

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102767941 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 07

(21) 申请号 201110114309. X

(22) 申请日 2011. 05. 04

(71) 申请人 中国科学院理化技术研究所  
地址 100190 北京市海淀区中关村北一条 2 号

(72) 发明人 杨鲁伟 王传奇 张振涛 吕君

(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

(51) Int. Cl.

F26B 23/10 (2006. 01)

F26B 3/28 (2006. 01)

F26B 21/12 (2006. 01)

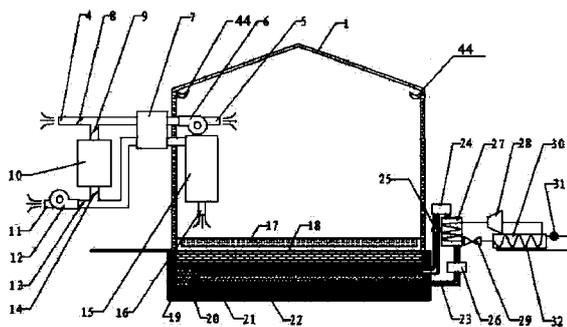
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

温室型太阳能热泵联合干燥装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及太阳能干燥装置技术领域,具体公开了一种温室型太阳能热泵联合干燥装置及方法,该装置包括:温室;干化床,设置在所述温室中;两组热泵机组,与所述温室连接,用于吸收外界介质的热量并利用该热量对温室内部进行加热;地面辐射机构,设置在所述干化床的下方,与一组所述热泵机组连接;控制中心,与两组所述热泵机组连接,用于根据太阳能强度对所述热泵机组进行控制。本发明能够节能、高效的利用太阳能和污水的热量对温室中的物料进行加热干燥。



1. 温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,包括:
  - 温室;
  - 干化床,设置在所述温室中;
  - 两组热泵机组,与所述温室连接,用于吸收外界介质的热量并利用该热量对温室内部进行加热;
  - 地面辐射机构,设置在所述干化床的下方,与一组所述热泵机组连接;
  - 控制中心,与两组所述热泵机组连接,用于根据太阳能强度对所述热泵机组进行控制。
2. 如权利要求 1 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,两组所述热泵机组为结构相同的空气源热泵机组和污水源热泵机组,所述热泵机组包括:
  - 压缩机和膨胀阀;
  - 蒸发器和冷凝器,所述蒸发器分别通过压缩机和膨胀阀与冷凝器连接,所述污水源热泵机组的蒸发器还与污水管连接。
3. 如权利要求 2 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,所述地面辐射机构包括:
  - 面层,位于所述干化床的下方;
  - 填充层,位于所述面层的下方;
  - 加热管,位于所述填充层中,其两端伸出所述填充层;
  - 分水器 and 集水器,分别连接在所述加热管的两端和所述冷凝器之间。
4. 如权利要求 3 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,还包括:
  - 绝热层,铺设在所述填充层的下方;
  - 防护层,铺设在所述绝热层的下方。
5. 如权利要求 1 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,还包括:扰流风机,通过钢架固定在所述温室内顶部。
6. 如权利要求 1 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,还包括:
  - 回风风机,设置在所述温室内部,其一端设有回风口,另一端接回风管,所述回风管的另一端为排气口,穿过所述温室的侧壁伸出到温室外;
  - 新风风机,位于所述温室外部,其一端设有新风口,另一端接送风管,所述送风管的另一端为送风口,穿过所述温室的侧壁伸入到温室内。
7. 如权利要求 6 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,还包括:
  - 换热器,连接在所述回风风机和空气源热泵机组的蒸发器之间的回风管上,且连接在所述空气源热泵机组的蒸发器和冷凝器之间的送风管上。
8. 如权利要求 6 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,还包括:
  - 蒸发管,所述空气源热泵机组的蒸发器通过蒸发管分别连接回风管和送风管。
9. 如权利要求 8 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,靠近所述回风管的蒸发管中设置有第二风阀,靠近所述送风管的蒸发管中设置有第四风阀,所述第二风阀和第四风阀均与控制中心连接;所述回风管中位于排气口和第二风阀之间的位置设置有第一风阀,所述送风管中位于新风风机和第四风阀之间的位置设置有第三风阀,所述第一风阀和第三风阀均与控制中心连接。
10. 如权利要求 1 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,所述温室上设

置有进料门和出料门。

11. 如权利要求 1 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,所述干化床上安装有翻泥机。

12. 如权利要求 1 所述的温室型太阳能热泵联合干燥装置,其特征在于,所述分水器和集水器上均安装有平衡水箱和排水管。

13. 温室型太阳能热泵联合干燥方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤 S1、控制中心检测太阳能强度是否大于满足温室除湿需要的第一设定值,是则执行步骤 S2,否则判断太阳能强度是否介于第一设定值和第二设定值之间,是则执行步骤 S3;当太阳能强度低于第二设定值时,执行步骤 S4;若太阳能强度进一步地低于第三设定值,则执行步骤 S5;

