



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103712255 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201410025925. 1

(22) 申请日 2014. 01. 20

(71) 申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区回龙观朱辛庄 2 号

(72) 发明人 周国兵 王雪皎 韩玉维

(74) 专利代理机构 北京麟保德和知识产权代理
事务所(普通合伙) 11428

代理人 韩建功

(51) Int. Cl.

F24D 3/10(2006. 01)

F24D 19/10(2006. 01)

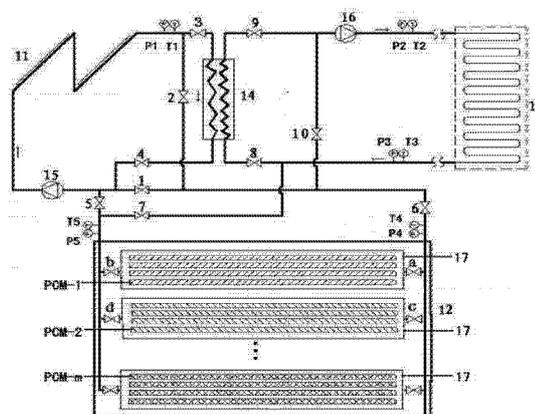
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种跨季节太阳能-相变蓄能分级释能采暖系统
系统及方法

(57) 摘要

本发明属于跨季节蓄能供暖领域,特别涉及一种跨季节太阳能-相变蓄能分级释能采暖系统及方法。该系统主要包括太阳能集热器、相变蓄换热器、采暖模块、换热器,各部件通过管路、阀门、循环泵连接在一起。本发明系统在非采暖季,将太阳热能储存在可实现稳定过冷的不同温位相变材料中,使其以过冷液态静置;采暖季可实现热媒水与集热器直接换热提供热负荷和热媒水与相变蓄换热器直接换热提供热负荷两种模式,且根据不同阶段负荷分级触发不同温位相变材料单元凝固释能。本系统利用跨季节相变蓄热分级释能提供冬季热负荷思想,具有相变潜热大、释热温度较稳定、可分级调节等特点,在跨季节蓄能供热系统中有着广泛的应用前景。



1. 一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统,其特征在于:所述采暖系统中相变蓄换热器(12)由多个PCM蓄能单元(17)并联构成,所述每个PCM蓄能单元(17)的两端均设置控制阀门;所述每个PCM蓄能单元(17)由1个或多个PCM层和2个或多个热媒水层构成,其中最外层均为热媒水层,所述PCM层和热媒水层交替间隔相连排列,所述PCM层为密闭结构;所述每个PCM蓄能单元(17)中,每个热媒水层均与设置在该PCM蓄能单元(17)两端的控制阀门相通;所述每个PCM蓄能单元(17)分别与触发装置相连;所述相变蓄换热器(12)使用两种以上不同相变温位的PCM材料,单个PCM蓄能单元(17)中PCM层使用的PCM材料相同;

所述采暖系统中太阳能集热器(11)、第三阀门(3)、换热器(14)、第四阀门(4)、集热循环泵(15)和太阳能集热器(11)依次通过管路相连,构成闭合循环回路;其中,所述太阳能集热器(11)进水端与集热循环泵(15)通过管路相连,所述集热循环泵(15)分别与第一阀门(1)、第四阀门(4)和第五阀门(5)通过管路相连;所述太阳能集热器(11)出水端分别与第二阀门(2)和第三阀门(3)通过管路相连,所述第二阀门(2)与第三阀门(3)通过管路相连;

所述采暖系统中相变蓄换热器(12)的一端分别与第五阀门(5)和第七阀门(7)通过管路相连,另一端与第六阀门(6)通过管路相连;所述第六阀门(6)分别与第一阀门(1)、第二阀门(2)和第十阀门(10)通过管路相连;所述第五阀门(5)分别与第一阀门(1)、第四阀门(4)和第七阀门(7)通过管路相连;所述第一阀门(1)分别与第二阀门(2)、第四阀门(4)和第十阀门(10)通过管路相连;所述第二阀门(2)与第十阀门(10)通过管路相连;所述第七阀门(7)分别与第八阀门(8)和采暖模块(13)出水端通过管路相连;所述第十阀门(10)分别与第九阀门(9)和供热循环泵(16)通过管路相连;

所述采暖系统中换热器(14)、第九阀门(9)、供热循环泵(16)、采暖模块(13)、第八阀门(8)和换热器(14)依次通过管路相连,构成闭合循环回路;其中所述供热循环泵(16)与采暖模块(13)进水端通过管路相连,所述第八阀门(8)与采暖模块(13)出水端通过管路相连;

所述太阳能集热器(11)、第二阀门(2)、第六阀门(6)、相变蓄换热器(12)、第五阀门(5)、集热循环泵(15)和太阳能集热器(11)依次通过管路相连,构成闭合循环回路;

