(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108834685 A
(43)申请公布日 2018.11.20

(21)申请号 201810608000.8

(22)申请日 2018.06.13

(71)申请人 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
地址 100081 北京市海淀区中关村南大街12号中国农科院中日中心208室

(72)发明人 伍纲 杨其长 方慧 张义 柯行林 展正朋

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
代理人 王莹 吴欢燕

(51)Int.Cl.
A01G 9/24(2006.01)

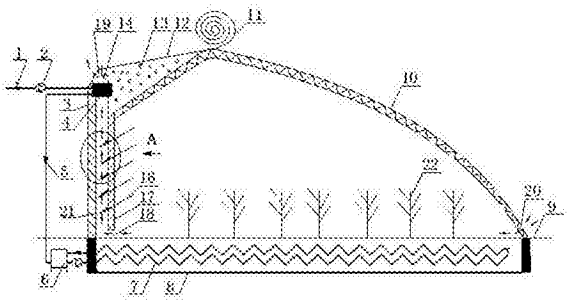
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种日光温室通风回热系统及装有该系统的日光温室

(57)摘要

本发明涉及农业日光温室系统技术领域，尤其涉及一种日光温室通风回热系统及装有该系统的日光温室。本发明的日光温室通风回热系统及日光温室中，在温室内安装有至少一组特朗伯烟囱，该烟囱被固定在集热墙的向阳面上，每组特朗伯烟囱的内部分别设有气流通道，用于利用太阳光对各个气流通道内的气体加热，以驱动气流通道内的气体升温并流动；换热器安装在气流通道内的引流腔内，用于吸收升温后的气体的热量；储热放热组件与换热器连接，用于存储热量并向温室内放热。该系统采用自然通风的方式将温室内的热空气引入中空结构的特朗伯烟囱内，并利用换热将空气的富余热能以流体媒介的形式储存到储热水箱内，以通过地埋管调节温室温度。



CN 108834685 A

1.一种日光温室通风回热系统，其特征在于，包括：

集热墙，立在温室的远阳端，所述集热墙的一面为向阳面；

至少一组特朗伯烟囱，安装在所述温室内，并固定在所述集热墙的向阳面上，每组所述特朗伯烟囱的内部分别设有气流通道，用于利用太阳光对各个所述气流通道内的气体加热，以驱动所述气流通道内的气体升温并流动；

换热器，安装在所述气流通道的引流腔内，用于吸收升温后的所述气体的热量；

储热放热组件，与换热器连接，用于存储所述热量向温室内放热。

2.根据权利要求1所述的通风回热系统，其特征在于，所述特朗伯烟囱包括由下至上顺次连通的吸热腔和所述引流腔，所述吸热腔的底部设有通道进气孔，所述引流腔的顶部设有外排气孔，所述通道进气孔和外排气孔分别与所述温室的内部和外部连通；所述换热器连接在所述引流腔与外排气孔之间。

3.根据权利要求2所述的通风回热系统，其特征在于，所述吸热腔和引流腔均包括：

透光板，围立在所述集热墙的向阳一侧，以使所述透光板与集热墙之间留有所述气流通道；

吸光加热涂层，铺设在所述气流通道内，并位于所述集热墙的向阳面上，用于吸收并利用所述太阳光对所述气流通道内的气体加热。

4.根据权利要求3所述的通风回热系统，其特征在于，所述外排气孔设置在集热墙的顶部，所述通道进气孔设置在所述透光板的底部，所述换热器连接在所述吸光加热涂层以上。

5.根据权利要求4所述的通风回热系统，其特征在于，所述透光板的底部设有多个所述通道进气孔，多个所述通道进气孔均匀的水平排列在所述透光板的底部。

6.根据权利要求2-5任一项所述的通风回热系统，其特征在于，所述吸热腔的底部宽度大于其顶部宽度。

7.根据权利要求1-5任一项所述的通风回热系统，其特征在于，所述储热放热组件包括储热水箱和地埋管，所述地埋管均匀的埋设在温室地面以下，并通过所述储热水箱与所述换热器连接。

8.根据权利要求1-5任一项所述的通风回热系统，其特征在于，该系统还包括冷凝回收组件，所述冷凝回收组件设置在换热器的下方。

9.根据权利要求8所述的通风回热系统，其特征在于，所述冷凝回收组件包括集液槽和冷凝回收箱，每个所述换热器的底部分别分布有至少一个所述集液槽，每个所述集液槽的底部设有出液孔，各个所述出液孔分别与所述冷凝回收箱连通。

