

文章编号: 0254-0096(2019)04-0970-07

# 特朗伯集热墙在学校建筑中的节能特性测试与评价

王天鹏<sup>1</sup>, 高发文<sup>1</sup>, 王建华<sup>1</sup>, 颜鲁祥<sup>1</sup>, 刘妍妍<sup>1</sup>, 金兴荣<sup>2</sup>

(1. 兰州交通大学建筑与城市规划学院, 兰州 730070; 2. 兰州市榆中县第四中学, 兰州 730118)

**摘 要:** 对兰州地区一所中学实验楼的特朗伯集热墙系统的热工与节能性能进行测试与调查分析评价。结果发现, 在建筑建成 10 a 后的冬季正常运行期间, 单组通风口的日对流供热量为 6.89 kW, 集热墙日平均热效率为 18.4%, 夜间稳定传热时段的传热系数为 1.06 W/(m<sup>2</sup>·K), 综合热工节能性能良好。特朗伯集热墙式公共建筑在使用管理中应注意通风道内的清洁卫生、保持流道顺畅, 定期维护检修以保证风口启闭装置功能良好, 避免建筑后期改造装修中堵塞通风口、破坏集热墙的通风供热机理。

**关键词:** 特朗伯集热墙; 热效率; 传热系数; 通风口; 学校建筑

**中图分类号:** TU111.45

**文献标识码:** A

## 0 引 言

特朗伯集热墙(Trombe wall)是在 1973 年由法国奥德曼(Odeillo)太阳能研究所所长 Trombe 等<sup>[1,2]</sup>提出的一种被动式太阳能建筑集热蓄热外墙构造系统, 后来在被动式太阳能建筑中被广泛应用和发展。特朗伯集热墙系统是一种间接得热被动式太阳能建筑的重要类型, 其建构技术复杂程度适中, 得热效率较高。国内外很多研究从冬季热利用机理和效果的角度出发, 通过实验和数值模拟的手段对上下通风口在开、闭状态下的传热特性进行研究。王德芳等<sup>[3,4]</sup>利用 Fortran77 语言编制模拟计算程序 PSHDC 用于特朗伯集热墙的动态热工性能的预测和设计研究。陈 滨等<sup>[5]</sup>对大连某被动式太阳实验房进行实验研究, 定量分析冬季夜间特朗伯集热墙采用卷帘抑制散热的效果, 提出安装卷帘的合理位置的分析方法。杨 昭等<sup>[6]</sup>采用 CFD 商用软件包 Fluent, 对改进的特朗伯集热墙系统进行数值模拟, 研究其动态热特性, 对墙体材料、墙体高度、空气夹层厚度等影响因素进行敏感性分析, 给出适宜的墙体材料及构造形式。Briga-Sá 等<sup>[7]</sup>采用理论和实验的方

法分析研究特朗伯集热墙在不同的通风孔开闭条件下的热工参数特性。王登甲等<sup>[8]</sup>对青海省刚察县牧民定居点新建特朗伯集热墙式单层小住宅示范工程的供热性能进行测试研究。陈 晨等<sup>[9]</sup>利用数值和实验相结合的方法研究不同保温构造的特朗伯集热墙的动态集热供热特性。何 伟等<sup>[10-12]</sup>对带百叶的特朗伯集热墙的传热特性进行综合性的实验和数值研究。Rabani 等<sup>[13,14]</sup>提出一种带烟囱的特朗伯集热墙, 并进行实验和数值分析。段 琪等<sup>[15]</sup>对不同构造的集热板、集热罩和热传输方式对特朗伯集热墙热性能的影响进行试验研究。

现有对特朗伯集热墙的研究主要集中在理论和数值模拟、实验间的实验测试方面, 缺少对规模化建成建筑尤其是公共建筑在使用过程中的实际热工性能、供热效率和使用管理的测试和评价分析。本文选取甘肃省兰州市榆中县第四中学的特朗伯集热墙式太阳能建筑在冬季供暖期进行连续 3 d 的测试和使用后评价分析, 并提出优化措施, 以期对特朗伯集热墙在西北寒冷地区公共建筑中的推广提供基础数据及设计管理参考。