所述相变蓄换热器(12)、第六阀门(6)、第十阀门(10)、供热循环泵(16)、采暖模块(13)、第七阀门(7)和相变蓄换热器(12)依次通过管路相连,构成闭合循环回路。

2. 根据权利要求1所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统,其特征在于:所述太阳能集热器(11)出水端管路上分别设置压力计和温度计。

3. 根据权利要求1所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统,其特征在于:所述相变蓄换热器(12)两端管路上分别设置一个压力计,所述相变蓄换热器(12)两端管路上分别设置一个温度计。

4. 根据权利要求1所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统,其特征在于:所述采暖模块(13)进水端管路上分别设置压力计和温度计;所述采暖模块(13)出水端管路上分别设置压力计和温度计。

5. 根据权利要求1所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统,其特征在于:所述多个PCM蓄能单元(17)中所使用的PCM材料为 $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和

Zn(NO₃)₂ · 6H₂O 中的两种或三种。

6. 根据权利要求 1 所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统,其特征在 于:所述换热器(14)为板式换热器。

7. 如权利要求 1-5 任意一项权利要求所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采 暖系统的采暖方法,其特征在 于,具体方法如下:

非采暖季,利用太阳能集热器(11)对相变蓄换热器(12)蓄热;采暖季初期和末期,太 阳能集热器(11)直接向采暖模块(13)提供热负荷;采暖严寒期,采暖模块(13)热负荷完全 由相变蓄换热器(12)提供;

在采暖严寒期,使用相变蓄换热器(12)进行分级释能,具体方法为:将具有不同相变 温位的 PCM 材料储存于相变蓄换热器(12),采用分级释能、控制级间 PCM 蓄能单元(17) 数量的供热系统调节方式,从而持续满足采暖模块(13)不同阶段热负荷需求。

8. 根据权利要求 7 所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统的采暖方 法,其特征在 于:利用 PCM 材料过冷特性实现跨季节蓄热,利用 PCM 材料在温度适宜且恒定 的环境下具有稳定过冷的性质,实现 PCM 材料跨季节蓄能的液态静置阶段,具体方法为:将 太阳能集热器(11)收集的太阳热能以水为媒介输送到相变蓄换热器(12),加热 PCM 材料使 之相变蓄热,PCM 材料吸热融化后处于过热状态,然后将其自然冷却至周围环境温度,保持 过冷液态。

9. 根据权利要求 7 所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统的采暖方 法,其特征在 于:通过确定 PCM 蓄能单元(17)形式,建立与供热末端相匹配的模块化相变蓄 换热器(12);根据采暖季不同阶段热负荷需求,选择不同温位的 PCM 材料,建立根据阶段热 负荷分级触发相应温位 PCM 蓄能单元(17)的供热机制,根据同一阶段内热负荷的变化,建 立级间控制 PCM 蓄能单元(17)数量的负荷调节方式,从而实现对热媒水换热量的调节,具 体方法为:将不同温位的 PCM 材料分别储存于不同的 PCM 蓄能单元(17);采暖严寒期,根据 所需热负荷大小的阶段性变化,触发使用不同温位的 PCM 蓄能单元(17)。

10. 根据权利要求 7 所述的一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统的采暖方 法,其特征在 于:在采暖季初末期,太阳能集热器直接向采暖模块(13)提供热负荷,同时实 现继续对相变蓄换热器(12)蓄热。

一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于跨季节蓄能供暖领域,特别涉及一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统及方法。

背景技术

[0002] 随着人们对住宅舒适性要求的提高,冬季低温地板采暖技术由于其很好的热舒适性和卫生条件广泛应用于民用建筑中。普通采暖热水主要由锅炉或热电厂换热得到,依靠煤,电等常规能源。

[0003] 太阳热能作为自然界最常见的具有季节性与间歇性可再生能源,也逐步应用于地板采暖。根据地面辐射供暖技术规程,低温热水地面辐射供暖以不高于 60°C 的热水为热媒,可构成太阳能低温热水地板辐射系统。太阳能跨季节蓄热系统可实现太阳热能由夏季转移到冬季,解决热量夏盈冬亏的技术瓶颈。目前已有的跨季节蓄能及热泵供暖系统,蓄能主要介质主要有热水、砾石 - 水、土壤和蓄水层等显热蓄热储存夏季太阳能等形式,以上形式存在蓄热装置体积大,蓄热效率低等问题,进一步研究设计了太阳能季节相变蓄热热泵系统,在夏季利用相变蓄热材料贮存太阳热能,采暖季通过热泵系统将贮存在相变材料(PCM)中的热量取出来供给室内,仍存在蓄热装置跨季节散热损失较大等问题。

