

煤炭成分分析与燃烧特性研究

任金花

晋城市综合检验检测中心 山西 晋城 048000

摘要: 文章深入探讨煤炭成分分析与燃烧特性之间的关系,通过详细的实验与数据分析,揭示煤炭中固定碳、挥发分、灰分及矿物质等成分对其着火性、燃烧速率、燃尽率及污染物排放等燃烧特性的影响。研究采用先进的测试方法和设备,构建科学的煤炭燃烧性能评价体系,为煤炭的高效清洁利用提供理论支撑和技术指导。结果表明,优化煤炭成分及燃烧条件,可显著提升燃烧效率,降低污染物排放。

关键词: 煤炭成分; 燃烧特性; 评价标准

引言: 煤炭作为全球能源体系的重要组成部分,其燃烧特性直接影响能源利用效率与环境污染状况。深入研究煤炭成分与燃烧特性之间的关系,对于优化煤炭利用方式、提高燃烧效率、减少污染物排放具有重要意义。本文旨在通过系统分析煤炭的化学成分、物理性质及其燃烧过程中的热解、燃烧反应,揭示煤炭成分对燃烧特性的影响机制,为煤炭的高效清洁利用提供理论支持和实践指导。

1 煤炭的基本性质与成分分析方法

1.1 煤炭的分类与基本性质

煤炭作为自然界中重要的化石燃料之一,其分类主要基于其形成条件、煤化程度及物理化学性质。按照煤化程度从低到高,煤炭大致可分为褐煤、长焰煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤及无烟煤等几大类。不同种类的煤炭在热值、挥发分含量、灰分、硫分以及固定碳含量等方面存在显著差异。煤炭的基本性质包括物理性质和化学性质。物理性质如颜色、光泽、硬度、密度、孔隙度及可磨性等,直接影响其开采、运输及燃烧效率。化学性质则体现在其组成成分上,主要包括碳、氢、氧、氮、硫等元素,以及矿物质如硅酸盐、氧化物和硫化物等,这些成分决定了煤炭的燃烧特性、污染物排放情况及经济价值。

1.2 常规煤炭成分分析技术

常规煤炭成分分析技术涵盖了多种方法,用以测定煤炭的各类组成。其中,工业分析是基础,包括测定煤炭的水分、灰分、挥发分和固定碳含量。水分测定常采用烘干法;灰分则通过高温灼烧去除可燃物后剩余物的质量百分比来确定;挥发分是煤样在规定条件下加热后释放出的气体和液体产物的总和;固定碳则是除去三者后的残留物,元素分析用于精确测定煤炭中碳、氢、氧、氮、硫等元素的含量,常用方法为仪器分析法,如

红外光谱、色谱-质谱联用等^[1]。

1.3 先进煤炭成分分析技术的发展

随着科技的进步,煤炭成分分析技术也在不断发展,向着更加高效、精确、环保的方向迈进。现代先进分析技术如X射线荧光光谱(XRF)、X射线衍射(XRD)、扫描电子显微镜结合能谱分析(SEM-EDS)等,能够更深入地揭示煤炭的微观结构和化学成分分布,为煤炭的清洁高效利用提供科学依据,激光诱导击穿光谱(LIBS)、中子活化分析等新型技术也在煤炭分析领域展现出广阔的应用前景,它们能够快速、无损地检测煤炭中的多种元素和化合物,提高分析效率和准确性。基于大数据和人工智能的煤炭成分预测模型正在兴起,通过收集大量煤炭样本数据,运用机器学习算法,实现对煤炭成分的快速预测和分类,为煤炭产业智能化升级贡献力量。

