



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108029403 A

(43)申请公布日 2018.05.15

(21)申请号 201810021160.2

(22)申请日 2018.01.10

(71)申请人 河北工业大学

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72)发明人 杨宾 高丽媛 郝梦琳 刘杰梅

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210

代理人 付长杰

(51)Int.Cl.

A01G 9/14(2006.01)

A01G 9/24(2006.01)

F24S 20/40(2018.01)

F24S 60/10(2018.01)

F24S 50/40(2018.01)

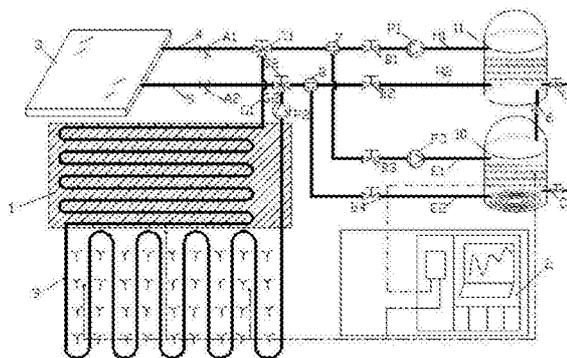
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统

(57)摘要

本发明涉及基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统,该温室系统包括相变蓄热墙体、自动控制机构、太阳能集热器、集热器出水管、集热器回水管、电磁进水阀、进水三通管件、回水三通管件、地面循环管路、电加热保温水箱和冷水补水箱。该系统在传统温室系统的基础上增加了太阳能集热器和自动控制机构,同时改进温室砖墙结构为相变蓄热墙体结构,通过太阳能集热器在白天高效吸收太阳热量并且通过水循环对温室进行供暖蓄热,采用相变蓄热墙体对室内进行白间蓄热和夜间放热调控实现室内环境稳定,采用自动控制机构对温室系统进行数据采集处理和自动调控,实现了节约资源和环境友好,对于温室农业发展具有积极意义。



1. 一种基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统,其特征在于该温室系统包括相变蓄热墙体、自动控制机构、太阳能集热器、集热器出水管、集热器回水管、电磁进水阀、进水三通管件、回水三通管件、地面循环管路、电加热保温水箱和冷水补水箱;

所述电加热保温水箱安装于温室外部,电加热保温水箱内部设有电加热装置,用于水温过低时启动自加热;所述冷水补水箱与电加热保温水箱并列安装于温室外部;

所述太阳能集热器通过集热器出水管路与电磁三通换向阀(S1)的一端连接,电磁三通换向阀(S1)的第二端连接进水三通管件的一端,进水三通管件的另外两端分别连接电磁截止阀(B1)和电磁截止阀(B3)的一端,电磁截止阀(B1)的另一端通过循环水泵(P1)经冷水箱进水管路(H1)连接冷水补水箱的进口,电磁截止阀(B3)的另一端通过循环水泵(P3)经保温水箱进水管路(E1)连接电加热保温水箱的进口;太阳能集热器通过集热器回水管路连接电磁三通换向阀(S2)的一端,电磁三通换向阀(S2)的第二端连接回水三通管件的一端,回水三通管件的另外两端分别连接电磁截止阀(B2)和电磁截止阀(B4)的一端,电磁截止阀(B2)的另一端经冷水箱出水管路(H2)连接冷水补水箱的出口,电磁截止阀(B4)的另一端经保温水箱出水管路(E2)连接电加热保温水箱的出口;所述电加热保温水箱和冷水补水箱上分别设有出水阀(C1)和出水阀(C2);电加热保温水箱和冷水补水箱之间通过管路连接,在该连接管路上设有电磁进水阀,通过冷水补水箱为电加热保温水箱进行供水,用于系统循环补水;在太阳能集热器的集热器出水管和集热器回水管上分别安装有Y型过滤器(A1)和Y型过滤器(A2);

所述相变蓄热墙体为温室系统的围护结构,所述相变蓄热墙体包括墙体基层、砂浆找平层、墙体保温层、抗裂防护层、抗裂防护层、相变材料层、墙体循环管路和饰面层;所述相变材料层内填充相变材料,在相变材料内均匀铺设墙体循环管路;墙体循环管路的进水口通过相变墙体上水管路(G1)连接电磁三通换向阀(S1)的第三端,与电加热保温水箱和太阳能平板集热器相连通;墙体循环管路的出水口连接地面循环管路,所述地面循环管路盘布在温室的地面下,地面循环管路的出口经相变墙体下水管路(G2)连接电磁三通换向阀(S2)的第三端上,相变墙体下水管路(G2)贯穿在相变蓄热墙体内部,位于相变蓄热墙体外部的相变墙体下水管路(G2)和电磁三通换向阀(S2)之间设置有循环水泵(P2);

