

# 动态浸出模拟实验系统与静态浸出试验的对比\*

聂永丰 蒋建国 张继红 黄闰东 林曦 林杉 崔鹏伟

(清华大学环境科学与工程系, 北京 100084 E-mail: jianguo@hotmail.com)

**摘要** 建立了动态浸出试验——小柱模拟实验系统, 研究在非饱和水条件下危险物质在填埋场中的迁移和浸出规律, 并和静态浸出实验进行比较。结果表明, 在非饱和入渗条件下危险物质的浸出浓度要比静态浸出实验的结果小 100 倍左右, 危险组分的浸出速率也远小于静态实验的结果, 同时, 危险物质的浸出速率随废物层饱水度的增加而迅速增加。

**关键词** 危险废物填埋场, 动态浸出模拟实验系统, 静态浸出实验, 危险废物填埋控制标准。

## Study on the Dynamic Leaching Test System Against Static Leaching Test\*

Nie Yongfeng Jiang Jianguo Zhang Jihong Huang Rundong

Lin Xi Lin Shan Cui Pengwei

(Dept. of Environ. Sci. and Eng., Tsinghua University, Beijing 100084, China E-mail: jianguo@hotmail.com)

**Abstract** A set of dynamic leaching test system was established to simulate the migration and leaching rule of the hazardous components in the unsaturated hazardous waste landfill, and it was compared with the static leaching test. The results indicated that the leaching concentration and rate of hazardous components under unsaturated conditions was much lower than that of static leaching test, and the leaching rate of hazardous components was increased dramatically with the increase of the waste saturation.

**Keywords** hazardous waste landfill, dynamic leaching test system, static leaching test, hazardous waste landfill controlling standard.

以往针对城市垃圾填埋场进行的垃圾废物淋溶试验, 反映的主要是在饱水-非饱水情况下垃圾的浸出特性<sup>[1]</sup>。而在实际的填埋场中, 特别是在危险废物安全填埋场中, 废物几乎都是处于非饱水状态<sup>[2,3]</sup>。为了较真实反映危险废物填埋场内危险废物的浸出特性, 有必要研究和建立危险废物在填埋场环境下的浸出规律和浸出特性的方法和系统<sup>[4,5]</sup>。本实验选用含铬变触媒渣为研究对象, 建立了非饱水条件下, 危险废物在填埋场中的迁移和浸出规律的小柱模拟实验系统, 作为比较, 实验中进行了危险废物的静态振荡浸出实验。实验结果说明非饱水小柱模拟实验系统能较真实地反映危险废物在填埋场中的行为, 该系统为我国将来危险废物填埋场的设计、建造和检测管理都有一定的参考和指导作用。

## 1 实验方法

### 1.1 实验废物的选取和性质分析

实验中选用含铬变触媒渣作为浸出实验研究对象, 样品取自北京化工实验厂。其成分分析结果列于表 1。

表 1 含铬变触媒渣的成分/%

组成	Fe	Cr	其它
重量比	31.1	10	58.9

### 1.2 静态浸出实验

\* 国家“八五”科技攻关项目(The National Key Science and Technology Project during the Eighth Five-year Plan Period): 85-909-03-02

作者简介: 聂永丰(1946~), 男, 教授。

收稿日期: 1998-12-16

静态浸出实验按照不同的固液比分级进行,实验中所采取的固液比(g ml)依次为 1 0.5、1 1、1 2、1 4、1 10 和 1 20,在室温下振荡 20h,然后用 0.45 $\mu$ m 的滤膜过滤,对滤液进行分析,滤纸和滤渣用于下一级振荡浸出实验,重复上述步骤。

### 1.3 小柱模拟实验系统

小柱模拟实验装置参见文献[5].该系统平行设置了 6 套小柱浸出装置,采用马利奥托管提供长时间的稳态入渗.底部接浸出液收集装置,用真空泵抽取沥滤液.根据小柱中装填废物的不同及废物上层设置的隔层材料的不同,可以模拟研究不同入渗速率和废物层饱水度对危险物质的浸出影响.在小柱模拟实验中所用的 6 种隔层材料的性能列于表 2.

表 2 小柱隔层的性能

隔层材料	压实密度	饱和导水系数 $K_s$
	$/g \cdot cm^{-3}$	$/cm \cdot h^{-1}$
亚砂土	1.32	0.243
亚砂土 膨润土= 30 1	1.36	0.165
亚砂土 膨润土= 20 1	1.40	0.112
亚砂土 膨润土= 10 1	1.44	0.062
亚粘土	1.59	0.022
亚粘土 膨润土= 10 1	1.90	0.00141

## 2 结果与分析

### 2.1 试验结果

在不同的相比条件下,含铬变换触煤渣的静态浸出浓度随浸取次数变化的曲线见图 1. 图 2 是含铬变换触煤渣的小柱非饱水模拟浸出实验结果.

### 2.2 结果分析

图 1 说明,在固水比为 1 20 时,  $C_r$  的浸出浓度高,下降趋势明显,危险组分的浸出浓度随时间衰减.

图 2 说明,非饱和入渗条件下,浸出液中危险组分的浓度很低,且一直在低浓度范围内波

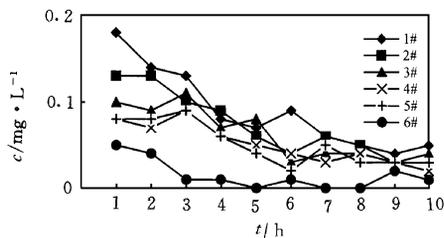


图 2 小柱非饱和实验系统中  $C_r$  的浸出浓度

动,浸出浓度衰减缓慢.

