

文章编号: 1673 - 1212 (2007) 01 - 0076 - 03

# 悬浮载体生物流化床对城市污水 有机物去除效能的研究

马云<sup>1</sup>, 高艳玲<sup>2</sup>, 吕炳南<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省环境保护科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150056; 2. 中国环境管理干部学院, 山东 秦皇岛 066004;  
3. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

**摘要:** 悬浮载体生物流化床是一种全新的反应器, 本文介绍了该反应器的特点及试验方法, 并通过试验对城市污水有机物的去除效能进行了研究, 结果表明, 反应器对 COD 的平均去除率达到 89.52%, 试验中全部出水水样 COD 浓度在 50mg/L 以下, 达到了国家《污水综合排放标准》(GB 8978 - 1996) 一级标准。

中图分类号: X703.3

文献标识码: B

## Research on Removal Efficiency of Organic Compounds in Urban Sewage by Suspended Carriers Bio - fluid bed Reactor

Ma Yun<sup>1</sup>, Gao Yanling<sup>2</sup>, Lv Bingnan<sup>3</sup>

(1. Hei Longjiang Research Institute of Environment Science, Harbin 150056;  
2. Environment Management College of China, QinHuangDao, 066004;  
3. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090)

**Abstract:** Suspended carriers biological fluid bed is a new style reactor. This paper first introduced its characteristics and experimental methods. And also the removal efficiency of organic compounds in urban sewage was studied. The results showed that the removal efficiency of COD could reach 89.52% and the concentration of COD in effluent were below 50mg/L and reached the national standard.

### 1 试验装置及方法

#### 1.1 试验装置

悬浮载体生物流化床工艺流程简图 (见图 1)。

试验所用主体反应器为有机玻璃制成, 柱体内直径 30cm, 圆柱高 240cm, 总有效容积为 169.65L, 其中上部为好氧区, 高 180cm, 有效容积为 113.10L, 下部为缺氧区, 高度为 80cm, 有效容积为 56.55L。试验工艺采用底部进水, 上部出水, 在反应器垂直方向的不同位置分别设取样口, 采样口间隔为 40cm, 底部设有排泥放空管, 曝气采用鼓风曝气, 粘质砂块作为微孔曝气器, 可通过空气流量计对曝气量进行调节。

#### 1.2 生物膜填料的选择

填料是悬浮载体生物流化床的核心部分, 它作

为微生物的载体影响着微生物的生长繁殖和脱离过程, 它的性能直接影响和制约着处理效果<sup>[1]</sup>。自上世纪 80 年代以来, 国内填料的选择方面已经做了大量的研究工作, 如清华大学对不同惰性载体, 如陶粒、石英砂、褐煤、沸石、炉渣、麦饭石、焦炭, 进行了比较系统的性能对比研究<sup>[2]</sup>。在生活污水及工业废水处理方面, 良好的填料需要满足以下特性: 良好的水力学性能; 有利于生物膜的附着; 有足够的机械强度, 稳定的物理化学性质, 并能够抵抗废水和微生物的侵蚀, 不溶出有害物质; 成本低廉, 填料的费用一般约占生物膜工程总投资的 30~40%, 因此, 填料的性能价格比非常重要。一般情况下, 为了能够增加反应器内生物量, 应选择比表面积较大的填料<sup>[3]</sup>。

本工艺采用的填料为空心圆柱体, 内部有十字支撑面, 材质为聚丙烯, 其结构 (单个) 如图 2 所示。填料外径 10.0mm, 内径 8.70mm, 比表面积约为 900m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, 填料密度为 450~500kg/m<sup>3</sup>。该填料在