所述自动控制机构包括PLC控制装置、水泵控制模块、阀门控制模块、温度感应装置和水位监测装置;所述PLC控制装置分别与水泵控制模块、阀门控制模块、温度感应装置、水位监测装置电连接,同时分别与太阳能集热器及电加热保温水箱内部的电加热装置电连接;温度感应装置安装在温室内,水位监测装置安装在电加热保温水箱内;所述水泵控制模块分别与循环水泵(P1)、循环水泵(P2)、循环水泵(P3)电连接,所述阀门控制模块分别与电磁进水阀、电磁三通换向阀(S1)、电磁三通换向阀(S2)、电磁截止阀(B1)、电磁截止阀(B2)、电磁截止阀(B3)、电磁截止阀(B4)电连接。

2. 根据权利要求1所述的基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统,其特征在于所述电加热保温水箱和冷水补水箱均为可拆卸方式安装。

3. 根据权利要求1所述的基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统,其特征在于所述太阳能集热器为板式集热器。

4. 根据权利要求1所述的基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统,其特征在于,所述温室系统有四种工作循环模式:分别为白间太阳能集热器与相变蓄热墙体蓄热供热循

环、白间太阳能集热器与电加热保温水箱蓄热循环、夜间电加热保温水箱与相变蓄热墙体组合放热循环以及冷水补水箱降温循环；具体循环过程是：

1) 白间太阳能集热器与相变蓄热墙体蓄热供热循环模式：在低温晴朗季节温室系统需要供暖时，太阳能集热器吸收照射在表面上的太阳光线热量加热循环水，循环热水自太阳能集热器经Y型过滤器(A1)后通过集热器出水管经电磁三通换向阀(S1)控制流入相变蓄热墙体，此时相变蓄热墙体吸收循环热水热量进行升温蓄热，放热后的温水在循环水泵(P2)作用下进入地面循环管路加热土壤并在通过电磁三通换向阀(S2)和Y型过滤器(A2)后返回太阳能集热器循环加热使用，整个过程包含对相变蓄热墙体蓄热过程和温室供暖过程，经相变蓄热墙体吸热后的循环热水稍降温后进入地面循环管路，设置于温室内的温度感应装置检测到温室内升温达设定值时反馈给PLC控制装置，自动控制机构控制循环启闭或转换；

2) 白间太阳能集热器与电加热保温水箱蓄热循环模式：当温室内升温达设定值时温度感应装置反馈给PLC控制装置，PLC控制装置通过内部水泵控制模块关闭循环水泵(P2)同时开启循环水泵(P3)，同时通过阀门控制模块调节电磁三通换向阀(S1)、电磁三通换向阀(S2)换向和开启电磁截止阀(B3)、电磁截止阀(B4)转入热水储存循环，此类循环的循环水顺序为循环热水自太阳能集热器经Y型过滤器(A1)后通过集热器出水管经电磁三通换向阀(S1)控制流入进水三通管件后通过电磁截止阀(B3)通过保温水箱出水管路(E1)进入电加热保温水箱，在循环水泵(P3)作用下冷水从保温水箱出水管路(E2)流经回水三通管件和电磁三通换向阀(S2)和Y型过滤器(A2)后返回太阳能集热器循环加热；

3) 夜间电加热保温水箱与相变蓄热墙体组合放热循环模式：夜间时没有太阳光线太阳能集热器吸收热量难以加热循环水，空气环境温度较低，此时相变蓄热墙体放热，温室内的温度感应装置将温度数据反馈给PLC控制装置，PLC控制装置通过水泵控制模块开启循环水泵(P3)，同时通过阀门控制模块调节电磁三通换向阀(S1)、电磁三通换向阀(S2)换向和开启电磁截止阀(B3)、电磁截止阀(B4)转入电加热保温水箱与相变蓄热墙体组合放热循环，此类循环的循环水顺序为白间存储的电加热保温水箱的循环热水从保温水箱出水管路(E1)流经电磁截止阀(B4)、回水三通管件和电磁三通换向阀(S2)后流入进入地面循环管路加热土壤，在循环水泵(P3)作用下流入相变蓄热墙体经电磁三通换向阀(S1)、进水三通管件和电磁截止阀(B3)以后通过保温水箱进水管路(E1)返回电加热保温水箱，对温室系统供热，天气极度严寒电加热保温水箱供热不足时PLC控制装置依据温室内温度感应装置的反馈信息开启电加热保温水箱的电加热装置辅助供热；

4) 冷水补水箱降温循环模式：炎热季节温室内温度过高需要采取降温措施时，温室内的温度感应装置将温度数据反馈给PLC控制装置，PLC控制装置通过水泵控制模块开启循环水泵(P1)，同时通过阀门控制模块调节电磁三通换向阀(S1)、电磁三通换向阀(S2)换向和开启电磁截止阀(B1)、电磁截止阀(B2)转入冷水补水箱水箱降温循环，此类循环的循环冷水顺序为冷水补水箱内的低温水从冷水箱出水管路(H2)流经电磁截止阀(B2)、回水三通管件和电磁三通换向阀(S2)后流入进入地面循环管路降温土壤和温室，在循环水泵(P1)作用下流入相变蓄热墙体经电磁三通换向阀(S1)、进水三通管件和电磁截止阀(B1)以后通过冷水箱进水管路(H1)返回冷水补水箱，实现对温室和土壤的快速降温；当电加热保温水箱内水位不足时，水位监测仪装置反馈给PLC控制装置，PLC控制装置调动阀门控制模块开启电磁进水阀对电加热保温水箱进行补水。

