

(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
2018 年 11 月 22 日 (22.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/209478 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/00 (2006.01) **H02J 1/00** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/084284
- (22) 国际申请日: 2017 年 5 月 15 日 (15.05.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
- (72) 发明人: 江辉(JIANG, Hui); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
彭建春(PENG, Jianchun); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳中一专利商标事务所(SHENZHEN ZHONGYI PATENT AND TRADEMARK OFFICE); 中国广东省深圳市福田区深南中路

1014 号老特区报社四楼 (5 号信箱), Guangdong 518028 (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) **Title:** EQUIVALENT CONDUCTANCE COMPENSATION GLOBAL LINEAR ECCENTRIC METHOD FOR ACQUIRING LOAD FLOW OF DIRECT CURRENT POWER GRID

(54) 发明名称: 获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法

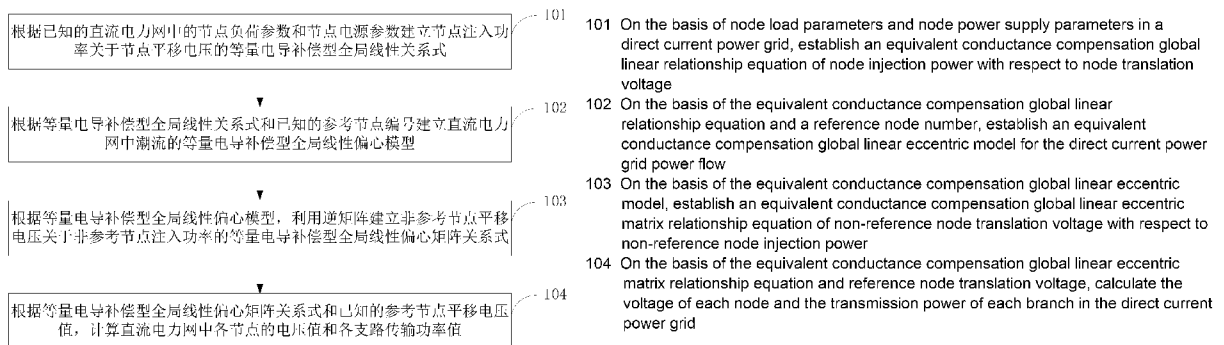


图 1

(57) **Abstract:** An equivalent conductance compensation global linear eccentric method for acquiring the load flow of a direct current power grid: on the basis of node load parameters and node power supply parameters in a direct current power grid, establishing an equivalent conductance compensation global linear relationship equation of node injection power with respect to node translation voltage (101); on the basis of the equivalent conductance compensation global linear relationship equation and a reference node number, establishing an equivalent conductance compensation global linear eccentric model for the direct current power grid power flow (102); on the basis of the equivalent conductance compensation global linear eccentric model, establishing an equivalent conductance compensation global linear eccentric matrix relationship equation of non-reference node translation voltage with respect to non-reference node injection power (103); and, on the basis of the equivalent conductance compensation global linear eccentric matrix relationship equation and reference node translation voltage, calculating the voltage of each node and the transmission power of each branch in the direct current power grid (104). The amount of calculation is small, there are no convergence problems, and accuracy is high when the operating state of the direct current power grid changes greatly.



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))。

(57) 摘要：一种获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法，首先根据直流电力网中的节点负荷参数和节点电源参数建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式(101)；然后根据等量电导补偿型全局线性关系式和参考节点编号建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型(102)；再根据等量电导补偿型全局线性偏心模型，建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式(103)；最后根据等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式和参考节点平移电压值，计算直流电力网中各节点的电压值和各支路传输功率值(104)；实现了计算量小、不存在收敛问题，且在直流电力网运行状态大范围变化时精度高。

获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法

技术领域

本发明涉及电力工程领域，尤其涉及一种获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法。

背景技术

目前，直流输电的技术和经济优势正迅速推动直流电力网的建设和发展。作为直流电力网调控基础的潮流获取方法，特别是快速、可靠、准确的全局线性潮流模型和计算方法亟待开发。