收稿日期: 2006 - 11 - 29

作者简介: 马云 (1970 - ), 女, 毕业于哈尔滨工业大学, 高级工程师, 主要从事环境保护科学研究工作。

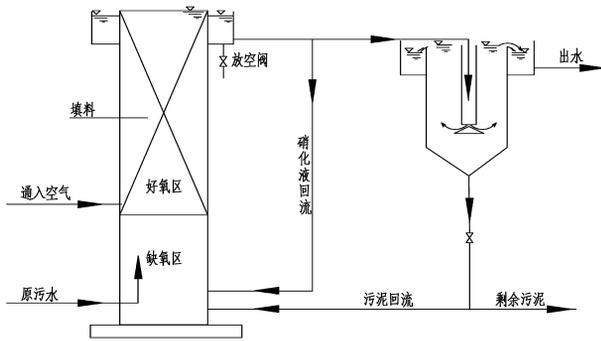


图 1 悬浮载体生物流化床工艺流程简图

外部及内部空隙均能挂生物膜 (主要挂膜区域为填料内部),它具有比表面积大、附着性能强、生物膜不结团、生物膜生长均匀、表面积利用率高和生物量大等特点。

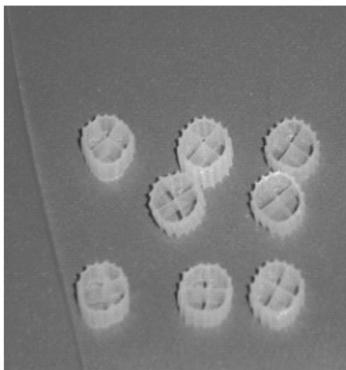


图 2 填料示意图

### 1.3 原水水质

本课题研究地点为河北省秦皇岛市开发区,试验用水为秦皇岛市开发区城市生活污水。其进水质见表 1。

表 1 原水水质

编号	项目	单位	数值	平均值
1	pH		6.8~7.7	7.2
2	CODCr	mg/L	115.0~372.0	233.25
3	TN	mg/L	15.7~88.7	52.54
4	NH <sub>3</sub> -N	mg/L	10.23~63.55	43.51

### 1.4 水质检测设备及分析方法

试验中所有的水质分析方法全部按照国家环保局 1987 年颁布的《水和废水监测分析方法<sup>[4]</sup>》规定的标准进行。试验中主要的分析项目包括:MLSS、MLVSS、COD、TN、TP、NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、DO、pH、生物相等,试验所用的主要仪器和设备见表 2,具体采用的分析检测方法见表 3。

### 1.5 设备启动

由于自养菌生长速度较慢,因此工艺启动的顺序为先培养硝化菌,再驯化反硝化菌,启动前先接种人工培养的、粒径为 2mm 左右的反硝化颗粒污泥,采用人工配水培养硝化菌,总水力停留时间 HRT 为 10h,20 天左右可见好氧区填料开始挂膜,40 天左右填料挂膜基本成功,同时好氧区内悬浮污泥活性较强。

表 2 主要仪器和设备

仪器设备名称	型号	仪器设备名称	型号
分光光度计	ET1150	液体转子流量计	LZB-10
电子天平	FA1104	空气压缩机	YZK-1
托盘天平	HC-TP12B.2	水泵	SP-8000
精密酸度计	51700-10Sension1	多功能消解器	ET3150B
溶解氧仪	51850-10Sension6	箱式电阻炉	SX2-2.5-15
生物显微镜	XS-201	旋片式真空泵	YQ02-30
电热恒温鼓风干燥箱	GZX-9030MBE	调温电热套	DZTW
气体转子流量计	LZB-4	电热蒸馏水器	WSZ-226-77

表 3 水质分析项目和方法

分析项目	分析方法	分析项目	分析方法
MLSS	重量法	CODCr	重铬酸钾氧化-可见分光光度法
MLVSS	重量法	TP	钼锑抗分光光度法
SV%	100ml量筒	TN	2,6-二甲酚分光光度法
SVI	重量法	NH <sub>3</sub> -N	纳氏试剂光度法
DO	51850-10Sension6溶解氧测定仪	NO <sub>3</sub> -N	麝香草酚分光光度法
PH	51700-10Sension1标准便携PH计	NO <sub>2</sub> -N	N-(1-萘基)-乙二胺光度法
氧化还原电位	51700-10Sension1标准便携PH计	生物相	光学显微镜观察法

然后对反硝化污泥进行驯化,以生活污水作碳源,20天左右反硝化污泥得以恢复,至此,工艺启动完成。

## 2 结果与讨论

由于悬浮载体生物流化床反应器脱氮反应器是一套全新的污水处理工艺,其相关工艺的研究和应用较少,目前与其工艺类似的 B DSTYR 工艺虽然在国外已经得到了一定程度的应用,但其处理对象和运行条件与本试验有较大差别(其水力停留时间一般是在 2h ~ 5h)<sup>[5]</sup>。因此试验过程中没有的成熟的运行工艺参数可供参考。根据反应器启动时期所得的运行数据,在研究反应器处理城市污水的效能时取运行参数为:

进水流量 25L/h,则水力停留时间 HRT 为 6h(其中好氧区 4h,缺氧区 2h);曝气量 50L/h,即气水比为 2:1,测得好氧区溶解氧在 1.85 ~ 3.22mg/L 之间,平均值为 2.32mg/L;反应器内温度在 16.0 ~ 28.8 之间;硝化液回流比取 2:1,即内循环硝化液回流量为 50L/h。污水生物处理反应器对有机物的去除能力是评价反应器性能的最主要指标之一,而 COD 是污水处理中用来表征污水中有机物含量的常用指标,正式运行期间悬浮载体生物流化床反应器对 COD 的去除效果如图 3 所示。

