



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113589063 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 30

(21) 申请号 202110685425.0

(22) 申请日 2021.06.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113589063 A

(43) 申请公布日 2021.11.02

(73) 专利权人 昆明理工大学
地址 650093 云南省昆明市五华区学府路
253号

(72) 发明人 马御棠 束洪春 方正云 朱梦梦
安娜 马仪 曹璞璘

(74) 专利代理机构 昆明明润知识产权代理事务
所(普通合伙) 53215
专利代理师 王鹏飞

(51) Int. Cl.
G01R 31/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112858814 A, 2021.05.28

CN 112904116 A, 2021.06.04

CN 112904117 A, 2021.06.04

CN 112924772 A, 2021.06.08

审查员 黄莉

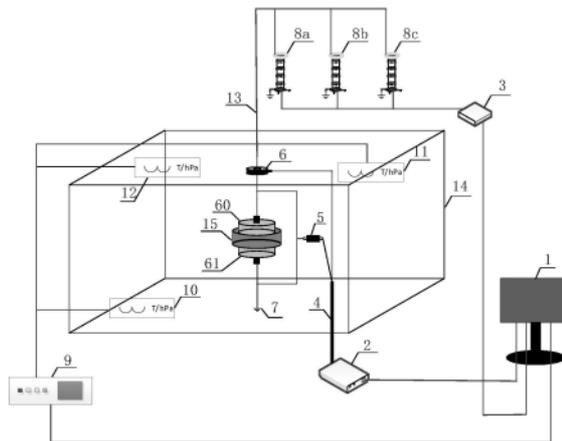
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性
测评系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统及方法,属于避雷器性能评估技术领域。本发明的试验箱内设置有避雷器阀片,阀片上下有两个金属电极;多冲击电流发生器输出端连接到金属电极一上,金属电极二与接地装置连接;试验箱内还包括温湿度传感器,可以测得试验的温湿度情况;电流传感器套在电流注入引线上,测量多冲击电流的幅值和多冲击电流波形达到最大值的时间;高压探头的两输入端分别与金属电极一、金属电极二连接,测量避雷器阀片的过电压幅值;结合测得的数据,计算避雷器阀片压敏特性评判因子,对避雷器压敏特性进行评价。本发明实现了对多冲击电流波形的准确控制,提高了多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评的准确性。



1. 一种基于多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统进行压敏特性测评的方法, 所述系统包括上位机(1)、数据采集器(2)、时序冲击发生控制器(3)、信号电缆(4)、高压探头(5)、电流传感器(6)、接地装置(7)、第一冲击电流发生器(8a)、第二冲击电流发生器(8b)、第三冲击电流发生器(8c)、温湿度测量仪(9)、温湿度传感器一(10)、温湿度传感器二(11)、温湿度传感器三(12)、避雷器阀片(15)、金属电极一(60)、金属电极二(61)、试验箱(14)、电流注入引线(13);

所述第一冲击电流发生器(8a)、第二冲击电流发生器(8b)、第三冲击电流发生器(8c)的输出端与金属电极一(60)电连接, 第一冲击电流发生器(8a)、第二冲击电流发生器(8b)、第三冲击电流发生器(8c)的控制端通过时序冲击电流发生控制器(3)与上位机(1)连接;

所述电流传感器(6)装在电流注入引线(13)上, 电流传感器(6)的输出端通过信号电缆(4)与数据采集器(2)的输入端连接, 数据采集器(2)的输出端和上位机(1)连接;

所述高压探头(5)的两输入端分别与金属电极一(60)、金属电极二(61)电连接, 高压探头(5)的输出端通过信号电缆(4)与数据采集器(2)的输入端连接, 数据采集器(2)的输出端与上位机(1)连接;

所述金属电极二(61)通过接地装置(7)接地;

所述温湿度传感器一(10)、温湿度传感器二(11)、温湿度传感器三(12)均通过温湿度测量仪(9)与上位机(1)连接;

所述金属电极一(60)与避雷器阀片(15)上表面电连接、金属电极二(61)与避雷器阀片(15)下表面电连接;

