



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108490310 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810235618.4

(22)申请日 2018.03.21

(71)申请人 国网河南省电力公司漯河供电公司

地址 462000 河南省漯河市郾城区黄河路西段

(72)发明人 姚艳霞 轩刚毅 刘海燕 韩源  
孙艳 孙洪涛 王建军 陈士平  
李晓芳 胡兆宏 李亮

(74)专利代理机构 郑州知己知识产权代理有限公司 41132

代理人 季发军

(51)Int. Cl.

G01R 31/08(2006.01)

G01R 31/02(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,通过计算同一母线下所有出线出口处的A、B、C三相相电流误差分量的相似性来完成故障选线,其中相电流误差分量相似性最小值所在的线路即为故障线路。本发明首先根据同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形分别计算每条出线出口处装置的A、B、C三相相电流的误差分量,之后分别计算每条出线出口处A、B、C三相相电流的误差分量和其他所有线路出口处A、B、C三相相电流的误差分量的相关值之和,之后得出所有计算结果的最小值,根据最小值所属的线路确定故障线路。



1. 用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,其特征在于:通过计算同一母线下所有出线出口处的A、B、C三相相电流误差分量的相似性来完成故障选线和选相,其中相电流误差分量相似性最小值所在的线路即为故障线路;

具体步骤为:

S1、同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形,并将该相电流录波波形作为接地故障选线和选相流程的输入波形;

S2、第m条出线出口处的测量装置提供的A、B、C三相电流录波波形可分别表示为:IA<sub>m</sub>(i)、IB<sub>m</sub>(i)和IC<sub>m</sub>(i),其中,i为波形宽度且其取值范围为0至(N-1),m取值范围为0至(M-1),N为输入波形的长度,M为同一母线下出线的条数;

S3、计算同一母线下的每条出线出口处的A、B、C三相相电流的误差分量;

S4、计算同一母线下的每条出线口处的A、B、C三相电流误差分量的相关值之和作为A、B、C三相电流误差分量相似性数值,分别表示为CorrA<sub>m</sub>、CorrB<sub>m</sub>和CorrC<sub>m</sub>;

S5、比较上述步骤得到的3M个值,选出其中的最小值,则该最小值所对应的的线路即为故障选线结果。

2. 根据权利要求1所述的用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,其特征在于:在步骤S3中,A、B、C三相电流误差分量计算模块,其计算过程为:

$$IA\_error_m(j) = IA_m(j+L) - IA_m(j);$$

$$IB\_error_m(j) = IB_m(j+L) - IB_m(j);$$

$$IC\_error_m(j) = IC_m(j+L) - IC_m(j);$$

其中,L为录波数据的工频周波采样点个数,该值跟测量装置的采样频率相关,一般的L取256或128,j为故障点前录波器且其取值范围为0至(N-L-1)。

3. 根据权利要求1所述的用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,其特征在于:在步骤S4中,A、B、C三相电流误差分量相似性数值CorrA<sub>m</sub>、CorrB<sub>m</sub>和CorrC<sub>m</sub>的计算过程为:

$$CorrA_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IA\_error_m(n) \times IA\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IA\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IA\_error_m^2(n)}} \right)$$

$$CorrB_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IB\_error_m(n) \times IB\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IB\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IB\_error_m^2(n)}} \right)$$

$$CorrC_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IC\_error_m(n) \times IC\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IC\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IC\_error_m^2(n)}} \right)$$

其中,n为母线出线条数且其取值范围为0至(M-1),该步骤计算结束后共能够得到3M个值,其中A、B、C三相分别能够得到M个值。

4. 根据权利要求1所述的用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,其特征在于:在步骤S1中,采用具备广域同步能力的故障指示器或智能终端同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形。

5. 根据权利要求1所述的用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,其特征在于:同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形的同步测量步骤的启动条件是母线零序电压超过规定值。

6. 根据权利要求1至5任一项所述的用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,其特征在于:接地故障包括金属性接地故障、弧光接地故障、经小电阻接地故障和经高阻接地故障。

## 用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于智能电网领域,尤其是涉及一种用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法。

### 背景技术

[0002] 随着经济技术的发展和人们生活水平的提高,电能已经成为了人们生产和生活中必不可少的二次能源.因此,电能供应的稳定和持续成为了电网运行的首要目标之一。同时,随着经济技术的发展,我国电网也已经进入了大互联时代,各类型区域电网已经互联成为了全国性质的人电网。但是,电网运行在运行中不可能完全无故障运行,因此对于电网运行中故障的快速辨识、定位和处理就成为了保障电网安全平稳运行的最重要手段之一。

