



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113152806 B

(45) 授权公告日 2024.09.10

(21) 申请号 202110465372.1

H02J 7/35 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.28

E03B 7/04 (2006.01)

F24F 7/00 (2021.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113152806 A

(56) 对比文件

CN 102013839 A, 2011.04.13

(43) 申请公布日 2021.07.23

审查员 刘超

(73) 专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路  
96号

(72) 发明人 季杰 王君 田忻怡 王鑫垚

(74) 专利代理机构 合肥金安专利事务所(普通  
合伙企业) 34114

专利代理师 金惠贞

(51) Int. Cl.

E04D 13/18 (2018.01)

E04D 13/16 (2006.01)

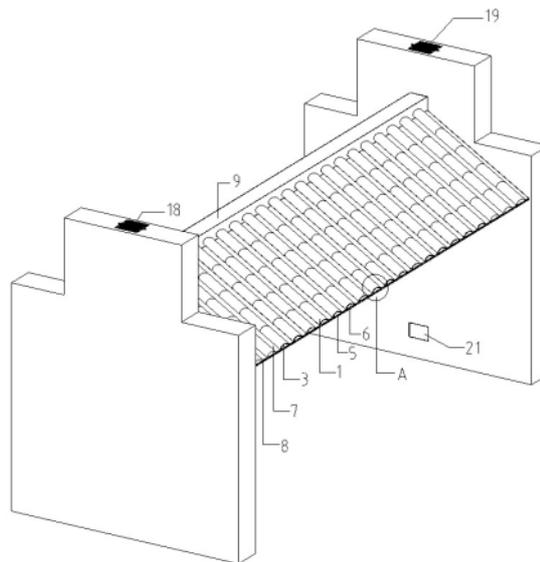
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶

(57) 摘要

本发明涉及一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,属于太阳能建筑节能技术领域。包括山墙和向阳面的屋顶,屋顶包括太阳能屋顶、水循环机构和空气循环机构;太阳能屋顶包括铝底板和若干光伏电池机构;光伏电池机构和铝底板之间形成空气流道;水循环机构包括上集水管、下集水管、若干肋管、水箱和水泵;空气循环机构包括空气流道、保温空气集箱、第一风管和第二风管。在采暖季,实现光伏发电-热空气模式,关闭水循环机构;柔性薄膜电池发电,向第一风机和第二风机供电,主动实现室内供暖;在非采暖季,实现光伏发电-热水-通风换气模式,水循环机构工作,柔性薄膜电池发电,向水泵供电,主动实现供热水,被动实现室内的通风换气。



1. 一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,包括两侧的山墙和向阳面的屋顶,其特征在于:所述向阳面的屋顶包括太阳能屋顶、水循环机构和空气循环机构;

所述太阳能屋顶包括铝底板(7)和若干块光伏电池机构;铝底板(7)为矩形板,且呈斜面状;铝底板(7)的底面设有保温防水层(8);所述光伏电池机构包括固定黏贴在一起的柔性薄膜电池(1)和金属吸热板(3);若干块光伏电池机构均布在铝底板(7)上,光伏电池机构和铝底板(7)之间的空间形成空气流道(6);

所述水循环机构包括上集水管(13)、下集水管(12)、若干肋管(4)、水箱(14)和水泵(15);所述上集水管(13)的一端连通着水箱(14)进水口,上集水管(13)的另一端封闭;所述下集水管(12)的一端连通着水箱(14)出水口,下集水管(12)的另一端封闭;所述水泵(15)串联在与水箱(14)相邻的下集水管(12)上;若干肋管(4)均布连通在上集水管(13)和下集水管(12)之间;

所述空气循环机构包括若干空气流道(6)、保温空气集箱(9)、第一风管(10)和第二风管(11);所述保温空气集箱(9)作为屋脊;所述第一风管(10)和第二风管(11)呈直立状;保温空气集箱(9)的两端分别连通着第一风管(10)的上部和第二风管(11)的上部;第一风管(10)的上端口为第一通风口(18),第一风管(10)下部一侧开设有第三通风口(20);第二风管(11)的上端口为第二通风口(19),第二风管(11)下部一侧开设有第四通风口(21);第一风管(10)内设有第一风机(16),第二风管(11)内设有第二风机(17);若干空气流道(6)的一端均连通着保温空气集箱(9),若干空气流道(6)的另一端分别为空气入口(5);

所述铝底板(7)的一侧边为屋顶边,平行于保温空气集箱(9);相对应的铝底板(7)的另一侧边为屋檐边;

