

EM生物接触氧化反应器挂膜过程影响因素研究

冯 骞¹, 薛朝霞¹, 汪 翔¹, 钱 健², 车美芹³

(1. 河海大学环境工程系, 江苏 南京 210098; 2. 南京市规划局, 江苏 南京 210014;

3. 苏州市水务局, 江苏 苏州 215004)

摘 要:在生物接触氧化反应器中投加有效微生物(EM)构成EM生物接触氧化反应器,研究了填料型式和污泥接种方式对EM生物接触氧化反应器挂膜效果的影响,考察了反应器启动阶段有机污染物的去除效果。结果表明:填料型式和污泥接种方式对EM生物接触氧化反应器中的挂膜过程有较大影响;陶粒填料的挂膜效果较塑料多面球好,在使用啤酒污水和EM混合液启动反应器的情况下,陶粒填料的挂膜率是塑料多面球的2.03倍,启动阶段有机物的最大去除率较塑料多面球高7.4%;污泥接种方式对挂膜过程的影响因填料型式的不同而不同。

关键词:生物接触氧化;有效微生物;挂膜

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2006)06-0037-04

有效微生物EM^[1]是日本琉球大学比嘉照夫教授等于20世纪80年代初期研制出来的一种的复合微生物制剂,研究表明^[2-4]EM能够提高水处理系统中多种污染物质的去除率,降低污泥的产率。考虑到EM是水溶性溶液,生物接触氧化工艺中填料的存在可以为菌体的滞留和繁殖提供良好的载体和场所,因此在生物接触氧化反应器中投加EM菌构成EM生物接触氧化反应器更有助于EM菌作用的发挥。

EM生物接触氧化反应器中挂膜效果的好坏直接制约着EM菌强化污染物吸附和降解能力的发挥,对反应器的处理效果也有很大影响。影响生物接触氧化反应器中EM菌生长繁殖的因素主要有两个方面:反应器的运行条件,如水温、pH、基质浓度等;EM菌群的来源及其固着生长环境,如EM菌的使用方式、固着载体的型式和材料等。关于反应器运行条件对EM菌生长繁殖及污水处理效果的影响已有较多研究,也取得了不少成果^[3-5],而后一类因素对EM菌生长的影响,研究尚显不足。为此,本文以南京啤酒厂的啤酒废水为试验污水,进行了EM生物接触氧化反应器中常温下的好氧挂膜启动试验,考察了填料类型和污泥接种方式对反应器挂膜特性和

启动过程的影响。

1 试验材料与方法

1.1 试验装置

试验装置如图1所示。生物接触氧化反应器由有机玻璃制成呈圆柱状,内径100mm,有效容积为

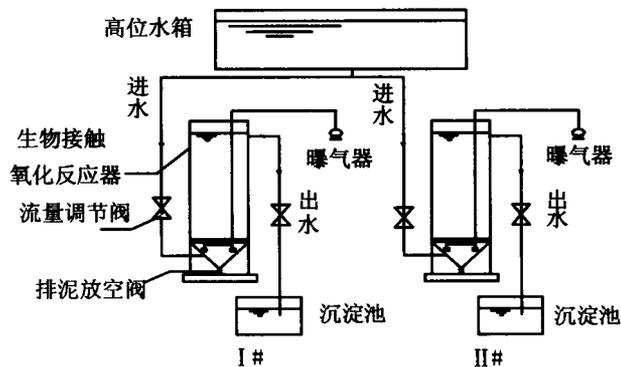


图1 试验装置流程图

Fig.1 Technological process for experiment

3.78L。上部配水区 and 填料区有效容积分别为0.78L和2.74L,底部积泥区为倒圆锥形状,有效容积为0.26L,圆柱和圆锥之间由一带孔滤板隔开,曝气装置设置的两个曝气头均置于滤板底部的圆锥中,以供反应所需要的氧气。进水由高位水箱补给,依靠

各组装置上的流量调节阀控制进水量,出水经沉淀池沉淀后排出。

1.2 填料的主要物理特性

试验中采用的填料为多面塑料空心球和生物陶粒两种,如图2所示。其中多面塑料空心球填料平均粒径90mm,比表面积约2.35m²/g;陶粒填料平均粒径6mm,平均孔隙率45%,比表面积约4.52m²/g。

