



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107884613 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201711071028.4

(22)申请日 2017.11.03

(71)申请人 杭州柯林电气股份有限公司

地址 310011 浙江省杭州市莫干山路1418-15号2幢1楼

(72)发明人 郑宏 周志松 杨虎 叶琚英 鲍美军

(74)专利代理机构 广州市越秀区哲力专利商标事务所(普通合伙) 44288

代理人 胡拥军

(51)Int.Cl.

G01R 19/00(2006.01)

G01R 15/18(2006.01)

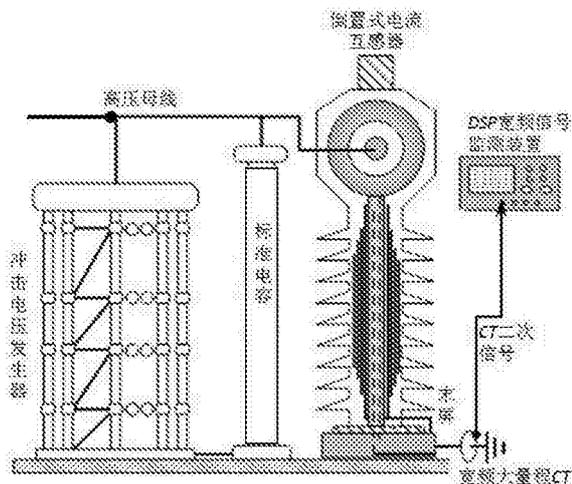
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置及方法,该装置在高压电网中倒置式电流互感器的末屏接地二次回路中,安装一个宽频大量程CT,测量电网在50Hz~1MHz宽频段内的全频域电流,所测量到电量信号在DSP宽频信号监测装置中进行分析处理,可以精确监测电网过电压发生在相对工频基波的相位时刻与电压幅值,实现电网电压从工频到高频的全频域监测。本发明不再需要分压器或者多个CT的组合测量,所测量到的二次信号不用软件分多频段推导,直接信号采集就可还原电网电压波形,达到既监测电网电压又可同时分析高压设备绝缘状态的效果,可以为电网电压与电能质量监测、电力设备的状态检修提供技术支撑。



1. 一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,其特征在于,包括高压母线、倒置式电流互感器、宽频大量程CT和DSP宽频信号监测装置;其中,

倒置式电流互感器并联安装在高压母线下,倒置式电流互感器和宽频大量程CT连接,宽频大量程CT和DSP宽频信号监测装置连接;

高压母线用于传输电网电压;

倒置式电流互感器用于提供与母线电压呈线性关系的末屏接地二次回路电流;

宽频大量程CT用于测量倒置式电流互感器的末屏接地二次回路电流,并将测量到的电量信号发送到DSP宽频信号监测装置;

DSP宽频信号监测装置用于采集和处理电量信号获取DSP数据信息,并根据DSP数据信息计算电网电压。

2. 根据权利要求1所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,其特征在于,所述宽频大量程CT的中间设置有被测导线穿心孔,该CT以一次穿心方式非接触式测量50Hz~1MHz范围内1mA~100A的宽频域电流,CT的二次侧输出电量信号。

3. 根据权利要求1或2所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,其特征在于,所述DSP宽频信号监测装置包括电量信号同步采集调理电路、ADC信号采集器件和DSP核心器件。

4. 根据权利要求3所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,其特征在于,所述ADC信号采集器件为多路100M高速ADC信号采集器件。

5. 根据权利要求3所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,其特征在于,所述DSP核心器件为BF707DSP核心器件。

6. 根据权利要求1或2所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,其特征在于,所述DSP宽频信号监测装置还用于根据DSP数据信息计算倒置式电流互感器的绝缘状态参数。

7. 一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法,其特征在于,包括:

电压传输步骤,高压母线传输电网电压;

电流互感步骤,倒置式电流互感器与高压母线并联,提供与母线电压呈线性关系的末屏接地二次回路电流;

CT测量步骤,宽频大量程CT测量倒置式电流互感器的末屏接地二次回路电流,并将测量到的电量信号发送到DSP宽频信号监测装置;

信号处理步骤,DSP宽频信号监测装置采集和处理电量信号获取DSP数据信息,并根据DSP数据信息计算电网电压。

8. 根据权利要求7所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法,其特征在于,所述宽频大量程CT的中间设置有被测导线穿心孔,该CT以一次穿心方式非接触式测量50Hz~1MHz范围内1mA~100A的宽频域电流,CT的二次侧输出电量信号。

