



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109490730 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201811558115.7

(22)申请日 2018.12.19

(71)申请人 国网北京市电力公司

地址 100031 北京市西城区前门西大街41号

申请人 国家电网有限公司

(72)发明人 刘弘景 周峰 吴麟琳 任明

董明 苗旺 黄山

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 赵囡囡 董文倩

(51)Int.Cl.

G01R 31/12(2006.01)

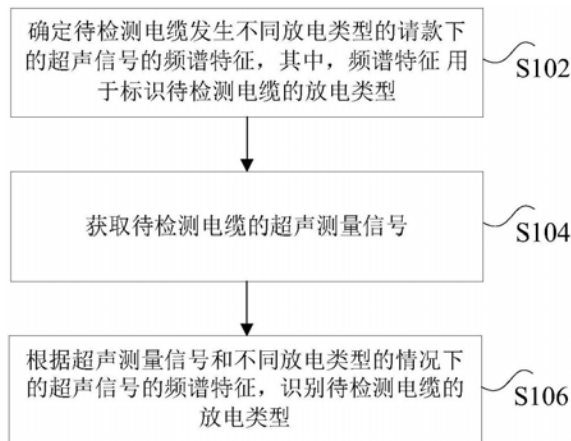
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

电缆放电检测方法、装置、存储介质及处理器

(57)摘要

本发明公开了一种电缆放电检测方法、装置、存储介质及处理器。其中,该方法包括:确定待检测电缆发生不同放电类型情况下的超声信号的频谱特征,其中,频谱特征用于标识待检测电缆的放电类型;获取待检测电缆的超声测量信号;根据超声测量信号和不同放电类型情况下的超声信号的频谱特征,识别待检测电缆的放电类型。本发明解决了相关技术中的超声检测方法准确度低,测量效率低的技术问题。



1. 一种电缆放电检测方法,其特征在于,包括:

确定待检测电缆发生不同放电类型情况下的超声信号的频谱特征,其中,所述频谱特征用于标识所述待检测电缆的放电类型;

获取待检测电缆的超声测量信号;

根据所述超声测量信号和不同放电类型情况下的超声信号的所述频谱特征,识别所述待检测电缆的放电类型。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,获取待检测电缆的超声测量信号包括:

根据不同放电类型情况下的所述超声信号确定超声传感装置,其中,所述超声传感装置用于检测所述超声信号的频谱特征;

通过所述超声传感装置采集待检测电缆的所述超声测量信号。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,根据不同放电类型情况下的所述超声信号确定超声传感装置包括:

针对每种放电类型情况下的超声信号,将所述超声信号进行处理;

通过对处理后的超声信号进行快速傅里叶变换,确定每种所述放电类型情况下的超声信号的频谱分布特性;

针对每种类型放电情况,根据对应的所述超声信号的所述频谱分布特性,确定多个超声测量频段;

根据每种类型放电情况对应的多个所述超声测量频段确定与类型放电情况对应的所述超声传感装置,其中,所述超声传感装置包括多个与所述超声测量频段对应的超声传感器,每个所述超声测量频段不超过所述对应的超声传感器的测量频段。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,根据所述超声测量信号,识别所述待检测电缆的放电类型包括:

根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号的幅值,其中,所述频谱特征包括幅值;

根据所述幅值和不同放电类型情况下的超声信号的所述频谱特征,确定所述超声测量信号对应的所述待检测电缆的放电类型。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号的幅值包括:

根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号;

根据所述时域脉冲信号的脉冲幅值,确定所述超声测量信号的幅值。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号包括:根据所述超声测量信号,采用时域开窗法确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号,其中,

根据所述超声测量信号,采用时域开窗法确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号包括:

根据预定的时间宽度对所述超声测量信号进行时域划分;

在划分的每个时域内,确定每个时域内的所述超声测量信号的幅值超过预定阈值的情况下,确定所述幅值为超声脉冲信号的脉冲幅值,其中,所述幅值包括所述超声测量信号的最大值与最小值之差的绝对值;

根据多个划分时域的脉冲幅值和所述时间宽度确定所述时域脉冲信号。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在於,根据所述时域脉冲信号的脉冲幅值,确定所述超声测量信号的幅值包括:

根据不同超声传感器采集的时域脉冲信号的脉冲幅值,通过归一化处理确定所述超声测量信号的幅值;

其中,所述超声传感器采集的时域脉冲信号,由所述超声传感器采集的对应超声测量频段的超声信号,通过时域开窗法得到的。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,确定待检测电缆发生不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征包括:

获取所述电缆在发生不同类型放电的情况下的超声信号;

针对每种放电类型的情况下的超声信号,通过对所述超声信号进行频谱分析,确定所述超声信号的频谱特征,其中,所述频谱特征包括幅值。

9. 根据权利要求1至8中任意一项所述的方法,其特征在於,所述不同类型放电包括下列至少之一:电晕放电,悬浮放电,沿面放电,和气隙放电。

10. 根据权利要求1至8中任意一项所述的方法,其特征在於,所述超声测量信号的频率范围为20kHz-320kHz,所述超声测量频段为三段,三段所述超声测量频段的频率范围分别为20kHz-65kHz的第一超声测量频段,65kHz-145kHz的第二超声测量频段,和145kHz-320kHz的第三超声测量频段。

11. 一种电缆放电检测装置,其特征在於,包括:

确定模块,用于确定待检测电缆发生不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,其中,所述频谱特征用于标识所述待检测电缆的放电类型;

获取模块,用于获取待检测电缆的超声测量信号;

