



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104633987 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201510008226. 0

(22) 申请日 2015. 01. 08

(71) 申请人 常州海卡太阳能热泵有限公司
地址 213023 江苏省常州市钟楼区玉龙南路
213 号钟楼开发区创业中心 906 室

(72) 发明人 蒋绿林 姜钦青 王昌领

(74) 专利代理机构 苏州广正知识产权代理有限
公司 32234

代理人 刘述生

(51) Int. Cl.

F25B 29/00(2006. 01)

F25B 27/00(2006. 01)

F25B 49/02(2006. 01)

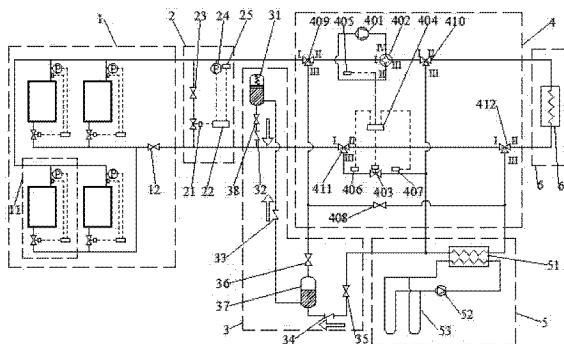
权利要求书5页 说明书15页 附图3页

(54) 发明名称

带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统及控制方法

(57) 摘要

本发明公开一种带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统及控制方法,其中太阳能集热蒸发器阵列与回气温度控制单元连接,回气温度控制单元分别与自驱动单元和主机单元连接,自驱单元分别与主机单元和储能单元连接,储能单元还与主机单元连接,主机单元再与末端换热单元连接。通过上述方式,本发明将热泵、太阳能热利用和自驱动分离热管储能技术结合,以太阳能作为低温热源,利用储能装置储存富裕太阳能及提供低温热源,提高热泵系统运行效率和太阳能利用率,加装太阳能集热蒸发器制冷剂抽空装置、压缩机回气温度控制装置和多太阳能集热蒸发器并联制冷剂流量控制装置,满足太阳能热泵复杂多变的工况,实现太阳能热泵供热技术产品化。



1. 一种带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,包括:太阳能集热蒸发器阵列、回气温度控制单元、自驱单元、主机单元、储能单元和末端换热单元,所述太阳能集热蒸发器阵列与回气温度控制单元连接,所述回气温度控制单元分别与自驱动单元和主机单元连接,所述自驱单元再分别与主机单元和储能单元连接,所述储能单元还与主机单元连接,所述主机单元再与末端换热单元连接。

2. 根据权利要求1所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,所述太阳能集热蒸发器阵列包括多个并联设置的太阳能集热蒸发器模块,所述太阳能集热蒸发器模块包括太阳能集热蒸发器、第一电子膨胀阀、第一控制器、第一温度传感器和第一压力变送器,所述第一电子膨胀阀连接在太阳能集热蒸发器的入口端,所述太阳能集热蒸发器的出口端设置有第一温度传感器和第一压力变送器,所述第一温度传感器和第一压力变送器通过信号线与第一控制器连接,第一控制器再通过信号线与第一电子膨胀阀连接,所述太阳能集热蒸发器阵列中的液相干管上连接有第五电磁阀。

3. 根据权利要求2所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,所述太阳能集热蒸发器包括吸热板芯、透明盖板、保温边框和保温背板,所述吸热板芯由表面带太阳能选择性涂层的吸热板和背面蛇形布置的蒸发换热管组成,蒸发换热管与吸热板通过焊接和胀接结合,吸热板芯上部设有透明盖板,侧边设有保温边框,底部设有保温背板。

4. 根据权利要求1所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,所述回气温度控制单元包括第二电子膨胀阀、第二控制器、第二温度传感器、第二压力变送器和第一电磁阀,所述第二电子膨胀阀的一端与第一电磁阀连接,第二电子膨胀阀的另一端同时与太阳能集热蒸发器阵列的液相干管和自驱动单元连接,所述第一电磁阀的另一端同时与太阳能集热蒸发器阵列的气相干管和主机单元连接,所述第二温度传感器和第二压力变送器设置在回气温度控制单元与主机单元之间,所述第二温度传感器和第二压力变送器通过信号线与第二控制器连接,第二控制器再通过信号线与第二电子膨胀阀连接。

5. 根据权利要求1所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,所述自驱单元包括恒压储液器、第一单向阀、第二单向阀、第三单向阀、冷凝储液器、第二电磁阀、第三电磁阀和第六电磁阀,所述第一单向阀的出口端同时与回气温度控制单元和主机单元连接,第一单向阀的入口端与第六电磁阀连接,第六电磁阀的另一端与恒压储液器的底部接口连接,恒压储液器的侧面接口与第二单向阀的出口端连接,第二单向阀的入口端与冷凝储液器的侧面接口连接,冷凝储液器的顶部接口与第二电磁阀连接,第二电磁阀的另一端与主机单元连接,冷凝储液器的底部接口与第三单向阀的出口端连接,第三单向阀的入口端连与第三电磁阀连接,第三电磁阀的另一端与储能单元连接。

6. 根据权利要求1所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,所述主机单元包括第一电磁三通阀、第二电磁三通阀、第三电磁三通阀、第四电磁三通阀、压缩机、四通换向阀、第三电子膨胀阀、第三控制器、第三温度传感器、第四温度传感器、第五温度传感器和第四电磁阀,

所述第一电磁三通阀的I接口端与回气温度控制单元连接,第一电磁三通阀的II接口端与四通换向阀的I接口端连接,四通换向阀的II、III、IV接口端分别与压缩机的吸气端、第

二电磁三通阀的 I 接口端以及压缩机的排气端连接,第二电磁三通阀的 II 接口端与末端换热单元连接,第二电磁三通阀的 III 接口端与同时与储能单元和第三电子膨胀阀连接,第三电子膨胀阀的另一端与第三电磁三通阀的 III 接口端连接,第三电磁三通阀的 I 接口端与自驱单元连接,第三电磁三通阀的 II 接口端与第四电磁三通阀的 I 接口端连接,第四电磁三通阀的 II 接口端与末端换热单元连接,第四电磁三通阀的 III 接口端同时与储能单元和第四电磁阀连接,第四电磁阀的另一端同时与第一电磁三通阀的 III 接口端和自驱单元中的第二电磁阀连接,

第三温度传感器设置在压缩机的回气口处,第四温度传感器设置在第三电磁三通阀的 III 接口端与第三电子膨胀阀之间,第五温度传感器设置在第三电子膨胀阀的另一端,第三温度传感器、第四温度传感器和第五温度传感器分别通过信号线与第三控制器连接,第三控制器再通过信号线与第三电子膨胀阀连接。

7. 根据权利要求 1 所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,所述储能单元包括板式换热器、水泵和地理管,所述板式换热器的制冷剂管路一端同时与自驱单元中的第三电磁阀和主机单元中第三电子膨胀阀的一端连接,板式换热器的制冷剂管路另一端与主机单元中第四电磁阀的一端连接,板式换热器的水管路一端与地理管的入口端连接,板式换热器的水管路另一端与水泵的出口端连接,水泵的入口端与地理管的出口端连接。

8. 根据权利要求 1 所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,其特征在于,所述末端换热单元包括换热器,换热器的一端与主机单元中第二电磁三通阀的 II 接口端连接,换热器的另一端与主机单元中的第四电磁三通阀的 II 接口端连接。

9. 根据权利要求 1~8 所述的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统的控制方法,其特征在于,包括五种运行模式:太阳能热泵制热模式、自驱动分离热管储能模式、储能热泵制热模式、制冷模式和融雪化霜模式,各个运行模式的具体控制过程如下:

一、太阳能热泵制热模式

开启:第一电磁三通阀(I → II)、第二电磁三通阀(I → II)、第三电磁三通阀(II → I)、第四电磁三通阀(II → I)、四通换向阀(IV → III、I → II),关闭:第二电磁阀、第三电磁阀、第四电磁阀和第六电磁阀,其它部件视情况开启或关闭;

太阳能热泵制热模式的具体工作过程为:

太阳能热泵启动前,太阳能集热蒸发器阵列中的太阳能集热蒸发器内部含有少量制冷剂,这时太阳能集热蒸发器内制冷剂的温度与环境温度基本相等,随着太阳的逐渐出现,太阳能集热蒸发器开始吸收太阳辐射能量,太阳能集热蒸发器内制冷剂温度和压力逐渐上升,

此时太阳能热泵制热模式开启,首先开启第五电磁阀,液态制冷剂进入各太阳能集热蒸发器模块,液态制冷剂通过相应的第一电子膨胀阀进入到各太阳能集热蒸发器内部,开始蒸发并吸收热量,太阳能集热蒸发器内的温度开始下降,

在延迟一段时间后,启动压缩机,太阳能集热蒸发器阵列出来的气态制冷剂经第一电磁三通阀和四通换向阀(I → II)进入到压缩机,压缩成高温高压的过热气态制冷剂,高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀(IV → III)和第二电磁三通阀(I → II)进入末端换热单元中的换热器冷凝放热,冷凝后的液态制冷剂经第四电磁三通阀(II → I)、第三电磁三

通阀(II→I)和第五电磁阀进入太阳能集热蒸发器阵列,液态制冷剂再分别进入各太阳能集热蒸发器模块,经第一电子膨胀阀节流后变成低温低压的气液两相制冷剂,低温低压的气液两相制冷剂在太阳能集热蒸发器内吸收太阳辐照能后变成过热气态制冷剂,各太阳能集热蒸发器出来的过热气态制冷剂汇集后再进入压缩机,如此往复循环工作,

设置在太阳能集热蒸发器出口处的第一温度传感器和第一压力变送器将获取的温度和压力信号通过信号线传输给第一控制器,第一控制器将温度和压力信号转换成对应的过热度 ΔT_1 ,并与设定的目标过热度 ΔT_{s1} 进行比较,并对第一电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_1 > \Delta T_{s1} + 1$ 时,第一电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_1 < \Delta T_{s1} - 1$ 时,第一电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s1} - 1 \leq \Delta T_1 \leq \Delta T_{s1} + 1$ 时,第一电子膨胀阀的开度不变,

所述第一电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_1 时间,所述 $t_1 = 1\text{mins}$,

第一电子膨胀阀根据太阳能集热蒸发器出口处制冷剂的实时过热度来控制其制冷剂流量,确保太阳能集热蒸发器出口处制冷剂的过热度 ΔT_1 接近或等于设定的目标过热度 ΔT_{s1} ;

