

# 曝气生物滤池处理啤酒废水的研究\*

李汝琪 孙长虹 钱 易

(清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

**摘要** 曝气生物滤池使用了新型的粒状填料, 能同时发挥生物降解、过滤和吸附等多种功能. 实验结果表明: 曝气生物滤池处理啤酒废水效果较好, 当 COD 容积负荷为  $10\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$  时, 在  $0.8\text{m}/\text{h}$ 、 $1.4\text{m}/\text{h}$  和  $2.5\text{m}/\text{h}$  3 种不同水力负荷下 COD 的出水浓度分别在  $59\text{mg}/\text{L}$ 、 $82\text{mg}/\text{L}$  和  $51\text{mg}/\text{L}$  以下; 当 BOD 容积负荷为  $6\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$  时, 3 种水力负荷下的  $\text{BOD}_5$  出水浓度分别在  $21\text{mg}/\text{L}$ 、 $38\text{mg}/\text{L}$ 、 $24\text{mg}/\text{L}$  以下. 分析结果表明, 出水浓度随容积负荷的增高而增高, 受水力负荷的影响较小.

**关键词** 曝气生物滤池, 啤酒废水处理, 水力负荷, 容积负荷.

## Study on the Treatment of Brewery Wastewater with Biological Aerated Filter

Li Ruqi Sun Changhong Qian Yi

(Dept. of Environ. Sci. and Eng., Tsinghua Univ., Beijing 100084, China)

**Abstract** The biggest characteristic of the biological aerated filter (BAF) is using a kind of granular media. The research results show that the performance of the brewery wastewater treatment with BAF is excellent. When COD volumetric loading is  $10\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ , under the hydraulic rate of  $0.8\text{m}/\text{h}$ ,  $1.4\text{m}/\text{h}$  and  $2.5\text{m}/\text{h}$ , the COD concentration of effluent is below  $59\text{mg}/\text{L}$ ,  $82\text{mg}/\text{L}$  and  $51\text{mg}/\text{L}$  respectively, and the  $\text{BOD}_5$  concentration of effluent is below  $21\text{mg}/\text{L}$ ,  $38\text{mg}/\text{L}$  and  $24\text{mg}/\text{L}$  when  $\text{BOD}_5$  loading is  $6\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ . This research also get the conclusion that the effluent COD concentration increases linearly with the organic load.

**Keywords** Biological Aerated Filter, brewery wastewater treatment, hydraulic rate, volumetric loading.

曝气生物滤池 (Biological Aerated Filter, BAF) 是 80 年代末在欧美发展起来的一种新型污水处理技术. 它采用了一种新型粒状填料, 综合了过滤、吸附和生物代谢等多种净化作用, 使其具有占地小、出水质量好、流程简单、对环境影响小等诸多优点<sup>[1~4]</sup>, 在美国和日本, 90 年代初已有 50 多座 BAF 处理设施投入了运行<sup>[5,6]</sup>. 在国内, BAF 在处理工业废水上的应用有待于进一步的研究和开发利用.

### 1 实验条件与方法

实验柱采用直径为  $8.5\text{cm}$  的有机玻璃柱, 柱高  $200\text{cm}$ , 内装粒状填料, 沿柱不同高度处设置多个取样口. 实验中采用逆向流设计, 污水由上部进入, 出水由底部排出, 在柱底进行曝气.

实验所用啤酒废水由五星啤酒加自来水人

工配制而成. 废水由计量泵打到柱顶, 污水经填料层从柱底部自流后排放.

实验从 1998-03-09 正式获取数据, 于 1998-07-24 结束. 按水力负荷不同, 可将其分为 3 个阶段. 第 1 阶段 03-09 ~ 04-05, 水力负荷为  $0.8\text{m}/\text{h}$ ; 第 2 阶段 04-06 ~ 06-09, 水力负荷为  $1.4\text{m}/\text{h}$ ; 第 3 阶段 06-10 ~ 07-24, 水力负荷为  $2.5\text{m}/\text{h}$ .

### 2 实验结果分析

啤酒废水中悬浮物含量较低, 一般为  $20 \sim 60\text{mg}/\text{L}$  之间, 主要的污染物是 COD 和  $\text{BOD}_5$ .

