

## 以牡蛎壳为填料的好氧与厌氧生物滤池的脱色特性

赖丽旻 欧阳通 宋兴达

(厦门大学环境与生态学院 福建厦门 361005)

**摘要** 以牡蛎壳为生物滤池的填料,在好氧和厌氧条件下,结果表明对多种模拟印染废水具有较好的脱色效果。以活性红为目标污染物,好氧/厌氧生物滤池的脱色率可分别达到 99.5%和 100.1%;进水 pH 从 3~11 范围内,好氧/厌氧生物滤池出水 pH 分别维持于 7~8 和 6~7;与厌氧生物滤池相比,好氧生物滤池对 COD 具有较好的去除率,可达到 95.9%。

**关键词** 印染废水 厌氧/好氧生物滤池 活性染料 脱色

中图分类号:X52

文献标识码:A

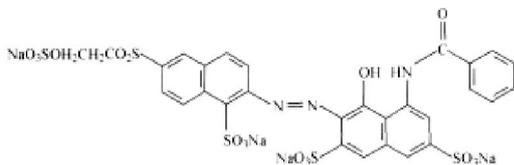
文章编号:1672-9064(2018)05-071-02

填料是生物滤池的核心部件,不仅影响生物滤池的性能,而且影响生物滤池的投资、运行成本。海产废弃物牡蛎壳含有丰富的营养物质,有利于微生物的生长,而且牡蛎壳能够溶解出  $\text{CaCO}_3$ ,提供碱度<sup>[4]</sup>,构成缓冲体系,从而减少水质变化对微生物的影响。熊小京、欧阳通等研究了以牡蛎壳为填料的生物滤池脱氮、除磷的效果,但还未见以牡蛎壳为填料的生物滤池对印染废水进行脱色的报道。

在好氧和厌氧条件下研究了生物滤池对模拟印染废水的脱色特性,特别研究了进水和出水 pH 变化,脱色率和 COD 去除率,探讨将牡蛎壳作为生物滤池的填料进行脱色的可行性。

## 1 材料与方法

(1)染料废水组成。本实验使用厦门某棉纱染整厂的染料进行研究,活性红 KN-3B( $\lambda_{\text{max}}=536\text{nm}$ )其分子结构式为:



模拟染料废水组成为:染料浓度 50mg/L,葡萄糖 2.5g/L

(2)实验装置与流程。实验装置与流程如图 1 所示。装置主体用有机玻璃制成,包括厌氧生物滤池和好氧生物滤池两部分。缺氧滤池的内径 0.08m,内装牡蛎壳填料,层高为 1m;好氧滤池内装牡蛎壳填料,填料层高为 1m,底部设置曝气装置,用气泵进行鼓风曝气。

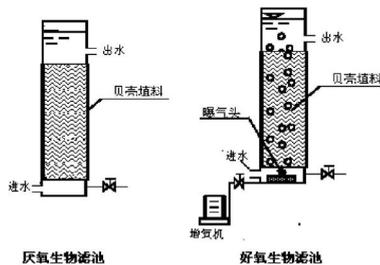


图 1 生物滤池装置图

分别配置不同浓度的模拟染料废水通过蠕动泵从生物滤池底部进水,顶部出水采样。

(3)实验分析方法。吸光度采用紫外分光光度计(日本岛津,UVmini-1240)测定。

COD 采用 COD 快速测定仪(青岛恒远, HY-7012)检测脱色率计算,样品经抽滤后,将滤液在染料的最大吸收

波长( $\lambda=599\text{nm}$ )进行吸光度  $A$  测定,脱色率计算如式 1:

$$\text{脱色率} = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

$A_0$  为原水吸光度; $A_i$  为出水吸光度

## 2 结果和讨论

### 2.1 pH 对好氧/厌氧生物滤池脱色率、COD 和出水 pH 的影响

(1)进水 pH 变化对生物滤池脱色率的影响。图 2 给出了系统稳定运行后,进水 pH 变化对生物滤池脱色率的影响。进水 pH 值从 3.0~11.0 范围内,好氧生物滤池和厌氧生物滤池的脱色率分别是 89.9%~99.5% 和 60.6%~100.1%。pH 在中性至碱性范围内,pH 值增大有益于微生物对染料的降解。当进水 pH 为 11.0

