

在线监测技术在输电线路运行检修中的运用

郝 晨

(国网山西省电力公司超高压输电分公司, 山西 太原 030000)

摘 要 传统的线路维修方式主要依靠定期的巡检与维修,既费时又费力,且很难实时把握线路状况。在此背景下,输电线路在线监测技术应运而生,它可以通过安装在线路上的多种传感器和监测设备来实现对线路的温度、湿度、风速、振动等关键参数的实时采集,从而对线路的异常状况进行检测和诊断。在此基础上,本文认为可利用先进的大数据分析与人工智能算法,对所采集的大数据进行深入分析,并对可能出现的失效风险进行预警与防范。

关键词 在线监测技术; 输电线路运行检修; 在线监测系统; 覆冰监测; 导线舞动监测

中图分类号: TM76

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0028-03

由于输电线路网的覆盖面很大,而且其所在的区域通常都是地形复杂、环境恶劣,所以,它的日常巡检工作难度较大,检修工作量繁重。经历过2008年最严重的冰雪灾害,使得提高输电网络的安全性和稳定性显得尤为重要。为了能更好地解决由于输电线路太长而导致的人手不足的问题,必须采用现代化的电力系统在线监测技术及相应的监测设备,尽早地设立监测中心,由此,改变状态检修方法,为实现信息采集、处理和设备运行状况的评估提供有力的底层技术支撑。

1 我国在线监测技术分析

1.1 应用背景及现状

在配电网规模不断增加的情况下,配网覆盖范围已达到90%以上,因此,输电线的故障是一个迫切需要解决的问题。21世纪以来,随着电力、通信等领域的迅速发展,电力系统在线监测技术发展十分迅速,是保障电网状态的关键手段,并已应用于电网各环节。然而,目前我国输电线路在线监测体系建设尚缺少严格的技术应用标准和规范,存在信息闭塞的情况,成为制约其发展和应用的瓶颈^[1]。目前,各相关部门与企业正在积极探索对在线监测技术进行创新。

1.2 在线监测实践功能

依托互联网信息技术和大数据技术,构建了一套输电网在线监测体系,实现了对输电线路的覆冰量和振动状况的实时监测,全面监测管线的温度状态,分析其操作参数,从而对故障进行识别和判定。基于在线监测技术的监测体系架构是两层网络结构,而该体系是一个信息整合体系,其数据结构与系统平台之间是互相关联的。该平台发挥动态检测功能,并且与客户端建立实时连接,能够向用户提供咨询服务,并能

能够对输电线路的操作和维护工作进行调度,从而能最大限度地优化维护与检修工作的开展。

1.3 在线监测技术应用前景

随着工业4.0时代的到来,各类新兴的信息化技术手段在电力系统的融入,为电网在线监测技术的推广和应用提供了良好的条件。在今后的配电网中,为了实现高精度、高效率的在线监测,将集成远程操作、智能监测和自动检修技术。

1.4 有待改进的技术应用问题

目前,受限于监测技术研究和开发水平的限制,输电线路在线监测还存在很大的发展空间,由此引发的问题包括:技术应用的规范化和数据的整合;监测设备对环境的适应性差引起的系统失稳;通信故障引起的网络稳定;联机系统中数据安全与网络安全交互作用。^[2]目前,我国对输电线路在线监测的研究尚处在起步阶段,一些新的技术和新方法仍处在研究和开发阶段,其应用效果有待提高。

2 在线监测系统的构成和工作原理

2.1 在线监测系统的结构组成

该在线监测系统是一种双层结构,通常包括导线温度、覆冰量等多种在线监测设备,并设置有气象状况和线路监测基地的监测中心。

2.2 在线监测系统的基本工作原理

在大多数的输电线路中,监测的技术指标主要是装置的运行状况及工作环境参数。利用先进的监测技术,最大限度地发挥输电线路的数据信息平台的优势,分析和处理系统数据信息,并能进行趋势分析、数据上传和预警。

3 输电线路在线监测技术的具体应用

3.1 覆冰监测

目前我国大部分地区的输电线路都是露天敷设,在冬季严寒和严寒的情况下,线路极易发生覆冰事故。为此,必须对出现这种故障的线路开展实时监测与分析,找出造成这种故障的原因,从而有效地解决由于结冰、降温而导致的故障。利用覆冰量在线监测方法,重点是对输电线的拉力进行分析,并判断覆冰后导线的受力状况^[3],同时对周边的风速、温度等有关指标进行采集,并把这一数据录入在线监测系统,通过对系统的分析,判断线路是否存在失效的可能性,以便在短时间内实现除冰。