避雷器阀片(15)置于试验箱(14)内, 温湿度传感器一(10)、温湿度传感器二(11)、温湿度传感器三(12)均安装在试验箱(14)内;

其特征在于, 所述方法包括:

Step1: 搭建多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统;

Step2: 通过上位机(1)控制温湿度测量仪(9)对试验箱(14)内的温湿度进行测量;

Step3: 待温湿度测量结束, 用上位机(1)设置多冲击电流波形参数;

Step4: 将设置好的电流波形参数传给时序冲击电流发生控制器(3), 通过时序冲击电流发生控制器(3)控制第一冲击电流发生器(8a)、第二冲击电流发生器(8b)、第三冲击电流发生器(8c), 使三个冲击电流发生器间隔50ms产生多组冲击电流波形, 组成多冲击电流波形;

Step5: 利用电流传感器(6)记录电流波形, 并测量多冲击电流波形的幅值 I_{\max} 和多冲击电流波形达到最大值 τ_{\max} ;

Step6: 通过对电流进行积分计算出多冲击电流波形电荷量 Q , 再利用高压探头(5)记录避雷器阀片(15)上的过电压波形, 并测量过电压波形的幅值 U_p , 通过实测出的多冲击电流波形的幅值 I_{\max} 、多冲击电流波形达到最大值的时间 τ_{\max} 、多冲击电流波形电荷量 Q 以及过电压波形的幅值 U_p 对避雷器阀片压敏特性进行测评;

所述Step6中对避雷器阀片压敏特性进行测评的具体步骤为:

Step6.1: 根据测量数据计算避雷器阀片压敏特性一级评判因子;

$$k_1 = \frac{33.33 \times e^{-\frac{\tau_{\max}}{\tau_2}} \times I_{\max}^2 \times \tau_2 \times \tau_{\max}^{21} \times \sin(90\tau_{\max})}{(\tau_{\max}^{21} + \tau_1^{21})Q} \quad (1)$$

式(1)中, k_1 为避雷器阀片压敏特性一级评判因子, Q 为通过阀片的总电荷量, I_{\max} 为通过阀片冲击电流最大值, τ_{\max} 为冲击电流达到最大值的时间, τ_1 为多冲击雷电流等效上升时间, τ_2 为多冲击雷电流等效延迟时间;

Step6.2:计算避雷器阀片压敏特性二级评判因子:

$$k_2 = \frac{U_p - 6.32 + \ln(k_1^{0.13}) + 3.2 \times \exp(1 - \exp(\frac{0.44 - \tau_1}{0.4}) - (\frac{\tau_1 - 0.44}{0.4}))}{3.2 \times (2 + \ln(k_1^{0.42})) + \exp(2.1 - \exp(1.1 - 2.5\tau_1) - 2.5\tau_1)} \quad (2)$$

式(2)中, k_2 为避雷器阀片压敏特性二级评判因子, U_p 为避雷器阀片上冲击电压幅值, τ_1 为多冲击雷电流等效上升时间, U_p 为避雷器阀片上冲击电压幅值, \exp 是以自然常数 e 为底的指数函数;

Step6.3:通过避雷器阀片压敏特性二级评判因子的取值区间对避雷器阀片压敏特性进行划分,得到划分结果,具体划分标准为:

- 当 $k_2 \in [0, 0.3)$,则表示氧化锌阀片压敏特性极好;
- 当 $k_2 \in [0.3, 0.6)$,则表示氧化锌阀片压敏特性较好;
- 当 $k_2 \in [0.6, 1)$,则表示氧化锌阀片压敏特性较差;
- 当 $k_2 \in [1, +\infty)$,则表示氧化锌阀片压敏特性极差。

一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统及方法,属于避雷器性能评估技术领域。

背景技术

[0002] 电力系统为国家经济的发展提供了持久的电力供应,与国民的日常生活也密不可分,因此对电力系统稳定运行的要求越来越高。雷击过电压是导致电力系统故障的重要原因,避雷器作为保护电力系统稳定性的重要设备在电力系统中的应用越来越普及。避雷器的主要功能是保护电力系统内部的电力设备不受到雷电引起的过电压冲击。但是由于避雷器在长期运行过程中,由于热积累导致阀片老化使得其的通流能力下降,又或者由于材料、结构和厂家的制造工艺不同,不同的避雷器对于过电压的通流能力也会有所不同。因此对避雷器在雷电作用下压敏特性的评估具有重要意义。

