

城市生活垃圾焚烧电厂渗滤液处理工程设计

司亚康¹, 任登凯²

(1. 河北海之润检测技术服务有限公司, 河北 唐山 063000;

2. 天津工程机械研究院有限公司, 天津 300409)

摘要:对城市生活垃圾焚烧电厂渗滤液处理工程进行了设计, 采用物化法与生化法相结合的工艺技术实现了渗滤液中主要污染物的去除, 各处理构筑物对渗滤液中有机污染物的处理效果均能达到预期设计要求。

关键词:城市生活垃圾; 渗滤液; 物化法; 生化法

中图分类号:X799.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2020)03-0074-03

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2020.03.015

Design of Disposal of Leachate in Municipal Solid Waster Incineration Power Plant

SI Ya-kang¹, REN Deng-kai²

(1. Hebei Haizhirun Testing Technology Service Co., Ltd, Tangshan 063000, China;

2. Tianjin Research Institute of Construction Machinery Co., Ltd, Tianjin 300409, China)

Abstract: In this paper, the disposal of leachate in the municipal solid waste incineration power plant is designed, where the combination of the physicochemical method and biochemical method can effectively remove the main pollutants in the leachate. The effect of each disposal component on the organic pollutants in the leachate can meet the expected requirements.

Key Words: municipal solid waster; incineration leachate; physicochemical method; biochemical method

目前城市生活垃圾具有多厨余物、高含水率和较低热值的特点,若采用焚烧法处理,在焚烧电厂需将新鲜垃圾在垃圾仓中储存 5 d 左右进行发酵熟化,滤出水分、提高热值,以保证后续焚烧炉的正常运行。因此,城市生活垃圾焚烧电厂渗滤液主要来自于垃圾储仓产生的渗滤液和垃圾卸料区的冲洗废水,呈现出高浓度氨氮和高 COD、BOD₅ 含量的特点,而且相对

COD、BOD₅ 含量,其磷含量偏低而氨氮含量偏高,对于高浓度有机废水一般采用的生化处理工艺而言,这种营养比例失调以及 BOD₅/COD 比率变化幅度较大的可生化性能的不稳定性增加了废水处理的难度^[1-2]。

基于实际需求,对某项城市生活垃圾焚烧电厂渗滤液处理工程进行设计,选择处理技术,计算工艺参数。

作者简介:司亚康(1985—),男,河北深泽人,工程师,主要从事环境技术咨询研究。

1 工艺设计方案

1.1 设计规模

考虑生产发展需要,设计渗滤液处理规模为 $50 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

1.2 设计水质与排放要求

垃圾渗滤液处理站设计进水水质为:COD $50\,000 \sim 60\,000 \text{ mg/L}$, BOD_5 $25\,000 \sim 30\,000 \text{ mg/L}$, SS $1\,600 \sim 2\,000 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ $2\,200 \sim 2\,500 \text{ mg/L}$, TN $2\,900 \sim 3\,200 \text{ mg/L}$ 。

渗滤液处理出水满足《生活垃圾填埋场污染物控制标准》GB16889—2008 表2标准,设计出水水质满足 $\text{COD} \leq 100 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 \leq 30 \text{ mg/L}$, $\text{SS} \leq 30 \text{ mg/L}$ 。

2 工艺流程设计及说明

2.1 流程设计

根据企业提供的进、出水水质参数和焚烧电厂垃圾渗滤液的特点,并结合工程实践,确定垃圾渗滤液的处理工艺采用物化法与生化法相结合的工艺技术来实现渗滤液的达标排放。具体工艺流程见图1。

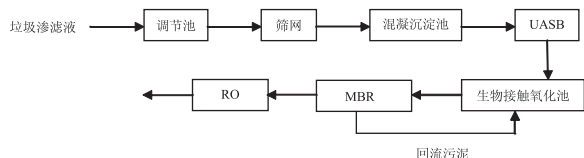


图1 渗滤液处理工艺流程

2.2 流程说明

污水处理:垃圾渗滤液进入调节池进行水质均衡,经提升流经筛网,截留去除絮凝较大的固体物质;受限于后续 UASB 厌氧反应器处理阶段对进水 SS 浓度不能过高的要求,渗滤液经筛网过滤后再经混凝沉淀池投加药剂去除水中的部分悬浮物;然后经提升进入到 UASB 厌氧反应器,利用厌氧反应去除渗滤液中大部分的 COD 和 BOD_5 ,以减轻好氧生物的处理负荷,好氧段采用生物接触氧化工艺对渗滤液进行处理,出水再进入 MBR 和 RO 系统,此阶段通过向生物接触氧化池增加回流污泥、截留水中的颗粒物,实现泥水高效分离。废水经多级生化、物化处理后,出水达到设计排放要求。

