



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106051975 B

(45)授权公告日 2019.01.25

(21)申请号 201610404050.5

F25B 13/00(2006.01)

(22)申请日 2016.06.08

F25B 47/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 李秀倩

申请公布号 CN 106051975 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(73)专利权人 东南大学

地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大学路2号

(72)发明人 苏伟 张小松 张舒阳 魏宏阳

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 彭雄

(51)Int.Cl.

F24F 5/00(2006.01)

F24F 13/30(2006.01)

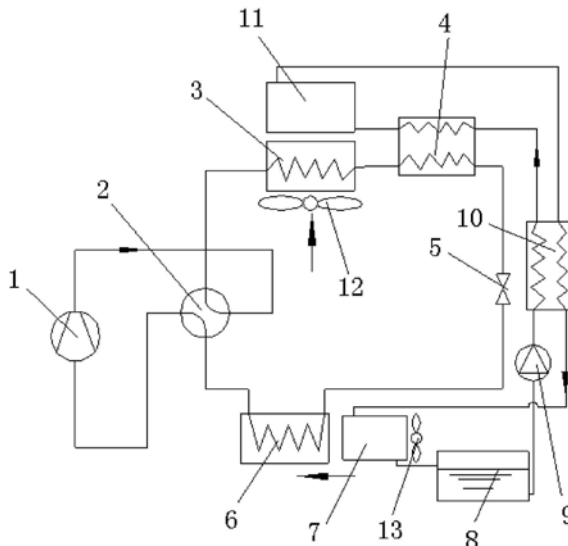
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置及方法,包括制冷剂循环回路和溶液除湿/加湿循环回路,制冷剂循环回路包括通过连通管路一依次串联在一起的压缩机(1)、四通换向阀(2)、室内换热器(3)、再生冷凝器(4)、节流阀(5)、室外换热器(6);溶液除湿/加湿循环回路包括通过连通管路二依次串联在一起的热回收换热器(10)、再生冷凝器(4)、室内加湿膜组件(11)、热回收换热器(10)、室外除湿膜组件(7)、除湿溶液储存槽(8)。本发明利用室外除湿膜组件将室外空气潜热转换为显热,避免了结霜,将除湿溶液引入的水分再生为室内加湿。



1. 一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特征在于:包括制冷剂循环回路和溶液循环回路,制冷剂循环回路包括压缩机(1)、室内换热器(3)、再生冷凝器(4)、节流阀(5)、室外换热器(6);溶液循环回路包括除湿溶液储存槽(8)、循环泵(9)、再生冷凝器(4)、室内加湿膜组件(11)、室外除湿膜组件(7),其中:

压缩机(1)的高温高压制冷剂蒸汽排气口与室内换热器(3)的高温高压制冷剂蒸汽入口相连,室内换热器(3)的低温高压制冷剂蒸汽出口与再生冷凝器(4)的低温高压制冷剂蒸汽入口相连,再生冷凝器(4)的低温高压制冷剂液体出口通过节流阀(5)与室外换热器(6)的低温低压制冷剂液体入口连接;室外换热器(6)的高温低压制冷剂蒸汽出口与压缩机(1)的高温低压制冷剂蒸汽入口连接;

室外除湿膜组件(7)的低温除湿稀溶液出口与除湿溶液储存槽(8)的低温除湿稀溶液入口连接,除湿溶液储存槽(8)的低温除湿稀溶液出口与再生冷凝器(4)的初级加热除湿稀溶液入口连接,再生冷凝器(4)的高温除湿稀溶液出口与室内加湿膜组件(11)的高温除湿稀溶液入口的连接,室内加湿膜组件(11)的高温除湿浓溶液出口与室外除湿膜组件(7)的低温除湿浓溶液入口连接;

室外除湿膜组件(7)上开设有室外空气进口和室外干燥空气出口,而室外除湿膜组件(7)的室外干燥空气出口与室外换热器(6)的室外干燥空气入口连接;室内换热器(3)上开设有室内空气进口和高温室内空气出口;室内换热器(3)的高温室内空气出口与室内加湿膜组件(11)的高温室内空气进口连接,室内加湿膜组件(11)上设有高温室内湿空气出口,而室外换热器(6)上设有干燥低温室外空气出口。

