

# 在线监测技术在变电设备运行检修中的应用

杨金利 马金辉

国网河北省电力有限公司邢台供电分公司

DOI:10.12238/hwr.v7i8.4971

**[摘要]** 近年来,我国电力行业在持续发展中取得了很大进步,其是国民经济蓬勃发展的基础。因为电力行业和人们的生产生活密切相关,故而人们也高度重视电力系统的运行情况。变电设备运行检查维修是电力系统管理工作的重要内容,所以电力企业应不断提升变电设备运行的监测和维修水平,及时发现缺陷问题,更好地满足人们日益增长的用电需求。在线监测是近些年发展起来的一种监测手段,将其用在变电设备运行检修中能提升问题的检出效率,为相关部门编制防控方案提供可靠支持,使电力系统稳定运行得到更大保障。基于此,本文主要分析和探讨变电设备运行检修中的在线监测技术应用,旨在确保智能化电网设备发展具备扎实技术基础,保证电力安全,满足现代化建设用电需求。

**[关键词]** 在线监测技术; 变电设备; 运行检修; 应用

**中图分类号:** TM532.5 **文献标识码:** A

## Application of Online Monitoring Technology in the Operation and Maintenance of Substation Equipment

Jinli Yang Jinhui Ma

State Grid Xingtai Electric Power Supply Company of State Grid Hebei Electric Power Co., Ltd

**[Abstract]** In recent years, China's electric power industry has made great progress in the sustainable development, which is an important foundation for the vigorous development of the national economy. The electric power industry and people's production and life are closely related, so people also attach great importance to the operation of the electric power system. Operation inspection and maintenance of substation equipment are important parts of power system management. Power enterprises should continuously improve the monitoring and maintenance level of equipment, timely find defects, and better meet people's growing demand for electricity. Online monitoring is a monitoring method developed in recent years. Its use in substation equipment inspection can improve the efficiency of problem detection, provide reliable support for relevant departments to prepare relevant prevention and control programs, and ensure the stable operation of the power system. Based on this, this article mainly analyzes and explores the application of online monitoring technology in the operation and maintenance of substation equipment, aiming to ensure that the development of intelligent power grid equipment has a solid technical foundation, ensure power safety, and meet the demand of modern construction electricity.

**[Key words]** online monitoring technology; substation equipment; operation maintenance; application

国内电网建设目前处于高速发展阶段,由于其建设范围逐渐扩大,电力企业传统现场诊断维修模式亟需向智能化发展,以此来解决定期人工诊断性维修存在的众多问题,如人工误判造成漏修、变电设备带病运行等。由于国内变电设备在线监测技术存在较大问题,缺少一定市场能力以及资金支撑,导致技术推广与应用较为困难。笔者认为国内相关研究人员应重视该问题,不断推广与应用技术,同时也在应用过程中完善技术,使其发挥重要作用。

### 1 传统变电设备检修中存在的不足分析

以往我国大部分地区电力变电设备运行的检修方式以停电状态下开展检查、维修工作,逐一排查电力系统内的设备装置,但受各种主客观因素的影响,部分变电设备故障或断路现象不能快速识别出来,以致给电力系统埋下了安全隐患因素,不利于电力企业后期稳定运营发展。采用传统检修技术很难将变电设备维持在最理想的使用状态中,实际操作中还可能浪费掉大量时间、人力资源等,因为不能进行远程监测,此时就需要电力部

门设定具体检修日期,容易出现过度维修的情况,增加部分变电设备性能受损的风险,不利于安全使用。

## 2 变电设备运行检修的在线监测技术原理与优势

### 2.1 原理

在科学技术日新月异的年代中,计算机技术持续发展,计算机系统被用在社会多个行业领域内,有效结合计算机技术和电力系统监测工作可以构建出智能化监测模式,成就了在线监测技术。在电力系统内运用在线监测技术,其能全面采集、梳理电力设备运行过程中形成的各种数据信息,深度挖掘与应用信息各项内容,进而实现对设备运行状态的整体化监测,掌握设备当前的带电运转状况,及时探查至设备内部存在的缺陷或其他异常状况,为电力企业管理或决策等提供可靠的信息支持,以促进电力系统能正常运转。计算机系统通过采集与整理数据,把统计结果上传到总控制系统内,管理人员分析数据后掌握变电设备的真实运行状况,更有针对性地执行有关管理操作过程。

### 2.2 优势

变电设备的健康运行直接关系到社会经济的发展。尽管设备使用了控制系统以及运行软件控制设备,但随着设备运行年份的增加,设备老化带病运行使得电网运行存在安全风险。电力系统投入运行时,在线监测技术能全方位地监测变电设备的工作情况,提升监测过程的针对性,减轻相关技术人员的工作量与工作压力,节约能源资源,减少传统过度维修的情况等。针对变电设备的潜伏性故障问题,在线监测技术能实现早期、连续性监测,和离线监测工作过程相结合,在现代分析、电子及计算机等技术的协助下开展综合分析,科学预测设备后期使用过程中可能发生的故障异常,提前编制相应的维修方案,使变电设备运行安全性得到更大的保障,帮助电力企业创造更理想的效益。

