



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108535528 A

(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810210203.1

(22)申请日 2018.03.14

(71)申请人 云南电网有限责任公司电力科学研究院

地址 650217 云南省昆明市经济技术开发区云大西路105号

(72)发明人 刘红文 王科 李昊

(74)专利代理机构 北京弘权知识产权代理事务所(普通合伙) 11363

代理人 逯长明 许伟群

(51)Int.Cl.

G01R 19/00(2006.01)

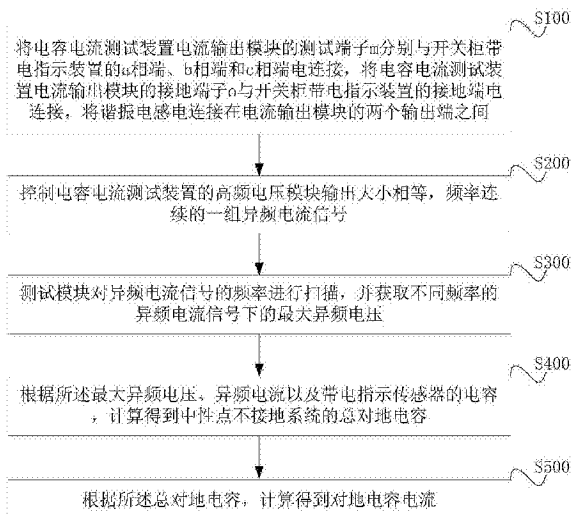
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于扫频法的电容电流测试方法、装置及系统

(57)摘要

本发明提供了一种基于扫频法的电容电流测试方法、装置及系统,方法包括:将电容电流测试装置电流输出模块的测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接,将电容电流测试装置电流输出模块的接地端子n与开关柜带电指示装置的接地端电连接,将谐振电感电连接在电流输出模块的两个输出端子之间;输出大小相等,频率连续的一组异频电流信号;获取不同频率的异频电流信号下的最大异频电压;根据最大异频电压、异频电流以及带电指示传感器的电容,计算得到中性点不接地系统的总对地电容以及总对地电容电流。本方法具有试验回路简单、能分别计算出电力系统每相对地电容、无需停电,安全性高等优点,适用于不接地系统电容电流测试。



CN 108535528 A

1. 一种基于扫频法的电容电流测试装置,其特征在于,包括电源模块(1)、高频电源模块(2)、电流输出模块(3)、测试模块(4)、电容电流计算模块(5)和谐振电感(6),所述高频电源模块(2)的一端电连接所述电源模块(1),另一端分别电连接所述电流输出模块(3)的输入端和所述测试模块(4),所述测试模块(4)的另一端电连接所述电容电流计算模块(5),所述谐振电感(6)电连接在所述电流输出模块(3)的两个输出端子之间。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述电流输出模块(3)包括测试端子m和接地端子o,所述测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接,所述接地端子o电连接开关柜带电指示装置的接地端。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括显示模块(7),所述显示模块(7)与所述电容电流计算模块(5)的另一端电连接。

4. 一种基于扫频法的电容电流测试系统,其特征在于,包括如权利要求1-3任意一项所述的装置,还包括三相电源、带电指示传感器以及开关柜带电指示装置,所述开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端通过所述带电指示传感器分别与所述三相电源中的A相源E₁、B相源E₂和C相源E₃电连接,测试时,电流输出模块(3)的测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接,电流输出模块(3)的接地端子o与开关柜带电指示装置的接地端电连接,所述谐振电感(6)电连接在所述电流输出模块(3)与开关柜带电指示装置之间。

5. 一种基于扫频法的电容电流测试方法,其特征在于,包括如下步骤:

将电容电流测试装置电流输出模块的测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接,将电容电流测试装置电流输出模块的接地端子o与开关柜带电指示装置的接地端电连接,将谐振电感电连接在电流输出模块的两个输出端子之间;

控制电容电流测试装置的高频电压模块输出大小相等,频率连续的一组异频电流信号;

测试模块对异频电流信号的频率进行扫描,并获取不同频率的异频电流信号下的最大异频电压u₀;

根据所述最大异频电压u₀、异频电流i₀以及带电指示传感器的电容,计算得到中性点不接地系统的总对地电容C₀;

