



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105805868 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(21)申请号 201610184051.3

(22)申请日 2016.03.28

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 赵耀 代彦军 孙香宇 黄涛

王如竹 葛天舒

(74)专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

代理人 郑立

(51)Int.Cl.

F24F 5/00(2006.01)

F24F 13/30(2006.01)

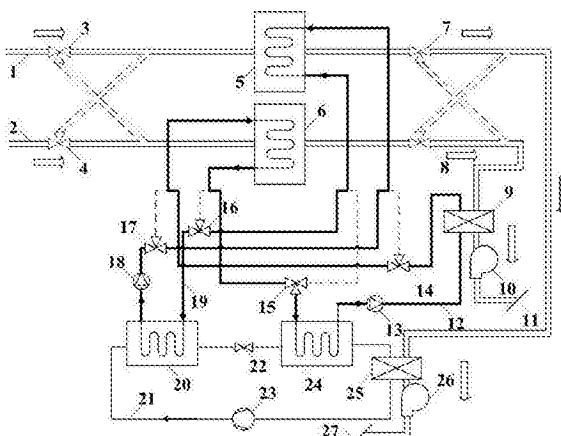
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

再生回热除湿热泵系统及其运行方法

(57)摘要

本发明公开了一种再生回热除湿热泵系统，包括一次蒸发器、二次蒸发器、冷凝器、压缩机、节流阀、除湿换热器、表冷器、第一水泵和第二水泵；其中除湿换热器包括除湿冷却器和除湿再生器。本发明利用除湿换热器的除湿性能，将热泵系统的蒸发器和冷凝器分别作为除湿换热器除湿和再生过程的冷、热源，并实现系统的连续运行，可以满足夏季制冷除湿和冬季加热加湿的功能，此外通过在热泵系统中增加二次蒸发器回收再生空气中的热量，能够减少压缩机液击的可能性，并实现能量的回收利用，节能环保。



1. 一种再生回热除湿热泵系统,其特征在于,包括一次蒸发器、二次蒸发器、冷凝器、压缩机、节流阀、除湿换热器、表冷器、第一水泵和第二水泵;其中所述除湿换热器包括除湿冷却器和除湿再生器;

所述再生回热除湿热泵系统还包括5股同时运行的工质,所述5股同时运行的工质包括1股制冷剂流程、2股水流程和2股空气流程;所述2股水流程包括除湿冷水流程和再生热水流程;所述2股空气流程包括被处理空气流程和再生空气流程;

制冷剂流程侧的连接方式为:所述压缩机的出口与所述冷凝器相连,所述冷凝器的出口与所述节流阀相连,所述节流阀的出口与所述一次蒸发器的进口相连,所述一次蒸发器的出口与所述二次蒸发器的进口相连,所述二次蒸发器的出口与所述压缩机的进口相连;

除湿冷水流程侧的连接方式为:所述一次蒸发器与所述第一水泵连接,使得从所述一次蒸发器的水侧出口出来的冷却水通过相应的水路进入所述第一水泵的入口,所述第一水泵的出口与所述表冷器的水侧入口相连,所述表冷器的水侧出口与所述除湿冷却器的入口相连,所述除湿冷却器的出口与所述一次蒸发器的水侧入口相连;

再生热水流程侧的连接方式为:所述冷凝器与第二水泵连接,使得从所述冷凝器的水侧出口出来的热水通过相应的水路进入所述第二水泵的入口,所述第二水泵的出口与所述除湿再生器的入口相连,所述除湿再生器的出口与所述冷凝器的水侧入口相连;

被处理空气流程侧的连接方式为:被处理空气与所述除湿冷却器的空气表面通过相应的风道相连,在相应的风机的驱动下,经过所述除湿冷却器的空气表面冷却除湿的干燥空气通过相应的风道送入所述表冷器的入口,经过所述表冷器的空气表面冷却降温的空气通过相应的风机由送风口进入被调空间;

再生空气流程侧的连接方式为:再生空气与所述除湿再生器的空气表面通过相应的风道相连,经过所述除湿再生器的空气表面成为高温高湿的再生空气,所述高温高湿的再生空气再经过所述二次蒸发器的空气表面处理后由相应的风机排入外部空间。

