



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112287523 A

(43) 申请公布日 2021. 01. 29

(21) 申请号 202011088907.X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.10.13

G06F 30/20 (2020.01)

G06F 113/04 (2020.01)

(71) 申请人 南方电网科学研究院有限责任公司

地址 510670 广东省广州市黄埔区科学城科翔路11号

申请人 云南电网有限责任公司电力科学研究院

(72) 发明人 冯瑞发 廖民传 刘刚 马御棠

胡上茂 钱国超 贾磊 蔡汉生

屈路 祁沛晗 张义 胡泰山

刘浩 梅琪 施健

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司

公司 44202

代理人 麦小婵 郝传鑫

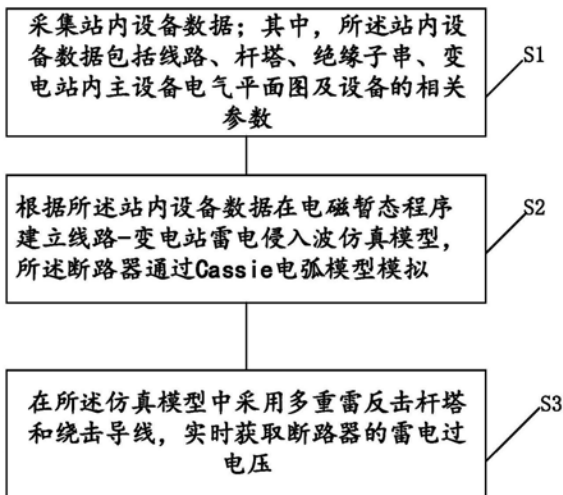
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

多重雷击下的断路器过电压的检测方法及其装置

(57) 摘要

本发明公开了一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法及装置,所述方法包括:采集站内设备数据,根据所述站内设备数据在电磁暂态程序建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,其中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟,在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压。本发明解决了多重雷击下的断路器过电压难以仿真且仿真结果不准确的问题。



1. 一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,其特征在于,包括:

采集站内设备数据;其中,所述站内设备数据包括线路、杆塔、绝缘子串、断路器、变电站内主设备电气平面图及设备的相关参数;

根据所述站内设备数据在电磁暂态程序建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,其中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟;

在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压。

2. 如权利要求1所述的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,其特征在于,所述根据所述站内设备数据在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,具体包括:

采用JMartí频率相关模型建立线路模型,采用多波阻抗模型建立杆塔模型,采用先导发展模型建立绝缘子串模型,采用非线性电阻模型建立杆塔接地电阻模型,采用波阻抗模型建立站内连接线,采用Cassie电弧模型模拟断路器以及用入口电容等值模拟隔离开关、电流互感器等设备;

结合上述模型和设备,建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型。

3. 如权利要求1所述的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,其特征在于,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟,具体包括:

通过以下模型建立Cassie电弧模型:

$$\frac{dg}{dt} = \frac{1}{t_0(g)} \left(\frac{iu}{U_0(g)^2} - g \right),$$

其中,u为电弧电压,g为电弧电导,i为电弧电流, $U_0(g)$ 为稳态电弧电压, $t_0(g)$ 为时间常数, $U_0(g)$ 和 $t_0(g)$ 均为电导g的函数。

4. 如权利要求1所述的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,其特征在于,所述在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压,具体包括:

采用连续雷电流脉冲实现多重雷的模拟;

采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值;

采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值;

根据所述每一次反击下的雷电流幅值和所述每一次绕击下的雷电流幅值,实时获取断路器上随雷电流幅值进行变化的雷电过电压。

5. 如权利要求1所述的多重雷击下的断路器过电压的检测方法,其特征在于,所述根据所述站内设备数据在电磁暂态程序建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,还具体包括:

在建立所述仿真模型时,考虑工频电压和感应雷电压影响的断路器过电压仿真模型,其中,所述感应雷电压通过以下公式计算:

$$u = 2.2i^{0.4}h_c \left(1 - \frac{h_g}{h_c}k \right),$$

其中,u为感应雷电压,i为雷电流幅值, h_c 为导线平均高度, h_g 为地线平均高度,k为导线耦合系数。

6. 如权利要求4所述的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,其特征在于,所述采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值,具体包括:

