



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103915856 B

(45)授权公告日 2016.07.20

(21)申请号 201410154819.3

CN 102931676 A,2013.02.13,

(22)申请日 2014.04.17

CN 103647453 A,2014.03.19,

(73)专利权人 中南大学

US 2012/0049635 A1,2012.03.01,全文.

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

审查员 王妍

(72)发明人 杨建 阮璇 董密 栗梅 曾丽娟 张鹏飞

(74)专利代理机构 长沙市融智专利事务所 43114

代理人 黄美成

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)

H02J 7/02(2016.01)

(56)对比文件

CN 102931676 A,2013.02.13,

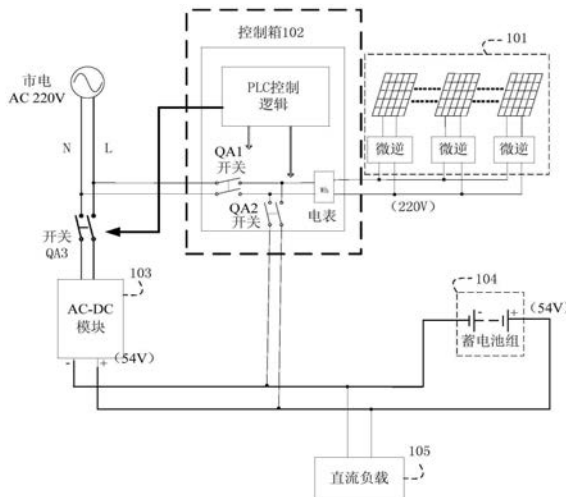
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基站并网-充电光伏微逆变器系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种基站并网-充电光伏微逆变器系统及其控制方法,该系统包括光伏微逆变器模块101、控制箱102、AC-DC模块103、蓄电池组104及直流负载105;该控制方法通过在不需改变原有布线的条件下完成并网和离网充电工作模式的切换,在一定程度上降低了电路的冗余度,增强了系统的可靠性,间接性地提高了系统效率,降低了系统成本;增加的电表可以精确计量发电量。



1. 一种基站并网-充电光伏微逆变器系统的控制方法,其特征在于,采用一种基站并网-充电光伏微逆变器系统,根据用户需求,利用PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA2及QA3的通断,从并网运行模式或充电运行模式中选择工作模式;

并网运行模式下,PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器输出交流电并网,电网通过AC-DC模块给蓄电池组充电,同时为直流负载供电;

充电运行模式下,PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA3断开,开关QA2闭合,微逆变器输出的直流电给直流负载或蓄电池供电;

控制过程包括以下步骤:

步骤1:检测电网电压和蓄电池电压;

步骤2:根据用户需求设定系统的运行模式优先级别,若设定为并网优先,则进入步骤3;否则进入步骤4;

步骤3:依据步骤1获得的电网电压判断电网工作是否正常;

若电网工作正常,则进入并网运行模式,PLC控制逻辑模块控制开关QA1闭合,QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器进行DC-AC变换;若电网工作不正常,则进入步骤4;

步骤4:判断蓄电池电压是否为0,如果蓄电池电压不为0,则进入充电运行模式,PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA3断开,开关QA2闭合,微逆变器进行DC-DC变换,如果蓄电池电压为0,则返回步骤1;

所述一种基站并网-充电光伏微逆变器系统,包括光伏微逆变器模块(101)、控制箱(102)、AC-DC模块(103)、蓄电池组(104)及直流负载(105);

光伏微逆变器模块(101)至少包括2个微逆变器和至少2个光伏电池板,每个微逆变器与一块光伏电池板相连,微逆变器之间并联;

所述控制箱102包括PLC控制逻辑模块和电表,所述电表的输入端与微逆变器的输出端相连,所述电表的输出端经过开关QA1接入220V交流市电;

所述AC-DC模块与所述220V交流市电之间串接有开关QA3,所述AC-DC模块的输出端与所述蓄电池组相连,所述蓄电池组接有直流负载;

所述电表的输出端经过开关QA2与蓄电池组相连;

所述PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA2及QA3的闭合及断开;

所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于并网运行模式时,开关QA1和开关QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器输出交流电并网;AC-DC模块(103)在开关QA1及QA3闭合时启动,用于将市电交流电转换为直流电,为蓄电池组充电,并给直流负载提供恒定直流电;

