

自动化智能化分析技术在火电厂煤质化验中的应用研究

陈阿如那

内蒙古上都发电有限责任公司 内蒙古 锡林郭勒盟 027200

摘要: 自动化智能化分析技术融合传感器、人工智能等多技术,应用于火电厂煤质化验全流程。在样品采集制备、化验分析、数据处理环节,可提升化验效率,保障结果准确可靠,降低劳动强度与安全风险。同时,借助关键设备与智能系统,实现数据深度挖掘,为火电厂优化运行提供决策依据,推动煤质化验向高效智能方向发展。

关键词: 自动化智能化分析技术;火电厂;煤质化验

1 火电厂煤质化验概述

1.1 煤质化验的主要指标

煤质化验对于火电厂的安全、高效运行至关重要,其涉及的主要指标涵盖多个方面。首先是工业分析指标,包括水分、灰分、挥发分和固定碳。水分含量直接影响煤的运输、储存和燃烧过程,过高的水分会降低煤的有效发热量,增加运输成本,还可能在冬季导致煤仓冻结等问题;灰分是煤完全燃烧后残留的固体残渣,灰分过高不仅会降低煤的热值,还会增加锅炉受热面的磨损,影响锅炉的热效率;挥发分则与煤的着火难易程度密切相关,挥发分高的煤容易着火,燃烧速度快,但也容易引起炉膛爆炸等安全问题;固定碳是煤中发热量的主要来源,其含量越高,煤的发热量越高。其次是元素分析指标,如碳、氢、氧、氮、硫。碳和氢是煤中最主要的可燃元素,它们的含量直接决定了煤的发热量;氧元素含量相对较低,且与煤的氧化变质程度有关;氮元素在燃烧过程中会部分转化为氮氧化物,是造成大气污染的重要因素之一;硫元素在燃烧时会生成二氧化硫等有害气体,不仅会腐蚀设备,还会对环境造成严重污染,是煤质环保检测的关键指标。发热量测定也是煤质化验的重要内容,发热量反映了煤燃烧时释放热量的多少,是衡量煤质优劣的重要依据,对于火电厂计算发电成本、评估锅炉热效率等具有重要意义。

1.2 传统煤质化验方法

传统的煤质化验方法主要依靠人工操作,流程繁琐且效率较低。在样品采集环节,人工采集煤样存在较大的随机性和局限性,难以保证样品的代表性。采样人员需要在不同的煤堆、煤流等位置选取多个采样点,通过铁锹等工具采集煤样,这不仅劳动强度大,而且容易受到人为因素的干扰,导致采集的样品不能准确反映整批煤的质量^[1]。在样品制备环节,人工制样过程包括破碎、筛分、混合、缩分等多个步骤。破碎时需要使用破碎机

将煤样破碎到合适的粒度,筛分过程则需要通过不同孔径的筛子筛选出符合要求的煤样颗粒,混合和缩分过程也需要人工反复操作,以保证煤样的均匀性和代表性。这些操作不仅耗时耗力,而且在操作过程中容易造成煤样的损失和污染,影响化验结果的准确性。在化验分析环节,传统的分析仪器如马弗炉、天平、量热仪等,大多需要人工进行操作和读数。例如,使用马弗炉进行灰分测定时,需要人工将煤样放入马弗炉中,设定加热程序,在加热过程中还要时刻关注温度变化,加热结束后待炉温冷却,再人工取出坩埚进行称量,整个过程操作复杂,容易出现误差,而且分析效率较低,无法满足火电厂对煤质快速检测的需求。

2 自动化智能化分析技术在煤质化验中的优势

自动化智能化分析技术在火电厂煤质化验中展现出显著优势。首先,它极大地提高了化验效率,传统人工化验完成一个煤样的全项目分析可能需要数小时甚至更长时间,而自动化智能化系统可以实现煤样从采集、制备到分析的全流程自动化操作,在短时间内完成多个煤样的分析,大大缩短化验周期,能够及时为火电厂的生产运行提供准确的煤质数据,便于电厂及时调整生产参数,优化燃烧过程,提高发电效率。其次,该技术有效提升了化验结果的准确性和可靠性,自动化设备具有精确的控制和测量系统,能够避免人工操作过程中因操作不规范、读数误差等因素导致的误差。例如,自动制样设备可以严格按照设定的程序进行破碎、缩分等操作,保证煤样的均匀性和代表性;自动化分析仪器采用高精度的传感器和先进的分析方法,能够准确测量煤质的各项指标,减少人为因素对化验结果的影响,使化验数据更加真实可靠^[2]。另外,自动化智能化分析技术还降低了劳动强度和安全风险,传统的煤质化验工作劳动强度大,采样、制样等环节需要人工搬运大量的煤样,而且在使用高温、高压等设备进行化验分析时,存在一定的

