



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206803623 U

(45)授权公告日 2017. 12. 26

(21)申请号 201720607440.2

F26B 21/10(2006.01)

(22)申请日 2017.05.27

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 中原工学院

地址 451191 河南省郑州市新郑市双湖镇
经济技术开发区淮河路1号

(72)发明人 刘寅 崔四齐 马静 刘恩海
孙昆峰 酒曼 张艳 李悦

(74)专利代理机构 郑州优盾知识产权代理有限
公司 41125

代理人 孙诗雨 李宣宣

(51)Int.Cl.

F26B 9/06(2006.01)

F26B 21/00(2006.01)

F26B 21/04(2006.01)

F26B 21/08(2006.01)

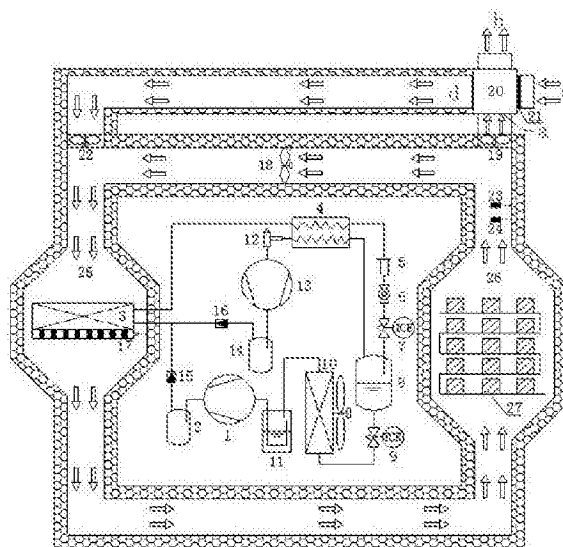
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)实用新型名称

一种带热回收的三压力风冷热泵烘干系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种带热回收的三压力风冷热泵烘干系统。要解决的技术问题是现有烘干工艺中环境污染严重、除湿能耗比较低、运行成本高、极端工况热泵无法正常工作、排湿余热无法利用。本实用新型包括三压力风冷热泵子系统和烘干介质循环子系统，三压力风冷热泵子系统包括主路压缩机、主路油分离器、主路冷凝器、再冷器、中压气液分离器、蒸发器、低压气液分离器、辅路压缩机和辅路油分离器，主路压缩机的排气口通过主路油分离器与主路冷凝器的进口、辅路油分离器的出口相连接；辅路压缩机的排气口与辅路油分离器的进口相连。采用上述技术方案后的本实用新型提高了风冷热泵烘干系统全年运行的可靠性、稳定性和经济性，拓宽了应用领域。



1. 一种带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:包括三压力风冷热泵子系统和烘干介质循环子系统,所述的三压力风冷热泵子系统包括主路压缩机(1)、主路油分离器(2)、主路冷凝器(3)、再冷器(4)、中压气液分离器(8)、蒸发器(10)、低压气液分离器(11)、辅路压缩机(13)和辅路油分离器(14),所述的主路压缩机(1)的排气口通过主路油分离器(2)与主路冷凝器(3)的进口、辅路油分离器(14)的出口相连接;

所述主路冷凝器(3)的出口与再冷器(4)的主路进口相连接;所述再冷器(4)的主路出口与中压气液分离器(8)的进口相连接;

所述中压气液分离器(8)的两个出口分别与再冷器(4)的辅路进口、蒸发器(10)的进口相连接;所述蒸发器(10)的出口通过低压气液分离器(11)与主路压缩机(1)的吸气口相连接;

所述再冷器(4)的辅路出口与辅路压缩机(13)的吸气口相连接;所述辅路压缩机(13)的排气口与辅路油分离器(14)的进口相连;

所述的烘干介质循环子系统包括辅助PTC电加热器(17)、介质加热室(25)和烘干物料间(26),介质加热室(25)和烘干物料间(26)通过风道连接,主路冷凝器(3)和辅助PTC电加热器(17)设置在介质加热室(25)内。

2. 根据权利要求1所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:

所述的烘干介质循环子系统的风道内设有回风风机(18)、排湿排热风机(19)、热回收装置(20)、新风风机(22),所述介质加热室(25)的出风口通过风道与烘干物料间(26)的进风口相连接;烘干物料间(26)的出风口分别与回风风机(18)的进风口和排湿排热风机(19)的进风口相连接;

所述回风风机(18)的出风口通过风道分别与新风风机(22)的出风口和介质加热室(25)的进风口相连接;所述排湿排热风机(19)的出风口与热回收装置(20)的排风侧进口(a)相连接;

所述热回收装置(20)的排风侧出口(b)通过风道与室外排风出口相连接;所述热回收装置(20)的新风侧出口(d)通过风道与新风风机(22)的进口相连接。

3. 根据权利要求2所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:与烘干物料间(26)的出风口相连的风道内设有温度传感器(23)、湿度传感器(24);所述热回收装置(20)的新风侧进口(c)设有新风过滤网(21)。

4. 根据权利要求1所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:所述的主路油分离器(2)和主路冷凝器(3)之间设有第一单向阀(15),辅路油分离器(14)的出口与主路冷凝器(3)之间设有第二单向阀(16);第一单向阀(15)的出口分别与主路冷凝器(3)的进口、第二单向阀(16)的出口相连。

5. 根据权利要求1所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:所述的再冷器(4)的主路出口与中压气液分离器(8)的进口之间依次设有干燥过滤器(5)、观察镜(6)、第一膨胀阀(7);所述的中压气液分离器(8)的下方出口与蒸发器(10)之间设有第二膨胀阀(9);所述再冷器(4)的辅路出口与辅路压缩机(13)的吸气口之间设有蒸发压力调节阀(12)。

6. 根据权利要求5所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:所述的第一膨胀阀(7)和第二膨胀阀(9)为手动膨胀阀、阻流式膨胀阀、浮球式膨胀阀、热力膨胀阀、

电子膨胀阀中的任意一种。

7. 根据权利要求1所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:所述的主路压缩机(1)和辅路压缩机(13)为定频涡旋式压缩机、定频滚动转子式压缩机、变频涡旋式压缩机、变频滚动转子式压缩机中的任意一种。

8. 根据权利要求1所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:所述的主路冷凝器(3)和蒸发器(10)为翅片管式换热器、层叠式换热器、平行流式换热器中的任意一种。

9. 根据权利要求1所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:所述的蒸发压力调节阀(12)为一种受阀前压力控制的比例调节阀、比例积分调节阀、比例微分调节阀、比例积分微分调节阀中的任意一种。