[0003] 我国大多数配电网一般采用中性点不接地或经消弧线圈接地的小电流接地方式。小电流接地系统发生接地故障时,不形成短路回路,不会产生造成设备损坏的量值很大的短路电流,且三相线间电压依然为对称电压,不影响负载的正常工作,可以继续运行一段时间。这种方式虽然具有供电可靠性高的优点,但是在发生接地故障后,健全相对地的电压会升高,长期运行可能会损坏设备绝缘,而且断续性电弧接地时还会产生高达数倍额定电压的弧光过电压直接击穿设备绝缘,引发严重的相间故障。为减少过电压对设备的损害,当系统出现接地故障后,需要尽快确定故障点和故障相别,及时采取故障转移、故障隔离等有效措施,以避免故障进一步发展,同时有效缩小故障停电范围和时间。

[0004] 申请公布号为CN 106990330 A的发明专利申请公开了一种配电网接地故障相的辨识方法,包括实时获取系统运行参数;在同坐标系下计算A、B和C三相发生接地故障时零序电压随过渡电阻变化的轨迹曲线;接地故障时,检测故障零序电压矢量,在同坐标系中绘制故障零序电压矢量;根据故障零序电压矢量的终点的位置与A、B和C三相发生接地故障时零序电压随过渡电阻变化的轨迹曲线的相对位置判断接地故障的故障相。该发明方法能在故障发生前准确计算故障零序电压轨迹,可有效实现接地故障相辨识,适用于中性点经各种接地方式下的小电流接地系统,尤其能够有效解决不对称系统高阻接地故障辨识难题,克服了传统选相方法的局限性,具有良好的应用前景。然而,该发明对于接地过渡电阻大的配网的接地故障的判断准确性差。

[0005] 授权公告号为CN 104764978 B的发明专利公开了一种接地故障选相及过渡电阻测量方法,根据电网故障前后的中性点电压,预测接地故障电流的大小,通过比较接地电流与电网三相相电压的相位实现故障选相,根据接地故障电流和故障相电压的幅值计算过渡电阻。该发明提出的一种接地故障选相及过渡电阻测量方法,可预测接地故障电流值,并通过比较接地电流和各相电压的相位实现故障选相,由于各相电压相位差距较大,相对于传统根据相电压幅值特征的选相精度较高,故障相确定后即可测量过渡电阻,所述方法不受电网不对称和负荷变化的影响,提高了电网的运行安全性。然而,该发明对于对地电容电流很小的配网,存在接地故障的判断准确性差的问题。

[0006] 因此,需要设计一种新的用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法。

## 发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的是针对现有技术的不足,提供一种用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,对于对地电容电流很小的配网和接地过渡电阻大的配网的接地故障,都可以准确判定故障线路和故障相别,还可以有效提高故障处理效率,缩短故障停电时间。

[0008] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,通过计算同一母线下所有出线出口处的A、B、C三相相电流误差分量的相似性来完成故障选线和选相,其中相电流误差分量相似性最小值所在的线路即为故障线路;

具体步骤为:

S1、同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形,并将该相电流录波波形作为接地故障选线和选相流程的输入波形;

S2、第m条出线出口处的测量装置提供的A、B、C三相电流录波波形可分别表示为:  $IA_m(i)$ 、 $IB_m(i)$  和  $IC_m(i)$ , 其中,  $i$  为波形宽度且其取值范围为0至  $(N-1)$ ,  $m$  取值范围为0至  $(M-1)$ ,  $N$  为输入波形的长度,  $M$  为同一母线下出线的条数;

S3、计算同一母线下的每条出线出口处的A、B、C三相相电流的误差分量;

S4、计算同一母线下的每条出线口处的A、B、C三相电流误差分量的相关值之和作为A、B、C三相电流误差分量相似性数值,分别表示为  $CorrA_m$ 、 $CorrB_m$  和  $CorrC_m$ ;

S5、比较上述步骤得到的3M个值,选出其中的最小值,则该最小值所对应的的线路即为故障选线结果。

[0009] 进一步地,在步骤S3中,A、B、C三相电流误差分量计算模块,其计算过程为:

$$IA\_error_m(j) = IA_m(j+L) - IA_m(j);$$

$$IB\_error_m(j) = IB_m(j+L) - IB_m(j);$$

$$IC\_error_m(j) = IC_m(j+L) - IC_m(j);$$

其中,  $L$  为录波数据的工频周波采样点个数,该值跟测量装置的采样频率相关,一般的  $L$  取256或128,  $j$  为故障点前录波器且其取值范围为0至  $(N-L-1)$ 。

