

互联网技术背景下的电力设备维修技术探讨

周 超

内蒙古华电辉腾锡勒风力发电有限公司 内蒙古 包头 014040

摘 要：传统电力设备维修多采用事后抢修与定期检修模式，存在运维滞后、隐患预判能力弱、资源浪费严重及人工依赖性强等问题，难以适配现代电网发展需求。本文结合物联网、大数据、人工智能及数字孪生等互联网技术，阐述智能维修技术体系与应用场景，分析当前数据壁垒、技术适配不足、管理滞后及人才短缺等问题，提出针对性优化策略，助力电力设备运维向智能化、精准化转型。

关键词：互联网技术背景下；电力设备；维修技术

引言：电力设备是电网安全稳定运行的核心载体，直接关系到电力供应的可靠性与稳定性。当前电网结构持续升级，新能源设备不断扩容，设备运行工况更为复杂，传统人工运维模式的短板逐步凸显。互联网智能技术的快速发展，为电力设备维修模式革新提供了有力支撑。基于此，本文探究互联网技术赋能电力维修的转型路径与核心技术，剖析现存问题并制定优化方案，推动电力运维数字化升级。

1 电力设备维修与互联网技术相关理论概述

1.1 传统电力设备维修技术体系

（1）传统维修主要模式：电力设备传统维修以事后故障维修和定期计划检修为主。事后故障维修为设备故障停机后开展抢修，适用于次要、故障影响小的通用设备；定期计划检修依托固定周期开展维保，多用于核心电力设备，通过常态化检查降低突发故障概率。（2）传统维修技术短板：该体系存在明显局限性，运维动作滞后，仅能事后处置或固定周期检修，无法适配设备实时状态。易造成人力、物资资源浪费，且故障预判能力薄弱，难以提前排查潜在隐患。同时高度依赖人工经验，运维精度和效率参差不齐，整体运维稳定性不足。

1.2 核心互联网相关技术原理

（1）物联网感知技术：通过传感器、数据传输模块采集电力设备运行温度、负荷、损耗等状态数据，依托网络实现数据实时传输，可全天候动态监测设备工况，突破人工监测局限。（2）大数据与云计算技术：负责海量运维数据的云端存储、分类梳理与深度挖掘，依托云端算力完成数据协同处理，为设备运维分析提供精准数据支撑。（3）人工智能与数字孪生技术：通过算法实现故障智能诊断与溯源，结合数字孪生构建设备虚拟仿真模型，精准模拟设备运行状态，完成设备寿命预判与工况推演^[1]。

1.3 互联网技术赋能电力维修的转型逻辑

（1）维修模式转型：打破被动抢修、固定周期检修模式，依托数据监测与智能分析，转向主动预测、状态化精准维修，大幅降低设备故障风险。（2）运维管理转型：摒弃人工粗放管理模式，依托数字化、智能化技术，实现运维流程标准化、精细化管控，提升管理科学性。（3）资源配置转型：基于智能数据分析调配人力、物资、技术资源，优化资源分配结构，减少资源闲置与浪费，提升运维资源利用效率。

2 互联网背景下电力设备核心维修技术体系

2.1 电力设备远程实时监测技术

（1）多维度数据感知：该技术是远程监测的基础核心，依托高精度传感器、物联网采集终端等智能设备，对变压器、断路器、开关柜等各类电力设备开展全方位数据采集。主要精准捕捉设备运行温度、机械振动、局部放电、负荷电流、设备绝缘状态等关键运行参数，同时记录环境温湿度、雨雪天气等外部影响数据，实现设备运行状态多维度、全覆盖的数据采集，为后续分析运维提供完整原始数据支撑。（2）数据实时传输与同步：依托5G通信技术与电力专用互联网专网，搭建高稳定、高安全的数据传输通道。相较于传统网络，该传输模式具备低延迟、大带宽、抗干扰能力强的优势，可实现海量设备运维数据的实时上传、双向传输与云端同步，有效避免数据延迟、丢失、偏差等问题，保障监测数据的时效性与准确性，满足电力设备全天候动态监测的传输需求^[2]。（3）远程状态可视化监测：通过搭建一体化云端智能监测平台，将采集的设备运行数据进行汇总、整理与可视化转化。平台可直观展示各区域、各类型电力设备的实时运行状态，替代传统人工现场巡查模式，工作人员可远程掌握设备工况，实现全天候、无间断可视化管控，及时发现设备异常波动情况，大幅提升设备监

