

电力变压器常见故障与诊断方法探析

王 翔

(甘肃省嘉峪关市宏晟电热公司, 甘肃 嘉峪关 735100)

摘 要: 电力变压器的故障判断在电力系统正常运行中具有重大意义。电力变压器在电力系统中具有电压等级转换,不同电力系统之间进行阻抗匹配的功能,是电能输送的主要设备。电力变压器高效、稳定、节能、长期正常工作是电力变压器的核心;及早发现变压器故障并进行处理是电力系统正常稳定工作的保证。本文从电力变压器的结构入手,引出电力变压器的常见故障,介绍了电力变压器的常规故障诊断方法及先进控制检测手段。

关键词: 电力变压器;阻抗匹配;故障检测

中图分类号: TM411

文献标识码: B

文章编号: 1672-5387(2024)05-0107-03

DOI: 10.13599/j.cnki.11-5130.2024.05.032

0 引言

随着国民生活水平的提高,对用电负荷的需求越来越大,电动汽车等阶段性负荷的普及,导致用电负荷忽高忽低,这些因素影响电力系统的正常运行。

林景垞等^[1]分析了常见的变压器故障,提出了常规的故障类型,并提出了故障检测方案作为故障检测分析的初步依据。高晟^[2]介绍了电力变压器试运行前的电气实验,进而根据实验的特点及变压器的反应结果,进而分析了电气故障在变压器中表现,作为故障研判的基础。董明等^[3]对变压器故障时变压器油中的溶解气体分析法中比值法改进为比值范围法,实验证明了此方法的可行性。杨启平等^[4]运用人工神经网络,采用反向传播的BP网络,加入了模糊逻辑推理理论。该算法可以根据故障识别,推断出变压器早期潜在故障,提出报警,给现场管理使用人员提供现场指导及早期故障报警。并给出常规处理意见。李永丽等^[5]将专家知识和神经网络系统相结合,运用变压器中的正序和负序电流的方向作为特征,对变压器进行故障诊断,实验证明此方法不受系统参数的影响,具有广泛的实用性和很强的容错能力,大量仿真结果证明了此方法的优越性。

从上述的文献中可以很明显的看出,针对电力变压器的常见故障,上述作者分析了产生的原因和

处理方式,本文从电力变压器的结构出发,分析常见故障,并介绍了电力变压器一般性的故障诊断方法,进而介绍了先进控制中模糊推理、专家规则库及神经网络在电力变压器故障推断中的应用。

1 电力变压器介绍

1.1 电力变压器结构

由于油浸电力变压器价格便宜、运维简单、使用寿命长等优点。我国大部分电力变压器属于油浸变压器,变压器主要由变压器器身,冷却装置、油箱、继保装置、进线和出线组成。

1.2 电力变压器作用

电力变压器一般长期稳定运行,在供配电系统中,它是供电系统长期稳定、高效运行的最核心设备之一。电力变压器的主要作用是可以做为供电系统电压等级变换设备。变压器可以根据业务需要进行电压等级的变换,在电力传输和分配过程中,电能需要在不同电压等级下进行传输。变压器为完成长距离电能输送,提高电压等级,以减少电能传输时的电阻损耗;到达终端用户,变压器可以根据用户需要将高电压降低,达到用户使用要求。这是因为高压输送具有降低电线电缆中损耗的作用。

收稿日期: 2024-02-28

作者简介: 王 翔(1993-),男,助理工程师,从事电力调度工作。

1.3 电力变压器常见故障

1.3.1 油温过热故障

变压器油温度过高的主要原因是变压器绕组的绝缘有所降低,造成油温过高主要有以下几种情况:内部铁心多点接地形成磁路、油路堵塞等导致散热故障、变压器存在严重的漏磁现象、变压器长期超负荷过载运行和变压器本身质量不过关等。以上情况均可引导致油温过高。