[0003] 在实际工况下,一方面环境的温湿度会对避雷器阀片压敏特性有所影响;另一方面自然雷电中多是多重雷,多重雷电流不论是持续时间、能量、电荷量和振荡等各方面都远远大于单重雷,因此又会增加对避雷器阀片压敏特性研究的复杂度。而然现如今对避雷器阀片的压敏特性评估方面主要采用的是模拟单重雷进行测试并未考虑实际环境中温湿度和多重雷击对避雷器阀片压敏特性评估结果的影响,为了准确的分析避雷器阀片压敏特性,迫切的需要一种考虑环境温湿度和多重雷击下的避雷器阀片压敏特性评估方法,用以准确评估避雷器的阀片压敏特性,以提供电力系统的安全。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统及方法,用以解决上述技术问题。

[0005] 本发明的技术方案是:一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统,包括上位机、数据采集器、时序冲击发生控制器、信号电缆、高压探头、电流传感器、接地装置、第一冲击电流发生器、第二冲击电流发生器、第三冲击电流发生器、温湿度测量仪、温湿度传感器一、温湿度传感器二、温湿度传感器三、避雷器阀片、金属电极一、金属电极二、试验箱、电流注入引线。

[0006] 所述第一冲击电流发生器、第二冲击电流发生器、第三冲击电流发生器的输出端与金属电极一电连接,第一冲击电流发生器、第二冲击电流发生器、第三冲击电流发生器的控制端通过时序冲击电流发生控制器与上位机连接。

[0007] 所述电流传感器装在电流注入引线上,电流传感器的输出端通过信号电缆与数据采集器的输入端连接,数据采集器的输出端和上位机连接。

[0008] 所述高压探头的两输入端分别与金属电极一、金属电极二电连接,高压探头的输出端通过信号电缆与数据采集器的输入端连接,数据采集器的输出端与上位机连接。

[0009] 所述金属电极二通过接地装置接地。

[0010] 所述温湿度传感器一、温湿度传感器二、温湿度传感器三均通过温湿度测量仪与上位机连接。

[0011] 所述金属电极一与避雷器阀片上表面电连接、金属电极二与避雷器阀片下表面电连接。

[0012] 避雷器阀片置于试验箱内,温湿度传感器一、温湿度传感器二、温湿度传感器三均安装在试验箱内。

[0013] 一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统进行压敏特性测评的方法,具体步骤为:

[0014] Step1:搭建多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统。

[0015] Step2:通过上位机控制温湿度测量仪对试验箱内的温湿度进行测量。

[0016] Step3:待温湿度测量结束,用上位机设置多冲击电流波形参数。

[0017] Step4:将设置好的电流波形参数传给时序冲击电流发生控制器,通过时序冲击电流发生控制器控制第一冲击电流发生器、第二冲击电流发生器、第三冲击电流发生器,使三个冲击电流发生器间隔50ms产生多组冲击电流波形,组成多冲击电流波形。

[0018] Step5:利用电流传感器记录电流波形,并测量多冲击电流波形的幅值 I_{\max} 和多冲击电流波形达到最大值 τ_{\max} 。

[0019] Step6:通过对电流进行积分计算出多冲击电流波形电荷量 Q ,再利用高压探头记录避雷器阀片上的过电压波形,并测量过电压波形的幅值 U_p ,通过实测出的多冲击电流波形的幅值 I_{\max} 、多冲击电流波形达到最大值的时间 τ_{\max} 、多冲击电流波形电荷量 Q 以及过电压波形的幅值 U_p 对避雷器阀片压敏特性进行测评。

[0020] 所述Step6中对避雷器阀片压敏特性进行测评的具体步骤为:

[0021] Step6.1:根据测量数据计算避雷器阀片压敏特性一级评判因子:

$$[0022] \quad k_1 = \frac{33.33 \times e^{-\frac{\tau_{\max}}{\tau_2}} \times I_{\max}^2 \times \tau_2 \times \tau_{\max}^{21} \times \sin(90\tau_{\max})}{(\tau_{\max}^{21} + \tau_1^{21})Q} \quad (1)$$

