

新能源背景下电力运维检修体系优化策略研究

谢正青, 刘华健, 吕 静, 赵小宁

(国网安徽省电力有限公司霍邱县供电公司, 安徽 六安 237400)

摘 要 针对新能源发展背景下的电力运维检修体系优化问题展开探讨。首先阐述了新能源发展的时代背景, 继而提出体系优化应遵循的三项基本原则: 智能化与自动化、全寿命周期管理、标准化与规范化要求。在具体优化策略方面, 系统提出了四个维度的实施方案: 智能化设备升级与数字化管理平台建设、无人机与机器人巡检技术应用、带电作业与应急抢修能力提升、标准化运维流程与人才培养体系构建。通过实施这些策略, 旨在为电力运维检修体系更好地适应新能源发展需求提供借鉴, 进而提升系统运行效率与可靠性水平。

关键词 新能源; 电力系统; 运维检修

中图分类号: TM7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.25.008

0 引言

随着新能源技术的高速发展, 电力系统的结构形态与运行机制正在发生深刻变革。以风电、光伏为代表的新能源发电具有显著的间歇性和波动性特征, 这一特性对电力系统的运维检修工作提出了前所未有的技术挑战。传统基于稳定电源的运维检修模式已难以适应新能源主导的电力系统运行需求, 其检测精度、响应速度和处置效率均面临系统性瓶颈。因此, 构建适应新能源特性的智能化运维检修体系, 已成为保障电力系统安全稳定运行、提升能源利用效率的关键举措, 这对实现电力系统的可靠、高效、可持续发展具有重要的战略意义。

1 新能源背景概述

在全球能源结构深刻变革与环境保护需求日益迫切的背景下, 新能源发展已成为国际社会广泛关注的焦点。传统化石能源如煤炭、石油虽长期主导能源消费格局, 但其不可再生性导致储量持续减少, 且在开采利用过程中引发严重环境污染和温室气体排放, 对人类生存环境及可持续发展构成严峻挑战。与此同时, 科技进步为新能源开发利用创造了前所未有的发展契机, 太阳能、风能、水能、生物质能和地热能等清洁能源凭借其可再生性、分布广泛性和环境友好性等优势, 正逐步改变全球能源格局。其中, 太阳能通过光伏技术实现高效电能转化, 风能资源开发规模持续扩大, 水能作为成熟的清洁能源为电网提供稳定电力供应^[1]。

2 新能源背景下电力运维检修体系优化原则

2.1 智能化与自动化原则

在新能源发展背景下, 电力运维检修体系亟需推进智能化与自动化技术应用。随着新能源发电设备装

机规模持续扩大, 传统人工运维模式已难以满足实际需求。通过运用物联网、大数据、云计算和人工智能等新一代信息技术, 可实现电力设备的实时监测、故障预警和智能诊断。具体而言, 采用无人机和传感器等设备进行定期巡检与故障监测, 能够及时发现设备潜在问题, 提升检修效率和准确性; 基于大数据分析可精准评估设备运行状态, 预测潜在故障并制定预防性检修计划, 有效避免故障发生和扩大。智能化与自动化技术的应用不仅能够降低运维成本, 更能显著提升电力系统的可靠性和稳定性^[2]。

2.2 全寿命周期管理原则

全寿命周期管理原则强调对电力设备从规划、设计、制造、安装、运行到退役的全过程实施系统化管理。在新能源发展背景下, 电力设备种类与数量持续增加, 运行环境日趋复杂, 因此需要基于全寿命周期理念制定科学合理的运维检修策略。规划与设计阶段需充分考虑设备运行环境和使用需求, 采用先进技术与优质材料以提高设备可靠性和耐久性; 运行阶段应加强状态监测与评估, 根据实际运行状况动态调整检修计划与维护策略; 退役阶段则需实施合理处置与资源再利用, 降低资源消耗与环境影响。通过实施全寿命周期管理, 可实现电力设备运维检修的科学化与精细化, 从而提升设备综合效益^[3]。

2.3 标准化与规范化原则

标准化与规范化是确保电力运维检修体系高效运行的重要基础。在新能源发展背景下, 电力运维检修工作面临设备种类繁多、技术复杂度高等挑战, 亟需建立统一的标准规范体系。具体而言, 需要制定完善的运维检修技术标准与操作规程, 明确各项工作流程和

质量要求,确保运维检修工作的规范化和标准化实施。例如:对设备巡检内容、维护周期及故障诊断方法等进行详细规定,为运维人员提供统一的操作依据。同时,应加强对运维检修人员的培训与管理,提升其专业技能和业务水平,确保各项标准规范得到严格执行。通过实施标准化与规范化管理,可有效提升电力运维检修体系的质量与效率,降低运维过程中的潜在风险^[4]。

