

(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
2022 年 7 月 28 日 (28.07.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/156014 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 3/24 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/075815
- (22) 国际申请日: 2021 年 2 月 7 日 (07.02.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202110082360.0 2021 年 1 月 21 日 (21.01.2021) CN
- (71) 申请人: 山东大学 (SHANDONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。
- (72) 发明人: 张 祯 滨 (ZHANG, Zhenbin); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 巴巴悠米欧路利可 (BABAYOMI, Oluleke); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 李 真 (LI, Zhen); 中国山东省济南市历下区经十路

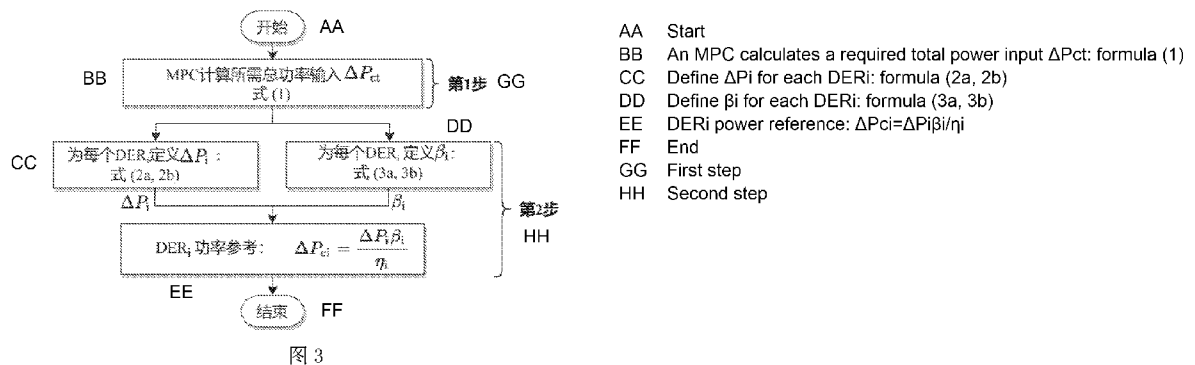
17923 号, Shandong 250061 (CN)。 胡存刚 (HU, Cungang); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。

(74) 代理人: 济南圣达知识产权代理有限公司 (JINAN SHENGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国山东省济南市历下区经十路 17703 号华特广场 B510 室, Shandong 250061 (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, IT, 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,

(54) Title: FAST FREQUENCY RESPONSE DISTRIBUTED COORDINATED CONTROL METHOD AND SYSTEM FOR SERIES-PARALLEL WIND-SOLAR MICROGRID

(54) 发明名称: 混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法及系统



(57) Abstract: The present disclosure provides a fast frequency response distributed coordinated control method and system for a series-parallel wind-solar microgrid. Operation state data of each distributed energy source is obtained; a total optimal power input is obtained by using the obtained operation state data and according to a model predictive control algorithm; and the total optimal power input is distributed on all distributed energy sources in the microgrid by means of the maximum rated power and the charging state at a given time. According to the present disclosure, the inertia of a wind or solar energy photovoltaic power source AC microgrid having a plurality of distributed converter interfaces is markedly improved, and when the power drawn by a load suddenly changes, the frequency change of the system is reduced.

(57) 摘要: 本公开提供了一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法及系统, 获取各分布式能源的运行状态数据; 利用得到的运行状态数据, 根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入; 通过最大额定功率和给定时间的充电状态, 在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入; 本公开显著提高了具有多个分布式变换器接口风能或太阳能光伏电源交流微电网的惯性, 当负载汲取的功率突然变化时, 降低了系统的频率变化。

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法及系统

技术领域

本公开涉及微电网频率响应控制技术领域，特别涉及一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法及系统。

背景技术

本部分的陈述仅仅是提供了与本公开相关的背景技术，并不必然构成现有技术。

为了减少引起全球变暖的温室气体对环境的影响，可再生能源供电的需求正在增加。大气中二氧化碳排放总量的 40%由全世界发电产生。因此，电力工业的能源需要从不可再生能源（如煤炭和天然气）转移到更可持续的能源（如太阳能，风能，水能，氢能等）。然而，利用现有技术，这种对能源形式的改变，是以较低的电能质量和较弱的电网为代价的。例如，传统电力系统中采用大型旋转式高惯量的集中发电系统，而高水平可再生能源发电系统与分布式电源（主要是静态）相关。

