

Construction and Application of State Monitoring and Risk Assessment Model for Power Engineering Transmission Lines

Ming Lu¹ Naichuan Zhai²

1. State Grid Zibo Power Supply Company, Zibo, Shandong, 255000, China

2. Zibo Vocational College, Zibo, Shandong, 255000, China

Abstract

One of the important components of the power system is the power engineering transmission line, and its stability and safety directly affect the reliability of power supply. With the continuous increase in electricity demand, the monitoring and risk assessment of transmission lines have become key points to ensure the stable operation of the power system. This article explores in depth the status monitoring and risk assessment of power engineering transmission lines, and establishes a risk assessment model based on multi-source data fusion. This model combines sensor data, meteorological data, and equipment operating status information to implement real-time monitoring and risk prediction of transmission lines through data analysis and machine learning algorithms. This article validates the effectiveness of the model through practical cases and explores its application prospects and development trends in power engineering.

Keywords

transmission lines; Status monitoring; Risk assessment; Data fusion; Machine learning; power engineering

电力工程输电线路状态监测与风险评估模型构建及应用

逯明¹ 翟乃川²

1. 国网淄博供电公司, 中国·山东 淄博 255000

2. 淄博职业学院, 中国·山东 淄博 255000

摘 要

电力系统的重要组成部分之一是电力工程输电线路, 其稳定性和安全性直接关乎电力供应是否可靠。伴随着电力需求的不断上扬, 输电线路的状态监测与风险评估成为保障电力系统稳定运行的关键点。本文针对电力工程输电线路的状态监测及风险评估进行深度探究, 创立了一种基于多源数据融合的风险评估模型。该模型把传感器数据、气象数据还有设备运行状态信息结合起来, 凭借数据分析和机器学习算法, 对输电线路实施实时监控与风险预测。本文凭借实际案例验证了模型的有效性, 还探讨了其于电力工程里的应用前景与发展走向。

关键词

输电线路; 状态监测; 风险评估; 数据融合; 机器学习; 电力工程

1 引言

伴随电力工业的迅猛发展, 电力系统规模正慢慢扩大, 尤其输电线路的复杂度跟长度持续攀升, 给其运行的监控及维护造成了极大挑战。实施输电线路的状态监测与风险评估, 是保证电力系统可靠安全的关键环节。传统输电线路状态监测方式往往依赖人工巡检及定期维护, 存在着一定的滞后与局限, 难以实时把握线路运行状况及潜在风险。因此, 怎样借助先进技术手段提高输电线路的实时监测能力, 进而

建立起科学的风险评估模型, 成为电力工程领域的关键研究课题。本研究制定了一种基于多源数据融合的输电线路风险评估模型, 期望借助大数据分析和智能化决策支持系统, 提升输电线路监控的效率及风险预测本领, 为电力系统的安全运行增添有力保障。

2 输电线路在电力系统中的重要性

输电线路为电力系统中的核心组成内容, 承担起把电能从发电厂运输到各个负荷中心的紧要任务。它可谓电力系统的血脉, 要是输电线路出现故障状况, 就可能引发大面积的电力中断, 对社会经济运转和人民生活造成极大冲击。

处在现代电力系统里面, 伴随电力需求的不断上扬与

【作者简介】逯明 (1991-), 女, 中国山东淄博人, 硕士, 工程师, 从事电力工程和新能源并网研究。

电力网络的逐渐延展,输电线路的复杂性及其覆盖范围不断拓展。为了契合不同地区的用电需求,电力工程一般需要建设长距离输电线路,跨越不同的地理环境及复杂的自然情形。尤其在大规模诸如风能、太阳能的可再生能源接入之际,输电线路的建设与管理愈发关键,可再生能源分布呈现出不均衡现象,且输出功率体现出波动性,这就需要电力系统拥有更高的灵活性与稳定性,而这正借助高效的输电线路去调节和分配电能^[1]。

伴随电力系统智能化和数字化技术的逐步拓展,输电线路的状态监测及风险评估变得十分关键。依靠实时监控线路状态、预测潜在故障和实施线路维护优化,能有效阻止重大事故发生,增进电力系统的安全性及经济性。输电线路在保障电力供应、加速能源结构转型、实现绿色低碳发展等方面的作用愈发凸显,成为现代电力工程里缺一不可的关键元素。

3 输电线路面临的主要风险

3.1 天气与自然灾害导致的风险

天气和自然灾害让输电线路面临最大风险之一,这些风险来源相当广泛,涉及像雷电、暴风雪、强风、洪水、冰冻的极端天气。雷电与强风往往会损坏输电线路的导线及电力设备,引起设备短路或电力中断现象。而在暴风雪和冰冻天气下,输电线路承受的负荷会超出设计承受能力,增多线路断裂和设备损坏的潜在风险。

