

Discussion on Digital Technology for Maintenance Management of Electric Power Production Equipment

Yujun Jiao

China Power Construction Electric Power Maintenance Engineering Co., Ltd., Leshan, Sichuan, 611800, China

Abstract

With the continuous expansion of the power system scale and the increasing complexity of equipment technology, the traditional manual inspection and regular maintenance mode has gradually exposed problems such as low efficiency, data lag and high risks. This article explores the optimization strategies for the maintenance management of power production equipment from the perspective of digital technology. By analyzing the current status of equipment maintenance management, existing problems and the background of digital technology application, digital strategies including automated and intelligent maintenance, data collection and information management, predictive and state-driven maintenance, collaborative management and safety optimization are proposed, providing research references for improving equipment operation reliability, reducing operation and maintenance costs and ensuring the safety of the power system.

Keywords

Maintenance of power equipment Digital technology Automated maintenance

电力生产设备检修管理的数字化技术探讨

焦玉军

中电建电力检修工程有限公司, 中国·四川乐山 611800

摘要

随着电力系统规模不断扩大及设备技术复杂性增加,传统人工巡检和定期检修模式已逐渐暴露出效率低、数据滞后和高风险等问题。本文从数字化技术的角度探讨电力生产设备检修管理的优化策略。通过分析当前设备检修管理现状、存在问题及数字化技术应用背景,提出包括自动化与智能化检修、数据采集与信息化管理、预测性与状态驱动检修、协同管理与安全优化等数字化策略,为提高设备运行可靠性、降低运维成本及保障电力系统安全提供研究参考。

关键词

电力设备检修; 数字化技术; 自动化检修

1 引言

电力生产设备是保障电力系统稳定运行的核心组成部分,其运行的安全性、可靠性直接关系到电力供应的连续性与稳定性。随着设备规模的扩大和技术复杂性的增加,传统的人工巡检和定期检修模式已无法适应现代电力系统高效运行的需求。

数字化技术,包括物联网、人工智能、大数据分析、云计算等,为设备检修管理提供了新的手段。通过实时监测、智能诊断和数据驱动的决策支持,数字化技术能够实现对设备运行状态的精准掌握,提高检修计划的科学性和合理性。本文旨在系统探讨电力生产设备检修管理中数字化技术的应用现状、存在的问题及优化策略,为电力企业提供参考。

2 电力生产设备检修管理现状分析

电力企业设备检修管理依旧以传统方式为主要模式,主要依赖定期检修、部分状态检修与人工巡查,缺少针对设备实际运行状态做动态调整的本领,这种做法易造成部分设备检修过度,部分关键设备因隐性故障未被及时发现,进而加大运行风险。设备状态监控能力不足,主要依靠人工记载、简易仪表数据或部分数据库数据,缺少实时且全面的监测能力,检修数据多数采用纸质或简易电子表格的方式进行存储,数据分析与决策支撑能力欠缺,难以开展科学的预测性保养,在资源调配与检修计划落实环节,鉴于信息不对称以及管理效率欠佳,检修重复、延误或遗漏状况频繁出现,对设备检修管理水平的改善形成阻碍,传统管理方式无法契合现代电力系统高效、安全、经济运行需求,需引入数字化技术实施优化升级^[1]。

【作者简介】焦玉军(1970-),男,中国四川广元人,本科,高级工程师,从事电力生产管理研究。

3 数字化技术在检修管理中的应用

3.1 设备状态实时监测

在关键设备处安装传感器与物联网装置，可马上采集温度、振动、摆度、压力、电流、电压、功率等运行参数，并借助云平台进行整合，实现设备状态的可视化监测，实时监控助力迅速发现异常，增强检修效能与运行稳定性，监测系统可整合历史数据实施趋势分析，为设备保养提供依据，降低突发故障发生几率，且具备远程监管与移动端接入功能，增强管理的灵活性。

3.2 故障诊断与预测

借助大数据与人工智能手段，对设备以往运行数据加以解析，能判别潜在故障情况，预估故障的时间与类别，开展预防性的设备保养工作，借助预测模型，可大幅降低意外停运和事故发生的风险，依据设备的运行状况和负载特点，智能诊断系统可给出针对性的维护提议，调整检修周期，增加设备的使用年限，还能为管理者的决策提供支撑，保证电力系统长期平稳运行。

3.3 检修计划优化与资源调度

数字管理系统能依据设备状况与故障预判结果，对检修计划实施动态调整，科学调配检修时段与资源，实现检修人力、备品备件及施工器具的高效调配，提高管理效率，系统可利用智能调度算法，达成多部门联合作业，降低检修矛盾与等候时长，同时对资源的使用情况开展统计分析，为未来检修计划的改进提供数据参考，增强整体运维管理能力。

