



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115247953 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 28

(21) 申请号 202011234291.2

(22) 申请日 2020.11.07

(71) 申请人 云南师范大学

地址 650500 云南省昆明市呈贡区聚贤街  
768号云南师范大学太阳能研究所

(72) 发明人 李明 高萌 王云峰 刘睿

石明愿 邓智涵 李金

(51) Int. Cl.

F26B 23/00 (2006.01)

F25B 30/02 (2006.01)

F24S 20/40 (2018.01)

F24S 60/30 (2018.01)

F24S 80/30 (2018.01)

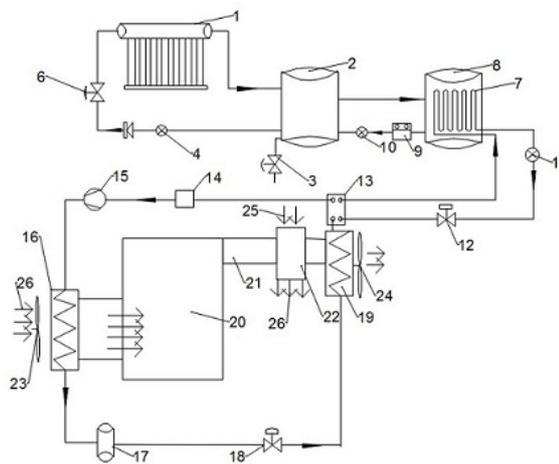
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

## (54) 发明名称

一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统

## (57) 摘要

本发明涉及一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,特别涉及一种适用于高原严寒大温差的太阳能蓄能热耦合热泵换热的干燥系统。该系统包括:太阳能集热储能换热系统、热泵回热干燥系统。所述的太阳能集热储能系统由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵、单向阀、上(排)水阀,换热水箱、温度控制器、电磁阀、板式换热器组成;热泵干燥系统由蒸发器、压缩机、冷凝器、电子膨胀阀等组成。该系统在高寒大温差环境下空气源热泵干燥的基础上,以太阳能热水储能,将白天太阳辐射能储存在储热水箱内,在夜间以及雨雪天气时经板换与制冷工质换热,降低结霜率,有效解决了低温下热泵制热性能波动性大问题,实现高效连续稳定绿色干燥。



1. 一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其结构包括太阳能集热储能换热系统、热泵回热干燥系统;所述的太阳能集热储能系统由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵A、单向阀、上水阀、排水阀,换热水箱、蛇形换热盘管、温度控制器、循环水泵B、循环水泵C、电磁阀、板式换热器组成;热泵干燥系统由压缩机、冷凝器、储液器、电子膨胀阀、蒸发器、板式换热器、气液分离器、干燥箱、排风风管、空气换热器、蒸发风机、冷凝风机、环境新风、预热新风组成。

2. 根据权利要求 1 中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:系统存在两个串联的水箱,储热水箱与换热水箱,其中储热水箱为普通保温水箱,换热水箱为恒温恒压水箱。

3. 根据权利要求 1 中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:储热水箱内的热水经循环水泵A通过温度控制水流循环,使太阳能集热器内吸收太阳辐射的热能保存在储热水箱的热水内备用。

4. 根据权利要求 1 中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:换热水箱内部的水温通过温度控制器空控制,启动或关闭循环水泵,使储热水箱内热水与换热水箱内热水循环,从而维持换热水箱内温度保持在恒定值。

5. 根据权利要求 1 中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:蛇形换热盘管内部换热工质采用乙二醇防冻液,并将其完全浸泡在换热水箱内部,与恒温热水充分接触,使管内换热工质充分吸热。

6. 根据权利要求 1 中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:蛇形盘管内的换热工质在换热水箱内吸热后经循环水泵C进入板式换热器,在板式换热器内与蒸发器出口端的制冷工质进行换热。

7. 根据权利要求1中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:板式换热器作为太阳能热泵耦合换热的关键部件,安装在蒸发器与气液分离器中间,在低温环境下,通过乙二醇与制冷工质换热,提升压缩机吸气口温度,降低压缩比,降低排气口温度,维持压缩机稳定高效运行。

8. 根据权利要求 1 中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:空气换热器安装在排风风管和蒸发器之间,用空气换热器作为一级余热回收装置,与新鲜环境空气换热得到预热新风,预热新风作为冷凝器进口新风;用蒸发器二级余热回收装置。

