

曝气生物滤池处理化工污水研究

郭桂悦¹ 梁忠越² 韩云艳² 梁立伟¹

(1. 大庆化工研究中心; 2. 大庆石化公司塑料厂)

摘 要 曝气生物滤池是 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, 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。文章介绍了曝气生物滤池生物膜的形成及净化机理, 并取某石化公司化工污水处理厂调节池出水进行了实验, 主要对水中 COD、BOD、SS 去除效果进行分析, 结果表明: 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。

关键词 曝气生物滤池 处理 化工污水

0 引 言

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, 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。在美国和日本, 90 年代初已有 50 多座 BAF 处理设施投入运行。在国内, BAF 处理工业废水还有待于进一步研究和开发利用。

1 曝气生物滤池生物膜的形成

曝气生物滤池中生物膜的培养与形成是该反应器能否正常运行的关键。

生物膜的累积形成是物理、化学和生物过程综合作用的结果。附着、固定基本过程为: ① 有机分子从水中向生物膜附着的生长载体表面输送, 其中有些被吸附形成了被微生物改良的载体表面; ② 水中一些浮游的微生物细胞被传送到改良的载体表面, 其中一部分被表面吸附一段时间后, 因水力剪切或其他物理、化学和生物作用又解析出来, 而另一部分则变成了不可解析的细胞; ③ 不可解析的细胞摄取并消耗水中的底物与营养物质的数目增多。与此同时, 细胞会产生胞外酶, 将生物紧紧结合在一起, 由此, 微生物细胞在进行新陈代谢时便形成生物膜累积; ④ 细胞在进入水中或增殖时也可以向水中释放出游离的细胞, 见图 1 所示。

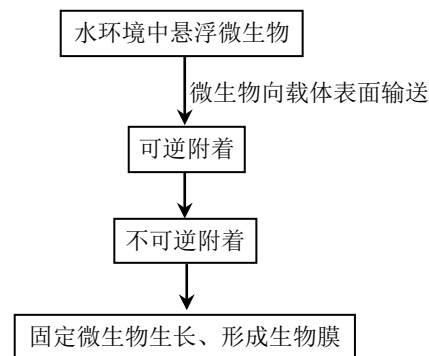


图1 微生物附着、固定的基本过程

2 曝气生物滤池生物膜净化机理

曝气生物滤池利用填料上生物膜的强氧化降解能力对污水进行快速净化。当污水流经填料表面时, 由于填料的粒径一般都较小以及生物膜具有生物絮凝作用, 使污水中大量的固体悬浮物被截留, 而脱落的生物膜也不会流失。生物膜净化污水的基本过程见图 2。

当污水中含有足够的有机营养物、溶解氧以及各种所必须的微量元素时, 它们经过液相扩散到生物膜的表面, 污染物被生物膜的微生物分解和转化, 最终形成了各类代谢产物 (CO_2 、 H_2O 等)。新微生物大量繁殖将以前生成的生物膜覆盖, 使得生物膜厚度逐渐增加。在生物膜的最外层形成以好氧型微生物为主体的生物膜层, 而在好氧层的深部, 由于扩散作用制约了溶解氧的渗透, 往往形成了厌氧区。在这里, 形成

