



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109114804 A

(43)申请公布日 2019.01.01

(21)申请号 201710482325.1

(22)申请日 2017.06.22

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 袁卫星 王刚 尉斌 王磊鑫

(74)专利代理机构 北京金恒联合知识产权代理

事务所 11324

代理人 李强

(51)Int.Cl.

F24H 4/02(2006.01)

F24H 9/20(2006.01)

F25B 30/02(2006.01)

权利要求书4页 说明书8页 附图1页

### (54)发明名称

太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统及其运行方法

### (57)摘要

本发明提供一种太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其热泵压缩机为直流调速压缩机。该系统通过预定的控制方案,在有阳光时,可以通过光伏直流电直接驱动热泵获得生活热水,在光照不佳时,系统可通过市电驱动,弥补了太阳能不稳定的缺点。为系统提供直流电的光伏电池为采用平板热管冷却的光伏光热一体化电池组件,该组件通过高效冷却不仅可以提高光伏电池的发电效率,还可以获得额外热量、用于直接制取生活热水或是提供给双源热泵,还能避免光伏电池水冷带来的防冻难题。本发明通过系统智能控制,不仅能够综合高效利用太阳能,而且系统能够稳定运行、不受日照不足等天气原因影响,具有明显的节能环保和经济优势。

1. 一种太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征包括:

光伏光热一体化组件子系统(A);  
太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统(B);  
蓄能水箱储热子系统(C)及其相关水路流动管路;  
光伏-市电电源管理及控制子系统(D)。

2. 根据权利要求1所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征包括:

所述的光伏光热一体组件子系统(A)进一步包括:  
光伏电池组件(1),  
用导热材料粘贴于光伏电池组件的背部的平板热管(2),  
用导热材料粘贴于平板热管上的平板型水路流动通道(3),  
所述的太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统(B)进一步包括:  
直流调速压缩机(10),  
作为热泵冷凝器的第一制冷剂-水板式换热器(11),  
用于存贮液态制冷剂的储液罐(12),  
用于对制冷剂进行干燥过滤的干燥过滤器(13),  
用于对制冷剂节流降温的节流装置(14),  
作为热泵蒸发器之一的第二制冷剂-水板式换热器(17),  
作为热泵蒸发器之一的风冷换热器(23)。

3. 根据权利要求2所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征包括所述的平板型水路流动通道(3)进一步包括:

布置于平板型水路流动通道(3)下端进水口的第一螺纹口(4),  
布置于平板型水路流动通道(3)上端出水口的第二螺纹口(5),以及  
用于测量流过平板型水路流动通道的水的温度的第一测温装置(6)。

4. 根据权利要求3所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征包括进一步包括:

为所述的第二制冷剂-水板式换热器(17)配备的第一热泵电磁阀(16)、第二热泵电磁阀(18),第三热泵电磁阀(20);

为所述风冷换热器(23)配备的风冷换热器(23)、电动风机(24)、第四热泵电磁阀(22)、第五热泵电磁阀(25)、第六热泵电磁阀(27),

所述第一热泵三通阀(15)连接节流装置(14)、第三热泵电磁阀(20)与第一热泵电磁阀(16),

所述第二热泵三通阀(19)连接第三热泵三通阀(21)、第三热泵电磁阀(20)与第二热泵电磁阀(18),

所述第三热泵三通阀(21)连接第二热泵三通阀(19)、第六热泵电磁阀(27)与第四热泵电磁阀(22),

所述第四热泵三通阀(26)连接直流调速压缩机(10)、第六热泵电磁阀(27)与第五热泵电磁阀(25),

所述第一热泵电磁阀(16)连接第二制冷剂-水板式换热器(17)与第一热泵三通阀(15),

所述第二热泵电磁阀(18)连接第二制冷剂-水板式换热器(17)与第二热泵三通阀(19),

所述第四热泵电磁阀(22)连接第三热泵三通阀(21)与风冷换热器(23),

所述第五热泵电磁阀(25)连接第四热泵三通阀(26)与风冷换热器(23),

所述第三热泵电磁阀(20)连接第一热泵三通阀(15)与第二热泵三通阀(19),

所述第六热泵电磁阀(27)连接第三热泵三通阀(21)与第四热泵三通阀(26),

其中

在光伏直驱空气源热泵模式,光伏电池组件(1)产生的直流电直接驱动直流调速压缩机(10)时,热泵蒸发器中仅采用风冷蒸发器,此时电动风机(24)工作,第三热泵电磁阀(20)、第四热泵电磁阀(22)、第五热泵电磁阀(25)开启,第一热泵电磁阀(16)、第二热泵电磁阀(18)、第六热泵电磁阀(27)关闭,低温两相制冷剂进入风冷换热器(23)中与外界空气换热吸热蒸发,实现蒸汽压缩循环过程,

