



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105520429 B

(45)授权公告日 2018.04.17

(21)申请号 201510909119.5

(22)申请日 2015.12.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105520429 A

(43)申请公布日 2016.04.27

(73)专利权人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72)发明人 刘艳峰 宋聪 周晓骏 李涛

陈澎浩 刘加平

(74)专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务

所 61216

代理人 李婷

(51)Int.Cl.

A47C 21/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 2216779 Y,1996.01.10,

CN 2300327 Y,1998.12.16,

CN 200938975 Y,2007.08.29,

KR 101398066 B1,2014.05.27,

JP H06165719 A,1994.06.14,

CN 202287283 U,2012.07.04,

CN 103536094 A,2014.01.29,

CN 2593657 Y,2003.12.24,

审查员 皮婉素

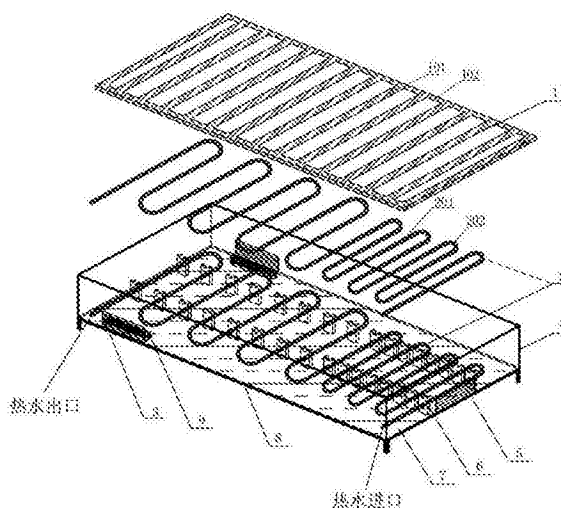
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种太阳能热水盘管昼夜两用暖床

(57)摘要

本发明公开了一种太阳能热水盘管昼夜两用暖床,包括床体,床体包括支架以及设置在支架上的、有底面但无顶面的围箱,在围箱上部架设有床面板;所述的围箱内部设置有一排以上的水管;热水盘管与太阳能热水器构成回路;所述的围箱的侧面上对称设置有出风口,出风口的一侧安装有贯流风机;在与围箱侧面相邻且远离出风口的围箱端面上设置有进风口。本发明充分利用了太阳的光热资源,昼夜两用、应用方便,解决了传统的太阳能炕调节复杂、供热不均、昼间闲置浪费、无法用于全天采暖的问题,对城镇以及农村居住建筑普遍适用。



1. 一种太阳能热水盘管昼夜两用暖床,其特征在于,包括床体,床体包括支架以及设置在支架上的、有底面(8)但无顶面的围箱(4),在围箱(4)上部架设有床面板(1);

所述的围箱(4)内部设置有一排以上的水管盘管(2);水管盘管(2)与太阳能热水器构成回路;水管盘管(2)包括多根平行设置的散热管(201),相邻的散热管(201)的端部由弧形管(202)贯连,使每相邻的三根散热管(201)均构成S形结构;水管盘管(2)分为疏部和密部,密部中散热管(201)的间距小于疏部中散热管(201)的间距;使用者躺在床面板(1)上后,密部对应使用者小腿以下的部分,疏部对应使用者小腿以上的部分;

所述的围箱(4)的侧面上对称设置有出风口(3),出风口(3)的一侧安装有贯流风机(9);在与围箱(4)侧面相邻且远离出风口(3)的围箱(4)端面上设置有进风口(5);

所述的围箱(4)的底面(8)上沿围箱(4)的长度方向设置有多排支板(6),每一排支板(6)中有两个支板(6),在每一个支板(6)顶部均开设有圆弧状凹槽;所述的水管盘管(2)在围箱(4)中平行设置两排,其中一排水管盘管(2)中的散热管(201)穿过支板(6)设置,另一排水管盘管(2)中的散热管(201)支撑在支板(6)顶部的凹槽上;

所述的出风口(3)的温度 t_{out} 与出风口(3)的体积流量 q_v 满足以下公式:

$$q_v = \frac{Q_{HL}}{c_p \rho_{out} (t_{out} - t_a)}$$

上式中, c_p 、 ρ_{out} 、 t_a 分别为出风口(3)外部空气的定压比热、密度以及室内温度, Q_{HL} 为房间热负荷;通过上述公式,根据需要的出风口(3)空气温度,可设置需要的贯流风机(9)流量;

所述的水管盘管的管径为16~20mm,所述的贯流风机(9)的出气口与出风口(3)之间的距离为20~80mm。

2. 如权利要求1所述的太阳能热水盘管昼夜两用暖床,其特征在于,所述的疏部中散热管(201)的间距为0.18m,密部中散热管201的间距为0.09m。

3. 如权利要求1所述的太阳能热水盘管昼夜两用暖床,其特征在于,所述的出风口(3)的设置参数满足以下公式:

$$Q_{HL} = c_p \rho_{out} u_{out} A (t_{out} - t_a)$$

式中, c_p 、 ρ_{out} 、 u_{out} 、 t_{out} 、 A 、 t_a 分别为出风口(3)外部空气的定压比热、密度、出口流速、出口温度、通风孔面积及室内温度; Q_{HL} 为房间热负荷。

4. 如权利要求1所述的太阳能热水盘管昼夜两用暖床,其特征在于,所述的水管盘管(2)采用交联聚乙烯管PEX,其密度为940kg/m³,热膨胀系数为0.20mm/(m·K),导热系数为0.46W/(m²·K);床面板(1)采用厚18mm松木板,其密度为377kg/m³,导热系数为0.11W/(m²·K),比热容为1930J/(kg·K)。

