



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109539762 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811442484.X

F24H 4/06(2006.01)

(22)申请日 2018.11.29

F25B 41/00(2006.01)

(71)申请人 河南中瑞制冷科技有限公司

F25B 41/04(2006.01)

地址 451100 河南省郑州市新郑市龙湖镇
107国道中原工学院大学科技园

F25B 47/02(2006.01)

(72)发明人 伍晓锋 李书明 刘寅 张莱林
张磊 李少庆 高龙 闫俊海
孟照峰

(74)专利代理机构 郑州浩翔专利代理事务所
(特殊普通合伙) 41149

代理人 靳锦

(51)Int.Cl.

F26B 21/00(2006.01)

F26B 21/04(2006.01)

F26B 21/06(2006.01)

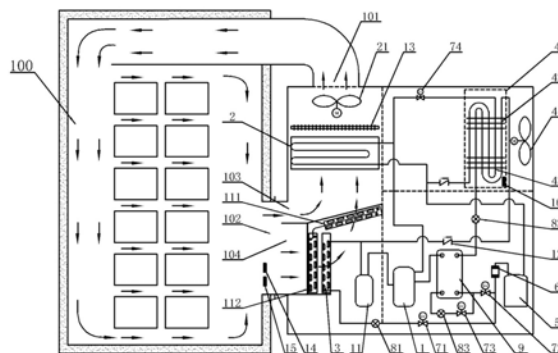
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种复合开闭式循环热泵干燥系统

(57)摘要

本发明公开了一种复合开闭式循环热泵干燥系统,包括烘干房、热泵烘干子系统和烘干空气循环子系统;热泵烘干子系统包括压缩机、主冷凝器、室内蒸发器、室外换热器、储液器、干燥过滤器和气液分离器;烘干空气循环子系统包括与烘干房通过风道相连通的送风口、回风口,主冷凝器设置在对应回风口的位置,在送风口处设有送风风机;回风口包括旁通风道和除湿风道,除湿风道由烘干房依次经过热管换热器蒸发段、热管换热器冷凝段连通至主冷凝器所在位置;旁通风道由烘干房连通至主冷凝器所在位置。本发明工作效率高、结构简单、体积小、工作更加稳定,具有开式和闭式两种功能、系统升温速度快、化霜过程中依然进行除湿。



1. 一种复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,包括烘干房(100)、热泵烘干子系统和烘干空气循环子系统;

所述热泵烘干子系统包括压缩机(1)、主冷凝器(2)、室内蒸发器(3)、室外换热器(4)、储液器(5)、干燥过滤器(6)和气液分离器(11);所述室外换热器(4)包括室外风机(41)、室外蒸发器(42)和室外冷凝器(43);所述压缩机(1)的排气口分别与所述主冷凝器(2)的进口和室外冷凝器(43)的进口相连通,所述主冷凝器(2)的出口和室外冷凝器(43)的出口分别与所述储液器(5)的进口相连通;所述储液器(5)的出口与干燥过滤器(6)的进口相相连通,所述干燥过滤器(6)的出口依次通过第一膨胀阀(81)和第一电磁阀(71)连通至所述室内蒸发器(3)的进口;所述干燥过滤器(6)的出口依次通过第一膨胀阀(81)和第二电磁阀(72)连通至所述室内蒸发器(3)的进口;所述室内蒸发器(3)的出口与所述气液分离器(11)的进口相连通,所述室外蒸发器(42)的出口通过单向阀(12)连通至所述气液分离器(11)的进口;所述气液分离器(11)的出口与所述压缩机(1)的吸气口相连通;

所述烘干空气循环子系统包括与所述烘干房(100)通过风道相连通的送风口(101)、回风口(102),所述主冷凝器(2)设置在对应所述回风口(102)的位置,在所述送风口(101)处设有送风风机(21);所述室内蒸发器(3)包括热管换热器蒸发段(112)和热管换热器冷凝段(111),所述回风口(102)包括旁通风道(103)和除湿风道(104),所述热管换热器蒸发段(112)设置在对应所述除湿风道(104)的位置,所述除湿风道(104)由烘干房(100)依次经过热管换热器蒸发段(112)、热管换热器冷凝段(111)连通至所述主冷凝器(2)所在位置;所述旁通风道(103)由烘干房(100)连通至所述主冷凝器(2)所在位置。

2. 根据权利要求1所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,采用三通阀(10)替代所述第一电磁阀(71)和第二电磁阀(72),所述第一膨胀阀(81)的出口与三通阀(10)的进口相连通;所述三通阀(10)的第一出口(a)与室内蒸发器(3)的进口相连通;所述三通阀(10)的第二出口(b)与室外蒸发器(42)的进口相连通。

3. 根据权利要求1所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,所述热泵烘干子系统还包括经济器(9),所述干燥过滤器(6)的出口通过第二电磁阀(72)连通至所述经济器的第一进口(91);所述第二电磁阀(72)与经济器的第二进口(93)之间通过第三电磁阀(73)和第三膨胀阀(83)相连通;所述经济器的第一出口(92)通过第二膨胀阀(82)与室外蒸发器(42)的进口相连通;所述经济器的第二出口(94)与压缩机(1)的喷气口相连通;所述干燥过滤器(6)的出口依次通过第一电磁阀(71)和第一膨胀阀(81)连通至所述室内蒸发器(3)的进口。

