

全密封变压器波纹油箱有效散热面的优化设计策略

葛 臣

(山东玲珑机电有限公司, 山东 招远 265400)

摘 要 现阶段,我国大部分地区采用的依然是油浸式变压器,但是以往应用的是带储油柜的油箱。随着科学技术的飞速发展,不带储油柜的全密封结构变压器的出现,可以很好地保障变压器的寿命。本文针对全密封变压器波纹油箱有效散热面优化设计需要遵循的基本原则进行了探究与分析,并提出了优化全密封变压器波纹油箱有效散热面的策略,希望有助于变压器设计水平的提高。

关键词 全密封 变压器 波纹油箱 散热面

中图分类号:TM4;TQ6

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2021)12-0001-02

全密封变压器主要包括两种结构,一种为全充油式密封变压器,另一种为带气垫全密封变压器。两者相对比,全充油式密封变压器外形相对更为美观,加工更为方便,并且波纹油箱壁具有较高的伸缩弹性,符合变压器体积变化的需求。因此,该结构形式的变压器应用得更为广泛,但是部分设计人员在设计变压器时,并未准确地计算全密封变压器波纹油箱散热面积,阻碍了全密封变压器的大范围推广,由此我们要进一步优化变压器散热面设计。

1 全密封变压器的基本原理

变压器波纹油箱的波纹板通常是由 1 到 1.5 毫米质量较高的薄钢板经过压力冲击而形成的,薄板的四周为波纹筋,两侧为散热面。受油收缩负压或者油的膨胀正压的影响,具有一定弹性的平面将向筋内凹进或者向筋外凸出,这些波纹筋的容积也会随之减少或者增加,以此应对油的体积变化。因为薄钢板平面不管是凸出还是凹进都是被动形成的,所以油箱内腔一直处于满油的状态,全密封变压器波纹油箱需要符合要求主要包括以下两点:

第一,波纹筋可以弹性地应对因为油有体积变化而产生的最大膨胀或者收缩量;

第二,在变压器正常的使用寿命期间,波纹油箱必须可以承受得住不断地被动凸出或者凹进,保证油箱不会出现变形和渗漏的问题。据相关数据统计,如果波纹油箱可以在 20 年内承受得住每天一次的凸出或者凹进变化,也就是总共可以承受 7300 次的膨胀与收缩,便能够满足变压器的使用寿命要求。

2 优化全密封变压器波纹油箱有效散热面的策略

2.1 全密封变压器波纹油箱有效散热面优化设计需要遵循的基本原则

全密封变压器波纹油箱有效散热总面积为:变压器空载消耗和变压器负载消耗的和除以散热系数。设计波纹油

箱有效散热面积时需要遵循的基本原则包括以下两个方面:一方面,波纹油箱有效散热面的设计需要符合全密封变压器的散热需求^[1];另一方面,在设计波纹油箱有效散热面时,应该尽可能地先分析长边方向需要添加的波纹片。如果在长边方向添加了最大个数的波纹片,但是依然未达到全密封变压器的要求,那么就需要在长边方向和宽边方向一同添加波纹片,以此更好地满足变压器的要求。在这一过程中,需要结合长边方向和宽边方向不同个数和波高波纹片的选取来获得不同的散热面积,以此保证设计出的全密封变压器波纹油箱的有效散热面不低于最小散热面,同时还需要符合波纹油箱的温升需求。

2.2 根据波纹板的运动规律优化有效散热面设计

全密封变压器在正常运行的过程中,油平均温度和油体积呈现出线性变化关系,并且油平均温度的变化情况充分体现着油箱波纹筋两侧的凸出和凹进的运动情况。油平均温度的描述方式主要包括环境温度和油的平均温升,而每天环境温度在自然条件下发生变化的规律与正弦曲线类似^[2],并且油每天的平均温升也可以以每天为一周期通过正弦曲线来表示。如果环境温度变化的正弦曲线和油日平均温升的正弦曲线恰好同步叠加,那么油日平均温升的波动幅度也就最大,而年度油平均温升变化的规律则近似双重正弦曲线。在这样的情况下,波纹板的运动破坏性最大,所以在优化全密封变压器波纹油箱时,一定要准确地计算波纹板的运动规律。按照国际规定,全密封变压器所处环境的最高温度不可以超过 40 摄氏度,年平均温度不可以超过 20 摄氏度,最低气温不可以低于零下 25 摄氏度,当然这一规定适用的是户外使用的全密封变压器。油的平均温升通常情况下不超过 40 开尔文,那么油的平均温度则不可以超过平均温升加上 40 开尔文,最低温度依然是不可以低于零下 45 摄氏度。我国大多数地区每天的环境温度差不会超过 10 开尔文。