5. 如权利要求1所述的太阳能热水盘管昼夜两用暖床,其特征在于,所述的围箱(4)内的底面(8)上铺设厚度为20mm的聚苯乙烯绝热材料层(7)。

6. 如权利要求1所述的太阳能热水盘管昼夜两用暖床,其特征在于,所述的床面板(1)包括框架(102),在框架(102)中间隔设置有多条平行的支撑杆(101)。

一种太阳能热水盘管昼夜两用暖床

技术领域

[0001] 本发明属于建筑室内采暖设备领域,具体涉及一种太阳能热水盘管加热的昼夜两用床。

背景技术

[0002] 随着城镇化的快速发展和人们对室内卫生条件要求的提高,在我国多数村镇和城市单户独立住宅中,传统火炕及太阳能辅热火炕的采暖方式逐渐显露出诸多的不适应性。炕体形式方面,火炕堆砌复杂,占用空间大;燃料来源方面,薪柴、秸秆等燃料仅适用于农村地区,随着城市化发展,对于更多的城镇单户住宅,燃料则多采用煤炭等化石燃料,缺乏建筑节能效果;供热调节方面,炕面的供热调节需要费时费力的人员操作,且热惯性大,很难实现个性化和快速的温度调节;供热效果方面,炕体散热表面常存在温度分布的不均匀现象,局部过热或过冷对人体健康和热舒适带来了诸多问题。

[0003] 综上所述,如何在寒冷季节提高室内昼间环境温度,并提高夜间睡眠的热舒适度,充分利用太阳的光热资源,对我国居住建筑的节能、环保具有积极推动作用,也是本领域研究人员共同关注的热点。

发明内容

[0004] 针对上述现有技术中存在的问题,本发明的目的在于,提供一种由太阳能热水盘管供热的昼夜两用暖床,白天床体向室内环境散热,相当于一台散热器,提高室内环境温度;夜间优化床面温度的分布,满足睡眠状态下人体对热环境的舒适性要求。

[0005] 为了实现上述任务,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种太阳能热水盘管昼夜两用暖床,包括床体,床体包括支架以及设置在支架上的、有底面但无顶面的围箱,在围箱上部架设有床面板;

[0007] 所述的围箱内部设置有一排以上的热水盘管;热水盘管与太阳能热水器构成回路;散热管包括多根平行设置的散热管,相邻的散热管的端部由弧形管贯连,使每相邻的三根散热管均构成S形结构;热水盘管分为疏部和密部,密部中散热管的间距小于密部中散热管的间距;使用者躺在床面板上后,密部对应使用者小腿以下的部分,疏部对应使用者小腿以上的部分;

[0008] 所述的围箱的侧面上对称设置有出风口,出风口的一侧安装有贯流风机;在与围箱侧面相邻且远离出风口的围箱端面上设置有进风口。

[0009] 进一步地,所述的床面板包括框架,在框架中间隔设置有多条平行的支撑杆。

[0010] 进一步地,所述的疏部中散热管的间距为0.18m,密部中散热管的间距为0.09m。

[0011] 进一步地,所述的围箱的底面上沿围箱的长度方向设置有多排支板,每一排支板中有两个支板,在每一个支板顶部均开设有圆弧状凹槽;所述的热水盘管在围箱中平行设置两排,其中一排热水盘管中的散热管穿过支板设置,另一排热水盘管中的散热管支撑在支板顶部的凹槽上。

[0012] 进一步地,所述的出风口的设置参数满足以下公式:

$$[0013] \quad Q_{HL} = c_p \rho_{out} u_{out} A (t_{out} - t_a)$$

[0014] 式中, c_p 、 ρ_{out} 、 u_{out} 、 t_{out} 、 A 、 t_a 分别为出风口外部空气的定压比热、密度、出口流速、出口温度、通风孔面积及室内温度; Q_{HL} 为房间热负荷。

[0015] 进一步地,所述的出风口的温度 t_{out} 与出风口的体积流量 q_v 满足以下公式:

$$[0016] \quad q_v = \frac{Q_{HL}}{c_p \rho_{out} (t_{out} - t_a)}$$

[0017] 上式中, c_p 、 ρ_{out} 、 t_a 分别为出风口 (3) 外部空气的定压比热、密度以及室内温度; 通过上述公式, 根据需要的出风口空气温度, 可设置需要的贯流风机流量。

[0018] 进一步地, 所述的热水盘管采用交联聚乙烯管 PEX, 其密度为 940 kg/m^3 , 热膨胀系数为 $0.20 \text{ mm}/(\text{m} \cdot \text{K})$, 导热系数为 $0.46 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; 床面板采用厚 18 mm 松木板, 其密度为 377 kg/m^3 , 导热系数为 $0.11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 比热容为 $1930 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

[0019] 进一步地, 所述的热水盘管的管径为 $16 \sim 20 \text{ mm}$ 。

[0020] 进一步地, 所述的贯流风机的出气口与出风口之间的距离为 $20 \sim 80 \text{ mm}$ 。

[0021] 进一步地, 所述的围箱内的底面上铺设有厚度为 20 mm 的聚苯乙烯绝热材料层。

[0022] 进一步地, 所述的进风口和出风口上均安装有百叶窗。

[0023] 本发明与现有技术相比具有以下技术特点:

[0024] 1. 床侧边框设置的可调百叶通风口, 实现了床箱体内热空气与室内空气的对流换热, 可明显改善白天室内的热环境;

[0025] 2. 床箱内部设置的贯流风机, 低噪、温和地向室内提供流速可调控的送风气流, 增强了进出风口气流的对流换热效果;

[0026] 3. 双层热水盘管铺设形式, 可根据用户热需求, 选择单层或双层开启模式, 使本昼夜两用床达到最佳温度调节效果, 灵活度高, 节能环保;

[0027] 4. 热水盘管在偏床尾部分的铺设密度大于床头部分, 满足人体睡眠热舒适需求及血液循环健康要求;

