



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109539602 B

(45)授权公告日 2020.05.19

(21)申请号 201811178984.7

F28D 15/04(2006.01)

(22)申请日 2018.10.10

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109539602 A

CN 103925635 A, 2014.07.16,
CN 202485071 U, 2012.10.10,
JP 2003004331 A, 2003.01.08,
CN 206207761 U, 2017.05.31,
CN 107130694 A, 2017.09.05,
CN 107401855 A, 2017.11.28,
US 2004154784 A1, 2004.08.12,
CN 204007261 U, 2014.12.10,
CN 103790244 A, 2014.05.14,
CN 105972856 A, 2016.09.28,
严天等. 相变平板简化热容热阻动态模型.
《重庆大学学报》. 2018, (第07期),
冷光辉等. 储热材料研究现状及发展趋势.
《储能科学与技术》. 2017, (第05期),

(43)申请公布日 2019.03.29

(73)专利权人 华中科技大学
地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 高佳佳 严天 张源 徐新华

(74)专利代理机构 武汉东喻专利代理事务所
(普通合伙) 42224

代理人 李佑宏

审查员 王迪

(51) Int. Cl.

F24S 60/10(2018.01)

F24S 50/00(2018.01)

F25B 23/00(2006.01)

F25B 49/00(2006.01)

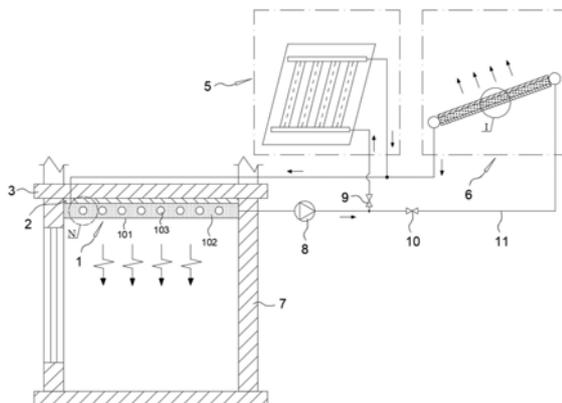
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,属于建筑节能与可再生能源利用领域,其通过设置具有双效定型相变工质和毛细管的双效定型相变平板、天空辐射冷却器和太阳能集热器,利用毛细管中载热循环工质在夏季和冬季的对应工作,有效实现了夏季全天向室内供冷和冬季全天向室内供热的温度调节过程。本发明的房屋集热排热系统,其设置结构简单,控制简便,维护、检修的难度较小,适用范围广,能同时实现夏季白天、夜晚的“供冷”过程和冬季白天、夜晚的“供暖”过程,减少夏季“制冷设备”和冬季“供暖设备”的使用,有效改善了夏季和冬季建筑室内的温度环境,节约能源,降低能耗,实现建筑的节能环保,具有较好的推广应用价值。



CN 109539602 B

1. 一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其特征在于,包括设置在室内的双效定型相变平板(1)和设置在室外的太阳能集热器(5)与天空辐射冷却器(6);其中,

所述双效定型相变平板(1)的两板面(101)之间具有可容置双效定型相变工质(102)的空腔,所述双效定型相变工质(102)由相变温度较低的低温相变材料和相变温度较高的高温相变材料均匀混合并定型而成,且所述双效定型相变工质(102)中间隔设置有多个平行于两所述板面(101)的毛细管(103),多个所述毛细管(103)相互连通,并在两所述板面(101)之间形成毛细管网,以及对应所述毛细管网分别设置有第一管路和第二管路,所述第一管路连通所述毛细管网的一端并对应在该第一管路上设置有循环工质泵(8),所述第二管路连通该毛细管网的另一端,以使得所述第二管路中的载热循环工质(4)可经由所述毛细管网泵入所述第一管路中;

所述太阳能集热器(5)用于向流入其中的所述载热循环工质(4)提供热量,其进液端通过第三管路连通所述第一管路,出液端通过第四管路对应连通所述第二管路,且所述第三管路上对应设置有第一阀门(9),通过所述第一阀门(9)的开/断可实现所述太阳能集热器(5)进液端与所述第一管路的连通或断开;

所述天空辐射冷却器(6)用于向流入其中的所述载热循环工质(4)提供冷量,其进液端通过第五管路连通所述第一管路,出液端通过第六管路连通所述第二管路,即所述太阳能集热器(5)和所述天空辐射冷却器(6)并联设置,且所述第五管路上对应设置有第二阀门(10),通过所述第二阀门(10)的开/断可实现所述天空辐射冷却器(6)进液端与所述第二管路的连通或者断开。

2. 根据权利要求1所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述第一阀门(9)在冬季打开,在夏季关闭,且所述第二阀门(10)在夏季打开,在冬季关闭。

3. 根据权利要求1所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述低温相变材料的相变温度为 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$,和/或所述高温相变材料的相变温度为 $26\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述载热循环工质(4)为水。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述双效定型相变平板(1)设置在室内的顶板(3)上或者室内的侧墙上。

6. 根据权利要求5所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述双效定型相变平板(1)设置在室内的顶板(3)上,且所述双效定型相变平板(1)与所述顶板(3)之间设置有一定厚度的保温绝热层(2)。

7. 根据权利要求1或2或3或6所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述毛细管(103)与两所述板面(101)的距离相等,且相邻两所述毛细管(103)之间的间隔距离相等,即多个所述毛细管(103)等间隔设置。

8. 根据权利要求7所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述毛细管(103)与所述板面(101)的距离等于两倍毛细管管径,和/或相邻两所述毛细管(103)之间的间隔距离等于四倍毛细管管径。

