



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115224694 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 21

(21) 申请号 202210761382.4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.06.29

H02J 3/12 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

(71) 申请人 国网浙江省电力有限公司杭州供电公司

地址 310000 浙江省杭州市上城区解放东路59号

申请人 国网浙江杭州市萧山区供电有限公司

(72) 发明人 刘剑 乐全明 徐巍峰 陈彪 柳志军 徐祥海 商佳宜 杨翹 付冠华 朱磊 姜昀芃 朱苑祺 卫炜 沈鸿达 汤凯骏

(74) 专利代理机构 杭州华鼎知识产权代理事务所(普通合伙) 33217

专利代理师 方艳

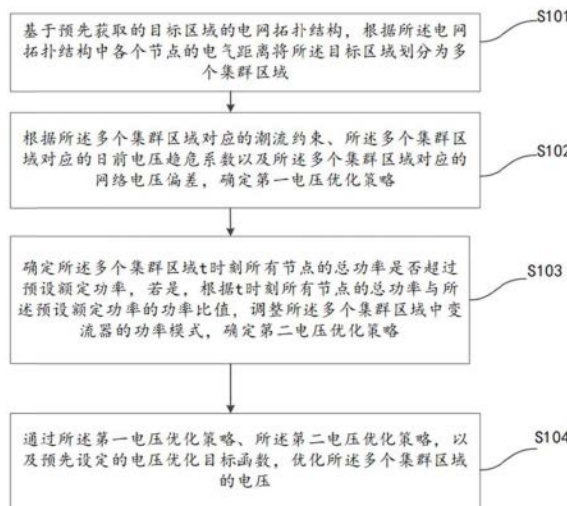
权利要求书3页 说明书15页 附图1页

(54) 发明名称

分布式电源配电网电压协调控制方法、系统及电子设备

(57) 摘要

本发明提供一种分布式电源配电网电压协调控制方法、系统及设备,包括基于目标区域的电网拓扑结构,根据电网拓扑结构中各个节点的电气距离将目标区域划分为多个集群区域;根据多个集群区域对应的潮流约束、多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略;确定多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率,若是,根据t时刻所有节点的总功率与预设额定功率的功率比值,调整多个集群区域中变压器的功率模式,确定第二电压优化策略;通过第一电压优化策略、第二电压优化策略,以及预先设定的电压优化目标函数,优化多个集群区域的电压。本公开的方法能够优化集群区域的电压。



1. 分布式电源配电网电压协调控制方法,其特征在于,所述方法包括:

基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构,根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域;

根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略;

确定所述多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率,若是,根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值,调整所述多个集群区域中变压器的功率模式,确定第二电压优化策略;

通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略,以及预先设定的电压优化目标函数,优化所述多个集群区域的电压。

2. 根据权利要求1所述的分布式电源配电网电压协调控制方法,其特征在于,根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域,包括:

根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离、以及所述电网拓扑结构中各个节点的属性信息,确定所述各个节点的静态系统参数和动态系统参数,其中,

所述静态系统参数包括所述各个节点的阻抗信息,所述动态系统参数包括所述各个节点的有功功率和无功功率对电压的敏感系数;

通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图,并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分,将所述目标区域划分为多个集群区域。

3. 根据权利要求2所述的分布式电源配电网电压协调控制方法,其特征在于,通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图,并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分,包括:

根据所述静态系统参数和所述动态系统参数,确定各个节点的电气紧密度,基于所述电气紧密度以及图论,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图;

通过所述电网拓扑图,以及所述电网拓扑图中图节点的相似度和特征值进行聚类操作,将所述电网拓扑图进行节点聚类划分。

4. 根据权利要求1所述的分布式电源配电网电压协调控制方法,其特征在于,根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略,包括:

根据所述多个集群区域对应的潮流约束,确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子;

基于所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数,确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点;

通过所述多个集群区域对应的网络电压偏差,以及预设的约束条件,确定各个节点电压的电压偏差评价指标;

通过所述电压敏感影响因子、所述时间尺度优化时间点以及电压偏差评价指标,确定第一电压优化策略。

5. 根据权利要求4所述的分布式电源配电网电压协调控制方法,其特征在于,确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子的方法如下公式所示:

$$e(i, j) = \alpha_{ij} V_{ij}^p + \beta_{ij} V_{ij}^q;$$

其中,  $e(i, j)$  表示电压敏感影响因子,  $\alpha_{ij}$  表示有功功率对应的节点  $i$  和  $j$  的自阻抗和互阻抗的等效阻抗,  $V_{ij}^p$  表示节点  $i$  到  $j$  的有功电压敏感度系数,  $\beta_{ij}$  表示无功功率对应的节点  $i$  和  $j$  的自阻抗和互阻抗的等效阻抗,  $V_{ij}^q$  表示节点  $i$  到  $j$  的无功电压敏感度系数;

确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点的方法如下公式所示:

$$\max f = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N \alpha_j (\Delta U_j(t) + f(t))$$

其中,  $\max f$  表示电压安全边界点,  $T$  表示时间尺度,  $N$  表示系统节点数量,  $\alpha_j$  表示系统网络损失系数,  $\Delta U_j(t)$  表示节点  $j$  在  $t$  时刻对应的实际电压偏差,  $f(t)$  表示  $t$  时刻节点容器对应的无功可用容量;

确定各个节点电压的电压偏差评价指标的方法如下公式所示:

$$DBI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max \frac{e(\omega_i) + e(\omega_j)}{e(C_i, C_j)}$$

其中,  $DBI$  表示电压偏差评价指标,  $e(\omega_i)$  表示节点  $i$  对应的是实际电压与系统标称电压的偏差值,  $n$  表示系统节点数量,  $e(\omega_j)$  表示节点  $j$  对应的实际电压与系统标称电压的偏差值,  $e(C_i, C_j)$  表示节点  $i$  和节点  $j$  负荷对应的有功、无功偏差值。

