



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109084497 A

(43)申请公布日 2018.12.25

(21)申请号 201811095133.6

(22)申请日 2018.09.19

(71)申请人 奥克斯空调股份有限公司

地址 315191 浙江省宁波市鄞州区姜山镇  
上何夏施村

(72)发明人 张建川 陈冬 方宁 张翔宇

(74)专利代理机构 北京隆源天恒知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11473

代理人 闫冬 鲍丽伟

(51) Int. Cl.

F25B 25/02(2006.01)

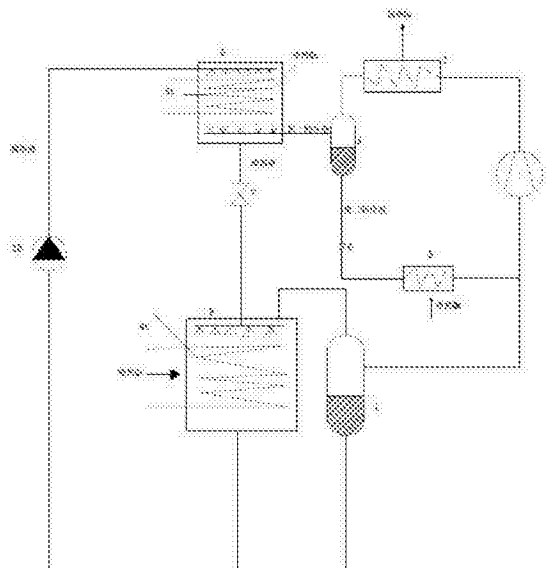
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种压缩-吸收式制冷循环系统、设备及制  
冷循环方法

(57)摘要

本发明提供了一种压缩-吸收式制冷循环系  
统、设备及制冷循环方法;所述制冷循环系统包  
括,压缩机、冷凝器、第一气液分离器、第二气液  
分离器、蒸发器、第一节流机构、第二节流机构、  
吸收器、解吸器、溶液泵以及传热介质;所述传热  
介质包括,第一制冷剂和第二制冷剂。本发明所  
述的压缩-吸收式制冷循环系统,能够有效的确  
保系统阻燃效果好的同时又能够保障系统运行  
压力的系统,进一步提高了系统的安全性。



1. 一种压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,包括,压缩机(1)、冷凝器(2)、第一气液分离器(3)、第二气液分离器(4)、蒸发器(5)、第一节流机构(6)、第二节流机构(7)、吸收器(8)、解吸器(9)、溶液泵(10)以及传热介质;所述传热介质包括,第一制冷剂和第二制冷剂;

压缩机(1),用于将蒸发器(5)排出的低压状态下的第一制冷剂和第二制冷剂转化成高压状态;

冷凝器(2),用于冷凝从压缩机(1)排出的第一制冷剂和第二制冷剂的混合气体得到冷凝后的混合物;

第一气液分离器(3),用于将冷凝器(2)出来的第一制冷剂和第二制冷剂的冷凝后的混合物进行气液分离;

第一节流机构(6),用于对所述第一气液分离器(3)分离出的所述第二制冷剂液体或第二制冷剂液体中含有部分第一制冷剂液体的第一混合液体,通过其节流进行降压降温;

蒸发器(5),用于使低温状态下的所述第二制冷剂液体或所述第一混合液体与外界空气进行热交换,从而使所述第二制冷剂液体或所述第一混合液体转换成第二制冷剂气体或第二制冷剂气体中含有部分第一制冷剂气体的第一混合气体;

吸收器(8),用于通过内部的吸收剂将第一气液分离器(3)分离出的第一所述第一制冷剂气体或第一制冷剂中含有部分第二制冷剂气体的第二混合气体进行吸收,形成浓溶液;

第二节流机构(7),用于将吸收器(8)排出的浓溶液通过其节流进行降压降温;

解吸器(9),用于将所述浓溶液中的第一制冷剂液体或第一制冷剂液体含有部分第二制冷剂液体第二混合液体在低压下气化并从吸收剂中解吸出来;

第二气液分离器(4),用于将所述解吸器(9)解吸出来的吸收剂和第一制冷剂气体或第一制冷剂气体含有部分第二制冷剂气体的第二混合气体进行气液分离;

溶液泵(10),用于将第二气液分离器(4)分离的吸收剂液体经过升压返回至吸收器(8)。

2. 根据权利要求1所述的压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,所述第一制冷剂的组分为 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{He}$ 的一种;第二制冷剂组分为CFCs、HCFCs、HCs、HFCs、HCF0s、HF0s、HFEs的一种或多种混合物。

3. 根据权利要求1所述的压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,所述压缩机(1)的排气压力范围为:2-4MPa,所述压缩机(1)的排气温度范围为:60-90℃。

4. 根据权利要求1所述的压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,所述吸收器(8)包含第一内部换热器(81)、稀溶液喷淋装置、气体鼓泡装置;所述稀溶液喷淋装置将吸收剂喷淋在第一内部换热器(81)表面冷却,同时吸收从底部所述气体鼓泡装置鼓泡出来的气体形成浓溶液。

5. 根据权利要求4所述的压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,所述解吸器(9)还包括一第二内部换热器(91),用于将内部的热量转换出去。

