

关于电力变压器的高压试验与故障处理

何凡

(广西电网有限责任公司柳州供电局, 广西 柳州 545005)

摘要:电力变压器是电力系统中应用最为广泛的设备之一,在电网系统中有着至关重要作用。本文介绍了电力变压器的基本构造以及运行过程中常见故障,阐述了变压器高压试验,提出了电力变压器的高压试验方法和试验技术要点要求,并对试验过程中常见故障以及处理措施进行了分析,以期电力相关技术人员提供工作技术交流参考。

关键词:电力变压器;高压试验;故障

中图分类号:TM41

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)07-0042-03

0 引言

电力变压器的正常运行是电力系统的安全、优质和可靠的重要保证。电力变压器承担着升降变换电压、输送和分配电能、服务每座变电站的关键作用,为社会正常用电、满足人们的生活及工业用电需求提供便利条件。降低电力变压器故障率、提升电力变压器稳定性,具有重要的意义。通过了解电力变压器故障发生情况和进行电力变压器高压试验,提高其检修工作水平,为电力系统安全可靠的运转建立良好基础。

1 电力变压器运行中的常见故障

图1是常见的电力变压器构造简图,主要的组成部件有:高压套管、分接开关、低压套管、气体继电器、防爆柜、储油柜、油位表、吸湿器、散热器、铭牌、接地螺栓、油样阀门、放油阀门、阀门、绕组、温度计、铁芯、净油器、油箱、变压器油共20个部件^[1]。由此可见电力变压器结构组成较为复杂,部件精细,所以电力变压器故障发生表现出涉及面广、复杂多样的特点。

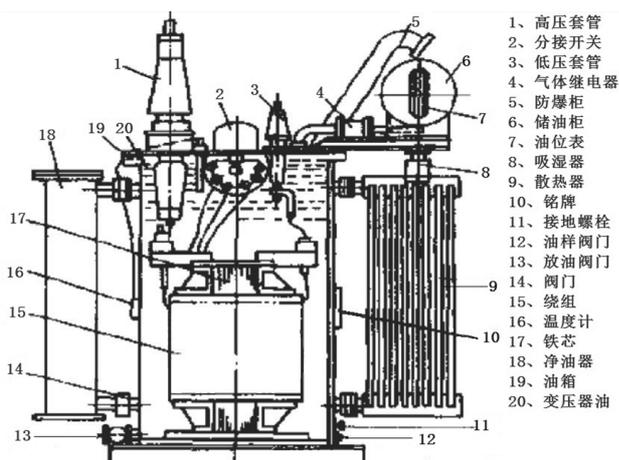


图1 电力变压器构造

1.1 变压器渗油故障

电力变压器较为常见的故障为渗油故障,渗油会造成多方面的问题。发生严重渗油时,首先影响的是变压器绝缘性能,进而引起变压器设备损毁和停机,其次还会造成绝缘油溢出的浪费

并污染空气环境。

1.2 高压套管故障

高压套管是变压器连接外部电网高压部分的桥梁,有保护连接口和起到与环境的绝缘的作用。因为长期裸露在外部环境之中,风吹日晒的影响容易使其发生故障。导致高压套管损坏的因素包括:漏油,会导致套管温度过高;进水,密封不良会发生套管渗水;灰尘,长期的污渍、灰尘堆积导致套管污闪等。

1.3 分接开关故障

分接开关通过调节变比,使变压器可以改变不同等级的电压输出。造成分接开关故障的原因较多,如分接开关不到位、触头氧化严重、出现质量问题等,会造成引线松动、触头接触故障、触头间短路的一些常见故障。

1.4 磁路部分故障

磁路发生故障分为铁芯、铁轭、夹件3个地方出现的故障。各种原因造成变压器多点接地,进而造成铁芯发热、甚至变压器跳闸;硅钢片的直接绝缘发生损坏,产生较大涡流加热铁芯而发生铁损,并且还会让变压器温度过高。

1.5 接头过热故障

载流接头是较容易出现故障的部件,连接不稳时会造成接头过热和烧毁接头,严重危害电力变压器运行的安全。载流接头是变压器重要的部分,是电力工作人员需要加强检查的部分,防止接头过热带来的变压器安全问题。