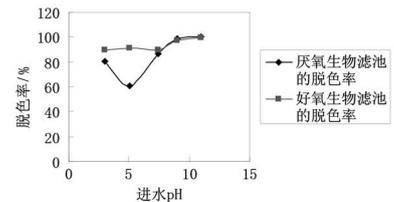


图 2 进水 pH 对好氧/厌氧生物滤池脱色率的影响

时,厌氧生物滤池脱色率最大为 100.1%。好氧生物滤池脱色率最大为 99.5%,除了进水 pH 值为 5 时,厌氧生物滤池对活性红染料废水的脱色率的最低为 60.6%。当进水 pH 值在 3.5~11.5 范围内较大范围变化时,好氧生物滤池和厌氧生物滤池对染料的脱色率都能维持在 80% 以上,微生物对染料的降解受 pH 值变化影响不大。

(2)进水 pH 变化对生物滤池 COD 去除率的影响。进水 COD 约为 2500mg/L,pH 值对厌氧/好氧生物滤池 COD 去除效果的影响如图 3 所示,进水 pH 值在 3.5~11.5 范围内,好氧生物滤池对 COD 的去除率比厌氧生物滤池对 COD 的去除率大得多。

厌氧生物滤池对活性红染料废水的 COD 的去除率均不高,当进水 pH=3 时最高,为 33.3%。好氧生物滤池对活性红染料废水中的 COD 具有良好的处理效果,当进水 pH=3 时最低为 66.4%,当进水 pH=5 时最高为 93.8%。

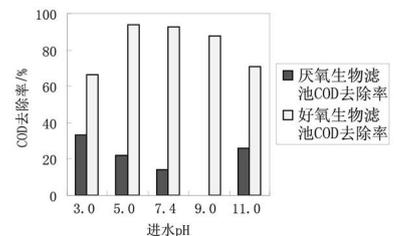


图 3 进水 pH 对好氧/厌氧生物滤池对 COD 去除率的影响

基金项目:福建省中青年教育科研项目(JAT160018)

作者简介:赖丽旻(1978-),女,硕士,工程师,主要研究方向:水污染控制。

(3)进水 pH 变化对生物滤池出水 pH 值的影响。如图 4 所示,分别测定了进水 pH 值为 3.5,7,9,11 时好氧生物滤池和厌氧生物滤池出水的 pH 值。进水 pH 变化范围为 3~11,

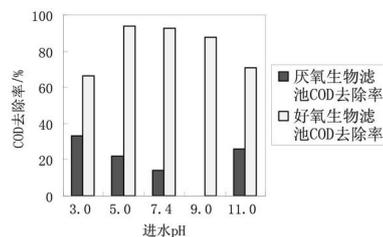


图4 进水 pH 变化对生物滤池出水 pH 值的影响

厌氧生物滤池的出水 pH 值稳定在 6~7 之间,好氧生物滤池的出水 pH 值稳定在 7~8 之间,不随进水 pH 值变化而变化。因为贝壳溶解出  $\text{CaCO}_3$ , 提供碱度<sup>[4]</sup>, 整个生物滤池为缓冲体系, 因此进水 pH 值变化对出水 pH 的影响不大。

## 2.2 染料浓度对脱色率、COD 去除率的影响

(1)染料浓度对生物滤池脱色率的影响。高浓度的染料废水会阻隔阳光透过水体,影响水体中的气体溶解度,从而影响水体中动植物的生长和水体自净化过程。通过逐渐提高进水染料浓度,分别考察厌氧/好氧生物滤池的染料负荷及抗冲击能力,实验结果如图 5 所示。

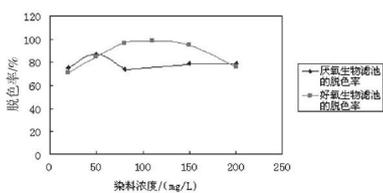


图5 染料浓度对生物滤池脱色率的影响

当染料浓度从 50mg/L 增加到 80mg/L 时,厌氧生物滤池的脱色率从 86.9% 就下降到 74.1%,厌氧生物滤池的出水已经有明显的色度。当染料浓度从

50mg/L 增加到 80mg/L 时,好氧生物滤池出水吸光度为 0.040,脱色率提升到了 96.5%。当染料浓度增加到 200mg/L 时,好氧生物滤池的脱色率下降为 75.3%。

活性红染料在降解过程中产生了含芳香胺基团的中间产物,芳香胺类化合物其毒性比染料自身的毒性要大的多。在厌氧条件下芳香胺类化合物不能被降解,在好氧条件下芳香胺类化合物可被降解,因此好氧生物滤池对染料的负荷和抗冲击能力比厌氧生物滤池要大的多。