10. 根据权利要求2所述的带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,其特征在于:所述的再冷器(4)为板式换热器、套管换热器、闪发器中的任意一种结构形式;所述的热回收装置(20)为显热回收型换热器、全热交换器的任意一种。

一种带热回收的三压力风冷热泵烘干系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及热泵干燥技术领域,具体涉及一种带热回收的三压力风冷热泵烘干系统。

背景技术

[0002] 面对能源短缺和环境污染问题的日益突出,传统的燃油、燃气、燃煤或燃烧木材等烘干技术已逐渐被淘汰,目前常用的环保烘干技术主要有两种,一种是采用电热管直接加热技术,操作简单,但效率太低,运行成本较高,与国家的节能政策相反;另一种是采用热泵烘干技术,特别是空气源热泵技术,结构简单,安装使用方便,节能环保,已有部分企业开始投入使用。但目前常规的空气源热泵烘干技术存在以下不足:在夏季室外气温过高时,空气源热泵的冷凝压力过高、压缩机压缩比过大、排气温度过高,其制热能力和能效比急剧下降,甚至可能导致压缩机经常保护性停机;同样在冬季室外气温过低时,空气源热泵的蒸发温度过低、蒸发器表面结霜严重、压缩机压缩比过大、排气温度过高,其制热能力和能效比急剧下降,甚至可能导致装置不能正常运行。总之,当室外温度过高或过低时,常规空气源热泵存在的突出技术问题,严重影响了空气源热泵在烘干领域的推广及应用。

[0003] 而且,目前采用热泵烘干技术产生的热风由于吸收了物料的大量水分而变得潮湿,系统无法再循环利用,往往是将其直接排到烘干房外,同时补入室外的新风从新加热,由此造成了能源的浪费,增加了热泵烘干技术的能耗。

实用新型内容

[0004] 本实用新型要解决的技术问题是现有烘干工艺中环境污染严重、除湿能耗比较低、运行成本高、极端工况热泵无法正常工作、排湿余热无法利用,提供一种带热回收的三压力风冷热泵烘干系统。

[0005] 为解决上述技术问题,本实用新型采用下述技术方案:一种带热回收的三压力风冷热泵烘干系统,包括三压力风冷热泵子系统和烘干介质循环子系统,所述的三压力风冷热泵子系统包括主路压缩机、主路油分离器、主路冷凝器、再冷器、中压气液分离器、蒸发器、低压气液分离器、辅路压缩机和辅路油分离器,所述的主路压缩机的排气口通过主路油分离器与主路冷凝器的进口、辅路油分离器的出口相连接;所述主路冷凝器的出口与再冷器的主路进口相连接;所述再冷器的主路出口与中压气液分离器的进口相连接;所述中压气液分离器的两个出口分别与再冷器的辅路进口、蒸发器的进口相连接;所述蒸发器的出口通过低压气液分离器与主路压缩机的吸气口相连接;所述再冷器的辅路出口与辅路压缩机的吸气口相连接;所述辅路压缩机的排气口与辅路油分离器的进口相连;所述的烘干介质循环子系统包括辅助PTC电加热器、介质加热室和烘干物料间,介质加热室和烘干物料间通过风道连接,主路冷凝器和辅助PTC电加热器设置在介质加热室内。

[0006] 所述的烘干介质循环子系统的风道内设有回风风机、排湿排热风机、热回收装置、新风风机,所述介质加热室的出风口通过风道与烘干物料间的进风口相连接;烘干物料间

的出风口分别与回风风机的进风口和排湿排热风机的进风口相连接;所述回风风机的出风口通过风道分别与新风风机的出风口和介质加热室的进风口相连接;所述排湿排热风机的出风口与热回收装置的排风侧进口相连接;所述热回收装置的排风侧出口通过风道与室外排风出口相连接;所述热回收装置的新风侧出口通过风道与新风风机的进口相连接。

[0007] 与烘干物料间的出风口相连的风道内设有温度传感器、湿度传感器;所述热回收装置的新风侧进口设有新风过滤网。

[0008] 所述的主路油分离器和主路冷凝器之间设有第一单向阀,辅路油分离器的出口与主路冷凝器之间设有第二单向阀;第一单向阀的出口分别与主路冷凝器、第二单向阀的出口相连。

[0009] 所述的再冷器的主路出口与中压气液分离器的进口之间依次设有干燥过滤器、观察镜、第一膨胀阀;所述的中压气液分离器的下方出口与蒸发器之间设有第二膨胀阀;所述再冷器的辅路出口与辅路压缩机的吸气口之间设有蒸发压力调节阀。

[0010] 所述的第一膨胀阀和第二膨胀阀为手动膨胀阀、阻流式膨胀阀、浮球式膨胀阀、热力膨胀阀、电子膨胀阀中的任意一种。

[0011] 所述的主路压缩机和辅路压缩机为定频涡旋式压缩机、定频滚动转子式压缩机、变频涡旋式压缩机、变频滚动转子式压缩机中的任意一种。

[0012] 所述的主路冷凝器和蒸发器为翅片管式换热器、层叠式换热器、平行流式换热器中的任意一种。

[0013] 所述的蒸发压力调节阀为一种受阀前压力控制的比例调节阀、比例积分调节阀、比例微分调节阀、比例积分微分调节阀中的任意一种。

[0014] 所述的再冷器为板式换热器、套管换热器、闪发器中的任意一种结构形式;所述的热回收装置为显热回收型换热器、全热交换器的任意一种。

[0015] 采用上述技术方案的本实用新型通过在常规热泵烘干系统的基础上匹配辅路调节系统和热回收装置,辅路调节系统主要由辅路压缩机、辅路油分离器、再冷器和蒸发压力调节阀等组成,该系统具有以下主要优点:

[0016] 1.通过辅路调节系统的辅助调节,该风冷热泵烘干系统既能解决夏季高温制冷工作模式下冷凝压力过高、压缩机压缩比过大、排气温度过高、压缩机经常保护性停机的突出问题,又能解决冬季低温制热工作模式下蒸发温度过低、蒸发器表面结霜严重、压缩机压缩比过大、排气温度过高、制热能力和能效比急剧下降的突出问题,提高了风冷热泵烘干系统全年运行的可靠性、稳定性和经济性,拓宽了风冷热泵烘干系统的应用领域。

[0017] 2.通过辅路调节系统的辅助调节,该风冷热泵烘干系统的制热量可以随物料烘干工艺的要求而迅速变化,显著提高了烘干物料的除湿能耗比,保证了烘干物料的层色、品质和香味。

