

(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 6 月 29 日 (29.06.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/107358 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/06 (2006.01) H02J 3/46 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/081042
- (22) 国际申请日: 2016 年 5 月 4 日 (04.05.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510979997.4 2015 年 12 月 23 日 (23.12.2015) CN
- (71) 申请人: 南京南瑞继保电气有限公司 (NR ELECTRIC CO., LTD) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区苏源大道 69 号, Jiangsu 211102 (CN)。南京南瑞继保工程技术有限公司 (NR ENGINEERING CO., LTD) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区苏源大道 69 号, Jiangsu 211102 (CN)。
- (72) 发明人: 陈根军 (CHEN, Genjun); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道 69 号, Jiangsu 211102 (CN)。顾全 (GU, Quan); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道 69 号, Jiangsu 211102 (CN)。徐晓亮 (XU, Xiaoliang); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道 69 号, Jiangsu 211102 (CN)。施雄华 (SHI, Xionghua); 中国

江苏省南京市江宁区苏源大道 69 号, Jiangsu 211102 (CN)。金朝意 (JIN, Zhaoyi); 中国江苏省南京市江宁区苏源大道 69 号, Jiangsu 211102 (CN)。

- (74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路 179 号 12 楼 B 座, Jiangsu 210005 (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,

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING POWER FLOW OF CHAINED STABLE TIE-LINES OF POWER GRID, AND SERVER

(54) 发明名称: 一种电网链式稳定断面潮流控制方法、服务器

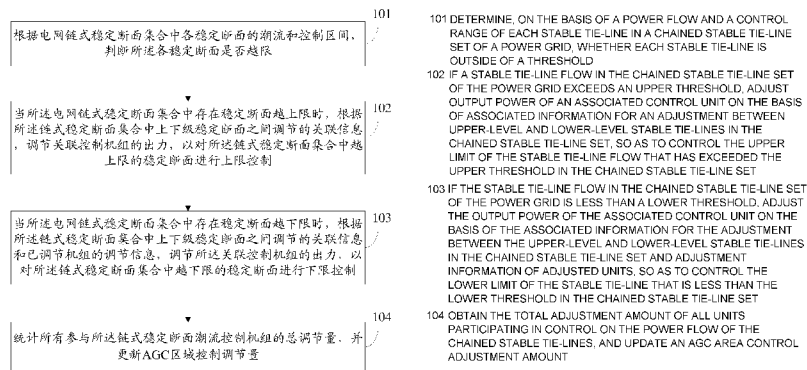


图 1

(57) Abstract: A method for controlling the power flow of chained stable tie-lines of a power grid, and a server. The method comprises: determining, on the basis of a power flow and a control range of each stable tie-line in a chained stable tie-line set of a power grid, whether each stable tie-line flow is outside of a threshold (101); if a stable tie-line flow exceeds an upper threshold, adjusting output power of an associated control unit on the basis of associated information for an adjustment between upper-level and lower-level stable tie-lines in the chained stable tie-line set, so as to control the upper limit of the stable tie-line flow that has exceeded the upper threshold in the chained stable tie-line set (102); if the stable tie-line flow is less than a lower threshold, adjusting the output power of the associated control unit on the basis of the associated information for the adjustment between the upper and lower-level stable tie-lines in the chained stable tie-line set and adjustment information of adjusted units, so as to control the lower limit of the stable tie-line flow that is less than the lower threshold in the chained stable tie-line set (103); and obtaining the total adjustment amount of all units participating in control of the power flow of the chained stable tie-lines, and updating an AGC area control adjustment amount (104).

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/107358 A1

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))。

根据细则 4.17 的声明:

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

一种电网链式稳定断面潮流控制方法、服务器,该方法包括:根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间,判断各稳定断面是否越限(101);当存在稳定断面越上限时,根据链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息,调节关联控制机组的出力,以对链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制(102);当存在稳定断面越下限时,根据链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息和已调节机组的调节信息,调节关联控制机组的出力,以对链式稳定断面集合中越下限时稳定断面进行下限控制(103);统计所有参与链式稳定断面潮流控制机组的总调节量,并更新 AGC 区域控制调节量(104)。

一种电网链式稳定断面潮流控制方法、服务器

技术领域

本发明涉及电力系统调度自动化技术，尤其涉及一种电网链式稳定断面潮流控制方法、
5 服务器。

背景技术

电力调度是保障电网安全、优质、经济、环保运行的关键环节，电力调度自动化系统作为电力调度的技术支持系统是电力系统运行的大脑和指挥中心。

电力调度中心的调度员依靠电力调度自动化系统提供的各种信息和功能对电力系统进行日常调度，其中，电网稳定断面的监视和控制是一项重要工作。但是，现有的电力调度自动化系统给调度运行提供的技术支持相对有限，表现在电网稳定断面目前只有监视功能，对稳定断面潮流的控制只能通过人工方式。随着电网规模的不断扩大、电网结构的日益复杂和电网运行方式的复杂多变，通过人工方式对电网稳定断面进行控制的难度已经越来越大，而且很难满足实时性的要求，给调度员日常调度和电网安全稳定运行带来了新的挑战。

15 发明内容

为解决上述技术问题，本发明实施例提供了一种电网链式稳定断面潮流控制方法、服务器。

本发明实施例提供的电网链式稳定断面潮流控制方法，包括：

根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间，判断所述各稳定断面是否
20 越限；

当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越上限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息，调节关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制；

当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越下限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息和已调节机组的调节信息，调节所述关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越下限时
25 的稳定断面进行下限控制；

统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量，并更新自动发电控制（AGC，

Automatic Generation Control) 区域控制调节量。

本发明实施例中, 所述电网链式稳定断面为相关联的一组稳定断面集合, 所述稳定断面集合中的稳定断面为链式结构;

所述稳定断面为相关联的一组线路或者变压器集合; 所述稳定断面的潮流为所述稳定断面包含的一组线路或者变压器潮流的总和。

本发明实施例中, 所述判断所述各稳定断面是否越限, 包括:

判断所述各稳定断面的潮流是否超过控制上限或者低于控制下限;

当稳定断面的潮流超过所述控制上限时, 所述稳定断面越上限;

