(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101776435 A
(43)申请公布日 2010.07.14

(21)申请号 201010033321.3

(22)申请日 2010.01.07

(71)申请人 河北省电力研究院
地址 050021 河北省石家庄市体育南大街 238 号

(72)发明人 陈志勇 高骏 刘宏亮 杜大全

(74)专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务所有限公司 13100
代理人 张贰群

(51)Int.Cl.
G01B 7/16(2006.01)
G01R 27/26(2006.01)

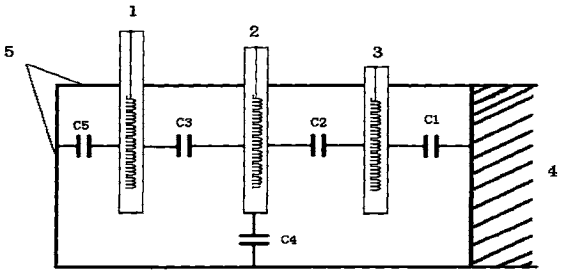
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54)发明名称

变压器线圈变形程度介容测试法

(57)摘要

本发明提供了一种变压器线圈变形程度介容测试法，涉及对电器结构部件测试技术领域。是通过测量变压器线圈介质损耗和电容量的变化，以判断变压器绕组变形程度。本发明具有突出的有益效果：它克服了已有技术之不足，通过测量变压器线圈介质损耗和电容量的变化，判断变压器绕组变形程度，利用该方法即通过整体介容法或相间介容法，或通过二者间的相互补充和印证，可以较准确地判断变压器线圈的变形程度，以及时准确地判断和进行变压器运行状态的监视和检修，保证变压器的正常安全运行，有利于提高变压器的工作质量和效率。特别适用用于 110kV 及以上电压等级的变压器线圈的变形程度的测试。



CN 101776435 A

1. 一种变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于是通过测量变压器线圈介质损耗和 / 或电容量的变化，根据判断标准，进行判断变压器绕组变形程度的方法。

2. 根据权利要求 1 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于测量时，首先进行变压器高、中、低绕组之间及对地的介质损耗或电容量测量，然后将上述测量值与其初值即出厂值或交接值的误差值进行比较，根据判断标准，判断变压器哪一个电压等级绕组发生变形及其变形程度，称为整体介容法。

3. 根据权利要求 2 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于所述的变压器电容量测量是指：C_1 低压绕组对地的电容，C_2 中、低压绕组之间的电容，C_3 高、中压绕组之间的电容，C_4 中压绕组对地的电容，C_5 高压绕组对地的电容；测量的具体计算如下式 1-5：

式 1，$C_1 = (C_{H+M+L}+C_L-C_{H+M})/2$

式 2，$C_2 = (C_L+C_{H+M}-C_{H+M+L})/2$

式 3，$C_3 = (C_M+C_H-C_{H+M})/2$

式 4，$C_4 = (C_{H+M+L}+C_M-C_L-C_H)/2$

式 5，$C_5 = (C_H+C_{H+M}-C_M)/2$

所述的将上述测量值与其初值即出厂值或交接值的误差值进行比较是指：当误差大于某一规定值时，即认为变压器存在变形，应加强运行中的监视；当误差大于另一规定值时，即认为变压器存在严重变形，应进行解体检查。

4. 根据权利要求 2 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于所述的判断标准是：当计算的各高、中、低绕组间及分别对地的电容量与初值即出厂值或交接值误差在 ±3-6％之间时，变压器存在变形，应加强运行中的监视；当误差大于 ±7％时，变压器存在严重变形，应采取有效措施加强运行中的监视，在现场解体或返厂进行检查。

5. 根据权利要求 1 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于测量时，首先进行高、中、低绕组每相间的介质损耗和电容量的测量，然后将上述介质损耗和电容量的测量值进行相间的横向比较，根据判断标准，判断变压器哪一相绕组变形的程度，称为相间介容法。

