(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 212299529 U
(45)授权公告日 2021.01.05

(21)申请号 202020678968.0

(22)申请日 2020.04.28

(73)专利权人 中车大连机车研究所有限公司
地址 116000 辽宁省大连市沙河口区中长街49号

(72)发明人 程显耀 陈广泰 庞学博 魏子琪 多金鹏 曾磊

(74)专利代理机构 大连至诚专利代理事务所(特殊普通合伙) 21242
代理人 杨威 董彬

(51)Int.Cl.
F25B 9/00(2006.01)
F25B 40/06(2006.01)
F25B 49/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

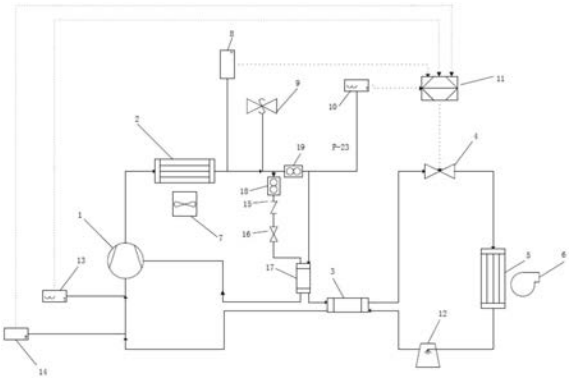
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种司机室CO2冷媒变频空调

(57)摘要

本实用新型公开了一种司机室CO_2冷媒变频空调，包括冷凝腔和蒸发腔，冷凝腔内包括压缩机、气体冷却器和冷凝风机，蒸发腔内包括蒸发器和第一膨胀阀，还包括经济器和回热器。空调机组采用CO_2作为冷媒，是环境友好的天然冷媒。通过经济器和回热器，对冷媒进行多次冷却，提升机组的能效比，并通过泄压阀、温度传感器、压力传感器的设置，实现系统的主动保护。



CN 212299529 U

1.一种司机室CO_2冷媒变频空调,包括冷凝腔和蒸发腔,所述冷凝腔内设有压缩机(1)、气体冷却器(2)和冷凝风机(7),所述蒸发腔内设有蒸发器(5)和第一膨胀阀(4),其特征在于,

还包括经济器(17)和回热器(3),所述经济器(17)包括第一入口(171)、第二入口(172)、第一出口(173)和第二出口(174),所述第一入口(171)与第一出口(173)互相连通,所述第二入口(172)与第二出口(174)互相连通;

所述第一入口(171)和第二入口(172)均与所述气体冷却器(2)出口相连,所述第一入口(171)与所述气体冷却器(2)之间设有第一质量流量计(18)、止回阀(15)和第二膨胀阀(16),所述第二入口(172)与所述气体冷却器(2)之间设有第二质量流量计(19),所述压缩机(1)设有辅助进气口,所述第一出口(173)与所述辅助进气口相连;

所述回热器(3)包括第三入口(31)、第四入口(32)、第三出口(33)和第四出口(34),所述第三入口(31)与第三出口(33)互相连通,所述第四入口(32)与第四出口(34)互相连通;

所述第二出口(174)与第三入口(31)相连,所述第三出口(33)、第一膨胀阀(4)和蒸发器(5)依次连接,所述蒸发器(5)出口连接有气液分离器(12),所述气液分离器(12)与所述第四出口(34)相连,所述第四出口(34)与所述压缩机(1)相连。

2.根据权利要求1所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述第一质量流量计(18)和第二质量流量计(19)通过冷媒的质量流量之比为2:3。

3.根据权利要求2所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述冷媒为CO_2。

4.根据权利要求1所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述气体冷却器(2)出口侧设有第一压力传感器(8)和泄压阀(9)。

5.根据权利要求1所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述压缩机吸气侧设有第二压力传感器(10)和第一温度传感器(14)。

