



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216049042 U

(45) 授权公告日 2022. 03. 15

(21) 申请号 202122314398.4

F25D 21/14 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.24

F28D 15/02 (2006.01)

(73) 专利权人 浙江极炎能源科技有限公司

地址 314000 浙江省嘉兴市嘉善县大云镇  
卡帕路166号4幢2层

(72) 发明人 曹祥 余文

(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 陈天宝

(51) Int. Cl.

F26B 23/10 (2006.01)

F25B 41/40 (2021.01)

F25B 41/34 (2021.01)

F25B 43/00 (2006.01)

F25B 39/00 (2006.01)

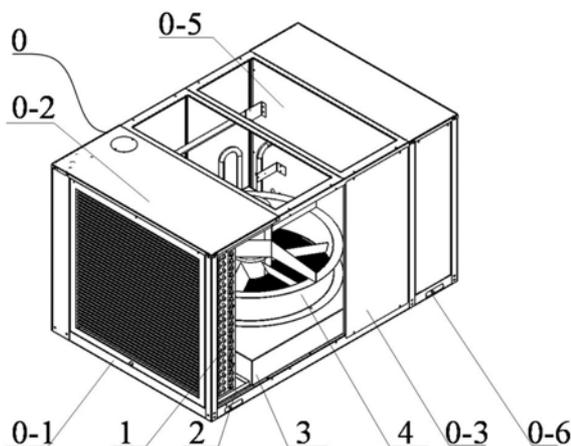
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

## (54) 实用新型名称

三效热回收型混风式热泵烘干系统

## (57) 摘要

本实用新型涉及一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,包括壳体和设于壳体内的制冷剂循环、环路热管循环和空气循环,其中制冷剂循环包括依次连接的蒸发器、气液分离器、压缩机、冷凝器、过冷再热盘管、节流元件,环路热管循环包括相互连接的环路热管预冷器和环路热管再热器;空气循环中烘房输出的空气在环路热管循环的空气流道中进行第一效热回收,在蒸发器的空气流道中进行第二效热回收,在过冷再热盘管的空气流道中进行第三效热回收。与现有技术相比,本实用新型通过三效热回收,大幅提升了烘干过程的能源利用率,顶板与左右侧板的多块钣金设计可以充分利用外部风场条件以减少风机功耗,并便利地保持最优混风比例。



1. 一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,包括壳体(0)和设于壳体(0)内的:

制冷剂循环,包括依次连接的蒸发器(1-2)、气液分离器(6)、压缩机(5)、冷凝器(3)、过冷再热盘管(1-4)、节流元件(7),所述节流元件(7)与蒸发器(1-2)连接,构成循环;

环路热管循环,包括相互连接的环路热管预冷器(1-1)和环路热管再热器(1-3);

空气循环,包括烘房(13),所述烘房(13)与制冷剂循环和环路热管循环的空气流道连接,在空气流道的连接次序上,所述环路热管预冷器(1-1)设于蒸发器(1-2)之前,所述环路热管再热器(1-3)设于所述蒸发器(1-2)与过冷再热盘管(1-4)之间,烘房(13)输出的空气在环路热管循环的空气流道中进行第一效热回收,在蒸发器(1-2)的空气流道中进行第二效热回收,在过冷再热盘管(1-4)的空气流道中进行第三效热回收。

2. 根据权利要求1所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述环路热管循环中装设有水作为介质,所述环路热管循环还包括水泵,以此通过水泵驱动环路热管循环中水的循环流动。

3. 根据权利要求1所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述空气循环包括第一回风通道和第二回风通道,所述空气循环中设有风机(4),通过风机(4)驱动第一回风通道和第二回风通道中回风的流动循环。

4. 根据权利要求3所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述第一回风通道中,烘房(13)的回风出口依次连接环路热管预冷器(1-1)的空气通道、蒸发器(1-2)的空气通道、环路热管再热器(1-3)的空气通道、过冷再热盘管(1-4)的空气通道、风机(14)、冷凝器(3)的空气通道,冷凝器(3)的空气通道与烘房(13)的回风输入口连接。

5. 根据权利要求4所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述第二回风通道中,烘房(13)的回风出口依次连接风机(14)和冷凝器(3)的空气通道,冷凝器(3)的空气通道与烘房(13)的回风输入口连接。

6. 根据权利要求5所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述第一回风通道和第二回风通道均接入风机(14)的空气通道入口,风机(14)的空气通道出口与冷凝器(3)的空气通道入口连接。