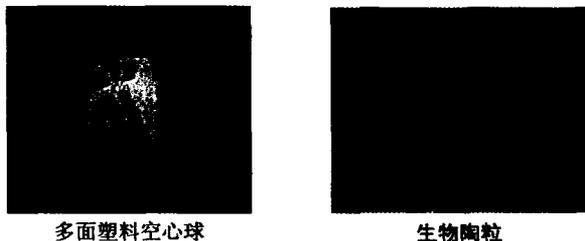


图2 两种不同型式的填料
Fig.2 Two packing materials

1.3 试验水质及接种污泥

挂膜过程采用的污水取自南京啤酒厂,污水水质情况见表1。用于接种的活性污泥取自南京啤酒厂污水处理站活性污泥处理系统的二沉池,污泥的质量密度为12.4g/L,SV为40%。EM-1原液由日本株式会社爱睦乐环保技术有限公司提供,污泥接种中的EM原液为4%的EM-1原液加96%蒸馏水稀释而得。

表1 挂膜启动阶段进水质

Table 1 Water quality of wastewater during biofilm culturing

水质指标	塑料多面球		陶粒	
	挂膜静置期	挂膜流动期	挂膜静置期	挂膜流动期
COD(mg/L)	887~1360	1512~1742	865~1389	1484~1760
BOD ₅ /COD	0.75	0.69	0.68	0.73

1.3 试验测试项目及方法

本试验中的主要测试项目及采用方法见表2。

表2 测试项目及方法

Table 2 The items and methods of wastewater test

考察指标	测定方法	频率
COD	重铬酸钾标准法	2d一次
pH值	pH仪	1d一次
DO	美国 HACH 溶氧仪	1d一次
生物相	光学显微镜镜检	1d一次

1.4 试验过程

试验中采用“闷曝法”挂膜。挂膜启动阶段各项指标见表3在各个反应柱中先加入等量的接种污泥或EM,而后将反应柱注满污水,浸没反应器中的填

料,控制DO在2~3mg/L闷曝(曝气而不进污水)2d,之后静沉2h,换掉反应器中1/2上清液,再补充污水继续曝气2d,之后重复前述操作。如此反复运行8d,至第9d开始连续进水,逐步提高进水COD的浓度和负荷,降低水力停留时间。经过一段时间的运行后,当COD去除率超过50%,同时填料的微生物镜检中出现较为稳定的生物膜时,说明填料已挂膜成功。

表3 挂膜启动阶段运行管理指标

Table 3 The operational conditions of biofilm culturing

阶段	时段(d)	HRT(h)	有机负荷(kgCOD/m ³ ·d)	DO(mg/L)
挂膜静置期	1~8			3~4
挂膜流动期	9~16	48~36	2.69~3.72	
	17~32	32~19	4.09~8.42	

试验根据填料类型及接种污泥的不同分别进行。试验过程室温维持在18~22℃,挂膜过程通过进水的水质和流量控制调节进水的有机负荷。

2 结果与讨论

2.1 填料类型对EM菌挂膜效果的影响

图3表明了分别采用多面塑料空心球填料和陶粒填料挂膜时,反应器启动过程COD去除率的变化过程。图4则表明了填料类型对开始挂膜时间、挂膜完成时间和最大挂膜量的影响,其中接种污泥采

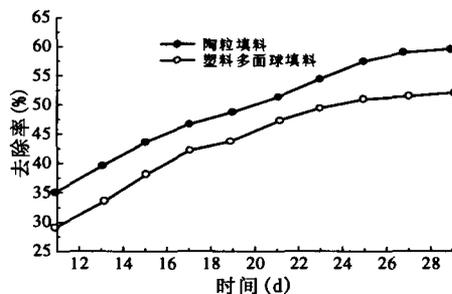


图3 不同填料类型的反应器启动阶段COD去除率

Fig.3 CODremoval rate with different packing materials in starting stage

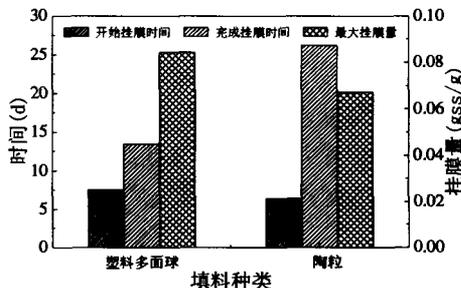


图4 填料类型对开始挂膜、完成挂膜时间和最大挂膜量的影响

Fig.4 Effects of packing materials on biofilm culturing time and maximum biofilm culturing quantity