6. 根据权利要求1所述的分布式电源配电网电压协调控制方法, 其特征在于, 根据  $t$  时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值, 调整所述多个集群区域中变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略, 包括:

判断所述总功率与所述预设额定功率的功率比值所在的数值区间,

若所述功率比值位于第一数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第一功率模式, 其中, 所述第一功率模式为将所述变流器的输出功率调整到第一预设阈值之下;

若所述功率比值位于第二数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第二功率模式, 其中, 所述第二功率模式为按照固定步长降低所述变流器的输出功率的上限值;

若所述功率比值位于第三数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第三功率模式, 其中, 所述第三功率模式为按照固定步长增加所述变流器的输出功率的上限值, 直至增加后的输出功率等于第二预设阈值, 其中, 所述第一预设阈值小于所述第二预设阈值; 根据调整后变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略。

7. 根据权利要求6所述的分布式电源配电网电压协调控制方法, 其特征在于, 根据调整后变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略, 包括:

获取调整后变流器的功率模式下各个节点的实际输出功率, 确定所述实际输出功率与最优输出功率的功率偏差, 其中, 所述最优输出功率为调整后变流器的功率模式下的理论

最佳值；

将所述功率偏差进行滤波处理，并将滤波处理后的功率偏差作为功率参考值，基于所述功率参考值对所述各个节点的实际输出功率进行功率补偿。

8. 分布式电源配电网电压协调控制系统，其特征在于，所述系统包括：

第一单元，用于基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构，根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域；

第二单元，用于根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差，确定第一电压优化策略；

第三单元，用于确定所述多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率，若是，根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值，调整所述多个集群区域中变流器的功率模式，确定第二电压优化策略；

第四单元，用于通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略，以及预先设定的电压优化目标函数，优化所述多个集群区域的电压。

9. 一种电子设备，其特征在于，包括：

处理器；

用于存储处理器可执行指令的存储器；

其中，所述处理器被配置为调用所述存储器存储的指令，以执行权利要求1至7中任意一项所述的方法。

10. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，所述计算机程序指令被处理器执行时实现权利要求1至7中任意一项所述的方法。

## 分布式电源配电网电压协调控制方法、系统及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电网技术领域,尤其涉及一种分布式电源配电网电压协调控制方法、系统及电子设备。

### 背景技术

[0002] 由于光伏发电输出本身有间歇性、波动性的特点,大规模光伏发电接入低压配电网会造成诸多风险,例如逆流引起过电压、电压波动加剧。另一方面,具有随机性、分散性特点的电动汽车充电负荷将成为一种新型负荷,大量电动汽车在负荷峰值时段充电会导致配电网节点欠电压问题,对配电网的安全稳定运行造成威胁。随着智能电网的发展,配电网的电压控制问题越来越受到国内外学者们的关注。

[0003] 随着信息通信技术的发展以及用户侧灵活资源应用的不断推广,用户侧灵活资源可为电网提供削峰填谷、频率调节、电压调节等诸多辅助服务。如空调负荷的主动响应策略、基于多代理系统的用户侧有功负荷和电动汽车的配电网电压协调控制方法。在考虑灵活资源的配电网电压控制方面,国内外许多研究工作,但多为只考虑单一或少数几种灵活资源的配电网电压控制,对灵活资源也未进行具体建模;许多研究只考虑解决过电压或欠电压单一问题,而没有考虑配电网需要在一天内的不同时间解决过电压和欠电压问题。

[0004] 公开于本申请背景技术部分的信息仅仅旨在加深对本申请的一般背景技术的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

### 发明内容

[0005] 为了解决现有技术中存在的缺点和不足,本发明提出了一种分布式电源配电网电压协调控制方法,包括:

基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构,根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域;

根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略;

确定所述多个集群区域 $t$ 时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率,若是,根据 $t$ 时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值,调整所述多个集群区域中变频器的功率模式,确定第二电压优化策略;

通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略,以及预先设定的电压优化目标函数,优化所述多个集群区域的电压。

[0006] 可选的,根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域,包括:

根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离、以及所述电网拓扑结构中各个节点的属性信息,确定所述各个节点的静态系统参数和动态系统参数,其中,

所述静态系统参数包括所述各个节点的阻抗信息,所述动态系统参数包括所述各个节点的有功功率和无功功率对电压的敏感系数;

通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图,并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分,将所述目标区域划分为多个集群区域。

[0007] 可选的,通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图,并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分,包括:

根据所述静态系统参数和所述动态系统参数,确定各个节点的电气紧密度,基于所述电气紧密度以及图论,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图;

通过所述电网拓扑图,以及所述电网拓扑图中图节点的相似度和特征值进行聚类操作,将所述电网拓扑图进行节点聚类划分。

[0008] 可选的,根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略,包括:根据所述多个集群区域对应的潮流约束,确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子;基于所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数,确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点;

通过所述多个集群区域对应的网络电压偏差,以及预设的约束条件,确定各个节点电压的电压偏差评价指标;

通过所述电压敏感影响因子、所述时间尺度优化时间点以及电压偏差评价指标,确定第一电压优化策略。

[0009] 可选的,确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子的方法如下公式所示:

$$e(i, j) = \alpha_{ij} V_{ij}^p + \beta_{ij} V_{ij}^q;$$

其中, $e(i, j)$ 表示电压敏感影响因子, $\alpha_{ij}$ 表示有功功率对应的节点*i*和*j*的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^p$ 表示节点*i*到*j*的有功电压敏感度系数, $\beta_{ij}$ 表示无功功率对应的节点*i*和*j*的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^q$ 表示节点*i*到*j*的无功电压敏感度系数;

确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点的方法如下公式所示:

$$\max f = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N \alpha_j (\Delta U_j(t) + f(t))$$

