

危废处置中心危废焚烧工艺分析及应用

姜骋宇

金华市莱逸园环保科技有限公司, 浙江 金华 321000

[摘要]近年来,我国经济增长日益快速,这也使危险废弃物不断增多,给人们的日常生活带来了安全隐患,严重污染了自然环境。针对这些危险废弃物的处置问题,我国普遍采取焚烧处置,但在焚烧处理过程中,同样有许多难点需要解决,如果焚烧处理不当,反而会给自然环境造成污染。为此,文中对其焚烧工艺进行分析,同时对其应用进行研究,为其工艺的进一步优化提供对应的理论参考依据,在提升焚烧效率的同时旨在避免环保压力过大。

[关键词]危废处置中心;危废焚烧工艺;工艺分析;应用

DOI: 10.33142/sca.v8i2.15441

中图分类号: TQ038

文献标识码: A

Analysis and Application of Hazardous Waste Incineration Process in Hazardous Waste Disposal Center

JIANG Chengyu

Jinhua Laiyiyuan Environmental Protection Technology Development Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

Abstract: In recent years, Chinese economy has grown rapidly, which has led to an increasing amount of hazardous waste, posing safety hazards to people's daily lives and seriously polluting the natural ecological environment. In response to the disposal of these hazardous wastes, China generally adopts incineration disposal. However, there are also many difficulties that need to be solved in the incineration process. If incineration is not handled properly, it can actually cause pollution to the natural environment. Therefore, the article analyzes its incineration process and studies its application, providing corresponding theoretical reference for further optimization of its process, aiming to improve incineration efficiency while avoiding excessive environmental pressure.

Keywords: hazardous waste disposal center; hazardous waste incineration process; process analysis; application

引言

随着工业化与城市化的加速,危险废物的产生量持续增加,给环境保护与公共安全带来前所未有的压力。危废因其具备毒性、腐蚀性、反应性及易燃性等特征,若处理不当,极易对空气、水源及土壤造成严重污染,进而威胁人类健康。传统的废物填埋与堆放方式,已逐渐无法满足日益严格的环境保护标准。在此背景下,焚烧技术凭借其高效性与安全性,逐渐成为危废处理的主要手段。焚烧不仅能够有效减少废物体积,降低有害物质的浓度,还能通过废气净化系统,将有害气体的排放控制在最低限度。然而,焚烧工艺的设计与实施涉及多个关键环节,包括回转窑、炉排炉、二燃室等设施的合理配置,废气的高效处理,以及燃烧过程中的热损失控制等因素,这些都对焚烧效果及环境保护产生重要影响。因此,危废焚烧工艺中的关键技术,结合实际应用,需进行深入分析,优化路径的探索具有提升焚烧效率、减少环境污染及促进危废资源化利用的重要意义。本文将从危废分类、焚烧工艺设计、废气处理设施优化等方面展开讨论,危废焚烧技术的现状与面临的挑战,将被全面分析,并相应的技术解决方案将被提出。

1 危废的分类

危废的分类通常依据其性质、来源及危害程度进行划

分。一般而言,危险废物可分为三类:第一类是具备毒性、腐蚀性、易燃性或反应性等特性的废物,可能对人类健康或环境造成显著威胁;第二类废物则是长期暴露后可能对生态系统产生危害的物质,包括放射性废物与废弃医疗设备等;第三类废物是具有特殊性质,需特别处理的废物,如废油、废化学品及农药容器等。这些危险废物主要源自于工业生产、医疗机构、农业化学品使用以及生活垃圾等领域,具有复杂的成分与不稳定的性质。处理过程中,多种有害物质可能会生成,例如有毒气体或液体污染物。危废的分类不仅有助于科学地制定处理方案,也为采用合适的技术手段进行无害化处理提供了理论支持。根据不同类型的危废,所选择的处置技术应根据其燃烧特性、危害程度及排放控制要求等因素合理选择,从而确保处理过程的安全性及环境保护。