6. 根据权利要求 5 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于所述的介质损耗和电容量的测量是指，分别测量高压绕组 A、B、C 对中压绕组 Am、Bm、Cm，中压绕组 Am、Bm、Cm 对低压绕组 a、b、c，低压绕组对铁芯的介质损耗和电容量。

7. 根据权利要求 5 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于所述的介质损耗和电容量的测量值进行相间的横向比较指：当误差大于某一规定值时，即认为变压器存在变形，应加强运行中的监视；当误差大于另一规定值时，即认为变压器存在严重变形，应进行解体检查。

8. 根据权利要求 5 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于所述的判断标准是：当电容量相间误差在 ±3-6％之间和介质损耗时大于 0.8％时，变压器存在变形，应加强运行中的监视；当电容量误差大于 ±7％和介质损耗时大于 1.2％时，变压器存在严重变形，应采取有效措施加强运行中的监视，在现场解体或返厂进行检查。

9. 根据权利要求 1 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于测量时，进行变压器高、中、低绕组之间及对地的介质损耗或电容量测量，然后将上述测量值与其初值即出厂值或交接值的误差值进行比较，根据判断标准，判断变压器哪一个电压等级绕组发生

变形及其变形程度，称为整体介容法；同时，也进行高、中、低绕组每相间的介质损耗和电容量的测量，然后将上述介质损耗和电容量的测量值进行相间的横向比较，根据判断标准，判断变压器哪一相绕组变形的程度，称为相间介容法；通过二者间的相互补充和印证，更可较准确地判断变压器线圈的变形程度，及时准确地判断和进行变压器运行状态的监视和检修。

变压器线圈变形程度介容测试法

技术领域

[0001] 本发明涉及电器结构部件的测试技术领域，特别是一种应用于电力系统判断高电压等级的变压器线圈变形程度介容测试法。

背景技术

[0002] 目前，国内电力系统诊断变压器线圈变形程度的测试方法主要有频率响应法和低电压短路阻抗法。这两种方法在判断变压器线圈变形程度时，易受现场接线方式干扰和不能准确判断线圈变形位置，因此有一定的局限性。

[0003] 为了准确判断变压器线圈变形程度，采用一种新的测试方法——介容法。介容法是通过测量变压器线圈介质损耗和电容量的变化，进行判断变压器绕组变形程度的新方法。变压器线圈性状的改变，其电感、电容、电阻等分布参数也将发生改变。介容法是根据变压器线圈整体及高、中、低相与相间介质损和电容量变化的大小，判断线圈变形程度和线圈变形的位置。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种变压器线圈变形程度介容测试法，是通过测量变压器线圈介质损耗和 / 或电容量的变化，以判断变压器绕组变形程度，利用该方法即通过整体介容法或相间介容法，或通过二者间的相互补充和印证，可以较准确地判断变压器线圈的变形程度，及时准确地判断和进行变压器运行状态的监视和检修，保证变压器的正常安全运行，有利于提高变压器的工作质量和效率。特别适用用于 110kV 及以上电压等级的变压器线圈的变形程度的测试。

[0005] 本发明的技术方案是 ：一种变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于是通过测量变压器线圈介质损耗和 / 或电容量的变化，根据判断标准，进行判断变压器绕组变形程度的方法。

[0006] 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于测量时，可以首先进行变压器高、中、低绕组之间及对地的介质损耗或电容量测量，然后将上述测量值与其初值即出厂值或交接值进行比较，根据判断标准，判断变压器哪一个电压等级绕组发生变形及其变形程度，称为整体介容法。

[0007] 所述的变压器电容量测量可以是指 ：C1 低压绕组对地的电容，C_2 中、低压绕组之间的电容，C_3 高、中压绕组之间的电容，C_4 中压绕组对地的电容，C_5 高压绕组对地的电容 ；C_{H+M+L} 高、中、低压绕组对地的电容，C_{H+M} 高、中压绕组对地的电容，C_H 高压绕组对地的电容，C_M 中压绕组对地的电容，C_L 低压绕组对地的电容，测量的具体计算如下式 1-5 ：

