



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109341165 A

(43)申请公布日 2019. 02. 15

(21)申请号 201811011970.6

(22)申请日 2018.08.31

(71)申请人 上海交通大学

地址 200030 上海市徐汇区华山路1954号

(72)发明人 李廷贤 蔡一凡 王如竹

(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 刘燕武

(51)Int.Cl.

F25B 47/02(2006.01)

F25B 31/00(2006.01)

F25B 41/04(2006.01)

F25B 41/06(2006.01)

F28D 20/02(2006.01)

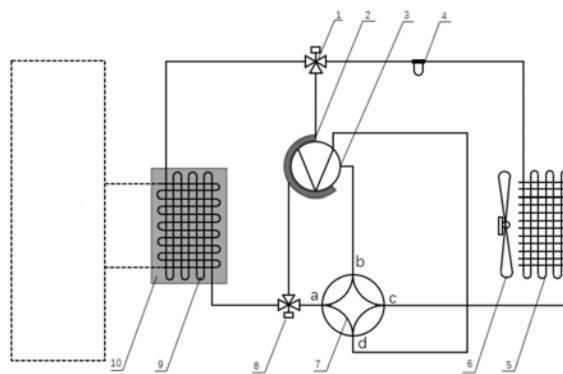
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统

(57)摘要

本发明涉及一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统,包括制热回路和除霜回路,所述的制热回路包括沿制冷剂循环方向依次连接的压缩机(3)、室内换热器(9)、膨胀阀(4)和室外换热器(5),所述的除霜回路包括沿制冷剂循环方向依次连接的压缩机(3)、室外换热器(5)、膨胀阀(4)和余热储能模块(2);所述的制热回路与除霜回路共用一套压缩机(3)、膨胀阀(4)、室外换热器(5)和余热储能模块(2)。与现有技术相比,本发明将相变储能技术与热泵技术相结合,扩展热泵在寒冷环境下的性能,回收压缩机外壳余热实现低能耗除霜,减少压缩机功耗、提高机组的工作性能,实现用户侧的连续供热,提升室内供热的舒适度。



1. 一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统, 其特征在于, 包括制热回路和除霜回路, 其中,

所述的制热回路包括沿制冷剂循环方向依次循环连接的压缩机 (3)、室内换热器 (9)、膨胀阀 (4) 和室外换热器 (5), 所述的室内换热器 (9) 内填充有储热材料 (10), 并与储热材料 (10) 组成可实现储热和向室内供热功能的高密度储热箱体, 所述压缩机 (3) 外安装有余热储能模块 (2);

所述的除霜回路包括沿制冷剂循环方向依次循环连接的压缩机 (3)、室外换热器 (5)、膨胀阀 (4) 和余热储能模块 (2);

所述的制热回路与除霜回路共用一套压缩机 (3)、膨胀阀 (4)、室外换热器 (5) 和余热储能模块 (2)。

2. 根据权利要求1所述的一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统, 其特征在于, 所述的空气源热泵除霜系统还包括一号三通阀 (1)、二号三通阀 (8) 和四通换向阀 (7), 其中, 一号三通阀 (1) 的三个接口分别连接室内换热器 (9)、余热储能模块 (2) 和膨胀阀 (4) 的一端, 二号三通阀 (8) 的接口分别连接室内换热器 (9) 的另一端、余热储能模块 (2) 的另一端和四通换向阀 (7) 的a接口, 压缩机 (3) 的两端分别连接四通换向阀 (7) 的b接口和d接口, 室外换热器 (5) 的两端分别连接膨胀阀 (4) 的另一端与四通换向阀 (7) 的c接口。

3. 根据权利要求2所述的一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统, 其特征在于, 当压缩机 (3)、四通换向阀 (7) b接口、四通换向阀 (7) a接口、二号三通阀 (8)、室内换热器 (9)、一号三通阀 (1)、膨胀阀 (4)、室外换热器 (5)、四通换向阀 (7) c接口和四通换向阀 (7) d接口依次接通并构成循环, 其余连接断开时, 制热回路接通并工作, 空气源热泵除霜系统对室内供热, 同时实现储热材料 (10) 与余热储能模块 (2) 的储热。

