

(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3日 (03.08.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/128613 A1

(51) 国际专利分类号:
H02H 7/26 (2006.01) G01R 31/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/087824

(22) 国际申请日: 2016年6月30日 (30.06.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610058603.6 2016年1月28日 (28.01.2016) 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)。 国家电网公司华中分部 (CENTRAL CHINA BRANCH OF STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区徐东大街47号, Hubei 430077 (CN)。

(72) 发明人: 杜丁香 (DU, Dingxiang); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 柳焕章 (LIU, Huanzhang); 中国湖北省武汉市洪山区徐东大街47号, Hubei (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)。 梁旭明 (LIANG, Xuming); 中国北京市西城区西长安街86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)。 王兴国 (WANG, Xingguo); 中国北京市海淀区清河小营东路15号, Beijing 100192 (CN)。 李连海 (LI, Lianhai); 中国湖北省武汉市洪山区徐东大街47号, Hubei (CN)。 王德林 (WANG, Delin); 中国北京市西城区西长安街86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)。 陈祥文 (CHEN, Xiangwen); 中国湖北省武汉市洪山区徐东大街47号, Hubei (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OF-)

[见续页]

(54) Title: CONCOMITANT IMPEDANCE PROTECTION METHOD FOR HALF-WAVELENGTH TRANSMISSION LINE

(54) 发明名称: 一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法

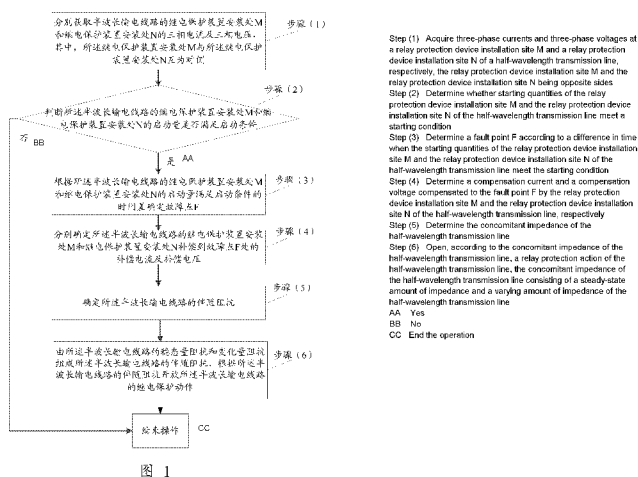


图 1

(57) Abstract: A concomitant impedance protection method for a half-wavelength transmission line, comprising: acquiring three-phase currents and three-phase voltages at an M side relay protection device installation site and an N side relay protection device installation site of a half-wavelength transmission line, respectively; determining whether starting quantities of the M side and the N side meet a starting condition; determining a fault point F according to a difference in time when the starting quantities of the M side and the N side meet the starting condition; and opening, according to a concomitant impedance of the half-wavelength transmission line, a relay protection action of the half-wavelength transmission line. The method can locate a fault by means of a time-difference method according to the characteristics during the fault, construct the concomitant impedance by means of compensating the voltages and the currents at two sides of the line, and correctly reflect an internal fault and an external fault of a line region. Since the concomitant impedance protection effectively utilizes two-terminal electrical information, an action can be quickly and reliably taken for an internal fault of the line region whereas no mis-operation is performed on an external fault of the line region; and the protection has relatively high sensitivity.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/128613 A1



FICE); 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, 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。

- (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, 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)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法, 包括: 分别获取半波长输电线路的 M 侧继电保护装置安装处和 N 侧继电保护装置安装处的三相电流及三相电压; 判断 M 侧和 N 侧的启动量是否满足启动条件; 根据 M 侧和 N 侧启动量满足启动条件的时间差确定故障点 F; 根据半波长输电线路的伴随阻抗开放半波长输电线路的继电保护动作。该方法能够根据故障期间特性, 利用时差法对故障进行定位, 通过对线路两侧电压、电流进行补偿构造了伴随阻抗, 正确地反映线路区内外故障, 由于伴随阻抗保护有效地利用了双端量电气信息, 因而在线路区内故障能够快速可靠地动作, 线路区外故障不会误动, 且保护具有较高的灵敏度。

一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法

技术领域

本发明涉及电力系统继电保护领域，具体涉及一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法。

5 背景技术

半波长交流输电系统属于一种新型的输电系统，其输电距离为 3000 公里（50Hz）或 2600 公里（60Hz）。与常规交流输电相比，半波长输电具有不需要安装无功补偿设备、经济型极佳、无需装设中间开关站等优点，因而是一种极具潜力的输电方式。

10 在传统的输电线路路上，由于距离保护原理上比较简单，求得的阻抗能正确反映线路故障后的特征，在故障后能快速可靠动作，因此在输电线路中作为一种快速保护得到广泛应用。

然而半波长输电线路输电距离极长，分布电容大且线路上不安装无功补偿设备，线路沿线电压变化极大，根据常规的距离保护原理求得的阻抗
15 已完全不能反映线路故障特征，由此构成的距离保护在线路区内外发生故障不能正确动作，因此现有常规的距离保护已不能适用于半波长输电线路。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例期望提供一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法，其目的是根据故障期间特性，利用时差法对故障进行定位，
20 通过对线路两侧电压、电流进行补偿构造了伴随阻抗，能够正确地反映线路区内外故障，由于伴随阻抗保护有效地利用了双端量电气信息，因而在线路区内故障能够快速可靠地动作，线路区外故障不会误动，且保护具有较高的灵敏度。

