

电力变压器的故障监测分析

史春逢, 张梦帅, 郑统盖, 丁嘉豪
河南工学院, 河南 新乡 453003

摘 要 : 电力变压器是电力行业常用的重要设备, 该设备对于电力系统来讲, 发挥了重要作用, 变压器故障的出现, 不仅需花费大量时间恢复, 还会对电力系统安全与运行产生不良影响。电力变压器的长时间运行, 不可避免的出现故障, 为了消除故障, 需要使用合理的诊断方式与先进技术, 精准判断故障发生的位置, 并进行针对性解决。本文从电力变压器的运行状态出发, 论述了影响电力变压器稳定运行的因素, 分析故障的类型与规律, 提出了相应的故障诊断技术的方法, 并阐述了故障的应对方法, 为后续电力变压器诊断提供一定参考。

关 键 词 : 电力变压器; 故障诊断; 分析

Fault Monitoring Analysis of Power Transformer

Shi Chunfeng, Zhang Mengshuai, Zheng Tonggai, Ding Jiahao
Henan Institute of Technology, Xinxiang, Henan 453003

Abstract : The power transformer is an important equipment commonly used in the power industry, the equipment for the power system, played an important role, the emergence of the transformer failure, not only takes a lot of time to recover, but also has an adverse impact on the safety and operation of the power system. Power transformer for a long time operation, inevitable failure, in order to eliminate the fault, need to use reasonable diagnostic methods and advanced technology, accurate judgment of the location of the fault, and targeted solutions. This paper starts from the running state of the power transformer, discusses the factors affecting the stable operation of the power transformer, analyzes the types and rules of the fault, puts forward the corresponding method of fault diagnosis technology, and expounds the fault response method, which provides a certain reference for the subsequent diagnosis of the power transformer.

Keywords : power transformer; fault diagnosis; analysis

引言

随着社会经济的发展, 电网规模与以往相比, 出现了较大的增幅, 其中, 不断增加的单机容量、安装容量等, 为电力变压器故障诊断和检测带来了新的挑战。该项工作难度系数较高, 需要大量的专业知识, 熟知常见的故障类型, 才能对症下药, 取得药到病除的功效率, 通过科学检测和诊断, 排查故障原因, 便于后续维修和保养^[1-2]。

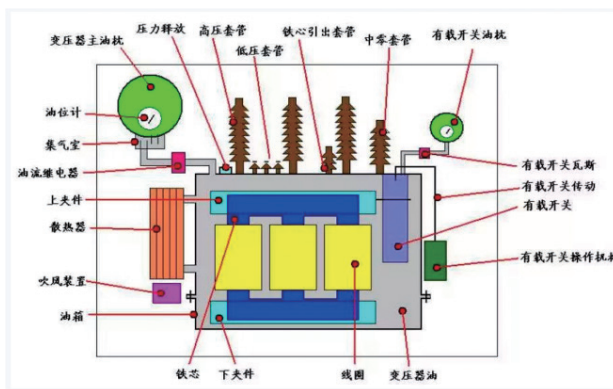
一、电力变压器介绍

(一) 电力变压器结构

油浸电力变压器具有诸多优点, 如性价比高、运行和维护简单等, 使得该压器成为了我国最为常用的变压器之一。该变压器包含多个部件, 如冷却装置、继保装置等等。详见图1。

(二) 电力变压器作用

作为一种电气设备, 电力变压器发挥着重要作用, 在无特殊情况下, 一般都能正常运行, 具有较强的稳定性。该变压器顾名思义指的是会对电压等级进行变换, 即从自身需要出发变换电压等级, 为电力传输做好准备工作, 同时, 也便于进行电力分配,



