



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105262127 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201510596715. 2

(22) 申请日 2015. 12. 18

(71) 申请人 许昌学院

地址 461000 河南省许昌市魏都区八一路  
88 号许昌学院

(72) 发明人 王武 张元敏 罗书克

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006. 01)

H02J 3/32(2006. 01)

H02J 3/28(2006. 01)

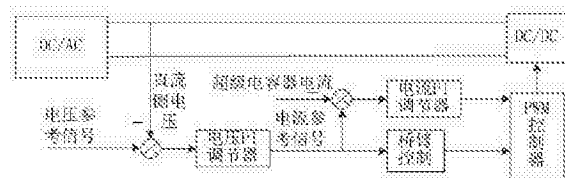
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法,该系统由光伏电池阵列—将太阳光能转换为电能、蓄电池储能单元、超级电容器储能单元—两个储能电源构成混合储能装置、直流母线、交流母线、变换器和各种负载构成;蓄电池储能单元和超级电容器储能单元通过各自的 DC/DC 变换器与直流母线相连,光伏发电单元通过 DC/AC 逆变器接至交流母线,直流母线经 DC/AC 逆变接交流母线,并采用了不同的控制策略,蓄电池 DC/DC 变换器采用功率控制,超级电容器 DC/DC 变换器用于直流母线电压控制。整个系统采用了自适应功率控制策略,用以实现系统的协调控制,从而将蓄电池储能和超级电容器储能的优点都发挥出来,得到了好的功率吞吐效果。



1. 一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法,其特征在于:该系统由光伏电池阵列—将太阳光能转换为电能、蓄电池储能单元、超级电容器储能单元—两个储能电源构成混合储能装置、直流母线、交流母线、变换器和各种负载构成;蓄电池储能单元和超级电容器储能单元通过各自的 DC/DC 变换器与直流母线相连,光伏发电单元通过 DC/AC 逆变器接至交流母线,直流母线经 DC/AC 逆变接交流母线,为负载提供电力;该系统储能装置采用了两套 DC/DC 变换器,DC/DC 变换器允许能量双向流动,并采用了不同的控制策略,蓄电池 DC/DC 变换器采用功率控制,超级电容器 DC/DC 变换器用于直流母线电压控制。

2. 根据权利要求 1 所述的一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法,其特征在于:该系统包括了蓄电池 DC/DC 变换器,蓄电池电压进行检测,通过和其参考功率信号相除,得到参考电流信号,根据其大小控制桥臂,使其工作于蓄电池充放电状态;同时,该参考信号和蓄电池实际电流信号相比较,送入 PI 电流调节器,控制变换器 PWM 输出。

3. 根据权利要求 1 所述的一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法,其特征在于:该系统提供了超级电容器 DC/DC 变换器控制拓扑图,超级电容器采用电压控制,通过检测直流母线电压,和参考电压进行比较,送入电压 PI 调节器,得到电流参考信号,该信号用于控制 DC/DC 变换器桥臂,实现超级电容器充放电控制,同时,该参考电流信号和超级电容器实测电流信号相比较,送入电流 PI 调节器,控制 DC/DC 变换器的 PWM 输出。

4. 按照权利要求 1 所述的一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法,其特征在于:整个系统采用了自适应功率控制策略,用以实现系统的协调控制;微电网处于孤岛运行时,根据功率需求变化,超级电容器优先补偿功率缺额,并通过自适应控制策略,将功率缺额逐步转移给蓄电池承担;当直流母线电压稳定,微电网孤岛运行的功率缺额全部由蓄电池进行补偿;当功率缺额过大,导致蓄电池无法全部补偿时,超级电容器储能装置承担部分剩余缺额功率;当功率缺额超过混合储能系统的功率承受范围,则按照负荷情况,针对性的切除部分次要负荷。

## 一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微电网、可再生能源发电和储能技术领域,具体涉及一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法。

### 背景技术

[0002] 微电网灵活控制分布式电源特性,是大型电网的有力补充,在电力系统中扮演着重要的角色,对推动可再生能源开发与利用,推动节能减排和绿色电力消费提供了一种有效途径。微电网并入电网,也独立运行。随着可再生能源发电容量不断增加,微电网孤岛运行时功率波动对电网安全运行和电能质量影响也愈加明显。利用储能装置在一定程度上起到平抑功率波动的作用。然而,单一储能装置很难同时满足功率控制和能量管理两方面的要求。

