(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115420070 A
(43)申请公布日 2022.12.02

(21)申请号 202211025777.4

(22)申请日 2022.08.25

(71)申请人 珠海格力电器股份有限公司
地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路

(72)发明人 李梦璐 李天阳 李思佳

(74)专利代理机构 北京煦润律师事务所 11522
专利代理师 梁永芳

(51)Int.Cl.
F26B 9/06(2006.01)
F26B 21/04(2006.01)
F26B 21/10(2006.01)
F26B 25/06(2006.01)
F25B 30/02(2006.01)

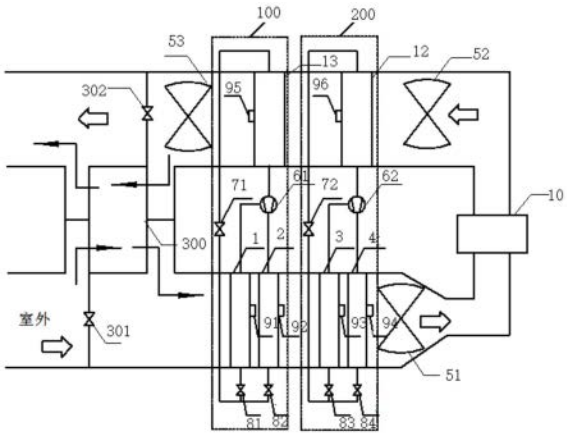
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

热泵烘干系统及其控制方法

(57)摘要

本发明提供一种热泵烘干系统及其控制方法，其中的热泵烘干系统，包括烘干室、第一热泵循环子系统，第一热泵循环子系统包括第一冷凝器、第一蒸发器，热交换通道内设置有热交换器，热交换器具有第一换热流道以及第二换热流道，第一冷凝器的进风气流被控制流经第一换热流道后进入第一冷凝器，第一蒸发器的出风气流被控制流经第二换热流道后排出排风通道。根据本发明，将出风气流的热量回收利用，同时实现热回收后的气流从排气通道排出并不进入冷凝器及烘干室，从而在实现对排风气流的热回收的同时防止对冷凝器以及烘干室内物料的污染。



CN 115420070 A

1.一种热泵烘干系统,包括烘干室(10)、第一热泵循环子系统(100),所述烘干室(10)具有不连通的进风通道及排风通道,所述第一热泵循环子系统(100)具有分别一一对应处于所述进风通道以及排风通道中的第一冷凝器(1)、第一蒸发器(13),其特征在于,还包括热交换通道,所述热交换通道内设置有热交换器(300),所述热交换器(300)具有第一换热流道以及第二换热流道,其中所述第一换热流道与所述进风通道并联,所述第二换热流道与所述排风通道并联,在所述第一热泵循环子系统(100)运行,且所述第一冷凝器(1)的出风温度低于所述烘干室(10)的目标烘干温度、所述第一蒸发器(13)的出风温度高于所述第一冷凝器(1)的进风温度时,所述第一冷凝器(1)的进风气流被控制流经所述第一换热流道后进入所述第一冷凝器(1),所述第一蒸发器(13)的出风气流被控制流经所述第二换热流道后排出所述排风通道。

2.根据权利要求1所述的热泵烘干系统,其特征在于,所述进风通道与所述第一换热流道具有第一交汇位置,所述第一交汇位置处设有第一流道切换风阀(301),所述第一流道切换风阀(301)能够控制室外气流进入所述第一换热流道后再进入所述第一冷凝器(1)或者直接进入所述第一冷凝器(1),所述第一交汇位置处于所述室外气流流向的上游侧;和/或,所述排风通道与所述第二换热流道具有第二交汇位置,所述第二交汇位置处设有第二流道切换风阀(302),所述第二流道切换风阀(302)能够控制第一蒸发器(13)的出风气流进入所述第二换热流道后再经由所述排风通道排出或者直接经由所述排风通道排出,所述第二交汇位置处于所述出风气流流向的上游侧。

3.根据权利要求1或2所述的热泵烘干系统,其特征在于,所述第一热泵循环子系统(100)还包括第二冷凝器(2),所述第二冷凝器(2)与所述第一冷凝器(1)并联且所述第一冷凝器(1)及第二冷凝器(2)内的冷媒能够被分别独立控制流通。

