



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110231554 A

(43)申请公布日 2019.09.13

(21)申请号 201910644004.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2019.07.17

G01R 31/12(2006.01)

(71)申请人 国网江苏省电力有限公司电力科学研究院

地址 211103 江苏省南京市鼓楼区凤凰西街243号

申请人 国家电网有限公司
江苏省电力试验研究院有限公司
国网江苏省电力有限公司

(72)发明人 杨景刚 刘通 腾云 马勇 赵科
李洪涛 王静君 刘咏飞 宋思齐
李玉杰 刘媛 杨驷 肖焱艳

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 耿英

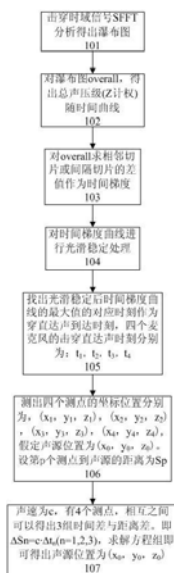
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种GIL/GIS击穿故障四点声定位方法

(57)摘要

本发明公开了一种GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,运用四个麦克风传感器对击穿声信号进行同步采集,获取击穿直达声到达每个麦克风的时刻,利用击穿声到达各个麦克风传感器的时间差方法来对GIL/GIS击穿位置进行定位。本发明提供了一种快速、非接触、避免反射声干扰、稳定的声源定位方法,用于GIL/GIS现场耐压击穿故障定位,从而准确、稳定、可靠地监测运行中GIL/GIS的安全隐患;填补了高压电气设备巡检领域的一项研究空白,实用性强,具有重要的科研与实用价值。



1. 一种GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,其特征在于,运用四个麦克风传感器对击穿声信号进行同步采集,获取击穿直达声到达每个麦克风传感器的时刻,利用击穿声到达各个麦克风传感器的时间差来对GIL/GIS击穿位置进行定位。

2. 根据权利要求1所述的GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,其特征在于,以总声压级的最大梯度出现时刻作为击穿直达声到达每个麦克风传感器的时刻。

3. 根据权利要求2所述的GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,其特征在于,将麦克风传感器测得的时域声压数据运用短时傅里叶变换求出瀑布图,在瀑布图基础上求出总声压级随时间变化曲线,再根据短时傅里叶变换相邻或者间隔切片的总声压级之差,求出总声压级梯度随时间变化关系,最后求出各点总声压级的最大梯度出现时刻。

4. 根据权利要求3所述的GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,其特征在于,还包括对总声压级梯度随时间变化关系进行平滑处理的步骤。

5. 根据权利要求3或4所述的GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,其特征在于,设第n个切片的声压级为 SPL_n ,

相邻切片或间隔切片的差值作为时间梯度,切片间隔数量为m,得出梯度值:

$$\Delta SPL_n = SPL_n - SPL_{n-m}$$

式中,第n个切片间隔m个的切片的声压级为 SPL_{n-m} ;

对时间梯度曲线进行光滑稳定处理,光滑度参数j根据需要选择设置,得到光滑处理后的更新梯度值:

$$\Delta SPL_n^G = \sum_{i=1}^{2^{j-1}} \frac{j - |i - j|}{j^2} \cdot \Delta SPL_{n-j+i}$$

式中,可变量i为选取的第n个切片前后共计i个切片中的项数值, ΔSPL_{n-j+i} 为经加权计算得到的梯度值;

找出 ΔSPL_n^G 最大值所在的时刻,即为击穿声到达各个麦克风传感器的时刻,从而求得四个麦克风传感器测点的击穿声到达时刻分别为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 。

6. 根据权利要求5所述的GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,其特征在于,时差法,其特征在于,根据四个麦克风传感器测点的击穿声到达时刻得到3组时间差,由3组时间差及击穿故障声源位置与四个麦克风传感器测点的距离差的三元二次方程关系式,进行求解计算,得到击穿故障声源位置。

