

电厂燃料智能化管理系统的架构设计与技术实现

赵运亮¹, 杨大为¹, 刘世翔¹, 房磊², 贾治中²

1. 中煤靖远发电有限公司, 甘肃 白银 730900

2. 内蒙古呼和浩特市立信电气技术有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010011

摘 要：近年来，随着电力需求的不断增长和能源结构的不断优化，电厂在电力供应中仍占据重要地位，大多数电厂在燃料管理方面仍然面临许多挑战，燃料验收、接卸、煤场管理、配煤等环节普遍存在设备落后、分析手段不足、管理手段有限等问题，这不仅导致燃料生产和管理的自动化和智能化水平有限，还导致工作效率低、人力成本高以及人为因素带来的潜在风险。因此，智能燃料管理系统的研究对于提高电厂燃料管理水平、降低生产成本、提高经济效益具有迫切的现实意义，通过智能管理系统的应用，实现了对燃料全过程的精确监控和高效管理，为电厂的可持续发展提供了有力保障。

关 键 词：电厂；燃料智能化管理系统；架构设计；技术实现

Architecture Design and Technical Implementation of Intelligent Fuel Management System for Power Plants

Zhao Yunliang¹, Yang Dawei¹, Liu Shixiang¹, Fang Lei², Jia Zhizhong²

1. China Coal Jingyuan Power Generation Co., Ltd. Baiyin, Gansu 730900

2. Inner Mongolia Hohhot Lixin Electric Technology Co., Ltd. Hohhot, Inner Mongolia 010011

Abstract： In recent years, with the continuous growth of electricity demand and the continuous optimization of energy structure, power plants still occupy an important position in power supply. Most power plants still face many challenges in fuel management, such as outdated equipment, insufficient analysis methods, and limited management methods in fuel acceptance, unloading, coal yard management, and coal blending. This not only leads to limited automation and intelligence levels in fuel production and management, but also results in low work efficiency, high labor costs, and potential risks caused by human factors. Therefore, the research on intelligent fuel management systems has urgent practical significance for improving the fuel management level of power plants, reducing production costs, and improving economic benefits. Through the application of intelligent management systems, precise monitoring and efficient management of the entire fuel process have been achieved, providing strong guarantees for the sustainable development of power plants.

Keywords： power plant; fuel intelligent management system; architecture design; technical implementation

引言

本文针对电厂燃料管理中存在的问题，提出了一种基于现代智能技术的智能燃料管理系统，该系统综合应用信息处理、自动控制、识别、感知等技术，实现了进厂煤的识别、质量验收、转运卸载、煤场管理、配煤展示等全过程、全周期、全方位的智能控制。系统架构设计清晰合理，技术先进可行，可显著提高燃料管理的精细化和自动化水平，该系统还具有较高的可靠性和实用性，可为电厂降本增效提供有力支持，通过本文的研究，可以为智能燃料管理系统在电厂的推广应用提供有益的参考。

一、系统架构设计

（一）智能感知和数据采集层

智能传感与数据采集层是智能燃油管理系统的基石，负责全面准确地捕捉燃油管理各个环节的关键信息，该层通过部署先进的传感器网络和物联网技术，实现了对煤炭进厂、质量验收、转运卸车、煤场储存、配煤展示全过程的实时监控，有各种传感

器，包括但不限于温度传感器、湿度传感器、重量传感器、图像识别相机等。可以精确测量燃料的各种物理和化学参数，如温度、湿度、重量、粒度、热值等，利用车辆识别技术和二维码技术，实现了煤炭从进厂到消耗的全程追溯，保证了燃料信息的准确和完整。^[1]在数据采集方面，该层采用高效的数据传输协议和加密算法，保证数据的实时性、安全性和可靠性。通过构建分布式数据库，实现了海量数据的存储和管理，为后续的数据分析和决

作者简介：赵运亮（1973.06—），男，汉族，山西芮城人，本科，工程师，研究方向：电站运行调整。

策提供了坚实的基础，该层还具有数据预处理的功能，可以对原始数据进行清洗、整合和格式化，为后续的数据挖掘和智能分析提供更加规范和优质的数据源。

（二）数据分析和智能决策层

基于大数据技术和人工智能技术，对采集的燃料数据进行深度挖掘和分析，为电厂燃料管理提供科学依据和智能决策支持，该层通过构建复杂的数据模型，实现煤质、库存状况、配煤方案等多维度、多层次的数据分析。在煤质分析方面，该层可以实时监测煤炭的各项质量指标，如发热量、灰分、硫分等，根据历史数据和行业标准对煤炭质量进行综合评价和预警。在库存分析方面，该层可以实时显示煤场的库存分布、库存数量和库存周期，为电厂的库存管理和采购计划提供决策依据。在配煤方案优化中，该层可以根据煤质和锅炉运行要求帮助运行调整配煤比例和配煤策略，实现锅炉的高效、稳定、环保运行，该层还具有自学习和优化功能，可以不断从数据中学习新的规律和模式，优化分析模型和决策算法，提高系统的智能水平和决策精度。^[2]