7. 根据权利要求1所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述环路热管预冷器(1-1)、蒸发器(1-2)、环路热管再热器(1-3)、过冷再热盘管(1-4)为外钣金一体化结构。

8. 根据权利要求7所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述环路热管预冷器(1-1)、蒸发器(1-2)、环路热管再热器(1-3)、过冷再热盘管(1-4)构成一体化换热器(1),所述一体化换热器结构下方设有冷凝水集水盘(2),所述冷凝水集水盘(2)一侧设有集中排水口。

9. 根据权利要求1所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述壳体(0)包括结构框架(0-1)、顶板(0-2)、左右侧板(0-3)、背板(0-4)和中间隔板(0-5),所述顶板(0-2)与左右侧板(0-3)由多块钣金拼接构成,钣金通过螺栓固定在结构框架(0-1)上。

10. 根据权利要求3所述的一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,其特征在于,所述冷凝器(3)为微通道换热器;

所述风机(14)为定频轴流风机;

所述压缩机(5)为立式定频涡旋压缩机；

所述节流元件(7)包括依次连接的电子膨胀阀、分液头和分液毛细管,所述电子膨胀阀进口与所述过冷再热盘管(1-4)制冷剂通道出口连接,电子膨胀阀出口与所述分液头连接,所述分液毛细管连接于所述分液头和所述蒸发器之间。

## 三效热回收型混风式热泵烘干系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种热泵烘干系统,尤其是涉及一种三效热回收型混风式热泵烘干系统。

### 背景技术

[0002] 基于热泵技术的闭式烘干系统,例如CN209415903U公开的一种闭式系统,利用热泵蒸发器吸收烘房回风中的显热与大量潜热,将高温高湿的烘房回风处理成低温低湿的空气,通过冷凝器利用吸收的热量将空气加热成高温低湿的状态,最后送回烘房进行物料烘制,烘干过程的能源利用率较高,且相较于开式的热泵烘干系统,系统受环境影响较小。

[0003] 在有大量风量要求的应用场景下,由于换热器的面积受机组尺寸限制以及压缩机的运行范围限制,简单的闭式热泵烘干系统不再适用,需要引入混风形式(参见CN107642925B):分流部分回风流经蒸发器降温除湿,经过处理后再与剩下回风混合,一同进入冷凝器中被加热,实现蒸发器和冷凝器风量的差异化设计。

[0004] 在闭式热泵烘干系统中,蒸发器后低温低湿的空气中蕴含有大量高品位的冷能。在简单闭式系统中这部分冷能被冷凝器吸收,对冷凝器的加热是不利的;在混风式热泵烘干系统中,这部分冷能在与另一股回风混合时浪费了。为了利用上这部分冷能,CN107130415B在衣物干燥领域公开了一种通过热管利用蒸发器后空气冷能预冷回风的装置。但热管的特性导致了蒸发器后空气无法再热至正常回风温度(相变温度需低于回风温度),蒸发器后的回风中仍有可以利用的冷能。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型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三效热回收型混风式热泵烘干系统,其中采用环路热管的初步热湿回收(第一效热回收)、蒸发器的深度潜热回收(第二效热回收)、过冷再热盘管的深度冷能回收(第三效热回收),进而提升烘干过程中的能效。此外,本实用新型可以较为便利地调整进风方向及混风比例,可以在不同外风场环境条件下充分利用风场条件,减少风机功耗,并保持最佳混风比例。

[0006] 本实用新型的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 本实用新型的目的是保护一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,包括壳体和设于壳体内部的制冷剂循环、环路热管循环和空气循环,其中具体地:

[0008] 制冷剂循环包括依次连接的蒸发器、气液分离器、压缩机、冷凝器、过冷再热盘管、节流元件,所述节流元件与蒸发器连接,构成循环;

[0009] 环路热管循环包括相互连接的环路热管预冷器和环路热管再热器;

[0010] 空气循环包括烘房,所述烘房与制冷剂循环和环路热管循环的空气流道连接,在空气流道的连接次序上,所述环路热管预冷器设于蒸发器之前,所述环路热管再热器设于所述蒸发器与过冷再热盘管之间,烘房输出的空气在环路热管循环的空气流道中进行第一效热回收,在蒸发器的空气流道中进行第二效热回收,在过冷再热盘管的空气流道中进行

第三效热回收。

[0011] 其中较为关键地,空气循环中的蒸发器前设置有环路热管预冷器,蒸发器后设置有环路热管再热器。所述环路热管利用经蒸发器冷却除湿后空气中的部分冷能预冷回风,进行初步热湿回收。