所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于充电运行模式时,开关QA2闭合,开关QA1和开关QA3断开,微逆变器输出的直流电给直流负载或蓄电池供电。

2. 根据权利要求1所述的基站并网-充电光伏微逆变器系统的控制方法,其特征在于,所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于充电运行模式下时,当微逆变器输出的直流电压在正常范围40.8V-54V时,PLC控制逻辑模块控制开关QA2闭合,当微逆变器输出的直流电压超出正常范围40.8V-54V时,PLC控制逻辑模块控制开关QA2断开,保护直流负载及蓄电池组。

3. 根据权利要求1所述的基站并网-充电光伏微逆变器系统的控制方法,其特征在于,采用孤岛检测判断电网工作是否正常,若电网电压幅值波动在-10%~+5%以内,频率波动

在 $-0.2\text{Hz}\sim+0.2\text{Hz}$ 之间,则孤岛检测结果为电网正常,反之为电网不正常。

一种基站并网-充电光伏微逆变器系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基站并网-充电光伏微逆变器系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着绿色能源可再生能源的大规模开发和利用,太阳能凭借其独特的优点得到了更多的关注。太阳能是当前世界上最清洁、最现实、大规模开发利用最有前景的可再生能源之一。其中太阳能光伏利用受到世界各国的普遍关注,而太阳能光伏并网发电是太阳能光伏利用的主要发展趋势,必将得到快速的发展,但是,当电网故障时,光伏并网发电系统不能继续发电,造成资源浪费,所以,如何才能保证光伏并网发电系统在电网断电的情况下光伏板的能量能够继续加以应用亦成为关注问题。

[0003] 目前,逆变技术的发展随着电力电子技术、微电子技术和现代控制理论的进步不断改进,逆变技术正朝着高频化、高效率、高功率密度、高可靠性、智能化的方向发展。

[0004] 现有技术中,大多数光伏发电模块仅具有并网或充电的单一功能。光伏并网系统又以多块光伏板串并联的集中式为主,能量利用率不高,而光伏充电系统充电过程中也涉及能量的管理。同时受到效率和电路拓扑的限制,使得高效光伏发电模块并网与充电结合不易实现,且目前其他发电领域并网、充电的切换多根据电网状况被动切换。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种基站并网-充电光伏微逆变器系统及其控制方法,其目的在于,微逆变器系统可工作于并网和充电两种运行模式,并基于PLC实现对并网和充电运行的控制。为实现上述技术问题,采用如下方案:

[0006] 一种基站并网-充电光伏微逆变器系统,包括光伏微逆变器模块101、控制箱102、AC-DC模块103、蓄电池组104及直流负载105;

[0007] 光伏微逆变器模块101至少包括2个微逆变器和至少2个光伏电池板,每个微逆变器与一块光伏电池板相连,微逆变器之间并联;

[0008] 所述控制箱102包括PLC控制逻辑模块和电表,所述电表的输入端与微逆变器的输出端相连,所述电表的输出端经过开关QA1接入220V交流市电,

[0009] 所述AC-DC模块与所述220V交流市电之间串接有开关QA3,所述AC-DC模块的输出端与所述蓄电池组相连,所述蓄电池组接有直流负载;

[0010] AC-DC模块103在开关QA1及QA3闭合时启动,用于将系统产生的交流电转换为直流电,为蓄电池组充电,并给直流负载提供恒定直流电,当系统工作于并网模式,由电网通过AC-DC模块给直流负载和蓄电池提供恒定直流电;

[0011] 所述电表的输出端经过开关QA2与蓄电池组相连;

[0012] 所述PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA2及QA3的闭合及断开。

[0013] 所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于并网运行模式时,开关QA1和开关QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器输出交流电并网;AC-DC模块(103)在开关QA1及QA3闭合时

启动,用于将市电交流电转换为直流电,为蓄电池组充电,并给直流负载提供恒定直流电;

[0014] 所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于充电运行模式时,开关QA2闭合,开关QA1和开关QA3断开,微逆变器输出的直流电给直流负载或蓄电池供电。

[0015] 所述微逆变器包括直流侧电容 C_{PV} 201、反激电路202、H桥换向电路203和输出滤波电路204;