4.根据权利要求3所述的热泵烘干系统,其特征在于,还包括第二热泵循环子系统(200),所述第二热泵循环子系统(200)包括第二蒸发器(12)以及并联且能够独立控制冷媒流通的第三冷凝器(3)、第四冷凝器(4),其中,所述第一冷凝器(1)、第二冷凝器(2)、第三冷凝器(3)及第四冷凝器(4)沿烘干气流的流动方向依次设置于所述进风通道内,所述第二蒸发器(12)、第一蒸发器(13)沿烘干气流的流动方向依次设置于所述排风通道内。

5.一种热泵烘干系统的控制方法,其特征在于,用于控制权利要求4所述的热泵烘干系统,包括如下步骤:

获取第一冷凝器(1)的进风气流的第一实时温度Ta1以及烘干室的目标烘干温度Tb;

当Tb-Ta1≤△T时,控制所述第一热泵循环子系统(100)运行且控制所述第一冷凝器(1)的冷媒流通、所述第二冷凝器(2)的冷媒不流通;

当Tb-Ta1>△T时,控制所述第一热泵循环子系统(100)以及所述第二热泵循环子系统(200)同时运行且控制所述第一冷凝器(1)、第三冷凝器(3)的冷媒流通、所述第二冷凝器(2)、第四冷凝器(4)的冷媒不流通。

6.根据权利要求5所述的控制方法,其特征在于,当Tb-Ta1≤△T时,在所述第一热泵循环子系统(100)运行第一预设时间t1后,获取所述第一冷凝器(1)的出风温度T11、第一蒸发器(13)的出风温度Tz1,当T11<Tb且Tz1>Ta1时,控制所述第一冷凝器(1)的进风气流流经所述第一换热流道后进入所述第一冷凝器(1),所述第一蒸发器(13)的出风气流流经所述第二换热流道后排出所述排风通道。

7.根据权利要求6所述的控制方法，其特征在于，在所述第一热泵循环子系统(100)运行第二预设时间t2后，获取所述第一冷凝器(1)的出风温度T11，当T11＜Tb时，控制所述第二冷凝器(2)的冷媒流通；或者，当T11＜Tb且Tz1≤Ta1时，控制所述第二冷凝器(2)的冷媒流通。

8.根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于，当Tb-Ta1＞△T时，在所述第一热泵循环子系统(100)以及所述第二热泵循环子系统(200)运行第三预设时间t3后，获取所述第三冷凝器(3)的出风温度T13、第一蒸发器(13)的出风温度Tz1，当T13＜Tb且Tz1＞Ta1时，控制所述第一冷凝器(1)的进风气流流经所述第一换热流道后进入所述第一冷凝器(1)，所述第一蒸发器(13)的出风气流流经所述第二换热流道后排出所述排风通道。

9.根据权利要求8所述的控制方法，其特征在于，在所述第一热泵循环子系统(100)、第二热泵循环子系统(200)运行第四预设时间t4后，获取所述第三冷凝器(3)的出风温度T13，当T13＜Tb时，控制所述第二冷凝器(2)或者第四冷凝器(4)的冷媒流通；或者，当T13＜Tb且Tz1≤Ta1时，控制所述第二冷凝器(2)或者第四冷凝器(4)的冷媒流通。

热泵烘干系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于烘干技术领域，具体涉及一种热泵烘干系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 烘干机目前市场需求量较大，但市场上大多数都为燃煤、电加热、生物质锅炉等作为热源，不但对环境污染较大，而且系统能源利用率低。热泵烘干具有节能环保等特点，传统的烘干机由于使用燃煤、电加热、生物质等加热方式，燃烧产生的废气排放到大气中，会对环境造成污染。采用热泵烘干系统的烘干机则具有节能高效以及环保的优势，克服前述的几种加热方式所存在的不足。

[0003] 热泵烘干系统通常为单个单级压缩热泵系统用于烘干系统中，这种系统蒸发温度和冷凝温度单一，无法满足多种冷凝温度和蒸发温度的要求，设备利用率不高，系统能效低。在申请人已经申请公开的一些技术方案中，申请人基于前述问题，将单一蒸发温度或者冷凝温度的热泵烘干系统改进为双/多蒸发温度或者双/多冷凝温度的热泵烘干系统，这些系统具有开式系统与闭式系统两种，采用开式系统，与烘干对象热交换后的气流被排出烘干室，不会对冷凝器以及烘干物料造成污染，但是经过蒸发器的气流的热量未被回收，造成一定程度的能源浪费，采用闭式系统，与烘干对象热交换后的气流在与蒸发器换热后被再次引入冷凝器处换热并进入烘干室，能够对烘干室排出的气流的热量循环利用，但是会烘干室内的气流循环利用会一定程度上对进气通道上的冷凝器以及烘干室内物料造成污染。

