

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202261081 U

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 201120155561. 0

(22) 申请日 2011. 05. 16

(73) 专利权人 武汉纺织大学

地址 430073 湖北省武汉市洪山区纺织路 1 号

(72) 发明人 薛勇 吴玉蓉 石焱峰 肖雷  
唐俊峰

(51) Int. Cl.

H02N 6/00 (2006. 01)

H02J 7/35 (2006. 01)

H02J 3/38 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

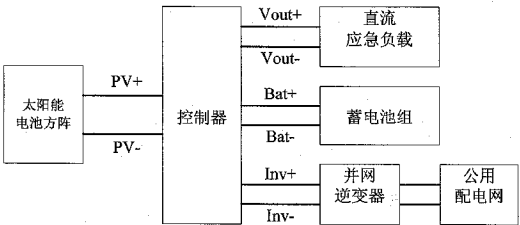
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

太阳能光伏并网离网混合发电系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种太阳能光伏并网离网混合发电系统,包括:控制器、太阳能电池方阵、蓄电池组、直流应急负载、并网逆变器等,其特征在于控制器,包括:运行模式控制单元 (201)、最大功率点跟踪器、中压直流母线 (202)、直流降压变换器、低压直流母线 (203)、充放电控制器、应急输出切换继电器 J1 等,太阳能电池方阵输出的直流电能,大部分通过并网逆变器转换为交流电能送入公用配电网;小部分通过直流降压变换器和低压直流母线 (203) 提供给直流应急负载和蓄电池组。当低压直流母线 (203) 电压在正常范围之外时,蓄电池组将能量提供给直流应急负载。并网离网混合发电系统提高了系统效率和年发电时间,具有良好的应用前景。



1. 一种太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征在于:包括:控制器、太阳能电池方阵、蓄电池组、直流应急负载、并网逆变器、公用配电网,太阳能电池方阵的输出端接控制器的输入端,所述控制器有三路输出,其第一路输出接直流应急负载;其第二路输出接蓄电池组;其第三路输出通过并网逆变器接公用配电网,太阳能光伏并网离网混合发电系统的特征在于控制器,包括:运行模式控制单元(201)、防电流倒灌二极管 D3、最大功率点跟踪器、中压直流母线(202)、直流降压变换器、低压直流母线(203)、充放电控制器、应急输出切换继电器 J1,控制器的输入端通过防电流倒灌二极管 D3 接最大功率点跟踪器的输入端,所述最大功率点跟踪器的输出端接中压直流母线(202),所述中压直流母线(202)接控制器的第三路输出;所述中压直流母线(202)还通过直流降压变换器接低压直流母线(203),所述低压直流母线(203)通过应急输出切换继电器 J1 的常开触点接控制器的第一路输出,所述低压直流母线(203)还接充放电控制器的输入,所述充放电控制器有二路输出,其第一路输出通过应急输出切换继电器 J1 的常闭触点接控制器的第一路输出,其第二路输出接控制器的第二路输出。

2. 如权利要求 1 所述的太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征还在于运行模式控制单元(201),包括:太阳能电池方阵电压采样电路、低压直流母线电压采样电路以及微控制器 MCU。

3. 如权利要求 1 所述的太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征还在于运行模式控制单元(201),当低压直流母线电压  $V_{dc\_min} < V_{dc} < V_{dc\_max}$  时,控制单元(201)的 S1 端输出高电平,应急输出切换继电器 J1 的常开触点闭合,常闭触点断开,应急输出的电能来自低压直流母线,即来自太阳能电池方阵的实时发电;当低压直流母线电压  $V_{dc} < V_{dc\_min}$  或者  $V_{dc} > V_{dc\_max}$  时,控制单元(201)的 S1 端输出低电平,应急输出切换继电器 J1 的常开触点断开,常闭触点闭合,应急输出的电能来自充放电控制器的输出,即来自蓄电池组的储能。

4. 如权利要求 1 所述的太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征还在于中压直流母线(202)电压的额定值与并网逆变器的输入相适应。

