



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117728506 B

(45) 授权公告日 2024.05.24

(21) 申请号 202410175515.9

(22) 申请日 2024.02.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 117728506 A

(43) 申请公布日 2024.03.19

(73) 专利权人 国网浙江省电力有限公司经济技术研究院

地址 310008 浙江省杭州市上城区南复路1号水澄大厦

专利权人 国网浙江省电力有限公司

(72) 发明人 但扬清 孙可 王蕾 李继红  
顾益磊 王晨轩 孙飞飞 刘铁  
郑朝明 郑伟民 汪扬 何英静  
张笑弟 陈鹏 王岑峰 许恩超  
姜鹏 丁一凡 杨宏基

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

专利代理师 温玲

(51) Int. Cl.

H02J 3/44 (2006.01)

H02J 3/24 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 117134372 A, 2023.11.28

CA 3018726 A1, 2019.03.26

CN 109494785 A, 2019.03.19

CN 110212590 A, 2019.09.06

CN 112152263 A, 2020.12.29

CN 112994098 A, 2021.06.18

CN 116316831 A, 2023.06.23

WO 2022227401 A1, 2022.11.03

WO 2024021206 A1, 2024.02.01

郑文迪等.采用改进相位控制方法的微网并网/孤岛平滑切换策略.《电网技术》.2016,第1155-1162页.

(续)

审查员 郭利娜

权利要求书2页 说明书6页 附图6页

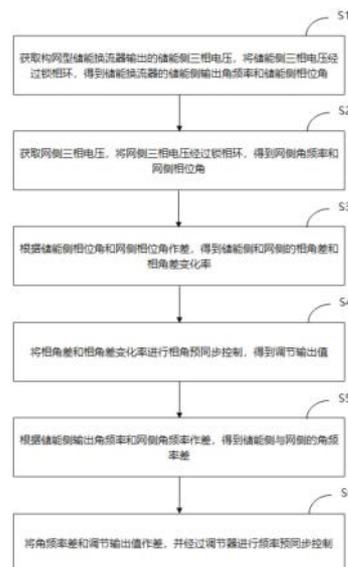
(54) 发明名称

一种构网型储能自适应平滑并网方法、系统、设备及介质

(57) 摘要

本申请涉及电网控制技术领域,尤其是涉及一种构网型储能自适应平滑并网方法、系统、设备及介质,获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频率和网侧相位角;根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率;将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,得到调节输出值;根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差;将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制,提升构网型储能接入电网的稳定性。

CN 117728506 B



[接上页]

(56) 对比文件

DAVARI M等. Robust vector control of a very weak- grid- connected voltage-

source converter considering the phase-locked loop dynamics .《 power electronics》.2017,第977-994页.

1. 一种构网型储能自适应平滑并网方法,其特征在于,包括:

获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;

获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频率和网侧相位角;

根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率;

将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,在相角预同步控制过程中,根据相角差和相角差变化率实时修改模糊自适应控制范围信息,根据模糊自适应控制范围信息调节输出信息,得到调节输出值,所述模糊自适应控制范围信息为若干种相角差和相角变化率情况下的比例系数和积分系数调节状态;

根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差;

将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制。

2. 根据权利要求1所述的构网型储能自适应平滑并网方法,其特征在于,还包括构建构网型储能孤岛运行整体拓扑结构。

3. 根据权利要求2所述的构网型储能自适应平滑并网方法,其特征在于,所述构建构网型储能孤岛运行整体拓扑结构的具体步骤为:

将蓄电池的输出端连接换流器,换流器的输出端连接线路阻抗以及滤波电容,滤波电容连接升压变压器的输入端,升压变压器的输出端连接负荷。

4. 根据权利要求1所述的构网型储能自适应平滑并网方法,其特征在于,包括:

将角频率差和调节输出值作差后输入至PI调节器进行频率预同步控制,得到的结果输入有功频率环,对储能侧相位角和网侧相位角进行调节。

5. 根据权利要求1所述的构网型储能自适应平滑并网方法,其特征在于,包括:

在储能侧相位角和网侧相位角相等,且储能侧角频率和网侧角频率相等的情况下,闭合并网开关。

6. 一种构网型储能自适应平滑并网系统,其特征在于,包括:

第一获取模块,获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;

第二获取模块,获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频率和网侧相位角;

相位处理模块,根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率;

相角预同步模块,将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,在相角预同步控制过程中,根据相角差和相角差变化率实时修改模糊自适应控制范围信息,根据模糊自适应控制范围信息调节输出信息,得到调节输出值,所述模糊自适应控制范围信息为若干种相角差和相角变化率情况下的比例系数和积分系数调节状态;

角频率处理模块,根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差;

频率预同步模块,将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制。

7. 一种构网型储能自适应平滑并网设备,其特征在于,包括存储器和处理器,所述存储器存储计算机程序,所述处理器被设置为运行所述计算机程序以执行权利要求1-5中任一

项所述的构网型储能自适应平滑并网方法。

8.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序,其中,所述计算机程序被设置为运行时执行权利要求1-5中任一所述的构网型储能自适应平滑并网方法。