2. 根据权利要求1所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特征在于:还包括热回收换热器(10),除湿溶液储存槽(8)的低温除湿稀溶液出口与热回收换热器(10)的低温除湿稀溶液入口连接,热回收换热器(10)的初级加热除湿稀溶液出口与再生冷凝器(4)的初级加热除湿稀溶液入口连接;室内加湿膜组件(11)的高温除湿浓溶液出口与热回收换热器(10)的高温除湿浓溶液入口连接,热回收换热器(10)的低温除湿浓溶液出口与室外除湿膜组件(7)的低温除湿浓溶液入口连接。

3. 根据权利要求1所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特征在于:所述室内换热器(3)和室外换热器(6)均为风冷换热器,且所述室内换热器(3)的室内空气进口处装有室内风机(12);而室外除湿膜组件(7)的室外空气进口处装有室外风机(13)。

4. 根据权利要求2所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特征在于:所述除湿溶液储存槽(8)的低温除湿稀溶液出口通过循环泵(9)与热回收换热器(10)的低温除湿稀溶液入口连接。

5. 根据权利要求1所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特征在于:所述室内加湿膜组件(11)和室外除湿膜组件(7)内均为空气走壳程,溶液走管程的中空纤维膜管束。

6. 根据权利要求1所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特征在于:所述室内加湿膜组件(11)和室外除湿膜组件(7)中的膜为无机分子筛膜、高分子聚合物膜或液膜。

7. 根据权利要求1所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特

征在于:所述除湿溶液为溴化锂盐溶液,氯化锂盐溶液或氯化钙盐溶液。

8. 根据权利要求1所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,其特征在于:还包括四通换向阀(2),所述压缩机(1)的高温高压制冷剂蒸汽排气口通过四通换向阀(2)与室内换热器(3)的高温高压制冷剂蒸汽入口连接;室外换热器(6)的高温低压制冷剂蒸汽出口通过四通换向阀(2)与压缩机(1)的高温低压制冷剂蒸汽入口连接。

9. 一种采用权利要求2所述的基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置的膜法除湿和室内再生加湿的方法,其特征在于:

在蒸气压缩制冷循环过程中,高温低压制冷剂蒸汽经压缩机(1)压缩后得到高温高压制冷剂蒸汽,高温高压制冷剂蒸汽进入室内换热器(3),在室内换热器(3)内与室内空气的冷凝换热,得到低温高压制冷剂蒸汽和高温室内空气;低温高压制冷剂蒸汽进入再生冷凝器(4)内,在再生冷凝器(4)中为来自于热回收换热器(10)的初级加热除湿稀溶液提供热量,完成过冷后变为低温高压制冷剂液体和高温除湿稀溶液;低温高压制冷剂液体经过节流阀(5)节流降压到蒸发压力和蒸发温度得到低温低压制冷剂液体,低温低压制冷剂液体进入到室外换热器(6)中,在室外换热器(6)中低温低压制冷剂液体吸收来自于室外除湿膜组件(7)的干燥室外空气的热量,变成高温低压制冷剂蒸汽和低温干燥室外空气,高温低压制冷剂蒸汽进入压缩机(1)内,在压缩机(1)中,高温低压制冷剂蒸汽压缩变成高温高压制冷剂蒸汽;

在溶液循环过程中,室外空气和低温除湿浓溶液分别进入室外除湿膜组件(7)中,室外空气走壳程,低温除湿浓溶液走管程,由于膜具有选择透过性,低温除湿浓溶液侧蒸气分压力大于空气中水蒸气分压力,将空气潜热转换为显热,完成溶液对空气的除湿;除湿后的低温除湿浓溶液变为低温除湿稀溶液,室外空气变为干燥室外空气,低温除湿稀溶液从室外除湿膜组件(7)中排入除湿溶液储存槽(8);除湿溶液储存槽(8)中低温除湿稀溶液通过循环泵(9),首先经过热回收换热器(10)进行初步加热,得到初级加热除湿稀溶液,之后初级加热除湿稀溶液进入再生冷凝器(4)进一步加热,得到高温除湿稀溶液,高温除湿稀溶液最后进入室内加湿膜组件(11),在室内加湿膜组件(11)中与从室内换热器(3)出来的高温室内空气进行热湿交换,完成对空气的加湿和溶液的再生,得到高温除湿浓溶液和高温室内湿空气;