当稳定断面的潮流低于所述控制下限时, 所述稳定断面越下限。

本发明实施例中, 所述关联控制机组为与所述稳定断面相关联的一组发电机;

所述调节关联控制机组的出力, 以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制, 包括:

通过调节所述发电机的出力, 控制所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面的潮流;

所述调节所述关联控制机组的出力, 以对所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制, 包括:

通过调节所述发电机的出力, 控制所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面的潮流。

本发明实施例中, 所述方法还包括:

当所述电网链式稳定断面集合中同时存在稳定断面越上限和稳定断面越下限时, 先对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制, 再对所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制;

其中, 当进行所述下限控制时, 所述越上限的稳定断面的数目减少或不变。

本发明实施例中, 所述方法还包括:

根据所述稳定断面所对应的所有下级稳定断面关联控制机组的调节量, 计算所述链式稳定断面集合中上级稳定断面关联控制机组的调节量。

本发明实施例中, 所述方法还包括:

当增加所述稳定断面关联控制机组出力对所述越下限的稳定断面进行下限控制时, 综合所述稳定断面的上级断面的越上限信息。

本发明实施例中, 所述统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量, 并更新自动发电控制 AGC 区域控制调节量, 包括:

根据所述链式稳定断面潮流控制对 AGC 区域控制的影响, 在对所述电网链式稳定断面的潮流进行控制时, 统计所述电网链式稳定断面集合中所有越限的稳定断面关联控制机组的

总调节量，在所述 AGC 区域控制时扣除所述总调节量。

本发明实施例提供的服务器，包括：

判断单元，用于根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间，判断所述各稳定断面是否越限；

5 第一调节单元，用于当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越上限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息，调节关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制；

第二调节单元，用于当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越下限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息和已调节机组的调节信息，调节所
10 述关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越下限时稳定断面进行下限控制；

更新单元，用于统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量，并更新 AGC 区域控制调节量。

本发明实施例中，所述电网链式稳定断面为相关联的一组稳定断面集合，所述稳定断面集合中的稳定断面为链式结构；

15 所述稳定断面为相关联的一组线路或者变压器集合；所述稳定断面的潮流为所述稳定断面包含的一组线路或者变压器潮流的总和。

本发明实施例中，所述判断单元包括：

判断子单元，用于判断所述各稳定断面的潮流是否超过控制上限或者低于控制下限；

确定子单元，用于当稳定断面的潮流超过所述控制上限时，确定所述稳定断面越上限；
20 当稳定断面的潮流低于所述控制下限时，确定所述稳定断面越下限。

本发明实施例中，所述关联控制机组为与所述稳定断面相关联的一组发电机；

所述第一调节单元，还用于通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面的潮流；

所述第二调节单元，还用于通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中
25 越下限时稳定断面的潮流。

本发明实施例中，所述服务器还包括：

控制单元，用于当所述电网链式稳定断面集合中同时存在稳定断面越上限和稳定断面越下限时，先对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制，再对所述链式稳定断面集合中越下限时稳定断面进行下限控制；

30 其中，当进行所述下限控制时，所述越上限的稳定断面的数目减少或不变。

本发明实施例中，所述服务器还包括：

计算单元，用于根据所述稳定断面所对应的所有下级稳定断面关联控制机组的调节量，计算所述链式稳定断面集合中上级稳定断面关联控制机组的调节量。

本发明实施例中，所述服务器还包括：

关联单元，用于当增加所述稳定断面关联控制机组出力对所述越下限的稳定断面进行下限控制时，综合所述稳定断面的上级断面的越上限信息。

本发明实施例中，所述更新单元，还用于当根据所述链式稳定断面潮流控制对 AGC 区域控制的影响，在对所述电网链式稳定断面的潮流进行控制时，统计所述电网链式稳定断面集合中所有越限的稳定断面关联控制机组的总调节量，在所述 AGC 区域控制时扣除所述总调节量。

10 本发明实施例的技术方案中，根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间，判断所述各稳定断面是否越限；当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越上限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息，调节关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制；当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越下限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的
15 关联信息和已调节机组的调节信息，调节所述关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制；统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量，并更新 AGC 区域控制调节量。可见，本发明实施例通过调节链式稳定断面集中各稳定断面关联控制机组的出力，对链式稳定断面集中各稳定断面进行上限控制和下限控制，将稳定断面潮流限制在允许的区间内，实现了电网链式稳定断面潮流的自动控制，有效提高
20 了对电网链式稳定断面潮流的控制能力，减轻了电网调度员对稳定断面潮流的控制压力。

附图说明

图 1 为本发明实施例一的电网链式稳定断面潮流控制方法的流程示意图；

图 2 为本发明实施例二的电网链式稳定断面潮流控制方法的流程示意图；

图 3 为本发明实施例的稳定断面的链式结构示意图；

25 图 4 为本发明实施例的电网链式稳定断面上限控制流程示意图；

图 5 为本发明实施例的电网链式稳定断面上限控制流程示意图；

图 6 为本发明实施例的服务器的结构组成示意图。

具体实施方式

为了能够更加详尽地了解本发明实施例的特点与技术内容，下面结合附图对本发明实施

例的实现进行详细阐述，所附图仅供参考说明之用，并非用来限定本发明实施例。

随着电网规模的不断扩大、电网结构的日益复杂和电网运行方式的复杂多变，通过人工方式对电网稳定断面进行控制的难度已经越来越大，而且很难满足实时性的要求，给调度员日常调度和电网安全稳定运行带来了新的挑战。为此，本发明实施例提供了一种电网链式稳定断面潮流控制方法、服务器，能够对电网稳定断面潮流进行自动控制，保证电网稳定断面潮流始终运行在合理区间，在实现电网安全、经济运行的同时，减轻调度员对电网稳定断面的调整压力。

本发明实施例中，首先根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间，判断稳定断面的越限情况；当存在越上限稳定断面时，在考虑链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节相互影响的前提下，通过调节关联控制机组的出力，对链式稳定断面集合中各稳定断面进行上限控制；当存在越下限稳定断面时，同时考虑所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的相互影响和已调节机组的调节情况，通过调节关联控制机组的出力，对链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制；最后，统计所有参与链式稳定断面潮流控制机组的总调节量，更新 AGC 区域控制调节量。