[0012] 进一步地,所述空气循环中流经至蒸发器的回风温度降至露点,空气中的水蒸气凝结放热,所述蒸发器回收该部分湿效潜热。

[0013] 进一步地,所述制冷剂循环和空气循环中设置有过冷再热盘管,所述过冷再热盘管回收经过环路热管和蒸发器后回风中的剩余冷能,用于冷却液体制冷剂。

[0014] 进一步地,所述环路热管循环中装设有水作为介质,所述环路热管循环还包括水泵,以此通过水泵驱动环路热管循环中水的循环流动。

[0015] 进一步地,所述空气循环包括第一回风通道和第二回风通道,所述空气循环中设有风机,通过风机驱动第一回风通道和第二回风通道中回风的流动循环。

[0016] 进一步地,所述第一回风通道中,烘房的回风出口依次连接环路热管预冷器的空气通道、蒸发器的空气通道、环路热管再热器的空气通道、过冷再热盘管的空气通道、风机、冷凝器的空气通道,冷凝器的空气通道与烘房的回风输入口连接。

[0017] 进一步地,所述第二回风通道中,烘房的回风出口依次连接风机和冷凝器的空气通道,冷凝器的空气通道与烘房的回风输入口连接。

[0018] 进一步地,所述第一回风通道和第二回风通道均接入风机的空气通道入口,风机的空气通道出口与冷凝器的空气通道入口连接。

[0019] 从空气循环角度,空气循环分成第一回风通道和第二回风通道:在第一回风通道中烘房回风依次通过环路热管预冷器的空气通道、蒸发器的空气通道、环路热管再热器的空气通道、过冷再热盘管的空气通道、风机、冷凝器的空气通道,最后送回烘房内;在第二回风通道中烘房回风依次通过风机和冷凝器,再送回烘房内。第一回风通道和第二回风通道中的回风在风机段掺混均匀,再通过冷凝器,最后送入烘房内。

[0020] 进一步地,所述环路热管预冷器、蒸发器、环路热管再热器、过冷再热盘管为外钣金一体化结构。

[0021] 进一步地,所述环路热管预冷器、蒸发器、环路热管再热器、过冷再热盘管构成一体化换热器,所述一体化换热器结构下方设有冷凝水集水盘,所述冷凝水集水盘一侧设有集中排水口。具体地,环路热管预冷器、蒸发器、环路热管再热器、过冷再热盘管组成的一体化换热器安装在机组前侧,且下方设置有冷凝水集水盘,所述冷凝水集水盘前侧设置有集中排水口。

[0022] 进一步地,所述壳体包括结构框架、顶板、左右侧板、背板和中间隔板,所述顶板与左右侧板由多块钣金拼接构成,钣金通过螺栓固定在结构框架上。

[0023] 进一步地,外壳内部安装有一体化换热器、水泵、冷凝水集水盘、冷凝器、风机、压缩机、气液分离器、节流元件、电加热、电气箱,所述一体化换热器包括环路热管预冷器、蒸发器、环路热管再热器、过冷再热盘管,且采用外钣金一体化设计。

[0024] 进一步地,顶板和左右侧板设计成模块化形式,即将顶板与侧板分割成多块钣金,钣金通过螺栓固定在结构支架上,具体实施中根据现场调节测试结果确定安装的钣金数量。

