(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 103344934 A
(43)申请公布日 2013.10.09

(21)申请号 201310297798.6

(22)申请日 2013.07.15

(71)申请人 国家电网公司
地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号
申请人 中国电力科学研究院

(72)发明人 邱进 陈江波 吴世普 张曦
李辉 徐思恩 许晶 杜砚 何妍
冯宇 汪本进 郭慧浩 周翠娟
朱丝丝 黄琴

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271
代理人 徐国文

(51)Int.Cl.
G01R 35/00(2006.01)

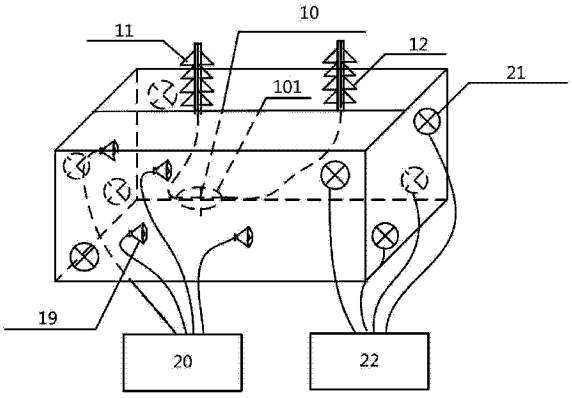
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统

(57)摘要

本发明提供了一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统；所述方法包括步骤A、对所述超声传感器进行纵波检测；B、所述超声传感器对所述电力变压器进行局部放电检测；C、所述超声传感器对所述局部放电进行定位检测；所述系统包括超声传感器纵波检测系统、超声传感器电力变压器局部放电检测系统和超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统。和现有技术相比，本发明提供的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统实现了不同传感器对电力变压器局部放电及定位检测准确、简便的性能评估。



CN 103344934 A

1. 一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

A、对所述超声传感器进行纵波检测；

B、所述超声传感器对所述电力变压器进行局部放电检测；

C、所述超声传感器对所述局部放电进行定位检测。

2. 如权利要求 1 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法，其特征在于，所述步骤 A 中的所述超声传感器包括待测超声传感器和标准超声传感器；瞬态记录仪分别采集所述待测超声传感器和所述标准超声传感器对同一个纵波声源波形测量后输出的电压瞬态变化值；通过所述电压瞬态变化值检测所述待测超声传感器的声学性能。

3. 如权利要求 2 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法，其特征在于，对所述电压瞬态变化值进行快速傅里叶变换处理，得到标准超声传感器复值频谱 S（f_m）和待测超声传感器复制频谱 U（f_m）；通过对待测超声传感器复值响应 D（f_m）的幅值和相位分析对所述声学性能进行校验；所述待测超声传感器复值响应 D（f_m）由式（1）计算得到：

$$D(f_m) = \frac{U(f_m)\ S_0(f_m)}{S(f_m)} \qquad (1)$$

其中，S_0（f_m）为标准超声传感器复值响应，由所述标准超声传感器的一级校准结果得到；f_m 为频率；m=0, 1, 2, … (n/2)-1，n 为所述快速傅里叶变换处理的采样点数。

4. 如权利要求 1 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法，其特征在于，所述步骤 B 中的所述超声传感器包括待测超声传感器和标准超声传感器；瞬态记录仪分别采集所述待测超声传感器和所述标准超声传感器对同一个电极局部放电模型测量后输出的电压瞬态变化值；通过所述电压瞬态变化值校验所述待测超声传感器的灵敏度；通过示波器对所述待测超声传感器和所述标准超声传感器对同一个所述电极局部放电模型测量后的输出波形校验。

5. 如权利要求 4 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法，其特征在于，对所述电压瞬态变化值进行快速傅里叶变换处理，得到标准超声传感器复值频谱 S（f_m）和待测超声传感器复制频谱 U（f_m）；通过对待测超声传感器复值响应 D（f_m）的幅值和相位分析对所述灵敏度进行校验。

6. 如权利要求 1 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法，其特征在于，所述步骤 C 中的所述超声传感器的数目为 N，N 至少为 2；超声定位监测系统分别监测所述超声传感器对同一个电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述超声传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到。

7. 如权利要求 6 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法，其特征在于，所述超声传感器为 UHF 传感器时，所述 UHF 传感器的数目为 M，M 至少为 2；UHF 定位监测系统分别监测所述 UHF 传感器对同一个所述电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述 UHF 传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到。

8. 一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统，其特征在于，所述检测校验

系统包括超声传感器纵波检测系统、超声传感器电力变压器局部放电检测系统和超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统；