其中, $\max f$ 表示电压安全边界点, $T$ 表示时间尺度, $N$ 表示系统节点数量, $\alpha_j$ 表示系统网络损失系数, $\Delta U_j(t)$ 表示节点*j*在*t*时刻对应的实际电压偏差, $f(t)$ 表示*t*时刻节点电容器对应的无功可用容量;

确定各个节点电压的电压偏差评价指标的方法如下公式所示:

$$DBI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max \frac{e(\omega_i) + e(\omega_j)}{e(C_i, C_j)}$$

其中, DBI表示电压偏差评价指标,  $e(\omega_i)$ 表示节点i对应的是实际电压与系统标称电压的偏差值,  $n$ 表示系统节点数量,  $e(\omega_j)$ 表示节点j对应的实际电压与系统标称电压的偏差值,  $e(C_i, C_j)$ 表示节点i和节点j负荷对应的有功、无功偏差值。

[0010] 可选的, 根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值, 调整所述多个集群区域中变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略, 包括:

判断所述总功率与所述预设额定功率的功率比值所在的数值区间,

若所述功率比值位于第一数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第一功率模式, 其中, 所述第一功率模式为将所述变流器的输出功率调整到第一预设阈值之下; 若所述功率比值位于第二数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第二功率模式, 其中, 所述第二功率模式为按照固定步长降低所述变流器的输出功率的上限值; 若所述功率比值位于第三数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第三功率模式, 其中, 所述第三功率模式为按照固定步长增加所述变流器的输出功率的上限值, 直至增加后的输出功率等于第二预设阈值, 其中, 所述第一预设阈值小于所述第二预设阈值; 根据调整后变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略。

[0011] 可选的, 根据调整后变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略, 包括:

获取调整后变流器的功率模式下各个节点的实际输出功率, 确定所述实际输出功率与最优输出功率的功率偏差, 其中, 所述最优输出功率为调整后变流器的功率模式下的理论最佳值; 将所述功率偏差进行滤波处理, 并将滤波处理后的功率偏差作为功率参考值, 基于所述功率参考值对所述各个节点的实际输出功率进行功率补偿。

[0012] 另一方面, 本发明还基于同样的思路提出了一种分布式电源配电网电压协调控制系统, 包括:

第一单元, 用于基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构, 根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域;

第二单元, 用于根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差, 确定第一电压优化策略;

第三单元, 用于确定所述多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率, 若是, 根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值, 调整所述多个集群区域中变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略;

第四单元, 用于通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略, 以及预先设定的电压优化目标函数, 优化所述多个集群区域的电压。

[0013] 可选的, 所述第一单元还用于:

根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离、以及所述电网拓扑结构中各个节点的属性信息, 确定所述各个节点的静态系统参数和动态系统参数, 其中,

所述静态系统参数包括所述各个节点的阻抗信息, 所述动态系统参数包括所述各个节点的有功功率和无功功率对电压的敏感系数;

通过所述静态系统参数和所述动态系统参数, 将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图, 并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分, 将所述目标区域划分为多个集群区域。

[0014] 可选的, 所述第一单元还用于:

根据所述静态系统参数和所述动态系统参数,确定各个节点的电气紧密度,基于所述电气紧密度以及图论,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图;

通过所述电网拓扑图,以及所述电网拓扑图中图节点的相似度和特征值进行聚类操作,将所述电网拓扑图进行节点聚类划分。

[0015] 可选的,所述第二单元还用于:

根据所述多个集群区域对应的潮流约束,确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子;基于所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数,确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点;

通过所述多个集群区域对应的网络电压偏差,以及预设的约束条件,确定各个节点电压的电压偏差评价指标;

通过所述电压敏感影响因子、所述时间尺度优化时间点以及电压偏差评价指标,确定第一电压优化策略。

[0016] 可选的,所述第二单元还用于:

$$e(i, j) = \alpha_{ij} V_{ij}^p + \beta_{ij} V_{ij}^q;$$

其中, $e(i, j)$ 表示电压敏感影响因子, $\alpha_{ij}$ 表示有功功率对应的节点*i*和*j*的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^p$ 表示节点*i*到*j*的有功电压敏感度系数, $\gamma_{ij}$ 表示无功功率对应的节点*i*和*j*的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^q$ 表示节点*i*到*j*的无功电压敏感度系数;

确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点的方法如下公式所示:

$$\max f = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N \alpha_j (\Delta U_j(t) + f(t))$$

其中, $\max f$ 表示电压安全边界点, $T$ 表示时间尺度, $N$ 表示系统节点数量, $\alpha_j$ 表示系统网络损失系数, $\Delta U_j(t)$ 表示节点*j*在*t*时刻对应的实际电压偏差, $f(t)$ 表示*t*时刻节点电容器对应的无功可用容量;

确定各个节点电压的电压偏差评价指标的方法如下公式所示:

$$DBI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max \frac{e(\omega_i) + e(\omega_j)}{e(C_i, C_j)}$$

其中, $DBI$ 表示电压偏差评价指标, $e(\omega_i)$ 表示节点*i*对应的是实际电压与系统标称电压的偏差值, $n$ 表示系统节点数量, $e(\omega_j)$ 表示节点*j*对应的实际电压与系统标称电压的偏差值, $e(C_i, C_j)$ 表示节点*i*和节点*j*负荷对应的有功、无功偏差值。

[0017] 可选的,所述第三单元还用于:

判断所述总功率与所述预设额定功率的功率比值所在的数值区间,

若所述功率比值位于第一数值区间,则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第一功率模式,其中,所述第一功率模式为将所述变流器的输出功率调整到第一预



设阈值之下；若所述功率比值位于第二数值区间，则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第二功率模式，其中，所述第二功率模式为按照固定步长降低所述变流器的输出功率的上限值；若所述功率比值位于第三数值区间，则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第三功率模式，其中，所述第三功率模式为按照固定步长增加所述变流器的输出功率的上限值，直至增加后的输出功率等于第二预设阈值，其中，所述第一预设阈值小于所述第二预设阈值；根据调整后变流器的功率模式，确定第二电压优化策略。