发明内容

[0004] 因此，本发明提供一种热泵烘干系统及其控制方法，能够克服相关技术的热泵烘干系统的在对烘干室排风气流的温度进行热量回收的同时对烘干室进风通道中的冷凝器以及烘干室内的物料造成污染的不足。

[0005] 为了解决上述问题，本发明提供一种热泵烘干系统，包括烘干室、第一热泵循环子系统，所述烘干室具有不连通的进风通道及排风通道，所述第一热泵循环子系统具有分别一一对应处于所述进风通道以及排风通道中的第一冷凝器、第一蒸发器，还包括热交换通道，所述热交换通道内设置有热交换器，所述热交换器具有第一换热流道以及第二换热流道，其中所述第一换热流道与所述进风通道并联，所述第二换热流道与所述排风通道并联，在所述第一热泵循环子系统运行，且所述第一冷凝器的出风温度低于所述烘干室的目标烘干温度、所述第一蒸发器的出风温度高于所述第一冷凝器的进风温度时，所述第一冷凝器的进风气流被控制流经所述第一换热流道后进入所述第一冷凝器，所述第一蒸发器的出风气流被控制流经所述第二换热流道后排出所述排风通道。

[0006] 在一些实施方式中，所述进风通道与所述第一换热流道具有第一交汇位置，所述第一交汇位置处设有第一流道切换风阀，所述第一流道切换风阀能够控制室外气流进入所述第一换热流道后再进入所述第一冷凝器或者直接进入所述第一冷凝器，所述第一交汇位置处于所述室外气流流向的上游侧；和/或，所述排风通道与所述第二换热流道具有第二交

汇位置，所述第二交汇位置处设有第二流道切换风阀，所述第二流道切换风阀能够控制第一蒸发器的出风气流进入所述第二换热流道后再经由所述排风通道排出或者直接经由所述排风通道排出，所述第二交汇位置处于所述出风气流流向的上游侧。

[0007] 在一些实施方式中，所述第一热泵循环子系统还包括第二冷凝器，所述第二冷凝器与所述第一冷凝器并联且所述第一冷凝器及第二冷凝器内的冷媒能够被分别独立控制流通。

[0008] 在一些实施方式中，所述热泵烘干系统还包括第二热泵循环子系统，所述第二热泵循环子系统包括第二蒸发器以及并联且能够独立控制冷媒流通的第三冷凝器、第四冷凝器，其中，所述第一冷凝器、第二冷凝器、第三冷凝器及第四冷凝器沿烘干气流的流动方向依次设置于所述进风通道内，所述第二蒸发器、第一蒸发器沿烘干气流的流动方向依次设置于所述排风通道内。

[0009] 本发明还提供一种热泵烘干系统的控制方法，用于控制上述的热泵烘干系统，包括如下步骤：

[0010] 获取第一冷凝器的进风气流的第一实时温度Ta1以及烘干室的目标烘干温度Tb；

[0011] 当Tb-Ta1≤△T时，控制所述第一热泵循环子系统运行且控制所述第一冷凝器的冷媒流通、所述第二冷凝器的冷媒不流通；

[0012] 当Tb-Ta1＞△T时，控制所述第一热泵循环子系统以及所述第二热泵循环子系统同时运行且控制所述第一冷凝器、第三冷凝器的冷媒流通、所述第二冷凝器、第四冷凝器的冷媒不流通。

[0013] 在一些实施方式中，当Tb-Ta1≤△T时，在所述第一热泵循环子系统运行第一预设时间t1后，获取所述第一冷凝器的出风温度T11、第一蒸发器的出风温度Tz1，当T11＜Tb且Tz1＞Ta1时，控制所述第一冷凝器的进风气流流经所述第一换热流道后进入所述第一冷凝器，所述第一蒸发器的出风气流流经所述第二换热流道后排出所述排风通道。

[0014] 在一些实施方式中，在所述第一热泵循环子系统运行第二预设时间t2后，获取所述第一冷凝器的出风温度T11，当T11＜Tb时，控制所述第二冷凝器的冷媒流通；或者，当T11＜Tb且Tz1≤Ta1时，控制所述第二冷凝器的冷媒流通。