本发明实施例的目的是采用下述技术方案实现的:

一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法, 其改进之处在于, 包括:

步骤(1)、分别获取半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的三相电流及三相电压, 其中, 所述继电保护装置安装处 M 与所述继电保护装置安装处 N 互为对侧;

步骤(2)、判断所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量是否满足启动条件, 若是, 则执行步骤(3), 若否, 则结束操作;

步骤(3)、根据所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的的时间差确定故障点 F;

步骤(4)、分别确定所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压;

步骤(5)、确定所述半波长输电线路的伴随阻抗;

步骤(6)、由所述半波长输电线路的稳态量阻抗和变化量阻抗组成所述半波长输电线路的伴随阻抗, 根据所述半波长输电线路的伴随阻抗开放所述半波长输电线路的继电保护动作。

在一实施例中, 所述步骤(2)中, 所述半波长输电线路的 M 侧继电保护装置安装处的启动条件公式为:

$$\Delta f_M = (\Delta i_{Ma} - \Delta i_{Mb})^2 + (\Delta i_{Mb} - \Delta i_{Mc})^2 + (\Delta i_{Mc} - \Delta i_{Ma})^2 > f_{Mset} \quad (1)$$

式(1)中, Δf_M 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量, Δi_{Ma} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 当前时刻 A 相电流与一个周波前 A 相电流的变化量, Δi_{Mb} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 当前时刻 B 相电流与一个周波前 B 相电流的变化量, Δi_{Mc} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 安装处当前时刻 C 相电流

与一个周波前 C 相电流的变化量, f_{Mset} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量定值;

所述半波长输电线路的 N 侧继电保护装置安装处的启动条件公式为:

$$\Delta f_N = (\Delta i_{Na} - \Delta i_{Nb})^2 + (\Delta i_{Nb} - \Delta i_{Nc})^2 + (\Delta i_{Nc} - \Delta i_{Na})^2 > f_{Nset} \quad (2)$$

5 式 (2) 中, Δf_N 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量, Δi_{Na} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 当前时刻 A 相电流与一个周波前 A 相电流的变化量, Δi_{Nb} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 当前时刻 B 相电流与一个周波前 B 相电流的变化量, Δi_{Nc} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 继电保护装置安装处当前时刻 C 相电流与一个周波前 C 相电流的变化量, f_{Nset} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量定值。

在一实施例中, 所述步骤 (3) 中, 设所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 位于所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 内侧, 确定故障点 F 的公式为:

$$15 \quad x' = \frac{L + c\Delta t}{2} \quad (3)$$

式 (3) 中, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 至所述故障点 F 的距离, L 为所述半波长输电线路长度, c 为光速, Δt 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的时间差, 即 $\Delta t = t_M - t_N$, 其中, t_M 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量满足启动条件的时刻, t_N 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的时刻;

若 $0 < x' < L$, 则故障发生在所述半波长输电线路区内;

若 $x' > L$ 或 $x' < 0$, 则故障发生在所述半波长输电线路区外。

在一实施例中, 所述步骤 (4) 中, 设所述半波长输电线路的继电保护

装置安装处 M 位于所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 内侧, 则确定由所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压的公式为:

$$\begin{cases} I_{MX-} = I_{MX} \cosh(\gamma x') - \frac{U_{MX}}{Z_c} \sinh(\gamma x') \\ U_{MX-} = U_{MX} \cosh(\gamma x') - I_{MX} Z_c \sinh(\gamma x') \end{cases} \quad (4)$$

5 式(4)中, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{MX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的 X 相电流, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{MX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的 X 相电压, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置
10 安装处 M 至所述故障点 F 的距离, $\gamma = \sqrt{Y_0 Z_0}$ 为所述半波长输电线路的传播常数, $Z_c = \sqrt{Z_0 / Y_0}$ 为所述半波长输电线路的波阻抗, Y_0 为所述半波长输电线路的单位长度导纳, Z_0 为所述半波长输电线路的单位长度阻抗, $X \in \{A, B, C\}$, 其中, 当 $x' > L$ 时, x' 取 L , L 为所述半波长输电线路长度, 当 $x' < 0$ 时, x' 取 0;

15 确定由所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压的公式为:

$$\begin{cases} I_{NX+} = I_{NX} \cosh(\gamma L - \gamma x') - \frac{U_{NX}}{Z_c} \sinh(\gamma L - \gamma x') \\ U_{NX+} = U_{NX} \cosh(\gamma L - \gamma x') - I_{NX} Z_c \sinh(\gamma L - \gamma x') \end{cases} \quad (5)$$

式(5)中, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{NX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置
20 安装处 N 的 X 相电流, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{NX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的 X 相电压, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置安

装处 M 至所述故障点 F 的距离, 当 $x' > L$ 时, x' 取 L , L 为所述半波长输电线路长度, 当 $x' < 0$ 时, x' 取 0。

在一实施例中, 所述步骤 (5) 中, 确定所述半波长输电线路的伴随阻抗包括:

5 确定所述半波长输电线路的稳态量阻抗的公式为:

$$Z_{X\Sigma} = \frac{U_{NX+} + U_{MX-}}{I_{NX+} + I_{MX-}} \quad (6)$$

式 (6) 中, $Z_{X\Sigma}$ 为所述半波长输电线路的 X 相稳态量阻抗, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, $X \in \{A, B, C\}$;

确定所述半波长输电线路的变化量阻抗的公式为:

$$\Delta Z_{X\Sigma} = \frac{\Delta U_{NX+} + \Delta U_{MX-}}{\Delta I_{NX+} + \Delta I_{MX-}} \quad (7)$$

15 式 (7) 中, $\Delta Z_{X\Sigma}$ 为所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗, ΔU_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量, ΔU_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量, ΔI_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量, ΔI_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量。

在一实施例中, 所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量 ΔU_{NX+} 的计算公式为:

$$\Delta U_{NX+} = U_{NX+} - U_{NX+}^{-T} \quad (8)$$

式(8)中, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{NX+}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电压, $X \in \{A, B, C\}$;

- 5 所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量 ΔU_{MX-} 的计算公式为:

$$\Delta U_{MX-} = U_{MX-} - U_{MX-}^{-T} \quad (9)$$

- 式(9)中, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{MX-}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电压;
- 10 所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量 ΔI_{NX+} 的计算公式为:

$$\Delta I_{NX+} = I_{NX+} - I_{NX+}^{-T} \quad (10)$$

- 式(10)中, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{NX+}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电流;
- 15 所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量 ΔI_{MX-} 的计算公式为:

$$\Delta I_{MX-} = I_{MX-} - I_{MX-}^{-T} \quad (11)$$

- 式(11)中, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{MX-}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电流。
- 20

在一实施例中, 所述步骤(6)中, 由所述半波长输电线路的稳态量阻抗和变化量阻抗组成所述半波长输电线路的伴随阻抗, 根据所述半波长输

电线路的伴随阻抗开放所述半波长输电线路的继电保护动作包括:

当所述半波长输电线路的 X 相稳态量阻抗 $Z_{X\Sigma}$ 满足 $Z_{X\Sigma} < Z_{set}$, 且所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗 $\Delta Z_{X\Sigma}$ 满足 $\Delta Z_{X\Sigma} < \Delta Z_{set}$ 时, 所述半波长输电线路的 X 相启动继电保护动作, ΔZ_{set} 为所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗定值, $X \in \{A, B, C\}$ 。

本发明的有益效果:

现有技术中, 由于半波长输电线路很长, 分布电容很大, 电气特征独特, 常规的单端量保护如距离保护等已不能区分线路区内外故障, 因而不能正确动作, 本发明提供的一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法, 能够根据故障期间特性, 利用时差法对故障进行定位, 通过对线路两侧电压、电流进行补偿构造了伴随阻抗, 能够正确地反映线路区内外故障, 由于伴随阻抗保护有效地利用了双端量电气信息, 因而在线路区内故障能够快速可靠地动作, 线路区外故障不会误动, 且保护具有较高的灵敏度。

附图说明

图 1 是本发明实施例中用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法的流程图;

图 2 是本发明实施例中半波长输电线路的伴随阻抗保护方法应用场景示意图。

具体实施方式

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它实施例, 都属于本发明保护的范围。

本发明提供的一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法，如图 1 所示，包括：

步骤（1）、分别获取半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的三相电流及三相电压，其中，所述继电保护装置安装处 M 与
5 所述继电保护装置安装处 N 互为对侧；

步骤（2）、判断所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量是否满足启动条件，若是，则执行步骤（3），
若否，则结束操作；

步骤（3）、根据所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电
10 保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的时间差确定故障点 F；

步骤（4）、分别确定所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压；

步骤（5）、确定所述半波长输电线路的伴随阻抗；

步骤（6）、由所述半波长输电线路的稳态量阻抗和变化量阻抗组成所
15 述半波长输电线路的伴随阻抗，根据所述半波长输电线路的伴随阻抗开放所述半波长输电线路的继电保护动作。

在一实施例中，所述步骤（2）中，所述半波长输电线路的 M 侧继电保护装置安装处的启动条件公式为：

$$\Delta f_M = (\Delta i_{Ma} - \Delta i_{Mb})^2 + (\Delta i_{Mb} - \Delta i_{Mc})^2 + (\Delta i_{Mc} - \Delta i_{Ma})^2 > f_{Mset} \quad (1)$$

20 式（1）中， Δf_M 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量， Δi_{Ma} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 当前时刻 A 相电流与一个周波前 A 相电流的变化量， Δi_{Mb} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 当前时刻 B 相电流与一个周波前 B 相电流的变化量， Δi_{Mc} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 安装处当前时刻 C 相电流
25 与一个周波前 C 相电流的变化量， f_{Mset} 为所述半波长输电线路的继电保护装

置安装处 M 的启动量定值;

其中, 一个周波为 20ms;

