

# 组合材料渗透生物反应墙对垃圾渗滤液处理弱毒化研究

刘甜 陈喆倩 朱超

(陕西科技大学环境科学与工程学院 陕西 西安 710021)

**摘要:** 本研究以活性炭、沸石、锰砂、陶粒制备并添加菌剂的组合材料渗透生物反应墙,考察了生物反应墙在 7d 的运行周期内,垃圾渗滤液的整体处理效果,模拟结果较理想,COD 去除率都在 92%以上,生物毒性试验中发光细菌抑制率基本都在 30%以下,总抗氧化能力整体随着时间推移而逐渐增高。

**关键词:** 生物反应墙;垃圾渗滤液;COD 去除率;生物毒性;总抗氧化能力

## 1 引言

垃圾渗滤液作为垃圾填埋过程中的“副产品”,是一种浓度较高的有机废水,其中不仅含有致癌物,还有二十种以上的有毒有害污染物被列入环境优先污染物的“黑名单”,成分复杂,包括多种有机污染物、重金属、高氨氮等,水质水量波动大;如果处理不当,将会严重污染大气、地表水和地下水,造成二次污染,严重影响环境和人类健康。

地下水污染具有复杂性、隐蔽性和难以恢复的特点,一旦含水层遭受了污染,恢复和净化的过程是相当漫长的;目前较典型的地下水修复技术约有十多种,而根据修复技术的原理,可分为四大类,即物理法、化学法、生物法和综合修复技术<sup>[1]</sup>。按修复方式又可分为异位修复技术(Ex-Situ)和原位修复技术(In-Situ)<sup>[2]</sup>。

渗透性反应墙是一种建于地下的地下水原位修复技术,简称 PRB 技术(Permeable Reactive Barrier)。20 世纪末出现,是目前地下水修复研究领域的热点,具有应用范围广、处理效果好、反应介质消耗慢、费用低、节能环保等优点。生物反应墙作为 PRB 与强化生物修复方法的结合技术,以其修复过程绿色、经济、可减少污染物的暴露和对土地环境的扰动等优点,已被广泛应用于国外的实验室和场地修复研究中,被认为是最具有发展潜力的新兴修复技术。

本研究通过设计运行生物反应墙,对通入垃圾渗滤液进行弱毒化作用研究,并检测相关出水水质,为地下水污染环境修复工程的实施提供必要的理论依据和技术支持,并对研究开发和完善污染地下水修复技术有重要的意义。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料

试验材料:试验中供试垃圾渗滤液取自江村沟垃圾渗滤液处理厂(COD 在 8000-15000mg/l),0.9%生理盐水,Biolog 生态板,96 孔微平板,LB 肉汤,自来水。所使用的菌株为课题组培养菌株。

### 2.2 实验装置

如图 1 所示,设计建立总长,宽,高分别为 700mm,50mm,60mm 的生物反应墙,实际实验装置如图 3 所示。

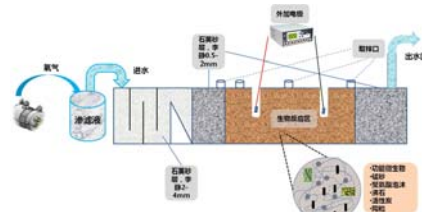


图 1 生物反应墙设计图(由上至下依次为俯视图,主视图,整体结构图)

### 2.3 实验方法

#### 2.3.1 生物反应墙填充介质的选取

课题组采用石英砂(粗,细)做出水处填料,陶粒,锰砂,沸石,活性炭做生物反应区填料,实验得出最佳滤料比,获得最优试验效果。填料性状特征见表 1。

表 1 反应墙填充介质材料性状及特征作用

名称	主要性状	特征作用
陶粒	浅灰色,形圆(d 4-5mm),多孔(密度小、质轻)	生物膜的理想载体
锰砂	深褐色,不规则三角体(d <sub>平均</sub> 2-3mm)	对砷等去除效果独特
石英砂	1-2mm 2-4mm	机械强度高,使用周期长
沸石	乳黄色,形状不规则	优良吸附性、离子交换性
活性炭	黑色,形状不规则(d <sub>平均</sub> 1-2mm),微孔多(巨大的比表面积)	能有效地去除色度、臭味

