

浸没燃烧工艺在垃圾渗滤液中的应用研究

高兴旺

(南京万德斯环保科技股份有限公司 江苏南京 210000)

摘要: 研究浸没燃烧技术在垃圾填埋场纳滤膜浓缩液的适用性;采用自研浸没燃烧系统,以0#柴油为热源,进行浸没燃烧系统运行;结果表明:系统在20~40cm浸没深度条件下具有稳定的运行环境及蒸发效果;系统稳定运行过程中捕捉蒸发冷凝水,其内COD \leq 100mg/L,氨氮 \leq 25mg/L,达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)表2排放标准,不凝汽排放达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1997)标准;膜浓缩液浓缩后产生的固体盐泥残渣,固化后填埋。

关键词: 浸没燃烧 膜浓缩液 冷凝水 系统尾气

垃圾填埋场主要采用生化+膜处理工艺进行垃圾渗滤液处理;目前填埋场膜浓缩液主要采用回灌方式进行处理^[1-3]。膜浓缩液内富集大量盐分及难降解有机物,长期回灌处理易导致垃圾渗滤液内及难降解有机物的富集,导致填埋场的垃圾渗滤液处理难度日益加大。MVR、多效蒸发等技术为间壁式蒸发处理技术,在对膜浓缩液进行处理时,蒸发系统的换热界面易形成有机及无机垢层,阻碍蒸发系统的有效进行^[4-6]。浸没燃烧为一种新型的环保处理技术^[7-8],可利用填埋场内废弃的沼气为燃料,产生高温烟气与膜浓缩液进行直接换热处理,此过程不存在传热面上结晶、腐蚀和结垢等情况^[9-10]。本研究过程中利用具有稳定热值的0#柴油为燃料,探索浸没燃烧工艺在垃圾渗滤液膜浓缩液处理过程中的应用情况。

1 材料与方 法

1.1 试验水质

垃圾渗滤液纳滤膜浓缩液,其内含有大量难降解有机物及盐分,纳滤膜浓缩液内水质情况见表1。

表1 某垃圾渗滤液纳滤膜浓缩液

项目	范围	均值
pH	7.0-8.0	7.5
COD (mg/L)	4000-5000	4600
BOD (mg/L)	\leq 40	35
NH ₃ -N (mg/L)	\leq 25	18
硬度 (mg/L)	500-600	562
电导率 (ms/cm)	25-28	26
含固量 (mg/L)	25000-30000	26500

1.2 试验装置

采用自主研发的浸没燃烧蒸发器,配套柴油燃烧器。使用中国石化销售股份有限公司销售的0#柴油为燃料,采用齿轮流量计精确控制浸没燃烧系统内柴油消耗量。

1.3 分析方法

COD: 重铬酸盐法(HJ828-2017);氨氮: 纳氏试剂分光光度

法(HJ 535-2009);烟气分析仪-VARIO PLUS。

1.4 试验设计

采用自制的浸没燃烧设备,0#柴油为燃料,产生高温烟气与膜浓缩液进行换热处理;浸没燃烧设备具有温度传感、液位控制等系统。

采用间歇式运行操作,进行浸没燃烧设备对纳滤膜浓缩液处理的研究,试验内容包括:

- ①、高温烟气与纳滤膜浓缩液的换热过程;
- ②、浸没深度对系统运行稳定的影响;
- ③、浸没燃烧系统内污染物情况。

1.4.1 高温烟气与纳滤膜浓缩液的换热过程

浸没燃烧过程中高温烟气与纳滤膜浓缩液的换热分两个阶段:第1阶段为高温烟气对纳滤膜浓缩液的加热过程,利用燃烧产生的高温烟气直接进入纳滤膜浓缩液内实现纳滤膜浓缩液的加热,此过程纳滤膜浓缩液温度随烟气持续时间增加而逐渐增加;第2阶段为高温烟气对纳滤膜浓缩液的蒸发过程,利用高温烟气对处于沸腾状态的纳滤膜浓缩液持续供热,实现纳滤膜浓缩液的浓缩。

选择柴油流量分别为10L/h、12L/h、15L/h、18L/h、20L/h,进行膜浓缩液加热及蒸发过程的测试,在此过程中收集各过程冷凝水进行分析。

1.4.2 浸没深度对系统运行的影响

浸没燃烧系统内,浸没深度对浸没燃烧高温烟气提供较大背压,影响浸没燃烧系统的稳定运行。本过程试验,控制柴油流量为15L/h、18L/h,选择不同的浸没深度分别为10cm、20cm、30cm、40cm、50cm,观察浸没深度对系统稳定运行的影响。

2 结果与讨论

2.1 高温烟气与纳滤膜浓缩液的换热过程

5种不同柴油流量条件下, 纳滤膜浓缩液的升温曲线如图1所示。从图1可看出, 随着柴油用量的上升, 浸没燃烧器内纳滤膜浓缩液的加热速率得到明显提高。纳滤膜浓缩液加热至一定程度后, 纳滤膜浓缩液内温度保持平衡。由于在浸没燃烧系统内, 纳滤膜浓缩液液面水汽蒸发分压较低, 导致在浸没燃烧设备内纳滤膜浓缩液的沸腾温度维持在80℃左右。

