(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106288097 B
(45)授权公告日 2019.10.01

(21)申请号 201610898351.8

(22)申请日 2016.10.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106288097 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(73)专利权人 浙江大学
地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 何一坚 王祎 陈香玉 李荣

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224
代理人 徐敏

(51)Int.Cl.
F24F 5/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 103196187 A,2013.07.10,
CN 2881413 Y,2007.03.21,
CN 104456798 A,2015.03.25,
CN 101701737 A,2010.05.05,
CN 103017269 A,2013.04.03,
CN 101033874 A,2007.09.12,

审查员 刘庆赟

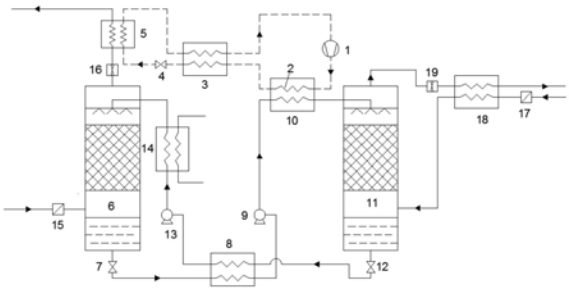
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统

(57)摘要

发明公开了一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，其特征在于，包括跨临界压缩子系统以及将跨临界压缩子系统高压侧排热作为热源的溶液除湿子系统，所述溶液除湿子系统包括浓溶液除湿单元和稀溶液再生单元，除湿过程为绝热除湿；本发明还公开了一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，除湿过程为等温除湿；本发明通过跨临界循环和溶液除湿系统合理的能量耦合，可以同时实现空气的除湿和降温，提高了除湿系统的整体性能，在跨临界压缩制冷循环制冷温度7～12℃的条件下，压缩系统高压侧排热基本满足再生热需求，当除湿剂冷却温度下降时可以完全满足，压缩功可以减少10％以上，系统结构简单且整体的经济性与环保性良好。



CN 106288097 B

1.一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，其特征在于，包括跨临界压缩子系统以及将跨临界压缩子系统高压侧排热作为热源的溶液除湿子系统，所述溶液除湿子系统包括浓溶液除湿单元和稀溶液再生单元，除湿过程为绝热除湿；

所述浓溶液除湿单元包括：

浓溶液流量调节阀，进口与所述稀溶液再生单元的溶液出口连接；

溶液换热器，包括换热的溶液换热器第一通道和溶液换热器第二通道，所述溶液换热器第一通道的进口与所述浓溶液流量调节阀的出口连接，所述溶液换热器第二通道为稀溶液通道；

浓溶液泵，进口与所述溶液换热器第一通道的出口连接；

冷却器，包括换热的冷却器第一通道和冷却器第二通道，所述冷却器第一通道的进口与所述浓溶液泵的出口连接，所述冷却器第二通道连接外部冷源；

除湿器，用于待处理空气的除湿，气体入口与待处理气体进口连接，除湿剂溶液与空气传热传质为绝热型，溶液入口与所述冷却器第一通道的出口连接；

第一风机，为待处理气体提供进入所述浓溶液除湿单元的动力；

蒸发器，包括换热的蒸发器第一通道和蒸发器第二通道，所述蒸发器第一通道的进口与除湿器的气体出口连接，所述蒸发器第一通道的出口供应所需品质的空气，所述蒸发器第二通道连接跨临界压缩子系统；

所述稀溶液再生单元包括：

稀溶液流量调节阀，进口与所述除湿器的溶液出口连接，出口与所述溶液换热器第二通道的入口连接；

稀溶液泵，进口与所述溶液换热器第二通道的出口连接；

加热器，包括换热的加热器第一通道和加热器第二通道，所述加热器第一通道的进口与所述稀溶液泵的出口连接，所述加热器第二通道为跨临界压缩子系统的加热管以提供溶液再生所需的热量；

再生器，用于稀溶液的浓缩，溶液入口与所述加热器第一通道的出口连接；

空气换热器，包括换热的空气换热器第一通道和空气换热器第二通道，所述空气换热器第一通道的进口连接再生用气体，所述空气换热器第一通道的出口与所述再生器的气体入口连接，所述空气换热器第二通道的进口与所述再生器的气体出口连接，所述第二通道的出口用来排出废热气体；

第二风机，为再生用气体进入所述稀溶液再生单元提供动力；

所述跨临界压缩子系统包括：

压缩机，出口与所述加热管的入口连接；

回热器，包括换热的回热器第一通道和回热器第二通道，所述回热器第一通道的进口与所述加热管的出口连接，所述第二通道的进口与蒸发器第二通道的出口连接，所述第二通道的出口与压缩机入口连接；

节流装置，入口与所述回热器第一通道的出口连接，出口与所述蒸发器第二通道的进口连接；

所述跨临界压缩制冷循环制冷温度为0～12℃；

所述加热管提供溶液再生的再生温度为60～130℃；

所述再生用气体的温度为25～45℃；

冷却器的冷却介质采用水或空气；

所述除湿和再生溶液为溴化锂水溶液、氯化锂水溶液、氯化钙水溶液、盐的混合溶液或醇类与盐的混合溶液；

所述跨临界压缩子系统的工质为二氧化碳、一氧化二氮或者R290与R32的混合气体。

2.一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，其特征在于，包括跨临界压缩子系统以及将跨临界压缩子系统高压侧排热作为热源的溶液除湿子系统，所述溶液除湿子系统包括浓溶液除湿单元和稀溶液再生单元，除湿过程为等温除湿；