4. 根据权利要求1所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,所述热泵烘干子系统还包括经济器(9),所述干燥过滤器(6)的出口与所述经济器的第一进口(91)直接连通,所述干燥过滤器(6)的出口还通过第三电磁阀(73)和第三膨胀阀(83)与经济器的第二进口(93)相连通;所述经济器的第一出口(92)通过第二电磁阀(72)和第二膨胀阀(82)与室外蒸发器(42)的进口相连通;所述经济器的第一出口(92)还通过第一电磁阀(71)和第一膨胀阀(81)连通至所述室内蒸发器(3)的进口;所述经济器的第二出口(94)与压缩机(1)的喷气口相连通。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,还包括控制子系统,所述控制子系统包括设置在所述除湿风道内的回风温度传感器(14)、回风

湿度传感器(15),设置在室外换热器(4)所在位置处的环境温度传感器(16),以及设置在所述主冷凝器(2)与送风风机(21)之间的电加热器(13)。

6.根据权利要求1-4中任一项所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,所述室外蒸发器(42)和室外冷凝器(43)的换热管交叉布置,共用换热翅片。

7.根据权利要求1-4中任一项所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,在所述压缩机(1)与主冷凝器(2)之间、所述室外冷凝器(43)与储液器(5)之间分别设有单向阀;在所述压缩机(1)与室外冷凝器(43)之间还设置有第四电磁阀(74)。

8.根据权利要求1-4中任一项所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,所述送风风机(21)、室外风机(41)为轴流风机或离心风机;所述压缩机(1)为涡旋式压缩机或转子式压缩机。

9.根据权利要求3或4所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,所述第一膨胀阀(81)、第二膨胀阀(82)、第三膨胀阀(83)为热力膨胀阀或电子膨胀阀。

10.根据权利要求3或4所述的复合开闭式循环热泵干燥系统,其特征在于,所述经济器(9)为板式换热器或闪发器。

一种复合开闭式循环热泵干燥系统

技术领域

[0001] 本发明涉及烘干设备技术领域,具体涉及一种复合开闭式循环热泵干燥系统。

背景技术

[0002] 目前,市场上常用的热泵干燥装置分为开式循环热泵干燥装置和闭式循环热泵干燥装置。开式循环热泵干燥装置采用蒸发器在室外环境吸热,利用冷凝器的热量来加热烘干房的物料,待烘干房中温度湿度达到设定值,把一部分高温高湿的空气排出室外,补充一部分新空气,通常设置有空气热回收装置来回收一部分排出空气的热量。闭式循环热泵干燥装置采用蒸发器使循环空气降温并使其中的水分冷凝排出,再通过冷凝器将空气加热到所需温度送入烘干房中,从而达到除湿干燥的目的,通常在蒸发器的前后设置有空气热交换器进行热量回收。

[0003] 两种热泵干燥装置各有利弊:开式热泵干燥装置升温速度快,但排湿过程中热量损失较大,室外空气会污染烘干物料,在低环境温度时热量衰减较大、频繁化霜甚至不能工作,化霜过程中烘干房温度降低较多;闭式热泵干燥装置除湿效果好、物料不受污染,但升温速度太慢,完全依靠电加热进行升温,能耗偏高。单一采用开式或闭式循环的热泵干燥装置,很难达到理想的烘干效果。

[0004] 中国发明专利2017110397924.3公开了一种闭式排湿和开式热风联合使用的热泵烟叶烘干房,依然存在采用大量风阀来切换风道来实现开式或闭式循环,风道复杂,导致装置结构繁杂,外形笨重。中国实用新型专利201720735728.8公开了一种开闭环热泵烘干机,采用电磁阀切换制冷系统流向从而实现开式或闭式循环,系统无能量回收装置,除湿量低。中国发明专利201810116543.8公开了一种开式空气能与闭式除湿双功能的空气源热泵烘干机,热量回收装置采用空气热回收器,依然存在风道复杂、体积庞大。最为关键的是以上三项专利在采用开式循环升温时,没有解决传统开式循环存在的频繁化霜、化霜导致烘干房温度大幅降低以及干燥后期系统多余的热量无法排放的问题。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种复合开闭式循环热泵干燥系统,其工作效率高、结构简单、体积小、工作更加稳定,具有开式和闭式两种功能、系统升温速度快、化霜过程中依然进行除湿。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

设计一种复合开闭式循环热泵干燥系统,包括烘干房、热泵烘干子系统和烘干空气循环子系统;

所述热泵烘干子系统包括压缩机、主冷凝器、室内蒸发器、室外换热器、储液器、干燥过滤器和气液分离器;所述室外换热器包括室外风机、室外蒸发器和室外冷凝器;所述压缩机的排气口分别与所述主冷凝器的进口和室外冷凝器的进口相连通,所述主冷凝器的出口和室外冷凝器的出口分别与所述储液器的进口相连通;所述储液器的出口与干燥过滤器的进

口相相连通,所述干燥过滤器的出口依次通过第一膨胀阀和第一电磁阀连通至所述室内蒸发器的进口;所述干燥过滤器的出口依次通过第一膨胀阀和第二电磁阀连通至所述室内蒸发器的进口;所述室内蒸发器的出口与所述气液分离器的进口相连通,所述室外蒸发器的出口通过单向阀连通至所述气液分离器的进口;所述气液分离器的出口与所述压缩机的吸气口相连通;

所述烘干空气循环子系统包括与所述烘干房通过风道相连通的送风口、回风口,所述主冷凝器设置在对应所述回风口的位置,在所述送风口处设有送风风机;所述室内蒸发器包括热管换热器蒸发段和热管换热器冷凝段,所述回风口包括旁通风道和除湿风道,所述热管换热器蒸发段设置在对应所述除湿风道的位置,所述除湿风道由烘干房依次经过热管换热器蒸发段、热管换热器冷凝段连通至所述主冷凝器所在位置;所述旁通风道由烘干房连通至所述主冷凝器所在位置。