[0004] 为更有效地提高太阳能热利用率及改进系统装置,本发明提出利用不同温位相变材料跨季节(蓄换热器)过冷蓄热,采暖季根据不同负荷需求释放相应温位 PCM 潜热与供热介质换热运行供暖模式。

[0005] 相变材料(PCM)按相变温度的范围可分为高温(大于 250°C)、中温($100\text{--}250^{\circ}\text{C}$)和低温(小于 100°C)储能材料。此系统适合采用低温储能相变材料中导热系数大、相变潜热大、过冷度大、能量密度高等特点的相变材料,系统中所需理想相变材料的相变温度是受采暖热媒水入口温度限制的特定温度。

发明内容

[0006] 本发明的目的是利用跨季节相变材料过冷蓄能分级释能与地板采暖系统相结合,通过跨季节蓄 / 放热调节太阳能季节性的峰谷分布,以提高太阳能有效利用率。非采暖期,将太阳能集热器收集的太阳热能,储存在过冷度较大、可实现稳定过冷的不同温位相变材料中;采暖期间,可通过机械振动、电场、磁场、超声波或局部低温等手段触发过冷蓄热单元相应温位相变材料凝固分级放热。

[0007] 针对现有技术不足,本发明提供了一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统及方法。

[0008] 一种跨季节太阳能 - 相变蓄能分级释能采暖系统,所述采暖系统中相变蓄换热器由多个 PCM 蓄能单元并联构成,所述每个 PCM 蓄能单元的两端均设置控制阀门;所述每个 PCM 蓄能单元由 1 个或多个 PCM 层和 2 个或多个热媒水层构成,其中最外层均为热媒水层,所述 PCM 层和热媒水层交替间隔相连排列,所述 PCM 层为密闭结构;所述每个 PCM 蓄能单元

中,每个热媒水层均与设置在该PCM蓄能单元两端的控制阀门相通;所述每个PCM蓄能单元分别与触发装置相连;所述相变蓄换热器使用两种以上不同相变温位的PCM材料,单个PCM蓄能单元中PCM层使用的PCM材料相同;

[0009] 所述采暖系统中太阳能集热器、第三阀门、换热器、第四阀门、集热循环泵和太阳能集热器依次通过管路相连,构成闭合循环回路;其中,所述太阳能集热器进水端与集热循环泵通过管路相连,所述集热循环泵分别与第一阀门、第四阀门和第五阀门通过管路相连;所述太阳能集热器出水端分别与第二阀门和第三阀门通过管路相连,所述第二阀门与第三阀门通过管路相连;

[0010] 所述采暖系统中相变蓄换热器的一端分别与第五阀门和第七阀门通过管路相连,另一端与第六阀门通过管路相连;所述第六阀门分别与第一阀门、第二阀门和第十阀门通过管路相连;所述第五阀门分别与第一阀门、第四阀门和第七阀门通过管路相连;所述第一阀门分别与第二阀门、第四阀门和第十阀门通过管路相连;所述第二阀门与第十阀门通过管路相连;所述第七阀门分别与第八阀门和采暖模块出水端通过管路相连;所述第十阀门分别与第九阀门和供热循环泵通过管路相连;

[0011] 所述采暖系统中换热器、第九阀门、供热循环泵、采暖模块、第八阀门和换热器依次通过管路相连,构成闭合循环回路;其中所述供热循环泵与采暖模块进水端通过管路相连,所述第八阀门与采暖模块出水端通过管路相连;

[0012] 所述太阳能集热器、第二阀门、第六阀门、相变蓄换热器、第五阀门、集热循环泵和太阳能集热器依次通过管路相连,构成闭合循环回路。

[0013] 所述相变蓄换热器、第六阀门、第十阀门、供热循环泵、采暖模块、第七阀门和相变蓄换热器依次通过管路相连,构成闭合循环回路。

[0014] 所述太阳能集热器出水端管路上分别设置压力计和温度计。

[0015] 所述相变蓄换热器两端管路上分别设置一个压力计,所述相变蓄换热器两端管路上分别设置一个温度计。

[0016] 所述采暖模块进水端管路上分别设置压力计和温度计;所述采暖模块出水端管路上分别设置压力计和温度计。

[0017] 所述多个PCM蓄能单元中所使用的PCM材料为导热系数大、相变潜热大、过冷度大、能量密度高等特点的相变材料,如 $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 等中的两种或三种。

[0018] 所述换热器为板式换热器。

[0019] 一种跨季节太阳能-相变蓄能分级释能采暖系统的采暖方法,其具体方法如下:非采暖季,太阳能集热器收集比较丰富的太阳热能以水为媒介输送到相变蓄换热器,加热PCM材料使之相变蓄热(充热阶段),以满足太阳能跨季节使用;采暖季当太阳能充足时,太阳能集热器通过换热器直接与热媒水换热直接向采暖模块提供热负荷进行采暖(可以同时实现对相变蓄换热器的充热蓄热);采暖季当太阳能不足时,关闭太阳能集热器,热负荷完全由相变蓄换热器提供。

