

配电网电力工程技术问题 分析及其施工安全研究

徐 亮, 杨 政, 史现奇

(山东鼎拓电气有限公司, 山东 济南 250000)

摘 要 配电网作为连接主网和用户之间的关键环节, 配电网技术的可靠性以及施工安全对供电质量产生直接影响。本文通过对配电网电力工程存在的技术难题和安全优化路径进行了系统分析, 明确了智能融合和高弹性的系统架构特征以及电力工程技术在供电可靠性方面的核心价值, 揭露了防误操作装置的故障、技术更新的滞后、维护系统的不健全以及对气候变化的适应性不足等技术难题, 并提出了施工安全的解决对策。研究结果表明, 技术创新和管理优化协同能够促进配电网工程的安全水平和运行效能的提高, 有利于新型电力系统的建设。

关键词 配电网电力工程技术; 防误操作装置; 电网维护体系; 施工安全

中图分类号: TM72

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.25.014

0 引言

配电网是电力系统中的一个重要环节, 它的建设安全直接影响着电网的稳定运行和社会的正常供电。在电网规模越来越大和技术不断创新的情况下, 配电网建设所面临的安全挑战也越来越复杂。如何有效地提高施工安全性和防止事故发生已成为配电网工程领域急需解决的重点问题。通过对配电网建设安全优化策略的系统研究, 为促进配电网建设管理水平的提高和确保电网的安全稳定运营提供实践参考。

1 配电网电力工程技术概述

1.1 现代配电网系统构成与特征

现代配电网系统具有智能融合和高弹性等突出特点, 组成覆盖高压输电线路终端到低压用户接入点整个环节的网络体系。具体地说, 该系统是由高压配电变电站、中压配电线路、配电变压器、低压配电线路和各种用户终端设备等组成的多层级、多节点复杂网络结构。在配电网中, 智能融合的特点主要体现在对先进信息技术, 如物联网、大数据、云计算和人工智能等的深度整合和应用^[1]。这些先进技术的整合为配电网提供了实时监控和精确控制、智能调度和故障自愈的先进功能, 大大提高了系统运行效率和可靠性。但高弹性表现为配电网对于各种突发状况, 不管是面临自然灾害、设备故障或负荷突变时都具有快速反应和恢复的能力, 现代配电网均可以通过灵活地进行网络重构和资源调配来保证电力供应的连续性和稳定性^[2]。

1.2 电力工程技术在配电网中的应用价值

就增强供电可靠性而言, 先进电力工程技术通过准确负荷预测、智能故障定位和隔离、快速自愈恢复机制等, 显著减少停电时间和影响范围, 确保用户持续稳定用电。在资源优化配置层面上, 电力工程技术帮助配电网通过需求侧响应, 分布式能源访问和管理等多种技术手段实现了能源灵活调度和高效利用, 均衡电力供需矛盾、提高能源利用效率、推进绿色满仓目标^[3]。另外, 电力工程技术还能促进配电网智能化升级发展, 在物联网、大数据分析和云计算等先进技术支持下, 对配电网运行状况进行实时监控、智能分析和决策支持, 为运行维护人员提供更准确、更有效的管理工具, 以降低运行维护成本和提高总体运营效益。

2 配电网电力工程技术关键问题分析

2.1 防误操作装置失效与运行管理缺陷

防误操作装置是确保电网安全运行的重要防线, 防误操作装置的故障通常来自设计缺陷、维护不当或者技术老化等诸多因素。从设计层面看, 有些设备没有充分考虑到现场环境复杂多变的特点, 造成极端情况下容易发生误判或者拒动; 在维修中, 因缺少经常性专业检测和校准而导致装置性能逐步劣化, 不能有效辨识和制止错误操作; 从技术层面看, 随着电网智能化程度的不断提高, 传统防误操作装置已经很难达到高精度和高可靠性的要求, 而滞后的技术迭代则成

了限制其发挥效能的瓶颈。同时,其运行管理缺陷也不可忽视。配电网运行管理涵盖了规划、建设、运行维护等诸多环节,其中任何一环出现遗漏都会导致连锁反应的发生,从而影响到整个电网的安全性^[4]。

2.2 配电设备技术迭代滞后问题

在智能电网,分布式能源接入以及其他新兴技术快速发展的背景下,配电设备在技术性能和功能需求都发生了变化,成为电网和用户之间沟通的纽带。但目前一些配电设备技术迭代显得捉襟见肘,很难与不断增长的电网智能化和高效化需求相匹配。技术迭代滞后,其中一个体现就是设备智能化水平不够高。尽管智能电网的概念已深入人心,但许多配电设备仍停留在传统的控制与监测模式,缺乏自我感知、自我诊断与自我优化的能力,很难做到和上级调度系统无缝衔接、高效协同^[5]。

