

智能变电站检修技术与运维模式的融合研究

杨伟 乔明 乔莉

国网湖北省电力公司随州供电公司 湖北随州 441300

摘要: 文章重点对智能变电站检修技术和运维模式整合进行了深入地研究。首先对智能变电站检修技术关键点进行说明,涉及信息交互技术、一次设备检修技术和二次设备检修技术;然后对集约化、数字化、智能化三种运维模式进行特征和优势分析。基于此,本文对检修技术和运维模式整合的重点要点进行探究,目的在于通过二者的有效结合,来促进智能变电站运行可靠性的提高、维护效率和管理水平,为智能变电站稳定运行以及电力系统安全供电提供理论支持和实际指导。

关键词: 智能变电站;检修技术;运维模式;融合要点

引言

在智能电网建设迅速发展的背景下,智能变电站是智能电网中的关键节点之一,智能变电站的运行安全和稳定对于整个电力系统能否可靠供电具有重要意义。检修技术对于确保智能变电站内设备的正常运行,及时发现和排除设备隐患具有十分重要的意义,运维模式决定着变电站运维工作组织形式和效率。传统检修技术和运维模式面临着智能变电站自动化、信息化和智能化程度高的问题,也逐渐显露出许多缺陷。所以,对智能变电站检修技术和运维模式整合进行深入研究,并实现二者协同优化已成为现阶段智能变电站领域急需解决的一个重要问题,这对提升智能变电站运行管理水平、降低运维成本,确保电力系统的安全平稳运行都有着深远的意义。

一、智能变电站检修技术要点

1. 信息交互技术

智能变电站凭借先进的信息交互技术,实现了各装置之间高效通信和数据共享,信息交互技术是大修工作的核心。一方面通过统一数据平台实现变电站一次设备、二次设备及辅助系统运行数据,状态信息和告警信号的实时聚合和集成,检修人员可以在此平台的帮助下对设备的运行状态有一个全面准确的把握,对可能存在的故障隐患有一个预先的发现,比如用传感器对变压器油温、油位和局部放电情况进行实时数据采集,通过网络将其传送到监控系统中,当数据出现异常时,该系统会及时报警,从而给检修人员准确的故障线索。另一方面,信息交互技术也为检修指令快速发布和执行反馈提供支持,检修人员可以通过移动终端远程交互变电站控

制系统、远程操作和调试设备,极大地提高检修工作效率和灵活性。

2. 一次设备检修技术

一次设备在智能变电站中处于核心地位,一次设备检修技术的好坏直接影响着变电站能否安全地运行,对变压器而言,利用先进的技术手段如油色谱分析,红外测温和局部放电检测可以及时发现其内部潜伏性故障。如油色谱分析,通过检测变压器油中溶解气体组成和含量,可以判断变压器内有无过热,放电及其他故障的种类和轻重。对断路器而言,着重对其分合闸的时间、同期性和速度等机械特性参数进行监测,并利用在线监测装置获取实时数据并与历史数据进行比较分析,预先检测断路器操作机构卡涩和磨损情况,以免断路器故障造成电力系统事故。另外,对于GIS设备而言,采用特高频局部放电检测和超声波检测可以有效地发现GIS设备内局部放电情况,并对其绝缘状况进行评价,从而为其大修提供科学依据。

3. 二次设备检修

二次设备在智能变电站中承担着控制、保护、测量、信号等重要功能,其检修工作至关重要,二次设备检修主要包括对保护装置、测控装置、自动化系统等的检测与维护。一方面,定期对二次设备进行功能测试与校验,确保其动作逻辑正确、测量精度符合要求。例如,采用继电保护测试仪对保护装置进行整组试验,模拟各种故障工况,检验保护装置的動作时间、動作值等是否满足设计要求。另一方面,加强对二次设备软件系统的管理与维护。随着智能变电站二次设备智能化程度的不断提高,软件系统在设备运行中发挥着越来越重要的作用。

定期对软件进行升级、备份，防止因软件故障导致设备误动或拒动。同时，关注二次设备网络通信状态，确保通信网络稳定可靠，避免因通信中断影响二次设备之间的信息交互与协同工作。

