

Error Analysis and Control Strategy of Coal Quality Sampling in Thermal Power Plant

Yufeng Zhu

Huaneng Gansu Energy Development Co., Ltd. 803rd Branch, Lanzhou, Gansu, 732850, China

Abstract

Fuel management in thermal power plants primarily focuses on both incoming coal and furnace coal, with sampling serving as the foundation for coal quality assessment. During transportation, unloading, storage, and loading processes, coal is prone to particle size stratification and moisture migration, making laboratory accuracy alone insufficient to ensure reliable results. Coal quality sampling error refers to the discrepancy between measured values and actual values of a coal batch, encompassing both random fluctuations and systematic deviations caused by sampling locations or methods. In accordance with standards for manual and mechanized sampling of commercial coal, sampling protocols should emphasize representativeness, precision, and error control. This paper analyzes common coal arrivals in thermal power plants, identifies error sources, and proposes control strategies.

Keywords

thermal power plant; coal quality sampling; error; analysis; control strategy

火电厂煤质采样误差分析及其控制策略

朱玉凤

华能甘肃能源开发有限公司八〇三分公司, 中国·甘肃 兰州 732850

摘要

火电厂燃料管理以入厂煤与入炉煤为对象, 煤质检验的起点是采样。煤在运输、卸料、堆取和上煤过程中容易出现粒度分层与水分迁移, 单靠化验精度并不能保证结果可靠。煤质采样误差是指煤样测定值与该批煤真实值之间的偏离, 既包括随机波动, 也包括由取样位置、截取方式等引入的系统性偏移。依据商品煤人工采样与机械化采样相关标准, 采样方案应围绕代表性、精密度与偏移控制展开。本文结合火电厂常见来煤形态, 分析误差来源并提出控制策略。

关键词

火电厂; 煤质采样; 误差; 分析; 控制策略

1 引言

火电厂煤质采样通常覆盖入厂卸煤、入厂输煤、煤场堆取以及入炉给煤等节点, 常见方式包括人工分层取样、皮带煤流机械采样和车辆来煤的分布取样。采样的核心任务是从一批不均匀的煤中取得具有代表性的煤样, 并为后续制样与化验提供可追溯来源。煤质采样误差的含义是采得煤样的测定值与该批煤按质量加权的真实值之间存在差异, 该差异可能由随机取样波动造成, 也可能由取样覆盖不充分、截取过程不完整、颗粒破碎与水分变化等因素形成偏移。国家标准 GB 475 及机械化采样系列标准提出了采样精密度与偏移评价思路, 为火电厂建立采样方案与质量控制点提供依据^[1]。

【作者简介】朱玉凤(1989-), 女, 中国甘肃张掖人, 本科, 工程师, 从事火电厂燃料管理研究。

2 火电厂煤质采样误差

2.1 采样点位与截面覆盖偏差

火电厂入厂煤多经翻车机卸料或汽车卸煤后进入落煤斗与皮带, 煤流在落差、转运点和导料槽内受冲击与摩擦影响, 常出现粗粒靠外、细粒靠内或粉煤下沉的分带现象。若机械采样器的取样铲只扫到皮带一侧, 或取样行程未覆盖全宽煤流, 所得增量会放大某一粒级的占比。人工采样时, 作业人员往往在车顶、车门附近或堆体表层取样, 取样深度不足, 且容易回避大块与夹矸, 导致煤样更细且杂质含量被低估。当来煤含泥或含水偏高时, 黏结团块在局部滞留, 若取样未能覆盖这些区域, 煤样水分、灰分与发热量会呈现不稳定偏差。部分现场在皮带启停、落煤量忽大忽小时仍按固定点位取样, 容易把瞬时煤流状态当作整批特征。此类误差多与取样位置固定、取样面覆盖不足相关, 属于典型的系统性偏移。

2.2 增量质量与粒度结构失配误差

火电厂来煤粒度跨度大,既有粉煤也常夹带大块与矸石,煤样代表性依赖于每次取样增量能否截取足够质量并覆盖粒度分布。现场常见情况是采样器开口偏窄或采样桶容量偏小,煤流中粗粒在切取时被挤出、弹落或沿铲面滑回皮带,导致煤样粗粒比例被削弱,灰分、全硫等受矿物质影响的指标随之漂移。若取样动作与输煤速度不同步,切割时间过短,增量对煤流的截取不完整,细粒更容易进入样桶而粗粒更容易遗漏。部分火电厂在取样后才组织破碎与缩分,粗粒在搬运、落料与二次撞击中先行破碎并产生细粉,粒级结构被人为改变,使同一批煤在不同采样时段出现细化趋势。对高水分褐煤或黏煤,团聚体在采样器内黏附,实际进入样桶的质量低于理论值,误差常表现为结果离散度扩大。