所述浓溶液除湿单元包括：

浓溶液流量调节阀，进口与所述稀溶液再生单元的溶液出口连接；

溶液换热器，包括换热的溶液换热器第一通道和溶液换热器第二通道，所述溶液换热器第一通道的进口与所述浓溶液流量调节阀的出口连接，所述溶液换热器第二通道为稀溶液通道；

浓溶液泵，进口与所述溶液换热器第一通道的出口连接；

除湿器，用于待处理空气的除湿，气体入口与待处理气体进口连接，除湿剂溶液与空气传热传质为绝热型，溶液入口与所述浓溶液泵的出口连接；

冷却盘管，置于除湿器填料内；

第一风机，为待处理气体提供进入所述浓溶液除湿单元的动力；

蒸发器，包括换热的蒸发器第一通道和蒸发器第二通道，所述蒸发器第一通道的进口与除湿器的气体出口连接，所述蒸发器第一通道的出口供应所需品质的空气，所述蒸发器第二通道连接跨临界压缩子系统；

所述稀溶液再生单元包括：

稀溶液流量调节阀，进口与所述除湿器的溶液出口连接，出口与所述溶液换热器第二通道的入口连接；

稀溶液泵，进口与所述溶液换热器第二通道的出口连接；

加热器，包括换热的加热器第一通道和加热器第二通道，所述加热器第一通道的进口与所述稀溶液泵的出口连接，所述加热器第二通道为跨临界压缩子系统的加热管以提供溶液再生所需的热量；

再生器，用于稀溶液的浓缩，溶液入口与所述加热器第一通道的出口连接；

空气换热器，包括换热的空气换热器第一通道和空气换热器第二通道，所述空气换热器第一通道的进口连接再生用气体，所述空气换热器第一通道的出口与所述再生器的气体入口连接，所述空气换热器第二通道的进口与所述再生器的气体出口连接，所述第二通道的出口用来排出废热气体；

第二风机，为再生用气体进入所述稀溶液再生单元提供动力；

所述跨临界压缩子系统包括：

压缩机，出口与所述加热管的入口连接；

回热器，包括换热的回热器第一通道和回热器第二通道，所述回热器第一通道的进口与所述加热管的出口连接，所述第二通道的进口与蒸发器第二通道的出口连接，所述第二通道的出口与压缩机入口连接；

节流装置，入口与所述回热器第一通道的出口连接，出口与所述蒸发器第二通道的进口连接；

所述跨临界压缩制冷循环制冷温度为0～12℃；

所述加热管提供溶液再生的再生温度为60～130℃；

所述再生用气体的温度为25～45℃；

冷却盘管的冷却介质采用水或空气；

所述除湿和再生溶液为溴化锂水溶液、氯化锂水溶液、氯化钙水溶液、盐的混合溶液或醇类与盐的混合溶液；

所述跨临界压缩子系统的工质为二氧化碳、一氧化二氮或者R290与R32的混合气体。

跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及空气热湿处理领域，特别涉及一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统。

背景技术

[0002] 早在60多年前，Lof就提出了溶液除湿的概念，采用三甘醇(TEG)作为吸湿剂，利用太阳能进行再生。近年来，随着能源短缺问题凸显，溶液除湿因其利用可再生能源及低品位余热的特点成为了国内外研究的热点。

[0003] 例如申请号为201610137413.3的中国专利文献公开了一种低温余热驱动的溶液除湿系统及方法，涉及溶液除湿、余热制冷技术领域。该系统包括再生器、溶液泵、溶液换热器、一级冷却器、一级吸湿塔、二级冷却器、余热制冷单元、二级吸湿塔、再生加热器、送风回热器和排风回热器。余热的高温部分提供溶液再生过程所需热量，余热的低温部分用以提供余热制冷过程所需热量，实现对余热的梯级利用。再生器产生的室温下的高浓度盐溶液，在一级吸湿塔对湿空气进行初步除湿，然后一级吸湿塔出口的中间浓度盐溶液被余热制冷机组降温，进入二级吸湿塔，完成对初步除湿后空气的深度除湿。本发明对低温余热进行了梯级利用，与常规表冷式除湿相比，可以达到相同的除湿效果，主要消耗低温热量，大幅减少了电能消耗。该系统采用低温余热驱动，低温余热为工业余热、低温太阳能集热或地热。

[0004] 然而溶液再生所需的温度较高，一般要达到55℃以上，常规压缩制冷系统的冷凝温度无法达到这个要求，而压缩机高温排气可用显热量较少；随着节能减排的深入人心，使用自然工质的跨临界循环具有良好的应用前景。跨临界循环因其使用工质环保(多采用自然工质CO2)，且排气温度高，在出口压力为10MPa时即可达到110℃，温度滑移大，具有大量的冷凝余热可供回收利用，可满足溶液除湿系统所需的再生热。