当采用多重雷反击杆塔时,确定多重雷下的首次反击雷电流幅值,所述首次反击雷电流幅值根据系统电压等级选取;

首次雷击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续的反击雷电流幅值。

7. 如权利要求4所述的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,其特征在于,所述采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值,具体包括:

当采用多重雷绕击时,确定首次绕击雷电流幅值,所述首次绕击雷电流幅值采用最大的绕击雷电流,所述最大的绕击雷电流由杆塔电气几何模型计算确定;

首次绕击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续的绕击雷电流幅值。

8. 一种多重雷击下的断路器过电压的检测装置,其特征在于,包括:

设备数据获取单元,用于采集站内设备数据;其中,所述站内设备数据包括线路、杆塔、绝缘子串、断路器、变电站内主设备电气平面图及设备的相关参数;

模型建立单元,用于根据所述站内设备数据在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,其中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟;

电压获取单元,用于在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压。

9. 如权利要求8所述的多重雷击下的断路器过电压的防护装置,其特征在于,所述电压获取单元进一步包括:

雷击模拟确定子单元,用于采用连续雷电流脉冲实现多重雷的模拟;

反击雷电流确定子单元,用于采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值;

绕击雷电流确定子单元,用于采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值;

电压获取子单元,用于根据所述每一次反击下的雷电流幅值和所述每一次绕击下的雷电流幅值,实时获取断路器上随雷电流幅值进行变化的雷电过电压。

10. 如权利要求9所述的多重雷击下的断路器过电压的防护装置,其特征在于,所述模型建立单元中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟,具体包括:

通过以下模型建立Cassie电弧模型:

$$\frac{dg}{dt} = \frac{1}{t_0(g)} \left(\frac{iu}{U_0(g)^2} - g \right),$$

其中,u为电弧电压,g为电弧电导,i为电弧电流, $U_0(g)$ 为稳态电弧电压, $t_0(g)$ 为时间常数, $U_0(g)$ 和 $t_0(g)$ 均为电导g的函数。

多重雷击下的断路器过电压的检测方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统变电设备防雷领域,尤其涉及一种断路器多重雷击下的断路器过电压的检测方法。

背景技术

[0002] 近年来,南网五省雷电活动频繁,输变电设备因雷击造成的故障率占比较高,特别是雷电侵入波导致敞开式变电站内的断路器设备断口爆炸的事件常有发生,严重威胁电网的安全稳定运行。国内外研究表明,自然界的落雷大约有30%以上为多重雷,多重雷是指对地放电的雷云中存在多个电荷中心,在第一个电荷中心发生云地闪后,后续电荷中心继续沿着前面的放电通道放电,一般放电次数为2-3次,最长监测到的达42次,每次放电间隔时间一般在0.6ms-800ms。分析表明,南网范围内的断路器爆炸案例基本都是多重雷击引起。因此,研究多重雷击下变电站内断路器设备上的侵入波过电压水平及其防护措施对断路器防雷设计,确保断路器的安全可靠运行具有重要意义。

[0003] 然而,现有的技术在进行断路器在雷电侵入波下的过电压检测时,一般将断路器采用入口电容进行等值建模,并成分闸和合闸两种工况来仿真断路器在雷击下的过电压水平,采用此种建模方法对于一般的单次雷击基本是可满足要求的,但对于多重雷击,由于雷击时断路器的状态不仅是分、合闸两种状态,还存在分、合闸过程中遭受雷击导致电弧重燃的情形,且电弧重燃后由于其存在大量的游离和去游离、扩散和复合的过程,并伴随负责的光和热能量的传递,该过程涉及电磁场和气流场的共同作用,这些又反过来影响断路器触头之间的电压水平,因此它们之间是相互影响的,直接采用传统的入口电容进行等值建模难以仿真多重雷击下的断路器的过电压大小,且存在计算结果不准确的问题。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明提供一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,解决断路器在多重雷击下的过电压难以仿真且仿真结果不准确的问题。

[0005] 本发明提供了一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,包括:

[0006] 采集站内设备数据;其中,所述站内设备数据包括线路、杆塔、绝缘子串、断路器、变电站内主设备电气平面图及设备的相关参数;

[0007] 根据所述站内设备数据在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,其中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟;

[0008] 在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压。

[0009] 优选地,所述根据所述站内设备数据在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,具体包括:

[0010] 采用JMartí频率相关模型建立线路模型,采用多波阻抗模型建立杆塔模型,采用先导发展模型建立绝缘子串模型,采用非线性电阻模型建立杆塔接地电阻模型,采用波阻

抗模型建立站内连接线,采用Cassie电弧模型模拟断路器以及用入口电容等值模拟隔离开关、电流互感器等设备;

[0011] 结合上述模型和设备,建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型。

[0012] 优选地,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟,具体包括:

[0013] 通过以下模型建立Cassie电弧模型:

$$[0014] \quad \frac{dg}{dt} = \frac{1}{t_0(g)} \left(\frac{iu}{U_0(g)^2} - g \right),$$

[0015] 其中,u为电弧电压,g为电弧电导,i为电弧电流, $U_0(g)$ 为稳态电弧电压, $t_0(g)$ 为时间常数,均为电导g的函数。

[0016] 优选地,所述在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压,具体包括:

[0017] 采用连续雷电流脉冲实现多重雷的模拟;

[0018] 采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值;

[0019] 采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值;

[0020] 根据所述每一次反击下的雷电流幅值和所述每一次绕击下的雷电流幅值,实时获取断路器上随雷电流幅值进行变化的雷电过电压。

[0021] 优选地,所述根据所述站内设备数据在电磁暂态程序建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,还具体包括:

[0022] 在建立所述仿真模型时,考虑工频电压和感应雷电压影响的断路器过电压仿真模型,其中,所述感应雷电压通过以下公式计算:

$$[0023] \quad u = 2.2i^{0.4} h_c \left(1 - \frac{h_g}{h_c} k \right),$$

[0024] 其中,u为感应雷电压,i为雷电流幅值, h_c 为导线平均高度, h_g 为地线平均高度,k为导地线耦合系数。

[0025] 优选地,所述采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值,具体包括:

[0026] 当采用多重雷反击杆塔时,确定多重雷下的首次反击雷电流幅值,所述首次反击雷电流幅值根据系统电压等级选取;

[0027] 首次雷击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续的反击雷电流幅值。

[0028] 优选地,所述采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值,具体包括:

[0029] 当采用多重雷绕击时,确定首次绕击雷电流幅值,所述首次绕击雷电流幅值采用最大的绕击雷电流,所述最大的绕击雷电流由杆塔电气几何模型计算确定;

[0030] 首次绕击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续的绕击雷电流幅值。

[0031] 本发明实施例另一方面提供了一种多重雷击下的断路器过电压的检测装置,包括:

[0032] 设备数据获取单元,用于采集站内设备数据;其中,所述站内设备数据包括线路、杆塔、绝缘子串、断路器、变电站内主设备电气平面图及设备的相关参数;

[0033] 模型建立单元,用于根据所述站内设备数据在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,其中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟;

[0034] 电压获取单元,用于在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压。

[0035] 进一步,所述电压获取单元,包括:

[0036] 雷击模拟确定子单元,用于采用连续雷电流脉冲实现多重雷的模拟;

[0037] 反击雷电流确定子单元,用于采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值;

[0038] 绕击雷电流确定子单元,用于采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值;

[0039] 电压获取子单元,用于根据所述每一次反击下的雷电流幅值和所述每一次绕击下的雷电流幅值,实时获取断路器上随雷电流幅值进行变化的雷电过电压。

[0040] 进一步,所述模型建立单元中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟,具体包括:

[0041] 通过以下模型建立Cassie电弧模型:

$$[0042] \quad \frac{dg}{dt} = \frac{1}{t_0(g)} \left(\frac{iu}{U_0(g)^2} - g \right),$$

[0043] 其中,u为电弧电压,g为电弧电导,i为电弧电流, $U_0(g)$ 为稳态电弧电压, $t_0(g)$ 为时间常数, $U_0(g)$ 和 $t_0(g)$ 均为电导g的函数。