2.3 样品状态变化引起的水分偏差

火电厂煤样从取样到化验通常要经历装桶、转运、破碎、缩分和暂存,其间温度、风速和暴露时间会改变样品含水状态。冬季低温时,表面水分结冰并附着在大块外表,取样后若在室内融化形成游离水,煤样局部含水会重新分布,导致全水分测定值在不同缩分份之间差别加大。夏季高温与强风条件下,样桶敞口或封口不严会造成蒸发失水,尤其是褐煤、细粉煤和新鲜破碎煤更明显,结果常呈系统性偏低。雨雪天气时,采样区地面积水或落雪会被带入样桶,随后在化验前逐渐渗入煤粒孔隙,表现为水分偏高且波动大。部分现场为便于破碎会提前摊晾煤样,摊晾过程中细粉先干燥且易扬散,使煤样水分与灰分同时发生变化。若样品在转运途中混入煤场浮尘、木屑或石块,化验结果会出现非煤因素扰动,此类误差往往难以通过重复化验抵消。

2.4 混匀与缩分过程引入的分取误差

火电厂煤样在进入化验前通常要完成破碎、混匀和缩分,缩分的目的在于把大样变成可化验的实验室样,但缩分过程本身会放大不均匀性。若破碎后煤样粒度差异仍大,细粉会在料堆中心下沉,粗粒沿外缘滚落,形成明显分层,随后缩分器分流不均或人工四分法取样位置不一致,就会把分层状态带入样品。部分火电厂在混匀时只进行简单翻动或短时间滚拌,导致矿物质富集颗粒与煤质较好颗粒未能充分交叉,灰分、硫分和发热量等指标在平行样之间出现离散。对水分专用样而言,破碎与缩分的时间延长会叠加水分变化,使缩分误差与水分误差相互耦合。若缩分次数不足或一次缩分比例过大,偶然混入的矸石、木块或金属碎片对小样品的影响会被成倍放大,形成看似跳变的异常数据^[2]。

3 火电厂煤质采样误差控制策略

3.1 采样布置与作业面校准

为把取样位置引起的方向性偏差压到可控范围,火电厂需将采样布置与作业面校准固化为现场规则。第一,工作人员按火车来煤、汽车来煤与皮带来煤分别建立点位台账,

点位以煤流截面稳定区为准,逐点写明行走路线、到位时间、取样深度与样点数量,并把回流堆积区、导料槽滞留区、落差扬尘区列为禁采边界,班组交接核对点位轮换表与作业票,避免长期固定在同一截面形成系统性偏移。第二,火电厂设置点位自检程序,在同一批次煤内选取两处及以上作业面同步平行取样,按统一制样与化验条件比较全水分、灰分与发热量差值,结合历史波动区间给出控制限,控制限按煤种与季节分层设置,现场人员同时观察煤流是否出现分带、偏载或积料,连续超限即暂停该点位并调整到可截取截面的新位置。第三,车辆来煤执行分层分区取样,样点覆盖车厢前中后、左右及不同高度层,遇湿煤、夹矸、混装或冻结时按异常状态加密样点并单独标识,取样桶标签记录样点分布、来煤外观与卸车方式,便于复盘偏差来源并追溯到具体车次与作业面。第四,机械采样系统按偏倚核查与精密度测定要求定期复验,偏倚核查可采用机械样与人工截取对比或平行系统对比,精密度验证分别统计采样、制样与化验的重复性,现场复核取样铲行程、截取宽度、安装角度与切口磨损,核对缩分器开口尺寸和落样通道积料,并在复验前后检查带速、落差与导料板磨损,校准结果以记录卡固化并与检修计划挂钩,复验原则按 GB/T 19494.3-2023 及 ISO 13909 相关试验组织实施。

3.2 增量质量保障与粗细颗粒兼顾

围绕增量质量保障与粗细颗粒兼顾,火电厂应把单次截取增量与粗粒入样完整性设置为可量化、可复核的现场控制点。第一,采样方案应结合来煤最大粒度、煤流量与检验项目确定单次截取目标质量、截取次数和样桶容量,并在班前点检中核对采样器开口尺寸、切割唇口磨损、导料板间隙、回落口密封与落料通道通畅度,同时复称样桶皮重并核对编号,发现变形、堵塞或漏煤缝应立即修复,避免截取阶段挤出回流造成细粉偏置。第二,采样器动作周期与切割速度应与皮带速度和稳定煤流段匹配,保证切割器贯穿煤流全宽形成完整切片,并在运行初期、煤种切换或检修后采用称量试验校核单次增量,按班核对累计增量与设计值偏差并留存记录,异常时优先排查行程不足、偏刀、落点偏移和导料槽回带,必要时调整切割行程与导料角度,避免粗块遗漏。第三,火电厂应明确粗粒与夹矸处置边界,取样后严禁挑拣、敲碎或补入,并在截取后尽快完成初级破碎与缩分,破碎前检查筛板、间隙和堆料,转运时采用接料和挡料控制自由落差,减少二次抛洒与意外破碎,样桶转交需封签并防止混桶,保持粒级组成一致。第四,对高黏结或高水分来煤,应将样桶、落料口和溜槽纳入固定清理频次,班中出现挂料或团聚堵塞时停机刮除并核对通畅与落点,交接班核对空桶状态、残留量与皮重,残留物集中清理不得混入当批样品,并在台账记录清理时间与残留重量,用于核对实际入样质量^[3]。

