

电力变压器的电气试验与继电保护

冷川 李昆 高飞

国网河南省电力公司超高压公司

摘要:在我国经济平稳发展的大背景下,电力供给状况的可靠、安全等方面都有较为严格的规范与管理。所以,电力变压器是电力系统中占据着非常重要地位的一种设备,为了更好地保护电力系统,相关从业人员都配备了继电保护设备,它可以在电力系统出现故障之后,及时地将故障设备断开,并向相关的控制部门报告,并采取相应的对策,从而保障电力系统的运行安全。本文主要研究了电力变压器的电学测试和继电保护。

关键词:电力变压器;电气试验;继电保护

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.10.034

引言

在电力系统的整体结构中,变压器起着非常关键的作用,它是电网发挥其功能的重要保证。在电力系统的实际工作中,电力变压器要担负多种任务,既要输送实际的电能,又要按其所需的功率合理地分配。从一定意义上说,电力变压器是电力系统运行的重要保证,因此,对它的电气性能测试和继电保护等问题都要给予足够的关注,因此,在它的真实工作环境下,它的安全性和可靠性性能,就显得十分必要了。只有从最基本的方面来看,保证电力变压器的实际工作状况的安全性和可靠性,才能使电力系统在整体上达到较好的供电效果。在设备本身方面,可以从对电力变压器这一设备本身的理解入手,进而对其进行电气测试、继电保护措施的理解和执行。

一、电力变压器综述

(一)电力变压器具体结构

目前,电力变压器的种类越来越多,但从其工作原理上来看,都是比较稳定的,一般都是由线圈和磁体构成。按照变压器中各元件之间的具体位置关系,可以把变压器粗略地分成两类:

- (1)铁芯变压器;
- (2)壳式变压器。

铁芯变压器的内部结构比较复杂,中铁元素含量比较少,所能发挥的功能也比较基本和简单。铁芯变压器的本体主要包括铁芯、绝缘部件和导线,其中的调压装置主要包括开关和调压部件,另外还有油箱和它的冷却设备,以及各种各样的保护装置。

(二)电力变压器基本分类

根据用途、相数、线圈、铁心结构、电容等几个方面,对其进行了分类。根据实际应用情况,可将变压器分成升压式和降压式;根据相数,变压器可分为单相和多相两种类型;根据线圈的不同,变压器可分成双绕组、三绕组及自耦合式;根据其铁心结构,可将其划分为心型和群型;而根据变压器的容量,又分为大中小四种。另外,变压器又可分为功率型、声型、脉冲型、开

关型和特殊型。

二、电气试验具体进行方式

(一)绝缘电阻试验

绝缘电阻测试是变压器电学测试中最简单的一种预防实验,它能清楚地了解变压器的绝缘状态、过热状态、老化情况、湿度等情况。具体来说,可以用来测试线圈的直流电阻,首先要检查它的内部线圈的接线情况,再用数值方法来测试线圈的直流电阻。而每相绕组间的直流电阻是否均衡,也要根据这个测试值来判定,从而有效地确定调压器开关的齿轮状态通路。

(二)绝缘油试验

在变压器的油箱内,装有一种变压器绝缘油,它具有保温、散热、测量、保护内部部件及防止腐蚀等功能。从物理特性上来说,绝缘油是一种具有很高流动性的液体,它能够提高内部各构件的绝缘强度,并且能够填充内部空间,避免由于空气侵入而导致的绝缘性能下降的情况。同时,由于绝缘油具有比空气更高的绝缘强度,不但能提高其内部元件的绝缘强度,而且能使元件间的绝缘状况更好。所以,通过对绝缘油的试验,能更有效地保证变压器在较好的运行条件下工作。

(三)交流工频耐压试验

在确定了变压器的绝缘特性、绝缘油状态后,还要对其绝缘电气强度进行试验测试,以使其符合有关规范。换句话说,必须对AC频率的耐压测试进行相应的测试。在判断变压器的绝缘强度,检查其绝缘局部有没有缺陷方面,能起到很好的推动作用。只有在一定的高压值下,才能反映出变压器的缺陷,采用交流工频耐压测试能更好地达到检测的目的。

三、电力变压器的电气试验存在的问题

(一)升压速度存在问题

从变压器的结构设计来看,有漏电流是其内在特性,因此,在具体实施过程中,必须特别注意测量方法的应用。在测试手段存在一定误差的情况下,升压模式会对漏泄信号产生不利的影 响,进而影响漏电流测试结果的准确性。

例如，在高温环境下进行绝缘特性测试时，一般都是由微安表进行的，但如果有合成的输出电流混在其中，就有可能无法获得精确的漏电流测量结果，因此，需要在适当的时刻对升压率进行控制后，才能进行漏电流的检测。

