

# 煤炭灰分检测精准化改进及影响因素防控分析

饶承万

上海赛孚燃料检测股份有限公司荆州分公司 湖北 荆州 434199

**【摘要】**：为提升煤炭灰分检测数据精准度，适配工业生产对煤炭质量把控的严苛需求，本文结合煤炭灰分检测实操流程，分析检测全流程关键影响因素，从检测设备校准、样品处理规范、操作流程优化及环境管控四方面提出精准化改进策略，同时构建全流程防控体系规避各类干扰因素，为煤炭检测实验室提升检测质量、保障数据可靠性提供实操参考。

**【关键词】**：煤炭灰分检测；精准化改进；影响因素；质量防控

DOI:10.12417/2705-0998.26.02.056

煤炭灰分作为衡量煤炭质量的核心指标，直接影响煤炭燃烧效率、工业生产能耗及环保排放达标情况，精准检测数据是煤炭贸易结算、工业锅炉配煤及环保管控的重要依据，当前检测实操中，样品制备、设备精度、操作规范及环境条件等多方面因素易导致检测偏差，亟需通过针对性改进与防控措施，提升检测精准度，满足各领域对煤炭质量数据的高要求。

## 1 煤炭灰分检测核心流程与精准化痛点

煤炭灰分检测核心遵循高温灼烧法，即取定量煤炭样品经干燥预处理后，放入马弗炉中以规定温度灼烧至恒重，通过样品灼烧前后质量差计算灰分占比，核心流程涵盖样品采集、制备、干燥、灼烧、冷却称重等关键环节，各环节衔接的规范性直接决定最终检测结果的精准度，而当前实操中精准化痛点集中凸显：一是样品环节易出现偏差，采样时未覆盖煤炭不同部位、粒度不均，制备时研磨细度不达标、缩分操作不规范，导致样品代表性不足，无法真实反映煤炭整体灰分水平，部分批次还存在样品运输过程中密封不严，出现受潮、混入杂质等问题，进一步降低样品有效性<sup>[1]</sup>，二是设备运行精度把控不到位，马弗炉温控系统失准、炉膛温度分布不均，坩埚未及时校准导致恒重判定误差，干燥箱温度波动影响样品预处理效果，部分老旧设备缺乏定期维护，部件老化加剧检测数据偏差，直接造成检测结果偏离实际值，三是人员操作规范性不足，灼烧升温速率控制不当、样品放入炉膛位置不合理，冷却过程中样品吸潮、称重操作不迅速，部分操作人员未严格遵循标准流程，存在随意简化步骤的情况，均会引发数据偏差<sup>[2]</sup>，四是环境因素干扰，实验室温湿度波动大、空气中粉尘杂质附着样品，且不同检测时段环境条件差异较大，导致同一样品多次检测结果离散度超标，这些痛点成为制约煤炭灰分检测精准化提升的核心阻碍，需针对性突破解决<sup>[3]</sup>。

## 2 煤炭灰分检测精准化改进策略

### 2.1 样品处理全流程规范化改进

样品是检测精准的前提，需从采集到制备实现全流程标准化管控，采样阶段严格按照煤炭采样相关标准，根据煤炭批量大小确定采样点数，覆盖煤炭堆顶、堆腰、堆底及不同深度位

置，采用多点分层采样法避免单点采样导致的代表性缺失，采集后使用密封性能良好的容器封装标记，注明采样时间、地点及批次信息，防止样品受潮、污染或粒度分层，运输过程中做好防震、防潮防护，避免样品损耗与变质，制备阶段先对样品进行破碎处理，通过颚式破碎机逐步破碎至规定粒度，破碎后过筛剔除超标颗粒，再采用二分器缩分法进行缩分，缩分过程中保证样品混合均匀，分样次数符合标准要求，避免人为因素导致的缩分偏差，研磨环节使用密封式研磨机控制研磨细度，确保样品全部通过 0.2mm 规定筛网，无粗细颗粒分离现象，同时研磨后及时装入密封袋保存，防止细颗粒样品吸潮或散失，干燥预处理阶段，将制备好的样品平铺于称量瓶中，厚度不超过瓶高的 1/3，放入干燥箱设定 105-110℃ 标准温度<sup>[4]</sup>，干燥 1-2 小时至恒重，期间定时观察样品状态，避免局部过热碳化，冷却后快速称重，避免水分残留对灼烧后质量计算造成干扰，通过样品全流程规范化处理，从源头保障检测样品的代表性与均一性，为精准检测奠定基础<sup>[5]</sup>。