## 一种构网型储能自适应平滑并网方法、系统、设备及介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电网控制技术领域,尤其是涉及一种构网型储能自适应平滑并网方法、系统、设备及介质。

### 背景技术

[0002] 储能技术飞速发展为其在电力系统中的应用提供了基础,如今储能更是成为了现代电力系统中不可缺少的部分,构网型储能模拟传统同步发电机频率和电压调节特性,增强了逆变器的阻尼和惯性,提升了储能接入电网的稳定性。

[0003] 当前技术手段,在储能接入电网时需要满足储能侧电压幅值相位以及频率与电网侧相同的条件,否则在接入电网的过程中会产生较大的冲击电流,对电力系统安全稳定造成威胁,上述问题有待解决。

### 发明内容

[0004] 为了减小构网型储能并网过程中的冲击电流,提升构网型储能接入电网的稳定性,本申请提供一种构网型储能自适应平滑并网方法、系统、设备及介质,采用如下技术方案:

[0005] 第一方面,本申请提供一种构网型储能自适应平滑并网方法,包括:

[0006] 获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;

[0007] 获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频率和网侧相位角;

[0008] 根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率;

[0009] 将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,得到调节输出值;

[0010] 根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差;

[0011] 将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制。

[0012] 优选的,还包括构建构网型储能孤岛运行整体拓扑结构。

[0013] 优选的,所述构建构网型储能孤岛运行整体拓扑结构的具体步骤为:

[0014] 将蓄电池的输出端连接换流器,换流器的输出端连接线路阻抗以及滤波电容,滤波电容连接升压变压器的输入端,升压变压器的输出端连接负荷。

[0015] 优选的,包括:

[0016] 在相角预同步控制过程中,根据相角差和相角差变化率实时修改模糊自适应控制范围信息,根据模糊自适应控制范围信息调节输出信息,得到调节输出值。

[0017] 优选的,所述模糊自适应控制范围信息为若干种相角差和相角变化率情况下的比例系数和积分系数调节状态。

[0018] 优选的,包括:

[0019] 将角频率差和调节输出值作差后输入至PI调节器进行频率预同步控制,得到的结

果输入有功频率环,对储能侧相位角和网侧相位角进行调节。

[0020] 优选的,包括:

[0021] 在储能侧相位角和网侧相位角相等,且储能侧角频率和网侧角频率相等的情况下,闭合并网开关。

[0022] 第二方面,本申请提供一种构网型储能自适应平滑并网系统,包括:

[0023] 第一获取模块,获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;

[0024] 第二获取模块,获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频率和网侧相位角;

[0025] 相位处理模块,根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率;

[0026] 相角预同步模块,将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,得到调节输出值;

[0027] 角频率处理模块,根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差;

[0028] 频率预同步模块,将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制。

[0029] 第三方面,本申请提供一种构网型储能自适应平滑并网设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储计算机程序,所述处理器被设置为运行所述计算机程序以执行如前所述的构网型储能自适应平滑并网方法。

[0030] 第四方面,本申请提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序,其中,所述计算机程序被设置为运行时执行如前所述的构网型储能自适应平滑并网方法。

[0031] 综上所述,与现有技术相比,本申请提供的技术方案带来的有益效果至少包括:

[0032] 本申请通过构建构网型储能孤岛运行整体拓扑结构,将采集到的储能侧三相电压和网侧三相电压处理,得到的角频率作差,且得到的相位角也作差,进而得到角频率差、相角差和相角差变化率,再通过将储能侧和网侧的相角差以及相角差变化率输入到模糊PID中进行相角预同步控制,得到调节输出值,将储能侧与网侧角频率差与相角预同步过程输出的信号作差经过PI调节器完成频率预同步过程,频率预同步控制输出的信号输入到虚拟同步机控制中的有功-频率环中,在满足并网条件时,闭合并网型储能换流器并网开关,完成并网,加快了预同步速度,减小构网型储能并网过程中的冲击电流,实现了平滑并网,提升构网型储能接入电网的稳定性。

## 附图说明

[0033] 图1是本申请实施例所述一种构网型储能自适应平滑并网方法的流程示意图。

[0034] 图2是本申请实施例所述蓄电池孤岛运行的系统拓扑结构图。

[0035] 图3是本申请实施例所述不采取自适应模糊控制时的相角差变化曲线图。

[0036] 图4是本申请实施例所述自适应模糊控制框图。

[0037] 图5是本申请实施例所述  $\Delta k_p$  模糊控制规则。

- [0038] 图6是本申请实施例所述  $\Delta ki$ 模糊控制规则。
- [0039] 图7是本申请实施例所述加入预同步控制后的虚拟同步机有功-频率控制框图。
- [0040] 图8是本申请实施例所述储能侧与电网侧相角差变化曲线图。
- [0041] 图9是本申请实施例所述储能并网产生的冲击电流幅值波形图。
- [0042] 图10是本申请实施例所述一种构网型储能自适应平滑并网系统的模块示意图。
- [0043] 附图标记说明：
- [0044] 1、第一获取模块；2、第二获取模块；3、相位处理模块；4、相角预同步模块；5、角频率处理模块；6、频率预同步模块。

