

# 智能电网输电线路在线监测技术分析

牛晋春

(国网山西省电力公司阳高县供电公司, 山西 大同 037000)

**摘要** 近些年, 各行各业用电需求迅速增长, 智能电网建设刻不容缓。在智能电网施工中应重视对线路的定期检修, 为了确保智能电网的安全稳定、可靠地输送电能, 在线监测技术成为一项重要的研究课题。通过在线监测, 可以获得智能电网各个环节的实时数据, 并将有关的数据传送到技术人员那里, 让技术人员可以对智能电网的真实状况进行远距离的判断, 并对发生的问题进行及时的处理, 从而保证智能电网的正常运转。本文主要研究智能电网输电线路在线监测技术, 以期为相关人员提供借鉴。

**关键词** 智能电网; 输电线路; 在线监测技术

**中图分类号**: TM75

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)11-0022-03

智能电网中的输电线监测越来越受到人们的重视, 包括导线微风振动监测、输电线雷电流监测、电缆覆冰监测、在线绝缘子监控、杆塔倾斜监测以及在线视频监控等多个方面, 每个项目都是为特殊的运行难题而提出的高效的解决方法。通过即时资料的搜集与分析, 通过上述措施, 既能保证电力系统的安全可靠运行, 又能使电网的运行效率得到最大限度的发挥。在电力系统运行过程中, 其发挥着极其重要的作用, 尤其是应对极端气候, 能防止电网事故。

## 1 智能电网输电线路在线监测技术概述

智能在线监测系统对于现代输电线路的管理至关重要, 结合先进技术可以提高电网的可靠性和效率<sup>[1]</sup>。该系统一般都是固定的, 利用太阳能作为能源, 既可以保护环境, 又可以节约能源, 尤其是在边远地区。将视频图像、气象条件、垂度等重要资料通过网络传送到监测中心。该系统主要包括后台管理系统、通信网络以及监测系统三个部分。其中, 通信网络保障了高速、准确的传输, 而监测系统则完成了对高清晰度图像及各种传感数据的采集; 移动信息业务(MMS)的使用, 可使监控中心在距离远或近的情况下快速向有关人员的移动终端传递重要信息, 保证快速响应, 提高电力系统的安全可靠性。

## 2 常见的输电线路在线监测技术

### 2.1 导线微风振动监测技术

在高压输电线路中, 微风振动是导致高压输电线路疲劳断裂的重要因素, 虽然对输电线路表面的损害不大, 但却具有很大的危险性。输电线路的微震监测装置, 其主要作用是对线路中除线夹触点以外的线路

进行监测, 特别是对相关的气象参数进行监测。对导线受微风影响时的振动进行监测, 既能减小导线的振动危害, 又能为杆塔的抗震设计提供依据<sup>[2]</sup>。

### 2.2 输电线雷电流监测技术

输电线雷电流监测技术是针对雷击对输电线路的危害进行探测与分析而提出的一项新方法。为了防止和减少雷击的破坏, 监测是必不可少的。雷电流监测技术对高灵敏电流传感器的研究, 传感器被安置在输电线的重要结点上, 实时捕获由闪电引发的脉冲电流。这种传感器可以准确地测量出电流的幅值, 持续时间, 以及电流的改变, 为雷电强度和特征提供了重要的信息。除了使用电流传感器外, 该方法还经常与雷达、闪电定位等天气监控装置相结合, 以预报雷击的可能性及可能的影响范围。雷电流监测是保证电网安全运行的关键。雷电是一种普遍存在的自然灾害, 它不但会对输电设备造成直接损害, 而且还会对电网造成严重的危害。精确的雷电流监测结果可为运维人员提供避雷针、电涌保护等有效保护措施, 也可根据实际情况对电网操作方式及时调整, 以及对故障快速反应。

### 2.3 电缆覆冰监测技术

电缆覆冰监测技术是电力系统中一项重要的研究内容, 其主要目的是对电缆表面积冰进行监测与分析。这种方法主要是利用各种传感器对电缆表面的温度、湿度和覆冰量进行测量<sup>[3]</sup>。其中, 温、湿两种传感器被用来对周围的环境状况进行评价, 并对结冰的可能性进行预测。覆冰厚度传感器可直接测出缆线上覆冰的厚度, 以达到即时反应的目的。在此基础上, 结合气象观测资料, 大气温度、风速、降水等参量, 实现对覆冰的预报。电缆覆冰监测技术的重点是实时、准确,

