

证书号第 2810062 号



# 发明专利证书

发明名称：一种组合式相变蓄冷装置及采用该蓄冷装置的空调系统

发明人：许鹏；陈永保；吴云涛；李为林；褚祎祎；王慧龙；姬颖；侯瑾  
秦琪伟

专利号：ZL 2016 1 0547950.5

专利申请日：2016 年 07 月 13 日

专利权人：同济大学

授权公告日：2018 年 02 月 09 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 07 月 13 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨





(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106197114 A

(43)申请公布日 2016. 12. 07

(21)申请号 201610547950.5

(22)申请日 2016.07.13

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 许鹏 陈永保 吴云涛 李为林

褚祎祎 王慧龙 姬颖 侯瑾

秦琪伟

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 林君如

(51)Int.Cl.

F28D 20/02(2006.01)

F24F 5/00(2006.01)

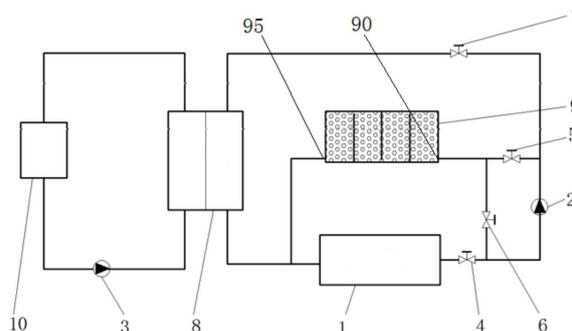
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种组合式相变蓄冷装置及采用该蓄冷装置的空调系统

(57)摘要

本发明涉及一种组合式相变蓄冷装置及采用该蓄冷装置的空调系统,蓄冷装置包括设有n块隔板的相变材料储存箱以及储存在相变材料储存箱内的相变材料,n块隔板将相变材料储存箱分割成n+1个储存空间;空调系统包括冷水单元、用户需求末端以及用于冷水单元和用户需求末端热交换的板式换热器,冷水单元包括并联连接的冷水机组和蓄冷装置。与现有技术相比,本发明用于电力需求响应领域时,其相变蓄冷装置只需要较少的占地空间即可满足要求。在非电力需求响应时间,该蓄冷系统也可以实现一定量的消峰填谷,在峰谷电价存在一定差值的建筑空调系统中,可实现空调运行电费的节省,从而使该系统普遍适用于一般性建筑的空调系统。



1. 一种组合式相变蓄冷装置,其特征在于,所述的蓄冷装置包括设有n块隔板的相变材料储存箱(9)以及储存在相变材料储存箱(9)内的相变材料(12),所述n块隔板将相变材料储存箱分割成n+1个储存空间,第1储存空间(91)的外侧设有一号水口(90),第n+1储存空间(94)的外侧设有二号水口(95),每块隔板的上端或下端设有流水孔道(11),且所述一号水口(90)、n个流水孔道(11)、二号水口(95)形成上下交错排列的冷水通道。

2. 根据权利要求1所述的一种组合式相变蓄冷装置,其特征在于,所述的相变材料(12)为正十四烷和十六烷的混合物,所述正十四烷所占的体积比例从第1储存空间(91)到第n+1储存空间(94)逐渐减小。

3. 根据权利要求2所述的一种组合式相变蓄冷装置,其特征在于,所述的n为3。

4. 根据权利要求3所述的一种组合式相变蓄冷装置,其特征在于,所述的第1储存空间(91)中正十四烷的体积比例为60~65%;

第2储存空间(92)中正十四烷的体积比例为40~45%;

第3储存空间(93)中正十四烷的体积比例为30~35%;