二、智能变电站运维模式分析

1. 集约化运维模式

集约化运维模式强调对变电站运维资源的集中管理与优化配置，通过建立区域运维中心，将多个变电站的运维工作进行统一规划、统一调度、统一管理，在这种模式下，运维人员、设备、物资等资源得到高效整合，避免了资源的分散与浪费。例如，区域运维中心可根据各变电站的设备状况、运行负荷等因素，合理安排运维人员的工作任务，提高人力资源的利用率，同时集中采购运维物资，降低采购成本，提高物资调配的效率。集约化运维模式还有利于实现运维经验的共享与交流，运维人员可以在不同变电站之间进行技术交流与学习，提升整体运维水平。但集约化运维模式对区域运维中心的管理能力与协调能力要求较高，需要建立完善的管理体系与信息化平台，以确保运维工作的高效有序开展。

2. 数字化运维模式

数字化运维模式以数字化技术为支撑，实现变电站运维工作的信息化、智能化，通过构建数字化变电站运维平台，集成设备状态监测、故障诊断、运维管理等功能模块，利用物联网技术，实现对变电站内各类设备的实时监测与数据采集，将设备运行数据以数字化形式传输至运维平台，运维人员通过平台可直观地查看设备运行状态、历史数据、故障记录等信息，实现对设备的远程监控与诊断。例如，利用大数据分析技术对设备运行数据进行深度挖掘，预测设备故障发展趋势，提前制定运维计划，数字化运维模式还支持运维工作的电子化流程管理，如工作票、操作票的在线办理、审批、执行等，提高了运维工作的规范化与效率。但数字化运维模式的建设需要投入大量的资金用于数字化设备与信息系统的建设，同时对运维人员的技术水平要求较高，需要具备数字化技术与电力专业知识的复合型人才。

3. 智能化运维模式

智能化运维模式是智能变电站运维的发展方向，它融合了人工智能、机器学习、机器人技术等先进技术，实现变电站运维工作的自动化、智能化决策，智能机器人可替代人工完成设备巡检、红外测温、表计读数等常规工作，不仅提高了巡检效率与准确性，还降低了运维人员的工作强度与安全风险，如智能巡检机器人配备高

清摄像头、红外热像仪、气体传感器等多种检测设备，按照预设的巡检路线对设备进行全方位检测，并将检测数据实时上传至运维平台。利用人工智能算法对设备运行数据进行分析与学习，自动识别设备故障特征，实现故障的智能诊断与预警，智能化运维模式还能够根据设备的运行状态与历史数据，自动生成运维策略与计划，实现运维工作的精准化与智能化。智能化运维模式目前仍处于发展阶段，相关技术还不够成熟，存在智能算法的准确性、机器人的可靠性等问题需要进一步研究与解决。

三、智能变电站检修技术与运维模式的融合要点

1. 构建一体化信息平台

建设一体化信息平台，是实现智能变电站检修技术和运维模式进一步融合发展的核心枢纽，该平台需要综合集成变电站复杂多样的信息系统，突破设备状态监测，运维管理和生产管理各系统之间的数据壁垒，实现高效互联互通和深度共享，就像智能变电站中的“智慧大脑”，汇聚了不同设备和环节中的大量数据，覆盖了设备的实时运行参数，历史检修记录和缺陷处理细节等重要信息。检修人员和运维人员在这一平台的帮助下，可以在任何时间、任何地点获得设备全生命周期的信息，从而为准确决策奠定了坚实的基础。该平台在设备突然出现异常告警时快速做出反应，将详细情况自动推送给相关工作人员，同时将设备历史检修数据和运行态势进行关联，协助工作人员快速确定故障根源和制定科学合理检修策略。与此同时，该平台所具有的强大数据分析和挖掘功能也是它独有的优势，利用先进算法深度剖析海量设备数据，准确评估设备状态、对设备寿命进行了预测，并对优化运维策略进行了前瞻性指引。通过建设该一体化信息平台使智能变电站检修和运维工作从信息孤岛中解放出来，协同高效运行，显著提高变电站运行管理水平和应急响应能力。

2. 优化检修与运维流程

传统模式中的检修和运维工作是相对独立的，存在着信息流通不畅和协作效率低的问题，容易造成故障处理的拖延和资源的浪费。并将优化流程投入到突破这一障碍，建立无缝衔接和高效协同工作体系中。当运维人员通过日常巡检或者实时监测的方式检测到设备异常情况，不再需要逐层上报和烦琐的交流，可以通过智能移动终端和一体化信息平台进行辅助，立即向检修部门和有关技术人员准确推送设备异常表现，出现时间和关联数据等细节。检修人员根据这些及时而全面的资料，