如果从太阳能集热蒸发器阵列出来的过热气态制冷剂温度超过了回气温度控制单元的设定温度 T 时,回气温度控制单元中第一电磁阀开启,第二温度传感器和第二压力变送器将获取的温度和压力信号通过信号线传输给第二控制器,第二控制器将温度、压力信号转换成对应的过热度 ΔT_2 ,并与设定的目标过热度 ΔT_{s2} 进行比较,所述设定的目标过热度 $\Delta T_{s2} = \Delta T_{s1} + 1$,并对第二电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_2 > \Delta T_{s2} + 1$ 时,第二电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_2 < \Delta T_{s2}$ 时,第二电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s2} \leq \Delta T_2 \leq \Delta T_{s2} + 1$ 时,第二电子膨胀阀的开度不变,

所述第二电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_2 时间,所述 $t_2 = 1\text{mins}$,

此时,末端换热单元冷凝后的液态制冷剂一部分进入太阳能集热蒸发器阵列,另一部分流向第二电子膨胀阀,经第二电子膨胀阀节流后的低温低压的气液两相制冷剂与从太阳能集热蒸发器阵列出来的过热气态制冷剂混合,降低过热气态制冷剂的温度,确保其低于压缩机允许的最高回气温度,混合后的气态制冷剂再进入压缩机;

所述第二电子膨胀阀的最小开度可以到达零开度,

系统需要关机时,首先关闭第五电磁阀和第一电磁阀,停止供液,太阳能集热蒸发器阵列中残留的液态制冷剂会继续蒸发,直到全部干枯形成过热蒸汽,压缩机延迟一定时间后停止运行,即太阳能热泵制热系统关机完成;

二、自驱动分离热管储能模式

开启:第二电磁阀、第三电磁阀、第五电磁阀、第六电磁阀、第一电磁三通阀(I→III)、水泵,关闭:第一电磁阀、第二电磁三通阀、第三电磁三通阀、第四电磁三通阀,其他部件视情况开启或关闭;

恒压储液器内压力可以保持恒定 P_h ,确保在自驱动分离热管储能模式下恒压储液器对太阳能集热蒸发器阵列能正常供液,

所述 P_h 的范围为: $P_2 < P < P_h < P_1$, P_1 为太阳能集热蒸发器内闷晒形成的高压, P_2 为板式换热器内冷凝形成的低压, P 为自驱动分离热管系统工作压力,

自驱动分离热管储能模式开启前,太阳能集热蒸发器内只有少量的制冷剂,在太阳辐照的情况下,太阳能集热蒸发器内的制冷剂很快就变成了过热度较大的气态制冷剂,当过热度 $\Delta T_1 > \Delta T_{s+1}$ 时,太阳能集热蒸发器模块中的各个第一电子膨胀阀的开度会一直增大到最大开度,

自驱动分离热管储能模式的具体工作过程为:

自驱动分离热管储能模式开启,关闭第四电磁阀,恒压储液器内液态制冷剂在压力 P_h 作用下,经过第六电磁阀、第一单向阀和第五电磁阀进入到太阳能集热蒸发器阵列,制冷剂再分别进入到太阳能集热蒸发器模块,制冷剂经过第一电子膨胀阀(此时的各第一电子膨胀阀开度的开度都为最大开度)后进入到太阳能集热蒸发器,太阳能集热蒸发器在太阳辐照下,内部压力开始上升并形成高压 P_1 ,此时冷凝储液器与太阳能集热蒸发器是连通的,由于气态制冷剂在冷凝储液器内不发生冷凝,所以冷凝储液器不会影响太阳能集热蒸发器内压力的升高,并且在第三单向阀的作用下,冷凝储液器内的液态制冷剂不能进入板式换热器,于是在冷凝储液器内形成高压 P_1 ,冷凝储液器内的液态制冷剂在高压 P_1 作用下,经第二单向阀进入恒压储液器,形成液态制冷剂的输送;

当恒压储液器内液面上升到设定液位 H_1 时,开启第四电磁阀:

此时冷凝储液器、板式换热器都与太阳能集热蒸发器阵列连通,气态制冷剂在冷凝储液器内不发生冷凝,气态制冷剂在板式换热器内发生冷凝并形成低压 P_2 ,系统压力恢复到工作压力 P ($P_1 > P > P_2$),板式换热器中冷凝后的液态制冷剂在连通器原理下,经过第三电磁阀和第三单向阀进入冷凝储液器,冷凝储液器内压力 $P < P_h$,冷凝储液器进行储液,

当恒压储液器内液面下降到设定液位 H_2 时,关闭第四电磁阀如此往复循环运行;

自驱动分离热管储能模式需要关闭时,首先关闭第六电磁阀和第五电磁阀,延迟一段时间后再关闭第二电磁阀和第三电磁阀;

三、储能热泵制热模式

开启:第一电磁三通阀(III \rightarrow II)、第二电磁三通阀(I \rightarrow II)、第三电磁三通阀(II \rightarrow III)、第四电磁三通阀(II \rightarrow I)、四通换向阀(IV \rightarrow III、I \rightarrow II)、第四电磁阀,关闭:第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第五电磁阀、第六电磁阀;

储能热泵制热模式具体工作过程为:

储能热泵制热模式开启,制冷剂在板式换热器内吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态,气态工质经过第四电磁阀、第一电磁三通阀(III \rightarrow II)和四通换向阀(I \rightarrow II)进入压缩机变成高温高压的过热气态工质,高温高压的过热气态工质经四通换向阀(IV \rightarrow III)和第二电磁三通阀(I \rightarrow II)进入末端换热单元中换热器进行冷凝放热,冷凝后的液态工质经过第四电磁三通阀(II \rightarrow I)和第三电磁三通阀(II \rightarrow III)进入第三电子膨胀阀,节流成低温低压的气液两相工质,低温低压的气液两相工质进入板式换热器吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态工质,完成一个热泵工质循环,如此往复循环工作;

第三控制器根据第三温度传感器和第五温度传感器的温度信号得出过热度 ΔT_3 ,与设定的目标过热度 ΔT_{s3} 进行比较,对第三电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_3 > \Delta T_{s3}+1$ 时,第三电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_3 < \Delta T_{s3}-1$ 时,第三电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s3}-1 \leq \Delta T_3 \leq \Delta T_{s3}+1$ 时,第三电子膨胀阀的开度增大;

所述第三电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_3 时间, 所述 $t_3=1\text{mins}$;

四、制冷模式

开启: 第一电磁三通阀(II → III)、第二电磁三通阀(II → I)、第三电磁三通阀(III → II)、第四电磁三通阀(I → II)、四通换向阀(IV → I、III → II)、第四电磁阀, 关闭: 第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第五电磁阀、第六电磁阀;

制冷模式具体工作过程为:

制冷模式开启, 制冷剂在换热器中吸收热量后变成气态制冷剂, 气态制冷剂经过第二电磁三通阀(II → I)和四通换向阀(III → II)进入压缩机变成高温高压的过热气态制冷剂, 高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀(IV → I)、第一电磁三通阀(II → III)和第四电磁阀进入板式换热器冷凝成液态制冷剂, 冷凝热排入地下土壤, 冷凝后的液态制冷剂进入第三电子膨胀阀节流成低温低压的气液两相制冷剂, 低温低压的气液两相制冷剂经第三电磁三通阀(III → II)和第四电磁三通换向阀(I → II)进入末端换热单元中的换热器中吸收热量后变成气态制冷剂, 完成一个制冷循环, 如此往复循环工作;

第三控制器根据第三温度传感器和第四温度传感器的温度信号得出过热度 ΔT_4 , 与设定的目标过热度 ΔT_{s4} 进行比较, 对第三电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_4 > \Delta T_{s4} + 1$ 时, 第三电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_4 < \Delta T_{s4} - 1$ 时, 第三电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s4} - 1 \leq \Delta T_4 \leq \Delta T_{s4} + 1$ 时, 第三电子膨胀阀的开度增大;

所述第三电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_3 时间, 所述 $t_3=1\text{mins}$;

五、融雪化霜模式

开启: 第一电磁三通阀(II → I)、第二电磁三通阀(III → I)、第三电磁三通阀(I → II)、第四电磁三通阀(I → III)、四通换向阀(IV → I、III → II)、第五电磁阀, 关闭: 第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第四电磁阀、第六电磁阀;

融雪化霜模式具体工作过程为:

融雪化霜模式开启, 制冷剂在板式换热器内吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态, 气态工质经过第二电磁阀(III → I)和四通换向阀(III → II)进入压缩机, 压缩后高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀(IV → I)和第一电磁三通阀(II → I)进入太阳能集热蒸发器阵列, 高温高压过热气态制冷剂分别进入各太阳能集热蒸发器进行冷凝放热, 冷凝热用于融雪化霜, 冷凝后的液态制冷剂分别经各第一电子膨胀阀节流后汇合, 经第五电磁阀、第三电磁三通阀(I → II)和第四电磁三通阀(I → III)进入储能单元中板式换热器内吸收来自于地下土壤储存的热量, 完成一个循环, 如此往复循环工作。

带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能热利用和太阳能热泵技术领域,特别是涉及一种带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统及控制方法。

背景技术

[0002] 太阳能是一种取之不尽用之不竭的清洁能源,在工农业生产、生活供热、采暖等方面充分利用太阳能资源可以节约传统能源、降低环境污染。

[0003] 常规的太阳能热利用技术采用太阳能集热器(主要有全玻璃真空管集热器、全玻璃真空热管集热器和平板太阳能集热器)吸收太阳能转化为热能用来加热流经集热器的介质,加热的介质用来作为加热生活热水、采暖和工业供热的热源。

[0004] 但由于太阳能能量密度小、连续性差以及受环境、天气变化的影响等缺点,使得太阳能集热系统安装面积大、在低环境温度和低太阳辐照强度下热利用效率低、供热负荷不稳定需要储能装置以及在寒冷的冬季需要加装防冻措施等等,限制了太阳能热利用技术在生产生活中的应用。

[0005] 热泵技术是利用热力学卡诺循环的原理,消耗少量高品味能源(如电能)将大量的热能从低温热源向高温热源输送,输送的热量除以所消耗高品味能源称为热泵的能效比(COP),热泵技术已大规模应用于工业生产和人们的日常生活中,如制取生活热水和采暖。

[0006] 常见的热泵供热应用技术有空气源热泵技术和水(地)源热泵技术,分别从空气和水(地)源这两种低温热源中提取热量。但空气源热泵受环境温度的影响很大,在低温环境温度下由于蒸发器蒸发温度的降低以及蒸发器翅片表面的结霜需要除霜,使得空气源热泵的效率大大降低,限制了空气源热泵的推广使用,尤其在寒冷地区。而水(地)源热泵中水源热泵受水源的限制,地源热泵长期从土壤中取热会造成:第一、土壤全年的取放热不平衡,第二、长期取热导致土壤温度逐步下降,带来热泵效率的下降,严重的时候会导致热泵系统的崩溃。