第4储存空间(94)中正十四烷的体积比例为20~25%。

5. 一种采用如权利要求1~4任一所述组合式相变蓄冷装置的空调系统,包括冷水单元、用户需求末端(10)以及用于冷水单元和用户需求末端(10)热交换的换热器(8),其特征在于,所述冷水单元包括冷水机组(1)和蓄冷装置(9),所述冷水机组(1)的出水口的依次通过一号电磁阀(4)、冷冻水循环泵(2)和二号电动调节阀(7)与所述换热器(8)的冷水进水口连接,换热器(8)的冷水出水口通过三通阀分别与冷水机组(1)的进水口及相变材料储存箱(9)的二号水口(95)连接,所述相变材料储存箱(9)的进水口通过三通阀分别与位于一号电磁阀(4)和冷冻水循环泵(2)之间的管道及位于冷冻水循环泵(2)和二号电动调节阀(7)之间的管道连通,并分别在两条管路上设置二号电磁阀(4)和一号电动调节阀(5)。

6. 根据权利要求5所述的一种空调系统,其特征在于,所述的换热器(8)为板式换热器。

7. 根据权利要求5所述的一种空调系统,其特征在于,当所述的冷水机组(1)和冷冻水循环泵(2)开启,一号电磁阀(4)和二号电动调节阀(7)打开,二号电磁阀(6)和一号电动调节阀(5)关闭时,所述的空调系统处于主机单独供冷状态。

8. 根据权利要求5所述的一种空调系统,其特征在于,当所述的冷水机组(1)和冷冻水循环泵(2)开启,一号电磁阀(4)和一号电动调节阀5打开,二号电磁阀(6)和二号电动调节阀(7)关闭时,所述的空调系统处于主机蓄冷状态。

9. 根据权利要求5所述的一种空调系统,其特征在于,当所述的冷水机组(1)和冷冻水循环泵(2)开启,一号电磁阀(4)、一号电动调节阀(5)和二号电动调节阀(7)打开,二号电磁阀(6)关闭时,所述的空调系统处于主机供冷同时蓄冷状态。

10. 根据权利要求5所述的一种空调系统,其特征在于,当所述的冷水机组(1)关闭,冷冻水循环泵(2)开启,二号电磁阀(6)和二号电动调节阀(7)开启,一号电磁阀(4)和一号电动调节阀(5)关闭时,所述的空调系统处于蓄冷装置单独供冷状态。

## 一种组合式相变蓄冷装置及采用该蓄冷装置的空调系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及分层式相变蓄冷技术领域,具体涉及一种组合式相变蓄冷装置及采用该蓄冷装置的空调系统。

### 背景技术

[0002] 随着我国经济高速的发展,人们对居住及办公环境要求越来越高,空调系统能耗在建筑能耗中所占比例越来越大,据相关文献调查研究,目前这一比例已超过40%,发达国家则更多。在这一背景下,特别是夏季12:00-16:00时间段内,空调用电容易导致地区用电高峰的出现,这些用电高峰将对电网造成巨大的压力,如何减轻电网压力保证供电安全,实施电力需求响应是解决问题的一种有效途径。通常电力需求响应持续时间少于2小时,且一年当中响应次数不多,其次数由电网用电尖峰次数决定。2012年国家发改委选定北京、唐山、佛山及苏州4个城市开展需求相应试点项目,拉开了中国电力需求响应的大门,电力需求响应旨在均衡电网负荷,消峰填谷,提高电站和电网的运行效率,保证电网安全稳定运行。

[0003] 空调系统蓄冷作为一种有效的电力负荷均衡手段,在夜间用电低谷的时段蓄冷,把所蓄冷量存储起来,在白天用电高峰时段利用蓄冷装置提供所需建筑冷负荷,从而减少,甚至完全停止冷水机组在用电高峰时的用电,达到降峰的目的。在传统蓄冷空调中,冰蓄冷及水蓄冷较为常见,由于冰蓄冷装置体积较小(一般水蓄冷体积是冰蓄冷体积6倍以上),占地也更少,在一些用地受限的场合,往往采用冰蓄冷系统形式。但冰蓄冷所需的制冷机组蒸发温度较低,其制冷效率也更低,一般制冰工况比常规工况效率降低约35%左右,且冷媒一般需采用一定浓度的特制溶液(如乙二醇溶液)的双工况的冷水机组,这增加了投资的成本。水蓄冷虽然其制冷效率不受此影响,但利用水的显热存储能量,要求装置的体积非常大,其初投资也较大,一般性建筑难以实现。