所述超声传感器纵波检测系统包括对称设置在变压器油箱两侧的待测超声传感器和标准超声传感器；超声源模拟装置通过底端支架设置在所述变压器油箱的中心；所述超声源模拟装置通过前置放大器与示波器相连；所述待测超声传感器和所述标准超声传感器分别通过瞬态记录仪与计算机相连。

9. 如权利要求 8 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统，其特征在于，所述超声源模拟装置为玻璃毛细管超声源模拟装置；所述超声源模拟装置的玻璃毛细管通过玻璃片放置在所述底端支架上；所述玻璃毛细管的直径为 0.2mm；加载螺杆垂直设置在所述玻璃毛细管上方；所述加载螺杆通过玻璃棒对所述玻璃毛细管施加压力；

所述加载螺杆对所述玻璃毛细管施加压力后，所述玻璃毛细管破裂时的冲击力为上升时间 0.1us 的阶跃信号；所述冲击力的值通过所述加载螺杆的压电陶瓷和所述示波器测得。

10. 如权利要求 8 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统，其特征在于，所述超声传感器电力变压器局部放电检测系统包括对称设置在所述变压器油箱两侧的所述待测超声传感器和所述标准超声传感器；电极局部放电模型设置在所述变压器油箱的任意位置；所述电极局部放电模型的两端通过变压器套管分别与无局部放电升压变压器的高压引线和地相连；所述待测超声传感器和所述标准超声传感器分别与所述示波器相连；所述待测超声传感器和所述标准超声传感器分别通过所述瞬态记录仪与所述计算机相连。

11. 如权利要求 10 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统，其特征在于，所述电极局部放电模型包括针板电极模型、球板电极模型、悬浮电极模型、沿面电极模型、气隙电极模型和平板电极模型；所述电极局部放电模型分别实现油中针板放电、油纸绝缘放电、油中悬浮电位放电、绝缘纸板沿面放电、油中气泡放电和绝缘纸板缺陷放电。

12. 如权利要求 8 或 10 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统，其特征在于，所述超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统包括设置在所述变压器油箱内部任意位置的所述电极局部放电模型和所述待测超声传感器；所述待测超声传感器通过馈线与超声定位监测系统相连；所述待测超声传感器的数目为 N，N 至少为 2；

所述超声定位监测系统分别监测所述待测超声传感器对同一个所述电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述待测超声传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到。

13. 如权利要求 12 所述的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统，其特征在于，所述待测超声传感器为 UHF 传感器时，所述 UHF 传感器通过馈线与 UHF 定位监测系统相连；所述 UHF 传感器的数目为 M，M 至少为 2；

所述 UHF 定位监测系统分别监测所述 UHF 传感器对同一个所述电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述 UHF 传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到。

电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声传感器的检测校验方法及系统，具体讲涉及一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统。

背景技术

[0002] 电力变压器是电力系统中的重要设备之一，其安全运行意义重大；在现场运行中，电力变压器局部放电是导致电力变压器绝缘劣化的重要原因之一。然而大型电力变压器内部局部放电源的准确定位，一直是高电压设备绝缘检测领域的难题；各个国家对变压器中局部放电的机理已经开展了大量研究工作，并取得了很大进展，现有技术中电力变压器内部局部放电源定位方法包括：

[0003] 现有的检测方法主要是通过超声波定位方法对局放物理量的检测来发现变压器内部是否发生了局放；当变压器内部发生局部放电时，会产生电磁波、放电脉冲和超声波等信号，超声波在变压器中的不同介质中传播（油纸、绕组和隔板等），到达固定在变压器油箱壁上的超声传感器；通过多个超声传感器测量不同传感器测量到的信号的时间延时，经过定位算法的计算确定局放源的位置。电力变压器局放产生的超声波信号一般很微弱，超声传感器灵敏度越高，就越容易检测到微弱信号，信噪比也会相应得到提高；变压器局放超声传感器的作用就是将接收到的变压器局放超声波信号转换为电压信号。

[0004] 变压器局放超声传感器校验的目标是获得传感器的响应特性，即确定传感器的传递函数。通常传递函数准确的表达式难以给出，但在工程应用中，会以图表的形式绘出传感器的响应特性，也就是常见的灵敏度曲线。通过传感器的灵敏度曲线可以评估传感器的使用范围。灵敏度曲线通常以频率和给定条件下输出电压的关系曲线给出。

[0005] 目前，国内尚无电力变压器局部放电定位用超声传感器校准标准，因此提供一种用于电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统显得尤为重要。

发明内容

[0006] 为了满足现有技术的需求，本发明提供了一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法；所述方法包括如下步骤：