4. 根据权利要求2所述的一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统, 其特征在于, 当压缩机 (3)、四通换向阀 (7) b接口、四通换向阀 (7) c接口、室外换热器 (5)、膨胀阀 (4)、一号三通阀 (1)、余热储能模块 (2)、二号三通阀 (8)、四通换向阀 (7) a接口和四通换向阀 (7) d接口依次接通并构成循环, 其余连接断开时, 除霜回路接通并工作, 此时, 室内换热器 (9) 内填充有储热材料 (10) 继续对室内供热, 同时, 余热储能模块 (2) 储存的热量经制冷剂循环至室外换热器 (5) 处进行除霜。

5. 根据权利要求2所述的一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统, 其特征在于, 所述室内换热器 (9) 包括管程和壳程, 其中, 管程两端分别连接一号三通阀 (1) 和二号三通阀 (8), 壳程两端连接用户侧。

6. 根据权利要求1所述的一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统, 其特征在于, 所述的室外换热器 (5) 旁设有室外风机 (6)。

7. 根据权利要求1所述的一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统, 其特征在于, 所述储热材料 (10) 为PCM相变储热材料。

一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种空气源热泵除霜系统,尤其是涉及一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统。

背景技术

[0002] 能源短缺及环境污染问题日益加剧,节能环保型供暖空调技术备受关注。COP(制热能效比)高于1的热泵是一种公认的节能环保型设备,而无处不在的空气中储存大量能量,两者相结合的空气源热泵已成为我国供暖设备的主推设备。但由于冬季室外环境温度低、相对湿度大,使得空气源热泵室外机常处于结霜状态下运行,霜层的存在大大增加了室外机表面热阻、空气流过室外机的阻力,降低机组供热性能,在环境恶劣下甚至无法满足供热需求。

[0003] 目前使用最多的除霜方式是逆循环除霜,即在除霜模式下,四通换向阀换向,室外机作为冷凝器,室内机作为蒸发器。除霜时室内风机一般处于关闭状态,导致除霜能量来源不足,延长除霜时间,降低除霜效率。逆循环除霜受其除霜流程的制约,无法在提高除霜效率的同时保证室内环境的舒适性。

[0004] 空气源热泵在结霜工况下的结霜问题及随之而来的除霜问题已成为制约其高效运行的瓶颈,压缩机在工作过程中有部分热量通过自然散热直接排放到环境中的,夏季制冷时压缩机外壳在高温工况下能达到80℃以上,冬季制热时其外壳温度也达60~70℃,回收利用这部分热量有利于提高热泵的工作性能。传统除霜技术的最大缺点是在除霜期间完全暂停向室内供热,因而无法实现热泵机组向室内的持续供热,且还需要从室内吸收热量用于除霜,因而导致室温下降和波动,严重影响了室内的舒适度,如何降低除霜能量消耗、提高除霜效率、减小室内温度波动进而提高舒适度是目前空气源热泵面临的共性问题。

[0005] 经对现有技术的文献检索,实现空气源热泵除霜的相关技术文献如下:

[0006] 申请号为201810072712.2的专利公开了“一种空气源热泵除霜系统”,公开了一种利用相变储能对热泵进行除霜的方法,该方法实质是将相变储能器与室内机并联,当制热、储能循环并联模式运行时,相变储能器储存制热循环中多余的气态制冷剂凝结时放出的热量。除霜模式下,四通换向阀换向,相变储能器作为蒸发器给室外换热器放热,达到除霜效果。该方法将增加室内机的体积,并且在除霜过程中,室内换热器停止工作,影响人体舒适度。

[0007] 申请号为201621459001.3的专利公开了“机头相变储热除霜型低温空气源热泵机组”,公开了一种利用压缩机余热除霜的方法,该方法实质是在压缩机排气口设置相变储热装置,在热泵制热模式下吸收压缩机排气热量,在除霜模式时,由储热器给室外机提供热量,实现除霜。该方法结构复杂,室内采用水换热器储热并供热,结构复杂。

发明内容

[0008] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于压缩机余

热相变储能的空气源热泵除霜系统。

[0009] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0010] 一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统，包括制热回路和除霜回路，其中，

