



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112682839 A

(43) 申请公布日 2021.04.20

(21) 申请号 202011520449.2

B32B 3/08 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.21

(71) 申请人 北京华厚能源科技有限公司

地址 101500 北京市密云区密云工业开发  
区科技路43号

(72) 发明人 贾维 杜海兵 吕石磊 许勃文

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代  
理事务所 12201

代理人 李素兰

(51) Int. Cl.

F24D 19/00 (2006.01)

F24D 11/00 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

F28D 20/02 (2006.01)

B32B 33/00 (2006.01)

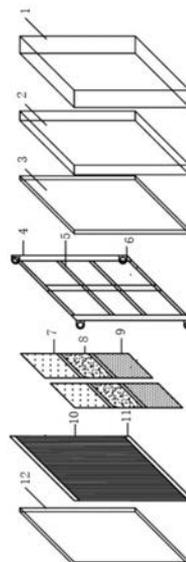
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种蓄供冷/热的梯级相变毛细管网辐射墙体末端装置

(57) 摘要

本发明公开了一种蓄供冷/热的梯级相变毛细管网辐射墙体末端装置,该装置包括基层墙体(1)、保温隔热层(2)、防潮层(3)、龙骨以及由梯级相变材料层和毛细管网层共同构成的相变毛细网结构。与现有技术相比,本发明的装置可实现相变材料全年可用,避免相变材料浪费;可蓄存夜间自然冷量,减少白天设备的机械制冷量,有利于降低能耗和减少运行成本;该装置采用铝箔袋宏观封装相变材料,较定型相变材料封装工艺简单,成本相对较低;适用性广,可与多种冷源/热源设备耦合。本发明的末端装置与太阳能集热器,天空辐射冷却器等低品位可再生能源设备耦合,可克服可再生能源供应不稳定的缺点,实现夏季全天供冷和冬季全天供热。



1. 一种蓄供冷/热的梯级相变毛细管网辐射墙体末端装置,其特征在于,该装置包括基层墙体(1)、保温隔热层(2)、防潮层(3)、龙骨以及由梯级相变材料层和毛细管网层共同构成的相变毛细网结构;其中:

所述龙骨进一步包括承载龙骨(4)与覆面龙骨(5);所述梯级相变材料层进一步包括依照从上至下的顺序设置的第一级相变材料层(7)、第二级相变材料(8)和第三级相变材料(9);所述毛细管网层进一步包括毛细管干管(10)和毛细管支管(11);各相变材料采用铝箔袋封装,贴附在所述防潮层(3)表面,并固定在所述覆面龙骨(5)上;所述承载龙骨(4)的顶部和底部的两端设置固定卡槽(6),用于固定所述毛细管网干管(10),所述毛细管支管(11)粘接在封装相变材料的铝箔袋表面。

2. 如权利要求1所述的一种蓄供冷/热的梯级相变毛细管网辐射墙体末端装置,其特征在于,在所述毛细管干管(10)的入口处设置有四个电磁阀。

## 一种蓄供冷/热的梯级相变毛细管网辐射墙体末端装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于建筑供暖、空调新技术及蓄能技术领域,特别涉及一种梯级相变毛细管网辐射墙体末端。

### 背景技术

[0002] 毛细管网作为辐射末端可采用 $35^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的低温热水作为热源、 $10\text{-}15^{\circ}\text{C}$ 的高温冷水作为冷源,有利于低品位能源在建筑能源系统中的利用。相变材料可在特定温度下,通过物质相态变化,吸收或放出大量潜热,具有储能密度高和蓄释热过程近似等温等优点。相变材料与毛细管网辐射末端耦合,可以蓄存毛细管网冷/热量,缓解能源供需不匹配的问题,并可以降低供冷/热成本。如对于空气源热泵毛细管网辐射供冷/热系统,相变材料可以在夜间低谷电时期蓄冷/热,实现电网调峰,并通过利用低价电能降低运行成本。

