



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109059146 A

(43)申请公布日 2018.12.21

(21)申请号 201810688220.6

F24F 11/84(2018.01)

(22)申请日 2018.06.28

F24F 13/30(2006.01)

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工路2号

(72)发明人 王继红 王树刚 张秋晨 张腾飞 吴小舟

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心 21200

代理人 温福雪 侯明远

(51)Int.Cl.

F24F 5/00(2006.01)

F24F 3/14(2006.01)

F24F 3/16(2006.01)

F24F 11/65(2018.01)

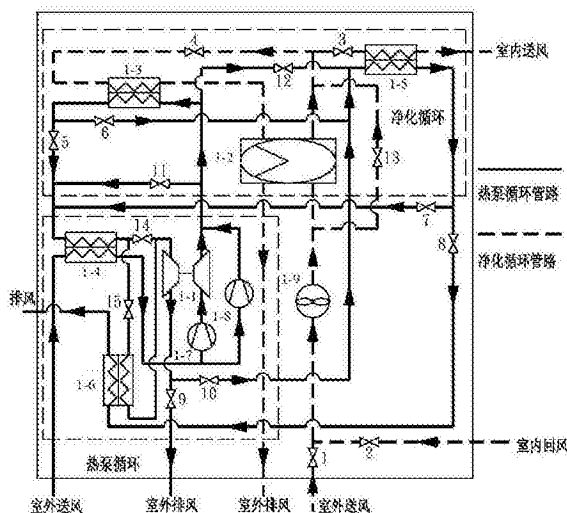
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统

(57)摘要

本发明属于暖通空调与空气净化工程技术领域,涉及一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统,由空气循环热泵系统和转轮净化循环系统构成,主要部件包括涡轮增压器、吸附式转轮、三个换热器、再生器、两个鼓风机和一个轴流风机。该热泵系统将吸附式转轮与空气循环热泵结合,系统冷热源直接来自外界环境空气,将热泵系统的冬季供暖、夏季制冷功能以及吸附式转轮的除湿、空气净化功能集中到一个系统,并在换热器中与转轮再生空气换热,在两个换热器中与送风进行换热,提高了能量利用效率。本发明将供暖、制冷、除湿与空气净化功能集中到一个系统,实现室内空气温度、湿度和污染物浓度的多参数调控,有效降低空调系统的运行能耗,提高系统的经济性。



1. 一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统,其特征在于,所述的净化空气循环热泵系统主要由空气循环热泵系统和转轮净化循环系统组成;空气循环热泵系统和转轮净化循环系统通过换热器a (1-3)、换热器b (1-5)和换热器c (1-6)之间相互连接成为一套系统;

所述的空气循环热泵系统,主要由涡轮增压器 (1-1)、再生器 (1-4)、换热器b (1-6)、鼓风机a (1-7)和鼓风机b (1-8)组成;室外空气从再生器 (1-4)的入口端进入后,在空气循环热泵系统内循环;

再生器 (1-4)的出口端分为三个支路;

第一支路与换热器b (1-6)相连,并通过截止阀k (15)进行控制;

第二支路分为两个一级子支路,一个一级子支路与鼓风机a (1-7)的入口端连接,鼓风机a (1-7)的出口端与涡轮增压器 (1-1)的压气室的入口端相连,鼓风机a (1-7)出口端与涡轮增压器 (1-1)的压气室的入口端串联;另一个一级子支路与鼓风机b (1-8)相连,涡轮增压器 (1-1)的出口端再与鼓风机b (1-8)的出口端并联;并联后气路又分为两个二级子支路,第一个二级子支路通过截止阀g (11)控制管路与再生器 (1-4)的连通,构成内循环;第二个二级子支路又分为两个三级子支路,第一个三级子支路与转轮净化循环系统的换热器a (1-3)的入口端相连,换热器a (1-3)的出口端与再生器 (1-4)的入口端相连,并通过截止阀a (5)进行控制,构成外循环;第二个三级子支路通过截止阀h (12)与转轮净化循环系统的换热器b (1-5)的入口端相连;

