



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101949611 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201010510850. 8

(22) 申请日 2010. 10. 19

(73) 专利权人 河南科技大学

地址 471003 河南省洛阳市西苑路 48 号河南科技大学 100#

(72) 发明人 王林 谈莹莹 王志远 闫晓娜  
梁坤峰 崔晓龙 王雨 马爱华

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119

代理人 陈浩

(51) Int. Cl.

F25B 27/00 (2006. 01)

F25B 25/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201434540 Y, 2010. 03. 31, 全文.

WO 2008/002048 A1, 2008. 01. 03, 全文.

CN 1834554 A, 2006. 09. 20, 全文.

CN 101122428 A, 2008. 02. 13, 全文.

JP 2009-270785 A, 2009. 11. 19, 全文.

CN 201844611 U, 2011. 05. 25, 权利要求 1-5.

审查员 顾晓燕

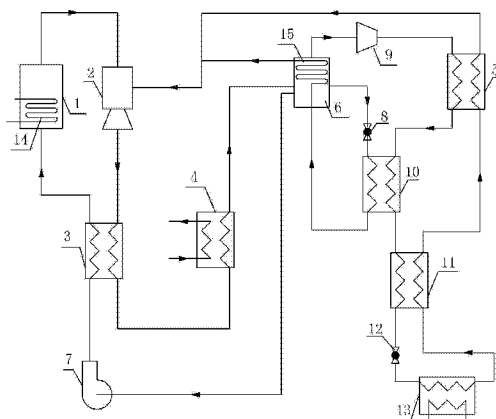
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统

(57) 摘要

本发明公开了一种低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,它包括发生器、喷射器、工质泵、冷凝器、气液分离器、压缩机、第一节流部件、冷凝蒸发器、第二节流部件、蒸发器、加热器。通过低品位热能所驱动的喷射器实现高沸点组分冷凝成液体以作为低沸点组分冷却介质,喷射器另一作用是增大在压缩机吸气口的低沸点组分吸气压力,降低压缩机压缩比,实现更低制冷温度。由于该循环中高沸点组分的压缩过程是由喷射器来完成的,因此节省压缩机耗功量,喷射器还提高压缩机吸气口低沸点组分的吸气压力,也有助于进一步降低压缩机功耗。该系统运行稳定,实现低品位能源高效利用,节能效果显著,应用前景广阔。



1. 一种低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,其特征在于:包括压缩式制冷部分和低品位热能辅助部分,所述的压缩式制冷部分包括经依次连接的压缩机(9)、冷凝蒸发器(10)的高温侧通道、第二节流部件(12)、蒸发器(13),低品位热能辅助部分包括发生器(1)、喷射器(2)、冷凝器(4)、气液分离器(6)、工质泵(7)、第一节流部件(8)、冷凝蒸发器(10)的低温侧通道;发生器(1)具有进、出口和设于发生器内的用于向发生器(1)提供低品位热能的加热器(14),喷射器(2)具有工作流体进口、引射流体进口和流体出口;气液分离器(6)具有进液口、主出液口、分支出液口和出气口;所述发生器(1)的蒸汽出口与喷射器(2)的工作流体进口相连,喷射器(2)的流体出口与冷凝器(4)相连,冷凝器(4)的出口与气液分离器(6)的进液口相连,气液分离器(6)的主出液口经工质泵(7)与发生器(1)的进口相连,气液分离器(6)的分支出液口所连的管道上至少依次串接第一节流部件(8)、冷凝蒸发器(10)的低温侧通道后再接入喷射器(2)的引射流体进口,气液分离器(6)的出气口与压缩机(9)的吸气口相连;所述蒸发器(13)的出口通过管道与冷凝蒸发器(10)的低温侧通道出口所连的管道汇合后接入连接喷射器(2)的引射流体进口。

2. 根据权利要求1所述的低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,其特征在于:所述加热器(14)是由太阳能、地热能、工业余热或废热提供热量的加热器。