10.一种日光温室，其特征在于，包括温室地面、透光棚、以及如权利要求1-9任一项所述的通风回热系统，所述温室地面的远阳端立有集热墙，近阳端与所述透光棚的底部连接，所述透光棚的顶部与所述集热墙的顶部连接，以使所述透光棚的棚面迎向太阳光；所述通风回热系统的特朗伯烟囱安装在所述集热墙的向阳面上。

一种日光温室通风回热系统及装有该系统的日光温室

技术领域

[0001] 本发明涉及农业日光温室系统技术领域，尤其涉及一种日光温室通风回热系统及装有该系统的日光温室。

背景技术

[0002] 虽然新世纪以来，绿色农业、生态农业的概念一再被提出。但鉴于目前的天然气价格，广大的日光温室冬季通常还需采用燃煤增温的方式，以减少室内瓜果蔬菜的冻害或冷害。同时结合北方地区冬季的雾霾情况，各地又采取不同的措施来应对大气环境的治理工作。节能减排在温室生产中愈发受到关注。

[0003] 为实现对太阳能的主动利用，在日光温室中主要包括内置太阳能集热器(比如平板集热器)，集热器一般靠近北墙，这样几乎不占室内种植面积。外置太阳能集热器位于温室北墙之上，及除温室北侧外的四周空地上。在日光温室主动蓄放热技术中，白天利用流体介质将到达北墙表面的太阳辐射能吸收并蓄积起来，夜晚再通过流体释放热量，变被动为主动，提高了冬季夜间温度。也有利用改造后的钢管屋架管网和多曲面槽式太阳能空气集热器，贮存白天室内多余的热能，用于夜间增温。这类新颖的太阳能集热方式，最主要的问题在于太阳辐射接收面积偏少，集热量相对于温室的需求来说还比较有限，如何进一步提高集热效率，研发与温室结构相适宜的热能利用形式是技术突破的关键。

[0004] 日光温室的作物生长环境需要适宜的温度、湿度、CO_2浓度，为作物创造一个可控的环境，通风在温室环境调控中起到了不可替代的作用。蓄热墙体内深层材料未能有效发挥作用，蓄热能力有限，白天过多的热能通常通过通风的形式，排出温室，没有被有效利用。

发明内容

[0005] (一)要解决的技术问题

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供了一种日光温室通风回热系统及装有该系统的日光温室，能够提高温室白天的蓄热效果，从而为夜晚温室储备更多的热量，以提升夜间温室室温。

[0007] (二)技术方案

[0008] 为了解决上述技术问题，本发明提供了一种日光温室通风回热系统，包括：

[0009] 集热墙，立在温室的远阳端，所述集热墙的一面为向阳面；

[0010] 至少一组特朗伯烟囱，安装在所述温室内，并固定在所述集热墙的向阳面上，每组所述特朗伯烟囱的内部分别设有气流通道，用于利用太阳光对各个所述气流通道内的气体加热，以驱动所述气流通道内的气体升温并流动；

[0011] 换热器，安装在所述气流通道内的引流腔处，用于吸收升温后的所述气体的热量；

[0012] 储热放热组件，与换热器连接，用于存储所述热量向温室内放热。

[0013] 优选的，所述特朗伯烟囱包括由下至上顺次连通的吸热腔和引流腔，所述吸热腔的底部设有通道进气孔，所述引流腔的顶部设有外排气孔，所述通道进气孔和外排气孔分

别与所述温室的内部和外部连通;所述换热器连接在所述引流腔与外排气孔之间。

[0014] 优选的,所述吸热腔和引流腔均包括:

[0015] 透光板,围立在所述集热墙的向阳一侧,以使所述透光板与集热墙之间留有所述气流通道;

