

煤炭化验中的灰分测定及其与燃烧特性的关系

王伟杰

力鸿检验集团有限公司沧州渤海新区分公司 河北 沧州 061000

摘要: 本文深入探讨了煤炭化验中灰分测定的多种方法及其重要性,同时详细分析了灰分与煤炭燃烧特性之间的复杂关系。通过系统的理论阐述和实验数据的支持,为煤炭的高效、清洁利用提供了重要的科学依据。

关键词: 煤炭化验; 灰分测定; 燃烧特性; 关系研究

引言

在全球能源消费格局中,煤炭作为重要的化石能源,其地位依然稳固。然而,煤炭的燃烧带来的环境问题也日益突出。灰分作为煤炭的主要成分之一,对煤炭的燃烧特性和环境排放具有显著影响。因此,对灰分进行准确测定,并深入探究其与燃烧特性的关系,对于优化煤炭利用、减少环境污染具有重要意义。

1 灰分的形成、分类及影响

1.1 灰分的形成

灰分,作为煤炭中的重要组成部分,其形成过程与煤炭的成煤历史息息相关。在远古时代,当植物遗骸在沼泽等缺氧环境中逐渐堆积,受到温度、压力以及微生物的作用,开始了漫长的成煤过程。植物残骸中的矿物质,如硅酸盐、碳酸盐、硫化物等,经过复杂的地质化学作用,逐渐与有机质分离或结合,形成了煤炭中的灰分。这些矿物质在煤中的存在形态各异,有的以结晶形式存在,有的则呈非晶质状态。同时,灰分的含量也受到多种因素的影响,如成煤环境的氧化还原条件、地质构造导致的矿物质富集或贫化等。因此,灰分的形成不仅记录了煤炭的成煤历史,也反映了成煤环境和地质条件的变迁。

1.2 灰分的分类

灰分在煤炭中的存在形式并非单一,而是依据其与煤的有机结合程度呈现多样性。依据这种结合程度,我们可将灰分划分为两大类:内在灰分与外在灰分。内在灰分与煤的有机质结合紧密,如同共生的伙伴,彼此间的联系难以被打破。这部分灰分通常与煤的分子结构交织在一起,难以通过简单的物理方法,如风力筛选或水洗等手段进行有效去除。而外在灰分则相对独立,它们以单独颗粒或松散团块的形式存在于煤的缝隙或表面^[1]。这些外在灰分并未与煤的有机质形成强烈的化学键合,因此较容易被洗选等物理方法去除。在实际生产过程中,通过适当的洗选技术,可以显著降低煤炭的外在灰

分含量,从而提高煤炭的质量和利用效率。

1.3 灰分对煤炭性质的影响

灰分作为煤炭中的非可燃成分,其存在对煤炭的性质产生显著影响。首先,灰分的增加会直接导致煤炭的热值降低,因为灰分本身不参与燃烧过程,无法释放热量。热值的降低意味着在相同的燃烧条件下,煤炭能够提供的能量减少,从而降低了煤炭的利用价值。此外,灰分在燃烧过程中还会产生一系列问题。例如,高温下灰分中的矿物质可能发生熔融,形成结渣附着在燃烧设备上,这不仅影响设备的传热效率,还可能导致设备堵塞、磨损加剧甚至故障停机。同时,灰分中的硬质颗粒在燃烧过程中还会对设备产生磨损,缩短设备的使用寿命。因此,灰分的存在不仅降低了煤炭的燃烧效率,还可能对燃烧设备造成损害,影响设备的正常运行和煤炭的充分利用。

2 灰分测定的方法与技术进展

2.1 传统的灰分测定方法

在煤炭化验领域,灰分的测定一直被视为关键步骤,因为它直接关系到煤炭的质量和燃烧特性。传统的灰分测定方法经过长期实践验证,被广大化验人员所信赖。其中,缓慢灰化法和快速灰化法是两种最常用的方法。缓慢灰化法,顾名思义,其特点在于加热过程缓慢而温和。这种方法通常将煤样置于马弗炉中,在较低的温度下(通常不超过600℃)进行长时间的加热。通过控制加热速率和时间,确保煤样中的有机质完全燃烧,而矿物质则转化为灰分。由于加热条件温和,缓慢灰化法适用于大多数煤种,尤其是那些挥发分较低、不易燃烧的煤种。这种方法操作简单,结果准确可靠,因此在煤炭化验中得到广泛应用。与缓慢灰化法相比,快速灰化法则显得更为迅速和高效。它利用高温条件(通常在800℃以上),在较短时间内将煤样快速氧化。由于加热温度高、时间短,快速灰化法特别适用于高挥发分煤种。这些煤种在常温下就具有较高的挥发分含量,如果