2. 根据权利要求1所述的再生回热除湿热泵系统,其特征在于,所述除湿换热器是通过将固体除湿材料附着到传统的单独进行显热交换的翅片管式换热器表面制成。

3. 根据权利要求1所述的再生回热除湿热泵系统,其特征在于,所述除湿换热器是通过在翅片管式换热器外表面涂覆固体干燥剂,并在翅片管内部通入冷水/热水,对空气进行除湿/再生。

4. 根据权利要求1所述的再生回热除湿热泵系统,其特征在于,所述再生回热除湿热泵系统还包括三通风阀和三通水阀,通过三通风阀和三通水阀的切换使得所述再生回热除湿热泵系统具有两种运行模式,从而能够实现除湿冷却器和除湿再生器的功能的平稳切换过渡,保证系统能够产生连续的除湿降温效果。

5. 一种根据权利要求1-4中任意一项所述的再生回热除湿热泵系统的运行方法,其特征在于,包括除湿冷却器的除湿冷却方法和除湿再生器的加热解吸方法;

其中,所述除湿冷却器的除湿冷却方法包括:

(1)被处理空气经过所述除湿冷却器的表面,所述除湿冷却器上附着的固体除湿材料吸附被处理空气中的水蒸气,并产生吸附热;(2)所述除湿冷却器的内部流动的由一次蒸发器提供的冷却水带走吸附热,促进吸附过程的进行并对空气进行冷却;(3)被处理空气流经所述除湿冷却器的空气表面后,温度和湿度均降低,湿负荷通过固体除湿材料对水蒸气的

吸附作用进行处理,潜热、显热负荷通过所述除湿冷却器的内部的冷却水进行处理;

所述除湿再生器的加热解吸方法包括:

(1)所述除湿再生器的表面附着的固体除湿材料在所述冷凝器提供的再生热水的加热作用下进行再生;(2)所述除湿再生器的内部流动的再生热水温度降低,释放再生过程所需的热量;(3)再生空气流经所述除湿再生器的空气表面后,温度和湿度升高,湿负荷来自所述除湿再生器的表面附着的固体除湿材料中所吸附的水,热负荷来自再生热水。

6.根据权利要求5所述的所述的再生回热除湿热泵系统的运行方法,其特征在于,在所述再生回热除湿热泵系统的运行方法中,除湿冷却器的除湿冷却过程和除湿再生器的加热解吸过程在系统运行时分别在除湿冷却器和除湿再生器侧同时进行,并按周期交替。

再生回热除湿热泵系统及其运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及制冷空调技术领域,尤其涉及一种再生回热除湿热泵系统及其运行方法。

背景技术

[0002] 根据近30年来能源领域的研究和实践,建筑能耗将近社会总能耗的1/3,而建筑能耗的一半以上又来源于制冷空调和采暖系统的能耗。传统热泵空调系统能耗高的一个主要原因在于采用冷凝除湿的方式对空气的潜热和显热进行同时处理。

[0003] 经对现有技术的公开文献检索发现,目前热泵空调系统的难以同时兼顾冬夏两用和能量回收的要求,例如中国专利号为201110356517.0的“一种空气源热泵与转轮除湿组合的复合空调系统”,是以热泵系统驱动的转轮除湿系统,通过阀门切换可以满足夏季和冬季的工况要求,但是该系统在冬季工况下仅能实现加热不能完成加湿,还需要额外增加辅助加湿设备,增大能耗,同时该系统也不具备能量回收装置,系统COP较低。而中国专利申请号为201410166042.2的“一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统”虽然满足了除湿功能和显热回收,但是并不具有供暖加湿作用。

发明内容

[0004] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是提供一种能够实现湿热独立控制的基于除湿换热器的再生回热除湿热泵系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了一种再生回热除湿热泵系统,包括一次蒸发器、二次蒸发器、冷凝器、压缩机、节流阀、除湿换热器、表冷器、第一水泵和第二水泵;其中除湿换热器包括除湿冷却器和除湿再生器;

[0006] 再生回热除湿热泵系统还包括5股同时运行的工质,5股同时运行的工质包括1股制冷剂流程、2股水流程和2股空气流程;2股水流程包括除湿冷水流程和再生热水流程;2股空气流程包括被处理空气流程和再生空气流程;

