



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103807946 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 15

(21) 申请号 201410037502. 1

US 2005/0011209 A1, 2005. 01. 20,

(22) 申请日 2014. 01. 26

审查员 靳艳梅

(73) 专利权人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2
号大街 5 号

(72) 发明人 王厉 骆菁菁

(74) 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公
司 33212

代理人 金祺

(51) Int. Cl.

F24F 5/00(2006. 01)

(56) 对比文件

- CN 203100033 U, 2013. 07. 31,
- CN 102853576 A, 2013. 01. 02,
- CN 102620489 A, 2012. 08. 01,
- CN 203132234 U, 2013. 08. 14,
- JP 7-269911 A, 1995. 10. 20,
- KR 1020090099392 A, 2009. 09. 22,
- CN 202853213 U, 2013. 04. 03,

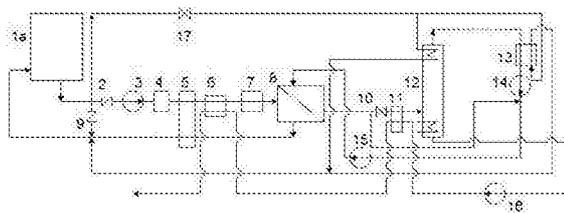
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

热源塔防冻溶液的精馏再生装置

(57) 摘要

本发明公开了一种热源塔防冻溶液的精馏再生装置,包括工作子系统和再生子系统;所述工作子系统包括热源塔热泵系统和第二调节阀(9)构成的循环回路;所述再生子系统包括防冻液循环系统和汲取液循环系统;所述防冻液循环系统和汲取液循环系统之间通过正渗透装置(8)相互耦合。



1. 热源塔防冻溶液的精馏再生装置,包括工作子系统和再生子系统;所述工作子系统包括热源塔热泵系统和第二调节阀(9)构成的循环回路;其特征是:所述再生子系统包括防冻液循环系统和汲取液循环系统;

所述防冻液循环系统和汲取液循环系统之间通过正渗透装置(8)相互耦合;所述防冻液循环系统包括第一调节阀(2)、防冻液增压泵(3)、过滤器(4)、第一溶液换热器(5)、第二溶液换热器(6)以及加热器(7);

所述热源塔热泵系统的溶液出口、第一调节阀(2)、防冻液增压泵(3)、过滤器(4)、第一溶液换热器(5)的低温液体管道、第二溶液换热器(6)的低温液体管道以及加热器(7)的加热管道依次相互连接;

所述加热器(7)的加热管道还与正渗透装置(8)防冻液入口相互连接;所述正渗透装置(8)的防冻液出口通过第一溶液换热器(5)的高温液体管道后与热源塔热泵系统和第二调节阀(9)构成的循环回路相连接;

所述汲取液循环系统包括第三调节阀(10)、第三溶液换热器(11)、精馏器(12)、冷凝器(13)、塔顶增压泵(14)、汲取溶液增压泵(15)以及冷凝水泵(16);

所述正渗透装置(8)的汲取液出口一方面通过第三调节阀(10)和第三溶液换热器(11)的低温液体管道后与精馏器(12)的汲取液入口相互连接;

精馏器(12)的塔顶蒸汽出口依次通过冷凝器(13)的冷凝管道、塔顶增压泵(14)和汲取溶液增压泵(15)后与正渗透装置(8)的汲取液进口相连接;

精馏器(12)的塔底出水口依次与冷凝水泵(16)、第三溶液换热器(11)的高温液体管道和第二溶液换热器(6)的高温液体管道相连接;

所述正渗透装置(8)的汲取液出口另外一方面通过汲取溶液增压泵(15)后与正渗透装置(8)的汲取液进口相连接。

2. 根据权利要求1所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置,其特征是:当热源塔热泵系统为开式时,所述冷凝器(13)的冷却管道一端与热源塔热泵系统和第二调节阀(9)构成的循环回路相连接;

所述冷凝器(13)冷却管道的另外一端通过第四调节阀(17)与热源塔热泵系统的溶液出口相连接;

所述精馏器(12)内的塔顶冷却管道一端与热源塔热泵系统和第二调节阀(9)构成的循环回路相连接;

所述精馏器(12)内的塔顶冷却管道的另外一端通过第四调节阀(17)与热源塔热泵系统的溶液出口相连接。

3. 根据权利要求1所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置,其特征是:当热源塔热泵系统为闭式时,所述冷凝器(13)冷却管道的一端通过第四调节阀(17)与热源塔热泵系统的循环溶液出口相连接;

所述冷凝器(13)的冷却管道另外一端与热源塔热泵系统的循环溶液进口相连接;

所述精馏器(12)内的塔顶冷却管道的一端通过第四调节阀(17)与热源塔热泵系统的循环溶液出口相连接;

所述精馏器(12)内的塔顶冷却管道的另外一端与热源塔热泵系统的循环溶液进口相连接。

4. 根据权利要求2或者3所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置,其特征是:所述工作子系统和防冻液循环系统中使用的防冻溶液为有机物水溶液或无机物水溶液;

