

移动床生物滤池对炼化污水 COD 的去除研究

张 超

(中国昆仑工程有限公司, 北京 100013)

[摘要] 曝气生物滤池是一种生物膜法污水处理技术,可以有效去除水中的有机物和悬浮物,具有运行负荷高、出水效果好、经济高效、易于管理等优点,在污废水处理领域中应用广泛。但传统的曝气生物滤池工艺存在不足之处,如采用固定床定期间断反冲洗,实际运行时系统配置复杂、自动控制要求高、占地面积大。移动床生物滤池对传统生物滤池进行了优化,使滤料在池内进行内循环流动。在不同水力负荷条件下,研究了移动床生物滤池与传统生物滤池对 COD 的处理效果。研究结果表明,在处理负荷略高于传统生物滤池的情况下,移动床生物滤池对 COD 的处理效果高于传统滤池;处理负荷高于传统滤池负荷 3 倍的情况下,移动床生物滤池对 COD 的去除效果与传统滤池接近。

[关键词] 生物滤池;移动床;炼化废水

[中图分类号] X703 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-829X(2022)04-0143-04

Study on the removal of COD from refinery wastewater by moving bed biological filter

ZHANG Chao

(China Kunlun Engineering Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: Biological aerated filter is a kind of biofilm treatment technology, which can effectively remove organic matter and suspended solid in water, with the advantages of high operating load, good treatment effect, economic, easy management, etc., and is widely used in the field of wastewater treatment. However, the traditional biological aerated filter process has shortcomings, such as regular intermittent backwashing with fixed bed, complex system configuration, high automatic control requirements and large site area during actual operation. The moving bed biofilter was optimized for the conventional biofilter, allowing filter media to flow in an internal circulation in the tank. The effect of moving bed biofilter and conventional biofilter on COD treatment was investigated under different hydraulic load conditions. The results showed that the COD removal effect of the moving bed biofilter was higher than that of the conventional biofilter, at a load slightly higher than that of conventional biofilter. Under the condition that treatment load was three times higher than that of conventional filter, the effect of moving bed biofilter on COD removal was close to that of conventional filter.

Key words: biological filter; moving bed; refinery wastewater

传统曝气生物滤池在污水处理领域已得到广泛应用^[1-6]。但目前使用的生物滤池采用固定床定期

[12] 黄健盛,郭银应,刘德绍,等. 两种不同运行方式下好氧颗粒污泥培养及污染物去除性能对比研究[J]. 工程科学与技术, 2021, 53(2): 164-170.

HUANG Jiansheng, GUO Yinying, LIU Deshao, et al. Comparative study on the aerobic granular sludge cultivation and pollutant removal under two different operation modes [J]. Advanced Engineering Sciences, 2021, 53(2): 164-170.

[13] 何向杰,蒋思维,赵永才. 多级 A/O 工艺处理 ABS 树脂和 SBL 胶

乳生产废水[J]. 给水排水, 2011, 47(11): 52-55.

HE Xiangjie, JIANG Siwei, ZHAO Yongcai. Treatment of wastewater from ABS resin and SBL latex production by multistage A/O process [J]. Water & Wastewater Engineering, 2011, 47(11): 52-55.

[作者简介] 罗剑(1978—), 硕士, 高级工程师。E-mail: luoj@calt11.cn。

[收稿日期] 2022-02-06(修改稿)

间断反冲洗的模式,在实际运行过程中会遇到系统配置复杂、自动控制要求高、占地面积大等问题。移动床生物滤池是在传统生物滤池的基础上优化开发出的一种新型生物滤池,其工艺流程如图1所示。用空气提升装置将滤料由池底提升到顶部,随后滤料依靠重力返回床层,形成内部流动循环。在滤料提升过程中,空气的介入和搅拌剥离作用可完成滤料表面生物膜的脱落及杂物剥离。笔者研究了新型移动床生物滤池的设备运行稳定性及水质达标可行性,与传统生物滤池(BAF)的COD去除效果进行对比,为相关工程设计与运行提供一定技术支持。