[0007] 优选的,采用三通阀替代所述第一电磁阀和第二电磁阀,所述第一膨胀阀的出口与三通阀的进口相连通;所述三通阀的第一出口与室内蒸发器的进口相连通;所述三通阀的第二出口与室外蒸发器的进口相连通。

[0008] 优选的,所述热泵烘干子系统还包括经济器,所述干燥过滤器的出口通过第二电磁阀连通至所述经济器的第一进口;所述第二电磁阀与经济器的第二进口之间通过第三电磁阀和第三膨胀阀相连通;所述经济器的第一出口通过第二膨胀阀与室外蒸发器的进口相连通;所述经济器的第二出口与压缩机的喷气口相连通;所述干燥过滤器的出口依次通过第一电磁阀和第一膨胀阀连通至所述室内蒸发器的进口。

[0009] 优选的,所述热泵烘干子系统还包括经济器,其连接方式不同:所述干燥过滤器的出口与所述经济器的第一进口直接连通,所述干燥过滤器的出口还通过第三电磁阀和第三膨胀阀与经济器的第二进口相连通;所述经济器的第一出口通过第二电磁阀和第二膨胀阀与室外蒸发器的进口相连通;所述经济器的第一出口还通过第一电磁阀和第一膨胀阀连通至所述室内蒸发器的进口;所述经济器的第二出口与压缩机的喷气口相连通。

[0010] 优选的,还包括控制子系统,所述控制子系统包括设置在所述除湿风道内的回风温度传感器、回风湿度传感器,设置在室外换热器所在位置处的环境温度传感器,以及设置在所述主冷凝器与送风风机之间的电加热器。

[0011] 优选的,所述室外蒸发器和室外冷凝器的换热管交叉布置,共用换热翅片。

[0012] 优选的,在所述压缩机与主冷凝器之间、所述室外冷凝器与储液器之间分别设有单向阀;在所述压缩机与室外冷凝器之间还设置有第四电磁阀。

[0013] 优选的,所述送风风机、室外风机为轴流风机或离心风机。

[0014] 优选的,所述压缩机为涡旋式压缩机或转子式压缩机。

[0015] 优选的,所述第一膨胀阀、第二膨胀阀、第三膨胀阀为热力膨胀阀或电子膨胀阀。

[0016] 优选的,所述经济器为板式换热器或闪发器。

[0017] 本发明的有益效果在于:

1. 本发明采用开闭式结合方式,在干燥前期采用开式循环使物料快速升温,达到设定温度后切换为闭式循环,除湿效果好,循环空气全闭式循环,物料不受污染。在干燥后期利用室外冷凝器将系统多余的热量排出,保持烘干房温度恒定。

[0018] 2. 本发明创造性地把室外蒸发器和室外冷凝器结合,两者换热管交叉布置、共用

换热翅片,在低环境温度下快速升温阶段达到化霜条件时,利用室外冷凝器的热量来除去室外蒸发器的霜层,除霜过程中烘干房内循环空气依然在进行除湿,烘干房温度波动小,实现了能量全部利用,彻底解决了传统开式循环除霜过程中化霜不彻底、烘干房温度大幅降低的问题。

附图说明

[0019] 图1是本发明实施例1中的热泵烘干子系统的结构原理图;

图2是本发明实施例1中复合开闭式循环热泵干燥系统的整体结构原理图;

图3是本发明实施例2中的热泵烘干子系统的结构原理图;

图4是本发明实施例2中复合开闭式循环热泵干燥系统的整体结构原理图;

图5是本发明实施例3中的热泵烘干子系统的结构原理图;

图6是本发明实施例3中复合开闭式循环热泵干燥系统的整体结构原理图;

图7是本发明实施例4中的热泵烘干子系统的结构原理图;

图8是本发明实施例4中复合开闭式循环热泵干燥系统的整体结构原理图;

图中标号:1压缩机,2主冷凝器,21送风风机,3室内蒸发器,4室外换热器,41室外风机、42室外蒸发器、43室外冷凝器,5储液器,6干燥过滤器;71第一电磁阀,72第二电磁阀,73第三电磁阀,74第四电磁阀,81第一膨胀阀,82第二膨胀阀,83第三膨胀阀,9经济器,10三通阀,a三通阀的第一出口,b三通阀的第二出口;11气液分离器,12单向阀,13电加热器,14回风温度传感器,15回风湿度传感器,16环境温度传感器,100为烘干房,101送风口,102回风口,103旁通风道,104除湿风道,111热管换热器冷凝段,112热管换热器蒸发段。

[0020] 其中,图1、3、5、7中的箭头所示为制冷剂的循环方向;图2、4、6、8中烘干房内的箭头所示为烘干空气的循环方向。

具体实施方式

[0021] 下面结合实施例来说明本发明的具体实施方式,但以下实施例只是用来详细说明本发明,并不以任何方式限制本发明的范围。在以下实施例中所涉及的设备元件如无特别说明,均为常规设备元件。

[0022] 实施例1:如图1、2所示,一种复合开闭式循环热泵干燥系统,包括烘干房100、热泵烘干子系统、烘干空气循环子系统和控制子系统。

[0023] 热泵烘干子系统包括压缩机1、主冷凝器2、室内蒸发器3、室外换热器4、储液器5、干燥过滤器6、气液分离器11和经济器9;室外换热器4包括室外风机41、室外蒸发器42和室外冷凝器43;压缩机1的排气口分别与主冷凝器2的进口和室外冷凝器43的进口相连通,主冷凝器2的出口和室外冷凝器43的出口分别与储液器5的进口相连通;储液器5的出口与干燥过滤器6的进口相相连通,干燥过滤器6的出口依次通过第一膨胀阀81和第一电磁阀71连通至室内蒸发器3的进口;干燥过滤器6的出口依次通过第一膨胀阀81和第二电磁阀72连通至室内蒸发器3的进口;室内蒸发器3的出口与气液分离器11的进口相连通,室外蒸发器42的出口通过单向阀12连通至气液分离器11的进口;气液分离器11的出口与压缩机1的吸气口相连通。