[0007] 将热泵技术和太阳能热利用技术结合,以太阳能作为热泵系统的低温热源,既能提高热泵系统运行效率,又能提高太阳能的利用率。太阳能与热泵技术的结合主要有直接膨胀式和间接膨胀式两种,直接膨胀式太阳能热泵的集热器直接作为热泵系统的蒸发器,制冷剂直接吸收太阳辐射能蒸发;间接膨胀式太阳能热泵的集热器与热泵蒸发器分开,制冷剂从集热器获得的热水中吸收热量蒸发,存在二次换热过程。

[0008] 直膨太阳能热泵结构紧凑,并且由于制冷剂吸热蒸发,集热器温度相对不高且分布均匀,集热效率能始终保持在较高水平,所需太阳能集热器面积大大缩小,是实现太阳能热泵供热的最佳技术途径。

[0009] 在众多太阳能集热器中,平板式太阳能集热器由于集热面积大、安装方便、易与建筑结合以及作为热泵的蒸发器制作简单,更为主要的是平板式太阳能集热器的闷晒温度远较真空管式太阳能集热器的闷晒温度低。所以选择平板太阳能集热器作为太阳能热泵的集

热蒸发器是最佳的技术选择。

[0010] 太阳能集热蒸发器的集热量受太阳辐射强度和环境温度变化的影响很大,其中太阳辐射强度受气候(如冬夏两季)、环境(如间阴间晴)以及太阳能入射角的影响很大且极不稳定,使得太阳能集热器作为热泵的蒸发器承受巨大的考验,同时平板太阳能集热器的闷晒温度高达 130℃ 以上,而真空管式太阳能集热器的闷晒温度更是高达 250℃ 以上,太阳能集热蒸发器内热泵工作介质蒸发温度及压力的范围将变得很宽,现有热泵系统根本无法适应这些复杂多变的工况。

[0011] 现有热泵压缩机的蒸发温度范围 -15℃ ~25℃,无法适合太阳能热泵的工况。

[0012] 另外,太阳能热泵在夜间和阴雨天气无法正常工作,而在太阳能能量充足时会产生富余能量的浪费。将太阳能热泵技术和储能技术结合,利用储能设备储存太阳能,能起到削峰填谷的作用,可以很好地克服太阳能不连续的缺陷。目前,储能技术多采用主动储能,利用外界动力,将能量储至蓄能材料内部,在储能过程要消耗一定的外界能量,使得整个太阳能热泵换热系统的效率降低。

[0013] 当太阳能热泵应用到大型工程中时,系统供热负荷较大,所需太阳能集热蒸发器面积较大,此时需要多块集热蒸发器并联运行,受各种因素影响,这就经常出现不同集热蒸发器运行状况不同,且系统也经常需要长距离、大高差运送制冷剂,集热蒸发器布置受限于场地等无法规则布置。同时在运行过程中会受到不同程度遮荫的影响,使得通过各太阳能集热蒸发器的制冷剂流量不一致,各太阳能集热蒸发器获得的热量也不一致,控制不当会使得整个太阳能集热系统效率下降,严重的时候甚至会导致太阳能热泵换热系统的崩溃。

[0014] 热泵压缩机的回气温度有一定的工作范围,过高的回气温度会引起压缩机电机的损毁,当太阳辐照强度较大时,必须控制压缩机的回气温度不超过极限值,保证压缩机一直处在允许工况范围内正常运行。

[0015] 热泵系统停机后,太阳能集热蒸发器内温度和压力会因为暴晒而剧增,使得太阳能集热蒸发器承受巨大的压力,同时当热泵系统再次开机时会出现压缩机回气温度过高而引起压缩机的损毁。

[0016] 平板太阳能集热器在有太阳时是集热器,在没太阳时是散热器,太阳能集热板芯温度和环境温度相同,在严寒地区应用的必须解决防冻问题。

[0017] 在严寒地区,太阳能集热器表面经常会收到雪、霜覆盖,这样会影响太阳能热泵的正常运行。

[0018] 上述技术缺陷和技术难题都是本发明需要解决的。

发明内容

[0019] 本发明主要解决的技术问题是提供一种带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统及控制方法,能够提高热泵系统运行效率和连续运行的稳定性,又能提高太阳能的利用率,满足了太阳能热泵复杂多变的工况,并实现了太阳能热泵供热技术的产品化。

[0020] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统,包括:太阳能集热蒸发器阵列、回气温度控制单元、自驱单元、主机单元、储能单元和末端换热单元,所述太阳能集热蒸发器阵列与回气温度控制单元连接,所述回气温度控制单元分别与自驱动单元和主机单元连接,所述自驱单元再分

别与主机单元和储能单元连接,所述储能单元还与主机单元连接,所述主机单元再与末端换热单元连接。

[0021] 在本发明一个较佳实施例中,所述太阳能集热蒸发器阵列包括多个并联设置的太阳能集热蒸发器模块,所述太阳能集热蒸发器模块包括太阳能集热蒸发器、第一电子膨胀阀、第一控制器、第一温度传感器和第一压力变送器,所述第一电子膨胀阀连接在太阳能集热蒸发器的入口端,所述太阳能集热蒸发器的出口端设置有第一温度传感器和第一压力变送器,所述第一温度传感器和第一压力变送器通过信号线与第一控制器连接,第一控制器再通过信号线与第一电子膨胀阀连接,所述太阳能集热蒸发器阵列中的液相干管上连接有第五电磁阀。

[0022] 在本发明一个较佳实施例中,所述太阳能集热蒸发器包括吸热板芯、透明盖板、保温边框和保温背板,所述吸热板芯由表面带太阳能选择性涂层的吸热板和背面蛇形布置的蒸发换热管组成,蒸发换热管与吸热板通过焊接和胀接结合,吸热板芯上部设有透明盖板,侧边设有保温边框,底部设有保温背板。

[0023] 在本发明一个较佳实施例中,所述回气温度控制单元包括第二电子膨胀阀、第二控制器、第二温度传感器、第二压力变送器和第一电磁阀,所述第二电子膨胀阀的一端与第一电磁阀连接,第二电子膨胀阀的另一端同时与太阳能集热蒸发器阵列的液相干管和自驱动单元连接,所述第一电磁阀的另一端同时与太阳能集热蒸发器阵列的气相干管和主机单元连接,所述第二温度传感器和第二压力变送器设置在回气温度控制单元与主机单元之间,所述第二温度传感器和第二压力变送器通过信号线与第二控制器连接,第二控制器再通过信号线与第二电子膨胀阀连接。

[0024] 在本发明一个较佳实施例中,所述自驱单元包括恒压储液器、第一单向阀、第二单向阀、第三单向阀、冷凝储液器、第二电磁阀、第三电磁阀和第六电磁阀,所述第一单向阀的出口端同时与回气温度控制单元和主机单元连接,第一单向阀的入口端与第六电磁阀连接,第六电磁阀的另一端与恒压储液器的底部接口连接,恒压储液器的侧面接口与第二单向阀的出口端连接,第二单向阀的入口端与冷凝储液器的侧面接口连接,冷凝储液器的顶部接口与第二电磁阀连接,第二电磁阀的另一端与主机单元连接,冷凝储液器的底部接口与第三单向阀的出口端连接,第三单向阀的入口端连与第三电磁阀连接,第三电磁阀的另一端与储能单元连接。

[0025] 在本发明一个较佳实施例中,所述主机单元包括第一电磁三通阀、第二电磁三通阀、第三电磁三通阀、第四电磁三通阀、压缩机、四通换向阀、第三电子膨胀阀、第三控制器、第三温度传感器、第四温度传感器、第五温度传感器和第四电磁阀,所述第一电磁三通阀的 I 接口端与回气温度控制单元连接,第一电磁三通阀的 II 接口端与四通换向阀的 I 接口端连接,四通换向阀的 II、III、IV 接口端分别与压缩机的吸气端、第二电磁三通阀的 I 接口端以及压缩机的排气端连接,第二电磁三通阀的 II 接口端与末端换热单元连接,第二电磁三通阀的 III 接口端与同时与储能单元和第三电子膨胀阀连接,第三电子膨胀阀的另一端与第三电磁三通阀的 III 接口端连接,第三电磁三通阀的 I 接口端与自驱单元连接,第三电磁三通阀的 II 接口端与第四电磁三通阀的 I 接口端连接,第四电磁三通阀的 II 接口端与末端换热单元连接,第四电磁三通阀的 III 接口端同时与储能单元和第四电磁阀连接,第四电磁阀的另一端同时与第一电磁三通阀的 III 接口端和自驱单元中的第二电磁阀连接,第三温度传感

器设置在压缩机的回气口处,第四温度传感器设置在第三电磁三通阀的III接口端与第三电子膨胀阀之间,第五温度传感器设置在第三电子膨胀阀的另一端,第三温度传感器、第四温度传感器和第五温度传感器分别通过信号线与第三控制器连接,第三控制器再通过信号线与第三电子膨胀阀连接。

[0026] 在本发明一个较佳实施例中,所述储能单元包括板式换热器、水泵和地埋管,所述板式换热器的制冷剂管路一端同时与自驱单元中的第三电磁阀和主机单元中第三电子膨胀阀的一端连接,板式换热器的制冷剂管路另一端同时与主机单元中第四电磁阀和第四电磁三通阀的III接口端连接,板式换热器的水管路一端与地埋管的入口端连接,板式换热器的水管路另一端与水泵的出口端连接,水泵的入口端与地埋管的出口端连接。

[0027] 在本发明一个较佳实施例中,所述末端换热单元包括换热器,换热器的一端与主机单元中第二电磁三通阀的II接口端连接,换热器的另一端与主机单元中的第四电磁三通阀的II接口端连接。

[0028] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统的控制方法,包括五种运行模式:太阳能热泵制热模式、自驱动分离热管储能模式、储能热泵制热模式、制冷模式和融雪化霜模式,各个运行模式的具体控制过程如下:

一、太阳能热泵制热模式

开启:第一电磁三通阀(I→II)、第二电磁三通阀(I→II)、第三电磁三通阀(II→I)、第四电磁三通阀(II→I)、四通换向阀(IV→III、I→II),关闭:第二电磁阀、第三电磁阀、第四电磁阀和第六电磁阀,其它部件视情况开启或关闭;

太阳能热泵制热模式的具体工作过程为:

太阳能热泵启动前,太阳能集热蒸发器阵列中的太阳能集热蒸发器内部含有少量制冷剂,这时太阳能集热蒸发器内制冷剂的温度与环境温度基本相等,随着太阳的逐渐出现,太阳能集热蒸发器开始吸收太阳辐射能量,太阳能集热蒸发器内制冷剂温度和压力逐渐上升,

