



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113419150 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 01

(21) 申请号 202110798957.5

G08C 17/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.07.15

审查员 罗敏

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113419150 A

(43) 申请公布日 2021.09.21

(73) 专利权人 贵州电网有限责任公司

地址 550002 贵州省贵阳市南明区滨河路
17号

(72) 发明人 邹雕 毛先胤 黄欢 吕乾勇

牛唯 卢金科 许爱丰 陈全青

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所

52100

专利代理师 商小川

(51) Int. Cl.

G01R 31/12 (2006.01)

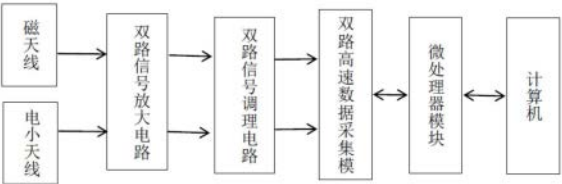
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测
装置及检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置及检测方法,所述的基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置包含能接收故障绝缘子高压放电电磁波的磁天线和电小天线,两天线与双路信号放大电路相连接,双路放大电路与双路信号调理电路相连接,双路调理电路与高速数据采集模块相连接,高速数据采集模块与微处理器模块相连接,微处理器模块与计算机相连接。本发明所说的检测方法包括:磁天线零点方向对准被测绝缘子,电小天线沿零点方向放置;同步采集两天线信号并获得磁频谱图和电频谱图;在电频谱图中去除掉磁频谱含有的分量,对剩余频谱做功率积分并与阈值比较判断绝缘子有无故障。该方法不断电检测,操作简便,检测效果好。



1. 一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,其特征在于:在线检测装置包含能接收故障绝缘子高压放电电磁波的磁天线和电小天线,两天线与双路信号放大电路相连接,双路放大电路与双路信号调理电路相连接,双路调理电路与高速数据采集模块相连接,高速数据采集模块与微处理器模块相连接,微处理器模块与计算机相连接;所述检测方法包括以下步骤:

(1) 校准在线检测装置接收信号增益:调整双路信号放大电路的增益,使得磁天线最大信号接收方向来的信号被磁天线和电小天线接收的信号总增益一致;

(2) 放置天线:磁天线零点方向对准被测绝缘子,电小天线沿零点方向放置;

(3) 同步采集两天线信号并获得磁频谱图和电频谱图:采集磁天线的信号为 $s1(i)$,电小天线的信号为 $s2(i)$, $i=1 \dots N$, i 表示时间序号, N 表示采集信号总的长度;

(4) 获得磁频谱图和电频谱图:对 $s1(i)$ 和 $s2(i)$ 做谱分析并分别获得其频谱图 $X1(i)$ 和 $X2(i)$, $i=1 \dots N$;

(5) 设定阈值 $\min$,找出磁频谱图中谱线的幅度小于 $\min$ 所对应的频率分量序号 $f(j)$, $j=1 \dots M$, M 为所找出的总个数;

(6) 对电频谱图 $X2(f(j))$ 进行功率积分,得功率积分值 m ;

(7) 设定阈值 V ,若 m 大于 V ,则判断为被测绝缘子存在故障,否则,被测绝缘子为正常。

2. 根据权利要求1所述的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,其特征在于:所述磁天线和电小天线接收信号的带宽为3-5MHz。

3. 根据权利要求1或2所述的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,其特征在于:所述磁天线在信号接收带宽内的纯磁性能大于30dB。

4. 根据权利要求1所述的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,其特征在于:所述双路信号放大电路的增益40-60dB,且分别可调。

5. 根据权利要求1所述的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,其特征在于:所述高速数据采集模块同步采集两路信号,采样速率20MHz,分辨率为16bit。

6. 根据权利要求1所述的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,其特征在于:所述微处理器模块与计算机相连接,包括RS-422口的有线连接和无线WIFI方式的连接。

7. 根据权利要求1所述的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,其特征在于,功率积分的计算公式为:

$$m = \sum_{j=1}^M |(\|X2(f(j))\|)^2|, \text{其中} \|\cdot\| \text{为取模运算。}$$

一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置及检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于绝缘子检测技术领域,尤其涉及一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置及检测方法。