[0028] 5. 构造简易、可操作性强、适用性广泛, 不仅可满足农村居舍供暖需求, 亦可供城镇居住建筑全天取暖所用。

附图说明

[0029] 图1为本发明整体结构分解示意图;

[0030] 图2为本发明的侧视图;

[0031] 图3为昼间床体供暖室内空气温度场数值图 (水平横截面);

[0032] 图4为昼间床体供暖室内空气温度场数值图 (垂直纵截面);

[0033] 图5为昼间暖床运行时室内热环境的时间响应图;

[0034] 图6为夜间运行被褥微环境温度瞬态变化图 (管径为 16 mm , 图6-a为供水温度 30°C 、图6-b为供水温度 35°C 、图6-c为供水温度 40°C 时床垫表面平均温度);

[0035] 图7为夜间运行被褥微环境温度瞬态变化图 (管径为 20 mm , 图7-a为供水温度 30°C 、图7-b为供水温度 35°C 、图7-c为供水温度 40°C 床垫表面平均温度);

[0036] 图8所示为被褥微环境温度改善对比图(图8-a为管径16mm,图8-b为管径20mm);

[0037] 图中各标号表示:1—床面板,101—支撑杆,102—框架,2—热水盘管,201—散热管,202—弧形管,3—出风口,4—围箱,5—进风口,6—支板,7—绝热材料层,8—底面,9—贯流风机。

具体实施方式

[0038] 遵从上述技术方案,如图1所示,一种太阳能热水盘管2昼夜两用暖床,包括床体,床体包括支架以及设置在支架上的、有底面8但无顶面的围箱4,在围箱4上部架设有床面板1;

[0039] 所述的围箱4内部设置有一排以上的热水盘管2;热水盘管2与太阳能热水器构成回路;散热管201包括多根平行设置的散热管201,相邻的散热管201的端部由弧形管202贯连,使每相邻的三根散热管201均构成S形结构;热水盘管2分为疏部和密部,密部中散热管201的间距小于密部中散热管201的间距;使用者躺在床面板1上后,密部对应使用者小腿以下的部分,疏部对应使用者小腿以上的部分;

[0040] 所述的围箱4的侧面上对称设置有出风口3,出风口3的一侧安装有贯流风机9;在与围箱4侧面相邻且远离出风口3的围箱4端面上设置有进风口5。

[0041] 本方案的床体结构主要包括一个围箱4,在本实施例中围箱4采用矩形结构,其有底面8,但无顶面,在顶面上架设有床面板1;床面板1上方可根据用户需求铺设丝绵等各式床垫及被褥。床面板1包括框架102,在框架102中间隔设置有多条平行的支撑杆101;即床面板1为排骨架的结构,其较佳的一个尺寸为长2.1m,宽0.9m,厚30mm。通过这种床面板1结构的设置,可以使围箱4中热水盘管2散发出的热量穿过床面板1,到达被褥层。而为了防止热量从围箱4底部散失,围箱4内的底面8上铺设厚度为20mm的聚苯乙烯绝热材料层7。

[0042] 本方案中的热量主要来自于围箱4内部设置的热水盘管2。热水盘管2与太阳能热水器构成回路,使太阳能热水器中的水可以循环经过热水盘管2,利用热水散发的热量提供给暖床。为了便于控制,在热水盘管2上设置有阀门。

[0043] 热水盘管2的结构如图1所示,其由多根平行设置的散热管201组成的,以左中右三根散热管201为例,左边散热管201的下端连接中间散热管201的下端,中间散热管201的上端连接右边散热管201的上端,即使得左中右三根散热管201构成了S形结构;散热管201的端部由弧形管202连接。这种设置方式能使散热管201中的热量更加均匀地释放。

[0044] 当使用者躺在床面上方以后,由于人体自然状态不同部位的热量散失不同,小腿以下,包括脚部位于人体循环末端,因此更容易发冷,需要更多的热量供给。为此本方案的热水盘管2分为疏部和密部,经发明人试验验证,疏部中散热管201的间距为0.18m,密部中散热管201的间距为0.09m时,效果最佳。在人体躺卧姿势下,身体的上部、中部位于疏部的上方,而下部(小腿以下)位于密部以上;密部的散热管201更加密集,散发的热量更多,符合人体的实际需求。

[0045] 更具体的一种设置方式是:

[0046] 围箱4的底面8上沿围箱4的长度方向设置有多排支板6,每一排支板6中有两个支板6,在每一个支板6顶部均开设有圆弧状凹槽;所述的热水盘管2在围箱4中平行设置两排,其中一排热水盘管2中的散热管201穿过支板6设置,另一排热水盘管2中的散热管201支撑

在支板6顶部的凹槽上。

[0047] 考虑到经济和实用性,在本方案中热水盘管2设置了两排,其中上面一排主要用于供给床上的热量,而下面的一排热水盘管2主要用于向周围环境散发热量。

[0048] 昼间使用时,将两层热水盘管2上的阀门均打开,围箱4侧边的进风口5、出风口3均开启,贯流风机9开启。围箱4内的空气被热水盘管2加热,受热空气在贯流风机9作用下,向室内温和、稳定地排出低速气流,并在浮升力作用下向上运动;室内较冷空气经床体尾侧进风口5流入围箱4内部。至此往复循环,室内空气实现全面对流换热。该热气流向室内的供热量可以满足昼间人体对室内热环境的需求。风口和出风口3上均安装有百叶窗,用于控制通风口启闭和风向;贯流风机9为床箱内部热空气与室内较冷空气的热质交换提供驱动力。贯流风机9排气口距离通风孔20~80mm,实现对通风口气流的流速控制,强化空气对流换热。

