

(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



(10) 国际公布号

(43) 国际公布日
2018 年 11 月 8 日 (08.11.2018)

WIPO | PCT

WO 2018/201703 A1

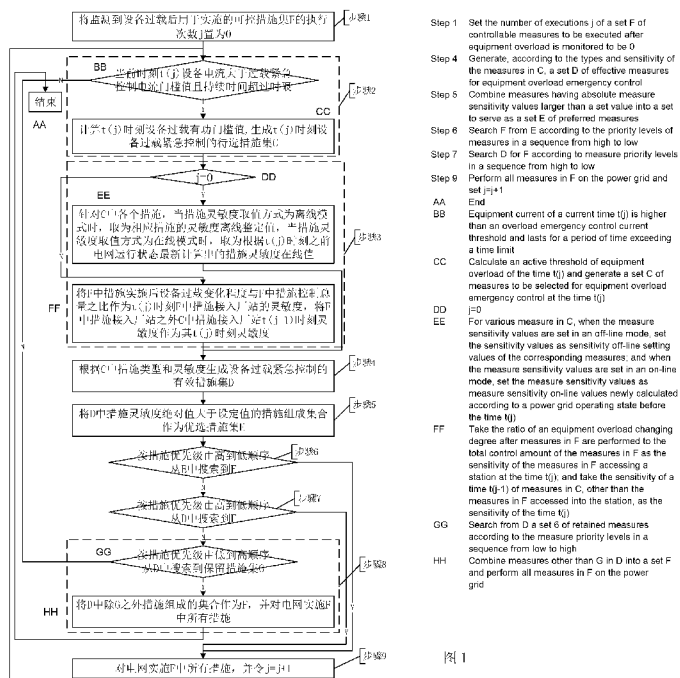
- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/46 (2006.01) H02J 3/14 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/112346
- (22) 国际申请日: 2017 年 11 月 22 日 (22.11.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710311610.7 2017 年 5 月 5 日 (05.05.2017) CN
- (71) 申请人: 国电南瑞科技股份有限公司 (NARI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区诚信大道 19 号, Jiangsu 211106 (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)。

南京南瑞集团公司 (NARI GROUP CORPORATION) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区诚信大道 19 号, Jiangsu 211106 (CN)。 国网江苏省电力公司 (STATE GRID JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市上海路 215 号, Jiangsu 210024 (CN)。 国网辽宁省电力有限公司 (STATE GRID LIAONING ELECTRIC POWER SUPPLY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市宁波路 18 号, Liaoning 110006 (CN)。 国网辽宁省电力有限公司阜新供电公司 (STATE GRID FUXIN ELECTRIC POWER SUPPLY COMPANY) [CN/CN]; 中国辽宁省阜新市解放大街 53 号, Liaoning 123000 (CN)。

- (72) 发明人: 徐泰山 (XU, Taishan); 中国江苏省南京市江宁区诚信大道 19 号, Jiangsu 211106 (CN)。 刘强 (LIU, Qiang); 中国江苏省南京市江宁区诚信

(54) Title: ADAPTIVE EQUIPMENT OVERLOAD EMERGENCY CONTROL METHOD BASED ON AUTOMATIC MEASURE SENSITIVITY IDENTIFICATION

(54) 发明名称: 基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法



(57) Abstract: An adaptive equipment overload emergency control method based on automatic measure sensitivity identification. According to the method, for equipment overload emergency control causing no power grid splitting, e.g., single disconnection or same-station parallel equipment total disconnections: when equipment overload is determined for the first time, calculating, according to a measure sensitivity initial value, equipment overload emergency control measure combinations to control the power grid; reckoning, according to the control effect, integrated measure sensitivity, and utilizing the integrated measure sensitivity to update the sensitivity

大道19号, Jiangsu 211106 (CN)。郑亮(ZHENG, Liang); 中国江苏省南京市江宁区诚信大道19号, Jiangsu 211106 (CN)。罗建裕(LUO, Jianyu); 中国江苏省南京市上海路215号, Jiangsu 210024 (CN)。罗凯明(LUO, Kaiming); 中国江苏省南京市上海路215号, Jiangsu 210024 (CN)。江叶峰(JIANG, Yefeng); 中国江苏省南京市上海路215号, Jiangsu 210024 (CN)。金涛(JIN, Tao); 中国江苏省南京市上海路215号, Jiangsu 210024 (CN)。查显煜(ZHA, Xianyu); 中国江苏省南京市江宁区诚信大道19号, Jiangsu 211106 (CN)。高凯(GAO, Kai); 中国辽宁省沈阳市宁波路18号, Liaoning 110006 (CN)。张艳军(ZHANG, Yanjun); 中国辽宁省沈阳市宁波路18号, Liaoning 110006 (CN)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(74) 代理人: 南京知识律师事务所(NANJING ZHISHI LAW FIRM OF INTELLECTUAL PROPERTY); 中国江苏省南京市新模范马路5号南京科技广场B座9楼, Jiangsu 210009 (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, JO, 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, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

of other measures of a station to which a recently applied measure is accessed; calculating the equipment overload emergency control measure combinations; and iterating "sensitivity reckoning-control measure calculation" until the equipment overload is eliminated. The method can comprehensively guarantee control precision, timeliness and reliability.

(57) 摘要: 一种基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法, 该方法针对单个开断或与同站并行设备全开断不造成电网解列的设备过载紧急控制, 在首次判断出设备过载时, 根据措施灵敏度初值, 计算设备过载紧急控制措施组合, 对电网实施控制, 再根据控制效果, 推算措施的综合灵敏度, 并将其用于更新最近实施的措施所接入厂站的其它措施的灵敏度, 计算设备过载紧急控制措施组合, 通过"推算灵敏度-计算控制措施"的迭代, 直至消除设备过载。该方法可实现控制精度、实时性和可靠性的综合保障。