污泥处置:混凝沉淀池与 MBR 中产生的污泥进入储泥池,经污泥脱水系统进一步降低污泥含水率,减少污泥体积,脱水后的污泥泥饼送电厂焚烧,污泥脱水系统的上清液输送至调节池与进水一起处理。

3 工艺设计参数

3.1 预处理工艺

3.1.1 调节池

因工程中垃圾储仓产生的渗滤液量高于垃圾卸料区产生的冲洗废水量,需设置调节池以均衡水质。为减少沉淀多的不利影响,需在池底设置推流装置和排泥设备。调节时间设计为 6 d,调节池有效容积为 300 m^3 ,采用全地下钢筋混凝土结构,内设 1 台排泥泵,流量为 $24 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

3.1.2 混凝沉淀池

铝盐为混凝剂,聚丙烯酰胺为絮凝剂,药剂投加到污水管中,通过管道混合器混合,进入絮凝反应区。池内沉淀区设置 PVC 六角蜂窝状填料,利用多层多格浅层沉淀,提高沉淀效率。设计絮凝反应池 1 座,有效容积为 1.0 m^3 ;沉淀池 1 座,有效容积为 3.0 m^3 。

3.2 生物处理工艺

3.2.1 UASB 厌氧反应器

渗滤液自混凝沉淀池流入 UASB 厌氧反应器,在反应器内完成 pH 调节、营养盐投加和渗滤液提升到预期温度三个过程,在反应器内渗滤液中大量的有机物被生物降解转化为沼气。设计 UASB 厌氧反应器 1 座,罐体为钢筋混凝土结构,容积负荷为 $6.6 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,尺寸为 $\Phi=6 \text{ m}$, $H=12 \text{ m}$,有效容积为 340 m^3 。

UASB 厌氧反应器的供料流量由电磁流量计连续监测和记录,进水流量由该电磁流量计和控制阀自动控制。连续监测 UASB 厌氧反应器出水的 pH 值和温度。加热恒温系统采用厂区内现有蒸汽源的蒸汽加热。厌氧反应器壳体外围用 50 mm 厚的聚氨酯泡沫喷涂,用于罐体内混合液的保温,泡沫外侧用彩钢板包裹。

3.2.2 生物接触氧化池

生物接触氧化池的作用是继续降解厌氧反

应器出水中的小分子有机物。设计生物接触氧化池 1 座,钢筋混凝土结构,有效容积为 730 m^3 ,水力停留时间为 14.5 d,有效水深为 5.5 m。

3.3 深度处理工艺

MBR 主体部分:5 支管式膜,1 台 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ 循环泵。超滤预处理部分:1 台 $20 \text{ m}^3/\text{h}$ 原水泵,1 台预处理过滤器,孔径为 $800 \mu\text{m}$ 。膜清洗系统:1 台 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 清洗泵,1 台超滤清洗箱,1 套钛加热棒加热系统。RO 膜主体部分:6 支 RO 膜,1 台 $2.1 \text{ m}^3/\text{h}$ 增压泵,1 台 $2.1 \text{ m}^3/\text{h}$ 高压泵。

3.4 污泥处理工艺

污泥处理工艺见图 2。

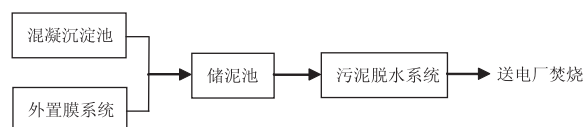


图 2 污泥处理工艺

3.4.1 储泥池

调节池、混凝沉淀池、生化系统产生的剩余污泥收集于储泥池中,用污泥输送泵定时抽取进行脱水处理,池内设 1 台 $20 \text{ m}^3/\text{h}$ 的污泥泵和 1 台 0.5 kW 的搅拌器。设计储泥池长 $\times$ 宽 $\times$ 高为 $2.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$,容积为 12 m^3 。

3.4.2 污泥脱水系统

污泥脱水系统采用污泥脱水机对储泥池的污泥进行脱水处理,最终产生含水率 $\leq 80\%$ 的干泥,送电厂焚烧。设计污泥脱水机 1 套,带宽为 500 mm ,不锈钢 304 机架。

3.4.3 投药系统

(a) 聚合氯化铝(PAC)加药装置

PAC 的作用是沉淀水中的颗粒物质,降低 COD 和 SS。投加点设置于絮凝反应池的进水管路中,PAC 配置浓度为 10% ,溶液使用量为 $10 \sim 50 \text{ L/h}$ 。

(b) 聚丙烯酰胺(PAM)加药装置

PAM 具有在颗粒间形成比较大的絮体由此加速沉淀的作用。投加点设置于絮凝反应池的进水端,PAM 配置浓度为 0.5% ,溶液使用量为 $10 \sim 50 \text{ L/h}$ 。

