(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 201672615 U
(45)授权公告日 2010.12.15

(21)申请号 201020164788.7

(22)申请日 2010.04.16

(73)专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72)发明人 杨双 刘忠宝

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203
代理人 吴荫芳

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

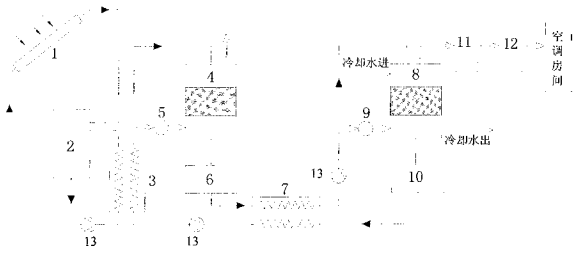
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54)实用新型名称

太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统

(57)摘要

太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统涉及一种将太阳能液体除湿技术与露点蒸发冷却技术相结合的空调系统，属于制冷空调领域。本实用新型主要由太阳能集热器(1)、水箱(2)、水－溶液换热器(3)、再生器(4)、鼓风机(5)、浓溶液箱(6)、溶液－溶液换热器(7)、除湿器(8)、鼓风机(9)、稀溶液箱(10)、间接蒸发冷却器(11)、直接蒸发冷却器(12)组成。其中间接蒸发冷却器为露点间接蒸发冷却器，其利用空气的干球温度和不断降低的湿球温度之差来换热，最终能提供干球温度比室外湿球温度低且接近露点的空气。对室内环境而言，在充分利用天然冷源降低电力消耗的基础上能为建筑物提供100％的全新风，能够对空气进行净化和加湿处理。



CN 201672615 U

1. 太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，包括太阳能集热器 (1)、水箱 (2)、水－溶液换热器 (3)、再生器 (4)、鼓风机 (5)、浓溶液箱 (6)、溶液－溶液换热器 (7)、除湿器 (8)、鼓风机 (9)、稀溶液箱 (10)、间接蒸发冷却器 (11)、直接蒸发冷却器 (12)、除湿溶液、水，其特征在于：太阳能集热器 (1) 与水箱 (2) 连接，加热水箱 (2) 中的水；水箱 (2) 的循环水与除湿溶液在水－溶液换热器 (3) 中进行热交换；从水－溶液换热器 (3) 中出来的除湿溶液进入再生器 (4)，鼓风机 (5) 吹入环境空气逆向通过再生器 (4) 带走稀溶液中的水分；从再生器 (4) 出来的除湿溶液进入浓溶液箱 (6)；从浓溶液箱 (6) 出来的除湿溶液通过溶液－溶液换热器 (7) 进入除湿器 (8)，在除湿器 (8) 中带走由鼓风机 (9) 吹入的需要处理的空气的水分；从除湿器 (8) 出来的除湿溶液进入稀溶液箱 (10)；从稀溶液箱 (10) 出来的除湿溶液再通过溶液－溶液换热器 (7) 与来时的除湿溶液进行热交换，然后回到水－溶液换热器 (3)；其中，由鼓风机 (9) 吹入的被除湿溶液带走水分的空气，经间接蒸发冷却器 (11) 和直接蒸发冷却器 (12) 送入空调房间；另外，在水箱 (2) 设置有辅助热源。

2. 如权利要求 1 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述太阳能集热器 (1) 采用真空管太阳集热器。

3. 如权利要求 1 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述再生器 (4) 采用闭式逆流填料塔再生器。

4. 如权利要求 1 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述除湿器 (8) 采用内冷型除湿器。

5. 如权利要求 1 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述除湿溶液为金属卤盐溶液或有机溶液。

6. 如权利要求 5 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述金属卤盐溶液为溴化锂或氯化锂或氯化钙溶液或前者的混合溶液。

7. 如权利要求 5 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述有机溶液为三甘醇溶液或乙二醇溶液或前者的混合溶液。

8. 如权利要求 1 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述间接蒸发冷却器 (11) 为露点间接蒸发冷却器。

9. 如权利要求 1 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述浓溶液箱 (6) 和稀溶液箱 (10) 采用防腐蚀性能好的不锈钢材。