第三支路经过截止阀j (14)控制后分为两个一级子支路,一个一级子支路与换热器b (1-6)的入口端相连,另一个一级子支路与涡轮增压器 (1-1)的涡轮侧相连;涡轮增压器 (1-1)的涡轮侧出口分为两个二级子支路,一个二级子支路通过截止阀e (9)控制排到室外,另一个二级子支路通过截止阀f (10)与转轮净化循环系统的换热器b (1-5)的入口端相连;

所述的转轮净化循环系统,主要由吸附式转轮 (1-2)、换热器a (1-3)、换热器b (1-5)和轴流风机 (1-9)组成;

室外空气与室内回风分别通过调节阀a (1)和调节阀b (2)控制,二者混合后进入轴流风机 (1-9);

轴流风机 (1-9)的出口端分为两个支路;第一支路与吸附式转轮 (1-2)的处理侧的入口相连,第二支路通过控制截止阀i (13)对吸附式转轮 (1-2)的处理侧进行旁通,并在吸附式转轮 (1-2)的处理侧出口处与第一支路汇合;

汇合后的管路在吸附式转轮 (1-2)处理侧的出口端分为两个支路;第一支路与换热器a (1-3)的入口端相连,并通过调节阀d4 ()进行控制,换热器a (1-3)的出口端和吸附式转轮 (1-2)的再生侧入口端相连,再生空气经吸附式转轮 (1-2)的再生侧再生后从再生侧出口端排至室外,换热器a (1-3)与换热器b (1-5)相连,并通过截止阀b (6)进行控制;第二支路与换热器b (1-5)入口相连,并通过调节阀c (3)进行控制,混合空气在换热器b (1-5)内与空气循环热泵系统的制冷剂换热;换热器b (1-5)出口分为三个支路,第一支路为直接室内送风,第二支路再生器 (1-4)相连,并通过截止阀c (7)进行控制,第三支路与换热器c (1-6)相连,并通过截止阀d (8)进行控制;

在空气循环热泵系统中,工作介质空气经过涡轮增压器 (1-1)的压气室侧增压升温后,送入换热器a (1-3),作为吸附式转轮 (2)的再生侧热源对再生空气进行加热;

在转轮净化循环系统中,经吸附式转轮(1-2)的处理侧处理后的空气一部分作为再生空气送入换热器a(1-3)加热,并进入吸附式转轮(1-2)的再生侧的再生转轮。

2.根据权利要求1所述的一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统,其特征在于,所述的净化空气循环热泵系统,通过控制阀门的开闭状态,实现四种模式下运行,包括夏季室外湿度高、夏季室外湿度低、冬季室外雾霾重、冬季室外雾霾轻四种运行模式。

3.根据权利要求1或2所述的一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统,其特征在于,所述的吸附式转轮(1-2)为硅胶转轮。

一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统

技术领域

[0001] 本发明属于暖通空调与空气净化工程技术领域,涉及一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统。

背景技术

[0002] 为了有效降低我国北方地区建筑采暖和空调能耗,同时保障雾霾天气下室内环境质量和热舒适性,开发能源利用效率高并兼顾空气净化功能的供暖或制冷系统,已成为当前研究的热点。

[0003] 现有的暖通空调系统通常仅能对室内温度、湿度或污染物浓度进行有效的单参数或部分参数调控。若同时实现室内温度、湿度以及污染物浓度等多参数调控,则需由多个子系统组合才能实现。此时,设备成本、占地空间、运行维护、动态调控及系统能效都将受到制约。热泵因其高效、节能的优势受到广泛关注。空气循环热泵^[1]以空气作为循环载冷剂,其特点是制热量与热负荷的变化趋势相同,设备紧凑、性能稳定、维护简单、无需考虑除霜,在系统能效、稳定性和经济性方面展现出较大优势。但是,传统的空气循环热泵并不具备对室内湿度和污染物浓度的调控能力。