[0024] 干燥过滤器6的出口通过第二电磁阀72连通至经济器的第一进口91;第二电磁阀

72与经济器的第二进口93之间通过第三电磁阀73和第三膨胀阀83相连通;经济器的第一出口92通过第二膨胀阀82与室外蒸发器42的进口相连通;经济器的第二出口94与压缩机1的喷气口相连通;干燥过滤器6的出口依次通过第一电磁阀71和第一膨胀阀81连通至室内蒸发器3的进口。

[0025] 烘干空气循环子系统包括与烘干房100通过风道相连通的送风口101、回风口102,主冷凝器2设置在对应回风口102的位置,在送风口101处设有送风风机21;室内蒸发器3包括热管换热器蒸发段112和热管换热器冷凝段111,回风口102包括旁通风道103和除湿风道104,热管换热器蒸发段112设置在对应除湿风道104的位置,除湿风道104由烘干房100依次经过热管换热器蒸发段112、热管换热器冷凝段111连通至主冷凝器2所在位置;旁通风道103由烘干房100连通至主冷凝器2所在位置。

[0026] 控制子系统包括设置在除湿风道内的回风温度传感器14、回风湿度传感器15,设置在室外换热器4所在位置处的环境温度传感器16,以及设置在主冷凝器2与送风风机21之间的电加热器13。

[0027] 在压缩机1与主冷凝器2之间、室外冷凝器43与储液器5之间分别设有单向阀;在压缩机1与室外冷凝器43之间还设置有第四电磁阀74。

[0028] 其中,室外蒸发器42和室外冷凝器43的换热管交叉布置,共用换热翅片。送风风机21、室外风机41为轴流风机或离心风机;压缩机1为涡旋式压缩机或转子式压缩机。第一膨胀阀81、第二膨胀阀82、第三膨胀阀83为热力膨胀阀或电子膨胀阀。经济器9为板式换热器或闪发器。

[0029] 室外蒸发器42和室外冷凝器43的换热管交叉布置,室外蒸发器42和室外冷凝器43均可单独工作,也可在需要化霜时同时工作,充分利用系统的余热进行化霜。

[0030] 本发明复合开闭式循环热泵烘干系统,通过热泵干燥系统的优化组合和智能优化控制,可实现多种工作模式:升温模式、除霜模式、除湿模式、排热模式。当设备运行时,控制系统根据开机检测到的环境温度自动判断运行模式:在初始阶段运行升温模式,从而使烘干房内温度快速升高;达到设定温度后切换到除湿模式,在维持烘干房内部温度的同时利用蒸发器进行除湿,水分冷凝器并排出;在升温过程中需要化霜时自动切换到除霜模式,除霜同时依然保持除湿;在后期系统热量过大而湿度还没达到设定值时自动切换到排热模式。

[0031] 实施例1中的复合开闭式循环热泵干燥系统的多种工作模式的工作流程如下:

(1) 升温模式:

第一电磁阀71关闭、第二电磁阀72开启,第三电磁阀73根据根据控制要求开启或关闭、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂,再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第二电磁阀72后分为两路,辅路制冷剂经过第三电磁阀73进入第三膨胀阀83,经过第三膨胀阀83节流后变为中压中温的气液两相制冷剂,进入经济器9与主路制冷剂换热后进入压缩机喷气口,主路制冷剂在经济器9中降温后,经第二膨胀阀82节流降压变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室外蒸发器42吸收室外环境空气热量,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气

态制冷剂,开始下一个循环。

[0032] (2)化霜模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第三电磁阀73关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43加热室外蒸发器42进行化霜的同时冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一电磁阀71、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0033] (3)除湿模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第三电磁阀73关闭、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一电磁阀71、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0034] (4)排热模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第三电磁阀73关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43在室外风机41的强制作用下进行散热,排出系统多余的热量,同时制冷剂冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一电磁阀71、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0035] 实施例1中的烘干空气循环子系统的工作流程为:烘干物料间的低温高湿的空气在循环风机21的作用下,由回风口102进入热泵烘干系统后分为两部分,一部分空气经过除湿风道104进入,依次经过热管换热器蒸发段112预冷、室内蒸发器3降温除湿、热管换热器冷凝段111预热后与另一部分经过旁通风道103后的空气混合,再经过主冷凝器加热后经送风风机21、送风口101送入烘干房100,加热的干燥空气在烘干房100中加热烘干物料,同时带走物料中的水分,经过回风口102内设置的温度传感器14、湿度传感器15检测后,开始下一个循环。

[0036] 实施例2:一种复合开闭式循环热泵干燥系统,如图3、4所示,包括烘干房100、热泵烘干子系统、烘干空气循环子系统和控制子系统。

[0037] 热泵烘干子系统包括压缩机1、主冷凝器2、室内蒸发器3、室外换热器4、储液器5、干燥过滤器6和气液分离器11;室外换热器4包括室外风机41、室外蒸发器42和室外冷凝器43;压缩机1的排气口分别与主冷凝器2的进口和室外冷凝器43的进口相连通,主冷凝器2的出口和室外冷凝器43的出口分别与储液器5的进口相连通;储液器5的出口与干燥过滤器6的进口相相连通,干燥过滤器6的出口依次通过第一膨胀阀81和第一电磁阀71连通至室内蒸发器3的进口;干燥过滤器6的出口依次通过第一膨胀阀81和第二电磁阀72连通至室内蒸发器3的进口;室内蒸发器3的出口与气液分离器11的进口相连通,室外蒸发器42的出口通过单向阀12连通至气液分离器11的进口;气液分离器11的出口与压缩机1的吸气口相连通。