- [0025] 进一步地,所述外壳左右两侧底部结构支架上各留有两个叉车孔。
- [0026] 进一步地,所述环路热管预冷器、蒸发器、环路热管再热器、过冷再热盘管采用翅片管换热器,并采用外钣金一体化设计。
- [0027] 进一步地,所述冷凝器为微通道换热器,且冷凝器水平布置在底部支架上。
- [0028] 所述风机为定频轴流风机,并安装在所述冷凝器上方,风机出风方向向下。
- [0029] 进一步地,压缩机为立式定频涡旋压缩机,并配备有气液分离器,所述压缩机吸气口与气液分离器连接,排气口与所述冷凝器连接,所述气液分离器另一端与所述蒸发器连接。压缩机、气液分离器、电气箱均布置在机组外壳内部靠后位置,通过所述外壳中间隔板将其与回风通道分隔开来。
- [0030] 进一步地,所述节流元件包括依次连接的电子膨胀阀、分液头和分液毛细管,所述电子膨胀阀进口与所述过冷再热盘管制冷剂通道出口连接,电子膨胀阀出口与所述分液头连接,所述分液毛细管连接于所述分液头和所述蒸发器之间。
- [0031] 进一步地,在所述冷凝器下方设置有电加热。
- [0032] 本实用新型的主要工作流程为:
- [0033] 在空气侧:烘房回风分成两路分别进入第一、第二回风通道。进入第一回风通道内的回风首先通过环路热管预冷器降温,再流经蒸发器冷却除湿,再依次通过环路热管再热器与过冷再热盘管被两级加热,温度回到接近烘房回风温度。第一回风通道中被处理过的回风与第二回风通道中未被处理过的回风混合,在风机的驱动下吹过冷凝器,被加热至工艺要求的高温低湿空气,最后送入烘房。
- [0034] 在制冷剂侧:蒸发器流出的低温低压的制冷剂气体,经过压缩机压缩变为高温高压的制冷剂气体,再依次进入冷凝器、过热再热盘管中,通过向流经冷凝器和过冷再热盘管的空气放热而冷凝成低温高压的制冷剂液体并进一步过冷。由过冷再热盘管流出的低温高压制冷剂,经过节流元件节流后,进入蒸发器中吸收流经蒸发器的空气中的热量,并重新蒸发成低温低压的制冷剂气体,完成制冷剂循环。
- [0035] 在环路热管侧:预冷器、再热器和水泵相继连通,水在内部循环流动。预冷器中的低温水从通过预冷器的空气中吸收热量变为高温水,实现对回风预冷降温的目的。预冷器流出的高温水进入到再热器中,并向通过再热器的空气放热,变成低温水,实现对空气再热升温的目的。再热器流出的低温水再进入到预冷器中,完成循环。水在预冷器与再热器之间的流动通过水泵驱动。
- [0036] 在具体实施中,根据外部风场环境确定第二回风通道的回风口设置在顶面或侧面,并根据环路热管预冷器的迎面风速调整安装的钣金数量以保持最优混风比例。
- [0037] 作为本实用新型的另一种实施方式,所述冷凝器可以采用两片翅片管换热器,垂直布置在中间隔板与背板之间,分列在机组两侧,系统送风从机组左右两侧送出。
- [0038] 进一步地,所述风机改为采用无蜗壳离心风机,并安装在中间隔板上,中间隔板上开孔作为离心风机进风口。
- [0039] 进一步地,所述电加热安装在冷凝器地外侧。
- [0040] 进一步地,为了方便安装及节省空间考虑,所述压缩机和气液分离器安装在过冷再热盘管与中间隔板之间,电气箱安装在背板外侧。
- [0041] 与现有技术相比,本实用新型具有的有益效果是:

[0042] 1、与简单混风式热泵烘干系统相比,本实用新型在蒸发器前后设置有环路热管,可利用蒸发器后空气冷能预冷蒸发器前空气,提升进入蒸发器空气中的冷凝潜热占比(Latent heat ratio,LHR)。

[0043] 2、与简单混风式热泵烘干系统相比,本实用新型设置有过冷再热盘管,利用通过环路热管和蒸发器空气中的剩余冷能过冷冷凝器出口制冷剂,增大了系统过冷度,提升了制冷剂循环能效(Coefficient of performance,COP)

[0044] 3、本实用新型顶面和左右侧面均可设置为第二回风通道进风口,可以充分利用外部风场条件,减少风机功耗。

[0045] 4、本实用新型第二回风通道进风口面积可通过钣金安装数量进行调整,进而维持最优混风比例,实际使用方便灵活。

[0046] 综上所述,本实用新型能够提升蒸发器潜热占比(LHR)、提升制冷剂循环能效(COP)、减小风机能耗,进而大幅提升机组的除湿能效(单位能耗除湿量SMER与LHR和COP成正比)。此外,本实用新型还具有安装使用灵活方便的优势。

## 附图说明

[0047] 图1为本实用新型三效热回收型混风式热泵烘干系统原理示意图。

[0048] 图2为实施例1机组总装的立体结构示意图。

[0049] 图3为实施例1机组系统布置俯视图(无顶板)。

[0050] 图4为实施例1机组系统布置仰视图。

[0051] 图5为实施例2机组总装的立体结构示意图。

[0052] 图6为实施例2机组系统布置俯视图(无顶板)。

[0053] 图中:0、机组外壳,0-1、结构框架,0-2、顶板,0-3、左右侧板,0-4、背板,0-5、中间隔板,0-6、叉车孔,1、一体化换热器,1-1、环路热管预冷器,1-2、蒸发器,1-3、环路热管再热器,1-4、过冷再热盘管,2、冷凝水集水盘,3、冷凝器,4、风机,5、压缩机,6、气液分离器,7、节流元件,7-1、电子膨胀阀,7-2、分液头,8、电加热,9、电气箱,10、第一回风通道回风,11、第二回风通道回风,12、送风,13、烘房,14、水泵。

