

曝气生物滤池处理城市污水试验及效能研究

何 强, 段秀举

(重庆大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045)

摘 要: 曝气生物滤池具有体积小、处理效率高等特点。本研究结果表明, 曝气生物滤池使用新型粒状填料处理生活污水, 进水量 $500 \text{ m}^3/\text{d}$, 水力停留时间为 9 h, COD、SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 去除效果好, 出水稳定达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 类标准, 满足用户要求; 随填料层厚度增加, 去除效果增加; TN、TP 去除效果有待改进。

关键词: 曝气生物滤池; 去除效果; 粒状填料; 生活污水; 污水处理

中图分类号: X505

文献标识码: A

0 引言

曝气生物滤池 (Biological Aerated Filter, BAF) 使用新型粒状填料^[1,2], 是继滴滤池、生物接触氧化池之后的新一代生物膜法污水处理工艺^[3]。其特点是生物浓度高, 有机物负荷高, 水力负荷高, 水力停留时间短, 占地面积小; 池体结构简单, 易于设计施工; 有机物、悬浮物、氨氮去除效能高; 不需设二次沉淀池, 运行成本低, 管理方便。该技术在国内外尚未得到广泛推广, 有待进一步研究开发利用。

1 试验目的

研究好氧填料层厚度曝气生物滤池对城市污水中污染物去除效能的影响, 确定适合城市污水处理的好氧填料层厚度工艺参数。

2 试验条件与方法

试验场地位于重庆城南污水处理厂内。原污水经粗格栅、细格栅、沉砂池、初沉池等处理后, 进入曝气生物滤池。曝气生物滤池由厂内 12#、14# 缺氧变速生物滤池加装鼓风机曝气系统及好氧酶促生物填料改造而成。污水处理工艺流程见图 1。

本研究的曝气生物滤池填料层为两部分, 曝气管下面装填厌氧酶促生物填料 (专利产品), 粒径 10

mm~15 mm, 装填厚度 65 cm; 曝气管上面装填好氧酶促生物填料 (专利产品), 粒径 2 mm~5 mm。填料内含有可刺激微生物活性的微量元素, 填料表面具有大量适合微生物生长的微孔, 有利于微生物形成空间网状结构; 酶促生物填料具有易于挂膜和促进微生物生长, 提高微生物活性的特点, 从而使反应器启动时间较传统厌氧反应器缩短 1 倍以上, 反应效率提高 35%~40%, 大大地节约了池子的池容与占地。

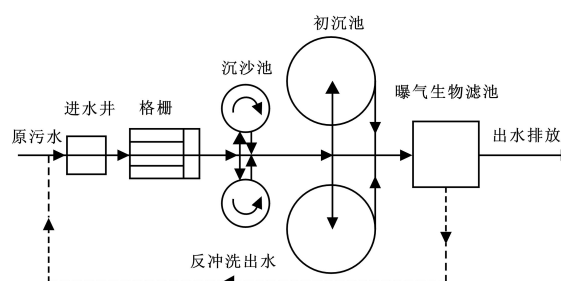


图 1 工艺流程图

Fig. 1 The flow chart for wastewater treatment

2005 年 3 月启动试验完成, 4 月 9 日~6 月 25 日进行运行试验, 试验在好氧填料层厚度为 1.05 m、1.35 m 和 1.65 m 的条件下考查进水量 $500 \text{ m}^3/\text{d}$, 水力停留时间为 9 h, 一体化曝气生物滤池对 COD、

收稿日期: 2005 - 10 - 24; 改回日期: 2005 - 11 - 03

基金项目: 国家十五科技攻关课题

作者简介: 何强 (1975 -), 男, 教授, 博士, 从事水处理理论、技术和水资源开发利用研究工作。E-mail: duanxiuju@126.com

氨氮、总氮、总磷及 SS 的去除效果。池内溶解氧控制在 2 mg/L ~6 mg/L。污染物去除效果由两个间断点按好氧填料层厚度情况分为三段:一段数据取自 14#滤池,好氧填料层厚度 1.05 m,运行时间 4 月 9 日~5 月 7 日,水温 20.2 °C ~23.7 °C;二段数据取自 12#滤池,填料层厚度 1.35 m,运行时间 4 月 9 日~5 月 7 日,水温 20.2 °C ~23.7 °C;三段数据取自 12#滤池,填料层厚度 1.65 m,运行时间 5 月 20 日~6 月 25 日,水温 21.8 °C ~28.9 °C。

