



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110197764 A
(43)申请公布日 2019.09.03

(21)申请号 201910537851.2

(22)申请日 2019.06.20

(71)申请人 华北电力大学(保定)

地址 071000 河北省保定市莲池区永华北大街619号

(72)发明人 刘云鹏 尹钧毅 李欢

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所(普通合伙) 11350

代理人 李兴林

(51)Int.Cl.

H01F 41/00(2006.01)

H01F 27/40(2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法

(57)摘要

本发明公开了一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法。该系统包括包括以下步骤：1)在变压器完成低压绕组制作、高压绕组制作、铁芯制作后，在低压绕组、高压绕组、三相铁芯位置敷设分布式光纤并固定；2)完成高压绕组、低压绕组和三相铁芯的套装，整理已经布置好的光纤出线，高低压分组建扎准备引出；3)在变压器箱盖安装法兰盘，将分布式光纤与贯通器连接经法兰盘进行出线；4)在变压器油箱内壁敷设分布式光纤，出线经变压器箱盖法兰盘引出；5)完成变压器器身组装和干燥，之后进行出厂试验；6)进行变压器温升试验检验分布式光纤测温性能。本发明提供的布置和防护方法，能够对油浸式变压器内部温度场分布进行动态实时的监测。



1. 一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 在变压器完成低压绕组制作、高压绕组制作、铁芯制作后,在低压绕组、高压绕组、三相铁芯位置敷设分布式光纤并固定;

2) 完成高压绕组、低压绕组和三相铁芯的套装,整理已经布置好的光纤出线,高低压分组绑扎准备引出;

3) 在变压器箱盖安装法兰盘,将分布式光纤与贯通器连接经法兰盘进行出线;

4) 在变压器油箱内壁敷设分布式光纤,出线经变压器箱盖法兰盘引出;

5) 完成变压器器身组装和干燥,之后进行出厂试验;

6) 进行变压器温升试验检验分布式光纤测温性能。

2. 根据权利要求1所述的变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,所述步骤1): 在变压器完成低压绕组制作、高压绕组制作、铁芯制作后,在低压绕组、高压绕组、三相铁芯位置敷设分布式光纤并固定,具体包括:

(1) 首先需要得到待测变压器的实际相关数据,包括变压器高低压绕组的高度、直径;三相铁芯与夹件的长、宽、高;油箱的长、宽、高;

(2) 在铁心位置安装分布式光纤式光纤

分布式光纤从A相铁心柱的顶端开始紧密绕制,到达A相铁心柱底端后经过变压器底部预留的油道布线,到达B相铁心柱底端后先沿表面拉到顶部,再经B相铁心柱顶部自上向下缠绕,同样通过变压器底部预留的油道到达C相铁心柱底端后沿表面拉到顶部,从C相铁心柱自上而下缠绕,最后由C相铁心柱底端出线,分布式光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤,方便信号的引出;

(3) 在低压绕组内侧和表面分别安装分布式光纤

在低压绕组的绝缘纸筒上从首端到末端紧密排布一层光纤,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保低压绕组的每一线饼上都有光纤分布,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤;

完成低压绕组内侧的光纤布置后,在布置好的光纤表面紧裹一层绝缘纸,并在绝缘纸的表面绕制低压绕组,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保低压绕组的每一线饼上都有光纤分布,低压绕组绕制完成后,在低压绕组的每一线饼最外侧导线的宽边上绕制两圈光纤,使用环氧树脂粘贴,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤以便信号引出和低压绕组各相之间连接;

(4) 在高压绕组内侧和外侧分别安装分布式光纤

在高压绕组的绝缘纸筒上从首端到末端紧密排布一层光纤,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保高压绕组的每一线饼上都有光纤分布,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤;

完成高压绕组内侧的光纤布置后,在布置好的光纤表面紧裹一层绝缘纸,并在绝缘纸的表面绕制高压绕组,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保高压绕组的每一线饼上都有光纤分布,高压绕组绕制完成后,在高压绕组的每一线饼最外侧导线的宽边上绕制两圈光纤,使用环氧树脂粘贴,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤以便信号引出和高压绕组各相之间连接。

3. 根据权利要求1所述的变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,所述

步骤2):完成高压绕组、低压绕组和三相铁芯的套装,整理已经布置好的光纤出线,高低压分组绑扎准备引出,具体包括:

