

# 煤质化验过程中误差问题与优化策略研究

范景博 陈 宇 韩星海

北方魏家峁煤电有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010408

**摘要:** 煤质化验是煤炭生产、加工、利用及贸易中的关键环节,其结果直接决定煤炭质量等级评定、利用效率及经济利益分配。然而,在采样、制样、检测及数据处理全流程中,易因操作不规范、设备精度不足等因素产生误差,影响化验结果准确性。本文系统梳理煤质化验全流程,深入分析各环节误差来源,探讨误差对煤炭质量评定、利用效率及经济利益的具体影响,针对性提出各环节误差优化策略。研究可为提升煤质化验精度、保障煤炭行业公平贸易与高效利用提供理论支撑与实践指导。

**关键词:** 煤质化验; 误差分析; 优化策略

引言: 煤炭作为我国重要的能源资源,其质量直接关系到发电、钢铁、化工等行业的生产效率与环保排放。煤质化验通过检测水分、灰分、挥发分、发热量等指标,为煤炭质量评判提供科学依据,是煤炭产业链中不可或缺的环节。随着煤炭行业对质量管控要求的提升及贸易结算的精细化,化验结果的准确性愈发关键。因此,系统研究煤质化验过程中的误差来源,制定针对性优化策略,对提升化验精度、保障行业健康发展具有重要现实意义。

## 1 煤质化验流程概述

### 1.1 采样环节

采样是煤质化验的首个环节,旨在从大量煤炭中采集有代表性的样品,为后续化验打基础。采样遵循“随机、均匀、分层”原则,依煤炭存储形态选适配方法。煤堆采样按网格法划分采样点,在不同深度采集子样;煤流采样用自动采样器在煤流断面不同位置定时采集;煤车采样在车厢不同区域均匀布点。采样时控制子样数量与质量,依煤炭批量确定子样个数(每千吨不少于6个),每个子样质量不低于1kg。采集后混合子样形成总样,密封保存并标注采样时间、地点、批次等信息,防止样品污染或水分变化。

### 1.2 制样环节

制样环节是将总样加工成符合化验要求的分析煤样,需经破碎、筛分、缩分、干燥等步骤。先破碎,用颚式、锤式破碎机将总样破碎至规定粒度(如先至25mm再至13mm),避免颗粒黏附或过度粉碎致水分流失;接着筛分,用标准筛分离颗粒,确保符合缩分要求;缩分是关键,通过二分器、棋盘法等减少样品量,保证代表性,如用二分器时样品均匀倒入防偏析;最后依化验需求干燥,水分高(>12%)时在40-50℃低温烘干,防挥

发性成分损失,干燥后研磨至0.2mm以下,密封存于干燥器备用<sup>[1]</sup>。

### 1.3 化验环节

化验环节是对制备好的分析煤样进行指标检测,核心指标有水分、灰分、挥发分、发热量等。水分检测用烘干法,将样品置于105-110℃烘箱烘干至恒重,依质量差算水分含量;灰分检测用灼烧法,把样品放入815±10℃马弗炉灼烧4小时,残留物质质量占比即灰分;挥发分检测在900±10℃马弗炉中隔绝空气加热7分钟,依质量差算挥发分含量;发热量检测用氧弹热量计,让样品在高压氧气中燃烧,测释放热量并换算为高低位发热量。化验时严格控温、控时,定期校准设备,同时做空白与平行试验,保结果准确。

## 2 煤质化验过程中的误差来源分析

### 2.1 采样环节的误差来源

采样环节的误差主要源于样品代表性不足,是煤质化验中影响最大的误差来源之一。一是采样点布设不合理,如煤堆采样仅在表层布点,未深入中层与底层,导致样品无法反映煤炭整体质量(底层煤炭可能因压实水分含量更高);二是子样数量与质量不足,如批量千吨级煤炭仅采集3个子样,或每个子样质量不足0.5kg,难以涵盖煤炭颗粒分布差异;三是采样方法不当,如煤流采样未覆盖全断面,仅在煤流边缘采样,遗漏中间高灰分或高水分区域;四是样品存储与运输不当,采集后未及时密封,导致水分蒸发或外界杂质混入(如灰尘、雨水),或运输过程中样品震动偏析,破坏样品均匀性,这些因素均会导致采集样品与实际煤炭质量偏差,产生采样误差。

