

火电厂热控设备智能化检修技术应用

黄思华

国电内蒙古东胜热电有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 火电厂热控设备对机组运行至关重要,传统检修方式存在局限。本文聚焦火电厂热控设备智能化检修技术,阐述其背景,介绍技术体系涵盖智能感知、诊断、决策、控制等方面,说明实施路径包括技术集成、架构设计等,探讨人工智能、数字孪生等发展趋势。该技术可提升检修效率、保障设备安全,推动火电厂检修模式升级与可持续发展。

关键词: 火电厂;热控设备;智能化检修技术;技术体系;发展趋势

引言:在电力行业不断发展进程中,火电厂作为重要的电力供应主体,其运行稳定性与经济性备受关注。热控设备作为火电厂机组运行的关键部分,承担着自动检测、调节、控制与保护等重要职能,其运行状态直接影响机组的安全与效益。然而,传统人工检修模式效率低、易漏检、响应滞后等问题突出,难以满足现代火电厂精细化运行需求。在此背景下,智能化检修技术应运而生,为火电厂热控设备检修带来新契机,推动检修模式向智能化、高效化转型。

1 火电厂热控设备智能化检修技术背景

1.1 火电厂热控设备的重要性

热控设备是火电厂机组运行不可或缺的重要组成部分,贯穿火电厂生产全流程,承担着自动检测、自动调节、顺序控制、自动保护等多项关键职能。自动检测功能可实时捕捉机组运行过程中的各类参数,为运行调控提供基础数据;自动调节能力可根据运行工况变化,精准调整相关设备运行状态,维持机组运行参数稳定;顺序控制可规范机组启停、负荷调整等操作流程,确保各项操作有序推进;自动保护功能可在设备出现异常及时触发保护机制,避免故障扩大^[1]。热控设备运行状态直接关系火电厂机组运行的安全性与经济性,稳定可靠的热控系统能够有效规避机组非计划停机,减少运行损耗,保障机组长期稳定运行,是火电厂实现高效、安全、低碳运行的重要支撑。

1.2 传统检修方式的局限性

长期以来,火电厂热控设备检修主要依赖传统人工检修模式,该模式存在诸多局限性,难以适配火电厂机组精细化、规模化运行需求。人工巡检依赖检修人员经验开展操作,不仅效率低下,还易因人为疏忽导致漏检问题,无法全面捕捉设备潜在故障隐患。人工记录巡检数据的方式,使得数据追溯困难,难以梳理设备故障发展规律,不利于后续检修工作优化。传统检修方式多采

用定期检修模式,缺乏对设备运行状态的实时监测,对设备故障的响应滞后,往往在故障发生后才能开展检修,可能导致故障扩大,引发机组停机,造成重大经济损失,同时也增加了检修成本与人力负担。

1.3 智能化检修技术的兴起

面对传统检修方式的诸多局限,智能化检修技术应运而生,成为解决传统检修痛点、推动火电厂检修模式升级的有效解决方案。智能化检修技术依托物联网、大数据、人工智能等先进技术,打破传统检修模式的局限,实现检修工作的自动化、精准化与高效化。相较于传统检修方式,智能化检修技术可实现设备状态的实时监测,精准捕捉设备运行异常信号,提前预判潜在故障,提升检修针对性。通过智能化装备与技术的应用,大幅减少人工干预,提升检修效率,降低漏检概率,同时实现检修数据的系统化存储与高效追溯,为检修决策与流程优化提供可靠支撑。在提升检修效率、保障设备安全、降低检修成本等方面的显著优势,推动火电厂热控设备检修工作向智能化、精细化转型,适配现代火电厂高质量运行需求。

2 火电厂热控设备智能化检修技术体系

2.1 智能感知技术

多源感知矩阵的构建依托异构传感器阵列搭建,整合振动传感器、声纹传感器、红外测温传感器及油液泄漏监测传感器等多种类型设备,形成覆盖热控设备全运行周期的感知网络。传感器在热控设备状态监测中的应用贴合工业智能运维技术发展趋势,通过优化传感器部署位置与数据采集频率,可实现毫秒级数据采集与实时分析,为设备状态评估提供精准、连续的基础数据支撑。这种多模态感知数据的采集模式,能够捕捉设备运行过程中的细微参数变化,契合火电厂输煤系统智能监控等相关技术的核心感知理念,为后续故障诊断与健康评估筑牢数据根基。