(1)线圈套装时按照正常套装方法只需注意勿损坏光纤即可;

(2)套装完成后对低压绕组的内外侧光纤、高压绕组的内外侧光纤分别进行熔接,低压绕组内外侧光纤A、B、C三相之间分别按照A首-A尾-B首-B尾-C首-C尾的顺序进行熔接,高压绕组内外侧光纤A、B、C三相之间分别按照A首-A尾-B首-B尾-C首-C尾的顺序进行熔接,熔接完成后分别在高低压绕组内外侧光纤的A首和C尾引出的光纤上熔接接头;

(3)熔接完成后,将安装在三相铁芯、低压绕组内/外侧、高压绕组内/外侧位置处的分布式光纤出线进行分组并标记,完成后利用激光笔检验分布式光纤是否有断纤情况。

4.根据权利要求1所述的变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,所述步骤3):在变压器箱盖安装法兰盘,将分布式光纤与贯通器连接经法兰盘进行出线,具体包括:

(1)将光纤贯通器和法兰盘安装在变压器油箱壁顶盖低压套管一侧;

(2)将高压绕组内外侧和三相铁心位置处的分布式光纤由变压器上部经法兰盘直接引出;

(3)将低压绕组内外侧的光纤经低压绕组下侧并汇聚在中间相绕组的下前方进行布线;

(4)根据光纤法兰盘的位置,在上下夹件间布设直径为30mm的绝缘纸筒,将低压绕组内外侧光纤从纸筒内穿过与贯通器连接。

5.根据权利要求1所述的变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,所述步骤4):在变压器油箱内壁敷设分布式光纤,出线经变压器箱盖法兰盘引出,具体包括:

(1)一根连续的光纤从油箱底部开始,沿油箱表面进行环绕,使用环氧树脂固定,相邻两匝光纤的距离不超过100mm。

(2)光纤的尾部靠近油箱壁上方预留一段长约5m的尾纤,熔接光纤加头后经贯通盘出线;

(3)将低压绕组内外侧光纤、高压绕组内外侧光纤、三相铁芯敷设的光纤和油箱内壁敷设的光纤都经过法兰盘引出后,在法兰盘上对各组光纤进行编号,并检验光纤是否损坏。

6.根据权利要求1所述的变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,所述步骤5):完成变压器器身组装和干燥,之后进行出厂试验,具体包括:

完成变压器整体组装并干燥后,参照国标对其进行常规例行试验和型式试验,其中例行试验包括电压比测量、联接组标号检定、绕组电阻测量、空载电流测量、空载损耗测量、短路阻抗损耗测量、负载损耗测量、外施耐压试验、感应耐压试验,型式试验包括绝缘特性测量。

7.根据权利要求1所述的变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,所述步骤6):进行变压器温升试验检验分布式光纤测温性能,具体包括:

采用短路法对改造后的变压器进行温升试验,将分布式光纤测得的结果与温升试验常规试验结果进行对比,验证系统的准确性。

8.根据权利要求1所述的变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,其特征在于,所述分布式光纤采用的型号为长飞OM3-300耐高温型多模光纤。

一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力变压器研究技术领域,特别是涉及一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法。

背景技术

[0002] 电力变压器对电网中电能传输的稳定传输及改变电网的电压等级起到重要作用,它是电网运行中的一个重要电力设备。电网的安全可靠的运行主要是由电力设备的安全运行决定的,而变压器是主要的电力设备之一,因此对如何提升变压器的安全性以及使用寿命是至关重要的。

[0003] 绕组局部过热是影响变压器绕组正常运行的重要因素,这种异常温升现象会造成变压器中绝缘材料如绝缘纸板、绝缘油等材料加速老化,同时,绕组热点温度也是影响变压器带负载能力的最主要限制因素。目前变压器温度检测大多采用顶层油温法和光纤光栅测温等测量方法,测量范围小、精确度低,稳定性较差,无法准确获得绕组的热点温度。目前基于拉曼散射的分布式光纤温度传感技术将光纤作为传感器,具有尺寸小、耐高温性能好、抗电磁干扰性强、便于控制、灵敏度高等优点,正广泛应用于电气设备的检测中。