6. 根据权利要求5所述的压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,还包括中间换热器(11),所述中间换热器(11)设置在所述吸收器(8)与所述第二节流机构(7)之间以及所述吸收器(8)与溶液泵(10)之间,用于将所述吸收器(8)吸收的浓溶液以及溶液泵(10)升压后的吸收剂进行换热,换热后的浓溶液继续进入第二节流机构(7),换热后的吸收剂进入吸收器

(8)。

7. 根据权利要求1或4所述的压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,所述吸收剂为离子液体,所述离子液体为 $[C_4mim][PF_6]$ 、 $[C_8mim][PF_6]$ 、 $[C_8mim][BF_6]$ 、 $[C_4mim][NO_3]$ 、 $[C_2mim][EtSO_6]$ 、 $[N-bupy][BF_4]$ 、 $[hmim][TF_2N]$ 的一种。

8. 根据权利要求2所述的压缩-吸收式制冷循环系统,其特征在于,所述第一制冷剂与第二制冷剂的质量比为:0.01-0.99:0.99-0.01。

9. 一种设备,其特征在于,包括,根据权利要求1-8中任意一项所述的压缩-吸收式制冷循环系统。

10. 一种制冷循环方法,其特征在于,包括以下步骤:第一制冷剂与第二制冷剂的混合气体经过冷凝后得到第一混合物;将所述第一混合物进行气液分离;分离出的第一混合液体进行降压降温;所述降压降温后的第一混合液体进行蒸发,从而使所述第一混合液体转换成第一混合气体;

分离出的第一混合气体通过吸收剂进行吸收,形成浓溶液;所述浓溶液进行降压降温;所述降压降温后的浓溶液中的第二混合溶液从吸收剂中解吸出来;所述解吸出来的吸收剂和第二混合气体进行二次气液分离;所述二次气液分离的吸收剂液体经过升压与所述第一混合气体再次进行吸收;

二次气液分离的第二混合气体与蒸发出来的第一混合气体混合后进行高压转化成所述第一制冷剂和第二制冷剂的混合气体。

## 一种压缩-吸收式制冷循环系统、设备及制冷循环方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及制冷技术领域,特别涉及一种压缩-吸收式制冷循环系统、设备及制冷循环方法。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,很多可燃性的制冷剂采用与CO<sub>2</sub>混合的方案来降低或者完全消除可燃性;但是由于CO<sub>2</sub>是非极性分子,与极性制冷剂混合会产生较大的温度滑移,制冷系数(COP,Coefficient Of Performance)较低,且CO<sub>2</sub>混合的少阻燃效果不明显,混合的多又会提高系统的运行压力,故目前还没有一种阻燃效果好又能够保障系统运行压力的系统。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明旨在提出一种压缩-吸收式制冷循环系统,以解决CO<sub>2</sub>混合的少阻燃效果不明显,混合的多又会提高系统的运行压力的问题。

[0004] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0005] 一种压缩-吸收式制冷循环系统,包括,压缩机、冷凝器、第一气液分离器、第二气液分离器、蒸发器、第一节流机构、第二节流机构、吸收器、解吸器、溶液泵以及传热介质;所述传热介质包括,第一制冷剂和第二制冷剂;

[0006] 压缩机,用于将蒸发器排出的低压状态下的第一制冷剂和第二制冷剂转化成高压状态;

[0007] 冷凝器,用于冷凝从压缩机排出的第一制冷剂与第二制冷剂的混合气体得到冷凝后的混合物;

[0008] 第一气液分离器,用于将冷凝器出来的第一制冷剂和第二制冷剂的冷凝后的混合物进行气液分离;

[0009] 第一节流机构,用于对所述第一气液分离器分离出的所述第二制冷剂液体或第二制冷剂液体中含有部分第一制冷剂液体的第一混合液体,通过其节流进行降压降温;

[0010] 蒸发器,用于使低温状态下的所述第二制冷液体或所述第一混合液体与外界空气进行热交换,从而使所述第二制冷剂液体或所述第一混合液体转换成第二制冷剂气体或第二制冷剂气体中含有部分第一制冷剂气体的第一混合气体;

[0011] 吸收器,用于通过内部的吸收剂将第一气液分离器分离出的第一所述第一制冷剂气体或第一制冷剂中含有部分第二制冷剂气体的第二混合气体进行吸收,形成浓溶液;

[0012] 第二节流机构,用于将吸收器排出的浓溶液通过其节流进行降压降温;

[0013] 解吸器,用于将所述浓溶液中的第一制冷剂液体或第一制冷剂液体含有部分第二制冷剂液体第二混合液体在低压下气化并从吸收剂中解吸出来;

[0014] 第二气液分离器,用于将所述解吸器解吸出来的吸收剂和第一制冷剂气体或第一制冷气体含有部分第二制冷剂气体的第二混合气体进行气液分离;

[0015] 溶液泵,用于将第二气液分离器分离的吸收剂液体经过升压返回至吸收。进一步

的,所述第一制冷剂的组分为 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{He}$ 的一种;第二制冷剂组分为 $\text{CFCs}$ 、 $\text{HCFCs}$ 、 $\text{HCs}$ 、 $\text{HFCs}$ 、 $\text{HCFOs}$ 、 $\text{HFOS}$ 、 $\text{HFEs}$ 的一种或多种混合物。