9. 根据权利要求1或2或3或6或8所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中,所述太阳能集热器(5)和/或所述天空辐射冷却器(6)设置在屋顶上。

10. 根据权利要求1或2或3或6或8所述的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热

系统,其中,所述太阳能集热器(5)仅在冬季的白天工作,且所述天空辐射冷却器(6)在夏季的全天工作。

一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统

技术领域

[0001] 本发明属于建筑节能与可再生能源利用领域,具体涉及一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着人们生活水平的不断提高,人们对建筑室内环境的要求也越来越高,采暖与空调的能耗在建筑总运行能耗中的占比也越来越大,且在社会终端能耗中,建筑能耗的占比也较高,其占比往往达到了30%以上;而在建筑能耗分项中,往往需要40%以上的能耗来营造建筑室内舒适的热湿环境。因此,如何在实现建筑室内良好的热湿环境的同时降低建筑的能耗已成为现如今研究的重要课题。

[0003] 目前,相变技术被广泛应用于建筑墙体以实现墙体的节能降耗。但现有技术中多采用单一相变材料与建筑围护结构耦合的方式,常规的做法是将单一相变材料做成定型板材,再与建筑外墙复合成单层定型相变外墙,或将两种不同相变温度的单一定型相变板分别铺设于普通外墙外壁面和内壁面构成“三明治式”相变外墙等。上述结构虽然能起到一定降低建筑能耗、改善室内环境的作用,但是,上述相变墙体结构往往是进行被动隔热,冬季的节能效果虽然比夏季稍好,但整体效果非常有限,这主要是因为常规的相变墙体仅依靠被动散热/蓄热来降低能耗,在夏季不能及时将蓄积在相变材料里的热有效地排至室外,在冬季也不能及时高效地从室外获取并蓄积热量。因此,采用被动隔热技术的常规相变墙体虽然可以降低供冷/供热峰值负荷,但节能效果非常有限。

[0004] 在现有技术中,研究人员针对建筑墙体的主动隔热进行了众多的研究,也取得了一定的研究成果,例如在本申请人的在先专利申请CN 201711329949.6中,提出了一种墙体自动集热排热系统及利用其实现墙体集热排热的方法,其通过在墙体外壁上设置辐射板组件和在墙体内竖向设置内嵌管,在辐射板组件中设置真空度可调的封闭空腔结构并在其中容置循环工质,且设置工质循环管路来连通辐射板组件和内嵌管,从而形成封闭的循环工质循环通路,由循环工质的物态变化和流动的循环来完成墙体的集热或者排热。上述系统虽然能一定程度上实现降低建筑能耗的功能,调节建筑室内的热湿环境,起到一定的建筑节能作用;但是,经过后续的研究和长期的应用,研究人员发现上述集热排热系统存在一定的缺陷,主要体现在如下几个方面:

[0005] 1、上述集热排热系统在夏季的白天无法实现向房间供冷的功能,冬季的夜晚也无法实现对房屋供热的功能,这导致其使用功能上存在一定的局限性;

[0006] 2、上述集热排热系统的集热、排热过程往往是单一作用于上层房间或者下层房间,若需要上下两层同时实现集热、排热,往往需要对应一个房间设置上下两套集热排热系统,不仅极大地增加了集热排热系统的设置成本,还会影响建筑室内的采光;

[0007] 3、上述集热排热系统的管体结构设置在墙体内部,管道的设置难度较大,往往需要在建筑施工或者装修的时候设置,设置的难度较大,存在一定的局限性,且集热排热系统的维护、检修困难,间接增加了系统的设置成本;

[0008] 4、上述集热排热系统设置在外墙上和墙体内,不仅需要借助墙体向室内传递热量或者冷量,造成能量的损失,而且还可能会对墙体的结构强度造成影响,影响建筑的使用寿命和使用安全性,可能导致不必要的损失;

[0009] 5、上述集热排热系统中设计了多种开关的对应开闭,开关的控制繁琐,多处开关的设置也对系统运行的稳定性造成了一定的影响,一旦有阀门失效或者损坏,便会影响系统的正常运行,再加之上述集热排热系统需要精确控制系统内部的真空度,对系统结构的密封性和控制的准确性有较高要求,导致应用过程中可能会出现稳定性的问题。

[0010] 鉴于上述原因,现有的集热排热系统存在一定结构、功能和稳定性上的缺陷,无法充分满足建筑节能、降耗的需求,存在一定程度的局限性。

发明内容

[0011] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求中的一种或者多种,本发明提供了一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,可同时实现夏季白天、夜晚向室内的“供冷”过程和冬季白天、夜晚向室内的“供暖”过程,有效改善夏季和冬季建筑室内的温度环境,减少制冷设备和供暖设备的使用,节约能源,降低建筑能耗,实现建筑的节能环保。

[0012] 为实现上述目的,本发明提供一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其特征在于,包括设置在室内的双效定型相变平板和设置在室外的太阳能集热器与天空辐射冷却器;其中,

[0013] 所述双效定型相变平板的两板面之间具有可容置双效定型相变工质的空腔,所述双效定型相变工质由相变温度较低的低温相变材料和相变温度较高的高温相变材料均匀混合并定型而成,且所述双效定型相变工质中间隔设置有多个平行于两所述板面的毛细管,多个所述毛细管相互连通,并在两所述板面之间形成毛细管网,以及对应所述毛细管网分别设置有第一管路和第二管路,所述第一管路连通所述毛细管网的一端并对应在该第一管路上设置有循环工质泵,所述第二管路连通该毛细管网的另一端,以使得所述第二管路中的载热循环工质可经由所述毛细管网泵入所述第一管路中;