安全隐患。自动化智能化系统通过机械臂、输送带等设备实现煤样的自动传输和操作，减少人工接触，降低工人的劳动强度和安全风险，同时也减少煤尘对操作人员健康的危害。

3 自动化智能化分析技术原理及关键设备

3.1 自动化智能化分析技术原理

自动化智能化分析技术融合了多种先进技术原理。在自动化方面，主要基于传感器技术、自动控制技术和机械传动技术。传感器技术用于实时监测煤样在采集、制备和分析过程中的各项参数，如温度、压力、重量、粒度等，并将这些物理量转化为电信号或其他可处理的信号传输给控制系统。自动控制技术根据预设的程序和算法，对传感器反馈的信号进行分析和处理，然后控制机械传动装置执行相应的操作，如控制破碎机的启停、调节输送带的速度、控制分析仪器的加热程序等，实现煤质化验过程的自动化运行。在智能化方面，主要运用了人工智能和大数据技术。人工智能算法可以对大量的煤质化验数据进行学习和分析，建立煤质指标与燃烧特性、发电效率等之间的关联模型，从而能够根据煤质数据预测燃烧过程中的各项参数，为火电厂的优化运行提供决策支持。大数据技术则用于存储和管理海量的煤质化验数据，通过对历史数据的挖掘和分析，总结煤质变化规律，优化化验流程和设备运行参数，提高系统的智能化水平和适应性。

3.2 关键设备介绍

3.2.1 自动制样设备

自动制样设备是实现煤样自动化制备的核心设备。它通常由破碎系统、缩分系统、筛分系统和收集系统等组成。破碎系统采用先进的破碎机，如颧式破碎机、锤式破碎机等，能够根据设定的粒度要求将煤样快速破碎到合适的粒度。缩分系统一般采用旋转缩分器或二分器等设备，通过精确的机械运动，按照一定的缩分比例将煤样均匀缩分，保证缩分后的煤样具有代表性。筛分系统利用不同孔径的筛网对破碎后的煤样进行筛选，将不符合粒度要求的煤样返回破碎系统重新破碎，确保制备的煤样粒度符合化验要求。收集系统则将制备好的煤样收集到指定的容器中，等待后续的化验分析。自动制样设备能够实现煤样制备过程的全自动化操作，避免人工制样过程中的误差和污染，提高制样的效率和准确性。

3.2.2 自动化分析仪器

自动化分析仪器种类繁多，针对不同的煤质化验指标具有不同的功能。例如，自动工业分析仪可以同时测定煤样的水分、灰分、挥发分和固定碳。它采用先进的

热重分析原理，通过高精度的天平实时称量煤样在加热过程中的质量变化，根据质量变化曲线自动计算出各项工业分析指标^[3]。自动元素分析仪则利用元素分析技术，如燃烧-红外吸收法、库仑滴定法等，能够快速准确地测定煤中碳、氢、氧、氮、硫等元素的含量。自动量热仪用于发热量测定，它通过精密的量热系统测量煤样燃烧时释放的热量，采用自动搅拌、温度补偿等技术，保证发热量测定的准确性和重复性。这些自动化分析仪器具有操作简便、分析速度快、精度高等优点，能够满足火电厂对煤质快速准确检测的需求。

3.2.3 智能化数据管理系统

智能化数据管理系统是自动化智能化分析技术的重要组成部分。它具有数据采集、存储、分析和管理等多种功能。在数据采集方面，该系统能够实时采集自动制样设备、自动化分析仪器等产生的煤质化验数据，并将数据进行标准化处理后存储到数据库中。数据存储采用大容量的数据库管理系统，能够保证数据的安全性和完整性，便于数据的长期保存和查询。数据分析功能利用人工智能和大数据算法，对存储的煤质数据进行深度挖掘和分析，如分析煤质指标的变化趋势、不同批次煤质的差异、煤质与发电效率之间的关系等，为火电厂的生产运行提供决策支持。数据管理功能则包括数据的备份、恢复、权限管理等，确保数据的安全性和可访问性。

4 自动化智能化分析技术在火电厂煤质化验各环节的应用

4.1 样品采集与制备环节

在样品采集环节，自动化智能化系统采用在线采样装置实现煤样的自动采集。在线采样装置通常安装在输煤皮带上，通过机械臂或采样头按照设定的时间间隔或质量间隔自动采集煤样。采样过程中，系统能够根据皮带的运行速度和煤流情况自动调整采样参数，确保采集的煤样具有代表性。采集到的煤样通过输送带直接输送到自动制样设备中，实现了样品采集与制备环节的无缝衔接。在样品制备环节，自动制样设备根据预设的制样程序对煤样进行破碎、缩分、筛分等操作。整个制样过程无需人工干预，设备能够自动控制破碎粒度、缩分比例等参数，保证制备的煤样符合化验要求。同时自动制样设备还具有自动清洗功能，能够在每次制样结束后对设备内部进行清洗，防止煤样残留和交叉污染，保证下一次制样的准确性。

