



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 221425130 U

(45) 授权公告日 2024. 07. 26

(21) 申请号 202321985677.6

(22) 申请日 2023.07.26

(73) 专利权人 山东科技大学

地址 266000 山东省青岛市黄岛区前湾港  
路579号

(72) 发明人 宋桂梅

(51) Int. Cl.

F25B 7/00 (2006.01)

F24H 4/02 (2022.01)

F25B 41/40 (2021.01)

F25B 9/00 (2006.01)

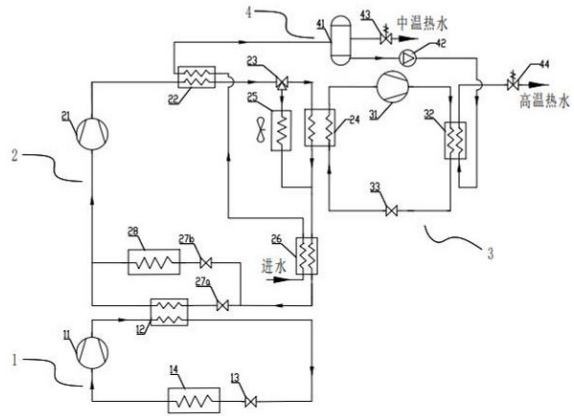
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种多级复叠式多温区冷热联产系统

(57) 摘要

一种多级复叠式多温区冷热联产系统,包括低温环路、中温环路、高温环路共3个制冷环路和热回收水路。所述低温环路包括低温压缩机、低温冷凝蒸发器、节流装置、低温蒸发器。所述中温环路包括中温压缩机、热回收器,电动三通调节阀、中温冷凝器、中温冷凝蒸发器、节流装置、中温蒸发器、低温冷凝蒸发器;所述高温环路包括高温压缩机、高温冷凝器、节流装置、中温冷凝蒸发器。低温环路和中温环路共用低温冷凝蒸发器;中温环路和高温环路共用中温冷凝蒸发器;热回收水路可分别提供中温热水和高温热水。本实用新型可同时实现至少四种温区:低温制冷、中温制冷、中温热水、高温热水的功能,具有高效节能和成本低的优点。



1. 一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:包括低温环路(1)、中温环路(2)、高温环路(3)三个制冷环路和热回收水路(4);

所述低温环路(1)包括通过管路连接的低温压缩机(11)、低温冷凝蒸发器(12)、低温节流装置(13)、低温蒸发器(14);

所述中温环路(2)包括通过管路连接的中温压缩机(21)、中温热回收器(22),电动三通调节阀(23)、中温冷凝蒸发器(24)、中温冷凝器(25)、低温热回收器(26)、中温节流装置(27a,27b)、中温蒸发器(28)、低温冷凝蒸发器(12);

所述高温环路(3)包括通过管路连接的高温压缩机(31)、高温冷凝器(32)、高温节流装置(33)、中温冷凝蒸发器(24);

所述低温环路(1)和所述中温环路(2)共用低温冷凝蒸发器(12),两个环路的制冷剂在其中分别进行冷凝和蒸发,热量从低温环路(1)传递到中温环路(2);

所述中温环路(2)和所述高温环路(3)共用一个中温冷凝蒸发器(24),两个环路的制冷剂在其中分别进行冷凝和蒸发,热量从中温环路(2)传递到高温环路(3);

所述热回收水路(4)包括通过水管连接的低温热回收器(26)、中温热回收器(22)、高温冷凝器(32)、中温储水罐(41)、水泵(42)、中温水阀(43)、高温水阀(44)。

2. 根据权利要求1所述的一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:所述低温压缩机(11)运行的饱和吸气温度介于 $-50^{\circ}\text{C}\sim -15^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。

3. 根据权利要求1所述的一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:所述中温压缩机(21)运行的饱和吸气温度介于 $-15^{\circ}\text{C}\sim +10^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。

4. 根据权利要求1所述的一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:所述高温压缩机(31)为热泵工况的压缩机,其运行的饱和吸气温度介于 $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。

