

输变电设备在线监测技术的研究及应用

杨晓玲

甘肃龙源新能源有限公司

摘要：输变电设备的在线监控技术既可实现在低温、高温环境下工作，又可实现自动升温，还能实现远程监控，将我国的电力系统建设推向新高度。输变电设备在线监测技术不但在技术上达到了较高水平，而且在电网中的作用与影响也更加明显。今后，电力系统的在线监控技术将会随着科技的进步、社会的发展而得到进一步的提高。在实践中，相关人员需对其进行科学、严密地研究和分析，开发最适合的输变电设备在线监测技术。

关键词：输变电设备；在线监测技术；应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.11.083

引言

在线监测技术作为电力安全生产的重要技术保障，能够及时发现电力生产过程中的安全隐患，提高故障监测与处理效率。相关电力企业需要重视在线监测技术，合理应用继电保护技术、安全事故防御技术及故障智能处理技术等，提高电力生产安全监测水平，提升电力系统安全保障效果，促进电力企业的长远稳定发展。

一、在线监测技术的概述

在线监测技术通过网络连接设备，实时获取设备状态信息并进行分析处理，实现设备运行状态监测、故障预警和维护管理等目的。在线监测技术的主要组成包括传感器、数据采集卡和数据处理与分析软件等。传感器实时采集设备的各项参数，并将数据通过数据采集卡传送到数据处理与分析软件中进行处理。在电力安全生产中应用在线监测技术，可实时获取设备的运行状态信息并进行分析，及时发现设备的异常状态，预测设备的故障风险，并采取相应措施进行处理。通过建设智能综合电力在线监测系统，有利于提高设备的安全性、稳定性和可靠性，减少设备故障带来的损失，提高设备运行效率，降低电力企业运营成本，是当前设备监测与维护的主要技术手段之一。

二、输变电设备在线监测技术的现状

在开发与应用输变电设备监测技术的同时，我国展开了3次尝试，分别是断电试验、现场监测和在线监测。在目前的输变电监控系统中，我国已开始应用在线监控系统。（1）做好安全防范。研究表明，采用电力传输和输电设备的在线监控是预防事故的有效手段。其原因为：在工作过程中，科技具有可预见性，可及时检测可能发生的能量事故，并且还能提供数据传送特性，以便及时地对预防事故。（2）节省相关成本。作为传

统输电技术的替代方案，采用实验性在线监测技术不仅可显著降低停电时的管理成本，还能减少试验费用，完善试验费用管理，最终达到延长传送装置寿命的目的。我国大部分电子器件使用时间过长，已进入了关键的使用寿命周期。在此背景下，运用在线监测技术对电子设备展开早期检测，可发现影响电厂安全的问题，保证电厂安全。该技术是改善能量体系及延长装备使用寿命的最好方法，为全面的电网改造和提升提供了品质保障。

三、在线监测技术的主要研究方向

在输变电设备在线监测技术中，需要监测的部位和问题存在差异，所以使用的技术也存在差异。目前，我国在此领域中所应用的技术包括以下几种。

（一）电力变压器及联接装置的监控方法

监测与电力系统相关的变换装置及部件，是监测输电装置的关键环节。在实际应用中，主要需要监测变压器气体、电容器的电流、局部放电、主要零件的温度等。工作中采用的监测技术包括变压器线路监测技术、变压器油的分析和监测技术、变压器铁芯接地电流监测技术、变压器外壳绝缘损伤监测技术、本地变压器监测技术、变压器绕组变形监测技术等。通过运用各种监控手段，能有效确保变电所设备在电网中的运行安全。其中，我国在油溶性气体检测技术、现有铁心接地监控技术等方面已有较大进展。但对于变压器监控工作中所需的其他技术，虽然已开始使用，但在此方面还有所欠缺，还需进一步展开此方面的研究。

（二）电容式设备监测技术

在电力系统输电设备在线监测的过程中，监测电容式设备也是其主要工作之一。我国是世界上最早监测生态环境的国家，其技术也比较先进。监控的主要手段包括4个方面：（1）现有监测手段的性能；（2）监控电

容器的电容；（3）概述电容的损耗检测方法；（4）阐述电容装置不对称电流的监控方法。制定这些监控技术时，最主要的技术关键是监控电容器的漏电及监控主机的损伤。通过对比电容式设备交接测试数据、在线监测数据，发现互联网监测系统的容量更接近标称数据。因此，目前主要针对这2种技术展开研究。

