

变电一次设备故障预测及检修方法分析

朱云杰

国网太原供电公司变电检修中心

摘要:一般而言,电力系统变电一次设备在启动期间可能会发生故障,是因为设备在运行期间,其状态与系统计划、需求等不对等,同时也并未创建设备状态监测系统,从而产生问题,对设备功能的正常实现造成阻碍。在变电一次设备的运维管理中,应该加强对智能电网的认识,要充分认识到变电一次设备在智能电网中的重要性。本文阐述变电一次设备的作用,分析变电一次设备的故障预测方法和检修方法,仅供参考。

关键词: 变电; 一次设备; 故障预测; 检修方法

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.12.088

引言

电力系统一次设备的应用对于保障电力系统的高效、稳健运行等发挥着非常重要的作用。由于电力系统变电一次设备处于长期运行的状态,不可避免会出现设备磨损等问题,从而引发故障,影响电力系统稳健运行。因此,必须根据变电一次设备的具体特征,结合电力系统的功能要求,对设备的实际运行状态实施检测与管理,还要购置先进、标准、高端的设备,创建更加科学、完善、高效的设备排查方案,以便深入剖析电力系统变电一次设备状态,才能处理相应的问题和故障。

一、智能电网中变电一次设备的作用

(一) 实现电能高效输送

智能电网与传统电网最大的不同在于其智能化的特点。这种智能化不仅体现在通信和控制技术上,也直接涉及变电一次设备的工作方式。例如,当电网负荷发生变化时,智能电网可以实时调整变压器的工作状态,使其始终在最佳工作点运行,从而提高电能的转换效率。首先,一次设备如变压器、电抗器、并联补偿电容器等,都是为了优化电能的传输条件而设计。特别是变压器,它可以实现不同电压等级之间的电能转换,确保电能最佳的电压条件下进行输送,以达到降低输电损失、提高输电效率的目的;其次,与智能电网的交互方式也决定了一次设备在高效输送电能上的作用。智能电网可以实时收集和分析电网运行数据,如电流、电压、频率等,从而为变电一次设备提供实时的工作参数指令;最后,智能电网中的一次设备通过先进的技术与策略,如优化的拓扑结构、高效的输电线材以及智能的输电路径选择等,进一步提高了电能的输送效率。特别是在复杂多变的电网环境下,这些优化策略能够确保电能总是通过最优的路径、在最佳的条件下进行输送,大大提高了电网的整体运行效率。

(二) 保障供电稳定性维护

变电一次设备,包括发电机、变压器、断路器、隔离开关、母线、电抗器、电流互感器、电压互感器等,这些设备在供电系统中担当着维持稳定电压和电流的重任,从而确保终端用户能够得到稳定可靠的电能供应。首先,变压器作为核心的电气设备,通过其内部的绕组和磁铁,可以实现电压的稳定转换,满足不同的电网和终端用户的需求。同时,当电网中的负载变化时,变压器可以调整其工作状态,确保输出的电压始终保持在一个稳定的范围内;其次,断路器和隔离开关则扮演着电网的“守门员”角色。当电网中出现过载、短路或其他异常情况时,断路器可以迅速断开故障电路,防止故障扩大,从而保护电网的正常运行。而隔离开关在维修和检修时,可以隔离相关电路,确保工作人员的安全和电网的稳定运行;再次,电抗器在电网中有着调整电网阻抗、平滑电压波动的作用。当电网中的负载或电源发生变化,导致电压波动时,电抗器可以通过其内部的电磁效应,吸收或释放一部分无功功率,从而平滑电网中的电压波动;最后,电流互感器和电压互感器则为电网提供了实时的电流和电压数据。这些数据为电网的控制系统提供了决策依据,从而实时调整电网的运行状态,确保供电的稳定性。

二、变电站一次设备常见故障

(一) 变压器故障

在正常状态下,变压器工作性能良好,不会发生异常现象。作为变电站的日常管理工作之一,变电运检工作的主要职责在于确保变电站内的电力设备处于完好无损的状态。变压器发生故障会导致电压降低、电流增大等一系列问题,进而严重影响人们的日常生活与工作秩序。当变压器发生一定程度的故障时,对整个系统带来的影响是不可忽视的。如果不能及时发现并排除故障,

不仅会降低变电站供电质量，甚至还会引发安全事故。因此，变压器维护工作是必不可少的，要及时检修，确保变压器能够安全稳定地运行，若变压器所受工作电流过大，会对电力设备和绝缘结构造成破坏。