收稿日期: 2018-01-16

基金项目: 国家自然科学基金(51566008); 兰州交通大学“百名青年优秀人才培养计划”基金资助

通信作者: 王天鹏(1979—)男, 博士、副教授, 主要从事被动式太阳能建筑方面的研究。wangtp@mail.lzjtu.cn

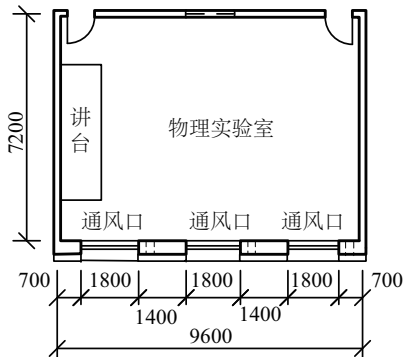
## 1 测试概况

### 1.1 当地气候条件

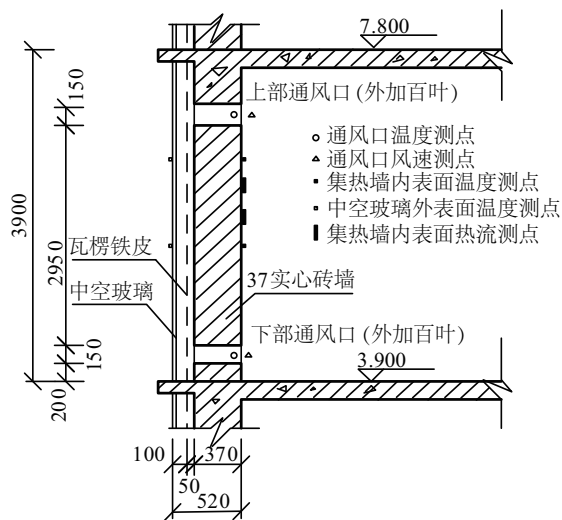
兰州市榆中县贡井镇,地处黄土高原地区,气候干燥,属典型的干旱半干旱山区,海拔 2480 m。昼夜温差大、年降水量 250~300 mm、冬季寒冷干燥,1 月份日最低平均气温 $-13.2^{\circ}\text{C}$ ,太阳能资源丰富,年总辐射可达  $5220\text{ MJ/m}^2$ 。因冬季晴天比例高,所以在最冷月份前后太阳总辐射量水平很高,根据实测 12 月 25~27 日南向垂直面正午前后 3~4 h 的太阳总辐射强度可达  $1000\text{ W/m}^2$ 。由于这里纬度较高,冬季太阳高度角小,南向垂直面太阳总辐射强度远高于水平面,因此更有利于南向特朗伯集热墙发挥效能。

### 1.2 测试对象

兰州市榆中县第四中学,位于兰州市榆中县贡井镇北山地区,东经  $104.386^{\circ}$ ,北纬  $36.064^{\circ}$ 。学校于 2004~2009 年期间共建成 4 栋特朗伯集热墙式太阳能建筑,2004 年建成实验楼,3 层砖混结构;2005 年建成教学楼,4 层砖混结构;2006 年和 2009 年先后建成男生宿舍楼和女生宿舍楼,分别为 3 层砖混结构和 4 层框架结构;2014~2015 年 3 栋砖混结构建筑均进行了 8 度设防抗震加固,并加建了集中供暖系统,补充非晴天被动式太阳能采暖的不足。4 栋建筑均在南向外墙采用相似构造的特朗伯集热墙系统,测试正处于学校正常教学期间,出于减少测试干扰的考虑,选取无上课状态的实验楼二层的物理实验室(一间标准教室)作为测试房间,并且测试期间整栋实验楼未采暖。测试房间平面图与特朗伯集热墙剖面及测点布置如图 1 所示,通风口尺寸为宽 250 mm×高 150 mm 的长方形。



a. 测试房间平面



b. 集热墙剖面及测点布置

图 1 测试房间平面与集热墙剖面及测点布置(单位:mm)