所述半波长输电线路的 N 侧继电保护装置安装处的启动条件公式为:

$$\Delta f_N = (\Delta i_{Na} - \Delta i_{Nb})^2 + (\Delta i_{Nb} - \Delta i_{Nc})^2 + (\Delta i_{Nc} - \Delta i_{Na})^2 > f_{Nset} \quad (2)$$

5 式 (2) 中, Δf_N 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量, Δi_{Na} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 当前时刻 A 相电流与一个周波前 A 相电流的变化量, Δi_{Nb} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 当前时刻 B 相电流与一个周波前 B 相电流的变化量, Δi_{Nc} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 继电保护装置安装处当前时刻 C 相电流与一个周波前 C 相电流的变化量, f_{Nset} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量定值。

所述步骤 (3) 中, 如图 2 所示, 设所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 位于所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 内侧, 确定故障点 F 的公式为:

$$15 \quad x' = \frac{L + c\Delta t}{2} \quad (3)$$

式 (3) 中, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 至所述故障点 F 的距离, L 为所述半波长输电线路长度, c 为光速, Δt 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的的时间差, 即 $\Delta t = t_M - t_N$, 其中, t_M 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量满足启动条件的时刻, t_N 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的时刻;

若 $0 < x' < L$, 则故障发生在所述半波长输电线路区内;

若 $x' > L$ 或 $x' < 0$, 则故障发生在所述半波长输电线路区外。

所述步骤 (4) 中, 设所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 位

于所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 内侧, 则确定由所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压的公式为:

$$\begin{cases} I_{MX-} = I_{MX} \cosh(\gamma x') - \frac{U_{MX}}{Z_c} \sinh(\gamma x') \\ U_{MX-} = U_{MX} \cosh(\gamma x') - I_{MX} Z_c \sinh(\gamma x') \end{cases} \quad (4)$$

5 式(4)中, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{MX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的 X 相电流, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{MX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的 X 相电压, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置
10 安装处 M 至所述故障点 F 的距离, $\gamma = \sqrt{Y_0 Z_0}$ 为所述半波长输电线路的传播常数, $Z_c = \sqrt{Z_0 / Y_0}$ 为所述半波长输电线路的波阻抗, Y_0 为所述半波长输电线路的单位长度导纳, Z_0 为所述半波长输电线路的单位长度阻抗, $X \in \{A, B, C\}$, 其中, 当 $x' > L$ 时, x' 取 L , L 为所述半波长输电线路长度, 当 $x' < 0$ 时, x' 取 0;

15 确定由所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压的公式为:

$$\begin{cases} I_{NX+} = I_{NX} \cosh(\gamma L - \gamma x') - \frac{U_{NX}}{Z_c} \sinh(\gamma L - \gamma x') \\ U_{NX+} = U_{NX} \cosh(\gamma L - \gamma x') - I_{NX} Z_c \sinh(\gamma L - \gamma x') \end{cases} \quad (5)$$

式(5)中, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{NX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置
20 安装处 N 的 X 相电流, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{NX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的 X 相电压, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置安

装处 M 至所述故障点 F 的距离, 当 $x' > L$ 时, x' 取 L , L 为所述半波长输电线路长度, 当 $x' < 0$ 时, x' 取 0。

所述步骤 (5) 中, 确定所述半波长输电线路的伴随阻抗包括:

确定所述半波长输电线路的稳态量阻抗的公式为:

$$Z_{X\Sigma} = \frac{U_{NX+} + U_{MX-}}{I_{NX+} + I_{MX-}} \quad (6)$$

式 (6) 中, $Z_{X\Sigma}$ 为所述半波长输电线路的 X 相稳态量阻抗, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, $X \in \{A, B, C\}$;

确定所述半波长输电线路的变化量阻抗的公式为:

$$\Delta Z_{X\Sigma} = \frac{\Delta U_{NX+} + \Delta U_{MX-}}{\Delta I_{NX+} + \Delta I_{MX-}} \quad (7)$$

式 (7) 中, $\Delta Z_{X\Sigma}$ 为所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗, ΔU_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量, ΔU_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量, ΔI_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量, ΔI_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量。

其中, 所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量 ΔU_{NX+} 的计算公式为:

$$\Delta U_{NX+} = U_{NX+} - U_{NX+}^T \quad (8)$$

式(8)中, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{NX+}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电压, $X \in \{A, B, C\}$;

所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量 ΔU_{MX-} 的计算公式为:

$$\Delta U_{MX-} = U_{MX-} - U_{MX-}^{-T} \quad (9)$$

式(9)中, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{MX-}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电压;

所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量 ΔI_{NX+} 的计算公式为:

$$\Delta I_{NX+} = I_{NX+} - I_{NX+}^{-T} \quad (10)$$

式(10)中, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{NX+}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电流;

所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量 ΔI_{MX-} 的计算公式为:

$$\Delta I_{MX-} = I_{MX-} - I_{MX-}^{-T} \quad (11)$$

式(11)中, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{MX-}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电流。

所述步骤(6)中, 由所述半波长输电线路的稳态量阻抗和变化量阻抗组成所述半波长输电线路的伴随阻抗, 根据所述半波长输电线路的伴随阻抗开放所述半波长输电线路的继电保护动作包括:

当所述半波长输电线路的 X 相稳态量阻抗 $Z_{X\Sigma}$ 满足 $Z_{X\Sigma} < Z_{set}$ ，且所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗 $\Delta Z_{X\Sigma}$ 满足 $\Delta Z_{X\Sigma} < \Delta Z_{set}$ 时，所述半波长输电线路的 X 相启动继电保护动作， ΔZ_{set} 为所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗定值， $X \in \{A, B, C\}$ 。

5 最后应当说明的是：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应当理解：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，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

10 工业实用性

本发明实施例提供的用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法包括以下步骤：

步骤（1）、分别获取半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的三相电流及三相电压，其中，所述继电保护装置安装处 M 与
15 所述继电保护装置安装处 N 互为对侧；

步骤（2）、判断所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量是否满足启动条件，若是，则执行步骤（3），若否，则结束操作；

步骤（3）、根据所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电
20 保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的的时间差确定故障点 F；

步骤（4）、分别确定所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压；

步骤（5）、确定所述半波长输电线路的伴随阻抗；

步骤（6）、由所述半波长输电线路的稳态量阻抗和变化量阻抗组成所

述半波长输电线路的伴随阻抗，根据所述半波长输电线路的伴随阻抗开放
所述半波长输电线路的继电保护动作。如此，能够根据故障期间特性，利
用时差法对故障进行定位，通过对线路两侧电压、电流进行补偿构造了伴
随阻抗，能够正确地反映线路区内外故障，由于伴随阻抗保护有效地利用
5 了双端量电气信息，因而在线路区内故障能够快速可靠地动作，线路区外
故障不会误动，且保护具有较高的灵敏度。

权利要求书

1、一种用于半波长输电线路的伴随阻抗保护方法，所述方法包括以下步骤：

步骤（1）、分别获取半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的三相电流及三相电压，其中，所述继电保护装置安装处 M 与所述继电保护装置安装处 N 互为对侧；

步骤（2）、判断所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量是否满足启动条件，若是，则执行步骤（3），若否，则结束操作；

步骤（3）、根据所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的时间差确定故障点 F；

步骤（4）、分别确定所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压；

步骤（5）、确定所述半波长输电线路的伴随阻抗；

步骤（6）、由所述半波长输电线路的稳态量阻抗和变化量阻抗组成所述半波长输电线路的伴随阻抗，根据所述半波长输电线路的伴随阻抗开放所述半波长输电线路的继电保护动作。

2、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述步骤（2）中，所述半波长输电线路的 M 侧继电保护装置安装处的启动条件公式为：

$$\Delta f_M = (\Delta i_{Ma} - \Delta i_{Mb})^2 + (\Delta i_{Mb} - \Delta i_{Mc})^2 + (\Delta i_{Mc} - \Delta i_{Ma})^2 > f_{Mset} \quad (1)$$

式（1）中， Δf_M 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量， Δi_{Ma} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 当前时刻 A 相电流与一个周波前 A 相电流的变化量， Δi_{Mb} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 当前时刻 B 相电流与一个周波前 B 相电流的变化量， Δi_{Mc}

为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 安装处当前时刻 C 相电流与一个周波前 C 相电流的变化量, f_{Mset} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量定值;

所述半波长输电线路的 N 侧继电保护装置安装处的启动条件公式为:

$$\Delta f_N = (\Delta i_{Na} - \Delta i_{Nb})^2 + (\Delta i_{Nb} - \Delta i_{Nc})^2 + (\Delta i_{Nc} - \Delta i_{Na})^2 > f_{Nset} \quad (2)$$

式 (2) 中, Δf_N 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量, Δi_{Na} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 当前时刻 A 相电流与一个周波前 A 相电流的变化量, Δi_{Nb} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 当前时刻 B 相电流与一个周波前 B 相电流的变化量, Δi_{Nc} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 继电保护装置安装处当前时刻 C 相电流与一个周波前 C 相电流的变化量, f_{Nset} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量定值。

3、如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述步骤 (3) 中, 设所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 位于所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 内侧, 确定故障点 F 的公式为:

$$x' = \frac{L + c\Delta t}{2} \quad (3)$$

式 (3) 中, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 至所述故障点 F 的距离, L 为所述半波长输电线路长度, c 为光速, Δt 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 和继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的的时间差, 即 $\Delta t = t_M - t_N$, 其中, t_M 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的启动量满足启动条件的时刻, t_N 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的启动量满足启动条件的时刻;

若 $0 < x' < L$, 则故障发生在所述半波长输电线路区内;

若 $x' > L$ 或 $x' < 0$, 则故障发生在所述半波长输电线路区外。

4、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述步骤（4）中，设所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 位于所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 内侧，则确定由所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压的公式为：

$$\begin{cases} I_{MX-} = I_{MX} \cosh(\gamma x') - \frac{U_{MX}}{Z_c} \sinh(\gamma x') \\ U_{MX-} = U_{MX} \cosh(\gamma x') - I_{MX} Z_c \sinh(\gamma x') \end{cases} \quad (4)$$