根据所述总对地电容C₀,计算得到对地电容电流I_c。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述异频电流信号为0.1mA~100mA之间的某一电流值i₀,所述异频电流信号的频率范围为0.2k~1000kHz。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述总对地电容C₀的计算公式为:

$$\left(\frac{3C_{11} \times C_0}{3C_{11} + C_0}\right)\omega_1 = \frac{i_0}{u_0}$$

其中,C₁₁为开关柜带电指示传感器对应的A相电容、ω₁为谐振电感L与3C₂₁产生并联谐振时输入异频电流信号的角频率,C₂₁为带电指示装置对应的A相电容。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述对地电容电流I_c的计算公式为:

$$\omega_2 \left(3 \frac{C_{11} \times C_{21}}{C_{11} + C_{21}} + C_0\right) U_\varphi = I_c$$

其中, ω_2 为被测系统的角频率、 U_φ 为被测系统的相电压。

一种基于扫频法的电容电流测试方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本公开涉及电力系统技术领域,尤其涉及一种基于扫频法的电容电流测试方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 中性点不接地系统,当线路单相接地时流过故障点的电流是线路对地电容产生的电容电流。中性点不接地系统的故障绝大部分是由于线路单相接地时电容电流过大,电弧不易自熄所导致。我国电力系统规定当10kV和35kV系统电容电流大于30A和10A时,应装设消弧线圈补偿电容电流,为确定消弧线圈的补偿容量,应进行电容电流测试。另外,为验证非有效接地系统电磁式电压互感器PT与线路杂散电容间是否会发生铁磁谐振,也必须测量系统电容电流。

[0003] 常用的电容电流测试方法有直接测量法和间接测量法,直接测量法将某相线路单相接地进行直接测量;间接测量法主要有偏移电容法、中性点外加电容法及异频法等。然而,直接法测量电容电流,试验时应直接与高压接触,电网和人生安全风险较大。目前的间接测量方法,如中性点外加电容法存在部分系统无中性点或中性点偏移电压较小,测量过程中发生单相接地故障时的安全风险;异频法在通常在电磁式电压互感器开口三角绕组进行测量,测量时应拆除或短接消谐器,需要电磁式电压互感器停电,测试工作变得复杂,甚至给系统带来了铁磁谐振风险。因此,对于电容电流测试有必要找到既安全又简便的测试。

发明内容

[0004] 本发明实施例中提供了一种基于扫频法的电容电流测试方法、装置及系统,以解决现有技术操作繁琐、安全性差的问题。

[0005] 本发明提供了一种基于扫频法的电容电流测试装置,包括电源模块、高频电源模块、电流输出模块、测试模块、电容电流计算模块和谐振电感,所述高频电源模块的一端电连接所述电源模块,另一端分别电连接所述电流输出模块的输入端和所述测试模块,所述测试模块的另一端电连接所述电容电流计算模块,所述谐振电感电连接在所述电流输出模块的两个输出端子之间。

[0006] 优选的,所述电流输出模块包括测试端子m和接地端子o,所述测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接,所述接地端子o电连接开关柜带电指示装置的接地端。

[0007] 优选的,所述装置还包括显示模块,所述显示模块与所述电容电流计算模块的另一端电连接。

[0008] 本发明还提供了一种基于扫频法的电容电流测试系统,包括上述装置,还包括三相电源、带电指示传感器以及开关柜带电指示装置,所述开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端通过所述带电指示传感器分别与所述三相电源中的A相源 E_1 、B相源 E_2 和C相源 E_3 电连接,测试时,电流输出模块的测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c

相端电连接,电流输出模块的接地端子o与开关柜带电指示装置的接地端电连接,所述谐振电感电连接在所述电流输出模块与开关柜带电指示装置之间。

[0009] 本发明还提供了一种基于扫频法的电容电流测试方法,包括如下步骤:

[0010] 将电容电流测试装置电流输出模块的测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接,将电容电流测试装置电流输出模块的接地端子o与开关柜带电指示装置的接地端电连接,将谐振电感电连接在所述电流输出模块的两个输出端子之间;

[0011] 控制电容电流测试装置的高频电压模块输出大小相等,频率连续的一组异频电流信号,异频电流信号的电流值为 i_0 ;

[0012] 测试模块对异频电流信号的频率进行扫描,并获取不同频率的异频电流信号下的最大异频电压 u_0 ;