7. 根据权利要求6所述的GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,其特征在于,时差法,其特征在于,四个麦克风传感器测点的坐标位置分别为 (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) , (x_4, y_4, z_4) , 设击穿故障声源位置为 (x_0, y_0, z_0) , 设第p个测点到声源的距离为 S_p ,

$$S_p = \sqrt{(x_p - x_0)^2 + (y_p - y_0)^2 + (z_p - z_0)^2}$$

根据各测点之间时间差与距离差的关系列出方程,即

$$\Delta S_1 = c \cdot \Delta t_1 = S_2 - S_1$$

$$\Delta S_2 = c \cdot \Delta t_2 = S_3 - S_2$$

$$\Delta S_3 = c \cdot \Delta t_3 = S_4 - S_3$$

式中,声速为c,3组时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 分别由 $t_2 - t_1$ 、 $t_3 - t_2$ 、 $t_4 - t_3$ 计算而得;

解上述三组三元二次方程,即可得出击穿故障声源位置为 (x_0, y_0, z_0) ,从而实现了对击穿故障点的定位。

一种GIL/GIS击穿故障四点声定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及故障定位领域,具体是电力系统中GIL/GIS管廊耐压击穿故障点的声定位。

背景技术

[0002] 随着高压、特高压电网的建设,电力系统容量与能量的需求不断提高,对电力系统的可靠性和经济性也提出了越来越高的要求。近年来气体绝缘金属封闭开关(GIS)和气体绝缘金属封闭输电线路(GIL)两类设备以其输送容量大、性能稳定、便于维护、可靠性高、空间占用小等优点,在高电压等级变电站中的使用量不断增加。根据相关标准要求,为了对GIL/GIS设备主绝缘情况进行充分考核,需在GIL/GIS现场交接时进行交流耐压试验,这是保证GIL/GIS运行可靠性的重要技术手段。由于GIL/GIS包括多个元件和多个气室,而且是全封闭的,耐压试验中一旦发生击穿放电故障,必须解体检修,如果进行大面积的解体检查,势必影响现场施工进度。因此如何在GIL/GIS现场耐压发生击穿故障时,快速确定故障区域,缩小解体检查的范围是工程人员一直以来普遍关心的问题。为此,本发明提供一种基于声定位的快速故障定位方法。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种利用声学定位方法,用于解决GIL/GIS现场耐压击穿试验中,现场的快速故障定位。

[0004] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0005] 一种GIL/GIS击穿故障四点声定位方法,运用四个麦克风传感器对击穿声信号进行同步采集,获取击穿直达声到达每个麦克风传感器的时刻,利用击穿声到达各个麦克风传感器的时间差方法来对GIL/GIS击穿位置进行定位。

[0006] 进一步地,以总声压级的最大梯度出现时刻作为击穿直达声到达每个麦克风传感器的时刻,最大梯度时间可避免现场建筑物或设备反射声干扰,对到达时间进行精确识别。

[0007] 进一步地,将麦克风传感器测得的时域声压数据运用短时傅里叶变换求出瀑布图,在瀑布图基础上求出总声压级随时间变化曲线,再根据短时傅里叶变换相邻或者间隔切片的总声压级之差,求出总声压级梯度随时间变化关系,最后求出各点总声压级的最大梯度出现时刻。

[0008] 进一步地,还包括对总声压级梯度随时间变化关系进行平滑处理的步骤。

[0009] 进一步地,设第n个切片的声压级为 SPL_n ,

[0010] 相邻切片或间隔切片的差值作为时间梯度,切片间隔数量为m,得出梯度值:

[0011] $\Delta SPL_n = SPL_n - SPL_{n-m}$

[0012] 式中,第n个切片间隔m个的切片的声压级为 SPL_{n-m} ;

[0013] 对时间梯度曲线进行光滑稳定处理,光滑度参数j根据需要选择设置,得到光滑处理后的更新梯度值:

$$[0014] \quad \Delta \text{SPL}_n^G = \sum_{i=1}^{2^{j-1}} \frac{j - |i - j|}{j^2} \cdot \Delta \text{SPL}_{n-j+i}$$

[0015] 式中, 可变量*i*为选取的第*n*个切片前后共计*i*个切片中的项数值, $\Delta \text{SPL}_{n-j+i}$ 为经加权计算得到的梯度值;

[0016] 找出 $\Delta \text{SPL}'_n$ 最大值所在的时刻, 即为击穿声到达各个麦克风传感器的时刻, 从而求得四个麦克风传感器测点的击穿声到达时刻分别为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 。

