



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108759138 A

(43)申请公布日 2018. 11. 06

(21)申请号 201810800244.6

(22)申请日 2018.07.20

(71)申请人 天津商业大学

地址 300134 天津市北辰区津霸公路东口

(72)发明人 杨永安 李瑞申

(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 肖莉丽

(51) Int. Cl.

F25B 1/10(2006.01)

F25B 41/04(2006.01)

F25B 47/02(2006.01)

F25B 49/02(2006.01)

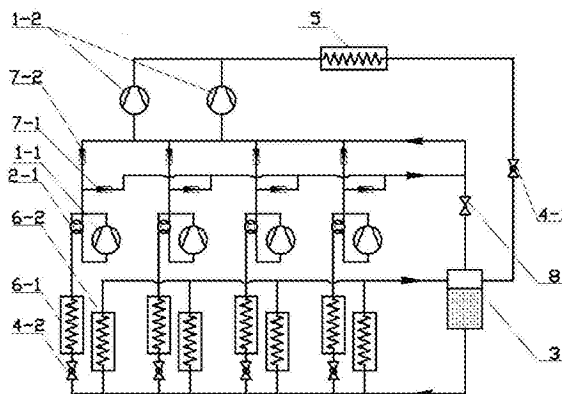
权利要求书2页 说明书12页 附图3页

(54)发明名称

二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法及系统,旨在提供一种采用低压级压缩机热泵循环为低温蒸发器除霜的方法及系统。在每个低压级单元中有中温蒸发器和低温蒸发器,中温蒸发器用于实现中温制冷,低温蒸发器用于实现低温制冷或除霜。当有低温蒸发器需要除霜时,通过阀门切换,实现除霜功能的低压级压缩机转换成高压级压缩机运行,实现除霜功能的低压级单元中的低温压缩机吸收来自实现制冷功能的低压级压缩机的中压过热蒸气,经压缩后冷凝加热待除霜的低温蒸发器实现除霜。本发明采用低压级压缩机热泵循环为低温蒸发器除霜,温度波动小,除霜效率高,能提供冷藏间与冻结间的冷量。



1. 一种二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法,其特征在于,在每个低压级单元中设置中温蒸发器和低温蒸发器,所述中温蒸发器用于实现中温制冷,所述低温蒸发器用于实现低温制冷或除霜,该运行方法包括下述步骤:当所有低压级单元实现制冷功能时,所述中温蒸发器将中压饱和液体工质蒸发成中压饱和蒸气,实现中温制冷;所述低温蒸发器将低压液体工质蒸发成低压蒸气,实现低温制冷;当有低温蒸发器需要除霜时,通过阀门切换,实现除霜功能的低压级压缩机转换成高压级压缩机运行,实现除霜功能的低压级单元中的低温压缩机吸收来自实现制冷功能的低压级单元的低压级压缩机的中压过热蒸气,或者吸收来自中间冷却器与实现制冷功能的低压级压缩机的混合热气,经压缩后送入待除霜的所述低温蒸发器,冷凝加热该低温蒸发器实现除霜,实现制冷功能的低压级单元中的低温蒸发器仍然实现制冷功能;待除霜结束后,实现除霜功能的低压级单元通过阀门切换,实现制冷功能。

2. 一种实现权利要求1所述的运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统,其特征在于,包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器及多个低压级单元;每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀;所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接,所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接,所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接,所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接;所述中温蒸发器的第一接口并联在一起并与所述中间冷却器的进气口连接,所述第二节流阀的第二接口及所述中温蒸发器的第二接口并联在一起后与所述中间冷却器的出液口连接,所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后与所述中间冷却器的出气口连接;所述高压级压缩机组排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

3. 根据权利要求2所述的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统,其特征在于,所述高压级压缩机组包括一台或多台高压级压缩机,具体数量依据该制冷系统运行工况确定,当采用多台高压级压缩机时,每台所述高压级压缩机的吸气接口并联作为所述高压级压缩机组的吸气端,每台所述高压级压缩机的排气接口并联作为所述高压级压缩机组的排气端。

4. 根据权利要求2或3所述的二次节流中间不完全冷却的制冷系统,其特征在于,所述低压级单元的数量至少三个。

5. 一种实现权利要求1所述的运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统,其特征在于,包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器及多个低压级单元;每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀;所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接,所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接,所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接,所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接,所述第二节流阀的第二接口与所述第二四通换向阀的第二接口连接;所述中温蒸发器的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器的进气口连接,所述中温蒸发

器的第二接口与所述第二四通换向阀的第三接口连接,所述第二四通换向阀的第一接口及第四接口并联在一起后与所述中间冷却器的出液口连接;所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后与所述中间冷却器的出气口连接;所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

6.一种实现权利要求1所述的运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统,其特征在于,包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器、两通阀及多个低压级单元;每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀;所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接,所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接,所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接,所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接;所述中温蒸发器的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器的进气口连接,所述第二节流阀的第二接口及所述中温蒸发器的第二接口并联在一起后与所述中间冷却器的出液口连接,所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后通过所述两通阀与所述中间冷却器的出气口连接;所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

7.一种实现权利要求1所述的运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统,其特征在于,包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器、两通阀及多个低压级单元;每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀;所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接,所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接,所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接,所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接,所述第二节流阀的第二接口与所述第二四通换向阀的第二接口连接;所述中温蒸发器的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器的进气口连接,所述中温蒸发器的第二接口与所述第二四通换向阀的第三接口连接,所述第二四通换向阀的第一接口及第四接口并联在一起后与所述中间冷却器的出液口连接;所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后通过所述两通阀与所述中间冷却器的出气口连接;所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

## 二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及制冷技术领域,更具体的说,是涉及一种具有中温蒸发器的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法及制冷系统。

### 背景技术

[0002] 在冷库中,当换热器冷却表面被霜层覆盖时,若不及时清除,则积霜将使压缩机吸气温度降低,排气温度上升,并堵塞空气通道,减少传热面积,空气的流动阻力显著增加,换热效率剧烈降低,制冷装置运行性能下降。除霜效果的优劣亦是充分发挥冷库的设备能力、减少大修费用、节约用电和保证食品质量的关键。

[0003] 现有的冷库中蒸发器除霜方法主要有:电加热法、淋水法、逆循环除霜法等。其中,电加热法和淋水法两种除霜法除霜都是外部加热霜层,霜是从外向里融化,所以实际上除霜的热量比理论值大得多,这种除霜法耗能多,运行成本较高,从安全稳定与节能上考虑,现在已很少使用。逆循环除霜法热量来源于室外环境与压缩机的耗功,通过改变四通换向阀的连接方式,暂时改变整个制冷系统的工质的流动方向,进而改变热量的转移方向,使蒸发器转变为冷凝器,为蒸发器加热达到除霜效果,但是此时制冷循环在除霜时停止,所有蒸发器不能持续制冷。逆循环除霜法除霜效率高,节能可靠。但是,这种除霜法只适用于结构简单的单级压缩制冷系统,对于蒸发温度较低的双级压缩制冷系统而言,由于冷库温度较低,采用逆循环为蒸发器除霜时,如果整个制冷系统逆向运行,冷库所有的蒸发器都切换成冷凝器,由于蒸发器表面温度与冷库内温度之间的温差较大,除霜时间较长,冷库的温度波动较大,会造成食品干耗,造成经济损失。因此,为使双级压缩系统保持高效率运行,必须对蒸发器进行有序、高效地除霜。

