

王京城. MBBR 处理生活污水技术研究[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(12): 383-385.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.12.128

# MBBR 处理生活污水技术研究

王京城

(辽宁省环境科学研究院, 辽宁沈阳 110161)

**摘要:**针对传统填料亲水性差、附着能力差的缺点,采用新型改性填料,较好地克服了以上缺点。试验结果表明:移动床生物膜反应器(moving bed biofilm reactor, MBBR)在采用排泥法挂膜时,在温度为 14~18℃、水力停留时间为 10 h、曝气量为 320 L/h、填料填充率为 40% 时,出水可达一级 A 标准。

**关键词:** MBBR; 生活污水; 填料; 填充率

**中图分类号:** X703 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)12-0383-03

移动床生物膜反应器(moving bed biofilm reactor, MBBR)作为一种新型的污水处理技术,以其低能耗、低投资、维护管理简单等特性在农村水污染治理中被逐步认可并推广<sup>[1]</sup>。移动床生物膜反应器的研究方向主要包括生物膜载体的开发与改良、微生物的附着与膜机理的研究、反应器工艺的改善、动力学研究等<sup>[2-3]</sup>。本试验采用的新型填料具有比表面积大、粗糙度高、易挂膜、无堵塞、亲水性好等优点,本研究以期通过试验验证 MBBR 处理污染物的能力,探索该工艺处理生活污水的运行参数,包括 HRT(水力停留时间)、化学需氧量(COD)去除能力、曝气量、填料填充率等,从而为中试试验及工程应用提供基础资料。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 试验用水

以某单位化粪池污水为处理对象,水质成分为:COD 350~450 mg/L,氨氮 40~70 mg/L,总氮 50~80 mg/L,总磷 4~8 mg/L, pH 值 6.8~7.6。

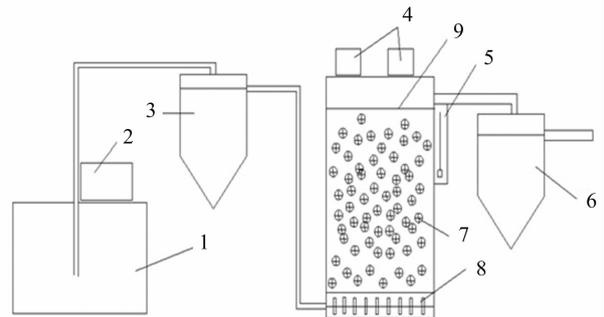
### 1.2 试验装置

研究用试验装置主体结构由有机玻璃制成,固定在铁架上,反应池的长度为 40 cm,宽度 40 cm,高 91 cm,总有效体积达 0.145 6 m<sup>3</sup>。初沉池与二沉池均为竖流式沉淀池。曝气装置采用的是微孔曝气。MBBR 工艺流程见图 1。

### 1.3 启动试验(挂膜阶段)

本试验采用闷曝自然挂膜法,接种污泥来自于某污水处理厂曝气池内活性污泥,接入放有填料的移动床生物膜反应器内,闷曝 2 d。试验用水为化粪池水与自来水的混合,将进水 COD 的浓度调到约 400 mg/L 左右,氨氮浓度为 40 mg/L 左右,连续进水,水力停留时间为 12 h,曝气量逐渐从 220 L/h 提高到 300 L/h,水温为 18℃。随着时间的推移,填料上会逐渐出现肉眼能够看见的生物膜,生物膜中的微生物的种类、结

构会越来越复杂,生物膜会越来越厚,从而变得清晰可见,生物量也会越来越多,逐渐达到稳定的状态。



1—水槽; 2—蠕动泵; 3—初沉池; 4—空气泵; 5—转子流量计; 6—二沉池; 7—填料; 8—曝气装置; 9—筛网

图1 MBBR试验装置

图 2 为不同时期内微生物的挂膜情况,图 2-a 为微生物挂膜初期,填料上只有部分低等微生物附于填料表面,它们主要是作用在填料表面形成黏膜,用肉眼还不能够看清这些微生物;图 2-b 为培养 8 d 后微生物的生长情况,填料表面出现 1 层薄薄的絮状体,这是一些以细菌为养料的微生物逐渐增长的结果。图 2-c、图 2-d 为生长趋于稳定的生物膜,它们含有各种各样的微生物,构成一个完整的生态群体。