（二）电压极性存在问题

在变压器内部绝缘出现故障时，其内部各零组会出现受潮、受潮等情况，由此产生的电压极性问题。一般来讲，在变压器绝缘层水解后，其表面将带有较大的正电荷。正极的电荷相对较多且相对密集时，其作用实质上与额外正极电压相同，因此，电气测试的准确性更佳。在此基础上，提出了一种新的泄漏电流检测方法。

（三）铁芯接地存在问题

在实际的电力测试工作中，由于内部铁芯连接的缺陷，也会导致测试结果出现偏差，进而给以后的工作带来更大的负面影响。在进行电气检测的时候，工程师们一定要注意对设备的铁心有没有接地故障的情况进行检测，如果发现有什么问题，就需要及时、合理地采取各种有效的措施进行处理，这样就不会随着时间的推移，铁心上的电阻增大，导致变压器上的电流异常增加，严重地影响到了试验设备的检测结果的可靠性。

四、改善电力变压器的电气试验问题的方法

（一）全方位提升电气试验水平

为了得到更好的电能测试结果，必须根据测试工作中的合理范围来进行测试。操作人员要对变压器可能的检测方法和运行状况进行评估，只有如此，才能更好地防止在电气试验中出现的各种问题和事故。例如，现在我们可以用脉冲电流法或者超声法，来对交流变压器中的各种情况进行测试和验证，同时，在这个过程中，技术人员也要根据不同的功率检测条件，选择不同的功率检测条件，这样才能保证更高的水平，为交流变压器未来的正常工作打下更加坚实和必要的基础。

（二）增强电力变压器试验设备的日常维护力度

为了保证电力变压器电试验项目的准确性和真实性，基本上能够达到预期的效果，项目组成员要对电力变压器试验设备的日常维护工作给予应有的重视，并明确并加强项目的侧重点，从而对电力变压器试验设备的日常工作流程有更深入的认识，从而能够按照国家的方针和政策，为电力变压器试验设备的正常工作创造良好的环境。例如，工作人员要对电力变压器试验设备的工作状况进行定期的检查，并且要对试验设备的关键零部件进行清洗和保养，并且要在平时的工作中，尽量降低由于绝缘油老化造成的不良影响，这样才能保证电力变压器测试设备的零部件不会受到损坏，从而提高电气试验的精度和真实性。

（三）强化试验人员队伍的建设

在变压器的电学测试中，工作人员的专业知识和创

新能力的实际表现，也会对实验结果的准确性产生影响，所以，要对人才梯队进行更好的有效构建。具体而言，企业要通过定期对员工定期开展专业知识和能力的培训，并对发生过的试验问题进行总结分析和案例分享，并强化对员工的思想教育，提高试验检测的责任感，为企业解决电子测试中存在的问题创造良好的环境。

五、电力变压器继电保护基本原理

同时，为了使继电保护工作更加合理，在保护范围之内，还需要对其主零件进行合理的划分。在保护范围内发生故障时，才能更好地发挥作用；同时，在电网外部出现不正常的情况下，继电保护也要防止各类误动作。要想高效地实施，就需要对电力系统中的电气量情况进行仔细的分析，并根据种种显而易见的情况作出判断。

（一）电流的数值异常增大

电力变压器在正常运行条件下，其内部运行状态必须维持在额定电流范围之内；但是，当变压器出现短路时，它的内部就会出现一种与实际不符的短路保护等级。它不仅损坏了变压器的绝缘结构，还会引起变压器内部的过热，严重时还会引起变压器烧坏。

（二）电力变压器系统电压降低

在电力变压器内部出现短路故障时，其内部相电压也将随之下降。

（三）电流电压相位角有变

当变压器处于正常运行状态时，其内电流与电压的相角与实际负载的功率因数基本一致，在发生短路等情况下，内、外的相角将大幅增大。

（四）阻抗出现一定的变化

测量阻抗从概念上讲就是测量部位的实际电压与电流之间的差异，在正常情况下，功率变压器的阻抗与负荷阻抗基本相同，但一旦出现短路故障，其测量的阻抗就会随之降低。

六、电力变压器继电保护基本需求

为了使继电保护装置的积极效应更好地发挥，必须满足以下几个基本条件：选择性需求条件、高速动功能要求条件、灵敏度要求条件、可靠性要求条件。当电力变压器发生故障时，要尽量满足上述的需求条件，并且在确定了变压器的异常运行现象之后，可以适当的降低这些要求。

（一）选择性需求

当电力变压器发生短路故障时，相关的继电保护装置将控制其保护区域中的故障出口，并发出信号，使发生故障的那一边的其他大流量断路器一同跳闸，以达到各自的独立隔离。当发生不能保证的意外情况时，保护设备应能正确工作。

（二）灵敏度需求

从概念上讲，电力变压器有关的机电保护系统安装

灵敏性,是指在对其保护范围内发生短路或其他相似事故后,继电保护装置的灵敏度指标。传统上,继电保护整定在最大工作状态下进行操作,但是,它的灵敏度却需要在最低工作状态下进行操作,也就是说,只有满足了灵敏度要求的继电保护系统,才能够针对不同的故障状态,在自己的规定范围内进行相应的操作。