测的覆盖面与效率。

2.2 智能化故障诊断与预测维修技术

(1) AI故障识别诊断:以深度学习、机器学习等人工智能算法为核心,对海量设备运维数据进行智能分析与特征提取。通过训练专属电力设备故障识别模型,精准识别设备运行中的异常数据特征,快速定位故障点、判定故障类型,解决传统人工诊断经验依赖强、误差大、效率低的问题,实现故障诊断的标准化、精准化与智能化。(2)大数据故障预判:依托电力运维历史数据库搭建数据分析模型,深度挖掘设备长期运行的数据规律,梳理设备老化、故障高发的特征与趋势。通过实时数据与历史模型的比对分析,提前识别设备潜在隐患与运行风险,突破传统事后维修、定期检修的局限,实现从故障处置向故障预判的前置化运维转变。(3)设备寿命智能评估:整合设备实时运行数据、长期损耗数据、环境影响参数等多维度信息,通过智能算法构建寿命评估模型,精准测算电力设备的剩余使用寿命。同时可根据设备损耗状态动态更新评估结果,为设备检修、更换、维保计划的制定提供科学的数据依据,有效延长设备运行周期^[3]。

2.3 数字孪生全周期维修运维技术

(1)设备数字模型构建:基于数字孪生技术,结合电力设备实体参数、结构特征、运行原理,搭建1:1高精度虚拟仿真模型。模型可实时同步实体设备的运行数据与工况状态,完整复刻设备的动态运行过程,实现实体设备与虚拟模型的双向映射、动态同步,为智能化运维提供虚拟载体。(2)虚拟检修仿真测试:在构建的虚拟数字模型中,可自主模拟各类设备故障场景,开展维修方案推演、检修流程仿真、操作风险预判等测试工作。无需对实体设备进行拆机、试操作,有效规避实体检修过程中可能出现的设备损坏、安全事故风险,优化检修流程,提升维修方案的可行性与安全性。(3)全生命周期运维优化:依托数字孪生模型,贯穿设备安装调试、日常运行、故障检修、老化报废的全生命周期开展数字化管控。实时记录设备全流程运行与维保数据,动态优化运维策略,针对性调整检修周期与维保方案,实现电力设备全生命周期的精细化、智能化运维管理^[4]。

2.4 智能巡检与无人化维修辅助技术

(1)机器人智能巡检技术:搭载高清摄像、红外测温、数据采集模块的智能巡检机器人,可替代人工完成变电站、高压线路等高危、复杂作业场景的巡检工作。机器人可全天候自主巡检、自动记录数据、识别异常隐患,弥补人工巡检视野局限、高危作业风险高、巡检频

次不足等短板,提升巡检工作的安全性与全面性。(2)远程辅助维修技术:依托互联网视频联动、远程投屏、实时语音传输等技术,搭建远程维修指导平台。现场运维人员可实时传输设备故障画面与工况信息,异地专家可远程参与故障分析、方案指导与操作教学,打破地域技术壁垒,快速解决现场复杂维修难题,提升故障维修效率,降低运维技术成本。

3 互联网电力维修技术应用现状与现存问题

3.1 互联网维修技术实际应用场景

(1)高压变电设备智能运维:当前互联网技术已广泛应用于高压变电设备运维,针对变压器、断路器等核心变电设备,搭建远程监测与预警系统,实时采集设备运行数据,实现故障提前预警、状态实时管控,有效降低高压设备突发故障概率,保障电网主干设备稳定运行。(2)配网设备数字化维修:在配网运维场景中,智能化巡检技术全面落地,针对配网线路、开关柜等常用设备,依托物联网与智能终端完成常态化巡检,快速定位线路故障、设备缺陷,配合远程技术指导实现故障快速抢修,提升配网运维效率与供电可靠性。(3)新能源电力设备运维:适配风电、光伏新能源发电场景,依托网络化运维平台,对新能源配套电力设备实施一体化管理,统一开展设备状态监测、维保调度与故障处置,解决新能源设备分散性强、运维难度大的问题,实现新能源电力设备规范化运维。

3.2 技术应用现存核心问题

(1)数据层面:电力行业各类设备数据采集标准不统一,不同厂家、不同类型设备数据格式存在差异,形成严重的数据孤岛问题。海量运维数据无法有效互通共享,数据深度挖掘与分析利用率偏低,难以充分发挥数据运维价值。(2)技术层面:现有智能诊断算法多为通用模型,针对复杂工况、特殊故障的适配性不足,诊断精准度有待提升。同时,多数数字孪生模型简化参数较多,建模精度不足,无法完全贴合设备真实运行状态。(3)设备层面:电网中仍存在大量老旧电力设备,设备硬件老旧、无智能采集接口,智能化改造难度与成本较高。且改造后的智能设备与老旧设备兼容性较差,系统运行衔接不畅,制约智能化运维落地。