[0004] 与传统的电类和机械类传感器相比,光纤传感器自身具有独特的优点:①光纤相对体积小,重量轻,质软可以弯曲。因此利用光纤可制成外形各异、尺寸不同的各种光纤传感器。这有利于航空、航天以及狭窄空间的应用。②电绝缘性能高,抗电磁干扰、雷电等,耐高温、腐蚀。由于光纤传感器是利用光波传输信息,而光纤又是电绝缘、耐腐蚀的传输介质,因而不怕强电磁干扰,也不影响外界的电磁场,并且安全可靠。③光纤元件既是探测元件又是传输元件,可以在光纤干线上连接许多光纤传感敏感单元组成大范围的遥感系统,进行分布式检测测量。④灵敏度高。可以利用很长的光纤束来增大敏感度。测量对象广泛。目前已有可以测量温度、压力、位移、速度、电流、电场、磁场等的光纤传感器在现场使用。⑤对被测介质影响小,此特点对于医药生物领域的应用非常有利。因此,利用光纤传感器检测变压器温度场分布具有非常广阔的前景。

发明内容

[0005] 本发明提供一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,能够对油浸式变压器内部温度场分布进行动态实时的监测,具有较高的应用价值。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0007] 一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,包括以下步骤:

[0008] 1) 在变压器完成低压绕组制作、高压绕组制作、铁芯制作后,在低压绕组、高压绕组、三相铁芯位置敷设分布式光纤并固定;

[0009] 2) 完成高压绕组、低压绕组和三相铁芯的套装,整理已经布置好的光纤出线,高低压分组绑扎准备引出;

[0010] 3) 在变压器箱盖安装法兰盘,将分布式光纤与贯通器连接经法兰盘进行出线;

- [0011] 4) 在变压器油箱内壁敷设分布式光纤,出线经变压器箱盖法兰盘引出;
- [0012] 5) 完成变压器器身组装和干燥,之后进行出厂试验;
- [0013] 6) 进行变压器温升试验检验分布式光纤测温性能。
- [0014] 可选的,所述步骤1):在变压器完成低压绕组制作、高压绕组制作、铁芯制作后,在低压绕组、高压绕组、三相铁芯位置敷设分布式光纤并固定,具体包括:
- [0015] (1) 首先需要得到待测变压器的实际相关数据,包括变压器高低压绕组的高度、直径;三相铁芯与夹件的长、宽、高;油箱的长、宽、高;
- [0016] (2) 在铁心位置安装分布式光纤式光纤
- [0017] 分布式光纤从A相铁心柱的顶端开始紧密绕制,到达A相铁心柱底端后经过变压器底部预留的油道布线,到达B相铁心柱底端后先沿表面拉到顶部,再经B相铁心柱顶部自上向下缠绕,同样通过变压器底部预留的油道到达C相铁心柱底端后沿表面拉到顶部,从C相铁心柱自上而下缠绕,最后由C相铁心柱底端出线,分布式光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤,方便信号的引出;
- [0018] (3) 在低压绕组内侧和表面分别安装分布式光纤
- [0019] 在低压绕组的绝缘纸筒上从首端到末端紧密排布一层光纤,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保低压绕组的每一线饼上都有光纤分布,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤;
- [0020] 完成低压绕组内侧的光纤布置后,在布置好的光纤表面紧裹一层绝缘纸,并在绝缘纸的表面绕制低压绕组,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保低压绕组的每一线饼上都有光纤分布,低压绕组绕制完成后,在低压绕组的每一线饼最外侧导线的宽边上绕制两圈光纤,使用环氧树脂粘贴,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤以便信号引出和低压绕组各相之间连接;
- [0021] (4) 在高压绕组内侧和外侧分别安装分布式光纤
- [0022] 在高压绕组的绝缘纸筒上从首端到末端紧密排布一层光纤,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保高压绕组的每一线饼上都有光纤分布,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤;
- [0023] 完成高压绕组内侧的光纤布置后,在布置好的光纤表面紧裹一层绝缘纸,并在绝缘纸的表面绕制高压绕组,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保高压绕组的每一线饼上都有光纤分布,高压绕组绕制完成后,在高压绕组的每一线饼最外侧导线的宽边上绕制两圈光纤,使用环氧树脂粘贴,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤以便信号引出和高压绕组各相之间连接。
- [0024] 可选的,所述步骤2):完成高压绕组、低压绕组和三相铁芯的套装,整理已经布置好的光纤出线,高低压分组绑扎准备引出,具体包括:
- [0025] (1) 线圈套装时按照正常套装方法只需注意勿损坏光纤即可;
- [0026] (2) 套装完成后对低压绕组的内外侧光纤、高压绕组的内外侧光纤分别进行熔接,低压绕组内外侧光纤A、B、C三相之间分别按照A首-A尾-B首-B尾-C首-C尾的顺序进行熔接,高压绕组内外侧光纤A、B、C三相之间分别按照A首-A尾-B首-B尾-C首-C尾的顺序进行熔接,熔接完成后分别在高低压绕组内外侧光纤的A首和C尾引出的光纤上熔接接头;
- [0027] (3) 熔接完成后,将安装在三相铁芯、低压绕组内/外侧、高压绕组内/外侧位置处