[0018] 3.通过热回收装置对排湿余热进行了热回收,该风冷热泵烘干系统性价比高,节能环保。

[0019] 本实用新型解决了现有热泵烘干技术的缺陷,具有广泛的市场应用前景和巨大的市场潜力,适用于大范围推广应用。

附图说明

- [0020] 图1为本实用新型的结构原理图；
- [0021] 图2为单级压缩烘干工作模式流程图；
- [0022] 图3为单级压缩+热回收烘干工作模式流程图；
- [0023] 图4为三压力烘干工作模式流程图；
- [0024] 图5为三压力+热回收烘干工作模式流程图；
- [0025] 图6为辅路+PTC+热回收烘干工作模式流程图。
- [0026] 图号说明：1主路压缩机，2主路油分离器，3主路冷凝器，4再冷器，5干燥过滤器，6观察镜，7第一膨胀阀，8中压气液分离器，9第二膨胀阀，10蒸发器，11低压气液分离器，12蒸发压力调节阀，13辅路压缩机，14辅路油分离器，15第一单向阀，16第二单向阀，17辅助PTC电加热器，18回风风机，19排湿排热风机，20热回收装置，21新风过滤网，22新风风机，23温度传感器，24湿度传感器，25介质加热室，26烘干物料间，27物料；a排风侧进口，b排风侧出口，c新风侧进口，d新风侧出口。

具体实施方式

[0027] 如图1所示，本实用新型包括三压力风冷热泵子系统和烘干介质循环子系统，所述的三压力风冷热泵子系统包括主路压缩机1、主路油分离器2、主路冷凝器3、再冷器4、中压气液分离器8、蒸发器10、低压气液分离器11、辅路压缩机13和辅路油分离器14，所述的主路压缩机1的排气口通过主路油分离器2与主路冷凝器3的进口、辅路油分离器14的出口相连接；所述主路冷凝器3的出口与再冷器4的主路进口相连接；所述再冷器4的主路出口与中压气液分离器8的进口相连接；所述中压气液分离器8的两个出口分别与再冷器4的辅路进口、蒸发器10的进口相连接；所述蒸发器10的出口通过低压气液分离器11与主路压缩机1的吸气口相连接；所述再冷器4的辅路出口与辅路压缩机13的吸气口相连接；所述辅路压缩机13的排气口与辅路油分离器14的进口相连；辅路压缩机13的排气口依次通过辅路油分离器14、第二单向阀16分别与主路冷凝器3的进口、第一单向阀15的出口相连接；所述的烘干介质循环子系统包括辅助PTC电加热器17、介质加热室25和烘干物料间26，介质加热室25和烘干物料间26通过风道连接，主路冷凝器3和辅助PTC电加热器17设置在介质加热室25内。蒸发器10为室外侧的风冷蒸发器。

[0028] 所述的烘干介质循环子系统的风道内设有回风风机18、排湿排热风机19、热回收装置20、新风风机22，所述介质加热室25的出风口通过风道与烘干物料间26的进风口相连接；烘干物料间26的出风口分别与回风风机18的进风口和排湿排热风机19的进风口相连接；所述回风风机18的出风口通过风道分别与新风风机22的出风口和介质加热室25的进风口相连接；所述排湿排热风机19的出风口与热回收装置20的排风侧进口a相连接；所述热回收装置20的排风侧出口b通过风道与室外排风出口相连接；所述热回收装置20的新风侧出口d通过风道与新风风机22的进口相连接。所述的回风风机18、排湿排热风机19、新风风机22为变频风机、定频风机、调档风机中的任意一种。

[0029] 与烘干物料间26的出风口相连的风道内设有温度传感器23、湿度传感器24；所述热回收装置20的新风侧进口c设有新风过滤网21。

[0030] 所述的主路油分离器2和主路冷凝器3之间设有第一单向阀15，辅路油分离器14的出口与主路冷凝器3之间设有第二单向阀16；第一单向阀15的出口分别与主路冷凝器3、第

二单向阀16的出口相连。

[0031] 所述的再冷器4的主路出口与中压气液分离器8的进口之间依次设有干燥过滤器5、观察镜6、第一膨胀阀7;所述的中压气液分离器8的下方出口与蒸发器10之间设有第二膨胀阀9;所述再冷器4的辅路出口与辅路压缩机13的吸气口之间设有蒸发压力调节阀12。

[0032] 所述的第一膨胀阀7和第二膨胀阀9为手动膨胀阀、阻流式膨胀阀、浮球式膨胀阀、热力膨胀阀、电子膨胀阀中的任意一种。

[0033] 所述的主路压缩机1和辅路压缩机13为定频涡旋式压缩机、定频滚动转子式压缩机、变频涡旋式压缩机、变频滚动转子式压缩机中的任意一种。

[0034] 所述的主路冷凝器3和蒸发器10为翅片管式换热器、层叠式换热器、平行流式换热器中的任意一种。

[0035] 所述的蒸发压力调节阀12为一种受阀前压力控制的比例调节阀、比例积分调节阀、比例微分调节阀、比例积分微分调节阀中的任意一种。阀前压力即蒸发压力。

[0036] 所述的再冷器4为板式换热器、套管换热器、闪发器中的任意一种结构形式;所述的热回收装置20为显热回收型换热器、全热交换器的任意一种。

[0037] 三压力风冷热泵子系统的具体连接关系:主路压缩机1的排气口依次通过主路油分离器2、第一单向阀15分别与主路冷凝器3的进口、第二单向阀16的出口相连接;所述主路冷凝器3的出口与再冷器4的主路进口相连接;所述再冷器4的主路出口依次通过干燥过滤器5、观察镜6、第一膨胀阀7与中压气液分离器8的进口相连接;所述中压气液分离器8的两个出口分别与再冷器4的辅路进口、第二膨胀阀9的进口相连接;所述第二膨胀阀9的出口依次通过室外侧风冷蒸发器10、低压气液分离器11与主路压缩机1的吸气口相连接;所述再冷器4的辅路出口通过蒸发压力调节阀12与辅路压缩机13的吸气口相连接;所述辅路压缩机13的排气口依次通过辅路油分离器14、第二单向阀16分别与主路冷凝器3的进口、第一单向阀15的出口相连接。

[0038] 烘干介质循环子系统的具体连接关系:介质加热室25内先后安装有主路冷凝器3、辅助PTC电加热器17,其出风口通过风道与烘干物料间26的进风口相连接;其出风口通过安装有温度传感器23、湿度传感器24的风道分别与回风风机18的进风口和排湿/排热风机19的进风口相连接;所述回风风机18的出风口通过风道分别与新风风机22的出风口和介质加热室25的进风口相连接;所述排湿/排热风机19的出风口与热回收装置20的排风侧进口相连接;所述热回收装置20的排风侧出口通过风道与室外排风出口相连接;所述新风过滤网21安装于热回收装置20的新风侧进口;所述热回收装置20的新风侧出口通过风道与新风风机22的进口相连接。