[0003] 发明专利CN107883421A《相变蓄能毛细管网辐射地板/天花板供暖/冷一体化系统》,公开了“分别采用 $30^{\circ}\text{C}\sim 438^{\circ}\text{C}$ 的高温相变材料与地板毛细管网辐射供暖结合, $16^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的低温相变材料与/天花板毛细管网辐射供冷末端结合”的技术方案,其分别采用了天花板与地板两种末端,成本相对较高。所采用的 $30^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ 相变材料仅能用于冬季蓄热,无法对夏季以及过渡季的室内热环境进行改善。所采用的 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ 相变材料仅能用于夏季蓄冷,功能同样单一局限。此外,随着毛细管网与天花板以及相变材料换热,夏季毛细管网的冷水温度逐渐升高,与蓄冷相变材料的温差减小,容易出现位于毛细管网后半部分的低温相变材料蓄冷不充分的问题。冬季毛细管网与地板以及高温相变材料换热,其热水温度逐渐降低,与蓄热相变材料的温差减小,容易出现位于毛细管网后半部分的高温相变材料蓄热不充分的问题。

[0004] 发明专利CN104141980A《冷热一体化双层毛细管相变蓄能地板末端装置及应用系统》公开了“一种冷热一体化双层毛细管相变蓄能地板末端,末端采用 $30^{\circ}\text{C}\text{-}38^{\circ}\text{C}$ 和 $16^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 两种相变温度的相变材料,用于解决采暖和空调蓄能工况下所需要的相变温度不一致问题”。然而, $30^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ 的相变材料仅能用于冬季蓄热, $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的相变材料仅能用于夏季蓄冷,功能相对单一。并且该末端同样存在位于换热管路后半部分相变材料蓄热/冷不充分,以及相变材料无法均匀持续释冷/热的问题。

[0005] 发明专利CN109539602B的《一种基于天空辐射和太阳能集热的房屋集热排热系统,其中包含双效定型相变平板耦合毛细管。该双效相变平板是将相变温度 $26\text{-}30^{\circ}\text{C}$ 和 $16^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 两种相变材料均匀混合,定型制备而成,可以夏季蓄冷和冬季蓄热。然而,由于该双效相变平板是两类相变材料是均匀混合,毛细管后半部分的相变材料仍会出现难以熔化/凝固的问题。而且,该双效相变平板的制备工艺较为复杂,成本较高。此外,毛细管网直接嵌入到双效相变平板中,需要先将冷/热量传递给平板,再传递到室内,无法做到快速调节室温。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的在于针对现有技术不足,提出一种蓄供冷/热的梯级相变毛细管网辐射墙体末端装置,利用相变毛细管网的辐射供冷/热末端,可实现相变材料冬夏两用,在夏季蓄冷、释冷的过程以及在冬季蓄冷、释冷的过程。

[0007] 本发明的一种蓄供冷/热的梯级相变毛细管网辐射墙体末端装置,该装置包括基层墙体1、保温隔热层2、防潮层3、龙骨以及由梯级相变材料层和毛细管网层共同构成的相变毛细网结构;其中:

[0008] 所述龙骨进一步包括承载龙骨4与覆面龙骨5;所述梯级相变材料层进一步包括依照从上至下的顺序设置的第一级相变材料层7、第二级相变材料8和第三级相变材料9;所述毛细管网层进一步包括毛细管干管10和毛细管支管11;各相变材料采用铝箔袋封装,贴附在防潮层3表面,并固定在覆面龙骨上;承载龙骨4的顶部和底部的两端设置固定卡槽6,用于固定所述毛细管网干管10,所述毛细管支管11粘接在封装相变材料的铝箔袋表面。

[0009] 在所述毛细管干管10的入口处设置有四个电磁阀F1、F2、F3、F4。

[0010] 与现有技术相比,本发明具有以下优势:

[0011] 1) 该装置可实现相变材料冬夏两用,减少材料浪费,避免相变材料浪费,降低成本;

[0012] 2) 该装置可蓄存夜间自然冷量,减少白天设备的机械制冷量,有利于降低能耗和减少运行成本,尤其适用于昼夜温差大的地区;此外,在突然停电的情况下,末端通过蓄存夜间自然冷量,可避免白天室内温度过高;

[0013] 3) 该装置采用铝箔袋宏观封装相变材料,较定型相变材料封装工艺简单,成本相对较低;此外,毛细管网一侧贴附在相变材料层,另一侧紧贴饰面层,可在通入冷水/热水后迅速响应,调节室内热环境,而不需要先冷却/加热相变材料层,有利于室内热舒适;

