

10kV及以下线路高效运行维护检修的创新策略与实践

赵效胤

固原农村电力服务有限公司 宁夏 固原 756500

摘要: 10kV及以下线路作为电力系统面向用户的关键部分,其运行状态直接影响供电可靠性。当前传统巡检方式受限,故障定位与诊断手段滞后,维护检修计划精准度欠佳。为此,引入智能巡检技术、优化故障定位系统、制定精准计划及加强人员培训等创新策略得以实施。实践证明,这些策略有效提升了10kV及以下线路运行维护检修的效率,保障了电力供应的稳定与安全。

关键词: 10kV以下线路; 高效运行; 维护检修; 创新策略

引言

在现代电力系统架构中,10kV及以下线路承担着电力分配至终端用户的重任,其高效运行是保障电力可靠供应的基础。然而,随着用电需求的增长与电力设施的日趋复杂,传统的维护检修方式弊端渐显。本文聚焦10kV及以下线路运行维护检修领域,深入剖析现状问题,并结合前沿技术与实践经验,探索创新策略,旨在提升线路运行效率,为电力行业发展提供有益参考。

1 10kV及以下线路在电力系统中重要性

在电力系统中,10kV及以下电压等级的线路扮演着至关重要的角色。这些线路广泛分布于城市与乡村,是连接发电厂与用户之间的关键环节,为居民生活、商业活动和工业生产提供着持续稳定的电力供应。10kV及以下线路的重要性体现在多个方面。第一,从电压等级来看,这一范围内的线路适用于大多数低压电器设备,能够满足日常用电需求。无论是居民区的照明、取暖、制冷,还是商业场所的正常营业,亦或是工厂车间的机械设备运行,都离不开这些线路的稳定供电。第二,10kV及以下线路具有高度的稳定性。这些线路经过精心设计,能够在各种环境条件下保持稳定的电力传输,确保用户用电安全。在电力系统中,这些线路作为最后一道防线,对于保障用户的用电安全和电网的可靠运行起着至关重要的作用。第三,10kV及以下线路的广泛覆盖也是其重要性的体现。由于电压等级适中且稳定性高,这类电力线路被广泛应用于各个领域,成为现代社会不可或缺的电力基础设施。它们不仅为城市居民提供了便捷的电力服务,还为乡村地区的经济发展注入了新的活力。第四,10kV及以下线路的运行和维护也是电力系统中的重要环节。为了确保这些线路的安全稳定运行,需要定期进行巡检、维护和保养工作,还需要配置相应的继电保护装置,以在发生故障时迅速切除故障部分,保

护系统的其他部分不受影响。10kV及以下线路在电力系统中具有举足轻重的地位。它们不仅是电力传输的重要通道,还是保障用户用电安全和电网可靠运行的关键环节。随着科技的不断进步和电力需求的增长,这些线路将继续发挥更加重要的作用,为社会的持续发展和居民的正常生活提供坚实的电力保障。

2 10kV及以下线路高效运行维护检修现状分析

2.1 传统巡检方式的局限性

在10kV及以下线路的运维工作中,传统巡检方式占据了相当长的历史时期,但其固有的缺陷在当前复杂多变的供电环境下愈发凸显。传统巡检主要依赖人工徒步或借助简单交通工具沿线巡查,工作人员需近距离观察线路设备的外观状况,诸如杆塔是否倾斜、导线有无断股、绝缘子是否破损等。这种方式效率极为低下。10kV及以下线路广泛分布于城乡各个角落,路径错综复杂,尤其在山区、林区等地形复杂区域,巡检人员往往需耗费大量时间与体力在艰难的地形中穿梭,每日能够巡检的线路长度极为有限。人工巡检受主观因素影响极大。巡检人员的专业技能水平、工作状态、责任心等参差不齐,即便是经验丰富的人员,在长时间重复性工作中也易产生疲劳,从而导致对一些细微缺陷或潜在隐患的疏忽。例如,对于早期出现的绝缘子轻微放电痕迹、金具的微小裂纹等,肉眼难以精准察觉,这些隐患若未能及时发现并处理,极有可能在后续的运行中发展成严重故障,影响线路的正常供电。传统巡检受自然环境制约严重。在恶劣天气条件下,如暴雨、大风、暴雪、高温等,不仅巡检人员的人身安全面临威胁,而且线路设备可能因天气因素出现异常状况,此时传统巡检方式往往难以有效开展,无法及时获取线路设备的实时运行状态,为线路安全运行埋下隐患^[1]。

