



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103791576 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201410052623. 3

CN 101270899 A, 2008. 09. 24,

(22) 申请日 2014. 02. 17

US 2010/0275629 A1, 2010. 11. 04,

(73) 专利权人 东南大学

Donggen Peng, Xiaosong Zhang, An

地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大学  
路 2 号

analytical model for coupled heat and mass  
transfer processes in solar collector/  
regenerator using liquid desiccant.《Applied  
Energy》. 2011, 第 88 卷 (第 7 期), 全文.

(72) 发明人 陈瑶 殷勇高 张小松 杨磊

审查员 李成慧

(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 杨晓玲

(51) Int. Cl.

F24F 5/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4011731 A, 1977. 03. 15,

CN 201016499 Y, 2008. 02. 06,

CN 202018101 U, 2011. 10. 26,

CN 101251313 A, 2008. 08. 27,

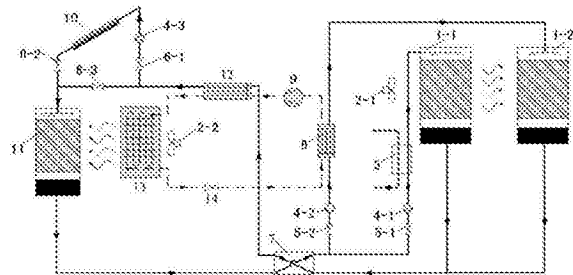
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调

(57) 摘要

一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调,包括两个风机、溶液冷却器、空气冷凝器、热泵系统、两个除湿器、热交换器、太阳能集热器和再生器,所述热泵系统包括由制冷剂管路依次连接的蒸发器、压缩机、溶液冷凝器、空气冷凝器以及节流装置;采用两级分温区、分湿度区的方式,利用变温除湿溶液对新风的热湿负荷进行处理;除湿后的稀溶液利用热泵的冷凝热和太阳能进行再生;根据天气状况利用太阳能集热器实现对太阳能的有效利用,整个新风处理过程的能耗得到了显著降低;更容易实现各部件之间的热量动态匹配,同时解决了低品位能源难以运输的问题,系统稳定性高;仅采用一套热泵系统和一个再生器,结构简洁。



1. 一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调,包括两个风机、溶液冷却器(3)、空气冷凝器(13)和热泵系统;所述两个风机分别为第一风机(2-1)和第二风机(2-2);

其特征在于:包括两个除湿器、热交换器(7)、太阳能集热器(10)和再生器(11);两个除湿器分别为一级除湿器(1-1)和二级除湿器(1-2);

所述热泵系统包括由制冷剂管路依次连接的蒸发器(8)、压缩机(9)、溶液冷凝器(12)、空气冷凝器(13)以及节流装置(14);溶液冷凝器(12)的溶液出口管路分为两路:一路接入再生器(11)的溶液进口;另一路进入太阳能集热器(10)后接入再生器(11)的溶液进口;

第一风机(2-1)出风口连接一级除湿器(1-1)进风口,一级除湿器(1-1)出风口与二级除湿器(1-2)进风口相连;所述溶液冷却器(3)的溶液出口接入一级除湿器(1-1)的溶液进口,蒸发器(8)的溶液出口接入二级除湿器(1-2)的溶液进口;两个除湿器的出口溶液混合后接入热交换器(7)的低温溶液进口;

第二风机(2-2)出风口连接空气冷凝器(13)进风口,空气冷凝器(13)出风口接入再生器(11)进风口;再生器(11)溶液出口接入热交换器(7)的高温溶液进口;

热交换器(7)的高温溶液出口分为两条管路,一路接入溶液冷却器(3)的溶液进口;另一路接入蒸发器(8)的溶液进口;热交换器(7)的低温溶液出口接入溶液冷凝器(12)的溶液进口。

2. 如权利要求1所述的一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调,其特征在于,当外环境太阳能充足时,溶液冷凝器(12)的出口溶液通过太阳能集热器(10)后接入再生器(11);增大溶液冷却器(3)提供冷量比例;