所述上集水管(13)位于保温空气集箱(9)内,所述下集水管(12)位于铝底板(7)上,且平行于屋檐边,若干肋管(4)分别位于相应的空气流道(6)内;若干空气流道(6)的空气入口(5)分别位于铝底板(7)的屋檐边处;

在采暖季,实现光伏发电-热空气模式,关闭水循环机构;柔性薄膜电池(1)发电,向第一风机(16)和第二风机(17)供电,主动实现室内供暖;

在非采暖季,实现光伏发电-热水-通风换气模式,水循环机构工作,柔性薄膜电池(1)发电,向水泵(15)供电,主动实现供热水,同时室内温度随太阳辐照的强弱而变化,空气循环机构被动实现室内的通风换气。

2. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述柔性薄膜电池(1)为铜铟镓硒(CIGS)薄膜太阳能电池。

3. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述光伏电池机构呈徽派建筑上黛青色瓦的形状。

4. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述柔性薄膜电池(1)和金属吸热板(3)通过黏贴层(2)固定连接。

5. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述金属吸热板(3)为铝板,肋管(4)为铜管,肋管(4)焊接连接着金属吸热板(3),且位于瓦型横截面内的最高处。

6. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述水泵(15)为直流水泵。

7. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述第一风管(10)和第二风管(11)分别设于两侧山墙内的非承重结构处。

8. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述山墙为马头墙,与马头墙相邻的空气流道(6)与马头墙之间的间距为0.5~0.6m。

9. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述第一风管(10)和第二风管(11)的高度相同,且第一风管(10)的上端口和第二风管(11)的上端口高于保温空气集箱(9)。

10. 根据权利要求1所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,其特征在于:所述保温空气集箱(9)为横截面呈矩形的矩形管。

## 一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶

### 技术领域

[0001] 本发明属于太阳能建筑一体化和建筑节能技术领域,具体涉及一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶。

### 背景技术

[0002] “粉壁黛瓦马头墙”是徽派民居的真实写照。作为地域建筑的杰出代表,徽派民居数量众多且分布广泛,是地域历史、社会、文化的缩影,在中国乃至世界具有广泛影响。目前,徽派民居依旧存在两方面的问题,一方面,随着当代人对热舒适要求的提高,建筑中大量使用采光、供暖、通风及空调等设备,建筑能耗不断增加。其次,马头墙作为东西山墙,广泛运用在徽派民居中,而夏季“西晒”问题突出,造成室内过热。另一方面,为降低能耗将门窗紧闭引起的通风不佳会产生诸多健康问题。并且,多雨的气候使得设备及室内易滋生细菌和病毒,通风不佳给病菌传播创造了条件。

[0003] 太阳能在徽派民居中的一体化应用能够极大程度地降低建筑能耗和改善室内环境。然而,当下应用最多的只有传统的独立式真空管热水器,一般附置于屋顶,与环境极不协调,严重破坏了建筑风貌,且功能单一,只能获得一些生活热水。随着太阳能技术的不断发展,一些新技术、新材料、新装置应运而生,特别是BIPV/T综合利用技术不仅提高了太阳能利用效率,且具有多种功能,进一步实现了全年的太阳能高效利用。

### 发明内容

[0004] 为了高效利用太阳能实现在采暖季发电、主动供热空气的功能,非采暖季发电、主动供热水、被动通风换气的功能,本发明提供一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶。

[0005] 一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶包括两侧的山墙和向阳面的屋顶,所述向阳面的屋顶包括太阳能屋顶、水循环机构和空气循环机构;

[0006] 所述太阳能屋顶包括铝底板7和若干块光伏电池机构;铝底板7为矩形板,且呈斜面状;铝底板7的底面设有保温防水层8;所述光伏电池机构包括固定黏贴在一起的柔性薄膜电池1和金属吸热板3;若干块光伏电池机构均布在铝底板7上,光伏电池机构和铝底板7之间的空间形成空气流道6;

[0007] 所述水循环机构包括上集水管13、下集水管12、若干肋管4、水箱14和水泵15;所述上集水管13的一端连通着水箱14进水口,上集水管13的另一端封闭;所述下集水管12的一端连通着水箱14出水口,下集水管12的另一端封闭;所述水泵15串联在与水箱14相邻的下集水管12上;若干肋管4均布连通在上集水管13和下集水管12之间;