[0004] 目前,双级压缩制冷系统中有效除霜的方法有单级压缩热泵循环法,即在原来双级压缩制冷系统上将连接蒸发器进出口的管路分为制冷支路和除霜支路,蒸发器进口除霜管道连接高压级压缩机或低压级压缩机的排气端,蒸发器出口连接容积较大的气液分离器。蒸发器需要制冷时,通过阀门的切换,使制冷支路接通蒸发器,蒸发器制冷。蒸发器需要除霜时,通过阀门的切换,使除霜支路接通蒸发器,为蒸发器除霜。由于这种除霜方法在除霜时运行单级压缩热泵循环,双级压缩制冷循环转单机压缩热泵除霜循环时,参与单级压缩热泵循环除霜的压缩机工作的压差极具增加,会对压缩机造成冲击,损害压缩机,且这种单级压缩热泵除霜循环进入蒸发器除霜的工质温度低,除霜速度慢,蒸发器周围热量扩散的时间长,导致除霜效率降低;另外在为蒸发器除霜时,被蒸发器冷凝完的大量液体工质流入气液分离器,这些液体工质经过长期积累,极易被低压级压缩机吸入,形成压缩机湿压缩,造成压缩机损害,形成经济损失。

[0005] 另外,现有的冷库一般只能实现单一制冷温度,根据使用需要提供冷藏间或冻结间的冷量,使用不方便。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是针对现有技术中存在的技术缺陷,而提供一种采用低压级压缩机热泵循环为低温蒸发器轮档除霜,避免产生温度波动,除霜效率高,能够提高压缩机稳定性的二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法。

[0007] 本发明的另一个目的是提供一种除霜效率高,温度波动小,运行稳定,同时能够提供冷藏间与冻结间的冷量的二次节流中间不完全冷却的双级压缩制冷系统。

[0008] 为实现本发明的目的所采用的技术方案是:

[0009] 一种二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法,在每个低压级单元中设置中温蒸发器和低温蒸发器,所述中温蒸发器用于实现中温制冷,所述低温蒸发器用于实现低温制冷或除霜,该运行方法包括下述步骤:当所有低压级单元实现制冷功能时,所述中温蒸发器将中压饱和液体工质蒸发成中压饱和蒸气,实现中温制冷;所述低温蒸发器将低压液体工质蒸发成低压蒸气,实现低温制冷;当有低温蒸发器需要除霜时,通过阀门切换,实现除霜功能的低压级压缩机转换成高压级压缩机运行,实现除霜功能的低压级单元中的低温压缩机吸收来自实现制冷功能的低压级单元的低压级压缩机的中压过热蒸气,或者吸收来自中间冷却器与实现制冷功能的低压级压缩机的混合热气,经压缩后送入待除霜的所述低温蒸发器,冷凝加热该低温蒸发器实现除霜,实现制冷功能的低压级单元中的低温蒸发器仍然实现制冷功能;待除霜结束后,实现除霜功能的低压级单元通过阀门切换,实现制冷功能。

[0010] 一种实现上述运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统,包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器及多个低压级单元;每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀;所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接,所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接,所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接,所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接;所述中温蒸发器的第一接口并联在一起并与所述中间冷却器的进气口连接,所述第二节流阀的第二接口及所述中温蒸发器的第二接口并联在一起后与所述中间冷却器的出液口连接,所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后与所述中间冷却器的出气口连接;所述高压级压缩机组排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

[0011] 一种实现上述运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统,包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器及多个低压级单元;每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀;所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接,所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接,所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接,所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接,所述第二节流阀的第二接口与所述第二四通换向阀的第二接口连接;所述中温蒸发器的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器的进气口连接,所述中温蒸发器的第二接口与所述第二四通换向阀的第三接口连接,所述第二四通换向阀的第一接口及第四接口并联在一起后

与所述中间冷却器的出液口连接；所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后与所述中间冷却器的出气口连接；所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

[0012] 一种实现上述运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统，包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器、两通阀及多个低压级单元；每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀；所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接，所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接，所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接，所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接；所述中温蒸发器的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器的进气口连接，所述第二节流阀的第二接口及所述中温蒸发器的第二接口并联在一起后与所述中间冷却器的出液口连接，所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后通过所述两通阀与所述中间冷却器的出气口连接；所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

[0013] 一种实现上述运行方法的采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统，包括高压级压缩机组、冷凝器、第一节流阀、中间冷却器、两通阀及多个低压级单元；每个所述低压级单元包括低压级压缩机、第一四通换向阀、第二四通换向阀、第二节流阀、低温蒸发器、中温蒸发器、第一单向阀及第二单向阀；所述低压级压缩机的吸气端与所述第一四通换向阀的第四接口连接，所述低压级压缩机的排气端与所述第一四通换向阀的第二接口连接，所述第一四通换向阀的第三接口分别与所述第一单向阀的进口及所述第二单向阀的出口连接，所述第一四通换向阀的第一接口经所述低温蒸发器与所述第二节流阀的第一接口连接，所述第二节流阀的第二接口与所述第二四通换向阀的第二接口连接；所述中温蒸发器的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器的进气口连接，所述中温蒸发器的第二接口与所述第二四通换向阀的第三接口连接，所述第二四通换向阀的第一接口及第四接口并联在一起后与所述中间冷却器的出液口连接；所述第一单向阀的出口、所述第二单向阀的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后通过所述两通阀与所述中间冷却器的出气口连接；所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器、第一节流阀与所述中间冷却器的进液口连接。

[0014] 所述高压级压缩机组包括一台或多台高压级压缩机，具体数量依据该制冷系统运行工况确定，当采用多台高压级压缩机时，每台所述高压级压缩机的吸气接口并联作为所述高压级压缩机组的吸气端，每台所述高压级压缩机的排气接口并联作为所述高压级压缩机组的排气端。

[0015] 所述低压级单元的数量至少三个。

[0016] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0017] 1、本发明的制冷系统的运行方法中，通过阀门的切换实现低压级单元的制冷与除霜模式的转换。在除霜模式下，实现除霜功能的低压级压缩机转换成高压级压缩机运行，实现除霜功能的低压级单元中的低温压缩机吸收来自实现制冷功能的低压级压缩机的中压过热蒸气或来自中间冷却器与制冷低压级压缩机的混合蒸气，实现低压级单元的逆循环除

霜,除霜时的循环与制冷时的循环均是双级压缩循环,进而形成一个动态制冷系统,温度波动小,除霜效率高,节约能源。同时,压缩机能够稳定运行,提高了系统的使用寿命。

[0018] 2、本发明的制冷系统,当有低压级单元中低温蒸发器除霜时,通过阀门切换,实现低压级单元的制冷与除霜模式的转换,在除霜模式下,实现除霜功能的低压级压缩机转换成高压级压缩机运行,除霜循环与制冷循环均是双级压缩循环,进而形成一个动态制冷系统,使用更灵活方便,除霜效率高,节约了能源。

