

好气滤池3种挂膜方法的实验研究

张 杰¹,曹相生¹,孟雪征²,刘俊良³

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001, E-mail: xshxzh @263. net; 2. 重庆大学 博士后流动站, 重庆 400045; 3. 黑龙江中龙医药集团, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要: 采用合适的挂膜方法能够加速好气滤池的启动,并能使其稳定运行.通过试验对3种挂膜方法进行了比较,对各种挂膜方法下滤料上的生物量和生物活性及滤柱对有机物和氨氮等指标的去除情况进行了测定和分析.结果表明,逐渐增加进水流量的挂膜方法可以加快好气滤池的启动,8 d后溶解性COD的去除率稳定在36%左右,启动时间明显少于直接采用设计流量进水的挂膜方法;利用二级处理的回流污泥进行接种对好气滤池的启动没有加速作用,相反,还会延迟启动时间.

关键词: 好气滤池;挂膜;生物活性;深度处理;污水回用

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 0367 - 6234(2003)10 - 1216 - 04

Experimental research on three start-up methods of aerobic filters

ZHANG Jie¹, CAO Xiang-sheng¹, MENG Xue-zheng², LIU Jun-liang³

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China, Email: xshxzh @263. net; 2. Postdoctoral Station, Chongqing University, Chongqing 400045, China; 3. Heilongjiang Zhonglong Medicine Group, Harbin 150001, China)

Abstract: Three start-up methods are compared and the biomass attached to filter media and its biological performances during the aerobic start-up are analysed. In comparison with the start-up with nominal process flowrate, the start-up with incremental flowrate can accelerate the microorganisms accumulation in the aerated filters, and shorten the start-up time. In the eight days from the start-up, the removal rate of soluble chemical oxygen stayed at 36 percent. Seeding activated sludge from a secondary treatment plant can not help start-up, and on the contrary, it may delay a start-up.

Key words: aerobic filter; start-up; biological activity; advanced wastewater treatment; wastewater reuse

好气滤池是一种用于污水深度处理的新型滤池^[1],通过底部曝气或污水预充氧使滤层呈好氧状态,可以在滤料表面形成好氧生物膜,滤池在实现过滤功能的同时可起到一定的生物氧化功能.与传统快滤池相比,好气滤池可以更有效地去除水中的BOD、COD、NH₃-N等有机杂质,进一步提高再生水的水质.

要更好地发挥好气滤池的生物氧化功能,必须在滤料表面形成稳定的生物膜.采用合适的挂膜方法对好气滤池的快速启动和稳定运行有着重要的

意义.对于一般的生物膜法,如生物滤池、生物转盘和生物接触氧化等,一般采用自然挂膜法^[2]、接种法^[3]、快速排泥挂膜法^[4]等,但好气滤池有别于以上提到的生物膜法,这些挂膜方法对好气滤池也不一定适用,因此本试验采用3种挂膜方法进行对比,以期找到适合好气滤池的挂膜方法.

1 实验装置与实验方法

1.1 实验装置

采用内径282 mm的有机玻璃柱,高3 800 mm,内装粒径2~4 mm的陶粒作滤料,滤料层高2 m,柱底部设曝气和气水反冲洗装置.采用上向流过滤,进水直接取自污水厂二沉池出水,试验流程见图1.

收稿日期: 2003 - 07 - 18.

基金项目: 黑龙江省科技攻关项目(G00C180201).

作者简介: 张 杰(1938 -),男,教授,博士生导师,中国工程院院士.

