



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109521387 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 02

(21) 申请号 201811496582.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2018.12.07

G01R 35/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109521387 A

审查员 丁莹

(43) 申请公布日 2019.03.26

(73) 专利权人 国网江苏省电力有限公司常州供电公司

地址 213000 江苏省常州市局前街27号

专利权人 国网江苏省电力有限公司
国家电网有限公司

(72) 发明人 许建明 马振国 徐懿 刘晓康
朱海宇 苏佳华 许霖 贾霖

(74) 专利代理机构 深圳市君之泉知识产权代理有限公司 44366

代理人 吕战竹

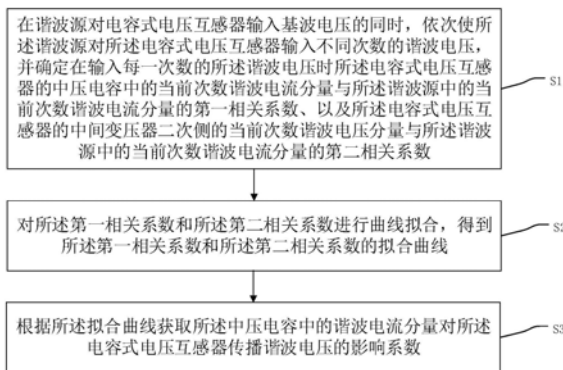
权利要求书4页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法及系统,该方法包括:在谐波源对电容式电压互感器输入基波电压的同时,依次使谐波源对电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并确定在输入每一次数的谐波电压时电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数、以及电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数;对第一相关系数和第二相关系数进行曲线拟合;根据拟合曲线获取中压电容中的谐波电流分量对电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数。本发明有利于提高电网运行的安全性和经济性。



1. 一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法,其特征在于,包括:

步骤S1:在谐波源对电容式电压互感器输入基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并确定在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数、以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数,其中,所述当前次数为当前所述谐波源对所述电容式电压互感器输入的谐波电压的次数;

步骤S2:对所述第一相关系数和所述第二相关系数进行曲线拟合,得到所述第一相关系数和所述第二相关系数的拟合曲线,即根据在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的相关关系以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的相关关系进行该两种相关关系之间的关系曲线拟合;

步骤S3:根据所述拟合曲线获取所述中压电容中的谐波电流分量对所述电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数;

其中,在所述步骤S1中,采用以下方式确定所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数:

步骤A1:在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 X_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, X_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

步骤A2:计算标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} ;

$$S_{Xh} = \sqrt{\frac{\sum(X_{ih}-\bar{X}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{XYh} = \frac{\sum_{i=1}^n(X_{ih}-\bar{X}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

其中, \bar{X}_h 为对样本数据 X_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

步骤A3:根据标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} 计算所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数 R_{XYh} :

$$R_{XYh} = \frac{S_{XYh}}{S_{Xh}S_{Yh}};$$

其中,在所述步骤S1中,采用以下方式确定所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数:

步骤B1:在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所

述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 Z_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, Z_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

步骤B2:计算标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} ;

$$S_{Zh} = \sqrt{\frac{\sum(Z_{ih}-\bar{Z}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{ZYh} = \frac{\sum_{i=1}^n(Z_{ih}-\bar{Z}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

其中, \bar{Z}_h 为对样本数据 Z_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

步骤B3:根据标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} 计算所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数 R_{ZYh} :

$$R_{ZYh} = \frac{S_{ZYh}}{S_{Zh}S_{Yh}}。$$

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述电容式电压互感器包括电容(C_1)、所述中压电容(C_2)、所述中间变压器(T)以及电抗(L_C);

其中,所述电容(C_1)的一端连接所述中压电容(C_2)的一端、所述电抗(L_C)的一端,所述中压电容(C_2)的另一端接地,所述电抗(L_C)的另一端连接所述中间变压器(T)的初级绕组的一端,所述中间变压器(T)的初级绕组的另一端接地,所述中间变压器(T)的次级绕组包括第一绕组和第二绕组,所述第二绕组与阻尼器并联。

3. 一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的系统,其特征在于,包括:

第一处理模块,用于在谐波源对电容式电压互感器输入基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并确定在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数、以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数,其中,所述当前次数为当前所述谐波源对所述电容式电压互感器输入的谐波电压的次数;

第二处理模块,用于对所述第一相关系数和所述第二相关系数进行曲线拟合,得到所述第一相关系数和所述第二相关系数的拟合曲线,即根据在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的相关关系以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的相关关系进行该两种相关关系之间的关系曲线拟合;

第三处理模块,用于根据所述拟合曲线获取所述中压电容中的谐波电流分量对所述电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数;

其中,所述第一处理模块包括:

第一样本数据获取单元,用于在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 X_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, X_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

第一计算单元,用于计算标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} ;

$$S_{Xh} = \sqrt{\frac{\sum(X_{ih}-\bar{X}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{XYh} = \frac{\sum_{i=1}^n(X_{ih}-\bar{X}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

其中, \bar{X}_h 为对样本数据 X_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

第二计算单元,用于根据标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} 计算所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数 R_{XYh} :

$$R_{XYh} = \frac{S_{XYh}}{S_{Xh}S_{Yh}};$$

其中,所述第一处理模块包括:

第二样本数据获取单元,用于在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 Z_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, Z_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

第三计算单元,用于计算标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} ;

$$S_{Zh} = \sqrt{\frac{\sum(Z_{ih}-\bar{Z}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$S_{ZYh} = \frac{\sum_{i=1}^n(Z_{ih}-\bar{Z}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

其中, \bar{Z}_h 为对样本数据 Z_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

第四计算单元,用于根据标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} 计算所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数 R_{ZYh} :

$$R_{ZYh} = \frac{S_{ZYh}}{S_{Zh}S_{Yh}}。$$

4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述电容式电压互感器包括电容(C₁)、所述中压电容(C₂)、所述中间变压器(T)以及电抗(L_C);

其中,所述电容(C₁)的一端连接所述中压电容(C₂)的一端、所述电抗(L_C)的一端,所述中压电容(C₂)的另一端接地,所述电抗(L_C)的另一端连接所述中间变压器(T)的初级绕组的一端,所述中间变压器(T)的初级绕组的另一端接地,所述中间变压器(T)的次级绕组包括第一绕组和第二绕组,所述第二绕组与阻尼器并联。

获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电容式电压互感器技术领域,特别是一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法及系统。

背景技术

[0002] 在110kV、220kV及更高的电压等级电网中,主要应用的电压互感器为电容式电压互感器(Capacitor Voltage Transformer,CVT),并且在110kV及以上电压等级电网应用电容式电压互感器的现场中,谐波测量结果基本均来源于电容式电压互感器,电容式电压互感器对谐波的传递实际已经发生了非线性的变化,电容式电压互感器二次侧谐波电压已经不能真实地反应高压侧谐波情况,在GB/T14549-1993中也明确规定不能应用电容式电压互感器测量电力系统谐波电压。

[0003] 电容式电压互感器谐波传递特性研究是使用电容式电压互感器进行谐波测量的关键问题,如何有效获取电容式电压互感器的谐波传递特性是目前需要解决的问题。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法及系统,可以获得在电容式电压互感器传递谐波的过程中其中中压电容中的谐波电流分量对电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数,有利于提高电网运行的安全性。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案提供了一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法,包括:

[0006] 步骤S1:在谐波源对电容式电压互感器输入基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并确定在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数、以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数,其中,所述当前次数为当前所述谐波源对所述电容式电压互感器输入的谐波电压的次数;

[0007] 步骤S2:对所述第一相关系数和所述第二相关系数进行曲线拟合,得到所述第一相关系数和所述第二相关系数的拟合曲线;

[0008] 步骤S3:根据所述拟合曲线获取所述中压电容中的谐波电流分量对所述电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数。

[0009] 进一步地,在所述步骤S1中,采用以下方式确定所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数:

[0010] 步骤A1:在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 X_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, X_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量, Y_{ih} 为所述谐

波源第*i*次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,*h*为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

