



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108414845 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(21)申请号 201810191509.7

G01R 23/165(2006.01)

(22)申请日 2018.03.08

G01R 23/17(2006.01)

(71)申请人 南方电网科学研究院有限责任公司

地址 510080 广东省广州市萝岗区科学城
科翔路11号J1栋3、4、5楼及J3栋3楼

申请人 清华大学

中国南方电网有限责任公司电网技
术研究中心

(72)发明人 曾嵘 刘刚 蔡汉生 庄池杰

王涉 施健 刘磊

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 罗文群

(51)Int.Cl.

G01R 29/14(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

基于光学集成电场传感器的雷电能量频域
分布统计方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法,属于波形分析技术领域。该方法基于光学集成电场传感器的测量数据,通过滤波、过电压提取、解耦等方法,将三相独立的雷电过电压波形从原始波形中分离出来,并经归一化和FFT后即可得到雷电过电压能量的频域分布。该方法基于光学集成电场传感器,具有安装方便,便于测量的特点。

1. 一种基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

(1) 将三台光学集成电场传感器分别安装在变电站中待测量线路的正下方,使三台光学集成电场传感器的离地高度相同,并使三台光学集成电场传感器的极性朝向一致,分别对三台光学集成电场传感器通光,以在线监测待测量线路上雷电过电压的波形;

(2) 当待测量线路有直击雷或者感应雷发生时,三台光学集成电场传感器分别测量得到电场波形,该电场信号由雷电过电压电场波形和三相工频电场波形叠加而成,利用小波变化或平均滤波方法,对测量得到的电场波形进行滤波处理,得到滤波后的电场波形,并对测量得到的电场波形分别乘以相应光学集成电场传感器的转化因数,得到测量电压波形,其中,光学集成电场传感器的转化因数为测量电场是1V/m时所对应的实际电压值;

(3) 将上述步骤(2)的测量电压波形,与由变电站中三台光学集成电场传感器,在未发生雷击时对待测量线路测量得到同相位下的工频电压波形相减,得到待测量线路的互有耦合三相雷电过电压波形;

(4) 对上述互有耦合三相雷电过电压波形进行解耦,设互有耦合三相雷电过电压波形为 U_A 、 U_B 、 U_C ,解耦后的三相雷电过电压波形为 U_a 、 U_b 、 U_c ,建立如下解耦方程:

$$\begin{bmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix}$$

其中, q_{ij} 为解耦系数, $i=1,2,3, j=1,2,3, q_{ij} \in [0, 100]$;

(5) 对上述解耦后的三相雷电过电压波形 U_a 、 U_b 、 U_c 进行归一化处理,然后对归一化处理结果使用快速傅里叶变换,得到此雷电过电压能量的频域分布;

(6) 当三台光学集成电场传感器采集到大量的雷电数据后,重复步骤(2)-步骤(5),得到大量雷电过电压能量的频域分布,对大量雷电过电压能量的频域分布进行叠加,得到雷电能量的频域分布统计结果。

基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法,属于波形分析技术领域。

背景技术

[0002] 高压架空输电线路是电力系统中重要组成部分,其分布很广、纵横交错、绵延数百公里乃至上千公里,所以极易受雷击。统计资料显示,我国高压架空输电线路由雷击引起的跳闸次数占运行总跳闸次数的40%-70%。2012年,南方电网110kV及以上电压等级输电线路雷击跳闸1894次,占线路总跳闸次数的65.4%。在多雷、山区以及土壤电阻率较高的地区,雷击架空线引起输电的事故率则更高。当雷击架空输电线路时可能引起线路开关跳闸造成停电事故,还会造成电气设备损坏,甚至导致电力系统瓦解等恶性事故,造成重大的经济损失,严重影响电力系统运行的稳定性、可靠性、安全性和经济性。

[0003] 我国电网近年来的雷击闪络呈上升趋势,其原因是:1.雷电活动加剧;2.新增电网提速,输电线路增长,杆塔增高,易受雷击;3.因缺乏对雷电活动及其分布规律的了解,防雷措施事半功倍。因此在气候变化异常和电网迅猛发展的今天,研究雷电过电压能量的频域分布是十分迫切的任务。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提出一种基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法,该方法基于光学集成电场传感器的测量数据,通过滤波、过电压提取、解耦等方法,得到三相独立的雷电过电压波形,经归一化和FFT后即可得到雷电过电压能量的频域分布。

[0005] 本发明提出的基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法,包括以下步骤:

[0006] (1) 将三台光学集成电场传感器分别安装在变电站中待测量线路的正下方,使三台光学集成电场传感器的离地高度相同,并使三台光学集成电场传感器的极性朝向一致,分别对三台光学集成电场传感器通光,以在线监测待测量线路上雷电过电压的波形;