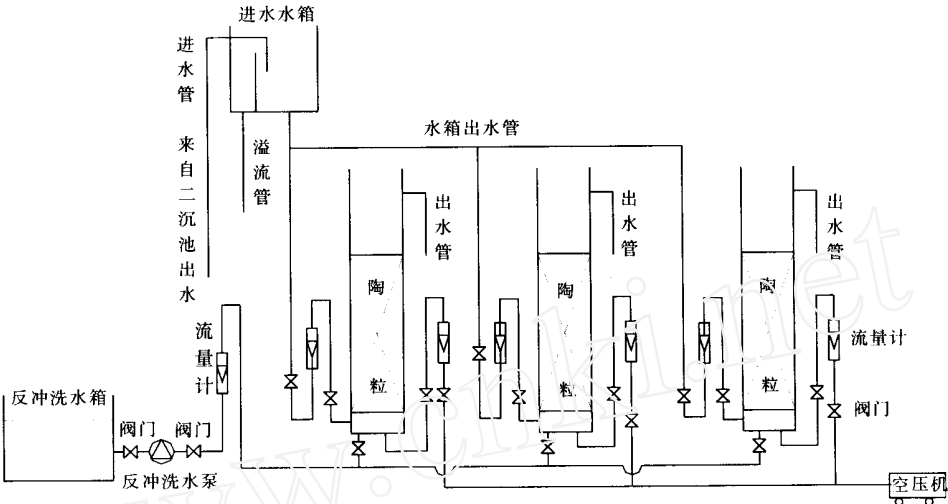


图 1 试验装置流程图

Fig. 1 Flow chart of experimental set-up

1.2 测试项目及方法

主要的测试项目及方法见表 1。二级出水的 SS 大多都在 10 mg/L 以下,考虑到二级出水的 SS 和浊度有一定的相关性^[5],每天对各柱进出水的浊度进行了测定,对 SS 不定期测定。试验期间二级出水的 BOD₅ 在 20 mg/L 左右,BOD₅ 只进行了

不定期测定。试验过程中,每隔 4 d 左右对滤料表面的生物膜量及生物膜活性进行测定,生物膜量的测定采用文献[6]中的方法,生物膜活性的测定参考了文献[7]中的方法。为了更好地反映生物膜对二级出水中有机物的降解能力,生物膜活性测定中直接采用二级出水作为培养水。

表 1 试验中主要的测试项目及方法

Tab.1 Main measurement items and methods of analyses			
项目	测定方法	主要仪器	测试频率
水温	温度计法	普通温度计	1 次/d
pH 值	玻璃电极法	pHS - 3C 型精密 pH 计	1 次/d
浊度		SZD - 1 型散射光台式浊度仪	1 次/d
COD	HACH 法	HACH - COD 测定仪	1 次/d
溶解性 COD(SCOD)	滤膜 HACH 法	HACH - COD 测定仪	1 次/d
NH ₃ - N	纳氏试剂比色法	UV - 754 型紫外可见分光光度计	1 次/d
生物膜量	减重法	HG85 - 1 型电热恒温干燥箱	1 次/4 d
		SARTORIUS 电子天平	
生物膜活性	呼吸法	YSI 溶解氧测定仪	1 次/4 d

试验第 10 d 的 18:00 到第 11 d 的 8:00 和第 12 d 上午由于流量计和水泵故障停水,第 11、12 d 未做化验。

2 试验过程

本试验在华北某污水厂进行,该厂采用 A²/O 工艺,试验期间由于曝气池检修,二级出水水质较差。挂膜阶段的水温介于 22 ~ 24 , pH 值在 7.78 ~ 8.34。二级出水每天的 SCOD、NH₃ - N、浊度、COD 等分别见图 2、3、6、7。

1 号柱直接采用设计流量进行挂膜,进水流量 300 L/h(滤速 4.8 m/h),曝气量 300 L/h。2 号采用了逐渐增加流量的挂膜方法:试验初期进水量 100 L/h(滤速 1.6 m/h),进气量 250 L/h;第 6 d 取样后进水流量增加到 200 L/h(滤速 3.2 m/h),进气量不变;第 13 d 取样后进水流量增加到 300 L/h(滤速 4.8 m/h),进气量增加到 300 L/h。3 号