步骤 S2、控制中心控制关闭第二风阀和第四风阀,并判断是否达到预设排气点,是则执行步骤 S21;

步骤 S21、开启第一风阀和第三风阀,温室内的空气通过回风口由回风风机抽送并经回风管和排气口排出,温室外的空气通过新风口由新风风机抽送并经送风管和送风口送入室内;

步骤 S3、控制中心判断是否达到预设排气点,是则控制第一风阀至第四风阀均开启,由控制中心根据太阳能强度计算并控制各个风阀的开度,决定热泵机组的开启,并确定回风、送风的流向及分配,实现室内的热量需求供给平衡;

步骤 S4、控制中心控制关闭第一风阀和第三风阀,开启第二风阀和第四风阀,并控制开启空气源热泵机组;

步骤 S5、控制中心控制关闭第一风阀和第三风阀,开启第二风阀和第四风阀,并控制开启空气源热泵机组和污水源热泵机组。

14. 如权利要求 13 所述的温室型太阳能热泵联合干燥方法,其特征在于,所述 S4 中空气源热泵机组的工作步骤具体包括:

空气源热泵蒸发器中来自温室的湿热空气的热量被所述空气源热泵蒸发器的热泵工质吸收,湿热空气中的水分凝结并被排走,所述空气源热泵蒸发器的热泵工质进入到空气源热泵压缩机中被进一步加热加压,加热加压后的热泵工质进入到空气源热泵冷凝器中,与空气源热泵冷凝器中的热泵工质进行热交换;在空气源热泵蒸发器中被除湿的空气也进入到空气源热泵冷凝器中,与空气源热泵冷凝器的热泵工质进行热交换,空气源热泵冷凝器的热泵工质温度降低,温度降低后的热泵工质经膨胀阀进一步地降温降压,进入空气源热泵蒸发器进行下一轮吸收湿热空气的热量,经空气源热泵冷凝器热交换后的热空气通过送风口送入到室内,从回风风机排出的温室的湿热空气与经过空气源热泵蒸发器降温的空气在预热器中进行热交换。

15. 如权利要求 13 所述的温室型太阳能热泵联合干燥方法,其特征在于,所述 S5 中污水源热泵机组的工作步骤具体包括:

污水源热泵蒸发器中的热泵工质与污水进行热交换,吸收污水所含热量,污水源热泵压缩机对热交换后的热泵工质进行进一步的加压提温,然后在污水源热泵冷凝器中所述热泵工质将热量传递给液体工质,液体工质将热量传递给温室内部。

## 温室型太阳能热泵联合干燥装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能干燥装置技术领域,特别涉及一种温室型太阳能污水源热泵联合干燥装置及方法。

### 背景技术

[0002] 随着节能减排政策的深入进行,太阳能的利用越来越广泛,在发展太阳能发电等方式的同时,古老的太阳能热利用又重新被人们重视起来。太阳能的热利用使用的太阳能属较低品位的能,除用在热水器上之外,低温( $< 100^{\circ}\text{C}$ )干燥领域内太阳能的作用正被越来越多的发掘出来。太阳能的干燥装置主要分为:温室型、集热型和两者结合的整体型。其中温室型太阳能干燥装置其温室就是干燥室,干燥室直接接受太阳的辐射能。这种干燥装置实际上是具有排湿能力的太阳能温室,其主要特点是集热部件与干燥室结合成一体。工作时,阳光透过玻璃盖板直接照射在待干燥物品上,部分阳光被温室壁吸收,于是室内温度逐渐上升,通过空气对流带走物品蒸发的水分,并从排气窗排出,达到干燥目的。但是这种传统结构排气中的热能直接流失,未能进行回收利用,并且适用于工业干燥时,能量密度太低,连续性差,无法满足生产的要求。

### 发明内容

[0003] (一)要解决的技术问题

[0004] 本发明要解决的技术问题是如何节能、高效的利用太阳能和污水的热量对温室中的物料进行加热干燥。

[0005] (二)技术方案

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一温室型太阳能污水源热泵联合干燥装置,包括:

[0007] 温室;

[0008] 干化床,设置在所述温室中;

[0009] 两组热泵机组,与所述温室连接,用于吸收外界介质的热量并利用该热量对温室内部进行加热;

[0010] 地面辐射机构,设置在所述干化床的下方,与一组所述热泵机组连接;

[0011] 控制中心,与两组所述热泵机组连接,用于根据太阳能强度对所述热泵机组进行控制。

[0012] 其中,两组所述热泵机组为结构相同的空气源热泵机组和污水源热泵机组,所述热泵机组包括:

[0013] 压缩机和膨胀阀;

[0014] 蒸发器和冷凝器,所述蒸发器分别通过压缩机和膨胀阀与冷凝器连接,所述污水源热泵机组的蒸发器还与污水管连接。

[0015] 所述地面辐射机构包括:

