

准好氧填埋场垃圾渗滤液全循环回灌处理研究

曾晓岚, 丁文川, 龙腾锐, 张磊磊, 林程保
(重庆大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045)

摘要: 将模拟准好氧填埋场垃圾渗滤液进行全循环回灌处理, 考察了不同回灌条件对渗滤液稳定化进程的影响。结果表明, 不同回灌条件下垃圾渗滤液具有基本相同的稳定化进程, COD 和 BOD₅ 值均经历了快速下降、稳定下降和缓慢下降 3 个时期; 而氨氮浓度则是先升高后降低。每日回灌总量和回灌频率是影响渗滤液稳定化进程的主要因素: 在一定范围内, 二者取值越大则渗滤液的稳定化程度越高。

关键词: 准好氧填埋; 渗滤液全循环; 回灌; 回灌频率; 回灌量; 稳定化

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2007) 15 - 0079 - 04

Fully Recycling Treatment of Semi-aerobic Landfill Leachate

ZENG Xiao-lan, DING Wen-chuan, LONG Teng-rui, ZHANG Lei-lei,
LIN Cheng-bao

(Key Laboratory of Three Gorges Reservoir Region's Eco-Environment <Ministry of Education>, Chongqing 400045, China)

Abstract: Fully recycling treatment of semi-aerobic landfill leachate was carried out. The influence of different recycling conditions on the leachate stabilization was investigated. The results show that the leachate has similar stabilization under different recycling conditions. COD and BOD₅ values experience three periods of rapid decrease, stable decrease and slow decrease. Ammonia nitrogen experiences an early fast and later slow degradation. The main factors which affect the leachate stabilization are recycling quantity and recycling frequency. Under a certain range, higher recycling quantity and recycling frequency can result in higher leachate stabilization.

Key words: semi-aerobic landfill; fully recycling leachate; recycling; recycling frequency; recycling quantity; stabilization

渗滤液是垃圾填埋场造成环境污染的主要因素之一^[1], 有效收集和处理垃圾渗滤液是填埋场建设和运行中需要解决的关键问题^[2]。由于渗滤液具有污染物浓度高、种类多、成分复杂、可生化性差、水质和水量波动性大^[3]、变化无规律及营养元素比例失调^[4]等特点, 从而给处理工艺的设计和管理造成了极大的困难^[5, 6]。

目前, 渗滤液于填埋场内部进行循环再处理在理论和实践上均已被证实是有效的^[7], 而在垃圾准好氧填埋的基础上采用渗滤液回灌技术, 即使空气进入垃圾层中, 以加速填埋垃圾中有机物的好氧分解, 同时使渗滤液通过专门的收集系统循环送入垃圾堆体内, 以保证填埋层中有充足的水分, 这既减少了渗滤液的排放量, 又降低了渗滤液的污染强

基金项目: 中国西部小城镇环境基础设施经济适用技术及示范项目 (2003 - MOC - NGGP - 03)

度^[8],并使危害成分的含量进一步减少,再经常规生物处理后可实现达标排放。因此,准好氧填埋垃圾渗滤液回灌处理技术在削减渗滤液水量及污染程度、加速垃圾稳定化等方面具有较好的效果。笔者通过实验室模拟试验,对不同回灌条件下准好氧填埋全循环回灌垃圾渗滤液水质随时间的变化情况进行了研究,考察了渗滤液稳定的主要影响因素及稳定化规律。

1 试验装置与方法

1.1 试验装置

试验装置为 4 个 PVC 柱,外径为 400 mm,柱高为 1 600 mm。4 个柱子均模拟准好氧填埋场,阀门 1 和柱顶的 4 个 Ø40 mm 孔全开,阀门 2 半开。为避免环境温度的影响,试验在 15℃ 下进行,不模拟降雨。具体装置见图 1。