识别模块,用于根据所述超声测量信号和不同放电类型的情况下的超声信号的所述频谱特征,识别所述待检测电缆的放电类型。

12. 一种存储介质,其特征在於,所述存储介质包括存储的程序,其中,在所述程序运行时控制所述存储介质所在设备执行权利要求1至10中任意一项所述的方法。

13. 一种处理器,其特征在於,所述处理器用于运行程序,其中,所述程序运行时执行权利要求1至10中任意一项所述的方法。

电缆放电检测方法、装置、存储介质及处理器

技术领域

[0001] 本发明涉及电缆检测领域,具体而言,涉及一种电缆放电检测方法、装置、存储介质及处理器。

背景技术

[0002] 绝缘击穿是电缆一种常见的故障现象,而且绝缘击穿存在较大安全隐患。在绝缘击穿前往往会发生明显的局部放电现象,因此可以对该局部放电现象进行有效检测,从而预测和预防绝缘击穿的发生。对于该放电现象相关技术中可以通过电磁脉冲进行电磁检测,通过超声波的超声检测,通过光的光检测,以及通过局部温度和分解产物的局部温度检测等。超声检测是一种非侵入式的检测手段,相比于其他检测,棋手电磁干扰的影响非常小,可以很好的适用于现场检测,并且便于实现放电故障的空间定位。但是相关技术中的超声检测,由于超声信号幅值受传播途径和距离等因素的影响,导致局部放电超声检测的方式过程复杂,需要大量的前期实验,准确度低,而且测量效率较低。

[0003] 针对上述的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种电缆放电检测方法、装置、存储介质及处理器,以至少解决相关技术中的超声检测方法准确度低,测量效率低的技术问题。

[0005] 根据本发明实施例的一个方面,提供了一种电缆放电检测方法,包括:确定待检测电缆发生不同放电类型情况下的超声信号的频谱特征,其中,所述频谱特征用于标识所述待检测电缆的放电类型;获取待检测电缆的超声测量信号;根据所述超声测量信号和不同放电类型情况下的超声信号的所述频谱特征,识别所述待检测电缆的放电类型。

[0006] 可选的,获取待检测电缆的超声测量信号包括:根据不同放电类型情况下的所述超声信号确定超声传感装置,其中,所述超声传感装置用于检测所述超声信号的频谱特征;通过所述超声传感装置采集待检测电缆的所述超声测量信号。

[0007] 可选的,根据不同放电类型情况下的所述超声信号确定超声传感装置包括:针对每种放电类型情况下的超声信号,将所述超声信号进行处理;通过对处理后的超声信号进行快速傅里叶变换,确定每种所述放电类型情况下的超声信号的频谱分布特性;针对每种类型放电情况,根据对应的所述超声信号的所述频谱分布特性,确定多个超声测量频段;根据每种类型放电情况对应的多个所述超声测量频段确定与类型放电情况对应的所述超声传感装置,其中,所述超声传感装置包括多个与所述超声测量频段对应的超声传感器,每个所述超声测量频段不超过所述对应的超声传感器的测量频段。

[0008] 可选的,根据所述超声测量信号,识别所述待检测电缆的放电类型包括:根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号的幅值,其中,所述频谱特征包括幅值;根据所述幅值和不同放电类型情况下的超声信号的所述频谱特征,确定所述超声测量信号对应的所述待检测电缆的放电类型。

[0009] 可选的,根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号的幅值包括:根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号;根据所述时域脉冲信号的脉冲幅值,确定所述超声测量信号的幅值。

[0010] 可选的,根据所述超声测量信号,确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号包括:根据所述超声测量信号,采用时域开窗法确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号,其中,根据所述超声测量信号,采用时域开窗法确定所述超声测量信号对应的时域脉冲信号包括:根据预定的时间宽度对所述超声测量信号进行时域划分;在划分的每个时域内,确定每个时域内的所述超声测量信号的幅值超过预定阈值的情况下,确定所述幅值为超声脉冲信号的脉冲幅值,其中,所述幅值包括所述超声测量信号的最大值与最小值之差的绝对值;根据多个划分时域的脉冲幅值和所述时间宽度确定所述时域脉冲信号。

[0011] 可选的,根据所述时域脉冲信号的脉冲幅值,确定所述超声测量信号的幅值包括:根据不同超声传感器采集的时域脉冲信号的脉冲幅值,通过归一化处理确定所述超声测量信号的幅值;其中,所述超声传感器采集的时域脉冲信号,由所述超声传感器采集的对应超声测量频段的超声信号,通过时域开窗法得到的。

[0012] 可选的,确定待检测电缆发生不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征包括:获取所述电缆在发生不同类型放电的情况下的超声信号;针对每种放电类型的情况下的超声信号,通过对所述超声信号进行频谱分析,确定所述超声信号的频谱特征,其中,所述频谱特征包括幅值。

[0013] 可选的,所述不同类型放电包括下列至少之一:电晕放电,悬浮放电,沿面放电,和气隙放电。

[0014] 可选的,所述超声测量信号的频率范围为20kHz-320kHz,所述超声测量频段为三段,三段所述超声测量频段的频率范围分别为20kHz-65kHz的第一超声测量频段,65kHz-145kHz的第二超声测量频段,和145kHz-320kHz的第三超声测量频段。

[0015] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种电缆放电检测装置,包括:确定模块,用于确定待检测电缆发生不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,其中,所述频谱特征用于标识所述待检测电缆的放电类型;获取模块,用于获取待检测电缆的超声测量信号;识别模块,用于根据所述超声测量信号和不同放电类型的情况下的超声信号的所述频谱特征,识别所述待检测电缆的放电类型。

[0016] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种存储介质,所述存储介质包括存储的程序,其中,在所述程序运行时控制所述存储介质所在设备执行上述中任意一项所述的方法。

[0017] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种处理器,所述处理器用于运行程序,其中,所述程序运行时执行上述中任意一项所述的方法。

