

Technical Analysis and Application of Landfill Leachate Back Injection Incinerator

Bingbing Zhang

Kaihua Tianhui Environmental Protection Energy Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324300, China

Abstract

With the construction and operation of waste incineration plant, the “reduction, resource and harmless” of domestic waste has been effectively disposed of, which has a good demonstration effect on improving the regional environmental quality, optimizing the ecological environment, and improving the level of harmless waste treatment. In the operation process of waste incineration plant, landfill leachate contains many harmful substances, high organic content and complex disposal process, which brings great pressure and challenge to its harmless disposal. Based on a set of leachate treatment system in a 300t/d waste incineration plant in a county of Zhejiang Province, an efficient and harmless technical scheme for the disposal of leachate was proposed. Through analysis and calculation, the feasibility of disposal technology scheme of landfill leachate back injection incinerator is put forward, which can provide reference for reducing the operating cost of leachate.

Keywords

landfill leachate; backflow incineration; atomization

生活垃圾渗滤液回喷焚烧炉技术分析与应用

张兵兵

开化天汇环保能源有限公司, 中国·浙江 衢州 324300

摘 要

随着垃圾焚烧厂兴建与投运, 生活垃圾的“减量化、资源化、无害化”得到了有效的处置, 对改善地区环境质量、优化生态环境, 对提高垃圾的无害化处理水平具有较好的示范效果。而在垃圾焚烧厂运营过程中, 垃圾渗滤液因含有多种有害物质, 有机物含量高, 处置过程复杂等特点, 对其无害化处置带来了较大的压力与挑战。论文结合浙江某县域投运的300t/d垃圾焚烧厂现有的一套渗滤液处理系统设施, 针对渗滤液产生情况, 提出一种高效的、能无害化处置垃圾渗滤液的技术方案。通过分析并计算, 提出垃圾渗滤液回喷焚烧炉处置技术方案的可行性, 对降低渗滤液的运行成本提供借鉴作用。

关键词

垃圾渗滤液; 回喷焚烧; 雾化

1 引言

中国浙江某县域垃圾焚烧发电厂设计日处理量为 300t/d 的机械炉排型垃圾焚烧炉, 余热锅炉采用中温中压蒸汽锅炉 (400℃, 4.0MPa), 配置一台 6MW 凝汽式汽轮发电机组。烟气净化系统采用“SNCR (氨水) + 半干法 (氢氧化钙溶液) + 干法 (氢氧化钙干粉) + 活性炭喷射 + 袋式除尘”的工艺, 其烟气排放指标达到国标 GB18485—2014 标准。渗滤液处理系统采用的主要工艺路线为“调节池 + 厌氧反应 + 外置式 MBR 膜生物反应器 + 纳滤 (NF) + 反渗透 (RO) + 两级物料膜浓缩液减量系统”, 浓缩液减量系统的产水作为

反渗透的进水。系统整体回收率 (系统产水量 / 系统进水量) $\geq 70\%$, 其中系统的产水水质指标达到 GB/T19923—2005《城市污水再生利用 - 工业用水水质标准》表 1 敞开式循环冷却水水质标准, 设计处理规模为 120m³/d。

2 垃圾渗滤液特点及处理现状

渗滤液是生活垃圾在产生、收集、转运、存贮发酵过程中, 会有一定的废水 (垃圾中含有的) 被滤出, 一般情况下垃圾中的含水率占比约 30%~50%, 随着地区与季节的不同, 含水率会不同情况的波动。在垃圾焚烧厂贮坑内经过不断的堆垛挤压, 最终通过垃圾坑底部格栅汇流收集到了生活垃圾中的渗滤液原液, 其含量一般占入厂垃圾总量的 10%~30%。根据《关于进一步加强生物质发电项目环境影响评价管理工作的通知》(环发〔2008〕82号), 垃圾焚烧厂产生的渗滤液应优先考虑回喷, 浓缩液应焚烧处理^[1]。国内的焚烧厂针对垃圾渗滤液的无害处置一般采用单独设