比较图 1 和图 2 的结果可以看出:非饱和入渗条件下危险物质的浸出浓度要比静态浸出实验的结果小得多,静态浸出实验所测得的数据不能真实反映填埋场中危险物质迁移情况.

静态浸出实验中危险废物的浸出速率,即单位时间内单位重量的固体废物在单位体积中的浸出浓度,在固水比为 1 20 时,不同浸取级

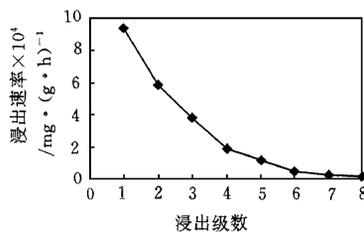


图 3 静态浸出实验中浸出速率与浸取级数的关系

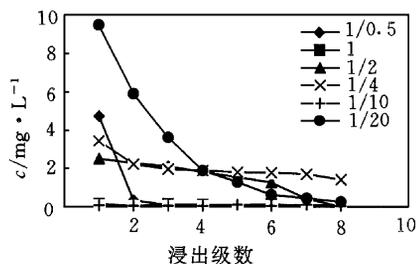


图 1 静态浸出实验中  $C_r$  的浸出浓度

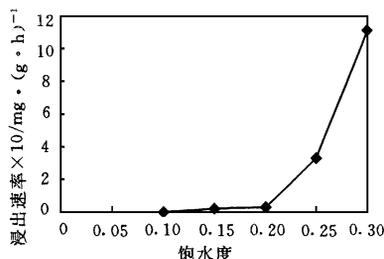


图 4 小柱浸出实验中浸出速率与饱水度的关系

数下的实验数据计算结果列于图 3。图 4 是小柱非饱水浸出实验中废物层在不同饱水度下危险物质浸出速率的情况。比较图 3 和图 4 可以看出,静态浸出实验所测得的危险组分浸出速率远大于小柱非饱水实验的结果,不可能反映实际填埋场中危险物质的迁移规律。在小柱非饱水浸出实验中,危险物质的浸出速率随废物层饱水度的增加而迅速增加。

### 3 结论

(1) 非饱水条件下危险物质的浸出浓度随时间无明显衰减,这与静态振荡浸出实验的结论有根本的区别。

(2) 在非饱水条件下,危险废物的浸出速率远小于振荡浸出实验的浸出速率,浸出过程缓慢。在静态浸出实验中,由于振荡搅拌的作用,实质大大强化了浸出过程。而在非饱水条件下,水分运移速率相对缓慢,其浸出过程可以看作是由扩散过程控制的,因而它是相对稳定的浸出过程,反映在浸出速率和浸出浓度上都相对较低且比较稳定。由于非饱水实验条件与填埋场实际情况相似,其结果更能反映填埋场中废物

的浸出速率和浸出浓度。

(3) 在不同水分入渗速率条件下,其浸出速率的变化,实际上是与废物的饱水情况有关。当水分的入渗速率大时,其相应废物层的饱水度就大。而饱水度与固液接触面积直接相关,较大的饱水度即意味着较大的固液接触面积。这样,当水分入渗速率增大时,废物层中固液接触面积也就相应增大,从而加快了浸出过程,提高了浸出速率。

### 参 考 文 献

- 1 Kelly H G. Pilot testing for combined treatment of leachate from a domestic waste landfill site. *Journal Water Pollution Control Federation*, 1987, **59**(5): 254 ~ 261
- 2 Keenan J D, R L Steiner, A A Fungaroli. Chemical-Physical Leachate Treatment. *Journal of Environmental Engineering Division, ASCE*, 1983, **109**(6): 1371 ~ 1384
- 3 Straub W A Lynch. Models of landfill and leaching: organic strength. *Journal of Environmental Engineering Division, ASCE*, 1982, **108**(EE2): 251 ~ 268
- 4 聂永丰等. 废催化剂浸出规律的静态实验方法研究. *环境科学*, 1999, **20**(5): 76 ~ 78
- 5 蒋建国等. 废催化剂浸出规律的动态模拟研究. *环境科学*, 1999, **20**(5): 79 ~ 81

## 《环境科学》简介

《环境科学》由中国科学院生态环境研究中心主办,清华大学环境科学与工程系和北京市环境保护科学研究院协办,是我国最早创刊的有关环境科学的国家级学术性期刊。自 1976 年创刊以来,始终坚持“防治污染、改善生态、促进发展、造福人民”的办刊宗旨,报道我国环境科学领域的具创新性的、高水平的、有重要意义的基础研究和应用研究方面的成果和阶段性科技成果,以及反映控制污染、清洁生产和生态环境建设等可持续发展的战略思想、理论和实用技术等。

《环境科学》曾在 1992 年、1996 年的第一、第二届全国优秀科技期刊评比中荣获一等、三等奖;同时两次荣获中国科学院优秀期刊评比一等奖。本刊被评定为我国自然科学核心期刊的核心期刊,并在环境劳卫类核心期刊中排名第一。

《环境科学》被美国的《工程索引》(EI)、《化学文摘》(CA)、《生物文摘》(BA)、日本的《科学技术文献速报》、俄国《Ж》等以及国内《环境科学文摘》、《化工文摘》、《中国医学文摘》(卫生学分册)、《中国地理科学文摘》、《中国科学引文数据库》和《中国科技论文统计与引文分析数据库》等收录。