



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115540022 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 30

(21) 申请号 202210997335.X

(22) 申请日 2022.08.19

(71) 申请人 国网天津市电力公司电力科学研究院

地址 300384 天津市滨海新区华苑产业区  
海泰华科四路8号

申请人 国网天津市电力公司  
国家电网有限公司

(72) 发明人 艾邓鑫 徐科 张利 王森 王坤  
甘智勇 尹宝泉 陈天恒 边疆  
李禹瞳 张思聪 贺瑞

(74) 专利代理机构 天津盛理知识产权代理有限公司 12209

专利代理师 王来佳

(51) Int. Cl.

F24D 11/02 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

F24F 11/84 (2018.01)

F24F 11/85 (2018.01)

F24F 13/14 (2006.01)

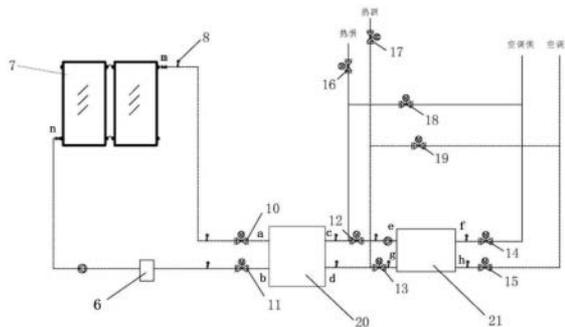
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统及方法,包括:PVT光伏组件、相变储能水箱、水环热泵及多个阀门,所述PVT光伏组件与水环热泵通过相变储能水箱连接。本发明可变光伏光热组件与水环热泵耦合,可变光伏光热组件可作为源侧,收集太阳能用于供热,通过与空气换热、辐射换热等可以用于供冷,实现热量的二次分配,并与储能设施结合,提高系统的稳定性;此外,可变太阳能光伏光热组件夜间可通过太空辐射制冷,可提升系统供冷能力;同时组件与水环热泵耦合可全年供生活热水;从而实现了可变光伏光热组件耦合热泵,夏季供冷,冬季供热,全年供生活热水的系统性能,其可根据建筑用能需求,进行相应的调整,提高了系统的适用性。



1. 一种光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统,其特征在于,包括:PVT光伏组件(7)、相变储能水箱(20)、水环热泵(21)及多个阀门,所述PVT光伏组件(7)与水环热泵(21)通过相变储能水箱(20)连接,所述PVT光伏组件(7)的m口通过第十阀门(10)连接相变储能水箱(20)的a口,相变储能水箱(20)的b口通过第一阀门(11)连接PVT光伏组件(7)的n口,所述相变储能水箱(20)的c口通过第六阀门(16)连接热供管线、通过第八阀门(18)连接空调供管线、通过第二阀门(12)连接水环热泵(21)的e口;所述相变储能水箱(20)的d口通过第七阀门(17)连接热回管线、通过第九阀门(19)连接空调回管线、通过第三阀门(13)连接水环热泵(21)的g口,所述水环热泵(21)的f口通过第四阀门(14)连接空调供管线,所述水环热泵(21)的h口通过第五阀门(15)连接空调回管线。

2. 根据权利要求1所述的光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统,其特征在于,在连接所述PVT光伏组件(7)的n口与所述第一阀门(11)之间的管线上安装定压膨胀罐(6)。

3. 根据权利要求1所述的光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统,其特征在于,还包括蓄电池,所述蓄电池连接PVT光伏组件(7)。

4. 根据权利要求1所述的光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统,其特征在于,所述PVT光伏组件(7)包括至上而下依次设置的玻璃盖板(1)、太阳能电池板(2)、液体流道(3)、空气夹层(4)以及百叶装置(5),当PVT光伏组件(7)需保温减少散热时,则将百叶装置(5)的百叶闭合,当PVT光伏组件(7)温度过高影响发电时,将百叶装置(5)的百叶开启。

5. 根据权利要求1所述的光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统的供能方法,其特征在于,所述PVT光伏组件(7)的余热可释放至相变储能水箱(20)通过热交换传递给水环热泵(21),在水环热泵(21)热量饱和时可通过相变材料存储在相变储能水箱(20)内部,实现热量的储存。

6. 根据权利要求5所述的供能方法,分为五个工况:

工况一:PVT光伏组件(7)经相变储能水箱(20)蓄热;

工况二:PVT光伏组件(7)经相变储能水箱(20)、水环热泵(21)供空调系统;