- [0016] 面层,位于所述干化床的下方;
- [0017] 填充层,位于所述面层的下方;
- [0018] 加热管,位于所述填充层中,其两端伸出所述填充层;
- [0019] 分水器和集水器,分别连接在所述加热管的两端和所述冷凝器之间。
- [0020] 进一步地技术方案中,还包括:绝热层,铺设在所述填充层的下方;防护层,铺设在所述绝热层的下方。
- [0021] 还包括:扰流风机,通过钢架固定在所述温室内顶部。
- [0022] 进一步的技术方案中,还包括:
- [0023] 回风风机,设置在所述温室内部,其一端设有回风口,另一端接回风管,所述回风管的另一端为排气口,穿过所述温室的侧壁伸出到温室外;
- [0024] 新风风机,位于所述温室外部,其一端设有新风口,另一端接送风管,所述送风管的另一端为送风口,穿过所述温室的侧壁伸入到温室内。
- [0025] 还包括:
- [0026] 换热器,连接在所述回风风机和空气源热泵机组的蒸发器之间的回风管上,且连接在所述空气源热泵机组的蒸发器和冷凝器之间的送风管上。
- [0027] 还包括:
- [0028] 蒸发管,所述空气源热泵机组的蒸发器通过蒸发管分别连接回风管和送风管。
- [0029] 其中,靠近所述回风管的蒸发管中设置有第二风阀,靠近所述送风管的蒸发管中设置有第四风阀,所述第二风阀和第四风阀均与控制中心连接;所述回风管中位于排气口和第二风阀之间的位置设置有第一风阀,所述送风管中位于新风风机和第四风阀之间的位置设置有第三风阀,所述第一风阀和第三风阀均与控制中心连接。
- [0030] 所述温室上设置有进料门和出料门。
- [0031] 所述干化床上安装有翻泥机。
- [0032] 所述分水器和集水器上均安装有平衡水箱和排水管。
- [0033] 为了解决上述技术问题,本发明还提供了一种温室型太阳能热泵联合干燥方法,包括如下步骤:
- [0034] 步骤 S1、控制中心检测太阳能强度是否大于满足温室除湿需要的第一设定值,是则执行步骤 S2,否则判断太阳能强度是否介于第一设定值和第二设定值之间,是则执行步骤 S3;当太阳能强度低于第二设定值时,执行步骤 S4;若太阳能强度进一步地低于第三设定值,则执行步骤 S5;
- [0035] 步骤 S2、控制中心控制关闭第二风阀和第四风阀,并判断是否达到预设排气点,是则执行步骤 S21;
- [0036] 步骤 S21、开启第一风阀和第三风阀,温室内的空气通过回风口由回风风机抽送并经由回风管和排气口排出,温室外的空气通过新风口由新风风机抽送并经由送风管和送风口送入温室内;
- [0037] 步骤 S3、控制中心判断是否达到预设排气点,是则控制第一风阀至第四风阀均开启,由控制中心根据太阳能强度计算并控制各个风阀的开度,决定热泵机组的开启,并确定回风、送风的流向及分配,实现室内的热量需求供给平衡;
- [0038] 步骤 S4、控制中心控制关闭第一风阀和第三风阀,开启第二风阀和第四风阀,并控

制开启空气源热泵机组；

[0039] 步骤 S5、控制中心控制关闭第一风阀和第三风阀，开启第二风阀和第四风阀，并控制开启空气源热泵机组和污水源热泵机组。

[0040] 其中，所述 S4 中空气源热泵机组的工作步骤具体包括：

[0041] 空气源热泵蒸发器中来自温室的湿热空气的热量被所述空气源热泵蒸发器的热泵工质吸收，湿热空气中的水分凝结并被排走，所述空气源热泵蒸发器的热泵工质进入到空气源热泵压缩机中被进一步加热加压，加热加压后的热泵工质进入到空气源热泵冷凝器中，与空气源热泵冷凝器中的热泵工质进行热交换；在空气源热泵蒸发器中被除湿的空气也进入到空气源热泵冷凝器中，与空气源热泵冷凝器的热泵工质进行热交换，空气源热泵冷凝器的热泵工质温度降低，温度降低后的热泵工质经膨胀阀进一步地降温降压，进入空气源热泵蒸发器进行下一轮吸收湿热空气的热量，经空气源热泵冷凝器热交换后的热空气通过送风口送入到温室内，从回风风机排出的温室的湿热空气与经过空气源热泵蒸发器降温的空气在预热器中进行热交换。

[0042] 所述 S5 中污水源热泵机组的工作步骤具体包括：

[0043] 污水源热泵蒸发器中的热泵工质与污水进行热交换，吸收污水所含热量，污水源热泵压缩机对热交换后的热泵工质进行进一步的加压提温，然后在污水源热泵冷凝器中所述热泵工质将热量传递给液体工质，液体工质将热量传递给温室内部。

