

# Design and Application Practice of Intelligent Fuel Management System for Coal-Fired Thermal Power Plants

Xingguo Wang Xuejun Zhou

Dazhou Xingchuan Energy Co., Ltd., Dazhou, Sichuan, 635000, China

## Abstract

Fuel cost accounts for over 70% of the total cost of coal-fired power plants, and the level of fuel control directly affects the economic benefits, safe and stable operation, and environmental compliance of power plants. This article takes the expansion project of Dazhou Power Plant as the research background, and focuses on the existing problems of low efficiency and inaccurate control in coal-fired power fuel management. It studies the design and application of an intelligent control system for coal-fired power fuel. By studying the current situation of fuel control and the significance of intelligent control, intelligent design strategies are proposed from various aspects such as procurement, transportation, entry, storage, and coal blending. A set of intelligent control systems integrating procurement, transportation, entry, storage, and coal blending is constructed, hoping to provide support for the green and low-carbon development of coal-fired power enterprises.

## Keywords

coal-fired power fuel; Intelligent control system; Design; Application Practice

## 燃煤火电燃料智能化管控系统的设计与应用实践

王兴国 周学均

达州兴川能源有限公司, 中国·四川达州 635000

## 摘要

燃料成本在燃煤火电企业的总成本中所占比例超过70%，燃料管控水平的好坏直接影响电厂经济效益、安全稳定运行和环保达标能力。本文以达州电厂扩建项目为研究背景，以燃煤火电燃料管理存在的效率低、管控不精准等现存问题为研究对象，对燃煤火电燃料智能化管控系统的设计与应用进行研究。通过研究燃料管控现状和智能化管控的意义，提出从采购、运输、入厂、存储、配煤等各个方面入手的智能化设计策略，构造出一套集采购、运输、入厂、存储、配煤为一体的智能化管控系统，希望为燃煤火电企业绿色低碳发展提供支持。

## 关键词

燃煤火电燃料；智能化管控系统；设计；应用实践

## 1 引言

“双碳”目标之下，燃煤火电行业要应对的是节能降碳、提质增效这双重的压力。燃料是燃煤火电的主要生产资料，管理流程复杂，传统的人工及半自动化管控模式已经不能适应现代电厂高效、精准、低碳的运行要求，经常出现煤质波动大、配煤精度不够、成本核算不准等问题。达州电厂按照本期建设 $2 \times 1000\text{MW}$ 燃煤机组、规划 $4 \times 1000\text{MW}$ 机组的规模进行建设，配备烟气脱硫、脱硝装置，燃料为省外设计煤种和本地与省外3:7比例校核混煤，燃料管控难度大。本文对燃料智能化控制系统的设计思路与使用方法做了系统的论述，给火电行业的燃料管理智能化更新提供实践经验。

【作者简介】王兴国（1987-），男，中国山东济宁人，本科，工程师，从事智慧燃料研究。

## 2 燃煤火电燃料管控现状分析

### 2.1 传统燃料管控模式效率低下

目前大部分燃煤火电企业仍然使用传统的燃料管理方法，各个环节都是人工操作、纸质记录，信息传递不及时容易产生误差。燃料入厂环节中人工核对运煤车辆信息、手动检测煤质指标耗时较长且容易受人为因素影响，造成检测结果不准确；在存储环节人工巡查煤场库存、记录煤堆位置与煤质信息，不能实时掌握煤场的动态，容易发生煤堆混杂、库存盘点不准确的情况；配煤环节里人工依据经验调节配煤比例，不能精准地满足机组燃烧的要求，造成机组燃烧效率低，耗能增加。老旧电厂燃料入厂验收一辆车要30分钟以上，配煤比例误差往往大于5%，严重阻碍了电厂生产效率[1]。从达州电厂规划的大规模火车运煤接卸模式来看，传统的控制方式很难匹配它的2800t/h卸煤能力，很容易造成接卸拥堵、效率低下等问题。

