



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114711067 B

(45) 授权公告日 2023.04.28

(21) 申请号 202210226259.2

审查员 张星

(22) 申请日 2022.03.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114711067 A

(43) 申请公布日 2022.07.08

(73) 专利权人 北京市农林科学院智能装备技术研究中心

地址 100097 北京市海淀区曙光花园中路11号农科大厦A座1107

(72) 发明人 孙维拓 周宝昌 郭文忠 魏晓明

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

专利代理师 吴刚

(51) Int. Cl.

A01G 9/24 (2006.01)

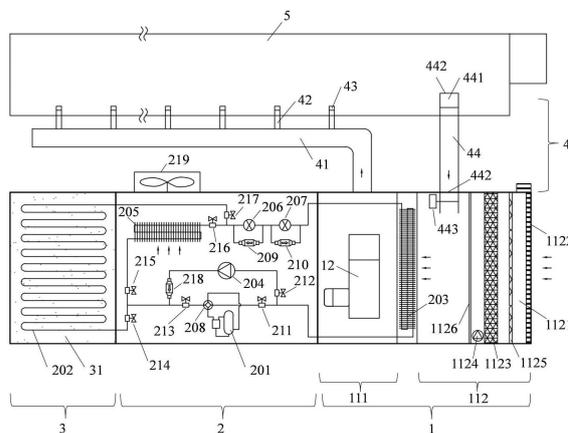
权利要求书3页 说明书16页 附图1页

(54) 发明名称

集成化温室热环境调控系统及方法

(57) 摘要

本发明提供一种集成化温室热环境调控系统及方法,集成化温室热环境调控系统包括:正压冷暖风机组、热泵装置、蓄热装置及通风管路;通风管路用于连通正压冷暖风机组与日光温室;热泵装置包括:压缩机、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器;压缩机、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器依次连接,并形成闭环回路;其中,蓄热装置内设有相变材料,换热盘管内置于相变材料中;表冷器设于正压冷暖风机组内。本发明能够大大降低温室热环境调控的能耗,同时执行多种运行模式,改善调控效果,并且系统组件高度集成,部分结构能够实现共用,设备成本大幅降低,便于整体设备的安装和运输,主要系统组件外置不占用温室生产空间。



1. 一种集成化温室热环境调控系统,其特征在于,包括:

正压冷暖风机组、热泵装置、蓄热装置及通风管路;

所述通风管路用于连通所述正压冷暖风机组与日光温室;

所述热泵装置包括:压缩机、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器;所述压缩机、所述换热盘管、所述第一膨胀阀及所述表冷器依次连接,并形成闭环回路;

其中,所述蓄热装置内设有相变材料,所述换热盘管内置于所述相变材料中,所述表冷器设于所述正压冷暖风机组内;

所述热泵装置还包括:氟泵;所述氟泵与所述压缩机并联;

所述热泵装置还包括:四通阀、第二膨胀阀、第一单向阀以及第二单向阀;

所述换热盘管、所述第一膨胀阀、所述第二膨胀阀及所述表冷器依次串联;

所述四通阀包括第一端口、第二端口、第三端口及第四端口;所述第一端口与所述换热盘管远离所述第一膨胀阀的一端连通;所述第二端口与所述压缩机的进口端连通,所述第三端口与所述表冷器远离所述第二膨胀阀的一端连通,所述第四端口与所述压缩机的出口端连通;

所述第一单向阀与所述第一膨胀阀并联,所述第二单向阀与所述第二膨胀阀并联;所述第一单向阀用于定向地控制工质从所述第二膨胀阀流向所述换热盘管;所述第二单向阀用于定向地控制工质从所述第一膨胀阀流向所述表冷器;

所述正压冷暖风机组包括循环风室与机组风机;所述通风管路包括送风管路与回风管路;

所述表冷器设于所述循环风室内,所述表冷器将所述循环风室间隔出第一风室与第二风室;所述机组风机设置在所述第一风室内;所述送风管路的另一端与所述第一风室连通,所述送风管路的第二端与所述日光温室连通;所述回风管路的另一端与所述日光温室连通,所述回风管路的第二端与所述第二风室连通;所述回风管路的第二端设置有回风阀;

所述第二风室的壳壁上设有第一通风口,所述第一通风口设有自动风门,所述自动风门用于控制打开或闭合所述通风口;所述日光温室设有第二通风口,所述第二通风口设有风窗,所述风窗用于控制打开或闭合所述第二通风口;

所述第二风室内还设有湿帘;所述湿帘将所述第二风室分隔为第一间室与第二间室;所述第一间室的室壁上设有所述第一通风口,所述回风管路的第二端与所述第二间室连通。

2. 根据权利要求1所述的集成化温室热环境调控系统,其特征在于,所述正压冷暖风机组、所述热泵装置及所述蓄热装置分别设置于所述日光温室的外部;

和/或,所述正压冷暖风机组、所述热泵装置及所述蓄热装置的壳体依次毗邻或共用,并形成一体化设备。

3. 根据权利要求1所述的集成化温室热环境调控系统,其特征在于,所述热泵装置还包括:换热器;所述换热器与所述换热盘管并联,所述换热器用于与外界环境进行风冷换热。

4. 根据权利要求1所述的集成化温室热环境调控系统,其特征在于,

所述第一间室内设有过滤装置;所述过滤装置设置于所述湿帘和所述第一通风口之间;

和/或,所述第二间室内设有挡水板;所述挡水板设于所述湿帘背离所述第一通风口的

一侧。

5. 一种如权利要求1至4任一所述的集成化温室热环境调控系统的集成化温室热环境调控方法,其特征在于,包括:

获取日光温室内的气温与蓄热装置内的相变材料温度;

在日光温室内的气温高于第一温度,以及相变材料温度低于第一蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光温室;与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动;

或者,在日光温室内的气温低于第二温度,以及相变材料温度高于第二蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光温室;与此同时,控制氟泵启动,以驱动工质依次沿着氟泵、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动;

或者,在日光温室内的气温低于第二温度,以及相变材料温度低于第二蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光温室;与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、表冷器、第二膨胀阀及换热盘管的排布顺序循环流动;

或者,在日光温室内的气温低于第二温度,以及相变材料温度低于第三蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光温室;与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、表冷器、第二膨胀阀及换热器的排布顺序循环流动。

6. 根据权利要求5所述的集成化温室热环境调控方法,其特征在于,还包括:

获取日光温室内的空气湿度;

在日光温室内的气温低于第二温度,且日光温室内的空气湿度高于第一湿度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门部分开启,以使得日光温室内的空气经过回风管路进入至正压冷暖风机组内,先与第一通风口引进的外界新风混合,再与表冷器换热,最后通过送风管路返回至日光温室,实现新风引进与空气置换;

或者,在日光温室内的气温高于第三温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀关闭,控制控制自动风门与湿帘开启,以及控制风窗打开,以使得外界的空气在经过湿帘后通过送风管路进入至日光温室,再通过风窗排出日光温室;

或者,在日光温室内的气温高于第三温度或日光温室内的空气湿度高于第一湿度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀关闭,控制自动风门与湿帘开启,以及控制风窗打开,以使得外界的空气在经过湿帘并与表冷器换热后通过送风管路进入至日光温室,再通过风窗排出日光温室;与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、换热器、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动;

或者,在夜间日光温室内的气温高于第三温度且日光温室内的空气湿度高于第一湿度

的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光温室;与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、换热器、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动。

集成化温室热环境调控系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及设施环境调控技术领域,尤其涉及一种集成化温室热环境调控系统及方法。