室外空气首先经过室外除湿膜组件(7)进行除湿过程,将空气潜热转换为显热,得到干燥室外空气,干燥室外空气在进入室外换热器(6)进行换热过程,得到干燥低温室外空气;室内空气依次通过室内换热器(3)加热得到高温室内空气,高温室内空气进入到室内加湿膜组件(11)加湿,得到高温室内湿空气。

一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置及方法,属于膜法除湿、蒸气压缩制冷和除霜技术领域。

背景技术

[0002] 空气源热泵是一种兼具结构简单、配置灵活、制冷制热能效高的设备,越来越受到青睐。但在一些湿度较高的夏热冬冷地区,当冬季室外温度低于0℃时热泵的室外翅片换热器常常存在结霜问题,导致空气源热泵能效降低和运行稳定性变差,这严重制约了空气源热泵的使用范围和发展。与此同时,室内由于冬季供暖温度上升,相对湿度下降,引起空气干燥,人体舒适性下降,而目前尚未见到在冬季可以同时控制室内温湿度的空调产品。因此,如何有效的解决空气源热泵的结霜问题,提高空气源热泵运行能效,同时为室内提供一个舒适的温湿度热环境,是空气源热泵发展所面临的一个重要问题。

[0003] 目前,热泵主要的除霜技术有逆循环除霜、热气旁通除霜和电加热除霜等,但是这些除霜方法需要额外消耗电能,降低热泵制热效率的同时影响了室内的热舒适性和供热的稳定性。近年来,一些研究者提出了很多新型的除霜和抑制结霜的方法,典型的有浙江大学陈光明提出的一种无霜型空气源热泵系统(专利申请号:CN200910098008.5),该装置利用防冻溶液作为载热介质吸收室外低温空气热量,再将溶液的热量传给室外蒸发器,从而避免了空气源热泵的结霜,但是该系统没有很好的解决溶液的再生问题且系统复杂,溶液腐蚀严重,耗能较高。西安交通大学王泮浩等人提出了一种蓄热除湿耦合型无霜空气源热泵热水器(专利申请号:CN201210520800.7),该装置在热泵系统中添加了一个蓄热装置,作为除湿再生工况的低温热源,解决了除霜时能量来源不足的问题,但该系统需在制热除霜模式间不断切换,造成室内供暖的不稳定性;广东西屋康达空调有限公司提出专利申请“一种节能型无霜空气源热泵系统”(申请号:201310435416.1),该系统针对水溶性防冻液需要浓缩再生的问题,提出了一种采用憎水性防冻液态作为低温载热介质,从而避免了溶液再生的问题,但该溶液存在导热系数较低,换热效果差等问题。

发明内容

[0004] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置及方法,能够在保证空气源热泵冬季无霜的条件下,为室内加湿,实现空气源热泵机组连续、高效、稳定、可靠运行,解决了现有技术中溶液难以再生及冬季室内干燥的问题。

[0005] 技术方案:为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,包括制冷剂循环回路和溶液循环回路,制冷剂循环回路包括压缩机、室内换热器、再生冷凝器、节流阀、室外换热器。溶液循环回路包括除湿溶液储存槽、循环泵、再生冷凝器、室内加湿膜组件、室外除湿膜

组件,其中:

[0007] 压缩机的高温高压制冷剂蒸汽排气口与室内换热器的高温高压制冷剂蒸汽入口相连,室内换热器的低温高压制冷剂蒸汽出口与再生冷凝器的低温高压制冷剂蒸汽入口相连,再生冷凝器的低温高压制冷剂液体出口通过节流阀与室外换热器的低温低压制冷剂液体入口连接。室外换热器的高温低压制冷剂蒸汽出口与压缩机的高温低压制冷剂蒸汽入口连接。

[0008] 室外除湿膜组件的低温除湿稀溶液出口与除湿溶液储存槽的低温除湿稀溶液入口连接,除湿溶液储存槽的低温除湿稀溶液出口与再生冷凝器的初级加热除湿稀溶液入口连接,再生冷凝器的高温除湿稀溶液出口与室内加湿膜组件的高温除湿稀溶液入口的连接,室内加湿膜组件的高温除湿浓溶液出口与室外除湿膜组件的低温除湿浓溶液入口连接。

