

电厂煤质化验数据偏差原因及改进对策

孙 伟

国能宝清煤电化有限公司 黑龙江 双鸭山 155625

摘 要：煤质化验数据是指导电厂煤炭采购、配煤掺烧及锅炉运行调节的关键依据，其准确性直接影响电厂的经济效益与运行安全。然而，受采样代表性不足、制样过程污染、化验操作不规范及仪器设备状态等因素影响，煤质化验数据偏差问题在电厂生产中普遍存在。本文系统分析了煤质化验全流程中产生数据偏差的主要成因，从采样、制样、化验、仪器管理及人员培训五个维度提出针对性改进对策，为电厂提高煤质检测准确性、优化燃料管理提供实践指导。

关键词：电厂；煤质化验；数据偏差；采样代表性；质量控制

引言：煤炭是我国火力发电厂的主要燃料，燃料成本占发电总成本的60%~70%。煤质化验数据作为煤炭计价结算、配煤掺烧和锅炉燃烧调整的核心依据，其准确性直接关系到电厂的经济效益和运行安全。若煤质化验数据出现偏差，可能导致高价购入劣质煤、锅炉燃烧效率下降、设备磨损加剧甚至非计划停运等严重后果。然而，在实际生产中，受采样、制样、化验等多环节因素影响，煤质化验数据偏差问题时有发生。本文立足电厂生产实际，系统梳理煤质化验全流程中数据偏差的主要成因，并提出针对性的改进对策，以期为电厂提升煤质检测水平提供参考。

1 煤质化验流程概述

煤质化验是对煤炭各项质量指标进行测定的技术活动，其完整流程包括采样、制样和化验三个主要环节。采样是从大批量煤炭中按规定方法抽取具有代表性的样品的过程，是煤质检测的首要环节。根据GB 475《商品煤样人工采取方法》，采样点应均匀分布，子样数目和重量需满足标准要求。采样代表性不足将导致后续化验结果无法真实反映整批煤炭的质量状况。制样是将采集的煤样经过破碎、混合、缩分和干燥等步骤，制备成分析用煤样的过程。制样过程中若操作不当，如破碎粒度不达标、缩分误差过大、样品污染或水分损失等，都会引入系统误差或随机误差。化验是将制备好的分析煤样按照标准方法进行测定，获得水分、灰分、挥发分、发热量、硫含量等指标的过程。化验环节对操作规范性、仪器准确性和环境条件均有严格要求。三个环节环环相扣，任何一个环节出现问题，都会导致最终化验数据偏离真值^[1]。因此，查找煤质化验数据偏差原因必须从全流程角度进行系统分析，不能孤立地看待某一环节。

2 煤质化验数据偏差的主要原因

2.1 采样环节偏差原因

采样是煤质检测误差的主要来源，据统计，采样引起的误差占总误差的80%左右。采样代表性不足是导致数据偏差的首要原因。在实际操作中，部分电厂为节省时间，未按标准要求的子样数目和分布进行采样，而是采取“随意抓取”或“定点取样”的方式，导致所采样品不能代表整批煤炭的平均质量。尤其当煤炭粒度较大或质量不均匀时，采样误差更为显著。例如，在运煤汽车或煤堆上采样时，若仅采集表层煤样，而忽略深层煤样，则水分和细颗粒含量的检测结果会出现明显偏差。采样工具和方法的选用不当也会引入误差。采样频率不足也是常见问题。部分电厂对每批来煤的采样次数过少，无法捕捉煤炭质量的波动信息。对于同一来源但批次不同的煤炭，若采样间隔过大，可能漏掉质量异常区段。采样过程中的人为因素同样不容忽视，采样人员责任心不强、操作随意或故意规避质量较差区域，都会导致化验数据失真。

2.2 制样环节偏差原因

制样环节是将采集的煤样制备成分析样品的过程，该环节产生的误差虽不及采样环节，但若操作不规范，同样会造成显著的数据偏差。破碎粒度不达标是常见问题之一。根据标准要求，分析煤样应破碎至0.2mm以下，若破碎粒度偏粗，样品不均匀性增加，化验时取样的代表性下降，导致同一煤样的多次化验结果出现较大差异。缩分误差是制样环节的另一主要偏差来源。使用二分器或缩分铲时，若操作速度不均匀、铲取方式不当，会导致粒度偏析，使缩分后样品的成分与原始样品不一致。部分电厂为追求效率，省略了“破碎—缩分—混合”的循环操作，进一步放大了缩分误差。样品污染问题在制样环节也时有发生。制样设备未彻底清洁即用于