[0049] 夜间使用时,太阳能低温热水通入热水盘管2中,经过床面板1及床垫的热传导,加热与躺卧人体接触的床面温度。热水盘管2在床体的前中后部的分布并非均匀,即在人体脚部对应处的分布较集中。此分布形式在提高床面热舒适度的基础上,对人体远端末梢进行了局部加热,有利于人体末梢血液循环,对缩短睡眠潜时和提高睡眠质量具有良好的效果。由于人的机体代谢活动,在睡眠状态下具有 $40\text{W}/\text{m}^2$ 的平均代谢水平。以身高1.70m,体重65kg的标准尺寸为例,其DuBois体表面积为 1.75m^2 ,人体自身发热等效于70W的热源。因此,在有被褥覆盖的情况下,热水盘管2供热可以仅用于睡前对床面的预热。

[0050] 一种比较好的实例参数是,热水盘管2采用交联聚乙烯管PEX,其密度为 $940\text{kg}/\text{m}^3$,热膨胀系数为 $0.20\text{mm}/(\text{m}\cdot\text{K})$,导热系数为 $0.46\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$;床面板1采用厚18mm松木板,其密度为 $377\text{kg}/\text{m}^3$,导热系数为 $0.11\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,比热容为 $1930\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

[0051] 昼间运行室内热环境调节实例

[0052] 以西安市为例,供暖室外计算温度 -3.2°C ,室内计算温度 18°C 。房间长宽高尺寸为 $3.2\text{m}\times 3.2\text{m}\times 2.85\text{m}$,门尺寸为 $0.8\text{m}\times 2.0\text{m}$,窗尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ 。白天,太阳能热水盘管昼夜两用暖床向室内提供热量,满足室内热负荷需求,房间热负荷主要包括围护结构耗热量及冷风渗透耗热量。对于普通具有外保温的墙体,经计算,围护结构耗热量约为942W,冷风渗透耗热量约为25W,即房间热负荷 Q_{HL} 约为967W。

[0053] 当床体上的出风口参数满足如下方程时,太阳能昼夜两用暖床可以满足房间热负荷需求:

$$[0054] \quad Q_{HL} = c_p \rho_{out} u_{out} A (t_{out} - t_a)$$

[0055] 式中, c_p 、 ρ_{out} 、 u_{out} 、 t_{out} 、 A 、 t_a 分别为通风孔出口空气的定压比热、密度、出口流速、出口温度、通风孔面积及室内温度。

[0056] 出风口的温度 t_{out} 与出风口的体积流量 q_v 满足以下公式:

$$[0057] \quad q_v = \frac{Q_{HL}}{c_p \rho_{out} (t_{out} - t_a)}$$

[0058] 上式中, c_p 、 ρ_{out} 、 t_a 分别为出风口外部空气的定压比热、密度以及室内温度, Q_{HL} 为房间热负荷;通过上述公式,根据需要的出风口空气温度,可设置需要的贯流风机流量。

[0059] 本例中,取具体的数值代入:

$$[0060] \quad q_v = \frac{2859.95}{t_{out} - 18} + 9.83$$

[0061]	t_{out} (°C)	25	30	35	40
	q_v (m ³ /h)	418.39	248.16	178.06	139.83

[0062] 通过上述公式,昼间使用时,根据需要的出风口空气温度,可设置需要的贯流风机流量。

[0063] 利用Fluent软件对本发明的传热过程进行了非稳态数值模拟,其中,管径选取20mm,热水盘管为双层开启模式,供水温度60℃,出风口空气流速1m/s。初始时刻,房间空气温度为12℃。

[0064] 将床体在宽度方向二等分,以其一作为模拟热源,取距地面高度1.2m水平横截面的温度作为研究对象。如图3所示,当本发明暖床的系统开始运行20分钟后,该面的温度均上升至18℃,且温度分布较均匀,同时可以看出沿床体长度方向的中心垂直面上,室内空气温度也提升至18℃。

[0065] 为考察房间温度分布的均匀性,在床体长度方向上,取距床头侧墙面0.2m、2.0m及3.2m三个垂直纵截面的温度作为研究对象。如图4所示,系统开始运行后,室内空气温度明显提高。由于0.2m截面恰位于出风口横截面,此平面空气温度较高,在18-24℃之间;2.0m截面房间空气温度分布较为均匀,约为18℃;3.2m截面为墙体内表面,且距床体出风口较远该平面温度较低,但仍可保持在17℃左右。通过分析房间整体空间的温度变化可知,本发明暖床明显改善了室内热环境,全空间温度得到了提升。

[0066] 本发明暖床运行期间房间温度的时间响应如图6所示。由图可知,在运行开始8min内,房间温度迅速提升至约17℃,之后,房间温度变化趋势逐渐减缓,运行20min时,房间温度趋于均匀稳定,达到了居住建筑室内供暖设计标准18℃。可见室内空气温度对本发明暖床系统的时间响应迅速,且温度分布均匀稳定。

[0067] 夜间运行被褥微环境调节实例

[0068] 为了探讨不同盘管直径、填充层厚度及盘管供水水温对该太阳能热水盘管架空床床面温度的影响,针对以上参数设置不同水平进行计算机模拟。设室内环境温度为18℃。

[0069] 影响该太阳能热水盘管暖床床面温度的主要因素包括:(1)热水盘管公称直径;(2)盘管供水温度;(3)空气层厚度。首先根据床体选用不同外径盘管,对床体各材料层进行优化设计,利用Comsol软件对本发明的传热过程进行了非稳态数值模拟,以获得传热效果最佳的结构配比及使用模式。

