[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820047864.9

[51] Int. Cl.
H02J 7/00 (2006.01)
H02J 7/34 (2006.01)
H02J 7/35 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)
H02J 9/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 201263091Y

[22] 申请日 2008.5.16

[21] 申请号 200820047864.9

[73] 专利权人 广东志成冠军集团有限公司

地址 523710 广东省东莞市塘厦镇田心工业区广东志成冠军集团有限公司

[72] 发明人 周志文

[74] 专利代理机构 厦门市新华专利商标代理有限公司

代理人 彭长久

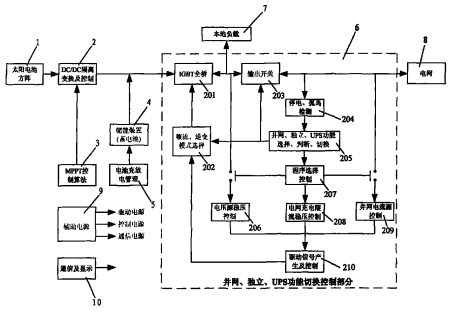
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称

具有并网发电、独立发电及 UPS 功能的光伏发电系统

[57] 摘要

本实用新型一种具有并网发电、独立发电及 UPS 功能的光伏发电系统，主要包括太阳能电池阵列、DC/DC 隔离变换及控制装置、最大功率点控制模块、储能装置、电池充放电控制模块、并网/独立/UPS 功能转换及控制模块、辅助电源和通信及显示装置，其中该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块主要完成并网发电、独立发电、不间断电源三种功能的转换以及自动转换条件的判断；由于采用软件判断及控制手段，在不增加任何硬件成本的情况下，能够实现并网发电、独立发电、UPS 三种功能，而且这三种功能能够自动根据工作环境条件以及电网条件的不同自动工作于某一最佳状态，从而减少了用户对该设备的维护量，使光伏电能发挥得淋漓尽致，为用户的供电提供有力的保障。



1、一种具有并网发电、独立发电及 UPS 功能的光伏发电系统，其特征在于：主要包括太阳能电池阵列、DC/DC 隔离变换及控制装置、最大功率点控制模块、储能装置、电池充放电控制模块、并网/独立/UPS 功能转换及控制模块、辅助电源和通信及显示装置，其中：

该太阳能电池阵列由光伏电池组件通过一定的电气连接方式组成，将太阳光能直接转换成电能，通过最大功率点控制模块来跟踪光伏电池的最大功率点，使光伏电池处于最大功率输出状态，并将太阳能电池阵列产生的直流电压直接输出给 DC/DC 隔离变换及控制装置和辅助电源；

该 DC/DC 隔离变换及控制装置接收太阳能电池阵列产生的直流电压，经过隔离变换成恒定的直流电压输出给并网/独立/UPS 功能转换及控制模块和储能装置；

该储能装置主要用于储存太阳光伏电能，在 UPS 工作模式中用于储存交流电能；

该电池充放电控制模块连接于储能装置，并根据不同的工作状态对该储能装置进行不同的充放电控制；

该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块主要完成并网发电、独立发电、不间断电源三种功能的转换以及自动转换条件的判断；

该辅助电源主要将光伏电能和电网的电能转换成各控制部分所需要的各种低压控制电源；

通信及显示装置用于显示各种工作状态及运行参数，及完成各种数据的通信。

2、根据权利要求 1 所述的一种具有并网发电、独立发电及 UPS 功能的光伏发电系统，其特征在于：该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块，主要包括 IGBT 全桥逆变电路、整流逆变模式选择模块、输出开关、停电孤岛检测模块和并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块；其中并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块通过停电孤岛检测模块完成电网停电状态以及并网状态下的孤岛检测，以判断是否需要进行功能转换；

出现停电情况下，该停电孤岛检测模块输出信号给并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块，该并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块控制断开输出开关并通知整流逆变模式选择模块输出相应的驱动信号，使 IGBT 全桥逆变电路处于独立发电的逆变模式；

若电网未停电，由并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块控制合上输出开关，并检测储能装置是否处于充满状态；

若电网未停电且光伏电能非正常，该并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块检测到储能装置电能是否充足。

