

文章编号 1000 5013( 2004) 04 0423 03

# 焙烧改性膨润土处理垃圾渗滤液

于瑞莲 胡恭任

( 华侨大学材料科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

**摘要** 用焙烧法对膨润土进行活化改性, 改性后的膨润土用于处理垃圾渗滤液, 同时研究其去除垃圾渗滤液中  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和色度的适宜条件. 实验结果表明, 膨润土的最佳改性焙烧温度为  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 焙烧改性膨润土对垃圾渗滤液的处理效果较之原土有较大程度提高, 其  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和色度的去除率分别达到  $82.8\%$  和  $89.6\%$ .  
**关键词** 膨润土, 焙烧改性, 垃圾渗滤液处理  
**中图分类号** X 705: TU 599: TU 993 **文献标识码** A

卫生填埋是目前国内外普遍采用的处置城市生活垃圾的重要方法<sup>[1]</sup>, 而由此产生的垃圾渗滤液则是一个十分棘手的问题. 垃圾渗滤液是一种有毒有害的高浓度有机废水, 若处理不当, 就会引起地表水、地下水、土壤等的严重二次污染, 并对生态系统和人体健康带来巨大威胁<sup>[2]</sup>. 用膨润土处理污水具有价格低廉、制备简单、可进行多种改性、可同时去除多种污染物且去除效率高等特点, 具有重要的开发研究价值. 目前, 国内外学者关于天然及改性膨润土对模拟废水处理的研究较多, 而它在实际废水处理中的应用研究还刚刚开始. 膨润土焙烧活化处理的实质, 是在适当温度下焙烧一定时间, 以除去膨润土的表面水、层间吸附水及孔隙中的一些杂质, 增大其比表面, 从而使膨润土的吸附能力得到增强. 有关焙烧改性膨润土在废水处理中的应用, 前人已做了一些研究工作, 但仍局限于对模拟废水的处理<sup>[3~5]</sup>, 对实际废水的处理目前报道甚少. 本文以膨润土为原材料, 用焙烧法将其改性, 并将其用于处理垃圾填埋场渗滤液. 主要研究焙烧改性膨润土对渗滤液中 COD 及色度的去除效果及其影响因素, 为膨润土在垃圾渗滤液处理中的应用研究提供基础数据. 以期膨润土在废水处理中的应用开拓一个新的领域, 具有重要的理论和现实意义.

## 1 实验部分

### 1.1 实验材料

钠基膨润土为浙江临安产, 主要成分为蒙脱石. 其主要物化性质为, 阳离子交换容量(CEC)为  $1.00\text{ mmol}\cdot\text{g}^{-1}$ , 比表面积  $S=76.0\text{ m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ , 而主要化学成分质量分数为  $\text{SiO}_2\text{ }0.807$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{ }0.085$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{ }0.019$ ,  $\text{MgO}\text{ }0.040$ ,  $\text{CaO}\text{ }0.011$ ,  $\text{Na}_2\text{O}\text{ }0.027$  和  $\text{K}_2\text{O}\text{ }0.010$ . 实验所用垃圾渗滤液取自泉州某垃圾填埋场, 其水质情况如表 1 所示. 表中, 除 pH 值、浊度和色度外, 其余指标数值的单位均为  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

表 1 垃圾渗滤液水质

指标	数值	指标	数值	指标	数值
颜色	灰褐色	嗅	恶臭	浊度	62
色度	2 400	pH 值	7.8~ 8.4	$\text{NH}_3\text{ N}$	500~ 800
$\text{S}^{2-}$	3.1	$\text{Cl}_2$ (游离)	5.4	Cu	1.2
总 P	3.7	$\text{COD}_{\text{Cr}}$	8 620	$\text{BOD}_5$	5 200

### 1.2 实验仪器

DERL/2010 型水质分析仪系统(美国哈希), 马弗炉(SX2-6-13), D8ADVANCE X-射线粉末衍射仪

(德国布鲁克), 奥立龙 828 式 pH 测试仪, 带 250 mL 锥形瓶的全玻璃回流装置, 电热鼓风干燥箱等.

1.3 改性膨润土的制备

取 5 份 50 g 膨润土于瓷坩锅中, 分别(℃) 在 200, 300, 400, 500 和 600 下焙烧 2 h. 在 110 ℃下活化 1 h 后, 磨细, 过筛(250 目), 即得不同温度焙烧改性膨润土.

