

电力变压器油浸式绕组变形的仿真与识别

卢晓升

(云南保山电力股份有限公司施甸分公司 云南保山 678000)

【摘要】 随着工业化城市的进一步发展,电力资源维系社会稳定,影响国民经济发展的关键设备,其会随着各行业对于电压、电能的实际需求情况,实现电压变化、电能分配输送,实现电力资源的合理配置,同时也直接影响着整个电力系统的安全与稳定。基于现有的电力变压器的技术参数情况,随着工作周期的增长电力变压器出现故障的概率也会急剧上升。因此展开对电力变压器的相关故障诊断分析具有现实意义和理论意义。下文主要是以油浸式电力变压器为主要研究对象,分析导致油浸式电力变压器的绕组变形的原因机制,通过仿真模型建立的方式,有效鉴别油浸式电力变压器在实际运用中的绕组变形情况,由此为电力系统的安全稳定运行提供更精准的技术支持。

【关键词】 电力变压器;油浸式;绕组变形;仿真识别

DOI:10.18686/jyyxx.v2i11.38410

伴随着社会经济的蓬勃发展,电力系统容量和负荷不断突破已有记录,电力变压器的工作压力也日剧增长,这使得电力变压器的故障时有发生。根据既有的电力变压器故障诊断总结分析,由电力变压器绕组变形所带来的相关故障占总故障的较大比例。且对这些已经发生的绕组变形故障的原因分析,其可能是因为外部的机械冲击和内部的短流电路冲击作用引起,这些冲击作用对电力变压器带来的影响是持续性的,因此在早期形变发生时容易被忽视,展开对电力变压器的绕组状态的常规监测成为当务之急。而事实上传统的电力变压器绕组变形监测技术——吊罩检修方式,其对绕组变形故障的识别效率较慢,同时也会产耗费大量的社会资源。

1 油浸式电力变压器的基本结构

油浸式电力变压器是一种绕组和铁芯完成浸入到变压器油里的一种大容量的变压器,其主要是由铁芯、绕组、绝缘结构、油箱、冷却系统、测量仪器以及保护装置所形成。其中油浸式电力变压器的绕组和外电路相连式通过绝缘套管的,绕组间只有磁耦合没有电耦合,基本原理是应用电磁感应原理。这些特殊性使得油浸式电力变压器绕组变形故障发生概率较大,且有效识别效率较低。

2 常见油浸式电力变压器绕组变形的类型及原因

2.1 油浸式电力变压器绕组变形的类型

不同工作状态下的油浸式电力变压器的各种参数不同,且因为变压器绕组变形原因具有不确定性,因此产生的变压器绕组变形类型不同,具体如下几种:

2.1.1 绕组轴心偏移故障

绕组轴心偏移主要发生在三相心式结构的油浸式电力变压器中,一般情况下 A、B、C 三相是依次非对称排列的,其中, B 组绕组接通所产生的磁场作用同 A、B 相不同,且但是在出现故障时,就会出现 A、B 相所流经的电流不同,导致 A、B 相所受到的电磁场不同,绕组线圈受力大小不平衡,对绕组支撑件所受的机械冲击力变大,最终出现轴心偏移故障。

2.1.2 绕组饼间间距改变故障

变压器内部电磁场同时存在轴向分量和径向分量,后

者对绕组带来轴向作用力。如果线饼遭受的轴向作用力超过绕组紧固支撑结构的机械强度,就会带来绕组线饼间间距的改变,当绕组线饼发生轴向移动变化时,则会导致绕组之间的两个线饼出现贴合在一起的情况,带来变压器的变比的变化。

2.1.3 绕组径向变形

常见的绕组径向变形有拉伸变形和压缩变形两种。前者常出现于高压绕组中段位置,后者是出现在低压绕组中段。绕组径向变形也是由线饼故障所导致的,如线饼遭受的径向拉伸大于既定的机械强度时,则绕组出现梅花鼓包,出现故障,反之,绕组出现内陷故障。总之,油浸式电力变压器的常见绕组变形的种类呈现出多样化趋势,在进行电力变压器绕组变形故障维修时,必须能够展开种类识别,如此才能够对症下药采取相应的故障维修策略^[1]。

2.2 油浸式电力变压器绕组变形的原因分析

基于上文概述可知,造成油浸式电力变压器绕组变形的原因有两大点,一式外部的机械冲击作用,二式内部的短路电流冲击作用。

2.2.1 外部机械冲击作用

在电力系统建设中,油浸式电力变压器从生产到投入使用中间会涉及到多个环节,且因为该变压器外形不规则、体积较大,使其在运输过程中可能发生的冲击更多。这种情况下导致变压器绝缘层之间的摩擦增加,直接影响到变压器绝缘层出现破损以及绕组相互间错位,最终演变成绕组变形故障。另外,在电力变压器的日常检修养护中,维修人员的人为操作失误等也会导致绕组支撑件紧固度不足,为变压器的后续工作带来绕组变形威胁。

2.2.2 短路的电流的冲击作用

正常运行中的变压器不可避免地受到短路电流的冲击作用,而不同的短路故障发生位置,对于变压器的绕组结构所带来的影响是不同的,例如,当短路故障发生在变压器出口处,则通过绕组的大电流将会的热量将会急剧上升,引起绕组温度剧升,若是不能够及时敢于温度,就会导致的绕组产生较大的电磁力作用,引起绕组形变。