## 具体实施方式

[0054] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型进行详细说明。本技术方案中如未明确说明的部件型号、材料名称、连接结构等特征,均视为现有技术中公开的常见技术特征。

[0055] 本实用新型中的三效热回收型混风式热泵烘干系统,包括壳体0和设于壳体0内的制冷剂循环、环路热管循环和空气循环,参见图1和图2,其中具体地:

[0056] 制冷剂循环包括依次连接的蒸发器1-2、气液分离器6、压缩机5、冷凝器3、过冷再热盘管1-4、节流元件7,所述节流元件7与蒸发器1-2连接,构成循环;

[0057] 环路热管循环包括相互连接的环路热管预冷器1-1和环路热管再热器1-3;

[0058] 空气循环包括烘房13,所述烘房13与制冷剂循环和环路热管循环的空气流道连接,在空气流道的连接次序上,所述环路热管预冷器1-1设于蒸发器1-2之前,所述环路热管再热器1-3设于所述蒸发器1-2与过冷再热盘管1-4之间,烘房13输出的空气在环路热管循环的空气流道中进行第一效热回收,在蒸发器1-2的空气流道中进行第二效热回收,在过冷

再热盘管1-4的空气流道中进行第三效热回收。

[0059] 实施例1

[0060] 参考图2~图4,本实施例中一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,包括外壳0,外壳0内部安装有环路热管预冷器1-1、蒸发器1-2、环路热管再热器1-3、过冷再热盘管1-4、水泵14、冷凝水集水盘2、冷凝器3、风机4、压缩机5、气液分离器6、节流元件7、电加热8、电气箱9。

[0061] 外壳0包括结构支架0-1、顶板0-2、左右侧板0-3、背板0-4和中间隔板0-5。其中,顶板0-2和左右侧板0-3设计成模块化形式,即将顶板与侧板分割成多块钣金,钣金通过螺栓固定在结构支架0-1上,具体实施中根据现场调节测试结果确定安装的钣金数量。结构支架0-1左右两侧的底部各留有两个叉车孔0-6。

[0062] 环路热管预冷器1-1、蒸发器1-2、环路热管再热器1-3、过冷再热盘管1-4均采用翅片管换热器,且采用钣金一体化设计,组成一体化换热器1。一体化换热器安装在机组前侧,且下方设置有冷凝水集水盘2,冷凝水集水盘2前侧有集中排水口。

[0063] 冷凝器3采用微通道换热器,且水平地安装在底部支架上。冷凝器3上方安装有轴流风机3,风机出风方向朝下。冷凝器3下方安装有电加热8,作为补充加热手段。

[0064] 压缩机5采用立式涡旋压缩机,并配备有气液分离器6。压缩机5吸气口与气液分离器6连接,排气口与冷凝器3连接,气液分离器6的另一端与蒸发器1-2连接。

[0065] 压缩机5、气液分离器6、电气箱9均布置在外壳0内部靠后位置,通过中间隔板0-5将其与回风通道分隔开来。

[0066] 节流元件7包括电子膨胀阀7-1,分液头7-2和分液毛细管,电子膨胀阀7-1进口与过冷再热盘管1-4制冷剂通道出口连接,电子膨胀阀7-1出口与分液头7-2连接,分液毛细管连接于分液头7-2和蒸发器1-2之间。

[0067] 环路热管预冷器1-1、环路热管再热器1-3和水泵14依次连接。

[0068] 本实施例的主要工作流程为:

[0069] 在空气循环侧:烘房回风分成两路分别进入第一、第二回风通道。进入第一回风通道内的回风10首先通过环路热管预冷器1-1降温,再流经蒸发器1-2冷却除湿,再依次通过环路热管再热器1-3与过冷再热盘管1-4被两级加热,温度回到接近烘房回风温度。第一回风通道中被处理过的回风与第二回风通道中未被处理过的回风1-2混合,在风机4的驱动下吹过冷凝器3,被加热至工艺要求的高温低湿空气,最后送入烘房13。

[0070] 在制冷剂侧:蒸发器1-2流出的低温低压的制冷剂气体,经过压缩机压缩变为高温高压的制冷剂气体,再依次进入冷凝器3、过热再热盘管1-4中,通过向流经冷凝器3和过冷再热盘管1-4的空气放热而冷凝成低温高压的制冷剂液体并进一步过冷。由过冷再热盘管1-4流出的低温高压制冷剂,经过节流元件7流后,进入蒸发器1-2中吸收流经蒸发器空气中的热量,并重新蒸发成低温低压的制冷剂气体,完成制冷剂循环。

