

文章编号:1673-9469(2009)04-0052-04

## 窗户热屏系统对室内热环境影响的实验研究

张允,李淑兰

(昆明理工大学 化学工程学院,云南 昆明 650224)

**摘要:**提出了窗户热屏系统的概念,并制作了几种典型窗户热屏系统的组合。以实验为基础,得到了不同窗户热屏系统组合反射太阳辐射的能力和对室内热环境的影响情况。通过对实验数据的分析,得到了房间在全天候密闭条件下,室内温度的变化趋势和原因。提出了几点利用窗户热屏系统改善室内热环境的建议。

**关键词:**太阳辐射;室内热环境;窗户热屏系统;节能

**中图分类号:** TU111

**文献标识码:** A

### Experimental study on the indoor thermal environment influence of windows thermal shield System

ZHANG Yun, LI Shu-lan

(Chemical Engineering College, Kunming University of Science and Technology, Yunnan Kunming 650224, China)

**Abstract:** This paper introduces the definition of windows thermal shield system, and gives typical assembled windows thermal shield system combination. In contrast with several assembled windows thermal shield system, the intuitionistic data about the reflection ability of solar radiation and indoor thermal environment influence was gained. The reasons and transformation current indoor thermal environment the condition of obturation in round - the - clock could also be available through analyse of these data from the experiment. At last, some advice of improve indoor thermal environment were given.

**Key words:** indoor thermal environment; windows thermal shield system; energy - saving

目前,建筑能耗约占社会总能耗的三分之一,在传统砖混结构的建筑中,窗的能耗占建筑总能耗的20%~25%左右<sup>[1]</sup>。特别在夏季,住宅通过窗户得到了大量的热,对室内热舒适度产生了很不利的影响,使得空调等制冷设备消耗了大量能源。然而,窗户又是建筑中不可缺少的重要组成部分,所以夏季在保证采光等必要条件的前提下,如何最大限度地阻止太阳辐射进入室内,减少空调等制冷设备的能量消耗是非常值得研究的问题<sup>[2]</sup>。这也与我国目前能源紧缺的现实和建设节约型社会的国情相适应。国内外一些研究机构对玻璃的节能研究比较集中,相继开发出了热反玻璃、中空玻璃、真空玻璃和低辐射玻璃等节能玻璃<sup>[3]</sup>。在国外,虽然发达国家早已实现窗帘的标准化生产,但对于节能窗帘的研究较少<sup>[4]</sup>,尤其在

国内<sup>[5,6]</sup>,目前仍然以传统玻璃和老式窗帘为主,没有关于节能窗帘的国家标准,参与研究的科技人员缺乏,且大众对窗户热屏系统节能效果认识不够,所以,改进和发明新型窗户热屏系统是当务之急。

### 1 测试对象

本文提出的窗户热屏系统是指包括玻璃和窗帘(或遮阳百叶)等在内的屏蔽太阳辐射和室内外温差传热对室内热环境影响的系统。

本实验测试房间位于昆明理工大学白龙校区某实验楼,墙体均为280mm厚内外抹灰沙砖砌块,外墙无附加保温结构,涂有白色涂料。测试独立房间均位于三楼,每个房间的窗户均只有一个朝

向,朝向分别为东、南、西。外窗为铁制框架结构,窗外均无遮挡物,房间大小为 6 700mm × 640mm × 3 200mm。其中,东向窗户面积为 4 400mm × 2 000mm,窗墙面积比为 0.43;南向窗户面积为 4 800mm × 2 000mm,窗墙面积比为 0.45;西向窗户面积为 4 400mm × 2 000mm,窗墙面积比为 0.43。

## 2 测试方案

### 2.1 测试时间

由于昆明地区从 6 月份开始逐渐进入雨季,为保证实验效果,测试时间选定为天气晴朗的 2009 年 5 月 9 日至 13 日,其间室外气候条件非常相似。

### 2.2 测试内容

测试内容包括室外空气温度、各朝向房间与不同窗户热屏系统组合的室内空气平均温度、各朝向房间朝向的总辐射强度值、各朝向房间与不同窗户热屏系统组合的反射太阳辐射强度值。

### 2.3 测量仪器

使用温度与热流巡回自动检测仪进行室内外空气温度测量。其显示分辨率为 0.1℃。测量室外温度时,测量点应置于阴影处,并以锡箔纸遮挡。室内空气温度的测量点分别选取房间中央区域和 4 个墙角,共 5 个测点。各点布置一个水银温度计和热电偶,每个热电偶与温度、热流巡回自动检测仪相连接,水银温度计用来对比、核实记录数据,各测点距离地面 1.5m 高。为防止测量点受到透过窗户的太阳辐射影响,在每个测量点都使

