

复合膨润土处理垃圾渗沥液

李梅¹, 彭永臻¹, 曲久辉²

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090, E-mail: limei1991@sina.com;

2. 中国科学院 生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要: 城市垃圾渗沥液的处理技术和方法一直是人们关注的焦点, 目前国内外还无十分有效的垃圾渗沥液处理工艺。实验以膨润土为基础, 制备出复合膨润土, 探索了复合土处理渗沥液的影响因素和反应机理。实验证明, 在投加量 40 g/L, pH=6, 搅拌时间 20 min 条件下, 复合土对渗沥液 COD_{Cr} 去除率达 84%, X 射线衍射结果表明, 复合膨润土对渗沥液的处理作用在于膨润土与硫酸铝的混凝—吸附—共沉淀。处理后 COD_{Cr} 178 mg/L, 色度去除率 96.7%, 处理后色度为 20 倍。

关键词: 膨润土; 渗沥液; 混凝剂; 复合膨润土; 硫酸铝; 吸附; 混凝

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 0367-6234(2003)05-0581-04

Treatment of landfill leachate by synthesized bentonite

LI Mei¹, PENG Yong-zhen¹, QU Jiu-hui²

(1. School of Municipal & Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China, E-mail: limei1991@sina.com; 2. Research Center for Environmental sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085)

Abstract: An applicable synthesized bentonite was developed to treat high strength landfill leachate. Experimental results showed that the removal efficiency of COD_{Cr} and color were 84% and 96.7%, when COD_{Cr} and color in the effluent were 178 mg/L and 20 times respectively, and the initial concentrations were 1 126 mg/L and 600 times; suitable conditions for the treatment are pH6, stirring period of 20 min, synthesized bentonite concentration of 40 g/L. Synthesized bentonite is very effective for treatment of landfill leachate.

Key words: bentonite; leachate; coagulant; synthesized bentonite; Al₂(SO₄)₃; adsorption; coagulation

卫生填埋是我国普遍采用的城市垃圾处理方式, 利用厌氧发酵将垃圾中的大量有机物降解。城市垃圾中本身的内含水以及降水等地表径流混合形成渗沥液流出, 垃圾渗沥液中含有大量的有机物和无机离子及其中间产物, 成分相当复杂, 且水质水量波动大^[1]。垃圾渗沥液对环境的污染主要是它的好氧性、腐蚀性, 以及对水生生物的毒性。因此, 对于渗沥液的处理势在必行。

目前对垃圾渗沥液的处理主要采用回灌法、与城市污水合并处理或单独处理等方法。单独处理的方法包括物理化学方法和生物方法^[2,3]。生物处理包括好氧处理、厌氧处理及二者结合, 目前国内外多采用厌氧与好氧结合法。生物处理受水

质、水量变化的影响较大, 出水水质不稳定, 尤其对难以生化处理的垃圾渗沥液处理效果更差。物化法包括混凝、沉淀、吸附, 不受水质水量的影响, 出水水质稳定, 对 BOD/COD 低的难生物降解的垃圾渗沥液更为有效^[4]。膨润土作为价廉易得的天然粘土矿物, 具有较大比表面积和较强的吸附性能, 已成为一种有效经济的水处理材料^[5]。本实验将膨润土与无机铝盐复合使用, 研究探讨处理垃圾渗沥液的一种有效方法。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

膨润土为吉林营城煤矿生产钙基膨润土, 颜色浅黄, 蒙脱石质量分数为 65%, 主要化学成分质量分数 SiO₂ 为 62.2%、Al₂O₃ 为 20.6%、Fe₂O₃ 为 2.82%、CaO 为 2.2%、MgO 为 3.42%、Na₂O

收稿日期: 2000-01-22.