[0004] 吸附式转轮除湿是应用较为广泛的固体吸附式除湿技术之一。吸附式转轮除湿,是利用硅胶的亲水性吸附空气中水分,降低空气的湿度。吸附式转轮除湿过程划分为除湿冷却和再生处理两个子过程。在除湿冷却过程中,转轮吸附剂吸附空气中水分并释放热量加热空气,而后热空气经由其他冷却装置降温送至室内。在再生处理过程中,再生空气需加热至所要求的再生温度后,送入吸附式转轮使吸附剂脱附再生。除了具备除湿功能以外,吸附式转轮还能够去除污染物,具备空气净化功能。例如,以硅胶等填充材料为主的转轮,对室内各类挥发性有机气体污染物无选择性,同时对固体颗粒物也具有很好的净化能力^[7]。Ni等提出将转轮应用到热泵系统中,将热泵的供热、制冷与转轮除湿进行结合,在能耗方面展现出显著优势。夏军宝提出一种采用转轮进行除湿的空气源热泵系统(专利号:CN106594908A),该系统可实现无霜运行,同时对室内进行加湿或者除湿,但该系统在冬季时制热效果较差,且不能对污染空气进行净化。

[0005] 因此,为了能够实现室内空气温度、湿度和污染物浓度多参数调控,本发明提出结合吸附式转轮的净化空气循环热泵系统。通过将热泵与吸附式转轮相结合,实现冬季供暖、夏季制冷,同时将空气除湿和污染物净化功能整合到同一个系统中。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统,将供暖、制冷、除湿与空气净化功能集中到一个系统,实现室内空气温度、湿度和污染物浓度多参数调控,有效降低空调系统运行能耗、提高系统的经济性。

[0007] 本发明的技术方案是:

[0008] 一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统,主要由空气循环热泵系统和转轮

净化循环系统组成;空气循环热泵系统和转轮净化循环系统通过换热器a 1-3、换热器b 1-5和换热器c 1-6之间相互连接成为一套系统;

[0009] 所述的空气循环热泵系统,主要由涡轮增压器1-1、再生器1-4、换热器b 1-6、鼓风机a 1-7和鼓风机b1-8组成;室外空气从再生器1-4的入口端进入后,在空气循环热泵系统内循环;

[0010] 再生器1-4的出口端分为三个支路;

[0011] 第一支路与换热器b 1-6相连,并通过截止阀k15进行控制;

[0012] 第二支路分为两个一级子支路,一个一级子支路与鼓风机a 1-7的入口端连接,鼓风机a 1-7的出口端与涡轮增压器1-1的压气室的入口端相连,鼓风机a 1-7出口端与涡轮增压器1-1的压气室的入口端串联;另一个一级子支路与鼓风机b 1-8相连,涡轮增压器1-1的出口端再与鼓风机b 1-8的出口端并联;并联后气路又分为两个二级子支路,第一个二级子支路通过截止阀g11控制管路与再生器1-4的连通,构成内循环;第二个二级子支路又分为两个三级子支路,第一个三级子支路与转轮净化循环系统的换热器a 1-3的入口端相连,换热器a 1-3的出口端与再生器1-4的入口端相连,并通过截止阀a5进行控制,构成外循环;第二个三级子支路通过截止阀h 12与转轮净化循环系统的换热器b 1-5的入口端相连;

[0013] 第三支路经过截止阀j14控制后分为两个一级子支路,一个一级子支路与换热器b 1-6的入口端相连,另一个一级子支路与涡轮增压器1-1的涡轮侧相连;涡轮增压器1-1的涡轮侧出口分为两个二级子支路,一个二级子支路通过截止阀e9控制排到室外,另一个二级子支路通过截止阀f10与转轮净化循环系统的换热器b 1-5的入口端相连;

[0014] 所述的转轮净化循环系统,主要由吸附式转轮1-2、换热器a 1-3、换热器b 1-5和轴流风机1-9组成;

[0015] 室外空气与室内回风分别通过调节阀a1和调节阀b2控制,二者混合后进入轴流风机1-9;