针对低惯量交流微电网中频率控制这一突出问题，现有的解决方案可以分为两种，即：传统的基于下垂的方法和同步电机惯性模拟。下垂方法使用电池存储控制来改善电力系统的频率响应。同步电机惯性模拟也称为虚拟同步发电机（VSG），在负载突然变化时，它利用自适应惯性和阻尼系数，来改善微电网或电力系统的频率性能。

发明人发现，常规的基于下垂的方法，在急剧的负载变化时，频率变化率较高，这一问题可能导致电力系统不稳定。并且这些方法具有恒定的下垂系数，

在动态频率过程中无法修改，导致频率在发生偏差之后，返回到额定值的过程较慢。

与传统的下垂方法相比，同步电机惯性模拟表现出了更好的性能。然而，对于微电网内分布在各个风力发电厂/太阳能光伏发电机上的多个 VSG 功率变换器，如何协调它们有效地提供足够的惯性以减少频率干扰，目前尚无解决方案。但是这一特性是必需的，例如，在有多个风能或太阳能光伏发电 DER 的微电网中，希望使每个 DER 的风能/太阳能光伏系统都能够对母线的频率稳定性做出贡献，从而更快地消除干扰，增强微电网系统的稳定性。

同时，同步电机惯性模拟方法有以下几个问题待解决：每个 DER 需要哪些存储设备和功率变换器，为了不影响设备使用寿命和效率，如何对每个 DER 的存储设备和功率变换器进行本地控制，应用控制算法和必要的硬件来实现控制目标时，微电网中所有相连 DER 的存储设备和功率变换器将如何进行协同控制。

发明内容

为了解决现有技术的不足，本公开提供了一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法及系统，显著提高了具有多个分布式变换器接口风能或太阳能光伏电源交流微电网的惯性，当负载汲取的功率突然变化时，降低了系统的频率变化。

为了实现上述目的，本公开采用如下技术方案：

本公开第一方面提供了一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法。

一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，包括以下步骤：

获取各分布式能源的运行状态数据；

利用得到的运行状态数据，根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入；
通过最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入。

本公开第二方面提供了一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制系统。

一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制系统，包括：
数据获取模块，被配置为：获取各分布式能源的运行状态数据；
最优总功率输入获取模块，被配置为：利用得到的运行状态数据，根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入；

分布式能源最优功率输入获取模块，被配置为：通过最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入。

本公开第三方面提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有程序，该程序被处理器执行时实现如本公开第一方面所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法中的步骤。

本公开第四方面提供了一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的程序，所述处理器执行所述程序时实现如本公开第一方面所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法中的步骤。

与现有技术相比，本公开的有益效果是：

1、本公开提供的方法、系统、介质或电子设备，显著提高了具有多个分布式变换器接口风能或太阳能光伏电源交流微电网的惯性，当负载汲取的功率突然变化时，降低了系统的频率变化。

2、本公开提供的方法、系统、介质或电子设备，最大程度地利用了分布在

整个微电网中的能源，使其协同工作以确保微电网的频率控制，因此，随着 DER 数量的增加，也可以容纳它们以继续运行。

3、本公开提供的方法、系统、介质或电子设备，协同控制方法仅使用每个 DER 及其直接邻居的通信，使用通信带宽较少，在有通信信道延迟和干扰的情况下也能很好地工作。

4、本公开提供的方法、系统、介质或电子设备，通过使用超级电容器覆盖提供功率输入，调节与额定值的较大频率偏差，延长了存储系统的电池寿命。

5、本公开提供的方法、系统、介质或电子设备，将频率变化率安全地保持在确保微电网系统稳定性的范围内。

本公开附加方面的优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

构成本公开的一部分的说明书附图用来提供对本公开的进一步理解，本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开，并不构成对本公开的不当限定。

图 1 为本公开实施例 1 提供的具有 N 个分布式能源（DER）的交流微电网的框图。

图 2 为本公开实施例 1 提供的 N 个 DER 的网络物理布局。

图 3 为本公开实施例 1 提供的方法运行流程图

图 4 为本公开实施例 1 提供的每个 DER 的内部视图，包括风力发电厂（带 MPPT 转换器），光伏面板（带 DC-DC 升压转换器），双向 DC-DC 转换器，电池（B1），超级电容器（C1），逆变器和 LC 滤波器。