5. 如权利要求 1 所述的太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征还在于低压直流母线电压(203)的额定值与直流应急负载的额定值相适应。

6. 如权利要求 1 所述的太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征还在于直流降压变换器采用 BUCK 直流变换电路,依据低压直流母线(203)电压与中压直流母线(202)电压额定值之比,确定其开关器件的占空比,在所述直流降压变换器工作期间其开关器件的占空比始终是固定的,其输出输入直流电压变比也是不变的。

7. 如权利要求 1 所述的太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征还在于充放电控制器使用功率 MOSFET 为主要开关器件,微控制器 MCU 为控制电路,控制充电峰值电流,充满时断开充电回路和欠压时断开放电回路。

8. 如权利要求 1 所述的太阳能光伏并网离网混合发电系统,其特征还在于并网逆变器使用全桥逆变器电路为主电路,数字信号处理器 DSP 为控制电路,运行期间具有输出功率自动调节功能,使得中压直流母线(202)电压在工作范围内。

## 太阳能光伏并网离网混合发电系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能光伏发电应用,尤其是能够以并网发电为主、同时还能够离网发电的混合光伏发电系统。

### 背景技术

[0002] 太阳能光伏发电可代替和少用资源有限、不可再生的煤炭、石油、天然气等一次化石能源和由其转换成的二次能源。推广太阳能光伏发电应用,对减少化石能源的消费量和优化能源结构,具有重要意义。

[0003] 太阳能光伏发电没有损害大气和生态环境的污染物的排放,是与人类赖以生存的生态环境相协调的清洁能源、绿色能源。推广太阳能光伏发电应用,可以减少 CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 以及颗粒物等污染物的排放量,对减轻大气污染和保护生态环境发挥很大的作用。

[0004] 目前,公知的太阳能光伏发电系统根据系统的运行模式不同可分为并网发电系统和离网发电系统。

[0005] 太阳能光伏并网发电系统由太阳能电池方阵、并网逆变器及公用配电网等组成。太阳能能量通过太阳能电池方阵转换成直流电能,再通过并网逆变器将直流电能转换为交流电能,其电流与公用配电网电压同频率、同相位。太阳能光伏并网发电系统可工作于有公用电网的地区,不需要储能装置是其一大优点。

[0006] 太阳能光伏离网发电系统一般由太阳能电池方阵、DC/DC 变换器、充放电控制器、蓄电池组、离网逆变器等组成。太阳能电池方阵将接收到的太阳能转换成直流电能,通过 DC/DC 变换器的控制实现最大功率点跟踪,然后将光伏阵列的输出电能储存在蓄电池组中,蓄电池组通过充放电控制器将能量提供给直流负载或再通过 DC/AC 逆变器变换为交流电供给交流负载。太阳能光伏离网发电系统是可适应无电地区的用电解决方案。

[0007] 可是,对于并网发电型系统,当配电网故障时,为防治孤岛效应,并网逆变器将不被允许工作,太阳能电池方阵的可转换的电能也没有被利用;而对于离网发电型系统,当蓄电池组已被充满,且没有用电负载,此时太阳能电池方阵因为没有输出负载,将不能发电,太阳能电池方阵的可转换的电能没有被利用。

[0008] 针对单一太阳能光伏并网发电系统和离网发电系统的不足,为提高各种复杂运行条件下太阳能电池方阵的利用率,公开了“太阳能光伏并网离网混合发电系统”发明。

[0009] 太阳能光伏并网离网混合发电系统可应用在与建筑集成的太阳能并网发电系统、家用太阳能屋顶发电系统等场合。

[0010] 发明内容

[0011] 本发明的目的是为了充分利用太阳能电池方阵的发电能力,同时提高用户应急负载供电可靠性,设计了一种太阳能光伏并网离网混合发电系统。

[0012] 太阳能光伏并网离网混合发电系统由太阳能电池方阵、控制器、蓄电池组、直流应急负载、并网逆变器、公用配电网等组成。太阳能电池方阵的输出端接控制器的输入端,所述控制器有三路输出,其第一路输出接直流应急负载;其第二路输出接蓄电池组;其第三

