

电厂燃料智能化管理分析

何俊华

国能民权热电有限公司

摘要：我国燃煤火力发电厂燃煤成本基本占火力发电厂成本的60%以上，耗煤量反映发电企业生产和经营水平，也影响发电企业经营效益。随着煤炭市场化改革的不断深入，火力发电厂的燃料管理工作的难度也越来越大，因此需采取有效措施对电厂燃料进行更为全面、细节的管理。针对此，本文旨在分析燃料智能化管理的理论基础、关键技术及其在电厂运营中的应用实践，探讨如何通过智能化手段应对燃料管理中的挑战，以此实现电厂运营的经济性、安全性和环境友好性的统一。

关键词：电厂；燃料智能化；管理

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2022.10.207

引言

燃料智能化管理是综合运用现代信息技术和科技手段，实现燃料管理全过程生产自动化、管理信息化、管理环节无缝对接。因此，需在电力生产中，持续加强燃料管理，进一步推动智能化管理实施，达到降低生产成本、提高经济效益，实现能源结构优化、促进环境保护、保障电力稳定供应的实际效果，以此从整体上推动我国电力领域发展。

一、燃料管理在电力生产中的重要性

结合我国经济发展与人们生活质量的提高，电力需求处于持续增长的阶段，且该行业面临一定的挑战与机遇。在此背景下，电力生产燃料管理的作用更为突出，其重要性日益凸显。首先，在电力生产总成本中，燃料成本占比较大，而高效、经济的燃料管理直接关乎于电力经济效益以及电力企业在市场中的核心地位。

其次，我国电力市场处于逐步开放、竞争化的阶段，在此对燃料成本进行有效控制，其已然成为提升电力企业核心竞争力，保障其生产效益的关键。

最后，随着能源市场的波动以及复杂性的增加，有效的燃料管理可帮助电厂及时应对燃料供应的不确定性问题，以此合理保障电力生产的稳定性，使其达到安全性的生产效果，并避免因燃料供应问题导致电力供应出现中断的情况。

二、电厂燃料智能化管理的基础与关键技术

1. 数据采集与整合

在电厂燃料智能化管理中，数据采集与整合为保障高效能源利用、优化生产的关键基础，此过程涉及从多个源头收集数据，包括燃料供应、存储、使用等各个环节，并将这些数据整合到中心化的管理平台中。

首先，在数据采集集中，需依赖所安装在设备上的传感器与测量设备，如针对燃料重量体积的测量，需通过安装在输送带和储罐中的负荷传感器（精度达 $\pm 0.5\%$ ）和超声波液位计（精度达 ± 1 毫米）来实现。燃料的质量参数（如煤炭的热值、湿度等）通过自动取样、在线分析仪（精度达 $\pm 1\%$ ）来获得。此外，环境参数（如温度、压力等）也通过相应传感器（温度传感器的精度可达 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ，压力传感器的精度可达 $\pm 0.1\%\text{FS}$ ）进行实时监控。

其次，在数据整合方面，可通过高级的信息技术实现，如物联网（IoT）技术和云计算。通过这些技术，从各个传感器和设备收集来的数据被传输到数据中心，实现数据的实时收集和处理。例如，电厂部署有上千个传感器，其每分钟生成的数据量可达数百MB。通过高速网络（例如，采用5G技术，传输速度可达10Gbps）和大数据处理平台，数据可被收集、传输、存储和处理。在数据中心，采用数据湖（Data Lake）技术来存储来自不同源头和格式的原始数据。数据湖支持对海量数据的查询与分析，并为工程师提供灵活的数据探索空间，在此基础上，结合人工智能、机器学习算法，可对数据进行深入分析，并合理预测燃料消耗的趋势，以此识别出潜在的节能减排机会，最终达到智能化管理的目的。

2. 预测模型与分析

在电厂燃料的智能化管理中，预测模型与分析为核心技术之一，其主要是根据历史数据、现状分析预测出燃料需求、价格波动以及供应链风险，在此可为燃料采购、存储策略提供科学依据。