基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法

技术领域

本发明属于电力系统安全紧急控制技术领域，更准确地说，本发明涉及一种适用于电力系统输电设备过载自适应紧急控制的方法。

背景技术

电网发电、负荷的快速变化或者电网设备投/退等因素都可能会导致电网输电线路、变压器的过载，当过载程度比较严重时，就需要采取紧急控制措施，以消除输电设备的过载。对于单个开断或与同站并行设备（指各端母线相同或母线不同但只通过开关连接在一起的多个输电设备）全开断就会造成电网解列的设备过载，由于不同站的紧急控制措施灵敏度都相同且不随含过载设备在内的输电断面之外其它设备运行状态变化，通过离线设置措施灵敏度，将设备过载程度与灵敏度乘积作为紧急控制措施的控制总量，采用过载联切方案就可以实现设备过载的紧急控制。

但是，对于单个开断或与同站并行设备全开断不会造成电网解列的设备过载，由于不同站的紧急控制措施灵敏度可能不同且随其它设备运行状态变化，若采用离线设置措施灵敏度的设备过载联切方案，则必然存在严重过控风险；若采用基于电网状态在线计算措施灵敏度的设备过载在线控制方案，由于涉及到电网在线模型和电网实时潮流，当电网在线模型范围和电网运行状态的估计精度不足以完全反映措施对设备过载的灵敏度时，这种在线控制方案同样存在严重过控风险，还有可能因在线控制策略生成速度不够导致设备因过载时间过长而开断，引发更为严重的电网安全问题。

发明内容

本发明目的是：针对现有技术中的上述问题，提出不依赖电网在线模型和电网实时潮流、基于紧急控制实施效果进行措施灵敏度后评估的设备过载自适应紧急控制方法。

本发明的基本原理在于：措施的控制量与措施对设备过载的灵敏度的乘积，反映了措施实施后对设备过载的影响程度。在预先不能确定措施对设备过载的灵敏度时，可以通过措施实施后设备过载的影响程度和措施的控制量，推算出措施对设备过载的灵敏度。由于接入同一厂站的不同措施的灵敏度相同，当推算出某个措施对设备过载的灵敏度时，则可以用推算出的灵敏度作为与该措施接入厂站相同的其它措施对设备过载的灵敏度。在设备过载还没有完全消除的情况，就可以根据余下措施的控制量及其灵敏度搜索到更为适应电网实时运行状态的紧急控制措施。通过“推算灵敏度-计算控制措施”的迭代，直至消除设备过载，可实现控制精度、实时性和可靠性综合保障。

具体地说，本发明是采用以下技术方案实现的，包括以下步骤：

1) 将待监测的设备记为 k ，将监测到设备 k 过载后用于实施的可控措施集记为 F ，将 F 的执行次数 j 置为 0，进入步骤 2)；

2) 若当前时刻 t_j 设备 k 电流监测点的电流大于设定的设备过载紧急控制电流阈值 I_{cr} 且持续时间超过设定时限 t_{cr} ，则将 t_j 时刻流经设备 k 电流监测点的设备有功和无功分别记为 P_j 和 Q_j ，设备 k 电流监测点所连接的母线电压记为 V_j ，采用公式 (1) 计算出 t_j 时刻与 I_{cr} 对应的设备 k 过载有功阈值 $P_{cr,j}$ ，并将 t_j 时刻可用于设备 k 过载紧急控制的可控措施集合作为 t_j 时刻设备 k 过载紧急控制的待选可控措施集 C ，进入步骤 3)，否则，结束本方法；

$$P_{cr,j} = P_j \frac{\sqrt{3}V_j I_{cr}}{\sqrt{P_j^2 + Q_j^2}} \quad (1)$$

3) 若 j 为 0，针对 C 中可控措施接入的各个厂站，当设置的 t_j 时刻 C 中可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为离线模式时，分别将其有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度离线整定值作为 t_j 时刻该厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度；当设置的 t_j 时刻 C 中可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为在线模式时，分别将根据 t_0 时

刻之前的电网运行状态最新计算出的 C 中可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度在线值作为 t_j 时刻该厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度，进入步骤 4)；

若 j 不为 0，将 C 中可控措施接入的所有厂站的集合记为 SC，将 F 中可控措施接入的所有厂站的集合记为 SF，针对 SF 中各个厂站，将 F 中所有可控措施实施后设备过载变化程度与 F 中可控措施总量的比值作为 t_j 时刻这些厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度；针对 SC 中除 SF 中厂站之外的各个厂站，分别将其 t_{j-1} 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度作为其 t_j 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度，进入步骤 4)；

4) 确定 C 中所有可控措施的有效性，将 C 中所有有效的可控措施组成的集合作为设备 k 过载紧急控制的有效可控措施集 D，进入步骤 5)；

5) 将 D 中大于设定的灵敏度门槛值 s_{cr} 的可控措施组成的集合作为优选可控措施集 E，进入步骤 6)；

6) 若根据可控措施优先级按照由高到低的顺序，能够从 E 中搜索到 F，则进入步骤 9)，否则，进入步骤 7)；

7) 若根据可控措施优先级按照由高到低的顺序，能够从 D 中搜索到 F，则进入步骤 9)，否则，进入步骤 8)；

8) 若根据可控措施优先级按照由低到高的顺序，能够从 D 中搜索到需要保留的可控措施集 G，则将 D 中除 G 之外的可控措施组成的集合作为 F，结束本方法，否则，结束本方法；

所述需要保留的可控措施集 G 是指根据厂站的可控措施保留容量或数目要求实时生成的不允许实施的可控措施集合；

9) 对电网实施 F 中所有可控措施，并令 j 增 1，返回步骤 2)。

上述技术方案的进一步特征在于：

所述可控措施包括单一厂站类可控措施和非单一厂站类可控措施，其中单

一厂站类可控措施又分为发电机类可控措施和负荷类可控措施两种；

所述单一厂站类可控措施是指执行后只造成一个厂站有功注入变化的可控措施；所述发电机类可控措施是指执行后造成所接入厂站有功注入减少的可控措施；所述负荷类可控措施是指执行后造成所接入厂站有功注入增加的可控措施；

针对单一厂站类可控措施，采用 $(TY, DN, L, P_{DN.L.i.j}, S_{DN.k.j})$ 序列加以标识，其中，TY 为可控措施类型，包括发电机类可控措施和负荷类可控措施两种，DN 为可控措施接入的厂站名，L 为可控措施的优先级， $P_{DN.L.i.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量， $S_{DN.k.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度；