### 具体实施方式

[0045] 以下结合图1-图10对本申请作进一步详细说明,在本申请实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制。

[0046] 参照图1,本申请所涉及的一种构网型储能自适应平滑并网方法,具体包括:

[0047] 步骤S1:获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;

[0048] 步骤S2:获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频率和网侧相位角;

[0049] 步骤S3:根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率;

[0050] 步骤S4:将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,得到调节输出值;

[0051] 步骤S5:根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差;

[0052] 步骤S6:将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制。

[0053] 具体地,本申请实施例通过构建构网型储能孤岛运行整体拓扑结构,将采集到的储能侧三相电压和网侧三相电压处理,得到的角频率作差,且得到的相位角也作差,进而得到角频率差、相角差和相角差变化率,再通过将储能侧和网侧的相角差以及相角差变化率输入到模糊PID中进行相角预同步控制,得到调节输出值,将储能侧与网侧角频率差与相角预同步过程输出的信号作差经过PI调节器完成频率预同步过程,频率预同步控制输出的信号输入到虚拟同步机控制中的有功-频率环中,在满足并网条件时,闭合构网型储能换流器并网开关,完成并网,加快了预同步速度,减小构网型储能并网过程中的冲击电流,实现了平滑并网,提升构网型储能接入电网的稳定性。

[0054] 进一步地,还包括构建构网型储能孤岛运行整体拓扑结构。

[0055] 参照图2,蓄电池的输出端连接换流器,换流器的输出端连接线路阻抗以及滤波电容,滤波电容连接升压变压器的输入端,升压变压器的输出端连接负荷,负荷用电动机来表示。

[0056] 进一步地,获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;

[0057] 获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频率和网侧相位角。

[0058] 具体地,采集构网型储能换流器输出三相电压,将三相电压经过锁相环得到储能

换流器输出角频率 $\omega$ 和相位角 $\theta$ ;采集网侧三相电压,经过锁相环得到网侧角频率 $\omega_g$ 和相位角 $\theta_g$ ;将储能侧与网侧角频率和相位角分别作差得到 $\Delta\theta$ 和 $\Delta\omega$ ,并得到 $d(\Delta\theta)/dt$ 。

[0059] 由测量模块得到构网型储能换流器输出三相电压 $v_a$ 、 $v_b$ 、 $v_c$ ,将三相电压经过锁相环模块PLL得到角频率 $\omega$ 和相位角 $\theta$ 。

[0060] 由测量模块得到电网侧三相电压 $v_a$ 、 $v_b$ 、 $v_c$ ,将三相电压经过锁相环模块PLL得到角频率 $\omega_g$ 和相位角 $\theta_g$ 。

[0061] 储能侧输出相位角 $\theta$ 与电网侧相位角 $\theta_g$ 作差得到二者的相角差,即 $\Delta\theta=\theta-\theta_g$ ;储能侧输出角频率 $\omega$ 与电网侧角频率 $\omega_g$ 作差得到二者的频率差,即 $\Delta\omega=\omega_g-\omega$ ;将相角差对时间积分得到 $d(\Delta\theta)/dt$ 。

[0062] 进一步地,根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率;将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,得到调节输出值。

[0063] 参照图3,图3为不采取自适应模糊控制时的二者相位差变化曲线。将该曲线分为4个区间:在 $t_1$ 区间内, $\Delta\theta<20^\circ$ , $d(\Delta\theta)/dt>0$ ;在 $t_2$ 区间内, $\Delta\theta>20^\circ$ , $d(\Delta\theta)/dt>0$ ;在 $t_3$ 区间内, $\Delta\theta>20^\circ$ , $d(\Delta\theta)/dt<0$ ;在 $t_4$ 区间内, $\Delta\theta<20^\circ$ , $d(\Delta\theta)/dt<0$ 。

[0064] 进一步地,在相角预同步控制过程中,根据相角差和相角差变化率实时修改模糊自适应控制范围信息,根据模糊自适应控制范围信息调节输出信息,得到调节输出值。

[0065] 模糊自适应控制范围信息为若干种相角差和相角变化率情况下的比例系数和积分系数调节状态。

[0066] 根据储能侧和网侧相位差变化曲线区间分析模糊PID调节器中的 $k_p$ 和 $k_i$ 的取值变化。通常情况下忽略微分环节,PID调节器的输出值可表示为:

$$[0067] \quad u(t) = k_p \cdot e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt$$

