



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115225031 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 21

(21) 申请号 202210802219.8

H02S 40/12 (2014.01)

(22) 申请日 2022.07.07

H02S 40/38 (2014.01)

(71) 申请人 陕西煤业新型能源科技股份有限公司

H02S 40/44 (2014.01)

F28D 20/02 (2006.01)

地址 710100 陕西省西安市长安区航天基地
地航天中路399号神光双子大厦103号
楼09层

申请人 西安交通大学

(72) 发明人 徐国强 任秦龙 叶柏青 刘新成
武辉

(74) 专利代理机构 北京前审知识产权代理有限公司 11760

专利代理师 尹秀峰 张波涛

(51) Int.Cl.

H02S 40/42 (2014.01)

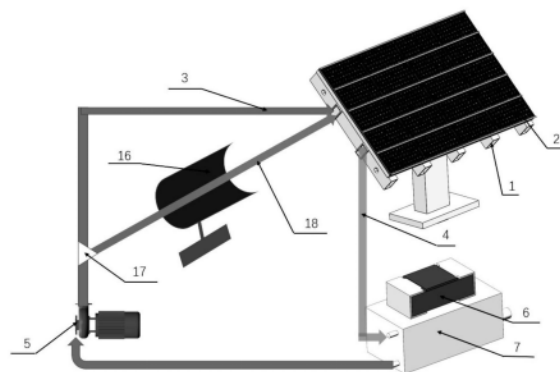
权利要求书1页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置及
方法

(57) 摘要

本发明公开了一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其特征在于,所述装置包括背板通道,以及包含有相变材料的壳体结构;其中,所述背板通道,用于将太阳能光伏板工作过程中的热量经由背板通道中流动的工质向所述包含有相变材料的壳体结构传递以使得所述壳体结构进行热量的储存,并用于基于工质的热量传递,使得太阳能光伏板温度得以降低;储热后的所述壳体结构,用于将其内包裹的超级电容器维持在恒温条件下。



1. 一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其特征在于,
所述装置包括背板通道,以及包含有相变材料的壳体结构;
其中,

所述背板通道,用于将太阳能光伏板工作过程中的热量经由背板通道中流动的工质向所述包含有相变材料的壳体结构传递以使得所述壳体结构进行热量的储存,并用于基于工质的热量传递,使得太阳能光伏板温度得以降低;

储热后的所述壳体结构,用于将其内包裹的超级电容器维持在恒温条件下。

2. 根据权利要求1所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,优选的,
所述装置还包括储液箱,其存储闭环工质。

3. 根据权利要求1所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
当太阳能光伏板停止工作时,储液箱内闭环工质温度整体下降至低于所述相变材料的熔点时,相变材料释放出其存储的潜热,维持储液箱环境温度保持恒定。

4. 根据权利要求1所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
背板通道,其设于所述太阳能光伏板背面,所述背板通道包括引入工质的工质流道的第一入口和引出工质的工质流道第一出口。

5. 根据权利要求1所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
所述装置还包括反重力振荡热管,其设于所述太阳能光伏板背面且邻近背板通道以导热。

6. 根据权利要求1所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
超级电容器,其用于储存电能。

7. 根据权利要求2所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
所述储液箱包括;

第二入口,其连通所述工质流道出口以导入来自背板通道的闭环工质;

第二出口,其连通所述工质流道入口以导出储液箱内的闭环工质。

8. 根据权利要求2所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
所述装置还包括多个插槽,其设于所述储液箱。

9. 根据权利要求8所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
所述装置还包括金属肋片,其插入所述插槽并热交换储液箱中的工质。

10. 根据权利要求1所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,
所述包含有相变材料的壳体结构设有绝缘保温盖板。

太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于新能源发电及储能技术领域,特别是一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置及方法。

背景技术

[0002] 由于化石能源危机和环境污染问题日益严重,可再生能源的高效开发和利用逐渐成为全球热点领域。太阳能的高效利用和推广是缓解能源短缺、解决环境问题的有效方法之一,近年来太阳能光伏发电技术已经取得了飞速发展。太阳能电池板的材料主要有单晶硅,多晶硅,非晶硅和薄膜电池等,其中单晶硅和多晶硅电池用量最大。太阳能光伏电池的光电转换效率受其温度影响显著。在一定太阳光照强度下,光伏电池自身温度的升高会引起其发电量的下降。研究表明,光伏电池组件温度每升高1℃,其光电转化效率降低约0.4%。在工程应用中,1倍标准太阳光强下硅电池的额定光电转换效率约为18%。因此,太阳能光伏板面接收的辐射能有82%以上转换成了低品位的热能,造成光伏电池温度升高,并导致其光电转换效率的进一步下降。鉴于此,夏季高温时段太阳能光伏的高效热管理是保障其光电转换效率和发电量的关键。此外,将太阳能光伏余热加以有效转移和存储利用,也是提高太阳能综合能源利用效率的重要途径。而冬季气温骤降,太阳能光伏板面会结霜结冰或积雪,导致光伏板接收的有效太阳辐照强度过低,限制了光伏的发电量。

[0003] 在背景技术部分中公开的上述信息仅仅用于增强对本发明背景的理解,因此可能包含不构成在本国中本领域普通技术人员公知的现有技术的信息。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明提出一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置及方法,本发明的目的是通过以下技术方案予以实现,一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其特征在于;

[0005] 所述装置包括背板通道,以及包含有相变材料的壳体结构;

[0006] 其中,

[0007] 所述背板通道,用于将太阳能光伏板工作过程中的热量经由背板通道中流动的工质向所述包含有相变材料的壳体结构传递以使得所述壳体结构进行热量的储存,并用于基于工质的热量传递,使得太阳能光伏板温度得以降低;