[0017] 进一步地, 根据四个麦克风传感器测点的击穿声到达时刻得到3组时间差, 由3组时间差及击穿故障声源位置与四个麦克风传感器测点的距离差的三元二次方程关系式, 进行求解计算, 得到击穿故障声源位置。

[0018] 进一步地, 四个麦克风传感器测点的坐标位置分别为 (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) , (x_4, y_4, z_4) , 设击穿故障声源位置为 (x_0, y_0, z_0) , 设第*p*个测点到声源的距离为 S_p ,

$$[0019] \quad S_p = \sqrt{(x_p - x_0)^2 + (y_p - y_0)^2 + (z_p - z_0)^2}$$

[0020] 根据各测点之间时间差与距离差的关系列出方程, 即

$$[0021] \quad \Delta S_1 = c \cdot \Delta t_1 = S_2 - S_1$$

$$[0022] \quad \Delta S_2 = c \cdot \Delta t_2 = S_3 - S_2$$

$$[0023] \quad \Delta S_3 = c \cdot \Delta t_3 = S_4 - S_3$$

[0024] 式中, 声速为*c*, 3组时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 分别由 $t_2 - t_1$ 、 $t_3 - t_2$ 、 $t_4 - t_3$ 计算而得;

[0025] 解上述三组三元二次方程, 即可得出击穿故障声源位置为 (x_0, y_0, z_0) , 从而实现了对击穿故障点的定位。

[0026] 与人工监听、振动监测、超声定位等方法相比, 本发明达到的有益效果如下:

[0027] 本发明提供了一种快速、非接触无干扰、稳定的声源定位方法, 用于GIL/GIS现场耐压击穿故障定位, 从而准确、稳定、可靠地监测运行中GIL/GIS的安全隐患; 填补了高压电气设备巡检领域的一项研究空白, 实用性强, 具有十分重要的科研与实用价值。

附图说明

[0028] 图1为本发明实施例提供的一种GIL/GIS故障击穿点声四点定位方法流程示意图。

具体实施方式

[0029] 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、完整的描述, 显然, 所描述的实施例仅只是本发明的一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本发明的实施例, 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其他所有实施例, 都属于本发明保护的范围。

[0030] 图1为本发明的实施例, 本发明提供一种四点声定位方法, 用于对GIL/GIS故障击穿点进行定位。

[0031] 运用四个麦克风传感器对击穿声信号进行同步采集, 获取击穿直达声到达每个麦克风传感器的时刻, 利用击穿声到达各个麦克风传感器的时间差来对GIL/GIS击穿位置进行定位。

[0032] 击穿直达声到达每个麦克风准确的时刻, 需避免反射混响声给信号带来的干扰。

[0033] 为了避免反射混响声给信号带来的干扰,不能将声压时域最大值或者声压级时域最大值作为击穿直达声到达每个麦克风的时刻,应该以总声压级(Z计权)的最大梯度出现时刻作为击穿直达声到达每个麦克风的时刻。

[0034] 将测得的时域声压数据通过短时傅里叶变换得到瀑布图,设置合适的时间切片间隔(常用0.0005s)和每个切片时间宽度(常用0.005s)。

[0035] 由瀑布图求解OVERALL值,对OVERALL计算频率进行合理设置(常用宽度为2000-6000Hz),第n个切片的声压级为 SPL_n 。

[0036] 对overall求相邻切片或间隔切片的差值作为时间梯度,间隔数量为m,得出梯度值:

$$[0037] \quad \Delta SPL_n = SPL_n - SPL_{n-m}$$

[0038] SPL_{n-m} 为第n-m个切片的声压级。

[0039] 在步骤104,为了避免差值数据的不稳定所带来的误差,对时间梯度曲线进行光滑稳定处理,光滑度参数j($j \geq 3$)可根据需要选择设定(常用 $j=5$),得到光滑处理后的更新梯度值:

$$[0040] \quad \Delta SPL_n^G = \sum_{i=1}^{2j-1} \frac{j - |i - j|}{j^2} \cdot \Delta SPL_{n-j+i}$$

[0041] 式中,可变量i为选取的第n个切片前后共计i个切片中的项数值, ΔSPL_{n-j+i} 为经加权计算得到的梯度值;

[0042] 找出更新梯度值 ΔSPL_n^G 最大值所在的时刻,即为击穿声到达时刻,定义1、2、3、4号测点的击穿声到达时刻为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ,根据 ΔSPL_n^G 最大值所在的时刻可计算求得这四个测点的击穿声到达时刻为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 。