3.4 信息化管理平台建设

构建综合性检修管理信息平台，实现设备档案的管理、检修任务的追踪以及历史记录查询，平台可给予数据分析和决策支撑，提升检修管理的科学性与透明度，平台可将远程监控、移动终端和可视化报表功能加以整合，达成信息互通与即时反馈，助力管理者综合剖析检修进度、设备状态及历史数据，从而提高检修管理的智能与精细程度。

4 数字化检修管理的优化策略

4.1 加强智能监测设备的应用

在关键设备上装设高精度感应器件和监控装置，为数字化检修管理实现的基础条件，这些传感器可收集设备的重要运行参数，构建设备运行状况的多维数据集，借助物联网手段，可将这些数据实时传送至中央平台，实施统一管控，使企业管理人员可随时把握设备的运行态势，当异常情况发生时马上发出警报^[2]。

智能监控装置既能抓取瞬间异常，又能对运行数据进行长期累积，经趋势剖析找出潜在隐患，监测发电机组的各部位振动可检测出早期的磨损或松动情况，杜绝严重故障引发设备停机以及经济上的损失；通过监测变压器油温，可即时判定设备负荷状态，与过往温升数据比对，预判局部过热隐患，为检修决策提供支撑。

可视化展示和远程管控方面同样凸显了智能监测系统的优势，利用云平台，能以曲线图、热力图、告警标识等样式呈现设备运行状况，让管理者与运维人员清晰掌握设备状况，借助移动端程序，检修人员可借助手机或者平板实时查看设备详情、接收告警信号，同时进行远程诊断及初步处理操作，提高了设备运行的安全程度，又降低了检修费用，改善了运维资源分配，长时间的数据累积为构建设备运转模型与预测模型给予了数据保障，助力数字化运维，促使设备管理实现高效、精准且可持续的发展目标^[3]。

智能监测仪器还能支撑预防性的维护策略，借助对运行数据的即时剖析，大数据分析算法，能够识别异常趋势，进而预先规划维护事宜，制定并不断优化晚上设备维护策略，某大型电厂借长期监测水轮发电机组振动等数据集，顺利预报并处置了多起潜在机械方面的故障。智能监测装置既增强了设备管理的即时性与精确性，还为企业创造可观经济收益与安全防护。

实际运用里，需注意传感器精度和可靠性方面的问题，采用高精度且低故障频次的监测装置，且开展周期性校准与保养，才可保障数据的精准度和可信度，数据传输及存储系统一定要有高安全性，防止数据遗失或外泄，伴随人工智能与边缘计算技术进步，智能监测仪器将进一步提升智能化程度，可在本地开展数据初步处理与分析，降低网络传输负荷，实现响应提速和故障预测精准化。

4.2 建立大数据分析与预测模型

大数据分析与预测模型的建立，是数字化检修管理实现智能化的重要手段。电力设备运行过程中会产生海量数据，这些数据如果得到充分挖掘和分析，将数据孤岛集成联通，可以为设备管理和检修策略提供科学依据。

借助对以往运行数据开展深入剖析，可构建设备故障诊断模型和寿命预估模型，故障诊断模型借助统计剖析、模式辨别与机器学习方法，可判别设备潜藏的故障类型和异常特性，形成智能预警系统，以变压器油温、油位与负荷等数据的变化特征为分析依据，可找出局部过热、绝缘老化等状况，还可预估故障可能发生的时间范围，基于设备过往运行数据与损耗特征的寿命预估模型，测算设备剩余使用时长，为检修方案提供科学凭据。

预测模型可开展预防性维护，降低非计划停运情况，借助对发电机轴承的振动与温度数据构建模型开展预测，提前规划轴承维保，防止了停机事件和维修成本的上升，模型可对检修周期予以优化，让高风险设备率先维护，低风险设备的检修时间延后，减少因过度检修造成的资源损耗。

大数据分析应用并非仅用于故障预测，还能够支撑检修资源的调配以及预算的优化，借助数据模型，进行设备状态评价，企业可评定不同设备的风险级别，对检修人员、备件库存和施工设备使用顺序做合理规划，增强整体管理效率，预测模型成果可与信息化管理系统融合，达成检修任务