[0018] 在本发明实施例中,采用超声信号的频谱特征进行提取的方式,通过对比超声检测信号与各种放电类型的情况下的超声信号进行频谱特征对比,达到了有效快速识别产生检测信号对应的放电类型的目的,从而实现了提高放电检测的准确度和检测效率的技术效果,进而解决了相关技术中的超声检测方法准确率低,测量效率低的技术问题。

附图说明

[0019] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0020] 图1是根据本发明实施例的一种电缆放电检测方法的流程图;

[0021] 图2是根据本发明实施方式的电缆终端不同绝缘缺陷类型对应的局部放电超声频率分布图;

[0022] 图3是根据本发明实施方式的基于三声谱传感器得到的局放脉冲归一化幅值绘制的用于放电模式识别的三角形图;

[0023] 图4是根据本发明实施方式的电缆终端典型绝缘缺陷的设置示意图;

[0024] 图5是根据本发明实施方式的超声信号采集系统流程图;

[0025] 图6是根据本发明实施方式的电缆终端多声谱局放超声传感器示意图;

[0026] 图7是根据本发明实施方式的110kV变电站故障电缆终端进行局放试验得到的三角形图;

[0027] 图8是根据本发明实施例的一种电缆放电检测装置的示意图。

具体实施方式

[0028] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,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的实施例,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0029] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0030] 根据本发明实施例,提供了一种电缆放电检测方法的方法实施例,需要说明的是,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0031] 图1是根据本发明实施例的一种电缆放电检测方法的流程图,如图1所示,该方法包括如下步骤:

[0032] 步骤S102,确定待检测电缆发生不同放电类型情况下的超声信号的频谱特征,其中,频谱特征用于标识待检测电缆的放电类型;

[0033] 步骤S104,获取待检测电缆的超声测量信号;

[0034] 步骤S106,根据超声测量信号和不同放电类型情况下的超声信号的频谱特征,识别待检测电缆的放电类型。

[0035] 通过上述步骤,可以实现采用超声信号的频谱特征进行提取的方式,通过对比超声检测信号与各种放电类型的情况下的超声信号进行频谱特征对比,达到了有效快速识别产生检测信号对应的放电类型的目的,从而实现了提高放电检测的准确度和检测效率的技术效果,进而解决了相关技术中的超声检测方法准确度低,测量效率低的技术问题。

[0036] 上述确定待检测电缆可以是任何可能发生放电,导致绝缘击穿的电缆,上述待检测电缆的在发生不同放电类型的情况下通常有多种,可以是颗粒、毛刺引起的电晕放电,还可以是由于半导体层安装不当、错位引起的悬浮放电和沿面放电,还可以是交联聚乙烯XLPE绝缘内部气隙放电的超声信号的频谱特征,上述交联聚乙烯可以是上述带检测电缆的绝缘皮。上述频谱特征可以是超声信号的频率和/或超声信号的幅值等等,还可以是上述频率随时间变化的规律,还可以是上述幅值随时间变化的规律等。通过上述频率和/或幅值的范围,或者上述频率和/或幅值与时间的变化关系,确定超声信号对应的放电类型,从而根据放电类型确定排除局部放电的发生,有效预防绝缘击穿的发生。

[0037] 上述获取待检测电缆的超声测量信号,可以是多种方式,例如,可以是根据超声传感装置发射超声信号,发生局部放电的部位对上述超声信号的反射,与没有发生局部放电的部位对上述超声信号的反射不同,通过超声传感装置接收上述局部放电的部位对上述超声信号的反射超声信号。上述超声传感装置需要对上述超声测量信号的所有信息可以完整采集,例如,上述超声测量信号的频率,幅值等。上述获取待检测电缆的超声测量信号还可以是超声检测,超声测量等其他可以获取待检测电缆的超声测量信号的方式。

[0038] 上述根据超声测量信号和不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,识别待检测电缆的放电类型。可以是先对超声测量信号,确定上述超声测量信号的频谱特征,然后将上述超声测量信号的频谱特征,与上述待检测电缆的各种不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征进行比对,确定相似度最高的超声信号的频谱特征,对应的放电类型为上述超声测量信号对应的放电类型。

[0039] 在上述相似度较高的超声信号的频谱特征具有不止一个的情况下,可以根据其他的内容进行确定,例如,根据不同放电类型的超声信号产生的物理过程,对上述频谱特征进行确定,最接近的频谱特征类型对应的放电类型。

[0040] 可选的,获取待检测电缆的超声测量信号包括:根据不同放电类型的情况下的超声信号确定超声传感装置,其中,超声传感装置用于检测超声信号的频谱特征;通过超声传感装置采集待检测电缆的超声测量信号。

[0041] 上述获取待检测电缆的超声测量信号,可以通过超声传感装置进行获取,但是与上述待检测电缆的超声测量信号的频段通常为20kHz-300kHz,对于超声传感器而言范围过宽,因此可以采用多个不同的工作频段的超声传感器组成上述超声传感装置。例如,可以通过划分三个频段对放电类型进行识别;所述的3个频带分立且较窄的超声传感器包括1个测量频带20kHz-68kHz,谐振频率42kHz的超声传感器、1个测量频带65kHz-148kHz,谐振频率100kHz的超声传感器和1个测量频带145kHz-320kHz,谐振频率220kHz的超声传感器,由上述三个测量频带不同的超声传感器组成上述超声传感器装置,则上述超声传感装置可以有效检测频段较宽的超声信号范围。

[0042] 另外,上述同一个超声传感装置的不同工作频段的超声传感器的探测距离应当尽量接近,有效避免由于超声信号本身的特征引起的超声信号的频谱特征的变化。

[0043] 可选的,根据不同放电类型的情况下的超声信号确定超声传感装置包括:针对每种放电类型的情况下的超声信号,将超声信号进行处理;通过对处理后的超声信号进行快速傅里叶变换,确定每种放电类型的情况下的超声信号的频谱分布特性;针对每种类型放电情况,根据对应的超声信号的频谱分布特性,确定多个超声测量频段;根据每种类型放电情况对应的多个超声测量频段确定与类型放电情况对应的超声传感装置,其中,超声传感装置包括多个与超声测量频段对应的超声传感器,每个超声测量频段不超过对应的超声传感器的测量频段。