图 1 为本发明实施例一的电网链式稳定断面潮流控制方法的流程示意图，如图 1 所示，所述电网链式稳定断面潮流控制方法包括以下步骤：

步骤 101：根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间，判断所述各稳定断面是否越限。

本发明实施例中，所述电网链式稳定断面为相关联的一组稳定断面集合，所述稳定断面集合中的稳定断面为链式结构。

本发明实施例中，所述稳定断面为相关联的一组线路或者变压器集合；所述稳定断面的潮流为所述稳定断面包含的一组线路或者变压器潮流的总和。

本发明实施例中，所述判断所述各稳定断面是否越限，包括：

判断所述各稳定断面的潮流是否超过控制上限或者低于控制下限；

当稳定断面的潮流超过所述控制上限时，所述稳定断面越上限；

当稳定断面的潮流低于所述控制下限时，所述稳定断面越下限。

步骤 102：当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越上限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息，调节关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制。

本发明实施例中，所述关联控制机组为与所述稳定断面相关联的一组发电机。

所述调节关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上

限控制，包括：

通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面的潮流。

步骤 103：当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越下限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息和已调节机组的调节信息，调节所述关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越下限时

的稳定断面进行下限控制，包括：

通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中越下限时

的稳定断面的潮流。

本发明实施例中，当所述电网链式稳定断面集合中同时存在稳定断面越上限和稳定断面越下限时，先对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制，再对所述链式稳定断面集合中越下限时

的稳定断面进行下限控制；

其中，当进行所述下限控制时，所述越上限的稳定断面的数目减少或不变。

本发明实施例中，根据所述稳定断面所对应的所有下级稳定断面关联控制机组的调节量，计算所述链式稳定断面集合中上级稳定断面关联控制机组的调节量。

本发明实施例中，当增加所述稳定断面关联控制机组出力对所述越下限时

的稳定断面进行下限控制时，综合所述稳定断面的上级断面的越上限信息。

步骤 104：统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量，并更新 AGC 区域控制调节量。

本发明实施例中，根据所述链式稳定断面潮流控制对 AGC 区域控制的影响，在对所述电网链式稳定断面的潮流进行控制时，统计所述电网链式稳定断面集合中所有越限的稳定断面关联控制机组的总调节量，在所述 AGC 区域控制时扣除所述总调节量。

本发明实施例的技术方案，通过调节链式稳定断面集中各稳定断面关联控制机组的出力，对链式稳定断面集中各稳定断面进行上限和下限控制，将稳定断面潮流限制在允许的区间内，实现电网链式稳定断面潮流的自动控制，有效提高对电网链式稳定断面潮流的控制能力，减轻电网调度员对稳定断面潮流的控制压力。

下面结合具体应用场景对本发明实施例的电网链式稳定断面潮流控制方法再做详细描述。

图 2 为本发明实施例二的电网链式稳定断面潮流控制方法的流程示意图，如图 2 所示，所述电网链式稳定断面潮流控制方法包括以下步骤：

步骤 201：遍历电网链式稳定断面集中所有稳定断面，计算所有稳定断面的潮流。

这里，所述电网链式稳定断面是指相关联的一组稳定断面集合，该集合中的稳定断面在

结构上构成一种链式结构，本发明实施例也将稳定断面简称为断面，如图 3 所示，图中，断面 1 为断面 2、断面 3 的上级断面，断面 2 为断面 4、断面 5 的上级断面；反之，断面 2、断面 3 为断面 1 的下级断面，断面 4、断面 5 为断面 2 的下级断面。同时，断面的上下级关系具有传导性，图中，断面 1 也是所有其它断面的上级断面，断面 10 也是断面 2 的下级断面。

- 5 电网链式稳定断面采用链式稳定断面定义工具进行定义，除了定义电网链式稳定断面集中各稳定断面及其组成外，还需要定义电网链式稳定断面集中各稳定断面之间的上下级关系。

这里，所述稳定断面是指相关联的一组线路或者变压器集合；所述稳定断面潮流是指所述稳定断面包含的一组线路或者变压器潮流的总和。计算稳定断面潮流所需的线路或者变压器潮流来自调度自动化系统的实时量测数据。

- 10 步骤 202：比较链式稳定断面集中各断面的潮流和控制上下限，判断稳定断面是否越限。

这里，所述稳定断面越限是指所述稳定断面潮流超过其控制上限或者低于其控制下限，分别对应越上限和越下限。

- 所述稳定断面潮流根据步骤 201 计算得到，所述稳定断面的控制上限和控制下限由电网方式计算人员离线计算设定，并可由调度员根据电网实际运行情况在线修改。稳定断面的控制上限和控制下限构成了该稳定断面潮流的控制区间，其中，稳定断面潮流是否超出控制上限作为电网是否安全运行的标志，稳定断面潮流是否低于控制下限作为电网是否经济运行的标志。
- 15

步骤 203：判断是否存在越上限的稳定断面；是时，执行步骤 204；否时，执行步骤 205。

- 步骤 204：考虑上下级断面间调节相互影响，通过调节关联控制机组的出力，对链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制。
- 20

这里，所述关联控制机组是指与所述稳定断面相关联的一组发电机，通过调节所述发电机的出力，可以控制所述稳定断面潮流。

图 4 为本发明实施例的电网链式稳定断面上限控制流程示意图，如图 4 所示，具体流程阐述如下：

- 25 步骤 401：遍历电网链式稳定断面集中所有越上限稳定断面；

步骤 402：检查是否存在未进行控制的越上限稳定断面，如果没有，则结束本步骤，否则，执行步骤 403；

步骤 403：从未进行控制的越上限稳定断面中，选择一个最下级的稳定断面，作为当前控制断面；

- 30 步骤 404：计算该稳定断面所有下级断面关联机组的出力调节量总和；

步骤 405：计算该稳定断面关联机组的出力调节量总和，如下式：

$$C_{reg} = C_{lmx} - C_{db} - C_{mw} - C_{reged}$$

其中, C_{reg} 代表稳定断面关联机组的出力调节量总和, C_{lmx} 代表稳定断面控制上限, C_{db} 代表控制死区, C_{mw} 代表稳定断面潮流, C_{reged} 代表该稳定断面所有下级断面关联机组的出力调节量总和;