3. 根据权利要求1或2所述的低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,其特征在于:所述气液分离器(6)中还设第四回热器(15),第四回热器(15)串接在所述气液分离器(6)的分支出液口所连的管道上,并设置于冷凝蒸发器的低温侧通道的出口与喷射器(2)的引射流体进口之间。

4. 根据权利要求3所述的低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,其特征在于:所述低品位热能辅助部分中设有具有高、低温侧通道的第一回热器(3),第一回热器(3)的低温侧通道串接于工质泵(7)的出口与发生器(1)进口之间的管道上,第一回热器(3)的高温侧通道串接于喷射器(2)的流体出口与冷凝器(4)进口之间的管道上。

5. 根据权利要求3所述的低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,其特征在于:所述压缩式制冷部分中设有分别具有高、低温侧通道的第二回热器(5)、第三回热器(11),第二回热器(5)的低温侧通道串接于第三回热器(11)的低温侧通道出口与喷射器(2)的引射流体进口之间的管道上,第二回热器(5)的高温侧通道串接于压缩机(9)的排气口与冷凝蒸发器(10)的高温侧通道的进口之间的管道上,第三回热器(11)的高温侧通道串接于冷凝蒸发器(10)的高温侧通道的出口与第二节流部件(12)进口之间的管道上,第三回热器(11)的低温侧通道串接于蒸发器(13)的出口与第二回热器(5)的低温侧通道的进口之间的管道上。

6. 根据权利要求3所述的低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,其特征在于:所述系统采用由高沸点工质和低沸点工质混合构成的二元非共沸混合制冷剂工质。

## 一种低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及制冷系统,尤其涉及一种压缩机和喷射器联合工作的复合式低温制冷系统。

### 背景技术

[0002] 喷射式制冷具有利用太阳能、地热等可再生能源及工业余热等来实现制冷优点,但是,由于该系统采用单一组分制冷剂工质,并且喷射器压缩比较小,难以达到冷凝器的冷却介质在冷却温度较高时所需冷凝压力要求,故制冷温度较高,而且该系统效率较低,使得其实际应用受到很大限制。所以,低温制冷通常采用复叠式制冷循环和自复叠式制冷循环,这两种循环虽然可以获得 $-50^{\circ}\text{C}\sim-120^{\circ}\text{C}$ 范围的制冷温度,然而它们都是由高品位电能驱动的,而且,随着制冷温度下降,制冷效率下降,压缩机耗电量增加,可见,无论是复叠式制冷循环还是自行复叠式制冷循环都不具有节能减排的显著优势。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种利于降低压缩机功耗的低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:一种低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统,包括压缩式制冷部分和低品位热能辅助部分,所述的压缩式制冷部分包括依次连接的压缩机、冷凝蒸发器的高温侧通道、第二节流部件、蒸发器,低品位热能辅助部分包括发生器、喷射器、冷凝器、气液分离器、工质泵、第一节流部件、冷凝蒸发器的高温侧通道;发生器具有进、出口和设于发生器内的用于向发生器提供低品位热能的加热器,喷射器具有工作流体进口、引射流体进口和流体出口;气液分离器具有进液口、主出液口、分支出液口和出气口;所述发生器的蒸汽出口与喷射器的工作流体进口相连,喷射器的流体出口与冷凝器相连,冷凝器的出口与气液分离器的进液口相连,气液分离器的主出液口经工质泵与发生器的进口相连,气液分离器的分支出液口所连的管道上至少依次串接第一节流部件、冷凝蒸发器的低温侧通道后再接入喷射器的引射流体进口,气液分离器的出气口与压缩机的吸气口相连;所述蒸发器的出口通过管道与冷凝蒸发器出口所连的管道汇合后接入连接喷射器的引射流体进口。

