(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205369734 U
(45)授权公告日 2016.07.06

(21)申请号 201620146504.9

(22)申请日 2016.02.26

(73)专利权人 重庆大学
地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 陈金华 吴钟雷 杨雯芳 郑宗选 沈雪莲

(74)专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司 50212
代理人 黄河

(51)Int.Cl.
E04D 13/03(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

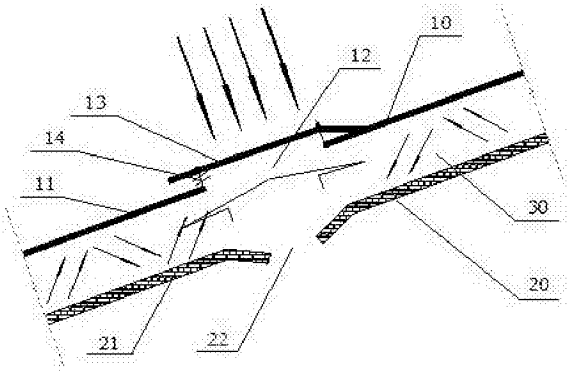
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54)实用新型名称

用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构

(57)摘要

本实用新型提供了一种用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，该通风屋面结构用于作为建筑物上部的屋面体，例如作为建筑物的屋顶面或上部的墙面体等，其整体设计原理是通过透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔形成聚能通风流通通道，利用聚能材料结构层进行太阳光热能储备辐射以及通过红外荧光反射将太阳能转换为红外线形式，对聚能通风流通通道内的空气进行红外加热以及热辐射传热，增加屋面结构的内外温差，达到增大建筑物室内外热压的目的，从而促进建筑物室内外气流流动，能够有效改善高大空间建筑的室内外通风效果差、室内空气品质低下、采光效果不佳等问题，有助于实现高大建筑节能设计。



CN 205369734 U

1.用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，用于作为建筑物上部的屋面体；其包括用于作为外层屋面的透光材料结构层，以及用于作为内层屋面且整体与所述透光材料结构层相平行间隔设置的聚能材料结构层；

所述透光材料结构层包括用于作为外层屋面结构支撑体的透光支撑面板，所述透光支撑面板上开设有至少一个通风窗口，且每个通风窗口的外侧位置处对应设置有能够对通风窗口形成防雨遮挡的透光防雨罩板，所述透光防雨罩板至少一侧与透光支撑面板之间相间隔形成开口，且透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处安装有整体呈竖向布置的百叶窗；

所述聚能材料结构层包括用于作为内层屋面结构支撑体的基体面板，所述基体面板上正对于透光材料结构层的每个通风窗口位置处对应设置有采光通风口，且基体面板朝向透光材料结构层的一面上由底层至面层依次逐层敷设有保温材料层、蓄热材料层和红外荧光材料层；

所述透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔的间隙空腔作为聚能通风流通通道，聚能材料结构层的基体面板上的采光通风口作为聚能通风流通通道的通风入口，透光材料结构层上位于透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗口作为聚能通风流通通道的通风出口。

2.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述透光材料结构层的透光支撑面板和透光防雨罩板均采用Low-e玻璃制成。

3.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述透光材料结构层的透光支撑面板和透光防雨罩板采用由Low-e玻璃制成的双层玻璃壁结构，两层玻璃壁之间间隔有空气层。

4.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述聚能材料结构层中，基体面板上敷设的红外荧光材料层被可见光激发反射的荧光波长为1.5~3.0μm。

5.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述聚能材料结构层中，基体面板上敷设的蓄热材料层和红外荧光材料层之间还夹设有一个反射材料层。

6.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述聚能材料结构层中，基体面板上的采光通风口边缘位置处的板体向屋内一侧弯折30°~45°，使得基体面板上的采光通风口位置处形成向屋内一侧凹陷的漏斗状。

7.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述透光材料结构层中，透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗的叶片为横向设置，且叶片自内而外地向下倾斜。

8.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述透光材料结构层中，透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗的叶片为横向设置，且叶片能够由电控驱动绕横向轴转动，实现百叶窗的开/合控制。

9.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述百叶窗的叶片采用透光材料制成。

10.根据权利要求1所述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，所述透

光材料结构层中，透光支撑面板上的通风窗口边缘位置处具有从透光支撑面板的外侧板面向外侧延伸凸起的防雨凸棱。

用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及室内通风空调技术领域，具体涉及一种用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构。

背景技术

[0002] 高大空间建筑是随着材料与工程技术发展而在现代社会被广为应用的一类建筑，它具有进深大，高度高，容积大等基本特点。

[0003] 高大空间建筑常用于机场、剧院、体育场、大型展览馆等人员密集的公共建筑，一般采光要求较高，人员活动区域空气品质较差。由于高大空间建筑进深大的基本特点，仅靠外围护结构开设外窗，无法满足建筑内区空间自然通风及自然采光的要求，为满足室内空气品质及采光要求，往往需消耗较大的通风能耗及采光能耗。

[0004] 目前高大建筑节能设计中，一般通过在建筑物顶部设置通风井进行自然通风兼自然采光，利用建筑物屋内上下层空气热压原理从通风井排除屋内热空气，从而促进屋外冷空气进入屋内，形成通风，以改善室内热湿环境，提高室内空气品质。但这种传统的热压通风方式其通风换气次数往往无法满足要求，且过多的采光面积，导致太阳光直射室内，直接影响人体热舒适，并对人体生理心理产生消极影响，同时室内维护结构吸收太阳辐射后再以红外辐射的方式进一步加热近地面空气，削弱热压作用，影响自然通风效果反而导致室内热量积累，增大建筑空调系统的能耗；另外，在室外强风等不利天气条件下，传统的顶部通风井自然通风兼自然采光方式还容易产生气流倒灌的现象，影响建筑室内的通风换热效果，难以满足室内通风需求，若顶部通风井采光设计欠妥，极易对人眼产生眩光，危害人体健康。