[0068]  $k_p$ 和 $k_i$ 分别为比例系数和积分系数。 $k_p$ 越大,系统响应速度越快,但 $k_p$ 太大会引起系统的不稳定; $k_i$ 提高系统的无差度,使系统的稳定性提高,但 $k_i$ 越大会使系统超调加大,甚至出现振荡。在 $t_1$ 区间内,由于预同步过程刚开始,为了不使系统失稳,减小 $k_p$ ,同时增大 $k_i$ ;在 $t_2$ 和 $t_3$ 区间内,相位差较大,需要提高系统响应速度,快速减小相位差,但为了出现超调,增大 $k_p$ ,同时减小 $k_i$ ;在 $t_4$ 区间内,相位差已经较小,为了避免相位差继续快速减小使系统频率不稳定,需要减小 $k_p$ ,同时增大 $k_i$ 。由此可得出 $k_p$ 和 $k_i$ 的取值。

[0069] 模糊控制器的设计。本发明利用模糊控制根据相角差和相角差变化率实时调整 $k_p$ 和 $k_i$ ,控制框图如图4所示。首先将相角差和相角差变化率信号进行模糊化,然后通过自适应模糊和去模糊化得到 $k_p$ 和 $k_i$ 调整值 $\Delta k_p$ 和 $\Delta k_i$ ,最后再加上稳态时的 $k_p$ 和 $k_i$ ,得到 $k_p$ 和 $k_i$ 的实时取值。定义模糊输入 $E$ , $E_c$ 和输出 $\Delta k_p$ 和 $\Delta k_i$ 子集均为{负大(NB)、负中(NM)、负小(NS)、零(ZE)、正小(PS)、正中(PM)、正大(PB)}, $E$ 表示 $\Delta\theta$ , $E_c$ 表示 $d(\Delta\theta)/dt$ 。对应的模糊控制表如图5和图6所示。

[0070] 进一步地,根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差;将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制。

[0071] 将储能侧与网侧角频率差 $\Delta\omega$ 与相角预同步过程输出的信号,即图4中PID控制器输出信号作差经过PI调节器完成频率预同步过程,频率预同步控制输出的信号输入到虚拟同步机控制中的有功-频率环中,控制储能侧输出相位角 $\theta$ 以达到与网侧相位角 $\theta_g$ 相同的目

的。

[0072] 根据图7加入预同步控制后的虚拟同步机有功-频率控制框图可知,将相角预同步过程中自适应模糊控制器的输出信号输入到频率预同步中, $\Delta \omega$ 与之作差,经过PI调节器,再输入到虚拟同步机控制中的有功-频率环中。

[0073] 进一步地,在储能侧相位角和网侧相位角相等,且储能侧角频率和网侧角频率相等的情况下,闭合并网开关。

[0074] 当满足并网条件,即所测得的储能侧输出相位角 $\theta$ 、角频率 $\omega$ 与网侧 $\theta_g$ 、 $\omega_g$ 均相同时,闭合构网型储能换流器并网开关,完成并网。

[0075] 构网型储能系统经过相角预同步和频率预同步过程后,当储能侧和电网侧的频率相同以及相角差减小到零或接近零时,闭合图2中的并网开关S,完成构网型储能并网。

[0076] 本申请实施例提供了一种基于模糊控制的构网型储能自适应平滑并网方法,根据储能侧和电网侧的相角差大小以及相角差变化率设计了一种可以实时自动调整模糊范围IE的控制方法,加快了预同步速度,减小了构网型储能接入电网的冲击电流,实现了平滑并网,提高了构网型储能接入电网的安全稳定性。

[0077] 在MATLAB或Simulink中搭建构网型储能换流器孤岛运行的仿真模型,并对其添加相角预同步和频率预同步控制。从图8储能侧与电网侧相角差变化曲线可以看出,采用了基于自适应模糊控制的预同步控制方法后,相角差在更短时间内减小到0,自适应模糊控制下的相角差减小到0大约只需要5s;从图9储能并网产生的冲击电流幅值波形可以看出,无自适应控制下的并网冲击电流振荡幅度较大,最大值超过了360A,而自适应模糊控制下的并网冲击电流振荡幅度减小很多,冲击电流幅值最大值在340A左右。从仿真结果中可以看出本发明提出的一种基于模糊控制的构网型储能自适应平滑并网方法可以有效加快储能接入电网预同步时间,并且可以减小储能系统并网时产生的冲击电流。

