



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107104460 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(21)申请号 201710344434.7

(22)申请日 2017.05.16

(71)申请人 成都课迪科技有限公司

地址 610000 四川省成都市高新区世纪城
南路599号天府软件园D区6栋505号

(72)发明人 张然 高雪花

(74)专利代理机构 北京天奇智新知识产权代理
有限公司 11340

代理人 杨春

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006.01)

H02J 3/32(2006.01)

H02J 13/00(2006.01)

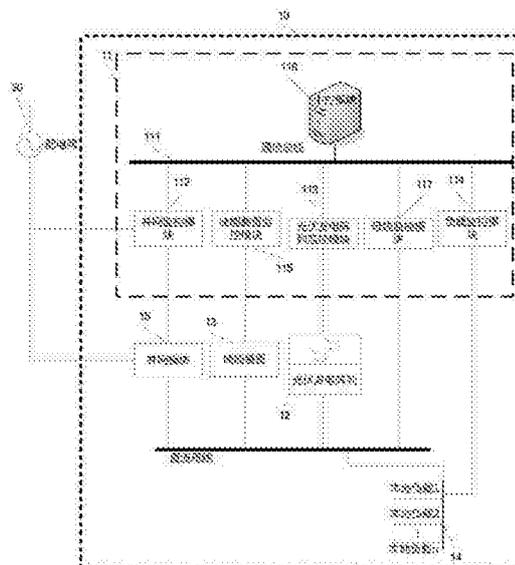
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种智能直流微电网系统

(57)摘要

本发明公开了一种智能直流微电网系统,通过远程终端进行直流微电网系统智能控制,有效监控直流微电网系统设备运行情况,并能及时了解和处理直流微电网系统设备异常情况;此外该微电网系统的监控装置可以确定光伏发电阵列的发电功率,确定储能装置向配电网提供电能的转换效率,确定直流微电网内的用电负荷,以及根据分布式发电设备的发电功率、储能装置向配电网提供电能的转换效率和直流微电网内的用电负荷确定储能装置的容量;此外,本系统还可以实现从孤岛运行到并网运行的平滑切换。



1. 一种智能直流微电网系统,包括:光伏发电阵列、多个本地负载、并网模块、储能装置、监控装置和直流母线;

所述并网模块用于控制所述直流微电网系统孤岛运行或与配电网并网运行;

所述直流母线,用于连接储能装置、光伏发电阵列、并网模块和本地负载,用于微电网系统内的功率交换以及微电网系统与配电网的功率交换;

该监控装置包括:

光伏发电阵列监控模块,用于实时监控光伏发电阵列,并对光伏发电阵列的发电功率进行预测;

并网监控模块,用于实时监控并网模块;

负载监控模块,用于实时监控微电网内的负载,并对负载消耗的功率进行预测;

储能装置监控模块,用于实时监控储能装置的运行;

中控模块,用于确定微电网的运行方法,并用于协调监控装置中的各模块工作;

通信总线,用于该监控装置的各个模块的通信联络。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述光伏发电阵列包括多个光伏发电组件以及多个光伏控制器,与所述光伏控制器与光伏组件和直流母线相连接。

3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述中控模块包括信息处理单元,策略优化单元和控制指令确定单元;所述通信总线可用于采集所述光伏发电阵列、所述本地负荷、所述储能装置、并网模块的运行状态,并所述中控模块。

4. 如权利要求3所述的系统,其特征在于,所述信息处理单元用于将通信总线采集到信息进行数据识别,识别的数据包括光伏发电阵列、本地负荷、储能装置、并网模块的地址信息、设备信息和电压电流信息。

5. 如权利要求4所述的系统,其特征在于,所述策略优化单元根据信息处理单元得到的直流微电网系统运行状态信息和中控模块所设置的直流微电网系统的安全阈值、安全级别以及数据更新频率,结合直流微电网系统优化控制算法,得出优化控制策略,通过策略优化模块可提高直流微电网系统监控系统的智能性,便于用户更好的监控直流微电网系统。