实用新型内容

[0005] 针对现有技术中存在的上述不足，本实用新型的目的在于提供一种用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其通过透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔形成聚能通风流通通道，利用聚能材料结构层进行太阳光辐射热能储备辐射以及通过红外荧光反射将太阳能转换为红外线形式，对聚能通风流通通道内的空气进行红外加热以及热辐射传热，增加屋面结构的内外温差，达到增大建筑物室内外热压的目的，从而促进建筑物室内外气流流动，该太阳能辅助通风屋面结构用于作为建筑物上部的屋面体，可应用于高大空间建筑上，以改善高大空间建筑的室内外通风效果差、室内空气品质低下、采光效果不佳、不利于节能等问题。

[0006] 为解决上述技术问题，本实用新型采用了如下的技术手段：

[0007] 用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，其特征在于，用于作为建筑物上部的屋面体；其包括用于作为外层屋面的透光材料结构层，以及用于作为内层屋面且整体与所述透光材料结构层相平行间隔设置的聚能材料结构层；所述透光材料结构层包括用于作为外层屋面结构支撑体的透光支撑面板，所述透光支撑面板上开设有至少一个通风窗口，且每

个通风窗口的外侧位置处对应设置有能够对通风窗口形成防雨遮挡的透光防雨罩板，所述透光防雨罩板至少一侧与透光支撑面板之间相间隔形成开口，且透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处安装有整体呈竖向布置的百叶窗；所述聚能材料结构层包括用于作为内层屋面结构支撑体的基体面板，所述基体面板上正对于透光材料结构层的每个通风窗口位置处对应设置有采光通风口，且基体面板朝向透光材料结构层的一面上由底层至面层依次逐层敷设有保温材料层、蓄热材料层和红外荧光材料层；所述透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔的间隙空腔作为聚能通风流通通道，聚能材料结构层的基体面板上的采光通风口作为聚能通风流通通道的通风入口，透光材料结构层上位于透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗口作为聚能通风流通通道的通风出口。

[0008] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为优选方案，所述透光材料结构层的透光支撑面板和透光防雨罩板均采用Low-e玻璃制成。

[0009] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为进一步改进方案，所述透光材料结构层的透光支撑面板和透光防雨罩板采用由Low-e玻璃制成的双层玻璃壁结构，两层玻璃壁之间间隔有空气层。

[0010] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为优选方案，所述聚能材料结构层中，基体面板上敷设的红外荧光材料层被可见光激发反射的荧光波长为1.5～3.0μm。

[0011] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为改进方案，所述聚能材料结构层中，基体面板上敷设的蓄热材料层和红外荧光材料层之间还夹设有一个反射材料层。

[0012] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为改进方案，所述聚能材料结构层中，基体面板上的采光通风口边缘位置处的板体向屋内一侧弯折30°～45°，使得基体面板上的采光通风口位置处形成向屋内一侧凹陷的漏斗状。

[0013] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为优选方案，所述透光材料结构层中，透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗的叶片为横向设置，且叶片自内而外地向下倾斜。

[0014] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为另一种优选方案，所述透光材料结构层中，透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗的叶片为横向设置，且叶片能够由电控驱动绕横向轴转动，实现百叶窗的开/合控制。

[0015] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为进一步的优选方案，所述百叶窗的叶片采用透光材料制成。

[0016] 上述用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构中，作为改进方案，所述透光材料结构层中，透光支撑面板上的通风窗口边缘位置处具有从透光支撑面板的外侧板面向外侧延伸凸起的防雨凸棱。

[0017] 相比于现有技术，本实用新型具有以下有益效果：

[0018] 1、本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，无需热水、蒸汽等额外热媒资源，其通过透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔形成聚能通风流通通道，利用聚能材料结构层进行太阳光热能储备辐射以及通过红外荧光反射将太阳能转换为红外线形式，对聚能通风流通通道内的空气进行红外加热以及热辐射传热，增加屋面结构的内外温差，达到增大建筑物室内外热压的目的，从而促进建筑物室内外气流流动，增加室内外通风量，能够有效改善高大空间建筑的室内外通风效果差、室内空气品质低下的问题。

[0019] 2、本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，借助其聚能材料结构层中蓄热材料层在有太阳光照射时（例如昼间）吸收热量、在缺少太阳光照射（例如夜间）释放热量的能力，能够有效改善在夜间无阳光照射时建筑物室内自然通风效率低下的问题。

[0020] 3、本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构是通过荧光反射产生红外线以及热能储备辐射对聚能通风流通通道内的空气加热，因此对太阳入射光的角度没有任何限制，即无需进行光线追踪，设计使用更方便，能够有效地收集太阳散射辐射，聚能效率高。

[0021] 4、本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构，聚能材料结构层上的采光通风口还能够同时作为建筑物的室内采光口，增加采光面积，使室内光场分布均匀，营造舒适的建筑室内采光环境，解决了建筑物室内采光效果不佳的问题。