[0011] 所述的制热回路包括沿制冷剂循环方向依次循环连接的压缩机、室内换热器、膨胀阀和室外换热器，所述的室内换热器内填充有储热材料，并与储热材料组成可实现储热和向室内供热功能的高密度储热箱体，所述压缩机外安装有余热储能模块；

[0012] 所述的除霜回路包括沿制冷剂循环方向依次循环连接的压缩机、室外换热器、膨胀阀和余热储能模块；

[0013] 所述的制热回路与除霜回路共用一套压缩机、膨胀阀、室外换热器和余热储能模块。

[0014] 进一步的，所述的空气源热泵除霜系统还包括一号三通阀、二号三通阀和四通换向阀，其中，一号三通阀的三个接口分别连接室内换热器、余热储能模块和膨胀阀的一端，二号三通阀的接口分别连接室内换热器的另一端、余热储能模块的另一端和四通换向阀的a接口，压缩机的两端分别连接四通换向阀的b接口和d接口，室外换热器的两端分别连接膨胀阀的另一端与四通换向阀的c接口。

[0015] 更进一步的，当压缩机、四通换向阀b接口、四通换向阀a接口、二号三通阀、室内换热器、一号三通阀、膨胀阀、室外换热器、四通换向阀c接口和四通换向阀d接口依次接通并构成循环，其余连接断开时，制热回路接通并工作（即系统切换为制热模式），空气源热泵除霜系统对室内供热，同时实现储热材料与余热储能模块的储热。

[0016] 更进一步的，当压缩机、四通换向阀b接口、四通换向阀c接口、室外换热器、膨胀阀、一号三通阀、余热储能模块、二号三通阀、四通换向阀a接口和四通换向阀d接口依次接通并构成循环，其余连接断开时，除霜回路接通并工作（即系统切换为除霜模式），此时，室内换热器内填充有储热材料继续对室内供热，同时，余热储能模块储存的热量经制冷剂循环至室外换热器处进行除霜。

[0017] 更进一步的，所述室内换热器包括管程和壳程，其中，管程两端分别连接一号三通阀和二号三通阀，壳程两端连接用户侧。

[0018] 进一步的，所述的室外换热器旁设有室外风机。

[0019] 进一步的，所述储热材料为PCM相变储热材料。

[0020] 本装置的工作原理介绍如下：

[0021] 供热模式下，利用四通换向阀的切换，室外换热器为蒸发器，室内换热器为冷凝器。控制压缩机余热储能模块与系统断连，即系统像普通热泵般运行，压缩机、四通换向阀、二号三通阀、室内换热器、一号三通阀、膨胀阀、室外换热器循环连接。经过压缩机加压后的高温高压热泵工质进入室内换热器冷凝后变为低温高压液体，随后通过膨胀阀流入后通过室外换热器变为高温低压液体。此时，压缩机余热储能模块吸收并储存压缩机工作时释放的热量。在用户侧，储热模块中填充的相变储热材料吸收并储存工质蒸汽冷凝的热量，通过室内换热回路向热用户管路供热，实现用户侧供热。

[0022] 除霜模式下，利用四通换向阀的切换，压缩机余热储能模块为供热源，室外换热器为蒸发器。控制室内机与系统断连，即压缩机余热储能模块作为冷凝器提供热量，压缩机、

室外换热器、膨胀阀、一号三通阀、压缩机余热储能模块、二号三通阀循环连接。低温低压热泵流体吸收压缩机余热储能模块热量后流体经过压缩机加压变为高温高压气体工质,随后工质在室外换热器内冷凝并对表面的结霜放热,实现除霜效果,低温高压工质继续通过膨胀阀并进入下一个循环。该模式下,利用室内换热回路实现储热模块中相变储热材料和用户侧的换热,将相变储热材料的热量带入室内,实现除霜、供热同时进行。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0024] (1) 采用相变储热材料填充储热模块,吸收并储存热泵输出的低品位热,在供热模式下对用户侧输出高密度、温度恒定的热量,实现舒适性供热,在除霜模式下实现用户侧的不间断供热,实现不间断供热。

[0025] (2) 采用压缩机余热储能模块吸收并储存压缩机工作时释放的热量,使压缩机在最佳工作温度下工作,提升热泵整体性能,特别在寒冷的冬季,性能优势尤为突出,在除霜模式下利用现有热泵回路实现对室外机化霜,装置简单,经济性好。

