

垃圾焚烧发电厂灰渣处理与资源化利用技术

叶咏悟

侨银城市管理股份有限公司 广东 广州 510000

摘要: 垃圾焚烧发电厂作为城市垃圾处理的重要设施,其运行过程中产生的灰渣处理与资源化利用问题日益受到关注。本文将从灰渣的产生与特性、灰渣处理技术、灰渣资源化利用技术三个方面进行深入探讨,以期对相关领域的研究和实践提供参考。

关键词: 垃圾焚烧发电厂;灰渣处理;资源化利用;飞灰;炉渣

引言

垃圾焚烧发电作为一种减量化、无害化、资源化的垃圾处理方式,已在全球范围内得到广泛应用。然而,焚烧过程中产生的灰渣,尤其是飞灰,因其含有重金属、二噁英等有害物质,被列为危险废物,需进行妥善处理。本文旨在探讨垃圾焚烧发电厂灰渣的处理与资源化利用技术,为相关领域的研究和实践提供参考。

1 垃圾焚烧发电厂灰渣的产生与特性

1.1 灰渣的产生

在垃圾焚烧发电厂中,灰渣的产生是垃圾处理过程中的必然产物。当固体垃圾被送入焚烧炉中,并在高温条件下进行燃烧时,其中的可燃物质被充分燃烧,而剩余的固体物质则形成了灰渣。这些灰渣主要分为两大类:炉渣和飞灰。炉渣是焚烧过程中,从炉底排出的固体残留物。它的形成主要是由于垃圾中的无机物质,在高温下经过一系列化学反应后,逐渐熔融并固化而成。炉渣的主要成分包括硅酸盐、氧化物等无机物质,同时还含有一定量的金属物质和其他可再利用物质。这些物质在炉渣中以不同的形态存在,有的以单独的颗粒形式出现,有的则相互粘结在一起,形成块状或颗粒状的炉渣。飞灰则是在烟气净化系统和热回收利用系统中收集而得的残余物。在垃圾焚烧过程中,烟气中会携带大量的细微颗粒,这些颗粒在烟气净化系统中被捕获,并形成飞灰。飞灰的粒径非常微小,通常只有几微米到几十微米不等。由于飞灰中含有重金属、二噁英等有害物质,因此其处理难度相对较大,需要采取专门的处理措施。

1.2 灰渣的特性

炉渣和飞灰在物理和化学性质上存在显著差异。炉渣一般呈现为块状或颗粒状,其物理性质相对稳定。炉渣的含水率、热灼减率等指标是反映焚烧效果好坏的重要参数。含水率是指炉渣中水分的含量,它影响了炉渣的后续处理和利用。热灼减率则是指炉渣在高温下灼

烧后质量的减少比例,它反映了炉渣中可燃物质的残留情况。相比之下,飞灰的物理性质则较为复杂。由于其粒径微小,飞灰具有较大的比表面积,容易吸附和富集有害物质。飞灰中的重金属和二噁英等有害物质含量较高,若未经处理直接排放,将对环境和人体健康构成严重威胁。因此,飞灰的处理需要特别谨慎,必须采取有效的处理措施,以确保其安全处置。

2 垃圾焚烧发电厂灰渣处理技术

2.1 炉渣处理技术

炉渣处理技术是垃圾焚烧发电厂中不可或缺的一环,它旨在将炉渣转化为无害或可再利用的物质。炉渣处理技术主要包括筛分与磁选、固化/稳定化、资源化利用和填埋等几个关键步骤。在筛分与磁选阶段,首先通过筛分设备将炉渣中的大块物料和小颗粒物料进行分离。大块物料可能包含未完全燃烧的垃圾残留物或其他杂质,而小颗粒物料则更易于后续处理。磁选技术则利用磁力将炉渣中的铁磁性物质分离出来,这些物质通常包括铁、镍等金属,具有较高的回收价值。通过磁选,不仅可以回收这些有价值的金属,还能减少炉渣中的金属含量,提高其后续处理的效率。固化/稳定化技术是炉渣处理中的另一项重要技术。它将炉渣与固化剂混合,通过化学反应形成稳定的化合物,从而降低炉渣中有害物质的溶解性和迁移性。固化剂的选择和配比是关键,它们需要与炉渣中的有害物质发生反应,形成难以溶解和迁移的化合物,从而确保炉渣在长期储存和运输过程中不会对环境造成污染^[1]。资源化利用是炉渣处理的重要目标之一。炉渣具有多种用途,可以作为建筑材料(如炉渣砖、炉渣水泥等)的原料,这些材料在建筑行业具有广泛的应用前景。此外,炉渣还可以作为路基填充材料或土壤改良剂使用,其物理和化学性质使得它在这些领域中具有独特的优势。通过资源化利用,不仅可以减少炉渣的排放量,还能实现资源的循环利用,降低生

