

浅谈矿山煤矸石综合加工利用煤矸石资源化利用途径研究进展

屈晓宏

国家能源集团榆林能源有限责任公司郭家湾煤矿分公司 陕西 榆林 719000

摘要: 矿山煤矸石作为煤炭开采中的固体废弃物,其综合加工利用成为当前研究的热点。通过资源化利用,煤矸石已广泛用于建筑材料、发电、土壤改良及肥料添加剂等领域。近年来,煤矸石制粉技术及有机肥研发取得显著进展,提高了其附加值。本文综述了煤矸石资源化利用的最新途径和研究进展,旨在为煤矸石的综合利用提供科学依据和技术支持,促进煤炭行业可持续发展和生态环境保护。

关键词: 矿山煤矸石;综合加工利用;煤矸石资源化;利用途径

引言: 矿山煤矸石作为煤炭开采和洗选过程中产生的主要固体废弃物,其大量堆积不仅占用土地资源,还可能对周边环境造成污染。然而,煤矸石也蕴含着丰富的资源价值,通过综合加工利用,可以实现其资源化转型。近年来,随着环保意识的提升和科技的进步,煤矸石资源化利用途径的研究取得了显著进展。本文旨在探讨矿山煤矸石的综合加工利用现状及其资源化途径的最新研究成果,为推动煤矸石的高效利用提供理论参考和实践指导。

1 矿山煤矸石的基本特性与分类

1.1 煤矸石的物理和化学特性

煤矸石是一种与煤层紧密伴生的灰分高、发热量低的碳质岩,由无机质和少量有机质组成。其物理性质包括力学性能、密度、堆积密度、吸水率和塑性指数等。煤矸石的力学性能受岩石风化程度和硬度的影响,抗压强度变化范围很大,一般在 $30\sim 470\text{kg/m}^2$ 之间。其密度范围为 $2100\sim 2900\text{kg/m}^3$,堆积密度则在 $1200\sim 1800\text{kg/m}^3$ 之间,自燃煤矸石的堆积密度会有所降低。煤矸石的吸水率控制在 $2.0\%\sim 6.0\%$ 范围内,塑性指数为 $3.0\sim 15.0$ ^[1]。此外,煤矸石还具有多孔性,尤其是自燃煤矸石,其孔隙数量更多且结构复杂。化学方面,煤矸石的主要化学成分包括 SiO_2 和 Al_2O_3 ,同时含有不同量的 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 SO_3 、 K_2O 、 Na_2O 、 P_2O_5 等无机物,以及微量的稀有金属如钽、钽、钴等。这些化学成分决定了煤矸石的工业利用价值。

1.2 煤矸石的成因与分类

煤矸石的成因主要与煤炭形成过程有关,它可以是煤层伴生的岩石,也可以是煤矿开采和洗选过程中产生的废弃物。根据成因,煤矸石可分为掘进矸石和洗选矸

石。掘进矸石主要产生于巷道掘进过程中,而洗选矸石则是煤炭分选或洗煤过程中产生的。按岩性分类,煤矸石包括泥质岩类(如泥岩、碳质泥岩)、炭质岩类(如页岩、炭质页岩)、砂岩类等。这些岩石类型决定了煤矸石的矿物组成和物理性质,进而影响其工业利用途径。

1.3 不同种类煤矸石的利用价值与差异

不同种类的煤矸石在利用价值上存在差异。例如,含有高岭石等粘土矿物的煤矸石适合用于烧制水泥和制砖;含有硫铁矿的煤矸石则可以用于提取硫元素;而含有稀有金属的煤矸石则具有更高的综合利用价值。煤矸石不仅可以作为建筑材料使用,还可以用于发电、制取煤气、土壤改良和制作肥料等领域。通过技术创新和政策引导,可以实现煤矸石的高值化利用,为经济社会发展注入新的活力。

2 煤矸石资源化利用的主要途径及研究进展

2.1 煤矸石发电技术

(1) 技术原理与优势。煤矸石发电技术利用煤矸石中的可燃成分,通过燃烧产生高温高压蒸汽,带动涡轮机发电。该技术原理简单,且能有效利用废弃资源,减少环境污染。煤矸石发电的优势在于其燃料成本低,同时能缓解能源紧张的状况。此外,该技术还能减少煤矸石堆积所占用的土地资源,降低环境污染风险。(2) 应用案例与效果分析。在我国,煤矸石发电技术已得到广泛应用。例如,某些电厂采用沸腾炉燃烧煤矸石发电,通过优化锅炉设计和提高涡轮机效率,实现了较高的发电效率和燃料利用率。应用效果显示,煤矸石发电不仅能为电网提供稳定电力,还能显著降低发电成本和环境负担。(3) 存在的问题与挑战。然而,煤矸石发电技术也面临一些问题和挑战。首先,煤矸石质量参差不齐,

煤炭中杂质含量高,对设备的损伤大。其次,煤矸石发电过程中产生的粉煤灰等废弃物仍需处理。此外,如何提高发电效率和燃料利用率,以及降低污染物排放,仍是当前煤矸石发电技术需要解决的关键问题。