[0016] 吸光加热涂层,铺设在所述气流通道内,并位于所述集热墙的向阳面上,用于吸收并利用所述太阳光对所述气流通道内的气体加热。

[0017] 优选的,所述外排气孔设置在集热墙的顶部,所述通道进气孔设置在所述透光板的底部,所述换热器连接在所述吸光加热涂层以上。

[0018] 优选的,所述透光板的底部设有多个所述通道进气孔,多个所述通道进气孔均匀的水平排列在所述透光板的底部。

[0019] 优选的,所述吸热腔的底部宽度大于其顶部宽度。

[0020] 优选的,所述储热放热组件包括储热水箱和地埋管,所述地埋管均匀的埋设在温室地面以下,并通过所述储热水箱与所述换热器连接。

[0021] 优选的,该系统还包括冷凝回收组件,所述冷凝回收组件设置在换热器的下方。

[0022] 优选的,所述冷凝回收组件包括集液槽和冷凝回收箱,每个所述换热器的底部分别分布有至少一个所述集液槽,每个所述集液槽的底部设有出液孔,各个所述出液孔分别与所述冷凝回收箱连通。

[0023] 本发明还提供了一种日光温室,包括温室地面、透光棚、以及如上所述的通风回热系统,所述温室地面的远阳端立有集热墙,近阳端与所述透光棚的底部连接,所述透光棚的顶部与所述集热墙的顶部连接,以使所述透光棚的棚面迎向太阳光;所述通风回热系统的特朗伯烟囱安装在所述集热墙的向阳面上。

[0024] (三)有益效果

[0025] 本发明的上述技术方案具有以下有益效果:本发明所述的日光温室通风回热系统中,至少一组特朗伯烟囱安装在温室内,并固定在集热墙的向阳面上,每组特朗伯烟囱的内部分别设有气流通道,用于利用太阳光对各个气流通道内的气体加热,以驱动气流通道内的气体升温并流动;换热器安装在气流通道的引流腔内,用于吸收升温后的气体的热量;储热放热组件与换热器连接,用于存储热量并向温室内放热。

[0026] 本发明的系统利用温室内和气流通道内的空气温差形成自然热压,以将室内热空气自动引入特朗伯烟囱内加热升温,以使得温室内外通过特朗伯烟囱形成自然对流循环,然后利用换热器和储热放热组件将升温后的气体热量吸收并存储,以回收太阳能余热,从而有效提高温室系统的换热储热效率,提升夜间温室放热能力,提升夜间温室内部温度,节能环保;在换热器与升温后的热湿空气进行热交换的同时,热湿空气降温冷凝,从而形成冷凝液,该系统的冷凝回收组件能够将冷凝液充分回收,并重新循环利用到温室灌溉中,以实现节水和资源再利用的环保效果。

[0027] 综上,本发明的系统具有非常好的节能减排和能源再生利用的环保效益,并能实现良好的经济效益。

附图说明

[0028] 图1为本发明实施例的日光温室通风回热系统的结构示意图;

[0029] 图2为图1中A向的局部放大图；

[0030] 图3为本发明实施例的集热墙的结构示意图；

[0031] 图4为本发明实施例的日光温室通风回热系统的冷凝原理示意图；

[0032] 图5为图4中B处的放大示意图。

[0033] 其中，1：总阀门；2：入液泵；3：集热墙；4：换热器；5：出液管；6：储热水箱；7：地埋管；8：保温隔层；9：温室地面；10：透光棚；11：前保温被；12：后坡；13：后保温层；14：特朗伯烟囱；15：连接管；16：太阳光；17：透光板；18：通道进气孔；19：外排气孔；20：温室进气口；21：吸光加热涂层；22：植物体；23：集液槽；24：出液孔；25：冷凝回收箱。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和实施例对本发明的实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明，但不能用来限制本发明的范围。

[0035] 在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上；除非另有说明，“缺口状”的含义为除截面平齐外的形状。术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”、“前端”、“后端”、“头部”、“尾部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0036] 如图1所示，本实施例提供了一种日光温室通风回热系统、以及一种装有该系统的日光温室。该日光温室包括温室地面9、透光棚10、以及如下所述的通风回热系统，温室地面9分别设有远阳端(距离阳光辐射相对远的一端)和近阳端(距离阳光辐射相对近的一端)，在温室地面9的远阳端立有集热墙3，透光棚10的底部被固定在温室地面9的近阳端，透光棚10的顶部与集热墙3的顶部连接，从而利用透光棚10、集热墙3和温室地面9合围成一侧具有弧形斜坡的日光温室，且透光棚10的棚面迎向太阳光16，则集热墙3朝向温室内部的墙面即为向阳面。