[0014] 4) 适用性广,可与多种冷源/热源设备耦合:如末端可与空气源热泵、地源热泵、电锅炉等电驱动设备耦合,通过蓄存设备夜间利用低谷电时期所制备的冷量/热量,并在白天释放冷量/热量,实现削峰填谷,并降低供冷与供热成本。末端与太阳能集热器,天空辐射冷却器等低品位可再生能源设备耦合,可克服可再生能源供应不稳定的缺点,实现夏季全天供冷和冬季全天供热。

## 附图说明

[0015] 图1是本发明实施例梯级相变蓄供冷/热毛细管网辐射墙体结构示意图。

[0016] 图2是本发明实施例毛细管结构示意图。

[0017] 附图标记:

[0018] 1、基层墙体,2、保温隔热层,3、防潮层,4、承载龙骨,5、覆面龙骨,6、固定卡槽,7、第一级相变材料层,8、第二级相变材料层,9、第三级相变材料层,10、毛细管干管,11、毛细管支管,12、装饰层,F1、F2、F3、F4、电磁阀。

## 具体实施方式

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案进行详细说明。

[0020] 如图1所示,为本发明的一种梯级相变蓄供冷/热毛细管网辐射墙体末端装置结构

示意图。该装置包括基层墙体1、保温隔热层2、防潮层3,由轻钢龙骨制成的承载龙骨4、覆面龙骨5;包括第一级相变材料8、第二级相变材料9和第三级相变材料10构成梯级相变材料层;毛细管干管10、毛细管支管11构成的毛细管网层以及装饰层12。轻钢龙骨用于固定梯级相变材料层及毛细管网层。第一级相变材料层7的相变温度在28℃左右,第二级相变材料层8的相变温度在23℃左右,第三级相变材料层9的相变温度在18℃左右。所述相变材料采用铝箔袋封装,贴附在防潮层3表面,并通过在覆面龙骨6上打钉固定。第一级相变材料层、第二级相变材料和第三级相变材料依照从上至下的顺序设置好。所述相变材料采用铝箔袋封装,铝箔袋通过粘接砂浆贴附在墙体表面,并用螺钉固定在覆面龙骨5上。毛细管网干管10通过位于轻承载龙骨顶部和下部的固定卡槽6中,可通过调节毛细管干管10处的阀门实现毛细管干管10内换热流体的流向变化。毛细管支管11粘接在封装相变材料的铝箔袋表面,保证毛细管支管11内流体与相变材料充分换热。

[0021] 相变温度28℃左右的第一级相变材料9可选择十八烷;相变温度23℃左右的第二级相变材料10可选择十七烷;相变温度18℃左右的第三级相变材料11可选择十六烷。

[0022] 本发明的一种梯级相变蓄供冷/热毛细管网辐射墙体末端装置的工作模式描述如下:

[0023] 该装置在夏季蓄冷阶段,相变材料梯级蓄冷,强化相变材料与流体间的换热使相变材料充分凝固;在夏季释冷阶段,相变材料差异化融化吸热,从而均匀持续释冷。在夏季具有梯级蓄冷-供冷、相变释冷和自然蓄冷三种模式。其中,在梯级蓄冷-供冷模式下:10-15℃的高温冷水从底部毛细管干管流入毛细管网,下供上回,向室内供冷的同时依次与第三级相变材料、第二级相变材料、第一级相变材料换热,最后从顶部毛细管干管流出。在相变释冷模式下:停止将高温冷水通入毛细管网层,当室内温度高于某一级相变材料熔点时,该相变材料将融化吸热。由于不同级相变材料熔点不同,可实现相变材料分时段融化吸热,从而均匀持续释冷。在自然蓄冷模式下:当夜间室外空气温度低于28℃时,通过开窗通风或强制通风等措施,使第一级相变材料自然蓄冷,减少机械制冷量,进而降低制冷能耗和运行成本。

[0024] 在冬季蓄热阶段,相变材料梯级蓄热,强化相变材料与流体间的换热使相变材料充分融化;在冬季释热阶段,相变材料差异化凝固放热,从而均匀持续释热。该末端在冬季具有梯级蓄热-供热、相变释热两种模式。其中,在梯级蓄热-供热模式下:35-40℃的低温热水从顶部干管流入毛细管网层,向室内供热的同时依次与第一级相变材料、第二级相变材料、第三级相变材料换热,最后从底部毛细管干管流出。在相变释热模式下:停止将高温冷水通入毛细管网,当室内温度低于某一级相变材料熔点时,该相变材料将凝固放热。由于不同级相变材料凝固点不同,可实现相变材料差异化凝固放热,从而均匀持续供热。