6. 如权利要求5所述的系统,其特征在于,所述控制指令确定单元根据当前光伏发电阵列的发电功率、储能装置的转换效率和配电网的用电需求和微电网本地负荷的需求,来确定直流微电网系统的运行指令,所述运行指令包括并网运行指令。

7. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述储能装置包括蓄电池、超级电容等储能装置和双向DC/DC变换器,双向DC/DC变换器分别与蓄电池、超级电容等储能装置相连,所述的双向DC/DC变换器集成有电压电流传感器单元、微控制器单元、通信单元和故障处理单元。

8. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述并网模块包括:

开关电路,连接在直流母线和配电网之间,用于根据中控模块的指令控制微电网系统与配电网连通或断开;

并联逆变器,第一端与直流母线相连接,第二端与配电网交流母线相连接,第三端与开关电路相连接,用于在开关电路控制连通微电网系统与配电网时将直流电转换为交流电。

9. 如权利要求8所述的系统,其特征在于,所述并网监控模块包括电参数传感器,用于检测交流母线的电参数;

所述开关电路包括：并网开关，连接在并联逆变器和交流母线之间；控制器，与并网开关和电参数传感器相连接，用于根据所述中控模块的指令和交流母线的电参数控制并网开关断开或闭合。

10. 如权利要求1所述的系统，其特征在于，所述监控装置还包括直流母线监控模块，所述母线监控模块包括：

电压获取模块，用于获取直流微电网的直流母线电压；电流获取模块，用于获取所述直流微电网的任一支路的支路电流；电压增量计算模块，用于根据所述直流母线电压得到母线电压增量；电流增量计算模块，用于根据所述支路电流得到支路电流增量；第一判断模块，用于判断所述电压增量是否大于第一动作预定值、及所述支路电流增量是否大于第二动作预定值；第二判断模块，用于在所述电压增量大于所述第一动作预定值、且所述支路电流增量大于所述第二动作预定值的情况下，判断直流母线发生故障。

一种智能直流微电网系统

所属技术领域

[0001] 本发明涉及输配电领域,具体涉及一种智能直流微电网系统。

背景技术

[0002] 随着常规能源的逐渐衰竭和环境污染的日益加重,世界各国日益关注太阳能、风能、蓄电池、飞轮储能等分布式发电技术。微电网作为智能电网重要的组成部分,对新能源推广、节能降耗、降低碳排放量具有重要意义的高新技术,微电网与传统电网相结合也被国内外专家一致认为是未来电力系统的发展趋势。

[0003] 微电网是由光伏等分布式能源以及负载组成的、可控的分布式发电系统,其中,电能以直流的形式传输、利用的微电网称之为直流微电网。同时相比于交流微电网而言,直流微电网具有结构简单,控制方便等优点,具有更大的发展潜力。

[0004] 直流微电网是分布式电源模块及相关负荷模块、储能模块按照一定拓扑结构(如总线结构、环形母线结构等)组成的网络,但是目前的直流微电网多采用集中控制的方法,无法凸显直流微电网分布式的特点。并且集中式控制依赖于可靠的信息通信技术,但目前的直流微电网系统通信技术的可靠性不足以满足微电网长期稳定运行的需求。

[0005] 直流微电网以并网与孤岛两种运行方式之间的转换发挥了其技术性、经济性、灵活性优势。在运行方式切换过程中能否平滑过渡,是微电网能否保证系统安全稳定运行以及负荷供电可靠性的关键所在。

发明内容

[0006] 本发明提供一种智能直流微电网系统,通过远程终端进行直流微电网系统智能控制,有效监控直流微电网系统设备运行情况,并能及时了解和处理直流微电网系统设备异常情况;此外该微电网系统的监控装置可以确定光伏发电阵列的发电功率,确定储能装置向配电网提供电能的转换效率,确定直流微电网内的用电负荷,以及根据分布式发电设备的发电功率、储能装置向配电网提供电能的转换效率和直流微电网内的用电负荷确定储能装置的容量;此外,本系统还可以实现从孤岛运行到并网运行的平滑切换。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供一种智能直流微电网系统,包括:光伏发电阵列、多个本地负载、并网模块、储能装置、监控装置和直流母线;