所述有机物水溶液或无机物水溶液中的水为低沸点组分;

所述汲取液循环系统中使用的汲取溶液选用与水完全互溶的有机物水溶液;

所述与水完全互溶的有机物水溶液中的水为高沸点组分。

5. 根据权利要求4所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置,其特征是:所述正渗透装置(8)内防冻液入口和防冻液出口以及汲取液入口和汲取液出口之间通过半透膜隔离;

所述半透膜选择性地通过水分,并对防冻溶液和汲取溶液中的其余组分有很高的截留作用。

6. 根据权利要求5所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置,其特征是:所述热源塔热泵系统主要由热源塔、热泵系统两部分组成。

7. 根据权利要求6所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置,其特征是:所述精馏器(12)底端的再沸加热管道与外接热源相互连通。

热源塔防冻溶液的精馏再生装置

技术领域

[0001] 本发明涉及空调制冷领域,具体是一种热源塔防冻溶液的精馏再生装置。

背景技术

[0002] 为了应对冬季空气源热泵结霜的问题,目前有两类解决途径,一是针对其结霜问题采取各种化霜措施;另一类途径则是利用近年来开始逐渐受到重视的热源塔热泵系统来代替空气源热泵系统,在避免了结霜问题的同时又保留了热泵系统冬夏两用、效率较高的特点。热源塔热泵系统通过防冻溶液与空气进行热质交换,吸收空气中的显热和潜热为蒸发器提供热源,使系统在 0°C 以下的工况仍可高效、稳定运行。热源塔热泵系统在节能市场上具有很大的应用潜力,目前国内外对热源塔热泵系统开展的应用和研究还很少,从运行情况看,亟待解决的一个主要问题是如何对吸湿后的防冻溶液进行再生,可以采用的再生方式分为两类,即热力再生和功驱动再生。热力再生包括非沸腾式再生和沸腾式再生,前者具有低品位能源利用的优点,但存在传质势差大、热效率低和运行复杂的缺点,在实际推广过程中存在一定困难(如申请号为201010567051.4和200910098008.5的专利);后者在真空环境中使溶液中的水分沸腾蒸发分离,热质传递性能好,对低品位热源的温度水平要求更低,具有较大的节能潜力,系统简单,但防冻溶液在开式循环中所带有的不凝气较多,极大地影响真空沸腾效果,因此需要真空泵不断抽空以保持一定的真空度,从而产生较大的电能需求,使得沸腾式再生的系统效率大大降低而失去可行性。功驱动再生利用反渗透装置通过加外压改变浓溶液中水分的化学势,并使之向稀溶液渗透而实现水分分离,申请号为200910307940.4的专利首先提出了一种单级再生系统,但未有效解决防冻液加热问题,操作压力较大,且未考虑压力能回收,申请号为201320019403.1的专利采用双级渗透降低操作压力,并引入压力能回收器和热泵机组再冷器优化系统结构,进一步提高了系统的效率,但能量回收器的加入增加了系统初投资,技术经济性降低。

[0003] 综上所述,在诸多热源塔防冻液再生的技术措施中,沸腾式再生是比较简单且高效的一种再生方式,它可有效利用低品位热源,无需加高压,也不需要能量回收器,但通常沸腾式再生都是将水分作为低沸点组分,利用吸热蒸发从溶液中分离出来,由此带来两方面问题:一是防冻溶液浓度较低而使所需热源温度较小,温差传热损失比重较大;二是水的汽化潜热较大,分离过程中需要消耗较多热量。针对上述问题,一种解决方案是进行多效再生,但这会造成系统的复杂化,技术经济性能降低,为此需要发明一种既能解决上述问题又保持单效再生简单性的防冻溶液再生装置。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种结构简单的热源塔防冻溶液的精馏再生装置。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种热源塔防冻溶液的精馏再生装置,包括工作子系统和再生子系统;所述工作子系统包括热源塔热泵系统和第二调节阀构成的循环

回路;所述再生子系统包括防冻液循环系统和汲取液循环系统;所述防冻液循环系统和汲取液循环系统之间通过正渗透装置相互耦合。

[0006] 作为本发明所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置的改进:所述防冻液循环系统包括第一调节阀、防冻液增压泵、过滤器、第一溶液换热器、第二溶液换热器以及加热器;所述热源塔热泵系统的溶液出口、第一调节阀、防冻液增压泵、过滤器、第一溶液换热器的低温液体管道、第二溶液换热器的低温液体管道以及加热器的加热管道依次相互连接;所述加热器的加热管道还与正渗透装置防冻液入口相互连接;所述正渗透装置的防冻液出口通过第一溶液换热器的高温液体管道后与热源塔热泵系统和第二调节阀构成的循环回路相连接;所述汲取液循环系统包括第三调节阀、第三溶液换热器、精馏器、冷凝器、塔顶增压泵、汲取溶液增压泵以及冷凝水泵;所述正渗透装置的汲取液出口一方面通过第三调节阀和第三溶液换热器的低温液体管道后与精馏器的汲取液入口相互连接;精馏器的塔顶蒸汽出口依次通过冷凝器的冷凝管道、塔顶增压泵和汲取溶液增压泵后与正渗透装置的汲取液进口相连接;精馏器的塔底出水口依次与冷凝水泵、第三溶液换热器的高温液体管道和第二溶液换热器的高温液体管道相连接;所述正渗透装置的汲取液出口另外一方面通过汲取溶液增压泵后与正渗透装置的汲取液进口相连接。