9. 根据权利要求7或8所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法,其特征在于,所述DSP宽频信号监测装置包括电量信号同步采集调理电路、ADC信号采集器件和DSP核心器件。

10. 根据权利要求7或8所述的基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法,其特征在于,所述信号处理步骤还包括:

DSP宽频信号监测装置根据DSP数据信息计算倒置式电流互感器的绝缘状态参数。

一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高压电网的电压监测技术领域,尤其涉及一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置及方法。

背景技术

[0002] 高压电网中有大量的电抗器、电容器以及电力电缆,这些设备具有感性或容性储能特性,感性设备投切时易出现截流、电弧复燃等现象,容性设备投切易产生涌流和重燃过电压。这些设备在投切时产生频率几十KHz的操作过电压,有时电网还会遭受频率高达1MHz的雷击过电压。这些过电压叠加到电网母线工频电压上,会造成电网母线电压幅值突变,引起高压设备绝缘击穿、局部放电甚至损毁等故障。过电压的频率集中在几十KHz~1MHz高频区域且持续时间短,以往的常规的电压电流测量方式难以监测从低频到高频的电网电压变化过程。因此有必要对电网的从50Hz~1MHz电压进行监测,为设备的故障诊断与过电压治理提供科学的技术支撑。

[0003] 目前过高压电网电压的监测主要技术手段主要有三种:一是采用电压分压器安装到高压母线下分压出小信号电压进行测量;二是直接在压变、套管等容性设备的末屏接地回路串联安装检流电阻,原理相当于分压检测方式;三是采用从工频到高频不同量程的多个CT组合安装到容性设备末屏接地回路,工频CT负责测量mA级泄漏电流,高频CT负责测量过电压时的瞬态浪涌冲击电流。

[0004] 以上方法均不能完全实现可靠的电网电压全频域监测。高压试验中常用分压器来获取过高压电压信号,一般采用精度高频带宽的标准电容分压器并联运行测取电。但采用分压器的监测方式,只在电网停电时临时并联到母线下,分压器不是挂网运行设备,加上电压分压器有损耗会发热、安全性差需要阻抗匹配等问题,所以只适合现场临时试验用不适合现场监测。以上的组合测量方式,需容性传感器、高频电流传感器、工频或低频电流传感器等多个分段式传感器部件,并需配合积分电路、放大电路、信号调理等复杂电路实现工频与过电压冲击波形的重构,系统复杂成本高,且会因非全频段大量程电流信号监测,易导致计算推导的电压信息失真,更不能精确计算过电压产生的相位与叠加幅值。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置及方法,旨在解决现有技术需要分压器或多个CT组合才能覆盖宽频域大量程范围信号监测的问题。

[0006] 本发明的目的采用以下技术方案实现:

[0007] 一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,包括高压母线、倒置式电流互感器、宽频大量程CT和DSP宽频信号监测装置;其中,

[0008] 倒置式电流互感器并联安装在高压母线下,倒置式电流互感器和宽频大量程CT连接,宽频大量程CT和DSP宽频信号监测装置连接;