## 基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及设施农业温室技术领域,具体涉及一种基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统。该系统应用自动控制机构调节太阳能集热器收集热量和相变蓄热墙体蓄放热特性实现温室高效节能。

### 背景技术

[0002] 随着生活水平的提高,人们对于餐桌上饮食的丰富性和营养要求也越来越高。我国大部分地区在寒冷冬季不适宜种植和生长农作物,导致冬季新鲜蔬果的产量短缺和价格昂贵。温室农业作为一种现代农业技术弥补了这一供求矛盾。当前我国应用广泛的温室系统多以传统砖墙作为维护结构和透光薄膜覆盖作为屋面结构,为了提高墙体蓄放热能力,目前也有研究在温室墙体内部添加相变材料的方式来提高温室的保温蓄热性,但是在寒冷季节尤其寒冷季节夜间情况下,由于白天太阳光收集率较低,即使通过添加相变材料增强保温效果,往往还是不能实现作物生长的适宜温度环境,会发生冻害和冷害现象。为了保障温室系统夜间温度稳定,温室系统维护人员还需要夜间对温室进行烧煤辅助取暖,既花费了大量资源又会污染环境,同时还大大增加了人员工作量,监管不到位还会产生经济损失,不利于温室农业扩大生产规模和提高信息化程度。因此,有效提高日光温室太阳光利用率和保温特性,以及实现智能化管控是现有技术中亟待解决的问题。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术的不足,本发明拟解决的技术问题是,提供一种基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统。该系统在传统温室系统的基础上增加了太阳能集热器和自动控制机构,同时改进温室砖墙结构为相变蓄热墙体结构,所述系统通过太阳能集热器在白天高效吸收太阳热量并且通过水循环对温室进行供暖蓄热,采用相变蓄热墙体对室内进行白天蓄热和夜间放热调控实现室内环境稳定,采用自动控制机构对温室系统进行数据采集处理和自动调控,实现了节约资源和环境友好,对于温室农业发展具有积极意义。

[0004] 本发明解决所述技术问题采用的技术方案是,提供一种基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统,其特征在于该温室系统包括相变蓄热墙体、自动控制机构、太阳能集热器、集热器出水管、集热器回水管、电磁进水阀、进水三通管件、回水三通管件、地面循环管路、电加热保温水箱和冷水补水箱;

[0005] 所述电加热保温水箱安装于温室外部,电加热保温水箱内部设有电加热装置,用于水温过低时启动自加热;所述冷水补水箱与电加热保温水箱并列安装于温室外部;

[0006] 所述太阳能集热器通过集热器出水管路与电磁三通换向阀(S1)的一端连接,电磁三通换向阀(S1)的第二端连接进水三通管件的一端,进水三通管件的另外两端分别连接电磁截止阀(B1)和电磁截止阀(B3)的一端,电磁截止阀(B1)的另一端通过循环水泵(P1)经冷水箱进水管路(H1)连接冷水补水箱的进口,电磁截止阀(B3)的另一端通过循环水泵(P3)经保温水箱进水管路(E1)连接电加热保温水箱的进口;太阳能集热器通过集热器回水管路连

接电磁三通换向阀(S2)的一端,电磁三通换向阀(S2)的第二端连接回水三通管件的一端,回水三通管件的另外两端分别连接电磁截止阀(B2)和电磁截止阀(B4)的一端,电磁截止阀(B2)的另一端经冷水箱出水管路(H2)连接冷水补水箱的出口,电磁截止阀(B4)的另一端经保温水箱出水管路(E2)连接电加热保温水箱的出口;所述电加热保温水箱和冷水补水箱上分别设有出水阀(C1)和出水阀(C2);电加热保温水箱和冷水补水箱之间通过管路连接,在该连接管路上设有电磁进水阀,通过冷水补水箱为电加热保温水箱进行供水,用于系统循环补水;在太阳能集热器的集热器出水管和集热器回水管上分别安装有Y型过滤器(A1)和Y型过滤器(A2);

[0007] 所述相变蓄热墙体为温室系统的围护结构,所述相变蓄热墙体包括墙体基层、砂浆找平层、墙体保温层、抗裂防护层、抗裂防护层、相变材料层、墙体循环管路和饰面层;所述相变材料层内填充相变材料,在相变材料内均匀铺设墙体循环管路;墙体循环管路的进水口通过相变墙体上水管路(G1)连接电磁三通换向阀(S1)的第三端,与电加热保温水箱和太阳能平板集热器相连通;墙体循环管路的出水口连接地面循环管路,所述地面循环管路盘布在温室的地面下,地面循环管路的出口经相变墙体下水管路(G2)连接电磁三通换向阀(S2)的第三端上,相变墙体下水管路(G2)贯穿在相变蓄热墙体内部,位于相变蓄热墙体外部的相变墙体下水管路(G2)和电磁三通换向阀(S2)之间设置有循环水泵(P2);

