



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116256563 A

(43) 申请公布日 2023.06.13

(21) 申请号 202310544312.8

(22) 申请日 2023.05.15

(71) 申请人 成都理工大学

地址 610000 四川省成都市二仙桥东三路1号

(72) 发明人 赵燊元 陈天翔 杨龙山 陈龙 王孟 杨森 任欣悦

(74) 专利代理机构 北京云嘉湃富知识产权代理有限公司 11678

专利代理师 刘士畅

(51) Int. Cl.

G01R 27/02 (2006.01)

G01R 27/08 (2006.01)

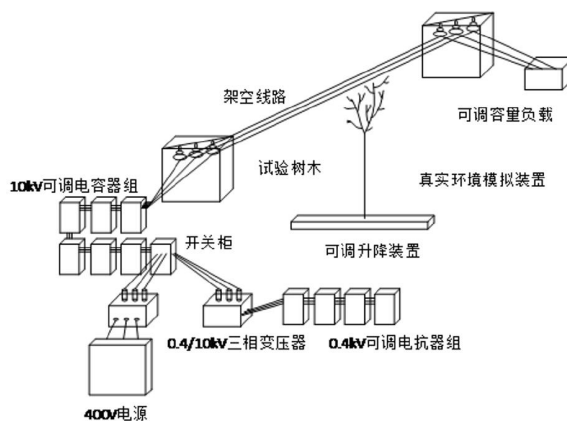
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台及测量方法

(57) 摘要

本发明涉及高电压试验技术领域,涉及一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台及测量方法,其包括输变电模块、树线故障模块、数据采集与控制模块;输变电模块包括400V电源,0.4/10kV三相变压器,10kV可调电容器组,0.4kV可调电抗器组,架空线路,可调容量负载,中性点消弧线圈接地装置;树线故障模块包括真实环境模拟装置,可调升降装置,试验树木,接地单元;数据采集与控制模块包括高速故障录波器,高精度红外测温仪,高精度摄像仪器,电压互感器,电流互感器,无功补偿设备。本发明能较佳地搭建10kV树线故障试验平台并进行测量。



1. 一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,其特征在于:包括依次连接的输变电模块、树线故障模块、数据采集与控制模块;

输变电模块包括400V电源,0.4/10kV三相变压器,无功补偿设备,架空线路,可调容量负载,中性点消弧线圈接地装置;无功补偿设备包括10kV可调电容器组和0.4kV可调电抗器组;

树线故障模块包括真实环境模拟装置,可调升降装置,试验树木,接地单元;试验树木放置在真实环境模拟装置中,试验树木位于可调升降装置上方,试验树木位于架空线路下方;

数据采集与控制模块包括高速故障录波器,高精度红外测温仪,高精度摄像仪器,电压互感器,电流互感器。

2. 根据权利要求1所述的一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,其特征在于:400V电源包括隔离开关和断路器,进线端连接至隔离开关,再连接至断路器,断路器出线连接至0.4/10kV三相变压器低压侧;

0.4/10kV三相变压器高压侧接线至开关柜与相并联,10kV可调电容器组出线连接至架空线路,架空线路接线至可调容量负载;0.4kV可调电抗器组接线至另一台0.4/10kV三相变压器低压侧,再由高压侧连接至开关柜;开关柜用于测量投切电容器组和电抗器组时实际运行的电容量和产生的电流;

10kV可调电容器组共有六组,各自电容量为6.38kvar、12.76kvar、25.51kvar、45.56kvar、91.11kvar、182.22kvar,分别对应电容电流为0.3507A、0.7014A、1.403A、2.505A、5.01A、10.02A,0.4kV可调电抗器组共有四组,各自电抗量为35kvar、70kvar、110kvar、150kvar,分别对应电感电流为1.92A、3.85A、6.049A、8.25A;

