



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102635980 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201210137228. 6

CN 201294466 Y, 2009. 08. 19,

(22) 申请日 2012. 05. 07

CN 201983524 U, 2011. 09. 21,

(73) 专利权人 上海理工大学

CN 202598955 U, 2012. 12. 12,

地址 200093 上海市杨浦区军工路 516 号

JP 特开 2006-183933 A, 2006. 07. 13,

GB 2452754 A, 2009. 03. 18,

(72) 发明人 关欣 王殿华 张淞源 王艳迪

审查员 牛力

郭志波

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

31001

代理人 吴宝根

(51) Int. Cl.

F25B 30/06 (2006. 01)

H02S 40/44 (2014. 01)

H02S 40/42 (2014. 01)

(56) 对比文件

CN 200982762 Y, 2007. 11. 28,

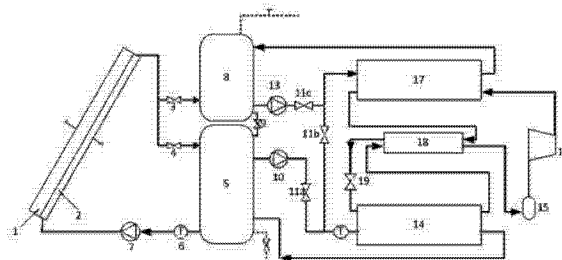
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

太阳能光伏热泵系统

(57) 摘要

本发明涉及一种太阳能光伏热泵系统,由太阳能光伏发电系统,循环冷却系统和热泵热水系统组成,蒸发器水侧进口通过支路与冷凝器进口支路相连,中间装有第四温控阀,光伏组件背面贴有冷却器,冷却器出口分别通过第二温控阀和第一温控阀与蓄热水箱和恒温水箱相连,蓄热水箱下部的左侧支路通过第一循环水泵连接冷却器,蓄热水箱上部右侧支路通过第二循环水泵和第三温控阀连接蒸发器水侧进口,蒸发器出口通过管道连接蓄热水箱下部右侧,冷凝器的水侧进口与第三循环水泵和恒温水箱之间通过管道串联,蒸发器的制冷回路连接回热器后经储液罐连接压缩机吸气口,压缩机排气口,连接冷凝器进口,冷凝器的出口通过回热器和电子膨胀阀连接蒸发器入口。



1. 一种太阳能光伏热泵系统,由太阳能光伏发电系统,循环冷却系统和热泵热水系统组成,太阳能光伏发电系统包括光伏组件(1)、控制器、逆变器和蓄电池,其特征在于:所述循环冷却系统包括冷却器(2),第一,二温控阀(3、4),蓄热水箱(5),温度传感器(6),第一循环水泵(7)和恒温水箱(8),热泵系统包括蒸发器(14),储液罐(15),压缩机(16),冷凝器(17),回热器(18),电子膨胀阀(19)以及第二,三循环水泵(10、13);蒸发器(14)水侧进口通过支路与冷凝器(17)进口支路相连,中间装有第四温控阀(11b),光伏组件(1)背面贴有冷却器(2),冷却器(2)出口分别通过第二温控阀(4)和第一温控阀(3)与蓄热水箱(5)和恒温水箱(8)相连,蓄热水箱(5)下部的左侧支路通过第一循环水泵(7)连接冷却器(2),蓄热水箱(5)上部右侧支路通过第二循环水泵(10)和第三温控阀(11a)连接蒸发器(14)水侧进口,蒸发器(14)出口通过管道连接蓄热水箱(5)下部右侧,冷凝器(17)的水侧进口与第三循环水泵(13)和恒温水箱(8)之间通过管道串联,蒸发器(14)的制冷回路连接回热器(18)后经储液罐(15)连接压缩机(16)吸气口,压缩机(16)排气口,连接冷凝器(17)进口,冷凝器(17)的出口通过回热器(18)和电子膨胀阀(19)连接蒸发器(14)入口。

2. 根据权利要求书 1 所述的太阳能光伏热泵系统,其特征在于,所述的光伏组件(1),其所用冷却工质是循环冷却水。

3. 根据权利要求 1 所述的太阳能光伏热泵系统,其特征在于:所述冷却器(2)由上挡板(20),封头(21),下挡板(22)和流道(23)组成,上挡板(20)和下挡板(22)之间两端设有封头(21)密封,中间为矩形流道(23),上挡板(20)与光伏组件(1)面接触贴合在一起。

