



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109028629 A

(43)申请公布日 2018. 12. 18

(21)申请号 201810603098.8

F25B 41/06(2006.01)

(22)申请日 2018.06.12

F25B 47/02(2006.01)

F25B 49/02(2006.01)

(71)申请人 山东神舟制冷设备有限公司

地址 250220 山东省济南市章丘市圣井科技园

(72)发明人 张小明 庞成兵 魏建国 张志

(74)专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公司 37205

代理人 王茜

(51) Int. Cl.

F25B 9/00(2006.01)

F25B 31/00(2006.01)

F25B 39/02(2006.01)

F25B 41/00(2006.01)

F25B 41/04(2006.01)

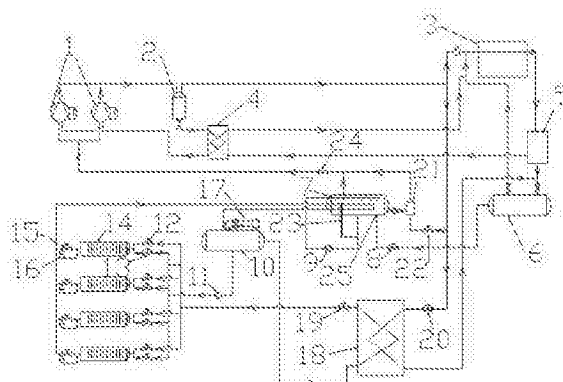
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

## (54)发明名称

一种二氧化碳载冷剂制冷系统及其制冷方法

## (57)摘要

本发明公开了一种二氧化碳载冷剂制冷系统,包括制冷剂循环回路、二氧化碳循环回路、化霜循环回路和润滑油冷却循环回路。该二氧化碳载冷剂制冷系统充分利用压缩机余热和制冷剂的冷量,能耗低,成本小。且本发明改进满液式蒸发器,使其需要的安装空间小,制冷剂与载冷剂之间的换热效率高;且备有维持机组,有多重措施防止系统压力过高,从而提高安全性。本发明可用于车间、冷库、冰柜等多种应用环境。本文还公开所述二氧化碳载冷剂制冷系统的制冷方法。



1. 一种二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,包括制冷剂循环回路、二氧化碳循环回路、化霜循环回路和润滑油冷却循环回路,

所述制冷剂循环回路包括压缩机(1)、油分离器(2)、冷凝器(3)、虹吸管(5)、制冷剂储液器(6)、电子膨胀阀(8)、满液式蒸发器(7)和压力调节阀(24),满液式蒸发器(7)的顶端制冷剂出口通过压力调节阀(24)管线连接至压缩机(1),压缩机(1)的出口管线连接至油分离器(2),油分离器(2)的制冷剂出口通过三通阀管线连接至冷凝器(3),冷凝器(3)通过虹吸管(5)管线连接至制冷剂储液器(6),制冷剂储液器(6)经电子膨胀阀(8)连接至满液式蒸发器(7)的制冷剂入口;

所述二氧化碳循环回路包括满液式蒸发器(7)、二氧化碳储液器(10)、二氧化碳泵(11)和制冷蒸发器(14),满液式蒸发器(7)中二氧化碳冷凝管的出口管线连接至二氧化碳储液器(10)的入口,二氧化碳储液器(10)的出口与二氧化碳泵(11)相连,二氧化碳泵(11)经冷二氧化碳供液电磁阀(13)管线连接至制冷蒸发器(14),制冷蒸发器(14)的出口经二氧化碳排出电磁阀(15)管线连接至满液式蒸发器(7)中二氧化碳冷凝管的入口;

所述化霜循环回路具有化霜制冷剂侧和二氧化碳侧,所述化霜制冷剂侧包括油分离器(2)、制冷剂化霜电磁阀(20)、化霜换热器(18)和制冷剂储液器(6),化霜换热器(18)的制冷剂入口管线连接制冷剂化霜电磁阀(20)的出口,制冷剂化霜电磁阀(20)的入口与油分离器(2)和冷凝器(3)之间的三通阀管线连接,化霜换热器(18)的制冷剂出口管线连接至制冷剂储液器(6)的入口,制冷剂储液器(6)的顶端气体出口与冷凝器(3)的入口管线连接,所述二氧化碳侧包括二氧化碳储液器(10)、化霜换热器(18)、二氧化碳化霜电磁阀(19)、制冷蒸发器(14)和满液式蒸发器(7),二氧化碳储液器(10)的出口管线连接至化霜换热器(18)的二氧化碳入口,化霜换热器(18)的二氧化碳出口经二氧化碳化霜电磁阀(19)管线连接至制冷蒸发器(14),制冷蒸发器(14)的出口管线连接至满液式蒸发器(7)的二氧化碳冷凝管的入口;

所述润滑油冷却循环回路具有润滑油冷却制冷剂侧和润滑油侧,所述润滑油冷却制冷剂侧包括冷凝器(3)、虹吸管(5)和油冷却器(4),虹吸管(5)管线连接至油冷却器(4)的制冷剂入口,油冷却器(4)的制冷剂出口管线连接至冷凝器(3)的入口,所述润滑油侧包括压缩机(1)、油分离器(2)和油冷却器(4),油分离器(2)的润滑油出口管线连接至油冷却器(4)的润滑油入口,油冷却器(4)的润滑油出口管线连接至压缩机(1)的润滑油入口,