[0004] 过去几十年,相变材料在空调蓄冷方面有较多研究,相变材料分为有机和无机盐两大类。无机盐相变材料虽然有较高的相变潜热,但往复蓄能/释能过程中存在晶液分离的问题,导致相变材料失效。有机相变材料虽然不存在晶液分离的现象,但其存在导热系数较低的问题,难以实现快速的蓄能/释能过程,从而阻碍了其发展。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种蓄冷/释冷效率高的组合式相变蓄冷装置及采用该蓄冷装置的空调系统。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种组合式相变蓄冷装置,其特征在于,所述的蓄冷装置包括设有n块隔板的相变材料储存箱以及储存在相变材料储存箱内的相变材料,所述n块隔板将相变材料储存箱分割成n+1个储存空间,第1储存空间的外侧设有一号水口,第n+1储存空间的外侧设有二号水口,每块隔板的上端或下端设有流水孔道,且所述一号水口、n个流水孔道、二号水口形成上下交错排列的冷水通道。

[0007] 所述的相变材料(12)为正十四烷和十六烷的混合物,所述正十四烷所占的体积比例从第1储存空间到第n+1储存空间逐渐减小。正十四烷的含量越高,相变材料的相变温度越低,利用4种不同相变温度的相变材料组合,相比单一相变材料,增大了相变材料与水之间的传热温差,从而提高蓄/释冷的效率。

[0008] 当n=3时,所述的第1储存空间中正十四烷的体积比例为60~65%。

[0009] 第2储存空间中正十四烷的体积比例为40~45%。

[0010] 第3储存空间中正十四烷的体积比例为30~35%。

[0011] 第4储存空间中正十四烷的体积比例为20~25%。

[0012] 采用上述比例的相变材料,四个相变材料的相变温度为5℃~12℃,相变潜热为140KJ/Kg~180KJ/Kg,不同相变材料分层组合提高了蓄冷和释冷过程的传热温差,从而提高了换热效率,实现需求响应事件供热需求。

[0013] 一种采用如上所述组合式相变蓄冷装置的空调系统,包括冷水单元、用户需求末端以及用于冷水单元和用户需求末端热交换的换热器,所述冷水单元包括冷水机组和蓄冷装置,所述冷水机组的出水口的依次通过一号电磁阀、冷冻水循环泵和二号电动调节阀与所述换热器的冷水进水口连接,换热器的冷水出水口通过三通阀分别与冷水机组的进水口及相变材料储存箱的二号水口连接,所述相变材料储存箱的进水口通过三通阀分别与位于一号电磁阀和冷冻水循环泵之间的管道及位于冷冻水循环泵和二号电动调节阀之间的管道连通,并分别在两条管路上设置二号电磁阀和一号电动调节阀。换热器为板式换热器。

[0014] 由于在常规的空调系统中增加了组合式相变蓄冷装置,且蓄冷装置的相变温度范围为5℃~12℃,使得蓄冷空调系统能够在常规工况下达到蓄冷的目的,从而避免了制冷机组在低温制冷时的制冷效率降低。在电力需求响应事件发生时,可关闭制冷机组,建筑冷负荷由相变蓄冷系统承担。同时,在非响应事件当天用电高峰时段,也能起到一定的消峰填谷作用。

[0015] 本发明包括4种系统运行模式,包括主机单独供冷、主机蓄冷、蓄冷装置单独供冷及主机供冷同时蓄冷:

[0016] 主机单独供冷时,冷水机组、冷冻水循环泵开启,一号电磁阀和二号电动调节阀打开,二号电磁阀、一号电动调节阀关闭。冷冻水从冷水机组送出,经冷冻水循环泵到达板式换热器,在板式换热器中充分换热后回到冷水机组形成主机单独供冷循环。

[0017] 主机蓄冷时,冷水机组、冷冻水循环泵开启,一号电磁阀和一号电动调节阀打开,二号电磁阀、二号电动调节阀关闭。大于2℃的冷冻水(冷水机组设置2℃冷冻水出水低温保护)从冷水机组送出,经冷冻水循环泵到达相变组合式蓄冷装置,低温冷冻水先与第一个储存空间中相变温度为5℃的相变球状密封材料,并依次流经第2储存空间(相变温度8℃)、第3储存空间(相变温度10℃)、第4储存空间(相变温度12℃)的换热过程,把冷冻水中携带的冷量储存在相变材料中,之后回水回到冷水机组,形成主机蓄冷循环。