作者简介: 李梅(1972-), 女, 博士研究生。

为0.21%、 K_2O 为0.52%。本实验采用的复合膨润土制备如下:在钙基膨润土基础上制备水洗钠化土,简称人工钠化土。制备方法是将钙基原土加入水中搅拌,取上部悬浮液按一定质量比与 Na_2CO_3 溶液混合反应,烘干研磨过200目筛。再

将人工钠化土与固体硫酸铝按质量比2:1配比干法混合,120℃下烘干2h,200℃下活化1h,研磨过200目筛制得。

垃圾渗沥液取自长春市南关区垃圾填埋场,其主要成分见表1。

表1 垃圾渗沥液性质

Table 1 Character of landfill leachate

 $mg \cdot L^{-1}$

pH	颜色	透明度	氨氮	硝态氮	$\rho(COD_{Cr})$	色度	$\rho(BOD_5)$	TP	$\rho(Cl^-)$	$\rho(Ca)$	$\rho(Zn)$	$\rho(Pb)$	$\rho(Cd)$
8.5	红棕	混浊	1 379	未检出	1 126	600	154	5	2 800	0.06	0.319	0.21	0.028

从表1可以看出,该垃圾填埋场的运行时间较长, BOD_5 较低,氨氮含量较高,具有较难生化处理的特点。

1.2 实验及测试方法

1.2.1 垃圾渗沥液处理方法

取垃圾渗沥液50 mL,放入100 mL烧杯中,加入一定量的复合膨润土,搅拌一定时间后取下静置20 min,过滤后检测 COD_{Cr} 和色度。

1.2.2 测试方法

COD_{Cr} 测定采用重铬酸钾法;pH值采用酸度计;色度采用稀释倍数法;X-射线衍射分析采用3070型X光衍射仪。

2 实验结果与讨论

2.1 影响渗沥液处理效果的主要因素

2.1.1 加入量对处理效果的影响

加入量的多少对处理效果有很大的影响,以不同加入量对渗沥液的处理效果影响来选择合适加入量。实验温度20℃,搅拌时间10 min,不改变原水pH值,其实验结果见图1。

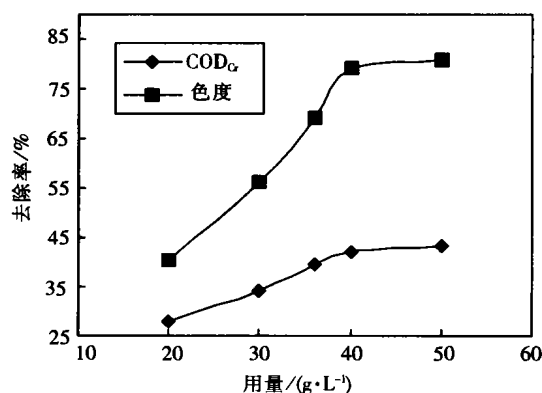


图1 加入量对去除率的影响

Fig. 1 Effect of bentonite dosage on rate of COD_{Cr} and color removal

从图1结果可以看出,随着加入量的增加, COD_{Cr} 和色度的去除率也相应增加,当投加量大于40 g/L时,去除率增加的趋势比较缓慢。考虑到加入量与处理费用有关,选择适宜的复合膨润土为40 g/L,以下实验均采用此值。