4. 根据权利要求 1 所述的太阳能光伏热泵系统,其特征在于:所述冷却器(2)与蓄热水箱(5)之间的支路上设有温度传感器(6),且温度传感器(6)与控制器连接,根据温度传感器(6)反馈信号来控制冷却器(2)与蓄热水箱(5)支路和冷却器与恒温水箱(8)支路之间的切换。

5. 根据权利要求 1 所述的太阳能光伏热泵系统,其特征在于:所述恒温水箱(8)与蓄热水箱(5)之间通过平衡阀(9)连通。

太阳能光伏热泵系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能光伏热泵系统,尤其是一种太阳能光伏加热和制冷联合系统。

背景技术

[0002] 目前,关于太阳能光伏热泵的报导比较少见,公知的类似报导是 2006 年中国国家知识产权局公告的由东南大学徐海英、张小松申请的发明专利《太阳能热泵制冷与光伏光电一体化装置》,授权公开号为 CN 1862148A,申请号为 200610085449.8;该专利的主要是将直膨式太阳能热泵蒸发器作为冷却背板与电池板结合构成光伏/集热板,目的是通过热泵循环收集光伏/集热板的热量,一方面提高热泵效率,另一方面降低电池板温度,以提高电池板的发电效率,是一个很新颖的发明,但还存在以下三点不足。

[0003] (1) 它很难解决光伏电池板与热泵之间的匹配问题,由于电池板的光电转换与光热收集之间在量上存在很大差异,往往如果光伏/集热板的容量能保证它的集热量满足热泵蒸发吸热所需,那么该容量下的光伏/集热板所发出的电远远不够热泵所消耗的,而如果光伏/集热板的发电量能满足热泵所消耗的,则该容量下的光伏/集热板的集热量将远大于热泵蒸发所需,造成的结果是电池板很难得到冷却。

[0004] (2) 它将光伏组件与蒸发器直接耦合在一起,因此很难解决热泵与光伏组件的互相牵制问题,使得热泵的实际运行受太阳辐照影响较严重,稳定性较差;而光伏组件的占地面积往往较大,蒸发器制冷剂的回路过长,压损较大,从而降低了热泵的性能,另外系统的安装场地也往往受限。

[0005] (3) 它的光伏/集热板的结构采用的是,蒸发盘管镶嵌在太阳能光伏组件与集热板的夹层中,蒸发盘管与电池板采用的是线接触,传热效果不好,因而光伏组件的冷却效果并不理想,且温度均匀性差。

发明内容

[0006] 本发明是要解决太阳能光伏系统的冷却技术问题,而提供一种太阳能光伏热泵系统,该系统通过将太阳能光伏发电技术、光热收集技术与热泵技术相结合成太阳能光伏热泵系统,在提高光伏发电效率的同时实现热电联产,且其制热效率远高于常规的空气源热泵,还能避免空气源热泵的结霜问题,另外也克服了直膨式光伏光热一体化装置中的匹配问题和互相牵制问题。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种太阳能光伏热泵系统,由太阳能光伏发电系统,循环冷却系统和热泵热水系统组成,太阳能光伏发电系统包括光伏组件、控制器、逆变器和蓄电池,其特点是:循环冷却系统包括冷却器,第一,二温控阀,蓄热水箱,温度传感器,第一循环水泵和恒温水箱,热泵系统包括蒸发器,储液罐,压缩机,冷凝器,回热器,电子膨胀阀以及第二,三循环水泵;蒸发器水侧进口通过支路与冷凝器(进口支路相连,中间装有第四温控阀,光伏组件背面贴有冷却器,冷却器出口分别通过第二温控阀和第

一温控阀与蓄热水箱和恒温水箱相连,蓄热水箱下部的左侧支路通过第一循环水泵连接冷却器,蓄热水箱上部右侧支路通过第二循环水泵和第三温控阀连接蒸发器水侧进口,蒸发器出口通过管道连接蓄热水箱下部右侧,冷凝器的水侧进口与第三循环水泵和恒温水箱之间通过管道串联,蒸发器的制冷回路连接回热器后经储液罐连接压缩机吸气口,压缩机排气口,连接冷凝器进口,冷凝器的出口通过回热器和电子膨胀阀连接蒸发器入口。