[0007] 作为本发明所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置的进一步改进:当热源塔热泵系统为开式时,所述冷凝器的冷却管道一端与热源塔热泵系统和第二调节阀构成的循环回路相连接;所述冷凝器冷却管道的另外一端通过第四调节阀与热源塔热泵系统的溶液出口相连接;所述精馏器内的塔顶冷却管道一端与热源塔热泵系统和第二调节阀构成的循环回路相连接;所述精馏器内的塔顶冷却管道的另外一端通过第四调节阀与热源塔热泵系统的溶液出口相连接。

[0008] 作为本发明所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置的进一步改进:当热源塔热泵系统为闭式时,所述冷凝器冷却管道的一端通过第四调节阀与热源塔热泵系统的循环溶液出口相连接;所述冷凝器的冷却管道另外一端与热源塔热泵系统的循环溶液进口相连接;所述精馏器内的塔顶冷却管道的一端通过第四调节阀与热源塔热泵系统的循环溶液出口相连接;所述精馏器内的塔顶冷却管道的另外一端与热源塔热泵系统的循环溶液进口相连接。

[0009] 作为本发明所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置的进一步改进:所述工作子系统和防冻液循环系统中使用的防冻溶液为有机物水溶液或无机物水溶液;所述有机物水溶液或无机物水溶液中的水为低沸点组分;所述汲取液循环系统中使用的汲取溶液选用与水完全互溶的有机物水溶液;所述与水完全互溶的有机物水溶液中的水为高沸点组分。

[0010] 作为本发明所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置的进一步改进:所述正渗透装置内防冻液入口和防冻液出口以及汲取液入口和汲取液出口之间通过半透膜隔离;所述半透膜选择性地通过水分,并对防冻溶液和汲取溶液中的其余组分有很高的截留作用。

[0011] 作为本发明所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置的进一步改进:所述热源塔热泵系统主要由热源塔、热泵系统两部分组成。

[0012] 作为本发明所述的热源塔防冻溶液的精馏再生装置的进一步改进:所述精馏器底端的再沸加热管道与外接热源相互连通。

[0013] 本发明与现有热源塔防冻溶液沸腾再生式系统相比,本发明具有以下优点:

[0014] 1)当低品位热源温度较高时(40℃~55℃),只需采用单效再生就可保持对热源的高效利用,简化了再生结构。本发明采用正渗透技术,其主要特点是汲取溶液中水为高沸点组分,工作时利用汲取溶液吸收防冻溶液中的水分,然后对汲取溶液进行再生。多余水分从精馏塔底馏出,精馏塔底再沸器适合于40℃~55℃的热源,因此避免了通常沸腾式再生系统中为充分利用热源而采取的多效再生流程,简化了再生结构,增强了技术经济性能。

[0015] 2)分离单位水分,所需热量更少,即具有更高的热效率。由于所采用的汲取溶液中水分为高沸点组分,因此分离过程所耗热量主要是用于汲取溶液中低沸点组分的吸热蒸发,但低沸点组分在防冻溶液中含量较低,所消耗的蒸发潜热较少,提高了系统的热效率。

[0016] 3)再生时防冻溶液的循环倍率低。本发明采用精馏再生,从精馏塔底流出的是高纯度水分,从塔顶流出的是高纯度气态物,分离单位水所需要的循环倍率主要与汲取溶液浓度有关,其值一般在2倍左右,所以更有利于系统小型化。

附图说明

[0017] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细说明。

[0018] 图1是本发明的一种结构示意图(开式防冻液循环系统1a);

[0019] 图2是本发明的另外一种结构示意图(闭式防冻液循环系统1a)。

具体实施方式

[0020] 图1~图2给出了一种热源塔防冻溶液的精馏再生装置。

[0021] 包括工作子系统和再生子系统;工作子系统包括热源塔热泵系统和第二调节阀9构成的循环回路。再生子系统包括防冻液循环系统和汲取液循环系统;防冻液循环系统和汲取液循环系统之间通过正渗透装置8相互耦合。工作子系统中使用防冻溶液,在循环的过程中,不断地吸收空气中的水汽后,浓度不断地降低;而一旦浓度过低后,就启动防冻液循环系统和汲取液循环系统,低浓度的防冻溶液通过防冻液循环系统和汲取液循环系统配合使用后,使得防冻溶液的浓度恢复。

[0022] 工作子系统和防冻液循环系统中使用的防冻溶液为有机物水溶液或无机物水溶液;有机物水溶液或无机物水溶液中的水为低沸点组分;汲取液循环系统中使用的汲取溶液选用与水完全互溶的有机物水溶液;与水完全互溶的有机物水溶液中的水为高沸点组分。

