

10kV 配电网一次设备典型故障成因分析及运维对策研究

张二海

徐州三新供电服务有限公司贾汪分公司

DOI:10.32629/etd.v7i1.22251

[摘 要] 10kV配电网直接面向终端用户供电,一次设备运行状态关乎整体供电稳定性。现阶段电网新旧设备混用、城市施工频繁、极端天气增多,设备故障问题愈发突出。本文围绕配电网主流一次设备,梳理各类典型故障,从设备本体、环境外力、运维管理、技术适配维度剖析故障成因,结合智能配网发展现状,制定落地性强的运维防控策略,以此降低设备故障概率,提升配电网运维精细化与供电可靠性。

[关键词] 10kV; 配电网; 一次设备; 典型故障成因; 运维对策

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A

Research on the Causes of Typical Failures of Primary Equipment in 10 kV Distribution Networks and Operation and Maintenance Strategies

Erhai Zhang

Jiawang Branch of Xuzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd.

[Abstract] The 10 kV distribution network directly supplies power to end users, and the operating condition of primary equipment is closely related to the overall stability of power supply. At present, the coexistence of old and new equipment, frequent urban construction activities, and increasingly common extreme weather events have made equipment failures increasingly prominent. Focusing on mainstream primary equipment in distribution networks, this paper identifies various typical failures and analyzes their causes from the perspectives of equipment itself, environmental and external forces, operation and maintenance management, and technical adaptability. In light of the current development of intelligent distribution networks, practical operation and maintenance prevention and control strategies are formulated to reduce the probability of equipment failures, improve the refined operation and maintenance of distribution networks, and enhance power supply reliability.

[Key words] 10 kV; distribution network; primary equipment; causes of typical failures; operation and maintenance strategies

引言

10kV配电网覆盖范围广、设备布局分散、运行环境复杂,是保障城乡生产生活用电的关键载体。社会用电负荷持续攀升,电网升级改造持续推进,老旧设备性能衰减、新设备运维适配不足、外力干扰频发等问题,导致一次设备故障多发,直接影响供电连续性。传统粗放的运维模式已无法适配现代配电网发展需求,精准排查设备故障诱因、优化现有运维体系,是现阶段配电网运维工作的重点内容。

1 10kV配电网一次设备及常见故障概述

10kV配电网一次设备是直接承担电能输送、变换、分配的核心设备,主要包含配电变压器、断路器、环网柜、电缆线路、绝缘子、跌落式熔断器等,所有设备分布在户外、配电室、电缆通道等不同场景,长期持续运行。现阶段国内城乡配电网经过多

轮升级改造,新型智能设备逐步替代传统老旧设备,但新旧设备混合运行的状态长期存在,设备运行工况差异较大。老旧设备普遍存在运行年限超标、部件老化、性能衰减的问题,新型智能设备则存在现场适配不足、运维操作不规范、监测配套不完善等问题,两类问题叠加导致配电网故障频发。从现场运行数据来看,10kV配电网一次设备故障不再集中于单一设备、单一季节,呈现出随机性、高频化、隐蔽化的特征^[1]。变压器多出现绝缘老化、过载运行故障,开关设备常发生机构卡涩、气体泄漏、保护误动拒动问题,电缆设备集中于接头老化、绝缘破损、受潮短路故障,绝缘子易出现污闪、开裂失效问题。这些故障初期大多无明显表象,常规人工巡检难以及时发现,隐患积累后会直接引发跳闸、断电事故。当前配电网运维工作的核心短板,在于故障预判能力不足、隐患治理不彻底、运维模式适配性差,无法适配

高负荷、高可靠的供电需求,亟需通过系统梳理故障成因,优化运维体系,提升配电网安全运行水平。当下城乡用电结构持续变化,工商业负荷、居民生活负荷持续增长,设备长期处于高负载运行状态,进一步加速设备性能损耗。同时配电网设备覆盖范围持续扩大,偏远区域、老旧小区设备点位增多,运维覆盖难度加大,零散化、隐蔽性的设备缺陷持续增加,进一步加大了配电网故障防控和日常运维的工作难度。

2 10kV配电网一次设备典型故障成因分析

2.1 设备本体老化与质量缺陷成因

设备自身性能问题是引发故障的基础原因,主要包含生产质量缺陷和长期运行老化两类问题。部分早期投运的一次设备,生产工艺标准偏低,部件材质精度不足,出厂时就存在隐蔽性质量问题,短期运行不会暴露,长期带隐患运行后逐步出现故障。同时,多数户外一次设备运行年限超过设计周期,长期不间断运行会导致内部部件性能衰减。变压器内部绝缘材质会逐步老化、脆化,出现绝缘性能下降问题;SF6环网柜、真空断路器的密封部件会出现磨损、老化,引发气体泄漏、真空度下降;电缆绝缘层长期受电场作用出现老化开裂,接头压接部位出现松动、氧化。除此之外,部分设备改造更换时,选用的配件型号、参数与原设备不匹配,配件兼容性不足,运行中会出现部件磨损加速、运行异常的情况。这类本体问题属于设备固有隐患,常规巡检难以彻底排查,是配电网设备故障的主要诱因。