> 图1 电力变压器结构图

使电能传输时，能够从电压等级出发。为了完成电能输送目标，需要该变压器提高自己的电压等级，从而有效减少电能损耗，提高输送效率^[3-4]。

二、电力变压器的故障类型与规律

在新时代背景下，油浸式电力变压器在在电力变压器组成当中，属于其中的主流设备。为了保障供电系统的长期稳定运行，需要对该变压器故障、问题等进行全面深入分析。在分析此类问题时，还应了解电力设备的制造和安装等环节，严把质量关，从源头入手，提高设备的优良率。此外，在使用该变压器时，也应进行预防检测，通过及时检修和维护保养等活动，做好故障排除工作。油浸式电力变压器本身结构较为复杂，且产生的故障类型也较为多样，因此，无法精准把握其故障性质。本文对常见故障类型和规律进行了重点探究^[5-6]。

（一）常见故障

（1）渗油故障。该故障主要原因是变压器设备使用时间过久而引起的老化问题以及安装操作出现了失误，该故障较为常见，且渗透出来的油存在较大的回收难度，一方面会导致企业运营成本增加，另一方面则会导致电网经济性下降。同时，故障也会引发一些环境问题，变压器当中渗透的油具有较强的污染性，还会散发气味，会对周边大气和土地造成污染。

（2）油温异常。如果变压器油温过高，会损坏一些工作部件，导致其无法运行，而一些敏感部件更是容易被过高的油温烧坏。

（3）电路故障。电力变压器存在着诸多电路，也是故障易发区，主要表现为线路连接方面，如常见的短路问题，出现这类故障时，可选择更换绕组措施。如果短路发生的面积较大，此时仅更换一个绕组是远远不够的，而更换多个则往往需要耗费更多的成本。

（4）接头过热引起的故障。在电力变压器存在着众多部件，部件的长年运动，导致接头部位容易出现一些异常，如磨损、部件连接处松动等，激荡电流在经过时，会出现温度骤升问题，过热的温度会烧毁或者是烧坏线头。针对此类故障，需采用检测手段，予以排除，通过常规检测，了解其是否存在一些异常，如发现问题则可采取相应措施予以排除，以避免接头过热引起的故障。

（5）铁芯部位发生的故障。作为一种常见的故障类型，工作人员通过理论知识学习和经验积累，发现该故障发生后具有明显的变化，可通过人工进行分析和判断。该变化主要体现在波动方面，即周期长，如果得不到有效改善，则会带来严重的副作用，即加速加速变压器相关元件老化问题，其功能也会逐渐减弱。目前，人们越来越重视铁芯质量，力求达到或者是超过业内标准，以有效规避此类故障。

（6）变压器出现了异常声音。这类故障相对来说，也比较好判断，因为变压器在正常在运行时也会发出声音，但声音相对来说较为平稳，也有一定的规律性，反之，则可能发生了故障。产

生异响的原因众多，如运行负荷超出规定范围、变压器的内部结构平衡被打破等。

（7）内部磁路发生的故障。磁路故障往往是由铁芯故障引起，如果其叠片功能遭到破坏，也会引发此类故障。此外，在共振作用影响下，变压器内部一些关键部件也会受共振作用影响，加入共振，如果共振时间过长，会影响该部件的质量，导致其绝缘性能减退，从而产生变压器故障^[7]。

（二）故障规律

电力变压器故障的发生并不是毫无规律的，而是呈现出一定的规律性，因此，探究其规律至关重要。通过对故障规律相关数据的搜集、整理和分析，总结故障发生的时间规律，从而能够及早采取预防措施。有人将早期称为故障期，一般以三年为限，此时发生故障大多是由于存在设计缺陷，有的则是出现了制造缺陷，再进一步探究，则发现其原因为：装配不合理、使用劣质或者是不合格材料等。接下来将会进入故障的偶发期。此时期，发生故障的概率较小，属于偶发因素，如使用的技术参数已经超过了其规定的极限值。这一时期设备运行状况良好。最后为该变压器使用的年限末期，也属于故障高发期，主要原因为变压器由于使用时间过长，导致内发生了变化，出现了部件磨损问题，有的甚至遭到了腐蚀，无法正常工作，需要及时更换^[8]。

三、电力变压器的故障检测技术

电力变压器的故障检测技术指的是通过检测技术跟踪诊断其运行情况，了解其是否存在一些故障隐患，从而采取有效手段和措施，及时予以消除。通过使用多种故障检测技术，可以精确判断电力变压器故障，从而制定出经济有效的维修计划。

