



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107147148 A

(43)申请公布日 2017. 09. 08

(21)申请号 201710479955.3

(22)申请日 2017.06.22

(71)申请人 湖南省德沃普储能有限公司
地址 422800 湖南省邵阳市邵东县大禾塘
兴隆路与人民路交汇处

(72)发明人 魏达 刘平平 刘杰

(74)专利代理机构 天津耀达律师事务所 12223
代理人 侯力

(51) Int. Cl.
H02J 3/38(2006.01)
H02J 3/32(2006.01)
H02J 3/00(2006.01)

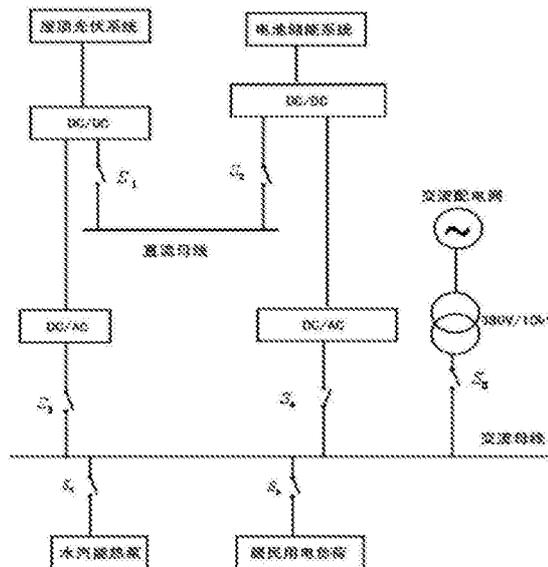
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统及其并网控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统及其并网控制方法。系统包括：光伏系统、光储运行控制模块、电池储能系统、水气能热泵、直流母线、低压侧交流母线、交流配电网；所述的光伏系统与电池储能系统分别通过DC/DC变换后并接直流母线；光伏系统与电池储能系统分别经DC/AC变换后共接低压侧交流母线；水气能热泵和居民用电负荷分别连接在低压侧交流母线上。本发明基于峰谷电价差制定光储及水汽能热泵的运行调度策略，实现家庭节能减排并减少家庭购电成本达到经济性最优的目的。



1. 一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统,其特征在于,包括:光伏系统、光储运行控制模块、电池储能系统、水气能热泵、直流母线、低压侧交流母线、交流配网;所述的光伏系统与电池储能系统分别通过DC/DC变换后并接直流母线;光伏系统与电池储能系统分别经DC/AC变换后共接低压侧交流母线;水气能热泵和居民用电负荷分别连接在低压侧交流母线上。

2. 根据权利要求书1所述的一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统,其特征在于,所述光伏系统与直流母线之间的线路设有开关 S_1 ,所述电池储能系统与直流母线之间的线路设有开关 S_2 ,所述光伏系统与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_3 ,所述电池储能系统与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_4 ,所述水气能热泵与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_5 ,所述居民用电负荷与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_6 ,所述交流配网与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_0 。

3. 根据权利要求书2所述的一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统,其特征在于,所述光储运行控制模块通过通信总线采集电池储能系统SOC及充放电功率值、光伏系统功率数据、水汽能热泵工作状态、居民负荷用电量数据、室内外温度,经该模块运算分析结合峰谷电价差曲线,制定光储运行控制调度策略,实现功率流的最优流动方向,达到居民用电经济性最优的目的。

4. 根据权利要求书1-3任何一项所述的一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统,其特征在于,所述的电池储能系统为全钒液流电池储能系统。

5. 对权利要求3所述系统的并网控制方法,其特征在于,包含以下步骤:

步骤1:系统上电运行;

步骤2:判断开关 S_0 是否闭合,且交流配网是否可对负荷可靠持续供电,是转步骤3,否则转步骤9;

步骤3:判断当前用电时段所处的峰谷平电价时间段,转步骤4;

步骤4:若 $P_{\text{price}}=0$,运行模式3,转步骤5,否则转步骤6;

步骤5:光伏系统自发自用,余电上网,若 $B=0$ 且 $C=0$,转步骤9,否则转步骤5.1;

步骤5.1:若 $B \neq 0$,转步骤5.2,否则转步骤5.3;

步骤5.2:若 $SOC_{\min} < SOC < SOC_{\max}$,置放电标志 $B=2$,转步骤8.1,否则置放电标志 $B=0$,转步骤5.3;