3 油浸式电力变压器绕组变形的仿真模型建立

3.1 油浸式电力变压器绕组变形的仿真模型建

立的原理

在进行油浸式电力变压器绕组的仿真需要经过以下几个步骤。首先,建立起电力变压器绕组的等值模型,将工作中的油浸式电力变压器的相关参数进行数字化处理;其次,计算运行中的电力变压器绕组模型的参数,完成对正常和故障的电力变压器绕组参数对比,由此为后续的绕组变形故障识别提供参考。当前搭建起油浸式电力变压器绕组仿真模型是依托于有限元软件所展开的。ANSYS MAXWELL 有限元软件是目前电磁场领域中应用最为广泛的计算机软件,该软件具有良好的人机操作界面和高效的运算功能,同时具有麦克斯韦微分方程可以将海量的电磁场计算公式转变为有限元矩阵计算,可以说,该软件的应用极大地简化了电磁场参数的计算量,提高了工作效率^[2]。

3.2 油浸式电力变压器绕组变形的仿真模型建立的实践

3.2.1 集中参数电路模型建立

集中参数电路主要是指油浸式电力变压器中的绕组是按照匝或是饼的形状设计的,且该模型一般用于变压器的频率响应中的。因此在仿真模型搭建中,需要对这种技术参数下的电路模型进行仿真搭建。实现该模型的仿真建立需要直观的完成绕组变形幅度和集中等效电路中相关元件值的大小设置。

3.2.2 分布参数电路模型建立

分布参数电路模型建立是按照饼线建模,将电力变压器的绕组当作是电阻、电容和电感构成的无源分布网络。由此来反应变压器参数的变化,但是需要注意的是分布参数电路模型不能够对动态变化着的变压器参数反应,也无法得出绕组形变的具体的位置,其仅仅能够达到作用是判断变形是否发生。

3.2.3 多导体传输线模型建立

该模型同样是根据绕组线饼的匝线所仿真设计的模型,一匝对应一条传输线,利用传输线进行电磁耦合联系,由此得到绕组等值分布电路。该模型的仿真建立能够较为精准的还原电力变压器的匝间电压和电感等参数值。但是在实际的运用中,该仿真模型的建立难度较大,所对应的电压等级较高,为后续的认识计算带来较大的计算量。

3.2.4 混合多导体传输线模型

该模型的计算单位还是线饼,其通过设置多个导体来联系传输线,有效地降低待求矩阵的阶数,缩短了计算中的耗费时间。但是需要注意的是,在绕组线饼的缠绕方式和复杂的变压器内部结构中,其参数计算需要具体情况

具体分析。

3.2.5 油浸式电力变压器的绕组等值模型建立

在油浸式电力变压器实际工作中,若是电力变压器输入源频率为 1kHz 以上,其仿真模型构建如下图 1 所示^[3]。

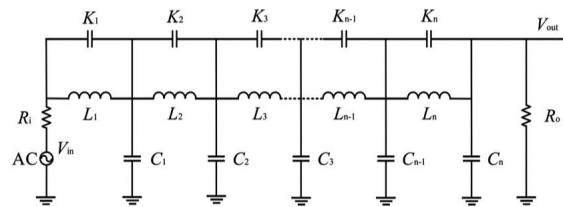


图 1 油浸式电力变压器绕组等值电路仿真模型建立

4 油浸式电力变压器绕组变形的类型识别分析

在上述模型搭建后,需要对模型的正常运行的仿真研究。下文主要是对变压器频率响应法中的扫频信号源分析。变压器频率响应法中的扫频信号源分析,其分析结果能够对绕组故障监测的一些不足进行有效弥补。其扫频信号发生的流程如下图 2 所示,经过这些流程之后,可以对绕组正常状态下的谐振频率和故障状态的谐振频率进行计算分析^[4]。

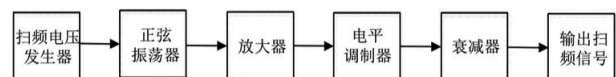


图 2 扫频信号发生的流程

5 结语

综上所述,对电力变压器绕组状态的监测以及故障排查直接影响着电网建设的安全稳定性。传统所采用的监测绕组状态措施明显不再适用于当下的经济发展需求,导入有限元法,借助计算机技术,通过等值模型建立的方式进行电力变压器绕组变形参数势在必行。目前完成油浸式电力变压器的绕组变形的仿真与识别,要求能够从建立起电力变压器绕组的等值模型入手,例如,建立起集中参数电路模型、分布参数电路模型、多导体参数电路模型以及混合多导体参数模型,而后根据解析公式法和有限元分析法,通过计算正常的电压器绕组等值模型参数来识别判断是哪一时刻、哪一阶段出现了绕组形变故障。最后对症下药进行故障的排查和维修。

作者简介:卢晓升(1983—),男,云南腾冲人,工学学士,工程师,研究方向:输变电建设运行管理。

【参考文献】

- [1]白金龙. 油浸式电力变压器绕组变形的仿真与识别研究[D]. 吉林: 长春工业大学, 2019.
- [2]胡迪. 基于 SFRA 法的电力变压器绕组变形检测的仿真与实验研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2017.
- [3]唐治平. 电力变压器绕组变形特性仿真分析与匝间短路故障诊断[D]. 湖南: 湖南大学, 2018.
- [4]陈彦文. 220kV 油浸电力变压器绕组变形在线诊断方法研究[D]. 辽宁: 沈阳工业大学, 2017.