（一）红外光谱技术

在当今时代背景下，红外光谱技术属于较为先进的技术之一，其在电力变压器故障检测发挥了重要作用，受到电力行业人士的欢迎。变压器的正常运行，会产生大量氢气，如果使用常规故障检测方式，很容易受到氢气影响，实际检测效果较差，而红外光谱技术的使用，可以避免氢气的干扰，显著提高技术精确度。从该技术的应用实践出发，相关仪器愈发成熟，为红外光谱技术提供了保障。另外，红外光谱仪器具有良好质量，其操作流程简洁，技术人员并不需要掌握特殊技能，只需根据操作流程，收集相关气体，并使用仪器开展监测，从而精确判断变压器设备故障^[9-10]。

（二）油气分析技术

该技术主要是对油气进行分析，通过分析，判断该变压器是否出现了故障问题。具体而言，工作人员可通过观察法，观察变压器的外部，如果设备表面出现了油渍、反光等，则表明了其出现了漏油问题，此外，工作人员还可以检查油位计，当发现日常情况时，则表明出现了漏油问题，反之，则可以进行其他检测，即气体检测。之所以进行气体检测，原因是在该变压器工作中，伴随着温度升高，带来的是烃类气体的产生和增多。为此，需要进行烃类气体检测，以判断其运行的状况^[11]。

（三）局部放电检测技术

在大型电网线路中，往往使用局部放电检测技术，有效判断出存在故障的区域。正是源于此特点，使得该技术获得了广泛应用，在电厂集中地区或者是绝缘性不佳的地区都能见到起身影。实际上，该变压器的运行和局部放电息息相关，但放电电量不宜过大，否则会伤害其内部元件。针对此类问题，可采用油气检测方式。实际上，该检测方式不适用于所有区域，尤其是该区域放电较为严重更不能采用此方式，因为，极易容易产生误区，无法有效判断故障发生区域。针对此类情况，可采取其他方式，如提高电压的数值，并从其实际状况出发，调整其运行情况，便于找准故障位置。此外，相关工作人员还可以从实际环境出发，分析该变压器状况，选择其他方式来锁定故障位置^[12]。

（四）智能化诊断技术

随着信息技术的迅猛发展，一个新的时代已经悄然来临，即人工智能时代。在该时代背景下，各行各业都出现了翻天覆地的变化，其中也包含电力行业。智能化诊断技术由此应运而生，将该技术应用于到该变压器的故障检测当中，有利于提高诊断效率和效果，并为其赋予科技元素，即通过对计算机、人工智能、大数据等技术的有效应用，及时排查故障，探明故障原因，为后续检修和维护提供依据。智能化诊断技术，不仅有助于提升检修目的性，还可以有效减少判断故障位置消耗的实践，显著提高故障诊断效率。从当前时代的智能化诊断技术出发，人工智能、神经网络、专家系统等技术的应用，有效丰富了智能检测技术，并解决了传统诊断存在的问题，如故障排查、过程处理等，可以为变压器的正常运行提供保障。

（五）绕组直流电阻检测技术

绕组直流电阻检测技术是一种常见的电力变压器检测技术，大多数技术人员都可以熟悉该技术，并熟练使用该技术。在实际应用环节，通过该技术的使用，可以有效检测变压器的内部状况，从而在不拆卸外壳条件下，有效判断变压器的内部线路情况，并分析是否出现了短路等问题。

四、电力变压器发生故障的应对策略

第一，电力变压器出现油温异常，针对该故障，技术人员可以采取以下应对策略：当电力变压器设备的正常运转时，出现开关组件接触问题，那么相应接触电阻组件展现增加趋势。因此，技术人员需依据电流热效应，发现局部热量消耗较大的部分，明确故障产生的原因，如与金属直接接触出现短路环流问题，并根据该作用，深层次讲述局部高热问题。另外，针对变压器出现的金属间接性接触，或由于外力损失，带来了硅钢间绝缘体损坏问题，同时容易出现短路问题，并进一步造成局部位置出现的高热量问题。技术人员通过明确造成油温异常的原因，从而使用针对性措施，如减少变压器负载、加强通风等。

