

智慧电厂在火电厂当中的应用

张 帅

国能平罗发电有限公司 宁夏 石嘴山 753409

摘 要：智慧电厂依托数据采集、智能分析、智能控制等核心技术，贯穿火电厂燃料管理、燃烧、发电、辅助系统及设备运维全流程。通过各环节智慧应用协同与系统整合，实现生产数据实时捕捉、运行决策精准化、设备控制动态化及运维智能化。本文聚焦智慧电厂在火电厂的技术体系构建与应用路径，从技术适配、协同联动、分阶段实施等维度展开分析，为火电厂智能化转型提供技术支撑与实施框架，推动火电厂向高效、低碳、稳定运行方向升级。

关键词：智慧电厂；火电厂；核心技术体系；全流程应用；实施路径

引言：随着能源行业智能化发展浪潮的推进，火电厂作为传统能源生产的重要主体，面临着节能降耗、提升效率、保障安全稳定运行等多重挑战。智慧电厂概念的提出，为火电厂的转型升级提供了新的方向与思路。智慧电厂融合了多种前沿技术，能够实现对火电厂生产运营全流程的精准感知、智能分析与自主调控。深入探讨智慧电厂在火电厂中的应用，对于推动火电厂智能化发展、提高能源利用效率、降低污染物排放具有重要的现实意义。

1 智慧电厂核心技术体系

1.1 数据采集与传输技术

依托传感器、物联网、工业以太网等核心技术，覆盖火电厂发电全流程各关键节点，实现机组运行参数、设备状态参数、环境参数等各类核心数据的实时捕捉与采集^[1]。优化传感器布局与数据采集频率，筛选适配火电厂高温、高压、高粉尘工况的采集设备，减少数据采集偏差，提升数据原始质量。构建高速、稳定的数据传输通道，整合工业以太网的高带宽、低延迟优势与物联网的泛在连接能力，建立数据传输冗余机制，规避数据丢失、延迟等问题，保障采集数据的实时性与准确性。通过数据预处理技术，对采集的原始数据进行去噪、标准化处理，剔除无效数据，形成结构化数据资源，为后续各类智慧应用场景提供坚实、可靠的数据基础，支撑智慧电厂全流程智能化运行。

1.2 智能分析与决策技术

整合大数据、人工智能、机器学习等前沿技术，搭建专业化数据处理与分析平台，对采集的全流程生产数据进行系统化梳理、挖掘与分析。通过机器学习算法训练，挖掘数据背后隐藏的机组运行规律、设备运行特性及各类参数间的内在关联，精准识别生产运行中的潜在异常趋势。基于数据分析结果，实现生产工况的精准研判，针对不同运行场景优化决策逻辑，输出科学合理的

运行调整方案，替代传统经验型决策模式。优化算法模型适配性，结合火电厂生产工艺特点调整分析维度，提升决策建议的针对性与可操作性，为火电厂生产运行、设备运维等环节提供智能化决策支撑，推动火电厂运行决策向精准化、智能化转型。

1.3 智能控制与调控技术

基于智能分析输出的决策结果，集成嵌入式算法、自动控制装置与执行机构，构建全流程智能控制体系，实现火电厂各生产系统、关键设备的精准控制与动态调控。针对机组启停、负荷调节、燃烧过程、烟气处理等核心环节，优化控制算法参数，提升控制响应速度，实现运行参数的动态微调，确保生产流程始终处于最优运行状态。搭建控制闭环机制，实时反馈调控效果，根据反馈数据持续优化控制策略，规避控制偏差，保障生产流程的稳定性与规范性。适配火电厂变工况运行需求，强化控制体系的灵活性，能够根据生产负荷变化、设备运行状态调整调控逻辑，提升火电厂运行的稳定性与经济性。

1.4 可视化监控与协同技术

构建火电厂全流程可视化监控平台，整合数据采集、分析结果，实现生产运行、设备状态、环境参数等各类信息的集中展示与动态更新，直观呈现电厂运行全貌。可视化监控平台能够让运维人员一目了然地了解火电厂的运行情况，及时发现异常。优化可视化展示逻辑，简化操作界面，突出核心运行指标与异常信息，便于运维人员快速掌握电厂运行状态。搭建多系统、多设备协同联动机制，打破各生产系统、设备间的信息壁垒，实现数据互通、指令协同，推动生产、运维、监控等环节高效衔接。优化协同调度逻辑，根据电厂运行需求动态分配系统资源，协调各设备运行节奏，减少系统内耗，提升火电厂整体运营协同效率，为智慧电厂高效运转提供