Fig. 1 Test room plane and heat collecting wall section and measuring point position (Unit: mm)

## 2 实验测试

### 2.1 测试时间、参数与仪器

冬至日正午太阳高度角为全年每日同一时刻最低,故相同气象条件下,南向垂直面可获得最大太阳辐射量,因此选择冬至日后连续 3 d 晴朗天气条件测试(12 月 25~27 日),同时考虑到学校正常运行和建筑使用状态,这样更能反映冬季常态下特朗伯集热墙式太阳能建筑的热工采暖特性和实际使用状况。

测试参数包括太阳总辐射强度、室内外空气温度、集热墙通风口空气温度与风速、集热墙系统内外表面温度及热流强度。太阳总辐射强度的测量使用北京世纪建通科技股份有限公司的 JTDL-4 四通道太阳辐射测试仪和 JTTS-01 总辐射表,灵敏度  $9.85\text{ }\mu\text{V}/(\text{W}\cdot\text{m}^2)$ 。室内外空气温度和集热墙通风口空气温度使用 TPJ-20 温湿度记录仪测量,集热墙通风口风速使用 ZRQF-J 型智能热球式风速仪测量。集热墙系统内外表面温度及热流强度使用 JW-II 型温度热流巡回检测仪,温度传感器采用 T 型铜-康铜热电偶,热流强度传感器采用 JTC08A 型热流计,热流强度转化系数  $C=23.26\text{ (W}\cdot\text{m}^{-2})/\text{mV}$ 。

### 2.2 测试结果与分析

#### 2.2.1 太阳总辐射强度

在学校操场设置测试台位,四周无遮挡,1 台总

辐射表测量水平面太阳总辐射强度,1台总辐射表测量南向垂直面太阳总辐射强度,测试结果如图2所示。

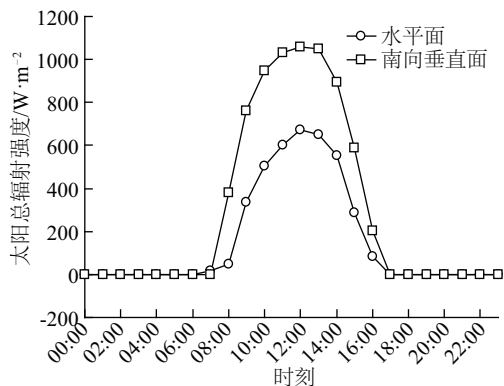


图2 南墙面和水平面太阳总辐射强度

Fig. 2 Total solar radiation intensity on south wall and horizontal plane

由图2可知水平面太阳总辐射强度日平均值为  $416 \text{ W/m}^2$ , 最大值达到  $673 \text{ W/m}^2$ , 南向垂直面太阳总辐射强度日平均值为  $790 \text{ W/m}^2$ , 日最大值达到  $1060 \text{ W/m}^2$ , 且最大值均出现在 12:00 前后。可看出由于冬至日后太阳高度角接近全年最小值, 故南墙面获得的太阳总辐射强度明显高于水平面, 这为被动式太阳能建筑热利用提供了良好的外部热源条件。

### 2.2.2 室内外空气温度

室内、室外空气温度日变化如图3所示。夜间室内气温稳定在约  $10.2^\circ\text{C}$ , 日出后逐渐升高, 正午 12:00 达到最大值  $17.9^\circ\text{C}$ , 之后逐渐稳步降低, 午夜 00:00 达到  $11^\circ\text{C}$ 。室外气温自午夜 00:00 的  $-9^\circ\text{C}$  往后逐渐稳步降低, 上午 07:00 达到最小值  $-11^\circ\text{C}$ , 日出后逐渐快速升高, 12:00~15:00 稳定在约  $8^\circ\text{C}$ , 午后 13:00 达到最大值  $8.6^\circ\text{C}$ , 15:00 之后快速下降直至 23:00 达到  $-9^\circ\text{C}$ 。可看出 00:00~07:00 的夜间时段室内外温差可较稳定地达到  $20\sim 21^\circ\text{C}$ , 此阶段可看作特朗伯集热墙处于稳定传热阶段; 09:00~15:00 室内外温差缩小到  $9\sim 10^\circ\text{C}$ , 室内气温升高主要是由于特朗伯集热墙通风供热和直接受益窗透过太阳辐射热加热室内, 室外气温升高更快是由于太阳辐射尤其是直射辐射的增强所致; 15:00 后室内外温差逐渐拉大至 22:00 达到  $20^\circ\text{C}$ , 室内气温较室外气温下降更慢是因为特朗伯集热墙的蓄放热作用延迟所致。