采用缓慢灰化法,可能会导致挥发分大量逸出,从而影响灰分测定的准确性。而快速灰化法则能迅速将煤样中的有机质氧化殆尽,准确测定出灰分含量。然而,需要注意的是,快速灰化法对设备和操作要求较高,如果控制不当可能会导致测定结果偏高或偏低。缓慢灰化法和快速灰化法各有优缺点,在实际应用中需要根据煤种特性和化验要求选择合适的方法。同时,无论采用哪种方法,都需要严格控制加热条件、确保操作规范,以获得准确可靠的灰分测定结果。

2.2 现代灰分测定技术

随着科技的飞速发展,煤炭化验领域也迎来了技术革新的浪潮。传统的灰分测定方法虽然经典可靠,但在面对日益增长的化验需求和更高的精度要求时,显得有些力不从心。于是,一系列现代灰分测定技术应运而生,为煤炭化验工作注入了新的活力。其中,微波灰化法就是近年来备受关注的新技术。它利用微波的独特性质,能够在短时间内对煤样进行快速、均匀的加热,从而迅速将有机质氧化殆尽,留下灰分。与传统方法相比,微波灰化法具有加热速度快、灰化时间短、能耗低等优点,而且操作简便、自动化程度高,大大提高了化验效率。除了微波灰化法外,激光诱导击穿光谱法(LIBS)也是近年来新兴的一种灰分测定技术。它利用高能激光脉冲聚焦在煤样表面,产生瞬时高温和高压,使煤样中的元素被激发并发出特征光谱。通过对这些光谱的分析,就可以快速准确地测定出煤样中的灰分含量。LIBS技术具有无需样品制备、非接触式测量、多元素同时分析等优势,特别适用于在线监测和快速分析领域^[2]。这些现代灰分测定技术的出现,不仅为煤炭化验工作提供了更加便捷、高效的手段,而且有助于提高灰分测定的准确性和精度。未来随着科技的不断进步和创新应用的深入拓展,相信还会有更多先进的灰分测定技术涌现出来,为煤炭行业的高质量发展提供有力支撑。

3 灰分与煤炭燃烧特性的关系探究

3.1 灰分对煤炭燃烧稳定性的影响

灰分,作为煤炭中不可燃烧的部分,其含量对煤炭的燃烧稳定性具有显著的影响。当灰分含量增加时,煤炭的燃烧稳定性会相应降低,这主要表现在火焰传播速度的减慢和燃烧温度的降低等方面。灰分中的矿物质在燃烧过程中会吸收大量的热量,这些热量本应用于维持火焰的传播和燃烧反应的进行。然而,由于矿物质的吸热作用,炉膛内的温度会相应降低,从而减缓了火焰的传播速度。这种减缓不仅影响了煤炭的燃烧效率,还可能导致燃烧不完全,产生大量的一氧化碳等有害气体。

此外,灰分中的矿物质在高温下还可能发生熔融或烧结等现象,形成一层覆盖在煤炭表面的灰渣层。这层灰渣层不仅阻碍了氧气向煤炭内部的扩散,还影响了热量的传递,进一步降低了煤炭的燃烧稳定性。因此,灰分含量的增加对煤炭的燃烧稳定性产生了不利的影响。为了改善煤炭的燃烧性能,降低灰分含量是一个有效的途径。通过洗选、脱灰等工艺处理,可以降低煤炭中的灰分含量,提高煤炭的燃烧稳定性和利用效率。同时,对于高灰分煤炭的利用,也需要采取相应的措施来减少其对燃烧稳定性的影响,如优化燃烧设备的设计、提高炉膛温度等。

3.2 灰分对煤炭结渣和磨损的影响

在煤炭燃烧过程中,高灰分含量往往会引发两大问题:结渣和磨损。这两个问题不仅影响燃烧效率,还会增加设备维护成本,对煤炭的整体利用造成显著影响。一方面,高灰分煤炭在燃烧时,其中的矿物质成分容易在高温下熔融或软化,进而附着在炉膛内壁或换热器表面,形成一层坚硬的渣层。这层渣层不仅降低了设备的传热效率,导致能源浪费,还可能堵塞气流通道,影响燃烧的稳定。结渣严重时,甚至需要停机清理,大大降低了设备的运行效率。另一方面,灰分中的硬质颗粒在燃烧过程中会对设备产生磨损。这些颗粒随着气流在设备内部高速运动,不断撞击和摩擦设备壁面,导致设备表面磨损严重。长期下来,设备的寿命会大大缩短,维护成本也会相应增加。磨损还可能引发设备的密封性能下降,导致燃烧效率进一步降低^[3]。针对这些问题,采取有效的措施至关重要。例如,通过改进燃烧技术、优化炉膛结构等方式减少结渣的产生;使用耐磨材料、加强设备维护等措施来减轻磨损的影响。同时,在煤炭选购和使用过程中,也应注意灰分含量的控制,避免使用灰分过高的煤炭。灰分对煤炭结渣和磨损的影响不容忽视。为了提高煤炭的利用效率和降低设备维护成本,必须重视灰分问题并采取有效的应对措施。

