

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 8 月 10 日 (10.08.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/133189 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02H 7/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/090330
- (22) 国际申请日: 2016 年 7 月 18 日 (18.07.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610076856.6 2016 年 2 月 3 日 (03.02.2016) CN
- (71) 申请人: 中国电力科学研究院 (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 华中电网有限公司 (STATE GRID CENTRAL CHINA GRID COMPANY LTD.) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市武昌区徐东路 47 号, Hubei 430062 (CN)。
- (72) 发明人: 柳焕章 (LIU, Huanzhang); 中国湖北省武汉市洪山区徐东大街 47 号, Hubei 430062 (CN)。 周

泽昕 (ZHOU, Zexin); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 杜丁香 (DU, Dingxiang); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 郭雅蓉 (GUO, Yarong); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 李肖 (LI, Xiao); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 梁旭明 (LI-ANG, Xuming); 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 王德林 (WANG, Delin); 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 王兴国 (WANG, Xingguo); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。

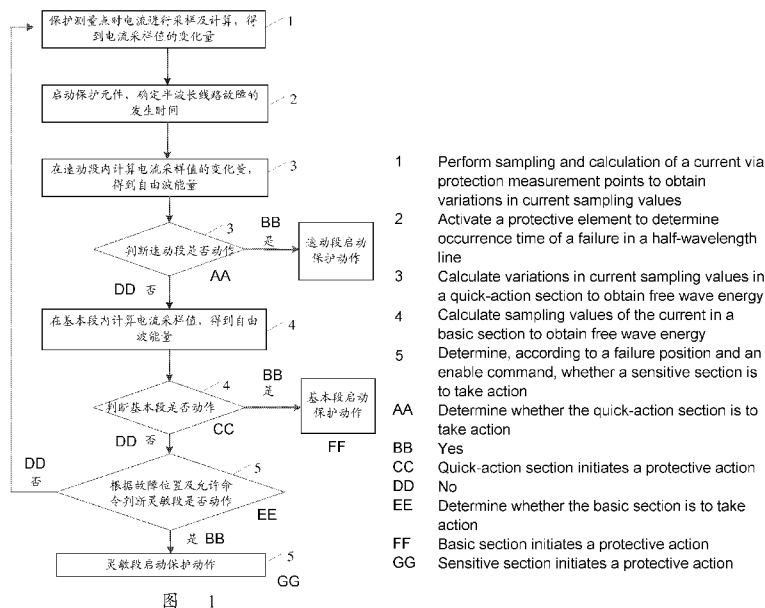
(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

[见续页]

(54) Title: METHOD OF FREE WAVE ENERGY PROTECTION FOR HALF-WAVELENGTH LINE BASED ON ONE-SIDED CURRENT

(54) 发明名称: 一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法



(57) Abstract: Disclosed is a method of free wave energy protection for a half-wavelength line based on a one-sided current. The method comprises: performing sampling and calculation on a current at protection measurement points to obtain variations in current sampling values (1); and activating a protective element to determine an occurrence time of a failure in a half-wavelength line (2). A free wave energy protection section comprises a quick-action section, a basic section and a sensitive section, wherein the quick-action section, the basic section and the sensitive section serve as action criteria for performing protection with respect to the free wave energy of the half-wavelength line. The method of free wave energy protection for a half-wavelength line of the present invention reduces the amount of sampling required and solves a problem in which conventional travelling wave protection is impacted by a capacitive voltage transformer. In addition, the method of the present invention has the advantages of high accuracy, efficiency and reliability, and achieves both reliability and sensitivity in protective actions for a half-wavelength line, thereby ensuring safe and reliable operation of the half-wavelength line.

(57) 摘要:

[见续页]



LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法, 通过保护测量点对电流进行采样及计算, 得到电流采样值的变化量(1); 启动保护元件, 确定半波长线路故障的发生时间(2); 自由波能量保护段包括速动段、基本段及灵敏段, 速动段、基本段及灵敏段作为动作判据对半波长线路自由波能量进行保护。该半波长线路自由波能量保护方法降低了采样的数量要求, 同时解决了常规行波保护受电容式电压互感器影响的问题; 具有准确、高效且可靠的优点, 并且兼顾了对半波长线路保护动作的可靠性和灵敏性, 保证了半波长线路的安全可靠运行。

一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法

技术领域

本发明涉及电力系统继电保护领域，具体涉及一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法。

5 背景技术

在全球能源互联网概念的框架体系下，半波输电作为一种交流远距离输电技术越来越受到关注。半波输电就是指输电线路长度为电磁波在半个周期内传输的距离（频率为 50 赫兹（Hz）时，对应长度为 3000 公里）。对于半波长输电线路，由于线路的长度远大于常规输电距离，因此，其电磁波的波动特征表现明显。从而导致对于半波长线路的正常运行和故障电气特征与常规中短距离输电线路不同。常规线路保护已无法适应半波长线路的特点和运行要求。为了实现对半波长线路的保护，需要结合其故障电气特征，探讨新的保护方案和方法。

自由波是半波长输电系统的故障暂态过程中的自由分量。在半波长线路区内、外发生故障时，自由波表现出截然不同的波形特征。本发明就是利用这一特征提出的一种新型半波长线路保护方法。现有的保护方案中，行波保护在直流输电线路保护中应用较为广泛。但是也存在一些弊端。如：所需采样率极高，往往到几百 K 赫兹；受电容式电压互感器影响；单端量行波保护不准确等。因此，需要寻找的基于自由波的保护方法要克服以上缺点。从而提升半波长输电线路的安全性。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供一种基于单侧电流的半波长线路自由

波能量保护方法，能够降低对装置硬件采样率的要求，同时解决常规行波保护受电容式电压互感器影响的问题；具有准确、高效且可靠的优点，进而保证了半波长线路的安全可靠的运行。

本发明实施例的技术方案如下：

5 第一方面，本发明实施例提供一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法，所述半波长线路上设有保护测量点及启动元件；所述自由波能量设有三个保护段，参见图 6，所述三个保护段分别为速动段（自由波能量保护 I 段，简称 I 段）、基本段（自由波能量保护 II 段，简称 II 段）及灵敏段（自由波能量保护 III 段，简称 III 段）；所述方法包括如下步骤：

10 步骤 1，所述保护测量点对电流进行采样及计算，得到电流采样值的变化量；

 步骤 2，启动元件发生动作，确定半波长线路故障的发生时间；

 步骤 3，在所述速动段（I 段）内计算所述电流采样值的变化量，得到自由波能量；判断所述速动段（I 段）是否动作；

15 若是，则所述速动段（I 段）保护动作；

 若否，则进入步骤 4；

 步骤 4，在所述基本段内计算所述电流采样值，得到自由波能量；判断所述基本段（II 段）是否动作；

 若是，则所述基本段（II 段）保护动作；

20 若否，则进入步骤 5；

 步骤，根据故障位置及允许命令判断所述灵敏段（III 段）是否动作；

 若是，则所述灵敏段（III 段）保护动作；

 若否，则返回步骤 1。

 在本发明的其他实施例中，所述步骤 1 包括：

25 步骤 1-1，所述保护测量点对故障发生前一周波的电流值及当前的电流

值分别进行采样, 得到各相电流的故障前采样值及当前采样值; 其中, 采样率为每一周波取 48 个采样点;