[0038] 烘干空气循环子系统、控制子系统与实施例1相同。

[0039] 实施例2中的复合开闭式循环热泵干燥系统的多种工作模式的工作流程如下:

(1) 升温模式:

第一电磁阀71关闭、第二电磁阀72开启、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂,再依次经过储液器5、干燥过滤器6进入第二膨胀阀82,经过第二膨胀阀82节流后变为低压低温的气液两相制冷剂,经过第二电磁阀72进入室外蒸发器42吸收室外环境空气热量,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0040] (2) 化霜模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43加热室外蒸发器42进行化霜的同时冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,经过第一电磁阀71进入室内蒸发器3制冷剂蒸发吸收循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0041] (3) 除湿模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,经过第一电磁阀71进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸

汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0042] (4)排热模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43在室外风机41的强制作用下进行散热,排出系统多余的热量,同时制冷剂冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,经过第一电磁阀71进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0043] 实施例3:一种复合开闭式循环热泵干燥系统,如图5、6所示,包括烘干房100、热泵烘干子系统、烘干空气循环子系统和控制子系统。

[0044] 热泵烘干子系统中采用三通阀10替代实施例2中的第一电磁阀71和第二电磁阀72,第一膨胀阀81的出口与三通阀10的进口相连通;三通阀10的第一出口a与室内蒸发器3的进口相连通;三通阀10的第二出口b与室外蒸发器42的进口相连通。热泵烘干子系统中其他部分的结构与实施例2相同。

[0045] 烘干空气循环子系统、控制子系统与实施例1相同。

[0046] 实施例3中的复合开闭式循环热泵干燥系统的多种工作模式的工作流程如下:

(1)升温模式:

三通阀的第一出口a关闭、三通阀的第二出口b开启、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂,再依次经过储液器5、干燥过滤器6进入第二膨胀阀82,经过第二膨胀阀82节流后变为低压低温的气液两相制冷剂,经三通阀10的第二出口b进入室外蒸发器42吸收室外环境空气热量,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0047] (2)化霜模式:

三通阀的第一出口a开启、三通阀的第二出口b关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43加热室外蒸发器42进行化霜的同时冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,经三通阀10的第一出口a进入室内蒸发器3制冷剂蒸发吸收循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然

后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0048] (3)除湿模式:

三通阀的第一出口a开启、三通阀的第二出口b关闭、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,经三通阀10的第一出口a进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0049] (4)排热模式:

三通阀的第一出口a开启、三通阀的第二出口b关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43在室外风机41的强制作用下进行散热,排出系统多余的热量,同时制冷剂冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6、第一膨胀阀81,经第一膨胀阀81节流后变为低温低压的气液两相制冷剂,经三通阀10的第一出口a进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0050] 实施例4:一种复合开闭式循环热泵干燥系统,如图7、8所示,包括烘干房100、热泵烘干子系统、烘干空气循环子系统和控制子系统。

[0051] 热泵烘干子系统包括压缩机1、主冷凝器2、室内蒸发器3、室外换热器4、储液器5、干燥过滤器6、气液分离器11和经济器9;其中,经济器9的连接方式与实施例1不同,不同之处在于:干燥过滤器6的出口与经济器的第一进口91直接连通,干燥过滤器6的出口还通过第三电磁阀73和第三膨胀阀83与经济器的第二进口93相连通;经济器的第一出口92通过第二电磁阀72和第二膨胀阀82与室外蒸发器42的进口相连通;经济器的第一出口92还通过第一电磁阀71和第一膨胀阀81连通至室内蒸发器3的进口;经济器的第二出口94与压缩机1的喷气口相连通。热泵烘干子系统中其他部分的结构与实施例1相同。

[0052] 烘干空气循环子系统、控制子系统与实施例1相同。

[0053] 实施例4中的复合开闭式循环热泵干燥系统的多种工作模式的工作流程如下:

(1)升温模式:

第一电磁阀71关闭、第二电磁阀72开启、第三电磁阀73根据控制要求开启或关闭、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂,再依次经过储液器5、干燥过滤器6后分为两路,辅路制冷剂经过第三电磁阀73进入第三膨胀阀83,经过第三膨胀阀83节流后变为中压中温

的气液两相制冷剂,进入经济器9与主路制冷剂换热后进入压缩机1喷气口,主路制冷剂在经济器9中降温后,经第二电磁阀72、第二膨胀阀82节流降压变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室外蒸发器42吸收室外环境空气热量,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0054] (2)化霜模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第三电磁阀73根据控制要求开启或关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43加热室外蒸发器42进行化霜的同时冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6后分为两路,辅路制冷剂经过第三电磁阀73进入第三膨胀阀83,经过第三膨胀阀83节流后变为中压中温的气液两相制冷剂,进入经济器9与主路制冷剂换热后进入压缩机1喷气口,主路制冷剂在经济器9中降温后,经第一电磁阀71、第一膨胀阀81节流降压变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0055] (3)除湿模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第三电磁阀73根据控制要求开启或关闭、第四电磁阀74关闭;循环风机21开启、室外风机41关闭;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂,再依次经过储液器5、干燥过滤器6后分为两路,辅路制冷剂经过第三电磁阀73进入第三膨胀阀83,经过第三膨胀阀83节流后变为中压中温的气液两相制冷剂,进入经济器9与主路制冷剂换热后进入压缩机1喷气口,主路制冷剂在经济器9中降温后,经第一电磁阀71、第一膨胀阀81节流降压变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0056] (4)排热模式:

第一电磁阀71开启、第二电磁阀72关闭、第三电磁阀73根据控制要求开启或关闭、第四电磁阀74开启;循环风机21开启、室外风机41开启;

热泵烘干子系统的工作流程:压缩机1排出的高温高压的气态制冷剂分为两部分:一部分进入主冷凝器2,释放热量冷凝为过冷或饱和的液态制冷剂;另一部分经过第四电磁阀74后进入室外冷凝器43在室外风机41的强制作用下进行散热,排出系统多余的热量,同时制冷剂冷凝为过冷或饱和的液体制冷剂,两部分制冷剂汇合后再依次经过储液器5、干燥过滤器6后分为两路,辅路制冷剂经过第三电磁阀73进入第三膨胀阀83,经过第三膨胀阀83节流后变为中压中温的气液两相制冷剂,进入经济器9与主路制冷剂换热后进入压缩机1喷气口,主路制冷剂在经济器9中降温后,经第一电磁阀71、第一膨胀阀81节流降压变为低温低

压的气液两相制冷剂,进入室内蒸发器3降低循环空气的温度同时除去循环空气中的水分,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经气液分离器11进行气液分离后回到压缩机1的吸气口,经过压缩机1压缩后成为高温高压的气态制冷剂,开始下一个循环。

[0057] 实施例2-4中的烘干空气循环子系统的工作流程均与实施例1相同。

[0058] 上面结合实施例对本发明作了详细的说明,但是所属技术领域的技术人员能够理解,在不脱离本发明宗旨的前提下,还可以对上述实施例中的各个具体参数进行变更,形成多个具体的实施例,均为本发明的常见变化范围,在此不再一一详述。