图 5 为本公开实施例 1 提供的逆变器的控制方法示意图。

图 6 为本公开实施例 1 提供的逆变器的 VSG-下垂控制示意图。

具体实施方式

下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

应该指出，以下详细说明都是示例性的，旨在对本公开提供进一步的说明。除非另有指明，本文使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本公开的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

在不冲突的情况下，本公开中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

实施例1:

大型电动泵和空调装置的开启，使交流微电网的负载发生突然变化，导致微电网的频率降低。因此，需要使用功率电子变换器，来调节频率返回额定值。如图1所示，将控制微电网中的几个分布式能源 DER_1 、 DER_2 ， $\dots$ ， DER_N 。

本实施例提供的方法是分布式协同控制，如图2所示，每个DER表示为节点1，2， $\dots$ ， i ， $\dots$ ， N ，分两步执行，如图3所示：

步骤1：从控制频率和频率变化率所需的所有存储系统中，使用模型预测控制（MPC）计算总的最优功率输入 ΔP_{ct} 。

步骤2：通过：最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有 N 个DER上，分配所需的总功率输入。

具体的，包括以下内容：

步骤1中：

对于目标函数G，使用模型预测控制来计算最佳的所需总功率控制输入：

$$\min G = \min (\mu_f \Delta f^2 + \mu_{df} \dot{\Delta f}^2 + H_s^2 + \mu_u \Delta P_{ct}^2) \quad (1)$$

其中，微电网系统惯性 $H_s = \frac{\sum_{i=1}^N H_i P_{i_max}}{\sum_{i=1}^N P_{i_max}}$ ， Δf 是频率偏差， $\dot{\Delta f}$ 频率变化率 (ROCOF)， ΔP_{ct} 是微电网中所有DER用来调节频率所需的总最优功率， μ_f ， μ_{df} 和 μ_u 分别是频率，ROCOF和输入功率的调谐权重。

且受以下因素影响：频率偏差，频率变化率 (ROCOF) 限制和功率限制约束。

瞬时控制输入需要同时满足调节要求和DER的物理限制。

公式 (1) 给出了微电网中，所有功率变换器将频率和频率变化率维持在上限和下限范围内的最佳总功率值。

步骤2中：

确定每个DER_i (即 P_{ci}) 的贡献，使得 $\Delta P_{ct} = \sum_{i=1}^N P_{ci}$ 。

每个DER_i的贡献遵循两个规则：

- (1) 每个DER将按其最大额定值分配功率；
- (2) 每个DER将按其当前的充电状态分配功率；

这两个规则分别由容量协同控制 (方程2a和2b) 和充电状态协同控制 (方程3a和3b) 体现。

容量协同控制为下一个时间步长每个DER提供 ΔP_i^t 的功率输入贡献，充电状态协同控制提供储能系数 β_i^k ，利用这两个参数，可以确定每个DER_i的功率输入贡献 $P_{ci}^k = \frac{\Delta P_i^t \beta_i^k}{\eta_i}$ ，其中k代表数字采样时刻，t代表时间 (连续变量)。

VSG逆变器控制 (如图6) 中的功率输入 P_{ci}^k ，用于控制图4和图5中所示的逆

变器，在图4中，电池B₁的MPC_{bat}控制器确保电池仅为负载功率 ΔP_L 的微小变化提供能量，而超级电容器控制器MPC_{u/c}确保超级电容器为调节负载功率 ΔP_L 的较大变化提供功率，这种方式延长了电池寿命，降低了微电网系统的总体成本。

容量协同控制，具体为：

下面的容量控制方程式，可确保每个DER_i的输入功率贡献与其额定容量成正比，因此，具有较大额定功率的DER可以为调节频率偏移提供更多功率。

$$\sum_{i=1}^N \gamma_i = 1 \quad (2a)$$

$$\Delta P_i^{t+1} = \Delta P_i^t + \sum_{j \in N_i} \left(\frac{\Delta P_i^t}{\gamma_i} - \frac{\Delta P_j^t}{\gamma_j} \right) \quad (2b)$$

其中， $\frac{P_{i_max}}{P_{j_max}} = \frac{\gamma_i}{\gamma_j}$ ， γ_i, γ_j 是与已安装的最大存储容量成比例的加权系数，服从 $\sum_{i=1}^N \Delta P_i^k = \sum_{i=1}^N \Delta P_i^0, \forall k \geq 0$ ，即所有采样时间的输入功率之和等于总初始输入功率， P_{x_max} 代表DER_x的最大额定功率，其中 $x \in [i, j]$ 。