[0019] 3、本发明的制冷系统中,低压级单元中的蒸发器除霜时低压级压缩机转换为高压级压缩机运行,低压级单元的除霜循环工作在中间中压与高压之间,低压级单元由制冷循环转变为除霜循环时,低压级单元中的压缩机吸排气间工作的压差变化较小,压缩机的散热更好,有利于保护压缩机,提供压缩机的使用寿命。

[0020] 4、本发明的制冷系统中,低压级单元中的蒸发器除霜的热量来源制冷低压级单元中的蒸发器与压缩机的输入功,除霜时的热量供应充足,不受限制,可以充分除霜,除霜效率更高,更适用于大型的双级压缩制冷系统中。

[0021] 5、本发明的制冷系统中,采用低压级压缩机热泵循环为低温蒸发器轮档除霜,同时,在除霜过程中,低压级压缩机依次转换为高压级压缩机运行,便于高低压级压缩机润滑油回油均匀,高低压级压缩机磨损程度均匀,系统简单,效率高。与单独设置除霜蒸发器及单独除霜支路的制冷系统相比,结构更简单,降低了系统初投资。

[0022] 6、本发明的制冷系统中的低温蒸发器除霜采用逆循环热泵除霜法,从霜层内部加热,霜容易从冷却表面脱落,所以实际上除霜的热量比理论值小得多。同时,霜层融化由内到外,在除霜初期没有水蒸气向蒸发器外逸出。只有当霜融化脱落后,肋管上的热才向外辐射,但此时除霜阶段也趋于结束,因此与库内及周围围护结构的换热量少,其除霜效率比较高。

[0023] 7、本发明的制冷系统中高压级压缩机个数不限,低压级单元个数至少三个,可以根据不同的工况要求,不同的冷量需求,实现高低压级变流量循环,匹配出高低压级级间最佳容量比。

[0024] 8、本发明的制冷系统可同时制取两种蒸发温度下的制冷量,特别适合应用于冷库系统中同时提供冷藏间与冻结间的冷量。

[0025] 9、本发明的制冷系统中,当有低压级单元中低温蒸发器除霜时,除霜低压级单元低温蒸发器除霜的热量来源为中压过热气体,即除霜低压级单元中低压级压缩机直接从制冷低压级单元低压级压缩机排气端吸入过热度较高的中压蒸气,经除霜低压级单元低压级压缩机排出的高压工质温度更高,进入除霜低压级单元低温蒸发器的工质温度更高,除霜效果更好,除霜速度更快。

## 附图说明

[0026] 图1所示为本发明实施例1的热气除霜的非满液型采用热泵除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却的双级压缩制冷系统的结构原理图;

[0027] 图2所示为本发明实施例2的热气除霜的满液型采用热泵除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却的双级压缩制冷系统的结构原理图;

[0028] 图3所示为本发明实施例3的高温热气除霜的非满液型采用低压级压缩机排出的

高温热气除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却的双级压缩制冷系统的结构原理图；

[0029] 图4所示为本发明实施例4的高温热气除霜的满液型采用低压级压缩机排出的高温热气除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却的双级压缩制冷系统的结构原理图；

[0030] 图5所示为中间冷却器接口示意图。

### 具体实施方式

[0031] 以下结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0032] 本发明的设计要点为：一个低压级压缩机串一个低温蒸发器，除霜时，通过阀门切换，低压级压缩机变为高压级压缩机，原来的高压级压缩机部分停机或全部停机不用，使中压蒸气工质被除霜的低压级压缩机吸入，除霜的蒸发器转换为双级压缩冷凝器，逐个（或组）除霜，除霜完后，通过阀门切换进行各个蒸发器制冷。具体技术方案如：

[0033] 本发明的二次节流中间不完全冷却制冷系统的运行方法，在每个低压级单元中设置中温蒸发器和低温蒸发器，所述中温蒸发器用于实现中温制冷，所述低温蒸发器用于实现低温制冷或除霜，该运行方法包括下述步骤：当所有低压级单元实现制冷功能时，所述中温蒸发器将中压饱和液体工质蒸发成中压饱和蒸气，实现中温制冷；所述低温蒸发器将低压液体工质蒸发成低压蒸气，实现低温制冷；当有低温蒸发器需要除霜时，通过阀门切换，实现除霜功能的低压级压缩机转换成高压级压缩机运行，实现除霜功能的低压级单元中的低温压缩机吸收来自实现制冷功能的低压级压缩机的中压过热蒸气，或者吸收来自中间冷却器与实现制冷功能的低压级压缩机的混合热气，经压缩后送入待除霜的低温蒸发器，冷凝加热该低温蒸发器实现除霜，实现制冷功能的低压级单元中的低温蒸发器仍然实现制冷功能；待除霜结束后，实现除霜功能的低压级单元通过阀门切换，实现制冷功能；当有多个所述低温蒸发器需要除霜时，通过轮档方式实现除霜。

[0034] 本发明中，高压级压缩机组中的高压级压缩机数量为一台或多台，低压级单元数量至少为三个。当高压级压缩机数量为1台，低压级单元为三个时，要实现逆循环除霜需要高压级压缩机停机。附图是高压级压缩机组中含有高压级压缩机2个，低压级单元为4个，如果一个低压级单元除霜时两台高压级压缩机全部停机，则高低压级运行配比为1:3，如果一个低压级单元除霜时一台高压级压缩机运行另一台停机，则高低压级运行配比为2:3。如果高压级压缩机组中有3台高压级压缩机，低压级单元6个，除霜时，高低压级运行配比种类更多。在除霜过程中，高压级压缩机是否停机或部分停机根据高低压级机头配比、具体工况以及除霜质量等确定。

[0035] 当有低压级单元中所述低温蒸发器6-1需要除霜时，原来的高压级压缩机部分停机或全部停机不用，使中压蒸气工质被除霜的低压级压缩机吸入，当有多个低压级单元中所述低温蒸发器6-1需要除霜时，采用轮档除霜方式，即一个除霜低压级单元中所述低温蒸发器6-1除霜结束后立即转换为制冷低压级单元，为其它低压级单元所述低温蒸发器6-1除霜，多个所述低温蒸发器6-1逐个除霜，待所有所述低温蒸发器6-1除霜完成，所有所述低压级单元转换为制冷低压级单元，所述高压级压缩机1-2开机。

[0036] 本发明的运行方法可以通过下述制冷系统实现：



[0037] 本发明采用热泵除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却制冷系统根据当有低压级单元中低温蒸发器除霜时,制冷低压级单元第二节流阀前与中温蒸发器中压工质的状态分为满液供液型与非满液供液型。其中,满液供液型的系统中进入低温蒸发器与中温蒸发器的工质干度低,换热效率高,低温蒸发器与中温蒸发器需要的换热器面积小。非满液供液型的系统结构简单,零部件较少,成本更低。