（三）金属氧化物避雷器监测技术

在输变电装置中，采用金属氧化物避雷器十分重要，因此，选择适当的监控手段对监控设备的操作很有意义。在电流监控工作中，应采用全电流监控、电阻监测、设备监控时间等技术，从目前的技术研究状况来看，完善现行设备监测技术较为容易。使用电阻式电流监测技术时，需从电力系统中获取电压互感器的电压信号，经处理和一定的技术分析完成技术的实现过程，为提高电力传输设备的雷电防护性能提供有力保证。

（四）断路器及相关设备监测技术

作为高压电网中最主要的控制与保护设备，断路器对电网的安全运行具有十分重要的意义。因此，有必要对装备进行技术性研究，并对其进行监控。目前，监控断路器主要包括4个方面：（1）对该装置进行绝缘检测；（2）监测设备具有分散化的特点；（3）评价与监测剩余设备的使用寿命；（4）监控设备的力学特性。结合我国先进的生产工艺，利用工艺监控可以很好地实现对电容器装置的绝缘性能的监控。

四、输变电设备的常见故障及检修

（一）接地故障

接地故障的检修工作重点在于检查故障引起的绝缘损坏，如绝缘子或输电塔基础绝缘等，并进行修复。只有切实恢复绝缘性能，才能从根本上解决接地故障问题。此外，根据变电站提供的相关参数，如接地电流值或线路测量数据等，判断出具体的故障点位置或电杆号，方便为后续工作提供重要参考，对故障隔离和检修至关重要。

（二）短路故障

短路故障是电力系统运行中的常见问题，主要是线路或设备的多个导体之间发生接触或放电，造成电流短路，产生过电压。短路故障导致电气设备的短路电流骤增，电气设备内部的电弧燃烧，导致设备的烧毁或损坏。短路故障导致设备的停机维修，产生大量的维修成本，同时影响电力系统的稳定性和安全性。短路故障可能引发火灾或爆炸等不安全事件，威胁到人身安全和财

产安全。短路故障导致电网电压和电流的快速变化，使电力系统的电压和频率失去稳定性。如果短路故障不能及时排除，电力系统可能失去稳定性，甚至引发系统崩溃。因此，在电力生产中，需要进行定期的检查和测试，及时发现并修复隐患，配备完善的故障检测设备，全面排除故障隐患。

（三）发电机组故障

发电机是电力生产中的重要基础设备，对电力生产的稳定性有着密切影响，发电机组的故障对电力系统的安全性造成严重危害。发电机组的故障隐患主要有绝缘故障、轴承故障、堵塞故障与励磁故障等。在电力生产中，发电机的绝缘材料老化或因放电过程而损坏将导致绝缘故障。绝缘故障引起局部放电，导致发电机的性能下降，甚至烧毁绕组。轴承故障是发电机故障中较常见的故障类型，导致发电机的振动和噪声增大，同时导致轴承以及发电机其他机械部件的磨损加剧。发电机的气道或水道中出现堵塞导致发电机的散热不良，影响发电机的性能和寿命。励磁故障是指励磁系统出现问题，导致发电机电动势丢失或波动。励磁故障导致发电机输出电压不稳定，对电力系统的稳定性造成危害。发电机组故障不仅导致设备损害，影响发电质量，还存在火灾与爆炸等安全隐患，对电力生产造成严重危害后果。

五、常见的输变电设备在线监测技术的应用

（一）避雷器在线监测技术

正常情况下，避雷器的失效特征为抗老化和抗潮湿，会引起部件过热。目前，电流是测量放电功率的一个重要参数。电流主要包括容性电流和电阻电流，电阻电流和电压相同，而容性电流的相位要比电压提前 90° 。因此，在避雷器在线监测技术中，主要包含阻性泄漏电流，其常见的主要方法包括谐波分析、基波法、常规补偿法等。其中，谐波分析法需要电压信号作为参考，但测量误差小。

（二）变压器在线监测技术

变压器在线监测的主要内容包括变压器油层析监测，变压器放电监测，变压器绕组监测，铁心接地电流监测。其中，薄层色谱法主要采用薄层消毒法，气相色谱法采用光声光谱分析法；变压器局部放电监测是建立在变压器局部放电特性、脉冲电流检测、能量检测、射频和超声波局部变压器监测响应等的基础上；绕组是变压器发生故障最多的部位，在电力系统中实现在线监控，对于确保电力系统的可持续发展起到了十分重要的