工况三:PVT光伏组件(7)经相变储能水箱(20)、水环热泵(21)供生活热水和空调系统;

工况四:PVT光伏组件(7)经相变储能水箱(20)供生活热水和空调系统;

工况五:PVT光伏组件(7)经相变储能水箱(20)供生活热水。

## 光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于太阳能综合利用领域,尤其是一种可变太阳能光伏光热组件耦合水环热泵及储能装置的建筑供冷供热方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,光伏产业迎来发展高潮,光伏与建筑通过外立面或屋顶结合已经成为建筑节能的重要手段。但光伏仅是解决发电的问题,对建筑供冷供热负荷需求影响较小。由于太阳能发电的同时,也产生了大量余热,既升高太阳能电池工作温度,降低了电池发电效率,又带来了安全隐患。因此,要探究光伏组件热电同时高效供能,实现太阳能光伏光热联用,同一组件实现发电、集热和制冷功能减少互相干。这提高功能效率对建筑降低碳排放具有重要意义,该领域这是近年来,太阳能利用与建筑节能方面的研究热点。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提升光伏光热(PVT)技术的适用性,解决单一构造带来冬季夏季用能需求难以平衡,与热泵耦合难以高效实现供热及制冷功能的问题,同时与储能设施结合,可通过设置储能组,实现对区域供热、制冷、供生活热水的多元化特性要求,从而实现基于PVT耦合水环热泵系统。与水环热泵结合,提供一种适用于有冷热分区的建筑供能模式,并通过蓄电池储电、相变储能水箱储热,实现能量存储,解决建筑负荷、冷热不均问题,同时缓解太阳照射带来的温度升高降低发电效率问题。

[0004] 为实现太阳能光伏光热组件的全季节应用,提高水环热泵与光伏光热耦合的效能,本发明提出了一种可变的太阳能光伏光热组件,其可根据建筑用能需求,改变背部保温、集散热的构造和特性,呈现出发电-集热,发电-散热的功能。可变光伏光热组件与水环热泵耦合,可变光伏光热组件可作为源侧,收集太阳能用于供热,通过与空气换热、辐射换热等可以用于供冷,实现热量的二次分配,并与储能设施结合,提高系统的稳定性;此外,可变太阳能光伏光热组件夜间可通过太空辐射制冷,可提升系统供冷能力;同时组件与水环热泵耦合可全年供生活热水;从而实现了可变光伏光热组件耦合热泵,夏季供冷,冬季供热,全年供生活热水的系统性能,其可根据建筑用能需求,进行相应的调整,提高了系统的适用性。

[0005] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 本发明的第一方面是提供了一种光伏耦合水环热泵及储能的建筑供冷供热系统,包括:PVT光伏组件、相变储能水箱、水环热泵及多个阀门,所述PVT光伏组件与水环热泵通过相变储能水箱连接,所述PVT光伏组件的m口通过第十阀门连接相变储能水箱的a口,相变储能水箱的b口通过第一阀门连接PVT光伏组件的n口,所述相变储能水箱的c口通过第六阀门连接热供管线、通过第八阀门连接空调供管线、通过第二阀门连接水环热泵的e口;所述相变储能水箱的d口通过第七阀门连接热回管线、通过第九阀门连接空调回管线、通过第三阀门连接水环热泵的g口,所述水环热泵的f口通过第四阀门连接空调供管线,所述水环热

泵的h口通过第五阀门连接空调回管线。

[0007] 进一步地,在连接所述PVT光伏组件的n口与所述第一阀门之间的管线上安装定压膨胀罐。

[0008] 进一步地,还包括蓄电池,所述蓄电池连接PVT光伏组件。

[0009] 进一步地,所述PVT光伏组件包括至上而下依次设置的玻璃盖板、太阳能电池板、液体流道、空气夹层以及百叶装置,当PVT光伏组件需保温减少散热时,则将百叶装置的百叶闭合,当PVT光伏组件温度过高影响发电时,将百叶装置的百叶开启。

[0010] 本发明的第二方面是提供了上述系统的供能方法,PVT光伏组件的余热可释放至相变储能水箱通过热交换传递给水环热泵,在水环热泵热量饱和时可通过相变材料存储在相变储能水箱内部,实现热量的储存,相变储能水箱内介质为水,提供生活热水。

[0011] 进一步地,供能方法分为五个工况:

[0012] 工况一:PVT光伏组件经相变储能水箱蓄热;