- 5 步骤 406: 检查步骤 405 中计算出的关联机组出力调节量总和 C_{reg} 是否小于 0, 如果小于 0, 则执行步骤 407, 否则转步骤 402;

步骤 407: 将关联机组调节量总和 C_{reg} 在各关联机组间分配, 得到各关联机组的调节量, 各关联机组间调节量分配方式采用按各关联机组的调节裕度进行分配;

- 10 步骤 408: 禁止该稳定断面所有下级断面的关联机组上调出力, 因为这会导致该稳定断面继续越上限, 从而使越上限控制失去作用。

步骤 205: 判断是否存在越下限的稳定断面; 是时, 执行步骤 206; 否时, 执行步骤 207。

步骤 206: 考虑所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的相互影响和已调节机组的调节情况, 通过调节关联控制机组的出力, 对链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制。

- 15 图 5 为本发明实施例的电网链式稳定断面上限控制流程示意图, 如图 5 所示, 具体流程阐述如下:

步骤 501: 遍历电网链式稳定断面集中所有越下限稳定断面;

步骤 502: 检查是否存在未进行控制的越下限稳定断面, 如果没有, 则结束本步骤, 否则, 执行步骤 503;

- 20 步骤 503: 从未进行控制的越下限稳定断面中, 选择一个最下级的稳定断面, 作为当前控制断面;

步骤 504: 计算该稳定断面所有下级断面关联机组的出力调节量总和;

步骤 505: 计算该稳定断面关联机组的出力调节量总和, 如下式:

$$C_{reg} = C_{lmx} - C_{db} - C_{mw} - C_{reged}$$

- 25 其中, C_{reg} 代表稳定断面关联机组的出力调节量总和, C_{lmx} 代表稳定断面控制上限, C_{db} 代表控制死区, C_{mw} 代表稳定断面潮流, C_{reged} 代表该稳定断面所有下级断面关联机组的出力调节量总和;

步骤 506: 计算该稳定断面的所有上级断面的向上最大调节量;

步骤 507: 判断关联机组出力调节量总和是否大于上级断面向上最大调节量; 是时, 执行步骤 508; 否时, 执行步骤 509。

步骤 508: 取该稳定断面关联机组出力调节量总和 C_{reg} 为上级断面向上最大调节量, 否则 C_{reg} 保持不变;

5 步骤 509: 检查计算出的关联机组出力调节量总和 C_{reg} 是否大于 0, 如果大于 0, 则执行步骤 509, 否则转步骤 502;

步骤 510: 将关联机组调节量总和 C_{reg} 在各关联机组间分配, 得到各关联机组的调节量, 各关联机组间调节量分配方式采用按各关联机组的调节裕度进行分配。

10 步骤 207: 统计所有参与链式稳定断面潮流控制机组的总调节量, 更新 AGC 区域控制调节量。

正常情况下, 控制区利用 AGC 进行区域控制, 维持区域频率及与其它相邻区域交换功率恒定。当区域部分机组参与链式稳定断面潮流控制时, 需要考虑这部分机组调节对区域控制的影响, 需要在区域控制调节量中扣除这部分调节量。

图 6 为本发明实施例的服务器的结构组成示意图, 如图 6 所示, 所述服务器包括:

15 判断单元 61, 用于根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间, 判断所述各稳定断面是否越限;

第一调节单元 62, 用于当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越上限时, 根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息, 调节关联控制机组的出力, 以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制;

20 第二调节单元 63, 用于当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越下限时, 根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息和已调节机组的调节信息, 调节所述关联控制机组的出力, 以对所述链式稳定断面集合中越下限时稳定断面进行下限控制;

更新单元 64, 用于统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量, 并更新 AGC 区域控制调节量。

25 本发明实施例中, 所述电网链式稳定断面为相关联的一组稳定断面集合, 所述稳定断面集合中的稳定断面为链式结构;

所述稳定断面为相关联的一组线路或者变压器集合; 所述稳定断面的潮流为所述稳定断面包含的一组线路或者变压器潮流的总和。

本发明实施例中, 所述判断单元 61 包括:

判断子单元 611, 用于判断所述各稳定断面的潮流是否超过控制上限或者低于控制下限;
确定子单元 612, 用于当稳定断面的潮流超过所述控制上限时, 确定所述稳定断面越上限; 当稳定断面的潮流低于所述控制下限时, 确定所述稳定断面越下限。

本发明实施例中, 所述关联控制机组为与所述稳定断面相关联的一组发电机;

5 所述第一调节单元 62, 还用于通过调节所述发电机的出力, 控制所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面的潮流;

所述第二调节单元 63, 还用于通过调节所述发电机的出力, 控制所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面的潮流。

本发明实施例中, 所述服务器还包括:

10 控制单元 65, 用于当所述电网链式稳定断面集合中同时存在稳定断面越上限和稳定断面越下限时, 先对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制, 再对所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制;

其中, 当进行所述下限控制时, 所述越上限的稳定断面的数目减少或不变。

本发明实施例中, 所述服务器还包括:

15 计算单元 66, 用于根据所述稳定断面所对应的所有下级稳定断面关联控制机组的调节量, 计算所述链式稳定断面集合中上级稳定断面关联控制机组的调节量。

本发明实施例中, 所述服务器还包括:

关联单元 67, 用于当增加所述稳定断面关联控制机组出力对所述越下限的稳定断面进行下限控制时, 综合所述稳定断面的上级断面的越上限信息。

20 本发明实施例中, 所述更新单元 64, 还用于当根据所述链式稳定断面潮流控制对 AGC 区域控制的影响, 在对所述电网链式稳定断面的潮流进行控制时, 统计所述电网链式稳定断面集合中所有越限的稳定断面关联控制机组的总调节量, 在所述 AGC 区域控制时扣除所述总调节量。