[0014] 所述太阳能集热器用于向流入其中的所述载热循环工质提供热量,其进液端通过第三管路连通所述第一管路,出液端通过第四管路对应连通所述第二管路,且所述第三管路上对应设置有第一阀门,通过所述第一阀门的开/断可实现所述太阳能集热器进液端与所述第一管路的连通或断开;

[0015] 所述天空辐射冷却器用于向流入其中的所述载热循环工质提供冷量,其进液端通过第五管路连通所述第一管路,出液端通过第六管路连通所述第二管路,即所述太阳能集热器和所述天空辐射冷却器并联设置,且所述第五管路上对应设置有第二阀门,通过所述第二阀门的开/断可实现所述天空辐射冷却器进液端与所述第二管路的连通或者断开。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述第一阀门在冬季打开,在夏季关闭,且所述第二阀门在夏季打开,在冬季关闭。

[0017] 作为本发明的进一步改进,其中,所述低温相变材料的相变温度为 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$,和/或所述高温相变材料的相变温度为 $26\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述载热循环工质为水。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述双效定型相变平板设置在室内的顶板上或者室内

的侧墙上。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述双效定型相变平板设置在室内的顶板上,且所述双效定型相变平板与所述顶板之间设置有一定厚度的保温绝热层。

[0021] 作为本发明的进一步改进,所述毛细管与两所述板面的距离相等,且相邻两所述毛细管之间的间隔距离相等,即多个所述毛细管等间隔设置。

[0022] 作为本发明的进一步改进,所述毛细管与所述板面的距离等于两倍毛细管管径,和/或相邻两所述毛细管之间的间隔距离等于四倍毛细管管径。

[0023] 作为本发明的进一步改进,所述太阳能集热器和/或所述天空辐射冷却器设置在屋顶上。

[0024] 作为本发明的进一步改进,所述太阳能集热器仅在冬季的白天工作,且所述天空辐射冷却器在夏季的全天工作。

[0025] 上述改进技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0026] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0027] (1) 本发明的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其设置有双效定型相变平板、天空辐射冷却器和太阳能集热器,通过在双效定型相变平板中设置由低温相变材料和高温相变材料均匀混合定型的双效定型相变工质,以及在双效定型相变工质中对应设置有多个相互连通的毛细管,以流经毛细管的载热循环工质向双效定型相变工质代入热量或者冷量,使双效定型相变工质进行对应的相变过程,从而改变建筑室内的温度环境,实现了夏季全天向室内供冷和冬季全天向室内供热,使得建筑室内在夏季和冬季能分别具有舒适的温度环境,有效提升了建筑的舒适性,减少了建筑能耗,节约了能源,实现了建筑的节能环保;

[0028] (2) 本发明的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其通过优选相变温度介于 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的低温相变材料和相变温度介于 $26\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的高温相变材料经混合定型而成双效定型相变工质,实现了相变材料的分阶段相变过程,并有效结合了夏季和冬季建筑室内的温度环境,确保双效定型相变平板中相变工质的相变过程可以连续进行,以实现室内温度环境的连续调节过程,不仅有效保证了室内温度环境的舒适性,还充分适应了夏季和冬季室内外的温度特点,对应实现夏季的供冷和冬季的供暖,功能性强,效果明显;

[0029] (3) 本发明的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其通过对应太阳能集热器和天空辐射冷却器分别设置第一阀门和第二阀门,通过控制第一阀门和第二阀门的对应开断,可实现载热循环工质中冷量或者热量的交换,从而对应适应夏季和冬季的工作过程,控制简单,控制准确性高;

[0030] (4) 本发明的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其通过优选设置毛细管在两板面之间的距离,以及相邻两毛细管之间的距离,有效实现了毛细管对其外周相变材料的稳定作用,保证双效定型相变平板中相变材料相变过程的稳定性和均匀性,提升相变平板的使用寿命,实现双效定型相变平板向建筑室内的均匀供冷或者均匀供暖,提升室内温度环境调节的均匀性和稳定性;

[0031] (5) 本发明的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其通过在双效定型相变平板和墙体之间设置保温绝热层,可有效减少双效定型相变平板与墙体之间的热量

交换,减少热量或者冷量的损失,保证室内温度调节的效率,进一步节约能源,降低能耗;

[0032] (6) 本发明的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其通过将双效定型相变平板对应设置在室内的顶板上,设置简单,维护简便,不仅能一定程度上减少对室内可用空间的占用,还能有效避免在建筑墙体的内部设置管道,使得温度环境的调节不通过墙体而是直接作用于室内环境,提升了温度调节的效率,保证了墙体结构的稳定性,减少了室内温度调节过程中热量或者冷量的损失;

[0033] (7) 本发明的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其设置结构简单,控制简便,维护、检修的难度较小,适用范围广,能同时实现夏季白天、夜晚的“供冷”过程和冬季白天、夜晚的“供暖”过程,有效改善了夏季和冬季建筑室内的温度环境,减少夏季“制冷设备”和冬季“供暖设备”的使用,节约能源,降低能耗,实现建筑的节能环保,具有较好的推广应用价值。

附图说明

[0034] 图1是本发明实施例中基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统的整体结构示意图;

[0035] 图2是本发明实施例中房屋集热排热系统的天空辐射冷却器的局部I放大图;

[0036] 图3是本发明实施例中房屋集热排热系统的局部N放大图;

[0037] 图4是本发明实施例中房屋集热排热系统的双效定型相变平板的局部结构示意图;

[0038] 图5是本发明实施例中房屋集热排热系统的双效定型相变平板的横向剖视图;