步骤 1-2, 根据电流的故障前采样值及当前采样值, 计算得到电流采样值的变化量。

5 优选的, 所述步骤 2 包括:

所述启动元件发生动作, 确定半波长线路故障的发生时间 t :

$$\begin{cases} \Delta f(t) = \Delta i_A^2(t) + \Delta i_B^2(t) + \Delta i_C^2(t) \\ |d\Delta f(t)| > f_{set} \end{cases} \quad (1)$$

式 (1) 中, f_{set} 为动作定值, 且 $f_{set} = 0.1KA^2$, $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 及 $\Delta i_C(t)$ 分别为 A、B、C 三相电流的突变量; $\Delta f(t)$ 为三相电流突变量平方和的变化量。

10 在本发明的其他实施例中, 所述步骤 3 包括:

步骤 3-1, 所述启动元件动作的第-2 到 22 个采样点, 逐点采用半波傅氏滤波窗口, 计算三相电流变化量 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零序及负序变化量相量;

并计算得到 $\Delta i_0 + \Delta i_{A2}$ 、 $\Delta i_0 + \Delta i_{B2}$ 、 $\Delta i_0 + \Delta i_{C2}$ 的值; 其中, $i_{A[0]}$ 、 $i_{B[0]}$ 及 $i_{C[0]}$

15 分别为 A、B、C 相电流的故障后向量值; Δi_{A2} 、 Δi_{B2} 及 Δi_{C2} 分别为 A、B、C 相的负序电流的变化量相量值;

步骤 3-2, 将 A、B、C 相零序及负序相量和还原为 A、B、C 相的零序及负序和的采样值 $\Delta i_{A02}(t)$ 、 $\Delta i_{B02}(t)$ 、 $\Delta i_{C02}(t)$;

步骤 3-3, 滤除采样值变化量中的零负序, 得到滤除零序及负序后的电

20 流变化量采样值 $i_A(t)$ 、 $i_B(t)$ 及 $i_C(t)$:

$$\begin{aligned} i_A(t) &= \Delta i_A(t) - \Delta i_{A02}(t) \\ i_B(t) &= \Delta i_B(t) - \Delta i_{B02}(t) \\ i_C(t) &= \Delta i_C(t) - \Delta i_{C02}(t) \end{aligned} \quad (2);$$

式(2)中, $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 及 $\Delta i_C(t)$ 分别为A、B、C相电流由于故障引起的t时刻的电流采样值变化量;

步骤3-4, 构造平方和函数 $f(t)$:

$$f(t) = i_A^2(t) + i_B^2(t) + i_C^2(t) \quad (3);$$

5 对平方和函数差分后取绝对值, 得到 $|df(t)|$;

对 $|df(t)|$ 进行积分, 得到自由波能量值;

步骤3-5, 判断所述自由波能量下式(4)是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 250 + 2.5 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 21\} \quad (4);$$

式(4)中, i 为采样点; I 为积分区间;

10 若式(4)不成立, 则进入步骤4;

若式(4)成立, 则进入3-6;

步骤3-6, 在第22个采样点后, 用全波傅立叶数据窗进行滤序; 同时将式(4)变换为下式(5), 并判断式(5)是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 150 + k \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 45\} \quad (5);$$

15 式(5)中, -2~45共48个采样点逐点按照0.05的步长降低 k 值, k 的初值为5;

若式(5)不成立, 则进入步骤4;

若式(5)成立, 则所述速动段(I段)保护动作。

在本发明的其他实施例中, 所述步骤4包括:

20 步骤4-1, 采用全波傅氏滤序窗口, 计算三相电流变化量 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零序及负序变化量相量; 并计算得到 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{B2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{C2}$ 的值; 其中, $\dot{i}_{A[0]}$ 、 $\dot{i}_{B[0]}$ 及 $\dot{i}_{C[0]}$ 分别为A、B、C

相电流的故障后向量值; $\Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_{B2}$ 及 $\Delta \dot{i}_{c2}$ 分别为 A、B、C 相的负序电流的变化量相量值;

步骤 4-2, 将 A、B、C 相零序及负序相量和还原为 A、B、C 相的零序及负序和的采样值 $\Delta i_{A02}(t)$ 、 $\Delta i_{B02}(t)$ 、 $\Delta i_{C02}(t)$;

5 步骤 4-3, 滤除采样值变化量中的零负序, 根据式 (2) 得到滤除零序及负序后的电流变化量采样值 $i_A(t)$ 、 $i_B(t)$ 及 $i_C(t)$;

步骤 4-4, 根据式 (3) 构造平方和函数 $f(t)$, 对平方和函数差分后取绝对值, 得到 $|df(t)|$; 对 $|df(t)|$ 进行积分, 得到自由波能量值;

步骤 4-5, 判断所述自由波能量下式 (6) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 30 + 0.3 \sum_{i \in J} |df(t)| + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad (6);$$

式 (6) 中, $I = \{4, \dots, 45\}$ $J = \{46, \dots, 57\}$

若式 (6) 不成立, 则进入步骤 4;

若式 (6) 成立, 则所述基本段 (II 段) 保护动作。

在本发明的其他实施例中, 所述步骤 5 包括:

15 根据故障位置及允许命令, 判断所述灵敏段 (III 段) 的判据公式 (7) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 8 + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{L, \dots, H\} \quad (7);$$

式 (7) 中, L 为积分区间下限, H 为积分区间上限;

20 若接收到所述允许命令且故障位置的估算结果大于 2000km 时, 则所述灵敏段保护动作, 且积分区间 I 取-2~45 采样点;

若接收到所述允许命令且故障位置估算结果位于 $\{(1500 - I), \dots, (1500 + I)\}$ $I \leq 500km$ 范围内时, 则所述灵敏段保护动作, 且积

分区间 I 取-2~45 采样点;

若接收到所述允许命令且故障位置估算结果位于 $\{\alpha, \dots, (1500 - I)\}$, $I \leq 500\text{km}$, $\alpha \leq 100\text{km}$ 范围内时, 则所述灵敏段保护动作,

且积分区间 I 为 $L \sim H$, 其中, $L = \frac{24}{1000 - a} I - \frac{12000}{1000 - a} - 2$, $H = 48 - L$;

- 5 当未接到所述允许命令或故障位置估算结果为 $\{0, \dots, \alpha\}$, $\alpha \leq 100\text{km}$ 范围内时, 闭锁保护, 返回步骤 1。

从上述的技术方案可以看出, 本发明提供了一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法, 该方法中, 先通过保护测量点对电流进行采样及计算, 得到电流采样值的变化量; 然后启动元件及将自由波能量保护
10 段包括的速动段、基本段及灵敏段作为动作判据, 从而对半波长线路进行保护, 换句话说, 利用故障后的自由波能量特征 (即自由波能量保护段) 对半波长线路进行保护。本发明实施例提出的基于自由波能量的半波长线路保护方法降低了采样的数量要求, 同时解决了受电容式电压互感器影响的问题; 其准确、高效且可靠, 兼顾了对半波长线路保护动作可靠性和灵敏性,
15 保证了半波长线路的安全可靠的运行。