2.2 智能诊断技术

AI诊断引擎在热控设备检修中的应用,可通过预设巡检路线实现自主巡检作业,精准读取各类仪表运行数据,同步完成巡检记录的实时生成与整理,大幅提升巡检效率与数据准确性。数据融合与智能诊断技术深度结合热控设备故障机理分析,通过对多源感知数据的跨模态特征深度协同提取,构建设备健康模型,实现对设备异常模式的动态识别。该技术路径借鉴“知识+数据”双轮驱动的智慧运维理念,通过整合设备运行规律与历史数据,提升故障诊断的精准度,为检修作业提供科学依据。

2.3 智能决策技术

基于设备健康模型搭建智能决策系统,通过时序数据分析与趋势研判实现故障预测与预警,提前捕捉设备潜在运行风险,为检修作业争取充足准备时间。智能决策系统可结合热控设备运行状态与检修需求,优化检修计划的制定与调整,合理分配检修资源,有效降低非计划停机概率,保障火电厂生产连续性^[2]。这种基于设备健康状态评估的决策模式,推动运维模式从定期检修向按需维护跃迁,契合火电厂智能化转型过程中提升设备运行可靠性的核心需求。

2.4 智能控制技术

分布式控制系统在热控设备智能化检修中发挥重要作用,通过系统集成实现对热控设备运行状态的集中监测与分散控制,优化检修过程中的参数调控精度与响应效率。可编程逻辑控制器凭借可靠性高、处理速度快、逻辑修改便捷等特点,在热控设备辅助系统控制中实现智能化应用,可与分布式控制系统构建协同控制体系,完成辅助系统的自主调控与状态反馈。两者的协同应用能够完善检修过程中的控制逻辑,提升检修作业的自动化水平,契合火电厂控制系统智能化升级的技术方向,为检修质量提供保障。

3 火电厂热控设备智能化检修技术实施路径

3.1 技术集成与融合

技术集成与融合是火电厂热控设备智能化检修技术落地实施的基础前提,核心是实现智能感知、诊断、决策、控制四项核心技术的深度整合,打破各类技术之间的壁垒,形成协同联动的技术体系。各类技术并非独立应用,需围绕检修需求实现功能互补,让感知数据精准传递至诊断模块,诊断结果高效反馈至决策系统,决策指令通过控制技术精准落地,形成完整的检修技术闭环。实施过程中需重点解决不同技术之间的接口兼容与数据格式统一问题,梳理各类技术的接口标准,优化接口设计,确保不同技术模块之间能够顺畅对接、高效通信。

统一数据采集、传输、存储的格式标准,消除数据互通障碍,实现各类检修数据的高效共享与协同利用,为智能化检修技术的全面实施筑牢基础。

3.2 系统架构设计

系统架构设计是智能化检修技术有序实施的核心支撑,需构建分层分布式架构,明确站控层、通信层、间隔层的功能分工与衔接逻辑,确保系统运行高效、稳定。站控层承担系统集中管控与决策指令下发职能,整合各类检修数据与诊断结果,实现对整个检修过程的统筹管控;通信层负责各层级、各模块之间的数据传输与信号传递,保障数据传输的实时性与准确性;间隔层聚焦设备现场监测与检修操作,实现对热控设备状态的实时感知与现场检修控制^[3]。架构设计需注重灵活性与可扩展性,充分考虑未来智能化技术升级与检修需求变化,预留充足的扩展接口与升级空间,优化架构层级设计,避免架构僵化,确保系统能够灵活适配后续技术迭代与功能拓展,延长系统使用寿命,降低升级成本。

3.3 数据安全与隐私保护

数据安全与隐私保护是智能化检修技术实施过程中不可忽视的关键环节,需先全面分析智能化检修系统面临的数据安全威胁,梳理数据采集、传输、存储、使用全流程可能存在的安全隐患,明确安全防护重点。基于威胁分析结果,构建完善的数据安全防护体系,整合多种安全防护措施,形成全方位、多层次的安全防护网络。采用数据加密技术,对敏感检修数据、设备运行数据进行加密处理,防止数据泄露、篡改;建立严格的访问控制机制,明确不同岗位人员的数据访问权限,规范数据访问流程,杜绝越权访问;搭建安全审计体系,对数据操作全过程进行记录与追溯,及时发现并处置异常数据操作,防范数据安全风险,保障检修数据的安全性与完整性。

3.4 人员培训与技能提升

人员培训与技能提升是智能化检修技术顺利落地的重要保障,智能化检修技术的应用对检修人员技能提出全新要求,检修人员需掌握智能感知设备、AI诊断系统、智能决策平台等相关装备与技术的操作方法,熟悉系统运行原理与故障处置流程。需结合智能化检修技术特点与人员现有技能水平,制定科学合理的人员培训计划,明确培训内容、培训节奏与培训目标,针对性开展技术培训与实操训练。培训内容需涵盖技术原理、设备操作、故障排查、系统维护等方面,注重理论与实操结合,提升培训实效性。通过常态化培训与考核,推动检修人员熟练掌握智能化检修技术,提升技术应用与故障处置能力,