2.2 故障定位与诊断手段滞后

当10kV及以下线路发生故障时,快速准确地定位故障点并进行有效诊断是恢复供电的关键环节。但目前所采用的故障定位与诊断手段存在明显的滞后性。在故障定位方面,许多地区依旧依赖人工分段排查的方式。工作人员需沿着线路逐段检查,通过观察设备外观、测试线路参数等方法来确定故障位置。这种方式在面对较长线路或复杂网络结构时,耗时费力,且效率极低。例如,在一个具有众多分支线路的配电网中,一旦发生故障,人工排查可能需要数小时甚至更长时间才能确定故障区段,极大地延长了停电时间,给用户带来不便。现有的故障定位技术在实际应用中也面临诸多挑战。一些基于行波原理的故障定位装置,虽然理论上能够快速定位故障,但在实际复杂的线路环境中,行波信号容易受到线路分支、线路参数变化、电磁干扰等因素的影响,导致定位精度降低,甚至出现误判的情况。部分老旧线路未安装先进的故障监测设备,缺乏实时运行数据的采集与传输,使得运维人员在故障发生时无法及时获取准确的故障信息,难以对故障类型和原因进行快速有效的诊断。在故障诊断方面,当前主要依靠运维人员的经验以及简单的测试工具,对于一些复杂的故障,如由多种因素共同导致的故障,或涉及新型设备、新技术的故障,传统的诊断方法往往难以准确判断故障根源,从而延误故障处理时间,影响供电可靠性。

2.3 维护检修计划缺乏精准性

10kV及以下线路的维护检修计划对于保障线路的安全稳定运行至关重要,但目前许多维护检修计划缺乏精准性。传统的维护检修计划制定往往基于固定的周期或经验,未充分考虑线路设备的实际运行状况、负荷变化、环境因素等多种影响因素。例如,对于一些运行环境良好、负荷稳定且设备较新的线路,按照统一的周期进行频繁的维护检修,不仅造成了人力、物力和财力的浪费,而且在一定程度上增加了因检修作业对线路正常运行产生影响的风险。对于部分处于恶劣环境(如化工区、沿海地区等)、负荷波动较大或运行年限较长的线路,固定周期的维护检修可能无法及时发现和处理设备潜在的问题,导致故障发生概率增加。由于缺乏对线路设备实时运行数据的有效采集与分析,无法准确评估设备的健康状态和剩余寿命,难以制定出基于设备实际需求的个性化维护检修计划。在制定维护检修计划时,未充分考虑与用户用电需求的协调,一些不必要的停电检修作业可能给用户带来较大的不便,影响供电服务质量。这种缺乏精准性的维护检修计划既不利于提高线路运行维护的效率和效益,也难以满足日益增长的用户对

供电可靠性和稳定性的要求^[2]。

3 10kV及以下线路高效运行维护检修的创新策略

3.1 引入智能巡检技术

(1)在智能巡检技术的应用中,可大力推广无人机巡检。无人机凭借其灵活的飞行特性,能够迅速抵达人工难以涉足的复杂区域,如山区、河流附近的线路段。它搭载高清摄像头和红外热成像仪等设备,能清晰拍摄线路设备的细节,通过对图像的实时传输与分析,可精准识别导线的断股、绝缘子的发热异常等问题。相较于传统人工巡检,无人机巡检效率大幅提升,能在短时间内完成大面积线路的巡查,极大地节省了人力与时间成本。(2)在线路沿线合理部署智能传感器也是关键举措。这些传感器可实时监测线路的温度、电流、电压等参数,并将数据通过无线通信技术传输至监控中心。当线路出现异常,如电流突然增大、温度急剧上升,传感器能及时发出预警信号。通过对大量实时数据的分析,还能预测线路设备可能出现的故障趋势,为提前安排维护检修工作提供有力依据,实现从被动维修向主动预防的转变。(3)运用智能图像识别技术对巡检获取的海量图像进行处理。该技术借助深度学习算法,能够自动识别图像中的杆塔倾斜、异物悬挂等异常情况,减少人工判读图像的工作量,且其识别准确率高,能有效避免因人工疏忽导致的漏检问题。通过建立庞大的线路设备图像数据库,不断优化图像识别模型,进一步提升其对各种复杂场景下线路故障的识别能力,确保智能巡检的高效与准确。