[0018] 可选的，所述第三单元还用于：

获取调整后变流器的功率模式下各个节点的实际输出功率，确定所述实际输出功率与最优输出功率的功率偏差，其中，所述最优输出功率为调整后变流器的功率模式下的理论最佳值；将所述功率偏差进行滤波处理，并将滤波处理后的功率偏差作为功率参考值，基于所述功率参考值对所述各个节点的实际输出功率进行功率补偿。

[0019] 本发明还提出了一种电子设备，包括：

处理器；

用于存储处理器可执行指令的存储器；

其中，所述处理器被配置为调用所述存储器存储的指令，以执行前述中任意一项所述的方法。

[0020] 本发明还提出了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，所述计算机程序指令被处理器执行时实现前述中任意一项所述的方法。

[0021] 本发明提供的技术方案带来的有益效果是：

本发明提供一种分布式电源配电网电压协调控制方法，包括：

基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构，根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域；

本公开实施例通过电气距离将电网拓扑结构对应的目标区域划分为多个集群区域，其中，电气距离考虑到有功和无功功率的动态影响，从全局优化的角度考虑，将目标区域划分为不同的集群，有利于根据不同的集群下发对应的控制指令；

根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差，确定第一电压优化策略；

通过潮流约束、日前电压趋危系数、以及电压偏差，能够综合影响电压控制的多种因素，全面考虑电压优化策略；

确定所述多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率，若是，根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值，调整所述多个集群区域中变流器的功率模式，确定第二电压优化策略；

基于总功率与额定功率的比值情况，来调整集群区域中变流器的功率模式，并且根据功率模式来调整电压优化策略，从输出反向来调整影响输出的因素，进一步优化电压控制效果；

通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略，以及预先设定的电压优化目标函数，优化所述多个集群区域的电压；

通过两种类型的电压优化策略，能够从不同的角度和不同的影响因素，结合电压优化目标函数，能够全面而系统地进行电压优化，使得系统电压控制效果趋近于理想控制

效果,增加配电网的整体电压协调率。

### 附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,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,下面描述中的附图仅仅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。

[0023] 图1为本发明实施例提出的分布式电源配电网电压协调控制方法的流程示意图;  
图2为本发明实施例提出的分布式电源配电网电压协调控制系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0024] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。

[0026] 应当理解,在本发明的各种实施例中,各过程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以其功能和内在逻辑确定,而不对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0027] 应当理解,在本发明中,“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0028] 应当理解,在本发明中,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“包含A、B和C”、“包含A、B、C”是指A、B、C三者都包含,“包含A、B或C”是指包含A、B、C三者之一,“包含A、B和/或C”是指包含A、B、C三者中任1个或任2个或3个。

[0029] 应当理解,在本发明中,“与A对应的B”、“与A相对应的B”、“A与B相对应”或者“B与A相对应”,表示B与A相关联,根据A可以确定B。根据A确定B并不意味着仅仅根据A确定B,还可以根据A和/或其他信息确定B。A与B的匹配,是A与B的相似度大于或等于预设的阈值。

[0030] 取决于语境,如在此所使用的“若”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”或“响应于检测”。

[0031] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0032] 实施例一

如图1所示,本实施例提出了一种分布式电源配电网电压协调控制方法,包括:

S101、基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构,根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域;

示例性地,本公开实施例可以将目标区域的电网拟合成拓扑图结构,将具体的节点作为拓扑图结构中图节点,节点之间的连接关系作为拓扑图中节点与节点的连接关系。实际应用中,为了便于对电网进行规划和控制,往往将电网划分为不同区域,传统进行区域划分的方法主要包括基于空间地理和基于历史数据,

其中,基于空间地理,是通过各个节点的地理位置对电网进行划分;基于历史数据是根据节点的历史数据,通过电荷之间的时域和空间进行互补。但是这两者往往都只是根据节点间的等效阻抗进行划分,而节点间的等效阻抗计算仅与系统参数有关,如线路参数、变压器参数等,不能很好的反应实际系统的动态特性。

[0033] 本公开实施例通过各个节点的电气距离将目标区域划分为多个集群区域,在一种可选的实施方式中,

根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域的方法包括:

根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离、以及所述电网拓扑结构中各个节点的属性信息,确定所述各个节点的静态系统参数和动态系统参数,其中,

所述静态系统参数包括所述各个节点的阻抗信息,所述动态系统参数包括所述各个节点的有功功率和无功功率对电压的敏感系数;

通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图,并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分,将所述目标区域划分为多个集群区域。

[0034] 示例性地,本公开实施例中各个节点的电气距离可以根据自阻抗和互阻抗确定,各个节点的属性信息可以包括各个节点的电气参数、资源种类、电气特性等,本公开实施例对此并不进行限定。

[0035] 其中,静态系统参数包括所述各个节点的阻抗信息,所述动态系统参数包括所述各个节点的有功功率和无功功率对电压的敏感系数;

可选地,各个节点的阻抗信息可以通过如下公式所示的方法确定:

$$Z_{zk} = (Z_{ii} - Z_{ij}) - (Z_{ji} - Z_{jj})。$$

[0036] 其中, $Z_{zk}$ 表示各个节点的阻抗信息, $Z_{ii}$ 、 $Z_{jj}$ 表示节点*i*、*j*之间的自阻抗, $Z_{ij}$ 、 $Z_{ji}$ 表示节点*i*、*j*之间的互阻抗。

[0037] 各个节点的有功功率和无功功率对电压的敏感系数可以通过如下公式所示的方法确定:

$$V_{ij}^p = \frac{\partial V_j / \partial P_i}{\sum_{n=1}^N \partial V_j / \partial P_n}, i, j \in N$$

$$V_{ij}^q = \frac{\partial V_j / \partial Q_i}{\sum_{n=1}^N \partial V_j / \partial Q_n}, i, j \in N$$

