

煤质分析技术在煤炭工业中的应用与发展

任晓敏

国能销售集团有限公司山西煤炭采购中心 山西 忻州 034000

摘要：煤炭作为全球重要的能源资源，其合理开发与高效利用对经济发展至关重要。本文围绕煤质分析技术在煤炭工业中的应用与发展展开探讨。阐述了煤质分析的定义、分类，详细分析了其在煤炭勘探开采、洗选加工、燃烧发电、煤化工以及贸易等环节的具体应用。同时探讨了煤质分析技术的发展趋势，包括新型分析技术研发、智能化自动化发展方向以及与国际先进技术接轨的路径。旨在全面呈现煤质分析技术在煤炭工业中的重要地位与未来走向，为煤炭工业的科学发展提供参考。

关键词：煤质分析技术；煤炭工业；应用；发展趋势

引言：煤质分析技术作为了解煤炭质量特性的关键手段，贯穿煤炭工业全产业链。从勘探开采到贸易应用，准确把握煤炭的物理、化学及工艺性能，能为各环节决策提供依据。随着煤炭工业发展，对煤质分析的精度、效率要求不断提高。深入研究煤质分析技术的应用与发展，有助于推动煤炭工业向精细化、高效化、绿色化方向迈进。

1 煤质分析的定义与分类

1.1 煤质分析的定义

煤质分析，是指依据一系列科学的方法与技术手段，对煤炭的物理性质、化学组成以及工艺性能等方面进行系统测定与深入研究的过程。其核心目的在于全面、准确地了解煤炭的质量特性，为煤炭工业各环节的科学决策与高效运行提供坚实的数据支撑。从物理性质层面，煤质分析涵盖煤炭的密度、粒度、硬度、孔隙率等指标的测定。这些指标直观反映煤炭的外在形态与物理结构特征，对于煤炭的开采、运输、储存等环节具有重要意义。如煤炭的粒度分布会影响其在洗选加工过程中的分选效果，而密度则与煤炭的运输成本和储存空间规划密切相关。在化学组成方面，主要分析煤炭中的碳、氢、氧、氮、硫等元素含量，以及水分、灰分、挥发分等重要成分。这些化学指标是判断煤炭品质优劣的关键依据，还直接关系到煤炭在燃烧、气化、液化等加工利用过程中的效率与产物特性。如硫含量过高的煤炭在燃烧时会产生大量二氧化硫，造成严重的环境污染。工艺性能分析则聚焦于煤炭在不同工业应用场景下的表现，如发热量、结焦性、反应性等，这些性能指标对于煤炭的合理利用和下游产品质量的提升至关重要。

1.2 煤质分析的分类

煤质分析可依据不同标准进行分类，常见的分类方

式主要包括以下按分析目的分类和按分析方法分类。

（1）按分析目的分类。可分为工业分析、元素分析和工艺性能分析。工业分析主要包括水分、灰分、挥发分和固定碳的测定，通过这些指标可初步判断煤炭的变质程度和加工利用价值。元素分析则侧重于对煤炭中碳、氢、氧、氮、硫等元素含量的精确测定，为煤炭的燃烧计算、热平衡分析以及煤化工工艺设计提供重要的基础数据。工艺性能分析是针对煤炭在特定加工工艺中的性能表现进行的专项分析，如煤炭的发热量测定用于评估其作为燃料的价值，黏结指数和胶质层厚度测定用于判断煤炭的结焦性能，为炼焦工业的原料选择提供依据。

（2）按分析方法分类。可分为化学分析法、仪器分析法和物理试验法。化学分析法是基于化学反应原理，通过一系列的化学操作和计算来确定煤炭的成分和含量，如经典的重量法、容量法等，该方法具有准确性高的优点，但操作相对繁琐、耗时较长。仪器分析法借助先进的分析仪器，利用物质的物理或物理化学性质进行快速、准确的分析，如利用元素分析仪测定煤炭中的元素含量，采用红外光谱仪分析煤炭的结构组成等，仪器分析法具有分析速度快、灵敏度高、自动化程度高等优势，在现代煤质分析中得到广泛应用^[1]。物理试验法则主要通过对煤炭进行物理性能测试，如测定煤炭的密度、硬度、耐磨性等，以了解煤炭的物理特性。

2 煤质分析技术在煤炭工业中的应用

2.1 在煤炭勘探与开采中的应用

煤质分析在煤炭勘探与开采中的应用，主要体现在以下方面：（1）在煤炭勘探阶段，煤质分析技术是评估煤炭资源储量和品质的关键手段。地质勘探人员通过采集不同深度、不同区域的煤芯样本，运用工业分析、元素分析等技术，测定煤炭的水分、灰分、挥发分、固