[0016] 直流侧电容 C_{PV} 与光伏电池并联,用于稳定光伏电池电压;

[0017] 反激电路202包括第一变压器T1、第二变压器T2、功率MOSFET管 Q_1 、 Q_2 、电力二极管 D_1 和 D_2 及电容 C_1 、 C_2 ;

[0018] 用于实现光伏并网微逆变器的输出电流波形控制和光伏电池最大功率点跟踪;

[0019] 功率MOSFET管 Q_1 和 Q_2 的S极与光伏电池板的负极相连,D极分别与第一变压器和第二变压器的原边的一端相连,第一变压器和第二变压器的原边的另一端与光伏电池板的正极相连;第一变压器和第二变压器的副边一端分别与电力二极管 D_1 和 D_2 的正极相连,电容 C_1 、 C_2 分别并联于电力二极管 D_1 和 D_2 的负极和第一变压器和第二变压器的另一端之间;

[0020] H桥换向电路包括晶闸管 S_{p1} 、 S_{n1} 和MOSFET管 S_{p2} 、 S_{n2} ,晶闸管 S_{p1} 和MOSFET管 S_{p2} 构成正向换流桥臂,晶闸管 S_{n1} 和MOSFET管 S_{n2} 构成负向换流桥臂,H桥换向电路的两个输出端晶闸管 S_{p1} 的负极和MOSFET管 S_{n2} 的D极经输出滤波电路与电网相接;

[0021] 输出滤波电路,包括滤波电容 C_g 和滤波电感 L_g ,滤波电容 C_g 接于晶闸管 S_{p1} 的负极和 S_{n1} 的负极之间, L_g 的一端接 S_{p1} 的负极, L_g 的另一端与 S_{n1} 的负极接入到电网两端;

[0022] 电网 G_{grid} 为市电220V。

[0023] 所述开关QA2为直流接触器开关,所述开关QA1和QA3为交流接触器开关。

[0024] 一种基站并网-充电光伏微逆变器系统的控制方法,采用所述的基站并网-充电光伏微逆变器系统,根据用户需求,利用PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA2及QA3的通断,从并网运行模式或充电运行模式中选择工作模式;

[0025] 并网运行模式下,PLC控制逻辑模块控制开关QA1闭合,QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器输出交流电并网,电网通过AC-DC模块给蓄电池组充电,同时为直流负载供电;

[0026] 充电运行模式下,PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA3断开,开关QA2闭合,微逆变器输出的直流电给直流负载或蓄电池供电。

[0027] 控制过程包括以下步骤:

[0028] 步骤1:检测电网电压和蓄电池电压;

[0029] 步骤2:根据用户需求设定系统的运行模式优先级别,若设定为并网优先,则进入步骤3;否则进入步骤4;

[0030] 步骤3:依据步骤1获得的电网电压判断电网工作是否正常;

[0031] 若电网工作正常,则进入并网运行模式,PLC控制逻辑模块控制开关QA1闭合,QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器进行DC-AC变换;若电网工作不正常,则进入步骤4;

[0032] 步骤4:判断蓄电池电压是否为0,如果蓄电池电压不为0,则进入充电工作模式,PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA3断开,开关QA2闭合,微逆变器进行DC-DC变换,如果蓄电池电压为0,则返回步骤1。

[0033] 所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于充电运行模式下时,当微逆变器输出的直流电压在正常范围40.8V-54V时,PLC控制逻辑模块控制开关QA2闭合,当微逆变器输

出的直流电压超出正常范围40.8V-54V时,PLC控制逻辑模块控制开关QA2断开,保护直流负载及蓄电池组。

[0034] 采用孤岛检测判断电网工作是否正常,若电网电压幅值波动在-10%~+5%以内,频率波动在-0.2Hz~+0.2Hz之间,则孤岛检测结果为电网正常,反之为电网不正常。

[0035] 有益效果

[0036] 本发明提出了一种基站并网-充电光伏微逆变器系统及其控制方法,该系统包括光伏微逆变器模块101、控制箱102、AC-DC模块103、蓄电池组104及直流负载105;该控制方法通过在不需要改变原有布线的条件下完成并网和离网充电工作模式的切换,在一定程度上降低了电路的冗余度,增强了系统的可靠性,间接性地提高了系统效率,降低了系统成本;增加的电表可以精确计量发电量。