[0071] 在环路热管侧:预冷器1-1、再热器1-3和水泵14相互连通,内部水循环流动。预冷器1-1中的低温水从通过预冷器1-1的空气中吸热变成高温水,实现对回风预冷降温的目的。在再热器1-3中,高温水向通过再热器1-3的空气放热变成低温水,实现对空气再热升温的目的。水在预冷器1-1和再热器1-2间的循环流动由水泵14驱动。

[0072] 实施例2

[0073] 参考图5~图6,本实施例中一种三效热回收型混风式热泵烘干系统,同样包括外壳0,外壳0内部安装有环路热管预冷器1-1、蒸发器1-2、环路热管再热器1-3、过冷再热盘管1-4、水泵14、冷凝水集水盘2、冷凝器3、风机4、压缩机5、气液分离器6、节流元件7、电加热8、电气箱9。

[0074] 与实施例1相比,本实施例中冷凝器3采用两片翅片管换热器,分别安装在机组左右两侧靠后位置,系统送风从左右两侧送出。风机4改为采用无蜗壳离心风机,同时风机4安装在中间隔板0-5上,隔板0-5上开孔作为风机4进风口。

[0075] 进一步地,为减少机器体积考虑,将压缩机5、气液分离器6安装在中间隔板与一体化换热器之间,电气箱9安装在背板外侧。

[0076] 本实施例中,系统内部各部件的功能与部件间的连接与实施例1相同,系统的工作流程也与实施例1一致。

[0077] 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实用新型。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,本实用新型不限于上述实施例,本领域技术人员根据本实用新型的揭示,不脱离本实用新型范畴所做出的改进和修改都应该在本实用新型的保护范围之内。

