

基于大数据分析的火电厂集控运行效率提升路径

张晓阳

中电建(崇信)发电有限公司 甘肃 平凉 744206

摘要:火电厂集控运行是保障发电效率与安全的核心环节,当前其效率受设备、运行、环境等因素制约,且大数据应用存在数据质量不均、模型适配不足等问题。本文结合大数据采集、分析及融合技术,调研20家不同规模火电厂现状,挖掘效率提升瓶颈,从大数据体系构建、运行参数优化、设备全生命周期管理及运行管理优化四个维度,提出针对性提升路径,为火电厂集控运行高效化、智能化发展提供理论与实践支撑。

关键词:大数据;火电厂;集控运行;效率提升路径

引言:在新型电力系统构建与“双碳”目标推进背景下,火电厂作为能源供给核心,集控运行效率直接关系到能源利用水平与低碳转型成效。当前多数火电厂集控运行存在老旧设备滞后、参数调节依赖经验、系统协同性差等问题,制约效率提升。大数据技术可打破数据孤岛,实现精准分析,为集控运行优化赋能,基于此,本文深入研究二者融合路径,破解瓶颈,助力火电厂高质量发展。

1 相关理论与技术基础

1.1 火电厂集控运行相关理论

(1)集控运行系统架构与核心功能:火电厂集控运行系统采用“集中监控、分散控制”架构,以集控室为核心,整合锅炉、汽轮机、发电机等主设备的控制单元,实现全厂设备的统一监测与操作。核心功能包括实时数据采集、设备状态监控、自动调节控制、故障报警联动及运行参数优化,可大幅减少人工干预,提升运行稳定性。(2)集控运行效率评价指标体系:评价指标体系涵盖经济性、安全性、稳定性三大维度,核心指标包括供电煤耗、厂用电率、机组负荷率、设备可用率及故障停机时长。其中供电煤耗是核心经济性指标,厂用电率反映自耗能源占比,各项指标相互关联,共同构成集控运行效率的综合评价标准。(3)集控运行效率的影响因素:主要影响因素分为三类:设备因素(设备老化、维护不到位)、运行因素(操作规范性、负荷调整合理性)、环境因素(气温、气压变化)。此外,控制系统精度、参数设置合理性也会直接影响运行效率,需针对性管控各类影响因子。

1.2 大数据分析相关技术

(1)大数据采集与预处理技术:采集技术依托传感器、SCADA系统等设备,实现火电厂运行全参数实时采集,涵盖设备运行数据、环境数据等;预处理技术包括

数据清洗、去噪、归一化,剔除异常数据,统一数据格式,为后续分析奠定高质量数据基础。(2)大数据存储与管理技术:采用分布式存储架构,结合关系型与非关系型数据库,实现海量运行数据的安全存储与高效调取。核心技术包括Hadoop分布式文件系统、NoSQL数据库,可满足高并发、大容量数据的存储与管理需求,保障数据可追溯、可复用。(3)大数据分析数据挖掘算法:核心算法包括聚类分析、回归分析、神经网络等,可实现运行参数关联分析、故障预警预测、效率优化方向挖掘。通过算法模型对海量数据进行深度分析,提炼隐藏规律,为集控运行优化提供数据支撑^[1]。

1.3 大数据与火电厂集控运行的融合机理

(1)大数据对集控运行的赋能作用:大数据技术可打破集控运行的数据孤岛,实现多设备、多参数的协同分析,提升运行决策的科学性;通过实时数据分析实现故障提前预警,减少非计划停机;通过参数优化分析,降低能耗,提升集控运行的经济性与安全性。(2)大数据融合集控运行的关键环节:关键环节包括数据融合(多源运行数据整合)、模型融合(大数据算法与集控控制模型结合)、应用融合(分析结果转化为运行操作指令)。其中数据融合是基础,模型融合是核心,应用融合是关键,三者协同实现大数据与集控运行的深度融合。

2 火电厂集控运行效率现状及大数据应用存在的问题

2.1 火电厂集控运行效率现状调研与分析

(1)调研对象与数据来源:调研选取不同规模(300 MW、600 MW、1000 MW)火电厂共20家,涵盖燃煤、燃气两种主流机组,兼顾东部、中部、西部不同区域电厂。数据来源包括电厂年度运行报表、集控系统实时监测数据、设备维护记录,以及行业统计年鉴,确保调研数据的代表性、全面性和真实性,为现状分析提供可靠支撑。(2)集控运行效率现状分析:当前多数火电厂集