[0023] 式(1)中, k_1 为避雷器阀片压敏特性一级评判因子, Q 为通过阀片的总电荷量, I_{\max} 为通过阀片冲击电流最大值, τ_{\max} 为冲击电流达到最大值的时间, τ_1 为多冲击雷电流等效上升时间, τ_2 为多冲击雷电流等效延迟时间。

[0024] Step6.2:计算避雷器阀片压敏特性二级评判因子:

$$[0025] \quad k_2 = \frac{U_p - 6.32 + \ln(k_1^{0.13}) + 3.2 \times \exp(1 - \exp(\frac{0.44 - \tau_1}{0.4}) - (\frac{\tau_1 - 0.44}{0.4}))}{3.2 \times (2 + \ln(k_1^{0.42})) + \exp(2.1 - \exp(1.1 - 2.5\tau_1) - 2.5\tau_1)} \quad (2)$$

[0026] 式(2)中, k_2 为避雷器阀片压敏特性二级评判因子, U_p 为避雷器阀片上冲击电压幅值, \exp 是以自然常数 e 为底的指数函数;

[0027] Step6.3:通过避雷器阀片压敏特性二级评判因子的取值区间对避雷器阀片压敏特性进行划分,得到划分结果,具体划分标准为:

[0028] 当 $k_2 \in [0, 0.3)$,则表示氧化锌阀片压敏特性极好;

[0029] 当 $k_2 \in [0.3, 0.6)$,则表示氧化锌阀片压敏特性较好;

[0030] 当 $k_2 \in [0.6, 1)$,则表示氧化锌阀片压敏特性较差;

[0031] 当 $k_2 \in [1, +\infty)$,则表示氧化锌阀片压敏特性极差。

[0032] 本发明的有益效果是:测量避雷器环境温湿度和控制多冲击电流波形参数,能有效模拟避雷器实际工况下受到温湿度影响和受多冲击电流影响的情况。通过多冲击电流传感器和高压探头对多冲击电流和避雷器阀片过电压波形参数进行测量。避雷器阀片压敏特性评判因子对避雷器通流能力进行准确评价,有利于进一步提高避雷器阀片压敏特性评估的准确性。试验装置操作方便,安全可靠,该试验装置可以考虑环境温湿度和多冲击电流波形,具有普适性。

附图说明

[0033] 图1是本发明中系统的结构示意图;

[0034] 图2是本发明中测评方法的步骤流程图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施方式,对本发明作进一步说明。

[0036] 实施例1:如图1所示,一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统,包括上位机1、数据采集器2、时序冲击发生控制器3、信号电缆4、高压探头5、电流传感器6、接地装置7、第一冲击电流发生器8a、第二冲击电流发生器8b、第三冲击电流发生器8c、温湿度测量仪9、温湿度传感器一10、温湿度传感器二11、温湿度传感器三12、避雷器阀片15、金属电极一60、金属电极二61、试验箱14、电流注入引线13。

[0037] 所述第一冲击电流发生器8a、第二冲击电流发生器8b、第三冲击电流发生器8c的输出端与金属电极一60电连接,第一冲击电流发生器8a、第二冲击电流发生器8b、第三冲击电流发生器8c的控制端通过时序冲击电流发生控制器3与上位机1连接。

[0038] 所述电流传感器6装在电流注入引线13上,电流传感器6的输出端通过信号电缆4与数据采集器2的输入端连接,数据采集器2的输出端和上位机1连接。

[0039] 所述高压探头5的两输入端分别与金属电极一60、金属电极二61电连接,高压探头5的输出端通过信号电缆4与数据采集器2的输入端连接,数据采集器2的输出端与上位机1连接。

[0040] 所述金属电极二61通过接地装置7接地。

[0041] 所述温湿度传感器一10、温湿度传感器二11、温湿度传感器三12均通过温湿度测量仪9与上位机1连接。

[0042] 所述金属电极一60与避雷器阀片15上表面电连接、金属电极二61与避雷器阀片15下表面电连接;