[0007] A、对所述超声传感器进行纵波检测；

[0008] B、所述超声传感器对所述电力变压器进行局部放电检测；

[0009] C、所述超声传感器对所述局部放电进行定位检测。

[0010] 优选的，所述步骤 A 中的所述超声传感器包括待测超声传感器和标准超声传感器；瞬态记录仪分别采集所述待测超声传感器和所述标准超声传感器对同一个纵波声源波形测量后输出的电压瞬态变化值；通过所述电压瞬态变化值检测所述待测超声传感器的声学性能；

[0011] 优选的，对所述电压瞬态变化值进行快速傅里叶变换处理，得到标准超声传感器复值频谱 S（f_m）和待测超声传感器复制频谱 U（f_m）；通过对待测超声传感器复值响应 D

（f_m）的幅值和相位分析对所述声学性能进行校验；所述待测超声传感器复值响应 D（f_m）由式（1）计算得到：

[0012] $$D(f_m)=\frac{U(f_m)\ S_0(f_m)}{S(f_m)} \quad (1)$$

[0013] 其中，S_0（f_m）为标准超声传感器复值响应，由所述标准超声传感器的一级校准结果得到；f_m 为频率；m=0,1,2,…(n/2)-1，n 为所述快速傅里叶变换处理的采样点数；

[0014] 优选的，所述步骤 B 中的所述超声传感器包括待测超声传感器和标准超声传感器；瞬态记录仪分别采集所述待测超声传感器和所述标准超声传感器对同一个电极局部放电模型测量后输出的电压瞬态变化值；通过所述电压瞬态变化值校验所述待测超声传感器的灵敏度；通过示波器对所述待测超声传感器和所述标准超声传感器对同一个所述电极局部放电模型测量后的输出波形校验；

[0015] 优选的，对所述电压瞬态变化值进行快速傅里叶变换处理，得到标准超声传感器复值频谱 S（f_m）和待测超声传感器复制频谱 U（f_m）；通过对待测超声传感器复值响应 D（f_m）的幅值和相位分析对所述灵敏度进行校验；

[0016] 优选的，所述步骤 C 中的所述超声传感器的数目为 N，N 至少为 2；超声定位监测系统分别监测所述超声传感器对同一个电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述超声传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到；

[0017] 优选的，所述超声传感器为 UHF 传感器时，所述 UHF 传感器的数目为 M，M 至少为 2；UHF 定位监测系统分别监测所述 UHF 传感器对同一个所述电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述 UHF 传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到。

[0018] 为了满足现有技术的需求，本发明进一步提供了一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统；所述检测校验系统包括超声传感器纵波检测系统、超声传感器电力变压器局部放电检测系统和超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统；

[0019] 所述超声传感器纵波检测系统包括对称设置在变压器油箱两侧的待测超声传感器和标准超声传感器；超声源模拟装置通过底端支架设置在所述变压器油箱的中心；所述超声源模拟装置通过前置放大器与示波器相连；所述待测超声传感器和所述标准超声传感器分别通过瞬态记录仪与计算机相连。

[0020] 优选的，所述超声源模拟装置为玻璃毛细管超声源模拟装置；所述超声源模拟装置的玻璃毛细管通过玻璃片放置在所述底端支架上；所述玻璃毛细管的直径为 0.2mm；加载螺杆垂直设置在所述玻璃毛细管上方；所述加载螺杆通过玻璃棒对所述玻璃毛细管施加压力；

[0021] 所述加载螺杆对所述玻璃毛细管施加压力后，所述玻璃毛细管破裂时的冲击力为上升时间 0.1us 的阶跃信号；所述冲击力的值通过所述加载螺杆的压电陶瓷和所述示波器测得；

[0022] 优选的，所述超声传感器电力变压器局部放电检测系统包括对称设置在所述变压器油箱两侧的所述待测超声传感器和所述标准超声传感器；电极局部放电模型设置在所述变压器油箱的任意位置；所述电极局部放电模型的两端通过变压器套管分别与无局部放电

升压变压器的高压引线和地相连；所述待测超声传感器和所述标准超声传感器分别与所述示波器相连；所述待测超声传感器和所述标准超声传感器分别通过所述瞬态记录仪与所述计算机相连；

[0023] 优选的，所述电极局部放电模型包括针板电极模型、球板电极模型、悬浮电极模型、沿面电极模型、气隙电极模型和平板电极模型；所述电极局部放电模型分别实现油中针板放电、油纸绝缘放电、油中悬浮电位放电、绝缘纸板沿面放电、油中气泡放电和绝缘纸板缺陷放电；

[0024] 优选的，所述超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统包括设置在所述变压器油箱内部任意位置的所述电极局部放电模型和所述待测超声传感器；所述待测超声传感器通过馈线与超声定位监测系统相连；所述待测超声传感器的数目为 N，N 至少为 2；

[0025] 所述超声定位监测系统分别监测所述待测超声传感器对同一个所述电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述待测超声传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到；