背景技术

[0002] 日光温室,作为节能、低成本设施结构类型的代表,是中国北方地区主流的越冬型温室。由于其良好的采光、保温及蓄热性能,在我国北纬 32° 至 43° 之间,冬季一般无需加温即能进行喜温蔬菜的生产。然而能生产不代表可以高效、优质地生产,日光温室内不利的热环境条件成为作物优质高产的限制因素。例如,冬季夜间低温高湿会引起作物病虫害频发,并造成积温不足;夏季白天高温低湿,作物蒸腾过盛,光合速率降低。因此,为提高日光温室生产性能,并获得较大净收益,需要对温室热环境进行综合有效调控,并采用低碳节能方法。

[0003] 温室热环境调控主要包括加温、降温、降湿及增湿,并且以温度控制为主。湿度控制在大部分时间内服从于温度控制。

[0004] 在日光温室加温方面,温室热能主动蓄放是一项节能技术。日光温室不仅能够种植作物,还能收获能量。即使是在冬季,白天日光温室内也存在大量富余热能,最高气温可达 35°C 以上。主动蓄放热技术是将白天日光温室内富余热能收集起来,用于温室夜间加温,可提高温室光热资源的利用效率,降低系统总体加温能耗。其余热收集模式包括以提取室内空气热能为主和以直接截获入射辐射为主。余热收集具体措施包括热泵强制提取、热交换器对流换热及太阳能集热等。然而,上述系统装备存在如下弊端:需安装于温室内部,占用栽培空间或影响生产作业;在连阴天和极端低温天气制热能力不足,应急加温能耗大;多采用水作为储热介质,蓄热水箱体积较大,埋于温室地下,同时集热组件也需现场固定安装,带来较大施工量;以水为媒介转移热量,对防冻要求高;以水为介质进行储热,放热过程随着蓄热体水温降低,放热效率逐渐下降;未与通风降温设备集成,热环境调控功能单一,仅能实现加温及一定程度降湿功能,独立安装性价比低。

[0005] 在日光温室降温方面,正压湿帘通风技术表现高效。它是利用风机抽取室外未饱和空气,经过湿帘蒸发降温后送入温室,热空气由顶窗或侧窗排出。与负压通风相比,正压通风在空气置换与降温、病虫害防控、均匀与精准送风、装备集成及精准调控等方面具备更卓越的性能。正压湿帘通风降温系统,主要用于温室降温与增湿,但在室外环境湿度较大或温室具有降温、降湿双重需求时,系统无法发挥作用。

[0006] 将温室主动蓄放热与正压湿帘通风降温技术同时应用于日光温室,有很大潜力实现温室热环境调控的节能、综合有效。然而,目前还未有系统装备可将这两项技术有机集成,相关系统独立设置,建造成本高,各自存在弊端无法解决,亦无法满足日光温室热环境调控全面需求。

发明内容

[0007] 本发明提供一种集成化温室热环境调控系统及方法,用以解决或部分解决现有日光温室热环境调控技术存在的运行能耗大、调节效果差、装备相互独立、挤占栽培空间或影响生产作业、建造成本高、功能单一,以及无法全面有效调控日光温室热环境的问题。

[0008] 本发明提供一种集成化温室热环境调控系统,包括:

[0009] 正压冷暖风机组、热泵装置、蓄热装置及通风管路;

[0010] 所述通风管路用于连通所述正压冷暖风机组与日光温室;

[0011] 所述热泵装置包括:压缩机、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器;所述压缩机、所述换热盘管、所述第一膨胀阀及所述表冷器依次连接,并形成闭环回路;

[0012] 其中,所述蓄热装置内设有相变材料,所述换热盘管内置于所述相变材料中;所述表冷器设于所述正压冷暖风机组内。

[0013] 根据本发明提供的一种集成化温室热环境调控系统,所述正压冷暖风机组、所述热泵装置及所述蓄热装置分别设置于所述日光温室的外部;

[0014] 和/或,所述正压冷暖风机组、所述热泵装置及所述蓄热装置的壳体依次毗邻或共用,并形成为一体设备。

[0015] 根据本发明提供的一种集成化温室热环境调控系统,所述热泵装置还包括:氟泵;所述氟泵与所述压缩机并联。

[0016] 根据本发明提供的一种集成化温室热环境调控系统,所述热泵装置还包括:四通阀、第二膨胀阀、第一单向阀以及第二单向阀;

[0017] 所述换热盘管、所述第一膨胀阀、所述第二膨胀阀及所述表冷器依次串联;

[0018] 所述四通阀包括第一端口、第二端口、第三端口及第四端口;所述第一端口与所述换热盘管远离所述第一膨胀阀的一端连通;所述第二端口与所述压缩机的进口端连通,所述第三端口与所述表冷器远离所述第二膨胀阀的一端连通,所述第四端口与所述压缩机的出口端连通;

[0019] 所述第一单向阀与所述第一膨胀阀并联,所述第二单向阀与所述第二膨胀阀并联;所述第一单向阀用于定向地控制工质从所述第二膨胀阀流向所述换热盘管;所述第二单向阀用于定向地控制工质从所述第一膨胀阀流向所述表冷器。

[0020] 根据本发明提供的一种集成化温室热环境调控系统,所述热泵装置还包括:换热器;所述换热器与所述换热盘管并联,所述换热器用于与外界环境进行风冷换热。

[0021] 根据本发明提供的一种集成化温室热环境调控系统,所述正压冷暖风机组包括风室与机组风机;所述通风管路包括送风管路及回风管路;

[0022] 所述表冷器设于所述风室内,所述表冷器将所述循环风室间隔出第一风室与第二风室;所述机组风机设置在所述第一风室内;所述送风管路的所述第一端与所述第一风室连通,所述送风管路的第二端与所述日光温室连通;所述回风管路的所述第一端与所述日光温室连通,所述回风管路的第二端与所述第二风室连通;所述回风管路的第二端设置有回风阀。

[0023] 根据本发明提供的一种集成化温室热环境调控系统,所述第二风室的壳壁上设有第一通风口,所述第一通风口设有自动风门,所述自动风门用于控制打开或闭合所述通风口;所述日光温室设有第二通风口,所述第二通风口设有风窗,所述风窗用于控制打开或闭合所述第二通风口;

[0024] 所述第二风室内还设有湿帘;所述湿帘将所述第二风室分隔为第一间室与第二间室;所述第一间室的室壁上设有所述第一通风口,所述回风管路的第二端与所述第二间室连通。

[0025] 根据本发明提供一种集成化温室热环境调控系统,所述第一间室内设有过滤装置;所述过滤装置设置于所述湿帘和所述第一通风口之间;

[0026] 和/或,所述第二间室内设有挡水板;所述挡水板设于所述湿帘背离所述第一通风口的一侧。

[0027] 本发明提供一种如上任一项所述的集成化温室热环境调控系统的集成化温室热环境调控方法,包括:获取日光温室内的气温与蓄热装置内的相变材料温度;

[0028] 在日光温室内的气温高于第一温度,以及相变材料温度低于第一蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光室内;

[0029] 与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动;

[0030] 或者,在日光温室内的气温低于第二温度,以及相变材料温度高于第二蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光室内;

[0031] 与此同时,控制氟泵启动,以驱动工质依次沿着氟泵、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动;

[0032] 或者,在日光温室内的气温低于第二温度,以及相变材料温度低于第二蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光室内;

[0033] 与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、表冷器、第二膨胀阀及换热盘管的排布顺序循环流动;

[0034] 或者,在日光温室内的气温低于第二温度,以及相变材料温度低于第三蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光室内;

[0035] 与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、表冷器、第二膨胀阀及换热器的排布顺序循环流动。

[0036] 根据本发明提供一种集成化温室热环境调控方法,还包括,获取日光温室内的空气湿度;

