



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110320059 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201910545029.0

(22) 申请日 2019.06.21

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110320059 A

(43) 申请公布日 2019.10.11

(73) 专利权人 国网山西省电力公司电力科学研究院

地址 030001 山西省太原市迎泽区青年路6号

(72) 发明人 俞华 李国栋 王伟 刘宏  
穆广祺 王爱民 晋涛 梁基重  
王海鹏 李岩松 张海 芦竹茂  
白鹭 芦山 李艳春 王欣伟

(74) 专利代理机构 北京智绘未来专利代理事务所(普通合伙) 11689

代理人 肖继军

(51) Int.Cl.  
G01M 99/00 (2011.01)  
G01R 19/00 (2006.01)  
G01R 15/18 (2006.01)  
G01R 29/08 (2006.01)  
G01R 31/52 (2020.01)  
G01R 31/12 (2006.01)  
G01R 31/62 (2020.01)

审查员 周小林

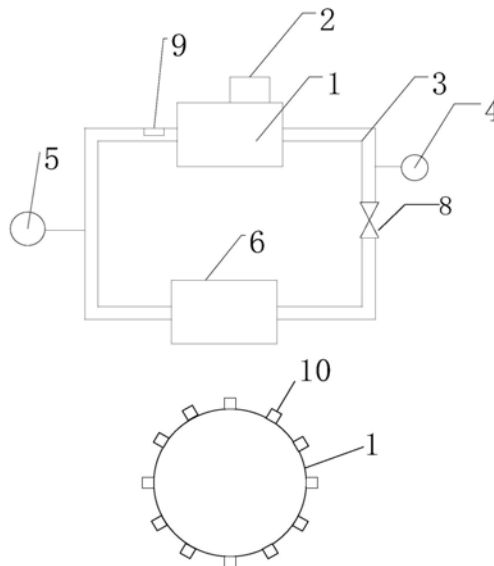
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

变压器油泵长期运行评估方法及评估装置

(57) 摘要

一种变压器油泵长期运行评估方法及评估装置,油泵进口通过油泵管道连接至油桶的出口,油泵出口通过油泵管道连接至油桶的进口;在油泵油进出口处的油泵管道上均安装压力表;在靠近油泵位置的油泵管道内壁上设置特高频传感器;通过监测油泵进口、入口两侧的油泵管道压力差识别油泵转子的动稳定情况,通过电流互感器监测三相定子绕组不平衡电流监测油泵的定子绕组匝间绝缘情况,通过超声波传感器监测油泵的振动情况,通过特高频传感器监测定转子摩擦或扫膛,综合以上检测结果判断油泵长期运行的健康状态。



1. 一种变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于,所述评估方法包括以下步骤:

步骤1:在靠近油泵进口、出口两侧的油泵管道上分别安装油泵油进口压力表和油泵油出口压力表,在油泵额定转速下,检测油泵两侧在第一设定时间内的压力差,比较油泵两侧的最大压力差与设定压力差阈值,确定动态稳定特征Pk值;

步骤2:在油泵叶轮堵转并且定子绕组的电流大于额定电流的条件下,持续运行第二设定时间,然后通过电流互感器检测定子绕组三相不平衡电流,并与设定的不平衡率阈值比较,确定油泵匝间绝缘特征PI值;

步骤3:在油泵圆周壁上布置多个超声波传感器,调节油泵运行至设定转速并持续第三设定时间,通过超声波传感器检测超声波信号,并与设定的超声波信号阈值比较,确定油泵异常振动特征Pc值;

步骤4:在靠近油泵位置的油泵管道处设置特高频传感器,调节油泵运行至设定转速,持续运行第四设定时间,通过特高频传感器检测油泵在设定转速下产生的特高频电磁波信号,所检测的特高频电磁波信号比较设定的特高频电磁波阈值,确定油泵摩擦特征Pt值;所述特高频是指频率在300MHZ-3GHZ范围;

步骤5:将根据油泵两侧的最大压力差与设定压力差阈值确定的动态稳定特征Pk值、根据定子绕组三相不平衡电流与设定的不平衡率阈值比较确定的油泵匝间绝缘特征PI值、根据油泵内部的超声波信号与设定的超声波信号阈值比较所确定的油泵异常振动特征Pc值、根据所检测的特高频电磁波信号比较设定的特高频电磁波阈值所确定的油泵摩擦特征Pt值进行加权后相加得到P值,根据P值对变压器油泵能否长期运行进行评估。

2. 根据权利要求1所述的变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于:

在步骤1中,所述第一设定时间为1小时,所述最大压力差是油泵两侧在1小时内的压力差最大值。

3. 根据权利要求2所述的变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于:

计算油泵进口压力值Pk1与出口处压力值Pk2之间的最大差,然后与设定的压力差阈值比较,确定动态稳定特征Pk值:

$$|Pk1-Pk2|>0.1Mpa \quad Pk=0$$

$$0.05<|Pk1-Pk2|\leq 0.1Mpa \quad Pk=1$$

$$|Pk1-Pk2|\leq 0.05Mpa \quad Pk=2$$

其中,Pk1为油泵油进口压力表P1的读数,单位为Mpa;Pk2为油泵出口压力表P2的读数,单位为Mpa;Pk为压力差区间分别对应赋予不同的值,0.05Mpa、0.1Mpa为所设定的压力差阈值,油泵进口压力值Pk1与出口处压力值Pk2之间的最大差越大,表示油泵越容易造成动态失稳。

4. 根据权利要求3所述的变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于:

在步骤2中,所述第二设定时间为2分钟;在2分钟内持续监测定子绕组三相不平衡电流,如果2分钟内三相定子电流不平衡率均小于8%,赋值PI为2,如果前1分钟内三相定子电流不平衡率均小于8%,赋值PI为1,否则赋值PI为0;其中,所设定的不平衡率阈值为8%。

5. 根据权利要求4所述的变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于:

在步骤3中,所述设定转速为1.1倍的额定转速,所述第三设定时间为30分钟;所述超声波传感器为12个超声波传感器,在油泵的圆周方向上每间隔30度设置一个超声波传感器;

若超声波传感器检测超声信号有效值均小于为6mV,且100HZ下的超声信号有效值小于2mV,赋值Pc为2;若超声波传感器检测超声信号有效值均小于为6mV或100HZ下的超声信号有效值均小于2mV,赋值Pc为1;若超声波传感器检测超声信号有效值只要有一个不小于为6mV,且100HZ下的超声信号有效值不小于2mV,赋值Pc为0。

6. 根据权利要求5所述的变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于:

在步骤4中,所述设定转速为1.1倍的额定转速,所述第四设定时间为60分钟;所述特高频传感器所检测的特高频电磁波信号为在300MHZ-3GHZ的特征信号;

油泵运行在1.1倍的额定转速下,若在60分钟监测时间范围内,没有异常局部放电信号,且放电量即特高频电磁波信号幅值均小于50mV,赋值Pt为2;若仅前30分钟内,没有异常局部放电信号,且放电量即特高频电磁波信号幅值均小于50mV,赋值Pt为1;否则赋值Pt为0。

7. 根据权利要求6所述的变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于:

根据以下判据对变压器油泵能否长期运行进行评估:

$$P=0.4Pk+0.2PI+0.25Pc+0.15Pt$$

当P值小于1,评估油泵为差,判断油泵不能长期运行,建议不使用;

当 $1 \leq P < 1.5$ ,评估油泵为中,油泵暂能长期运行,但在运行过程中要定期对油泵的运行状态进行检查或监测;

当 $1.5 \leq P < 2$ ,评估油泵为良,油泵能长期运行;

当 $P = 2$ ,评估油泵为优,油泵能长期运行。

8. 一种基于权利要求1-7中任一项权利要求所述变压器油泵长期运行评估方法的变压器油泵长期运行评估装置,包括油泵进口压力表、油泵出口压力表、超声波传感器、特高频传感器、电流互感器、油桶和信号诊断分析模块;其特征在于:

所述油泵进口通过油泵管道连接至油桶的出口,所述油泵出口通过油泵管道连接至油桶的进口;

在油泵进口处的油泵管道上安装油泵油进口压力表,在油泵出口处的油泵管道上安装油泵油出口压力表;

在靠近油泵位置的油泵管道内壁上设置特高频传感器,特高频传感器嵌入在油泵管道的内壁上,信号线从对应的油泵管道内部引出;

在油泵圆周壁上布置多个超声波传感器;

在油泵附近设置用于检测三相定子电流的电流互感器,通过卡子堵转油泵叶轮,通过电流互感器监测油泵在叶轮堵转条件下的定子绕组三相不平衡电流;

所述油泵油进口压力表、油泵油出口压力表、特高频传感器、超声波传感器以及电流互感器的信号输出端连接至信号诊断分析模块的输入端,所述信号诊断分析模块根据检测结果对变压器油泵的长期运行进行评估。

9. 根据权利要求8所述的变压器油泵长期运行评估装置,其特征在于:

所述变压器油泵长期运行评估装置还包括油管调节阀,所述油管调节阀设置在油泵进口和油桶出口之间的油泵管道上,用于调整油泵运行油的流量。

10. 根据权利要求8或9所述的变压器油泵长期运行评估装置,其特征在于:

所述变压器油泵长期运行评估装置还包括显示模块,所述显示模块与信号诊断分析模

块相连,用于显示变压器油泵的长期运行的评估结果。

11.根据权利要求10所述的变压器油泵长期运行评估装置,其特征在于:

在油泵的圆周上同时布置12个超声波传感器,在油泵的圆周方向上每间隔30度设置一个超声波传感器,检测测试条件下不同部位的同时域异常振动情况,每个超声波传感器引线均接到信号诊断分析模块;若发现某个超声波传感器输出信号超过设定的阈值,则根据不同超声波传感器信号情况对油泵的异常位置进行定位。

12.根据权利要求11所述的变压器油泵长期运行评估装置,其特征在于:

所述信号诊断分析模块根据接收到的油泵两侧的压力差值、特高频传感器所检测的特高频电磁波信号、超声波信号和三相不平衡电流信号,对变压器油泵长期运行进行综合评估,并将评估结果通过显示模块进行显示。

## 变压器油泵长期运行评估方法及评估装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于电力设备质量检测技术领域,具体涉及一种变压器油泵入网质量评估方法及评估装置。

### 背景技术

[0002] 油泵是大型变压器冷却系统中的一个重要部件,变压器油泵长期运行尤其在运行10年后,一些运行问题呈现出来,油泵常见的故障轴承磨损、定转子绕组匝间短路、定转子扫膛或摩擦等,尤其是如果油泵发生扫膛后产生的金属粉末进入变压器内部线圈,将导致变压器放电而损坏,造成重大经济损失。

[0003] 当变压器内油色谱分析发现乙炔含量明显变化,而其它气体组分变化不很明显时,往往认为变压器内部存在放电性故障,而无法区别是变压器本体内的放电、还是辅助设备(如潜油泵)的故障所致,盲目放油或吊芯检查常无结果却造成供电负荷损失,浪费极大。

[0004] 目前变压器油泵通过出厂试验后并不能保证油泵可以长期安全运行。变压器油泵在运行后没有相应的检测或监测技术标准,无法对变压器油泵是否能够长期运行提出检测方法。例如,中国发明专利“变压器油泵试验装置及其试验方法”(ZL201310284298.9),仅局限于油泵出厂试验和型式试验,且仅满足于常规检测,对油泵长期运行的质量无法做出考核和评估,无法检测到油泵的异常振动、摩擦、定子绕组绝缘短路等问题。

[0005] 为弥补现有技术的不足,填补国内外尚无针对“变压器油泵长期运行评估”的技术空白,针对变压器油泵在安装到变压器前进行检测,充分考核油泵能否长期安全可靠运行,这对变压器安全运行有重要意义。

### 发明内容

[0006] 为解决现有技术存在的变压器油泵长期运行质量考核不到位的问题,防范油泵长时间运行后出现的问题导致变压器损坏,本发明公开了一种变压器油泵长期运行考核方法及检测平台。能够提前发现油泵的异常振动、定子绕组匝间短路、定转子摩擦等问题,解决油泵长期运行质量考核不到位的问题,防范油泵长时间运行后出现的问题导致变压器损坏。

[0007] 为实现上述发明目的,本发明具体采用以下技术方案。

[0008] 一种变压器油泵长期运行评估方法,其特征在于,所述评估方法包括以下步骤:

[0009] 步骤1:在靠近油泵进口、出口两侧的油泵管道上分别安装油泵油进口压力表和油泵油出口压力表,在油泵额定转速下,检测油泵两侧在第一设定时间内的压力差,比较油泵两侧的最大压力差与设定压力差阈值,确定动态稳定特征Pk值;

[0010] 步骤2:在油泵叶轮堵转并且定子绕组的电流大于额定电流的条件下,持续运行第二设定时间,然后通过电流互感器检测定子绕组三相不平衡电流,并与设定的不平衡率阈值比较,确定油泵匝间绝缘特征PI值;

[0011] 步骤3:在油泵圆周壁上布置多个超声波传感器,调节油泵运行至设定转速并持续

第三设定时间,通过超声波传感器检测超声波信号,并与设定的超声波信号阈值比较,确定油泵异常振动特征Pc值;

[0012] 步骤4:在靠近油泵位置的油泵管道处设置特高频传感器,调节油泵运行至设定转速,持续运行第四设定时间,通过特高频传感器检测油泵在设定转速下产生的特高频电磁波信号,所检测的特高频电磁波信号比较设定的特高频电磁波阈值,确定油泵摩擦特征Pt值;所述特高频是指频率在300MHZ-3GHZ范围;