[0005] 例如申请号为201510395706.7的中国专利文献公开了一种跨临界循环与两级吸收式热泵联产的复合热泵系统，包括跨临界压缩子系统以及将跨临界压缩子系统作为热源的热泵子系统，所述热泵子系统包括与跨临界压缩子系统能量耦合的第一类吸收式热泵子系统和第二类吸收式热泵子系统；本发明还公开了一种跨临界循环与两级吸收式热泵联产方法；本发明通过跨临界循环和两级吸收式循环合理的能量耦合，改变传统压缩循环的热能输出，充分利用跨临界循环的冷凝热和极低品位热源，两级吸收式热泵输出可用的常规热源，提高热泵系统的整体性能，经过分析，相比于传统跨临界热泵循环，本发明的热泵系统可提高制热性能系数40％以上，经济性良好且整体结构简单，然而仅限于制热功能，无法进行除湿过程。

[0006] 又如申请号为201510028899.2的中国专利公开了一种跨临界循环提供两级吸收热的复合制冷系统，由跨临界压缩子系统、高压吸收子系统和低压吸收子系统组成，是一种新型闭式压缩吸收复合系统，通过合理的能量耦合，使高压吸收子系统和低压吸收子系统的发生热量全部来自于跨临界压缩子系统，同时使两级吸收低压级可利用余热品味降低，提高了跨临界压缩机出口排气余热量的利用率，使吸收式子系统无需额外的热量输入，仅

需压缩机等必须的电能输入，具有良好的独立性和适用范围；与单纯跨临界压缩循环相比，复合系统循环COP可提高约30％～40％，具有良好的经济性。然而仅限于制冷功能，无法进行除湿过程。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，通过跨临界循环和溶液除湿/再生循环合理的能量耦合，充分利用了跨临界循环的高压侧排热，提高空气处理系统的整体性能。

[0008] 一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，包括跨临界压缩子系统以及将跨临界压缩子系统高压侧排热作为热源的溶液除湿子系统，所述溶液除湿子系统包括浓溶液除湿单元和稀溶液再生单元，除湿过程为绝热除湿；

[0009] 所述浓溶液除湿单元包括：

[0010] 浓溶液流量调节阀，进口与所述稀溶液再生单元的溶液出口连接；

[0011] 溶液换热器，包括换热的溶液换热器第一通道和溶液换热器第二通道，所述溶液换热器第一通道的进口与所述浓溶液流量调节阀的出口连接，所述溶液换热器第二通道为稀溶液通道；

[0012] 浓溶液泵，进口与所述溶液换热器第一通道的出口连接；

[0013] 冷却器，包括换热的冷却器第一通道和冷却器第二通道，所述冷却器第一通道的进口与所述浓溶液泵的出口连接，所述冷却器第二通道连接外部冷源；

[0014] 除湿器，用于待处理空气的除湿，气体入口与待处理气体进口连接，除湿剂溶液与空气传热传质为绝热型，溶液入口与所述冷却器第一通道的出口连接；气体入口可以连接第一过滤器过滤待处理气体。

[0015] 第一风机，为待处理气体提供进入所述浓溶液除湿单元的动力；

[0016] 蒸发器，包括换热的蒸发器第一通道和蒸发器第二通道，所述蒸发器第一通道的进口与除湿器的气体出口连接，所述蒸发器第一通道的出口供应所需品质的空气，所述蒸发器第二通道连接跨临界压缩子系统；蒸发器为空气降温提供所需的冷量；

[0017] 所述稀溶液再生单元包括：

[0018] 稀溶液流量调节阀，进口与所述除湿器的溶液出口连接，出口与所述溶液换热器第二通道的入口连接；

[0019] 稀溶液泵，进口与所述溶液换热器第二通道的出口连接；

[0020] 加热器，包括换热的加热器第一通道和加热器第二通道，所述加热器第一通道的进口与所述稀溶液泵的出口连接，所述加热器第二通道为跨临界压缩子系统的加热管以提供溶液再生所需的热量；

[0021] 再生器，用于稀溶液的浓缩，溶液入口与所述加热器第一通道的出口连接；

[0022] 空气换热器，包括换热的空气换热器第一通道和空气换热器第二通道，所述空气换热器第一通道的进口连接再生用气体，所述空气换热器第一通道的出口与所述再生器的气体入口连接，所述空气换热器第二通道的进口与所述再生器的气体出口连接，所述第二通道的出口用来排出废热气体；

[0023] 第二风机，为再生用气体进入所述稀溶液再生单元提供动力；

[0024] 所述跨临界压缩子系统包括：

[0025] 压缩机，出口与所述加热管的入口连接；

[0026] 回热器，包括换热的回热器第一通道和回热器第二通道，所述回热器第一通道的进口与所述加热管的出口连接，所述第二通道的进口与蒸发器第二通道的出口连接，所述第二通道的出口与压缩机入口连接；

[0027] 节流装置，入口与所述回热器第一通道的出口连接，出口与所述蒸发器第二通道的进口连接。

[0028] 本发明还提供了一种跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，除了除湿过程为等温除湿外，其余与上述的处理系统结构相同，包括跨临界压缩子系统以及将跨临界压缩子系统高压侧排热作为热源的溶液除湿子系统，所述溶液除湿子系统包括浓溶液除湿单元和稀溶液再生单元；