### 2.2 制样环节的误差来源

制样环节的误差主要来自操作不规范与设备因素。

一是破碎过程误差,破碎设备未清理干净,残留前一批样品导致交叉污染,或破碎粒度不均匀,部分颗粒未达到规定粒度,影响后续缩分代表性;二是缩分过程误差,采用二分器缩分时样品倒入不均匀,或缩分次数不足,导致样品中粗细颗粒分布不均(如粗颗粒集中在一侧);三是干燥过程误差,干燥温度过高(如超过60℃)导致煤炭中挥发性成分损失,或干燥时间过长使样品吸潮,影响水分检测结果;四是研磨过程误差,研磨设备(如球磨机)磨损导致金属碎屑混入样品,或研磨不充分使样品粒度未达到0.2mm以下,影响检测时的反应均匀性,这些操作不当均会破坏样品代表性,产生制样误差。

### 2.3 检测环节的误差来源

检测环节的误差主要包括设备误差、操作误差与环境误差。设备误差源于仪器精度不足或未校准,如烘箱温度偏离设定值(实际温度比设定值高5℃)导致水分检测结果偏低,马弗炉温度分布不均使灰分灼烧不彻底,氧弹热量计未定期校准导致发热量检测偏差;操作误差来自检测人员操作不规范,如水分检测时样品称量不准确(称量误差超过 $\pm 0.0002\text{g}$ ),灰分检测时灼烧后未在干燥器中冷却至室温直接称量(导致质量偏小),挥发分检测时坩埚盖未盖紧(导致空气进入,挥发分损失);环境误差则受实验室温湿度影响,如湿度较高时样品易吸潮,导致称量质量偏大,温度波动过大影响仪器稳定性(如电子天平受温度影响精度下降),这些因素均会直接影响检测结果准确性<sup>[2]</sup>。

### 2.4 数据处理与记录环节的误差来源

数据处理与记录环节的误差虽易被忽视,但对最终结果影响显著。一是数据计算误差,检测人员在计算水分、灰分等指标时,因公式运用错误(如水分计算未扣除空白试验值)或小数点位数保留不当(如保留1位小数而非2位)导致结果偏差;二是数据修约误差,未遵循“四舍六入五考虑”的修约规则,如将18.52%修约为18.5%而非18.5%(正确修约),或多次修约导致误差累积;三是记录误差,检测过程中未及时、准确记录数据(如漏记烘箱温度、灼烧时间),或记录时字迹模糊、数据混淆(如将样品编号记混);四是数据审核缺失,缺乏专人对计算过程与记录数据进行复核,导致错误数据未被及时发现,最终影响化验结果的可靠性。

## 3 误差对煤质化验结果的影响

### 3.1 对煤炭质量等级评定的影响

煤质化验误差会导致煤炭质量等级误判,影响煤炭的合理分类与使用。例如,某批煤炭实际灰分应为18%

(属于中灰煤),因采样误差(采集样品灰分偏低)导致化验结果为15%,误判为低灰煤;若实际挥发分应为25%(属于烟煤),因检测误差(挥发分检测值偏高至30%)可能误判为褐煤。质量等级误判会导致煤炭使用场景错配,如低灰煤通常用于发电行业以减少污染物排放,若将中灰煤误判为低灰煤,会使电厂燃烧时灰分排放超标,增加环保处理成本;褐煤因挥发分高、发热量低,适用于特定工业锅炉,若将烟煤误判为褐煤,会导致锅炉燃烧效率下降,甚至引发燃烧不稳定问题。

### 3.2 对煤炭利用效率的影响

化验误差会导致煤炭利用过程中参数设置不当,降低利用效率。在发电行业,电厂需根据煤炭发热量确定锅炉负荷与配风比例,若化验结果显示发热量比实际值高500kJ/kg,电厂会按高发热量参数调整锅炉运行,导致实际输入热量不足,锅炉出力下降,发电效率降低;在钢铁行业,炼焦用煤需严格控制灰分与挥发分,若化验灰分比实际值低2%,会导致炼焦时焦炭灰分偏高,焦炭强度下降,影响高炉炼铁效率(灰分每升高1%,高炉焦比增加2%);在化工行业,以煤炭为原料生产合成氨时,若化验挥发分误差导致原料配比对,会使反应不完全,原料利用率降低,增加能耗与废弃物排放。

### 3.3 对经济利益的影响

化验误差会引发煤炭贸易结算纠纷,直接影响供需双方经济利益。煤炭贸易通常以发热量、灰分等指标为结算依据,如发热量每升高100kJ/kg,每吨煤炭价格上涨5-10元。若化验结果显示发热量比实际值高800kJ/kg,买方需多支付40-80元/吨,按万吨煤炭贸易量计算,买方将多支出40-80万元;反之,若化验灰分比实际值高3%(灰分每升高1%,煤炭价格下降3-5元/吨),卖方将少收入9-15元/吨,万吨贸易量损失9-15万元<sup>[3]</sup>。此外,误差还可能导致企业面临违约风险,如合同约定煤炭灰分 $\leq 20\%$ ,因化验误差(实际灰分21%,化验值19%)导致卖方交付煤炭不达标,买方有权拒收或索赔,进一步加剧经济损失。