电压互感器并联至架空线路末端,电流互感器串联至架空线路前端和末端。

3. 根据权利要求1所述的一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,其特征在于:中性点消弧线圈接地装置的消弧线圈连接至变压器高压侧中性点,通过断开消弧线圈将中性点直接接地或者不连接中性点以改变接地方式;中性点消弧线圈接地装置的接地方式包括中性点不接地、中性点经消弧线圈接地和中性点直接接地三种接地方式。

4. 根据权利要求1所述的一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,其特征在于:接地单元为试验树木与真实环境模拟装置共同连接至地网,在串联线路中串接一个无感电阻;高精度红外测温仪用于测量试验过程中试验树木的温度变化,高精度摄像仪器用于录制试验过程中试验树木的变化过程;高速故障录波器拥有多个测量通道,每个测量通道可通过测量探头连接至电压互感器的二次侧和电流互感器二次侧串接的无感电阻两端对信号进行测量。

5. 一种10kV树线故障的树木阻抗测量方法,其特征在于:其采用如权利要求1-4任一所述的一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,并包括以下步骤:

步骤一:选取不同种类的试验树木,按照种类、含水率、长度和直径四个影响因素进行分类整理,根据控制变量法进行分组试验;

步骤二:将选取的试验树木根据不同树木接触方式放置在真实环境模拟装置中并进行固定;

步骤三:使用万用表、绝缘电阻表、RLC电阻测试仪测量低压下试验树木的阻抗值;

步骤四：启动可调升降装置调整试验树木与架空线路之间的距离；

步骤五：将电压互感器、电流互感器的二次侧及接地单元的无感电阻两侧连接至高速故障录波器；

步骤六：检查各类设备接线是否无误并取下接地棒；若无误，进行下一步，若有误，进行正确接线后进行下一步；

步骤七：接通400V电源使试验平台进入带电模式；

步骤八：检测正常情况下试验平台的各项参数及设备是否运行正常；若正常，进行下一步，若不正常，进行调节直至正常后进行下一步；

步骤九：使用可调升降装置将试验树木接触一相架空线路，观察试验现象并记录试验数据；

步骤十：在试验过程中控制无功补偿设备进行电容器与电抗器分组投切，用于改变线路电容电流大小；

步骤十一：根据控制变量法对试验树木改变其中一个因素进行下一组试验，以此重复试验；

步骤十二：通过改变中性点接地方式测量不同中性点接地方式下的树木阻抗；

步骤十三：对高速故障录波器采集到的故障相电压和泄漏电流信号，进行小波阈值处理和一维信号峰值检测，通过故障相电压与泄漏电流的比值关系计算得到真实情况下的树木阻抗。

6. 根据权利要求5所述的一种10kV树线故障的树木阻抗测量方法，其特征在于：步骤一中，不同种类指试验过程中不同种类的树木，含水率的测量方法为：试验树木中截取一段长度为5cm的树干，测量截取下的初始树木质量，将温度升高至200℃进行烘干，当树木质量不再变化时烘干完成，测量此时的树木质量；

树木含水率的计算公式为  $S = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$ ，式中： $S$ 为树木含水率； $m_1$ 为树木

初始质量； $m_2$ 为经过烘干后树木质量；

步骤二中，真实环境模拟装置用于模拟真实情况下树木的生长环境，包括土壤、水分、营养物质，根据不同的实际情况进行模拟；

不同树木接触方式指树木搭靠架空线路的不同方式，包括：长时间完全接触、临界短间隙接触、模拟风偏往复接触。

7. 根据权利要求5所述的一种10kV树线故障的树木阻抗测量方法，其特征在于：步骤三中，万用表的电压等级为9V，RLC电阻测试仪的电压等级为1V；绝缘电阻表的电压等级为2500V - 5000V；

步骤四中，可调升降装置的升降精度为1mm，升降最大高度为1m，用于改变树木与架空线路之间的距离；

步骤五中，三台单相电压互感器分别接入三相线路末端，电压互感器的变比为10000/100，六台电流互感器分别接入三相线路的首段与末端，电流互感器的变比为40/5，电压互感器和电流互感器的精度都为0.2级；电压互感器的二次侧分别将三相电压、零序电压接入高速故障录波器中的采集通道中，电流互感器的二次侧为串联方式，在串联线路中串接一