[0029] 所述浓溶液除湿单元包括：

[0030] 浓溶液流量调节阀，进口与所述稀溶液再生单元的溶液出口连接；

[0031] 溶液换热器，包括换热的溶液换热器第一通道和溶液换热器第二通道，所述溶液换热器第一通道的进口与所述浓溶液流量调节阀的出口连接，所述溶液换热器第二通道为稀溶液通道；

[0032] 浓溶液泵，进口与所述溶液换热器第一通道的出口连接；

[0033] 除湿器，用于待处理空气的除湿，气体入口与待处理气体进口连接，除湿剂溶液与空气传热传质为绝热型，溶液入口与所述浓溶液泵的出口连接；

[0034] 冷却盘管，置于除湿器填料内；所述冷却盘管及时带走除湿过程产生的热量，使除湿剂溶液温度保持恒定，提高了除湿能力；同时，溶液换热器的换热温差增大，低温稀溶液可以更好的给高温浓溶液降温，从而减少外部冷源的输入量，起到节约能源的作用。

[0035] 第一风机，为待处理气体提供进入所述浓溶液除湿单元的动力；

[0036] 蒸发器，包括换热的蒸发器第一通道和蒸发器第二通道，所述蒸发器第一通道的进口与除湿器的气体出口连接，所述蒸发器第一通道的出口供应所需品质的空气，所述蒸发器第二通道连接跨临界压缩子系统；

[0037] 所述稀溶液再生单元包括：

[0038] 稀溶液流量调节阀，进口与所述除湿器的溶液出口连接，出口与所述溶液换热器第二通道的入口连接；

[0039] 稀溶液泵，进口与所述溶液换热器第二通道的出口连接；

[0040] 加热器，包括换热的加热器第一通道和加热器第二通道，所述加热器第一通道的进口与所述稀溶液泵的出口连接，所述加热器第二通道为跨临界压缩子系统的加热管以提供溶液再生所需的热量；

[0041] 再生器，用于稀溶液的浓缩，溶液入口与所述加热器第一通道的出口连接；

[0042] 空气换热器，包括换热的空气换热器第一通道和空气换热器第二通道，所述空气换热器第一通道的进口连接再生用气体，所述空气换热器第一通道的出口与所述再生器的气体入口连接，所述空气换热器第二通道的进口与所述再生器的气体出口连接，所述第二通道的出口用来排出废热气体；可以在所述空气换热器第一通道的进口与再生用气体之间安装有第二过滤器对再生用气体进行过滤；

[0043] 第二风机，为再生用气体进入所述稀溶液再生单元提供动力；

[0044] 所述跨临界压缩子系统包括：

[0045] 压缩机，出口与所述加热管的入口连接；

[0046] 回热器，包括换热的回热器第一通道和回热器第二通道，所述回热器第一通道的进口与所述加热管的出口连接，所述第二通道的进口与蒸发器第二通道的出口连接，所述第二通道的出口与压缩机入口连接；

[0047] 节流装置，入口与所述回热器第一通道的出口连接，出口与所述蒸发器第二通道的进口连接。

[0048] 为了提高效率，所述跨临界压缩子系统还包括回热单元，将来自加热管的制冷剂与蒸发器出来的制冷剂进行换热，传统的跨临界循环用于空调制冷时，气冷器采用水冷，冷凝温度为35℃左右，本发明中，由于再生温度较高，大约为60℃，故回热器内的换热温差增大，换热效果提高，同时蒸发器部分的制冷温度位也得到相应的提高，可以减少压缩机的功耗，返回压缩机入口的制冷剂蒸汽的温度也相应提高，相同压比时，压缩机排气温度提高，气冷器中的加热管能够提供给稀溶液再生的热量就更多，有利于提高系统整体的性能；再生过程中，添加了一个空气换热器，废热空气对进入再生器的环境空气进行预热；所述溶液换热器可以采用板式换热器，流道类型为混流以提高换热效果。

[0049] 本发明利用跨临界压缩子系统的压缩单元做功后形成的过热制冷剂蒸汽，过热制冷剂蒸汽在加热管中直接与稀溶液再生子系统中的稀溶液进行换热，降温后的制冷剂蒸汽在回热单元中与返回压缩机的低温制冷剂蒸汽换热降温，接着经过节流装置降温减压后在蒸发单元中吸热回温，最后经过回热单元返回压缩机入口。

[0050] 上述跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统的工作过程如下：

[0051] (1)所述跨临界压缩子系统循环工作，所述除湿器除湿，所述蒸发器制冷；

[0052] (2)所述浓溶液除湿子系统中，再生器中的高温除湿剂浓溶液在溶液换热器中与来自除湿器的低温稀溶液换热后初步降温，接着由浓溶液泵送至冷却器进一步降温，冷却成低温的浓溶液，之后被送入除湿器顶部的布液装置中，溶液均匀滴落并与来自除湿器底部的外界热湿空气充分接触，形成逆流，所述冷却器接收外部冷源提供的冷量；所述外部冷源可以是冷却塔或者制冷机制取的冷水或者其他冷媒；