[0022] 5、本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构的设计使用方便，辅助通风效果好，且能够改善建筑室内采光环境，有助于实现高大建筑节能设计，具有广阔的市场应用前景。

附图说明

[0023] 图1为本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构一种具体实施方式的结构剖面示意图。

[0024] 图2为Low-e玻璃对不同波长光波的透射率和反射率曲线图。

[0025] 图3为本实用新型实施案例中单层建筑的构造及尺寸图。

[0026] 图4为本实用新型实施案例中单层建筑的屋顶面采用本实用新型太阳能辅助通风屋面结构之后的构造及尺寸图。

具体实施方式

[0027] 本实用新型提供了一种用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，该通风屋面结构用于作为建筑物上部的屋面体，例如作为建筑物的屋顶面或上部的墙面体等，其整体设计原理是通过透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔形成聚能通风流通通道，利用聚能材料结构层进行太阳光热能储备辐射以及通过红外荧光反射将太阳能转换为红外线形式，对聚能通风流通通道内的空气进行红外加热以及热辐射传热，增加屋面结构的内外温差，达到增大建筑物室内外热压的目的，从而促进建筑物室内外气流流动，能够有效改善高大空间建筑的室内外通风效果差、室内空气品质低下、采光效果不佳等问题，有助于实现高大建筑节能设计。

[0028] 图1示出了本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构的一种具体实施结构的结构剖面示意图，该实施结构展示了利用本实用新型太阳能辅助通风屋面结构作为建筑物的倾斜屋顶面的形式，其主要包括用于作为外层屋面的透光材料结构层10，以及用于作为内层屋面且整体与所述透光材料结构层相平行间隔设置的聚能材料结构层20。其中，透光材料结构层10包括用于作为外层屋面结构支撑体的透光支撑面板11，所述透光支撑面板11上开设有至少一个通风窗口12，且每个通风窗口的外侧位置处对应设置有能够对通风窗口形成防雨遮挡的透光防雨罩板13，透光防雨罩板13至少一侧与透光支撑面板11之间相间隔形成开口，且透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处安装有整体呈竖向布置的百叶窗14。而聚能材料结构层20包括用于作为内层屋面结构支撑体的基体面板21，

所述基体面板上正对于透光材料结构层的每个通风窗口12位置处对应设置有采光通风口22，且基体面板21朝向透光材料结构层10的一面上由底层至面层依次逐层敷设有保温材料层、蓄热材料层和红外荧光材料层。在本实用新型的通风屋面结构中，透光材料结构层10与聚能材料结构层20之间间隔的间隙空腔作为聚能通风流通通道30，聚能材料结构层的基体面板上的采光通风口22作为聚能通风流通通道的通风入口，聚能材料结构层上位于透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗口14作为聚能通风流通通道的通风出口。

[0029] 本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，通过透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔形成聚能通风流通通道，透光材料结构层的透光支撑面板和透光防雨罩板之所以均需要采用透光材质，是为了在太阳光照射时(例如昼间)，让太阳光能够透射过透光材料结构层而照射到聚能材料结构层上；而聚能材料结构层的基体面板朝向透光材料结构层的一面上由底层至面层依次逐层敷设保温材料层、蓄热材料层和红外荧光材料层，进而使得射过透光材料结构层照射到聚能材料结构层上的阳光激发红外荧光材料层反射出红外光，以形成红外辐射直接对聚能通风流通通道中的空气进行红外加热，而照射到红外荧光材料层上未被激发反射的一部分太阳能则通过热传导形式被蓄热材料层所吸收储备，由保温材料层对蓄热材料层与基体面板之间形成隔热保温，防止蓄热材料层所吸收储备的热能轻易地通过基体面板而传导至屋内；而在缺少太阳光照射时(例如夜间)，蓄热材料层则开始放热，将其所吸收储备的热能则以热传递的形式对聚能通风流通通道中的空气进行热辐射加热。由此，使用本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构作为建筑物上部的屋面体，建筑物屋内的空气在室内热压作用下，从太阳能辅助通风屋面结构中作为内层屋面的聚能材料结构层上的采光通风口进入透光材料结构层与聚能材料结构层之间的聚能通风流通通道后，在有太阳光照射时(例如昼间)聚能通风流通通道内的空气被太阳光激发红外荧光材料层反射出的红外光加热，而在缺少太阳光照射时(例如夜间)聚能通风流通通道内的空气被蓄热材料层释放的热能加热，使得聚能通风流通通道内的空气温度相对于室外空气的温差增加，在较大的内外热压作用下，增加热空气从透光材料结构层上作为通风出口的百叶窗口留出的动力，从而促进建筑物屋内外空气流动，增加建筑室内的自然通风量，能够有效改善高大空间建筑的室内外通风效果差、室内空气品质低下的问题；并且，借助聚能材料结构层中蓄热材料层在有太阳光照射时(例如昼间)吸收热量、在缺少太阳光照射(例如夜间)释放热量的能力，能够有效改善在夜间无阳光照射时建筑物室内自然通风效率低下的问题；与此同时，太阳能辅助通风屋面结构中聚能材料结构层上的采光通风口还能够同时作为建筑物的室内采光口，增加采光面积，且由于所射入的太阳光的热能已经在对聚能通风流通通道内空气加热的过程中被消耗，减弱了通过采光通风口射入室内的光线热辐射能力，改善了采用建筑物顶部直接采光造成严重眩光的问题，同时也避免了在增加建筑物采光面积的同时导致太阳光直射室内而影响人体热舒适度以及增加建筑空调系统能耗的问题，使室内光场分布均匀，营造舒适的建筑室内光环境，解决了建筑物室内采光效果不佳的问题。