[0070] 由数值模拟结果可知,当热水盘管床体具有相同管径及空气层厚度时,供水温度越高,床垫表面温度越高。由图6和图7可知,当热水盘管持续加热床板时,床垫表面温度在1h后逐渐趋于稳定,2h后基本保持不变,2h后,被褥微环境温度改善如图8所示。当供水温度一定时,空气层厚度及管径对床垫表面的温度影响较小,可不予考虑。由表1和表2可知,上半部床垫表面温度比下半部约低1℃,由于人体与床板直接接触,该温差有利于保证人体的整体舒适度。此外,该温度差值随空气层厚度增加而减小,随供水温度的增高而增大。因此,

为了在床垫表面上半部与下半部取得较适宜的温度差异,以提高人体热舒适水平,需合理选择管径及供水温度。

[0071] 已有研究表明,人体睡眠状态下,床面的热舒适温度范围为30℃~32℃。根据模拟结果可知,供水温度40℃时即可满足人体对床面温度的需求。

[0072] 表1不同结构组合下1h后的床垫表面温度(℃)

[0073]

供水温度 管径	30℃		35℃		40℃	
	上半部	下半部	上半部	下半部	上半部	下半部
16mm	24.4	25.3	27.1	28.2	30.2	31.3
20mm	24.6	25.4	27.4	28.5	30.2	31.6

[0074] 表2不同结构组合下2h后的床垫表面温度(℃)

[0075]

供水温度 管径	30℃		35℃		40℃	
	上半部	下半部	上半部	下半部	上半部	下半部
16mm	25.1	25.8	28.0	29.0	31.3	32.3
20mm	25.3	25.9	28.3	29.2	31.3	32.5

[0076] 由以上实例分析可知,本发明的热水盘管暖床在昼间适用于起居室和村镇农舍住宅,可充分利用太阳能热水资源,提高冬季昼间室内温度,减少空间浪费;在夜间本发明暖床普遍适用于城镇及农村建筑,利用低温热水即可满足人体睡眠热需求,明显提高床垫表面温度,有效改善人体睡眠被褥微环境。昼间、夜间均满足以上适用条件的住宅建筑,可将本热水盘管暖床的优势最大化。