## 4 煤质化验误差的优化策略

### 4.1 采样环节的误差优化策略

采样环节需从方法规范、设备升级与人员培训三方面优化误差。一是规范采样方法,根据煤炭存储形态严格执行国家标准(如GB/T475-2008《商品煤样人工采取方法》),煤堆采样需确保采样点覆盖表层、中层、底层,子样数量按批量加倍(千吨级煤炭采集8-10个子样),子样质量提升至1.5kg以上;二是升级采样设备,推广自动采样器(如煤流自动采样系统、车载自动采样

机),减少人工采样的主观误差,自动采样器需定期校准(每月校准一次采样时间与质量);三是加强人员培训,采样人员需熟悉标准流程,掌握不同场景下的采样技巧,采样后需双人核对样品信息(编号、批量、采样点),并对样品进行密封与防潮处理,确保样品在运输与存储过程中无质量变化。

#### 4.2 制样环节的误差优化策略

制样环节需通过规范操作、设备维护与质量检查减少误差。一是规范操作流程,破碎前彻底清理设备残留样品(用压缩空气吹扫或湿布擦拭),破碎粒度严格按标准执行(如25mm→13mm→6mm逐步破碎),缩分采用二分器法并增加缩分次数(至少缩分3次),干燥时严格控制温度(40-50℃)与时间(烘干至恒重),避免挥发性成分损失;二是加强设备维护,定期检修破碎设备(检查颚板磨损情况)、校准筛分设备(确保筛孔尺寸符合标准)、维护缩分设备(二分器需无堵塞、无变形);三是增加质量检查环节,制样过程中留存平行样,对平行样进行粒度与均匀性检测,若平行样检测结果偏差超过允许范围(如水分偏差>0.2%),需重新制样,确保制备的分析煤样具有代表性<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 检测环节的误差优化策略

检测环节需从设备校准、操作规范与环境控制入手优化误差。一是定期校准检测设备,烘箱、马弗炉每月用标准温度计校准温度(误差控制在±1℃内),氧弹热量计每季度用标准苯甲酸校准(发热量误差≤0.2%),电子天平每日校准零点与灵敏度;二是规范操作流程,检测人员需严格按国家标准(如GB/T211-2017《煤中全水分的测定方法》)操作,水分检测时样品称量精准至0.0001g,灰分检测时灼烧后在干燥器中冷却30分钟再称量,挥发分检测时确保坩埚密封(盖紧坩埚盖);三是控制实验室环境,保持实验室温度(20±5℃)与湿度(40%-60%)稳定,避免温湿度剧烈波动影响检测结果,同时开展空白试验与平行试验(平行样检测结果偏

差需符合标准要求),验证检测结果的准确性。

#### 4.4 数据处理与记录环节的误差优化策略

数据处理与记录环节需通过规范计算、严格审核与信息化管理减少误差。一是规范数据计算,明确各指标计算公式(如水分=(烘干前质量-烘干后质量)/烘干前质量×100%),计算过程保留4位有效数字,最终结果按标准要求修约(如水分保留1位小数,灰分保留2位小数),遵循“四舍六入五考虑”的修约规则;二是建立多级审核机制,检测人员计算完成后自查,班组长复核计算过程与数据记录,技术负责人最终审核,确保数据无计算错误与记录偏差;三是推行信息化管理,采用煤质化验管理系统,将检测数据直接录入系统(避免手工记录),系统自动计算结果并进行数据修约,同时存储原始数据与审核记录,实现数据可追溯,减少人为记录与计算误差。

#### 结束语

煤质化验误差问题涉及采样、制样、检测及数据处理等多个环节,对煤炭质量等级评定、利用效率及经济利益产生重要影响。通过深入分析误差来源,采取针对性的优化策略,可有效降低煤质化验误差,提高化验结果的准确性和可靠性。未来,随着技术的不断进步和管理水平的提升,煤质化验误差问题将得到进一步解决,为煤炭行业的可持续发展奠定坚实基础。

#### 参考文献

- [1]王卫俊.浅谈煤质化验操作中存在的问题与误差控制[J].工程技术,2022,7(7):128-129.
- [2]吴晶晶.煤质化验过程中误差问题与优化策略研究[J].中国设备工程,2025(10):189-191.
- [3]贾鹏.分析煤质化验对提高煤炭质量的作用[J].内蒙古煤炭经济,2024,(16):106-108.
- [4]郭萌.煤质化验中的统计分析 with 数据处理方法[J].当代化工研究,2024,(13):33-35.