[0007] 制冷剂流程侧的连接方式为:压缩机的出口与冷凝器相连,冷凝器的出口与节流阀相连,节流阀的出口与一次蒸发器的进口相连,一次蒸发器的出口与二次蒸发器的进口相连,二次蒸发器的出口与压缩机的进口相连;

[0008] 除湿冷水流程侧的连接方式为:一次蒸发器与第一水泵连接,使得从一次蒸发器的水侧出口出来的冷却水通过相应的水路进入第一水泵的入口,第一水泵的出口与表冷器的水侧入口相连,表冷器的水侧出口与除湿冷却器的入口相连,除湿冷却器的出口与一次蒸发器的水侧入口相连;

[0009] 再生热水流程侧的连接方式为:冷凝器与第二水泵连接,使得从冷凝器的水侧出口出来的热水通过相应的水路进入第二水泵的入口,第二水泵的出口与除湿再生器的入口相连,除湿再生器的出口与冷凝器的水侧入口相连;

[0010] 被处理空气流程侧的连接方式为:被处理空气与除湿冷却器的空气表面通过相应

的风道相连,在相应的风机的驱动下,经过除湿冷却器的空气表面冷却除湿的干燥空气通过相应的风道送入表冷器的入口,经过表冷器的空气表面冷却降温的空气通过相应的风机由送风口进入被调空间;

[0011] 再生空气流程侧的连接方式为:再生空气与除湿再生器的空气表面通过相应的风道相连,经过除湿再生器的空气表面成为高温高湿的再生空气,高温高湿的再生空气再经过二次蒸发器的空气表面处理后由相应的风机排入外部空间。

[0012] 进一步地,除湿换热器是通过将固体除湿材料附着到传统的单独进行显热交换的翅片管式换热器表面制成。

[0013] 进一步地,除湿换热器是通过在翅片管式换热器外表面涂覆固体干燥剂,并在翅片管内部通入冷水/热水,对空气进行除湿/再生。

[0014] 进一步地,再生回热除湿热泵系统还包括三通风阀和三通水阀,通过三通风阀和三通水阀的切换使得再生回热除湿热泵系统具有两种运行模式,从而能够实现除湿冷却器和除湿再生器的功能的平稳切换过渡,保证系统能够产生连续的除湿降温效果。

[0015] 本发明还提供了一种上述再生回热除湿热泵系统的运行方法,包括除湿冷却器的除湿冷却方法和除湿再生器的加热解吸方法;

[0016] 其中,除湿冷却器的除湿冷却方法包括:

[0017] (1)被处理空气经过除湿冷却器的表面,除湿冷却器上附着的固体除湿材料吸附被处理空气中的水蒸气,并产生吸附热;(2)除湿冷却器的内部流动的由一次蒸发器提供的冷却水带走吸附热,促进吸附过程的进行并对空气进行冷却;(3)被处理空气流经除湿冷却器的空气表面后,温度和湿度均降低,湿负荷通过固体除湿材料对水蒸气的吸附作用进行处理,潜热、显热负荷通过除湿冷却器的内部的冷却水进行处理;

[0018] 除湿再生器的加热解吸方法包括:

[0019] (1)除湿再生器的表面附着的固体除湿材料在冷凝器提供的再生热水的加热作用下进行再生;(2)除湿再生器的内部流动的再生热水温度降低,释放再生过程所需的热量;(3)再生空气流经除湿再生器的空气表面后,温度和湿度升高,湿负荷来自除湿再生器的表面附着的固体除湿材料中所吸附的水,热负荷来自再生热水。

[0020] 与现有技术相比,本发明再生回热除湿热泵系统具有的优势在于:

[0021] 首先,与传统的热泵系统相比,本发明充分利用了热泵系统的蒸发器和冷凝器分别作为冷、热源,并可实现湿、热独立处理,精确调节温湿度。

[0022] 其次,本发明在热泵系统中增加了二次蒸发器实现了对再生废气中热量的回收,实现了能量的回收利用,节能环保。此外回热器的增加还可以保证热泵系统中进入压缩机的制冷剂过热度,有效防止压缩机液击现象的发生。同时在冬季供暖时,还起到调节空气温度的作用,保证室内的舒适性。