[0009] 室外除湿膜组件上开设有室外空气进口和室外干燥空气出口,而室外除湿膜组件的室外干燥空气出口与室外换热器的室外干燥空气入口连接。室内换热器上开设有室内空气进口和高温室内空气出口。室内换热器的高温室内空气出口与室内加湿膜组件的高温室内空气进口连接,室内加湿膜组件上设有高温室内湿空气出口,而室外换热器上设有干燥低温室外空气出口。

[0010] 进一步地:还包括热回收换热器,除湿溶液储存槽的低温除湿稀溶液出口与热回收换热器的低温除湿稀溶液入口连接,热回收换热器的初级加热除湿稀溶液出口与再生冷凝器的初级加热除湿稀溶液入口连接。室内加湿膜组件的高温除湿浓溶液出口与热回收换热器的高温除湿浓溶液入口连接,热回收换热器的低温除湿浓溶液出口与室外除湿膜组件的低温除湿浓溶液入口连接。

[0011] 优选的:所述室内换热器和室外换热器均为风冷换热器,且所述室内换热器的室内空气进口处装有室内风机。而室外除湿膜组件的室外空气进口处装有室外风机。

[0012] 优选的:所述除湿溶液储存槽的低温除湿稀溶液出口通过循环泵与热回收换热器的低温除湿稀溶液入口连接。

[0013] 优选的:所述室内加湿膜组件和室外除湿膜组件内均为空气走壳程,溶液走管程的中空纤维膜管束。

[0014] 优选的:所述室内加湿膜组件和室外除湿膜组件中的膜为无机分子筛膜、高分子聚合物膜或液膜。

[0015] 优选的:所述除湿溶液为溴化锂盐溶液,氯化锂盐溶液或氯化钙盐溶液。

[0016] 优选的:还包括四通换向阀,所述压缩机的高温高压制冷剂蒸汽排气口通过四通换向阀与室内换热器的高温高压制冷剂蒸汽入口连接。室外换热器的高温低压制冷剂蒸汽出口通过四通换向阀与压缩机的高温低压制冷剂蒸汽入口连接。

[0017] 一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置的膜法除湿和室内再生加湿的方法,

[0018] 在蒸气压缩制冷循环过程中,高温低压制冷剂蒸汽经压缩机压缩后得到高温高压制冷剂蒸汽,高温高压制冷剂蒸汽进入室内换热器,在室内换热器内与室内空气的冷凝换热,得到低温高压制冷剂蒸汽和高温室内空气。低温高压制冷剂蒸汽进入再生冷凝器内,在再生冷凝器中为来自于热回收换热器的初级加热除湿稀溶液提供热量,完成过冷后变为低

温高压制冷剂液体和高温除湿稀溶液。低温高压制冷剂液体经过节流阀节流降压到蒸发压力和蒸发温度得到低温低压制冷剂液体，低温低压制冷剂液体进入到室外换热器中，在室外换热器中低温低压制冷剂液体吸收来自于室外除湿膜组件的干燥室外空气的热量，变成高温低压制冷剂蒸汽和低温干燥室外空气，高温低压制冷剂蒸汽进入压缩机内，在压缩机中，高温低压制冷剂蒸汽压缩变成高温高压制冷剂蒸汽。

[0019] 在溶液循环过程中，室外空气和低温除湿浓溶液分别进入室外除湿膜组件中，室外空气走壳程，低温除湿浓溶液走管程，由于膜具有选择透过性，低温除湿浓溶液侧蒸气分压力大于空气中水蒸气分压力，将空气潜热转换为显热，完成溶液对空气的除湿。除湿后的低温除湿浓溶液变为低温除湿稀溶液，室外空气变为干燥室外空气，低温除湿稀溶液从室外除湿膜组件中排入除湿溶液储存槽。除湿溶液储存槽中低温除湿稀溶液通过循环泵，首先经过热回收换热器进行初步加热，得到初级加热除湿稀溶液，之后初级加热除湿稀溶液进入再生冷凝器进一步加热，得到高温除湿稀溶液，高温除湿稀溶液最后进入室内加湿膜组件，在室内加湿膜组件中与从室内换热器出来的高温室内空气进行热湿交换，完成对空气的加湿和溶液的再生，得到高温除湿浓溶液和高温室内湿空气。