在光伏直驱双源热泵模式下,光伏电池组件(1)产生的直流电直接驱动直流调速压缩机(10),热泵蒸发器同时采用风冷蒸发器和水源蒸发器,此时电动风机(24)工作,第一热泵电磁阀(16)、第二热泵电磁阀(18)、第四热泵电磁阀(22)、第五热泵电磁阀(25)开启,第三热泵电磁阀(20)、第六热泵电磁阀(27)关闭,低温两相制冷剂先进入第二制冷剂-水板式换热器(17)中与流经平板型水路流动通道(3)的水换热吸热,再次进入风冷换热器(23)中与外界空气换热吸热蒸发,实现蒸汽压缩循环过程。

5. 根据权利要求5所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征在于:

所述的第三热泵电磁阀(20)用于使制冷剂不流经第二制冷剂-水板式换热器(17);

所述的第六热泵电磁阀(27)用于使制冷剂不流经风冷换热器(23)。

6. 根据权利要求1-5之一所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征在于所述的蓄能水箱储热子系统(C)进一步包括:

用于存储热水的保温蓄能水箱(38),

用于加注自来水的加水口(40),

用于测量热水水温的第二测温装置(41)。

7. 根据权利要求1或2所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征在于所述的水路流动管路包括,

用于在平板型水路流动通道(3)与第二制冷剂-水板式换热器(17)之间形成水路循环的第一水泵(32),

用于控制水流通断的第一水路电磁阀(29)和第二水路电磁阀(30),水流方向为第一水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第二水路电磁阀-第一水路电磁阀;

使在平板型水路流动通道(3)与保温蓄能水箱(38)之间形成水路循环的第一水泵(32),用于控制水流通断的第三水路电磁阀(33)和第四水路电磁阀(34),水流方向为第四水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第三水路电磁阀-第四水路电磁阀;

使在第一制冷剂-水板式换热器(11)与保温蓄能水箱(38)之间形成水路循环的第二水

泵(36),用于控制水流通断的第五水路电磁阀(35)和第六水路电磁阀(37),水流方向为第五水路电磁阀-第二水泵-第一制冷剂-水板式换热器-第六水路电磁阀-第五水路电磁阀,

所述第一水路电磁阀(29)连接第一水路三通阀(28)与第二制冷剂-水板式换热器(17),

所述第二水路电磁阀(30)连接第二水路三通阀(31)与第二制冷剂-水板式换热器(17),

所述第一水路三通阀(28)连接第二螺纹口(5)、第三水路电磁阀(33)与第一水路电磁阀(29),

所述第二水路三通阀(31)连接第一水泵(32)、第四水路电磁阀(34)与第二水路电磁阀(30),

所述第三水路电磁阀(33)连接保温蓄能水箱(38)与第一水路三通阀(28),

所述第四水路电磁阀(34)连接保温蓄能水箱(38)与第二水路三通阀(31),

所述第五水路电磁阀(35)连接保温蓄能水箱(38)与第二水泵(36),

所述第六水路电磁阀(37)连接保温蓄能水箱(38)与第一制冷剂-水板式换热器(11),

所述第七水路电磁阀(42)连接保温蓄能水箱(38),用于排水。

8.根据权利要求1或2所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征在于所述的光伏-市电电源管理及控制子系统(D)包括:

产生光伏直流电的光伏电池组件(1),

光伏直流电-市电交流电混流及系统控制器(9),

其中

所述光伏光热一体化双源热泵热水系统采用一键全自动运行,系统工作初始只需操作光伏直流-市电交流电混流及系统控制器(9)。

9.基于根据权利要求4所述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的运行方法,其特征在于包括:

以在平板型水路流动通道(3)出口处的第一测温装置(6)测量的水温为 $T_1$ ,以布置在保温蓄能水箱中的第二测温装置(41)测量的生活热水(39)的温度为 $T_2$ ,按以下方式确定流过平板型水路流动通道(3)的水的去向:

●当 $T_1 > T_2$ 时,第一水泵(32)工作,第三水路电磁阀(33)和第四水路电磁阀(34)开启,第一水路电磁阀(29)和第二水路电磁阀(30)关闭,水流方向为第四水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第三水路电磁阀-第四水路电磁阀,从平板型水路流动通道流出的水直接进入保温蓄能水箱中,将光伏光热一体组件子系统(A)处产生的热量直接储存于保温蓄能水箱(38)中,此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统(B)采用光伏直驱空气源热泵模式,保温蓄能水箱(38)中储存的热量一方面来自太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统(B),另一方面来自光伏光热一体组件子系统(A)直接产热,

●当 $T_1 \leq T_2$ 时,第一水泵(32)工作,第一水路电磁阀(29)和第二水路电磁阀(30)开启,第三水路电磁阀(33)和第四水路电磁阀(34)关闭,水流方向为第一水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第二水路电磁阀-第一水路电磁阀,从平板型水路流动通道流出的水进入热泵蒸发器第一制冷剂-水板式换热器(17)中,将光伏光热一体组件子系统(A)处产生的热量作为使制冷剂工质蒸发的低温热源,此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子