附图说明

[0026] 图1为本发明的总体结构连接示意图;

[0027] 图2为本发明供热模式原理示意图;

[0028] 图3为本发明除霜模式原理示意图。

[0029] 图中标号所示:

[0030] 1、一号三通阀,2、余热储能模块,3、压缩机,4、膨胀阀,5、室外换热器,6、室外风机,7、四通换向阀,8、二号三通阀,9、室内换热器,10、储热材料

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0032] 实施例

[0033] 一种基于压缩机余热相变储能的空气源热泵除霜系统,其结构如图1所示,该系统包括一号三通阀1、压缩机单元、膨胀阀4、室外换热器5、室外风机6、四通换向阀7、二号三通阀8、储热模块。压缩机单元包括余热储能模块2和压缩机3。储热模块包括室内换热器9和填充其中的相变储热材料10。

[0034] 室内换热器9包括管程和壳程,室内换热器9壳程的两端分别连接一号三通阀1与二号三通阀8的一个接口,室内换热器9管程的两端连接用户侧,通过工质水将储热材料10热量带给用户侧。

[0035] 室外换热器5利用室外风机6进行强制对流。室外换热器5一端连接膨胀阀4一端,膨胀阀4另一端连接一号三通阀1的另一个接口,一号三通阀1剩下的一个接口连接余热储能模块2的一端,余热储能模块2的另一端连接二号三通阀8的另一个接口,二号三通阀8剩下的一个接口连接四通阀7的a接口,四通阀7的b接口连接压缩机3的一端,压缩机3的另一端连接四通阀7的d接口,四通阀7的c接口连接室外换热器5的另一端。

[0036] 利用四通换向阀7的切换,供热模式下,室外换热器5为蒸发器,室内换热器9为冷凝器,从压缩机3排出的工质蒸汽进入室内换热器9经冷凝后通过膨胀阀4流入室外换热器5。室内换热器9中填充的相变储热材料10吸收并储存工质蒸汽冷凝的热量,通过室内换热

回路向热用户管路供热,实现用户侧供热。同时余热储能模块2吸收并储存压缩机3工作时释放的热量。

[0037] 利用四通换向阀7的切换,除霜模式下,余热储能模块2为供热源,室外换热器5为冷凝器,吸收余热储能模块2热量的工质流体经过压缩机3加压后变成高温高压工质蒸汽进入室外换热器5冷凝放热对表面的结霜加热,实现除霜效果,冷凝后的液体工质通过膨胀阀4流入余热储能模块2吸收储热材料释放的热量蒸发相变为高温低压工质蒸汽,然后再流经压缩机进入下一个循环。该模式下,用户侧由室内换热回路将储热模块中相变储热材料10的热量带到室内,实现除霜、供热同时进行。

[0038] 本装置的工作原理介绍如下:

[0039] 供热模式下,其原理如图2所示,利用一号三通阀1、二号三通阀8和四通换向阀7的切换,一号三通阀1接通室内换热器9与膨胀阀4,二号三通阀8接通室内换热器9和四通换向阀7的a接口,四通换向阀7中a接口和b接口接通,c接口和d接口接通,室外换热器5为蒸发器,室内换热器9为冷凝器。控制余热储能模块2与系统断连,即系统像普通热泵般运行,压缩机3、四通阀、二号三通阀8、室内换热器9、一号三通阀1、膨胀阀4、室外换热器5循环连接。经过压缩机3加压后的高温高压热泵工质进入室内换热器9冷凝后变为低温高压液体,随后通过膨胀阀4流入后通过室外换热器5变为高温低压液体。此时,余热储能模块2吸收并储存压缩机3工作时释放的热量。在用户侧,储热模块中填充的相变储热材料10吸收并储存工质蒸汽冷凝的热量,通过室内换热回路向热用户管路供热,实现用户侧供热。