[0044] 本发明提供了一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法及其装置,具有以下显著效果:

[0045] 本发明提供了一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法及其装置通过在电磁暂态程序中建立仿真模型过程中,引入Cassie电弧模型模拟断路器,实现断路器动态电弧模型的建立,将断路器的分合闸过程等效为电弧电导(电阻)的动态变化过程,当电弧电流很大时,电阻非常小,相当于断路器闭合运行;当电弧电流很小时,电阻非常大,相当于断路器开路运行,解决了断路器在多重雷击下的过电压难以实时仿真的难题;同时,在实现断路器的过电压的仿真时考虑了最大绕击电流下的断路器过电压水平,避免了以往只考虑反击情况下的断路器感应雷过电压而导致过电压仿真结果不准确的问题,使得断路器的过电压的仿真结果更加准确。

附图说明

[0046] 图1是本发明实施例中一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法的流程图;

[0047] 图2是本发明实施例提供的一种断路器过电压仿真示意图;

[0048] 图3是本发明实施例提供的一种5重雷击下的雷电流幅值变化示意图;

[0049] 图4是本发明实施例中一种多重雷击下的断路器过电压的检测装置的结构图;

[0050] 图5是本发明实施例中一种多重雷击下的断路器过电压的检测装置中的电压获取单元的详细装置图。

具体实施方式

[0051] 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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0052] 参见图1,是本发明实施例1提供的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法的流程图。

[0053] 本发明实施例提供的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法,包括步骤S1-S3:

[0054] S1、采集站内设备数据;其中,所述站内设备数据包括线路、杆塔、绝缘子串、断路器、变电站内主设备电气平面图及设备的相关参数。

[0055] S2、根据所述站内设备数据在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,其中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟。

[0056] 优选地,所述步骤S2中,所述根据所述站内设备数据在电磁暂态程序在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,具体包括:

[0057] 采用JMarti频率相关模型建立线路模型,采用多波阻抗模型建立杆塔模型,采用先导发展模型建立绝缘子串模型,采用非线性电阻模型建立杆塔接地电阻模型,采用波阻抗模型建立站内连接线,采用Cassie电弧模型模拟断路器以及用入口电容等值模拟隔离开关、电流互感器等设备;

[0058] 结合上述模型和设备,建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型。

[0059] 作为本发明的一个优选实施例,本发明实施例在电磁暂态程序中建立考虑工频电压和感应雷电压影响的断路器的过电压仿真模型,在考虑工频电压时,通过以下方式确定:反击时工频电压取正极性峰值,绕击时工频电压取负极性峰值,采用恒压源模拟工频电压。

[0060] 需要说明的是,感应雷电压的计算通过以下公式(2)来实现:

$$[0061] \quad u = 2.2i^{0.4}h_c \left(1 - \frac{h_g}{h_c}k\right) \quad (2)$$

[0062] 式中,u为感应雷电压,i为雷电流,h_c为导线平均高度,h_g为地线平均高度,k为导线与地线耦合系数。电磁暂态程序仿真时,采用MODELS和TACS模块,首先利用杆塔结构参数计算出地线与三相导线的耦合系数k,然后根据式(2)在MODELS模块中计算出随雷电流实时变化的感应电压大小,并利用TACS模块将感应电压u、雷击时线路运行电压u₀和地线耦合到导线上的电压u₁施加到雷击杆塔所在的导线上,以此来模拟感应电压的实际影响。

[0063] 优选地,所述步骤S2中断路器采用Cassie电弧模型模拟时,首先基于以下(1)的Cassie电弧模型:

$$[0064] \quad \frac{dg}{dt} = \frac{1}{t_0(g)} \left(\frac{iu}{U_0(g)^2} - g \right) \quad (1)$$