3 试验结果与分析

3.1 COD 去除效果

有机物去除能力是评价水处理生物反应器性能主要指标之一,COD 是污水处理中表征污水中有机物含量的常用指标。2005 年 4~6 月的 COD 去除效果由图 2 可知,进水 COD 浓度变化较大,出水 COD 稳定。第一、二、三段进水 COD 平均值为 352.2 mg/L、352.2 mg/L、364.9 mg/L,出水 COD 平均值为 58.5 mg/L、51.6 mg/L、46.9 mg/L,平均去除率 82.7%、84.8%、87.5%。出水达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 类标准,满足用户要求。三种填料层厚度滤池出水 COD 均稳定,曝气生物滤池去除有机物效果较好。随着填料层厚度增加,COD 去除率增加,第三段明显好于前两段。原因是:填料层厚度增加后对颗粒性有机物的截留作用进一步增强,对脱落生物膜的截留作用有所增加,而且滤池内生物量有所增加,故对有机物的去除效果增强。总体来看,出水 COD 较低,说明 BAF 对水力负荷有较好的适应性。

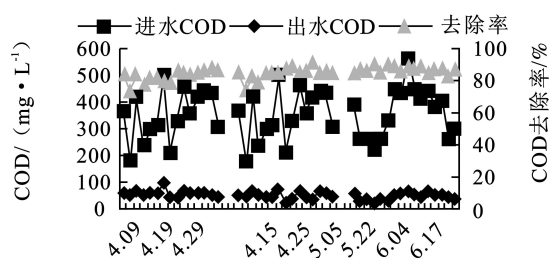


图 2 COD 去除效果

Fig. 2 COD removal performance

3.2 SS 去除效果

曝气生物滤池 SS 去除效果良好。一、二、三段进水 SS 平均浓度 137.2 mg/L、137.2 mg/L、127.8 mg/L,出水平均浓度 16.5 mg/L、17.2 mg/L、

13.6 mg/L,平均去除率 87.95%、87.46%、89.31% (见图 3)。满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 类标准;25%以上出水低于 10 mg/L,达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918 - 2002)一级 A 类标准。随着填料层厚度的增加,曝气生物滤池对 SS 的去除效果呈上升趋势。滤池粒状填料过滤悬浮物能力强,且填料表面生长有大量生物膜,对悬浮物有很强的吸附作用。填料提供微生物生长的场所,也可截留污水中的 SS,省去二沉池^[4,5]。

