



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108387022 B

(45)授权公告日 2019.02.26

(21)申请号 201810165757.4

F25B 9/08(2006.01)

(22)申请日 2018.02.28

F25B 40/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F25B 41/06(2006.01)

申请公布号 CN 108387022 A

F25B 43/00(2006.01)

(43)申请公布日 2018.08.10

(56)对比文件

CN 106705484 A, 2017.05.24, 全文.

(73)专利权人 中国科学院力学研究所

CN 104019579 A, 2014.09.03, 全文.

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15
号

CN 104990302 A, 2015.10.21, 全文.

(72)发明人 潘利生 李冰 李利峰 史维秀
魏小林

CN 106524569 A, 2017.03.22, 全文.

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

CN 101418997 A, 2009.04.29, 全文.

代理人 胡剑辉

US 2012291462 A1, 2012.11.22, 全文.

JP 2007057156 A, 2007.03.08,

审查员 刘庆

(51)Int.Cl.

F25B 9/00(2006.01)

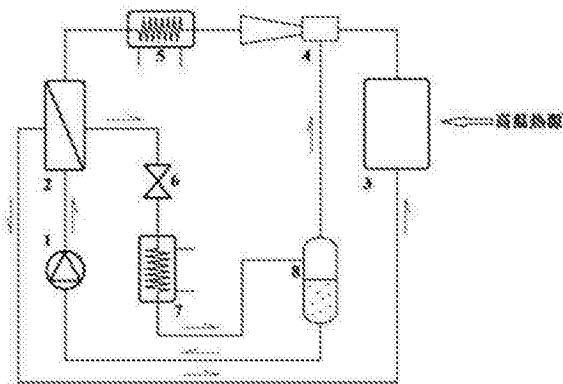
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种以CO₂为工质的高温热泵系统

(57)摘要

本发明提供了一种高效的高温热泵系统，主要包括：加热器、引射器、冷却器、节流阀、蒸发器、气液分离器、工质泵以及回热器。该系统采用高温热能作为系统驱动力，对低品位热能提质增效，采用引射器代替压缩机，避免了传统压缩式高温热泵中压缩机线圈和润滑油的耐热问题，提高了热泵系统运行参数，采用工质泵为引射流体增压，提高了系统运行的稳定性和系统能效比，从而实现了热能的高效综合利用。



1. 一种以CO₂为工质的高温热泵系统，其特征在于，包括：加热器、引射器、冷却器、节流阀、蒸发器、气液分离器、工质泵以及回热器；

在所述加热器中吸收热量的高温高压的循环工质达到高温高压超临界状态，由高压进口进入所述引射器引射从所述气液分离器出来的低温低压的饱和气相循环工质，混合后经扩压室增压达到中温中压状态，再经所述冷却器换热，所述冷却器中的冷却介质吸收热量，向外界用户提供热能；

释放部分热量的循环工质经低压进口进入所述回热器，与经过其高压侧的低温循环工质换热冷却至近临界状态，经节流阀节流降温降压达到气液两相状态，之后进入蒸发器与其中的低品位介质换热，吸收其中的低品位热能；

从所述蒸发器出来的低温低压循环工质进入所述气液分离器，分离成饱和液态工质和饱和气态工质，其中的饱和气态工质被进入所述引射器的高温高压超临界态循环工质引射，继续参与上述循环；饱和液态工质经所述工质泵加压后经高压进口进入所述回热器高压侧，与低压侧的高温循环工质换热，然后进入加热器吸收热量后继续参与上述循环。

一种以CO₂为工质的高温热泵系统

技术领域

[0001] 本发明属于热泵技术领域，具体涉及一种以CO₂为循环工质，采用少量高温热能作为系统驱动力，吸收低品位热能，向外输出中等温度热能的高温热泵系统。

背景技术

[0002] 低品位热能种类众多、分布广泛，热泵技术能够对低品位热能提质增效，扩大低品位热能的应用领域和发展空间。在能源危机日益突出的背景下，热泵技术得到高度重视和迅速发展。常规热泵技术已经非常成熟，如蒸汽压缩式热泵、吸收式热泵等，能够将低品位热能最高提升至100℃左右，尤其在冬季供暖领域应用普遍。

[0003] 高温介质在工业生产过程中应用非常普遍，应用过程一般产生一定的温降。经过降温的介质，一般有三种处理途径：(1)重新回到锅炉被加热成满足需求的高温介质；(2)流到工艺系统中低温热源应用环节进行利用；(3)直接排放。上述三种处理途径最终均需向环境排放一定热量。若采用高温热泵技术，从环境或废弃排放物吸收低品位热能，经过提质增效，将降温的介质重新加热，使其达到工艺应用需求，整个过程仅需输入少量电能或高温热能作为驱动力，则可实现高于1.0的能效比。工业余热资源丰富，并且具有较高温度热源，因此放热温度在100℃以上的，以高温热能为驱动力的高温热泵在工业生产领域具有非常广阔的应用前景，具有极佳的经济效益和社会效益。