- [0009] 高压母线用于传输电网电压；
- [0010] 倒置式电流互感器用于提供与母线电压呈线性关系的末屏接地二次回路电流；
- [0011] 宽频大量程CT用于测量倒置式电流互感器的末屏接地二次回路电流，并将测量到的电量信号发送到DSP宽频信号监测装置；
- [0012] DSP宽频信号监测装置用于采集和处理电量信号获取DSP数据信息，并根据DSP数据信息计算电网电压。
- [0013] 在上述实施例的基础上，进一步地，所述宽频大量程CT的中间设置有被测导线穿心孔，该CT以一次穿心方式非接触式测量50Hz~1MHz范围内1mA~100A的宽频域电流，CT的二次侧输出电量信号。
- [0014] 在上述任意实施例的基础上，进一步地，所述DSP宽频信号监测装置包括电量信号同步采集调理电路、ADC信号采集器件和DSP核心器件。
- [0015] 在上述实施例的基础上，进一步地，所述ADC信号采集器件为多路100M高速ADC信号采集器件。
- [0016] 或者，进一步地，所述DSP核心器件为BF707DSP核心器件。
- [0017] 在上述任意实施例的基础上，进一步地，所述DSP宽频信号监测装置还用于根据DSP数据信息计算倒置式电流互感器的绝缘状态参数。
- [0018] 一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法，包括：
- [0019] 电压传输步骤，高压母线传输电网电压；
- [0020] 电流互感步骤，倒置式电流互感器与高压母线并联，提供与母线电压呈线性关系的末屏接地二次回路电流；
- [0021] CT测量步骤，宽频大量程CT测量倒置式电流互感器的末屏接地二次回路电流，并将测量到的电量信号发送到DSP宽频信号监测装置；
- [0022] 信号处理步骤，DSP宽频信号监测装置采集和处理电量信号获取DSP数据信息，并根据DSP数据信息计算电网电压。
- [0023] 在上述实施例的基础上，进一步地，所述宽频大量程CT的中间设置有被测导线穿心孔，该CT以一次穿心方式非接触式测量50Hz~1MHz范围内1mA~100A的宽频域电流，CT的二次侧输出电量信号。
- [0024] 在上述任意实施例的基础上，进一步地，所述DSP宽频信号监测装置包括电量信号同步采集调理电路、ADC信号采集器件和DSP核心器件。
- [0025] 在上述任意实施例的基础上，进一步地，所述信号处理步骤还包括：
- [0026] DSP宽频信号监测装置根据DSP数据信息计算倒置式电流互感器的绝缘状态参数。
- [0027] 相比现有技术，本发明的有益效果在于：
- [0028] 本发明公开了一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置及方法，该装置在高压电网中倒置式电流互感器的末屏接地二次回路中，安装一个宽频大量程CT，测量在50Hz~1MHz宽频段内的全频域电流，所测量到的电量信号在DSP宽频信号监测装置中进行分析处理，可以精确监测电网过电压发生在相对工频基波的相位时刻与电压幅值，实现电网电压从工频到高频的全频域监测。本发明与以往使用多个不同量程CT组合起来分阶梯式测量冲击电流推导出过电压的技术不同，不再需要分压器或者多个CT的组合，只采用一个CT测量高压设备的接地电流信号，实现从低频50Hz到高频1MHz连续的全频段范围内 1×10^5

倍率电流的线性采集,所测量到的二次信号不用软件分多频段推导,直接信号采集就可还原电网电压波形,达到既监测电网电压又可同时分析高压设备绝缘状态的效果,可以为电网电压与电能质量监测、电力设备的状态检修提供技术支撑,解决了以往需要分压器或多个CT组合才能覆盖宽频域大量程范围信号监测的技术难题。

附图说明

[0029] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0030] 图1示出了本发明实施例提供的电网电压U下的倒置式电流互感器原理示意图;

[0031] 图2示出了本发明实施例提供的一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置的结构示意图;

[0032] 图3示出了本发明实施例提供的一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置的结构示意图;

[0033] 图4示出了本发明实施例提供的宽频大量程CT二次信号测得的工频波形上叠加瞬时过电压冲击波形的波形示意图;

[0034] 图5示出了本发明实施例提供的8/20uS冲击电压作用下,DSP宽频信号监测装置测得的电网一次电压与CT的二次波形对比图;

[0035] 图6示出了本发明实施例提供的一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法的流程示意图。

具体实施方式

[0036] 下面,结合附图以及具体实施方式,对本发明做进一步描述,需要说明的是,在不相冲突的前提下,以下描述的各实施例之间或各技术特征之间可以任意组合形成新的实施例。

[0037] 高压电网中的电流互感器是电力系统中常用的电气一次设备,主要作用是将高电压、大电流转换成低电压、小电流,为电能计量和继电保护提供信号源。按电流互感器结构形式分类,主要有正立式电流互感器和倒置式电流互感器两类,随着电压等级的不断提高,倒置式电流互感器得到广泛应用。倒置式电流互感器的绝缘由主电容屏和末屏组成,采用同轴结构,具有不畸变被测波形和分压比稳定的特点,冲击电压频率响应特性良好,范围可达2MHz。因此在基于倒置式电流互感器的末屏测量二次接地电流信号量可以获取母线电压50Hz~2MHz频段范围内的全频域电压值。