[0008] 光伏组件,其所用冷却工质是循环冷却水。

[0009] 冷却器由上挡板,封头,下挡板和流道组成,上挡板和下挡板之间两端设有封头密封,中间为矩形流道,上挡板与光伏组件面接触贴合在一起。

[0010] 冷却器与蓄热水箱之间的支路上设有温度传感器,且温度传感器与控制器连接,根据温度传感器反馈信号来控制冷却器与蓄热水箱支路和冷却器与恒温水箱支路之间的切换。

[0011] 恒温水箱与蓄热水箱之间通过平衡阀连通。

[0012] 本发明的有益效果:

[0013] 本发明的循环冷却系统冷却器与光伏组件的背板贴合在一起,冷却器出口并联两条支路,并装有阀门控制管路是否连通,其中一条支路接蓄热水箱上部(阀门常开),另一条接恒温水箱下部(阀门常闭),蓄热水箱下层低温循环水通过管路经水泵进入冷却器进口。另外蒸发器水侧进口也并联两条支路,并均装有阀门,其中一条支路从蓄热水箱中上部接入(阀门常开),另一条从恒温水箱下部接入(阀门常闭),蒸发器水侧出口接蓄热水箱下部。蒸发器制冷剂侧出口经回热器接压缩机吸气口,压缩机排气口与冷凝器的制冷剂入口相连,冷凝器的制冷剂出口经回热器和储液器与电子膨胀阀连接,电子膨胀阀的另一端连接蒸发器制冷剂入口;冷凝器的水侧入口和出口分别与恒温水箱相连。避免了光伏组件与热泵系统的直接耦合,从而解决了系统的匹配问题和互相牵制问题,真正的将光伏组件与热泵系统的优势互相结合起来,即提高了光电转换效率又提高了热泵制热效率,实现了太阳能的综合梯级利用,同时也避免了传统空气源热泵的结霜问题。另外也令整套太阳能光伏系统更加灵活,使其适用性变得更强,一举多得。循环冷却系统的冷却器采用板翅式结构,与光伏组件采用面接触的方式直接贴合在一起,因而传热效果相比较好。

[0014] 本发明的具体特点是:

[0015] (1) 通过热泵蒸发器产生的低温循环水均匀地流过发热组件,面接触替代了线接触,更好的冷却了光伏组件,降低了光伏组件的温度,从而提高太阳能发电系统的发电效率。

[0016] (2) 循环水吸收光伏组件的热量,并将其转移到热泵蒸发器,作为热泵低温热源,使得热泵系统的运行效率远高于传统的空气源热泵热水器、电加热热水器以及燃气热水器,而且也避免了空气源热泵的结霜问题。

[0017] (3) 通过循环冷却系统将太阳能发电系统与热泵系统结合起来,实现了热电联产。高效的梯级利用提高了太阳能的综合利用率,减少二氧化碳的排放。

[0018] (4) 避免了太阳能光伏组件与热泵系统的直接耦合,提高了系统的灵活性。由于蓄热水箱和恒温水箱外包有保温层,起到储热作用,因此即使在晚上或阴雨天热泵系统也能正常运行,在一定程度上减少了对太阳辐照的依赖性。

[0019] (5) 通过在蓄热水箱和恒温水箱的两条支路进行切换,保证循环水(或其它载热

工质)进入蒸发器的温度不低于设定温度,从而保证了热泵的高效稳定的运行,避免了热泵受太阳辐照的波动性影响。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明的总体结构示意图;

[0021] 图 2 是图 1 中沿光伏组件与冷却器的 A-A 剖视图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0023] 如图 1 所示,本发明的太阳能光伏热泵系统,包括三个系统:太阳能光伏发电系统,循环冷却系统和热泵热水系统。太阳能光伏发电系统主要包括光伏组件阵列 1,蓄电池,逆变器和控制器等。循环冷却系统主要包括冷却器 2,第一,二温控阀 3,4,蓄热水箱 5,温度传感器 6,第一循环水泵 7,恒温水箱 8。热泵系统主要包括蒸发器 14,储液罐 15,压缩机 16,冷凝器 17,回热器 18,电子膨胀阀 19,以及第三,四温控阀 11a,11b,第二,三循环水泵 10,13 等。