[0008] 所述自动控制机构包括PLC控制装置、水泵控制模块、阀门控制模块、温度感应装置和水位监测装置;所述PLC控制装置分别与水泵控制模块、阀门控制模块、温度感应装置、水位监测装置电连接,同时分别与太阳能集热器及电加热保温水箱内部的电加热装置电连接;温度感应装置安装在温室内,水位监测装置安装在电加热保温水箱内;所述水泵控制模块分别与循环水泵(P1)、循环水泵(P2)、循环水泵(P3)电连接,所述阀门控制模块分别与电磁进水阀、电磁三通换向阀(S1)、电磁三通换向阀(S2)、电磁截止阀(B1)、电磁截止阀(B2)、电磁截止阀(B3)、电磁截止阀(B4)电连接。

[0009] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0010] 本发明通过应用太阳能集热器能够更高效的吸收太阳光热量,有效提升温室温度和蓄热量,数据表明应用太阳能集热器相对于传统温室可以在4-5h内额外提供24-37%的热能需求量,有效提高了温室系统的整体效能。太阳能集热器在温室温度足够时还能转换为电加热保温水箱加热循环水,实现了太阳热量的高效利用与转化存储,降低了其他燃料的消耗,符合我国节能减排战略。

[0011] 通过应用相变蓄热墙体对于系统储能COP有较大的意义,对于温室系统的热工性能提升明显,实验显示通过北墙采用蓄热墙体的方式相对于普通砖墙作为维护结构的传统温室的冷热负荷转移时间和热流减少量分别为2.5h和43%,实验中采用石蜡基底混合硬脂酸正丁酯作为相变材料测试结果室内最低气温相比传统温室提升了2.3℃,温度波动幅度降低了4.7℃。冬季夜间温室温度和季平均温度均高于普通砖墙作为维护结构的传统温室,这对于降低昼夜温差来提升作物生长水平有积极意义。

[0012] 通过采用自动控制机构,可以有效采集温室数据和系统转换实现即时温控,提高工作精度的同时降低了维护人员的工作强度,有利于温室生产规模的扩大,有助于农作物产量的提高,符合国家科技致富和农业现代化的思路。

[0013] 通过应用冷水补水箱进行供冷,可以有效及时降低温室内温度。温室内温度过高

也会对作物产生恶劣的影响,导致植物的光合作用减弱,呼吸作用增强,会加速植物的死亡。传统降温方法多为人工开启覆盖膜通风对流,工作繁重同时降温速度慢,系统中包含的冷水补水箱供冷循环在自动控制机构的控制下可以及时开启和降温,同时冷水补水箱起到对系统循环水补水的作用。

[0014] 通过设计系统中电加热保温水箱和冷水补水箱均为可拆卸的部件,在气候环境适宜无需使用系统时可以将这两部件拆除增大空间和提供利用率。

[0015] 在冬季晴朗时太阳能集热器吸收太阳光加热管内循环水并利用水泵加压将热量传递给相变墙体蓄热,循环水进入地埋管加热土壤后经回水管返回太阳能集热器循环使用,温室内升温到定值时,自动控制机构调节温控电磁阀,太阳能集热器内循环水换向流入电加热保温水箱。夜间无阳光时自动控制机构启动水泵循环电加热保温水箱中水加热温室同时相变墙体放热。夏季高温时,自动控制机构控制太阳能集热器关闭,冷水补水箱启动循环为温室供冷。

[0016] 本发明提供的温室系统将太阳能、相变储能、电加热及自动化控制集成在一起,使各部分配合作用,使用太阳能集热器增强了光热利用率,相变材料增强保温特性,自动控制机构实现数据及时反映,电加热方式额外供热,能有效避免发生冻害和冷害现象,保证温室植物的良好生长,该温室系统结构简单,安装成本低,具备明确的运行模式和转换方式,在节约能源的基础上有效提高温室系统热效率,自动化控制能够同时实现分户安装的高效能和大规模应用的有效性。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统的整体结构示意图。

[0018] 图2是本发明的相变蓄热墙体1的剖视结构示意图。

[0019] 图3是本发明的自动控制机构2的结构示意图。

[0020] 图中,相变蓄热墙体1、自动控制机构2、太阳能集热器3、集热器出水管4、集热器回水管5、电磁进水阀6、进水三通管件7、回水三通管件8、地面循环管路9、电加热保温水箱10、冷水补水箱11;墙体基层101、砂浆找平层102、墙体保温层103、抗裂防护层104、相变材料层105、墙体循环管路106、饰面层107;PLC控制装置201、温度感应装置202、水位监测装置203;冷水箱进水管路H1、冷水箱出水管路H2、保温水箱进水管路E1、保温水箱出水管路E2、相变墙体上水管路G1、相变墙体下水管路G2;Y型过滤器(A1、A2)、电磁三通换向阀(S1、S2)、电磁截止阀(B1、B2、B3、B4)、出水阀(C1、C2)、循环水泵(P1、P2、P3)。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图及实施例进一步叙述本发明,但并不以此作为对本申请保护范围的限定。