1.3.2 工作声音异常故障

变压器正常工作时,会发出嗡嗡的均匀、连续声音。假如变压器内部组成部分发生故障,其会发出尖锐、断续的声音,其声音很大。当变压器超载严重,变压器的绕组或是变压器绝缘子等表面出现小幅漏电现象时或变压器内部铁心螺栓、夹紧件没有固定牢固都可能会造成变压器声音异常。

1.3.3 过电压及过负载故障

通常,变压器的端电压超过额定电压值的2倍以上时,就会存在变压器过电压故障。当变压器长期运行在过负荷条件时,会发生过负荷故障。过电压和长期过负荷都会引起变压器油升温,从而导致变压器绝缘损坏,变压器加速老化甚至故障受损。

1.3.4 漏油故障

变压器漏油属于严重故障,漏油部位多发生在变压器的阀门位置。故障根源多是阀门材质和工艺不合格、垫圈不合格、安装不规范。还有就是变压器本身质量粗劣,容易出现漏油故障。

1.3.5 其余常见故障

变压器除上述的故障外,其余常见故障主要为:变压器结构不规整、变压器油颜色浑浊发暗,变压器附近出现臭氧气体散发,变压器绝缘瓷瓶等污染严重,变压器油位过低等。

2 电力变压器故障诊断方法

2.1 根据听音判断

变压器在正常运行过程中,会发出均匀连续的嗡嗡声,如果出现以下6种现象均属于变压器异常,需要引起注意。

(1)变压器发出的声音均匀而比平时更响,很大程度是过电压现象,或是变压器过负载。针对大型感性设备启动,或是谐波含量较大设备启动时,变压器内部会瞬间产生哇哇声音。根据上述声音,可以配合电压表、电流表、谐波勘察设备等综合判断设备

故障。

(2)变压器出现很大噪音,并且伴随异常响声,多半是变压器的铁心发生了故障,如铁心或紧固件等出现松动。变压器线圈通过电流时会产生电动力,而铁心没有紧固牢固就会出现异常响声,而这类型的故障根据各种电流、电压、功率因数和谐波等指示仪表很难发现异常,根据变压器的外部观察也很难发现此类故障。

(3)变压器声音有微小放电的声音时,多是变压器绝缘套管放电的声音。这种情况夜间常伴随小火花等情况。形成原因可能是套管表面不够洁净,应确保套管表面正常的耐压水平。

(4)变压器异常声音中有类似水烧开的声音时,大概率是变压器绕组故障。这种类型的故障会使变压器内部发生严重过热现象,时间过长会烧坏变压器,所以出现类似情况必须尽快停止变压器工作,进行故障检查并处理故障。

(5)变压器出现异常响声并伴随爆裂声音时,多是变压器绝缘击穿,此时应立即停电,进行整体故障排除。

(6)变压器声响过程中出现有规则碰撞声时,可能时变压器运行过程中出现的正常轻微震动,或是输油泵、冷却风扇等机械运行部件出现裂纹、磨损等故障发出的声音。

2.2 根据气味颜色判断

变压器内部故障及各部件过热也会引起一系列的气味、颜色的变化。

(1)变压器绝缘套管端子的紧固松动,导致表面过热氧化,会出现黑色和烧糊味道。

(2)变压器漏磁等,在变压器表面引生涡流,使变压器表面烧黑变色。

2.3 根据温度判断

(1)变压器多数故障都伴随强烈的放热,所以检查变压器各部分温度是判断变压器工作正常与否的很重要一个指标。

(2)变压器室环境温度超过允许值、长时间负荷超过规定值、油路阀门堵塞、风扇损坏没有打开等故障都会引起变压器温度升高。

综上所述,根据变压器发出的声音,变压器的温度以及变压器附近气味异常等情况判断故障只能作为初步故障诊断的依据。进一步判断变压器故障多根据各种变压器参数测量,再进行分析后才能更好