用锡箔纸遮挡。最后各点取平均值,可以作为室内温度值<sup>[7]</sup>。

太阳辐射的测量使用 TRT-2 型总辐射表,它可以测量入射到斜面上的太阳辐射,如感应面向下可测量反射辐射。灵敏度为 7-14μV/W·m<sup>-2</sup>。散射辐射表是把 TRT-2 型总辐射表与 SRT-1 型遮光环带配套使用即可连续测定天空的散射辐射强度。在本实验中,测量太阳辐射时,除了测量瞬时值外,还需要连续记录每天的辐射变化值,因此需要配备专用的记录仪。太阳辐射记录仪具有多个通道,可以和各个辐射表连接。在待测试房间外表面窗附近布置一台太阳总辐射表,用于测试窗户垂直面上接受到的太阳总辐射强度。在待测试房间窗户外表面安装一台太阳总辐射表,方向垂直朝向室内。用来测量不同窗户热屏系统组合所反射的太阳辐射强度。

整个测试期间,只有在每天晚上 24 时通风一次,时间为半小时,目的是尽量减小前一天的实验对下一天的影响。其余时间房间采用密闭形式,不开启窗户和门,窗户和门的缝隙用玻璃胶密封严。

## 3 实验测试结果分析

### 3.1 实验测试结果

各不同朝向房间与不同窗户热屏系统组合逐时室内平均温度分别如图 1、图 3、图 5 所示。各不同朝向房间与不同窗户热屏系统组合逐时反射太阳辐射强度值如图 2、图 4、图 6 所示。其中玻璃均选用普通 6mm 单层玻璃,内遮阳不同。

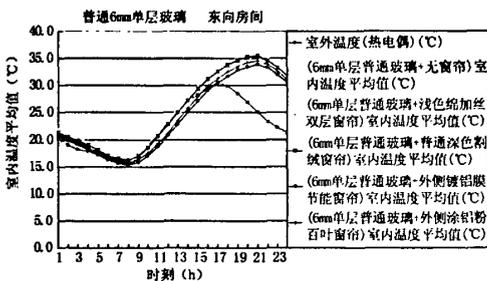


图1 东向房间热屏系统组合逐时室内平均温度

Fig.1 Average indoor temperature of different heat shield in the room eastward

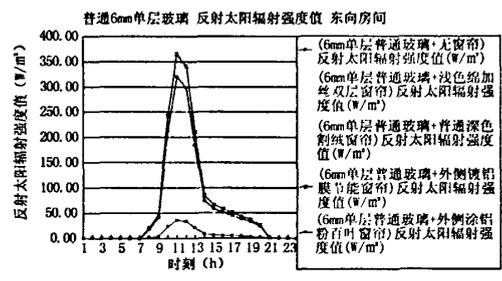


图2 东向房间热屏系统组合逐时反射太阳辐射强度值

Fig.2 Reflection of solar radiant intensity of different heat shield in the room eastward

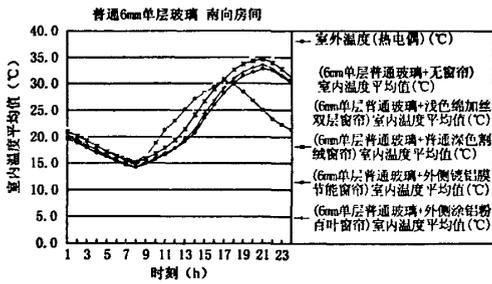


图3 南向房间热屏系统组合逐时室内平均温度

Fig.3 Average indoor temperature of different heat shield in the room southward

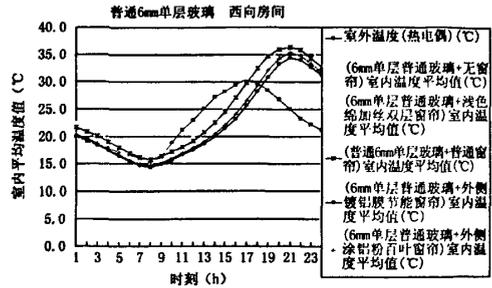


图5 西向房间热屏系统组合逐时室内平均温度

Fig.5 Average indoor temperature of different heat shield in the room westward

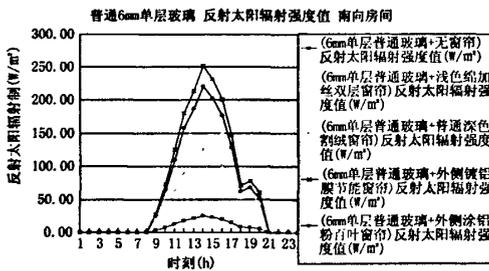


图4 南向房间热屏系统组合逐时反射太阳辐射强度值  
Fig.4 Reflection of solar radiant intensity of different heat shield in the room southward