[0078] 因此,本申请实施例采用上述构网型储能自适应平滑并网方法,通过采集构网型储能换流器输出三相电压,将三相电压经过锁相环得到储能换流器输出角频率 $\omega$ 和相位角 $\theta$ ;采集网侧三相电压,得到网侧角频率 $\omega_g$ 和相位角 $\theta_g$ ;将储能侧与网侧角频率和相位角分别作差得到 $\Delta \theta$ 和 $\Delta \omega$ ,并得到 $d(\Delta \theta)/dt$ ;将储能侧和网侧的相角差 $\Delta \theta$ 以及相角差变化率 $d(\Delta \theta)/dt$ 输入到模糊PID中进行相角预同步控制,根据储能侧和网侧的相角差变化情况设计模糊自适应控制范围信息;将频率差 $\Delta \omega$ 与相角预同步过程输出的信号作差经过PI调节器完成频率预同步过程,频率预同步控制输出的信号输入到虚拟同步机控制中的有功频率环中;满足并网条件时,闭合构网型储能换流器并网开关,完成并网。最后在仿真平台搭建了构网型储能换流器孤岛运行的仿真模型,对采取本发明中基于模糊控制的构网型储能自适应平滑并网方法前后的相角差和并网冲击电流波形进行了对比分析,结果表明其可以有效加快储能并网前预同步速度和减小储能并网冲击电流,提升构网型储能接入电网的稳定性。

[0079] 参照图10,为本申请实施例提供一种构网型储能自适应平滑并网系统,该系统包括:

[0080] 第一获取模块1,获取构网型储能换流器输出的储能侧三相电压,将储能侧三相电压经过锁相环,得到储能换流器的储能侧输出角频率和储能侧相位角;

[0081] 第二获取模块2,获取网侧三相电压,将网侧三相电压经过锁相环,得到网侧角频

率和网侧相位角；

[0082] 相位处理模块3,根据储能侧相位角和网侧相位角作差,得到储能侧和网侧的相角差和相角差变化率；

[0083] 相角预同步模块4,将相角差和相角差变化率进行相角预同步控制,得到调节输出值；

[0084] 角频率处理模块5,根据储能侧输出角频率和网侧角频率作差,得到储能侧与网侧的角频率差；

[0085] 频率预同步模块6,将角频率差和调节输出值作差,并经过调节器进行频率预同步控制。

[0086] 本申请实施例提供构网型储能自适应平滑并网设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储计算机程序,所述处理器被设置为运行所述计算机程序以执行如前所述的构网型储能自适应平滑并网方法。

[0087] 本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序,其中,所述计算机程序被设置为运行时执行如前所述的构网型储能自适应平滑并网方法。

[0088] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的装置和产品的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0089] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所披露的方法、系统、装置和程序产品,可以通过其它的方式实现。

[0090] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0091] 以上所述,以上实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,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申请各实施例技术方案的精神和范围。