2.1.2 pH值对处理效果的影响

pH值是影响处理效果的重要因素之一,尤其对无机铝盐的混凝起非常关键的作用。将废水调至不同pH值,考察其对处理效果的影响,其他实验条件同上,实验结果见图2。

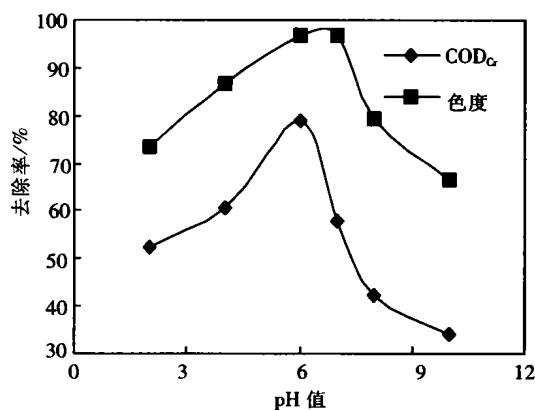


图2 pH值对去除率的影响

Fig. 2 Effect of pH on COD_{Cr} and color removal rate

图2可知,pH值对处理效果的影响十分显著。在酸性和碱性条件下,复合膨润土对于渗沥液的处理效果较差,而在pH=6左右,处理效果达到最大值。这主要是因为pH值影响了铝(III)在水中的存在形态。

当pH值在6~7时,氢氧化铝成为铝的主要形态。因而,氢氧化铝与膨润土的混凝-吸附-共沉淀对污染物的去除起主要作用。

2.1.3 搅拌时间对处理效果的影响

在加入量、原水pH值、搅拌速度不变的条件,对处理效果随搅拌时间的变化情况进行了实

验,结果见图3。

结果表明,随着搅拌时间的延长,渗沥液 COD_{Cr} 和色度的去除率随之增加,开始变化较快,20 min 后去除率的改变较小,所以选择 20 min 为最佳搅拌时间。

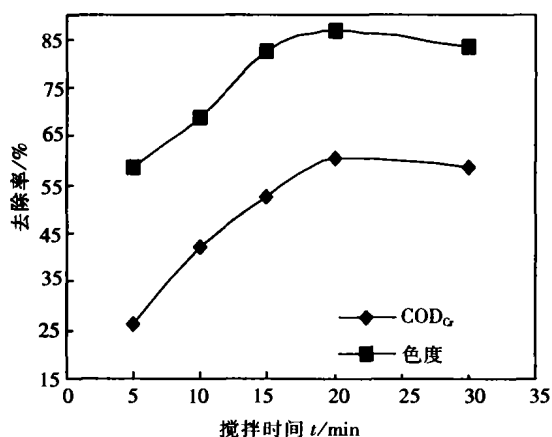


图3 搅拌时间对去除率的影响

Fig. 3 Effect of stirring time on COD_{Cr} and color removal rate

2.1.4 温度对处理效果的影响

分别在 15、20、25、35 $^{\circ}\text{C}$ 下用复合膨润土对渗沥液进行处理实验,原水 pH 值不变,搅拌时间 10 min,其他条件同上,实验结果见表 2。

表2 搅拌温度对处理效果的影响

Table 2 Effect of temperature on treatment

搅拌温度/ $^{\circ}\text{C}$	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$			颜色	
	处理前	处理后	去除率/%	处理前	处理后
15	1126	677.8	39.8	红棕	浅黄
20	1126	650.8	42.2	红棕	浅黄
25	1126	658.8	41.5	红棕	浅黄
35	1126	653.0	42.0	红棕	浅黄

以上结果表明, COD_{Cr} 去除效果在此温度范围内没有明显差异。一般认为,单独以铝盐作混凝剂,水温高时水解反应进行较快,生成絮凝体紧密易沉淀。单独用膨润土处理废水时,温度对处理效果影响不大。因此可以认为复合膨润土有较宽温度适应范围。本实验温度选择在 20 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.2 不同复合膨润土制备方法和投加方式的渗沥液处理效果

2.2.1 不同制备方法对处理效果的影响

为了研究复合膨润土的制备方法对渗沥液处理效果的影响,对人工钠化土膨润土和硫酸铝的不同混合方式进行了对比实验:一是在渗沥液中

加入人工钠化膨润土和硫酸铝按质量比为 2:1 干法混合制备的复合膨润土 2 g。二是在渗沥液中加入相同配比的湿法混合制备的改性土 (2.4) 2 g 进行处理。实验条件相同:搅拌时间 10 min,温度 20 $^{\circ}\text{C}$,不调节原水 pH 值。测得前者 COD_{Cr} 去除率为 39.5%,色度去除率为 66.7%,后者 COD_{Cr} 去除率为 42.2%,色度去除率为 79.2%。因此看来,干法制备的复合膨润土处理效果优于湿法制备的改性土。