[0016] 轴流风机1-9的出口端分为两个支路;第一支路与吸附式转轮1-2的处理侧的入口相连,第二支路通过控制截止阀i13对吸附式转轮1-2的处理侧进行旁通,并在吸附式转轮1-2的处理侧出口处与第一支路汇合;

[0017] 汇合后的管路在吸附式转轮1-2处理侧的出口端分为两个支路;第一支路与换热器a 1-3的入口端相连,并通过调节阀d4进行控制,换热器a 1-3的出口端和吸附式转轮1-2的再生侧入口端相连,再生空气经吸附式转轮1-2的再生侧再生后从再生侧出口端排至室外,换热器a1-3与换热器b1-5相连,并通过截止阀b6进行控制;第二支路与换热器b1-5入口相连,并通过调节阀c3进行控制,混合空气在换热器b 1-5内与空气循环热泵系统的制冷剂换热;换热器b1-5出口分为三个支路,第一支路为直接室内送风,第二支路再生器1-4相连,并通过截止阀c7进行控制,第三支路与换热器c 1-6相连,并通过截止阀d8进行控制;

[0018] 在空气循环热泵系统中,工作介质空气经过涡轮增压器1-1的压气室侧增压升温后,送入换热器a1-3,作为吸附式转轮2的再生侧热源对再生空气进行加热;

[0019] 在转轮净化循环系统中,经吸附式转轮1-2的处理侧处理后的空气一部分作为再生空气送入换热器a 1-3加热,并进入吸附式转轮1-2的再生侧的再生转轮。

[0020] 所述的净化空气循环热泵系统,通过控制阀门的开闭状态,实现四种模式下运行,包括夏季室外湿度高、夏季室外湿度低、冬季室外雾霾重、冬季室外雾霾轻四种运行模式。

[0021] 所述的吸附式转轮1-2为硅胶转轮。

[0022] 该系统通过控制阀门的开闭实现冬季与夏季四种工作模式的运行。其中,调节阀a1、调节阀b2、调节阀c3、调节阀d4全年保持开启状态,通过调节调节阀1~4的开启程度可以控制系统各管路风量,截止阀5~15根据运行工况的不同选择开启或关闭。

[0023] 本发明的效果和益处是:本发明采用空气作为循环介质,无腐蚀性、环境友好,且易于获得、成本低、物态稳定。将供暖、制冷、除湿与空气净化功能集中到一个系统,实现室内空气温度、湿度和污染物浓度多参数调控,有效降低空调系统运行能耗、提高系统的经济性。

附图说明

[0024] 图1是一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统示意图;

[0025] 图2是该系统在冬季室外雾霾较重的情况下的工作模式图;

[0026] 图3是该系统在冬季室外无雾霾的情况下的工作模式图;

[0027] 图4是该系统在夏季室外湿度较大的情况下的工作模式图;

[0028] 图5是该系统在夏季室外湿度较小的情况下的工作模式图。

[0029] 图中:1-1涡轮增压器;1-2吸附式转轮;1-3换热器a;1-4再生器;

[0030] 1-5换热器b;1-6换热器c;1-7鼓风机a;1-8鼓风机b;1-9轴流风机;

[0031] 1调节阀a;2调节阀b;3调节阀c;4调节阀d;

[0032] 5截止阀a;6截止阀b;7截止阀c;8截止阀d;9截止阀e;10截止阀f;

[0033] 11截止阀g;12截止阀h;13截止阀i;14截止阀j;15截止阀k。

具体实施方式

[0034] 以下结合附图和技术方案,进一步说明本发明的具体实施方式。

[0035] 一种采用吸附式转轮的净化空气循环热泵系统如图1所示,主要由空气循环热泵系统和转轮净化循环系统组成;所述的空气循环热泵系统,主要由涡轮增压器1-1、再生器1-4、换热器b 1-6、鼓风机a 1-7和鼓风机b1-8组成;所述的转轮净化循环系统,主要由吸附式转轮1-2、换热器a 1-3、换热器b 1-5和轴流风机1-9组成。

[0036] 结合图2、3、4、5详细说明系统在四个不同工作模式下的工作过程,其中调节阀1~3全年保持开启状态,可以通过调节阀门1~3的开启程度控制系统各管路风量,控制调节阀d4的开启大小调节转轮处理侧和再生侧风量比例。