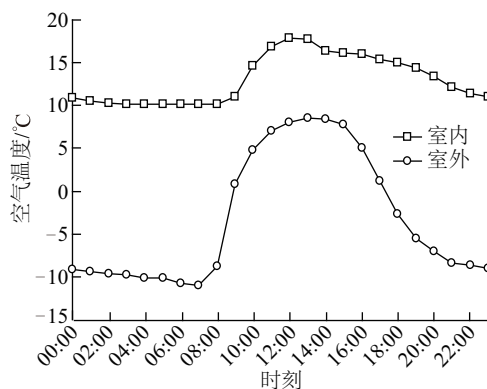


图3 室内、室外空气温度

Fig. 3 Indoor and outdoor air temperature

### 2.2.3 特朗伯集热墙通风口空气温度与风速

集热墙上部通风口和下部通风口处的空气温度如图4所示, 上部通风口的气速如图5所示。

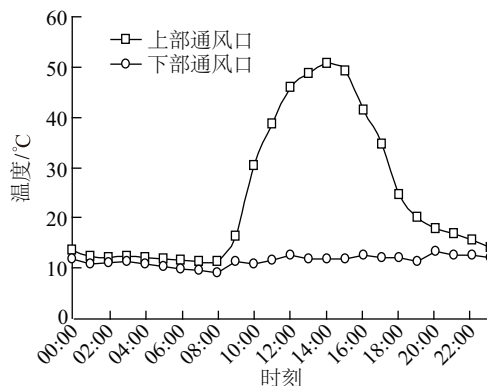


图4 上下通风口空气温度

Fig. 4 Air temperature of upper and lower vents

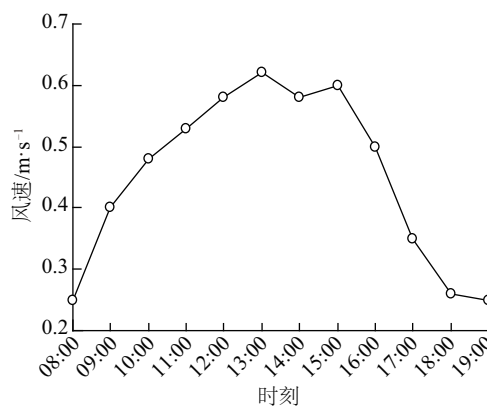


图5 上部通风口风速

Fig. 5 Wind speed of upper vent

由图4可知, 上部通风口温度上午 07:00~08:00 时达到全天最低值  $11.4^\circ\text{C}$ , 自上午 08:00 以后开始

快速上升,下午 14:00 达到全天最高值 50.6℃,之后逐渐下降直至 22:00 以后逐渐平稳;下部通风口温度 00:00~07:00 时维持在 10~12℃,上午 08:00 达到全天最低值 9.1℃,午后逐渐略有升高,维持在 12~13℃,20:00 达到全天最高值 13.2℃。自 23:00 至次日 08:00,上部通风口温度与下部通风口温度较稳定,上部通风口温度始终高于下部通风口温度,二者温差 1~2℃之间。日出到日落时间段平均温差达到 26.3℃,最大温差达到 38.9℃,较大的温差对通过热压作用形成集热墙空气间层对流循环供热提供了良好的条件。