25 本领域技术人员应当理解, 图 6 所示的服务器中的各单元的实现功能可参照前述电网链式稳定断面潮流控制方法的相关描述而理解。

本发明实施例所记载的技术方案之间, 在不冲突的情况下, 可以任意组合。

在本发明所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的方法和智能设备, 可以通过其它的方式实现。以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的, 例如, 所述单元的划分, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式, 如: 多个单元或组件可以结合, 或
30 可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另外, 所显示或讨论的各组成部分相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口, 设备或单元的间接耦合

或通信连接，可以是电性的、机械的或其它形式的。

上述作为分离部件说明的单元可以是、或也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是、或也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，也可以分布到多个网络单元上；可以根据实际的需要选择其中的部分或全部单元来实现本实施例方案的目的。

5 另外，在本发明各实施例中的各功能单元可以全部集成在一个第二处理单元中，也可以是各单元分别单独作为一个单元，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中；上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

10 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种电网链式稳定断面潮流控制方法，其特征在于，所述方法包括：

根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间，判断所述各稳定断面是否越限；

5 当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越上限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息，调节关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制；

当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越下限时，根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息和已调节机组的调节信息，调节所述关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越下限时

10 的稳定断面进行下限控制；

统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量，并更新自动发电控制 AGC 区域控制调节量。

2、根据权利要求 1 所述的电网链式稳定断面潮流控制方法，其特征在于，

所述电网链式稳定断面为相关联的一组稳定断面集合，所述稳定断面集合中的稳定断面

15 为链式结构；

所述稳定断面为相关联的一组线路或者变压器集合；所述稳定断面的潮流为所述稳定断面包含的一组线路或者变压器潮流的总和。

3、根据权利要求 2 所述的电网链式稳定断面潮流控制方法，其特征在于，所述判断所述各稳定断面是否越限，包括：

20 判断所述各稳定断面的潮流是否超过控制上限或者低于控制下限；

当稳定断面的潮流超过所述控制上限时，所述稳定断面越上限；

当稳定断面的潮流低于所述控制下限时，所述稳定断面越下限。

4、根据权利要求 2 所述的电网链式稳定断面潮流控制方法，其特征在于，所述关联控制机组为与所述稳定断面相关联的一组发电机；

25 所述调节关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制，包括：

通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面的潮流；

所述调节所述关联控制机组的出力，以对所述链式稳定断面集合中越下限时

的稳定断面进行下限控制，包括：

30 通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中越下限时

的稳定断面的潮流。

5、根据权利要求 1 所述的电网链式稳定断面潮流控制方法，其特征在于，所述方法还

包括:

当所述电网链式稳定断面集合中同时存在稳定断面越上限和稳定断面越下限时,先对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制,再对所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制;

5 其中,当进行所述下限控制时,所述越上限的稳定断面的数目减少或不变。

6、根据权利要求 2 所述的电网链式稳定断面潮流控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述稳定断面所对应的所有下级稳定断面关联控制机组的调节量,计算所述链式稳定断面集合中上级稳定断面关联控制机组的调节量。

10 7、根据权利要求 2 所述的电网链式稳定断面潮流控制方法,其特征在于,所述方法还包括:

当增加所述稳定断面关联控制机组出力对所述越下限的稳定断面进行下限控制时,综合所述稳定断面的上级断面的越上限信息。

8、根据权利要求 4 所述的电网链式稳定断面潮流控制方法,其特征在于,所述统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量,并更新自动发电控制 AGC 区域控制调节量,包括:

根据所述链式稳定断面潮流控制对 AGC 区域控制的影响,在对所述电网链式稳定断面的潮流进行控制时,统计所述电网链式稳定断面集合中所有越限的稳定断面关联控制机组的总调节量,在所述 AGC 区域控制时扣除所述总调节量。

20 9、一种服务器,其特征在于,所述服务器包括:

判断单元,用于根据电网链式稳定断面集合中各稳定断面的潮流和控制区间,判断所述各稳定断面是否越限;

第一调节单元,用于当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越上限时,根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息,调节关联控制机组的出力,以对
25 所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制;

第二调节单元,用于当所述电网链式稳定断面集合中存在稳定断面越下限时,根据所述链式稳定断面集合中上下级稳定断面之间调节的关联信息和已调节机组的调节信息,调节所述关联控制机组的出力,以对所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制;

更新单元,用于统计所有参与所述链式稳定断面潮流控制机组的总调节量,并更新 AGC
30 区域控制调节量。

10、根据权利要求 9 所述的服务器,其特征在于,

所述电网链式稳定断面为相关联的一组稳定断面集合，所述稳定断面集合中的稳定断面为链式结构；

所述稳定断面为相关联的一组线路或者变压器集合；所述稳定断面的潮流为所述稳定断面包含的一组线路或者变压器潮流的总和。

5 11、根据权利要求 10 所述的服务器，其特征在于，所述判断单元包括：

判断子单元，用于判断所述各稳定断面的潮流是否超过控制上限或者低于控制下限；

确定子单元，用于当稳定断面的潮流超过所述控制上限时，确定所述稳定断面越上限；当稳定断面的潮流低于所述控制下限时，确定所述稳定断面越下限。

12、根据权利要求 10 所述的服务器，其特征在于，所述关联控制机组为与所述稳定断面
10 面相关联的一组发电机；

所述第一调节单元，还用于通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面的潮流；

所述第二调节单元，还用于通过调节所述发电机的出力，控制所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面的潮流。

15 13、根据权利要求 9 所述的服务器，其特征在于，所述服务器还包括：

控制单元，用于当所述电网链式稳定断面集合中同时存在稳定断面越上限和稳定断面越下限时，先对所述链式稳定断面集合中越上限的稳定断面进行上限控制，再对所述链式稳定断面集合中越下限的稳定断面进行下限控制；

其中，当进行所述下限控制时，所述越上限的稳定断面的数目减少或不变。

20 14、根据权利要求 10 所述的服务器，其特征在于，所述服务器还包括：

计算单元，用于根据所述稳定断面所对应的所有下级稳定断面关联控制机组的调节量，计算所述链式稳定断面集合中上级稳定断面关联控制机组的调节量。

15、根据权利要求 10 所述的服务器，其特征在于，所述服务器还包括：

关联单元，用于当增加所述稳定断面关联控制机组出力对所述越下限的稳定断面进行下
25 限控制时，综合所述稳定断面的上级断面的越上限信息。

16、根据权利要求 12 所述的服务器，其特征在于，所述更新单元，还用于当根据所述链式稳定断面潮流控制对 AGC 区域控制的影响，在对所述电网链式稳定断面的潮流进行控制时，统计所述电网链式稳定断面集合中所有越限的稳定断面关联控制机组的总调节量，在所述 AGC 区域控制时扣除所述总调节量。