系统(B)采用光伏直驱双源热泵模式,

●当 $T_1 \leq ST < T_2$ 时,其中ST为一预先设置的安全温度,第一水泵(32)停止工作,第一水路电磁阀(29)、第二水路电磁阀(30)、第三水路电磁阀(33)、第四水路电磁阀(34)均关闭,为了保证系统工作安全,使水在平板型水路流动通道(3)中停止流动,不再积蓄平板热管(2)传导的热量,此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统(B)采用光伏直驱空气源热泵模式。

10.根据权利要求9所述的运行方法,其特征在于温度 $T_1$ 与温度 $T_2$ 的比较及太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体双源热泵热水系统各部分的控制操作是由光伏直流-市电交流电混流及系统控制器(9)执行的,

所述光伏光热一体化双源热泵热水系统采用一键全自动运行,系统工作初始只需操作光伏直流-市电交流电混流及系统控制器(9)。

## 太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统及其运行方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统及其运行方法。

### 背景技术

[0002] 目前普通太阳能热水器的主流方式是真空管集热器、平板型集热器等。但是普通的太阳能热水器不能够克服太阳能间歇性的缺点,在日照差或阴冷天气会出力不足、甚至无法提供热水。

[0003] 另外,太阳能光伏电池在发电过程中,电池的发电效率随着其自身温度的升高而降低。实际情况表明,普通光伏电池组件日照强度高时其工作温度通常高于50℃,其发电效率比在25℃的测试工况降低很多。而阳光照射在光伏电池组件产生的热量完全可以回收利用。

### 发明内容

[0004] 本发明人经过深入研究,发现现有技术存在如下问题:

[0005] 热泵热水器由于采用了热泵技术,通常只消耗1份电能便能获得3-4份热能,是一种高效节能的制取热水形式。目前热泵热水器与太阳能结合的方式主要分为太阳能光伏驱动热泵和太阳能辅助热泵。在太阳能驱动热泵方面,常见的方式是将太阳能光伏直流电通过变压、逆变转化为交流电再加以使用,或采用大量蓄电池,但是逆变器和蓄电池价格较高,且电源变换环节过多,给这种系统的技术性能和经济性、环保性都带来了不利的影 响。采用光伏直驱技术的太阳能热泵系统,如太阳能光伏-市电混合驱动蓄冷蓄热型热泵机组(中国专利申请200910076400.X),无蓄电池的太阳能光伏热泵热水器(中国专利申请201310642574.4),并未考虑充分利用太阳能全波段能量,回收光伏电池余热的问题。在太阳能辅助热泵方面,通常采用太阳能集热器作为收集太阳能热量的来源,也考虑太阳能全波段电、热同时利用的问题。而在已有的PV/T型太阳能热泵系统中,如光伏太阳能热泵多功能一体化系统(中国专利申请200610114394.9),并未考虑将光伏直流电即发即用,另外采用将直膨式热泵蒸发器、PV/T组件合二为一的方式需要重新设计加工电池组件,不能利用现有的光伏电池产品和生产线,且易出现制冷剂泄露的风险。

[0006] 本发明的目的在于提供一种太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其综合高效利用太阳光热、光电能量,并且可以由光伏直流电和市电交流电联合驱动。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现。本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,包括:光伏光热一体化组件子系统;太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统;蓄能水箱储热子系统及其相关水路流动管路;光伏-市电电源管理及控制子系统。

[0008] 根据本发明的一个实例,所述的光伏光热一体化组件子系统包括:光伏电池组件;平板热管;平板型水路流动通道。优选地,在所述的光伏光热一体化组件子系统中设置有第一测温装置,用于判断确定流经平板型水路流动通道的水流向到所述的保温蓄能水箱或是作为热泵的蒸发器之一的第二制冷剂-水板式换热器。

[0009] 根据本发明的一个实例,所述的太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统,其包括直流调速压缩机;第一制冷剂-水板式换热器,用于作为热泵冷凝器与所述的保温蓄能水箱里的水换热;储液罐,用于贮存制冷循环管路内多余的液态制冷剂;干燥过滤器,用于对流动的制冷剂进行过滤干燥;节流装置,用于对制冷剂进行节流降温降压;第二制冷剂-水板式换热器及其阀门附件,用于作为热泵的蒸发器之一,与来自流过所述的平板型水路流动通道而获得热量的水进行换热;风冷换热器及其阀门附件,用于作为热泵蒸发器之一,与环境中的空气进行换热。以上所述各部件通过管线联通形成循环。

[0010] 优选地,所述的第二制冷剂-水板式换热器及其阀门附件还包括,第一热泵电磁阀及第二热泵电磁阀,用于使制冷剂流经所述的第二制冷剂-水板式换热器与流过光伏光热一体组件子系统中平板型水路流通道而升温的水换热;第三热泵电磁阀,用于使制冷剂不流经所述的第二制冷剂-水板式换热器而形成旁通;所述的风冷换热器及其阀门附件包括:电动风机,第四热泵电磁阀及第五热泵电磁阀,用于使制冷剂流经所述的风冷换热器与环境中的空气换热;第六热泵电磁阀,用于使制冷剂不流经风冷换热器而形成旁通。