此时太阳能热泵制热模式开启,首先开启第五电磁阀,液态制冷剂进入各太阳能集热蒸发器模块,液态制冷剂通过相应的第一电子膨胀阀进入到各太阳能集热蒸发器内部,开始蒸发并吸收热量,太阳能集热蒸发器内的温度开始下降,

在延迟一段时间后,启动压缩机,太阳能集热蒸发器阵列出来的气态制冷剂经第一电磁三通阀和四通换向阀(I→II)进入到压缩机,压缩成高温高压的过热气态制冷剂,高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀(IV→III)和第二电磁三通阀(I→II)进入末端换热单元中的换热器冷凝放热,冷凝后的液态制冷剂经第四电磁三通阀(II→I)、第三电磁三通阀(II→I)和第五电磁阀进入太阳能集热蒸发器阵列,液态制冷剂再分别进入各太阳能集热蒸发器模块,经第一电子膨胀阀节流后变成低温低压的气液两相制冷剂,低温低压的气液两相制冷剂在太阳能集热蒸发器内吸收太阳辐射能后变成过热气态制冷剂,各太阳能集热蒸发器出来的过热气态制冷剂汇集后再进入压缩机,如此往复循环工作,

设置在太阳能集热蒸发器出口处的第一温度传感器和第一压力变送器将获取的温度和压力信号通过信号线传输给第一控制器,第一控制器将温度和压力信号转换成对应的过热度 ΔT_1 ,并与设定的目标过热度 ΔT_{s1} 进行比较,并对第一电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_1 > \Delta T_{s1} + 1$ 时,第一电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_1 < \Delta T_{s1} - 1$ 时,第一电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s1} - 1 \leq \Delta T_1 \leq \Delta T_{s1} + 1$ 时,第一电子膨胀阀的开度不变,

所述第一电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_1 时间,所述 $t_1 = 1 \text{mins}$;

第一电子膨胀阀根据太阳能集热蒸发器出口处制冷剂的实时过热度来控制其制冷剂流量,确保太阳能集热蒸发器出口处制冷剂的过热度 ΔT_1 接近或等于设定的目标过热度 ΔT_{s1} ;

如果从太阳能集热蒸发器阵列出来的过热气态制冷剂温度超过了回气温度控制单元的设定温度 T 时,回气温度控制单元中第一电磁阀开启,第二温度传感器和第二压力变送器将获取的温度和压力信号通过信号线传输给第二控制器,第二控制器将温度、压力信号转换成对应的过热度 ΔT_2 ,并与设定的目标过热度 ΔT_{s2} 进行比较,所述设定的目标过热度 $\Delta T_{s2} = \Delta T_{s1} + 1$,并对第二电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_2 > \Delta T_{s2} + 1$ 时,第二电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_2 < \Delta T_{s2}$ 时,第二电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s2} \leq \Delta T_2 \leq \Delta T_{s2} + 1$ 时,第二电子膨胀阀的开度不变,

所述第二电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_2 时间,所述 $t_2 = 1 \text{mins}$;

此时,末端换热单元冷凝后的液态制冷剂一部分进入太阳能集热蒸发器阵列,另一部分流向第二电子膨胀阀,经第二电子膨胀阀节流后的低温低压的气液两相制冷剂与从太阳能集热蒸发器阵列出来的过热气态制冷剂混合,降低过热气态制冷剂的温度,确保其低于压缩机允许的最高回气温度,混合后的气态制冷剂再进入压缩机;

所述第二电子膨胀阀的最小开度可以到达零开度;

系统需要关机时,首先关闭第五电磁阀和第一电磁阀,停止供液,太阳能集热蒸发器阵列中残留的液态制冷剂会继续蒸发,直到全部干枯形成过热蒸汽,压缩机延迟一定时间后停止运行,即太阳能热泵制热系统关机完成;

二、自驱动分离热管储能模式

开启:第二电磁阀、第三电磁阀、第五电磁阀、第六电磁阀、第一电磁三通阀(I→III)、水泵,关闭:第一电磁阀、第二电磁三通阀、第三电磁三通阀、第四电磁三通阀,其他部件视情况开启或关闭;

恒压储液器内压力可以保持恒定 P_h ,确保在自驱动分离热管储能模式下恒压储液器对太阳能集热蒸发器阵列能正常供液,

所述 P_h 的范围为: $P_2 < P < P_h < P_1$, P_1 为太阳能集热蒸发器内闷晒形成的高压, P_2 为板式换热器内冷凝形成的低压, P 为自驱动分离热管系统工作压力。

[0029] 自驱动分离热管储能模式开启前,太阳能集热蒸发器内只有少量的制冷剂,在太阳辐照的情况下,太阳能集热蒸发器内的制冷剂很快就变成了过热度较大的气态制冷剂,当过热度 $\Delta T_1 > \Delta T_{s1} + 1$ 时,太阳能集热蒸发器模块中的各个第一电子膨胀阀的开度会一直增大到最大开度,

自驱动分离热管储能模式的具体工作过程为:

自驱动分离热管储能模式开启,关闭第四电磁阀,恒压储液器内液态制冷剂在压力 P_h 作用下,经过第六电磁阀、第一单向阀和第五电磁阀进入到太阳能集热蒸发器阵列,制冷剂

再分别进入到太阳能集热蒸发器模块,制冷剂经过第一电子膨胀阀(此时的各第一电子膨胀阀开度的开度都为最大开度)后进入到太阳能集热蒸发器,太阳能集热蒸发器在太阳辐照下,内部压力开始上升并形成高压 P_1 ,此时冷凝储液器与太阳能集热蒸发器是连通的,由于气态制冷剂在冷凝储液器内不发生冷凝,所以冷凝储液器不会影响太阳能集热蒸发器内压力的升高,并且在第三单向阀的作用下,冷凝储液器内的液态制冷剂不能进入板式换热器,于是在冷凝储液器内形成高压 P_1 ,冷凝储液器内的液态制冷剂在高压 P_1 作用下,经第二单向阀进入恒压储液器,形成液态制冷剂的输送;

当恒压储液器内液面上升到设定液位 H_1 时,开启第四电磁阀;

此时冷凝储液器、板式换热器都与太阳能集热蒸发器阵列连通,气态制冷剂在冷凝储液器内不发生冷凝,气态制冷剂在板式换热器内发生冷凝并形成低压 P_2 ,系统压力恢复到工作压力 P ($P_1 > P > P_2$),板式换热器中冷凝后的液态制冷剂在连通器原理下,经过第三电磁阀和第三单向阀进入冷凝储液器,冷凝储液器内压力 $P < P_1$,冷凝储液器进行储液,

当恒压储液器内液面下降到设定液位 H_2 时,关闭第四电磁阀如此往复循环运行;

自驱动分离热管储能模式需要关闭时,首先关闭第六电磁阀和第五电磁阀,延迟一段时间后再关闭第二电磁阀和第三电磁阀;

三、储能热泵制热模式

开启:第一电磁三通阀(III → II)、第二电磁三通阀(I → II)、第三电磁三通阀(II → III)、第四电磁三通阀(II → I)、四通换向阀(IV → III、I → II)、第四电磁阀,关闭:第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第五电磁阀、第六电磁阀;

储能热泵制热模式具体工作过程为:

储能热泵制热模式开启,制冷剂在板式换热器内吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态,气态工质经过第四电磁阀、第一电磁三通阀(III → II)和四通换向阀(I → II)进入压缩机变成高温高压的过热气态工质,高温高压的过热气态工质经四通换向阀(IV → III)和第二电磁三通阀(I → II)进入末端换热单元中换热器进行冷凝放热,冷凝后的液态工质经过第四电磁三通阀(II → I)和第三电磁三通阀(II → III)进入第三电子膨胀阀,节流成低温低压的气液两相工质,低温低压的气液两相工质进入板式换热器吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态工质,完成一个热泵工质循环,如此往复循环工作;

第三控制器根据第三温度传感器和第五温度传感器的温度信号得出过热度 ΔT_3 ,与设定的目标过热度 ΔT_{s3} 进行比较,对第三电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_3 > \Delta T_{s3} + 1$ 时,第三电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_3 < \Delta T_{s3} - 1$ 时,第三电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s3} - 1 \leq \Delta T_3 \leq \Delta T_{s3} + 1$ 时,第三电子膨胀阀的开度增大;

所述第三电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_3 时间,所述 $t_3 = 1\text{mins}$;

四、制冷模式

开启:第一电磁三通阀(II → III)、第二电磁三通阀(II → I)、第三电磁三通阀(III → II)、第四电磁三通阀(I → II)、四通换向阀(IV → I、III → II)、第四电磁阀,关闭:第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第五电磁阀、第六电磁阀;

制冷模式具体工作过程为:

制冷模式开启,制冷剂在换热器中吸收热量后变成气态制冷剂,气态制冷剂经过第二

电磁三通阀(II→I)和四通换向阀(III→II)进入压缩机变成高温高压的过热气态制冷剂,高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀(IV→I)、第一电磁三通阀(II→III)和第四电磁阀进入板式换热器冷凝成液态制冷剂,冷凝热排入地下土壤,冷凝后的液态制冷剂进入第三电子膨胀阀节流成低温低压的气液两相制冷剂,低温低压的气液两相制冷剂经第三电磁三通阀(III→II)和第四电磁三通换向阀(I→II)进入末端换热单元中的换热器中吸收热量后变成气态制冷剂,完成一个制冷循环,如此往复循环工作;

第三控制器根据第三温度传感器和第四温度传感器的温度信号得出过热度 ΔT_4 ,与设定的目标过热度 ΔT_{s4} 进行比较,对第三电子膨胀阀发出控制指令:

当 $\Delta T_4 > \Delta T_{s4} + 1$ 时,第三电子膨胀阀的开度增大,

当 $\Delta T_4 < \Delta T_{s4} - 1$ 时,第三电子膨胀阀的开度减小,

当 $\Delta T_{s4} - 1 \leq \Delta T_4 \leq \Delta T_{s4} + 1$ 时,第三电子膨胀阀的开度增大;

所述第三电子膨胀阀的开度控制检测周期为 t_3 时间,所述 $t_3 = 1\text{mins}$ 。

[0030] 五、融雪化霜模式

开启:第一电磁三通阀(II→I)、第二电磁三通阀(III→I)、第三电磁三通阀(I→II)、第四电磁三通阀(I→III)、四通换向阀(IV→I、III→II)、第五电磁阀,关闭:第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第四电磁阀、第六电磁阀;

融雪化霜模式具体工作过程为:

融雪化霜模式开启,制冷剂在板式换热器内吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态,气态工质经过第二电磁阀(III→I)和四通换向阀(III→II)进入压缩机,压缩后高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀(IV→I)和第一电磁三通阀(II→I)进入太阳能集热蒸发器阵列,高温高压过热气态制冷剂分别进入各太阳能集热蒸发器进行冷凝放热,冷凝热用于融雪化霜,冷凝后的液态制冷剂分别经各第一电子膨胀阀节流后汇合,经第五电磁阀、第三电磁三通阀(I→II)和第四电磁三通阀(I→III)进入储能单元中板式换热器内吸收来自于地下土壤储存的热量,完成一个循环,如此往复循环工作。

[0031] 本发明的有益效果是:本发明带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统及控制方法将热泵技术、太阳能热利用技术和自驱动分离热管储能技术相结合,以太阳能作为热泵系统的低温热源,同时利用储能装置来储存富裕的太阳能和提供低温热源,既能提高热泵系统运行效率和连续运行的稳定性,又能提高太阳能的利用率;在热泵系统中加装了太阳能集热蒸发器的制冷剂抽空装置、压缩机回气温度控制装置以及多太阳能集热蒸发器并联的制冷剂流量控制装置,满足了太阳能热泵复杂多变的工况,并实现了太阳能热泵供热技术的产品化。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中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它的附图,其中:

图1是本发明的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统一较佳实施例的结构示意图;

图 2 是太阳能集热蒸发器模块的结构示意图；

图 3 是图 2 中太阳能集热蒸发器的 A-A 向截面结构示意图；

图 4 是本发明的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统另一较佳实施例的结构示意图；

图 5 是图 4 中的相变储能箱的结构示意图；

图 6 是本发明的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统中太阳能热泵制热模式时电子膨胀阀的控制流程图；

附图中各部件的标记如下：1、太阳能集热蒸发器阵列，11、太阳能集热蒸发器模块，111、太阳能集热蒸发器，1111、吸热板芯，1112、透明盖板，1113、保温边框，1114、保温背板，112、第一电子膨胀阀，113、第一控制器，114、第一温度传感器，115、第一压力变送器，12、第五电磁阀，2、回气温度控制单元，21、第二电子膨胀阀，22、第二控制器，23、第一电磁阀，24、第二压力变送器，25、第二温度传感器，3、自驱单元，31、恒压储液器，32、第一单向阀，33、第二单向阀，34、第三单向阀，35、第三电磁阀，36、第二电磁阀，37、冷凝储液器，38、第六电磁阀，4、主机单元，401、压缩机，402、四通换向阀，403、第三电子膨胀阀，404、第三控制器，405、第三温度传感器，406、第四温度传感器，407、第五温度传感器，408、第四电磁阀，409、第一电磁三通阀，410、第二电磁三通阀，411、第三电磁三通阀，412、第四电磁三通阀，5、储能单元，51、板式换热器，52、水泵，53、地埋管，54、储能箱，541、管翅式蒸发冷凝器，542、固液相变储能材料，543、保温外壳，6、末端换热单元，61、换热器。

具体实施方式

[0033] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0034] 请参阅图 1 至图 6，本发明实施例包括：

一种带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统，包括：太阳能集热蒸发器阵列 1、回气温度控制单元 2、自驱单元 3、主机单元 4、储能单元 5 和末端换热单元 6。

[0035] 所述太阳能集热蒸发器阵列 1 与回气温度控制单元 2 连接，所述回气温度控制单元 2 分别与自驱动单元 3 和主机单元 4 连接，所述自驱动单元 3 再分别与主机单元 4 和储能单元 5 连接，所述储能单元 5 还与主机单元 4 连接，所述主机单元 4 再与末端换热单元 6 连接。

[0036] 所述太阳能集热蒸发器阵列 1 包括多个并联设置的太阳能集热蒸发器模块 11，所述太阳能集热蒸发器模块 11 包括太阳能集热蒸发器 111、第一电子膨胀阀 112、第一控制器 113、第一温度传感器 114 和第一压力变送器 115。

[0037] 所述第一电子膨胀阀 112 连接在太阳能集热蒸发器 111 的入口端，所述太阳能集热蒸发器 111 的出口端设置有第一温度传感器 114 和第一压力变送器 115，所述第一温度传感器 114 和第一压力变送器 115 通过信号线与第一控制器 113 连接，第一控制器 113 再通过信号线与第一电子膨胀阀 112 连接，所述太阳能集热蒸发器阵列 1 中的液相干管上连接有第五电磁阀 12。

[0038] 所述太阳能集热蒸发器 111 包括吸热板芯 1111、透明盖板 1112、保温边框 1113 和保温背板 1114, 所述吸热板芯 1111 由表面带太阳能选择性涂层的吸热板和背面蛇形布置的蒸发换热管组成, 蒸发换热管与吸热板通过焊接和胀接结合, 吸热板芯 1111 上部设有透明盖板 1112, 侧边设有保温边框 1113, 底部设有保温背 1114 板。

[0039] 其中, 太阳能集热蒸发器阵列 1 不局限于图 1 中所示, 所述太阳能集热蒸发器模块 11 可以随意无规则的并联, 太阳能集热蒸发器模块 11 的数量和位置在允许范围内可以有变化。

[0040] 所述回气温度控制单元 2 包括第二电子膨胀阀 21、第二控制器 22、第二温度传感器 25、第二压力变送器 24 和第一电磁阀 23, 所述第二电子膨胀阀 21 的一端与第一电磁阀 23 连接, 第二电子膨胀阀 21 的另一端同时与太阳能集热蒸发器阵列 1 的液相干管和自驱动单元 3 连接, 所述第一电磁阀 23 的另一端同时与太阳能集热蒸发器阵列 1 的气相干管和主机单元 4 连接, 所述第二温度传感器 25 和第二压力变送器 24 设置在回气温度控制单元 2 与主机单元 4 之间, 所述第二温度传感器 25 和第二压力变送器 24 通过信号线与第二控制器 22 连接, 第二控制器 22 再通过信号线与第二电子膨胀阀 21 连接。

[0041] 所述自驱单元 3 包括恒压储液器 31、第一单向阀 32、第二单向阀 33、第三单向阀 34、冷凝储液器 37、第二电磁阀 36、第三电磁阀 35 和第六电磁阀 38, 所述第一单向阀 32 的出口端同时与回气温度控制单元 2 和主机单元 4 连接, 第一单向阀 32 的入口端与第六电磁阀 38 连接, 第六电磁阀 38 的另一端与恒压储液器 31 的底部接口连接, 恒压储液器 31 的侧面接口与第二单向阀 33 的出口端连接, 第二单向阀 33 的入口端与冷凝储液器 37 的侧面接口连接, 冷凝储液器 37 的顶部接口与第二电磁阀 36 连接, 第二电磁阀 36 的另一端与主机单元 4 连接, 冷凝储液器 37 的底部接口与第三单向阀 34 的出口端连接, 第三单向阀 34 的入口端连与第三电磁阀 35 连接, 第三电磁阀 35 的另一端与储能单元 5 连接。

[0042] 自驱单元 3 中的恒压储液器 31 还可以通过其他形式来确保储液器的正常储液和供液。

[0043] 所述主机单元 4 包括第一电磁三通阀 409、第二电磁三通阀 410、第三电磁三通阀 411、第四电磁三通阀 412、压缩机 401、四通换向阀 402、第三电子膨胀阀 403、第三控制器 404、第三温度传感器 405、第四温度传感器 406、第五温度传感器 407 和第四电磁阀 408,

所述第一电磁三通阀 409 的 I 接口端与回气温度控制单元 2 连接, 第一电磁三通阀 409 的 II 接口端与四通换向阀 402 的 I 接口端连接, 四通换向阀 402 的 II、III、IV 接口端分别与压缩机 401 的吸气端、第二电磁三通阀 410 的 I 接口端以及压缩机 401 的排气端连接, 第二电磁三通阀 410 的 II 接口端与末端换热单元 6 连接, 第二电磁三通阀 410 的 III 接口端与同时与储能单元 5 和第三电子膨胀阀 403 连接, 第三电子膨胀阀 403 的另一端与第三电磁三通阀 411 的 III 接口端连接, 第三电磁三通阀 411 的 I 接口端与自驱单元 3 连接, 第三电磁三通阀 411 的 II 接口端与第四电磁三通阀 412 的 I 接口端连接, 第四电磁三通阀的 II 接口端与末端换热单元 6 连接, 第四电磁三通阀 412 的 III 接口端同时与储能单元 5 和第四电磁阀 408 连接, 第四电磁阀 408 的另一端同时与第一电磁三通阀 409 的 III 接口端和自驱单元 3 中的第二电磁阀 36 连接,

第三温度传感器 405 设置在压缩机 401 的回气口处, 第四温度传感器 406 设置在第三电磁三通阀 411 的 III 接口端与第三电子膨胀阀 403 之间, 第五温度传感器 407 设置在第三

电子膨胀阀 403 的另一端,第三温度传感器 405、第四温度传感器 406 和第五温度传感器 407 分别通过信号线与第三控制器 404 连接,第三控制器 404 再通过信号线与第三电子膨胀阀 403 连接。

[0044] 所述储能单元 5 包括板式换热器 51、水泵 52 和地埋管 53,所述板式换热器 51 的制冷剂管路一端同时与自驱单元 3 中的第三电磁阀 35 和主机单元 4 中电子膨胀阀 403 的一端连接,板式换热器 51 的制冷剂管路另一端同时与主机单元 4 中第四电磁阀 408 和第二电磁三通阀 412 的 III 接口端连接,板式换热器 51 的水管路一端与地埋管 53 的入口端连接,板式换热器 51 的水管路另一端与水泵 52 的出口端连接,水泵 52 的入口端与地埋管 53 的出口端连接。

[0045] 本发明中,储能单元 5 不局限于图 1 所示,还可以采用直接膨胀式土壤储能、水箱储能、固液相变材料储能等。

[0046] 如图 5 所示,在相变储能箱 54 中设置有管翅式蒸发冷凝器 541,相变储能箱 54 内部还充满有固液相变储能材料 542。

[0047] 当储能单元 5 采用固液相变材料储能时,请参照图 4 和图 5 所示。

[0048] 所述末端换热单元 6 包括换热器 61,换热器 61 的一端与主机单元 4 中第二电磁三通阀 410 的 II 接口端连接,换热器 61 的另一端与主机单元 4 中的第四电磁三通阀 412 的 II 接口端连接。

[0049] 所述末端换热单元 6 中换热器 61 的加热介质为水、空气或其他需要加热的流体等。

[0050] 本发明的带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统根据实际需要可以分为以下五种运行模式:

太阳能热泵制热模式、自驱动分离热管储能模式、储能热泵制热模式、制冷模式和融雪化霜模式,各个运行模式具体控制过程如下:

一、太阳能热泵制热模式

开启:第一电磁三通阀 409 (I → II)、第二电磁三通阀 410 (I → II)、第三电磁三通阀 411 (II → I)、第四电磁三通阀 412 (II → I)、四通换向阀 402 (IV → III、I → II),关闭:第二电磁阀 36、第三电磁阀 35、第四电磁阀 408、第六电磁阀 38,其它部件视情况开启或关闭。

[0051] 太阳能热泵制热模式运行时,系统能控制太阳能集热蒸发器阵列 1 中各太阳能集热蒸发器 111 的制冷剂流量,使得从各太阳能集热蒸发器 111 出来的制冷剂的饱和压力、饱和温度和过热度都相等,系统能控制进入压缩机 401 的回气温度,系统关机时还能对太阳能集热蒸发器 111 进行制冷剂抽空,确保系统停机后太阳能集热蒸发器 111 内存留尽可能少的制冷剂,防止系统停机后太阳能集热蒸发器 111 因被晒而导致太阳能集热蒸发器 111 内制冷剂的温度和压力过高。

[0052] 太阳能热泵制热模式的具体工作过程为:

太阳能热泵启动前,太阳能集热蒸发器阵列 1 中的太阳能集热蒸发器 111 内部含有少量制冷剂,这时太阳能集热蒸发器 111 内制冷剂的温度与环境温度基本相等,随着太阳的逐渐出现,太阳能集热蒸发器 111 开始吸收太阳辐射能量,太阳能集热蒸发器 111 内制冷剂温度和压力逐渐上升;

此时太阳能热泵制热模式开启,首先开启第五电磁阀 12,液态制冷剂进入各太阳能集

热蒸发器模块 11, 液态制冷剂通过相应的第一电子膨胀阀 112 进入到各太阳能集热蒸发器 111 内部, 开始蒸发并吸收热量, 太阳能集热蒸发器 111 内的温度开始下降;

在延迟一段时间后, 启动压缩机 401, 太阳能集热蒸发器阵列 1 出来的气态制冷剂经第一电磁三通阀 409 和四通换向阀 402(I → II) 进入到压缩机 401, 压缩成高温高压的过热气态制冷剂, 高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀 402(IV → III) 和第二电磁三通阀 410(I → II) 进入末端换热单元 6 中的换热器 61 冷凝放热, 冷凝后的液态制冷剂经第四电磁三通阀 412(II → I)、第三电磁三通阀 411(II → I) 和第五电磁阀 12 进入太阳能集热蒸发器阵列 1, 液态制冷剂再分别进入各太阳能集热蒸发器模块 11, 经第一电子膨胀阀 112 节流后变成低温低压的气液两相制冷剂, 低温低压的气液两相制冷剂进入太阳能集热蒸发器 111, 吸收太阳辐照能后变成过热气态制冷剂, 各太阳能集热蒸发器 111 出来的过热气态制冷剂汇集后再进入压缩机 401, 如此往复循环工作;

设置在太阳能集热蒸发器 111 出口处的第一温度传感器 114 和第一压力变送器 115 将获取的温度和压力信号通过信号线传输给第一控制器 113, 第一控制器 113 将温度和压力信号转换成对应的过热度 ΔT_1 , 并与设定的目标过热度 ΔT_{s1} 进行比较, 并对第一电子膨胀阀 112 发出控制指令:

当 $\Delta T_1 > \Delta T_{s1} + 1$ 时, 第一电子膨胀阀 112 的开度增大,

当 $\Delta T_1 < \Delta T_{s1} - 1$ 时, 第一电子膨胀阀 112 的开度减小,

当 $\Delta T_{s1} - 1 \leq \Delta T_1 \leq \Delta T_{s1} + 1$ 时, 第一电子膨胀阀 112 的开度不变,

所述第一电子膨胀阀 112 的开度控制检测周期为 t_1 时间, 所述 $t_1 = 1 \text{ mins}$ 。

[0053] 第一电子膨胀阀 112 根据太阳能集热蒸发器 111 出口处制冷剂的实时过热度来控制其制冷剂流量, 确保太阳能集热蒸发器 111 出口处制冷剂的过热度 ΔT_1 接近或等于设定的目标过热度 ΔT_{s1} ;

由于太阳能集热蒸发器阵列 1 中所有的第一电子膨胀阀 112 的设定目标过热度都是 ΔT_{s1} , 所以太阳能集热蒸发器阵列 1 中所有太阳能集热蒸发器模块 11 出口处制冷剂过热度 ΔT_1 都接近或等于设定目标过热度 ΔT_{s1} ,

由于太阳能集热蒸发器阵列 1 中所有太阳能集热蒸发器 111 都是并联在一起, 所以所有太阳能集热蒸发器 111 的出口处压力都相等, 对应的制冷剂饱和温度也相等, 所以太阳能集热蒸发器阵列 1 中所有太阳能集热蒸发器 111 出口处制冷剂饱和温度、饱和压力以及过热度都相等。

[0054] 如果从太阳能集热蒸发器阵列 1 出来的过热气态制冷剂温度超过了回气温度控制单元 2 的设定温度 T 时, 回气温度控制单元 2 中第一电磁阀 23 开启, 第二温度传感器 25 和第二压力变送器 24 将获取的温度和压力信号通过信号线传输给第二控制器 22, 第二控制器 22 将温度、压力信号转换成对应的过热度 ΔT_2 , 并与设定的目标过热度 ΔT_{s2} 进行比较, 所述设定的目标过热度 $\Delta T_{s2} = \Delta T_{s1} + 1$, 并对第二电子膨胀阀 21 发出控制指令:

当 $\Delta T_2 > \Delta T_{s2} + 1$ 时, 第二电子膨胀阀 21 的开度增大,

当 $\Delta T_2 < \Delta T_{s2}$ 时, 第二电子膨胀阀 21 的开度减小,

当 $\Delta T_{s2} \leq \Delta T_2 \leq \Delta T_{s2} + 1$ 时, 第二电子膨胀阀 21 的开度不变,

所述第二电子膨胀阀 21 的开度控制检测周期为 t_2 时间, 所述 $t_2 = 1 \text{ mins}$ 。

[0055] 此时, 末端换热单元 6 冷凝后的液态制冷剂一部分进入太阳能集热蒸发器阵列 1,

另一部分流向第二电子膨胀阀 21,经第二电子膨胀阀 21 节流后的低温低压的气液两相制冷剂与从太阳能集热蒸发器阵列 1 出来的过热气态制冷剂混合,降低过热气态制冷剂的温度,确保其低于压缩机允许的最高回气温度,混合后的气态制冷剂再进入压缩机 401;

所述第二电子膨胀阀 21 的最小开度可以到达零开度。

[0056] 系统需要关机时,首先关闭第五电磁阀 12 和第一电磁阀 23,停止供液,太阳能集热蒸发器阵列 1 中残留的液态制冷剂会继续蒸发,直到全部干枯形成过热蒸汽,压缩机 401 延迟一定时间后停止运行,即太阳能热泵制热系统关机完成。

[0057] 二、自驱动分离热管储能模式

开启:第二电磁阀 36、第三电磁阀 35、第五电磁阀 12、第六电磁阀 38、第一电磁三通阀 409 (I → III)、水泵 52,关闭:第一电磁阀 23、第二电磁三通阀 410、第三电磁三通阀 411、第四电磁三通阀 412,其他部件视情况开启或关闭。

[0058] 恒压储液器 31 内压力可以保持恒定 P_h ,确保在自驱动分离热管储能模式下恒压储液器 31 对太阳能集热蒸发器阵列 1 能正常供液,

所述 P_h 的范围为: $P_2 < P < P_h < P_1$, P_1 为太阳能集热蒸发器 111 内闷晒形成的高压, P_2 为板式换热器 51 内冷凝形成的低压, P 为自驱动分离热管系统工作压力。

[0059] 自驱动分离热管储能模式开启前,太阳能集热蒸发器 111 内只有少量的制冷剂,在太阳辐照的情况下,太阳能集热蒸发器 111 内的制冷剂很快就变成了过热度较大的气态制冷剂,当过热度 $\Delta T_1 > \Delta T_{s1} + 1$ 时,太阳能集热蒸发器模块 11 中的各个第一电子膨胀阀 112 的开度会一直增大直到最大开度。

[0060] 自驱单元 3 中冷凝储液器 37 的高度需低于储能单元 5 中板式换热器 51 或相变储能箱 54 的高度。

[0061] 自驱动分离热管储能模式的具体工作过程为:

自驱动分离热管储能模式开启,关闭第四电磁阀 408,恒压储液器 31 内液态制冷剂在压力 P_h 作用下,经过第六电磁阀 38、第一单向阀 32 和第五电磁阀 12 进入到太阳能集热蒸发器阵列 1,制冷剂再分别进入到太阳能集热蒸发器模块 11,制冷剂经过第一电子膨胀阀 112 (此时的各第一电子膨胀阀 112 开度的开度都为最大开度)后进入到太阳能集热蒸发器 111,太阳能集热蒸发器 111 在太阳辐照下,内部压力开始上升并形成高压 P_1 ,此时冷凝储液器 37 与太阳能集热蒸发器 111 是连通的,由于气态制冷剂在冷凝储液器 37 内不发生冷凝,所以冷凝储液器 37 不会影响太阳能集热蒸发器 111 内压力的升高,并且在第三单向阀 34 的作用下,冷凝储液器 37 内的液态制冷剂不能进入板式换热器 51,于是在冷凝储液器 37 内形成高压 P_1 ,冷凝储液器 37 内的液态制冷剂在高压 P_1 作用下,经第二单向阀 33 进入恒压储液器 31,形成液态制冷剂的输送;

当恒压储液器 31 内液面上升到设定液位 H_1 时,开启第四电磁阀 408;

此时冷凝储液器 37、板式换热器 51 都与太阳能集热蒸发器阵列 1 连通,气态制冷剂在冷凝储液器 37 内不发生冷凝,气态制冷剂在板式换热器 51 内发生冷凝并形成低压 P_2 ,系统压力恢复到工作压力 $P (P_2 < P < P_1)$,板式换热器 51 中冷凝后的液态制冷剂在连通器原理下,经过第三电磁阀 35 和第三单向阀 34 进入冷凝储液器 37,冷凝储液器 37 内压力 $P < P_h$,冷凝储液器 37 进行储液,