[0037] 工作模式1:开启调节阀d4,开启截止阀6、7、9、14,关闭截止阀5、8、10、11、12、13、15,吸附式转轮1-2运行,可得到冬季室外雾霾较重情况下的工况,如图2所示。在空气循环热泵系统内,经再生器1-4加热的室外空气被鼓风机a 1-7送入涡轮增压器1-1的压气室进行压缩,压缩升温后的空气与来自并联的鼓风机b 1-8的空气混合,混合后的热空气依次进入换热器a 1-3和换热器b 1-5对转轮净化循环中的再生空气和处理侧空气进行加热,换热后的空气被送入再生器1-4加热空气循环热泵入口空气,经再生器1-4换热后的空气进入涡轮增压器1-1的涡轮侧膨胀降温,并同时通过轴向压气室做功,而膨胀后的空气被直接送至室外。在转轮净化循环系统中,室外新风与室内回风经轴流风机1-9混合送入吸附式转轮1-2的处理侧,在处理侧内空气中的固体颗粒被硅胶转轮吸附,从处理侧出来的洁净空气一部

分送入换热器b 1-5经加热后送入室内,另一部分则作为再生侧的再生空气,经换热器a 1-3加热后进入吸附式转轮1-2的再生侧再生硅胶转轮,带走转轮上的固体颗粒并送至室外。

[0038] 工作模式2:开启截止阀7、9、12、13、14,关闭调节阀d4和截止阀5、6、8、10、11、15,吸附式转轮1-2关停,可得到冬季室外无雾霾情况下的工况,如图3所示。在空气循环热泵系统内,经再生器1-4加热的室外空气被鼓风机a 1-7送入涡轮增压器1-1的压气室进行压缩,压缩升温后的空气与来自并联的鼓风机b 1-8的空气混合,混合后的热空气进入换热器b 1-5换热,降温后的空气被继续送入再生器1-4加热空气循环热泵入口空气,经再生器1-4换热后的空气进入涡轮增压器1-1的涡轮侧膨胀降温,并同时通过轴向压气室做功,而膨胀后的空气被直接送至室外。在转轮净化循环系统内,吸附式转轮1-2关闭,室外新风与室内回风经轴流风机1-9混合,混合后的空气在换热器b 1-5内被空气循环热泵加热,直接送入室内。

[0039] 工作模式3:开启调节阀d4,开启截止阀5、8、10、15,关闭截止阀6、7、9、11、12、13、14,吸附式转轮1-2运行,可得到夏季室外湿度较大情况下的工况,如图4所示。在空气循环热泵系统内,经再生器1-4加热的室外空气被鼓风机a 1-7送入涡轮增压器1-1的压气室进行压缩,压缩升温后的空气与来自并联鼓风机a 1-8的空气混合,混合后的热空气进入换热器a 1-3对转轮净化循环中的再生空气进行加热,降温后的空气被依次送入再生器1-4和换热器c 1-6进行再次降温,降温后的空气进入涡轮增压器1-1的涡轮侧膨胀降温,并同时通过轴向压气室做功,而膨胀后的空气被送至换热器b 1-5冷却转轮净化循环中的处理侧空气,换热后的空气进入换热器c 1-6换热后排至室外。而在转轮净化循环系统中,室外新风与室内回风经轴流风机1-9混合送入吸附式转轮1-2的处理侧,在处理侧内空气中的水分被硅胶转轮吸附,从处理侧出来的干燥空气一部分送入换热器b 1-5经降温后送入室内,另一部分则作为再生侧的再生空气,经换热器a 1-3加热后进入吸附式转轮1-2的再生侧再生硅胶转轮,带走转轮上的水分并送至室外。