5. 根据权利要求1所述的一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:所述中温热回收器(22)的出水温度在 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围,高温冷凝器(32)的出水温度在 $50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围。

6. 根据权利要求1所述的一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:所述中温环路(2)中的中温冷凝蒸发器(24)和中温冷凝器(25)为并联,并分别和电动三通调节阀(23)相连,电动三通调节阀(23)可以根据设定自动调节制冷剂进入两者中的相对比例,以保证制冷系统稳定运行。

7. 根据权利要求2所述的一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:所述低温环路(1)的制冷剂为适合于低温工况的制冷工质。

## 一种多级复叠式多温区冷热联产系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于制冷空调技术领域,具体涉及一种复叠式多温区冷热联产的系统。

### 背景技术

[0002] 随着人民生活水平的提高,人均肉食消费水平逐步提高,屠宰加工业在国民经济中的重要性日渐增大。由于屠宰生产工艺的需要,其能源消耗有比较鲜明的特点,在生产过程中既需要制冷系统供冷(食品的冷却、冻结、冷储、车间空调等),也同时需要工艺热水(宰杀、烫毛、器具的消毒、巴氏杀菌、工人洗手和淋浴、场地清洗等)。传统上这些供冷和供热需求一般由制冷机房和锅炉房两套系统分别提供。根据行业调查,目前大多屠宰厂中的制冷系统所产生的冷凝热都是通过水或空气直接排向大气。一边是制冷系统的冷凝废热排放,另一边又是锅炉耗能生产热水或者蒸汽。从能源利用角度分析,制冷和供热之间能量关系并没有被合理、有效的运用,存在着能源综合利用率低的缺点。

[0003] 在热泵领域,随着“电代煤”等政策的推动,各种高温热泵技术蓬勃发展,换热器、压缩机、工质开发、系统控制等方面技术都有了较大的进步,高温热泵能效比取得了较大提高,国内外各种研究都充分表明用热泵制取热水,相比各种燃煤锅炉、电锅炉、燃气锅炉等都具有较大的优势。对于热泵来说,蒸发温度越高,制热能效比越高;制冷系统排放的大量冷凝废热,正好可以作为高温热泵的热源。同时,在热泵出水温度不变的情况下,进水温度越高,制热所需消耗的能量越少,因此总能耗越少。合理利用制冷系统的冷凝废热,提高热泵的制热效率,节省能源总量,有比较明显的优势。

[0004] 近些年来,以自然工质CO<sub>2</sub>作为制冷剂的二氧化碳制冷系统,因为具有对环境无污染、GWP=1,安全无毒、传热性能优良等优点,作为一种高效、节能、环保的技术被广泛地开发和应用,尤其是在大型工商业制冷系统和冷库中,包括各种低温复叠系统和跨临界系统,有着较大的发展潜力。

### 发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种多级复叠式多温区冷热联产系统,包括低温环路、中温环路、高温环路共三个制冷环路和一个热回收水路。

[0006] 本实用新型通过下述技术方案实现:

[0007] 一种多级复叠式多温区冷热联产系统,其特征在于:包括低温环路、中温环路、高温环路三个制冷环路和一个热回收水路;

[0008] 所述低温环路包括通过管路连接的低温压缩机、低温冷凝蒸发器、低温节流装置、低温蒸发器;

[0009] 所述中温环路包括通过管路连接的中温压缩机、中温热回收器、电动三通调节阀、中温冷凝蒸发器、中温冷凝器、低温热回收器、中温节流装置、中温蒸发器、低温冷凝蒸发器;

[0010] 所述高温环路包括通过管路连接的高温压缩机、高温冷凝器、高温节流装置、中温冷凝蒸发器；

[0011] 所述低温环路和中温环路共用低温冷凝蒸发器，两个环路的制冷剂在其中分别进行冷凝和蒸发，热量从低温环路传递到中温环路；

[0012] 所述中温环路和高温环路共用一个中温冷凝蒸发器，两个环路的制冷剂在其中分别进行冷凝和蒸发，热量从中温环路传递到高温环路。

[0013] 所述低温环路中的低温压缩机运行的饱和蒸发温度介于 $-50^{\circ}\text{C}$ ~ $-15^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。