[0013] 步骤5:将根据油泵两侧的最大压力差与设定压力差阈值确定的动态稳定特征Pk值、根据定子绕组三相不平衡电流与设定的不平衡率阈值比较确定的油泵匝间绝缘特征PI值、根据油泵内部的超声波信号与设定的超声波信号阈值比较所确定的油泵异常振动特征Pc值、根据所检测的特高频电磁波信号比较设定的特高频电磁波阈值所确定的油泵摩擦特征Pt值进行加权后相加得到P值,根据P值对变压器油泵能否长期运行进行评估。

[0014] 本发明进一步包括以下优选方案。

[0015] 在步骤1中,所述第一设定时间为1小时,所述最大压力差是油泵两侧在1小时内的压力差最大值。

[0016] 计算油泵进口压力值Pk1与出口处压力值Pk2之间的最大差,然后与设定的压力差阈值比较,确定动态稳定特征Pk值:

[0017]  $|Pk1-Pk2|>0.1\text{Mpa}$  Pk=0

[0018]  $0.05<|Pk1-Pk2|\leq 0.1\text{Mpa}$  Pk=1

[0019]  $|Pk1-Pk2|\leq 0.05\text{Mpa}$  Pk=2

[0020] 其中,Pk1为油泵油进口压力表P1的读数,单位为Mpa;Pk2为油泵出口压力表P2的读数,单位为Mpa;Pk为压力差区间分别对应赋予不同的值,0.05Mpa、0.1Mpa为所设定的压力差阈值,油泵进口压力值Pk1与出口处压力值Pk2之间的最大差越大,表示油泵越容易造成动态失稳。

[0021] 在步骤2中,所述第二设定时间为2分钟;在2分钟内持续监测定子绕组三相不平衡电流,如果2分钟内三相定子电流不平衡率均小于8%,赋值PI为2,如果前1分钟内三相定子电流不平衡率均小于8%,赋值PI为1,否则赋值PI为0;其中,所设定的不平衡率阈值为8%。

[0022] 在步骤3中,所述设定转速为1.1倍的额定转速,所述第三设定时间为30分钟;所述超声波传感器为12个超声波传感器,在油泵的圆周方向上每间隔30度设置一个超声波传感器;

[0023] 若超声波传感器检测超声信号有效值均小于为6mV,且100HZ下的超声信号有效值小于2mV,赋值Pc为2;若超声波传感器检测超声信号有效值均小于为6mV或100HZ下的超声信号有效值均小于2mV,赋值Pc为1;若超声波传感器检测超声信号有效值只要有一个不小于为6mV,且100HZ下的超声信号有效值不小于2mV,赋值Pc为0。

[0024] 在步骤4中,所述设定转速为1.1倍的额定转速,所述第四设定时间为60分钟;所述特高频传感器所检测的特高频电磁波信号为在300MHZ-3GHZ的特征信号;

[0025] 油泵运行在1.1倍的额定转速下,若在60分钟监测时间范围内,没有异常局部放电信号,且电量即特高频电磁波信号幅值均小于50mV,赋值Pt为2;若仅前30分钟内,没有异常局部放电信号,且电量即特高频电磁波信号幅值均小于50mV,赋值Pt为1;否则赋值Pt为0。

[0026] 根据以下判据对变压器油泵能否长期运行进行评估：

[0027]  $P=0.4Pk+0.2PI+0.25Pc+0.15Pt$

[0028] 当P值小于1,评估油泵为差,判断油泵不能长期运行,建议不使用；

[0029] 当 $1\leq P<1.5$ ,评估油泵为中,油泵暂能长期运行,但在运行过程中要定期对油泵的运行状态进行检查或监测；

[0030] 当 $1.5\leq P<2$ ,评估油泵为良,油泵能长期运行；

[0031] 当 $P=2$ ,评估油泵为优,油泵能长期运行。

[0032] 本申请同时公开了一种基于前述变压器油泵长期运行评估方法的变压器油泵长期运行评估装置,包括油泵进口压力表、油泵出口压力表、超声波传感器、特高频传感器、电流互感器、油桶和信号诊断分析模块；

[0033] 所述油泵进口通过油泵管道连接至油桶的出口,所述油泵出口通过油泵管道连接至油桶的进口；

[0034] 在油泵进口处的油泵管道上安装油泵油进口压力表,在油泵出口处的油泵管道上安装油泵油出口压力表；

[0035] 在靠近油泵位置的油泵管道内壁上设置特高频传感器,特高频传感器嵌入在油泵管道的内壁上,信号线从对应的油泵管道内部引出；

[0036] 在油泵圆周壁上布置多个超声波传感器；

[0037] 在油泵附近设置用于检测三相定子电流的电流互感器,通过卡子堵转油泵叶轮,通过电流互感器监测油泵在叶轮堵转条件下的定子绕组三相不平衡电流；

[0038] 所述油泵油进口压力表、油泵油出口压力表、特高频传感器、超声波传感器以及电流互感器的信号输出端连接至信号诊断分析模块的输入端,所述信号诊断分析模块根据检测结果对变压器油泵的长期运行进行评估。