[0026] 优选的，所述待测超声传感器为 UHF 传感器时，所述 UHF 传感器通过馈线与 UHF 定位监测系统相连；所述 UHF 传感器的数目为 M，M 至少为 2；

[0027] 所述 UHF 定位监测系统分别监测所述 UHF 传感器对同一个所述电极局部放电模型的定位检测结果；将所述定位检测结果与所述电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断所述 UHF 传感器的灵敏度；所述实际放电位置通过三维坐标测量得到。

[0028] 本发明的有益效果是：

[0029] 1、本发明技术方案中，对所述超声传感器进行纵波检测时采用示波器分别显示待测超声传感器和标准超声传感器对同一个纵波声源波形检测的输出电压变化波形，对待测超声传感器灵敏度或声学性能的比较判断更加直观、方便；

[0030] 2、本发明技术方案中，对所述超声传感器进行纵波检测时，通过对待测超声传感器的复值响应 D（f_m）的幅值和相位分析，使得待测超声传感器灵敏度或声学性能校验更加准确；

[0031] 3、本发明技术方案中，超声传感器对电力变压器进行局部放电检测时采用示波器分别显示待测超声传感器和标准超声传感器对同一个电机局部放电模型检测的输出电压变化波形，对待测超声传感器灵敏度的比较判断更加直观、方便；

[0032] 4、本发明技术方案中，超声传感器纵波检测系统的玻璃毛细管超声源模拟装置产生的超声源重复性高、特性稳定，为超声传感器的声学性能校验提供了保障；

[0033] 5、本发明技术方案中，超声传感器对电力变压器进行局部放电检测时，通过对待测超声传感器的复值响应 D（f_m）的幅值和相位分析，使得待测超声传感器灵敏度校验更加准确；

[0034] 6、本发明技术方案中，超声传感器电力变压器局部放电检测系统的电极局部放电模型能够模拟油中针板放电、油纸绝缘放电、油中悬浮电位放电、绝缘纸板沿面放电、油中气泡放电和绝缘纸板缺陷放电，为全面校验超声传感器提供了准确的测试平台；

[0035] 7、本发明技术方案中，超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统，能够实现对多个不同超声传感器之间的性能校验检测；同时也可实现对多个不同 UHF 传感器之间的性能校验检测。

[0036] 8、本发明提供的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统，为不同厂商生产的传感器提供了一个性能对比平台；实现了不同传感器对电力变压器局部放电检测及定位检测准确、简便的性能评估。

[0037] 9、本发明提供的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统，针对目前国内尚无电力变压器局放超声传感器的性能检测、评价的相关标准的现状，对今后行业标准的制订具有参考价值。

[0038] 10、本发明提供的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法及系统，适用于其他采用超声传感器检测局放的场合，如气体绝缘组合电器（GIS）局放超声检测、电抗器局放超声检测等等。

附图说明

[0039] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0040] 图 1 是：本发明提供的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统结构图；

[0041] 图 2 是：本发明实施例中的超声传感器纵波检测系统结构图；

[0042] 图 3 是：本发明实施例中的超声源模拟装置结构图；

[0043] 图 4 是：本发明实施例中的超声传感器电力变压器局部放电检测系统结构图；

[0044] 图 5 是：本发明实施例中的电极局部放电模型结构图；

[0045] 图 6 是：本发明实施例中的超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统结构图；

[0046] 其中，1：油箱；2：变压器油；3：待测超声传感器；4：标准超声传感器；5：玻璃毛细管超声源模拟装置；51：加载螺杆；52：压电陶瓷；53：玻璃棒；54：玻璃片；55：玻璃毛细管；6：前置放大器；7：示波器；8：瞬态记录仪；9：计算机；10：电极局部放电模型；101：针板电极模型；102：球板电极模型；103：悬浮电极模型；104：沿面电极模型；105：气隙电极模型；106：平板电极模型；11：变压器套管 1；12：变压器套管 2；13：高压电极；14：绝缘纸板；15：接地电极；16：悬浮金属；17：绝缘纸板内部缺陷；18：绝缘纸板平行间隙；19：超声传感器；20：超声传感器定位监测系统；21：UHF 传感器；22：UHF 定位监测系统。

具体实施方式

[0047] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0048] 本发明提供的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验方法步骤为：A、对所述超声传感器进行纵波检测；B、所述超声传感器对所述电力变压器进行局部放电检测；C、所述超声传感器对所述局部放电进行定位检测；

[0049] Ⅰ：（1）对超声传感器进行纵波检测时，瞬态记录仪分别采集待测超声传感器和标准超声传感器对同一个纵波声源波形测量后输出的电压瞬态变化值；

[0050] （2）对电压瞬态变化值进行快速傅里叶变换处理，分别得到待测传感器的幅频谱图和相频谱图以及标准传感器的幅频谱图和相频谱图；通过对上述幅频谱图和相频谱图进行数据分析从而比较判断待测超声传感器的灵敏度或声学性能；