[0020] 在采暖严寒期,使用相变蓄换热器进行分级释能,具体方法为:将具有不同相变温位的PCM材料储存于相变蓄换热器,采用分级释能、控制级间PCM单元数量的供热系统调节方式,从而持续满足采暖模块热负荷需求。

[0021] 利用 PCM 材料过冷特性实现跨季节蓄热,即利用 PCM 材料在温度适宜且恒定的环境下具有稳定过冷的性质,实现 PCM 材料跨季节蓄能的液态静置阶段,具体方法为:将太阳能集热器收集的太阳能以为水为媒介输送到相变蓄换热器,加热 PCM 材料使之相变蓄热,PCM 材料吸热融化后处于过热状态,然后将其自然冷却至周围环境温度,保持过冷液态。

[0022] 通过确定 PCM 蓄能单元形式,建立与供热末端相匹配的模块化相变蓄换热器;根据采暖季不同阶段热负荷需求,选择不同温位的 PCM 材料,建立根据阶段热负荷分级触发相应温位 PCM 蓄能单元的供热机制,根据同一阶段内热负荷的变化,建立级间控制 PCM 蓄能单元数量的负荷调节方式,从而实现对热媒水换热量的调节,具体方法为:将不同温位的 PCM 材料分别储存于不同的 PCM 蓄能单元;采暖严寒期,根据所需热负荷大小的阶段性变化,触发使用不同温位的 PCM 蓄能单元。

[0023] 在采暖季初末期,太阳能集热器直接向采暖模块提供热负荷,同时可实现继续对相变蓄换热器蓄热。

[0024] 本发明的有益效果为:

[0025] 本发明系统及方法充分利用太阳能自然能源,缓解了对常规能源的依赖,利用相变材料稳定过冷特性,可实现相变材料跨季节蓄能的液态静置阶段,从而可减缓蓄热装置跨季节散热损失较大这一问题。并且由于使用不同相变温位、PCM 潜热输出温度较稳定,可以依此控制采暖模块埋管入口水温的高低,达到对供暖系统的分级释能效果。相变材料储能具有体积小,潜热大,便于模块化实施等优点,在满足房间热负荷的情况下,利用清洁能源实现稳定供热,具有较好的节能和经济效益。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明装置结构示意图;

[0027] 图 2 为本发明 PCM 蓄能单元结构示意图(图中仅示出四层 PCM 层,实际应用中,PCM 层数可为 1、2、...、n);

[0028] 图 3 为本发明 PCM 蓄能单元(图中仅示出四层 PCM 层)三维立体结构示意图;

[0029] 图中标号:1—第一阀门、2—第二阀门、3—第三阀门、4—第四阀门、5—第五阀门、6—第六阀门、7—第七阀门、8—第八阀门、9—第九阀门、10—第十阀门、a—a 阀门、b—b 阀门、c—c 阀门、d—d 阀门、11—太阳能集热器、12—相变蓄换热器、13—采暖模块、14—换热器、15—集热循环泵、16—供热循环泵、17—PCM 蓄能单元、P1—第一压力计、T1—第一温度计、P2—第二压力计、T2—第二温度计、P3—第三压力计、T3—第三温度计、P4—第四压力计、T4—第四温度计、P5—第五压力计、T5—第五温度计、h1—PCM 蓄能单元中水层高度、h2—PCM 蓄能单元中 PCM 层高度、W—PCM 蓄能单元宽度、L—PCM 蓄能单元长度。

具体实施方式

[0030] 本发明提供了一种跨季节太阳能-相变蓄能分级释能采暖系统及方法,下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0031] 一种跨季节太阳能-相变蓄能分级释能采暖系统,所述采暖系统中相变蓄换热器 12 由多个 PCM 蓄能单元 17 并联构成,所述每个 PCM 蓄能单元 17 的两端均设置控制阀门;所述每个 PCM 蓄能单元 17 由 1 个或多个 PCM 层和 2 个或多个热媒水层构成,其中最外层均

为热媒水层,所述 PCM 层和热媒水层交替间隔相连排列,所述 PCM 层为密闭结构;所述每个 PCM 蓄能单元 17 中,每个热媒水层均与设置在该 PCM 蓄能单元 17 两端的控制阀门相通;所述每个 PCM 蓄能单元 17 分别与触发装置相连;所述相变蓄换热器 12 使用两种以上不同相变温位的 PCM 材料,单个 PCM 蓄能单元 17 中 PCM 层使用的 PCM 材料相同;