[0037] 并网-充电光伏微逆变器系统在原方案的基础上有进一步的改善,该系统采用分布式发电,每块光伏板连接一个微逆变器,提高了能量利用率;微逆变器采用交错反激式结构,不需要改变电路即可工作于并网和充电两种模式,且用户可根据需求主动选择并网优先或充电优先。微逆变器工作在并网模式时,每一块光伏板的输出(20~40V)经微逆变器转换为标准的电网正弦交流电,并联后输送至电网;微逆变器工作在充电模式时,微逆变器输出为负载所需的直流电,其输出端连接蓄电池组和直流负载,给蓄电池组充电,同时给直流负载供电。

附图说明

[0038] 图1是本发明的系统结构图;

[0039] 图2是本发明单个微逆变器结构图;

[0040] 图3是本发明并网和充电运行时微逆变器输入输出端的电压波形图;

[0041] 图4是本发明所述的控制方法流程图;

[0042] 图5是本发明运行状态切换图。

具体实施方式

[0043] 下面将结合附图和实施例对本发明做进一步的说明。

[0044] 如图1所示,本发明的系统结构图,包括光伏微逆变器模块101、控制箱102、AC-DC模块103、蓄电池组104及直流负载105;

[0045] 光伏微逆变器模块101采用分布式结构,至少包括2个微逆变器和至少2个光伏电池板,每个微逆变器与一块光伏电池板相连,微逆变器之间并联;

[0046] 所述控制箱102包括PLC控制逻辑模块和电表,所述电表的输入端与微逆变器的输出端相连,所述电表的输出端经过开关QA1接入220V交流市电,

[0047] 所述AC-DC模块与所述220V交流市电之间串接有开关QA3,所述AC-DC模块的输出端与所述蓄电池组相连,所述蓄电池组接有直流负载;

[0048] AC-DC模块103在开关QA1及QA3闭合时启动,用于将系统产生的交流电转换为直流电,为蓄电池组充电,并给直流负载提供恒定直流电,当系统工作于并网模式,由电网通过AC-DC模块给直流负载和蓄电池提供恒定直流电;

[0049] 所述电表的输出端经过开关QA2与蓄电池组相连;

[0050] 所述PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA2及QA3的闭合及断开。

[0051] 所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于并网运行模式时,开关QA1和开关QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器输出交流电并网;AC-DC模块(103)在开关QA1及QA3闭合时启动,用于将市电交流电转换为直流电,为蓄电池组充电,并给直流负载提供恒定直流电;

[0052] 所述基站并网-充电光伏微逆变器系统工作于充电运行模式时,开关QA2闭合,开关QA1和开关QA3断开,微逆变器输出的直流电给直流负载或蓄电池供电。

[0053] 蓄电池组104储存逆变系统产生的直流电能;

[0054] 直流负载105接收来自逆变系统及蓄电池组提供的直流电。

[0055] 图2是单个基站并网-充电光伏微逆变器拓扑,包括直流侧电容 C_{PV201} 、反激电路202、H桥换向电路203、输出滤波电路204;

[0056] 直流侧电容 C_{PV} 与光伏电池并联,用于稳定光伏电池电压;

[0057] 反激电路包括第一变压器T1和第二变压器T2,功率MOSFET管 Q_1 、 Q_2 ,电力二极管 D_1 和 D_2 及与变压器并联的电容 C_1 和 C_2 用于实现光伏并网微逆变器的输出电流波形控制和光伏电池最大功率点跟踪;

[0058] H桥换向电路包括晶闸管 S_{p1} 、 S_{n1} 和MOSFET管 S_{p2} 、 S_{n2} ,晶闸管 S_{p1} 和MOSFET管 S_{p2} 构成正向换流桥臂,晶闸管 S_{n1} 和MOSFET管 S_{n2} 构成负向换流桥臂,H桥换向电路的两个输出端晶闸管 S_{p1} 的负极和MOSFET管 S_{n2} 的D极经输出滤波电路与电网相接;

[0059] 输出滤波电路,包括滤波电容 C_g 和滤波电感 L_g ,滤波电容 C_g 接于晶闸管 S_{p1} 的负极和 S_{n1} 的负极之间, L_g 的一端接 S_{p1} 的负极, L_g 的另一端与 S_{n1} 的负极接入到电网两端;