[0044] 需要说明的是,上述不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,可能存在较大差异,因此,上述超声传感装置需要满足,上述带检测电缆的所有的放电类型的情况下的超声信号的频谱特征的测量需求。

[0045] 上述根据不同放电类型的情况下的超声信号确定超声传感装置可以是,根据上述不同放电类型的情况下的超声信号的最小值和最大值确定上述超声传感装置的工作范围,并根据该工作范围和超声传感器的工作范围,确定上述超声传感装置中的超声传感器的构成。可以是超声传感器的工作范围出现频率较高的超声传感器的设置数量较多,还可以是根据一定梯度的多个超声传感器的覆盖上述超声传感装置的超声频段范围。

[0046] 上述根据不同放电类型的情况下的超声信号确定超声传感装置还可以是,针对每种放电类型的情况下的超声信号,将超声信号进行处理;通过对处理后的超声信号进行快速傅里叶变换,确定每种放电类型的情况下的超声信号的频谱分布特性;针对每种类型放电情况,根据对应的超声信号的频谱分布特性,确定多个超声测量频段;根据每种类型放电情况对应的多个超声测量频段确定与类型放电情况对应的超声传感装置。

[0047] 可选的,根据超声测量信号,识别待检测电缆的放电类型包括:根据超声测量信号,确定超声测量信号的幅值,其中,所述频谱特征包括幅值;根据幅值和不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,确定超声测量信号对应的待检测电缆的放电类型。

[0048] 根据超声测量信号,识别该带检测电缆的放电类型,可以根据上述频谱特征的多种信息进行识别,本实施例中,通过上述超测量信号的幅值进行识别。上述幅值包括超声测量信号的某个时间或时间段的幅值或幅值变化。可以有效根据幅值和不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,确定超声测量信号对应的待检测电缆的放电类型。

[0049] 可选的,根据超声测量信号,确定超声测量信号的幅值包括:根据超声测量信号,确定超声测量信号对应的时域脉冲信号;根据时域脉冲信号的脉冲幅值,确定超声测量信号的幅值。

[0050] 上述在根据超声测量信号,确定超声测量信号的幅值的过程中,由于模拟量的超声信号的幅值难以确定,因此,在本实施例中,可以根据时域脉冲信号确定,例如,根据超声测量信号,确定超声测量信号对应的时域脉冲信号;根据时域脉冲信号的脉冲幅值,确定超声测量信号的幅值。

[0051] 可选的,根据超声测量信号,确定超声测量信号对应的时域脉冲信号包括:根据超声测量信号,采用时域开窗法确定超声测量信号对应的时域脉冲信号,其中,根据超声测量信号,采用时域开窗法确定超声测量信号对应的时域脉冲信号包括:根据预定的时间宽度对超声测量信号进行时域划分;在划分的每个时域内,确定每个时域内的超声测量信号的幅值超过预定阈值的情况下,确定幅值为超声脉冲信号的脉冲幅值,其中,幅值包括超声测

量信号的最大值与最小值之差的绝对值;根据多个划分时域的脉冲幅值和时间宽度确定时域脉冲信号。

[0052] 上述确定超声测量信号对应的时域脉冲信号可以采用时域开窗法确定该超声信号对应的时域脉冲信号。例如,可以根据预定的时间宽度对超声测量信号进行时域划分;在划分的每个时域内,确定每个时域内的超声测量信号的幅值超过预定阈值的情况下,确定幅值为超声脉冲信号的脉冲幅值,其中,幅值包括超声测量信号的最大值与最小值之差的绝对值;根据多个划分时域的脉冲幅值和时间宽度确定时域脉冲信号。上述幅值还可以是最大值与最小值的差值,例如,上述最大值和最小均为正,或者最大值为正,最小值为负。

[0053] 可选的,根据时域脉冲信号的脉冲幅值,确定超声测量信号的幅值包括:根据不同超声传感器采集的时域脉冲信号的脉冲幅值,通过归一化处理确定超声测量信号的幅值;其中,超声传感器采集的时域脉冲信号,由超声传感器采集的对应超声测量频段的超声信号,通过时域开窗法得到的。

[0054] 上述超声测量信号是由超声传感装置的多个超声传感器测量的,上述时域脉冲信号与上述超声测量信号相对应,不同频段的超声信号的脉冲幅值不同,为防止脉冲幅值的准确性,对每个超声传感采集的一定频段的超声信号进行时域开窗法,得到每个超声传感器采集的超声信号对应的时域脉冲信号,对该时域脉冲信号的脉冲幅值进行归一化处理可以得到上述超声测量信号的幅值,有效避免了在将多个超声传感器采集的一定频段超声信号,拼接成完整的超声测量信号的过程中,造成的数据遗失和数据错误,造成超声测量信号的幅值发生变化,降低准确率的情况。

[0055] 作为一种可选的实施例,确定待检测电缆发生不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征包括:获取电缆在发生不同类型放电的情况下的超声信号;针对每种放电类型的情况下的超声信号,通过对超声信号进行频谱分析,确定超声信号的频谱特征,其中,频谱特征包括幅值。

[0056] 可选的,不同类型放电包括下列至少之一:电晕放电,悬浮放电,沿面放电,和气隙放电。

[0057] 可选的,超声测量信号的频率范围为20kHz-320kHz,超声测量频段为三段,三段超声测量频段的频率范围分别为20kHz-65kHz的第一超声测量频段,65kHz-145kHz的第二超声测量频段,和145kHz-320kHz的第三超声测量频段。