[0065] 式中u为电弧电压,g为电弧电导,i为电弧电流,u=gi,U₀(g)为稳态电弧电压,t₀(g)为时间常数,均为电导g的函数。

[0066] 参见图2,是本发明实施提供的一种断路器过电压仿真示意图,在电磁暂态程序中

利用MODELS模块实现式(1)时,设置初始值,然后利用MODELS语言实现,MODELS模块输出动态电弧电阻值 $R(1/g)$,该值通过TACS控制的非线性电阻耦合到电路当中参与实时仿真计算,然后电磁暂态程序利用此电弧电阻输出断路器触头两端的过电压,通过不断的循环迭代实现断路器电压的实时仿真。

[0067] S3、在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压。

[0068] 在具体实施时,分别在变电站2km范围内的进线段杆塔和导线上用多重雷电流反击塔顶及绕击导线,观察并记录雷电流反击在不同杆塔及绕击导线情况下,站内断路器上出现的感应雷过电压大小。当发现多重雷击下,站内断路器上的过电压超出其绝缘设计水平时,可考虑在断路器出线侧安装站用无间隙避雷器进行防护,避雷器的安装距离由电磁暂态程序的仿真结果获取。

[0069] 具体地,所述步骤S3进一步包括S31-S34:

[0070] S31、采用连续雷电流脉冲实现多重雷的模拟。

[0071] S32、采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值。

[0072] 当采用多重雷反击杆塔时,确定多重雷下的首次反击雷电流幅值,所述首次反击雷电流幅值根据系统电压等级选取;首次雷击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续的反击雷电流幅值。

[0073] 参见图3,是本发明实施例提供的5重雷击下的雷电流幅值变化示意图,由于实际多重雷的多次雷击雷电流幅值一般较前次的小,因此在本实施例中,模拟反击和绕击仿真计算时,后续回击电流幅值按照5%的比例依次递减,回击次数 n 、多重雷的回击间隔 t 及雷电流陡度均可按实际选取。

[0074] S33、采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值。

[0075] 当采用多重雷绕击时,确定首次绕击雷电流幅值,所述首次绕击雷电流幅值采用最大的绕击雷电流,所述最大的绕击雷电流由杆塔电气几何模型计算确定;首次绕击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续的回击雷电流幅值。

[0076] S34、根据所述每一次反击下的雷电流幅值和所述每一次绕击下的雷电流幅值,实时获取断路器上随雷电流幅值进行变化的雷电过电压。

[0077] 参见图4,本发明另一方面提供了一种多重雷击下的断路器过电压的仿真装置,包括设备数据获取单元1、模型建立单元2、电压获取单元3和距离获取单元4。

[0078] 所述设备数据获取单元1,用于采集站内设备数据;其中,所述站内设备数据包括线路、杆塔、绝缘子串、断路器、变电站内主设备电气平面图及设备的相关参数。

[0079] 所述模型建立单元2用于根据所述站内设备数据在电磁暂态程序在电磁暂态程序中建立线路-变电站雷电侵入波仿真模型,其中,所述断路器通过Cassie电弧模型模拟。

[0080] 所述电压获取单元3用于在所述仿真模型中采用多重雷反击杆塔和绕击导线,实时获取断路器的雷电过电压。

[0081] 具体地,所述模型建立单元2中,所述断路器采用Cassie电弧模型模拟时,首先基于以下(1)的Cassie电弧模型:

$$[0082] \quad \frac{dg}{dt} = \frac{1}{t_0(g)} \left(\frac{iu}{U_0(g)^2} - g \right) \quad (1)$$

[0083] 式中 u 为电弧电压, g 为电弧电导, i 为电弧电流, $u=gi$, $U_0(g)$ 为稳态电弧电压, $t_0(g)$ 为时间常数,均为电导 g 的函数。

[0084] 参见图2,是本发明实施提供的一种断路器过电压仿真示意图,在电磁暂态程序中利用MODELS模块实现式(1)时,设置初始值,然后利用MODELS语言实现,MODELS模块输出动态电弧电阻值 $R(1/g)$,该值通过TACS控制的非线性电阻耦合到电路当中参与实时仿真计算,然后电磁暂态程序利用此电弧电阻输出断路器触头两端的过电压,通过不断的循环迭代实现断路器电压的实时仿真。