[0039] 在所有附图中,同样的附图标记表示相同的技术特征,具体为:1.双效定型相变平板,101.板面,102.双效定型相变工质,103.毛细管;2.保温绝热层,3.顶板,4.载热循环工质,5.太阳能集热器,6.天空辐射冷却器,601.冷却薄膜,602.金属板壁,603.保温材料;7.侧墙,8.循环工质泵,9.第一阀门,10.第二阀门,11.循环管路。

具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0041] 此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0042] 本发明优选实施例中的基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统的整体结构示意图如图1中所示,其包括设置在室内墙体上的双效定型相变平板1和设置在室外的太阳能集热器5和天空辐射冷却器6。

[0043] 进一步具体地,优选实施例中的双效定型相变平板1呈板体结构,其两板面101之间形成封闭的容置空间,并在该容置空间中对应设置有双效定型相变工质102和若干毛细管103;进一步地,优选实施例中的双效定型相变工质102由相变温度有一定差异的两种相变材料均匀混合而成,其包括相变温度介于16~20℃的低温相变材料和相变温度介于26~30℃的高温相变材料,两种相变材料之间均匀混合后定型,以用于双效定型相变平板1可在

对应的温度环境下发生相应的相变过程,完成室内温度环境的调节过程。需要说明的是,低温相变材料和高温相变材料经充分混合并定型后,即使相变材料熔化至熔融态,相变材料在板体中不会发生流动,确保了两种相变材料循环作用的稳定性。

[0044] 此外,本优选实施例中选用低温相变材料和高温相变材料双效定型的形式,不仅是为了满足夏季供冷、冬季供暖的需求,而且也是为了实现供冷/供暖过程的连续性。例如,选用的相变板体为单效相变板体时,若相变板体的相变温度较低,那么,在夏季的白天,相变材料会在温度较低的时候全部熔化,虽然能带走一部分房间的热量,但是随着房间温度的升高,后续带走的热量就十分有限,无法充分起到调节室内温度环境的作用;对应地,若相变板体选用的是相变温度较高的相变材料,一方面,在夏季的白天,相变材料工作的时间就会大大缩短,在房间室内温度升温的前期阶段,相变平板的作用有限,只有等房间温度升到相变温度后,相变材料才会发生对应的相变反应,导致室内温度调节效果不佳,而且选用高温相变材料也会极大影响相变平板在冬季的使用,影响冬季的供暖过程。

[0045] 进一步地,双效定型相变平板1中的各毛细管103水平间隔设置在双效定型相变工质102之中,且各毛细管103之间相互连通,继而在各毛细管103中通入有载热循环工质4,通过载热循环工质4与毛细管103、毛细管103与双效定型相变工质102之间的热交换,可促使对应的相变材料产生相变反应,实现对应的集热、排热过程,从而对应实现室内环境的调节,改善室内环境。

[0046] 进一步优选地,优选实施例中的各毛细管103之间等间隔设置,如图5中所示,各毛细管103距两板面的距离相等,以保证毛细管103中的载热循环工质4可充分作用于毛细管103外周的双效定型相变工质102,保证热量交换的稳定性,在板内形成稳定的温度场,保证双效定型相变平板1的正常使用;进一步优选地,双效定型相变平板1的板厚等于5倍毛细管103的外径,如图4中所示,其中,毛细管103距两侧板面的距离等于两倍管径,即毛细管的管径为 d ,毛细管103距两侧板面的距离为 $2d$,双效定型相变平板1的整体板厚为 $5d$;进一步地,相邻两毛细管103之间的间隔等于四倍管径,即为 $4d$,如此设置可充分保证毛细管103内的载热循环工质4可与其外周两倍管径范围内的双效定型相变工质102充分作用,并减少载热循环工质4与室内环境或者楼板3之间的作用,确保双效定型相变平板1的稳定性。

[0047] 进一步地,优选实施例中的各毛细管103水平间隔设置,对应各毛细管103的两端分别设置有轴线垂直于毛细管103轴线的连接管,各毛细管103分别与两端的连接管对应连通,如图5中所示,继而实现各毛细管103的对应连通;当然,两板面101之间毛细管103的设置形式也不局限于上述所记载的形式,其也可根据实际需要优选为别的设置形式,即毛细管103之间可设置为不等距间隔,毛细管103距两侧板面的距离也可设置为不等的形式,例如毛细管103距靠近墙面一侧板面101的距离大于毛细管103距另一侧板面101的距离,以使得靠近室内一侧的相变材料可充分反应,相变过程的换热可充分作用于建筑室内,这些都可以根据实际需要进行优选,且毛细管结构也可设置为平面连续弯折的“波浪状”结构,这利用现有技术中的相关技术手段可以实现,故而在此不做赘述。

[0048] 进一步地,优选实施例中对应双效定型相变平板1设置有保温绝热层2,其具有保温隔热的作用,通常情况下,在设置双效定型相变平板1之前,可先在墙体上设置一层保温绝热层2,再将双效定型相变平板1对应设置在保温绝热层2上,如图1和图3中所示,以使得双效定型相变平板1与墙体之间通过保温绝热层2隔开,减少双效定型相变平板1与墙体之

间的换热,减少能量的损失,保证双效定型相变平板1可充分作用于室内空间,提升其对室内温度的调节效果。

[0049] 进一步优选地,优选实施例中的双效定型相变平板1设置在室内的顶板3上,即保温绝热层2设置在顶板3上后,再将双效定型相变平板1与保温绝热层2和顶板3紧固;显而易见地,双效定型相变平板1的设置不需要对原始建筑的墙体本身做太大的调整,也无需改变原始墙体的结构,不仅可有效提升相变平板1的设置效率,还可保证墙体结构的稳定性,而且将双效定型相变平板1设置在顶板3上,不会影响建筑室内的平面尺寸,一定程度上不占用建筑室内的使用空间;当然,双效定型相变平板1也可根据实际需要设置在室内的侧墙7上,侧墙7和双效定型相变平板1之间也可对应设置保温绝热层2,这可根据实际需要进行优选设置,在此不做赘述。