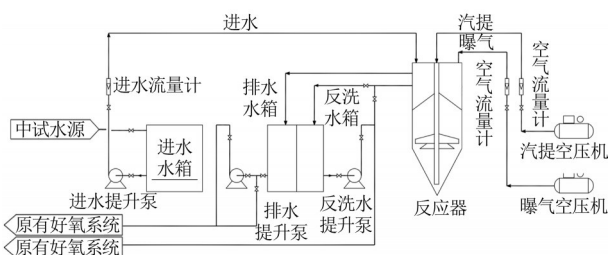


图1 工艺流程

Fig. 1 Technological process

1 实验部分

1.1 实验材料

实验所用原水为某石化污水处理场臭氧接触池出水,其水质情况为:COD 30~60 mg/L、氨氮 3~5 mg/L、石油类 0.5~1 mg/L、总磷 0.1~0.5 mg/L、pH 6~8、温度 25~35 °C。

实验使用陶粒滤料,与现场BAF滤料一致,其性能指标为:破损率0、磨损率1.01%、密度1.96 g/cm³、表观密度1.63 g/cm³、堆积密度0.96 g/cm³、孔隙率41.1%、含泥0.32%、盐酸可溶率0.53%、比表面积3.98×10⁴ cm²/g、有效粒径3.87 mm、粒径<2 mm颗粒0.04%、粒径>4 mm颗粒3.98%、均匀系数1.13、不均匀系数1.20,采用重铬酸钾法测定COD。

1.2 实验方法

装置连续运行前进行培菌及挂膜,待挂膜完成后进水,在不同水力负荷下24 h连续运行,考察移动床生物滤池的处理效果,采用重铬酸钾法测定COD。

2 结果与讨论

2.1 工艺参数对比

对某石化污水处理场BAF和移动床生物滤池的设计及运行参数进行对比,结果见表1。

表1 某石化污水处理场BAF和移动床生物滤池的参数对比

Table 1 Parameter comparison of BAF at a petrochemical wastewater treatment and moving bed biofilter

项目	移动床生物滤池	某石化污水处理场BAF
单元数量	1	4格×2级
单元尺寸	D 2.5 m×8 m	7.6 m×7.6 m×7 m
单元有效容积/m ³	32	350
总容积/m ³	32	2 800
设计处理量/(m ³ ·h ⁻¹)	10	360
设计停留时间/h	2.50	7.80
滤料体积/m ³	25	1 400
设计单位体积滤料进水负荷/(m ³ ·m ⁻³ ·h ⁻¹)	0.40	0.26
单位体积滤料进水负荷/(m ³ ·m ⁻³ ·h ⁻¹)	0.40	0.13
最大运行处理量/(m ³ ·h ⁻¹)	10	180
最小停留时间/h	2.50	15.60

2.2 处理效果对比

按进水量的不同(3、7、10 m³/h)分为3个阶段,对比移动床生物滤池和石化污水处理场BAF的处理效果。

(1)第1阶段(3 m³/h)。此阶段移动床生物滤池与石化污水处理场BAF的出水COD变化情况如图2所示,停留时间对比如图3所示。

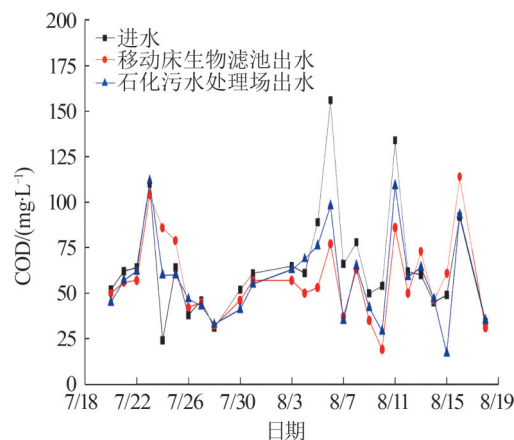


图2 第1阶段移动床生物滤池及石化污水处理场BAF的出水COD

Fig. 2 Effluent COD in moving bed biofilter and BAF of petrochemical wastewater treatment plant at stage 1

第1阶段的进水COD、移动床生物滤池出水COD及污水处理场出水COD平均分别为65.3、57.9、58.3 mg/L。由图2、图3可见,运行初期移动床生物滤池出水波动较大,随着挂膜成功、运行稳定后,移动床生物滤池出水COD与石化污水处理场BAF出水非常接近,此时移动床生物滤池的水力停留时间为11.1 h,污水处理场BAF水力停留时间平均为