所述可控措施的优先级是指在选择用于实施的可控措施时可控措施的优先次序，可控措施的 L 越高，越优先选择，相同 L 的可控措施之间没有选择次序约束；

所述非单一厂站类可控措施是指执行后造成两个及以上厂站有功注入变化的可控措施；

针对非单一厂站类可控措施，将其执行后造成有功注入变化的受端或送端各个厂站分别采用与单一厂站类可控措施相同的建模方式生成可控措施，并将相应的受端或送端各个厂站的可控措施进行组合，作为非单一厂站类可控措施的模型，采用 $[(TY, DN-1, L, P_{DN-1.L.i.j}, S_{DN-1.k.j}), \dots, (TY, DN-m, L, P_{DN-m.L.i.j}, S_{DN-m.k.j}), \dots, (TY, DN-M, L, P_{DN-M.L.i.j}, S_{DN-M.k.j})]$ 序列加以标识，其中，M 为相应的受端或送端厂站数，DN-m 为第 m 个厂站名， $P_{DN-m.L.i.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN-m、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量， $S_{DN-m.k.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度。

上述技术方案的进一步特征在于，所述步骤 3) 中：

若 j 为 0，针对 C 中各个可控措施，当设置的 t_j 时刻可控措施接入厂站的有

功变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为离线模式时, 则将相应可控措施的 $S_{DN.k.j}$ 、 $S_{DN-m.k.j}$ 分别取为相应的可控措施接入 DN、DN-m 的有功变化对设备 k 有功的灵敏度离线整定值, 当设置的 t_j 时刻可控措施接入厂站的有功变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为在线模式时, 则将相应可控措施的 $S_{DN.k.j}$ 、 $S_{DN-m.k.j}$ 分别取为根据 t_0 时刻之前的电网运行状态最新计算出的可控措施接入 DN 和 DN-m 的有功变化对设备 k 有功的灵敏度在线值, 进入步骤 4);

若 j 不为 0, 计算出 $(P_{j-1} - P_j)$ 与 F 中所有单一厂站类可控措施 t_{j-1} 时刻的 $|P_{DN.L.i,j-1}|$ 及所有非单一厂站类可控措施 t_{j-1} 时刻的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j-1}|$ 之和的比值 $S_{a.k}$, 针对 F 中可控措施接入的各个厂站, 分别将 $Sgn(S_{DN.k,j-1})S_{a.k}$ 作为 t_j 时刻单一厂站类可控措施接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度 $S_{DN.k.j}$ 、 $Sgn(S_{DN-m.k,j-1})S_{a.k}$ 作为 t_j 时刻非单一厂站类可控措施对应的可控措施组合中各个可控措施接入 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度 $S_{DN-m.k.j}$, 并将除 F 中可控措施接入的各个厂站之外的 C 中可控措施接入的其它厂站 t_{j-1} 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度, 作为其 t_j 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度, 进入步骤 4);

其中, P_{j-1} 为 t_{j-1} 时刻流经设备 k 监测点的设备有功, $P_{DN.L.i,j-1}$ 、 $P_{DN-m.L.i,j-1}$ 分别为 t_{j-1} 时刻接入 DN、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量和接入 DN-m、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量, Sgn 为符号函数, $S_{DN.k,j-1}$ 、 $S_{DN-m.k,j-1}$ 分别为 t_{j-1} 时刻可控措施接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度和可控措施接入 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度。

上述技术方案的进一步特征在于, 所述步骤 4) 中, 确定 C 中可控措施有效性的方法为:

通过以下方法针对 C 中单一厂站类可控措施进行降低设备 k 过载程度的有效性判断:

对于发电机类可控措施, 若其 $S_{DN.k.j}$ 大于 0 且 $P_{DN.L.i,j}$ 不等于 0, 则确定为有效

可控措施，否则，确定为无效可控措施；

对于负荷类可控措施，若其 $S_{DN.k,j}$ 小于 0 且 $P_{DN.L.i,j}$ 不等于 0，则确定为有效可控措施，否则，确定为无效可控措施；

通过以下方法针对 C 中非单一厂站类可控措施进行降低设备 k 过载程度的有效性判断：

按单一厂站类可控措施的有效性判断方法分别对非单一厂站类可控措施对应的可控措施组合中各个可控措施进行有效性判断，如对应的可控措施组合中所有可控措施都是有效可控措施，则确定相应非单一厂站类可控措施为有效可控措施，否则，确定相应非单一厂站类可控措施为无效可控措施；

上述技术方案的进一步特征在于，所述步骤 6) 中从 E 中搜索到的 F 应满足以下条件：

F 中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j} S_{DN.k,j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j} S_{DN-m.k,j}|$ 之和最小且大于等于 $\lambda_j (P_j - P_{cr,j})$ ，同时针对 C 中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站，除 F 之外 C 中余下的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j}|$ 之和分别大于等于设定的各个厂站需要保留有功容量 $P_{DN.r}$ 或者余下的单一厂站类可控措施数分别大于等于设定的各个厂站需要保留的单一厂站类可控措施数 $n_{DN.r}$ 的要求；其中， λ_j 为设定的设备 k 过载紧急控制程度系数， $0 < \lambda_0 < \dots < \lambda_j \leq 1$ 。

上述技术方案的进一步特征在于，所述步骤 7) 中从 D 中搜索到的 F 应满足以下条件：

F 中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j} S_{DN.k,j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j} S_{DN-m.k,j}|$ 之和最小且大于等于 $\lambda_j (P_j - P_{cr,j})$ ，同时针对 C 中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站，除 F 之外 C 中余下的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j}|$ 之和分别大于等于设定的各个厂站需要保留有功容量 $P_{DN.r}$ 或者余下的单

一厂站类可控措施数分别大于等于设定的各个厂站需要保留的单一厂站类可控措施数 $n_{DN,r}$ 的要求；其中， λ_j 为设定的设备 k 过载紧急控制程度系数， $0 < \lambda_0 < \dots < \lambda_j \leq 1$ 。

上述技术方案的进一步特征在于，所述步骤 8) 中从 D 中搜索到的 G 应满足以下条件：

G 中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN,L,i,j} S_{DN,k,j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m,L,i,j} S_{DN-m,k,j}|$ 之和最小，同时针对 G 中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站，G 中的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN,L,i,j}|$ 之和分别大于等于设定的各个厂站需要保留有功容量 $P_{DN,r}$ 或者单一厂站类可控措施数分别大于等于设定的各个厂站需要保留的单一厂站类可控措施数 $n_{DN,r}$ 的要求。