[0040] 除霜模式下,其原理如图3所示,利用一号三通阀1、二号三通阀8和四通换向阀7的切换,一号三通阀1接通余热储能模块2和膨胀阀4,二号三通阀8接通余热储能模块2和四通换向阀7的a接口,四通换向阀7的a接口和d接口相通,b接口和c接口相通,余热储能模块2为供热源,室外换热器5为冷凝器。控制室内机与系统断连,即余热储能模块2作为室外换热器5除霜的热源,压缩机3、室外换热器5、膨胀阀4、一号三通阀1、余热储能模块2、二号三通阀8循环连接。低温低压热泵流体吸收余热储能模块2热量后流体经过压缩机3加压变为高温高压气体工质,随后工质在室外换热器5内冷凝放热并对表面的结霜加热,实现除霜效果,低温高压工质继续通过膨胀阀4并进入下一个循环。该模式下,利用室内换热回路实现储热模块中相变储热材料10和用户侧的换热,将储热材料10的热量带入室内,实现除霜、供热同时进行。

[0041] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

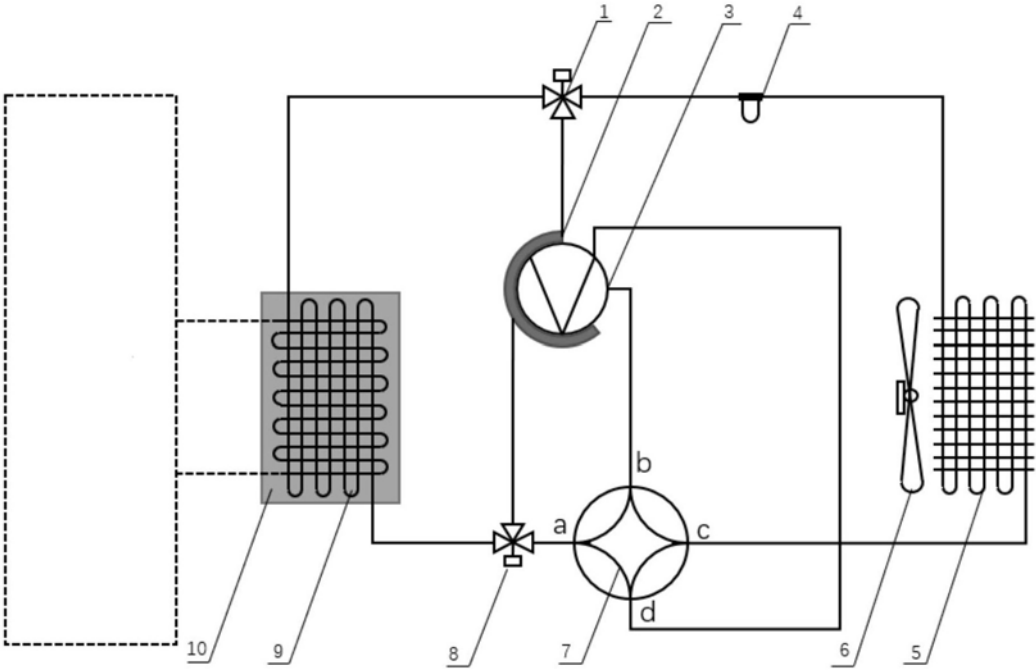


图1

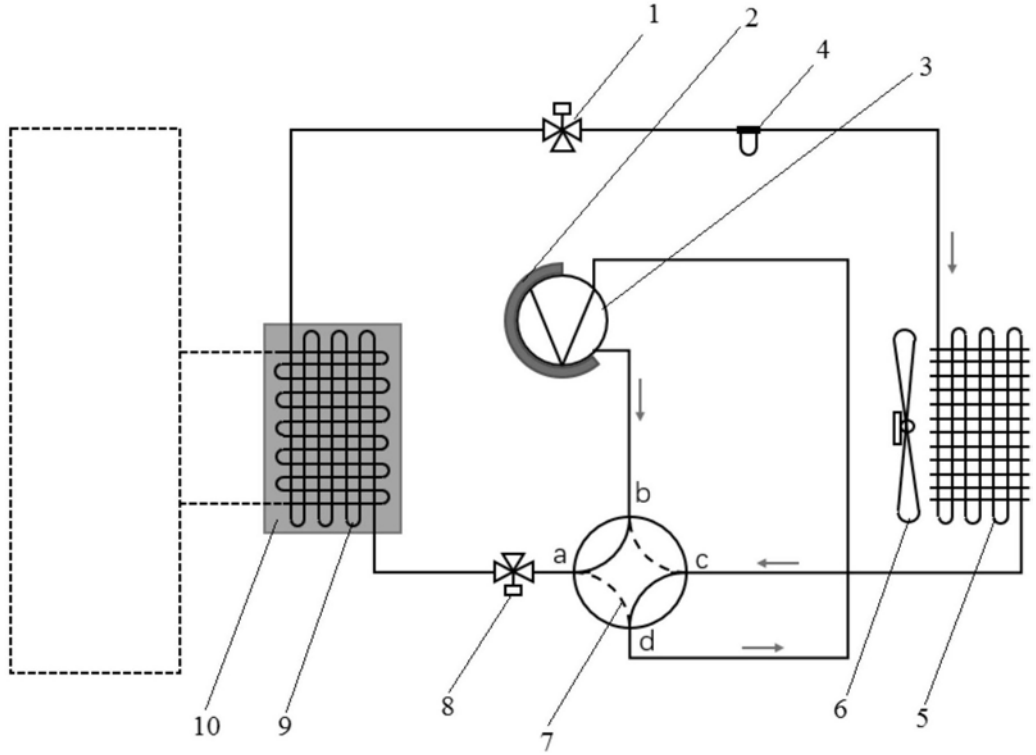


图2

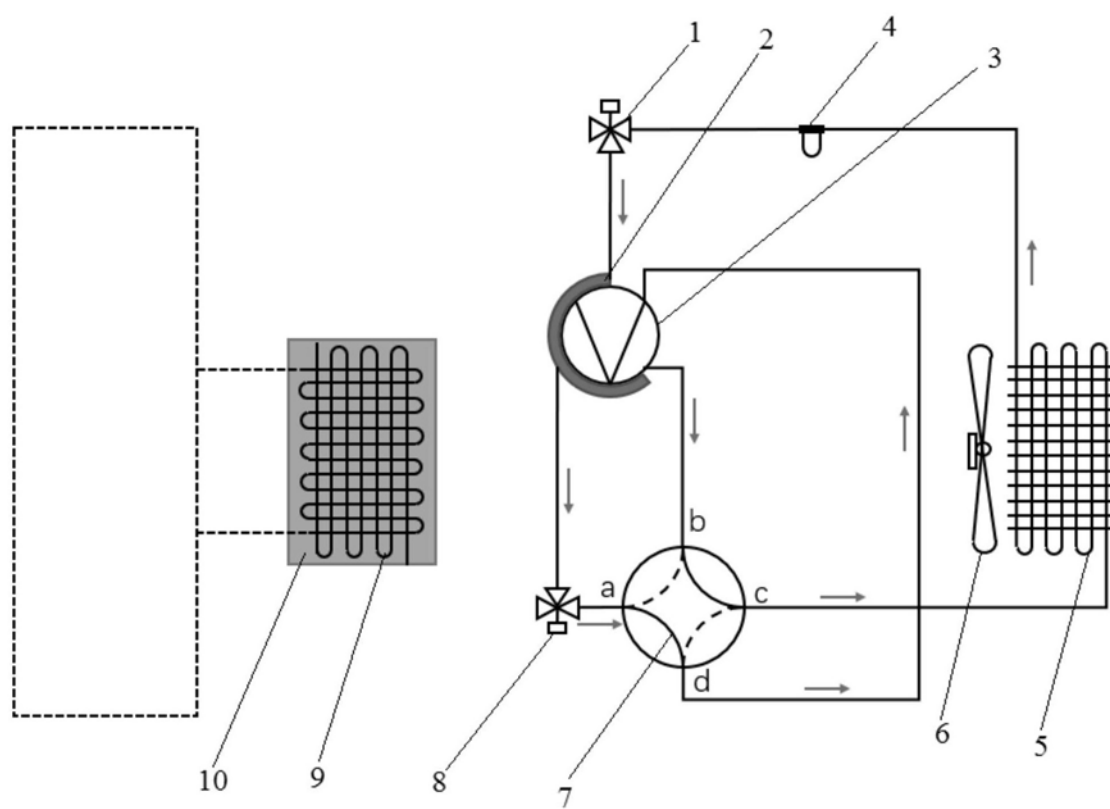


图3