具有并网发电、独立发电及UPS功能的光伏发电系统

技术领域

本实用新型涉及一种并网太阳能光伏发电系统，尤其是兼具并网发电、独立发电及UPS功能的光伏发电系统。

背景技术

光伏并网发电技术是最近几年兴起来的新技术，与传统煤电、油电相比具有环保、无能源消耗、可重复利用等诸多优点，是今后实现能源战略的发展的重点。在国外已经有很多国家实行屋顶光伏计划。由于屋顶光伏发电不受地域限制、不占用耕地面积，而且可以在城市中使用与大电网实现并网，因此具有非常广阔的市场前景。随着光伏发电成本的逐渐降低，屋顶光伏发电必将成为光伏发电的主流。实现成本较低是今后光伏发电系统的发展方向。

目前市面上出现得比较多的是并网光伏发电系统，或者是只具有独立发电的光伏发电系统，前者当电网停电时，就不能与电网并网，发电受电网限制较大；后者是当长期出现阴雨天时，就不能及时输出电能，严重情况下还有可能损坏储能装置中的蓄电池。

实用新型内容

本实用新型的目的是提供一种具有并网发电、独立发电及UPS功能的光伏发电系统，尤其是在屋顶光伏发电中使用的家用光伏发电系

统，首先可以利用太阳能并网发电，卖电给电网实现营利；当电网出现故障或停电时可以实现独立模式的发电，以满足家庭用电需要；最后，可以实现家庭负载的不间断供电，从而提高家庭供电的质量。

一种具有并网发电、独立发电及 UPS 功能的光伏发电系统，主要包括太阳能电池阵列、DC/DC 隔离变换及控制装置、最大功率点控制模块、储能装置、电池充放电控制模块、并网/独立/UPS 功能转换及控制模块、辅助电源和通信及显示装置，其中：

该太阳能电池阵列由光伏电池组件通过一定的电气连接方式组成，将太阳光能直接转换成电能，通过最大功率点控制模块来跟踪光伏电池的最大功率点，使光伏电池处于最大功率输出状态，并将太阳能电池阵列产生的直流电压直接输出给 DC/DC 隔离变换及控制装置和辅助电源；

该 DC/DC 隔离变换及控制装置接收太阳能电池阵列产生的直流电压，经过隔离变换成恒定的直流电压输出给并网/独立/UPS 功能转换及控制模块和储能装置；

该储能装置主要用于储存太阳光伏电能，在 UPS 工作模式中用于储存交流电能；

该电池充放电控制模块连接于储能装置，并根据不同的工作状态对该储能装置进行不同的充放电控制；

该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块主要完成并网发电、独立发电、不间断电源三种功能的转换以及自动转换条件的判断；

该辅助电源主要将光伏电能和电网的电能转换成各控制部分所需要的各种低压控制电源；

通信及显示装置用于显示各种工作状态及运行参数，及完成各种

数据的通信。

所述的并网/独立/UPS 功能转换及控制模块，主要包括 IGBT 全桥逆变电路、整流逆变模式选择模块、输出开关、停电孤岛检测模块和并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块；其中并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块通过停电孤岛检测模块完成电网停电状态以及并网状态下的孤岛检测，以判断是否需要进行功能转换；

出现停电情况下，该停电孤岛检测模块输出信号给并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块，该并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块控制断开输出开关并通知整流逆变模式选择模块输出相应的驱动信号，使 IGBT 全桥逆变电路处于独立发电的逆变模式，以光伏电能为本地负载供电；

若电网未停电，则在光伏电能正常的情形下进入并网发电工作模式，由并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块控制合上输出开关，并检测储能装置是否处于充满状态，若是则通过整流逆变模式选择模块输出驱动信号，使 IGBT 全桥逆变电路处于电流源模式，将太阳光伏电能输入电网，否则通过整流逆变模式选择模块输出驱动信号，使 IGBT 全桥逆变电路处于充电模式，先满足储能装置充电需求；

若电网未停电且光伏电能非正常，该并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块检测到储能装置电能不足时，通过整流逆变模式选择模块输出驱动信号，使 IGBT 全桥逆变电路处于高频整流模式，从电网吸收电能为储能装置提供充电电能；若储能装置处于充足状态，则进入 UPS 工作模式中，通过停电孤岛检测模块时刻检测电网是否停电，以便并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块能控制整流逆变模式选择模块输出驱动信号，使 IGBT 全桥逆变电路处于电压源模式，为本地负