路输出通过并网逆变器接公用配电网,太阳能光伏并网离网混合发电系统的特征在于控制器,包括:运行模式控制单元(201)、防电流倒灌二极管 D3、最大功率点跟踪器、中压直流母线(202)、直流降压变换器、低压直流母线(203)、充放电控制器、应急输出切换继电器 J1,控制器的输入端通过防电流倒灌二极管 D3 接最大功率点跟踪器的输入端,所述最大功率点跟踪器的输出端接中压直流母线(202),所述中压直流母线(202)接控制器的第三路输出;所述中压直流母线(202)还通过直流降压变换器接低压直流母线(203),所述低压直流母线(203)通过应急输出切换继电器 J1 的常开触点接控制器的第一路输出,所述低压直流母线(203)还接充放电控制器的输入,所述充放电控制器有二路输出,其第一路输出通过应急输出切换继电器 J1 的常闭触点接控制器的第一路输出,其第二路输出接控制器的第二路输出。太阳能电池方阵将接收到的太阳能转换成直流电能,通过对控制器内的 DC/DC 变换器的控制实现其最大功率点跟踪。大部分直流电能通过控制器内的中压直流母线提供给并网逆变器的输入,并经过并网逆变器将直流电能转换为满足并网条件的交流电能送入公用配电网;小部分直流电能通过控制器内的中压直流母线(202)和直流降压变换器提供给低压直流母线(203),低压直流母线(203)将其一部分提供给直流应急负载,另一部分储存在蓄电池组中。当控制器内的低压直流母线(203)电压在正常工作范围值之外时,蓄电池组通过控制器内的充放电控制器将能量提供给直流应急负载,始终确保直流应急负载的可靠供电。

[0013] 太阳能光伏并网离网混合发电系统具有并网离网混合发电的功能,以并网发电为主,同时还能够离网发电。即使当配电网故障时,为防治孤岛效应,并网逆变器不被允许工作,可是,经太阳能电池方阵转换的直流电能还能够通过控制器内的中压直流母线和直流降压变换器被直流应急负载和蓄电池组利用,提高了太阳能电池的利用率,确保了直流应急负载的可靠供电。

[0014] 太阳能光伏并网离网混合发电系统减少了电能变换环节,提高了系统效率;太阳能光伏并网离网混合发电系统有效提高了系统年发电时间,提高了系统年发电量。太阳能光伏并网离网混合发电系统有效利用了各种复杂运行条件下太阳能电池方阵提供的清洁能源,具有良好的应用前景。

[0015] 附图说明

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0017] 图 1 是太阳能光伏并网离网混合发电系统示意图。

[0018] 图 2 是太阳能光伏并网离网混合发电系统中控制器示意图。

[0019] 图 3 是控制器中运行模式控制单元(201)的继电器控制流程图。

[0020] 具体实施方式

[0021] 1、太阳能光伏并网离网混合发电系统的电路拓扑

[0022] 在图 1 中,描述了太阳能光伏并网离网混合发电系统的组成和连接。太阳能电池方阵的输出端接控制器的输入端,所述控制器有三路输出,其第一路输出接直流应急负载(如功率型 LED 照明负载、移动电器充电器等);其第二路输出接蓄电池组;其第三路输出接并网逆变器的输入,所述并网逆变器的输出接公用配电网。

[0023] 在图 2 中,描述了太阳能光伏并网离网混合发电系统中关键部件-控制器的组成和内部连接。

[0024] 控制器的组成是：运行模式控制单元、防电流倒灌二极管 D3、最大功率点跟踪器、中压直流母线 (202)、直流降压变换器、低压直流母线 (203)、充放电控制器、应急输出切换继电器 J1。

