

Construction of efficient control strategy for smart fuel acquisition and processing system

Senlin Zhu

Guizhou Zhijin Pingyuan clean energy Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 551700, China

Abstract

This paper explores the construction method of smart fuel acquisition system, which integrates coal sampling, sample preparation, laboratory testing, coal yard control and information management to build a fuel quality monitoring chain. The system combines laser radar scanning, intelligent sampling and preparation device, precision analysis equipment and hierarchical information platform to realize the accurate perception and intelligent judgment of fuel management, improve the accuracy of coal quality analysis, reduce the burden of manual work, strengthen data mining, optimize the energy utilization efficiency and economy of power plants, and create a solid technical foundation for the fine fuel management of thermal power plants.

Keywords

smart fuel system; Quality traceability; Refined fuel management; thermal power

智慧燃料采制化系统高效管控策略构建

朱森林

贵州织金平远清洁能源有限责任公司, 中国·贵州 毕节 551700

摘要

本文探究智慧燃料采制化系统构建方法, 将煤炭采样、制样、化验、煤场管控与信息管理融为一体, 构筑燃料质量监测链。该系统结合激光雷达扫描、智能采制样装置、精密分析设备与层级信息平台, 使燃料管理实现感知精准化与判断智能化, 提升煤质分析精度, 减轻人工作业负担, 强化数据深度挖掘, 优化电厂能源利用效益与经济性, 为火电厂燃料精细化管理创造坚实技术基础。

关键词

智慧燃料系统; 质量追溯; 燃料精细化管理; 火力发电

1 引言

火力发电厂燃料管理在电厂经济效益中占据核心地位。长期以来, 燃料管理依赖手工操作, 存在效率不足、人为因素干扰较多及数据共享受限等问题, 限制了电厂效益水平的提升。智慧燃料采制化系统通过整合物联网与云计算技术于燃料管控全流程, 建立了煤质追溯链条、实现了计量精准化和决策智能化, 使燃料管理方式焕然一新, 有效增强了电厂运行效率。

2 智慧燃料系统总体概述

智慧燃料系统作为火电厂燃料质量精细化管理的综合技术平台, 包含煤炭采样、制样、化验、存查样管理、数字化煤场与燃料一体化管控平台等核心功能区块。系统集成入厂煤桥式汽车采样机、入炉煤皮带中部采样机、样品气动

传输装置及自动存查样柜等关键设备, 构筑煤质检测全过程监控网络, 实现煤炭从厂外入厂至锅炉燃烧的全链条质量追溯, 保证燃料数据精确性与可靠性。

燃料一体化管控平台是系统的中枢, 将汽车煤验收、批次编码、化验室管理、集中控制及燃料信息管理等业务环节有机结合, 结合视频监控与门禁设施, 打造数据直观呈现、煤炭流向清晰的运维体系。数字化煤场系统结合盘煤设备与多元安全监测装置, 对煤场实施状态动态追踪, 及时识别潜在风险, 合理调整库存结构, 有效提高燃料管理水平, 控制燃料采购支出, 确保发电机组稳定高效运转。

3 煤炭采样系统的构建

3.1 入厂煤采样系统建设

入厂煤采样系统选用桥式汽车采样机, 配备精密全断面螺旋采样头, 对运煤车辆载煤进行科学取样。系统结构包含大车行走装置、小车横向移动部件、精密升降机构和特制螺旋采样头, 配合给料系统、破碎装置、缩分单元及样品收集设备协同工作。该采样头设计独特, 能实现深度分层取样,

【作者简介】朱森林(1982-), 男, 仡佬族, 中国贵州遵义人, 本科, 从事燃料管理研究。

采样行程达 3.2 米，单次取样量超过 30 公斤，适合处理粒度在 50-100 毫米、含水率高至 25% 的各类煤炭。系统整合智能电控系统，使采样作业实现高度自动化。

破碎装置采用宽面锤头设计，均匀四分布局，使煤样在旋转腔内得到全面破碎，可处理含水率 18% 以内的煤炭，保持出料粒度在 13 毫米规格内。缩分环节应用旋转式打板工艺，调节范围在 1:8 至 1:32 之间，保证样品具有较高代表性。整个系统融合 PLC 控制技术，搭载高性能串行通信模块和精密调速系统，配合先进测距定位技术，确保采样精度。系统内置故障检测模块，操作界面显示运行状态，方便技术人员维护；同时整合视频与门禁控制，使采样环节清晰透明，有效规避外部干扰。

3.2 入炉煤采样系统建设

入炉煤采样系统选用悬挂式机械切割取样装置，固定于煤仓前输煤皮带直线段，执行全断面切割取样。系统由机械臂切割单元、样品处理装置、气动输送管路及控制系统构成。切割装置采用伺服电机驱动，刀口宽度 300 毫米，穿越皮带速度恒定，保证每次采集样品质量均匀。取样频率在控制台设定，范围 1-6 次/小时可调，根据机组负荷变化智能调整。一次破碎采用对辊式结构，将原煤粉碎至 13 毫米以下，二级缩分系统将样品量控制在规定范围内，确保分析精度。