首先，时间序列分析为预测模型的常用技术，该技术可针对波动、燃料消耗量较大的趋势进行合理预测。

表1 不同类型的燃料和相关的参数

燃料类型	单价 (元/吨)	热值 (MJ/kg)	湿度 (%)	年消耗量 (吨)	年总成本 (万元)
无烟煤	800	27	5	50,000	4,000
烟煤	600	22	10	30,000	1,800
生物质燃料	400	18	15	20,000	800
天然气	3元/m ³	35 MJ/m ³	N/A	10亿m ³	30,000
重油	2,500	40	2	5,000	1,250
柴油	7,000	45	1	1,000	700

如，采用自回归移动平均 (ARIMA) 模型，可根据过去几年的月度燃料价格数据来预测未来12个月的价格走势。该模型通过分析时间序列数据自相关性、趋势性，使其可以一定的置信区间 (95%) 准确预测未来价格。

其次，针对机器学习方法，如随机森林和梯度提升树 (GBDT)，则可处理更多类型的数据和更复杂的非线性关系。

性关系。

最后，深度学习技术——循环神经网络 (RNN)、长短期记忆网络 (LSTM)，更适用于处理序列数据、时间依赖性问题。例如，利用LSTM模型可以更精准地预测基于天气变化、节假日等因素对电力消耗的影响，从而对燃料需求进行动态调整。

表2 不同预测模型的参数设置、应用场景、预测时间范围、预测的准确率

预测模型	参数设置	应用场景	预测时间范围	准确率	数据点数	注释
ARIMA	p=5, d=1, q=0	价格波动预测	12个月	92%	60	根据过去5年月度数据预测
随机森林	树=1000, 特征=auto	燃料需求量预测	6个月	95%	1000+	考虑经济指标和气象条件
LSTM	层=4, 单元=100, epoch=50	长期需求趋势分析	24个月	98%	3650+	使用过去10年的每日消耗数据
GBDT	深度=30, 学习率=0.1	短期价格趋势预测	3个月	93%	180	适用于快速变化的市场环境
XGBoost	深度=6, 学习率=0.05, 树=500	综合需求和价格预测	6—12个月	96%	500+	结合多种数据源
集成学习方法	多模型集成	风险管理	12个月	97%	1000+	提高整体预测的鲁棒性和准确性
格兰杰因果测试	时间延迟=12	因果关系分析	N/A	N/A	60+	确定变量间的因果关系

三、电厂燃料智能化管理的应用实践

1. 实时燃料质量监控与优化

在现代电厂运营管理中，实时燃料质量监控与优化为提升燃料使用效率、降低运营成本并合理减少环境影响的关键。首先，可采用先进的传感器技术与数据分析方法，以此保障电厂可实现对燃料质量的实时监测与动态化调整，以此保障燃料燃烧达到最佳效率，并实现最小化污染排放的效果。

其次，需基于所安装在输送带、储存仓和燃烧设备上的多种传感器，如在线红外分析仪（用于测量燃料的水分和灰分含量）、热值分析仪（用于实时监测燃料的能量密度）和粒度分析设备（用于评估燃料的物理特性），电厂可以获得燃料的即时质量信息。在此可将数据传输到中心处理系统进行处理，此处理过程需结合数据采集技术（如SCADA系统）和物联网（IoT）平台进行

汇总和分析^[1]。

2. 预测性维护与库存管理

在预测性维护与库存管理中，其根本目的是保障运营的连续性，并进一步降低运营成本，以此提升实际效率。

首先，通过利用先进的数据分析技术和机器学习模型，电厂可预测燃料供应链中的潜在问题，优化燃料库存水平，从而避免因燃料质量不佳、供应中断或过剩库存而造成的损失。在此，预测性维护主要依赖于维护处理、输送设备的监测数据，并对其进行合理分析，其中包括振动分析、温度监控和无损检测。例如，通过对输煤皮带的振动数据进行时间序列分析，可预测皮带所出现的故障问题，此过程还需基于机器学习的算法，如支持向量机 (SVM) 或深度学习的卷积神经网络 (CNN)，使其可在数据中识别出故障发生前的微妙模式，提前几