[0004] 按工作原理热泵系统可分为压缩式，吸收式，引射式，吸附式和化学式热泵等。由于结构紧凑、工作稳定，压缩式热泵应用最广。按冷凝温度的不同，热泵系统可分为常温热泵和高温热泵。对于传统压缩式高温热泵系统，由于压缩机线圈和润滑油的耐热问题，压缩机排气温度不能过高，一般不应超过130℃，从而限制了高温热泵系统的制热温度上限；而溴化锂吸收式热泵系统流程复杂，制热能力影响因素多，系统稳定性欠佳，运行成本较大；引射式热泵不受限于压缩机耐温，可以达到很高的供热温度，但现有引射式CO₂热泵采用压缩机对引射流体进行增压，工质状态位于临界点附近，工质物性变化剧烈、工况不稳定、压缩机耗能高。

[0005] 中国专利CN104654662A公开了一种新型高温热泵热回收系统，通过高温热泵对烘烤箱的出风口进行热能的回收，通过热泵作用将热能回收处理，提高了能源的利用率，减少能源使用量和环境污染。

[0006] 中国专利CN102155810B公开了一种吸收式高温热泵系统，采用较高温度的余热，利用工质循环实现温度的提升，有效利用了热能。

[0007] 中国专利CN104676943B公布了一种CO₂高温热泵系统，将涡流管及引射器引入热泵系统，利用涡流管的涡流效应，进一步拓展高温热泵的应用范围，同时引射器的使用可提高压缩机吸气压力，使热泵循环系统能效增加。

[0008] 上述专利在一定程度上能够提高热泵的效率，但是，其中压缩机的使用，致使系统循环稳定性较差，同时，系统中的部分热能无法被利用，热能利用效率有待提高。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种高效的高温热泵系统，实现压缩式、吸收式、引射式等热泵优点的有机结合，形成一种结构简单、运行稳定、能效比高的高温热泵系统。

[0010] 为了达到上述目的，本发明的具体技术方案如下：

[0011] 一种以CO₂为工质的高温热泵系统，包括：加热器、引射器、冷却器、节流阀、蒸发器、气液分离器、工质泵以及回热器；

[0012] 在所述加热器中吸收热量的高温高压的循环工质达到，由高压进口进入所述引射器引射从所述气液分离器出来的低温低压的饱和气相循环工质，混合后经扩压室增压达到中温中压状态，再经所述冷却器换热，所述冷却器中的冷却介质吸收热量，向外界用户提供热能；

[0013] 释放部分热量的循环工质经低压进口进入所述回热器，与经过其高压侧的低温循环工质换热冷却至近临界状态，经节流阀节流降温降压达到气液两相状态，之后进入蒸发器与其中的低品位介质换热，吸收其中的低品位热能；

[0014] 从所述蒸发器出来的低温低压循环工质进入所述气液分离器，分离成饱和液态工质和饱和气态工质，其中的饱和气态工质被进入所述引射器的高温高压超临界态循环工质引射，继续参与上述循环；饱和液态工质经所述工质泵加压后经高压进口进入所述回热器高压侧，与低压侧的高温循环工质换热，然后进入加热器吸收热量后继续参与上述循环。

[0015] 进一步地，所述循环工质为CO₂。

[0016] 本发明提供的一种以CO₂为工质的高温热泵系统，采用少量高温热能作为系统驱动力，采用引射器代替压缩机，采用工质泵为引射流体增压，实现对低品位热能的提质增效，系统结构简单、运行稳定、能效比高。

附图说明

[0017] 图1是本发明提供的一种高温热泵工质循环系统图；

[0018] 1.工质泵，2.回热器，3.加热器，4.引射器，5.冷却器，6.节流阀，7.蒸发器，8.气液分离器。

具体实施方式

[0019] 以下结合具体实施例及其附图对本发明做进一步说明。

[0020] 本发明中，以下实施方式中的循环工质均为CO₂。

[0021] 如图1所示，一种以CO₂为工质的高温热泵系统，包括：加热器3、引射器4、冷却器5、节流阀6、蒸发器7、气液分离器8、工质泵1以及回热器2；

[0022] 高温高压的循环工质在加热器3中吸收热量后达到高温高压超临界状态，由高压进口进入引射器4引射从气液分离器8出来的低温低压的饱和气相循环工质，混合后经扩压室增压达到中温中压状态，再经冷却器5换热，冷却器5 中的冷却介质吸收热量，向外界用户提供热能。

[0023] 释放部分热量的循环工质经低压进口进入回热器2，与经过其高压侧的低温循环工质换热冷却至近临界状态，经节流阀6节流降温降压达到气液两相状态，之后进入蒸发器7与其中的低品位介质换热，吸收其中的低品位热能。

[0024] 其中的节流阀6将低温中压超临界状态的循环工质继续降温降压,达到亚临界两相状态,实现了气态循环工质和液态循环工质的出现。在此处,尤其对于CO₂循环工质,由于从冷却器5出来的循环工质其状态依然处于超临界状态,若继续参与系统循环则需要对其进行压缩,而在压缩过程中功耗较大,而且对于系统本身的结构性能会有更高要求,此时通过节流阀6对其进行节流降温降压,达到两相状态,之后再进入蒸发器7吸热后对液态工质增压,成为两相状态的低温低压循环工质,这就对之后消耗较少功耗且实现稳定运行提供了可能。这也正是本系统中对于CO₂循环工质增压过程处理的关键所在。