9. 根据权利要求 1 中所述的一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,其特征是:太阳能热泵高效耦合换热干燥系统包括太阳能集热储能换热系统、热泵回热干燥系统;所述的太阳能集热储能系统由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵A、单向阀、上水阀、排水阀,热水箱、蛇形换热盘管、温度控制器、循环水泵B、循环水泵C、电磁阀、板式换热器组成;热泵干燥系统由蒸发器、气液分离器、压缩机、冷凝器、储液器、电子膨胀阀、干燥箱、排风风管、空气换热器、蒸发风机、冷凝风机、环境新风、预热新风组成;所述的热泵干燥系统由压缩机、冷凝器、储液器、电子膨胀阀、蒸发器、板式换热器、气液分离器依次连接,形成制冷剂循环通道,干燥箱、排风风管、空气换热器、蒸发器、冷凝器形成空气制热循环通道;所述的太阳能集热储能换热系统由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵A、单向阀、上水阀、排水阀,依次相连形成太阳能集热储能循环通道,储热水箱、换热水箱、温度控制器、循环水泵B依次相连,形成恒温热水循环通,换热水箱、蛇形换热盘管、循环水泵C、电磁阀、板式换热器依次相连,

形成乙二醇、制冷工质对流换热循环通道。

## 一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能耦合热泵干燥系统,特别涉及一种太阳能热水蓄热储能的太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,属于太阳能干燥技术领域。

### 背景技术

[0002] 中国作为农业生产大国,随着社会的不断发展进步和人民生活水平的逐渐提高,对食品、农副产品等领域的干燥保质的需求逐渐增加;干燥所需能源巨大,传统的干燥工艺对环境造成一定的污染,且造成大量的能源浪费,尤其是在冬季环境温度波动较大的高原坝区;绿色干燥成为缓解能源利用,保护环境,实现可持续发展的重要方向。

[0003] 我国云贵高原地区具有丰富的太阳能资源,日照时数均在2000h/a以上,90%以上地区年太阳辐射量为4500~6000MJ/(m<sup>2</sup>·a),使得太阳能干燥成为重要的绿色干燥方式之一。根据能量的转换形式,太阳能干燥主要有两种形式:一是太阳能直接干燥,但是由于太阳能属于间接性能源,波动性巨大,干燥应用范围受到限制;二是太阳能间接干燥,即通过储能的形式将太阳能收集储存起来,与其他干燥工艺相结合,达到干燥的目的。

[0004] 热泵干燥技术作为一种温和的、接近自然的绿色干燥方式,对环境无污染,是构建生态文明的高效绿色节能技术之一;它能够通过消耗一部分高品位能,经过逆卡诺热力循环,把另外一部分低品位能转化成高品位能的能量提升装置;热泵干燥的对象从最初的木材干燥拓展到了中药材干燥、种子干燥、食品加工、陶瓷烘焙、纺织行业以及各种工业生产等诸多领域内;虽然热泵干燥存在诸多优点,但是在冬季严寒温差变化大地区,夜间低温时热泵压缩机吸气温度低,排气温度过高,压比增大,系统制热性能差,目前还没有一种简单而实用的措施,使得热泵干燥装置的干燥性能提高成为了一道障碍。

[0005] 基于高原寒冷大温差环境下,针对传统热泵干燥系统制热性能差,提出一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,通过利用丰富的太阳能资源,在白天吸收太阳辐射能贮存在热水中,并在夜间低温或雨雪天气时通过蛇形盘管将储热水箱内热量,经板式换热器与制冷剂进行换热,进一步提升压缩机吸气温度,使其排气温度降低,减小压比,提升系统整体制热性能,实现高效连续低成本绿色节能干燥。

### 发明内容

[0006] 本发明目的在于克服现有技术的不足,提供一种可蓄能的太阳能热泵耦合高效换热干燥系统,该系统可将白天丰富的太阳辐射能利用热水储存起来,在夜间以及雨雪低温天气干燥作业时释放热量,实现了高效储能和连续稳定干燥,有效缓解了热泵单独干燥能量供需压力,且系统储热和供热以及换热所需的热量集成在一起,提高了系统的经济型,旨在实现高效连续低成本绿色节能干燥。

[0007] 本发明技术解决问题是:提供一种太阳能热水储能,乙二醇换热的太阳能热泵高效耦合换热干燥系统。

[0008] 本发明通过以下技术方案完成:本发明涉及一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系

