

大型变压器铁心接地故障的判断及解决措施分析

方园园

(天威保变(合肥)变压器有限公司 安徽 合肥 230001)

摘要: 变压器是变电站和发电站的核心装置, 变压器的稳定可靠性直接关系着电力系统的稳定运行, 但是在实际运行过程中, 大型变压器经常会出现各种故障, 铁心接地故障是十分常见的故障, 严重影响着电力系统的稳定性。基于此, 本文首先对变压器进行了简单介绍, 分析了常见大型变压器铁心接地故障类型及产生原因, 并提出了变压器铁心接地故障解决措施, 希望能够为相关从业者提供理论借鉴, 提高大型变压器铁心接地故障的处理效率, 保障电力系统安全稳定运行。

关键词: 大型变压器; 铁心接地故障; 判断

0 引言

铁心接地故障是变压器常见的故障之一, 铁心是变压器重要的组成部分, 在变压器正常运行过程中, 铁心可以帮助变压器完成磁通和能量之间的转化, 但是因为高压高电流下会产生强烈的交变磁场, 引起较高的对地电位差, 这会导致变压器铁心与油箱之间发生放电现象, 引起铁心受损等问题。在变压器运行过程中引起变压器故障的因素多种多样, 其中铁心接地故障最为常见, 因此, 有必要对大型变压器铁心接地故障进行深入研究, 对各种铁心接地故障能够进行准确判断并采取合理的措施及时解决, 以此保障变压器工作的稳定性。

1 变压器概述

变压器主要由初级线圈、次级线圈以及铁心构成, 是利用电磁感应原理改变交流电压的装置, 变压器主要功能包括电压变换、电流变换、阻抗变换、隔离稳压等。变压器变压的原理最早由法拉第发现, 其实际应用是在十九世纪八十年代, 电能输送过程中会存在一定的损失, 对于远距离电能输送来说损失更大, 有了变压器, 可以将电能转换, 使之在转换成高电压低电流的形式进行输送, 输送完成后再转换回去, 以此大大降低了电能输送过程中的损失, 实现远距离电能输送的经济实用性。

铁心是变压器重要的组成部分, 其作用是加强初级线圈与次级线圈之间的磁耦合, 提供磁回路, 绕组通电后产生磁场, 磁力线景观铁心构成磁回路, 增强和引导磁通量, 使整个磁路磁场强度达到最大, 避免漏磁损耗。

在日常生产生活中变压器种类有很多, 可以按相数分为单相、三相等, 按冷却方式分为干式变压器和油浸式变压器, 也可以按用途进行分类。本文讨论的是大型变压器铁心接地故障, 大型变压器是根据其容量进行定义的, 根据GB1094-1996标准规定, 变压器按容量可分为配电变压器、中型变压器和大型变压器三种类型。其中配电变压器指的是额定容量在2500kVA及以下的变压器, 中型变压器指的是额定容量在100MVA及以下的变压器, 而大型变压器则是额定容量在100MVA及以上的变压器。

2 大型变压器铁心接地故障的判断

铁心是变压器重要的结构部件, 铁心出现故障会影响

整个变压器的正常工作, 在变压器实际运行过程中, 铁心接地是最为常见的故障类型。铁心接地通常是发生多点接地, 由于铁心多点接地就会形成一个闭合的回路, 产生环流现象, 这将导致铁心局部温度过高造成绝缘油的分解, 严重情况下会直接造成接地片的熔断甚至烧毁铁心, 铁心电位悬浮产生放电直接对变压器造成损坏。因此, 铁心接地故障的判断和原因分析十分必要。