的分布式光纤出线进行分组并标记,完成后利用激光笔检验分布式光纤是否有断纤情况。

[0028] 可选的,所述步骤3):在变压器箱盖安装法兰盘,将分布式光纤与贯通器连接经法兰盘进行出线,具体包括:

[0029] (1)将光纤贯通器和法兰盘安装在变压器油箱壁顶盖低压套管一侧;

[0030] (2)将高压绕组内外侧和三相铁心位置处的分布式光纤由变压器上部经法兰盘直接引出;

[0031] (3)将低压绕组内外侧的光纤经低压绕组下侧并汇聚在中间相绕组的下前方进行布线;

[0032] (4)根据光纤法兰盘的位置,在上下夹件间布设直径为30mm的绝缘纸筒,将低压绕组内外侧光纤从纸筒内穿过与贯通器连接。

[0033] 可选的,所述步骤4):在变压器油箱内壁敷设分布式光纤,出线经变压器箱盖法兰盘引出,具体包括:

[0034] (1)一根连续的光纤从油箱底部开始,沿油箱表面进行环绕,使用环氧树脂固定,相邻两匝光纤的距离不超过100mm。

[0035] (2)光纤的尾部靠近油箱壁上方预留一段长约5m的尾纤,熔接光纤接头后经贯通盘出线;

[0036] (3)将低压绕组内外侧光纤、高压绕组内外侧光纤、三相铁芯敷设的光纤和油箱内壁敷设的光纤都经过法兰盘引出后,在法兰盘上对各组光纤进行编号,并检验光纤是否损坏。

[0037] 可选的,所述步骤5):完成变压器器身组装和干燥,之后进行出厂试验,具体包括:

[0038] 完成变压器整体组装并干燥后,参照国标对其进行常规例行试验和型式试验,其中例行试验包括电压比测量、联接组标号检定、绕组电阻测量、空载电流测量、空载损耗测量、短路阻抗损耗测量、负载损耗测量、外施耐压试验、感应耐压试验,型式试验包括绝缘特性测量。

[0039] 可选的,所述步骤6):进行变压器温升试验检验分布式光纤测温性能,具体包括:

[0040] 采用短路法对改造后的变压器进行温升试验,将分布式光纤测得的结果与温升试验常规试验结果进行对比,验证系统的准确性。

[0041] 可选的,所述分布式光纤采用的型号为长飞OM3-300耐高温型多模光纤。

[0042] 该技术与现有技术相比,具有如下有益效果:

[0043] 本发明公开了一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,针对变压器内部温度场分布的检测,对现有的变压器进行改造,通过在变压器内部铁心、绕组、油箱等部位布置分布式光纤,目的在于获得变压器铁心、高低压绕组等元件的温度信息,利用光纤背向拉曼散射的温敏效应检测变压器内部温度场分布,本发明可对大型油浸式变压器温度场分布进行动态实时的监测,不仅提高测量效率和准确性,而且具有较高的应用价值。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实

施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1为本发明实施例变压器内部分布式光纤的布置和防护方法的工作流程图。

具体实施方式

[0046] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0047] 本发明提供一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,能够对油浸式变压器内部温度场分布进行动态实时的监测,具有较高的应用价值。

[0048] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0049] 图1为本发明实施例变压器内部分布式光纤的布置和防护方法的工作流程图,如图1所示,一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,包括以下步骤:

[0050] 步骤101:在变压器完成低压绕组制作、高压绕组制作、铁芯制作后,在低压绕组、高压绕组、三相铁芯位置敷设分布式光纤并固定;

[0051] 步骤102:完成高压绕组、低压绕组和三相铁芯的套装,整理已经布置好的光纤出线,高低压分组绑扎准备引出;

[0052] 步骤103:在变压器箱盖安装法兰盘,将分布式光纤与贯通器连接经法兰盘进行出线;

[0053] 步骤104:在变压器油箱内壁敷设分布式光纤,出线经变压器箱盖法兰盘引出;

[0054] 步骤105:完成变压器器身组装和干燥,之后进行出厂试验;

[0055] 步骤106:进行变压器温升试验检验分布式光纤测温性能。

[0056] 所述步骤:101:在变压器完成低压绕组制作、高压绕组制作、铁芯制作后,在低压绕组、高压绕组、三相铁芯位置敷设分布式光纤并固定,具体包括:

[0057] (1)首先需要得到待测变压器的实际相关数据,包括变压器高低压绕组的高度、直径;三相铁芯与夹件的长、宽、高;油箱的长、宽、高;

[0058] (2)在铁心位置安装分布式光纤式光纤

[0059] 分布式光纤从A相铁心柱的顶端开始紧密绕制,到达A相铁心柱底端后经过变压器底部预留的油道布线,到达B相铁心柱底端后先沿表面拉到顶部,再经B相铁心柱顶部自上向下缠绕,同样通过变压器底部预留的油道到达C相铁心柱底端后沿表面拉到顶部,从C相铁心柱自上而下缠绕,最后由C相铁心柱底端出线,分布式光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤,方便信号的引出;

[0060] (3)在低压绕组内侧和表面分别安装分布式光纤

[0061] 在低压绕组的绝缘纸筒上从首端到末端紧密排布一层光纤,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保低压绕组的每一线饼上都有光纤分布。在绕制过程中保证光纤在缠绕的过程中受力均匀,没有断纤情况出现,避免使光纤过度紧绷、打结、扭矩和缠绕,以免影响光纤信号传输。光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤,方便后期不同

绕组之间的连接和光纤加头的接入。

[0062] 成低压绕组内侧的光纤布置后,在布置好的光纤表面紧裹一层绝缘纸,避免光纤直接和导线相接触,并在绝缘纸的表面绕制低压绕组,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保低压绕组的每一线饼上都有光纤分布,在绕制过程中注意避免施加应力过大造成内侧光纤的断纤。低压绕组绕制完成后,在低压绕组的每一线饼最外侧导线的宽边上绕制两圈光纤,使用环氧树脂粘贴,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤以便信号引出和低压绕组各相之间连接;

[0063] (4) 在高压绕组内侧和外侧分别安装分布式光纤

[0064] 在高压绕组的绝缘纸筒上从首端到末端紧密排布一层光纤,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保高压绕组的每一线饼上都有光纤分布,在绕制过程中保证光纤在缠绕的过程中受力均匀,没有断纤情况出现,避免使光纤过度紧绷、打结、扭矩和缠绕,以免影响光纤信号传输。光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤,方便后期不同绕组之间的连接和光纤加头的接入。

[0065] 完成高压绕组内侧的光纤布置后,在布置好的光纤表面紧裹一层绝缘纸,避免光纤直接和导线相接触,并在绝缘纸的表面绕制高压绕组,相邻两匝光纤的间距控制在1-2mm之间,确保高压绕组的每一线饼上都有光纤分布,在绕制过程中注意避免施加应力过大造成内侧光纤的断纤。高压绕组绕制完成后,在高压绕组的每一线饼最外侧导线的宽边上绕制两圈光纤,使用环氧树脂粘贴,光纤的首尾两端各自留出一段长约5m左右的尾纤以便信号引出和高压绕组各相之间连接。

[0066] 所述步骤102:完成高压绕组、低压绕组和三相铁芯的套装,整理已经布置好的光纤出线,高低压分组绑扎准备引出,具体包括:

[0067] (1) 线圈套装时按照正常套装方法只需注意勿损坏光纤即可;