[0044] （三）有益效果

[0045] 上述技术方案具有如下有益效果：

[0046] 1、本发明属于采用温室作为利用太阳能热干燥污泥的设备，既满足了采集太阳能的面积需要，又起到了污泥仓库的作用，且成本远低于太阳能集热器，高效、节能；

[0047] 2、本发明将热泵机组做为太阳能不足时候的补充，回收污水处理厂的污水含有的热量，这种工况下的热泵效率会大大提高，进一步地达到了节能的目的；

[0048] 3、地面辐射的加热方式使污泥内部底部温度高于顶部温度，这在干燥动力学上明显优于污泥表面温度高于内部温度的情况，提高了传质（除湿）速率。

## 附图说明

[0049] 图 1 是本发明实施例的温室型太阳能污水源热泵联合干燥装置的结构示意图；

[0050] 图 2 是本发明实施例的温室型太阳能污水源热泵联合干燥装置的部分结构示意图；

[0051] 图 3 是本发明实施例的温室型太阳能污水源热泵联合干燥装置的部分室内结构示意图；

[0052] 图 4 是本发明实施例的温室型太阳能污水源热泵联合干燥装置的污水源热泵机组的部分结构示意图；

[0053] 图 5 是本发明实施例的温室型太阳能污水源热泵联合干燥方法的流程图。

[0054] 其中，1：温室；2：回风管；3：送风管；4：排气口；5：回风口；6：回风风机；7：换热器；8：第一风阀；9：第二风阀；10：空气源热泵蒸发器；11：新风口；12：新风风机；13：第三风阀；14：第四风阀；15：空气源热泵冷凝器；16：送风口；17：污泥物料；18：干化床；19：面层；20：填充层；21：绝热层；22：防护层；23：加热管；24：分水器；25：分水器前水泵；26：

集水器 ;27 :污水源热泵冷凝器 ;28 :污水源热泵压缩机 ;29 :污水源热泵膨胀阀 ;30 :污水源热泵蒸发器 ;31 :污水泵 ;32 :污水管 ;33 :排气管 ;34 :平衡水箱 ;35 :循环水泵 ;36 :扰流风机 ;37 :翻泥机 ;38 :进料门 ;39 :出料门 ;40 :空气源热泵膨胀阀 ;41 :空气源热泵压缩机 ;43 :蒸发管 ;44 :排水沟。

### 具体实施方式

[0055] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0056] 如图 1 所示,为本发明实施例的温室型太阳能污水源热泵联合干燥装置的结构示意图,本装置包括温室 1、位于温室 1 内的干化床 18、翻泥机 37 和扰流风机 36 ;位于温室 1 内的回风风机 6 ;位于温室 1 内的地面辐射机构,用于将外界的热量传导至温室内 ;位于温室 1 外的与地面辐射机构连接的污水源热泵机组,用于吸收来自污水处理厂的污水的热量并利用该热量对水进行加热,利用水将热量传导至温室 1 内。还包括位于温室 1 外的换热器 7,空气源热泵机组、新风风机 12 以及控制中心(未示出)。其中地面辐射机构包括绝热层 21、填充层 20、加热管 23、面层 19、分水器 24、集水器 26 以及水泵 ;污水源热泵机组包括污水源热泵压缩机 28、污水源热泵蒸发器 30、污水源热泵膨胀阀 29 以及污水源热泵冷凝器 27 ;空气源热泵机组包括空气源热泵压缩机 41、空气源热泵蒸发器 10、空气源热泵膨胀阀 40 以及空气源热泵冷凝器 15。

[0057] 其中,温室 1 采用 PC 阳光板制作,温室 1 上开设有进料门 38 和出料门 39,分别用于将污泥物料 17 送入温室 1,以及将干燥后的污泥物料 17 送出温室 1。

[0058] 温室 1 中设有干化床 18,用于放置污泥物料 17。干化床 6 的下方铺设面层 19,采用水泥砂浆、混凝土等材料制作,用于支撑干化床 18 ;面层 19 的下面为填充层 20,填充层 20 用于铺设加热管 23,同时能够保护加热管 23 并使其温度均匀,填充层 20 一般采用 C15 豆石混凝土制作 ;填充层 20 的下方则为绝热层 21,用于减少温室 1 内的热量损失,可采用聚苯乙烯泡沫塑料板制作 ;优选地,绝热层 21 的下方还铺设防护层 22,以防止地面下的地下水或潮气透过绝热层 21 渗入到温室 1 中。

[0059] 再如图 2 所示,加热管 23 的两端伸出温室 1 的部分,一端首先与集水器 26 连接,然后与从集水器 26 中引出并与污水源热泵冷凝器 27 连接,加热管 23 的另一端首先与循环水泵 35 连接,然后从循环水泵 35 引出并与污水源热泵冷凝器 27 的另一端连接,污水源热泵冷凝器 27 的一端与污水源热泵压缩机 28 连接,污水源热泵压缩机 28 与污水源热泵蒸发器 30 连接,污水源热泵蒸发器 30 通过污水源热泵膨胀阀 29 与污水源热泵冷凝器 27 的另一端连接,污水源热泵蒸发器 30 还分别与污水处理厂的污水管 32 以及污水泵 31 连接。