统,特别涉及一种适用于高原严寒大温差工况的太阳能蓄能热耦合热泵换热的干燥系统;该系统包括:太阳能集热储能换热系统、热泵回热干燥系统;所述的太阳能集热储能系统由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵A、单向阀、上水阀、排水阀,换热水箱、蛇形换热盘管、温度控制器、循环水泵B、循环水泵C、电磁阀、板式换热器组成;热泵干燥系统由蒸发器、气液分离器、压缩机、冷凝器、储液器、电子膨胀阀、干燥箱、排风风管、空气换热器、蒸发风机、冷凝风机、环境新风、预热新风组成。

[0009] 进一步,所述的储热水箱为保温水箱,可以有效储存热水,可降低热量损失。

[0010] 进一步,所述的换热水箱为恒温恒压水箱,经由温度控制器控制循环水泵B开启与关闭,维持箱内水温恒定,保持蛇形盘管始终浸泡在恒温热水内,进行充分换热。

[0011] 进一步,所述的板式换热器串联在蒸发器之后,气液分离器之前,进一步提升制冷工质温度,即压缩机吸气温度的。

[0012] 进一步,所述的空气换热器安装在排风风管和蒸发器之间,用空气换热器作为一级余热回收装置,用蒸发器作为二级余热回收装置。

[0013] 进一步,所述的太阳能集热储能系统由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵A、单向阀、上水阀、排水阀,热水箱、蛇形换热盘管、温度控制器、循环水泵B、循环水泵C、电磁阀、板式换热器组成;热泵干燥系统由蒸发器、气液分离器、压缩机、冷凝器、储液器、电子膨胀阀、干燥箱、排风风管、空气换热器、蒸发风机、冷凝风机、环境新风、预热新风组成;所述的热泵干燥系统由压缩机、冷凝器、储液器、电子膨胀阀、蒸发器、板式换热器、气液分离器依次连接,形成制冷剂循环通道,干燥箱、排风风管、空气换热器、蒸发器、冷凝器形成空气制热循环通道;所述的太阳能集热储能换热系统由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵A、单向阀、上水阀、排水阀,依次相连形成太阳能集热储能循环通道,储热水箱、换热水箱、温度控制器、循环水泵B依次相连,形成恒温热水循环通,换热水箱、蛇形换热盘管、循环水泵C、电磁阀、板式换热器依次相连,形成乙二醇、制冷工质对流换热循环通道,提升夜间或雨雪低温环境下热泵系统运行稳定性,提升制热性能。

[0014] 本发明与现有技术相比,本发明的有益效果是:

1、该系统在利用了热泵干燥系统的优势的基础上,克服了太阳能间接供能性,在白天将太阳辐射能集热并储存在热水中,在夜间或者雨雪低温天气时释放热量,实现了高效供能和连续稳定干燥,有效缓解了低温工况下热泵单独运行时波动性大,制热性能低的缺陷。

[0015] 2、该系统将储能和供能以及提取所储存的热量供热集成在一起,提高了系统的经济性,且实现高效连续低成本绿色节能干燥。

## 附图说明

[0016] 图1是实现本发明一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统的系统结构示意图。

[0017] 图中:1太阳能集热器;2储热水箱;3排水阀;4循环水泵A;5单向阀;6上水阀;7蛇形盘管;8换热水箱;9温度控制器;10循环水泵B;11循环水泵C;12电磁阀;13板式换热器;14气液分离器;15压缩机;16冷凝器;17储液器;18电子膨胀阀;19蒸发器;20干燥箱;21排风风管;22空气换热器;23蒸发风机;24冷凝风机;25环境新风;26预热新风。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的内容做进一步详细说明。

[0019] 本发明提供了一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统。

[0020] 图1为本发明的系统结构示意图,包括太阳能集热储能换热系统、热泵回热干燥系统;所述的太阳能集热储能系统由太阳能集热器(1)、储热水箱(2)、循环水泵A(4)、单向阀(5)、上水阀(6)、排水阀(3),换热水箱(8)、蛇形换热盘管(7)、温度控制器(9)、循环水泵B(10)、循环水泵C(11)、电磁阀(12)、板式换热器(13)组成;热泵干燥系统由压缩机(15)、冷凝器(16)、储液器(17)、电子膨胀阀(18)、蒸发器(19)、板式换热器(13)、气液分离器(14)、干燥箱(20)、排风风管(21)、空气换热器(22)、蒸发风机(24)、冷凝风机(23)组成;其中热泵的主要部件是蒸发器(19)、气液分离器(14)、压缩机(15)、冷凝器(16)、电子膨胀阀(18)。太阳能热水储能换热系统的主要部件是太阳能集热器(1)、储热水箱(2)、循环水泵A(4)、循环水泵B(10)、温度控制器(9)、换热水箱(8)、蛇形换热盘管(7)、循环水泵C(11)、电磁阀(12)、板式换热器(13)。