通过采用上述技术方案，本发明取得了下述技术效果：即使作为措施灵敏度初值的离线设置的措施灵敏度或基于电网状态在线计算的措施灵敏度精度比较差，当所有可控措施都接在同一厂站时，通过措施实施后设备过载的影响程度和措施的控制量推算出的措施对设备过载的灵敏度就是电网当前运行状态下措施的灵敏度实际值，据此计算出的紧急控制措施精度就很高；当初次确定的多个措施接在不同厂站时，将措施实施后设备过载的影响程度和措施的控制量推算出的多个措施对设备过载的平均灵敏度，作为相关厂站措施对设备过载的灵敏度，大多数情况下相对于措施灵敏度初值的精度，其精度也比较高。同时，本发明引入了小于等于 1 且随迭代次数逐渐增大的设备过载紧急控制程度系数，可进一步降低措施灵敏度初值精度和以平均灵敏度作为相关厂站灵敏度存在的误差对紧急控制措施精度的影响程度。此外，采用“推算灵敏度-计算控制措施”的迭代策略，可最终消除设备过载。因此，本发明既克服了措施灵敏度离线设置适应性差的缺陷，又避免了基于电网状态在线计算灵敏度严重依赖电网在线模型和电网实时潮流的不足，综合保障了实现设备过载紧急控制的精度、实时

性和可靠性。

附图说明

图 1 为本发明方法的流程图。

具体实施方式

下面参照附图对本发明作进一步详细描述。

实施例 1:

本实施例为本发明的一种实施方式，其流程如图 1 所示，

图 1 中步骤 1: 将监测到设备 k 过载后用于实施的可控措施集 F 的执行次数 j 置为 0，进入步骤 2；

图 1 中步骤 2: 若当前时刻 t_j 设备 k 电流监测点的电流大于设定的设备过载紧急控制电流门槛值 I_{cr} 且持续时间超过设定时限 t_{cr} (I_{cr} 和 t_{cr} 的取值要与设备 k 过电流保护设定的电流门槛值和持续时限相配合，以避免设备 k 过电流保护在其过载紧急控制之前动作)，则将 t_j 时刻流经设备 k 电流监测点的设备有功和无功分别记为 P_j 和 Q_j ，设备 k 电流监测点所连接的母线电压记为 V_j ，采用公式 (1) 计算出 t_j 时刻与 I_{cr} 对应的设备 k 过载有功门槛值 $P_{cr,j}$ ，并将 t_j 时刻可用于设备 k 过载紧急控制的可控措施集合，作为 t_j 时刻设备 k 过载紧急控制的待选可控措施集 C，进入步骤 3，否则，结束本方法，重新从步骤 1 开始设备过载的判断及紧急控制决策计算与实施；

$$P_{cr,j} = P_j \frac{\sqrt{3}V_j I_{cr}}{\sqrt{P_j^2 + Q_j^2}} \quad (1)$$

所述可控措施包括单一厂站类可控措施和非单一厂站类可控措施，其中单一厂站类可控措施又细分为发电机类可控措施和负荷类可控措施两种；

所述单一厂站类可控措施是指执行后只造成一个厂站有功注入变化的可控措施；所述发电机类可控措施是指执行后造成所接入厂站有功注入减少的可控措施，例如：切发电机、解列有功注入大于 0 的小电网等；所述负荷类可控措

施是指执行后造成所接入厂站有功注入增加的可控措施，例如：切负荷、解列有功注入小于 0 的小电网等；

针对单一厂站类可控措施，采用 $(TY, DN, L, P_{DN.L.i.j}, S_{DN.k.j})$ 来表示，其中，TY 为可控措施类型，包括发电机类可控措施和负荷类可控措施两种，DN 为可控措施接入的厂站名， L 为可控措施的优先级， $P_{DN.L.i.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量， $S_{DN.k.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度；

所述可控措施的优先级是指在选择用于实施的可控措施时可控措施的优先次序，可控措施的 L 越高，越优先选择，相同 L 的可控措施之间没有选择次序约束；

所述非单一厂站类可控措施是指执行后造成两个及以上厂站有功注入变化的可控措施，例如：两端或多端直流系统功率紧急调制、UPFC 功率紧急控制等；

针对非单一厂站类可控措施，将其执行后造成有功注入变化的受端或送端各个厂站分别采用与单一厂站类可控措施相同的建模方式生成可控措施，并将相应的受端或送端各个厂站的可控措施进行组合，作为非单一厂站类可控措施的模型，采用 $[(TY, DN-1, L, P_{DN-1.L.i.j}, S_{DN-1.k.j}), \dots, (TY, DN-m, L, P_{DN-m.L.i.j}, S_{DN-m.k.j}), \dots, (TY, DN-M, L, P_{DN-M.L.i.j}, S_{DN-M.k.j})]$ 来表示，其中， M 为相应的受端或送端厂站数， $DN-m$ 为第 m 个厂站名， $P_{DN-m.L.i.j}$ 为 t_j 时刻接入 $DN-m$ 、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量， $S_{DN-m.k.j}$ 为 t_j 时刻接入 $DN-m$ 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度；

图 1 中步骤 3：若 j 为 0，针对 C 中各个可控措施，当设置的 t_j 时刻可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为离线模式时， $S_{DN.k.j}$ 、 $S_{DN-m.k.j}$ 分别取为相应的可控措施接入 DN、 $DN-m$ 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度离线整定值，当设置的 t_j 时刻可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为在线模式时， $S_{DN.k.j}$ 、 $S_{DN-m.k.j}$ 分别取为根据 t_0 时