产成本。对于无法资源化利用的炉渣，填埋是其最终处置方式。填埋场的选择和设计需要严格遵守环保法规和标准，确保炉渣在填埋过程中不会对地下水和土壤造成污染。同时，填埋场还需要进行有效的管理和监测，以确保其长期稳定运行。

2.2 飞灰处理技术

飞灰是垃圾焚烧过程中产生的另一种重要灰渣，其处理技术相对复杂。由于飞灰中含有大量的重金属和二噁英等有害物质，因此其处理需要特别谨慎。飞灰处理技术主要包括固化/稳定化、水泥窑协同处置、熔融玻璃化处理等几种方法。固化/稳定化技术同样适用于飞灰的处理。将飞灰与固化剂混合后，通过化学反应形成稳定的固体块体，可以有效防止飞灰中的有害物质渗滤和扩散。这种技术具有操作简便、成本较低等优点，因此在飞灰处理中得到了广泛应用。水泥窑协同处置技术是一种创新的飞灰处理方法。它利用水泥窑的高温环境，将飞灰作为原料加入到水泥熟料的煅烧过程中。在高温下，飞灰中的有害物质可以被有效分解和固化，从而实现飞灰的无害化处置和资源化利用。这种技术不仅可以减少飞灰的排放量，还能降低水泥生产的成本，具有显著的经济效益和环境效益。熔融玻璃化处理技术是一种高效的飞灰处理方法。它将飞灰在高温下熔融，形成玻璃态固体。这种玻璃态固体具有极高的稳定性，可以有效固化飞灰中的重金属和二噁英等有害物质。然而，这种技术的成本较高，需要消耗大量的能源，因此在实际应用中需要综合考虑其经济性和可行性。此外，低温热分解技术也是一种可行的飞灰处理方法。它在较低的温度下对飞灰进行热分解处理，将飞灰中的有害物质转化为无害或低毒的物质。这种技术具有操作简便、成本较低等优点，但在处理过程中需要严格控制温度和反应条件，以确保处理效果。

3 垃圾焚烧发电厂灰渣资源化利用技术

垃圾焚烧发电厂产生的灰渣在建筑材料制备、道路基层材料、土壤改良与生态修复以及废水处理领域都有着广泛的应用前景。通过合理的资源化利用技术，不仅可以实现废弃物的减量化、无害化和资源化，还能促进循环经济的发展 and 生态环境的保护。应该积极推广和应用灰渣资源化利用技术，为可持续发展做出贡献。

3.1 建筑材料制备

炉渣，作为垃圾焚烧发电厂的副产品，经过筛分、磁选、破碎等一系列工序处理后，其性质变得相对稳定，且含有一定的矿物质成分，因此具备了作为建筑材料或填埋场覆盖材料的潜力。通过进一步的加工和处

理，炉渣可以被制成多种建筑材料，不仅减少了自然资源的消耗，还有效降低了环境负担。在建筑材料制备方面，炉渣的应用尤为广泛。首先，它可以被用来生产砌块。这些砌块不仅具有高强度和耐久性，而且由于其内部的多孔结构，还具备了良好的保温隔热性能。使用炉渣砌块作为建筑材料，不仅可以有效降低建筑物的能耗，还能提高居住和工作环境的舒适度。此外，炉渣还可以被制成砖瓦等建筑材料。这些砖瓦同样具有优良的物理和化学性能，能够满足建筑行业的多种需求^[2]。飞灰，作为另一种重要的灰渣，经过固化/稳定化处理后，其有害物质的含量得到有效降低，同样可以用于建筑材料、道路基层材料等领域。飞灰的化学成分和物理性质使得它在建筑材料制备中具有独特的优势。例如，通过特定的工艺技术，飞灰可以被制成道路基层材料，用于提高道路的承载能力和稳定性。这种材料不仅成本低廉，而且施工方便，环保效益显著。值得一提的是，熔融玻璃化技术是一种创新的飞灰处理方法。它利用高温将焚烧飞灰和底灰熔融形成玻璃态物质。这种玻璃态物质具有极高的稳定性和耐久性，可以被用作建筑材料如泡沫玻璃、微晶玻璃等。泡沫玻璃是一种轻质、多孔的建筑材料，具有良好的保温隔热性能和隔音效果。微晶玻璃则是一种具有高强度、高硬度和耐磨性的建筑材料，广泛应用于地面装饰、墙面装饰等领域。