2.2 煤矸石制砖与建筑材料技术

(1) 制砖工艺与建筑材料应用。煤矸石制砖工艺主要包括破碎、混合、成型、烧结等步骤。通过将煤矸石与其他材料混合,经过成型和烧结处理,可制成具有高机械强度、良好保温性能和抗震性能的煤矸石砖。此外,煤矸石还可作为混凝土填料和环保新材料等建筑材料应用。(2) 产品性能与市场前景。煤矸石砖等建筑材料具有优异的性能,如强度高、重量轻、保温隔热性能好等,符合国家建筑节能的要求。因此,这些产品在市场上具有广阔的应用前景。随着环保意识的提高和资源的日益紧张,煤矸石制砖等环保建材将受到更多关注^[2]。

(3) 技术创新与发展趋势。在技术创新方面,煤矸石制砖工艺正不断向自动化、智能化方向发展。通过引入先进的生产设备和工艺,提高生产效率和产品质量。同时,研发新型煤矸石建材,如高强度微晶玻璃等,将拓展煤矸石在建筑材料领域的应用范围。

2.3 煤矸石水泥制备技术

(1) 水泥制备工艺与性能优化。煤矸石水泥制备工艺主要包括原料准备、磨制、混合、煅烧等步骤。通过将煤矸石作为原料或部分替代粘土,与石灰石等混合后煅烧,可制成硅酸盐水泥熟料。在性能优化方面,通过调整煤矸石的掺入量和煅烧条件,可提高水泥的强度和耐久性。(2) 生产成本与经济效益分析。煤矸石水泥制备技术的生产成本相对较低,因为煤矸石作为废弃物利用,降低了原料成本。此外,该技术的生产过程对环境影响较小,符合绿色发展的理念。经济效益方面,煤矸石水泥在市场上具有一定的竞争力,尤其是在对环保建材需求日益增长的背景下。通过优化生产工艺和降低能耗,可进一步提高煤矸石水泥的经济效益。(3) 环境影响与可持续性评估。煤矸石水泥制备技术对环境的影响主要体现在资源节约和污染物减排方面。通过利用煤矸石这一废弃物,减少了对天然矿产资源的开采,有助于保护生态环境。同时,该技术在生产过程中产生的废弃物较少,且可通过进一步处理实现资源化利用。在可持续性评估方面,煤矸石水泥制备技术符合循环经济和绿色发展的要求,有助于推动建筑行业的可持续发展。

2.4 煤矸石制粉及其综合利用技术

(1) 制粉工艺与粉末产品应用。煤矸石制粉工艺主要包括破碎、磨细、分级等步骤。通过先进的破碎和磨

细设备,可将煤矸石加工成细粉末。这些粉末产品在多个领域具有广泛应用,如陶瓷原料、吸附剂、土壤改良剂等。(2) 在陶瓷、吸附剂、土壤改良剂等领域的应用。在陶瓷领域,煤矸石粉末可作为陶瓷坯体和釉料的原料,降低生产成本并提高产品质量。作为吸附剂,煤矸石粉末可用于处理废水中的重金属离子等污染物,具有较高的吸附效率和稳定性。在土壤改良方面,煤矸石粉末可改善土壤的理化性质,提高土壤肥力和作物产量^[3]。(3) 技术瓶颈与突破方向。尽管煤矸石制粉及其综合利用技术已取得一定进展,但仍面临一些技术瓶颈。例如,煤矸石粉末的粒度分布和纯度仍需进一步优化,以满足不同领域的应用需求。此外,如何提高煤矸石粉末的附加值和市场竞争力,也是当前需要解决的问题。突破方向包括研发更高效的破碎和磨细设备、优化粉末产品性能以及拓展新的应用领域等。

3 煤矸石资源化利用中的环境治理与生态保护

3.1 煤矸石堆放区的生态修复与植被重建

煤矸石堆放区往往占地面积广,对周边生态环境造成严重影响。为实现这些区域的生态修复与植被重建,需要采取一系列科学有效的措施。一方面,可以通过物理、化学或生物方法处理煤矸石,降低其有害物质的含量,改善其物理和化学性质,为植被生长提供适宜的土壤条件。另一方面,根据煤矸石堆放区的具体情况,选择合适的植物种类进行种植,这些植物应具有适应性强、根系发达等特点,能够通过其生长过程中的生物学特性,促进土壤的改良和污染物的吸收。同时,植被的覆盖还能有效减少水土流失,保护土壤免受侵蚀,从而促进生态系统的恢复。

3.2 煤矸石对地下水污染的控制与防治

煤矸石中的有害物质在雨水冲刷和浸泡下容易形成淋溶水,对地下水造成污染。为控制与防治这种污染,需要从源头抓起。首先,应积极开展煤矸石的综合利用,减少其堆存量,从而降低淋溶水的产生。其次,在煤矸石堆放场的选址上,应充分考虑场地的地质条件和地下水位,避免选在岩溶地貌发育、地下水易受污染的区域。同时,采取有效的工程措施,如修建截水沟、挡矸坝和淋溶水收集沉淀池等,以减少淋溶水对地下水的影响。此外,还应加强对煤矸石堆放场的监测和管理,及时发现并处理潜在的污染风险。