2.3 注重优化波纹油箱的设计

通过人工的方式计算全密封变压器波纹油箱有效散热面积时十分的复杂,并且在整个计算的过程中存在很多重复性劳动,这对波纹油箱的优化设计和全面推广显然是一种较大的阻碍。由于其中存在的各种弊端,所以在优化波纹油箱设计的过程中,应该加强 C++ 语言的运用,这样不单单可以很好地弥补人工计算中存在的诸多不足之处,同时还可以减少设计波纹油箱的时间,并且保证波纹油箱设计的准确性,有助于波纹油箱的广泛应用和全面推广^[3]。波纹片的设计是波纹油箱设计中非常重要的一个环节,为此在优化波纹油箱设计的过程中,一定要注重规范波纹片的设计流程:第一,准确计算波纹片的参数;第二,合理选择波纹片的设计方案,其中包括只有长方向分布的波纹片和长方向宽方向双方向分布的波纹片;第三,合理选择长方向的波纹片个数;第四,合理选择短方向的波纹片个数;第五,准确计算波纹片的波高;第六,将所有的计算结果存储起来。其中波纹片设计方案的选择,通常由长边方向和宽边方向波纹片的个数形成的散热面是否可以很好地满足全密封变压器的散热需求所决定。在利用 C++ 进行波纹油箱设计时,可以在 C++ 界面将相关参数输入其中,再单击“计算”这一按钮,这时计算机就会自动进行运算,随后单击“显示结果”,这时界面上就会显示出相关的波高、片宽、长边方向波纹片个数、宽边方向波纹片个数和有效散热面积,设计者便可以根据水要求自行选取这些数据信息。

2.4 保证全密封变压器波纹油箱的紧固性

普通变压器的油箱沿通常都是依靠螺栓联接紧固的,而全密封变压器波纹油箱沿不存在联接孔,所以不能够像普通变压器一样利用螺栓联接紧固。因此,设计人员在设计全密封变压器波纹油箱沿结构时,可以通过紧固下上节油箱沿的方式,利用 C 型卡具的安装提高油箱的紧固性^[4]。在这一过程中,设计者应该根据油箱沿的厚度合理地选择 C 型卡具的开口尺寸,并且还需要严格地校核 C 型卡具的强度,确保其自身的强度可以满足紧固油箱沿的需求。除此之外,还需要合理地选择油箱沿密封件。一般情况下,设计人员在优化波纹油箱有效散热面积时,会选择使用胶排密封件。以此保证 C 型卡具的紧固性和尺寸均符合波纹油箱的紧固性要求,所以可以选择使用具有较细直径的耐油胶棒。

2.5 保证波纹油箱的真空强度

在优化设计全密封变压器波纹油箱有效散热面的过程中,必须保证波纹油箱的真空强度。这就需要在紧固油箱沿以及精准地定位变压器位置后,通过相关试验进一步检测油箱的真空强度,上节油箱沿的受力需要朝向油箱内腔,所以上节油箱沿需要朝着内腔的方向变化形状,但是用于紧固的螺栓通常会局限油箱沿形状的变化,这时就需要在设计时对螺栓实施剪切力,以此保证油箱沿的变形。全封闭变

压器波纹油箱不存在有紧固螺栓,其只能通过调节上节和下节油箱沿之间的摩擦力来控制油箱沿变形的方向^[5]。在真空的作用下,上节油箱沿的密封垫会在压缩过程中发生形状变化,这时 C 型卡具的紧固力便会有所降低,上节油箱和下节油箱沿之间产生的摩擦力也会有所降低。如果不及时采取相应的措施进行控制,很容易导致上下节油箱出现移位的情况。在大气压的作用下,上节油箱沿一般会突然朝着油箱内腔的方向发生形状变化,从而损害油箱,无从谈及波纹油箱有效散热面的优化设计。所以在优化设计全密封变压器波纹油箱有效散热面时,一定要保证油箱的真空强度,避免因为真空强度过大而导致油箱沿的形状发生变化。因此,设计人员可以选择在下节油箱内腔内安装定位挡板,在高低压侧各安装三到五件挡板,顺着短轴的方向安装一件挡板,以此防止油箱沿向着油箱内腔发生形状变化。为了避免在试验的过程中造成油箱沿形状变化,可以在油箱沿的外侧焊接一个固定板,外部固定板的安装需要对应内部挡板,并使用螺栓固定,以此避免外部出现油箱移位的情况,从而保证波纹油箱的有限散热面。

3 结语

综上所述,对于全密封变压器波纹油箱来说,有效散热面的设计直接影响着全密封变压器性能的充分发挥和使用寿命。因此,为了保障全密封变压器的性能和使用寿命,设计人员一定要优化有效散热器面积。在这一过程中,设计人员一定要认识到人工计算存在的弊端,并加强先进技术手段的运用,以此保证油箱散热面的有效性。

参考文献:

- [1] 冯乐. 全密封式电力变压器瓦斯保护动作及渗漏油故障研究与治理 [J]. 中国氯碱, 2021(06):24-26.
- [2] 王启新, 陈思远, 王宇轩. 箱式变压器自动抽风散热装置设计 [J]. 农村电工, 2021, 29(01):32.
- [3] 谢鹏. 基于数据和模型的油浸式电力变压器健康管理系统研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2020.
- [4] 蔡木良, 石华林, 余霜鸿, 黄康杰, 郝钰, 熊斌. 基于相变辅助散热单元的配电变压器强化散热研究 [J]. 变压器, 2020, 57(11):10-14.
- [5] 王宏建. 大型油浸式变压器箱体漏磁场屏蔽结构研究与设计 [D]. 大庆: 东北石油大学, 2020.