[0068] (2) 套装完成后对低压绕组的内外侧光纤、高压绕组的内外侧光纤分别进行熔接,低压绕组内外侧光纤A、B、C三相之间分别按照A首-A尾-B首-B尾-C首-C尾的顺序进行熔接,高压绕组内外侧光纤A、B、C三相之间分别按照A首-A尾-B首-B尾-C首-C尾的顺序进行熔接,熔接完成后分别在高低压绕组内外侧光纤的A首和C尾引出的光纤上熔接接头,以便数据引出,同时提高可靠性。

[0069] (3) 熔接完成后,将安装在三相铁芯、低压绕组内/外侧、高压绕组内/外侧位置处的分布式光纤出线进行分组并标记,完成后利用激光笔检验分布式光纤是否有断纤情况。

[0070] 所述步骤103:在变压器箱盖安装法兰盘,将分布式光纤与贯通器连接经法兰盘进行出线,具体包括:

[0071] (1) 将光纤贯通器和法兰盘安装在变压器油箱壁顶盖低压套管一侧;

[0072] (2) 将高压绕组内外侧和三相铁心位置处的分布式光纤由变压器上部经法兰盘直接引出;

[0073] (3) 将低压绕组内外侧的光纤经低压绕组下侧并汇聚在中间相绕组的下前方进行布线;

[0074] (4) 根据光纤法兰盘的位置,在上下夹件间布设直径为30mm的绝缘纸筒,将低压绕组内外侧光纤从纸筒内穿过与贯通器连接。

[0075] 所述步骤104:在变压器油箱内壁敷设分布式光纤,出线经变压器箱盖法兰盘引

出,具体包括:

[0076] (1) 一根连续的光纤从油箱底部开始,沿油箱表面进行环绕,使用环氧树脂固定,相邻两匝光纤的距离不超过100mm。

[0077] (2) 光纤的尾部靠近油箱壁上方预留一段长约5m的尾纤,熔接光纤接头后经贯通盘出线;

[0078] (3) 将低压绕组内外侧光纤、高压绕组内外侧光纤、三相铁芯敷设的光纤和油箱内壁敷设的光纤都经过法兰盘引出后,在法兰盘上对各组光纤进行编号,并检验光纤是否损坏。

[0079] 所述步骤105:完成变压器器身组装和干燥,之后进行出厂试验,具体包括:

[0080] 完成变压器整体组装并干燥后,参照国标对其进行常规例行试验和型式试验,其中例行试验包括电压比测量、联接组标号检定、绕组电阻测量、空载电流测量、空载损耗测量、短路阻抗损耗测量、负载损耗测量、外施耐压试验、感应耐压试验,型式试验包括绝缘特性测量,从而确保产品合格。

[0081] 所述步骤106:进行变压器温升试验检验分布式光纤测温性能,具体包括:采用短路法对改造后的变压器进行温升试验,将分布式光纤测得的结果与温升试验常规试验结果进行对比,验证系统的准确性。

[0082] 所述分布式光纤选用长飞50/125 (OM3-300) 耐高温型多模光纤作为测量和传感光纤,该光纤采用聚酰亚胺涂覆层,最高运行温度达150°C,满足变压器内部高温环境测量的要求。同时,光纤的护套材料选用乙烯-四氟乙烯共聚物(Ethylene-tetrafluoroethylene, ETFE)。ETFE的机械性能和绝缘性能良好,可耐受120°C以上的高温而不发生性状的变化;OM3-300型分布式光纤的规格见下表1。

[0083] 表1

	参数	数值
	传输波长/nm	850
	包层直径/ μm	125
	涂覆层直径/ μm	250
[0084]	护套直径/ μm	900
	护套材料	ETFE
	允许弯曲直径/mm	10
	最高运行温度/ $^{\circ}\text{C}$	150

[0085] 本发明公开了一种变压器内部分布式光纤的布置和防护方法,针对变压器内部温度场分布的检测,对现有的变压器进行改造,通过在变压器内部铁心、绕组、油箱等部位布置分布式光纤,目的在于获得变压器铁心、高低压绕组等元件的温度信息,利用光纤背向拉曼散射的温敏效应检测变压器内部温度场分布,本发明可对大型油浸式变压器温度场分布进行动态实时的监测,不仅提高测量效率和准确性,而且具有较高的应用价值。

[0086] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其

他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0087] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。



图1