[0085] 参见图5,具体地,所述电压获取单元3进一步包括雷击模拟确定子单元31、反击雷电流确定子单元32、绕击雷电流确定子单元33以及电压获取子单元34。

[0086] 所述雷击模拟确定子单元31,用于采用连续雷电流脉冲实现多重雷的模拟;

[0087] 所述反击雷电流确定子单元32,用于采用多重雷反击杆塔时,确定每一次反击下的雷电流幅值;

[0088] 当采用多重雷反击杆塔时,确定多重雷下的首次反击雷电流幅值,所述首次反击雷电流幅值根据系统电压等级选取;首次雷击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续的反击雷电流幅值。

[0089] 参见图3,是本发明实施例提供的5重雷击下的雷电流幅值变化示意图,由于实际多重雷的多次雷击雷电流赋值一般较前次的小,因此在本实施例中,模拟反击和绕击仿真计算时,后后续回击电流幅值按照5%的比例依次递减,回击次数 n 、多重雷的回击间隔 t 及雷电流陡度均可按实际选取。

[0090] 所述绕击雷电流确定子单元33,用于采用多重雷绕击导线时,确定每一次绕击下的雷电流幅值。

[0091] 当采用多重雷绕击时,确定首次绕击雷电流幅值,所述首次绕击雷电流幅值采用最大的绕击雷电流,所述最大的绕击雷电流由杆塔电气几何模型中计算确定;首次绕击后,每隔一次回击间隔,按照预设的比例降低后续绕击雷电流幅值。

[0092] 所述电压获取子单元,用于根据所述每一次反击下的雷电流幅值和所述每一次绕击下的雷电流幅值,实时获取断路器上随雷电流幅值进行变化的雷电过电压。

[0093] 本发明提供的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法及其装置,具有以下显著效果:

[0094] 本发明提供的一种多重雷击下的断路器过电压的检测方法及其装置通过在电磁暂态程序中建立仿真模型过程中引入Cassie电弧模型模拟断路器,实现断路器动态电弧模型的建立,将断路器的分合闸过程等效为电弧电导(电阻)的动态变化过程,当电弧电流很大时,电阻非常小,相当于断路器闭合运行;当电弧电流很小时,电阻非常大,相当于断路器开路运行,解决了断路器在多重雷击下的过电压难以实时仿真的难题;同时,在实现断路器的感应雷过电压的仿真时考虑了最大绕击电流下的断路器过电压水平,避免了以往只考虑反击情况下的断路器感应雷过电压而导致过电压仿真结果不准确的问题,使得断路器的过电压的仿真结果更加准确。基于所述的断路器的过电压,与断路器的预设绝缘受损水平进行比较,在达到断路器的预设绝缘受损水平时,在断路器出线侧配置避雷器,进一步保证了电站系统的安全。

[0095] 以上所述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,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