(2)染料浓度对 COD 去除率的影响。染料浓度对 COD 去除率的影响如图 6 所示,染料浓度从 20mg/L 增加到 120mg/L 时,好氧生物滤池对 COD 去除率维持于 86.3%~

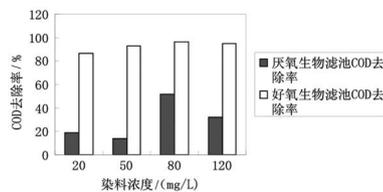


图6 染料浓度对生物滤池 COD 去除率的影响

95.9%,厌氧生物滤池对 COD 的去除率保持在 14.2%~51.6%。

好氧生物滤池和厌氧生物滤池对 COD 的去除率没有随染料浓度增加而降低,反而

略有上升。染料浓度从 20mg/L 增加到 120mg/L,染料毒性不影响微生物对 COD 的去除。

## 2.3 厌氧/好氧生物滤池对多种染料的脱色效果

表 1 列出了生物滤池对多种染料的脱色效果,好氧生物滤池对荧光黄的脱色率较低,为 55.9%,对 Everzol Black B

的脱色率最高为 93.7%。厌氧生物滤池对各种染料的脱色率在 84.3%~93.7%。表明以牡蛎壳为填料的好氧/厌氧生物滤池对多种染料都具有脱色降解能力。

表 1 摇厌氧/好氧生物生物滤池对不同染料的脱色效果

染料	好氧生物滤池脱色率/%	厌氧生物滤池脱色率/%
FBL	83.5	89.6
荧光黄	55.9	84.3
Everzol Black B	93.7	93.7

## 3 结论

(1)进水 pH 值从 3.0~11.0 范围内,好氧生物滤池和厌氧生物滤池的脱色率分别是 89.9%~99.5% 和 60.6%~100.1%。;厌氧生物滤池对活性红染料废水的 COD 的去除率均不高,当进水 pH=3 时最高,为 33.3%。好氧生物滤池对活废水中的 COD 具有良好的处理效果,当进水 pH=3 时最低为 66.4%,当进水 pH=5 时最高为 93.8%。厌氧生物滤池出水 pH 保持于 6~7,好氧生物滤池出水 pH 保持于 7~8。进水 pH 值从 3.0~11.0 变化范围内,好氧/厌氧生物的脱色率、COD 去除率和出水 pH 受进水 pH 变化影响不大。

(2)当进水染料浓度为 150mg/L 时,好氧生物滤池脱色率为 94.8%,当染料浓度为 50mg/L 时,厌氧生物滤池的脱色率最高为 86.9%,好氧生物滤池对染料的负荷和抗冲击能力比厌氧生物滤池要大的多,好氧生物滤池和厌氧生物滤池对 COD 的去除率没有随染料浓度增加而降低,反而略有上升。染料浓度从 20mg/L 增加到 120mg/L,染料浓度增加不影响微生物对 COD 的去除。

(3)牡蛎壳为填料的好氧/厌氧生物滤池对多种染料都具有良好的脱色效果。

(4)应用海产废弃物贝壳为为填料的生物滤池,因牡蛎壳自身携带的丰富物质,仅仅以葡萄糖为碳源所生长的生物膜不仅在厌氧条件下可以使染料脱色,而且在好氧条件下也可以脱色,解决了在好氧条件下普遍存在的微生物对染料脱色率较低的问题。

## 参考文献

- 1 F.I.Hai,K.Yamamoto,K.Fukushi Hybrid treatment systems for dye wastewater Crit.Rev.Environ.Sci.Technol.,2007,37:315-377.
- 2 Wen-Wei Li,Yang Zhang,Jin-Bao Zhao et al Synergetic decolorization of reactive blue 13 by zero-valent iron and anaerobic sludge Bioresource Technology,2013,149(11):38-43.
- 3 熊小京,申茜,洪俊明,等. A/O MBR 处理印染废水中进水 pH 值对降解性能的影响 厦门大学学报(自然科学版),2005,44(6):93-97.
- 4 叶志隆,熊小京,芦敏. 贝壳填料曝气生物滤池的硝化特性研究,中国给水排水 2006(2):1-8.
- 5 R.G.Saratale,G.D.Saratale,J.S.Chang,et al Bacterial decolorization and degradation of azo dyes:A review Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers,2011,42(1):138-157.
- 6 JianChen,QiangWang,ZhaozheHua,GuochengDu Research and application of biotechnology in textile in dustries in China Enzyme and Microbial Technology 2007(40):1651-C165.