[0013] 工况二:PVT光伏组件经相变储能水箱、水环热泵供空调系统;

[0014] 工况三:PVT光伏组件经相变储能水箱、水环热泵供生活热水和空调系统;

[0015] 工况四:PVT光伏组件经相变储能水箱供生活热水和空调系统;

[0016] 工况五:PVT光伏组件经相变储能水箱供生活热水。

[0017] 本发明的优点和积极效果是:

[0018] 本发明既提高了太阳能的综合利用效率,提高了太阳能+热泵建筑供能系统的可靠性、经济性,为建筑领域碳达峰提供了切实可行的技术路径和模式,该模式与超低能耗建筑等结合,极易实现建筑的零能耗和零碳目标。

## 附图说明

[0019] 图1为可变光伏组件示意图,其中a为百叶装置闭合状态,b为百叶装置开启状态;

[0020] 图2为本发明系统示意图;

[0021] 图3为相变储能水箱结构示意图。

## 具体实施方式

[0022] 下面通过具体实施例对本发明作进一步详述,以下实施例只是描述性的,不是限定性的,不能以此限定本发明的保护范围。

[0023] 本发明第一方面提出了一种可变太阳能光伏光热组件(PVT)。

[0024] 可变太阳能光伏光热组件,在太阳能电池组件背板后耦合了集散热管道,根据建筑供能系统运行工况需要,可开启和关闭集散热管道后的保温空腔及通风孔,实现集热,散热的转换,该部件可以实现季节控制,也可以实现自动控制,与热泵耦合实现供冷及供热。

[0025] 如图1所示为本发明可变光伏组件示意图。该组件包括至上而下依次设置的玻璃盖板1、太阳能电池板2、液体流道3、空气夹层4以及百叶装置5。

[0026] 在冬季天气较冷的工况下,PVT管道需要保温减少散热,则将百叶装置5的百叶闭合(如图1中的a所示),此时组件背部形成封闭空间构成空气层保温仓,减少管道散热;在夏季气温较高的工况下,管道温度过高且会影响发电,则将百叶装置5的百叶开启(如图1中的b所示),此时组件背部无保温措施且百叶的开启会增强空气扰动强化散热。

[0027] PVT组件选用可变组件,可根据建筑负荷需求改变背部集散热器的构造和特性。则本发明PVT组件背部耦合集散热管道并不选用保温背板,通过对建筑物负荷的测量及模拟估算,针对性的对背部管道的保温空舱及通风口的开闭进行设计,同时无保温背板可强化散热,利于PVT组件耦合水环热泵后的热量转移作用。

[0028] 本发明第二方面是提供了一种光伏光热系统与水环热泵耦合系统,如图2所示,系统包括PVT光伏组件7、压力表8、定压膨胀罐6、相变储能水箱20、水环热泵21、第一阀门11、第二阀门12、第三阀门13、第四阀门14、第五阀门15、第六阀门16、第七阀门17、第八阀门18、第九阀门19、第十阀门10。

[0029] 所述PVT光伏组件7的m口通过第十阀门10连接相变储能水箱20的a口,相变储能水箱20的b口通过第一阀门11、定压膨胀罐6连接PVT光伏组件7的n口。所述相变储能水箱20的c口通过第六阀门16连接热供管线、通过第八阀门18连接空调供管线、通过第二阀门12连接水环热泵21的e口;所述相变储能水箱20的d口通过第七阀门17连接热回管线、通过第九阀门19连接空调回管线、通过第三阀门13连接水环热泵21的g口,所述水环热泵21的f口通过第四阀门14连接空调供管线,所述水环热泵21的h口通过第五阀门15连接空调回管线。

[0030] 本发明所设计的PVT光伏组件7耦合水环热泵21系统,能够解决PVT光伏组件7高温废热对发电效率的影响,提高发电量;PVT光伏组件7与水环热泵21、相变储能水箱20多维度供能,提供更多建筑供能思路;系统增加了蓄电池及相变储能水箱20,实现电能、热能的两方面能量存储,为建筑独立运行提供可靠支撑。

[0031] 多工况水环热泵21可实现供冷、供热,可以与PVT光伏组件7直接或间接耦合。水环热泵21通过循环水泵及经过各房间的水环路进行热量的吸收及释放,可将热量从用户侧带至需求侧,多余热量再由PVT光伏组件7进行散热,实现热量的二次分配。水环热泵21仅通过水环路实现热量的重新分配,以最小的做功同时实现多方面的热量需求。

