

Safety risk management and control in the operation and maintenance of transmission lines

Liangyu Ding

State Grid Zhongwei Power Supply Company, Zhongwei, Ningxia, 755100, China

Abstract

With the rapid development of China's power industry, it plays an increasingly important role in ensuring the safe, reliable, and reliable operation and maintenance of the power grid. However, there are various complex safety risks in operation and maintenance work, and how to effectively identify, evaluate, and control them is an important link to ensure the safe operation of the power grid. The article starts with the safety risks in the operation and maintenance process of the power system, studies various safety risks that occur in the operation and maintenance process of the power system, and applies them to the operation and maintenance process of the power system for systematic risk identification and control. On this basis, the application of the power system in the power system was analyzed. Through the research of this project, it is expected to provide theoretical support and technical guidance for the safe operation and maintenance of the power system.

Keywords

transmission lines; Operation and maintenance; Security risks; risk management

输电线路运维检修中的安全风险管理与控制

丁良玉

国网中卫供电公司, 中国 · 宁夏 中卫 755100

摘 要

随着我国电力事业的迅猛发展, 对电网安全、可靠、可靠的运行维护起着越来越重要的作用。但是, 在运行和维护工作中, 存在着各种复杂的安全风险, 如何对其进行有效的识别、评估和控制, 是保证电网运行安全的重要环节。文章从电力系统运行维护过程中的安全风险入手, 对电力系统运行维护过程中出现的各种安全风险进行了研究, 并将其应用于电力系统运行维护过程中, 进行了系统的风险辨识和控制。在此基础上, 分析了电力系统在电力系统中的应用。通过本项目的研究, 可望为电力系统安全运行与维护提供理论支撑与技术指导。

关键词

输电线路; 运维检修; 安全风险; 风险管理

1 引言

随着电网规模的扩大, 用电负荷的增加, 输电线路的安全问题越来越引起人们的重视。输电线路担负着长距离输送电能的重任, 是保证电网安全稳定运行的关键。但在运行维护过程中, 由于天气恶劣、设备老化、操作失误等原因, 各种安全风险频发。这些隐患不但影响了电网的正常供电, 而且还会造成人员伤亡、财产损失。

2 输电线路运维检修中的安全风险概述

2.1 输电线路的运维检修工作内容

输电线路是电网的“动脉”, 担负着长距离输电、配电的重任, 是保障电网稳定可靠运行的关键环节。在电力系统

中, 输电线路的运行状态对整个电网的安全稳定起着举足轻重的作用。为保证输电线路长期稳定运行, 需要定期对其进行检查、维修及排除故障。

2.1.1 线路巡检

线路巡视是保证电力系统安全可靠的一项重要工作。巡检一般采用手动或无人驾驶。手工巡视是指对高压电源设备逐个检查, 检查线路、杆塔和附属设施是否完好, 是否存在设备缺陷和安全隐患。手工巡检是一种比较传统的方式, 具有更大的灵活性, 可以直观地看到以前没有监控到的细节。近几年来, 无人机巡检技术以其效率高、成本低、风险小等优点, 可在高风险地区(如高山、陡峭地势等)进行全方位检测, 极大降低了作业人员接触高压电力设备的风险。

2.1.2 设备检修与更换

为了保证输电线路长期稳定运行, 对设备进行维护和更新是非常重要的。由于环境因素、设备老化和磨损等原因,

【作者简介】丁良玉(1974-), 中国宁夏中卫人, 从事输电线路运行及检修质量研究。

输电线在长时间的运行中会出现失效。对设备进行定期的检查、更换,能够及时地发现并排除故障,从而防止出现故障。一般的设备维修工作,主要是对变电站设备和输电线路的重要设备进行检测和维修。另外,由于设备的老化及工艺的不断改进,一些设备也有必要进行改造,以保证系统的安全可靠。对一些使用了很多年的设备,如果能及时地更换老化部件,就可以防止出现严重的安全事故。

2.2 安全风险类型与来源

2.2.1 自然灾害

在电网运行过程中,雷电、台风和暴雨是影响电网运行安全的重要因素之一。闪电是一种最为普遍的自然灾害,它不但会导致线路短路,烧毁设备,而且还会引起停电、火灾等严重后果。台风、强降水也是影响输电线安全的重要因素,其大风、暴雨不仅会造成输电塔的坍塌,还会对电网造成长期停电。特别是在各种自然灾害的共同作用下,若不能及时进行设备老化和维修,将极大地提高事故的发生率。另外,地震、山洪和雪灾等自然灾害也会对电力系统的运行安全造成一定的影响。由于输电线路分布广,地形复杂,所以在输电线路的规划与施工中,必须充分考虑当地的自然灾害因素,制定相应的预防措施。