[0039] 通过三压力风冷热泵子系统和烘干介质循环子系统的优化匹配组合,可编程控制器PLC智能调节,本实用新型可实现五种工作模式:

[0040] (1)单级压缩烘干工作模式

[0041] 图2为单级压缩烘干工作模式流程图,当室外空气温度大约位于 $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间时,并且物料烘干运行初开始,系统不需要能量和温湿度调节时,可采用此工作模式。此时主路压缩机1、室外侧风冷蒸发器10的风机和回风风机18启动,辅路压缩机13、辅助PTC电加热器17、排湿排热风机19、新风风机22关闭。三压力风冷热泵子系统的工作流程:主路压缩机1排出的高温高压气态制冷剂依次通过主路油分离器2、第一单向阀15进入主路冷凝器3,

释放热量加热经回风风机18引入的循环烘干介质,冷凝为过冷或饱和液态制冷剂,然后依次通过再冷器4、干燥过滤器5、观察镜6进入第一膨胀阀7,经过第一膨胀阀7的节流调节后变为中温中压的气液两相制冷剂,进入中压气液分离器8进行气液分离,然后中压气液分离器8下部的液态制冷剂再经过第二膨胀阀9的节流调节后变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室外侧风冷蒸发器10吸收风机引入的空气源热量,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经低压气液分离器11进行气液分离后进入主路压缩机1的吸气口,经过主路压缩机1的压缩后,排出高温高压气态制冷剂,开始进入下一循环。烘干介质循环子系统的工作流程:风道内的低温高湿度烘干介质经回风风机18进入介质加热室25,吸收主路冷凝器3释放的热量后升温,变为高温低湿度的烘干介质,然后经风道进入烘干物料间26,加热物料27后释放热量降温,同时吸收了物料的水分,变为低温高湿度的烘干介质,然后经过风道内的温度传感器23、湿度传感器24检测后,进入回风风机8开始下一循环。

[0042] (2) 单级压缩+热回收烘干工作模式

[0043] 图3为单级压缩+热回收烘干工作模式流程图,当室外空气温度大约位于 $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间时,并且物料烘干运行过程中,温度传感器23、湿度传感器24检测的烘干介质湿度过大时,可采用此工作模式。此时主路压缩机1、室外侧风冷蒸发器10的风机、回风风机18、排湿排热风机19和新风风机22均启动,辅路压缩机13、辅助PTC电加热器17关闭。三压力风冷热泵子系统的工作流程与单级压缩烘干工作模式相同。烘干介质循环子系统的工作流程:来自于烘干物料间26排出的低温高湿度的烘干介质,经过风道内的温度传感器23、湿度传感器24检测后分为两部分,一部分经过回风风机18进入介质加热室25,一部分经过排湿排热风机19进入热回收装置20排风侧释放热量降温后排到室外,而室外低温低湿度的新风经过新风过滤网21进入热回收装置20新风侧吸收热量升温后,经过新风风机22进入介质加热室25,与回风风机18引入的部分烘干介质混合,变为低温低湿度的烘干介质,然后吸收主路冷凝器3释放的热量,变为高温低湿度的烘干介质,再经风道进入烘干物料间26,加热物料27后释放热量降温,同时吸收了物料的水分,变为低温高湿度的烘干介质,然后经过风道内的温度传感器23、湿度传感器24检测后,开始下一循环。

[0044] (3) 三压力烘干工作模式

[0045] 图4为三压力烘干工作模式流程图,当室外空气温度大约位于 $46^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 或 $-20^{\circ}\text{C}\sim -6^{\circ}\text{C}$ 之间时,并且物料烘干运行初开始,系统不需要能量和温湿度调节时,可采用此工作模式。此时主路压缩机1、辅路压缩机13、室外侧风冷蒸发器10的风机和回风风机18启动,辅助PTC电加热器17、排湿排热风机19、新风风机22关闭。三压力风冷热泵子系统的工作流程:主路压缩机1排出的高温高压气态制冷剂依次通过主路油分离器2、第一单向阀15与通过第二单向阀16的高温高压气态制冷剂混合,然后进入主路冷凝器3,释放热量加热经回风风机18引入的循环烘干介质,冷凝为过冷或饱和液态制冷剂,进入再冷器4的主路侧释放热量加热经再冷器4辅路侧的中压中温的饱和和气态制冷剂,进一步过冷变为过冷度较大的液态制冷剂,再依次通过干燥过滤器5、观察镜6进入第一膨胀阀7,经过第一膨胀阀7的节流调节后变为中温中压的气液两相制冷剂,进入中压气液分离器8进行气液分离后分为两路,其中一路为分离出的中压中温的饱和液态制冷剂,经中压气液分离器8下部排出,然后再经过第二膨胀阀9的节流调节后变为低温低压的气液两相制冷剂,进入室外侧风冷蒸发器10吸收风机引入的空气源热量,蒸发变为低压的过热制冷剂蒸汽,然后经低压气液分离器11进行气

液分离后进入主路压缩机1的吸气口,经过主路压缩机1的压缩后,排出高温高压气态制冷剂,开始进入下一循环。另一路为分离出的中压中温的饱和气态制冷剂,经中压气液分离器8上部排出,进入再冷器4的辅路侧吸收经再冷器4主路侧的过冷或饱和液态制冷剂热量,变为过热气态制冷剂,再经过蒸发压力调节阀12节流调压进入辅路压缩机13的吸气口,经过辅路压缩机13压缩排出高温高压气态制冷剂,然后依次通过辅路油分离器14、第二单向阀16与通过第一单向阀15的高温高压气态制冷剂混合,进入主路冷凝器3,开始进入下一循环。烘干介质循环子系统的工作流程:风道内的低温高湿度烘干介质经回风风机18进入介质加热室26,吸收主路冷凝器3释放的热量后升温,变为高温低湿度的烘干介质,然后经风道进入烘干物料间26,加热物料27后释放热量降温,同时吸收了物料的水分,变为低温高湿度的烘干介质,然后经过风道内的温度传感器23、湿度传感器24检测后,进入回风风机8开始下一循环。