用 30 mL EM 原液加 20mL 啤酒污水活性污泥。

从试验过程对生物膜性状的观测和图中可以看出在 EM 生物接触氧化反应器的挂膜过程中, 陶粒填料较多面塑料球填料更快挂膜, 挂膜效果也更好。挂膜试验结束时观测到, 陶粒填料表面几乎完全被结构致密、厚度较大的生物膜所覆盖, 其上形成的生物膜大部分呈淡黄色, 但在填料中下部出现了部分黑色生物膜; 多面塑料球填料表面的生物膜则较为稀薄, 独立的菌胶团遍布其表面, 观测过程中可见裸露的塑料球表面, 生物膜颜色呈淡黄色。从图 3 中可以看出, 采用陶粒填料挂膜的 EM 生物接触氧化反应器启动阶段终期 COD 去除率比多面塑料球填料高 7.4%。从图 4 中则可以看出, 在使用 EM 原液加活性污泥接种的情况下, 陶粒填料于试验开始第 6d 挂膜, 第 20d 挂膜已经完成; 而多面塑料球填料到第 7d 镜检时才出现生物膜附着特征, 第 25d 完成挂膜, 挂膜开始时间和完成时间分别比陶粒填料长 1d 和 5d。最大挂膜率的监测结果表明, 在 EM 原液和活性污泥混合液接种的情况下, 陶粒填料的挂膜率是多面塑料球填料的 2.03 倍。

分析原因, 主要在于微生物在填料表面的附着受填料表面特性、微生物特性及周围环境等诸多因素的影响。填料的比表面积、表面粗糙度和生物特性是影响微生物附着的关键因素。本试验中采用的陶粒填料比表面积是多面塑料球填料的 1.92 倍, 外表面的粗糙程度也较多面塑料球填料更高, 因此陶粒填料的内外表面能为微生物的生长提供更好的附着场所和更稳定的内部空间。此外, 啤酒污水活性污泥中的菌群以好氧类的杆菌、单球菌为主, 投加 EM 后优势菌群中出现放线菌等其它对生物附着条件要求更高的菌群, 故而采用附着条件好的陶粒填料能得到更好的挂膜效果。

2.2 EM 接种方式对 EM 菌挂膜效果的影响

图 5 表明了分别采用陶粒填料 (图 5(b)) 和塑料多面球填料 (图 5(a)) 挂膜时, 不同 EM 接种方式对反应器启动过程有机物的去除效果的影响。图 6 则表明了陶粒填料 (图 6 (b)) 和塑料多面球填料 (图 6(a)) 挂膜时, EM 接种方式对反应器开始挂膜时间、挂膜完成时间和最大挂膜量的影响, 其中 EM 原液接种方式采用 50mLEM 原液加于反应器中挂膜, 混合液接种则采用 30 mL EM 原液加 20mL 啤酒污水活性污泥混合液加于反应器中挂膜。

试验过程发现, 在陶粒填料挂膜的情况下, EM

原液接种较 EM 混合液接种效果好; 塑料多面球填料挂膜时, 情况则发生变化。从图 5 中可以看出, 陶粒填料挂膜时, EM 原液接种的反应器启动阶段

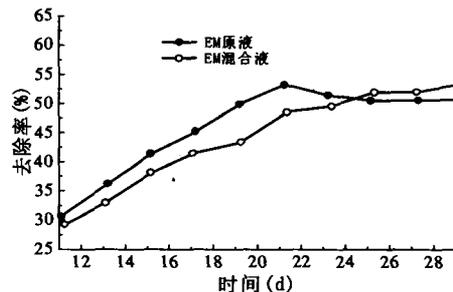


图 5 (a)

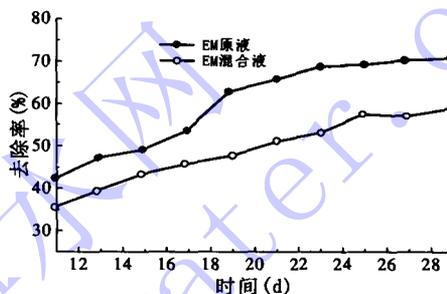


图 5 (b)

图 5 不同 EM 接种方式的反应器启动阶段 COD 去除率

Fig.5 COD removal rate in the starting stage of reactor with different inoculation manner

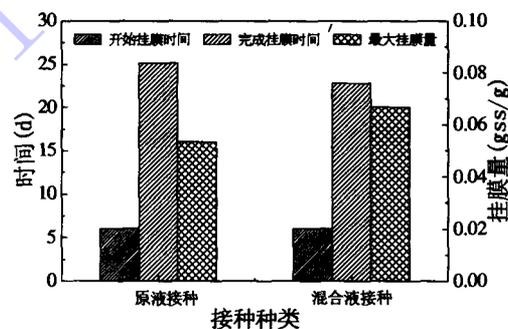


图 6 (a)

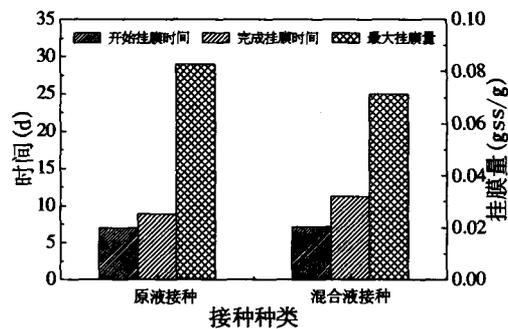


图 6 (b)