[0013] 根据所述最大异频电压 u_0 、异频电流 i_0 以及带电指示传感器的电容,计算得到中性点不接地系统的总对地电容 C_0 ;

[0014] 根据所述总对地电容 C_0 ,计算得到对地电容电流 I_c 。

[0015] 优选的,所述异频电流信号为0.1mA~100mA之间的某一电流值,所述异频电流信号的频率范围为0.2k~1000kHz。

[0016] 优选的,所述总对地电容 C_0 的计算公式为:

$$[0017] \quad \left(\frac{3C_{11} \times C_0}{3C_{11} + C_0} \right) \omega_1 = \frac{i_0}{u_0}$$

[0018] 其中, C_{11} 为开关柜带电指示传感器对应的A相电容、 ω_1 为谐振电感L与 $3C_{21}$ 产生并联谐振时输入异频电流信号的角频率, C_{21} 为带电指示装置对应的A相电容。

[0019] 优选的,所述对地电容电流 I_c 的计算公式为:

$$[0020] \quad \omega_2 \left(3 \frac{C_{11} \times C_{21}}{C_{11} + C_{21}} + C_0 \right) U_\phi = I_c$$

[0021] 其中, ω_2 为被测系统的角频率、 U_ϕ 为被测系统的相电压。

[0022] 本申请的有益效果如下:

[0023] 本发明提供了一种基于扫频法的电容电流测试方法、装置及系统,装置包括电源模块、高频电源模块、电流输出模块、测试模块和电容电流计算模块和谐振电感,所述高频电源模块的一端电连接所述电源模块,另一端分别电连接所述电流输出模块的输入端和所述测试模块,所述测试模块的另一端电连接所述电容电流计算模块,所述谐振电感电连接在所述电流输出模块与开关柜带电指示装置之间。其中,电源模块用于为本装置的其他模块供电;高频电源模块用于产生异频电流信号;电流输出模块用于输出异频电流信号给带电指示装置的分压电容;测量模块用来测试电流输出模块的电压及回路总电流;电容电流计算模块用来根据预设公式计算电容电流,谐振电感用来用于与带电指示装置的分压电容产生并联谐振(C_{21} 、 C_{22} 、 C_{23}),电连接至电流输出模块的两个输出端子之间。本发明巧妙地利用普遍使用的开关柜带电指示传感器的电容(C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13})及带电指示装置的电容(C_{21} 、 C_{22} 、 C_{23}),并通过对带电指示装置电容施加不同频率的等幅值异频电流 i_0 ,使带电指示装置的电容与谐振电感产生并联谐振,从而在该频率的异频电流 i_0 下,产生的异频电压最大,异频电流仅通过带电指示传感器电容及被测系统对地电容,从而计算出总对地电容 C_0 和对地电容电流。本装置具有试验回路简单、能分别计算出电力系统每相对地电容、无需停电,安全性

高等优点,适用于不接地系统电容电流测试。

附图说明

[0024] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0026] 图1为本申请实施例提供的一种基于开关柜带电指示装置的电容电流测试系统的电气接线图;

[0027] 图2为本申请实施例提供的一种系统对地电容测量电气等效回路图;

[0028] 图3为本申请实施例提供的一种电容电流测试装置的结构示意图;

[0029] 图4为本申请实施例提供的一种电容电流测试方法的方法流程图。

具体实施方式

[0030] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0031] 请参考图1和2,所示分别为本申请实施例提供的一种基于开关柜带电指示装置的电容电流测试系统的电气接线图和一种系统对地电容测量电气等效回路图。由图1和2可见,该测试系统包括中性点不接地系统和对应的电容电流测试装置,中性点不接地系统为电容电流测试装置的被测系统。被测系统的三相电源(A相源 E_1 、B相源 E_2 和C相源 E_3)上分别电连接有带电指示传感器,带电指示传感器与开关柜带电指示装置电连接。开关柜带电指示装置通常用于监视开关柜是否带电,如带电,则发出警示信号或者电气闭锁开关柜柜门,以提示工作人员开关柜带电,不能打开柜门。