[0060] 电网 G_{grid} 为市电220V。

[0061] 图3是本发明并网和充电运行时微逆变器输入输出端的电压波形图,并网运行时,微逆变器进行DC-AC变换,其输入为直流,输出电压为正弦波,且逆变电路正组开关管 S_{p1} 、 S_{p2} 工作时,电压为正;反组开关管 S_{n1} 、 S_{n2} 工作时,电压为负。电网停电时工作于充电运行模式,进行DC-DC变换,输入输出均为恒定值,此时逆变电路只有正组开关管 S_{p1} 、 S_{p2} 工作。

[0062] 图4是本发明所述控制方法的流程图,控制步骤如下:

[0063] 步骤1:检测电网电压和蓄电池电压;

[0064] 步骤2:根据用户需求设定系统的运行模式优先级别,若设定为并网优先,则进入步骤3;否则进入步骤4;

[0065] 步骤3:依据步骤1获得的电网电压判断电网工作是否正常;

[0066] 若电网工作正常,则进入并网运行模式,PLC控制逻辑模块控制开关QA1闭合,QA3闭合,开关QA2断开,微逆变器进行DC-AC变换;若电网工作不正常,则进入步骤4;

[0067] 步骤4:判断蓄电池电压是否为0,如果蓄电池电压不为0,则进入充电工作模式,PLC控制逻辑模块控制开关QA1、QA3断开,开关QA2闭合,微逆变器进行DC-DC变换,如果蓄电池电压为0,则返回步骤1。

[0068] 图5为本发明一个实例的基站并网-充电光伏微逆变器系统的运行状态切换图。如图5所示,并网运行、充电运行及停机三者之间存在互相转换的关系。当条件为并网优先,且电网存在时,由停机状态切换到并网运行状态;当条件为充电优先,且蓄电池存在时,停机状态切换到充电运行状态。当满足条件电网断开或孤岛、蓄电池存在,并网运行状态切换至充电运行状态;反之,当满足条件蓄电池充满、电网存在,充电运行状态切换至并网运行状