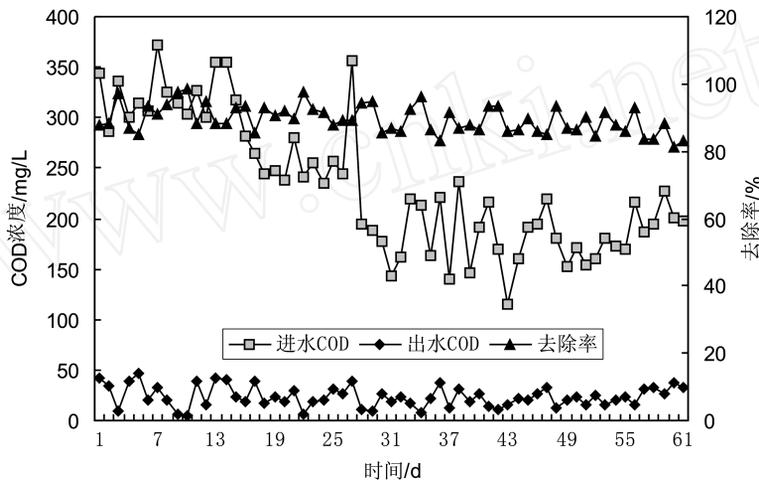


图 3 正式运行期间 COD 的去除情况

正式运行期间进水 COD 浓度变化范围为 115.0 ~ 372.3mg/L,平均浓度为 233.25 mg/L。由图 3 可知,进水有机物浓度波动较大,而出水却相当稳定,COD 出水最高为 47.0mg/L,最低为 5.0mg/L,平均为 23.59mg/L 左右,说明悬浮载体生物流化床反应器对有机物具有良好的处理效能,并具有较高的抗水质负荷冲击能力,能稳定运行。正式运行期间模型反应器对 COD 的总平均去除率达到 89.52%,最低去除率为 81.09%,最高可达 98.38%,试验中全部出水水样 COD 浓度在 50mg/L 以下,达到了国家《污水综合排放标准》(GB 8978 - 96)一级标准。

## 3 结论

悬浮载体生物流化床反应器是根据 A/O 生物脱氮反应器及生物流化床的特点而设计的。本课题涉及了污水处理工艺学、水力学、微生物学等多学科的内容。通过试验研究可得出如下主要结论:

(1)通过投加悬浮填料,填料巨大的比表面积可增大曝气池的污泥浓度,且填料提供了活性污泥固着的生长环境,有利于污染物质的去除,大大提高了有机物的去除效率。

(2)本反应器是悬浮微生物和固着微生物的有机结合体。生物膜的存在使反应器内生存着世代周

期较长的微生物,丰富的生物相为系统功能的正常运行提供了有效的保证。而由细菌、真菌、原生动物和微型后生动物组成的复杂食物链,发挥了活性污泥和生物膜中微生物的各自特性,使系统具有较高的能量流动和物质转化效率,反应器表现出处理效果好、抗冲击负荷能力强、污泥产量低等高效运行特征。

### 参考文献:

- [1] Kazuaki Hibiya, Akihiko Terada, Satoshi Tsuneda and Akira Hirata. Simultaneous Nitrification and Denitrification by Controlling Vertical and Horizontal Microenvironment in a Membrane - Aerated Biofilm Reactor. Journal of Biotechnology 2003, 100 (1): 23 - 32
- [2] 王占生,刘文军. 微污染水源饮用水处理 [M]. 中国建筑工业出版社, 1999: 133
- [3] Kyu - Hong Ahn, Kyung - Guen, Eulsang Cho, Jinwoo Cho, Hojoon Yun, Seockheon Lee, Jaeyoung Kim. Enhanced biological phosphorus and nitrogen removal using a sequencing anoxic/anaerobic membrane bioreactor (SAM) process. Desalination, 2003, 157: 345 - 352
- [4] 国家环保局. 水和废水监测分析方法 [M]. 第三版. 中国环境科学出版社, 1998: 67 - 365.
- [5] Brdjanovic D, van Loosdrecht MCM, Versteeg P, et al. Modeling COD, N and P Removal in a Full - scale WWTP. Haarlern Waardepolder Water Res 2000, 34: 846 - 858