现有的直流电力网潮流获取方法，是先建立非线性的节点功率平衡方程组模型，再运用迭代方法求解。由于节点功率平衡方程组模型的非线性，这种方法不仅迭代计算量大、速度慢，而且会出现迭代不收敛、或不可靠收敛问题，难适应需要基于潮流解才能实现调控的直流电力网运行要求。若采用基于运行基点线性化的局部线性潮流模型，则又无法满足直流电力网运行状态大范围变化时调控的精度要求。因此，现有的直流电力网潮流获取方法要么存在计算速度慢和收敛不可靠问题、要么不适应直流电力网运行状态的大范围变化。

发明内容

本发明实施例提供一种获取直流电力网潮流的等量电导补偿型

全局线性偏心方法，能够实现直流电力网潮流的快速可靠获取，并且适应直流电力网运行状态大范围变化。

本发明提供了一种获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法，包括：

根据已知的直流电力网中的节点负荷参数和节点电源参数建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式；

根据所述等量电导补偿型全局线性关系式和已知的参考节点编号建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型；

根据所述等量电导补偿型全局线性偏心模型，利用逆矩阵建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式；

根据所述等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式和已知的参考节点平移电压值，计算直流电力网中各节点的电压值和各支路传输功率值。

本发明实施例通过首先根据已知的直流电力网中的节点负荷参数和节点电源参数建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式；然后根据等量电导补偿型全局线性关系式和已知的参考节点编号建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型；再根据等量电导补偿型全局线性偏心模型，利用逆矩阵建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式；最后根据等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式和已知的参考节点平移电压值，计算直流电力网中各节

点的电压值和各支路传输功率值；由于无需进行迭代计算，故计算量小、不存在收敛问题，而且在直流电力网运行状态大范围变化时精度高。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本发明实施例提供的一种获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法的实现流程图；

图 2 是本发明实施例提供的直流电力网通用模型的结构示意图。

具体实施方式

以下描述中，为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节，以便透彻理解本发明实施例。然而，本领域的技术人员应当清楚，在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本发明。在其它情况中，省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明，以免不必要的细节妨碍本发明的描述。

为了说明本发明所述的技术方案，下面通过具体实施例来进行说明。

参见图 1，图 1 是本发明实施例提供的一种获取直流电力网潮流

的等量电导补偿型全局线性偏心方法的实现流程图。如图所示的获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法可包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据已知的直流电力网中的节点负荷参数和节点电源参数建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式。

步骤 101 具体为：按照如下关系式建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式：

$$P_{Gi} - P_{Di} = \sum_{k=1, k \neq i}^n (1 + v_{i0}) g_{ik} (v_i - v_k)$$

其中， i 和 k 均为直流电力网中的节点的编号，且都属于连续自然数的集合 $\{1, 2, \dots, n\}$ ； n 为直流电力网中的节点的总个数； P_{Gi} 为接于节点 i 的电源功率； P_{Di} 为接于节点 i 的负荷功率； $P_{Gi} - P_{Di}$ 为节点 i 的注入功率； g_{ik} 是连接在节点 i 和节点 k 之间的支路 ik 的电导； v_{i0} 为节点 i 的基点平移电压，且是平移 -1.0 后的标么值电压； v_i 为节点 i 的平移电压； v_k 为节点 k 的平移电压，且 v_i 和 v_k 都是平移 -1.0 后的标么值电压；

P_{Gi} 、 P_{Di} 、 n 、 g_{ik} 、 v_{i0} 都是已知的直流电力网参数。

上述等量电导补偿型全局线性关系式中的所有变量都是全局变量、并非增量；此外，上述等量电导补偿型全局线性关系式中 v_i 和 v_k 的系数 $(1 + v_{i0})g_{ik}$ 和 $-(1 + v_{i0})g_{ik}$ 分别是自电导和互电导，它们与传统自电导和互电导相比分别增加了电导项 $v_{i0}g_{ik}$ 和 $-v_{i0}g_{ik}$ 。这两个异号

