

关于危险废物回转窑焚烧中炉排的应用研究

穆元

安徽浩悦生态科技有限责任公司, 安徽 合肥
Email: 429033965@qq.com

收稿日期: 2021年7月12日; 录用日期: 2021年8月12日; 发布日期: 2021年8月19日

摘要

近年来, 由于环保政策的趋紧, 危险废物焚烧领域得到了长足的发展, 危险废物焚烧系统如雨后春笋的建设投运。焚烧处置主要是进行减量化, 最终产生约20%~30%的灰渣, 但焚烧的是否彻底即热灼减率是否达标, 节能降耗, 稳定高效运行的问题一直备受关注。本文列举总结了炉排在危险废物焚烧中应用的实际案例, 对降低灰渣热灼减率、促进焚烧系统节能、稳定运行的效果进行了简析。

关键词

热灼减率, 危险废物

Study on the Application of Grate in the Incineration of Hazardous Waste in Rotary Kiln

Yuan Mu

Anhui Haoyue Ecological Technology Co. Ltd., Hefei Anhui
Email: 429033965@qq.com

Received: Jul. 12th, 2021; accepted: Aug. 12th, 2021; published: Aug. 19th, 2021

Abstract

In recent years, due to the tightening of environmental protection policy, the field of hazardous waste incineration has achieved considerable development, and hazardous waste incineration systems have mushroomed into operation. Incineration disposal is mainly for reduction, and eventually produces ash about 20%~30%, but whether the incineration is complete, namely whether loss on ignition reaches the standard, whether the incineration is energy saving and consumption reduction,

stable and efficient operation has been concerned. This paper enumerates and summarizes the practical cases of grate application in the incineration of hazardous waste, and analyzes the effects of reducing loss on ignition of ash, promoting energy saving and stable operation of incineration system.

Keywords

Loss on Ignition, Hazardous Waste

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 基本概念

危险废物是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物[1] [2]。

根据《国家危险废物名录》的定义，危险废物为：具有下列情形之一的固体废物和液态废物，列入本名录[3]：

- (一) 具有腐蚀性、毒性、易燃性、反应性或者感染性等一种或者几种危险特性的；
 - (二) 不排除具有危险特性，可能对环境或者人体健康造成有害影响，需要按照危险废物进行管理的。
- 热灼减率是指焚烧残渣经灼热减少的质量占原焚烧残渣质量的百分数。其计算方法如下：

$$P = (A - B) / A * 100\%$$

式中： P ——热灼减率，%；

A ——焚烧残渣经 110℃干燥 2 h 后在室温下的质量(g)，其中还含有未燃烧的物质；

B ——焚烧残渣经 600℃ ($\pm 25^\circ\text{C}$) 3 h 灼热后冷却至室温的质量(g)，认为是可燃物完全燃烧后的质量。

2. 引言

在危险废物焚烧中，灰渣热灼减率的控制是非常重要的。焚烧炉灰渣的热灼减率反映了危险废物的焚烧效果，对灰渣热灼减率的控制，可降低垃圾焚烧的机械未燃烧损失，提高燃烧的热效率，同时减少了危险废物残渣量，提高焚烧后的减容量[4] [5]。危险废物焚烧的灰渣热灼减率主要还是通过焚烧炉本体设计、转速、温度、垃圾的特性及合理配风来控制[6]，这种控制方式局限性较大，控制区间较小，不能满足焚烧灼减率的要求。在生活垃圾焚烧中，炉排炉被广泛应用，但危险废物焚烧中炉排的应用较少。由于物料特性不同，在危废焚烧系统中直接使用生活垃圾的炉排炉的尝试一直未成功，但在危废回转窑后端引入往复炉排的研究进展较快，且已得到实践验证。本文主要针对危废回转窑焚烧系统引入往复炉排后对于降低热灼减率和提高焚烧效率及稳定性进行简析。

3. 危险废物焚烧灼减率控制现状

国家规范要求危险废物焚烧炉渣热灼减率不高于 5% [7] [8] [9] [10]，甚至有的项目要求不高于 3%，因回转窑的燃烧主要以表层供风燃烧为主，对于 100 t/d 的大型回转窑焚烧炉，回转窑内堆料情况较为严重，依靠回转窑的转速翻动物料的程度有限，致使物料与助燃空气的混合程度较小，仅表层的物料与空