[0020] 室外空气首先经过室外除湿膜组件进行除湿过程，将空气潜热转换为显热，得到干燥室外空气，干燥室外空气在进入室外换热器进行换热过程，得到干燥低温室外空气。室内空气依次通过室内换热器加热得到高温室内空气，高温室内空气进入到室内加湿膜组件加湿，得到高温室内湿空气。

[0021] 有益效果：本发明提供的一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置及方法，相比现有技术，具有以下有益效果：

[0022] 1. 本发明通过膜法除湿装置对进入室外换热器的空气进行除湿干燥从而防止空气源热泵结霜，与传统溶液除湿无霜空气源热泵装置相比，闭式的溶液循环有效的防止室外环境杂质对除湿溶液的污染，减少了过滤和除杂装置。膜法除湿设备很好的避免了溶液液滴的夹带问题，不会对周围环境、设备及人员造成污染和伤害，另外，膜法除湿是非接触式调湿方法，降低了除湿溶液对设备的腐蚀损耗。

[0023] 2. 本发明对于除湿溶液再生热源上选用了采用部分冷凝热进行溶液再生，与其它传统的电加热再生装置相比，具有更高的能量利用率，一方面很好的利用了冷凝器换热器冷凝后的余热进行溶液再生，减少了热量损失。另一方面对冷凝后的制冷剂进行进一步过冷，提高了蒸气压缩机组的制冷效率。

[0024] 3. 本发明针对冬季室内环境比较干燥，热舒适性较差以及常规空调没有加湿功能的问题，通过有效结合室内换热器和溶液再生循环中的加湿膜组件，实现了溶液再生和室内加湿一体化。既提升了能效利用率，又对干燥环境进行加湿，提高了环境的热舒适性。

附图说明

[0025] 图1是本发明一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置结构示意图。

[0026] 图中：压缩机1，四通换向阀2，室内换热器3，再生冷凝器4，节流阀5，室外换热器6，除湿溶液储存槽8，循环泵9，热回收换热器10，室内加湿膜组件11，室内风机12和室外风机13。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施例,进一步阐明本发明,应理解这些实例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围,在阅读了本发明之后,本领域技术人员对本发明的各种等价形式的修改均落于本申请所附权利要求所限定的范围。

[0028] 一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置,如图1所示:包括制冷剂循环回路和溶液循环回路,制冷剂循环回路包括压缩机1、室内换热器3、再生冷凝器4、节流阀5、室外换热器6。溶液循环回路包括除湿溶液储存槽8、循环泵9、再生冷凝器4、室内加湿膜组件11、室外除湿膜组件7,其中:

[0029] 压缩机1的高温高压制冷剂蒸汽排气口与室内换热器3的高温高压制冷剂蒸汽入口相连,室内换热器3的低温高压制冷剂蒸汽出口与再生冷凝器4的低温高压制冷剂蒸汽入口相连,再生冷凝器4的低温高压制冷剂液体出口通过节流阀5与室外换热器6的低温低压制冷剂液体入口连接。室外换热器6的高温低压制冷剂蒸汽出口与压缩机1的高温低压制冷剂蒸汽入口连接。上述流程构成了蒸气压缩式热泵循环回路。

[0030] 室外除湿膜组件7的低温除湿稀溶液出口与除湿溶液储存槽8的低温除湿稀溶液入口连接,除湿溶液储存槽8的低温除湿稀溶液出口与再生冷凝器4的初级加热除湿稀溶液入口连接,再生冷凝器4的高温除湿稀溶液出口与室内加湿膜组件11的高温除湿稀溶液入口的连接,室内加湿膜组件11的高温除湿浓溶液出口与室外除湿膜组件7的低温除湿浓溶液入口连接。

[0031] 室外除湿膜组件7上开设有室外空气进口和室外干燥空气出口,而室外除湿膜组件7的室外干燥空气出口与室外换热器6的室外干燥空气入口连接。室内换热器3上开设有室内空气进口和高温室内空气出口。室内换热器3的高温室内空气出口与室内加湿膜组件11的高温室内空气进口连接,室内加湿膜组件11上设有高温室内湿空气出口,而室外换热器6上设有干燥低温室外空气出口。室外除湿膜组件7位于室外换热器6进风入口处对空气进行除湿干燥,室内加湿膜组件11位于室外换热器6出风口处,用于加湿室内空气。