[0011] 步骤A2:计算标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} ;

$$[0012] \quad S_{Xh} = \sqrt{\frac{\sum(X_{ih}-\bar{X}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0013] \quad S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0014] \quad S_{XYh} = \frac{\sum_{i=1}^n(X_{ih}-\bar{X}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

[0015] 其中, \bar{X}_h 为对样本数据 X_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0016] 步骤A3:根据标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} 计算所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数 R_{XYh} :

$$[0017] \quad R_{XYh} = \frac{S_{XYh}}{S_{Xh}S_{Yh}}。$$

[0018] 进一步地,在所述步骤S1中,采用以下方式确定所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数:

[0019] 步骤B1:在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入*n*次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 Z_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, Z_{ih} 为所述谐波源第*i*次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量, Y_{ih} 为所述谐波源第*i*次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,*h*为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

[0020] 步骤B2:计算标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} ;

$$[0021] \quad S_{Zh} = \sqrt{\frac{\sum(Z_{ih}-\bar{Z}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0022] \quad S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0023] \quad S_{ZYh} = \frac{\sum_{i=1}^n(Z_{ih}-\bar{Z}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

[0024] 其中, \bar{Z}_h 为对样本数据 Z_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0025] 步骤B3:根据标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} 计算所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数 R_{ZYh} :

$$[0026] \quad R_{ZYh} = \frac{S_{ZYh}}{S_{Zh}S_{Yh}}。$$

[0027] 进一步地,所述电容式电压互感器包括电容 C_1 、所述中压电容 C_2 、所述中间变压器T以及电抗 L_C ;

[0028] 其中,所述电容 C_1 的一端连接所述中压电容 C_2 的一端、所述电抗 L_C 的一端,所述中压电容 C_2 的另一端接地,所述电抗 L_C 的另一端连接所述中间变压器T的初级绕组的一端,所述中间变压器T的初级绕组的另一端接地,所述中间变压器T的次级绕组包括第一绕组和第二绕组,所述第二绕组与阻尼器并联。

[0029] 为实现上述目的,本发明的技术方案还提供了一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的系统,包括:

[0030] 第一处理模块,用于在谐波源对电容式电压互感器输入基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并确定在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数、以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数,其中,所述当前次数为当前所述谐波源对所述电容式电压互感器输入的谐波电压的次数;

[0031] 第二处理模块,用于对所述第一相关系数和所述第二相关系数进行曲线拟合,得到所述第一相关系数和所述第二相关系数的拟合曲线;

[0032] 第三处理模块,用于根据所述拟合曲线获取所述中压电容中的谐波电流分量对所述电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数。

[0033] 进一步地,所述第一处理模块包括:

[0034] 第一样本数据获取单元,用于在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入 n 次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 X_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, X_{ih} 为所述谐波源第 i 次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量, Y_{ih} 为所述谐波源第 i 次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量, h 为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

[0035] 第一计算单元,用于计算标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} ;

$$[0036] \quad S_{Xh} = \sqrt{\frac{\sum(X_{ih}-\bar{X}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0037] \quad S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0038] \quad S_{XYh} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ih}-\bar{X}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

[0039] 其中, \bar{X}_h 为对样本数据 X_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0040] 第二计算单元,用于根据标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} 计算所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分

量的第一相关系数 R_{XYh} :

$$[0041] \quad R_{XYh} = \frac{S_{XYh}}{S_{Xh}S_{Yh}}。$$

[0042] 进一步地,所述第一处理模块包括:

[0043] 第二样本数据获取单元,用于在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 Z_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, Z_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

[0044] 第三计算单元,用于计算标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} ;

$$[0045] \quad S_{Zh} = \sqrt{\frac{\sum(Z_{ih}-\bar{Z}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0046] \quad S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0047] \quad S_{ZYh} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_{ih}-\bar{Z}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

[0048] 其中, \bar{Z}_h 为对样本数据 Z_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0049] 第四计算单元,用于根据标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} 计算所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数 R_{ZYh} :

$$[0050] \quad R_{ZYh} = \frac{S_{ZYh}}{S_{Zh}S_{Yh}}。$$

[0051] 进一步地,所述电容式电压互感器包括电容 C_1 、所述中压电容 C_2 、所述中间变压器T以及电抗 L_c ;