[0030] 在本实用新型太阳能辅助通风屋面结构的透光材料结构层中，透光支撑面板和透光防雨罩板可以采用常用的建筑玻璃材料制成。但作为一种优化选择，透光支撑面板和透光防雨罩板最好选用Low-e玻璃制成。Low-e玻璃是一种选择性反射玻璃材料，对可见光具

有较高的透射率，同时对红外线具有较高的反射率，其对不同波长光波的透射率和反射率曲线可参见图2；透光材料结构层的透光支撑面板和透光防雨罩板采用Low-e玻璃，可以使得太阳光中的可见光从透光支撑面板和透光防雨罩板照射进入聚能通风流通通道后，激发透光材料结构层上的红外荧光材料层反射产生的红外线在聚能通风流通通道内加热空气，同时透光支撑面板和透光防雨罩板的Low-e玻璃材质能反射聚能通风流通通道中向上散射的红外光，防止红外光向外窜逃，从而提高对内部空气的红外加热效率。并且，作为进一步的优化方案，透光支撑面板和透光防雨罩板还可以采用由Low-e玻璃制成的双层玻璃壁结构，两层玻璃壁之间间隔有空气层，双层玻璃壁之间间隔的空气层可以起到保温的作用，减少聚能通风流通通道内的热能向外散失，提高对内部空气的保温效果，进一步的提升内外热压作用。

[0031] 考虑到本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构主要用于作为建筑物屋面，其长期处于室外环境中，因此为了避免雨水进入聚能通风流通通道以及室内，因此在透光材料结构层的每个通风窗口的外侧位置处对应设置了能够对通风窗口形成防雨遮挡的透光防雨罩板，透光防雨罩板至少一侧与透光支撑面板之间相间隔形成开口，用以作为聚能通风流通通道的通风出口位置，而透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处安装整体呈竖向布置的百叶窗，目的是借助百叶窗的遮挡，在通风的同时起到防止雨水飘落进入建筑室内的作用。在不同的应用情况下，透光防雨罩板的具体设计方式可存在相应的不同；例如，若本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构用于作为水平的屋顶面，则可以直接设计透光防雨罩板为平板状或锥面板状，通过支架横向支撑设置在透光支撑面板的通风窗口正上方对通风窗口形成防雨遮挡即可；又例如，若本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构用于作为倾斜的屋顶面或墙面体，如图1所示，则可以设计为透光防雨罩板整体呈平板状且位于透光支撑面板朝向屋外的一侧，透光防雨罩板上靠近于通风窗口边缘倾斜标高较高位置处的侧边向透光支撑面板延伸并与透光支撑面板相衔接配合，用于对沿透光支撑面板倾斜向下流向通风窗口的雨水形成遮挡，透光防雨罩板的其它侧边与透光支撑面板之间相间隔形成开口，用以设置百叶窗，用以通过百叶窗的遮挡防止倾斜飘落的雨水从开口处进入通风窗口；总之，透光防雨罩板的具体设计方式可以根据实际应用情况采用相应的防雨罩结构的设计形式，以达到对通风出口形成防雨遮挡的效果为目的。甚至，还可以在透光支撑面板上的通风窗口边缘位置处设计从透光支撑面板的外侧板面向外侧延伸凸起的防雨凸棱，这样可以更好的防止在透光支撑面板上流动的雨水轻易的进入通风窗口中，达到更好的防雨效果。而透光防雨罩板与透光支撑面板之间间隔的开口位置处的百叶窗的叶片最好为横向设置，且叶片自内而外地向下倾斜，这样更有利于防止雨水进入；此外，还可以进一步地设计百叶窗的叶片由电控驱动绕横向轴转动，实现百叶窗的开/合控制，这样可以在冬季室外有强风等不利天气条件下，通过电控驱动计百叶窗的叶片转动而关合百叶窗，阻止室外寒冷空气倒灌进入室内，减小室内热负荷保证室内舒适温度，在不利天气情况过去之后再重新开启百叶窗通风。

[0032] 在本实用新型太阳能辅助通风屋面结构的聚能材料结构层中，基体面板可以采用钢板、石棉板等材料，也可以其它采用常用的屋顶面或墙面体建筑材料。基体面板上由底层至面层依次逐层敷设的保温材料层、蓄热材料层和红外荧光材料层也分别可以采用建筑中常用的保温材料、蓄热材料和红外荧光材料。其中，蓄热材料层优选采用相变蓄热材料，因