[0008] 储热后的所述壳体结构,用于将其内包裹的超级电容器维持在恒温条件下。

[0009] 优选的,

[0010] 所述装置还包括储液箱,其存储闭环工质。

[0011] 优选的,

[0012] 当太阳能光伏板停止工作时,储液箱内闭环工质温度整体下降至低于所述相变材料的熔点时,相变材料释放出其存储的潜热,维持储液箱环境温度保持恒定。

[0013] 优选的,

- [0014] 背板通道,其设于所述太阳能光伏板背面,所述背板通道包括引入工质的工质流道的第一入口和引出工质的工质流道第一出口。
- [0015] 优选的,
- [0016] 所述装置还包括反重力振荡热管,其设于所述太阳能光伏板背面且邻近背板通道以导热。
- [0017] 优选的,
- [0018] 超级电容器,其用于储存电能。
- [0019] 优选的,
- [0020] 所述储液箱包括;
- [0021] 第二入口,其连通所述工质流道出口以导入来自背板通道的闭环工质;
- [0022] 第二出口,其连通所述工质流道入口以导出储液箱内的闭环工质。
- [0023] 优选的,
- [0024] 所述装置还包括多个插槽,其设于所述储液箱。
- [0025] 优选的,
- [0026] 所述装置还包括金属肋片,其插入所述插槽并热交换储液箱中的工质。
- [0027] 优选的,
- [0028] 所述包含有相变材料的壳体结构设有绝缘保温盖板。
- [0029] 和现有技术相比,本发明具有以下优点:
- [0030] 本发明利用太阳能光伏水冷技术,不仅可实现光伏电池的有效冷却,提高其光电转换效率,还将光伏发电产生的低品位余热高效转移和利用,用以将超级电容器维持在最佳工作温度40℃,有效提高其充电效率;同时,太阳能光伏发电产生的额外余热以潜热的形式被存储在相变材料内,以调节系统在夜间的运行温度。

附图说明

- [0031] 通过阅读下文优选的具体实施方式中的详细描述,本发明各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。说明书附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。显而易见地,下面描述的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。而且在整个附图中,用相同的附图标记表示相同的部件。
- [0032] 在附图中:
- [0033] 图1是根据本发明一个实施例的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置的结构示意图;
- [0034] 图2是根据本发明一个实施例的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置的包含有相变材料的壳体结构的剖面示意图;
- [0035] 图3(a)是根据本发明一个实施例的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置的太阳能光伏板及背板流道的结构示意图;
- [0036] 图3(b)、图3(c)是根据本发明一个实施例的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置的太阳能光伏板及背板流道的立体结构示意图;
- [0037] 图4是根据本发明一个实施例的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置的金属

肋片与储水箱结构示意图。

[0038] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步的解释。

具体实施方式

[0039] 下面将参照附图1至图4更详细地描述本发明的具体实施例。虽然附图中显示了本发明的具体实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本发明,并且能够将本发明的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0040] 需要说明的是,在说明书及权利要求当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可以理解,技术人员可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求并不以名词的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求当中所提及的“包含”或“包括”为一开放式用语,故应解释成“包含但不限于”。说明书后续描述为实施本发明的较佳实施方式,然所述描述乃以说明书的一般原则为目的,并非用以限定本发明的范围。本发明的保护范围当视所附权利要求所界定者为准。

[0041] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以具体实施例为例做进一步的解释说明,且各个附图并不构成对本发明实施例的限定。

[0042] 在一个实施例中,本发明揭示了一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其特征在于,

[0043] 所述装置包括背板通道,以及包含有相变材料的壳体结构;

[0044] 其中,

[0045] 所述背板通道,用于将太阳能光伏板工作过程中的热量经由背板通道中流动的工质向所述包含有相变材料的壳体结构传递以使得所述壳体结构进行热量的储存,并用于基于工质的热量传递,使得太阳能光伏板温度得以降低;