[0058] 需要说明的是,本实施例还提供了一种实施方式,下面对该实施方式进行详细说明。

[0059] 本实施方式涉及输电线路运行状态检测领域,特别是一种用于检测电缆终端局部放电缺陷故障类型的诊断方法,用于局部放电超声波测量结果的分析手段。电缆线路由于绝缘自然老化、外力破坏和设计制作工艺和材料质量影响会导致各种绝缘故障,在绝缘击穿前往往会发生明显的局部放电现象。局部放电时造成绝缘劣化的主要原因,也是其重要特征和表现形式,能够反映绝缘的潜伏性缺陷及故障,通过检测局部放电信号可以实现对电缆缺陷、劣化程度及剩余寿命的诊断和评估。通常,局放检测以伴随局部放电产生的电磁脉冲、超声波、光、局部过热和分解产物等物理量的检测为基础,与此相应的发展了局放的电学检测、超高频检测、超声检测、光检测和局部温度检测等。超声波检测是一种非侵入式的检测手段,相比于电学检测,其受电磁干扰的影响非常小,可以很好的适用于现场检测,

并且便于实现放电故障的空间定位。然而由于超声信号幅值受传播途径和距离等因素的影响,导致局部放电超声检测的模式识别尚未得到理想的结果。

[0060] 超声波检测法与脉冲电流等电测法相比,具有现场抗电磁干扰能力强,非接触,便于空间定位的优势,适用于电力电缆的局部放电监测。常规的局放超声检测采用压电超声传感器对超声信号进行采集并转化为电信号进行传输。由于局放信号在空气中衰减速度较快,对连续敷设的长达百米的电缆本体上的放电检测效果不佳,因此主要用于电缆终端和附件的在线监测。电缆终端局部放电激发的超声信号频带较宽,大量的试验研究表明,20kHz-300kHz范围的超声波段适合于电缆局放特征的表征。相关技术中的局放超声检测技术主要集中在超声波传播特性的研究,以及绝缘故障定位和局部放电模式识别。

[0061] 局部放电的模式识别是根据传感器收集的放电信号,借助各种信号分析方法和智能算法对局放的起因和故障缺陷类型进行判断。常见的电缆终端故障可以分为颗粒、毛刺引起的电晕放电,由于半导体层安装不当、错位引起的悬浮放电、沿面放电和XLPE绝缘内部气隙放电这四种基本类型,放电类型和放电的危害程度密切相关,因此需要对放电类型进行识别。放电类型的模式识别分为特征提取方法和模式分类算法两个关键步骤,其中对能够准确描述放电类型的特征量的获取是分类算法的基础。

[0062] 相关技术中的诊断技术包括时域分析法和统计分析法。时域分析法对一次放电产生的时域波形或其变换结果进行特征提取。然而,时域信号往往在传输过程中发生严重的衰减畸变,难以准确提取特征量,因此,在现场应用中效果欠佳。局部放电相位分布图(PRPD谱图)是被广泛采用的局放分析模式,基于PRPD谱图提取统计算子(偏斜度 s_k ,局部峰个数 P_e ,陡峭度 k_u ,不对称度 Q ,相关系数 c 等)可以计算获得放电类型。然而,大量研究和实践表明统计分析的方法不适用于超声波检测,在超声波检测中由于测量信号的波形和幅值受到传播途径和距离的严重影响,对信号幅值和相位的统计往往无法与实际放电类型一一对应,时域和统计的特征量提取方法在超声波检测的模式识别中均未获得理想的效果。此外,频域分析法也是常用的诊断技术,具体是通过分析超声波波形的频率成分与工频电压的1、2次频率分量的相关性对放电类型进行识别,这种频域分析的方法需要对超声信号的波形进行频谱分析,数据量和计算量大,并且由于局放产生的超声频率与电压频率的相关性没有确切关系,在实际应用中的诊断效果欠佳。因此,需要提出一种更本征的,不受传播途径和距离影响的电缆终端局部放电的超声检测特征提取及分析诊断方法。这对于超声检测法的进一步应用,提高设备现场带电巡检质量,缩短设备事故发生消缺的周期有显著的实际意义。

[0063] 相关技术中,在电缆终端局放超声波检测的放电类型识别和绝缘缺陷诊断中,对超声信号的特征提取多采用幅值-相位信息统计的方法,并基于PRPD谱图提取的特征量对放电类型进行诊断识别。为了克服超声传播距离和路径对诊断结果的影响,需要依循以下步骤:首先,需要对不同传播途径和距离下的典型绝缘缺陷引起的局放超声信号进行试验,获取大量复杂的谱图数据并建立数据库;其次,在进行实际故障诊断时需要先通过局放定位技术对放电位置进行定位并计算出定位点距离超声传感器的距离;最后,将评估的距离参数和超声信号全部作为特征量输入进行数据库匹配和诊断系统的智能识别。上述方法过程复杂,数据库大,前期需要研究人员进行大量的试验,后期需要系统进行复杂的机器学习,方法的应用准备周期较长,并且难以确保诊断的准确性。因此,提出和验证能够应用于

电缆终端局部放电超声波检测,且能够实现简单、高效的局放模式识别的诊断方法尤为必要。

[0064] 针对相关技术中的电缆终端超声波检测局部放电的放电类型识别情况,本实施方式结合局部放电产生超声的物理机理和超声在传播过程中信号频率不受路径和距离影响的特性,提出一种超声波局部放电多声谱特征参数的提取方法,并结合电缆终端接头四种典型缺陷的局放试验得到的实际超声信号,给出了超声局放检测的模式识别方法。该实施方式能够更本征、高效的实现局放超声波信号的分析 and 模式识别。