[0032] 相变储能水箱,如图3所示,包括冷水入口22、PCM单元23、热水出口24、保温层25、支撑架26以及集热器回水口27。

[0033] 相变储能水箱选择的相变材料(PCM)为石蜡,为避免PCM与水直接接触发生反应污染水源故要进行分装。可将PCM等份作为单元通过聚乙烯瓶进行宏观封装,并用网筛平均固定于水箱内部空间,水平布置紧密并在水箱上部和下部留有一定余隙。冷水从水箱底部送入与各层PCM单元充分换热,之后热水从水箱上部流出。可实现水箱中均匀的水平热分布,并能确保上部具有更高的温度,以及各层的PCM单元充分相变储热。水箱下部留有接口,作为提供建筑生活热水需求出口。

[0034] 本发明通过PVT光伏组件7发电提供电能并通过集热器带走余热提供给建筑;光伏系统与水环热泵系统可在不同工况下分别单独以及联合对建筑物供能,通过阀门及温度传感器实现不同状况下的转换。

[0035] PVT光伏组件7与水环热泵21通过相变储能水箱20连接,PVT光伏组件7的余热可释放至相变储能水箱20通过热交换传递给水环热泵21,在水环热泵21热量饱和时可通过相变材料存储在水箱内部,实现热量的储存。同时蓄热水箱内介质为水,也可提供生活热水等需求。

[0036] 分布式光伏系统中包含蓄电池,可将电能优先存储在蓄电池中,余电再上传至电网,在夜间及气候条件不佳等不利于光伏发电的情况下,蓄电池可外放电能提供建筑所需

电量,实现电能的储存。

[0037] 本发明所提出的光伏耦合热泵系统以及储能方式,能够规避光伏发电产热后仍留存的废热影响发电效率问题,能够有效的解决建筑内热量不均衡导致内外区负荷相差大的现象。同时通过两种储能方式,可以合理的再分配能源,为建筑的能源利用提供新可能。

[0038] 本发明首先使用太阳能分布式光伏并网系统,以最佳倾斜角和最小间距安装光伏板。太阳光首先通过光伏板产生电能,经过蓄电池前的控制器保护蓄电池不过度充放电,到达蓄电池。在蓄电池之后经过逆变器,将直流电变为交流电供给用户端使用,同时若产生余电并网系统会上传至电网供市政用电使用。

[0039] 系统为建筑供能包括下述情况:

[0040] 工况一:PVT经相变储热水箱蓄热;

[0041] 工况二:PVT经相变储能水箱、水环热泵供空调系统;

[0042] 工况三:PVT经相变储能水箱、水环热泵供生活热水+空调系统;

[0043] 工况四:PVT经相变储能水箱供生活热水+空调系统;

[0044] 工况五:PVT经相变储能水箱供生活热水。

[0045] 各工况之间的阀门转换通过PVT背板、PV背板、相变储能水箱以及室内的温度监测装置提供的温度状况,结合整体的供冷供热需求以及各工况的运行策略开启或关闭阀门。

[0046] 各工况阀门切换方式如下表1所示。

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
工况 1	√	√	—	—	—	—	—	—	—	—
工况 2	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—
工况 3	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—
工况 4	√	√	—	—	—	—	√	√	√	√
工况 5	√	√	—	—	—	—	√	√	—	—

[0048] 表1中(√)代表阀门开启,(—)代表阀门关闭。

[0049] 本发明的电能储能系统基于PVT系统中的蓄电池,可以保证储能与自给自足、保证稳定的电压和电流、提供峰值电流。安装在控制器之后,实施对蓄电池充放电的保护;放置于逆变器之前,在电能送入房间之前首先将蓄电池充满电。当夜间或气候条件不好PVT不产生电能时,蓄电池可放电,放出的电能通过逆变器输送至用户端。