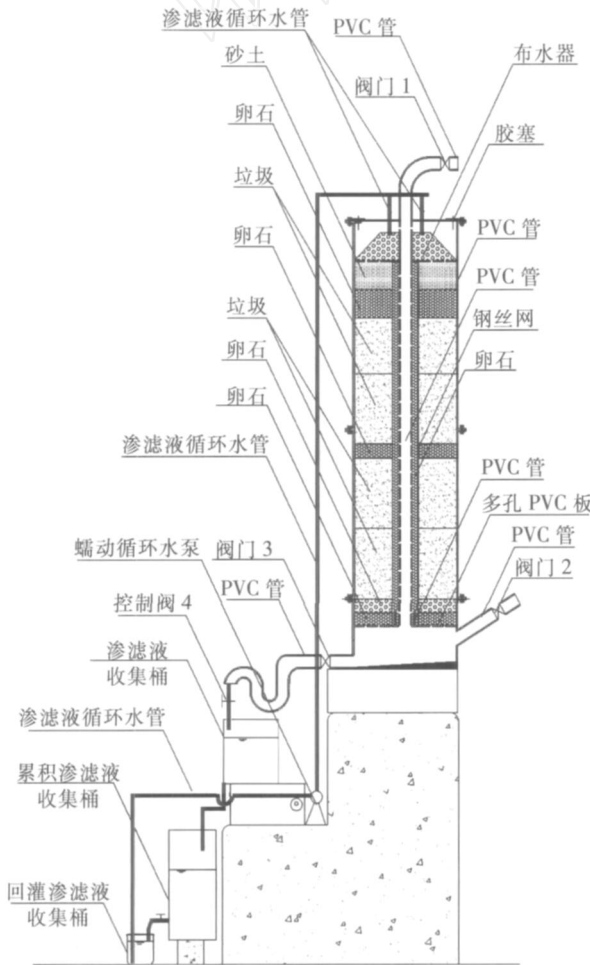


图 1 试验装置

Fig 1 Schematic diagram of experimental set-up

1.2 垃圾装填

试验所用垃圾取自重庆市沙坪坝区杨公桥和陈

家湾垃圾中转站,除去纤维、橡塑、砖石、金属块、玻璃等杂物后,破碎至 50 mm。为增加垃圾的无机成分和透气性,加快其降解,在各柱中均加入石渣煤灰,并在好氧区加入好氧活性污泥 4.3 kg,在厌氧区加入厌氧活性污泥 3 kg。将添加物与垃圾混合均匀后分 4 层分批称质量、装填、压实。试验垃圾的组成和特性分别见表 1、2。

表 1 试验垃圾组成

Tab 1 Composition of solid waste sample %

成分	厨余	树叶	纸张	塑料	金属	石渣	煤灰
含量	47.7	1.2	1.6	0.2	0.1	27.9	21.3

表 2 试验垃圾特性

Tab 2 Characteristics of solid waste sample

项目	密度 / (kg · m ⁻³)	装填质量 / kg	含水率 / %
数值	731.3	68.9	59.8

1.3 试验方法

试验中,4 个模拟柱产生的渗滤液均储存在各自的累积渗滤液收集桶中,不外排。各柱按表 3 所示的回灌量与回灌频率进行回灌。

表 3 回灌条件安排

Tab 3 Recirculating ways of leachate

垃圾柱编号	回灌量 / (mL · 次 ⁻¹)	回灌频率
1 [#]	600	1 次 / 2 d
2 [#]	200	3 次 / d
3 [#]	1 800	1 次 / 2 d
4 [#]	600	3 次 / d

每周分别从各柱的累积渗滤液收集桶中取样一次(取样时间为当天上午首次回灌前),测定 COD、BOD₅ 和氨氮,考察各柱渗滤液水质的变化情况。各指标的测定方法见表 4。

表 4 试验指标测定方法

Tab 4 Testing indexes and methods

指标	方法	仪器
COD	重铬酸钾比色法	HACH 2010 分光光度计
BOD ₅	稀释接种法	
氨氮	纳氏试剂比色法	721 分光光度计

2 结果与讨论

2.1 不同回灌条件下 COD 和 BOD₅ 的降解规律

在 144 d 的全循环回灌处理期间,4 个垃圾柱累积渗滤液的 COD 和 BOD₅ 值变化情况如图 2、3 所示。

由图 2、3 可知,4 个垃圾柱累积渗滤液的 COD

和 BOD_5 值几乎具有相同的变化趋势,即在试验期间均经历了快速下降期、稳定下降期和缓慢下降期 3 个阶段。这主要是由于在新鲜垃圾装填初期,垃圾柱内氧气较为充足,而渗滤液回灌又改善了微生物的生存环境,使有机物降解迅速,因此 COD 和 BOD_5 值下降迅速;之后随着垃圾柱内准好氧状态的形成,柱内氧气减少,微生物对环境逐渐适应、调整,其对有机物的分解由好氧反应向兼氧和厌氧反应过渡,对 COD 和 BOD_5 的降解速率减缓,表现为 COD 值稳定下降、 BOD_5 值下降略有波动;最后由于柱内垃圾降解趋于完全,故渗滤液的 COD 和 BOD_5 值也下降缓慢。