气接触并反应燃烧,无法保证较高的燃烧效率。只是通过增加炉体长度设计、降低转速、提高焚烧温度、优化危险废物的焚烧配伍及合理配风等参数调整手段来提高灼减率很难满足相关规范要求,不仅增加能耗,也会发生结焦等影响设备运行的稳定。

4. 炉排在危险废物焚烧中的应用情况

4.1. 保证炉渣较低的热灼减率

在回转窑后加设炉排,可以确保从回转窑排出的炉渣在强烈助燃风(炉排风)的作用下继续燃烧直至燃烬,从而保证很低的热灼减率。炉排风与废物剧烈充分混合燃烧,具有更高的燃烧效率,这也是生活垃圾普遍采用炉排工艺,且助燃风的过量空气系数仅取为 1.4 的原因(回转窑危险废物焚烧炉的过量空气系数通常需取到 1.8)。

为验证炉排对热灼减率的实际影响,分 5 次取回转窑尾刚落到炉排上的灰渣 A 和经炉排焚烧后进入除渣机内的灰渣 B,具体检测数据见下表 1。

Table 1. Test data of grate on ash and slag of rotary kiln
表 1. 炉排对回转窑灰渣的检测数据

序号	1	2	3	4	5	均值
炉排前端灰渣热灼减率(%)	12.5	8.3	9.8	9.6	12.0	10.4
炉排后端灰渣热灼减率(%)	3.7	1.5	2.0	3.1	3.7	2.8
炉排前后热灼减率差值(%)	8.8	6.8	7.8	6.5	8.3	7.6

由上表检测数据可知,炉排对回转窑的灰渣进行了二次焚烧,热灼减率得到有效降低。

4.2. 炉渣产生量小且性状有利于收集和填埋

炉渣热灼减率的降低,可以降低炉渣的质量,有利于降低炉渣的后续填埋处置费用。同时因为炉排风与炉渣的剧烈混合和燃烧、炉渣在炉排的燃烧停留时间不低于 30 分钟,使最终从炉排排出的炉渣较为松散、颗粒度小、均匀性好,可以大大提高渣箱的充满率,同时也可以减少后续炉渣填埋所占容积,提高填埋场的使用年限。

4.3. 较低的热灼减率有利于降低炉膛助燃成本

炉渣热灼减率低,说明炉渣中的可燃物低,也说明物料中的可燃烧部分均在焚烧炉内得以了充分的燃烧,释放了足够的热量,为此,热灼减率的降低有利于焚烧炉燃烧温度保持,减少用于提高炉膛温度的辅助燃料的耗量,有利于节省运行成本。

4.4. 对炉渣热能的充分利用

炉排风从往复炉排底部高强度穿过炉排,与炉渣强烈接触并充分燃烧,炉排风的设计过量系数较高,一部分用于炉渣中可燃成分的继续燃烧,过量部分被炉渣加热,在炉排风被加热的同时炉渣温度被冷却,被加热的炉排风继续向上,与回转窑排出的烟气继续混合,起到二次风的作用。对于 100 t/d 危险废物大型焚烧炉而言,因二燃室的直径和容积均较大,助燃风如何与二燃室内的烟气混合是燃烧设计的主要方面,过量的炉排风继续向上与回转窑排出的烟气充分混合,从根本上解决了混合不均匀的问题。除了炉排风之外,乙方的系统中仍设计有二次风,实际运行中,二次风的供给量很少,也验证了过量炉排风作为二次风的作用。