[0023] 防冻溶液可选用有机物水溶液(如乙二醇溶液)或无机物水溶液(如氯化钙溶液),其中水为低沸点组分。汲取溶液选用与水完全互溶的有机物水溶液(如丙酮-水溶液),其中水为高沸点组分。正渗透装置8内防冻液入口和防冻液出口以及汲取液入口和汲取液出口之间通过半透膜隔离;半透膜选择性地通过水分,并对防冻溶液和汲取溶液中的其余组分有很高的截留作用。热源塔热泵系统主要由热源塔、热泵系统两部分组成。精馏器塔顶内置回流冷却管道,塔底内置再沸加热管道。加热器7和精馏器12的热源宜采用40℃~55℃范围内低品位热源,如太阳能、废热源或热泵系统自身供热源。

[0024] 实施例1、以下所述为开式防冻液循环系统1a的具体结构特征。

[0025] 工作子系统包括开式防冻液循环系统1a和第二调节阀9构成的循环回路。

[0026] 防冻液循环系统包括第一调节阀2、防冻液增压泵3、过滤器4、第一溶液换热器5、

第二溶液换热器6以及加热器7;开式防冻液循环系统1a的溶液出口通过第一调节阀2与防冻液增压泵3相连接,防冻液增压泵3通过过滤器4与第一溶液换热器5的低温液体管道一端相连接,第一溶液换热器5的低温液体管道另外一端与第二溶液换热器6的低温液体管道的一端相连接,第二溶液换热器6的低温液体管道的另外一端与加热器7加热管道的一端相连接,加热器7加热管道的另外一端与正渗透装置8防冻液入口相互连接;正渗透装置8的防冻液出口与第一溶液换热器5的高温液体管道一端相连接,第一溶液换热器5的高温液体管道另外一端与热源塔热泵系统和第二调节阀9构成的循环回路相连通。

[0027] 汲取液循环系统包括第三调节阀10、第三溶液换热器11、精馏器12、冷凝器13、塔顶增压泵14、汲取溶液增压泵15以及冷凝水泵16;正渗透装置8的汲取液出口分为两路:一路通过第三调节阀10和第三溶液换热器11的低温液体管道后与精馏器12的汲取液入口相互连接;另外一路与塔顶增压泵14的出口相连。精馏器12的塔顶蒸汽出口依次通过冷凝器13的冷凝管道和塔顶增压泵14后与正渗透装置8的汲取溶液出口相连接(如上所述,另外一路与塔顶增压泵14的出口相连);精馏器12的塔底出水口依次通过冷凝水泵16、第三溶液换热器11的高温液体管道和第二溶液换热器6的高温液体管道后设置出水口,通过出水口排出精馏器12的出水。塔顶增压泵14的出口通过汲取溶液增压泵15与正渗透装置8的汲取液进口连接。

[0028] 冷凝器13的冷却管道一端与热源塔热泵系统和第二调节阀9构成的循环回路相连接;冷凝器13冷却管道的另外一端通过第四调节阀17与开式防冻液循环系统1a的溶液出口相连接;精馏器12内的塔顶冷却管道一端与开式防冻液循环系统1a和第二调节阀9构成的循环回路相连接;精馏器12内的塔顶冷却管道的另外一端通过第四调节阀17与开式防冻液循环系统1a的溶液出口相连接。

[0029] 具体的使用的时候,步骤如下:

[0030] 1、当开式防冻液循环系统1a的防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度在设定上限和下限之间时,系统处于工作模式,第二调节阀9打开,第一调节阀2和第四调节阀17完全关闭,即工作子系统运行,再生子系统关闭。此时防冻溶液从防冻溶液出口流出后再通过第二调节阀9又流回开式防冻液循环系统1a的防冻溶液进口,与空气进行热质交换。经过反复不断循环,防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度将不断变稀。

[0031] 2、当开式防冻液循环系统1a的防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度低于设定下限时,系统处于工作再生模式,第一调节阀2和第四调节阀17打开,即工作子系统和再生子系统都同时开启。

[0032] 2.1此时从开式防冻液循环系统1a的防冻溶液出口流出的防冻溶液分为三路:

[0033] 2.1.1第一路:

[0034] 直接通过第二调节阀9被旁通;

[0035] 2.1.2第二路:

[0036] 通过第一调节阀2,被防冻溶液增压泵3加压,然后经过过滤器4过滤后达到正渗透装置8要求的进口水质,再进入第一溶液换热器5的低温液体管道,吸收高温液体管道内防冻溶液所释放的热量后,温度升高,再进入第二溶液换热器6的低温液体管道,吸收高温液体管道内水所释放的热量后,温度进一步升高,再进入加热器7的加热管道,吸收外部低品位热源提供的热量后,温度进一步升高到 0°C 以上(如 5°C),再通过防冻溶液进口流入正渗透