充电状态协同控制

充电状态协同控制由公式（3a）和（3b）描述，每个DER_i仅需要相邻DER的充电状态信息，即可获得微电网系统范围中所有N-DERs的平均充电水平，这使得它仅需较低的带宽，并且即使在通信失败或延迟的情况下，也能很好地工作。

系统平均充电状态（SoC）基于观测器设计：

$$\overline{SoC}_i(t) = SoC_i(t) + \int_0^t \sum_{j \in N_i} a_{ij} (\overline{SoC}_i - \overline{SoC}_j) d\tau \quad (3a)$$

其中， τ 表示积分参数， N_i 是节点 i 的所有邻居的集合， a_{ij} 是邻接矩阵的第 (i, j) 个元素，将基于代价的存储参与系数定义为：

$$\beta_i = \begin{cases} 1 + \left(\frac{SoC_i - \overline{SoC}_i}{100} \right) & \text{for } SoC_i \geq SoC_{min} \\ 0 & \text{for } SoC_i < SoC_{min} \end{cases} \quad (3b)$$

也就是说，当DER_i（ SoC_i ）的充电状态大于在节点 i 处观察到的平均充电状

态时， DER_i 提供功率输入，否则它不提供任何功率。此外， DER_i 的充电水平越高，其对实现控制目标所需的功率输入的贡献就越大。

每个 DER_i 的贡献由公式（4）给出：

$$P_{ci} = \frac{\Delta P_i \beta_i}{\eta_i} \quad (4)$$

其中， η_i 是电池和超级电容器存储的充放电效率， ΔP_i 是每个 DER_i 的功率输入贡献， β_i 是 DER_i 处的存储充电系数。

实施例2：

本公开实施例2提供了一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制系统，包括：

数据获取模块，被配置为：获取各分布式能源的运行状态数据；

最优总功率输入获取模块，被配置为：利用得到的运行状态数据，根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入；

分布式能源最优功率输入获取模块，被配置为：通过最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入。

所述系统的工作方法与实施例1提供的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法相同，这里不再赘述。

实施例3：

本公开实施例3提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有程序，该程序被处理器执行时实现如本公开实施例1所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法中的步骤，所述步骤为：

获取各分布式能源的运行状态数据；

利用得到的运行状态数据，根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入；

通过最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入。

详细步骤与实施例1提供的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法相同，这里不再赘述。

实施例4：

本公开实施例4提供了一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的程序，所述处理器执行所述程序时实现如本公开实施例1所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法中的步骤，所述步骤为：

获取各分布式能源的运行状态数据；

利用得到的运行状态数据，根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入；

通过最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入。

详细步骤与实施例1提供的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法相同，这里不再赘述。

本领域内的技术人员应明白，本公开的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本公开可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/

或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体（Read-Only Memory, ROM）或随机存储记忆体（Random Access Memory, RAM）等。

以上所述仅为本公开的优选实施例而已，并不用于限制本公开，对于本领域的技术人员来说，本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

权利要求书

1、一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，其特征在于：
包括以下步骤：

获取各分布式能源的运行状态数据；

利用得到的运行状态数据，根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入；

通过最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入。

2、如权利要求 1 所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，其特征在于：

根据模型预测控制算法得到使得频率和频率变化率维持在上限和下限范围内的总的最优功率输入。

3、如权利要求 1 所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，其特征在于：

利用容量协同控制计算下一个时间步长每个分布式能源的功率输入贡献，利用充电状态协同控制计算得到储能系数，结合电池和超级电容器存储的充放电效率，得到每个分布式能源的最终功率输入贡献。

4、如权利要求 3 所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，其特征在于：

利用容量协同控制，使得每个分布式能源的输入功率贡献与其额定容量成正比。

5、如权利要求 3 所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，其特征在于：

利用充电状态协同控制，每个分布式能源仅需要相邻分布式能源的充电状

态信息，得到微电网系统范围中所有分布式能源的平均充电水平。

6、如权利要求 5 所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，其特征在于：

系统平均充电状态基于观测器设计，当某一分布式能源的充电状态大于在某一节点处观察到的平均充电状态时，此分布式能源提供功率输入，否则它不提供任何功率。

7、如权利要求 3 所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法，其特征在于：

每个分布式能源的最终功率输入贡献为： $P_{ci} = \Delta P_i \beta_i / \eta_i$ ，其中， η_i 为电池和超级电容器存储的充放电效率， ΔP_i 为根据容量协同控制方式得到的第 i 个分布式能源的功率输入贡献， β_i 是第 i 个分布式能源处的存储充电系数。