步骤5.3:若 $SOC_{\min} < SOC < 0.5$,置充电标志 $C=2$,转步骤8.2,否则置充电标志 $C=0$,则转步骤9;

步骤6:若 $P_{\text{price}}=1$,运行模式2,转步骤6.1,否则转步骤7;

步骤6.1:若 $SOC > SOC_{\min}$,置放电标志 $B=1$,转步骤6.2,否则转步骤8.3;

步骤6.2:若 $P_{\text{pv}} > 0$,转步骤6.3,否则转步骤6.5;

步骤6.3:若 $P_{\text{pv}} + P_{\text{b}} < P_{\text{gas}}$,转步骤8.1,否则转步骤6.5;

步骤6.4:若 $P_{\text{pv}} > P_{\text{gas}}$,放电标志 $B=2$,转步骤8.1,否则转步骤6.5;

步骤6.5:放电标志 $B=3$,转步骤8.1;

步骤7:若 $P_{\text{price}}=-1$,运行模式1,转步骤7.1,否则转步骤2;

步骤7.1:若 $SOC < SOC_{\max}$,转步骤7.2,否则转步骤9;

步骤7.2:若 $P_{\text{pv}} > 0$,转步骤7.3,否则转步骤7.4;

步骤7.3:若充电标志 $C=3$,转步骤8.3,否则转步骤7.4;

步骤7.4:若充电标志 $C=0$,且 $B \neq 0$,转步骤8.2;

步骤8:并网模式下电池储能系统的充放电运行控制,若 $B \neq 0$,转步骤8.1,否则转步骤9;

步骤8.1:若 $C=0$,且 $B \neq 0$,电池储能系统放电,整个系统用电功率满足公式: $P_{PV}+P_{Grid}=P_b+P_{Gas}+P_{Load}$,转步骤8.2,否则转步骤9;

步骤8.2:断开开关 S_1 、开关 S_2 ,闭合开关 S_0 、开关 S_3 、开关 S_4 、开关 S_5 、开关 S_6 ;转步骤8.3;

步骤8.3:若 $B=0$,且 $C \neq 0$,电池储能系统充电,整个系统用电功率满足公式: $P_{PV}+P_{Grid}=P_b+P_{Gas}+P_{Load}$,转步骤8.4,否则转步骤9;

步骤8.4:断开开关 S_4 ,闭合开关 S_0 、开关 S_3 、开关 S_4 、开关 S_5 、开关 S_6 ;转步骤10;

步骤8.5:闭合所有开关,否则转步骤10;

步骤9:若 $B=0$ 且 $C=0$,电池热备用,否则转步骤2;

步骤10:若 $B \neq 0$ 或 $C \neq 0$,电池储能系统输出功率优化,转步骤10.1;否则转步骤9;

步骤10.1:划定峰谷平电价时间段;

低谷电价时间段:00点至 T_1 点;高峰电价时间I段: T_1 点至 T_2 点;高峰电价时间II段: T_3 点至 T_4 点;平段电价时间I段: T_2 点至 T_3 点;平段电价时间II段: T_4 点至24点; T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 时刻间存在关系: $0 < T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < 24$;若 $B=0$,转步骤10.2;

步骤10.2:若 $C \neq 0$,制定峰谷平电价时间段内的放电优化功率曲线;转步骤2,否则转步骤10.3;

步骤10.3:若 $B \neq 0$,制定峰谷平电价时间段内的充电优化功率,转步骤2,否则转步骤9;

变量定义:
 P_{Price} :峰谷平电价标志;若当前时间段为系统设定的峰段电价时间段,则峰谷平电价标志 $P_{Price}=1$;处于平段电价时间段则 $P_{Price}=0$;处于谷段电价时间段则 $P_{Price}=-1$;

P_{PV} :光伏发电功率;

P_{Gas} :水气能热泵功率;

P_{Load} :居民其它负荷用电功率;

P_{Grid} :交流电网供电功率;

P_b :电池储能系统充/放电功率值;

SOC:当前电池储能系统荷电状态;

SOC_{min}:电池储能系统放电的截止SOC值;

SOC_{max}:电池储能系统充电的截止SOC值;

B:电池储能系统放电标志;B置“0”代表:电池储能系统不放电;B置“1”代表:峰段电价时间段电池储能系统放电;B置“2”代表:平段电价时间段电池储能系统放电;B置“3”代表:谷段电价时间段电池储能系统放电;