### 2.2 检测设备精准化校准与维护

设备精度是检测数据可靠的核心保障，需建立常态化校准与维护机制，针对马弗炉，每月校验一次温控系统，采用标准温度校准仪检测炉膛内不同点位温度，确保炉膛内温度均匀性偏差不超过±5℃，符合检测规范要求，灼烧过程中严格按照检测标准设定升温速率，从室温升至 500℃ 时保持 10℃/min 速率，500℃ 后升至 815℃ 保持 5℃/min 速率，达到规定温度后恒温 1 小时确保样品完全灼烧，每次使用前检查炉膛内清洁度，及时清理残留灰分与杂质，防止污染样品，坩埚需选用耐高温、耐腐蚀的瓷质标准材质，使用前放入马弗炉 815℃ 灼烧至恒重，冷却后称重记录，定期校准坩埚质量，偏差超过 0.1mg 的坩埚立即剔除，变形、破损的坩埚严禁使用，干燥箱需每季度校验温度传感器，保证箱内温度波动在±2℃ 允许范围内，使用过程中避免频繁开关箱门，每次开门时间不超过 10 秒，防止温度波动影响样品干燥效果，分析天平需每日使用前进行预热 30 分钟、水平校准与灵敏度校验，确保称量精度达到 0.1mg 级别，同时建立设备使用台账，详细记录校准时间、维护内容、使用情况 & 故障处理记录，每年委托第三方计量机构进行全面检

定, 出具检定合格证书, 确保每台设备处于精准运行状态, 从设备层面规避检测误差。

### 2.3 操作流程标准化优化升级

规范操作是减少人为误差的关键, 需细化各环节操作标准并严格执行, 灼烧环节将恒重后的样品坩埚平稳放入马弗炉炉膛中部恒温区, 避免贴近炉门或加热元件, 防止局部过热导致样品灼烧不完全, 同一批次样品同时放入炉膛, 确保受热环境一致, 升温过程严格遵循“低温升温、高温恒温”原则, 禁止快速升温引发样品飞溅, 灼烧完成后, 先关闭电源让坩埚在炉膛内缓慢冷却至 200℃ 以下, 再移入干燥器中冷却至室温, 冷却时间不少于 45 分钟, 冷却过程中确保干燥器密封良好, 底部硅胶干燥剂保持干燥状态, 避免样品吸收空气中水分, 称重环节使用经校准的分析天平, 称重前核对天平零点与水平状态, 称重时用坩埚钳快速夹取坩埚, 减少样品暴露在空气中的时间, 每次称重重复 2 次取平均值, 偏差超过允许范围需重新称量, 同时明确操作人员岗位职责, 定期开展专业技能培训与考核, 培训内容涵盖检测标准、设备操作、误差识别等, 考核合格后方可上岗操作。

### 2.4 实验室环境精细化管控

环境因素对检测精准确度的干扰不可忽视, 需构建稳定可控的实验室环境, 将实验室温湿度严格控制在温度 18-25℃、相对湿度 45%-65% 标准范围内, 配备恒温恒湿空调与除湿机, 实时监测温湿度变化并及时调整, 避免高温高湿导致样品吸潮、低温干燥导致样品水分快速散失, 实验室安装防尘纱窗与空气净化器, 定期清洁地面、台面及设备表面, 每周进行一次全面除尘, 避免空气中粉尘、油烟等杂质污染样品与设备, 检测区域与办公区域严格隔离, 设置门禁系统, 检测过程中避免无关人员进入实验室, 减少人员走动带来的气流干扰与环境波动, 样品存放区设置专用储物柜, 保持干燥通风, 不同批次、不同类型的煤炭样品分开存放, 做好清晰标记, 防止混淆与交叉污染, 同时建立环境监测台账, 记录每日温湿度数据、清洁情况及环境异常处理记录, 确保检测全程环境稳定可控, 为煤炭灰分检测提供稳定的外部条件, 保障检测结果的稳定性与精准度。

### 2.5 检测质量溯源与数据管控改进

检测质量溯源与数据管控是保障结果精准可查的关键, 需建立全流程溯源机制与规范化数据管理体系, 质量溯源方面, 为每批次检测样品分配专属溯源编码, 编码关联样品采集信息、制备记录、设备使用编号、操作人员及检测时间, 实现从样品采集到结果出具的全程可追溯, 检测过程中同步留存样品留存样, 留存样密封保存期限不少于检测结果有效期, 便于后续复检与误差溯源, 针对检测偏差超标情况, 通过溯源编码快速定位问题环节, 精准排查样品、设备、操作或环境等核心原

因, 形成溯源报告与整改记录。数据管控方面, 采用标准化数据记录表单, 明确记录项目与填写规范, 杜绝手写记录潦草、关键信息缺失等问题, 推广数字化检测系统, 实现检测数据自动采集、计算与存储, 减少人工录入误差, 数据计算环节严格按照 GB/T 212-2024 标准公式执行, 系统自动校验计算逻辑, 避免公式套用错误, 检测结果出具前需经双人复核签字确认, 复核内容涵盖原始记录、计算过程、设备参数及环境数据, 确保数据准确无误。

