

浅析粉煤气化灰渣综合利用

沈明仁

浙江石油化工有限公司 浙江 舟山 316000

摘要：粉煤气化灰渣的综合利用是煤化工领域实现循环经济的重要途径。通过先进技术，将灰渣中的氧化物、硅酸盐等成分转化为有价值的资源，广泛应用于水泥生产、建筑材料制造、土壤改良及农业等领域。这不仅减少了环境污染，还实现了资源的最大化利用。粉煤气化灰渣的综合利用不仅促进了煤炭行业的可持续发展，也为相关行业带来了经济效益和环保效益的双重提升。未来，随着技术的不断进步和创新，粉煤气化灰渣的综合利用将展现出更加广阔的发展前景。

关键词：粉煤气化灰渣；综合利用；途径

引言：粉煤气化灰渣作为煤炭转化利用过程中的副产物，其有效综合利用对于实现资源循环、减少环境污染具有重要意义。随着煤化工行业的快速发展，大量灰渣的产生对生态环境构成潜在威胁，同时也蕴藏着巨大的资源价值。因此，探索粉煤气化灰渣的高效利用途径，不仅有助于解决废弃物处理难题，还能促进产业的可持续发展，实现经济效益与环境效益的双赢。本文旨在浅析粉煤气化灰渣的综合利用现状、技术挑战及未来发展趋势，为推动该领域的研究与应用提供参考。

1 粉煤气化灰渣的基本特性

1.1 灰渣来源与分类

粉煤气化灰渣作为煤炭气化过程中的副产品，主要来源于煤化工企业的动力装置及气化装置。这些灰渣可以细分为气化煤渣、气化湿灰、炉渣以及炉灰几大类。气化煤渣是在气化炉内，煤在高温高压下与气化剂反应后剩余的固体废弃物，富含未完全转化的矿物质；气化湿灰则是在气化过程中产生的含有一定水分的细颗粒状物质；炉渣则是直接由燃烧或气化过程中形成的较为粗大的颗粒，质地较为坚硬；炉灰则主要是燃烧后的细小颗粒物，常伴随烟气排出。

1.2 化学成分与物理性质

粉煤气化灰渣的化学成分复杂且多样，主要包括 SiO_2 （二氧化硅）、 Al_2O_3 （三氧化二铝）、 CaO （氧化钙）、 Fe_2O_3 （三氧化二铁）以及残余的碳等。其中， SiO_2 和 Al_2O_3 是构成灰渣的主要无机氧化物，它们在灰渣中以不同的晶体结构和形态存在，对灰渣的物理性质和化学性质产生重要影响^[1]。从物理性质来看，粉煤气化灰渣的粒径分布广泛，既有细小的颗粒也有较大的块体，这与其在气化炉内的生成条件和后续处理过程密切相关。灰渣的密度相对较轻，具体数值取决于其成分比例

和颗粒大小。此外，灰渣的比表面积也是一个重要的物理参数，它影响着灰渣的表面活性和吸附能力。

1.3 环境影响

粉煤气化灰渣的堆积对土地资源和生态环境构成潜在威胁。首先，灰渣的大量堆积会占用大量的土地资源，尤其是在煤化工产业密集的地区，这种土地资源的占用尤为显著。其次，灰渣中的重金属、有机物和其他污染物可能通过雨水冲刷、地表径流等方式进入土壤和水体，对生态环境造成污染。这些污染物在土壤中的积累会破坏土壤结构，降低土壤肥力，甚至通过食物链进入人体，对人类健康造成危害。此外，灰渣中的细小颗粒物还可能随风飘散，影响空气质量，长期吸入这些颗粒物会对人体呼吸系统造成损害。因此，对于粉煤气化灰渣的处理和处置需要引起高度重视，通过科学合理的综合利用方式，减少其对环境的负面影响，实现资源的可持续利用。

2 粉煤气化灰渣的综合利用途径

2.1 建工建材制备

(1) 水泥生产。粉煤气化灰渣中的硅、铝、铁等元素与水泥生产的原料成分相似，使得其成为水泥生产的理想替代品之一。在生产过程中，将灰渣按一定比例掺入水泥生料中，经过高温煅烧，可以制得性能优良的水泥熟料。这种方法不仅降低了对传统原材料的需求，减少了开采和运输成本，还有效利用了灰渣中的残余热量，进一步降低了水泥生产的能耗。此外，灰渣中的某些微量元素还可能对水泥的某些性能产生积极影响，如提高水泥的强度和耐久性。因此，将粉煤气化灰渣用于水泥生产，是实现废物资源化的重要途径。(2) 加气混凝土砌块。加气混凝土砌块以其轻质、保温隔热性能优异而备受青睐。粉煤灰作为加气混凝土砌块的主要原