[0046] 储热后的所述壳体结构,用于将其内包裹的超级电容器维持在恒温条件下。

[0047] 在一个实施例中,

[0048] 所述装置还包括储液箱,其存储闭环工质。

[0049] 在一个实施例中,

[0050] 当太阳能光伏板停止工作时,储液箱内闭环工质温度整体下降至低于所述相变材料的熔点时,相变材料释放出其存储的潜热,维持储液箱环境温度保持恒定。

[0051] 在一个实施例中,

[0052] 背板通道,其设于所述太阳能光伏板背面,所述背板通道包括引入工质的工质流道的第一入口和引出工质的工质流道第一出口。

[0053] 在一个实施例中,

[0054] 所述装置还包括反重力振荡热管,其设于所述太阳能光伏板背面且邻近背板通道以导热。

[0055] 在一个实施例中,

[0056] 超级电容器,其用于储存电能。

[0057] 在一个实施例中,

- [0058] 所述储液箱包括，
- [0059] 第二入口，其连通所述工质流道出口以导入来自背板通道的闭环工质，
- [0060] 第二出口，其连通所述工质流道入口以导出储液箱内的闭环工质。
- [0061] 在一个实施例中，
- [0062] 所述装置还包括多个插槽，其设于所述储液箱。
- [0063] 在一个实施例中，
- [0064] 所述装置还包括金属肋片，其插入所述插槽并热交换储液箱中的工质。
- [0065] 在一个实施例中，
- [0066] 所述包含有相变材料的壳体结构设有绝缘保温盖板。
- [0067] 在一个实施例中，
- [0068] 太阳能光伏板，其将光能转化为电能；
- [0069] 背板通道，其设于所述太阳能光伏板背面，所述背板通道包括引入闭环工质的工质流道第一入口和引出闭环工质的工质流道第一出口；
- [0070] 反重力振荡热管，其设于所述太阳能光伏板背面且邻近背板通道以导热；
- [0071] 储液箱，其存储闭环工质，储液箱所述储液箱包括，
- [0072] 第二入口，其连通所述工质流道出口以导入来自背板通道的闭环工质，
- [0073] 第二出口，其连通所述工质流道入口以导出储液箱内的闭环工质，
- [0074] 多个插槽，其设于所述储液箱；
- [0075] 第一连接管道，其一端连接所述第二出口，另一端连接所述工质流道入口；
- [0076] 第二连接管道，其一端连接所述工质流道出口，另一端连接所述第二入口；储液箱经由第一连接管道、第二连接管道和储液箱构成闭环循环通道；
- [0077] 金属肋片，其可拆卸连接所述插槽以插入所述储液箱热交换其中的闭环工质；
- [0078] 包含有相变材料的壳体结构，其经由所述金属肋片包覆，其中，储液箱的工质温度高于包含有相变材料的壳体结构熔点时，包含有相变材料的壳体结构将工质传递的热量存储于其潜热内，并维持恒定温度环境；当储液箱工质温度下降至包含有相变材料的壳体结构熔点以下时，包含有相变材料的壳体结构重新释放出潜热，并维持恒定温度环境；
- [0079] 超级电容器，其用于储存电能，所述超级电容器设于所述包含有相变材料的壳体结构内。
- [0080] 对于上述更加具体的实施例，太阳能光伏板工作时基于光电效应发电，同时产生余热致使其温度升高，在流动泵的驱动下，热量通过闭环工质经由背板通道、第二连接管道、储液箱和金属肋片向包含有相变材料的壳体结构传递，包含有相变材料的壳体结构进行热量的储存，并将其内包裹的所述超级电容器维持在恒温条件下，基于闭环工质的热量传递，太阳能光伏板温度降低；
- [0081] 当环境温度低于预定温度时，光热模块加热由分流阀流入的闭环工质，
- [0082] 当太阳能光伏板停止工作时，储液箱内闭环工质温度整体下降至低于相变材料熔点时，相变材料释放出其存储的潜热，维持储液箱环境温度保持恒定。
- [0083] 在一个实施例中，
- [0084] 所述第一连接通道设有分流阀，第三连接通道一端连接所述分流阀，另一端连接所述工质流道入口，将光能转化为热能的光热模块设于所述第三连接通道以加热其中的闭

环工质。

[0085] 在一个实施例中，

[0086] 流动泵设于第一连接通道以泵送闭环工质。

[0087] 在一个实施例中，

[0088] 所述包含有相变材料的壳体结构设有绝缘保温盖板。

[0089] 在一个实施例中，

[0090] 所述背板通道材料包括铝板以及连接所述太阳能光伏板的硅橡胶、绝缘导热胶或导热硅脂。

[0091] 在一个实施例中，

[0092] 金属肋片包括直肋或针肋。

[0093] 在一个实施例中，

[0094] 所述的超级电容器为双电层电容器。

[0095] 在一个实施例中，

[0096] 所述的包含有相变材料的壳体结构的相变温度为40℃以维持超级电容器在40℃恒温环境下的充放电。

[0097] 在一个实施例中，

[0098] 光热模块包括槽式太阳能集热器或板式太阳能集热器。

[0099] 为了更好地理解,如图1至图4所示,一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置中,

[0100] 太阳能光伏板2,其通过光电效应发电,同时产生低品位的余热,

[0101] 背板通道1,其为闭环工质流经的通道,紧贴光伏板2背板,背板通道1中的工质与光伏背板直接接触换热的区域9如图3(a)至图3(c)所示。

[0102] 闭环工质,其为闭环循环中传递热量的流体,杂质少,粘度低,不易凝固,热容量较大;夏季通过强制对流带走光伏板2余热,冬季经过光热模块16加热为光伏板2化霜化冰融雪,由工质充注口15进行补充,

[0103] 反重力振荡热管10,其具有高的等效导热系数,为背板通道1之间的导热装置,对光伏板2余热进行辅助传导,并对光伏板2背板起一定的固定和支撑作用,

[0104] 工质流道出口4,其为光伏板的背板通道1出口与储液箱7入口13之间的连接装置,

[0105] 工质流道入口3,其为储液箱7出口14、流动泵5与光伏板背板通道1之间的连接装置,

[0106] 光热模块16,其为在冬季加热换热工质,使其在光伏板2的背板通道1内流动化冰化霜和融雪的装置,

[0107] 分流阀17,其为工质流道入口3中用于选择是在夏季将冷却工质直接充入背板通道1还是在冬季将工质充入光热模块流道18加热的分流装置,

[0108] 光热模块流道18,其为工质在光热模块16中加热时流经的流道,后接入背板通道1进行对光伏板2的化冰化霜和融雪,

[0109] 储液箱7,其与金属肋片11相嵌,并与工质流道相连,用来储存工质,

[0110] 流动泵5,其为驱动工质在流道中流动的装置,

[0111] 金属肋片11,其插入储液箱7当中,并覆盖在包含有相变材料的壳体结构6包材外,

用来强化工质对超级电容器8的热量传递,

[0112] 包含有相变材料的壳体结构6,其包覆于超级电容器8之外,当储液箱7工质温度高于包含有相变材料的壳体结构6熔点时,包含有相变材料的壳体结构6将工质传递的热量存储于其潜热内,并维持40℃恒定温度环境,以提高超级电容器8的充放电效率;当储液箱7工质温度下降至包含有相变材料的壳体结构6熔点以下时,包含有相变材料的壳体结构6重新释放出潜热,使超级电容器8保持恒定40℃的最佳工作温度。