气动传输系统将处理后样品直送化验室，管道路径经过精心规划，减少转弯阻力。控制系统采用西门子 SMART PLC 技术，实现全过程自动化操控，显示屏实时呈现关键参数与设备状态。系统设计考虑电厂运行环境特点，关键部位选用耐磨不锈钢材料，具备防尘防潮功能，确保在极端工况下稳定运行。现场设置手动按钮，便于特殊情况处理。所有采样数据直接接入燃料管理主平台，与入厂煤数据比对分析，形成煤质全流程监控体系，提高电厂燃料利用率，降低发电成本。

4 制样与化验系统的集成

4.1 智能制样系统建设

智能制样系统运用直线型分矿封装技术，构建了采样至制样环节的完整处理链路。该系统设有多个工位智能分矿单元，全自动采样机配置足量存样桶，有效解决了不同矿点煤样的分类存储问题。系统具备智能识别能力，在存样桶满载或新矿点出现时自动调整运行模式，确保工作不间断进行。煤样存储采用高规格不锈钢材质桶体，结合电子锁封装与射频识别技术，建立了煤样信息全程跟踪机制。工位切换与桶体更换环节经过精心设计，运行时间精确把控，大幅提高了制样环节作业效率。

系统对接部分采用规范化悬挂链传输结构，链条设计与转弯半径经过优化计算，有效降低了样品传输过程中的质量损失。传输速度与承载能力经过精细调校，满足各类样品处理需求。合样环节配备容量充足的暂存区域，样品分拣速

率达到业内领先水平，使煤样归类过程高效有序。系统闲置期间会主动执行盘点功能，对标识损坏的煤样进行精准识别，及时向控制中心反馈异常情况，确保数据链完整无缺。这种全方位的制样管理体系为煤质化验提供了稳定可靠的样品来源，使燃料质量评估工作得以精准开展。

4.2 标准化实验室系统建设

标准化实验室系统整合先进分析仪器，构建煤质检测平台。化验室配置全自动双控量热仪、碳氢氮元素分析仪、自动库仑法测硫仪和工业分析仪等设备，检测精度领先同行。量热仪分析周期控制在 12 分钟内，热值精度高于 0.10%。测硫仪采用改良电极结构，测试时间缩短至 3-5 分钟。工业分析仪单日可处理 54 个样品全指标测定，无需冷却即可连续运行。气路系统采用 316L 级不锈钢材质，确保气源品质与分析稳定性。

化验室信息系统实现数据自动获取，避免手工录入错误。系统采用条码识别方案建立样品标识体系，形成完整追踪链条。实验室装备识读设备与条码扫描装置，配套温湿度监测仪记录环境状态。系统自动创建分析记录，测试结果直接传送至管理中心并经分级审核。平台包含设备资产管理模块，记录仪器校验日期与运行状态。检测数据库支持复合条件查询，为燃料质量评价和采购规划提供数据支持，增强了燃料管控精细度与经济效益。

5 数字化煤场管控策略

5.1 煤场盘煤系统建设

数字化煤场盘煤系统采用先进激光雷达技术，精确生成三维煤堆模型。系统选用高性能旋转激光测距设备，实现 2 厘米测量精度，有效覆盖 400 米范围内煤场区域，满足各类复杂工况要求。测距设备安装在稳固的抗震底座上，集成自动防尘清洁元件，保障恶劣环境下持续稳定工作。采集的点云数据通过光纤传输网络送至中央处理器，经专业算法融合处理后生成精确煤堆立体图像，计算出各区域实际煤炭容积。系统研发的边界精确识别算法有效解决了煤堆边缘测量难题，使煤量计算准确率提升至 95%，为煤场管控奠定可靠数据支撑。

煤场管理平台集成数字建模功能，实现煤场作业精细调控。系统利用持续更新的监测数据创建煤场数字模型，科学安排装卸车辆行进路线，合理规划堆取料次序，减少作业冗余环节。管理平台结合热区分析技术与温度监测系统，快速锁定煤堆异常温度区域，进行分级预警处理。平台设计的预测分析功能利用积累数据生成煤耗趋势图表，指导库存结构优化，协调安全库存与资金效益关系，为电厂运行提供精准决策信息，有效降低燃料使用成本，促进电厂整体效率提升。

5.2 煤场安全监控系统

煤场安全监控系统建立了全面安全保障机制，确保燃

料储存环境安全可靠。系统采用四级架构设计,包括现场感知、数据传输、分析处理与应用服务层。现场层配置高精度红外热成像仪、甲烷浓度监测仪、粉尘浓度检测器及防雷电系统,实现全面监测。热成像装置采用 384×288 像素感光元件,在50米范围内能识别 0.5°C 温度变化,及早发现煤堆温度异常。视频监控结合固定与旋转摄像设备,覆盖所有区域,低照度条件下仍保持良好成像质量。图像分析算法助力系统识别场区非正常状态,设备健康监测功能生成及时维护提醒,有效预防因设备故障引起的监控问题。