[0023] 再次,本发明通过不同的输出端与向室内送风可满足冬夏均可使用,夏季可产生低温干燥新风满足夏季制冷需求,冬季可对空气同时进行加温和加湿满足冬季需求。

[0024] 另一方面,与基于除湿转轮或基于溶液除湿的新风系统相比,除湿换热器装置结构紧凑、制作工艺简单、投资费用低、易于安装,对新风无污染。

[0025] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0026] 图1是本发明的一个较佳实施例的基于除湿换热器的再生回热除湿热泵系统在第一运行模式下的结构示意图；

[0027] 图2是本发明的一个较佳实施例的基于除湿换热器的再生回热除湿热泵系统在第二运行模式下的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 本发明的一个较佳实施例提供了一种基于除湿换热器的再生回热除湿热泵系统，包括一次蒸发器24、二次蒸发器25、冷凝器20、压缩机23、节流阀22、除湿换热器、表冷器9、第一水泵13和第二水泵18；其中除湿换热器包括第一除湿换热器5和第二除湿换热器6，当所述第一除湿换热器5为除湿冷却器时，所述第二除湿换热器6为除湿再生器；当所述第一除湿换热器5为除湿再生器时，所述第二除湿换热器6为除湿冷却器。

[0029] 本实施例的再生回热除湿热泵系统还包括5股同时运行的工质，5股同时运行的工质包括1股制冷剂流程、2股水流程和2股空气流程；2股水流程包括除湿冷水流程和再生热水流程；2股空气流程包括被处理空气流程和再生空气流程；

[0030] 制冷剂流程侧的连接方式为：压缩机23的出口与冷凝器20相连，冷凝器20的出口与节流阀22相连，节流阀22的出口与一次蒸发器24的进口相连，一次蒸发器24的出口与二次蒸发器25的进口相连，二次蒸发器25的出口与压缩机23的进口相连；

[0031] 除湿冷水流程侧的连接方式为：一次蒸发器24与第一水泵13连接，使得从一次蒸发器24的水侧出口出来的冷却水通过相应的水路进入第一水泵13的入口，第一水泵13的出口与表冷器9的水侧入口相连，表冷器9的水侧出口与除湿冷却器的入口相连，除湿冷却器的出口与一次蒸发器24的水侧入口相连；

[0032] 再生热水流程侧的连接方式为：冷凝器20与第二水泵18连接，使得从冷凝器20的水侧出口出来的热水通过相应的水路进入第二水泵18的入口，第二水泵18的出口与除湿再生器的入口相连，除湿再生器的出口与冷凝器20的水侧入口相连；

[0033] 被处理空气流程侧的连接方式为：被处理空气与除湿冷却器的空气表面通过相应的风道相连，在相应的风机的驱动下，经过除湿冷却器的空气表面冷却除湿的干燥空气通过相应的风道送入表冷器9的入口，经过表冷器9的空气表面冷却降温的空气通过相应的风机由送风口进入被调空间；

[0034] 再生空气流程侧的连接方式为：再生空气与除湿再生器的空气表面通过相应的风道相连，经过除湿再生器的空气表面成为高温高湿的再生空气，高温高湿的再生空气再经过二次蒸发器25的空气表面处理后由相应的风机排入外部空间。

[0035] 本实施例的除湿换热器是通过将固体除湿材料附着到传统的单独进行显热交换的翅片管式换热器表面制成，通过在翅片管式换热器外表面涂覆固体干燥剂，并在翅片管内部通入冷水/热水，对空气进行除湿/再生。

[0036] 本实施例的再生回热除湿热泵系统还包括三通风阀和三通水阀，通过三通风阀和三通水阀的切换使得再生回热除湿热泵系统具有两种运行模式，如图1和2所示，该两种模式按照一定的周期来回切换，从而能够实现除湿冷却器和除湿再生器的功能的平稳切换过

渡,保证系统能够产生连续的除湿降温效果。

[0037] 图1和图2中,实心粗线上的箭头表示相应管道中水流方向,实心细线上的箭头表示热泵系统中制冷剂的流动方向,风道上方空心箭头表示对应风道中空气的流动方向,虚线表示该运行模式下未使用的风道或水路。