式（4）中， I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流， I_{MX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的 X 相电流， U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压， U_{MX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 的 X 相电压， x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 至所述故障点 F 的距离， $\gamma = \sqrt{Y_0 Z_0}$ 为所述半波长输电线路的传播常数， $Z_c = \sqrt{Z_0 / Y_0}$ 为所述半波长输电线路的波阻抗， Y_0 为所述半波长输电线路的单位长度导纳， Z_0 为所述半波长输电线路的单位长度阻抗， $X \in \{A, B, C\}$ ，其中，当 $x' > L$ 时， x' 取 L ， L 为所述半波长输电线路长度，当 $x' < 0$ 时， x' 取 0；

确定由所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的补偿电流及补偿电压的公式为：

$$\begin{cases} I_{NX+} = I_{NX} \cosh(\gamma L - \gamma x') - \frac{U_{NX}}{Z_c} \sinh(\gamma L - \gamma x') \\ U_{NX+} = U_{NX} \cosh(\gamma L - \gamma x') - I_{NX} Z_c \sinh(\gamma L - \gamma x') \end{cases} \quad (5)$$

式（5）中， I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流， I_{NX} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 的 X 相电流， U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压， U_{NX} 为所述半波长输电线路的继电保

护装置安装处 N 的 X 相电压, x' 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 至所述故障点 F 的距离, 当 $x' > L$ 时, x' 取 L , L 为所述半波长输电线路长度, 当 $x' < 0$ 时, x' 取 0。

5 5、如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述步骤 (5) 中, 确定所述半波长输电线路的伴随阻抗包括:

确定所述半波长输电线路的稳态量阻抗的公式为:

$$Z_{X\Sigma} = \frac{U_{NX+} + U_{MX-}}{I_{NX+} + I_{MX-}} \quad (6)$$

式 (6) 中, $Z_{X\Sigma}$ 为所述半波长输电线路的 X 相稳态量阻抗, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿
10 电流, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, $X \in \{A, B, C\}$;

确定所述半波长输电线路的变化量阻抗的公式为:

$$15 \quad \Delta Z_{X\Sigma} = \frac{\Delta U_{NX+} + \Delta U_{MX-}}{\Delta I_{NX+} + \Delta I_{MX-}} \quad (7)$$

式 (7) 中, $\Delta Z_{X\Sigma}$ 为所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗, ΔU_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量, ΔU_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量, ΔI_{NX+} 为所述半波长输电线路的继
20 电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量, ΔI_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量。

6、如权利要求 5 所述的方法, 其中, 所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量 ΔU_{NX+} 的计算公式

为:

$$\Delta U_{NX+} = U_{NX+} - U_{NX+}^{-T} \quad (8)$$

式(8)中, U_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{NX+}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电压, $X \in \{A, B, C\}$;

所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压变化量 ΔU_{MX-} 的计算公式为:

$$\Delta U_{MX-} = U_{MX-} - U_{MX-}^{-T} \quad (9)$$

式(9)中, U_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电压, U_{MX-}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电压;

所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量 ΔI_{NX+} 的计算公式为:

$$\Delta I_{NX+} = I_{NX+} - I_{NX+}^{-T} \quad (10)$$

式(10)中, I_{NX+} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{NX+}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 N 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电流;

所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流变化量 ΔI_{MX-} 的计算公式为:

$$\Delta I_{MX-} = I_{MX-} - I_{MX-}^{-T} \quad (11)$$

式(11)中, I_{MX-} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处的 X 相补偿电流, I_{MX-}^{-T} 为所述半波长输电线路的继电保护装置安装处 M 补偿到故障点 F 处一个周波前的 X 相补偿电流。

7、如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述步骤(6)中, 由所述半波

长输电线路的稳态量阻抗和变化量阻抗组成所述半波长输电线路的伴随阻抗，根据所述半波长输电线路的伴随阻抗开放所述半波长输电线路的继电保护动作，包括：

- 5 当所述半波长输电线路的 X 相稳态量阻抗 $Z_{X\Sigma}$ 满足 $Z_{X\Sigma} < Z_{set}$ ，且所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗 $\Delta Z_{X\Sigma}$ 满足 $\Delta Z_{X\Sigma} < \Delta Z_{set}$ 时，所述半波长输电线路的 X 相启动继电保护动作， Z_{set} 为所述半波长输电线路的 X 相稳态量阻抗定值， ΔZ_{set} 为所述半波长输电线路的 X 相变化量阻抗定值， $X \in \{A, B, C\}$ 。