10. 如权利要求 8 所述的太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，其特征在于：所述露点间接蒸发冷却器 (11) 的供水电磁阀由 PID 控制器根据空调房间的温度且修正直接蒸发冷却器 (12) 对温度的影响进行控制；所述直接蒸发冷却器 (12) 的供水电磁阀由 PID 控制器根据空调房间的湿度进行控制。

太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种除湿空调系统，特别涉及一种将太阳能液体除湿技术与露点蒸发冷却技术相结合的空调系统，属于制冷空调领域。

背景技术

[0002] 当前，为了实现更高效的节能环保，制冷空调领域的研究热点更多的集中在无温室效应和臭氧层破坏的制冷工质替代、新型制冷方式研究以及低品位能源的利用上。以太阳能驱动的液体除湿系统，与环境友好，无污染工质，可有效利用低品位能源，并且易于与空调系统相结合使用，因而越来越受到研究者的关注。此外，夏季的太阳辐射恰好与夏季迫切的制冷需求相匹配，而夏季空气湿度相对较大，利用太阳能作为整个系统的驱动能源，能够有效缓解电力紧张环境污染等问题。

[0003] 蒸发冷却空调系统是一种使用水作为制冷剂的绿色空调系统，有助于减少温室气体的排放以及氟利昂类制冷剂对大气臭氧层的破坏；能够全新风运行，有效地利用天然能源改善室内空气品质。利用循环水直接喷淋未饱和湿空气形成的增湿、降温、等焓过程称为直接蒸发冷却(Direct Evaporative Cooling，简称DEC)，其原理如图1所示，而利用DEC处理后的空气（二次空气）或水，通过换热器冷却另外一股空气（一次空气），其中一次空气不与水接触，其含湿量不变，这种等湿冷却过程称为间接蒸发冷却(Indirect Evaporative Cooling，简称IEC)，其原理如图2所示。普通的间接蒸发冷却器都是利用空气的干湿球温度差来造成或扩大传热温差的，只能使处理的空气不断接近湿球温度，温降较小，使用范围有限。而露点间接蒸发冷却是以不断降低的空气湿球温度来冷却干空气使之温度降低到对应的露点温度，温降更大，并且能够保持含湿量不变，其工作原理如图3所示。将液体除湿与露点蒸发结合起来使用，其中除湿技术能很好的解决蒸发过程中带来的湿度过大的问题，同时由于系统温湿度独立处理，为实现工作空间恒温恒湿的调控提供了可能。

[0004] 利用太阳能驱动的液体除湿系统与露点间接蒸发冷却相结合的空调系统的研究，对于节能环保、提高室内空气品质和空调制冷效率的研究都具有很好的参考价值，能真正的满足一些特殊空间如医院的药品库房、精密仪器厂房等对于空调的高要求，具有一定意义的推广价值。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于：将太阳能液体除湿技术与露点蒸发冷却技术相结合，提供一种高效节能环保的除湿空调系统。

[0006] 为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是：设计一种太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统，包括太阳能集热器、水箱、水－溶液换热器、再生器、鼓风机、浓溶液箱、溶液－溶液换热器、除湿器、鼓风机、稀溶液箱、间接蒸发冷却器、直接蒸发冷却器、除湿溶液、水，太阳能集热器与水箱连接，加热水箱中的水；水箱的循环水与除湿溶液在水－溶液换热器中进行热交换；从水－溶液换热器中出来的除湿溶液进入再生器，鼓风机吹入环境空气

逆向通过再生器带走稀溶液中的水分；从再生器出来的除湿溶液进入浓溶液箱；从浓溶液箱出来的除湿溶液通过溶液－溶液换热器进入除湿器，在除湿器中带走由鼓风机吹入的需要处理的空气的水分；从除湿器出来的除湿溶液进入稀溶液箱；从稀溶液箱出来的除湿溶液再通过溶液－溶液换热器与来时的除湿溶液进行热交换，然后回到水－溶液换热器；其中，由鼓风机吹入的被除湿溶液带走水分的空气，经间接蒸发冷却器和直接蒸发冷却器送入空调房间；另外，在水箱设置有辅助热源。辅助热源可以采用电加热。