的智能创建与自动分派,促使运维管理朝着更科学、更精细的方向发展^[4]。

开展执行工作时,应留意数据质量和算法抉择,传感器采集到的数据可能出现误差或者丢失现象,需要对数据进行清洗和补齐操作;各设备特性存在差异,需挑选适配的算法模型,伴随人工智能、深度学习与增强学习技术的进步,预测模型可应对更繁杂的非线性关联,提升故障预测精准度与稳定性,为企业达成智能化运维给予技术支撑。

4.3 推动检修管理信息化建设

信息化平台搭建作为实现数字化检修管理的核心要点,还是现代电力企业提升运维效率、达成智能化管控的关键方式,依托构建统一的数字化平台,企业能对设备档案、运行数据、检修规划、工单管控、维修记载以及历史故障信息开展集中化管理,建立设备状态智能化分析大数据,达成检修全流程的可视、可追溯与可分析。数据共享功能在平台的运用,可极大增强管理透明度,助力管理层实时知晓设备状况、检修进展和异常告警情况,进而快速作出科学的决策方案,信息化平台可增强信息整合效能,削减传统纸质记录和人工交流引发的耽搁与偏差,增强企业综合管理水平。

信息化平台可同移动端、远程监控系统以及云计算平台实现无缝对接,实现现场数据的实时输入与即刻反馈,移动终端可供检修人员接收工单、掌握设备状态、录入检修情况,实现封闭管理模式,若发电机组发生异常状况,系统可自行生成工单并把任务分派到对应的检修团队,同时对处理全流程及结果予以记录,保证问题能在最短时间内得以解决,智能化操作削减了信息传递环节,增进了任务执行的效率,还能借数据记录构建完备的检修档案,为后续分析奠定根基^[5]。

伴随企业数字化水准不断增强,信息化平台可与人工智能、大数据分析系统深度结合,达成智能工单分派、自动故障检测、检修方案推荐和动态风险评测等效能,让检修管理更高效、科学、智能,系统可凭借设备运行的相关数据,对可能发生的故障类型作出预测,自动形成带优先级的工单,且给出最佳检修办法,实现人机协同管控,借助信息化搭建,企业既能增进运维效率,又可增进设备管理的公开性与合理性,为电力企业实现数字化转型和智能运维筑牢根基,同步提高整体安全程度与经济收益。

4.4 提升检修人员数字化技能

在数字化的检修管理工作里,系统稳定运行依赖检修

人员数字化能力,仅依靠技术平台与智能设备难以达成管理优化,人员必须掌握设备监测、数据分析以及信息化系统操作的技能,从而实现人机配合,提升检修管理效能。

培训范畴需包含传感器运用、数据收集与处理、故障诊断软件运用、信息平台操控以及数据分析手段,助力检修人员迅速掌握设备运行状况、发现潜在隐患并作出科学应对决策,借助对发电机组异常数据情景的模拟,检修人员可掌握利用系统生成检修计划、记录处理流程并提交结果的方法,提升实际操作能力。

数字化培训需着重培养检修人员的数据意识与分析能力,使检修人员不但会运用工具,还可洞悉数据蕴含的运行机制与风险预警,建立科学的决策程序,借助定时培训与考核,保证技能迭代与技术革新保持一致,增强检修团队综合素养,增强数字化能力可助力企业运维管理朝着智能、数字、精细方向迈进,保证设备长时间处于安全稳定的运行状态,并且为企业实现数字化转型和精细化管理储备人才资源。

5 结论

电力生产设备检修管理的数字化转型,是提升电力系统运行效率和可靠性的重要途径。数字化技术在设备状态监测、故障诊断、检修计划优化和信息化管理等方面展现出明显优势。然而,数字化转型仍面临设备成本高、技术整合难度大、人员技能不足等挑战。未来,电力企业应加强数字化基础设施建设,完善数据分析能力,推动管理信息化,实现检修管理的智能化、科学化和高效化,为电力系统安全稳定运行提供有力保障。

参考文献

- [1] 王玉民.山西六建集团电力设备检修系统的设计与实现[D].大连理工大学,2018.
- [2] 杨厚君,唐宇航,翟伟,等.供电企业配电网生产设备安全风险评价标准[M].中国水利水电出版社:201705:202.
- [3] 石高潮.电力生产企业安全检修现状及未来发展趋势[J].中国高新技术企业,2016,(05):162-163.
- [4] 高振启.试析影响电力生产设备安全运行的因素及策略[J].中国新技术新产品,2014,(21):189.
- [5] 战永胜,陈飞翔,缪益平,等.适应国家电网电力生产模式的流域电站检修计划管理实践[C]//中国水力发电工程学会电力系统自动化专委会.2013年电力系统自动化专委会年会论文.[出版者不详],2013:68-71.