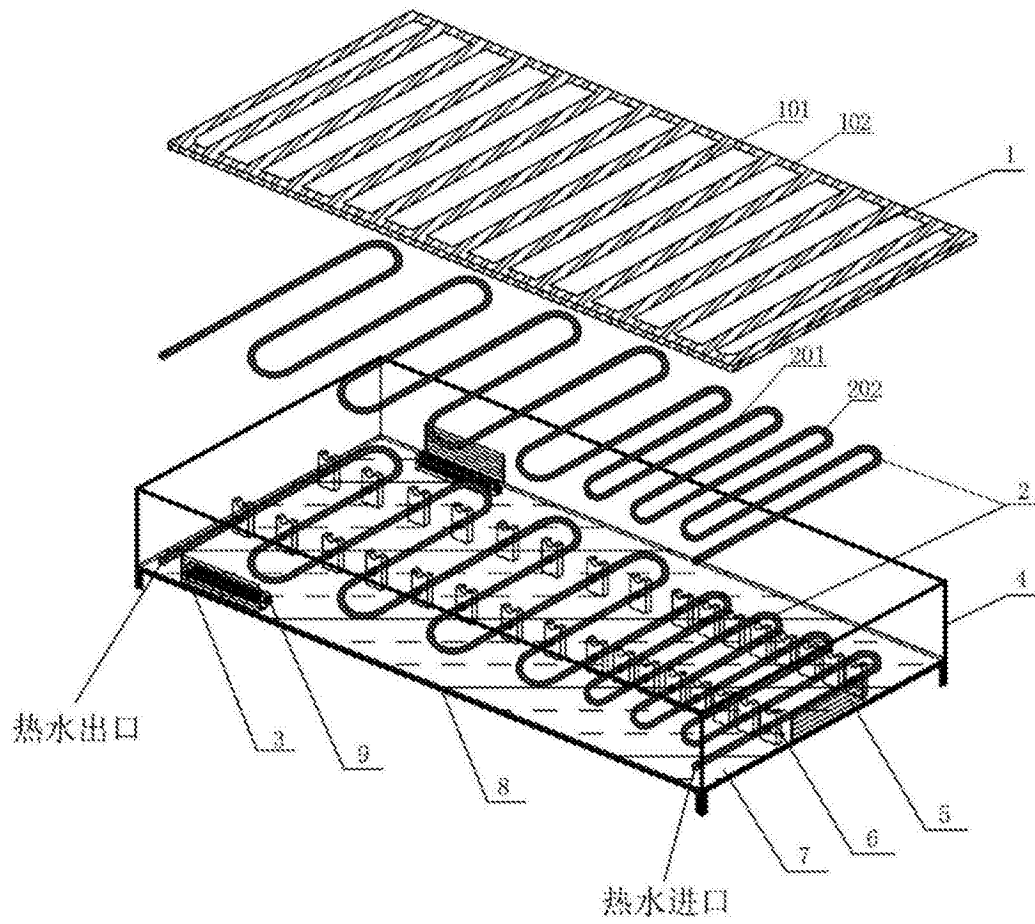


图1

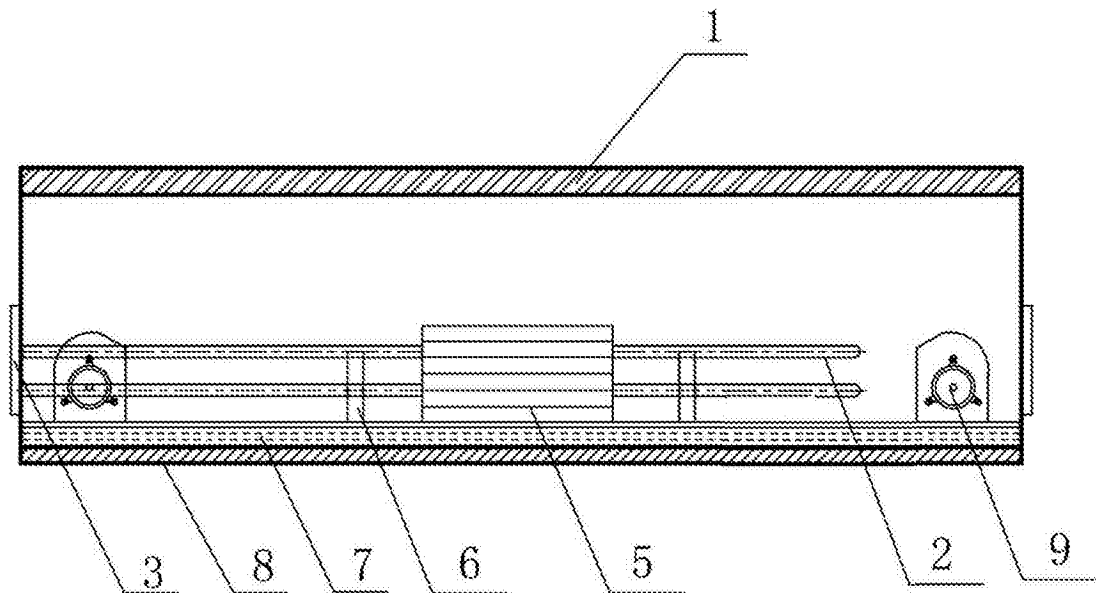


图2

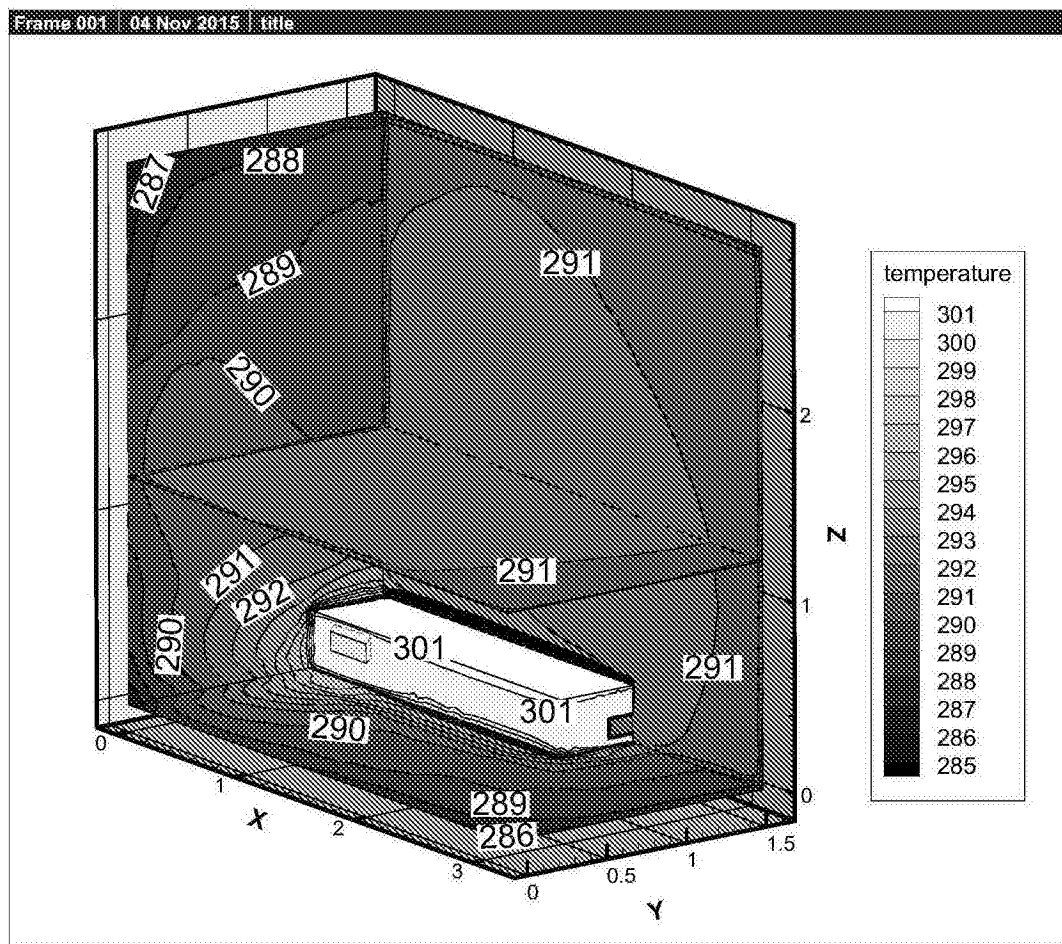