[0043] 避雷器阀片15置于试验箱14内,温湿度传感器一10、温湿度传感器二11、温湿度传感器三12均安装在试验箱14内。

[0044] 如图2所示,一种多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统进行压敏特性测评的方法,具体步骤为:

[0045] Step1:搭建多重雷击作用下避雷器阀片压敏特性测评系统。

[0046] Step2:通过上位机1控制温湿度测量仪9对试验箱14内的温湿度进行测量。

[0047] Step3:待温湿度测量结束,用上位机1设置多冲击电流波形参数,单个冲击电流发

生器波形为8/20 μ s,冲击脉冲数为3,脉冲时间间隔为50ms。

[0048] Step4:将设置好的电流波形参数传给时序冲击电流发生控制器3,通过时序冲击电流发生控制器3控制第一冲击电流发生器8a、第二冲击电流发生器8b、第三冲击电流发生器8c,使三个冲击电流发生器间隔50ms产生多组冲击电流波形,组成多冲击电流波形。

[0049] Step5:利用电流传感器6记录电流波形,并测量多冲击电流波形的幅值 I_{\max} 和多冲击电流波形达到最大值 τ_{\max} ;

[0050] Step6:通过对电流进行积分计算出多冲击电流波形电荷量 Q ,再利用高压探头5记录避雷器阀片15上的过电压波形,并测量过电压波形的幅值 U_p ,通过实测出的多冲击电流波形的幅值 I_{\max} 、多冲击电流波形达到最大值的时间 τ_{\max} 、多冲击电流波形电荷量 Q 以及过电压波形的幅值 U_p 对避雷器阀片压敏特性进行测评。

[0051] 所述Step6中对避雷器阀片压敏特性进行测评的具体步骤为:

[0052] Step6.1:根据测量数据计算避雷器阀片压敏特性一级评判因子:

$$[0053] \quad k_1 = \frac{33.33 \times e^{-\frac{\tau_{\max}}{\tau_2}} \times I_{\max}^2 \times \tau_2 \times \tau_{\max}^{21} \times \sin(90\tau_{\max})}{(\tau_{\max}^{21} + \tau_1^{21})Q} \quad (1)$$

[0054] 式(1)中, k_1 为避雷器阀片压敏特性一级评判因子, Q 为通过阀片的总电荷量, I_{\max} 为通过阀片冲击电流最大值, τ_{\max} 为冲击电流达到最大值的时间, τ_1 为多冲击雷电流等效上升时间,取 $0.71\tau_{\max}$, τ_2 为多冲击雷电流等效延迟时间,取 $55.71\tau_{\max}$ 。

[0055] Step6.2:计算避雷器阀片压敏特性二级评判因子:

$$[0056] \quad k_2 = \frac{U_p - 6.32 + \ln(k_1^{0.13}) + 3.2 \times \exp(1 - \exp(\frac{0.44 - \tau_1}{0.4}) - (\frac{\tau_1 - 0.44}{0.4}))}{3.2 \times (2 + \ln(k_1^{0.42})) + \exp(2.1 - \exp(1.1 - 2.5\tau_1) - 2.5\tau_1)} \quad (2)$$

[0057] 式(2)中, k_2 为避雷器阀片压敏特性二级评判因子, U_p 为避雷器阀片上冲击电压幅值, τ_1 为多冲击雷电流等效上升时间,取 $0.71\tau_{\max}$, U_p 为避雷器阀片上冲击电压幅值, \exp 是以自然常数 e 为底的指数函数。

[0058] Step6.3:通过避雷器阀片压敏特性二级评判因子的取值区间对避雷器阀片压敏特性进行划分,得到划分结果,具体划分标准为:

[0059] 当 $k_2 \in [0, 0.3)$,则表示氧化锌阀片压敏特性极好;

[0060] 当 $k_2 \in [0.3, 0.6)$,则表示氧化锌阀片压敏特性较好;

[0061] 当 $k_2 \in [0.6, 1)$,则表示氧化锌阀片压敏特性较差;

[0062] 当 $k_2 \in [1, +\infty)$,则表示氧化锌阀片压敏特性极差。

[0063] 以上结合附图对本发明的具体实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。



图2