与最接近的现有技术比, 本发明实施例提供的技术方案具有以下有益效果:

1) 本发明实施例所提供的技术方案中, 通过对区内外故障自由波波形特征的分析, 提出将自由波进行积分, 即通过比较故障后自由波能量大小,
20 区分区内外故障。以此为基础, 提出了自由波能量保护速动段、基本段及灵敏段的动作判据。

2) 本发明实施例所提供的技术方案, 各段的滤序算法、积分区间和作用时限均不相同, 从而兼顾了对半波长线路保护动作可靠性和灵敏性。

3) 本发明实施例所提供的技术方案, 通过保护测量点对电流进行采样

及计算，得到电流采样值的变化量，启动保护元件及将自由波能量保护段包括速动段、基本段及灵敏段；判断速动段、基本段及灵敏段是否启动保护动作。本发明实施例提出的基于自由波能量的半波长线路保护方法降低了采样的数量要求，同时解决了受电容式电压互感器影响的问题；具有准确、高效且可靠的优点，而且兼顾了对半波长线路保护动作可靠性和灵敏性，进而保证了半波长线路的安全可靠的运行。

4) 本发明实施例提供的技术方案，应用广泛，具有显著的社会效益和经济效益。

10 附图说明

图 1 是本发明的一种基于自由波能量的半波长线路保护方法的流程图；

图 2 是本发明的具体应用例中的半波长线路模拟仿真系统示意图；

图 3 是本发明的具体应用例中的自由波能量保护 I 段计算点示意图；

图 4 是本发明的具体应用例中的自由波能量保护 II 段计算点示意图；

15 图 5 是本发明的具体应用例中的自由波能量保护 III 段积分区间示意图；

图 6 是本发明的具体应用例中的自由波能量保护 I 段、II 段和 III 段共同构成的自由波能量保护逻辑图；

20 图 7 是本发明的具体应用例中的半波长线路出口 F1 点三相短路故障自由波示意图；

图 8 是本发明的具体应用例中的半波长线路反向出口 F8 点三相短路故障自由波示意图；

图 9 是本发明的具体应用例中的半波长线路反向出口 F8 点三相短路故障自由波示意图。

具体实施方式

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，都属于本发明保护的范

围。

如图 1 所示，本发明实施例提供一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法，半波长线路上设有保护测量点及启动元件；自由波能量设有积分区间的保护段，保护段包括速动段、基本段及灵敏段；其中，启动元件为程序的启动算法的组成内容；方法包括如下步骤：

步骤 1，保护测量点对电流进行采样及计算，得到电流采样值的变化量；

步骤 2，启动元件发生动作，确定半波长线路故障的发生时间；

步骤 3，在速动段内计算电流采样值的变化量，得到自由波能量；判断速动段是否动作；若是，则速动段保护动作；若否，则进入步骤 4；

步骤 4，在基本段内计算电流采样值，得到自由波能量；判断基本段是否动作；若是，则基本段保护动作；若否，则进入步骤 5；

步骤 5，根据故障位置及允许命令判断灵敏段是否动作；若是，则灵敏段保护动作；若否，则返回步骤 1。

在本发明的其他实施例中，步骤 1 包括：

步骤 1-1，保护测量点对故障发生前一周波的电流值及当前的电流值分别进行采样，得到各相电流的故障前采样值及当前采样值；其中，采样率为每一周波取 48 个采样点；

步骤 1-2，根据电流的故障前采样值及当前采样值，计算得到电流采样值的变化量。

在本发明的其他实施例中，步骤 2 包括：启动元件发生动作，根据式

(1) 确定半波长线路故障的发生时间 t :

$$\begin{cases} \Delta f(t) = \Delta i_A^2(t) + \Delta i_B^2(t) + \Delta i_C^2(t) \\ |d\Delta f(t)| > f_{set} \end{cases} \quad (1);$$

式(1)中, f_{set} 为动作定值, 且 $f_{set} = 0.1KA^2$, $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 及 $\Delta i_C(t)$ 分别为 A、B、C 三相电流的突变量; $\Delta f(t)$ 为三相电流突变量平方和的变化量。

5 在本发明的其他实施例中, 步骤 3 包括:

步骤 3-1, 启动元件动作的第-2 到 22 个采样点, 逐点采用半波傅氏滤波窗口, 计算三相电流变化量 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零序及负序变化量相量;

并计算得到 $\Delta \dot{I}_0 + \Delta \dot{I}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{I}_0 + \Delta \dot{I}_{B2}$ 、 $\Delta \dot{I}_0 + \Delta \dot{I}_{C2}$ 的值; 其中, $\dot{I}_{A[0]}$ 、 $\dot{I}_{B[0]}$ 及 $\dot{I}_{C[0]}$ 分别为 A、B、C 相电流的故障后向量值; $\Delta \dot{I}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{I}_{B2}$ 及 $\Delta \dot{I}_{C2}$ 分别为 A、B、
10 C 相的负序电流的变化量相量值;

步骤 3-2, 将 A、B、C 相零序及负序相量和还原为 A、B、C 相的零序及负序和的采样值 $\Delta i_{A02}(t)$ 、 $\Delta i_{B02}(t)$ 、 $\Delta i_{C02}(t)$;

步骤 3-3, 滤除采样值变化量中的零负序, 得到滤除零序及负序后的电流变化量采样值 $i_A(t)$ 、 $i_B(t)$ 及 $i_C(t)$:

$$\begin{aligned} i_A(t) &= \Delta i_A(t) - \Delta i_{A02}(t) \\ i_B(t) &= \Delta i_B(t) - \Delta i_{B02}(t) \\ i_C(t) &= \Delta i_C(t) - \Delta i_{C02}(t) \end{aligned} \quad (2);$$

式(2)中, $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 及 $\Delta i_C(t)$ 分别为 A、B、C 相电流由于故障引起的 t 时刻的电流采样值变化量;

步骤 3-4, 构造平方和函数 $f(t)$:

$$f(t) = i_A^2(t) + i_B^2(t) + i_C^2(t) \quad (3);$$

20 对平方和函数差分后取绝对值, 得到 $|df(t)|$; 对 $|df(t)|$ 进行积分, 得到

自由波能量值;

步骤 3-5, 判断自由波能量下式 (4) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 250 + 2.5 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 21\} \quad (4);$$

式 (4) 中, i 为采样点; I 为积分区间;

5 若式 (4) 不成立, 则进入步骤 4; 若式 (4) 成立, 则进入 3-6;

步骤 3-6, 在第 22 个采样点后, 用全波傅立叶数据窗进行滤序; 同时将式 (4) 变换为下式 (5), 并判断式 (5) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 150 + k \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 45\} \quad (5);$$

式 (5) 中, -2~45 共 48 个采样点逐点按照 0.05 的步长降低 k 值, k 的

10 初值为 5;

若式 (5) 不成立, 则进入步骤 4; 若式 (5) 成立, 则速动段保护动作。

在本发明的其他实施例中, 步骤 4 包括:

步骤 4-1, 采用全波傅氏滤序窗口, 计算三相电流变化量 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零序及负序变化量相量; 并计算得到