等量电导项是将上述等量电导补偿型全局线性关系式右边原始功率表达式的非线性项按组合变量 $(v_i - v_k)$ 归集系数、并在基点量化该系数得到的，用于补偿原始功率表达式的非线性项。这正是称上述关系式为节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式的缘故。

上述等量电导补偿型全局线性关系式是根据直流电力网运行特性建立的。直流电力网运行特性为直流电力网中各节点电压平移 -1.0 后得到的“节点平移电压”很小，用常量替代支路电导与其端节点平移电压的乘积时对结果的精度影响很小。

在步骤 102 中，根据等量电导补偿型全局线性关系式和已知的参考节点编号建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型。

步骤 102 具体为：按照如下关系式建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型：

$$\begin{bmatrix} P_{G1} - P_{D1} \\ \vdots \\ P_{Gi} - P_{Di} \\ \vdots \\ P_{Gn-1} - P_{Dn-1} \end{bmatrix} = (G_{ij}) \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_i \\ \vdots \\ v_{n-1} \end{bmatrix},$$

$$G_{ij} = \begin{cases} -(1 + v_{i0})g_{ij}, & \text{当 } j \neq i \text{ 时} \\ \sum_{k=1, k \neq i}^n (1 + v_{i0})g_{ik}, & \text{当 } j = i \text{ 时} \end{cases}$$

其中， P_{G1} 为节点 1 的电源功率； P_{Gi} 为节点 i 的电源功率； P_{Gn-1} 为节点 $n-1$ 的电源功率； P_{D1} 为节点 1 的负荷功率； P_{Di} 为节点 i 的负荷功率； P_{Dn-1} 是节点 $n-1$ 的负荷功率； j 是直流电力网中节点的编号，且属于连续自然数的集合 $\{1, 2, \dots, n\}$ ； g_{ij} 是连接在节点 i 和节点 j 之间

的支路 ij 的电导； g_{ik} 是连接在节点 i 和节点 k 之间的支路 ik 的电导； v_{i0} 为节点 i 的基点平移电压，且是平移 -1.0 后的标么值电压； n 为直流电力网中的节点的总个数；编号为 n 的节点是已知的参考节点； (G_{ij}) 是删除参考节点的行和列之后的直流电力网的等量电导补偿型节点电导矩阵，等量电导补偿型节点电导矩阵的维数是 $(n-1) \times (n-1)$ ； G_{ij} 是等量电导补偿型节点电导矩阵 (G_{ij}) 中第 i 行第 j 列的元素； v_1 为节点1的平移电压； v_i 为节点 i 的平移电压； v_{n-1} 为节点 $n-1$ 的平移电压，且 v_1 、 v_i 和 v_{n-1} 都是平移 -1.0 后的标么值电压。

其中， P_{G1} 、 P_{D1} 、 P_{Gi} 、 P_{Di} 、 P_{Gn-1} 、 P_{Dn-1} 、 (G_{ij}) 都是已知的直流电力网参数。

上述等量电导补偿型全局线性偏心模型中，参考节点的平移电压被指定为零值的电压中心，该中心完全偏向参考节点，这正是称上述模型为等量电导补偿型全局线性偏心模型的缘故。

在步骤 103 中，根据等量电导补偿型全局线性偏心模型，利用逆矩阵建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式。

步骤 103 具体为：按照如下关系式建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式：

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_i \\ \vdots \\ v_{n-1} \end{bmatrix} = (G_{ij})^{-1} \begin{bmatrix} P_{G1} - P_{D1} \\ \vdots \\ P_{Gi} - P_{Di} \\ \vdots \\ P_{Gn-1} - P_{Dn-1} \end{bmatrix}$$