【作者简介】张兵兵 (1990—), 男, 中国湖北黄冈人, 本科, 工程师, 从事生物质发电厂、垃圾焚烧发电厂生产技术管理研究。

计一套处理系统，然后将纳滤产生的浓缩液经减量化处理后再回喷至焚烧炉焚烧，反渗透的浓水直接回用至石灰浆液制备系统，达标后的产水回用至冷却塔或纳管排放。

一般而言，垃圾渗滤液黑色，混浊，浓烈的臭味，高浓度高有机物，微生物营养元素比例失调等特点，其成分极为复杂，一旦未处理好不仅会污染土壤和地表水，而且还会通过地下水流污染水源，对环境和生物健康构成永久性威胁。

该县域垃圾焚烧厂渗滤液处理系统设计进水指标要求见表 1。

表 1 渗滤液处理系统设计进水指标

水质指标	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	pH	SS (mg/L)
数值	50000	30000	2000	2200	4~6	10000

实际运行中，渗滤液的实测指标见表 2（样品采自调节池出口）。

该焚烧厂在运营过程中，由于县域内人口少，人口数量与结构情况以及生活水平情况的变化，以及农村和城镇的垃圾产生与收集等因素，导致生活垃圾产生量较低，日均入

表 2 渗滤液的实测指标

水质指标	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	pH	SS (mg/L)	氯离子 (mg/L)	硫酸盐 (mg/L)
数值	16500	12000	1410	1630	9.15~9.18	10000	3217	8.2

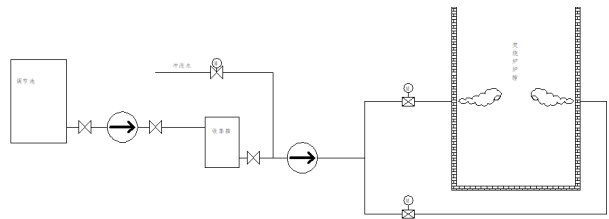


图 1 渗滤液回喷系统示意图

3.1 技术方案的关键要点

渗滤液回喷焚烧炉的关键要点是要保证喷头的雾化效果以及回喷过程中对炉膛燃烧工况和排放指标的影响，雾化效果主要受系统的运行状况和设备结构有关。随着环境变化，渗滤液的成分也会出现不同程度的变化，表 2 中的实测指标为 9 月所测数据，其中氯离子和硫酸盐等随着季节的变化以及人们生活方式的变化会出现较大的波动，而在炉膛内经过高温燃烧时，极易引起受热面壁管的高温腐蚀，因此在回喷过程中需要控制好其所造成的潜在影响，并加强检查与研判，提早对受热面壁管采取预防措施。

3.1.1 喷头的雾化效果

喷头的雾化效果直接关系到渗滤液在炉膛内能否快速被烟气蒸发带走。如果雾化效果好，能较好地保证渗滤液在喷入的过程被烟气快速的蒸发带走，对炉膛的火焰及炉膛温度影响较小；如果雾化效果不好，就会造成炉膛火焰某一区

域垃圾量仅占设计处理规模的 50%，垃圾中渗滤液含量约占入厂垃圾量的 13%。

在现有入厂量下，该焚烧厂采用机组运行与停运各半的方式维持经营。在机组长时间停运后，渗滤液处理系统运行中纳滤产生的浓水无法及时消纳时，采取重新排至垃圾贮坑内的措施。此种措施日积月累下去将会导致渗滤液会越来越浓，其指标会严重偏高，微生物营养元素比例严重失调，对渗滤液处理系统的运行带来较大的挑战与风险。