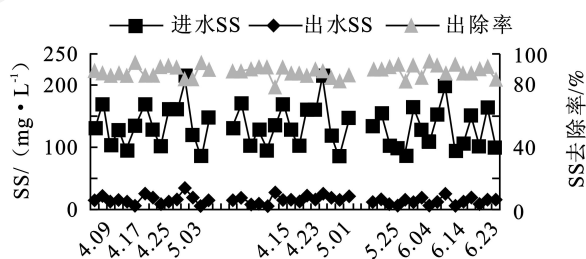


图 3 SS 进出水浓度和去除效果

Fig. 3 Suspended solids removal performance

3.3 NH₄-N 去除效果

对污染物去除是衡量污水处理设施性能的重要方面^[6,7]。氨氮去除能力是评价一段式曝气生物滤池性能的重要指标。曝气生物滤池中存在厌氧或兼性微生物,使得反硝化得以进行。在滤料中存在厌氧或缺氧的微环境,厌氧或兼性微生物可以生存。在生物膜的内部,也存在厌氧兼性微生物,曝气生物滤池可同时进行硝化和反硝化反应,从而促进氮的去除。第一段进水氨氮平均浓度 37.57 mg/L,出水氨氮平均浓度 20.94 mg/L,平均去除率 44.3%;第二段进水氨氮平均浓度 37.57 mg/L,出水氨氮平均浓度 12.64 mg/L,平均去除率 66.4% (见图 4),两阶段不能满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 类标准;第三段进水氨氮平均浓度 34.27 mg/L,出水氨氮平均浓度 7.02 mg/L,平均去除率 79.6%。其中,72%的出水低于 8 mg/L,满足一级 B 类标准:随着填料层厚度的增加,氨氮去除效果明显增加。而且第二段后半段氨氮去除效果明显好于前半段,原因是水温较大幅度升高,促进硝化菌生长繁殖及生命活动。第三段硝化效果较好,与水温关系密切,同时,随着填料层厚度的增加,填料层的后段有机物浓度降低,使得硝化菌可以在竞争中占据优势。

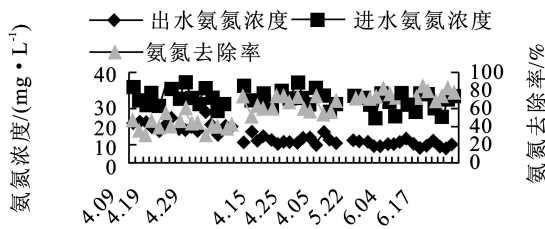
图 4 $\text{NH}_4\text{-N}$ 去除效果

Fig. 4 Ammonia removal performance

3.4 TN 去除效果

第一段进水总氮平均浓度 53.01 mg/L, 出水总氮平均浓度 36.64 mg/L, 平均去除率 30.9%; 第二、三段出水总氮平均浓度 35.40 mg/L、30.99 mg/L, 平均去除率为 33.1%、35.65% (见图 5), 随着填料层厚度的增加, 总氮去除效果虽然略有提升, 但出水水质不能满足国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 类标准, 满足用户要求。一段式曝气生物滤池对总氮的去除效果不是很理想。主要原因是反硝化菌须在厌氧环境中才能对硝酸盐产生反硝化作用, 从而达到脱氮目的, 而在一段式曝气生物滤池中为了保证对有机物的去除和良好的硝化效果, 必须保证曝气生物滤池内溶解氧浓度足够高, 也就是要保持很好的好氧环境。这样就抑制了反硝化菌的生长和作用。造成总氮去除效果较差。下阶段采用间歇曝气加回流的方式或者两段式曝气生物滤池工艺, 进一步提高总氮去除效果。

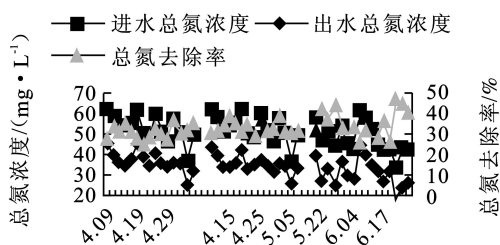


图 5 总氮去除效果

Fig. 5 Total nitrogen removal performance

3.5 TP 去除效果

曝气生物滤池总磷去除效果波动很大: 进水平均浓度 4.37 mg/L, 出水平均 3.21 mg/L, 平均去除率 25.86%, 最大去除率达 71.63% (见图 6)。每次启动初期总磷去除率均较高, 远远超过了生物同化作用对磷的需求, 往后随着运行时间的增长而快速

下降。

生物除磷依靠聚磷菌的超量吸磷作用完成, 污水中的磷通过吸磷细菌的排除而得到去除。聚磷菌生物吸磷能力的恢复通过在厌氧条件下释磷实现, 因此聚磷菌需要在交替好氧/厌氧的条件下生长。试验中曝气生物滤池采用了全流程曝气的运行方式, 运行的主要目的是去除 COD、氨氮, 反应器中缺乏厌氧释磷的环境, 曝气生物滤池不可能有很好的生物除磷效果。但反应器重启初期和反冲洗之后两个时期的除磷效果较好, 这两个时期表现出一定的生物吸磷作用, 说明曝气生物滤池具有生物吸磷功能, 但是没有释磷环境。如果改变运行方式, 创造聚磷菌恢复吸磷能力的环境, 可以进一步挖掘池生物除磷的潜力。