[0008] 所述空气循环机构包括若干空气流道6、保温空气集箱9、第一风管10和第二风管11;所述保温空气集箱9作为屋脊;所述第一风管10和第二风管11呈直立状;保温空气集箱9的两端分别连通着第一风管10的上部和第二风管11的上部;第一风管10的上端口为第一通风口18,第一风管10下部一侧开设有第三通风口20;第二风管11的上端口为第二通风口19,

第二风管11下部一侧开设有第四通风口21;第一风管10内设有第一风机16,第二风管11内设有第二风机17;若干空气流道6的一端均连通着保温空气集箱9,若干空气流道6的另一端分别为空气入口5;

[0009] 所述铝底板7的一侧边为屋顶边,平行于保温空气集箱9;相对应的铝底板7的另一侧边为屋檐边;

[0010] 所述上集水管13位于保温空气集箱9内,所述下集水管12位于铝底板7上,且平行于屋檐边,若干肋管4分别位于相应的空气流道6内;若干空气流道6的空气入口5分别位于铝底板7的屋檐边处;

[0011] 在采暖季,实现光伏发电-热空气模式,关闭水循环机构;柔性薄膜电池1发电,向第一风机16和第二风机17供电,主动实现室内供暖;

[0012] 在非采暖季,实现光伏发电-热水-通风换气模式,水循环机构工作,柔性薄膜电池1发电,向水泵15供电,主动实现供热水,同时室内温度随太阳辐照的强弱而变化,空气循环机构被动实现室内的通风换气。

[0013] 进一步地具体技术方案如下:

[0014] 所述柔性薄膜电池1为铜铟镓硒CIGS薄膜太阳能电池。

[0015] 所述光伏电池机构呈徽派建筑上黛青色瓦的形状。

[0016] 所述柔性薄膜电池1和金属吸热板3通过黏贴层2固定连接。

[0017] 所述金属吸热板3为铝板,肋管4为铜管,肋管4焊接连接着金属吸热板3,且位于瓦型横截面内的最高处。

[0018] 所述水泵15为直流水泵。

[0019] 所述第一风管10和第二风管11分别设于两侧山墙内的非承重结构处。

[0020] 所述山墙为马头墙,与马头墙相邻的空气流道6与马头墙之间的间距为0.5m。

[0021] 所述第一风管10和第二风管11的高度相同,且第一风管10的上端口和第二风管11的上端口高于保温空气集箱9。

[0022] 所述保温空气集箱9为横截面呈矩形的矩形管。

[0023] 本发明的有益技术效果体现在以下方面:

[0024] 1、本发明将太阳能光伏发电、供暖/热水、通风换气技术结合徽派民居屋顶进行一体化设计,这种黛瓦型屋顶通过控制水泵、风机、空气流道及各通风口的开闭,在采暖季运行光伏发电-热空气模式,即系统光伏电池发电的同时对室内主动供暖空气,在非采暖季运行光伏发电-热水-通风换气模式,即系统光伏电池发电的同时产热水,并对室内被动通风换气,在过渡季节,灵活切换不同工作模式,提高了太阳能的全年利用率。由于建筑向阳面屋顶倾斜设置,太阳能设施与屋面平行,使得该方案接收太阳光辐射最多,太阳能转化率最高,因此新徽派民居屋顶是太阳能与建筑一体化的最佳位置。

[0025] 2、针对地域建筑的杰出代表——徽派民居,系统将柔性薄膜电池1与新徽派民居屋顶一体化,在采暖季,柔性薄膜电池1向第一风机16和第二风机17供电,实现系统向室内主动供热空气;在非采暖季,柔性薄膜电池1向水泵15供电,实现系统向建筑主动供热水;同时室内温度随太阳辐照的强弱而变化,系统供热或通风换气的速率随光伏电力的大小而变化,符合室内环境需求;并且,通过调节两侧山墙的高度、第一通风口18和第二通风口19的尺寸,增强“烟囱效应”,对室内被动通风换气,降低了建筑能耗,帮助营造健康舒适的室内

空气。系统不仅保留了“黛瓦”的重要特点,而且实现了太阳能屋顶的多功能,能为实现太阳能建筑大规模应用及创造健康舒适的室内环境提供新的思路。

[0026] 3、在过渡季节,可根据建筑使用需求,在柔性薄膜电池1发电的同时,通过调节水泵15及两侧山墙内风管各通风口、风机的开闭来实现不同模式切换,灵活实现向室内供热空气和制备生活热水以及加强室内通风换气的多种功能。对于灵活有效利用太阳能减少建筑能耗和提升室内环境具有显著效果。