[0008] 式 1，$C_1 = (C_{H+M+L}+C_L-C_{H+M})/2$

[0009] 式 2，$C_2 = (C_L+C_{H+M}-C_{H+M+L})/2$

[0010] 式 3，$C_3 = (C_M+C_H-C_{H+M})/2$

[0011] 式 4，$C_4(C_{H+M+L}+C_M-C_L-C_H)/2$

[0012] 式 5，$C_5 = (C_H+C_{H+M}-C_M)/2$

[0013] 所述的将上述测量值与其初值即出厂值或交接值进行比较是指：当误差大于某一规定值时，即认为变压器存在变形，应加强运行中的监视；当误差大于另一规定值时，即认为变压器存在严重变形，应或，应采取有效措施加强运行中的监视，应在现场解体或返厂进行检查。

[0014] 所述的整体介容法判断标准是：当计算的各高、中、低绕组间及分别对地的电容量与初值即出厂值或交接值误差在 ±3-6％之间时，变压器存在变形，应加强运行中的监视；当误差大于 ±7％时，变压器存在严重变形，应返厂检修。

[0015] 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于测量时，也可以首先进行高、中、低绕组每相间的介质损耗和电容量的测量，然后将上述介质损耗和电容量的测量值进行相间比较，即将上述测量值进行横向比较，根据判断标准，判断变压器哪一相绕组变形的程度，称为相间介容法。

[0016] 相间介容法所述的介质损耗和电容量的测量是，分别测量高压绕组 A、B、C 对中压绕组 Am、Bm、Cm，中压绕组 Am、Bm、Cm 对低压绕组 a、b、c，低压绕组对铁芯的介质损耗和电容量；

[0017] 相间介容法所述的介质损耗和电容量的测量值进行相间比较可以是指：当误差大于某一规定值时，即认为变压器存在变形，应加强运行中的监视；当误差大于另一规定值时，即认为变压器存在严重变形，应或，应加强运行中的监视，应在现场解体或返厂进行检查。

[0018] 相间介容法所述的介质损耗和电容量的测量可为以该接线方式进行测量。

[0019] 相间介容法所述的判断标准可以是指：当电容量相间误差在 ±3-6％之间和介质损耗时大于 0.8％时，变压器存在变形，应加强运行中的监视；当电容量误差大于 ±7％和介质损耗时大于 1.2％时，变压器存在严重变形，应返厂检修。

[0020] 所述的变压器线圈变形程度介容测试法，其特征在于测量时，也可以：进行变压器高、中、低绕组之间及对地的介质损耗或电容量测量，然后将上述测量值与其初值即出厂值或交接值的误差值进行比较，根据判断标准，判断变压器哪一个电压等级绕组发生变形及其变形程度，称为整体介容法；同时，也进行高、中、低绕组每相间的介质损耗和电容量的测量，然后将上述介质损耗和电容量的测量值进行相间的横向比较，根据判断标准，判断变压器哪一相绕组变形的程度，称为相间介容法；通过二者间的相互补充和印证，更可较准确地判断变压器线圈的变形程度，及时准确地判断和进行变压器运行状态的监视和检修。整体介容法和相间介容法具体操作，均可同上述。

[0021] 本发明具有突出的有益效果：它克服了已有技术之不足，通过测量变压器线圈介质损耗和 / 或电容量的变化，利用该方法即通过整体介容法或相间介容法，或通过二者间的相互补充和印证，可以较准确地判断变压器线圈的变形程度，以及时准确地采取有效措施进行变压器运行状态的监视和检修，保证变压器的正常安全运行，有利于提高变压器的工作质量和效率。特别适用用于 110kV 及以上电压等级的变压器线圈的变形程度的测试。

[0022] 以下结合附图及实施例作详述，但不作为对本发明的限定。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明一个实施例三绕组变压器示意图。

