

生物接触氧化法的填料 对焦化废水处理效果的实验研究

李 睿¹ 程芳琴¹ 许林虎² 张子兴¹
(1.山西大学,太原 030006;2.山西焦化股份有限公司,洪洞 041606)

摘 要 生物接触氧化法是一种广泛应用于废水处理方法,填料是生物接触氧化法的核心部分,选择合适的填料能够加速生物接触氧化法的处理效率,并能使其运行稳定。选取了 4 种不同的填料,分别从 COD、NH₃-N、浊度的去除以及生物膜量等方面对各种填料进行了比较研究。结果表明,悬浮填料挂膜快,出水水质良好且稳定,微生物生长特性最优,是一种理想的接触氧化法填料。

关键词 生物接触氧化 填料 生物膜 焦化废水

文章编号:1005-9598(2006)-05-0038-03 中图分类号:X703 文献标识码:B

焦化废水所含污染物包括酚类、多环芳香族化合物及含氮、氧、硫的杂环化合物等,是一种典型的含有难降解的有机化合物废水。目前,对焦化废水的处理都难以令人满意。生物接触氧化法(Biological contact oxidation process)是一种浸没型生物膜法,兼有活性污泥法和生物膜法的特点,在废水处理领域中占有很重要的地位。填料是生物接触氧化法的核心部分,不同特性的填料对生物膜的性状、有机物的去除和反应器运行的稳定性等起不同的作用,并直接影响生物接触氧化工艺的处理效果^[1-3]。

1 实验部分

1.1 填料的选取

在废水的生物膜法处理工艺中,填料是反应器的核心部分,填料选择正确与否直接影响着微生物的生长、繁殖、脱落和形态,以及反应器运行的效果和能耗。因此,企业在选取填料时,应考虑比表面积、孔隙率、稳定性、表面粗糙度、价格等因素^[4]。

目前,工厂中使用的填料有固定式填料、悬挂式填料、分散式填料、悬浮式填料等,本实验选用以下 4 种填料,进行填料对处理效果的影响研究,其中填料 1 为悬浮式填料、填料 2 为软性填料、填料 3 为半软性填料、填料 4 为组合式纤维填料。其物理指标及构造分别见表 1 和图 1。

表 1 填料特性

填料序号	平均直径/cm	表面积/cm ² ·个 ⁻¹	总比表面积/m ² ·g ⁻¹	密度/g·cm ⁻³	空隙率/%	成品质量/g·个 ⁻¹
1	1.90	340.0	94.5	0.719 0	82.6	3.596 4
2	0.08	3.8	119.1	0.420 0	80.0	0.032 1
3	14.80	148.0	35.3	0.157 0	57.0	4.192 0
4	14.60	165.8	165.8	0.037 7	75.0	2.018 8

基金项目:山西省科技攻关项目(051108),山西省高校科研发项目(20041204)。

收稿日期:2006-05-11

作者简介:李 睿(1981—),男,2004 年毕业于山西大学环境科学专业,在读研究生,现从事焦化废水处理方面的研究工作。

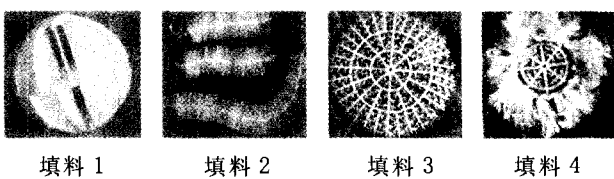


图 1 4 种填料构造示意图

1.2 实验装置

实验采用两段式接触氧化法,其流程示意图见图 2。

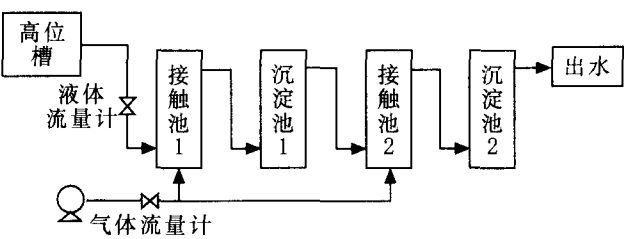


图 2 两段式接触氧化法流程示意图

1.3 实验条件与水质

实验过程中,要控制废水的化学需氧量 COD、氨氮 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、生物量、色度、浊度等指标。实验用水为经厌氧处理后的焦化废水,其水质分析见表 2,实验检测指标及检测方法见表 3。