移动床生物膜反应器生物膜上细菌的镜检结果见图 3,可见生物膜上生长着大量杆菌和球菌类细菌,它们是生物膜中最小的微生物群体,不但自身能够利用污水中的有机物质合成自身细胞,还可以为其他微生物提供养料,在填料挂膜上也作为最基本的条件,因此在构成生物膜中起着举足轻重的作用。

## 2 不同因素对 COD 去除效果的影响分析

### 2.1 水力停留时间

试验采用连续进水方式,在进水 COD 浓度 400 mg/L、氨氮浓度为 40 mg/L、曝气量为 320 L/h、填料填充率为 40%、温度为 14~18℃ 的条件下,考察 4、6、8、10、12 h 水力停留时间对 COD 去除效果的影响。

由图 4 可以看出,水力停留时间为 4~10 h,对 COD 去除效果的影响很显著;随着水力停留时间的延长,出水 COD 浓

收稿日期:2014-02-18

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(编号:2012zx07202-003)。

作者简介:王京城(1981—),男,黑龙江牡丹江人,硕士,工程师,从事水污染控制技术研究工作。E-mail: laeswj@163.com。

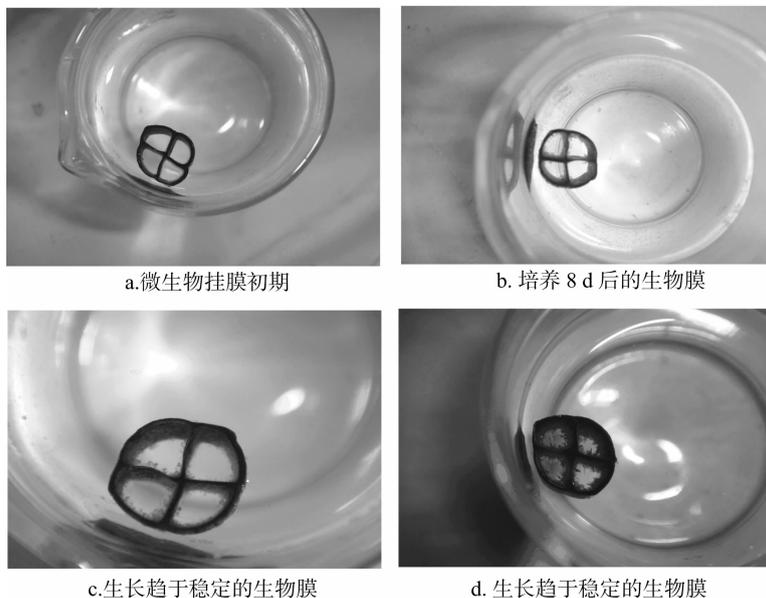


图2 不同时期微生物的挂膜情况

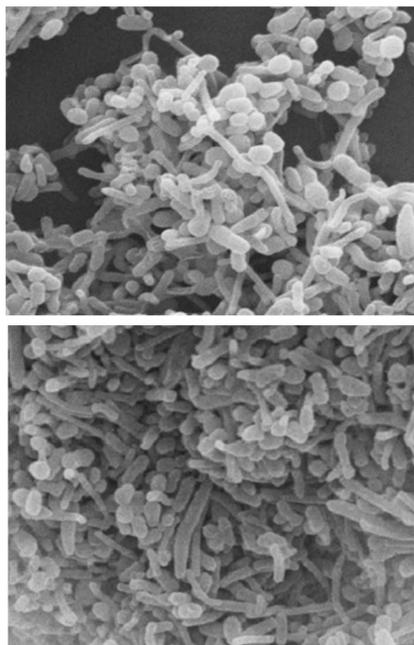


图3 生物膜细菌的镜检结果

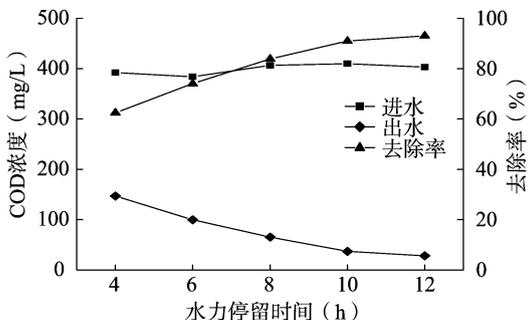


图4 水力停留时间对 COD 的去除效果

料填满,由于水的剪切力作用,悬浮的微生物也较多,说明生物膜量达到稳定值;继续增加水力停留时间至 12 h 时,COD 的去除率变化幅度趋于平缓,水中的有机物去除达到平衡,如继续增加 HRT,势必会造成微生物的碳源不足而影响整个生物膜系统。因此从 COD 的去除效果和经济成本考虑,当水力停留时间为 10 h 时最为理想。