背景技术

[0002] 目前电力系统输电线路及变电站使用巨量的瓷质绝缘子。瓷绝缘子长期受工频电压、日晒雨淋、灰盐霾、机械应力、雷电等作用,会发生劣化现象,劣化绝缘子由于内绝缘低于外绝缘,在雷击、工频、污闪等过程中发生内绝缘击穿,由此引发绝缘子掉串,严重威胁电网的安全运行。

[0003] 当前工作中绝缘子现场检测主要采用火花间隙法、超声波法、红外测温法、红外成像法,依靠人工检测方式进行。主要存在以下问题:火花间隙法涉及安全、劳动强度大,需要听声音观火花;超声波法、红外测温法、红外成像法易受环境天气干扰,误判率高、检测效率低;这些不足使运检人员在周期内难以完成对运行中的绝缘子的覆盖检测,运行中绝缘子状态处于未知状态,通常依靠经验安排运检工作,针对性、预控性差,往往事故发生后被动处理。

[0004] 停电检测虽然较为准确,但对电网影响较大,因此有必要开发一种有效的瓷绝缘子低零值带电检测工具,实现输电线路和变电站瓷绝缘子低零值的有效不停电检测。

[0005] 运行中的低(零)值绝缘子必定产生放电电磁波是其故障的本质物理现象,并且电磁波信号会在空间传播,其主要频率分量在3MHz—5MHz之间。检测方法是基于侦测高压放电产生的电磁脉冲信号。目前获取高压放电产生的电磁脉冲信号的途径是在绝缘子承载铁塔接地线上检测,通过一个磁感应环来耦合特定的电磁脉冲信号,当铁塔有多个接地线时,要切割掉其余的几个,操作十分不方便。另外,接地线会耦合各种外部干扰和噪声,检测结果不准确。采用高灵敏度的磁天线或电小天线也能够接收到高压放电电磁波信号,用于故障绝缘子的在线检测;但外部空间电磁波以及电力传输线上的干扰信号同样会被接收,干扰了检测的准确性,使检测结果失效。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是:提出一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置,通过电、磁分别接收故障绝缘子放电信号并对信号进行复合处理,在无需停电情况下,实现绝缘子状态的准确、安全、高效、及时、方便检测,及时发现并定位故障绝缘子;本发明的另一个目的是提供该在线检测装置的绝缘子故障检测的方法。

[0007] 本发明的技术方案是:

[0008] 一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置,包含能接收故障绝缘子高压放电电磁波的磁天线和电小天线,两天线与双路信号放大电路相连接,双路放大电路与双路信号调理电路相连接,双路调理电路与高速数据采集模块相连接,高速数据采集模块与微处理器模块相连接,微处理器模块与计算机相连接。

[0009] 装置以微处理器为控制核心,通过磁天线和电小天线实现了对故障绝缘子高压打火放电产生电磁波信号的分别接收,再经过双路信号放大电路的各自放大和双路信号调理电路的各自调理处理,送高速数据采集模块对调理处理后的信号做高速采集,采集后的数字信号经过微处理器发送给外部的计算机,由计算机完成各种数据的处理分析并做出有无故障绝缘子存在的判断。

[0010] 根据大量的实验数据分析,故障绝缘子放电电磁波的频率范围在3-5MHz,所以选用了接收信号的带宽为3-5MHz磁天线和电小天线。由于检测装置所采用的检测方法利用磁天线方向图的零点,零点越深,零点指向的外部信号就不会被磁天线接收,零点越深,就要求磁天线的纯磁性能越高,所选磁天线在信号接收带宽内的纯磁性能大于30dB。为获得更好的磁天线宽带效果,在磁天线的天线体内填充了导磁率为100的磁性材料。

[0011] 双路信号放大电路的增益40-60dB,且分别可调,一方面使得装置能够最佳接收放电电磁波,另外一方面,通过增益的调整,保证磁天线所接收信号及电天线所接收信号在送高速数据采集模块时保持一致。