料之一,其来源广泛且价格低廉。利用粉煤气化灰渣中的粉煤灰,通过蒸压养护等工艺,可以制备出性能优良的加气混凝土砌块。这种砌块不仅重量轻、强度高,还具有优异的保温隔热性能,广泛应用于墙体、屋顶等建筑结构中。同时,由于粉煤灰的掺入,还减少了对天然砂石等资源的依赖,促进了建筑材料的可持续发展^[2]。

(3) 烧结砖与免烧砖。以煤灰(灰渣)和粘土等为主要原料,通过烧结或免烧工艺生产墙体材料,也是粉煤气化灰渣综合利用的有效途径之一。烧结砖通过将灰渣与粘土等原料混合后成型,再经过高温烧结而成,具有强度高、耐久性好等特点。免烧砖则通过机械压制和养护等工艺制成,无需高温烧结,工艺相对简单且能耗较低。这两种墙体材料不仅满足了建筑领域对墙体材料的需求,还实现了灰渣的资源化利用。

2.2 资源回收与再利用

(1) 提取有用金属。粉煤气化灰渣中富含铁、铝等金属元素,这些元素具有较高的回收利用价值。通过物理选矿(如磁选、重选等)或化学浸出等方法,可以从灰渣中有效提取这些金属元素。提取出的金属元素可以进一步加工成各种金属制品或化工产品,如铁粉、铝粉、氧化铝等,广泛应用于冶金、化工、电子等行业。这种资源回收方式不仅实现了灰渣中金属元素的高效利用,还减少了对原生矿产资源的开采需求,有利于资源的可持续利用。(2) 制备高附加值材料。除了提取有用金属外,粉煤气化灰渣还可以作为制备高附加值材料的原料。利用灰渣中的硅、铝等资源,可以开发出多种新型材料,如硅铝复合材料、催化剂载体、吸附剂、橡塑填料等。这些材料在化工、环保、电子等领域具有广泛的应用前景。例如,硅铝复合材料因其优异的耐热性、耐腐蚀性和机械性能而被用于制备耐火材料、耐磨材料等;催化剂载体则广泛用于石油化工、精细化工等行业,提高反应效率和产物纯度;吸附剂则可用于废水处理、空气净化等领域;橡塑填料则能增强塑料制品的力学性能和耐磨性^[3]。

2.3 土壤改良与生态治理

(1) 改良土壤结构。粉煤气化灰渣中的硅、铝、钙等元素对土壤具有良好的改良作用。将适量灰渣施入土壤中,可以增加土壤中的矿物质含量和有机质含量,改善土壤的物理性质和化学性质。灰渣中的硅元素有助于形成土壤团粒结构,提高土壤的保水保肥能力;铝元素则能促进植物根系的生长和发育;钙元素则能调节土壤的酸碱度,提高土壤的肥力。因此,将粉煤气化灰渣用于土壤改良不仅有助于提高土壤质量还能促进农作物的

生长和发育提高农作物产量和品质^[4]。(2) 水体修复。粉煤气化灰渣在水体修复方面也具有潜在的应用价值。灰渣中的多孔结构和吸附性能使其成为一种有效的吸附剂能够去除水体中的重金属离子、有机物等污染物。此外灰渣中的碱性物质还可以中和废水的酸度降低废水的毒性。通过适当的预处理和改性灰渣可以进一步提高其对污染物的去除效率。将灰渣应用于废水处理和水体修复中不仅有助于改善水质还能降低治理成本。

2.4 能源利用

粉煤气化灰渣中虽然大部分可燃成分已在气化过程中被利用,但仍含有一定量的残余碳和其他可燃物质。这些残余物质通过高温燃烧,可以将其中的有机物和碳元素转化为热能或电能,实现能源的回收利用。一种常见的利用方式是将其作为燃料直接燃烧,用于发电或供暖。在专门的焚烧炉中,灰渣中的可燃成分在高温下充分燃烧,释放出大量的热能。这些热能可以通过蒸汽轮机或燃气轮机转化为机械能,进而驱动发电机产生电能。此外,燃烧产生的热量也可以直接用于工业加热或城市供暖,提高能源利用效率。然而,需要注意的是,直接燃烧灰渣可能会产生一定的污染物,如二氧化硫、氮氧化物和颗粒物等。因此,在燃烧过程中需要采取有效的环保措施,如安装脱硫脱硝装置、除尘设备等,以减少对环境的污染。另一种更为环保的利用方式是将其作为气化原料的补充,再次进入气化炉进行气化反应。通过调整气化工艺参数,可以实现灰渣中残余碳和其他可燃物质的高效转化,同时减少污染物的排放。这种方式不仅提高了灰渣的利用率,还促进了气化过程的循环经济和可持续发展。