[0008] 所述并网模块用于控制所述直流微电网系统孤岛运行或与配电网并网运行;

[0009] 所述直流母线,用于连接储能装置、光伏发电阵列、并网模块和本地负载,用于微电网系统内的功率交换以及微电网系统与配电网的功率交换;

[0010] 该监控装置包括:

[0011] 光伏发电阵列监控模块,用于实时监控光伏发电阵列,并对光伏发电阵列的发电功率进行预测;

[0012] 并网监控模块,用于实时监控并网模块;

[0013] 负载监控模块,用于实时监控微电网内的负载,并对负载消耗的功率进行预测;

- [0014] 储能装置监控模块,用于实时监控储能装置的运行;
- [0015] 中控模块,用于确定微电网的运行方法,并用于协调监控装置中的各模块工作;
- [0016] 通信总线,用于该监控装置的各个模块的通信联络。
- [0017] 优选的,所述光伏发电阵列包括多个光伏发电组件以及多个光伏控制器,与所述光伏控制器与光伏组件和直流母线相连接。
- [0018] 优选的,所述中控模块包括信息处理单元,策略优化单元和控制指令确定单元;所述通信总线可用于采集所述光伏发电阵列、所述本地负荷、所述储能装置、并网模块的运行状态,并所述中控模块。
- [0019] 优选的,所述信息处理单元用于将通信总线采集到信息进行数据识别,识别的数据包括光伏发电阵列、本地负荷、储能装置、并网模块的地址信息、设备信息和电压电流信息。
- [0020] 优选的,所述策略优化单元根据信息处理单元得到的直流微电网系统运行状态信息和中控模块所设置的直流微电网系统的安全阈值、安全级别以及数据更新频率,结合直流微电网系统优化控制算法,得出优化控制策略,通过策略优化模块可提高直流微电网系统监控系统的智能性,便于用户更好的监控直流微电网系统。
- [0021] 优选的,所述控制指令确定单元根据当前光伏发电阵列的发电功率、储能装置的转换效率和配电网的用电需求和微电网本地负荷的需求,来确定直流微电网系统的运行指令,所述运行指令包括并网运行指令。
- [0022] 优选的,所述储能装置包括蓄电池、超级电容等储能装置和双向DC/DC变换器,双向DC/DC变换器分别与蓄电池、超级电容等储能装置相连,所述的双向DC/DC变换器集成有电压电流传感器单元、微控制器单元、通信单元和故障处理单元。
- [0023] 优选的,所述并网模块包括:
- [0024] 开关电路,连接在直流母线和配电网之间,用于根据中控模块的指令控制微电网系统与配电网连通或断开;
- [0025] 并联逆变器,第一端与直流母线相连接,第二端与配电网交流母线相连接,第三端与开关电路相连接,用于在开关电路控制连通微电网系统与配电网时将直流电转换为交流电。
- [0026] 优选的,所述并网监控模块包括电参数传感器,用于检测交流母线的电参数;
- [0027] 所述开关电路包括:并网开关,连接在并联逆变器和交流母线之间;控制器,与并网开关和电参数传感器相连接,用于根据所述中控模块的指令和交流母线的电参数控制并网开关断开或闭合。
- [0028] 优选的,所述监控装置还包括直流母线监控模块,所述母线监控模块包括:
- [0029] 电压获取模块,用于获取直流微电网的直流母线电压;电流获取模块,用于获取所述直流微电网的任一支路的支路电流;电压增量计算模块,用于根据所述直流母线电压得到母线电压增量;电流增量计算模块,用于根据所述支路电流得到支路电流增量;第一判断模块,用于判断所述电压增量是否大于第一动作预定值、及所述支路电流增量是否大于第二动作预定值;第二判断模块,用于在所述电压增量大于所述第一动作预定值、且所述支路电流增量大于所述第二动作预定值的情况下,判断直流母线发生故障。
- [0030] 本发明的技术方案具有如下优点:(1)通过远程终端进行直流微电网系统智能控