2.1 铁心接地故障原因分析

变压器正常运行过程中变压器铁心会通过套管引导油箱外面接地, 但是如果发生多点接地则会产生闭合回路引发多点接地故障。引起铁心接地故障的因素有很多, 主要有以下几方面原因: 第一, 变压器自身质量问题, 变压器的生产过程存在一些难以避免的金属颗粒、毛刺超差等问题, 或者在进行维修时变压器内部残留导电性的物质, 这些物质会在磁场作用下形成导电小桥, 导致变压器的铁心与油箱产生短接; 第二, 在进行变压器的安装时, 有可能因为胶粉沫不慎进入箱体在油箱内累计形成桥路; 第三, 变压器长时间工作造成的内部零件的老化磨损等, 例如, 在变压器正常运行过程中由于潜油泵轴承长时间磨损产生一些金属粉末, 这些粉末有可能导致铁心与油箱壁产生短接, 形成电流回路; 第四, 人为因素, 例如, 在进行变压器的安装或者维修时, 由于工作人员不注意或者工作经验不足等个人因素造成定位钉的松动, 缩小了铁心与支板之间的距离, 引起铁心故障。

2.2 铁心接地故障判断

变压器铁心接地故障通常是多点接地故障, 针对这一故障可以通过变压器油色谱数据分析和电气测量数据分析两种方式进行判断。

首先, 变压器油色谱数据分析法。对于大中型变压器来说, 通常需要有一点可靠接地, 进行色谱分析时, 需要将变压器处于停止运行状态, 将正常铁心接地线处于不接地状态, 利用绝缘电阻进行测试, 分析铁心是否存在接地故障。而变压器停止运行状态下进行接地故障分析十分复杂, 可以采用油色谱数据分析法, 这种数据分析方式是通过将变压器油中溶解的气体进行色谱分析, 诊断变压器内部是否存在潜在故障, 也是诊断变压器铁心接地故障常用的数据分析方式, 简单有效。一般在故障初期采用“三比值法”进行判断,

而在实际运用中更多的是采用“四比值法”，这种分析方法是对变压器油中溶解的五种气体特征中的四对比值进行分析，一旦变压器油箱或者铁件存在不平衡电流则可以断定变压器存在多点接地故障。

其次，电气测量数据分析法。在变压器正常运行状态下，通过连接电流表和铁心外引接地套管的接地线，测试是否有电流通过引线，变压器正常状态下引线无电流通过，电流表显示为零或者数值很小在0.3A以内可以忽略不计，如果电流表显示电流数值较大则考虑变压器铁心存在多点接地故障。变压器铁心多点接地故障会引起铁心局部温度迅速升高，造成绝缘体油的成分的变化，铁心局部过热产生的总烃产气速率大大超出正常范围，电气测量数据分析法则是产生的甲烷、烯烃较高的气体或者一氧化碳气体等进行分析，如果这些气体组成发生明显变化则可以判断变压器铁心存在接地故障。

2.3 铁心接地故障类型判断

在确定了变压器存在铁心多点接地故障后还需要对故障类型进行判断，以便于工作人员后期根据不同的故障类型进行处理和维修。

通常情况下铁心接地故障需要结合变压器运行状况综合分析。工作人员需要充分了解变压器投入运行的时间以及负荷情况，以及变压器十分存在突发故障，结合变压器历史运行实际情况和安装过程中的实验进行进行分析，采用色谱分析法和电气试验数据分析法进行综合判断，确认变压器接地故障类型。例如，如果变压器长期处于停止运行状态，色谱分析显示正常，而变压器铁心接地电阻阻值发生了较大变化则考虑是变压器内部进入了异物造成多点接地故障，为不稳定接地故障。如果铁心接地点阻值正常但是测试结果表明确实存在接地故障，这种故障属于稳定接地故障，由于铁心接地点接地牢固，电阻值没有明显变化。

3 大型变压器铁心接地故障处理措施

大型变压器铁心接地故障引起的因素有很多，同时铁心接地故障也分为稳定接地故障和不稳定接地故障，在变压器实际运行过程中不同的铁心接地故障也需要采取不同的方式进行排除和处理，一般来说主要有以下几种方法：