6.根据权利要求1所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述气体冷却器(2)包括相互垂直的两部分,所述气体冷却器(2)的两部分均设置在靠近所述冷凝腔(22)侧壁处,所述冷凝腔(22)侧壁上设有进风孔。

7.根据权利要求6所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述冷凝风机(7)设于所述气体冷却器(2)的两部分围成的区域内,冷却风从所述进风孔进入所述冷凝腔(22)并沿所述冷凝风机(7)轴向方向向上离开所述冷凝腔(22)。

8.根据权利要求1所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述经济器(17)和回热器(3)均为不锈钢板式换热器。

9.根据权利要求1所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,所述压缩机(1)设于所述冷凝风机(7)的一侧,所述经济器(17)和回热器(3)均设于所述冷凝腔内,且分别设于所述压缩机(1)的两侧。

10.根据权利要求1所述的一种司机室CO_2冷媒变频空调,其特征在于,还包括电气腔(20),所述电气腔(20)设于回风口上方。

一种司机室CO_2冷媒变频空调

技术领域

[0001] 本实用新型涉及轨道车辆用空调领域，尤其涉及一种司机室CO_2冷媒变频空调。

背景技术

[0002] 目前，国内的机车司机室空调以HFC类冷媒为主，该类冷媒对臭氧层没有破坏作用，但温室效应潜能值仍非常高，随着地球变暖的日益加剧，世界各国都采取各种措施减少温室气体排放，保护地球环境刻不容缓。CO_2作为最具有潜力新式冷媒逐渐走入人们的视野，CO_2有诸多优点：1)自然工质，对环境无破坏作用，ODP＝0、GWP＝1；2)单位体积制冷量大，同样制冷量的设备，CO_2冷媒空调的充注量更少；3)粘度低，具有优良的流动性及传热性，管路压降低；4)成本低廉，容易获取。

[0003] 但是，CO_2空调在高温时能效比会急剧下降，为保障空调机组能够应对极端天气，需要对其进行结构优化和循环方式的改进来提升CO_2空调系统的性能。

实用新型内容

[0004] 本实用新型提供一种司机室CO_2冷媒变频空调，在高温时仍具有较高的能效比。

[0005] 一种司机室CO冷媒变频空调，包括冷凝腔和蒸发腔，所述冷凝腔内设有压缩机、气体冷却器和冷凝风机，所述蒸发腔内设有蒸发器和第一膨胀阀，还包括经济器和回热器，所述经济器包括第一入口、第二入口、第一出口和第二出口，所述第一入口与第一出口互相连通，所述第二入口与第二出口互相连通；

[0006] 所述第一入口和第二入口均与所述气体冷却器出口相连，所述第一入口与所述气体冷却器之间设有第一质量流量计、止回阀和第二膨胀阀，所述第二入口与所述气体冷却器之间设有第二质量流量计，所述压缩机设有辅助进气口，所述第一出口与所述辅助进气口相连；

[0007] 所述回热器包括第三入口、第四入口、第三出口和第四出口，所述第三入口与第三出口互相连通，所述第四入口与第四出口互相连通；

[0008] 所述第二出口与第三入口相连，所述第三出口、第一膨胀阀和蒸发器依次连接，所述蒸发器出口连接有气液分离器，所述气液分离器与所述第四出口相连，所述第四出口与所述压缩机相连。