[0065] 本实施方式的技术构思为:首先利用一个测量频带较宽的超声波传感器对四种典型绝缘缺陷引起的局部放电超声信号进行测量和信号采集;通过快速傅里叶变换对不同缺陷局放超声信号频谱进行分析,并结合不同缺陷局部放电超声产生的物理过程,将超声谱段进行划分;然后根据划分的特征频段选取多个频带分立且较窄的超声传感器组成超声传感器阵列对局放进行同步测量(根据实际诊断情况,采取3个谱段对不同缺陷的类型进行区分);接着通过时域开窗的方法对采集时间内的三路超声脉冲信号的幅值进行提取(a_i, b_i, c_i),最后计算三路信号幅值的占比($a_i, b_i, c_i / (a_i + b_i + c_i)$)并绘制三角形图,通过三角形图对放电类型进行识别。

[0066] 上述测量频带较宽的超声传感器的测量范围需要涵盖20kHz-300kHz的超声频段,如检测范围20kHz-320kHz,谐振频率180kHz的超声传感器;上述的四种典型绝缘缺陷及放电类型包括:颗粒或者毛刺引起的电晕放电,由于半导体层安装不当或错位等引起的悬浮放电和沿面放电,以及XLPE绝缘内部的气隙放电,实验中这些缺陷可以在电缆终端进行人为设置;上述的超声波信号采集需要先经过前置放大、带通滤波和缓冲放大等处理,然后由采集卡进行数据采集;上述的不同放电类型的超声波频率分布如图2所示,图2是根据本发明实施方式的电缆终端不同绝缘缺陷类型对应的局部放电超声频率分布图,结合不同放电类型的物理过程,超声波频率分布按由低到高的顺序排列为:沿面放电、悬浮放电、气隙放电和电晕放电,可以通过划分三个频段对放电类型进行识别;上述的3个频带分立且较窄的超声传感器包括1个测量频带20kHz-68kHz,谐振频率42kHz的超声传感器、1个测量频带65kHz-148kHz,谐振频率100kHz的超声传感器和1个测量频带145kHz-320kHz,谐振频率220kHz的超声传感器;上述的时域开窗法提取放电脉冲以20 μ s为窗长度对超声信号进行时间轴上的分割,若窗内信号的最大或最小值的绝对值超过设定阈值(由现场噪声水平决定)即认为该值为放电脉冲幅值;上述的三路超声信号幅值的占比是指每一路信号幅值(a_i, b_i, c_i)占三路信号幅值总和($a_i + b_i + c_i$)的比;上述的各路超声信号幅值占比的三角形图如图3所示,图3是根据本发明实施方式的基于三声谱传感器得到的局放脉冲归一化幅值绘制的用于放电模式识别的三角形图。

[0067] 本实施方式的详细内容如下:

[0068] 1、典型绝缘缺陷局部放电的超声信号频谱研究;本实施方式根据实际运行中电缆终端的常见绝缘故障,图4是根据本发明实施方式的电缆终端典型绝缘缺陷的设置示意图,如图4所示,在终端上设置了4种典型绝缘缺陷,利用检测频带为20kHz-320kHz,谐振频率为180kHz的宽频超声传感器对典型绝缘缺陷局部放电的超声信号进行测量。测量时得到的超声信号经过前置放大、带通滤波和缓冲放大等处理后再被采集卡采集图5是根据本发明实施方式的超声信号采集系统流程图,如图5所示。通过对采集的超声时域信号进行快速傅里

叶变换,获得不同放电类型对应的超声频谱分布特性,如图2所示,并由此选择多声谱传感器的测量频段。

[0069] 2、电缆终端多声谱局放超声传感器的设计;本实施方式利用三个频段分立的超声传感器阵列对电缆终端局部放电超声信号进行检测,图6是根据本发明实施方式的电缆终端多声谱局放超声传感器示意图,如图6所示,1为测量频带20kHz-68kHz,谐振频率42kHz的超声传感器,2为测量频带65kHz-148kHz,谐振频率100kHz的超声传感器,3为测量频带145kHz-320kHz,谐振频率220kHz的超声传感器。三个超声传感器的灵敏度相同,如图6所示,集成在一个封装内,对局放超声信号进行同步测量。

[0070] 3、超声信号的脉冲幅值提取;本实施方式利用时域开窗法对超声信号的脉冲幅值进行提取。具体做法是以 $20\mu\text{s}$ 为时间窗对超声信号进行时域划分,判断每个时间窗内超声信号最大值或最小值的绝对值是否超过设定阈值,若绝对值超过阈值则将该值记录为脉冲幅值。

[0071] 4、不同传感器下的超声脉冲幅值的归一化处理;三个谱段分立的传感器测得的超声脉冲幅值 (a_i, b_i, c_i) 需要进行归一化处理。本实施方式采用总幅值占比的方法对三个脉冲幅值进行归一化处理。归一化后每个谱段的超声脉冲幅值 (a_i', b_i', c_i') 为 $(a_i, b_i, c_i / (a_i + b_i + c_i))$ 。

[0072] 5、三角形图的绘制和放电类型识别;将三个传感器得到的归一化超声脉冲幅值 (a_i', b_i', c_i') 绘制在三角形图中,如图3所示,不同放电类型对应的多声谱三角形图。