[0025] 控制器的内部连接是：控制器的输入端通过防电流倒灌二极管 D3 接最大功率点跟踪器的输入端，所述最大功率点跟踪器的输出端接中压直流母线 (202)，所述中压直流母线 (202) 接控制器的第三路输出；所述中压直流母线 (202) 还通过直流降压变换器接低压直流母线 (203)，所述低压直流母线 (203) 通过应急输出切换继电器 J1 的常开触点接控制器的第一路输出，所述低压直流母线 (203) 还接充放电控制器的输入，所述充放电控制器有二路输出，其第一路输出通过应急输出切换继电器 J1 的常闭触点接控制器的第一路输出，其第二路输出接控制器的第二路输出。

[0026] 在图 2 中，还描述了控制器中运行模式控制单元 (201) 的组成。包括：太阳能电池方阵电压采样电路、低压直流母线 (203) 电压采样电路以及微控制器 MCU。

[0027] 中压直流母线 (202) 电压的额定值与并网逆变器的输入相适应。

[0028] 低压直流母线 (203) 电压的额定值与直流应急负载的额定值相适应。

[0029] 直流降压变换器采用 BUCK 直流变换电路，依据低压直流母线 (203) 电压与中压直流母线 (202) 电压额定值之比，确定其开关器件的占空比，在所述直流降压变换器工作期间其开关器件的占空比始终是固定的，其输出输入直流电压变比也是不变的。

[0030] 充放电控制器使用功率 MOSFET 为主要开关器件，微控制器 MCU 为控制电路，控制充电峰值电流，充满断开充电回路和欠压断开放电回路。

[0031] 并网逆变器使用全桥逆变器电路为主电路，数字信号处理器 DSP 为控制电路，运行期间具有输出功率自动调节功能，使得中压直流母线电压在工作范围内。

[0032] 2、太阳能光伏并网离网混合发电系统的能量管理

[0033] 为达到充分利用太阳能电池方阵所转换的电能为目标，太阳能光伏并网离网混合发电系统的能量管理策略是一个多目标协调控制策略，由运行模式控制单元、最大功率点跟踪器、充放电控制器、并网逆变器来共同完成，其具体实现方法：

[0034] 最大功率点跟踪器的控制目标是在太阳辐射强度、环境温度、负载条件变化时自动实现太阳能电池方阵的最大功率输出；

[0035] 充放电控制器控制充电峰值电流，充满时断开充电回路和欠压时断开放电回路；

[0036] 并网逆变器运行期间具有输出功率自动调节功能，使得中压直流母线 (202) 电压在工作范围内；

[0037] 运行模式控制单元 (201) 的控制目标是将太阳能电池方阵转换的直流电能同时送给并网逆变器和通过降压变换器送给低压直流母线 (203)，低压直流母线 (203) 再送给直流应急负载和蓄电池。实现了不具备并网运行的条件下，太阳能光伏并网离网混合发电系统依然能够为直流应急负载提供清洁能源。

[0038] 在图 3 中说明了太阳能光伏并网离网混合发电系统中运行模式控制单元 (201) 的能量管理策略。

[0039] 运行模式控制单元 (201) 检测低压直流母线电压  $V_{dc}$ ，计算一定时间内的平均值，依据所述的平均值，以电平方式通过驱动开关管 S1，确定继电器 J1 的线圈通电状态，控制继电器 J1 的触点状态，决定应急输出的来源。

[0040] 当低压直流母线 (203) 电压  $V_{dc\_min} < V_{dc} < V_{dc\_max}$  时, 运行模式控制单元 (201) 的 S1 端输出高电平, 应急输出切换继电器 J1 的常开触点闭合, 常闭触点断开, 应急输出的电能来自低压直流母线 (203), 即来自太阳能电池方阵的实时发电; 当低压直流母线 (203) 电压  $V_{dc} < V_{dc\_min}$  或者  $V_{dc} > V_{dc\_max}$  时, 运行模式控制单元 (201) 的 S1 端输出低电平, 应急输出切换继电器 J1 的常开触点断开, 常闭触点闭合, 应急输出的电能来自充电控制器的输出, 即来自蓄电池组的储能。