其中, $V_{ij}^p$ 表示有功功率的电压敏感系数, $V_{ij}^q$ 表示无功功率的电压敏感系数。

[0038] 通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,可以进行节点聚类划分,将目标区域划分为多个集群区域,其中,多个集群区域可以表示为。本公开实施例对节点聚类划分的方法可以包括谱聚类算法、k-means聚类算法等能够对节点进行聚类的算法,本公开实施例对聚类算法的类型并不进行限定。

[0039] 在一种可选的实施方式中,

通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图,并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分的方法包括:

根据所述静态系统参数和所述动态系统参数,确定各个节点的电气紧密度,基于所述电气紧密度以及图论,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图;

通过所述电网拓扑图,以及所述电网拓扑图中图节点的相似度和特征值进行聚类操作,将所述电网拓扑图进行节点聚类划分。

[0040] 对于不同的集群区域,集群区域之间的电气耦合度低,关联性差,而集群区域内部电气耦合度高、关联性强,可以从全局优化的角度出发,对不同集群下发不同的控制指令,能够获得更好的控制效果,同时可以降低控制成本。

[0041] 本公开实施例通过电气距离将电网拓扑结构对应的目标区域划分为多个集群区域,其中,电气距离考虑到有功和无功功率的动态影响,从全局优化的角度考虑,将目标区域划分为不同的集群,有利于根据不同的集群下发对应的控制指令。

[0042] S102、根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略;

现阶段在主动配电网中,光伏DG的高渗透率给电网带来巨大的电压越限风险;在低压配电网中,当前低压配电网的通信网络仍不健全,各节点的潮流信息难以实时交互,而DG的在线实时控制依赖于低压配电网间的通信条件,仅仅依靠DG的控制难以及时解决由光伏出力的波动导致的电压越限问题。然而传统的电压控制系统场景建模单一,并不能随着低压配电网的运行场景变化而变化,不适用于高渗透率DG的电压波动问题,缺少合适的指标去判断配电网电压的安全性。

[0043] 通过建立模糊控制系统从而完成系统电压危险性的确定,得到系统此时段的趋危系数,进而对系统进行相应的控制。由于在高光伏渗透率的低压配电网里,末节点通常是电压越限最严重的节点,故以末节点作为代表节点。

[0044] 电压变化多样性主要由于光伏的波动与负荷的波动性,故需对历史数据进行选择从而匹配与预测日合适的日期。由于天气模式如晴天等存在明显的相似性,通过计算日特征向量的相关度和欧氏距离,选择相似的光伏日。根据工作日及休息日对负荷日进行了进一步细分和分类,得出了各季节各相似日的实际日负荷变化规律。

[0045] 电压趋危控制选取电压偏移量  $\Delta U$  和电压波动变化量  $du/dt$  作为模糊控制系统参量。

[0046] 在一种可选的实施方式中,

根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略的方法包括:

根据所述多个集群区域对应的潮流约束,确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子;基于所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数,确定各个节点电压对应的时

间尺度优化时间点；

通过所述多个集群区域对应的网络电压偏差,以及预设的约束条件,确定各个节点电压的电压偏差评价指标;

通过所述电压敏感影响因子、所述时间尺度优化时间点以及电压偏差评价指标,确定第一电压优化策略。

[0047] 读取微电网系统的原始数据,对节点进行编号,为方便编程将PV节点的编号放在PQ节点之后;构造增广回路关联矩阵和原始支路阻抗矩阵,从而形成节点阻抗矩阵;

设置所有的PQ节点和P恒定, $Q=f(V)$ 型节点电压初值,PV节点电压初值为指定电压幅值 $V_s < 0$ ,设定PV节点的无功初值,将PCC节点看作平衡节点,单独作用,其余节点的注入电流为0,计算各个节点的电压;

计算各PQ节点、P恒定、 $Q=f(V)$ 型节点、PV节点的注入电流,平衡节点对地短路,计算除平衡节点外各节点电压 $V_2$ 。

[0048] PCC处潮流的大小受到变压器额定容量的限制,当PCC处潮流的大小没有达到变压器额定容量时,可将PCC点处理为平衡节点;当气象因素如辐照度突变,或有大功率冲击性负荷接入时,PCC处潮流达到变压器额定容量,将PCC点当作PV节点。

[0049] 在一种可选的实施方式中,

确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子的方法如下公式所示:

$$e(i, j) = \alpha_{ij} V_{ij}^p + \beta_{ij} V_{ij}^q;$$

其中, $e(i, j)$ 表示电压敏感影响因子, $\alpha_{ij}$ 表示有功功率对应的节点i和j的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^p$ 表示节点i到j的有功电压敏感度系数, $\beta_{ij}$ 表示无功功率对应的节点i和j的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^q$ 表示节点i到j的无功电压敏感度系数。

[0050] 确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点的方法如下公式所示:

$$\max f = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N \alpha_j (\Delta U_j(t) + f(t))$$

其中, $\max f$ 表示电压安全边界点,T表示时间尺度,N表示系统节点数量, $\alpha_j$ 表示系统网络损失系数, $\Delta U_j(t)$ 表示节点j在t时刻对应的实际电压偏差, $f(t)$ 表示t时刻节点电容器对应的无功可用容量;

确定各个节点电压的电压偏差评价指标的方法如下公式所示:

$$DBI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max \frac{e(\omega_i) + e(\omega_j)}{e(C_i, C_j)}$$

其中,DBI表示电压偏差评价指标, $e(\omega_i)$ 表示节点i对应的是实际电压与系统标称电压的偏差值,n表示系统节点数量, $e(\omega_j)$ 表示节点j对应的实际电压与系统标称电压的偏差值, $e(C_i, C_j)$ 表示节点i和节点j负荷对应的有功、无功偏差值。

