

火电厂数字化智能化管理系统研究

豆大啸 宁继冲

中国电建集团山东电力建设第一工程有限公司 山东 济南 250200

摘要：针对火电厂传统管理模式效率低下、管控粗放等问题，本文围绕火电厂数字化智能化管理系统展开研究。首先构建系统技术支撑体系，涵盖数据采集传输、处理存储、智能化分析决策及多系统协同集成四大核心技术。在此基础上，确立系统设计原则，设计分层总体架构与核心功能模块，详细阐述各功能模块设计细节，并从技术、人员、日常运维三个维度构建系统稳定运行保障体系。研究完善火电厂数字化智能化管理体系，提升管理精细化与高效性，为火电厂数字化转型提供技术与设计支撑，助力火电厂实现安全、高效、节能运行。

关键词：火电厂；数字化智能化；管理系统；功能模块；运行保障

引言：随着电力行业数字化转型加速，火电厂传统管理模式已难以适配现代生产运行的高效、安全、节能需求，设备管控、运行调度等环节的短板日益凸显。数字化智能化技术的快速发展，为火电厂管理模式升级提供重要契机。构建科学完善的数字化智能化管理系统，能够整合火电厂多源运行数据，实现设备、运行、能耗等全流程精细化管控，打破信息孤岛，提升管理效率与运行稳定性。

1 火电厂数字化智能化管理系统的技术支撑体系

1.1 数据采集与高效传输技术支撑

数据采集与高效传输是系统运行的基础前提，核心在于实现火电厂多源运行数据的全面捕捉与实时传递^[1]。依托物联网技术构建多源异构数据感知网络，部署各类高精度传感器实现锅炉、汽轮机等核心设备运行参数的实时采集，搭配SCADA系统接口拓宽数据采集范围。传输过程中引入网络隔离装置保障数据安全，选用CDT等适配火电厂场景的工业传输协议，优化带宽利用效率，降低数据传输延迟与丢包率，通过哈希验证等方式保障数据传输过程中不被篡改、不发生丢失，为后续数据处理环节提供高质量、高可靠性的原始数据支撑。

1.2 数据高效处理与安全存储技术支撑

数据高效处理与安全存储是衔接数据采集与分析决策的关键环节，重点解决火电厂海量时序数据的快速处理与安全留存问题。采用边缘计算节点对采集的数据进行初步过滤与压缩，降低传输与存储压力，结合大数据处理技术实现高噪声测量数据的预处理，有效提取数据趋势特征。存储层面构建分层架构的数据库系统，整合实时数据库与历史数据库，适配火电厂每年万亿级数据的存储需求，实现海量测量数据的秒级写入与全年数据的快速检索，同时通过数据库管理优化技术强化数据安全

全防护，构建完善的数据安全存储体系，满足系统对数据实时调用与长期留存的双重需求。

1.3 智能化分析与决策技术支撑

智能化分析与决策技术是系统智能化水平的核心体现，通过先进算法模型实现数据价值的深度挖掘，为火电厂运行管理提供科学指导。整合多维度运行数据构建设备健康评估模型，采用转移学习算法提取故障特征，结合LSTM时序预测与动态阈值调整机制优化分析精度，精准识别设备运行异常。引入强化学习算法设计决策模块，结合机组运行工况分类建模，实现不同负荷条件下的动态决策优化，同时依托大规模优化算法处理海量数据，提供可视化运行指导，助力运行参数优化与故障提前预判，提升火电厂运行的科学性与合理性。

1.4 多系统协同集成技术支撑

多系统协同集成技术打破火电厂各独立系统的信息壁垒，实现分散控制系统、厂级监控信息系统、管理信息系统等多系统的有机融合。遵循接口标准化与功能独立性原则，构建多源异构数据融合架构，实现各系统数据的互联互通与高效共享，避免信息孤岛现象。通过系统集成技术优化各子系统运行衔接，实现锅炉、汽轮机等设备运行的协同调控，兼顾系统可扩展性与高可靠性，整合现有设备资源优化部署方案，确保各系统在协同运行过程中稳定高效，推动火电厂管理从分散控制向集中智能化管理转型。

2 火电厂数字化智能化管理系统总体设计方案

2.1 系统设计的核心原则确立

系统设计核心原则的确立需紧密贴合火电厂生产运行连续性、稳定性的核心特性，契合智能化管理的实际需求，兼顾实用性、安全性、可扩展性与标准化^[2]。实用性原则聚焦火电厂实际管理痛点，围绕设备运行管控、