[0016] 进一步的,所述压缩机的排气压力范围为:2-4MPa,所述压缩机的排气温度范围为:60-90℃。

[0017] 进一步的,所述吸收器包含第一内部换热器、稀溶液喷淋装置、气体鼓泡装置;所述稀溶液喷淋装置将吸收剂喷淋在第一内部换热器表面冷却,同时吸收从底部所述气体鼓泡装置鼓泡出来的气体形成浓溶液。

[0018] 进一步的,所述解吸器还包括一第二内部换热器,用于将内部的热量转换出去。

[0019] 进一步的,还包括中间换热器,所述中间换热器设置在所述吸收器与所述第二节流机构之间以及所述吸收器与溶液泵之间,用于将所述吸收器吸收的浓溶液以及溶液泵升压后的吸收剂进行换热,换热后的浓溶液继续进入第二节流机构,换热后的吸收剂进入吸收器。

[0020] 进一步的,所述吸收剂为离子液体,所述离子液体为 $[\text{C4mim}][\text{PF}_6]$ 、 $[\text{C8mim}][\text{PF}_6]$ 、 $[\text{C8mim}][\text{BF}_6]$ 、 $[\text{C4mim}][\text{NO}_3]$ 、 $[\text{C2mim}][\text{EtSO}_6]$ 、 $[\text{N-bupy}][\text{BF}_4]$ 、 $[\text{hmim}][\text{TF}_2\text{N}]$ 的一种。

[0021] 进一步的,所述第一制冷剂的质量范围与第二制冷剂的质量范围比为:0.01-0.99:0.99-0.01。

[0022] 相对于现有技术,本发明所述的一种压缩-吸收式制冷循环系统具有以下优势:

[0023] (1) 本发明所述的压缩-吸收式制冷循环系统,能够有效的确保系统阻燃效果好的同时又能保障系统运行压力的系统,进一步提高了系统的安全性。

[0024] (2) 本发明所述的压缩-吸收式制冷循环系统,能够有效提高了整个系统的COP,为用户或企业进一步节约资源。

[0025] 本发明的另一目的在于提出一种设备,以解决 $\text{CO}_2$ 混合的少阻燃效果不明显,混合的多又会提高系统的运行压力的问题。为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0026] 一种设备,包括上述任一所述的压缩-吸收式制冷循环系统。

[0027] 所述一种设备与上述所述的压缩-吸收式制冷循环系统相对于现有技术所具有的优势相同,在此不再赘述。

[0028] 本发明的另一目的在于提出一种制冷循环方法,以解决 $\text{CO}_2$ 混合的少阻燃效果不明显,混合的多又会提高系统的运行压力的问题。为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0029] 一种制冷循环方法,包括以下步骤:第一制冷剂与第二制冷剂的混合气体经过冷凝后得到第一混合物;将所述第一混合物进行气液分离;分离出的第一混合液体进行降压降温;所述降压降温后的第一混合液体进行蒸发,从而使所述第一混合液体转换成第一混合气体;

[0030] 分离出的第一混合气体通过吸收剂进行吸收,形成浓溶液;所述浓溶液进行降压降温;所述降压降温后的浓溶液中的第二混合溶液从吸收剂中解吸出来;所述解吸出来的吸收剂和第二混合气体进行二次气液分离;所述二次气液分离的吸收剂液体经过升压与所述第一混合气体再次进行吸收;

[0031] 二次气液分离的第二混合气体与蒸发出来的第一混合气体混合后进行高压转化成所述第一制冷剂和第二制冷剂的混合气体。

[0032] 所述一种制冷循环方法与上述所述的压缩-吸收式制冷循环系统相对于现有技术所具有的优势相同,在此不再赘述。

### 附图说明

[0033] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0034] 图1为本发明实施例所述的压缩-吸收式制冷循环系统流程图一;

[0035] 图2为本发明实施例所述的带有中间中间换热器的压缩-吸收式制冷循环系统流程图二。

[0036] 附图标记说明:

[0037] 1-压缩机,2-冷凝器,3-第一气液分离器,4-第二气液分离器,5-蒸发器,6-第一节流机构,7-第二节流机构,8-吸收器,9-解吸器,10-溶液泵,11-中间换热器,81-第一内部换热器,91-第二内部换热器。

### 具体实施方式

[0038] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0039] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0040] 实施例1

[0041] 如图1所示,一种压缩-吸收式制冷循环系统,包括,压缩机1、冷凝器2、第一气液分离器3、第二气液分离器4、蒸发器5、第一节流机构6、第二节流机构7、吸收器8、解吸器9、溶液泵10以及传热介质。

[0042] 传热介质包括,第一制冷剂,第二制冷剂;第一制冷剂组分为:CO<sub>2</sub>(二氧化碳)、N<sub>2</sub>(氮气)、Ar(氩气)、He(氦气)其中的一种;第二制冷剂组分为:碳氢类(HCs)、氟烃类(HFCs)、氢氟烯烃类(HFOs)、氢氟醚类(HFEs)的一种或多种混合物。

[0043] 压缩机1,用于将蒸发器5排出的低压状态下的第一制冷剂和第二制冷剂的转化成高压状态;