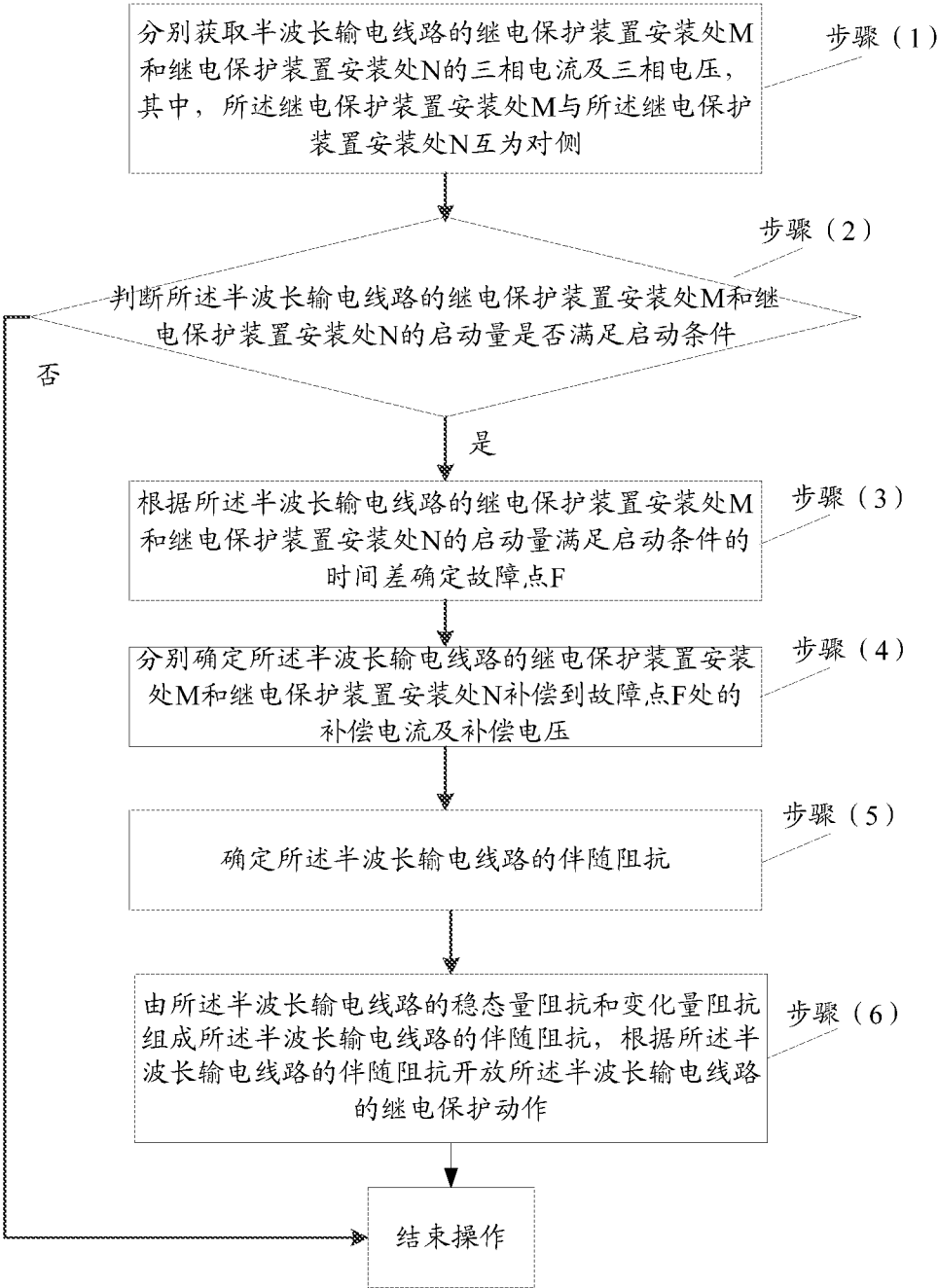


图 1

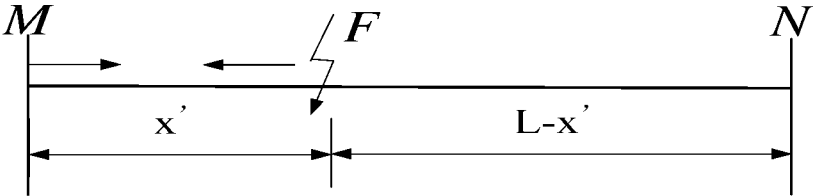


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/087824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 7/26 (2006.01) i; G01R 31/08 (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; G01R

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, CNKI, WPI, EPODOC: STATE GRID, power transmission, de-energize, compensate, HWACT, half wavelength, transmi+, electric+, failure or fault or protect+ or relay+ or off or broken, impedance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105552863 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 04 May 2016 (04.05.2016), claims 1-7	1-7
A	CN 102099698 A (ABB TECHNOLOGY LTD.), 15 June 2011 (15.06.2011), abstract, description, paragraphs [0006] and [0023]-[0250], and figures 1-6	1-7
A	CN 101227084 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY), 23 July 2008 (23.07.2008), the whole document	1-7
A	CN 101509949 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.), 19 August 2009 (19.08.2009), the whole document	1-7
A	US 6529010 B1 (ABB AB.), 04 March 2003 (04.03.2003)	1-7
A	GB 2221362 A (GEC-MARCONI LTD.), 31 January 1990 (31.01.1990), the whole document	1-7

☐ 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 10 October 2016 (10.10.2016)	Date of mailing of the international search report 28 October 2016 (28.10.2016)
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 LI, Ziwen Telephone No.: (86-10) 62413190