[0005] 所述加热器是由太阳能、地热能、工业余热或废热提供热量的加热器。

[0006] 所述气液分离器中还设有第四回热器,第四回热器串接在所述气液分离器的分支出液口所连的管道上,并设置于冷凝蒸发器的低温侧通道的出口与喷射器的引射流体进口之间。

[0007] 所述低品位热能辅助部分中设有具有高、低温侧通道的第一回热器,第一回热器的低温侧通道串接于工质泵的出口与发生器进口之间的管道上,第一回热器的高温侧通道串接于喷射器的流体出口与冷凝器进口之间的管道上。

[0008] 所述压缩式制冷部分中设有分别具有高、低温侧通道的第二回热器、第三回热器,

第二回热器的低温侧通道串接于第三回热器的低温侧通道出口与喷射器的引射流体进口之间的管道上,第二回热器的高温侧通道串接于压缩机的排气口与冷凝蒸发器的高温侧通道的进口之间的管道上,第三回热器的高温侧通道串接于冷凝蒸发器的高温侧通道的出口与第二节流部件进口之间的管道上,第三回热器的低温侧通道串接于蒸发器的出口与第二回热器的低温侧通道的进口之间的管道上。

[0009] 所述系统采用由高沸点工质和低沸点工质混合构成的二元非共沸混合制冷剂工质。

[0010] 本发明的效果和益处是有效利用太阳能、余热等低品位能源驱动喷射器实现高沸点组分压缩过程,提高压缩机吸气压力,降低压缩机压比,压缩机耗电量减少,可获得低温制冷温度。通过低品位热能所驱动的喷射器实现高沸点组分冷凝成液体以作为低沸点组分冷却介质,喷射器另一作用是增大在压缩机吸气口的低沸点组分吸气压力,降低压缩机压缩比,实现更低制冷温度。由于该循环中高沸点组分的压缩过程是由喷射器来完成的,因此节省压缩机耗功量,喷射器还提高压缩机吸气口低沸点组分的吸气压力,也有助于进一步降低压缩机功耗。与自复叠制冷循环系统、喷射制冷与压缩制冷所组成的复叠制冷循环系统相比较,该系统具有都更大优点,运行稳定,实现低品位能源高效利用,节能效果显著,应用前景广阔。

#### 附图说明

[0011] 图 1 是本发明的实施例 1 的结构原理示意图;

[0012] 图 2 是本发明的实施例 2 的结构示意图。

#### 具体实施方式

[0013] 如图 1 所示,本发明的低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统的实施例 1,图 1 中的箭头表示系统各部分间所连管道中的流体流向。该系统包括压缩式制冷部分和低品位热能辅助部分,该系统的实施例中采用由高沸点工质和低沸点工质混合构成的二元非共沸混合制冷剂工质,高沸点工质为 R600a、R152a、R134a 或 R22 中的一种,低沸点工质为 R23、R170、R290 或 R32 中的一种。

[0014] 所述的压缩式制冷部分与现有技术类似,包括压缩机 9、第二回热器 5、冷凝蒸发器 10 的高温侧通道、第三回热器 11、第二节流部件 12、蒸发器 13。

[0015] 低品位热能辅助部分包括发生器 1、喷射器 2、第一回热器 3、冷凝器 4、气液分离器 6、第一节流部件 8、冷凝蒸发器 10 的低温侧通道。所述冷凝器 4 中设有用于向外界散热的风冷或水冷的冷却装置,发生器 1 具有溶液进口、蒸汽出口和设于发生器内的用于向发生器 1 提供低品位热能的加热器 14,加热器 14 的加热量由太阳能、地热能、工业余热或废热提供。喷射器 2 具有工作流体进口、引射流体进口和流体出口。气液分离器 6 具有进液口、主出液口和出气口,气液分离器 6 中还设有第四回热器 15 以及与第四回热器 15 相对应的分支出液口。