线路覆冰监测能有效地减少线路安全事件的发生率,并在系统界面上进行显示,便于操作人员及时发现和排除故障。该方法不但能根据实际的输电线路及周围的环境条件,对操作人员做出预警,而且能有效地提高监测人员的安全性。

3.2 导线舞动监测

将导线舞动在线监测技术用于输电线路的运维管理中,不但可以实时地获取气象资料,而且可以对风场采集设备和子站的资料进行处理。在杆塔上布设气象数据收集装置,并在其上安装风偏收集装置,以获取气象要素如气象风偏角和倾角等。并经通信系统模块传送到监测中心,以方便操作人员操作。通过这种方式,能为相关运维人员进行实时故障查询与处置提供参考,对输电线路的特殊运行状态做出积极的响应,采取有效的应对措施,提高操作人员对输电线路事故的防范能力,同时还能防止外界天气和环境因素对线路的不利影响。

3.3 架空输电线路温度监测

在运行过程中电缆内的温度会发生不确定的变化,所以有必要实施实时监测手段。在输电线路温度不断上升的情况下,一旦达到预定的数值,在线监测系统将实时数据传送到监测中心,并发出危险警告,同时,监测中心还能根据报警信号实施相应的应对措施。

在线的温度在线监测主要是通过无线温度传感器来感知输电线路中的接头、金具和绝缘子等,与此同时,对传输线实行 24 小时自动监测,可对生产过程中的监测数据进行动态更新,达到风险预警目标,进一步提升操作人员对故障的反应速度。

3.4 导线弧垂监测

弧垂异常是影响线路安全运行的重要因素。弧垂大小,导线受力太大,在冬季突然降温时,极易发生

断线;过大的垂度将导致导线与地面的安全距离无法有效保障,在大风天气下容易发生导线短路^[4]。利用在线垂度方法实现对线路的实时监测,表明线路垂度与气温、覆冰厚度、风速和应力等因素有关,同时,可采用倾角传感器对覆冰量、导线摆幅等参数进行精确测量。在严重覆冰情况下,导线弧垂会显著增大,运维人员可以根据有关资料进行计算与判定,并据此开展检修保养工作。

3.5 绝缘子零值监测

绝缘子零值的测量,主要是利用传感器,对绝缘子内的漏电流信号进行放大、滤波,经过隔离后,再输入数字转换设备中。在这种情况下,绝缘子监测系统能够同时采集到所有的数据;在不含杂质时,光波导中基波模式与高阶模的转移,大多数能量通过光波导管转移,当盐分浓度相同时,研究结果表明,在一定条件下,沿面闪络电压随灰分含量的增大而降低,为准确判定线电压监测数据提供了依据。通常每个塔的监测终端能同时监测 6 个绝缘子,该监测方法在实施范围和强度上效果较为明显。然而,现有的监测数据容易受到外界干扰,需要进一步完善。

3.6 杆塔倾斜在线监测

输电线路在自身重力、外界自然力量等各种扰动作用下,极易发生岩石失稳、地面开裂、滑坡等地质灾害,经常引起塔身倾斜,甚至会出现地基变形的情况,增加线路的风险因素。而采用移动通信技术,能对杆塔的倾侧数据进行实时监测,并能对其进行快速的报警。在 220 kV 电压等级的输电线路中,杆塔倾角测量是一项非常重要的技术,并得到广泛的应用。因此,需要动态监测杆塔的运行状态,及时发现杆塔的变形、倾斜的情况,防止坍塌、破裂等情况的发生^[5]。

3.7 线路通道视频在线监测

目前,大多数供电企业都是在人口密集的区域对电网进行在线监测。利用太阳能、风能、太阳能等多种电力供应方式,进行实时监测,通过内置一块可以传输视频的安全加密芯片,该系统能够实现对输电线路的实时、远距离、在线监测,对输电线路的运行状况进行了解与分析。

输电线路跨越巨大,跨越各种复杂地形,其运行状态容易受到自然环境和人类活动的影响。为了保证用电的安全,供电公司需要对其进行定期的检修,细致排查故障和风险点。线路信道视频在线监测可以对线路上的树木遮挡以及可能出现的危险区域进行实时监测,并向操作者提供故障信息,使操作人员能够对

危险因素进行有效的处理。

3.8 线路火灾的监测和预警

通过对输电线路温度的监测,并利用图像采集装置来探测沿线的烟气和二氧化碳的浓度,在此基础上,对沿线林区林火进行了有效的监测和分析。这种方法可以很好地解决以前由于火灾造成的监测困难问题,是一种综合运用各种监测技术的方法,在未来不断地开发与更新这类监测技术,可对电力检修工作提供极大助益。