[0038] 电网电压U下的倒置式电流互感器原理如图1所示,R、C为主屏等值电阻和电容量,R2、C2为末屏等值电阻和电容量。

[0039] 电流互感器一次侧承受电压为U时,流过末屏接地端子的电流i:

$$[0040] \quad i = i_R + j i_C \quad (1)$$

[0041] 式中:电流i的容性分量 $i_C = \omega C U$,j为90度的单位向量;

[0042] 电流i的阻性分量 $i_R = i_C \tan \delta$, $\tan \delta$ 为互感器的介质损耗值;

[0043] 处理式(1)后得到电流i的有效值I:

$$[0044] \quad I = U \omega C \sqrt{1 + \tan^2 \delta} \quad (2)$$

[0045] 因此,电流对电压传递系数 $K = I/U = \omega C \sqrt{1 + \tan^2 \delta}$ (3)

[0046] 由式(3)可知,流过电流互感器末屏接地端子的电流值与一次电压值之间存在函数关系,对某一特定频率的电压来说,传递系数仅与电流互感器的电容量C和介质损耗值 $\tan \delta$ 有关。

[0047] 设某台介质损耗值为 $\tan \delta$ 的电流互感器,其电容量由初始状态的C1改变为最终状态的C2,相应的传递系数也有Kc1变化为Kc2。

[0048] $Kc1 = \omega C_1 \sqrt{1 + \tan^2 \delta}$ (4)

[0049] $Kc2 = \omega C_2 \sqrt{1 + \tan^2 \delta}$ (5)

[0050] 定义电容量变化引起传递系数改变的相对偏差为Kc:

[0051] $Kc = (Kc1 - Kc2) / Kc1$ (6)

[0052] 将(4)、(5)代入(6)得:

[0053] $Kc = (C1 - C2) / C1 = 1 - C2 / C1$ (7)

[0054] 由此可见,传递系数与电容量变化率呈线性关系。

[0055] 设某台电容量为C的电流互感器,其介质损耗值由初始状态的 $\tan \delta_1$ 改变为最终状态的 $\tan \delta_2$,相应的传递系数也有Ktan δ_1 变化为Ktan δ_2 。

[0056] $K \tan \delta_1 = \omega C \sqrt{1 + \tan^2 \delta_1}$ (8)

[0057] $K \tan \delta_2 = \omega C \sqrt{1 + \tan^2 \delta_2}$ (9)

[0058] 定义介质损耗值变化引起传递系数改变的相对偏差为Ktan δ :

[0059] $K \tan \delta = (K \tan \delta_1 - K \tan \delta_2) / K \tan \delta_1$ (10)

[0060] 将(8)、(9)代入(10)得:

[0061] $K \tan \delta = \frac{\sqrt{1 + \tan^2 \delta_1} - \sqrt{1 + \tan^2 \delta_2}}{\sqrt{1 + \tan^2 \delta_1}}$ (11)

[0062] 因 $\tan \delta_1 \ll 1$, $\tan \delta_2 \ll 1$,可式(11)可知,介质损耗值变化对传递系数的影响非常小。

[0063] 具体实施例一

[0064] 如图2和图3所示,本发明实施例提供了一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,包括高压母线、倒置式电流互感器、宽频大量程CT和DSP宽频信号监测装置;其中,倒置式电流互感器并联安装在高压母线下,倒置式电流互感器和宽频大量程CT连接,宽频大量程CT和DSP宽频信号监测装置连接;高压母线用于传输电网电压;倒置式电流互感器用于提供与母线电压呈线性关系的末屏接地二次回路电流;宽频大量程CT用于测量倒置式电流互感器的末屏接地二次回路电流,并将测量到的电量信号发送到DSP宽频信号监测装置;DSP宽频信号监测装置用于采集和处理电量信号获取DSP数据信息,并根据DSP数据信息计算电网电压。

[0065] 优选的,所述DSP宽频信号监测装置除了能够监测电网电压之外,还可以根据DSP数据信息计算倒置式电流互感器的绝缘状态参数。

[0066] 本发明实施例对宽频大量程CT的类型不做限定,优选的,所述宽频大量程CT的中间设置有被测导线穿心孔,该CT以一次穿心方式非接触式测量50Hz~1MHz范围内1mA~