刻之前的电网运行状态最新计算出的可控措施接入 DN 和 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度在线值, 进入步骤 4, 否则, 先计算出 $(P_{j-1} - P_j)$ 与 F 中所有单一厂站类可控措施 t_{j-1} 时刻的 $|P_{DN.L.i,j-1}|$ 与所有非单一厂站类可控措施 t_{j-1} 时刻的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j-1}|$ 之和的比值 $S_{a.k}$, 再针对 F 中可控措施接入的各个厂站, 分别将 $Sgn(S_{DN.k,j-1})S_{a.k}$ 作为 t_j 时刻单一厂站类可控措施接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度 $S_{DN.k,j}$ 、 $Sgn(S_{DN-m.k,j-1})S_{a.k}$ 作为 t_j 时刻非单一厂站类可控措施对应的可控措施组合中各个可控措施接入 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度 $S_{DN-m.k,j}$, 最后, 将除 F 中可控措施接入的各个厂站之外的 C 中可控措施接入的其它厂站 t_{j-1} 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度, 作为其 t_j 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度, 进入步骤 4;

其中, P_{j-1} 为 t_{j-1} 时刻流经设备 k 监测点的设备有功, $P_{DN.L.i,j-1}$ 、 $P_{DN-m.L.i,j-1}$ 分别为 t_{j-1} 时刻接入 DN、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量和接入 DN-m、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量, Sgn 为符号函数, $S_{DN.k,j-1}$ 、 $S_{DN-m.k,j-1}$ 分别为 t_{j-1} 时刻可控措施接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度和可控措施接入 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度;

图 1 中步骤 4: 首先, 通过以下方法针对 C 中单一厂站类可控措施进行降低设备 k 过载程度的有效性判断:

对于发电机类可控措施, 若其 $S_{DN.k,j}$ 大于 0 且 $P_{DN.L.i,j}$ 不等于 0, 则确定为有效可控措施, 否则, 确定为无效可控措施;

对于负荷类可控措施, 若其 $S_{DN.k,j}$ 小于 0 且 $P_{DN.L.i,j}$ 不等于 0, 则确定为有效可控措施, 否则, 确定为无效可控措施;

然后, 通过以下方法针对 C 中非单一厂站类可控措施进行降低设备 k 过载程度的有效性判断:

若按单一厂站类可控措施的有效性判断方法分别对非单一厂站类可控措施

对应的可控措施组合中各个可控措施进行有效性判断，且该可控措施组合中所有可控措施都是有效可控措施，则确定该非单一厂站类可控措施为有效可控措施，否则，确定该非单一厂站类可控措施为无效可控措施；

最后，将 C 中所有单一厂站类有效可控措施和非单一厂站类有效可控措施组成的集合，作为设备 k 过载紧急控制的有效可控措施集 D，进入步骤 5；

图 1 中步骤 5：将 D 中单一厂站类可控措施 $|S_{DN.k,j}|$ 大于设定的灵敏度阈值 S_{cr} （设包括设备 k 在内与设备 k 并行的同厂站设备数为 n，则通常设置为 $0.2/n$ ）的单一厂站类可控措施和 D 中非单一厂站类可控措施对应的可控措施组合中任一可控措施 $|S_{DN-m.k,j}|$ 大于 S_{cr} 的非单一厂站类可控措施组成的集合，作为优选可控措施集 E，进入步骤 6；

图 1 中步骤 6：若按照 L 由高到低的顺序，能够从 E 中搜索到 F，满足所选择的 F 中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j} S_{DN.k,j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j} S_{DN-m.k,j}|$ 之和最小且大于等于 $\lambda_j(P_j - P_{cr,j})$ ，同时针对 C 中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站，除 F 之外 C 中余下的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j}|$ 之和分别大于等于设定的各个厂站需要保留有功容量 $P_{DN.r}$ （通常设置为 t_0 时刻厂站接入的发电机类可控措施总有功或负荷类可控措施总有功的 10%）或者余下的单一厂站类可控措施数分别大于等于设定的各个厂站需要保留的单一厂站类可控措施数 $n_{DN.r}$ （通常设置为 1）的要求，则进入步骤 9，否则，进入步骤 7；

其中， λ_j 为设定的设备 k 过载紧急控制程度系数， $0 < \lambda_0 < \dots < \lambda_j \leq 1$ ；

图 1 中步骤 7：若按照 L 由高到低的顺序，能够从 D 中搜索到 F，满足所选择的 F 中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j} S_{DN.k,j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j} S_{DN-m.k,j}|$ 之和最小且大于等于 $\lambda_j(P_j - P_{cr,j})$ ，同时针对 C 中单一厂站类

可控措施所接入的各个厂站，除 F 之外 C 中余下的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i.j}|$ 之和分别大于等于 $P_{DN.r}$ 或者余下的单一厂站类可控措施数分别大于等于 $n_{DN.r}$ 的要求，则进入步骤 9，否则，进入步骤 8；

图 1 中步骤 8：若按 L 由低到高的顺序，能够从 D 中搜索到需要保留的可控措施集 G，满足所选择的 G 中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i.j} S_{DN.k.j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i.j} S_{DN-m.k.j}|$ 之和最小，同时针对 G 中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站，G 中的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i.j}|$ 之和分别大于等于 $P_{DN.r}$ 或者单一厂站类可控措施数分别大于等于 $n_{DN.r}$ 的要求，则将 D 中除 G 之外的可控措施组成的集合作为 F，并对电网实施 F 中所有可控措施，结束本方法，重新从步骤 1 开始设备过载的判断及紧急控制决策计算与实施，否则，直接结束本方法，重新从步骤 1 开始设备过载的判断及紧急控制决策计算与实施；

所述需要保留的可控措施集 G 是指根据厂站的可控措施保留容量或数目要求实时生成的不允许实施的可控措施集合；图 1 中步骤 9：对电网实施 F 中所有可控措施，并令 j 等于 $(j + 1)$ ，返回步骤 2。

简而言之，本实施例基于紧急控制实施效果进行措施灵敏度后评估，既克服了措施灵敏度离线设置适应性差的缺陷，又避免了基于电网状态在线计算灵敏度严重依赖电网在线模型和电网实时潮流的不足，通过“推算灵敏度-计算控制措施”的迭代，直至消除设备过载，可实现控制精度、实时性和可靠性综合保障。

虽然本发明已以较佳实施例公开如上，但实施例并不是用来限定本发明的。在不脱离本发明之精神和范围内，所做的任何等效变化或润饰，同样属于本发明之保护范围。因此本发明的保护范围应当以本申请的权利要求所界定的内容为准。