控运行已实现基础自动化控制,大型机组供电煤耗控制在300-320g/kWh,负荷率维持在75%-85%。但不同规模、区域电厂效率差异显著,小型机组效率偏低,部分老旧电厂供电煤耗超330g/kWh;负荷波动较大时,集控系统调节响应滞后,导致效率下降,整体呈现“大型机组较优、小型机组薄弱,新建电厂较好、老旧电厂不足”的格局。(3)效率提升的现存瓶颈:效率提升主要面临三大瓶颈:一是老旧设备改造滞后,部分机组控制系统老化,调节精度不足;二是运行优化依赖人工经验,缺乏科学的数据支撑,参数调整针对性不强;三是各设备系统协同性差,锅炉、汽轮机等主设备运行参数未能实现最优匹配,存在能源浪费现象,难以实现全流程效率最优。

2.2 大数据在集控运行中的应用现状

(1)大数据应用的现有场景:目前大数据在集控运行中的应用集中在三个核心场景:设备状态监测与故障预警,通过分析设备运行数据,提前识别异常隐患;运行参数优化,基于历史数据挖掘最优参数组合,辅助人工调节;能耗分析,统计分析各环节能耗数据,定位能源浪费节点,为节能改造提供方向。(2)现有应用的成效初步分析:大数据应用已取得初步成效:多数应用电厂设备故障停机时长减少15%-20%,故障排查效率提升30%以上;通过参数优化,供电煤耗平均降低3-5g/kWh,厂用电率下降0.3%-0.5%;能耗分析精准定位浪费节点,为节能改造提供了明确方向,有效降低了运行成本,但应用深度和广度仍有待拓展^[2]。

2.3 大数据应用于集控运行效率提升的现存问题

(1)数据采集不全面、质量参差不齐:部分电厂数据采集覆盖范围不足,未实现辅助设备、环境参数等全维度采集;部分老旧传感器精度不足,导致数据失真、缺失,且不同设备采集的数据格式不统一,预处理难度大,影响后续分析结果的准确性。(2)大数据分析模型与实际运行适配性不足:现有分析模型多基于通用场景构建,未充分结合不同电厂机组特性、运行工况差异进行定制化优化,导致模型分析结果与实际运行需求脱节,难以有效指导运行优化,部分模型甚至出现误判、漏判情况。(3)技术人才短缺与系统协同性差:缺乏既掌握火电厂集控运行技术,又精通大数据分析的复合型人才,导致大数据技术难以充分落地;同时,大数据系统与集控控制系统、设备管理系统协同性差,数据无法实现高效互通,形成数据孤岛。(4)数据安全性与隐私保护体系不完善:火电厂集控运行数据涉及生产核心机密,部分电厂未建立完善的数据安全防护体系,存在数据泄露、篡改风险;数据存储、传输、使用等环节缺乏规范管控,未

明确数据安全责任,难以保障数据安全与隐私。

3 基于大数据分析的火电厂集控运行效率提升路径

3.1 构建高质量集控运行大数据体系

(1)拓宽数据采集范围,规范采集流程:打破传统采集局限,将采集范围从锅炉、汽轮机等主设备,延伸至辅助系统、环境参数、燃料特性等全维度,实现集控运行全流程数据覆盖。规范采集标准,统一各设备采集频率、数据格式与接口,升级老旧传感器,选用高精度设备,建立数据校验机制,明确分工,确保数据及时、完整、规范,为大数据分析奠定基础。(2)优化数据预处理,提升数据质量:建立标准化预处理流程,采用插值法、剔除法则等清理数据中的异常值、缺失值与重复值;通过归一化、标准化处理统一数据量纲,消除来源差异。构建数据质量评价指标,对预处理后的数据进行检测,筛选优质数据、剔除无效数据,提升数据纯度,避免低质量数据干扰分析结果,保障分析准确性^[3]。(3)搭建一体化大数据存储与管理平台:整合分布式存储与各类数据库技术,搭建一体化平台,实现海量数据集中存储、高效调取与安全管理。平台需具备高并发、可扩展特性,支持实时与历史数据分类存储,建立分级管理机制,明确存储期限与访问权限;完善备份恢复功能,定期备份数据,防范丢失、篡改风险,实现数据全生命周期可追溯。