2.2.2 设备故障

在运行和维护过程中,设备失效是又一个主要的安全隐患。随着输电线服役年限的延长,其设备的老化与损耗必然会使其失效概率增大。电气设备故障主要体现在绝缘性能降低,电缆损坏,开关失灵等方面。这些设备的故障常常与停电事故同时发生,对电网造成了很大的社会影响和经济损失。尤其在某些关键线路,由于设备故障,常常造成大面积停电。

在运行维护过程中,由于设备的使用年限和维修条件的不同,设备的失效次数也有很大的关系。对设备进行定期检查、更换,并对陈旧的设备进行更新,是防止设备失效的一种行之有效的方法。但是,在某些边远地区或受经济限制的地区,设备维修与升级往往不够充分,这就加大了设备失效的风险。

2.2.3 操作失误

所谓“人”,就是“人”的“人”。在输电线路的维护和维修工作中,操作者需要进行一系列复杂的电气设备作业,一旦出现差错,就有可能造成设备的损坏和事故。工作失败的原因有很多,主要有技术水平不高,工作经验少,心理不稳定等。另外,如果在作业时不能严格遵守这些规定,就会增加事故的危险性。其中,线路切换不当、设备访问方法不正确等都会给系统带来巨大的安全隐患。人因错误的产生,与作业人员的训练、管理有很大关系。在作业过程中,由于缺少必要的培训和教育,缺少安全意识,以及在工作过程中产生的麻痹心理,都会造成作业失败。所以,要防止意外发生,必须有严格的作业规范,不断地进行安全教育训练。

2.2.4 人为因素

在运行维护过程中,除人为错误外,还存在其他的人因因素。其中,由于设备维护不当,操作人员忽略了安全操作规程,是造成事故的主要原因。由于人的原因,运营企业如果对工作过程没有进行有效的管理与监控,就有可能造成设备检修不及时、安全隐患不断累积、事故风险增大等问题。在某些工作环境比较恶劣的地区,由于安全管理上的疏漏,以及对设备的检测不力,很难对潜在的设备故障进行及时的检测,因此,当出现问题时,就得不到有效的处理,从而导致了事故的发生。

2.3 统计数据:近年来输电线路安全事故分析

通过对近几年一次区域内输电线路的安全事故的统计资料,对其进行了分析。分析结果有助于我们认识到目前电力系统中存在的重大安全隐患,对制定相应的预防措施具有一定的借鉴意义。

有关资料显示,输电线路的安全事故发生率呈逐年增加的态势。在2020年至2023年间,我国电力系统的安全事故以雷击、设备失效、人为失误及自然灾害为主。在这些灾害中,雷电、台风等灾害所占比重很大,突出表明了极端气候条件下输电线路的安全性。结果表明,由雷电、台风等自然因素引起的故障占相当大的比重。比如,在2020年,由闪电引起的150起安全事故,造成停电。2021年,因设备老化而引发的设备失效已引发130起事故,导致传输线中断。在2022年,由于作业错误而导致的安全事故达到140起,导致供电不足。而在2023年,由于台风的影响,将会有160次事故发生,维修工作因此被推迟。分析结果显示,雷电、台风等自然灾害频发,已成为电力系统安全运行的重要隐患。此外,由于设备老化、人为操作不当等原因,也是造成安全事故的重要原因。为此,应加大对输电线路的检修力度,增强其抵御灾害的能力,同时要提高操作者的技术素质,降低人因失误的概率。

3 输电线路运维检修的安全风险管理

3.1 风险识别与评估

对企业进行风险管理的第一步就是对风险进行辨识与评价。在此基础上,提出了一种新的、新的、有针对性的、具有针对性的、可操作的、安全的、可持续的运行维护的方法。一般的风险辨识方式通过建立风险矩阵,对各种风险发生的概率、影响程度进行评价,并对其进行排序。事故树分析法是对各种事故之间的因果联系进行分析,找出可能的系统失效。根据运行维护人员的经验,对以往的失效、事故进行分析,确定其发生的可能性。

3.2 风险评估模型的应用

在电力系统的运行过程中,电力系统的运行受到了越来越多的关注。在此基础上,可以对各类风险进行定量分析,以辅助管理者进行决策。以某电网公司为例,采用故

障树法对其运营风险进行评价。在此基础上,对设备老化、人为失误、外部环境影响等多个失效模式进行辨识,对其发生的可能性和影响程度进行评价,并提出相应的风险控制对策。

3.3 数据分析与建模

利用历史故障数据和现有的设备状态,进行数据建模分析,可以预测未来可能发生的风险。例如,基于设备的运行时间、维护记录等,建立了一个设备老化预测模型,预测了某设备在未来两年内可能发生故障的风险。这一模型能够帮助运维人员提前采取措施,降低设备故障的发生概率。