[0053] 所述外界热湿空气经过第一过滤器后进入除湿器底部，与除湿剂浓溶液充分接触后湿度降低，接着经由第一风机送至蒸发器，成为低温低湿空气后送出；

[0054] (3)所述稀溶液再生子系统中，除湿器中的低温稀溶液在溶液换热器中换热后初步升温，接着由稀溶液泵送至加热器进一步升温，加热成高温的稀溶液，之后被送入再生器顶部的布液装置中，溶液均匀滴落并与来自再生器底部的外界环境空气充分接触，形成逆流，所述加热器为跨临界压缩子系统中的气冷器，所述气冷器提供稀溶液再生所需的再生热；

[0055] 所述外界环境空气经过第二过滤器后，在空气换热器中与来自再生器顶部的废热空气换热，温度升高，接着进入再生器底部，与除湿剂稀溶液充分接触后湿度升高，经由第一风机送至空气换热器，成为废热空气排出。

[0056] 本发明装置不仅充分利用了跨临界循环的高压侧排热，同时还充分利用了跨临界循环蒸发单元的冷量，在原有除湿的基础上，实现了空气的降温，提高了本发明空气处理系

统的性能。

[0057] 为了提高本发明的除湿效率，优选的，所述加热管提供溶液再生的再生温度为60～130℃。

[0058] 为了提高本发明的除湿与制冷效率，优选的，所述跨临界压缩制冷循环制冷温度为0～25℃。

[0059] 优选的，所述再生用气体的温度为25～45℃。

[0060] 为了降低使用成本，优选的，所述再生用气体为环境空气。

[0061] 为了降低使用成本，优选的，所述冷却盘管或冷却器的冷却介质采用水或空气。水和空气易于获取，且具有良好的冷却效果，加热后还可投入生活使用。

[0062] 为了提高系统效率以及降低环境污染，优选的，所述除湿和再生溶液为溴化锂水溶液、氯化锂水溶液、氯化钙水溶液、盐的混合溶液或醇类与盐的混合溶液。优选的，所述跨临界压缩子系统的工质为二氧化碳、一氧化二氮或者R290与R32的混合气体。

[0063] 目前，大气层中的臭氧层遭到严重破坏，且温室效应日益严重，因此本发明中的跨临界循环采用自然工质二氧化碳、一氧化二氮或R290与R32的混合气体。

[0064] CO_2，作为一种安全可靠的天然工质，近些年已引起广泛关注，在跨临界循环中的应用也发展迅速；N_2O作为另一种天然工质，其物理性质与CO_2相似，二者的分子量、临界温度、临界压力接近，N_2O的三相点温度为-90.82℃，远低于CO_2的-55.58℃，可以应用于更低温领域。R290化学性质比较稳定，价格低廉容易获得，与材料相容性好，且其ODP、GWP值均为零，不存在破坏环境的问题，R290与R32的混合气体工质，经实验研究，在最优配比下，COP较R22系统提高了6.7％。优选的，所述跨临界压缩子系统的工质为二氧化碳、一氧化二氮或者R290与R32的混合气体。

[0065] 本发明的有益效果：

[0066] 本发明的跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统是一种新型的压缩/吸收复合热湿空气处理系统，通过跨临界循环和溶液除湿系统的能量耦合，改变传统的压缩循环的热能输出，充分利用跨临界循环的高压侧排热，同时巧妙地利用了跨临界循环的蒸发制冷量，直接对除湿后的热空气进行降温，提高了空气热湿处理系统的整体性能，经过分析，相比于传统的空气热湿处理系统，本发明的复合空气处理系统，结构上更加简单紧凑，制冷系统仅承担显热负荷，压缩功耗降低10％以上，减少了电能的使用，经济性能、环保性能更加优越。

附图说明

[0067] 图1为实施例1的空气处理系统的结构示意图。

[0068] 图中：1为压缩机、2为加热管、3为回热器、4为节流阀、5为蒸发器、6为除湿器、7为稀溶液流量调节阀、8为溶液换热器、9为稀溶液泵、10为加热器、11为再生器、12为浓溶液流量调节阀、13为浓溶液泵、14为冷却器、15为第一过滤器、16为第一风机、17为第二过滤器、18为空气换热器、19为第二风机。

[0069] 图2为实施例2的空气处理系统的结构示意图。

[0070] 图中：1为压缩机、2为加热管、3为回热器、4为节流阀、5为蒸发器、6为除湿器、7为稀溶液流量调节阀、8为溶液换热器、9为稀溶液泵、10为加热器、11为再生器、12为浓溶液流

量调节阀、13为浓溶液泵、15为第一过滤器、16为第一风机、17为第二过滤器、18为空气换热器、19为第二风机、20为冷却盘管。

[0071] 图3为实施例1的空气处理系统参数及性能随溶液冷却温度变化图。

[0072] 图4为实施例1的空气处理系统额定工况下复合系统的热量关系图。

具体实施方式

[0073] 实施例1

[0074] 如图1所示，本实施例的跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统包括：跨临界压缩子系统和溶液除湿子系统，其中溶液除湿子系统包括浓溶液除湿单元和稀溶液再生单元；