[0007] 所述太阳能集热器采用真空管太阳集热器。

[0008] 所述再生器采用闭式逆流填料塔再生器。

[0009] 所述除湿器采用内冷型除湿器。

[0010] 所述除湿溶液为金属卤盐溶液或有机溶液或二者的混合溶液。金属卤盐溶液为溴化锂或氯化锂或氯化钙溶液或前者的混合溶液。有机溶液为三甘醇溶液或乙二醇溶液或前者的混合溶液。

[0011] 所述间接蒸发冷却器为露点间接蒸发冷却器。

[0012] 所述浓溶液箱和稀溶液箱采用防腐蚀性能好的不锈钢材。

[0013] 所述露点间接蒸发冷却器的供水电磁阀由 PID 控制器根据空调房间的温度且修正直接蒸发冷却器对温度的影响进行控制；所述直接蒸发冷却器的供水电磁阀由 PID 控制器根据空调房间的湿度进行控制。

[0014] 本发明的有益效果：本系统以水作为制冷剂，利用水的蒸发取能，没有制冷剂的压缩冷凝过程，不消耗压缩功，因此 COP 值比机械制冷大，具有良好的节能效果，而且不使用 CFCs，对环境没有破坏作用；对室内环境而言，在充分利用天然冷源降低电力消耗的基础上能为建筑物提供 100％的全新风，能够对空气进行净化和加湿处理，有效地改善室内空气品质；送风温差大，冷却效率较高，是一种绿色节能环保空调。

附图说明

[0015] 图 1 为直接蒸发冷却器结构原理图；

[0016] 图 2 为间接蒸发冷却器结构原理图；

[0017] 图 3 为露点间接蒸发冷却工作原理图；

[0018] 图 4 为本实用新型太阳能液体除湿露点蒸发冷却空调系统的一优选实施结构示意图；

[0019] 图 5 所示实施例中温湿度控制原理图。

[0020] 1、太阳能集热器，2、水箱，3、水－溶液换热器，4、再生器，5、鼓风机，6、浓溶液箱，7、溶液－溶液换热器，8、除湿器，9、鼓风机；10、稀溶液箱，11、露点间接蒸发冷却器，12、直接蒸发冷却器，13、循环泵。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本实用新型的一优选实施例进行详细说明：

[0022] 太阳能集热器 1 吸收太阳能作为驱动能源给水箱 2 中的水加热，经水－溶液换热器 3 与稀的除湿溶液进行换热。换热后的稀溶液进入再生器 4，由鼓风机 5 吹入的环境空气逆向通过再生器 4 带走稀溶液中的水分。再生后的溶液储存于浓溶液箱 6 中，与稀溶液

进一步换热后泵入除湿中，带走由鼓风机 9 吹入的需要处理的空气水分，达到除湿的目的。本发明的除湿器 8 采用内冷型除湿器，利用冷水盘管或冷却空气（都不与除湿溶液直接接触）将除湿过程释放出的潜热带出。除湿后的稀溶液储存于稀溶液箱 10 中。被处理空气经除湿器干燥后，因吸收了除湿过程中释放的汽化潜热成为温度较高的干空气，为了达到室内送风的要求，再经二级蒸发冷却后送入空调区域。浓溶液与稀溶液在溶液 - 溶液换热器 7 中有一换热过程，目的是为了利用温度相对较高的浓溶液的热量来预热除湿后的稀溶液，以提高能源利用效率。为保证系统在太阳辐射不能够完全满足再生条件的情况下的正常运行，可设置电加热作为辅助热源。

[0023] 为了使水和除湿浓溶液、稀溶液能够良好循环，在水箱 2 与水 - 溶液换热器 3 之间、溶液 - 溶液换热器 7 与除湿器 8 之间、溶液 - 溶液换热器 7 与水 - 溶液换热器 3 之间各设有一个循环泵 13。

[0024] 从除湿过程送出的高温干燥空气，先经露点间接蒸发冷却器 11 进行等含湿量的冷却降温过程，然后进入直接蒸发冷却器 12，与水直接接触换热，过程中空气的焓值不变，湿度增大，温度降低。系统的温度和湿度独立控制，为空调区域的恒温恒湿调控提供了可能。