[0044] 冷凝器2,用于冷凝从压缩机1排出的第一制冷剂与第二制冷剂的混合气体得到冷凝后的混合物;第一制冷剂不冷凝或者部分冷凝,第二制冷剂完全冷凝或部分冷凝。

[0045] 第一气液分离器3,用于将冷凝器2出来的第一制冷剂气体(或第二制冷剂液体中含有部分第一制冷剂液体的第一混合液体)和第二制冷剂液体(或第二制冷剂液体中含有部分第一制冷剂液体的第二混合液体)进行气液分离。

[0046] 第一节流机构6,用于对第一气液分离器3分离出的第二制冷剂液体(或第二制冷剂液体中含有部分第一制冷剂液体的第一混合液体)通过其节流进行降压降温。

[0047] 蒸发器5,用于使低温的第二制冷剂液体(或第二制冷剂液体中含有部分第一制冷剂液体的第一混合液体)与外界空气进行热交换,从而使第二制冷剂液体(或第二制冷剂液体中含有部分第一制冷剂液体的第一混合液体)转换成第二制冷剂气体(或第二制冷剂气体中含有部分第一制冷剂气体的第一混合气体)。

[0048] 吸收器8,用于通过内部的吸收剂将第一气液分离器3分离出的第一制冷剂气体

(或第一制冷剂中含有部分第二制冷剂气体的第二混合气体)进行吸收,形成浓溶液。

[0049] 第二节流机构7,用于使吸收器8排出的溶液通过其节流进行降压降温。

[0050] 解吸器9,用于将浓溶液中的第一制冷气体(或第一制冷气体含有部分第二制冷剂气体的第二混合气体)在低压下气化并从吸收剂中解吸出来。

[0051] 第二气液分离器4,用于将解吸器9解吸出来的吸收剂和第一制冷气体(或第一制冷气体含有部分第二制冷剂气体的第二混合气体)进行气液分离。

[0052] 溶液泵10,用于将第二气液分离器4分离的吸收剂液体和从解吸器9解吸出来的吸收剂液体经过泵体的升压返回至吸收器8的液体进口端。

[0053] 冷却/冷凝器2的出口端连接第一气液分离器3的进口端;第一气液分离器3的气体出口端连接吸收器8的气体进口端;第一气液分离器3的液体出口连接第一节流机构6的进口端;第一节流机构6的出口端连接蒸发器5的进口端,蒸发器5的出口端连接回压缩机1的进口处。

[0054] 吸收器8的液体出口端连接第二节流机构7的进口端,第二节流机构7的出口端连接解吸器9的进口端,解吸器9的气体出口连接第二气液分离器4的进口端,第二气液分离器4的气体出口端连接压缩机1的进口;第二气液分离器4的液体出口连接溶液泵10的进口端,溶液泵10的出口端连接吸收器8的液体进口端。

[0055] 解吸器9还设有一液体出口,排出解吸后的吸收液;所述液体出口连接溶液泵10的进口端。

[0056] 在此循环过程中,第一制冷循环子系统和第二制冷循环子系统。两个子循环系统都是基于上述系统进行的两个循环工作。

[0057] 第一循环子系统为:如果第二制冷剂为可燃性气体,第一制冷剂完全不冷凝,则在压缩和冷却/冷凝过程中能够有效降低混合制冷剂的可燃性;第二循环子系统为:如果第一制冷剂部分冷凝,则在整个循环系统中可有效降低或完全消除混合制冷剂的可燃性。

[0058] 第一循环子系统的工作流程具体为:

[0059] 第一制冷剂与第二制冷剂经过压缩机1压缩后变成高温高压的气体,压缩机1的排气压力设置为:2-4MPa,排气温度设置为:60-90℃,进入冷却/冷凝器2放出热量 $Q_A$ ,第二制冷剂被冷凝成液体,第一制冷剂在此压力温度下无法被冷凝,从冷却/冷凝2出来的是气液两相混合物,经过第一气液分离器3后分离后,液态第二制冷剂经过第一节流机构6节流降压,进入蒸发器5制冷,吸热量 $Q_B$ ;

[0060] 气态第一制冷剂(可能含有少量第二制冷剂气体)从第一气液分离器3出来后进入吸收器8,吸收器8的吸收剂混合吸收变成浓溶液,放出冷却热和吸收热 $Q_C$ ;浓溶液经过第一节流机构6节流降温降压后进入解吸器9中,溶解在液体中的第一制冷剂(或者第一制冷剂中含有部分第二制冷剂气体)在低压下气化并从吸收剂中解吸出来,此过程吸收热量 $Q_d$ 达到制冷的目的。解吸后的稀溶液(吸收剂)与从第二气液分离器4分离出来的溶液混合后,经过溶液泵10增压后送至吸收器8继续吸收第一制冷剂(或者第一制冷剂中含有部分第二制冷剂气体),从第二气液分离器4中分离出来的气态第一制冷剂(或者第一制冷剂中含有部分第二制冷剂气体)则和蒸发器5出来的气态第二制冷剂混合后进入压缩机1压缩完成一个循环。

[0061] 第二循环子系统的工作流程具体为:

[0062] 第一制冷剂与第二制冷剂经过压缩机1压缩后变成高温高压的气体,压缩机1的排气压力设置为:2-4MPa,排气温度设置为:60-90℃,进入冷却/冷凝器2放出热量QA,第二制冷剂被冷凝成液体,第一制冷剂在此压力温度下仅有少部分被冷凝,从冷却/冷凝器2出来的是气液两相混合物,经过第一气液分离器3后分离后,液态第二制冷剂且第二制冷剂中含有少量第一制冷剂液体经过第一节流机构6节流降压,进入蒸发器5制冷,吸热量QB;