## 3 煤炭灰分检测影响因素全流程防控体系构建

煤炭灰分检测影响因素贯穿样品采集至结果出具全流程, 需构建全链条、闭环式防控体系, 实现各环节风险精准管控: 一是建立源头防控机制, 聚焦样品采集与制备环节, 制定标准化采样作业指导书, 配备专业采样工具与密封容器, 明确样品制备各环节操作阈值, 安排专人负责样品质量核验, 对采样点数不足、粒度超标、缩分不规范的样品一律重新采集制备, 同时建立样品验收制度, 验收合格后方可进入检测环节, 从源头杜绝样品类误差, 二是强化过程防控力度, 针对设备运行、操作执行及环境管控环节, 建立定时巡检制度, 每 2 小时检查一次设备运行参数、操作人员操作规范性及实验室环境指标, 发现设备参数异常立即停机校准, 操作不规范及时纠正, 环境超标迅速调整, 同时引入质量控制样品, 在每批次样品检测中插入 2-3 个标准样品同步检测, 通过标准样品检测结果验证本次检测数据的准确性, 若标准样品检测结果偏差超标, 立即暂停检测, 全面排查设备、操作及环境等方面原因, 整改合格后方可恢复检测, 三是完善末端管控流程, 检测完成后安排专人对数据进行复核, 对比同批次样品平行检测结果, 确保相对偏差在允许范围内, 对异常数据进行溯源分析, 明确误差来源并记录整改措施, 同时建立检测数据档案, 完整留存样品信息、检测过程记录、设备校准记录、环境监测数据及检测结果, 档案保存期限不少于 3 年, 便于后续追溯与核查。

## 4 检测技术升级与人员能力提升长效机制

检测技术迭代与人员专业能力是保障检测精准化持续推进的核心支撑, 需建立长效提升机制, 筑牢技术与人才基础。检测技术升级方面, 紧跟煤炭检测行业技术发展趋势, 逐步引入智能化检测设备与技术, 实现样品干燥、灼烧、冷却、称重全流程自动化操作, 减少人为干预带来的误差, 提升检测效率与数据稳定性, 同时积极引入灰分检测质量控制新技术, 采用 X 射线荧光光谱法作为辅助检测手段, 与高温灼烧法形成互补验证, 通过双方法检测结果比对, 进一步提升数据精准度, 定期关注行业标准更新与技术规范调整, 及时将新技术、新标准融入检测实操流程, 组织人员学习掌握新型设备操作与技术要点, 确保检测技术与行业前沿保持同步。

人员能力提升方面, 构建分层级培训体系, 针对新上岗人

员开展岗前全流程实操培训与理论考核，确保熟练掌握基础操作与标准规范；针对在岗人员开展定期技能提升培训，内容涵盖设备维护、误差排查、新技术应用等，每半年组织一次实操技能竞赛与理论考试，以赛促学提升实操水平，鼓励检测人员参与行业学术交流、技能认证培训及实验室比对活动，学习先进检测经验与技术方法，提升专业素养与问题解决能力，同时建立人员绩效考核机制，将检测数据精准度、操作规范性、溯源完整性纳入考核指标，考核结果与评优评先挂钩，激发人员工作积极性与责任心，通过技术升级与人员能力提升的双向发力，为煤炭灰分检测精准化提供持续动力，保障检测工作高质量开展。

### 参考文献：

- [1] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.煤的工业分析方法:GB/T 212-2024[S].北京:中国标准出版社,2024.
- [2] 王运泉,李艳红.煤炭灰分检测过程中的误差来源及控制措施[J].煤质技术,2022(03):45-48.
- [3] 张磊,陈明.影响煤炭灰分测定准确性的关键因素分析[J].煤炭加工与综合利用,2021(11):76-79.
- [4] 赵晓敏,刘军.煤炭样品制备对灰分检测结果的影响及改进[J].煤质技术,2023(01):52-55.
- [5] 陈刚.煤炭采样与制样过程的质量控制要点[J].洁净煤技术,2022,28(S1):132-135.

### 5 结论

煤炭灰分检测精准化是保障煤炭质量管控有效性的核心，其精准度受样品、设备、操作及环境多方面因素影响，通过样品处理规范化、设备校准常态化、操作流程标准化及环境管控精细化的精准化改进策略，可有效减少各类检测误差，结合全流程防控体系的构建，能实现对检测各环节影响因素的闭环管控，提升检测数据的可靠性与稳定性。后续需持续关注检测技术升级与标准更新，优化改进措施与防控体系，进一步提升煤炭灰分检测精准化水平，为煤炭行业高质量发展提供有力的技术支撑。