[0024] 蒸发器 14 水侧进口通过支路与冷凝器 17 进口支路相连,中间装有第四温控阀 11b,光伏组件背面贴有冷却器 2,冷却器 2 出口分别通过第二温控阀 4 和第一温控阀 3 与蓄热水箱 5 和恒温水箱 8 相连,蓄热水箱 5 下部的左侧支路通过第一循环水泵 7 连接冷却器 2,蓄热水箱 5 上部右侧支路通过第二循环水泵 10 和第三温控阀 11a 连接蒸发器 14 水侧进口,蒸发器 14 出口通过管道连接蓄热水箱 5 下部右侧,冷凝器 17 的水侧进口与第三循环水泵 13 和恒温水箱 8 之间通过管道串联,蒸发器 14 的制冷回路连接回热器 18 后经储液罐 15 连接压缩机 16 吸气口,压缩机 16 排气口,连接冷凝器 17 进口,冷凝器 17 的出口通过回热器 18 和电子膨胀阀 19 连接蒸发器 14 入口。恒温水箱 8 与蓄热水箱 5 之间通过平衡阀 9 连通。

[0025] 冷却器 2 与蓄热水箱 5 之间的支路上设有温度传感器 6,且温度传感器 6 与控制器连接,根据温度传感器 6 反馈信号来控制冷却器 2 与蓄热水箱 5 支路和冷却器与恒温水箱 8 支路之间的切换。光伏组件 1,其所用冷却工质是循环冷却水。

[0026] 如图 2 所示,冷却器由上挡板 20,封头 21,下挡板 22 和流道 23 组成,上挡板 20 和下挡板 22 之间两端设有封头 21 密封,中间为矩形流道 23,上挡板 20 与光伏组件 1 面接触贴合在一起。

[0027] 太阳辐照一部分经光伏组件阵列吸收转换为电能,另一部分变为热量。循环冷却水从冷却器流过将这些热量带走,刚启动时,第二温控阀 4 常开,被加热的循环冷却水进入蓄热水箱 5,温度传感器 6 的作用是测量从蓄热水箱 5 下部流出的循环冷却水的温度,并反馈给控制器,若其温度高于设定温度 T_0 ,说明蓄热水箱 5 温度已经过高,光伏组件 1 的冷却效果可能减弱,则控制器控制第二温控阀 4 关闭,第一温控阀 3 打开,使得冷却器 2 出口的热水流入恒温水箱 8,一方面提高了恒温水箱 8 的进水初温,另一方面也避免了热量继续在蓄热水箱 5 中积聚,使其在蒸发器 14 下能够被冷却,从而保证进入冷却器 2 中的冷水温度不过高而降低冷却效果,在恒温水箱 8 和蓄热水箱 5 之间有平衡阀 9 相互连通。

[0028] 循环冷却水进入蓄热水箱 5 后,由于温度的差异,从而导致分层,蓄热水箱 5 的上

部水温度较高,蓄热水箱 5 下部水温较低,这就保证了水温高的尽量流向蒸发器 14,水温低的尽量流向冷却器 2,从而提高了热泵的效率,也提高了光伏组件 1 的效率。另外在蒸发器 14 进口支路和冷凝器 17 进口支路通过管路连接起来,并装有阀门 11b 控制其连通,一般情况下第四温控阀 11b 是关闭的,当蒸发器 14 进口水温低于设定值时,第四温控阀 11b 打开,同时关闭第三温控阀 11a,使得水进入蒸发器 14 的温度不低于设定温度,从而可以消除太阳辐照波动性对热泵性能的影响,使热泵始终保持稳定高效的运行。热泵蒸发器吸收热量后经过制冷剂循环,在冷凝器 17 内释放热量,将恒温水箱 8 中的热水提高到所需的温度,供应生活热水。

[0029] 由于系统比较灵活,热泵和太阳能发电系统可以分开放置,中间用管道连接即可,从而减少了场地的制约,而且可以将热泵放在室外,恒温水箱 8 放在室内,中间采用管道连接,可以减少噪音,也方便安装。

[0030] 本发明的工作原理:

[0031] 太阳能光伏组件主要用于进行光电转换,它吸收能量高于禁带宽度的短波辐射产生电能,其材料可以是单晶硅,多晶硅,也可以是非晶硅薄膜电池,另外太阳辐射还会使光伏组件发热,温度升高。