个阻值为 $1\ \Omega$ 的无感电阻,采集该无感电阻两端的电压信号,通过 $I = \frac{U_1}{R}$ 计算电流 $I$ ,式中:

$U_1$ 为无感电阻两端电压, $R$ 为无感电阻。

8. 根据权利要求5所述的一种10kV树线故障的树木阻抗测量方法,其特征在于:步骤六中,接地棒为挂接地线的绝缘棒,在试验开始之前与结束之后三相架空线路需要接地;

步骤七中,400V电源包括隔离开关和断路器,接通电源时,首先闭合隔离开关,后闭合断路器;

步骤八中,检测系统参数是否正常,包括三相电压、零序电压、三相电流、零序电流、泄漏电流。

9. 根据权利要求5所述的一种10kV树线故障的树木阻抗测量方法,其特征在于:步骤九中,试验树木接触架空线路的方法包括试验开始后树木缓慢升高至接触导线和试验开始前树木直接接触导线;

步骤十一中,试验树木影响因素包括:树木种类、树木含水率、树木长度、树木直径、三相对地电容电流;

步骤十二中,中性点接地方式包括中性点不接地、中性点经消弧线圈接地、中性点直接接地。

10. 根据权利要求5所述的一种10kV树线故障的树木阻抗测量方法,其特征在于:步骤十三中,小波阈值处理用于信号降噪,一维信号峰值检测用于提取信号幅值进行阻抗计算,真实情况下的树木阻抗为实际发生树线故障时的真实阻抗。

## 一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台及测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高电压试验技术领域,具体地说,涉及一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台及测量方法。

### 背景技术

[0002] 目前,架空线路发生树线故障后关于树木阻抗没有一种完整的试验与测量方法,现有的研究主要是对高阻接地故障下电弧的非线性特性以及树高生长高度检测技术等方面,众多研究将树木阻抗看作是定值电阻,从而忽略了树木阻抗在高压作用下由于发热和放电造成的阻抗变化,以此的研究分析会造成很大的误差,甚至对实际电力系统发生树线故障后的数据分析产生误导。基于此,为解决上述问题,需要一种切合实际、满足实际需要的10kV树线故障下的树木真实阻抗试验平台及测量方法。

### 发明内容

[0003] 本发明的内容是提供一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台及测量方法,其能够较佳地研究树木阻抗。

[0004] 根据本发明的一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,其包括依次连接的输变电模块、树线故障模块、数据采集与控制模块;

输变电模块包括400V电源,0.4/10kV三相变压器,无功补偿设备,架空线路,可调容量负载,中性点消弧线圈接地装置;无功补偿设备包括10kV可调电容器组和0.4kV可调电抗器组;

树线故障模块包括真实环境模拟装置,可调升降装置,试验树木,接地单元;试验树木放置在真实环境模拟装置中,试验树木位于可调升降装置上方,试验树木位于架空线路下方;

数据采集与控制模块包括高速故障录波器,高精度红外测温仪,高精度摄像仪器,电压互感器,电流互感器。

[0005] 作为优选,400V电源包括隔离开关和断路器,进线端连接至隔离开关,再连接至断路器,断路器出线连接至0.4/10kV三相变压器低压侧;

0.4/10kV三相变压器高压侧接线至开关柜与相并联,10kV可调电容器组出线连接至架空线路,架空线路接线至可调容量负载;0.4kV可调电抗器组接线至另一台0.4/10kV三相变压器低压侧,再由高压侧连接至开关柜;开关柜用于测量投切电容器组和电抗器组时实际运行的电容量和产生的电流;

10kV可调电容器组共有六组,各自电容量为6.38kvar、12.76kvar、25.51kvar、45.56kvar、91.11kvar、182.22kvar,分别对应电容电流为0.3507A、0.7014A、1.403A、2.505A、5.01A、10.02A,0.4kV可调电抗器组共有四组,各自电抗量为35kvar、70kvar、110kvar、150kvar,分别对应电感电流为1.92A、3.85A、6.049A、8.25A;