100A的宽频域电流,CT的二次侧输出电量信号。这样做的好处是,所加装的CT不影响末屏的大电流通流能力,适用于电流较大的测量场合。一次穿心非接触式测量高压设备末屏的接地电流全频域信号量,配合DSP宽频信号监测装置,即可实现从低频小信号量到高频冲击瞬态大信号量的全频域采集和计算分析。

[0067] 本发明实施例能够通过高压试验对装置的性能进行验证,标准电容并联安装到高压母线下,通过标准电容的二次信号可还原母线电压波形,正常工况电网电压为50Hz工频正弦波,CT的二次输出信号为工频正弦波信号。在工频电压与高频操作冲击电压作用下,倒置式电流互感器传递特性高压试验验证系统示图见图2和图3。高压母线运行着工频50Hz电压,冲击电压发生器用于产生高频操作冲击电压叠加到工频波形任意相位上,通过电容分压器对操作冲击电压进行直接测量,冲击电压施加于倒置式电流互感器的一次导杆上,互感器的铝管和末屏接线端、二次接线以及底座均接地,通过高频电流传感器和数字示波器检测接地线上的电流。

[0068] 宽频大量程CT二次信号测得的工频波形上叠加瞬时过电压冲击波形如图4所示。而当电网发生过电压浪涌冲击时,CT互感器测得的信号是在工频波形基础上叠加了相应的浪涌冲击波形,而二次信号测得的冲击波形对工频波相位与一次过电压发生在工频正弦波上的相位相同,如图5所示,8/20 μ S冲击电压作用下,DSP宽频信号监测装置测得的电网一次电压与CT的二次波形几乎相位重合、差异小。由此可见,在倒置式电流互感器2M频率范围内,不同幅值电压作用下,通过宽频大量程CT监测到的倒置式电流互感器电流I对母线电压U的传递系数线性度较好、差异较小,因此从倒置式电流互感器末屏电流监测可满足电网电压工程测量要求。

[0069] 本发明实施例在高压电网中倒置式电流互感器的末屏接地二次回路中,安装一个宽频大量程CT,能够测量在50Hz~1MHz宽频段内的全频域电流,所测量到的电量信号在DSP宽频信号监测装置中进行分析处理,可以精确监测电网过电压发生在相对工频基波的相位时刻与电压幅值,实现电网电压从工频到高频的全频域监测。本发明实施例与以往使用多个不同量程CT组合起来分阶梯式测量冲击电流推导出过电压的技术不同,不再需要分压器或者多个CT的组合,只采用一个CT测量高压设备的接地电流,所测量到的二次信号不用软件多频段推导,直接信号采集就可还原电网电压波形,达到既监测电网电压又可同时分析高压设备绝缘状态的效果,可以为电网电压与电能质量监测、电力设备的状态检修提供技术支撑,解决了以往需要分压器或多个CT组合才能覆盖宽频域大量程范围信号监测的技术难题。

[0070] 本发明实施例中的电量信号,可以是电流信号,也可以是电压信号。优选的,其可以为电流信号,多数电流互感器CT输出的都是电流信号。

[0071] 本发明实施例对DSP宽频信号监测装置不做限定,优选的,其可以选择采用ADI BF7系列DSP信号处理器。所述DSP宽频信号监测装置可以包括电量信号同步采集调理电路、ADC信号采集器件和DSP核心器件。CT二次信号输出到电量信号同步采集调理电路,电量信号同步采集调理电路和ADC信号采集器件用于采集电量信号,DSP核心器件用于对电量信号进行数字化处理并获取DSP数据信息。本发明实施例对ADC信号采集器件不做限定,优选的,所述ADC信号采集器件可以为多路100M高速ADC信号采集器件。本发明实施例对DSP核心器件不做限定,优选的,所述DSP核心器件可以为BF707DSP核心器件。

[0072] 在上述的具体实施例一中,提供了基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测装置,与之相对应的,本申请还提供基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法。由于方法实施例基本相似于装置实施例,所以描述得比较简单,相关之处参见装置实施例的部分说明即可。下述描述的方法实施例仅仅是示意性的。

[0073] 具体实施例二

[0074] 如图6所示,本发明实施例提供了一种基于宽频大量程CT的电网电压全频域监测方法,包括:

[0075] 电压传输步骤S101,高压母线传输电网电压;

[0076] 电流互感步骤S102,倒置式电流互感器与高压母线并联,提供与母线电压呈线性关系的末屏接地二次回路电流;

