

(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
2016 年 12 月 15 日 (15.12.2016) WIPO | PCT



(10) 国际公布号
WO 2016/197484 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/090418
- (22) 国际申请日: 2015 年 9 月 23 日 (23.09.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510313399.3 2015 年 6 月 9 日 (09.06.2015) CN
- (71) 申请人: 国网四川省电力公司经济技术研究院 (STATE GRID SICHUAN ECONOMIC RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (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)。
- (72) 发明人: 陈礼频 (CHEN, Lipin); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 王海燕 (WANG, Haiyan); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 任志超 (REN, Zhichao); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 曹开江 (CAO, Kaijiang); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 胥威汀

(XU, Weiting); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 刘旭娜 (LIU, Xuna); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 马瑞光 (MA, Ruiguang); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 汪伟 (WANG, Wei); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 陈谦 (CHEN, Qian); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 张全明 (ZHANG, Quanming); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。 杜新伟 (DU, Xinwei); 中国四川省成都市蜀绣西路 366 号, Sichuan 610000 (CN)。

(74) 代理人: 成都行之专利代理事务所 (普通合伙) (CHENGDU XINGZHI PATENT AGENCY (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国四川省成都市高新区交子大道 88 号中航国际广场 2 幢 1002 号何筱茂, Sichuan 610000 (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,

[见续页]

(54) Title: OPTIMAL CONFIGURATION METHOD FOR VOLTAGE SAG MONITORING NODE

(54) 发明名称: 电压暂降监测节点的优化配置方法

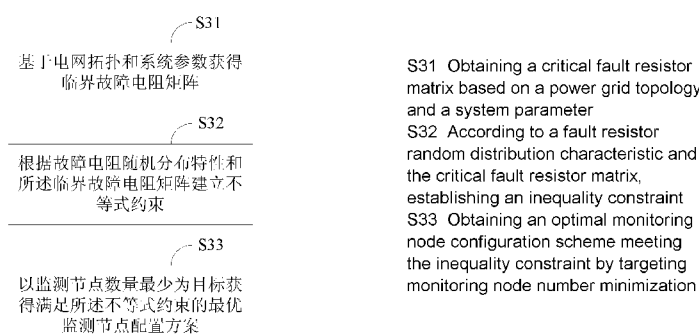


图 3

(57) Abstract: An optimal configuration method for a voltage sag monitoring node, comprising: obtaining a critical fault resistor matrix based on a power grid topology and a system parameter (S31); according to a fault resistor random distribution characteristic and the critical fault resistor matrix, establishing an inequality constraint (S32); and obtaining an optimal monitoring node configuration scheme meeting the inequality constraint by targeting monitoring node number minimization (S33). According to the optimal configuration method for a voltage sag monitoring node, a fault resistor of a short-circuit fault point is introduced into a monitoring node optimal configuration model, thereby eliminating a monitoring dead zone of the voltage sag.

(57) 摘要: 一种电压暂降监测节点的优化配置方法, 包括: 基于电网拓扑和系统参数获得临界故障电阻矩阵 (S31); 根据故障电阻随机分布特性和所述临界故障电阻矩阵建立不等式约束 (S32); 以监测节点数量最少为目标, 获得满足所述不等式约束的最优监测节点配置方案 (S33)。该电压暂降监测节点的优化配置方法, 将短路故障点的故障电阻引入到监测节点优化配置模型中, 消除了电压暂降的监测盲区。



WO 2016/197484 A1



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。

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, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

电压暂降监测节点的优化配置方法

技术领域

本发明涉及配电网规划技术领域，特别涉及一种电压暂降监测节点的优化配置方法。

背景技术

电压暂降或下跌是指供电电压有效值在短时间内突然下降又回升恢复的现象。在电网中，这种现象的持续时间大多为 0.5 秒至 1.5 秒。国际电气与电子工程师协会将电压暂降定义为供电电压有效值快速下降到额定值的 90%至 10%，然后回升至正常值附近；而国际电工委员会则将其定义为下降到额定值的 90%至 1%，持续时间为 10 毫秒至 1 分钟。电压暂降的时间过长，会导致设备非正常停机。随着高新科技的不断发展，大量对电压暂降极为敏感的精密设备被广泛应用于各行各业，为人们生产生活带来了极大便利。与此同时，由电压暂降引起的经济损失和用户抱怨等问题也日益凸显。在电网中准确有效地监测电压暂降事件，是客观反应电力用户受电压暂降扰动程度以及合理制定电压暂降治理措施的必要前提。

考虑到成本约束，不可能在所有母线处安装电压暂降监测装置，由此诞生了针对电压暂降监测节点的优化配置方法。电压暂降监测节点的优化配置方法主要思路为：从构建电压暂降监测网络的角度出发，基于系统元件参数和网络拓扑结构，并结合电压暂降产生机理和传播机理，以最少的监测节点构建覆盖整个电网的监测网络。监测节点可观域（MRA，monitor reach area）是指能触发监测装置记录电压暂降事件的短路故障发生区域，传统电压暂降监测节点的优化配置方法基于 MRA 原理，并假设发生电压暂降时所有短路故障的故障电阻值均为 0，将发生短路故障时的节点电压与设定的电压阈值进行比较，构建电压暂降可观性矩阵：

$$P^t = \begin{bmatrix} p_{11}^t & p_{12}^t & \cdots & p_{1b}^t \\ p_{21}^t & p_{22}^t & \cdots & p_{2b}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1}^t & p_{n2}^t & \cdots & p_{nb}^t \end{bmatrix},$$