C:电池储能系统充电标志;C置“0”代表:电池储能系统不充电;C置“1”代表:峰段电价时间段电池储能系统充电;C置“2”代表:平段电价时间段电池储能系统充电;C置“3”代表:谷段电价时间段电池储能系统充电。

一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统及其并网控制方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及光储源，具体涉及一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统及其并网控制方法。

背景技术：

[0002] 随着化石能源的不断枯竭，煤炭、石油、天然气等非可再生能源的消耗对环境造成了日益严重的危害，当前能源问题成为制约国民经济可持续发展的主要瓶颈。居民光伏系统可以有效地利用建筑物，采用“自发自用余电上网”模式降低居民用电负荷，成为建筑节能领域的重要技术之一，也是太阳能光伏应用的最重要形式。

[0003] 近年来高温空气源热泵技术由于其吸收的能量来自温度不高的水或空气中，热泵技术及其应用得到迅速发展。将热泵技术与太阳能结合，形成互补供热，将有效解决太阳能较少时热水供应不足的问题，目前已有太阳能与空气能热泵互补的家庭热水供给系统的发明专利。而间歇式的光伏资源具有随机性和波动性的特性，降低了供电可靠性，且光伏发电曲线与居民负荷用电不匹配。

发明内容：

[0004] 本发明提供了一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统及其并网控制方法，降低了光伏资源的随机性和波动性。具体技术方案如下：

[0005] 一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统，包括：光伏系统、光储运行控制模块、电池储能系统、水气能热泵、直流母线、低压侧交流母线、交流配网；所述的光伏系统与电池储能系统分别通过DC/DC变换后并接直流母线；光伏系统与电池储能系统分别经DC/AC变换后共接低压侧交流母线；水气能热泵和居民用电负荷分别连接在低压侧交流母线上。

[0006] 作为优选方案，所述光伏系统与直流母线之间的线路设有开关 S_1 ，所述电池储能系统与直流母线之间的线路设有开关 S_2 ，所述光伏系统与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_3 ，所述电池储能系统与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_4 ，所述水气能热泵与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_5 ，所述居民用电负荷与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_6 ，所述交流配网与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_0 。

[0007] 作为进一步优选方案，所述光储运行控制模块通过通信总线采集电池储能系统SOC及充放电功率值、光伏系统功率数据、水汽能热泵工作状态、居民负荷用电量数据、室内外温度，经该模块运算分析结合峰谷电价差曲线，制定光储运行控制调度策略，实现功率流的最优流动方向，达到居民用电经济性最优的目的。对上述系统的并网控制方法，包含以下步骤：

[0008] 步骤1：系统上电运行；

[0009] 步骤2：判断开关 S_0 是否闭合，且交流配网是否可对负荷可靠持续供电，是转步骤

3, 否则转步骤9;

[0010] 步骤3:判断当前用电时段所处的峰谷平电价时间段,转步骤4;

[0011] 步骤4:若 $P_{\text{rice}}=0$,运行模式3,转步骤5,否则转步骤6;

[0012] 步骤5:光伏系统自发自用,余电上网,若 $B=0$ 且 $C=0$,转步骤 9,否则转步骤5.1;

[0013] 步骤5.1:若 $B \neq 0$,转步骤5.2,否则转步骤5.3;

[0014] 步骤5.2:若 $\text{SOC}_{\text{min}} < \text{SOC} < \text{SOC}_{\text{max}}$,置放电标志 $B=2$,转步骤8.1,否则置放电标志 $B=0$,转步骤5.3;

[0015] 步骤5.3:若 $\text{SOC}_{\text{min}} < \text{SOC} < 0.5$,置充电标志 $C=2$,转步骤8.2,否则置充电标志 $C=0$,则转步骤9;

[0016] 步骤6:若 $P_{\text{rice}}=1$,运行模式2,转步骤6.1,否则转步骤7;

[0017] 步骤6.1:若 $\text{SOC} > \text{SOC}_{\text{min}}$,置放电标志 $B=1$,转步骤6.2,否则转步骤8.3;

[0018] 步骤6.2:若 $P_{\text{PV}} > 0$,转步骤6.3,否则转步骤6.5;

[0019] 步骤6.3:若 $P_{\text{PV}} + P_{\text{b}} < P_{\text{Gas}}$,转步骤8.1,否则转步骤6.5;