[0052] 其中,所述电容 C_1 的一端连接所述中压电容 C_2 的一端、所述电抗 L_c 的一端,所述中压电容 C_2 的另一端接地,所述电抗 L_c 的另一端连接所述中间变压器T的初级绕组的一端,所述中间变压器T的初级绕组的另一端接地,所述中间变压器T的次级绕组包括第一绕组和第二绕组,所述第二绕组与阻尼器并联。

[0053] 本发明提供的获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法,通过对电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并分析在输入每一次数的谐波电压时电容式电压互感器的中压电容中的谐波电流分量与谐波源中的谐波电流分量的相关关系以及电容式电压互感器的中间变压器二次侧的谐波电压分量与谐波源中的谐波电流分量的相关关系,再根据上述两种相关关系确定电容式电压互感器的中压电容中的谐波电流分量对电容式电压互感器传播谐波电压的影响,能够为电力系统中电能质量准确监测和及时治理谐波问题提供更有价值的参考依据,为电网运行和检修等职能部门的管理决策提供有力的支持,有利于提高电网运行的安全性和经济性。

附图说明

[0054] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优点将更为清楚,在附图中:

[0055] 图1是本发明实施例提供的一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法的流程图;

[0056] 图2是本发明实施例提供的一种电容式电压互感器的示意图;

[0057] 图3是本发明实施例中建立的测量电路的示意图。

具体实施方式

[0058] 以下基于实施例对本发明进行描述,但是本发明并不仅仅限于这些实施例。在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分,为了避免混淆本发明的实质,公知的方法、过程、流程、元件并没有详细叙述。

[0059] 此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。

[0060] 除非上下文明确要求,否则整个说明书和权利要求书中的“包括”、“包含”等类似词语应当解释为包含的含义而不是排他或穷举的含义;也就是说,是“包括但不限于”的含义。

[0061] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0062] 图1是本发明实施例提供的一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法的流程图,该方法包括:

[0063] 步骤S1:在谐波源对电容式电压互感器输入基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并确定在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数、以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数,其中,所述当前次数为当前所述谐波源对所述电容式电压互感器输入的谐波电压的次数;

[0064] 步骤S2:对所述第一相关系数和所述第二相关系数进行曲线拟合,得到所述第一相关系数和所述第二相关系数的拟合曲线;

[0065] 即根据在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的相关关系以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的相关关系进行该两种相关关系之间的关系曲线拟合;

[0066] 步骤S3:根据所述拟合曲线获取所述中压电容中的谐波电流分量对所述电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数。

[0067] 本发明实施例提供的获取电容式电压互感器谐波传递特性的方法,通过对电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并分析在输入每一次数的谐波电压时电容式电压互感器的中压电容中的谐波电流分量与谐波源中的谐波电流分量的相关关系以及电容式电

压互感器的中间变压器二次侧的谐波电压分量与谐波源中的谐波电流分量的相关关系,再根据上述两种相关关系确定电容式电压互感器的中压电容中的谐波电流分量对电容式电压互感器传播谐波电压的影响,能够为电力系统中电能质量准确监测和及时治理谐波问题提供更有价值的参考依据,为电网运行和检修等职能部门的管理决策提供有力的支持,有利于提高电网运行的安全性和经济性。

[0068] 例如,在本发明实施例中,在所述步骤S1中,采用以下方式确定所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数:

[0069] 步骤A1:在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 X_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, X_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

[0070] 步骤A2:计算标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} ;

$$[0071] \quad S_{Xh} = \sqrt{\frac{\sum(X_{ih}-\bar{X}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0072] \quad S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0073] \quad S_{XYh} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ih}-\bar{X}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

[0074] 其中, \bar{X}_h 为对样本数据 X_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0075] 步骤A3:根据标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} 计算所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数 R_{XYh} :

$$[0076] \quad R_{XYh} = \frac{S_{XYh}}{S_{Xh}S_{Yh}}。$$

[0077] 例如,在本发明实施例中,在所述步骤S1中,采用以下方式确定所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数::