[0010] 进一步地,在步骤S4中,A、B、C三相电流误差分量相似性数值  $CorrA_m$ 、 $CorrB_m$  和  $CorrC_m$  的计算过程为:

$$CorrA_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IA\_error_m(n) \times IA\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IA\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IA\_error_m^2(n)}} \right)$$

$$CorrB_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IB\_error_m(n) \times IB\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IB\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IB\_error_m^2(n)}} \right)$$

$$\text{CorrC}_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IC\_error_m(n) \times IC\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IC\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IC\_error_m^2(n)}} \right)$$

其中,n为母线出线条数且其取值范围为0至(M-1),该步骤计算结束后共能够得到3M个值,其中A、B、C三相分别能够得到M个值。

[0011] 进一步地,在步骤S1中,采用具备广域同步能力的故障指示器或智能终端同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形。

[0012] 进一步地,同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形的同步测量步骤的启动条件是母线零序电压超过规定值。

[0013] 进一步地,接地故障包括金属性接地故障、弧光接地故障、经小电阻接地故障和经高阻接地故障。

[0014] 本发明的有益效果是:

本发明通过计算同一母线下所有出线出口处的A、B、C三相相电流误差分量的相似性来完成故障选线和选相,其中相电流误差分量相似性最小值所在的线路即为故障线路;首先根据同一母线下所有出线出口处的测量装置提供的相电流录波波形分别计算每条出线出口处装置的A、B、C三相相电流的误差分量,之后分别计算每条出线出口处装置的A、B、C三相相电流的误差分量和其他所有线路出口处装置的A、B、C三相相电流的误差分量的相关值之和,这里的相关值计算即为波形相似性的计算方法,之后得出所有计算结果的最小值,根据最小值所属的线路和相别确定故障线路和故障相别。

[0015] 另外,在步骤S1中,采用具备广域同步能力的故障指示器或智能终端同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形,能在配电网发生接地故障发生时同步录取相电流录波波形,这些录波波形是精确同步采样的。

[0016] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明的实施流程示意图;

图2为配网一次系统图;

图3为零序电流大小和方向关系图;

图4为1#线接地时对应相零序电流波形图;

图5为2#线接地时对应相零序电流波形图;

图6为3#线接地时对应相零序电流波形图;

图7为4#线接地时对应相零序电流波形图。

## 具体实施方式

[0018] 下面详细描述本发明的实施方式,所述实施方式的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参

考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0019] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解,当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时,它可以直接连接或耦接到其他元件,或者也可以存在中间元件。此外,这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或耦接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或多个相关联的列出项的任一单元和全部组合。

[0020] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。应该理解,为了使得技术方案更加明确,这里使用的“前、后、左、右、上、下”等表示方位的用语均为相对于图1的方位名词,不因视图的转换变换方位表述方式。

[0021] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例的附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 请参阅附图1,用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,通过计算同一母线下所有出线出口处的A、B、C三相相电流误差分量的相似性来完成故障选线和选相,其中相电流误差分量相似性最小值所在的线路即为故障线路;

具体步骤为:

S1、同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形,并将该相电流录波波形作为接地故障选线和选相流程的输入波形;

S2、第m条出线出口处的测量装置提供的A、B、C三相电流录波波形可分别表示为: $I_{A_m}(i)$ 、 $I_{B_m}(i)$ 和 $I_{C_m}(i)$ ,其中,i为波形宽度且其取值范围为0至(N-1),m取值范围为0至(M-1),N为输入波形的长度,M为同一母线下出线的条数;

S3、计算同一母线下的每条出线出口处的A、B、C三相相电流的误差分量;

S4、计算同一母线下的每条出线口处的A、B、C三相电流误差分量的相关值之和作为A、B、C三相电流误差分量相似性数值,分别表示为 $CorrA_m$ 、 $CorrB_m$ 和 $CorrC_m$ ;

S5、比较上述步骤得到的3M个值,选出其中的最小值,则该最小值所对应的的线路即为故障选线结果。

[0023] 具体地,在步骤S3中,A、B、C三相电流误差分量计算模块,其计算过程为:

$$IA\_error_m(j) = IA_m(j+L) - IA_m(j);$$

$$IB\_error_m(j) = IB_m(j+L) - IB_m(j);$$

$$IC\_error_m(j) = IC_m(j+L) - IC_m(j);$$

其中,L为录波数据的工频周波采样点个数,该值跟测量装置的采样频率相关,一般的L取256或128,j为故障点前录波器且其取值范围为0至(N-L-1)。

[0024] 具体地,在步骤S4中,A、B、C三相电流误差分量相似性数值 $CorrA_m$ 、 $CorrB_m$ 和 $CorrC_m$

的计算过程为:

$$\text{CorrA}_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IA\_error_m(n) \times IA\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IA\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IA\_error_m^2(n)}} \right)$$

$$\text{CorrB}_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IB\_error_m(n) \times IB\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IB\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IB\_error_m^2(n)}} \right)$$

$$\text{CorrC}_m = \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq m}}^{M-1} \left( \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (IC\_error_m(n) \times IC\_error_m(n))}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IC\_error_m^2(n)} \times \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} IC\_error_m^2(n)}} \right)$$