其中， $(G_{ij})^{-1}$ 是直流电力网的等量电导补偿型节点电导矩阵

(G_{ij}) 的逆矩阵； P_{G1} 为节点 1 的电源功率； P_{Gi} 为节点*i*的电源功率； P_{Gn-1} 为节点*n* - 1的电源功率； P_{D1} 为节点 1 的负荷功率； P_{Di} 为节点*i*的负荷功率； P_{Dn-1} 是节点*n* - 1的负荷功率； v_1 为节点1的平移电压； v_i 为节点*i*的平移电压； v_{n-1} 为节点*n* - 1的平移电压，且 v_1 、 v_i 和 v_{n-1} 都是平移-1.0后的标么值电压。按上述关系式即可计算出非参考节点平移电压值 v_i ， $i = 1, 2, \dots, n - 1$ 。

由于上述等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式是全局变量（而非增量）关系式，按它计算得到的非参考节点平移电压在节点注入功率大范围变化时，也就是直流电力网运行状态大范围变化时是准确的，且计算过程只涉及一步简单的线性关系计算、快速可靠。

在步骤 104 中，根据等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式和已知的参考节点平移电压值，计算直流电力网中各节点的电压值和各支路传输功率值。

步骤 104 具体为：根据等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式计算非参考节点平移电压值；根据已知的参考节点平移电压值，按照如下 3 个关系式分别计算出直流电力网中非参考节点电压值、参考节点电压值和各支路传输功率值：

$$V_i = 1 + v_i + v_n$$

$$V_n = 1 + v_n$$

$$P_{ij} = g_{ij}(v_i - v_j)$$

其中， V_i 为非参考节点电压值， $i = 1, 2, \dots, n - 1$ ； V_n 为参考节点电压值； v_n 为参考节点平移电压值，且是平移-1.0后的标么值电压；

v_i 为节点 i 的平移电压； v_j 为节点 j 的平移电压，且 v_i 和 v_j 都是平移 -1.0 后的标么值电压； g_{ij} 是连接在节点 i 和节点 j 之间的支路 ij 的电导； P_{ij} 为支路 ij 传输功率值，又称支路潮流。

这样就得到了直流电力网中等量电导补偿型全局线性潮流的分布。上述关系式以非参考节点平移电压为核心、非常简单。非参考节点平移电压的计算在直流电力网运行状态大范围变化时准确、快速、可靠。因此，这种直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型和算法准确、快速、可靠。

应理解，上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应按其功能和内在逻辑确定，而不应对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

权 利 要 求 书

1. 一种获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法，其特征在于，所述获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法包括：

根据已知的直流电力网中的节点负荷参数和节点电源参数建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式；

根据所述等量电导补偿型全局线性关系式和已知的参考节点编号建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型；

根据所述等量电导补偿型全局线性偏心模型，利用逆矩阵建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式；

根据所述等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式和已知的参考节点平移电压值，计算直流电力网中各节点的电压值和各支路传输功率值。

2. 根据权利要求 1 所述的获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法，其特征在于，所述根据已知的直流电力网中的节点负荷参数和节点电源参数建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式具体为：

按照如下关系式建立节点注入功率关于节点平移电压的等量电导补偿型全局线性关系式：

$$P_{Gi} - P_{Di} = \sum_{k=1, k \neq i}^n (1 + v_{i0}) g_{ik} (v_i - v_k)$$

其中, i 和 k 均为直流电力网中的节点的编号, 且都属于连续自然数的集合 $\{1, 2, \dots, n\}$; n 为所述直流电力网中的节点的总个数; P_{Gi} 为接于节点 i 的电源功率; P_{Di} 为接于所述节点 i 的负荷功率; $P_{Gi} - P_{Di}$ 为所述节点 i 的注入功率; g_{ik} 是连接在所述节点 i 和节点 k 之间的支路 ik 的电导; v_{i0} 为所述节点 i 的基点平移电压, 且是平移 -1.0 后的标么值电压; v_i 为所述节点 i 的平移电压; v_k 为所述节点 k 的平移电压, 且所述 v_i 和所述 v_k 都是平移 -1.0 后的标么值电压。