3.3 灰分对煤炭燃烧污染物排放的影响

灰分,作为煤炭中的非可燃部分,其存在对煤炭燃烧过程中的污染物排放具有显著的影响。灰分中的矿物质在燃烧时会发生一系列复杂的化学反应,释放出多种有害气体和颗粒物,其中二氧化硫和氮氧化物是最为常见的两种污染物。首先,灰分中的硫元素在燃烧过程中会氧化生成二氧化硫。二氧化硫是一种具有刺激性和腐蚀性的有毒气体,它不仅会对大气环境造成污染,形成酸雨等环境问题,还会对人体健康产生危害,如刺激呼吸道、影响肺功能等。因此,灰分中硫元素的含量直

接决定了煤炭燃烧过程中二氧化硫的排放水平。其次，灰分中的氮元素在燃烧条件下会与氧气反应生成氮氧化物。氮氧化物同样是一种有害气体，它不仅会加剧大气污染，还会与大气中的水分子反应形成酸雨。此外，氮氧化物还会对人体健康产生负面影响，如引发呼吸道疾病、降低免疫力等。因此，灰分中氮元素的含量也是影响煤炭燃烧污染物排放的重要因素之一。

4 建议与措施

4.1 加强煤炭洗选加工技术的研发与应用

为了有效降低入炉煤的灰分含量，我们必须加强煤炭洗选加工技术的研发与应用。通过持续的技术创新，我们可以开发出更高效、更环保的洗选设备和工艺，从而在煤炭生产的源头就实现灰分的有效脱除。这不仅可以提升煤炭的质量，还能减少燃烧过程中污染物的排放，对环境保护和能源高效利用具有重要意义。同时，政府和企业应加大对洗选加工技术的投入，推动相关技术的广泛应用和普及，为煤炭行业的可持续发展提供有力支持^[4]。此外，我们还应加强国际合作与交流，引进国外先进的洗选技术和经验，推动我国煤炭洗选加工技术不断迈上新的台阶。

4.2 优化燃烧设备设计

为了应对煤炭燃烧过程中的结渣和磨损问题，优化燃烧设备设计显得尤为重要。通过改进炉膛结构、提高炉膛温度以及增强传热效率，我们可以显著减少结渣的产生并降低磨损现象的发生。具体而言，炉膛温度的提升有助于矿物质更完全地燃烧，从而减少结渣的形成；而传热效率的提高则意味着热量能更快速地传递，降低了设备表面的温度，进而减少了磨损。此外，优化设备设计还应考虑使用耐磨、耐高温的材料，以进一步增强设备的耐用性。这些改进措施共同作用下，不仅能提升煤炭的燃烧效率，还能延长设备的使用寿命，为煤炭的清洁、高效利用提供有力保障。

4.3 加强污染物排放控制技术的研发与应用

为了有效降低灰分燃烧过程中污染物的排放，我们必须加强相关控制技术的研发与应用。通过不断创新和完善污染物排放控制技术，我们可以更精确地监测和调控燃烧过程中的污染物生成与排放。具体而言，我们可以研发更高效的烟气净化系统，通过先进的除尘、脱硫、脱硝等技术手段，减少烟气中的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等有害物质的含量。同时，我们还应积极探索灰分资源化利用的途径，将灰分转化为有价值的副产品，从而降低污染物排放的同时实现资源的循环利用。这些措施的实施，不仅可以减少煤炭燃烧对环境的污染，还能提升煤炭利用的经济效益和社会效益，推动煤炭行业的绿色可持续发展。

结语

本文通过对灰分的形成、分类及影响的系统阐述，以及对灰分测定方法和技术的详细介绍，深入探究了灰分与煤炭燃烧特性的关系。结果表明，灰分对煤炭的燃烧稳定性、结渣和磨损以及污染物排放等方面均有显著影响。未来研究应进一步关注灰分组成对燃烧特性的影响机制，以及开发新型灰分利用技术，实现废物的资源化利用。同时，加强国际合作与交流，借鉴先进经验和科技成果，推动我国煤炭利用水平的提升和环境保护的改善。

参考文献

- [1]代新英.煤空干基灰分测定结果的测量不确定度评定[J].化工管理,2020(10):85-86+109.
- [2]陈金香.煤工业分析中灰分测定代用法可行性分析[J].新世纪水泥导报,2023,29(03):44-47.
- [3]陶鹏.水对煤燃烧特性的影响分析[J].内蒙古煤炭经济,2022(22):60-62.
- [4]张友军,王刚庆,王峰等.煤炭地下气化点火装置燃烧特性数值研究[J].石油机械,2022,50(11):98-103.