[0050] 进一步地,对应室内设置的双效定型相变平板1设置有并联连接的太阳能集热器5和天空辐射冷却器6,一般情况下,上述两种结构可设置在建筑物的楼顶,保证太阳能集热器5和天空辐射冷却器6的设置不占用建筑的使用空间和外墙空间,保证建筑物的美观和建筑室内的正常采光,且一个太阳能集热器5和/或一个天空辐射冷却器6可对应连通一个房间中的双效定型相变平板1或者同时连通多个房间中的多个双效定型相变平板1;进一步地,在优选实施例中,太阳能集热器5和天空辐射冷却器6设置在建筑物的楼顶,两设备与双效定型相变平板1之间以循环管路11连通。

[0051] 进一步地,优选实施例中的循环管路11包括第一管路和第二管路,第一管路的一端连通双效定型相变平板1一侧的毛细管103,相应地,第二管路的一端连通双效定型相变平板1另一侧的毛细管103,即第一管路和第二管路之间通过若干毛细管103对应连通;进一步地,第一管路上设置有循环工质泵8,用于实现载热循环工质4在循环管路中的连续流动,且太阳能集热器5和天空辐射冷却器6的进液端分别以管道连通第一管路,并在太阳能集热器5连通第一管路的管道上设置有第一阀门9,即冬季阀门,且在天空辐射冷却器6连通第一管路的管道上设置有第二阀门10,即夏季阀门;继而通过循环工质泵8的作用,可分别将载热循环工质4泵送到太阳能集热器5或天空辐射冷却器6中;进一步地,太阳能集热器5和天空辐射冷却器6的出液端分别以管道连通第二管路,从而组成封闭的循环管路,如图1中所示,使得载热循环工质4可在双效定型相变平板1中的毛细管103内、太阳能集热器5或天空辐射冷却器6中循环流动,从而完成循环系统的集热、排热功能。

[0052] 进一步优选地,优选实施例中的天空辐射冷却器6如图1和图2中所示,其通常水平设置或者呈一定倾斜角度设置,使得其呈板状结构的主体一侧端面向上,另一侧端面向下,两金属板壁602之间预留有供载热循环工质4通过的空腔结构,且优选在其向上设置的金属板壁602上设置有冷却薄膜601,以提升载热循环工质4的冷却效率;进一步优选地,在天空辐射冷却器6向下设置的金属板壁602上设置有保温材料603,以减少两金属板壁602之间载热循环工质4的冷量流失,载热循环工质4在经过进液端和出液端之间的空腔结构时,可充分吸收天空长波辐射而降温,再由出液端流向第二管路以及双效定型相变平板1。

[0053] 相应地,优选实施例中的太阳能集热器5如图1中所示,其包括分别与第一管路和第二管路连通的进液端和出液端,并在进液端和出液端之间设置有若干供载热循环工质4通过的管路,载热循环工质4通过这些管路时,可充分吸收太阳能辐射而升温,再由出液端流向第二管路及双效定型相变平板1。进一步优选地,优选实施例中的循环管路11外周上对

应设置有保温材料603,以保证循环管路11内的载热循环工质4可充分传递冷量或者热量,提升系统运行的效果和稳定性。

[0054] 通过上述设置,可对应建筑室内设置房屋集热排热系统,利用其进行自动供冷或者自动供热的过程如下:

[0055] 在夏季,关闭第一阀门9,打开第二阀门10,太阳能集热器5不工作,天空辐射冷却器6全天运行;

[0056] 在白天:

[0057] 初始时,双效定型相变工质102处于固态形式,随着室内温度的逐渐升高,低温相变材料率先达到相变温度,开始熔化成熔融态,这一过程会吸收一部分室内的热量,被吸收的热量初始时存储在低温相变材料中;随着温度的进一步上升,高温相变材料开始熔化,进一步吸收室内的热量,降低室内的温度。

[0058] 进一步地,随着室内温度的升高,双效定型相变平板1中的两种相变材料均会熔化成熔融态,而天空辐射冷却器6和循环管路11始终在运行,流经双效定型相变平板1的载热循环工质4由于在天空辐射冷却器6中吸收天空长波辐射产生的冷量,其温度较毛细管103外周的双效定型相变工质102低,因此,毛细管103外周的相变工质会产生一定程度的凝固,凝固时,高温相变材料会优先吸收毛细管103中的冷量而凝固,且毛细管103外周的低温相变材料也可能产生一定程度的凝固;但是,由于室内的温度较高,因而靠近室内一侧的双效定型相变工质102处于熔融态,由于室内的热量较多,因此熔融态的相变工质会朝着凝固态的相变工质持续延伸,使凝固态的相变工质吸热熔化的,而毛细管103中的载热循环工质4又会使得毛细管103外周的相变工质持续凝固,继而通过毛细管103外周的相变工质不断重复“凝固状态”与“熔化状态”的切换,可持续带走室内的热量,即完成室内温度环境的调节过程,实现夏季白天向建筑室内的“供冷过程”。

[0059] 在夜晚:

[0060] 由于白天室内外温度较高,双效定型相变平板1中的双效定型相变工质102大部分熔化并处于熔融态,相应地,在夏季的夜晚,天空辐射冷却器6吸收的冷量较多,经过天空辐射冷却器6的载热循环工质4温度大幅降低,载热循环工质4向双效定型相变平板1内引入的冷量远大于白天所传递的冷量;此时,毛细管103外周的相变工质会吸收毛细管103中的冷量逐渐凝固,相当于将载热循环工质4中的冷量“存储”在相变工质中,实现“蓄冷”的过程。