通风口风速测试时间为 08:00~19:00,这段时间也是风门开启的有效供暖时段。由于下部通风口与上部通风口风速绝对值变化规律十分相近,只是方向相反,故图 5 只给出上部通风口(热气流向室内供暖)的风速变化。由图 5 可知,上部通风口风速自上午 08:00 以后开始从 0.25 m/s 逐渐上升,下午 13:00 达到全天最高值 0.62 m/s,之后趋稳约 2 h 后逐渐下降直至 18:00~19:00 达到最低点 0.25 m/s。平均风速 0.45 m/s。

#### 2.2.4 特朗伯集热墙系统内外表面温度、热流强度

特朗伯集热墙系统内表面即砖墙内表面,外表面即双层中空玻璃外表面,二者的日温度变化如图 6 所示,内表面日热流强度变化如图 7 所示,热流方向为向室外流出。由图 6 可知,集热墙系统内表面温度日变化幅度较小,全天自 10:00 最低 5℃到 22:00 最高 7.7℃周期性变化;集热墙系统外表面温度由于太阳辐射的加热作用,日变化幅度较大,

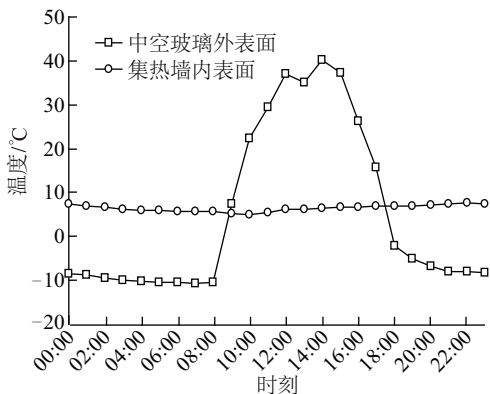


图6 特朗伯集热墙系统内、外表面温度

Fig. 6 Temperature of inner and outer surface of Trombe collector wall system

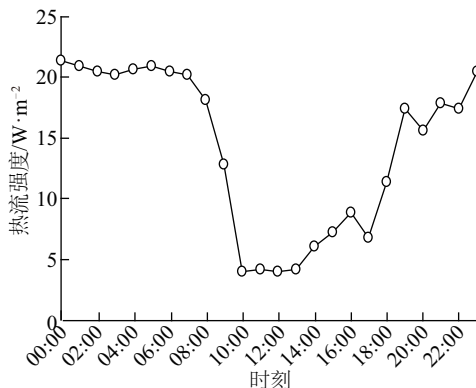


图7 特朗伯集热墙系统内表面热流强度

Fig. 7 Heat flux intensity of inner surface of Trombe collector wall system

达到 50.9℃,全天自 00:00~08:00 时稳定在约 10℃,此阶段可看作特朗伯集热墙处于稳定传热阶段;08:00 后快速升高至 14:00 达到最大值 40.3℃,之后逐渐降低至 21:00 稳定在约 8℃。

由图 7 可知,集热墙系统内表面热流强度始终为向室外流出状态。自 00:00~07:00 热流强度达到稳定平衡状态,平均值为 20.7 W/m²,日出后流出的热流强度迅速减小,10:00~17:00 的时段平均值 5.6 W/m²,18:00 以后又逐渐较迅速地增大,至 23:00 达到 20.5 W/m²。

### 3 供热节能特性分析

#### 3.1 逐时供热量

特朗伯集热墙系统对室内的供热量主要由通风口对流供热量和集热墙向室内的散热量组成。由于集热墙内表面温度始终低于室内空气温度,集热墙向室内的散热量为负,即失热状态,故忽略不计。

逐时对流供热量可由式(1)确定:

$$q_o(\tau) = \dot{m}(\tau)c_p(\tau)[T_o(\tau) - T_i(\tau)] \quad (1)$$

式中,  $\dot{m}(\tau)$  ——通过上下通风口的质量流量, kg/s,  $\dot{m}(\tau) = \rho(\tau)v(\tau)A_o$ , 其中  $\rho(\tau)$  为上下通风口的逐时平均空气温度对应的密度, kg/m³,  $v(\tau)$  为通风口风速, 取上部通风口风速, m/s,  $A_o$  为通风口面积, 取上部通风口面积, m²;  $c_p(\tau)$  ——空气的定压比热容, J/(kg·K);  $T_o(\tau)$  ——热流进入室内的上部通风口空气温度, °C;  $T_i(\tau)$  ——热流进入集热墙夹层的下部通风口空气温