当外环境太阳能不足时,溶液冷凝器(12)的出口溶液直接进入再生器(11);增大蒸发器(8)提供冷量比例。

3. 如权利要求2所述的一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调,其特征在于,包括一组溶液循环泵和一组溶液流量调节阀;热交换器(7)的高温溶液出口接入溶液冷却器(3)和蒸发器(8)之间的两条管路上均依次串接一个溶液流量调节阀和一个溶液循环泵。

4. 如权利要求1所述的一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调,其特征在于,包括一组阀门;溶液冷凝器(12)接入太阳能集热器(10)和再生器(11)之间的两条管路上均串接有一个阀门。

## 一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调

### 技术领域

[0001] 本发明涉及除湿空调领域,具体涉及一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调。

### 背景技术

[0002] 近些年,温湿度独立处理空调系统得到了广泛的研究,并被普遍认为是解决传统空调系统中所存在问题的有效途径之一。其中,将蒸汽压缩式制冷循环与溶液除湿技术相结合的热泵驱动溶液除湿空调系统作为一种新的技术,越来越受到关注。该类系统利用热泵的冷量处理房间显热负荷,利用溶液处理湿负荷,同时利用热泵的冷凝热作为除湿后稀溶液的再生热源。然而,以往的此类系统在设计或应用过程中都各自存在着一定的缺陷,其中比较突出的一些问题为:

[0003] 当热泵蒸发器的冷量较小时,为了满足新风湿度处理的要求,除湿溶液的使用浓度较高,此时经机组处理后的新风虽然湿度达到了送风要求,但是除湿后空气温度较高,往往无法满足送风要求,虽然此时热泵的耗电较少,但是相应产生的冷凝热也较少,无法满足利用冷凝热将除湿后稀溶液再生到除湿前浓度的要求;

[0004] 当热泵蒸发器的冷量较大时,除湿溶液的温度可以被降低到足够低,在满足新风湿度处理要求的同时除湿溶液的使用浓度较小,此时经过处理后的新风的温度也能低至满足送风要求,但是此时热泵的耗电量较大,相应的产生的冷凝热量也较多,冷凝热经处理后在满足溶液再生到除湿前浓度的同时还会导致溶液过度再生,也就是说冷凝热量远大于溶液再生所需热量,此时需要引入其他冷源来处理多余的冷凝热,或者是对过度再生的溶液补水以降低其浓度,这样就导致了电能和资源的双重浪费;

[0005] 另一方面,该类系统对新风的处理多是采用一级冷却除湿,利用低温的溶液直接处理高温高含湿量的新风,该过程实际上也是一种热湿耦合处理过程,高温高含湿量的空气本可以利用常温溶液进行有效处理,因此该过程同样是对冷量的一种浪费。

[0006] 近些年,另一类温湿度独立处理空调系统——太阳能或其他低品位热源驱动的溶液除湿蒸发冷却空调也得到了广泛的研究。这类空调利用溶液处理新风的湿负荷,除湿后溶液使用太阳能或其他低品位热能再生,新风的显热负荷通过蒸发冷却技术进行处理。整个系统无需氟利昂类制冷剂,具有突出的环保效益。但是太阳能对于天气条件的依赖,以及其它低品位热源的难以获取和运输,限制了该类系统的使用灵活性。

[0007] 解决现有技术中能源浪费的问题,成为了现有技术研究的主要方向。

### 发明内容

[0008] 发明目的:为了克服现有技术的不足,本发明提供一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调,通过对高温冷源和低温冷源的梯级利用,克服了现有基础存在的缺陷。

[0009] 技术方案:一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调,包括两个风机、溶

液冷却器、空气冷凝器和热泵系统；所述两个风机分别为第一风机和第二风机；

[0010] 包括两个除湿器、热交换器、太阳能集热器和再生器；两个除湿器分别为一级除湿器和二级除湿器；

[0011] 所述热泵系统包括由制冷剂管路依次连接的蒸发器、压缩机、溶液冷凝器、空气冷凝器以及节流装置；溶液冷凝器的溶液出口管路分为两路：一路接入再生器的溶液进口；另一路进入太阳能集热器后接入再生器的溶液进口；