[0061] 若夜晚室内的温度较高,靠近室内一侧的相变工质和靠近毛细管103一侧的相变工质还会进行一定程度“凝固状态”与“熔化状态”的切换,并持续带走室内的热量,由于夜晚室外的热量较白天大大减少,相当于室内的“热源”大幅减少,再加上夜晚载热循环工质4经由天空辐射冷却器6所引入的冷量较白天大幅增加。因此,在夜晚,双效定型相变工质102的“凝固趋势”大于“熔化趋势”,其最终趋于全部或者大部分凝固的状态(靠近室内一侧的相变工质可能会有部分处于熔融态,且大多为低温相变工质),从而将载热循环工质4中的冷量“存储”下来,用于白天向室内“供冷”。

[0062] 综上所述,利用本发明优选实施例中的集热排热系统可有效完成夏季白天与夏季夜晚分别向建筑室内“供冷”的过程,实现室内温度环境的调节,减少室内空调、风扇等设备的使用,降低能耗。根据研究数据显示,在夏季白天,太阳辐射强度往往会大于 $900\text{W}/\text{m}^2$,此时,天空辐射冷却器6的冷却效果可达到 $93\text{W}/\text{m}^2$ 以上,夜晚冷却效果可达到 $140\text{W}/\text{m}^2$ 以上,全

天平均冷却效果大于 $110\text{W}/\text{m}^2$,因此,通过天空辐射冷却器6可向室内引入大量的冷量,并带走室内大量的热量,这一过程在夏季夜晚尤其明显。

[0063] 在冬季,打开第一阀门9,关闭第二阀门10,天空辐射冷却器6不工作,太阳能集热器5白天运行;

[0064] 在白天:

[0065] 冬季夜晚建筑室内的温度较低,双效定型相变平板1向室内放热,经过一个夜晚的放热过程,双效定型相变平板1中的两种相变材料大部分或全部处于凝固态,随着太阳升起,太阳能集热器5开始工作,流经其中的载热循环工质4吸收太阳辐射热而大幅升温,升温的载热循环工质4经第二管路流入双效定型相变平板1中的毛细管103中,毛细管103外周的低温相变材料和高温相变材料先后吸收热量熔化成熔融态;但是,由于建筑室内的温度较低,靠近室内一侧的相变材料在初始时处于凝固状态,即初始在双效定型相变平板1中形成“熔融态”和“凝固态”共存的形式,靠近室内一侧的相变工质不断通过“熔化”与“凝固”状态的切换,持续吸收室内的冷量,即将载热循环工质4引入的热量传递到室内,使得室内环境升温,随着毛细管103中引入的热量逐渐增加,双效定型相变平板1中的两种相变材料均处于熔融态,并完成向室内“供暖”的过程,而白天由载热循环工质4代入双效定型相变工质102中的多余热量则“存储”在相变工质中,以用于夜晚向室内“供暖”。

[0066] 在夜晚:

[0067] 太阳能集热器5停止工作,载热循环工质4停止循环,由于白天双效定型相变工质102吸收了大量的热量而处于熔融态。因此,在夜晚时,由于室内温度降低,且载热循环工质4不再引入热量,所以随着室内温度的降低,靠近室内一侧的相变工质开始凝固,高温相变材料率先凝固,低温相变材料后凝固,并将白天“存储”在相变工质中的热量释放到室内,减缓室内温度的降低,继而双效定型相变平板1中的相变材料吸收室内的冷量并逐渐全部或大部分凝固,从而将白天“存储”在相变材料中的热量释放到室内,完成对室内环境的供暖,调节室内环境温度。

[0068] 综上所述,利用本发明优选实施例中的集热排热系统可有效完成冬季白天与冬季夜晚分别向建筑室内“供暖”的过程,实现室内温度环境的调节,减少室内空调、暖气系统等设备的使用,降低能耗。根据研究结果表明,冬季白天太阳能集热器5的集热效率为 $35\% \sim 55\%$ 左右,即集热量是太阳辐射强度的 $35\% \sim 55\%$,能向双效定型相变平板1和建筑室内输送大量的热量,改善室内的温度环境。

[0069] 本发明优选实施例中基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其设置结构简单,控制简便,维护、检修的难度较小,适用范围广,能同时实现夏季白天、夜晚的“供冷”过程和冬季白天、夜晚的“供暖”过程,能有效改善夏季和冬季建筑室内的温度环境,减少夏季“制冷设备”和冬季“供暖设备”的使用,节约能源,降低能耗,实现建筑的节能环保。