纳滤膜浓缩液的沸腾温度随柴油流量的增加而呈线性关系增加; 同时浸没燃烧系统的蒸发强度也随柴油流量的增加呈现线性变化关系; 同时也说明, 在浸没燃烧设备内, 相同条件下, 纳滤膜浓缩液的温度越高, 浸没燃烧蒸发器的蒸发强度越强。

2.2 浸没深度对系统运行的影响

选择柴油流量分别为15 L/h、18 L/h进行浸没燃烧深度试验。

从图3可以看出, 纳滤膜浓缩液的浸没深度在20~40cm范围内, 可获得较高的蒸发效率 (>70%)。主要因为燃烧产生的高温烟气需从纳滤膜浓缩液内通过, 在不同的浸没深度条件下, 高温烟气在纳滤膜浓缩液内进行传热的气泡方式不同; 当浸没深度处于20~40cm时, 高温烟气以微小气泡方式分布于纳滤膜浓缩液内, 实现烟气与纳滤膜浓缩液的高效换热; 当浸没深度较低时, 存在部分烟气未与纳滤膜浓缩液实现换热即溢出纳滤膜浓缩液液面; 当浸没深度较高

时, 由于压力的作用, 烟气在纳滤膜浓缩液内易发生团聚, 导致存在部分高温烟气难以与纳滤膜浓缩液实现换热, 导致换热效率偏低。

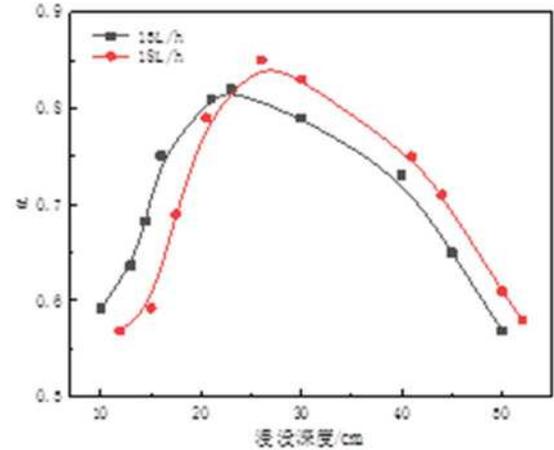


图3 纳滤膜浓缩液的蒸发效率与浸没深度之间关系

图4(左)中, 浸没燃烧设备运行过程中, 燃烧产生的高温烟气直接通过纳滤膜浓缩液进行换热, 导致助燃空气管道等压力与纳滤膜浓缩液浸没深度存在直接关系; 图4(右)中, 不同浸没深度条件下, 纳滤膜浓缩液受到高温烟气搅拌, 使得压力出现波动; 浸没深度越低, 压力波动越小。表明, 浸没燃烧系统在浸没液深度较低时, 具有更好的稳定性。

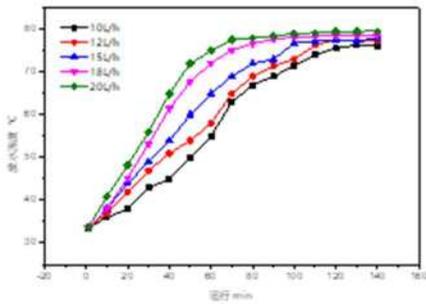


图1 不同柴油消耗量条件下纳滤膜浓缩液的加热速率

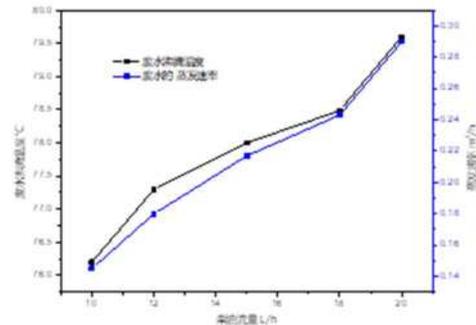


图2 纳滤膜浓缩液蒸发温度及蒸发速率与柴油流量之间关系

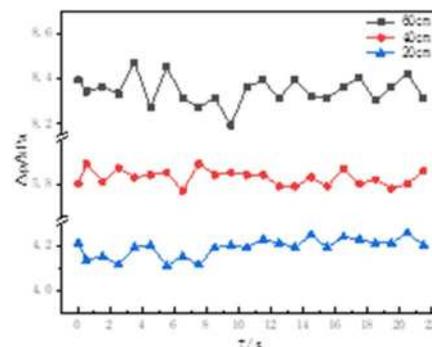
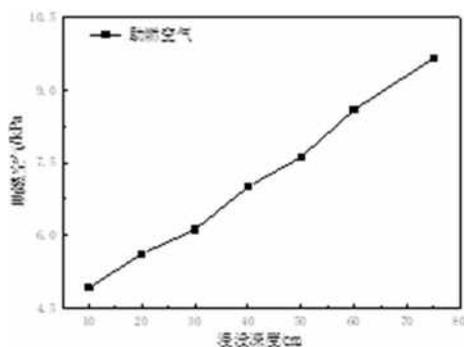