态。在电网断开,蓄电池不存在的情况下,并网运行停止;在蓄电池断开或充满,电网不存在的情况下,充电运行停止。

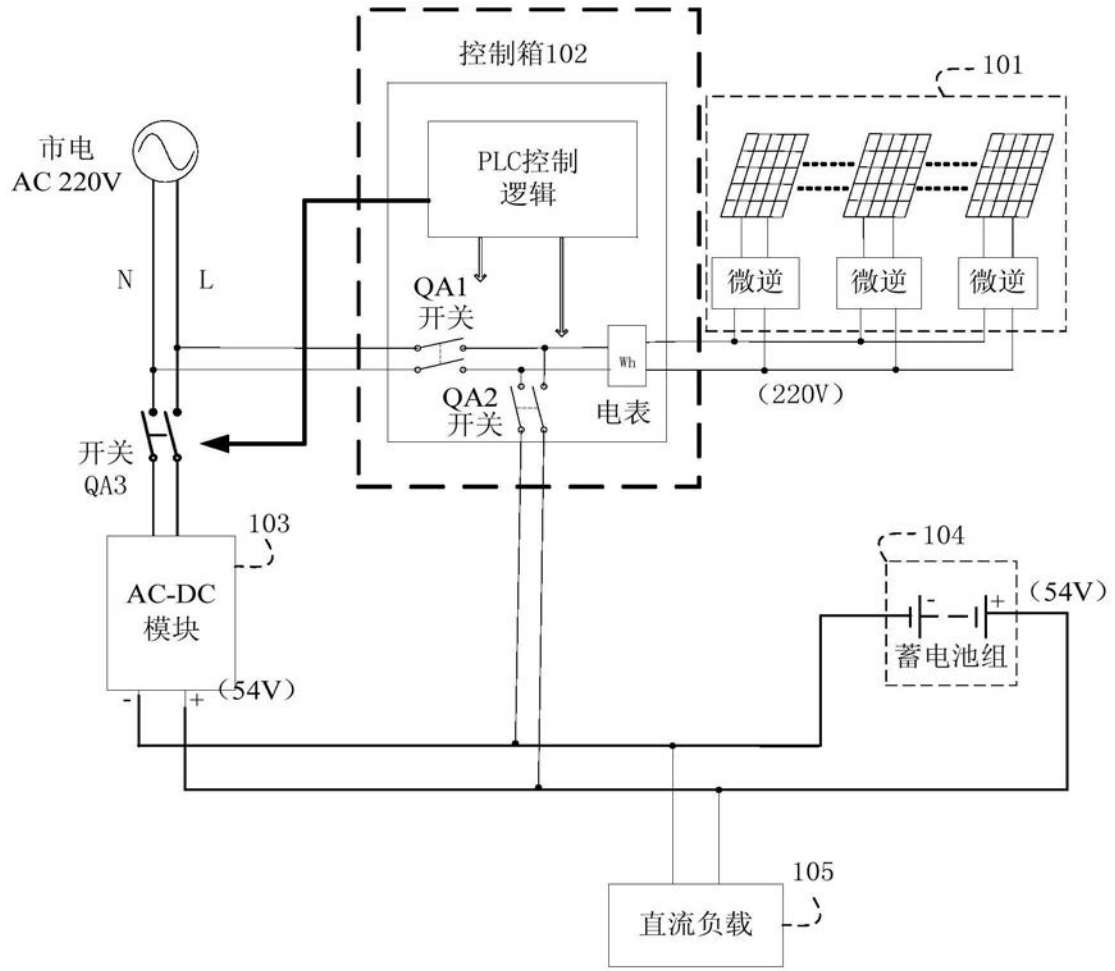


图1

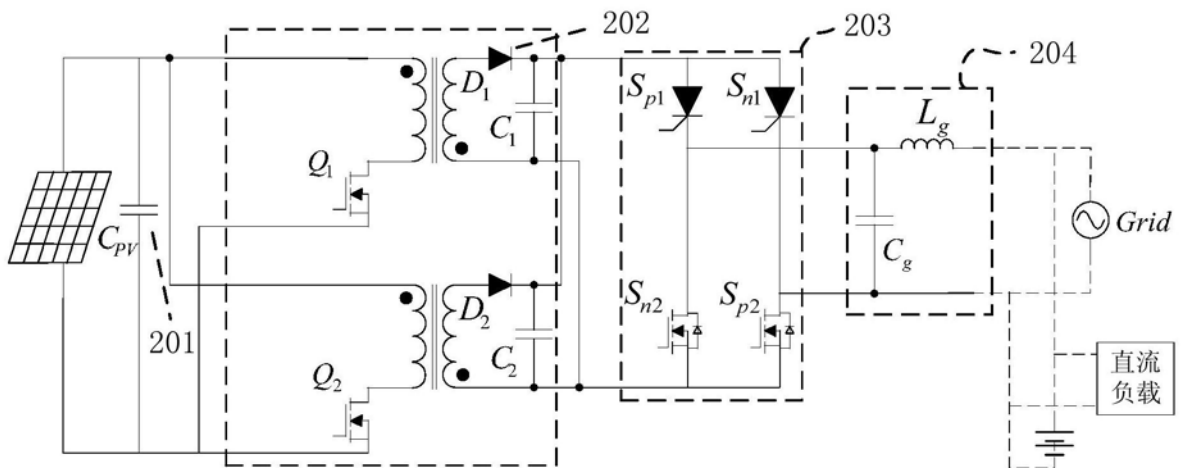