图3

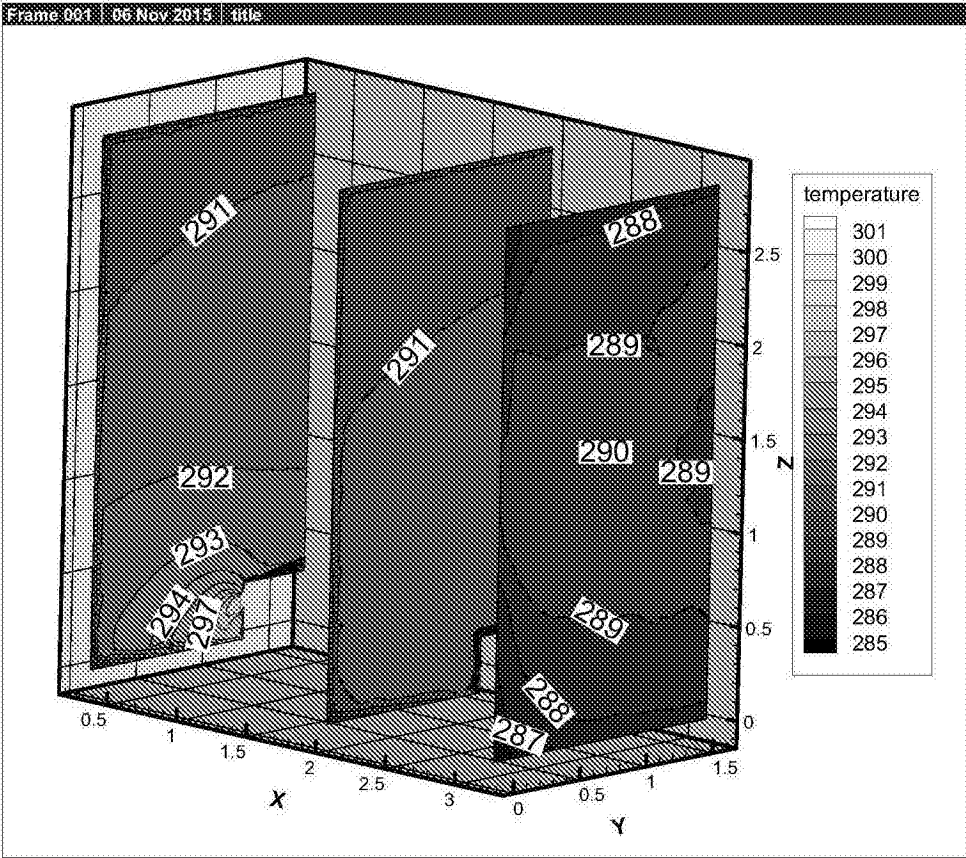


图4

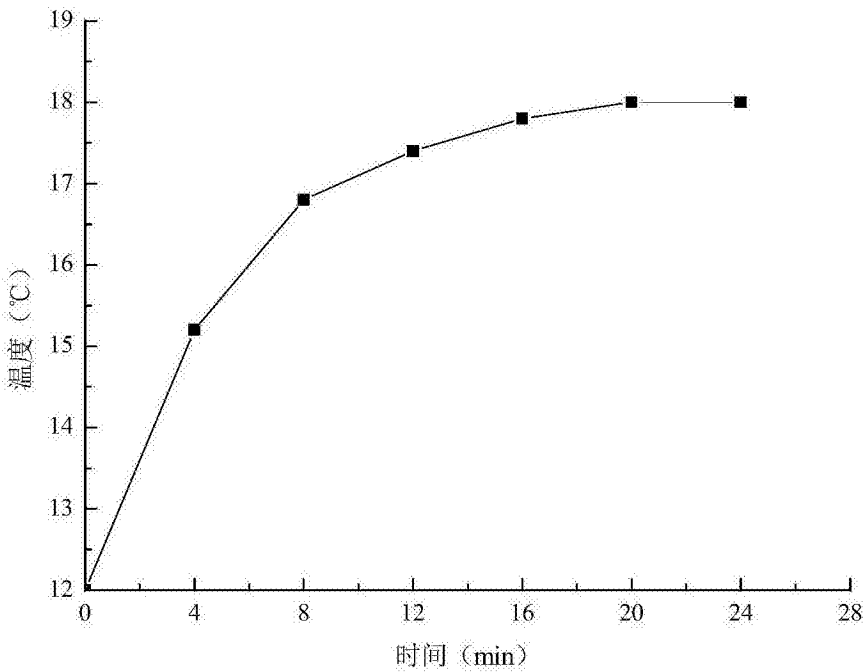


图5

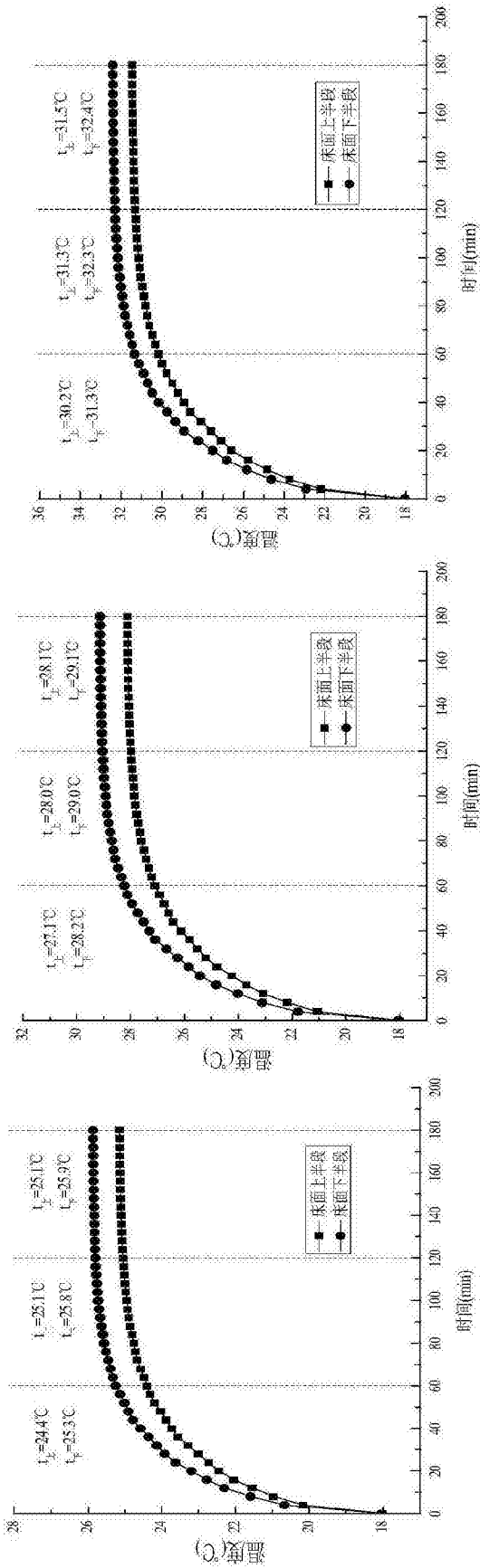