[0032] 带电指示传感器分别包括与各相对应的A相电容 C_{11} 、B相电容 C_{12} 和C相电容 C_{13} ,开关柜带电指示装置包括分别包括与各相对应的A相电容 C_{21} 、B相电容 C_{22} 和C相电容 C_{23} ,电容 C_{11} 与电容 C_{21} 电连接,电容 C_{12} 与电容 C_{22} 电连接,电容 C_{13} 与电容 C_{23} 电连接。电容 C_{21} 、电容 C_{22} 和电容 C_{23} 与 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 配合分压,以保证带电指示灯上的电压。

[0033] 本申请提供的电容电流测试装置包括测试端子m和接地端子o,所述测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接,所述接地端子o与开关柜带电指示装置的接地端电连接,测试端子m用于向系统注入异频电流信号以及三相电流的测试。

[0034] 请参考图3,所示为本申请实施例提供的一种电容电流测试装置的结构示意图。由图3可见,该电容电流测试装置包括电源模块1、高频电源模块2、电流输出模块3、测试模块4和电容电流计算模块5和谐振电感6,所述高频电源模块2的一端电连接所述电源模块1,另一端分别电连接电流输出模块3和测试模块4,所述测试模块4还分别电连接电容电流计算模块5和谐振电感6。其中,电源模块1为供电模块,用于为本装置的其他模块供电,电源模块

1可以为蓄电池等具有供电功能的元件；高频电源模块2用于产生异频电流信号，如变频器等；电流输出模块3用于输出异频电流信号给带电指示装置的分压电容，电流输出模块3包括测试端子m和接地端子o，用于将0.2k~1000kHz之间的某一频率的异频电流信号分别注入A相、B相、C相带电指示装置的分压电容(C₂₁、C₂₂、C₂₃)；测量模块4用于测试电流输出模块3的电压、回路总电流，测量模块4可以是具有电压、电流检测功能的测试器；电容电流计算模块5用来根据预设程序和公式，计算电容电流，电容电流计算模块5可以是MCU等具有计算处理功能的微型处理器，谐振电感6电连接至电流输出模块的两个输出端子之间，用来用于与带电指示装置的分压电容产生并联谐振(C₂₁、C₂₂、C₂₃)。

[0035] 另外，本申请其他实施例中，该电容电流测试装置还可以包括显示模块7，显示模块7与电容电流计算模块5的另一端电连接，用于显示电容电流计算模块5计算出来的电容电流数值，本实施例中，显示模块7可以是具有显示功能的显示器。

[0036] 基于上述电容电流测试装置，本申请还提供了一种基于扫频法的电容电流测试方法。请参考图4，所示为本申请实施例提供的一种电容电流测试方法的方法流程图。由图4可见，该包括如下步骤：

[0037] 步骤S100：将电容电流测试装置电流输出模块的测试端子m分别与开关柜带电指示装置的a相端、b相端和c相端电连接，将电容电流测试装置电流输出模块的接地端子o与开关柜带电指示装置的接地端电连接，将谐振电感电连接在所述电流输出模块的两个输出端子之间。

[0038] 步骤S200：控制电容电流测试装置的高频电压模块输出大小相等，频率连续的一组异频电流信号，异频电流信号的电流值为i₀。所述异频电流信号为0.1mA~100mA之间的某一电流值，所述异频电流信号的频率范围为0.2k~1000kHz。

[0039] 异频电流i₀的频率可依据式(公式1)进行大致确定：

$$[0040] \quad f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times 3C_{21}}} \quad (\text{公式1})$$

[0041] 公式1中，L为谐振电感的电感量，电容电流测试装置输出的异频电流信号为f₁附近的连续频率。

[0042] 步骤S300：测试模块对异频电流信号的频率进行扫描，并获取不同频率的异频电流信号下的最大异频电压u₀。

[0043] 步骤S400：根据所述最大异频电压u₀、异频电流i₀以及带电指示传感器的电容，计算得到中性点不接地系统的总对地电容C₀。

[0044] 根据图2提供的电气等效回路图可见，开关柜带电指示传感器的电容(C₁₁、C₁₂、C₁₃)及带电指示装置的电容(C₂₁、C₂₂、C₂₃)均为已知量，且C₁₂≈C₁₃≈C₁₁、C₂₂≈C₂₃≈C₂₁、C₀=C_a//C_b//C_c，在异频电压u₀最大时，电感L与3C₂₁产生并联谐振。则通过公式2可计算出C₀，具体的计算公式为：

$$[0045] \quad \left(\frac{3C_{11} \times C_0}{3C_{11} + C_0} \right) \omega_1 = \frac{i_0}{u_0} \quad (\text{公式2})$$