图4 助燃空气管道压力与浸没深度之间关系(左)、燃烧室压力波动随浸没深度之间关系(右)

2.3 浸没燃烧污染物情况

蒸发冷凝水内污染物随浸没深度的变化,其波动较小;冷凝水内 COD < 100mg/L, 氨氮 < 25mg/L, 满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)表2排放标准。

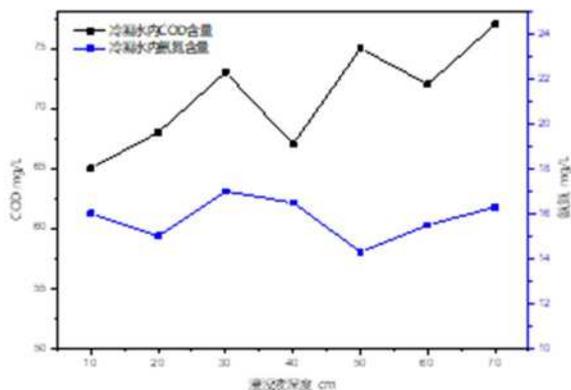


图5 蒸发冷凝水内 COD 及氨氮随浸没深度的变化关系

尾气内组要污染物组成如表 2 所示:尾气内 CO 含量较低为 25mg/m³,表明在柴油燃烧器内,实现了柴油的充分燃烧;纳滤膜浓缩液内氮氧化物及二氧化硫含量低,主要为高温烟气与纳滤膜浓缩液进行直接换热处理,烟气内易溶于水的污染物进入了水内,尾气内此部分污染物含量较低;因从纳滤膜浓缩液内经过,导致系统尾气内具有一定 VOC,但针对垃圾渗滤液纳滤浓液,其内主要为大分子腐植酸,不易从纳滤膜浓缩液进入烟气内,使烟气内 VOC 含量小;浸没燃烧烟气内污染物含量低于《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1997)要求。

表 2 系统尾气内污染物组成

指标	COmg/m ³	NO _x mg/m ³	SO ₂ mg/m ³	VOCmg/m ³
含量	25	41.07	0	15

大分子腐植酸及盐分从在浸没燃烧器内随纳滤膜浓缩液蒸发而逐步析出形成盐泥残渣,固化后进入填埋场进行填埋处置。

3 结论

1)、浸没燃烧工艺适用于垃圾渗滤液膜浓缩液的处理,使膜浓缩液内的盐分及有机物析出形成盐泥,蒸发出水转化为冷凝水和不凝气;

2)、浸没燃烧系统内高温烟气与垃圾渗滤液纳滤膜浓缩液可实现充分换热,

在 20~40cm 浸没深度条件下具有稳定的运行效果及蒸发效率 (> 70%);

3)、浸没燃烧系统收集的冷凝水 (COD < 100mg/L, 氨氮 <

25mg/L) 达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)表2排放标准;烟气满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1997)排放要求;

4)、柴油作为热源进行填埋场垃圾渗滤液膜浓液的浸没燃烧处理,拓宽了浸没燃烧技术的应用场景。后期针对垃圾填埋场填埋气为热源,进行垃圾填埋场膜浓缩液处理,达到以废治废目的。

参考文献

- [1] 徐蘇士.UV-Fenton 工艺对垃圾渗滤液纳滤浓缩液的处理研究[D].北京.清华大学.2012 .
- [2] 郑可.臭氧氧化法处理反渗透浓缩垃圾渗滤液[D].广州.华南理工大学.2012.
- [3] Luedicke A H,Hendrickson B,Pigott G M. A method for the concentration of proteinaceous solutions by submerged combustion [J].Journal of Food Science,1979, 44 (5): 1469-1473.
- [4] 岳东北,聂永丰,许玉东.纳滤膜浓缩液浸没燃烧蒸发技术的发展及应用[J].中国给水排水,4 (21): 28-30.
- [5] 张锦泰.浸没燃烧技术处理高浓度有机纳滤膜浓缩液研究[D].南京.东南大学.2017.
- [6] 岳东北,许玉东,何亮等.浸没燃烧蒸发工艺处理浓缩渗滤液[J].中国给水排水,7 (21): 71-73.
- [7] 李瑞宇,冯国行,常丹等.浸没式燃烧锅炉的设计[J].价值工程,178-180.
- [8] 张锦泰,黄亚继,刘秀宁等.浸没燃烧技术处理高浓度有机纳滤膜浓缩液研究[J].环境工程,7 (35): 14-18.
- [9] 安瑾,陆飞鹏.浸没燃烧蒸发处理垃圾焚烧厂 RO 浓缩液[J].环境工程,35: 27-34.
- [10] 丁惠华.浸没燃烧蒸发器[M].中国工业出版社.1963.