[0078] 步骤B1:在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 Z_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, Z_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

[0079] 步骤B2:计算标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} ;

$$[0080] \quad S_{Z_h} = \sqrt{\frac{\sum(Z_{ih} - \bar{Z}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0081] \quad S_{Y_h} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih} - \bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0082] \quad S_{ZY_h} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_{ih} - \bar{Z}_h)(Y_{ih} - \bar{Y}_h)}{n-1};$$

[0083] 其中, \bar{Z}_h 为对样本数据 Z_{ih} 求平均, \bar{Y}_h 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0084] 步骤B3: 根据标准差 S_{Z_h} 、标准差 S_{Y_h} 以及协方差 S_{ZY_h} 计算所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数 R_{ZY_h} :

$$[0085] \quad R_{ZY_h} = \frac{S_{ZY_h}}{S_{Z_h} S_{Y_h}}。$$

[0086] 例如, 对于图2所示的电容式电压互感器 (CVT), 该电容式电压互感器包括电容 C_1 、中压电容 C_2 、中间变压器T以及电抗 L_c ; 其中, 电容 C_1 的一端连接中压电容 C_2 的一端、电抗 L_c 的一端, 中压电容 C_2 的另一端接地, 电抗 L_c 的另一端连接中间变压器T的初级绕组的一端, 中间变压器T的初级绕组的另一端接地, 中间变压器T的次级绕组包括第一绕组 (u端与n端所在的绕组) 和第二绕组 (du端与dn端所在的绕组), 第二绕组与阻尼器 Z_D 并联, 测量其谐波传递特性的步骤如下:

[0087] 步骤S101: 如图3所示建立测量电路, 通过谐波源 (如采用10KV谐波扰动源) 1向电容式电压互感器2输出基波电压和谐波电压, 通过谐波测量分析仪3采集电容式电压互感器2的中压电容 C_2 中的谐波电流分量 I_2 , 通过电压记录仪4采集电容式电压互感器2的中间变压器T二次侧的谐波电压分量 (即u端与n端之间的电压);

[0088] 具体地, 首先调节谐波源1, 使谐波源1发出的基波电压 U_1 等于谐波源的额定电压 U_N , 然后调节谐波源1, 使谐波源1发出不同次数及不同含量的谐波电压, 例如, 可以使谐波源1依次发出2次谐波电压、3次谐波电压、……、50次谐波电压共49种不同次数的谐波电压 (即谐波源1先输出2次谐波电压, 之后停止输出2次谐波电压并开始输出3次谐波电压, 再停止输出3次谐波电压并开始输出4次谐波电压……), 其中, 对于每一次数的谐波电压, 可分别加载6种不同含量, 使谐波源1向电容式电压互感器2加载 49×6 次谐波电压, 其中, 每次加载谐波电压的持续时间可在10分钟左右, 以提高采集数据的稳定性;

[0089] 在通过谐波源1发出不同次数及不同含量的谐波电压时, 通过谐波测量分析仪3获取样本数据 X_{ih} , 通过电压记录仪4获取样本数据 Z_{ih} , 并统计谐波源1发出扰动信号的数据, 得到样本数据 Y_{ih} , 其中, X_{ih} 为谐波源第 i 次对电容式电压互感器输入 h 次数的谐波电压时中压电容 C_2 中的 h 次数谐波电流分量, Z_{ih} 为谐波源第 i 次对电容式电压互感器输入 h 次数的谐波电压时中间变压器T二次侧的 h 次数谐波电压分量, Y_{ih} 为谐波源第 i 次对电容式电压互感器输入 h 次数的谐波电压时谐波源中的 h 次数谐波电流分量, 其中, $i = 1, 2, \dots, 6, h = 2, \dots, 50$;

[0090] 步骤S102: 根据黑箱理论和相关系数拟合法, 计算标准差 S_{X_h} 、标准差 S_{Y_h} 、标准差 S_{Z_h} 、协方差 S_{XY_h} 及协方差 S_{ZY_h} , 再根据标准差 S_{X_h} 、标准差 S_{Y_h} 以及协方差 S_{XY_h} 计算第一相关系数