[0018] 主机供冷同时蓄冷时,冷水机组、冷冻水循环泵开启,一号电磁阀、一号电动调节阀和二号电动调节阀打开,二号电磁阀关闭。大于2℃的冷冻水经冷冻水循环泵分配到板式换热器和相变组合式蓄冷装置,回水回到冷水机组,形成主机供冷同时蓄冷循环。

[0019] 蓄冷装置单独供冷时,冷水机组关闭,冷冻水循环泵开启,二号电磁阀和二号电动调节阀开启,一号电磁阀和一号电动调节阀关闭。由板式换热器释冷回水流入相变组合式

蓄冷装置,先进入第4储存空间中与相变温度为12℃的相变材料换热,随后依次流经第3储存空间(相变温度10℃)、第2储存空间(相变温度8℃)、第1储存空间(相变温度5℃)与之换热,把储存在相变材料中冷量释放到循环水中,之后,释冷出水供给板式换热器,完成蓄冷装置单独供冷循环。

[0020] 与现有技术相比,本发明的有益效果体现在以下几方面:

[0021] (1)与冰蓄冷系统相比,冷冻水工作温度大于2℃,普通工况的制冷系统即可完成蓄冷过程,制冷系统蒸发温度较高,主机制冷效率较高,且冷媒为水,且无需特制溶液;

[0022] (2)与水蓄冷系统相比,相变潜热为140KJ/Kg~180KJ/Kg,较水显热蓄冷4.2KJ/(Kg·℃)高,提高了单位物质的蓄冷/释冷能力;

[0023] (3)采用分层组合式多种相变材料的蓄冷装置,相比单一相变材料,综合考虑了效蓄/释冷的效率,增大了相变材料与水之间的传热温差。通过各阀门的调节,蓄冷/释冷循环时,冷冻水流向相反,即蓄冷时冷冻水流向是从低温相变材料到高温相变材料,而释冷时则相反,这种运行策略能够提供更高的蓄冷出水温度,更低的释冷出水温度,从而提高了蓄冷/释冷的效率。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明的相变组合式蓄冷装置的结构示意图;

[0025] 图2为本发明空调系统的连接示意图。

[0026] 其中,1为冷水机组,2为冷冻水循环泵,3为用户侧冷水变频泵,4为一号电磁阀,5为一号电动调节阀,6为二号电磁阀,7为二号电动调节阀,8为板式换热器,9为相变材料储存箱,90为一号水口,91为第1储存空间,92为第2储存空间,93为第3储存空间,94为第4储存空间,95为二号水口,10为用户需求末端,11为流水孔道,12为相变材料。

## 具体实施方式

[0027] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0028] 实施例

[0029] 一种组合式相变蓄冷装置,其结构如图1所示,该蓄冷装置包括设有3块隔板的相变材料储存箱9以及储存在相变材料储存箱9内的相变材料12,3块隔板将相变材料储存箱9分割成4个储存空间,第1储存空间91的外侧设有一号水口90,第4储存空间94的外侧设有二号水口95,每块隔板的上端或下端设有流水孔道11,且一号水口90、3个流水孔道11、二号水口95形成上下交错排列的冷水通道。本发明利用组合式相变材料12蓄冷的方式,利用相变材料12的相变潜热提高单位物质的蓄冷/释冷能力,减小蓄冷装置的占地空间。

[0030] 相变材料12为正十四烷和十六烷的混合物,正十四烷所占的体积比例从第1储存空间91到第4储存空间94逐渐减小,第1储存空间91中正十四烷的体积比例为60~65%,第2储存空间92中正十四烷的体积比例为40~45%,第3储存空间93中正十四烷的体积比例为30~35%,第4储存空间94中正十四烷的体积比例为20~25%。本实施例采用的正十四烷的体积比例分别为61.66%、42.78%、33.33%和22.91%。