[0022] 本发明基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统(简称温室系统,参见图1-3)包括相变蓄热墙体1、自动控制机构2、太阳能集热器3、集热器出水管4、集热器回水管5、电磁进水阀6、进水三通管件7、回水三通管件8、地面循环管路9、电加热保温水箱10和冷水补水箱11;

[0023] 所述电加热保温水箱10安装于温室外部,电加热保温水箱10内部设有电加热装

置,用于水温过低时启动自加热;所述冷水补水箱11与电加热保温水箱10并列安装于温室外部;

[0024] 所述太阳能集热器3通过集热器出水管路4与电磁三通换向阀S1的一端连接,电磁三通换向阀S1的第二端连接进水三通管件7的一端,进水三通管件7的另外两端分别连接电磁截止阀B1和电磁截止阀B3的一端,电磁截止阀B1的另一端通过循环水泵P1经冷水箱进水管路H1连接冷水补水箱11的进口,电磁截止阀B3的另一端通过循环水泵P3经保温水箱进水管路E1连接电加热保温水箱10的进口;太阳能集热器3通过集热器回水管路5连接电磁三通换向阀S2的一端,电磁三通换向阀S2的第二端连接回水三通管件8的一端,回水三通管件8的另外两端分别连接电磁截止阀B2和电磁截止阀B4的一端,电磁截止阀B2的另一端经冷水箱出水管路H2连接冷水补水箱11的出口,电磁截止阀B4的另一端经保温水箱出水管路E2连接电加热保温水箱10的出口;所述电加热保温水箱和冷水补水箱11上分别设有出水阀C1和出水阀C2,能够通过重力作用放水;电加热保温水箱10和冷水补水箱11之间通过管路连接,在该连接管路上设有电磁进水阀6,通过冷水补水箱11为电加热保温水箱10进行供水,用于系统循环补水;在太阳能集热器的集热器出水管4和集热器回水管5上分别安装有Y型过滤器A1和Y型过滤器A2;

[0025] 所述相变蓄热墙体1取代传统砖墙作为温室系统的围护结构,所述相变蓄热墙体1(参见图2)包括墙体基层101、砂浆找平层102、墙体保温层103、抗裂防护层103、抗裂防护层104、相变材料层105、墙体循环管路106和饰面层107;所述相变材料层105内填充相变材料,在相变材料内均匀铺设墙体循环管路106;墙体循环管路106的进水口通过相变墙体上水管路G1连接电磁三通换向阀S1的第三端,与电加热保温水箱10和太阳能平板集热器3相连接;墙体循环管路106的出水口连接地面循环管路9,所述地面循环管路9盘布在温室的地面下,地面循环管路9的出口经相变墙体下水管路G2连接电磁三通换向阀S2的第三端上,相变墙体下水管路G2贯穿在相变蓄热墙体内部,位于相变蓄热墙体外部的相变墙体下水管路G2和电磁三通换向阀S2之间设置有循环水泵P2。

[0026] 所述自动控制机构2(参见图3)包括PLC控制装置201、水泵控制模块、阀门控制模块、温度感应装置202和液位监测装置203;所述PLC控制装置201分别与水泵控制模块、阀门控制模块、温度感应装置202、液位监测装置203电连接,同时分别与太阳能集热器3及电加热保温水箱10内部的电加热装置电连接;温度感应装置202安装在温室内,液位监测装置203安装在电加热保温水箱10内;所述水泵控制模块分别与循环水泵P1、循环水泵P2、循环水泵P3电连接,所述阀门控制模块分别与电磁进水阀6、电磁三通换向阀S1、电磁三通换向阀S2、电磁截止阀B1、电磁截止阀B2、电磁截止阀B3、电磁截止阀B4电连接;PLC控制装置201将温度感应装置202和液位监测装置203收集的数据信息进行处理分析,通过调动机构内部的阀门控制模块和水泵控制模块来控制阀门和水泵的开闭实现对温室系统进行运转模式切换。

[0027] 所述自动控制机构的控制端(水泵控制模块、阀门控制模块)同时连接外部计算机系统,数据端包括温室内温度感应装置和电加热保温水箱内的液位监测装置。PLC控制装置用于回收处理测量数据、设定阀门开闭的温度值和水箱水位值。

[0028] 本发明的进一步特征在于所述电加热保温水箱10和冷水补水箱11均为可拆卸的。在无需使用电加热和不冷水时,可以将这两部件拆除增大空间和提高利用率。

[0029] 本发明的进一步特征在于所述太阳能集热器3为板式集热器,集热器吸热板通过吸收太阳光中的热量来加热系统循环水,同时集热器平板能够与温室建筑一体化,结构美观。

[0030] 本发明在白间太阳能集热器与相变蓄热墙体蓄热供热循环时,循环热水从相变墙体上水管路G1进入流经相变蓄热墙体1和地面循环管路9后经相变墙体下水管路G2返回太阳能集热器3,这种循环顺序有利于墙体蓄热和高效利用热能。