第二，电力变压器出现异响问题，技术人员可以采取以下措施：在变压器的正常运行时，如果出现设备运行异常，设备会发出响声，由于出现的问题具有差异，其展现的异响同样具有差异

性。为了使技术人员精准判断不同部件出现的异响，可以针对变压器设备的技术故障，开展深层次分析，不断积累经验，从而在后续维修过程中，选择合适办法，解决造成异响的问题。

第三，变压器出现接头组件过热问题，主要应对措施如下：电力变压器接头端，往往将金属铜作为主材料。因此，受到外界环境的影响，金属铜可能与其他金属接触，产生不良反应，从而造成局部过热问题。基于此，技术人员需要使用相关技术，干预金属间的接触，从而在最大程度上减少出现局部过热问题的概率^[13]。

五、结束语

综上所述，变压器的故障检测技术，可以有效诊断出电力变压器存在的故障。其中故障诊断中，性质诊断是由于方法较多，才能推广到实际应用中。在电力变压器出现故障后，技术人员可以使用各种技术，如红外光谱、局部放电检测以及智能诊断等技术，第一时间精准判断故障性质，并判断出现故障的位置，从而快速消除故障，提升整个电力系统的可靠性与稳定性。在电力系统中电力变压器发挥重要作用，通过故障诊断技术的灵活使用，可以为技术人员工作提供保障，提高电力系统工作效率，使电网更好的服务于大众。

参考文献

- [1] 李云祺, 咸日常, 张海强, 等. 基于改进灰狼算法与最小二乘支持向量机耦合的电力变压器故障诊断方法[J]. 电网技术, 2023, 47(04): 1470-1478.
- [2] 李明轩, 杨柱石. 基于故障诊断加强电力变压器安全管理——评《变压器直流偏磁风险分析与治理》[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(02): 233.
- [3] 刘胜军, 孙志鹏, 沈辰, 等. 基于振动频谱分析和总谐波畸变率的电力变压器故障诊断方法研究[J]. 电网与清洁能源, 2021, 37(03): 86-91.
- [4] 赵文艺, 曲鸣飞. 基于贝叶斯网络的电力变压器故障诊断方法[C]// 国家新闻出版广电总局中国新闻文化促进会学术期刊专业委员会. 2020年第四届国际科技创新与教育发展学术会议论文集(卷一). 北京: 电子科技大学职业学院机电工程学院, 2020: 3.
- [5] 彭鹏, 邵宇鹰, 王海峰, 等. 关联规则推理在油浸式变压器故障诊断中应用[C]// 中国电力科学研究院. 2019智能电网新技术发展与应用研讨会论文集. 国网上海市电力公司, 2019: 3.
- [6] 郭方洪, 刘师硕, 吴祥, 等. 基于联邦学习的含不平衡样本数据电力变压器故障诊断[J]. 电力系统自动化, 2023, 47(10): 145-152. DOI: 10.7500/AEPS20220112003.
- [7] 陈杰. 基于机器学习的电力变压器故障诊断研究[D]. 上海电机学院, 2023.
- [8] 范慧芳, 咸日常, 王涛, 等. 改进朴素贝叶斯模型在电力变压器故障定位中的应用[J]. 高压电器, 2023, 59(2): 190-197. DOI: 10.13296/j.1001.
- [9] 董理科, 白鹭, 武娜, 等. 基于知识图谱的电力变压器故障预测方法研究[J]. 高压电器, 2022.
- [10] 李国军. 电力变压器常见故障及其诊断研究[J]. 黑龙江科技信息, 2010, (28): 58.
- [11] 王毅斌. 电力变压器机械故障声学诊断方法研究[D]. 兰州交通大学, 2023.
- [12] 乔雨阳. 电力变压器油色谱测定及分析[C]// 2023年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(下册). 2023.
- [13] 孙玉凤. 电力变压器故障检测技术的现状与发展趋势[J]. 山东工业技术, 2018. DOI: CNKI: SUN: SDGJ.0.2018-16-158.