[0032] 还包括用来进行热量回收的热回收换热器10,除湿溶液储存槽8的低温除湿稀溶液出口与热回收换热器10的低温除湿稀溶液入口连接,热回收换热器10的初级加热除湿稀溶液出口与再生冷凝器4的初级加热除湿稀溶液入口连接。室内加湿膜组件11的高温除湿浓溶液出口与热回收换热器10的高温除湿浓溶液入口连接,热回收换热器10的低温除湿浓溶液出口与室外除湿膜组件7的低温除湿浓溶液入口连接。

[0033] 所述室内换热器3和室外换热器6均为风冷换热器,且所述室内换热器3的室内空气进口处装有室内风机12。而室外除湿膜组件7的室外空气进口处装有室外风机13。

[0034] 所述除湿溶液储存槽8的低温除湿稀溶液出口通过循环泵9与热回收换热器10的低温除湿稀溶液入口连接。

[0035] 所述室内加湿膜组件11和室外除湿膜组件7内均为空气走壳程,溶液走管程的中空纤维膜管束。

[0036] 所述室内加湿膜组件11和室外除湿膜组件7中的膜为无机分子筛膜、高分子聚合物膜或液膜。

[0037] 所述除湿溶液为溴化锂盐溶液,氯化锂盐溶液或氯化钙盐溶液。

[0038] 还包括四通换向阀2,所述压缩机1的高温高压制冷剂蒸汽排气口通过四通换向阀

2与室内换热器3的高温高压制冷剂蒸汽入口连接。室外换热器6的高温低压制冷剂蒸汽出口通过四通换向阀2与压缩机1的高温低压制冷剂蒸汽入口连接。

[0039] 一种基于膜法除湿和室内再生加湿的无霜空气源热泵装置的膜法除湿和室内再生加湿的方法，

[0040] 在蒸气压缩制冷循环过程中，高温低压制冷剂蒸汽经压缩机1压缩后得到高温高压制冷剂蒸汽，高温高压制冷剂蒸汽进入室内换热器3，在室内换热器3内与室内空气的冷凝换热，得到低温高压制冷剂蒸汽和高温室内空气。低温高压制冷剂蒸汽进入再生冷凝器4内，在再生冷凝器4中为来自于热回收换热器10的初级加热除湿稀溶液提供热量，完成过冷后变为低温高压制冷剂液体和高温除湿稀溶液。低温高压制冷剂液体经过节流阀5节流降压到蒸发压力和蒸发温度得到低温低压制冷剂液体，低温低压制冷剂液体进入到室外换热器6中，在室外换热器6中低温低压制冷剂液体吸收来自于室外除湿膜组件7的干燥室外空气的热量，变成高温低压制冷剂蒸汽和低温干燥室外空气，高温低压制冷剂蒸汽进入压缩机1内，在压缩机1中，高温低压制冷剂蒸汽压缩变成高温高压制冷剂蒸汽。

[0041] 在溶液循环过程中，室外空气和低温除湿浓溶液分别进入室外除湿膜组件7中，室外空气走壳程，低温除湿浓溶液走管程，由于膜具有选择透过性，低温除湿浓溶液侧蒸气分压力大于空气中水蒸气分压力，将空气潜热转换为显热，完成溶液对空气的除湿。除湿后的低温除湿浓溶液变为低温除湿稀溶液，室外空气变为干燥室外空气，低温除湿稀溶液从室外除湿膜组件7中排入除湿溶液储存槽8。除湿溶液储存槽8中低温除湿稀溶液通过循环泵9，首先经过热回收换热器10进行初步加热，得到初级加热除湿稀溶液，之后初级加热除湿稀溶液进入再生冷凝器4进一步加热，得到高温除湿稀溶液，高温除湿稀溶液最后进入室内加湿膜组件11，在室内加湿膜组件11中与从室内换热器3出来的高温室内空气进行热湿交换，完成对空气的加湿和溶液的再生，得到高温除湿浓溶液和高温室内湿空气。