[0073] 上述测量频带较宽的超声传感器的测量范围需要涵盖20kHz-300kHz的超声频段,如检测范围20kHz-320kHz,谐振频率180kHz的超声传感器;上述的四种典型绝缘缺陷及放电类型包括:颗粒或者毛刺引起的电晕放电,由于半导体层安装不当或错位等引起的悬浮放电和沿面放电,以及XLPE绝缘内部的气隙放电,实验中这些缺陷可以在电缆终端进行人为设置;上述的超声波信号采集需要先经过前置放大、带通滤波和缓冲放大等处理,然后由采集卡进行数据采集;上述的不同放电类型的超声波频率分布如图2所示,结合不同放电类型的物理过程,超声波频率分布按由低到高的顺序排列为:沿面放电、悬浮放电、气隙放电和电晕放电,可以通过划分三个频段对放电类型进行识别;上述的3个频段分立且较窄的超声传感器包括1个测量频带20kHz-68kHz,谐振频率42kHz的超声传感器、1个测量频带65kHz-148kHz,谐振频率100kHz的超声传感器和1个测量频带145kHz-320kHz,谐振频率220kHz的超声传感器;上述的时域开窗法提取放电脉冲以 $20\mu\text{s}$ 为窗长度对超声信号进行时间轴上的分割,若窗内信号的最大或最小值的绝对值超过设定阈值(由现场噪声水平决定)即认为该值为放电脉冲幅值;上述的三路超声信号幅值的占比是指每一路信号幅值 (a_i, b_i, c_i) 占三路信号幅值总和 $(a_i + b_i + c_i)$ 的比;上述的各路超声信号幅值占比的三角形图如图3所示。

[0074] 为了进一步理解本实施方式,下面对该实施方式的应用进行说明。某110kV变电站连接1#主变的电缆终端发生了击穿,实验室利用本实施方式的测试方法对该故障终端开展了局放测试工作:利用三谱段超声传感器阵列对故障终端局部放电进行测量,通过信号采集,脉冲幅值提取和归一化处理后,得到如图7所示的三角形图,图7是根据本发明实施方式的110kV变电站故障电缆终端进行局放试验得到的三角形图。将故障终端的三谱段脉冲幅值的三角形图与图3进行比较可以得出故障终端发生了沿面放电故障。试验结束后将故障

在终端进行了解剖,发现终端内部半导体层附近的XLPE绝缘表面有明显的碳化通道,证明了终端确实发生了沿面放电,与本实施方式得出的结论一致。

[0075] 上述的用于局放信号检测的三谱段超声传感器阵列有一个1个测量频带20kHz-68kHz,谐振频率42kHz的超声传感器、1个测量频带65kHz-148kHz,谐振频率100kHz的超声传感器和1个测量频带145kHz-320kHz,谐振频率220kHz的超声传感器组成。

[0076] 本实施方式采用超声波检测、多声谱特征提取及故障诊断的方法对电缆终端局部放电的放电类型进行模式识别,现场抗干扰能力强,系统构成简单,诊断准确性高,能够大大提高电缆终端局部放电超声检测的效率和正判率;本实施方式描述的带电检测方法简单易行,设备便携,应用在现场巡检时只需携带集成的三谱段小型化超声传感器和简单的信号采集和处理系统即可,对于超声检测法的进一步应用,提高设备现场带电巡检质量,缩短设备事故发生消缺的周期有显著的实际意义。

[0077] 图8是根据本发明实施例的一种电缆放电检测装置的示意图,如图8所示,根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种电缆放电检测装置,包括:确定模块82,获取模块84和识别模块86,下面对该装置进行详细说明。

[0078] 确定模块82,用于确定待检测电缆发生不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,其中,频谱特征用于标识待检测电缆的放电类型;获取模块84,与上述确定模块82相连,用于获取待检测电缆的超声测量信号;识别模块86,与上述获取模块84相连,用于根据超声测量信号和不同放电类型的情况下的超声信号的频谱特征,识别待检测电缆的放电类型。

[0079] 通过上述装置,采用超声信号的频谱特征进行提取的方式,通过对比超声检测信号与各种放电类型的情况下的超声信号进行频谱特征对比,达到了有效快速识别产生检测信号对应的放电类型的目的,从而实现了提高放电检测的准确度和检测效率的技术效果,进而解决了相关技术中的超声检测方法准确率低,测量效率低的技术问题。

[0080] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种存储介质,存储介质包括存储的程序,其中,在程序运行时控制存储介质所在设备执行上述中任意一项的方法。

[0081] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种处理器,处理器用于运行程序,其中,程序运行时执行上述中任意一项的方法。

[0082] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0083] 在本发明的上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中并没有详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0084] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的技术内容,可通过其它的方式实现。其中,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,可以为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,单元或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0085] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0086] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0087] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、只读存储器(ROM,Read-OnlyMemory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0088] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