在所述满液式蒸发器(7)中,所述二氧化碳循环回路的二氧化碳载冷剂在二氧化碳冷凝管中流动,所述二氧化碳冷凝管浸泡在来自所述制冷剂循环回路的制冷剂中,由此二氧化碳与制冷剂发生热交换;

所述制冷剂循环回路与所述化霜循环回路的化霜制冷剂侧通过油分离器(2)和冷凝器(3)之间的三通阀与制冷剂化霜电磁阀(20)之间的管线来连通,且通过化霜换热器(18)的制冷剂出口与制冷剂储液器(6)入口之间的管线来连通,所述二氧化碳循环回路与所述化霜循环回路的二氧化碳侧通过二氧化碳储液器(10)出口与化霜换热器(18)的二氧化碳入口之间的管线来连通,且通过化霜换热器(18)的二氧化碳出口与制冷蒸发器(14)之间的管线来连通;

所述制冷剂循环回路与所述润滑油冷却循环回路的润滑油冷却制冷剂侧通过虹吸管(5)与油冷却器(4)的制冷剂入口之间的管线来连通,且通过油冷却器(4)的制冷剂出口与

冷凝器(3)的入口之间的管线来连通,

其中,所述满液式蒸发器(7)外设有制冷剂循环泵(9),所述制冷剂循环泵(9)的入口与所述满液式蒸发器(7)底部的制冷剂出口相连,所述制冷剂循环泵(9)的出口与所述满液式蒸发器(7)内顶部的喷淋器相连。

2.根据权利要求1所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述满液式蒸发器(7)中设有液位控制器(23),所述液位控制器(23)从下至上布置有4个液位传感器,且所述液位控制器(23)通过控制系统电连接控制所述电子膨胀阀(8)和所述制冷剂循环泵(9)。

3.根据权利要求1所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述满液式蒸发器(7)设有回油引射器(21),所述回油引射器(21)的回油口(25)伸入所述满液式蒸发器(7)内部,且所述回油引射器(21)的进气口通过回油引射电磁阀(22)连接至油分离器(2)的制冷剂出口,所述回油引射器(21)的出气口连接至压力调节阀(24)的入口。

4.根据权利要求1所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述二氧化碳储液器(10)设有维持机组(17)。

5.根据权利要求1所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述制冷蒸发器(14)设有热二氧化碳供气减压电磁阀(12)、冷二氧化碳供液电磁阀(13)、二氧化碳排出电磁阀(15)和二氧化碳压差阀(16),所述热二氧化碳供气减压电磁阀(12)的入口与二氧化碳化霜电磁阀(19)的出口相连,所述冷二氧化碳供液电磁阀(13)的入口与所述二氧化碳泵(11)的出口相连,所述热二氧化碳供气减压电磁阀(12)和所述冷二氧化碳供液电磁阀(13)的出口与所述制冷蒸发器(14)的入口相连,所述二氧化碳排出电磁阀(15)和所述二氧化碳压差阀(16)的入口与所述制冷蒸发器(14)的出口相连,所述二氧化碳排出电磁阀(15)和所述二氧化碳压差阀(16)的出口与所述满液式蒸发器(7)的二氧化碳入口相连。

6.根据权利要求5所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述制冷蒸发器(14)设有传感器,所述传感器与控制系统电连接,

在制冷工况下,所述控制系统打开所述冷二氧化碳供液电磁阀(13)和所述二氧化碳排出电磁阀(15),关闭所述热二氧化碳供气减压电磁阀(12)和所述二氧化碳压差阀(16);

在化霜工况下,所述控制系统关闭所述冷二氧化碳供液电磁阀(13)和所述二氧化碳排出电磁阀(15),打开所述热二氧化碳供气减压电磁阀(12)和所述二氧化碳压差阀(16)。

7.根据权利要求1或5或6所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述制冷蒸发器(14)的数目多于一个时,所述制冷蒸发器(14)之间为并联关系。

8.根据权利要求1所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述满液式蒸发器(7)的外壳具有外壁和内壁,所述内壁上设有多个出气孔,所述外壁与所述内壁之间具有出气腔,所述出气腔与所述满液式蒸发器(7)顶端的制冷剂出口连通。

9.根据权利要求1所述的二氧化碳载冷剂制冷系统,其特征在于,所述制冷剂为氨。

10.一种二氧化碳载冷剂制冷方法,其特征在于,包括制冷剂循环、二氧化碳循环、化霜循环和润滑油冷却循环,

在所述制冷剂循环中,制冷剂经压缩机(1)压缩为高温高压制冷剂气体,所述气体进入油分离器(2)中,与从压缩机(1)携带出来的润滑油分离,分离后所述制冷剂气体进入冷凝器(3)冷凝液化,经虹吸管(5)进入制冷剂储液器(6),再经电子膨胀阀(8)降压后进入满液式蒸发器(7),所述制冷剂液体在所述满液式蒸发器(7)中与二氧化碳载冷剂发生热交换变