权 利 要 求 书

1、基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法，其特征在于，包括以下步骤：

1) 将待监测的设备记为 k ，将监测到设备 k 过载后用于实施的可控措施集记为 F ，将 F 的执行次数 j 置为 0，进入步骤 2)；

2) 若当前时刻 t_j 设备 k 电流监测点的电流大于设定的设备过载紧急控制电流门槛值 I_{cr} 且持续时间超过设定时限 t_{cr} ，则将 t_j 时刻流经设备 k 电流监测点的设备有功和无功分别记为 P_j 和 Q_j ，设备 k 电流监测点所连接的母线电压记为 V_j ，采用公式 (1) 计算出 t_j 时刻与 I_{cr} 对应的设备 k 过载有功门槛值 $P_{cr,j}$ ，并将 t_j 时刻可用于设备 k 过载紧急控制的可控措施集合作为 t_j 时刻设备 k 过载紧急控制的待选可控措施集 C ，进入步骤 3)，否则，结束本方法；

$$P_{cr,j} = P_j \frac{\sqrt{3}V_j I_{cr}}{\sqrt{P_j^2 + Q_j^2}} \quad (1)$$

3) 若 j 为 0，针对 C 中可控措施接入的各个厂站，当设置的 t_j 时刻 C 中可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为离线模式时，分别将其有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度离线整定值作为 t_j 时刻该厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度；当设置的 t_j 时刻 C 中可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为在线模式时，分别将根据 t_0 时刻之前的电网运行状态最新计算出的 C 中可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度在线值作为 t_j 时刻该厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度，进入步骤 4)；

若 j 不为 0，将 C 中可控措施接入的所有厂站的集合记为 SC ，将 F 中可控措施接入的所有厂站的集合记为 SF ，针对 SF 中各个厂站，将 F 中所有可控措施实施后设备过载变化程度与 F 中可控措施总量的比值作为 t_j 时刻这些厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度；针对 SC 中除 SF 中厂站之外的各个厂站，分别将其 t_{j-1} 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度作为其 t_j 时刻有功注入变

化对设备 k 有功的灵敏度，进入步骤 4)；

4) 确定 C 中所有可控措施的有效性，将 C 中所有有效的可控措施组成的集合作为设备 k 过载紧急控制的有效可控措施集 D，进入步骤 5)；

5) 将 D 中大于设定的灵敏度阈值 S_{cr} 的可控措施组成的集合作为优选可控措施集 E，进入步骤 6)；

6) 若根据可控措施优先级按照由高到低的顺序，能够从 E 中搜索到 F，则进入步骤 9)，否则，进入步骤 7)；

7) 若根据可控措施优先级按照由高到低的顺序，能够从 D 中搜索到 F，则进入步骤 9)，否则，进入步骤 8)；

8) 若根据可控措施优先级按照由低到高的顺序，能够从 D 中搜索到需要保留的可控措施集 G，则将 D 中除 G 之外的可控措施组成的集合作为 F，并对电网实施 F 中所有可控措施，结束本方法，否则，直接结束本方法；

所述需要保留的可控措施集 G 是指根据厂站的可控措施保留容量或数目要求实时生成的不允许实施的可控措施集合；

9) 对电网实施 F 中所有可控措施，并令 j 增 1，返回步骤 2)。

2、根据权利要求 1 所述的基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法，其特征在于：

所述可控措施包括单一厂站类可控措施和非单一厂站类可控措施，其中单一厂站类可控措施又分为发电机类可控措施和负荷类可控措施两种；

所述单一厂站类可控措施是指执行后只造成一个厂站有功注入变化的可控措施；所述发电机类可控措施是指执行后造成所接入厂站有功注入减少的可控措施；所述负荷类可控措施是指执行后造成所接入厂站有功注入增加的可控措施；

针对单一厂站类可控措施，采用 $(TY, DN, L, P_{DN.L.i.j}, S_{DN.k.j})$ 序列加以标识，其中，TY 为可控措施类型，包括发电机类可控措施和负荷类可控措施两种，DN

为可控措施接入的厂站名, L 为可控措施的优先级, $P_{DN.L.i.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量, $S_{DN.k.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度;

所述可控措施的优先级是指在选择用于实施的可控措施时可控措施的优先次序, 可控措施的 L 越高, 越优先选择, 相同 L 的可控措施之间没有选择次序约束;

所述非单一厂站类可控措施是指执行后造成两个及以上厂站有功注入变化的可控措施;

针对非单一厂站类可控措施, 将其执行后造成有功注入变化的受端或送端各个厂站分别采用与单一厂站类可控措施相同的建模方式生成可控措施, 并将相应的受端或送端各个厂站的可控措施进行组合, 作为非单一厂站类可控措施的模型, 采用 $[(TY, DN-1, L, P_{DN-1.L.i.j}, S_{DN-1.k.j}), \dots, (TY, DN-m, L, P_{DN-m.L.i.j}, S_{DN-m.k.j}), \dots, (TY, DN-M, L, P_{DN-M.L.i.j}, S_{DN-M.k.j})]$ 序列加以标识, 其中, M 为相应的受端或送端厂站数, $DN-m$ 为第 m 个厂站名, $P_{DN-m.L.i.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN- m 、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量, $S_{DN-m.k.j}$ 为 t_j 时刻接入 DN- m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度。

3、根据权利要求 2 所述的基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法, 其特征在于, 所述步骤 3) 中:

若 j 为 0, 针对 C 中各个可控措施, 当设置的 t_j 时刻可控措施接入厂站的有功变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为离线模式时, 则将相应可控措施的 $S_{DN.k.j}$ 、 $S_{DN-m.k.j}$ 分别取为相应的可控措施接入 DN、DN- m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度离线整定值, 当设置的 t_j 时刻可控措施接入厂站的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度取值方式为在线模式时, 则将相应可控措施的 $S_{DN.k.j}$ 、 $S_{DN-m.k.j}$ 分别取为根据 t_0 时刻之前的电网运行状态最新计算出的可控措施接入 DN 和 DN- m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度在线值, 进入步骤 4);