其中,n为母线出线条数且其取值范围为0至(M-1),该步骤计算结束后共能够得到3M个值,其中A、B、C三相分别能够得到M个值。

[0025] 具体地,在步骤S1中,采用具备广域同步能力的故障指示器或智能终端同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形。

[0026] 具体地,同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形的同步测量步骤的启动条件是母线零序电压超过规定值。

[0027] 具体地,接地故障包括金属性接地故障、弧光接地故障、经小电阻接地故障和经高阻接地故障。

[0028] 本具体实施例用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法,通过计算同一母线下所有出线出口处的A、B、C三相相电流误差分量的相似性来完成故障选线和选相,其中相电流误差分量相似性最小值所在的线路即为故障线路;首先根据同一母线下所有出线出口处的测量装置提供的相电流录波波形分别计算每条出线出口处装置的A、B、C三相相电流的误差分量,之后分别计算每条出线出口处装置的A、B、C三相相电流的误差分量和其他所有线路出口处装置的A、B、C三相相电流的误差分量的相关值之和,这里的相关值计算即为波形相似性的计算方法,之后得出所有计算结果的最小值,根据最小值所属的线路和相别确定故障线路。

[0029] 另外,在步骤S1中,采用具备广域同步能力的故障指示器或智能终端同步测量同一母线下所有出线出口处的相电流录波波形,能在配电网发生接地故障发生时刻的相电流录波波形,这些录波波形是精确同步采样的。

[0030] 下面结合实例说明用于配电网小电流接地系统接地故障选线的方法:如图2所示为配网一次系统图,1、2、3、4为变电站4路出线,4为母线,5为母线经消弧线圈接地,1#—60#为线路上安装有测量装置,在测量装置附近安装有断路器,假设3号出线50#杆和51#杆之间发生A相接地,母线出口线路的波形如图4,故障线路波形和非故障线路波形相反,相似性结果为-1;如图4-图7所示,非故障线路和非故障线路具有相似性,相似性结果为1,进行大数据分析,把线路相似性结果进行叠加,使其结果更清晰,结果最小值为故障线路。



[0031] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,本领域普通技术人员对本发明的技术方案所做的其他修改或者等同替换,只要不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