装置8,在溶液渗透压的作用下,防冻溶液中的水分通过半透膜进入另一侧的汲取溶液,防冻溶液的浓度变大,再从防冻溶液出口流出,经过第一溶液换热器5的高温液体管道后,进入开式防冻液循环系统1a和第二调节阀9构成的循环回路内,与该循环回路内的防冻溶液相互混合;

[0037] 2.1.3第三路:

[0038] 经过第四调节阀17再次分为两路:

[0039] 第一路进入精馏器12的塔顶冷却管道后(将一部分塔顶蒸汽冷凝为液态回流后,温度升高;步骤2.5),与开式防冻液循环系统1a和第二调节阀9构成的循环回路内的防冻溶液混合;

[0040] 第二路进入冷凝器13的冷却管道后(吸收冷凝管道中低沸点蒸汽所释放的冷凝潜热后,温度升高,然后再与从精馏器12的塔顶冷却管道流出的防冻溶液混合,最后再与开式防冻液循环系统1a和第二调节阀9构成的循环回路内的防冻溶液相互混合,如步骤2.6);与开式防冻液循环系统1a和第二调节阀9构成的循环回路内的防冻溶液流混合;

[0041] 2.2开式防冻液循环系统1a和第二调节阀9构成的循环回路内的防冻溶液流入开式防冻液循环系统1a,与空气进行热质交换。

[0042] 2.3浓汲取溶液从正渗透装置8的汲取溶液进口进入正渗透装置8,在溶液渗透压的作用下,吸收防冻溶液中的水分,浓度变小,成为稀汲取溶液,再从汲取溶液出口流出。

[0043] 2.4从正渗透装置8的汲取溶液出口流出的稀汲取溶液分为两路:

[0044] 第一路:

[0045] 经过第三调节阀10降压到精馏器12的工作压力,然后进入第三溶液换热器11的低温液体管道(吸收高温液体管道中的高纯度水所释放的热量,温度升高到饱和液体温度;步骤2.8)后从汲取溶液进口进入精馏器12;

[0046] 第二路:

[0047] 与通过塔顶增压泵14流出的高纯度低沸点液体混合,浓度升高,重新成为浓汲取溶液。

[0048] 2.5、稀汲取溶液进入精馏器12后,通过热质交换,高纯度水汇集在塔底,高纯度低沸点蒸汽汇集在塔顶。

[0049] 一部分塔顶低沸点蒸汽将热量释放给内置在塔顶的冷管管道内的防冻溶液后,变成塔顶回流液体。

[0050] 外部热源进入精馏器12塔底的再沸加热管道,将一部分塔底高纯度水加热为塔底回流蒸汽。

[0051] 最后,高纯度低沸点蒸汽从塔顶蒸汽出口流出,高纯度水从塔底出水口流出。

[0052] 2.6从精馏器12的蒸汽出口流出的高纯度低沸点蒸汽流入冷凝器13的冷凝管道,将热量释放给冷却管道中的防冻溶液后,温度降低相变为成为高纯度低沸点液体,然后通过塔顶增压泵14加压到常压(步骤2.1.3中的第二路防冻溶液);

[0053] 2.7通过塔顶增压泵14的浓汲取溶液被汲取溶液增压泵15加压后再从汲取溶液进口进入正渗透装置8,循环到步骤2.3。

[0054] 2.8从精馏器12的出水口流出的高纯度水被冷凝水泵16加压到常压后依次通过第三溶液换热器11的高温液体管道以及第二溶液换热器6的高温液体管道后排出;

[0055] 此时,通过第三溶液换热器11的高温液体管道以及第二溶液换热器6的高温液体管道,将热量释放给相应的低温液体管道内的防冻溶液(步骤2.4的第一路)。

[0056] 2.9在工作再生模式下,从再生子系统排出的水量大于开式防冻液循环系统1a从空气中所吸收的水量,经过不断反复循环,溶液浓度将不断变浓。

[0057] 3、当开式防冻液循环系统1a的防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度高于设定上限时,系统重新回到工作模式,工作子系统运行,再生子系统关闭。

[0058] 实施例2、以下所述为闭式防冻液循环系统1b的具体结构特征。

[0059] 工作子系统包括闭式防冻液循环系统1b和第二调节阀9构成的循环回路。

[0060] 防冻液循环系统包括第一调节阀2、防冻液增压泵3、过滤器4、第一溶液换热器5、第二溶液换热器6以及加热器7;闭式防冻液循环系统1b的溶液出口通过第一调节阀2与防冻液增压泵3相连接,防冻液增压泵3通过过滤器4与第一溶液换热器5的低温液体管道一端相连接,第一溶液换热器5的低温液体管道另外一端与第二溶液换热器6的低温液体管道的一端相连接,第二溶液换热器6的低温液体管道的另外一端与加热器7加热管道的一端相连接,加热器7加热管道的另外一端与正渗透装置8防冻液入口相互连接;正渗透装置8的防冻液出口与第一溶液换热器5的高温液体管道一端相连接,第一溶液换热器5的高温液体管道另外一端与热源塔热泵系统和第二调节阀9构成的循环回路相连通。