2.2.2 投加方式不同对处理效果的影响

为确定复合膨润土投加工艺对渗沥液处理效果的影响,对不同投加方式进行了对比实验:一是在渗沥液中加入人工钠化膨润土和硫酸铝质量比为 2:1 干法混合制备的复合膨润土 2 g。二是按此配比中人工钠化土和固体硫酸铝所占的质量进行分别投加。实验条件相同:搅拌时间 20 min,温度 20 $^{\circ}\text{C}$,调解 pH 值为 6。测得前者 COD_{Cr} 去除率为 84%,色度去除率为 96.7%,后者 COD_{Cr} 去除率为 58.6%,色度去除率为 85.5%。因此看来,膨润土与铝盐干法混合对渗沥液的处理效果远远优于分别投加所得到的效果。可以认为,复合膨润土提高了硫酸铝在水溶液中的分散程度,从而增加了水中颗粒物的碰撞频率,所以它的处理效果好于分别投加。

2.3 沉降时间试验

废水处理效果的好坏与投加混凝剂与溶液的分离效果有密切的联系。从实验现象观察来看,采用复合膨润土处理后的水样,静置 20 min 后就能达到固体沉淀物与溶液的分离,其中沉淀物体积占整个溶液体积的 1/5,此时的上清液基本成透明状态。因此,采用复合膨润土对渗沥液进行处理时,沉淀物沉降速度快,在很短时间内就能达到固液分离,改善了单独使用混凝剂所造成的沉降缓慢,沉降时间较长的缺点。

2.4 X-射线衍射结果分析

(1) 活化土:取人工钠化土在 120 $^{\circ}\text{C}$ 下烘 2 h,在 200 $^{\circ}\text{C}$ 下活化 1h 制备。

(2) 人工钠化土。

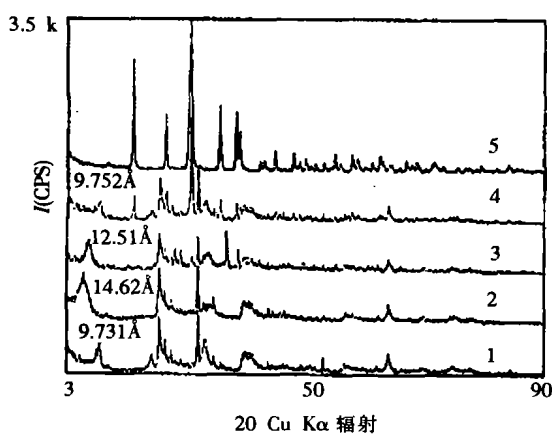
(3) 湿法制备改性土:将人工钠化土与硫酸铝按质量比 2:1 溶于水中加热至沸腾,反应 10 min,调至中性,烘干与活化条件同上。