15 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{B2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{C2}$ 的值; 其中, $\dot{i}_{A[0]}$ 、 $\dot{i}_{B[0]}$ 及 $\dot{i}_{C[0]}$ 分别为 A、B、C 相电流的故障后向量值; $\Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_{B2}$ 及 $\Delta \dot{i}_{C2}$ 分别为 A、B、C 相的负序电流的变化量相量值;

步骤 4-2, 将 A、B、C 相零序及负序相量和还原为 A、B、C 相的零序及负序和的采样值 $\Delta i_{A02}(t)$ 、 $\Delta i_{B02}(t)$ 、 $\Delta i_{C02}(t)$;

20 步骤 4-3, 滤除采样值变化量中的零负序, 根据式 (2) 得到滤除零序及负序后的电流变化量采样值 $i_A(t)$ 、 $i_B(t)$ 及 $i_C(t)$;

步骤 4-4, 根据式 (3) 构造平方和函数 $f(t)$, 对平方和函数差分后取绝对值, 得到 $|df(t)|$; 对 $|df(t)|$ 进行积分, 得到自由波能量值;

步骤 4-5, 判断自由波能量下式 (6) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 30 + 0.3 \sum_{i \in J} |df(t)| + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad (6);$$

式 (6) 中, $I = \{4, \dots, 45\}$ $J = \{46, \dots, 57\}$

若式 (6) 不成立, 则进入步骤 4; 若式 (6) 成立, 则基本段保护动作。

5 其中, 步骤 5 包括:

根据故障位置及允许命令, 判断灵敏段的判据公式 (7) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 8 + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{L, \dots, H\} \quad (7);$$

式 (7) 中, L 为积分区间下限, H 为积分区间上限;

若接收到允许命令且故障位置的估算结果大于 2000km 时, 则灵敏段保护动作, 且积分区间 I 取-2~45 采样点;

若接收到允许命令且故障位置估算结果位于 $\{(1500 - I), \dots, (1500 + I)\}$ $I \leq 500km$ 范围内时, 则灵敏段保护动作, 且积分区间 I 取-2 至 45 采样点;

若接收到允许命令且故障位置估算结果位于 $\{\alpha, \dots, (1500 - I)\}$, $I \leq 500km$, $\alpha \leq 100km$ 范围内时, 则灵敏段保护动作, 且积

分区间 I 为 L~H, 其中, $L = \frac{24}{1000 - a} I - \frac{12000}{1000 - a} - 2$, $H = 48 - L$;

当未接到允许命令或故障位置估算结果为 $\{0, \dots, \alpha\}$, $\alpha \leq 100km$ 范围内时, 闭锁保护, 返回步骤 1。

本发明实施例提供一种基于自由波能量的半波长线路保护方法的具体应用例, 其中, 基于自由波能量的半波长线路保护方法在半波长线路模拟仿真系统中实现, 半波长线路模拟仿真系统如图 2 所示, 如下:

(1) 利用启动元件确定故障发生时刻:

$$\begin{cases} \Delta f(t) = \Delta i_A^2(t) + \Delta i_B^2(t) + \Delta i_C^2(t) \\ |d\Delta f(t)| > f_{set} \end{cases} \quad (1);$$

式中: $f_{set} = 0.1kA^2$, $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 为 A、B、C 三相电流的突变量。

启动元件的动作时间为保护元件感受到故障发生的时间。本发明实施例中, 采样率取为 48 点每周波为例进行说明。

(2) 自由波能量保护 I 段

自由波能量保护 I 段为快速段。采取半波傅立叶算法逐点滤序、逐点积分。滤序即滤除零序和负序成份, 积分即求能量。

① 滤序

启动元件动作的第-2 到 22 个点, 逐点采用半波傅氏滤序窗口, 计算三相电流变化量 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零、负序变化量相量和 $\Delta i_0 + \Delta i_{A2}$ 、 $\Delta i_0 + \Delta i_{B2}$ 、 $\Delta i_0 + \Delta i_{C2}$ 。将零、负序相量和还原为零负序和的采样值 $\Delta i_{A02}(t)$ 、 $\Delta i_{B02}(t)$ 、 $\Delta i_{C02}(t)$ 。然后, 利用下面的式 (2) 将采样值变化量中的零负序成份滤除掉。

$$\begin{aligned} i_A(t) &= \Delta i_A(t) - \Delta i_{A02}(t) \\ i_B(t) &= \Delta i_B(t) - \Delta i_{B02}(t) \\ i_C(t) &= \Delta i_C(t) - \Delta i_{C02}(t) \end{aligned} \quad (2);$$

② 积分

首先在式 (2) 的基础上构造平方和函数:

$$f(t) = i_A^2(t) + i_B^2(t) + i_C^2(t) \quad (3);$$

对平方和函数差分后取绝对值, 得到 $|df(t)|$ 。然后, 对 $|df(t)|$ 进行积分, 从而求取得到自由波的能量。再根据下面的式 (4) 和式 (5) 是否满足, 判断自由波能量保护 I 段的是否动作。

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 250 + 2.5 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 21\} \quad (4);$$

在第 22 个采样点后, 改用全波傅立叶数据窗进行滤序。同时, 降低定值。即 (4) 式变为下式:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 150 + k \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 45\} \quad (5);$$

5 式 (5) 中, -2~45 共 48 个逐点按照 0.05 的步长降低 k 值, k 的初值取 5。

以上计算中采样点的选取计算如图 3 所示。

(3) 自由波能量保护 II 段 (基础段)

① 滤序

10 本保护段在启动元件动作后, 采用全波傅氏滤序窗口, 计算 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零负序变化量相量和 $\Delta \dot{I}_0 + \Delta \dot{I}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{I}_0 + \Delta \dot{I}_{B2}$ 、 $\Delta \dot{I}_0 + \Delta \dot{I}_{C2}$ 。将零负序相量和还原为零负序采样值和 $\Delta \dot{I}_{A02}(t)$ 、 $\Delta \dot{I}_{B02}(t)$ 、 $\Delta \dot{I}_{C02}(t)$ 。然后, 利用式 (2) 完成对采样值变化量的滤序。

② 积分

15 自由波能量保护 I 段相同, 通过对滤序后的变化量采样值构造平方和函数 $f(t) = i_A^2(t) + i_B^2(t) + i_C^2(t)$, 对平方和函数差分后取绝对值, 得 $|df(t)|$ 。然后, 通过对 $|df(t)|$ 积分得到自由波能量。公式 (6) 为自由波能量保护 II 段低定值段判据表达式。

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 30 + 0.3 \sum_{i \in J} |df(t)| + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad (6);$$

20 上两式中: $I = \{4, \dots, 45\}$ $J = \{46, \dots, 57\}$

以上计算中采样点的选取计算如图 4 所示。

(4) 自由波能量保护III段

自由波能量保护 III 段依据测距结果和对侧允许命令, 改变积分区间。从而提高自由波能量保护 III 段的灵敏度。以保证在确定发生区内故障的情况下, 保护可以可靠动作。判据公式表达如下:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 8 + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{L, \dots, H\} \quad (7);$$