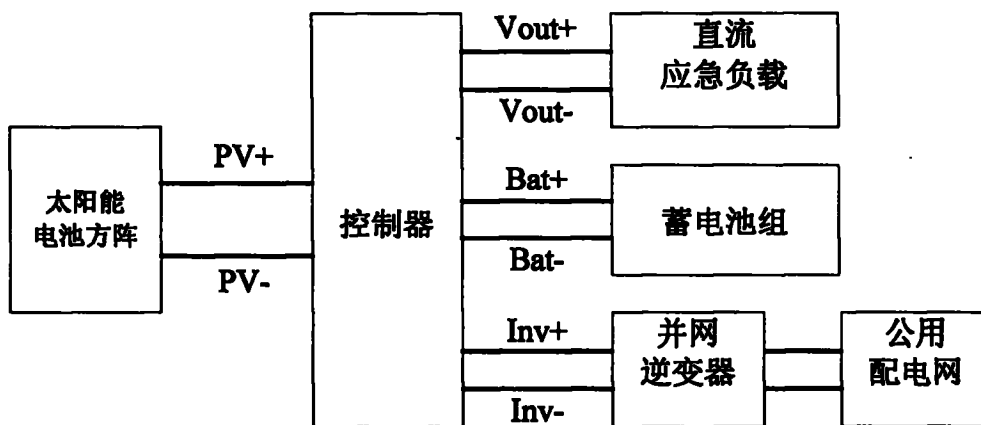


图 1

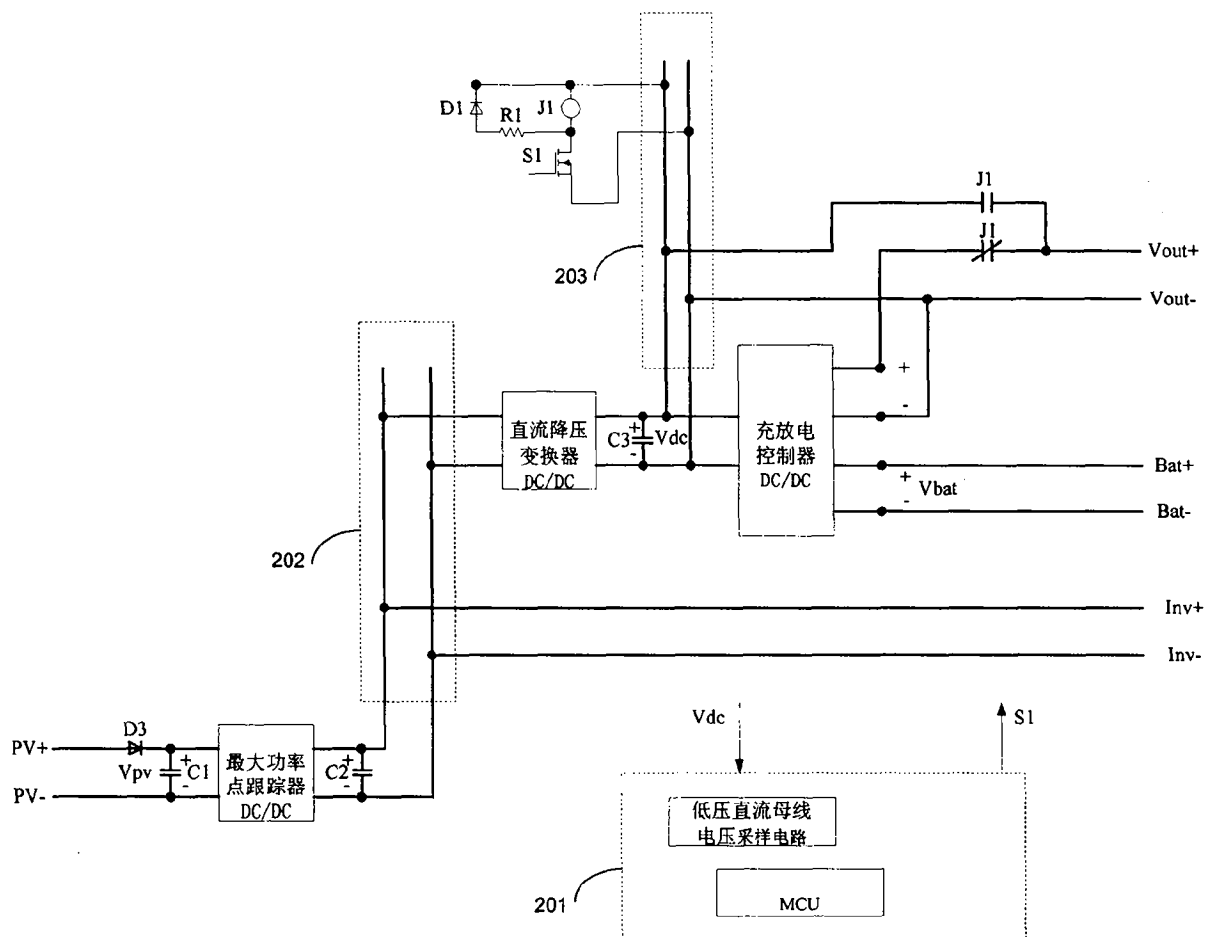