[0050] 以上所述的仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

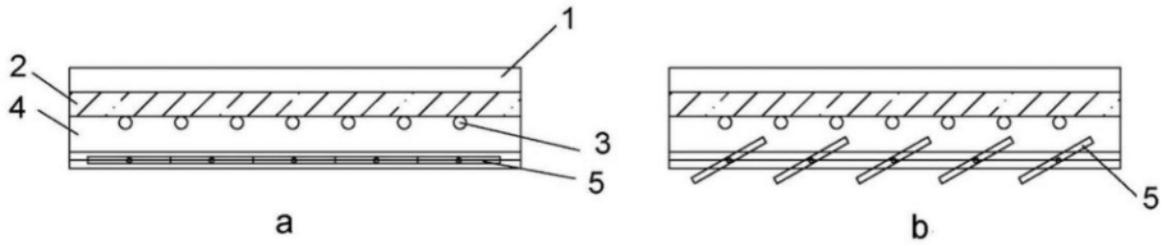


图1

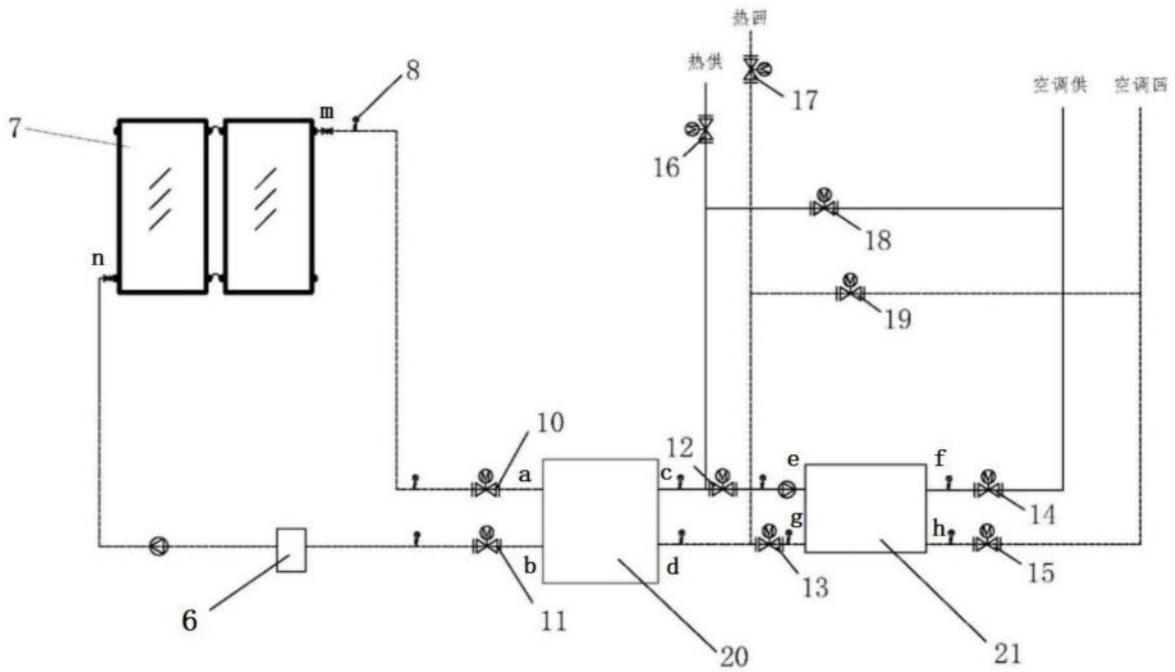


图2

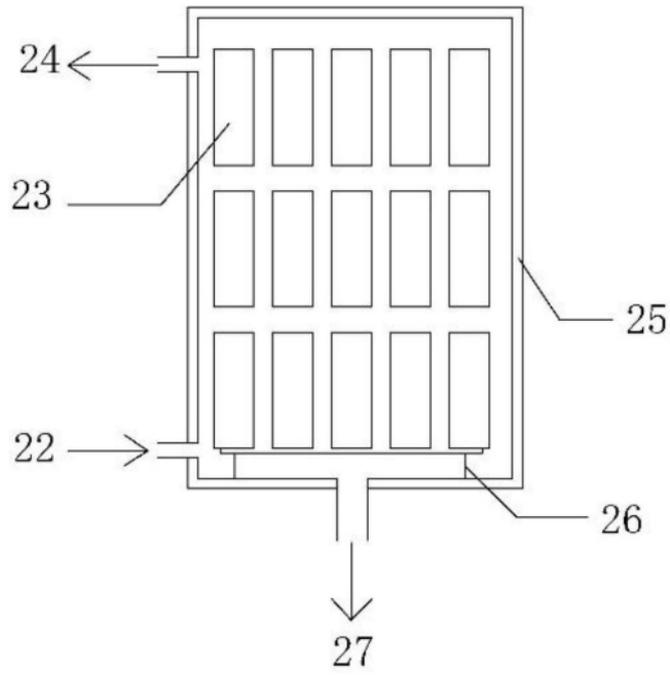


图3