[0037] 该通风回热系统包括安装在集热墙3上的特朗伯烟囱14、换热器4和储热放热组件，该系统采用自然通风的方式将温室内的热空气引入中空结构的特朗伯烟囱14内，利用具有太阳能吸收加热效果的特朗伯烟囱14产生循环气流，以对日光温室内部进行自然对流通风，驱动空气回热循环流动，并利用换热将空气的富余热能以流体媒介的形式储存到储热水箱6内，以通过地埋管7调节温室温度。

[0038] 本实施例中，以温室的透光棚10棚面朝向太阳光16的方向为温室前方，温室的集热墙3立在温室后方，则集热墙3的向阳面朝向温室的内部，至少一组特朗伯烟囱14安装在温室内，并固定在集热墙3的向阳面上，每组特朗伯烟囱14的内部均为中空结构，即在每个特朗伯烟囱14内部分别设有竖向贯通的气流通道，由于气流通道的透光性，可以利用特朗伯烟囱14将太阳光16能转化为热能，从而对各个气流通道内的气体加热，以驱动气流通道内的气体升温并在气流通道内流动；优选该特朗伯烟囱14能够利用温室内和气流通道内的空气温差形成自然热压，以将室内热空气自动引入特朗伯烟囱14内加热升温，使得温室内外通过特朗伯烟囱14形成自然对流循环；优选在集热墙3上并排设置有多个特朗伯烟囱14，从而提高换热效率和通风速率。

[0039] 换热器4安装在气流通道内，优选设置在气流通道的顶部，以便于利用换热器4吸收升温后的热湿气体的热量，气体放热冷凝的过程中，换热器4内的流体介质可以吸热升温，从而将气体内的热量充分吸收。

[0040] 储热放热组件与换热器4连接，用于存储热量并向温室内放热，该储热放热组件能将吸收热量的流体介质回收存储，从而实现太阳能余热的充分回收，有效提高温室系统的换热储热效率，并能提升夜间温室放热能力，在流体介质中储存的热量不但能作为白天温室内的调温辅助能源，还能有效提升夜间温室内部温度，节能环保。

[0041] 如图2和图3所示，本实施例的特朗伯烟囱14包括由下至上顺次连通的吸热腔和引流腔，在吸热腔的底部设有通道进气孔18，引流腔的顶部设有外排气孔19，通道进气孔18和外排气孔19分别与温室的内部和外部连通，从而保证特朗伯烟囱14内的气流通道的一端进气另一端排气，将温室内部通过该气流通道与温室外部连通；为了保证温室内部和外部的气流形成良性循环，在日光温室的透光棚10棚面底部还设有多个温室进气口20，以使温室内部能够不断补入新鲜空气；换热器4连接在引流腔与外排气孔19之间，气流通道内的气体在吸热腔内升温后，在热压驱动下流入引流腔内继续吸热，并最终到达换热器4内与流体介质进行换热，从而将热湿空气内的热量充分释放至换热器4内的流体介质中，冷凝降温后的空气通过外排气孔19直接排放至温室外即可。

[0042] 本实施例的特朗伯烟囱14中，吸热腔和引流腔均包括透光板17和吸光加热涂层21。具体的，透光板17围立在集热墙3的向阳一侧，以使透光板17与集热墙3之间形成中空结构，该中空结构内留有气流通道，以便于空气流通；吸光加热涂层21铺设在气流通道内，并位于集热墙3的向阳面上，该吸光加热涂层21能够吸收太阳光16、并将太阳光16能转化为热能，从而利用太阳光16对气流通道内的气体加热，吸光加热涂层21优选为黑色，以提高吸光效果。

[0043] 本实施例所述的特朗伯烟囱14在用于向室外排风时，又被称为太阳能烟囱，其原理是以朝南向阳的墙作为集热墙3，在集热墙3的朝阳的一面涂以深色选择性涂层以吸收太阳光16，并在墙的前方距墙面一定距离处安装透光板17，透光板17优选为透光玻璃或者透光塑料薄片，以在集热墙3和透光板17之间合围形成用于空气竖向流通的气流通道，在利用温室效应原理加热气流通道内的空气时，能够利用内外温差产生热压驱动空气流动，从而在气流通道内形成上升气流。