的判断变压器故障。

3 先进控制方法在变压器故障诊断中的应用

3.1 模糊控制在变压器故障诊断中的应用

由于变压器故障本身就是多种因素叠加,对检测到的数据临界点不是非黑即白的情形,有一定的过渡性,符合模糊识别的使用条件。

根据变压器故障性质,设 U 为发生故障情形的集合,取 U 的子集为变压器放电故障、变压器过热故障,根据气象色谱法原理,取 U 的特征向量为 C_2H_2/C_2H_4 、 CH_4/H_2 、 $C_2H_2/(C_1+C_2)$ 用以上三种气体的比值来反应 U 的特征故障。

由于变压器故障发生的位置不确定、色谱分析产生的误差不确定及故障程度不确定,但是其根据数理统计学理论推理可知,其故障类型呈现正态分布或近似正态分布。

运用典型模糊理论进行事故状态进行推理,从而根据推论特征判断变压器故障类型

3.2 专业系统在电力变压器故障中的诊断

本方法是采用红外检测技术对变压器表面的热特征进行提取,与变压器相关领域专业经验确定的允许值进行比较从而对变压器故障进行诊断的方法。本方法将采用模糊数学来识别、预测进而对变压器进行故障诊断,实现变压器故障诊断的智能化。变压器故障诊断属于模式识别问题,一是运用数据逻辑描述模式的结构,确定问题的推理方法,二是统计诊断法,找出特征测量值,组成特征向量。并用特征空间法来识别每一模式。

该方法的三要素是:特征向量、特征空间和判断函数,即由一些故障特征(如红外诊断中的温度分布)构成特征向量,根据特征向量把被测设备工作状态分为若干个区域(如状态正常,一般性异常发热,严重或危险性故障),每个区域对应一种状态模式,选择一定的判断准则构成判别函数。故障诊断的流程是:故障检测时,从被诊断设备获得特征向量值,根据判别函数识别特征向量对应的设备运行状态模式。

3.3 神经网络在电力变压器故障中的诊断

基于神经网络的变压器故障诊断大多采用 BP

神经网络,在进行系统识别前,将数据分为测试数据集和训练数据集,训练数据集用于对神经网络的训练,测试数据集用于测试训练的神将网络的效果。神经网络要求两个数据集要独立采样,更准确体现方法的可行性。本方法选用三层神经网络作为整体的模型结构。

样本的选择是关键,根据样本的选择,对网络进行训练,层次越多,样本越多,拟合程度越高,但是相应的训练的时间和采样的需求量也越大,不利于快速计算出网络各个节点的权值。我们可以尽可能选择具有代表性的样本对网络进行训练。

输入模式可以采用变压器油中的溶解气体的成分和含量。对于溶解的气体的含量和成分与对应的变压器故障进行识别,分析 CO 和 CO_2 对电力变压器故障判断十分有效,但由于其参数含量的分散性,导致判断精度大大降低,我国大多采用改良三比值法。

输出模式采用正常、低温过热、中温过热、高温过热、局部放电、低能放电、高能放电等作为输出层。

试验用样本可以使用甘肃省电力科学研究院发布的变压器故障中样本数据典型值作为训练样本。经过典型样本训练,从而达到精确识别故障类型的目的。

4 结语

介绍了电力变压器在电力系统中的主要作用并着重介绍了油浸式变压器的结构特点,然后介绍了电力变压器常见故障以及电力变压器的常规故障诊断方法,并将现代控制与识别技术应用到电力变压器各种故障识别中。

参考文献:

- [1] 林景垞. 变压器故障检测与诊断技术研究现状 [J]. 电气开关, 2021, 59(3): 101-103.
- [2] 高一晟. 电气试验在变压器故障分析中的应用研究 [J]. 中国设备工程, 2017(20): 46-47.
- [3] 董明, 赵文彬, 严璋. 油气分析诊断变压器故障方法的改进 [J]. 高电压技术, 2002(4): 6-8.
- [4] 杨启平, 薛伍德, 兰之达. 人工智能在变压器故障诊断中的应用 [J]. 电力自动化设备, 2001(12): 16-18.
- [5] 李永丽, 顾福海, 刘志华, 等. 神经网络理论在变压器故障诊断中的应用 [J]. 电力系统自动化, 1999(24): 20-22, 27.