当恒压储液器 31 内液面下降到设定液位 H_2 时,关闭第四电磁阀 408,如此往复循环运

行；

自驱动分离热管储能模式需要关闭时，首先关闭第六电磁阀 38 和第五电磁阀 12，延迟一段时间后再关闭第二电磁阀 36 和第三电磁阀 35。

[0062] 制冷剂在板式换热器 51 中释放的冷凝热用于地下土壤储能。

[0063] 三、储能热泵制热模式

开启：第一电磁三通阀 409 (III→II)、第二电磁三通阀 410 (I→II)、第三电磁三通阀 411 (II→III)、第四电磁三通阀 412 (II→I)、四通换向阀 402 (IV→III、I→II)、第四电磁阀 408，关闭：第一电磁阀 23、第二电磁阀 36、第三电磁阀 35、第五电磁阀 12、第六电磁阀 38；

储能热泵制热模式具体工作过程为：

储能热泵制热模式开启，制冷剂在板式换热器 51 内吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态，气态工质经过第四电磁阀 408、第一电磁三通阀 409 (III→II) 和四通换向阀 402 (I→II) 进入压缩机 401 变成高温高压的过热气态工质，高温高压的过热气态工质经四通换向阀 402 (IV→III) 和第二电磁三通阀 410 (I→II) 进入末端换热单元 6 中换热器 61 进行冷凝放热，冷凝后的液态工质经过第四电磁三通阀 412 (II→I) 和第三电磁三通阀 411 (II→III) 进入第三电子膨胀阀 403，节流成低温低压的气液两相工质，低温低压的气液两相工质进入板式换热器 51 吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态工质，完成一个热泵工质循环，如此往复循环工作，

第三控制器 404 根据第三温度传感器 405 和第五温度传感器 407 的温度信号得出过热度 ΔT_3 ，与设定的目标过热度 ΔT_{s3} 进行比较，对第三电子膨胀阀 403 发出控制指令：

当 $\Delta T_3 > \Delta T_{s3} + 1$ 时，第三电子膨胀阀 403 的开度增大，

当 $\Delta T_3 < \Delta T_{s3} - 1$ 时，第三电子膨胀阀 403 的开度减小，

当 $\Delta T_{s3} - 1 \leq \Delta T_3 \leq \Delta T_{s3} + 1$ 时，第三电子膨胀阀 403 的开度增大。

[0064] 所述第三电子膨胀阀 404 的开度控制检测周期为 t_3 时间，所述 $t_3 = 1 \text{mins}$ 。

[0065] 四、制冷模式

开启：第一电磁三通阀 409 (II→III)、第二电磁三通阀 410 (II→I)、第三电磁三通阀 411 (III→II)、第四电磁三通阀 412 (I→II)、四通换向阀 402 (IV→I、III→II)、第四电磁阀 408，关闭：第一电磁阀 23、第二电磁阀 36、第三电磁阀 35、第五电磁阀 12、第六电磁阀 38；

制冷模式具体工作过程为：

制冷模式开启，制冷剂在换热器 61 中吸收热量后变成气态制冷剂，气态制冷剂经过第二电磁三通阀 410 (II→I) 和四通换向阀 402 (III→II) 进入压缩机 401 变成高温高压的过热气态制冷剂，高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀 402 (IV→I)、第一电磁三通阀 409 (II→III) 和第四电磁阀 408 进入板式换热器 51 冷凝成液态制冷剂，冷凝热排入地下土壤，冷凝后的液态制冷剂进入第三电子膨胀阀 403 节流成低温低压的气液两相制冷剂，低温低压的气液两相制冷剂经第三电磁三通阀 411 (III→II) 和第四电磁三通换向阀 412 (I→II) 进入末端换热单元 6 中的换热器 61 中吸收热量后变成气态制冷剂，完成一个制冷循环，如此往复循环工作；

第三控制器 404 根据第三温度传感器 405 和第四温度传感器 406 的温度信号得出过热

度 ΔT_4 , 与设定的目标过热度 ΔT_{s4} 进行比较, 对第三电子膨胀阀 403 发出控制指令:

当 $\Delta T_4 > \Delta T_{s4} + 1$ 时, 第三电子膨胀阀 403 的开度增大,

当 $\Delta T_4 < \Delta T_{s4} - 1$ 时, 第三电子膨胀阀 403 的开度减小,

当 $\Delta T_{s4} - 1 \leq \Delta T_4 \leq \Delta T_{s4} + 1$ 时, 第三电子膨胀阀 403 的开度增大。

[0066] 所述第三电子膨胀阀 404 的开度控制检测周期为 t_3 时间, 所述 $t_3 = 1 \text{ mins}$ 。

[0067] 五、融雪化霜模式

开启: 第一电磁三通阀 409 (II \rightarrow I)、第二电磁三通阀 410 (III \rightarrow I)、第三电磁三通阀 411 (I \rightarrow II)、第四电磁三通阀 412 (I \rightarrow III)、四通换向阀 402 (IV \rightarrow I、III \rightarrow II)、第五电磁阀 12, 关闭: 第一电磁阀 23、第二电磁阀 36、第三电磁阀 35、第四电磁阀 408、第六电磁阀 38;

融雪化霜模式的具体工作过程为:

融雪化霜模式开启, 制冷剂在板式换热器 51 内吸收来自于地下土壤储存的热量后变成气态, 气态工质经过第二电磁阀 410 (III \rightarrow I) 和四通换向阀 402 (III \rightarrow II) 进入压缩机 401, 压缩后高温高压的过热气态制冷剂经四通换向阀 402 (IV \rightarrow I) 和第一电磁三通阀 409 (II \rightarrow I) 进入太阳能集热蒸发器阵列 1, 高温高压过热气态制冷剂分别进入各太阳能集热蒸发器 111 进行冷凝放热, 冷凝热用于融雪化霜, 冷凝后的液态制冷剂分别经各第一电子膨胀阀 112 节流后汇合, 经第五电磁阀 12、第三电磁三通阀 411 (I \rightarrow II) 和第四电磁三通阀 412 (I \rightarrow III) 进入储能单元 5 中板式换热器 51 内吸收来自于地下土壤储存的热量, 完成一个循环, 如此往复循环工作。

[0068] 末端换热单元 6 需要热量, 且太阳辐照强度达到要求时, 系统开启太阳能热泵制热模式;

末端换热单元 6 暂时不需要热量, 且此时太阳辐照强度较高时, 系统开启自驱动分离热管储能模式;

在阴雨天或夜间, 换热单元 6 需要热量时, 系统开启储能热泵制热模式;

夏天需要制冷时, 系统开启制冷模式;

下雪天或冬季早晨有霜时, 系统先开启融雪化霜模式, 对太阳能集热蒸发器表面的雪或霜进行融化, 然后再切换为太阳能热泵制热模式;

上述各种运行模式均可以实现智能化切换。

[0069] 本发明带自驱动分离热管储能装置的太阳能热泵供热系统及控制方法的有益效果是:

一、将平板太阳能集热板中的集热板芯与热泵蒸发器制成一体形成整板管翼式蒸发器, 蒸发换热均匀充分, 整个集热板芯表面温度均匀, 大大降低了表面热迁移损失, 同时汽液相变换热是对流换热的几十倍, 且工作温度相对较低, 比普通太阳能集热系统效率提高一倍以上;

二、采用直膨式太阳能集热蒸发器, 本发明可以实现制冷剂蒸发温度的控制, 较相同环境温度下的空气源热泵蒸发温度高, 所以太阳能热泵系统 COP 值较空气源热泵系统 COP 值高 50% 以上;

三、自驱动分离热管储能, 实现太阳能的免费储存, 不需外加任何动力;

四、储能热泵制热, 弥补了太阳能的先天缺陷: 不连续性, 保证制热连续;

五、控制各集热蒸发器的制冷剂流量,确保制冷剂流经每块太阳能集热蒸发器后的过热度都能稳定在设定范围内,从而使得每块太阳能集热蒸发器的集热效率都达到最高,而且太阳能集热蒸发器的安装不受场地、数量的限制;

六、控制压缩机的回气温度,当太阳辐照强度较大时,控制压缩机的回气温度不超过极限值,保证压缩机一直处在允许工况范围内正常运行,增长压缩机使用寿命,减少压缩机故障率;

七、太阳能集热蒸发器制冷剂抽空装置,确保系统停机后太阳能集热蒸发器内压力不会因为暴晒而剧增,系统开机时不会出现压缩机回气温度过高;

八、融雪化霜功能,冬季能对太阳能集热蒸发器表面的雪和霜进行融化;

九、太阳能集热器作为热泵的蒸发器,利用太阳能作为热泵的低温热源,实现了热泵制热的高效,克服了传统热泵系统(如空气源热泵、地源热泵)和太阳能集热系统在寒冷地区效率低下、无法运行的缺点;

十、采用改进型的热泵压缩机,具有蒸发温度范围宽(上限温度达到 45°C)、吸气温度高(上限温度达到 80°C)的特点,适合太阳能热泵复杂多变的工况;

十一、由于采用的热泵工作制冷剂的冰点低于 100°C ,彻底解决了系统在极寒地区应用的防冻问题。

[0070] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其它相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