[0070] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

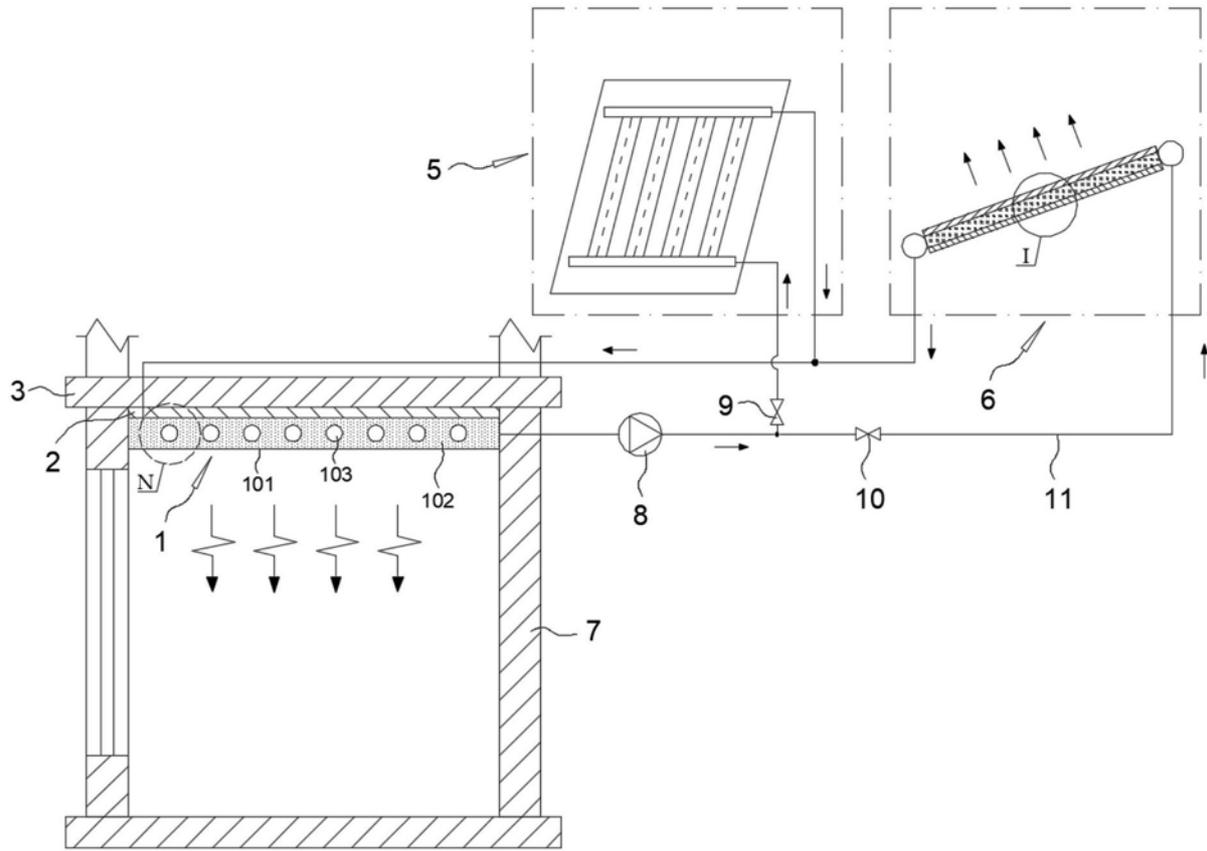


图1

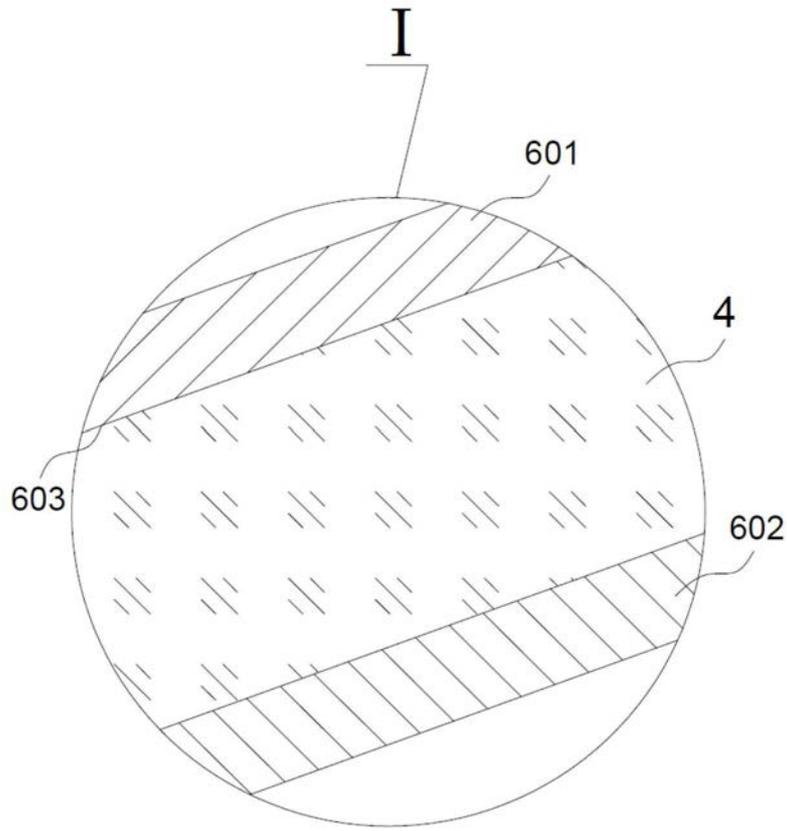