[0020] 步骤6.4:若 $P_{\text{PV}} > P_{\text{Gas}}$,放电标志 $B=2$,转步骤8.1,否则转步骤 6.5;

[0021] 步骤6.5:放电标志 $B=3$,转步骤8.1;

[0022] 步骤7:若 $P_{\text{rice}}=-1$,运行模式1,转步骤7.1,否则转步骤2;

[0023] 步骤7.1:若 $\text{SOC} < \text{SOC}_{\text{max}}$,转步骤7.2,否则转步骤9;

[0024] 步骤7.2:若 $P_{\text{PV}} > 0$,转步骤7.3,否则转步骤7.4;

[0025] 步骤7.3:若充电标志 $C=3$,转步骤8.3,否则转步骤7.4;

[0026] 步骤7.4:若充电标志 $C=0$,且 $B \neq 0$,转步骤8.2;

[0027] 步骤8:并网模式下电池储能系统的充放电运行控制,若 $B \neq 0$,转步骤8.1,否则转步骤9;

[0028] 步骤8.1:若 $C=0$,且 $B \neq 0$,电池储能系统放电,整个系统用电功率满足公式: $P_{\text{PV}} + P_{\text{Guid}} = P_{\text{b}} + P_{\text{Gas}} + P_{\text{Load}}$,转步骤8.2,否则转步骤9;

[0029] 步骤8.2:断开开关 S_1 、开关 S_2 ,闭合开关 S_0 、开关 S_3 、开关 S_4 、开关 S_5 、开关 S_6 ;转步骤8.3;

[0030] 步骤8.3:若 $B=0$,且 $C \neq 0$,电池储能系统充电,整个系统用电功率满足公式: $P_{\text{PV}} + P_{\text{Guid}} = P_{\text{b}} + P_{\text{Gas}} + P_{\text{Load}}$,转步骤8.4,否则转步骤9;

[0031] 步骤8.4:断开开关 S_4 ,闭合开关 S_0 、开关 S_3 、开关 S_4 、开关 S_5 、开关 S_6 ;转步骤10;

[0032] 步骤8.5:闭合所有开关,否则转步骤10;

[0033] 步骤9:若 $B=0$ 且 $C=0$,电池热备用,否则转步骤2;

[0034] 步骤10:若 $B \neq 0$ 或 $C \neq 0$,电池储能系统输出功率优化,转步骤 10.1;否则转步骤9;

[0035] 步骤10.1:划定峰谷平电价时间段;

[0036] 低谷电价时间段:00点至 T_1 点;高峰电价时间I段: T_1 点至 T_2 点;高峰电价时间II段: T_3 点至 T_4 点;平段电价时间I段: T_2 点至 T_3 点;平段电价时间II段: T_4 点至24点; T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 时刻间存在关系: $0 < T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < 24$;若 $B=0$,转步骤10.2;

[0037] 步骤10.2:若 $C \neq 0$,制定峰谷平电价时间段内的放电优化功率曲线;转步骤2,否则转步骤10.3;

[0038] 步骤10.3:若 $B \neq 0$,制定峰谷平电价时间段内的充电优化功率,转步骤2,否则转步

骤9。

[0039] 变量定义：

[0040] P_{Price} :峰谷平电价标志;若当前时间段为系统设定的峰段电价时间段,则峰谷平电价标志 $P_{\text{Price}}=1$;处于平段电价时间段则 $P_{\text{Price}}=0$;处于谷段电价时间段则 $P_{\text{Price}}=-1$ 。

[0041] P_{PV} :光伏发电功率;

[0042] P_{Gas} :水气能热泵功率;

[0043] P_{Load} :居民其它负荷用电功率;

[0044] P_{Grid} :交流电网供电功率;

[0045] P_{b} :电池储能系统充/放电功率值;

[0046] SOC:当前电池储能系统荷电状态;

[0047] SOC_{min} :电池储能系统放电的截止SOC值;

[0048] SOC_{max} :电池储能系统充电的截止SOC值;

[0049] B:电池储能系统放电标志;B置“0”代表:电池储能系统不放电;B置“1”代表:峰段电价时间段电池储能系统放电;B置“2”代表:平段电价时间段电池储能系统放电;B置“3”代表:谷段电价时间段电池储能系统放电。