柱采用污水厂二沉池回流污泥接种,第 1 d 向 3 号柱投入 50 L 污泥,闷曝 24 h 后,

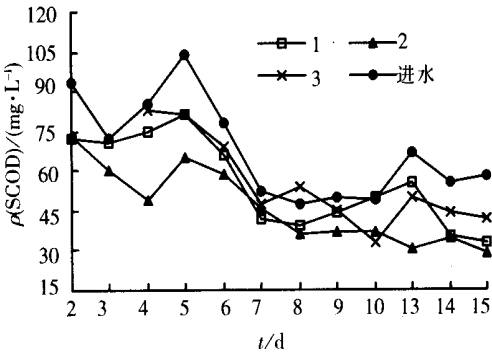
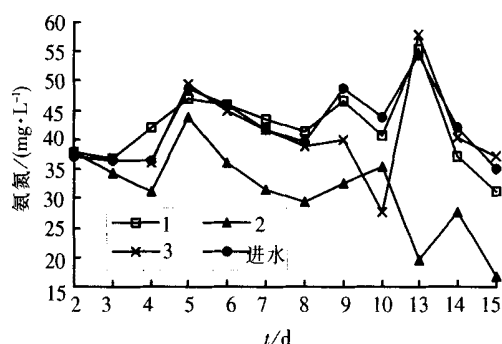


图 2 挂膜期间各柱进出水 SCOD 变化

Fig. 2 Inlet and outlet SCOD concentrations during aerobic filter start-up

图3 挂膜期间各柱进出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 变化Fig. 3 Inlet and outlet $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations during aerobic filter start-up

排掉所有污泥,重复此过程3次,然后以300 L/h (滤速4.8 m/h)流量进水,300 L/h流量进气.试验共进行了15 d,期间由于进水浊度较低,滤池水头损失未达到设计值(0.5 m),也未观察到滤床堵塞现象,因此未做反冲洗.

3 试验结果与分析

3.1 各柱对 SCOD 的去除情况分析

SCOD是指用0.45 μm 的滤膜过滤水样后测得的COD值,它可以反映水中溶解性有机物的含量,由于单纯物化过滤对溶解性物质基本上没有去除作用,SCOD的去除可以认为是生物作用所致,SCOD的变化在一定程度上可以反映滤池中微生物的数量和活性.从图2可知,2号柱在挂膜的第2 d,出水的SCOD即开始降低,到第8 d去除率基本稳定,此后SCOD平均去除率约为36%,此时可以认为挂膜成功.增加进水流量后,SCOD去除率有所下降,但随后第2 d就可以恢复到流量增加前水平.如第6 d流量从100 L/h增加到200 L/h,SCOD去除率从增加流量前的24.4%下降到11.5%,但1 d后去除率又恢复到23.4%.第13 d流量从200 L/h增加到300 L/h,SCOD去除率从增加流量前的55.2%下降到38.2%,1 d后去除率又恢复到50.0%.

在稳态条件下,滤池中的生物量和有机物容积负荷是相对应的^[8].当进水流量增加后,相应的容积负荷随之提高,滤池中原有的生物量相对不足,表现出滤池出水SCOD的下降.进水流量增加一段时间后,滤池中的生物量会增加并逐渐与新的容积负荷相适应,SCOD去除率随之逐渐回升.

1号柱在挂膜的第2 d也对SCOD表现出一定的去除率,在随后的挂膜期间对SCOD的去除情况明显没有2号柱好,但是到第14 d,两柱对SCOD的去除情况基本一致.3号柱则对SCOD一直表现出较低的去除率.

1号柱和2号柱在挂膜的第2 d即对SCOD表现出一定的去除率,这部分SCOD的去除可以认为是滤料初期的物理吸附作用和滤料表面和滤料空隙中参与可逆附着的微生物的降解作用^[9].

3个柱挂膜期间陶粒表面的生物量情况和生物活性见图4、5.