为制冷剂气体,所述制冷剂气体经压力调节阀(24)再回到压缩机(1),完成循环;

在所述二氧化碳循环中,二氧化碳载冷剂在满液式蒸发器(7)中被制冷剂冷凝为液体后进入二氧化碳储液器(10),之后经二氧化碳泵(11)进入制冷蒸发器(14)中,与冷间发生热交换,吸热相变为气体后回到满液式蒸发器(7)再次冷凝,完成循环;

在所述化霜循环中,在化霜制冷剂侧,来自油分离器(2)的一部分高温高压制冷剂气体在进入冷凝器(3)之前,经三通阀和制冷剂化霜电磁阀(20)进入化霜换热器(18),加热二氧化碳液体后回到制冷剂储液器(6),在二氧化碳侧,来自二氧化碳储液器(10)的一部分二氧化碳液体进入化霜换热器(18)被制冷剂气体加热,然后经二氧化碳化霜电磁阀(19)进入制冷蒸发器(14)进行化霜,之后二氧化碳回到满液式蒸发器(7)再次冷凝,冷凝的二氧化碳液体到达二氧化碳储液器(10)完成循环;

在所述润滑油冷却循环中,在润滑油冷却制冷剂侧,来自冷凝器(3)的一部分制冷剂液体从虹吸管(5)离开,进入油冷却器(4)中加热在油分离器(2)中分离的润滑油,之后所述制冷剂回到冷凝器(3)再次冷凝完成循环,在润滑油侧,来自压缩机(1)的润滑油在油分离器(2)中与制冷剂分离,之后进入油冷却器(4)中与制冷剂液体发生热交换,冷却后的润滑油回到压缩机(1)完成循环,所述制冷剂循环与所述二氧化碳循环在所述满液式蒸发器(7)中通过热交换相互作用;

所述制冷剂循环中的一部分制冷剂进入所述化霜循环的化霜制冷剂侧,所述二氧化碳循环中的一部分二氧化碳进入所述化霜循环中的二氧化碳侧,所述部分制冷剂与所述部分二氧化碳在所述化霜换热器(18)中发生热交换;

所述制冷剂循环中的一部分制冷剂进入所述润滑油冷却循环中的润滑油冷却制冷剂侧,在所述油冷却器(4)中与润滑油发生热交换。

## 一种二氧化碳载冷剂制冷系统及其制冷方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及制冷系统技术领域,具体而言涉及一种二氧化碳载冷剂制冷系统及其制冷方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,臭氧层破坏和温室效应等环境问题越来越突出,这对制冷行业产生了很大的影响。目前,CFC制冷剂已被禁用,HFC和HCFC制冷剂也在被逐步淘汰,因此采用新型环保制冷剂和制冷系统势在必行。

[0003] 自然工质CO<sub>2</sub>由于其良好的环境指标,如无毒、不可燃,且消耗臭氧潜能值(ODP)为0,全球变暖潜能值(GWP)仅为1,加上其良好的化学稳定性,即使在高温下也不会分解出有毒气体,再度成为优选的制冷剂研究目标。

[0004] 目前应用比较多的是NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>的复叠式制冷系统,但该系统在低温侧要使用CO<sub>2</sub>压缩机,从而造成系统制冷系数(COP)较低。CN204421413U和CN205227902U公开以CO<sub>2</sub>作为载冷剂的NH<sub>3</sub>制冷系统,CO<sub>2</sub>在被NH<sub>3</sub>降温后通过泵循环到达制冷蒸发器对冷间降温,不仅解决了氨作为制冷剂带来的一些安全隐患问题,还降低了系统能耗。

[0005] 但是二氧化碳载冷剂制冷系统仍存在某些缺陷。首先,制冷蒸发器的除霜方法主要是电融霜、水冲霜、热气融霜,其中电融霜消耗大量电能,水冲霜的方式在低温环境下使用时容易出现冰堵或融霜不彻底。现有热气融霜的方法需要额外增加提供热气的装置和设备,控制系统更复杂,成本更高。

[0006] 目前,满液式蒸发器由于传热效率高,节约能量而被广泛使用。但满液式蒸发器多采用重力作用实现制冷剂供液,需要建设较高的机房,增加设备成本。且由于仅靠压缩机将受热气化的制冷剂吸走来提供内循环,满液式蒸发器内的制冷剂温度分布不均匀,不利于与载冷剂的热交换进行。

[0007] 因此,业内需要一种既能改良除霜方法,又能改进制冷剂供液方式,并提高传热效率的二氧化碳载冷剂制冷系统。

### 发明内容

[0008] 本发明针对上述现有技术存在的缺陷而提供一种二氧化碳载冷剂制冷系统,包括制冷剂循环回路、二氧化碳循环回路、化霜循环回路和润滑油冷却循环回路,

所述制冷剂循环回路包括压缩机、油分离器、冷凝器、虹吸管、制冷剂储液器、电子膨胀阀、满液式蒸发器和压力调节阀,满液式蒸发器的顶端制冷剂出口通过压力调节阀管线连接至压缩机,压缩机的出口管线连接至油分离器,油分离器的制冷剂出口通过三通阀管线连接至冷凝器,冷凝器通过虹吸管管线连接至制冷剂储液器,制冷剂储液器经电子膨胀阀连接至满液式蒸发器的制冷剂入口;