[0014] 所述中温环路中的中温压缩机运行的饱和蒸发温度介于 $-15^{\circ}\text{C}$ ~ $+10^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。

[0015] 所述高温环路中的高温压缩机为热泵型压缩机，其运行的饱和蒸发温度介于 $10^{\circ}\text{C}$ ~ $40^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。

[0016] 所述中温环路的中温冷凝蒸发器和中温冷凝器为并联，并分别和电动三通调节阀相连，电动三通调节阀可以根据设定自动调节制冷剂进入两者的比例，以保证冷凝/蒸发温度的基本稳定。

[0017] 所述三个环路的制冷剂不是同一种工质，可根据相应工况选择；优选的，低温环路的制冷剂为适合低温工况的绿色自然工质二氧化碳。

[0018] 所述低温热回收器、中温热回收器、高温冷凝器都为制冷剂-水换热器，其水侧通过水管路依次连通。所述中温热回收器的水侧出口连接一个中温储水罐，再通过水泵和高温冷凝器相连。所有部件的水侧组成一个热回收水路。所述中温热回收器出水温度在 $30^{\circ}\text{C}$ ~ $50^{\circ}\text{C}$ 范围，所述高温冷凝器的出水温度在 $50^{\circ}\text{C}$ ~ $100^{\circ}\text{C}$ 范围。进一步来说，水路中还配置中温水阀、高温水阀等附件。

[0019] 本实用新型与现有技术相比，主要具有以下优点：

[0020] 本实用新型的多级复叠式多温区冷热联产系统，同时提供低温冷源、中温冷源、中温热水、高温热水，可以实现制冷制热一体化，完全替代传统的燃气锅炉或电锅炉，达到冷热综合利用，节省燃气或电能，降低运行费用。

[0021] 利用复叠式制冷的中温级对低温级进行冷凝，提高低温级的制冷效率；利用热回收器为中温级制冷剂降温过冷，提高中温级的制冷效率；利用中温级的冷凝废热生产中温热水，部分可直接供生产生活使用，另一部分可作为高温级热泵供水侧的进水，减少生产高温热水所需的总能量，从而减少制热整体能耗；利用中温级的冷凝排热作为高温热泵级的吸热热源，提高热泵蒸发温度，从而提高热泵的制热效率，相比于采用独立空气源热泵，解决了在冬季低温环境下换热不足的缺点。本实用新型较好地实现了各种冷量和热量的综合利用，提高了能源综合利用效率，有利于企业节能减排。

[0022] 本实用新型所述的低温环路优选地使用纯天然工质 $\text{CO}_2$ 作为制冷剂，无毒，不可燃，臭氧破坏指数 $\text{ODP}=0$ ，温室效应指数 $\text{GWP}=1$ ，低温流动性、换热性能俱佳，适宜在较低环境温度下使用。相比采用氟利昂制冷剂，可大幅降低 $\text{GWP}$ 值，相比传统屠宰行业采用的氨制冷剂，可从根本上杜绝氨气有毒、泄漏伤人、爆炸的风险，可提高企业安全生产的可靠性，减少安全和维护所需的额外成本。

## 附图说明

[0023] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0024] 图1为本实用新型的系统流程示意图。

[0025] 图中:1—低温环路,2—中温环路,3—高温环路,4—热回收水路,11—低温压缩机,12—低温冷凝蒸发器,13—低温节流装置,14—低温蒸发器,21—中温压缩机,22—中温热回收器,23—电动三通调节阀,24—中温冷凝蒸发器,25—中温冷凝器,26—低温热回收器,27a—中温节流装置,27b—中温节流装置,28—中温蒸发器,31—高温压缩机,32—高温冷凝器,33—高温节流装置,41—中温储水罐,42—水泵,43—中温水阀,44—高温水阀。