[0015] 在一些实施方式中，当Tb-Ta1＞△T时，在所述第一热泵循环子系统以及所述第二热泵循环子系统运行第三预设时间t3后，获取所述第三冷凝器的出风温度T13、第一蒸发器的出风温度Tz1，当T13＜Tb且Tz1＞Ta1时，控制所述第一冷凝器的进风气流流经所述第一换热流道后进入所述第一冷凝器，所述第一蒸发器的出风气流流经所述第二换热流道后排出所述排风通道。

[0016] 在一些实施方式中，在所述第一热泵循环子系统、第二热泵循环子系统运行第四预设时间t4后，获取所述第三冷凝器的出风温度T13，当T13＜Tb时，控制所述第二冷凝器或者第四冷凝器的冷媒流通；或者，当T13＜Tb且Tz1≤Ta1时，控制所述第二冷凝器或者第四冷凝器的冷媒流通。

[0017] 本发明提供的一种热泵烘干系统及其控制方法，热交换器能够在第一蒸发器的出风温度高于第一冷凝器的进风温度也即进风环境温度时，将出风气流的热量回收利用，同时实现热回收后的气流从排气通道排出并不进入冷凝器及烘干室，从而在实现对排风气流的热回收的同时防止对冷凝器以及烘干室内物料的污染。

附图说明

[0018] 图1为本发明实施例的热泵烘干系统的原理示意图。

[0019] 附图标记表示为：

[0020] 1、第一冷凝器；2、第二冷凝器；3、第三冷凝器；4、第四冷凝器；51、引风机；52、排风机；53、送风机；61、第一压缩机；62、第二压缩机；71、第一主节流元件；72、第二主节流元件；81、第一电子膨胀阀；82、第二电子膨胀阀；83、第三电子膨胀阀；84、第四电子膨胀阀；91、第一感温包；92、第二感温包；93、第三感温包；94、第四感温包；95、第五感温包；96、第六感温包；10、烘干室；12、第二蒸发器；13、第一蒸发器；100、第一热泵循环子系统；200、第二热泵循环子系统；300、热交换器；301、第一流道切换风阀；302、第二流道切换风阀。

具体实施方式

[0021] 参见图1所示，根据本发明的实施例，提供一种热泵烘干系统，包括烘干室10、第一热泵循环子系统100，烘干室10具有不连通的进风通道及排风通道，第一热泵循环子系统100具有分别一一对应处于进风通道以及排风通道中的第一冷凝器1、第一蒸发器13，还包括热交换通道，热交换通道内设置有热交换器300，热交换器300具有第一换热流道以及第二换热流道，其中第一换热流道与进风通道并联，第二换热流道与排风通道并联，在第一热泵循环子系统100运行，且第一冷凝器1的出风温度低于烘干室10的目标烘干温度、第一蒸发器13的出风温度高于第一冷凝器1的进风温度时，第一冷凝器1的进风气流被控制流经第一换热流道后进入第一冷凝器1，第一蒸发器13的出风气流被控制流经第二换热流道后排出排风通道。该技术方案中，热交换器300能够在第一蒸发器13的出风温度高于第一冷凝器1的进风温度也即进风环境温度时，将出风气流的热量回收利用，同时实现热回收后的气流从排气通道排出并不进入冷凝器及烘干室10，从而在实现对排风气流的热回收的同时防止对冷凝器以及烘干室内物料的污染。

[0022] 在一个具体的实施方式中，进风通道与第一换热流道具有第一交汇位置，第一交汇位置处设有第一流道切换风阀301，第一流道切换风阀301能够控制室外气流进入第一换热流道后再进入第一冷凝器1或者直接进入第一冷凝器1，第一交汇位置处于室外气流流向的上游侧；和/或，排风通道与第二换热流道具有第二交汇位置，第二交汇位置处设有第二流道切换风阀302，第二流道切换风阀302能够控制第一蒸发器13的出风气流进入第二换热流道后再经由排风通道排出或者直接经由排风通道排出，第二交汇位置处于出风气流流向的上游侧。具体参见图1所示，第一流道切换风阀301以及第二流道切换风阀302各自铰接于进风通道以及出风通道的通道壁上，两个风阀皆具有能够封闭第一换热流道进风侧或者第二换热流道进风侧的第一封堵位置以及能够封闭进风通道或者排风通道的第二封堵位置，切换风阀的旋转角度的改变实现了第一封堵位置与第二封堵位置的切换，具体而言，该位置的切换具体通过相应的电机驱动实现。