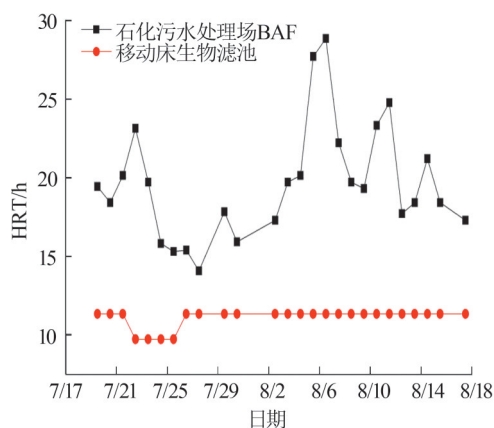


图3 第1阶段移动床生物滤池及石化污水处理场BAF的停留时间对比

Fig. 3 Comparison of residence time between hydraulic moving bed biofilter and BAF of petrochemical wastewater treatment plant at stage 1

19.7 h。第1阶段,移动床生物滤池的出水COD略低于石化污水处理场BAF出水COD,表明此阶段移动床生物滤池的整体处理效果优于石化污水处理场BAF。

(2)第2阶段($7 \text{ m}^3/\text{h}$)。此阶段移动床生物滤池与石化污水处理场BAF的出水COD变化情况如图4所示,停留时间对比如图5所示。

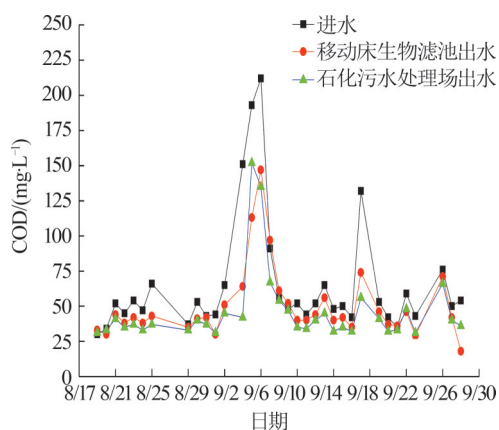


图4 第2阶段移动床生物滤池及石化污水处理场BAF的出水COD

Fig. 4 Effluent COD in moving bed biofilter and BAF of petrochemical wastewater treatment plant at stage 2

由图4可知,第2阶段初期移动床生物滤池出水COD较BAF出水高出3~5 mg/L,中期出现2次明显的冲击负荷,使得出水严重超标,随后COD处理效果达到稳定状态。进水COD为65.2 mg/L时,移动床生物滤池出水COD和污水处理场出水COD平均分别为49.9、46.1 mg/L,移动床生物滤池出水COD略

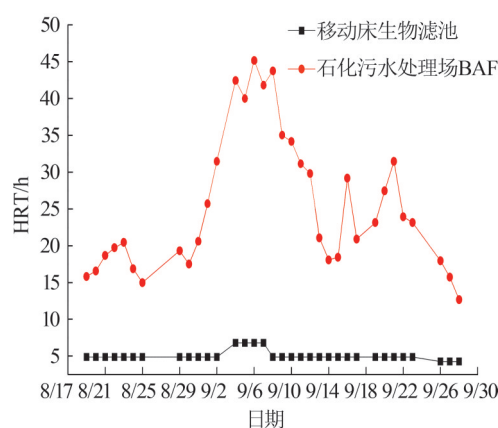


图5 第2阶段移动床生物滤池与石化污水处理场BAF的停留时间对比

Fig. 5 Comparison of hydraulic residence time between moving bed biofilter and BAF of petrochemical wastewater treatment plant at stage 2

高于石化污水处理场BAF出水COD,基本处于同等水平,说明处理负荷提高对移动床生物滤池处理效果的影响较小。由图5可见,随着处理量的提升,移动床生物滤池的水力停留时间降至4.9 h,而污水处理场BAF的停留时间平均为25.4 h。

(3)第3阶段($10 \text{ m}^3/\text{h}$)。此阶段移动床生物滤池与石化污水处理场BAF的出水COD变化情况如图6所示,停留时间对比如图7所示。