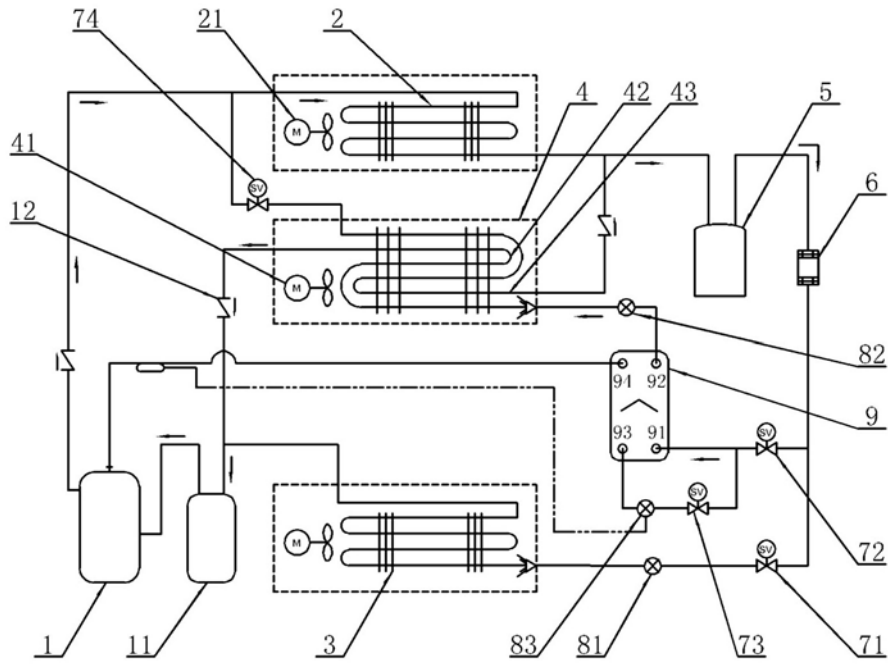


图1

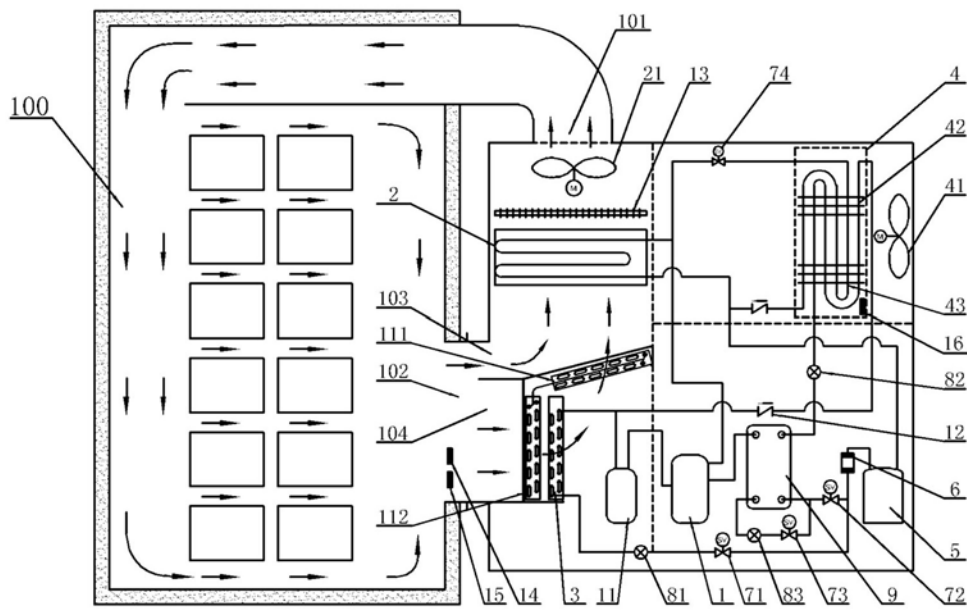


图2

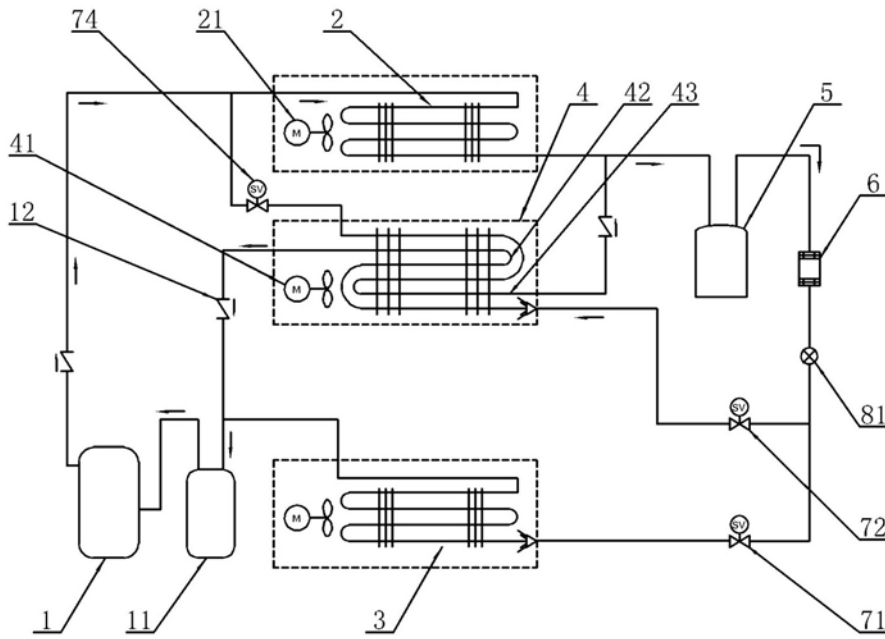


图3

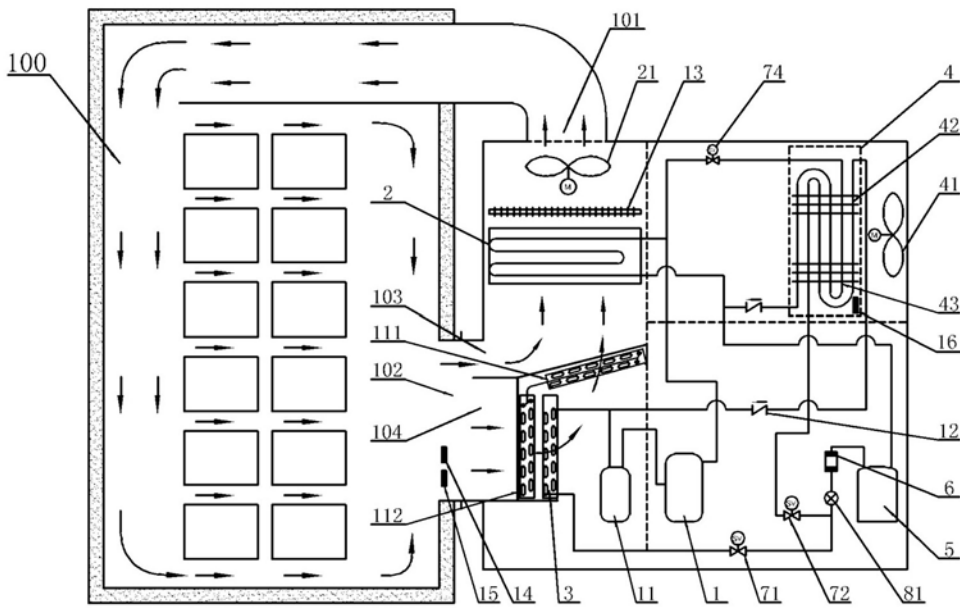


图4