电压互感器并联至架空线路末端,电流互感器串联至架空线路前端和末端。

[0006] 作为优选,中性点消弧线圈接地装置的消弧线圈连接至变压器高压侧中性点,通过断开消弧线圈将中性点直接接地或者不连接中性点以改变接地方式;中性点消弧线圈接地装置的接地方式包括中性点不接地、中性点经消弧线圈接地和中性点直接接地三种接地方式。

[0007] 作为优选,接地单元为试验树木与真实环境模拟装置共同连接至地网,在串联线路中串接一个无感电阻;高精度红外测温仪用于测量试验过程中试验树木的温度变化,高精度摄像仪器用于录制试验过程中试验树木的变化过程;高速故障录波器拥有多个测量通道,每个测量通道可通过测量探头连接至电压互感器的二次侧和电流互感器二次侧串接的无感电阻两端对信号进行测量。

[0008] 作为优选,其采用上述的一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,并包括以下步骤:

步骤一:选取不同种类的试验树木,按照种类、含水率、长度和直径四个影响因素进行分类整理,根据控制变量法进行分组试验;

步骤二:将选取的试验树木根据不同树木接触方式放置在真实环境模拟装置中并进行固定;

步骤三:使用万用表、绝缘电阻表、RLC电阻测试仪测量低压下试验树木的阻抗值;

步骤四:启动可调升降装置调整试验树木与架空线路之间的距离;

步骤五:将电压互感器、电流互感器的二次侧及接地单元的无感电阻两侧连接至高速故障录波器;

步骤六:检查各类设备接线是否无误并取下接地棒;若无误,进行下一步,若有误,进行正确接线后进行下一步;

步骤七:接通400V电源使试验平台进入带电模式;

步骤八:检测正常情况下试验平台的各项参数及设备是否运行正常;若正常,进行下一步,若不正常,进行调节直至正常后进行下一步;

步骤九:使用可调升降装置将试验树木接触一相架空线路,观察试验现象并记录试验数据;

步骤十:在试验过程中控制无功补偿设备进行电容器与电抗器分组投切,用于改变线路电容电流大小;

步骤十一:根据控制变量法对试验树木改变其中一个因素进行下一组试验,以此重复试验;

步骤十二:通过改变中性点接地方式测量不同中性点接地方式下的树木阻抗;

步骤十三:对高速故障录波器采集到的故障相电压和泄漏电流信号,进行小波阈值处理和一维信号峰值检测,通过故障相电压与泄漏电流的比值关系计算得到真实情况下的树木阻抗。

[0009] 作为优选,步骤一中,不同种类指试验过程中不同种类的树木,含水率的测量方法为:试验树木中截取一段长度为5cm的树干,测量截取下的初始树木质量,将温度升高至200℃进行烘干,当树木质量不再变化时烘干完成,测量此时的树木质量;

树木含水率的计算公式为  $s = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$ , 式中: $s$ 为树木含水率; $m_1$ 为

树木初始质量; $m_2$ 为经过烘干后树木质量;

步骤二中,真实环境模拟装置用于模拟真实情况下树木的生长环境,包括土壤、水分、营养物质,根据不同的实际情况进行模拟;

不同树木接触方式指树木搭靠架空线路的不同方式,包括:长时间完全接触、临界短间隙接触、模拟风偏往复接触。

[0010] 作为优选,步骤三中,万用表的电压等级为9V,RLC电阻测试仪的电压等级为1V;绝缘电阻表的电压等级为2500V ~5000V;

步骤四中,可调升降装置的升降精度为1mm,升降最大高度为1m,用于改变树木与架空线路之间的距离;