[0060] 温室 1 内部有回风风机 6,回风风机 6 的一端设有回风口 5,另一端接回风管 2,回风管 2 穿过温室 1 的侧壁与温室 1 外的热泵预热换热器 7 连接,回风管 2 连接换热器 7 之后继续延伸,回风管 2 的另一个端为排气口 4。温室 1 的内部安装有空气源热泵冷凝器 15,空气源热泵冷凝器 15 的一端设有送风口 16,另一端接送风管 3,送风管 3 穿过温室 1 的侧壁与换热器 7 连接,送风管 3 连接换热器 7 之后继续延伸,与新风风机 12 连接,新风风机 12 的另一端设有新风口 11。

[0061] 回风管 2 和送风管 3 还通过蒸发管 43 与空气源热泵蒸发器 10 连接,蒸发管 43 靠

近回风管 2 的位置设置有第二风阀 9,蒸发管 43 靠近送风管 3 的位置设置有第四风阀 14。回风管 2 中位于排气口 4 和第二风阀 9 之间的位置设置有第一风阀 8,送风管 3 中位于新风机 12 和第四风阀 14 之间的位置设置有第三风阀 13。各个风阀均与控制中心连接。

[0062] 空气源热泵蒸发器 10 还分别通过空气源热泵压缩机 41 和空气源热泵膨胀阀 40 与空气源热泵冷凝器 15 连接。其中空气源热泵压缩机 41 位于温室 1 内,空气源热泵膨胀阀 40 位于温室 1 外。空气源热泵压缩机 41 和空气源热泵膨胀阀 40 与控制中心连接。

[0063] 再如图 3 所示,优选地,干化床 18 上在进料门 38 和出料门 39 之间的位置设置有轨道,轨道上有翻泥机 37 沿轨道来回运动,不断破坏污泥物料 17 的干化表面结成的致密结构提高水分排出效率。温室 1 内顶部通过钢架固定有扰流风机 36,向污泥物料 17 吹风,使得温室 1 内的空气上下翻腾使得水分在其中充分扩散。

[0064] 再如图 2 所示,优选地,在分水器 24 和集水器 26 上,均设置有平衡水箱 34 和排气管 33,其中平衡水箱 34 用于对分水器 24 中的水量进行自动调节,排气管 33 用于排出水中的气体。

[0065] 优选地,温室 1 内壁上设置有排水沟 44,排水沟 44 用于将温室 1 内凝结的水排出到室外。

[0066] 再如图 2 所示,对于长度较长的温室,用一个供水和回水的加热管布置方式将加大质量要求及成本,且温度的均匀分布难度加大,故需分为若干(具体数量视温室面积)段区域分别供回水,加入分水器 and 集水器对流量分配做总调控,加热管可以为盘旋结构。

[0067] 本发明的原理为:温室部分通过自然通风排出室内高含湿量的空气,达到干化污泥物料的目的;当太阳能不充足时,开启热泵机组、加热管循环的阀门和水泵,达到均匀加热温室地面的作用。热泵主要用于回收从污水热源中吸收低品位的热量变为高品位热量通过地面供入到温室当中。

[0068] 再如图 4 所示,以污水源热泵机组为例,本实施例中热泵机组的工作原理为:污水管 32 内的污水在污水泵 31 的作用下进入污水源热泵蒸发器 30 中,污水源热泵蒸发器 30 中的热泵工质与污水进行热交换,热泵工质吸收污水的热量,并进入污水源热泵压缩机 28,压缩机 28 将热泵工质压缩成高温高压的状态,然后压缩后的热泵工质进入污水源热泵冷凝器 27 与液体工质进行热交换,本实施例中的液体工质具体为水。热泵工质在污水源热泵冷凝器 27 中放出热量给水,加热后的水通过循环水泵 35 进入分水器 24,并进一步通过水泵 25 进入到加热管 23 中,加热管 23 中的水与其周围的填充层 20 进行换热,换热之后的水进入到集水器 26 中,集水器 26 的水进入到污水源热泵冷凝器 27 中,进行新一轮的热循环。污水源热泵冷凝器 27 出来的热泵工质进入污水源热泵膨胀阀 29 进行降温降压,然后进入到污水源热泵蒸发器 30 中进行新一轮的循环。

[0069] 如图 5 所示,为本发明实施例的温室型太阳能热泵联合干燥方法的流程图,也即本发明的装置的工作原理,包括如下步骤:

[0070] 步骤 S1、控制中心检测太阳能强度是否大于满足温室除湿需要的第一设定值,是则执行步骤 S2,否则判断太阳能强度是否介于第一设定值和第二设定值之间,则执行步骤 S3;当太阳能强度低于第二设定值时,执行步骤 S4;若太阳能强度进一步地低于第三设定值,则执行步骤 S5;

[0071] 其中第三设定值小于第二设定值;

[0072] 步骤 S2、控制中心控制关闭第二风阀和第四风阀,并判断是否达到预设排气点,是则执行步骤 S21;

[0073] 步骤 S21、开启第一风阀和第三风阀,温室内高温高含湿量的空气通过回风口由回风风机抽送,并经回风管和排气口排出,温室外低温低含湿量的空气通过新风口由新风风机抽送并经送风管和送风口送入温室内;