[0044] 优选的，外排气孔19设置在集热墙3的顶部，通道进气孔18设置在透光板17的底部，以使外排气孔19与通道进气孔18之间形成一定的高度差，优选外排气孔19与通道进气孔18之间的高度差不低于2m，以保证空气流动所需的足够大的自然热压力差；优选透光板17与吸光加热涂层21之间留出的气流通道的厚度不低于200mm，以增加空气流动截面积，减小流动的阻力；换热器4连接在吸光加热涂层21以上，以便于使空气经由吸光加热涂层21均匀加热后，在热压力差(简称热压)的驱动下上升进入换热器4内。

[0045] 如图2所示，本实施例的吸热腔的上下两端分别为进气端和引流端，在吸热腔的进气端设有通道进气孔18，引流端与引流腔的入口连通，为了有效扩大吸热面积，并加快吸热效率，本实施例的吸热腔底部的进气端宽度大于顶部的引流端宽度，从而使得吸热腔形成倒扣在地面上的喇叭形状，优选在吸热腔底部设置多个通道进气孔18，多个通道进气孔18均匀的水平排列在透光板17的底部，优选每个进气孔均设置为具有一定宽度的扁平孔，由

于吸热腔底部的宽度足够设置多个具有一定长度的通道进气孔18，从而能够加快气流通道的气体吸入速度；由于吸热腔的集热墙3面上覆盖吸光加热涂层21，并配合吸热腔的上窄下宽的结构，从而在空气被吸入时，能够给予系统足够大的加热面积和足够多的热效应时间，有效提高光能加热的效率；与此同时，该吸热腔的结构还能够使得气体在热压驱动下更快速的向引流腔汇入，从而加快空气循环效率。

[0046] 本实施例的储热放热组件包括储热水箱6和地埋管7，地埋管7均匀的埋设在温室地面9以下，并通过储热水箱6与换热器4连接；为了便于调控温室内部的温度，在地埋管7与储热水箱6之间设有驱动泵，当启动驱动泵时，可以将储热水箱6内储存的热水引入地埋管7中，从而利用地埋管7对温室内部进行地热补温。

[0047] 如图4所示，本实施例的系统还包括冷凝回收组件，冷凝回收组件设置在换热器4的下方，在换热器4与升温后的热湿空气进行热交换的同时，热湿空气降温冷凝形成冷凝液(即冷凝水)，该系统的冷凝回收组件能够将冷凝液充分回收，并重新循环利用到温室灌溉中，以实现节水和资源再利用的环保效果。

[0048] 如图5所示，冷凝回收组件包括集液槽23和冷凝回收箱25，每个换热器4的底部分别分布有至少一个集液槽23，每个集液槽23的底部设有出液孔24，各个出液孔24分别与冷凝回收箱25连通，冷凝回收箱25优选与温室内的灌溉系统连通，以利用回收的冷凝水灌溉温室内的植物体22，实现水资源的循环再生利用。

[0049] 本实施例中，优选在每个特朗伯烟囱14内的气流通道底部均设有一个集液槽23，该集液槽23与设置在特朗伯烟囱14顶部的换热器4上下相对，以便于快速收集自换热器4流下的冷凝水；集液槽23优选为漏斗状，其上端不高于温室地面9，下端设有出液孔24，出液孔24与冷凝回收箱25连通，从而利用液体自重收集滑落的冷凝液。需要说明的是，也可以在特朗伯烟囱14的底部设置多个集液槽23，集液槽23的数量可以根据冷凝液的流量调整。

[0050] 本实施例的系统在工作时：一方面，太阳光16辐射顺次透过日光温室的透光棚10和透光板17，照射到集热墙3上，太阳光16的光能部分被黑色的吸光加热涂层21吸收，使得位于气体流道内的空气，被吸光加热涂层21加热，则此时空气不断吸收热量而温度升高，并且空气密度降低，与特朗伯烟囱14的外部环境形成密度差，从而形成了热压力差，进而在特朗伯烟囱14内部的气体流道内形成上升气流。换热器4被安装在特朗伯烟囱14顶部，换热器4的出口与特朗伯烟囱14的外排气孔19连通，则上升的热气流经过换热器4后，温度进一步降低，并通过外排气孔19排出温室；同时，日光温室内的空气从透光板17底部的通道进气孔18不断被吸入特朗伯烟囱14内，从而在温室的内部、特朗伯烟囱14的内部、以及温室的外部之间形成持续不断的空气流。