2.2 环境与外力干扰成因

10kV配电网一次设备大多露天布置,运行环境不受控,自然环境和外力破坏是故障高发诱因。雷雨、大风、暴雪、高温寒潮等极端天气,会直接冲击户外设备运行状态,雷雨天气易引发绝缘子污闪、设备过电压跳闸,大风天气会导致线路摆动、异物搭接短路,暴雪积压会造成设备部件变形、线路断裂。不同区域环境差异也会影响设备运行,沿海潮湿盐雾环境、工业区粉尘腐蚀环境,会加速设备金属部件氧化、绝缘部件腐蚀,降低设备使用寿命。外力破坏问题现阶段愈发突出,城市基建施工、道路开挖、塔吊作业等人为施工行为,极易误挖电缆、碰撞户外设备^[2]。同时,树木生长触碰线路、鸟类异物搭接、车辆撞击配电设备等常态化外力干扰,都会直接引发设备故障,这类故障具有突发性强、不可预判的特点,是配电网突发停电的主要原因。

2.3 运维管理与操作不规范成因

运维工作落实不到位、操作不规范,是设备隐患积累、故障频发的核心人为原因。目前基层配电网运维仍有部分工作依赖传统人工模式,巡检流程固化,巡检内容存在盲区,对隐蔽性隐患排查力度不足,很多微小缺陷无法及时发现,长期积累后演变为设备故障。部分运维人员操作流程不标准,设备检修、试验、操作过程中存在简化流程、违规操作的情况,检修后设备调试不到位,会留下新的运行隐患。同时,运维台账管理不完善,设备运行数据、检修记录、缺陷整改记录更新不及时,无法精准掌握设备健康状态,老旧设备超期运行、隐患设备带病运行的问题无法

及时整改。此外,设备运维周期设置不合理,未根据设备运行年限、负荷状态、运行环境动态调整检修频次,高负荷、高风险设备巡检频次不足,低风险设备过度运维,造成运维资源浪费,隐患治理效率偏低。

3 10kV配电网一次设备优化运维对策

3.1 落实设备全生命周期精细化管理

结合当下配电网精益化运维发展趋势,针对设备本体故障问题,需建立全生命周期管控体系,覆盖设备采购、投运、运行、检修、报废全流程。设备采购阶段,严格把控设备质量,筛选符合现行行业标准的设备和配件,杜绝劣质、非标设备入网,从源头规避先天性质量缺陷。设备投运阶段,完善设备基础台账,精准记录设备型号、投运时间、安装位置、参数信息,为后续运维提供数据支撑。设备运行阶段,按照设备运行年限、负荷等级、运行环境分类分级管控,对超期服役、高负荷运行、恶劣环境部署的设备,列为重点管控对象,缩短巡检和试验周期,定期开展设备性能检测,及时识别绝缘老化、部件磨损、性能衰减等问题。设备检修改造阶段,严格匹配原厂合规配件,保证配件与设备本体兼容,检修完成后做好调试检测,确认设备性能达标后方可投入运行^[3]。同时,建立设备报废更新机制,对性能严重衰减、频繁故障、无检修价值的老旧设备,及时纳入电网改造计划,逐步完成新旧设备迭代,从根本上降低设备本体故障概率,提升设备整体运行稳定性。日常运维中需要摒弃统一化的管理模式,根据设备属地工况、季节负荷波动、长期运行损耗情况建立差异化管控清单,对老旧城区、工业园区等高负荷区域设备重点建档跟踪,定期统计设备缺陷发生频次,针对反复出现同类问题的设备,及时分析本体性能短板,提前制定整改和更换计划,避免设备长期带缺陷运行,持续夯实配电网设备本体运行基础。

3.2 强化环境防护与外力隐患防控

针对环境影响和外力破坏引发的设备故障,需构建主动防控、提前防护的运维模式,降低外部因素对设备运行的干扰。自然环境防护方面,根据区域气候和环境特点,针对性落实防护措施。雷雨多发区域,完善设备防雷接地装置,定期检测接地电阻,更换失效防雷部件;粉尘、盐雾、潮湿区域,定期对设备开展清扫、防腐、密封处理,为户外设备加装防尘、防潮、防腐防护装置,阻断环境对设备的腐蚀影响。极端天气来临前,提前开展专项隐患排查,加固户外设备支架、线路杆塔,清理设备周边漂浮异物,做好应急防护准备。外力破坏防控方面,建立常态化外力隐患排查机制,定期梳理设备周边施工点位、树木隐患、道路通行风险,提前清理线路通道内超高树木,为户外配电设备加装防撞警示标识和防护围栏。同时,加强与施工单位、城管、社区的联动沟通,提前报备施工区域配电设备位置,规范施工操作流程,对高危施工区域安排专人现场值守监护。通过多维度防控,最大限度减少自然环境和人为外力引发的设备故障,提升配电网抗干扰能力。日常工作中需要建立常态化隐患动态摸排机制,按月更新设备周边风险台账,区分施工风险、植被风险、交通风险三类隐患分类管控。针对临时施工点位,落实施工前交底、施工中

