

文章编号: 1000-5013(2009)05-0546-03

# 垃圾沥滤液氢氧化钙混凝-氨吹脱预处理

洪俊明

(华侨大学 化工学院, 福建 泉州 362021)

**摘要:** 采用氢氧化钙混凝-氨吹脱法,对垃圾沥滤液进行预处理,研究氢氧化钙的投加量、pH值、温度和气液比等对混凝-氨吹脱率的影响。结果表明,在垃圾沥滤液中,投加  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  氢氧化钙,可将沥滤液的 pH 值调到 10.5;混凝预处理后,对总磷的去除率可达 80%,氨氮的去除率为 15%~30%,对化学需氧量的去除率不高。垃圾沥滤液氨吹脱过程中,当 pH 值为 10.5 时,氨吹脱率可达到 65%;而当气液比为 3 000,水温为 45 以上,填料质量分数为 50%的条件下,氨吹脱率可达到 85%以上。

**关键词:** 垃圾沥滤液; 氢氧化钙; 混凝; 氨吹脱; 氨氮

**中图分类号:** X 799.303.1

**文献标识码:** A

垃圾焚烧厂的垃圾贮坑中,垃圾含水率高,会产生沥滤液,而垃圾沥滤液是一种高污染、强烈恶臭的污水。我国垃圾厨余物多、含水率高、低位热值接近垃圾自持燃烧的条件,因此,不能采用回喷方式处理沥滤液<sup>[1]</sup>。在目前还没有经济可靠的工艺处理垃圾沥滤液时,部分已投运的垃圾焚烧厂采用将沥滤液运往城市污水处理厂与市政污水混合处理<sup>[2]</sup>。由于沥滤液的 pH 值在 5.0~6.5,且 N 和 P 的浓度都很高,直接进入污水处理厂容易引起水质负荷的冲击。因此,研究经济合理的垃圾沥滤液预处理技术,是目前垃圾焚烧处理的当务之急。Cheung 等<sup>[3]</sup>用空气吹脱和加石灰自由吹脱预处理垃圾渗滤液,结果显示加石灰自由吹脱是最简单、经济的物化预处理方法。本文采用氢氧化钙混凝-氨吹脱方法,对垃圾焚烧厂沥滤液进行预处理。

## 1 原水特征与实验方法

### 1.1 原水特征

实验选用深圳市某垃圾焚烧发电厂的沥滤液,其产生量约为 15%。垃圾贮坑沥滤液调节池的垃圾沥滤液水质特征:化学需氧量(COD<sub>Cr</sub>)为  $46.243\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,生化需氧量为  $18.4\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ , $\text{NH}_4^+-\text{N}$ (氨氮)的质量浓度为  $740\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,总氮(TN)的质量浓度为  $2.584\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,总磷(TP)的质量浓度为  $150\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,悬浮固体(SS)的质量浓度为  $2.22\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ , $\text{NO}_3^--\text{N}$ 的质量浓度为  $298\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,pH 值为 6.3。由此可见,垃圾焚烧厂沥滤液的有机污染物及 N 和 P 的浓度都很高。

### 1.2 实验方法

分别取一定量的垃圾沥滤液,投加一定量的氢氧化钙,分别于  $300\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  下搅拌 40 s,  $100\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  下搅拌 10 min,  $60\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  下搅拌 15 min,然后静沉 30 min。取液面下 1~2 cm 处的上清液测定混凝效果;再取上清液,投入吹脱柱,吹脱柱中投加一定的陶粒填料,用曝气泵和刚玉曝气头进行曝气吹脱,气液比通过吹脱停留时间控制。实验过程中,室温为 27℃,水温为 25℃。

### 1.3 分析方法

测定方法依据文[4]。COD 测定采用重铬酸钾法; $\text{NH}_4^+-\text{N}$  测定采用纳氏试剂光度法;TP 测定采用钼锑抗分光光度法;pH 值采用 PHS-3 型精密数字显示酸度计测定。

收稿日期: 2008-05-26

通讯作者: 洪俊明(1974-),男,高级工程师,博士,主要从事水污染控制工程的研究。E-mail: jmhong@hqu.edu.cn.

基金项目: 华侨大学科研基金资助项目(08BS204)

2 结果与讨论

2.1 氢氧化钙投加量对沥滤液水质的影响

氢氧化钙投加量 ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) 对沥滤液水质的影响,如表 1 所示. 表 1 中, 为去除率, 为质量浓度. 从表 1 可知,沥滤液的 pH 值随着氢氧化钙投加量的增加而逐渐升高. 当氢氧化钙投加量至  $8\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,沥滤液的 pH 值达到 11.5~12.0,继续增加氢氧化钙投加量,对 pH 值影响不大.