[0025] 由除湿系统处理后的空气为干热空气，经两级蒸发冷却后实现降温，使空气达到送风要求。为保证室内送风的舒适性，需要对送风温湿度进行相应的控制。在送风口设置温度和湿度传感器，经 PID 控制器分别对露点间接蒸发冷却器和直接蒸发冷却器的供水电磁阀进行控制。具体原理如图 5 所示。温度传感器感知室内温度变化情况，经 PID 控制器控制露点间接蒸发冷却器的供水电磁阀，若温度偏高，则使电磁阀开度增大，水流量增大，换热增强；若温度偏低，则使电磁阀开度变小，水流量减小，削弱换热效果。此处的温度调节先考虑直接蒸发冷却器 12 可能的温降，其制冷效果相对于露点间接蒸发冷却器 11 而言是比较弱的，可在调节器中对其进行相应的修正，以削弱直接蒸发冷却器 12 对温度控制的影响。类似的，湿度传感器感知室内湿度变化情况，经 PID 控制器对直接蒸发冷却器 12 的供水电磁阀开度，增加或减小水流通道，使处理空气的湿度增大或减小。

[0026] 太阳能液体除湿系统与露点间接蒸发冷却技术相结合的空调系统与传统的除湿方式及空调系统相比具有许多突出的优点：

[0027] 1. 液体除湿的再生温度更低，可以利用低品位的太阳能作为驱动能源，节约电能，没有环境污染，且溶液除湿比固体除湿等除湿技术的成本更低，能量在除湿溶液中以化学能的形式存在，蓄能能力更强；