步骤五中,三台单相电压互感器分别接入三相线路末端,电压互感器的变比为10000/100,六台电流互感器分别接入三相线路的首段与末端,电流互感器的变比为40/5,电压互感器和电流互感器的精度都为0.2级;电压互感器的二次侧分别将三相电压、零序电压接入高速故障录波器中的采集通道中,电流互感器的二次侧为串联方式,在串联线路中串接一个阻值为1 $\Omega$ 的无感电阻,采集该无感电阻两端的电压信号,通过 $I = \frac{U_1}{R}$ 计算电流

$I$ ,式中: $U_1$ 为无感电阻两端电压, $R$ 为无感电阻。

[0011] 作为优选,步骤六中,接地棒为挂接地线的绝缘棒,在试验开始之前与结束之后三相架空线路需要接地;

步骤七中,400V电源包括隔离开关和断路器,接通电源时,首先闭合隔离开关,后闭合断路器;

步骤八中,检测系统参数是否正常,包括三相电压、零序电压、三相电流、零序电流、泄漏电流。

[0012] 作为优选,步骤九中,试验树木接触架空线路的方法包括试验开始后树木缓慢升高至接触导线和试验开始前树木直接接触导线;

步骤十一中,试验树木影响因素包括:树木种类、树木含水率、树木长度、树木直径、三相对地电容电流;

步骤十二中,中性点接地方式包括中性点不接地、中性点经消弧线圈接地、中性点直接接地。

[0013] 作为优选,步骤十三中,小波阈值处理用于信号降噪,一维信号峰值检测用于提取信号幅值进行阻抗计算,真实情况下的树木阻抗为实际发生树线故障时的真实阻抗。

[0014] 本发明取得了以下技术效果:

本发明搭建出真实的10kV树线故障试验平台,可用于模拟不同树木种类、树木含水率、树木长度、树木直径以及不同电容电流情况下的树线故障,可以改变中性点接地方式,模拟不同接地方式下的树线故障,能够进行非常贴近实际情况下的真实试验模拟,提出一种10kV树线故障下树木阻抗的测量方法,不同于万用表、RLC电桥测试仪在低电压下测量电阻以及绝缘电阻表测量大电阻的方法,该测量方法能够测量在实际情况发生树线故障时的实际电压下的树木阻抗,测量的适用性和准确度大大提高。

## 附图说明

[0015] 图1为实施例中一种10kV树线故障下的树木阻抗试验平台的结构框图。

## 具体实施方式

[0016] 为进一步了解本发明的内容,结合附图和实施例对本发明作详细描述。应当理解的是,实施例仅仅是对本发明进行解释而非限定。

[0017] 实施例:如图1所示,本实施例提供了一种10kV树线故障下的树木阻抗试验平台,包括输变电模块、树线故障模块、数据采集与控制模块;

输变电模块包括400V电源,0.4/10kV三相变压器,无功补偿设备,架空线路,可调容量负载,中性点消弧线圈接地装置;无功补偿设备包括10kV可调电容器组与0.4kV可调电抗器组;

树线故障模块包括真实环境模拟装置,可调升降装置,试验树木,接地单元;试验树木放置在真实环境模拟装置中,试验树木位于可调升降装置上方,试验树木位于架空线路下方;

数据采集与控制模块包括高速故障录波器,高精度红外测温仪,高精度摄像仪器,电压互感器,电流互感器,无功补偿设备。

[0018] 400V电源包括隔离开关和断路器,进线端连接至隔离开关,再连接至断路器,断路器出线连接至0.4/10kV三相变压器低压侧。

[0019] 0.4/10kV三相变压器高压侧接线至开关柜与10kV可调电容器组相并联,10kV可调电容器组出线连接至架空线路,架空线路连接点采用绝缘子,架空线路末端接线至可调容量负载。

[0020] 0.4/10kV三相变压器高压侧接线至开关柜与相并联,10kV可调电容器组出线连接至架空线路,架空线路接线至可调容量负载;0.4kV可调电抗器组接线至另一台0.4/10kV三相变压器低压侧,再由高压侧连接至开关柜;开关柜用于测量投切电容器组和电抗器组时实际运行的电容量和产生的电流。