度,℃。

每间教室共有 3 组通风口,集热墙 1 组通风口的对流供热量如图 8 所示。由图 8 可知从 12:00~15:00 的 3~4 h 范围内 1 组通风口的对流供热量可维持在 1000 W 的水平。

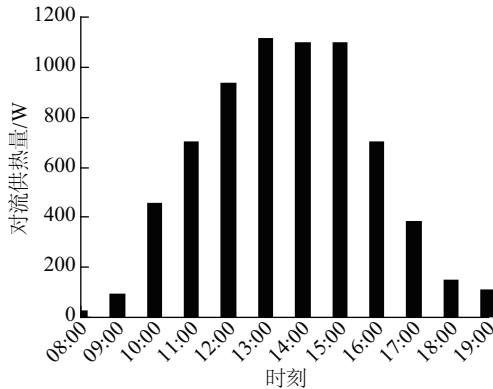


图8 特朗伯集热墙1组通风口的对流供热量

Fig. 8 Convection heating load of single group vents on Trombe collector wall

### 3.2 集热墙日平均热效率

集热墙日平均热效率为集热墙日供给室内的有效热量与集热墙有效集热面积获得的日太阳辐射量的比值,可表示为:

$$\eta = Q_0 / Q_s \quad (2)$$

式中,  $Q_0$  ——集热墙通风口日对流供热量, W,  $Q_0 = \sum q_0(\tau)$ ;  $Q_s$  ——集热墙有效集热面积获得的日太阳辐射量, W,  $Q_s = A_g \sum I_s(\tau)$ , 其中  $A_g$  为集热墙有效集热面积,  $m^2$ , 按外层玻璃透光面积计算,  $I_s(\tau)$  为南向垂直面逐时太阳总辐射强度,  $W/m^2$ 。计算可得一组通风口的日对流供热量  $Q_0$  为 6.89 kW, 1 组通风口对应的有效集热面积为 5.4  $m^2$ , 获得的日太阳辐射量  $Q_s$  为 37.34 kW, 集热蓄热墙日平均热效率为 18.4%。

### 3.3 夜间稳定传热的传热系数

根据傅里叶定律:

$$\bar{q} = \frac{\bar{T}_{in} - \bar{T}_{out}}{R} \quad (3)$$

式中,  $\bar{q}$  ——稳定传热热流强度,  $W/m^2$ ;  $\bar{T}_{in}$ 、 $\bar{T}_{out}$  ——集热墙系统内表面温度和外表面温度,  $^{\circ}C$ 。

$\bar{q}$ 、 $\bar{T}_{in}$ 、 $\bar{T}_{out}$  取值可由图 6、图 7 夜间稳定传热时段获得, 经计算可得热阻  $R=0.78 (m^2 \cdot K)/W$ 。根据

建筑热工设计规范, 一般外围护结构外表面换热阻  $R_e=0.115 (m^2 \cdot K)/W$ , 内表面换热阻  $R_i=0.043 (m^2 \cdot K)/W$ , 则总热阻  $R_0=R_i+R+R_e=0.94 (m^2 \cdot K)/W$ , 传热系数  $K=1/R_0=1.06 W/(m^2 \cdot K)$ 。

## 4 设计建造和使用过程中的评价

### 4.1 优点

集热墙在构造设计上采用在 150 mm 厚的空气间层内加设 1 层瓦楞镀锌铁皮板, 外表面涂黑, 将空气间层分成外侧 100 mm 厚的封闭间层和内侧与通风口连通的 50 mm 厚通风间层, 如图 1 所示。铁皮板起到白天增强吸收太阳辐射热的作用, 夜间封闭间层起到增强保温的作用。相较于无铁皮板构造的单一通风间层的集热墙大大提高了综合热工与节能功效。