(三) 稳定性需求

在电力变压器继电保护设备的特殊工作状态下,安全性能是实现该设备的最基本条件。变压器保护装置系统的可靠性体现在:在装置的主要元件出现质量事故的情况下,如果装置在规定的工作时间范围内没有出现意料之外的性能问题,则该装置的继电保护装置体系还可以正常、有效地工作,而不会出现误动作。

七、电力变压器的继电保护措施和装置

(一) 瓦斯保护

当前,电力变压器多为油浸式心式,其绝缘油主要用于冷却、绝缘,气体继电器正是以这类变压器为对象。一般情况下,当发生内部故障时,因内部过流或放电现象,导致内部油快速溶解,生成气体等成分的气体,同时,因气体释放速度及数量增大,一旦发生瓦斯保护事件,变压器两侧各侧开关均会自动跳闸,达到瓦斯保护的效果。其核心是采用气体继电器,它通常安装在变压器外油枕与油箱间的连通管路中,能够对燃气进行实时检测。

在变压器内部出现故障时,不会出现,只是会慢慢地释放出少量的气体,在运行的过程中,气体继电器也会产生反应,当气体释放到一定程度后,继电器就会以轻瓦斯启动为主。但是,当发生更严重的故障时,因为电力变压器中的油会随周围的气温升高而大量的溶解,因为这种情况下,气体继电器会快速的做出反应,导致重瓦斯启动,并且能够在第一时间切断变压器两边的电路连接,起到保护的作用。所以,气体保护的最大优势在于它能够对变压器的内部故障进行有效的、精确的处理,并且它的操作具有灵敏、快速的特点,在电力变压器上也起到了主保护的作用。

(二) 差动保护

因为瓦斯保护系统只能反映出内部的问题,而不能防止外部问题,而差动保护系统不仅可以防止变压器内的短路问题,还可以对外部引出电缆、套管的相间短路等问题做出响应。

差动保护,是指通过对变压器保护系统计算出的各侧输出电流的数目和相位进行比较而构成的一种保护,该保护装置一般是由一个极性的电流互感器和两端的电流继电器组成,也就是,两个极性相同的电流互感器并联在同一输出回路中,而电流继电器则可以在每条回路之间跳跃。

在确定了两台电流互感器负载比值及其对应的负载

状况后,在正常运行或保护区外故障情况下,输入到差动保护装置中的电流要小于差动保护的正常工作值,从而使时差保护机构无法正常工作。

(三) 过流保护

变压器过流保护就是当变压器自身不存在故障,而外部因素又使其具有很高的过流容量时,它就可以起到很好的保护作用。一般而言,过流保护器并非主要保护器,而是充当变压器与装置之间的备用保护器,当邻近的电力设备保护发生故障时,可以对相间的接地短路进行保护,既可以保护变压器本身,又可以保护邻近的其他电气设备。在过流保护装置中,起动低压的保护模式,将输出电流的门限和时间限制在一个特定的数值范围内,对故障输出进行合理的切断,并将变压器和邻近设备的供电切断,从而使故障不继续恶化。

(四) 零序方向过流保护

零序方向过流保护也是一种备用保护,它是一种在变压器中性点接地运行中发生的接地故障时的保护装置。为了保证零序电流保护能够有一定的选择性,应将中性点布置在线路的两端。

八、结语

总而言之,在对电力变压器进行电气试验的过程中,尤其是在对它们的继电保护状况进行适当地选择的时候,一定要严格遵循各项继电保护的基本标准,这样才能让继电保护的技术符合相关的规范。在此过程中,需要更多地关注和关注所采用的方法和措施的科学性、合理性等问题,唯有更好地保证电力变压器的电气试验与继电保护能够达到预期的效果,才能更切实、更有效地保证电力变压器的工作状况,为保证整个电气系统的安全、完备性,提供一个比较扎实的、必要的基础。

参考文献

- [1] 苏天宇,张鑫鹏.浅论电力变压器继电保护设计[J].黑龙江科技信息,2014(34):34-34.
- [2] 李秋岭.电力变压器的继电保护[J].中国新技术新产品,2014(24):32-32.
- [3] 省志华.电力变压器继电保护设计要点探析[J].技术与市场,2015,22(12):144-144.
- [4] 蒋明辉.刍议电力变压器继电保护设计[J].低碳世界,2015,0(32):26-27.
- [5] 刘涛.电力变压器的电气试验与继电保护[J].低碳世界,2015,5(32):28-29.
- [6] 王爱心.浅谈电力变压器继电保护设计[J].中国新技术新产品,2017(7):59-60.
- [7] 耿磊.浅论电力变压器继电保护设计[J].科技风,2017(20):158-158.
- [8] 刘攀,张波,董燕丽,成慧翔,李凯丽.电力变压器保护系统研究及仿真[J].中国设备工程,2020(23):41-42.