[0037] 在日光温室内的气温低于第二温度,且在日光温室内的空气湿度高于第一湿度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门部分开启,以使得日光温室内的空气经过回风管路进入至正压冷暖风机组内,先与第一通风口引进的外界新风混合,再与表冷器换热,最后通过送风管路返回至日光室内,实现新风引进与空气置换;

[0038] 或者,在日光温室内的气温高于第三温度的情况下,正压冷暖风机组当中的机组风机启动,回风阀关闭,控制自动风门与湿帘开启,以及控制风窗打开,以使得外界的空气在经过湿帘后进入至日光温室,再通过风窗排出日光温室;

[0039] 或者,在日光温室内的气温高于第三温度或日光温室内的空气湿度高于第一湿度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀关闭,控制自动风门与湿帘开启,以及控制风窗打开,以及自动风门开启,以使得外界的空气在经过湿帘并与表冷器换热后通过送风管路进入至日光温室,再通过风窗排出日光温室;

[0040] 与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、换热器、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动;

[0041] 或者,在夜间日光温室内的气温高于第三温度且日光温室内的空气湿度高于第一湿度的情况下,控制正压冷暖风机组启动,回风阀打开,以及自动风门关闭,以使得日光温室内的空气在经过回风管路进入至正压冷暖风机组内与表冷器换热后,再通过送风管路返回至日光温室;

[0042] 与此同时,控制压缩机启动,以驱动工质依次沿着压缩机、换热器、第一膨胀阀及表冷器的排布顺序循环流动。

[0043] 本发明提供的集成化温室热环境调控系统及方法,在对日光温室热环境进行调控时,通过对日光温室配设正压冷暖风机组、热泵装置、蓄热装置及通风管路,可在日光温室温度高时,基于正压冷暖风机组控制日光温室内的空气循环流经表冷器,然后基于压缩机、换热盘管、第一膨胀阀及表冷器组件的热泵装置,将日光温室空气余热收集至蓄热装置内的相变材料中。在对日光温室的热能进行收集的过程中,无水循环介质参与,减少了对防冻的要求。与此同时,由于相变材料体积小于相同蓄热能力的水,因此采用相变材料作为蓄热介质所需的蓄热装置主体设备小,便于整体设备的安装和运输。

[0044] 进一步地,本发明提供的集成化温室热环境调控系统及方法,可执行多种运行模式,可针对不同调控目的实现包括第一温室余热集热工况、氟泵放热工况、热泵放热工况、热泵补充加温工况、第二温室余热集热工况、新风除湿工况、正压湿帘通风降温工况、正压湿帘联合热泵降温降湿工况以及内循环热泵降温除湿工况等九种不同的热环境调控方式,以使本系统可以在各种境况下满足日光温室的加温、降温、降湿及增湿等需求,实现温室热环境综合有效调控。

[0045] 同时,热泵两套换热器与换热盘管和表冷器合二为一,节省了两项中间换热过程,有利于减少热损失,也节约了现有系统水循环换热过程所需水泵运行能耗;在加温过程中,无水循环介质参与,减少了对防冻的要求。并且,通过收集温室空气余热为温室加温,有利于提高热泵制热性能系数,降低总体能耗。并且,本系统采用相变储热,在放热过程中蓄热装置温度会长时间处在相变温度区间,为更多地采用氟泵驱动工质循环进行放热加温创造了条件,可进一步降低能耗;在连阴天和极端低温天气,采用空气源热泵补充加温,与电加热、天然气的加温方式相比,更具节能性。

[0046] 更进一步地,本发明提供的集成化温室热环境调控系统及方法,能够将温室主动蓄放热与正压湿帘通风降温技术有机整合,系统组件高度集成,各项热环境调控功能共用一套机组风机和通风管路,且不同工况中换热盘管和表冷器功能实现互换,无需安装更多换热设备,设备成本大幅降低,无需大量现场固定安装工作,施工成本低。并且,本系统还能

够安装于日光温室外部,不占用温室栽培空间,也不影响生产操作。

[0047] 此外,该系统具有普适性,不仅适用于日光温室,还适用于连栋温室、塑料大棚等其他类型温室。

附图说明

[0048] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0049] 图1是本发明提供的集成化温室热环境调控系统的装置示意图。

[0050] 附图标记:

[0051] 1:正压冷暖风机组;12:机组风机;111:第一风室;112:第二风室;1121:第一通风口;1122:自动风门;1123:蒸发水帘;1124:湿帘水泵;1125:过滤装置;1126:挡水板;2:热泵装置;201:压缩机;202:换热盘管;203:表冷器;204:氟泵;205:换热器;206:第一膨胀阀;207:第二膨胀阀;208:四通阀;209:第一单向阀;210:第二单向阀;211:第一电磁阀;212:第二电磁阀;213:第三电磁阀;214:第四电磁阀;215:第五电磁阀;216:第六电磁阀;217:第七电磁阀;218:第三单向阀;219:轴流风机;3:蓄热装置;31:相变材料;4:通风管路;41:主送风管路;42:送风支路;43:末端出风口;44:回风管路;441:回风口;442:过滤网;443:回风阀;5:日光温室。

具体实施方式

[0052] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0053] 本发明的说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”等特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。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。

[0054] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“厚度”、“上”、“下”、“内”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。

[0055] 下面结合图1描述本发明的集成化温室热环境调控系统及方法。

[0056] 本发明提供的集成化温室热环境调控系统能够根据日光温室5的规模配置不同套数,以下实施例以一套集成化温室热环境调控系统为例具体说明。

[0057] 本发明提供的集成化温室热环境调控系统能够应用于不同类型的温室中,例如日光温室、连栋日光温室或塑料大棚等,以下以日光温室为例进行具体说明。

[0058] 如图所示,根据本发明实施例提供的集成化温室热环境调控系统,该系统包括正压冷暖风机组1、热泵装置2、蓄热装置3及通风管路4;通风管路4用于连通正压冷暖风机组1

与日光温室5;热泵装置2包括:压缩机201、换热盘管202、第一膨胀阀206及表冷器203;压缩机201、换热盘管202、第一膨胀阀206及表冷器203依次连接,并形成闭环回路;其中,蓄热装置3内设有相变材料31,换热盘管202内置于相变材料31中;表冷器203设于正压冷暖风机组1内。

[0059] 具体地,本实施例提供的集成化温室热环境调控系统,在对日光温室5的热环境进行调控时,通过对日光温室5配设正压冷暖风机组1、热泵装置2、蓄热装置3及通风管路4,可在日光温室5温度高时,基于正压冷暖风机组1控制日光温室5内的空气循环流经表冷器203,然后基于压缩机201、换热盘管202、第一膨胀阀206及表冷器203组件的热泵装置2,将日光温室5内空气余热收集至蓄热装置3内的相变材料31中。相比于当前采用水作为集热、储热介质来对日光温室5内富余热能进行收集的方案,本发明的系统整体能耗低,对日光温室5的热环境调控效果好,并在对日光温室5的热能进行收集的过程中,无水循环介质参与,减少了对防冻的要求。

[0060] 其中,为了对日光温室5内的空气余热进行收集,蓄热装置3内填充相变材料31,相变材料31可以用于储存日光温室5内的余热。

[0061] 本实施例中相变材料31为固液相变温度较低的相变材料31,例如可以为石蜡、十水合硫酸钠等,本实施例中,综合考虑集热过程制热性能系数和放热过程放热效率,优选相变材料31的固液相变温度在35℃左右。

[0062] 其中,换热盘管202设于蓄热装置3内的相变材料31中,换热盘管202的外管壁与相变材料31接触,换热盘管202内的工质可直接与相变材料31进行换热。