[0038] 在两种运行模式下,热泵系统均以相同的方式持续运行:热泵系统中的制冷剂由热泵制冷剂流通管道21从压缩机23出口依次通过冷凝器20、节流阀22、一次蒸发器24、二次蒸发器25,最终回到压缩机23,形成一个完整的热泵循环。工作过程:制冷剂在冷凝器20内与再生热水换热,制冷剂冷凝放热同时使再生热水升温,提供除湿换热器再生过程中的再生热,制冷剂在节流阀22膨胀降温,并在蒸发器24中与除湿冷却水换热,制冷剂蒸发吸热的同时使除湿冷却水降温,制冷剂进入二次蒸发器25与再生空气换热,制冷剂吸热过热度增大,从二次蒸发器25流出后回到压缩机23,经过压缩机23压缩为高温高压气体后再进入冷凝器,形成一个完整的循环。

[0039] 如图1所示,在第一运行模式下:

[0040] 被处理空气依次通过处理空气侧风道2、处理空气侧三通风阀4、第二除湿换热器6(此时为除湿冷却器)、第二三通风阀8、表冷器9、处理空气侧风机10、送风口11。工作过程:调节处理空气侧三通风阀4和第二三通风阀8,使第二除湿换热器6(除湿冷却器)空气表面的两端分别与被处理空气入口和表冷器9空气表面连通。被处理空气经过第二除湿换热器6(除湿冷却器)空气表面冷却除湿形成低温低湿的空气,再经过表冷器9降低温度,达到所需的新风标准,并通过表冷器和除湿换热器的调控实现温、湿度独立控制,经过处理空气侧风机10最终由送风口11进入被调空间。

[0041] 再生空气依次通过再生空气侧风道1、再生空气侧三通风阀3、第一除湿换热器5(此时为除湿再生器)、第一三通风阀7,再依次经过二次蒸发器25、再生空气侧风机26、再生空气出口27。工作过程:调节再生空气侧三通风阀3和第一三通风阀7,使第一除湿换热器5(除湿再生器)空气表面的两端分别与再生空气入口和二次蒸发器25空气表面连通。再生空气经过第一除湿换热器5(除湿再生器)空气表面加热加湿形成高温高湿空气,实现除湿换热器的再生过程,再通过二次蒸发器表面,再生空气温度升高,并提高二次蒸发器内制冷剂的过热度,最终废气经过再生空气侧风机26由再生空气出口27排出到大气环境中。

[0042] 除湿冷却水依次通过蒸发器24、第一水泵13、表冷器9、第一除湿冷却水侧三通阀14、第二除湿换热器6(除湿冷却器)、第二除湿冷却水侧三通阀15。工作过程:除湿冷却水在蒸发器24中与制冷剂进行热交换温度降低,调节三通水阀14和15使第二除湿换热器6(除湿冷却器)水侧两端分别与表冷器9和蒸发器24水侧相连,在第一水泵13的驱动下,冷却水流经第二除湿换热器6(除湿冷却器),完成除湿换热器的除湿冷却过程,自身温度升高,最终流回蒸发器,完成一个循环过程。

[0043] 再生热水依次通过冷凝器20、第二水泵18、第一再生热水侧三通阀17、第一除湿换热器5(除湿再生器)、第二再生热水侧三通水阀16。工作过程:再生热水在冷凝器20中与制冷剂进行热交换温度升高,调节第二再生热水侧三通水阀16和第一再生热水侧三通阀17使第一除湿换热器5(除湿再生器)水侧两端分别与第二水泵18出口和冷凝器20水侧入口相连,在第二水泵18的驱动下,再生热水流经第一除湿换热器5(除湿再生器),完成除湿换热器的再生过程,自身温度降低,最终流回冷凝器,完成一个循环过程。

[0044] 如图2所示,在第二运行模式下:

[0045] 被处理空气依次通过处理空气侧风道2、处理空气侧三通风阀4、第一除湿换热器5(此时为除湿冷却器)、第一三通风阀7、表冷器9、处理空气侧风机10、送风口11。工作过程:调节处理空气侧三通风阀4和三通风阀7,使第一除湿换热器5(除湿冷却器)空气表面的两端分别与被处理空气入口和表冷器9空气表面连通。被处理空气经过第一除湿换热器5(除湿冷却器)空气表面冷却除湿形成低温低湿的空气,再经过表冷器9降低温度,达到所需的新风标准,并通过表冷器和除湿换热器的调控实现温、湿度独立控制,经过处理空气侧风机10最终由送风口11进入被调空间。