1.4 垃圾渗滤液的处理方法及水质指标的测定

由于所取垃圾渗滤液的 COD<sub>Cr</sub>大于 8 000 mg·L<sup>-1</sup>, 实验时用蒸馏水稀释 50 倍后作为待处理水样. 移取 50 mL 待处理水样于 150 mL 具塞锥形瓶中, 加入一定量的膨润土, 混合均匀后, 用 HCl 或 NaOH 调节 pH 值. 将锥形瓶固定在恒温振荡器中, 在(25±1) ℃条件下, 控制一定的振速, 振荡一定时间, 静置(必要时离心), 取上清液测定. COD 测定采用 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 法, 色度采用稀释倍数法<sup>[6]</sup>.

2 结果与讨论

2.1 改性膨润土最佳实验条件的确定

2.1.1 最佳焙烧温度 参照天然膨润土处理垃圾渗滤液的最佳实验条件<sup>[7]</sup>, 在 50 mL 待处理水样中加入 0.1 g 不同焙烧温度改性后的膨润土, 以 135 r·min<sup>-1</sup>的搅拌速度搅拌 30 min. 不同焙烧温度改性后的膨润土, 对垃圾渗滤液处理效果, 如表 2 所示. 实验用土量为 2 g·L<sup>-1</sup>. 从表可以看出, 在 400 ℃以内, COD<sub>Cr</sub>去除率(φ)和脱色率(η)随焙烧温度(θ)的升高而升高. 但焙烧温度超过 500 ℃后, 两者去除率均开始有所下降. 这是因为, 焙烧能除去膨润土晶体的表面水、层间吸附水及结构通道中的杂质, 增加了比表面, 从而使其吸附能力增强. 当焙烧温度超过 500 ℃后, 晶体表面结构因失去结构骨架中的结合水而遭到破坏<sup>[8]</sup>, 逐渐形成卷边收缩、使孔隙堵塞或减少, 比表面减小, 从而使吸附性能下降. 经 400 ℃焙烧, 既驱除了膨润土的表面水、层间吸附水及结构通道中的杂质, 又不致破坏结构骨架和卷边构造, 提高了吸附性能. 因此, 本文选择 400 ℃为最佳焙烧温度.

2.1.2 最佳用土量 在 30 min 搅拌时间和 135 r·min<sup>-1</sup>搅拌速度的实验条件下, 改性膨润土不同加入量(w) 对处理效果的影响, 如表 3 所示. 从表可以看出, COD<sub>Cr</sub>去除率和脱色率都随用土量增大而增大. 当用土量大于 2.0 g·L<sup>-1</sup>时, 增加趋势趋缓. 为节约处理成本, 实验选择最佳用土量为 2.0 g·L<sup>-1</sup>.

表 2 不同焙烧温度对处理效果的影响						表 3 用土量对处理效果的影响					
θ/(℃)	200	300	400	500	600	w/g·L <sup>-1</sup>	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
φ/(%)	50.3	69.4	80.9	80.2	76.3	φ/(%)	51.8	64.3	72.1	79.8	80.1
η/(%)	51.0	68.9	90.3	89.6	80.7	η/(%)	78.9	86.8	88.1	88.4	88.5

2.1.3 最佳 pH 值 pH 值对处理效果的影响, 如表 4 所示. 从表可以看出, 在 pH 值为 7~ 7.5 时处理效果较好, 结合原水的 pH 值为 7.8~ 8.4. 为节约用酸量, 选择 pH 值 7.5 为最佳 pH 值.

2.1.4 最佳振荡速度 振荡速度(V) 对处理效果的影响, 如表 5 所示. 从表可以看出, 当振荡速度小于 140 r·min<sup>-1</sup>时, COD<sub>Cr</sub>去除率和脱色率都随振荡速度的增大而增大. 当振速大于 140 r·min<sup>-1</sup>时, 再增大振速对处理效果的影响不大. 本实验确定最佳振速为 140 r·min<sup>-1</sup>.

表 4    pH 值对处理效果的影响						表 5    振荡速度对处理效果的影响						
pH	5.5	6.5	7.0	7.5	8.5	$V/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	100	120	130	140	150	160
$\varphi/(\%)$	72.2	78.8	82.2	82.6	78.3	$\varphi/(\%)$	74.6	78.4	81.1	82.6	82.9	83.3
$\eta/(\%)$	79.8	84.5	89.8	90.0	82.3	$\eta/(\%)$	81.8	85.1	88.7	90.0	90.3	90.3

2.1.5 最佳振荡时间 振荡时间(t<sub>1</sub>) 对处理效果的影响, 如表 6 所示. 从表可以看出, COD<sub>Cr</sub>去除率和脱色率都随振荡时间的增加而增大. 当振荡时间大于 50 min 时, COD<sub>Cr</sub>和色度的去除率继续增加的趋势很小, 选择最佳振荡时间为 50 min.