[0063] 气态第一制冷剂且第一制冷剂中含有少量第二制冷剂气体从第一气液分离器3出来后进入吸收器8,吸收器8的吸收剂混合吸收变成浓溶液,放出冷却热和吸收热QC。浓溶液经过第一节流机构6节流降温降压后进入解吸器9中,溶解在液体中的第一制冷剂且第一制冷剂中含有少量第二制冷剂在低压下气化并从吸收剂中解吸出来,此过程吸收热量Qd达到制冷的目的,解吸后的稀溶液(吸收剂)与从第二气液分离器4分离出来的溶液混合后,经过溶液泵10增压后送至吸收器8继续吸收第一制冷剂且第一制冷剂中含有少量第二制冷剂气体,从第二气液分离器4中分离出来的气态第一制冷剂且第一制冷剂中含有少量第二制冷剂气体则和蒸发器5出来的气态第二制冷剂且第二制冷剂中含有少量第一制冷剂液体混合后进入压缩机1压缩完成另一个循环。

[0064] 本实施例的压缩-吸收式制冷循环系统,能够有效的确保系统阻燃效果好的同时又能够保障系统运行压力的系统,进一步提高了系统的安全性。

[0065] 实施例2

[0066] 本实施例与实施例1的区别在于,吸收器8内包含第一内部换热器81、稀溶液喷淋装置、气体鼓泡装置,所述稀溶液喷淋装置位于所述第一内部换热器81的上方,所述气体鼓泡装置位于第一内部换热器81的下方,气体鼓泡装置与第一气液分离器3的气体出口连接;从第二节流机构7出来的稀溶液通过喷淋装置喷淋在第一内部换热器81表面冷却,同时吸收从底部气体鼓泡装置93鼓泡出来的气体形成浓溶液;通过鼓泡的方式与吸收器8上部喷淋下来的吸收剂混合吸收变成浓溶液,放出冷却热和吸收热QC,通过第一内部换热器81将放出的热量带走。

[0067] 解吸器9还包括一第二内部换热器91,用于将内部的热量转换出去。

[0068] 本实施例所述的压缩-吸收式制冷循环系统,能够有效的将系统的热量转化出去,从而有效的保障系统的运行压力。

[0069] 实施例3

[0070] 本实施例与实施例1、2的区别在于,如图2所示,吸收器8与第二节流机构7之间以及所述吸收器8与溶液泵10之间共同设有一个中间换热器11,中间换热器11设有两进口端和两出口端,两进口端分别连接吸收器8的出口端和溶液泵10的出口端;两出口端分别连接第二节流机构7的进口端和吸收器8的液体进口端。将吸收器8吸收的浓溶液以及溶液泵10升压后的吸收剂进行换热,换热后的浓溶液继续进入第二节流机构7,换热后的吸收剂进入吸收器8。增加的中间换热器11,能够有效提高系统的COP。

[0071] 实施例4

[0072] 本实施例与实施例1的区别在于,第一制冷剂为:CO<sub>2</sub>;第二制冷剂为CFCs、HCFCs、HCS、HFCs、HCF0s、HF0s、HFEs的一种或多种混合物,这些制冷剂的ODP(消耗臭氧潜能值)为0。吸收剂为100℃以下呈液体且不挥发的液体;

[0073] 第一制冷剂质量浓度为:1-99%,第二制冷剂质量浓度为:1-99%;第一制冷剂和



第二制冷剂的质量比的两数值相加总和为1。

[0074] 吸收剂用于吸收第一制冷剂组分。同时,增加第二制冷剂的制冷循环,用于提高系统的制冷量和COP。通过在系统中加入阻燃性气体,可以有效或者完全消除系统的可燃性。

[0075] 实施例5

[0076] 本实施例与实施例4的区别在于,本实施例的第二制冷剂中的HFCs(氢氟烃类)制冷剂的选取为:R32(二氟甲烷)、R290(丙烷);HFOs(氢氟烯烃类)制冷剂的选取为:R1234yf(2,3,3,3-四氟丙烯)、R1234ze(四氟丙烯);HFEs(碳氢类)制冷剂的选取为:R600a(异丁烷)在冷却/冷凝器2中如果CO<sub>2</sub>部分冷凝,则CO<sub>2</sub>存在整个循环过程中,可有效降低或完全消除系统的可燃性。

[0077] 本发明的第一制冷剂和第二制冷剂的选取能够使环境性能优越(ODP为0),大气寿命短,GWP(全球变暖潜能值)较低,或是阻燃抑爆效率高、添加量少而使混合物的总GWP也相对较低。

[0078] 第一制冷剂选择CO<sub>2</sub>,第二制冷剂选择GWP较低,两者混合后,既保证了混合制冷剂的环保性能,而且CO<sub>2</sub>具有阻燃特性,可以有效降低或者消除混合制冷剂的可燃性。如表1所示,表1为第一制冷剂CO<sub>2</sub>,与第二制冷剂中的部分组分进行混合的质量比表。表2为第一制冷剂CO<sub>2</sub>与第二制冷剂中的部分组分混合后的在温度为25℃时的热力表性质表。