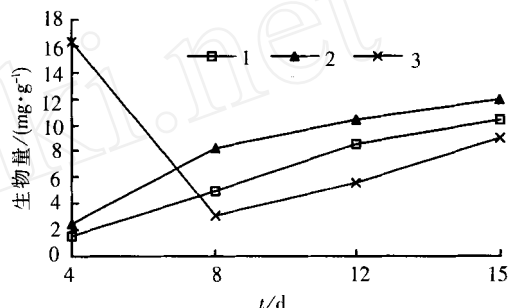


图4 挂膜期间各柱陶粒表面生物量变化

Fig. 4 Biomass on ceramic surfaces during aerobic filter start-up

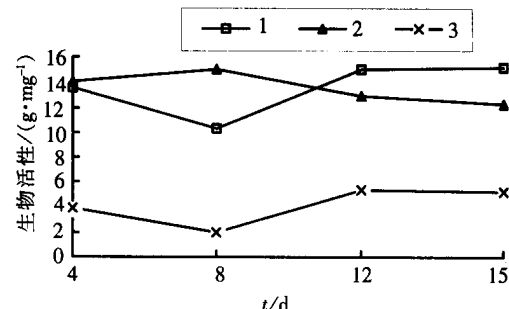


图5 挂膜期间各柱陶粒表面生物活性变化

Fig. 5 Activity of biomass on ceramics during aerobic filter start-up

图4表明,随着挂膜时间的延长,1号柱和2号柱的生物量是逐渐增加的,2号柱的生物量比1号多.图5则显示出挂膜期间1号柱和2号柱内陶粒表面的生物活性大致相同.这与两柱SCOD的去除变化情况相吻合,即在生物活性大致相同的情况下,生物量越多,SCOD去除率也越高.由于2号柱的进水流量小,因此在滤层内部造成的水力剪切力小,同时也增加了水中微生物在滤层内的停留时间,这样有利于微生物的附着^[9],所以2号柱的生物量较1号柱多.

3号柱的生物量变化情况(图4所示)与SCOD去除情况(图2所示)并没有呈现出正相关性.这一现象可以这样解释,SCOD去除率不仅与生物量有关,而且也与生物活性有关,在挂膜初期,由于3 d的接种,3号柱内陶粒表面及内部空隙积存了大量的活性污泥,表现出较高的生物量,但是这些活性污泥对二级处理出水中的有机物(表现为本试验的进水COD和SCOD)降解能力很差,表现出低的生物活性(见图5).所以在挂膜初期,虽然3号柱内部的陶粒表面积存了较多的微生物,但由于活性较低,表现出较低的SCOD去除率.在随后的挂膜期

间,由于大量接种的活性污泥占据了陶粒表面,对适合降解二级出水中有机物的微生物在滤料表面的附着造成了负影响,宏观上表现出 SCOD 去除率一直较低. 所以说,采用二级处理的回流污泥对用于三级处理的好气滤池进行接种,没有明显的促进作用,反而不利于挂膜.

3.2 各柱对 NH₃ - N 的去除情况分析

NH₃ - N 的去除依赖于滤层中硝化菌的数量和活性,从图 3 中可以明显看出,2 号柱对 NH₃ - N 的去除情况明显好于 1 号柱和 3 号柱. 2 号柱在第 6 d 对 NH₃ - N 的去除率为 21.7%,第 15 d 的去除率达到 52%. 这说明采用小流量进水延长了水力停留时间,有利于生长缓慢、世代周期长的硝化菌的生长和固定. 采用二级处理的回流污泥接种对用于三级处理的好气滤池中硝化菌的附着和固定没有明显的加速作用.

3.3 各柱对浊度和 COD 的去除情况分析

从图 6 中可以看出,挂膜期间各柱对浊度的去除情况基本一致,这说明滤料中生物膜的积聚和曝气对滤池过滤功能没有产生较大的影响. 试验中发现曝气的均匀性对出水浊度影响较大,当曝气不均匀时,出水携带有较多的 SS,出水浊度明显增高.