\* 北京市科技新星项目, 北京市优秀青年知识分子基金资助项目  
李汝琪: 男, 37 岁, 博士研究生, 高级工程师  
收稿日期: 1998-12-30

曝气生物滤池中含有粒状填料, 具有较大的比表面积, 它一方面提供了微生物生长的场所, 另一方面可以截留产生的剩余污泥, 所以, 采用 BAF 可以省去二沉池<sup>[7,8]</sup>. 实验中主要对 COD 和 BOD<sub>5</sub> 的去除效果进行考察.

2.1 COD 去除效果

COD 的去除效果见图 1 所示. 可以看出, 当水力负荷一定时, 出水 COD 随容积负荷的增加而增加, 呈现线性关系. 实验结果表明, 在 3 种不同的水力负荷下 COD 的总平均去除率均在 70% 以上. 从 3 个不同水力负荷下的线性回归曲线可以看出: 当 COD 容积负荷为 10kg/(m<sup>3</sup>·d) 时, 3 个阶段的出水 COD 浓度分别在 59mg/L、82mg/L 和 51mg/L 以下(由于第 2 阶段运转不正常, 影响了出水效果). 从 3 条曲线对比关系来看, 曲线的斜率依次降低, 说明在较高的水力负荷下, BAF 滤池耐冲击能力较强. 实验结果表明, 出水 COD 浓度主要同 COD 容积负荷有直接关系, 水力负荷对出水 COD 浓度影响不大.

2.2 BOD 去除效果

啤酒废水具有较强的可生化性, 其 BOD<sub>5</sub> 和 COD 之间有很好的相关性, 如图 2 所示. 部分 BOD<sub>5</sub> 数据由 BOD-COD 相关曲线转换而来.

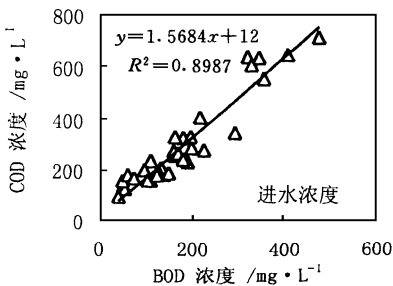


图 2 COD-BOD<sub>5</sub> 相关关系

BOD<sub>5</sub> 的去除效果见图 3. 可以看出, 当水力负荷一定时, 出水 BOD<sub>5</sub> 浓度随 BOD 容积负荷的增加而增加, 2 者呈现出明显的线性关系. 在不同的水力负荷下 BAF 均具有较高的耐冲击负荷能力, 当 BOD<sub>5</sub> 容积负荷为 6kg/(m<sup>3</sup>·

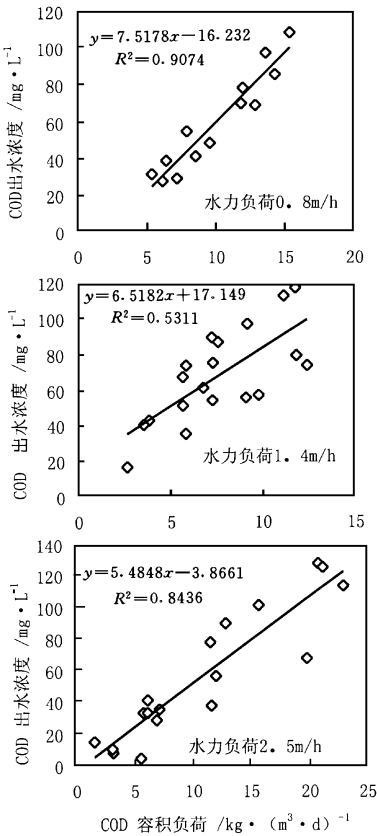
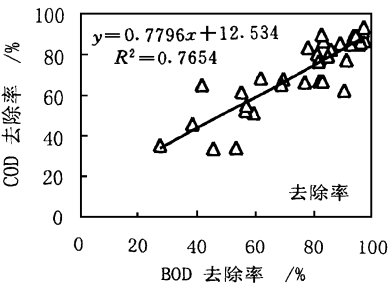


图 1 不同水力负荷下出水水质与容积负荷的关系



d) 时, 3 种水力负荷的 BOD<sub>5</sub> 出水浓度分别在 21mg/L、38mg/L、24mg/L 以下.