[0042] 室外空气首先经过室内加湿膜组件11进行除湿过程，将空气潜热转换为显热，得到干燥室外空气，干燥室外空气在进入室外换热器6进行换热过程，得到干燥低温室外空气。室内空气依次通过室内换热器3加热得到高温室内空气，高温室内空气进入到室内加湿膜组件11加湿，得到高温室内湿空气。

[0043] 制热时，本发明实施例的工作原理如下：

[0044] 该方法主要包括蒸气压缩制冷循环、溶液循环两个过程：

[0045] 在蒸气压缩制冷循环过程中，制冷剂经压缩机1压缩后，进入室内换热器3冷凝，为用户提供热量，之后进入再生冷凝器4为溶液提供热量，完成过冷后变为高压制冷剂液体，经过节流阀5节流降压到蒸发压力和蒸发温度，在室外换热器6中制冷剂吸收热量，进入压缩机1，完成蒸气压缩制冷循环。

[0046] 在溶液循环过程中，室外空气和浓溶液分别进入室外除湿膜组件7，空气走壳程，除湿溶液走管程，由于膜具有选择透过性，溶液侧蒸气分压力大于空气中水蒸气分压力，将空气潜热转换为显热，完成溶液对空气的除湿。除湿后的溶液变为稀溶液，从室外除湿膜组件7中排入除湿溶液储存槽8；除湿溶液储存槽8中稀溶液通过循环泵8，首先经过热回收换热器10进行初步加热，之后进入再生冷凝器4进一步加热，最后进入室内加湿膜组件11，与从室内换热器3出来的高温气体进行热湿交换，完成对空气的加湿和溶液的再生。

[0047] 本发明中室外空气首先经过室外除湿膜组件7进行除湿过程，将空气潜热转换为

显热,在进入室外换热器6进行换热过程,避免结霜的同时,提高了换热效率;室内空气分别分别通过室内换热器3加热和室内加湿膜组件11加湿过程,提升了冬季室内热环境的舒适性。

[0048] 制冷剂循环回路包括通过连通管路一依次串联在一起的压缩机1、四通换向阀2、室内换热器3、再生冷凝器4、节流阀5、室外换热器6。具体的,所述压缩机1的排气口经四通换向阀2与室内换热器3的入口相连,室内换热器3的出口与再生冷凝器4入口相连,再生冷凝器4的出口和节流阀5相连,节流阀5与室外换热器6的入口相连,室外换热器6的出口经四通换向阀2和压缩机1的吸气口相连,上述流程构成了蒸气压缩式热泵循环回路。溶液除湿/加湿循环回路包括通过连通管路二依次串联在一起的热回收换热器10、再生冷凝器4、室内加湿膜组件11、热回收换热器10、室外除湿膜组件7、除湿溶液储存槽8,溶液除湿/加湿循环回路包括除湿溶液储存槽8、循环泵9、热回收换热器10、再生冷凝器4、室内加湿膜组件11、室外除湿膜组件7和连通管路二。除湿溶液储存槽8出口溶液通过管路二经循环泵9、热回收换热器10与再生冷凝器4入口相连,溶液经再生冷凝器4出口与室内加湿膜组件11相连,室内加湿膜组件11出口溶液经热回收换热器10后进入室外除湿膜组件7入口,完成除湿后返回除湿溶液储存槽8。

[0049] 除湿溶液利用热泵系统的部分冷凝热提供再生热能,通过室内再生冷凝器4与室内换热器3进行溶液再生,并将除湿溶液引入的水分加湿室内环境。

[0050] 室外除湿膜组件与室外换热器进风口相连,对进入换热器的空气进行除湿干燥。室内加湿膜组件与室内换热器出风口相连接,用于加湿室内空气。

[0051] 溶液除湿/加湿循环回路中,设有溶液热回收器,用来进行热量回收,该溶液热回收器分别与除湿溶液储存槽出口、再生冷凝器入口和室内加湿膜组件出口和室外除湿膜组件入口相连接,提高能效利用率。

[0052] 本发明通过在室外换热器入口设置室外除湿膜组件,将室外空气潜热转换为显热,同时对空气进行除湿,避免了室外翅片换热器表面结霜;通过设置冷凝再生器将部分冷凝热量传递给除湿溶液,提高再生溶液温度,进一步在室内换热器出口设置加湿膜组件对室内空气进行加湿,提高室内环境热舒适性,同时实现除湿溶液的再生;此外,还通过设置溶液热回收换热器回收再生后溶液的热能,减小循环过程中的热损能耗。膜组件具有选择透过性,只允许水蒸气透过,有效避免液滴被夹带到空气中,从而避免了腐蚀的发生,同时还具有能量利用率高的优点。