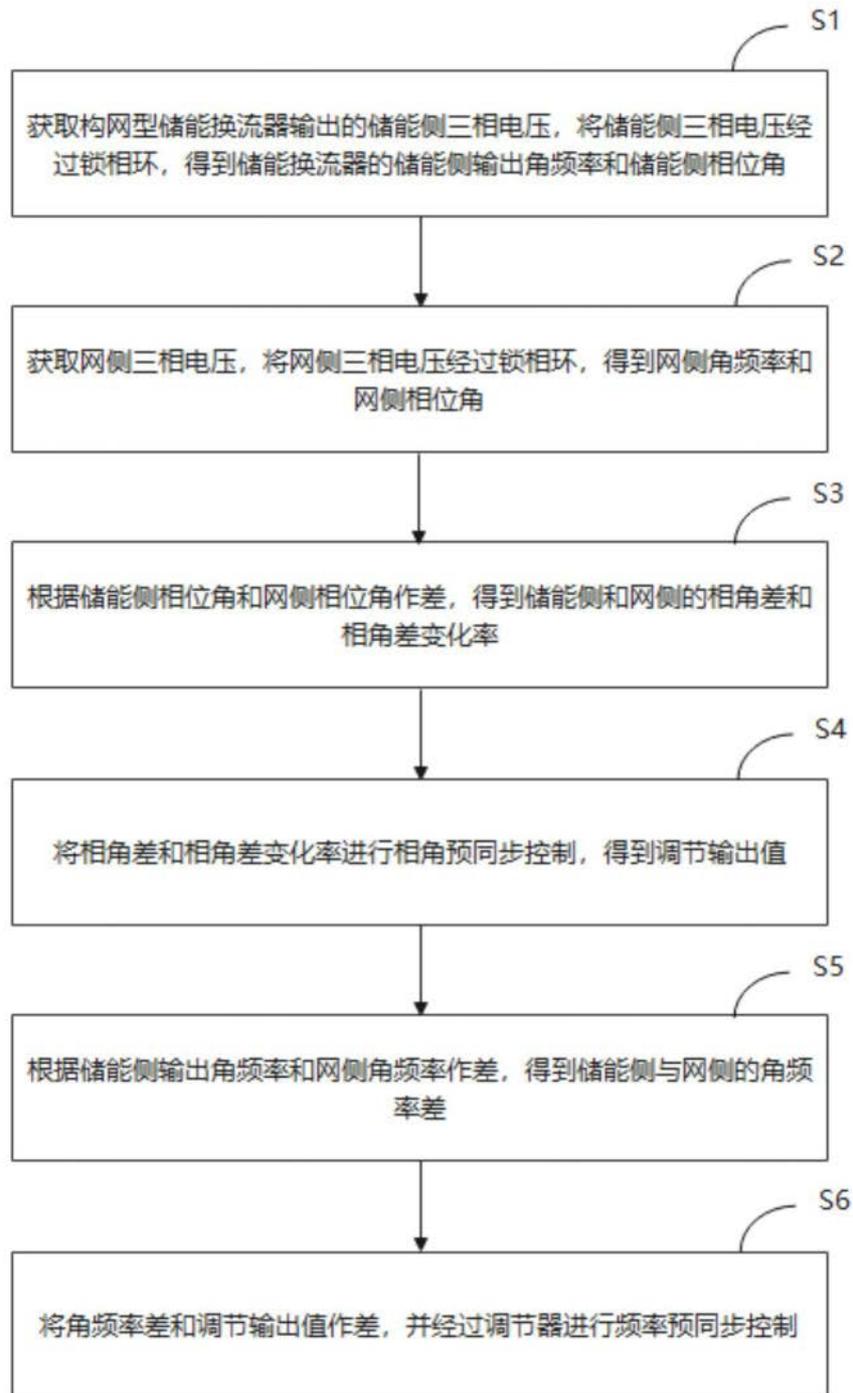


图1

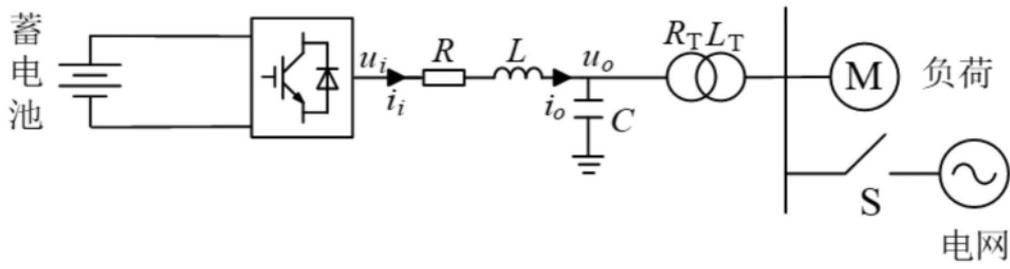


图2

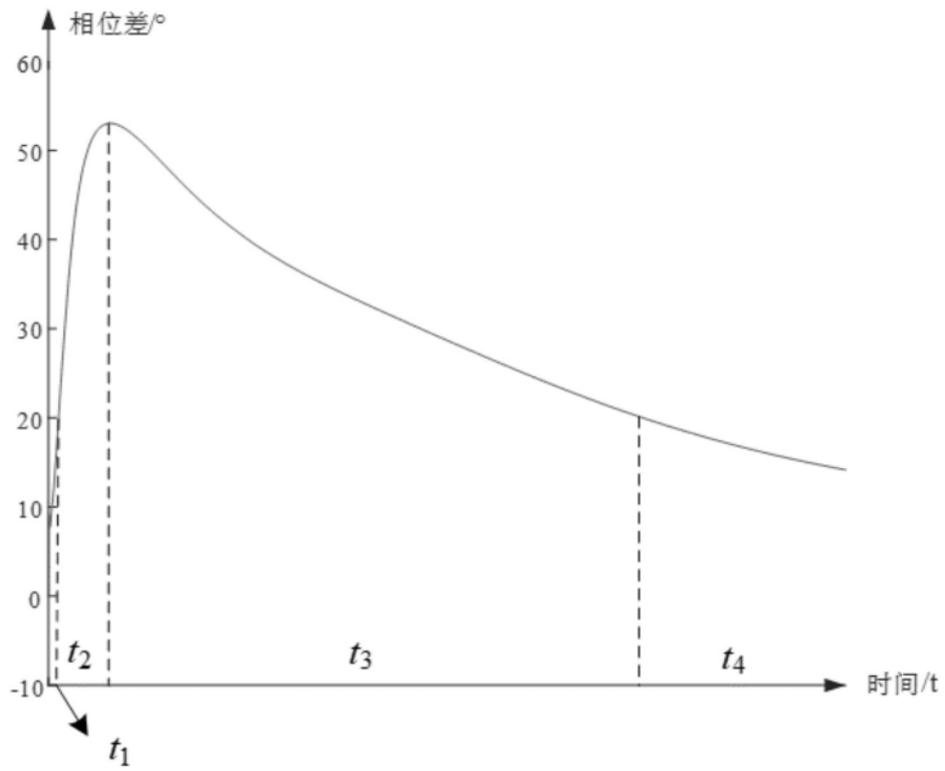


图3

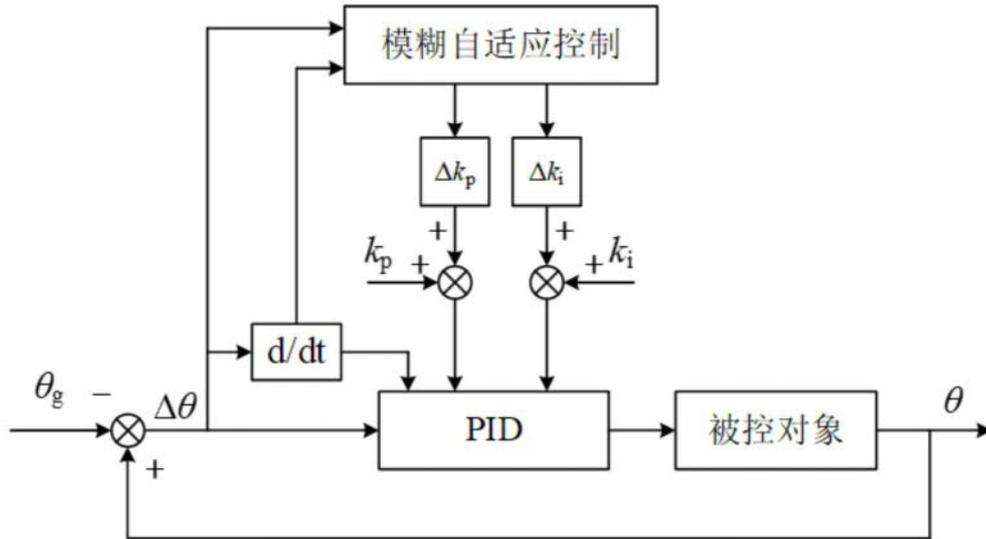


图4

$\Delta k_p$		$E$						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
$E_c$	NB	PB	PM	PM	PB	NM	NM	NB
	NM	PB	PM	PS	PM	NS	NM	NB
	NS	PM	PM	PS	ZE	NS	NM	NM
	ZE	NB	NM	ZE	ZE	ZE	NM	NB
	PS	NM	NM	NS	ZE	PS	PM	PM
	PM	NB	NM	NS	PM	PS	PM	PB
	PB	NB	NM	NM	PB	PM	PM	PB

图5

$\Delta k_i$		$E$						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
$E_c$	NB	PB	PM	PM	PM	PS	PM	PM
	NM	PB	PM	PS	ZE	PS	PS	PM
	NS	PM	PS	PS	ZE	ZE	PS	PS
	ZE	PS	PS	ZE	ZE	ZE	PS	PS
	PS	PS	PS	ZE	ZE	PS	PS	PM
	PM	PM	PS	PS	ZE	PS	PM	PB
	PB	PM	PM	PS	PM	PM	PM	PB