洪水同样属于严重的自然灾害范畴,尤其是在电力设施与河流、湖泊等水域接近的地方。洪水会造成设备被浸泡现象,引起设备出现故障,甚至有将线路基础设施冲走的概率。此外,气候变化所引发的极端天气现象频繁发作,致使输电线路遭遇天气灾害的可能性进一步加大。

3.2 设备老化与技术故障的风险

伴随输电线路的长期运转,设备老化跟技术故障同样是电力系统中不可漠视的风险因素,输电线路当中的导线、变电设备、绝缘装置等,在长期运行的过程中会受环境因素(如温度、湿度、空气污染等)影响而渐渐老化。伴随设备出现老化,输电线路电气性能出现下滑,发生故障的概率大大攀升。

由于长时间暴露在环境中,导线的绝缘层可能破损,造成电力出现泄漏或短路故障,诸如变电站配备的开关、断路器、变压器等,随使用年限的渐渐增加,说不定会出现失效或老化的迹象。老旧设备的故障极有可能引起设备停运。

3.3 负荷波动与超负荷运行的风险

一旦输电线路面临负荷波动和超负荷运行情形,一般会增加电力系统的隐患。所谓负荷波动,是电力需求的变化,大多是受季节性、天气条件、社会活动等多重因素的制约^[2]。在高需求的季节及特定的时段,电力需求急速上扬,输电线路要面对更高的负荷,随之而来的是超负荷运行风险

的增加。

鉴于新能源发电存在间歇性与波动性,电网负荷或许会出现大幅度的波动。尤其要说到的是风能和太阳能等可再生能源,因天气条件产生变化,其发电量呈现出不稳定性,为电力系统带来较大困扰。为平衡负荷波动、保障电网稳定运行,输电线路有较强的负荷调节能力,但于实际操作的时候,诸多老旧线路的设计难以契合负荷波动的要求,导致系统容易出现故障隐患。

3.4 操作错误与管理疏漏的风险

输电线路操作出错与管理上的疏漏,同样是电力系统中不可忽视的风险。操作错误一般是在操作人员开展电网调度、设备操作或故障处理工作期间产生,源于操作上的失误或不当,大概会引起电力中断或设备损坏。

管理方面的疏漏主要表现在电力系统日常运行监督不足上,缺少对设备状况及运行环境的及时评估。部分线路说不定存在未按时检查或未做有效维护的情况,引发设备存在隐患。管理的疏漏还有可能出现在人员培训、应急响应等范畴,尤其是突发事故出现的时候,操作人员未及时、有效地采取应急处置措施。

为应对这些潜在风险,电力公司应进一步加强操作人员培训,提升其业务水平与应急反应能力。搭建完备的管理体系,保障输电线路的日常检修、维护及调度工作依标准开展,杜绝因人为失误引发的各类安全事故。依靠引入智能化监控系统,实时掌握线路运行状态,凭借自动化技术和故障诊断系统辅助操作人员开展决策工作,减少人为差错的发生频次。

4 电力工程输电线路状态监测与风险评估模型构建及应用

4.1 输电线路状态监测模型构建

输电线路的状态监测模型是促成电力系统稳定运行的关键要素。该模型主要借助集成传感器、数据采集、通信技术以及信息处理算法,对输电线路做实时监控工作。采用传感器监测输电线路的关键参数,诸如电流、电压、温度、振动这些,采集线路的运行数据。传感器的合理选择与布局是模型成功实施的根基,应当按照输电线路的地理环境、气候状态以及潜在的危险因素合理设置传感器,以实现实时收集准确数据的目的。

凭借数据采集系统将传感器获取的数据输送至中央监控系统。通信技术的选择与数据传输可靠性是左右状态监测精度的关键因素^[3]。对于长距离输电线路而言,采用无线通信与光纤通信等模式进行数据传输,保证数据实时传输及传输稳定。为达成信息流的畅通,监控系统要具备高效的数据处理本领,可以从海量数据中挖掘有效信息,实时判定线路的健康情形。

信息处理算法在状态监测中的作用极为关键。基于数

据的监测模型可结合机器学习、人工智能等技术开展,实施历史数据的分析,识别设备与线路潜在的故障隐患,凭借构建多维度的风险评估模型。结合实时的相关数据,可提前预判输电线路的故障风险,给出维护及保养建议,由此明显降低设备的故障频次。

