

电力变压器状态评估及故障诊断方法研究

张鹏展 谢思洋 任轶凡 孙宇

许继变压器有限公司, 河南 许昌 461000

[摘要]文中主要研究电力变压器状态评估及故障诊断方法,通过对传统方法和先进技术的比较分析,探讨了它们在实际应用中的优劣势。首先介绍了电力变压器在电力系统中的重要性,然后分析了传统和先进的状态评估方法,接着探讨了传统和先进的故障诊断方法,最后对未来发展进行展望进行了分析。

[关键词]电力变压器; 状态评估; 故障诊断

DOI: 10.33142/hst.v6i10.10557

中图分类号: TM41

文献标识码: A

Research on State Assessment and Fault Diagnosis Methods for Power Transformers

ZHANG Pengzhan, XIE Siyang, REN Yifan, SUN Yu

Xuji Transformer Co., Ltd., Xuchang, He'nan, 461000, China

Abstract: This article mainly studies the state assessment and fault diagnosis methods of power transformers. By comparing and analyzing traditional methods and advanced technologies, it explores their advantages and disadvantages in practical applications. Firstly, the importance of power transformers in the power system was introduced, followed by an analysis of traditional and advanced state assessment methods. Then, traditional and advanced fault diagnosis methods were discussed, and finally, future development prospects were analyzed.

Keywords: power transformers; state assessment; fault diagnosis

引言

电力变压器在电力系统中扮演着至关重要的角色,它们用于调节电压、传输和分配电能,因此,确保电力变压器的正常运行和及时诊断处理可能存在的故障对于电力系统的可靠性至关重要。随着技术的不断发展,传统的电力变压器状态评估方法已经难以满足当前的需求,因此需要引入更先进的技术来提高评估和诊断的准确性和效率。

1 电力变压器在电力系统中的重要性

首先,电力变压器是电能输送和分配的核心设备,在电力系统中,由于电能的传输距离和负荷需求的不同,需要将高压电能转变为低压电能或者将低压电能转变为高压电能。电力变压器通过改变电压等级,实现了电能的长距离传输和分配,保障了电力系统的正常运行^[1]。其次,电力变压器对于电能质量的控制起着至关重要的作用。通过电力变压器的调节和控制,有效地提高电力系统的功率因数,减少谐波干扰,稳定电压和频率,保障供电质量,确保用户正常使用电能。此外,电力变压器还在电力系统的安全可靠运行中发挥着关键作用。在电力系统中,变压器是电能传输的关键节点,一旦出现故障,可能对整个系统的稳定性和安全性造成影响。因此,对于电力变压器的运行状态进行监测和维护显得尤为重要,以确保电力系统的安全可靠运行。

2 电力变压器状态评估方法

2.1 传统电力变压器状态评估方法

2.1.1 检查和监测

通过定期的检查和监测全面了解变压器的运行情况。

这包括外部检查和内部检查两个方面。外部检查主要是通过观察外部设备的外观特征,如温度、油位、油质等,来判断变压器是否存在明显的异常情况。而内部检查则需要对变压器进行拆解,通过对绝缘材料、线圈、铁芯等部件的检测来判断其是否存在损坏或老化现象^[2]。监测方面则主要是通过各种传感器和监测装置对变压器的运行参数进行实时监测,如电流、电压、温度、湿度,如表一,以便及时发现变压器的异常情况。

表1 电力变压器监测数据

序号	日期	温度(摄氏度)	湿度(%)	输入电压(V)	输出电压(V)	漏电流(A)	备注
1	2022/01/01	65	50	1000	220	0.5	正常
2	2022/01/15	70	55	980	210	0.6	需注意温度升高
3	2022/02/01	75	60	950	200	0.8	温度继续上升
4	2022/02/15	80	65	930	190	1.0	需立即检修
5	2022/03/01	85	70	900	180	1.2	已停用,需更换

2.1.2 统计分析

通过统计分析可以对变压器的历史运行数据进行分析,从而找出其中的规律和趋势。这包括对变压器的负载情况、运行温度、湿度、环境条件等参数进行统计和分析,以便发现其中的规律性变化和潜在问题。通过统计分析,及时发现变压器的运行异常,并进行针对性的处理和改进。

然而,传统的电力变压器状态评估方法也存在一些局限性。首先,传统的检查和监测方法往往需要停机维护,不仅费时费力,而且无法实现对变压器连续、全面的监测。其次,传统的统计分析方法往往只能发现一些表面的规律,对于复杂的故障和问题往往无法进行深入地分析和诊断。

2.2 先进电力变压器状态评估技术

2.2.1 基于物联网的状态监测

基于物联网的状态监测技术是指利用物联网技术实时监测电力变压器的运行状态,通过感知设备获取数据,并通过网络传输和数据处理实现远程监测和管理。这种技术的核心在于实现对电力变压器运行状态的实时监测,通过大数据分析和人工智能算法提前发现潜在故障隐患,从而实现对电力变压器状态的准确评估。相比传统的定期巡检和离线监测手段,基于物联网的状态监测技术具有实时性强、反馈及时、监测范围广等优势,能够更好地把握设备运行状态,及时发现和解决问题,提高电力系统的可靠性和安全性^[3]。