[0050] C:电池储能系统充电标志;C置“0”代表:电池储能系统不充电;C置“1”代表:峰段电价时间段电池储能系统充电;C置“2”代表:平段电价时间段电池储能系统充电;C置“3”代表:谷段电价时间段电池储能系统充电。

[0051] 作为更进一步优选方案,所述的电池储能系统为全钒液流电池储能系统。

[0052] 峰谷平电价时间段内的充放电优化功率原则:低谷电价时间段内光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下优先给电池储能系统充电,光伏余电上网,置 $B=0, C=3$,若此时间段内强制电池储能系统放电,则置 $B=2, C=0$;高峰电价时间I段内,光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下,光伏余电上网,电池储能系统放电,置 $B=0, C=1$;若此时间段内强制电池储能系统充电,则置 $B=0, C=1$;在平段电价时间I段内光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下,优先给电池储能系统充电,光伏余电上网,置 $B=0, C=2$,若此时间段内强制电池储能系统放电,则置 $B=2, C=0$;在高峰电价时间II段内光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下,余电上网,电池储能系统放电,置 $B=1, C=0$,若此时间段内强制电池储能系统充电,则置 $B=0, C=1$;在平段电价时间II段内电池储能系统热备用,置 $B=0, C=0$,若此时间段内强制电池储能系统放电,则置 $B=2, C=0$ 。在整个充放电周期内为保证系统安全可靠运行,电池充放电状态 $B=0, C=1$ 或 $B=3, C=0$ 状态为非经济性最优充放电方案,应尽量避免。

[0053] 本发明专利综合考虑居民水汽能热泵用电量、水汽能热泵运行状态、电池储能系统SOC值,并基于峰谷电价差制定光储及水汽能热泵的运行调度策略,实现家庭节能减排并减少家庭购电成本达到经济性最优的目的。

附图说明:

[0054] 图1是实施例系统连接结构示意图;

[0055] 图2光伏功率曲线与分时电价区间示意图;

[0056] 图3为实施例中,当 $C=0, B \neq 0$ 时系统运行能量流示意图;

[0057] 图4为实施例中,当 $C \neq 0, B = 0$ 时系统运行能量流示意图。

具体实施方式:

[0058] 实施例:

[0059] 一种基于峰谷电价差的光储源及水汽能热泵的系统,包括:屋顶光伏系统、光储运行控制模块、电池储能系统、水汽能热泵、直流母线、低压侧交流母线、交流配网;所述的光伏系统与电池储能系统分别通过DC/DC变换后并接直流母线;光伏系统与电池储能系统分别经DC/AC变换后共接低压侧交流母线;水汽能热泵和居民用电负荷分别连接在低压侧交流母线上;

[0060] 所述屋顶光伏系统与直流母线之间的线路设有开关 S_1 ,所述电池储能系统与直流母线之间的线路设有开关 S_2 ,所述光伏系统与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_3 ,所述电池储能系统与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_4 ,所述水汽能热泵与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_5 ,所述居民用电负荷与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_6 ,所述交流配网与低压侧交流母线之间的线路设有开关 S_0 ;

[0061] 所述光储运行控制模块通过通信总线采集电池储能系统SOC及充放电功率值、屋顶光伏系统功率数据、水汽能热泵工作状态、居民负荷用电量数据、室内外温度,经该模块运算分析结合峰谷电价差曲线,制定光储运行控制调度策略,实现功率流的最优流动方向,达到居民用电经济性最优的目的;

[0062] 所述的电池储能系统为全钒液流电池储能系统;

[0063] 对上述系统的并网控制方法,包含以下步骤:

[0064] 步骤1:系统上电运行;

[0065] 步骤2:判断开关 S_0 是否闭合,且交流配网是否可对负荷可靠持续供电,是转步骤3,否则转步骤9;

[0066] 步骤3:判断当前用电时段所处的峰谷平电价时间段,转步骤4;

[0067] 步骤4:若 $P_{\text{rice}} = 0$,运行模式3,转步骤5,否则转步骤6;

[0068] 步骤5:光伏系统自发自用,余电上网,若 $B = 0$ 且 $C = 0$,转步骤9,否则转步骤5.1;

[0069] 步骤5.1:若 $B \neq 0$,转步骤5.2,否则转步骤5.3;

[0070] 步骤5.2:若 $\text{SOC}_{\text{min}} < \text{SOC} < \text{SOC}_{\text{max}}$,置放电标志 $B = 2$,转步骤8.1,否则置放电标志 $B = 0$,转步骤5.3;