3. 根据权利要求 1 所述的获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法, 其特征在于, 所述根据所述等量电导补偿型全局线性关系式和已知的参考节点编号建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型具体为:

按照如下关系式建立直流电力网中潮流的等量电导补偿型全局线性偏心模型:

$$\begin{bmatrix} P_{G1} - P_{D1} \\ \vdots \\ P_{Gi} - P_{Di} \\ \vdots \\ P_{Gn-1} - P_{Dn-1} \end{bmatrix} = (G_{ij}) \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_i \\ \vdots \\ v_{n-1} \end{bmatrix},$$

$$G_{ij} = \begin{cases} -(1 + v_{i0}) g_{ij}, & \text{当 } j \neq i \text{ 时} \\ \sum_{k=1, k \neq i}^n (1 + v_{i0}) g_{ik}, & \text{当 } j = i \text{ 时} \end{cases}$$

其中, P_{G1} 为节点 1 的电源功率; P_{Gi} 为节点 i 的电源功率; P_{Gn-1} 为节点 $n-1$ 的电源功率; P_{D1} 为所述节点 1 的负荷功率; P_{Di} 为所述节

点 i 的负荷功率； P_{Dn-1} 是所述节点 $n-1$ 的负荷功率； j 是所述直流电力网中节点的编号，且属于连续自然数的集合 $\{1,2,\dots,n\}$ ； g_{ij} 是连接在所述节点 i 和所述节点 j 之间的支路 ij 的电导； g_{ik} 是连接在所述节点 i 和节点 k 之间的支路 ik 的电导； v_{i0} 为所述节点 i 的基点平移电压，且是平移 -1.0 后的标么值电压； n 为所述直流电力网中的节点的总个数；编号为 n 的节点是已知的参考节点； (G_{ij}) 是删除参考节点的行和列之后的直流电力网的等量电导补偿型节点电导矩阵，所述等量电导补偿型节点电导矩阵的维数是 $(n-1) \times (n-1)$ ； G_{ij} 是所述等量电导补偿型节点电导矩阵 (G_{ij}) 中第 i 行第 j 列的元素； v_1 为所述节点1的平移电压； v_i 为所述节点 i 的平移电压； v_{n-1} 为所述节点 $n-1$ 的平移电压，且所述 v_1 、所述 v_i 和所述 v_{n-1} 都是平移 -1.0 后的标么值电压。

4. 根据权利要求1所述的获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法，其特征在于，所述根据所述等量电导补偿型全局线性偏心模型，利用逆矩阵建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式具体为：

按照如下关系式建立非参考节点平移电压关于非参考节点注入功率的等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式：

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_i \\ \vdots \\ v_{n-1} \end{bmatrix} = (G_{ij})^{-1} \begin{bmatrix} P_{G1} - P_{D1} \\ \vdots \\ P_{Gi} - P_{Di} \\ \vdots \\ P_{Gn-1} - P_{Dn-1} \end{bmatrix}$$

其中， $(G_{ij})^{-1}$ 是所述直流电力网的等量电导补偿型节点电导矩阵 (G_{ij}) 的逆矩阵； P_{G1} 为节点1的电源功率； P_{Gi} 为节点 i 的电源功率；

P_{Gn-1} 为节点 $n-1$ 的电源功率； P_{D1} 为所述节点1的负荷功率； P_{Di} 为所述节点 i 的负荷功率； P_{Dn-1} 是所述节点 $n-1$ 的负荷功率； v_1 为所述节点1的平移电压； v_i 为所述节点 i 的平移电压； v_{n-1} 为所述节点 $n-1$ 的平移电压，且所述 v_1 、所述 v_i 和所述 v_{n-1} 都是平移-1.0后的标么值电压。