## 3 在线监测技术在变电设备运行检修中的应用分析

### 3.1 变压器状态在线监测技术

变压器设备是组成电力系统的主要设备,变压器设备是否能够正常运行,将会直接影响电力系统的运行情况,在对变压器运行情况进行监测时,主要需要对设备的运行参量进行监测,要求使用该技术监控变压器设备在运行过程中所产生的铁芯接地电流以及振动频谱等。现如今,我国在构建电力系统时,已经开始使用智能变压器,这也为在线监测设备变压器的运行情况奠定了技术基础。在设备变压器当中插入智能组件,能够对变压器在运行过程中所产生的状态信息进行自动提取,如此,工作人员就可以通过对运行参数进行分析来判断设备变压器的运行状态。可以在设备变压器中插入状态单元和智能单元等智能组件,确保顺利完成设备变压器在线监测。通过在线监测智能组件能够实现对智能组件的保护,同时也可以远程遥控终端设备,并有效管理电力设备,对设备的运行异常情况进行排查,及时发现设备安全隐患,并根据提取的监测参数对故障产生位置进行排查,方便技术人员根据检测结果对维修方案进行设置,及早开展设备维护工作,确保电力系统能够尽快恢复正常运行。

(1)局部放电强度和位置检测。在变压器运行过程中产生的

一种常见故障就是局部放电,如果电力系统在运行期间出现变压器局部放电故障,将会引发线路短路问题。在变压器当中有着复杂的内部构造,绝缘部件的安装复杂,如果变压器设计方案缺乏合理性,那么就会增强变压器某一局部的场强,而且在加工硬件时会产生气泡,以至于产生局部放电的情况,损害变压器中的绝缘构件。

(2)监测铁芯接地电流。为了维持变压器的稳定运行,要求技术人员采取接地措施对铁芯进行处理,并且使用在线监测技术对铁芯的接地电流进行监测,这样可以方便技术人员判断铁芯是否存在故障,此后,技术人员可以使用穿心电流传感器对铁芯接地电流进行测量,可以获取准确的检测结果。

(3)在线监测变压器振动频谱。技术人员可以根据变压器的振动变化判断变压器的运行状态,评估是否有物理性故障产生。从上个世纪开始,有国家为了监测变压器的运行状态,会观察油箱的振动情况,通过对实验结果进行分析不难发现,与正常的变压器设备相比,如果发现变压器的振动频率出现异常,则可基本判断变压器存在故障。

### 3.2 分布式光纤在线监测系统及技术

使用DTS对光纤问题进行提取,光纤会发挥出传感器的作用,光纤会将传入的温度状态转化为光脉冲,然后把光脉冲传输到DTS主机上,此后再利用DTS主机控制传入的光脉冲信号,并对信号进行计算,最后获得准确的输出温度,此时,可以在主机上显示出温度分布曲线,为技术人员对光缆的运行情况进行判断提供依据。DTS技术的运用可以对电缆的运行情况进行在线监测,而且应用效果显著,所以技术人员需要重视DTS技术的运用,以此来保障变电线路的安全运行。

### 3.3 其他设备状态在线监测技术

组成变电设备的结构有很多,有断路器、电容器和避雷器等,都是需要重点检测的对象。在对电容器的运行状态进行在线监测时,主要是为了检测电容器在运行过程中是否存在电流泄漏情况,容器的容量以及电容器在运行中会产生介质的损耗,通过对一系列参数的监测能够有效判断电容器的运行状态。在判断避雷器的运行状态时,需要在线监测设备的阻性泄漏电流参量,一般情况下,采取的监测技术有补偿法、阻性电流谐波法等。在对断路器是否正常运行进行监测时,则是要求使用在线监测技术探查断路器的机械工作特性,同时,还需要对灭弧室的使用时长以及其他参量等进行监测。

(1)电容器在线监测。第一,对电容量和泄漏电流进行在线监测。一般来说,在电场较大的情况下会影响泄漏电流,以至于对传感器产生严重干扰,因为必须重视传感器的抗干扰性能和稳定性,使用频率最高的材料是坡莫合金,传感器的外壳是金属材料,而且内部设有多路线缆,可以有效屏蔽环境磁场对传感器的干扰。到目前为止,已经可以对采集的信号进行直接处理,而且泄漏电流和母线电压在经过换算之后,可以对电容量进行准确计算。第二,在线监测介质损耗。环境问题会对设备绝缘部分产生一定影响,导致设备变质,技术人员通过对介质损耗情况进