上式中, L 表示积分区间下限, H 表示积分区间上限。其取值依据如图 5 所示。

如图 5 所示, 当接收到允许命令且故障位置估算结果大于 2000km 时, 积分区间取 -2~45 点; 当故障位置估算结果位于 $\{(1500 - I), \dots, (1500 + I)\}$ $I \leq 500km$ 范围内时, 积分区间取 -2~45 点; 当故障位置估算结果位于 $\{\alpha, \dots, (1500 - I)\}$, $I \leq 500km$, $\alpha \leq 100km$ 范围内时, 积分区间为 L~H, 其中 $L = \frac{24}{1000 - a} I - \frac{12000}{1000 - a} - 2$, $H = 48 - L$ 。当故障位置估算结果为 $\{0, \dots, \alpha\}$, $\alpha \leq 100km$ 范围内时, 闭锁保护。

(4) 自由波能量保护

自由波能量保护 I 段、II 段和 III 段一起构成自由波能量保护。具体逻辑如图 6 所示。其中, 半波长线路出口 F1 点三相短路故障自由波、半波长线路反向出口 F8 点三相短路故障自由波及半波长线路正向区外 F9 点三相短路故障自由波分别如图 7、8 及 9 所示。

以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制, 尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明, 所属领域的普通技术人员依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换, 而这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换, 其均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

工业实用性

本发明实施例中，本发明实施例中，通过保护测量点对电流进行采样及计算，得到能有效区分区内、外故障的自由波能量的保护算法。该算法包括自由波能量保护速动段、基本段及灵敏段。如此，本发明实施例提供的技术方案降低了常规波过程算法的采样率，同时解决了常规基于波过程的算法受电容式电压互感器影响的问题；具有准确、高效且可靠的优点，同时兼顾了对半波长线路保护动作的可靠性和灵敏性，进而保证了半波长线路的安全可靠运行。

权利要求书

1、一种基于单侧电流的半波长线路自由波能量保护方法，其特征在于，所述半波长线路上设有保护测量点及启动元件；所述自由波能量设有三个保护段，所述保护段包括速动段、基本段及灵敏段；所述方法包
5 括如下步骤：

步骤 1，所述保护测量点对电流进行采样及计算，得到电流采样值的变化量；

步骤 2，启动元件发生动作，确定半波长线路故障的发生时间；

步骤 3，在所述速动段内计算所述电流采样值的变化量，得到自由波
10 能量；判断所述速动段是否动作；若是，则所述速动段保护动作；若否，则进入步骤 4；

步骤 4，在所述基本段内计算所述电流采样值，得到自由波能量；判断所述基本段是否动作；若是，则所述基本段保护动作；若否，则进入
步骤 5；

15 步骤 5，根据故障位置及允许命令判断所述灵敏段是否动作；若是，则所述灵敏段保护动作；若否，则返回步骤 1。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述步骤 1 包括：

步骤 1-1，所述保护测量点对故障发生前一周波的电流值及当前的电
20 流值分别进行采样，得到各相电流的故障前采样值及当前采样值；其中，采样率为每一周波取 48 个采样点；

步骤 1-2，根据电流的故障前采样值及当前采样值，计算得到电流采样值的变化量。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述步骤 2 包括：

所述启动元件发生动作，确定半波长线路故障的发生时间 t ；

$$\begin{cases} \Delta f(t) = \Delta i_A^2(t) + \Delta i_B^2(t) + \Delta i_C^2(t) \\ |d\Delta f(t)| > f_{set} \end{cases} \quad (1);$$

式(1)中, f_{set} 为动作定值, 且 $f_{set} = 0.1KA^2$, $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 及 $\Delta i_C(t)$ 分别为 A、B、C 三相电流的突变量; $\Delta f(t)$ 为三相电流突变量平方和的变化量。

5 4、如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 3 包括:

步骤 3-1, 所述启动元件动作的第-2 到 22 个采样点, 逐点采用半波傅氏滤序窗口, 计算三相电流变化量 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零序及负序变化量相量;

10 并计算得到 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{B2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{C2}$ 的值; 其中, $\dot{i}_{A[0]}$ 、 $\dot{i}_{B[0]}$ 及 $\dot{i}_{C[0]}$ 分别为 A、B、C 相电流的故障后向量值; $\Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_{B2}$ 及 $\Delta \dot{i}_{C2}$ 分别为 A、B、C 相的负序电流的变化量相量值;

步骤 3-2, 将 A、B、C 相零序及负序相量和还原为 A、B、C 相的零序及负序和的采样值 $\Delta i_{A02}(t)$ 、 $\Delta i_{B02}(t)$ 、 $\Delta i_{C02}(t)$;

15 步骤 3-3, 滤除采样值变化量中的零负序, 得到滤除零序及负序后的电流变化量采样值 $i_A(t)$ 、 $i_B(t)$ 及 $i_C(t)$:

$$\begin{aligned} i_A(t) &= \Delta i_A(t) - \Delta i_{A02}(t) \\ i_B(t) &= \Delta i_B(t) - \Delta i_{B02}(t) \\ i_C(t) &= \Delta i_C(t) - \Delta i_{C02}(t) \end{aligned} \quad (2);$$

式(2)中, $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 及 $\Delta i_C(t)$ 分别为 A、B、C 相电流由于故障引起的 t 时刻的电流采样值变化量;

步骤 3-4, 构造平方和函数 $f(t)$:

$$20 \quad f(t) = i_A^2(t) + i_B^2(t) + i_C^2(t) \quad (3);$$

对平方和函数差分后取绝对值, 得到 $|df(t)|$;

对 $|df(t)|$ 进行积分, 得到自由波能量值;

步骤 3-5, 判断所述自由波能量下式 (4) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 250 + 2.5 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 21\} \quad (4);$$

5 式 (4) 中, i 为采样点; I 为积分区间;

若式 (4) 不成立, 则进入步骤 4;

若式 (4) 成立, 则进入 3-6;

步骤 3-6, 在第 22 个采样点后, 用全波傅立叶数据窗进行滤序; 同时将式 (4) 变换为下式 (5), 并判断式 (5) 是否成立:

$$10 \quad \sum_{i \in I} |df(t)| > 150 + k \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{-2, \dots, 45\} \quad (5);$$

式 (5) 中, -2~45 共 48 个采样点逐点按照 0.05 的步长降低 k 值, k 的初值为 5;

若式 (5) 不成立, 则进入步骤 4;

若式 (5) 成立, 则所述速动段保护动作。

15 5、如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 4 包括:

步骤 4-1, 采用全波傅氏滤序窗口, 计算三相电流变化量 $\Delta i_A(t)$ 、 $\Delta i_B(t)$ 、 $\Delta i_C(t)$ 的零序及负序变化量相量; 并计算得到 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{B2}$ 、 $\Delta \dot{i}_0 + \Delta \dot{i}_{C2}$ 的值; 其中, $\dot{i}_{A[0]}$ 、 $\dot{i}_{B[0]}$ 及 $\dot{i}_{C[0]}$ 分别为 A、B、C 相电流的故障后向量值; $\Delta \dot{i}_{A2}$ 、 $\Delta \dot{i}_{B2}$ 及 $\Delta \dot{i}_{C2}$ 分别为 A、B、C 相的负序电

20 流的变化量相量值;

步骤 4-2, 将 A、B、C 相零序及负序相量和还原为 A、B、C 相的零序及负序和的采样值 $\Delta i_{A02}(t)$ 、 $\Delta i_{B02}(t)$ 、 $\Delta i_{C02}(t)$;