[0063] 基于上述本实施例的方案,在启动正压冷暖风机组1时,正压冷暖风机组1通过通风管路4与日光温室5连通,进行空气交换。

[0064] 与此同时,在进行空气交换的过程中,本实施例所示的表冷器203与日光温室5内的高温空气进行换热,热泵装置2中的压缩机201吸入从表冷器203出来的较低压力的工质蒸汽,使之压力升高后送入换热盘管202进行放热,在换热盘管202中冷凝成压力较高的工质液体,经过第一膨胀阀206节流后成为压力较低的工质液体后,送入表冷器203,在表冷器203中吸热蒸发而成为压力较低的工质蒸汽,再送入压缩机201的入口,从而完成第一温室余热集热循环。

[0065] 需要说明的是,在该循环中,表冷器203为热泵蒸发器,换热盘管202为冷凝器,高温工质在换热盘管202中与相变材料31进行换热。

[0066] 其中,换热盘管202在相变材料31中的铺设密度受相变材料31导热性能影响,对于导热性能好的相变材料31,可以降低铺设换热盘管202的铺设密度。

[0067] 在相关技术中,对温室余热的收集多采用水作为蓄热介质,随着温室的发展,以水作热量转移及蓄热介质逐渐暴露出放热效率低、不够节能,以及受环境限制大等缺点。

[0068] 本实施例中集成化温室热环境调控系统采用相变材料31作为蓄热介质,可以在日光温室5温度高时将日光温室5内空气余热收集起来,使日光温室5内空气余热得到更高效的保存和利用,降低系统的总体能耗。

[0069] 同时,由于相变材料31体积小于相同蓄热能力的水,因此采用相变材料31作为蓄热介质所需的蓄热装置3主体设备小,便于整体设备的安装和运输。

[0070] 在一些实施例中,为了避免对日光温室5内部空间的侵占,正压冷暖风机组1、热泵

装置2及蓄热装置3分别设置于日光温室5的外部。

[0071] 在一些实施例中,为了使集成化温室热环境调控系统的集成化增强,本实施例将正压冷暖风机组1、热泵装置2及蓄热装置3的壳体依次毗邻或共用,形成一体化设备。

[0072] 进一步地,为了避免对日光温室5内部空间的侵占的同时,使集成化温室热环境调控系统的集成化增强,可以将正压冷暖风机组1、热泵装置2及蓄热装置3分别设置于日光温室5的外部,同时使正压冷暖风机组1、热泵装置2及蓄热装置3的壳体依次毗邻或共用,形成一体化设备。

[0073] 相关技术中,对日光温室5的热环境进行调控的设备通常安装于温室的内部,占用栽培空间且影响生产作业,并且热环境调控的设备未与其他通风热备、加温设备集成,功能单一,独立安装性价比低。

[0074] 在本实施例中,对日光温室5的热环境调控共用一套正压冷暖风机组1和通风管路4,且热泵装置2中换热器205、换热盘管202以及表冷器203的功能相互转换,在提高系统集成度、降低设备成本的同时,减少了热损失,大大降低系统总能耗。

[0075] 进一步地,为了控制工质的流量,热泵装置2还设置有第一电磁阀211、第三电磁阀213、第四电磁阀214、第七电磁阀217。其中,第一电磁阀211的一端与压缩机201连通,另一端与表冷器203连通;第三电磁阀213的一端与压缩机201连通,另一端与换热盘管202连通;第四电磁阀214的一端与第三电磁阀213连通,另一端与换热盘管202连通;第七电磁阀217的一端与换热盘管202连通,另一端与第一膨胀阀206连通。

[0076] 进一步地,热泵装置2还设置有第二单向阀210,第二单向阀210用于定向控制工质从第一膨胀阀206流向表冷器203。

[0077] 在一些实施例中,为了使相变材料31为日光温室5进行节能加温,热泵装置2还设置有氟泵204,氟泵204与压缩机201并联。其中,氟泵204、换热盘管202、第一膨胀阀206、表冷器203依次连接,并形成回路。

[0078] 进一步地,热泵装置2还设置有第三单向阀218和第二电磁阀212,第三单向阀218用于定向的控制工质从氟泵204流向换热盘管202,第二电磁阀212的一端与氟泵204连通,另一端与表冷器203连通,用于控制流入氟泵204的工质流量。

[0079] 具体地,氟泵204的一端通过第三单向阀218与压缩机201的一端连接,氟泵204的另一端通过第二电磁阀212与压缩机201的另一端连接,形成并联结构,以使热泵装置2根据相变材料31的蓄热温度和日光温室5内的温度控制工质回路与氟泵204或压缩机201连接,以调节日光温室5的热环境。

[0080] 在本实施例中,氟泵204驱动工质通过第三单向阀218依次流向换热盘管202进行吸热,在换热盘管202中吸热蒸发而成为压力较低的工质,经过第一膨胀阀206节流后成为压力较低的工质液体后,送入表冷器203,在表冷器203中冷凝成压力较高的工质液体,再送入氟泵204,从而完成氟泵放热循环。

[0081] 需要说明的是,在本实施例中,将该氟泵放热循环与空气内循环结合的工作状态称为蓄热装置氟泵放热工况。在该工况中,相变材料31中储存的热量通过换热盘管202进入工质环路,再通过表冷器203进入空气内循环,通过对流换热方式为日光温室5供暖。

[0082] 在本实施例中,由于相变材料31的本身性质,相变材料温度会长时间处在相变温度区间,为更多地采用氟泵204驱动工质循环进行放热加温创造了条件,可进一步降低能

耗。进一步地,机组风机12、压缩机201以及氟泵204均配套变频器,变频器用于机组风机12、压缩机201以及氟泵204的节能和调速,为系统节能降耗提供了更大潜力。

[0083] 进一步地,热泵装置2还设置有:四通阀208、第二膨胀阀207以及第一单向阀209;其中,换热盘管202、第一膨胀阀206、第二膨胀阀207及表冷器203依次串联,第一单向阀209与第一膨胀阀206并联,第二膨胀阀207与第二单向阀210并联;第一单向阀209用于定向地控制工质从第二膨胀阀207流向换热盘管202。四通阀208包括第一端口、第二端口、第三端口及第四端口;第一端口与换热盘管202远离第一膨胀阀206的一端连通;第二端口与压缩机201的进口端连通,第三端口与表冷器203远离第二膨胀阀207的一端连通,第四端口与压缩机201的出口端连通。

[0084] 其中,四通阀208具有两种导通状态:

[0085] 在第一种导通状态下,四通阀208的第一端口与第四端口导通,第三端口与第二端口导通。

[0086] 在此工况下,热泵装置2中的压缩机201从四通阀208的第二端口吸入表冷器203经第三端口进来的较低压力的工质蒸汽,使之压力升高后从四通阀208的第四端口流向第一端口,再送入换热盘管202进行放热,在换热盘管202中冷凝成压力较高的工质液体,经过第一膨胀阀206节流后成为压力较低的工质液体后,送入表冷器203,在表冷器203中吸热蒸发而成为压力较低的工质蒸汽后从四通阀208的第三端口流向第二端口,再送入压缩机201的入口,从而形成第一温室余热集热循环。

[0087] 在第二种导通状态下,四通阀208的第一端口与第二端口导通,第三端口与第四端口导通。

[0088] 在此工况下,热泵装置2中的压缩机201吸入换热盘管202从四通阀208的第一端口流经第二端口的较低压力的工质蒸汽,使之压力升高后从四通阀208的第四端口流向第三端口,再送入通过表冷器203进行放热,在表冷器203中冷凝成压力较高的工质液体,经过第二膨胀阀207节流后成为压力较低的工质液体后,送入换热盘管202,在换热盘管202中吸热蒸发而成为压力较低的工质蒸汽,再送入压缩机201的入口,从而形成热泵放热循环。