2 煤炭成分与燃烧行为的相关性分析

2.1 煤炭成分对燃烧过程的影响

煤炭的燃烧过程是一个复杂的物理化学变化过程,其燃烧效率、稳定性及污染物排放等特性深受煤炭成分的影响。煤炭中的主要成分,包括固定碳、挥发分、水分、灰分以及硫、氮等元素,各自在燃烧过程中扮演着不同的角色。固定碳是煤炭燃烧时的主要能量来源,其含量高低直接影响煤炭的热值;挥发分则在燃烧初期迅速析出并燃烧,对煤炭的着火性能和燃烧稳定性至关重要;水分则作为无效组分,不仅降低煤炭热值,还可能在燃烧过程中影响燃烧速率和温度;灰分和矿物质则可能对燃烧过程产生负面影响,如增加燃烧残渣、降低燃烧效率,并可能形成污染物排放。

2.2 固定碳与挥发分在燃烧中的作用

固定碳是煤炭中可燃部分的主要组成部分,其燃烧是煤炭释放能量的主要过程。固定碳的燃烧速率相对较

慢,但燃烧稳定且热量高,是维持炉膛温度、保证燃烧效率的关键因素。相比之下,挥发分在较低温度下即可析出并燃烧,其燃烧速度快、放热量大,有助于煤炭的快速着火和稳定燃烧,高挥发分的煤炭通常具有较好的着火性能和燃烧稳定性。然而过高的挥发分也可能导致燃烧初期火焰温度迅速升高,增加氮氧化物等污染物的生成。

2.3 煤炭灰分与矿物质对燃烧的影响

煤炭中的灰分和矿物质对燃烧过程有着不可忽视的影响。灰分主要由不可燃的矿物质组成,其含量越高,煤炭的热值就越低,同时燃烧过程中产生的灰渣也会增加,这不仅降低了燃烧效率,还可能造成设备磨损和堵塞,灰分中的某些矿物质成分在燃烧过程中可能发生化学反应,生成如硫化物、氮氧化物等污染物,对环境造成污染。

3 煤炭燃烧特性影响因素分析

3.1 温度对煤炭燃烧特性的影响

温度是煤炭燃烧过程中一个至关重要的参数,它直接影响着煤炭的燃烧特性。在高温环境下,煤炭的化学反应速率加快,使得挥发分的析出和固定碳的燃烧更为迅速和完全。较高的初始炉膛温度有助于煤炭的快速着火,提高燃烧效率。随着燃烧的进行,炉膛温度的维持对于保持稳定的燃烧状态也至关重要^[2]。温度过低可能导致燃烧不完全,产生大量未燃尽的碳粒和有害气体,而温度过高则可能加速设备的损耗,甚至引发安全事故。

3.2 氧气供应与煤炭燃烧速率

氧气是煤炭燃烧过程中的必需条件,其供应量直接影响着煤炭的燃烧速率和效率。充足的氧气供应能够确保煤炭中的可燃成分与氧气充分接触并发生燃烧反应,从而提高燃烧速率和完全程度。在燃烧过程中,通过调整空气与煤炭的比例(即空气过剩系数),可以控制氧气的供应量。若氧气供应不足,会导致燃烧不完全,产生一氧化碳等有害气体;而氧气供应过量,则可能增加排烟损失,降低燃烧效率。

3.3 煤质特性对燃烧稳定性的影响

煤质特性,包括煤的粒度、水分、挥发分、灰分以及固定碳含量等,均对煤炭的燃烧稳定性产生显著影响。煤的粒度分布均匀性直接影响到煤炭与氧气的接触面积和燃烧速率,粒度过大会导致燃烧不完全,粒度过小则可能增加燃烧过程中的飞灰损失。水分作为煤炭中的无效组分,其含量过高会降低煤炭的热值,并可能影响燃烧过程中的热量传递和温度分布。挥发分和固定碳的含量则直接关系到煤炭的着火性能和燃烧稳定性。高