[0028] 2. 系统中除湿溶液与空气直接接触，具有杀菌除尘的作用，能够进一步提高室内空气品质；

[0029] 3. 处理的空气量较大，可直接利用新风，提高室内舒适度，利用蒸发冷却实现降温，没有氟利昂类物质作制冷剂，对大气臭氧层无破坏作用，制冷效率较高；

[0030] 系统可实现温湿度独立控制，满足空调区域对于送风条件的高要求，特别是在一些特殊空间，如精密仪器厂房、医院的药品库房等具有较好的利用价值。

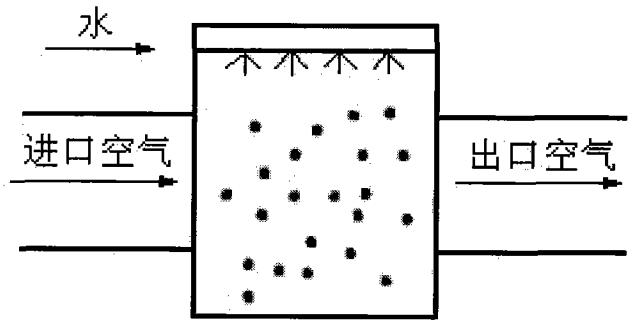

水
进口空气
出口空气

图 1

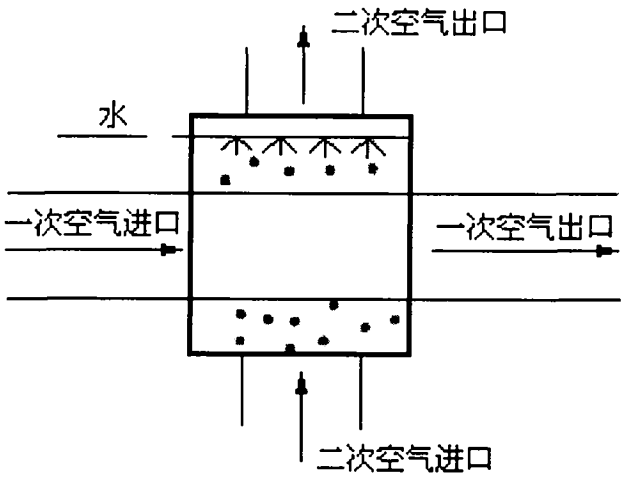

二次空气出口
水
一次空气进口
一次空气出口
二次空气进口

图 2

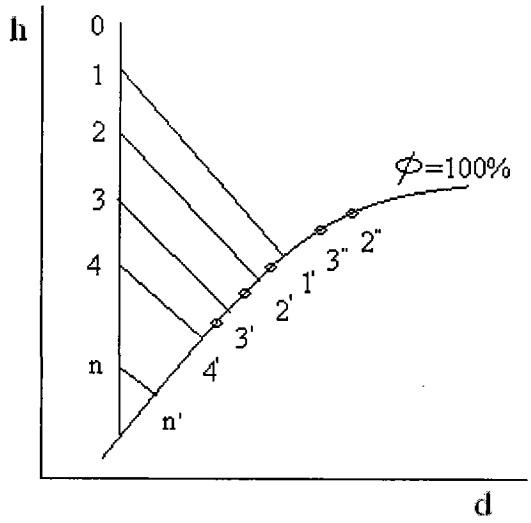

h
0
1
2
3
4
n
n'
4'
3'
2'
1'
3"
2"
φ=100%
d

图 3

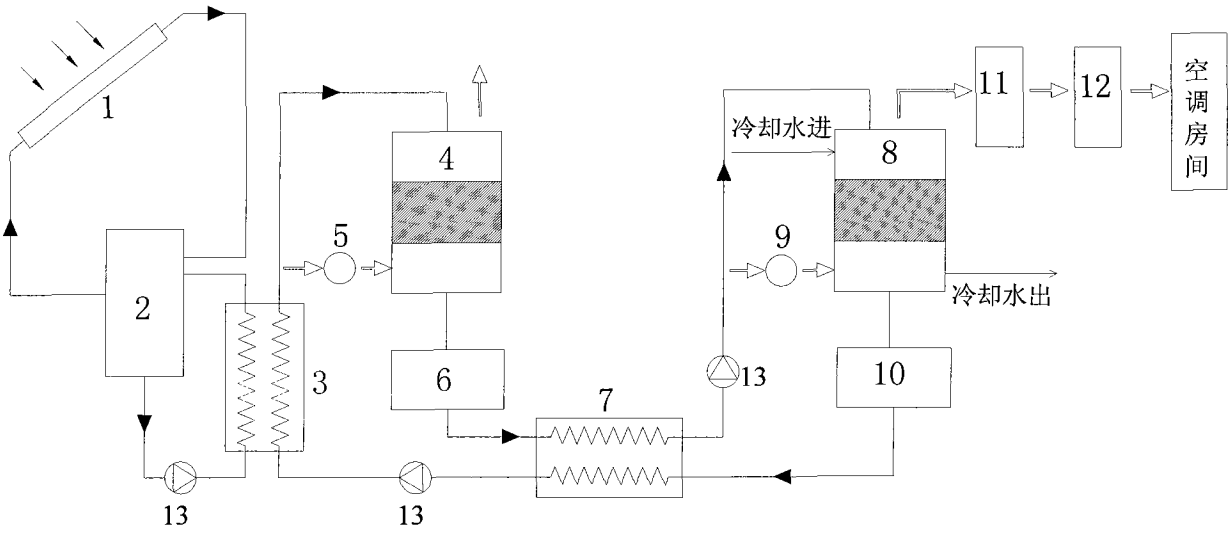

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
13
13
冷却水进
冷却水出
空调房间

图 4

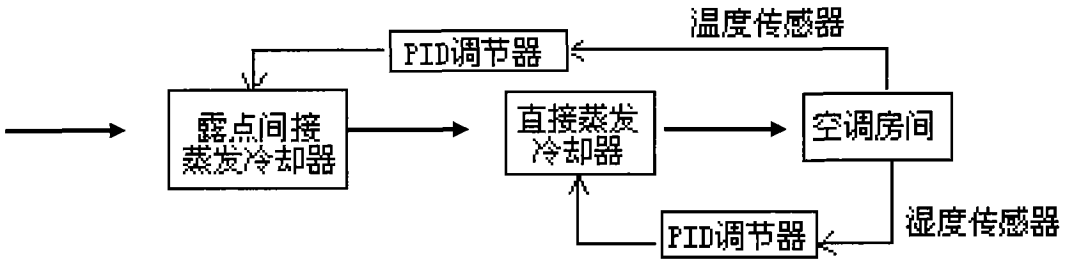


图 5