



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107179163 B

(45)授权公告日 2019.02.22

(21)申请号 201710411343.0

审查员 彭志萍

(22)申请日 2017.06.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107179163 A

(43)申请公布日 2017.09.19

(73)专利权人 南京扬子动力工程有限责任公司

地址 210000 江苏省南京市江北新区大厂
动力路

(72)发明人 不公告发明人

(74)专利代理机构 北京华识知识产权代理有限公司

公司 11530

代理人 乔浩刚

(51)Int.Cl.

G01M 3/20(2006.01)

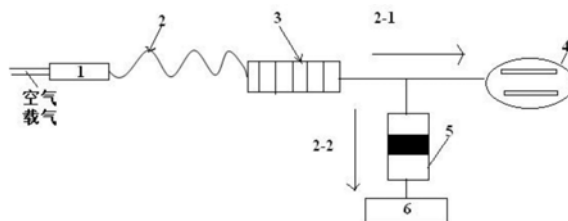
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置及检测方法

(57)摘要

本发明提供了用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,其特征在于:包括高速吸枪(1),取样管道(2),过滤器(3),大功率吸泵(4),氦分离器(5)以及氦质谱仪(6),其中,空气载气从所述高速吸枪(1)的探头进入,经过取样管道(2)的第一分支(2-1),由大功率吸泵(4)抽出,从被检测的大型变压器密封元件漏孔中漏出的氦气进入所述高速吸枪(1)的探头后,随着大功率吸泵(4)提供的高速空气载气,经过所述取样管道(2)的第二分支(2-2),穿过所述氦分离器(5)进入所述氦质谱仪(6)的质谱室内进行分析,并最终给出响应漏率信号。还提供一种用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测方法。



1. 用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,其特征在于:包括高速吸枪(1),取样管道(2),过滤器(3),大功率吸泵(4),氦分离器(5)以及氦质谱仪(6),其中,空气载气从所述高速吸枪(1)的探头进入,经过取样管道(2)的第一分支(2-1),由大功率吸泵(4)抽出,从被检测的大型变压器密封元件漏孔中漏出的氦气进入所述高速吸枪(1)的探头后,随着大功率吸泵(4)提供的高速空气载气,经过所述取样管道(2)的第二分支(2-2),穿过所述氦分离器(5)进入所述氦质谱仪(6)的质谱室内进行分析,并最终给出响应漏率信号,所述高速吸枪(1)的长度大于10m。

2. 根据权利要求1的用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,所述氦分离器(5)为快速渗透膜,在所述高速空气载气的作用下维持整个系统保持真空,同时进行氦气的快速渗透。

3. 根据权利要求1的用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,所述氦质谱仪(6)包括质谱室,接收器以及信号转换单元。

4. 根据权利要求1的用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,所述氦分离器(5)将小的氦分子与空气中的氧分子以及较大氦气分子进行分离,小的氦分子进入所述质谱室后被电离,此后被接收室接收转换,在所述信号转换单元内被转换为电信号。

5. 根据权利要求1的用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,所述高速空气载气在所述取样管道中的传输速度由所述取样管道(2)的流导以及所述大功率吸泵的抽气速度决定。

6. 根据权利要求5的用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,所述取样管道(2)的流导由下式计算:

$$U = \pi d^4 P_a / 128 \eta L$$
,其中d为取样管道的直径,单位为m;L为管道长度,单位为m; η 为气体粘滞系数,单位为 $N \cdot S / m^2$, P_a 为管道中的平均压力, $P_a = (P_1 + P_0 + P_2) / 3$, P_1, P_2 分别为取样管道两端的气体压力, P_0 为取样管道中心的气体压力,单位均为Pa。

7. 一种采用权利要求1-6任一所述的用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置进行泄漏检测的方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 开启氦质谱检漏仪,并完成仪器的标定;

(2) 在大型变压器密封元件的可能泄漏处或者标准漏孔处用工业用胶带包覆形成一定的收集包,并设定收集包的体积为V,该体积始终不变,收集包内的压力为1个标准大气压,即为 P_{atm} ;

(3) 氦质谱检漏仪在检漏状态下运行1h以上;

(4) 将氦质谱检漏仪恢复到待机状态,并在检漏口连接高速吸枪;

(5) 按开始键,氦质谱检漏仪开始检漏,记录此时氦质谱仪的本底值BV;

(6) 按下氦质谱检漏仪的调零按键;