[0040] 工作模式4:开启截止阀8、10、11、13、15,关闭调节阀d4和截止阀5、6、7、9、12、14,吸附式转轮1-2关停,可得到夏季室外湿度较低情况下的工况,如图5所示。在空气循环热泵系统内,经再生器1-4加热的室外空气被鼓风机a 1-7送入涡轮增压器1-1的压气室进行压缩,压缩升温后的空气与来自并联鼓风机b 1-8的空气混合,混合后的热空气被依次送入再生器1-4和换热器c 1-6进行多次降温,降温后的空气进入涡轮增压器1-1的涡轮侧膨胀降温,并同时通过轴向压气室做功,而膨胀后的空气被送至换热器b 1-5换热,换热后的空气进入换热器c 1-6换热后排至室外。在转轮净化循环系统中,吸附式转轮1-2关闭,室外新风与室内回风经轴流风机1-9混合,混合后的空气在换热器b 1-5内被空气循环热泵冷却,直接送入室内。

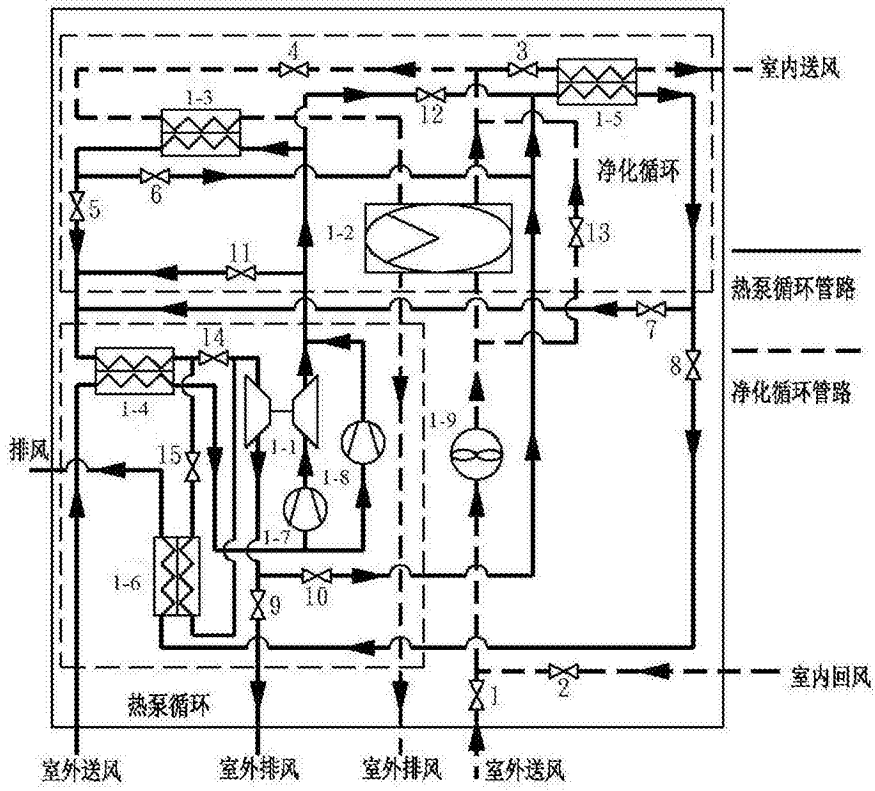