[0012] 为满足检测方法所需要的频率分辨率和检测灵敏度,必须提高采用速率和采样的分辨率,所述高速数据采集模块采样速率20MHz,分辨率为16bit。

[0013] 微处理器模块与计算机相连接包括RS-422口的有线连接和无线WIFI方式的连接,两种连接方式增加了连接的可靠性和连接的便捷性。

[0014] 本发明所述的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置的检测方法,包括以下步骤:

[0015] (1)校准在线检测装置接收信号增益:调整双路信号放大电路的增益,使得磁天线最大信号接收方向来的信号被磁天线和电小天线接收的信号总增益一致;

[0016] (2)放置天线:磁天线零点方向对准被测绝缘子,电小天线沿零点方向放置;

[0017] (3)同步采集两天线信号并获得磁频谱图和电频谱图:采集磁天线的信号为 $s_1(i)$,电小天线的信号为 $s_2(i)$, $i=1 \dots N$, i 表示时间序号, N 表示采集信号总的长度;

[0018] (4)获得磁频谱图和电频谱图:对 $s_1(i)$ 和 $s_2(i)$ 做谱分析并分别获得其频谱图 $X_1(i)$ 和 $X_2(i)$, $i=1 \dots N$;

[0019] (5)设定阈值 $\min$,找出磁频谱图中谱线的幅度小于 $\min$ 所对应的频率分量序号 $f(j)$, $j=1 \dots M$, M 为所找出的总个数;

[0020] (6)对电频谱图 $X_2(f(j))$ 进行功率积分,得功率积分值 m ;

[0021] (7)设定阈值 V ,若 m 大于 V ,则判断为被测绝缘子存在故障,否则,被测绝缘子为正常。

[0022] $m = \sum_{j=1}^M |(|X_2(f(j))|)|^2$,其中 $|| \cdot ||$ 为取模运算。

[0023] 本发明有益效果:

[0024] 本发明可实现电力线路故障绝缘子在线检测,不需要切断电源供应;对放电电磁波的检测采用了无线接收的方式,不需要切割铁塔的接地线,检测方便,检测效率有效提升,比单纯磁天线接收信号或电天线接收信号的处理更可靠。

附图说明

[0025] 图1是本发明的一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置结构框图;

[0026] 图2是本发明的检测方法流程图；

[0027] 图3是电小天线和磁天线放置位置示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案作进一步的说明。

[0029] 如图1所示,本发明提供了一种基于电磁复合的故障绝缘子在线检测装置,该装置包含能接收故障绝缘子高压放电电磁波的磁天线和电小天线,磁天线的指标要求为:接收信号的带宽3-5MHz,纯磁性能大于30dB,为减小体积和改善带宽要求,天线体内填充了导磁率为100的磁性材料。电小天线的指标要求有:接收信号的带宽3-5MHz,水平方向性图为圆。磁天线和电小天线与双路信号放大电路相连接,双路信号放大电路采用了可编程增益放大器件,对磁性天线和电小天线所接收的信号做有效的放大,各路放大倍数在40dB到60dB之间,通过调整放大器件的可编程增益的电阻改变放大量。双路信号放大电路的输出为双路信号调理电路的输入,双路信号调理电路前半部分是两个3-5MHz的带通滤波器,可有效滤除带外干扰和噪声,后半部分是两个阻抗变换和极性变换电路,使得输出的信号阻抗为50欧姆,并且是双极性的信号。双路信号调理电路的两路输出与高速数据采集模块两路输入相连接,高速数据采集模块把双路模拟信号转化为数字信号,其输入为两路50欧姆输入阻抗的差分,采样的频率为20MHz,采样分辨率为16bit,两路同步采样,满足所采样信号的带宽要求和动态范围的要求。高速数据采集模块与微处理器模块相连接,微处理器模块控制数据的采集处理过程,并暂时缓存所采集到的数据。微处理器模块与计算机相连接,计算机发送采集指令,微处理模块接收指令并采集数据,把所采集的数据打包通过RS-422口或其WIFI口传给计算机,计算机还要对数据进行分析处理,给出检测结论。

