



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104697664 A

(43) 申请公布日 2015.06.10

(21) 申请号 201510120864.1

(22) 申请日 2015.03.18

(71) 申请人 深圳太辰光通信股份有限公司
地址 518040 广东省深圳市福田区车公庙泰
然科技园 201 栋 6 楼

(72) 发明人 郑敏 侯丹

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有
限公司 44223

代理人 江耀纯

(51) Int. Cl.

G01K 11/32(2006.01)

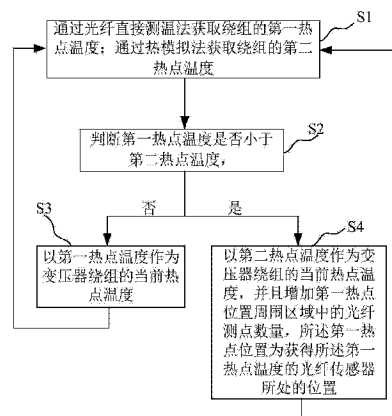
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

调整变压器绕组热点温度在线监测的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种调整变压器绕组热点温度在线监测的方法,包括:S1、通过光纤直接测温法获取绕组的第一热点温度;通过热模拟法获取绕组的第二热点温度;S2、判断所述第一热点温度是否小于所述第二热点温度,若否,则执行步骤S3;若是,执行步骤S4;S3、以所述第一热点温度作为变压器绕组的当前热点温度,并返回步骤S1;S4、以所述第二热点温度作为变压器绕组的当前热点温度,并且增加第一热点位置周围区域中的光纤测点数量,所述第一热点位置为获得所述第一热点温度的光纤传感器所处的位置,同时返回步骤S1。



1. 一种调整变压器绕组热点温度在线监测的方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1、通过光纤直接测温法获取绕组的第一热点温度;通过热模拟法获取绕组的第二热点温度;

S2、判断所述第一热点温度是否小于所述第二热点温度,若否,则执行步骤 S3;若是,执行步骤 S4;

S3、以所述第一热点温度作为变压器绕组的当前热点温度,并返回步骤 S1;

S4、以所述第二热点温度作为变压器绕组的当前热点温度,并且增加第一热点位置周围区域中的光纤测点数量,所述第一热点位置为获得所述第一热点温度的光纤传感器所处的位置,同时返回步骤 S1。

2. 如权利要求 1 所述的调整变压器绕组热点温度在线监测的方法,其特征在于:所述步骤 S1 中光纤直接测温法的光纤测点分布于绕组顶部与距离绕组顶部 1/4 绕组高度的区域内。

3. 如权利要求 1 所述的调整变压器绕组热点温度在线监测的方法,其特征在于:所述步骤 S1 中光纤直接测温法的光纤测点分布于变压器厂商提供的绕组热点参考位置范围内。

4. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的调整变压器绕组热点温度在线监测的方法,其特征在于:通过位于变压器壳体上的接口板将光纤传感器用光纤引出并连接至光纤测温分析装置,以分析得到所述第一热点温度。

5. 如权利要求 1 所述的调整变压器绕组热点温度在线监测的方法,其特征在于:所述步骤 S1 中的热模拟法采用绕组温度计。

6. 如权利要求 1 所述的调整变压器绕组热点温度在线监测的方法,其特征在于:还包括根据所述当前热点温度来计算变压器寿命损失。

调整变压器绕组热点温度在线监测的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输变电设备中变压器在线监测领域,尤其涉及一种调整变压器绕组热点温度在线监测的方法。

背景技术

[0002] 电力变压器是电力系统中的核心设备之一,其安全稳定对于保障电力系统的可靠运行具有重要意义。变压器寿命主要取决于其绕组的绝缘老化状况,而温度过高会导致绝缘纸性能下降,因此温度过高是造成电力变压器绝缘损坏的主要因素,其中绕组温度的升高将直接影响到变压器的寿命与安全运行。因此,变压器绕组热点温度的研究受到国内外学者的广泛关注。

[0003] 目前得到变压器绕组热点温度主要有三种方法,分别是间接算法,热模拟测量法和直接测量法。

[0004] 1) 间接算法:

[0005] 间接算法中应用最广泛的是 IEEE Std C57.91 和 IEC354 标准中推荐的热点温度计算模型。在这两个模型中,热点温度由环境温度,顶油或底油温度,以及绕组热点对油的温差来计算得到。在预测方程中,针对不同负载情况采用不同的负载系数进行修正,对于不同的冷却方式则采用相应的绕组指数和油指数进行修正。但是,经验模型在计算时误差较大,尤其是大容量变压器顶层油温明显滞后于绕组温度,当变压器负载快速增加时,由于热传递响应速度的原因,变压器顶层油温需要经过一段时延才能反映出绕组的工况变化,这种情况下采用该方法很难较准确的反映绕组及匝间油道温度的快速变化,对变压器的允许过载及运行寿命评估几乎没有实际意义。

[0006] 基于这两个预测模型,又有学者提出了许多改进的热点温度模型。如通过对变压器不同运行情况下试验发现当负载增加时,变压器绕组热点温度升高速度比采用顶油时间常数的指数方程预测值快,进而对上述两个标准中推荐的方程进行了修正,在热点温升基础上加入了过冲因子;另外,在变压器短路热试验研究的基础上对上述标准中推荐的方程进行了修改,建立了基于底油温度的热点温度预测方程。2001年,加拿大 Manitoba 大学的 Swift 等人提出了一种基于热电类比的热点温度预测模型,此类模型中含有较多的非线性参数,需要采用参数辨识方法来确定。

[0007] 然而,上述提到的多种热点温度间接算法,公式中许多参数都由经验得出,通用性不强,虽可以近似计算变压器绕组热点温度,能够基本反映真实的热传导过程,但是对于变压器的非线性反应不足,在热路中没有涵盖影响变压器绕组热点温度分布的全部重要因素,引起计算结果精度不足,并且,只能求解热点温度值,不能得到热点的具体位置。

[0008] 2) 热模拟测量法

[0009] 热模拟测量法以绕组热点公式为基础。根据 IEC 354 《变压器负载导则》规定,绕组的热点温度应为 $T_h = K \cdot \Delta T_{wo} + T_o$, 即绕组热点温度 T_h 是铜油温差 ΔT_{wo} 与顶油温度 T_o 的函数,式中 K 为热点系数。IEC 354 认为, K 值的大小与变压器容量大小、短路阻抗和绕

组结构有关，如对配电变压器 K 值取 1.1，而对大中型变压器 K 值取 1.3。式中 T_0 可以使用油面温度计获得，其原理是利用插入油箱内的温包感应顶层油温的变化，引发测量系统中液体的膨胀，导致弹性元件发生位移并带动指针。换言之，只要测得铜油温差 ΔT_{w0} ，根据 T_0 ，也就能得出绕组热点温度 T_h 。

[0010] 严格来讲，“热模拟”技术在静态条件下或者负载缓慢变化的条件下，能较好的模拟计算变压器绕组平均温度。热模拟法的提出较早，现在国内外的油浸变压器上也有较多的应用，具体实现方式中采用绕组温度计。

[0011] 3) 直接测量法

[0012] 直接测量法是在变压器靠近导线部位或者导线线饼中安装温度传感器，直接测量绕组的热点温度。传感器有声频、结晶石英、荧光、红外辐射激发式、镓砷化合物晶粒光致发光剂量计传感器等多种形式，埋入方法有多点埋入流道间隙及只埋设在线饼间隙流道出口处等多种。对变压器温度的直接检测不能采用常规的电传感器温度测量系统，而红外光学测温系统只能用于物体表面温度的测量，对结构复杂的变压器内部温度无法进行。光纤温度传感器有良好的电绝缘性，极强的抗电磁干扰能力和优良的可靠性，因此非常适用于变压器内部的温度测量。