[0007] (2) 当待测量线路有直击雷或者感应雷发生时,三台光学集成电场传感器分别测量得到电场波形,该电场信号由雷电过电压电场波形和三相工频电场波形叠加而成。利用小波变化或平均滤波方法,对测量得到的电场波形进行滤波处理,得到滤波后的电场波形,并对测量得到的电场波形分别乘以相应光学集成电场传感器的转化因数,得到测量电压波形。其中,光学集成电场传感器的转化因数为测量电场是1V/m时所对应的实际电压值;

[0008] (3) 将上述步骤(2)的测量电压波形,与由变电站中三台光学集成电场传感器,在未发生雷击时对待测量线路测量得到同相位下的工频电压波形相减,得到待测量线路的互有耦合三相雷电过电压波形;

[0009] (4) 对上述互有耦合三相雷电过电压波形进行解耦,设互有耦合三相雷电过电压波形为 U_A 、 U_B 、 U_C ,解耦后的三相雷电过电压波形为 U_a 、 U_b 、 U_c ,建立如下解耦方程:

$$[0010] \quad \begin{bmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix}$$

[0011] 其中, q_{ij} 为解耦系数, $i=1,2,3, j=1,2,3, q_{ij} \in [0,100]$;

[0012] (5) 对上述解耦后的三相雷电过电压波形 U_a, U_b, U_c 进行归一化处理, 然后对归一化处理结果进行快速傅里叶变换 (FFT), 得到此雷电过电压能量的频域分布;

[0013] (6) 当三台光学集成电场传感器采集到大量的雷电数据后, 重复步骤 (2) - 步骤 (5), 得到大量雷电过电压能量的频域分布, 对大量雷电过电压能量的频域分布进行叠加, 得到雷电能量的频域分布统计结果。

[0014] 本发明提出的基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法, 其优点是:

[0015] 1、本发明方法使用的光学集成电场传感器, 具有安装方便, 便于测量的特点。

[0016] 2、本发明方法较为清楚的阐述了基于光学集成电场传感器的雷电过电压能量的频域分布统计方法, 步骤简单, 容易得到准确的雷电波形参数在频域内的分布情况。

具体实施方式

[0017] 本发明提出的基于光学集成电场传感器的雷电能量频域分布统计方法, 包括以下步骤:

[0018] (1) 将三台光学集成电场传感器 (本发明的一个实施例中, 使用的三相光学集成电场传感器由清华大学生产, 可参见公开号为 CN102854403B 的中国专利申请) 分别安装在变电站中待测量线路的正下方, 使三台光学集成电场传感器的离地高度相同, 并使三台光学集成电场传感器的极性朝向一致, 分别对三台光学集成电场传感器通光, 以在线监测待测量线路上雷电过电压的波形;

[0019] (2) 当待测量线路有直击雷或者感应雷发生时, 三台光学集成电场传感器分别测量得到电场波形, 该电场信号由雷电过电压电场波形和三相工频电场波形叠加而成。利用小波变化或平均滤波方法, 对测量得到的电场波形进行滤波处理, 得到滤波后的电场波形, 并对测量得到的电场波形分别乘以相应光学集成电场传感器的转化因数, 得到测量电压波形。其中, 光学集成电场传感器的转化因数为测量电场是 $1V/m$ 时所对应的实际电压值;

[0020] (3) 将上述步骤 (2) 的测量电压波形, 与由变电站中三台光学集成电场传感器, 在未发生雷击时对待测量线路测量得到同相位下的工频电压波形相减, 得到待测量线路的互有耦合三相雷电过电压波形;

[0021] (4) 对上述互有耦合三相雷电过电压波形进行解耦, 设互有耦合三相雷电过电压波形为 U_A, U_B, U_C , 解耦后的三相雷电过电压波形为 U_a, U_b, U_c , 建立如下解耦方程:

$$[0022] \quad \begin{bmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{bmatrix}$$

[0023] 其中, q_{ij} 为解耦系数, $i=1,2,3, j=1,2,3, q_{ij} \in [0,100]$;

[0024] (5) 对上述解耦后的三相雷电过电压波形 U_a, U_b, U_c 进行归一化处理, 然后对归一化处理结果使用快速傅里叶变换 (FFT), 得到此雷电过电压能量的频域分布;

[0025] (6) 当三台光学集成电场传感器采集到大量的雷电数据后,重复步骤(2)-步骤(5),得到大量雷电过电压能量的频域分布,对大量雷电过电压能量的频域分布进行叠加,得到雷电能量的频域分布统计结果。