

节水与回用

# 改进型 B DSTYR 处理景观水研究

陆洪宇<sup>1</sup>, 吕炳南<sup>1</sup>, 陈志强<sup>1</sup>, 朱锐<sup>1</sup>, 黄勇<sup>2</sup>, 沈耀良<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 苏州科技学院  
环境科学与工程系, 江苏 苏州 215011)

**摘要:** 采用改进型 B DSTYR 工艺处理景观水, 考察了对 TN、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N、COD、浊度的去除效果。结果表明, 该工艺除污效果好, 对 COD 的平均去除率为 55.40%, 对 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 的平均去除率 > 90%, 对 TN 的平均去除率为 52.08%, 出水浊度为 1.2 ~ 1.5 NTU。

**关键词:** 景观水; B DSTYR; 好氧反硝化; 短程硝化反硝化

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2005)08 - 0088 - 03

## Study on the Modified B DSTYR Process for Scenic Water Treatment

LU Hong-yu<sup>1</sup>, LV Bing-nan<sup>1</sup>, CHEN Zhi-qiang<sup>1</sup>, ZHU Rui<sup>1</sup>,  
HUANG Yong<sup>2</sup>, SHEN Yao-liang<sup>2</sup>

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. Department of Environmental Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215011, China)

**Abstract:** The modified B DSTYR process was used for scenic water treatment and the removal of TN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N, COD, and turbidity was investigated. The result shows that the process is effective in removing the pollutants, and the removal rate for COD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N, and TN is averaged respectively at 55.40%, over 90%, and 52.08%, with the finished water turbidity of 1.2 - 1.5 NTU.

**Key words:** scenic water; B DSTYR; aerobic denitrification; short-run nitrification and denitrification

### 1 试验装置及方法

#### 1.1 装置及工艺流程

采用如图 1 所示的改进型 B DSTYR 进行试验。该 B DSTYR 的回流口位置与传统 B DSTYR 工艺的不同 (由中上部 1.9 m 处回流), 其尺寸为  $D = 100$  mm,  $H = 2.3$  m, 在 1.4 m 高度处设置微孔曝气头进行曝气。一般情况下, BAF 填料的粒径多为 2 ~ 5

mm, 这样可通过提高填料的比表面积来获得较多的生物量。考虑到景观水中污染物浓度较低, 反应器中所能存活的生物量相对较少, 因此采用粒径为 10 mm 的悬浮填料。该填料为空心圆柱体, 内部有十字撑面, 材质为聚丙烯, 密度为  $(0.9 \sim 0.95) \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>, 比表面积为 500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>。在反应器的 2.1 m 高度处设置格网, 以防止填料流失。由下至上每隔

基金项目: 科技部重点科技项目 (2003AA601070)

300 mm 设置一个取样口。B DSTYR 的气水比为 2, 进水流量为 7 L/h, 回流比为 100%。

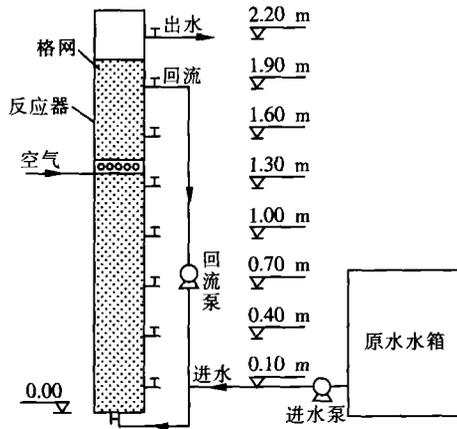


图 1 试验装置

Fig 1 Schematic diagram of experimental set-up

## 1.2 原水水质

原水为苏州科技学院内的河道景观水,其水质见表 1。

表 1 原水水质

Tab 1 Scenic water quality

项目	COD / ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	氨氮 / ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	TN / ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	浊度 / NTU
数值	47.49	5.45	6.73	7~20