2 焚烧处理工艺设计

2.1 回转窑结构设计

回转窑的结构设计在焚烧处理工艺中占据着至关重要的位置,设计时需充分考虑废物的特性、焚烧过程中的高温要求及设备的耐用性。回转窑的主体通常由耐火材料与耐高温钢材构成,外部还需配备冷却系统,以降低外壁温度,从而防止高温对设备产生损害。窑体一般呈圆柱形,

并围绕水平轴线进行旋转,借助旋转运动实现废物与热气流的充分接触,进而提高燃烧效率。为了应对高温及化学腐蚀,回转窑内衬多采用高温耐火砖材料。为了确保废物在窑内能够均匀加热并充分燃烧,窑内的温度分布必须经过精确设计,以避免局部过热或未完全燃烧的情况发生。根据不同废物的种类与燃烧特性,窑的倾斜角度也应进行调整,以保证废物在窑内的停留时间及充分燃烧^[1]。同时,回转窑的气流系统设计必须合理,确保燃烧气体与热空气的良好流动性,从而提高热效率。进料端与出料端的密封设计,应当得到特别关注,以防止废气泄漏。废气应通过高效的排烟系统引导至废气处理设施,确保进一步净化。

2.2 回转窑热损失验证

回转窑热损失的验证是焚烧处理工艺设计中的关键环节,其主要目的是通过热量平衡计算与实验数据分析,评估回转窑在实际运行过程中产生的热损失,并为窑体设计与优化提供科学依据。回转窑的热损失来源多样,主要包括通过窑体外壁的散热、窑头与窑尾的废气排放,以及燃烧过程中废物的不完全燃烧所造成的热量损失。在热损失验证过程中,热力学分析方法常被采用进行计算,结合实际运行时测得的温度、热流与气体成分数据,热损失模型被构建。具体来说,通过测量回转窑各部位的温度梯度,热量从窑内传导至外部环境的数量可以计算得出。尤其在高温区域,如窑体内壁与炉排炉接触的部分,热损失较为明显,应特别关注。此外,回转窑的热损失还受到多个因素的影响,包括物料的进料温度、燃烧气体温度及窑体转速等,这些参数的变化可能直接影响窑体的热效率。

2.3 炉排炉部分结构设计

炉排炉在焚烧处理工艺中的结构设计至关重要,其核心任务是确保废物在高温环境中得到完全燃烧,并有效地将热量传递至下游的二燃室。炉排炉通常由炉体、炉排系统、进料装置、排烟系统及热交换系统等关键部件组成。炉体的设计必须具备优良的耐高温性能,常采用耐火砖和钢板材料,以承受高温烟气及废物燃烧所产生的热量。作为废物焚烧过程的核心,炉排系统通常由一系列水平或斜向排列的炉排条组成,借助机械或电动驱动使其运动,从而实现废物的均匀分布与翻转。废物在炉内的均匀燃烧应当得到保证,炉排的设计需避免废物堆积或过度燃烧而损坏炉排。进料装置需要与回转窑或其他预处理设备协同工作,确保废物能够稳定、均匀地送入炉排炉进行燃烧。为了提升热效率,炉排炉内部一般设有多级热交换系统,用以回收燃烧过程中产生的热量,减少能源的消耗。在废气处理方面,炉排炉必须配备高效的排烟系统,能够引导烟气进入烟气净化设施,从而降低污染物的排放。此外,炉排炉的密封性能极为重要,必须防止烟气泄漏,同时保持炉内的负压环境,以提升燃烧效率。

2.4 炉排炉热损失验证

在炉排炉中,主要的热源来自回转窑中未完全燃烧的危险废物。因此,炉排炉内的热量传递主要由废物产生的热量以及高温烟气带来的热量组成。通过分析传热过程,可以总结为危险废物与炉排炉之间的传热,以及炉排炉内部的防火层和隔热层向外传递的热量^[2]。由此可见,炉排炉中的热损失主要来源于工业废物未完全燃烧所导致的热损失,此外,机械部件在水冷过程中也会产生热损失,同时回转窑与二燃室之间密封不严也会导致热损失。因此,可以证明前文提到的回转窑热损失的来源是合理的,且炉排炉的热损失不可完全避免。