[0021] 其中,10kV可调电容器可根据试验需要或实际情况分组进行投切,用于模拟实际电力系统中的电容电流。

[0022] 其中,可调容量负载可根据不同情况模拟实际负载,可变换负载类型和组合方式。

[0023] 其中,可根据电容电流的不同对电抗器容量进行计算,根据计算结果进行不同容量的分组投切,用于补偿架空线路中的电容电流。

[0024] 10kV可调电容器组共有六组,各自电容量为6.38kvar、12.76kvar、25.51kvar、45.56kvar、91.11kvar、182.22kvar,分别对应电容电流为0.3507A、0.7014A、1.403A、2.505A、5.01A、10.02A,0.4kV可调电抗器组共有四组,各自电抗量为35kvar、70kvar、110kvar、150kvar,分别对应电感电流为1.92A、3.85A、6.049A、8.25A。可以进行对地电容电流1A-60A范围内10kV输电线路树线故障试验。

[0025] 电压互感器并联至架空线路末端,电流互感器串联至架空线路前端和末端,电压互感器用于测量架空线路三相电压,电流互感器用于测量故障点前后的三相电流和零序电流。

[0026] 中性点消弧线圈接地装置的接地方式包括中性点不接地、中性点经消弧线圈接地



和中性点直接接地三种接地方式,可根据试验需要进行切换。

[0027] 其中,消弧线圈连接至变压器高压侧中性点,通过断开消弧线圈将中性点直接接地或者不连接中性点以改变接地方式。

[0028] 接地单元为试验树木与真实环境模拟装置共同连接至地网,在串联线路中串接一个无感电阻;高精度红外测温仪用于测量试验过程中试验树木的温度变化,高精度摄像仪器用于录制试验过程中试验树木的变化过程;高速故障录波器拥有多个测量通道,每个测量通道可通过测量探头连接至电压互感器的二次侧和电流互感器二次侧串接的无感电阻两端对信号进行测量。

[0029] 树线故障的试验对象为不同种类的树木,还可使用高压定值电阻模拟电阻不变情况下的单相接地故障,除此之外,还可用于模拟金属接地、弧光高阻接地、低阻接地故障,包括单相接地、两相接地及三相短路故障。

[0030] 本实施例提供了一种10kV树线故障下的树木阻抗测量方法,其采用上述的一种10kV树线故障的树木阻抗试验平台,包括以下步骤:

步骤一:选取不同种类的试验树木,按照种类、含水率、长度和直径四个影响因素进行分类整理,根据控制变量法进行分组试验;

其中,不同种类指试验过程中不同种类的树木,所述含水率的测量方法为:试验树木中截取一段长度为5cm的树干,

[0031] 其中,树木含水率的计算公式为 $S = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$ ,式中: $S$ 为树木含水率;

$m_1$ 为树木初始质量; $m_2$ 为经过烘干后树木质量。

[0032] 步骤二:将选取的试验树木根据不同树木接触方式放置在真实环境模拟装置中并进行固定;

其中,所述真实环境模拟装置可用于模拟真实情况下树木的生长环境,包括土壤、水分、营养物质,根据不同的实际情况进行模拟。

[0033] 步骤三:使用万用表、绝缘电阻表、RLC电阻测试仪测量低压下试验树木的阻抗值;

其中,所述万用表的电压等级为9V,所述RLC电阻测试仪的电压等级为1V,上述两种测量仪器的测量结果都偏大,因为两者的容量很小,电流为mA级甚至 $\mu$ A级,导致实际测量结果偏大,很难准确测得树木阻抗真实值,无法测得树木阻抗在交流高压下的阻抗变化。

[0034] 其中,所述绝缘电阻表的电压等级为2500 V -5000V,试验电压为直流,绝缘电阻表主要用于测量M $\Omega$ 及以上等级的大电阻,通常用于判断设备绝缘是否完好,树木起始阻抗一般都在几千欧到几兆欧之间,使得绝缘电阻表无法测量兆欧以下的树木阻抗,无法测量树木阻抗在交流高压下的阻抗变化。