图1

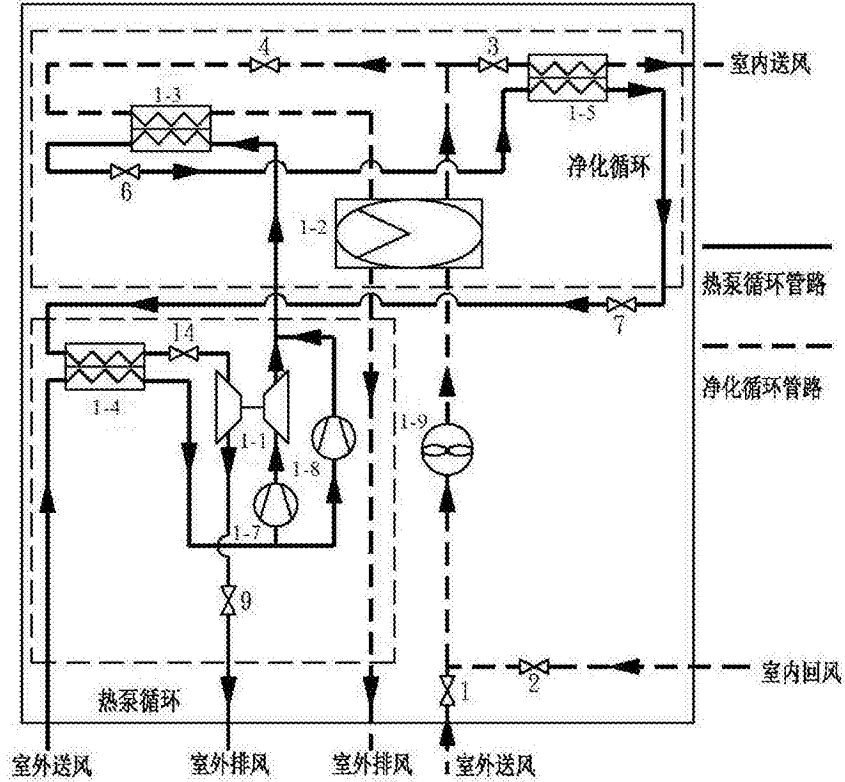


图2

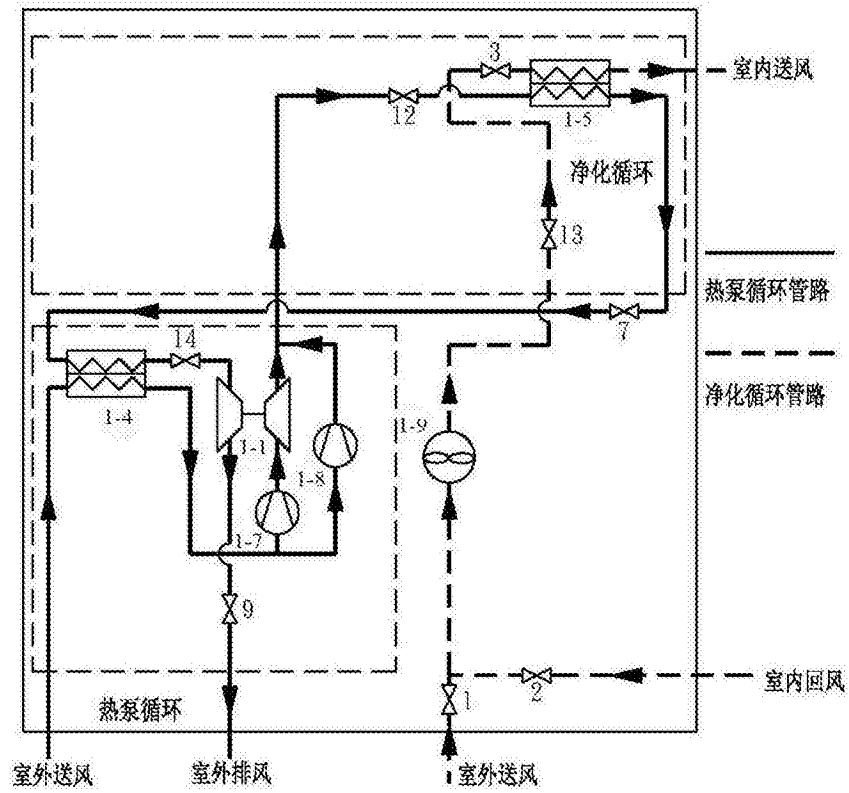


图3

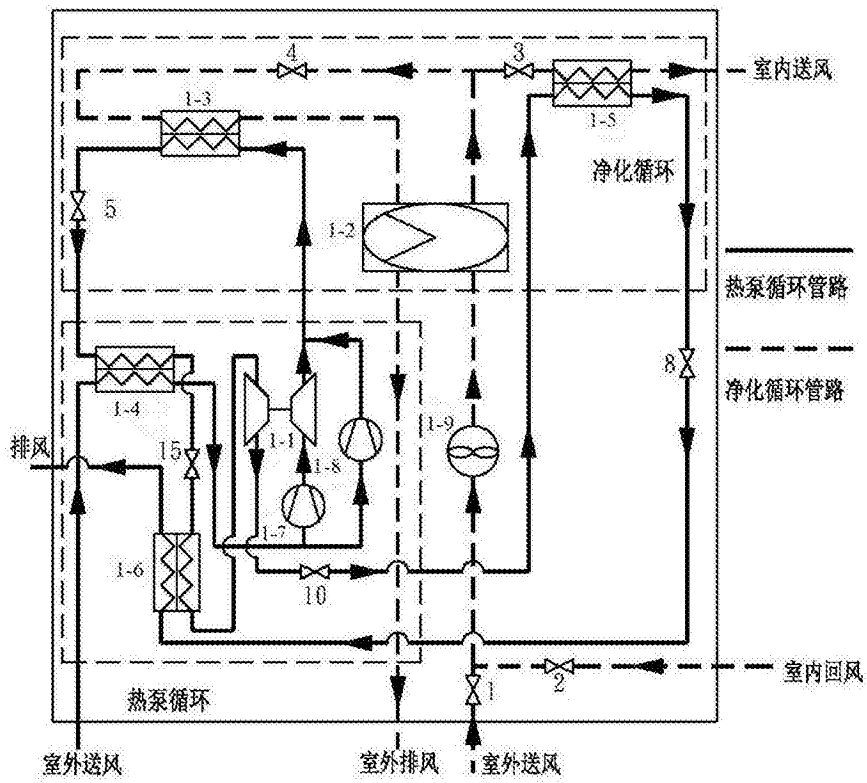


图4

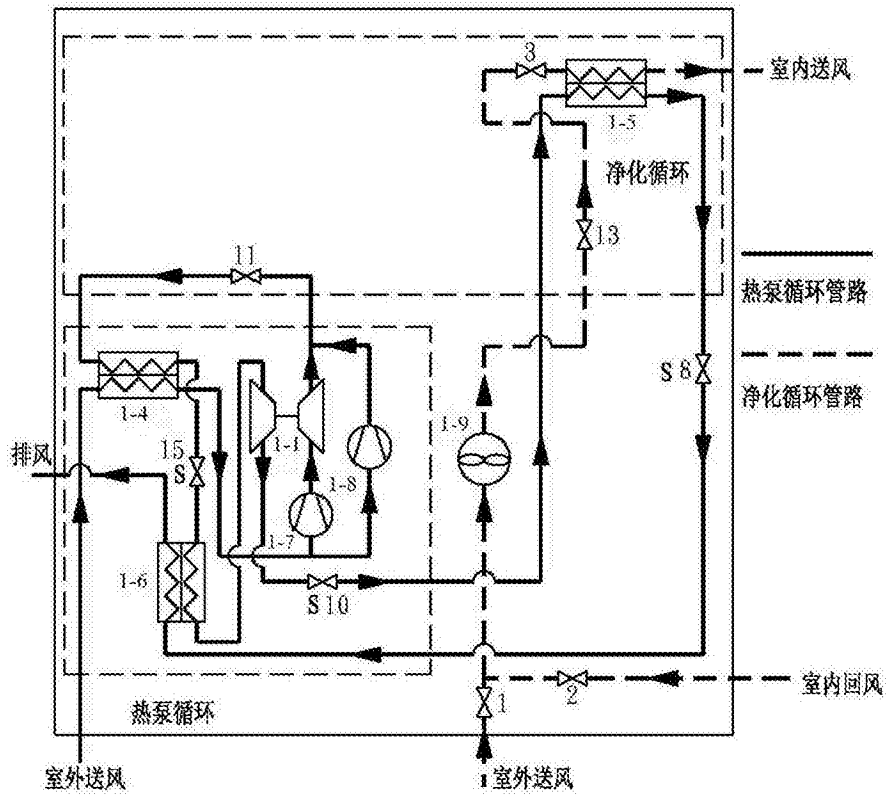


图5