不同煤种的样品制备,造成交叉污染;或者制样过程中混入铁屑、石子等杂质,影响灰分和发热量的测定结果^[2]。水分损失是制样环节的特殊问题。对于高水分煤炭,若制样过程中暴露时间过长、干燥温度过高或干燥时间不当,都会导致煤样水分损失,使化验得到的水分结果偏低,同时发热量等折算指标相应偏高。此外,制样设备的维护状态也会影响制样质量,破碎机锤头磨损、筛网破损等问题都会影响破碎粒度。

2.3 化验环节偏差原因

化验是煤质检测的最后一个环节,其误差来源主要包括操作规范性、仪器状态和环境条件三个方面。操作不规范是化验环节最常见的偏差原因。以发热量测定为例,氧弹充氧压力不足或充氧时间不够会导致燃烧不完全,使发热量测定值偏低;点火丝安装不当或与样品接触不良则可能导致点火失败。在灰分测定中,灼烧温度过高或灼烧时间过长会使灰分中的矿物质分解挥发,导致灰分结果偏低;反之,灼烧不充分则使灰分结果偏高。水分测定时,干燥箱温度波动、干燥器未及时更换干燥剂等都会影响测定准确性。仪器设备状态对化验结果也有重要影响。量热仪的热容量标定不准确或长期未进行期间核查,会导致发热量系统偏差;工业分析仪的天平未经校准或校准砝码失准,会影响水分、灰分、挥发分的称量准确性;测硫仪的电解池污染或气路泄漏则会影响硫含量测定结果。环境条件的影响同样不容忽视。化验室温度、湿度的变化会影响天平的称量精度,尤其在称量微量样品时更为明显。部分电厂化验室环境控制不严,夏季空调温度过低导致天平零点漂移,冬季湿度偏低产生静电干扰称量。标准物质的使用不规范也会引入误差,如未使用与待测样品基体匹配的标准物质进行校准,或标准物质已过期变质。

2.4 仪器设备与人员因素

除上述三个主要环节的具体问题外,仪器设备管理和人员素质也是影响煤质化验数据准确性的重要因素。仪器设备方面,部分电厂存在“重使用、轻维护”的问题。量热仪、工业分析仪等关键设备未按规定周期进行检定校准,或校准后未进行确认即投入使用。设备日常维护不到位,如氧弹未定期进行水压试验、传感器未及时清洁、干燥剂未定期更换等,都会影响设备性能的稳定性。随着使用年限增加,设备老化导致的精度下降问题也日益突出,而部分电厂缺乏设备更新计划,继续使用超期服役的老旧设备。人员因素方面,煤质化验工作专业性强,对操作人员的理论知识和实操技能均有较高要求。然而,部分电厂化验人员未经过系统培训,对

标准方法的理解存在偏差,操作技能不熟练。尤其在新老员工交替过程中,技能传承不足导致操作水平参差不齐^[3]。部分化验人员质量意识淡薄,不按标准流程操作,记录填写不规范,甚至出现数据造假行为。人员流动频繁也是制约化验质量提升的重要因素,新入职人员需要较长的成长期,期间产生的人为误差明显偏高。

3 改进对策

3.1 采样环节改进措施

针对采样环节存在的问题,应从制度建设、设备配置和过程监督三方面加以改进。首先,建立规范的采样管理制度,明确不同来煤方式(火车、汽车、船舶)的采样方案,包括采样点分布、子样数目、子样质量及采样频率。采样方案应依据GB 475标准并结合电厂实际制定,经技术部门审核后严格执行。对于粒度大、质量不均匀的煤炭,应适当增加子样数目和采样量。其次,推广使用机械化采样装置。机械化采样能够消除人为因素干扰,提高采样代表性和一致性。对于有条件的企业,应在煤炭接卸环节安装皮带采样机,实现在线自动采样。采用机械采样时,应定期检查采样头的切割速度、开口宽度等参数,确保符合标准要求。第三,加强采样过程监督和质量抽查。建立采样记录追溯制度,每批次煤炭的采样时间、地点、人员、子样数目等信息均应详细记录。质量管理部门应定期对采样过程进行现场监督,并开展平行样对比试验,验证采样代表性。对于外购煤炭,可与供方共同采样或互派监督员,减少商务纠纷。

3.2 制样环节改进措施

制样环节改进的重点是规范操作流程和控制制样损失。应严格按照GB 474《煤样的制备方法》要求执行制样操作,建立“破碎—缩分—混合—干燥”的标准作业程序。制样前应检查破碎机、缩分器等设备状态,确保破碎粒度满足要求、缩分器运行平稳。破碎操作应遵循“逐级破碎”原则,每级破碎后均进行筛分检查,确保95%以上的样品通过规定孔径筛网。缩分操作应使用合格的二分器或机械缩分器,人工使用二分器时,应保持匀速加样,避免粒度偏析。每完成一个煤样的制备,应及时清洁制样设备和操作台面,防止交叉污染。对于不同煤种、不同批次的煤样,应分时制备或采取有效的隔离措施。水分损失控制是制样环节的特殊要求。对于高水分煤样,应缩短制样过程中的暴露时间,可采用空气干燥箱进行预干燥,但温度应控制在40℃以下,避免水分过度损失。制备好的分析煤样应装入密封容器中,并尽快送化验室检测。此外,应建立制样质量抽查制度,定期制备同一样品的多个子样进行比对试验,检验制样精