1.6 绝缘故障

电力变压器配置的绝缘纸板和绝缘油,是为了保证线圈间和铁心硅钢片间的一次侧与二次侧绝缘。导致绝缘故障的原因包括:绝缘油受到污染,引起绝缘油绝缘性能会出现明显的下降,导致整体的绝缘强度下降;小油道、薄绝缘的一些变压器设计制造,易出现绝缘故障。

2 电力变压器的高压试验方法和要求^[2]

变压器高压试验是高压电气试验的一样,适用于高压设备。高压电气试验通过对高压电气设备进行有效检测各类电气性能,深入分析和评价电气设备的可靠性,及时找出高压用电设备

存在的安全隐患,采取合理措施解决安全隐患问题,保证高压用电设备后续工作运转中不会出现问题,从而有效确保工作稳定性,保障整个电力系统安全运行^[9]。

2.1 电力变压器的高压试验方法

在进行电力变压器高压试验前,首先需要科学地预测试验过程中潜在的一些危险因素,并制定危险因素预防措施,保证试验的安全性与准确性。试验前先获取和整理之前变压器高压试验相关资料数据,依次分析变压器可能会存在的问题。试验人员需要熟悉掌握安全防护措施方法知识。例如,试验现场环境如果湿度偏高时及时停止试验,能避免设备试验参数变化影响高压试验的准确性^[9]。电力变压器的绝缘测试是高压试验主要内容,通过绝缘测试能够深入了解与全面掌握变压器的绝缘性能状况,并将测试得出的相关参数有效控制在合理范围内。变压器高压试验方法是通过对接通电源稳定工作的变压器进行均匀升压操作,并密切关注均匀升压过程中变压器运行情况和仪表指示变化,完成测试后进行放电操作。具体的试验环节涉及以下内容:确保安全接地,根据接线原理图详细排查压器接地对接,保证控制机箱和电力变压器的运行安全;确保变压器所有接线有效接触,做到逐一排查各个接线接触有效性;仪器与各线路确保连接正常,详细检查仪器的连接情况,以及仪器指针与按钮的检查确保绝缘良好,避免断线;密切关注仪器异常变化情况,如有异常需采取应急措施,避免引发电力事故;完成高压试验之后需要对变压器降压操作,切开关电源同时引线拆除及放电。

2.2 电力变压器高压试验要求

严格遵守变压器高压试验操作流程标准与要求,是保证精确性的关键。为提高变压器高压试验结果的精确性,需要制定相关试验条件,主要包括4方面:①温度和湿度控制,高压试验所处的周边环境需要与试验规定要求相符合,温度一般控制在20~40℃,湿度在55%以内。②变压器的绝缘性,电力变压器的绝缘性是保证实验结果准确的直接因素,同时也是保障电力操作人员安全的重要条件,因此必须做好质量检验工作,保证变压器绝缘性良好。③电源容量的确定,能有效避免因电压过大损坏变压器的情况发生。④电力变压器如存在积尘、污垢需要清理,配置保护电阻和注重保护电阻的散热,在试验电压升高过程发挥保护作用。

2.3 高压电气试验的发展

随着通信技术与网络信息技术的广泛应用,电力系统也深入地渗透多种跨行业先进技术。高压电气试验项目采用先进研究方法,新设备、新工艺、新技术得到该领域的应用。例如,GIS工具的应用,能够准确的确定高压电气设备故障出现的具体部位;利用色谱分析法,可获得准确可靠高压电气试验结果;采用超低频测试电源,减少干扰和误差;红外技术应用在高压电气试验,高质量、高效率地完成试验任务。

3 电力变压器高压试验技术要点

3.1 优先使用采油样色谱分析^[9]

色谱分析的依据是电力变压器发生故障前,其内部会析出多

种特征气体(绝缘纸和绝缘油被故障点热分解产生总烃、乙炔、氢气),大量实践证明不同的变压器故障产生不同气体,色谱分析法通过检测变压器油里溶解的气体为判断故障依据。色谱分析能检出油溶解的含水量、气体特征和含量及糠醛含量,依据实践证实的三比值法判断变压器内部可能会出现的故障。如表1所示,根据电压等级色谱分析可以采用不同的试验周期,色谱异常的情况还可以缩短试验周期和进行高压试验。