### 2.2 曝气量

在以上条件不变的基础上,将水力停留时间设定为 10 h,曝气量分别选定 140、200、260、320、380 L/h 时,考察溶解氧对 COD 去除效果的影响,试验结果如图 5 所示。

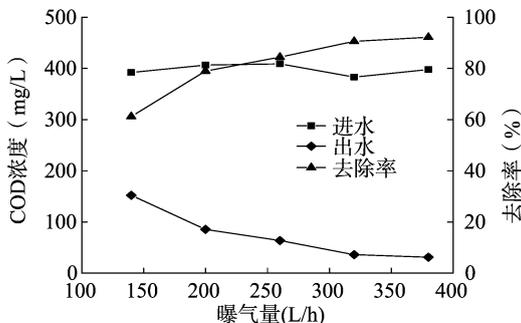


图5 曝气量对 COD 的去除效果

由图 5 可以看出,溶解氧对 COD 的去除率并没有太大的影响。但是在不同的曝气条件下,去除 COD 的微生物却相差很大:当曝气量维持在 200 L/h 以内时,溶解氧很低,池内几乎为缺氧状态,大量丝状菌产生,悬浮微生物很多,填料内部生物膜的絮状体也非常松散,进到二沉池的污水中含有大量结构松散的微生物,使二沉池的沉淀效果非常差,进而影响出水水质,较小的曝气量也会导致填料在池内流动缓慢,如果扩大池内静止填料的区域范围,导致溶解氧不能充分利用,反应池中的污水也呈不均匀分布;当曝气量达到 260 L/h 以上时,池内的微生物几乎都存在于生物膜上,COD 主要是被生物膜上的微生物去除,悬浮微生物量明显减少,大部分都是生物膜上脱落的残体,它们结构密实,不易被水流打散,随后会随着

度越来越小,当达到 10 h 时,出水 COD 的浓度低于 50 mg/L,优于 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 A 标准。此外在试验过程中也观察到,微生物已将填

水流进入二沉池而易于沉淀下来,出水水质较好;当曝气量在320 L/h时,出水达到最佳值,溶解氧浓度约为3.7 mg/L;当继续加大曝气量,COD的去除效果不是很明显,如果继续加大曝气量会导致池内的搅拌强度过于激烈,既增加成本又会使水的剪切力加大,造成生物膜严重脱落。

### 2.3 填充率

在进水COD浓度400 mg/L、氨氮浓度为40 mg/L、曝气量为320.3 L/h、温度为14~18℃条件下,设置填料填充率分别为30%、40%、50%,研究不同水力停留时间下填充率对COD去除效果的影响,试验结果见图6。

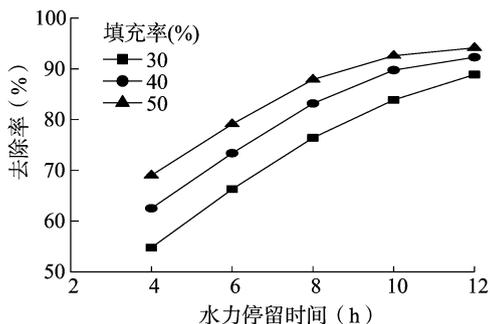


图6 填充率对COD的去除效果

由图6可见,在4~8 h的水力停留时间下,去除率几乎为3条平行曲线;随着微生物水力停留时间的延长,去除率越来越好,这时起主导作用的是填料的填充率,也就是微生物的量决定去除效果,因为池内含有的有机物越多,生物膜量就越多,而填料较少时不能保证微生物量,因此刚开始时50%填料的去除率占较大优势。但是填料填充得越多也并不是在水力停留时间短时就好,这也取决于曝气量,因为生物膜越多,曝气量的消耗就越大,池内溶解氧含量就会越来越少,出水水质也会越来越差。当水力停留时间为10 h时,40%的填料几乎接近50%填料的去除效果,这是因为40%的生物膜量几乎接近50%填料的生物膜量,说明这时填料填充率已经不能起主导作用;当水力停留时间为12 h时,30%填料的去除率也开始逐渐靠近40%、50%填料。综合考虑,选40%填充率。