[0039] 进一步优选地,

[0040] 所述变压器油泵长期运行评估装置还包括油管调节阀,所述油管调节阀设置在油泵进口和油桶出口之间的油泵管道上,用于调整油泵运行油的流量。

[0041] 所述变压器油泵长期运行评估装置还包括显示模块,所述显示模块与信号诊断分析模块相连,用于显示变压器油泵的长期运行的评估结果。

[0042] 在油泵的圆周上同时布置12个超声波传感器,在油泵的圆周方向上每间隔30度设置一个超声波传感器,检测测试条件下不同部位的同时域异常振动情况,每个超声波传感器引线均接到信号诊断分析模块;若发现某个超声波传感器输出信号超过设定的阈值,则根据不同超声波传感器信号情况对油泵的异常位置进行定位。

[0043] 所述信号诊断分析模块根据接收到的油泵两侧的压力差值、特高频传感器所检测的特高频电磁波信号、超声波信号和三相不平衡电流信号,对变压器油泵长期运行进行综合评估,并将评估结果通过显示模块进行显示。

[0044] 本发明相对于现有技术具有以下有益的技术效果：

[0045] 通过本发明的技术方案,可以在油泵投入运行前,对油泵是否会产生定转子扫膛、摩擦和定子绕组匝间短路、转子失稳等常见的故障进行评估,并对油泵是否能长期运行给出相应的综合评价。本发明模拟了油泵长期运行的条件,并开展了相应的检测。通过油泵进出口压力差的分析,评估油泵转子的运行稳定性。调节到1.1倍的转子额定转速,通过在油

泵的圆周上每隔30度的超声波同时域的监测,可以实现对油泵故障位置的准确定位和异常信号对比分析,通过在油路回路的管道上内嵌入特高频传感器,评估定转子的摩擦情况。通过在堵转条件下的定子三相不平衡电流监测,通过恶劣条件下的定子绝缘诊断,实现定子绕组的绝缘评判。本发明的实施对于保证变压器的长期安全运行具有重要意义。

### 附图说明

[0046] 图1为本发明变压器油泵长期运行评估装置结构示意图;

[0047] 图2为本发明变压器油泵长期运行评估方法流程示意图。

[0048] 附图标记的含义如下:

[0049] 1-油泵;2-油泵接线盒;3-油泵油进出口;4-油泵油进口压力表;5-油泵油出口压力表;6-油桶;8-油管调节阀;9-特高频传感器;10-油泵壳周围安装的超声波传感器;11-定子三相绕组三相电源输入端子。

### 具体实施方式

[0050] 下面结合说明书附图和具体实施例对本发明的技术方案做进一步详细介绍。

[0051] 如附图1所示,为本发明变压器油泵长期运行评估装置结构示意图。本发明公开的一种变压器油泵长期运行状态监测装置,包括油泵1、油泵接线盒2、油泵油进口压力表4、油泵油出口压力表5、油桶6、油管调节阀8、特高频传感器9、超声波传感10、信号诊断分析模块(图中未示出)和显示模块(图中未示出)。

[0052] 所述油泵1的进口通过油泵管道连接至油桶6的出口,所述油泵1的出口通过油泵管道连接至油桶6的进口;在油泵1进口处的油泵管道上安装油泵油进口压力表4,在油泵1出口处的油泵管道上安装油泵油出口压力表5。油泵油进口压力表4、油泵油出口压力表5距离油泵的距离最好相同。当油泵1和油桶6接通后,使油泵1运行至额定功率,并且调节油管调节阀8,模拟油泵1的实际运行条件,通过油泵油进口压力表4、油泵油出口压力表5检测油泵1油泵进口压力值 $P_{k1}$ 与出口处压力值 $P_{k2}$ ,计算进出口两侧的压力差值,判断油泵内部叶轮动态稳定情况。

[0053] 在靠近油泵1位置的油泵管道处设置特高频传感器9(所述特高频传感器是指频率在300MHZ-3GHZ之间范围,所检测的特高频电磁波信号在300MHZ-3GHZ的特征信号),在本发明的优选实施例中,将特高频传感器9嵌设在距离油泵1位置小于0.5米的油泵管道内壁上,通过信号线从对应的油泵管道内部引出,并接入到信号诊断分析模块。