### 4.2 问题

整栋实验楼的教室存在集热墙系统使用中未能有效开、关风门的情况, 冬季前缺少维护检修, 如风口处百叶翻转机构启闭困难: 风口处推拉小窗开启位置与风口未完全对应, 使得加热流量达不到最大, 未能完全发挥通风口供热的最大效能: 后期建筑改造或装修过程中封堵通风口、百叶无法正常开合, 如图 9 所示。



图9 特朗伯集热墙使用中影响供热效能的情况

Fig. 9 Situations of affecting heating efficiency in using process of Trombe collector wall system

## 5 结 论

仅就一栋建筑物的设计使用周期或使用寿命而言, 建成 10 a 后正值其磨合运行良好的时期, 这时对特朗伯集热墙式太阳能建筑的测试分析具有较好的建筑后评价适用性。通过实验测试分析和现场调查评价, 到以下结论和使用策略:

1) 实验楼的特朗伯集热墙日平均热效率为 18.4%。相对于居住建筑空间, 公共建筑空间较大, 集热墙有效集热面积也相应较大, 对于普通教室空间尺寸而言, 3 组 0.25 m×0.15 m 的上下通风口总的

供热面积偏小,影响了热效率的提高。此外,在不改变风口尺寸的情况下可在通风口加装活动式风扇,加强对流换热能力。

2)空气间层内加设涂黑瓦楞铁皮板的构造措施合理,兼顾昼夜综合热工要求,白天保证最大限度地吸收太阳辐射热的同时,夜间稳定传热过程集热墙的传热系数也可达到  $1.06 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,保温效果良好。

3)使用管理中注意通风道内的清洁卫生,保证流道顺畅、风口启闭装置功能良好,定期维护检修。

4)避免建筑后期使用或改造装修等过程中破坏集热蓄热墙的通风供热机理、堵塞通风口。

### [参考文献]

- [1] Trombe F, Le Phat Vinh A. Thousand kW solar furnace, built by the National Centre of Scientific Research, in Odeillo(France)[J]. Solar Energy, 1973, 15(1): 57—61.
- [2] Trombe F, Gion L, Royere C, et al. First results obtained with the 1000 kW solar furnace[J]. Solar Energy, 1973, 15(1): 63—66.
- [3] 王德芳, 午锁平, 喜文华. 被动式太阳能采暖房数学模型及模拟计算程序——I. 直接受益型和集热墙型 PSHDC(上篇)[J]. 甘肃科学学报, 1989, 1(1): 1—8.
- [3] Wang Defang, Wu Suoping, Xi Wenhua. The mathematical model and the simulation calculation program of passive solar heated houses—I. The derict gain and collector storage wall PSHD (First part) [J]. Journal of Gansu Science, 1989, 1(1): 1—8.
- [4] 王德芳, 午锁平, 喜文华. 被动式太阳能采暖房数学模型及模拟计算程序——I. 直接受益型和集热墙型 PSHDC(下篇)[J]. 甘肃科学学报, 1990, 2(1): 19—27.
- [4] Wang Defang, Wu Suoping, Xi Wenhua. The mathematical model and the simulation calculation program of passive solar heated houses—I. The derict gain and collector storage wall PSHD (Second part) [J]. Journal of Gansu Science, 1990, 2(1): 19—27.
- [5] 陈滨, 陈星, 丁颖慧, 等. 冬季特朗贝墙内置卷帘对墙体热性能的影响[J]. 太阳能学报, 2006, 27(6): 564—570.
- [5] Chen Bin, Chen Xing, Ding Yinghui, et al. Experimental study of the shading device's thermal performance of the air-gap of the Trombe wall during the winter[J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2006, 27(6): 564—570.
- [6] 杨昭, 徐晓丽, 韩金丽. 太阳墙热特性分析[J]. 太阳能学报, 2007, 28(10): 1091—1096.
- [6] Yang Zhao, Xu Xiaoli, Han Jinli. Study on the thermal performance of solar wall [J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2007, 28(10): 1091—1096.
- [7] Briga-Sú A, Boaventura-Cunha J, Lanzinha J C, et al. Experimental and analytical approach on the Trombe wall thermal performance parameters characterization [J]. Energy and Buildings, 2017, 150: 262—280.
- [8] 王登甲, 刘艳峰, 刘加平, 等. 青藏高原地区 Trombe 墙式太阳房供暖性能测试分析[J]. 太阳能学报, 2013, 34(10): 1823—1828.
- [8] Wang Dengjia, Liu Yanfeng, Liu Jiaping, et al. Measuring study of heating performance of passive solar house with Trombe wall in Qinghai-Tibet plateau [J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2013, 34(10): 1823—1828.
- [9] 陈晨, 刘艳峰, 王登甲, 等. 集热蓄热墙保温构造形式优化及适应性分析[J]. 太阳能学报, 2016, 37(11): 2889—2895.
- [9] Chen Chen, Liu Yanfeng, Wang Dengjia, et al. The optimization and adaptation analysis on the insulation structure of the Trombe wall [J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2016, 37(11): 2889—2895.
- [10] 何伟, 王臣臣, 季杰. 百叶型集热墙不同百叶倾角对室内温度影响研究[J]. 太阳能学报, 2016, 37(3): 673—677.
- [10] He Wei, Wang Chencheng, Ji Jie. Study on the effect of Trombe wall with venetian blind structure on indoor temperature in different blade angle [J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2016, 37(3): 673—677.
- [11] He Wei, Hu Zhongting, Luo Bingqing, et al. The thermal behavior of Trombe wall system with venetian blind: An experimental and numerical study [J]. Energy and Buildings, 2015, 104: 395—404.
- [12] He Wei, Hong Xiaoqiang, Wu Xiaoling, et al. Thermal and hydraulic analysis on a novel Trombe wall with venetian blind structure [J]. Energy and Buildings, 2016, 123: 50—58.
- [13] Rabani M, Kalantar V, Dehghan A A, et al. Experimental study of the heating performance of a Trombe wall with a new design [J]. Solar Energy, 2015, 118: 359—374.
- [14] Rabani M, Kalantar V, Rabani M. Heat transfer analysis of a Trombe wall with a projecting channel