[0030] 检测方法流程如图2所示。包括如下七个步骤:

[0031] (1) 校准在线检测装置接收信号增益:调整双路信号放大电路的增益,使得磁天线最大信号接收方向来的信号被磁天线和电小天线接收的信号总增益一致;

[0032] (2) 放置天线:磁天线零点方向对准被测绝缘子,电小天线沿零点方向放置;

[0033] (3) 同步采集两天线信号并获得磁频谱图和电频谱图:采集磁天线的信号为 $s_1(i)$,电小天线的信号为 $s_2(i)$, $i=1 \dots N$, i 表示时间序号, N 表示采集信号总的长度;

[0034] (4) 获得磁频谱图和电频谱图:对 $s_1(i)$ 和 $s_2(i)$ 做谱分析并分别获得其频谱图 $X_1(i)$ 和 $X_2(i)$, $i=1 \dots N$;

[0035] (5) 设定阈值 $\min$,找出磁频谱图中谱线的幅度小于 $\min$ 所对应的频率分量序号 $f(j)$, $j=1 \dots M$, M 为所找出的总个数;

[0036] (6) 对电频谱图 $X_2(f(j))$ 进行功率积分:计算 $m = \sum_{j=1}^M |(\|X_2(f(j))\|)^2|$,其中 $\|\cdot\|$ 为取模运算。

[0037] (7) 设定阈值 V ,若 m 大于 V ,则判断为被测绝缘子存在故障,否则,被测绝缘子为正常。

[0038] 在步骤(4)中,对所采集的数据采用了快速傅里叶变换的方法做谱分析。步骤(5)中阈值 $\min$ 越小,所找出的磁频谱图中谱线的幅度小于 $\min$ 所对应的频率分量越集中来自磁天线方向性图零点方向。步骤(6)中 m 的意义代表了排除其它方向的干扰,只有来自被测绝缘子串方向很窄区域内电磁波能量值。步骤(7)中阈值 V 是根据开展存在故障绝缘子和不存

在故障绝缘子所采集的实验数据分析来确定。

[0039] 图3给出了电小天线和磁天线放置位置示意图,磁天线方向性图的零点指向被测绝缘子可能存在放电电磁波的方向;而电小天线水平方向性图为圆,其根本放置在在磁天线方向性图的零点指向的延长线上,其目的是使得磁性天线和电小天线之间相互影响最小。