[0025] 如图2所示,毛细管干管10入口处布置电磁阀F1-F4。夏季毛细管干管10通如10-15℃的高温冷水,电磁阀F2,F3开启,电磁阀F1,F4关闭,冷水通过电磁阀F3进入底部毛细管干管10,然后分支到各毛细管支管11与梯级相变材料层以及装饰层12换热,最后汇集到顶部毛细管干管10,经过电磁阀F2流出。冬季毛细管干管10通35-40℃的低温热水,电磁阀F1,F4开启,电磁阀F2,F3关闭,低温热水通过电磁阀F1进入顶部毛细管干管10,然后分支到各毛细管支管11与梯级相变材料层以及装饰层12换热,最后汇集到顶部毛细管干管,经过电磁阀F4流出。

[0026] 本发明所提出的末端在夏季具有三种运行模式,分别为梯级蓄冷-供冷、相变释冷、自然蓄冷三种运行模式。

[0027] 梯级蓄冷-供冷模式,开启电磁阀F2,F3。高温冷水通入毛细管干管,下供上回,在通过装饰层15向室内供冷的同时,先与18℃左右的第三级相变材料11换热,再与23℃左右的第二级相变材料10换热,最后与28℃左右的第三级相变材料9换热,从而实现梯级蓄冷。

[0028] 相变释冷模式。高温冷水停止通入毛细管干管。相变材料主要通过熔化吸热/释冷,保持室内舒适性。由于不同级相变材料的熔点不同,其吸热/释冷时段以及速率会存在差异。如果室内温度介于第三级相变材料11熔点与第二级相变材料10熔点之间,仅18℃左右的第三级相变材料熔化吸热/释冷。随着第三级相变材料11完全熔化,无法再提供冷量时候,室内温度快速升高,达到第二级相变材料10熔点。此时,23℃左右的第二级相变材料10熔化吸热/释冷,保证室内热舒适。随着第二级相变材料10完全熔化,无法再提供冷量时候,室内温度再次升高,达到第一级相变材料熔点。此时,28℃左右的第一级相变材料9熔化吸热/释冷,调节室内温度。这种不同熔点相变材料分时段释冷的模式,有利于相变材料层持续稳定释冷,较好地保障了夏季停止供冷后的室内热舒适。

[0029] 自然蓄冷模式。夜间高温冷水停止通入毛细管干管,且室外空气温度低于28℃时(第一级相变材料9熔点),通过自然通风或强制通风等措施,实现室外冷空气与装饰层15的换热,再通过装饰层15与毛细管网层以及梯级相变材料层(主要是第一级相变材料9)换热。

[0030] 本发明在夏季蓄冷过程,高温冷水沿相变材料熔点升高的方向流动换热,实现相变材料梯级蓄冷;在夏季释冷过程,不同相变材料分时段熔化吸热,可实现末端持续均匀供冷。在冬季蓄热过程,低温热水沿相变材料熔点依次降低方向流动换热,实现相变材料梯级蓄热;在冬季释冷过程,不同相变材料分时段凝固放热,实现末端持续均匀供热。

[0031] 本发明的具体实施例描述如下:

[0032] 该末端装置在冬季具有两种运行模式,分别为梯级蓄热-供热、相变释热两种运行模式。

[0033] (1) 梯级蓄热-供热运行模式:开启电磁阀F1,F4。低温热水通入毛细管干管,上供下回,在通过装饰层15向室内供热的同时,先与28℃左右的第一级相变材料7换热,再与23℃左右的第二级相变材料8换热,最后与18℃左右的第三级相变材料9换热,从而实现梯级蓄冷。

[0034] (2) 相变释热运行模式:低温热水停止通入毛细管干管。相变材料主要通过凝固放热,保持室内舒适性。由于不同级相变材料的凝固点不同,其放热时段以及速率会存在差异。如室内温度介于第一级相变材料7凝固点与第二级相变材料8凝固点之间,仅28℃左右的第一级相变材料7凝固释热。随着第一级相变材料7完全凝固,无法再提供热量时候,室内温度快速下降,达到第二级相变材料凝固点。此时,23℃左右的第二级相变材料8凝固释热,保证室内热舒适。随着第二级相变材料8完全凝固,无法再提供热量时候,室内温度再次下降,达到第三级相变材料9凝固点。此时,18℃左右的第三级相变材料10凝固释热,调节室内温度。这种不同熔点相变材料分时段释热的模式,有利于相变材料层持续稳定释热,保证冬季停止供暖后的室内热舒适。