5. 根据权利要求1所述的获取直流电力网潮流的等量电导补偿型全局线性偏心方法，其特征在于，所述根据所述等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式和已知的参考节点平移电压值，计算直流电力网中各节点的电压值和各支路传输功率值具体为：

根据所述等量电导补偿型全局线性偏心矩阵关系式计算非参考节点平移电压值；

根据已知的参考节点平移电压值，按照如下3个关系式分别计算所述直流电力网中所述非参考节点电压值、所述参考节点电压值和各支路传输功率值：

$$V_i = 1 + v_i + v_n$$

$$V_n = 1 + v_n$$

$$P_{ij} = g_{ij}(v_i - v_j)$$

其中， V_i 为所述非参考节点电压值， $i = 1, 2, \dots, n-1$ ； V_n 为所述参考节点电压值； v_n 为所述参考节点平移电压值，且是平移-1.0后的标么值电压； v_i 为节点 i 的平移电压； v_j 为节点 j 的平移电压，且所述 v_i 和所述 v_j 都是平移-1.0后的标么值电压； g_{ij} 是连接在所述节点 i 和所述节点 j 之间的支路 ij 的电导； P_{ij} 为所述支路 ij 传输功率值。

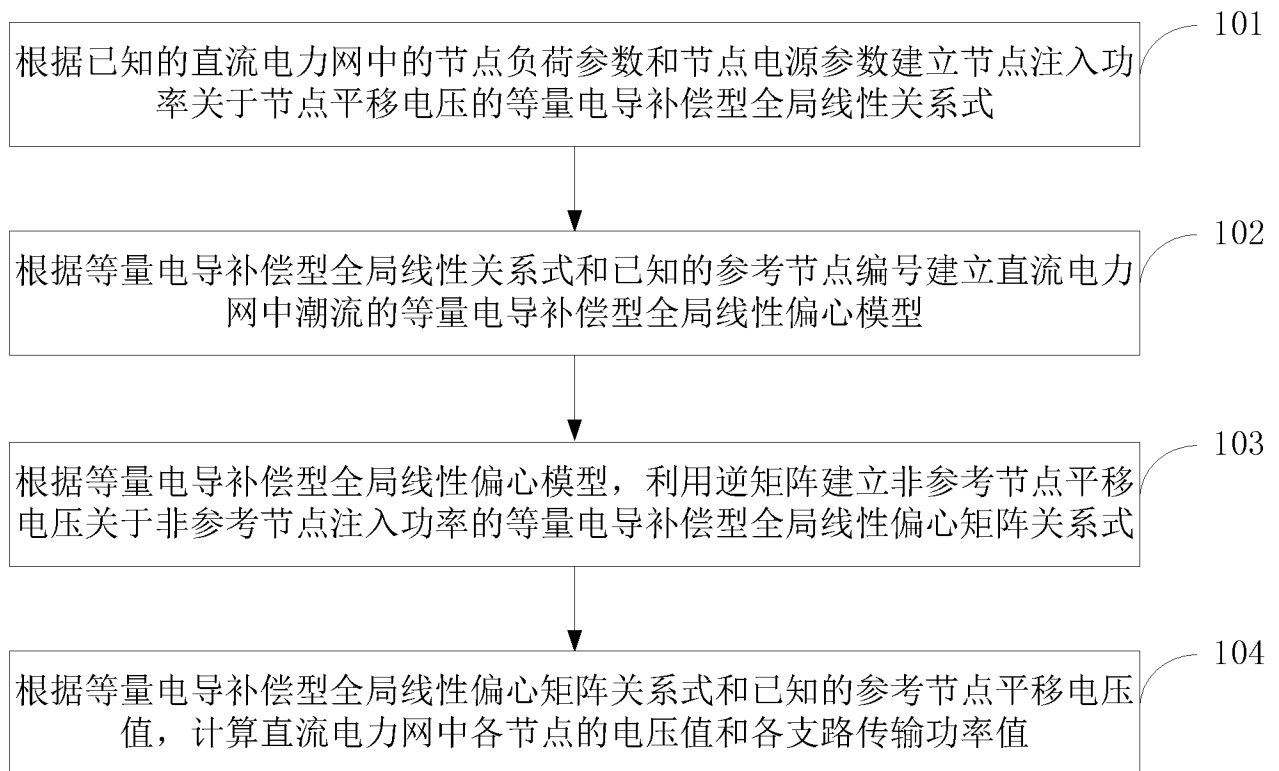


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/084284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/00(2006.01)i; H02J 1/00(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)

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, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 直流, 电网, 电力网, 潮流, 补偿, 电压, 节点, 支路, 全局, 线性, 偏心, 模型, 矩阵, direct, current, power, network, flow, compensate, voltage, node, branch, linear, asymmetric, model, matrix

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016372922 A1 (SHENZHEN UNIVERSITY) 22 December 2016 (2016-12-22) description, paragraphs [0012]-[0042], and figures 1-2	1-5
A	CN 104995811 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 21 October 2015 (2015-10-21) entire document	1-5
A	CN 105745809 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 06 July 2016 (2016-07-06) entire document	1-5
A	CN 103956733 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 30 July 2014 (2014-07-30) entire document	1-5
A	CN 104578159 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA ET AL.) 29 April 2015 (2015-04-29) entire document	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 February 2018

Date of mailing of the international search report

14 February 2018

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/084284