[0025] 该过程中CO₂循环工质的状态转化过程耗功较小,极大地减少了循环过程中的能耗,提高了能源利用率。从蒸发器7出来的低温低压循环工质进入气液分离器8,分离成饱和液态工质和饱和气态工质,其中的饱和气态工质被进入引射器4的高温高压超临界态循环工质引射,继续参与上述循环;饱和液态工质经工质泵1加压后经高压进口进入回热器2高压侧,与低压侧的高温循环工质换热,然后进入加热器3吸收热量后继续参与上述循环。

[0026] 气液分离器8将从蒸发器7出来的两相状态的低温低压循环工质,利用密度差的原理,分离成饱和液态工质和饱和气态工质,从而具有了采用工质泵1 增压代替压缩机增压的可能。

[0027] 高温高压流体从引射器4高压进口进入引射器4,经过喷嘴降温、降压、增速,循环工质内能向动能转化,当循环工质速度达到音速时,在引射器4低压引进口形成低压区,将气液分离器8分离出来的饱和气态循环工质引射进入引射器4并与主流循环工质混合,两者混合后压力趋于稳定,进入引射器4扩压室进行增压。由于传统压缩式高温热泵中压缩机线圈和润滑油的耐热问题,压缩机排烟温度不能过高,限制了热泵系统的制热温度上限,引射器4结构简单,没有运动部件,不受运行温度的影响,排气温度更高,从而能够提供更高温度的供热能力。

[0028] 本发明提供的高温热泵系统,不仅功耗低,而且能够采用引射器4代替压缩机,避免了传统压缩式高温热泵中压缩机线圈和润滑油的耐热问题,采用工质泵1为引射流体增压,提高了系统运行的稳定性和系统能效比,采用高温热能作为系统驱动力,采用低品位热能作为系统能源输入,有利于工业余热的综合利用。

[0029] 以上,虽然说明了本发明的几个实施方式,但是这些实施方式只是作为例子提出的,并非用于限定本发明的范围。对于这些新的实施方式,能够以其他各种方式进行实施,在不脱离本发明的要旨的范围内,能够进行各种省略、置换、及变更。这些实施方式和其变形,包含于本发明的范围和要旨中的同时,也包含于权利要求书中记载的发明及其均等范围内。

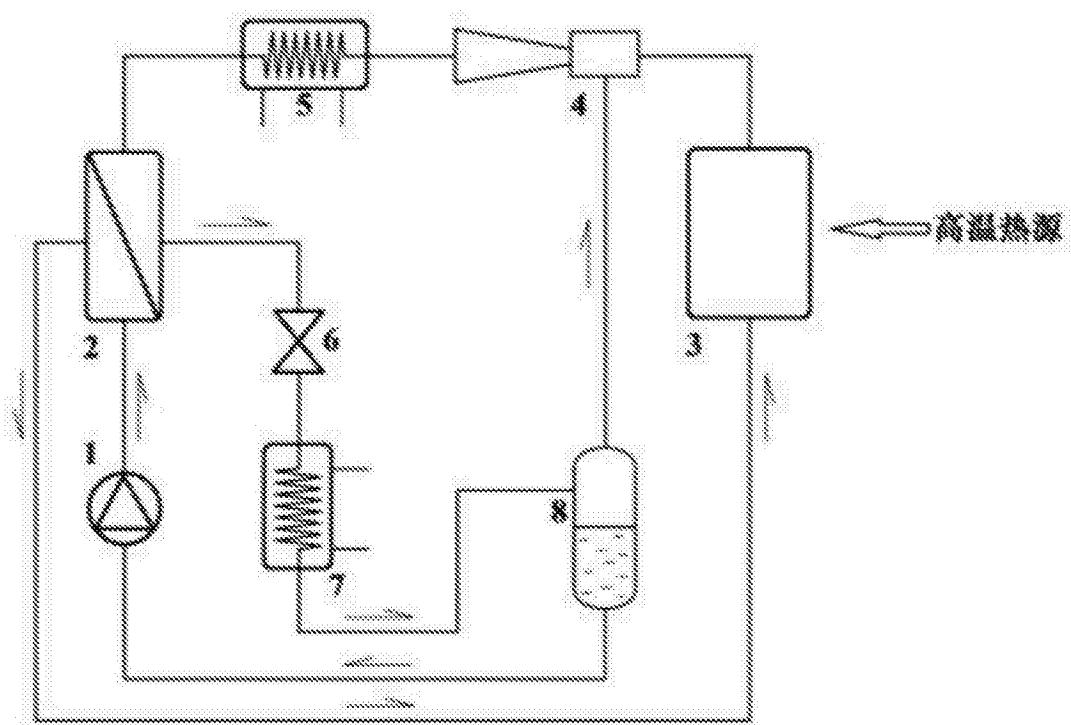


图1