行测量,可以判断绝缘部分是否因受潮而变质。在很早之前已经开始研究介质损耗监测,一开始在检测介质损耗时所依靠的原理是介损电桥原理,但是检测结果会受到电场的干扰,影响检测结果的准确性。

(2)断路器在线监测技术。变电系统的闸门是断路器,断路器的性能将会对变电系统的运行产生直接影响,因此,必须要重视对断路器的在线监测。在开展在线监测工作时,需要结合断路器的种类来确定监测内容。技术人员在对断路器的机械动作特性进行检测时,检测部位不同,所需要使用的传感器种类不同。在检测断路器的连杆和触头部位时,技术人员可以使用加速度传感器。在对断路器的电流波形进行检测时,可使用电流传感器设备。在对断路器的行进路线进行检测时,可以使用位移传感器设备。

#### 4 在线监测技术的问题分析

目前应用的变电设备维修技术以及预防试验均积累了较多经验,不断更新完善后,才形成较为具体的技术规程。因此若想实时评估以及诊断设备运行状态,对数据进行分析,确定解决方案,则需要不断更新在线监测技术,通过不断积累相关经验,总结完善技术规程。笔者通过总结一些技术应用问题,旨在促进相关研究人员解决这些现存问题,促进技术应用更加全面、实用,有效推广技术在国内相关行业的使用度,保障国内输电安全、人员安全,实时监测设备运行状态,及时解决相关运行问题,以此来提高设备运行安全稳定性。

从在线监测装置方面来讲,该装置是在线监测技术中的重要组成部分,目前其存在元器件老化问题。该装置应用的元器件类型较多,当遇到恶劣天气时,其容易受到冲击作用,导致损坏。将前台机安装在设备上或者设备周边,极为容易受到周围环境因素影响,使得元件老化,相关稳定性也有所下降。而后台工控机由于其质量一般,机体运行时产生的冲击负荷,会对相关电路以及器件产生极大危害,最终造成死机。因此,在选用相关元器件时,相关工作人员需要首先进行老化试验,其次对整机系统每一个单元进行试验,并找出其薄弱位置。

从电磁兼容性方面来讲,其相关研究较多:通过软件和硬件相结合的形式等,从强电磁场干扰中,将其中的特征信号提取出来。但是变电站类型较多,如何将不同干扰源以及传播路径信号提取出来是一个重要课题,这需要相关人员总结经验后,对出厂和安装交接时的电磁兼容性试验,制定相关标准。从现场维护方面来讲,由于受到周边环境影响,在线监测中的传感器等辅助器

件会逐渐老化,使得其最佳状态以及特征随之发生巨大变化,造成传感件敏感度降低,最终监测数据值不准确,需要工作人员后续进行检修或者更新。笔者认为在线监测装置相关厂商应该给出具体免维护时间等,利用虚拟医院,及时了解其运行情况,确定最终维修方案。此外,厂商需要将自己的产品进行信息管理,建立相关网站,配备装置维修与技术管理工程师,确保用户应用有所保障。

#### 5 变电设备在线监测技术发展前景

目前国内变电设备运行的状态维修主要是应用在线监测技术,未来发展趋势也会应用此技术。现代科技不断发展背景下,在线监测技术会成为重要技术之一,其不仅可以提高电力行业整体技术管理水平,而且可以促进电网运行智能化发展。但是当前设备状态维修仍然不能仅凭借在线监测结果进行维修,原因有以下几点:一是在线诊断相关专业系统需要持续完善与优化;二是变电设备老化,以及对其使用寿命的预测方法,发展还处于初期阶段;三是在线监测系统技术标准还有待改善,且其提升空间较大。因此,相关研究人员需要结合目前在线监测技术存在的问题,对其进行改善,促进该技术未来发展与应用持续向好。

#### 6 结语

由于变电设备趋向多样化发展,其结构也越来越复杂,存在的安全隐患问题也随之增长,因此实行在线监测技术势在必行,同时技术完善与优化也至关重要。在现代电网运维管理当中已经开始广泛使用变电设备在线监测技术,其能够有效监测变电设备的运行状态。目前,系统已经有了联网功能,可以更方便地应用在线监测技术。利用智能传感器收集终端信息,并向管理系统传输采集到的信息,便于运维人员能够对设备运行状态进行观测。该技术不仅可以对故障缺陷进行针对性处理,同时也能更加高效地开展在线监测工作,保障电力系统可靠稳定运行。

#### [参考文献]

- [1]赵钢,李炎,周舟.在线监测技术在变电检修中的应用分析[J].百科论坛电子杂志,2021,(11):2927.
- [2]杨超.在线监测技术在变电检修中的应用[J].集成电路应用,2020,37(05):84-85.
- [3]王彪,周刚,陈全观,等.变电检修中在线监测技术及其应用分析[J].中华建设,2019,(32):76-77.
- [4]曲怿.在线监测技术在变电检修中的运用初探[J].电力设备管理,2022,(21):55-57.