能耗精准调控、运维高效开展等核心场景设计功能模块,确保系统能够直接服务于管理效率提升与运行成本优化。安全性原则重点强化数据传输、存储与系统运行全流程安全,防范数据泄露、非法篡改、系统故障等潜在风险,保障发电机组安全稳定运行。可扩展性原则预留充足技术升级接口,适配后续算法模型优化、功能模块拓展与业务场景延伸需求,适应火电厂数字化转型的动态发展节奏。标准化原则严格遵循工业控制系统设计相关规范,统一数据接口标准与技术应用规范,保障系统与火电厂现有设备、各子系统的兼容适配,为系统长期稳定运行奠定坚实基础。

2.2 系统总体架构设计

系统总体架构采用分层设计思路,结合火电厂生产运行数据流转规律与管理流程,构建自上而下、职责清晰、衔接顺畅的完整架构体系,实现数据流转与功能协同的高效统一。架构底层为感知层,部署各类高精度感知设备与接口装置,实现火电厂发电机组、辅助设备等多元运行数据的全面感知、精准捕捉与实时采集,为系统整体运行提供高质量基础数据支撑。中间层为数据处理与传输层,整合数据高效处理、安全存储与精准传输技术,完成原始数据的过滤、清洗、预处理与有序传递,实现海量时序数据的安全留存与快速调用,衔接感知层与应用层的数据流转需求。上层为应用层,承载各类智能化管理功能,实现数据价值深度转化与管理决策科学优化,适配火电厂各类管理场景需求。顶层为管理层,负责系统整体调度、用户权限分配与全流程运行监控,统筹协调各层级运行节奏,确保系统整体运行高效、有序,形成“感知-处理-应用-管理”的闭环架构体系。

2.3 系统核心功能模块的划分与设计思路

系统核心功能模块划分以火电厂实际管理需求为核心导向,结合现有技术支撑能力,划分形成功能独立、协同联动的核心模块,设计思路聚焦功能实用性、技术适配性与运行高效性。设备管理模块围绕核心设备全生命周期管理展开,设计设备状态实时监测、维护计划智能调度、故障趋势预判等功能,依托智能化分析与决策技术实现设备异常精准识别与维护方案优化,延长设备使用寿命。运行管理模块聚焦发电机组运行管控,设计运行参数实时监测、工况动态调控、运行异常预警等功能,优化机组运行状态,提升发电机组运行稳定性与经济性。能耗管理模块针对火电厂能耗管控核心需求,设计能耗数据精准统计、能耗趋势分析、能耗方案优化等功能,助力火电厂实现节能降耗目标。安全管理模块强化生产现场与系统运行安全,设计安全状态实时监测、

风险隐患精准识别、安全预警及时推送等功能,防范各类安全事故发生,各模块设计均紧密衔接技术支撑体系,确保功能落地可行、高效适配火电厂管理需求。

3 火电厂数字化智能化管理系统各功能模块详细设计

3.1 设备全生命周期管理模块设计

设备全生命周期管理模块设计围绕火电厂核心设备从投入使用到报废处置的全流程展开,聚焦设备状态管控与寿命优化。模块嵌入设备基础信息录入功能,实现设备型号、安装参数、检修记录等信息的规范化管理,便于后续追溯查询^[3]。结合智能化分析技术设计设备状态实时监测功能,捕捉设备运行参数波动,精准识别异常苗头。嵌入维护计划智能生成功能,根据设备运行状态与使用时长动态调整维护周期,优化维护资源配置。增设设备寿命评估功能,通过时序数据建模分析设备老化趋势,提前规划设备更新替换,降低设备故障停机风险,保障设备长期稳定运行。

3.2 机组运行精细化管理模块设计

机组运行精细化管理模块设计聚焦发电机组运行状态管控,核心是提升机组运行稳定性与经济性。模块实现机组运行参数实时采集与动态监测,覆盖锅炉、汽轮机等核心设备运行指标,实时捕捉参数异常并及时推送预警信息。设计工况自适应调控功能,结合机组负荷变化与电网调度需求,动态优化运行参数,降低运行能耗。嵌入运行数据追溯功能,留存机组运行全流程数据,便于运行过程复盘与参数优化调整。通过数据可视化技术呈现机组运行状态,为运行人员提供直观操作指导,提升机组运行管控精度。

3.3 能耗精准管控模块设计

能耗精准管控模块设计依托大数据处理与分析技术,聚焦火电厂能耗统计、分析与优化,助力节能降耗目标实现。模块实现煤、水、电等各类能耗数据的精准采集与分类统计,覆盖生产全流程能耗节点,确保能耗数据真实准确。设计能耗趋势分析功能,挖掘能耗变化规律,识别能耗异常波动及潜在节能空间。嵌入能耗优化调控功能,结合机组运行工况,优化能耗分配方案,降低高能耗环节能耗占比。增设能耗考核管理功能,规范能耗管控标准,推动能耗管控责任落实,提升火电厂能源利用效率。