(7) 分别将标准漏孔活密封元件的可能泄漏处的泄漏率调至三个数值,将吸枪对准标准化漏孔或者密封元件的可能泄漏处,检测此时氦质谱仪响应的信号值SV,响应时间T;

(8) 若氦质谱仪的显示数值发生变化,可以判断密封元件的可能泄漏处或者标准漏孔的附近发生泄漏。

8. 根据权利要求7的泄漏检测的方法,还包括步骤:(9) 将高速吸枪中的吸嘴离开步骤(8)检测到的可能泄漏处,信号恢复到原始状态,等待2-5秒钟后,再次将吸嘴靠近可疑的地

方,重复该操作多次,可以准确判断泄漏点。

9.根据权利要求7的泄漏检测的方法,,所述步骤(7)所述泄漏率调至三个数值分别为:
 $5 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3$, $5 \times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{m}^3$ 以及 $5 \times 10^{-5} \text{Pa} \cdot \text{m}^3$ 。

大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及泄漏检测技术,特别是一种大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置及检测方法。

背景技术

[0002] 氦质谱检漏是目前使用最多、灵敏度较高的一种检漏方法,这种方法通常可以分成抽空法和加压法,抽空法是将被检测元件或者疑似泄漏的部分与检漏阀相连,利用检漏仪的抽气系统或专门设计的抽气系统将被检测元件的内腔抽空,然后在被检测元件的外部焊缝处采用喷吹法或者氦罩法施加氦气,一般在一个大气压的压差作用下,氦气通过漏孔进入被检测元件的内腔并传送到检漏仪中,氦气作为输出指示。而加压法又称为吸枪检漏法,就是向被测试物体的内部充入规定压力的氦气,用特制的吸枪,如限流的针阀、孔膜或毛细管在被测物体外部进行探索,若被测物存在泄漏,氦气将通过漏孔向外逸散,当吸枪正对漏孔位置的时候,氦气随同周围空气一起被吸枪吸入到检漏仪中而产生输出指示,从而达到检漏目的,此处吸枪又被称为是嗅敏探头,探头通过导管与检漏仪相连,这种探头通过一种可控制流量的针阀结构或细长毛细管与检漏仪连接,或者通过对示漏气体氦有强渗透作用的薄膜(如石英薄膜)将检漏仪的真空系统与外部大气隔离,同时又通过真空系统将外部大气中的示漏气体氦吸入检漏仪中,检漏仪输出指示便发生变化。

[0003] 吸枪检漏法可以理解为通过检测氦气浓度随空间位置变化以确定高氦气浓度区域从而找到漏点的过程,是一种空间泄漏检测方法。吸枪检漏的灵敏度与空气中氦本底的含量,吸枪离漏孔的距离,吸枪在漏孔停留的时间,即移动速度和吸枪对泄漏信号的响应时间有关系。

[0004] 标准吸枪分为毛细管型,薄膜型,针阀型,然而随着大型火力发电厂、核电厂、火箭、飞机、冶金工业的长足发展,大型变压器中使用的特殊密封容器越来越多,常规标准2-5m的吸枪已经满足不了使用要求,如毛细管型如果加长,又需要做的细长才能维持吸枪内外至少四个量级的压差,那就势必造成流阻过大,反映时间过长,氦消除的时间长,灵敏度极低,而针阀型吸枪面对这些特殊密封容器,本身结构的密封性、可调性、可重复性以及整体的使用寿命都是受到质疑和挑战,而目前最常见的薄膜型,如果加长吸枪的长度,即使不影响石英薄膜对氦气的渗透,然而检测时间也会拉长。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置,包括:长管线吸枪,取样管道,过滤器,大功率吸泵,氦分离器以及氦质谱仪,其中,空气载气从所述长管线吸枪的探头进入,经过取样管道的第一分支,由大功率吸泵抽出,从被检测的大型变压器密封元件漏孔中漏出的氦气进入长管线吸枪的探头后,随着大功率吸泵提供的高速空气载气,经过所述取样管道的第二分支,穿过所述氦分离器进入氦质谱仪的质谱室内进行分析,并最终给出响应漏率信号。

[0006] 优选的,所述长管线吸枪的长度大于10m。

[0007] 优选的,所述氦分离器为快速渗透膜,在所述高速空气载气的作用下维持整个系统保持真空,同时进行氦气的快速渗透。

[0008] 优选的,所述氦质谱仪包括质谱室,接收器以及信号转换单元。

[0009] 优选的,所述氦分离器将小的氦分子与空气中的氧分子以及较大氦气分子进行分离,小的氦分子进入所述质谱室后被电离,此后被所述接收室接收转换,在所述信号转换单元内被转换为电信号。