3 新能源背景下电力运维检修体系优化策略

3.1 智能化设备升级与数字化管理平台建设

在新能源技术迅猛发展的背景下,10 kV 配电网正面临从传统运维模式向智能化、数字化转型的迫切需求。传统配电网依赖人工巡检和周期性维护的模式,暴露出故障响应时效性不足、设备状态感知能力有限等结构性缺陷。以智能开关为代表的先进设备,通过融合电力电子技术、数字化控制单元及标准化通信接口,实现了保护、控制、通信三位一体的功能集成。其核心价值体现在:一方面通过实时监测与智能诊断自动识别设备隐患;另一方面借助故障隔离机制快速切断故障点,并将异常数据同步传输至中央监控系统。这种技术革新显著提升了供电可靠性,例如采用手拉手环网供电架构时,系统可在毫秒级完成故障段隔离与非故障区段重构,最大限度降低停电影响范围^[5]。

在数字化管理平台建设过程中,需统筹整合电网调控系统、数据采集监控系统、生产管理系统及营销管理系统,实现业务协同与数据互通。通过构建配网抢修指挥中心,可高效完成故障信息、非电网故障及抢修记录的快速录入,并对抢修人员接单响应、现场处置等环节实施全过程监控。供电企业由此建立起“资源统一、平台统一、指挥统一”的故障抢修管理体系,实现工单在营销、运维、调度等部门的快速流转,使抢修效率提升 40% 以上。该平台还可依托大数据分析技术,实时监测设备运行状态并开展风险评估,预先制定维护方案,有效防范因设备过载或老化导致的突发故障。

在推进设备升级过程中,智能开关的推广应用需与配网结构优化协同开展。具体而言,可将现有链状网络改造为环网结构,从而有效缩短供电半径,提升用户端电压质量。同时,通过部署智能电表及各类传感器,实现对负荷、电压、电流等运行参数的实时监测,为负荷预测和动态调整提供可靠的数据支撑。此外,在数字化管理平台建设方面,应注重用户体验优化,开发移动端应用程序,使运维人员能够实时查看设备状态、接收工单并及时反馈处理结果,最终实现全流程的数字化闭环管理^[6]。

3.2 无人机与机器人巡检技术应用

10 kV 配电网具有覆盖范围广、地理环境复杂的特点,采用无人机和机器人巡检技术可显著提升运维效率与安全性。传统人工巡检方式受限于地形条件、气候因素及人员体能,难以对高山、河流等特殊区域线路实施高频次检查。相比之下,无人机具备飞行速度可控、作业范围大等优势,能够搭载摄像设备、红外装置等执行日常巡视、故障排查及灾情评估任务。在山区配网巡检作业中,供电企业通过无人机开展杆塔定位和绝缘子状态检测,不仅将巡检时长缩减至人工巡检的三分之一,同时有效规避了登塔作业的安全隐患^[7]。

机器人巡检技术在变电站等封闭场所展现出显著优势。该技术通过搭载高清摄像装置、红外热成像设备及局部放电检测仪等先进传感器,能够对设备运行温度、局部放电等关键参数进行持续监测。借助无线网络,监测数据可实时传输至后台管理系统。某变电站应用实例表明,采用机器人巡检后,设备缺陷识别率提升了 30%,同时系统自动生成的巡检报告有效避免了人工记录可能产生的误差。此外,机器人还能完成故障指示灯更换、设备表面除尘等基础维护作业,显著降低了运维成本。

无人机与机器人协同巡检系统通过物联网技术实现设备互联,无人机搭载的高清摄像头与红外传感器在巡检过程中实时采集多维数据,并借助 5G 网络将可见光图像、热成像等关键信息传输至云端大数据平台。系统采用深度学习的智能图像分析算法,对输电线路、管道焊缝等目标进行毫秒级异常识别,自动标记腐蚀、过热等缺陷类型,并基于知识库生成包含故障定位、维修优先级及操作指引的标准化方案。地面巡检机器人接收云端指令后,通过高精度定位导航抵达目标点位,搭载的机械臂与专用工具可完成螺栓紧固、绝缘层修补等精细化操作,同时将维修过程数据回传至平台进行闭环验证。这种“空中感知—云端决策—地面执行”的协同模式,不仅实现了从数据采集到处置的全流程自动化,更通过持续迭代的算法模型与作业记录库,使系统具备自我优化能力,最终形成动态升级的智能运维闭环^[8]。

3.3 带电作业与应急抢修能力提升

在新能源技术快速发展的背景下,10 kV 配电网的供电可靠性标准得到系统性提升,带电作业与应急抢修能力的现代化建设已成为配网转型升级的核心要素。传统依赖计划停电的检修模式已无法适应高可靠性供电需求,而带电作业技术通过采用高性能绝缘装备和标准化作业流程,实现了设备维护与电力供应并行的