步骤 4-3, 滤除采样值变化量中的零负序, 根据式 (2) 得到滤除零

序及负序后的电流变化量采样值 $i_A(t)$ 、 $i_B(t)$ 及 $i_C(t)$;

步骤 4-4, 根据式 (3) 构造平方和函数 $f(t)$, 对平方和函数差分后取绝对值, 得到 $|df(t)|$; 对 $|df(t)|$ 进行积分, 得到自由波能量值;

步骤 4-5, 判断所述自由波能量下式 (6) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 30 + 0.3 \sum_{i \in J} |df(t)| + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad (6);$$

式 (6) 中, $I = \{4, \dots, 45\}$ $J = \{46, \dots, 57\}$

若式 (6) 不成立, 则进入步骤 4;

若式 (6) 成立, 则所述基本段保护动作。

6、如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 所述步骤 5 包括:

10 根据故障位置及允许命令, 判断所述灵敏段的判据公式 (7) 是否成立:

$$\sum_{i \in I} |df(t)| > 8 + 2 \max_{i \in I} |df(t)| \quad I = \{L, \dots, H\} \quad (7);$$

式 (7) 中, L 为积分区间下限, H 为积分区间上限;

15 若接收到所述允许命令且故障位置的估算结果大于 2000km 时, 则所述灵敏段保护动作, 且积分区间 I 取 -2~45 采样点;

若接收到所述允许命令且故障位置估算结果位于 $\{(1500 - I), \dots, (1500 + I)\}$ $I \leq 500km$ 范围内时, 则所述灵敏段保护动作, 且积分区间 I 取 -2~45 采样点;

20 若接收到所述允许命令且故障位置估算结果位于 $\{\alpha, \dots, (1500 - I)\}$, $I \leq 500km$, $\alpha \leq 100km$ 范围内时, 则所述灵敏段保护动

作, 且积分区间 I 为 L~H, 其中, $L = \frac{24}{1000 - a} I - \frac{12000}{1000 - a} - 2$, $H = 48 - L$;