[0035] 步骤四:启动可调升降装置调整试验树木与导线(架空线路)之间的距离;

其中,所述可调升降装置的升降精度为1mm,升降最大高度为1m,可用于改变树木与导线之间的距离。

[0036] 步骤五:将电压互感器、电流互感器的二次侧及接地单元的无感电阻两侧连接至高速故障录波器;

其中,三台单相电压互感器分别接入三相线路末端,电压互感器的变比为10000/100,六台电流互感器分别接入三相线路的首段与末端,电流互感器的变比为40/5,两者的

精度都为0.2级。

[0037] 其中,电压互感器的二次侧分别将三相电压、零序电压接入高速故障录波器中的采集通道中,电流互感器的二次侧为串联方式,在串联线路中串接一个阻值为 $1\ \Omega$ 的无感电阻,采集该无感电阻两端的电压信号,通过 $I = \frac{U_1}{R}$ 计算电流,式中: $U_1$ 为电阻两端电压, $R$

为无感电阻。

[0038] 步骤六:检查各类设备接线是否无误并取下接地棒;若无误,进行下一步,若有误,进行正确接线后进行下一步;

其中,所述接地棒为挂接地线的绝缘棒,因为安全因素在试验开始之前与结束之后三相架空线路需要接地。

[0039] 步骤七:接通400V电源使试验平台进入带电模式;

其中,所述400V电源包括隔离开关和断路器,接通电源时,首先闭合隔离开关,后闭合断路器。

[0040] 步骤八:检测正常情况下试验平台的各项参数及设备是否运行良好;若正常(良好),进行下一步,若不正常,进行调节直至正常后进行下一步;

其中,检测所述系统参数是否正常,包括三相电压、零序电压、三相电流、零序电流、泄漏电流。

[0041] 步骤九:使用可调升降装置将试验树木接触一相架空线路,观察试验现象并记录试验数据;

其中,所述步骤九中,试验树木接触架空线路的方法包括试验开始后树木缓慢升高至接触导线和试验开始前树木直接接触导线。

[0042] 步骤十:在试验过程中可控制无功补偿设备进行电容器与电抗器分组投切,用于改变线路电容电流大小;

步骤十一:根据控制变量法对试验树木改变其中一个因素进行下一组试验,以此重复试验;

其中,所述试验树木影响因素包括:树木种类、树木含水率、树木长度、树木直径、三相对地电容电流。

[0043] 步骤十二:通过改变中性点接地方式测量不同中性点接地方式下的树木阻抗;

其中,中性点接地方式包括中性点不接地、中性点经消弧线圈接地和中性点直接接地三种接地方式。

[0044] 步骤十三:对高速故障录波器采集到的电压和电流信号,进行小波阈值处理和一维信号峰值检测,通过电压与电流的比值关系计算得到真实情况下的树木阻抗。

[0045] 其中,所述电压信号为故障相电压,所述电流信号为泄漏电流,所述小波阈值处理用于信号降噪,所述一维信号峰值检测用于提取信号幅值进行阻抗计算,所述真实情况下的树木阻抗为实际发生树线故障时的真实阻抗。

[0046] 本实施例搭建出真实的10kV树线故障试验平台,可用于模拟不同树木种类、树木含水率、树木长度、树木直径以及不同电容电流情况下的树线故障,可以改变中性点接地方式,模拟不同接地方式下的树线故障,能够进行非常贴近实际情况下的真实试验模拟,提出一种10kV树线故障下树木阻抗的测量方法,不同于万用表、RLC电桥测试仪在低电压下测量

电阻以及绝缘电阻表测量大电阻的方法,该测量方法能够测量在实际情况下发生树线故障时的实际电压下的树木阻抗,测量的适用性和准确度大大提高。

[0047] 以上示意性的对本发明及其实施方式进行了描述,该描述没有限制性,附图所示的也只是本发明的实施方式之一,实际的结构并不局限于此。所以,如果本领域的普通技术人员受其启示,在不脱离本发明创造宗旨的情况下,不经创造性的设计出与该技术方案相似的结构方式及实施例,均应属于本发明的保护范围。