此相变蓄热材料具有较为优良的储热和放热性能。而由于不同的红外荧光材料被可见光激发反射的荧光波长也不尽相同，因此作为优选，红外荧光材料层最好采用被可见光激发反射的荧光波长为1.5～3.0μm的红外荧光材料，因为1.5～3μm为近、中红外光波长，相对于远红外光而言，近、中红外光对空气的热辐射加热效能更高，使得红外荧光材料层能够将照射到其上的太阳光激发反射为近、中红外光，从而更加高效地对聚能通风流通通道内的空气进行加热；并且，如果透光支撑面板和透光防雨罩板采用Low-e玻璃材质，由于Low-e玻璃对于1.5～3μm的近、中红外光的反射率也较高，因此能够更好的与采用Low-e玻璃材质配合，在聚能通风流通通道内形成近、中红外辐射场，提高对内部空气的加热效率。另一方面，在阳光照射到红外荧光材料层上时，有部分可见光可能未被红外荧光材料吸收激发为红外光，而是直接透射过红外荧光材料层；为此，在基体面板上敷设的蓄热材料层和红外荧光材料层之间，还可以夹设一个反射材料层，使得透射过红外荧光材料层的部分可见光能够被重新反射回红外荧光材料层上再次吸收激发产生红外光，从而进一步增强对太阳可见光的利用率；反射材料层则可以采用银膜等常用反射材料制成。此外，作为在聚能材料结构层上的进一步优化结构设计，基体面板上的采光通风口边缘位置处的板体还可以设计为向屋内一侧弯折30°～45°，使得基体面板上的采光通风口位置处形成向屋内一侧凹陷的漏斗状，如图1所示；这样可以使得太阳光在被基体面板采光通风口边缘位置处弯折部上的红外材料层所吸收激发反射出的红外光改变反射方向，让红外光在透光材料结构层与聚能材料结构层之间形成更为复杂的多次反射，进一步增强对聚能通风流通通道内部空气的红外辐射加热效果。而在基体面板上朝向屋内的一侧，则可以敷设室内屋面涂层或装饰层，用以起到装饰效果。

[0033] 下面通过对具体实施案例的通风情况加以计算评估，来更加直观的体现本实用新型太阳能辅助通风屋面结构对于增进建筑室内通风的效果。

[0034] 实施案例：

[0035] 本实施案例对一栋单层高大空间建筑，分别计算使用传统的建筑自然通风窗和自然采光屋顶及使用本实用新型太阳能辅助通风屋面结构时，其通过热压作用形成的室内外通风换气量，并转换换算为每小时室内换气次数，通过对比对两种通风形式下的室内换气次数来验证本实用新型太阳能辅助通风屋面结构对建筑室内通风的辅助效果。

[0036] 计算分析案例一：作为测试对象的单层高大空间建筑如图3所示，其屋顶设置有传统的自然通风井和自然采光屋顶，其室内空气温度为31℃，室外空气温度28℃；图3中所标记尺寸数据的单位为mm。对该高大空间建筑的室内外通风换气量进行计算。

[0037] 该计算过程中，将单层建筑的气流入口标记为断面1，将单层建筑通风井的进风口处标记为断面2，将单层建筑通风井的出风口处标记为断面3。具体计算如下。

[0038] $$\rho=\rho_0\times\frac{273}{273+t}\times\frac{P}{1.013};\qquad(1)$$

[0039] ρ—温度为t时的空气密度，单位为kg/m^3；

[0040] ρ_0—温度为0℃，压力为0.1013MPa的空气密度，$\rho_0=1.293kg/m^3$；

[0041] P—绝对压力，单位为MPa；

[0042] 由式(1)可得室外空气密度$\rho_1=1.173kg/m^3$，室内空气密度$\rho_3=1.165kg/m^3$。

[0043] 空气由断面1流向断面3，其流动动量方程式为：

[0044] $P_{j1}+\frac{\rho v_1^2}{2}+g(\rho_1-\rho_3)(H_3-H_1)=P_{j3}+\frac{\rho v_3^2}{2}+\Delta P_{1-3}$； （2）

[0045] 当1、2断面分别为临近进口处和出口处，则$P_{j1}=0$，$P_{j3}=0$，$v_1=0$，式(2)可转化为：

[0046] $g(\rho_1-\rho_3)(H_3-H_1)=\frac{\rho_3 v_3^2}{2}+\Delta P_{1-3}$； （3）

[0047] P_{j1}，P_{j3}—分别为断面1、3的静压，单位为Pa；

[0048] v_1，v_3—分别为断面1，3的流速，单位为m/s；

[0049] H_1，H_3分别为断面1、3的标高，$H_3=18m$，$H_1=5m$；

[0050] ρ_1，ρ_3—分别是断面1，3的气体密度，单位为kg/m^3；

[0051] g—为重力加速度，取9.8N/kg；

[0052] ΔP_{1-3}—为断面1到断面3的流动能量损失，单位为Pa；

[0053] $\Delta P_{1-3}=\xi_1\frac{\rho_3 v_2^2}{2}+\xi_4\frac{\rho_3 v_3^2}{2}$； （4）

[0054] $S_3\times v_3=S_2\times v_2$； （5）

[0055] ΔP_{1-3}—为断面1到断面3的流动能量损失，单位为Pa；

[0056] v_2—断面2的流速，单位为m/s；

[0057] v_3—断面3的流速，单位为m/s；

[0058] ζ_1—竖井入口处局部阻力系数，取0.5；

[0059] ζ_2—百叶出风口的局部阻力系数，取2；

[0060] ζ_3—采光屋顶的局部阻力系数，取2.52；

[0061] ζ_4—出风口的局部阻力系数，$\zeta_4=\zeta_2+\zeta_3=4.52$；

[0062] S_2—断面2的面积，$S_2=a_1\times b_1$，$a_1=7m$，$b_1=5m$，因此$S_2=35m^2$；

[0063] S_3—断面3，即总排风口面积，$S_3=S_2\times\alpha$，α—面积系数0.8；$S_3=28m^2$；

[0064] 由式(3)、(4)、(5)并代入数据可得：

[0065] $v_2=0.44m/s$；$v_3=0.55m/s$；

[0066] 单位时间换气量$G=3600\times S_2\times v_2$； （6）

[0067] S_2—为断面2面积，单位为m^2；

[0068] v_2—断面2的流速，单位为m/s；

[0069] 可得单位时间换气量$G=55440.0m^3/h$。

[0070] 房间体积约$V=51300m^3$。

[0071] 由此，可以计算得知，该单层高大空间建筑仅使用通风井进行室内外通风，其每小时换气次数$n_1=G/V=1.08$次/h。

[0072] 计算分析案例二：将测试一中作为测试对象的单层高大空间建筑的屋顶面采用本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构，如图4所示，其室内空气温度为31℃，室外空气温度28℃；图4中所标记尺寸数据的单位为mm。再次对该单层建筑的室内外通风换气量进行计算。