[0046] (4) 三压力+热回收烘干工作模式

[0047] 图5为三压力+热回收烘干工作模式流程图,当室外空气温度大约位于 $46^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 或 $-20^{\circ}\text{C}\sim -6^{\circ}\text{C}$ 之间时,并且物料烘干运行过程中,温度传感器23、湿度传感器24检测的烘干介质湿度过大时,可采用此工作模式。此时主路压缩机1、辅路压缩机13、室外侧风冷蒸发器10的风机、回风风机18、排湿排热风机19、新风风机22启动,辅助PTC电加热器17关闭。三压力风冷热泵子系统的工作流程与三压力烘干工作模式相同。烘干介质循环子系统的工作流程与单级压缩+热回收烘干工作模式相同。

[0048] (5) 辅路+PTC+热回收烘干工作模式

[0049] 图6为辅路+PTC+热回收烘干工作模式流程图,当室外空气湿度较大时,并且物料烘干运行过程中,室外侧风冷蒸发器10结霜严重,温度传感器23、湿度传感器24检测的烘干介质湿度过大时,可采用此工作模式。此时辅路压缩机13、回风风机18、辅助PTC电加热器17、排湿排热风机19、新风风机22启动,主路压缩机1、室外侧风冷蒸发器10的风机关闭。三压力风冷热泵子系统的工作流程:辅路压缩机13排出的高温高压气态制冷剂依次通过辅路油分离器14、第二单向阀16进入主路冷凝器3,释放热量加热经回风风机18和新风风机22引入的循环烘干介质,冷凝为过冷或饱和液态制冷剂,进入再冷器4的主路侧释放热量加热经再冷器4辅路侧的中压中温的饱和气态制冷剂,进一步过冷变为过冷度较大的液态制冷剂,再依次通过干燥过滤器5、观察镜6进入第一膨胀阀7,经过第一膨胀阀7的节流调节后变为中温中压的气液两相制冷剂,进入中压气液分离器8进行气液分离,分离出的中压中温的饱和气态制冷剂,经中压气液分离器8上部排出,进入再冷器4的辅路侧吸收经再冷器4主路侧的过冷或饱和液态制冷剂热量,变为过热气态制冷剂,再经过蒸发压力调节阀12节流调压进入辅路压缩机13的吸气口,最后经过辅路压缩机13压缩排出高温高压气态制冷剂,开始进入下一循环。烘干介质循环子系统的工作流程:来自于烘干物料间26排出的低温高湿度的烘干介质,经过风道内的温度传感器23、湿度传感器24检测后分为两部分,一部分经过回风风机18进入介质加热室25,一部分经过排湿排热风机19进入热回收装置20排风侧释放热量降温后排到室外,而室外低温低湿度的新风经过新风过滤网21进入热回收装置20新风侧吸收热量升温后,经过新风风机22进入介质加热室25,与回风风机18引入的部分烘干介质混合,变为低温低湿度的烘干介质,先后吸收主路冷凝器3的气态制冷剂释放的相变潜热和辅助PTC电加热器17的热量后逐级升温,变为高温低湿度的烘干介质,再经风道进入烘干物