[0013] 直接测量法的优点在于监测方式直观，且直接反映了所测位置的温度。理论上，变压器设计制造好之后，其热点位置基本上是确定的（跟变压器本身的绕组材料、尺寸，油道的设计有关），但又无法预测热点的具体位置，在应用直接测量法时，往往先通过变压器的设计结构及模型计算，得到热点位置可能存在的区域，然后在此基础上确定光纤传感器安装位置分布，以增加监测到热点温度的可能性。在 IEC60076 中提到，如采用光纤直接测量绕组温度的方式进行热点温度监测，可以直接将光纤测温的最高温度作为热点温度进行计算。其缺点在于热点位置本身难以确定，且在变压器实际运行过程中热点位置可能发生变化，因此传感器的安装位置不一定就能捕捉到实际的热点温度，所测得的最高温度只是作为实际热点温度评判的一个参考。

发明内容

[0014] 相对于其他获取热点温度的方法，光纤直接测量变压器绕组热点温度的方法具有较强的实时性、直观性，而且对于绕组温度变化的响应较快，因此提高光纤传感器放置位置的准确性很重要。本发明的主要目的在于提出一种变压器绕组热点温度的在线监测方法，基于光纤测温，并根据通过热模拟法所获得的绕组最高温度，来调整光纤测温的测点分布，以使传感器的安装位置不断逼近热点真实位置，从而使获得的热点温度更加接近实际的热点温度。

[0015] 本发明提出的方案如下：

[0016] 一种变压器绕组热点温度的在线监测方法，包括以下步骤：

[0017] S1、通过光纤直接测温法获取绕组的第一热点温度；通过热模拟法获取绕组的第二热点温度；

[0018] S2、判断所述第一热点温度是否小于所述第二热点温度，若否，则执行步骤 S3；若是，执行步骤 S4；

[0019] S3、以所述第一热点温度作为变压器绕组的当前热点温度，并返回步骤 S1；

[0020] S4、以所述第二热点温度作为变压器绕组的当前热点温度，并且增加第一热点位置周围区域中的光纤测点数量，所述第一热点位置为获得所述第一热点温度的光纤传感器所处的位置，同时返回步骤 S1。

[0021] 采用本发明提供的上述调整变压器绕组热点温度在线监测的方法，基于光纤直接测量变压器绕组热点温度的方法（简称光纤直接测温法或光纤测温法），并以热模拟法作为对比和补充，来提高光纤测温法获取热点温度的准确率：当采用光纤测温法所测得的绕组最高温度（即所述第一热点温度）小于采用热模拟法测出的绕组最高温度（即所述第二热点温度）时，说明获得最高温度的光纤传感器离热点位置还有距离，同时也说明热点位置应当在该传感器附近的区域，此时可以根据各光纤传感器及其温度值，将温度值较低的传感器往温度值最高的传感器的方向调整，这样便增大了下一测温时刻传感器获得热点温度的概率，换言之，就是采用热模拟法作为调整光纤测温法准确度的手段。这样一来，使得每一次在线监测的热点温度逐渐靠近实际热点温度，提高了光纤测温法获取到实际热点温度的概率，使得变压器的运行安全性大大提高。

附图说明

[0022] 图 1 是采用绕组温度计测量绕组温度的示意图；

[0023] 图 2 是采用光纤传感器直接测量绕组温度的示意图；

[0024] 图 3 是光纤传感器分布的一种优选实施方式；

[0025] 图 4 是本发明具体实施例的调整变压器绕组热点温度在线监测的方法的流程图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图和具体的实施方式对本发明作进一步说明。

[0027] 本发明的具体实施方式提供一种调整变压器绕组热点温度在线监测的方法（以下简称调整方法），用于变压器绕组温度监测领域，如图 4 所示，所述调整方法包括以下步骤 S1 ~ S4：