[0061] 汲取液循环系统包括第三调节阀10、第三溶液换热器11、精馏器12、冷凝器13、塔顶增压泵14、汲取溶液增压泵15以及冷凝水泵16;正渗透装置8的汲取液出口分为两路:一路通过第三调节阀10和第三溶液换热器11的低温液体管道后与精馏器12的汲取液入口相互连接;另外一路与塔顶增压泵14的出口相连。精馏器12的塔顶蒸汽出口依次通过冷凝器13的冷凝管道、塔顶增压泵14和正渗透装置8的汲取溶液出口连接;精馏器12的塔底出水口依次通过冷凝水泵16、第三溶液换热器11的高温液体管道和第二溶液换热器6的高温液体管道后设置出水口,通过出水口排出精馏器12的出水。塔顶增压泵14的出口通过汲取溶液增压泵15与正渗透装置8的汲取液进口相连接。

[0062] 冷凝器13冷却管道的一端通过第四调节阀17与热源塔热泵系统的循环溶液出口相连接;冷凝器13的冷却管道另外一端与热源塔热泵系统的循环溶液进口相连接;精馏器12内的塔顶冷却管道的一端通过第四调节阀17与热源塔热泵系统的循环溶液出口相连接;精馏器12内的塔顶冷却管道的另外一端与热源塔热泵系统的循环溶液进口相连接。

[0063] 具体的使用的时候,步骤如下:

[0064] 1、当闭式防冻液循环系统1b的防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度在设定上限和下限之间时,系统处于工作模式,第二调节阀9打开,第一调节阀2和第四调节阀17完全关闭,即工作子系统运行,再生子系统关闭。此时防冻溶液从防冻溶液出口流出后再通过第二调节阀9又流回闭式防冻液循环系统1b的防冻溶液进口,与空气进行热质交换。经过反复不断循环,防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度将不断变稀。

[0065] 2、当闭式防冻液循环系统1b的防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度低于设定下限时,系统处于工作再生模式,第一调节阀2和第四调节阀17打开,即工作子系统和再生子系统都同时开启。

[0066] 2.1此时从闭式防冻液循环系统1b的防冻溶液出口流出的防冻溶液分为两路:

[0067] 2.1.1第一路:

[0068] 直接通过第二调节阀9被旁通；

[0069] 2.1.2第二路：

[0070] 通过第一调节阀2,被防冻溶液增压泵3加压,然后经过滤器4过滤后达到正渗透装置8要求的进口水质,再进入第一溶液换热器5的低温液体管道,吸收高温液体管道内防冻溶液所释放的热量后,温度升高,再进入第二溶液换热器6的低温液体管道(是否应该是低温液体管道),吸收高温液体管道内水所释放的热量后,温度进一步升高,再进入加热器7的加热管道,吸收外部低品位热源提供的热量后,温度进一步升高到0℃以上(如5℃),再通过防冻溶液进口流入正渗透装置8,在溶液渗透压的作用下,防冻溶液中的水分通过半透膜进入另一侧的汲取溶液,防冻溶液的浓度变大,再从防冻溶液出口流出,经过第一溶液换热器5的高温液体管道后,进入闭式防冻液循环系统1b和第二调节阀9构成的循环回路内,与该循环回路内的防冻溶液相互混合；

[0071] 2.2闭式防冻液循环系统1b和第二调节阀9构成的循环回路内的防冻溶液流入闭式防冻液循环系统1b,与空气进行热质交换。

[0072] 2.3浓汲取溶液从正渗透装置8的汲取溶液进口进入正渗透装置8,在溶液渗透压的作用下,吸收防冻溶液中的水分,浓度变小,成为稀汲取溶液,再从汲取溶液出口流出。

[0073] 2.4从正渗透装置8的汲取溶液出口流出的稀汲取溶液分为两路：

[0074] 第一路：

[0075] 经过第三调节阀10降压到精馏器12的工作压力,然后进入第三溶液换热器11的低温液体管道(吸收高温液体管道中的高纯度水所释放的热量,温度升高到饱和液体温度;步骤2.8)后从汲取溶液进口进入精馏器12；

[0076] 第二路：

[0077] 与通过塔顶增压泵14流出的高纯度低沸点液体混合,浓度升高,重新成为浓汲取溶液。

[0078] 2.5、稀汲取溶液进入精馏器12后,通过热质交换,高纯度水汇集在塔底,高纯度低沸点蒸汽汇集在塔顶。

[0079] 一部分塔顶低沸点蒸汽将热量释放给内置在塔顶的冷管管道内的循环溶液(步骤2.1.3中的第一路循环溶液)后,变成塔顶回流液体。

[0080] 外部热源进入精馏器12塔底的再沸加热管道,将一部分塔底高纯度水加热为塔底回流蒸汽。

[0081] 最后,高纯度低沸点蒸汽从塔顶蒸汽出口流出,高纯度水从塔底出水口流出。

[0082] 2.6从精馏器12的蒸汽出口流出的高纯度低沸点蒸汽流入冷凝器13的冷凝管道,将热量释放给冷却管道中的循环溶液后,温度降低相变为成为高纯度低沸点液体,然后通过塔顶增压泵14加压到常压(步骤2.9中的第二路循环溶液)；