制,有效监控直流微电网系统设备运行情况,并能及时了解和处理直流微电网系统设备异常情况;(2)该微电网系统的监控装置可以确定光伏发电阵列的发电功率,确定储能装置向配电网提供电能的转换效率,确定直流微电网内的用电负荷,以及根据分布式发电设备的发电功率、储能装置向配电网提供电能的转换效率和直流微电网内的用电负荷确定储能装置的容量;(3)本系统还可以实现从孤岛运行到并网运行的平滑切换。

附图说明

[0031] 图1示出了本发明的一种智能直流微电网系统及其监控装置的框图;

[0032] 图2示出了一种本发明的智能直流微电网系统的自动监控方法。

具体实施方式

[0033] 图1是示出了本发明的一种智能直流微电网系统10,该微电网10系统包括:光伏发电阵列12、多个本地负载14、并网模块15、储能装置13、监控装置11和直流母线;

[0034] 所述并网模块15用于控制所述直流微电网系统10孤岛运行或与配电网20并网运行;

[0035] 所述直流母线,用于连接储能装置13、光伏发电阵列12、并网模块15和本地负载14,用于微电网系统10内的功率交换以及微电网系统10与配电网20的功率交换;

[0036] 该监控装置11包括:

[0037] 光伏发电阵列监控模块112,用于实时监控光伏发电阵列12,并对光伏发电阵列12的发电功率进行预测;

[0038] 并网监控模块112,用于实时监控并网模块15;

[0039] 负载监控模块114,用于实时监控微电网10内的本地负载14,并对本地负载14消耗的功率进行预测;

[0040] 储能装置监控模块115,用于实时监控储能装置13的运行;

[0041] 中控模块116,用于确定微电网的运行方法,并用于协调监控装置11中的各模块工作;

[0042] 通信总线111,用于该监控装置11的各个模块的通信联络。

[0043] 优选的,所述光伏发电阵列12包括多个光伏发电组件以及多个光伏控制器,与所述光伏控制器与光伏组件和直流母线相连接。

[0044] 所述中控模块包括信息处理单元,策略优化单元和控制指令确定单元;所述通信总线可用于采集所述光伏发电阵列、所述本地负载、所述储能装置、并网模块的运行状态,并所述中控模块。

[0045] 所述信息处理单元用于将通信总线采集到信息进行数据识别,识别的数据包括光伏发电阵列、本地负载、储能装置、并网模块的地址信息、设备信息和电压电流信息。

[0046] 所述策略优化单元根据信息处理单元得到的直流微电网系统运行状态信息和中控模块所设置的直流微电网系统的安全阈值、安全级别以及数据更新频率,结合直流微电网系统优化控制算法,得出优化控制策略,通过策略优化模块可提高直流微电网系统监控系统的智能性,便于用户更好的监控直流微电网系统。

[0047] 所述控制指令确定单元根据当前光伏发电阵列的发电功率、储能装置的转换效率

和配电网的用电需求和微电网本地负荷的需求,来确定直流微电网系统的运行指令,所述运行指令包括并网运行指令。

[0048] 所述储能装置12包括蓄电池、超级电容等储能装置和双向DC/DC变换器,双向DC/DC变换器分别与蓄电池、超级电容等储能装置相连,所述的双向DC/DC变换器集成有电压电流传感器单元、微控制器单元、通信单元和故障处理单元。

[0049] 所述并网模块15包括:

[0050] 开关电路,连接在直流母线和配电网之间,用于根据中控模块的指令控制微电网系统与配电网连通或断开;

[0051] 并联逆变器,第一端与直流母线相连接,第二端与配电网交流母线相连接,第三端与开关电路相连接,用于在开关电路控制连通微电网系统与配电网时将直流电转换为交流电。

[0052] 所述并网监控模块112包括电参数传感器,用于检测交流母线的电参数;