当未接到所述允许命令或故障位置估算结果为 $\{0, \dots, \alpha\}$, $\alpha \leq 100km$ 范

围内时，闭锁保护，返回步骤 1。

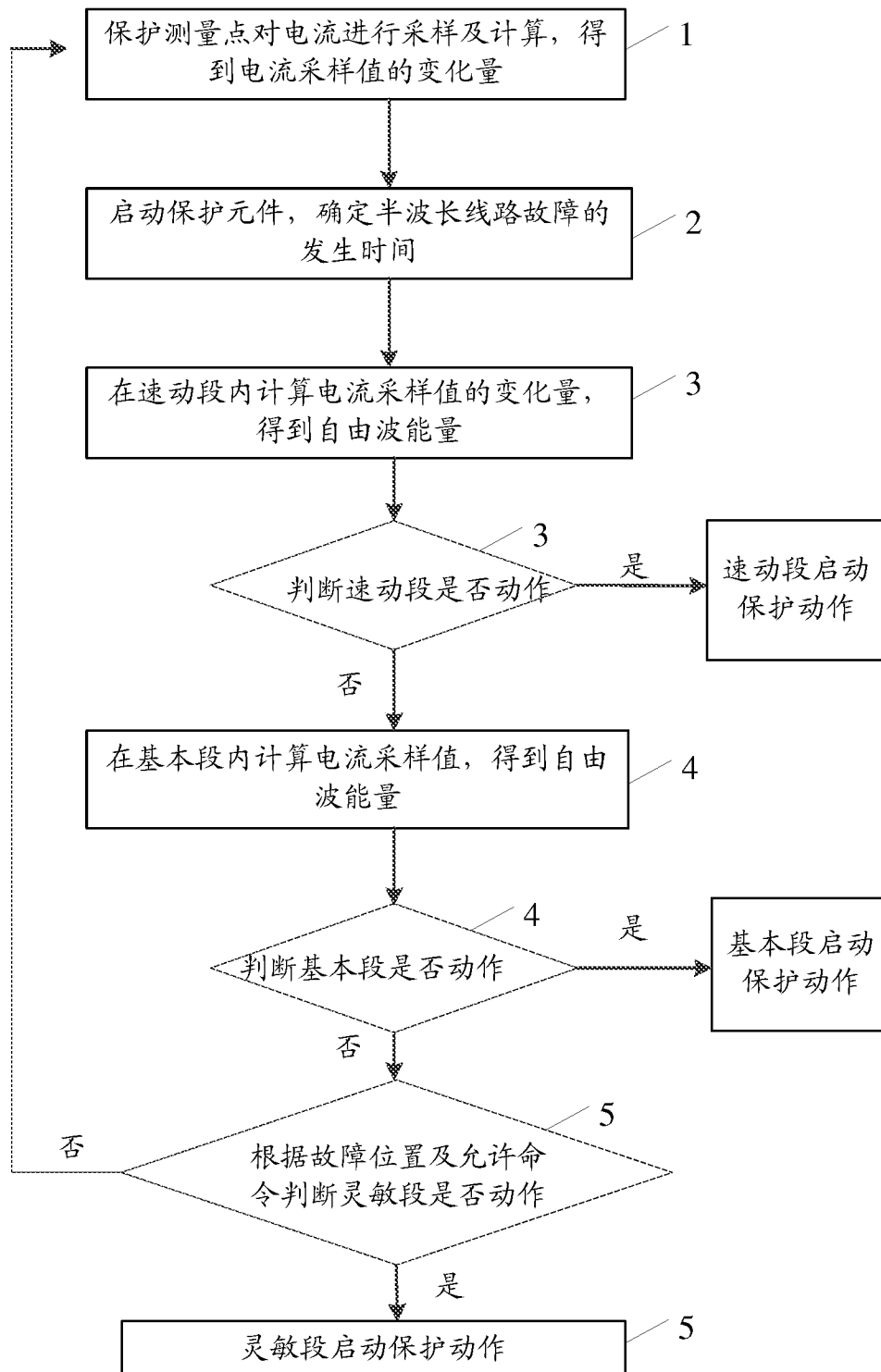


图 1

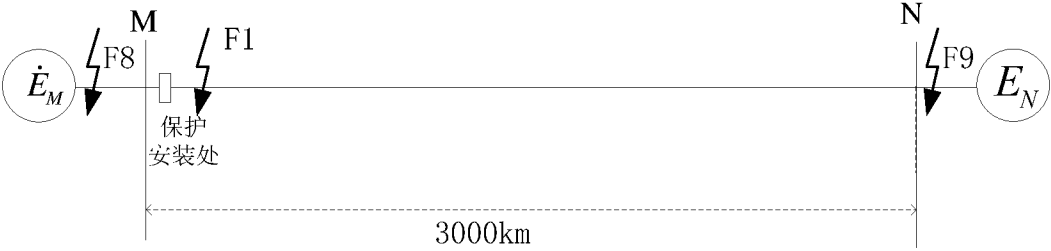


图 2

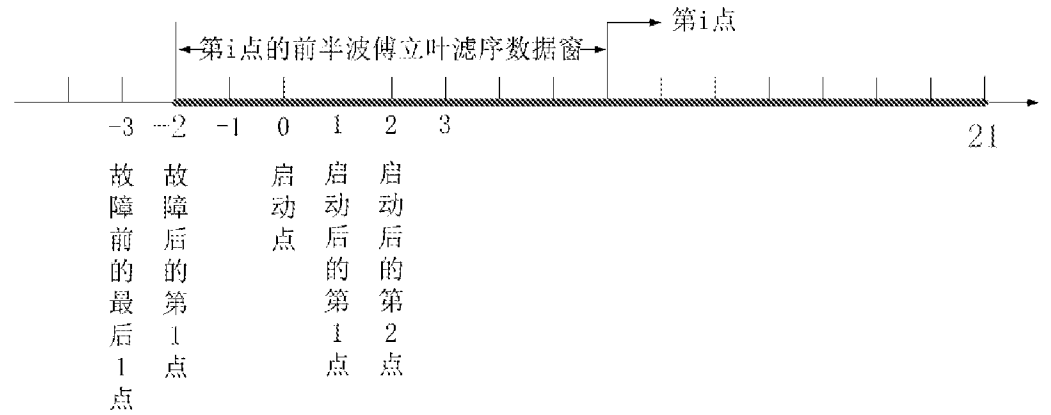


图 3

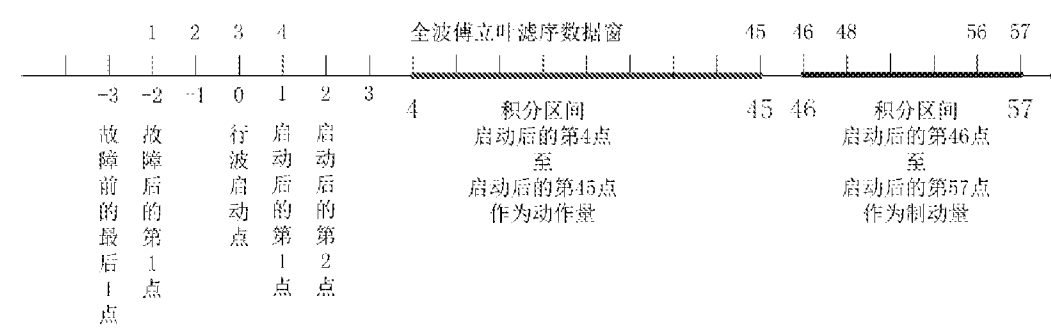


图 4

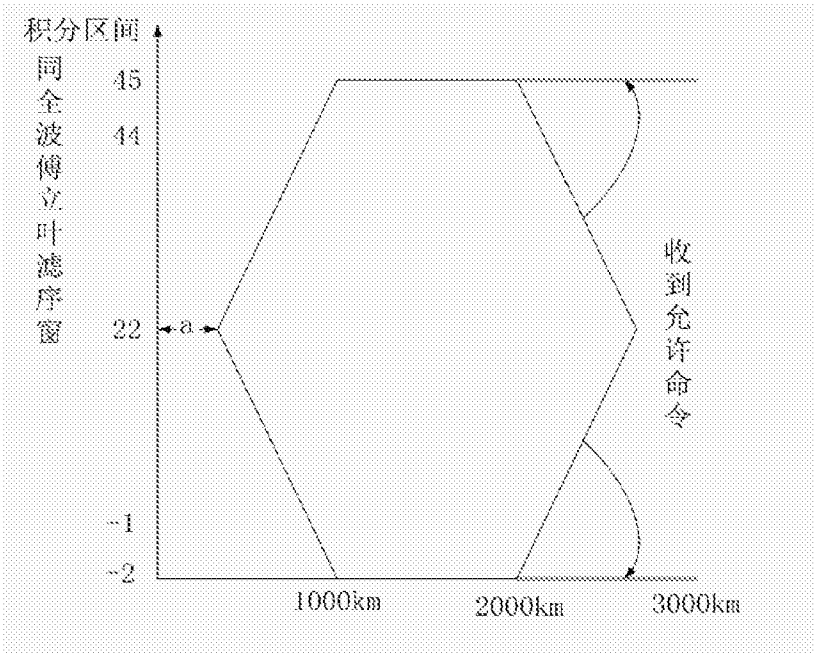


图 5

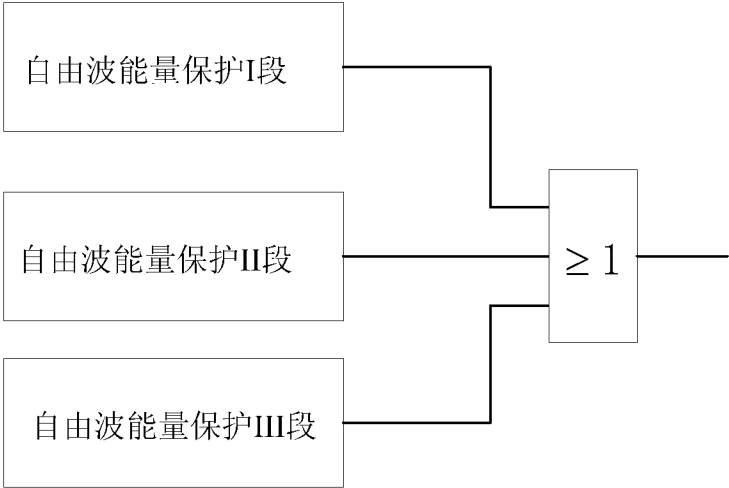


图 6

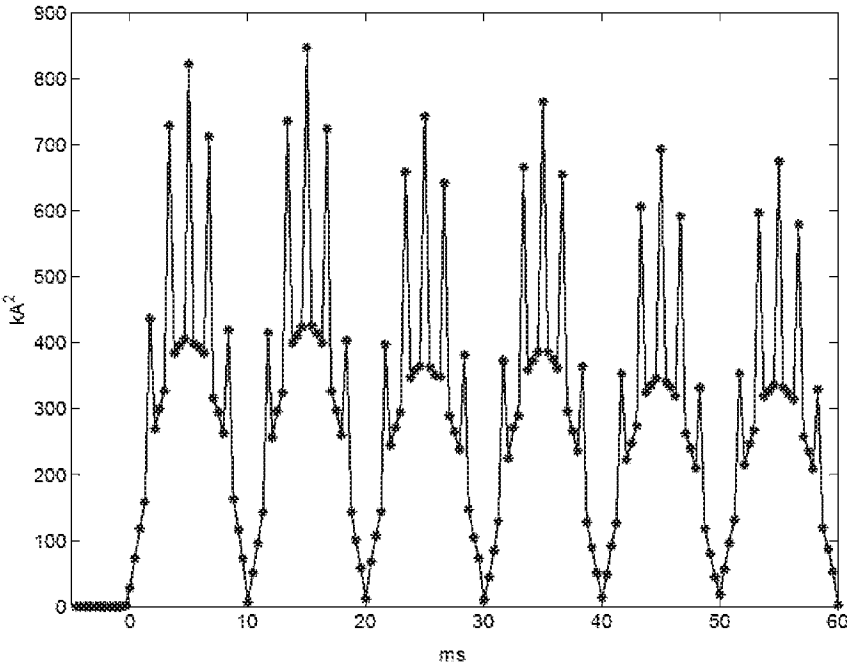


图 7

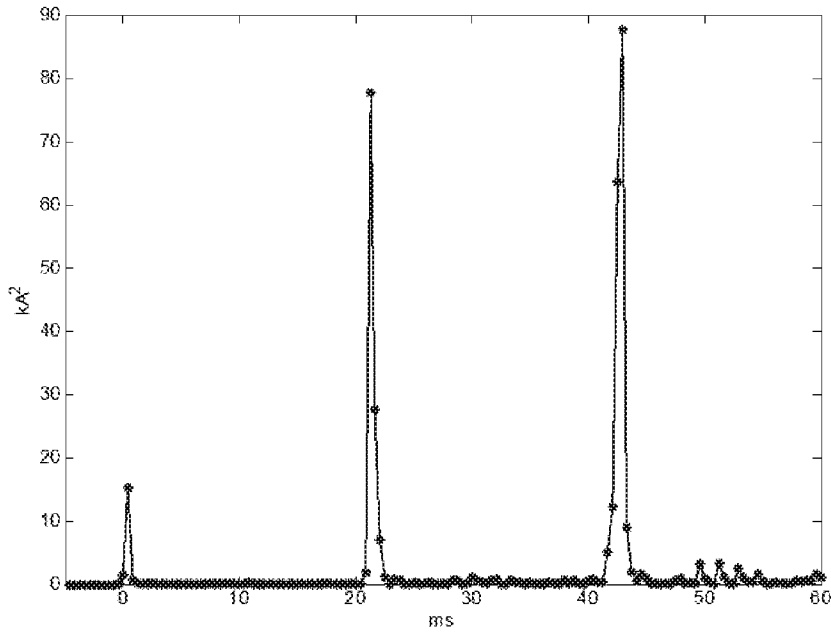


图 8

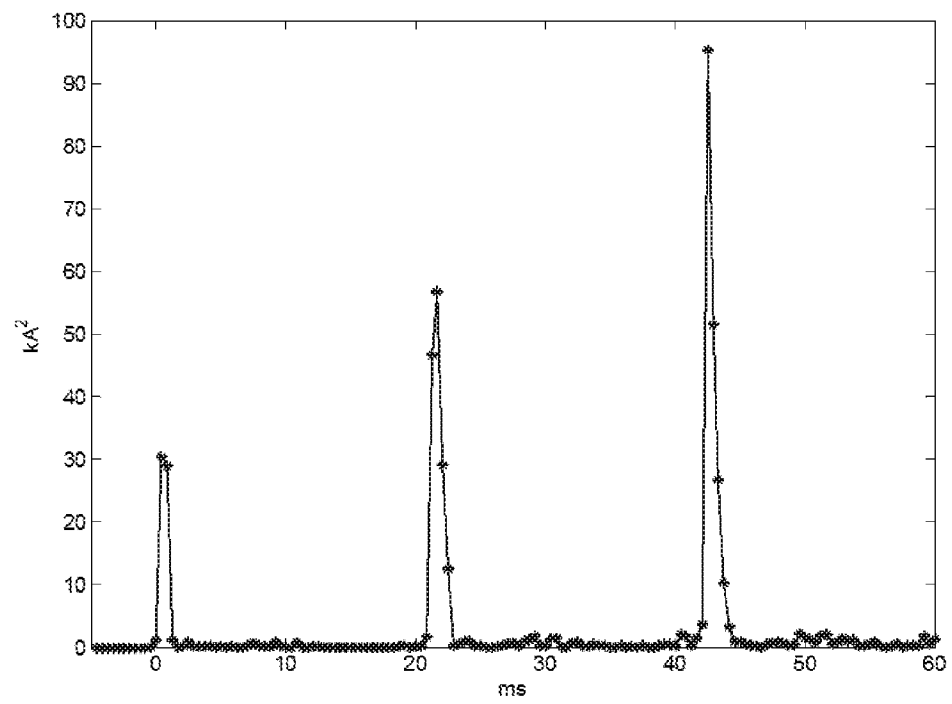


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/090330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 7/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02H, H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE: half-wave, half-wavelength, transmission, line, protect+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105552865 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE; STATE GRID CORPORATION OF CHINA; CENTRAL CHINA GRID COMPANY LIMITED), 04 May 2016 (04.05.2016), claims 1-6	1-6
A	CN 104578069 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA; SMART GRID RESEARCH INSTITUTE OF STATE GRID CORPORATION OF CHINA; STATE GRID GANSU ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE), 29 April 2015 (29.04.2015), the whole document	1-6
A	XIAO, Shiwu et al., "A Bergeron Model Based Current Differential Protection Principle for UHV Half-Wavelength AC Transmission Line", POWER SYSTEM TECHNOLOGY, vol. 35, no. 9, 30 September 2011 (30.09.2011), ISSN: 1000-3673, pages 46-49	1-6
A	LIU, Jianhui, "Study on Protection Principle or Half Wavelength AC Transmission Line Based on Distributed Parameters", CHINA MASTER'S THESES FULL-TEXT DATABASE, no. 7, 15 July 2015 (15.07.2015), ISSN: 1674-0246, chapter one	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 09 October 2016 (09.10.2016)	Date of mailing of the international search report 01 November 2016 (01.11.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer XU, Zhenxia Telephone No.: (86-10) 62411785

