提高,从而提高了反应器的硝化脱氮能力。

(3) 分批进水提高了缺氧段和好氧段的污泥浓度,可以提高反硝化菌、硝化菌的总量,从而有利于硝化和反硝化。

(4) 多级缺氧/好氧,结合分批进水,进水点控制在缺氧段,可以为反硝化提供充足的碳源,从而有利于TN的脱除。

综上所述,将ECOSUNDE工艺的技术要点应用于SBR工艺,对其运行方式进行优化,即进水方式改为分批进水,并进行厌氧+多级缺氧/好氧的运行方式,可以提高SBR工艺脱氮除磷的效率。

参考文献

- [1] 张雁秋,张洁,许翱天,等.废水生物处理高效硝化新工艺[J].中国矿业大学学报,2004,33(2):197-199.
- [2] 陈清后,阮碧水,李飞,等.新型SBR工艺处理生活废水的研究[J].东华理工学院学报,2006,29(3):257-260.
- [3] 徐梅.贵州民族旅游与地质旅游结合的思考[J].贵州民族研究,2007,27(2):76-81.
- [4] 黄金火,林明太.大金湖世界地质公园旅游产品设计与开发[J].福建地理,2005,20(3):44-47.
- [5] 席岳婷,魏峰群.地质旅游资源保护与开发多元模式研究——以陕西黄河蛇曲地貌景观为例[J].西北大学学报:自然科学版,2006,36(4):643-647.
- [6] 后立胜,许学工.国家地质公园的内涵及其价值特征[J].地质技术经济管理,2004,26(1):48-50,55.
- [7] 周彬,唐继刚,董杰,等.滇西北探险旅游开发初步研究[J].资源开发与市场,2006,22(6):576-578.
- [8] 吴必虎,金华,张丽.旅游解说系统的规划和管理[J].旅游学刊,1999(1):44-46.
- [9] 黄保健,蔡五田,薛跃规,等.广西大石围天坑群旅游资源研究[J].地理与地理信息科学,2004,20(1):109-113.

(上接第4208页)

品化的原则,重点开发观光、科考与科普、探险以及康体等旅游产品,完善旅游产品谱系,使地质公园旅游在建设百色为广西旅游第3极的进程中发挥重要作用。

参考文献

- [1] 陈安泽.论国家地质公园[C]//国家地质公园建设与旅游资源开发——旅游地学论文集第八集.北京:中国林业出版社,2002:15-31.
- [2] 赵逊,赵汀.从地质遗迹的保护到世界地质公园的建立[J].地质论评,2003,49(4):389-399.
- [3] 李晓琴.地质公园的建设与发展[J].地理与地理信息科学,2003,19(5):96-99.
- [4] 后立胜,许学工.国家地质公园及其旅游开发[J].地域研究与开发,2003,22(5):54-57.