

废催化剂浸出规律的静态实验方法*

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: nieyf@public.bta.net.cn)

摘要 利用静态浸出实验方法对废催化剂中重金属在不同固水比和浸出次数条件下的浸出规律进行了系统研究。实验发现浸出次数大于 3 次后, 重金属的浸出浓度和浸出速率趋于稳定, 同时固水比的增加也没有明显改变废催化剂中重金属的浸出。认为在浸取次数大于 3 次以后, 随着表面溶质的溶解, 浸出过程主要为内扩散所控制。

关键词 废催化剂, 静态浸出实验, 浸出特性, 固液比, 浸出次数。

The Leaching Rule of Waste Catalyst Using Static Leaching Test*

Nie Yongfeng Jiang Jianguo Zhang Jihong Huang Rundong

Lin Xi Lin Shan Cui Pengwei

(Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

E-mail: nieyf@public.bta.net.cn)

Abstract The leaching rules of heavy metals from waste catalyst was experimentally studied using static leaching method at different solid/liquid ratio and different leaching times. It was found that leaching concentration and leaching rate of the heavy metals were level off after three times leaching experiment. At the same time the increase of the solid/liquid ratio didn't make any clear change of the leaching rule for the waste catalyst. The authors held that the leaching process was controlled by the internal diffusion with the dissolve of the surface solutes after three times leaching test.

Keywords waste catalyst, static leaching test, leaching characteristics, solid/liquid ratio, leaching times.

有害固体废物的浸出特性, 主要是指有害固体废物在与水接触过程中的污染物浸出速率及其浓度随时间的变化规律。对危险废物浸出特性的实验研究, 是了解有害物质在填埋场中的浸出迁移规律及建立合适的浸出液浓度预测模型的基础, 并对填埋场浸出液处理系统的设计和填埋场安全性能的评价都具有重要意义**。

振荡浸出过程是一种强化的浸出过程^[1], 可以部分和填埋处置场中固体废弃物在入渗水的作用下的浸出过程相比, 其浸出速度明显大于后者具有一定的不真实性, 但它可以反应在最不利的情况下, 有害固体废物中的有害物质的最大浸出速率和浸出浓度^[2]。本研究以含锌甲醇触媒渣和含铬变换触媒渣 2 种废催化剂为实验对象***, 探讨废催化剂在不同的固水比

和浸取级数的条件下, 重金属的浸出浓度和浸出速率与浸取级数的关系。

1 废物选取及性质分析

1.1 实验废物的选择

北京市工业危险废物管理中心根据国家“八五”计划, 收集了北京市各工厂、企业的废弃物资料, 并根据废弃物的性质筛选确定其中一部分为有害固体废弃物, 列入危险废物优先填埋名单, 作为将来填埋处置的对象。实验中选取

* 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

** 国家环境保护局, 国家“八五”科技攻关项目 85-909-03-02 报告. 填埋场构造技术研究, 1995, 510 ~ 559

*** 张继红. 填埋场水运移及浸出液控制研究. 清华大学硕士论文. 1994, 43 ~ 87
聂永丰: 男, 53 岁, 硕士, 教授
收稿日期: 1998-12-23

2 种废催化剂: 含铬变换触煤渣和含锌甲醇触煤渣废弃物作为浸出实验研究的对象.

样品取自北京化工实验厂厂内废渣堆积场, 因其在堆放过程中经日晒雨淋, 有些已发生了一些反应, 最外层的废渣经风干, 有些已破碎. 故在不同的位置用分割法取样, 并充分混合, 以保证样品具有代表性.

1.2 废物性质的实验分析

含锌甲醇触煤渣和含铬变换触煤渣都是废催化剂, 黑色, 多呈规整的小圆柱形状, 密度为 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$, 其成分分析测定结果列于表 1.

表 1 2 种废催化剂所含不同成分的重量百分比/%

组成成分	Fe	Cu	Zn	Cr	其它
含锌甲醇触煤渣	23.5	19.1	14.7		42.7
含铬变换触煤渣	31.1			10	58.9

2 振荡浸出实验方法及样品分析

(1) 先将废物进行筛分. 选用 $5\sim 10\text{mm}$ 粒径的含锌甲醇触煤渣和 $5\sim 7.5\text{mm}$ 的含铬变换触煤渣作为实验样品;

(2) 将样品在 100°C 烘箱中进行烘干;

(3) 在 6 个 500ml 的磨口锥形瓶中依次加入样品 100g 、 100g 、 50g 、 50g 、 20g 、 20g 、 10g , 然后再依次加入蒸馏水 50ml 、 100ml 、 100ml 、 100ml 、 200ml 、 200ml , 这 6 个锥形瓶中的实验浸出固液比(g/ml) 依次为 $1/0.5$ 、 $1/1$ 、 $1/1$ 、 $1/1$ 、 $2/1$ 、 $4/1$ 、 $10/1$ 、 $20/1$;

(4) 将锥形瓶固定在水平振荡器上, 在室温下连续振荡 20h . 然后, 停止振荡, 静置 15min ;

(5) 过滤浸出液, 对其进行浓度分析;

(6) 滤纸连同滤纸上残留物一起送回锥形瓶;

(7) 按固液比加入蒸馏水, 进行下一级浸出.

浸出液金属离子浓度采用极化原子吸收分光光度计进行测定.

3 实验结果及分析

3.1 实验结果

在不同固水比($1/0.5$ 、 $1/1$ 、 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/10$ 及 $1/20$) 条件下的含锌甲醇触煤渣和含铬变换触煤渣中的重金属振荡浸出浓度随浸取次数变化的曲线关系见图 1.