料间26,加热物料27后释放热量降温,同时吸收了物料的水分,变为低温高湿度的烘干介质,然后经过风道内的温度传感器23、湿度传感器24检测后,开始下一循环。

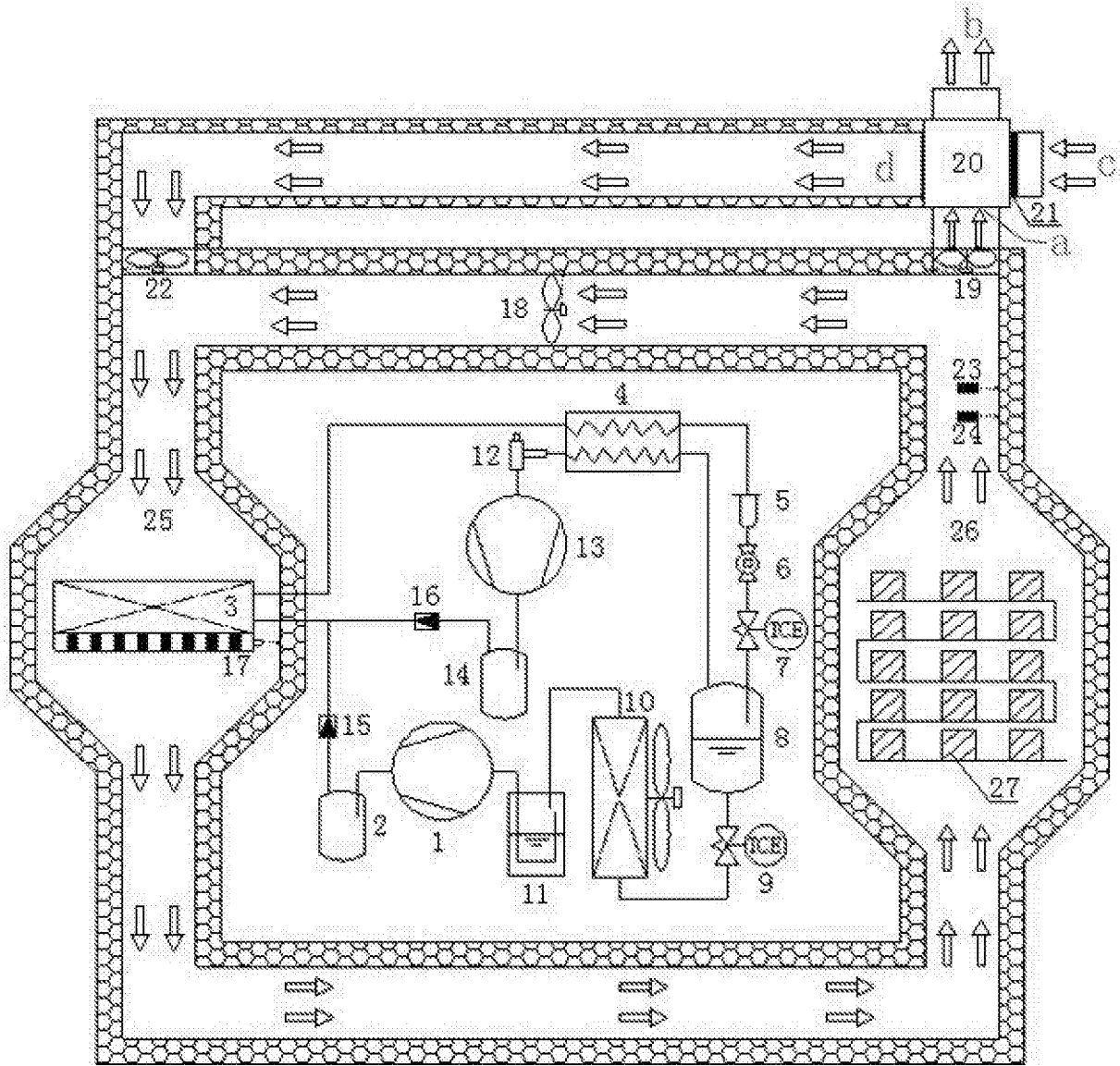