其中, t 为短路故障类型, n 为电网中设定的短路故障点数量, b 为可作为监测节点的节点数量。可观性矩阵 P^t 中任意元素 p_{ij}^t 取值为:

$$p_{ij}^t = \begin{cases} 1, V_{ij}^t \leq V_{th} \\ 0, V_{ij}^t > V_{th} \end{cases},$$

其中, V_{ij}^t 为短路故障点 i 发生 t 类短路故障时对应监测节点 j 的电压幅值, 发生

- 5 非对称性短路故障时取幅值最小一相电压, V_{th} 为预先设定的电压阈值。

定义 b 维监测位置决策向量:

$$D = [d_1 \ d_2 \ \cdots d_b],$$

监测位置决策向量 D 中任意元素 d_j 取值为:

$$d_j = \begin{cases} 1, \text{将母线 } j \text{ 作为监测节点} \\ 0, \text{不将母线 } j \text{ 作为监测节点} \end{cases},$$

- 10 为确保电网中任意位置发生短路故障时, 电压暂降事件均能被监测装置记录, 则对于可观性矩阵 P^t 中第 i 行元素, 监测位置决策电量 D 均须满足以下不等式约束:

$$\sum_{j=1}^b p_{ij}^t d_j \geq 1, \forall i = 1, 2, \dots, n, \quad \forall t = 1, 2, 3, 4.$$

- 15 以监测节点数量最少为目标, 以上式为不等式约束, 对该 0-1 整数线性规划问题进行求解, 便能得出传统方法的监测节点优化配置方案。

传统电压暂降监测节点的优化配置方法可概括为如图 1 所示以最少的监测节点实现其 MRA 联合覆盖整个电网, 其中, M 、 N 为监测节点, f 为短路故障点, A 为与短路故障点 f 相邻的节点。然而, 按现有方法在电网中配置监测节点, 会出现监测盲区。

20 发明内容

本发明所要解决的是现有的电压暂降监测节点的优化配置方法存在监测盲区的问题。

为解决上述问题,本发明提供一种电压暂降监测节点的优化配置方法,包括:
 基于电网拓扑和系统参数获得临界故障电阻矩阵;
 根据故障电阻随机分布特性和所述临界故障电阻矩阵建立不等式约束;
 以监测节点数量最少为目标,获得满足所述不等式约束的最优监测节点配置

5 方案。

可选的,所述基于电网拓扑和系统参数获得临界故障电阻矩阵包括:

获得短路故障点的自阻抗以及短路故障点和监测节点之间的互阻抗;

根据所述短路故障点的自阻抗以及短路故障点和监测节点之间的互阻抗,获得发生不同类型短路故障时所述监测节点各相电压幅值关于所述短路故障点
 10 处故障电阻值的函数;

以所述监测节点各相电压幅值等于预设的电压阈值反解所述监测节点各相电压幅值关于所述短路故障点处故障电阻值的函数,以获得发生不同类型短路故障时所述短路故障点的临界故障电阻值;

根据发生不同类型短路故障时所述短路故障点的临界故障电阻值构建所述
 15 临界故障电阻矩阵:

$$R_{cri}^t = \begin{bmatrix} r_{cri,11}^t & r_{cri,12}^t & \cdots & r_{cri,1b}^t \\ r_{cri,21}^t & r_{cri,22}^t & \cdots & r_{cri,2b}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{cri,n1}^t & r_{cri,n2}^t & \cdots & r_{cri,nb}^t \end{bmatrix},$$

其中, R_{cri}^t 是所述临界故障电阻矩阵, t 是短路故障类型, n 是设定的短路故障点数量, b 是可作为监测节点的节点数量, 所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 中任意元素 $r_{cri,ij}^t$ 取值即为在故障点 i 处发生 t 类短路故障时对应监测节点 j 的临界故障电阻
 20 值。

可选的,所述短路故障点的自阻抗根据 $Z_{ff}^c = (1-l)^2 Z_{uu}^c + l^2 Z_{vv}^c + 2l(1-l)Z_{uv}^c + l(1-l)z_{uv}^c$ 获得, 其中, f 是位于线路 $u-v$ 之间短路故障点; $c = 0,1,2$, 分别表示零序、正序和负序; Z_{ff}^c 是所述短路故障点 f 的各序自阻抗; l 是所述短路故障点 f 与线路节点 u 之间的距离; Z_{uu}^c 是线路节点

u 的各序自阻抗; Z_{vv}^c 是线路节点 v 的各序自阻抗; Z_{uv}^c 是线路节点 u 与线路节点 v 之间的各序互阻抗; z_{uv}^c 是线路 $u-v$ 的各序阻抗。

- 可选的, 所述短路故障点和监测节点之间的互阻抗根据 $Z_{mf}^c = (1-l)Z_{mu}^c + lZ_{mv}^c$ 获得, 其中, m 是监测节点; Z_{mf}^c 是所述短路故障点 f 和所述监测节点 m 之间的各序互阻抗; Z_{mu}^c 是所述线路节点 u 与所述监测节点 m 之间的各序互阻抗; Z_{mv}^c 是所述线路节点 v 与所述监测节点 m 之间的各序互阻抗。