3.2 道路基层材料

炉渣中的大颗粒物质经过筛分和破碎后，其粒径和级配变得更为合理，因此可以用作路基填充材料。炉渣作为路基材料具有诸多优点。首先，它的成本低廉。与传统的天然石材相比，炉渣作为路基材料不仅可以减少开采自然资源的量，还能降低运输成本，提高施工效率。其次，炉渣的施工方便。它的颗粒形状和级配使得它易于摊铺和压实，能够缩短施工周期，提高工程质量。最后，炉渣作为路基材料还具有良好的环保性能。它不会对环境造成污染，而且可以利用废弃物资源，实现资源的循环利用。在实际应用中，炉渣作为路基材料需要经过严格的质量控制和检测。首先，要对炉渣的化学成分和物理性质进行全面分析，确保其满足道路工程的设计要求^[3]。其次，要对炉渣的粒径和级配进行严格控制，以确保路基的密实度和稳定性。此外，施工过程中还需要注意炉渣的填筑方法和压实工艺。要采用合理的填筑方法和压实设备，确保路基的均匀性和密实度。炉渣作为路基材料的应用不仅限于新建道路，还可以用于道路维修和改造工程。在道路维修过程中，可以使用炉渣作为填补材料，修复路面破损和坑洼。在道路改造工

程中,可以使用炉渣作为基层材料,提高道路的承载能力和稳定性。这些应用不仅延长了道路的使用寿命,还降低了维修和改造成本。

3.3 土壤改良与生态修复

部分经过无害化处理的炉渣和飞灰还可以用于土地改良和生态修复项目。炉渣中的矿物质和微量元素可以为土壤提供养分,改善土壤的结构和质地,提高土壤的肥力和透气性。这些养分和微量元素对于作物的生长和发育具有重要的作用。它们可以促进作物的根系发育和养分吸收,提高作物的产量和品质。同时,炉渣还可以改善土壤的物理性质,如增加土壤的孔隙度和保水能力,提高土壤的通气性和排水性。将废渣用于湿地建设、矿山复绿等生态修复项目,不仅可以恢复生态环境,还能促进生态平衡。湿地是自然界中重要的生态系统之一,具有净化水质、调节气候、蓄洪防旱等多种功能。然而,由于人类活动的干扰和破坏,许多湿地生态系统已经遭到了严重破坏。将炉渣用于湿地建设,可以为湿地植物提供养分支持,促进湿地生态系统的恢复和发展。炉渣中的矿物质和微量元素可以为湿地植物提供所需的养分,促进其生长和繁殖。同时,炉渣还可以作为湿地填料的组成部分,提高湿地的蓄水和净化能力。矿山复绿也是一项重要的生态修复工作。矿山开采过程中会产生大量的废石和尾矿,这些废弃物不仅占用了大量的土地资源,还可能对周边环境造成污染。将炉渣用于矿山复绿,可以覆盖裸露的矿山表面,防止水土流失和土壤侵蚀。炉渣可以作为土壤改良剂,改善矿山土壤的结构和质地,提高其肥力和透气性。同时,炉渣还可以作为植物生长的基质,为矿山植被的恢复提供支撑。

3.4 废水处理领域

炉渣和飞灰在废水处理领域也有着广泛的应用前景。作为废水处理过程中的吸附剂,炉渣和飞灰可以去除水中的悬浮物和部分有害物质。炉渣和飞灰具有较大的比表面积和孔隙结构,这使得它们能够吸附水中的悬

浮物和溶解性有机物等污染物。同时,炉渣和飞灰中的某些成分还可以与水中的重金属离子发生化学反应,形成沉淀物而去除。在废水处理过程中,炉渣和飞灰作为吸附剂的应用方式多种多样。它们可以被直接投加到废水中,通过搅拌和混合使吸附剂与废水充分接触,从而去除水中的污染物。此外,炉渣和飞灰还可以作为滤料的组成部分,用于构建过滤系统。当废水通过过滤系统时,其中的悬浮物和有害物质会被滤料截留和吸附,从而得到净化^[4]。为了提高炉渣和飞灰作为吸附剂的吸附性能和稳定性,需要对它们进行预处理和改性处理。预处理主要是去除吸附剂中的杂质和有害物质,提高其纯度和活性。改性处理则是通过化学或物理方法改变吸附剂的表面性质和结构,增强其吸附能力和选择性。通过合理的预处理和改性处理,可以进一步提高炉渣和飞灰在废水处理中的应用效果。

结语

垃圾焚烧发电厂灰渣的处理与资源化利用是一个复杂而重要的课题。通过科学合理的处理技术,可以有效去除灰渣中的有害物质,实现灰渣的无害化和资源化利用。未来,随着科技的不断进步和环保要求的提高,灰渣处理与资源化利用技术将朝着更高效、更环保的方向发展。

参考文献

- [1]张盼.垃圾焚烧发电厂的废渣资源化利用研究[J].黑龙江环境通报,2024,37(10):54-56.
- [2]余春江,饶怡,廖强,等.垃圾焚烧发电厂协同处置填埋场陈腐垃圾的效果研究——以某垃圾焚烧发电厂为例[J].四川环境,2023,42(05):15-19.
- [3]陈玉其.垃圾焚烧发电厂垃圾渗滤液的处理和回收利用[J].绿色科技,2017,(14):47-48.
- [4]杨茂华,生活垃圾焚烧发电厂产生的飞灰资源化利用新工艺工业性工程试验研究.四川省,四川伟晟环境保护集团有限公司,2022-12-22.