图2

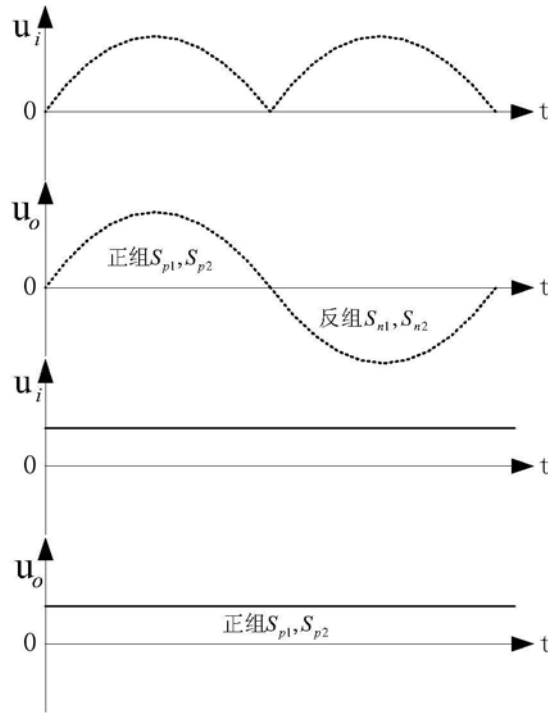


图3

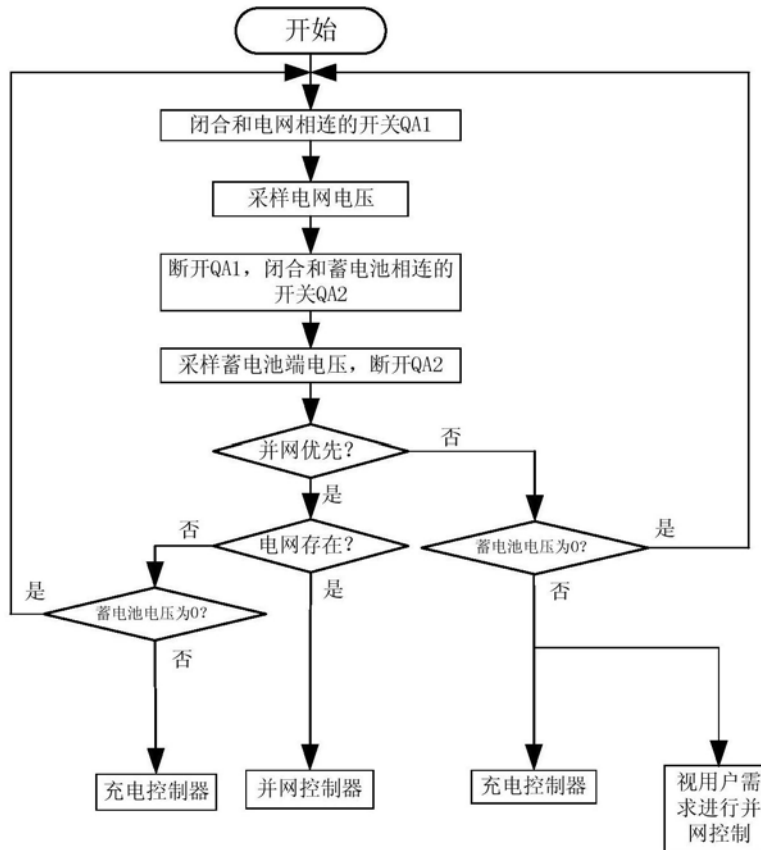


图4

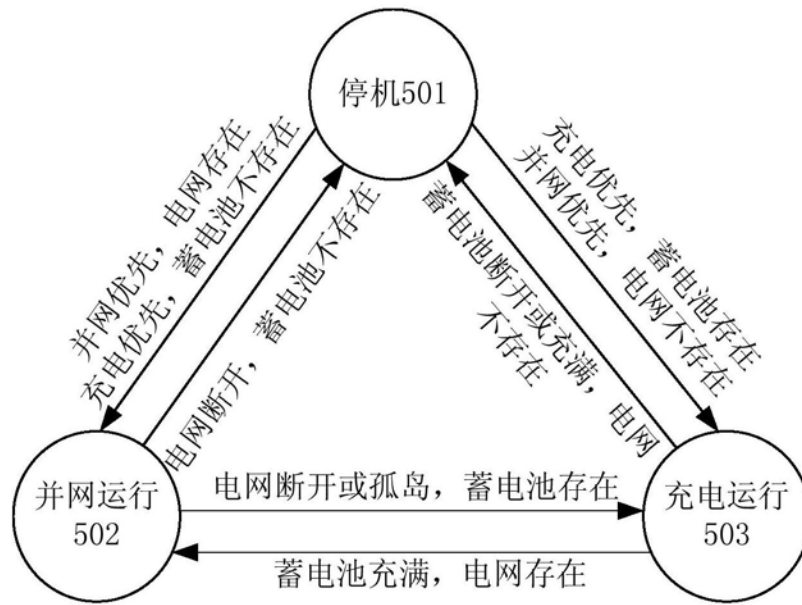


图5