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/090330

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DIAS, R. et al., "Analysis of a Series Tap for Half-Wavelength Transmission Lines Using Active Filters", IEEE 36TH POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, RECIFE, BRAZIL, 16 June 2005 (16.06.2005)	1-6

International application No.
PCT/CN2016/090330

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/090330

A. 主题的分类

H02H 7/26(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02H, H02J

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE: 半波, 半波长, 输电, 线路, 保护, half-wave, half-wavelength, transmission, line, protect+

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105552865 A (中国电力科学研究院 国家电网公司 华中电网有限公司) 2016年 5月 4日 (2016-05-04) 权利要求1-6	1-6
A	CN 104578069 A (国家电网公司 国网智能电网研究院 国网甘肃省电力公司电力科学研究院) 2015年 4月 29日 (2015-04-29) 全文	1-6
A	尚仕武等. "基于贝瑞隆模型的半波长交流输电线路电流差动保护原理" 电网技术, 第35卷, 第9期, 2011年 9月 30日 (2011-09-30), ISSN: 1000-3673, 46-49页	1-6
A	刘建辉. "基于分布参数的半波长交流输电线路保护原理研究" 中国优秀硕士学位论文全文数据库, 第7期, 2015年 7月 15日 (2015-07-15), ISSN: 1674-0246, 第一章	1-6

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 10月 9日

国际检索报告邮寄日期

2016年 11月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

徐珍霞

电话号码 (86-10)62411785

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	R. Dias等. "Analysis of a Series Tap for Half-Wavelength Transmission Lines Using Active Filters" <i>IEEE 36th Power Electronics Specialists Conference · Recife , Brazil</i> , 2005年 6月 16日 (2005-06-16) ,	1-6

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/090330

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	105552865	A	2016年 5月 4日	无	
CN	104578069	A	2015年 4月 29日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)