[0113] 超级电容器8,其位于金属肋片11外壳中的包含有相变材料的壳体结构6的保温层内,用做储存电能的装置。

[0114] 绝缘保温盖板12,其位于包含有相变材料的壳体结构6的保温壳上,便于更换其中的超级电容器8。

[0115] 当夜间太阳能光伏停止工作时,可使用超级电容器作为备用电源,进而克服太阳能光伏供电间歇性的瓶颈问题。超级电容器充放电功率密度高,使用温度范围宽,绿色环保且循环寿命长,是重要的新能源发电储能设备。由于电解液的粘度受温度所决定,工作环境温度会影响超级电容器的倍率性能、功率密度和能量密度。当环境温度为40℃~60℃时,以活性炭为正负极活性材料的软包装超级电容器具有较高的电化学性能,其中40℃时具有相对最佳的电化学性能,有利于提高超级电容器的充放电效率。此外,相变材料具有能量密度和相变过程温度恒定的特点,可高效存储低品位余热,并对环境温度实现有效调控。因此,基于相变材料潜热储能及其控温机制,将超级电容器维持在其最佳的工作温度40℃,对于提高超级电容器的充放电效率具有重要意义,也是实现太阳能光伏-超级电容器耦合系统稳定供能的重要手段。

[0116] 本发明中,当光伏板2在夏季工作时,光伏余热依靠对流换热传递给她背板通道1内的流动工质,工质由流动泵5驱动在闭环通道1内循环流动,同时通过反重力振荡热管10辅助热量传递,实现光伏板2的高效降温,提高其光电转换效率。经由光伏余热加热的工质通过储液箱7进口流道进入储液箱7,储液箱7的热量通过包裹在相变储热材料外侧的金属肋片11传递至包含有相变材料的壳体结构6,其中插入储液箱7中的金属肋片11起到强化传热的作用,包含有相变材料的壳体结构6在融化过程中将热量存储于其潜热中,同时有效维持40℃的恒定温度环境,以提高超级电容器8的充电效率。夜间当光伏板2停止工作时,无法向外输送电能,由超级电容器8作为备用电源向外供电。此时,流动泵5停止工作,包含有相变材料的壳体结构6释放潜热,维持储液箱7内的工质温度恒定在40℃,以提高超级电容器8的放电效率。将光伏板2发电和超级电容器8储电相结合,可有效提升系统供能的稳定性。当冬季气温骤降时,光伏板2表面会结霜结冰或积雪,导致光伏板2接收的有效太阳光照强度大幅降低。此时,光热模块16开始工作,加热由分流阀17流入的工质,并基于背板通道1内工质的对流换热实现化霜融雪,提升光伏板2接收的有效光照强度,增强光伏发电量。同时,基于工质加热超级电容器8,可提高其充电效率。夜间光伏板2和光热模块16停止工作,超级电容器8成为备用电源,工质流动泵5停止工作,包含有相变材料的壳体结构6释放出潜热,维持储液箱7在40℃恒温,保证超级电容器8的放电效率。基于太阳能光伏高效热管理所多产生的电能远高于其背板通道1内工质流动所消耗的泵功,光伏板2可用于为流动泵5供能,其额外接负载所未消耗的电能可存储于超级电容器8中,最终实现太阳能光伏-超级电容器耦合系统在不同季节的高效稳定能源输出。

[0117] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的光伏板2应用类型包括但不限于新能源汽车充电桩顶棚、小规模自供电、普通用户屋顶光伏、农光互补光伏等。

[0118] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的背板通道1材料包括但不限于铝板,泡沫铝等具有高导热且轻质的材料,在与所述光伏板2背板连接时可使用硅橡胶,绝缘导热胶,导热硅脂等材料,以减少接触热阻。

[0119] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的金属肋片11的结构包括但不限于直肋、针肋等结构,用于强化储液箱7和包含有相变材料的壳体结构6之间的传热过程。

[0120] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,参见图3(a)至图3(c),在一个实施例中,

[0121] 在光伏板的背面的范围内,流道可以包括互相平行的多个直线段;

[0122] 在超出光伏板的背面的范围,流道还包括弧形连接段,所述弧形连接段用于连接邻近的两个所述直线段。

[0123] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的超级电容器8,包括双电层电容器,其充放电速度快,使用温度范围宽,绿色环保,免维护。环境温度会影响软包装超级电容器的理化性质,如电解液粘度,从而影响器件的倍率性能,能量密度等。当环境温度为40~60℃时,以活性炭为正负极活性材料的软包装超级电容器具有较高的电化学性能,其中40℃时具有相对最佳的电化学性能。

[0124] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的包含有相变材料的壳体结构6,其相变温度为40℃,用于维持超级电容器在40℃恒温环境下的高效充放电。

[0125] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的反重力振荡热管10,其传热能力比纯铜导热体更高,尤其是在高热负荷下,能辅助性的将光伏板2产生的热量自上而下反重力地传导至背板冷却通道,并且同时对背板冷却通道起一定的固定和支撑作用。需要说明的是,图3(a)至图3(c)所指向的几何柱体有支撑背板通道和辅助导热的双重功效,可以使用(包括但不限于)导热铜柱或反重力震荡热管来发挥作用。

[0126] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的闭环工质包括但不限于反渗透纯净水,防冻液等具有较低凝固点的换热工质,其具有粘度小,导热系数高,且含杂质量极低的特点,不易造成通道堵塞;同时流动循环时压降较低,消耗泵功更少,更节省电能。

[0127] 所述的太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,所述的光热模块包括但不限于槽式太阳能集热器、板式太阳能集热器等,用于冬季收集太阳能光热以加热闭环工质。