[0003] 利用混合储能的互补特性,得到相对平滑稳定的功率输出,避免风不是电源和储能设备接入造成的功率波动。本专利提出将超级电容器与蓄电池结合,构成混合储能系统,通过施加自适应控制策略,使微电网在孤岛运行模式下储能系统具有快速响应能力,从而满足微电网运行时电能质量要求和负荷功率需求。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法。

[0005] 一种光伏发电混合储能系统的功率自适应控制方法,该系统由光伏电池阵列—将太阳光能转换为电能、蓄电池储能单元、超级电容器储能单元—两个储能电源构成混合储能装置、直流母线、交流母线、变换器和各种负载构成;蓄电池储能单元和超级电容器储能单元通过各自的 DC/DC 变换器与直流母线相连,光伏发电单元通过 DC/AC 逆变器接至交流母线,直流母线经 DC/AC 逆变接交流母线,为负载提供电力;该系统储能装置采用了两套 DC/DC 变换器,DC/DC 变换器允许能量双向流动,并采用了不同的控制策略,蓄电池 DC/DC 变换器采用功率控制,超级电容器 DC/DC 变换器用于直流母线电压控制。

[0006] 该系统包括了蓄电池 DC/DC 变换器,蓄电池电压进行检测,通过和其参考功率信号相除,得到参考电流信号,根据其大小控制桥臂,使其工作于蓄电池充放电状态;同时,该参考信号和蓄电池实际电流信号相比较,送入 PI 电流调节器,控制变换器 PWM 输出。

[0007] 该系统提供了超级电容器 DC/DC 变换器控制拓扑图,超级电容器采用电压控制,通过检测直流母线电压,和参考电压进行比较,送入电压 PI 调节器,得到电流参考信号,该信号用于控制 DC/DC 变换器桥臂,实现超级电容器充放电控制,同时,该参考电流信号和超级电容器实测电流信号相比较,送入电流 PI 调节器,控制 DC/DC 变换器的 PWM 输出。

[0008] 整个系统采用了自适应功率控制策略,用以实现系统的协调控制;微电网处于孤岛运行时,根据功率需求变化,超级电容器优先补偿功率缺额,并通过自适应控制策略,将功率缺额逐步转移给蓄电池承担;当直流母线电压稳定,微电网孤岛运行的功率缺额全部由蓄电池进行补偿;当功率缺额过大,导致蓄电池无法全部补偿时,超级电容器储能装置承

担部分剩余缺额功率；当功率缺额超过混合储能系统的功率承受范围，则按照负荷情况，针对性的切除部分次要负荷。

[0009] 本发明涉及微电网、可再生能源发电和储能技术领域，具体涉及光伏发电系统中混合储能系统的控制，主要应用于光伏发电系统中具有蓄电池和超级电容器两种混合储能装置，进行功率自适应控制。本专利给出了光伏发电混合储能系统的结构图，该系统由光伏电池阵列、蓄电池储能单元、超级电容器储能单元、直流母线、交流母线、变换器和各种负载等构成。蓄电池储能单元和超级电容器储能单元通过各自的 DC/DC 变换器与直流母线相连，蓄电池 DC/DC 变换器采用功率控制，超级电容器 DC/DC 变换器用于直流母线电压控制，从而实现了混合储能系统的不同控制策略构建。光伏发电单元通过 DC/AC 逆变器接至交流母线，直流母线经 DC/AC 逆变接交流母线，为负载提供电力。整个系统采用了自适应功率控制策略，用以实现系统的协调控制，从而将蓄电池储能和超级电容器储能的优点都发挥出来，得到了好的功率吞吐效果。

### 附图说明

[0010] 图 1 光伏发电混合储能系统结构图；

图 2 蓄电池 DC/DC 变换器控制拓扑图；

图 3 超级电容器 DC/DC 变换器控制拓扑图。

### 具体实施方式

[0011] 为了使从事光伏发电技术和储能技术相关领域人员能更好地理解本发明方案，下面参照附图对本发明实施方式进行详细说明。

[0012] 光伏发电混合储能系统结构如图 1 所示，系统由光伏电池阵列、蓄电池储能单元、超级电容器储能单元、直流母线、交流母线、变换器和各种负载等构成。蓄电池储能单元和超级电容器储能单元通过各自的 DC/DC 变换器与直流母线相连，光伏发电单元通过 DC/AC 逆变器接至交流母线，直流母线经 DC/AC 逆变接交流母线，为负载提供电力。