[0028] S1、通过光纤直接测温法获取绕组的第一热点温度，通过热模拟法获取绕组的第二热点温度。具体地，光纤直接测温法可以参考图 2，在变压器 100 的绕组中不同位置设置光纤传感器 200，一般变压器都有三相，所以至少有三个绕组，例如图 2 中，在三相绕组 101、102 和 103 中都设置了多个光纤传感器 200，并且如图 3 所示，以绕组 101 为例，优选地将光纤传感器 200 分布于绕组顶部至距离顶部四分之一 H 的区域内（其中 H 为绕组的总高度），可以通过传感器安装块 106 将光纤传感器置于油道 105 之中，同时，还可以在绕组底部也设置光纤传感器，或者，如果变压器厂商有提供热点位置的参考区域，可以将光纤传感器重点分布于该参考区域内，从而可以监测到绕组不同位置的温度。经光纤传感器 200 获得的温度数据为光信号，通过接口板 300 与光纤 600，将温度数据传输到光纤测温分析装置 400 进行数据处理以获得每个光纤传感器所在位置处的绕组温度值，在同一时刻内获得的多个绕组温度值中，最大值即为该时刻的所述第一热点温度。热模拟法获取第二热点温度优选地采用绕组温度计，参考图 1，绕组温度计包括电流互感器 10、温度传感器 20、电流匹配器 30、电热元件 40 以及指示仪表 50，温度传感器 20 设置于变压器 100 的油箱顶部的温度计座内，当变压器负载为零时，绕组温度计的指示仪表 50 的读数为变压器油箱的顶层油温，当变压

器带上负载后,通过电流互感器 10 取出的与负载成正比的电流经电流匹配器 30 匹配调整后流经嵌装在弹性元件(布登管)内的电热元件 40,致使电热元件 40 产生热量,从而使弹性元件内的液体进一步膨胀,表计弹性元件的位移量增加。因此,变压器带上负载后,弹性元件(布登管)的位移量是由变压器顶层油温和变压器的负载电流两者共同决定的,绕组温度计指示的温度是变压器顶层油温 T_0 与绕组线圈对油的温升(即铜油温差 ΔT_{w_0})之和,因此将温度计读数减去顶层油温 T_0 之后,得到铜油温差 ΔT_{w_0} ,再将铜油温差乘以热点系数 K ,即可计算此时的绕组热点温度 $T_h = K \cdot \Delta T_{w_0} + T_0$ 。

[0029] S2、判断所述第一热点温度是否小于所述第二热点温度,若否,则执行步骤 S3;若是,执行步骤 S4;

[0030] S3、以所述第一热点温度作为变压器绕组的当前热点温度,并返回步骤 S1;

[0031] S4、以所述第二热点温度作为变压器绕组的当前热点温度,并且增加第一热点位置周围区域中的光纤测点数量,所述第一热点位置为获得所述第一热点温度的光纤传感器所处的位置,同时返回步骤 S1。一般来说,变压器绕组的热点位置与绕组本身的材料、尺寸和油道的设计有关,当变压器设计好之后,理论上热点位置几乎不再改变,但出厂时暂时没有合适的技术手段来精确确定热点的具体位置,顶多只能通过模型仿真计算定性热点可能出现的区域,因此光纤传感器的安装和分布也只能凭经验。采用本发明提供的方法,变压器在运行过程中,在不出现瞬时大电流等异常故障的情况下,可以依据上一次的绕组温度测量结果来调整光纤测温的测点分布,以使光纤测点逐渐逼近热点位置。例如:当前测温结果显示采用热模拟法得到的绕组最高温度为 200°C ,而光纤测温法得到的绕组最高温度仅为 180°C ,则此时应当以 200°C 作为绕组的当前热点温度来进行变压器运行的调整、寿命损失的计算等,更重要的是,说明此时光纤测温法中传感器的分布离热点位置还有可调整的距离(即便 200°C 也并非实际热点温度),此时可以进行光纤测点的调整,让得到较低温度值的光纤测点往温度值较高,尤其是往温度值最高的传感器周边移动,即可以根据光纤传感器目前监测到的温度分布情况,把光纤传感器的安装位置进行调整,以不断逼近真实的热点位置,便可以增加获得实际热点温度的概率,如此调整后使得下一时刻的测量中,传感器获得的温度值更加接近实际热点温度。基于此种调整来进行热点温度的在线监测,使得监测到的热点温度更加准确,从而使得变压器寿命损失计算也更精确。

[0032] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干等同替代或明显变型,而且性能或用途相同,都应当视为属于本发明的保护范围。