[0027] 综上所述,本发明所述的一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶,具有很好的市场推广价值。

## 附图说明

[0028] 图 1为本发明外观示意图。

[0029] 图 2为水循环机构示意图。

[0030] 图 3为空气循环机构示意图。

[0031] 图 4为两侧山墙结构示意图。

[0032] 图 5为图1中A处空气流道横截面示意图。

[0033] 图6为为黄山市屯溪区某民居黛瓦型太阳能屋顶年发电量图。

[0034] 图7为图7为通风口换气次数图。

[0035] 图8为为通风口出口温度图。

[0036] 图1-5中序号:柔性薄膜电池1、黏贴层2、金属吸热板3、肋管4、空气入口5、空气流道6、铝底板7、保温防水层8、保温空气集箱9、第一风管10、第二风管11、下集水管12、上集水管13、水箱14、水泵15、第一风机16、第二风机17、第一通风口18、第二通风口19、第三通风口20、第四通风口21。

## 具体实施方式

[0037] 下面结合附图,通过实施例对本发明作进一步地描述。

[0038] 实施例1

[0039] 参见图1,一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶包括两侧的山墙和向阳面的屋顶,向阳面的屋顶包括太阳能屋顶、水循环机构和空气循环机构。

[0040] 参见图3,太阳能屋顶包括铝底板7和若干块光伏电池机构;铝底板7为矩形板,且呈斜面状。参见图5,铝底板7的底面安装有保温防水层8;光伏电池机构包括通过黏贴层2黏贴在一起的柔性薄膜电池1和金属吸热板3,柔性薄膜电池1为铜铟镓硒CIGS薄膜太阳能电池,金属吸热板3为铝板。光伏电池机构呈徽派建筑上黛青色瓦的形状,若干块光伏电池机构均布在铝底板7上,光伏电池机构和铝底板7之间的空间形成空气流道6。

[0041] 参见图2,水循环机构包括上集水管13、下集水管12、若干肋管4、水箱14和水泵15。上集水管13的一端连通着水箱14进水口,上集水管13的另一端封闭;下集水管12的一端连通着水箱14出水口,下集水管12的另一端封闭。水泵15串联在与水箱14相邻的下集水管12上;若干肋管4均布连通在上集水管13和下集水管12之间。参见图5,肋管4为铜管,肋管4焊接连接着金属吸热板3,且位于瓦型横截面内的最高处。水泵15为直流水泵。

[0042] 参见图3,空气循环机构包括若干空气流道6、保温空气集箱9、第一风管10和第二

风管11。参见图4,保温空气集箱9为横截面呈矩形的矩形管,作为屋脊;第一风管10和第二风管11呈直立状;保温空气集箱9的两端分别连通着第一风管10的上部和第二风管11的上部;第一风管10的上端口为第一通风口18,第一风管10下部一侧开设有第三通风口20;第二风管11的上端口为第二通风口19,第二风管11下部一侧开设有第四通风口21;第一风管10内设有第一风机16,第二风管11内设有第二风机17;若干空气流道6的一端均连通着保温空气集箱9,若干空气流道6的另一端分别为空气入口5。第一风管10和第二风管11分别安装于两侧山墙内的非承重结构处,第一风管10和第二风管11的高度相同,且第一风管10的上端口和第二风管11的上端口均高于保温空气集箱9。山墙为马头墙,与马头墙相邻的空气流道6与马头墙之间的间距为0.5m。

[0043] 参见图2,铝底板7的一侧边为屋顶边,平行于保温空气集箱9;相对应的铝底板7的另一侧边为屋檐边。

[0044] 参见图2,上集水管13位于保温空气集箱9内,下集水管12位于铝底板7上,且平行于屋檐边,若干肋管4分别位于相应的空气流道6内;若干空气流道6的空气入口5分别位于铝底板7的屋檐边处。

[0045] 本发明的工作原理详细说明如下:

[0046] 在采暖季,运行光伏发电-热空气模式,排空水箱14,关闭水泵15,水循环关闭。柔性薄膜电池1发电,第一风机16和第二风机17工作,关闭第一通风口18和第二通风口19,打开第三通风口20和第四通风口21,室外冷空气在风机驱动下由空气入口5进入空气流道6被金属吸热板3加热,热空气进入保温空气集箱9汇集,再分别进入第一风管10和第二风管11,通过第三通风口20和第四通风口21进入室内,实现主动供暖空气。