（二）断路器故障

要注意避免外力破坏变压器的外壳，并且防止外界环境中的灰尘等物质侵入变压器，影响变压器正常运行。为确保电力系统稳定高效运行，必须深入研究和探讨变电运维和安全管理措施。为了保证电力系统安全运行，需要做好变电站内电力设备检修工作。要注意避免高压电缆与外部环境直接接触，同时要对整个变压器进行稳固的固定。此外，还需要加强对变压器本体和相关部件的检修工作，保证能够及时更换损坏的零件。对于高压配电装置而言，必须高度重视低压部分的保护，以避免外界因素引发线路短路或漏电等意外事件。

（三）电流互感器故障

当电流互感器的铁芯电流接近于0或低于相应标准时，设备可能会出现异常响动，导致设备温度不断攀升，从而增加了设备运行的风险。为此，要定期开展电流互感器检测与维护工作，及时发现其内部缺陷问题，确保电力系统安全稳定运行。为确保电力输送系统运行的安全性和有效性，必须加强对电流互感器的日常维护管理工作，定期进行检修工作，以提高供电质量，维护用电客户的权益。

（四）隔离开关故障

在变电站中，隔离开关扮演着重要角色，是确保电力系统稳定运行的重要保障。因此，在日常工作中，应做好隔离开关的运行维护与管理。为确保电力系统安全稳定运行，必须加强对电力变压器的监测和分析，以便及时发现问题，并采取切实有效的措施解决问题。目前，有很多因素会导致隔离开关出现故障，当隔离开关的连接出现问题或接触不良时，其故障概率将显著提高。一旦隔离开关发生故障，容易导致整个电力系统无法正常工作。若隔离开关与其他设备之间缺乏协调配合，则可能导致隔离开关产生过热或短路等问题。因此，对于电力系统而言，应当重视隔离开关的日常维护工作，并严格按照相关规程安装及检修。如果操作隔离开关的相关人员未能严格遵守规定，可能会导致接触位置的形态发生变化，缩小接触面积，最终导致隔离开关出现故障。

三、变电一次设备的故障预测方法

（一）基于专家系统的诊断方法

专家系统是一项不可或缺的研究方向，它为人工智能的蓬勃发展提供了强有力的支撑。本专家系统的诊断问题提出了一种基于知识获取技术的新方法——模糊神经网络算法。将变电站电气一次设备故障诊断领域中最先进的理论与技术引入，实现了智能化的解决方案。它可以很好地解决变电站电气设备智能诊断方面存在的诸多问题，如故障定位困难、不易发现潜在险信号以及缺乏有效的推理机制等。为了解决传统故障诊断知识获取方式存在的主观性强、信息不完整等问题，需要探索更加高效、全面的获取途径。基于以上分析，研究人员选择了以专家系统为研究对象来构建智能诊断系统。专家系统是一个由大量规则组成的复杂结构体系，其中规则库又包括了大量的概念和属性描述，这使得知识表示较为困难。系统中还包括常见的各类变电设备故障模式及其发生机理，总结了影响其正常运行的因素，为构建智能电网提供必要的理论依据。相关学者提出一种系统推理机模型，旨在实现电力设备在线监测的智能化。

（二）基于人工神经网络的诊断方法

在诊断人工智能故障的模型中，神经网络是一项历史悠久、被广泛应用的技术。其以独特的优势成为现代智能技术领域的热点之一，尤其在电力系统故障诊断方面有着很高的实用价值和广阔的前景。当前，专家系统已被广泛运用于多个领域，并取得了巨大进展。该模型呈现出卓越的非线性映射能力，其自我学习和自适应能力皆为其优点所在。鉴于神经网络固有的局限性，其在某些故障的诊断方面表现不尽如人意。因此，如何将这两者结合起来就成为一个重要问题。在变压器故障诊断领域，神经网络的应用近年来得到了研究人员的深入探索，其所取得的显著成果令人瞩目。

（三）基于模糊逻辑的诊断方法

模糊诊断模型是一种新的知识表示方法，其采用基于模糊集理论的知识表示及推理技术，提出一种新型的智能故障诊断方法——模糊神经网络诊断法。通过对输入信息进行深入分析和精细加工，以获得精准的诊断结果，该方法具备高度的适应性和容错性，因此成为当前人工智能领域备受瞩目的研究热点。目前，基于模糊逻辑系统的电力系统故障检测技术已被广泛应用于多个领域。针对模糊逻辑系统，我们构建了一种智能故障诊断模型，以提高其可靠性和准确性。该诊断模型主要利用模糊集理论作为基本框架，采用基于规则推理方法来实现故障模式及其发生机理等方面的识别。通过运用模糊逻辑，得以将那些错综复杂的非线性难题转化为简单