快速地进行故障分析,超前计划检修方案,备齐检修物资,大大缩短了故障响应和处理的时间。同时在运维流程中深度融合了状态检修理念,摒弃了传统定期检修盲目性的弊端,根据设备的实时操作数据,历史状态评价结果,检修计划的动态调整,健康设备检修间隔时间的适当增加,隐患设备的深度检修的及时布置。另外,在信息化的辅助下,简化了工作票和操作票的审批过程,做到了线上流转和自动审核,降低了人工干预的程度,提升了工作效率和准确性,保证了检修和运维工作能够在优化的过程中高效,有序地进行。

3. 加强人员培训与团队建设

当下,智能变电站集先进信息交互,智能传感和大数据分析前沿技术于一体,检修和运维工作由传统的经验驱动向技术智能驱动转变,对人员素质要求空前高涨。在进行人员培训时,需要超越专业的界限,建立一个综合性的知识结构,这不仅包括智能变电站中各种新型设备和系统的基本原理和操作方式,例如智能终端、合并后的单元内部构造和运维要点也深度融合了信息技术,自动化控制和人工智能算法等多学科交叉知识,使得运维人员能够熟练掌握智能巡检机器人编程调试,检修人员能够学习利用大数据预测设备故障。

团队建设的核心目标是构建一个既具备出色的团队合作能力,又拥有创新思维的战斗团队。不同专业背景下的人在整合工作中需要突破藩篱,产生思维碰撞合力。通过经常性跨专业研讨和联合故障模拟演练,推动检修人员和运维人员技术理解和工作思路深度融合,形成相互默契和信任感。同时建立创新激励机制激励团队成员对整合过程中存在的困难痛点进行技术创新和管理优化,例如探索更加有效的检修运维协同算法和开发切实可行的智能运维辅助工具等。把不断培训员工作为知识养分,把优秀团队建设作为组织架构,只有这样才能铸就一支既有技术又善于合作,既有攻坚也有创新的智能变电站人才团队,才能给融合发展带来持续不断的力量。

4. 完善标准与规范体系

智能变电站作为电力行业智能化变革的前沿阵地,检修与运维模式融合涉及多领域技术交叉、多环节流程再造,若无统一且完善的标准与规范,极易陷入无序发展、各自为政的困境。

在技术层面,需针对融合过程中涌现的新设备、新技术、新方法制定详细标准。明确智能传感器在数据采集精度、传输频率上的技术指标,规范智能机器人巡检

路径规划、故障识别准确率等作业标准,确保各类技术手段在融合应用中有章可循、精准可靠。对于数据交互,统一不同系统间数据格式、通信协议,让设备状态数据、运维操作指令等能在各平台间自由流转、无缝对接。

在管理层面,构建涵盖融合工作全流程的规范体系。细化检修计划制定、运维任务分配、应急响应处理等环节的操作规范,明确各部门、各岗位在融合工作中的职责权限与协同机制,避免职责不清、推诿扯皮。同时,建立严格的标准与规范执行监督机制,通过定期检查、随机抽查、绩效评估等方式,确保各项标准规范落地生根。以严谨的标准为尺、完善的规范为绳,为智能变电站检修技术与运维模式融合打造规范有序、高效协同的发展环境,推动智能变电站迈向更高水平的智能化运维新阶段。

结论

智能变电站检修技术与运维模式的融合是智能变电站发展的必然趋势。通过深入分析检修技术的关键要点与运维模式的特点优势,明确两者融合的关键要点,如构建一体化信息平台、优化检修与运维流程、加强人员培训与团队建设、完善标准与规范体系等,能够有效实现检修技术与运维模式的协同优化。这种融合将显著提升智能变电站的运行可靠性、维护效率及管理水平,降低运维成本,为智能电网的安全稳定运行提供坚实保障。未来,随着技术的不断进步与创新,智能变电站检修技术与运维模式的融合将不断深化,向着更加智能化、自动化、精细化的方向发展,为电力行业的可持续发展注入新的动力。

参考文献

- [1] 朱子太. 智能化变电站运维检修管理模式的研究[J]. 石河子科技, 2023(5): 31-32.
- [2] 沈熙魁, 廉永君. 智能化变电站运维检修管理模式研究[J]. 互动软件, 2023(5): 4397-4398.
- [3] 范晨超. 智能变电站故障检修系统运维技术研究[C]// 江西省电机工程学会2023年年会. 国网江西省电力有限公司鹰潭供电分公司, 2024.
- [4] 卢帅帅. 智能变电站运维技术及设备故障处理探讨[J]. 中国设备工程, 2024(16): 39-41.
- [5] 李聪. 电网变电运维检修技术研究[J]. 中国设备工程, 2024(005): 000.