3 渗滤液回喷焚烧炉技术方案

根据该焚烧厂现有的一套渗滤液处理系统的相关设备设施布置情况，并结合现阶段的渗滤液产生量少的特点，通过对管路的技改优化使渗滤液直接回喷至焚烧炉焚烧，以降低渗滤液处理系统的运行成本。技术方案的主要工作流程是前端收集按照现有的模式不变，即将渗滤液原液通过提升泵从渗滤液清液池输送至调节池，在现有的调节池提升泵出口增加一支管经过过滤器后，经喷射泵及管路和调节阀后，并通过设置在炉膛两侧的雾化喷枪喷入焚烧炉炉内。渗滤液回喷焚烧炉系统示意图见图 1。

域偏位，以及炉膛温度逐步降低，严重将会造成结焦结块，影响炉膛燃烧工况。

根据该焚烧厂的实际运行情况以及焚烧炉的情况，雾化喷枪选用 2 支多孔气液双流体雾化结构喷枪，雾化颗粒为 40~80μm，液体压力为 0.3~0.8MPa，雾化额定流量为 2~10L/min。

3.1.2 渗滤液的过滤效果

渗滤液从调节池出来，虽然经过过滤器过滤使渗滤液中的杂质减少，但是不排除长时间运行后还是会存在细小颗粒堵塞现象。在实际工作中应定期检查过滤器，管路以及喷枪，并进行定期的清理维护，提高系统设备运行的可靠性^[2]。

在实际运行过程中，重点还是要加强日常的巡检与维护，在投运前可进行一定的雾化试验检查其效果。日常维护中可采用工业水反冲洗与压缩空气擦洗的方式相结合，可以达到更好的清洁效果。只有渗滤液过滤效果达到了，后端的喷枪才能保证正常的雾化并喷入炉膛。

3.1.3 回喷流量调整与控制

渗滤液回喷量的控制主要受炉膛燃烧工况及污物排放指标控制的影响，在运行中应加强对炉膛运行工况的监视，及时对渗滤液回喷量的控制与调整。在炉膛温度低于 930℃时，应适当减少渗滤液的回喷量，在工况达到稳定后再适当提高喷入量^[3]。根据该焚烧厂焚烧炉设备厂家资料，垃圾热值与最大喷入渗滤液量的对应关系见表 3。

表3 垃圾热值与最大喷入渗滤液量的对应关系

垃圾热值 (kJ/kg)	4600	4900	5200	5500	5800	6270	6700	7380
数值 (kg/t 垃圾)	33	69	99	139	170	236	287	358

因此,应根据垃圾热值、炉膛运行工况等因素,科学合理并及时调整渗滤液回喷量,对于机组的安全环保稳定运行具有重要意义。

3.2 技术方案经济分析

本方案在该焚烧厂现有的设备上进行的改造优化即可实现,需要增加的设备主要有喷射泵、过滤器、管路、阀门以及其他安装附件。

结合相关资料,渗滤液回喷焚烧炉的过程中,忽略渗滤液本身含有的可燃有机物,产生的主要损失为燃烧过程中的热损失,根据水的汽化热计算公式 $Q=CM\Delta T+\Delta Q$,得到渗滤液回喷的热损失公式如下:

$$Q \text{ 损失} = m \text{ 渗} C \text{ 水} (100 - t \text{ 渗}) + m \text{ 渗} Q \text{ 水} + m \text{ 渗} C \text{ 蒸} (t \text{ 烟} - 100)$$

其中, Q 损失为渗滤液回喷过程中产生总的热损失; m 渗滤液喷入焚烧炉的总量; t 渗为渗滤液喷入焚烧炉的温度; t 烟为余热锅炉出口的烟气温度; C 水为水的比热容(标态为 $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$); Q 水为水的汽化热(汽化温度为 102.2°C 时,汽化潜热为 2250.7 kJ/kg); C 蒸为水蒸气的比热容,标态为 $4.187 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