3.4 运维高效协同管理模块设计

运维高效协同管理模块设计打破运维工作分散管理格局,聚焦运维流程优化与协同效率提升。模块构建运维任务智能分配功能,根据运维人员专业能力与工作负荷,合理分配运维任务,避免工作冗余。嵌入运维流程

规范化管理功能,明确运维任务流程、时限与标准,确保运维工作有序开展。设计运维信息共享功能,实现运维人员、任务、进度等信息的实时同步,提升协同配合效率。增设运维经验沉淀功能,留存运维案例与处理方法,为后续运维工作提供技术支撑,降低运维成本与工作难度。

3.5 全方位安全管控模块设计

全方位安全管控模块设计覆盖火电厂生产现场与系统运行全领域,聚焦安全风险防控与事故防范。模块实现生产现场安全状态实时监测,部署安全感知设备捕捉违规操作、环境异常等安全隐患,及时推送预警信息并启动应急处置流程^[4]。设计安全管控标准录入功能,规范安全操作流程与风险防控要求,强化安全管理规范性。嵌入安全培训与考核功能,提升运维与运行人员安全意识与操作能力。增设安全事件追溯功能,留存安全事件发生过程与处置数据,为安全管理优化提供依据,构建全方位、全流程的安全管控体系。

4 系统稳定运行保障体系构建

4.1 技术层面保障措施

技术层面保障措施聚焦系统运行的技术支撑与风险防控,依托工业控制系统安全规范与数字化技术发展成果,筑牢系统技术安全防线。优化系统硬件配置,选用高可靠性、高兼容性的工业级硬件设备,降低硬件故障导致的系统中断风险。强化软件层面防护,定期对系统软件进行漏洞扫描与版本升级,修补潜在安全漏洞,优化软件运行效率。构建数据备份与恢复机制,采用异地备份与增量备份相结合的方式,确保数据在突发故障时可快速恢复,保障数据完整性。优化网络架构,部署网络安全防护设备,划分网络区域,防范网络攻击与非法访问,保障系统数据传输与运行安全。

4.2 人员队伍保障措施

人员队伍保障措施聚焦专业人才培养与管理,打造适配系统运行需求的高素质专业队伍,支撑系统高效运维与优化升级。建立分层分类的人才培养体系,针对系统操作、技术维护、数据分析等不同岗位,开展针对性专业培训,提升人员专业技能与操作水平。完善人员管理制度,明确各岗位工作职责与操作规范,规范人员操

作行为,避免人为操作失误导致的系统故障。建立人才激励机制,鼓励人员主动钻研技术、优化操作流程,提升人员工作积极性与责任心。搭建技术交流平台,促进人员之间的技术分享与经验交流,提升队伍整体技术水平。

4.3 日常运维保障措施

日常运维保障措施聚焦系统日常运行的常态化管理,建立规范化、精细化的运维流程,及时排查与处置系统运行隐患。制定系统日常巡检计划,明确巡检内容、巡检频次与巡检标准,安排专业人员对系统硬件、软件、网络等进行全面巡检,及时发现并处置潜在隐患^[5]。建立故障应急处置流程,明确故障响应时限与处置步骤,配备专业应急处置人员,确保系统出现故障时可快速响应、高效处置,缩短故障停机时间。定期对系统运行状态进行全面排查,优化系统运行参数,清理系统冗余数据,提升系统运行效率,确保系统长期稳定运行。

结束语

火电厂数字化智能化管理系统的构建,是一项涉及多技术融合与多部门协同的系统工程。从技术支撑、总体架构、功能模块、运行保障四大维度展开系统性梳理与阐释,形成了较为完整的设计方案。各功能模块之间的数据贯通与业务协同是系统发挥效能的关键所在,技术保障、人员保障与运维保障三者缺一不可。随着火电厂数字化转型的持续深入,管理系统需在实践中不断迭代优化,将数据驱动理念贯穿于设备管理、运行调控与安全防控的全过程,切实推动电厂管理水平迈上新台阶。

参考文献

- [1]卢官发,张琪.火电厂数字化智能化管理系统研究[J].能源技术与管理,2026,51(1):183-187.
- [2]李文山.火电厂数字化智能煤场系统研究与应用[J].电力设备管理,2025(6):152-154.
- [3]蒲平.智能数字化煤场管理系统在火电厂燃料管理中的应用[J].电脑采购,2025(32):234-236.
- [4]薛剑.数字化管理系统在火电厂燃料管理中的应用分析[J].科学与财富,2021,13(29):15-16.
- [5]张久洲.基于数字化建设的火电厂智能安全管控系统构建[J].微型计算机,2025(24):157-159.