因此需要实时地进行在线监控。该技术对电网的正常运作具有重大意义，因为在线路上积冰会造成电缆断线或断电，进而影响到整个电网的正常运转。

#### 2.4 杆塔倾斜监测技术

位于煤矿采空区上方的铁塔，在自然环境和重力等多种因素的综合影响下，极易出现错层、地表开裂、滑坡等地质灾害，造成杆塔倾斜，甚至地基变形，对电网的安全运行构成了极大的威胁。采用全球移动通信系统(GSM)技术，可以对铁塔倾斜装置进行在线监测，并进行实时预警。铁塔倾角监控技术在 220 kV 输电线路得到了广泛应用，它可以精确地检测输电铁塔的位移和倾斜度，对保障输电线路的安全运行至关重要。

#### 2.5 在线视频监控技术

在线视频监控技术是电力系统运行过程中的一个重要环节。该技术通过架设在传输线上的摄像机，对传输设备进行实时拍摄，从而为电力系统的运行提供可视化的保障。这些高清晰度的摄像机可以提供详尽的图像，显示线路的物理状况、周边环境，以及可能发生的各种异常状况。部分高级监测系统还整合了图像识别与分析等技术，能对线路中的设备损坏、线路倾斜、异物靠近等异常状况进行监测。在线视频监控技术中，除了常规的监控外，还包含了对故障的处理、维修等工作。当设备出现故障或突发事件时，可以通过可视化的方式，为操作人员及时掌握现场状况，做出正确的决策。另外，该技术还能有效地防止偷盗、破坏等行为。通过对电力系统进行实时监测，保证电力系统的安全运行。在线视频监控也可以为电力系统的长远规划及改善提供有价值的资料，例如借由影像资料的分析，评估装置的老化程度或最佳维修计划。因此，该方法可以有效地提高电力系统的在线监控能力，为电力系统的安全管理与优化提供重要的支撑。

#### 2.6 在线绝缘子监控

在线绝缘子监测技术是电力系统中又一项重要的检测手段，它主要应用于对绝缘子的健康状态进行检测。绝缘子是传输线的关键部件，它起着支撑电线和阻止漏电的作用。该技术主要是利用高频电流、红外热像仪、电场、磁场等多种手段对绝缘子进行检测。利用高频电流监测技术，可以在很大程度上探测到绝缘子微弧放电现象。利用红外热像仪对绝缘子壁面进行温度场测量，发现有可能发生故障的“热点”。同时，通过对绝缘子电场、磁场等参数的测量，可以反映出绝缘子附近电磁场的变化，进而了解绝缘子的绝缘特性。为了防止输电线路发生故障，维持电力系统的稳

定运行，在线监测是十分必要的。绝缘子失效将引发电弧、雷电等重大安全问题，严重时可能造成大范围停电。

### 3 智能电网输电线路在线监测技术发展中存在的问题

#### 3.1 技术标准化问题

尽管输电线路在线监测技术还处在起步阶段，但是各种新技术、新思想层出不穷。这一多元化既促进了技术的发展，又对标准提出了挑战。要正确地判定被监测装置的工作状态，就必须对其进行采集与分析。由于各制造企业使用的制造技术与装备有很大的差别，因此，对装备性能的解释与评价十分复杂<sup>[4]</sup>。比如，不同的装置对于环境的改变有不同的响应，这就很难为它们设置一个一致的警报门槛。这些问题的存在，不但影响了监测数据的精度与可靠性，而且使得系统的维护与更新变得更加复杂，制约了该技术的推广与长期发展。

#### 3.2 技术稳定性问题

在线监测技术在输电线路运维中也存在着技术稳定问题，其核心是在长时间连续运行时，监测系统的性能一致性与可靠性。在实际应用中，由于受气候变化、地理位置、电磁干扰等多种外界环境因素的影响，导致监控装置的性能发生变化甚至失效。比如，在极端天气情况下，仪器的测量精度、反应速度都会受到影响，从而造成测量结果的不准确性或滞后。另外，在长时间的使用过程中，由于磨损、老化等原因，如果不进行及时的维修或更换，就会使监测失效。技术上的稳定也涉及软件和数据的处理，由于监测系统日益完善，系统的稳定性、数据的处理能力已成为制约系统性能的瓶颈。由于软件故障或数据处理不当，可能造成判断失误或告警，从而危及电力系统的安全运行。另外，由于数据规模的增大，其数据的存储与管理问题也日益突出。

### 4 智能电网输电线路在线监测技术的优化策略

#### 4.1 质量优化技术

在城市智能电网项目前期投入和施工管理过程中，质量优化是一个重要环节。该方法通过对电力系统的合理配置实现对电力系统的质量评价，尤其注重对电力系统功率等级的区别，其核心目的是为电力系统的各个功能提供辅助，保证电力系统的安全稳定运行<sup>[5]</sup>。从施工的实际条件出发，采取更加科学合理的分配方式，可以使供电线路的质量与性能得到明显的改善。这对于保证电力系统的有序、长时间的稳定运行，以