[0071] 步骤5.3:若 $\text{SOC}_{\text{min}} < \text{SOC} < 0.5$,置充电标志 $C = 2$,转步骤8.2,否则置充电标志 $C = 0$,则转步骤9;

[0072] 步骤6:若 $P_{\text{rice}} = 1$,运行模式2,转步骤6.1,否则转步骤7;

[0073] 步骤6.1:若 $\text{SOC} > \text{SOC}_{\text{min}}$,置放电标志 $B = 1$,转步骤6.2,否则转步骤8.3;

[0074] 步骤6.2:若 $P_{\text{PV}} > 0$,转步骤6.3,否则转步骤6.5;

[0075] 步骤6.3:若 $P_{\text{PV}} + P_{\text{b}} < P_{\text{Gas}}$,转步骤8.1,否则转步骤6.5;

[0076] 步骤6.4:若 $P_{\text{PV}} > P_{\text{Gas}}$,放电标志 $B = 2$,转步骤8.1,否则转步骤6.5;

[0077] 步骤6.5:放电标志 $B = 3$,转步骤8.1;

[0078] 步骤7:若 $P_{\text{rice}} = -1$,运行模式1,转步骤7.1,否则转步骤2;

[0079] 步骤7.1:若 $\text{SOC} < \text{SOC}_{\text{max}}$,转步骤7.2,否则转步骤9;

- [0080] 步骤7.2:若 $P_{PV} > 0$,转步骤7.3,否则转步骤7.4;
- [0081] 步骤7.3:若充电标志 $C=3$,转步骤8.3,否则转步骤7.4;
- [0082] 步骤7.4:若充电标志 $C=0$,且 $B \neq 0$,转步骤8.2;
- [0083] 步骤8:并网模式下电池储能系统的充放电运行控制,若 $B \neq 0$,转步骤8.1,否则转步骤9;
- [0084] 步骤8.1:若 $C=0$,且 $B \neq 0$,电池储能系统放电,整个系统用电功率满足公式: $P_{PV} + P_{Grid} = P_b + P_{Gas} + P_{Load}$,转步骤8.2,否则转步骤9;
- [0085] 步骤8.2:断开开关 S_1 、开关 S_2 ,闭合开关 S_0 、开关 S_3 、开关 S_4 、开关 S_5 、开关 S_6 ;转步骤8.3;
- [0086] 步骤8.3:若 $B=0$,且 $C \neq 0$,电池储能系统充电,整个系统用电功率满足公式: $P_{PV} + P_{Grid} = P_b + P_{Gas} + P_{Load}$,转步骤8.4,否则转步骤9;
- [0087] 步骤8.4:断开开关 S_4 ,闭合开关 S_0 、开关 S_3 、开关 S_4 、开关 S_5 、开关 S_6 ;转步骤10;
- [0088] 步骤8.5:闭合所有开关,否则转步骤10;
- [0089] 步骤9:若 $B=0$ 且 $C=0$,电池热备用,否则转步骤2;
- [0090] 步骤10:若 $B \neq 0$ 或 $C \neq 0$,电池储能系统输出功率优化,转步骤 10.1;否则转步骤9;
- [0091] 步骤10.1:划定峰谷平电价时间段;
- [0092] 低谷电价时间段:00点至 T_1 点;高峰电价时间I段: T_1 点至 T_2 点;高峰电价时间II段: T_3 点至 T_4 点;平段电价时间I段: T_2 点至 T_3 点;平段电价时间II段: T_4 点至24点; T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 时刻间存在关系: $0 < T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < 24$;若 $B=0$,转步骤10.2;
- [0093] 步骤10.2:若 $C \neq 0$,制定峰谷平电价时间段内的放电优化功率曲线;转步骤2,否则转步骤10.3;
- [0094] 步骤10.3:若 $B \neq 0$,制定峰谷平电价时间段内的充电优化功率,转步骤2,否则转步骤9。
- [0095] 变量定义:
- [0096] P_{Price} :峰谷平电价标志;若当前时间段为系统设定的峰段电价时间段,则峰谷平电价标志 $P_{Price} = 1$;处于平段电价时间段则 $P_{Price} = 0$;处于谷段电价时间段则 $P_{Price} = -1$ 。
- [0097] P_{PV} :光伏发电功率;
- [0098] P_{Gas} :水气能热泵功率;
- [0099] P_{Load} :居民其它负荷用电功率;
- [0100] P_{Grid} :交流电网供电功率;
- [0101] P_b :电池储能系统充/放电功率值;
- [0102] SOC:当前电池储能系统荷电状态;
- [0103] SOC_{min} :电池储能系统放电的截止SOC值;
- [0104] SOC_{max} :电池储能系统充电的截止SOC值;
- [0105] B:电池储能系统放电标志;B置“0”代表:电池储能系统不放电;B置“1”代表:峰段电价时间段电池储能系统放电;B置“2”代表:平段电价时间段电池储能系统放电;B置“3”代表:谷段电价时间段电池储能系统放电。
- [0106] C:电池储能系统充电标志;C置“0”代表:电池储能系统不充电;C置“1”代表:峰段电价时间段电池储能系统充电;C置“2”代表:平段电价时间段电池储能系统充电;C置“3”代