载提供电能。

所述的出现停电情况下，若该光伏电能大于本地负载的功率，则光伏电能为储能装置充电同时为本地负载供电，否则，光伏电能与储能装置同时为本地负载供电。

采用本实用新型的技术方案后，可以在不增加系统成本的情况下实现并网发电、独立发电和 UPS 不间断电源三种功能，实现一机多用。而这三种功能可以自动转换、自动配合、自动选择和智能检测，能够最大限度的使用太阳能发电，最大限度的保证居民的供电质量。本实用新型能很好地解决晚间无太阳能的供电、电网停电时的供电、长期阴雨天时的供电等一系列供电问题，将会成为光伏发电的主流产品。

附图说明

图 1 为本实用新型中各部件组成的连接关系图；

图 2 为本实用新型并网/独立/UPS 功能转换及控制模块中 IGBT 全桥逆变电路连接图；

图 3 为本实用新型 IGBT 全桥逆变电路工作于电压、电流源模式的电路组成图；

图 4 为本实用新型 IGBT 全桥逆变电路工作于整流（充电）模式的电路组成图；

图 5 为本实用新型掉电瞬时检测执行流程图及图解分析；

图 6 为本实用新型并网、独立、UPS 工作模式判断选择流程图。

具体实施方式

如图 1 所示，本实用新型一种具有并网发电、独立发电及 UPS 功

能的光伏发电系统，主要包括太阳能电池阵列 1、DC/DC 隔离变换及控制装置 2、最大功率点（MPPT）控制模块 3、储能装置（蓄电池）4、电池充放电控制模块 5、并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 6、辅助电源 9 和通信及显示装置 10 组成。其中：

太阳能电池阵列 1：由光伏电池组件通过一定的电气连接方式组成，将太阳光能直接转换成电能，并将太阳能电池阵列 1 产生的直流电压直接输出给 DC/DC 隔离变换及控制装置 2 和辅助电源 9；

DC/DC 隔离变换及控制装置 2：接收太阳能电池阵列 1 产生的直流电压，经过隔离变换成恒定的直流电压输出给并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 6 和储能装置（蓄电池）4；

最大功率点控制模块 3：由于光照的强度及太阳能电池的特性不同，光伏电池的最大功率点会有所不同，该部分采用扰动观测法来跟踪光伏电池的最大功率点，使光伏电池处于最大功率输出状态；

储能装置（蓄电池）4：主要用于储存太阳光伏电能，在 UPS 工作模式中用于储存交流电能；

电池充放电控制模块 5：连接于储能装置 4，根据本实用新型不同的工作状态对该储能装置 4 进行不同的充放电控制。

并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 5：为本实用新型的核心部分，该部分主要完成并网发电、独立发电、不间断电源三种功能的转换以及自动转换条件的判断：

当电网有电、在有太阳白天：此状态下并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 5 检测储能装置 4 是否处于充满状态，若是则直将太阳光伏电能最大程度地输入电网 8，达到并网发电的目的，否则先满足储能装置 4 充电需求；

当电网有电、“有太阳晚上”：此时由于当天白天是晴天，因此储能装置 4 肯定是处于充足状态，因此本实用新型处于 UPS 模式中，当电网 8 突然停电时，该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 5 能在 10mS 以内启动电压源模式，为本地负载 7 提供电能；

当电网无电、有太阳白天：此时由于电网 8 停电或没有电网 8 存在，此时的光伏电能在满足本地负载 7 供电需求的情况下，最大限度地为储能装置 4 提供充电电能，直至储能装置 4 充满为止。

当电网无电、“有太阳晚上”：由于当天白天是晴天，因此储能装置 4 肯定是处于充足状态，此时由储能装置 4 为本地负载 7 提供电能。

当电网有电、长期阴雨天：这时由于长期处于阴雨天，因此储能装置 4 得不到充电电能，该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 5 检测到储能装置 4 电能不足时，立即启动高频整流电路，从电网 8 吸收电能为储能装置 4 提供充电电能，防止储能装置 4 长期处于欠充状态而损坏；

当电网时有时无、长期阴雨天：此时本实用新型处于 UPS 模式中，当电网 8 有电时为储能装置 4 充电，当电网停电时，该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 5 能在 10mS 以内启动电压源模式，为本地负载 7 提供电能，从而保障本地负载 7 不受停电影响。