[0047] 在非采暖季,运行光伏发电-热水-通风换气模式,关闭第一风机16和第二风机17,风机停止工作。柔性薄膜电池1发电,水泵15工作,冷水在水泵驱动下由下集水管12进入若干肋管4被金属吸热板3加热,热水从上集水管13输送入水箱14,实现主动供热水。同时,打开第一通风口18、第二通风口19、第三通风口20和第四通风口21,室外冷空气在自然对流作用下从空气入口5进入空气流道6,被金属吸热板3加热,热空气进入保温空气集箱9汇集,并经过第一通风口18和第二通风口19排出室外,降低了金属吸热板3和柔性薄膜电池1的温度,提升了系统发电效率;并且,在“烟囱效应”的抽吸作用下,室内空气通过第三通风口20和第四通风口21被引入第一风管10和第二风管11,再由第一通风口18和第二通风口19排出室外,实现室内被动通风换气。

[0048] 在过渡季节,可根据建筑使用需求,柔性薄膜电池1发电的同时,通过调节水泵15及两侧山墙内风管的各通风口、风机的开闭来实现不同模式切换,灵活实现室内供热空气和制备生活热水以及加强室内通风换气的多种功能。

[0049] 实施例2

[0050] 按实施例1结构的实际建筑面积为83m<sup>2</sup>,建筑位于安徽省黄山市屯溪区,118.33°E,29.72°N,为双坡屋顶的双层独立式住宅,砖混结构。民居面阔8.1m,进深5.2m,层高3.3m,屋顶起坡30°,东西山墙采用略高于屋面的马头山墙,高7.2米。建筑向阳面屋顶采用本发明。所述一种具有发电供热通风换气多功能的黛瓦型太阳能屋顶全年总发电量为3348.68kW·h,参见图6,7月发电量最高。

[0051] 马头墙内第一风管10的尺寸为宽80cm\*高680cm\*厚20cm,第三通风口20的尺寸为

宽70cm\*30cm,经Energyplus软件测算风管的通风换气次数。根据《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准JGJ134-2010》,冬季采暖室内设计温度应取18°C,换气次数应取1.0次/h,夏季空调制冷室内温度应取26°C,换气次数应取1.0次/h。参见图7,模拟结果可知,房间换气次数基本维持在1-4次/h之间,室内换气次数明显增加。

[0052] 马头墙内第一风管10的尺寸为宽80cm\*高680cm\*厚20cm,第一通风口18的尺寸为宽80cm\*20cm,经Energyplus软件测算通风口的出口温度。参见图8,结果可知,风管的出口温度较高,夏季最高可以达到约80°C,风管对空气流道5的“烟囱效应”较强,可以增强空气流道5的气流速度,降低了光伏电池机构的温度以增加其发电效率。