[0083] 2.7通过塔顶增压泵14的浓汲取溶液被汲取溶液增压泵15加压后再从汲取溶液进口进入正渗透装置8,循环到步骤2.3。

[0084] 2.8从精馏器12的出水口流出的高纯度水被冷凝水泵16加压到常压后依次通过第三溶液换热器11的高温液体管道以及第二溶液换热器6的高温液体管道后排出；

[0085] 此时,通过第三溶液换热器11的高温液体管道以及第二溶液换热器6的高温液体管道将热量释放给相应的低温液体管道内的防冻溶液(步骤2.4的第一路)。

[0086] 2.9从闭式热源塔热泵1b的循环溶液出口流出循环溶液经过第四调节阀17后分为两路：

[0087] 第一路进入精馏器12的塔顶冷却管道后(将一部分塔顶蒸汽冷凝为液态回流后，温度升高；步骤2.5)，再返回闭式热源塔热泵1b的循环溶液进口；

[0088] 第二路进入冷凝器13的冷却管道后(吸收冷凝管道中低沸点蒸汽所释放的冷凝潜热后，温度升高，然后再与从精馏器12的塔顶冷却管道流出的循环溶液混合，如步骤2.6)；最后返回闭式防冻液循环系统1b的循环溶液进口；

[0089] 2.10在工作再生模式下，从再生子系统排出的水量大于闭式防冻液循环系统1b从空气中所吸收的水量，经过不断反复循环，溶液浓度将不断变浓。

[0090] 3、当闭式防冻液循环系统1b的防冻溶液出口流出的防冻溶液浓度高于设定上限时，系统重新回到工作模式，工作子系统运行，再生子系统关闭。

[0091] 实施实例1的计算参数见表1(针对热源塔热泵系统从空气中吸收的1kg水蒸汽)，系统处于工作再生模式，设计条件为：环境温度5℃，正渗透温度为5℃，防冻溶液采用氯化钙溶液，汲取溶液采用丙酮-水溶液，防冻溶液的冰点为-10℃~-12.5℃，热源塔吸热潜热比为20%，脱水倍率为1.5，防冻溶液设定质量浓度范围为18%~20%，汲取溶液的进/出口质量浓度为49.4%/39.4%，正渗透时可产生7Mpa的渗透压差。发生器换热温差为5℃，冷凝温度为-3℃。计算得到的防冻溶液总平均循环倍率为633，进入正渗透装置的防冻溶液的平均循环倍率为5.06，稀汲取溶液循环倍率为5.71，进精馏器的稀汲取溶液循环倍率为2.39，精馏器压力为7851pa，精馏器所需热源温度为46.3℃，精馏器冷凝温度为-3℃，精馏器耗热量为615.2kJ/kg，加热器耗热量为8.7kJ/kg，防冻溶液增压泵耗电3.86kJ/kg，汲取溶液增压泵耗电为3.27kJ/kg，塔顶增压泵耗电为0.08kJ/kg，冷凝水泵耗电为0.14kJ/kg，系统最小脱水理论功耗为12.6kJ/kg(把1kg水从大量18%的防冻溶液中分离所需的最小功)，实际消耗热用火为80.7kJ/kg，消耗的电能为7.35kJ/kg，因此总火用效为14.3%，再生热效率为400%(再生热效率定义为蒸发1kg水所需热量与实际分离1kg水所需热量之比)。可见与常规的沸腾再生式系统相比，本发明利用单效精馏再生就实现了多效蒸发再生的效果，简化了系统结构，分离单位质量的水分所需的热量只相当于常规单效沸腾再生所需热量的1/4，另外防冻溶液和进入精馏器的稀汲取溶液的循环倍率更小，减小了加热量。

[0092] 由此可见，本发明与现有技术相比，再生热效率高，系统简单，具有更好的技术经济价值，有效实现了本发明的初衷。

[0093] 以上实施实例中，可综合考虑具体的使用条件与要求、技术经济性能等因素合理确定系统的设计参数，以兼顾系统的适用性和经济性。

[0094] 表1实施实例1的热力计算结果(针对1kg冷凝器出口液体工质R134a)