[0051] 标准超声传感器复值频谱 S（f_m）和待测超声传感器复制频谱 U（f_m）为：

[0052] $$S(f_m)=\sum_{j=0}^{n-1}s_j\exp(i2\pi mj/n)$$；

[0053] $$U(f_m)=\sum_{j=0}^{n-1}u_j\exp(i2\pi mj/n)$$；

[0054] 其中，n 为快速傅里叶变换处理的采样点数；

[0055] j=0，1，2…，(n/2)-1；m=0，1，2…，(n/2)-1；

[0056] s_j 为标准超声传感器通道中的第 j 个采样点；

[0057] u_j 为待测超声传感器通道中的第 j 个采样点；

[0058] f_m 为第 m 个频率，单位 MHz；

[0059] 待测超声传感器复值响应 D（f_m）为：$D(f_m)=\frac{U(f_m)\ S_0(f_m)}{S(f_m)}$；

[0060] 待测超声传感器复值响应 D（f_m）的幅值 $r_m=|D(f_m)|$、相位 $\omega_m=\arctan\frac{I_z[D(f_m)]}{R_z[D(f_m)]}$；

[0061] 其中，S_0（f_m）为标准超声传感器复值响应，由所述标准超声传感器的一级校准结果得到；

[0062] I_z 和 R_z 分别表示复数 z 的虚部和实部；

[0063] 校准幅值 W_m 通常用 dB 的形式表示为：$W_m=20\log_{10}(r_m)$；

[0064] （3）通过对待测超声传感器和标准超声传感器的幅值和相位的比较分析，能够对所述待测超声传感器的灵敏度或声学性能进行准确校验。

[0065] II：（1）超声传感器对所述电力变压器进行局部放电检测时，瞬态记录仪分别采集待测超声传感器和标准超声传感器对同一个电极局部放电模型测量后输出的电压瞬态变化值；通过电压瞬态变化值校验待测超声传感器的灵敏度；通过示波器对所述待测超声传感器和所述标准超声传感器对同一个所述电极局部放电模型测量后的输出波形校验；

[0066] （2）对电压瞬态变化值进行快速傅里叶变换处理，分别得到待测传感器的幅频谱图和相频谱图以及标准传感器的幅频谱图和相频谱图；通过对上述幅频谱图和相频谱图进行数据分析从而比较判断待测超声传感器的灵敏度或声学性能；其中标准超声传感器复值频谱 S（f_m）、待测超声传感器复制频谱 U（f_m）、待测超声传感器复值响应 D（f_m）、D（f_m）的幅值 $r_m=|D(f_m)|$、D（f_m）的相位 $\omega_m=\arctan\frac{I_z[D(f_m)]}{R_z[D(f_m)]}$ 和校准幅值 $W_m=20\log_{10}(r_m)$ 的计算方法与对超声传感器进行纵波检测的方法相同；

[0067] （3）通过对待测超声传感器和标准超声传感器的幅值和相位的比较分析，能够对所述待测超声传感器电力变压器进行局部放电检测的灵敏度声学进行准确校验。

[0068] III：超声传感器对所述局部放电进行定位检测时，超声传感器的数目为 N，N 至少为 2；超声定位监测系统分别监测超声传感器对同一个电极局部放电模型的定位检测结

果；将定位检测结果与电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断待测超声传感器的灵敏度；其中实际放电位置通过三维坐标测量得到；

[0069] 上述超声传感器替换为 UHF 传感器时，UHF 传感器的数目为 M，M 至少为 2；UHF 定位监测系统分别监测 UHF 传感器对同一个电极局部放电模型的定位检测结果；将定位检测结果与电极局部放电模型的实际放电位置进行比较判断待测超声传感器的灵敏度；其中实际放电位置通过三维坐标测量得到。

[0070] 本发明提供的一种电力变压器局部放电超声传感器的检测校验系统如图 1 所示，所述检测校验系统包括超声传感器纵波检测系统、超声传感器电力变压器局部放电检测系统和超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统；

[0071] 图 2 示出了本实施例中的超声传感器纵波检测系统结构图；待测超声传感器 3 和标准超声传感器 4 对称设置在变压器油箱 1 两侧；玻璃毛细管超声源模拟装置 5 通过底端支架设置在变压器油箱 1 的中心；玻璃毛细管超声源模拟装置 5 通过前置放大器 6 与示波器 7 相连；待测超声传感器 3 和标准超声传感器 4 分别通过瞬态记录仪 8 与计算机 9 相连；