[0075] 其中浓溶液除湿单元包括：

[0076] 浓溶液流量调节阀12、溶液换热器8的第一换热通道、浓溶液泵13、冷却器14、除湿器6、第一过滤器15、第一风机16和蒸发器5的第一换热通道；浓溶液流量调节阀12出口与溶液换热器8第一换热通道进口连接，溶液换热器8第一换热通道的出口与浓溶液泵13入口连接，浓溶液泵13出口与冷却器14第一换热通道的入口连接，冷却器14第一换热通道的出口与除湿器6溶液入口连接，除湿器6气体入口与第一过滤器15出口连接，除湿器6的气体出口与第一风机16的入口连接，第一风机16出口与蒸发器5第一换热通道的入口连接，蒸发器5第一换热通道的出口供应所需品质的空气。

[0077] 其中稀溶液再生单元包括：

[0078] 稀溶液流量调节阀7、溶液换热器8的第二换热通道、稀溶液泵9、加热器10、再生器11、第二过滤器17、空气换热器18和第二风机19；稀溶液流量调节阀7出口与溶液换热器8第二换热通道的入口连接，溶液换热器8第二换热通道的出口与稀溶液泵9入口连接，稀溶液泵9出口与加热器10入口连接，加热器10出口与再生器11溶液入口连接，再生器11气体入口与空气换热器18第二换热通道出口连接，空气换热器18第二换热通道入口与第二过滤器17出口连接，再生器11气体出口与第二风机19入口连接，第二风机19出口与空气换热器18第一换热通道入口连接，空气换热器18第一换热通道出口排除废热空气。

[0079] 其中跨临界压缩子系统包括：

[0080] 压缩机1、接入加热器10供热的加热管2，回热器3、节流阀4和蒸发器5；压缩机1蒸汽出口与加热管2入口连接，加热管2出口与回热器3第一换热通道入口连接，回热器3第一换热通道出口与节流阀4入楼连接，节流阀4出口与蒸发器5第二换热通道入口连接，蒸发器5第二换热通道出口与回热器3第二换热通道入口连接，回热器3第二换热通道出口与压缩机1入口连接。

[0081] 溶液除湿子系统的工作流体采用氯化锂水溶液，跨临界压缩子系统的工质采用二氧化碳，冷却器外部冷源为水。

[0082] 本实施例进行联产的跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统的工作流程如下：

[0083] (1)跨临界压缩子系统中，二氧化碳经过压缩机1做功之后形成过热二氧化碳制冷剂蒸汽，先在加热器10内部的加热管2中放热降温，接着在回热器3第一通道与第二通道中的二氧化碳制冷剂蒸汽交换热量，然后经过节流阀4进入蒸发器5中吸热蒸发，为蒸发器5第

二通道中除湿后的空气降温，蒸发后的二氧化碳制冷剂蒸汽经回热器3第二通道交换热量后，回到压缩机，开始新的循环。

[0084] (2)浓溶液除湿子系统中，发生器11底部的氯化锂浓溶液经过浓溶液流量调节阀12，在溶液换热器8第一通道内与第二通道的氯化锂稀溶液换热，接着通过浓溶液泵13输送至冷却器14第一换热通道，吸收第二通道中水的冷量后温度降低，之后被送入除湿器6顶部的布液装置中，低温氯化锂浓溶液均匀滴落并与来自除湿器底部经过第一过滤器15的外界热湿空气充分接触，形成逆流，最后聚集在除湿器底部，变成氯化锂稀溶液，完成热湿空气的除湿过程，除湿后的空气由第一风机16送至蒸发器5第一换热通道，冷却降温后送出。

[0085] (3)稀溶液再生子系统中，除湿器6底部的氯化锂稀溶液经过稀溶液流量调节阀7，在溶液换热器8第二通道内与第一通道的浓氯化锂水溶液换热后，通过稀溶液泵9输送至加热器10，吸收加热器10内部加热管2中高温二氧化碳蒸汽的热量后温度升高，之后被送入再生器11顶部的布液装置中，高温氯化锂稀溶液均匀滴落并与来自除湿器底部的外界环境空气充分接触，形成逆流，最后聚集在除湿器底部，变成氯化锂浓溶液，完成稀溶液的再生过程。

[0086] 外部环境空气进入再生器11前，先经过第二过滤器17，然后在空气换热器18第一换热通道内与第二通道的废热空气换热，温度升高后送入再生器11，然后从再生器11顶部送出，由第二风机19送至空气换热器18第二通道，最后以废热空气的形式排出。

[0087] 本实施例不仅可以充分利用跨临界循环的冷凝热，同时还可以充分利用跨临界循环蒸发器部分的制冷量，在较为简单的系统构成基础上，可以同时实现空气的除湿和降温，提高了除湿系统的整体性能，为了进一步说明本发明的跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统的优点，在以下工况下进行计算：

[0088] 外界空气温度为35.7℃，含湿量为22.192g/kg，跨临界压缩子系统的压缩机1排气压力为10MPa，制冷量为5KW时：

[0089] 若直接使用冷却除湿的方式除去空气中的水汽，气冷器采用自然水冷却，冷凝温度35℃，制冷温度为7℃，此工况下制冷COP为2.899，消耗压缩功为1.725kW。