图1

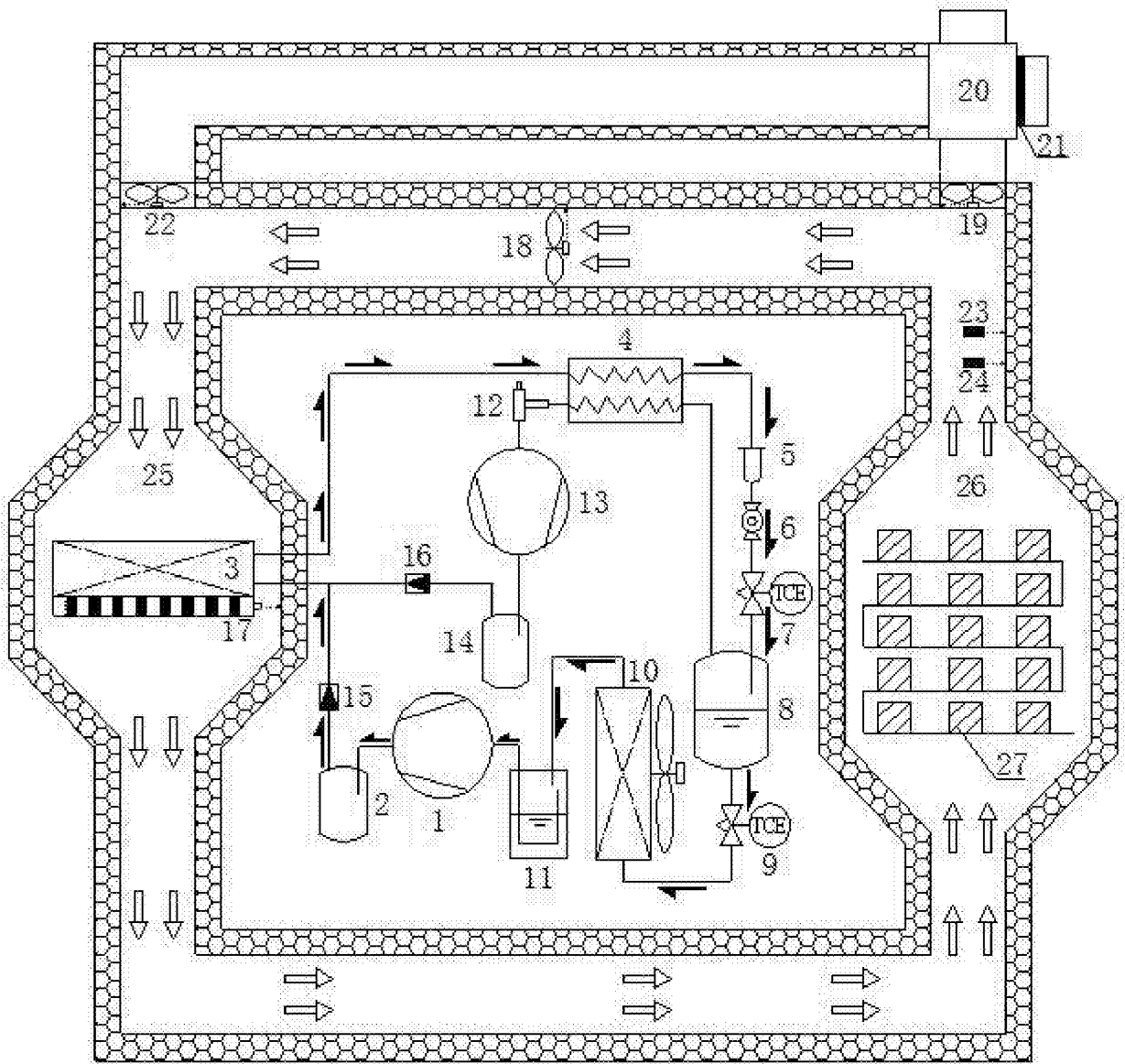


图2

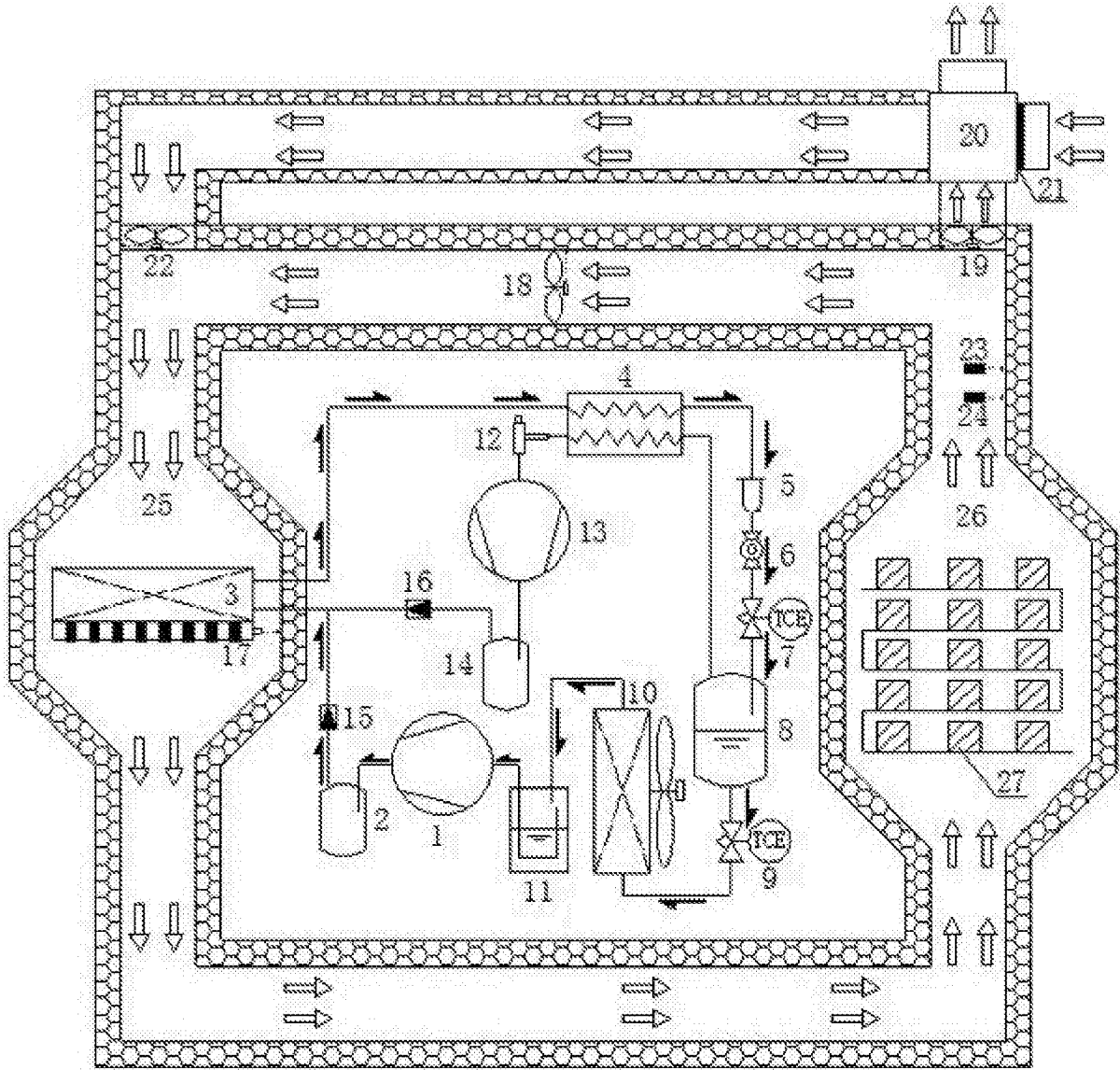


图3