表1 色谱分析周期

电压等级/kV	色谱分析的周期/月
66	12
220	6
500	3

3.2 绝缘耐压试验

绝缘耐压试验测试的是绝缘设备能够承受的最大电压,电压类型涉及工频直流和交流以及操作冲击等。该试验方法准确性很高,但是其缺点是具有一定破坏性。绝缘耐压试验的结果只会是两种情况,即耐受和击穿,破坏力度较大,可能对电力变压器造成一定危害。因此,对于电力变压器采用绝缘耐压试验这种方法时,特别需要注意结合实际情况合理使用并适当控制试验次数,减少对变压器的影响。直流电压类型的绝缘耐压试验,对线路接头部位可以很精准地判断故障情况,如断路、短路等问题,很大提高了工作人员对电路系统的检测效率。

3.3 绝缘特性试验

绝缘特性试验不会有像绝缘耐压试验的破坏性特点,是一种预防性实验,不会对设备造成破坏。通常情况该试验方法在设备出厂前和设备运行过程中分别进行一次,进行这两次便可以保证设备的试验结果准确性和安全性。设备出厂前是检验绝缘性是否合格,运行过程中试验是为防止设备出现绝缘性下降影响设备运行安全稳定。绝缘特性试验一般都会生成大量数据,所以该试验的重点是在分析和对比对这些数据,判断设备绝缘效果。试验结果较为模糊,该试验的准确性只能通过合理对比分析试验结果来提高。

3.4 交接试验

电力变压器出现故障的因素,不仅要考虑绝缘性的问题,还需要考虑其他的一些问题,例如电压过大导致变压器温度急速攀升,进而可能发生漏电的情况影响设备良好运行。因此需要对变压器进行漏电试验,漏电试验可采用直流高压测试的这项试验。具体操作流程中需要注意的几个方面是:合理控制兆欧测试表上的电压,使其始终低于流经测试变压器的电压,能更好发现变压器中存在问题;交接试验属于特殊试验,要求高水平的实验技术,控制难度较大具有相应技术标准和要求,因此要严格控制实验流程,完整记录实验结果对分析绝缘特性有很大帮助^[9];提高测试仪器精确度,能有助于减少对设备的危害。

3.5 试验过程中的安全措施

高压试验需要严格遵循标准化操作流程,必须由专业人员进行并保证操作人员的专业性,保障高压试验的标准化,避免人为因素造成损失。例如,试验前的充分准备、所需各类器具的检查、

做好试验场地的防护工作、试验安全检查等多方面从人员专业性和管理层面的措施。分工明确,操作人员的有效配合不仅能提升工作效率,还能保证操作的安全性。按照技术标准要求接好变压器线路,操作设备系统和变压器外壳都能合理接地保证人员安全。另外,交流电高压试验容易产生电磁感应现象,需要注意异常问题的出现,避免触电等安全事故产生。

4 高压试验的常见故障以及处理措施

4.1 高压试验结果误差分析

大容量设备如电力变压器在电网中一般会出现耦合电容效应的问题,如图2所示,高压试验装置是直接连接在电路上。为保证操作人员所处工作环境安全,变压器顶部将直接连接地面,操作人员便可进行一些线路维修和变压器高压试验等操作。但一些情况下同时使用由电容组成的电压互感器和耦合电容,就会难以控制电源连接现象。在高压电力系统中,工作人员应该及时发现压力电阻和电容器的连接,当继电器电容慢慢增加,电阻率仍维持在原有范围而消耗大量能量导致介质损耗,试验结果出现一定误差^[7]。