2.5 二燃室部分结构设计

二燃室在焚烧处理工艺中的结构设计起着至关重要的作用,旨在进一步确保废物的完全燃烧,促使有害物质在高温条件下得到充分分解,并有效减少污染物的排放。作为废气处理系统的核心组成部分,二燃室通常位于回转窑或炉排炉之后,其设计需充分考虑废气的高温特性以及复杂的燃烧反应。耐火砖、钢板及其他耐高温材料通常被采用,以承受高温环境下的热应力和化学腐蚀。二燃室内设有多个喷射燃烧器或喷嘴,借助高温燃气与空气的混合进行二次燃烧,从而确保未完全燃烧的有机物及气体得到彻底氧化,减少有害物质排放。燃烧效率的提升需依赖于二燃室内气流分布的精确设计,优化的气流路径确保气体与废物能够充分接触。此外,二燃室的温度控制至关重要,高温热交换器或冷却系统通常被用于调节温度,以防止过高温度引发设备损坏,或温度过低导致燃烧不完全。为了实现环保目标,二燃室的设计还需考虑烟气中有害气体(如二恶英、氮氧化物等)的去除与控制,配备高效的脱硝、脱硫等环保设施,以确保废气排放符合环保标准。

2.6 二燃室热损失验证

二燃室的热损失验证在焚烧处理工艺设计中占据关键地位,旨在评估并确认其在实际运行中产生的热损失,从而为优化设计和提升能源效率提供依据。热损失的来源较为复杂,主要包括通过炉壁及设备表面散失的热量、废气排放的热损失以及未完全燃烧的有机物所造成的热损失。在验证过程中,热力学模型需计算出二燃室的理想热平衡,并结合实际运行中获取的温度、气流和气体成分数据进行综合分析。通过精确测量炉壁、喷嘴以及烟气出口等位置的温度变化,热损失情况可以被推算出来。气流分布、温度梯度及燃烧效率同样对热损失产生重要影响,因此,详细的流体动力学分析需要进行,以评估气流与废物接触的效果及燃烧反应的彻底性。此外,通过监测废气成分,尤其是有害气体(如二恶英、氮氧化物等)的浓度变化,热损失与燃烧效率之间的关系可间接反映出来。在整个热损失验证过程中,二燃室与其他设备(如热交换器、排烟系统等)之间的相互作用也应考虑,可能导致额外热损失的因素,如

设备本身的损耗及冷却系统的运行等,需进行分析。

3 废气处理设施

废气处理设施在焚烧处理工艺中扮演着至关重要的角色,主要任务是减少焚烧过程中产生的有害气体对环境的污染,确保废气排放符合环保标准。废气处理系统通常由多个阶段组成,目的是去除烟气中的有害物质,如二氧化硫、氮氧化物、重金属、二恶英等。第一步,废气通常会经过冷却装置以降低温度,避免高温气流对下游设备造成损害。随后,废气被送入除尘系统,以去除其中的颗粒物。常见的除尘方法包括电除尘器或袋式除尘器,这些设备能有效捕捉燃烧过程中生成的飞灰及其他微小固体颗粒。接下来,废气进入脱硫和脱氮装置,通过化学吸收或选择性催化还原等技术,硫氧化物与氮氧化物将被去除,从而降低它们对环境的危害^[3]。为了进一步净化废气,活性炭吸附装置或其他吸附材料也可能被使用,以去除有机污染物,如挥发性有机化合物(VOCs)及臭气物质。经过多级处理后的废气,最后被排放至大气中,通过烟囱或排气管道,确保排放的烟气符合国家或地方环保法规的相关要求。

4 环境因素分析

4.1 回转筒长径对燃烧过程的影响

回转筒的长径比对燃烧过程具有重要影响,直接决定废物在回转筒内的停留时间、物料与气体的接触效果以及燃烧反应的完整性。长径比是回转筒长度与直径的比值。一般来说,越大的长径比,废物在回转筒中的停留时间便越长,从而有助于提高燃烧反应的充分性,尤其是在处理难以燃烧的废物时。较长的回转筒可提供更多的反应时间,然而,长径比过大时,物料分布可能不均,进而影响气流稳定性与热量分布的均匀性,最终可能导致燃烧不完全或增加热损失。同时,回转筒的直径在燃烧过程中同样起着关键作用。较大的直径有助于促进废物均匀分布,使废物能够充分搅拌,进而促进废物与高温气体的接触,从而提高燃烧效率。然而,若直径过大,热传递效率可能降低,增加热损失。特别是在低负荷或废物量较少时,可能无法维持足够的温度来支持稳定的燃烧反应。