所述二氧化碳循环回路包括满液式蒸发器、二氧化碳储液器、二氧化碳泵和制冷蒸发器,满液式蒸发器中二氧化碳冷凝管的出口管线连接至二氧化碳储液器的入口,二氧化碳

储液器的出口与二氧化碳泵相连,二氧化碳泵经冷二氧化碳供液电磁阀管线连接至制冷蒸发器,制冷蒸发器的出口经二氧化碳排出电磁阀管线连接至满液式蒸发器中二氧化碳冷凝管的入口;

所述化霜循环回路具有化霜制冷剂侧和二氧化碳侧,所述化霜制冷剂侧包括油分离器、制冷剂化霜电磁阀、化霜换热器和制冷剂储液器,化霜换热器的制冷剂入口管线连接制冷剂化霜电磁阀的出口,制冷剂化霜电磁阀的入口与油分离器和冷凝器之间的三通阀管线连接,化霜换热器的制冷剂出口管线连接至制冷剂储液器的入口,制冷剂储液器的顶端气体出口与冷凝器的入口管线连接,所述二氧化碳侧包括二氧化碳储液器、化霜换热器、二氧化碳化霜电磁阀、制冷蒸发器和满液式蒸发器,二氧化碳储液器的出口管线连接至化霜换热器的二氧化碳入口,化霜换热器的二氧化碳出口经二氧化碳化霜电磁阀管线连接至制冷蒸发器,制冷蒸发器的出口管线连接至满液式蒸发器的二氧化碳冷凝管的入口;

所述润滑油冷却循环回路具有润滑油冷却制冷剂侧和润滑油侧,所述润滑油冷却制冷剂侧包括冷凝器、虹吸管和油冷却器,虹吸管管线连接至油冷却器的制冷剂入口,油冷却器的制冷剂出口管线连接至冷凝器的入口,所述润滑油侧包括压缩机、油分离器和油冷却器,油分离器的润滑油出口管线连接至油冷却器的润滑油入口,油冷却器的润滑油出口管线连接至压缩机的润滑油入口,

在所述满液式蒸发器中,所述二氧化碳循环回路的二氧化碳载冷剂在二氧化碳冷凝管中流动,所述二氧化碳冷凝管浸泡在来自所述制冷剂循环回路的制冷剂中,由此二氧化碳与制冷剂发生热交换;

所述制冷剂循环回路与所述化霜循环回路的化霜制冷剂侧通过油分离器和冷凝器之间的三通阀与制冷剂化霜电磁阀之间的管线来连通,且通过化霜换热器的制冷剂出口与制冷剂储液器入口之间的管线来连通,所述二氧化碳循环回路与所述化霜循环回路的二氧化碳侧通过二氧化碳储液器出口与化霜换热器的二氧化碳入口之间的管线来连通,且通过化霜换热器的二氧化碳出口与制冷蒸发器之间的管线来连通;

所述制冷剂循环回路与所述润滑油冷却循环回路的润滑油冷却制冷剂侧通过虹吸管与油冷却器的制冷剂入口之间的管线来连通,且通过油冷却器的制冷剂出口与冷凝器的入口之间的管线来连通,

其中,所述满液式蒸发器外设有制冷剂循环泵,所述制冷剂循环泵的入口与所述满液式蒸发器底部的制冷剂出口相连,所述制冷剂循环泵的出口与所述满液式蒸发器内顶部的喷淋器相连。

[0009] 进一步地,所述满液式蒸发器中设有液位控制器,所述液位控制器从下至上布置有4个液位传感器,且所述液位控制器通过控制系统电连接控制所述电子膨胀阀和所述制冷剂循环泵。

[0010] 进一步地,所述满液式蒸发器设有回油引射器,所述回油引射器的回油口伸入所述满液式蒸发器内部,且所述回油引射器的进气口通过回油引射电磁阀连接至油分离器的制冷剂出口,所述回油引射器的出气口连接至压力调节阀的入口。

[0011] 进一步地,所述二氧化碳储液器设有维持机组,所述维持机组用于防止停机时所述二氧化碳储液器内压力过高。

[0012] 进一步地,所述制冷蒸发器设有热二氧化碳供气减压电磁阀、冷二氧化碳供液电

磁阀、二氧化碳排出电磁阀和二氧化碳压差阀,所述热二氧化碳供气减压电磁阀的入口与所述二氧化碳化霜电磁阀的出口相连,所述冷二氧化碳供液电磁阀的入口与所述二氧化碳泵的出口相连,所述热二氧化碳供气减压电磁阀和所述冷二氧化碳供液电磁阀的出口与所述制冷蒸发器的入口相连,所述二氧化碳排出电磁阀和所述二氧化碳压差阀的入口与所述制冷蒸发器的出口相连,所述二氧化碳排出电磁阀和所述二氧化碳压差阀的出口与所述满液式蒸发器的二氧化碳入口相连。

[0013] 进一步地,所述制冷蒸发器设有传感器,所述传感器与控制系统电连接,

在制冷工况下,所述控制系统打开所述冷二氧化碳供液电磁阀和所述二氧化碳排出电磁阀,关闭所述热二氧化碳供气减压电磁阀和所述二氧化碳压差阀;