[0053] 本领域的技术人员容易理解,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

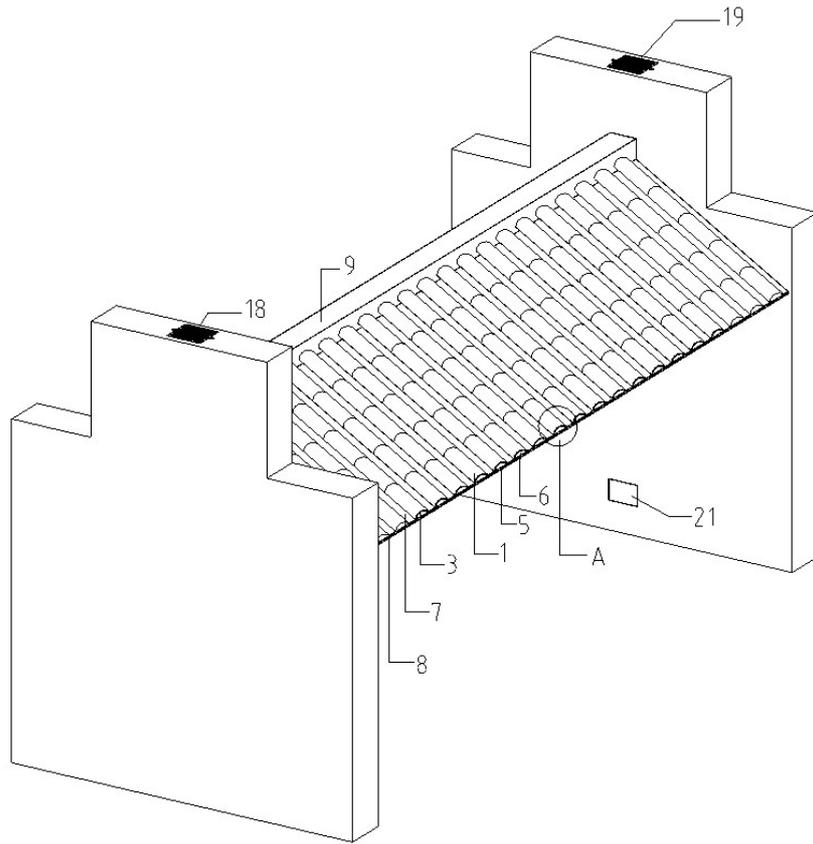


图1

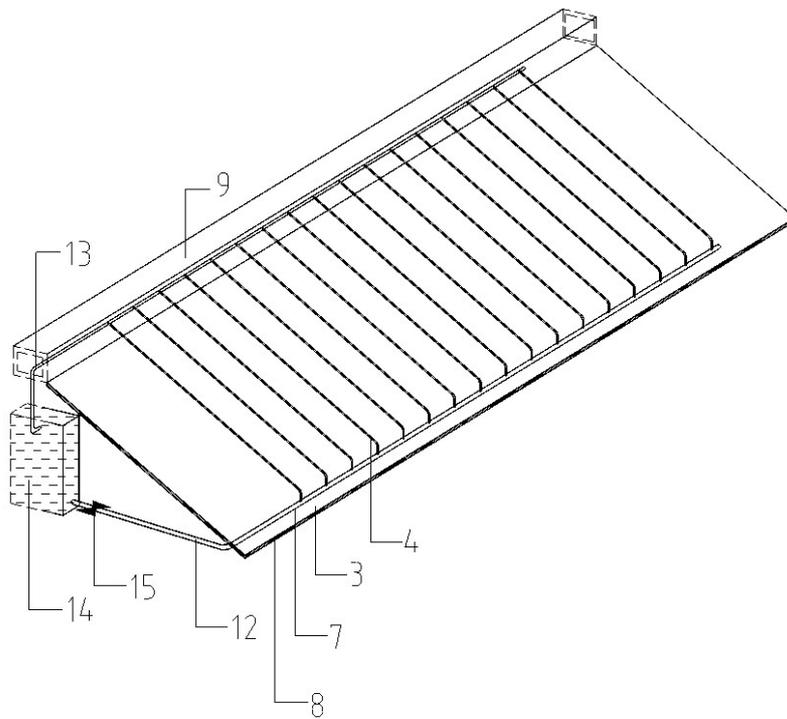