项目	实施实例 1	单位
环境温度	5	℃

	防冻溶液	氯化钙溶液	----
	汲取溶液	丙酮-水溶液	----
	防冻溶液浓度上/下限	20/18	%
	防冻溶液上/下限浓度渗透压	14.6/12.6	Mpa
	汲取溶液进/出口浓度	35/28	%
	汲取溶液进/出口渗透压	49.4/36.4	Mpa
	防冻溶液冰点	-10~-12.5	°C
	热源塔吸热潜热比	20	%
	稀汲取溶液循环倍率	5.71	----
	精馏器稀溶液循环倍率	2.39	----
	精馏器最高温度	41.3	°C
	精馏器压力	7851	pa
	冷凝器压力	7851	pa
	冷凝温度	-3	°C
[0096]	精馏器换热温差	5	°C
	精馏器热源温度	46.3	°C
	精馏器耗热量	615.2	kJ/kg
	加热器耗热量	8.7	kJ/kg
	冷凝器排热量	553.4	kJ/kg
	脱水倍率	1.5	----
	工作再生/工作模式时间比	2	----
	正渗透装置脱水率	29.6	%
	防冻溶液总平均循环倍率	633	----
	正渗透防冻溶液平均循环倍率	5.06	----
	泵效率	70	%
	冷凝水泵扬程	0.1	Mpa
	冷凝水泵功耗	0.14	kJ/kg
	汲取溶液增压泵扬程	0.6	Mpa
	汲取溶液增压泵功耗	3.27	kJ/kg
	防冻溶液增压泵扬程	0.8	Mpa

	防冻溶液增压泵功耗	3.86	kJ/kg
	塔顶增压泵扬程	0.1	Mpa
	塔顶增压泵功耗	0.08	kJ/kg
[0097]	理论脱水最小功耗	12.6	kJ/kg
	实际耗热火用	80.7	kJ/kg
	火用效	14.3	%
	再生热效率	400	%

[0098] 最后,还需要注意的是,以上列举的仅是本发明的若干个具体实施例。显然,本发明不限于以上实施例,还可以有许多变形。本领域的普通技术人员能从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形,均应认为是本发明的保护范围。

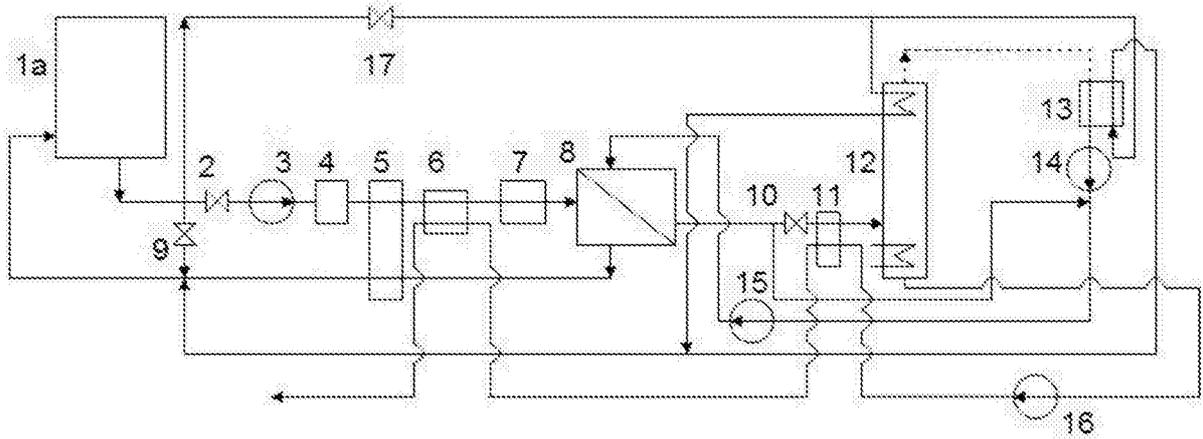


图1

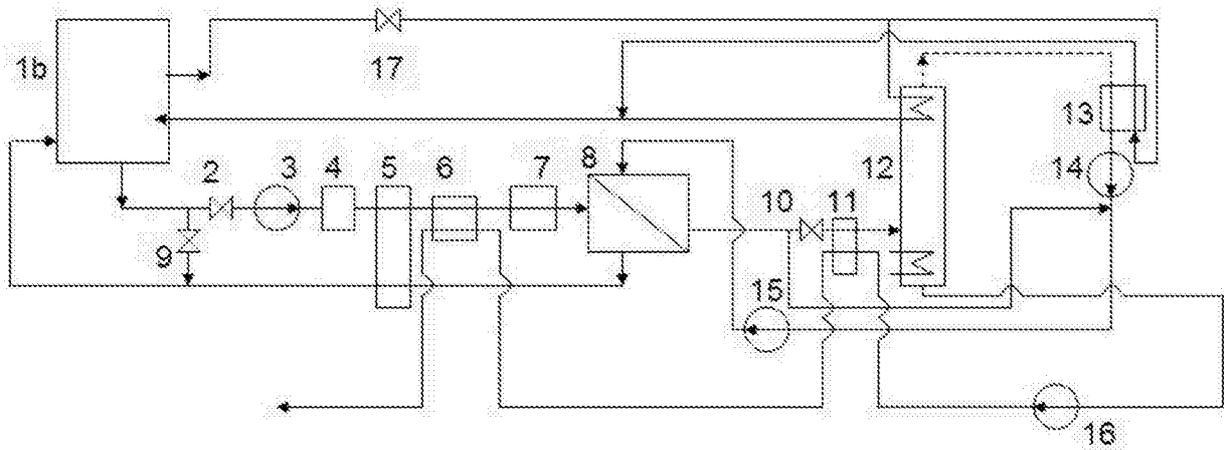


图2