[0053] 所述开关电路包括:并网开关,连接在并联逆变器和交流母线之间;控制器,与并网开关和电参数传感器相连接,用于根据所述中控模块的指令和交流母线的电参数控制并网开关断开或闭合。

[0054] 所述监控装置11还包括直流母线监控模块117,所述母线监控模块117包括:

[0055] 电压获取模块,用于获取直流微电网的直流母线电压;电流获取模块,用于获取所述直流微电网的任一支路的支路电流;电压增量计算模块,用于根据所述直流母线电压得到母线电压增量;电流增量计算模块,用于根据所述支路电流得到支路电流增量;第一判断模块,用于判断所述电压增量是否大于第一动作预定值、及所述支路电流增量是否大于第二动作预定值;第二判断模块,用于在所述电压增量大于所述第一动作预定值、且所述支路电流增量大于所述第二动作预定值的情况下,判断直流母线发生故障。

[0056] 附图2示出了一种本发明的智能直流微电网系统的自动监控方法,该方法包括如下步骤:

[0057] S1.检测和采集光伏发电阵列、储能装置、本地负载、配电网以及直流母线的状态信息;

[0058] S2.通信总线将所述状态信息汇集到中控模块;

[0059] S3.对所述状态信息进行处理和分析,并确定微电网运行策略,发出运行指令;

[0060] S4.根据所述运行策略和运行指令,控制微电网系统优化运行。

[0061] 优选的,在所述步骤S3中,对所述状态信息的处理包括数据识别,识别的数据包括光伏发电阵列、本地负荷、储能装置、并网模块的地址信息、设备信息和电压电流信息。

[0062] 优选的,在所述步骤S3中,将得到的直流微电网系统运行状态信息和中控模块所设置的直流微电网系统的安全阈值、安全级别以及数据更新频率,结合直流微电网系统优化控制算法,得出优化控制策略,通过策略优化模块可提高直流微电网系统监控系统的智能性,便于用户更好的监控直流微电网系统。

[0063] 优选的,在所述步骤S3中,根据当前光伏发电阵列的发电功率、储能装置的转换效率和配电网的用电需求和微电网本地负荷的需求,来确定直流微电网系统的运行指令,所述运行指令包括并网运行指令。

[0064] 优选的,在所述步骤S1中,利用电参数传感器检测交流母线的电参数;

[0065] 在所述步骤S4中,根据所述中控模块的指令和交流母线的电参数控制并网开关断开或闭合。

[0066] 在所述步骤S1中,利用直流母线监控模块采集直流母线的状态信息,所述母线监控模块包括:

[0067] 电压获取模块,用于获取直流微电网的直流母线电压;电流获取模块,用于获取所述直流微电网的任一支路的支路电流;电压增量计算模块,用于根据所述直流母线电压得到母线电压增量;电流增量计算模块,用于根据所述支路电流得到支路电流增量;第一判断模块,用于判断所述电压增量是否大于第一动作预定值、及所述支路电流增量是否大于第二动作预定值;第二判断模块,用于在所述电压增量大于所述第一动作预定值、且所述支路电流增量大于所述第二动作预定值的情况下,判断直流母线发生故障。

[0068] 优选的,在所述步骤S3中,基于如下方法确定并网运行指令:

[0069] S31.以直流微电网总的发电成本最小,建立优化调度目标函数;

[0070] S32.确立直流微电网系统中的运行约束条件:分别确立系统功率平衡约束、储能装置充放电功率约束条件、光伏发电阵列的输出功率限制、微电网本地负载功率消耗约束、直流微电网与配电网交互的购售电约束;

[0071] S33.对标准粒子群算法进行改进:分别对惯性权重、加速因子进行改进,提出利用次梯度优化方法来更新粒子群算法中粒子的速度。

[0072] 优选的,在所述步骤S32中,系统功率平衡约束:

$$[0073] \quad P_{load} = P_{pv} + P_{grid} + P_{BA}$$

[0074] 式中: P_{load} 为微电网中本队负荷所需的总功率; P_{pv} 为微电网中光伏阵列输出功率; P_{grid} 、 P_{BA} 分别为系统对配电网、储能装置的优化功率。