可选的, 发生 A 相接地短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{Z_{mf}^1 + Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{\alpha^2 Z_{mf}^1 + \alpha Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{\alpha Z_{mf}^1 + \alpha^2 Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} \end{cases}$$

- 10 发生 B、C 相间短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{Z_{mf}^1 - Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{\alpha^2 Z_{mf}^1 - \alpha Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{\alpha Z_{mf}^1 - \alpha^2 Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} \end{cases}$$

发生 B、C 两相接地短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)\alpha^2 Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)\alpha Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)\alpha Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)\alpha^2 Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} \end{cases}$$

发生三相短路故障时,所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$V_{m,A} = V_{m,B} = V_{m,C} = 1 - \frac{Z_{mf}^1}{Z_{ff}^1 + R_x};$$

- 5 其中, $V_{m,A}$ 是所述监测节点 m 的 A 相电压幅值, $V_{m,B}$ 是所述监测节点 m 的 B 相电压幅值, $V_{m,C}$ 是所述监测节点 m 的 C 相电压幅值, α 是旋转因子 e^{j120° , R_x 是所述短路故障点 f 的故障电阻值。

可选的,所述根据故障电阻随机分布特性和所述临界故障电阻矩阵建立不等式约束包括:

- 10 建立与决策向量 $[d_1 d_2 \cdots d_b]$ 对应的决策方案临界故障电阻矩阵:

$$R_D^t = \begin{bmatrix} r_{D,11}^t & r_{D,12}^t & \cdots & r_{D,1b}^t \\ r_{D,21}^t & r_{D,22}^t & \cdots & r_{D,2b}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{D,n1}^t & r_{D,n2}^t & \cdots & r_{D,nb}^t \end{bmatrix},$$

其中, R_D^t 是所述决策方案临界故障电阻矩阵,所述决策方案临界故障电阻矩阵

R_D^t 中任意元素 $r_{D,ij}^t$ 取值为 $r_{cri,ij}^t \times d_j$, d_j 是所述决策向量 $[d_1 d_2 \cdots d_b]$ 中任意元素,

$$d_j = \begin{cases} 1, \text{将母线 } j \text{ 作为监测节点} \\ 0, \text{不将母线 } j \text{ 作为监测节点} \end{cases};$$

- 15 根据所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 和所述决策方案临界故障电阻矩阵 R_D^t 获得短路故障点 i 引起电压暂降的电压暂降可观率:

$$p_{D,i}^t = \frac{\int_{R_{i\min}}^{A_{D,i}^t} f(R_{ix}) dR_{ix}}{\int_{R_{i\min}}^{A_{cri,i}^t} f(R_{ix}) dR_{ix}},$$

其中, $p_{D,i}^t$ 是所述短路故障点 i 引起电压暂降的电压暂降可观率, $A_{D,i}^t$ 是所述决策方案临界故障电阻矩阵 R_D^t 中第 i 行元素的最大值, $A_{cri,i}^t$ 是所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 中第 i 行元素的最大值, $R_{i\min}$ 是所述短路故障点 i 的故障电阻最小值, $f(R_{ix})$ 是所述短路故障点 i 处故障电阻的概率密度函数, R_{ix} 是所述短路故障点 i 的故障电阻值;

根据所述短路故障点 i 对应的电压暂降可观率建立所述短路故障点 i 的不等式约束:

$$p_{D,i}^t \geq \beta, \forall i = 1, 2, \dots, n, \forall t = 1, 2, 3, 4,$$

10 其中, β 是电压暂降可观率阈值。

可选的, 所述以监测节点数量最少为目标的目标函数为:

$$\min \sum_{j=1}^n d_j。$$

与现有技术相比, 本发明具有以下优点:

15 本发明提供的电压暂降监测节点的优化配置方法, 基于临界故障电阻矩阵, 建立电压暂降监测节点优化配置模型不等式约束, 将短路故障点的故障电阻这一关键变量引入到了监测节点优化配置模型中, 由此定量刻画并提高了监测节点配置方案在故障电阻非零条件下的工程适用性, 消除了电压暂降的监测盲区。

附图说明

20 图 1 是采用传统电压暂降监测节点的优化配置方法设置监测节点在理想情况下监测电压暂降的示意图;

图 2 是采用传统电压暂降监测节点的优化配置方法设置监测节点在实际情况下监测电压暂降的示意图;

图 3 是本发明实施方式的电压暂降监测节点的优化配置方法的流程示意图;

图 4 是本发明实施例的电网结构示意图。

具体实施方式

电网元件发生短路故障时，故障电阻广泛客观存在，且其电阻值受短路媒介类型、相间距离以及大地导电率等因素影响，常呈现出较强的随机不确定特性。

- 5 由背景技术中描述的传统电压暂降监测节点的优化配置方法可知，基于 MRA 原理进行监测节点优化配置的假设前提是短路故障点的故障电阻值必须为零。

故障电阻值对短路故障点的电压暂降幅值影响显著，故障电阻值越大，各监测节点对应的 MRA 范围越小。若基于传统电压暂降监测节点的优化配置方法在全网配置监测节点，当电网中发生非金属性短路故障时，图 1 中监测节点 M 和
10 监测节点 N 的 MRA 范围相应缩小，将会出现图 2 所示的监测盲区。在监测盲区中短路故障点 f 发生非金属性短路故障时，由于故障电阻 R_f 的存在，短路故障点 f 的相邻节点 A 处电压虽已低于电压阈值，但监测节点 M 和监测节点 N 处电压仍高于电压阈值，因而监测节点 M 和监测节点 N 处的监测装置不会记录电压暂降事件。