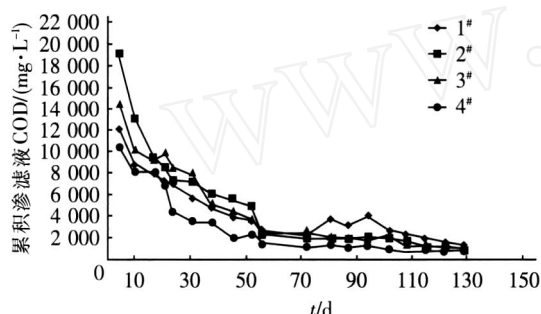


图 2 各垃圾柱累积渗滤液的 COD 变化

Fig 2 Variation of COD concentration in accumulated leachate from four simulating columns

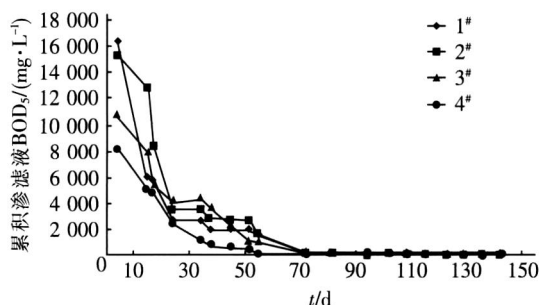


图 3 各垃圾柱累积渗滤液的 BOD_5 变化

Fig 3 Variation of BOD_5 concentration in accumulated leachate from four simulating columns

由图 2、3 还可看出,试验结束时 1# 柱的 COD 和 BOD_5 值最高,2#、3# 柱次之,4# 柱最低。这是由于 4#、3# 柱的渗滤液回灌量均分别大于 2# 和 1# 柱的,而 4# 柱的回灌频率又大于 3# 柱的,2# 柱的回灌频率也大于 1# 柱的。渗滤液的回灌量越大,垃圾层的含水率和湿度越高,则越有利于垃圾堆体中微生物活性的增强和溶出负荷的减少。同时,由于回灌能给垃圾层带来大量的微生物^[9],使其相当于一个生物滤

床^[10,11],故回灌量越大,对降解渗滤液中的污染物越有利。而同一回灌量下,回灌频率越高,则越有利于延长渗滤液在垃圾堆体中的水力停留时间,使微生物与有机物能够充分接触,从而强化了专性微生物的同化作用及其对有毒有机物的生物转化作用;同时,高回灌频率还有利于生物降解所产生的污染物的快速溶出。

2.2 不同回灌条件下氨氮的降解规律

在全循环回灌处理期间,4 个垃圾柱累积渗滤液的氨氮变化情况如图 4 所示。

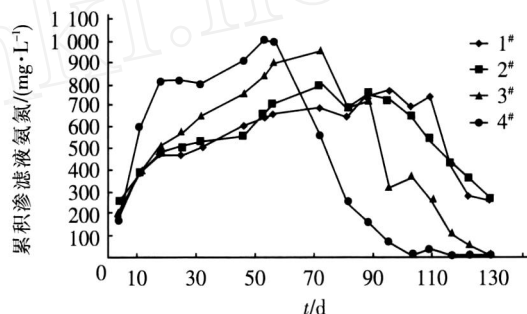


图 4 各垃圾柱累积渗滤液的氨氮变化

Fig 4 Variation of NH_3-N concentration in accumulated leachate from four simulating columns

由图 4 可知,4 个垃圾柱累积渗滤液中氨氮含量也具有类似的变化趋势,即均是先升高后下降,但氨氮浓度达到最高时的值不同,由高至低依次为 4#、3#、2#、1# 柱;达到最高值的时间也不同,由快到慢依次为 4#、3#、2#、1# 柱。这主要是由于在填埋初期与垃圾一起装填进来的空气比较充足,垃圾中的蛋白质等大分子物质在有氧条件下进行有氧性脱氮,生成大量氨氮和氨基酸等物质,使氨氮的溶出速率大于降解速率;到中、后期蛋白质等大分子物质中的氮已大部分转化成氨氮^[6],且以准好氧垃圾柱底部的渗滤液收集管和中间的通气管为主心向外能依次形成好氧区、兼氧区和厌氧区,这为渗滤液中氨氮的硝化、反硝化创造了条件,此时氨氮的降解速率大于溶出速率,氨氮浓度下降迅速。而每日的回灌总量越大,越有利于有机物脱氮作用的进行和氨氮的降解。