[0079] 表1:第一制冷剂CO<sub>2</sub>与第二制冷剂中的部分组分混合后的质量比的范围表

[0080]

组分	质量比	优选质量比
CO <sub>2</sub> /R290	1-99%/1-99%	70-99%/1-30%
CO <sub>2</sub> /R600a	1-99%/1-99%	70-99%/1-30%
CO <sub>2</sub> /R1234yf	1-99%/1-99%	10-60%/40-90%
CO <sub>2</sub> /R1234ze	1-99%/1-99%	10-60%/40-90%
CO <sub>2</sub> /R32	1-99%/1-99%	10-40%/60-90%

[0081] 表2:为第一制冷剂CO<sub>2</sub>与第二制冷剂中的部分组分混合后的在温度为25℃时的热力表性质表

[0082]

组分	质量比	泡点压力 (KPa)	露点压力 (KPa)	临界温度 (°C)	临界压力 (KPa)	摩尔质量 (g/mol)	GWP
CO <sub>2</sub> /R290	70/30	3284	4968	45.1	6807	44	14
CO <sub>2</sub> /R600a	70/30	1526	4651	63.7	7872	47.5	14
CO <sub>2</sub> /R1234yf	50/50	2107	4229	69.2	7977	63.5	4
CO <sub>2</sub> /R1234ze	15/85	720	1757	101.6	5575	92	6
CO <sub>2</sub> /R32	15/85	1990	2413	72.9	6435	50.6	573

[0083] 优选的,混合制冷工质(传热介质)为CO<sub>2</sub>/R1234yf,吸收剂为离子液体[hmim][TF<sub>2</sub>N](己基-3-甲基咪唑双三氟甲磺酰亚胺盐),系统带中间换热器,对比案例为VCCSC+内部换热器循环,制冷工质为CO<sub>2</sub>,吸收剂为离子液体[hmim][TF<sub>2</sub>N]。在进行系统循环计算时做如下假设:1、压缩机的容积效率100%,等熵效率75%;2、节流机构的节流是等焓过程;3、液体用泵增压的过程是等熵的;4、在给定的压缩机和泵的出口压力下,气液两相的混合是等焓过程;5、忽略管路压力降和能量损失,忽略液相积存的气体;6、换热器与环境之间无热交换;7、忽略离子液体粘度;8、系统循环处于稳态;CO<sub>2</sub>在解吸器中能完全解吸,在吸收器中能够完全吸收,吸收器出口浓溶液中CO<sub>2</sub>的浓度为0.1,CO<sub>2</sub>/R1234yf的质量比为50%:50%,CO<sub>2</sub>和R1234yf的物性数据用Refprop9.0计算,吸收器和解吸器的内部换热器通过空气进行换热,空气入口温度25℃。在本实施案例中,CO<sub>2</sub>和R1234yf在冷却/冷凝器中完全分离,R1234yf被全部冷凝成液态,CO<sub>2</sub>的只是温度降低,仍然维持气态,理论分析计算结果见表3。

[0084] 表3:理论分析计算表

[0085]

	VCCSC+内部换热器循环		本发明带回热器循环	
制冷剂	CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> /R1234yf (50/50)	
吸收剂	[hmim][TF <sub>2</sub> N]			
	进口温度 /°C	出口温度/°C	进口温度 /°C	出口温度 /°C
解吸器	5	25	5	25
吸收器	55	25	55	25
第一内部换热器、第二内部换热器空气入口温度	25°C			

[0086]

泵转速/RPM	55	
压缩机转速 /RPM	700	
排气压力	3MPa	
溶液循环倍率 n	5	5
蒸发温度/°C	/	5
过热度/°C	/	20
制冷剂质量流量/(g/s)	100	100
COP	1.27	1.35

[0087] 实施例6

[0088] 本实施例与实施例4的区别在于,本实施例的吸收剂优选的是离子液体,如 [C<sub>4</sub>mim][PF<sub>6</sub>] (1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐)、[C<sub>8</sub>mim][PF<sub>6</sub>] (1-辛基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐)、[C<sub>8</sub>mim][BF<sub>4</sub>] (1-辛基-3-甲基咪唑六氟硼酸盐)、[C<sub>4</sub>mim][NO<sub>3</sub>] ((1-丁基-3-甲基咪唑硝酸盐)、[C<sub>2</sub>mim][EtSO<sub>6</sub>] (1-乙基-3-甲基咪唑硫酸酯盐)、[N-bupy][BF<sub>4</sub>] (N-丁基吡啶四氟化硼)、[hmim][TF<sub>2</sub>N] (己基-3-甲基咪唑双三氟甲磺酰亚胺盐);表4为在压力为4Mpa时,CO<sub>2</sub>在[C<sub>4</sub>mim][PF<sub>6</sub>]的溶解度;表5为压力为4Mpa时CO<sub>2</sub>在[C<sub>8</sub>mim][PF<sub>6</sub>]的溶解度;表6为压力为4Mpa时,CO<sub>2</sub>在[hmim][TF<sub>2</sub>N]的溶解度;表7为压力为4Mpa时,CO<sub>2</sub>在[C<sub>4</sub>mim][NO<sub>3</sub>]的溶解度。

[0089] 表4:CO<sub>2</sub>在[C<sub>4</sub>mim][PF<sub>6</sub>]的溶解度(压力4MPa)的温度对应表

[0090]