[0012] 第一风机出风口连接一级除湿器进风口，一级除湿器出风口与二级除湿器进风口相连；所述溶液冷却器的溶液出口接入一级除湿器的溶液进口，蒸发器的溶液出口接入二级除湿器的溶液进口；两个除湿器的出口溶液混合后接入热交换器的低温溶液进口；

[0013] 第二风机出风口连接空气冷凝器进风口，空气冷凝器出风口接入再生器进风口；再生器溶液出口接入热交换器的高温溶液进口；

[0014] 热交换器的高温溶液出口分为两条管路，一路接入溶液冷却器的溶液进口；另一路接入蒸发器的溶液进口；热交换器的低温溶液出口接入溶液冷凝器的溶液进口。

[0015] 当外环境太阳能充足时，溶液冷凝器的出口溶液通过太阳能集热器加热后送入再生器；此时冷凝热量需求少，可以适当增大溶液冷却器提供冷量比例；

[0016] 当外环境太阳能不足时，溶液冷凝器的出口溶液不经过太阳能集热器，而是直接送入再生器；此时冷凝热量需求大，需要增大蒸发器提供冷量比例，从而增加冷凝热量。采取两种模式的运行方式，充分利用有效能源，利用太阳能集热器进行加温，达到节能的目的。

[0017] 包括一组溶液循环泵和一组溶液流量调节阀；热交换器的高温溶液出口接入溶液冷却器和蒸发器之间的两条管路上均依次串接一个溶液流量调节阀和一个溶液循环泵。通过溶液流量调节阀和溶液循环泵控制系统中溶液冷却器和蒸发器的冷量使用比例，实现进一步的节能。

[0018] 包括一组阀门，溶液冷凝器接入太阳能集热器和再生器之间的两条管路上均串接有一个阀门。通过阀门可轻易控制管路通断，达到根据环境状态灵活利用太阳能的目的。

[0019] 有益效果：

[0020] (1) 相比较现有技术，本发明更容易实现新风处理冷量、蒸发冷量、冷凝热量以及溶液再生热量之间的动态匹配；同时降低了对天气条件的依赖，解决了低品位能源难以运输的问题，系统稳定性更高、能耗大幅度减小。

[0021] (2) 本发明采用分温区、分湿度区的两级除湿新风处理模式，对比以往的一般溶液除湿空调所采用的一级除湿降温新风处理方式，实现了对高温冷源以及低温冷源的综合利用，降低了整个新风处理过程的能耗。

[0022] (3) 与现有的多级除湿空调系统相比，本发明只采用一套热泵和一个再生器，结构更简单，易于生产安装，减小了耗材。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明的结构框图

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明做更进一步的解释。

[0025] 图中标注意：一级除湿器1-1，二级除湿器1-2，第一风机2-1，第二风机2-2，溶液冷却器3，第一溶液循环泵4-1，第二溶液循环泵4-2，第三溶液循环泵4-3，第一溶液流量调节阀5-1，第二溶液流量调节阀5-2，第一阀门6-1，第二阀门6-2，第三阀门6-3，热交换器7，蒸发器8，压缩机9，太阳能集热器10，再生器11，溶液冷凝器12，空气冷凝器13，节流装置14。

[0026] 如图1所示，一种低品位热源驱动变溶液温度两级溶液除湿空调，包括两个风机、溶液冷却器3、空气冷凝器13和热泵系统；所述两个风机分别为第一风机2-1和第二风机2-2；

[0027] 包括两个除湿器、热交换器7、太阳能集热器10和再生器11；两个除湿器分别为一级除湿器1-1和二级除湿器1-2；

[0028] 热泵系统包括由制冷剂管路依次连接的蒸发器8、压缩机9、溶液冷凝器12、空气冷凝器13以及节流装置14；溶液冷凝器12的溶液出口管路分为两路：一路接入再生器11的溶液进口；另一路进入太阳能集热器10后连接入再生器11的溶液进口；

[0029] 待处理新风由第一风机2-1首先送入一级除湿器1-1中，新风经过一级除湿器1-1处理后进入二级除湿器1-2中进行除湿降温达到送风状态。一级除湿器1-1的溶液进口与溶液冷却器3的溶液出口相连接，二级除湿器1-2的溶液进口与蒸发器8的溶液侧出口相连。一级除湿器1-1和二级除湿器1-2的出口溶液相混合后送至热交换器7的低温溶液侧进口。