[0073] 本实施例中采用的太阳能辅助通风屋面结构中，透光材料结构层的透光支撑面板和透光防雨罩板均采用由Low-e玻璃制成的双层玻璃壁结构，且两层玻璃壁之间间隔有空气层，以防止红外光向外窜逃，并起到保温作用；聚能材料结构层的基体面板朝向透光材料

结构层的一面上由底层至面层依次逐层敷设有保温材料层、蓄热材料层、反射材料层和红外荧光材料层，使得透射过红外荧光材料层的部分可见光能够被反射材料层反射回红外荧光材料层上再次吸收激发产生红外光，从而进一步增强对太阳可见光的利用率；聚能材料结构层和透光材料结构层上对应设置了四组采光通风口（作为通风入口）和通风窗口（作为通风出口），在两侧屋顶面上对称分布，且在聚能材料结构层上的采光通风口（作为通风入口）处采用了漏斗状结构。

[0074] 该计算过程中，将单层建筑的气流入口标记为断面1，将太阳能辅助通风屋面结构的通风入口朝向屋内一侧的小直径端开口位置处标记为断面2，将太阳能辅助通风屋面结构的通风出口处标记为断面3，将太阳能辅助通风屋面结构的通风入口朝向聚能通风流通通道一侧的大直径端开口位置处标记为断面4。具体计算如下。

[0075] 当太阳高度角90°时，其单位时间吸收太阳辐射量E可近似按以下公式计算：

[0076] $E=\alpha_3 I[\alpha_1\times 0.5+(1-\alpha_2)\times 0.5]S_{直射}$； (7)

[0077] $S_{直射}=60\times 45=2700m^2$； (8)

[0078] I—太阳直射辐射照度W/m^2，取$1047W/m^2$；

[0079] $S_{直射}$—直射辐射面积，单位为m^2；

[0080] α_3—透射率衰减系数，取0.9；

[0081] α_1—Low-E玻璃对可见光透射率，取0.6；

[0082] α_2—Low-E玻璃对红外线反射率，取0.65；

[0083] 由式(7)、(8)，代入数据可得E=1335711.0W。

[0084] 取红外荧光材料层对太阳光吸收并发射出近远红外线的效率为0.8，红外荧光材料层发射处波长较长的红外光，在太阳能辅助通风屋面结构的聚能通风流通通道中折射，少部分折射到玻璃罩上后绝大部分又被放射回聚光通风腔体内，仅存在少量红外光在折射过程中经作为通风出口的百叶窗口逃逸，同时，聚能材料结构层中的蓄热材料层和保温材料层能够分别进行热能储备和保温，透光材料结构层上的中空双层玻璃壁结构也能够起到保温作用。因此，太阳能辅助通风屋面结构的聚能通风流通通道中聚集的红外线能量直接加热空气的效率可高达80％。

[0085] 空气所得热能Q=0.8×0.8E；

[0086] 可得Q=85485.5W。 (9)

[0087] $\Delta t=\frac{Q}{mc}$； (10)

[0088] Δt—加热空腔中提高温度℃；

[0089] Q—加热空腔中导出的红外线热量，单位为W；

[0090] m—单位时间流过的空气质量，单位为kg；

[0091] C—空气比热容，1000J/(kg·K)；

[0092] $m=v_3\times S_3\times \rho_3$； (11)

[0093] V_3—断面3空气流速，单位为m/s；

[0094] ρ_3—断面3的空气密度，单位为kg/m^3；

[0095] S_3—断面3面积，$S_3=28m^2$； (12)

[0096] 由式(9)、(10)、(11)、(12)得：$\Delta t=\frac{2.5}{\rho_3}$； (13)

[0097] S_2—断面2的面积；

[0098] S_3—断面3的面积；

[0099] S_4—断面4的面积；

[0100] $\rho_3=\frac{273\rho_0}{273+31+\Delta t}$，$\rho_0=1.293kg/m^3$； (14)

[0101] 由式(13)、(14)得：Δt＝2.2℃，ρ_3＝1.136kg/m^3；

[0102] $g(\rho_1-\rho_3)(H_3-H_1)=\frac{\rho_3 v_3^2}{2}+\Delta P_{1-4}$； (15)

[0103] $\Delta P_{1-4}=\xi_1\frac{\rho_2 v_2^2}{2}+\xi_2\frac{\rho_3 v_3^2}{2}$； (16)

[0104] $S_4=2S_2=2S_3$； (17)

[0105] $Q_4=Q_3=Q_2$； (18)

[0106] 由(17)、(18)可得$v_2=v_3=2v_4$； (19)