[0011] 根据本发明的一个实例,所述的蓄能水箱储热子系统及其相关水路流动管路,其包括:储存热水的保温蓄能水箱;使在所述的平板型水路流动通道与所述的第二制冷剂-水板式换热器之间形成水路循环的第一水泵,用于控制水流通断的第一水路电磁阀及第二水路电磁阀,水流方向为第二水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第一水路电磁阀-第一水路电磁阀;使在所述的平板型水路流动通道与保温蓄能水箱之间形成水路循环的第一水泵,用于控制水流通断的第三水路电磁阀及第四水路电磁阀,水流方向为第四水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第三水路电磁阀-第四水路电磁阀;使在所述的第一制冷剂-水板式换热器与保温蓄能水箱之间形成水路循环的第二水泵,用于控制水流通断的第五水路电磁阀及第六水路电磁阀,水流方向为第五水路电磁阀-第二水泵-第一制冷剂-水板式换热器-第六水路电磁阀-第五水路电磁阀。

[0012] 优选的,在所述的保温蓄能水箱中设置有第二测温装置,用于确定系统工作起停以及通过与所述的第一测温装置比较确定流经所述的平板型水路流动通道的水是否直接供给保温蓄能水箱。

[0013] 根据本发明的一个实例,所述的光伏-市电电源管理及控制子系统包括:产生光伏直流电的光伏电池组件,提供交流电的市电电网,导电路,光伏直流电-市电交流电混流及系统控制器。

[0014] 本发明的有益效果主要体现在:

[0015] 本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,系统的核心组成部分光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统既可以通过光伏电池组件产生的直流电驱动,也可以通过市电驱动。在太阳能充足时,本系统采用光伏电池直接驱动,可以从空气源或水源的双源取热,将所产生的热水储存于保温蓄能水箱中;在太阳能不充足时,系统自动切换到交流市电驱动,保证系统在阴雨天气能够正常使用,弥补了太阳能间歇性和

不稳定性的缺点。本系统中所述的光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统压缩机为一直流调速压缩机,通过预定的控制方案,能够实现交流、直流驱动同一台直流压缩机。在提高系统运行稳定性的同时,无需逆变器或蓄电池,降低了系统初投资成本。

[0016] 本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,系统中的光伏光热一体组件子系统是提供系统直流电的电源,光伏光热一体化组件采用平板热管冷却方式进行冷却,通过冷却不仅可以提高光伏电池的发电效率,还可以获得额外热量,这部分热量可以用于直接制取生活热水或是提供给双源热泵,起到一举两得的作用,实现太阳能高效利用。因此,光伏光热一体化组件既可以起到光电转化的作用,也可以起到光热转化的作用,在同时需要光电和光热的系统中,能够一定程度起到替代传统光热集热器的作用,这样可以减少太阳能系统占地面积,亦可降低初投资。

[0017] 本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,相比于传统的太阳能热泵系统,在本系统中并不需设置逆变器和蓄电池,这样可以降低系统投资成本,另外可以避免报废的蓄电池污染环境。与普通的市电热泵热水器相比,不仅可以实现太阳能光伏直接驱动,更加节能经济,而且是一台双源热泵,可以具有更佳的性能。

[0018] 本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,相比于已有的PV/T型太阳能热泵系统,采用了独特的光伏直驱技术,充分利用太阳能且不受太阳能变化的影响,而且仅仅需要对现在市场上已有的光伏电池组件进行简单改造便可实现光伏光热一体化利用,对现有光伏产品高效利用有着极大优势。

[0019] 根据本发明的一个方面,提供了一种太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,其特征在于包括:

[0020] 光伏光热一体化组件子系统;

[0021] 太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统;

[0022] 蓄能水箱储热子系统及其相关水路流动管路;

[0023] 光伏-市电电源管理及控制子系统。

[0024] 根据本发明的一个进一步的方面,上述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的特征在于:

[0025] 所述的光伏光热一体组件子系统进一步包括:

[0026] 光伏电池组件,

[0027] 用导热材料粘贴于光伏电池组件的背部的平板热管,

[0028] 用导热材料粘贴于平板热管上的平板型水路流动通道,

[0029] 所述的太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统进一步包括:

[0030] 直流调速压缩机,

[0031] 作为热泵冷凝器的第一制冷剂-水板式换热器,

[0032] 用于存贮液态制冷剂的储液罐,

[0033] 用于对制冷剂进行干燥过滤的干燥过滤器,

[0034] 用于对制冷剂节流降温的节流装置,

[0035] 作为热泵蒸发器之一的第二制冷剂-水板式换热器,

[0036] 作为热泵蒸发器之一的风冷换热器。

[0037] 根据本发明的一个进一步的方面,上述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热

一体化双源热泵热水系统的特征在于所述的平板型水路流动通道进一步包括：

[0038] 布置于平板型水路流动通道下端进水口的第一螺纹口，

[0039] 布置于平板型水路流动通道上端出水口的第二螺纹口，以及

[0040] 用于测量流过平板型水路流动通道的水的温度的第一测温装置。

[0041] 根据本发明的一个进一步的方面，上述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的特征在于进一步包括：