[0074] 这部分新鲜的空气经过温室内太阳能的加热,又变成高温高含湿量的空气,排出时顺便带走了污泥中的水分,到达除湿的目的。

[0075] 步骤 S3、控制中心判断是否达到预设排气点,是则控制第一风阀至第四风阀均开启,控制中心根据太阳能强度计算并控制各个风阀的开度,并确定回风、送风的流向及分配,实现室内的热量需求供给平衡。

[0076] 步骤 S4、控制中心控制关闭第一风阀和第三风阀,开启第二风阀和第四风阀,并控制开启空气源热泵机组:空气源热泵蒸发器中来自温室的湿热空气的热量被空气源热泵蒸发器的热泵工质吸收,湿热空气中的水分凝结并被排走,空气源热泵蒸发器的热泵工质进入到空气源热泵压缩机中被进一步加热加压,加热加压后的热泵工质进入到空气源热泵冷凝器中,与空气源热泵冷凝器中的热泵工质进行热交换;在空气源热泵蒸发器中被除湿的空气也进入到空气源热泵冷凝器中,与空气源热泵冷凝器的热泵工质进行热交换,空气源热泵冷凝器的热泵工质温度降低,温度降低后的热泵工质经膨胀阀进一步地降温降压,进入空气源热泵蒸发器进行下一轮吸收湿热空气的热量,经空气源热泵冷凝器热交换后的热空气通过送风口送入到温室内;同时温室内从回风风机排出的湿热空气与经过蒸发器降温的空气在预热器中还进行一轮热交换,以充分利用温室内湿热空气的热量。

[0077] 步骤 S5、控制中心控制关闭第一风阀和第三风阀,开启第二风阀和第四风阀,并控制开启空气源热泵机组和污水源热泵机组;

[0078] 其中空气源热泵机组的工作过程在步骤 S4 中已描述;

[0079] 对于污水源热泵机组,其工作过程为:污水管内的污水在污水泵的作用下进入污水源热泵蒸发器中,污水源热泵蒸发器中的热泵工质与污水进行热交换,热泵工质吸收污水的热量,并进入污水源热泵压缩机将热泵工质压缩成高温高压的状态,然后压缩后的热泵工质进入污水源热泵冷凝器与液体工质进行热交换,本实施例中的液体工质具体为水,热泵工质放出热量给水,加热后的水通过水泵进入分水器,并进一步通过水泵泵入到加热管中,加热管中的水与加热管周围的填充层进行换热,换热之后的水进入到集水器中,集水器中的水进入到冷凝器中,进行再一轮的热循环。污水源热泵冷凝器出来的热泵工质进入污水源热泵膨胀阀进行进一步地降温降压,然后进入到污水源热泵蒸发器中进行下一轮的循环。

[0080] 由以上实施例可以看出,本发明提供的装置具有如下有益效果:

[0081] 1、本发明属于采用温室作为利用太阳能热干燥污泥的设备,既满足了采集太阳能的面积需要,又起到了污泥仓库的作用,且成本远低于太阳能集热器,高效、节能;

[0082] 2、本发明将热泵机组做为太阳能不足时候的补充,回收污水处理厂的污水含有的热量,这种工况下的热泵效率会大大提高,进一步地达到了节能的目的;

[0083] 3、地面辐射的加热方式使污泥内部底部温度高于顶部温度,这在干燥动力学上明显优于污泥表面温度高于内部温度的情况,提高了传质(除湿)速率。

[0084] 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,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

