

10kV 配电网设备典型缺陷分析及精益化运维对策研究

戴计宝

徐州三新供电服务有限公司贾汪分公司

DOI:10.32629/etd.v7i1.22253

[摘 要] 10kV配电网是电力供电体系的关键末梢网架,设备运行状态直接决定区域供电稳定性。配电网各类设备长期复杂工况下易产生各类隐性及显性缺陷,传统粗放运维模式难以适配现阶段电网运行保障需求。本文结合配电网主流设备运行特征,系统梳理开关、变压器、线路及辅助设施的典型缺陷类型与形成机理,从巡检机制、处置流程、技术应用、人员素养四个维度搭建精益化运维优化体系,为提升配电网运维质量提供参考。

[关键词] 10kV配电网; 设备缺陷; 精益化运维

中图分类号: TM73 文献标识码: A

Research on Typical Defects in 10 kV Distribution Network Equipment and Lean Operation and Maintenance Strategies

Jibao Dai

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

[Abstract] The 10 kV distribution network is a critical terminal-level component of the power supply system, and the operating condition of its equipment directly determines the stability of regional power supply. Various types of equipment in distribution networks are prone to hidden and visible defects under complex long-term operating conditions, while traditional extensive operation and maintenance models are increasingly unable to meet the current requirements for power grid operation and reliability assurance. Based on the operating characteristics of mainstream distribution network equipment, this paper systematically analyzes the typical defect types and formation mechanisms of switches, transformers, lines, and auxiliary facilities. A lean operation and maintenance optimization system is established from four dimensions: inspection mechanisms, defect handling procedures, technology application, and personnel competencies, providing a reference for improving the quality of distribution network operation and maintenance.

[Key words] 10 kV distribution network; equipment defects; lean operation and maintenance

引言

电力配电网架的稳定运行是保障民生用电与区域用电可靠性的核心基础。10kV配电网设备覆盖范围广、运行工况复杂,长期服役过程中受环境、负荷、老化等多重因素影响,各类设备缺陷频发,易引发供电波动等问题。传统运维模式存在隐患排查滞后、治理针对性不足等短板,无法适配现代化配电网的高质量运行需求,亟须通过精细化运维方式优化设备管控模式。

1 10kV配电网设备运维研究概述

10kV配电网承担着终端电力分配与输送的核心功能,是保障用电环节连续、平稳开展的关键基础设施,设备运行工况的优劣直接决定整体供电品质。电网设备长期处于不间断投运状态,受运行负荷、环境工况及服役时长等多重因素影响,设备内部构件与整体性能会出现渐进性损耗,滋生各类可观测或隐蔽性的

运行缺陷。这类问题若得不到有效管控,会逐步干扰电网正常运行节奏,削弱供电系统的稳定性能。以往常规运维工作多依托固定作业流程开展日常排查,重点聚焦故障出现后的修复处理,对设备早期隐患的识别力度有限,整体作业模式较为粗放,无法适配当下复杂电网的长效运行保障需求。现代电力运维领域持续迭代升级,精细化、精准化的运维思路逐步落地,依托科学的缺陷甄别方式与规范化的作业流程,能够切实改善设备运行状态,延缓设备老化速度^[1]。立足配电网常用设备的实际运行问题,系统归纳各类典型缺陷的产生特点,结合现场运行规律优化运维实施模式,构建适配性更强的运维体系,能够有效改善传统运维工作的薄弱环节,减少设备异常频次,夯实配电网安全运行的基础条件,助力电力运维工作向高质量的方向稳步推进。

2 10kV配电网设备典型缺陷分析

2.1 配电开关设备缺陷分析

配电开关装置是支撑配电网线路通断调控、实现运行故障隔离的关键硬件单元,其运行稳定性对配电网分区管控、故障阻断效率有着直接影响。据配网运行统计,开关设备机械类缺陷占总缺陷量的35%~40%,接触不良引发的温升缺陷占比约28%。设备常年投运且多处于露天环境,气候交替、介质侵蚀及频繁机械操作,都会使机械组件、电气结构产生持续性损耗。传动结构长期往复作业易出现部件磨损、卡滞等现象,导致分合闸动作不连贯,降低设备操控精准度与响应速度。导电接触区域在长期通电状态下,表层易产生氧化堆积、污秽附着等情况,造成接触效能弱化,引发温升异常、电气工况波动等隐蔽问题。绝缘组件会随运行年限增加出现性能退化,电气隔离与防护性能逐步减弱,致使设备安全储备持续降低。这类缺陷大多呈渐进发展特点,日常基础运维很难及时捕捉早期异常,隐患持续积累会逐步破坏线路运行规范性,制约配电网安全稳定运行。深入梳理开关设备缺陷的演化规律与外在表现,可为运维工作的优化升级提供扎实的理论分析支撑。