2.3 电网维护体系不健全现象

目前,虽然电网规模不断扩大,技术复杂度也在不断增加,但是与其配套的维护体系并没有得到同步改善,这就造成了一系列问题的频繁出现。具体来讲,维护体系不完善表现为维护流程碎片化、低效化,没有统一标准和规范,使维护工作经常处于各自为政、重复劳动的状态,这一两难境地既浪费大量人力和物力,又很难确保维护质量一致可靠。更进一步说,保持资源分配不均衡是一个突出的问题。在一些区域,电网维护工作常常会因为缺乏资金、技术或者人员资源而显得力不从心,很难应付不断增加的维护需求;而且在其他区域,也会出现资源闲置或者浪费等问题,没有发挥出应有的作用。

2.4 极端气候环境适应性不足

在全球气候变化日益加剧的背景下,极端天气事件频繁发生和强度不断升级,如暴雨洪涝、高温热浪、严寒风冻以及强风飓风等,给配电网物理结构、设备性能和运行管理带来了空前挑战。目前,一些配电网在规划设计及建设阶段虽然已经考虑到一定的气候条件,但是面对极端气候所具有的极端性、不确定性以及复合性等特点,适应性设计明显不足。具体表现在电网设备对极端气候的耐受能力受到一定限制,如绝缘材料易受高温影响而老化失效、导线易受覆冰影响而发生断裂、强风作用下杆塔易坍塌等问题直接危及电网安全平稳运行。与此同时,极端气候也会造成电网设备故障率剧增,诱发连锁故障、扩大停电面积、影响社会经济正常运行。

3 配电网施工安全优化策略研究

3.1 施工前期准备标准化建设

在配电网建设安全管理实践探索过程中,针对配电网建设环境复杂多样,技术要求越来越严格等挑战,标准化建设的目标是通过系统化、规范化前期准备过程,保证施工活动有序进行和安全可控。具体来讲,标准化建设需科学编制和严格审查施工方案,保证方案内容翔实、技术措施恰当、安全风险评估充分,并为后续建设提供清晰的技术指导和安全指引。同时,还需要加强施工人员资质审查和安全教育培训工作,采取理论授课、实操演练以及应急演练等多种方式,提高施工人员专业技能和安全意识,使之能熟练运用施工规范、安全操作规程和应急处置方法等,从而为施工安全打下扎实的人力资源基础。另外,在标准化建设中还应重视对施工机械和物料的备料和检验,以保证机械设备性能优良、安全装置完整高效、物料质量达标、规格达到设计要求等,从根本上杜绝安全隐患。在进行施工现场的布局设计时,必须严格遵循安全、合理和高效的准则,科学地规划施工区、材料堆放区以及临时用电设施等,并设置明确的安全警示标识和防护措施,以确保施工人员能够在一个安全和有序的工作环境中工作。

3.2 全流程施工安全管控强化

全流程管控突出从施工筹备到竣工验收等各个环节都需要植入严格的安全监管机制来无缝对接和动态优化安全管理。具体来讲,需要建设一个覆盖施工规划、材料采购、现场操作、设备调试以及后期维护等环节的全周期安全管理系统,以保证每个环节的活动都按照既定安全标准和操作规程进行。施工规划阶段要加强风险预评估工作,利用先进风险分析工具系统性地识别和量化评估可能存在的隐患,并有针对性地制定预防措施和应急预案。在材料采购环节中,需要对材料质量进行严格把关,保证各项施工材料都达到国家标准和设计要求,以免材料缺陷导致安全事故发生。在现场作业阶段则需要对安全进行全方位、全天候监管,采用智能化监控系统对施工动态进行实时追踪,对违规操作进行及时发现和整改,同时强化现场安全巡查和隐患排查工作,保障施工环境安全可控。在设备调试和后期维护的阶段,需要建立良好的设备维护档案并定期开展安全检测和性能评估等工作,以保证设备的长期平稳运行,降低由于设备故障而带来的安全风险。另外,全流程施工安全控制加强也需要重视安全文化培养和宣传,并通过经常性的安全培训、

