



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210861850 U

(45)授权公告日 2020.06.26

(21)申请号 201921465727.1

(22)申请日 2019.09.05

(73)专利权人 天津商业大学

地址 300134 天津市北辰区光荣道409号

(72)发明人 代宝民 杨茜茹 马牧宇 王璐

何小敏 杨和澄 郭梦迪

(74)专利代理机构 天津市三利专利商标代理有限公司 12107

代理人 全林叶

(51)Int.Cl.

F25B 41/06(2006.01)

F25B 43/00(2006.01)

F25B 9/10(2006.01)

F25B 1/10(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

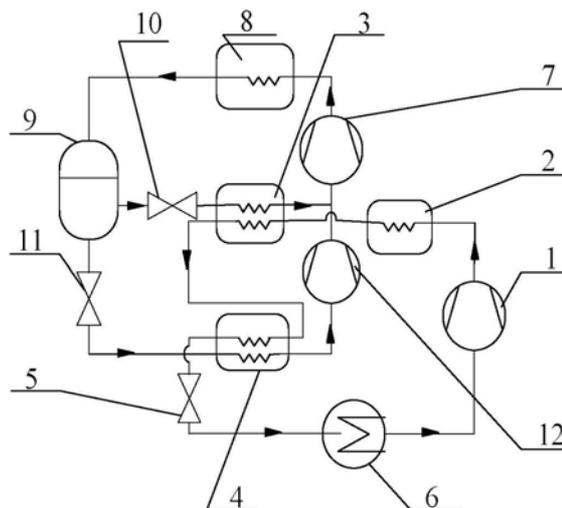
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)实用新型名称

双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统。本实用新型CO₂跨临界制冷循环系统包括气体冷却器、中温级冷却蒸发器、低温级冷却蒸发器、膨胀阀、蒸发器、压缩机；非共沸工质机械过冷双级节流循环系统包括中温级压缩机、冷凝器、储液器、中温级节流阀、低温级节流阀、低温级压缩机。通过非共沸工质增压机械循环可对CO₂循环气体冷却器出口的CO₂流体进行一次和二次冷却，降低节流损失，提高系统整体能效。通过双级节流非共沸工质机械辅助过冷循环，使换热形成更良好的温度匹配，缩小了传热温差、减小了过程的不可逆损失，进而减小了冷凝器和蒸发器的传热不可逆损失，使制冷循环的效率得以提高。



1. 一种双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界循环制冷系统,其特征在于,循环系统由非共沸工质机械过冷双级节流循环系统和CO₂跨临界制冷循环系统耦合组成;

所述CO₂跨临界制冷循环系统包括气体冷却器、中温级冷却蒸发器、低温级冷却蒸发器、膨胀阀、蒸发器、压缩机;所述压缩机出口与气体冷却器入口相连,气体冷却器出口与中温级冷却蒸发器入口相连,所述中温级冷却蒸发器出口与低温级冷却蒸发器入口相连,低温级冷却蒸发器出口与膨胀阀入口连接,膨胀阀出口与蒸发器入口相连,蒸发器入口与压缩机相连;

所述非共沸工质机械过冷双级节流循环系统包括中温级压缩机、冷凝器、储液器、中温级节流阀、低温级节流阀、低温级压缩机;所述中温级压缩机出口与冷凝器入口相连,冷凝器出口先经由储液器后分别与中温节流阀和低温节流阀相连,中温节流阀出口与中温冷却蒸发器入口相连,中温冷却蒸发器出口与中温压缩机入口相连;所述低温节流阀出口与低温冷却蒸发器入口相连,低温冷却蒸发器出口与低温级压缩机入口相连,低温级压缩机出口与中温级压缩机入口相连。

2. 根据权利要求1所述的双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界循环制冷系统,其特征在于,所述中温冷却蒸发器和低温冷却蒸发器均为逆流式换热器。

3. 根据权利要求1所述的双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界循环制冷系统,其特征在于,CO₂跨临界制冷循环制冷剂采用自然工质CO₂,非共沸工质机械过冷双级节流循环制冷剂为CO₂/R1234ze、CO₂/R1234yf、R41/R1234ze、R41/R1234yf、R32/R1234ze、R32/R1234yf或R32/R600a。

双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及制冷技术领域,特别是涉及一种双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统。