- 15 由此可见，传统电压暂降监测节点的优化配置方法由于未引入故障电阻这一关键变量，必将导致电网中出现大量监测盲区，最终影响全网电压暂降监测评估结果的准确性。本发明提供一种电压暂降监测节点的优化配置方法，基于临界故障电阻矩阵，建立电压暂降监测节点优化配置模型不等式约束，将短路故障点的故障电阻这一关键变量引入到了监测节点优化配置模型中。

- 20 图 3 是本发明实施方式的电压暂降监测节点的优化配置方法的流程示意图，所述电压暂降监测节点的优化配置方法包括：

步骤 S31：基于电网拓扑和系统参数获得临界故障电阻矩阵；

步骤 S32：根据故障电阻随机分布特性和所述临界故障电阻矩阵建立不等式约束；

- 25 步骤 S33：以监测节点数量最少为目标，获得满足所述不等式约束的最优监测节点配置方案。

下面结合实施例及附图，对本发明作进一步地的详细说明，但本发明的实施方式不限于此。

如步骤 S31 所述，基于电网拓扑和系统参数获得临界故障电阻矩阵。

具体地，获得短路故障点的自阻抗以及短路故障点和监测节点之间的互阻抗。图 4 是本发明实施例的电网结构示意图，假设 f 是线路 $u-v$ 上的短路故障点， l 是短路故障点 f 与线路节点 u 之间距离， m 是监测节点，则所述短路故障点 f 的自阻抗为：

$$5 \quad Z_{ff}^c = (1-l)^2 Z_{uu}^c + l^2 Z_{vv}^c + 2l(1-l)Z_{uv}^c + l(1-l)z_{uv}^c ;$$

所述短路故障点 f 和监测节点 m 之间的互阻抗为：

$$Z_{mf}^c = (1-l)Z_{mu}^c + lZ_{mv}^c ;$$

其中， $c = 0, 1, 2$ ，分别表示零序、正序和负序； Z_{ff}^c 是所述短路故障点 f 的各序自阻抗； Z_{uu}^c 是线路节点 u 的各序自阻抗； Z_{vv}^c 是线路节点 v 的各序自阻抗； Z_{uv}^c 是线路节点 u 与线路节点 v 之间的各序互阻抗； z_{uv}^c 是线路 $u-v$ 的各序阻抗； Z_{mf}^c 是所述短路故障点 f 和所述监测节点 m 之间的各序互阻抗； Z_{mu}^c 是所述线路节点 u 与所述监测节点 m 之间的各序互阻抗； Z_{mv}^c 是所述线路节点 v 与所述监测节点 m 之间的各序互阻抗。

当所述短路故障点 f 处发生不同类型短路故障时，根据所述短路故障点 f 的自阻抗以及所述短路故障点 f 和监测节点 m 之间的互阻抗，获得发生不同类型短路故障时所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数。

发生 A 相接地短路故障时，所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为：

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{Z_{mf}^1 + Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{\alpha^2 Z_{mf}^1 + \alpha Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{\alpha Z_{mf}^1 + \alpha^2 Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} \end{cases}$$

发生 B、C 相间短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{Z_{mf}^1 - Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{\alpha^2 Z_{mf}^1 - \alpha Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{\alpha Z_{mf}^1 - \alpha^2 Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} \end{cases}$$

- 5 发生 B、C 两相接地短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)\alpha^2 Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)\alpha Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)\alpha Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)\alpha^2 Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} \end{cases}$$

发生三相短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$V_{m,A} = V_{m,B} = V_{m,C} = 1 - \frac{Z_{mf}^1}{Z_{ff}^1 + R_x} ;$$

其中, $V_{m,A}$ 是所述监测节点 m 的 A 相电压幅值, $V_{m,B}$ 是所述监测节点 m 的 B 相

电压幅值, $V_{m,C}$ 是所述监测节点 m 的 C 相电压幅值, R_x 是所述短路故障点 f 的故障电阻值, α 是旋转因子 e^{j120° 。

- 以所述监测节点 m 的各相电压幅值等于预设的电压阈值反解所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数, 以获得发生不同类型短路故障时所述短路故障点 f 的临界故障电阻值 R_x 。需要说明的是, 所述电压阈值根据实际需求进行设置, 本发明实施例对此不作限定。

采用与获得所述短路故障点 f 的临界故障电阻值 R_x 相同的方法, 获得电网中其他短路故障点的临界故障电阻值。对于非对称性短路故障, 取三相临界故障电阻值中的最大值作为该短路故障点该类故障的临界故障电阻值。

- 根据发生不同类型短路故障时所述短路故障点的临界故障电阻值构建所述临界故障电阻矩阵:

$$R_{cri}^t = \begin{bmatrix} r_{cri,11}^t & r_{cri,12}^t & \cdots & r_{cri,1b}^t \\ r_{cri,21}^t & r_{cri,22}^t & \cdots & r_{cri,2b}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{cri,n1}^t & r_{cri,n2}^t & \cdots & r_{cri,nb}^t \end{bmatrix}$$