3.1 采取临时措施保障变压器正常运行

变压器的运行是电力系统正常运行的重要保障，变压器停运会引许多问题，如电力系统无法保障正常供电等，因此，在进行变压器停运时还需要充分考虑是否满足停运条件，如果变压器存在铁心接地故障，在无法立即停运的情况下可以采用必要的临时措施先保障变压器的运行。对于大型变压器来说，接地处电流值很大，可以通过利用可调电阻法调低电流，将电流值控制在0.3A以内的范围，避免电流值的继续增大，铁心接地处电流过高会引起铁心局部温度迅速升高从而引发更多问题，因此可以采取控制电流的方式降低铁心温度，避免由于铁心温度过高造成的严重故障，然后再结合色谱分析法对变压器接地电流进行分析跟踪。

3.2 变压器处于停止状态下采用电容放电冲击法处理

变压器停止状态下，工作人员可以断开其铁心接地线，采用兆欧表进行电容充电，充电完成后电容进行放电，放电过程中工作人员测试变压器铁心绝缘电阻，如果阻值正常则表示铁心接地故障已经排除，采取其他措施避免故障延伸恶化，例如可以对故障点产期速率进行监视，对铁心的接地电流进行检测等，对于不稳定接地故障，在铁心接地引出线中采用可调电阻，将电流控制在1A以下，避免电流过高引发更严重的故障。

3.3 故障延伸情况下需要将变压器停止运行并进行检测

如果变压器运行过程中无法控制住故障，故障一直延伸恶化有可能引起严重的事故，因此需要将变压器停止运行，进行停电检测。目前常用的检测方法一般是采用吊罩检测，即对电压器打开吊罩进行仔细检查，吊罩检查过程中要严格按照规定标准进行，钟罩吊起后要妥善放置，底部需要用干净的塑料布隔离，避免对钟罩造成污染。首先检查变压器铁心是否存在与周围其他部件相接触的问题，例如间隙间是否存在螺帽、金属杂质等，如果发现此类现象要立刻解除接触，可以采用氦气或者油对这些杂质进行清理；其次，解开铁心与夹件之间的连接件，利用兆欧表对铁心绝缘电阻进行测试，正常情况下阻值为零，如果测试结果正常且铁心夹件电阻正常则说明铁心接地故障发生在节油箱与铁心之间，对于这种故障可以通过利用一面小小的镜片将光反射到油箱中找到故障发生准确位置，并及时进行故障排除。

3.4 不稳定故障，采取不吊罩方式进行故障排除

如果工作人员确定了变压器铁心接地故障属于不稳定接地故障，则不必对变压器进行吊罩检查，这是由于吊罩检查十分繁琐，同时也存在着较高的风险性，因此对于不稳定接地故障，工作人员无需进行吊罩检查。故障排除方式具体操作如下：首先需要对变压器进行放油处理，检查箱体内部是否存在导致故障的金属杂质，如果存在则将金属杂质进行清除。如果不是金属杂质导致的接地故障，在保障铁心绝缘电阻正常阻值为零的情况下，敲击油箱底部，听是否存在放电声位置变动，如果发生这种情况则继续对放电声位置进行敲击，直到放电声消除，再对铁心接地绝缘体阻值进行测量，判断接地故障是否彻底排除。

4 结语

大型变压器铁心接地故障是变压器故障中十分常见的类型，引起这种故障的因素有很多，因此，在变压器实际运行过程中需要重视铁心接地故障。一方面提升变压器生产工艺，避免由于生产过程中变压器自身质量问题导致的铁心接地故障，另一方面要提升变压器维修人员技术技能，避免人为因素造成的铁心接地故障，一旦发生铁心接地故障，工作人员要第一时间进行判断，根据故障类型采取科学合理的故障排除措施，最大限度降低因铁心接地故障造成的损失，确保变压器的稳定运行，保障电力系统安全稳定运行。

参考文献：

[1] 付文光, 刘志林. 一起典型变压器铁心多点接地故障的跟踪分析与现场处理[J]. 电气技术, 2020, 21(10): 114-116+122.