[0107] H_1，H_2，H_3分别为断面1，2，3的标高，H_3＝17.5m，H_2＝16.5m，H_1＝5m；

[0108] ρ_1，ρ_2，ρ_3—分别是断面1，2，3的气体密度，单位为kg/m^3；

[0109] ρ_1为室外空气密度，取1.173kg/m^3；

[0110] ρ_2为室内空气密度，取1.165kg/m^3；

[0111] ρ_3为加热空腔的空气密度，取1.136kg/m^3；

[0112] Q_2、Q_3、Q_4分别为断面2、3、4的通风量；

[0113] g—为重力加速度，取9.8N/kg；

[0114] ΔP_{1-4}—为断面1到断面4的流动能量损失，单位为Pa；

[0115] v_2—断面2的流速，单位为m/s；

[0116] v_3—断面3的流速，单位为m/s；

[0117] ζ_1—加热通道梯状出入口处局部阻力系数，取0.16；

[0118] ζ_2—出风口处局部阻力系数，取4.52；

[0119] 由式(15)、(16)、(19)，代入数据可得：

[0120] v_2＝1.2m/s，v_3＝1.20m/s；

[0121] 由式G＝3600×S_2×v_2(20)可得G＝120960m^3/h。

[0122] 房间体积约V＝51300m^3。

[0123] 每小时换气次数n_2＝G/V＝2.35次/h，可知，使用本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构时，该高大空间建筑的通风换气次数每小时可增加约1.27次。

[0124] 综上所述，可以看到，本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构，无需热水、蒸汽等额外热媒资源，其通过透光材料结构层与聚能材料结构层之间间隔形成聚能通风流通通道，利用聚能材料结构层进行太阳光热能储备辐射以及通过红外荧光反射将太阳能转换为红外线形式，对聚能通风流通通道内的空气进行红外加热以及热辐射传热，增加屋面结构的内外温差，达到增大建筑物室内外热压的目的，从而促进建筑物室内外气流流动，增加室内外通风量，相比于现有技术中仅利用建筑通风井进行气流通风而言，室内外通

风换气量得到明显提升，能够有效改善高大空间建筑的室内外通风效果差、室内空气品质低下的问题；并且，借助聚能材料结构层中蓄热材料层在有太阳光照射时（例如昼间）吸收热量、在缺少太阳光照射（例如夜间）释放热量的能力，能够有效改善在夜间无阳光照射时建筑物室内自然通风效率低下的问题；此外，本实用新型的太阳能辅助通风屋面结构，其并非利用简单的几何光学聚光原理实现聚光，而是通过荧光反射产生红外线以及热能储备辐射对聚能通风流通通道内的空气加热，因此对太阳入射光的角度没有任何限制，即无需进行光线追踪，设计使用更方便，能够有效地收集太阳散射辐射，聚能效率高；与此同时，该太阳能辅助通风屋面结构中，聚能材料结构层上的采光通风口还能够同时作为建筑物的室内采光口，增加采光面积，使室内光场分布均匀，营造舒适的建筑室内采光环境，解决了建筑物室内采光效果不佳的问题。因此，本实用新型用于建筑物的太阳能辅助通风屋面结构的设计使用方便，辅助通风效果好，且能够改善建筑室内采光环境，有助于实现高大建筑节能设计，具有广阔的市场应用前景。

[0125] 最后说明的是，以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案而非限制，尽管参照实施例对本实用新型进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本实用新型的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本实用新型技术方案的宗旨和范围，其均应涵盖在本实用新型的权利要求范围当中。