安全数据中心对采集信息进行专业分析,构建精准风险评定方法。热点分析系统将热成像数据处理为清晰温度分布图,标示出高风险区域。场区气象监测装置记录风力、降水、湿度等关键参数,结合煤炭物理特性,形成有效的自燃风险预测方案。管理平台根据风险等级启动相应防护流程,如水雾喷洒、防尘覆盖、煤堆翻动等,并向管理人员推送风险提示信息。这套安全体系显著提升了煤场防护能力,保障了燃料供应稳定性,强化了发电设备运行可靠性,为电厂生产运行提供了重要安全保障。

5.3 煤场智能化管理策略

煤场智能化管理策略整合多源数据为决策基础,汇集煤质分析结果、场地规划数据、库存变化记录与煤价市场走势,建立精细化库存管理体系。管理系统运用煤质匹配算法评估不同配煤方案的燃烧特性与经济性能,为日常燃料调配提供科学依据。库存调控平台采用综合权重分析法排列煤堆使用优先级,将煤种老化期限、自燃风险指数等要素纳入考量范畴,调整出灵活合理的库存格局。煤场数字可视化系统清晰展现各区域煤堆质量分布状态,便于调度人员准确把握资源分布。煤质稳定控制系统精确调节入炉煤各项参数,使其波动幅度控制在设计区间内,保证锅炉运行状态平稳。

调度管理系统将煤场资源与电力生产需求紧密结合,优化燃料供应全流程效率。作业调度平台整合路线长度、机械状态等实际条件,设计出经济高效的煤炭装卸方案,降低运行消耗与人力成本。系统内置的数据学习功能不断分析积累的运行记录,完善决策参考模型,增强应对各类工况变化的适应能力。成本管控模块对燃料经济性进行详细分析,协助管理层平衡供应可靠性与经济投入,改良采购战略,提高电厂运营效益,引领煤场管理向精细化方向发展,充分发挥燃料资源使用价值。

5.4 燃料管理信息系统集成

燃料管理信息系统采用分层结构,整合采样、制样、化验、煤场管控业务于单一平台。系统配置规范化数据通道,使各功能单元设备信息汇聚至中央数据库,形成完整质量溯

源体系。数据存储结合关系数据库与时序数据库特点,解决大规模煤质数据管理与检索问题。系统权限执行四层审核流程,增强数据可靠性。报表功能支持多条件组合与数据输出,适应各岗位使用需求。平台接口符合电力行业标准,与电厂DCS系统、MIS系统顺畅对接,解决数据分散现象。安全架构按行业规范设置保护层级,保障系统运行稳定。

平台集成数据分析工具,解析燃料质量、价格变化与消耗规律,辅助管理决策。成本预测模块整合煤种热值、市场价格、运距等因素,评估采购成本,指导采购活动。供应商评价功能利用历史记录建立煤种特性档案,评定供货稳定性,提升合同执行质量。运行分析系统生成锅炉效率、电力消耗等指标报告,指导节能工作。移动访问功能允许授权人员随时查看燃料数据,快速响应调整需求。该信息体系使燃料监控清晰高效,提升管理精度,为电厂优化经济运行提供技术支持。

6 结语

智慧燃料采制化系统融合了采样、化验、煤场运营与信息处理各环节,形成紧密协作的完整体系,使燃料全流程质量可追溯、精确可控,显著改善了能源资源利用效率。这一技术框架丰富了火电厂管理的精细化手段,优化能源转化效率与资源配置方式,为燃煤电厂的现代化发展开辟了实施途径,彰显了当代能源工业科学管理理念与实用技术价值。

参考文献

- [1] 李英智,李延伟,朱天宇.大型燃煤电厂智慧燃料能耗监测与节能减排策略[J].中国高新科技,2025,(16):155-157.
- [2] 卢晓晨,汪锋,王振涛,等.输煤系统在线运行DCS改造及其在智慧燃料中的应用[J].山东电力技术,2023,50(07):68-73+80.
- [3] 邓卫梅.火电厂智慧燃料管控系统浅析[J].电气技术与经济,2022,(05):94-95+99.
- [4] 严斌.基于智慧燃料管理系统的煤电项目节能减排实践——以山东能源灵台 2×1000 MW调峰煤电项目为例[J].能源与节能,2025,(04):81-83+130.
- [5] 孙莹.智慧化燃料系统创新管理实践[C]//中国电力技术市场协会.2025年(第八届)火电燃料管理及智能技术应用研讨会论文集.华能伊敏煤电有限责任公司伊敏电厂,2025:51-53.
- [6] 刘福东,陈柏松,郑世鹏,等.智慧电厂建设架构规划研究[J].科技和产业,2022,22(10):195-200.
- [7] 张晖,张胜,何云峰,等.火力发电企业智慧电厂建设探索与实践[J].湖北电力,2022,46(02):104-113.
- [8] 李英智,吴光磊.大型燃煤电厂智慧燃料管理系统设计与实现[J].信息系统工程,2025,(10):24-26.