[0075] 优选的,在所述步骤S32中,储能装置充放电功率约束条件:

$$[0076] \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^N P_{c,i} - \sum_{i=1}^N P_{f,i} = 0 \\ P_{c,min} \leq P_{c,i} \leq P_{c,max} \\ P_{f,min} \leq P_{f,i} \leq P_{f,max} \end{cases}$$

[0077] 式中: $P_{c,i}$ 为储能装置在第*i*时段的充电功率; $P_{c,max}$ 、 $P_{c,min}$ 为储能装置充电功率的最大、最小值; $P_{f,i}$ 为储能装置在第*i*时段的放电功率; $P_{f,max}$ 、 $P_{f,min}$ 为储能装置放电功率的最大、最小值。

[0078] 优选的,在所述步骤S32中,所述微电网与配电网交互的购售电约束为:

$$[0079] \quad \begin{cases} P_{b,min} \leq P_b \leq P_{b,max} \\ P_s,min} \leq P_s \leq P_{s,max} \end{cases}$$

[0080] 式中: P_b 、 P_s 分别为微电网向配电网购、售电量; $P_{b,max}$ 、 $P_{b,min}$ 分别为购电的上下限;

$P_{s,max}$ 、 $P_{s,min}$ 分别为售电的上下限。

[0081] 优选的,在所述步骤S33中包括如下步骤:

[0082] S331.标准粒子群算法:

[0083] 速度更新公式如下:

$$[0084] \quad v_{i,j}(k+1) = \omega v_{i,j}(k) + c_1 r_1 [p_{i,j} - x_{i,j}(k)] + c_2 r_2 [p_{g,j} - x_{i,j}(k)]$$

[0085] 位置更新公式如下:

[0086] 式中: $j=1,2,\dots,n$; ω 为惯性权重; r_1, r_2 为 $[0,1]$ 范围内的均匀随机数; c_1, c_2 为非负常数,称为学习因子。

[0087] S332.对标准粒子群算法的改进:

[0088] (1) 惯性权重的改进:

[0089] 惯性权重 ω 体现的是粒子当前速度继承先前速度的主要程度。一个较大的惯性权重有利于全局搜索,而一个较小的惯性权重则更利于局部的搜索。为了更好的平衡全局搜索与局部搜索,本发明采用线性递减惯性权重:

$$[0090] \quad \omega(k) = \omega_{star} - (\omega_{star} - \omega_{end}) \times k / T_{max}$$

[0091] 式中: ω_{star} 为初始惯性权重; ω_{end} 为最大迭代次数时的惯性权重; k 为当前迭代次数; T_{max} 为最大迭代次数;

[0092] (2) 加速因子的改进:

[0093] 参数 c_1 决定粒子个体历史对运动轨迹的影响, c_2 决定种群的全局经验对运动轨迹的影响。在标准PSO中, c_1, c_2 的取值一般为固定值。本发明采用时变加速因子:

$$[0094] \quad c_1 = (c_{1f} - c_{1e}) \times \cos(k\pi / T_{max}) + c_{1e}$$

$$[0095] \quad c_2 = (c_{2f} - c_{2e}) \times \cos(k\pi / T_{max}) + c_{2e}$$

[0096] 式中: $c_{1e}, c_{1f}, c_{2e}, c_{2f}$ 分别表示 c_1, c_2 在优化过程开始和结束的取值。其中 k 为当前

迭代次数, T_{max} 为最大迭代次数。由 $c_1 = c_2$,可得 $\frac{k\pi}{T_{max}} = \arccos\left(\frac{c_{2e} - c_{2f}}{(c_{1f} - c_{1e}) - (c_{1e} - c_{1e})}\right)$,因此,当

$k < \frac{T_{max}}{\pi} \cdot \arccos\left(\frac{c_{2e} - c_{2f}}{(c_{1f} - c_{1e}) - (c_{1e} - c_{1e})}\right)$ 时, $c_1 > c_2$,此时是让粒子尽量多的向最优pbest学习,