图 6-c

图 6-b

图 6-a

图6

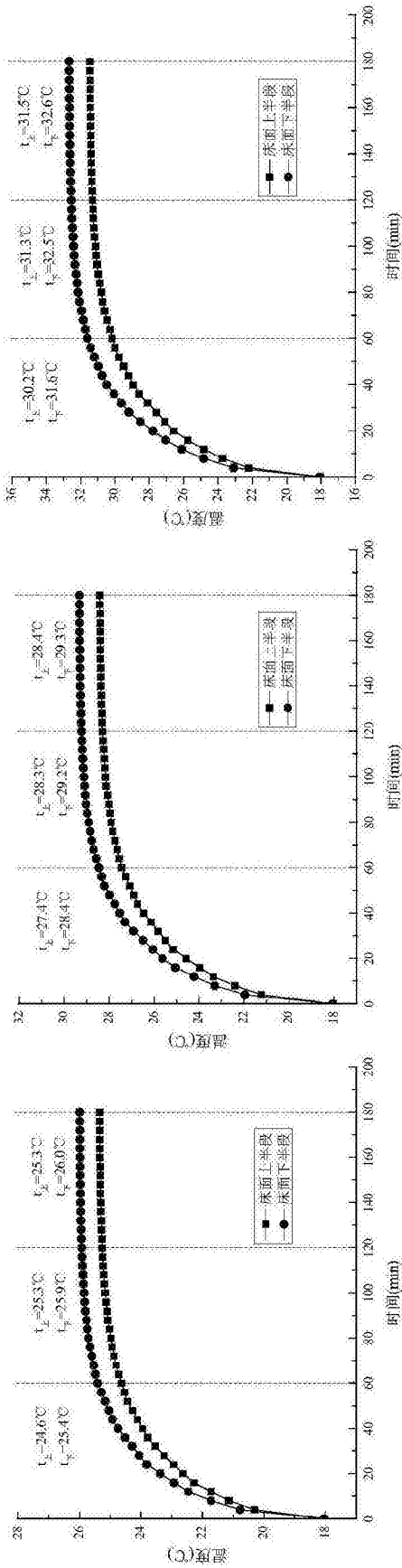


图 7-a

图 7-b

图 7-c

图 7

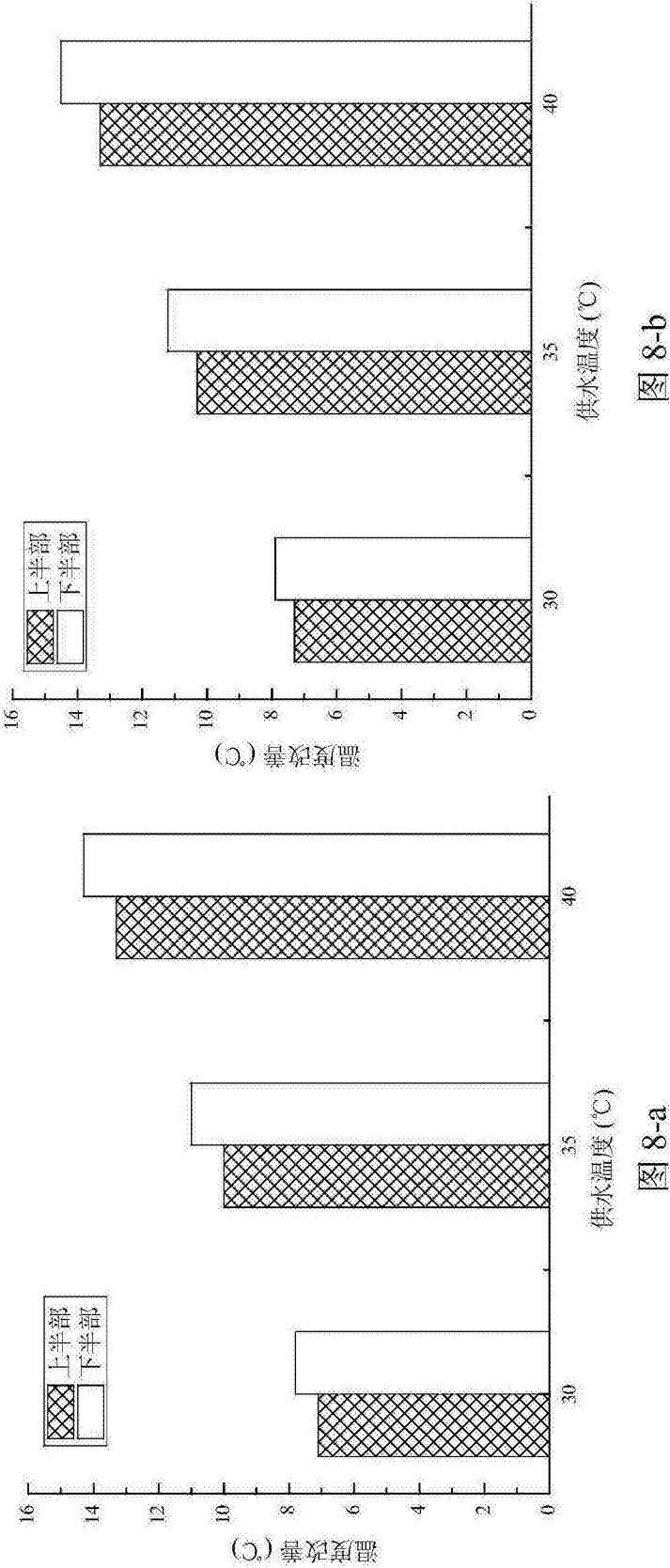


图8