案例分析和经验交流,提升全体施工人员的安全意识与责任意识,形成“安全连着你我他,平安幸福靠大家”的良好氛围。

3.3 材料质量与施工工艺双控机制

材料作为工程建设的物质基础,其质量好坏直接关系到电网的耐久性和安全性。建立一套严谨的材料质量控制体系非常关键,需要从材料采购的源头开始,对供应商进行资质审查、样品检测和批量抽检多环节把关,保证进场材料全部达到国家标准和设计要求。同时引进先进的物料追溯系统,使物料从产生到投入使用的整个过程都可以进行追溯,对质量问题追溯和责任界定起到了强有力的支持作用。施工技术是把材料转换为实际工程的核心步骤,它的标准化、前沿性和适应性直接决定施工的效率和质量。为此,需构建科学严谨的施工工艺标准体系,明确各施工环节的技术要求、操作流程与质量验收标准,确保施工活动有章可循、有据可依。基于此,强化施工工艺培训和评价,促进施工人员专业技能和操作水平的提高,让施工人员能熟练运用和严格按照既定施工工艺标准施工。

3.4 设备周期性巡检维护制度

在配电网建设安全和运维管理等系统中,对设备进行周期性巡检和维护制度,是确保电网平稳运行、防止设备故障和事故发生的关键防线。系统强调在科学规划和严格执行的基础上,根据设备类型、运行环境、负荷特性和历史故障数据进行多维度考虑,建立个性化、精细化巡检维护周期和内容标准。具体来讲,需要构建包含高压开关柜、变压器、电缆线路和继电保护装置在内的核心设备综合巡检系统,并明确各个设备不同工作阶段关键监测点及维护要点,如绝缘性能检测、温升监控和机械部件磨损评估,以保证巡检的全面性和针对性。在进行巡检和维护的过程中,应充分运用如物联网传感器、远程监控系统 and 大数据分析平台等现代信息技术工具,以实现了对设备运行状况的实时监控和智能预警,从而能够及时识别和预防潜在的安全风险。同时,加强巡检人员专业培训和技能提升,保证他们能准确辨识设备异常,对故障原因进行准确判断、高效实施维护操作,以免人为失误造成设备受损或者扩大事故。

3.5 智能配电网技术管理体系构建

在配电网建设安全和智能化发展双重推动下,建设智能化配电网技术管理体系已成为提高电网运行效率、确保建设安全以及优化运维管理等方面的核心战

略。该系统旨在将物联网、大数据、云计算和人工智能等先进信息技术有机结合起来,对配电网进行全生命周期智能管理和决策支持。需要建设一个统一数据采集和集成平台,将配电网各个环节运行数据、设备状态信息以及施工安全监控数据等进行集成,破除信息孤岛并进行实时共享和深度挖掘。利用数据分析和挖掘技术揭示配电网的运行规律并对可能存在的风险进行预测,从而为施工安全和运维决策等提供科学依据。在技术管理体系方面,要加强智能调度和优化控制功能的建设,采用先进算法模型实现配电网实时优化调度、均衡负荷分布、减少网损、提高供电可靠性。同时介绍了智能巡检及故障诊断系统的设计,利用无人机和机器人等自动化设备定期或者实时地巡检配电网,并迅速定位故障点,对故障影响进行了评估,为快速抢修和恢复供电提供了技术支持。另外,智能配电网技术管理体系需要重点关注安全防护和应急响应能力,建立多层次、全方位的安全防护体系以预防网络攻击和数据泄露等风险,保障配电网的运行安全。同时制定完善的应急预案,并通过模拟演练和实战检验不断提高应急响应速度和处置能力。

4 结束语

配电网建设安全优化的策略包括建设前准备工作的标准化建设、加强全流程建设的安全管控、建立材料质量和施工工艺的双控机制、设备周期性巡检维护制度、智能配电网技术管理体系的建设,为促进配电网建设安全性、可靠性和智能化提供系统性解决思路。这些战略的实施不仅有利于防止施工事故发生和确保施工人员的生命安全,而且能够促进配电网工程整体质量和运行效率的提高,从而为社会稳定供电和经济发展提供坚实的保障。

参考文献:

- [1] 徐青青,董顺良,沈俊.配电网电力工程技术及其施工安全问题探析[J].电力设备管理,2024(08):222-224.
- [2] 蒋昀廷.配电网电力工程技术问题及其施工安全探究[J].数字化用户,2023(29):22-24.
- [3] 井维波.配电网电力工程技术及其施工安全问题研究[J].自动化应用,2023,64(05):218-220.
- [4] 次仁贡布.配电网电力工程技术及其施工安全问题研究[J].百科论坛电子杂志,2024(11):40-42.
- [5] 吴晓.配电网电力工程技术及其施工安全问题研究[J].电力设备管理,2023(05):135-137.