[0032] 所述采暖系统中太阳能集热器 11、第三阀门 3、换热器 14、第四阀门 4、集热循环泵 15 和太阳能集热器 11 依次通过管路相连,构成闭合循环回路;其中,所述太阳能集热器 11 进水端与集热循环泵 15 通过管路相连,所述集热循环泵 15 分别与第一阀门 1、第四阀门 4 和第五阀门 5 通过管路相连;所述太阳能集热器 11 出水端分别与第二阀门 2 和第三阀门 3 通过管路相连,所述第二阀门 2 与第三阀门 3 通过管路相连;

[0033] 所述采暖系统中相变蓄换热器 12 的一端分别与第五阀门 5 和第七阀门 7 通过管路相连,另一端与第六阀门 6 通过管路相连;所述第六阀门 6 分别与第一阀门 1、第二阀门 2 和第十阀门 10 通过管路相连;所述第五阀门 5 分别与第一阀门 1、第四阀门 4 和第七阀门 7 通过管路相连;所述第一阀门 1 分别与第二阀门 2、第四阀门 4 和第十阀门 10 通过管路相连;所述第二阀门 2 与第十阀门 10 通过管路相连;所述第七阀门 7 分别与第八阀门 8 和采暖模块 13 出水端通过管路相连;所述第十阀门 10 分别与第九阀门 9 和供热循环泵 16 通过管路相连;

[0034] 所述采暖系统中换热器 14、第九阀门 9、供热循环泵 16、采暖模块 13、第八阀门 8 和换热器 14 依次通过管路相连,构成闭合循环回路;其中所述供热循环泵 16 与采暖模块 13 进水端通过管路相连,所述第八阀门 8 与采暖模块 13 出水端通过管路相连;

[0035] 所述太阳能集热器 11、第二阀门 2、第六阀门 6、相变蓄换热器 12、第五阀门 5、集热循环泵 15 和太阳能集热器 11 依次通过管路相连,构成闭合循环回路。

[0036] 所述相变蓄换热器 12、第六阀门 6、第十阀门 10、供热循环泵 16、采暖模块 13、第七阀门 7 和相变蓄换热器 12 依次通过管路相连,构成闭合循环回路。

[0037] 所述太阳能集热器 11 出水端管路上分别设置压力计 P1 和温度计 T1。

[0038] 所述相变蓄换热器 12 两端管路上分别设置一个压力计 (P4、P5),所述相变蓄换热器 12 两端管路上分别设置一个温度计 (T4、T5)。

[0039] 所述采暖模块 13 进水端管路上分别设置压力计 P2 和温度计 T2;所述采暖模块 13 出水端管路上分别设置压力计 P3 和温度计 T3。

[0040] 所述多个 PCM 蓄能单元 17 中所使用的 PCM 材料为导热系数大、相变潜热大、过冷度大、能量密度高等特点的相变材料,如 $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 等中的两种或三种。

[0041] 所述换热器 14 为板式换热器。

[0042] 非采暖季,利用太阳能集热器 11 对相变蓄换热器 12 蓄热;采暖季初末期,太阳能集热器 11 直接向采暖模块 13 提供热负荷,同时也可对相变蓄换热器 12 充热;采暖严寒期,采暖模块 13 热负荷完全由相变蓄换热器 12 提供。本系统的核心为跨季节过冷蓄能分级释能部分,具体是将具有不同相变温位的相变材料(如三级温位的相变材料可以是 $\text{PCM-1NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{PCM-2Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{PCM-3Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$,但不限于这些相变材料)储存于相变蓄换热器 12,采用分级释能、控制级间 PCM 蓄能单元 17 数量(根据不同地区某一阶段采暖期内所需热负荷的差异,可通过不同 PCM 蓄能单元 17 数量满足热负荷,其中,PCM

蓄能单元 17 中 PCM 层数可为 1, 2, ..., n 等, 如图 2、3 中 PCM 蓄能单元 17 (PCM 层为四层) 的供热系统调节方式, 从而持续满足采暖模块热负荷需求。

[0043] 利用相变材料过冷特性实现跨季节蓄热, 对大多数水合盐相变材料进行热分析测试后, 发现当融化了的水合盐降温冷却到理论上的相变点时, 结晶往往并不发生, 要继续下降几度到几十度。本系统就是利用相变材料在温度适宜且较恒定的环境下 (如地下室) 具有稳定过冷的性质, 实现相变材料跨季节蓄热的液态静置阶段。具体是将太阳能集热器 11 收集的太阳能以水为媒介输送到相变蓄换热器 12, 加热相变材料使之相变蓄热 (充热阶段), 相变材料吸热融化后处于过热状态, 然后将其自然冷却至周围环境温度, 保持过冷液态。