[0009] 进一步地，所述第一质量流量计和第二质量流量计通过冷媒的质量流量之比为2:3。

[0010] 进一步地，所述冷媒为CO_2。

[0011] 进一步地，所述气体冷却器出口侧设有第一压力传感器和泄压阀。

[0012] 进一步地，所述压缩机吸气侧设有第二压力传感器和第一温度传感器。

[0013] 进一步地，所述气体冷却器包括相互垂直的两部分，所述气体冷却器的两部分均设置在靠近所述冷凝腔侧壁处，所述冷凝腔侧壁上设有进风孔。

[0014] 进一步地，所述冷凝风机设于所述气体冷却器的两部分围成的区域内，冷却风从

所述进风孔进入所述冷凝腔并沿所述冷凝风机轴向方向向上离开所述冷凝腔。

[0015] 进一步地，所述经济器和回热器均为不锈钢板式换热器。

[0016] 进一步地，所述压缩机设于所述冷凝风机的一侧，所述经济器和回热器均设于所述冷凝腔内，且分别设于所述压缩机的两侧。

[0017] 进一步地，还包括电气腔，所述电气腔设于回风口上方。

[0018] 本实用新型公开的司机室CO_2冷媒变频空调，增加了经济器和回热器，对冷媒进行多次冷却，提高了空调机组的能效比，并通过泄压阀、温度传感器、压力传感器的设置，实现系统的主动保护。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本实用新型的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本实用新型实施例中的司机室CO_2冷媒变频空调系统原理图；

[0021] 图2为本实用新型实施例中的司机室CO_2冷媒变频空调内部结构俯视图；

[0022] 图3为本实用新型实施例中的司机室CO_2冷媒变频空调内部结构主视图；

[0023] 图中：1、压缩机；2、气体冷却器；3、回热器；31、第三入口；32、第四入口；33、第三出口；34、第四出口；4、第一膨胀阀；5、蒸发器6、蒸发风机；7、冷凝风机；8、第一压力传感器；9、泄压阀；10、第二温度传感器；11、执行器；12、气液分离器；13、第二压力传感器；14、第一温度传感器；15、止回阀；16、第二膨胀阀；17、经济器；171、第一入口；172、第二入口；173、第一出口；174、第二出口；18、第一质量流量计，19、第二质量流量计；20、电气腔；21、壳体；22、冷凝腔；23、蒸发腔。

具体实施方式

[0024] 为使本实用新型实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本实用新型实施例中的附图，对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本实用新型一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护的范围。

[0025] 如图1所示，一种司机室CO_2冷媒变频空调，包括冷凝腔和蒸发腔，冷凝腔内包括压缩机1、气体冷却器2和冷凝风机7，蒸发腔内包括蒸发器5和第一膨胀阀4，还包括经济器17和回热器3，经济器17包括第一入口171、第二入口172、第一出口173和第二出口174，第一入口171与第一出口173互相连通，第二入口172与第二出口174互相连通；

[0026] 第一入口171和第二入口172均与气体冷却器2出口相连，第一入口171与气体冷却器2之间设有第一质量流量计18、止回阀15和第二膨胀阀16，第二入口172与气体冷却器2之间设有第二质量流量计19，压缩机1设有辅助进气口，第一出口173与辅助进气口相连；回热器3包括第三入口31、第四入口32、第三出口33和第四出口34，第三入口31与第三出口33互相连通，第四入口32与第四出口34互相连通；

[0027] 第二出口174与第三入口31相连，第三出口33、第一膨胀阀4和蒸发器5依次连接，蒸发器5出口连接有气液分离器12，气液分离器12与第四出口34相连，第四出口34与压缩机1相连。

[0028] 压缩机1为双转子变频压缩机，压缩机1内部进行两级压缩，压缩机1包含中压腔和高压腔，辅助进气口与中压腔相连，排气为高温高压超临界CO_2气体。

[0029] 压缩机1排气进入气体冷却器2，气体冷却器2为翅片管式换热器。冷凝风机7引入环境空气到气体冷凝器2翅片表面进行强制对流换热，高温高压气体被冷却为略高于环境温度的高压超临界CO_2气体，冷凝风机7为EC轴流风机，EC风机可实现调速运转，配合变频压缩机使用，当制冷负荷减小时，冷凝风机7降低转速可明显降低能耗，EC风机的体积和重量比常规风机有明显的优势。