## 具体实施方式

[0026] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义,此外,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式。

[0027] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步地详细说明。

## 实施例

[0028] 本实用新型是一种基于多级复叠式制冷循环的多温区冷热联产系统,包括低温环路1、中温环路2、高温环路3共三个制冷循环环路和一个热回收水路4。

[0029] 低温环路1包括至少一个通过管路连接的低温压缩机11、低温冷凝蒸发器12、低温节流装置13、低温蒸发器14。制冷剂液体在低温蒸发器14中吸热蒸发,蒸发后的气态制冷剂进入到低温压缩机11中被压缩成高温高压过热气体,进入低温冷凝蒸发器12中放出热量重新冷凝成高压液体,然后进入低温节流装置13中经过节流降压变成低温液体,再进入低温蒸发器14中吸热蒸发,完成一个制冷循环。实施例中低温环路制冷剂优选的采用绿色天然工质二氧化碳,其制冷饱和蒸发温度 $<-30^{\circ}\text{C}$ ,可为 $<-18^{\circ}\text{C}$ 的速冻库和低温冷库提供冷量。

[0030] 中温环路2包括至少一个通过管路连接的中温压缩机21、中温热回收器22、电动三通调节阀23、中温冷凝蒸发器24、中温冷凝器25、低温热回收器26、中温节流装置27a和27b、中温蒸发器28、低温冷凝蒸发器12。中温压缩机21排出的高温高压制冷剂气体进入中温热回收器22和水侧的低温水换热,热量被回收利用,再经过电动三通调节阀23分成两股,一股进入中温冷凝蒸发器24和高温级制冷剂交换热量后冷凝降温,另一股进入中温冷凝器25,和外界环境换热后冷凝降温,电动三通调节阀可以根据设定自动调节分配两者的流量,保持系基本稳定运行;降温冷凝后的制冷剂液体汇合后再进入低温热回收器26,和温度较低的进水(常温自来水 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ )换热,温度进一步降低为过冷状态,以提高中温级的制冷效率;经过过冷后的液体又分为两路,一路经过中温节流装置27a进入低温冷凝蒸发器12,吸收低温环路中 $\text{CO}_2$ 排气的冷凝热量而蒸发;另一路经中温节流装置27b后进入中温蒸发器28,蒸发后的两路气体混合后被中温压缩机21重新吸入,完成一个制冷循环。低温冷凝蒸发器12为低温环路和中温环路共用,热量通过其由低温环路传递到中温环路,实现低温环路和中温环路的耦合。实施例中中温环路采用适合中高温应用的低GWP值的R134A作为制冷剂,饱和蒸发温度为 $<-5^{\circ}\text{C}$ ,可为中温冷库或和其它用冷设备提供冷量。

[0031] 高温环路为高温热泵级,包括高温压缩机31、高温冷凝器32,高温节流装置33和中温冷凝蒸发器24。高温压缩机31排出的高温高压气体,进入高温冷凝器32中和水侧换热后降温冷凝,冷凝后的制冷剂液体经高温节流装置33后变为低温低压液体,再进入中温冷凝蒸发器24和中温环路的制冷剂换热,吸收热量后蒸发成蒸气状态,重新被高温压缩机吸入,完成一个热泵循环;实施例中高温级制冷剂也采用R134A,高温压缩机为适合高温热泵工况的螺杆压缩机,饱和蒸发温度 $>10^{\circ}\text{C}$ ,制热效率较高。

[0032] 低温热回收器26、中温热回收器22、高温冷凝器32都为制冷剂-水换热器,其水侧通过水管路连通,中温热回收器22水侧出口连接一个中温储水罐41,中温储水罐41连接有中温水阀43、高温冷凝器32水侧出口管路上有高温水阀44,以上水路部件共同组成一个热回收水路4。进水来自常温自来水(通常 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ ),进水依次经过低温热回收器26的水侧、中温热回收器22的水侧,吸收热量后温度逐级升高。中温热回收器22的水侧出水温度达到中温范围( $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ),中温热水进入中温储水罐41存储,可随时通过中温水阀43对外输出热水,满足对中温热水的需求;中温储水罐41中的部分热水通过水泵42输送到高温冷凝器32,进一步被加热成为高温热水( $50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ ),通过高温水阀44对外输出,可用于需要高温热水的工艺流程。