8、一种混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制系统，其特征在于：包括：

数据获取模块，被配置为：获取各分布式能源的运行状态数据；

最优总功率输入获取模块，被配置为：利用得到的运行状态数据，根据模型预测控制算法得到总的最优功率输入；

分布式能源最优功率输入获取模块，被配置为：通过最大额定功率和给定时间的充电状态，在微电网中的所有分布式能源上分配总的最优功率输入。

9、一种计算机可读存储介质，其上存储有程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如权利要求 1-7 任一项所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法中的步骤。

10、一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器

上运行的程序，其特征在于，所述处理器执行所述程序时实现如权利要求 1-7 任一项所述的混联风光微电网快速频率响应分布式协调控制方法中的步骤。

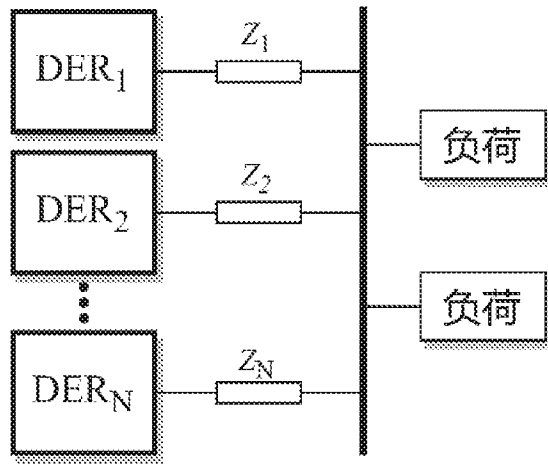


图 1

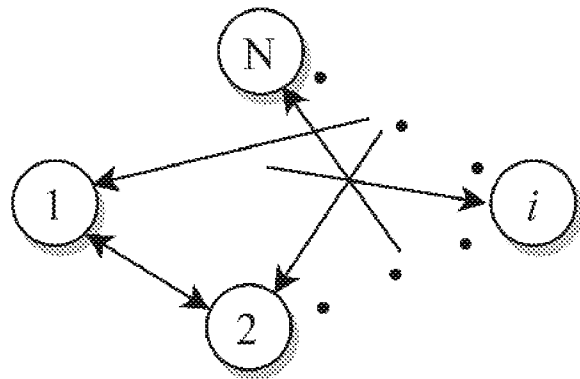


图 2

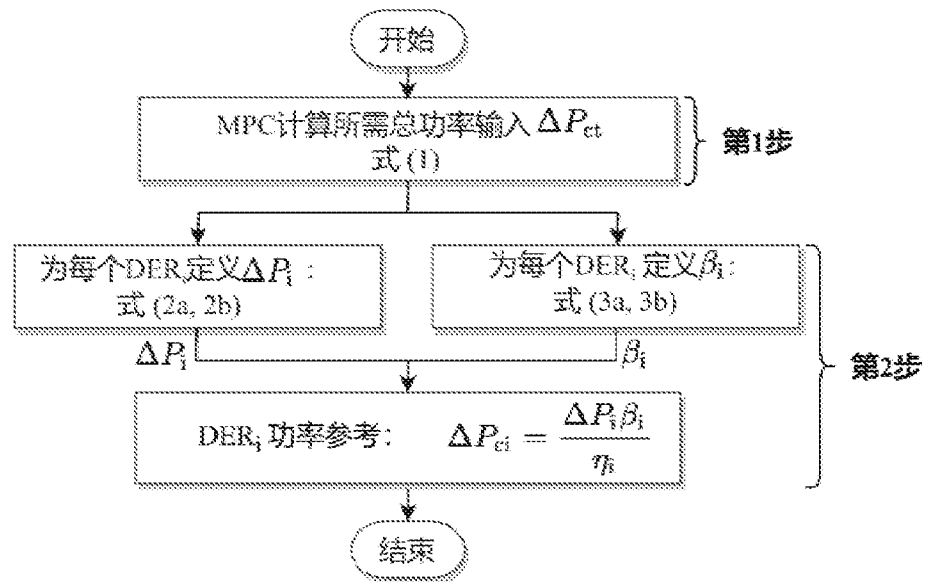