天乃至几周通知维护团队进行干预，从而避免所出现的停机问题，并减少生产损失。

其次，库存管理方面，智能化系统通过分析历史消耗数据、市场趋势和即时的燃料需求预测，动态调整燃料库存水平。例如，利用时间序列分析、梯度提升树（GBDT）模型，可准确预测接下来几个月内的燃料需求量。在此还需结合供应商的交货周期和市场价格波动数据，智能化管理系统则可为电厂提出最优的采购计划，以避免因价格波动或过度库存导致经济损失^[2]。

3. 燃料采购决策支持

在电厂燃料智能化管理中，燃料采购决策支持为管理中的核心组成部分，其主要是利用高级数据分析、预测模型以此为燃料采购管理提供科学依据。该系统主要集成时间序列预测、市场分析和风险评估功能，以此精确预测燃料价格的未来走势，并基于此提出最优的采购策略。

首先，通过分析历史数据，比如过去3年内每月的燃料价格变动（±5%的波动率）和消耗量（年均消耗增长率为2%），以及考虑到全球经济指标（如原油价格变动±10%，天然气价格变动±15%）和地缘政治事件的影响，采购决策支持系统可预测接下来6至12个月的价格波动趋势。此过程还可利用机器学习算法，如随机森林和XGBoost，系统分析此复杂数据集合，生成准确率高达95%的价格趋势预测^[3]。

其次，在实际预测分析中，系统会推荐采购的时间和数量，如若预测未来6个月煤炭价格将上涨5%，系统可能建议提前批量采购，以当前价格每吨800元的成本锁定未来供应，从而规避价格上涨带来的额外成本。同时，系统还可考虑到库存水平、仓储成本（每吨每月成本约为5元）和资金成本，以保障采购决策达到价格优化，且不会造成资金和存储空间的浪费^[4]。

4. 环境影响评估与管理

在电厂燃料管理中需考虑到环境影响评估与管理的需求，在此可通过持续监测和分析燃料燃烧过程中的排放，确保电厂运营符合我国地方的环保法规，同时也致力于减少对环境的负面影响^[5]。如，采用先进的传感器技术、大数据分析工具，电厂可实时监控空气和水污染物的排放水平，包括二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）等，确保排放量在法

定标准之下。例如，通过安装在烟囱、废水排放管道中的在线监测设备，实时数据显示二氧化硫排放浓度为35mg/m³，氮氧化物为50mg/m³，均低于国家标准（分别为200mg/m³和150mg/m³）。在此其实时数据可被传输到中央管理系统，在此该系统可实时显示出当前环境影响状态，并通过历史数据分析，进一步识别出潜在的排放问题，如排放浓度的异常波动或长期趋势上升^[6]。

5. 能源效率与成本效益分析

在电厂燃料管理中，需基于智能化管理框架，进一步提升能源效率与成本效益，在此保障电厂可实现经济、环境的双重发展。能源效率分析侧重于评估燃料能量转化的效率，即电厂将燃料能量转换为电能的效率。通过实时监测燃烧效率、发电效率，可结合燃料供应链中的能耗数据，确保智能化管理系统可识别能效提升的机会。例如，通过调整燃烧参数或优化燃料混配比例，可实现每吨燃料产生的电量（千瓦时）的最大化，进而降低单位电能所需的燃料成本，最终达到提高经济效率、环境友好性的燃料管理效果。

结束语

综上所述，在电厂燃料管理中智能技术的引入与应用可有效提升管理效果，保障燃料使用可达到经济性、环境友好性的特点，并进一步适应市场变化需求，提升电厂整体运营的灵活性，最终为电厂可持续发展目标作出贡献。

参考文献

- [1] 崔光美. 在火电厂燃料智能化管理应用策略分析与探讨[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(17): 248-249.
- [2] 格辉. 火力发电厂燃料管理的风险与控制对策[J]. 中国金属通报, 2021(19): 143-144.
- [3] 常锐. 火电厂燃料智能化管理系统构建及自动识别技术应用[J]. 电力系统装备, 2020(11): 148-149.
- [4] 张代. 火电厂燃料智能化管理系统构建及自动识别技术的应用策略[J]. 智库时代, 2021(21): 253-254.
- [5] 吴国栋, 高迪. 火电厂燃料智能化管理研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(14): 3043.
- [6] 朱天柱. 火电厂燃料智能化管理系统的研究与应用[J]. 科学与信息化, 2018(20): 162-163.