## 2.2 燃料管理信息化程度不足

虽然一些火电企业已经引进了简单的信息化管理系统,但大多是分散式的,各系统间数据不能互通、信息孤岛严重。采购管理系统、煤质检测系统、库存管理系统等各自独立运行,不能实现燃料数据的全程追溯和共享。分散化的信息化管理模式造成电厂管理层无法全面、实时掌握燃料流转全流程的信息,不能给燃料采购决策、配煤优化、成本核算提供准确的数据支撑。数据录入大多依靠人工操作,容易造成数据出错、更新滞后等问题,从而影响燃料管理的科学性、精确性 [2]。这与达州电厂需要实现翻车机、带式输送机、采样计量设备等多设备协同管控的要求相悖,不能满足其“1个管控中心、3个集中管控”的建设要求。

## 2.3 煤质管控精准度有待提升

煤质决定机组燃烧效率、能耗、污染物排放等,但是目前大部分火电企业煤质控制存在诸多不足。一方面煤质检测样本代表性不足,传统的检测方式大多是单点、抽样检测,不能全面反映整批燃料的煤质情况,容易出现以偏概全的问题;另一方面煤质检测结果反馈滞后,不能及时指导配煤环节的调整,造成配煤方案与实际煤质不符。对于采用混煤燃烧的电厂来说,煤质波动的精准控制难度更大,混配比例不合理会直接影响到机组的燃烧稳定性,加大脱硫、脱硝装置的运行压力 [3]。达州电厂校核煤种必须严格按照本地煤与省外煤 3 比 7 的比例进行混配,传统的管控模式不能满足其高精度混配的要求,也不能满足其入厂、入炉双环节采样检测的标准化要求。

## 2.4 达州电厂燃料管控现状及挑战

达州电厂本期建设 2×1000MW 燃煤机组,规划 4×1000MW 机组,厂址位于达州市达川区石梯镇愉活村,距达州市区约 30km,距石梯镇约 1.2km,2025 年 8 月开工,2027 年投运两台机组。该项目燃料具有特殊性,设计煤种全部为省外煤,校核煤种采用本地煤和省外煤 3:7 混合。同时电厂来煤以火车煤为主,自巴达铁路石梯站接轨设企业站,配置 1 套双车翻车机系统,卸煤能力 2800t/h,年接卸能力 500 万吨,输煤系统采用多线路带式输送机布局,入厂煤在 2 号带式输送机中部设 2 套采样装置,入炉煤在 6 号带式输送机中部设 2 套采样及计量装置。目前达州电厂处于建设筹备阶段,燃料管控体系还没有完全建立起来,存在诸多挑战,一是省外煤采购运输距离远,依靠铁路专用线的运输链路长,燃料供应链管控难度大,需要精准匹配翻车机接卸能力与运输进度,同步把控燃料质量;二是校核煤种混配比例要求高,传统的混配方式难以保证 3:7 的比例;三是现有的分散管控模式不能实现火车接卸、输煤、采样、计量等各个环节的协同,不能满足人与煤样、人与数据双隔离的智能化要求。

## 3 燃煤火电燃料智能化管控的实践意义

### 3.1 降低燃料成本,提升企业经济效益

燃料成本占燃煤火电企业总成本的 70% 以上,使用燃料智能化管控系统,可以对燃料管理全过程实行精细化管理,从而达到降低燃料成本的目的。采购时系统可以根据市场煤价波动、机组燃烧需求等数据来准确预测燃料需求量,进而优化采购方案,降低采购成本;运输过程中依靠 GPS 定位技术对运煤火车轨迹进行实时跟踪,结合企业站接卸能力优化运输调度,改良运输路线,削减运输损耗和延误成本;入厂验收时通过 2 号带中部的智能采样装置和在线检测设备自动化检测煤质指标,防止劣质煤入厂引发的经济损失;配煤时精确控制 3:7 混配比例,提高燃烧效率,降低煤耗。智能燃料控制系统能削减火电企业燃料成本 3%~5%,可以有效地提升火电企业的经济效益 [4]。对达州电厂来说,该系统可以与 2800t/h 卸煤能力相匹配,不会出现由于接卸不畅造成的时间和成本浪费,进而放大经济效益。