[0044] 通过确定相变蓄换热单元形式, 建立与供热末端相匹配的模块化相变材料相变蓄换热器 12。如图 1 所示, 根据采暖季不同阶段房间负荷需求, 选择不同温位 (相变温度) 的相变材料, 建立根据阶段负荷分级触发相应温位 PCM 蓄能单元 17 的供热机制, 根据同一阶段内热负荷的变化, 建立级间控制 PCM 蓄能单元 17 数量的负荷调节方式, 从而实现对媒介水换热量的调节。具体是将不同相变温位相变材料 (如 PCM-1、PCM-2、...、PCM-m 等) 分别储存于不同 PCM 蓄能单元 17。采暖严寒期, 根据所需热负荷大小的阶段性变化, 触发使用不同温位的 PCM 蓄能单元 17。较高热负荷时触发较高温位相变材料释能供热, 较低负荷时触发较低温位相变材料释能供热。以北京地区为例, 室外平均温度约为 0°C , 所需平均热负荷约为 $40\text{W}/\text{m}^2$, 可触发较低温位 $\text{PCM}-2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (不限于此相变材料) 释热换热。当室外平均温度约为 -4°C , 所需平均热负荷约为 $50\text{W}/\text{m}^2$ 时, 可触发较高温位 $\text{PCM}-1\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (不限于此相变材料) 释热换热。此系统中, 采用分级释能方法 (如不同温位的 PCM-1、PCM-2、PCM-3 等) 及控制级间 PCM 蓄能单元 17 数量 (释热阶段) 可以持续满足采暖模块 13 热负荷需求。

[0045] 实施例 1

[0046] 本实施例提供一种跨季节太阳能-相变蓄能分级释能采暖系统及方法。该系统装置结构如图 1 所示, 该系统在不同时期处于不同的运行模式。运行模式主要有: 蓄热模式、太阳能直接供暖模式、PCM 释热供暖模式。

[0047] 该系统所用的 PCM 蓄能单元 17 模型建议 PCM 层数 n 为 20-30 层;

[0048] 横截面 L、W 建议尺寸参数: 1000mm (长度 L) * 600mm (宽度 W);

[0049] 纵截面 h1、h2 建议尺寸参数: 中层密闭结构高度 ($h_2=50\text{mm}$), 放置 PCM 材料;

[0050] 上下两层高度 ($h_1=20\text{mm}$), 流经热媒水。

[0051] 整个系统 (如图 1 所示) 全年可实现三种运行模式。具体运行流程 (以两种温位 PCM 材料分级调节为例) 如下:

[0052] 1、非采暖季蓄热循环: 第二阀门 2、第六阀门 6、第五阀门 5、PCM 蓄能单元 17 两端的控制阀门和集热循环泵 15 均开启, 太阳能集热器内流经的热媒水升温后通过第六阀门 6, 流经相变蓄换热器 12 (PCM 蓄能单元 17 逐一开启进行充热), 经第五阀门 5、集热循环泵 15 流回太阳能集热器 11。

[0053] 2、采暖季当太阳能较丰富, 而房间热负荷较小, 室外温度约为 $3 \sim 10^{\circ}\text{C}$ (供暖初末期, 如北京地区通常为采暖开始的前半月及距离供暖结束的后半月, 即室外平均温度约 6°C 时), 第三阀门 3、第四阀门 4, 集热循环泵 15 均开启, 完成第一循环系统 A; 第九阀门 9、

第八阀门 8, 供热循环泵 16 开启, 完成第二循环系统 B; A 循环系统和 B 循环系统通过板式换热器 14 换热实现对地板采暖模块 13 供热;

[0054] 当太阳热能较丰富, 集热器集热能够满足房间供暖需求前提下, 并且集热器出水温度高于相应相变温度 4°C 及以上时, 可同时开启第二阀门 2、第六阀门 6、第五阀门 5 和 PCM 蓄能单元 17 两端的控制阀门, 实现相变蓄热器的蓄热循环。

[0055] 3、采暖季当太阳辐射量低, 房间热负荷需求较大时(供暖严寒期), 停止太阳能热水集热器 11、板式换热器 14 的使用, 第七阀门 7、第六阀门 6、第十阀门 10 及供热循环泵 16 均开启; 热媒水与相变蓄换热器 12 换热升温后经第十阀门 10、供热循环泵 16 流入地板采暖模块 13, 由第七阀门 7 流回相变蓄换热器 12, 完成供暖。房间所需热负荷相对较小, 室外温度约为 $-3 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 时(如北京地区建议为 12 月的前半月及 2 月的后半月, 即室外平均温度约为 0°C , 所需平均热负荷约为 $40\text{W}/\text{m}^2$ 时), 开启较低温位 PCM 蓄能单元 17 两端的控制阀门(c、d 阀门), 通过机械振动、电场、磁场、超声波或局部低温等手段触发较低温位 PCM 材料释热(如 PCM-2 可采用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), 使热媒水与相变温度较低的 PCM 材料换热; 当房间所需热负荷较大, 室外温度约为 $-10 \sim 1^{\circ}\text{C}$ 时(如北京地区建议为 12 月中旬至 2 月中旬, 即室外平均温度约为 -4°C , 所需平均热负荷约为 $50\text{W}/\text{m}^2$ 时), 开启较高温位 PCM 蓄能单元 17 两端的控制阀门(a、b 阀门), 触发较高温位 PCM 材料释热(如 PCM-1 可采用 $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), 使热媒水与相变温度较高的 PCM 材料换热。