(4) 复合膨润土。

(5) 硫酸铝:硫酸铝固体烘干,温度条件同上。

X-射线结果分析表明(如图 4),活化人工钠化土的层间距为 $9.731 \times 10^{-10} \text{m}$,人工钠化土

的层间距是 $14.62 \times 10^{-10} \text{ m}$, 前者比后者的层间距减少了 $4.889 \times 10^{-10} \text{ m}$, 这主要是因为活化的过程就是一个脱水的过程, 在活化过程中, 层间水分子不断被挤出分裂脱去, 伴随着层间水分子的减少, 层间距也随之降低^[6]. 活化的作用主要在于它的“造孔”作用, 也就是活化了膨润土空隙、比表面积都有所增加. 湿法制备的复合土层间距为 $12.51 \times 10^{-10} \text{ m}$, 只比人工钠化土减少了 $2.11 \times 10^{-10} \text{ m}$, 值得注意的是湿法制备的复合土已不具有硫酸铝晶体典型的峰群, 由此, 设想硫酸铝中的 Al^{3+} 在湿法混合中与钠化土中的层间阳离子发生了离子交换作用, 从而使钠化土发生了改性而不是简单的硫酸铝与钠化土的混合物. 它的层间距改变有两方面的原因: 一方面层间水分子在复合过程中分裂脱去, 而使层间距减小; 另一方面, Al^{3+} 进入层间与阳离子发生离子交换而使层间距增大, 这两方面共同作用的结果使湿法膨润土层间距介于活化土和钠化土之间. 干法混合制备的复合土层间距为 $9.752 \times 10^{-10} \text{ m}$, 比钠化土层间距减少了 $4.868 \times 10^{-10} \text{ m}$, 与活化土的层间距很相近, 而且干法制备的复合土具有硫酸铝典型峰群, 各峰强度比硫酸铝的峰强度略低一些, 从这两点证明干法制备的复合土使硫酸铝和钠化土的混合物, Al^{3+} 并未参与层间阳离子交换, 也就是说经干法处理的钠化土并没有改性, 其次层间距的减小也是由于层间水分子脱去而引起的.



1—活化土; 2—人工钠化土; 3—湿法改性土;
4—复合膨润土; 5—硫酸铝

图4 X射线衍射分析

Fig. 4 Results of XRD analysis

综上所述, 湿法复合土对渗沥液的处理主要以膨润土的吸附和阳离子交换为主, 而干法复合土在渗沥液处理中所起的作用是膨润土的吸附及混凝剂的混凝产生的共同作用, 所以干法复合土对渗沥液处理效果优于湿法复合土, 与实验结果一致.

2.5 吸附后膨润土的综合利用及再生

吸附后的膨润土可以利用溶剂洗脱的方式进行再生, 但考虑到膨润土是一种天然粘土矿物, 价格低廉, 易于获得, 所以本文认为, 将吸附后的膨润土进行综合利用与将其再生相比更为经济, 且方便可行. 如将吸附后的膨润土制为建筑材料, 或将其作为道路施工中的粘接剂等.

3 结 论

以膨润土与硫酸铝制得的复合膨润土对垃圾渗沥液有较好的去除效果, 与生物法、回灌法相比本法具有去除率高, 工艺简单, 原料易得, 成本低廉的特点, 具有良好的应用前景. 复合膨润土对垃圾渗沥液处理后的 COD_{Cr} 从 1126 mg/L 降为 178 mg/L , 色度从 600 倍降为 20 倍. 复合膨润土对垃圾渗沥液的处理作用在于膨润土与硫酸铝的混凝—吸附—共沉淀. 利用复合膨润土处理垃圾渗沥液克服了单纯使用混凝剂或吸附剂所具有局限性, 为物理化学法处理垃圾渗沥液开辟了新的途径.

参考文献:

- [1] 邹莲花. 城市生活垃圾填埋场渗沥液的试验研究[J]. 给水排水, 1996, 22(5): 13-14.
- [2] KCCheung. Ammonia stripping as a pretreatment for landfill leachate [J]. Water and Soil Pollution, 1997, 9(4): 209-221.
- [3] FETTIG J. Treatment of landfill leachate by preozonation and adsorption in activated carbon columns [J]. Wat. Sci. Tech., 1996, 34(9): 30-40.
- [4] 王宗平. 垃圾渗沥液预处理——氨吹脱[J]. 给水排水, 2001, 27(6): 15-16.
- [5] 赵杏媛. 粘土矿物与粘土矿物分析[M]. 北京: 北京海洋出版社, 1990.
- [6] 王庆善. 浙江省临安平山膨润土 X-射线衍射研究 [A]. 膨润土实验测试研究论文集 [C]. 北京: 地质矿产部科学技术司, 1984. 157-170.

(编辑 蔡公和)