[0033] 以上所述,仅是本实用新型的较佳实施例,并非对本实用新型做任何形式上的限制,本文所述的低温、中温、高温,都是相对温度而言,凡是依据本实用新型的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化,均应包含在本申请的保护范围之内。

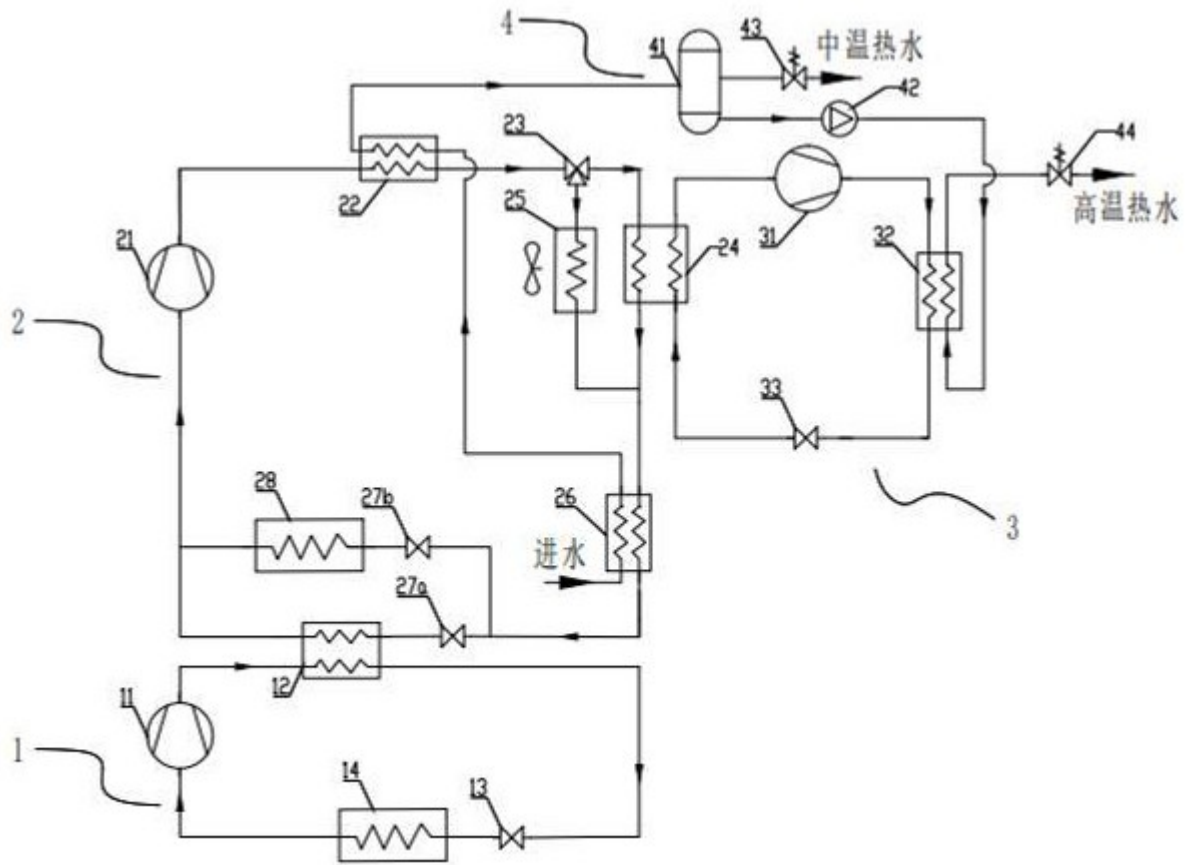


图 1