[0010] 优选的,所述高速空气载气在所述取样管道中的传输速度由所述取样管道的流导以及所述大功率吸泵的抽气速度决定。

[0011] 优选的,所述取样管道的流导由下式计算:

[0012] $U = \pi d^4 Pa / 128 \eta L$,其中d为取样管道的直径,单位为m;L为管道长度,单位为m; η 为气体粘滞系数,单位为N.S/m²,Pa为管道中的平均压力, $Pa = (P1 + P0 + P2) / 3$,P1,P2分别为取样管道两端的气体压力,P0为取样管道中心的气体压力,单位均为Pa。

[0013] 一种用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测方法,包括如下步骤:

[0014] (1) 开启氦质谱检漏仪,并完成仪器的标定;

[0015] (2) 在大型变压器密封元件的可能泄漏处或者标准漏孔处用工业用胶带包覆形成一定的收集包,并设定收集包的体积为V,该体积始终不变,收集包内的压力为1个标准大气压,即为Patm;

[0016] (3) 氦质谱检漏仪在检漏状态下运行1h以上;

[0017] (4) 将氦质谱检漏仪恢复到待机状态,并在检漏口连接长管线吸枪;

[0018] (5) 按开始键,氦质谱检漏仪开始检漏,记录此时氦质谱仪的本底值BV;

[0019] (6) 按下氦质谱检漏仪的调零按键;

[0020] (7) 分别将标准漏孔活密封元件的可能泄漏处的泄漏率调至三个不同数值;将吸枪对准标准化漏孔或者密封元件的可能泄漏处,检测此时氦质谱仪响应的信号值SV,响应时间T;

[0021] (8) 若氦质谱仪的显示数值发生变化,可以判断密封元件的可能泄漏处或者标准漏孔的附近发生泄漏。

[0022] 优选的,还包括步骤:(9) 将长管线吸枪中的吸嘴离开步骤(8)检测到的可能泄漏处,信号恢复到原始状态,等待2-5秒钟后,再次将吸嘴靠近可疑的地方,重复该操作多次,可以准确判断泄漏点。

[0023] 优选的,所述长管线吸枪距离所述大型变压器的密封元件为1-3mm。

[0024] 优选的,所述步骤(7)的三个不同数值为: $5 \times 10^{-7} Pa \cdot m^3$, $5 \times 10^{-6} Pa \cdot m^3$ 以及 $5 \times 10^{-5} Pa \cdot m^3$ 。

[0025] 根据下文结合附图对本发明具体实施例的详细描述,本领域技术人员将会更加明了本发明的上述以及其他目的、优点和特征。

附图说明

[0026] 后文将参照附图以示例性而非限制性的方式详细描述本发明的一些具体实施例。附图中相同的附图标记标示了相同或类似的部件或部分。本领域技术人员应该理解,这些

附图未必是按比例绘制的。本发明的目标及特征考虑到如下结合附图的描述将更加明显，附图中：

[0027] 图1为根据本发明实施例的高速吸枪结构示意图；

[0028] 图2为根据本发明实施例的大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测方法流程图。

具体实施方式

[0029] 参见附图1，一种用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测装置，包括：高速吸枪1，取样管道2，过滤器3，大功率吸泵4，氦分离器5以及氦质谱仪6，其中，空气载气从所述高速吸枪1的探头进入，经过取样管道2的第一分支2-1，由大功率吸泵4抽出，从被检测的大型变压器密封元件漏孔中漏出的氦气进入高速吸枪1的探头后，随着大功率吸泵4提供的高速空气载气，经过取样管道2的第二分支2-2，穿过所述氦分离器5进入氦质谱仪6的质谱室(图中没有示出)内进行分析，并最终给出响应漏率信号。高速吸枪1的长度为20m。氦分离器5为快速渗透膜，在高速空气载气的作用下维持整个系统保持真空，同时进行氦气的快速渗透。氦质谱仪包括质谱室，接收器以及信号转换单元(附图中没有详细表示出)。氦分离器将小的氦分子与空气中的氧分子以及较大氦气分子进行分离，小的氦分子进入质谱室后被电离，此后被接收室接收转换，在信号转换单元内被转换为电信号。