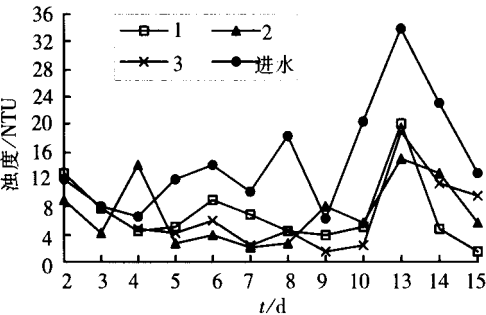


图 6 挂膜期间各柱进出水浊度变化

Fig. 6 Inlet and outlet turbidity during aerobic filter start-up

二级出水中 COD 可以分为溶解性 COD (SCOD)和悬浮性 COD 两大类,在好气滤池中,可以认为悬浮性 COD 的去除大部分依赖于滤池的过滤功能,而 SCOD 的去除主要依靠滤料表面的生物膜作用. 由于各柱对浊度的去除基本一致,而 2 号柱对 SCOD 表现出较高的去除率,因此 2 号柱也应该对 COD 表现出较高的去除率. 这个推论在图 7 中得到了验证.

4 结 论

(1)采用二级处理回流污泥对用于三级处理

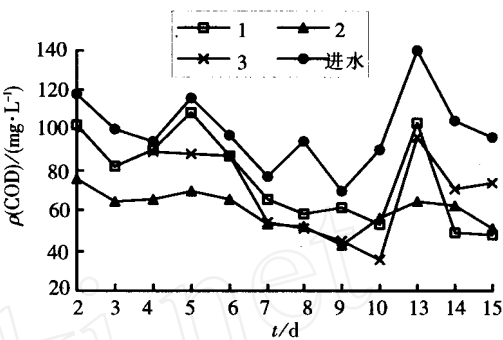


图 7 挂膜期间各柱进出水 COD 变化

Fig. 7 Inlet and outlet COD concentrations during aerobic filter start-up

的好气滤池进行接种对滤池的启动没有明显的促进作用,反而会由于接种污泥对滤料表面孔隙的抢占而延迟了滤池的启动.

(2)启动初期采用先以小流量进水,然后逐渐增加进水流量到设计流量的方法可以加快好气滤池的启动. 启动时间明显少于直接采用设计流量进水的方法.

参考文献:

[1]于尔杰,张 杰,戴镇生. 城市污水回用与气浮 - 过滤工艺流程[A]. 第三届海峡两岸环境保护学术研讨会论文集[C]. 北京:中国环境科学出版社,1995.

[2]BACQUET G, JORET J C, ROGALLA F. Biofilm start-up and control in aerated filter[J]. Environ Tech, 1991,12: 747 - 756.

[3]龙腾锐,方 芳,郭劲松. 酶促填料变速生物滤池的生产性启动研究[J]. 给水排水,2000,26(11):12 - 15.

[4]顾国维. 水污染治理技术研究[M]. 上海:同济大学出版社,1997.

[5]BRENNER G, SHANDALOV S, ORON G. Deep-bed filtration of SBR effluent for agricultural reuse: pilot plant screening of advanced secondary and tertiary treatment for domestic wastewater[J]. Wat Sci Tech, 1994,30(9):219 - 227.

[6]GIULIANO C, JORET J C. Distribution, characterization and activity of microbial biomass of an aerobic fixed-bed reactor[J]. Wat Sci Tech, 1988,20(11/12):455 - 457.

[7]URFER D, HUCK P M. Measurement of biomass activity in drinking water biofilters using a respirometric method[J]. Wat Res, 2001,35(6):1469 - 1477.

[8]王占生,刘文君. 微污染水源饮用水处理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999.

[9]刘 雨,赵庆良,郑兴灿. 生物膜法污水处理技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.

(编辑 刘 彤)