的有机酸在异养菌的作用下转化为 CO_2 和 H_2O ，而氨及硫化氢在自养菌作用下被氧化为各类稳定的盐类。随着厌氧代谢产物增多，固着力减弱，生物膜老化、脱落。

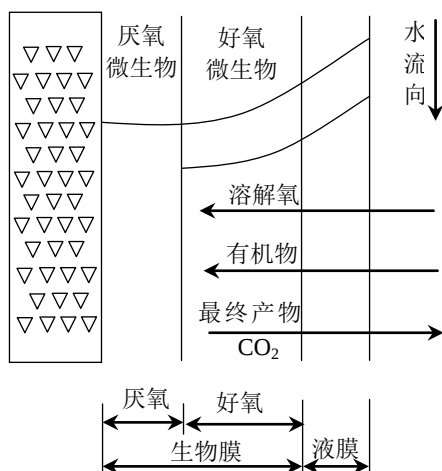


图2 生物膜净化机理示意模型

3 实验

3.1 实验用水

实验用水取自某石化公司化工污水处理厂调节池出水，并按一定比例加入氮盐和磷盐，其水质为：

COD_{Cr} ：600~1000 mg/L

BOD：200~400 mg/L

SS：20~100 mg/L

pH：6~9

3.2 实验装置

该曝气生物滤池（BAF）模型为有机玻璃柱，主要特征为：

- ◆ 采用直径为10.4 cm的有机玻璃柱，柱高48 cm，内装片状填料。

- ◆ 填料为粒径在2~8 mm之间的陶粒，总高度为30 cm。

- ◆ 反应柱进水采用上流式，空气均从柱的底部进入，与进水充分混合接触。

- ◆ 承托层选用粒径约5 mm的瓷环，承托层高度为5 cm。

- ◆ 进水管、进气管上均设置流量计，以控制流量及流速。

- ◆ 在柱体的下侧布置有筛板，其作用主要是使布水（气）均匀。

3.3 挂膜方法

实验用活性污泥取自化工污水处理场沉淀池中的回流污泥。反应器的挂膜启动以接种闷曝和连续培养相结合的方式。

- ◆ 取活性污泥1 L，加入到反应柱中，再用配制好的葡萄糖营养液加满反应柱。

- ◆ 闷曝24 h， DO 维持在2 mg/L以上。闷曝结束后换水，重复进行第一步操作。再闷曝3 d后，把水放掉。

- ◆ 闷曝结束后，开始将调节池出水连续培养2~3 d，进水量为0.1 L/h，停留10 h，同时监测出水的COD、SS值。并从填料中取出生物膜，测定生物膜厚度，同时进行微生物镜检，了解挂膜情况。

- ◆ 重复第一、二、三步操作，直至挂膜成功。参照实际运行经验，挂膜成功的主要标志为：生物膜厚度大于0.2 mm，镜检微生物相良好且稳定。

3.4 实验条件

温度：25℃~30℃

pH：6~9

$\text{DO} \geq 2 \text{ mg/L}$

水力停留时间：6 h

每隔15 d进行一次反冲洗，反冲洗水采用BAF处理后的水。

4 实验结果及讨论

挂膜后，观察到反应柱中的水略带浅黄色。取出反应柱中的陶粒进行镜检，发现陶粒上已生长有生物膜，其中菌胶团细菌是生物膜的主体，边缘有丝状菌生长，并有大量原生动物和后生动物，如钟虫、漫游虫、轮虫、线虫等。实验反应柱中存在种群丰富、结构完整、功能稳定的生态系统。陶粒上附着有一层薄薄的生物膜，生物膜厚度达2.5 mm。

4.1 COD去除效果

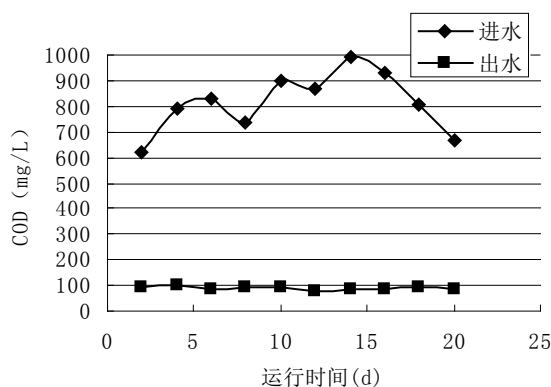


图3 COD进出水浓度变化

采用化工调节池出水作为进水,当COD进水浓度发生变化时,其出水保持稳定。监测结果表明,进水COD浓度在600~1000mg/L之间变化时,出水COD浓度恒定在100mg/L以下,说明曝气生物滤池去除COD的能力强,去除率高,抗冲击负荷能力强。见图3。