[0030] CO_2冷媒从气体冷却器2排出后分成两路，两路均有质量流量计，第一质量流量计18和第二质量流量计19将质量流量信息反馈给第二膨胀阀16，第一膨胀阀4和第二膨胀阀16均为电子膨胀阀，第二膨胀阀16通过开度的调节，使得第一质量流量计18和第二质量流量计19通过冷媒的质量流量比为2:3，在该比例下，带喷气增焓回路的CO_2空调系统可以更加高效运行，同时能保障机组能安全稳定运转，尤其在极端高温天气出现时，该运行策略可以明显提升机组的能效比。

[0031] 质量流量计也可以实时反映系统内冷媒的存量是否满足要求，当管路出现泄漏时，可通过质量流量计的反馈信号，及时采取必要的措施，防止大量CO_2冷媒流入司机室内，对人员造成伤害。

[0032] 止回阀15用于防止压缩机1的中压腔内冷媒逆流。

[0033] 冷媒通过止回阀15进入第二膨胀阀16，第二膨胀阀16通过开度的调节使该回路流量稳定在压缩机排气量的40％左右，节流后获得中压冷媒，冷媒温度降低。中压冷媒通过第一入口进入经济器17的低压侧，冷却经济器17高压侧冷媒，并进入压缩机1的中压腔。通过喷气增焓对压缩机1的中压腔进行补气，增加压缩机1的排气量，可有效降低压缩机1的输入功率，高压侧冷媒经过多次冷却后，冷媒温度明显降低，增加了制冷量，从而提升制冷系统的能效比。

[0034] CO_2冷媒从气体冷却器2排出后，约60％的冷媒进入经济器17的高压侧，进一步换热冷却。本实施例中，经济器17为不锈钢钎焊板式换热器，该换热器结构更加的紧凑，占用空间小，换热效率高。

[0035] 经济器17高压侧CO_2冷媒进入回热器3高压侧，回热器3低压侧为气液分离器12出口的低压、低温冷媒，高压和低压两侧冷媒换热，高压侧冷媒第三次被冷却。

[0036] 进一步地，气体冷却器2出口处设有第一压力传感器8。

[0037] 在气体冷却器2的冷媒出口处，安装第一压力传感器8、泄压阀9和第二温度传感器10，用于测量此处CO_2的绝对压力值和温度。相比于压缩机排气温度100℃左右，此处的冷媒温度较低，可以使传感器的使用寿命更长；冷媒通过气体冷却器2会有压降，气体冷却器2出口压力与压缩机1排气压力不同，用气体冷却器2出口压力为计算参数控制电子膨胀阀，控制效果更佳。将压力值和温度值传输给执行器11，执行器11用于处理传输过来的信号，通过计算分析后，向电子膨胀阀发出指令信号。当其它压力保护失效时，管路内压力值达到泄压阀9的动作值时，CO_2冷媒通过泄压阀快速排放到大气中，当管路内压力恢复至安全压力以

下，泄压阀9自动闭合。

[0038] 回热器3高压侧冷媒被冷却后，进入第一膨胀阀4进行等熵节流，成为低温低压的气液混合态CO_2冷媒，第一膨胀阀4的动作信号由执行器11提供。执行器11读取气体冷却器2出口冷媒温度和压力，计算出能效比最佳压力，对第一膨胀阀4进行开度控制，使得此处压力趋近最佳压力，计算方法现有技术，此处不再赘述。

[0039] CO_2冷媒进入蒸发器5之后，蒸发风机6引入司机室内空气在蒸发器翅片表面换热，冷媒吸热蒸发成为气态CO_2。蒸发器5侧空气通过蒸发风机进行强制对流换热，通过对蒸发风机6转速的调节可实现对司机室内温度的动态调节。优选地，蒸发器5为翅片管式换热器，翅片表面覆亲水膜，防止凝结水进入司机室内。

[0040] 蒸发器5出口冷媒为气液混合态，气液分离器12用于分离气液两相CO_2冷媒，液态冷媒储存于气液分离器12腔体内，储存量处于动态平衡状态。分离后的气体CO_2冷媒进入回热器3的低压端之后，吸收回热器3高压侧冷媒的热量，成为过热CO_2冷媒。