[0023] 进一步参见图1所示，第一热泵循环子系统100还包括第二冷凝器2，第二冷凝器2与第一冷凝器1并联且第一冷凝器1及第二冷凝器2内的冷媒能够被分别独立控制流通，如此能够根据实现温度差与烘干热量的需求控制第一冷凝器1、第二冷凝器2的冷媒流通与否，进而保证实现烘干温度的梯级调整。

[0024] 进一步的，热泵烘干系统还包括第二热泵循环子系统200，第二热泵循环子系统

200包括第二蒸发器12以及并联且能够独立控制冷媒流通的第三冷凝器3、第四冷凝器4，其中，第一冷凝器1、第二冷凝器2、第三冷凝器3及第四冷凝器4沿烘干气流的流动方向依次设置于进风通道内，第二蒸发器12、第一蒸发器13沿烘干气流的流动方向依次设置于排风通道内，如此能够实现热泵烘干系统的多冷凝温度及蒸发温度，提高了烘干温度的可调整等级，烘干系统可烘干对象物料更加丰富。

[0025] 具体而言，第一热泵循环子系统100还包括第一压缩机61，第一压缩机61为单吸气双排气压缩机，第一压缩机61的排气经由第一电子膨胀阀81进入第一冷凝器1后经由第一主节流元件71进入第一蒸发器13中并流回第一压缩机61内，第一压缩机61的排气经由第二电子膨胀阀82进入第二冷凝器2后经由第一主节流元件71进入第一蒸发器13中并流回第一压缩机61内；第二热泵循环子系统200还包括第二压缩机62，第二压缩机62为单吸气双排气压缩机，第二压缩机62的排气经由第三电子膨胀阀83进入第三冷凝器3后经由第二主节流元件72进入第二蒸发器12中并流回第二压缩机62内，第二压缩机62的排气经由第四电子膨胀阀84进入第四冷凝器4后经由第二主节流元件72进入第二蒸发器12中并流回第二压缩机62内。采用单吸气双排气压缩机能够简化第一热泵循环子系统100及第二热泵循环子系统200的系统构成，降低布管难度。

[0026] 可以理解的是，进风通道和/或排风通道内设有风机，以能够对热泵烘干系统中的气流流动顺畅，例如风机包括设置于进风通道内的引风机51、设置于排风通道内的排风机52及送风机53。

[0027] 根据本发明的实施例，还提供一种热泵烘干系统的控制方法，用于控制上述的热泵烘干系统，包括如下步骤：

[0028] 获取第一冷凝器1的进风气流的第一实时温度Ta1以及烘干室的目标烘干温度Tb；

[0029] 当Tb-Ta1≤△T时，控制第一热泵循环子系统100运行且控制第一冷凝器1的冷媒流通、第二冷凝器2的冷媒不流通；

[0030] 当Tb-Ta1＞△T时，控制第一热泵循环子系统100以及第二热泵循环子系统200同时运行且控制第一冷凝器1、第三冷凝器3的冷媒流通、第二冷凝器2、第四冷凝器4的冷媒不流通。

[0031] 该技术方案中，通过判断第一冷凝器1的进风气流的第一实时温度Ta1与目标烘干温度Tb的温差大小控制运行的热泵循环子系统的个数以及每个热泵循环子系统中冷媒流通的冷凝器的个数，在温差较小时仅运行单个热泵循环子系统中的一个冷凝器，在温差较大时则运行两个热泵循环子系统中的一个冷凝器，使烘干热量与目标烘干温度相适应，能够一定程度上提升烘干效率。需要说明的是，两个热泵循环子系统中的压缩机的排量可以根据不同的需求选择不同，如此实现不同目标烘干温度的快速达到。

[0032] 当Tb-Ta1≤△T时，在第一热泵循环子系统100运行第一预设时间t1后，获取第一冷凝器1的出风温度T11、第一蒸发器13的出风温度Tz1，当T11＜Tb且Tz1＞Ta1时，控制第一冷凝器1的进风气流流经第一换热流道后进入第一冷凝器1，第一蒸发器13的出风气流流经第二换热流道后排出排风通道，如此，进风气流在与排风气流热交换后再进入第一冷凝器1换热升温，而排风气流则仅有排风通道排出至烘干室10的外侧，防止对进风通道内各个冷凝器的污染以及对烘干室10内物料的污染。在第一热泵循环子系统100运行第二预设时间t2后，获取第一冷凝器1的出风温度T11，当T11＜Tb时，控制第二冷凝器2的冷媒流通；或者，