[0128] 当光伏板在夏季工作时,光伏余热依靠对流换热传递给其背板闭环通道内的流动工质,工质由泵驱动在闭环通道内循环流动,同时通过反重力热管辅助热量传递,实现光伏板的高效降温,提高其光电转换效率。经由光伏余热加热的工质通过储液箱进口流道进入储液箱,储液箱的热量通过包裹在相变储热材料外侧的金属肋片传递至相变材料,其中插入储液箱中的金属肋片起到强化传热的作用,相变材料在融化过程中将热量存储于其潜热中,同时有效维持40℃的恒定温度环境,以提高超级电容器的充电效率。夜间当光伏板停止工作时,无法向外输送电能,由超级电容器作为备用电源向外供电。此时,流动泵停止工作,

相变材料释放潜热,维持储液箱内的工质温度恒定在40℃,以提高超级电容器的放电效率。将太阳能光伏发电和超级电容器储电相结合,可有效提升系统供能的稳定性。当冬季气温骤降时,光伏板表面会结霜结冰或积雪,导致光伏板接收的有效太阳光照强度大幅降低。此时,光热模块开始工作,加热由分流阀流入的工质,并基于光伏背板通道内工质的对流换热实现化霜融雪,提升光伏板的有效光照强度,增强光伏发电量。同时,基于工质加热超级电容器,可提高其充电效率。夜间光伏和光热模块停止工作,超级电容器成为备用电源,工质流动泵停止工作,相变材料释放出潜热,维持储液池在40℃恒温,保证超级电容器的放电效率。基于太阳能光伏高效热管理所多产生的电能远高于其背板通道内工质流动所消耗的泵功,光伏板可用于为流动泵供能,其余外接负载所未消耗的电能可存储于超级电容器中,最终实现太阳能光伏-超级电容器耦合系统在不同季节的高效稳定能源输出。

[0129] 下表1描述了夏季无水冷通道和反重力振荡热管时光伏板的工作状态、只有反重力振荡热管时光伏板的工作状态以及既有水冷通道又有反重力振荡热管时光伏板的工作状态。(模拟使用商用软件ANSYS2021R2 FLUENT,进口水温采用27℃,板尺寸6m*6m)

[0130] 表1环境温度35℃时不同状态下光伏板工作情况(太阳辐照强度1000W)

[0131]

状态	光伏板平均温度/℃	多发电量/W	消耗泵功/W	效率提升
纯光伏板	75.8	—	—	—
光伏板+反重力振荡热管	66.3	1368	—	3.80%
光伏板+水冷通道(流速 0.5 m/s)+反重力振荡热管	32.2	6278	144	17.04%
光伏板+水冷通道(流速 1 m/s)+反重力振荡热管	30.9	6466	391	17.96%

[0132] 表2环境温度40℃时不同状态下光伏板工作情况(太阳辐照强度1000W)

状态	光伏板平均温度/℃	多发电量/W	消耗泵功/W	效率提升
纯光伏板	77.1	——	——	——
光伏板+反重力振荡热管	70.8	907.2	——	2.52%
[0133] 光伏板+水冷通道(流速 0.5 m/s)+反重力振荡热管	33.1	6336	144	17.60%
光伏板+水冷通道(流速 1 m/s)+反重力振荡热管	31.4	6581	391	18.28%

[0134] 使用方法包括以下步骤,

[0135] 太阳能光伏板工作时,基于光电效应发电,同时产生大量余热,致使其温度升高,而光伏板温度越高其由光电效应所产生的发电量就越低(每上升1℃发电效率下降约0.4%)。此外,在冬季时,由于西北地区昼夜温差大,光伏板面易结霜结冰,同时常常会有降雪天气,而这些霜、冰或雪会遮盖光伏板,使光伏板接受的有效太阳辐照强度大幅降低,是导致冬季光伏板发电量有限的因素之一。

[0136] 在连续工作的流动泵的驱动下,热量通过换热工质经由光伏背板冷却通道、工质流道(出)、储液箱和金属肋片向相变材料传递,相变材料利用其相变潜热特性进行热量的储存,并将其内包裹的所述超级电容器维持在具有最佳电化学性能的40℃恒温条件下。

[0137] 基于工质的热量传递,太阳能光伏板温度降低,发电效率大幅提升,可维持较高的发电量,而超级电容器的工作温度由于相变材料的控温效果,始终稳定维持在其具有相对最佳电化学性能的40℃温度条件。

[0138] 当光伏板在夜间停止工作时,其内部产热消失,温度降低,流动泵停止工作,工质不再流动并传递热量;储液箱内工质温度整体下降至低于相变材料熔点时,相变材料释放出其存储的潜热,维持储液箱环境温度保持恒定的40℃。鉴于此,相变材料内包裹的超级电容器能够在其具有相对最高电化学性能的温度进行工作,保证了夜间超级电容器的放电效率。

[0139] 冬季气温骤降,光伏板结霜结冰或板面有积雪,导致其接收的有效太阳辐照强度过低,发电量受限;此时太阳能光热模块开始工作,加热由分流阀流入的换热工质,并在光伏板背板流动实现化霜化冰并融雪,提升光伏板接受的有效光强,大幅增加其冬季的发电量;同时换热工质温度提升可显著加热储液箱环境,提高超级电容器的工作效率,有利于电能的高效存储;夜间太阳能光伏和光热模块停止工作,超级电容器成为备用电源,当储液箱温度下降时,相变材料释放其潜热并维持环境温度恒定在40℃,用以保证超级电容器的高效放电。

[0140] 对太阳能光伏发电余热的高效转移和利用,有效改善了光伏的发电效率,大大提升其在夏季的发电量,并且通过温度调控使得超级电容器以最高的充放电效率进行电能的储存和释放。与此同时,本发明解决了冬季光伏板因板面结霜结冰或积雪所造成的有效太阳辐照强度过低引起的发电量骤降的问题,使得整个太阳能光伏发电-超级电容器储电耦合系统具有更好的稳定性。