[0038] 本发明采用热泵除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却的制冷系统中,当有低压级单元中低温蒸发器除霜时,通过阀门切换,该低压级单元中低压级压缩机从中间冷却器吸入中压过热蒸气,也可以吸入不经过中间冷却器冷却的中压过热蒸气。当吸入不与中间冷却器冷却出气口出来的中压饱和蒸气混合的过热度更高的中压过热蒸气,中压过热蒸气经除霜低压级单元低压压缩机吸入压缩排出的更高温度的热气,进入除霜低压级单元低温蒸发器的工质温度更高,除霜效果更好,除霜速度更快。当所有低压级单元中低温蒸发器都不需要除霜时,通过阀门切换,高压级压缩机吸入经过中间冷却器冷却的中压饱和蒸气,中压饱和蒸气经高压级压缩机吸入压缩排出的热气温度较低,冷凝效果好,制冷效率高。

[0039] 根据吸入的中压工质的不同分为实施例1、2实施例3、4。其中,实施例1和实施例2为除霜时吸入从制冷低压级单元流出的中压过热工质与从中间冷却器冷却出气口出来的中压饱和蒸气混合蒸气的技术方案,实施例3和实施例4为通过两通阀8的关闭选择吸入不与中间冷却器冷却出气口出来的中压饱和蒸气混合的过热度更高的中压蒸气,吸入混合蒸气的制冷效果更好,吸入不经混合的中压蒸气的除霜效果更好。

[0040] 实施例1

[0041] 本发明热气除霜的非满液型采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统的结构示意图如图2所示,包括高压级压缩机组、冷凝器5、第一节流阀4-1、中间冷却器3及多个低压级单元。本实施例中,所述高压级压缩机组包括一台或多台高压级压缩机1-2,当采用多台高压级压缩机时,每台所述高压级压缩机1-2的吸气接口并联作为所述高压级压缩机组的吸气端,每台所述高压级压缩机1-2的排气接口并联作为所述高压级压缩机组的排气端。每个所述低压级单元包括低压级压缩机1-1、第一四通换向阀2-1、第二节流阀4-2、低温蒸发器6-1、中温蒸发器6-2、第一单向阀7-1及第二单向阀7-2。所述低压级压缩机1-1的吸气端与所述第一四通换向阀2-1的第四接口连接,所述低压级压缩机1-1的排气端与所述第一四通换向阀2-1的第二接口连接,所述第一四通换向阀2-1的第三接口分别与所述第一单向阀7-1的进口及所述第二单向阀7-2的出口连接,所述第一四通换向阀2-1的第一接口经所述低温蒸发器6-1与所述第二节流阀4-2的第一接口连接;所述中温蒸发器6-2的第一接口并联在一起并与所述中间冷却器3的进气口3-1连接,所述第二节流阀4-2的第二接口及所述中温蒸发器6-2的第二接口并联在一起后与所述中间冷却器3的出液口3-4连接,所述第一单向阀7-1的出口、所述第二单向阀7-2的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后与所述中间冷却器3的出气口3-2连接。所述高压级压缩机组排气端经所述冷凝器5、第一节流阀4-1与所述中间冷却器3的进液口3-3连接。

[0042] 所述低压级单元可用于制冷循环或除霜循环,用于制冷循环时工作在双级压缩的低压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器制冷,定义为制冷低压级单元。用于除霜循环时工作在双级压缩的高压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器除霜,定义为除霜

低压级单元。

[0043] 当低压级单元中低温蒸发器都不需要除霜时,所有低压级单元用于制冷循环,即所有低压级单元为制冷低压级单元。制冷低压级单元中第一四通换向阀2-1的第一接口与第四接口连接、第二接口与第三接口连接。具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程如下:制冷低压级单元中的低压级压缩机1-1经所述第一四通换向阀2-1从所述低温蒸发器6-1中吸入低压蒸气,低压蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为中压过热蒸气,蒸气经所述第一四通换向阀2-1及第一单向阀7-1与所述中间冷却器3的出气口3-2出来的饱和中压蒸气混合,混合成过热度更小的中压过热蒸气被所述高压级压缩机组吸入,蒸气经所述高压级压缩机组中的高压级压缩机1-2压缩升压变为高压过热蒸气后被排入所述冷凝器5中冷凝为高压液体,高压液体经所述第一节流阀4-1节流降压变为中压湿蒸气通过所述中间冷却器3的进液口3-3进入所述中间冷却器3。所述中间冷却器3中的中压液体工质一部分蒸发吸热,冷却所述中间冷却器3进气口3-1进来的中压过热蒸气。从所述中间冷却器3出液口3-4出来的中压饱和液体工质分为两路,一路中压饱和液体工质进入所述中温蒸发器6-2中蒸发,吸收中温冷库中的热量,产生中温制冷现象,从所述中温蒸发器6-2出来的中压饱和蒸气通过所述中间冷却器3的进气口3-1回到所述中间冷却器3;另一部分从所述中间冷却器3出液口3-4出来的中压饱和液体工质经所述第二节流阀4-2节流降压变为低压湿蒸气进入所述低温蒸发器6-1中蒸发,吸收低温冷库中的热量,产生低温制冷现象,从所述低温蒸发器6-1中出来的低压蒸气经所述第一四通换向阀2-1回到所述低压级压缩机1-1的吸气端,完成具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

[0044] 当有低压级单元中低温蒸发器需要除霜时,对应的低压级单元为除霜低压级单元,其余的低压级单元为制冷低压级单元。除霜低压级单元中所述第一四通换向阀2-1的第一接口与第二接口连接、第三接口与第四接口连接,制冷低压级单元中所述第一四通换向阀2-1的第一接口与第四接口连接、第二接口与第三接口连接。在上述具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程基础上,除霜低压级单元中所述低温蒸发器除霜热力过程如下:从中间冷却器的出气口3-2出来的中压饱和蒸气与从制冷低压级单元中的低压级压缩机的排气端排出的中压过热度较大的过热蒸气混合变为中压过热度较小的过热蒸气被除霜低压级单元中的所述低压级压缩机1-1经所述第一四通换向阀2-1及第二单向阀7-2吸入,蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为高压过热蒸气被排入所述低温蒸发器6-1中冷凝,加热所述低温蒸发器6-1,产生所述低温蒸发器6-1的除霜现象,被冷凝成的高压液体工质经所述第二节流阀4-2节流降压变为中压湿蒸气与从所述中间冷却器3出液口3-4出来的中压液体混合,混合成湿蒸气进入所述中温蒸发器6-2与制冷低压级单元中所述第二节流阀4-2中,完成采用低压级压缩机热泵循环除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

[0045] 实施例2

[0046] 本发明热气除霜的满液型采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统的结构示意图如图2所示,包括高压级压缩机组、冷凝器5、第一节流阀4-1、中间冷却器3及多个低压级单元。本实施例中,所述高压级压缩机组包括一台或多台高压级压缩机1-2,当采用多台高压级压缩机1-2时,每台所述高压级压缩机1-2的吸气接口并联作为所述高压级压