图 2

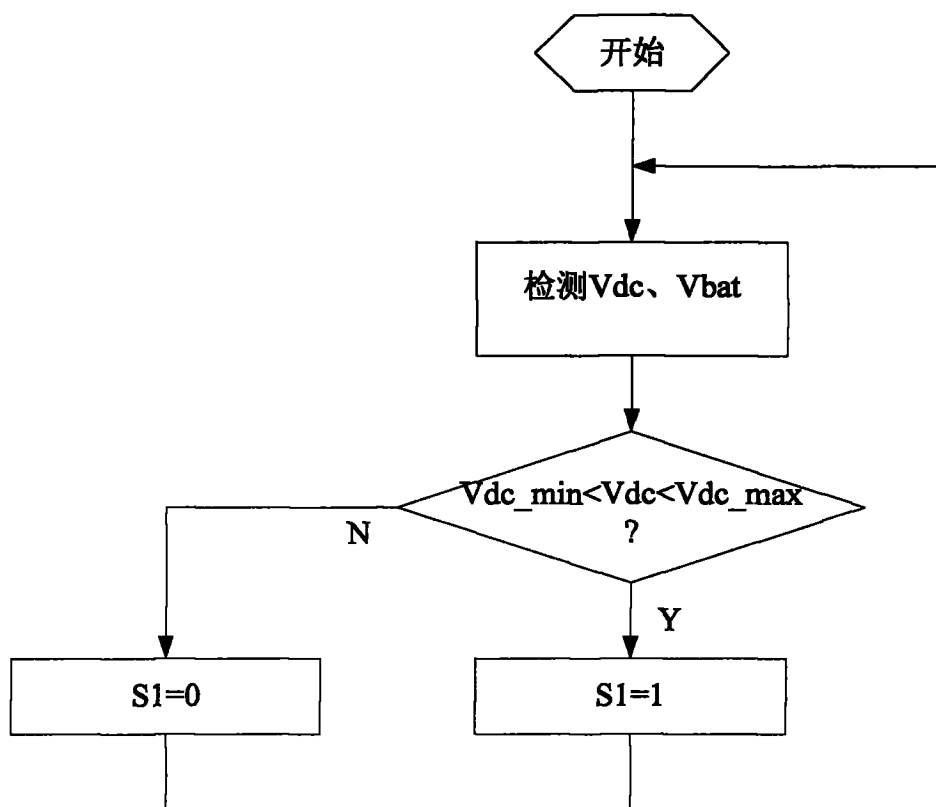


图 3