（三）自动化控制和执行层

自动控制和执行层负责将数据分析和智能决策层的结果转化为具体的操作指令，实现燃油管理各个环节的自动控制，该层通过集成先进的自动控制系统和智能执行器，如 PLC（可编程逻辑控制器）、DCS（分布式控制系统）、智能机器人等，实现煤炭进厂、质量验收、转运卸车、煤场储存、配煤展示全过程的自动化操作。该层可以在煤炭进厂、检测等方面自动完成煤炭的称重、取样、检测等过程，通过智能机器人实现煤炭的自动归批制样和化验，大大提高了工作效率和安全性。^[3]在煤场管理方面，该层可以自动展示煤场的现状和库存分布，便于实现煤场的优化管理和高效利用，在配煤掺烧方面，该层可以根据数据分析帮助调整配煤比例和掺烧策略，通过智能控制系统实现对锅炉入炉煤的数据检测。此外，该层还具有故障预警和应急处理功能，可以实时监测设备的运行状态和参数变化，及时发现和处理潜在的故障和异常情况，保证燃料管理系统的稳定运行和安全生产。

二、技术实现

（一）物联网和大数据融合技术

在智能燃油管理系统中，物联网和大数据的融合技术是实现智能感知和数据采集的关键，物联网技术通过部署各种传感器、智运盒、摄像头等物联网设备，构建覆盖煤炭燃烧全生命周期的物联网网络，这些设备可以实时采集煤炭的水分、湿度、重量、图像等关键信息，并通过无线网络传输到数据中心。^[4]大数据融合技术负责对这些海量数据进行整合、清洗、分析和挖掘，通过建立分布式数据库和大数据处理平台，系统可以高效地存储和管理这些数据，并使用数据挖掘算法和机器学习模型从数据中提取有价值的信息和规则，这些信息不仅用于实时监测和预警，还为后续的智能决策和自动控制提供了科学依据。物联网与大数据融合技术的结合，使得智能燃料管理系统能够实现对煤炭燃烧全生命周期的精确监控和高效管理，该系统通过实时监测燃煤的参数和

状态，及时发现潜在的问题和风险，为电厂的燃料管理提供有力的支持。

（二）人工智能和机器学习算法

通过构建基于深度学习和神经网络的智能模型，系统可以自动学习和识别煤燃烧的特征和质量指标，这些模型可以根据历史数据和行业标准对燃煤质量进行综合评价和预警，为电厂采购和库存管理提供决策依据。^[5]此外，人工智能和机器学习算法也可用于优化配煤方案和配煤燃烧策略，该系统通过分析煤质与库存分布，为运行调整配煤比例和配煤策略提供依据，实现锅炉高效、稳定、环保运行。系统具备智能配煤掺烧策略功能，进一步利用后不仅可以提高锅炉的燃烧效率，还可以减少污染物的排放，达到节能减排的目的。人工智能和机器学习算法的应用使燃料智能管理系统具有自学习和优化能力，系统通过不断从数据中学习新的规律和模式，不断优化分析模型和决策算法，提高智能水平和决策准确率。

（三）自动控制系统和智能执行器

自动控制系统采用先进的 PLC、DCS 等技术，可实现煤炭进厂、质量验收、转运卸车、煤场储存、煤样管理全过程的自动控制。^[6]智能执行器包括智能机器人、自动输送设备、智能存样、智能化验等，能根据自动控制系统的指令自动完成自动计量、采样、煤样转运和化验等操作，这些智能执行器不仅提高了工作效率和安全性，还减少了人为干预和人为错误，为电厂燃料管理提供了有力支持。自动控制系统和智能执行器的结合，使燃料智能管理系统实现了燃煤全生命周期的自动控制和管理，该系统通过实时监控和自动控制，确保煤炭的储存、保管、保管和配煤各环节符合规定的要求和标准，为电厂燃料管理提供了可靠保障。

（四）网络安全和数据保护技术

因为系统涉及到很多敏感信息和数据，比如煤质、库存状况、采购计划等，必须采取严格的网络安全措施和数据保护措施，网络安全技术包括防火墙、入侵检测系统、安全审计系统等，可以实时监控和防御外部网络攻击和威胁，通过构建安全的网络通信协议和加密机制，系统可以保证数据传输和存储的安全性和保密性。数据保护技术包括数据备份、恢复和容灾，通过定期备份和存储关键数据，系统可以在出现故障或数据丢失时及时恢复数据，保证系统的连续性和稳定性，通过建设容灾备份系统，在出现严重故障或灾难时，系统可以快速切换到备份系统，保证业务连续性和数据完整性。随着网络安全和数据保护技术的应用，智能燃料管理系统能够保证数据的安全性和保密性，为电厂燃料管理提供了可靠的保障，这些技术还可以提高系统的可靠性和稳定性，保证系统的正常运行和业务连续性。^[7]