缩机组的吸气端,每台所述高压级压缩机1-2的排气接口并联作为所述高压级压缩机组的排气端。每个所述低压级单元包括低压级压缩机1-1、第一四通换向阀2-1、第二四通换向阀2-2、第二节流阀4-2、低温蒸发器6-1、中温蒸发器6-2、第一单向阀7-1及第二单向阀7-2。所述低压级压缩机1-1的吸气端与所述第一四通换向阀2-1的第四接口连接,所述低压级压缩机1-1的排气端与所述第一四通换向阀2-1的第二接口连接,所述第一四通换向阀2-1的第三接口分别与所述第一单向阀7-1的进口及所述第二单向阀7-2的出口连接,所述第一四通换向阀2-1的第一接口经所述低温蒸发器6-1与所述第二节流阀4-2的第一接口连接,所述第二节流阀4-2的第二接口与所述第二四通换向阀2-2的第二接口连接;所述中温蒸发器6-2的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器3的进气口3-1连接,所述中温蒸发器6-2的第二接口与所述第二四通换向阀2-2的第三接口连接,所述第二四通换向阀2-2的第一接口及第四接口并联在一起后与所述中间冷却器3的出液口3-4连接;所述第一单向阀7-1的出口、所述第二单向阀7-2的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后与所述中间冷却器3的出气口3-2连接;所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器5、第一节流阀4-1与所述中间冷却器3的进液口3-3连接。

[0047] 所述低压级单元可用于制冷循环或除霜循环,用于制冷循环时工作在双级压缩的低压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器制冷,定义为制冷低压级单元。用于除霜循环时工作在双级压缩的高压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器除霜,定义为除霜低压级单元。

[0048] 当低压级单元中低温蒸发器都不需要除霜时,所有低压级单元用于制冷循环,即所有低压级单元为制冷低压级单元。制冷低压级单元中所述第一四通换向阀2-1的第一接口与第四接口连接、第二接口与第三接口连接,所述第二四通换向阀2-2的第一接口与第二接口连接、第三接口与第四接口连接。具有中温蒸发器6-2的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程如下:制冷低压级单元中低压级压缩机1-1经所述第一四通换向阀2-1从所述低温蒸发器6-1中吸入低压蒸气,第一蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为中压过热蒸气,中压过热蒸气经所述第一四通换向阀2-1及第一单向阀7-1与从所述中间冷却器3的出气口3-2出来的饱和中压蒸气混合;混合成过热度更小的中压过热蒸气被所述高压级压缩机组的吸气端吸入,中压过热蒸气经所述高压级压缩机组中的高压级压缩机1-2压缩升压后变为高压过热蒸气后被排入所述冷凝器5中冷凝为高压液体;从冷凝器5流出的高压液体经所述第一节流阀4-1节流降压变为中压湿蒸气通过所述中间冷却器3的进液口3-3进入所述中间冷却器3。所述中间冷却器3中的中压液体工质一部分蒸发吸热,冷却所述中间冷却器3进气口3-1进来的中压过热蒸气。所述中间冷却器3出液口3-4出来的中压饱和液体工质分为两路,一路中压饱和液体工质经第二四通换向阀2-2进入所述中温蒸发器6-2中蒸发,吸收中温冷库中的热量,产生中温制冷现象,从所述中温蒸发器6-2出来的中压饱和蒸气通过所述中间冷却器3的进气口3-1回到所述中间冷却器3;另一部分所述中间冷却器3出液口3-4出来的中压饱和液体工质经所述第二四通换向阀2-2及第二节流阀4-2节流降压变为低压湿蒸气进入所述低温蒸发器6-1中蒸发,吸收低温冷库中的热量,产生低温制冷现象,从所述低温蒸发器6-1中出来的低压蒸气经所述第一四通换向阀2-1回到所述低压级压缩机1-1的吸气端,完成具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

[0049] 当有低压级单元中低温蒸发器需要除霜时,对应的低压级单元为除霜低压级单元,其余的低压级单元为制冷低压级单元。除霜低压级单元中所述第一四通换向阀2-1第一接口与第二接口连接、第三接口与第四接口连接,所述第二四通换向阀2-2第一接口与第四接口连接、第二接口与第三接口连接。制冷低压级单元中所述第一四通换向阀2-1及第二四通换向阀2-2的连接接口不变。在上述具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程基础上,除霜低压级单元中所述低温蒸发器除霜热力过程如下:从中间冷却器的出气口3-2出来的中压饱和蒸气与从制冷低压级单元中的低压级压缩机的排气端排出的中压过热度较大的过热蒸气混合变为中压过热度较小的过热蒸气被除霜低压级单元中的所述低压级压缩机1-1经所述第一四通换向阀2-1及第二单向阀7-2吸入,蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为高压过热蒸气被排入所述低温蒸发器6-1中冷凝,加热所述低温蒸发器6-1,产生所述低温蒸发器6-1的除霜现象,被冷凝成的高压液体工质经所述第二节流阀4-2节流降压变为中压湿蒸气,中压湿蒸气经第二四通换向阀2-2进入所述中温蒸发器6-2蒸发,完成采用低压级压缩机热泵循环除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

### [0050] 实施例3

[0051] 本发明高温热气除霜的非满液型采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统的示意图如图3所示,包括高压级压缩机组、冷凝器5、第一节流阀4-1、中间冷却器3、两通阀8及多个低压级单元。本实施例中,所述高压级压缩机组包括一台或多台高压级压缩机1-2,当采用多台高压级压缩机时,每台所述高压级压缩机1-2的吸气接口并联作为所述高压级压缩机组的吸气端,每台所述高压级压缩机1-2的排气接口并联作为所述高压级压缩机组的排气端。每个所述低压级单元包括低压级压缩机1-1、第一四通换向阀2-1、第二节流阀4-2、低温蒸发器6-1、中温蒸发器6-2、第一单向阀7-1及第二单向阀7-2;所述低压级压缩机1-1的吸气端与所述第一四通换向阀2-1的第四接口连接,所述低压级压缩机1-1的排气端与所述第一四通换向阀2-1的第二接口连接,所述第一四通换向阀2-1的第三接口分别与所述第一单向阀7-1的进口及所述第二单向阀7-2的出口连接,所述第一四通换向阀2-1的第一接口经所述低温蒸发器6-1与所述第二节流阀4-2的第一接口连接;所述中温蒸发器6-2的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器3的进气口3-1连接,所述第二节流阀4-2的第二接口及所述中温蒸发器6-2的第二接口并联在一起后与所述中间冷却器3的出液口3-4连接,所述第一单向阀7-1的出口、所述第二单向阀7-2的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后通过所述两通阀8与所述中间冷却器3的出气口3-2连接;所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器5、第一节流阀4-1与所述中间冷却器3的进液口3-3连接。

[0052] 所述低压级单元可用于制冷循环或除霜循环,用于制冷循环时工作在双级压缩的低压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器制冷,定义为制冷低压级单元。用于除霜循环时工作在双级压缩的高压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器除霜,定义为除霜低压级单元。

[0053] 当低压级单元中低温蒸发器都不需要除霜时,所有低压级单元用于制冷循环,即所有低压级单元为制冷低压级单元。制冷低压级单元中第一四通换向阀2-1的第一接口与第四接口连接、第二接口与第三接口连接,两通阀8打开。具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程如下:制冷低压级单元中低压级压缩机1-1经所述

