

面向智慧电厂的燃料采制样一体化系统设计

王京阳

宁夏银星发电有限责任公司 银川 灵武 750000

摘要: 随着电力行业的快速发展和智能化转型,智慧电厂建设成为必然趋势。燃料采制样作为电厂燃料管理的重要环节,其准确性和效率直接影响电厂的经济效益和运行安全。本文针对智慧电厂的需求,深入探讨了燃料采制样一体化系统的设计,包括系统架构、关键技术、功能模块等方面,旨在为智慧电厂的燃料管理提供高效、精准、智能的解决方案,提高燃料管理的自动化水平和决策科学性。

关键词: 智慧电厂;燃料采制样;一体化系统;系统设计

1 引言

在智慧电厂的运营中,燃料成本通常占据发电成本的主要部分,同时燃料的质量直接影响锅炉的燃烧效率、发电效率以及环保指标。因此,科学、准确、高效的燃料采制样工作对于智慧电厂的稳定运行和经济效益至关重要。传统的燃料采制样方式存在人工干预多、效率低下、误差较大等问题,难以满足智慧电厂对燃料管理精细化、智能化的要求。燃料采制样一体化系统通过集成先进的自动化技术、信息技术和智能算法,实现了燃料采样、制样、化验等环节的自动化、智能化操作,有效提高了采制样工作的质量和效率,为智慧电厂的燃料管理提供了有力支持。

2 智慧电厂对燃料采制样的新要求

2.1 精准性要求

智慧电厂需要精确掌握燃料的各项质量指标,如热值、灰分、挥发分等,以便准确计算发电成本、优化燃烧参数,实现经济效益最大化。这就要求燃料采制样系统能够采集到具有代表性的样品,并且在制样和化验过程中最大限度地减少误差,确保检测结果的准确性。

2.2 高效性要求

在电力生产过程中,燃料的供应和消耗是持续不断的。智慧电厂要求燃料采制样工作能够快速完成,及时提供燃料质量数据,以便及时调整采购策略、优化库存管理,保证电厂的正常运行。因此,系统需要具备高效的采样、制样和化验能力,缩短整个流程的时间。

2.3 智能化要求

智慧电厂强调数据驱动的决策和管理。燃料采制样一体化系统需要能够自动采集、存储和分析大量的燃料质量数据,并通过智能算法挖掘数据背后的规律和趋势,为电厂的燃料采购、燃烧调整、设备维护等提供决策支持。同时,系统还应具备自适应能力,能够根据不同的燃料类

型、供应来源和运行工况自动调整采制样参数。

2.4 可追溯性要求

为了满足质量监管和审计的要求,智慧电厂需要实现燃料采制样全过程的信息可追溯。从样品的采集、运输、制备到化验,每一个环节都应记录详细的信息,包括操作人员、时间、地点、设备状态等,以便在出现问题时能够迅速查明原因,追究责任。

3 燃料采制样一体化系统架构设计

3.1 总体架构

燃料采制样一体化系统采用分层分布式架构,主要包括感知层、网络层、数据层、应用层和用户层,各层之间相互协作,共同实现系统的各项功能。(1)感知层:由各种传感器、执行器和标识设备组成,负责实时采集燃料采制样过程中的各种数据,如样品重量、温度、湿度、设备运行状态等,并将采集到的数据转换为电信号或数字信号。(2)网络层:采用有线和无线相结合的通信方式,将感知层采集到的数据可靠、快速地传输到数据层。常见的通信技术包括工业以太网、无线局域网(WLAN)、ZigBee等^[1]。(3)数据层:是系统的数据存储和管理中心,负责对采集到的数据进行清洗、整合、存储和分析。采用关系型数据库(如MySQL、Oracle)和非关系型数据库(如MongoDB、Redis)相结合的方式,满足不同类型数据的存储需求。同时,利用数据挖掘、机器学习等技术对数据进行深度分析,提取有价值的信息。(4)应用层:根据智慧电厂的业务需求,开发了一系列功能模块,包括采样管理、制样管理、化验管理、质量管理、数据分析与决策支持等,为用户提供全面的燃料采制样业务应用服务。(5)用户层:面向不同的用户角色,如燃料管理人员、化验人员、设备维护人员、电厂领导等,提供友好的人机交互界面。用户可以通过电脑、手机等终端设备随时随地访