[0072] 图 3 示出了本实施例中的超声源模拟装置结构图；超声源模拟装置为玻璃毛细管超声源模拟装置；超声源模拟装置的玻璃毛细管 55 通过玻璃片 54 放置在底端支架上；玻璃毛细管 55 的直径为 0.2mm；加载螺杆 51 垂直设置玻璃毛细管上方；加载螺杆 51 通过玻璃棒 53 对玻璃毛细管 55 施加压力；加载螺杆 51 对玻璃毛细管 55 施加压力后，玻璃毛细管 55 破裂时的冲击力为上升时间 0.1us 的阶跃信号；冲击力的值通过加载螺杆 51 的压电陶瓷 52（piezoelectric ceramic transducer，PZT）和示波器 7 测得；

[0073] 图 4 示出了本实施例中的超声传感器电力变压器局部放电检测系统结构图；待测超声传感器 3 和标准超声传感器 4 对称设置在变压器油箱 1 两侧；电极局部放电模型 10 设置在变压器油箱 1 内部的任意位置；电极局部放电模型 10 的一端通过变压器套管 1 与无局部放电升压变压器的高压引线相连，另一端通过变压器套管 2 接地；待测超声传感器 3 和标准超声传感器 4 分别与示波器 7 相连；待测超声传感器 3 和标准超声传感器 4 分别通过瞬态记录仪 8 与计算机 9 相连；

[0074] 图 5 示出了本发明实施例中的电极局部放电模型结构图；电极局部放电模型包括针板电极模型、球板电极模型、悬浮电极模型、沿面电极模型、气隙电极模型和平板电极模型；电极局部放电模型分别实现油中针板放电、油纸绝缘放电、油中悬浮电位放电、绝缘纸板沿面放电、油中气泡放电和绝缘纸板缺陷放电；

[0075] 图 6 示出了本发明实施例中的超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统结构图；超声传感器 19 为多个不同厂商的超声传感器，所述超声传感器设置在变压器油箱 1 内部任意位置；超声传感器通过馈线与超声定位监测系统 20 相连；超声定位监测系统 20 分别监测超声传感器 19 对同一个针板电极模型 101 局部放电的定位检测结果；将定位检测结果与针板电极模型局部放电的实际放电位置进行比较，并逐个判断超声传感器 19 的灵敏度；其中所述实际放电位置通过三维坐标测量得到；

[0076] 所述超声传感器替换为为 UHF 传感器 21 时，UHF 传感器 21 为多个不同厂商的 UHF 传感器；UHF 传感器 21 通过馈线与 UHF 定位监测系统 22 相连；UHF 定位监测系统 22 分别监测 UHF 传感器 21 对同一个针板电极模型 101 局部放电的定位检测结果；将定位检测结果与针板电极模型局部放电的实际放电位置进行比较，并逐个判断 UHF 传感器 21 的灵敏度；其