表:谷段电价时间段电池储能系统充电。

[0107] 如图2所示,为光伏标么功率曲线与分时电价区间示意图,峰谷平电价时间段内的充放电优化功率原则:低谷电价时间段内光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下优先给电池储能系统充电,光伏余电上网,置 $B=0, C=3$,若此时间段内强制电池储能系统放电,则置 $B=2, C=0$;高峰电价时间I段内,光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下,光伏余电上网,电池储能系统放电,置 $B=0, C=1$;若此时间段内强制电池储能系统充电,则置 $B=0, C=1$;在平段电价时间I段内光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下,优先给电池储能系统充电,光伏余电上网,置 $B=0, C=2$,若此时间段内强制电池储能系统放电,则置 $B=2, C=0$;在高峰电价时间II段内光伏自发自用在保证水汽能热泵正常工作的前提下,余电上网,电池储能系统放电,置 $B=1, C=0$,若此时间段内强制电池储能系统充电,则置 $B=0, C=1$;在平段电价时间II段内电池储能系统热备用,置 $B=0, C=0$,若此时间段内强制电池储能系统放电,则置 $B=2, C=0$ 。在整个充放电周期内为保证系统安全可靠运行,电池充放电状态 $B=0, C=1$ 或 $B=3, C=0$ 状态为非经济性最优充放电方案,应尽量避免。

[0108] 如图3所示,光伏+储能+气能热泵系统运行能量流示意图;当 $C=0, B \neq 0$ 时,光伏发电系统和电池储能系统发电优先供给水汽能热泵和居民负荷用电需求,若 $P_{PV}+P_b > P_{Gas}+P_{Load}$ 余电并网,否则不足功率由交流电网提供,如能量流所示。

[0109] 如图4所示,光伏+储能+气能热泵系统运行能量流示意图;当 $C \neq 0, B=0$ 时,光伏发电系统和电池储能系统发电优先供给水汽能热泵和居民负荷用电需求,其次给电池储能系统充电,若 $P_{PV} > P_b + P_{Gas} + P_{Load}$,余电并网,否则不足功率由交流电网提供,如能量流所示。