2.3 SS 的去除效果

粒状填料对 SS 有很强的吸附和过滤作用. 当污水通过滤层时, 污水中的悬浮固体被截

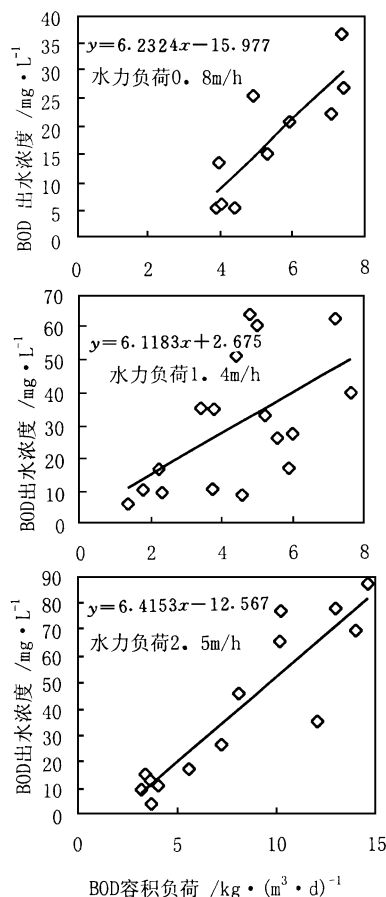


图3 BOD 负荷与出水 BOD 浓度的关系

留,进而被粘附在滤料上的微生物所利用,使生物膜长厚.运行一段时间以后,大量繁殖的生物膜会阻塞滤料之间的空隙,增加水流阻力.此时就要对滤池进行反冲<sup>[9,10]</sup>.由于啤酒废水中固体悬浮物的浓度较低,故本实验未进行SS去除率的研究.

### 3 结论

(1) 曝气生物滤池对啤酒废水的处理效果很好,当COD容积负荷为10kg/(m<sup>3</sup>·d)时,在0.8m/h、1.4m/h和2.5m/h3种不同的水力负

荷下均有较好的出水水质.

(2) 水力负荷一定时,出水COD、BOD<sub>5</sub>浓度随容积负荷的增加而增加.

(3) 曝气生物滤池具有较强的抗冲击负荷能力,运转方便、设备简单.

### 参 考 文 献

- 1 Canler J P. Biological Aerated Filters: Assessment of the process based on 12 sewage treatment plants. Wat. Sci. Tech. , 1994, **29**( 10 ~ 11): 13 ~ 22
- 2 Pujol. Biological Aerated Filters: An attractive and alternative biological process. Wat. Sci. Tech. , 1992, **26**( 13): 693
- 3 David Stensel H. Industrial wastewater treatment with a new biological fixed-film system. Environmental progress, 1983, **2**( 2): 110 ~ 114
- 4 Legalese and Moreaud H. A new development in the biological aerated filter bed technology. 53rd Annual Water Pollution Control Federation Conference. Nevada: Las Vegas, 1980
- 5 Tom Stephenson, Allan Man and John Upton. The small footprint wastewater treatment process. Chemistry & Industry, 1993, **19**: 533
- 6 Gilbert Desbos and Frank Rogalla. Biofiltration as a compact technique for small wastewater treatment plant. Sci. Tech. , 1990, **22**( 3): 145
- 7 Hallvard degaard and Bjorn Rusten. Upgrading of small municipal wastewater treatment plants with heavy dairy loading by introduction of aerated submerged biological filters. Wat. Sci. Tech. , 1990, **22**( 7/8): 191 ~ 198
- 8 Dillon G R et al. A pilot-scale evaluation of the biocarbone process for the treatment of settled sewage and for tertiary nitrification of secondary effluent. Wat. Sci. Tech. , 1990, **22**( 1/2): 305 ~ 316
- 9 Smith A J et al. High-rate sewage treatment using biological aerated filters. J. Iwem. , 1992, **6**: 112
- 10 A dachi S et al. Reclamation and reuse of wastewater by biological aerated filter process. Wat. Sci. Tech. , 1991, **24**( 9): 195 ~ 204