若 j 不为 0, 计算出 $(P_{j-1} - P_j)$ 与 F 中所有单一厂站类可控措施 t_{j-1} 时刻的 $|P_{DN.L.i,j-1}|$ 及所有非单一厂站类可控措施 t_{j-1} 时刻的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j-1}|$ 之和的比值 $S_{a.k}$, 针对 F 中可控措施接入的各个厂站, 分别将 $Sgn(S_{DN.k,j-1})S_{a.k}$ 作为 t_j 时刻单一厂站类可控措施接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度 $S_{DN.k,j}$ 、 $Sgn(S_{DN-m.k,j-1})S_{a.k}$ 作为 t_j 时刻非单一厂站类可控措施对应的可控措施组合中各个可控措施接入 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度 $S_{DN-m.k,j}$, 并将除 F 中可控措施接入的各个厂站之外的 C 中可控措施接入的其它厂站 t_{j-1} 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度, 作为其 t_j 时刻有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度, 进入步骤 4);

其中, P_{j-1} 为 t_{j-1} 时刻流经设备 k 监测点的设备有功, $P_{DN.L.i,j-1}$ 、 $P_{DN-m.L.i,j-1}$ 分别为 t_{j-1} 时刻接入 DN、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量和接入 DN-m、优先级为 L 的第 i 个可控措施的有功控制量, Sgn 为符号函数, $S_{DN.k,j-1}$ 、 $S_{DN-m.k,j-1}$ 分别为 t_{j-1} 时刻可控措施接入 DN 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度和可控措施接入 DN-m 的有功注入变化对设备 k 有功的灵敏度。

4、根据权利要求 3 所述的基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法, 其特征在于, 所述步骤 4) 中, 确定 C 中可控措施有效性的方法为:

通过以下方法针对 C 中单一厂站类可控措施进行降低设备 k 过载程度的有效性判断:

对于发电机类可控措施, 若其 $S_{DN.k,j}$ 大于 0 且 $P_{DN.L.i,j}$ 不等于 0, 则确定为有效可控措施, 否则, 确定为无效可控措施;

对于负荷类可控措施, 若其 $S_{DN.k,j}$ 小于 0 且 $P_{DN.L.i,j}$ 不等于 0, 则确定为有效可控措施, 否则, 确定为无效可控措施;

通过以下方法针对 C 中非单一厂站类可控措施进行降低设备 k 过载程度的有效性判断:

按单一厂站类可控措施的有效性判断方法分别对非单一厂站类可控措施对

应的可控措施组合中各个可控措施进行有效性判断，如对应的可控措施组合中所有可控措施都是有效可控措施，则确定相应非单一厂站类可控措施为有效可控措施，否则，确定相应非单一厂站类可控措施为无效可控措施；

5、根据权利要求4所述的基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法，其特征在于，所述步骤6)中从E中搜索到的F应满足以下条件：

F中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j}S_{DN.k,j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j}S_{DN-m.k,j}|$ 之和最小且大于等于 $\lambda_j(P_j - P_{cr,j})$ ，同时针对C中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站，除F之外C中余下的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j}|$ 之和分别大于等于设定的各个厂站需要保留有功容量 $P_{DN,r}$ 或者余下的单一厂站类可控措施数分别大于等于设定的各个厂站需要保留的单一厂站类可控措施数 $n_{DN,r}$ 的要求；其中， λ_j 为设定的设备k过载紧急控制程度系数， $0 < \lambda_0 < \dots < \lambda_j \leq 1$ 。

6、根据权利要求4所述的基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法，其特征在于，所述步骤7)中从D中搜索到的F应满足以下条件：

F中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j}S_{DN.k,j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i,j}S_{DN-m.k,j}|$ 之和最小且大于等于 $\lambda_j(P_j - P_{cr,j})$ ，同时针对C中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站，除F之外C中余下的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i,j}|$ 之和分别大于等于设定的各个厂站需要保留有功容量 $P_{DN,r}$ 或者余下的单一厂站类可控措施数分别大于等于设定的各个厂站需要保留的单一厂站类可控措施数 $n_{DN,r}$ 的要求；其中， λ_j 为设定的设备k过载紧急控制程度系数， $0 < \lambda_0 < \dots < \lambda_j \leq 1$ 。

7、根据权利要求4所述的基于措施灵敏度自动辨识的设备过载自适应紧急控制方法，其特征在于，所述步骤8)中从D中搜索到的G应满足以下条件：

G 中所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i.j}S_{DN.k.j}|$ 与所有非单一厂站类可控措施的 $\sum_{m=1}^M |P_{DN-m.L.i.j}S_{DN-m.k.j}|$ 之和最小,同时针对 G 中单一厂站类可控措施所接入的各个厂站, G 中的所有单一厂站类可控措施的 $|P_{DN.L.i.j}|$ 之和分别大于等于设定的各个厂站需要保留有功容量 $P_{DN.r}$ 或者单一厂站类可控措施数分别大于等于设定的各个厂站需要保留的单一厂站类可控措施数 $n_{DN.r}$ 的要求。