- design[J]. *Energy*, 2017, 134: 943—950.
- [15] 段 琪, 姜曙光, 黄玉薇, 等. 严寒地区太阳能通风墙的热性能试验研究[J]. *建筑科学*, 2016, 32 (2): 23—28.
- [15] Duan Qi, Jiang Shuguang, Huang Yuwei, et al. Experimental study on thermal performance of the solar-induced ventilation wall in severe cold regions [J]. *Building Science*, 2016, 32(2): 23—28.

## MEASURING AND EVALUATION STUDY ON ENERGY SAVING PERFORMANCE OF TROMBE WALL IN SCHOOL BUILDING

Wang Tianpeng<sup>1</sup>, Gao Fawen<sup>1</sup>, Wang Jianhua<sup>1</sup>, Yan Luxiang<sup>1</sup>, Liu Yanyan<sup>1</sup>, Jin Xingrong<sup>2</sup>

(1. *School of Architecture and Urban Planning, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;*

*2. Lanzhou Yuzhong Fourth Middle School, Lanzhou 730118, China)*

**Abstract:** The thermal engineering and energy saving performance of the Trombe wall of a laboratory building in a middle school of Lanzhou region were measured and investigated. The results show that during the normal using period in winter 10 years after the building been built, the daily convection heat supply of single group vents is 6.89 kW, the daily average thermal efficiency of the Trombe wall is 18.4%, the heat transfer coefficient reach 1.06 W/(m<sup>2</sup>·K) during the stable heat transfer period at night, and the comprehensive thermal energy saving performance is good. In addition, in the process of using the building, It is worth noting that the ventilated channel must be maintained clean and unhindered status for this kind of buildings, the vents devices must be repaired periodically in order to ensure good opening and closing function, and the heating mechanism of Trombe wall.

**Keywords:** Trombe wall; thermal efficiency; heat transfer coefficient; vent; school building