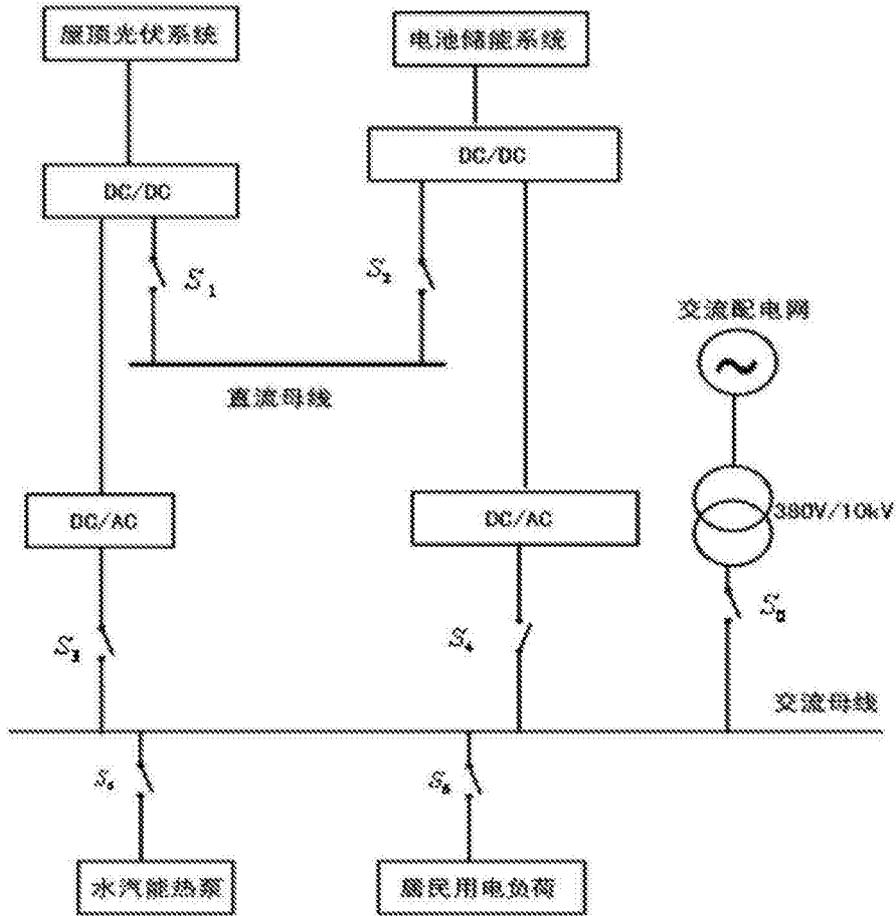


图1

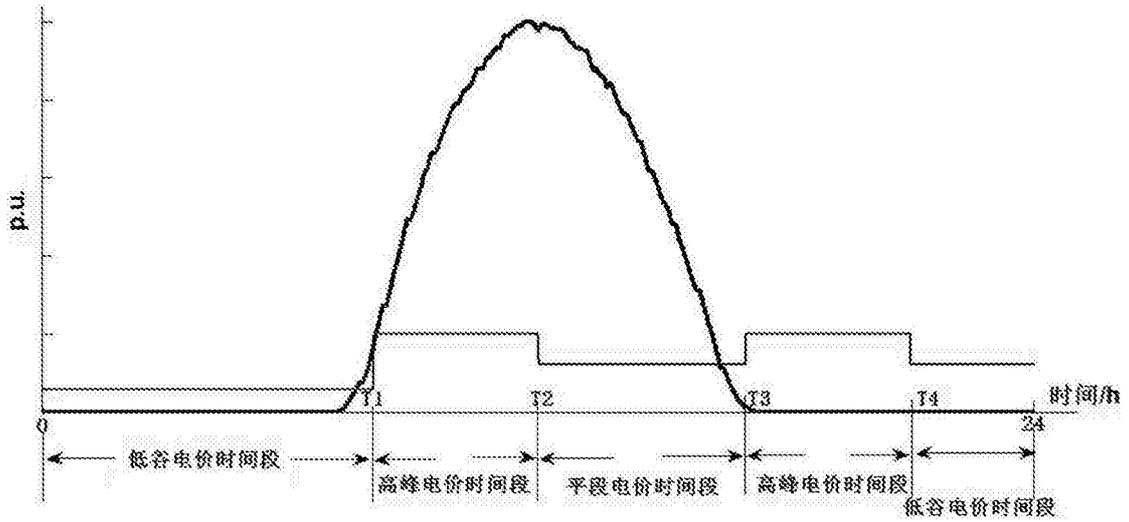


图2

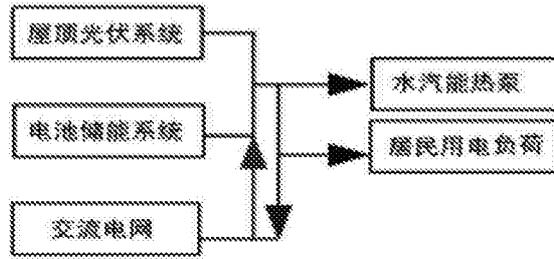


图3

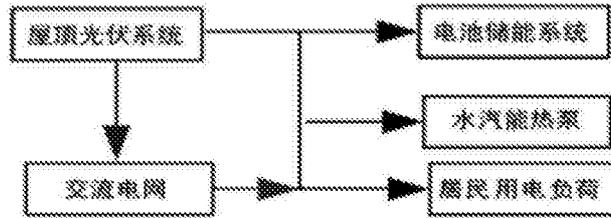


图4