在化霜工况下,所述控制系统关闭所述冷二氧化碳供液电磁阀和所述二氧化碳排出电磁阀,打开所述热二氧化碳供气减压电磁阀和所述二氧化碳压差阀。

[0014] 进一步地,所述制冷剂储液器顶端出口与所述冷凝器的入口管线连接。

[0015] 所述制冷蒸发器的数目多于一个时,所述制冷蒸发器之间为并联关系。

[0016] 进一步地,所述满液式蒸发器的外壳具有外壁和内壁,所述内壁上设有多个出气孔,所述外壁与所述内壁之间具有出气腔,所述出气腔与所述满液式蒸发器顶端的制冷剂出口连通。

[0017] 在本发明的二氧化碳载冷剂制冷系统中,制冷剂优选为氨。

[0018] 本发明还提供一种二氧化碳载冷剂制冷方法,包括制冷剂循环、二氧化碳循环、化霜循环和润滑油冷却循环,

在所述制冷剂循环中,制冷剂压缩为高温高压制冷剂气体,所述气体进入油分离器中,与从压缩机携带出来的润滑油分离,分离后所述制冷剂气体进入冷凝器冷凝液化,经虹吸管进入制冷剂储液器,再经电子膨胀阀降压后进入满液式蒸发器,所述制冷剂液体在所述满液式蒸发器中与二氧化碳载冷剂发生热交换变为制冷剂气体,所述制冷剂气体经压力调节阀再回到压缩机,完成循环;

在所述二氧化碳循环中,二氧化碳载冷剂在满液式蒸发器中被制冷剂冷凝为液体后进入二氧化碳储液器,之后经二氧化碳泵进入制冷蒸发器中,与冷间发生热交换,吸热相变为气体后回到满液式蒸发器再次冷凝,完成循环;

在所述化霜循环中,在化霜制冷剂侧,来自油分离器的一部分高温高压制冷剂气体在进入冷凝器之前,经三通阀和制冷剂化霜电磁阀进入化霜换热器,加热二氧化碳液体后回到制冷剂储液器,在二氧化碳侧,来自二氧化碳储液器的一部分二氧化碳液体进入化霜换热器被制冷剂气体加热,然后经二氧化碳化霜电磁阀进入制冷蒸发器进行化霜,之后二氧化碳回到满液式蒸发器再次冷凝,冷凝的二氧化碳液体到达二氧化碳储液器完成循环;

在所述润滑油冷却循环中,在润滑油冷却制冷剂侧,来自冷凝器的一部分制冷剂液体从虹吸管离开,进入油冷却器中加热在油分离器中分离的润滑油,之后所述制冷剂回到冷凝器再次冷凝完成循环,在润滑油侧,来自压缩机的润滑油在油分离器中与制冷剂分离,之后进入油冷却器中与制冷剂液体发生热交换,冷却后的润滑油回到压缩机完成循环,

所述制冷剂循环与所述二氧化碳循环在所述满液式蒸发器中通过热交换相互作用;

所述制冷剂循环中的一部分制冷剂进入所述化霜循环的化霜制冷剂侧,所述二氧化碳循环中的一部分二氧化碳进入所述化霜循环中的二氧化碳侧,所述部分制冷剂与所述部分

二氧化碳在所述化霜换热器中发生热交换；

所述制冷剂循环中的一部分制冷剂进入所述润滑油冷却循环中的润滑油冷却制冷剂侧，在所述油冷却器中与润滑油发生热交换。

[0019] 应注意，压缩机产生的高温高压制冷剂气体高速进入冷凝器中时，在管线中产生的负压驱动来自油冷却器和制冷剂储液器的制冷剂气体回到冷凝器。

[0020] 本发明的有益效果如下：

化霜换热器利用压缩机产生的高温高压制冷剂气体来加热二氧化碳载冷剂，对制冷蒸发器进行化霜，既充分利用制冷剂多余的热量，又无需利用额外的化霜介质，既降低能耗，又减少成本。

[0021] 另外，满液式蒸发器外设有循环泵，可使满液式蒸发器内用于浸泡冷凝管的制冷剂循环，从而使制冷剂的温度分布更均匀，与二氧化碳载冷剂之间的传热效率更高。而且循环泵产生的负压驱动制冷剂从制冷剂储液器进入满液式蒸发器，从而推动整个制冷剂循环的进行，因此无需建设较高机房，利用重力作用来驱动制冷剂循环，节省大量成本和空间。满液式蒸发器中顶部还设有喷淋装置，可将循环的制冷剂均匀喷淋到未浸泡在制冷剂中的二氧化碳冷凝管，提高换热率。

## 附图说明

[0022] 图1所示为本发明的二氧化碳载冷剂制冷系统的示意图。

[0023] 图中，1、压缩机；2、油分离器；3、冷凝器；4、油冷却器；5、虹吸管；6、制冷剂储液器；7、满液式蒸发器；8、电子膨胀阀；9、制冷剂循环泵；10、二氧化碳储液器；11、二氧化碳泵；12、热二氧化碳供气减压电磁阀；13、冷二氧化碳供液电磁阀；14、制冷蒸发器；15、二氧化碳排出电磁阀；16、二氧化碳压差阀；17、维持机组；18、化霜换热器；19、二氧化碳化霜电磁阀；20、制冷剂化霜电磁阀；21、回油引射器；22、回油引射电磁阀；23、液位控制器；24、压力调节阀；25、回油口。