问系统, 查询相关信息, 进行业务操作。

3.2 硬件架构

硬件架构主要包括采样设备、制样设备、化验设备、自动化控制设备和通信设备等。(1) 采样设备: 根据不同的采样场景和燃料类型, 选择合适的采样设备, 如机械采样机、皮带中部采样机、汽车采样机等。采样设备应具备自动化控制功能, 能够按照预设的采样方案准确采集样品, 并将样品输送到后续的制样环节。(2) 制样设备: 包括破碎机、缩分机、干燥箱、研磨机等, 用于将采集到的原始样品制备成符合化验要求的分析样品。制样设备应具备高精度、高效率的特点, 并且能够实现自动化运行, 减少人工干预。(3) 化验设备: 配备先进的燃料化验仪器, 如量热仪、测硫仪、灰熔融性测定仪等, 用于对分析样品进行各项质量指标的检测。化验设备应具备高精度、高稳定性和自动化操作功能, 能够实时上传化验数据到系统。(4) 自动化控制设备: 采用可编程逻辑控制器(PLC)、分布式控制系统(DCS)等自动化控制设备, 实现对采样、制样、化验设备的集中控制和自动化运行。通过编写控制程序, 实现设备的顺序启动、停止、故障报警等功能, 提高系统的可靠性和稳定性。(5) 通信设备: 根据网络层的通信需求, 选择合适的通信设备, 如工业交换机、无线路由器、ZigBee 协调器等, 确保数据在不同设备之间的可靠传输。

4 关键技术

4.1 自动化采样技术

自动化采样技术是燃料采制样一体化系统的基础。通过采用先进的机械设计、传感器技术和控制算法, 实现采样过程的自动化和智能化。例如, 在皮带中部采样机中, 利用高精度的位置传感器和速度传感器, 精确控制采样头的运动轨迹和采样频率, 确保采集到的样品具有代表性。同时, 采用自动清扫装置, 避免样品残留和交叉污染。

4.2 智能制样技术

智能制样技术旨在提高制样过程的效率和精度, 减少人工干预。通过引入机器人技术、图像识别技术和智能控制算法, 实现制样设备的自动化操作和样品的精准制备^[2]。例如, 利用机器人完成样品的搬运、破碎、缩分等操作, 提高制样速度和安全性; 采用图像识别技术对样品的粒度、颜色等特征进行分析, 实时调整制样参数, 确保制样质量符合要求。

4.3 数据融合与分析技术

燃料采制样一体化系统涉及大量的数据采集和传输, 如何从这些海量数据中提取有价值的信息是系统设

计的关键。数据融合与分析技术将来自不同设备、不同环节的数据进行整合和关联分析, 挖掘数据背后的潜在规律。例如, 通过分析燃料质量数据与锅炉燃烧效率之间的关系, 为优化燃烧参数提供依据; 利用时间序列分析方法预测燃料质量的变化趋势, 提前做好采购和库存管理。

4.4 物联网技术

物联网技术实现了燃料采制样设备之间的互联互通和信息的实时共享。通过为设备配备唯一的标识和传感器, 将设备纳入物联网中, 实现设备的远程监控、故障诊断和智能维护。例如, 管理人员可以通过手机 APP 随时随地查看设备的运行状态、采样进度等信息; 当设备出现故障时, 系统能够自动发出报警信息, 并提供故障诊断和维修建议。

4.5 区块链技术

区块链技术具有去中心化、不可篡改、可追溯等特点, 在燃料采制样一体化系统中应用区块链技术可以实现燃料质量数据的可信存储和共享。将燃料采制样过程中的每一个环节的信息记录在区块链上, 形成一个不可篡改的链条, 确保数据的真实性和完整性。同时, 通过智能合约技术实现数据的自动验证和共享, 提高数据流通的效率和安全性。

5 功能模块设计

5.1 采样管理模块

根据电厂的燃料供应计划、库存情况和质量要求, 制定科学合理的采样计划。采样计划应包括采样时间、采样地点、采样数量、采样方式等信息, 并能够根据实际情况进行动态调整。将采样计划分解为具体的采样任务, 并分配给相应的采样人员和采样设备。通过系统自动调度, 确保采样任务的高效执行。实时监控采样设备的运行状态和采样进度, 对采样过程中的异常情况进行及时预警和处理。同时, 记录采样过程中的关键信息, 如采样时间、地点、样品编号等, 确保采样过程的可追溯性。对采集到的样品进行唯一标识, 并采用密封容器进行封装, 防止样品在运输和储存过程中受到污染或损坏^[3]。标识信息应包括样品编号、采样时间、采样地点、燃料类型等。

5.2 制样管理模块

根据不同的燃料类型和化验要求, 制定相应的制样方案。制样方案应包括破碎、缩分、干燥、研磨等环节的参数设置, 确保制备出的分析样品符合标准要求。按照制样方案自动控制制样设备的运行, 完成样品的制备工作。在制样过程中, 实时监测设备的运行状态和样