[0089] 其中,在热泵放热循环中,表冷器203为热泵冷凝器,换热盘管202为热泵蒸发器,相变材料31内储存的热量被强制提取用于日光温室5加温,能够充分利用存储的日光温室5内空气余热,降低系统总能耗。

[0090] 需要说明的是,在本实施例中,在四通阀208的第一种导通状态下形成温室余热集热循环,将该温室余热集热循环与空气内循环结合的工况称为温室余热集热工况;在四通阀208的第二种导通状态下形成热泵放热循环,将该热泵放热循环与空气内循环结合的工况称为热泵放热工况。

[0091] 进一步地,热泵装置2还包括:换热器205,换热器205与换热盘管202并联,换热器用于与外界环境进行风冷换热。为了调节流经换热器205的工质流量,换热器205的两端还设置有第五电磁阀215和第六电磁阀216,第五电磁阀215一端与第三电磁阀213连通,另一端与换热器205连通;第六电磁阀216一端与换热器205连通,另一端与第一膨胀阀206连通。

[0092] 在本实施例中,第一电磁阀211的一端与四通阀208的第三端口连通,另一端与表冷器203连通;第三电磁阀213的一端与四通阀208的第一端口连通,另一端与换热盘管202连通。

[0093] 在本实施例中,当相变材料31中储存的热量无法为日光温室5进行加温时,换热器205可以从外界空气中提取热量为日光温室5加温,利用外界空气源为日光温室5进行加热,进一步降低系统总能耗,同时提高温室热环境的调节效果。

[0094] 在本实施例中,换热器205、第二膨胀阀207、表冷器203及压缩机201依次连接,并形成闭环回路。

[0095] 具体地,热泵装置2中的压缩机201吸入从换热器205出来的较低压力的工质蒸汽,使之压力升高后送入表冷器203进行放热,在表冷器203中冷凝成压力较高的工质液体,经过第二膨胀阀207节流成为压力较低的工质液体后,送入换热器205,在换热器205中吸热蒸发而成为压力较低的工质蒸汽,再送入压缩机201的入口,从而完成热泵补充加温循环。其中,换热器205能够与外界空气直接接触。

[0096] 在本实施例中,将该热泵补充加温循环结合空气内循环的工况称为热泵补充加温工况。在该工况中,换热器205从室外空气中提取热量对日光温室5进行补充加温。

[0097] 需要说明的是,在该热泵补充加温循环中,四通阀208处于第二种导通状态,即第一端口与第二端口导通,第三端口与第四端口导通。

[0098] 进一步地,热泵装置2还包括:风机,风机的出风口朝向换热器205,用于加速换热器205表面的气体流动,进而加速换热器205中的工质与外界空气的换热速度。在本实施例中,对风机的类型不作限定,例如可以为轴流风机或离心式通风机,本实施例采用轴流风机219。

[0099] 进一步地,为了增加换热器205与外界空气的接触面积,换热器205优选为管式换热器205,更优选的,换热器205为翅片管式换热器205。

[0100] 在一些实施例中,正压冷暖风机组1包括循环风室与机组风机12;通风管路4包括送风管路44与回风管路44。

[0101] 进一步地,为了对循环流动的空气进行充分的热交换,表冷器203设于循环风室内,表冷器203将循环风室间隔出第一风室111与第二风室112,机组风机12设置在第一风室111内;送风管路的另一端与第一风室111连通,送风管路的另一端与日光温室5连通;回风管路44的第一端与日光温室5连通,回风管路44的第二端与第二风室112连通;回风管路44的第二端设置有回风阀443。

[0102] 在本实施例中,送风管路和回风管路44均采用硬质管路,例如,可以为玻璃钢管或PE管。机组风机12可采送常用风机,例如,离心风机。

[0103] 在本实施例中,正压冷暖风机组1中的机组风机12通过回风管路44吸入日光温室5内空气,进入循环风室的空气与表冷器203换热后,再通过送风管路送回到日光温室5,形成空气内循环,以使日光温室5内的空气与循环风室内的空气形成流通。

[0104] 进一步地,第二风室112的壳壁上设有第一通风口1121,第一通风口1121设有自动风门1122,自动风门1122用于控制打开或闭合通风口。

[0105] 具体地,在系统运行空气内循环的同时,控制自动风门1122使第一通风口1121部分开启,机组风机12从第一通风口1121吸入干燥新风,使得干燥新风沿着风力循环系统的风路循环流动,实现外部引入的干燥新风与日光温室5内潮湿空气的置换,能够实现对日光温室5的有效除湿。在本实施例中,该工作状态称为新风除湿循环。

[0106] 需要说明的是,在热泵装置2进行氟泵放热工况、热泵放热工况或热泵补充加温工

况的情况下,可以同时启动新风除湿循环,实现对日光温室5进行加温的同时有效除湿,在本实施例中,将新风除湿循环与温室加温的工况同时运行的工作模式称为新风除湿工况。

[0107] 其中,自动风门1122通过控制第一通风口1121的开合程度,进而控制进入循环风室的新风量。新风是指循环风室和日光温室5外的外界空气,自动风门1122能够控制第一通风口1121全开、全关及部分开启,第一通风口1121用于参与空气内循环与外循环切换以及新风引进。第二通风口用于将日光温室5内的盈余空气排出。

[0108] 进一步地,日光温室5设有第二通风口,第二通风口设有风窗,风窗用于控制打开或闭合第二通风口;回风管路44的第二端设置有回风阀443。回风管路44的第二端与第二风室112连通,设于表冷器203背离机组风机12的一侧。回风阀443用于控制回风管路44的开启或闭合,当回风阀443控制回风管路44开启时,日光温室5内的空气被机组风机12吸入第二风室112,当回风阀443控制回风管路44关闭时,日光温室5内的空气无法进入第二风室112。

[0109] 优选地,回风阀443优选设置在第二风室112的壳体内部,通过壳体进行防雨、防暴晒,以提高回风阀443控制的稳定性和使用寿命。

[0110] 具体地,为了日光温室5内的空气与外界空气实现空气的交换,控制回风阀443将回风管路44关闭,控制自动风门1122和风窗开启,启动机组风机12,机组风机12通过第一通风口1121吸入外界新风,再通过送风管路将外界新风输送至日光温室5,日光温室5内盈余空气通过第二通风口排至室外,形成空气外循环,实现日光温室5内的强制通风。

[0111] 在一些实施例中,为了对进入第二风室112内的新风进行加湿,第二风室112内还设有湿帘;湿帘将第二风室112分隔为第一间室与第二间室;第一间室的室壁上设有第一通风口1121,回风管路44的第二端与第二间室连通。

[0112] 进一步地,湿帘包括蒸发水帘1123、湿帘水泵1124和布水装置,蒸发水帘1123设置于机组回风口与第一通风口1121之间,湿帘水泵1124设置于蒸发水帘1123靠近机组回风口的一侧,布水装置沿蒸发水帘1123均匀地设置于蒸发水帘1123的顶部。

[0113] 具体地,为了对进入第二间室的新风进行降温增湿,开启湿帘水泵1124、机组风机12以及自动风门1122,湿帘水泵1124将水抽出,并结合布水装置均匀地将水喷淋在蒸发水帘1123上,机组风机12开启使第一风室111吸入新风,吸入的新风通过蒸发水帘1123,进行降温增湿,然后通过送风管路送至日光温室,并在日光温室内形成正压,该过程为正压湿帘降温过程。其中,新风通过蒸发水帘1123时可以与蒸发水帘1123内的水分进行热交换,通过水蒸发达到新风降温增湿的目的。