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/087824

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105552863 A	04 May 2016	None	
CN 102099698 A	15 June 2011	US 9182441 B2	10 November 2015
		CN 102099698 B	10 June 2015
		EP 2313791 A1	27 April 2011
		RU 2480777 C2	27 April 2013
		EP 2313791 B1	07 September 2016
		RU 2011106032 A	27 August 2012
		WO 2010006652 A1	21 January 2010
		US 2011178741 A1	21 July 2011
		IN 1037CHENP2011 A	02 December 2011
CN 101227084 A	23 July 2008	CN 100583591 C	20 January 2010
CN 101509949 A	19 August 2009	CN 101509949 B	04 May 2011
US 6529010 B1	04 March 2003	WO 9932894 A1	01 July 1999
		CA 2316187 A1	01 July 1999
		SE 9704797 L	23 June 1999
		CA 2316187 C	24 March 2009
		EP 1051632 A1	15 November 2000
		AU 1992799 A	12 July 1999
		SE 513492 C2	18 September 2000
		ES 2243017 T3	16 November 2005
		EP 1051632 B1	25 May 2005
		DE 69830339 T2	10 November 2005
		AT 296449 T	15 June 2005
		DE 69830339 E	30 June 2005
GB 2221362 A	31 January 1990	GB 2221362 B	26 August 1992

A. 主题的分类 H02H 7/26(2006.01)i; G01R 31/08(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; G01R 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, CNKI, WPI, EPODOC: 国家电网, 半波长, 输电, 传输, 保护, 故障, 继电, 断电, 阻抗, 补偿, HWACT, half wavelength, transmi+, electric+, failure or fault or protect+ or relay+ or off or broken, impedance																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105552863 A (中国电力科学研究院 等) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 权利要求1-7</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102099698 A (ABB技术有限公司) 2011年 6月 15日 (2011 - 06 - 15) 摘要, 说明书第[0006]、[0023]-[0250]段, 图1-6</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101227084 A (西安交通大学) 2008年 7月 23日 (2008 - 07 - 23) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101509949 A (华南理工大学 等) 2009年 8月 19日 (2009 - 08 - 19) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6529010 B1 (ABB AB.) 2003年 3月 4日 (2003 - 03 - 04)</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>GB 2221362 A (GEC-MARCONI LTD.) 1990年 1月 31日 (1990 - 01 - 31) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 105552863 A (中国电力科学研究院 等) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 权利要求1-7	1-7	A	CN 102099698 A (ABB技术有限公司) 2011年 6月 15日 (2011 - 06 - 15) 摘要, 说明书第[0006]、[0023]-[0250]段, 图1-6	1-7	A	CN 101227084 A (西安交通大学) 2008年 7月 23日 (2008 - 07 - 23) 全文	1-7	A	CN 101509949 A (华南理工大学 等) 2009年 8月 19日 (2009 - 08 - 19) 全文	1-7	A	US 6529010 B1 (ABB AB.) 2003年 3月 4日 (2003 - 03 - 04)	1-7	A	GB 2221362 A (GEC-MARCONI LTD.) 1990年 1月 31日 (1990 - 01 - 31) 全文	1-7
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 105552863 A (中国电力科学研究院 等) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 权利要求1-7	1-7																					
A	CN 102099698 A (ABB技术有限公司) 2011年 6月 15日 (2011 - 06 - 15) 摘要, 说明书第[0006]、[0023]-[0250]段, 图1-6	1-7																					
A	CN 101227084 A (西安交通大学) 2008年 7月 23日 (2008 - 07 - 23) 全文	1-7																					
A	CN 101509949 A (华南理工大学 等) 2009年 8月 19日 (2009 - 08 - 19) 全文	1-7																					
A	US 6529010 B1 (ABB AB.) 2003年 3月 4日 (2003 - 03 - 04)	1-7																					
A	GB 2221362 A (GEC-MARCONI LTD.) 1990年 1月 31日 (1990 - 01 - 31) 全文	1-7																					
☐ 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 10日		国际检索报告邮寄日期 2016年 10月 28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 李子文 电话号码 (86-10)62413190																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/087824

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	105552863	A	2016年 5月 4日	无			
CN	102099698	A	2011年 6月 15日	US	9182441	B2	2015年 11月 10日
				CN	102099698	B	2015年 6月 10日
				EP	2313791	A1	2011年 4月 27日
				RU	2480777	C2	2013年 4月 27日
				EP	2313791	B1	2016年 9月 7日
				RU	2011106032	A	2012年 8月 27日
				WO	2010006652	A1	2010年 1月 21日
				US	2011178741	A1	2011年 7月 21日
				IN	1037CHENP2011	A	2011年 12月 2日
CN	101227084	A	2008年 7月 23日	CN	100583591	C	2010年 1月 20日
CN	101509949	A	2009年 8月 19日	CN	101509949	B	2011年 5月 4日
US	6529010	B1	2003年 3月 4日	WO	9932894	A1	1999年 7月 1日
				CA	2316187	A1	1999年 7月 1日
				SE	9704797	L	1999年 6月 23日
				CA	2316187	C	2009年 3月 24日
				EP	1051632	A1	2000年 11月 15日
				AU	1992799	A	1999年 7月 12日
				SE	513492	C2	2000年 9月 18日
				ES	2243017	T3	2005年 11月 16日
				EP	1051632	B1	2005年 5月 25日
				DE	69830339	T2	2005年 11月 10日
				AT	296449	T	2005年 6月 15日
				DE	69830339	E	2005年 6月 30日
GB	2221362	A	1990年 1月 31日	GB	2221362	B	1992年 8月 26日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)