4.5. 减少出渣机蒸发水量及对焚烧的影响

单一回转窑工艺是在回转窑出口设有通长的水封出渣机,对于 100 t/d 回转窑焚烧炉,出渣机长度至少 5 m、宽度至少 1 m,出渣机汇水面积达到 5 平方,炉渣落至出渣机上,水温迅速升高,同时大量蒸发进入二燃室,该部分水汽不利于燃烧,同时需物料的燃烧热量和辅助燃料热量将其加热至 1100℃,在某种程度上造成了热能的浪费。采用回转窑 + 炉排工艺,炉排出口已经偏离出回转窑和二燃室区域,出渣口最大面积仅为 1 平方,炉渣在炉排风的作用下燃烧并冷却,炉渣温度也相对较低,水封出渣机产生的水汽不多,对燃烧工况的影响很小,与单一回转窑工艺相比,降低了能量的消耗和运行成本。

4.6. 有利于焚烧工况的组织,提高抗负荷波动能力

通常焚烧炉要具有 70%~110%的负荷波动能力,即在该负荷范围内焚烧炉仍能正常运行。回转窑 + 炉排工艺有更好的抗负荷波动能力,说明如下:

如果仅采用单一的回转窑焚烧炉,当处理量降低时,废物在回转窑内的停留时间会相对延长(即便提高回转窑转速,也需保证在一定的转速范围内,否则无法保证炉渣热灼减率达标),容易产生窑尾结焦等情况,在保证炉渣热灼减率的情况下,进入二燃室的烟气可燃性成分较低,二燃室无法保证燃烧温度,只能采用辅助燃料提高炉膛温度,提高运行成本。采用回转窑 + 炉排的工艺,当处理量较低时,可以通过提高转速缩短物料在回转窑内的停留时间(相当于回转窑前段容积不使用),此时排出回转窑的炉渣中仍含有大量的可燃成分,落至炉渣上继续燃烧,炉排燃烧炉渣产生热量进入二燃室,提高二燃室的热容量,从而提高炉膛温度。

当处理量增加时,单一回转窑工艺只能降低回转窑的转速,提高废物在回转窑内停留时间,但此时往往发生窑内堆料,炉渣热灼减率超标严重的情况。采用炉排工艺,可以对回转窑排出的未燃烧的可燃物质进一步燃烧并燃尽,保证较低的热灼减率。通过上述阐述,无论是低负荷运行还是高负荷运行,炉排都可以作为较好的调节手段,确保热灼减率的达标。

5. 结束语

综上所述,在危险废物焚烧炉后端增加炉排,在降低炉渣热灼减率,减少炉渣产生量,降低炉膛助燃成本,减少出渣机蒸发水量等方面有着显著的效果,另外,在有利于焚烧工况的组织,提高系统抗负荷波动能力,保障回转窑焚烧设备稳定运行方面起到了重要作用。可以预见炉排在危险废物焚烧系统中的应用前景较好。

参考文献

- [1] 中华人民共和国生态环境部. 国家危险废物名录(2021年版)[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2021(4): 18-46.
- [2] 李春雨. 典型危险废物在两段式回转窑焚烧系统内的热处置和结渣特性研究及其应用[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [3] 谢奕敏. 基于回转窑危废焚烧处置中干法脱酸的技术应用[J]. 金属功能材料, 2020, 27(5): 46-51.
- [4] 胡茂丽. 危险废物回转窑耐火材料的选用及维护技术探讨[J]. 大科技, 2017(13): 319.
- [5] 林晓娟. 固废综合利用中危险废物处理现状分析及对策[J]. 化工设计通讯, 2018, 44(5): 196.
- [6] 邹嵘, 雷明. 炉排式垃圾焚烧炉中灰渣热灼减率的控制[J]. 能源研究与管理, 2012(2): 73-74+78.
- [7] 马加德. 固体刻物回转窑热解炉的优化运行与设计研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2001.
- [8] 欧俊宏. 关于生活垃圾焚烧炉渣热灼减率分析[J]. 低碳世界, 2020, 10(2): 7-8.
- [9] 王妍, 张成梁, 苏昭辉, 韩爽, 荣立明. 城市生活垃圾焚烧炉渣的特性分析[J]. 环境工程, 2019, 37(7): 172-177.
- [10] 吴道平, 郭若军, 周立勇, 耿云, 王昕晔, 谢浩. 基于资源化利用的生活垃圾焚烧发电炉渣特性分析[J]. 环境卫生工程, 2018, 26(2): 48-52.