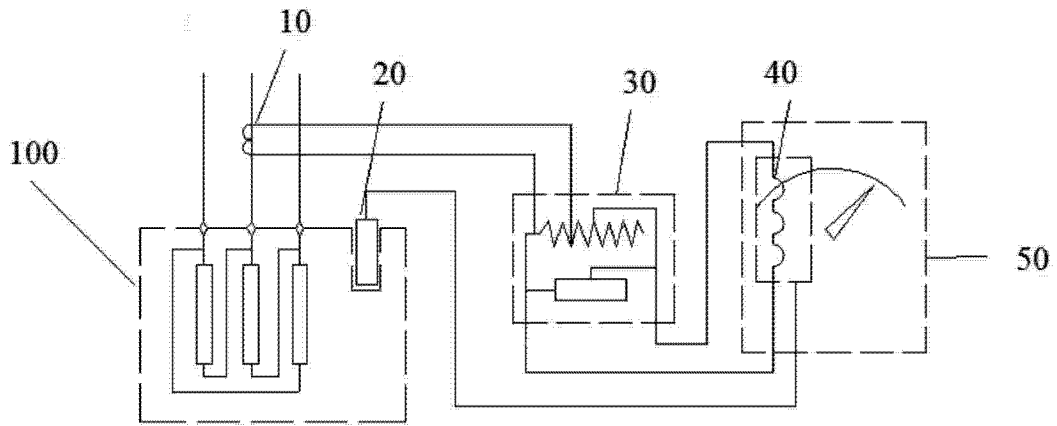


图 1

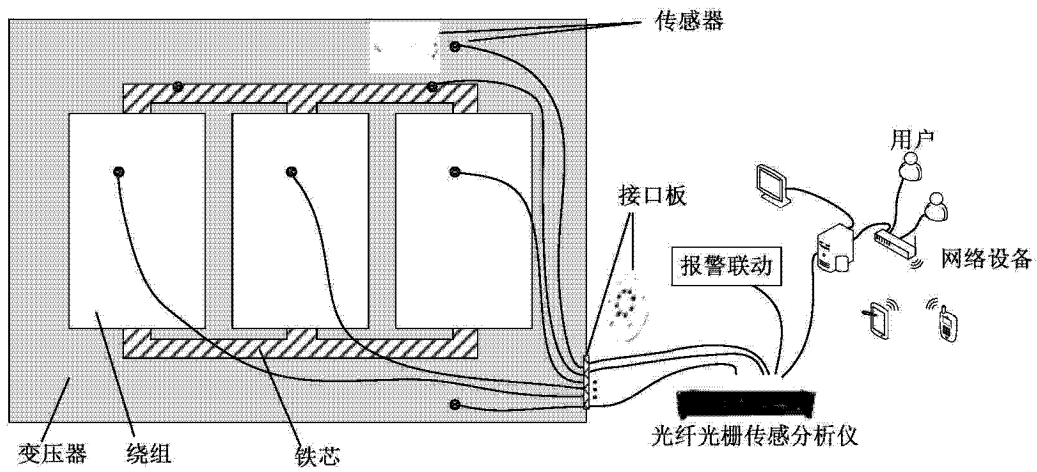


图 2