[0053] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出: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。

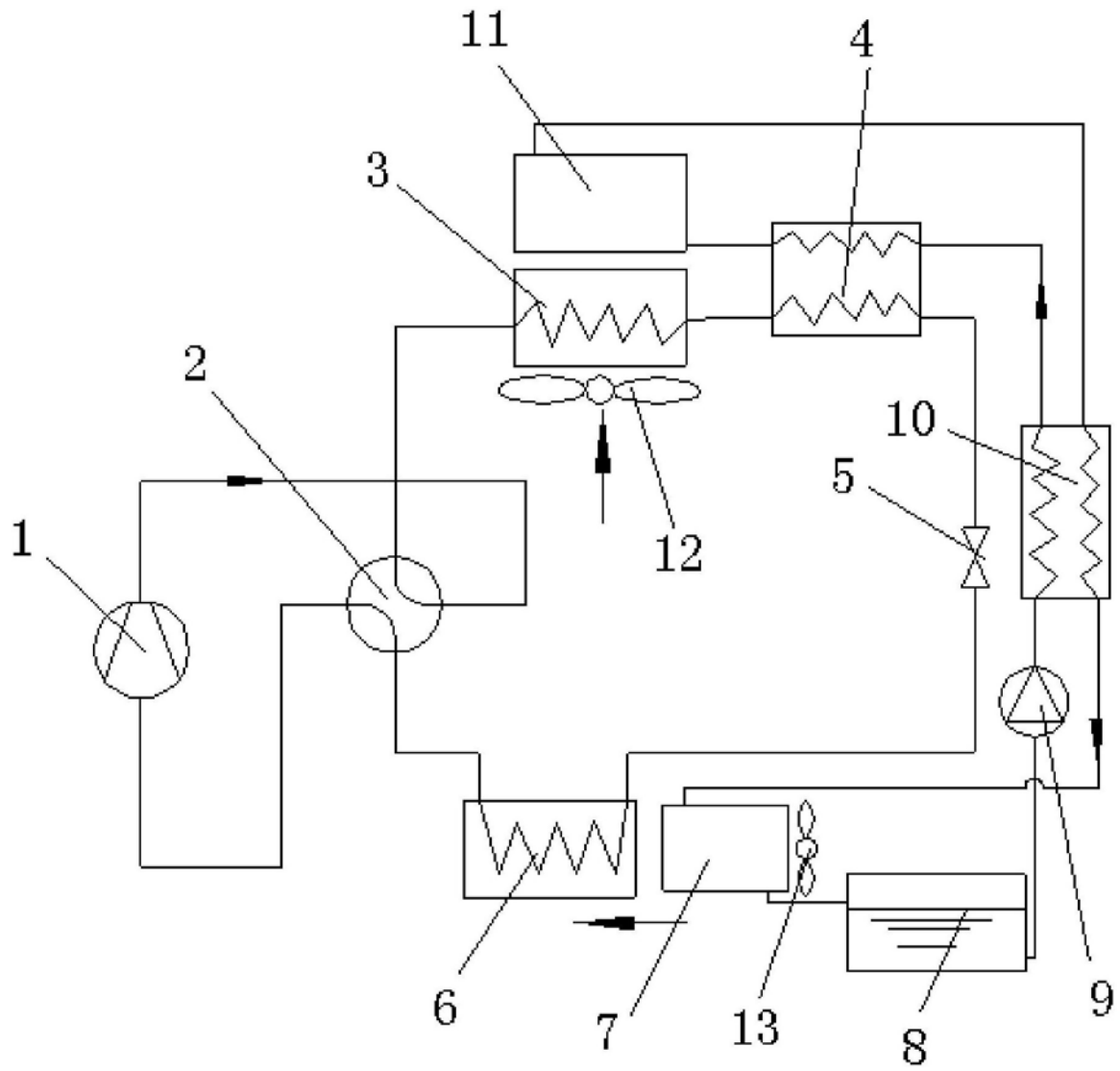


图1