挥发分的煤炭易于着火,但燃烧过程中可能产生较大的火焰波动;而固定碳含量高的煤炭则燃烧稳定但着火性能较差。灰分和矿物质成分则可能影响煤炭的熔融特性和污染物排放。

4 煤炭燃烧性能试验与评价标准

4.1 煤炭燃烧试验方法与设备

煤炭燃烧性能的评估依赖于一系列科学严谨的试验方法,这些方法旨在模拟实际燃烧条件,全面考察煤炭的着火性、燃烧稳定性、燃尽性及污染物排放等特性。常见的煤炭燃烧试验方法包括热重分析(TGA)、差热分析(DTA)、着火温度测定、燃烧速率测试以及污染物排放测试等。这些试验不仅要求设备精密、操作规范,还需要对试验条件进行严格控制,以确保试验结果的准确性和可重复性。在设备方面,煤炭燃烧试验通常采用高温炉、热重分析仪、气相色谱仪、红外光谱仪等先进仪器。高温炉用于模拟煤炭在高温下的燃烧环境,通过控制炉膛温度、气体流量等参数,观察并记录煤炭的燃烧过程。热重分析仪则通过测量煤炭在加热过程中质量的变化,分析煤炭的燃烧特性和热解行为。气相色谱仪和红外光谱仪则用于检测和分析燃烧过程中产生的气体成分和污染物种类,为煤炭燃烧性能的评价提供重要数据支持。

4.2 煤炭燃烧性能指标建立

煤炭燃烧性能指标是衡量煤炭燃烧性能优劣的量化标准,其建立需要综合考虑煤炭的着火性、燃烧稳定性、燃尽性、热效率以及污染物排放等多个方面。常见的煤炭燃烧性能指标包括着火温度、燃烧速率、燃尽率、热值、污染物排放浓度(如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等)以及燃烧过程中的能耗和碳排放等。着火温度是煤炭燃烧性能的重要指标之一,它反映了煤炭的易燃程度^[3]。燃烧速率则衡量了煤炭在燃烧过程中的反应速度,与燃烧效率和稳定性密切相关。燃尽率则反映了煤炭燃烧的完全程度,高燃尽率意味着更少的未燃尽碳粒和更高的能源利用率。热值则是煤炭燃烧所能释放出的热量大小,是评价煤炭能源价值的关键指标,污染物排放浓度作为环保性能的重要体现,也是煤炭燃烧性能评价中不可或缺的一环。在建立煤炭燃烧性能指标时,需要依据国内外相关标准和规范,结合煤炭的实际应用需求和环保要求,制定科学合理的评价指标体系和测试方法。还需要不断跟踪和研究煤炭燃烧领域的最新技术进展和研究成果,及时更新和完善评价指标体系,以适应煤炭燃烧技术的发展和变化。

4.3 煤炭燃烧性能评价及优化策略

煤炭燃烧性能的评价是对煤炭燃烧过程进行全面分析和评估的过程,旨在找出影响燃烧性能的关键因素和潜在问题,并提出相应的优化策略和改进措施。在评价过程中,需要综合考虑煤炭的自身特性、燃烧设备性能、燃烧条件以及环保要求等多个方面因素。针对煤炭燃烧性能的评价结果,可以采取多种优化策略和改进措施来提高煤炭的燃烧效率和环保性能。还可以利用数值模拟和仿真技术,对煤炭燃烧过程进行模拟和预测,为燃烧设备的设计和优化提供理论支持和技术指导。加强煤炭燃烧过程中的监测和调控,及时发现并处理燃烧过程中的异常情况和问题,确保燃烧过程的稳定和安全。在优化煤炭燃烧性能的过程中,还需要注重经济效益和环境效益的平衡。一方面要追求燃烧效率的最大化,提高能源利用率和经济效益;另一方面也要关注环保性能的提升,减少污染物排放和碳排放量,实现煤炭的清洁高效利用。