表 2 实验用水水质分析

色度 / 度	浊度 / NTU	pH	COD/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{NH}_3\text{-N}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
250~330	60~90	7.5~8.5	200~600	50~70

表 3 实验指标及检测方法 / 仪器

COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	生物量	色度	浊度	D0	pH
重铬酸钾法	纳氏试剂 比色法	减重法	XS-型色度仪	WZS-185 型 浊度仪	JPB-607 便携式溶氧仪	BJ-260 便携式 pH 计

1.4 实验过程

实验分别采用以上 4 种填料,在温度 $26^\circ\text{C}\sim 30^\circ\text{C}$ 的条件下,采用快速排泥挂膜法进行挂膜^[5]。接种污泥为某生活污水厂的回流污泥,在实验室经过驯化培养后和废水以泥水比 1:3 混合倒入反应器中,静置 8h,使污泥与载体接触进行微生物接种,之后全部放掉。再连续进不含污泥的污水,并逐渐加大进水量。经 5d~7d 后,COD 去除率大于 70%, $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率稳定在 60%,镜检微生物相良好且稳定时,认为填料挂膜成功。维持反应器相同的进水浓度,分别检验 4 种填料在相同时期内对废水的处理效果,考察填料对 COD、氨氮、浊度、生物膜的生长状况的影响。

2 结果与讨论

2.1 对 COD 的去除情况

实验运行期间,4 种填料对 COD 去除率的影响见图 3。

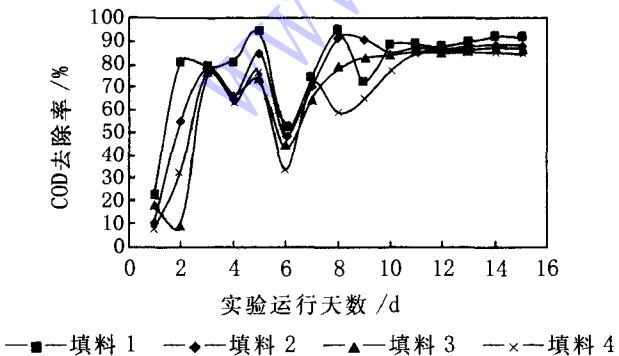


图 3 4 种填料 COD 去除率趋势图

从图 3 可以看出,在挂膜初期,进水 COD 为 $200\text{mg/L}\sim 300\text{mg/L}$,填料上微生物量较少,对 COD 去除率均较低,但其增长速度很快。第 3 天后每种填料 COD 去除率都达到 75%以上。由于初期膜生长不牢固,受曝气量和停留时间(HRT)的影响较大,使得第 3、4、5 天的 COD 去除率都呈现波动性。第 6 天 COD 进水质量浓度加大为 $500\text{mg/L}\sim 600\text{mg/L}$,去除率有所下降,只有填料 1 的去除率在 50%以上,但在增大 COD 进水浓度的第 2 天,每种填料对 COD 的去除率都开始增大,并在 10d 后趋于稳定,并在整个运行期间保持稳定。这是由于氧化池中生物固体量多,水流又属于完全混合型,因此,生物接触氧化池对水质骤变有较强的适应能力。在实验运行期,悬浮填料 1 表现出最佳的稳定性和 COD 的去除性能。

2.2 对氨氮、浊度的去除情况

4 种填料对氨氮、浊度的去除情况见表 4。

表 4 4 种填料的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率、出水浊度的比较

	出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ $/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率 /%	出水浊度 $/\text{NTU}$
填料 1	9~13	83	16
填料 2	12~15	77	17
填料 3	12~17	73	17
填料 4	15~22	69	19
注:以上数据为平均值。			

4 种填料对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率在挂膜初期也有一定的波动,但在第 10 天后都达到了稳定的去除状态。其中,填料 1 去除率最高平均值为 83%,填料 4 较差为