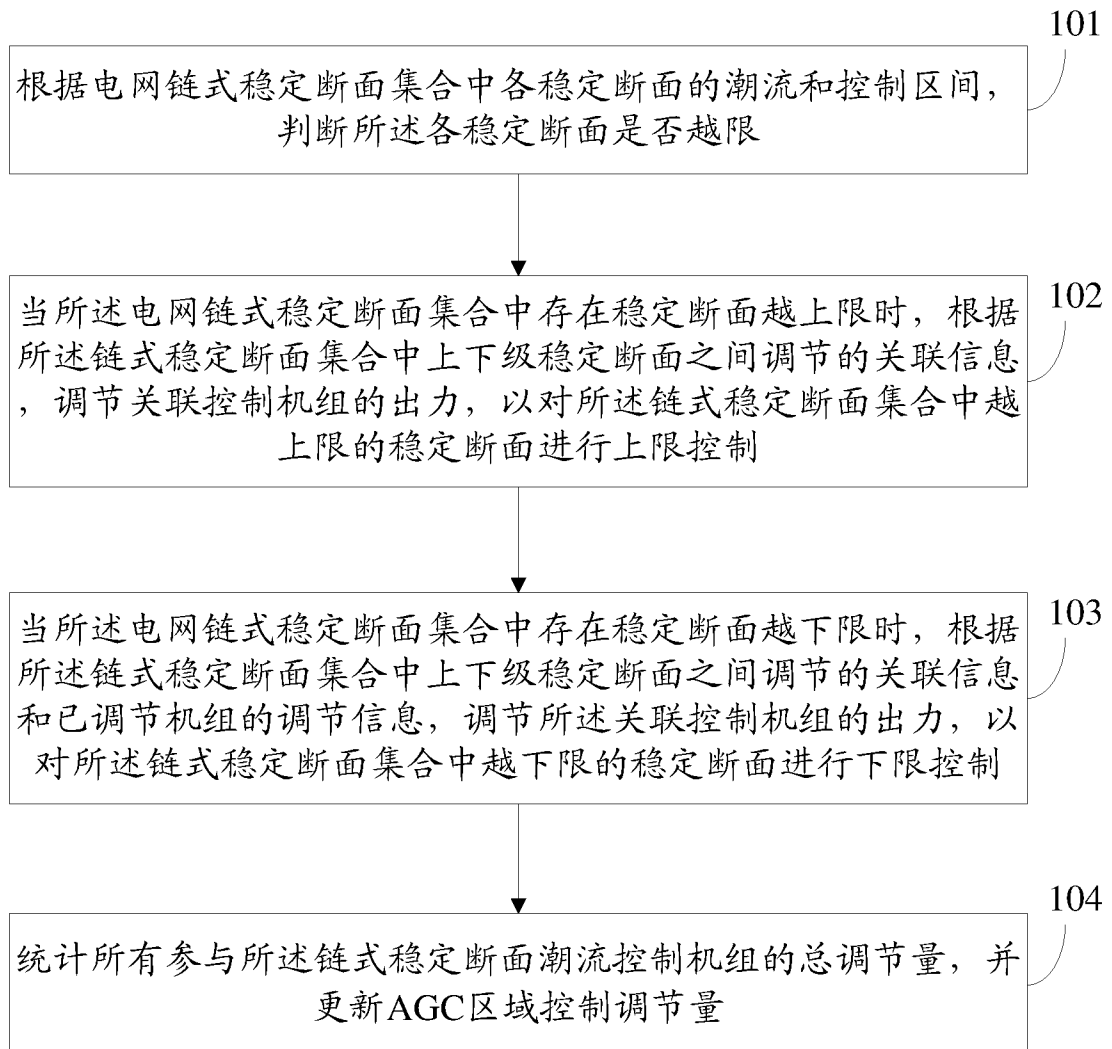


图 1

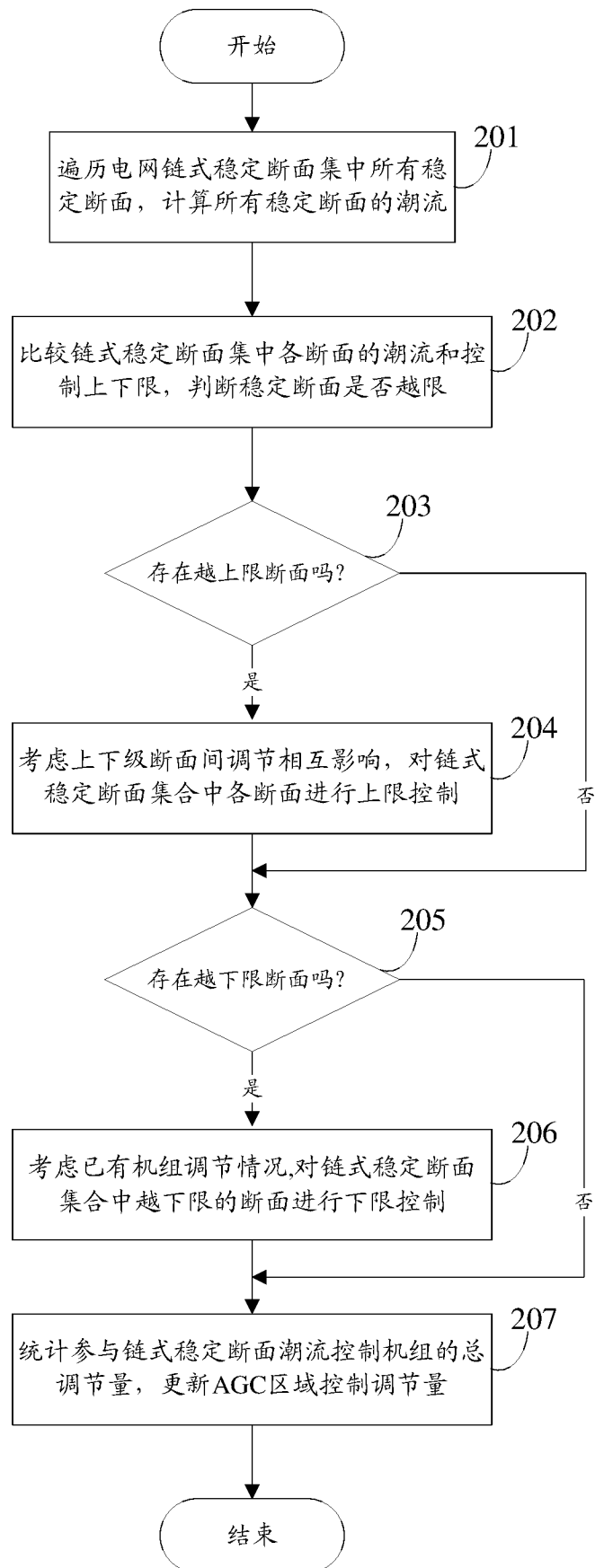


图 2

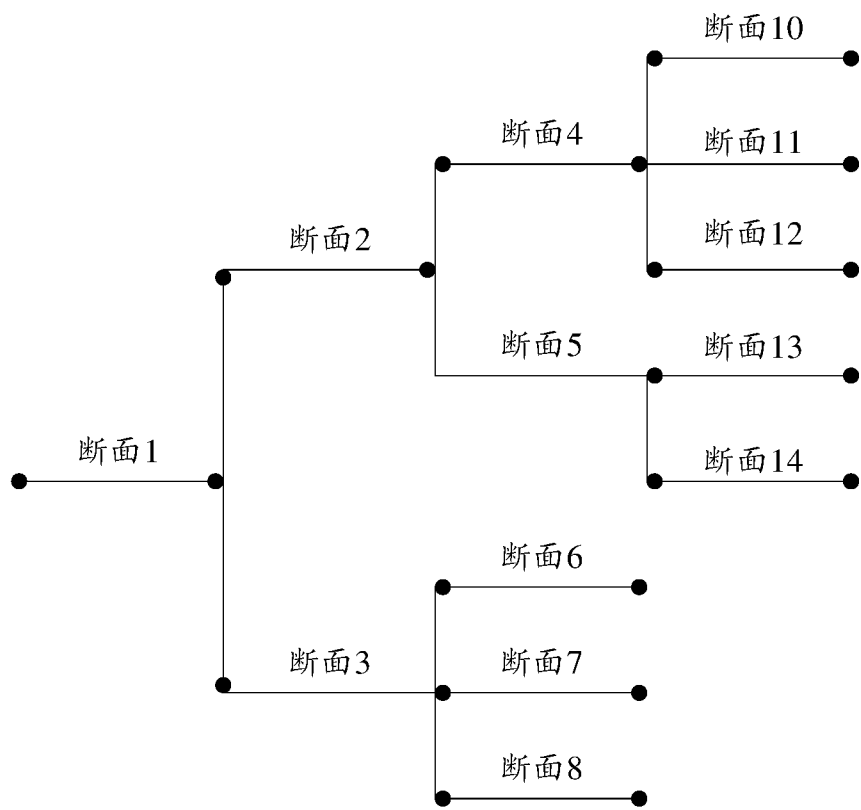


图 3

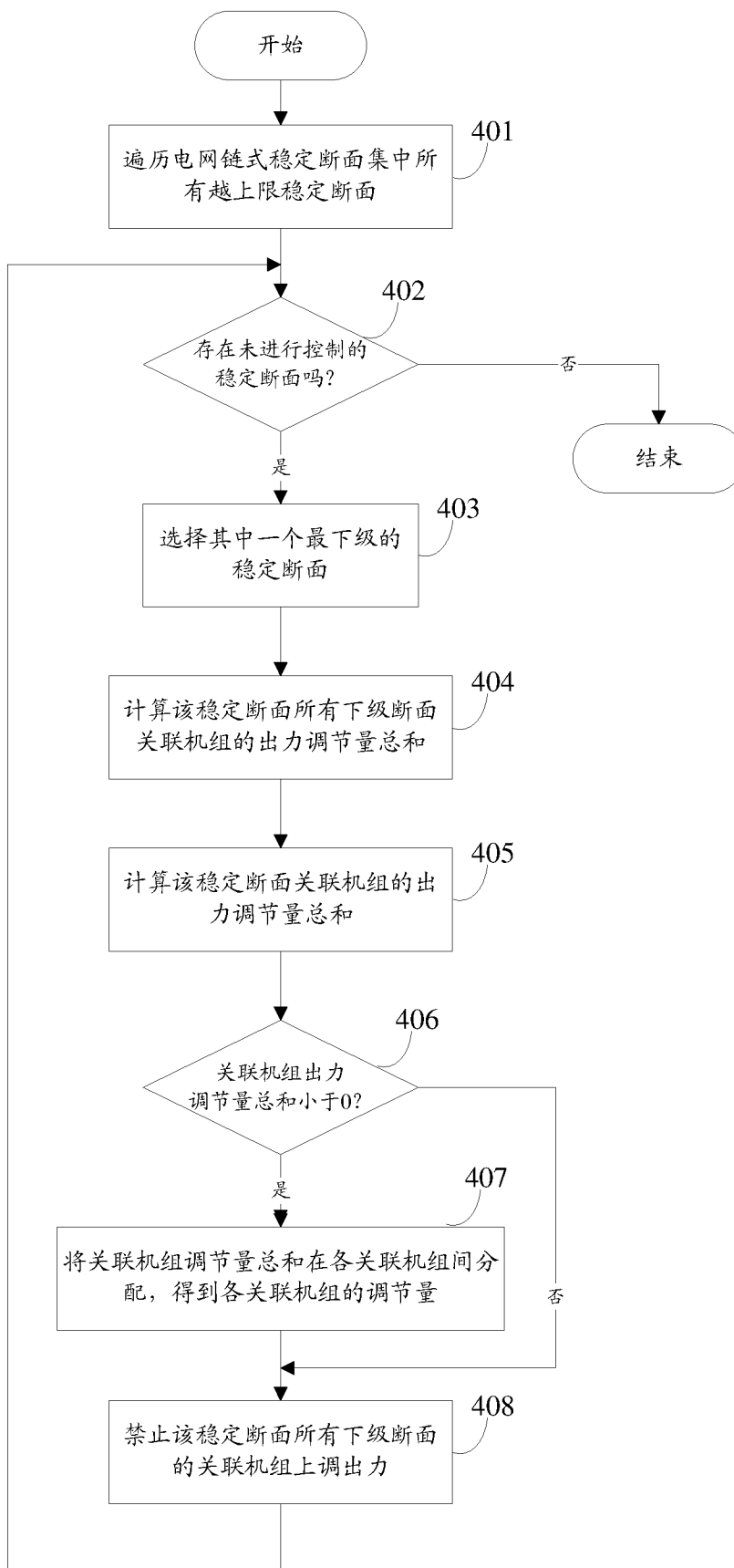


图 4

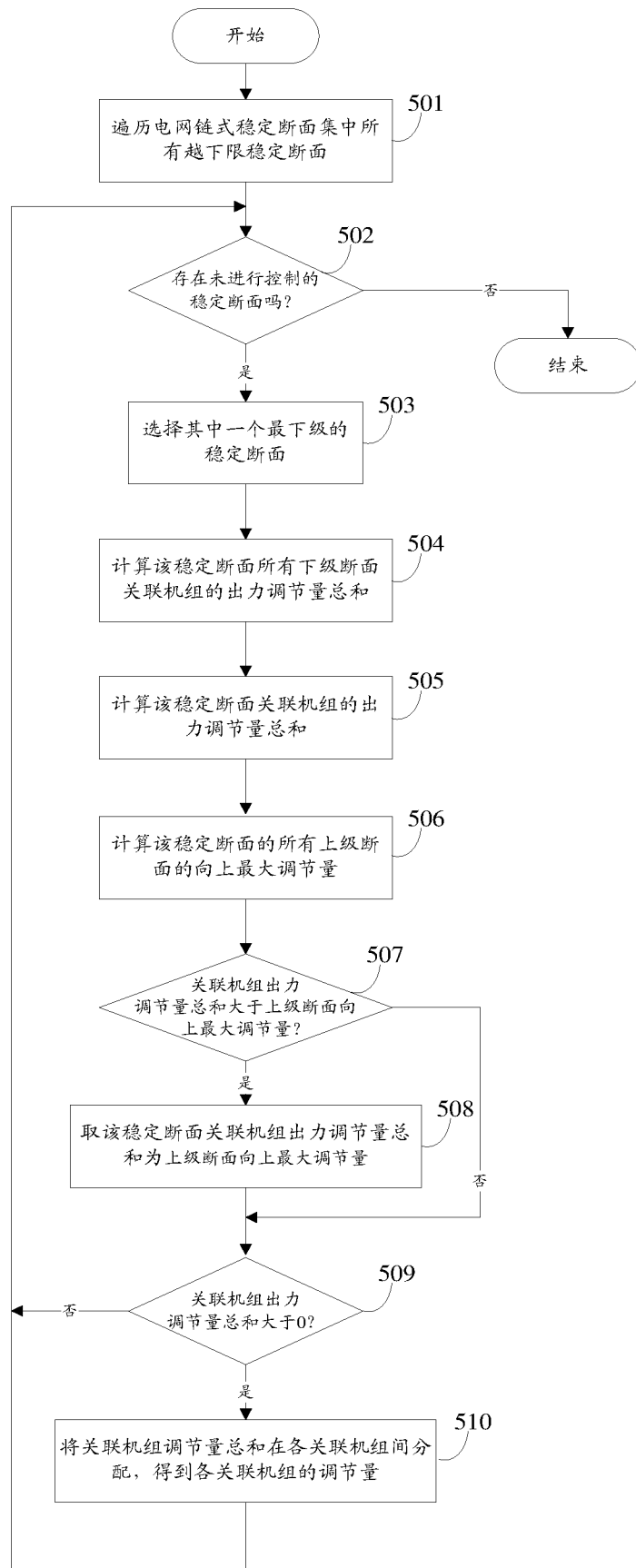


图 5



图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/081042**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02J 3/06 (2006.01) i; H02J 3/46 (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 3

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: link, off-limit, AGC, unit, power flow, stable section, control zone, linkage, upper limit, lower limit, generator, transformer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105490277 A (NARI-RELAYS ELECTRIC CO., LTD.), 13 April 2016 (13.04.2016), see claims 1-16	1-16
A	CN 104134994 A (NARI TECHNOLOGY DEVELOPMENT LIMITED COMPANY et al.), 05 November 2014 (05.11.2014), see description, paragraphs 62-93, and figure 1	1-16