[0031] 采用上述比例的相变材料12,四个相变材料12的相变温度分别5℃、8℃、10℃和12℃,相变潜热为140KJ/Kg~180KJ/Kg,不同相变材料分层组合提高了蓄冷和释冷过程的传热温差,从而提高了换热效率,实现需求响应事件供热需求。

[0032] 一种采用如上组合式相变蓄冷装置的空调系统,其结构如图2所示,包括冷水单元、用户需求末端10以及用于冷水单元和用户需求末端10热交换的板式换热器8,用户需求末端10通过冷水变频泵3与板式换热器8形成闭路循环,冷水单元包括冷水机组1和蓄冷装置,冷水机组1的出水口的依次通过一号电磁阀4、冷冻水循环泵2和二号电动调节阀7与板式换热器8的冷水进水口连接,板式换热器8的冷水出水口通过三通阀分别与冷水机组1的进水口及相变材料储存箱9的二号水口95连接,相变材料储存箱9的进水口通过三通阀分别与位于一号电磁阀4和冷冻水循环泵2之间的管道及位于冻水循环泵和二号电动调节阀7之间的管道连通,并分别在两条管路上设置二号电磁阀6和一号电动调节阀5。

[0033] 本实施例包括4种系统运行模式,包括主机单独供冷、主机蓄冷、蓄冷装置单独供冷及主机供冷同时蓄冷:

[0034] 主机单独供冷时,冷水机组1、冷冻水循环泵2开启,一号电磁阀4和二号电动调节阀7打开,二号电磁阀6、一号电动调节阀5关闭。冷冻水从冷水机组1送出,经冷冻水循环泵2到达板式换热器8,在板式换热器8中充分换热后回到冷水机组1形成主机单独供冷循环。

[0035] 主机蓄冷时,冷水机组1、冷冻水循环泵2开启,一号电磁阀4和一号电动调节阀5打开,二号电磁阀6、二号电动调节阀7关闭。大于2℃的冷冻水从冷水机组1送出,经冷冻水循环泵2到达相变组合式蓄冷装置,低温冷冻水先依次与想变温度为5℃、8℃、10℃和12℃的相变材料换热,把冷冻水中携带的冷量储存在相变材料中,之后回水回到冷水机组1,形成主机蓄冷循环。

[0036] 主机供冷同时蓄冷时,冷水机组1、冷冻水循环泵2开启,一号电磁阀4、一号电动调节阀5和二号电动调节阀7打开,二号电磁阀6关闭。大于2℃的冷冻水经冷冻水循环泵2分配到板式换热器8和相变组合式蓄冷装置,回水回到冷水机组1,形成主机供冷同时蓄冷循环。

[0037] 蓄冷装置单独供冷时,冷水机组1关闭,冷冻水循环泵2开启,二号电磁阀6和二号电动调节阀7开启,一号电磁阀4和一号电动调节阀5关闭。由板式换热器8释冷回水流入相变组合式蓄冷装置,依次和12℃、10℃、8℃和5℃的相变材料换热,把储存在相变材料中冷量释放到循环水中,之后,释冷出水供给板式换热器8,完成蓄冷装置单独供冷循环。