[0054] 将油泵1运行在试验条件下,通过特高频传感器9监测油泵1在设定时间范围内的异常局部放电信号,从而判断油泵1内部的机械摩擦情况。在本发明的优选实施例中,所述试验条件是指油泵1运行在1.1倍的额定转速下监测60分钟内的特高频传感器9的输出信号。

[0055] 在本发明中,参见附图1,优选在在油,1的圆周上同时布置12个超声波传感器10,即在油泵的圆周方向上每间隔30度设置一个超声传感器12,检测测试条件下不同部位的同时域异常振动情况,每个超声传感器12引线均接到信号诊断分析模块;若发现某个超声传感器12输出信号超过设定的阈值,则根据不同超声传感器信号情况对油泵的异常位置进行定位。需要说明的是设置12个超声波传感器只是本发明的优选方案,本领域技术人员清楚,



根据需要,也可以设置其它数量的超声波传感器,但是各超声波传感器之间的间隔角度一致为较优方案。

[0056] 在本发明实施例中,调节油泵1的输入电压,直到油泵转速至1.1倍额定转速,在沿油泵轴向外壳圆周方向上每间隔30度布置超声波传感器,持续运行30分钟监测,判断变压器油泵是否有异常振动。若发现某个超声传感器12输出信号超过设定的阈值,则根据不同超声传感器12信号情况对油泵1的异常位置进行定位。

[0057] 在油泵1附近设置用于检测三相定子电流的电流互感器(图中未示出),通过卡子堵转油泵1叶轮(需要说明的是,在本发明的实施过程中,除了卡子外也可以采用其它方式,只要达到堵转油泵1叶轮的效果即可),电流互感器监测油泵在叶轮堵转条件下的定子绕组三相不平衡电流,并将三相不平衡电流信号上传至信号诊断分析模块。在本申请的优选实施例中,在定子绕组施加额定电压、堵转的条件下持续运行2分钟,判断油泵1定子绕组绝缘水平无法满足长期运行的要求

[0058] 所述油泵油进口压力表4、油泵油出口压力表5、特高频传感器9、超声传感器10以及电流互感器的信号输出端连接至信号诊断分析模块的输入端,所述信号诊断分析模块根据检测结果对变压器油泵的长期运行进行评估,并将评估结果以及各传感器的检测参数通过显示模块进行显示。

[0059] 参照附图2,本发明还公开了一种变压器油泵长期运行评估方法,包括以下步骤:

[0060] 步骤1:在靠近油泵进口、出口两侧的油泵管道上分别安装油泵油进口压力表和油泵油出口压力表,在油泵额定转速下,检测油泵两侧在第一设定时间内的压力差,比较油泵两侧的最大压力差与设定压力差阈值,确定动态稳定特征Pk值;

[0061] 步骤1中,在油泵额定转速条件下,油泵进口压力值Pk1与出口处压力值Pk2最大差与设定的压力差阈值,分别赋予不同的值:

[0062]  $|Pk1 - Pk2| > 0.1 \text{Mpa}$   $Pk = 0$

[0063]  $0.05 < |Pk1 - Pk2| \leq 0.1 \text{Mpa}$   $Pk = 1$

[0064]  $|Pk1 - Pk2| \leq 0.05 \text{Mpa}$   $Pk = 2$

[0065] 其中,Pk1为油泵油进口压力表P1的读数,单位为Mpa。Pk2为油泵出口压力表值P2的读数,单位为Mpa。Pk为压力差区间分别对应赋予不同的值,0.05Mpa、0.1Mpa为所设定的压力差阈值。

[0066] 步骤2:在油泵叶轮堵转并且定子绕组的电流大于额定电流的条件下,持续运行第二设定时间,然后通过电流互感器检测定子绕组三相不平衡电流,并与设定的不平衡率阈值比较,确定油泵匝间绝缘特征PI值;

[0067] 在步骤2中,在定子绕组施加额定电压、堵转的条件下持续运行2分钟,判断油泵定子绕组绝缘水平无法满足长期运行的要求。

[0068] 在2分钟内持续监测定子绕组三相不平衡电流,

[0069] 如果2分钟内三相定子电流不平衡率均小于8%,赋值PI为2;

[0070] 如果前1分钟内三相定子电流不平衡率均小于8%,赋值PI为1;

[0071] 否则赋值PI为0。其中,所设定的不平衡率阈值为8%。

[0072] 步骤3:在油泵圆周壁上布置多个超声传感器,调节油泵运行至设定转速并持续第三设定时间,通过超声波传感器检测超声波信号,并与设定的超声波信号阈值比较,确定油