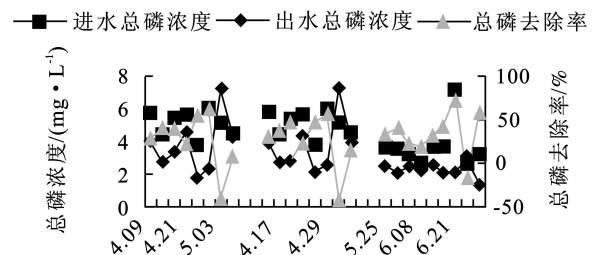


图 6 总磷去除效果

Fig. 6 Total phosphorus removal performance

4 结论

曝气生物滤池抗冲击负荷能力强, COD、SS、氨氮去除率高, 出水稳定。出水平均浓度、去除率达到出水国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 类标准, 满足用户要求; 随填料层厚度增加, 去除效果增加。但对总氮、总磷的去除效果不是很理想。

参考文献:

- [1] Tom Stephenson, Allan Manand John Upton. The small foot print wastewater treatment process Chemistry & Industry, 1993, 19: 533.
- [2] Gilbert Desbosand Frank Rogalla Biofiltration as a compact technique for small wastewater treatment plant Sci Tech, 1990, 22 (3): 145.
- [3] Metcalf & Eddy, Inc Wastewater engineering - treatment and reuse McGraw - Hill Companies, Inc, 2003.
- [4] Bruce Willey, Yves Coquet and Leonard Audoin Innova Tiv enitri-fication technique introduced at treatment plant in France Water Environment & Technology, 1993, 9: 54 - 60.
- [5] Smith AJetal High - rate sewage treatment using bio - logical aerated filters J. Iwem., 1992, 6: 112.

- [6] Adachi Setal Reclamation and reuse of wastewater by Biological aerated filter process Wat Sci Tech, 1991, 24(9): 195 - 204
- [7] Florentz, Hascoer MC & Bourdon F. Full - scale biological phosphorus removal experiments in France Can. J. Civ. Eng., 1987, 14: 278

THE REMOVAL PERFORMANCE OF THE SEWAGE TREATMENT WITH THE BIOLOGICAL AERATED FILTER

HE Qiang, DUAN Xiu - ju

(Key Laboratory of the Three Gorges Reservoir Region's Eco - Environment of the Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400045)

Abstract: The Biological Aerated Filter (BAF) has many advantages, such as small volume, high treatment efficiency etc. The studies show that the performance of BAF for sewage treatment is excellent. Under the hydraulic rate of $500\text{m}^3/\text{d}$ and HRT of 9h, the average removal percent for COD, SS, NH_4 is high enough to reach the town sewage processing standard class one and B grade, which can be reused. When the filler layer becomes thicker, the removal performance becomes better, while the removal performance of TN, TP is not satisfactory.

Key words: biological aerated filter; removal efficiency; granular media; sewage; sewage treatment

(上接 177页)

THE MOBILE COMMUNICATION OF POLY - POSITIONS IN THE MINING GROUND

TANG Qing - hong¹, SUN Jiu - zheng²

(1. Social Issuances dept, Shuangyashan Branch of Long Coal Group Company, Shuangyashan, Heilongjiang 155100, China;

2. Dongrong mine, Shuangyashan Branch of Long Coal Group Company, Shuangyashan, Heilongjiang 155100, China)

Abstract: This paper deals with mobile communication in the ground mining condition. Its signal source is based on the global system for mobile communication. The frequency and concrete procedure for operation have also been discussed.

Key words: signal extension; direct enlargement; optical fiber; transmission of poly - positions