定碳以及碳、氢、氧、氮、硫等元素含量。如在我国西部某大型煤田的勘探过程中,通过对大量煤芯样本的分析,确定了该煤田的煤质以低灰、低硫、高挥发分的优质动力煤为主,为后续的资源开发和规划提供了科学依据。(2)在开采过程中,煤质分析能够实时指导生产优化。煤矿企业利用在线煤质分析设备,对开采出的煤炭进行快速检测,及时掌握煤炭的质量变化。当检测到煤炭的灰分或硫分超标时,可调整开采方案,避免不同质量的煤炭混杂,保证煤炭产品质量的稳定性。如煤矿引入了在线灰分检测仪,将其安装在皮带运输系统上,实时监测煤炭灰分,一旦灰分超过设定标准,系统会自动报警,工作人员根据提示调整采煤工作面的推进速度和开采层位,有效提高了煤炭产品的质量,减少了后续洗选加工的成本。(3)煤质分析还可用于预测开采过程中可能出现的问题。通过对煤炭的硬度、韧性等物理性质进行分析,能为采煤设备的选型和维护提供参考。若煤炭硬度较大,可选择更耐磨的采煤机截齿,降低设备磨损,提高开采效率;若煤炭易碎性高,则需优化运输环节,减少煤炭在运输过程中的破碎,降低粉煤率,保证煤炭的商品价值。

2.2 在煤炭洗选加工中的应用

煤炭洗选加工的目的在于去除煤炭中的杂质,提高煤炭质量,而煤质分析技术在洗选工艺控制中发挥着以下作用。(1)在洗选前,通过对原煤的粒度、密度、可选性进行分析,能够确定合适的洗选工艺和设备对于粒度较细、矸石与煤的密度差异较小的原煤,可能更适合采用重介质旋流器或浮选工艺进行洗选;而对于粒度较粗、密度差异较大的原煤,跳汰洗选工艺可能更为合适。(2)在洗选过程中,煤质分析监控洗选效果。通过对洗选精煤、中煤和矸石的质量检测,分析其灰分、硫分、水分等指标,及时调整洗选设备的运行参数。以重介质选煤为例,需要实时监测重介质悬浮液的密度、磁性物含量等参数,根据精煤和矸石的灰分检测结果,调整悬浮液的密度,确保精煤质量达标且矸石中煤炭损失最小。(3)煤质分析还可用于评估洗选加工过程中的能源消耗和经济效益。通过对洗选前后煤炭发热量、产率等指标的分析,计算洗选加工的收益,优化洗选流程,降低生产成本^[2]。如通过分析发现洗煤厂洗选过程中中煤产率过高,导致整体经济效益下降,经过对洗选工艺参数的调整和优化,降低了中煤产率,提高了精煤产率,增加了企业的利润。

2.3 在煤炭燃烧与发电中的应用

煤质分析技术在煤炭燃烧与发电环节有以下方面应

用:(1)在燃烧前,对煤炭的发热量、挥发分、灰熔点、硫分等指标进行分析,能够合理选择煤炭种类和掺烧比例,确保锅炉安全、高效运行。如对于挥发分较低的贫煤,可与挥发分较高的烟煤按一定比例掺烧,改善燃烧性能,提高燃烧效率;而对于灰熔点较低的煤炭,在燃烧过程中容易结渣,影响锅炉的正常运行,通过煤质分析提前了解这一特性,可采取调整燃烧温度、优化配风等措施,防止结渣现象的发生。(2)在燃烧过程中,煤质分析有助于实时监控燃烧状况。通过在线监测煤炭的水分、灰分等指标,调整锅炉的给煤量、风量等运行参数,保证燃烧的稳定性 and 充分性。一些大型燃煤电厂采用了先进的在线煤质监测系统,能够实时分析煤炭的成分和特性,根据分析结果自动调整锅炉的运行参数,使锅炉始终保持在最佳燃烧状态,降低了发电煤耗,提高了发电效率。(3)燃烧后,对煤灰、烟气等进行分析,可评估燃烧效果和污染物排放情况。通过分析煤灰的成分和含量,了解煤炭的燃烧效率和灰渣的综合利用价值;对烟气中的二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等污染物进行监测和分析,为环保设备的运行和污染物减排提供数据支持。根据烟气中二氧化硫的浓度,调整脱硫设备的运行参数,确保二氧化硫达标排放,减少对环境

2.4 在煤化工领域中的应用

煤质分析在煤化工领域中的应用,主要体现在以下方面:(1)煤质分析在煤化工原料选择中的应用。在煤制油工艺中,要求煤炭具有较高的氢含量和较低的灰分、硫分,通过对煤炭的元素分析和工业分析,筛选出符合要求的原料煤,能够提高煤制油的效率和产品质量。在煤制天然气工艺中,需要煤炭具有良好的气化性能,通过对煤炭的反应性、热稳定性等指标进行分析,选择合适的气化原料,确保气化过程的顺利进行。(2)在煤化工生产过程中,煤质分析是质量控制的关键环节。对进入气化炉、反应器等设备的煤炭进行实时检测,分析其粒度、水分、挥发分等指标,保证原料的稳定性,防止因煤质波动影响生产装置的正常运行。对煤化工产品进行质量分析,如对合成油、合成气、甲醇等产品的成分和性能进行检测,根据分析结果调整生产工艺参数,确保产品质量符合标准。如在甲醇生产过程中,通过对粗甲醇的成分分析,及时调整精馏塔的操作条件,提高甲醇产品的纯度和质量。(3)煤质分析还可用于煤化工工艺的优化和创新。通过对煤炭的结构和化学组成进行深入分析,研究煤炭在不同工艺条件下的反应机理,为开发新型煤化工工艺和技术提供理论支持。