[0031] 在夜间电加热保温水箱与相变墙体组合放热循环时,循环热水自保温水箱出水管路E2流出后从相变墙体下水管路G2进入地面循环管路9散热,同时在循环水泵P2的作用下经相变蓄热墙体1流入相变墙体上水管路G1返回电加热保温水箱10。这种循环方式能实现短时间内温室迅速升温,降低热量损失和植物受损时间。

[0032] 冷水补水水箱冷水降温循环时,循环冷水自冷水箱出水管路H2流出后从相变墙体下水管路G2进入地面循环管路9供冷同时在循环水泵P2作用下经相变蓄热墙体1流入相变墙体上水管路G1返回冷水补水水箱11。这种循环方式能实现短时间内温室迅速降温,加速热量传递和降低植物受损时间。

[0033] 本发明基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统的工作原理及过程是:在冬季晴朗时太阳能集热器3吸收太阳光加热管内循环水并利用循环水泵P2加压将热量传递给相变蓄热墙体1蓄热,循环水进入地面循环管路9加热土壤后经集热器回水管5返回太阳能集热器3循环使用,温室内升温到定值时,自动控制机构2调节电磁三通换向阀S1、电磁三通换向阀S2、电磁截止阀B3、电磁截止阀B4,太阳能集热器3内循环水换向流入电加热保温水箱10。夜间无阳光时自动控制机构2启动循环水泵P3循环电加热保温水箱10中的水,加热后的水经墙体循环管路106和地面循环管路9加热温室,同时相变蓄热墙体1中的相变材料放热。夏季高温时,自动控制机构2控制太阳能集热器3装置关闭,冷水补水水箱11启动循环为温室供冷。通过以上各部件结合实现节能同时智能调控温室环境的目的。

[0034] 本发明基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统主要有四种工作循环模式:分别为白间太阳能集热器与相变蓄热墙体蓄热供热循环、白间太阳能集热器与电加热保温水箱蓄热循环、夜间电加热保温水箱与相变蓄热墙体组合放热循环以及冷水补水水箱降温循环。下面详述这四种工作循环模式。

[0035] 1) 白间太阳能集热器与相变蓄热墙体蓄热供热循环模式:在低温晴朗季节温室系统需要供暖时,太阳能集热器3吸收照射在表面上的太阳光线热量加热循环水,循环热水自太阳能集热器3经Y型过滤器A1后通过集热器出水管4经电磁三通换向阀S1控制流入相变蓄热墙体1,此时相变蓄热墙体1吸收循环热水热量进行升温蓄热,放热后的温水在循环水泵P2作用下进入地面循环管路9加热土壤并在通过电磁三通换向阀S2和Y型过滤器A2后返回太阳能集热器3循环加热使用,整个过程包含对相变蓄热墙体蓄热过程和温室供暖过程,有效提高了太阳能利用率和实现转化储存太阳能,经相变蓄热墙体1吸热后的循环热水稍降温后进入地面循环管路。设置于温室内的温度感应装置202检测到温室内升温达设定值时反馈给PLC控制装置201,自动控制机构2控制循环启闭或转换。

[0036] 2) 白间太阳能集热器与电加热保温水箱蓄热循环模式:当温室内升温达设定值时温度感应装置202反馈给PLC控制装置201,PLC控制装置201通过内部水泵控制模块关闭循环水泵P2同时开启循环水泵P3,同时通过阀门控制模块调节电磁三通换向阀S1、电磁三通

换向阀S2换向和开启电磁截止阀B3、电磁截止阀B4转入热水储存循环,此类循环的循环水顺序为循环热水自太阳能集热器3经Y型过滤器A1后通过集热器出水管4经电磁三通换向阀S1控制流入进水三通管件7后通过电磁截止阀B3通过保温水箱出水管路E1进入电加热保温水箱10,在循环水泵P3作用下冷水从保温水箱出水管路E2流经回水三通管件8和电磁三通换向阀S2和Y型过滤器A2后返回太阳能集热器3循环加热。整个循环过程实现对太阳能热量的转化和储存,同时有益于控制温室温度。太阳能白天能加热循环水,夜间水反复循环以后水温会下降,当循环水水温不足时电加热会启动加热水箱内的水。太阳能集热器的应用会增加水初温,由太阳能集热器与电加热保温水箱配合能显著节约能量。