打造适配智能化检修需求的专业人才队伍,确保智能化检修技术充分发挥效能。

4 火电厂热控设备智能化检修技术发展趋势

4.1 人工智能技术的深度应用

人工智能技术的深度应用将成为火电厂热控设备智能化检修的核心发展方向,其中机器学习算法将广泛应用于设备故障预测与性能评估,通过对海量检修数据、设备运行数据的挖掘分析,梳理设备故障发展规律,提升故障预测的精准度,提前捕捉潜在故障隐患^[4]。人工智能技术将进一步拓展应用场景,在优化检修策略方面发挥重要作用,通过分析设备运行状态、检修历史数据,动态调整检修计划与流程,摒弃传统固定检修模式的弊端,提升检修工作的针对性与高效性。在提升检修效率、降低检修成本、减少机组停机损失方面的巨大潜力,将推动智能化检修技术向更精准、更高效的方向升级,成为火电厂热控设备检修模式创新的核心驱动力。

4.2 数字孪生技术的引入

数字孪生技术的引入将重构火电厂热控设备智能化检修模式,逐步应用于热控设备状态监测与故障模拟,通过构建热控设备的数字孪生模型,实现设备物理实体与数字模型的精准映射。例如在某大型火电厂中,数字孪生技术用于汽轮机热控设备,实时同步其运行状态,全面呈现运行参数与结构变化,便于检修人员直观掌握状况、精准定位故障。数字孪生模型与实时采集的数据深度结合,可整合多维度运行与检修数据,开展更精准的系统状态评估与故障预测,提前预判设备运行趋势,模拟故障发生过程与影响范围,为检修决策提供更科学的依据,推动检修工作从被动处置向主动预判、精准管控转型。

4.3 能源物联网的发展

能源物联网的快速发展将为火电厂热控设备智能化检修提供全新技术支撑,其核心是实现热控设备的全面互联与数据分析,打破设备之间的信息壁垒,构建全方面的设备互联网络。通过能源物联网技术,可实现各类热控设备运行数据的集中采集、统一传输与系统化分析,提升数据共享效率,为检修工作提供更全面、更及时的数据支撑。5G技术将深度融入能源物联网,凭借高速率、低

延迟的优势,大幅提升数据传输速率与实时性,解决传统数据传输过程中延迟高、卡顿等问题,确保检修数据实时传递、高效处理,为智能化检修技术的高效实施提供可靠的通信保障,推动检修工作向实时化、智能化转型。

4.4 绿色低碳技术的集成

绿色低碳技术的集成将成为智能化检修技术的重要发展趋势,智能化检修技术本身可通过优化检修流程、减少无效检修,降低火电厂检修过程中的能耗,减少各类污染物排放,契合火电厂绿色发展需求。未来将推动绿色低碳技术与智能化检修技术深度融合,融入节能监测技术与环保检修工艺,通过节能监测技术实时管控检修能耗,精准调控检修设备运行参数,降低电能、燃油消耗;采用环保检修工艺,减少废油、废气排放,选用节能型检修装备与环保材料,优化检修流程,从源头实现节能降耗、节能减排。这种融合模式推动火电厂检修智能化与绿色化协同发展,助力降低碳排放、提升能源利用效率,适配能源行业绿色低碳发展趋势。

结束语

火电厂热控设备智能化检修技术通过整合智能感知、诊断、决策与控制技术,构建了覆盖设备全生命周期的检修体系,有效提升了检修效率与精准度,降低了非计划停机风险与运维成本。技术实施需重点关注多源数据融合、系统架构优化、安全防护强化及人员技能提升等关键环节,以确保技术落地效果。随着人工智能、数字孪生与能源物联网技术的持续突破,智能化检修技术将进一步深化设备状态感知能力、故障预测精度与决策科学性,推动火电厂检修模式向主动化、精准化与绿色化方向演进,为能源行业高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]戴荣超.火电厂热控设备智能化检修技术应用[J].工程管理,2025,6(7):125-127.
- [2]张勤.关于火电厂热控自动化系统运行稳定性的探讨[J].新潮电子,2026(3):181-183.
- [3]王伟,高志强,刘海涛.火电厂热控设备检修模式改进研究[J].科学技术创新,2025(24):209-212.
- [4]金炜,郑亿.火电厂热机设备检修危险点分析与控制措施[J].中国科技投资,2021(11):123,125.