中所述实际放电位置通过三维坐标测量得到。

[0077] 最后应当说明的是：所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。


超声传感器纵波检测系统
超声传感器电力变压器局部放电检测系统
超声传感器电力变压器局部放电定位检测系统

图 1

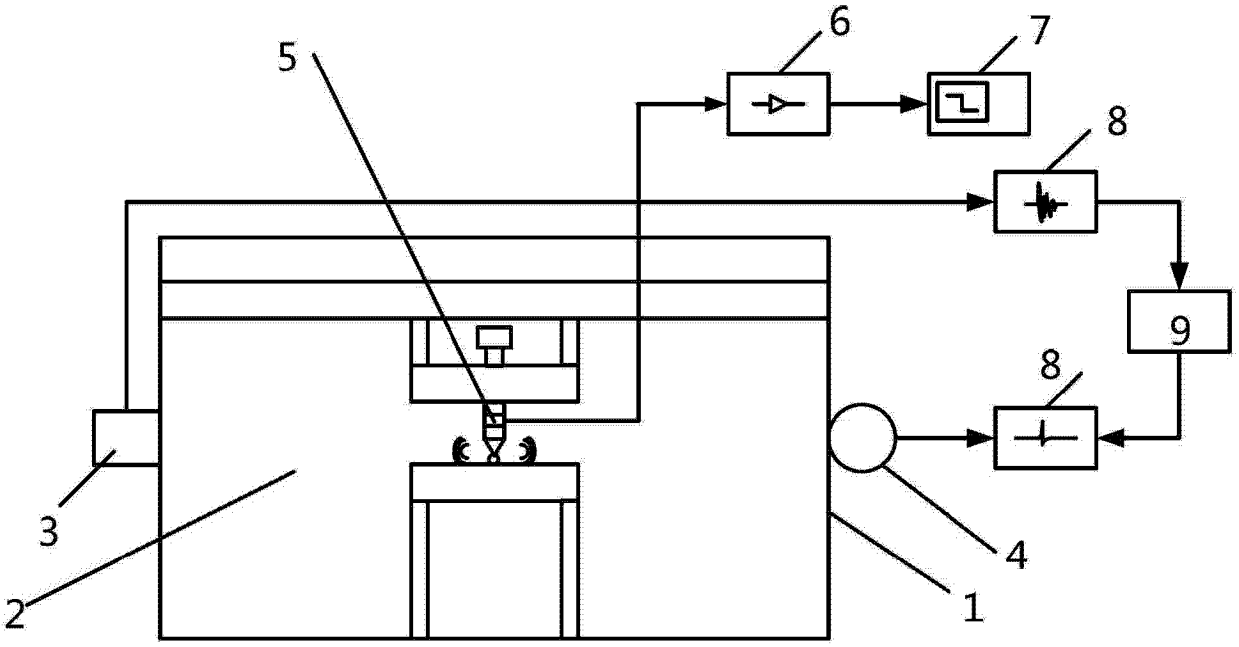

5
6
7
8
9
8
3
2
4
1

图 2

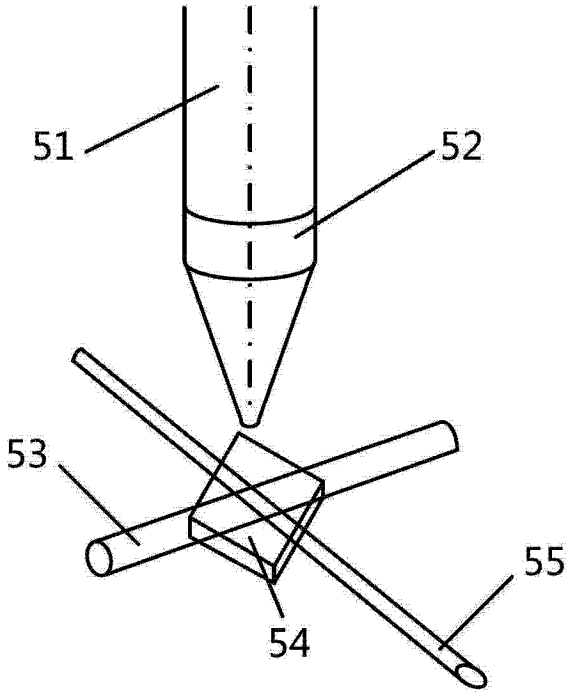