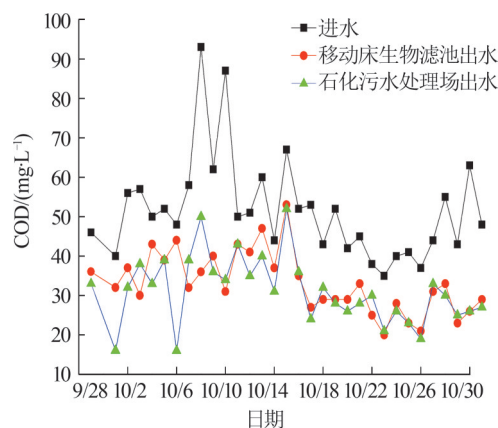


图6 第3阶段移动床生物滤池及石化污水处理场BAF的出水COD

Fig. 6 Effluent COD in moving bed biofilter and BAF of petrochemical wastewater treatment plant at stage 3

由图6可见,第3阶段初期移动床生物滤池出水COD较BAF出水略高,经1周左右处理效果达到稳定,此后出水水质与BAF出水非常接近。进水COD平均为51.6 mg/L时,移动床生物滤池出水COD和污水处理场出水COD平均分别为33.2、31.3 mg/L,处

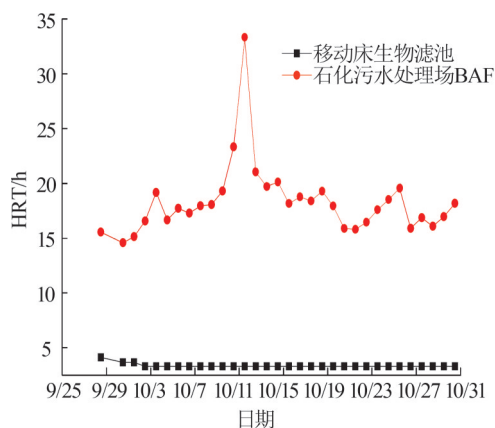


图7 第3阶段移动床生物滤池与石化污水处理场BAF的停留时间对比

Fig. 7 Comparison of hydraulic residence time between moving bed biofilter and BAF of petrochemical wastewater treatment plant at stage 3

理效果相当。图7中,随着移动床生物滤池处理量逐渐提升至 $10\text{ m}^3/\text{h}$,水力停留时间降至 2.5 h ,污水处理场BAF的水力停留时间平均为 18.3 h 。

综上可知,与传统BAF相比,移动床生物滤池在池容利用率、处理效果等方面有一定优势。水力负荷不同时,移动床生物滤池在连续处理过程中运行稳定、处理效率稳步提高。

3 结论

当处理负荷略高于传统BAF时,移动床生物滤池对COD的处理效果高于传统BAF;处理负荷高于传统BAF 3倍负荷的情况下,移动床生物滤池对COD的去除效果与BAF的接近,可为类似工艺设计提供一定依据。

参考文献

- [1] 张小玲,李强,王靖楠,等.曝气生物滤池技术研究进展及其工艺改良[J].化工进展,2015,34(7):2023-2030.
ZHANG Xiaoling, LI Qiang, WANG Jingnan, et al. Research progress process improvement of biological aerated filter: A review [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2015, 34(7): 2023-2030.
- [2] 刘雷.改进型曝气生物滤池在污水处理中的应用研究[J].环境科学与管理,2020,45(11):122-126.
LIU Lei. Application of improved biological aerated filter in wastewater treatment[J]. Environmental Science and Management, 2020, 45(11):122-126.
- [3] CONLEY D J, PAERL H W, HOWARTH R W, et al. Ecology. controlling eutrophication: Nitrogen and phosphorus [J]. Science, 2009, 323(5917):1014-1015.
- [4] 邱秋图,梁类钧.曝气生物滤池的特点及运行效果[J].能源与环境,2012(5):86-87.
QIU Qiutu, LIANG Leijun. Characteristics and operation effect of aeration biofilter[J]. Energy and Environment, 2012(5):86-87.
- [5] 张琪.污水处理中曝气生物滤池的使用研究[J].资源节约与环保,2019(12):90.
ZHANG Qi. Study on the use of aeration biofilter in wastewater treatment [J]. Resources Economization & Environmental Protection, 2019(12):90.
- [6] 王宇航,刘雪梅,万娟娟,等.炼油废水处理工程实例[J].工业水处理,2017,37(1):95-99.
WANG Yuhang, LIU Xuemei, WAN Juanjuan, et al. Engineering example of refinery wastewater treatment [J]. Industrial Water Treatment, 2017, 37(1):95-99.

[作者简介] 张超(1987—),硕士,工程师,E-mail: zhangchao06@cnpc.com.cn。

[收稿日期] 2022-03-11(修改稿)