[0046] 再生空气依次通过再生空气侧风道1、再生空气侧三通风阀3、第二除湿换热器6(此时为除湿再生器)、第二三通风阀8,再依次经过二次蒸发器25、再生空气侧风机26、再生空气出口27。工作过程:调节再生空气侧三通风阀3和第二三通风阀8,使第二除湿换热器6(除湿再生器)空气表面的两端分别与再生空气入口和二次蒸发器25空气表面连通。再生空气经过第二除湿换热器6(除湿再生器)空气表面加热加湿形成高温高湿空气,实现除湿换热器的再生过程,再通过二次蒸发器表面,再生空气温度升高,并提高二次蒸发器内制冷剂的过热度,最终废气经过再生空气侧风机26由再生空气出口27排出到大气环境中。

[0047] 除湿冷却水依次通过蒸发器24、第一水泵13、表冷器9、第一除湿冷却水侧三通阀14、第一除湿换热器5(除湿冷却器)、第二除湿冷却水侧三通阀15。工作过程:除湿冷却水在蒸发器24中与制冷剂进行热交换温度降低,调节三通水阀14和15使第一除湿换热器5(除湿冷却器)水侧两端分别与表冷器9和蒸发器24水侧相连,在第一水泵13的驱动下,冷却水流经第一除湿换热器5(除湿冷却器),完成除湿换热器的除湿冷却过程,自身温度升高,最终流回蒸发器,完成一个循环过程。

[0048] 再生热水依次通过冷凝器20、第二水泵18、第一再生热水侧三通阀17、第二除湿换热器6(除湿再生器)、第二再生热水侧三通阀16。工作过程:再生热水在冷凝器20中与制冷剂进行热交换温度升高,调节第二再生热水侧三通水阀16和第一再生热水侧三通阀17使第二除湿换热器6(除湿再生器)水侧两端分别与第二水泵18出口和冷凝器20水侧入口相连,在第二水泵18的驱动下,再生热水流经第二除湿换热器6(除湿再生器),完成除湿换热器的再生过程,自身温度降低,最终流回冷凝器,完成一个循环过程。

[0049] 图1和图2的两种运行模式按照一定的周期来回切换:当图1的第一运行模式中第二除湿换热器6为除湿冷却器时,第一除湿换热器5为除湿再生器,当图2的第二运行模式2中第一除湿换热器5为除湿冷却器时,第二除湿换热器6为除湿再生器。对于第二除湿换热器6,在第一运行模式中完成除湿过程,在第二运行模式中完成再生过程,同理,第一除湿换热器5,在第二运行模式中完成除湿过程,在第一运行模式中完成再生过程,这两种运行模式按一定周期来回切换以实现除湿冷却器和除湿再生器功能的平稳过渡,保证系统可产生连续的空气除湿降温效果,提供稳定持续的新风供应。

[0050] 在夏季工况下,室内空气温度高且潮湿,可将除湿空气出口的低温低湿空气通入室内,维持室内通风并降低空气的温湿度。在冬季工况下,室内空气温度低且干燥,可将再生空气出口的高温高湿空气通入室内,维持室内通风并增加空气的温湿度。