图 3

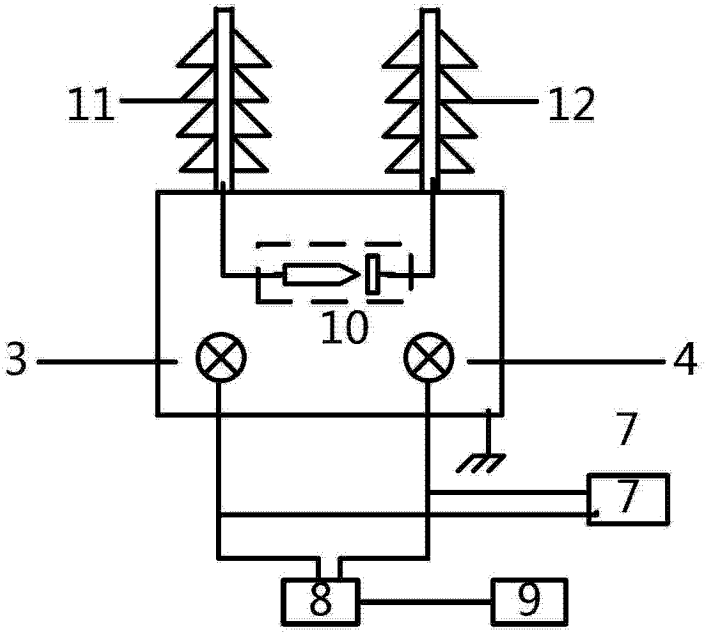


图 4

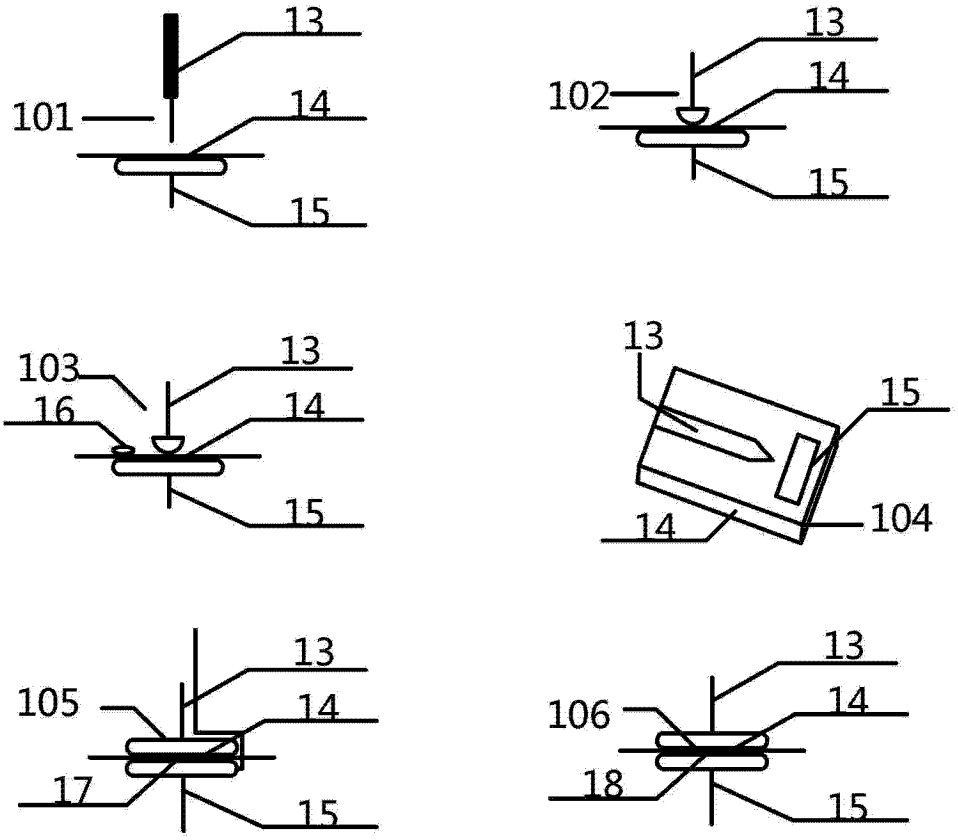

13
101
14
15
13
102
14
15
103
13
16
14
15
13
15
14
104
13
105
14
17
15
13
106
14
18
15

图 5

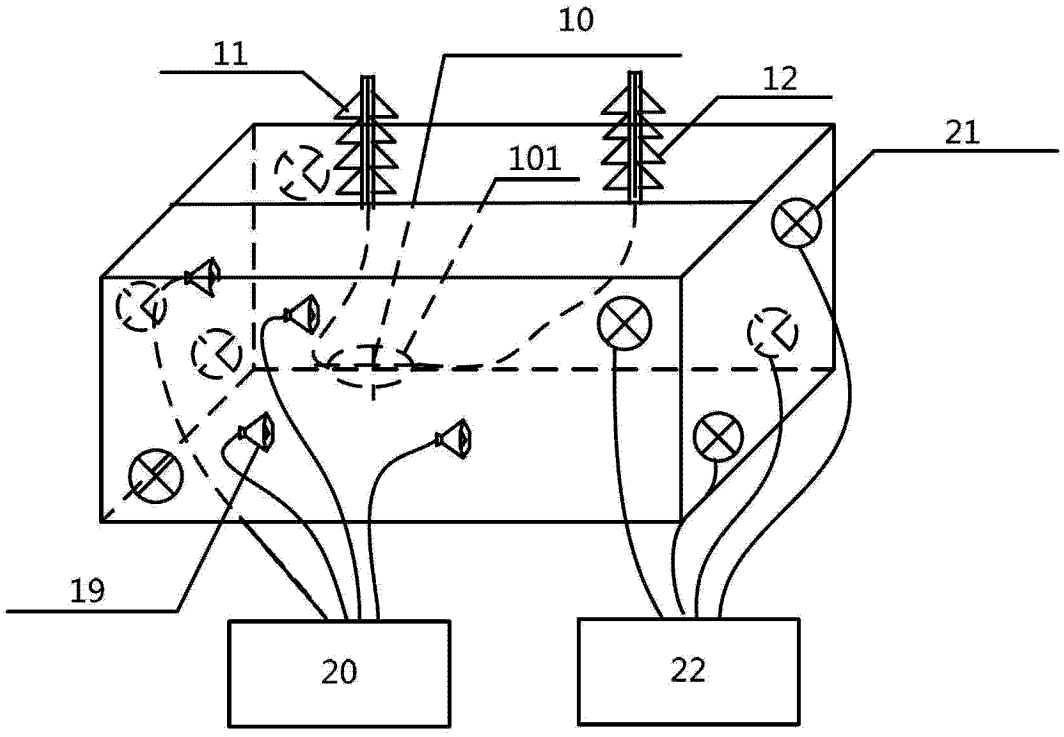

10
11
12
21
101
19
20
22

图 6