[0042] 为所述的第二制冷剂-水板式换热器配备的第一热泵电磁阀、第二热泵电磁阀，第三热泵电磁阀；

[0043] 为所述风冷换热器配备的风冷换热器、电动风机、第四热泵电磁阀、第五热泵电磁阀、第六热泵电磁阀，

[0044] 所述第一热泵三通阀连接节流装置、第三热泵电磁阀与第一热泵电磁阀，

[0045] 所述第二热泵三通阀连接第三热泵三通阀、第三热泵电磁阀与第二热泵电磁阀，

[0046] 所述第三热泵三通阀连接第二热泵三通阀、第六热泵电磁阀与第四热泵电磁阀，

[0047] 所述第四热泵三通阀连接直流调速压缩机、第六热泵电磁阀与第五热泵电磁阀，

[0048] 所述第一热泵电磁阀连接第二制冷剂-水板式换热器与第一热泵三通阀，

[0049] 所述第二热泵电磁阀连接第二制冷剂-水板式换热器与第二热泵三通阀，

[0050] 所述第四热泵电磁阀连接第三热泵三通阀与风冷换热器，

[0051] 所述第五热泵电磁阀连接第四热泵三通阀与风冷换热器，

[0052] 所述第三热泵电磁阀连接第一热泵三通阀与第二热泵三通阀，

[0053] 所述第六热泵电磁阀连接第三热泵三通阀与第四热泵三通阀，

[0054] 其中

[0055] 在光伏直驱空气源热泵模式，光伏电池组件产生的直流电直接驱动直流调速压缩机时，热泵蒸发器中仅采用风冷蒸发器，此时电动风机工作，第三热泵电磁阀、第四热泵电磁阀、第五热泵电磁阀开启，第一热泵电磁阀、第二热泵电磁阀、第六热泵电磁阀关闭，低温两相制冷剂进入风冷换热器中与外界空气换热吸热蒸发，实现蒸汽压缩循环过程，

[0056] 在光伏直驱双源热泵模式下，光伏电池组件产生的直流电直接驱动直流调速压缩机，热泵蒸发器同时采用风冷蒸发器和水源蒸发器，此时电动风机工作，第一热泵电磁阀、第二热泵电磁阀、第四热泵电磁阀、第五热泵电磁阀开启，第三热泵电磁阀、第六热泵电磁阀关闭，低温两相制冷剂先进入第二制冷剂-水板式换热器中与流经平板型水路流动通道的水换热吸热，再次进入风冷换热器中与外界空气换热吸热蒸发，实现蒸汽压缩循环过程。

[0057] 根据本发明的另一个方面，提供了基于上述的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的运行方法，其特征包括：

[0058] 以在平板型水路流动通道出口处的第一测温装置测量的水温为T1，以布置在保温蓄能水箱中的第二测温装置测量的生活热水的温度为T2，按以下方式确定流过平板型水路流动通道的水的去向：

[0059] ●当 $T1 > T2$ 时，第一水泵工作，第三水路电磁阀和第四水路电磁阀开启，第一水路电磁阀和第二水路电磁阀关闭，水流方向为第四水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第三水路电磁阀-第四水路电磁阀，从平板型水路流动通道流出的水直接进入保温蓄能水箱中，将光伏光热一体组件子系统处产生的热量直接储存于保温蓄能水箱中，此时，太阳

能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统采用光伏直驱空气源热泵模式,保温蓄能水箱中储存的热量一方面来自太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统,另一方面来自光伏光热一体组件子系统直接产热,

[0060] ●当 $T_1 \leq T_2$ 时,第一水泵工作,第一水路电磁阀和第二水路电磁阀开启,第三水路电磁阀和第四水路电磁阀关闭,水流方向为第一水路电磁阀-第一水泵-平板型水路流动通道-第二水路电磁阀-第一水路电磁阀,从平板型水路流动通道流出的水进入热泵蒸发器第一制冷剂-水板式换热器中,将光伏光热一体组件子系统处产生的热量作为使制冷剂工质蒸发的低温热源,此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统采用光伏直驱双源热泵模式,

[0061] 当 $T_1 \leq ST < T_2$ 时,其中ST为一预先设置的安全温度,第一水泵停止工作,第一水路电磁阀、第二水路电磁阀、第三水路电磁阀、第四水路电磁阀均关闭,为了保证系统工作安全,使水在平板型水路流动通道中停止流动,不再积蓄平板热管传导的热量,此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统采用光伏直驱空气源热泵模式。

## 附图说明

[0062] 图1是根据本发明的一个实施例的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的系统流程示意图。