[0035] 在夏季蓄冷过程中,高温冷水沿相变材料熔点升高的方向流动换热,实现相变材料梯级蓄冷;在夏季释冷过程中,不同相变材料分时段熔化吸热,可实现末端持续均匀供

冷。在冬季蓄热过程中,低温热水沿相变材料熔点依次降低方向流动换热,实现相变材料梯级蓄热;在冬季释冷过程中,不同相变材料分时段凝固放热,实现末端持续均匀供热。

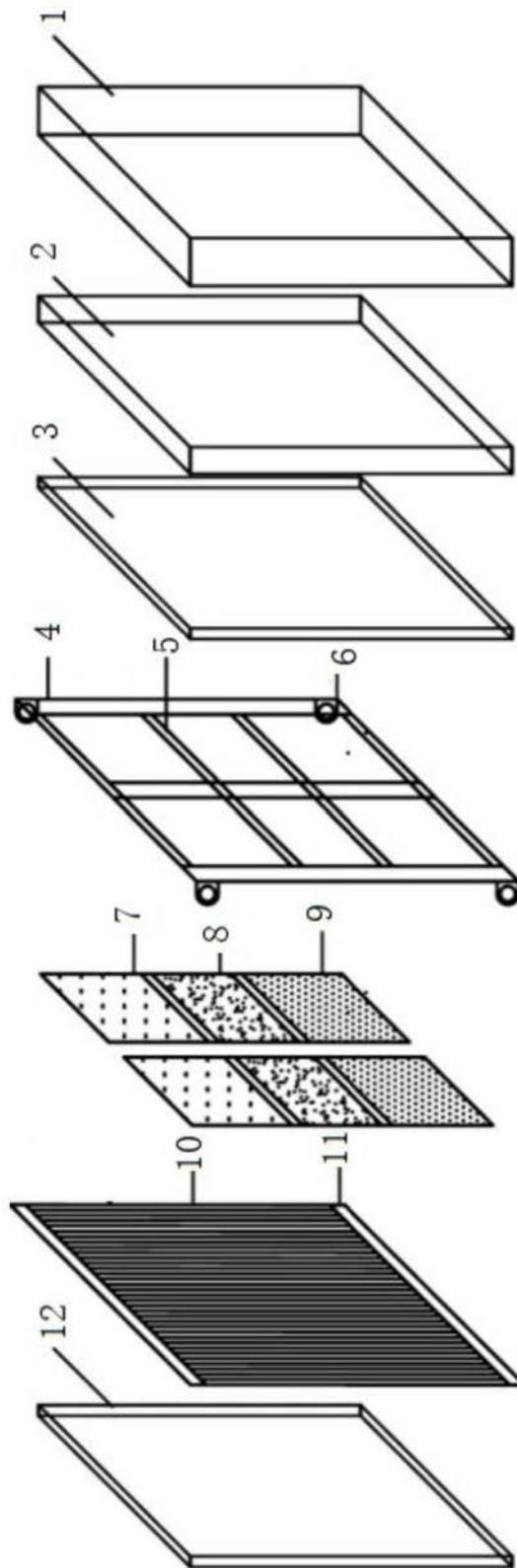


图1

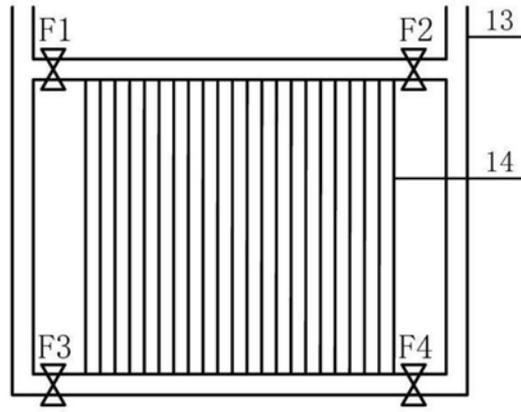


图2