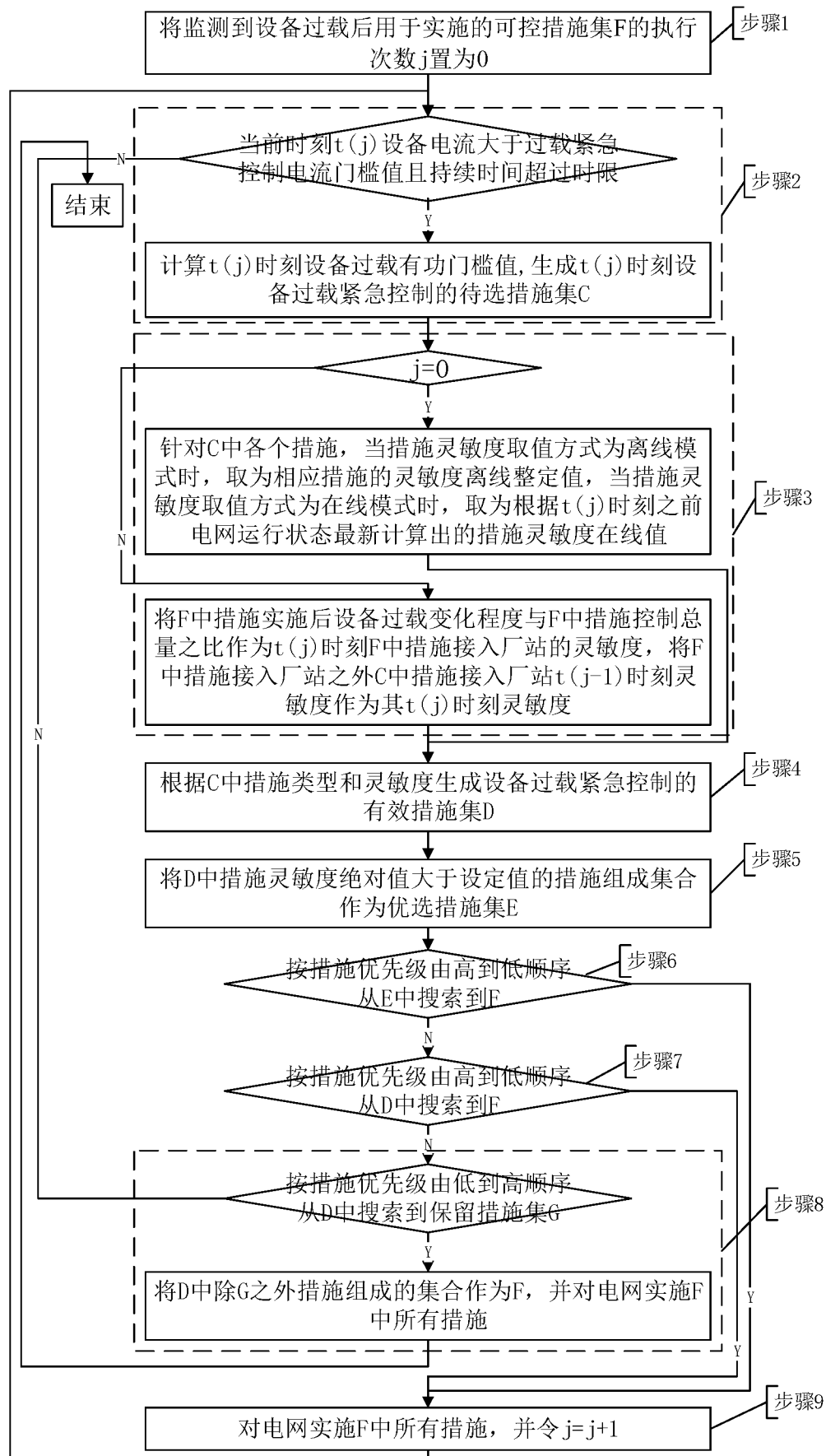


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/112346

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/46 (2006.01) i; H02J 3/14 (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, WPI, EPODOC, CNKI: 南瑞, 措施, 计算, 灵敏度, 辨识, 推算, 过载, 过流, 过负荷, 迭代, NARI, measure, sensitivity, calculate, identify, overload, predict, iteration

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107124006 A (NARI TECHNOLOGY DEVELOPMENT LIMITED COMPANY et al.), 01 September 2017 (01.09.2017), claims 1-7, description, paragraphs [0047]-[0069], and figure 1	1-7
A	CN 106099907 A (NARI TECHNOLOGY DEVELOPMENT LIMITED COMPANY et al.), 09 November 2016 (09.11.2016), description, paragraphs [0122]-[0228], and figures 1-2	1-7
A	CN 103715694 A (NARI GROUP CORPORATION et al.), 09 April 2014 (09.04.2014), entire document	1-7
A	CN 106532717 A (STATE GRID SHANDONG ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 22 March 2017 (22.03.2017), entire document	1-7
A	CN 106130002 A (NARI TECHNOLOGY DEVELOPMENT LIMITED COMPANY et al.), 16 November 2016 (16.11.2016), entire document	1-7
A	CN 101299539 A (NANJING AUTOMATION RESEARCH INSTITUTE et al.), 05 November 2008 (05.11.2008), entire document	1-7
A	US 2016126739 A1 (NEC LABORATORIES AMERICA, INC.), 05 May 2016 (05.05.2016), entire 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 06 February 2018	Date of mailing of the international search report 24 February 2018
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 TANG, Yang Telephone No. (86-10) 010-62413273

International application No.
PCT/CN2017/112346

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

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/112346

A. 主题的分类 H02J 3/46(2006.01)i; H02J 3/14(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, WPI, EPODOC, CNKI: 南瑞, 措施, 计算, 灵敏度, 辨识, 推算, 过载, 过流, 过负荷, 迭代, NARI, measure, sensitivity, calculate, identify, overload, predict, iteration		
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 107124006 A (国电南瑞科技股份有限公司 等) 2017年 9月 1日 (2017 - 09 - 01) 权利要求1-7, 说明书第[0047]-[0069]段, 图1	1-7
A	CN 106099907 A (国电南瑞科技股份有限公司 等) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第[0122]-[0228]段, 图1-2	1-7
A	CN 103715694 A (南京南瑞集团公司 等) 2014年 4月 9日 (2014 - 04 - 09) 全文	1-7
A	CN 106532717 A (国网山东省电力公司电力科学研究院 等) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 全文	1-7
A	CN 106130002 A (国电南瑞科技股份有限公司 等) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 全文	1-7
A	CN 101299539 A (国网南京自动化研究院 等) 2008年 11月 5日 (2008 - 11 - 05) 全文	1-7
A	US 2016126739 A1 (NEC LABORATORIES AMERICA, INC.) 2016年 5月 5日 (2016 - 05 - 05) 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 2018年 2月 6日		国际检索报告邮寄日期 2018年 2月 24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 汤珣 电话号码 (86-10)010-62413273

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/112346

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	107124006	A	2017年 9月 1日	无	
CN	106099907	A	2016年 11月 9日	无	
CN	103715694	A	2014年 4月 9日	CN 103715694 B	2015年 12月 9日
				WO 2015081771 A1	2015年 6月 11日
CN	106532717	A	2017年 3月 22日	无	
CN	106130002	A	2016年 11月 16日	无	
CN	101299539	A	2008年 11月 5日	CN 100590947 C	2010年 2月 17日
US	2016126739	A1	2016年 5月 5日	US 9866029 B2	2018年 1月 9日