## 具体实施方式

[0063] 下面结合附图和实施方式说明本发明的技术方案。

[0064] 本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的主要制热来源是一双源热泵系统。它具有两个蒸发器,一是空气源蒸发器,用于从空气中吸收热量;另一个是水源蒸发器,用于吸收流过平板型水路通道的水的热量。它具有一个水源冷凝器,用于制取高温的生活热水。另外,该热泵系统的压缩机为一直流调速压缩机,通过预定的太阳能最大功率跟踪控制方案,该压缩机既可以由光伏电池产生的直流电驱动,也可以由市电网提供的交流电驱动。另外,为了综合高效利用太阳能全波段能量,本系统的光伏光热一体化组件,既可以提供驱动热泵压缩机所需的直流电,也可以提供额外的热量,这一部分热量通过平板热管传递给流过平板型水路流动通道的水,再根据平板型水路流动通道出口处的水温去判断将这部分热量直接贮存在保温蓄能水箱中还是作为低温热源供给热泵水源蒸发器。

[0065] 如图1所示,根据本发明的一个实施例的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统包括:光伏光热一体化组件子系统A、太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B、蓄能水箱储热子系统C及其相关水路流动管路、光伏-市电电源管理及控制子系统D。

[0066] 光伏光热一体组件子系统A包括光伏电池组件1、使用导热硅胶粘贴于光伏电池组件1的背部的平板型微通道热管2、使用导热硅胶粘贴于平板型微通道热管2上的平板型水路流动通道3;为平板型水路流动通道3设置有进水螺纹口4、出水螺纹口5以及布置在出水螺纹口5处的用于测量出口水温的第一测温装置6。

[0067] 太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B包括:直流调速压缩机10、用作热

泵冷凝器的第一制冷剂-水板式换热器11、用于存贮液态制冷剂的储液罐12、用于对制冷剂进行干燥过滤的干燥过滤器13、用于对制冷剂节流降温的节流装置14、用于作为热泵蒸发器之一的第二制冷剂-水板式换热器17、第一热泵电磁阀16、第二热泵电磁阀18、第三热泵电磁阀20、第一热泵三通阀15、第二热泵三通阀19、用于作为热泵蒸发器之一的风冷换热器23、电动风机24、第四热泵电磁阀22、第五热泵电磁阀25、第六热泵电磁阀27、第三热泵三通阀21、第四热泵三通阀26。以上部件通过管线联通形成循环。

[0068] 第一热泵三通阀15连接节流装置14、第三热泵电磁阀20与第一热泵电磁阀16；第二热泵三通阀19连接第三热泵三通阀21、第三热泵电磁阀20与第二热泵电磁阀18；第三热泵三通阀21连接第二热泵三通阀19、第六热泵电磁阀27与第四热泵电磁阀22；所述第四热泵三通阀26连接直流调速压缩机10、第六热泵电磁阀27与第五热泵电磁阀25；第一热泵电磁阀16连接第二制冷剂-水板式换热器17与第一热泵三通阀15；第二热泵电磁阀18连接第二制冷剂-水板式换热器17与第二热泵三通阀19；第四热泵电磁阀22连接第三热泵三通阀21与风冷换热器23；所述第五热泵电磁阀25连接第四热泵三通阀26与风冷换热器23；第三热泵电磁阀20连接第一热泵三通阀15与第二热泵三通阀19；第六热泵电磁阀27连接第三热泵三通阀21与第四热泵三通阀26。

[0069] 蓄能水箱储热子系统C包括：用于存储热水的保温蓄能水箱38，其上布置有用于加注自来水的加水口40；用于测量热水水温的第二测温装置41；水路流动管路。水路流动管路包括：在平板型水路流动通道3与制冷剂-水板式换热器12之间形成水路循环的第一水泵32、用于控制水流通断的第一水路电磁阀29和第二水路电磁阀30；使在平板型水路流动通道3与保温蓄能水箱38之间形成水路循环的第一水泵32，用于控制水流通断的第三水路电磁阀33、第四水路电磁阀34；使在制冷剂-水板式换热器11与保温蓄能水箱38之间形成水路循环的第二水泵36、用于控制水流通断的第五水路电磁阀35和第六水路电磁阀37；第一水路三通28阀、第二水路三通阀31。

[0070] 第一水路电磁阀29连接第一水路三通阀28与第二制冷剂-水板式换热器17；第二水路电磁阀30连接第二水路三通阀31与第二制冷剂-水板式换热器17；第一水路三通阀28连接第二螺纹口5、第三水路电磁阀33与第一水路电磁阀29；第二水路三通阀31连接第一水泵32、第四水路电磁阀34与第二水路电磁阀30；第三水路电磁阀33连接保温蓄能水箱38与第一水路三通阀28；第四水路电磁阀34连接保温蓄能水箱38与第二水路三通阀31；第五水路电磁阀35连接保温蓄能水箱38与第二水泵36；第六水路电磁阀37连接保温蓄能水箱38与第一制冷剂-水板式换热器11；第七水路电磁阀42连接保温蓄能水箱38，用于排水。

[0071] 光伏-市电电源管理及控制子系统D包括：产生光伏直流电的光伏电池组件1、提供交流电的市电网7、导电路径8、光伏直流电-市电交流电混流及系统控制器9。

[0072] 根据上述具体实例，本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的光伏电池组件1通过不同的串并联方式满足本系统的电压和电流要求，在阳光晴好时，太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B由光伏直流电直接驱动，此时光伏电池组件1产生的直流电通过导线8进入光伏直流电-市电交流电混流及系统控制器9中，再驱动热泵的直流调速压缩机10运转。在阴雨天气等阳光不充足天气时，太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B由市电网7提供的交流电驱动，交流电通过导线8进入光伏直流电-市电交流电混流及系统控制器9中，再驱动热泵的直流调速压缩机10运转。