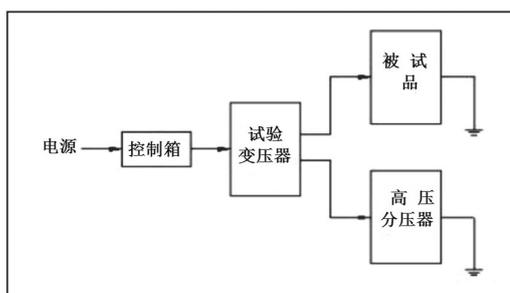


图2 高压电气试验设备

4.2 变压器自动跳闸故障

电力变压器高压试验过程中自动跳闸是出现频率较高的一类故障^[8]。如果确定不是因为人为操作不当导致自动跳闸,则需要对变压器外部、内部进行全面排查,避免再次发生,消除火灾隐患。变压器周围如果发生火灾,变压器会及时自动开启保护和切断断路器,若存在故障不能开启自动保护则需要专业人员手动切断断路器并扑救引发的火情。

4.3 环境变化引起高压电气试验结果出错

该类问题一般也是出现在电容较大的设备,进行深入分析发现夜间测量结果经常出现错误,而白天测量结果都是正常的。为提升试验效果,变电所使用原始仪器,试验结果普遍表现出正常情况。在这个理论基础,进行电力变压器高压试验不能忽视外界环境因素的影响。另外,绝缘电阻内部经常会一些杂质,受到高温影响后杂质产生剧烈运动从而导致绝缘电阻阻值下降,需要采取温度控制措施减少试验故障。

4.4 变压器声音异常

正常情况下变压器高压试验过程中产生电磁交流声频相对稳定,且不会有异常声响出现。如果变压器内部在试验时产生异常声响,可能是变压器运行过载、零件松动、接触不良等问题。出现这种情况,操作人员应及时切断电源,结合异常声响判断并找出具体原因,采取措施进行解决。

4.5 变压器油位异常故障

正常运转的变压器能自动调节自身油位,变压器油位会处于一个正常范围区间。如果进行高压试验出现变压器油位过高或者过低的异常情况,则需要考虑是否存在变压器漏油等问题引起油位过低,是否是因为温度异常影响油位的上涨,或者因为变压器油标管等部位堵塞等问题。需要仔细检查找出明确原因并相应处理,保障变压器后续工作的稳定运行。

4.6 变压器绕组故障

变压器内部的一部分线路短路是绕组故障的主要原因。因此,进行高压试验前需要对变压器内部线路和接地详细排查。试验过程中出现变压器绕组故障,操作人员要立即切断电源,然后检查变压器的接地情况和内部各线路的接线,找到原因从而有效解决绕组故障问题。

4.7 瓦斯保护故障

变压器瓦斯保护故障多数情况与其油位下降、内部故障等因素相关,也是常见故障类型。高压试验中发生瓦斯保护故障,工作人员需要细致检查可能导致瓦斯保护故障的因素并逐一解决。

5 结语

电力行业规模发展日渐庞大的背景下,电力变压器作为电力系统中的关键组成部分,其作用越来越突出,关系到电力系统的运行稳定和安全,因此必须对其进行合理的高压试验。在实际的高压试验中,相关技术人员必须高度重视并严格遵守试验标准和规范,保证操作的专业性,以此减少人为因素带来的失误。针对电力变压器检测当中出现的故障,找出明确的原因,采取相应措施解决故障问题使变压器能够保持正常运行,满足人们用电的稳定性需要,促进电力事业的良好发展。

参考文献

- [1] 赵小平.浅析电力变压器故障诊断及检修[J].电子测试,2021(21):111-113.
- [2] 沈象志.电力变压器高压试验技术及故障处理[J].电力设备管理,2020(6):55-56.
- [3] 李帆.电力系统高压电气试验技术及其重要性分析[J].电子测试,2021(4):113-114.
- [4] 王盟.电力变压器高压试验方法及故障处理[J].国际援助,2020(2):88-89.
- [5] 孙文仲.电力变压器的高压试验及故障诊断方法与研究[D].北京:华北电力大学,2014.
- [6] 胡焱.电气设备高压电气交接试验研究[J].科技风,2020(31):181-182.
- [7] 马鹏,仇昊,刘丹.电力系统高压电气试验技术及其重要性分析[J].山东工业技术,2016(7):183.
- [8] 郑辉.电力变压器高压试验技术及故障处理的分析[J].科技与创新,2018(12):83-84.

收稿日期:2022-01-12

作者简介:何凡(1988—),女,汉族,广西柳州人,本科,工程师,主要从事电气试验、油化验工作。