[0037] 3) 夜间电加热保温水箱与相变蓄热墙体组合放热循环模式:夜间时没有太阳光线太阳能集热器3吸收热量难以加热循环水,空气环境温度较低,此时相变蓄热墙体1放热,温室内的温度感应装置202将温度数据反馈给PLC控制装置201,PLC控制装置201通过水泵控制模块开启循环水泵P3,同时通过阀门控制模块调节电磁三通换向阀S1、电磁三通换向阀S2换向和开启电磁截止阀B3、电磁截止阀B4转入电加热保温水箱与相变蓄热墙体组合放热循环,此类循环的循环水顺序为白间存储的电加热保温水箱10的循环热水从保温水箱出水管路E1流经电磁截止阀B4、回水三通管件8和电磁三通换向阀S2后流入进入地面循环管路9加热土壤,在循环水泵P3作用下流入相变蓄热墙体1经电磁三通换向阀S1、进水三通管件7和电磁截止阀B3以后通过保温水箱进水管路E1返回电加热保温水箱10,对温室系统供热,天气极度严寒电加热保温水箱10供热不足时PLC控制装置201依据温室温度感应装置202的反馈信息开启电加热保温水箱10的电加热装置辅助供热。

[0038] 4) 冷水补水箱降温循环:炎热季节温室内温度过高需要采取降温措施时,温室内的温度感应装置202将温度数据反馈给PLC控制装置201,PLC控制装置201通过水泵控制模块开启循环水泵P1,同时通过阀门控制模块调节电磁三通换向阀S1、电磁三通换向阀S2换向和开启电磁截止阀B1、电磁截止阀B2转入冷水补水箱水箱降温循环,此类循环的循环冷水顺序为冷水补水箱11内的低温水从冷水箱出水管路H2流经电磁截止阀B2、回水三通管件8和电磁三通换向阀S2后流入进入地面循环管路9降温土壤和温室,在循环水泵P1作用下流入相变蓄热墙体1经电磁三通换向阀S1、进水三通管件7和电磁截止阀B1以后通过冷水箱进水管路H1返回冷水补水箱11,实现对温室和土壤的快速降温。当电加热保温水箱10内水位不足时,水位监测仪装置203反馈给PLC控制装置201,PLC控制装置201调动阀门控制模块开启电磁进水阀6对电加热保温水箱10进行补水。

[0039] 在气候适宜的过渡季节可以关闭系统,将电加热保温水箱10和冷水补水箱11拆除提高空间利用程度。

[0040] 在实际运行过程中,自动控制机构可以保证在上述几种模式中间切换,实现温室系统最佳使用环境和节能指标。

[0041] 采用本发明提供的基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统可以使系统控制在适宜作物生长的温度范围内。本发明系统能高效利用和转化储存太阳能资源,为农作物特别是反季节作物提供了适宜的生长环境,同时节约其他能源,弥补了冬季新鲜蔬果的产量短缺和价格昂贵的缺陷,同时自动控制机构大大提高农业现代化水平和降低劳动强度,适用于我国北方地区大规模应用。

[0042] 实施例1

[0043] 本实施例在设置了10m<sup>2</sup>的如上所述的基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统与10m<sup>2</sup>标准砖墙作为维护结构和透光薄膜覆盖作为屋面结构的传统温室(下简称传统温室)进行比较,得到以下数据:

[0044] 相对于传统温室的冷热负荷转移时间2.5h和热流减少量43%,本发明提供的基于相变蓄热技术的自控温太阳能温室系统相对于传统温室可以在4-5h内额外提供24-37%的热能需求量,实验中采用石蜡基底混合硬脂酸正丁酯作为相变材料进行测试,结果室内最低气温相比传统温室提升了2.3℃,温度波动幅度降低了4.7℃。实现了太阳热量的高效利用与转化存储,降低了其他燃料的消耗,符合我国节能减排战略。