2.1.6 最佳静置时间 静置时间((t<sub>2</sub>)) 对处理效果的影响, 如表 7 所示. 从表可以看出, 脱色率随静置时间增加而增大, 静置时间为 4 h 时已达到较好的效果, 此后增加的趋势变小. 静置时间对 COD<sub>Cr</sub>去除率影响较小, 总的趋势也是随静置时间增大而增大. 因此, 选择静置时间为 4 h.

表 6 振荡时间对处理效果的影响

$t_1/\text{min}$	10	20	30	40	50	60
$\varphi/(\%)$	72.7	78.5	79.9	80.2	82.3	82.5
$\eta/(\%)$	78.8	84.0	85.1	88.4	90.1	90.4

表 7 静置时间对处理效果的影响

$t_2/\text{h}$	1	2	4	8	12
$\varphi/(\%)$	78.9	79.5	82.8	84.0	84.2
$\eta/(\%)$	66.9	76.2	89.6	90.3	91.1

2.2 天然与改性膨润土对垃圾渗滤液的处理效果比较

用上述实验得到最佳实验条件,使用原土、聚硅酸硫酸铝铁处理水样结果与焙烧改性膨润土处理效果比较,如表 8 所示.由表可知,经焙烧改性后的膨润土对垃圾渗滤液的 COD 和色度处理效果比原土有显著提高,比聚硅酸硫酸铝铁的处理效果也更好、更经济.

表 8 天然膨润土与改性膨润土处理结果对比

材料	$\varphi/(\%)$	$\eta/(\%)$
天然膨润土	48.2	56.7
聚硅酸硫酸铝铁	55.0	75.0
改性膨润土	82.8	89.6

3 结束语

(1) 实验得出焙烧改性膨润土处理垃圾渗滤液的最佳实验条件.最佳焙烧活化温度为 400 ℃,投药量为 2.0 g·L<sup>-1</sup> (水样),pH 值为 7.5,振荡时间为 50 min,振荡速度为 140 r·min<sup>-1</sup>,静置时间为 4h.(2) 焙烧改性膨润土较之原土对垃圾渗滤液中 COD<sub>Cr</sub> 和色度的去除率都有显著提高.COD<sub>Cr</sub> 和色度的去除率可分别达到 82.8% 和 89.6%.(3) 膨润土储量丰富、价格低廉、吸附性能好,在废水处理中具有广阔的应用前景.

参 考 文 献

1 张跃升,松全元,赵书平.垃圾填埋场渗滤液处理技术研究进展[J].安全与环境学报,2001,1(6):1~5  
2 Zhang Chunhui, Xi Danli, Xu Yinhui. Study on pretreatment of landfill leachate using complex polyaluminum chloride coagulant[J]. Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control (Chinese), 2001,2(1):53~56  
3 王连军,黄中华,刘晓东等.膨润土的改性研究[J].工业水处理,1999,19(1):9~11  
4 陈集,饶小桐,许源等.用加碳焙烧法对膨润土改性的研究[J].西南石油学院学报,2002,24(4):65~67  
5 夏畅斌,史红文.活化膨润土吸附 Pb<sup>2+</sup> 离子的研究[J].矿产综合利用,2001,6(3):15~17  
6 国家环境保护局编.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,1997.354~356  
7 于瑞莲,胡恭任.用天然膨润土预处理垃圾渗滤液的实验研究[J].福建化工,2002,19(1):9~11  
8 栾文楼,李明路.膨润土的开发应用[M].北京:地质出版社,1998.12~13

Experiment on the Disposal of Garbage Percolate and Filtrate  
by Using Modified Bentonite  
Yu Ruilian      Hu Gongren  
(College of Mater. Sci. & Eng., Huaqiao Univ., 362021, Quanzhou, China)

**Abstract** Activating modification of bentonite is carried out by the method of calcination. Calcinated and modified bentonite is used in the disposal of garbage percolate and filtrate. The suitable conditions for it to remove the COD<sub>Cr</sub> and the color from garbage percolate and filtrate are studied. As indicated by experimental results, 400 ℃ is the best temperature of calcination for the bentonite to be modified; calcinated and modified bentonite shows a higher effect than original bentonite in disposal of garbage percolate and filtrate; it removes COD<sub>Cr</sub> and color of garbage percolate and filtrate up to the removal rate of 83.8% and 90.3% respectively.

**Keywords** bentonite, modification by calcination, disposal of garbage percolate and filtrate