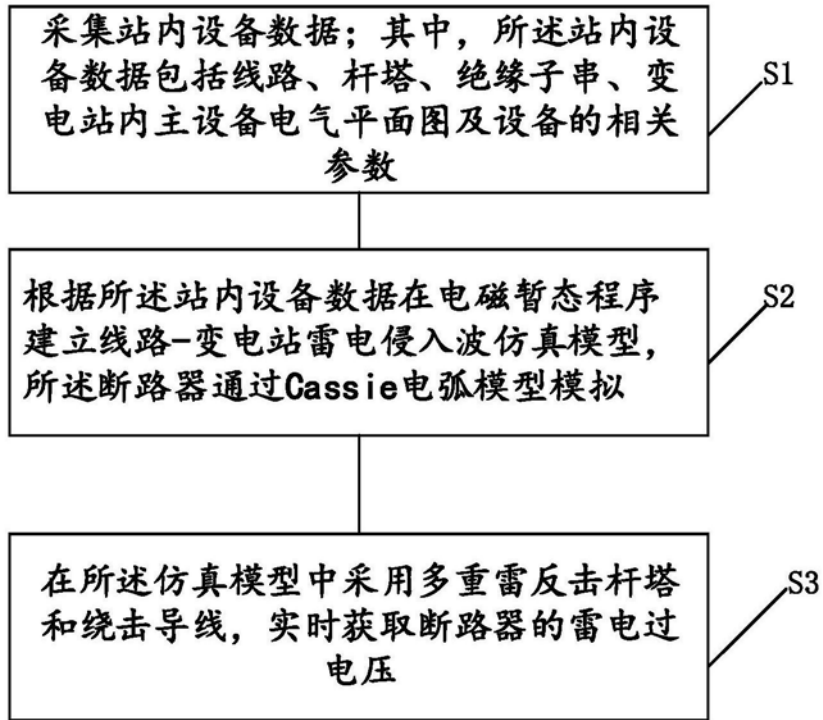


图1

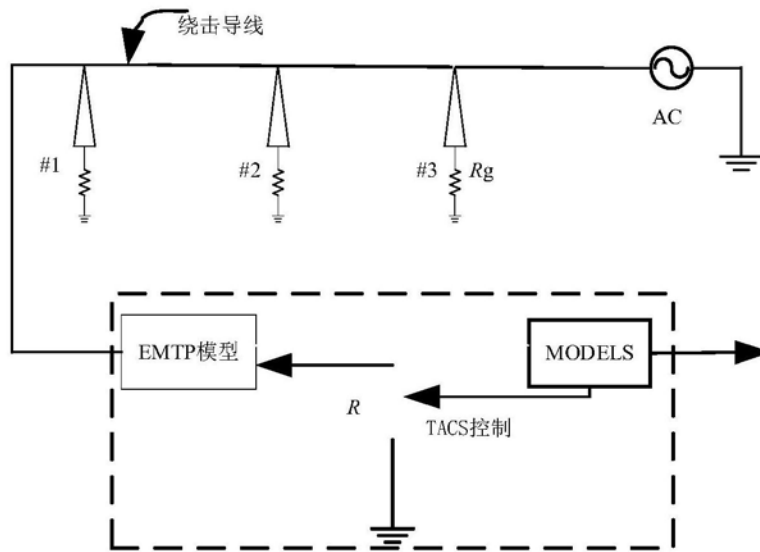


图2

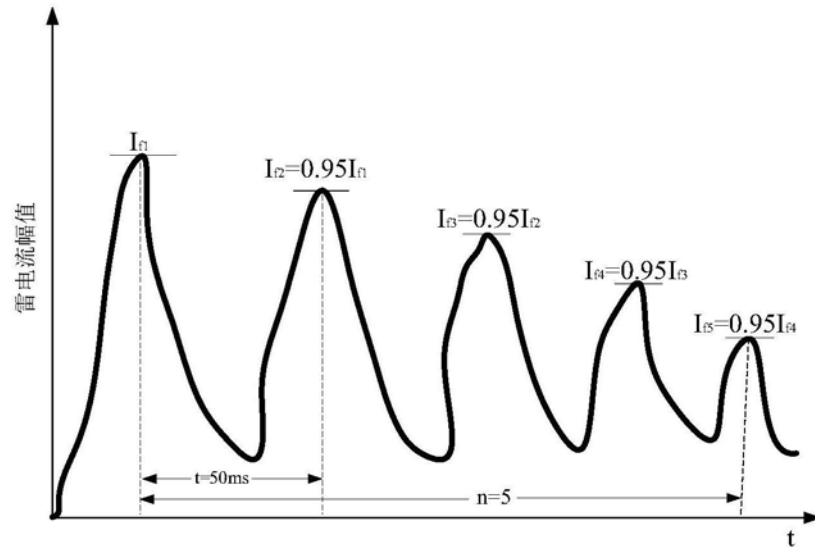


图3

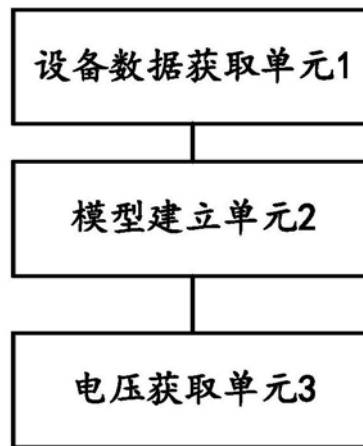


图4



图5