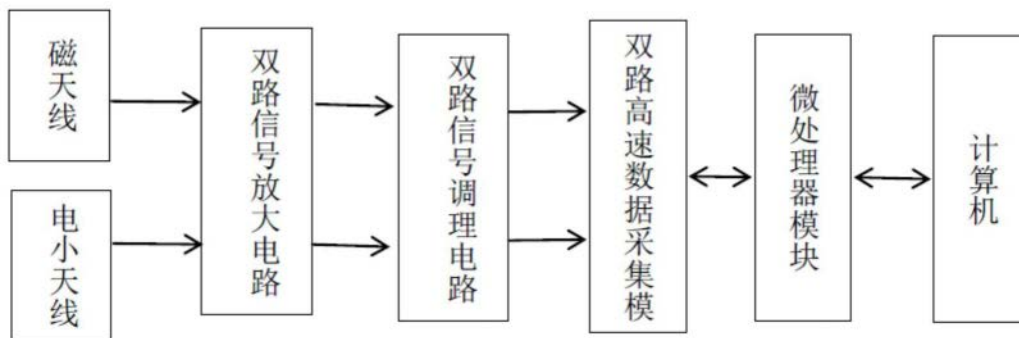


图1

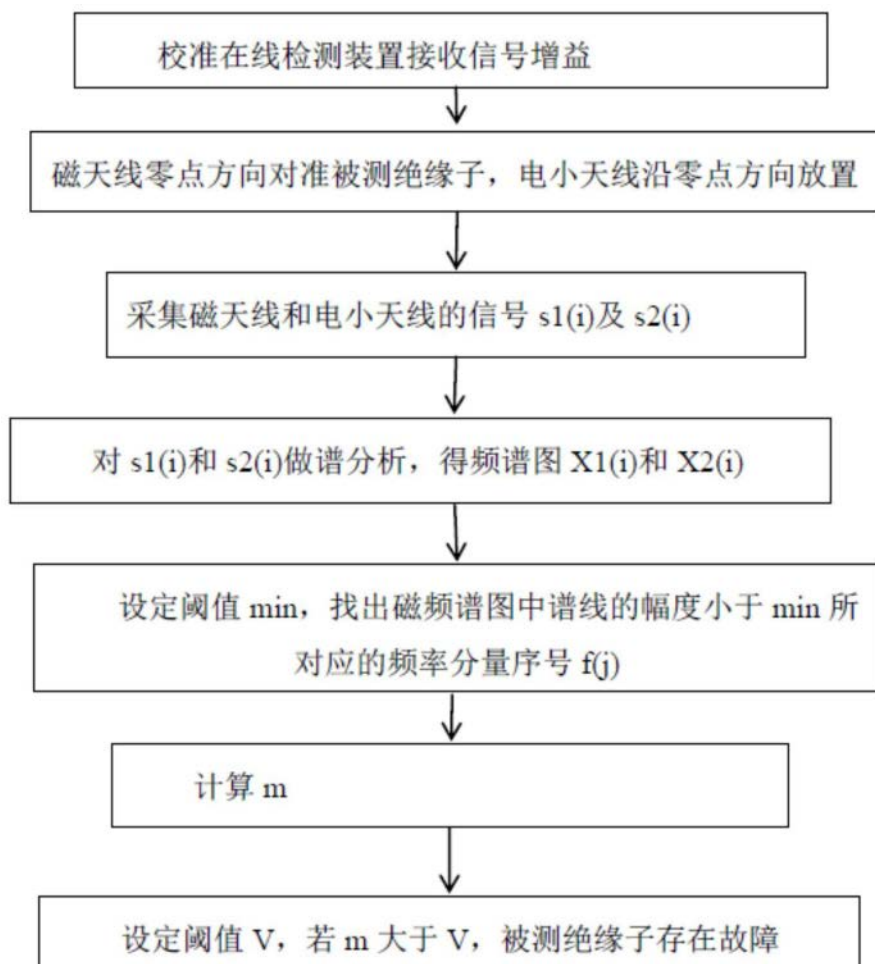


图2

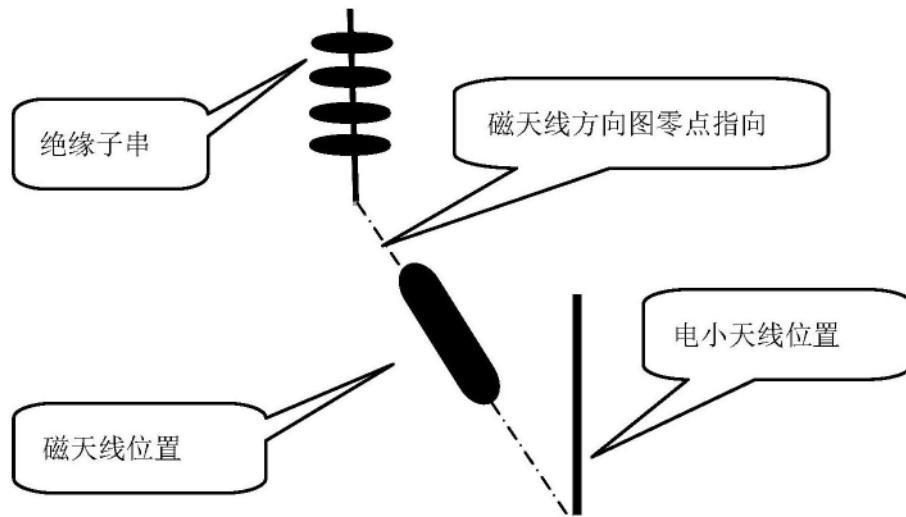


图3