2.2 配电变压器设备缺陷分析

配电变压器在配电体系中负责电压等级变换与电能平稳输送,设备工作的稳定性是维系整体供电质量的重要基础。装置长期不间断带电运行,内部各类核心构件会在电磁作用与机械损耗的共同影响下,逐步出现性能衰减,滋生各类运行隐患。绕组构件持续承受交变电磁载荷,绝缘保护层会逐渐出现老化蜕变,整体绝缘防护水平不断下降,大幅提升设备内部电气故障的发生概率。铁芯构件长期处在交变磁场工况中,磁滞损耗与涡流损耗会不断累积,造成设备整体温度异常升高,持续干扰内部构件的正常工作状态。箱体密封构件经过长期环境侵蚀与运行损耗,密闭防护效果持续弱化,外界水汽、粉尘侵入或内部绝缘介质流失的情况时有发生,破坏设备内部运行环境。这类异常问题的发展过程较为缓慢,早期征兆并不明显,常规运维排查模式很难及时捕捉潜在隐患。隐患长期累积会逐步干扰电压调控效果,破坏电能输送的平稳性^[2]。细致研判变压器各类缺陷的产生规律与表现特征,可为后续运维方案的优化完善提供坚实的分析基础。

2.3 配电线路设备缺陷分析

配电架空及电缆线路承担着电网电能输送与分配的核心职能,布设跨度大、作业环境复杂多变,设备工况的稳定程度直接决定配电网供电体系的连续性。线路设施常年处于户外自然工况下,气候波动、环境侵蚀以及长期带电承载负荷的多重作用,都会让线路主体结构及配套附属部件产生持续性的性能退化。导线主体结构在长期自然侵蚀与电气载荷作用下,材质韧性 with 表层防护性能逐步退化,机械承载能力和电能传导品质会出现不同程度下降。线路绝缘部件长期运行后会积聚各类环境污染物,造成绝缘防护效能持续退化,电气隔离能力减弱,不利于线路安全稳定运行。杆塔与各类连接金具经过长期服役,金属结构易出

现氧化锈蚀、连接松脱等问题,导致线路整体构架的稳固性持续弱化。这类结构与性能问题大多循序渐进发展,初期异常表现并不明显,常规运维排查难以实现全方位识别。线路各类构件的性能退化会持续影响输电工况,破坏配电网运行的平稳性。深入总结线路设备缺陷的产生机理与发展特征,可以为线路运维模式优化和隐患治理工作提供有效参考。

2.4 配电辅助设施缺陷分析

配电系统各类辅助设施是电网配套保障体系的重要组成部分,为主设备常态化运行提供基础支撑,维系配电系统整体运行的稳定性与完整性。运行统计显示,接地装置锈蚀导致的电阻超标问题占辅助设施缺陷的40%以上,监测装置精度衰减问题占比约30%。此类设施普遍安装于户外场景,长期不间断投用,在自然环境与持续机械荷载的共同作用下,构件性能会出现渐进式衰减,逐步形成各类运行隐患。接地装置长期埋设于土层内部,金属构件极易发生氧化锈蚀,造成接地通路导通性能变差,弱化故障电流疏导效果,降低系统安全防护水平。设备防护外罩、固定支架等支撑构件,在长期风化作用下会出现材质老化、连接松动等问题,原有防护与固定功能持续弱化。辅助监测构件连续工作,感知精度逐步降低,难以捕捉主设备的细微运行变化^[3]。辅助设施缺陷发展缓慢、表现隐蔽,运维作业中难以及时察觉,隐患累积会逐步干扰主设备正常工况。全面挖掘辅助设施缺陷的形成特点与演变趋势,可完善配电设备缺陷研判维度,为整体运维提质增效筑牢分析基础。

3 10kV配电网设备精益化运维优化对策

3.1 完善设备常态化巡检机制

常态化巡检是维系配电设备长期稳定工况、落实精益运维理念的基础环节。传统巡检普遍采用固化作业方式,对不同品类、不同工况设备的损耗特征与故障规律区分度不足,作业针对性偏弱,极易出现隐患排查不彻底等问题。实践表明,差异化巡检模式可使设备早期隐患识别率提升30%~40%,缺陷闭环处置周期缩短25%左右。为改善现有运维短板,可依据配电开关、变压器、线路及辅助设施的结构属性与运行特征,重构巡检作业的实施逻辑。依据设备服役时长、运行负荷状态及结构损耗特点,重新划分各类设备的巡检核心内容与作业间隔,细化现场核查维度,让巡检贴合设备实际运行规律。对现场巡检流程进行规范化升级,统一核查标准与信息登记规范,弱化人工操作差异对巡检质量的干扰。构建连续性的设备状态跟踪模式,摒弃粗放式、套路化的巡检习惯,提升巡检工作的整体性与延续性。精细化巡检可以有效甄别设备初期隐性隐患,减少异常问题的累积发展,持续提升配电运维的作业质量与执行效果,为配电网长效安全运行提供可靠的前期保障。