[0073] 本发明的本发明的太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统的太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B中利用制冷剂的蒸汽压缩形成循环,具体实现形式是:直流压缩机10工作时,制冷剂被其吸气口吸入,压缩成为高温高压蒸汽,制冷剂气体进入到第一制冷剂-水板式换热器11中与水换热把热量传递给生活热水39,制冷剂变成过冷的液相工质,随后液态制冷剂流过储液罐12、干燥过滤器13进入到节流装置14,在通过节流装置14时发生降温降压的节流现象变为低温低压的气液两相制冷剂工质,随后制冷剂工质再根据控制系统的判断选择进入到第二制冷剂-水板式换热器17中吸收水的热量,或者进入风冷换热器23中吸收空气的热量,从而再次变为低温低压的气态工质进入到直流调速压缩机10的吸气口,完成一个蒸汽压缩循环。

[0074] 在太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B工作时,第二水泵36工作,第五水路电磁阀35和第六水路电磁阀37开启,使生活热水39与冷凝器制冷剂-水板式换热器11另一侧高温气态制冷剂换热,获得热量后贮存在保温蓄能水箱38中。

[0075] 进一步地,对太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B工作模式进行说明。在天气晴好时,热泵的直流调速压缩机10由光伏光热一体组件子系统A中的光伏电池组件1产生的直流电驱动,与此同时,光伏电池组件1自身的热量会被平板热管2传递到在平板型流动通道3中流动的水中,水获得热量后升温。在平板型水路流动通道3出口处的第一测温装置6会测量水温,此温度设为 $T_1$ 。布置在保温蓄能水箱中的第二测温装置41会测量生活热水39的温度,此温度设为 $T_2$ 。流过平板型水路流动通道的水的去向通过 $T_1$ 、 $T_2$ 确定:

[0076] ●当 $T_1 > T_2$ 时,第一水泵32工作,第三水路电磁阀33、第四水路电磁阀34开启,第一水路电磁阀29、第二水路电磁阀30关闭,水流方向为34-32-3-33-34,从平板型水路流动通道流出的水直接进入保温蓄能水箱中,将光伏光热一体组件子系统A处产生的热量直接储存于保温蓄能水箱38中。此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B采用光伏直驱空气源热泵模式。保温蓄能水箱38中储存的热量一方面来自太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B,另一方面来自光伏光热一体组件子系统A直接产热。

[0077] ●当 $T_1 \leq T_2$ 时,第一水泵32工作,第一水路电磁阀29、第二水路电磁阀30开启,第三水路电磁阀33、第四水路电磁阀34关闭,水流方向为30-32-3-29-30,从平板型水路流动通道流出的水进入热泵蒸发器第二制冷剂-水板式换热器17中,将光伏光热一体组件子系统A处产生的热量作为使制冷剂工质蒸发的低温热源。此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B采用光伏直驱双源热泵模式。

[0078] ●当 $T_1 \leq ST < T_2$ 时, $ST$ 为一设置的安全温度,第一水泵32停止工作,第一水路电磁阀29、第二水路电磁阀30、第三水路电磁阀33、第四水路电磁阀34关闭。为了保证系统工作安全,使水在平板型水路流动通道3中停止流动积蓄热量。此时,太阳能光伏-市电联合驱动的双源热泵子系统B采用光伏直驱空气源热泵模式。

[0079] 太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体双源热泵热水系统 $T_1$ 与 $T_2$ 的比较及相关部件的控制操作是通过光伏直流-市电交流电混流及系统控制器执行。

[0080] 太阳能光伏-市电联合驱动的光伏光热一体化双源热泵热水系统,系统采用一键全自动运行,系统工作初始只需操作光伏直流-市电交流电混流及系统控制器。

[0081] 再进一步地,上述所说的光伏直驱空气源热泵模式和光伏直驱双源热泵模式的不同在于所利用的蒸发器不同。在光伏直驱空气源热泵模式下,光伏电池组件1产生的直流电

直接驱动热泵压缩机,此时热泵蒸发器仅采用风冷蒸发器,电动风机24工作,第三热泵电磁阀20、第四热泵电磁阀22、第五热泵电磁阀25开启,第一热泵电磁阀16、第二热泵电磁阀18、第六热泵电磁阀27关闭,低温两相制冷剂进入风冷换热器23中与外界空气换热吸热蒸发,实现蒸汽压缩循环过程。在光伏直驱双源热泵模式下,光伏电池组件1产生的直流电直接驱动热泵压缩机,热泵蒸发器同时采用风冷蒸发器和水源蒸发器,此时电动风机24工作,第一热泵电磁阀16、第二热泵电磁阀18、第四热泵电磁阀22、第五热泵电磁阀25开启,第三热泵电磁阀20、第六热泵电磁阀27关闭,低温两相制冷剂先进入第二制冷剂-水板式换热器17中与流经平板型水路流动通道3的水换热吸热,再次进入风冷换热器23中与外界空气换热吸热蒸发,实现蒸汽压缩循环过程。