3.3 运维管理与安全层面问题

(1)管理体系不完善:传统运维管理制度、工作流程适配人工检修模式,与智能化、数字化维修模式适配度较低,新旧运维流程衔接脱节,管理制度更新滞后,整体运维管理体系不够规范。(2)网络安全风险:电力运维数据依托云端完成传输与存储,电网设备联网程

度不断提升,极易面临网络攻击、数据篡改、信息泄露等安全隐患,直接威胁电网运行安全与数据安全。(3)专业人才匮乏:智能化电力维修对人员综合能力要求较高,目前行业内传统运维人员居多,兼具电力专业知识与互联网、大数据、智能技术的复合型人才缺口较大,人才储备难以适配行业智能化转型需求。

4 互联网电力设备维修技术优化策略

4.1 技术层面优化升级策略

(1)统一数据标准体系:针对电力行业数据杂乱、数据孤岛等问题,统一各类电力设备的数据采集、传输、存储与汇总标准。规范不同厂家、不同型号设备的数据格式与接口协议,打通各系统、各区域的数据壁垒,实现运维数据互联互通,提升数据整合度与利用率,为智能分析、故障预判提供完整、规范的数据支撑。(2)优化智能算法模型:结合高压设备、配网设备、新能源设备的实际运行特性与复杂工况,对现有智能诊断与预测算法进行迭代升级。通过海量电力运维样本数据持续训练模型,优化故障识别、风险预判与寿命评估逻辑,提升算法对隐蔽故障、复合故障的识别精度,增强智能运维系统的适配性与稳定性。(3)推进设备智能化改造:采用分步改造、逐步替换的方式对电网老旧设备进行智能化升级,加装智能感知、数据传输终端。同时优化系统兼容架构,针对性解决新旧设备适配性差、数据对接不畅等问题,全面提升电网设备整体智能化水平,夯实数字化运维硬件基础。

4.2 安全与管理体系完善策略

(1)构建网络安全防护体系:围绕电力运维云端数据传输、存储与应用全流程,建立全方位网络安全防护机制。通过数据加密、访问权限管控、实时风险监测、攻击预警等技术手段,规避数据泄露、网络攻击与数据篡改风险,保障电力运维数据与电网运行安全。(2)优化智能运维管理制度:摒弃传统人工运维管理模式,建立适配数字化、智能化维修的管理制度。重新梳理设备巡检、故障维修、设备保养等作业流程,完善运维考核、质量管控与责任划分体系,实现运维管理流程标准化、规范化,解决新旧管理模式衔接不畅的问题。(3)

强化复合型人才培养:针对行业复合型人才缺口问题,搭建专业化人才培养体系。定期开展电力运维、大数据、物联网、智能设备操作等专项培训,鼓励传统运维人员转型升级,同时引进数字化技术人才,完善人才梯队建设,适配智能电力运维发展需求^[5]。

4.3 行业协同与资源优化策略

(1)搭建行业共享运维平台:整合电力行业企业的运维数据、技术经验、设备资源与人力资源,搭建一体化行业共享运维平台,打破企业间资源壁垒,实现技术互通、数据共享、资源协同,提升行业整体运维效率与应急处置能力。(2)推进维修技术标准化落地:统一智能化电力维修的作业流程、技术规范与验收标准,明确智能巡检、远程监测、虚拟检修、预测性维修的操作准则,推动智能维修技术规范、标准化落地,规避不规范作业带来的运维隐患,提升行业整体智能化运维水平。

结束语

本文围绕互联网技术下的电力设备智能维修技术展开系统性探讨,梳理新型维修技术体系与实际应用场景,总结技术落地、运维管理、网络安全及人才建设方面的现存短板。通过制定技术升级、安全防护、管理完善、行业协同的优化对策,有效弥补传统运维模式的不足。希望能够提升电力设备运维质量与效率,保障电网安全稳定运行,为智能电力运维发展提供有效参考。

参考文献

- [1]张志林.智能电网技术在电力机械设备控制系统中的应用[J].机械管理开发,2025,40(8):308-310.
- [2]朱兰霞.电力系统自动化技术的发展与应用[J].产业创新研究,2025,9(16):74-76.
- [3]高崧,郭磊.电力物联网技术在电力设备在线监测中的应用研究[J].电气自动化,2022,44(3):142-144.
- [4]尚博祥,殷博,郭晓艳,等.电力物联网技术在电力设备在线监测中的应用研究[J].电气自动化,2021,43(6):174-178.
- [5]王健宁.物联网技术在电厂设备运行监测系统中的应用[J].机械与电子,2022,40(5):95-97.