4 在线监测技术急需解决的问题

4.1 在线监测技术中存在的标准化问题

目前,国内对输电线的在线监测技术尚处在起步阶段,尽管各类监测方法层出不穷,但其标准化程度仍相对落后。为了准确地确定电力设备的实时状态,必须将有关经验与监测信息相结合。另外,在线监测和离线测试的效用差异,还需要大量的实践经验来验证。当前,在输电线路监测系统中,每个电力单位都十分关注的一个问题是如何确定警报值。警报值要依据现场运行经验及相关设备的实际情况,并依据监测装置提供的信息,分析其变化规律。当在线监测设备广泛使用时,也要根据对相关数据变化的规律以及实际的操作经验来确定相应的警报值范围^[6]。现有的在线测试结果和离线测试结果之间还存在着一些差别,使得相关的离线测试标准不能被有效地运用到在线测试标准中。

4.2 在线监测技术稳定性差

相关研究显示,由于传感器、供电以及通信等诸多因素的影响,在线监测装置的可靠性还有待提高,这一问题严重限制了在线监测技术的发展与应用。此外,在电路设计、无线通信和传感等方面还存在一些有待解决的技术问题。

5 关于在线监测技术深化应用的建议

5.1 在线监测技术的深层应用需求分析

深入开展输电线路在线监测技术的研究:一是在运用在线监测技术时,必须对空中工作人员的安全给予足够的重视;二是要充分利用数据整合的功能,严格遵循安全性规范,保证数据的传送和存储都遵循逻辑,实现了对输电线路监测数据的分析和处理;三是采用前沿信息技术手段,建立联机监测系统,为运维人员提供实时监测输电线路运行状况的手段。

5.2 在线监测技术应用问题的解决

输电线路监测数据的准确性直接关系到运维部门的维修和维修工作的效率,因此,必须建立一套完整

的数据及监测装置的运行规范,确保各线路监测设备及系统均与输电设备的电压脉动频率相适应,并确定监测报警设备的预警值,实现监测与报警装置的协同,并且能够迅速地对故障进行判断和响应。

此外,还应当全面部署关系到国家安全与人民生活的关键领域的配电网,着重对在线监测过程中产生的数据进行安全性保护。因此,必须对与网络传输有关的全部在线监测装置实施安全隔离,并对已有的设备进行整体更新,提高网络之间的信息交流能力。建立标准化的经营管理制度,保证实时监测数据的传输和处理,为今后开展输电线路故障诊断提供依据。

5.3 业务流程再造优化

使用流动分析方法,确定与输入无关的连接,减少重复检修环节。在流程重构中,利用通信技术提高信息交互效率,并分析检修业务过程,定期对检修步骤进行优化。具体而言,通过分析现有的线路检修项目,优化在线监测内容。

6 结束语

在线监测是一项综合性技术,能及时发现输电线路的各类故障,对输电线路的维护和检修工作具有指导意义。但是,在实际应用中,其精度仍需进一步提高,以保证监测结果的有效性,以此减少故障点的定位误差。未来在线监测系统的智能化、自动化程度也将进一步提高,通过每日监测的数据,对输电线路中可能出现的各种故障进行预测和处理,最大限度地消除各类风险因素。

参考文献:

- [1] 苏仁斌,熊卫红,刘先珊,等.基于新型元启发式BP神经网络的500kV覆冰输电线路力学响应预测研究[J].应用基础与工程科学学报,2024,32(01):100-122.
- [2] 崔江静,吴宏晓,南保峰,等.基于FVMD&WVD方法的非接触式电缆故障在线监测技术研究与应用[J].高压电器,2024,60(01):205-214,220.
- [3] 黄亭玉.基于现有配网自动化建设体系的配电网站房六氟化硫气体在线监测的研究[J].电气技术与经济,2023(10):49-51.
- [4] 郑力勇.500kV变电站微环境在线监测技术的应用与探讨:以南方电网某500kV变电站为例[J].电气技术与经济,2023(09):346-348,351.
- [5] 秦潘昊,陈威宇,胡秦然,等.面向新型电力系统的设备状态监测与诊断传感芯片关键技术与展望[J/OL].电力系统自动化,1-13[2024-02-23].
- [6] 白文远,朱铁栓,陈维,等.基于高精度北斗技术与聚合逻辑的电力系统突变信号监测系统[J].水电能源科学,2024,42(01):202-205,210.