[0030] 测试过程中，高速空气载气在取样管道中的传输速度由取样管道的流导以及大功率吸泵的抽气速度决定。其中取样管道的流导由下式计算：

[0031] $U = \pi d^4 P_a / 128 \eta L$ (1)，其中

[0032] d 为取样管道的直径，单位为m； L 为管道长度，单位为m； η 为气体粘滞系数，单位为 $N \cdot S / m^2$ ， P_a 为管道中的平均压力， $P_a = (P_1 + P_0 + P_2) / 3$ ， P_1 ， P_2 分别为取样管道两端的气体压力， P_0 为取样管道中心的气体压力，单位均为Pa。

[0033] 参见附图2，其表示一种用于大型变压器密封元件的高速吸枪泄漏检测方法的步骤流程图，分别为：

[0034] (1) 开启氦质谱检漏仪，并完成仪器的标定；

[0035] (2) 在大型变压器密封元件的可能泄漏处或者标准漏孔处用工业用胶带包覆形成一定的收集包，并设定收集包的体积为 V ，该体积始终不变，收集包内的压力为1个标准大气压，即为 P_{atm} ；

[0036] (3) 氦质谱检漏仪在检漏状态下运行1h以上；

[0037] (4) 将氦质谱检漏仪恢复到待机状态，并在检漏口连接高速吸枪；

[0038] (5) 按开始键，氦质谱检漏仪开始检漏，记录此时氦质谱仪的本底值 BV ；

[0039] (6) 按下氦质谱检漏仪的调零按键；

[0040] (7) 分别将标准漏孔活密封元件的可能泄漏处的泄漏率调至 $5 \times 10^{-7} Pa \cdot m^3$ ， $5 \times 10^{-6} Pa \cdot m^3$ 以及 $5 \times 10^{-5} Pa \cdot m^3$ ；将吸枪对准标准化漏孔或者密封元件的可能泄漏处，检测此时氦质谱仪响应的信号值 SV ，响应时间 T ；

[0041] (8) 若氦质谱仪的显示数值发生变化，可以判断密封元件的可能泄漏处或者标准漏孔的附近发生泄漏。

[0042] 如果需要精确定位漏孔的位置，通常还会进行如下操作：(9) 将高速吸枪中的吸嘴

离开步骤(8)检测到的可能泄漏处,信号恢复到原始状态,等待2-5秒钟后,再次将吸嘴靠近可疑的地方,重复该操作多次,可以准确判断泄漏点。

[0043] 自漏孔泄漏出的氦气,会在空气中迅速扩散,离漏孔的距离越远,氦气的浓度越低,吸枪越接近漏孔,漏率越接近最大值100%,吸枪离漏孔距离越远,检漏的灵敏度越低,吸枪离带测试元件表面的距离太近,吸枪口容易被试件表面的脏物堵塞,通常将该距离设置为1-3mm。

[0044] 将该高速吸枪、普通吸枪分别连接到检漏口,检漏仪工作在真空模式,检测吸枪的本底值,将标准漏孔接吸枪口,检测检漏仪响应的信号值,记录实验数据,同一把吸枪在同一台氦质谱检漏仪上检测时,分流比是个定值,不会随检测信号的大小而改变,在实际吸枪检测中,漏点泄漏的氦气不能完全保证进入吸枪,吸枪探头与漏点之间存在间隙,从而使得漏点泄漏出来的氦气会被空气稀释,氦气的浓度降低,普通吸枪在检测信号时会产生10倍的分流,而高速吸枪产生2000倍的分流,这是由于高速吸枪内部有吸泵,大部分进入高速吸枪的氦气被吸泵抽走,只有小部分的氦气进入氦质谱仪被检测到。比较普通吸枪和高速吸枪的响应时间,分别为2s和0.5s,高速吸枪增加了吸泵抽气,增加气流的速度,从而降低了响应时间,从而提高了检测漏率的数量级。

[0045] 虽然本发明已经参考特定的说明性实施例进行了描述,但是不会受到这些实施例的限定而仅仅受到附加权利要求的限定。本领域技术人员应当理解可以在不偏离本发明的保护范围和精神的情况下对本发明的实施例能够进行改动和修改。