背景技术

[0002] 随着全球变暖、臭氧层被破坏等环境问题的日益凸显,为了替代对臭氧层有破坏作用以及产生温室效应的CFCs、HCFCs、HFCs等工质,寻找新型友好的自然制冷工质成为制冷空调领域的研究重点。其中,CO₂由在其无毒不可燃、安全环保等优势,引起了人们的普遍关注。

[0003] 但由于CO₂较低的临界温度和较高的临界压力,使其节流损失大、制冷效率较低,尤其是当环境温度较高时,CO₂的制冷能力急剧下降。如果对气体冷却器出口的CO₂流体进行过冷,随着过冷度的增加,节流损失降低,循环冷量增加,循环COP得以提升。CO₂制冷循环的过冷可通过内部换热器、机械过冷、热电过冷等方式实现。一些学者对机械过冷用于CO₂跨临界制冷循环进行了理论研究,即通过蒸气压缩制冷循环对主循环(CO₂跨临界制冷循环)气体冷却器出口的CO₂进行冷却。机械过冷不仅能够增加制冷量,而且可以降低主循环的运行高压,降低压缩机排气压力,延长压缩机的使用寿命

[0004] 常规机械过冷循环均采用纯工质,蒸发相变过程温度保持不变,但超临界CO₂流体冷却过程为降温过程,二者换热过程温度不匹配,造成换热过程不可逆损失大。并且对于环境温度较高、蒸发温度较低的应用场所,CO₂过冷度高达20℃以上。机械过冷制冷循环冷凝侧与空气进行换热,蒸发侧与CO₂流体进行换热,空气侧的温升一般不超过8℃,而CO₂的温降为20℃左右。

[0005] 如果机械过冷循环采用非共沸工质,其蒸发和冷凝相变过程的温度滑移接近,冷凝侧和蒸发侧不能同时与空气及CO₂形成良好的温度匹配,从而又会引起较大的不可逆损失。

实用新型内容

[0006] 本实用新型目的在于,为克服上述现有技术中存在的不足,而提供一种双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统。

[0007] 本实用新型由机械过冷制冷循环和CO₂跨临界制冷循环组成,其中机械过冷制冷循环为两个蒸发压力的蒸汽压缩制冷循环,制冷剂为温度滑移合理的混合制冷剂CO₂/R1234ze、CO₂/R1234yf、R41/R1234ze、R41/R1234yf、R32/R1234ze、R32/R1234yf或R32/R600a。

[0008] 本实用新型循环系统由非共沸工质机械过冷双级节流循环系统和CO₂跨临界制冷循环系统耦合组成;

[0009] 所述CO₂跨临界制冷循环系统包括气体冷却器、中温级冷却蒸发器、低温级冷却蒸发器、膨胀阀、蒸发器、压缩机;所述压缩机出口与气体冷却器入口相连,气体冷却器出口与

中温级冷却蒸发器入口相连,所述中温级冷却蒸发器出口与低温级冷却蒸发器入口相连,低温级冷却蒸发器出口与膨胀阀入口连接,膨胀阀出口与蒸发器入口相连,蒸发器入口与压缩机相连;

[0010] 所述非共沸工质机械过冷双级节流循环系统包括中温级压缩机、冷凝器、储液器、中温级节流阀、低温级节流阀、低温级压缩机;所述中温级压缩机出口与冷凝器入口相连,冷凝器出口先经由储液器后分别与中温节流阀和低温节流阀相连,中温节流阀出口与中温冷却蒸发器入口相连,中温冷却蒸发器出口与中温压缩机入口相连,构成第一回路;所述低温节流阀出口与低温冷却蒸发器入口相连,低温冷却蒸发器出口与低温级压缩机入口相连,低温级压缩机出口与中温级压缩机入口相连,构成第二回路。

[0011] 所述中温冷却蒸发器和低温冷却蒸发器均为逆流式换热器。

[0012] CO₂跨临界制冷循环制冷剂采用自然工质CO₂,非共沸工质机械过冷双级节流循环制冷剂为CO₂/R1234ze、CO₂/R1234yf、R41/R1234ze、R41/R1234yf、R32/R1234ze、R32/R1234yf或R32/R600a。

[0013] 本实用新型具有的优点和积极效果是:

[0014] (1) CO₂制冷系统的制冷剂为自然工质CO₂。CO₂的GWP为1,ODP为0,安全无毒不可燃、廉价易获取,在高温条件下也不分解产生有害气体,机械过冷循环工质CO₂/R1234ze、CO₂/R1234yf、R41/R1234ze、R41/R1234yf、R32/R1234ze、R32/R1234yf或R32/R600a的GWP较低,系统所用制冷剂均为环境友好的制冷剂。

[0015] (2) 机械过冷循环采用非共沸混合制冷剂CO₂/R1234ze、CO₂/R1234yf、R41/R1234ze、R41/R1234yf、R32/R1234ze、R32/R1234yf或R32/R600a作为工质,制冷剂在冷凝器中与空气形成很好的温度匹配。制冷剂两次节流,循环存在高低温不同的两次蒸发过程,其中较高温度的蒸发过程与CO₂一级过冷形成很好的温度匹配,较低温度的蒸发过程与CO₂二级过冷进行较好的温度匹配,最终进一步降低了CO₂气体冷却器的出口温度。机械过冷循环的蒸发侧和冷凝侧的换热不可逆损失均降低,循环整体性能提高。

[0016] (3) 通过机械过冷系统对CO₂系统气体冷却器出口的CO₂进行过冷,降低进入膨胀阀前CO₂温度,减小膨胀损失,并进一步降低CO₂运行高压。

附图说明

[0017] 图1为本实用新型双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统的CO₂跨临界制冷循环的温焓图;

[0018] 图2为本实用新型双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统的双级节流非共沸工质机械过冷的温焓图;

[0019] 图3为本实用新型双级节流非共沸工质机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统的示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本实用新型做进一步说明。

[0021] 如图1所示,本实用新型包括双级节流非共沸工质机械过冷循环系统和CO₂跨临界制冷循环系统,粗实线为CO₂跨临界循环(1'-2'-3'-4'-5'-6'-1'),细实线为双级节流非共

沸工质机械过冷循环的低温蒸发过程(8-1)和高温蒸发过程(7-3)。图2为本实用新型非共沸工质增压机械过冷CO₂跨临界制冷循环系统的辅助过冷制冷循环的温焓图,其中3'-4'为CO₂的一级过冷过程,4'-5'为CO₂的二级过冷过程。

[0022] 本实用新型系统如图3所示:

[0023] 第一步:压缩机1吸入蒸发器6出口处的低温低压的饱和CO₂气体,将其压缩成高温高压的气体,在气体冷却器2中与空气进行换热后温度降低,之后分别流经中温冷却蒸发器3与低温冷却蒸发器4与非共沸混合制冷剂进行换热,实现CO₂流体过冷,再进入节流阀5节流降压,变为气液两相状态。再经蒸发器6蒸发吸热后成为过热气体进入压缩机,完成CO₂跨临界循环。

[0024] 第二步:机械过冷循环低温级压缩机12吸收低温冷却蒸发器4出口处的低温低压制冷剂,将其压缩为中温中压的过热气体,与中温冷却蒸发器3出口的饱和气体混合后进入中温级压缩机7,压缩成高温高压气体,进入冷凝器8与空气换热。之后制冷剂进入储液器9,一路经过中温级节流阀10膨胀节流后变为中温中压的气液两相流体,另一路经过低温级节流阀11膨胀节流后变为低温低压的气液两相流体。

[0025] 第三步:机械过冷循环中温中压的非共沸工质气液两相流体通过中温冷却蒸发器3与CO₂进行一次换热变成饱和气体,低温低压的气液两相流体通过低温冷却蒸发器4与CO₂进行换热,进一步降低CO₂流体的温度,非共沸工质最终变成饱和气体。

[0026] 尽管上面结合附图对本实用新型的优选实施例进行了描述,但是本实用新型并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的,本领域的普通技术人员在本实用新型的启示下,在不脱离本实用新型宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可以做出很多形式,这些均属于本实用新型的保护范围之内。