品的制备质量,对异常情况进行及时处理。详细记录制样过程中的各项参数和操作信息,如设备运行时间、样品重量变化、破碎粒度等,为质量追溯和数据分析提供依据。按照规定对制备好的分析样品进行留存,以备复查。同时,对制样过程中产生的废样进行妥善处置,避免对环境造成污染。

5.3 化验管理模块

根据化验项目的优先级和化验设备的使用情况,合理分配化验任务给相应的化验人员和化验设备。通过系统优化调度,提高化验效率。化验人员通过系统接收化验任务,并按照标准操作规程进行化验操作。系统实时监控化验设备的运行参数和化验进度,对化验过程中的异常数据进行预警和提示。化验设备自动采集化验数据,并通过网络将数据上传到系统数据库。系统对上传的数据进行初步校验和处理,确保数据的准确性和完整性。根据化验数据自动生成标准化的化验报告,报告内容应包括样品信息、化验项目、化验结果、结论等。化验报告可以通过系统直接打印或以电子文档形式发送给相关人员。

5.4 质量管理模块

建立完善的燃料质量标准库,包括国家标准、行业标准和企业内部标准。系统能够根据不同的燃料类型和用途自动调用相应的质量标准,为质量评价提供依据。根据化验结果和质量标准,对燃料质量进行评价和分析。通过计算各项质量指标的偏差率、合格率等指标,直观反映燃料质量的优劣。同时,利用数据分析工具对燃料质量的变化趋势进行分析,为燃料采购和质量改进提供决策支持。当燃料质量出现异常时,系统自动发出预警信息,并启动质量异常处理流程^[4]。相关人员可以通过系统对异常情况进行调查、分析和处理,记录处理过程和结果,形成质量异常处理档案。通过建立燃料质量追溯体系,实现从燃料采购、运输、储存、采制样到化验的全过程信息追溯。当出现质量问题时,能够快速定位问题环节,查明责任主体,采取有效的措施进行整改。

5.5 数据分析与决策支持模块

采用图表、报表、仪表盘等多种形式对燃料采制样过程中的各类数据进行可视化展示,如采样数量统计、制样合格率分析、化验结果趋势图等,帮助用户直观地了解燃料质量状况和系统运行情况。运用数据挖掘算法对海量的燃料质量数据和业务数据进行分析,挖掘数据

背后的潜在规律和关联关系。例如,通过关联规则挖掘发现燃料质量指标与锅炉燃烧参数之间的潜在联系,为优化燃烧调整提供依据;利用聚类分析方法对不同供应商的燃料质量进行分类评价,为采购决策提供参考。基于数据分析结果,建立燃料采购决策模型、库存管理决策模型、燃烧优化决策模型等,为电厂的燃料管理提供科学的决策支持。例如,根据燃料价格走势、质量预测和库存情况,制定最优的燃料采购计划;根据燃料质量变化和锅炉负荷需求,动态调整燃烧参数,提高发电效率。利用时间序列分析、机器学习等预测算法,对燃料质量、设备故障等进行预测预警。例如,预测未来一段时间内燃料质量的变化趋势,提前做好应对措施;预测制样设备、化验设备可能出现的故障,及时安排维护保养,避免设备故障对生产造成影响。

结语

面向智慧电厂的燃料采制样一体化系统设计是电力行业智能化转型的重要举措。通过集成先进的自动化技术、信息技术和智能算法,该系统实现了燃料采制样过程的自动化、智能化和精细化管理,满足了智慧电厂对燃料管理精准性、高效性、智能化和可追溯性的要求。系统具有提高采制样工作准确性、提升工作效率、实现数据共享与协同工作、支持智能决策以及增强系统可扩展性和适应性等诸多优势,为智慧电厂的稳定运行和经济效益提升提供了有力保障。随着技术的不断发展和创新,燃料采制样一体化系统将不断完善和优化,为电力行业的可持续发展做出更大贡献。在实际应用中,还需要根据不同电厂的具体情况进行系统定制和优化,加强人员培训和管理,确保系统的有效运行和发挥最大效益。

参考文献

- [1]崔凯,李信,闫聪.电厂燃料管理系统智能化技术探析[J].电力设备管理,2024,(20):113-115.
- [2]王海.基于数据挖掘的大型燃煤电厂智能燃料质量检测系统[J].自动化与仪表,2025,40(03):92-95+101.
- [3]王学琛,冯丽.智慧燃料管控系统在生物质电厂的研究与应用[C]//中国机械工业联合会,中国机电装备维修与改造技术协会.2024中国工业设备智能运维技术大会论文集(下).[出版者不详],2024:23-24.
- [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.