三、可靠性研究和措施

（一）组件冗余设计和容错机制

组件冗余设计和容错机制在智能燃油管理系统中起着至关重要的作用，它们共同构成了系统稳定运行的坚实防线，这种策略不仅需要在设计阶段充分考虑各种可能的故障场景，还需要在实

际运行中不断验证和优化。组件冗余设计是指在系统中增加具有相同功能的额外组件，以便当主组件出现故障时，备用组件可以立即接管工作，这种设计可以大大提高系统的可用性和可靠性。在智能燃料管理系统中，这通常体现在取样器、分析仪、传送带等关键设备的双备份或多备份，容错机制是在系统运行过程中能够自动检测错误、纠正错误或采取补救措施以防止错误扩散的机制，它通常包括错误检测、错误隔离、错误恢复等步骤。^[8]以“国家能源集团智能燃料升级项目”为例，该项目在燃料接收、储存、制备、测试、分析等各个环节都采用了组件冗余设计。比如在燃煤取样环节，系统配备了双取样设备。当一台设备出现故障时，另一台设备可以立即启动，也可双侧同步工作，以保证采样工作的连续性和准确性，系统还引入了先进的容错机制，如智能诊断模块，可实时监控设备运行状态，发现异常立即触发预警，并自动调整设备参数或切换至备用设备，有效避免设备故障造成的系统中断。此外，项目还通过模拟各种故障场景，对系统的冗余设计和容错机制进行全面测试和优化。例如，通过模拟采样设备故障、传输带断裂等场景，验证系统在不同故障情况下的响应速度和恢复能力，这些测试不仅提高了系统的可靠性，也为后续的系统维护和优化提供了宝贵的经验。^[9]

（二）实时监控系统和智能预警

实时监控系统和智能预警是智能燃油管理系统不可或缺的重要组成部分，能够实时感知系统的运行状态，及时发现和处理潜在的问题，从而保证系统的稳定运行。实时监控系统通过采集和分析系统各环节的实时数据，可以全面反映系统的运行状态，这些数据包括但不限于燃料质量、库存、设备运行状态、环境温度和湿

度等，通过对这些数据的实时监控和分析，系统可以及时发现和处理潜在的问题，如燃油质量异常和设备故障等。智能预警系统是基于实时监控系統采集的数据，通过预设的规则和算法，快速分析判断异常数据，并发出预警信号，这些预警信号可以是声、光、短信、邮件等多种形式，以便管理者及时得到预警信息，采取相应的处理措施。以“华电集团智能燃料管理平台”为例，该平台通过部署实时监控系統，实现对燃料接收、储存、制备、检测、分析的全方位监控，该系统可以实时监测燃料的质量指标，如灰分、水分、挥发分等。一旦发现异常，会立即触发预警机制，提醒管理者进行审查和处理，平台还通过智能预警系統对设备运行状态进行实时监控和预警，比如当设备温度异常升高或振动异常时，系统会立即发出预警信号，并推荐相应的处理措施，如停机检查、更换配件等。^[10]此外，平台通过不断学习和优化预警规则和算法，提高预警的准确性和及时性，比如，通过引入机器学习算法，系统可以自动学习历史数据和故障模式，从而更准确地判断当前数据的异常情况，给出更合理的预警建议。

四、结语

智能化管理系統的应用显著提高了电厂燃料管理的效率和准确性，降低了运营成本，提升了电厂的经济效益，展望未来，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，电厂燃料智能化管理系統将进一步优化和完善。将继续关注电厂运营管理的最新趋势和需求，不断提升系统的智能化水平和用户体验，还将加强与其他先进技术的融合应用，推动电厂燃料管理向更高层次发展。

参考文献

- [1]王明莉,张丽. 基于物联网技术的电厂燃料智能化管理系統设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2022,(7):60-64.
- [2]李华夏,赵小勇. 电厂燃料消耗预测与库存优化研究[J]. 电力科学与工程, 2021,37(3):67-72.
- [3]刘晓军. 大数据在电厂燃料管理中的应用与实践[J]. 信息技术, 2020,(9):135-139.
- [4]张江涛,陈洁. 基于云计算的电厂燃料数据存储与安全管理[J]. 计算机与网络, 2019,45(11):78-82.
- [5]郭晓,马琳. 电厂燃料智能化管理系統的设计与实施[D]. 成都:西南交通大学, 2018.
- [6]付高见,沈思贤,涂攀,等. 基于DCS控制的燃料智能化管理系統分析与应用[J]. 电气技术与经济, 2023,(07):86-90.
- [7]邓卫梅. 火电厂智慧燃料管控制系統浅析[J]. 电气技术与经济, 2022,(05):94-95+99.
- [8]江建亚. 火力发电企业燃料管理信息化应用探析[J]. 企业改革与管理, 2023,(06):40-41.
- [9]王铮. 发电厂的燃料采制智能化管理分析[J]. 集成电路应用, 2022,39(11):288-290
- [10]孙洪江. 燃料智能化实现的功能及应用分析[J]. 中国高新技术企业, 2016,(36):61-62.