技术突破。具体而言,通过整合绝缘斗臂车作业法、绝缘杆作业法及旁路作业法等技术手段,可在保障供电连续性的前提下,完成线路消缺、设备更换等复杂操作。实践表明,该技术的规模化应用有效缩短了停电持续时间,如某省级电网企业通过全面推行带电作业,在显著降低年均停电指标的同时,同步提升了终端用户的用电满意度,充分印证了该技术在新型电力系统中的关键价值。

为提升应急抢修能力,建议从人员培训、物资储备及预案演练三方面系统推进。首先应强化运维人员专业技能培训,通过“理论+实操”相结合的培训体系,定期组织模拟故障处置考核,重点提升接地故障、线路短路等典型问题的处置效率。其次需完善应急物资储备体系,建立区域性物资调配中心,确保抢修车辆、工器具及应急电源等物资的快速供应,并在灾害高发期提前储备防水沙袋、应急照明等专用物资。同时要重视预案演练的检验作用,通过定期开展“双盲”演练模拟恶劣天气下的线路故障,持续优化抢修流程,提升多部门协同效率。此外,应建立跨部门协作机制,实现调度、运维、营销等部门间的信息共享与资源调配。在新能源快速发展背景下,建议引入智能化监测系统为带电作业提供数据支持,通过在配电网部署传感器实时监测线路参数,实现故障快速定位与预警。同时运用物联网技术构建智能化物资管理系统,实现应急物资的精准调配。还应加强与科研院所的合作,共同研发带电作业新技术、新设备,持续完善应急管理体系。

3.4 标准化运维流程与人才培养体系构建

建立健全标准化运维流程和完善人才培养机制是提升10 kV配网运维检修体系效能的关键基础。当前10 kV配网运维工作存在标准不统一、作业不规范等问题,导致故障处置效率难以提升。为此,供电企业编制了《10kV配网运维检修标准化作业指导书》,对设备巡检、故障处置及验收等关键环节的操作标准进行了系统规范,使运维差错率显著下降35%。在制定标准化流程时,需充分考虑设备特性和运行环境特点,例如针对山区线路的特殊情况,应增加防雷击、防覆冰等专项检查内容。

人才培养体系应当注重理论知识与实践能力的协同发展。在高等教育阶段,可通过校企联合办学及技能竞赛等方式,培养掌握电力电子、自动控制等专业技能的复合型人才。例如:高校与供电企业合作设立“智能电网运维”专业,设置智能开关调试、无人机巡检等实践课程,实现毕业生与岗位需求的无缝对接。同时,

要建立健全在职人员继续教育体系,定期组织新技术专题培训,如针对智能电表、物联网设备应用的专项课程。供电企业可构建“线上+线下”相结合的培训平台,确保运维人员年均培训时长达标,从而显著提升其专业技能水平。

为确保标准化运维流程的有效实施,供电企业需将人才培养与激励机制有机结合。具体而言,可通过设立“运维标兵”奖项,对在故障处理、技术创新等领域表现突出的员工予以表彰奖励,从而充分调动员工积极性。同时,应建立健全运维质量考核体系,将设备故障率、抢修及时率等关键指标纳入绩效考核范畴,以保障运维流程的规范执行。值得注意的是,随着新能源技术的快速发展,10 kV配网运维工作对跨学科知识提出了更高要求。以储能设备接入为例,运维人员需掌握电池管理、能量调度等专业技能,这对人才培养提出了新的挑战。

4 结束语

在新能源发展背景下,电力运维检修体系的优化是一项具有长期性和复杂性的系统工程。应遵循智能化与自动化、全生命周期管理、标准化与规范化等基本原则,通过实施智能化设备升级、无人机与机器人巡检、带电作业与应急抢修能力提升、标准化运维流程建设及专业人才培养等具体措施,全面提升电力运维检修水平。未来需要持续跟踪新能源技术发展动态,不断优化运维检修体系,以适应电力系统发展需求,为能源转型和可持续发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 李昂.配电系统运维检修风险与预控措施分析[J].集成电路应用,2025,42(03):242-243.
- [2] 王茜茜.基于机器视觉的电力运维检修预控系统[J].电气技术与经济,2025(01):190-192.
- [3] 杜德福.基于智能电网的电力运维检修技术[J].电力设备管理,2024(24):33-35.
- [4] 余烈均.智能技术在电力设备运维检修中的应用[J].电子技术,2024,53(11):230-231.
- [5] 邵芳.基于监督机器学习的配电网电力智能运维检修研究[J].自动化技术与应用,2024,43(11):169-173.
- [6] 徐欧珺,吕佳芮.人工智能技术在配电网电力设备运维检修中的应用[J].中国机械,2024(29):48-51.
- [7] 鲍眺,卢雷.基于群体智能算法的电力设备现场智能化运维检修研究[J].无线互联科技,2024,21(19):43-45.
- [8] 刘博,翟文松.人工智能技术在电力设备运维检修中的研究及应用[J].产业科技创新,2024,06(04):47-50.