### 3.2 提升管控精准度,保障机组安全稳定运行

燃料智能化管控系统依靠物联网、大数据、人工智能这些先进技术,可以对燃料流通过程实施实时监控并加以精确控制。煤质控制上系统依托入厂、入炉双环节的智能采样装置,采取多点检测、实时分析的方法来全面而准确的掌握煤质指标,给配煤改善提供精确的数据支撑;配煤环节按照机组燃烧特性和煤质数据,自动优化配煤方案,保证入炉煤质稳定,防止由于煤质波动造成的机组负荷波动、设备磨损等问题出现;存储环节通过全封闭条形煤场内的三维激光盘煤装置和安全监测装置,对煤堆温度、可燃有毒气体浓度等参数进行实时监控,及时发现煤堆自燃等安全隐患,保证煤场安全;接卸输煤环节实现翻车机、带式输送机的联动控制,避免设备协同不畅造成的故障。精准控制能够提高机组运行稳定性、安全性,减少非计划停机的概率。

## 4 燃煤火电燃料智能化管控系统的应用与设计策略

### 4.1 系统总体架构设计

按照达州电厂 1 个管控中心、3 个集中管控的建设要求,燃煤火电燃料智能化管控系统采用云、边、端三层架构的设计思想,对数据采集、传输、分析、应用的全过程实施全方位覆盖,严格按照 GB50311-2007 等信息化标准以及电力行业网络安全规范执行。边缘层主要是对现场数据进行采集和初步处理,在火车企业站、翻车机室、2 号及 6 号带式输送机采样点、全封闭煤场等现场设置智能检测设备(煤质在线检测装置、红外测温仪等)、物联网终端、边缘计算节点等,实时获取火车车号、煤质指标、皮带运行参数、煤场参数、配煤比例等数据,并对数据进行初步过滤和整合,减小数据传输量。网络传输层使用工业以太网等技术来创建一条高速

且稳定线路,从而把边缘层所取得的数据即时并精确的传递给云端平台[5]。云端平台即智慧燃料管控中心,设于电厂新建的智慧燃料管控楼里,具有数据存储、分析、建模、决策等能力,集成计量、采样、制样、化验等各个环节的管理功能,实现对燃料全流程数据的深入分析和可视化展示,给管理层提供决策支持。

#### 4.2 燃料全流程智能化管控模块设计

按照达州电厂燃料管理需求和火车接卸、输煤系统特点,设计燃料全流程智能化管控模块,包含采购管理、运输跟踪、入厂验收、存储管理、配煤燃烧等五个核心环节,严格匹配设备配置及业务流程要求。采购管理模块根据电厂机组运行需求、煤价变动趋势、煤炭质量等数据,采用大数据分析的方法来预测燃料需求量,得出最优采购方案,对供应商资质、煤炭品质历史数据进行管理,实现采购过程的智能化决策,并预留与集团燃料信息系统的接口。运输跟踪模块采用GPS定位技术、物联网技术实时追踪运煤火车的行驶路线和运输进度,根据企业的站接卸能力来制订接卸计划;用手机APP或者网页向管理人员反馈运输信息;管理人员通过数据分析选择最好的运输路线,提高运输效率、减少损耗。