3.2 优化故障定位与诊断系统

(1)采用先进的故障指示器技术,在10kV及以下线路的关键节点安装故障指示器。这些指示器能实时监测线路电流和电压的变化,一旦发生故障,可迅速捕捉故障瞬间的电气特征,并通过颜色变化或信号传输直观地指示故障所在区域。相较于传统人工分段排查,故障指示器能快速缩小故障范围,大大节省故障定位时间,为后续的故障诊断与修复争取宝贵时机。(2)引入基于大数据分析的故障定位与诊断方法。收集线路运行过程中的各类数据,包括历史故障数据、实时电气参数、设备状态监测数据等。通过对这些海量数据的深度挖掘与分析,建立故障预测模型。当线路发生故障时,系统可根据实时数据与模型对比,快速判断故障类型与可能的故障位置,提高故障定位的准确性与诊断的科学性,有效解决传统故障定位技术受复杂线路环境影响大、定位精度低的问题。(3)升级故障监测设备,为老旧线路加装智能化的故障监测装置,实现对线路运行数据的实时采

集与传输。这些装置具备高精度的电气参数测量功能，能准确获取故障发生时的电流、电压波形等详细信息。利用高速通信网络将数据及时传输至运维中心，使运维人员能第一时间掌握故障情况，结合专业的故障分析软件，快速准确地诊断故障原因，制定针对性的故障处理方案，提升线路故障处理效率^[3]。

3.3 制定精准化维护检修计划

(1) 利用设备状态监测技术，对10kV及以下线路设备的运行状态进行全面实时监测。通过分析设备的振动、声音、温度等状态参数，准确评估设备的健康状况。对于运行状态良好的设备，适当延长维护检修周期；对于存在潜在隐患的设备，提前安排检修，避免故障发生，实现维护检修计划根据设备实际状态的动态调整，提高维护资源的利用效率。(2) 考虑线路负荷变化对设备的影响，建立负荷预测模型。结合历史负荷数据、季节变化、用户用电行为等因素，准确预测线路未来的负荷情况。根据负荷预测结果，合理安排维护检修工作，避免在负荷高峰期进行大规模检修作业，减少对用户用电的影响。对于负荷波动较大的线路，重点关注设备在高负荷时段的运行状况，针对性地制定维护措施，确保线路在不同负荷条件下的安全稳定运行。(3) 综合分析线路所处的环境因素，如温度、湿度、污秽程度等对设备的影响。对于处于恶劣环境中的线路设备，增加巡检频次，提前采取防护措施，如对沿海地区易受盐雾腐蚀的设备进行防腐处理，对化工区附近易受污染的绝缘子进行定期清洗或更换。通过对环境因素的考量，制定个性化的维护检修计划，有效延长设备使用寿命，保障线路的可靠运行。

3.4 加强运维人员培训与技术交流

(1) 组织定期的专业技术培训课程，邀请行业内的专家学者为运维人员讲解10kV及以下线路最新的运行维护技术与方法。培训内容涵盖智能巡检技术的应用、故障定位与诊断的新手段、先进的维护检修工艺等。通过

系统的培训，提升运维人员的专业知识水平，使其能够熟练掌握并运用新技术进行线路运维工作，跟上行业技术发展的步伐。(2) 开展内部技术交流活动，鼓励运维人员分享工作中的经验与技巧。在实际工作中，运维人员积累了丰富的现场操作经验，通过交流活动，可将这些宝贵经验在团队内传播，促进整体技术水平的提升。例如，分享在复杂环境下快速定位故障点的方法、高效处理线路突发问题的技巧等，让大家相互学习、共同进步。(3) 安排运维人员到先进的电力企业或科研机构进行学习交流。实地参观学习先进的线路运维管理模式、智能化运维系统的应用等。与外部同行进行深入的技术探讨，了解行业前沿动态，拓宽运维人员的视野。将学习到的先进理念与技术带回本单位，结合实际情况进行应用与创新，推动本单位10kV及以下线路运维工作水平的提升^[4]。

结束语

综上所述，10kV及以下线路的高效运行维护检修对电力系统稳定至关重要。通过对传统方式局限性的剖析，一系列创新策略如智能巡检、精准故障定位及优化检修计划等得以推行。这些策略在实践中取得了良好成效，显著改善了线路运行状况。未来，应持续关注技术发展与实际需求，不断完善创新策略，进一步提升10kV及以下线路运行维护检修水平，助力电力行业迈向高质量发展阶段。

参考文献

- [1] 农绍神. 10kV及以下架空线路的运行维护及检修研究[J]. 电力系统装备, 2024(10): 134-136.
- [2] 李亚男, 孙颖. 10kV及以下配电线路运行维护及新型检修技术的应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(19): 2659.
- [3] 廉国胜, 叶花. 10kV及以下配电线路的运行维护及检修的分析[J]. 科技风, 2020(33): 191-192.
- [4] 叶俊. 10kV及以下配电线路运行维护及新型检修技术应用[J]. 科技风, 2020(19): 156.