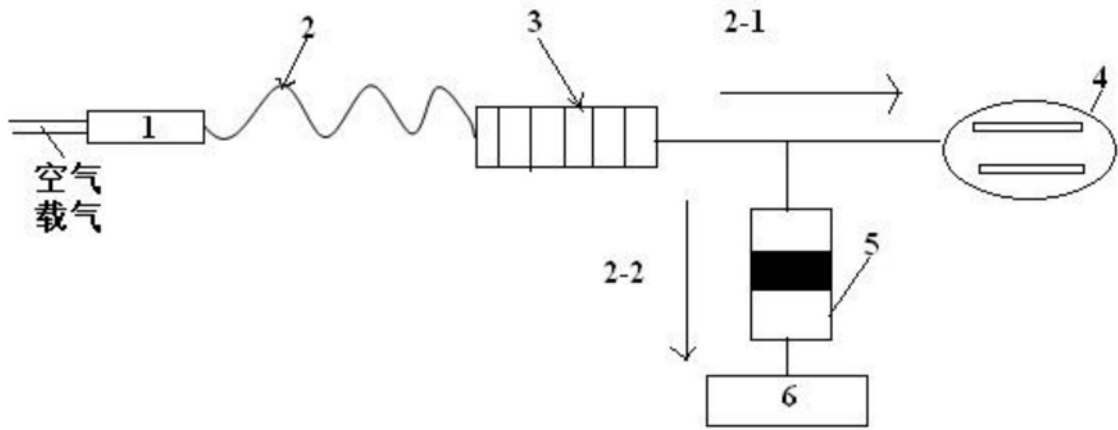


图1

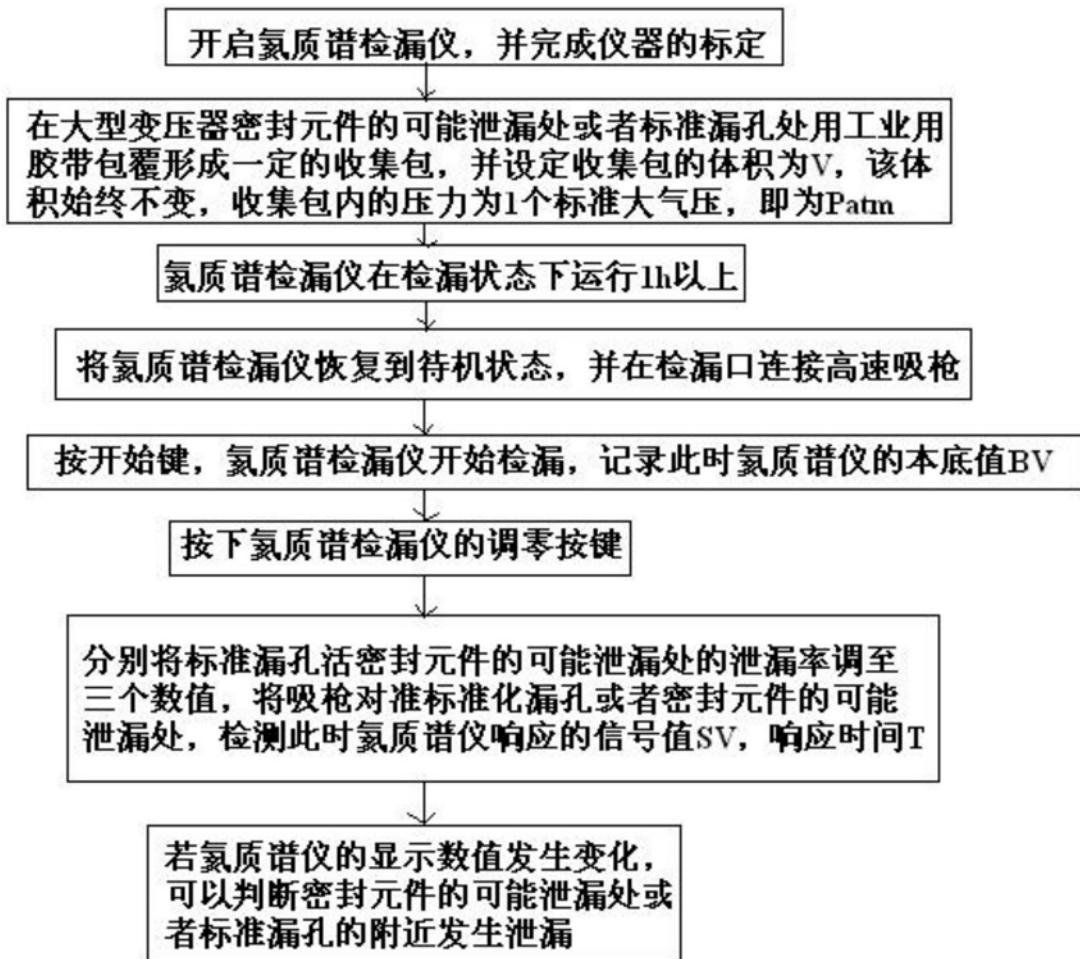


图2