[0016] 低品位热能辅助部分的发生器 1 的蒸汽出口通过管道与喷射器 2 的工作流体进口相连,喷射器 2 的流体出口所连的管道依次串接第一回热器 3 的高温侧蒸汽通道、冷凝器 4,冷凝器 4 的出口与气液分离器 6 的进液口相连,所述的气液分离器 6 的两个出液口中,主

出液口与工质泵 7 进口相连,工质泵 7 的出口经第一回热器 3 的液体通道与发生器 1 的进口相连,气液分离器 6 的分支出液口所连的管道依次串接第一节流部件 8、冷凝蒸发器 10 的低温侧通道后接入第四回热器 15 的进口,气液分离器 6 的出气口与压缩机 9 的吸气口相连。

[0017] 压缩式制冷部分的压缩机 9 的排气口所连的管道依次串接第二回热器 5 的高温侧通道、冷凝蒸发器 10 的高温侧通道、第三回热器 11 的高温侧通道、第二节流部件 12、蒸发器 13、第三回热器 11 的低温侧通道之后接入第二回热器 5 的低温侧通道,第二回热器 5 的低温侧通道的出口所连的管道与第四回热器 15 的出口所连的管道汇合后接入喷射器 2 的引射流体进口。

[0018] 低品位热能驱动部分由发生器 1、喷射器 2、第一回热器 3、冷凝器 4、气液分离器 6、工质泵 7 中相连的通道所组成的循环可提高压缩机 9 吸气口的低沸点组分的吸气压力,以降低压缩机压缩比和节省压缩机能耗。

[0019] 低品位热能驱动部分由发生器 1、喷射器 2、第一回热器 3、冷凝器 4、气液分离器 6、第一节流部件 8、冷凝蒸发器 10、第四回热器 15、工质泵 7 中相连的通道组成的循环,通过冷凝蒸发器 10 的低温侧通道提供压缩机 9 排气口低沸点组分冷凝成液体所需要的冷量,以节省压缩机 9 能耗。同时该循环通过冷凝蒸发器 10 获得的热量回流至第四回热器 15,在气液分离器 6 出气口附近释放,以提高压缩机 9 吸气口的低沸点工质气体的组分纯度。

[0020] 压缩机 9 的排气口与冷凝蒸发器 10 之间设置第二回热器 5,利用来自蒸发器 13 的低压低温蒸汽冷却进入冷凝蒸发器 10 的高压蒸汽以降低冷凝蒸发器负荷和节省制冷量,还有助于增加第一回热器 3 回收热量。

[0021] 该低品位热能辅助驱动的复合式低温制冷系统的工作原理:发生器 1 中的高沸点制冷剂液体被加热器 14 加热后变成高压过热状态制冷剂蒸汽,作为工作蒸汽进入喷射器 2 抽吸来自第二回热器 5 和第四回热器 15 的低压制冷剂蒸汽,经喷射器 2 混合增压作用,喷射器 2 出口的中间压力状态制冷剂混合蒸汽进入第一回热器 3 换热后进入冷凝器 4 中,气液两相混合制冷剂部分气体被冷凝,气液两相混合制冷剂进入气液分离器 6 实现气相和液相分离,分离后气相部分主要为低沸点制冷剂和少量高沸点制冷剂,液相部分主要为高沸点制冷剂和少量低沸点制冷剂,气液分离器 6 中气态制冷剂经第四回热器 15 精馏提纯后进入压缩机 9 被压缩成高温高压制冷剂蒸汽,压缩机 9 出口的高温高压制冷剂蒸汽进入第二回热器 5 与来自蒸发器 13 的低压低温制冷剂蒸汽进行热交换;气液分离器 6 中一部分液态制冷剂从主出液口流出经工质泵 7 加压后进入第一回热器 3 与喷射器 2 出口气态混合制冷剂换热,然后进入发生器 1 被加热气化为喷射器 2 的工作蒸汽;气液分离器 6 中另一部分液态制冷剂从分支出液口流出则经第一节流部件 8 节流降压变成低压低温制冷剂进入冷凝蒸发器 10 与来自第二回热器 5 的高温高压气态制冷剂换热,低压低温液态制冷剂吸热蒸发,高压气态制冷剂放热冷凝,蒸发后的低压气态制冷剂蒸汽进入气液分离器 6 中的第四回热器 15 与气液分离器 6 中的气态制冷剂进行热交换;从冷凝蒸发器 10 流出的高压液态制冷剂进入第三回热器 11 过冷后流入第二节流部件 12 节流降压成低压低温制冷剂进入蒸发器 13 实现低温制冷,蒸发器 13 出口的低压制冷剂蒸汽经第三回热器 11 和第二回热器 5 换热后与第四回热器 15 出口的制冷剂蒸汽混合,该制冷剂蒸汽混合物被来自发生器 1 的高压制冷剂蒸汽引射进入喷射器 2,至此完成一个循环过程。