辅助电源 9：主要将光伏电能和电网 8 的电能转换成各控制部分所需要的各种低压控制电源（包括驱动电源\控制电源\通信电源）。

通信及显示装置 10：用于显示本实用新型的工作状态及运行参数，及各种数据的通信。

如图 1 所示，虚线框内为该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 5 的控制框图，其包括 IGBT 全桥逆变电路 201，整流逆变模式选择模

块 202、输出开关 203、停电孤岛检测模块 204、并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块 205、电压源稳压控制模块 206、程序选择控制模块 207、电网充电限流稳压控制模块 208、并网电流源控制模块 209 和驱动信号产生及控制模块 210。

其中 IGBT 全桥逆变电路 201 如图 2 所示。

在本实用新型中，最大功率点控制模块 3 跟踪太阳能电池阵列 1 的最大功率点，使太阳能电池阵列 1 处于最大功率输出状态；该太阳能电池阵列 1 输出光伏电能给 DC/DC 隔离变换及控制装置 2，经过隔离变换成恒定的直流电压输出给并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 6 和储能装置（蓄电池）4；该并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 6 中的整流逆变模式选择模块 202 判断当前是否为电压或电流源模式，若是，则控制 IGBT 全桥逆变电路 201 按逆变全桥单极倍频工作方式工作（电路组成见图 3）；若否，则将 Q1Q3 的驱动信号变为恒低且 Q2=Q4，这样就可以将 IGBT 全桥电路 201 变成高频整流充电电路，如图 4 所示。

该输出开关 203 为本实用新型输出电能给电网 8 的开关，本实用新型使用继电器来完成开关功能，该继电器受并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块 205 的输出状态控制，由于继电器的关断不受正弦过零的影响，因此可以获得较快的转换速度。

该停电孤岛检测模块 204 主要完成电网 8 停电状态以及并网状态下的孤岛检测功能，输出信号给并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块 205，以判断是否需要进行功能转换。停电检测功能在本实用新型中采用了瞬时比较的检测方式来进行判断电网停电，因此可以实现很快的检测速度，具体检测方法如图 5 所示，出现停电情况下，该停电

孤岛检测模块204输出信号给并网/独立/UPS功能选择判断切换模块205，由其控制断开输出开关203并通知整流逆变模式选择模块202输出相应的驱动信号，使IGBT全桥逆变电路201处于独立发电的逆变模式。

并网/独立/UPS功能选择判断切换模块205可通过判断，进行并网/独立/UPS三种工作模式之间的自动切换，其执行流程如图6所示：

首先，并网/独立/UPS功能选择判断切换模块205通过停电孤岛检测模块204输出的信号判断电网8是否停电？是否产生孤岛效应？若电网8已停电，则再判断储能装置4是否正常，若是，则直接进入独立发电的工作模式并关断输出开关203；若储能装置4处于非正常状态，则检查光伏电能是否正常，若不正常则关机，否则进入独立发电的工作模式并关断输出开关203；若光伏电能非正常，则进行独立发电工作模式的储能装置4放电；若光伏电能正常，则在该光伏电能大于本地负载7功率的情形下，光伏电能为储能装置4充电同时为本地负载7供电，否则，光伏电能与储能装置4同时为本地负载7供电；

若电网8未停电，则在光伏电能正常的情形下进入并网发电工作模式并合上输出开关203，并网/独立/UPS功能转换及控制模块5检测储能装置4是否处于充满状态，若是则直接将太阳光伏电能最大程度地输入电网8，达到并网发电的目的，否则先满足储能装置4充电需求。

若电网8未停电且光伏电能非正常，该并网/独立/UPS功能转换及控制模块5检测到储能装置4电能不足时，立即启动高频整流电路，从电网8吸收电能为储能装置4提供充电电能，防止储能装置4长期处于欠充状态而损坏；若储能装置4处于充足状态，则进入UPS工作

模式中，时刻检测电网 8 是否停电，以便并网/独立/UPS 功能转换及控制模块 5 能在 10mS 以内启动电压源模式，为本地负载 7 提供电能。

该程序选择控制模块 207 根据并网/独立/UPS 功能选择判断切换模块 205 选择的工作模式，选择相应的电压源稳压控制模块 206、电网充电限流稳压控制模块 208 或并网电流源控制模块 209。