[0013] 光伏发电混合储能系统采用 DC/DC 变换器加 DC/AC 逆变器模式，其中 DC/DC 变换器允许能量双向流动，蓄电池和超级电容器采用不同的控制策略。蓄电池为能量型储能装置，响应速度较慢，蓄电池 DC/DC 变换器采用功率控制，超级电容器具有快速的功率吞吐能力，超级电容器 DC/DC 变换器用于直流母线电压控制。蓄电池 DC/DC 变换器控制拓扑如图 2 所示。对蓄电池电压进行检测，通过和其参考功率信号相除，得到参考电流信号，根据其大小控制桥臂，使其工作于蓄电池充放电状态；同时，该参考信号和蓄电池实际电流信号相比较，送入 PI 电流调节器，控制变换器 PWM 输出。

[0014] 超级电容器 DC/DC 变换器拓扑如图 3 所示，检测直流母线电压，和参考电压进行比较，送入电压 PI 调节器，得到电流参考信号，该信号用于控制 DC/DC 变换器桥臂，实现超级电容器充放电控制，同时，该参考电流信号和超级电容器实测电流信号相比较，送入电流 PI 调节器，控制 DC/DC 变换器的 PWM 输出。

[0015] 微电网处于孤岛运行时，缺少外电网的电压和频率支撑，必须对超级电容器和蓄电池混合储能系统实施一定的自适应功率控制策略，通过微电网内部自身调节，保持内部电能供需平衡。具体的自适应功率控制策略为：微电网处于孤岛运行时，根据功率需求变

化,超级电容器优先补偿功率缺额,并通过自适应控制策略,将功率缺额逐步转移给蓄电池承担,这样,一方面超级电容器不需长时间进行功率控制,易于实现。另一方面,蓄电池功率吞吐和切换比较平滑,改善了充放电效果。当直流母线电压稳定,微电网孤岛运行的功率缺额全部由蓄电池进行补偿。当功率缺额过大,导致蓄电池无法全部补偿时,超级电容器储能装置承担部分剩余缺额功率。当功率缺额超过混合储能系统的功率承受范围,则按照负荷情况,针对性的切除部分次要负荷。

[0016] 参见图 1,本系统提供了一个光伏发电混合储能系统结构图,该系统由光伏电池阵列、蓄电池储能单元、超级电容器储能单元、直流母线、交流母线、变换器和各种负载等构成。蓄电池储能单元和超级电容器储能单元通过各自的 DC/DC 变换器与直流母线相连,光伏发电单元通过 DC/AC 逆变器接至交流母线,直流母线经 DC/AC 逆变接交流母线,为负载提供电力。

[0017] 参见图 2,本系统提供了蓄电池 DC/DC 变换器控制拓扑图,蓄电池储能系统采用功率控制,具体策略为对蓄电池电压进行检测,通过和其参考功率信号相除,得到参考电流信号,根据其大小控制桥臂,使其工作于蓄电池充放电状态;同时,该参考信号和蓄电池实际电流信号相比较,送入 PI 电流调节器,控制变换器 PWM 输出,要根据系统实际,选择和设计电压电流检测装置以及 PI 调节器参数。

[0018] 参见图 3,本系统提供了超级电容器 DC/DC 变换器拓扑图,超级电容器采用电压控制,通过检测直流母线电压,和参考电压进行比较,送入电压 PI 调节器,得到电流参考信号,该信号用于控制 DC/DC 变换器桥臂,实现超级电容器充放电控制,同时,该参考电流信号和超级电容器实测电流信号相比较,送入电流 PI 调节器,控制 DC/DC 变换器的 PWM 输出,要根据系统实际,选择和设计电压电流检测装置以及 PI 调节器参数。

[0019] 整个系统采用了自适应功率控制策略:微电网处于孤岛运行时,根据功率需求变化,超级电容器优先补偿功率缺额,并通过自适应控制策略,将功率缺额逐步转移给蓄电池承担。当直流母线电压稳定,微电网孤岛运行的功率缺额全部由蓄电池进行补偿。当功率缺额过大,导致蓄电池无法全部补偿时,超级电容器储能装置承担部分剩余缺额功率。当功率缺额超过混合储能系统的功率承受范围,则按照负荷情况,针对性的切除部分次要负荷。

[0020] 以上内容是结合优选技术方案对本发明所做的详细说明,不能认定发明的具体实施仅限于这些,对于在不脱离本发明思想前提下做出的简单推演及替换,都应当视为本发明的保护范围。