[0024] 图 2 为图 1 变压器的等效示意图。

具体实施方式

[0025] 先将图中及本文中各符号的含义说明如下：C_1-- 低压绕组对地的电容；tan δ_1-- 低压绕组对地的介质损耗；C_2-- 中、低压绕组之间的电容；tan δ_2-- 中、低压绕组对地的介质损耗；C_3-- 高、中压绕组之间的电容；tan δ_3-- 高、中、低压绕组对地的介质损耗；C_4-- 中压绕组对地的电容；tan δ_4-- 中压绕组对地的介质损耗；C_5-- 高压绕组对地的电容；tan δ_5-- 高压绕组对地的介质损耗；C_{H+M+L}-- 高、中、低压绕组对地的电容；tan δ_{H+M+L}-- 高、中、低压绕组对地的介质损耗；C_{H+M} 高、中压绕组对地的电容；tan δ_{H+M}-- 高、中压绕组对地的介质损耗；C_H 高压绕组对地的电容；tan δ_H-- 高压绕组对地的介质损耗；C_M 中压绕组对地的电容；tan δ_M-- 中压绕组对地的介质损耗；C_L 低压绕组对地的电容；tan δ_L-- 低压绕组对地的介质损耗；A 高压绕组 A 相，B 高压绕组 B 相，C 高压绕组 C 相；Am 中压绕组 A 相，Bm 中压绕组 B 相，Cm 中压绕组 C 相；a 低压绕组 A 相，b 低压绕组 B 相，c 低压绕组 C 相，O 高压中性点绕组，Om 中压中性点绕组，Yn 高压绕组接线方式，yn0 中压绕组接线方式，d11 低压绕组接线方式；1-- 高压绕组，2-- 中压绕组，3-- 低压绕组，4-- 变压器铁心，5-- 变压器外壳。

[0026] 介容法是根据变压器线圈整体间及高、中、低相与相间介质损和电容量变化的大小，判断线圈变形程度和线圈变形的位置。介容法分为整体介容法和相间介容法两部分。整体介容法判断变压器哪一个电压等级绕组发生变形及变形程度，相间介容法判断哪一相绕组变形的程度。整体介容法和相间介容法均采用西林电桥原理的高压介损仪进行测量，其中整体介容法是测量变压器高、中、低绕组之间及对地的介质损耗和电容量测量，判断变压器哪一个电压等级绕组发生变形及变形程度。相间介容法是测量高、中、低绕组每相间的介质损耗和电容量的测量，判断哪一相绕组变形的程度。

[0027] 下面均以三绕组变压器为例，进行变压器线圈变形程度判断的介容法说明，双绕组变压器测试数据均没有中压绕组测试数据。参见图 1 ～图 2。

[0028] 实施例 1：整体介容法

[0029] 测试接线：测量仪器采用西林电桥原理的高压介损仪，仪器采用反接线方式进行测量，测试接线和测量部位按表 1 接线要求进行高、中、低、高中、高中低压线圈分别对其它线圈及地介质损和电容量测量。通过变压器高、中、低绕组的五个介质损耗和电容量的测试数据，分别计算出低压绕组对地的电容；中、低压绕组之间的电容；高、中压绕组之间的电容；中压绕组对地的电容；高压绕组对地的电容和介质损耗。通过这五个介质损耗和电容量与出厂值的变化量，进行变压器线圈那个电压等级线圈变形程度的判断。测试接线及测试的变压器各部位的电容和介质损耗如表 1 所示：

[0030] 表 1 变压器整体介容法测试接线及测试结果

[0031]