[0077] CT测量步骤S103,宽频大量程CT测量倒置式电流互感器的末屏接地二次回路电流,并将测量到的电量信号发送到DSP宽频信号监测装置;

[0078] 信号处理步骤S104,DSP宽频信号监测装置采集和处理电量信号获取DSP数据信息,并根据DSP数据信息计算电网电压。

[0079] 本发明实施例在高压电网中倒置式电流互感器的末屏接地二次回路中,安装一个宽频大量程CT,能够测量在50Hz~1MHz宽频段内的全频域电流,所测量到的电量信号在DSP宽频信号监测装置中进行分析处理,可以精确监测电网过电压发生在相对工频基波的相位时刻与电压幅值,实现电网电压从工频到高频的全频域监测。本发明实施例与以往使用多个不同量程CT组合起来分阶梯式测量冲击电流推导出过电压的技术不同,不再需要分压器或者多个CT的组合,只采用一个CT测量高压设备的接地电流信号,所测量到的二次信号不用软件推导,直接信号叠加就可直接还原电网电压波形,达到既监测电网电压又可同时分析高压设备绝缘状态的效果,可以为电网电压与电能质量监测、电力设备的状态检修提供技术支撑,解决了以往需要分压器或多个CT组合才能覆盖宽频域大量程范围信号监测的技术难题。

[0080] 本发明实施例对宽频大量程CT不做限定,优选的,所述宽频大量程CT的中间设置有被测导线穿心孔,该CT以一次穿心方式非接触式测量50Hz~1MHz范围内1mA~100A的宽频域电流,CT的二次侧输出电量信号。

[0081] 本发明实施例对DSP宽频信号监测装置不做限定,优选的,所述DSP宽频信号监测装置可以包括电量信号同步采集调理电路、ADC信号采集器件和DSP核心器件。

[0082] 优选的,本发明实施例中,所述信号处理步骤S104还可以包括: DSP宽频信号监测装置根据DSP数据信息计算倒置式电流互感器的绝缘状态参数。

[0083] 对本领域的技术人员来说,可根据以上描述的技术方案以及构思,做出其它各种相应的改变以及形变,而所有的这些改变以及形变都应该属于本发明权利要求的保护范围之内。