3 浙江石油公司在粉煤气化灰渣综合利用中的实践

3.1 现状分析

(1) 粉煤气化技术的应用情况及灰渣产生量。浙江石油公司作为能源领域的领军企业,积极响应国家节能减排和循环经济号召,致力于能源的高效转化与清洁利用。在石化生产中,公司引入了先进的粉煤气化技术,该技术以煤粉为原料,在高温高压条件下通过气化反应生成合成气(主要成分为CO和H₂),为下游的化学品合成、发电及氢能制备等提供关键原料。随着技术的不断成熟和产能的扩大,浙江石油公司粉煤气化装置的运行日趋稳定,有效推动了公司产业链的延伸与升级。然而,粉煤气化过程中不可避免地会产生大量灰渣,其产生量与原料煤的质量、气化条件及后续处理工艺密切相关。据初步估算,浙江石油公司年产粉煤气化灰渣可达数十万吨。这些灰渣若得不到妥善处理和利用,不仅会

占用大量土地资源,还可能对周边环境造成污染,因此灰渣的综合利用成为公司必须面对的重要课题。(2)当前灰渣处理的主要方式和存在的问题。目前,浙江石油公司对粉煤气化灰渣的处理主要采用填埋和堆放两种方式。填埋方式虽然简单易行,但长期占用土地资源,且存在渗滤液污染地下水的风险;而堆放方式则易导致扬尘污染,影响空气质量。此外,传统的处理方式忽视了灰渣的潜在价值,未能实现资源的最大化利用。同时,公司在灰渣处理方面还面临一些具体问题。如处理技术相对单一,缺乏多样化的利用途径;研发投入不足,导致技术创新能力有限;政策支持和市场机制不完善,影响了灰渣综合利用的积极性等。

3.2 综合利用案例分析

针对上述问题,浙江石油公司积极探索灰渣的综合利用途径,并取得了一定成效。(1)利用灰渣生产建筑材料。公司与建材企业合作,将粉煤气化灰渣作为水泥生产的替代原料。通过科学配比和工艺优化,成功制备出性能优良的水泥熟料。该产品在市场上得到广泛应用,不仅降低了生产成本,还减少了对传统矿产资源的开采需求。此外,公司还利用灰渣中的粉煤灰开发出轻质、保温隔热的加气混凝土砌块和烧结砖、免烧砖等新型墙体材料,进一步拓展了灰渣在建筑材料领域的应用范围。(2)提取有用金属。针对灰渣中的铁、铝等金属元素含量较高的特点,公司引入先进的物理选矿和化学浸出技术,成功实现了金属元素的高效提取。提取出的金属产品具有较高的附加值和市场竞争力,为公司创造了可观的经济效益。同时,这一项目还促进了资源的再生利用和循环经济的发展。(3)改良土壤。公司还与农业科研机构合作,将粉煤气化灰渣应用于土壤改良领域。通过科学配比和田间试验验证,发现灰渣中的硅、铝、钙等元素能够显著改善土壤结构和肥力促进农作物的生长。这一发现为公司开辟了灰渣利用的新途径也为农业可持续发展提供了有力支持。

3.3 成效与经验总结

通过一系列综合利用项目的实施浙江石油公司在粉煤气化灰渣处理方面取得了显著成效。一方面实现了灰渣的资源化利用减轻了环境负担;另一方面创造了新的经济增长点提升了公司的综合竞争力。在总结经验方面浙江石油公司认为:一是要坚持科技创新驱动发展战略加大研发投入力度推动灰渣利用技术的不断突破;二是要加强与高校、科研机构及企业的合作交流形成产学研用一体化的创新体系;三是要完善政策支持和市场机制建立健全灰渣综合利用的激励机制和监管体系;四是要注重环保和可持续发展理念在灰渣利用过程中的贯彻落实确保灰渣利用过程的安全环保和可持续性。展望未来浙江石油公司将继续秉承绿色发展的理念不断探索和实践粉煤气化灰渣的综合利用途径为推动我国能源化工行业的绿色转型和高质量发展做出更大贡献。

结束语

粉煤气化灰渣的综合利用,是煤化工产业链绿色转型的关键一环。通过技术创新与实践探索,我们已看到其在建筑材料、土壤改良、环境治理等多个领域的广阔应用前景。然而,要实现灰渣资源的最大化利用,还需克服技术瓶颈、优化经济模式、加强政策引导。展望未来,随着科技的进步和环保意识的增强,粉煤气化灰渣的综合利用必将迎来更加广阔的发展空间,为煤化工行业的可持续发展注入新的活力。

参考文献

- [1]王晓东.浅析粉煤气化灰渣的综合利用途径[J].中国电力教育2019,(03):21-22.
- [2]董晓婷,罗启清.粉煤气化灰渣综合利用研究进展[J].矿山机械,2019,(05):34-35.
- [3]李勇.粉煤气化灰渣资源化利用研究现状[J].黑龙江国土资源调查,2019,(06):51-52.
- [4]胡俊,陶红林.粉煤气化灰渣综合利用的技术途径[J].环保科技,2020,(06):72-73.