的线性形式，从而更加易于理解和掌握。在变压器故障诊断过程中，由于影响其准确性和快速性的关键因素之一就是故障征兆与故障原因间存在着一定程度上的模糊化现象。因此，由于电力变压器运行环境较为特殊，其内部各部分存在着许多不确定性因素。传统的数学分析方法难以捕捉电力变压器故障表象和机理之间的模糊性规律，而运用模糊逻辑则可有针对性地解决这种模糊关系，为变压器故障诊断提供了一种高效的解决方案。模糊逻辑系统是一种具有很强鲁棒性的推理模型，它在处理不确定性信息时可以得到比精确数学更为满意的结果。模糊逻辑系统是一个由众多相互关联、相互影响的规则所构成的知识库，通过对这些规则进行推理，以实现对整个系统状态的描述为目的。在实际应用中，利用模糊逻辑系统可以很好地识别出电力系统各种运行方式下的复杂情况，从而使人们更有效地管理电力系统，提高电网安全稳定水平。

四、变电一次设备故障检修方法

（一）应用变压器状态检修核心技术

变压器是保障整个电力系统稳健的一个核心构成元素，主要是转换线路中的电压等级，确保最大化地增强其线路的稳健性。若变压器不能稳定运行，就会导致电力系统的不稳定乃至瘫痪，从而出现严重损耗。当对变电设备实施一次检修过程中，必须要综合考量与分析。其中，存在的关键点包括对变压器的油气状态、内部放电状态、机械构成、电气衔接位置的健康状态实施测评，更加客观、全面地了解变压器的综合运行性能。

（二）应用断路器状态检修核心技术

电力设备、线路输电运行期间，会因为某些因素导致接触不良、设备过热等问题发生，这些问题不但影响电力系统的稳定性，还会导致系统瘫痪。断路器可以切断或闭合高压电路中的空载电流和负荷电流，避免在排查电力系统故障及问题处理等过程中发生安全风险，保障技术人员的安全，提升电能的循环利用率。

（三）应用隔离开关状态检修的核心技术

隔离开关自身存在设计独特性，会出现载流接触面温度偏高、接触不良等问题，由此造成隔离开关存在障碍。在对相关构件实施安装期间，若对接线座进行排查的过程中发现其质量不达标或者存在螺母松动等问题，一般会引起开关接触位置的温度偏高。若安装质量不达标，也会引起线路设备和接线座接触不良等情况发展，从而破坏电力系统的稳定性与有效性。

（四）强化运维技术管理

为了保障智能电网变电一次设备的运行维护工作能够顺利进行，我们必须积极采用并应用先进的运行维护技术，对常见的问题进行有效的修复和处理。目前，我们普遍使用的是状态修复技术和油色谱在线监测技术等。在此，状态修复技术需要借助状态修复系统，对智能变电一次设备进行实时和离线的监控。实时监控系統主要负责分析变电一次设备的性能，并将分析结果传送给诊断中心。诊断中心根据收到的数据结果进行分析和判断，并对其是否存在故障进行评估。如果设备出现故障，诊断中心会将修复计划和方案发送给相关的员工，以便他们能在第一时间解决问题。其中，油层析在线监控技术以变压器为主要应用对象，主要的工作原理是通过自我检查，然后根据微处理器的处理成果，对问题进行深入的解决和研究，同时立即采集解决信息，然后把这些信息发送至问题解决专家系统，以便做出更深入的观察和评估，这样才能确保问题解决和研究的精度。

结束语

变电站一次设备是电力系统运行的关键，需保证变电站一次设备的安全性和稳定性。其中，尤其针对变电站一次设备故障问题进行分析，整理导致变电站一次设备故障问题的原因，制定针对性防控，处理措施，实现我国电力事业高质量发展目标。

参考文献

- [1] 王鑫, 邵成林. 变电一次设备故障预测及检修方法研究[J]. 电气技术与经济, 2020(04): 34-36.
- [2] 陈小波. 电力系统变电一次设备状态检修分析[J]. 电子技术与软件工程, 2016(10): 249.
- [3] 温永轲. 变电一次检修运行及设备检修的信息化分析[J]. 通讯世界, 2018(11): 132-133.
- [4] 庄建煌. 基于合作博弈和云模型的智能变电站输电变电一次设备状态评估[J]. 自动化技术与应用, 2018, 37(08): 75-79.
- [5] 严晟. 对变电一次设备故障预测及检修方法的探讨[J]. 电子测试, 2018(13): 115+114.
- [6] 杜林. 变电一次设备故障预测及检修方法研究[J]. 电子世界, 2020(24): 53-54.
- [7] 国伟辉, 荆林远. 变电一次设备故障预测及检修方法分析[J]. 通讯世界, 2019, 26(08): 268-269.
- [8] 张飞凤. 变电一次设备故障预测及检修方法探讨[J]. 科技创新与应用, 2016(06): 179.