从表 1 可看出,沥滤液的总磷去除率随着氢氧化钙投加量的增加而升高. 这是由于在碱性条件下,氢氧化钙可以与  $\text{PO}_4^{3-}$  形成羟磷灰石 ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) 沉淀<sup>[5]</sup>,实现对磷的去除. 氢氧化钙投加量在  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  (pH 值为 10.5) 时,总磷去除率达到 85 % 以上,出水的总磷质量浓度达到  $10\sim 15\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . 如果再继续增加氢氧化钙投加量,对沥滤液的总磷的去除影响不大,说明混凝沉淀的反应已经基本完成. 从表 1 可看出,混凝过程对沥滤液的 COD 去除率较低,只有 4 %~6 %. 这是由于陈化后的沥滤液中, COD 主要是溶解性的,而混凝过程主要去除颗粒态的 COD.

表 1 氢氧化钙投加量对沥滤液水质的影响  
Tab. 1 Effects of calcium hydroxide dosing quantity on water quality of leachate

(Ca(OH) <sub>2</sub> )/ g · L <sup>-1</sup>	pH	TP		COD <sub>Cr</sub>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	
		/ mg · L <sup>-1</sup>	/ %	/ g · L <sup>-1</sup>	/ %	/ mg · L <sup>-1</sup>	/ %
0	6.42	150.20	-	46.243	-	740.1	-
2	8.78	92.47	38.4	44.313	4.2	672.7	9.1
4	9.85	44.30	70.5	44.072	4.7	661.1	10.7
6	10.73	22.05	85.3	43.428	6.1	632.8	14.5
8	11.93	17.78	88.2	43.268	6.4	619.3	16.3
10	12.16	15.44	89.7	43.670	5.6	525.0	29.5

垃圾沥滤液中  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  的质量浓度高,是由于含氮可生化有机组分的厌氧水解和发酵,未能以氨气形式释放出来的  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,多数并不是以游离氨的形式存在于沥滤液中. 调节废水的 pH 值,破坏其在沥滤液中的化合或络合状态使之转化为游离氨<sup>[6]</sup>,呈游离状态的氨易于逸出. 从表 1 可看出,氨氮去除率随着氢氧化钙投加量的增加而逐渐升高. 这是由于高质量浓度的氨氮在碱性条件下形成氨水 ( $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ),以  $\text{NH}_3$  的形式向空气中逸出,此时,氨氮的去除率可达 15 %~30 %.

2.2 垃圾沥滤液吹脱条件的控制

2.2.1 氢氧化钙投加量 从表 1 可知,  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  的去除率随氢氧化钙投加量的增大而升高,说明, pH 值越高,越有利于沥滤液中氨氮的转化. 但是,过高的 pH 值要求投入大量氢氧化钙,这无疑会增加运行费用,而且不利于后续的生化处理. 在氢氧化钙投加量为  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,沥滤液 pH 值为 10.5 条件下,  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  的去除率达到 65 %;而再增加氢氧化钙投加量,对氨氮去除率提高不明显. 因此,氢氧化钙投加量为  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  为较优的运行条件. 文[7]提出当 pH 值为 11 时,沥滤液中的游离氨大致占 90 %.

2.2.2 气液比 控制氢氧化钙投加量为  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ , pH 值为 10.5, 氨氮吹脱率与气液比 ( $k$ ) 的关系,如表 2 所示. 从表 2 可以看出,氨氮的吹

表 2 气液比对氨氮吹脱率的影响

Tab. 2 Effects of gas/liquid on ammonia removal of air-stripping							
$k$	0	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000
/ mg · L <sup>-1</sup>	737.7	371.0	305.4	236.4	223.2	216.4	211.6
/ %	0	49.7	58.6	68.0	69.7	70.7	71.3

脱率随气液比的上升而上升. 当气液比从 0 上升到 1 000 时,吹脱率上升较快;当气液比从 1 000 到 3 000 时,吹脱率上升趋势较慢;而当气液比在 3 000~6 000 时,吹脱率基本趋于稳定. 因此,可以根据出水氨氮的要求和运行成本的需要控制氨吹脱的气液比. 选择气液比为 3 000,氨氮的去除率可达到 68 %.