密度。

3.3 化验环节改进措施

化验环节改进应从操作标准化、仪器管理和环境控制三个方面着手。制定详细的化验操作规程，将每个检测项目的操作步骤、注意事项、判定标准等以文件形式固化。化验人员必须严格按规程操作，不得随意更改。对于发热量、灰分等关键指标，应开展平行样测定，当平行样偏差超出允许范围时，需重新测定。定期开展化验室内部质量比对和外部能力验证，通过参加中国合格评定国家认可委员会组织的煤质比对试验，检验化验室的技术水平^[4]。建立设备台账和周期检定计划，关键设备应按规定周期送法定计量机构检定，并在检定周期内开展期间核查。量热仪应使用苯甲酸标准物质定期标定热容量，标定周期不超过3个月；工业分析仪和天平的校准应使用标准砝码，每月进行一次。设备使用前应进行检查，发现异常及时维修。化验室应配置空调和除湿机，将温度控制在15℃~30℃、相对湿度控制在45%~70%范围内。天平室应设置缓冲门，避免空气对流对称量的影响。称量操作应在天平稳定后进行，样品应冷却至室温方可称量。标准物质应按规定条件储存，并在有效期内使用。

3.4 仪器设备管理改进

仪器设备管理是保障煤质化验质量的基础。电厂应建立全生命周期的设备管理制度，涵盖设备选型、验收、使用、维护、检定、报废等各个环节。新购置的设备应经过技术验收，确认性能指标满足标准要求后方可投入使用。使用过程中，应制定设备的日常维护和定期维护计划，明确维护内容、周期和责任人。量热仪氧弹应每两年进行一次水压试验，试验合格后方可继续使用；工业分析仪的高温炉应定期检测温度均匀性；测硫仪的电解池和干燥管应每周清洁一次。建立设备运行档案，记录设备的使用情况、故障维修记录和性能变化趋势，为设备更新提供依据。对于使用年限较长、性能下降且无法修复的设备，应及时报废更新。在设备更新选型时，应优先选择自动化程度高、稳定性好的设备，减少人为操作引入的误差。此外，配备充足的备品备件，确保设备故障时能够及时修复，减少对日常检测工作的影响。

3.5 人员培训与管理改进

人员素质是影响煤质化验数据质量的关键因素。电厂应建立系统的人员培训体系，包括入职培训、在岗培训和技能提升培训三个层次。新入职人员必须接受系统的理论和实操培训，经考核合格后方可独立上岗。培训内容应包括标准方法解读、操作规程学习、仪器设备使用、质量控制知识等。在岗人员每年应参加不少于40学时的继续教育，学习新技术、新方法和质量管理要求。定期开展技能竞赛和技术比武，以赛促学，提高化验人员的操作水平。建立化验人员持证上岗制度，关键岗位人员应取得相应资格证书。质量管理方面，应强化化验人员的质量意识和责任意识，将检测质量与绩效考核挂钩。建立数据审核制度，化验结果须经第二人复核，发现异常数据应及时分析原因并复检。对于数据造假行为，应建立严格的处罚机制。应关注人员梯队建设，通过师徒结对、技能传承等方式，培养后备技术力量，减少人员流动对检测质量的影响。合理的薪酬待遇和职业发展通道也有助于稳定化验人员队伍。

结束语

煤质化验数据准确性是电厂燃料管理和经济运行的重要保障。本文从全流程角度分析了采样、制样、化验三个环节中导致数据偏差的主要原因，采样代表性不足是误差的最主要来源，制样过程中的缩分误差和污染问题次之，化验环节的操作规范性和仪器状态同样不容忽视。电厂应建立覆盖煤质检测全流程的质量管理体系，强化过程控制和人员培训，定期开展内部审核和外部比对，持续改进检测工作质量。

参考文献

- [1]冯志敏,吕金华,闫立新,等.基于STM32的煤质化验仪器数据传输系统设计[J].计量与测试技术,2022,49(2):19-22.
- [2]吴建设.煤质在线检测系统在电厂的应用探讨[J].中国设备工程,2025(22):208-210.
- [3]杨松淑.基于LIBS的燃煤电厂煤质在线智能检测研究[J].中国新技术新产品,2024(13):9-11.
- [4]马艳艳.浅谈电厂煤质化验技术的重要性[J].科学与财富,2023(20):40-42.