协同支撑。

2 智慧电厂在火电厂各环节的应用技术

2.1 燃料管理环节智慧应用技术

燃料管理环节智慧应用技术贯穿燃料进场、存储、输送、配比全流程,搭建一体化智慧管控体系^[2]。燃料进场环节采用精准检测技术,对进场燃料的成分、热值等关键指标进行实时检测,筛选合格燃料,从源头保障燃料品质。存储环节构建动态管控体系,通过智能监测设备实时掌握燃料库存数量、堆放状态,优化存储布局,防范燃料受潮、损耗等问题,实现库存动态管控。输送环节依托智能输送设备与路径优化技术,实现燃料精准输送,减少输送过程中的撒漏与能耗浪费。配比环节整合燃料检测数据与发电负荷需求,通过智能算法优化燃料配比方案,根据机组运行工况动态调整配比比例,提升燃料利用效率,降低能耗损耗,为火电厂高效运行筑牢燃料基础。

2.2 燃烧系统智慧应用技术

燃烧系统智慧应用技术聚焦燃烧全流程优化,搭建燃烧工况智能监测体系,实时捕捉燃烧温度、压力、烟气成分等关键参数,精准掌握燃烧状态。基于监测数据,通过智能算法动态优化燃烧参数,适配不同煤种特性与机组负荷需求,合理调整燃烧节奏与供风比例,确保燃烧过程处于最优状态。依托自动调控技术,实现燃烧过程的自主调控,及时纠正燃烧偏差,规避燃烧不充分等问题,既优化燃烧效率、提升能源转化水平,又能有效减少污染物生成与排放,契合火电厂低碳运行需求。

2.3 发电系统智慧应用技术

发电系统智慧应用技术聚焦汽轮发电机组、锅炉等核心发电设备,搭建全流程智能监测体系,实时采集设备运行参数、振动频率等关键信息,精准掌握设备运行状态。通过智能预判技术,挖掘设备运行数据背后的异常趋势,提前识别潜在运行隐患,为设备平稳运行提供保障。基于监测与预判结果,采用精准调控技术,动态调整发电设备运行参数,适配不同运行工况,实现发电系统高效运行,强化设备运行稳定性与可靠性,减少发电中断风险,保障电力持续稳定供应。

2.4 辅助系统智慧应用技术

辅助系统智慧应用技术针对循环水、脱硫脱硝、除灰除尘等辅助系统,开展智能化改造,整合智能控制与监测技术,实现辅助系统自主运行与智能调控。通过实时监测辅助系统运行参数,动态调整运行模式,优化系统运行效率,确保辅助系统与核心生产环节高效衔接。针对脱硫脱硝、除灰除尘系统,优化调控逻辑,精准控

制处理参数,提升环保治理效果;针对循环水系统,优化水量分配与温度调控,保障核心设备冷却需求,为火电厂全流程稳定运行提供支撑。

2.5 设备运维环节智慧应用技术

设备运维环节智慧应用技术覆盖设备全生命周期,搭建状态监测体系,实时跟踪设备运行状态,采集设备运维相关数据,形成完整的设备运行档案^[3]。通过智能算法挖掘数据规律,实现设备故障预判,提前识别故障隐患并发出预警。基于设备运行状态与故障预判结果,智能生成运维计划,明确运维内容、时间与方式,优化运维资源分配,实现运维工作精准化、高效化。通过科学运维,降低设备故障发生率,减少非计划停机时间,延长设备使用寿命,降低运维成本,为火电厂长期稳定运行提供保障。

3 智慧电厂在火电厂应用的协同与整合技术

3.1 各环节智慧应用协同技术

智慧电厂在火电厂的高效应用,需突破各环节智慧技术碎片化应用局限,聚焦燃料、燃烧、发电、辅助、运维全流程,实现各类智慧应用技术的有机整合与深度联动。基于工业互联网技术搭建跨环节协同架构,打破不同环节智慧系统的信息壁垒,推动各环节智慧应用技术形成有机整体。通过标准化数据交互协议,实现燃料管理、燃烧调控、发电运行、辅助系统、设备运维等各环节的数据互通,确保生产全流程数据高效流转、精准共享。依托智能协同算法建立联动机制,实现各环节指令的精准衔接与协同调度,使燃料配比优化、燃烧参数调整、发电负荷调控、辅助系统运行、设备运维安排等各项工作形成闭环联动,精准匹配火电厂生产运营的动态需求,切实优化火电厂整体生产运营效率,推动智慧应用从单一环节智能向全流程协同智能升级,契合火电厂智能化发展的核心诉求。

3.2 智慧系统与火电厂现有系统整合技术

火电厂现有生产系统与管控系统是智慧应用落地的重要基础,智慧系统的部署需充分兼顾现有系统的运行特性,构建科学合理的兼容整合路径。结合火电厂现有生产控制系统、设备管理系统、安全管控系统的技术架构与运行参数,开展智慧系统与现有系统的兼容性分析,梳理两者在数据接口、功能模块上的衔接要点。通过优化系统接口设计、搭建中间转换模块,实现智慧系统与现有系统的数据无缝对接,确保两类系统数据传输的准确性与实时性,避免数据脱节导致的应用脱节。聚焦功能互补优化整合逻辑,保留现有系统成熟实用的功能模块,补充智慧系统的智能分析、精准调控等核心功能,