温度/°C	X <sub>CO<sub>2</sub></sub> %
40	0.52
50	0.47
60	0.42
70	0.37
80	0.33
90	0.3

[0091] 表5:CO<sub>2</sub>在[C<sub>8</sub>mim][PF<sub>6</sub>]的溶解度(压力4MPa)的温度对应表

[0092]

温度/°C	X <sub>CO<sub>2</sub></sub> %
40	0.52
50	0.46
60	0.43
70	0.49
80	0.35
90	0.34

[0093] 表6:CO<sub>2</sub>在[hmim][TF<sub>2</sub>N]的溶解度(压力4MPa)的温度对应表

[0094]

温度/°C	X <sub>CO<sub>2</sub></sub> %
40	0.55
50	0.47
60	0.44
70	0.42
80	0.38
90	0.35

[0095] 表7:CO<sub>2</sub>在[C<sub>4</sub>mim][NO<sub>3</sub>]的溶解度(压力4MPa)的温度对应表

[0096]

温度/°C	X <sub>CO<sub>2</sub></sub> %
40	0.53
50	0.49

60	0.46
70	0.43
80	0.38
90	0.35

[0097] 通过表4-表7可以看出CO<sub>2</sub>在不同离子液体的溶解度,CO<sub>2</sub>在离子液体中的溶解度与温度有关,温度越低,溶解度越大。离子液体的溶解度越大,吸收CO<sub>2</sub>的量越多,能够减少CO<sub>2</sub>的循环量,同时可降低系统的压力,提高循环效率。

[0098] 实施例7

[0099] 一种设备,包括上述实施例1-6所述的一种压缩-吸收式制冷循环系统。本实施例能够有效的确保系统阻燃效果好的同时又能够保障系统运行压力的系统,进一步提高了系统的安全性还能够有效提高了整个系统的COP,为用户或企业进一步节约资源。

[0100] 实施例8

[0101] 一种制冷循环方法,包括以下步骤:第一制冷剂与第二制冷剂的混合气体经过冷凝后得到第一混合物;将所述第一混合物进行气液分离;分离出的第一混合液体进行降压降温;所述降压降温后的第一混合液体进行蒸发,从而使所述第一混合液体转换成第一混合气体;

[0102] 分离出的第一混合气体通过吸收剂进行吸收,形成浓溶液;所述浓溶液进行降压降温;所述降压降温后的浓溶液中的第二混合溶液从吸收剂中解吸出来;所述解吸出来的吸收剂和第二混合气体进行二次气液分离;所述二次气液分离的吸收剂液体经过升压与所述第一混合气体再次进行吸收;