[0114] 在本实施例中,将正压湿帘降温过程和空气外循环相结合,机组风机12不断向日光温室5输送通过湿帘降温增湿的湿冷空气,日光温室5内的干热空气由第二通风口排出室外,能够实现对日光温室5的通风降温增湿。该工作状态称为正压湿帘通风降温工况。

[0115] 其中,蒸发水帘1123的选用厚度可根据需求选择,例如,在本实施例中,蒸发水帘1123优选厚度为20~30cm。

[0116] 在一些实施例中,为了防止杂物及灰尘从外环境进入第一间室,第一间室内设有过滤装置1125,过滤装置1125设置于湿帘和第一通风口1121之间。

[0117] 在一些实施例中,为了阻挡从湿帘带出的未能完全气化的水滴,第二间室内还设有挡水板1126,挡水板1126设于湿帘背离第一通风口1121的一侧。

[0118] 在一些实施例中,本实施例还可在第一间室内设有过滤装置1125,同时在第二间

室内设有挡水板1126,以同时实现上述两种功能。

[0119] 进一步地,为了实现送风管路向日光温室5的均匀输送空气,送风管路包括:主送风管路41与多个送风支路42;主送风管路41沿日光温室5的长度方向延伸,送风支管沿主送风管路41的长度方向分布;送风支管的一端与主送风管路41连通,另一端与日光温室5连通。

[0120] 进一步地,为了实现送风管路内空气的保温以及对送风管路的保护,将送风管路埋于日光温室5外部地下,送风支管埋于日光温室5梁架之间地下。

[0121] 在本实施例中,送风支管为硬质管路,例如玻璃钢管、PE管或PVC管。

[0122] 进一步地,为了避免送风支管的出风对作物的伤害,送风支管进入日光温室5后,伸出地面的端部设置末端出风口43;末端出风口43位于作物植株行间,优选水平出风的弯头。

[0123] 进一步地,为了实现回风管路44内空气的保温以及对回风管路44的保护,将回风管路44埋于地下,并布置于日光温室5的梁架之间。

[0124] 进一步地,为了防止水及杂物进入,回风管路44的第一端伸入日光温室5内,并设置有回风口441;回风口441优选设置为水平弯头,并在水平弯头内设置过滤网442。其中,水平弯头能够减少从回风口441上方落入的杂物,过滤网442能够防止杂物进入回风口441。为进一步防止日光温室内的杂物进入正压冷暖风机组1,回风管路44的第二端增设过滤网442。

[0125] 进一步地,由于循环风室与日光温室5常年连通,为了降低热损失,在循环风室的壳体内侧设保温层,自动风门1122优选保温、密封性能好的卷帘门或推拉门。

[0126] 进一步地,为了适应于不同规模的日光温室5,本发明提供的集成化温室热环境调控系统为模块化系统,当单套系统无法满足温室热环境调控负荷需求时,按需配套多套模块化系统,沿日光温室5长度方向均匀合理布置。且模块化的安装能够简化现场安装工序。

[0127] 需要说明的是,为了实现对日光温室5内的热环境的调节,本实施例还设有第一温度传感器、湿度传感器、第二温度传感器及控制模块。

[0128] 第一温度传感器、湿度传感器、第二温度传感器分别与控制模块连接,控制模块分别与系统可控组件连接。

[0129] 其中,第一温度传感器、湿度传感器设置于日光温室5内,用于获取日光温室5内的气温和空气湿度,第二温度传感器设置于蓄热装置3内,用于获取蓄热装置3内的相变材料温度。控制模块可以根据第一温度传感器、湿度传感器以及第二温度传感器的检测结果相应地控制正压冷暖风机组1、热泵装置2、蓄热装置3及通风管路4。

[0130] 本发明提供的集成化温室热环境调控系统,将日光温室5主动蓄放热与正压湿帘通风降温技术有机整合,并采用相变材料31储热,在第一方面,能够大大降低温室热环境调控能耗;在第二方面,本发明能够在各种境况下满足温室加温、降温、降温、降湿及增湿等需求,实现温室热环境综合有效调控;在第三方面,本发明组件高度集成,安装于日光温室5外部,降低设备成本的同时不占用日光温室5内部栽培空间;在第四方面,本发明具有普适性,能够应用于各种类型及各种规模的日光温室。

[0131] 下面对本发明提供的集成化温室热环境调控方法进行描述,下文描述的集成化温室热环境调控方法与上文描述的集成化温室热环境调控系统可相互对应参照。

[0132] 本发明提供的集成化温室热环境调控方法能够应用于不同规模、不同类型的温室中,例如日光温室、连栋日光温室、塑料大棚等,以下以日光温室为例进行具体说明。

[0133] 根据本发明实施例提供的一种集成化温室热环境调控方法,该集成化温室热环境调控方法包括:获取日光温室5内的气温与蓄热装置3内的相变材料温度;将日光温室5内的气温与蓄热装置3内的相变材料温度与各自设定的温度进行比较,进行相应的温室热环境调控工况选择。

[0134] 在第一温室余热集热工况,本实施例所示的方法包括如下步骤:

[0135] 获取日光温室5内的气温与蓄热装置3内的相变材料温度;

[0136] 在日光温室5内的气温高于第一温度,以及相变材料温度低于第一蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组1启动,回风阀443打开,以及自动风门1122关闭,以使得日光温室5内的空气在经过回风管路44进入至正压冷暖风机组1内与表冷器203换热后,再通过送风管路返回至日光温室5内;

[0137] 与此同时,控制压缩机201启动,以驱动工质依次沿着压缩机201、换热盘管202、第一膨胀阀206及表冷器203的排布顺序循环流动。

[0138] 具体地,当白天日光温室5内的气温高于第一温度,且相变材料31温度低于第一蓄热温度,运行该工况。启动机组风机12,打开回风阀443,关闭自动风门1122,自动风门1122通过回风管路44吸入日光温室5内空气,进入第二风室112的空气与表冷器203换热后,再通过送风管路送回到日光温室5,形成空气内循环。同时,开启压缩机201,关闭氟泵204,打开第一电磁阀211、第三电磁阀213、第四电磁阀214及第七电磁阀217,开启第一膨胀阀206,关闭第二膨胀阀207,关闭第二电磁阀212、第五电磁阀215及第六电磁阀216;热泵工质环路为从压缩机201依次流向四通阀208、换热盘管202、第一膨胀阀206、表冷器203、四通换向阀,再回至压缩机201。其中,表冷器203为热泵蒸发器,换热盘管202为冷凝器,日光温室5内空气余热被提取并储存于蓄热装置3的相变材料31中。

[0139] 在氟泵放热工况,本实施例所示的方法包括如下步骤:

[0140] 获取日光温室5内的气温与蓄热装置3内的相变材料温度;

[0141] 在日光温室5内的气温低于第二温度,以及相变材料温度高于第二蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组1启动,回风阀443打开,以及自动风门1122关闭,以使得日光温室5内的空气在经过回风管路44进入至正压冷暖风机组1内与表冷器203换热后,再通过送风管路返回至日光温室5内;

[0142] 与此同时,控制氟泵204启动,以驱动工质依次沿着氟泵204、换热盘管202、第一膨胀阀206及表冷器203的排布顺序循环流动。

[0143] 具体地,当日光温室5内气温降低于第二温度,且相变材料31温度高于第二蓄热温度,运行该工况。启动空气内循环。同时,开启氟泵204,关闭压缩机201,打开第二电磁阀212、第四电磁阀214及第七电磁阀217,开启第一膨胀阀206,关闭第二膨胀阀207,关闭第一电磁阀211、第三电磁阀213、第五电磁阀215及第六电磁阀216;热泵工质环路为从氟泵204依次流向换热盘管202、第一膨胀阀206、表冷器203,再回至氟泵204。相变材料31中储存的热量通过换热盘管202进入工质环路,再通过表冷器203进入空气内循环,通过对流换热方式为日光温室5供暖。