4.2 BOD 去除效果

实验结果还表明:当BOD进水浓度发生很大变化时,BOD出水浓度保持在10mg/L以下,去除率达到96%以上。说明滤池对BOD的去除能力强,去除率高,见图4所示。

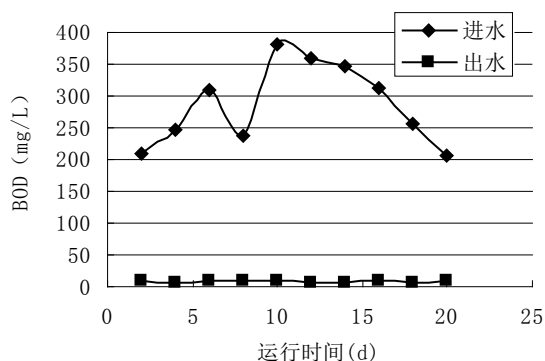


图4 BOD进出水浓度变化

4.3 SS 去除效果

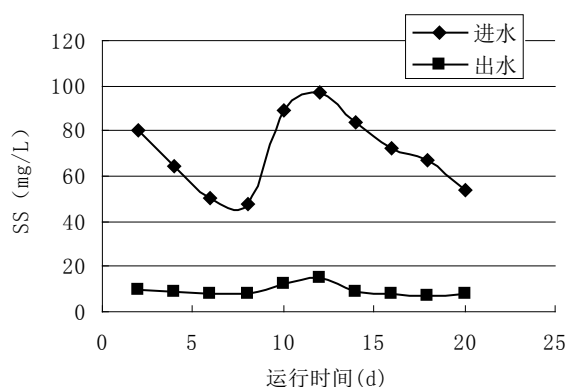


图5 SS进出水浓度变化

由图5可知,出水SS浓度基本在10mg/L以下,表明曝气生物滤池技术对SS的去除效果非常好。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。污水在通过滤层时,污水中的悬浮固体被过滤和吸附,进而部分SS被微生物利用,截留的悬浮物和长厚的生物膜会堵塞滤料的孔隙,增加过水阻力。一定时候就需进行反冲

洗,目的是去除多余的微生物,保留足够的生物量。待反冲洗结束后,立即恢复去除有机污染物的能力。

5 结 论

- ◆ 挂膜阶段1~10d的COD、SS去除效果波动较大,在随后的11~20d里趋于稳定,去除率达80%以上,表明生物膜已成熟,挂膜成功,共历时20d。
- ◆ 曝气生物滤池对化工污水的处理效果很好,对COD、BOD的去除能力强,BOD去除率可达到96%以上,均有较好的出水水质。
- ◆ 填料有2个作用:一是提供微生物生长的场所;二是可以截留污水中的SS,该技术对SS的去除效果非常明显。
- ◆ 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] 王炜亮,毕学军,张波.曝气生物滤池的特点、应用及发展.青岛建筑工程学院学报,2004(4):62~67
- [2] 李军,杨秀山,彭永臻.微生物与水处理工程.北京:化学工业出版社,2002:292~293
- [3] 王凯军,贾立敏.城市污水生物处理新技术开发与应用.北京:化学工业出版社,2001:335~370
- [4] 邱立平,杜茂安,冯琦.二段曝气生物滤池处理生活污水的试验研究[J].环境工程,2001,19(2):22~24
- [5] Nicoletta C,Loosdrecht M C M van,Heijnen J J. Wastewater treatment with particulate biofilm reactors[J]. Journal of Biotechnology 2000,80:1~33
- [6] 齐兵强,王占生.曝气生物滤池在污水处理中应用[J].给水排水,2000,28(10):4~8
- [7] 李汝琪,孔波,钱易.曝气生物滤池处理生活污水试验.环境科学,1999(5):70~71
- [8] 李汝琪,孙长虹,钱易.曝气生物滤池处理啤酒废水的研究.环境科学,1999(4):83~85

(收稿日期 2008-01-31)

(编辑 黎英)