使粒子的全局搜索能力增强;当 $k < \frac{T_{max}}{\pi} \cdot \arccos\left(\frac{c_{2e} - c_{2f}}{(c_{1f} - c_{1e}) - (c_{1e} - c_{1e})}\right)$ 时, $c_1 < c_2$,此时使粒子

向社会最优位置gbest的局部靠拢,使得局部搜索得到增强;

[0097] (3) 基于次梯度的PSO算法:

[0098] 基于次梯度的粒子群算法其主要思想是通过沿次梯度的反方向(负次梯度方向)搜索以找到目标函数的极小值;

$$[0099] \quad x_{k+1} = x_k - \eta_k \cdot g_k$$

[0100] 上式中, g_k 是 x_k 上的一个次梯度, η_k 为步长函数。由于负梯度的方向不一定是函数的下降方向。因此,通过如下的最小化函数加以保证:

$$[0101] \quad f_k^{best} = \min(f_{k-1}^{best}, f(x_k))$$

[0102] 其中 f_k^{best} 是第 k 步迭代时的最佳函数值;

[0103] 通过对传统粒子群算法的速度更新公式进行修正,可以得到如下基于次梯度粒子群的更新方案:

$$[0104] \begin{cases} v'_{i,j}(k+1) = \omega v_{i,j}(k) + c_1 r_1 [p_{i,j} - x_{i,j}(k)] + c_2 r_2 [p_{g,j} - x_{i,j}(k)] \\ v_{i,j}(k+1) = \omega v'_{i,j}(k+1) - \eta(k+1) \cdot \partial f(x_i(k) + v'_{i,j}(k+1)) \\ x_{i,j}(k+1) = x_{i,j}(k) + v_{i,j}(k+1) \end{cases}$$

[0105] 基于次梯度粒子群的更新方案中对速度 v 进行了两次更新,第一次按照标准PSO算法中的速度公式更新速度为 $v'_{i,j}(k+1)$;第二次更新按照次梯度公式更新速度为 $v_{i,j}(k+1)$ 。最后,根据 $v_{i,j}(k+1)$ 给出的方向,使得 $x_{i,j}(k)$ 的位置移动至 $x_{i,j}(k+1)$ 。

[0106] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,做出若干等同替代或明显变型,而且性能或用途相同,都应当视为属于本发明的保护范围。