[0051] 另一方面，上升气流中的热湿空气经过换热器4的换热作用后，由于产生冷凝降温形成有液态冷凝水，液态冷凝水在重力作用下汇聚到位于换热器4下方的集液槽23内，冷凝水通过集液槽23的出液孔24经水管流至冷凝回收箱25内，冷凝回收箱25与温室内部的灌溉系统连通，从而充分回收冷凝水，以用于灌溉温室内部种植的植物体22。

[0052] 本实施例提出的日光温室中，透光棚10优选由塑料膜和钢骨架支撑组成，塑料膜平铺在钢骨架支撑上，以起到透光作用，同理也可采用透光玻璃替代塑料膜，实现透光作用；在透光棚10顶部与特朗伯烟囱14的顶部之间通过后坡12连接，在透光棚10顶部安装前保温被11，前保温被11可以卷起在透光棚10的顶部、或平铺在透光棚10的棚面上，在后坡12

上设置后保温层13，以起到保温作用，防止热量流失；在温室地面9以下填充有保温隔层8，保温隔层8包裹在地埋管7外，以防止地埋管7的热量向地面流失。

[0053] 在日光温室的集热墙3向阳面上并列排布有多个特朗伯烟囱14，每个特朗伯烟囱14顶部的换热器4之间通过连接管15串联和/或并联，并且各个连接管15分别通过出液管5连通至储热水箱6内；在各个换热器4上还连通有进液管，进液管上安装有总阀门1和入液泵2，以控制流体介质的流入量；储热放热组件的储热水箱6优选安装在温室的外部，地埋管7被埋设在温室地面9的下部即可。

[0054] 本实施例的日光温室在利用上述系统对温室内部进行调温时，可分为以下几种调温情况：

[0055] 白天，卷起日光温室的棚面保温被，以使太阳光16顺次穿过透光棚10的棚面和特朗伯烟囱14的透光板17照射到吸光加热涂层21上，则位于特朗伯烟囱14内的吸光加热涂层21不断吸收入射太阳光16的能量，从而快速加热气流通道内部的空气，在重力差作用下，空气在气流通道内产生自然对流；升温后的空气进入换热器4内放热冷凝，以使换热器4回收热湿空气的潜热，并将吸热升温后的流体介质送至储热水箱6内以储存热量。

[0056] 夜间，温室内部温度持续降低，此时可以开启储热水箱6与地埋管7之间的驱动泵，从而将储热水箱6内的热水引入地埋管7，从而利用储存水箱内存储的热量通过地埋管7向温室内部放热，从而平衡温室温度。

[0057] 当冬季温室内部温度不足时，可以直接开启储热水箱6与地埋管7之间的驱动泵，从而将储热水箱6内的热水引入地埋管7，利用地埋管7实现对温室内部的补热，从而实现日光温室内部的自动调温，以实现温室恒温种植。

[0058] 综上所述，本实施例所述的日光温室通风回热系统中，至少一组特朗伯烟囱14安装在温室内，并固定在集热墙3的向阳面上，每组特朗伯烟囱14的内部分别设有气流通道，用于利用太阳光16对各个气流通道内的气体加热，以驱动气流通道内的气体升温并流动，换热器4安装在气流通道内，用于吸收升温后的气体的热量，储热放热组件与换热器4连接，用于存储热量并向温室内放热，利用温室内和气流通道内的空气温差形成自然热压，以将室内热空气自动引入特朗伯烟囱14内加热升温，以使得温室内外通过特朗伯烟囱14形成自然对流循环，然后利用换热器4和储热放热组件将升温后的气体热量吸收并存储，以回收太阳能余热，从而有效提高温室系统的换热储热效率，提升夜间温室放热能力，该部分储热不但能作为白天温室内的调温辅助能源，还能有效提升夜间温室内部温度，节能环保；在换热器4与升温后的热湿空气进行热交换的同时，热湿空气降温冷凝，从而形成冷凝液，该系统的冷凝回收组件能够将冷凝液充分回收，并重新循环利用到温室灌溉中，以实现节水和资源再利用的环保效果。

[0059] 综上，本发明的系统具有非常好的节能减排和能源再生利用的环保效益，并能实现良好的经济效益。

[0060] 本发明的实施例是为了示例和描述起见而给出的，而并不是无遗漏的或者将本发明限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显而易见的。选择和描述实施例是为了更好说明本发明的原理和实际应用，并且使本领域的普通技术人员能够理解本发明从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