- 其中, R_{cri}^t 是所述临界故障电阻矩阵; t 是短路故障类型, 即: A 相接地短路故障, B、C 相间短路故障, B、C 两相接地短路故障, 三相短路故障; n 是设定的短路故障点数量; b 是可作为监测节点的节点数量。所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 中任意元素 $r_{cri,ij}^t$ 取值即为在短路故障点 i 处发生 t 类短路故障时对应监测节点 j 的临界故障电阻值。

如步骤 S32 所述, 根据故障电阻随机分布特性和所述临界故障电阻矩阵建立不等式约束。

- 具体地, 与现有技术中相同, 定义 b 维监测位置决策向量:

$$D = [d_1 \ d_2 \ \cdots d_b]。$$

监测位置决策向量 D 中任意元素 d_j 取值为:

$$d_j = \begin{cases} 1, \text{将母线} j \text{作为监测节点} \\ 0, \text{不将母线} j \text{作为监测节点} \end{cases}。$$

与决策向量 D 对应的决策方案临界故障电阻矩阵为:

$$R_D^t = \begin{bmatrix} r_{D,11}^t & r_{D,12}^t & \cdots & r_{D,1b}^t \\ r_{D,21}^t & r_{D,22}^t & \cdots & r_{D,2b}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{D,n1}^t & r_{D,n2}^t & \cdots & r_{D,nb}^t \end{bmatrix},$$

其中, R_D^t 是所述决策方案临界故障电阻矩阵, 所述决策方案临界故障电阻矩阵

- 5 R_D^t 中任意元素 $r_{D,ij}^t$ 取值为 $r_{cri,ij}^t \times d_j$, d_j 是所述决策向量 D 中任意元素。

定义电压暂降可观率为:

$$\text{电压暂降可观率} = \frac{\text{电压暂降被监测到的次数}}{\text{短路故障引起电压暂降总次数}} \times 100\%。$$

短路故障点的故障电阻值具有随机不确定特性, 若用 $f(R_{ix})$ 表示所述短路故障点

i 处故障电阻的概率密度函数, $A_{cri,i}^t$ 表示所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 中第 i 行元素

- 10 的最大值, $A_{D,i}^t$ 表示所述决策方案临界故障电阻矩阵 R_D^t 中第 i 行元素的最大值,

$R_{i\min}$ 表示所述短路故障点 i 的故障电阻最小值。将所述短路故障点 i 的故障电阻

值 R_{ix} 看作变量, 根据所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 和所述决策方案临界故障电阻矩

阵 R_{cri}^t 获得短路故障点 i 引起电压暂降的电压暂降可观率:

$$p_{D,i}^t = \frac{\int_{R_{i\min}}^{A_{D,i}^t} f(R_{ix}) dR_{ix}}{\int_{R_{i\min}}^{A_{cri,i}^t} f(R_{ix}) dR_{ix}},$$

- 15 其中, $p_{D,i}^t$ 是所述短路故障点 i 引起电压暂降的电压暂降可观率。

对于所述短路故障点 i , 当其故障电阻值大于所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 中

第 i 行元素的最大值 $A_{cri,i}^t$ 时, 全网所有节点的电压值均大于电压阈值, 即所述短

路故障点 i 的电压暂降可观率刻画了所述短路故障点 i 处发生具有不同故障电阻

值的短路故障时,所述决策向量 D 对应监测点配置方案能记录到电压暂降事件的概率。

- 若用 β 表示电压暂降可观率阈值,所述电压暂降可观率阈值 β 根据实际需求进行设置,为保证全网任意短路故障点发生任意类型短路故障时的电压暂降可观率均大于所述电压暂降可观率阈值 β ,则对于任意短路故障点 i ,根据所述短路故障点 i 的电压暂降可观率 $p_{D,i}^t$ 建立不等式约束:

$$p_{D,i}^t \geq \beta, \forall i = 1, 2, \dots, n, \forall t = 1, 2, 3, 4。$$

如步骤 S33 所述,以监测节点数量最少为目标,获得满足所述不等式约束的最优监测节点配置方案。

- 为使监测节点数量最少,所述以监测节点数量最少为目标的目标函数为:

$$\min \sum_{j=1}^n d_j。$$

- 所述目标函数和所述不等式约束构成一个具有非线性约束的 0-1 整数线性规划问题,采用常规遗传算法对该规划问题进行求解,即能得出最优监测节点配置方案。本领域技术人员知晓如何采用遗传算法对所述目标函数和所述不等式约束构成的具有非线性约束的 0-1 整数线性规划问题求解,在此不再赘述。

以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明做任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化,均落入本发明的保护范围之内。

- 1、一种电压暂降监测节点的优化配置方法，其特征在于，包括：
 基于电网拓扑和系统参数获得临界故障电阻矩阵；
 根据故障电阻随机分布特性和所述临界故障电阻矩阵建立不等式约束；
 以监测节点数量最少为目标，获得满足所述不等式约束的最优监测节点配置
 5 方案。