A	CN 103904694 A (YUNNAN ELECTRIC POWER DISPATCHING & CONTROL CENTER et al.), 02 July 2014 (02.07.2014), see the whole document	1-16

☐ 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 31 August 2016 (31.08.2016)	Date of mailing of the international search report 22 September 2016 (22.09.2016)
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 ZHANG, Haichun Telephone No.: (86-10) 62411781

International application No.
PCT/CN2016/081042

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

A. 主题的分类		
H02J 3/06(2006.01)i; H02J 3/46(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)		
H02J3		
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: 潮流, 稳定断面, 控制区, 链, 越限, AGC, 机组, 变压器, power flow, stable section, control zone, linkage, upper limit, lower limit, generator, transformer		
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 105490277 A (南京南瑞继保电气有限公司) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 见权利要求1-16	1-16
A	CN 104134994 A (国电南瑞科技股份有限公司 等) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 见说明书第62-93段, 附图1	1-16
A	CN 103904694 A (云南电力调度控制中心 等) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 见全文	1-16
☐ 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		国际检索报告邮寄日期
2016年 8月 31日		2016年 9月 22日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
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		张海春
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62411781

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/081042

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	105490277	A	2016年 4月 13日	无	
CN	104134994	A	2014年 11月 5日	CN	104134994 B 2016年 1月 20日
CN	103904694	A	2014年 7月 2日	CN	103904694 B 2016年 3月 23日