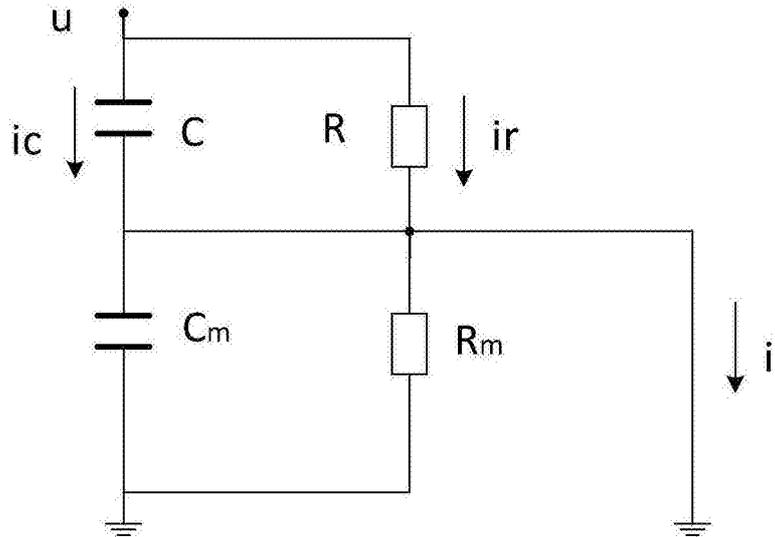


图1

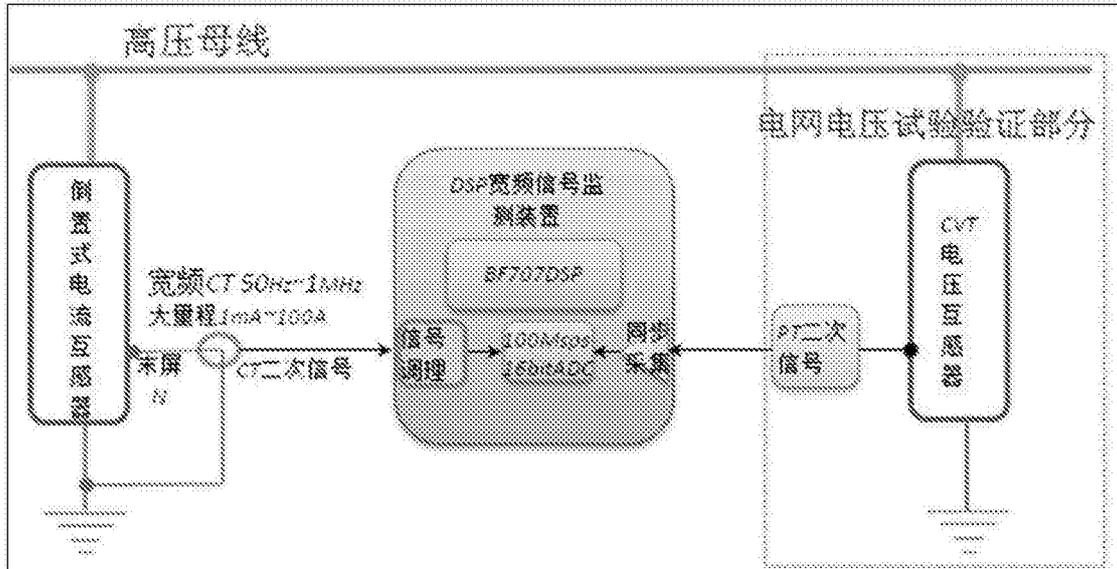


图2

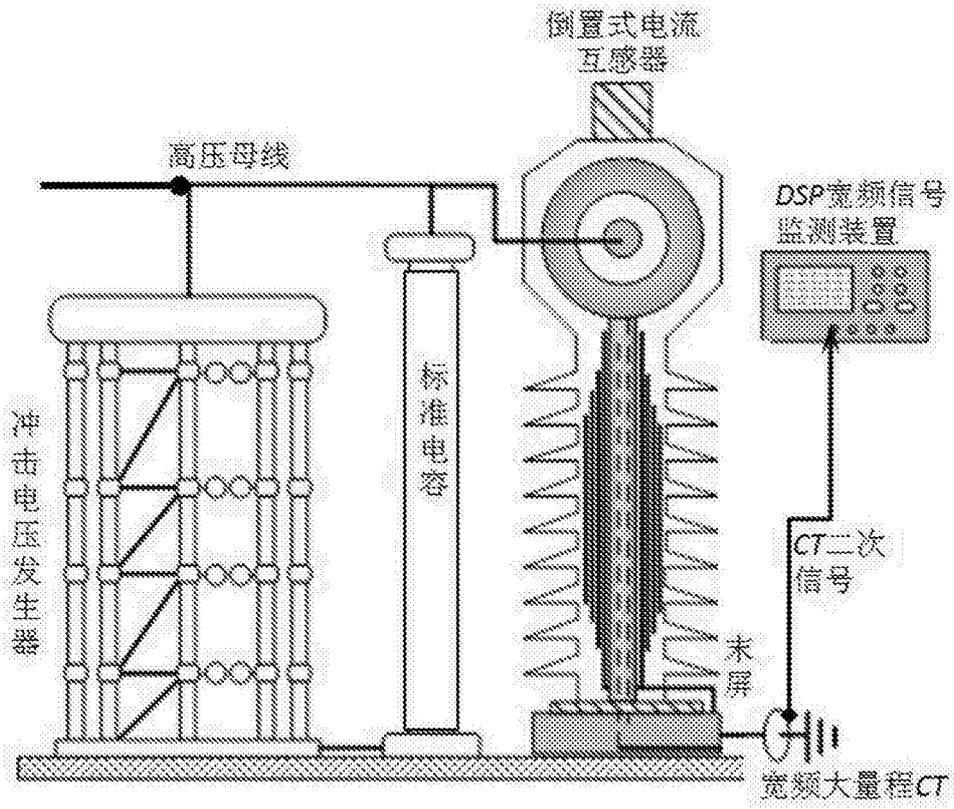


图3