泵异常振动特征Pc值；

[0073] 在步骤3中,调节油泵输入电压,直到油泵转速至1.1倍额定转速,在沿油泵轴向外壳圆周方向上每间隔30度布置超声波传感器,持续运行30分钟监测,判断变压器油泵有异常振动。12个超声传感器同时检测检测油泵的振动情况:

[0074] 如果超声传感器检测超声信号有效值均小于为6mV,且100HZ下的超声信号有效值小于2mV,赋值Pc为2;

[0075] 如果超声传感器检测超声信号有效值小于为6mV或100HZ下的超声信号有效值小于2mV,赋值Pc为1;

[0076] 如果超声传感器检测超声信号有效值只要有一个不小于为6mV,且100HZ下的超声信号有效值不小于2mV,赋值Pc为0。

[0077] 步骤4:在靠近油泵位置的油泵管道处设置特高频传感器,调节油泵运行至设定转速,持续运行第四设定时间,通过特高频传感器检测油泵在设定转速下产生的高频电磁波信号,所检测的特高频电磁波信号比较设定的特高频电磁波阈值,确定油泵摩擦特征Pt值;

[0078] 在步骤4中,调节油泵输入电压,直到转速至1.1倍的额定转速,持续运行60分钟,如果在60分钟监测时间范围内,没有异常局部放电信号,且放电幅值均小于50mV,赋值Pt为2;

[0079] 如果仅前30分钟内,没有异常局部放电信号,且放电幅值均小于50mV,赋值Pt为1;否则赋值Pt为0。

[0080] 步骤5:根据油泵两侧的最大压力差、定子绕组三相不平衡电流、油泵内部的超声波信号和特高频电磁波信号判断油泵的运行状态。

[0081] 步骤5:对变压器油泵能否长期运行进行评估,对各参数进行加权。

[0082]  $P=0.4Pk+0.2PI+0.25Pc+0.15Pt$

[0083] 如果P值小于1,评估油泵为差,判断油泵不能长期运行,建议不使用;

[0084] 如果 $1 \leq P < 1.5$ ,评估油泵为中,油泵暂可以长期运行,但在运行过程中要定期对油泵的运行状态进行检查或监测。

[0085] 如果 $1.5 \leq P < 2$ ,评估油泵为良,油泵可以长期运行。

[0086] 如果 $P=2$ ,评估油泵为优,油泵可以长期运行。

[0087] 实例1,通过对某个油泵的检测评估,油泵定子三相不平衡电流合格,赋值PI为2,发现油泵近出口压力差大于0.1Mpa,赋值Pk为0,在1.1倍的额定转速下,检测超声波信号为8mV,且100HZ下的超声信号有效值3.6mV,有明显的振动信号。运行24分钟,发现放电幅值80mV,发现异常信号,综合判断P为0.4,判断为油泵状态差。后经过对油泵的拆解检查,发现了油泵轴承有损伤造成叶轮失稳,造成异常振动、摩擦。