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016372922	A1	22 December 2016	WO	2016183805	A1	24 November 2016
				CN	107210605	A	26 September 2017
				US	9837815	B2	05 December 2017
CN	104995811	A	21 October 2015	WO	2016061745	A1	28 April 2016
				CN	104995811	B	28 July 2017
CN	105745809	A	06 July 2016	WO	2016183806	A1	24 November 2016
CN	103956733	A	30 July 2014	CN	103956733	B	18 May 2016
CN	104578159	A	29 April 2015	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/084284

A. 主题的分类

H02J 3/00(2006.01)i; H02J 1/00(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)

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, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 直流, 电网, 电力网, 潮流, 补偿, 电压, 节点, 支路, 全局, 线性, 偏心, 模型, 矩阵, direct, current, power, network, flow, compensate, voltage, node, branch, linear, asymmetric, model, matrix

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	US 2016372922 A1 (SHENZHEN UNIVERSITY) 2016年 12月 22日 (2016 - 12 - 22) 说明书第[0012]-[0042]段、附图1-2	1-5
A	CN 104995811 A (深圳大学) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 全文	1-5
A	CN 105745809 A (深圳大学) 2016年 7月 6日 (2016 - 07 - 06) 全文	1-5
A	CN 103956733 A (深圳大学) 2014年 7月 30日 (2014 - 07 - 30) 全文	1-5
A	CN 104578159 A (国家电网公司 等) 2015年 4月 29日 (2015 - 04 - 29) 全文	1-5

☐ 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

2018年 2月 7日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 14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

受权官员

李炜

电话号码 (86-10)61648433

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/084284

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)
US	2016372922	A1	2016年 12月 22日	WO	2016183805	A1	2016年 11月 24日
				CN	107210605	A	2017年 9月 26日
				US	9837815	B2	2017年 12月 5日
CN	104995811	A	2015年 10月 21日	WO	2016061745	A1	2016年 4月 28日
				CN	104995811	B	2017年 7月 28日
CN	105745809	A	2016年 7月 6日	WO	2016183806	A1	2016年 11月 24日
CN	103956733	A	2014年 7月 30日	CN	103956733	B	2016年 5月 18日
CN	104578159	A	2015年 4月 29日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)