该电压源稳压控制模块 206 是在独立发电工作模式下进行稳压控制。

该电网充电限流稳压控制模块 208 是在 UPS 工作模式下，完成电网对储能装置 4 的充电管理及功能。

该并网电流源控制模块 209 对并网工作模式下进行电流源控制。

该驱动信号产生及控制模块 210 主要产生逆变、整流状态下的驱动信号。

本实用新型采用软件判断及控制手段，在不增加任何硬件成本的情况下，能够实现并网发电、独立发电、不间断电源（UPS）三种功能，而且这三种功能能够自动根据工作环境条件以及电网条件的不同自动工作于某一最佳状态，从而减少了用户对该设备的维护量。同时起到三种功能的作用，使光伏电能发挥得淋漓尽致，为用户的供电提供有力的保障。

本实用新型与传统单一的并网发电、独立发电及 UPS 不间断电源相比，具有更多的使用灵活性，为今后光伏行业的发展提供了更为广阔的使用空间。如下表所示为常规的光伏逆变器与本实用新型相比较，可明显看出本实用新型结合了三种功能优点，在各种条件下均能发挥最大作用。

使用环境条件	常规逆变器			本实用新型
	并网发电逆变器	独立发电逆变器	UPS 不间断电源	
电网有电、有太阳白天	●	○	○	●
电网有电、“有太阳晚上”	○	○	○	●
电网无电、有太阳白天	○	●	○	●
电网无电、“有太阳晚上”	○	●	○	●
电网有电、长期阴雨天	○	○	●	●
电网时有时无、长期阴雨天	○	○	●	●