[0041] 进一步地，压缩机1吸气侧设有第二压力传感器13和第一温度传感器14。用于实时监测低压侧压力和吸气温度，通过物性计算，得到压缩机的吸气过热度以及冷媒的蒸发温度，防止压缩机吸入不饱和态冷媒以及蒸发器结霜，实现对空调系统的主动防护。

[0042] 进一步地，如图2、图3所示，壳体21内设置冷凝腔22和蒸发腔23，冷凝腔22内装有压缩机1、气体冷却器2、回热器3、冷凝风机7和经济器17。蒸发腔内装有电子膨胀阀4、蒸发器5、蒸发风机6、气液分离器12和电气腔20。气体冷却器2包括相互垂直的第一部分和第二部分，第一部分和第二部分均设置在靠近冷凝腔22内壁处，冷凝腔22内壁上设有进风口。在冷凝风机7的作用下，从冷凝腔22的相邻两侧进风，与气体冷却器2进行热量交换，并从冷凝腔22的盖门出风。对比单侧进风结构，相邻两侧进风能够更加充分的利用机组壳体空间。在换热器面积不变情况下，换热器设计成L型，增大换热器的迎风面积，减少换热器管排数，从而减小风机的静压损失，达到提高能效的效果。

[0043] 机组采用机电一体化设计，电气腔20内包括执行器11，安装于回风口的上方，电气腔为可拆卸式箱体，便于整体检修和更换。

[0044] 空调主要分为冷凝器和蒸发腔。冷凝腔主要是与外界环境进行能量交换，蒸发腔主要是与司机室内环境进行能量交换。

[0045] 冷凝腔主要部件有：压缩机、气体冷却器、冷凝风机、回热器、经济器、压力传感器、温度传感器等。冷凝风机位于冷凝腔中间位置，从图3中可看出为上排风布置，主要目的是当车辆运行时，风机气流方向不与车辆运行方向气流对冲，并且通风量会得到增益。风机启动后，由两侧进风位置将外界环境空气吸入冷凝腔并与气体冷却器强迫对流换热，扩大的进风面积相比于较小的进风面积，使得气流的压降更小，其风机的设计静压值可以降低，从而提高能效比。

[0046] 因压缩机自身需要散热，所以压缩机位于冷凝腔内，上排风布置的气流与气体冷却器换热后，可继续为压缩机冷却，从而不对机组的性能产生影响。

[0047] 压缩机排气进入气体冷却器，经过冷却后通过管路进行分流，小部分冷媒进入电子膨胀阀，经过节流成为中压低温冷媒后，进入经济器，另一部分高压冷媒直接进入经济器，与节流后的低温冷媒进行二次换热，换热完成后，中压冷媒进入压缩机的中压腔，经过压缩机的二级压缩再次排出成为高温高压冷媒，参与循环。从经济器排出的高压冷媒则进

入回热器，与蒸发器出口的低温低压冷媒进行第三次换热，进一步降低冷媒温度后，通过管路，穿过冷凝腔与蒸发腔的之间的中间隔板进入电子膨胀阀4。经济器和回热器都与压缩机通过管路直接连接，因此排布的位置较近。经济器的存在有效降低压缩机的排气压力，从而提升系统整体能效比。

[0048] 蒸发腔主要部件有：蒸发器、蒸发风机、电子膨胀阀、电器腔、气液分离器等。蒸发腔的回风口和送风口位于底部，其位置尺寸根据车辆的情况进行布设。图2中蒸发器位于蒸发腔中间位置，电气腔位于回风口上方，电气腔在此设置主要是此处的温度和湿度相对稳定，有益于电器件的使用寿命。蒸发风机为离心风机，可提供较大的静压，克服车内风道的阻力，蒸发风机设置在送风口上方，直接与送风口密封连接。启动蒸发风机后，司机室内空气通过回风口进入蒸发腔，在蒸发器表面与冷媒进行强制对流换热，降温除湿，通过蒸发器后进入蒸发风机，送入司机室内。