[0030] 再生空气由第二风机2-2出风口送入空气冷凝器13进行加热，之后送入再生器11再生，再生器11溶液出口接入热交换器7的高温溶液进口。

[0031] 热交换器7的高温溶液出口分为两条管路，一路依次通过第一溶液流量调节阀5-1和第一溶液循环泵4-1后接入溶液冷却器3的溶液进口；另一路依次通过第二溶液流量调节阀5-2和第二溶液循环泵4-2后接入蒸发器8的溶液进口。热交换器7的低温溶液出口接入溶液冷凝器12的溶液进口。

[0032] 溶液冷凝器12的出口溶液管路分为两路：一路通过第一阀门6-1和第三溶液循环泵4-3后接入太阳能集热器10，之后进过第二阀门6-2连接至再生器11的溶液进口；另一路经过第三阀门6-3后直接连接至再生器11的溶液进口。

[0033] 待处理新风以南京夏季典型设计工况为例，机组运行时，新风35℃，相对湿度60%，含湿量21.4g/kg；新风处理后要求状态为温度24℃，含湿量8g/kg，首先由第一风机2-1送入一级除湿器1-1中进行一级除湿。一级除湿器1-1中的除湿溶液是由溶液冷却器3进行冷却后送入的，溶液冷却器3中的冷源采用冷却塔提供的冷却水或者常规自来水，除湿溶液在溶液冷却器中降温至30℃左右。经过一级除湿器1-1处理后的空气状态为34℃~35℃、含湿量为15g/kg左右。随后待处理空气送入二级除湿器1-2中进行进一步处理。二级除湿器1-2中的除湿溶液使用的是经过蒸发器8降温处理的低温溶液，进入二级除湿器1-2的溶液温度为16℃~20℃。待处理空气经过二级除湿器1-2除湿降温后达到送风状态为温度24℃，含湿量8g/kg。

[0034] 其中，进入两个除湿器中的溶液通过设置在溶液管路上的第一溶液循环泵4-1和第二溶液循环泵4-2进行输送，而溶液冷却器3和蒸发器8中的冷量使用比例通过分别设置在两个循环泵之前的第一溶液流量调节阀5-1和第二溶液流量调节阀5-2对溶液流量的调控进行控制。增大进入一级除湿器1-1中的溶液流量时，高温冷源使用量多，相反，增大进入

二级除湿器1-2中的溶液流量时,低温冷源的使用量多。但是,无论哪种冷量分配比例,总的冷量供给总是需要满足溶液降温以及把新风处理到设定送风状态的需求。

[0035] 空调系统对新风进行处理时的冷量部分由蒸发器8提供,而热泵的冷凝热由除湿后的溶液和再生空气带走。除湿后的稀溶液进入溶液冷凝器12中吸收冷凝热,再生空气由第二风机2-2送入空气冷凝器13中吸收另一部分冷凝热,再生空气可以为室外新风也可以为室内回风,升温后的稀溶液和再生空气随后送入再生器11中,进行传热传质,完成稀溶液的再生。

[0036] 除湿溶液管路和再生溶液管路之间设置有热交换器7,再生器11流出的高温再生溶液与一级除湿器1-1和二级除湿器1-2中流出的除湿后稀溶液在换热器7中进行热交换。热交换的结果为再生浓溶液温度被降低,除湿后稀溶液温度被升高。从而使得冷却浓溶液的冷量需求减少,同时加热稀溶液的热量需要减少。热交换器7实现系统内部能量的合理回收利用。

[0037] 根据溶液再生的热量来源不同可分为普通运行和太阳能辅助运行两种模式,具体的实施方式如下:

[0038] 普通运行模式:

[0039] 当太阳能缺乏时,整个机组以普通模式运行,稀溶液再生热量全部由热泵冷凝热提供。此时需关闭第一阀门6-1、第三溶液循环泵4-3以及第二阀门6-2,打开第三阀门6-3,不运行太阳能集热器10。系统以此种方式运行时,稀溶液再生的热量全部来自热泵的冷凝热,热泵产生冷凝热量的多少与蒸发器产生的冷量成正比例。因此,此时应调节第二溶液流量调节阀5-2使得进入二级除湿器1-2的溶液流量增大,从而使得蒸发器8产生的冷量比例足够大,冷凝热量才足以满足稀溶液再生需求。