### 2.4 COD浓度

在设定水力停留时间为10 h、曝气量为320.3 L/h、温度为14~18℃、填充率为40%的条件下,考察不同COD浓度对有机物的去除效果,试验结果如图7所示。

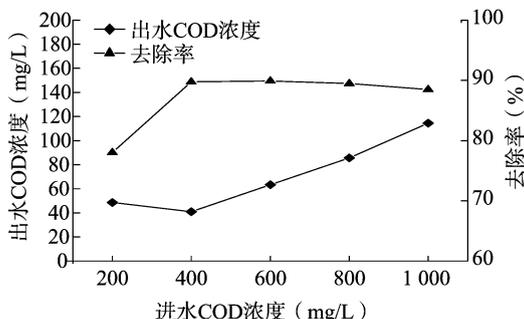


图7 有机物浓度对COD的去除效果

图7表明,在进水COD浓度为200 mg/L时,有机物的去除率为78%,去除效果不是很好,因为在较低的COD浓度

下,生物膜出现大量的脱落现象,且脱落的生物膜体积小,在二沉池内不易沉降,导致出水含有较多的微生物,因此去除效果不理想;当进水COD为400~600 mg/L时,生物膜又恢复到原来的量,不但能够保证微生物厌氧层和好氧层同时消耗水中的碳源,而且生物膜大块脱落,在二沉池中能够快速沉降,使得出水水质良好;当进水COD浓度在600 mg/L以上时,尽管去除率略有下降,但是出水已经有明显上升趋势,这是因为较高的碳源会使池内的微生物大量繁殖,尤其是悬浮微生物,它们虽然能够吸收大量的有机物但是在池内这些微生物经过水和填料的剪切力作用,使得悬浮微生物的体积较小,去除效果有所下降。

### 2.5 容积负荷

在其他条件不变的情况下,考察不同的容积负荷对有机物去除的影响,结果见表1。

表1 容积负荷对COD的去除效果

容积负荷 [kg/(m <sup>3</sup> ·d)]	COD的去除率 (%)
0.531	78.0
0.960	89.8
1.506	89.9
1.950	89.5
2.386	88.5
3.051	87.4
3.982	84.3
5.176	80.8

由表1可见容积负荷对有机物的去除率的影响,在容积负荷较低的情况下,去除效率相对较低,主要原因是碳源不足,微生物量少,填料较轻,受到水的冲刷力较大,脱落生物膜被搅碎,出水中夹杂细小的生物膜碎片;随着容积负荷的加大,去除率越来越好,生物膜量比较稳定,当容积负荷超过3.0 kg/(m<sup>3</sup>·d)时,去除率略有下降,但是下降幅度不大,主要原因可能是因为池内悬浮的微生物较多,池内溶解氧不足,填料质量加大,搅拌强度下降,但是仍然能够保证80%的去除率,说明生物膜法的抗冲击负荷能力相对活性污泥法占优势。

## 3 结论

研究表明,在温度为14~18℃、水力停留时间为10 h、曝气量为320 L/h、填料填充率为40%时,COD去除率可达89.8%,达到一级A标准。不同容积负荷条件下,COD去除率均维持在较高的水平,说明该系统有较强的抗冲击负荷能力。通过对微生物的生物相观察显示,填料上长有种类繁多的微生物,还有各种钟虫、鞭毛虫、轮虫等,生物膜量非常大,这对污水处理有较大的帮助。

### 参考文献:

- [1]张亮,王冬梅,腾新君. MBBR工艺在农村水污染治理中的应用[J].中国给水排水,2009,25(16):50-52.
- [2]荆洁颖,李文英. 移动床生物膜反应器污水处理工艺的研究现状及展望[J].煤化工,2008,36(4):23-27.
- [3]赵江冰. 移动床生物膜反应器技术处理废水研究[D].上海:上海大学,2004.