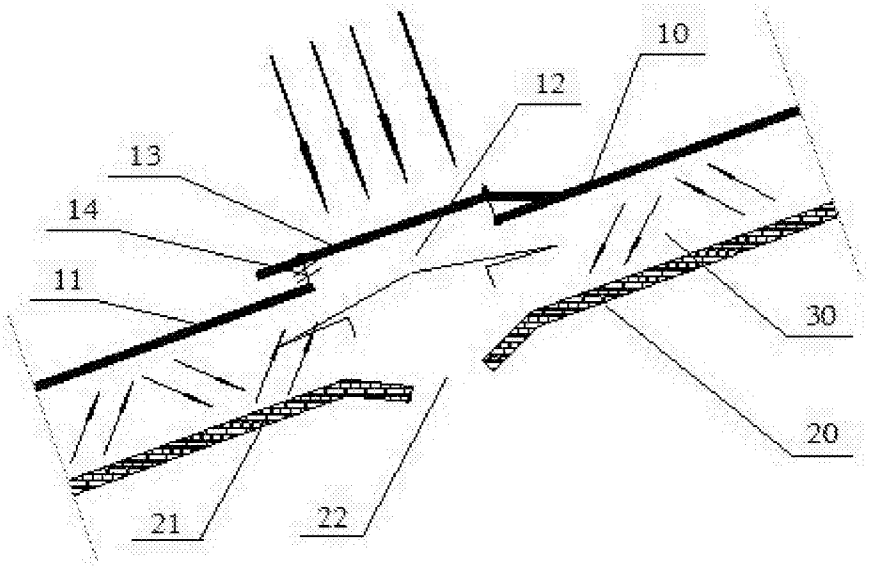


图1

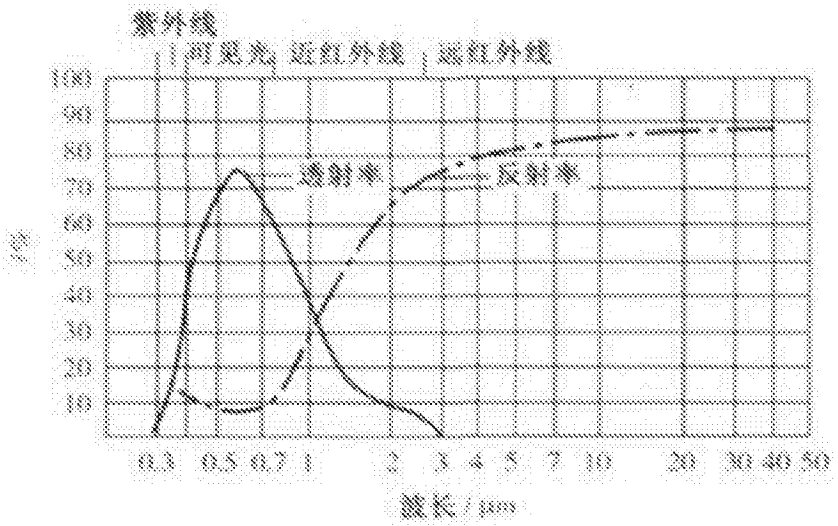


图2

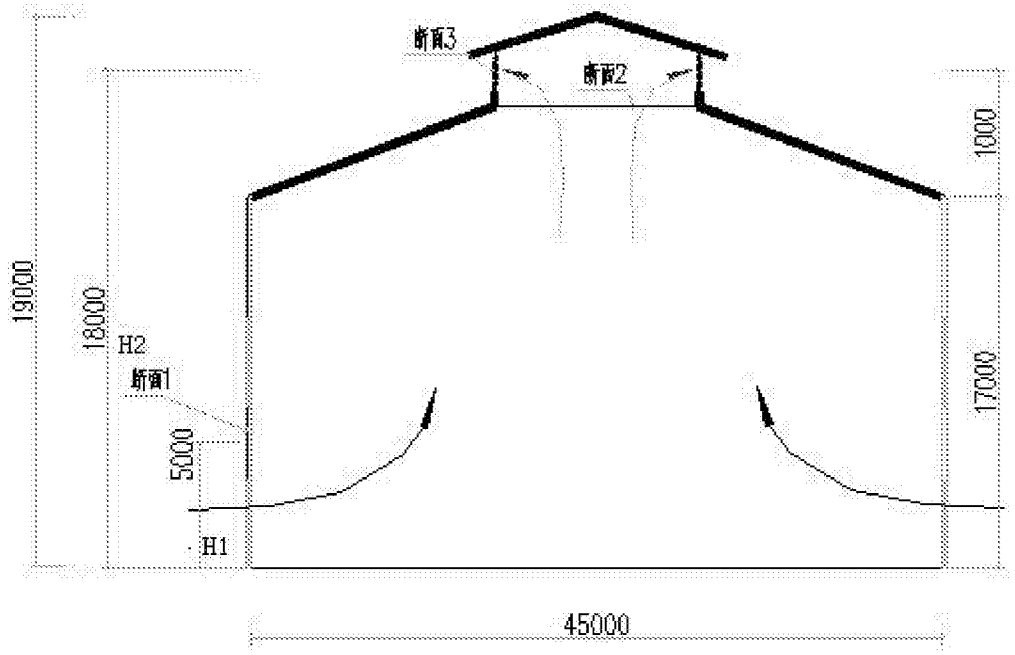

断面3
断面2
19000
18000
H2
断面1
5000
H1
1000
17000
45000

图3

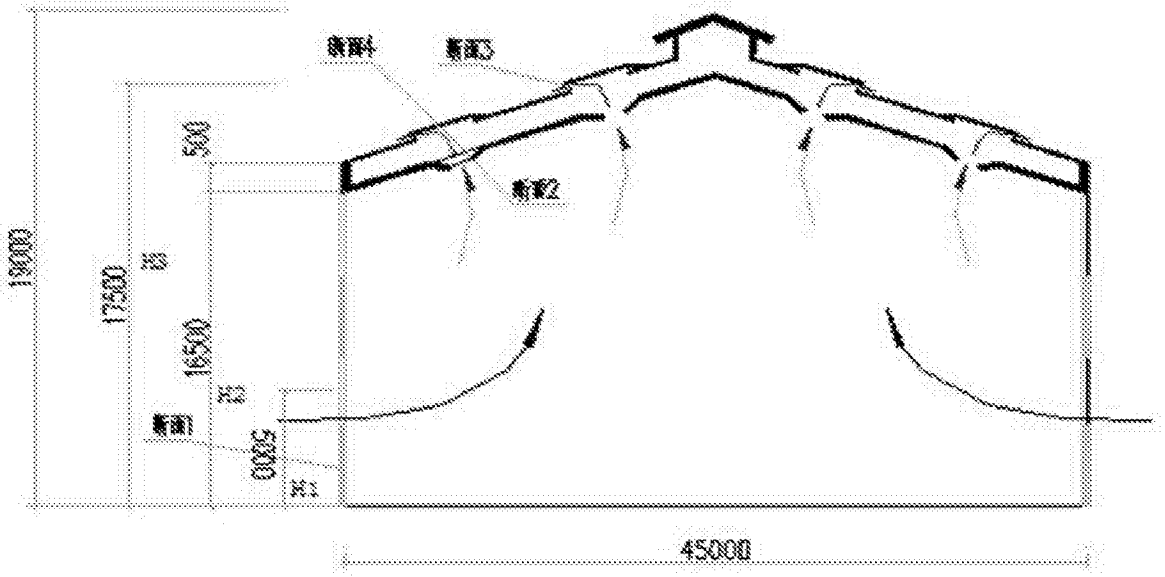

500
19000
17500
16500
45000

图4