作用。本文介绍了一种基于磁感应感应原理的直流电流在线检测方法。已有资料表明,在我国发生的变压器事故中,铁心故障约占1/3。铁心的多点接地和单点接地的电流相差很大,不能超过国家标准的0.1A。因此,可通过核接地的在线监测检测错误。在铁芯接地电流监测中,穿透电流传感器是一种被广泛使用的电流监测方法。

(三) 电缆在线监测技术

电缆在线监测技术主要是监测光缆的局部放电以及温度。在电缆运行过程中,其表面的灰尘或残余的气泡极易混入交变电流,而这些气泡一旦突破了电压上限,极易引发局部触电事故,并且极易产生超声波、电脉冲、电磁波或光热,因此,需要使用超声波检测法、频率检测法超高频和低频在线监测电缆的局部放电。光纤电缆在线温度监控主要是通过实时监控光纤电缆外部温度,并测量光纤纤芯温度,从而实现对光纤电缆传输能力的实时监控。目前,普遍采用能在多个位置上进行连续测温且结构简单的光纤测温系统,其具有功能强大、兼容性强、远距离测量、高准确率的特点。

六、电力安全生产中在线监测技术的应用方向

(一) 继电保护技术

继电保护技术是电力系统安全生产中一项重要的技术,可对电力系统进行实时在线监测和控制,及时发现和定位电气故障,保证电力系统的稳定运行和安全生产。继电保护技术通过对电力系统中的电气量进行监测,当系统中出现故障时,自动采取相应的措施,保证系统的稳定性和安全性。发电机常见继电保护内容见表2。在电力生产安全监测中,继电保护技术对电力系统中的电压、电流及频率等电气量进行实时监测,及时发现电力系统中的故障和隐患。同时,该技术还可对电力系统中的电气量进行自动控制,如自动开关、自动调节电压等,在电力系统发生故障时自动采取相应措施,降低系统的故障损失。继电保护技术通过对电力系统中的电气量进行监测,定位电力系统中的故障点,快速地排除故障,保证电力系统正常运行。

(二) 安全事故防御技术

在电力安全生产中,安全事故防御技术是通过在线监测技术对电力系统中的潜在风险进行监控和预测,并采取相应的措施来预防和控制安全事故的发生。该技术能够对电力系统的电压、电流、温度及湿度等关键参数进行实时监测,发现超过预设阈值或者异常情况,发出

警报并及时采取相应的措施,避免事故的发生。同时,应用在线监测技术可实时收集电力系统的工作数据,并对数据进行分析处理。这些数据和分析结果帮助管理人员更好地了解电力系统的运行状况和问题,做出正确、及时的决策,减少事故发生的概率。此外,如果发生安全事故,系统可及时通知相关人员,并自动采取措施,如断电及切断电源等,避免事故扩大。

(三) 故障智能处理技术

故障智能处理技术是基于自动化技术与人工智能技术的安全监测技术,实现对电力系统故障问题的实时监测、自动识别和智能处理,有效提高了电力系统的故障处理能力和效率。在线监测技术实时监测电力系统的各种参数和状态,当电力系统出现故障时,故障智能处理系统自动诊断故障原因,并采取相应的处理措施,如自动切断电源和自动转移负荷等,保证电力系统的安全稳定运行。故障智能处理技术自动将故障信息和处理情况上报给管理人员、技术人员等相关人员,使他们能够更及时、更准确地了解电力系统的运行情况和故障处理情况,帮助他们更好地指导现场操作。同时,通过对故障数据的分析和处理,快速定位故障原因和故障点,提供优化措施,避免类似故障再次发生。故障智能处理技术是电力系统智能化管理的重要组成部分,通过与其他在线监测技术的结合,实现电力系统的自动化管理,提高电力系统管理的效率和质量。

结束语

现阶段,随着人们对电力建设和能源安全的越来越重视,做好我国输变电设备的安全运行检测工作,保证我国电力设施的整体安全是当前重点关注的问题。本文发现在线监测技术在输变电设备中的应用对输变电设备的运行和安全检查具有重要作用。因此,做好在线监测技术研究,对目前电力设备安全性的研究具有重要的实际意义。

参考文献

- [1] 朱明星. 输变电工程水土保持在线监测系统关键技术研究[J]. 科技与创新, 2020(19): 31-32+35.
- [2] 李琳, 王逸兮, 梁懿等. 电力物联网在线监测设备系统研究[J]. 微型电脑应用, 2019, 35(12): 100-102.
- [3] 杨超. 输变电设备状态在线监测与诊断技术的现状与前景分析[J]. 时代农机, 2018, 45(05): 171.