[0090] 对于溶液除湿子系统，计算得到其所需再生热量Q以及性能系数COP随着溶液冷却温度变化曲线见图3所示，图中Ts为除湿剂溶液冷却温度。假定系统除湿量稳定在2.05±0.2kg/h，满足5kW空调的除湿量要求条件，计算得到除湿剂冷却温度下降时再生温度上升，所需的再生热和系统的性能COP提升较为明显，温度下降5℃系统COP提升近0.1。计算所得设计的除湿系统在额定工况下性能系数为0.436，但是随着除湿剂冷却温度的下降，本除湿系统性能有着巨大的提升潜力，可至0.6甚至更高。

[0091] 本实施例使跨临界压缩循环与溶液除湿系统复合，使高温排气直接加热除湿剂溶液，复合后制冷系统仅承担显热负荷，制冷温度可提高5℃左右，计算得到的额定工况下复合系统的热量关系如图4所示，图中Qe为可用冷凝热，Te为跨临界循环的制冷温度。由图可知跨临界压缩系统在制冷温度11℃以下可以完全满足提供再生热的需求，且消耗压缩功减少0.2kW，降低约11.5％，减少了电能的使用；若除湿剂溶液冷却温度下降，则跨临界循环制冷温度提升至12℃也能满足再生热的要求，此时压缩功减少0.27kW，降低约15.6％，且除湿剂溶液冷却温度越低，可使用的冷凝热量余量越大，进一步减少耗电量，可见本实施例的空气处理系统具有很好的经济性和环保性。

[0092] 实施例2

[0093] 如图2所示，本实施例的跨临界循环与溶液除湿系统复合的空气处理系统，除了除湿过程为等温除湿外，其余与实施例1的处理系统结构相同，本实施例设有冷却盘管20，置于除湿器6的填料内；冷却盘管20及时带走除湿过程产生的热量，使除湿剂溶液温度保持恒定，提高了除湿能力；同时，溶液换热器8的换热温差增大，低温稀溶液可以更好的给高温浓溶液降温，从而减少外部冷源的输入量，起到节约能源的作用。