[0021] 首先,太阳能集热器通过吸收太阳能辐射能将热水由循环水泵A进入储热水箱(1)内,形成热水储能循环系统;换热水箱(8)内热水由温度控制器(9)监测并控制通过循环水泵B(10)的开启或关闭,与储热水箱(1)内的热水循环,维持换热水箱(8)内水温恒定在某一温度。

[0022] 其次,蛇形换热盘管(7)完全浸泡在换热水箱(8)内的恒温热水中,管内防冻液乙二醇与热水充分换热;蛇形换热盘管(7)连接循环水泵C(11)经电磁阀(12)连接在板式换热器(13)上,形成乙二醇与制冷工质的对流换热循环;蒸发器(19)之后串联板式换热器(13)过气液分离器(14)连接到压缩机(15),再连通冷凝器(16)经储液器(17)、电子膨胀阀(18)回归蒸发器构成制冷工质循环系统;排风风管(21)进出口分别连接干燥箱(20)和空气换热器(22),环境新风(25)进入空气换热器(22)换热得到预热新风(26)连接到冷凝器(16)进风端,经冷凝风机(23)吹入干燥箱(20)带走物料水分,由排风风管(21)排出;空气换热器(22)的排湿热风出口与蒸发器(19)相连,完成一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统的安装。

[0023] 一种太阳能热泵高效耦合换热干燥系统,以下简称系统。系统中设置有太阳能集热储能换热系统、热泵回热干燥系统,能满足冬季高原严寒温差波动大地区的不同干燥工艺下的连续干燥作业。

[0024] 具体的,在太阳能资源丰富的高原地区,白天环境温度高、太阳辐照充足时,热泵干燥系统单独运行不与热水产生换热,循环水泵C(11)关闭,电磁阀(12)关闭,蒸发器(19)从空气中获取热能,经压缩机(15)压缩产生高温高压蒸气,再由冷凝器(16)冷凝放热,通过冷凝风机(23)吹进干燥箱。与此同时,太阳能集热器通过吸收太阳能辐射热将热量储存在热水中,并保存在储热水箱备用。

[0025] 具体的,当夜间环境温度低于某一温度时,电磁阀(12)打开,循环水泵C(11)开启,防冻液乙二醇进入板式换热器(13)与制冷工质发生换热;温度控制器(9)发出信号,循环水泵B(10)开启,储热水箱(2)内热水与换热水箱(8)内热水循环,维持换热水箱(8)内温度恒定,保证稳定换热,提高压缩机(15)吸气温度,提高系统性能。

[0026] 具体的,所述的空气换热器(22)安装在排风风管(21)和蒸发器(19)之间,用空气换热器(22)作为一级余热回收装置,用蒸发器(19)作为二级余热回收装置。

[0027] 以上所述,仅是本专利的较佳实施例,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容做出些许的更动或修饰为等同变化的等效实施例,但是凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

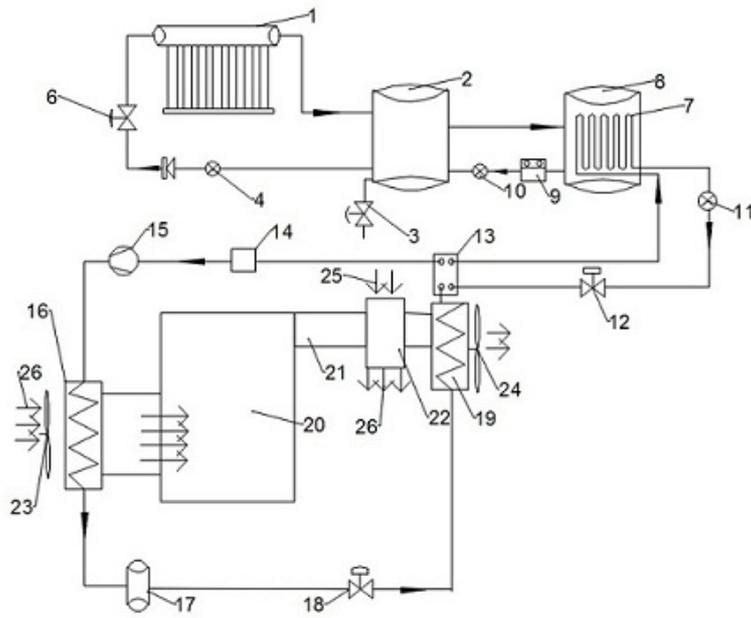


图1