第一四通换向阀2-1从所述低温蒸发器6-1中吸入低压蒸气,蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为中压过热蒸气,中压过热蒸气经所述第一四通换向阀2-1、第一单向阀7-1与从所述中间冷却器3的出气口3-2流出经所述两通阀8出来的饱和中压蒸气混合;混合成过热度更小的中压过热蒸气被所述高压级压缩机组的吸气端吸入,蒸气经所述高压级压缩机组中的高压级压缩机1-2压缩升压变为高压过热蒸气后被排入所述冷凝器5中冷凝为高压液体,高压液体经所述第一节流阀4-1节流降压变为中压湿蒸气通过所述中间冷却器3的进液口3-3进入所述中间冷却器3中。所述中间冷却器3中的中压液体工质一部分蒸发吸热,冷却所述中间冷却器3的进气口3-1进来的中压过热蒸气。所述中间冷却器3出液口3-4流出来的中压饱和液体工质分为两路:一路中压饱和液体工质进入所述中温蒸发器6-2中蒸发,吸收中温冷库中的热量,产生中温制冷现象,从所述中温蒸发器6-2出来的中压饱和蒸气通过所述中间冷却器3的进气口3-1回到所述中间冷却器3;另一部分所述中间冷却器3出液口出来的中压饱和液体工质经所述第二节流阀4-2节流降压变为低压湿蒸气进入所述低温蒸发器6-1中蒸发,吸收低温冷库中的热量,产生低温制冷现象,从所述低温蒸发器6-1中出来的低压蒸气经所述第一四通换向阀2-1回到所述低压级压缩机1-1的吸气端,完成具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

[0054] 当有低压级单元中低温蒸发器需要除霜时,对应的低压级单元为除霜低压级单元,其余的低压级单元为制冷低压级单元。除霜低压级单元中所述第一四通换向阀2-1第一接口与第二接口连接、第三接口与第四接口连接,制冷低压级单元中所述第一四通换向阀2-1的连接关系不变,所述两通阀8关闭。在上述具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程基础上,除霜低压级单元中所述低温蒸发器除霜热力过程如下:除霜低压级单元中的所述低压级压缩机1-1经所述第一四通换向阀2-1及第二单向阀7-2从制冷低压级单元的低压级压缩机1-1的排气端吸入过热度较大的中压蒸气,蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为高压过热蒸气被排入所述低温蒸发器6-1中冷凝,加热所述低温蒸发器6-1,产生所述低温蒸发器6-1的除霜现象,被冷凝成的高压液体工质经所述第二节流阀4-2节流降压变为中压湿蒸气与从所述中间冷却器3出液口3-4出来的中压液体混合,混合成湿蒸气进入所述中温蒸发器6-2及制冷低压级单元中的所述第二节流阀4-2中,完成采用低压级压缩机排出的高温热气除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

#### [0055] 实施例4

[0056] 本发明高温热气除霜的满液型采用热泵除霜的二次节流中间不完全冷却制冷系统的结构示意图如图4所示,包括高压级压缩机组、冷凝器5、第一节流阀4-1、中间冷却器3、两通阀8及多个低压级单元。本实施例中,所述高压级压缩机组包括一台或多台高压级压缩机1-2,当采用多台高压级压缩机时,每台所述高压级压缩机1-2的吸气接口并联作为所述高压级压缩机组的吸气端,每台所述高压级压缩机1-2的排气接口并联作为所述高压级压缩机组的排气端。每个所述低压级单元包括低压级压缩机1-1、第一四通换向阀2-1、第二四通换向阀2-2、第二节流阀4-2、低温蒸发器6-1、中温蒸发器6-2、第一单向阀7-1及第二单向阀7-2;所述低压级压缩机1-1的吸气端与所述第一四通换向阀2-1的第四接口连接,所述低压级压缩机1-1的排气端与所述第一四通换向阀2-1的第二接口连接,所述第一四通换向阀2-1的第三接口分别与所述第一单向阀7-1的进口及所述第二单向阀7-2的出口连接,所述

第一四通换向阀2-1的第一接口经所述低温蒸发器6-1与所述第二节流阀4-2的第一接口连接,所述第二节流阀4-2的第二接口与所述第二四通换向阀2-2的第二接口连接;所述中温蒸发器6-2的第一接口并联在一起后与所述中间冷却器3的进气口3-1连接,所述中温蒸发器6-2的第二接口与所述第二四通换向阀2-2的第三接口连接,所述第二四通换向阀2-2的第一接口及第四接口并联在一起后与所述中间冷却器3的出液口3-4连接;所述第一单向阀7-1的出口、所述第二单向阀7-2的进口以及所述高压级压缩机组的吸气端并联在一起后通过所述两通阀8与所述中间冷却器的出气口3-2连接;所述高压级压缩机组的排气端经所述冷凝器5、第一节流阀4-1与所述中间冷却器3的进液口3-3连接。

[0057] 所述低压级单元可用于制冷循环或除霜循环,用于制冷循环时工作在双级压缩的低压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器制冷,定义为制冷低压级单元。用于除霜循环时工作在双级压缩的高压级系统中,即该低压级单元中的低温蒸发器除霜,定义为除霜低压级单元。

[0058] 当低压级单元中低温蒸发器都不需要除霜时,所有低压级单元用于制冷循环,即所有低压级单元为制冷低压级单元。制冷低压级单元中所述第一四通换向阀2-1的第一接口与第四接口连接、第二接口与第三接口连接,所述第二四通换向阀2-2的第一接口与第二接口连接、第三接口与第四接口连接,两通阀8打开。具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程如下:制冷低压级单元中低压级压缩机1-1经所述第一四通换向阀2-1从所述低温蒸发器6-1中吸入低压蒸气,蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为中压过热蒸气,蒸气经所述第一四通换向阀2-1、第一单向阀7-1与从所述中间冷却器3的出气口3-2流出经所述两通阀8出来的饱和中压蒸气混合;混合成过热度更小的中压过热蒸气被所述高压级压缩机组的吸气端吸入,蒸气经所述高压级压缩机组的高压级压缩机1-2压缩升压后变为高压过热蒸气后被排入所述冷凝器5中冷凝为高压液体;高压液体经所述第一节流阀4-1节流降压变为中压湿蒸气通过所述中间冷却器3的进液口3-3进入所述中间冷却器3。所述中间冷却器3中的中压液体工质一部分蒸发吸热,冷却所述中间冷却器3进气口3-1进来的中压过热蒸气。所述中间冷却器3出液口3-4流出来的中压饱和液体工质分为两路:一路中压饱和液体工质经第二四通换向阀2-2进入所述中温蒸发器6-2中蒸发,吸收中温冷库中的热量,产生中温制冷现象,从所述中温蒸发器6-2出来的中压饱和蒸气通过所述中间冷却器3的进气口3-1回到所述中间冷却器3;另一部分所述中间冷却器3出液口出来的中压饱和液体工质经所述第二四通换向阀2-2、第二节流阀4-2节流降压变为低压湿蒸气进入所述低温蒸发器6-1中蒸发,吸收低温冷库中的热量,产生低温制冷现象,从所述低温蒸发器6-1中出来的低压蒸气经所述第一四通换向阀2-1回到所述低压级压缩机1-1吸气端,完成具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