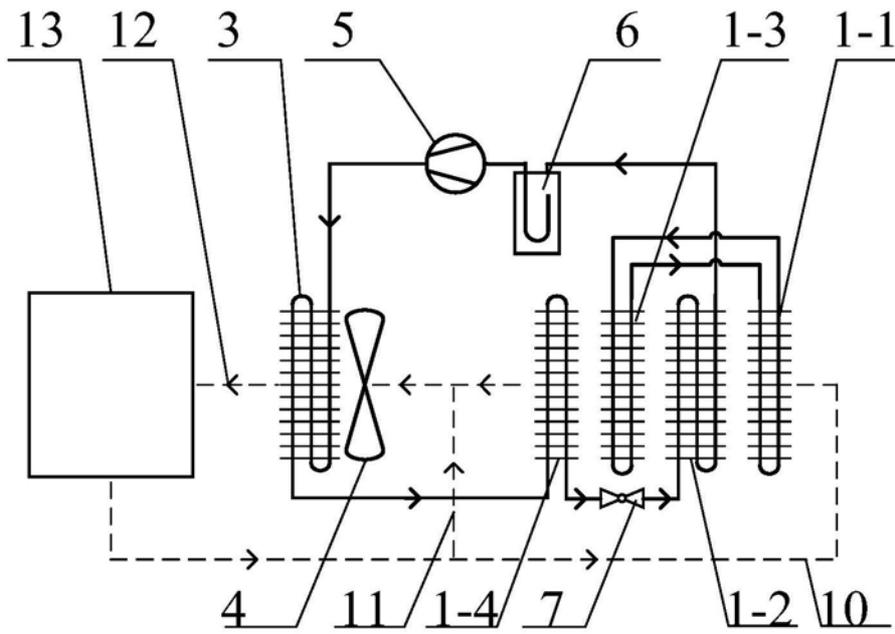


图1

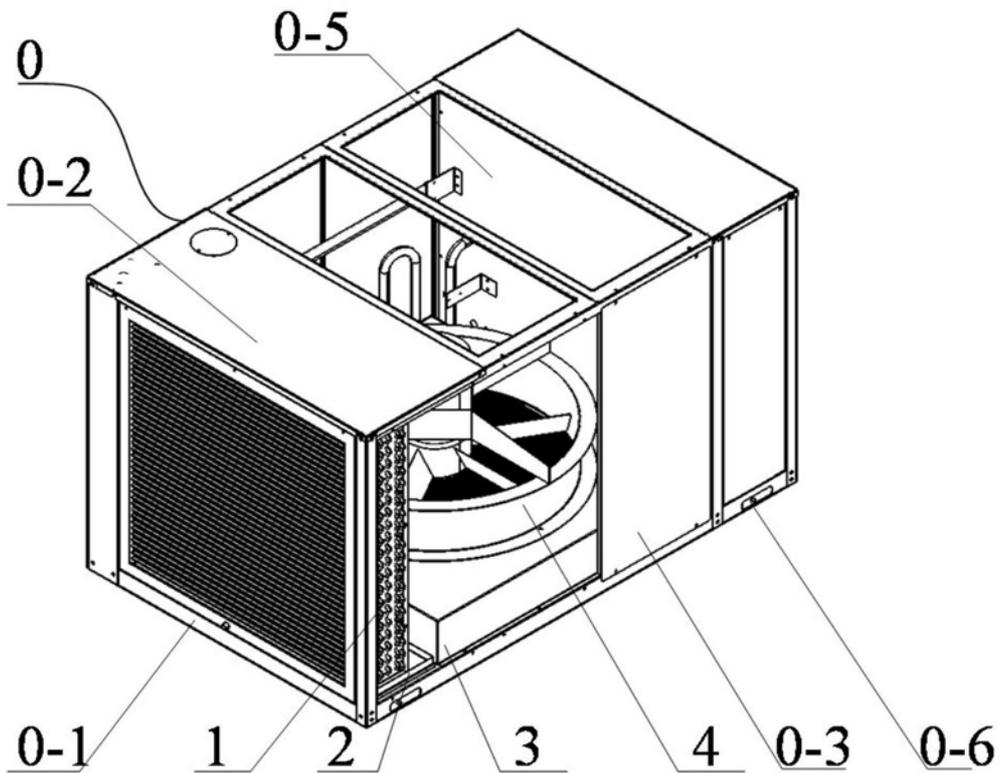


图2

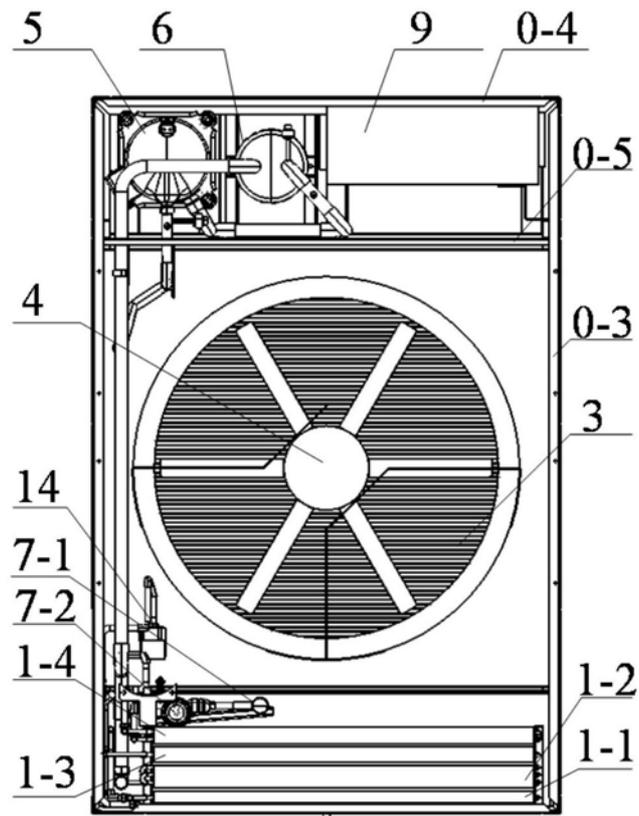


图3