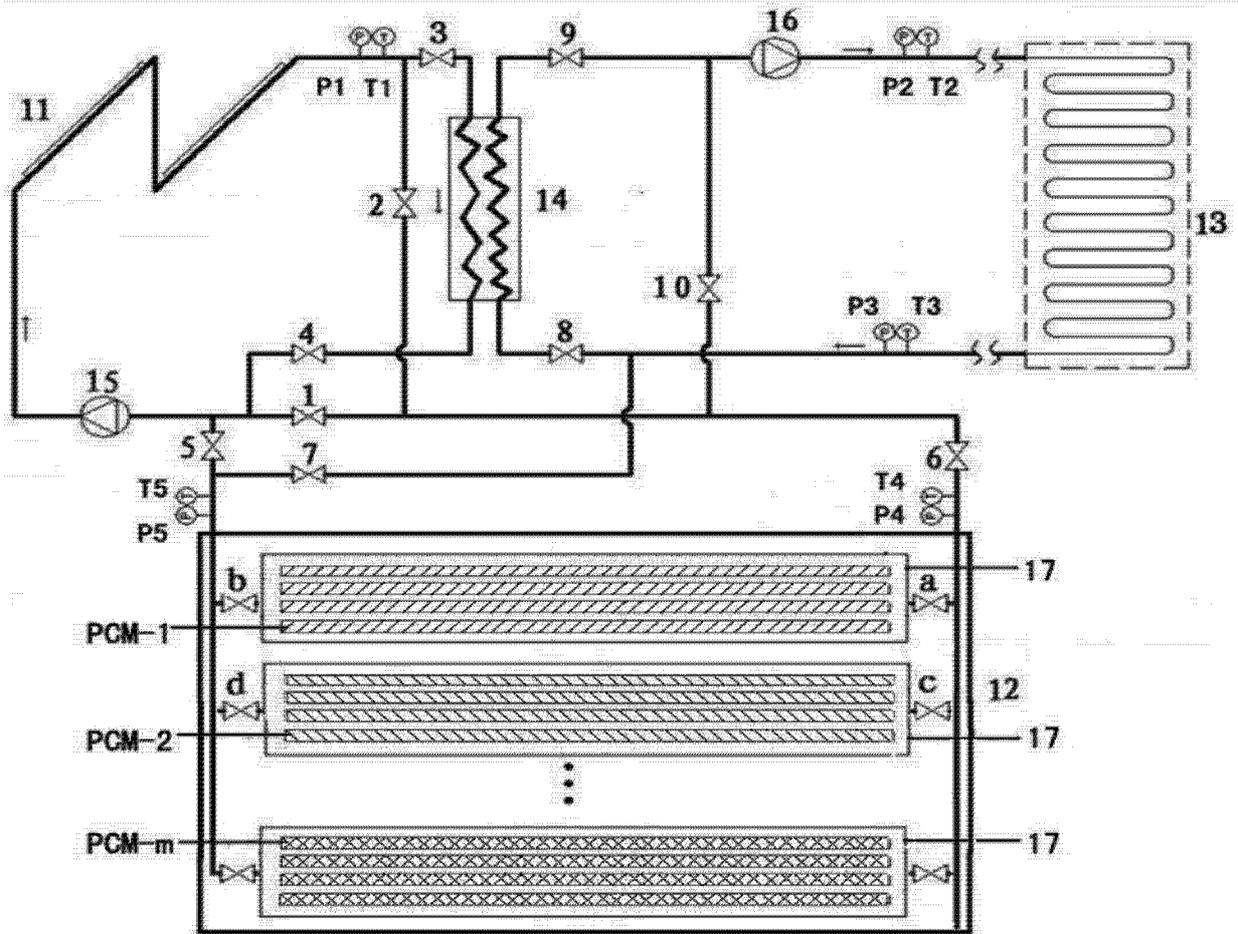


图 1

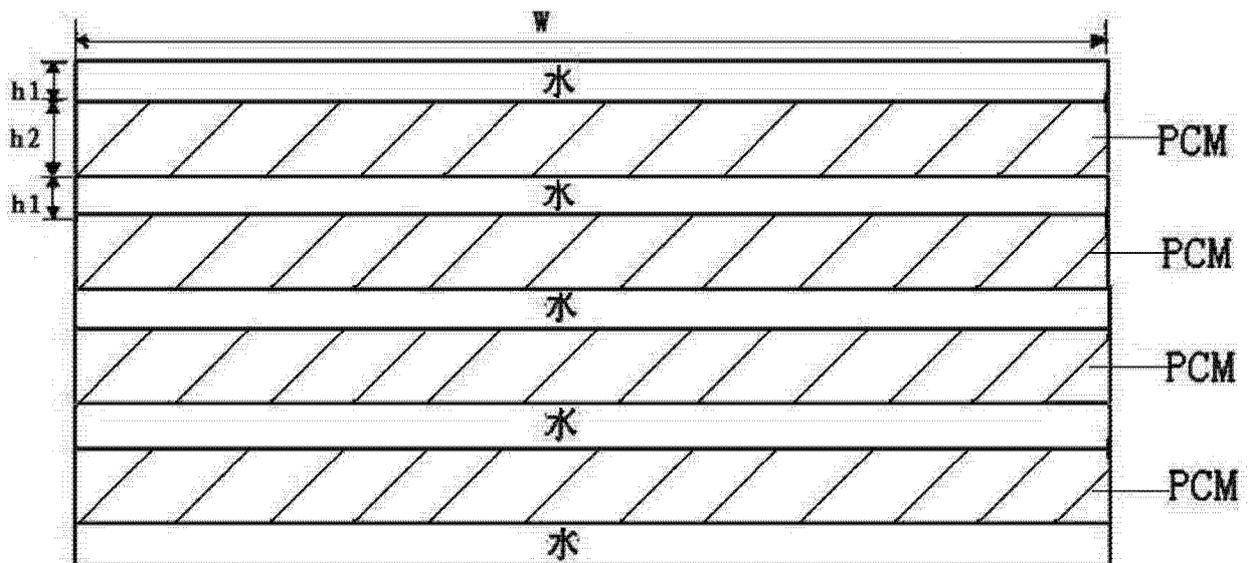