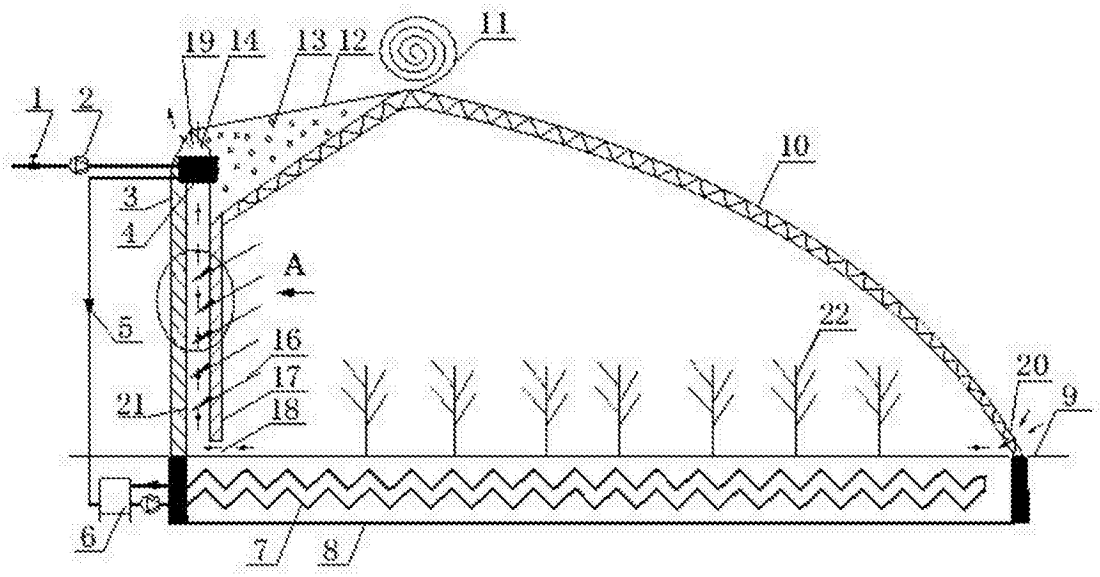


图1

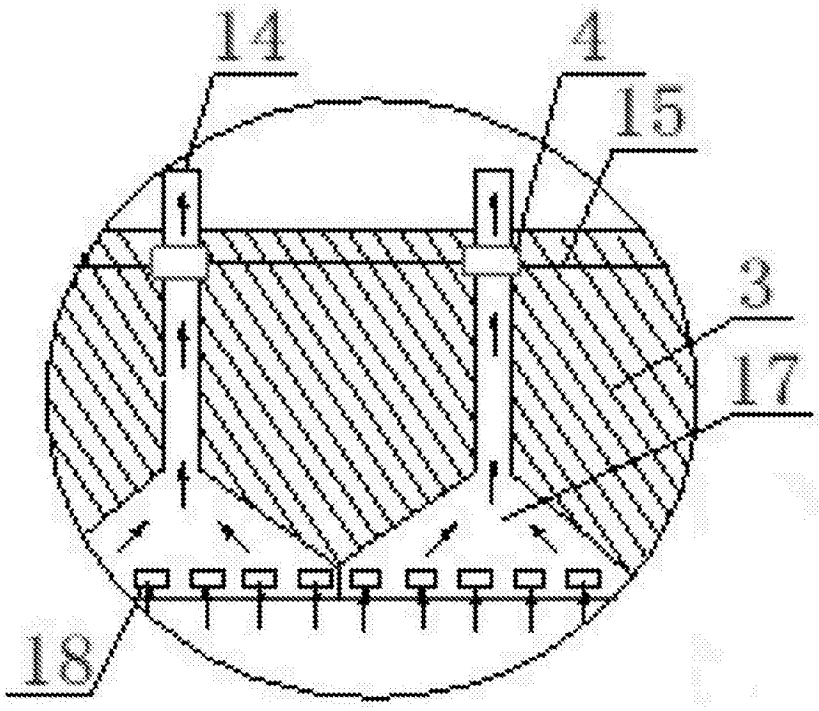


图2

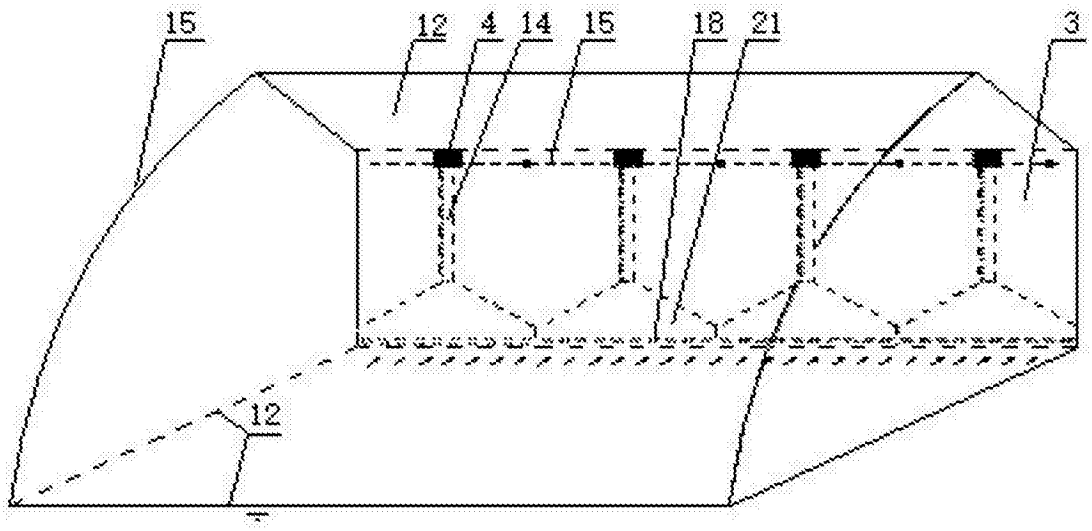