## 具体实施方式

[0024] 为了更好地理解本发明，下面用具体实例来详细说明本发明的技术方案，但是本发明并不局限于此。

[0025] 实施例1

本实施例阐述一种二氧化碳载冷剂制冷系统，采用氨作为制冷剂，二氧化碳作为载冷剂。

[0026] 参见图1，所述制冷系统包括制冷剂循环回路、二氧化碳循环回路、化霜循环回路和润滑油冷却循环回路。

[0027] 所述制冷剂循环回路包括2个并联的压缩机1、油分离器2、冷凝器3、虹吸管5、制冷剂储液器6、电子膨胀阀8、满液式蒸发器7和压力调节阀24。满液式蒸发器7的顶端制冷剂出口通过压力调节阀24管线连接至压缩机1，压缩机1的出口管线连接至油分离器2，油分离器2的制冷剂出口通过三通阀管线连接至冷凝器3，冷凝器3通过虹吸管5管线连接至制冷剂储液器6，制冷剂储液器6经电子膨胀阀8连接至满液式蒸发器7的制冷剂入口。

[0028] 所述二氧化碳循环回路包括满液式蒸发器7、二氧化碳储液器10、二氧化碳泵11和



4个并联的制冷蒸发器14。满液式蒸发器7中二氧化碳冷凝管的出口管线连接至二氧化碳储液器10的入口，二氧化碳储液器10的出口与二氧化碳泵11相连，二氧化碳泵11经冷二氧化碳供液电磁阀13管线连接至制冷蒸发器14，制冷蒸发器14的出口经二氧化碳排出电磁阀15管线连接至满液式蒸发器7中二氧化碳冷凝管的入口。

[0029] 在所述满液式蒸发器7中，所述二氧化碳循环回路的二氧化碳载冷剂在二氧化碳冷凝管中流动，所述二氧化碳冷凝管浸泡在来自所述制冷剂循环回路的液氨中，由此二氧化碳与液氨发生热交换；

所述化霜循环回路包括化霜换热器18、二氧化碳化霜电磁阀19、制冷剂化霜电磁阀20，以及制冷蒸发器14和其两端的热二氧化碳供气减压电磁阀12和二氧化碳压差阀16。化霜换热器18、制冷剂化霜电磁阀20与油分离器2和制冷剂储液器6组成化霜制冷剂侧。化霜换热器18的制冷剂入口管线连接制冷剂化霜电磁阀20的出口，制冷剂化霜电磁阀20的入口与油分离器2和冷凝器3之间的三通阀管线连接，化霜换热器18的制冷剂出口管线连接至制冷剂储液器6的入口，制冷剂储液器6的顶端气体出口与冷凝器3的入口管线连接。化霜换热器18和二氧化碳化霜电磁阀19与制冷蒸发器14、热二氧化碳供气减压电磁阀12、二氧化碳压差阀16、满液式蒸发器7和二氧化碳储液器10组成二氧化碳侧。二氧化碳储液器10的出口管线连接至化霜换热器18的二氧化碳入口，化霜换热器18的二氧化碳出口经二氧化碳化霜电磁阀19和热二氧化碳供气减压电磁阀12管线连接至制冷蒸发器14，制冷蒸发器14的出口经二氧化碳压差阀16管线连接至满液式蒸发器7的二氧化碳冷凝管的入口。

[0030] 制冷蒸发器14设有传感器，所述传感器与控制系统电连接。在制冷工况下，所述控制系统打开冷二氧化碳供液电磁阀13和所述二氧化碳排出电磁阀15，使冷凝的二氧化碳载冷剂进入制冷蒸发器14中与冷间换热制冷，同时关闭热二氧化碳供气减压电磁阀12和所述二氧化碳压差阀16；在化霜工况下，所述控制系统关闭冷二氧化碳供液电磁阀13，在制冷蒸发器14中的剩余冷二氧化碳排出后，关闭二氧化碳排出电磁阀15，打开热二氧化碳供气减压电磁阀12和二氧化碳压差阀16。

[0031] 所述润滑油冷却循环回路包括油冷却器4。油冷却器4与冷凝器3和虹吸管5组成润滑油冷却制冷剂侧。虹吸管5管线连接至油冷却器4的制冷剂入口，油冷却器4的制冷剂出口管线连接至冷凝器3的入口。油冷却器4与油分离器2和压缩机1组成润滑油侧。油分离器2的润滑油出口管线连接至油冷却器4的润滑油入口，油冷却器4的润滑油出口管线连接至压缩机1的润滑油入口。