[0082] 根据本发明的一个具体的优选实例,循环水流经平板型水路流动通道3的方向为:第一螺纹口4-平板型水路流动通道3-第二螺纹口5,即从低处进入,高出流出,这样做的目的是保证平板型水路流动通道中的水可以充满,保证水与平板热管2的换热面积利用充足。

[0083] 根据本发明的一个具体的优选实例,平板型水路流动通道3与平板热管2进行粘贴时,使平板型水路流动通道3与光伏电池组件1上沿呈一微小角度,第一螺纹口4端低一些,方便平板型水路流动通道管路排空。

[0084] 以上仅是本发明的具体应用实例,对于本发明的保护范围不构成任何限制。凡采用等同变换或者等效替换而形成的技术方案,均落在本发明的权利保护范围之内。

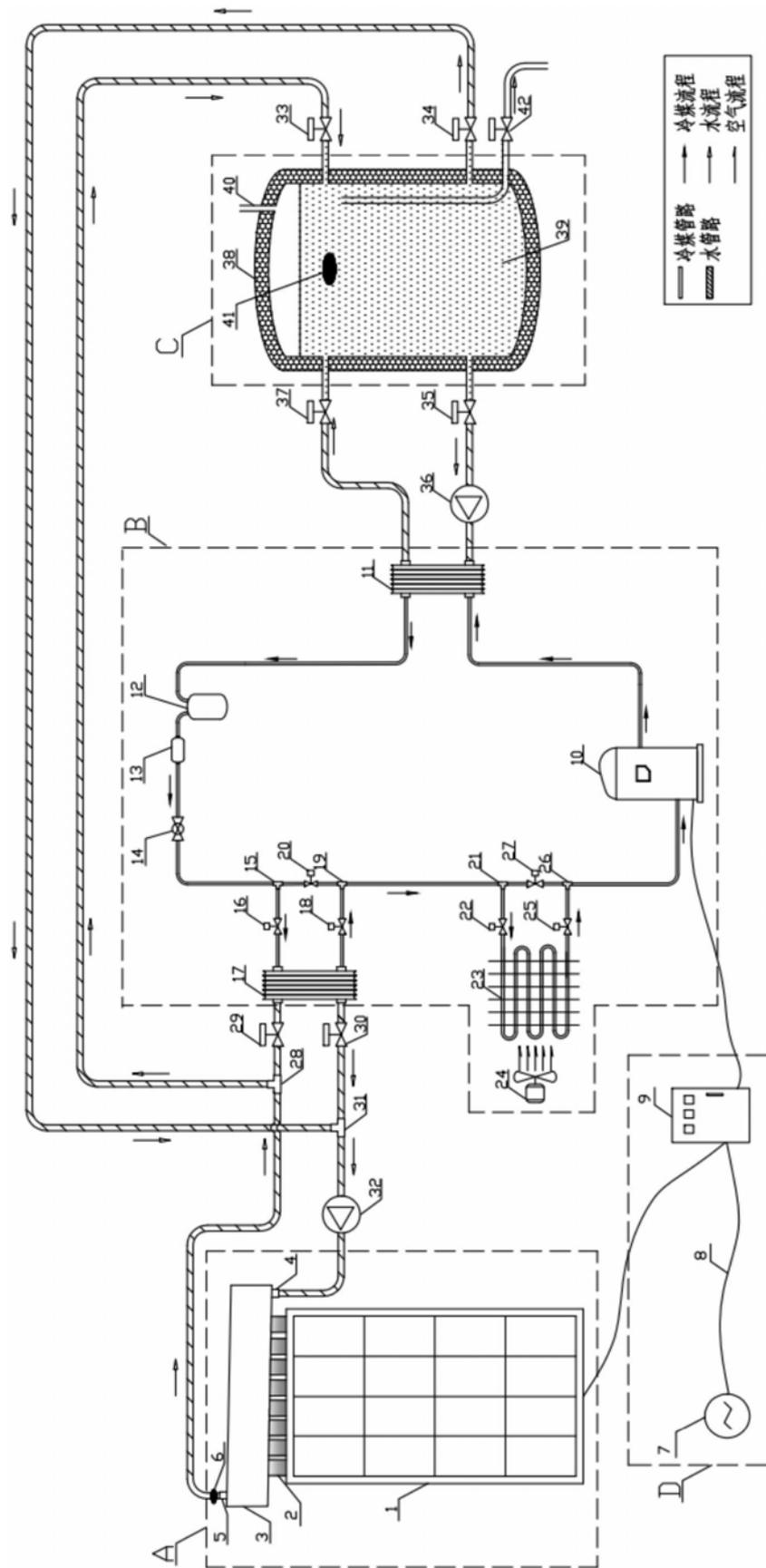


图1