[0043] 测出四个麦克风传感器测点的坐标位置分别为 (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) , (x_4, y_4, z_4) ,假定声源位置为 (x_0, y_0, z_0) 。利用击穿声到达各个测点的时间差,来推算各测点到声源点的距离差,从而推算出声源位置 (x_0, y_0, z_0) 。

[0044] 设第p个测点到声源的距离为 S_p 。

$$[0045] \quad S_p = \sqrt{(x_p - x_0)^2 + (y_p - y_0)^2 + (z_p - z_0)^2}$$

[0046] 根据各测点之间时间差与距离差的关系列出方程,声速为c,有4个测点,相互之间可以得出3组时间差与距离差。3组距离差即

$$[0047] \quad \Delta S_1 = c \cdot \Delta t_1 = S_2 - S_1$$

$$[0048] \quad \Delta S_2 = c \cdot \Delta t_2 = S_3 - S_2$$

$$[0049] \quad \Delta S_3 = c \cdot \Delta t_3 = S_4 - S_3$$

[0050] 式中,3组时间差 Δt_1 、 Δt_2 、 Δt_3 分别由 $t_2 - t_1$ 、 $t_3 - t_2$ 、 $t_4 - t_3$ 计算而得。

[0051] 解上述三组三元二次方程,即可得出声源位置 (x_0, y_0, z_0) ,从而实现了对击穿故障点的定位。

[0052] 本发明提供了一种快速、非接触、避免反射声干扰、稳定的声源定位方法,用于GIL/GIS现场耐压击穿故障定位,从而准确、稳定、可靠地监测运行中GIL/GIS的安全隐患;填补了高压电气设备巡检领域的一项研究空白,实用性强,具有十分重要的科研与实用价值。

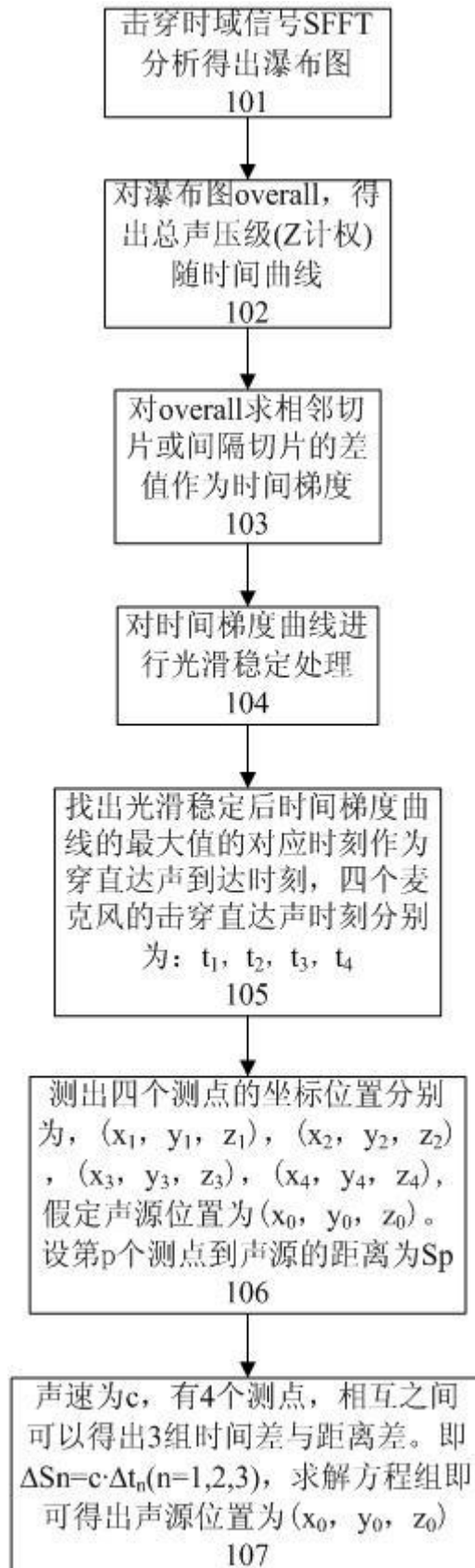


图1