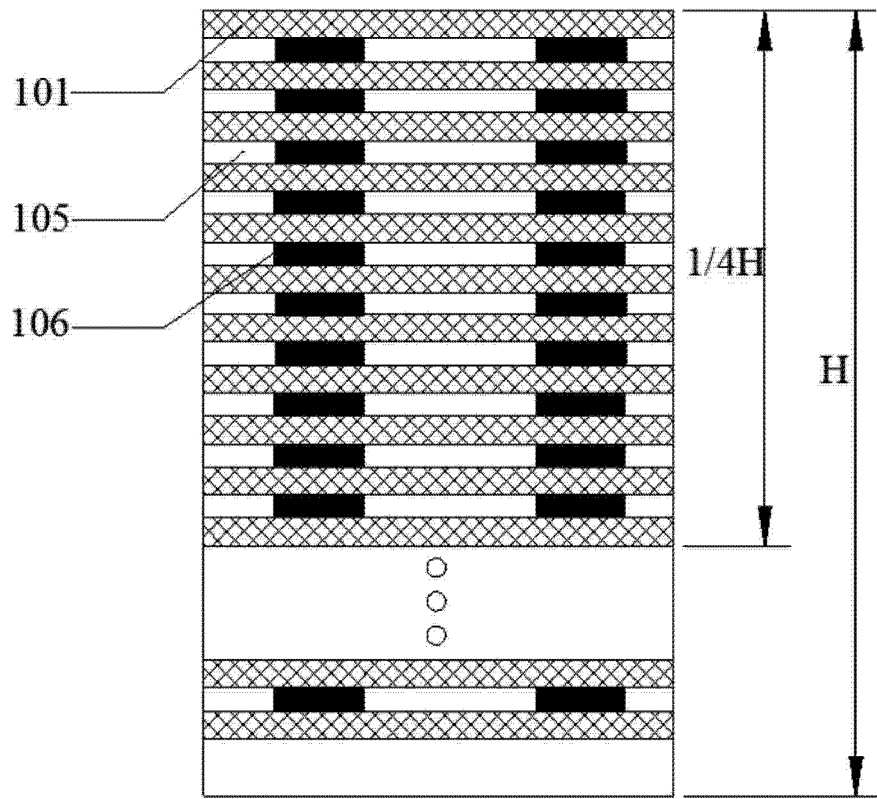


图 3

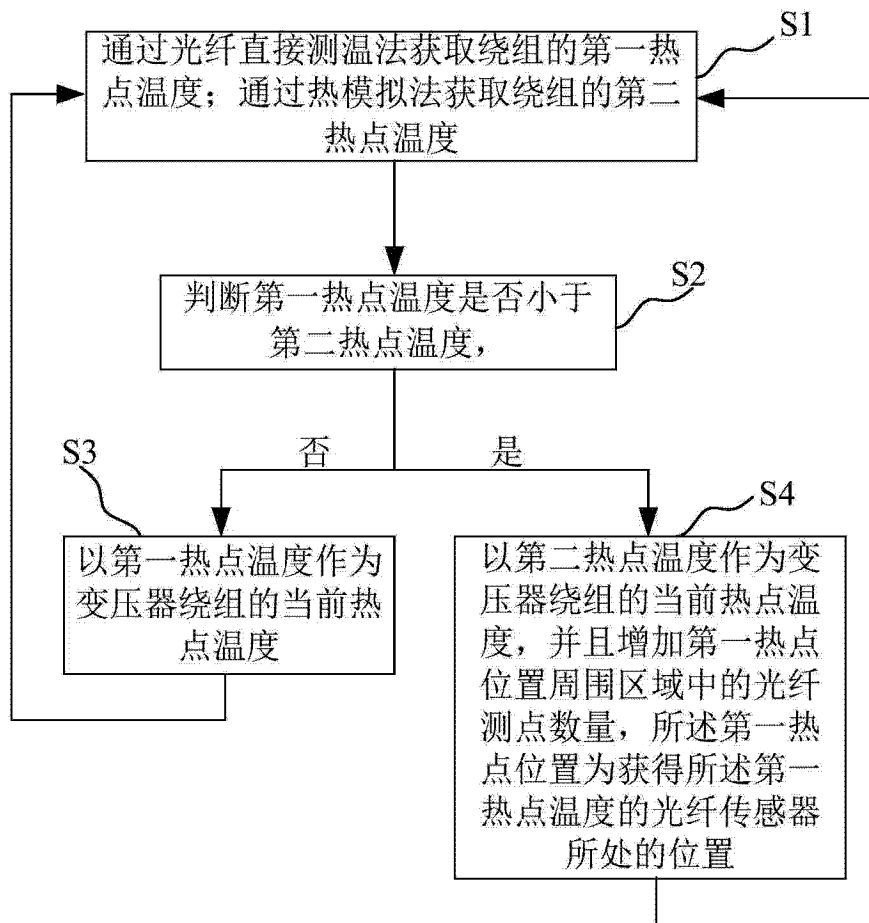


图 4