说明：

1．含实心黑圈的项表示能够在此条件下工作，含空心黑圈的项表示不能在此条件下工作；

2．“有太阳晚上”是指当天晚对应的当天白天是晴天；

3．长期阴雨天是指，处于阴雨天的时间大于 7 天；

4．电网无电，也指没有电网的区域；

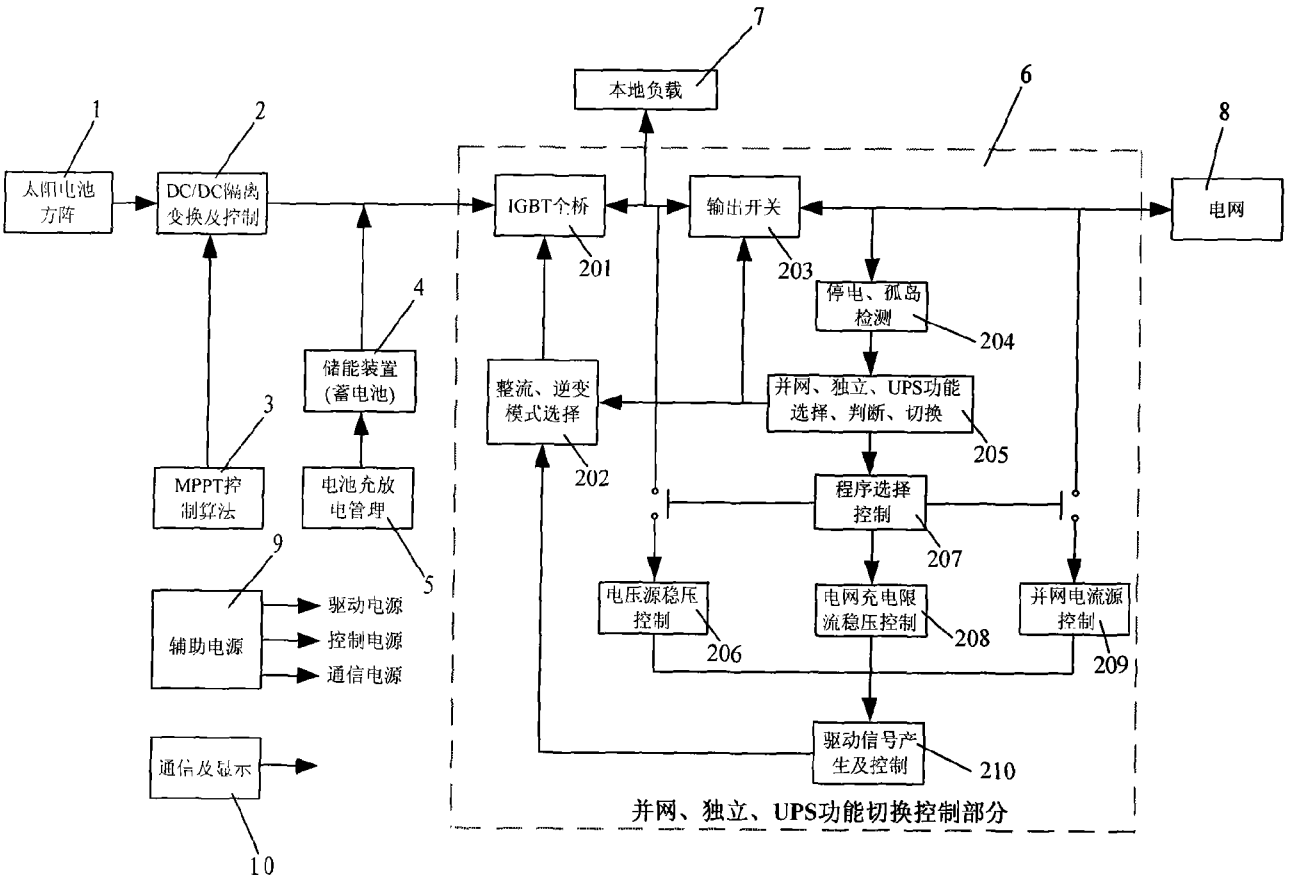

本地负载
7
6
1
2
8
太阳电池方阵
DC/DC隔离变换及控制
IGBT个桥
201
输出开关
203
电网
停电、孤岛检测
204
4
储能装置(蓄电池)
整流、逆变模式选择
202
并网、独立、UPS功能选择、判断、切换
205
3
MPPT控制算法
电池充放电管理
5
程序选择控制
207
9
辅助电源
驱动电源
控制电源
通信电源
电压源稳压控制
206
电网充电限流稳压控制
208
并网电流源控制
209
驱动信号产生及控制
210
通信及显示
10
并网、独立、UPS功能切换控制部分

图 1

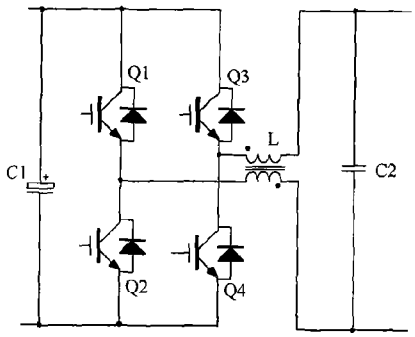

Q1
Q3
L
C1
C2
Q2
Q4

图 2

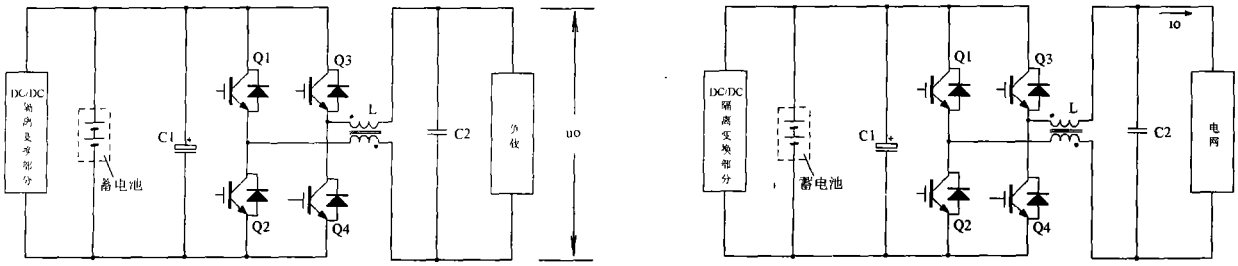

DC/DC
隔离变换部分
蓄电池
C1
Q1
Q3
Q2
Q4
L
C2
负载
uo
电压源模式（独立）
DC/DC
隔离变换部分
蓄电池
C1
Q1
Q3
Q2
Q4
L
C2
io
电网
电流源模式（并网）