[0049] 冷媒经过电子膨胀阀4后节流，成为低温低压的液态冷媒(含少量闪发蒸汽)，进入蒸发器进行蒸发吸热，使得经过翅片表面的空气降温并除湿，通过控制电子膨胀阀4的开度控制其流量，保障蒸发器出口冷媒不过热，以蒸发潜热为主，提高蒸发器的整体换热效率。蒸发器排出的冷媒，进入气液分离器，气液分离器位于蒸发腔蒸发器附近，主要作用是分离出液态冷媒，同时起到稳定低压的作用。气液分离器排出的是气态冷媒，通过管路穿过冷凝腔与蒸发腔的之间的中间隔板，进入回热器3的低压侧，在这里与高压侧的冷媒进行换热，低压侧冷媒吸热成为过热冷媒，排出回热器，进行压缩机吸气侧。

[0050] 所有部件的连接均使用SU316L不锈钢管，其特点是耐压性能好，耐腐蚀、便于焊接。相比于铜管，在同样的设计压力下，不锈钢管厚度可以更小，使得空调整体更轻。管路与部件的连接方式均为焊接，使用非熔化极惰性气体保护电弧焊进行对接焊接，密封耐压性能更好，且焊接痕迹不明显，无焊肉突出。

[0051] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本实用新型的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本实用新型进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本实用新型各实施例技术方案的范围。