R_{XYh} (R_{XY2} 、 R_{XY3} 、...、 R_{XY50})，根据标准差 S_{zh} 、标准差 S_{yh} 以及协方差 S_{ZYh} 计算第二相关系数 R_{ZYh} (R_{ZY2} 、 R_{ZY3} 、...、 R_{ZY50})；

[0091] 步骤S103:利用matlab拟合得到 R_{ZYh} 与 R_{XYh} 之间的关系曲线,由于该两个相关系数的基数相同,因此可根据 R_{ZYh} 与 R_{XYh} 之间的关系曲线,获得关于CVT谐波传递过程中中压电容 C_2 中各次数的谐波电流分量对CVT各次数的谐波电压传递的影响系数。

[0092] 通过本发明实施例提供的测量电容式电压互感器谐波传递特性的方法,可以获得在电容式电压互感器传递谐波的过程中其中中压电容中的谐波电流分量对电容式电压互感器传播谐波电压的影响,有利于分析电容式电压互感器在谐波频率范围内的频率特性,揭示和量化电容式电压互感器对谐波的传递规律及畸变的程度,可为利用电容式电压互感器测量谐波电压提供理论依据,为电力系统中电能质量准确监测和及时治理谐波问题提供更有价值的参考依据,为电网运行和检修等职能部门的管理决策提供有力的支持,有利于提高电网运行的安全性和经济性。

[0093] 本发明实施例还提供了一种获取电容式电压互感器谐波传递特性的系统,包括:

[0094] 第一处理模块,用于在谐波源对电容式电压互感器输入基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入不同次数的谐波电压,并确定在输入每一次数的所述谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数、以及所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数,其中,所述当前次数为当前所述谐波源对所述电容式电压互感器输入的谐波电压的次数;

[0095] 第二处理模块,用于对所述第一相关系数和所述第二相关系数进行曲线拟合,得到所述第一相关系数和所述第二相关系数的拟合曲线;

[0096] 第三处理模块,用于根据所述拟合曲线获取所述中压电容中的谐波电流分量对所述电容式电压互感器传播谐波电压的影响系数。

[0097] 在一实施例中,所述第一处理模块包括:

[0098] 第一样本数据获取单元,用于在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时,依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入n次不同含量的当前次数的谐波电压,并获取样本数据 X_{ih} 以及 Y_{ih} ,其中, X_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量, Y_{ih} 为所述谐波源第i次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量,h为所述当前次数, $i=1,2,\dots,n$;

[0099] 第一计算单元,用于计算标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} ;

$$[0100] \quad S_{Xh} = \sqrt{\frac{\sum(X_{ih}-\bar{X}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0101] \quad S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\bar{Y}_h)^2}{n-1}};$$

$$[0102] \quad S_{XYh} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ih}-\bar{X}_h)(Y_{ih}-\bar{Y}_h)}{n-1};$$

[0103] 其中, $\overline{X_h}$ 为对样本数据 X_{ih} 求平均, $\overline{Y_h}$ 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0104] 第二计算单元, 用于根据标准差 S_{Xh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{XYh} 计算所述电容式电压互感器的中压电容中的当前次数谐波电流分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第一相关系数 R_{XYh} :

$$[0105] \quad R_{XYh} = \frac{S_{XYh}}{S_{Xh}S_{Yh}}。$$

[0106] 在一实施例中, 所述第一处理模块包括:

[0107] 第二样本数据获取单元, 用于在所述谐波源对所述电容式电压互感器输入所述基波电压的同时, 依次使所述谐波源对所述电容式电压互感器输入 n 次不同含量的当前次数的谐波电压, 并获取样本数据 Z_{ih} 以及 Y_{ih} , 其中, Z_{ih} 为所述谐波源第 i 次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量, Y_{ih} 为所述谐波源第 i 次对所述电容式电压互感器输入当前次数的谐波电压时所述谐波源中的当前次数谐波电流分量, h 为所述当前次数, $i=1, 2, \dots, n$;