[0045] 本发明未涉及之处适用于现有技术。

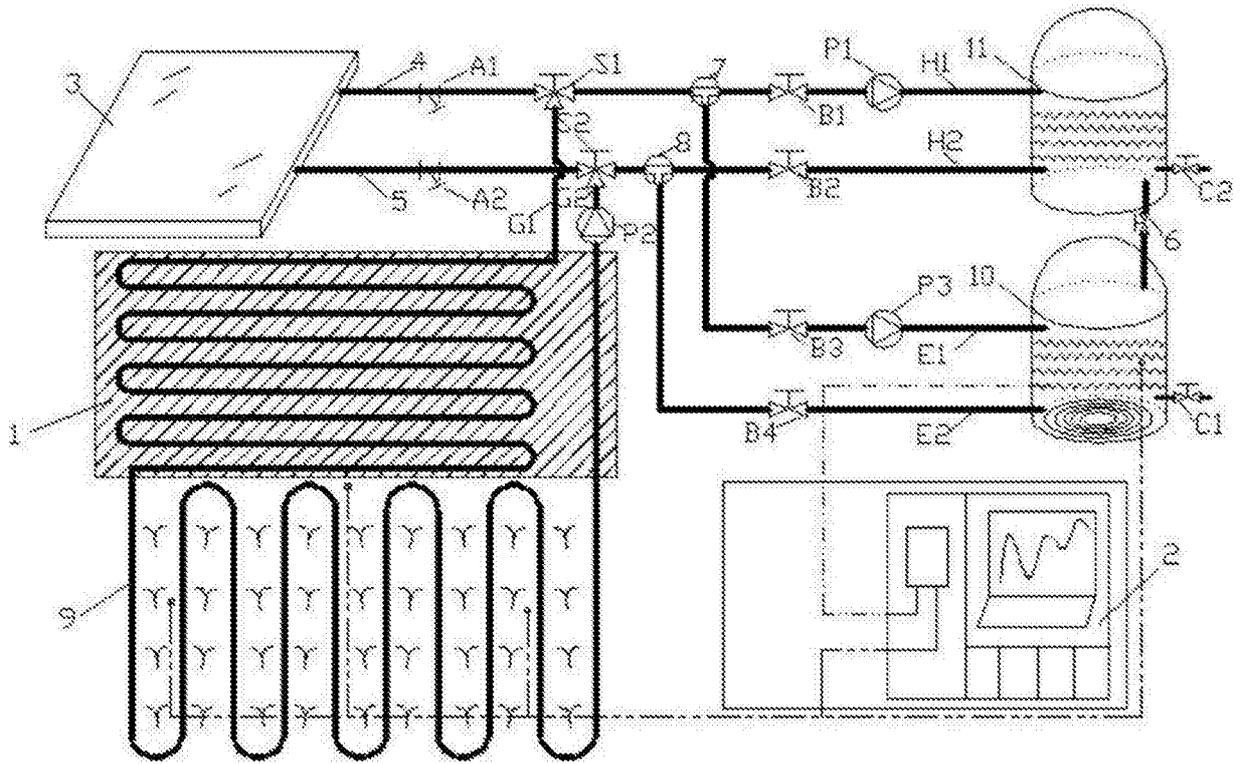


图1

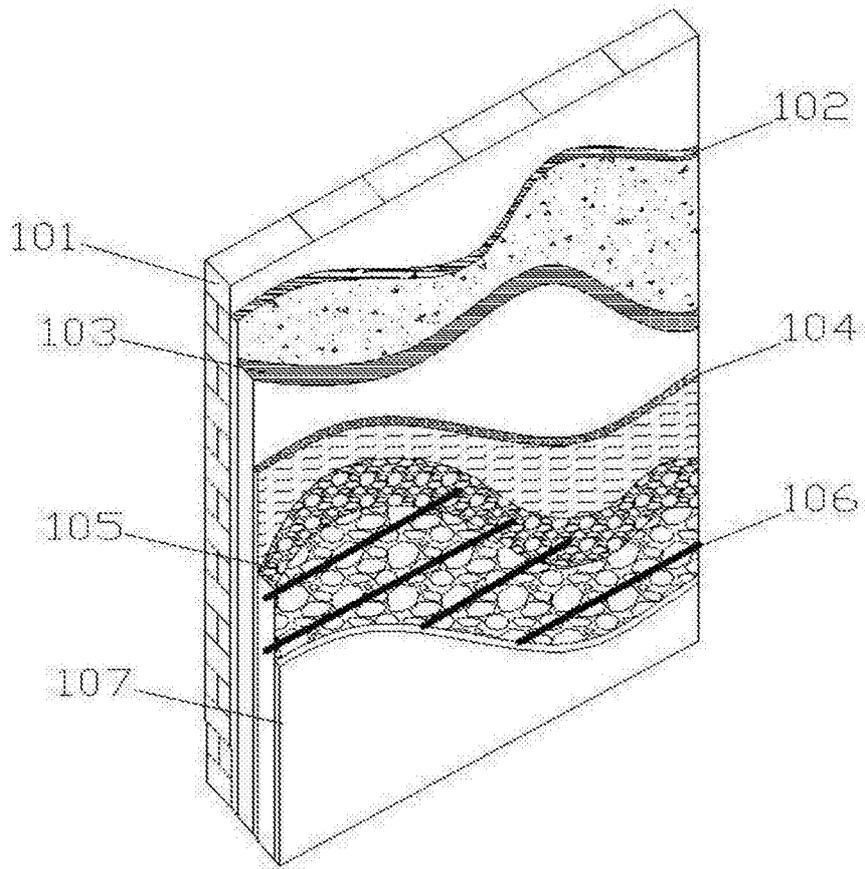


图2

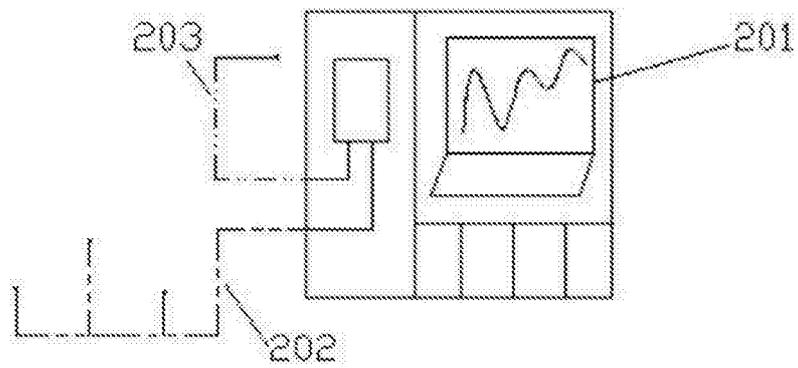


图3