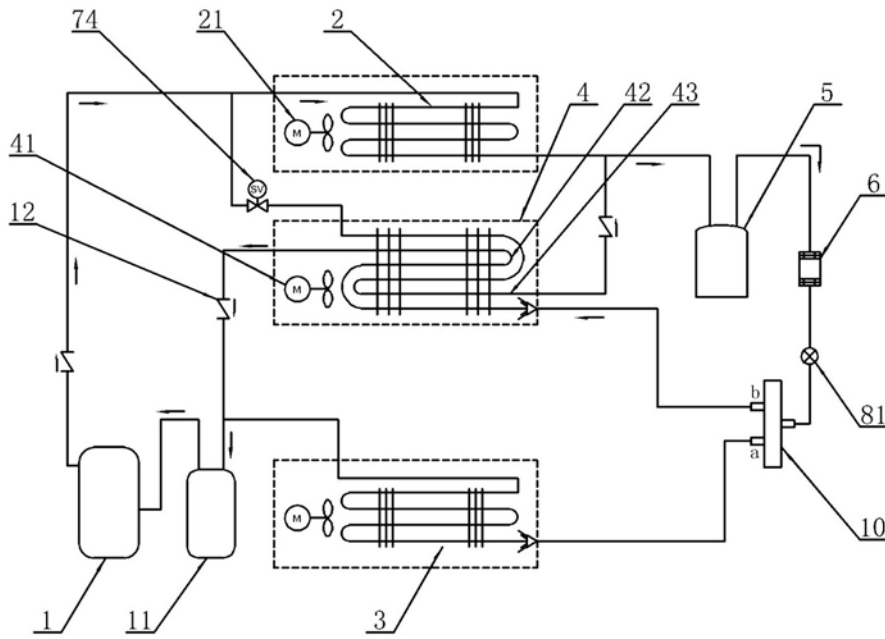


图5

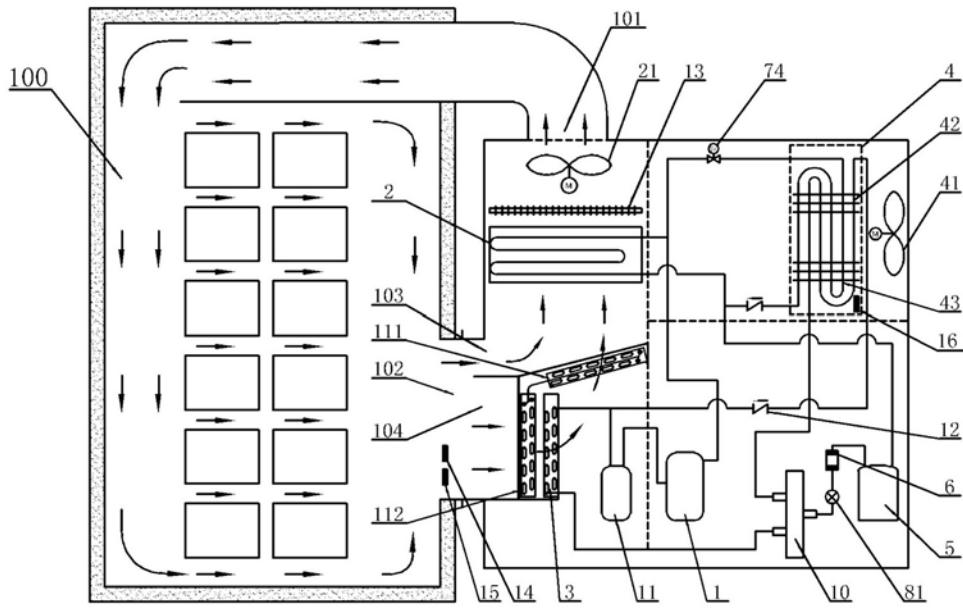


图6

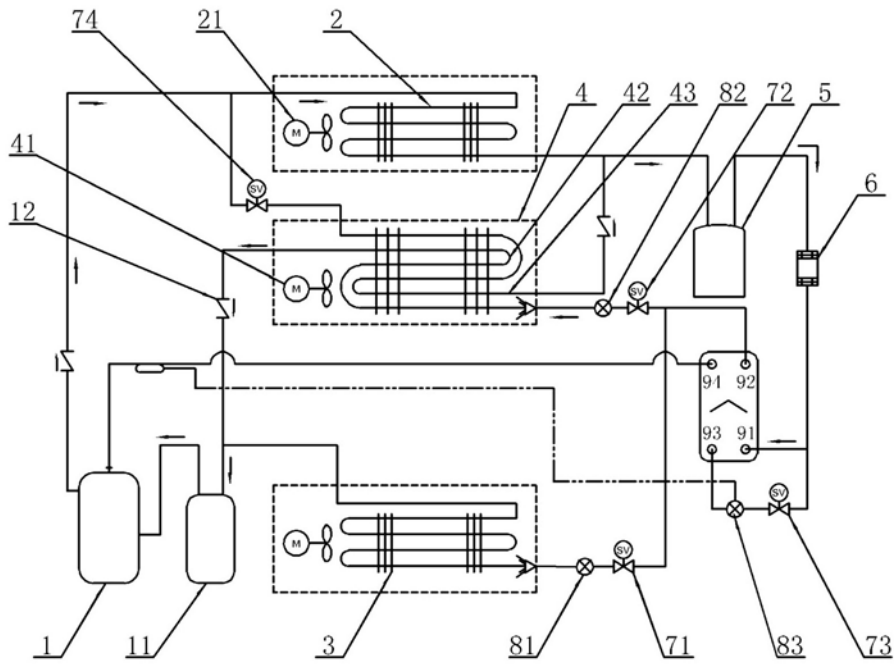


图7

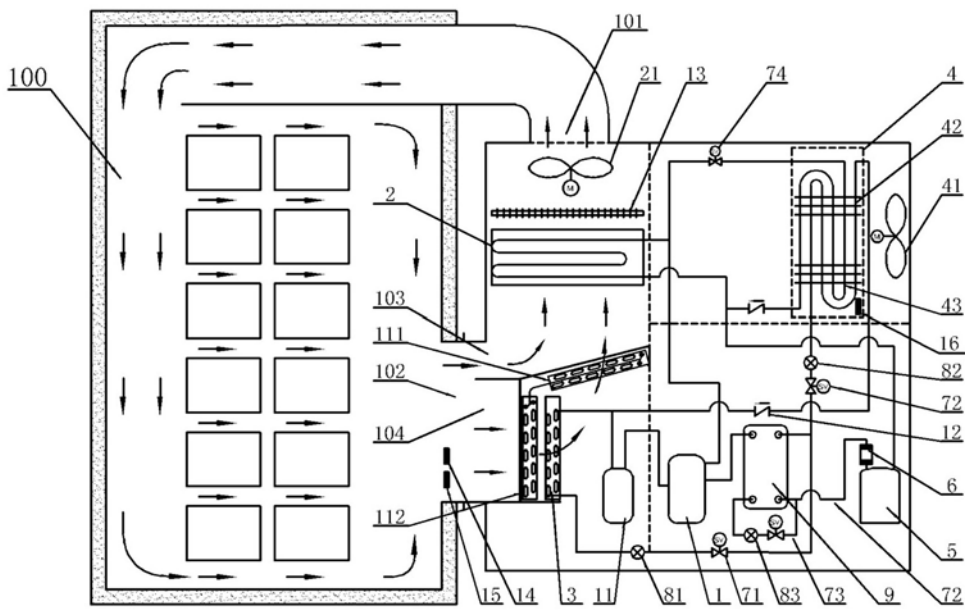


图8