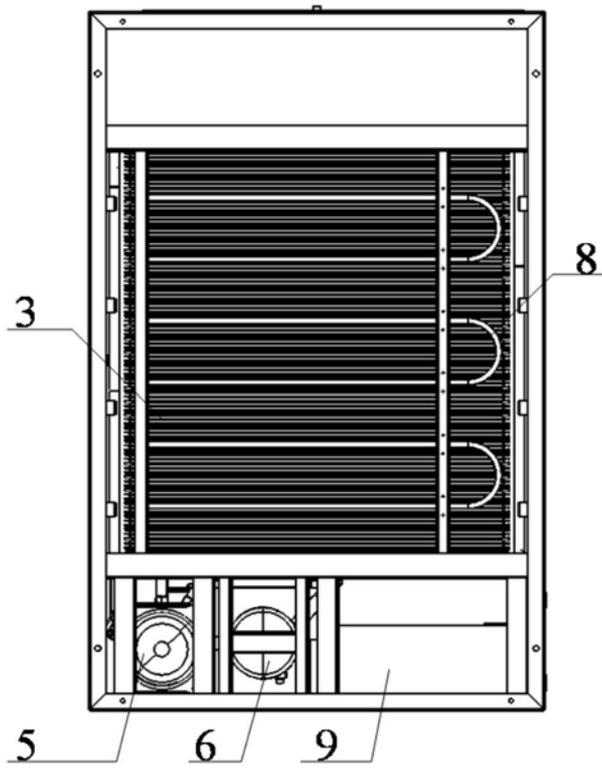


图4

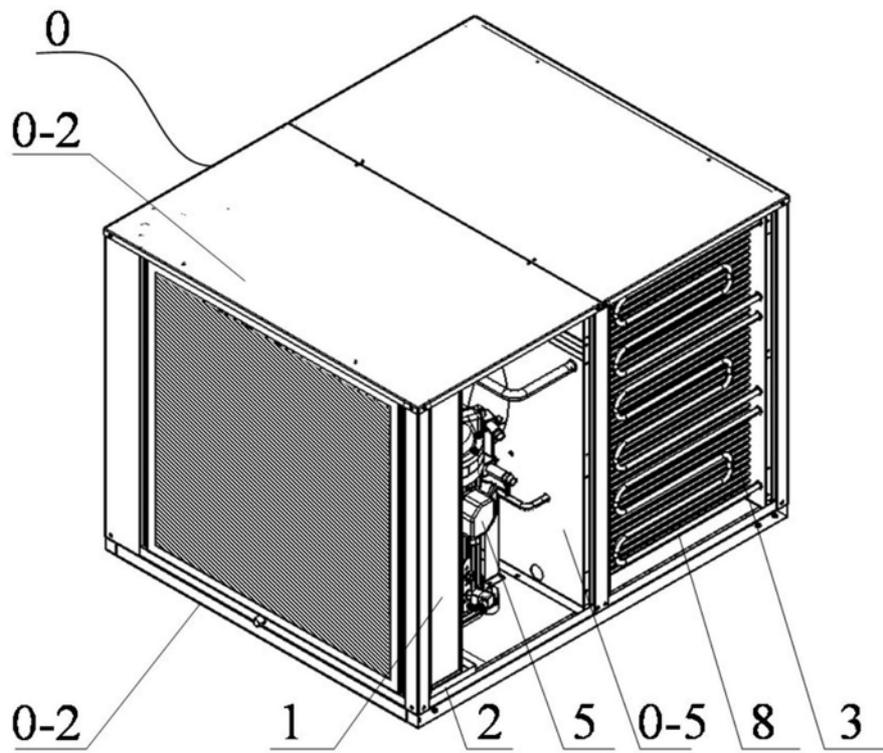


图5

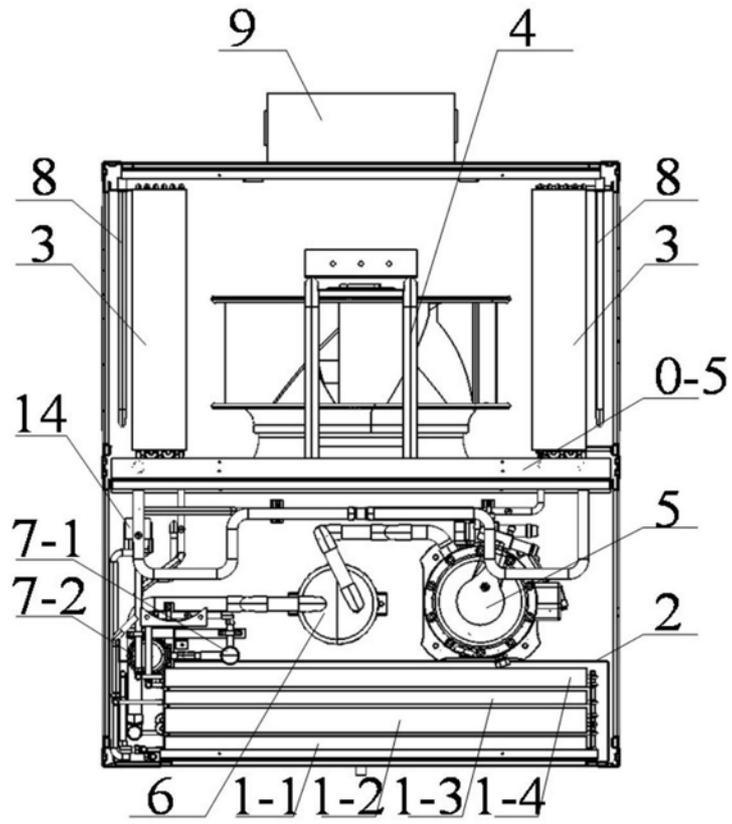


图6