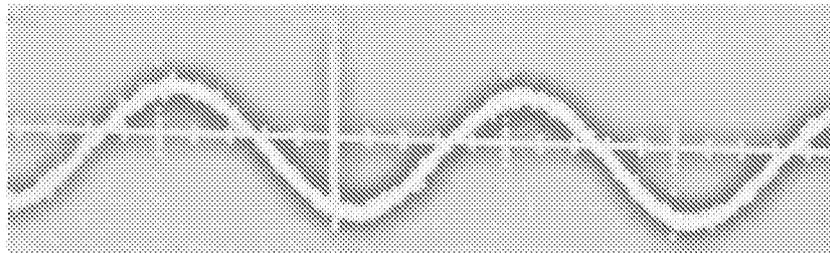


图4

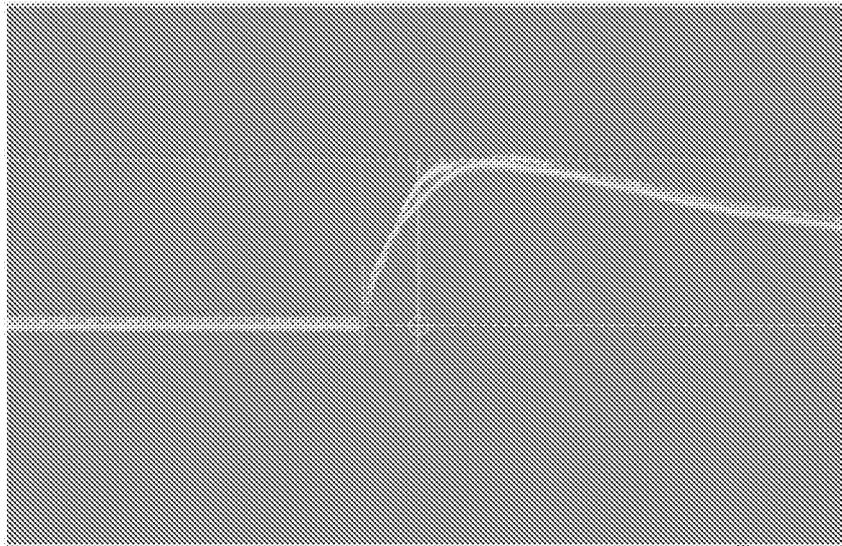


图5

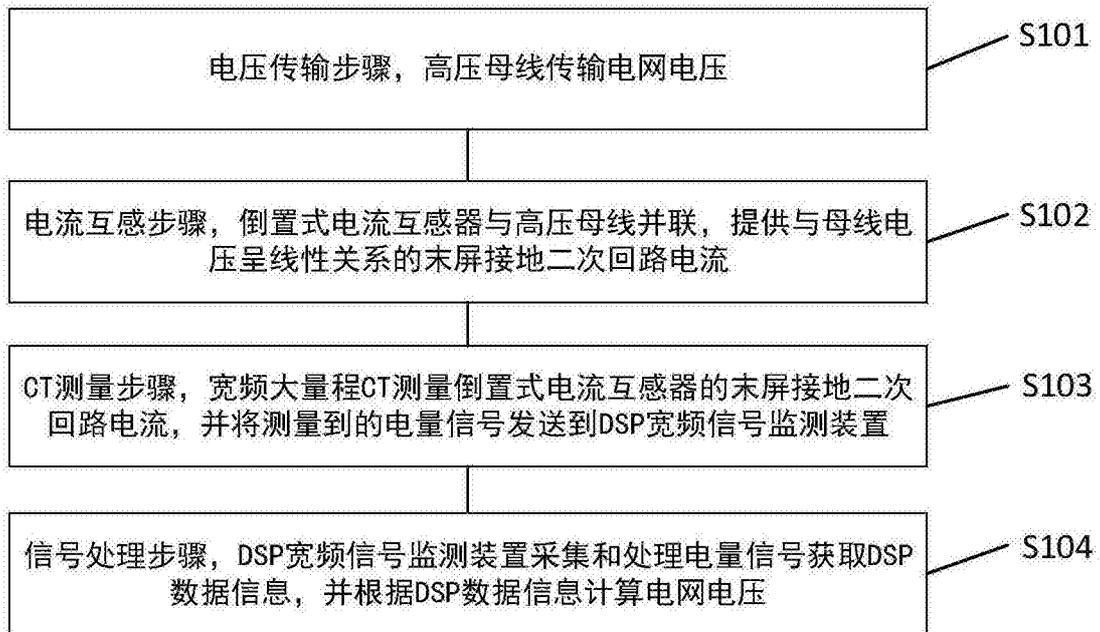


图6