69%，这主要是由于悬浮填料1的生物膜生长状况良好，生物量大，硝化反硝化能力强。4种填料对浊度均表现出较高的去除效果，出水浊度都低于20 NTU。这和生物接触氧化反应器对悬浮性物质的物理截留、吸附和生物降解有关^[1]，说明成熟后的生物膜对有机物去除率高，生长牢固，耐水力冲击，不易脱落。

2.3 对色度的去除情况

实验中发现，4种填料对色度的去除效果都不是很理想，去除率只在50%~60%。这是由于生物膜对于一些产生色度的有机化合物难以分解，使得废水的色度无法降下来。

2.4 生物膜的生长状况

由于4种填料特性不同，所以微生物在填料上生长的速度和固着度不同，导致各种填料上的生物量也不同。4种填料不同阶段的生物膜量见图4。

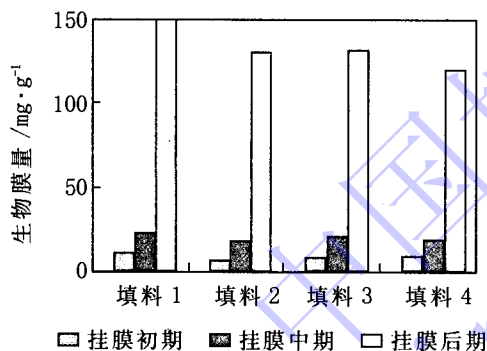


图4 4种填料不同阶段的生物膜量

我们利用减重法进行生物量的测定^[6]，挂膜初期，4种填料微生物生长缓慢，生物量较少，随着挂膜期的延长，微生物在填料上稳定增长，在生物膜成熟期，填料1的生物膜量约为150 mg/g，填料4由于出现结团现象，生物膜量最低。

综合比较COD、氨氮、浊度的去除效果可以看出，悬浮式填料(填料1)反应器要优于悬挂式填料(填料2、3、4)，主要是因为每种填料不同的比表面积、孔隙率和对微生物的亲合作用而使得填料上的生物膜量以及生物活性不同，对比4种填料的生物膜生长情况也可以看出，填料1的生物膜量增长很快并且稳定，填料4由于发生结团现象而使得生物膜量后期生长

缓慢，对废水处理效果较差。

3 结论与建议

3.1 通过4种填料对焦化废水处理效果的研究表明，填料1不论是对COD、NH₃-N的去除效果，还是从挂膜时间和生物膜生长的稳定性考虑，都要强于其他3种填料。综合性能的优劣次序分别为填料1、填料2、填料3、填料4。

3.2 悬浮填料比悬挂式填料去除率高、运行稳定。造成处理效果差异的主要原因是填料上微生物生长量不同。悬挂式具有挂膜快、处理效果相对稳定的特点，受环境变化影响较小，但表面光滑，生物不易生长，组合填料4周边的软质填料产生结团现象，使废水处理效果较低；悬浮填料受气水作用能够悬浮而有较强的布水、布气功能，具有易挂膜、膜生长快、处理效果稳定、有机物去除率高等优点，可以广泛用于生产实践。

3.3 今后应加大悬浮填料的研究。在材质方面，寻找价格更低廉、使用寿命长、易挂膜的原材料；在结构方面，尽可能设计出比表面积大、孔隙率大、表面粗糙的形状，尽可能降低悬浮填料的造价，最大程度发挥其优点，使悬浮填料能更广泛地应用到污水处理中去。

参考文献：

- [1] 李小晨,吴成强,杨敏,等.用于生物接触氧化工艺的填料特性比较研究[J].环境污染治理技术与设备,2005,6(1):44-47.
- [2] 江萍,黎俊,张文涛,等.生物接触氧化法处理有机废水的进展[J].环境与开发,2000,15(4):6-7.
- [3] 滕济林.新型生物填料开发应用技术研究[J].北京:华北电力大学,2001.
- [4] 金冬霞,田刚,施汉昌.悬浮填料的选取及其性能试验研究[J].环境科学学报,2002,22(3):333-337.
- [5] 余汉青,顾国维.生物膜反应器挂膜方法的试验研究[J].中国给水排水,1992,8(3):13-17.
- [6] 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.