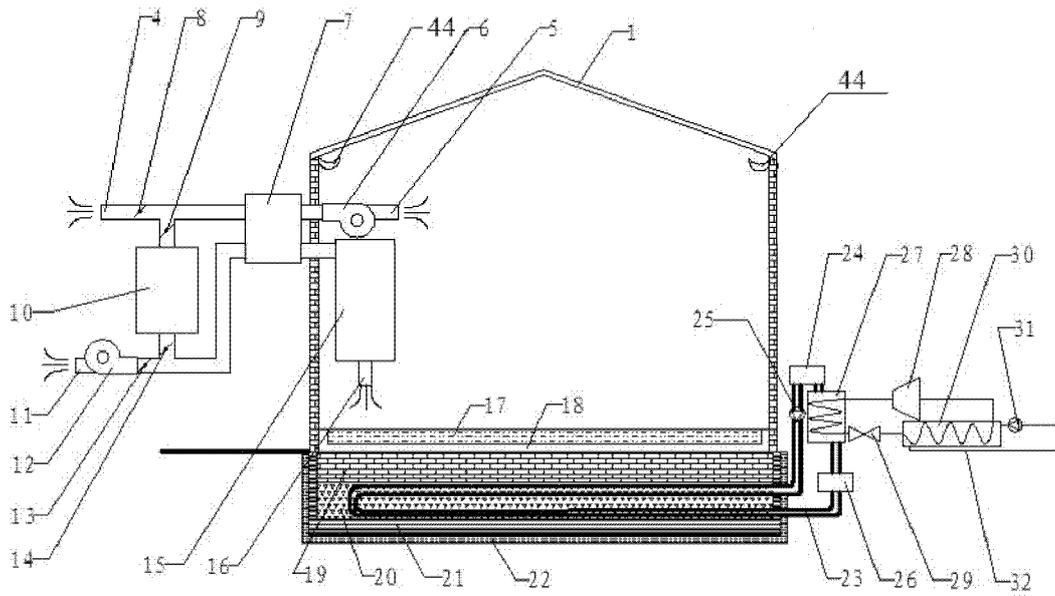


图 1

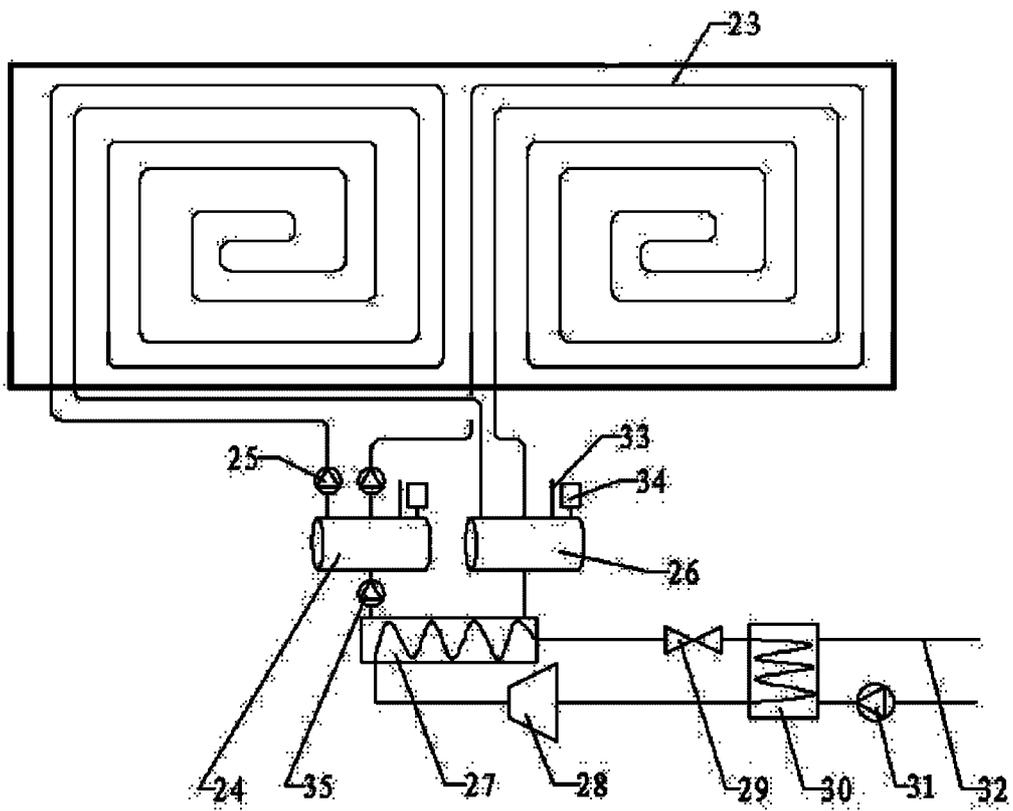


图 2

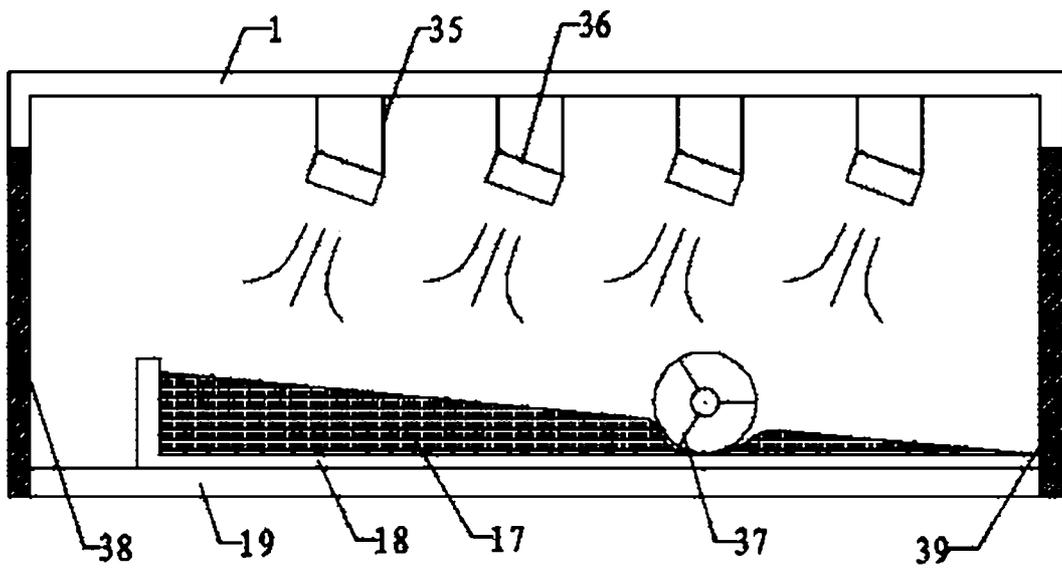