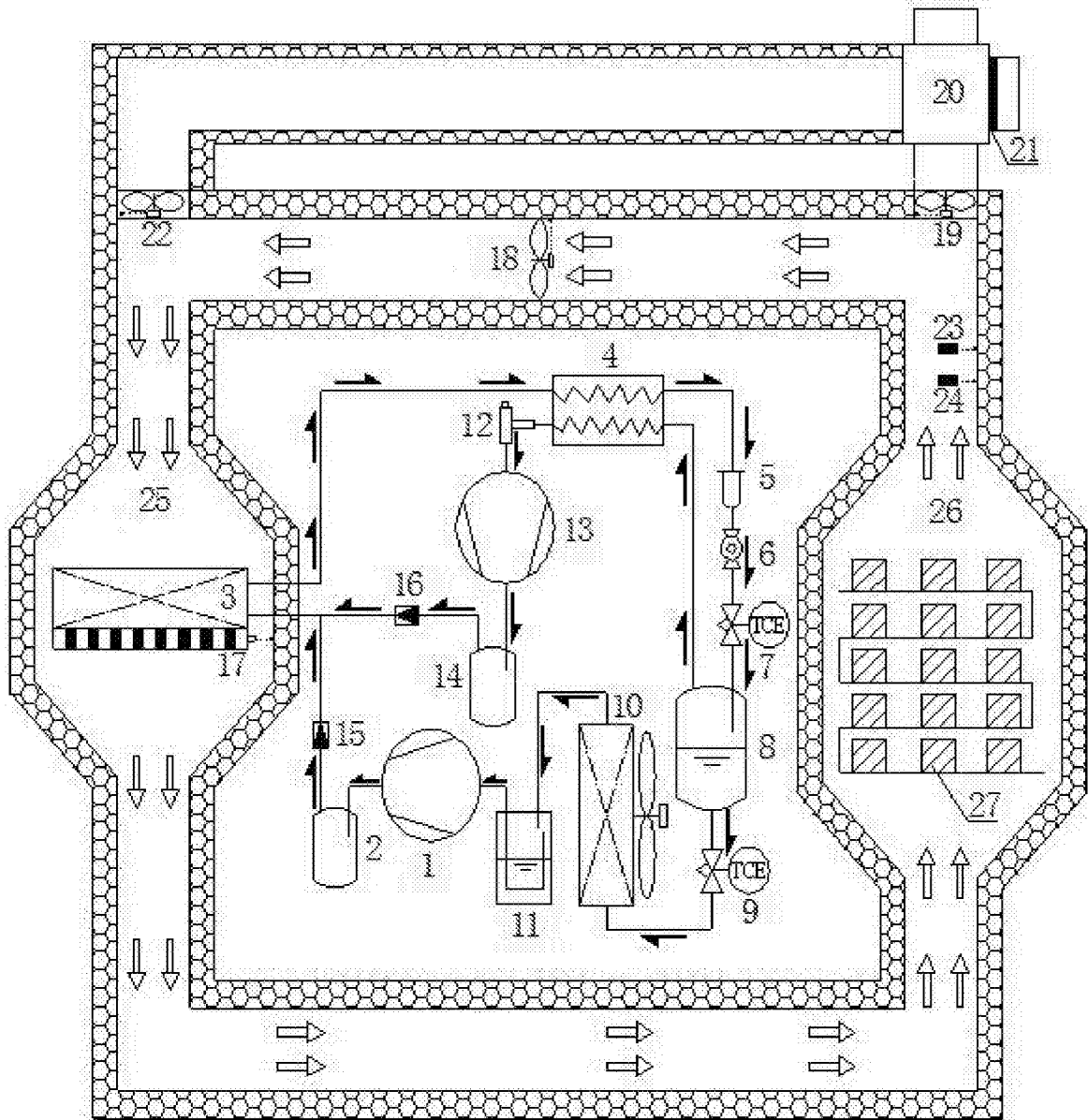


图4

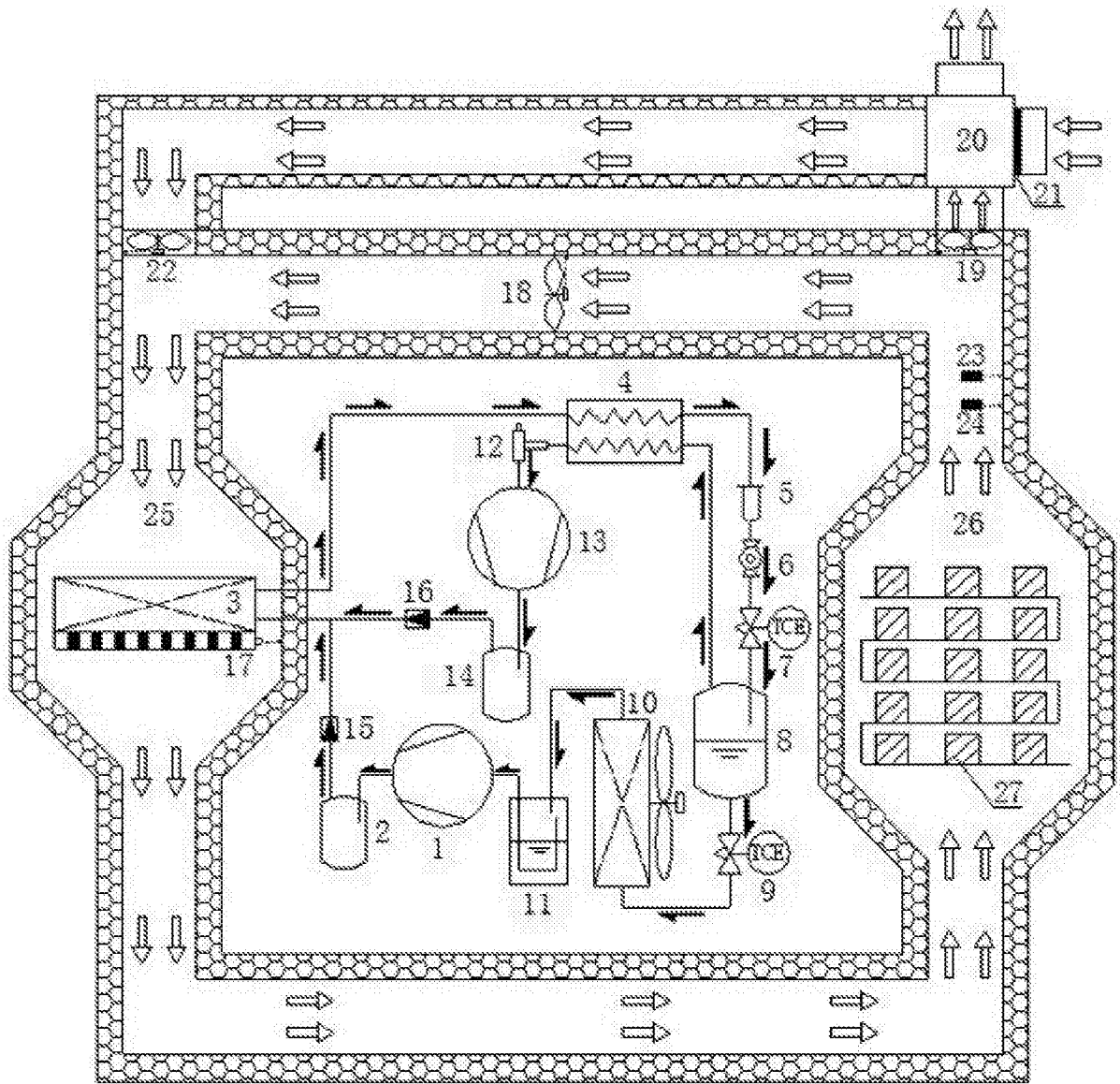


图5

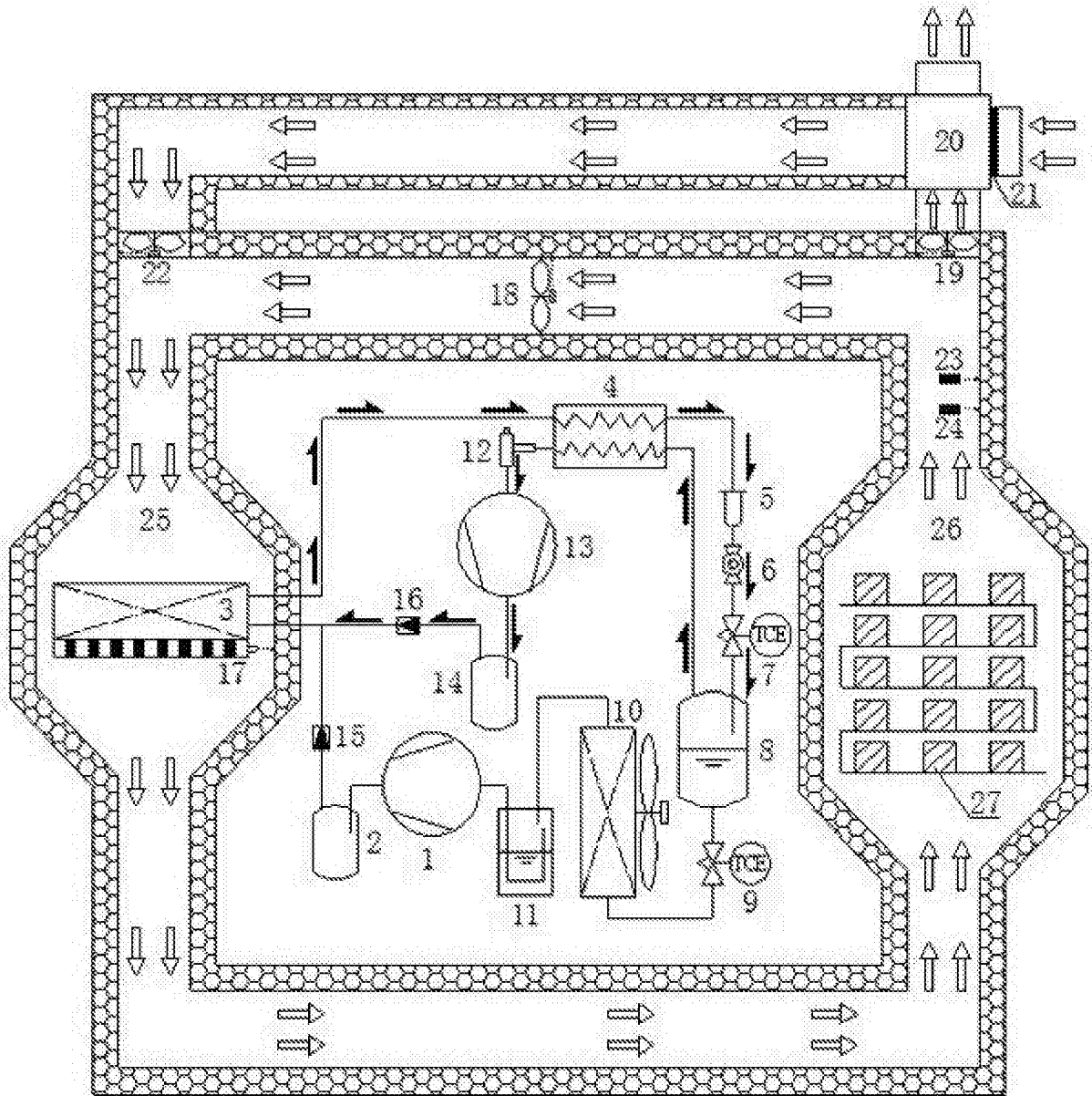


图6