图 6 EM 接种方式对开始挂膜、完成挂膜时间和最大挂膜量的影响

Fig.6 effects of inoculation manner on biofilm culturing time and maximum biofilm culturing quantity



COD去除率始终较EM混合液接种高,启动终期COD去除率是EM混合液接种的1.45倍;塑料多面球填料挂膜时,EM原液接种的反应器COD去除率,在21d达到最高,随后开始缓慢下降,在24d前较EM混合液接种高,至25d起COD去除率开始低于EM混合液接种,终期COD去除率较混合液接种低1.6%。从图6中则可以看出陶粒填料挂膜情况下,EM原液接种的反应器开始挂膜时间与EM混合液接种一致,挂膜完成时间较EM混合液接种早4d,最大挂膜率较EM混合液接种多10.8%;塑料多面球填料挂膜时,两种EM接种方式反应器开始挂膜时间仍然一致,但在挂膜完成时间上EM原液接种较EM混合液接种迟4d,最大挂膜率方面EM原液接种较EM混合液接种少21.9%;但两种填料挂膜时对反应器中微生物的镜检均表现为原液接种时菌群数量多于混合液接种。

分析原因,主要在于不同EM接种方式产生的微生物在优势种群的种类和数量上存在明显差异。EM作为一种复合微生物制剂,其中含有大量的好氧和厌氧微生物群,复壮后活菌数远大于等量活性污泥。使用陶粒填料,外界环境处于微生物生长、附着良好的条件下,EM投加量越大,污水中产生的活性菌群也越多,生物膜的生长情况越好,启动过程终期去除率因此也越高。而采用多孔塑料球时,尽管产生的活性微生物量仍符合上述规律,但由于填料对EM优势菌群的附着性能不好,大量微生物随出水流出,因此表现出EM投加量越大,终期去除率越低的规律。

3 结论

陶粒填料具有优于多面塑料球填料的微生物附着特性,能够为EM菌的生长繁殖提供良好的环境,有利于EM生物接触氧化反应器中生物膜的生长和污染物的去除。

使用EM原液加活性污泥接种的投菌方式由于存在本地菌种的竞争,制约了EM菌作用的发挥;而采用EM原液进行污泥接种,菌群生长受到的干扰少,有助于EM菌中复合菌群的生长和降解作用的强化。

EM生物接触氧化反应器能够解决常规生物接触氧化工艺中填料堵塞产生厌氧区影响处理效果的弊端。试验中发现使用陶粒填料挂膜过程形成的生物膜,大部分呈淡黄色,但在填料中下部出现了部分黑色生物膜,镜检结果表明厌氧菌在其中生长。考察挂膜过程有机物去除效果,系统的运行几乎未受到影响,反应器对污染物的去除仍维持在较高水平,分析原因主要是EM菌中的厌氧菌群发挥吸附降解作用的结果。

参考文献:

- [1] (日)比嘉照夫著,冯玉泽译.拯救地球大变革[M].北京:中国农业大学出版社,1992.
- [2] 邵青.EM对生活污水中常见污染物的去除效果[J].中国给水排水,2001,17(3):74-76.
- [3] 车美芹,汪翔,朱亮.有效微生物(EM)处理食品废水的试验研究[J].环境科学研究,2002,15(3):53-55.
- [4] 程晓如,陈永祥,孙迎霞.EM菌强化SBR脱氮除磷的试验研究[J].重庆环境科学,2002,24(5):55-57.
- [5] 朱亮,汪翔,朱雪诞,等.EM菌富集培养及降解污水试验研究[J].河海大学学报(自然科学版),2002,30(2):6-8.

FACTORS AFFECTING BIOFILM CULTURING OF EFFECTIVE MICROORGANISM (EM) BIOLOGICAL CONTACT OXIDATION REACTOR

Feng Qian¹, Xue Zhao-xia¹, Wang Hui¹, Qian Jian², Che Mei-qin³

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hehai University, Nanjing 210098, China;

2. The Planning Bureau of Nanjing, Nanjing 210014, China; 3. Suzhou Water Resources Bureau, Suzhou 215004, China)

Abstract: In this paper, the effects of different packing materials, different inoculation sludge on the biofilm culturing of effective microorganism (EM) biological contact oxidation reactor are studied. Results showed that packing material and inoculation manner had an effect on biofilm culturing; haydite was better than that of polyhedral plastic ball in biological contact oxidation reactor; the maximum biofilm quantity in haydite was 2.03 times of polyhedral plastic ball; the maximum COD removal rate was 7.4% higher than polyhedral plastic ball. The effects of EM inoculation manner on biofilm culturing was different from packing material.

Key words: biological contact oxidation; effective microorganism; biofilm culturing