4.2 过剩空气对燃烧过程的影响

过剩空气在燃烧过程中起着至关重要的作用,其直接影响着燃烧效率与废气排放的特性。过剩空气是指进入燃烧室的空气量超过理论所需的量,其目的是确保充足的氧气供给,从而支持完全燃烧。适量的过剩空气能够确保废物的充分燃烧,避免因氧气不足而导致有害气体如一氧化碳和挥发性有机物的排放。然而,过多的过剩空气可能会带来一系列负面影响。引入过量空气会导致热量的过度扩散,增加空气与废气接触的表面积,从而降低燃烧效率,造成热能浪费。此外,过剩空气的过多使用还会导致排烟温度的下降,不仅增加了燃烧过程中的热损失,还可能影

响废气处理系统的后续性能^[4]。大量过多的空气会带走热量,导致炉温下降,从而影响燃烧温度与反应速率,未能完全分解的有害物质也因此增多。烟气中二氧化氮等污染物的生成,亦可能由过多氧气的存在引发,影响整体环保效果。

4.3 烧嘴安装角度对燃烧过程影响

烧嘴安装角度在燃烧过程中具有重要影响,它直接关系到燃料在燃烧室内的分布、空气与燃料的混合效果以及火焰的稳定性。角度的设计决定了燃料与空气的喷射方向及其相互作用方式,从而影响燃烧室内温度的分布及反应速率。合理设计的角度能够确保燃料与空气的充分混合,促进完全燃烧,并减少未完全燃烧的气体排放。特别是在焚烧有机废物时,恰当的角度有助于降低一氧化碳和挥发性有机物的生成。烧嘴角度同样会决定火焰的形态与分布,不当的角度可能会导致火焰偏移或过于集中,从而引发局部过热或温度分布不均,进而影响整体燃烧效率。若角度过高或过低,气流与燃料的分布也会受到影响,导致燃烧不完全,甚至可能导致设备损坏。优化烧嘴角度的设计通常会根据燃烧室的几何形状及废物类型进行调整,以实现最佳的空气与燃料混合比,提升燃烧效率并降低热损失。不仅燃烧效果得以提高,污染物排放的控制亦能够通过合适的安装角度得到有效保障,确保废气符合环保标准。

5 结语

危废焚烧工艺在危险废物处理领域具有重要的应用价值,废物的体积显著减少,有害物质被消除,同时借助先进的废气处理技术,废气排放得以确保符合环保标准。然而,焚烧工艺的优化仍面临着诸多挑战,特别是在提高燃烧效率、降低热损失及减少污染物排放等方面。通过合理的工艺设计、设备配置与技术创新,整体效能的提升有望得以实现,从而促进废物资源化利用与绿色环保的发展。随着技术不断进步及环保政策日益严格,危废焚烧工艺将在未来朝着更加高效、环保与可持续发展的方向发展,提供更加科学与可靠的危险废物处理解决方案。

[参考文献]

- [1]柳祥鹏,于斌,黄雯.危废处置中心危废焚烧工艺分析及应用[J].当代化工研究,2021(6):130-131.
- [2]谢智超.针对危废焚烧处置全流程管理的浅析[J].清洗世界,2021,37(1):85-86.
- [3]张红,王思璇,郑露,等.某危废焚烧处置工程竣工环保验收案例分析[J].资源节约与环保,2023(7):39-42.
- [4]和亚飞.危废焚烧处置的难点及解决办法[J].山西化工,2022,42(4):173-174.

作者简介:姜聘宇(1990.5—),毕业于武汉生物工程学院,所学专业:生物技术专业,当前就职于:金华市莱逸园环保科技有限公司(金华市固废处置中心),职务:技术与安环部工程师,职称级别:工程师。