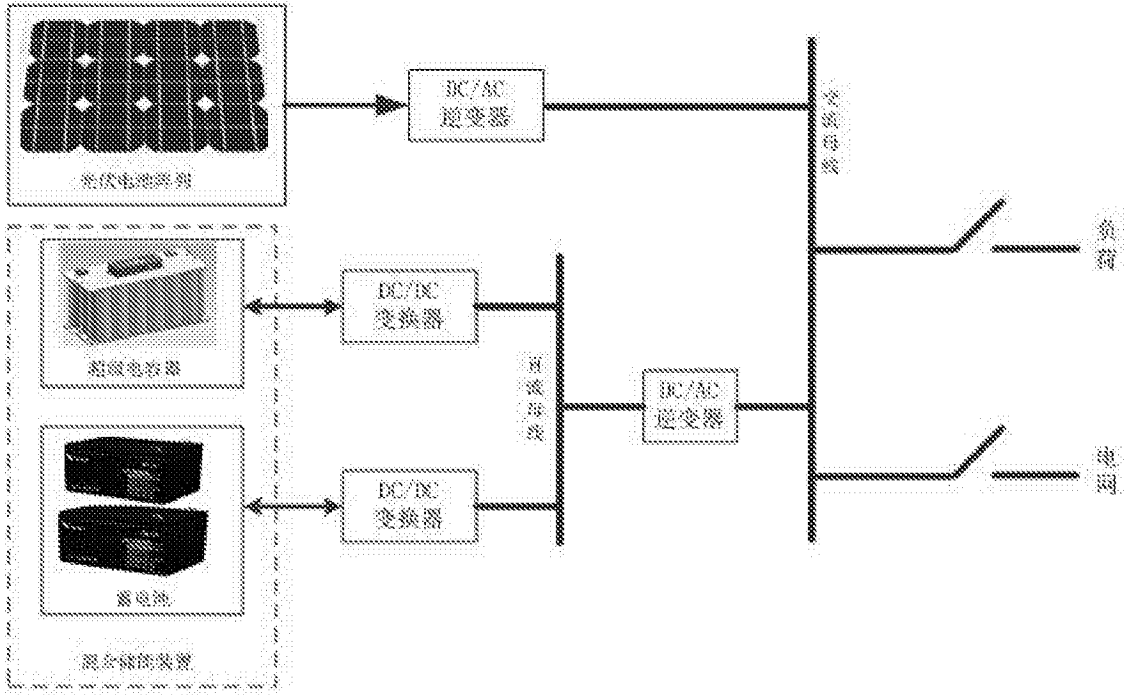


图 1

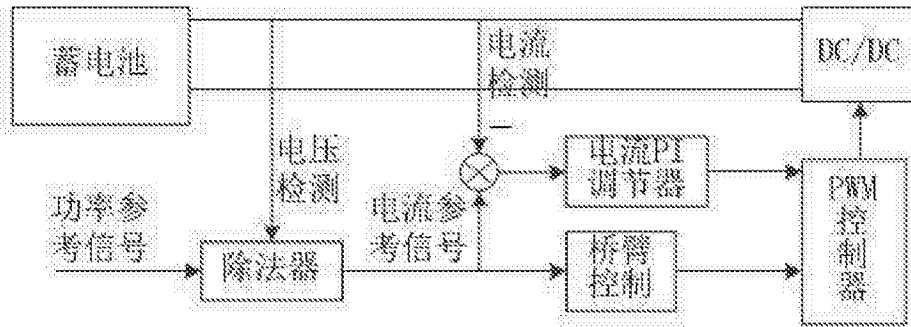


图 2

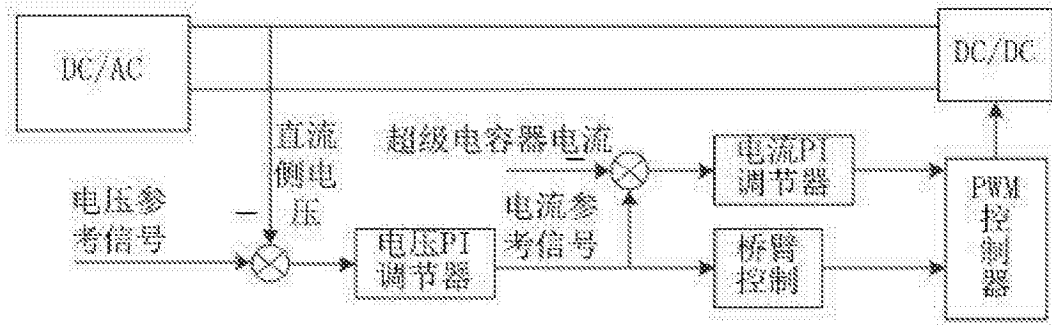


图 3