图 3

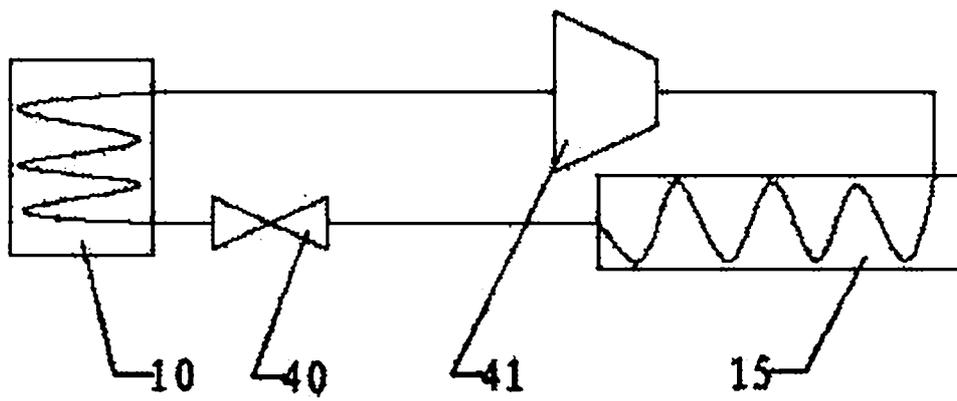


图 4

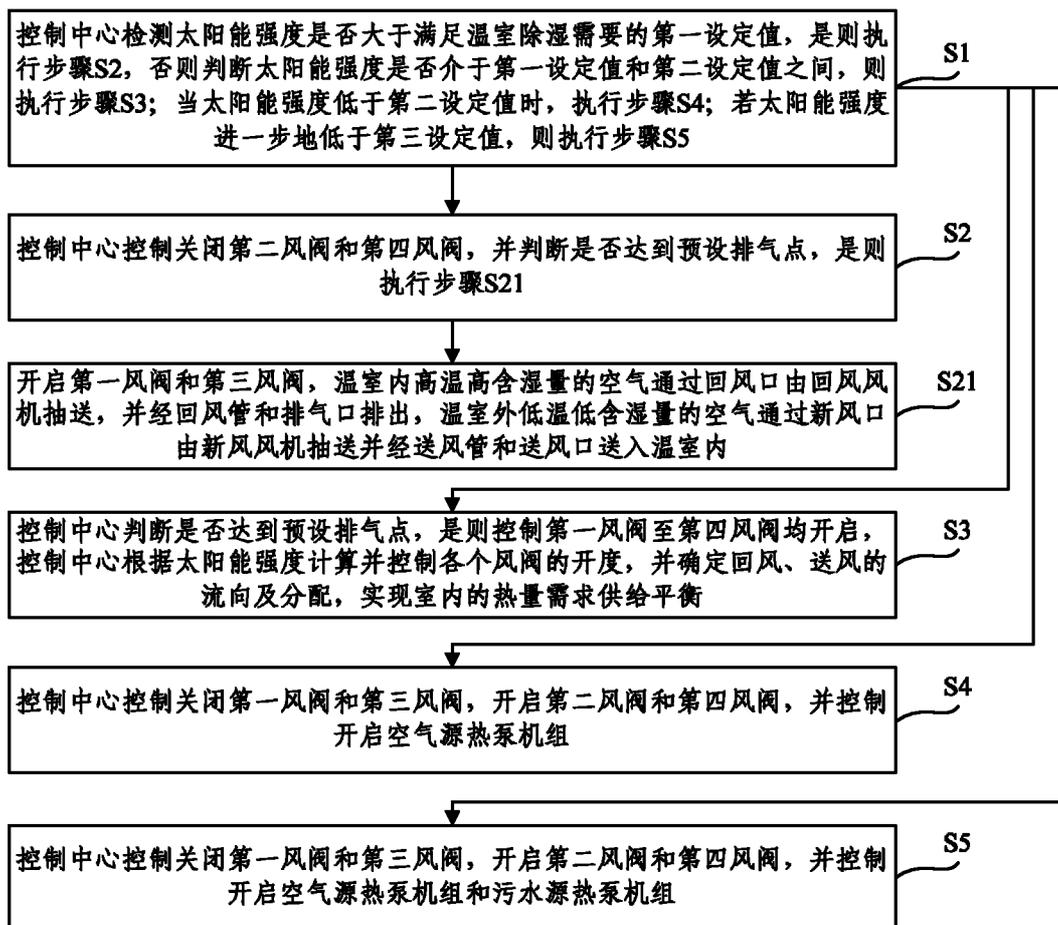


图 5