当T11＜Tb且Tz1≤Ta1时，控制第二冷凝器2的冷媒流通，实现通过一个热泵循环子系统的梯级升温，仅运行一个压缩机，热泵烘干系统更加节能。

[0033] 当Tb-Ta1＞△T时，在第一热泵循环子系统100以及第二热泵循环子系统200运行第三预设时间t3后，获取第三冷凝器3的出风温度T13、第一蒸发器13的出风温度Tz1，当T13＜Tb且Tz1＞Ta1时，控制第一冷凝器1的进风气流流经第一换热流道后进入第一冷凝器1，第一蒸发器13的出风气流流经第二换热流道后排出排风通道，如此，进风气流在与排风气流热交换后再进入第一冷凝器1换热升温，而排风气流则仅有排风通道排出至烘干室10的外侧，防止对进风通道内各个冷凝器的污染以及对烘干室10内物料的污染。

[0034] 在一些实施方式中，在第一热泵循环子系统100、第二热泵循环子系统200运行第四预设时间t4后，获取第三冷凝器3的出风温度T13，当T13＜Tb时，控制第二冷凝器2或者第四冷凝器4的冷媒流通；或者，当T13＜Tb且Tz1≤Ta1时，控制第二冷凝器2或者第四冷凝器4的冷媒流通，通过两个热泵循环子系统的同时运行实现热泵烘干系统的快速梯级升温。

[0035] 最后需要说明的是，此闭式系统是多个热泵参与并联，本发明中仅以两个热泵系统为例。另外，风机数量可以根据实际工程需要增减。前述的Tb根据待烘干物料的类型合理确定即可，△T根据试验合理确定。

[0036] 本领域的技术人员容易理解的是，在不冲突的前提下，上述各有利方式可以自由地组合、叠加。

[0037] 以上仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。以上仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明技术原理的前提下，还可以做出若干改进和变型，这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

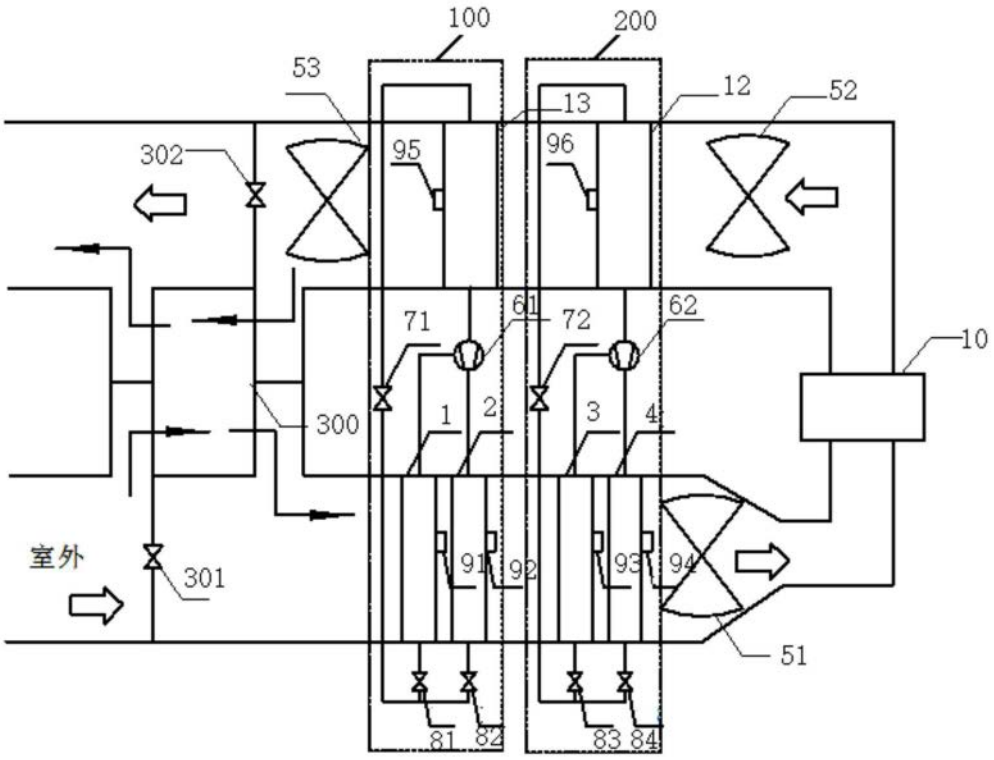

100
200
53
13
12
52
302
95
96
71
61
72
62
10
300
1
2
3
4
室外
301
91
92
93
94
51
81
82
83
84

图1