形成功能协同、优势互补的一体化系统格局。通过科学整合减少重复建设带来的资源浪费,降低智慧系统部署对现有生产运营的干扰,保障智慧应用平稳落地、高效运行,为智慧电厂在火电厂的深度应用筑牢系统基础。

4 智慧电厂在火电厂应用的实施路径

4.1 实施前期准备

实施前期准备是智慧电厂在火电厂顺利落地的基础,需紧密结合火电厂实际生产规模、现有设备老化程度及运行工况,开展全面的调研梳理工作^[4]。聚焦火电厂生产全流程核心需求,结合节能降碳、高效运行的转型目标,开展智慧应用技术选型与适配分析,筛选适配电厂现有生产体系、技术成熟且性价比合理的智慧技术与设备,规避技术与实际生产脱节问题。系统梳理智慧应用各环节的核心需求与技术衔接节点,明确各环节应用边界与技术标准,梳理现有生产系统与智慧应用的适配短板。在此基础上,完善实施前期技术准备,优化技术适配方案,细化实施流程与责任分工,完成实施前的方案梳理与优化,确保前期准备工作全面覆盖技术、流程等各方面,为后续智慧应用落地奠定坚实基础,契合火电厂智能化转型的需求牵引原则。

4.2 分阶段实施流程

遵循“先核心后辅助、先试点后推广”的实施原则,结合火电厂生产优先级与技术适配难度,科学划分实施阶段,分步骤推进智慧技术在各生产环节的部署与调试工作。优先聚焦燃烧、发电等核心生产环节,部署核心智慧应用技术,完成核心环节的设备调试与功能适配,确保核心环节智慧应用能够快速发挥效能,支撑机组高效运行。核心环节应用稳定后,逐步向燃料管理、辅助系统、设备运维等辅助环节延伸,有序推进全流程智慧应用部署。每个实施阶段明确核心实施重点与技术要点,细化部署与调试流程,规范操作标准,做好各阶段技术交底与过程管控,避免盲目推进导致的应用脱节。试点环节重点验证技术适配性与应用可行性,总结试点经验并优化实施策略后,再逐步推广至全厂区,确保智慧应用落地有序推进,实现分步实施、务求实效的建设目标。

4.3 实施过程中的动态管控技术

智慧应用实施过程需建立完善的动态管控机制,依托数据采集与分析技术,实时监测智慧技术应用状态与设备运行数据,精准捕捉应用过程中的参数偏差与技术异常^[5]。结合监测数据,深入分析异常产生的原因,针对性调整技术参数与实施策略,优化智慧应用与现有生产系统的适配性,及时解决应用过程中的环节衔接不畅、技术适配不足等各类难题。搭建动态管控平台,整合实施过程中的各类数据,实现管控信息的集中展示与动态更新,便于及时掌握实施进度与应用效果。建立问题快速处置机制,对实施过程中出现的技术难题进行及时研判与处置,持续优化实施流程,弥补管控短板,保障智慧应用能够按照既定目标平稳推进,充分发挥智慧技术在火电厂生产中的赋能作用,确保智慧应用效果达到预期标准。

结束语

智慧电厂在火电厂的应用通过技术体系化部署与全流程协同,实现了从数据采集到决策调控、从设备运维到系统整合的智能化升级。其核心价值在于打破信息孤岛,推动生产环节动态联动,提升火电厂运行稳定性与经济性。实施过程中需兼顾技术适配性与系统兼容性,通过分阶段推进与动态管控确保应用效果。智慧电厂的深度应用为火电厂转型提供了可复制的技术范式,助力能源行业向智能化、低碳化方向稳步迈进。

参考文献

- [1]王志敏,黄骞,王可轩,陈树宽,李敏,王海,李水清.智慧电厂大数据云平台的架构建设与模型开发研究[J].动力工程学报,2025,45(02):282-291.
- [2]史建忠,王猛飞.国产化平台下电厂智能管控平台的设计与应用[J].数字技术与应用,2025,43(06):229-231.
- [3]孙通.基于工业物联网技术的电厂智慧管理平台设计[J].无线互联科技,2025,22(12):22-25.
- [4]宋涛,郑隆云.智慧电厂基础建设研究与应用分析[J].电力与能源,2024,45(02):85-89.
- [5]周鑫.智慧电厂一体化大数据平台关键技术及应用[J].中国高新科技,2023,(20):10-11+14.