图 3

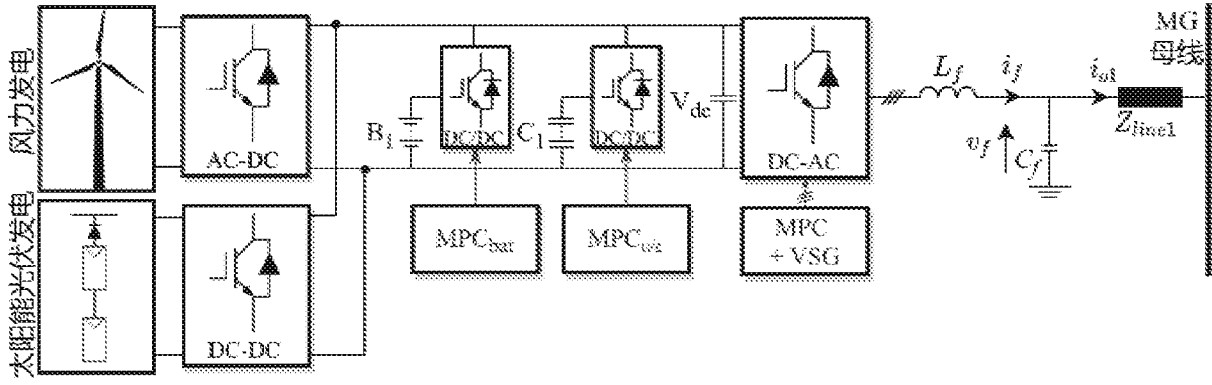


图 4

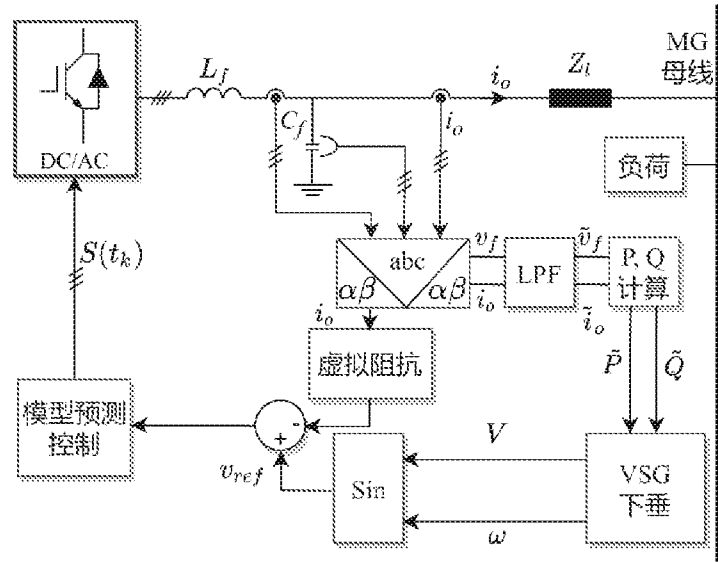


图 5

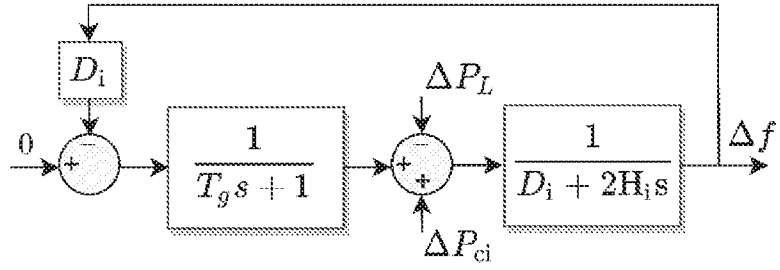


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/075815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/24(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)

DWPI, SIPOABS, CNABS, CNTXT, CNKI: 频率, 响应, 调节, 调整, 变化, 改变, 变动, 波动, 调频, 风, 光, 太阳能, PV, 分布式, DER, DG, 微电网, 微网, 模型预测控制, MPC, 功率, 有功, 出力, 分配, frequency, response, modulation, adjust, variety, change, fluctuate, wind, solar, photovoltaic, distribute, micro w grid, model w predictive w control, power, assign