入厂验收模块可以对燃料入厂进行全程的自动验收,严格按照GB 475-2008标准进行采样。运煤火车到达电厂后通过火车车辆自动识别系统完成车号核对,经动态电子轨道衡完成计量;火车过衡时,系统自动将计量数据与预创建批次匹配归批,生成采样编码;然后火车进入翻车机室卸煤,燃煤经带式输送机输送至2号带中部时,2套中部皮带采样装置自动全断面采样,煤样通过滚筒输送装置直接对接转运至全自动制样系统,煤质在线检测装置实时检测发热量、灰分、硫分等关键指标,检测结果上传云端平台,完成入厂验收的无人化、精确化,避免人为干预。存储管理模块用三维激光扫描技术、GIS地理信息系统创建煤场三维可视化模型,实时监测煤堆的位置、高度、体积等参数,自动生成煤场库存报表;用红外测温仪、气体检测装置等对煤堆的温度、一氧化碳浓度等进行实时监测,及时发现自燃隐患;根据煤质特性、存储时间优化取煤顺序,减少燃料损耗。配煤燃烧模块根据机组燃烧特性、当前煤质数据、负荷需求等用人工智能算法自动优化3:7的混配比例,用智能配煤设备精确控制本地煤和省外煤的给煤量,结合6号带中部入炉煤采样及计量数据,实时校验入炉煤质,保证入炉煤质稳定。

#### 4.3 煤质智能化检测与混配系统设计

按照达州电厂设计煤种为省外煤、校核煤种为本地煤和省外煤3:7混配的特点,结合其采样装置配置,重点设计煤质智能化检测和混配系统。煤质智能化检测系统采用的

是“在线检测+实验室复检”的双重检测方式,严格依照GB/T 19494系列等机械化采样标准。在线检测装置分别安装在2号带(入厂)、6号带(入炉)等重要位置,对煤质的发热量、灰分、硫分、水分等指标进行实时检测,检测数据实时上传到云端平台;实验室复检设置在智慧燃料管控楼内,采用全自动化验系统,自动完成发热量、硫份等指标的检测,主要对在线检测结果有偏差或者特殊煤种进行复检,保证煤质数据的准确性。建立煤质数据库,将历史煤质数据、供应商煤质数据、实时检测数据等整合到一起,给配煤优化、采购决策提供数据支持。

煤质混配系统采用智能控制算法以及精确的执行设备,可以达到校核煤种37%混配比例的精确控制。系统根据实时检测到的本地煤、省外煤的煤质数据,结合机组燃烧需要,自动计算最优混配比例;通过变频调节活化给煤机转速,精确调节两种煤种的给煤量,匹配带式输送机2800t/h额定出力;在混配皮带处设置在线检测装置,实时检测混配后煤质指标,若出现偏差,系统自动调整给煤量,保证混配煤质达标。系统还具有混配方案优化的功能,可以按照煤质的变化情况来动态调节混配参数,保证混配煤质的稳定,并且预留了与输煤程控系统的接口,实现了来煤接卸和混配环节的数据交换。

## 5 结语

综上所述,燃煤火电燃料智能化管控系统的设计与应用,是解决燃煤火电燃料管理痛点、提高电厂管理水平和经济效益的重要途径,对促进火电行业绿色低碳发展和数字化转型有着十分重要的意义。本文根据达州电厂扩建项目具体情况,从系统总体架构、全流程管控模块、煤质检测与混配系统、安全与运维保障等几个方面提出燃料智能化管控系统的设计策略,构建起覆盖燃料采购、运输、入厂、存储、配煤燃烧全流程的智能化管控体系。此系统可以做到燃料管理的精细化、可视化、高效化,从而有效地减少燃料成本,保证机组安全稳定运行,达到污染物排放达标的目的。

### 参考文献

- [1] 侯建军,聂彬宇,吴昊,等. 350 MW超临界火电机组纯凝工况灵活性改造可行性探讨[J].电气时代,2025,(05):58-61.
- [2] 郭洪远,李磊,李晓杰. 现货市场环境下火电燃料管理方式亟待转变[J].中国电力企业管理,2023,(10):82-83.
- [3] 乔玮玮. 当前火电企业燃料成本控制的有效途径[J].商业文化,2021,(28):99-100.
- [4] 张中华. 浅谈火力发电企业燃料管理[J].电子元器件与信息技术,2021,5(01):101-102.
- [5] 王凯杰,朱潘鑫,臧剑南. 火电厂智能燃料全流程一体化发展方向[J].现代制造技术与装备,2020,56(11):29-34.