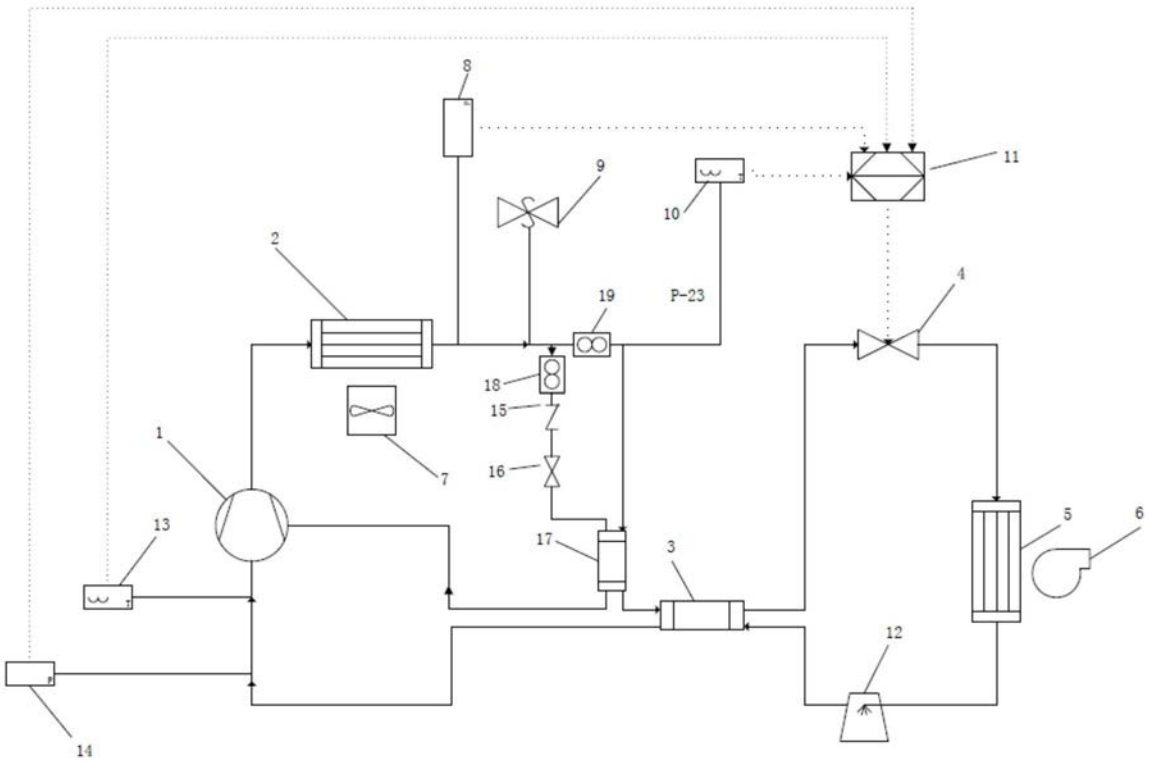


图1

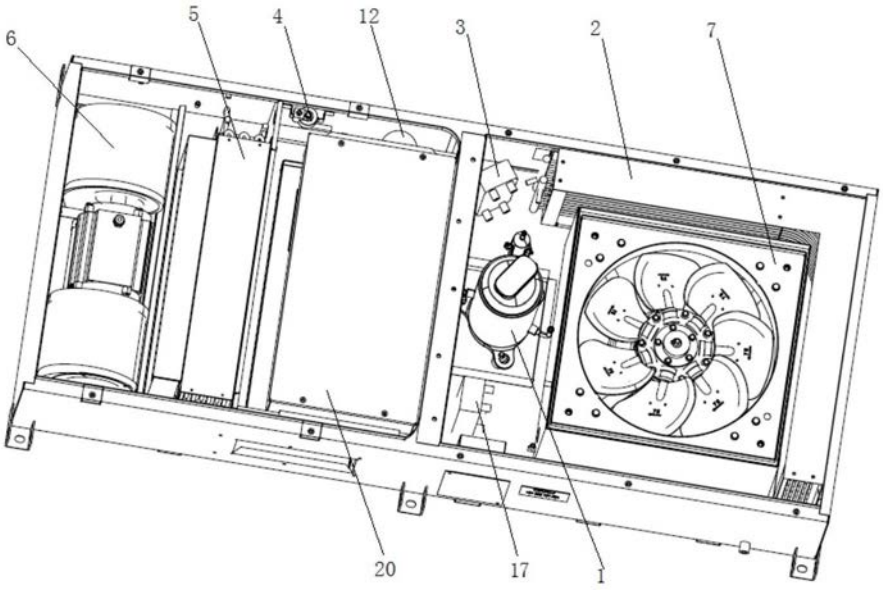


图2

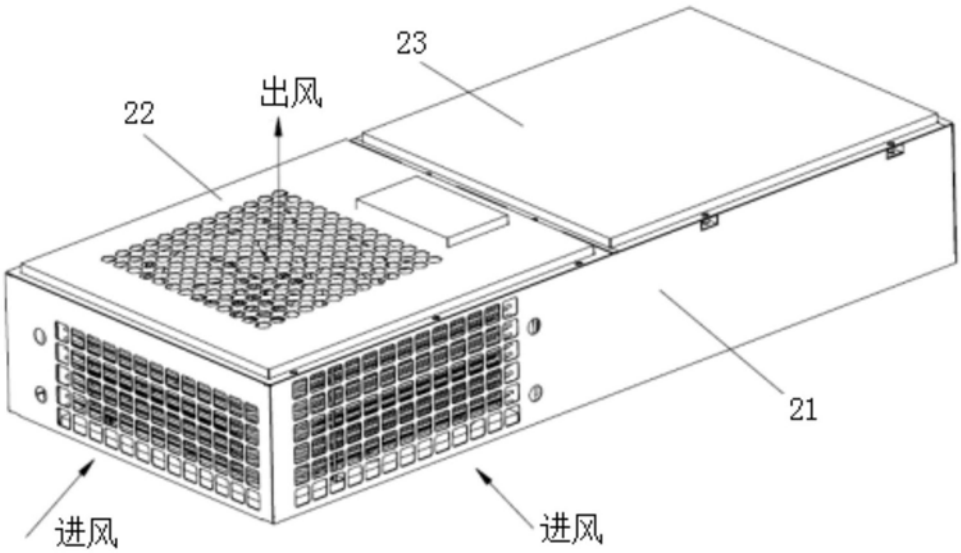


图3