[0040] 太阳能辅助运行模式:

[0041] 当太阳能充足时,整个机组以太阳能辅助模式运行,稀溶液再生热量部分来自于热泵冷凝热、部分来自于太阳能。此时需关闭第三阀门6-3,打开第一阀门6-1、第三溶液循环泵4-3以及第二阀门6-2,运行太阳能集热器10。热泵冷凝热的处理方式与普通运行模式时相同,但是稀溶液在溶液冷凝器12中吸收冷凝热后可以进入太阳能集热器10中继续升温,稀溶液在太阳能集热器10中升温到满足再生需求的温度后再送入再生器11中完成溶液再生。此种方式相对普通模式,因为利用了太阳能,节能效果更明显。系统以此种方式运行时,对热泵冷凝热的依赖减少,导致蒸发器8提供冷量的比例可以减小,此时调节第一溶液流量调节阀5-1使得进入一级除湿器1-1的溶液流量增大,此时溶液冷却器3提供的冷量比例较大,但是溶液冷却器3中使用的是免费高温冷源。免费高温冷源的使用比例增大,需要消耗电能获得的蒸发器8中的低温冷量的使用比例降低,是机组得以实现进一步节能的重要原因。

[0042] 本发明相对于传统蒸汽压缩式空调系统能耗降低非常明显;相对于一般的热泵驱动溶液除湿空调系统,本发明更容易实现新风处理冷量、蒸发冷量、冷凝热量、溶液再生热量之间的动态匹配;相对于太阳能或其他低品位热源驱动溶液除湿蒸发冷却空调,本发明降低了对天气条件的依赖,解决了低品位能源难以运输的问题,系统稳定性更高。

[0043] 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。

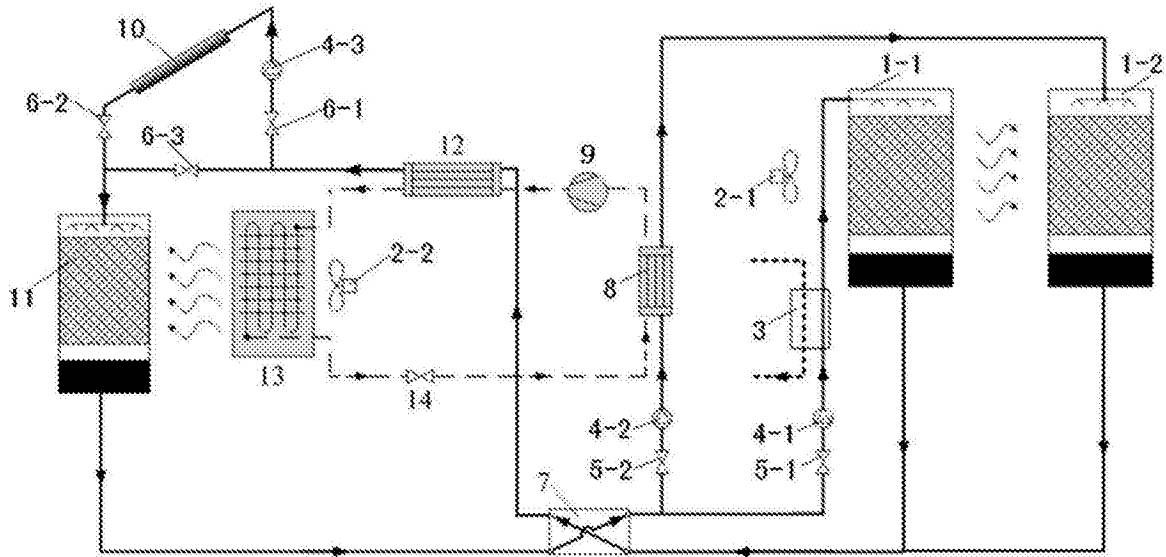


图1