[0108] 第三计算单元, 用于计算标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} ;

$$[0109] \quad S_{Zh} = \sqrt{\frac{\sum(Z_{ih}-\overline{Z_h})^2}{n-1}};$$

$$[0110] \quad S_{Yh} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{ih}-\overline{Y_h})^2}{n-1}};$$

$$[0111] \quad S_{ZYh} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_{ih}-\overline{Z_h})(Y_{ih}-\overline{Y_h})}{n-1};$$

[0112] 其中, $\overline{Z_h}$ 为对样本数据 Z_{ih} 求平均, $\overline{Y_h}$ 对样本数据 Y_{ih} 求平均;

[0113] 第四计算单元, 用于根据标准差 S_{Zh} 、标准差 S_{Yh} 以及协方差 S_{ZYh} 计算所述电容式电压互感器的中间变压器二次侧的当前次数谐波电压分量与所述谐波源中的当前次数谐波电流分量的第二相关系数 R_{ZYh} :

$$[0114] \quad R_{ZYh} = \frac{S_{ZYh}}{S_{Zh}S_{Yh}}。$$

[0115] 在一实施例中, 所述电容式电压互感器包括电容 C_1 、所述中压电容 C_2 、所述中间变压器 T 以及电抗 L_c ;

[0116] 其中, 所述电容 C_1 的一端连接所述中压电容 C_2 的一端、所述电抗 L_c 的一端, 所述中压电容 C_2 的另一端接地, 所述电抗 L_c 的另一端连接所述中间变压器 T 的初级绕组的一端, 所述中间变压器 T 的初级绕组的另一端接地, 所述中间变压器 T 的次级绕组包括第一绕组和第二绕组, 所述第二绕组与阻尼器并联。

[0117] 本领域的技术人员容易理解的是, 在不冲突的前提下, 上述各优选方案可以自由地组合、叠加。

[0118] 应当理解, 上述的实施方式仅是示例性的, 而非限制性的, 在不偏离本发明的基本原理的情况下, 本领域的技术人员可以针对上述细节做出的各种明显的或等同的修改或替换, 都将包含于本发明的权利要求范围内。