[0088] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

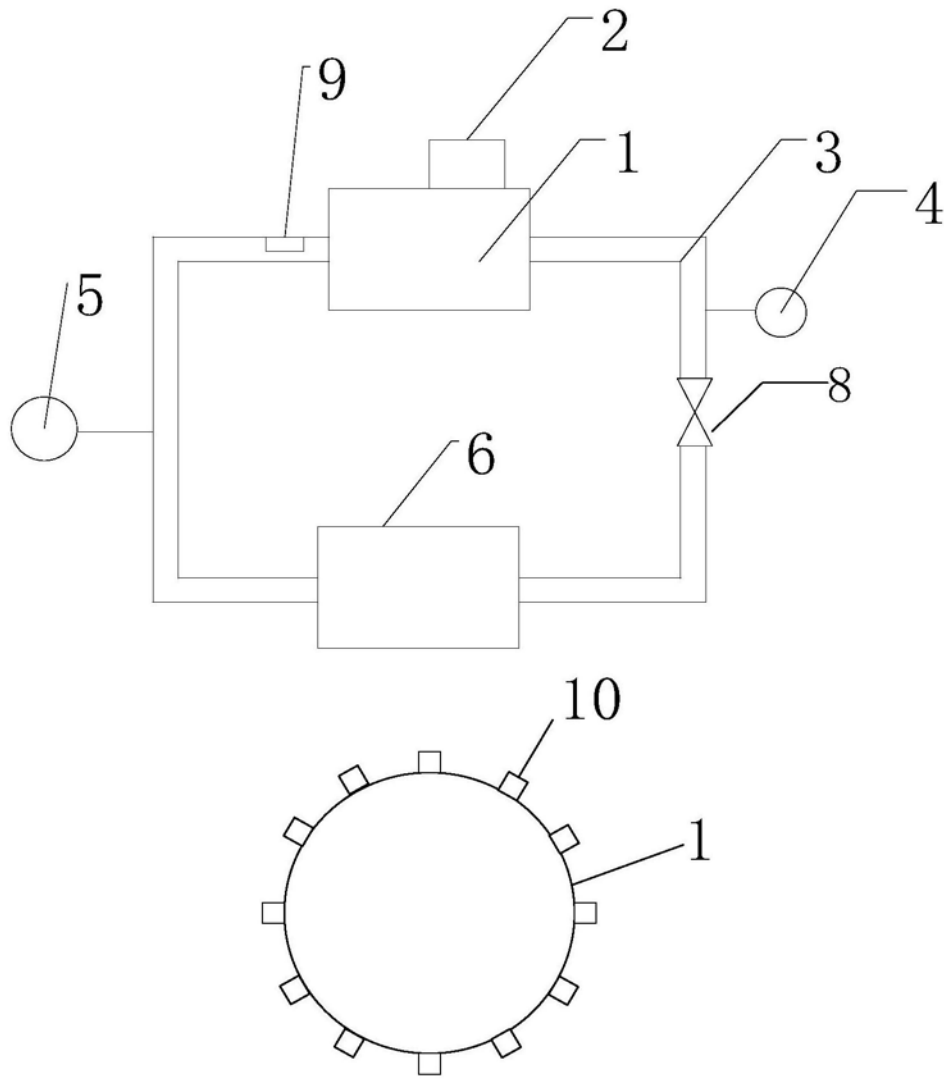


图1

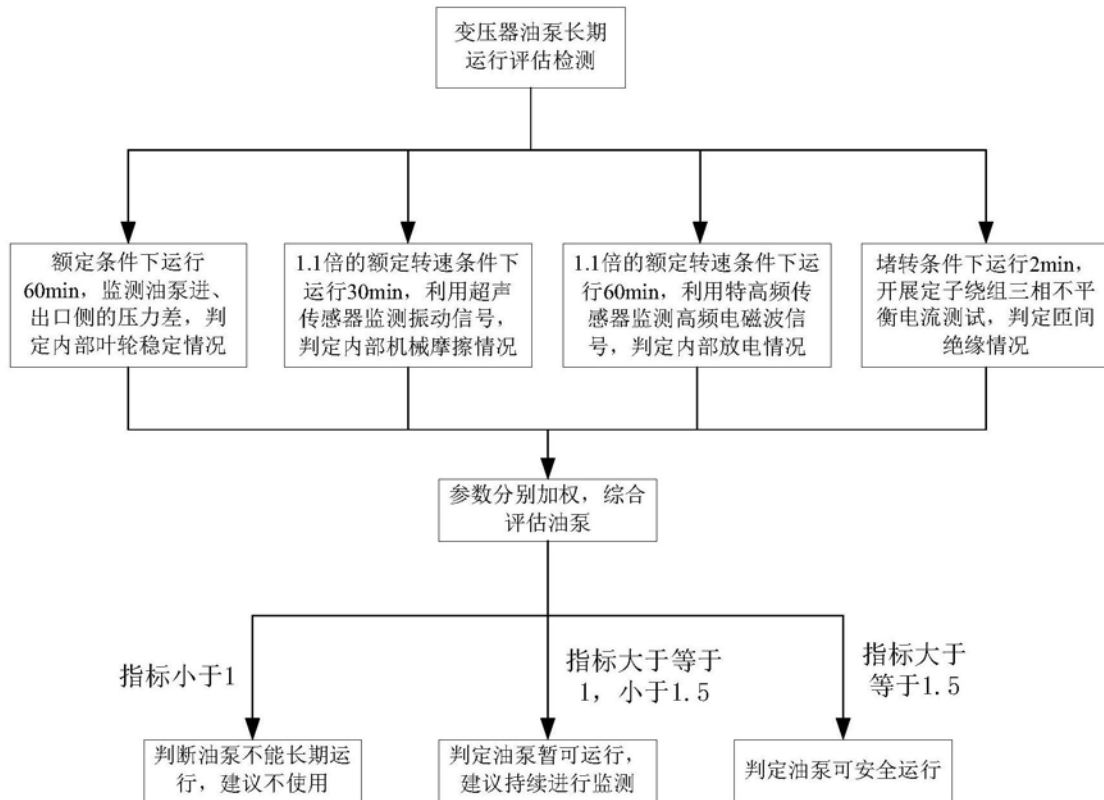


图2