3.3 煤矸石处理过程中的污染控制与减排技术

在煤矸石的处理过程中,同样需要关注污染控制与减排技术。例如,采用先进的淋洗装备对煤矸石进行多级淋洗、分选、脱水和固化处理,可以有效地去除其中

的有害物质,提高煤矸石的热值和品质。同时,这些装备还具有高效、灵活、智能和环保的特点,能够实现煤矸石处理过程中的污染控制与减排。此外,在煤矸石的综合利用过程中,如发电、制砖、水泥制备等,也应采取相应的污染控制措施,确保废弃物的资源化利用不会对环境造成二次污染。

4 推动煤矸石资源化利用的政策支持与市场机制

4.1 国家相关政策法规与激励措施

(1) 政策背景与目标。我国煤矸石堆存量,资源化利用率低,环境污染问题突出。为推动煤矸石资源化利用,国家出台了一系列政策法规,明确了煤矸石资源化利用的目标和方向。例如,《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》将煤矸石列为重点管理的工业固体废物,要求对其进行资源化利用。《“十四五”循环经济发展规划》提出,到2025年,煤矸石等大宗固废综合利用率达到60%以上。(2) 具体政策措施与实施效果。国家通过财政补贴、税收优惠、绿色金融等政策措施,鼓励企业开展煤矸石资源化利用。例如,对煤矸石综合利用产品实行增值税即征即退政策;对符合条件的煤矸石综合利用项目给予财政补贴;鼓励金融机构加大对煤矸石资源化利用项目的信贷支持力度。这些政策措施有效激发了市场活力,促进了煤矸石资源化利用产业的发展。据统计,2020年我国煤矸石综合利用率达到56.8%,比2015年提高了10个百分点以上。

4.2 市场机制与产业链构建

(1) 市场竞争格局与供应商分析。随着政策支持力度加大和市场需求的增长,煤矸石资源化利用产业快速发展,涌现出一批具有竞争力的企业。这些企业主要集中在煤矸石制砖、煤矸石发电、煤矸石提取有用矿物等领域。(2) 产业链上下游合作与共赢发展。煤矸石资源化利用产业链涉及煤炭开采、洗选、运输、加工、销售等多个环节。近年来,产业链上下游企业加强合作,形成了互利共赢的发展模式。例如,煤炭企业与煤矸石综合利用企业合作,建立煤矸石综合利用基地,实现煤矸石的就地转化利用^[4]。

4.3 政府、企业与社会协同作用

(1) 政府引导与监管作用。政府在煤矸石资源化利

用过程中起着举足轻重的引导和监管作用。通过制定科学合理的政策法规,政府为煤矸石资源化利用提供了法律保障和制度框架。同时,政府还通过加强执法监督,确保政策法规得到有效执行,防止煤矸石资源化利用过程中可能出现的环境污染和生态破坏。此外,政府还提供公共服务,如技术支持、信息咨询等,为企业和社会提供便捷的服务通道,促进煤矸石资源化利用产业的健康发展。(2) 企业的技术创新与主体责任。企业是推动煤矸石资源化利用的关键力量。为了提升资源化利用效率和产品质量,企业应持续加大技术研发投入,积极开发高效、清洁的煤矸石资源化利用技术。同时,企业还需切实履行社会责任,加强环境管理,确保煤矸石资源化利用过程中的环境污染得到有效控制,实现经济效益与环境效益的双赢。(3) 社会参与与公众环保意识的提升。公众的广泛参与和环保意识的提升是推动煤矸石资源化利用的重要动力。政府和社会组织应通过宣传教育、媒体传播等多种方式,提高公众对煤矸石资源化利用的认识和参与度,形成全社会共同参与、共同推动的良好氛围。

结束语

综上所述,矿山煤矸石的综合加工利用与资源化途径研究已取得显著成效,不仅有助于缓解资源短缺问题,还有效减轻了环境压力。未来,随着技术的不断创新和政策的持续支持,煤矸石资源化利用领域将迎来更多发展机遇。我们应继续深化相关技术研究,拓展应用领域,提升资源化利用效率,为构建资源节约型和环境友好型社会贡献力量,实现经济效益、社会效益与环境效益的和谐统一。

参考文献

- [1]惠鹏岳.煤矸石的特性分析及综合利用研究[J].内蒙古煤炭经济,2023,(07):70-71.
- [2]刘昌运.推进煤矸石综合利用促进资源环境的持续发展[J].中国科技纵横,2023,(03):35-37.
- [3]郭富强,刘昆仑,俞乔,等.煤矸石综合利用途径探讨[J].煤炭加工与综合利用,2023,(10):89-90.
- [4]董建勋,苏孝杰.平顶山地区煤矸石资源化利用途径探索[J].煤炭加工与综合利用,2021,(08):80-81.