图 3

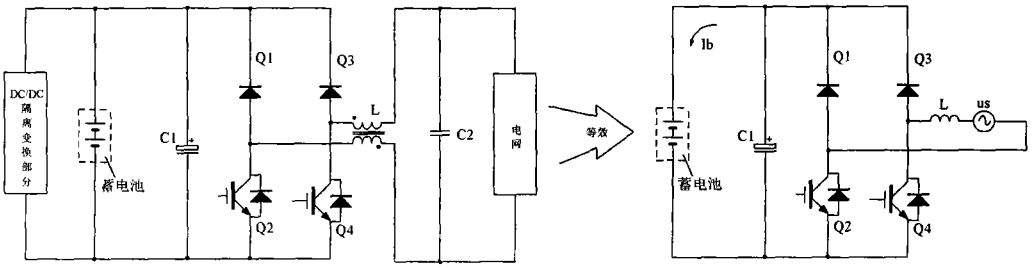

DC/DC
隔离变换部分
蓄电池
C1
Q1
Q3
Q2
Q4
L
C2
电网
等效
Ib
us

图 4

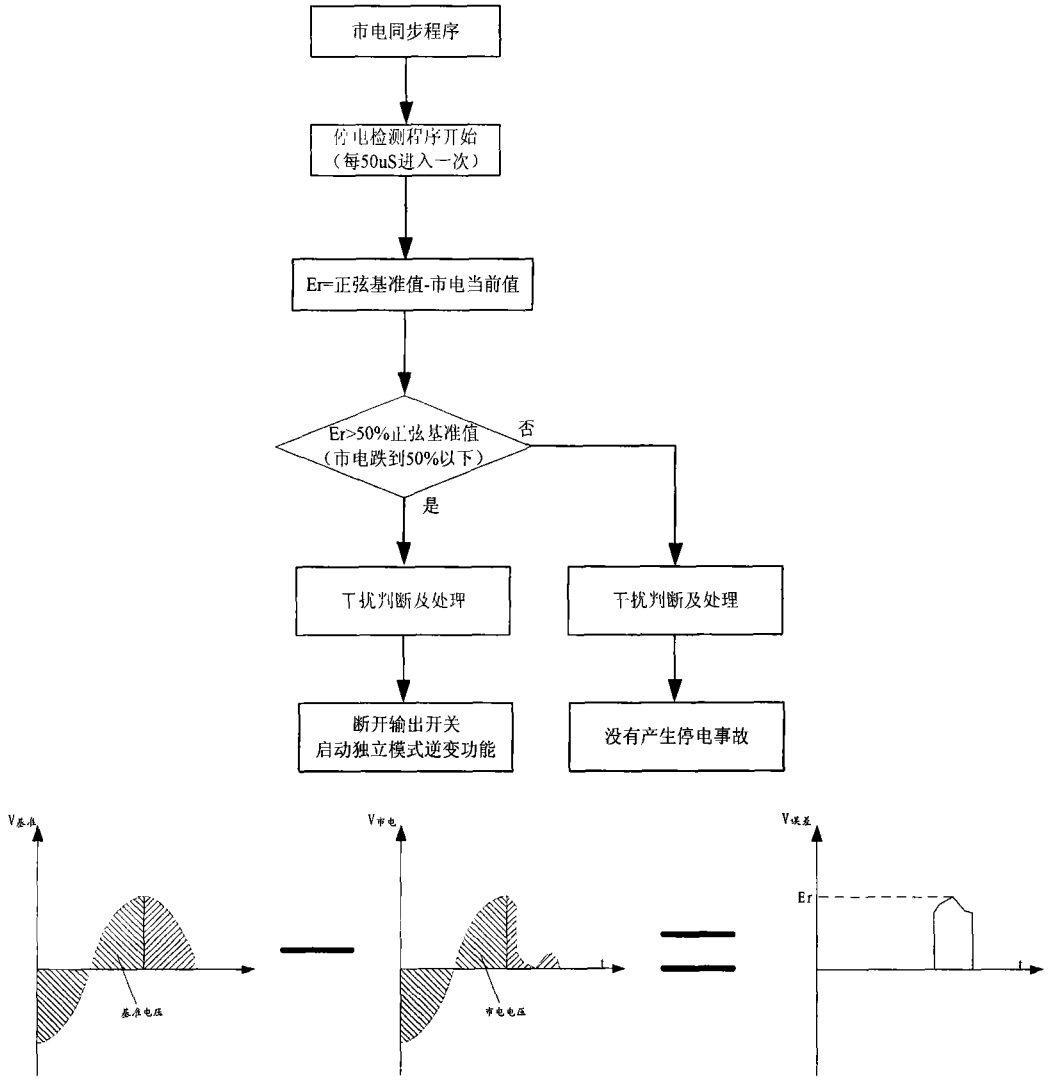

市电同步程序
停电检测程序开始
（每50uS进入一次）
Er=正弦基准值-市电当前值
Er>50%正弦基准值
（市电跌到50%以下）
否
是
干扰判断及处理
干扰判断及处理
断开输出开关
启动独立模式逆变功能
没有产生停电事故
V基准
基准电压
V市电
市电电压
V误差
Er
t
t