序号	三绕组变压器		
	测量加压绕组	接地部位	测试的电容和介质损耗部位
1	低压绕组	高、中压绕组和外壳	$C_L=C_1+C_2$； $\tan\delta_L=(C_1\ \tan\delta_1+\ C_2\ \tan\delta_2)/C_L$
2	中压绕组	高、低压绕组和外壳	$C_M=C_2+C_3+C_4$； $\tan\delta_M=(C_2\ \tan\delta_2+\ C_3\ \tan\delta_3+\ C_4\ \tan\delta_4)/C_M$
3	高压绕组	中、低压绕组和外壳	$C_H=C_3+C_5$ $\tan\delta_H=(C_3\ \tan\delta_3+\ C_5\tan\delta_5)/C_H$
4	高压和中压绕组	低压绕组和外壳	$C_{H+M}=C_2+C_4+C_5$ $\tan\delta_{H+M}=(C_2\ \tan\delta_2+\ C_4\ \tan\delta_4+\ C_5\tan\delta_5)/C_{H+M}$
5	高压、中压和低压绕组	外壳	$C_{H+M+L}=C_1+C_4+C_5$ $\tan\delta_{H+M+L}=(C_1\ \tan\delta_1+\ C_4\ \tan\delta_4+\ C_5\tan\delta_5)/C_{H+M+L}$

[0032]

[0033] 通过变压器高、中、低压绕组介质损耗和电容量测试的数据，可计算出变压器线圈间的介质损耗和电容量。由于整体介质损耗反映变压器绕组变形程度不灵敏，一般不进行换算，而电容量反映变形程度灵敏，需进行计算。变压器线圈整体电容量分别计算 C_1 低压绕组对地的电容；C_2 中、低压绕组之间的电容；C_3 高、中压绕组之间的电容；C_4 中压绕组对地的电容；C_5 高压绕组对地的电容。具体计算如下式 1-5：

[0034] 式 1，$C_1=(C_{H+M+L}+C_L-C_{H+M})/2$

[0035] 式 2，$C_2=(C_L+C_{H+M}-C_{H+M+L})/2$

[0036] 式 3，$C_3=(C_M+C_H-C_{H+M})/2$

[0037] 式 4，$C_4=(C_{H+M+L}+C_M-C_L-C_H)/2$

[0038] 式 5，$C_5=(C_H+C_{H+M}-C_M)/2$

[0039] 整体介容法判断标准：当计算的各高、中、低绕组间及分别对地的电容量与初值（出厂值或交接值）误差在 ±3-6％之间时，变压器存在变形，应加强运行中的监视；当误差大于 ±7％时，变压器存在严重变形，应返厂检修。

[0040] 实施例 2：相间介容法

[0041] 为了准确检测变压器哪一相线圈变形程度，采用分相测试绕组的相与相间的介质损耗和电容量，既分别测量高压绕组 A、B、C 相对中压绕组 Am、Bm、Cm 相，中压绕组 Am、Bm、Cm

相对低压绕组a、b、c相，低压绕组对铁芯的介质损耗和电容量。国内电网运行的110-220kV变压器大部分为Yn，yn0，d11点接线，高压绕组电压等级有110kV和220kV两种，中压绕组电压等级有35kV和110kV两种，低压绕组电压等级有10kV和35kV两种。低压绕组接线方式是在变压器内部接成11点接线方式，变压器在外部分别引出a、b、c三相。因此相间介容法主要考虑以该接线方式进行测量。

[0042] 以变压器高压A相绕组、中压Am相绕组和低压a相绕组测试为例，测量仪器采用西林电桥原理的高压介损仪，仪器采用正接线方式进行测量，测试接线和测量部位按表2接线要求进行。测试接线及测试的变压器各部位的电容和介质损耗如表2所示：

[0043] 表2变压器相间介容法测试接线和测量部位

[0044]

序号	三绕组变压器测试接线			
	测试电桥高压接线端	接地部位	测试电桥Cx接线端	主要反映的部位
1	高压绕组A相	高压O、低压绕组a相接地	中压绕组Am相	高压绕组A相对中压绕组Am相的介质损耗和电容
2	中压绕组Am相	中压Om、高压绕组O相接地	低压绕组a相	中压绕组Am相对低压线圈a相的介质损耗和电容
3	低压绕组a相	低压绕组b、c相接地	铁芯	低压绕组a、b相对铁芯的介质损耗和电容