图2

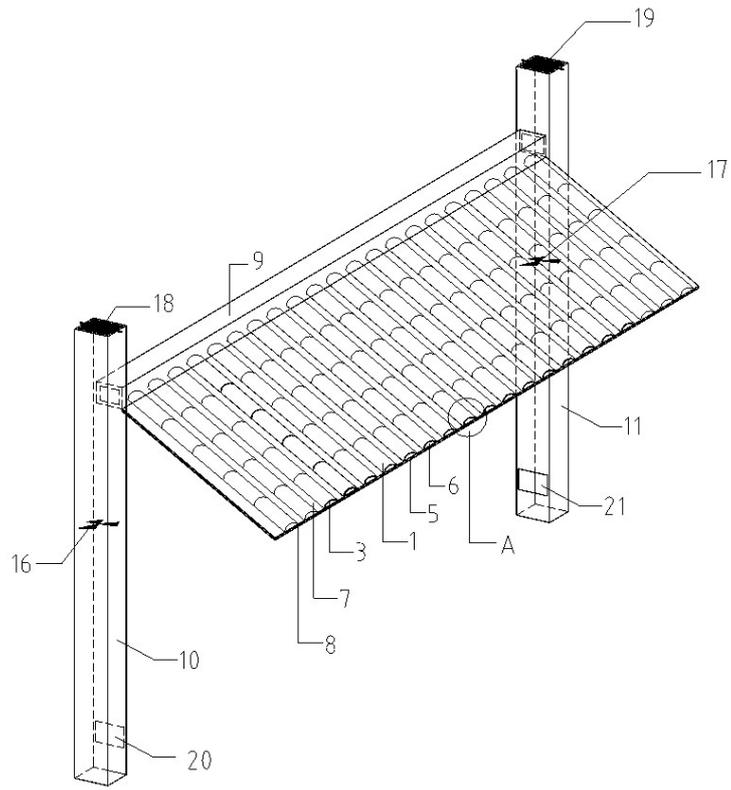


图3

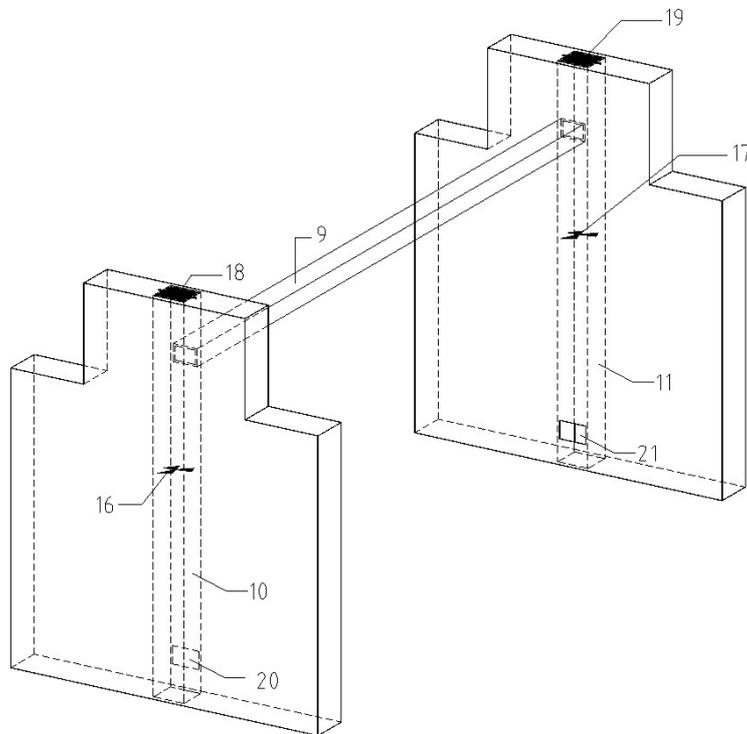


图4

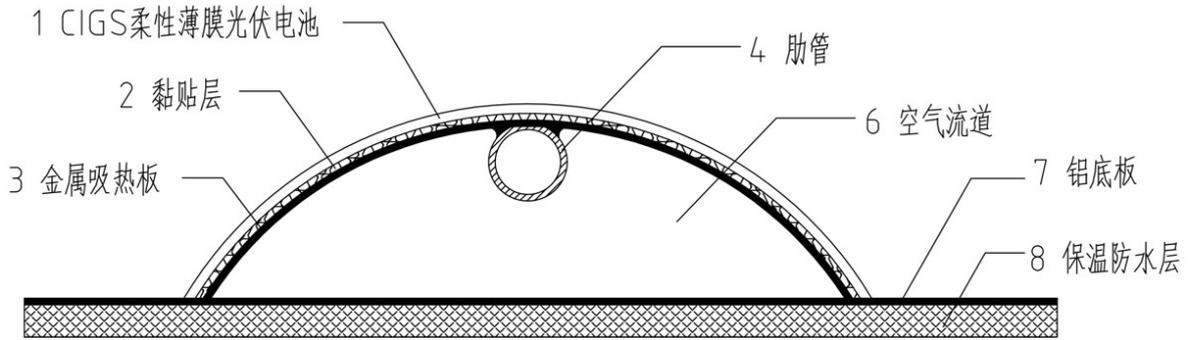


图5