监护、施工后复检的全流程管理,针对长期存在的通道隐患,制定季度清理整治计划,持续压缩外力故障发生空间,全面提升配网设备外部防护能力。

3.3 搭建智能化运维监测体系

适配智能电网发展趋势,改变传统人工运维的局限性,依托数字化、智能化技术搭建实时在线监测体系,实现设备隐患提前预判、故障精准定位^[4]。针对10kV配电网核心一次设备,逐步加装在线监测装置,对变压器温度、负荷电流、绝缘状态,开关设备气体压力、分合闸状态,电缆接头温度、绝缘性能等关键运行数据进行24小时实时采集。通过后台数据平台汇总分析设备运行参数,自动识别数据异常,及时推送隐患预警信息,替代传统人工事后排查模式,实现故障提前防控。同时,推广红外测温、带电检测等无损检测技术,常态化开展设备带电巡检,在不影响正常供电的前提下,精准排查设备接触不良、内部发热、绝缘缺陷等隐蔽隐患。依托大数据技术整合设备运行数据、故障数据、检修数据,建立设备故障研判模型,总结不同设备、不同场景的故障规律,针对性调整运维重点和检修周期。智能化运维模式可有效弥补人工巡检的短板,减少巡检盲区,提升隐患排查的精准度和时效性,适配现代配电网高可靠运行需求。现阶段智能运维体系需要持续落地落地数据联动应用,打通监测平台、运维台账、隐患整改系统的数据通道,实现设备异常数据自动归集、隐患问题自动派单、整改结果自动归档。逐步替代人工纸质记录模式,减少人为统计误差,让设备状态监测更连贯、隐患处置更高效,全面提升配网运维数字化水平。

3.4 规范运维流程与人员能力管控

解决人为运维隐患问题,需从流程规范和人员能力两方面入手,全面提升基层运维工作质量。首先,统一规范配电网一次设备运维作业流程,细化巡检、检修、试验、操作的具体步骤和作业标准,明确各岗位工作职责,杜绝简化流程、违规操作、漏检漏查等问题。建立运维工作复核机制,所有现场作业完成后,安排专人复核作业质量、隐患整改情况,保证每项运维工作落实到位。其次,强化运维人员专业能力建设,结合当下智能设备运维、数字化监测、新型隐患排查等新工作内容,常态化开展技能

培训和实操演练,重点提升人员对新型设备的操作能力、隐蔽隐患排查能力、故障快速处置能力^[5]。同时,建立绩效考核机制,将巡检质量、隐患整改率、设备故障率纳入考核,倒逼人员规范作业。此外,完善设备运维台账动态管理,实时更新设备运行、缺陷、检修、改造数据,实现设备状态可查、隐患可追溯、运维可优化,形成闭环运维管理模式,持续提升配电网运维精细化水平。日常管理中需要落实分层培训、分级管控模式,针对新老运维人员制定差异化培训内容,新人侧重基础操作和流程规范,老员工侧重智能设备运维和新型隐患处置。

4 结语

10kV配电网一次设备故障诱因涵盖设备本体、外部环境、运维管理多个方面,故障类型繁杂、防控难度高,直接影响供电稳定。本文结合当前配电网运行现状,总结设备故障核心成因,围绕全周期管控、外力防控、智能运维、流程规范提出针对性优化对策。落实精细化、智能化运维举措,能够有效降低设备故障频次,减少停电问题。后续可结合电网设备更新、负荷变化与技术升级,持续完善运维体系,稳步提升10kV配电网运行稳定性。

[参考文献]

- [1]于涛,贾云蛟.10kV配电网配电变压器故障成因分析与应对措施研究[J].电力设备管理,2026,(7):32-34.
- [2]吴晗序,刘钧迪,金元元,等.配电网SVG区域故障成因分析及研究[J].东北电力技术,2026,47(6):28-32+45.
- [3]邓志斌,张强,王书恒,等.10kV配电网母线电压异常谐振及消谐措施分析[J].江西电力,2024,48(5):6-12.
- [4]杨帆.自动化技术在10kV联络线路故障处理中的应用[J].消费电子,2026,(2):239-241.
- [5]张睿.10kV配网线损异常成因及线损管理措施[J/OL].中国科技期刊数据库工业A,2025,(1):013-016.

作者简介:

张二海(1978--),男,汉族,江苏徐州人,本科,中级工程师,研究方向:电力工程技术。