根据该焚烧厂在实际运行中并结合现场环境情况,调节池处的渗滤液温度按照夏季 30°C , 冬季 5°C , 余热锅炉出口的烟气温度 t 烟为 220°C , 计算回喷 1 t 渗滤液的热损失如下:

$$\text{夏季: } Q \text{ 损失} = 1000 \times 4.2 \times 70 + 1000 \times 2250.7 + 1000 \times 4.187 \times 120 = 3047.14 \times 103 \text{ kJ}$$

$$\text{冬季: } Q \text{ 损失} = 1000 \times 4.2 \times 95 + 1000 \times 2250.7 + 1000 \times 4.187 \times 120 = 3152.14 \times 103 \text{ kJ}$$

假定余热锅炉效率设计为 80% , 渗滤液回喷过程中造成炉膛热损失效率为 20% , 则减少发电量计算如下:

$$\text{夏季: } W \text{ 损} = (Q \text{ 损失} \times 20\%) / 3600 = (3047.14 \times 103 \times 20\%) / 3600 = 169.29 \text{ kWh}$$

$$\text{冬季: } W \text{ 损} = (Q \text{ 损失} \times 20\%) / 3600 = (3152.14 \times 103 \times 20\%) / 3600 = 175.12 \text{ kWh}$$

按照平均折算,即回喷 1 t 渗滤液会减少发电量 172.05 kWh , 据相关资料显示,渗滤液回喷技术运营的成本为吨水处理费不超过 5 元,按照现行的垃圾发电标准上网电价 0.65 元/kWh 计算,则回喷 1 t 渗滤液时减少的发电收入为: $172.05 \times 0.65 = 111.8$ 元。

与此同时,由于渗滤液的特性,回喷渗滤液能较好地控制炉膛温度超温以及抑制酸性污染物的生成,根据运行经验,回喷 1 t 渗滤液将累计使炉膛温度降低约 15°C , 在遇到热值较高的垃圾下一方面可以较好控制炉膛超温,另一方面可以减少停炉清焦次数以及石灰石粉的单耗,折算下来回喷产生的综合收益能够完全超过因回喷而减少的发电收入^[4]。

4 渗滤液回喷焚烧炉应用分析

由于该焚烧厂入场垃圾量少,本身产生的渗滤液量不大,回喷改造后按照 2 条喷枪设计,每只喷枪回喷量控制在 $0.4 \sim 0.6 \text{ m}^3/\text{h}$, 基本可以消纳当天的渗滤液产生量。在实际运行中,应严格控制回喷过程中的炉膛温度,在保证对炉膛燃烧的影响降到最低,一般要求最佳的回喷温度控制在 $900^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ 。

目前,该技术方案较为成熟,国内垃圾焚烧厂应用的案例也较多,譬如上海金山、光大济南、深圳能源、天津泰达等多个项目都进行了实炉应用,特别是对于渗滤液产生量较少的项目尤为适用,从运行的情况反馈来看,渗滤液回喷焚烧炉对其他系统和整体运行参数的影响基本不明显。

5 结语

渗滤液回喷焚烧炉对渗滤液的无害化处理无疑是最有效、最环保的手段,对于渗滤液产生量较少的焚烧厂,回喷技术对渗滤液的处理效率与运行经济性具有重要的作用^[5]。在实际回喷过程中应重点关注好渗滤液的回喷工艺控制与炉膛温度控制上,同时加强对焚烧炉内壁管的检查,采取一定的措施提早防范壁管的腐蚀速率,可以较好地解决一些焚烧厂在运营过程中的渗滤液处置的难题。

参考文献

- [1] 郭囡.渗滤液回喷焚烧炉的可行性探讨[J].环境卫生工程,2013,9(4).
- [2] 王建华,万劭然,袁磊,等.渗滤液回喷焚烧利用现状及对策建议[J].山东化工,2020(49).
- [3] 王志强.垃圾焚烧厂渗滤液回喷处理技术的实炉应用[J].绿色科技,2017(24):61-63.
- [4] 赵晓峰.渗滤液回喷处理技术在垃圾焚烧发电厂的应用[J].华电技术,2015,37(1):64-67+79.
- [5] 卜根坤.生活垃圾焚烧发电厂渗滤液全部入炉焚烧技术[J].环境工程技术学报,2019(6).