黄山市屯溪区某民居黛瓦型太阳能屋顶年发电量图

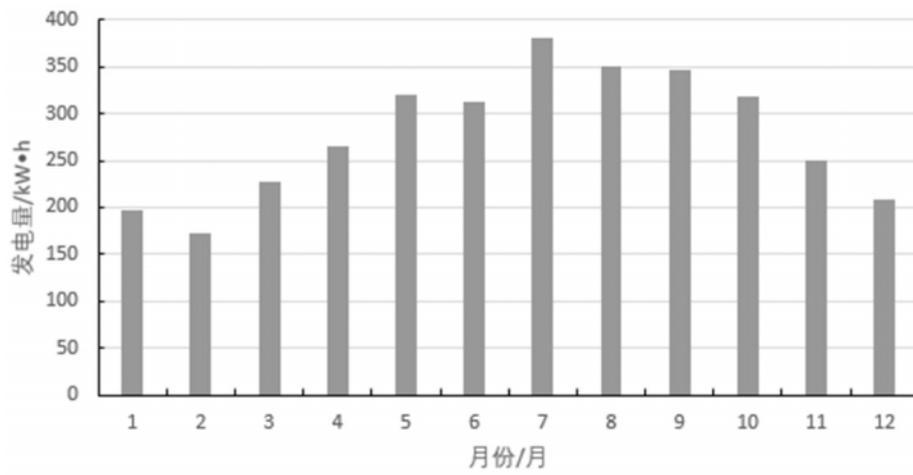


图6

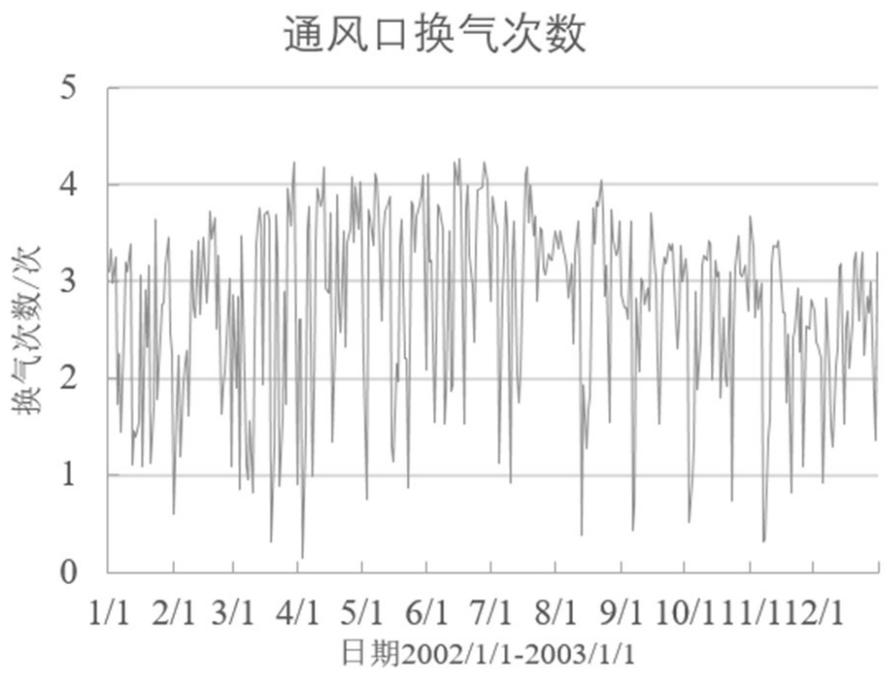


图7

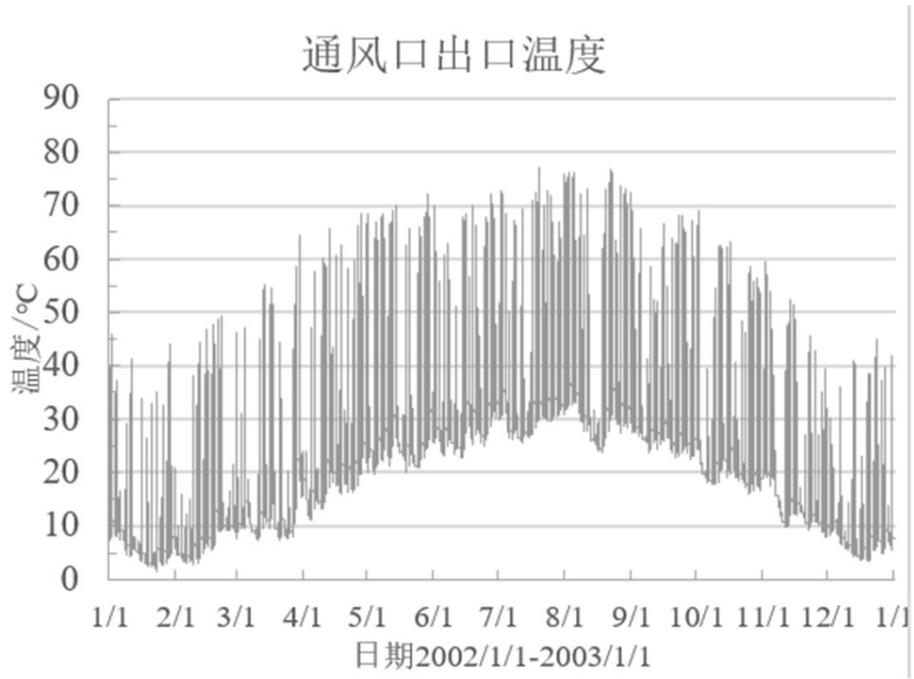


图8