[0032] 进一步地，满液式蒸发器7外设有制冷剂循环泵9，满液式蒸发器7内设有顶部喷淋器。制冷剂循环泵9的入口管线连接至满液式蒸发器7底部的制冷剂出口，制冷剂循环泵9的出口管线连接至所述顶部喷淋器的入口。制冷剂循环泵9将满液式蒸发器7底部的液氨再循环至满液式蒸发器7的顶部，并喷淋至暴露在满液式蒸发器7顶部空间中的换热管上，以帮助蒸发器内液氨温度平均分布，提高换热效率。此外，满液式蒸发器7的外壳具有外壁和内壁，所述内壁上设有多个出气孔，所述外壁与所述内壁之间具有出气腔，所述出气腔与所述满液式蒸发器7顶端的制冷剂出口连通。蒸发器内的液氨在热交换过程中受热产生的气体可通过所述出气孔进入出气腔中，并通过出气腔经制冷剂出口离开蒸发器。这样使得液氨中的气泡不会由于在蒸发器内上行而阻碍所喷淋液氨的下行速度，从而提高蒸发器的喷淋换热效率。

[0033] 另外,满液式蒸发器7中设有液位控制器23,所述液位控制器23在从下至上的4个位置a、b、c和d分别布置液位传感器,且所述液位控制器23通过控制系统电连接控制电子膨胀阀8和制冷剂循环泵9。正常液位应在位置b与c之间,当液位降到位置a或b时应开启电子膨胀阀8供液,且若液位降到位置a还应停止制冷剂循环泵9。当液位升至位置c时可关闭电子膨胀阀8停止供液,若液位升至位置d则说明电子膨胀阀8或其他装置可能出现故障,应停机检修或等待蒸发器7中的液氨气化排出。液位控制器的存在提高了整个系统运行的安全性和连续性。

[0034] 另外,满液式蒸发器7设有回油引射器21,所述回油引射器21的回油口25伸入所述满液式蒸发器7内部,且所述回油引射器21的进气口通过回油引射电磁阀22连接至油分离器2的制冷剂出口,所述回油引射器21的出气口连接至压力调节阀24的入口。压缩机1产生的高速高压气体迅速流过回油引射器21,在其中产生负压,将满液式蒸发器7内液氨中的润滑油吸走。因此回油引射器可防止润滑油在蒸发器内影响换热,并提高润滑油回收率,节省成本。

[0035] 另外,二氧化碳储液器10设有维持机组17,维持机组17具有专用发电机、压缩机、冷凝器以及安全阀。维持机组17可在制冷系统断电时启动专用的发电机,用自身的压缩机和冷凝器维持二氧化碳储液器10内二氧化碳的液态,防止因断电造成二氧化碳升温气化,压力过高产生安全问题,而且维持机组17的安全阀也可在压力过高时排放一部分气体,来维持系统内的安全压力,从而显著提高制冷系统的安全性。

#### [0036] 实施例2

本实施例阐述一种二氧化碳载冷剂制冷方法,包括制冷剂循环、二氧化碳循环、化霜循环和润滑油冷却循环。

[0037] 在制冷剂循环中,满液式蒸发器7中的液氨气化后通过顶端的制冷剂出口被吸入压缩机1中,压缩机1将氨气压缩为高温高压氨气。所述氨气进入油分离器2中,并与从压缩机1中携带出来的润滑油相分离,分离的润滑油离开油分离器2进入油冷却器4中。高温高压氨气离开油分离器2,进入冷凝器3中冷凝为液氨。液氨通过虹吸管5进入制冷剂储液器6,之后通过电子膨胀阀8降压,进入满液式蒸发器7,用于冷凝作为载冷剂的二氧化碳。之后,吸热相变为气体的氨再通过满液式蒸发器7顶端的制冷剂出口回到压缩机1中,完成循环。

[0038] 在二氧化碳循环中,在满液式蒸发器7中被氨冷凝为液体的二氧化碳进入二氧化碳储液器10中,然后在二氧化碳泵11的作用下,通过冷二氧化碳供液电磁阀13进入制冷蒸发器14中,与冷间发生热交换,通过相变为气体来制冷。之后二氧化碳气体经二氧化碳排出电磁阀15离开制冷蒸发器14,回到满液式蒸发器7的二氧化碳冷凝管中,再次与氨发生热交换,完成循环。

[0039] 如果制冷蒸发器14中的传感器监测到制冷蒸发器14中出现结霜,将向控制系统发送信号,控制系统关闭二氧化碳泵11和冷二氧化碳供液电磁阀13,使二氧化碳不再进入制冷蒸发器14中。一段时间后,冷二氧化碳从制冷蒸发器14中排出后,关闭二氧化碳排出电磁阀15,并打开热二氧化碳供气减压电磁阀12和二氧化碳压差阀16,使在化霜换热器18中经热氨气加热的二氧化碳进入制冷蒸发器14中进行化霜。

[0040] 在化霜循环中,在化霜制冷剂侧,一部分来自油分离器2的高温高压氨气在进入冷凝器3之前,经三通阀和制冷剂化霜电磁阀20进入化霜换热器18,加热来自二氧化碳储液器

10的二氧化碳液体,氨气变为气液混合物,离开化霜换热器18到达制冷剂储液器6中。化霜换热器18的制冷剂入口端与出口端的压力差驱动此循环进行。氨的气液混合物中的液体将进入满液式蒸发器7,气体将从制冷剂储液器6的顶端气体出口回到冷凝器3中再次冷凝。