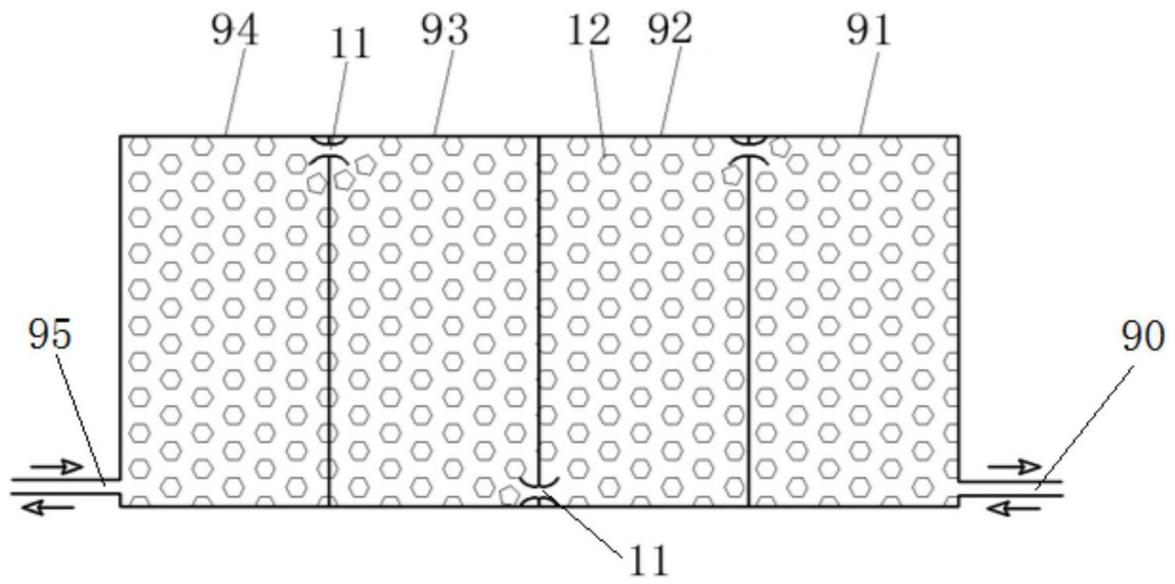


图1

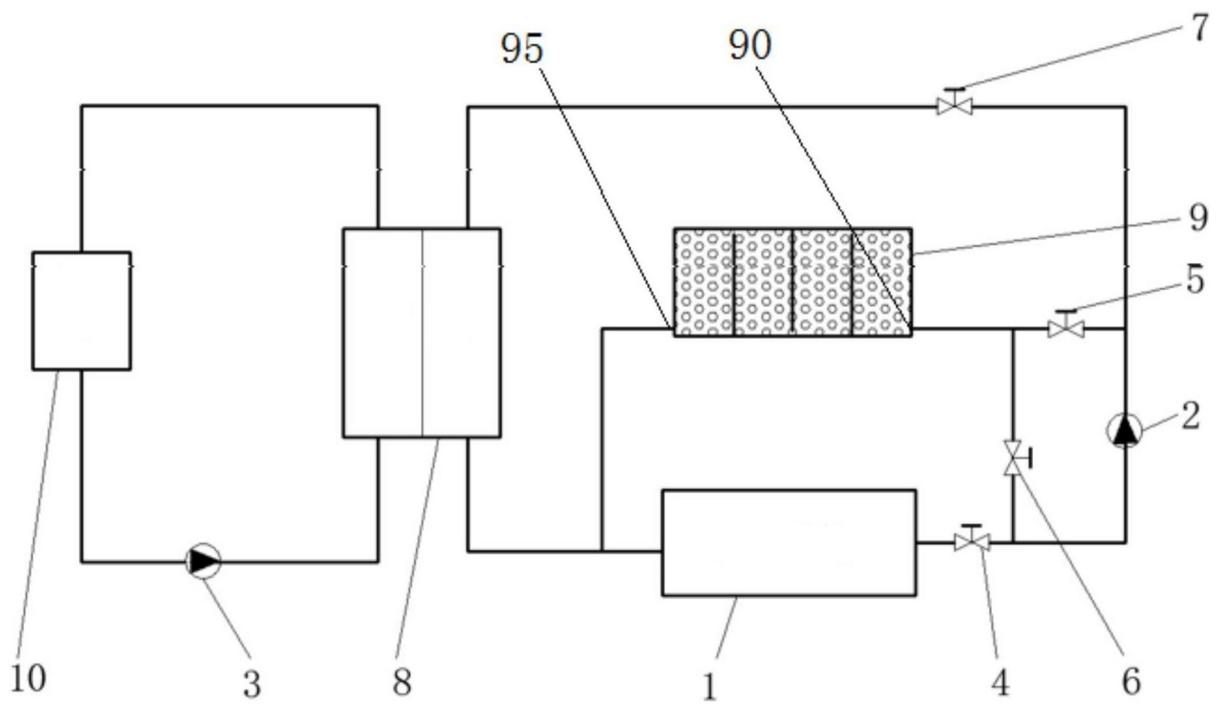


图2