图2

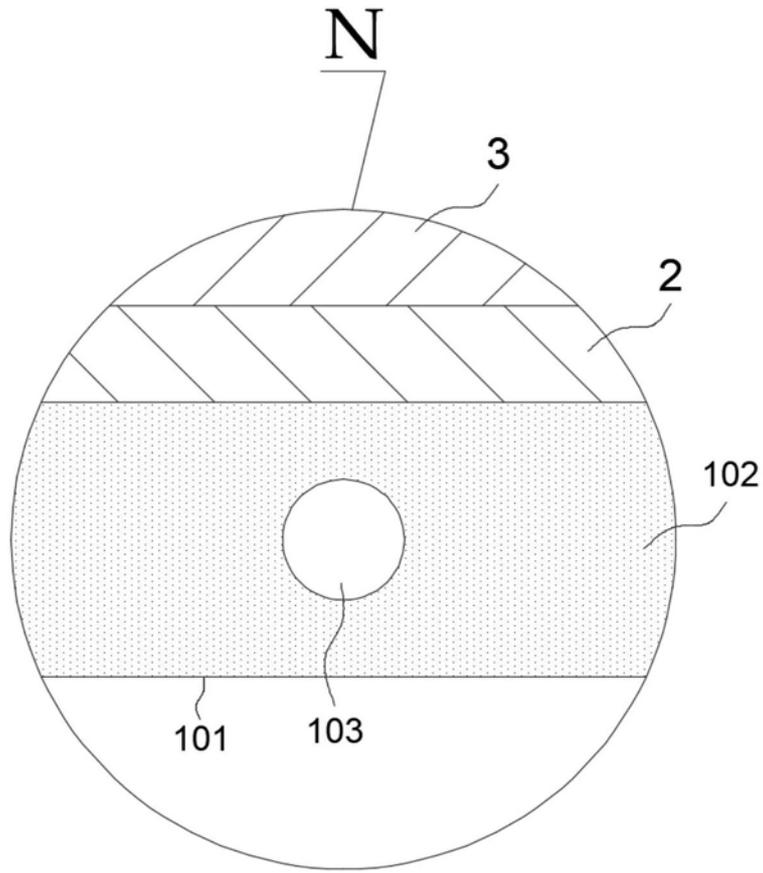


图3

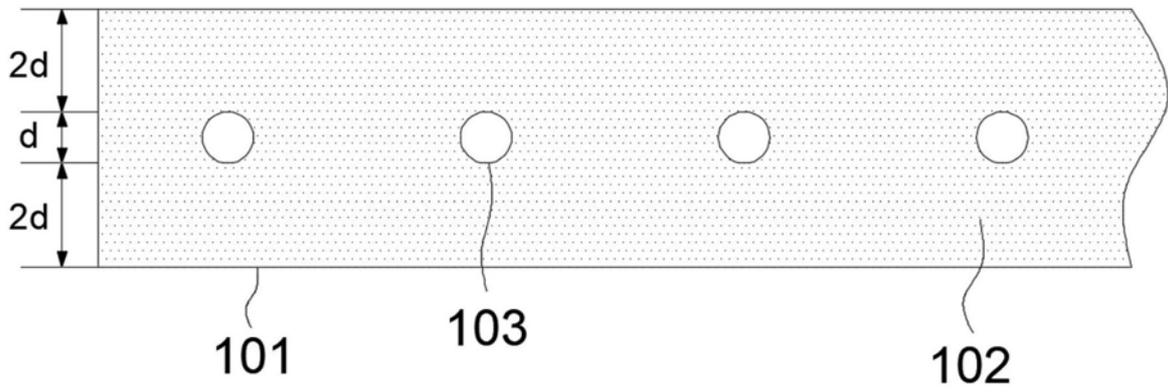


图4

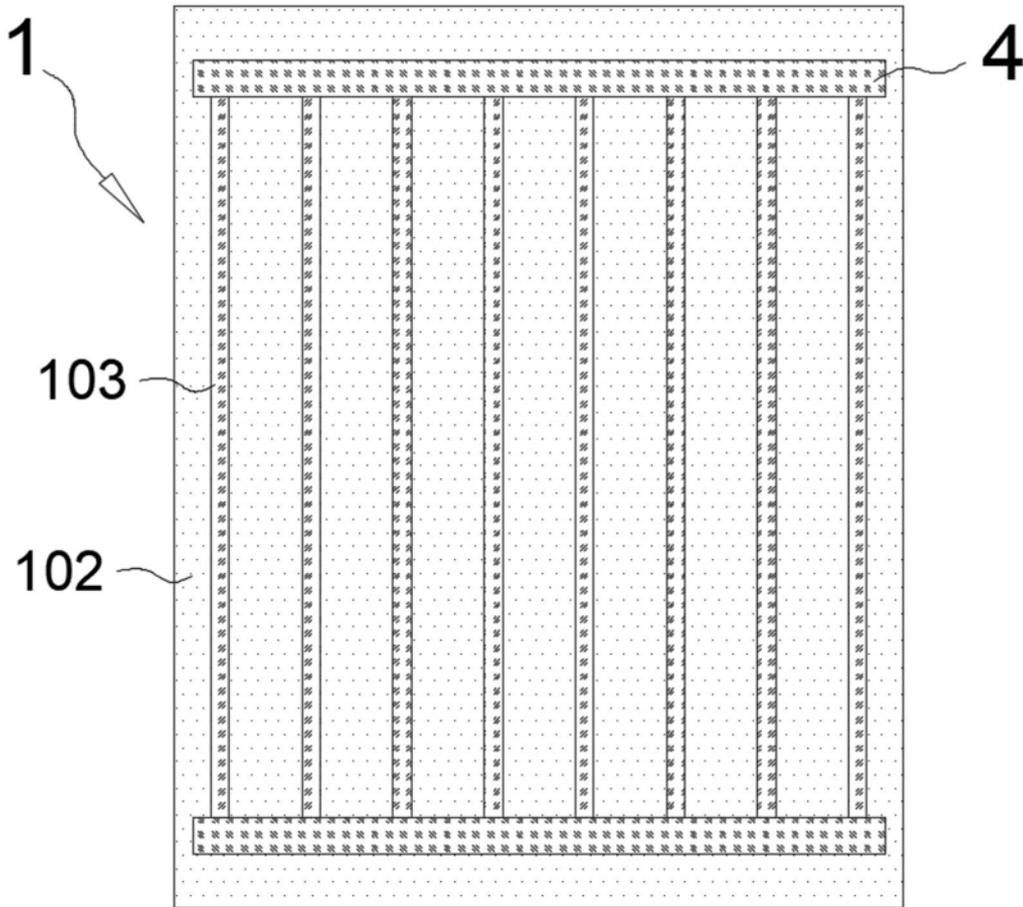


图5