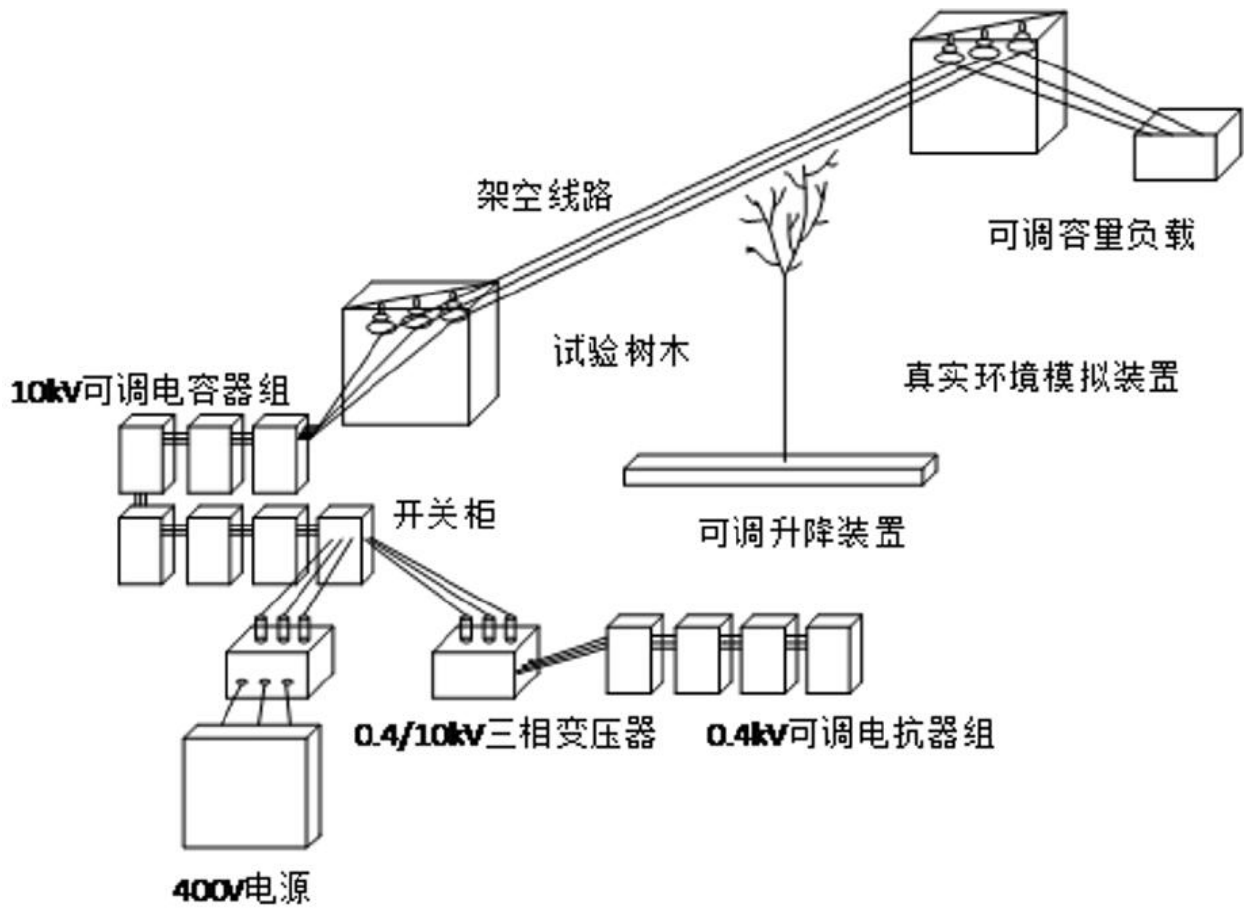


图 1