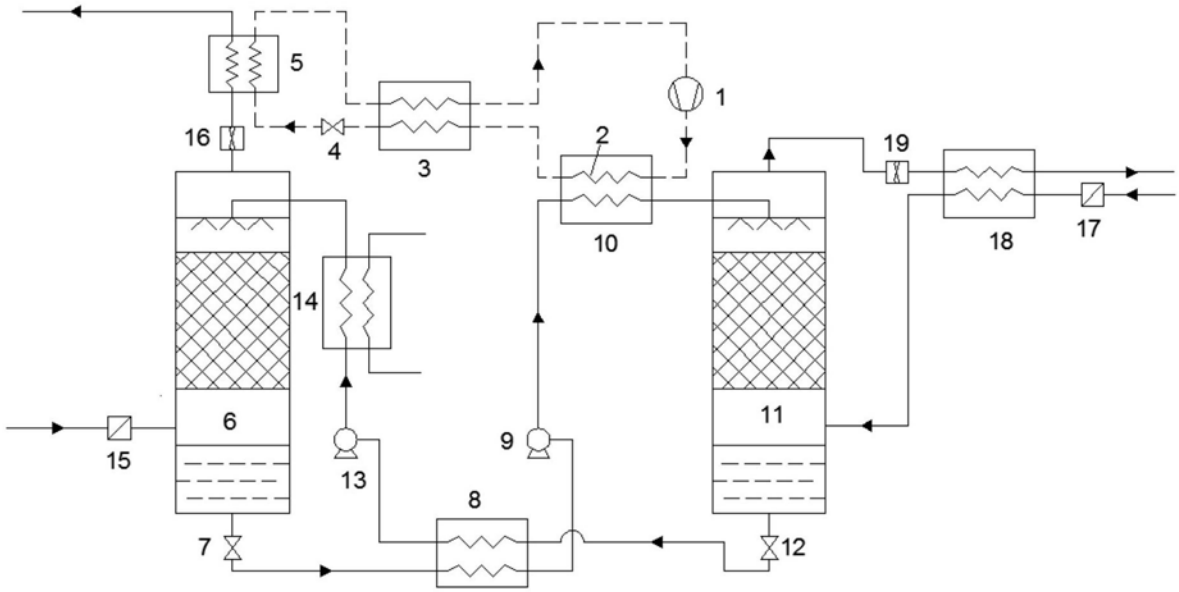

5
16
4
3
1
2
19
10
18
17
14
6
11
15
13
9
8
7
12

图1

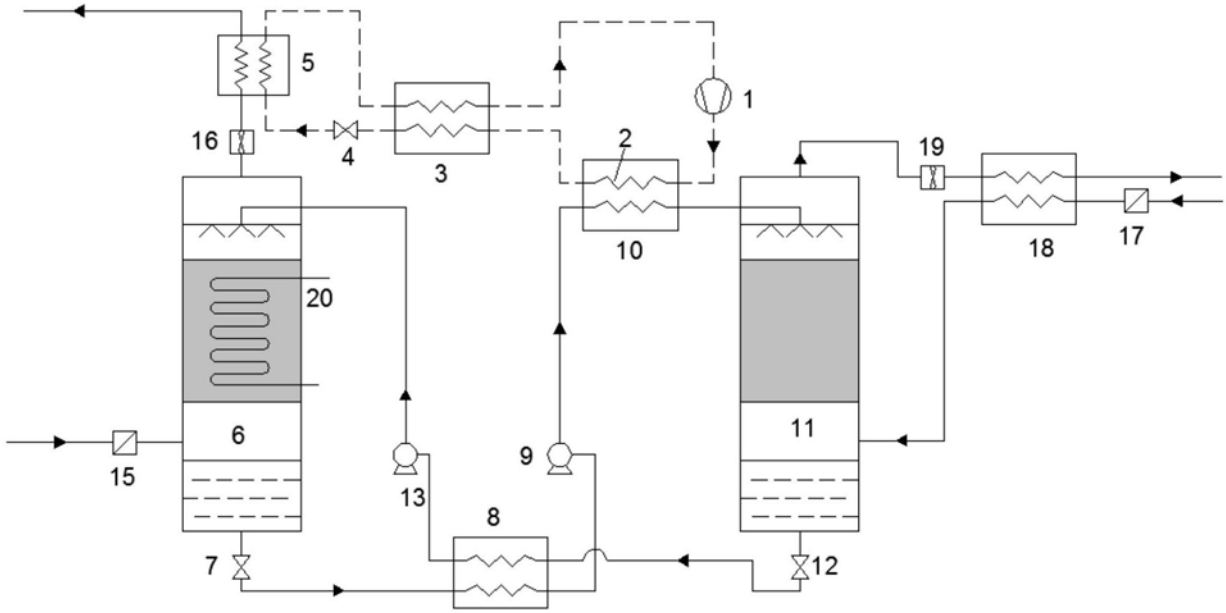

5
16
4
3
1
2
19
10
18
17
20
6
11
15
13
9
8
7
12

图2

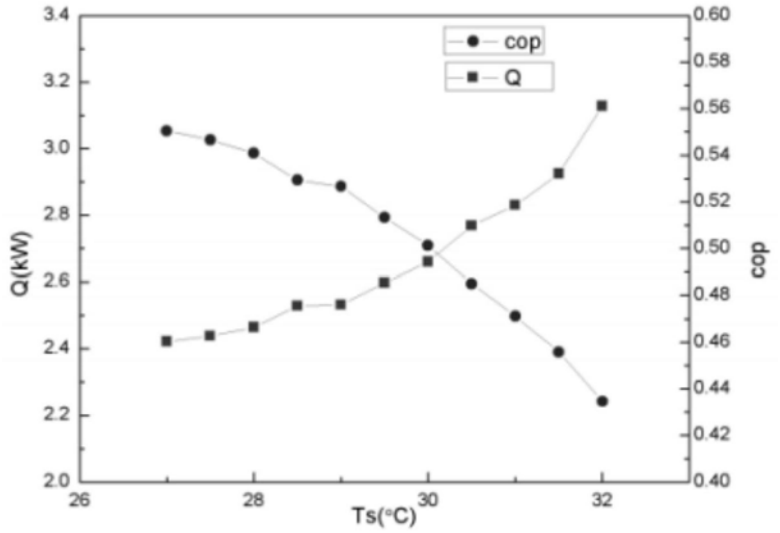

cop
Q
Q(kW)
cop
Ts(°C)
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
0.60
0.58
0.56
0.54
0.52
0.50
0.48
0.46
0.44
0.42
0.40
26
28
30
32

图3

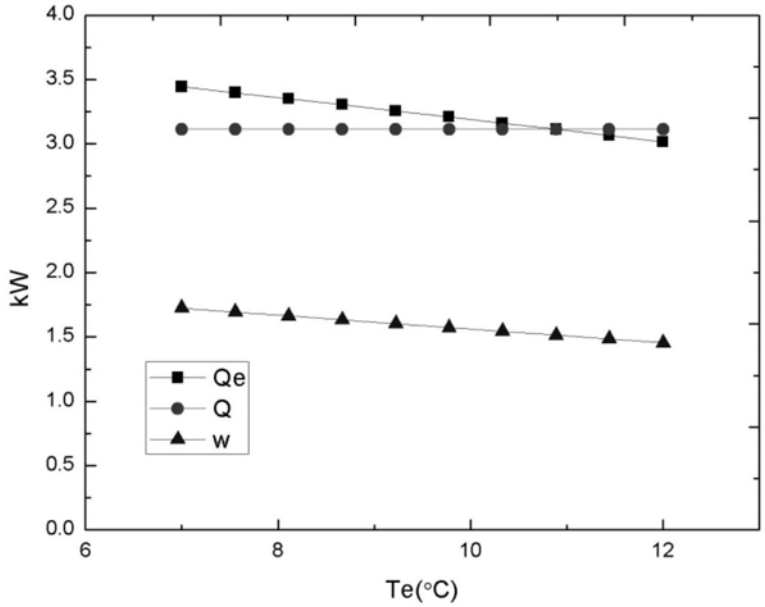

Qe
Q
w
kW
Te(°C)
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
6
8
10
12

图4