- 2、根据权利要求1所述的电压暂降监测节点的优化配置方法，其特征在于，
 所述基于电网拓扑和系统参数获得临界故障电阻矩阵包括：
 获得短路故障点的自阻抗以及短路故障点和监测节点之间的互阻抗；
 根据所述短路故障点的自阻抗以及短路故障点和监测节点之间的互阻抗，获
 10 得发生不同类型短路故障时所述监测节点的各相电压幅值关于所述短路故障点
 处故障电阻值的函数；

- 以所述监测节点各相电压幅值等于预设的电压阈值反解所述监测节点
 各相电压幅值关于所述短路故障点处故障电阻值的函数，以获得发生不同类型短
 路故障时所述短路故障点的临界故障电阻值；
 15 根据发生不同类型短路故障时所述短路故障点的临界故障电阻值构建所述
 临界故障电阻矩阵：

$$R_{cri}^t = \begin{bmatrix} r_{cri,11}^t & r_{cri,12}^t & \cdots & r_{cri,1b}^t \\ r_{cri,21}^t & r_{cri,22}^t & \cdots & r_{cri,2b}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{cri,n1}^t & r_{cri,n2}^t & \cdots & r_{cri,nb}^t \end{bmatrix},$$

- 其中， R_{cri}^t 是所述临界故障电阻矩阵， t 是短路故障类型， n 是设定的短路故障
 点数量， b 是可作为监测节点的节点数量，所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 中任意元
 20 素 $r_{cri,ij}^t$ 取值即为在故障点 i 处发生 t 类短路故障时对应监测节点 j 的临界故障
 电阻值。

- 3、根据权利要求2所述的电压暂降监测节点的优化配置方法，其特征在于，
 所述短路故障点的自阻抗根据 $Z_{ff}^c = (1-l)^2 Z_{uu}^c + l^2 Z_{vv}^c + 2l(1-l)Z_{uv}^c + l(1-l)z_{uv}^c$
 获得，其中， f 是位于线路 $u-v$ 之间短路故障点； $c = 0,1,2$ ，分别表示零序、

正序和负序； Z_{ff}^c 是所述短路故障点 f 的各序自阻抗； l 是所述短路故障点 f 与线路节点 u 之间的距离； Z_{uu}^c 是线路节点 u 的各序自阻抗； Z_{vv}^c 是线路节点 v 的各序自阻抗； Z_{uv}^c 是线路节点 u 与线路节点 v 之间的各序互阻抗； z_{uv}^c 是线路 $u-v$ 的各序阻抗。

- 5 4、根据权利要求 3 所述的电压暂降监测节点的优化配置方法，其特征在于，所述短路故障点和监测节点之间的互阻抗根据 $Z_{mf}^c = (1-l)Z_{mu}^c + lZ_{mv}^c$ 获得，其中， m 是监测节点； Z_{mf}^c 是所述短路故障点 f 和所述监测节点 m 之间的各序互阻抗； Z_{mu}^c 是所述线路节点 u 与所述监测节点 m 之间的各序互阻抗； Z_{mv}^c 是所述线路节点 v 与所述监测节点 m 之间的各序互阻抗。

- 10 5、根据权利要求 4 所述的电压暂降监测节点的优化配置方法，其特征在于，发生 A 相接地短路故障时，所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为：

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{Z_{mf}^1 + Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{\alpha^2 Z_{mf}^1 + \alpha Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{\alpha Z_{mf}^1 + \alpha^2 Z_{mf}^2 + Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 3R_x} \end{cases}$$

发生 B、C 相间短路故障时，所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障

- 15 障点 f 处故障电阻值的函数为：

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{Z_{mf}^1 - Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{\alpha^2 Z_{mf}^1 - \alpha Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{\alpha Z_{mf}^1 - \alpha^2 Z_{mf}^2}{Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + 2R_x} \end{cases}$$

发生 B、C 两相接地短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f 处故障电阻值的函数为:

$$\begin{cases} V_{m,A} = 1 - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} \\ V_{m,B} = \alpha^2 - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)\alpha^2 Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)\alpha Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} ; \\ V_{m,C} = \alpha - \frac{(Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0 + 2R_x)\alpha Z_{mf}^1 - (Z_{ff}^0 + R_x)\alpha^2 Z_{mf}^2 - (Z_{ff}^2 + R_x)Z_{mf}^0}{Z_{ff}^1 Z_{ff}^2 + Z_{ff}^1 Z_{ff}^0 + Z_{ff}^2 Z_{ff}^0 + 2R_x(Z_{ff}^1 + Z_{ff}^2 + Z_{ff}^0) + 3R_x^2} \end{cases}$$

发生三相短路故障时, 所述监测节点 m 的各相电压幅值关于所述短路故障点 f

5 处故障电阻值的函数为:

$$V_{m,A} = V_{m,B} = V_{m,C} = 1 - \frac{Z_{mf}^1}{Z_{ff}^1 + R_x};$$

其中, $V_{m,A}$ 是所述监测节点 m 的 A 相电压幅值, $V_{m,B}$ 是所述监测节点 m 的 B 相电压幅值, $V_{m,C}$ 是所述监测节点 m 的 C 相电压幅值, α 是旋转因子 e^{j120° , R_x 是所述短路故障点 f 的故障电阻值。

10 6、根据权利要求 5 所述的电压暂降监测节点的优化配置方法, 其特征在于, 所述根据故障电阻随机分布特性和所述临界故障电阻矩阵建立不等式约束包括:

建立与决策向量 $[d_1 \ d_2 \ \cdots d_b]$ 对应的决策方案临界故障电阻矩阵:

$$R_D^t = \begin{bmatrix} r_{D,11}^t & r_{D,12}^t & \cdots & r_{D,1b}^t \\ r_{D,21}^t & r_{D,22}^t & \cdots & r_{D,2b}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{D,n1}^t & r_{D,n2}^t & \cdots & r_{D,nb}^t \end{bmatrix},$$

其中, R_D^t 是所述决策方案临界故障电阻矩阵, 所述决策方案临界故障电阻矩阵

15 R_D^t 中任意元素 $r_{D,ij}^t$ 取值为 $r_{cri,ij}^t \times d_j$, d_j 是所述决策向量 $[d_1 \ d_2 \ \cdots d_b]$ 中任

意元素, $d_j = \begin{cases} 1, \text{将母线 } j \text{ 作为监测节点} \\ 0, \text{不将母线 } j \text{ 作为监测节点} \end{cases}$;

根据所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 和所述决策方案临界故障电阻矩阵 R_D^t 获得短路故障点 i 引起电压暂降的电压暂降可观率:

$$p_{D,i}^t = \frac{\int_{R_{i\min}}^{A_{D,i}^t} f(R_{ix}) dR_{ix}}{\int_{R_{i\min}}^{A_{cri,i}^t} f(R_{ix}) dR_{ix}},$$

5 其中, $p_{D,i}^t$ 是所述短路故障点 i 引起电压暂降的电压暂降可观率, $A_{D,i}^t$ 是所述决策方案临界故障电阻矩阵 R_D^t 中第 i 行元素的最大值, $A_{cri,i}^t$ 是所述临界故障电阻矩阵 R_{cri}^t 中第 i 行元素的最大值, $R_{i\min}$ 是所述短路故障点 i 的故障电阻最小值, $f(R_{ix})$ 是所述短路故障点 i 处故障电阻的概率密度函数, R_{ix} 是所述短路故障点 i 的故障电阻值;

10 根据所述短路故障点 i 对应的电压暂降可观率建立所述短路故障点 i 的不等式约束:

$$p_{D,i}^t \geq \beta, \forall i = 1, 2, \dots, n, \forall t = 1, 2, 3, 4,$$

其中, β 是电压暂降可观率阈值。

7、根据权利要求 6 所述的电压暂降监测节点的优化配置方法, 其特征在于,

15 所述以监测节点数量最少为目标的目标函数为:

$$\min \sum_{j=1}^n d_j。$$

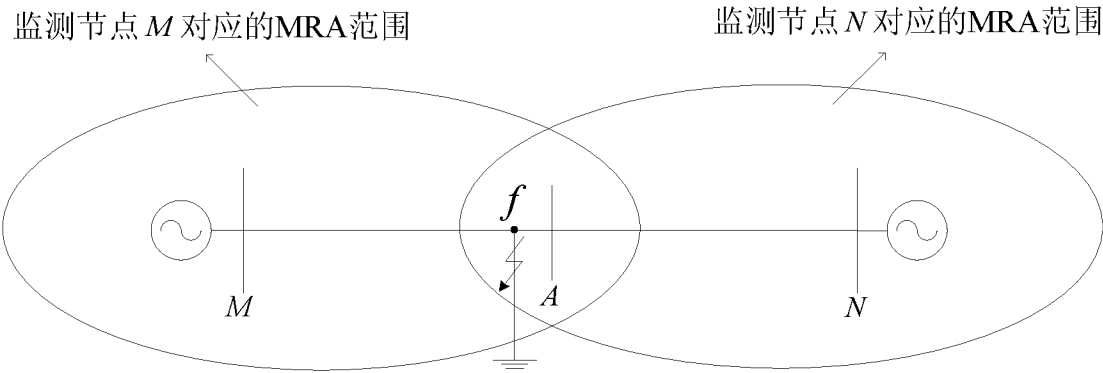


图 1

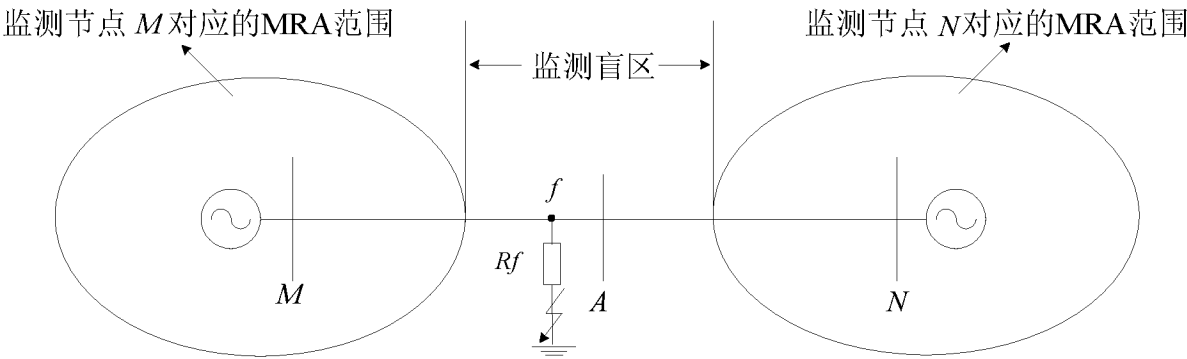


图 2

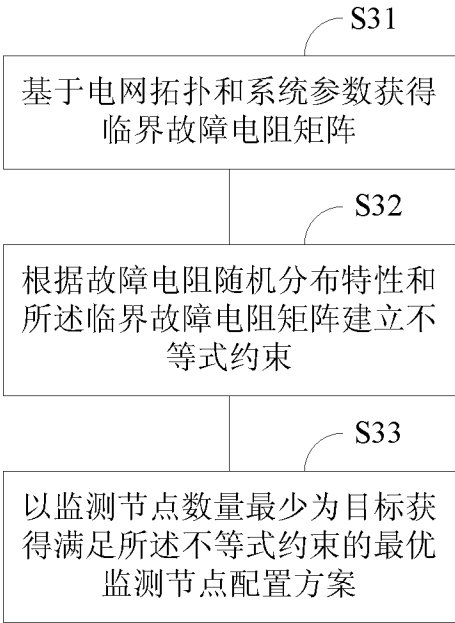


图 3

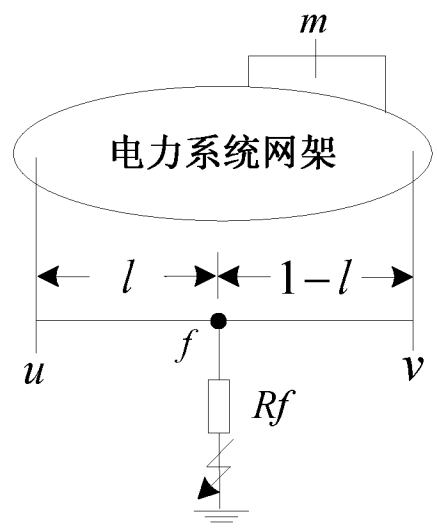


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/090418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

IPC: G01R31 H02H

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)

CNABS, CNTXT, CJFD, VEN: VOLTAGE, SAG, OPTIMIZE, DROP, DECREASE, MODE, MATRIX, FAULT, RESISTANCE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104880643 A (STATE GRID SICHUAN ELECTRIC POWER CO. ECO. et al.) 02 September 2015 (02.09.2015) claims 1-7	1-7
A	DAI, Xiaoqian et al, One optimum allocation method of power quality monitors by considering exposed area, ELECTRIC POWER SCIENCE AND ENGINEERING, 28 February 2011 (28.02.2011) no.02, vol.27, pages 7-9	1-7
A	CHEN, Wu et al, Optimal distribution method of voltage sag monitoring device in smart grid, ELECTRIC POWER CONSTRUCTION, 30 June 2011 (30.06.2011) no.06, vol.32, pages 19 and 20	1-7
A	WANG, Dongxu et al, Optimal location strategy of voltage dip monitoring network based on line sectionalizing method, TRANSACTIONS OF CHINA ELECTROTECHNICAL SOCIETY, 30 October 2011 (30.10.2011) no.10, vol.26, pages 32-36	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 26 February 2016	Date of mailing of the international search report 16 March 2016
Name and mailing address of the ISA 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 WANG, Xiaoping Telephone No. (86-10) 62085739

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2015/090418

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103457279 A (ELECTRIC POWER DISPATCH CONTROL CT. GUANGDONG GRID CO. et al.) 18 December 2013 (18.12.2013) the whole document	1-7
A	CN 103995178 A (JIANGSU UNIVERSITY) 20 August 2014(20.08.2014) the whole document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/090418

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104880643 A	02 September 2015	None	
CN 103457279 A	18 December 2013	None	
CN 103995178 A	20 August 2014	None	

A. 主题的分类 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) G01R31; H02H 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)) CNABS, CNTXT, CJFD, VEN; 电压, 暂降, 优化, 节点, 矩阵, 故障电阻, VOLTAGE, SAG, OPTIMIZE, DROP, DECREASE, NODE, MATRIX, FAULT, RESISTANCE		
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 104880643 A (国网四川省电力公司经济技术研究院等) 2015年 9月 2日 (2015 - 09 - 02) 权利要求1-7	1-7
A	代晓倩等. "一种考虑电压暂降分布域的电能质量监测仪的优化配置方法" 电力科学与工程, 第27卷, 第02期, 2011年 2月 28日 (2011 - 02 - 28), 第7-9页	1-7
A	陈武等. "智能电网背景下电压暂降监测装置的最优布点方法" 电力建设, 第32卷, 第06期, 2011年 6月 30日 (2011 - 06 - 30), 第19-20页	1-7
A	王东旭等. "基于线路分段法的电压跌落监测网络优化布点策略" 电工技术学报, 第26卷, 第10期, 2011年 10月 30日 (2011 - 10 - 30), 第32-36页	1-7
A	CN 103457279 A (广东电网公司电力调度控制中心等) 2013年 12月 18日 (2013 - 12 - 18) 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 2月 26日		国际检索报告邮寄日期 2016年 3月 16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 王晓萍 电话号码 (86-10) 62085739

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	CN 103995178 A (江苏大学) 2014年 8月 20日 (2014 - 08 - 20) 全文	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/090418

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	104880643	A	2015年 9月 2日	无	
CN	103457279	A	2013年 12月 18日	无	
CN	103995178	A	2014年 8月 20日	无	