## 1.3 分析项目及方法

DO:溶氧仪;  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ :纳氏试剂光度法; COD:重铬酸钾法;  $\text{NO}_2^- - \text{N}$ :N-(1-萘基)乙二胺光度法; TN:过硫酸钾消解分光光度法;  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ :麝香草酚分光光度法; 浊度:浊度仪。

## 2 结果及讨论

### 2.1 装置的启动

向反应器中投加活性污泥(取自苏州市新区污水处理厂),闷曝 3 d 后开始以 7 L/h 的流量连续进水, HRT 为 2.5 h, 由 1.9 m 处回流口进行回流。启动初期反应器对 COD、TN 的去除率很低, 运行 7 d 后情况明显好转, 当运行至第 20 天时好氧区填料表面呈现淡黄色, 其中曝气头附近颜色最深, 随着高度的增加则淡黄色越来越浅。对好氧区的污泥进行镜检, 发现微生物活跃, 此时对 COD 的去除率基本稳定在 50% 以上, 对  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  的去除率基本稳定在 91% 左右, 可认为反应器启动成功。

### 2.2 对 COD 的去除效果

改进型 B DSTYR 对 COD 有较好的去除效果,

对其平均去除率为 55.40%, 出水 COD 基本保持在 21 mg/L 左右, 说明改进型 B DSTYR 运行稳定。

### 2.3 对氮的去除效果

运行表明, 反应器出水  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  为 0.45 mg/L, 对其平均去除率为 91.80%, 即反应器对  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  具有良好的硝化作用。

传统理论认为反硝化反应的 DO 应控制在 0.5 mg/L 以下, 高于此值则反硝化反应将受到严重抑制。通过对反应器的 DO 进行检测发现, 由于进水和回流水中均含有一定的 DO, 以及景观水体中 COD 浓度较低的原因, 反应器下部仍属于好氧环境, 在 0.1 m 处 DO 浓度最高(为 3.0 mg/L), 在 1.3 m 处 DO 浓度最低(为 0.8 mg/L)。通过检测反应器下段硝态氮、氨氮发现, 在 0.1~1.3 m 段, 随着高度的增加则硝态氮浓度迅速降低, 在 1.3 m 处  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  浓度接近于零;  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  浓度由入水口处的 0.05 mg/L 增加到 0.3 mg/L;  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  浓度由 2.85 mg/L 下降到 2.31 mg/L, 去除率约为 20%。

回流水中  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  的良好去除说明系统内发生了好氧反硝化反应, 经分析其原因是: 反应器底部的部分圆柱形填料内充满了污泥, 该污泥外表面处于好氧环境, 以好氧菌、硝化菌为主; 污泥内部则由于氧传递受阻而产生了缺氧层, 使得反硝化菌占优势,  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  在缺氧层得到去除。反应器底部污泥中存在一定数量的好氧颗粒污泥, 其粒径一般在 0.8~1.3 mm, 最大可达 3 mm, 该污泥内部也可进行反硝化反应。

Laanbroek 认为, 由于亚硝酸菌对氧的亲合力较硝酸菌强, 在低 DO 下, 会出现亚硝酸盐的大量积累。试验中反应器下段 DO 基本在 0.9 mg/L 左右, 1.0~1.3 m 高度处的  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  浓度高于  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  浓度 ( $\text{NO}_2^- - \text{N}$  为 0.21~0.3 mg/L,  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  接近于零), 因此可认为反应器下段发生了短程硝化反硝化。

由于反应器下段主要用于进行反硝化反应(用以去除回流水中的硝态氮), 因此应尽量降低反应器下段的 DO 浓度。试验中对 B DSTYR 工艺采用中上部回流就是为了降低回流水中的溶解氧, 以减少其对缺氧区的冲击。图 2 反映了反应器内 DO 的变化情况, 可见若由出水口回流, 势必对下段缺氧层产生冲击, 不利于反硝化反应的进行。中上部回流除能降低溶解氧含量外还可使部分未完全降解的