4 输电线路安全风险的控制措施

4.1 技术控制措施

近年来,随着科学技术的进步,输电线路的运行维护工作也在逐步向智能化方向发展,这给电力系统的运行维护工作带来了新的契机。运用现代科技手段,可以实现对输电线路进行更有效、精确的监测与管理,降低因人与人为误差带来的安全隐患。

无人机巡检:在电力系统中采用无人机巡检,是一种全新的电力系统运行维护方式。以往的输电线路巡检,要求工作人员在高压和高危条件下,手工巡检耗时耗力,存在极大的安全隐患。无人机巡检能够实现对高压杆塔、远离人群、山地等复杂环境的全面巡视,为电力系统的安全运行提供了新的途径。采用高清晰度摄像机、红外热像仪等设备,对线路设备的运行状况进行实时监控,并能及时发现线路损伤、设备老化等隐患。同时,利用无人机进行巡视能够有效规避人力攀爬过程中存在的安全隐患,降低作业人员接触时间,提高作业安全与效率。

4.2 管理控制措施

除了技术手段,科学有效的管理措施在输电线路运维检修中的作用同样不可忽视。管理控制措施能够确保技术手段的有效实施,并通过严格的管理流程减少人为失误,确保每一项作业都能按照标准规范执行。为了保证电力系统安全运行的有效性,必须建立健全的事故上报机制。该系统可以对系统中出现的各类故障、事故进行实时记录、追踪,并对其进行分析、修正。一旦出现安全事故,必须按有关规程上报,并做好详细记录。该档案除记载事故发生的时间、地点及原因分析外,还应记载事故发生后的紧急处置及善后工作。有了详尽的档案资料,管理人员才能跟踪、分析事故发生的根源,并有针对性地进行改善。比如,当某种事故频发时,管理人员可以根据事故报告,对设备老化、人为失误、工作程序不规范等情况进行分析,并提出相应的改善措施。建立健全的事故通报制度,可以有效地预防同类事件的再度发生,同时也为企业安全管理系统的建立提供了强有力的数

据支撑。

4.3 安全培训与文化建设

安全文化建设是提高输电线路运维安全管理水平的基础。在输电线路的运维过程中,安全始终是最重要的工作内容之一,而安全文化的建设对于减少事故、提高安全生产水平具有深远意义。在企业生产经营过程中,要把安全作为“第一文化”,通过对员工的安全意识、行为方式的培养,才能把安全文化建设成企业的“第一文化”。在输电线路的运行管理中,要从企业管理层、运维人员到各有关利益主体,建立安全文化。企业管理人员要加强安全管理,包括制订安全方针和目标,增加安全投入,优化安全管理程序。通过表彰先进,开展安全教育,定期检查,增强职工的安全意识。在企业内,还可以通过鼓励员工主动举报安全隐患,组织定期的安全研讨和安全改善措施,让安全管理体系得到切实落实,提高整个安全管理水平。

5 未来发展趋势

5.1 智能化与自动化技术的应用

近年来,电力系统的运行维护工作正朝着智能化和自动化方向发展。智能装备可以对管线运行状况进行实时监控,并对其进行大数据的分析,从而实现对故障的预警和维护。本项目的研究成果可有效地提升运行和运行效率,减少因人因错误造成的安全风险。

5.2 无人化作业模式的推广

无人机和机器人等无人作业设备的使用,为输电线路的巡视和维护提供了更高的效率和安全性。在今后,随着相关技术的不断完善、成本不断下降,在输电线路的运行维护中,将会得到越来越多的应用。

6 结论

在此基础上,提出了一种基于概率论的输电线路安全风险管理工作方法。文章从安全风险辨识、评估与控制三个方面进行了探讨,并以实例为依据,从技术手段、管理手段、安全文化等方面进行了综合论述。随着电力系统智能化和自动化水平的提高,电力系统的运行维护工作将向更高的方向发展。期望通过本项目的研究,为电力系统安全运行和维护工作提供理论依据。

参考文献

- [1] 王海亮,周俊,汤峻,等.无人机在输电线路检修作业中的应用[J].集成电路应用,2024,41(12):92-93.
- [2] 尚海芬.配网线路运维隐患风险识别与评估研究[J].光源与照明,2024,(11):72-74.
- [3] 王健,孙路,杜楠楠,等.配电线路模块化金具装置的研究与应用[J].电力与能源,2024,45(05):629-631.