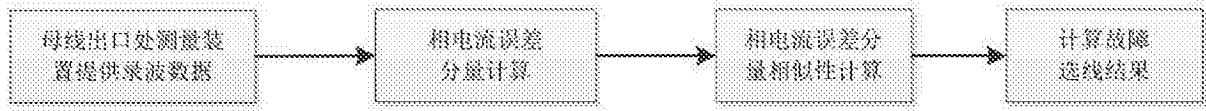


图1

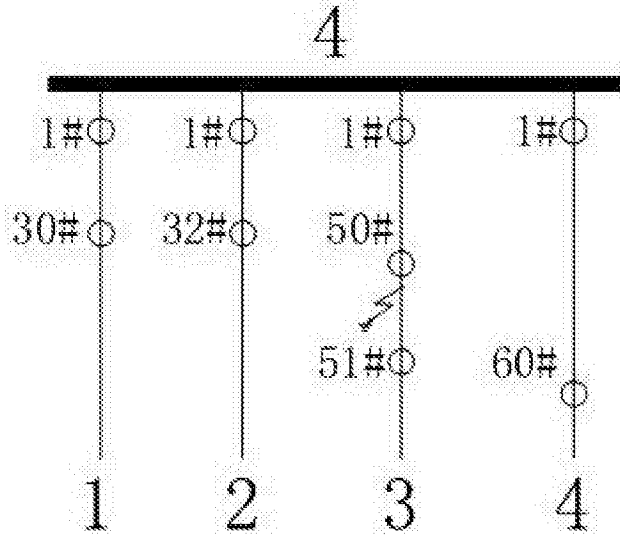


图2

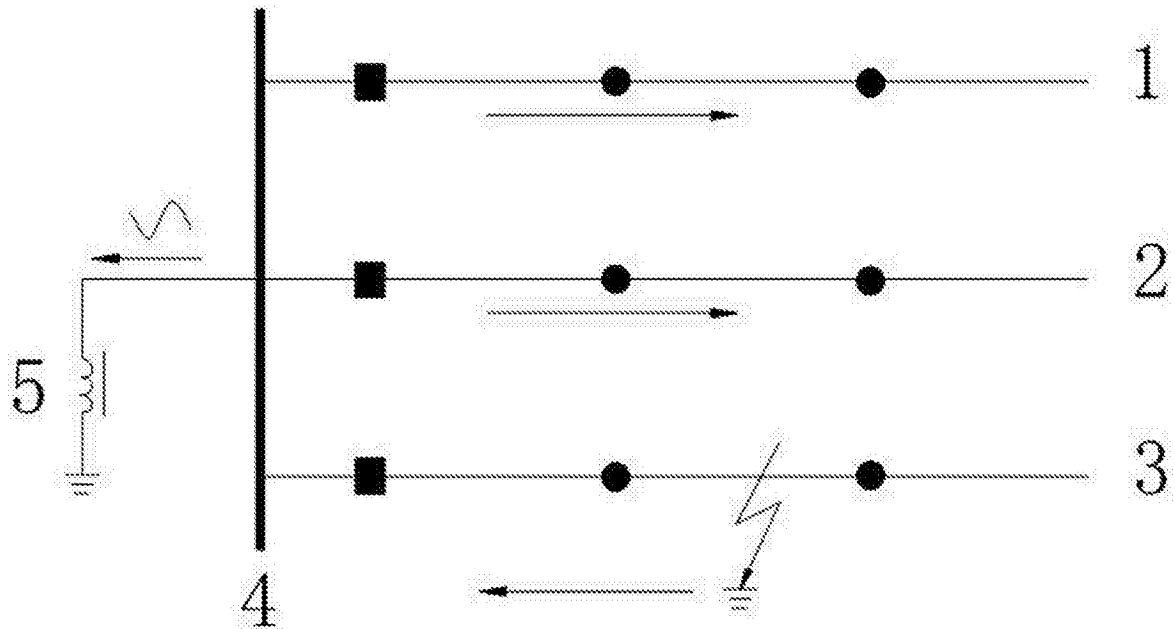


图3

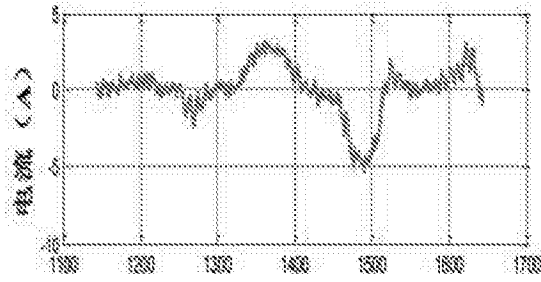


图4

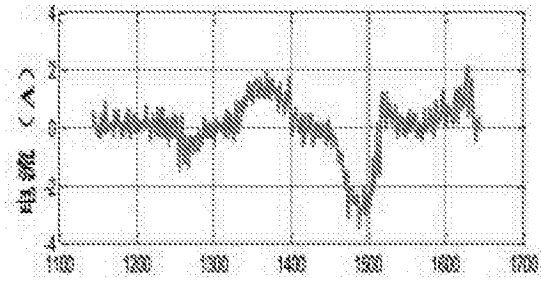


图5

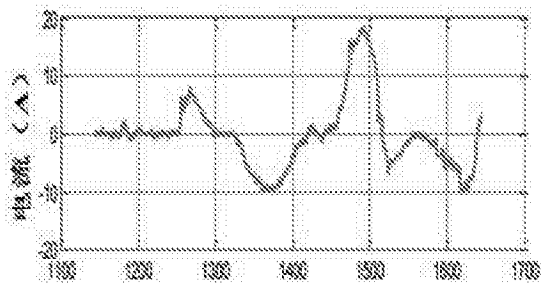


图6

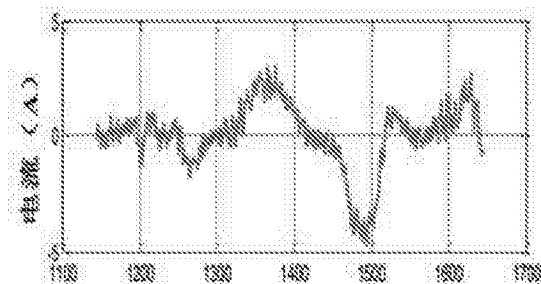


图7