[0141] 综上,本发明还具有如下特点:

[0142] 本发明还提出了太阳能光伏-超级电容器耦合能源系统,利用高效热管理技术,同时提高夏季和冬季不同时间段的太阳能光伏发电效率和超级电容器储能效率。太阳能光伏电池温度每上升1℃,光电转换效率大约下降0.4%。在夏季白天高温时段,光伏板面的高效化霜化冰和融雪技术成为提高其可接受的太阳辐照强度,并增加光伏发电量的关键。因此,将太阳能光热模块和太阳能光伏发电相结合,通过光热模块加热换热工质,并将工质注入光伏背板通道,实现化霜化冰和融雪,可有效改善冬季光伏的发电效率。夜间太阳能光伏停止工作,采用超级电容器作为备用电源供电,当储液箱内的环境温度下降至相变材料的熔点以下时,相变材料释放出潜热,用以维持超级电容器在最佳的电化学性能温度40℃,保证其放电效率。在冬季低温时期,本发明可以有效利用光热模块对换热工质进行加热,并将其冲入光伏背板通道,实现对光伏板的化冰化霜和融雪,提升其接收到的有效太阳辐照强度,进而提升光伏发电量。同时,基于光热模块加热的换热工质,可提高超级电容器的工作温度环境,保证其在最优的电化学性能区间实现高效储能。本发明所提出的相关技术,可以同时改进太阳能光伏发电效率和超级电容器储电效率,所增加的光伏发电量远小于主动水冷技术所消耗的流动泵功,并解决了太阳能光伏发电供电间歇性的瓶颈问题,具有可观的工程效益和社会经济价值。

[0143] 以此,本发明一种太阳能光伏-超级电容器耦合热管理装置,其中,夏季,光伏余热依靠对流换热传递给其背板闭环通道内的循环流动工质,工质由泵驱动。反重力热管辅助热量传递,实现光伏板高效降温。经由光伏余热加热的工质进入储液箱,储液箱的热量通过包裹在相变储热材料外侧的金属肋片传递至相变材料,相变材料将热量存储于其潜热中,维持40℃的恒定温度环境,提高超级电容器的充电效率。冬季,光热模块加热工质,实现对光伏板的化霜融雪,工质加热超级电容器,提高其充电效率。夜间超级电容器成为备用电源,泵停止工作,相变材料释放潜热,维持储液池在40℃恒温,保证超级电容器的放电效率,最终实现太阳能光伏-超级电容器耦合系统在不同季节全天候的高效稳定能源输出。能够理解,40℃恒温只是一个优选的温度值,本发明不受此限定。

[0144] 尽管以上结合附图对本发明的实施方案进行了描述,但本发明并不局限于上述的具体实施方案和应用领域,上述的具体实施方案仅仅是示意性的、指导性的,而不是限制性的。本领域的普通技术人员在本说明书的启示下和在不脱离本发明权利要求所保护的范围的情况下,还可以做出很多种的形式,这些均属于本发明保护之列。