## 2.4 结果分析

### 2.4.1 COD 去除效果

如图 2 所示:COD 去除率基本稳定(除运行初期水样 3 有小波动),去除率都大于 92%,可知整个装置在处理期内(5 天)运行状况良好且去除 COD 效果良好。

装置运行初期进水流速略大(泵转速 1 r/min),造成水量(流速)出现波动,进而导致水质(出水效果)随之产生小波动。

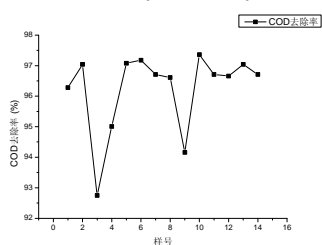


图 2 COD 去除率

### 2.4.2 出水毒性水平确定

与传统生物毒性检测方法相比,发光细菌法简便、快速、灵敏精度高<sup>[7]</sup>;发光细菌抑制率波动不大,除 8 号样的 32.3%的抑制率其余都在 30%以下。如表 2 所示:

表 2 发光菌抑制率

样号	空白	1	2	3	4	5
荧光强度	637.4	451.9	494.3	479.2	475.4	507.6
抑制率/%	/	29.1	22.5	24.8	25.4	20.4
样号	空白	8	11	12	13	14
荧光强度	637.4	514.9	454.2	431.6	521.7	476.1
抑制率/%	/	19.2	28.7	32.3	18.2	25.3

### 2.4.3 总抗氧化能力实验

如图 3 所示:随着时间的推移,总抗氧化能力总体呈上升趋势,就出水而言是好的现象,反映了经处理的水质毒性降低,对微生物的抗氧化活性影响小。

对于 6h 的总抗氧化能力突然大幅增高的反常情况,原因在于微生物的对于外界环境改变产生的应激反应,加之进水初期填

料都为新物质，菌种也都处于饥饿状态，最大限度地吸附、吸收污染物，故出水总抗氧化力远高于其他；之后微生物逐渐适应环境，总抗氧化力降至正常水平，而后随着时间推移又逐渐升高。

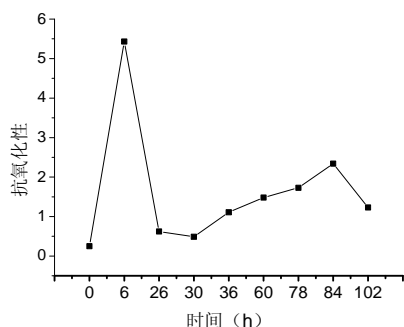


图3 出水总抗氧化能力变化趋势

### 3 结论

模拟生物反应墙在 7d 的运行周期内，处理垃圾渗滤液整体效

果较理想，COD 去除率都在 92%以上，生物毒性试验中发光细菌抑制率基本都在 30%以下，总抗氧化能力整体随着时间推移而逐渐增高；说明该处理方法具有一定的可行性及实际工程参考价值。

参考文献:

[1] 杨梅,费宇红.地下水污染修复技术的研究综述[J].勘察科学技术, 2008(4):12-16

[2] 王晓辉,金静,任洪强等.水质生物毒性检测方法研究进展[J].河北工业科技, 2007, 24(1):59-61.

[3] 骆其金, 谌建宇, 许振成等.可渗透反应墙技术的水质净化特性[J].环境污染与防治, 2010, 32 ( 1 ): 26 - 34.

[4] Garland J L. Analysis and interpretation of community - level physiological profiles in microbial ecology. FEMS Microbiology Ecology, 1997, 24(4): 289 - 300.

[5] 何芬,李子龙,晏恒等.水质生物毒性检测方法的对比研究[J].环境科学与管理, 2008, 33(11):128-130.