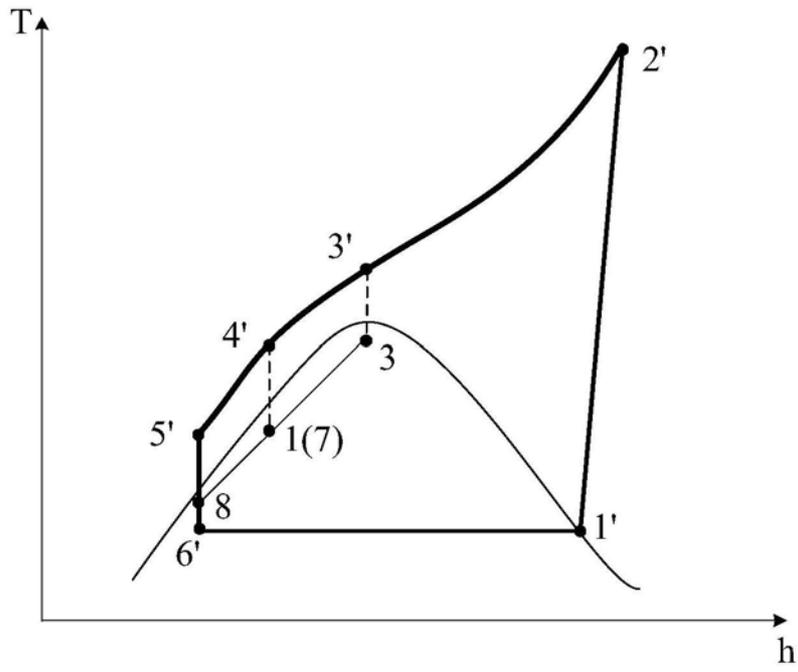


图1

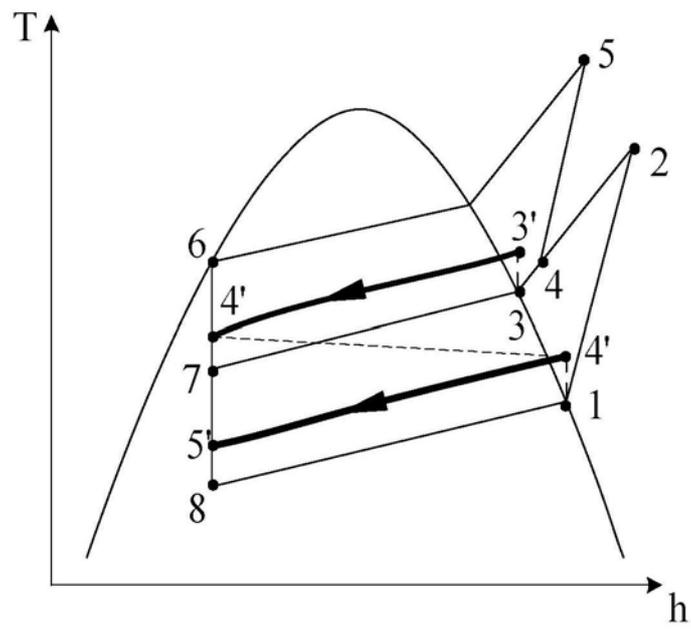


图2

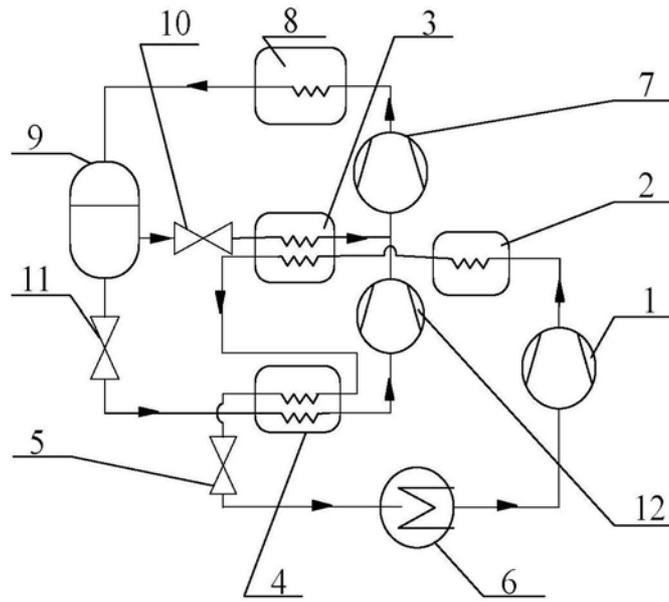


图3