4.2 输电线路风险评估模型构建

输电线路风险评估模型可综合剖析并评定各类内外部因素对线路安全运行的影响,推动电力公司拟定科学恰当的风险应对办法。风险评估模型一般包括两个主要环节:一要完成风险因素的识别,二是实施风险的定量评估。

在风险因素识别阶段,要考量诸如气候变化、设备老化、环境影响(如风沙、冰雪等)、操作失误等多个方面要点。例如,雷电、冰冻天气、风暴等气候因素,往往会造成输电线路发生断裂、短路等故障;设备老化说不定会让线路承载能力降低,由此加大事故发生的概率,诸如地震、洪水等外部灾害和环境因素,也会对输电线路构成重大威胁。

风险定量评估是评估模型核心内容的一部分。依靠建立数学模型以及运用历史数据进行拟合,可对不同风险因素对输电线路的影响程度予以量化。例如,采用蒙特卡洛模拟方法、模糊逻辑控制和概率统计模型,可对不同故障模式实施模拟,计算特定条件下线路出现故障的概率。同时,结合现场的监测数据,采用机器学习算法实施风险预测,检查当前系统是否有故障方面的隐患。

4.3 输电线路智能化监控与故障预测技术应用

伴随信息技术跟智能化技术的迅速发展,智能化监控与故障预测技术日益成为输电线路状态监测和风险评估的实用手段。智能化监控系统可利用实时数据的采集、传输、存储及分析,对输电线路运行状态实施动态监控,实现精确的故障预测及报警功能。

智能化监控系统能达成全程在线监测工作,开展对输电线路电气参数、机械状态、环境因素等的实时数据采集工作^[4]。传感器凭借无线网络与监控平台进行连接,把数据传送到数据中心。数据中心借助大数据分析技术,完成海量数据的存储及处理,且能实时开展输电线路运行状态的分析。若监控系统发现异常信号或数据有波动,它能马上触发报警机制,且会给出故障定位并进行故障原因分析。

基于大数据跟机器学习算法的故障预测技术,能借助对历史数据进行学习建模,找出潜在的故障走向。采用算法实施对设备健康状况的定量分析,判别设备出现故障的前期预兆。例如,对导线温度、振动、拉力等数据开展分析,系

统可预估线路是否存在过载或断裂风险。

4.4 输电线路风险管理与优化调度

输电线路的风险把控与优化调度是维持电力系统稳定、安全、高效运行的核心内容之一。风险管理贯穿了从风险识别、评估、预测到决策支持的整个阶段,而优化调度借助科学有效的调度策略,均衡电网负载,缩减风险出现的概率,优化系统的可靠水平。

针对风险管理而言,电力公司起初需采用风险评估模型,找出电力线路可能面对的各种风险因素。这些风险或许源自天气变化、设备故障、负荷波动、突发事件等,以构建全面的风险管理体系为途径,电力公司有把握确保电网在面对不同风险时具有足够应变水平。

针对优化调度相关工作而言,电力公司需借助现代信息技术协同大数据分析,拟定科学的电网调度策略^[5]。采用优化调度模型,修正电网的运行模式,恰当配置发电资源跟储能设施,增进电力系统的负荷调节水平。同时,智能调度系统可根据实时监测数据以及预测的结果,动态调整电网的运行态势,提前采取手段应对潜在风险。例如,面临高负荷与极端天气情形,凭借智能调度系统可优化能源的分配,调整线路的工作情形,防止超负荷运行引发的线路故障。

5 结论

本文围绕电力工程输电线路的状态监测与风险评估进行了系统研究,提出了一种基于多源数据融合的风险评估模型。通过集成传感器数据、气象信息和设备运行状态,结合机器学习算法,模型能够有效预测输电线路的潜在风险,并为电力工程管理者提供实时决策支持。实际案例的验证表明,该模型在提高监测效率、降低故障率和优化运维管理方面具有显著优势。

参考文献

- [1] 杜勇,黄良灿,沈小军,等.输电线路雷电电击风险评估多源数据融合可视化方法[J].高电压技术, 2024, 50(5):1877-1888.
- [2] 何家盛.输电铁塔状态监测与风险评估模型研究[D].广西大学,2024.
- [3] 周林,彭宇辉,刘旸,等.基于改进层次分析法和数据挖掘的架空输电线路极端灾害风险评估模型[J].四川电力技术, 2024, 47(5):61-65,75.
- [4] 电气工程.计算输电线路老化的连锁故障传播模型及防控策略[D]. 2023.
- [5] 王身丽,张楚谦,夏立伟,等.基于多源信息融合的输电线路特殊工况运动轨迹监测及风险评估系统应用[J].自动化应用, 2023.