[0059] 当有低压级单元中低温蒸发器需要除霜时,对应的低压级单元为除霜低压级单元,其余的低压级单元为制冷低压级单元。两通阀8关闭,除霜低压级单元中所述第一四通换向阀2-1第一接口与第二接口连接、第三接口与第四接口连接,所述第二四通换向阀2-2第一接口与第四接口连接、第二接口与第三接口连接。制冷低压级单元中所述第一四通换向阀2-1和所述第二四通换向阀2-2的接口连接不变。在上述具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环热力过程基础上,除霜低压级单元中所述低温蒸发器除霜热力过程如下:除霜低压级单元中所述低压级压缩机1-1经所述第一四通换向阀2-1及第二

单向阀7-2从制冷低压级单元的所述低压级压缩机1-1的排气端吸入过热度较大的中压蒸气,蒸气经所述低压级压缩机1-1压缩升压后变为高压过热蒸气被排入所述低温蒸发器6-1中冷凝,加热所述低温蒸发器6-1,产生所述低温蒸发器6-1的除霜现象,被冷凝成的高压液体工质经所述第二节流阀4-2节流降压变为中压湿蒸气,湿蒸气经第二四通换向阀2-2进入所述中温蒸发器6-2蒸发,完成采用低压级压缩机排出的高温热气除霜的具有中温蒸发器的二次节流中间不完全冷却双级压缩制冷循环。

[0060] 所述低压级压缩机和高压级压缩机为涡旋压缩机、转子压缩机、螺杆压缩机和活塞压缩机中的任一种。

[0061] 所述冷凝器为风冷冷凝器、水冷冷凝器或蒸发式冷凝器。

[0062] 所述低温蒸发器和中温蒸发器为风冷式或溶液载冷式。

[0063] 所述中间冷却器为板式换热器、套管式换热器或壳管式换热器。

[0064] 所述第一节流阀和第二节流阀为电子膨胀阀、热力膨胀阀、毛细管或孔板节流装置。

[0065] 所述第一单向阀、第二单向阀、第一四通换向阀和第二四通换向阀为现有技术。在系统中可以用两通阀、手阀、三通换向阀代替。

[0066] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出的是,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