COD 回流至反应器下段,有利于缺氧环境的形成。

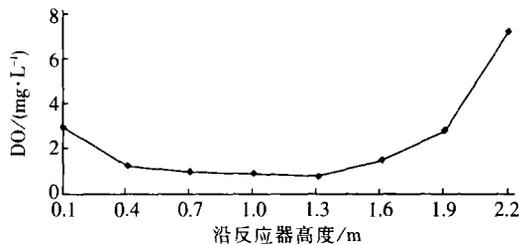


图 2 反应器内的溶解氧变化

Fig 2 Variation of DO in B DSTYR

对 TN 的测定结果显示,出水 TN 为 3.17 mg/L,对其去除率为 52.08%。

#### 2.4 对浊度的去除效果

由于受外界条件的影响,景观水的浊度变化范围比较大,但反应器出水浊度值却非常稳定且较低(1.2~1.5 NTU),说明系统具有较强的抗浊度冲击能力。由于悬浮填料的粒径远大于水中悬浮物的粒径,因此可以认为浊度的去除基本是依靠填料上生物膜的吸附作用。

#### 2.5 装置的二次启动

一般情况下,需对景观水进行循环处理,当其水质得到改善后,为降低能耗要停止反应器运行,待水质恶化后再重新启动。

为了测试反应器的启动周期,将反应器停止运行 15 d,此间将曝气系统及回流系统关闭,仅以 2 L/h 的流量通过系统。二次启动的试验结果表明,出水浊度在 1 d 后就达到了 1.8 NTU, COD、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 去除率在 2 d 后分别为 53.94%、90.64%,都基本达到或接近稳定运行状态,而 TN 去除率恢复得稍慢,但在第 4 天时也达到了 50.94%。这表明系统能够迅速二次启动,适合于景观水的处理。在停运期间,宜以正常水量的 25% 通过反应器,以保证微生物所需营养的供应。

#### 2.6 反冲洗周期的确定

传统曝气生物滤池具有占地面积小、处理效率高优点,但反冲洗周期较短。而改进型 B DSTYR 的反冲洗周期则较长,当反应器运行了 31 d 后水头损失仅增加了 4.9 kPa。经分析其原因是污染物浓度

较低及采用了较大粒径的悬浮填料。

水头损失测定结果表明,水头损失的增加主要是由 0~0.4 m 段的污泥造成的。曝气头以上段的污泥量很小,仅仅在填料表面有一层薄薄的淡黄色生物膜。因此,对反应器进行冲洗主要是为了将底部的污泥清洗出反应器。

考虑到反冲洗周期较长时的冲洗强度也较大,故建议反冲周期为 15 d,此时水流只需以 24 m/h 的流速下向流过反应器,即可清除底部的大部分污泥。

### 3 结论

改进型 B DSTYR 能够有效去除景观水中的 COD、TN、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N,对其平均去除率分别为 55.40%、52.08%、91.80%,出水浊度为 1.2~1.5 NTU。

由于景观水体污染物浓度低,反应器下段主要发生好氧反硝化,同时伴有短程硝化反硝化。降低回流口位置有利于反应器下段缺氧环境的形成。

改进型 B DSTYR 二次启动迅速,适合于景观水的处理。

采用粒径为 10 mm 的悬浮填料不仅增加了反应器的纳污能力,而且延长了 B DSTYR 的反冲洗周期。反冲洗周期以半个月为宜。

#### 参考文献:

- [1] 蔡昌凤,徐建平. 景观水微污染控制[J]. 安徽工程科技学院学报, 2003, 18(1): 1-3.
- [2] XivaerLe Tallec, Slim Zeghal, Alain Vidal, *et al* Effect of influent quality variability on biofilter operation[J]. Wat Sci Tech, 1997, 36(1): 111-117.
- [3] 张自杰. 排水工程(下册)[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1996.
- [4] 邹联沛,刘东旭,王宝贞,等. MBR 中影响同步硝化反硝化的生态因子[J]. 环境科学, 2001, 22(4): 51-55.

电话: (0451) 86282097

E-mail: hongyulu@sohu.com

收稿日期: 2005-04-15