[0032] 循环冷却系统的主要目的是冷却光伏组件并收集热量。从蒸发器 14 出来的低温循环水或其它载热工质经蓄热水箱 5 下部流入冷却器 2 中,吸收光伏组件热量对其进行冷却降温,然后进入蓄热水箱 5 上部,同时落蓄热水箱 5 温度过高,则通过阀门切换,使循环水从冷却器出口进入恒温水箱 8,一来可以作为恒温水箱 8 补水,提高进水初温,二来可以避免热量再进入蓄热水箱 5 积聚,从而蓄热水箱 5 可以在蒸发器 14 的冷却下温度逐渐降低,从而可以避免因水温升高而使得冷却效果下降。循环水在水箱中分层,由于热水密度较轻,往往集中在水箱上部,水箱下部则集中了温度较低的冷水,从而使得热水流入蒸发器 14 中,冷水流入冷却器中,这就保证热泵蒸发吸热和光伏组件冷却的各自所需,同时水箱也起到缓冲作用,避免了热泵系统和光伏组件的互相牵制问题,令两者安装场地的布置和运行模式更加灵活,适用性大大增强,也解决了难以匹配的问题。

[0033] 另外蒸发器 14 水侧进口并联两条支路,其中支路一从蓄热水箱 5 中上部接入,支路二从恒温水箱 8 下部接入,两条支路均装有温控阀,通过监测蒸发器进口温度,一般情况下,支路一阀门常开,支路二阀门常闭,当温度测点温度低于设定温度时,即蓄热水箱 5 中水温较低时,支路二阀门常开,支路一阀门常闭,使得恒温水箱 8 中的高温水进入蒸发器 14 中,保证蒸发器 14 进水温度不低于设定值,从而保证热泵系统的高效稳定运行,减少太阳辐照的波动性对热泵系统的影响。

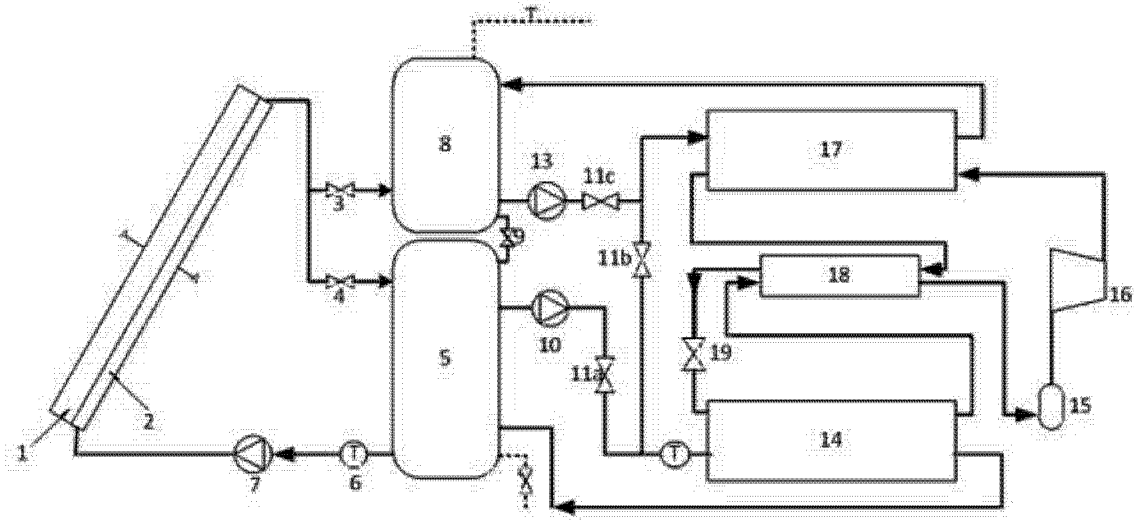


图 1

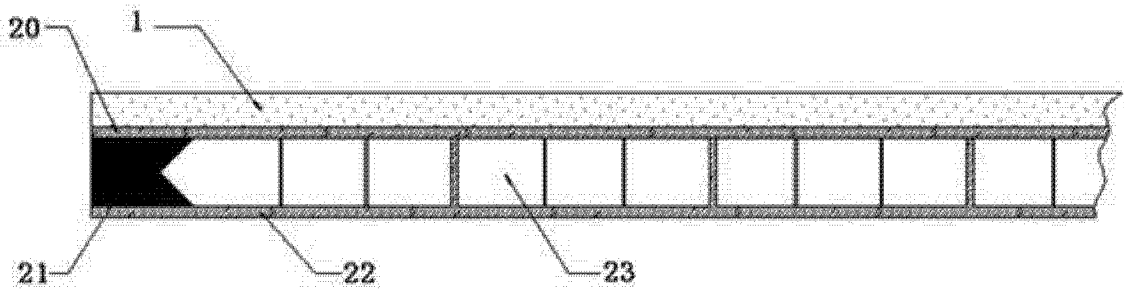


图 2