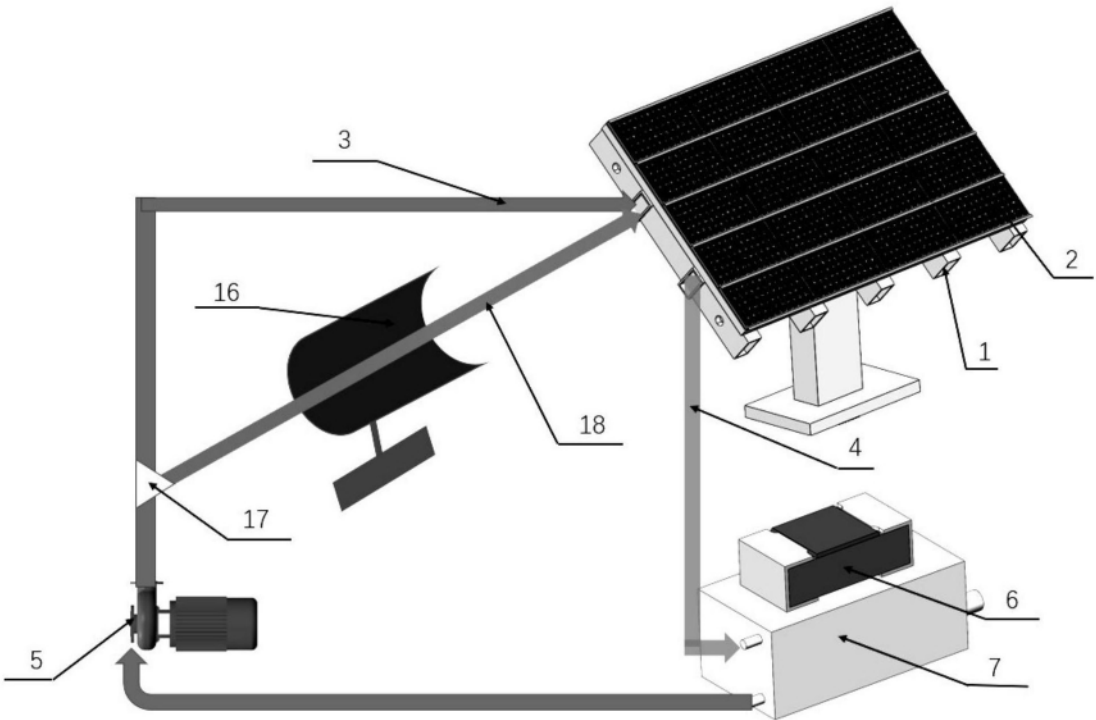


图1

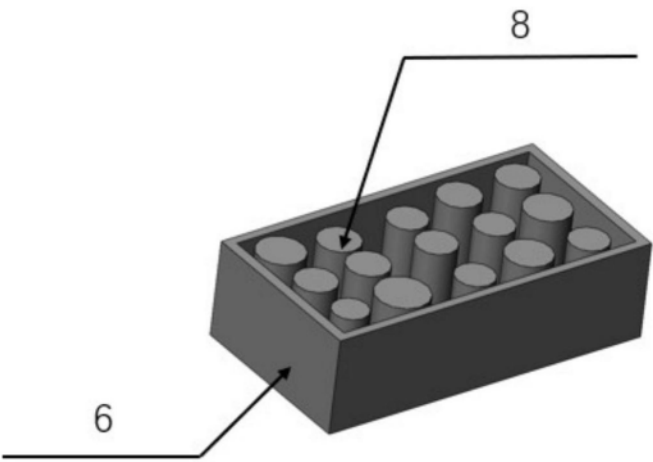


图2

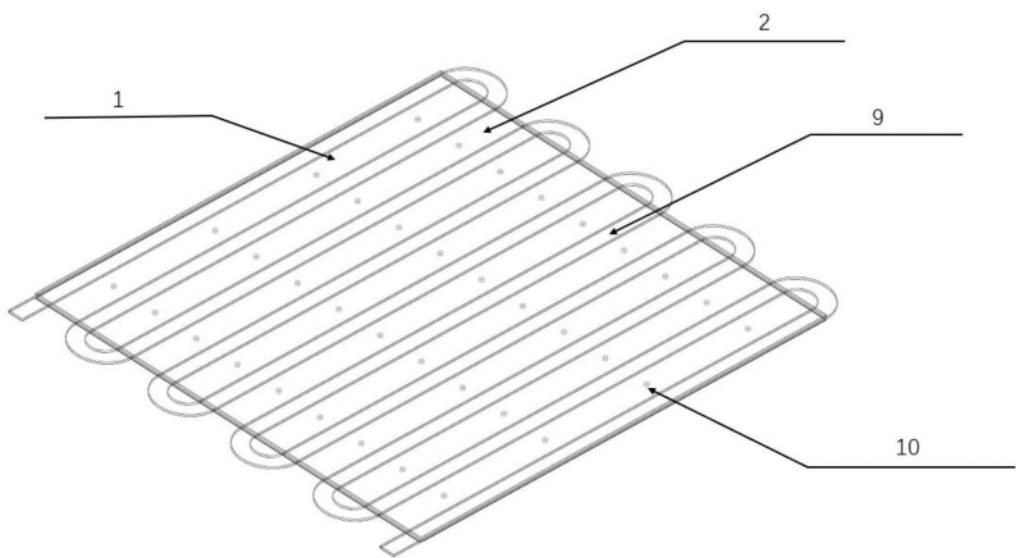


图3 (a)

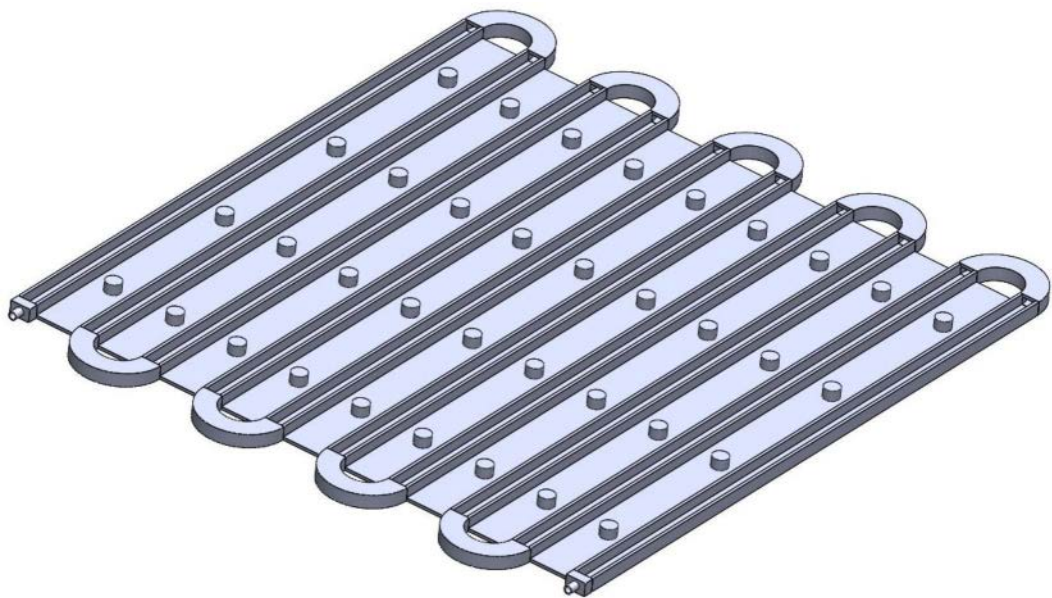


图3 (b)