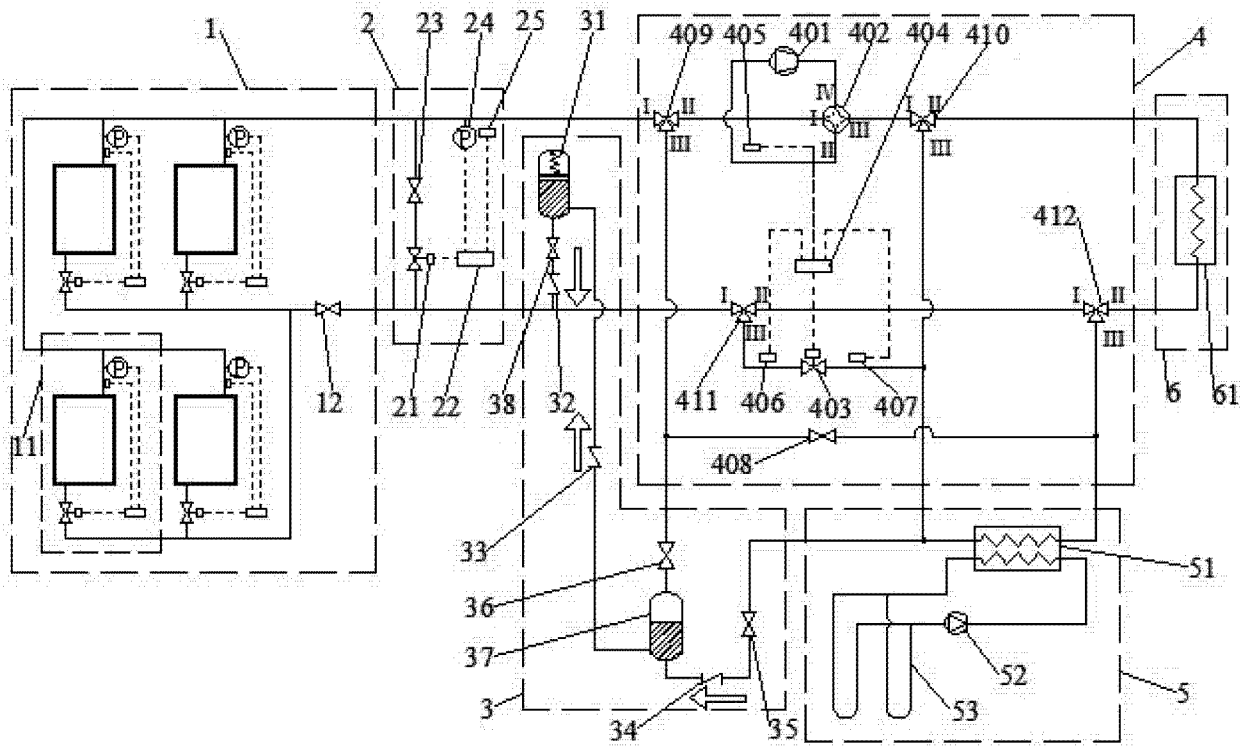


图 1

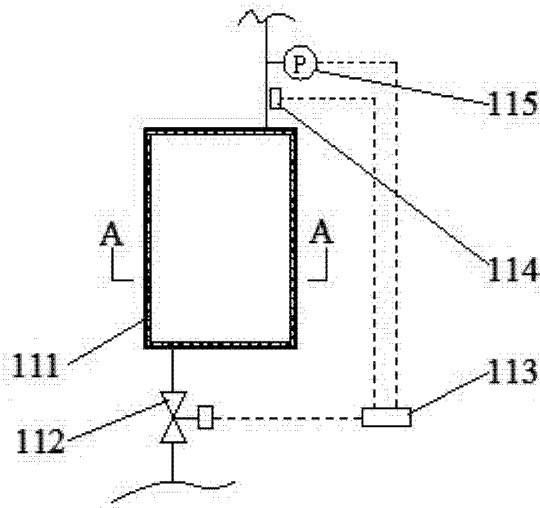


图 2

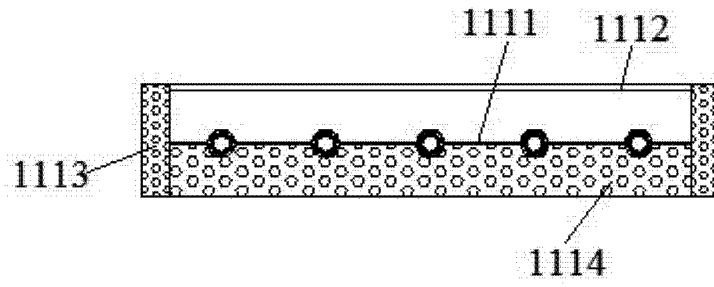


图 3

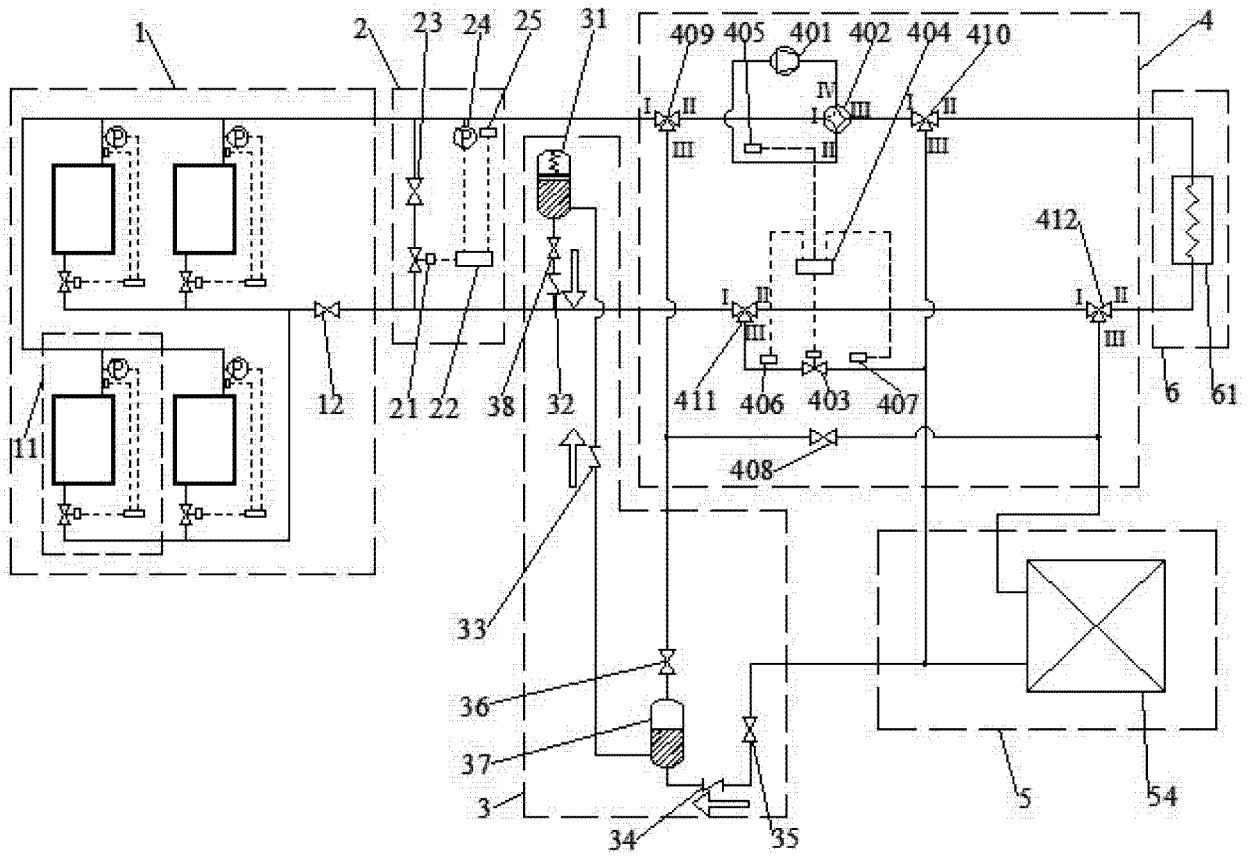


图 4

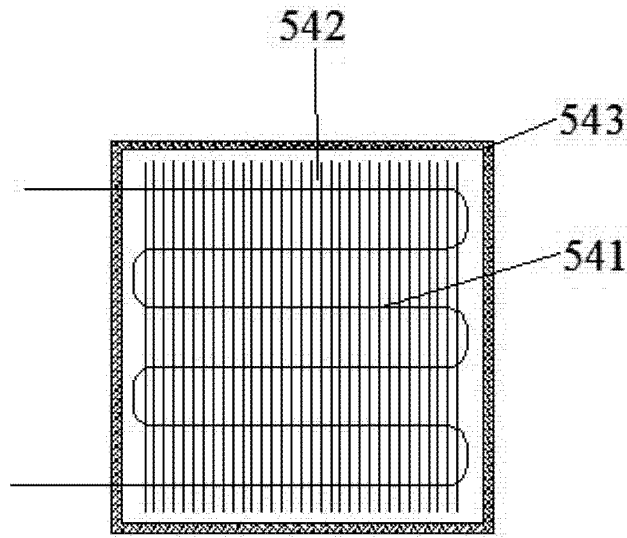


图 5

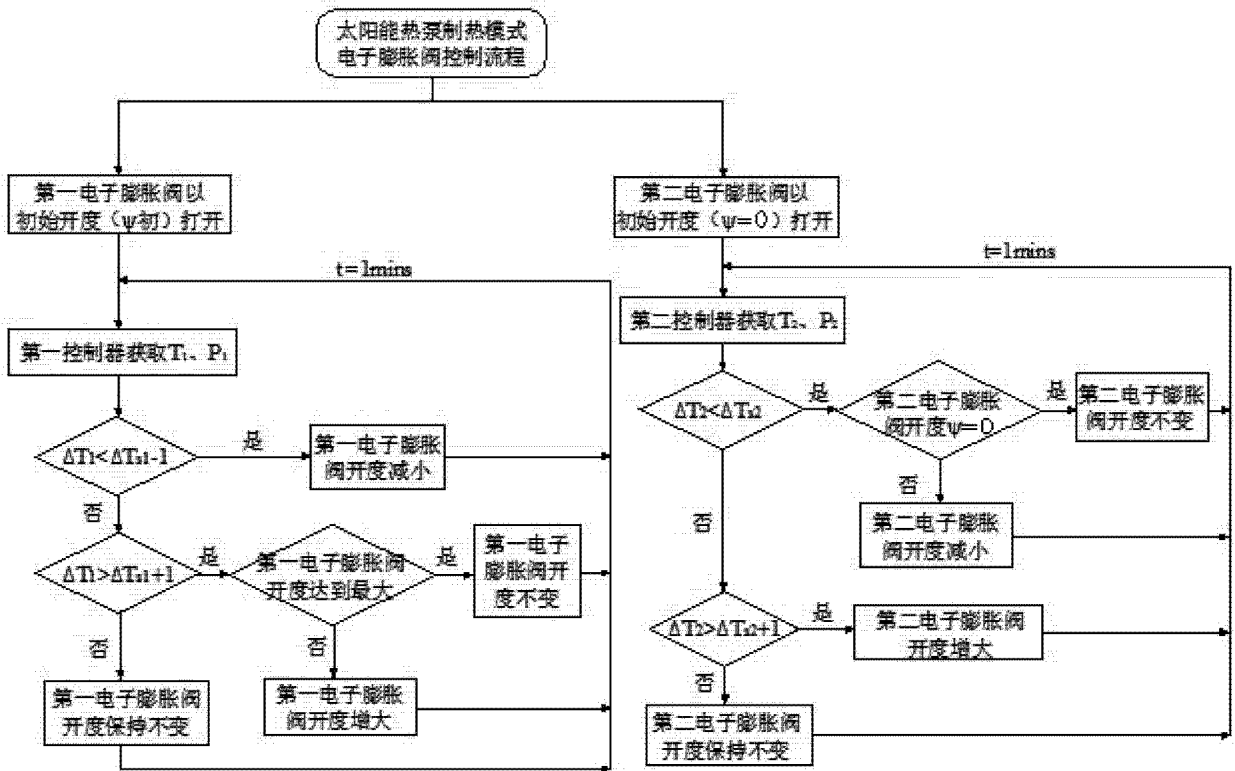


图 6