4.2 化验分析环节

4.2.1 工业分析

在工业分析中，自动工业分析仪发挥着重要作用。

将制备好的煤样放入自动工业分析仪的样品盘中,仪器会自动将样品送入高温炉中,按照预设的加热程序进行加热。在加热过程中,高精度的天平实时称量煤样的质量变化,通过传感器将质量信号传输给控制系统。控制系统根据质量变化曲线,利用内置的算法自动计算出煤样的水分、灰分、挥发分和固定碳含量。例如,在水分测定过程中,煤样在一定温度下加热,水分逐渐蒸发,天平实时记录煤样质量的减少量,根据减少量计算出水分含量;在灰分测定时,煤样在高温下完全燃烧,残留的固体残渣即为灰分,通过称量残渣质量计算出灰分含量。整个工业分析过程自动化程度高,分析速度快,能够在短时间内完成多个煤样的分析,大大提高了化验效率。

4.2.2 元素分析

自动元素分析仪用于煤的元素分析。煤样在高温下燃烧,其中的碳、氢、氧、氮、硫等元素分别转化为相应的气体,如二氧化碳、水蒸气、氮气、二氧化硫等。这些气体通过特定的分离和检测装置,如色谱柱、红外检测器、热导检测器等进行分离和检测。自动元素分析仪根据检测到的气体浓度,利用定量分析方法计算出煤中各元素的含量。例如,燃烧产生的二氧化碳通过红外检测器检测,根据二氧化碳的吸收光谱强度与浓度的关系,计算出煤中碳元素的含量;二氧化硫通过库仑滴定法进行检测,根据滴定过程中消耗的电量计算出煤中硫元素的含量。自动元素分析仪具有分析精度高、速度快、操作简便等优点,能够准确测定煤中各元素的含量,为火电厂了解煤质特性、优化燃烧过程提供重要数据支持。

4.2.3 发热量测定

自动量热仪用于发热量测定。将准确称量的煤样放入氧弹中,充入一定压力的氧气,然后将氧弹放入量热仪的内筒中。量热仪自动加入一定量的水,并启动搅拌装置使水温均匀。接着,通过点火装置点燃煤样,煤样燃烧释放的热量传递给水,使水温升高。自动量热仪利用高精度的温度传感器实时测量水温的变化,根据热力学原理和量热系统的热容量,自动计算出煤样的发热量。在发热量测定过程中,自动量热仪具有自动搅拌、

温度补偿、误差修正等功能,能够有效提高发热量测定的准确性和重复性。同时仪器还可以自动记录和存储测量数据,并生成相应的报表,方便用户查询和分析。

4.3 数据处理与报告生成环节

在数据处理与报告生成环节,智能化数据管理系统发挥着核心作用。系统自动采集自动制样设备、自动化分析仪器产生的煤质化验数据,并对数据进行清洗、整理和标准化处理。然后,利用数据分析算法对数据进行深度挖掘,如分析煤质指标的波动范围、不同批次煤质的差异、煤质与发电成本之间的关系等,为火电厂的生产运行提供决策依据。在报告生成方面,智能化数据管理系统根据用户的需求,自动生成各种形式的煤质化验报告^[4]。报告内容可以包括煤样的基本信息、各项煤质指标的测定结果、与标准值的对比分析、数据变化趋势等。系统还支持自定义报告模板,用户可以根据实际需求设置报告的格式、内容和排版方式,生成个性化的煤质化验报告。生成的报告可以通过打印机打印输出,也可以以电子文档的形式进行存储和传输,方便火电厂管理人员、技术人员等及时了解煤质情况,为生产调度、成本核算等提供准确的数据支持。

结束语

自动化智能化分析技术革新火电厂煤质化验模式,对保障电厂安全高效运行、降低成本、减少污染意义重大。随着技术不断进步,未来该技术将在与更多先进技术融合、设备性能优化等方面持续发展,进一步提升火电厂煤质化验水平,助力火电厂智能化转型升级,更好地适应能源行业发展需求。

参考文献

- [1]郝亚晋.煤质化验技术在火电厂的应用及常见问题分析[J].当代化工研究,2022(3):105-107.
- [2]李璟.煤质化验技术及其常见问题解决方案[J].化学工程与装备,2021(02):215-216.
- [3]张庆棠.浅谈煤质化验技术的应用及常见问题解决[J].矿业装备,2022(03):178-179.
- [4]杨勇,任率.煤质无人化验系统的关键技术及性能试验[J].煤质技术,2022,37(02):54-60.