及构建一套更加完善、节能、高效的供电线路体系具有重要意义。

#### 4.2 重视优化光伏电站电气系统

光伏发电系统由直流电源与交流电源组成,如何对其进行优化设计显得尤为重要。就直流电力系统的结构而言,太阳能电池组件、逆变器、汇流箱、控制箱,都需要科学的安装。而在AC输出系统的结构上,要合理地设置开关柜、电缆及逆变器,并且要选用合适的变压器来调节输出电压到35 kV,并且保证电流能够顺畅地流入开关站的汇流排。经过专业化的设计,使其能够更好地发挥电力系统的作用,从而保证其高效稳定地运行。

#### 4.3 强化电力调度人员业务素质培训

在智能电网中,输电线路的监测与调度是保证其正常工作的重要一环。调度员的业务素质与业务水平是决定整个智能电网运行质量与效率的关键因素。因此,电力公司要重视保障调度员的专业能力素质,通过拓展专业知识、训练业务技巧等途径,提升其综合素质,以解决复杂调度问题,保证调度工作的高质量。同时,引入前沿的调度技术理念和方法,规范操作流程,能够提高数据反馈和处理的科学性,将在线监测技术的应用效果最大化,从而有效地解决复杂的排程问题,确保排程工作的高品质。

#### 4.4 优化电能质量

在智能电网中,输电线路在线监测技术的发展,需要对其进行优化。提高电能质量是保障电网安全可靠、稳定运行的关键。

首先,合理应用电力质量最优技术,必须构建一套科学合理的基本控制与管理模型。其中包含采用自适应网络的无功功率补偿技术,以实现电力系统的精确采集、集成、分析与处理。该技术能够为电力系统的运行管理工作提供强有力的支撑。另外,还要根据供电和需求端的情况,适时地进行计划的调整,保证新能源供给和负荷中心的供电需要都能够得到很好的满足,提升智能电网的使用效率。

其次,直流有源滤波器技术在电力系统优化供电质量方面起到关键作用。智能电网与有源滤波相结合,是提升电能质量、优化电网运行效率的重要手段,对提升能源利用品质、减少冗余、抑制噪声、提升其应用效能具有重要意义。

最后,需要将现代电力工程的新技术方案融入其中,使其能够更好地推动智能电网的健康发展。通过对特高压关键部件的研究与配置,形成更加完备的能

量匹配变换机制,实现电力品质的持续优化。这一综合性做法有利于帮助建立一个有效的应用程序控制平台,提高在智能电网构建中运用电力工程技术的成效。

总之,在智能电网中,为了提高在线监测技术的可靠性与稳定性,必须对电能质量进行优化。通过恰当地利用电能质量最优技术,构建一种科学的基本控制和管理模型,充分利用现有的直流有源滤波器技术,与现代电力工程技术相结合,持续提升供电品质,保障电网安全稳定运行,促进智能电网建设。同时,这些措施不但提高了电网的运行效率,也推动了可再生能源的推广,为可持续发展的洁净能源创造了条件。

#### 4.5 提高技术稳定性

在智能电网中,为了促进输电线路的在线监测技术,必须解决其可靠性问题。通过对大量现场实测资料的分析,发现在实际运行过程中,输电线路的在线监测系统将受到多方因素的影响。由于工作电源、传感器、通信等诸多因素的影响,会使系统出现失稳现象。根据统计,功率方面的原因大约占60%,而传感器方面的问题占20%,通讯方面的问题占15%。上述问题的存在,将给智能电网带来一系列的技术难题。在这种情况下,为进一步完善电力系统在线监测技术,首先要做的就是确保技术的稳定。技术稳定性是由传感器技术、电路设计、无线通信等多个技术领域共同决定的。

### 5 结束语

随着我国经济的快速发展,对电力系统提出了更高的要求,电力企业必须坚持高水平、严要求,不断地进行科技创新,才能在其他方面不落下风,保证自身的持续、稳定、高速度发展。同时,电力企业必须不断地更新和优化电网在线监测系统,以保证一个可持续的智能电网,从而保证电力企业在日趋激烈的市场竞争中处于有利地位。

#### 参考文献:

- [1] 舒山.基于物联网技术的智能电网高压输电线路在线监测系统设计[D].宜昌:三峡大学,2019.
- [2] 李振兴.基于NFC的智能电网输电线路在线监测系统设计[J].通信电源技术,2024,41(14):31-33.
- [3] 蒋超德.基于有线通信的智能电网输电线路在线监测系统设计[J].通信电源技术,2024,41(16):19-21.
- [4] 王壮壮.智能电网输电线路在线监测系统设计与应用[J].电气技术与经济,2024(02):390-392,395.
- [5] 高锋.智能电网输电线路在线监测技术进展[J].商品与质量,2021(03):108.