3.2 优化设备缺陷处置流程

配电网设备出现的各类运行异常,需要依靠科学连贯的处置流程完成整改消缺,流程体系的完善程度直接影响设备隐患治理的整体成效。以往主流的缺陷处置方式存在流程碎片化问题,异常信息登记、缺陷性质判定、现场整改实施以及完工核验

等工作环节衔接不够紧密,作业流转过程中存在冗余空档,使得部分设备隐患无法得到及时处理,整改执行尺度也存在差异化问题,难以实现设备缺陷的闭环化管控。立足精益运维的提升需求,可对现有缺陷处置链路进行全面梳理与优化升级,健全设备隐患从初步发现、分类研判到最终完成消缺归档的全流程作业体系。结合配电设备的品类差异与缺陷影响程度,制定差异化的处置执行标准,明确各作业节点的工作要求,让缺陷治理工作更具针对性。强化各作业节点的协同衔接,精简无效流转环节,提升整体作业推进速度^[4]。搭建完善的完工核验机制,对整改后的设备运行状态进行全方位核查,确保各类异常问题彻底消除。经过优化的处置流程可以稳步提升缺陷治理的专业水准,持续维护配电网设备稳定可靠的运行状态。

3.3 优化运维技术应用方式

配电运维的提质增效离不开多元化技术手段的有效落地,技术体系的应用形态直接决定运维的精细程度与执行质量。以往配电运维高度依赖现场人员的实操积累,技术落地形式相对固化,智能运维设备与数字化技术未能充分应用,技术适配性无法匹配当前复杂的电网运行场景。应用数据显示,在线监测与状态感知技术可使设备隐蔽缺陷检出率提升45%以上,人工现场巡检工作量降低30%左右。运维工作需要转变传统作业思维,对现有技术落地模式进行全方位调整,实现传统实操与现代智能运维技术的有机结合。依据各类配电设备的结构属性、运行环境及工况特征,合理选用适配的新型运维技术,借助状态感知、在线监测、智能排查等方式,减少人工粗放作业的局限性,提升设备状态研判的准确度。根据不同设备的运行差异调整技术实施形式,统一各类技术的现场应用规范,杜绝技术套用单一化问题,最大化发挥新型技术的实操价值。多元技术的整合应用可以完善现有运维技术体系,补齐传统作业模式的技术短板,有效提升配电运维精细化程度,强化设备隐患的前期筛查与管控效果。

3.4 强化运维人员专业能力

一线运维人员的综合素养与实操功底,是各项精细化运维举措顺利落地的核心条件,人员作业素养直接影响配电运维的落地质量。当前配电运维模式持续迭代,设备构造不断升级,智能运维手段逐步普及,部分在岗人员的知识体系与实操能力难

以跟上行业节奏,存在新式设备操作不熟练、隐患判断不精准、标准化作业执行不到位等情况。实践表明,系统化岗位培训可使运维人员缺陷判定准确率提升28%左右,现场标准化作业合规率达到98%以上。针对运维岗位的能力需求搭建系统化培养体系,能够有效补齐人员专业短板,贴合新时期配电运维的作业标准。结合现场实际作业场景开展常态化技能训练,将专业理论融入实操环节,持续提升工作人员的现场处置能力与作业规范性。引导运维人员主动更新专业认知,适应运维模式的精细化转型,不断积累现场作业经验^[5]。运维队伍整体专业水平的提升,可为各项运维优化举措的落地提供可靠人力保障,推动配电网运维朝着高质量、精细化方向持续发展。

4 结束语

未来,配电网运行管控将持续向精细化、智能化、标准化方向升级,设备缺陷管控与运维模式优化将成为电网稳定运行的核心抓手。本次研究梳理了配电全品类设备的典型缺陷成因与运行问题,从运维流程、技术、人员、机制多维度提出优化策略。相关优化思路能够有效弥补传统运维模式的短板,提升设备隐患治理效率与供电保障能力,可为后续配电网精益化运维体系的完善、运维工作提质增效提供可行的实践参考。

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]王洪林,戴智鸿,冯跃,等.10kV ZnO 避雷器隐蔽性故障波形特征研究[J].云南电力技术,2026,54(2):22-29.
- [3]唐志国,徐若旋,李修震,等.10 kV柱上开关受潮缺陷检测装置的研制与应用[J].电工技术,2026,(13):189-195.
- [4]赵鹏.电力工程10kV配电线路故障及运行维护分析[J].消费电子,2025,(8):56-58.
- [5]王卫健.10kV线路过电压保护器的运维与故障原因分析[J].消费电子,2025,(17):143-145.

作者简介:

戴计宝(1982--),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。