[0045] 同理，测试高压绕组B、C相对中压绕组Bm、Cm相，中压绕组Bm、Cm相对低压绕组b、c相，低压绕组对铁芯的介质损耗和电容量。通过同一电压等级绕组的A、B、C之间的横向比较，判断变压器绕组变形程度。

[0046] 相间介容法判断标准：电容量相间误差在±3-6%之间和介质损耗时大于0.8%时，变压器存在变形，应加强运行中的监视；当电容量误差大于±7%和介质损耗时大于1.2%时，变压器存在严重变形，应返厂检修。

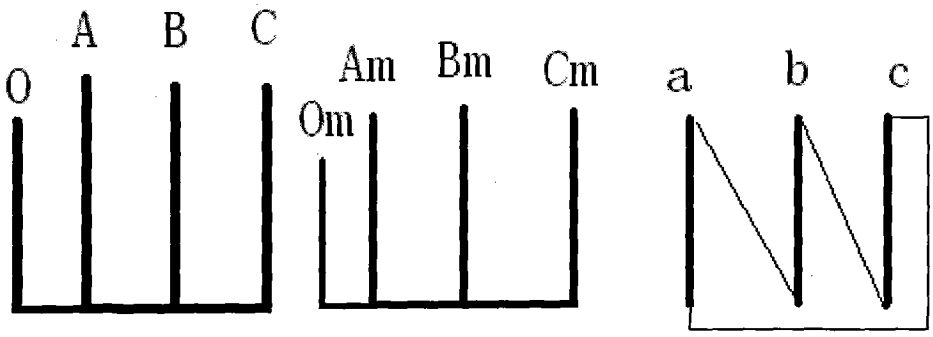


图 1

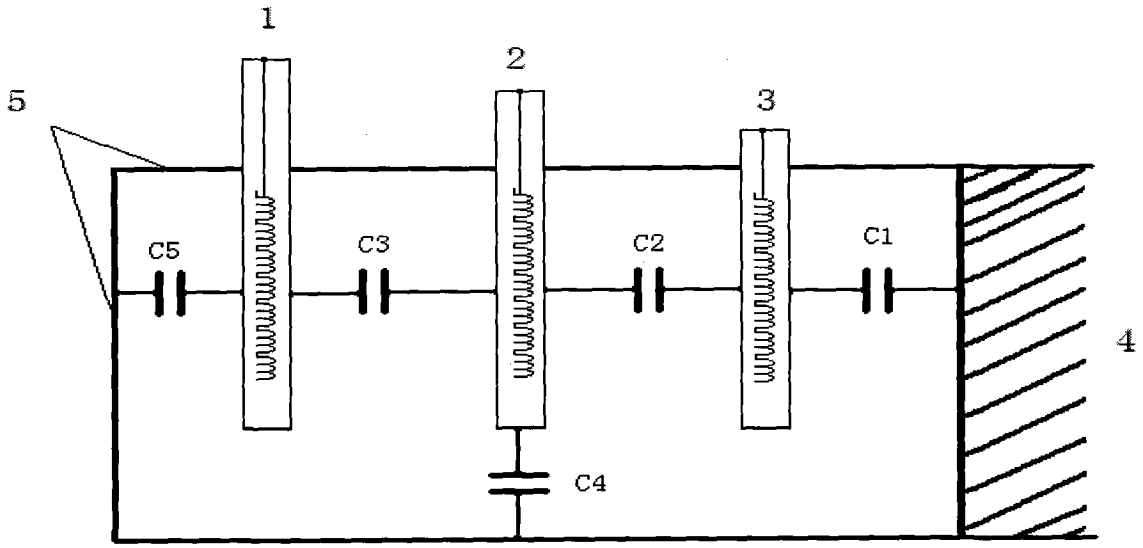


图 2