通过对煤炭的微观结构和活性基团的研究,开发出更高效的气化催化剂和工艺,提高煤炭的转化效率和资源利用率。

2.5 在煤炭贸易中的应用

在煤炭贸易中,煤质分析的具体应用如下:(1)是质量评估的核心依据。买卖双方在签订合同前,会对煤炭样品进行严格的分析检测,确定煤炭的各项质量指标是否符合合同要求。常见的检测指标包括发热量、灰分、硫分、水分、挥发分等,这些指标直接关系到煤炭的价格和使用价值。例如在国际煤炭贸易中,发热量每相差100大卡/千克,煤炭价格可能会有较大幅度的波动。

(2)贸易结算时,煤质分析指标更是具有重要的意义。双方通常会约定以某一权威机构的煤质分析报告作为结算依据,根据煤炭实际质量与合同约定质量的差异,进行价格调整。如果煤炭的实际灰分高于合同约定值,买方可能会要求卖方降低价格;反之,如果实际灰分低于约定值,卖方则可能要求提高价格。在煤炭贸易过程中,也常常会出现因煤质分析结果不一致而引发的纠纷。为避免此类问题,贸易双方会采用标准化的煤质分析方法和流程,并选择具有资质的第三方检测机构进行检测。加强对煤质采样、制样过程的管理,确保样品的代表性和分析结果的准确性^[3]。在煤炭采样过程中,严格按照国家标准进行采样,保证采样点的分布合理、采样量足够,减少因采样误差导致的分析结果偏差。

3 煤质分析技术的发展趋势

3.1 新型分析技术的研发与应用前景

随着煤炭工业的发展和对煤质分析精度、效率要求的不断提高,新型分析技术的研发成为重要趋势。如光谱-质谱联用技术整合光谱的快速检测优势与质谱的精准定性定量能力,能够对煤炭中痕量元素和复杂有机化合物进行高效分析,在煤化工原料精细评估与产品质量深度把控中极具应用潜力。纳米传感器技术凭借其高灵敏度与特异性,可实现对煤炭中特定成分的实时、原位检测,为煤炭开采现场的快速煤质分析提供新途径。

3.2 智能化、自动化分析技术的发展方向

智能化、自动化是煤质分析技术提升效率与降低人

力成本的关键发展方向。基于人工智能算法的数据分析系统逐渐应用于煤质分析领域,通过对大量历史煤质数据的学习与分析,能够自动识别数据异常、预测煤质变化趋势,为煤炭生产和加工环节提供更具前瞻性的决策支持。自动化分析仪器不断升级,从样品的自动采集、制备到分析测试全程无需人工过多干预,显著减少人为操作误差,提高分析效率。如全自动煤质分析仪,可一次性完成工业分析、元素分析等多项指标检测,且分析结果能实时上传至企业管理系统,实现煤质数据的高效管理与共享。

3.3 与国际先进技术接轨的路径

为提升我国煤质分析技术的国际竞争力,与国际先进技术接轨成为必然选择。首先积极参与国际煤质分析标准的制定与修订工作,将我国成熟的煤质分析技术和经验融入国际标准,同时借鉴国际先进标准完善我国国内标准体系,确保煤质分析技术的规范性与一致性^[4]。其次加强国际间的学术交流与合作,鼓励科研机构、高校和企业与国际同行开展联合研究项目,共同攻克煤质分析技术难题,引进吸收国外先进的分析设备和技术,加速国产化改造与创新。

结束语:煤质分析技术在煤炭工业各环节均发挥着不可替代的作用,从保障资源合理开发到推动产业升级,其重要性不言而喻。当前新型分析技术不断涌现,智能化、自动化趋势日益明显,同时与国际先进技术接轨的需求也愈发迫切。应持续加大在新型技术研发、智能化自动化设备升级方面的投入,积极参与国际标准制定与合作,不断提升我国煤质分析技术水平。

参考文献

- [1]刘晓晔.煤化工生产中煤质分析的作用[J].江西化工,2020(01):128-129.
- [2]张伟,张建.元素分析技术在煤质分析中的应用[J].现代矿业,2020,36(03):228-231.
- [3]杨阳.移动式煤质分析技术及装备系统集成研究[J].煤质技术,2019,34(6):35-38.
- [4]葛飞龙,肖庆丽.煤质分析技术的应用及常见问题探析[J].建筑工程技术与设计,2020(35):45-46.