3 结论

不同回灌条件下,进行全循环回灌处理的准好氧填埋垃圾渗滤液,具有基本相同的稳定化进程。COD 和 BOD_5 值均经历了快速下降、稳定下降和缓慢下降 3 个时期;而氨氮浓度则是先升高后下降。

(下转第 85 页)

由图 6可知,当 HRT由 25 h增加到 112 h时,对 COD 和氨氮的去除率变化不大,分别稳定在 83%~88%和 99%以上,这说明试验选择的水力停留时间变化范围对 COD 和氨氮的去除效果没有明显的影响。

一般在 A/O脱氮系统中,A段与 O段的水力停留时间之比为 1 (2~3),且 O段的水力停留时间一般为 4~6 h。由于膜通量的限制,试验中所选取的总水力停留时间在 24~112 h,其中在 A段和 O段的水力停留时间均远大于一般 A/O系统所需要的水力停留时间,这就造成在试验选取的各个水力停留时间条件下,对氨氮的去除率没有明显的变化。

3 结论

在 HRT为 1~4.7 d进水 COD为 400~7 600 mg/L的条件下,对 COD 的去除率稳定在 80%~88%之间。

在 HRT为 1~4.7 d回流比为 300%以及进水的氨氮为 247.1~1 643.8 mg/L、TN为 258.7~1 743 mg/L的条件下,对氨氮和 TN的去除率分

别为 >99%和 70%~82.2%。

当 COD和氨氮的容积负荷分别在 0.32~2.22 kg/(m³·d)和 0.22~0.5 kg/(m³·d)之间变化时,对 COD和氨氮的去除率分别稳定在 80%~85%和 99%以上,说明水解/好氧 MBR组合工艺具有较强的抗冲击负荷能力。

参考文献:

- [1] 钱学德,郭志平. 现代卫生填埋场的设计与施工 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [2] 顾国维,何义亮. 膜生物反应器——在污水处理中的研究和应用 [M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 张希衡. 废水厌氧生物处理工程 [M]. 北京:中国环境科学出版社,1996.
- [4] 国家环保局. 水和废水监测分析方法 [M]. 北京:中国环境科学出版社,1998.

电话: (010) 84935398 ×816

E-mail: shenhuan7811@163. com

收稿日期: 2007-03-12

(上接第 81页)

回灌量与回灌频率是影响准好氧填埋全循环回灌处理垃圾渗滤液稳定化进程的主要因素。每日的回灌总量或回灌频率越大,则渗滤液的稳定化程度越高。

参考文献:

- [1] 李青松,金春姬,乔志香,等. 垃圾填埋场渗滤液的产生及处理现状 [J]. 青岛大学学报,2003,18(4): 80-83.
- [2] 胡敏云,陈云敏. 垃圾填埋场渗滤液回灌调蓄池的容量设计方法 [J]. 环境工程,2000,18(6): 53-56.
- [3] Bae J H, Cho K W, Lee S J, *et al*. Effects of leachate recycle and anaerobic digester sludge recycle on the methane production from solid wastes [J]. Water Sci Technol, 1998, 38(2): 159-168.
- [4] 张祥丹,王家民. 城市垃圾渗滤液处理工艺介绍 [J]. 给水排水,2000,26(10): 9-15.
- [5] Chynoweth D P, Owens J, O'Keefe, *et al*. Sequential batch anaerobic composting of the organic fraction of

municipal solid waste [J]. Water Sci Technol, 1992, 25(7): 327-339.

- [6] 赵庆良,李湘中. 化学沉淀法去除垃圾渗滤液中的氨氮 [J]. 环境科学,1999,20(5): 90-92.
- [7] 黄立南,蓝崇钰,姜必亮. 卫生填埋场渗滤液及其处理研究 [J]. 生态科学,1999,18(1): 39-41.
- [8] 于晓华,李国建,何品晶,等. 生物反应器填埋技术及其应用 [J]. 环境保护,2003,(2): 24-26.
- [9] 王罗春,刘疆鹰,赵由才,等. 垃圾填埋场渗滤液回灌综述 [J]. 重庆环境科学,1999,21(2): 48-50.
- [10] 王罗春,李华,赵由才,等. 垃圾填埋场渗滤液回灌及其影响 [J]. 城市环境与城市生态,1999,12(1): 44-46.
- [11] 徐迪民,李国建,于晓华,等. 垃圾填埋场渗滤水回灌技术的研究:垃圾渗滤水填埋场回灌的影响因素 [J]. 同济大学学报,1995,23(4): 371-385.

电话: (023) 65433166

E-mail: 66788783@163. com

收稿日期: 2007-04-21