[0022] 上述实施例 1 中设有第一、二、三、四回热器,而回热器属于制冷机技术领域中的常

用但非必需安装的部件,在本发明的其他实施例中也可以不设置回热器,如图 2 所示,本发明的实施例 2,与实施例 1 的不同之处在于,不设置第一、二、三、四回热器,冷凝蒸发器 10 的低温侧通道出口直接与蒸发器 13 出口连接的管道汇合后接入喷射器 2 的引射流体进口。在本发明的其他实施方式,第一、二、三、四回热器可以根据实际需要设置其中的至少一个。

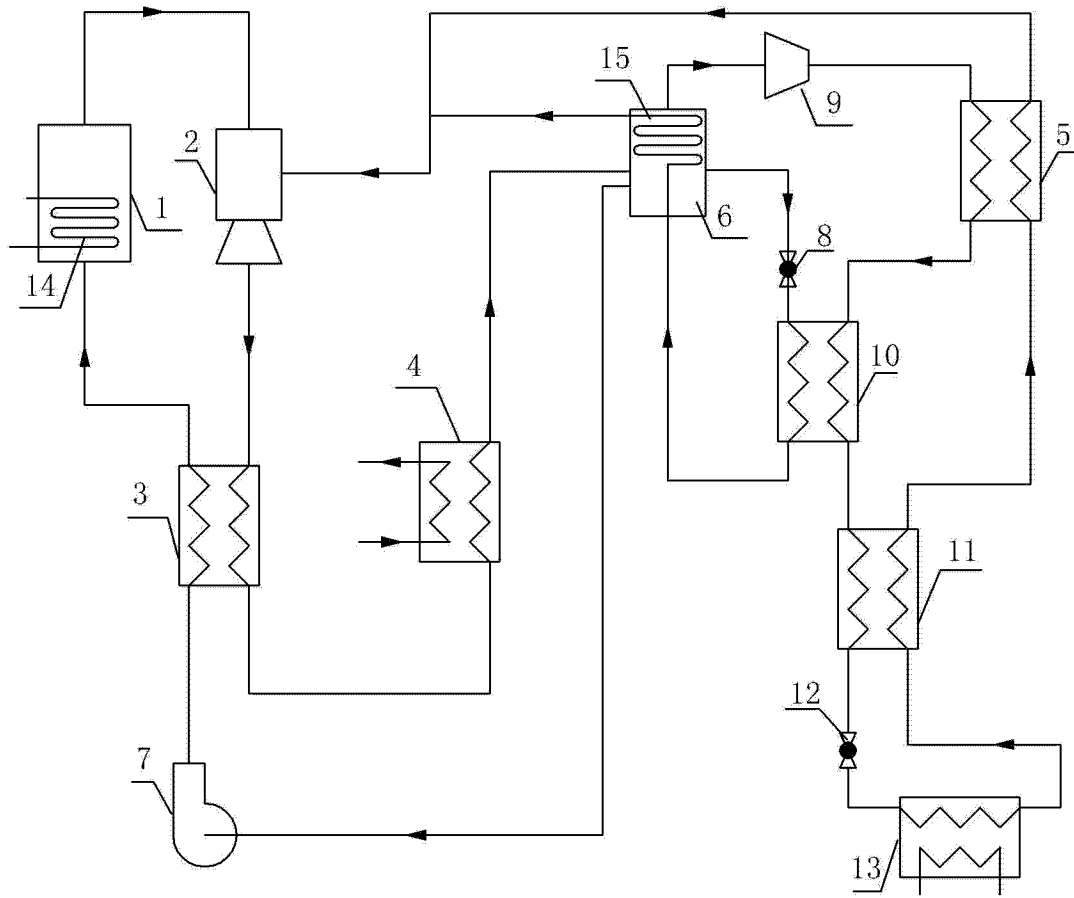


图 1

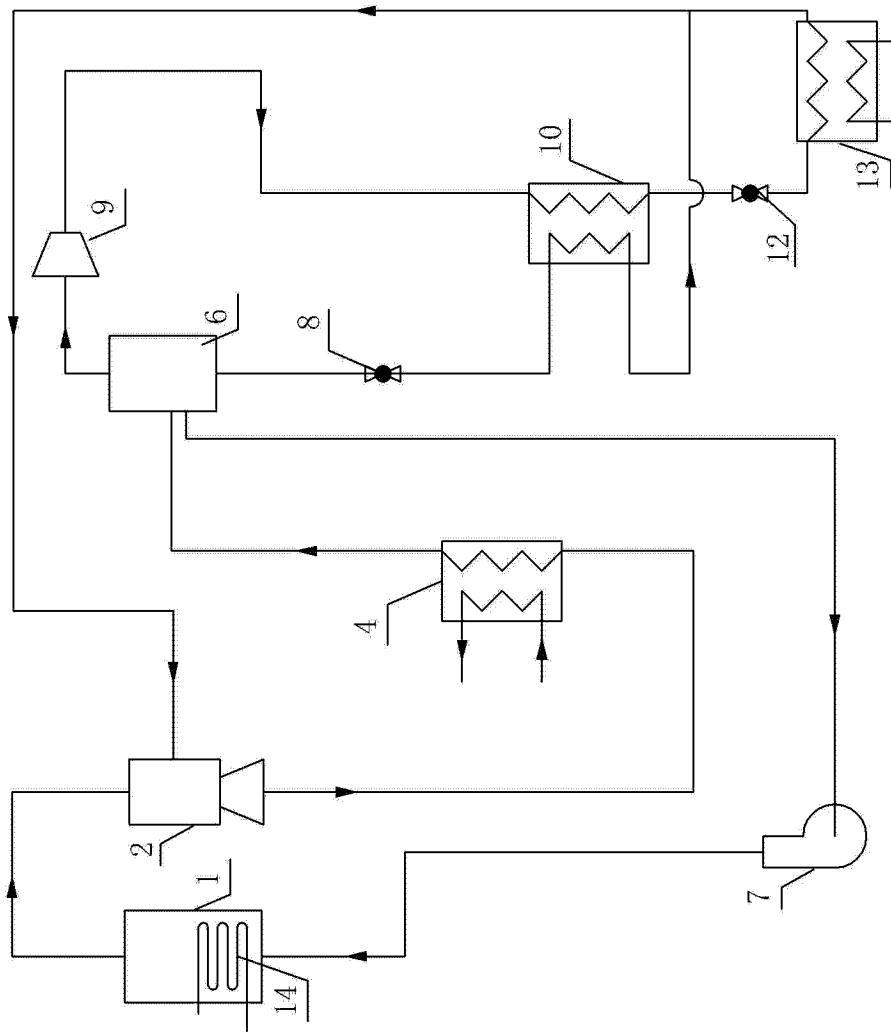


图 2