[0051] S103、确定所述多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率,若是,根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值,调整所述多个集群区域中变流器的功率模式,确定第二电压优化策略;

在一种可选的实施方式中,

根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值,调整所述多个集群区域中变流器的功率模式,确定第二电压优化策略的方法包括:

判断所述总功率与所述预设额定功率的功率比值所在的数值区间,

若所述功率比值位于第一数值区间,则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第一功率模式,其中,所述第一功率模式为将所述变流器的输出功率调整到第一预设阈值之下;若所述功率比值位于第二数值区间,则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第二功率模式,其中,所述第二功率模式为按照固定步长降低所述变流器的输出功率的上限值;若所述功率比值位于第三数值区间,则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第三功率模式,其中,所述第三功率模式为按照固定步长增加所述变流器的输出功率的上限值,直至增加后的输出功率等于第二预设阈值,其中,所述第一预设阈值小于所述第二预设阈值;根据调整后变流器的功率模式,确定第二电压优化策略。

[0052] 示例性地,根据总功率与额定功率的比值,可以分别设定不同功率模式,从而可以根据整体的功率情况,适配不同的功率模式,使得整体的控制效果贴近于效率最高的模式;具体地,第一数值区间、第二数值区间和第三数值区间的数值依次增加,但是本公开实施例对于数值区间的具体值并不进行限定。

[0053] 可选地,第一功率模式为将变流器的输出功率调整到第一预设阈值之下,通过将输出功率调整到阈值以下,能够保证变流器的输出功率始终控制在预设输出值以下,防止功率超出控制范围;

可选地,第二功率模式为按照固定步长降低变流器的输出功率的上限值,通过按照固定步长降低变流器的输出功率,能够保证输出功率不外溢;

可选地,第三功率模式为按照固定步长增加变流器的输出功率的下限值,直至等于第二预设阈值,在第三功率模式下,需要通过增加功率使得整体功率满足输出条件。

[0054] 在一种可选的实施方式中,

根据调整后变流器的功率模式,确定第二电压优化策略的方法包括:

获取调整后变流器的功率模式下各个节点的实际输出功率,确定所述实际输出功率与最优输出功率的功率偏差,其中,所述最优输出功率为调整后变流器的功率模式下的理论最佳值;将所述功率偏差进行滤波处理,并将滤波处理后的功率偏差作为功率参考值,基于所述功率参考值对所述各个节点的实际输出功率进行功率补偿。

[0055] 示例性地,第二电压优化策略能够基于功率参考值对实际输出功率进行功率补偿,将整体的输出功率调整为理论最佳值,至少逐步接近理论最佳值。

[0056] S104、通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略,以及预先设定的电压优化目标函数,优化所述多个集群区域的电压。

[0057] 示例性地,通过两种类型的电压优化策略,能够从不同的角度和不同的影响因素,结合电压优化目标函数,能够全面而系统地进行电压优化,使得系统电压控制效果趋近于理想控制效果,增加配电网的整体电压协调率。

[0058] 本公开实施例提供一种分布式电源配电网电压协调控制方法,所述方法包括:

基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构,根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域;

本公开实施例通过电气距离将电网拓扑结构对应的目标区域划分为多个集群区域,其中,电气距离考虑到有功和无功功率的动态影响,从全局优化的角度考虑,将目标区域划分为不同的集群,有利于根据不同的集群下发对应的控制指令;

根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略;

通过潮流约束、日前电压趋危系数、以及电压偏差,能够综合影响电压控制的多种因素,全面考虑电压优化策略;

确定所述多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率,若是,根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值,调整所述多个集群区域中变流器的功率模式,确定第二电压优化策略;

基于总功率与额定功率的比值情况,来调整集群区域中变流器的功率模式,并且根据功率模式来调整电压优化策略,从输出反向来调整影响输出的因素,进一步优化电压控制效果;通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略,以及预先设定的电压优化目标函数,优化所述多个集群区域的电压。

[0059] 通过两种类型的电压优化策略,能够从不同的角度和不同的影响因素,结合电压优化目标函数,能够全面而系统地进行电压优化,使得系统电压控制效果趋近于理想控制效果,增加配电网的整体电压协调率。

[0060] 实施例二

如图2所示,本实施例提供了一种分布式电源配电网电压协调控制系统,所述系统包括:

第一单元201,用于基于预先获取的目标区域的电网拓扑结构,根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离将所述目标区域划分为多个集群区域;

第二单元202,用于根据所述多个集群区域对应的潮流约束、所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数以及所述多个集群区域对应的网络电压偏差,确定第一电压优化策略;

第三单元203,用于确定所述多个集群区域t时刻所有节点的总功率是否超过预设额定功率,若是,根据t时刻所有节点的总功率与所述预设额定功率的功率比值,调整所述多个集群区域中变流器的功率模式,确定第二电压优化策略;

第四单元204,用于通过所述第一电压优化策略、所述第二电压优化策略,以及预先设定的电压优化目标函数,优化所述多个集群区域的电压。

[0061] 在一种可选的实施方式中,

所述第一单元201还用于:

根据所述电网拓扑结构中各个节点的电气距离、以及所述电网拓扑结构中各个节点的属性信息,确定所述各个节点的静态系统参数和动态系统参数,其中,

所述静态系统参数包括所述各个节点的阻抗信息,所述动态系统参数包括所述各个节点的有功功率和无功功率对电压的敏感系数;

通过所述静态系统参数和所述动态系统参数,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图,并基于所述电网拓扑图进行节点聚类划分,将所述目标区域划分为多个集群区域。

[0062] 在一种可选的实施方式中,

所述第一单元201还用于:

根据所述静态系统参数和所述动态系统参数,确定各个节点的电气紧密度,基于所述电气紧密度以及图论,将所述电网拓扑结构转变为电网拓扑图;

通过所述电网拓扑图,以及所述电网拓扑图中图节点的相似度和特征值进行聚类操作,将所述电网拓扑图进行节点聚类划分。

[0063] 在一种可选的实施方式中,

所述第二单元202还用于:

根据所述多个集群区域对应的潮流约束,确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子;基于所述多个集群区域对应的日前电压趋危系数,确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点;

通过所述多个集群区域对应的网络电压偏差,以及预设的约束条件,确定各个节点电压的电压偏差评价指标;

通过所述电压敏感影响因子、所述时间尺度优化时间点以及电压偏差评价指标,确定第一电压优化策略。

[0064] 在一种可选的实施方式中,

所述第二单元202还用于:

确定对各个节点电压稳定性的电压敏感影响因子的方法如下公式所示:

$$e(i, j) = \alpha_{ij} V_{ij}^p + \beta_{ij} V_{ij}^q;$$

其中, $e(i, j)$ 表示电压敏感影响因子, $\alpha_{ij}$ 表示有功功率对应的节点*i*和*j*的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^p$ 表示节点*i*到*j*的有功电压敏感度系数, $\beta_{ij}$ 表示无功功率对应的节点*i*和*j*的自阻抗和互阻抗的等效阻抗, $V_{ij}^q$ 表示节点*i*到*j*的无功电压敏感度系数;

确定各个节点电压对应的时间尺度优化时间点的方法如下公式所示:

$$\max f = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N \alpha_j (\Delta U_j(t) + f(t))$$

其中, $\max f$ 表示电压安全边界点, $T$ 表示时间尺度, $N$ 表示系统节点数量, $\alpha_j$ 表示系统网络损失系数, $\Delta U_j(t)$ 表示节点*j*在*t*时刻对应的实际电压偏差, $f(t)$ 表示*t*时刻节点电容器对应的无功可用容量;

确定各个节点电压的电压偏差评价指标的方法如下公式所示:

$$DBI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max \frac{e(\omega_i) + e(\omega_j)}{e(C_i, C_j)}$$



其中, DBI表示电压偏差评价指标,  $e(\omega_i)$ 表示节点i对应的是实际电压与系统标称电压的偏差值,  $n$ 表示系统节点数量,  $e(\omega_j)$ 表示节点j对应的实际电压与系统标称电压的偏差值,  $e(C_i, C_j)$ 表示节点i和节点j负荷对应的有功、无功偏差值。

[0065] 在一种可选的实施方式中,

所述第三单元203还用于:

判断所述总功率与所述预设额定功率的功率比值所在的数值区间,

若所述功率比值位于第一数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第一功率模式, 其中, 所述第一功率模式为将所述变流器的输出功率调整到第一预设阈值之下; 若所述功率比值位于第二数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第二功率模式, 其中, 所述第二功率模式为按照固定步长降低所述变流器的输出功率的上限值; 若所述功率比值位于第三数值区间, 则将所述多个集群区域中变流器的功率模式设定为第三功率模式, 其中, 所述第三功率模式为按照固定步长增加所述变流器的输出功率的上限值, 直至增加后的输出功率等于第二预设阈值, 其中, 所述第一预设阈值小于所述第二预设阈值; 根据调整后变流器的功率模式, 确定第二电压优化策略。

[0066] 在一种可选的实施方式中,

所述第三单元203还用于:

获取调整后变流器的功率模式下各个节点的实际输出功率, 确定所述实际输出功率与最优输出功率的功率偏差, 其中, 所述最优输出功率为调整后变流器的功率模式下的理论最佳值; 将所述功率偏差进行滤波处理, 并将滤波处理后的功率偏差作为功率参考值, 基于所述功率参考值对所述各个节点的实际输出功率进行功率补偿。

[0067] 本公开实施例的第三方面,

提供一种电子设备, 包括:

处理器;

用于存储处理器可执行指令的存储器;

其中, 所述处理器被配置为调用所述存储器存储的指令, 以执行前述中任意一项所述的方法。

[0068] 本公开实施例的第四方面, 提供一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序指令, 所述计算机程序指令被处理器执行时实现前述中任意一项所述的方法。

[0069] 本发明可以是方法、装置、系统和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质, 其上载有用于执行本发明的各个方面的计算机可读程序指令。

[0070] 计算机可读存储介质可以是保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以是一—但不限于—电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括: 便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式压缩盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。这里所使用的计算机可读存储介质不被解释为瞬时信号本身, 诸如无线电波或者其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输媒介传播的电磁波(例如, 通过光纤电缆的光脉冲)、或者通过电线传输

的电信号。

[0071] 这里所描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到各个计算/处理设备,或者通过网络、例如因特网、局域网、广域网和/或无线网下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光纤传输、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配卡或者网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发该计算机可读程序指令,以供存储在各个计算/处理设备中的计算机可读存储介质中。

[0072] 用于执行本发明操作的计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构 (ISA) 指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码,所述编程语言包括面向对象的编程语言—诸如 Smalltalk、C++ 等,以及常规的过程式编程语言—诸如“C”语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络—包括局域网 (LAN) 或广域网 (WAN)—连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机 (例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。在一些实施例中,通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化定制电子电路,例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列 (FPGA) 或可编程逻辑阵列 (PLA),该电子电路可以执行计算机可读程序指令,从而实现本发明的各个方面。

[0073] 这里参照根据本发明实施例的方法、装置 (系统) 和计算机程序产品的流程图和/或框图描述了本发明的各个方面。应当理解,流程图和/或框图的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合,都可以由计算机可读程序指令实现。

[0074] 这些计算机可读程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理单元,从而生产出一种机器,使得这些指令在通过计算机或其他可编程数据处理装置的处理单元执行时,产生了实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的装置。也可以把这些计算机可读程序指令存储在计算机可读存储介质中,这些指令使得计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式工作,从而,存储有指令的计算机可读介质则包括一个制品,其包括实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的各个方面的指令。

[0075] 也可以把计算机可读程序指令加载到计算机、其他可编程数据处理装置、或其他设备上,使得在计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,从而使得在计算机、其他可编程数据处理装置、或其他设备上执行的指令实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作。