图6

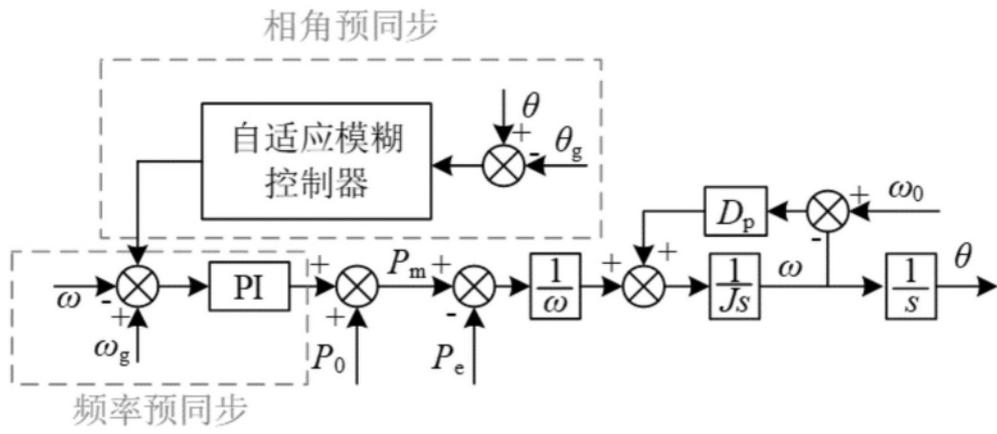


图7

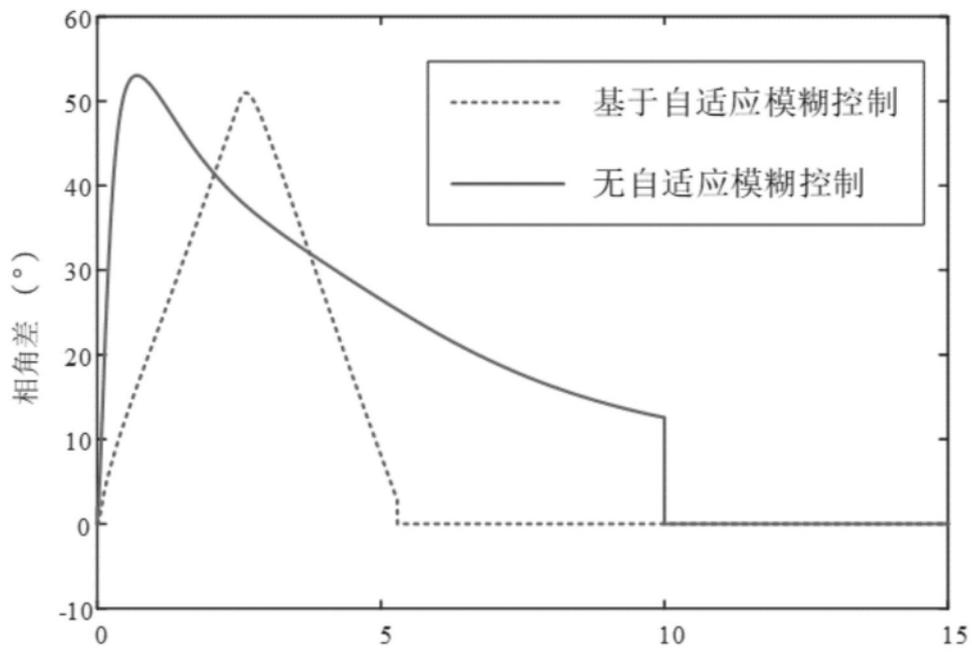


图8

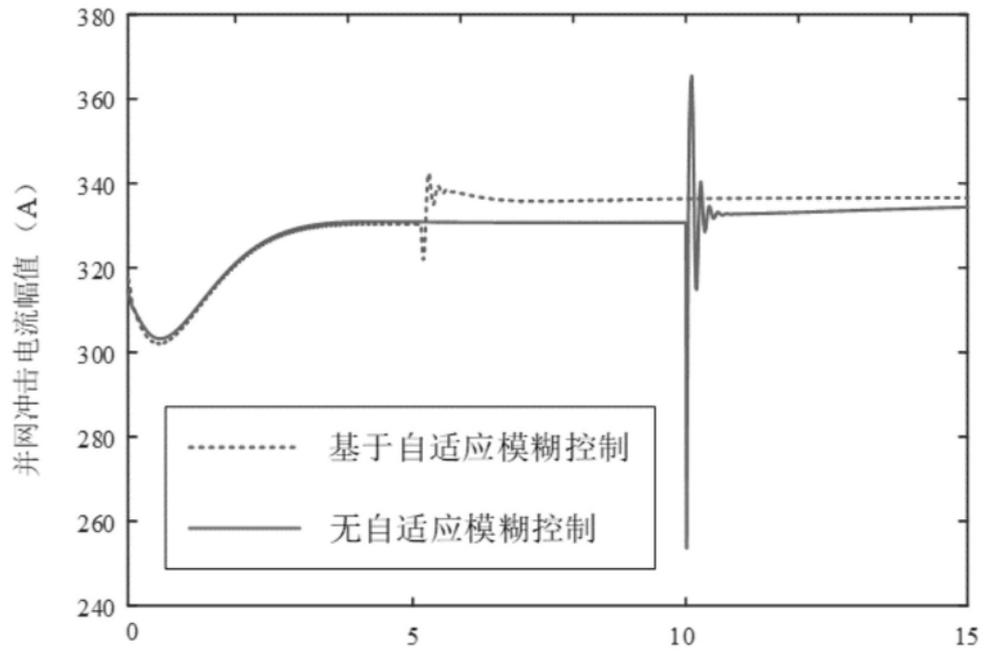


图9

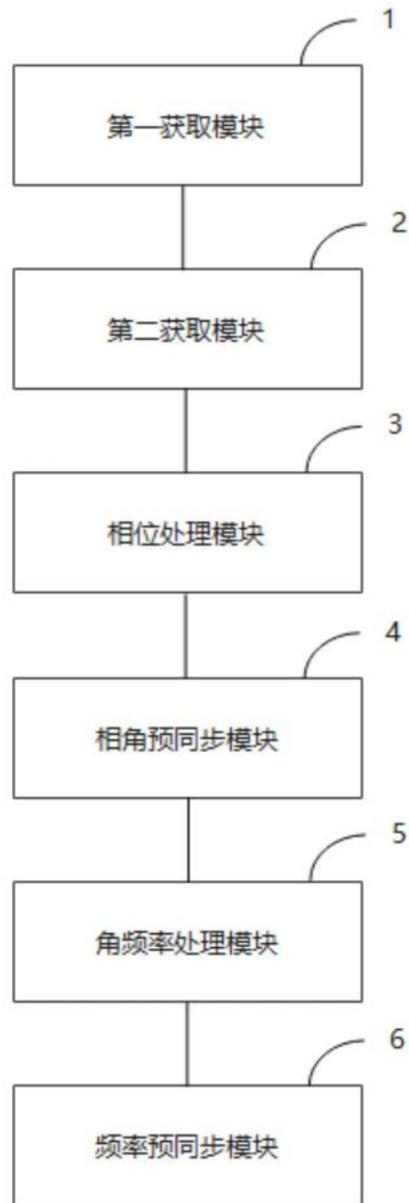


图10