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102842904 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 26 December 2012 (2012-12-26) description, paragraphs 2-56, and figures 1-5	1-10
Y	CN 111900721 A (HUNAN UNIVERSITY) 06 November 2020 (2020-11-06) description paragraphs 4, 56-96, figures 1-3	1-10
Y	CN 110808616 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 February 2020 (2020-02-18) description, paragraphs 41-78, figure 1	1-10
E	CN 112803505 A (SHANDONG UNIVERSITY) 14 May 2021 (2021-05-14) description, paragraphs 2-124, figure 5	1-10
A	JP 2015036603 A (GRITEX INTERNAT LTD.) 23 February 2015 (2015-02-23) entire document	1-10

☐ 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

08 October 2021

Date of mailing of the international search report

03 November 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)

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/CN2021/075815

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102842904	A	26 December 2012	CN	102842904	B	02 April 2014
CN	111900721	A	06 November 2020	None			
CN	110808616	A	18 February 2020	None			
CN	112803505	A	14 May 2021	None			
JP	2015036603	A	23 February 2015	JP	6155140	B2	28 June 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/075815

A. 主题的分类 H02J 3/24 (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)) DWPI, SIPOABS, CNABS, CNTXT, CNKI: 频率, 响应, 调节, 调整, 变化, 改变, 变动, 波动, 调频, 风, 光, 太阳能, PV, 分布式, DER, DG, 微电网, 微网, 模型预测控制, MPC, 功率, 有功, 出力, 分配, frequency, response, modulation, adjust, variety, change, fluctuate, wind, solar, photovoltaic, distribute, micro w grid, model w predictive w control, power, assign																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102842904 A (东南大学) 2012年 12月 26日 (2012 - 12 - 26) 说明书2-56段, 图1-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 111900721 A (湖南大学) 2020年 11月 6日 (2020 - 11 - 06) 说明书4、56-96段, 图1-3</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110808616 A (广东工业大学) 2020年 2月 18日 (2020 - 02 - 18) 说明书41-78段, 图1</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 112803505 A (山东大学) 2021年 5月 14日 (2021 - 05 - 14) 说明书2-124段, 图5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015036603 A (GRITEX INTERNAT LTD) 2015年 2月 23日 (2015 - 02 - 23) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 102842904 A (东南大学) 2012年 12月 26日 (2012 - 12 - 26) 说明书2-56段, 图1-5	1-10	Y	CN 111900721 A (湖南大学) 2020年 11月 6日 (2020 - 11 - 06) 说明书4、56-96段, 图1-3	1-10	Y	CN 110808616 A (广东工业大学) 2020年 2月 18日 (2020 - 02 - 18) 说明书41-78段, 图1	1-10	E	CN 112803505 A (山东大学) 2021年 5月 14日 (2021 - 05 - 14) 说明书2-124段, 图5	1-10	A	JP 2015036603 A (GRITEX INTERNAT LTD) 2015年 2月 23日 (2015 - 02 - 23) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	CN 102842904 A (东南大学) 2012年 12月 26日 (2012 - 12 - 26) 说明书2-56段, 图1-5	1-10																		
Y	CN 111900721 A (湖南大学) 2020年 11月 6日 (2020 - 11 - 06) 说明书4、56-96段, 图1-3	1-10																		
Y	CN 110808616 A (广东工业大学) 2020年 2月 18日 (2020 - 02 - 18) 说明书41-78段, 图1	1-10																		
E	CN 112803505 A (山东大学) 2021年 5月 14日 (2021 - 05 - 14) 说明书2-124段, 图5	1-10																		
A	JP 2015036603 A (GRITEX INTERNAT LTD) 2015年 2月 23日 (2015 - 02 - 23) 全文	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																
* 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																		
2021年 10月 8日		2021年 11月 3日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																		
中国国家知识产权局 (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		吴伟 电话号码 86-(10)-62411688																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/075815

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	102842904	A	2012年 12月 26日	CN 102842904 B	2014年 4月 2日
CN	111900721	A	2020年 11月 6日	无	
CN	110808616	A	2020年 2月 18日	无	
CN	112803505	A	2021年 5月 14日	无	
JP	2015036603	A	2015年 2月 23日	JP 6155140 B2	2017年 6月 28日