图 2

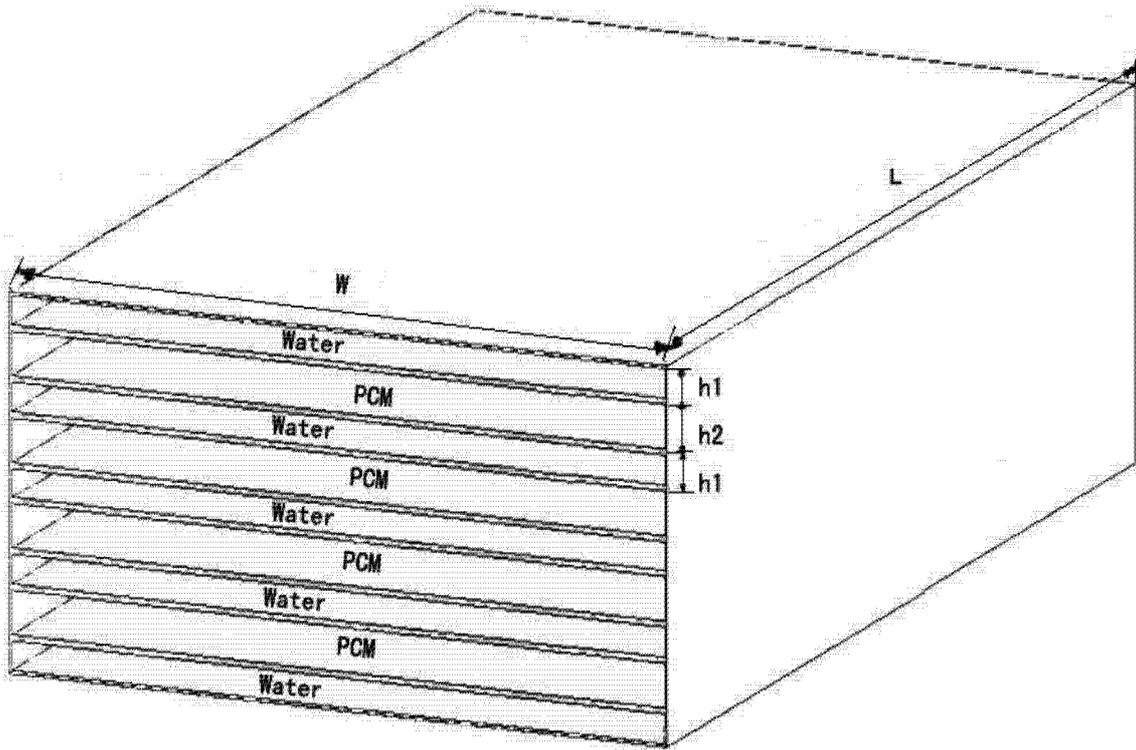


图 3