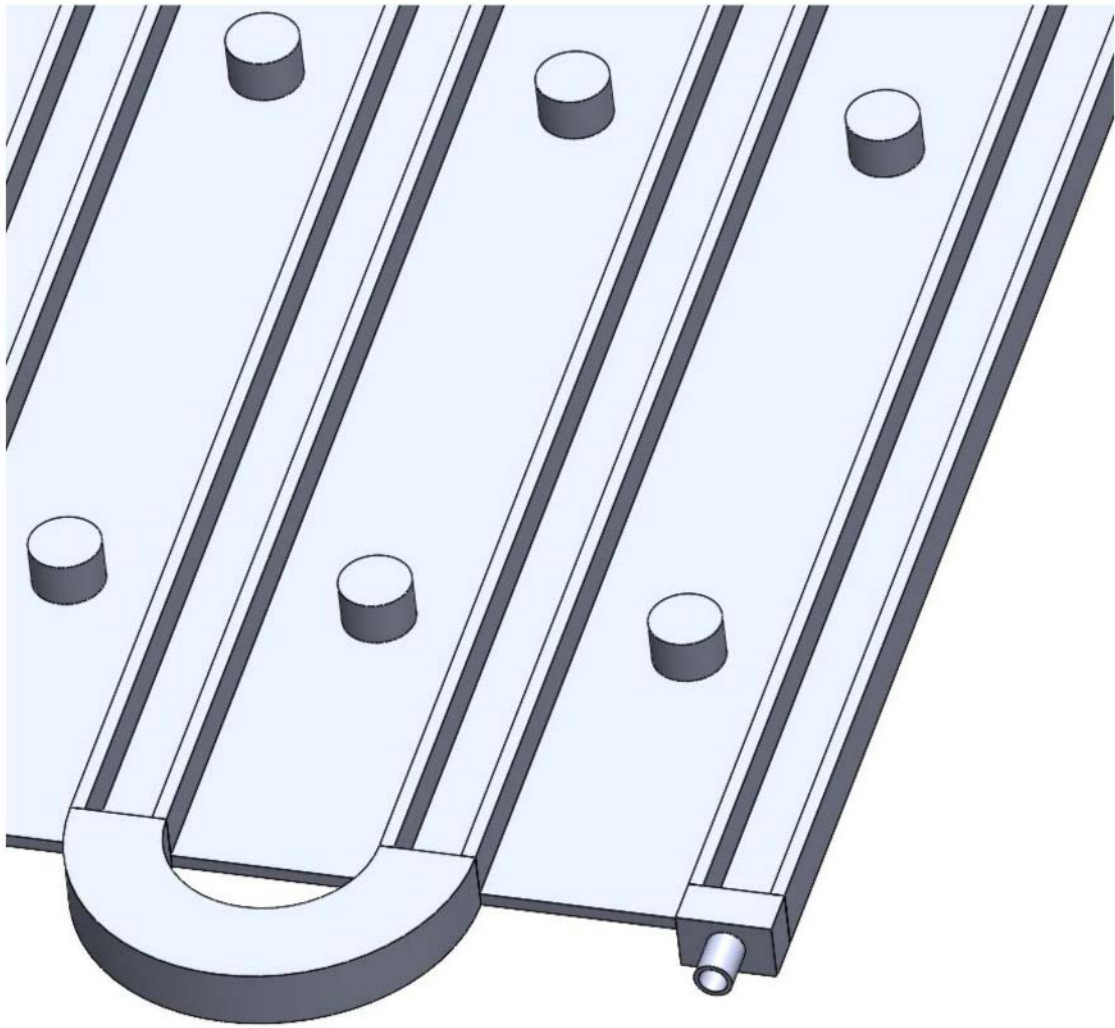


图3(c)

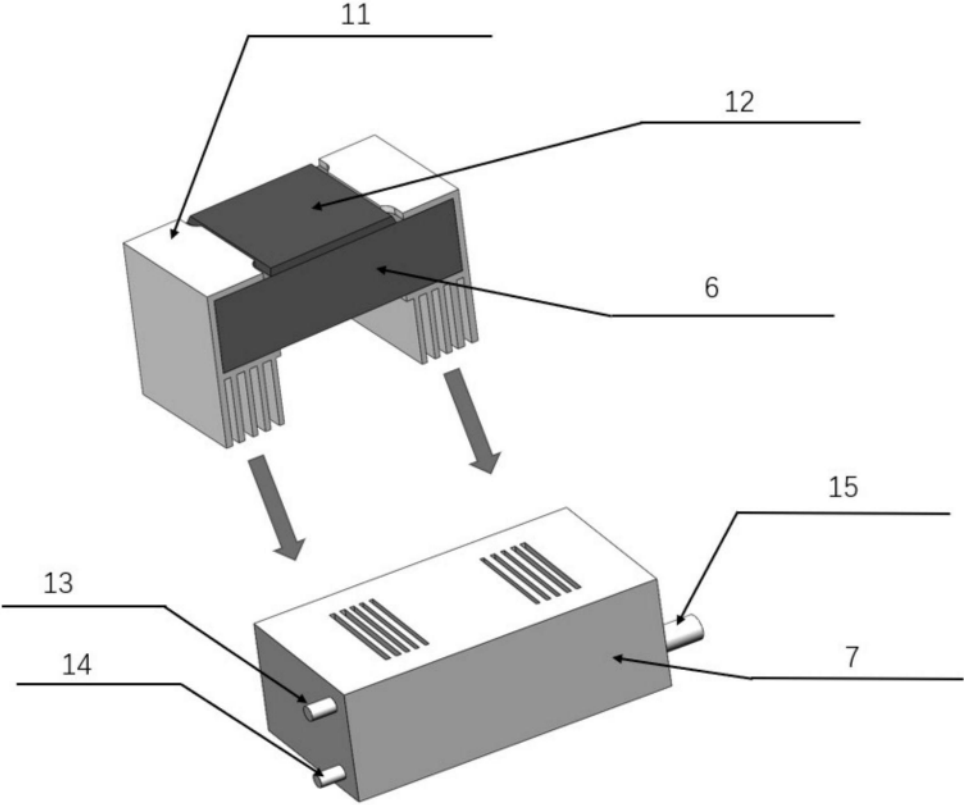


图4