2.2.3 水温 控制氢氧化钙投加量为  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ , pH 值为 10.5, 气液比 3 000 时,采用水浴的方式控制反应温度,沥滤液温度 ( $t$ ) 对氨氮吹脱率的影响,如表 3 所示. 从表 3 可知,当沥滤液温度为 25 ℃ 时,吹脱率为 61 %;当沥滤液温度为 30~40 ℃ 时,吹脱率可升至 70 %;而当沥滤液温度达到 45 ℃ 以上时,吹脱率可达到 85 % 以上. 因此,建议可利用垃圾焚烧厂的余热对沥滤液进行适当的加温,使沥滤液的温度提高到 45 ℃ 以上.

2.2.4 填料填充量 在吹脱柱中投加填料,有利于气体与沥滤液的混合,强化吹脱效果.室温条件下,控制氢氧化钙投加量为  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ,pH 值为 10.5,气液比 3 000,吹脱柱中的陶粒填料质量分数( $w$ )对氨氮吹脱率的影响,如表 4 所示.从表 4 可知,在填料质量分数为 50 %时,可将氨吹脱率从 68 %提高到 72.5 %;当填料质量分数过高(超过 50 %)时,对吹脱率的影响不大.

表 3 水温对氨氮吹脱率的影响  
Tab. 3 Effects of temperature on ammonia removal by air stripping

$t/$	25	30	35	40	45	50
$/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	204.5	158.6	158.0	150.9	100.1	93.4
$/\%$	61.1	69.8	70.0	71.3	81.0	82.2

表 4 填料填充量对氨氮吹脱率的影响  
Tab. 4 Effects of filler packing ratio on ammonia removal of air stripping

$w/\%$	0	25	50	75
$/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	236.8	226.0	203.4	203.0
$/\%$	67.9	69.4	72.4	72.5

3 结束语

城市垃圾焚烧厂沥滤液中高浓度氨氮和总磷是城市垃圾处理中的一个难点.本试验以某垃圾焚烧发电厂沥滤液为处理目标,采用石灰混凝-氨吹脱预处理工艺.结果表明,实验取得比较理想的效果,这为后续生物处理奠定了良好的基础.

参考文献:

[1] 何品晶,冯军会,瞿 贤,等.生活垃圾焚烧厂贮坑沥滤液的污染与可处理特性[J]. 环境科学研究,2006,19(2):86-89.

[2] 兰建伟,颜学宏,曾贤桂.垃圾焚烧厂中沥滤液的处理[J]. 工程设计与建设,2004,36(5):39-42.

[3] CHEUNG K C,CHU L M,WONG M H. Ammonia stripping as a pretreatment for landfill leachate[J]. Water, Air and Soil Pollution, 1997,94(1/2):209-221.

[4] 国家环境保护局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法[M]. 4 版.北京:中国环境科学出版社,2002.

[5] TCHOBANOGLOUS G,BURTON F L, STENSEL H D. Wastewater engineering: Treatment and reuse[M]. 4th ed. New York: Mc Graw-Hill,2001.

[6] 王文斌,董 有,刘士庭.吹脱法去除垃圾渗滤液中的氨氮研究[J]. 环境污染治理技术与设备,2004,6(5):51-53.

[7] 倪佩兰,郑学娟,徐月恩,等.垃圾填埋渗滤液氨氮的吹脱处理工艺技术研究[J]. 环境卫生工程,2001,9(3):133-135.

Experimental Study on Municipal Solid Waste Incineration Leachate Treatment Using Lime Coagulation-Air Stripping Process

HON G J un-ming

(College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** Lime coagulation-air stripping process was used to treat leachate of municipal solid waste incineration plants' stockroom. The effects of pH, gas/liquid ratio, temperature and filler packing ratio on the stripping performance were studied. The results show that when the pH of leachate was adjusted to 10.5 after put into  $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{Ca}(\text{OH})_2$ , the removal ratio of total phosphor was over 80 %; the removal ratio of ammonia and nitrogen is 15 % ~ 30 %. The removal efficiency became lower due to the soluble  $\text{COD}_\text{Cr}$  presented in influent. In conditions where pH = 10.5, gas/ liquid ratio is 3 000 times, the leachate temperature was over 45 , and the filler packing ratio was 50 %, over 85 % of ammonia nitrogen was removed by the air stripping.

**Keywords:** solid waste leachate; calcium hydroxidl; coagulation; air-stripping; ammonia nitrogen

(责任编辑:黄仲一 英文审校:陈国华)