[0076] 附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分,所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或

流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0077] 注意,除非另有直接说明,否则本说明书(包含任何所附权利要求、摘要和附图)中所揭示的所有特征皆可由用于达到相同、等效或类似目的的可替代特征来替换。因此,除非另有明确说明,否则所公开的每一个特征仅是一组等效或类似特征的一个示例。在使用到的情况下,进一步地、较优地、更进一步地和更优地是在前述实施例基础上进行另一实施例阐述的简单起头,该进一步地、较优地、更进一步地或更优地后带的内容与前述实施例的结合作为另一实施例的完整构成。在同一实施例后带的若干个进一步地、较优地、更进一步地或更优地设置之间可任意组合的组成又一实施例。

[0078] 本领域的技术人员应理解,上述描述及附图中所示的本发明的实施例只作为举例而并不限制本发明。本发明的目的已经完整并有效地实现。本发明的功能及结构原理已在实施例中展示和说明,在没有背离所述原理下,本发明的实施方式可以有任何变形或修改。

[0079] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本公开的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本公开进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本公开各实施例技术方案的范围。

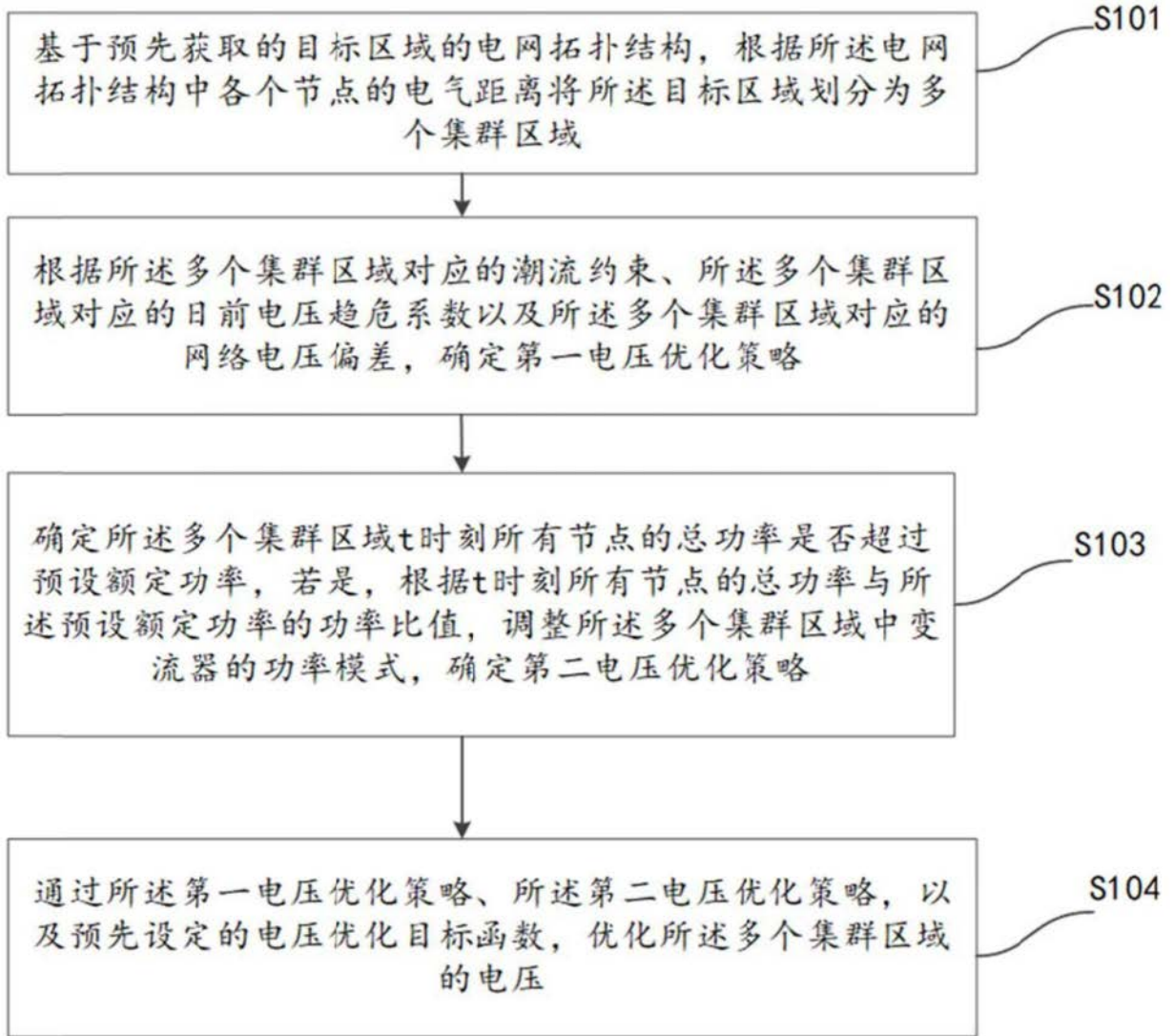


图1

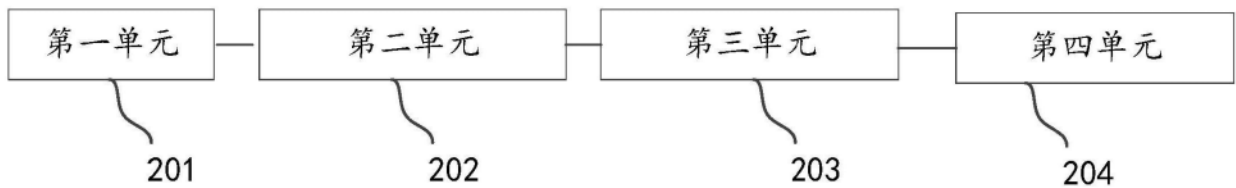


图2