[0046] 其中，其中，C₁₁为开关柜带电指示传感器对应的A相电容、ω₁为谐振电感L与3C₂₁产生并联谐振时输入异频电流信号的角频率，C₂₁为带电指示装置对应的A相电容。

[0047] 步骤S500：根据所述总对地电容C₀，计算得到对地电容电流I_c，具体的计算公式为：

$$[0048] \quad \omega_2 \left(3 \frac{C_{11} \times C_{21}}{C_{11} + C_{21}} + C_0 \right) U_\varphi = I_c \quad (\text{公式 3})$$

[0049] 其中, ω_2 为被测系统角频率, 通常为定值, 50Hz; U_φ 为被测系统相电压。

[0050] 本发明提供的电容电流测试装置以及基于电容电流测试装置的测试方法, 具有试验回路简单、能分别计算出电力系统每相对地电容、无需停电, 安全性高等优点, 适用于不接地系统电容电流测试。

[0051] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述, 各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可, 每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其, 对于装置或系统实施例而言, 由于其基本相似于方法实施例, 所以描述得比较简单, 相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的装置及系统实施例仅仅是示意性的, 其中作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的, 作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下, 即可以理解并实施。

[0052] 以上仅是本发明的具体实施方式, 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, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

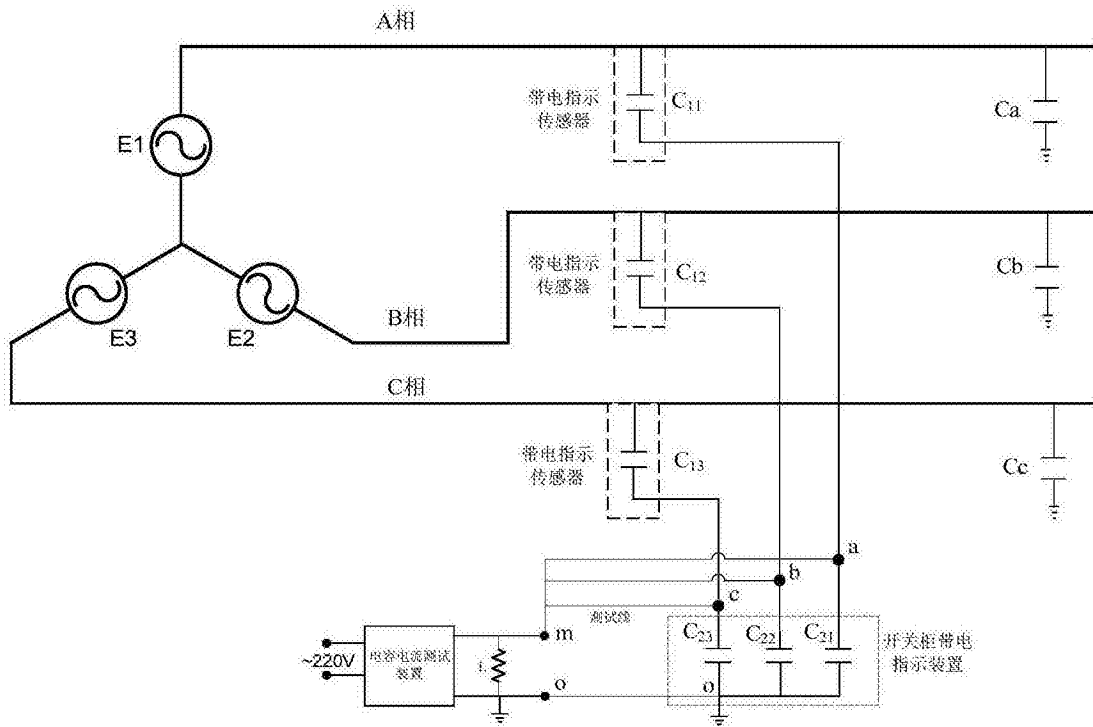


图1

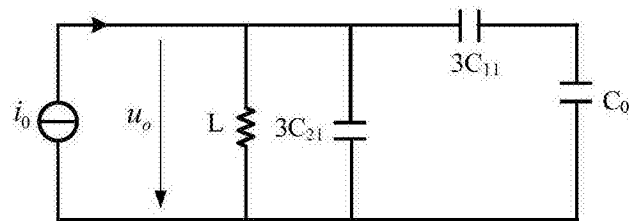


图2

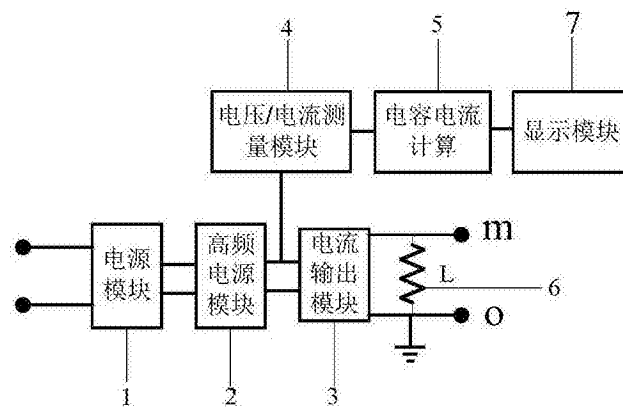


图3

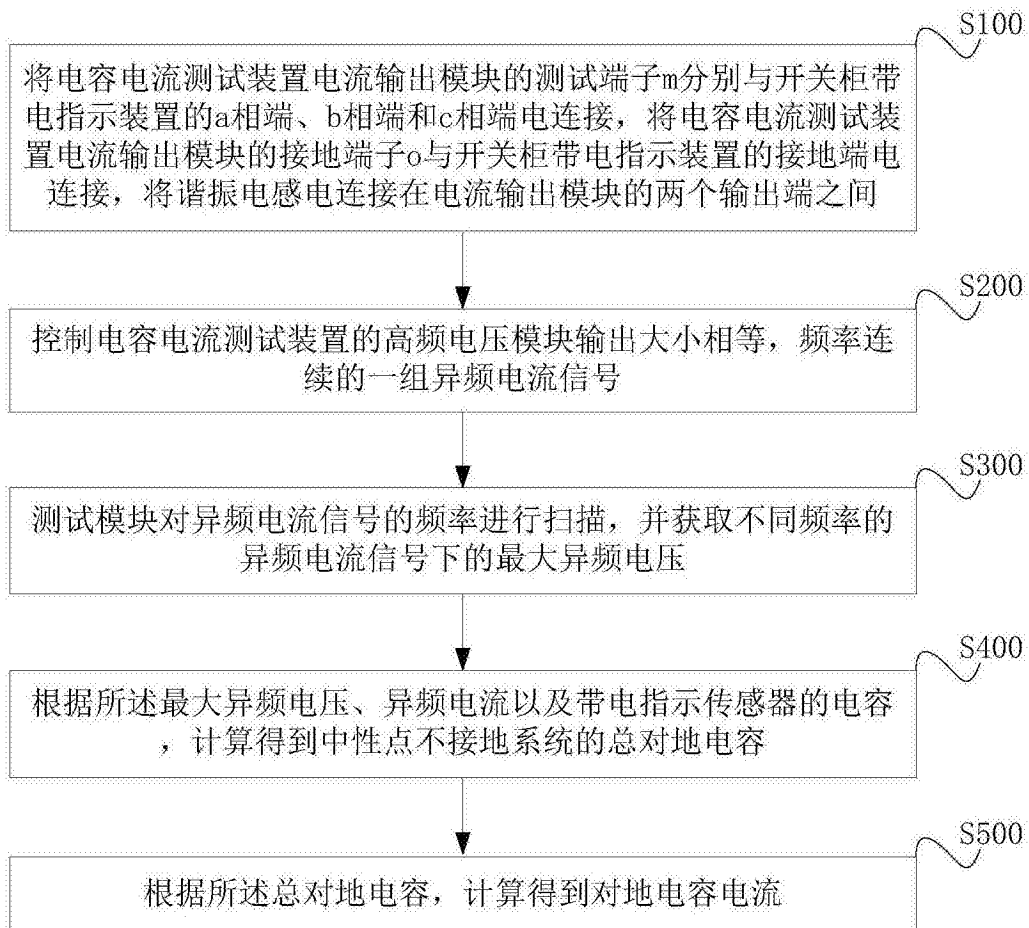


图4