[0103] 二次气液分离的第二混合气体与蒸发出来的第一混合气体混合后进行高压转化成所述第一制冷剂和第二制冷剂的混合气体。

[0104] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

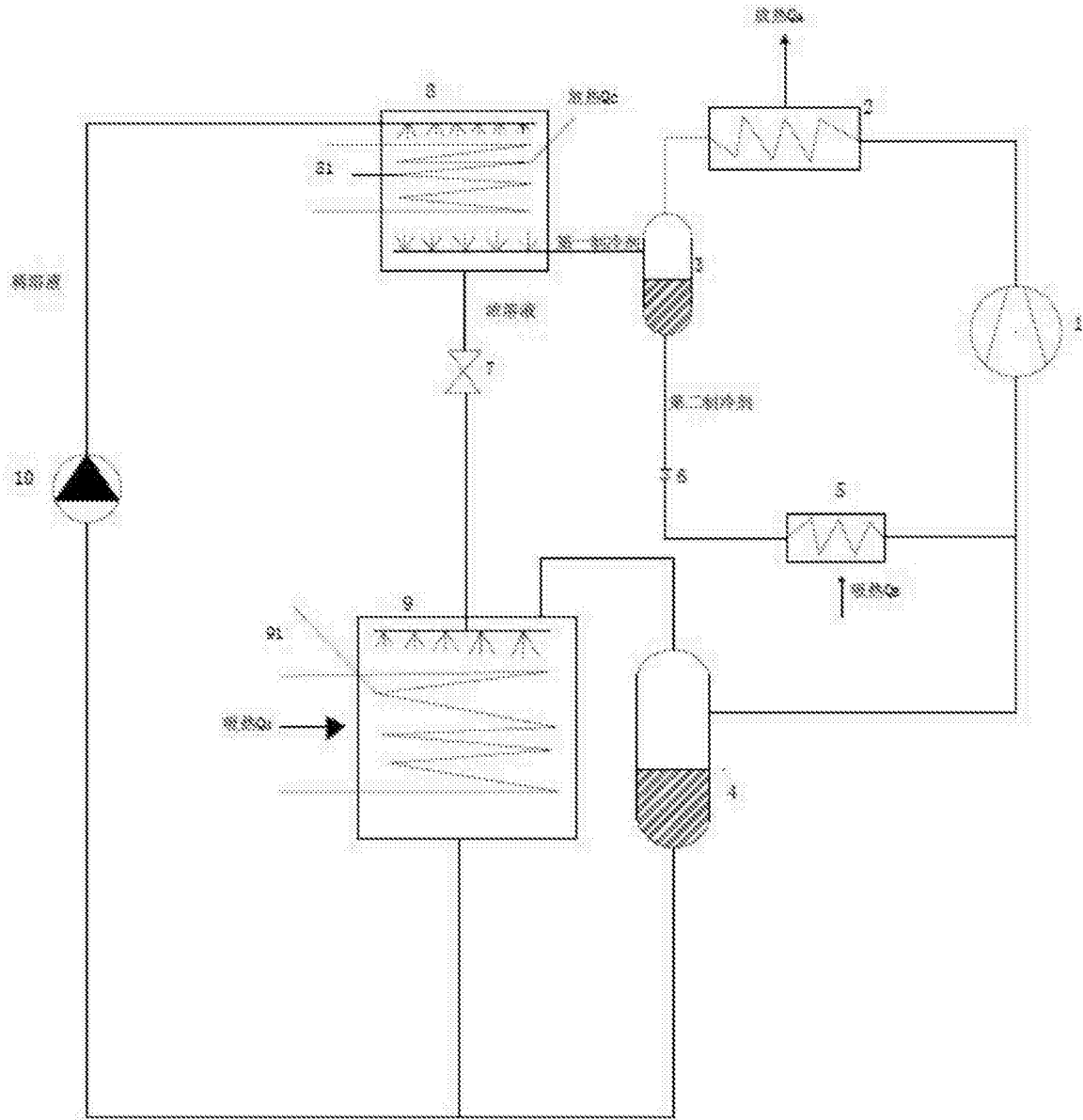


图1

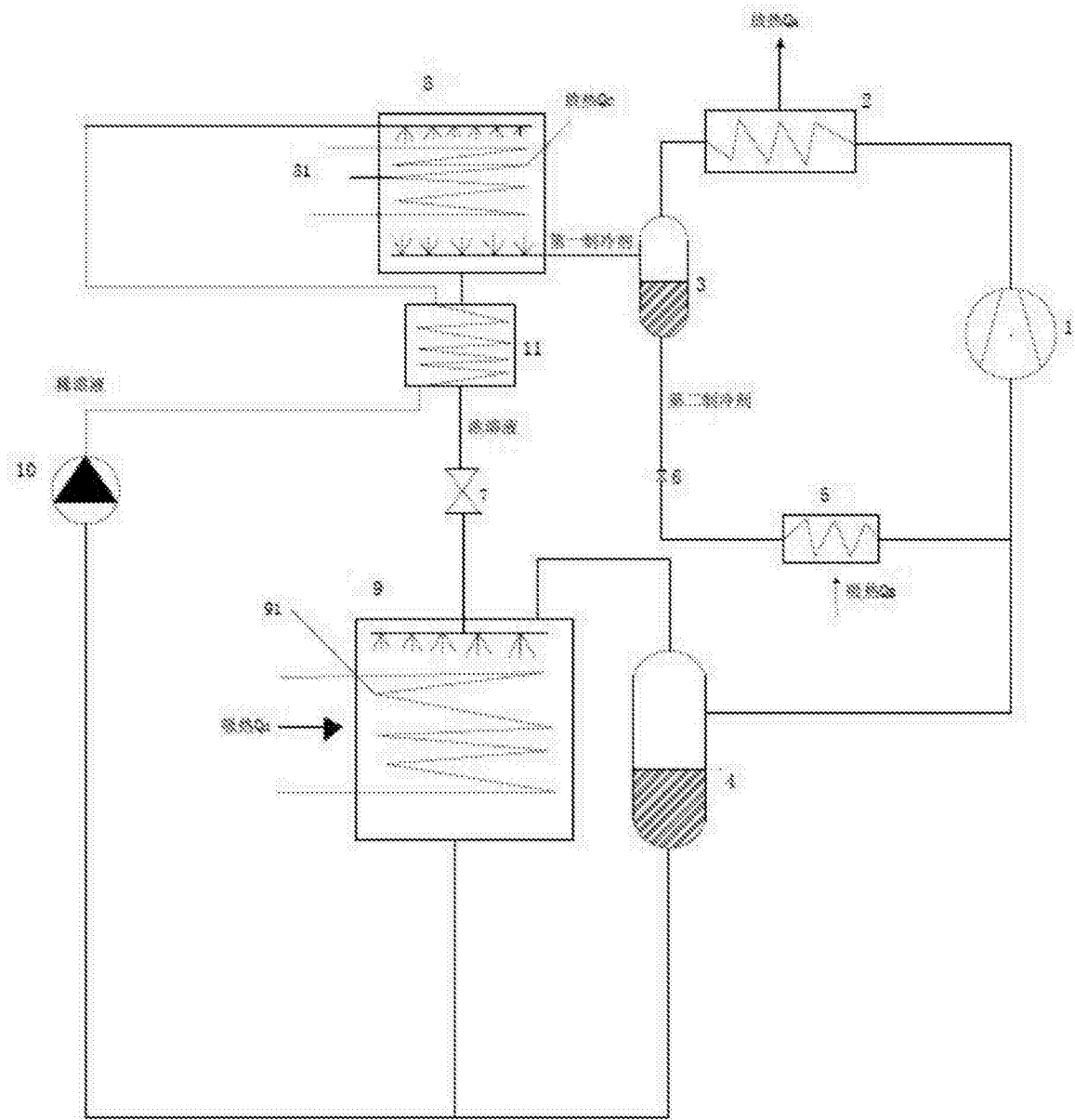


图2