3.2 基于大数据的集控运行参数优化路径

(1)基于大数据的运行参数异常识别:依托大数据分析算法,构建运行参数异常识别模型,整合历史正常运行数据与实时监测数据,设定各参数的正常阈值范围,通过对比分析、聚类分析等方法,实时识别参数异常波动,及时发出预警信号。同时,挖掘异常参数与设备故障、效率下降的关联关系,明确异常根源,为运行人员提供精准的异常处置建议,避免因参数异常导致的效率降低和设备故障。(2)大数据驱动的核心参数动态寻优:基于大数据挖掘技术,分析不同工况、不同负荷下集控运行核心参数(如主蒸汽压力、温度、给水流量等)的最优组合,构建核心参数动态寻优模型。结合实时运行数据,动态调整核心参数设置,打破传统固定参数运行模式,实现参数随工况变化的动态适配,减少能源浪费,提升集控运行的经济性;同时,建立寻优结果验证机制,持续优化模型参数,确保寻优效果贴合实际运行需求。(3)多参数协同优化模型的构建与应用:针对集控运行多设备、多参数相互关联的特点,构建多参数协同优化模型,整合锅炉、汽轮机、发电机等主设备运行参数,兼顾经济性、安全性、稳定性三大目标,通过神经网络、遗传算法等大数据算法,实现多参数协同优化。将模型应用于集控运行

调节,实现各设备参数的最优匹配,解决单一参数优化导致的系统失衡问题,提升集控运行全流程效率^[4]。

3.3 基于大数据的设备全生命周期管理路径

(1) 大数据驱动的设备状态监测与故障预警:整合设备运行数据、维护记录、故障数据等多源信息,构建设备状态监测与故障预警模型,通过实时分析设备运行参数的变化趋势,识别设备潜在故障隐患,提前发出预警信号,明确故障类型、位置及严重程度。实现故障从“事后维修”向“事前预警、事中处置”转变,减少非计划停机时间,降低设备故障对运行效率的影响。(2) 基于大数据的设备维护策略优化:基于大数据分析设备运行状态、故障规律及维护效果,打破传统定期维护模式,构建个性化设备维护策略。针对不同设备的运行特性、老化程度,制定差异化维护周期和维护内容,合理分配维护资源,避免过度维护造成的资源浪费和维护不足导致的设备故障,延长设备使用寿命,降低维护成本,保障设备稳定高效运行。(3) 设备老化趋势分析与更新决策支持:通过大数据分析设备长期运行数据,挖掘设备老化规律,构建设备老化趋势预测模型,精准预测设备老化速度和剩余使用寿命。结合设备运行效率、维护成本、节能潜力等因素,为设备更新改造提供科学的决策支持,优先更新老化严重、效率低下、能耗过高的设备,推动设备升级换代,从根本上提升集控运行效率^[5]。

3.4 基于大数据的集控运行管理优化路径

(1) 大数据赋能运行人员绩效优化:基于大数据采集运行人员操作数据、故障处置数据等,构建人员绩效评价体系,量化评价运行人员的操作规范性、故障处置效率、节能操作成效等指标。通过绩效分析,明确人员操作短板,开展针对性培训,提升运行人员的专业技能和操作水平;建立绩效激励机制,鼓励运行人员主动优化操作,提升集控运行效率。(2) 构建大数据驱动的协同调度机制:整合集控运行系统、设备管理系统、燃料

管理系统等多系统数据,构建大数据驱动的协同调度机制,实现各系统、各设备的协同运行。根据电网负荷需求、燃料供应情况、设备运行状态等,动态调整运行计划和调度策略,优化资源配置,避免各系统脱节导致的效率损失,实现集控运行全流程协同高效。(3) 完善基于大数据的效率评价与反馈机制:优化集控运行效率评价指标体系,结合大数据技术,实现评价指标的实时采集、动态分析和精准计算,全面、客观反映集控运行效率水平。建立效率评价反馈机制,及时将评价结果反馈至运行、维护、管理等各环节,针对评价中发现的问题,结合大数据分析制定整改措施,形成“评价-反馈-优化-提升”的闭环管理,持续提升集控运行效率。

结束语

本文围绕大数据分析在火电厂集控运行效率提升中的应用展开研究,明确相关理论基础、现状及现存问题,提出涵盖数据、参数、设备、管理的全方位提升路径。大数据与集控运行深度融合,可有效打破效率瓶颈,降低能耗、减少故障停机。未来需优化分析模型适配性、培育复合型人才、完善数据安全体系,推动集控运行向智能化升级,助力能源行业绿色低碳发展。

参考文献

- [1]曲宗雨.基于大数据分析的火电厂集控运行参数优化研究[J].技术与市场,2024,31(12):93-96.
- [2]刘江,王磊.火电厂集控运行危险点防控[J].中国科技信息,2024,19(16):89-91.
- [3]钱栋伟.能源转型背景下的火电厂集控运行策略研究[J].中国仪器仪表,2024,27(2):40-43.
- [4]张晓峰,刘敏.基于大数据的锅炉燃烧参数优化模型研究[J].热力发电,2024,53(3):112-118.
- [5]陈志远.火电厂辅机协同参数的大数据优化策略[J].电力科学与工程,2023,39(10):78-84.