图 5

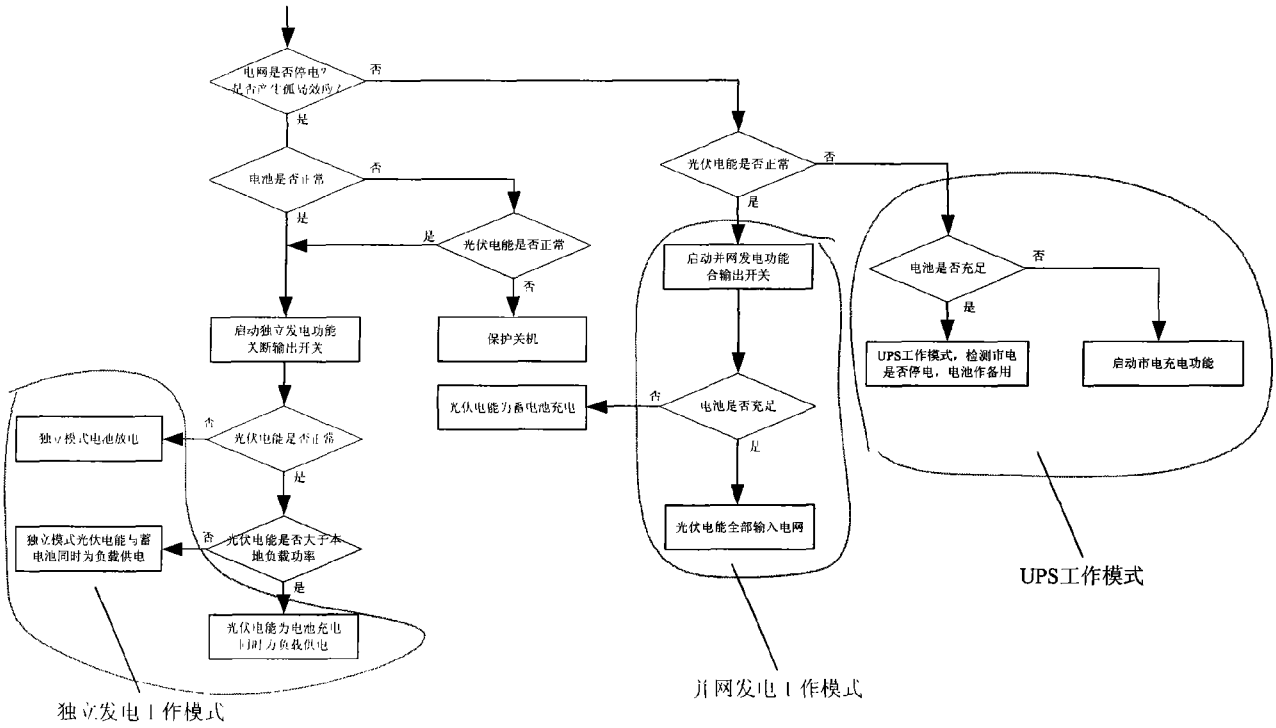

电网是否停电?
是否产生孤岛效应?
否
是
电池是否正常
否
是
光伏电能是否正常
是
否
启动独立发电功能
关断输出开关
保护关机
光伏电能是否正常
否
是
独立模式电池放电
光伏电能是否大于本地负载功率
否
是
独立模式光伏电能与蓄电池同时为负载供电
光伏电能为电池充电同时为负载供电
独立发电工作模式
光伏电能是否正常
否
是
启动并网发电功能
合输出开关
电池是否充足
否
是
光伏电能为蓄电池充电
光伏电能全部输入电网
并网发电工作模式
电池是否充足
否
是
UPS工作模式，检测市电是否停电，电池作备用
启动市电充电功能
UPS工作模式

图 6