2.2.2 数据驱动的状态评估技术

数据驱动的状态评估技术是指利用大数据和数据挖掘技术对电力变压器的运行数据进行分析 and 建模,通过对历史数据和实时数据的挖掘,建立起电力变压器的状态评估模型,实现对电力变压器状态的精准评估。这种技术的核心在于充分利用数据资源,通过建立合理的数学模型和算法对电力变压器的状态进行评估,从而实现对电力变压器运行状态的精准预测和评估。数据驱动的状态评估技术能够充分挖掘数据的潜在信息,发现电力变压器状态变化的规律和特征,为电力系统运行和维护提供科学依据,具有较高的准确性和可靠性。

2.2.3 智能诊断系统

智能诊断系统是指利用先进的传感器技术、人工智能技术和专家系统技术对电力变压器的运行状态进行诊断和评估,实现对电力变压器状态的智能化诊断和分析。这种技术的核心在于利用先进的传感器获取电力变压器的运行数据,通过人工智能算法实现对数据的智能分析和诊断,结合专家系统的知识和经验,实现对电力变压器状态的智能化评估和诊断。智能诊断系统能够充分发挥人工智能算法的优势,实现对电力变压器状态的智能化诊断和分析,为电力系统的安全稳定运行提供可靠保障。

3 电力变压器故障诊断方法

3.1 传统电力变压器故障诊断方法

3.1.1 基于检测仪器的故障诊断

传统的电力变压器故障诊断方法之一是基于检测仪器的诊断。这包括使用各种电气测试仪器,如接地测试仪、SF₆气体分析仪和红外热像仪等,来检测电力变压器的运行状态。通过测量变压器的电流、电压、绝缘电阻和局部放电等参数,工程师可以评估其性能并识别潜在的故障迹象。

然而,传统的基于检测仪器的故障诊断方法存在一些局限性。首先,它们通常只能提供静态或局部的信息,无法全面地反映变压器的整体运行状态。其次,这些方法需要在变压器停机或运行于特定模式下进行测试,因而可能影响其正常运行,增加维护成本和风险^[4]。

3.1.2 基于规程和经验的故障诊断

基于规程和经验的故障诊断是指工程师根据变压器的运行规程和自身经验,通过观察和分析变压器的外部特征和工作状态,判断其是否存在故障以及可能的故障类型。这种方法通常包括以下几个方面:

观察检查:工程师通过目视和听觉等手段对变压器进行外部观察和检查,包括外观特征、运行声音、温度等。

经验判断:工程师根据自身经验和对类似情况的总结,判断变压器是否存在异常情况,并初步确定可能的故障类型。

辅助手段:工程师还可以借助一些辅助手段,如红外热像仪、振动测试仪等设备,对变压器进行进一步的观测和分析。

基于规程和经验的故障诊断方法在实际工程中得到了广泛应用,尤其是在一些基础设施相对薄弱的地区和条件下。这种方法具有操作简便、经济高效的特点,能够快速判断变压器的运行状态,及时发现潜在故障隐患。然而,基于规程和经验的诊断方法受制于个体经验的局限性,容易受主观因素的影响,而且无法提供准确的数据支持。

3.2 先进电力变压器故障诊断技术

3.2.1 基于机器学习的故障诊断

电力变压器故障诊断是保障电力系统安全稳定运行的重要环节,传统的故障诊断方法主要依靠经验判断和人工巡检,存在着主观性强、效率低、准确性不高等问题。随着科技的不断发展,基于机器学习的故障诊断技术应运而生,为电力变压器故障诊断带来了新的思路和方法^[5]。

3.2.2 智能故障诊断系统

智能故障诊断系统是将人工智能技术与电力设备故障诊断相结合的一种新型技术手段。通过对电力变压器运行数据的实时监测和分析,结合专家系统、模糊逻辑推理、神经网络等技术,实现对设备运行状态的智能识别和故障诊断。智能故障诊断系统具有以下几个特点:

实时监测:智能故障诊断系统能够对电力变压器的运行数据进行实时监测和采集,及时发现异常情况和潜在故障隐患。

自动诊断:系统能够自动对监测数据进行分析 and 诊断,实现对设备运行状态的自动识别和评估,减轻工程师的工作负担。

多元数据融合:系统能够将多源数据进行融合分析,包括电流、电压、温度、湿度等多个方面的数据,全面评估设备的运行状态。

智能决策:系统能够根据诊断结果和专家知识,给出

相应的维护建议和预防措施,帮助用户做出科学决策。

3.2.3 超声波和红外成像技术在故障诊断中的应用

超声波和红外成像技术作为先进的无损检测技术,在电力变压器故障诊断中得到了广泛的应用。超声波检测技术通过对电力变压器内部的超声波信号进行监测和分析,实现对变压器局部放电、绝缘击穿等故障的快速检测和定位;红外成像技术则通过对电力变压器外部的红外辐射信号进行监测和分析,实现对变压器局部温升、热点分布等情况的无损检测和诊断^[6]。