[0144] 在热泵放热工况,本实施例所示的方法包括如下步骤:

[0145] 获取日光温室5内的气温与蓄热装置3内的相变材料温度；

[0146] 在日光温室5内的气温低于第二温度,以及相变材料温度低于第二蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组1启动,回风阀443打开,以及自动风门1122关闭,以使得日光温室5内的空气在经过回风管路44进入至正压冷暖风机组1内与表冷器203换热后,再通过送风管路返回至日光温室5内；

[0147] 与此同时,控制压缩机201启动,以驱动工质依次沿着压缩机201、表冷器203、第二膨胀阀207及换热盘管202的排布顺序循环流动。

[0148] 具体地,当日光温室5内气温低于第二温度,且相变材料31温度低于第二蓄热温度,运行该工况。启动空气内循环。同时,开启压缩机201,关闭氟泵204,打开第一电磁阀211、第三电磁阀213、第四电磁阀214及第七电磁阀217,开启第二膨胀阀207,关闭第一膨胀阀206,关闭第二电磁阀212、第五电磁阀215及第六电磁阀216;热泵工质环路为从压缩机201依次流向四通阀208、表冷器203、第二膨胀阀207、换热盘管202、四通换向阀,再回至压缩机201。其中,表冷器203为热泵冷凝器,换热盘管202为热泵蒸发器,相变材料31内储存的热量被热泵强制提取用于日光温室5加温。

[0149] 在热泵补充加温工况,本实施例所示的方法包括如下步骤:

[0150] 获取日光温室5内的气温与蓄热装置3内的相变材料温度；

[0151] 在日光温室5内的气温低于第二温度,以及相变材料温度低于第三蓄热温度的情况下,控制正压冷暖风机组1启动,回风阀443打开,以及自动风门1122关闭,以使得日光温室5内的空气在经过回风管路44进入至正压冷暖风机组1内与表冷器203换热后,再通过送风管路返回至日光温室5内；

[0152] 与此同时,控制压缩机201启动,以驱动工质依次沿着压缩机201、表冷器203、第二膨胀阀207及换热器205的排布顺序循环流动。

[0153] 具体地,当日光温室5内气温降低于第二温度,且相变材料31温度降低于第三蓄热温度,运行该工况。启动空气内循环。同时,开启压缩机201,关闭氟泵204,打开第一电磁阀211、第三电磁阀213、第五电磁阀215及第六电磁阀216,开启第二膨胀阀207,关闭第一膨胀阀206,关闭第二电磁阀212、第四电磁阀214及第七电磁阀217;热泵工质环路为从压缩机201依次流向四通阀208、表冷器203、第二膨胀阀207、换热器205、四通阀208,再回至压缩机201。其中,表冷器203为热泵冷凝器,换热器205为热泵蒸发器,热泵从室外空气中提取热量用于日光温室5补充加温。

[0154] 在第二温室余热集热工况,本实施例所示的方法包括如下步骤:

[0155] 获取日光温室5内的气温与蓄热装置3内的相变材料温度；

[0156] 在日光温室5余热集热工况且无需重点关注集热效率的情况下,例如当白天日光温室5内余热丰富、有效集热时间长且夜间加温负荷小时,可在集热初期采用氟泵204代替压缩机201驱动工质循环换热,系统各组件动作同蓄热装置氟泵放热工况,以降低集热过程能耗。

[0157] 进一步地,集成化温室热环境调控方法还包括:获取日光温室5内的空气湿度;将日光温室5内的空气湿度、气温以及蓄热装置3内的相变材料温度与各自设定的温度进行比较,进行相应的温室热环境调控工况选择。

[0158] 在新风除湿工况,本实施例所示的方法包括如下步骤:

[0159] 获取日光温室5内的气温、日光温室5内的空气湿度及蓄热装置3内的相变材料温度；

[0160] 在氟泵放热工况、热泵放热工况或热泵补充加温工况下，即在日光温室5内的气温低于第二温度，若日光温室5内的空气湿度高于第一湿度，控制正压冷暖风机组1启动，回风阀443打开，以及自动风门1122开启，以使得日光温室5内的空气在经过回风管路44进入至正压冷暖风机组1内，先与第一通风口1121引进的外界新风混合，再与表冷器203换热，最后通过送风管路返回至日光温室5内，实现新风引进与空气置换。

[0161] 本实施例中，在放热或补充加温工况下，同时运行该新风除湿循环，在对日光温室5加温的同时有效除湿。

[0162] 在正压湿帘通风降温工况，本实施例所示的方法包括如下步骤：

[0163] 获取日光温室5内的气温、日光温室5内的空气湿度及蓄热装置3内的相变材料温度；

[0164] 在日光温室5内的气温高于第三温度的情况下，控制正压冷暖风机组1当中的机组风机12启动，回风阀443关闭，回风管路44关闭，控制自动风门1122与湿帘开启，以及控制风窗打开，以使得外界的空气在经过湿帘后进入至日光温室5内，再通过风窗排出日光温室5。

[0165] 具体地，在自然通风条件下，当日光温室5内气温高于第三温度，运行该工况。启动机组风机12，关闭回风阀443，打开自动风门1122，自动风门1122吸入新风，再通过送风管路将进入第二风室112的新风输送至日光温室5，日光温室5内盈余空气通过第二通风口排至室外，形成空气外循环。同时，开启湿帘水泵1124，通过蒸发水帘1123对进入的新风进行蒸发降温。机组风机12不断向日光温室5输送湿冷空气，热空气由第二通风口排出室外。实现日光温室5的通风、降温及增湿。

[0166] 在正压湿帘联合热泵降温降湿工况，本实施例所示的方法包括如下步骤：

[0167] 获取日光温室5内的气温、日光温室5内的空气湿度及蓄热装置3内的相变材料温度；

[0168] 在日光温室5内的气温高于第三温度或日光温室5内的空气湿度高于第一湿度的情况下，控制正压冷暖风机组1启动，回风阀443关闭，控制自动风门1122与湿帘开启，以及控制风窗打开，以使得外界的空气在经过湿帘并与表冷器203换热后通过送风管路进入至日光温室5内，再通过风窗排出日光温室5；

[0169] 与此同时，控制压缩机201启动，以驱动工质依次沿着压缩机201、换热器205、第一膨胀阀206及表冷器203的排布顺序循环流动。

[0170] 具体地，在正压湿帘通风降温工况下，若室内气温高于第三温度或室内空气湿度高于第一湿度，运行该工况。开启空气外循环，开启湿帘水泵1124。同时，开启压缩机201，关闭氟泵204打开第一电磁阀211、第三电磁阀213、第五电磁阀215及第六电磁阀216，开启第一膨胀阀206，关闭第二膨胀阀207，关闭第二电磁阀212、第四电磁阀214及第七电磁阀217；热泵工质环路为从压缩机201依次流向四通阀208、换热器205、第一膨胀阀206、表冷器203、四通换向阀，再回至压缩机201，形成空气源热泵制冷工质环路。其中，表冷器203为热泵蒸发，换热器205为热泵冷凝器。新风经蒸发水帘1123降温增湿后，再经过表冷器203除湿及进一步降温，干冷空气进入日光温室5，实现日光温室5的降温降湿。