(c) 调节 pH 加药装置

NaOH 加药装置:本项目垃圾渗滤液呈微酸性,为了满足后续的物化和生化处理工艺所需的 pH 的要求,需要投加一定量的碱液至反应系统前端。投加点设置于混凝沉淀池和 UASB 厌氧反应器的进水管,NaOH 配置浓度为 20% ,溶液使用量为 $0.001 \sim 1 \text{ L/h}$ 。

HCl 投加系统:HCl 用槽车由卸料泵输送至 HCl 贮罐。贮罐中设有液位计,以连续监测物料的液位。由计量泵向厌氧反应器中投加 HCl,以调节 pH。该贮罐设有排空管。贮罐产生的酸雾在酸雾吸收器中用工业水吸收。

(d) H_3PO_4 投加系统

因垃圾渗滤液营养成分比例不平衡,需投加磷酸盐调整营养配比,促进生物接触氧化池中的微生物生长。投加点设置于生物接触氧化池前端, H_3PO_4 投加浓度为 85% ,溶液使用量为 $0.5 \sim 5 \text{ L/h}$ 。

3.5 沼气收集系统

3.5.1 沼气稳压柜

沼气稳压柜容积为 5 m^3 ,带有可活动的浮顶,浮顶上设置混凝土配重块,使沼气系统中保持 $250 \sim 300 \text{ mm}$ 水柱的压力。沼气的位由超声物位计连续监测。

3.5.2 沼气燃烧器

沼气燃烧器最大燃烧能力为 $80 \text{ m}^3/\text{h}$ 。沼气稳压柜的气位自动控制沼气燃烧器的操作,当沼气稳压柜气位达到较高水平,主燃烧器控制阀自动打开,沼气由点火器点燃,然后沼气稳压柜气位缓慢下降,当达到某个水平,主燃烧器控制阀会自动关闭,而沼气火苗继续燃烧。沼气的燃烧温度会高于 815°C 。

3.5.3 冷凝水箱

冷凝水箱收集从厌氧反应器产生的沼气饱和和水气,当沼气温下降时水冷凝析出。在水箱中设有 650 mm 深度的水封,防止沼气从排水管泄漏(排水来自沼气管路)。

4 运行效果

工程经过调试后,对出水指标进行监测,结果见表 1。监测数据表明,采用混(下转第 95 页)

- [7] 陈为公,张胜昔,王会会. 基于 PCA-C-OWA 算子赋权的钢筋混凝土施工质量灰色聚类评价[J]. 土木工程与管理学报, 2016,33(1):1-6.
- [8] 王煜,徐泽水. OWA 算子赋权新方法[J]. 数学的实践与认识,2008(3):51-61.
- [9] 张奔. 基于层次分析模糊集合数学期望值的煤矿应急能力评估[J]. 现代矿业,2015, 31(12):175-177.
- [10] 陈守煜. 工程可变模糊集理论与模型——模糊水文水资源学数学基础[J]. 大连理工大学学报,2005(2):308-312.
- [11] 吴贤国,丁保军,张立茂,等. 基于贝叶斯网络的地铁施工风险管理研究[J]. 中国安全科学学报,2014,24(1):84-89.
- [12] 应国柱,汪鹏程,朱大勇,等. 基于模糊综合评价模型的地铁施工风险评估[J]. 地下空间与工程学报,2016,12(2):539-545.
- [13] 贺爱群. 地铁施工重大危险源评估与识别研究[D]. 长沙:中南大学,2010.
- [14] 贾卓. 沈阳地铁施工事故评价与综合对策研究[D]. 沈阳:东北大学,2011.

(责任编辑:李秀荣)

(上接第 76 页)凝沉淀池+UASB+生物接触氧化池+MBR+RO 工艺处理城市生活垃圾焚烧电厂渗滤液,出水水质低于排放标准。

表 1 出水效果 mg/L

构筑物	COD	BOD ₅	SS
进水	57 600	27 648	1 639
筛网	57 600	27 648	1 475
混凝沉淀池	46 157	22 118	885
UASB	13 847	6 635	796
生物接触氧化池+MBR	692	132	7.86
RO	69	13	≤5

5 效益分析

考虑电费、污水处理工作人员费用、维修费、污泥处理处置费等,实际废水处理的总成本为 25.8 元/m³。

6 结论

工程运行效果表明,在设计负荷范围内,处理设施运行稳定。采用物化法与生化法相结合的工艺技术可实现城市生活垃圾焚烧电厂渗滤液中主要污染物的去除,各处理构筑物对渗滤液中有机污染物的处理效果均能达到预期设计要求。

参考文献:

- [1] 谢志生. 某生活垃圾焚烧厂渗滤液处理工程案例[J]. 化工设计通讯,2019,45(5):237.
- [2] 李红莲. 生活垃圾焚烧发电厂渗滤液处理工程实例[J]. 工业用水与废水,2013,44(5):68-70.

(责任编辑:李秀荣)