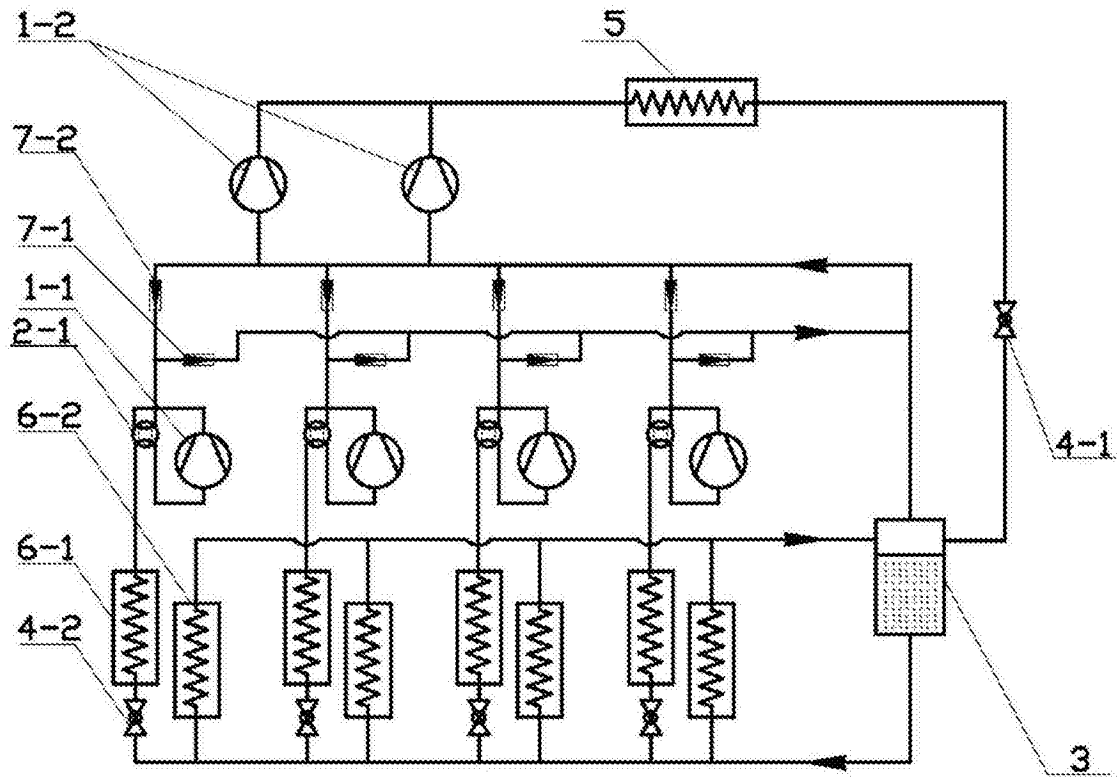


图1



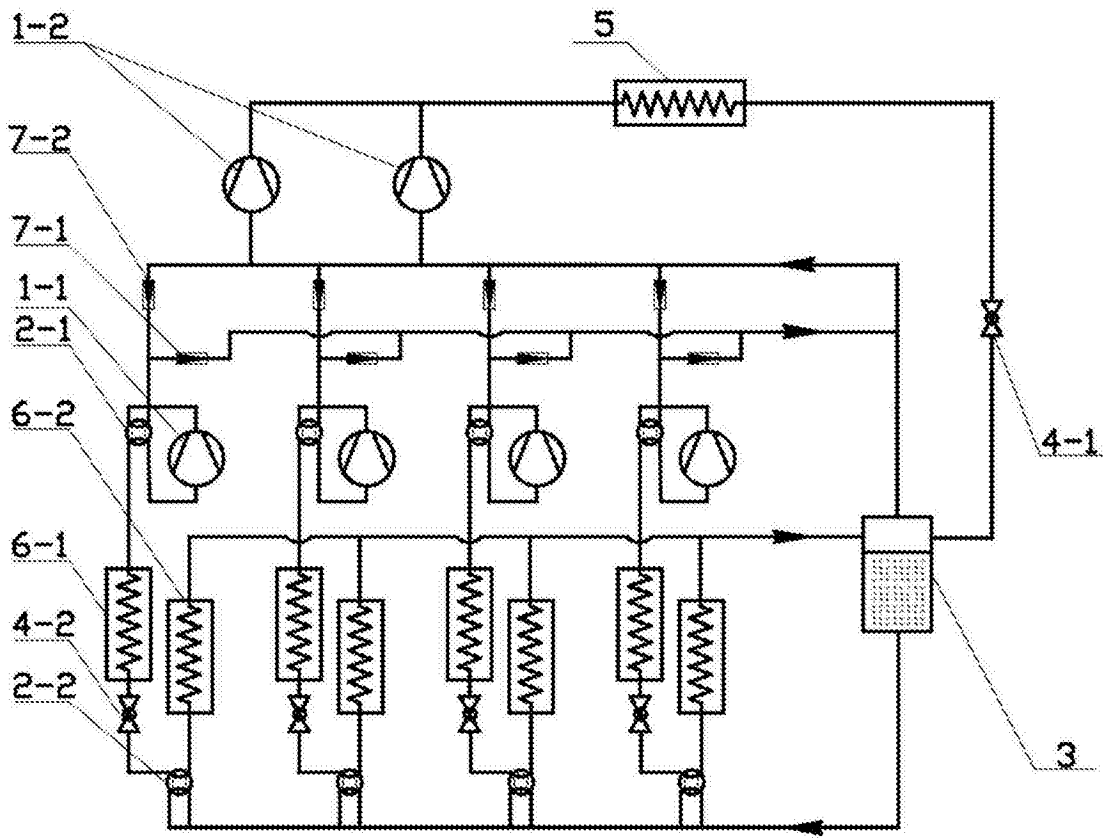


图2

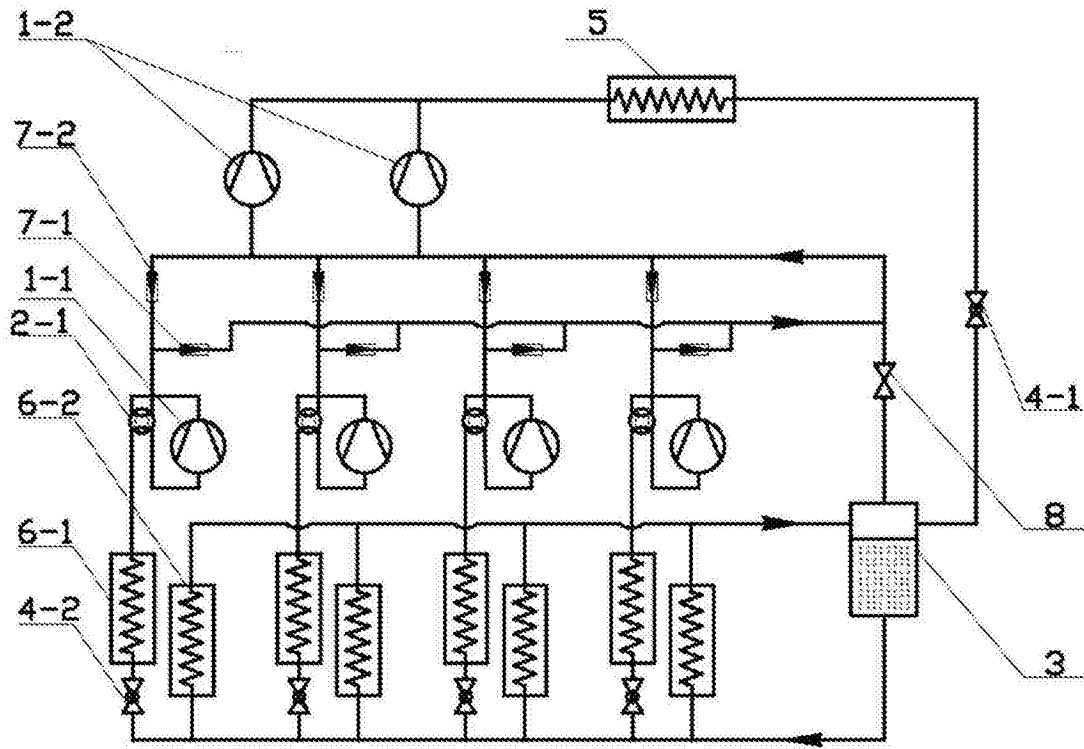


图3

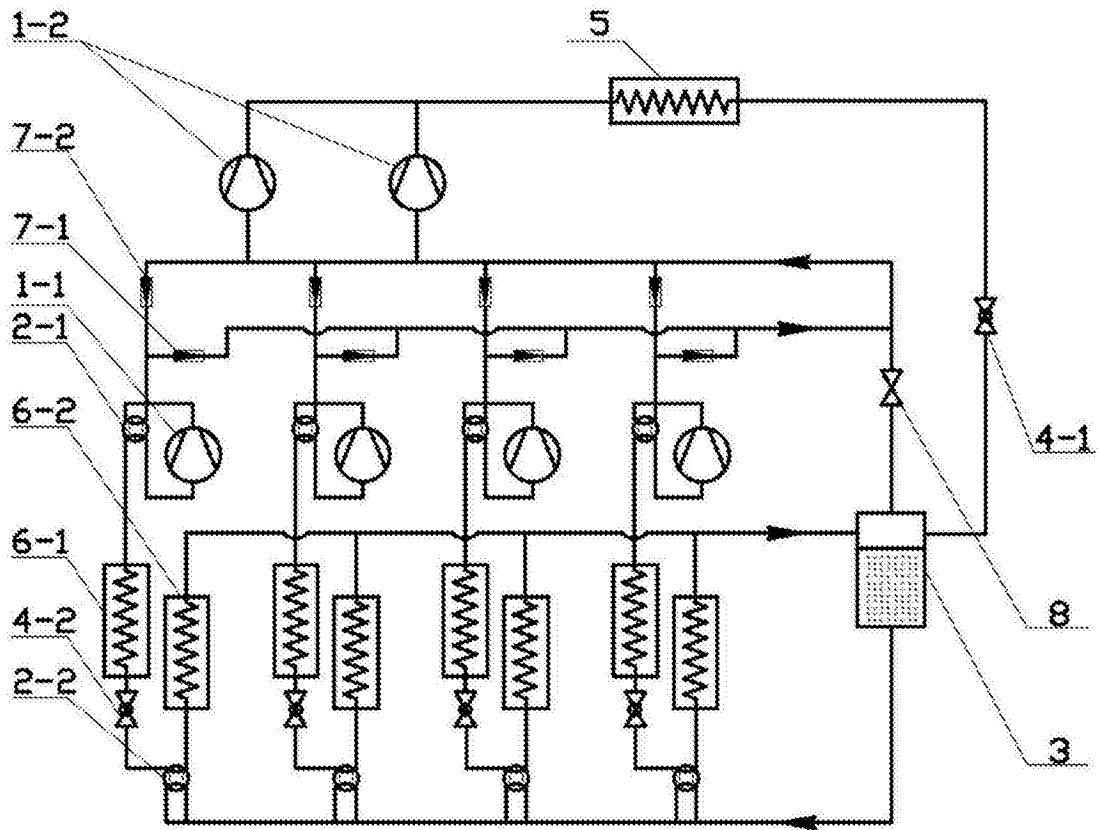


图4

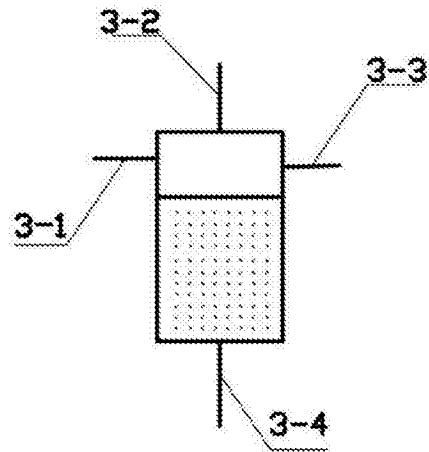


图5