[0171] 在内循环热泵降温除湿工况，本实施例所示的方法包括如下步骤：

[0172] 获取日光温室5内的气温、日光温室5内的空气湿度及蓄热装置3内的相变材料温度；

[0173] 在日光温室5内的气温高于第三温度且日光温室5内的空气湿度高于第一湿度的情况下，控制正压冷暖风机组1启动，回风阀443打开，以及自动风门1122关闭，以使得日光温室5内的空气在经过回风管路44进入至正压冷暖风机组1内与表冷器203换热后，再通过送风管路返回至日光温室5内；与此同时，控制压缩机201启动，以驱动工质依次沿着压缩机201、换热器205、第一膨胀阀206及表冷器203的排布顺序循环流动。

[0174] 具体地，在夜间阶段，当室内气温高于第三温度且室内空气湿度高于第一湿度，运行该工况。启动空气内循环。同时，启动空气源热泵制冷工质环路。在空气内循环过程中，表冷器203不断冷却湿热空气，降温的同时析出冷凝水，实现降温除湿。

[0175] 需要说明的是，第一温度、第二温度、第三温度、第一蓄热温度、第二蓄热温度、第三蓄热温度及第一湿度均是根据需求设定的温度标准，可以根据需求进行动态调节。在本实施例中，设定第一温度及第三温度大于第二温度，设定第一蓄热温度大于第二蓄热温度，第二蓄热温度大于第三蓄热温度。

[0176] 本发明提供的集成化温室热环境调控方法，将主动蓄放热技术应用于日光温室5，采用相变材料31储热，并将氟泵204与压缩机201并联，不仅能够根据日光温室的不同境况选用不同的热环境调控工况，还大大降低了温室热环境调控的能耗。

[0177] 本发明提供的集成化温室热环境调控方法，可执行多种运行模式，能够在各种境况下满足温室热环境的加温、降温、降温、除湿及增湿等需求，实现温室热环境综合有效调控。

[0178] 利用本实施例提供的集成化温室热环境调控系统，集成化温室热环境调控方法可基于日光温室5内的气温、空气湿度以及相变材料温度对温室热环境执行九种不同模式的调控，能够满足日光温室5的热环境调控的多种需求。

[0179] 在实际使用中，以我国华北地区一栋日光温室内为例，该日光温室坐北朝南，东西走向，东西长80m，跨度8m，栽培面积约640m²。

[0180] 为实现该温室的热环境节能、综合有效调控，考虑到温室体积，本实施例采用单套上述集成化温室热环境调控系统，在该系统中，正压冷暖风机组1、热泵装置2及蓄热装置3其壳体依次毗邻或共用，形成一体化设备，为本系统的主体设备。主体设备外形尺寸为：5500×2200×2000mm。设备分模块运输至项目地，简化现场安装工序，根据实际需求设备安装允许各模块间留有适当空隙。

[0181] 为缩短通风管路4的安装长度并方便施工，主体设备优选安装于日光温室5南屋面南侧，与日光温室5南边沿有一定间距，以保证冬至日对日光温室5不遮阴为最小距离。在安装单套系统的情况下，在日光温室5的长度方向上，系统主体设备优选安装于靠近日光温室5的缓冲室的温室端，以方便操作管理。当单套系统无法满足日光温室的热环境调控负荷需求时，按需配套多套模块化系统，在温室长度方向上，按照各系统管控的温室长度均匀布置，主体设备同样安装于靠近日光温室缓冲室的位置。

[0182] 其中，机组风机12优选离心风机，额定送风量为30000m³/h，机外余压250Pa，电源为380V-50Hz，额定输入功率13kW，配套变频器。压缩机201为全封闭涡旋式压缩机，循环工质为R410A。

[0183] 其中，主送风管路41直径700mm，埋于日光温室5外部地下，优选设置于南屋面南

侧,沿温室长度方向延伸。送风支路42进入日光温室5后,伸出地面的端部设置末端出风口43;末端出风口43位于作物植株行间,且紧靠温室南屋面底角,优选水平出风的弯头,出风口垂直指向日光温室5北墙。

[0184] 其中,回风管路44直径700mm,埋于地下,布置于梁架之间;回风管路44进入日光温室5后,伸出地面的端部设置回风口441;回风口441设水平弯头,并设置过滤网442,防止水及杂物进入。

[0185] 基于上述的集成化温室热环境调控系统,对日光温室采用温室热环境调控方法进行相关热环境调控。

[0186] 本实施例基于集成化温室热环境调控系统的集成化温室热环境调控方法,可执行多种运行模式,针对日光温室热环境的不同调控目的进行包括第一温室余热集热工况、氟泵放热工况、热泵放热工况、热泵补充加温工况、第二温室余热集热工况、新风除湿工况、正压湿帘通风降温工况、正压湿帘联合热泵降温降湿工况以及内循环热泵降温除湿工况等九种不同的热环境调控方式,能够在各种境况下满足温室热环境的加温、降温、降湿及增湿等需求,在实现温室热环境综合有效调控的同时大大降低温室热环境调控的能耗。

[0187] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

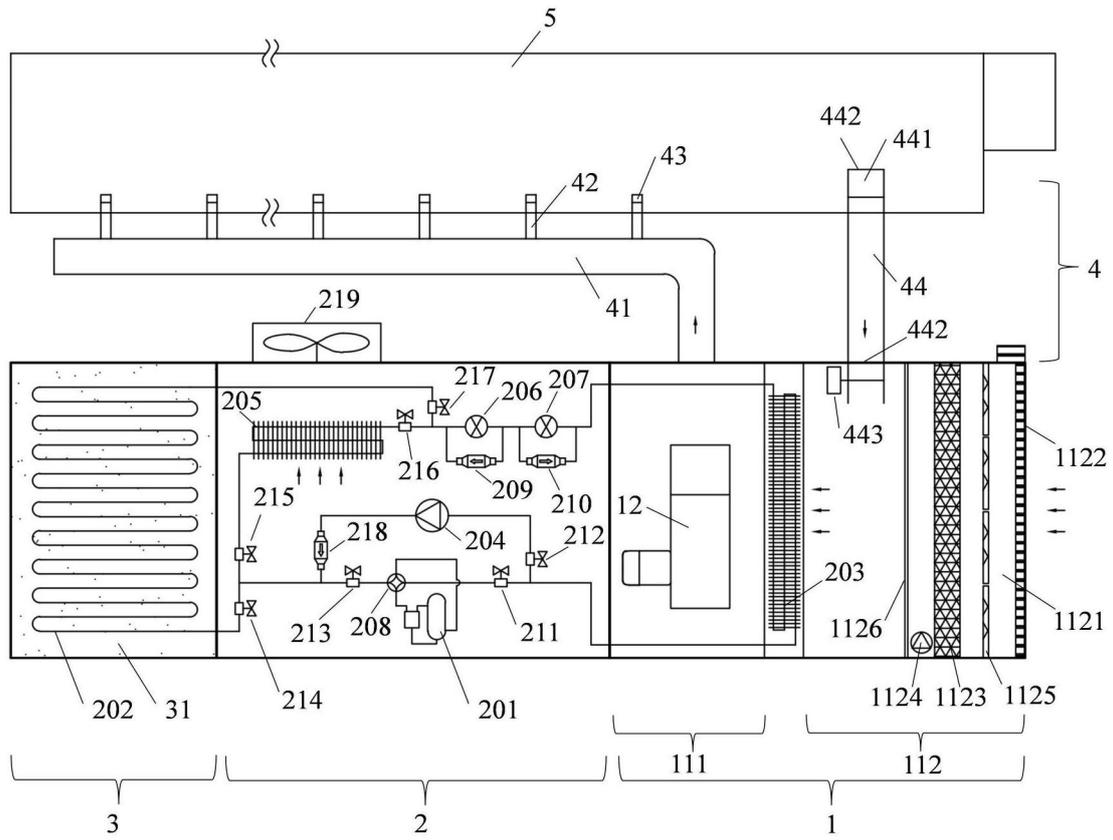


图1