图3

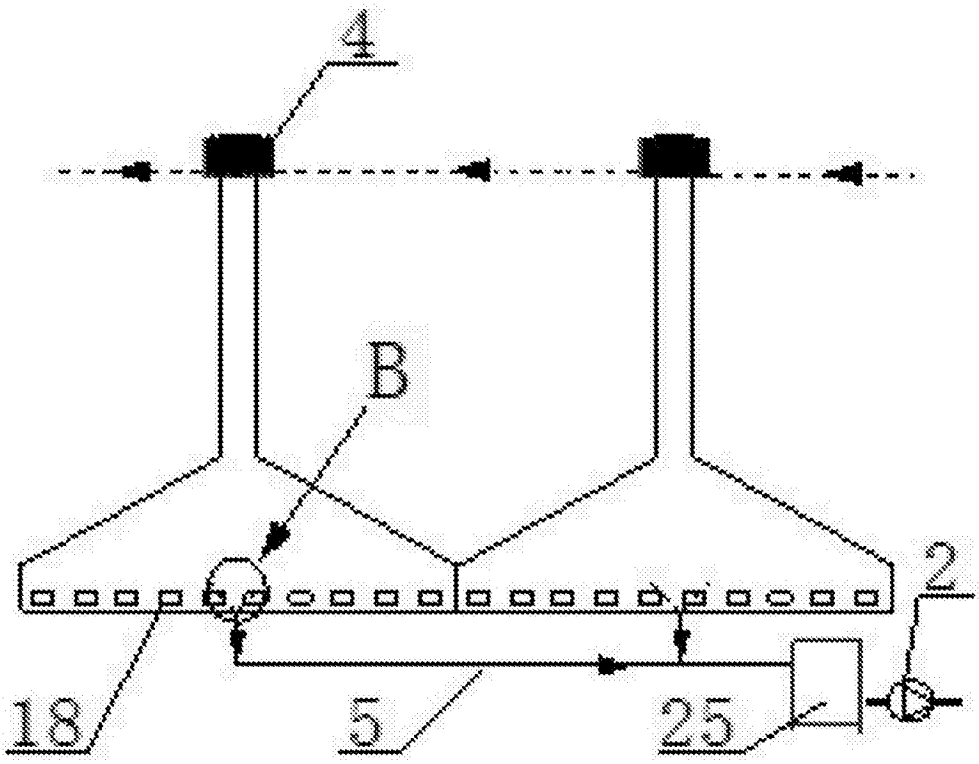


图4

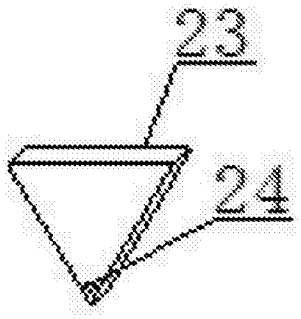


图5