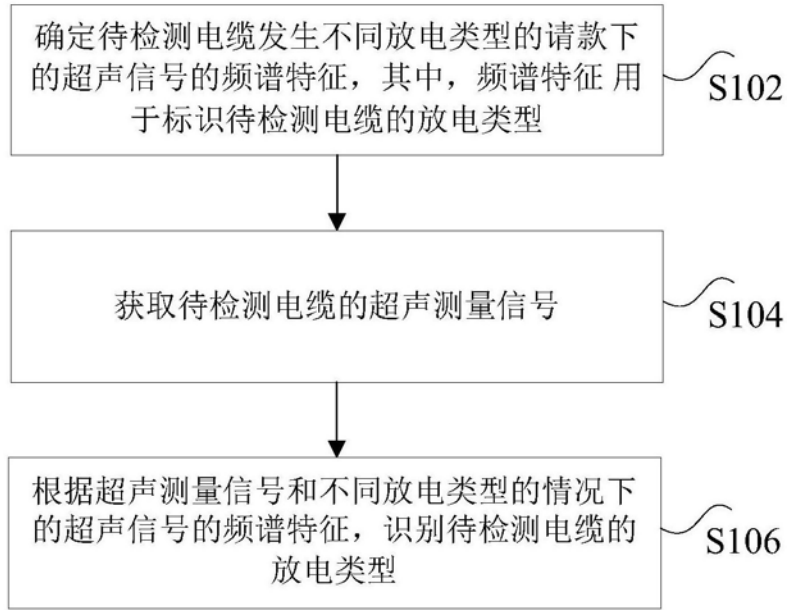


图1

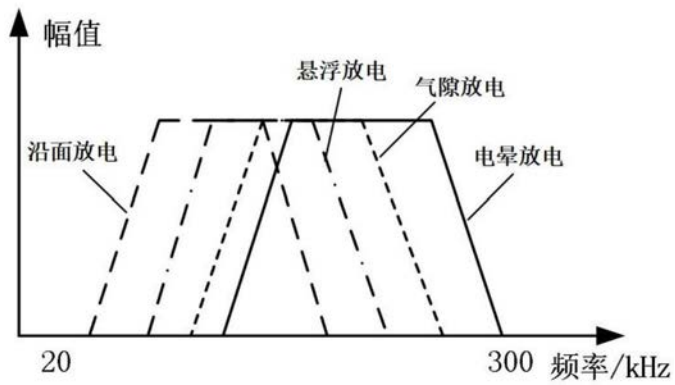


图2

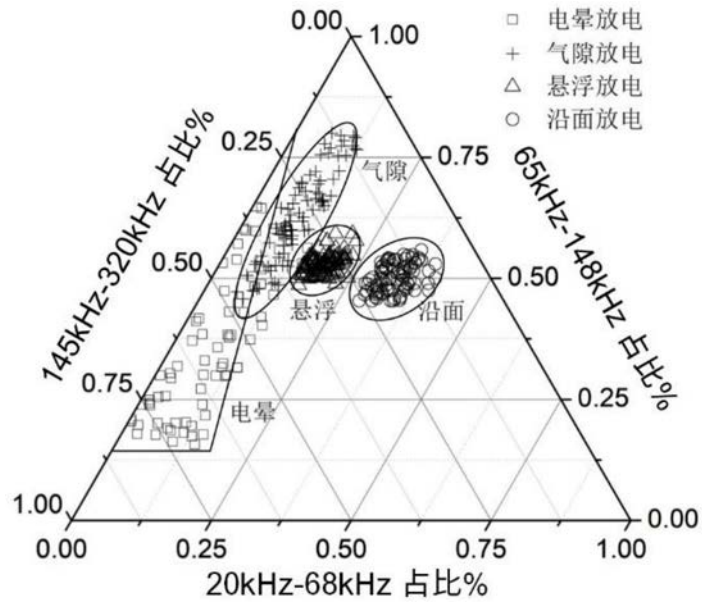


图3

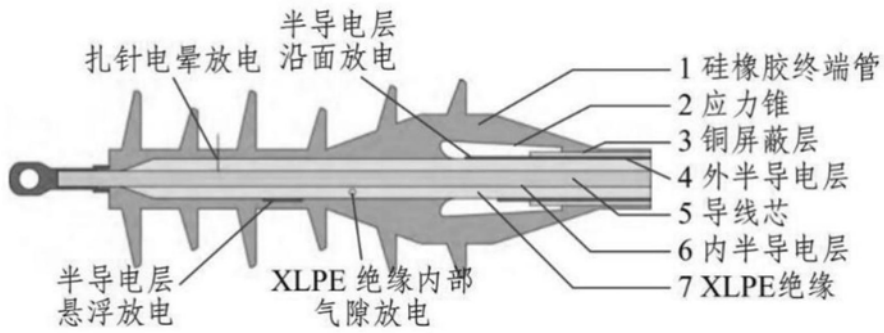


图4

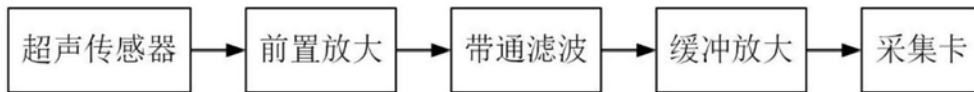


图5

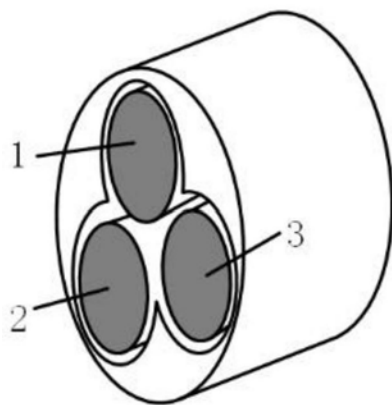


图6

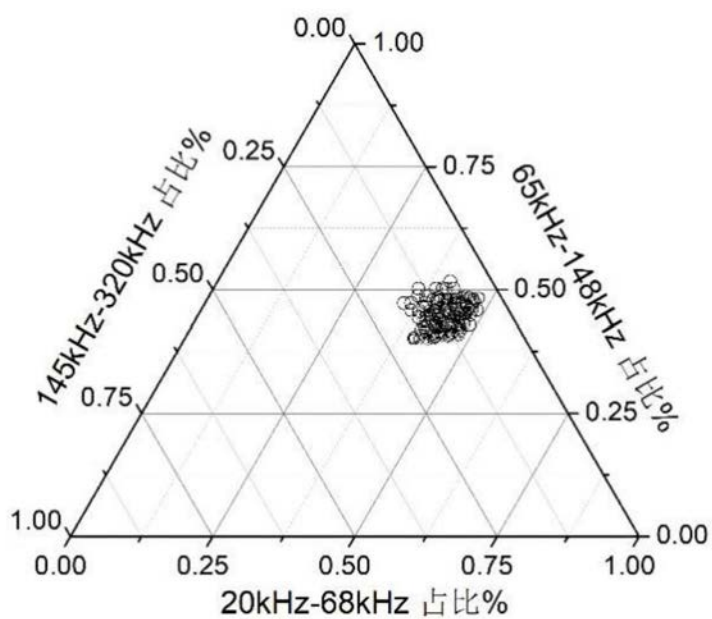


图7



图8