超声波和红外成像技术的应用为电力变压器故障诊断提供了新的手段和途径,实现对电力变压器内部和外部的全方位监测和诊断,为电力系统的安全稳定运行提供可靠保障。

4 展望电力变压器状态评估与故障诊断的未来发展趋势

4.1 智能化与自动化

智能化与自动化技术在电力变压器状态评估与故障诊断中的应用已成为不可忽视的趋势。传统的人工巡检方式存在效率低、成本高、准确性不足等问题。而引入智能化与自动化技术后,可以实现对变压器运行状态的实时监测与分析,大大提高了故障诊断的效率与准确性。

首先,智能化技术通过传感器对变压器的温度、电流、电压等参数进行实时监测,实现对变压器运行状态的全面掌控。其次,利用人工智能技术,对监测到的数据进行智能分析与诊断,及时发现潜在的故障隐患。此外,结合自动化技术,实现对变压器的远程监控与智能维护,降低了人力资源的投入,提高了运维效率。

4.2 多元化数据融合

除了智能化技术的应用,多元化数据融合也是电力变压器状态评估与故障诊断的未来发展趋势之一,传统的故障诊断方法主要依靠单一或少数几个参数进行分析,往往难以全面准确地评估电力变压器的运行状态。而多元化数据融合技术将来自不同来源、不同性质的数据进行整合和分析,从而全面、多角度地评估电力变压器的健康状况。

例如,结合电力变压器的振动数据、声波数据、红外热像数据以及电气信号数据,通过数据融合技术更全面地了解电力变压器的运行状态。这些数据的融合分析可以帮助工程师更准确地判断电力变压器的运行情况,及时发现潜在故障隐患,提高故障诊断的可靠性和准确性。

4.3 先进技术的引入

除了智能化与自动化、多元化数据融合外,先进技术的引入也将对电力变压器状态评估与故障诊断产生深远影响。随着科学技术的不断发展,诸如物联网、大数据、云计算、边缘计算等新兴技术将为电力变压器状态评估与

故障诊断带来全新的发展机遇。

物联网技术的应用将实现电力变压器监测设备之间的信息互联互通,实现对电力变压器状态的全方位监测。通过物联网技术,实现对电力变压器各个部件的实时监测和远程控制,及时发现并解决潜在问题,从而提高设备的可靠性和安全性。

大数据和云计算技术的应用将为电力变压器状态评估与故障诊断提供强大的数据支持和计算能力,大数据技术对海量的监测数据进行存储和分析,挖掘出潜在的规律和关联,为状态评估和故障诊断提供更加准确的依据;而云计算技术实现对大规模数据的快速处理和分析,为电力变压器状态评估与故障诊断提供高效的计算支持。

边缘计算技术的应用也将为电力变压器状态评估与故障诊断带来全新的可能,边缘计算技术可以实现对监测数据的实时处理和分析,将部分计算任务下放至监测设备所在的边缘节点,减少数据传输和处理的时延,提高了状态评估与故障诊断的实时性和准确性^[8]。

5 结语

电力变压器的状态评估和故障诊断是保障电力系统安全稳定运行的重要保障。传统的评估方法和诊断技术存在一定的局限性,而先进技术通过数据驱动和智能化诊断,能够实现更加准确、高效、经济地评估和诊断。因此,在未来的发展中,应该加大对先进技术的研究和应用,不断提升电力变压器状态评估和故障诊断的水平,为电力系统的安全稳定运行提供更加有力的支持。

[参考文献]

- [1]侯阳阳. 电力变压器故障诊断与状态检修方法[J]. 电子技术,2021,50(1):140-141.
- [2]刘倩. 电力变压器状态检修及故障诊断方法[J]. 化工管理,2019(17):152-153.
- [3]李兆丰. 电力变压器状态检修及故障诊断方法研究[J]. 中国设备工程,2019(11):50-51.
- [4]缪晓梅. 谈电力变压器状态检修及故障诊断方法研究[J]. 职大学报,2018(4):75-77.
- [5]庞建峰. 电力变压器状态评估及故障诊断措施[J]. 能源与节能,2018(2):105-106.
- [6]黄明明,顾捷,孙娜. 电力变压器故障诊断与状态评估方法的综合与探析[J]. 数码设计,2017,6(6):109-111.
- [7]茅海东,刘鹏,魁孙韬. 电力变压器状态评估及故障诊断方法[J]. 中国新技术新产品,2017(2):48-49.
- [8]李敏. 电力变压器状态检修及故障诊断方法[J]. 电子技术与软件工程,2016(23):238.

作者简介:张鹏展,1981年4月,郑州大学,汉语言文学专业,许继变压器有限公司,总经理助理,助理工程师。