[0051] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术

人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

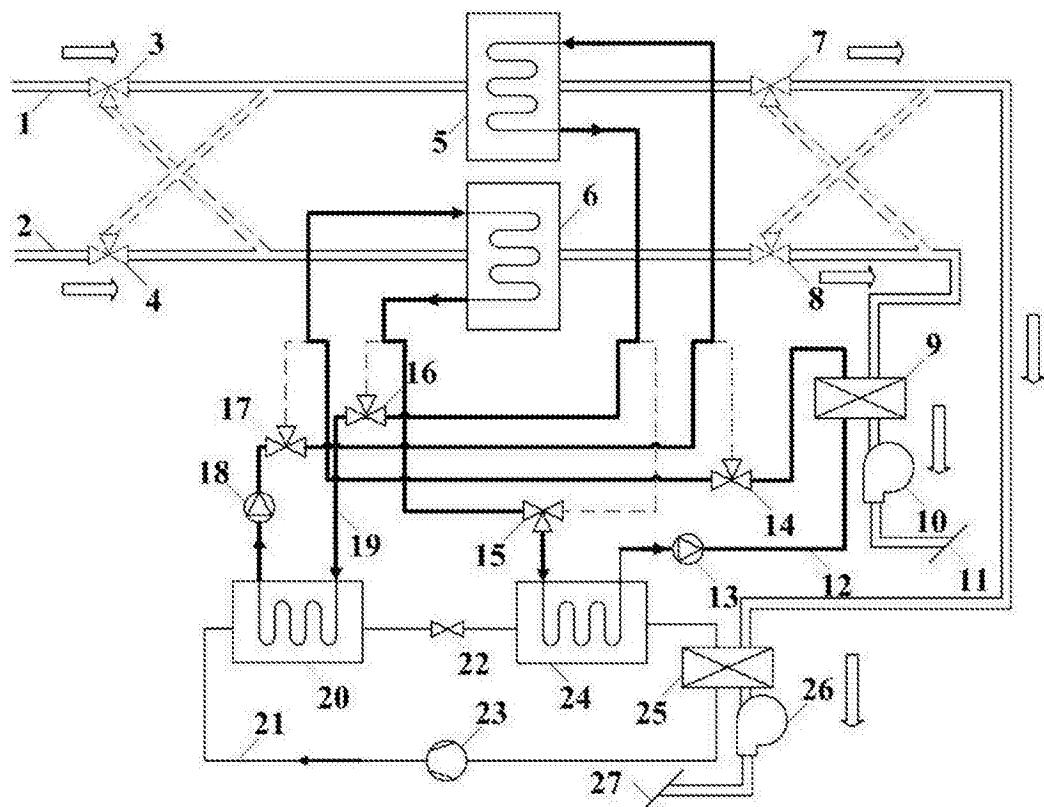


图1

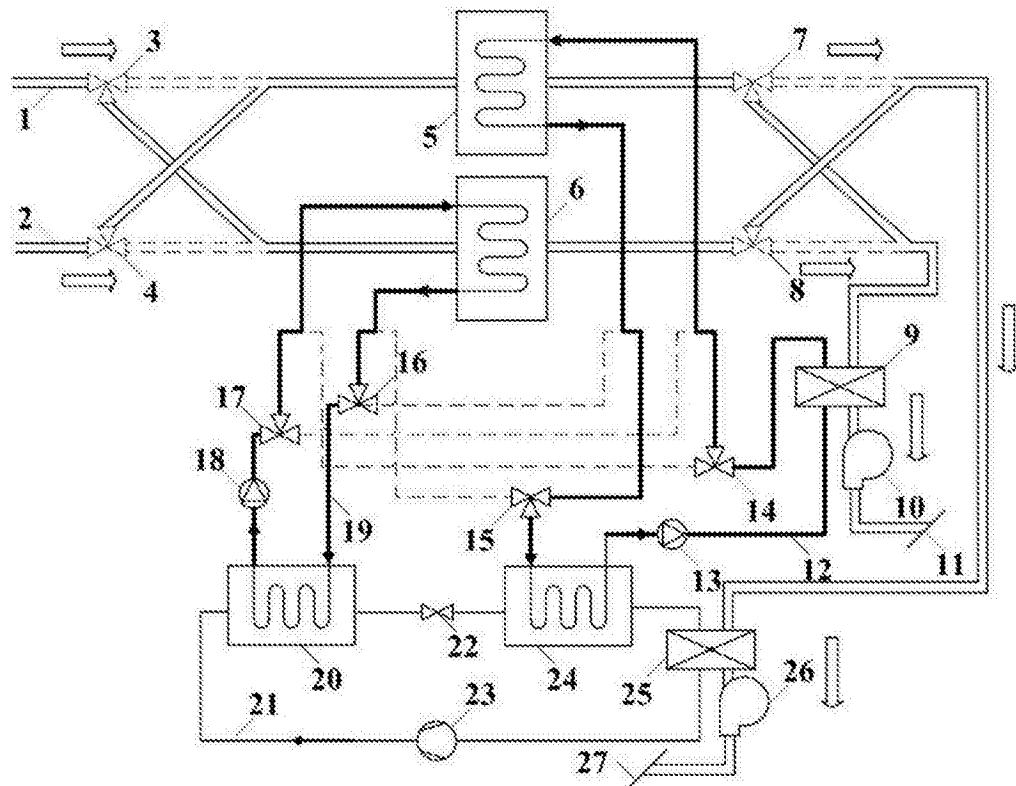


图2