3.3 水分样品闭环管理与状态保持

为把全水分从“取到”稳定保持到“测到”,火电厂

应把时间、密封和环境条件纳入水分样品闭环控制。第一，取样后现场人员在不翻动总样的前提下立即取水分专用样，优先使用带密封圈的金属罐或厚壁塑料桶，外加双层厚膜袋二次封装，封口用扎带并配套封签号，容器外侧标注采样时间、煤流来源、来煤干湿状态与当班气象，同时在交接单记录容器完好、封签编号和外壁是否有附着水，运输只允许整罐转运，严禁中途开盖倒换。第二，工作人员应将采样至制样、制样至化验的流转时限按季节分级设定并写入作业票，交接时由接收人核对时间戳、封签完整性、暂存点位与温湿条件，化验室接样后先检查容器密封与封签一致性并登记，确认无渗漏后再进入制样与称量环节，发现超时、封口松动、敞口暴露或样品翻撒即按规程判废重取，暂存区要求阴凉避风、远离热源和水汽源，样品不得靠地堆放，入库前不得打开进行二次挑选或称量。第三，冬季结冰煤样应全程保持密封完成回温，回温采用室内自然升温或缓升温方式，禁止靠近热源烘烤，待冰层完全融化后先在密封状态下轻滚均化使融冰水重新分布，再按规定节拍快速破碎、缩分并立即复封水分样，操作台面和工具应预先擦干且不得用吸水性布料接触煤样^[4]。第四，雨雪与大风天气取样应设置遮挡和风挡，取样点地面及时排水并划定干燥作业区，采样器、样桶和缩分器作业前后擦干并加盖，样桶装样后刮净外壁附着水再封存，样品容器不得落地或靠近喷淋点，发现雨水混入、封签浸湿脱落或容器进水时按规定退样重取。

3.4 混匀缩分规范化与平行样一致性控制

为降低制样环节离散，火电厂应把混匀缩分与平行样一致性按程序化要求落实到班组作业。第一，破碎后应核对应出料粒度与均匀性，按最大粒度要求进行全量过筛或抽检复核，观察硬质夹杂与未破碎块等迹象，出现粗细两极时先分级再破碎后合并返入混匀，并同步检查筛板开孔、锤头间隙与堵塞点，记录出料粒度、返工次数和剔杂情况，防止粒度差异转化为缩分偏差。第二，混匀采用固定步骤与次数，在洁净台面分层摊铺后按对角线交叉翻拌，再进行不少于三次堆锥回堆，使粗粒与细粉充分交错，混匀过程控制时间并避免直吹，冬季结冰细团应在密封状态回温后轻破散团，作业

前后对铲具、分样盘与样桶逐件清扫干擦，不得用潮湿抹布或带水清洗后直接作业，以免吸湿黏附与交叉污染。第三，缩分优先使用检验合格的二分器或缩分机，缩分前应试切称量确认两路对称，按周期校核分流对称性、通道磨耗与漏料点，缩分时保持连续均匀下料并控制落差，接样桶对位固定避免偏摆，出现断料、冲料或两路样量失衡立即停机复核，按标准要求落实最小切割次数与再缩分规则，并在交接单记录缩分比例、次数、最终样量及设备编号。第四，实验室按批次同步形成平行样与备查样，平行样独立编号并在同一分析批次完成全水分、灰分与发热量等关键项目，称量、封存与交接由不同人员交叉复核，备查样按规定期限密封保存，结果差值超出内控限时不直接取平均，而是回溯破碎粒度、混匀步骤和缩分记录，优先用备查样重新制样复验，仍异常则按制度启动复取大样并对相关设备进行核查^[5]。

4 结语

综上所述，火电厂煤质数据的稳定性取决于采样代表性，也取决于样品在流转过程中的状态保持与制样一致性。上文从点位覆盖、截取量与粒级、水分状态变化以及混匀缩分四类误差入手，提出点位校准、样量保障、密封时限管理和制样规范化等控制思路，为燃料验收与运行调整提供更可靠的依据。

参考文献

- [1] 韩晓丽.火力发电厂煤质化验过程中关键因素影响分析与误差控制策略[J].科技与创新, 2025(13).
- [2] 郭娜,苏日娜,张麒,等.智能采样在火电厂燃煤质量监控中的误差分析与优化[J].工程建设与发展, 2025(8).
- [3] 胡继业.煤质对火电厂锅炉运行效率的影响及解决措施[J].工程施工与管理, 2024, 2(7):22-24.
- [4] 郑刚.复杂煤质对火电厂生产运行的影响研究[J].电力设备管理, 2023(17):53-55.
- [5] 李文娟,郭红艳,黄蓉.火电厂煤质检测异常数据分析与改进措施[C]//2025年(第八届)火电燃料管理及智能技术应用研讨会论文集.2025.