5 提升煤炭燃烧效率的技术与实践

5.1 燃煤效率提升的技术手段

提升燃煤效率是煤炭利用领域的重要课题,旨在通过技术创新降低能耗、提高热效率和减少污染物排放。技术手段多样,包括优化燃烧器设计、采用先进的燃烧控制技术、实施富氧燃烧及余热回收等。优化燃烧器设计能够改善煤粉与空气的混合效果,使燃料燃烧更充分;先进的燃烧控制技术如自动化调节、智能控制等,可根据燃烧状态实时调整燃烧参数,保持最佳燃烧状态;富氧燃烧通过增加助燃空气中的氧气浓度,提高燃烧温度和速率,促进煤炭的完全燃烧;而余热回收技术则能有效利用排烟中的余热,提高整个系统的能源利用率。这些技术手段的综合应用,能够显著提升燃煤效率,降低能耗和污染物排放。

5.2 洁净煤技术的研究进展

洁净煤技术是指旨在减少煤炭燃烧过程中污染物排放、提高煤炭利用效率和经济效益的一系列技术。近年来,洁净煤技术取得显著的研究进展。其中,煤气化技术通过将煤炭转化为气体燃料,实现煤炭的清洁高效利用,减少直接燃烧产生的污染物;煤液化技术则将煤炭转化为液体燃料,提高煤炭的运输便利性和利用效率;同时,脱硫、脱硝和除尘等烟气净化技术不断完善,有效降低了燃煤排放的二氧化硫、氮氧化物和颗粒物等污染物浓度,碳捕获与封存(CCS)技术作为未来洁净煤技

术的重要方向,正在逐步走向商业化应用,为实现煤炭的低碳化利用提供可能^[4]。洁净煤技术的发展不仅推动煤炭行业的转型升级,也为全球能源结构的优化和环境保护做出重要贡献。

5.3 煤炭混燃与预处理技术

煤炭混燃技术是指将不同种类、不同品质的煤炭或煤炭与其他燃料(如生物质、石油焦等)按一定比例混合后燃烧的技术。该技术通过优化燃料组合,提高了燃料的整体燃烧性能和经济效益。混燃过程中,不同燃料的优势互补,有助于降低着火温度、提高燃烧稳定性和燃尽率。混燃技术还能有效减少污染物的生成和排放,降低对环境的负面影响,预处理技术则是提高煤炭燃烧效率的重要手段之一。通过破碎、筛分、干燥、成型等预处理工艺,可以改善煤炭的物理性质,提高其燃烧性能。例如,破碎和筛分可以减小煤炭粒度,增加煤炭与空气的接触面积;干燥可以去除煤炭中的水分,提高煤炭的热值;成型则可以将散状煤炭加工成形状规则的燃料块,便于储存、运输和燃烧。预处理技术的应用不仅提高煤炭的燃烧效率,还降低燃烧过程中的能耗和污染物排放。

结束语

煤炭成分分析与燃烧特性的研究对于推动煤炭行业的可持续发展具有重要意义。通过深入解析煤炭成分与其燃烧特性之间的内在联系,不仅能够更好地理解煤炭的燃烧机理,还能为煤炭的高效清洁利用提供科学依据和技术路径。未来,随着科技的不断进步和环保要求的日益提高,期待在煤炭成分分析与燃烧特性研究领域取得更多突破,为实现煤炭资源的绿色转型和全球能源结构的优化贡献力量。

参考文献

- [1]王伟.基于优化燃烧调整降低锅炉氮氧化物的试验分析[J].现代工业经济和信息化,2020,10(12):66-67.
- [2]陈广学,李德波,陈兆立,何荣强,郑国,周杰联,冯永新,陈拓,廖宏楷,成明涛.燃煤电厂燃烧调整试验关键技术研究与应用[J].能源工程,2020,(06):10-15.
- [3]郭思聪,张凯霞,刘守军,杨颂,杜文广,张红霞,上官炬,支国瑞.煤炭燃烧过程中大气污染物NO_x形成与转化研究进展[J].应用化工,2020,49(12):3205-3212+3245.
- [4]郭萌.煤质化验方法对煤炭燃烧特性的影响研究[J].当代化工研究,2023,(19):38-40.