[0041] 在二氧化碳侧,二氧化碳液体从二氧化碳储液器10进入化霜换热器18中,经高温高压氨气加热,变为热二氧化碳,然后在热二氧化碳与制冷蒸发器14中冷二氧化碳的压差的作用下,经二氧化碳化霜电磁阀19和热二氧化碳供气减压电磁阀12进入制冷蒸发器14中进行化霜。可通过热二氧化碳供气减压电磁阀12设定热二氧化碳进入制冷蒸发器14中的流量。之后二氧化碳经二氧化碳压差阀16回到满液式蒸发器7中再次冷凝。二氧化碳压差阀16可使流出制冷蒸发器14的二氧化碳保持较低压的气液混合物状态,以免系统压力过大。

[0042] 在润滑油冷却循环中,在润滑油冷却制冷剂侧,一部分在冷凝器3中冷凝的液氨从虹吸管5离开,进入油冷却器4中加热来自油分离器2的润滑油,之后回到冷凝器3再次冷凝。在润滑油侧,在油分离器2中与氨气分离的润滑油进入油冷却器4,被润滑油冷却制冷剂侧的液氨冷却,然后回到压缩机1中,完成循环。

[0043] 压缩机1产生的高温高压氨气高速进入冷凝器3中时,在冷凝器3的入口处产生负压,驱动来自油冷却器4和制冷剂储液器6的氨气回到冷凝器3中。

[0044] 保持二氧化碳储液器10中的压力在13 kg.f/cm<sup>2</sup>以下,温度保持低于-31℃。

[0045] 本发明改进二氧化碳载冷剂制冷系统,充分利用压缩机余热和制冷剂的冷量,能耗低,成本小;改进满液式蒸发器,需要的安装空间小,制冷剂与载冷剂之间的换热效率高;

另外,油冷却器利用一部分冷凝的制冷剂液体来冷却润滑油,可节省能耗,降低成本。

[0046] 另外,利用高压制冷剂气体产生的压差驱动来自油冷却器和制冷剂储液器的制冷剂气体回到冷凝器,使得无需设置额外的驱动泵等设备,可进一步降低成本。

[0047] 而且,多个制冷蒸发器并联使得可单独对结霜的制冷蒸发器进行化霜,其余制冷蒸发器可继续运行,无需使整个制冷系统停机。

[0048] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不能限制本发明的范围,在本发明的精神和原则内做出的任何修改、等同替换和改进等,都落在本发明的范围内。

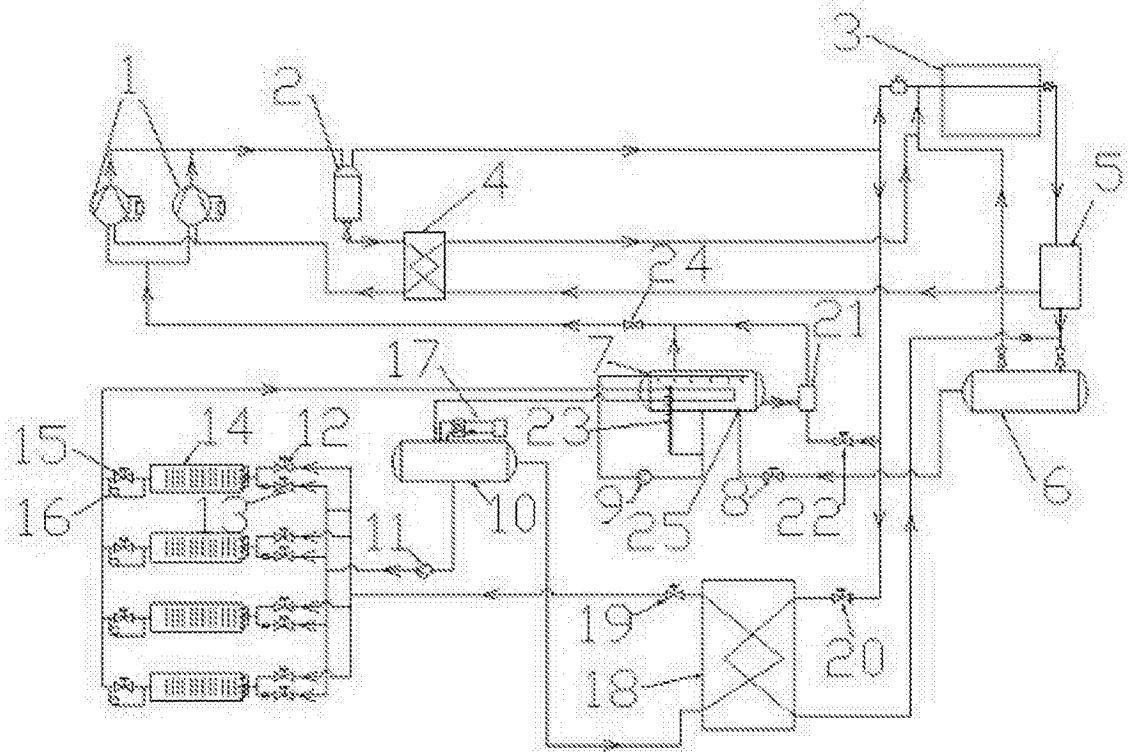


图1