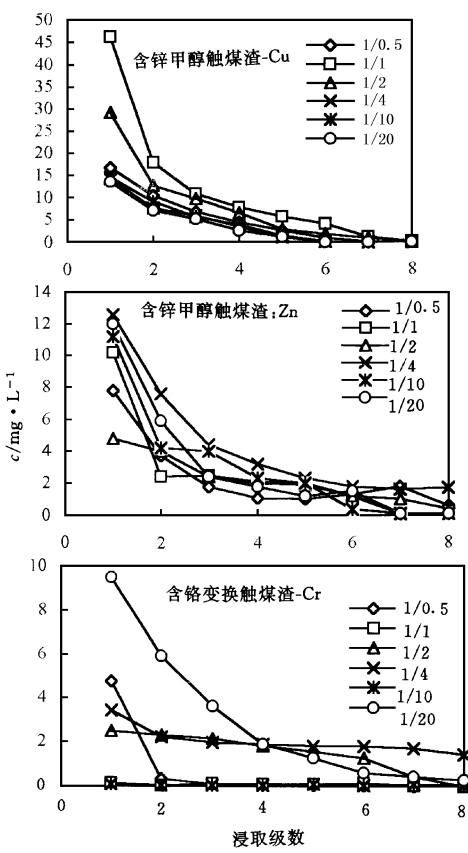


图 1 不同固水比下废催化剂中重金属浸出浓度与浸取级数的关系

3.2 结果分析

(1) 浸出浓度与浸取级数的关系 由图 1 可看出, 前 3 次浸取, 含锌甲醇触煤渣浸出液中 Zn 、 Cu 的浓度下降幅度较大, 此后曲线渐平. 在固水比为 $1/20$ 时, Cr 的浸出浓度较高, 下降趋势明显, 经过 6 次浸取后曲线渐平. 这些实验结果说明废物的浸出浓度随浸取级数的增加而衰减.

固水比不同时, 对含锌甲醇触煤渣中 Zn 、 Cu 的浸出规律影响不大, 但对含铬变换触煤渣中 Cr 的浸出有一定的影响. 固水比为 $1/1$ 和

1 10 时, 浸出浓度很低, 且有波动. 这是因为废物样品的原因而造成的. 废物在工厂堆置期间, 由于日晒雨淋, 很可能有一些废渣表面的 Cr 都已经浸出. 这样反映在固水比 1 1 和 1 10 的实验结果中的是内扩散控制的浸出过程, 其浸出速率明显低于表面浸出速率, 其扩散速率相对稳定. 振荡浸出过程中造成颗粒的破碎, 引起固液接触表面积的变化是造成浸出浓度波动的主要原因.

(2) 浸出速率随浸取级数的变化 在固水比为 1 20 时, 浸出液浓度高, 其浸出曲线较好地反映了废物的浸出特性. 因此, 选用在固水比 1 20 条件下的振荡浸出实验数据来分析浸出速率在振荡浸出过程中的变化. 浸出速率定义为在单位时间内单位重量的固体废物在单位体积水中的浸出速度, 其表达式为:

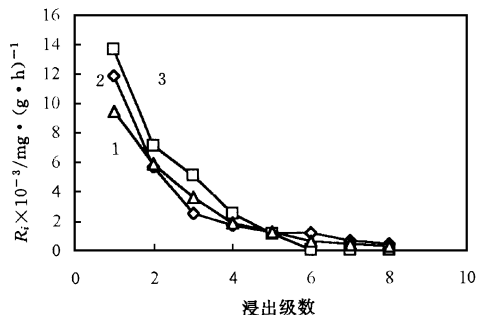
$$R_i = \frac{C_i}{1000 \times t \times R_{SL}}$$

其中, R_i = 浸出速率 ($\text{mg/g} \cdot \text{h}$); C_i = 振荡浸出浓度 (mg/L); t = 振荡浸出周期, 即每级浸取所用时间 (h); R_{SL} = 固水比 (g/ml).

图 2 绘出了在固水比为 1 20 时含锌甲醇触媒渣和含铬变换触媒渣中 Zn、Cu 和 Cr 的浸出速率在振荡浸出过程中的变化. 从图示结果可以推断出, 在静态浸出实验条件下的废物浸出过程规律, 即在开始浸出阶段, 浸出是由表面浸出控制, 浸出速率较快, 随着表面溶质的溶解, 浸出过程逐步转入由内扩散控制的浸出过程, 浸出速率也随之降低, 并趋于稳定.

4 小结

(1) 废催化剂中重金属的浸出浓度随着浸取级数的增加而衰减, 但当浸取级数大于 3 次



1. 含铬变换触媒渣中 Cr 2. 含锌甲醇触媒渣中 Zn
3. 含锌甲醇触媒渣中 Cu

图 2 固水比为 1 20 时废催化剂中重金属的浸出速率曲线

后, 重金属的浸出浓度基本趋于稳定; 同时, 固水比的增加并没有明显改变重金属从废催化剂中浸出的规律.

(2) 经过模型计算, 在相同的固水比条件下, 2 种废催化剂中重金属的浸出速率都随浸取级数的增加而降低, 但在 3 次浸取后, 其浸出速率趋于稳定.

(3) 在静态浸出实验条件下, 浸出初期是由表面溶解控制, 浸出浓度和浸出速率较快, 但当浸出次数大于 3 次后, 浸出过程由废物的内扩散控制, 因此, 危险组分的浸出浓度和速率都较低且保持稳定.

参 考 文 献

- 1 Edwin F Barth et al. Stabilization and solidification of hazardous wastes. USA: Noyes Data Corporation, 1990, 35 ~ 46
- 2 Keenan J D, RL Steiner, A A Fungaroli. Chemical-Physical Leachate Treatment. Journal of Environmental Engineering Division, ASCE, 1983, **109**(6): 1371 ~ 1384