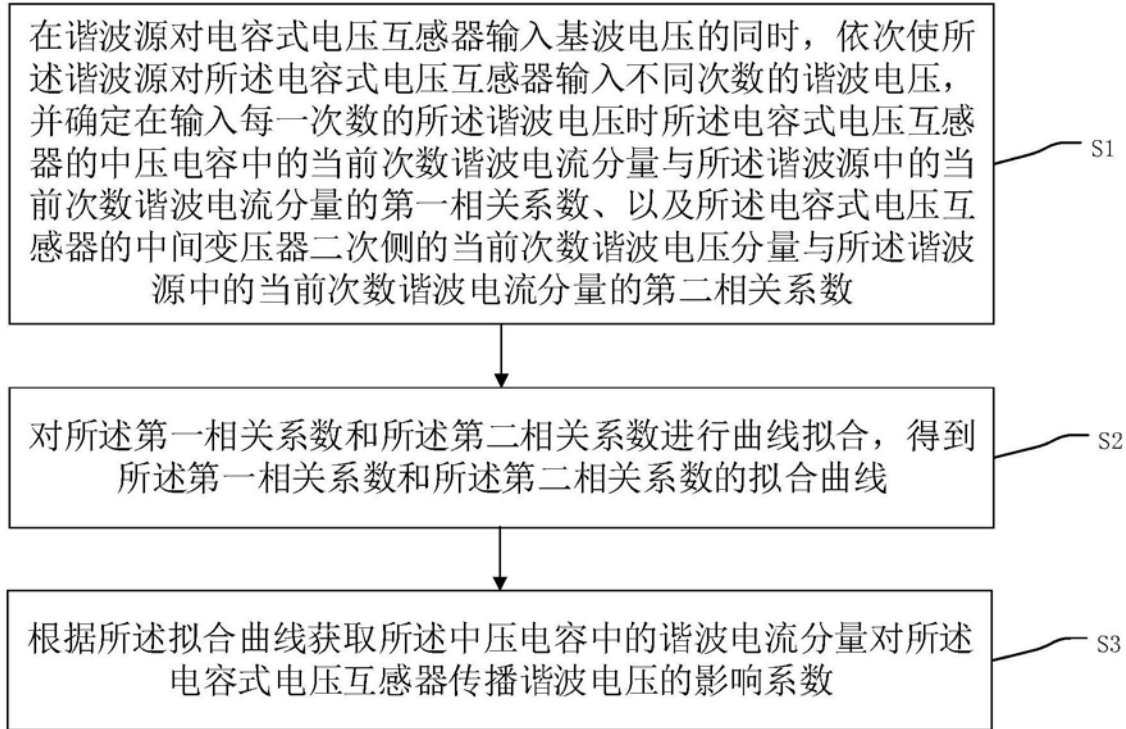


图1

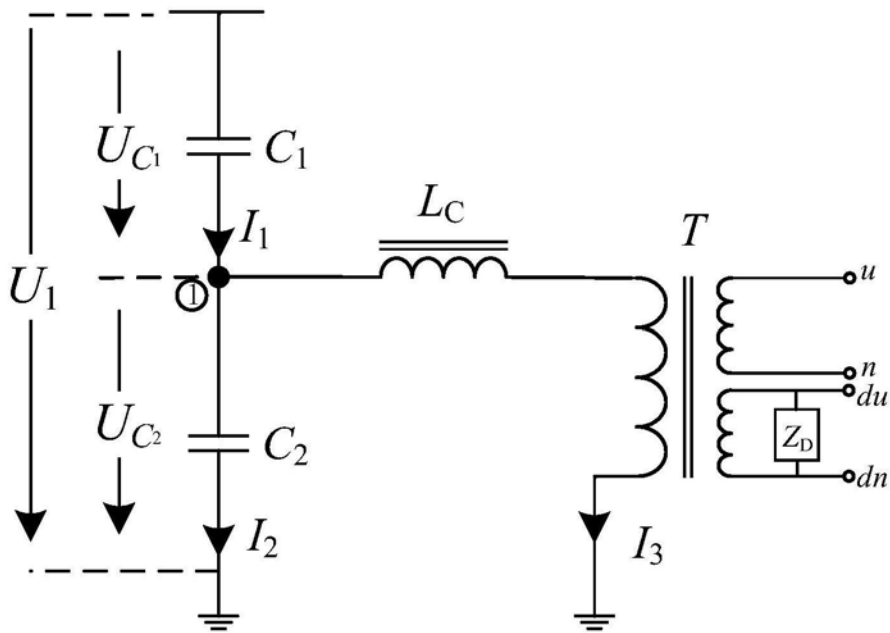


图2

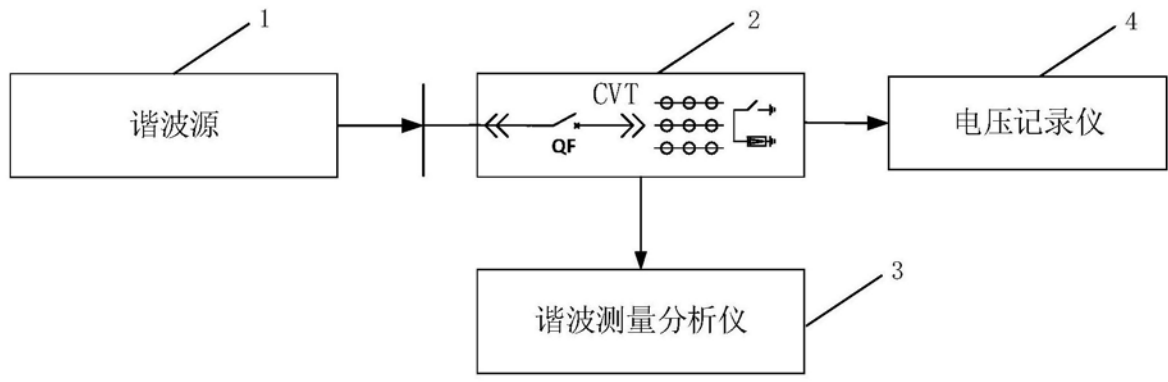


图3