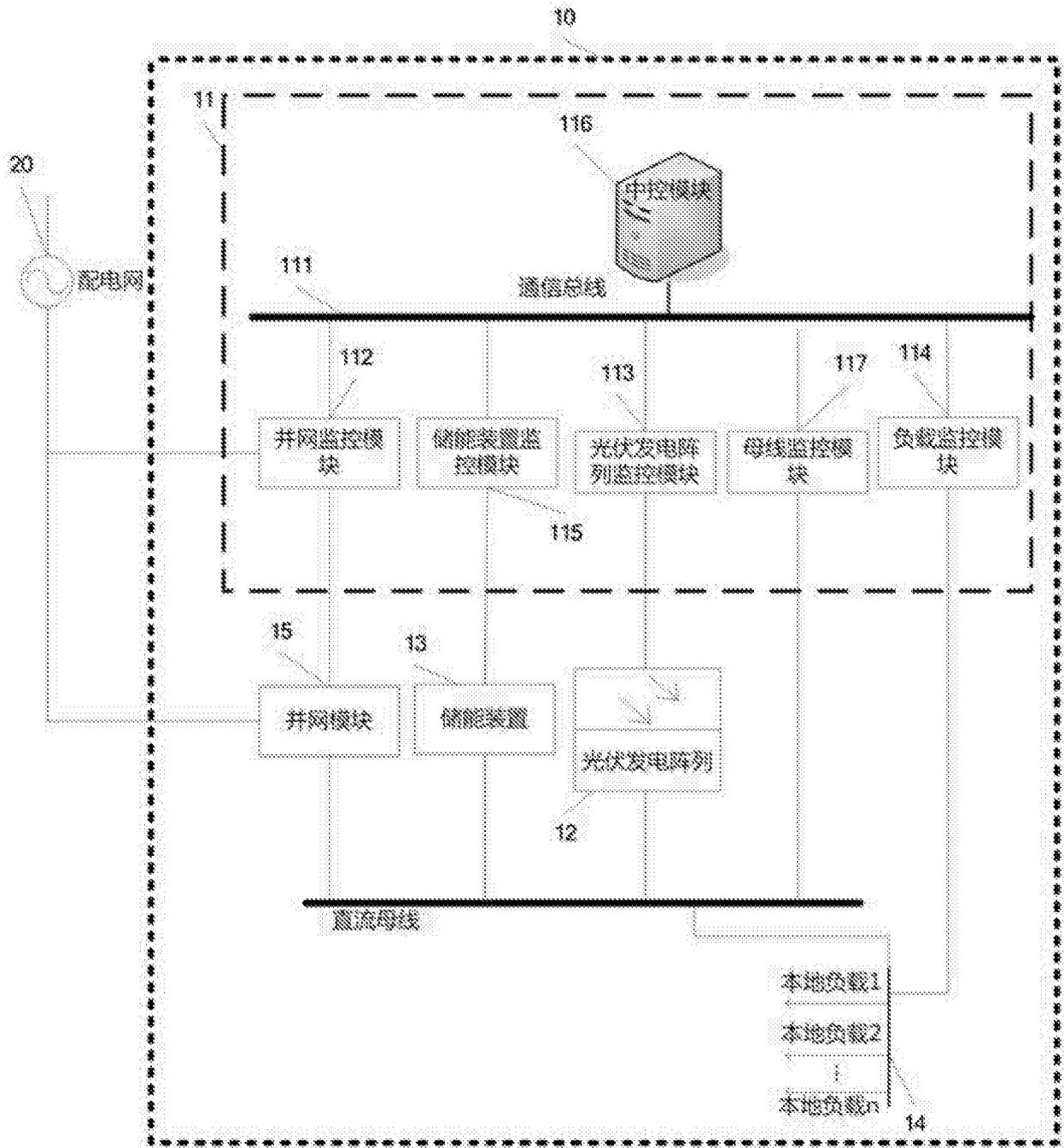


图1

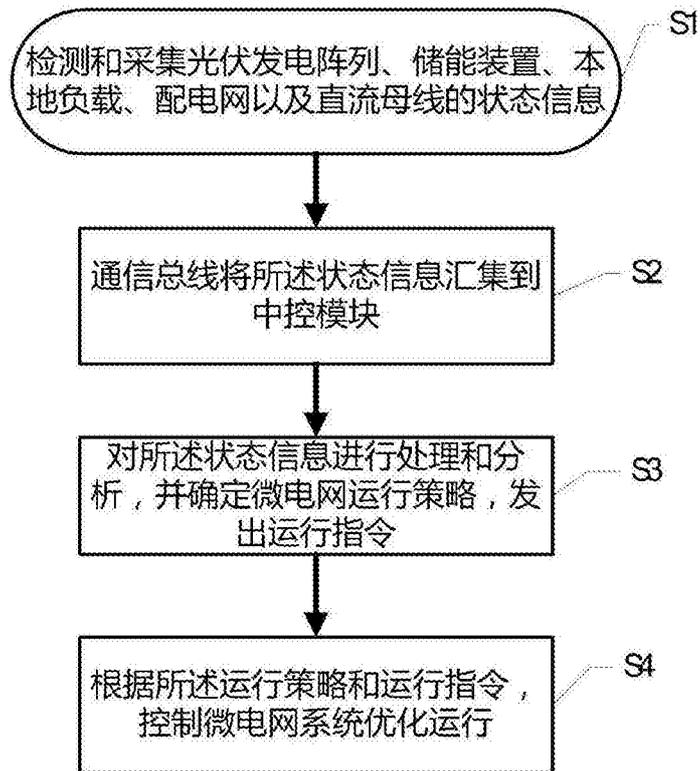


图2