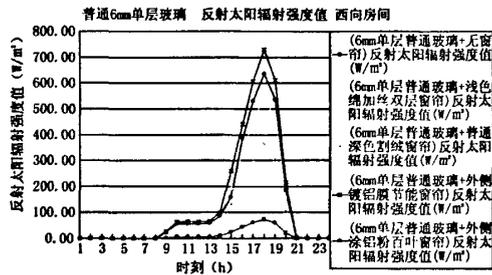


图6 西向房间热屏系统组合逐时反射太阳辐射强度值  
Fig.6 Reflection of solar radiant intensity of different heat shield in the room westward

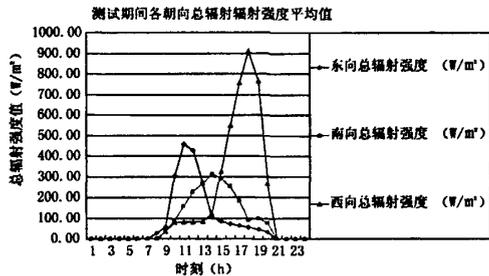


图7 各朝向总辐射强度平均值

Fig.7 Average global radiation intensity in different orientations

### 3.2 数据分析

对于东向房间,由图 1 可知,室外最高温度出现在下午 17 时左右,最低温度出现在上午 8 时左右。然而,由于普通 6mm 单层玻璃和不同的内遮阳组成的窗户热屏系统对室内房间的影响,以及全天候的密闭环境等因素的影响,使得最高温度出现的时间相对室外最高气温出现滞后,大约出现在晚上 21 时左右。室内最低温度出现的时间

大体和室外最低温度出现的时间一致。几种不同窗户热屏系统组合的室内平均温度变化趋势基本相同。普通 6mm 单层玻璃 + 无窗帘的房间温度始终高于其余四个房间。其中降低房间温度效果最好的是 6mm 单层普通玻璃 + 外侧镀铝膜节能窗帘,其次是 6mm 单层玻璃 + 外侧涂铝粉百叶窗帘。对比图 2 和图 7,分析可知主要原因为 6mm 单层普通玻璃 + 外侧镀铝膜节能窗帘和 6mm 单层玻璃 + 外侧涂铝粉百叶窗帘反射太阳辐射能力较强,将通过窗户进入室内的太阳辐射部分反射回到室外,使得进入室内的太阳辐射大大降低,所以较明显改善室内温度。

对于南向房间,由图 3 可知,室内出现最低和最高温度的时刻与东向房间大体一致,但由于窗户方向为南向,中午时分太阳辐射强度较上午增大,进入室内的太阳辐射也增多,所以室内平均温度曲线变化幅度比东向要大。但由于室外温度对室内影响较大,所以南向房间最高温度值与东向基本一致。普通 6mm 单层玻璃和不同的内遮阳组成的窗户热屏系统和普通 6mm 单层玻璃 + 无窗帘的房间温度始终最高。降低房间温度效果最好的

仍然是是6mm单层普通玻璃+外侧镀铝膜节能窗帘,其次是6mm单层玻璃+外侧涂铝粉百叶窗帘。由图4和图2对比可知,南向房间窗户热屏系统反射太阳辐射的最大值较东向小,分析其原因有二,一是由于上午东向房间可以受到太阳辐射直射影响,太阳直射辐射直接通过窗户进入室内,这时窗户热屏系统的反射效果较为明显,二是,由于所测试房间南向窗户上方有长约50厘米的遮阳水泥板,对进入室内的太阳辐射有较好的屏蔽作用,所以对于南向房间来说,进入房间的太阳辐射主要以漫反射形式通过窗户进入室内,但由于中午时分太阳辐射强度较强,所以,窗户热屏系统反射太阳辐射值仍较高。

对于西向房间,由图5可知,室内出现最低和最高温度时刻与东向和南向房间时刻基本一致,但室内最高温度较东向和南向高,分析其原因是由于室外温度在下午14时左右达到最大,对室内温度影响显著,加之下午太阳辐射强度大,太阳高度角下降,太阳直接辐射可以通过窗户直接进入室内,造成“西晒”现象,房间围护结构温度也随之不断升高,对室内热环境影响突出,综合以上等原因,西向房间室内温度变化趋势较南向房间更为明显,太阳辐射对室内影响最大。对于由普通6mm单层玻璃和不同的内遮阳组成的窗户热屏系统对西向房间影响的规律与东向和南向房间仍然一致。对比图2、图4、图6可知,西向房间反射太阳辐射强度最大值远高于东向和南向房间,其原因是西向房间接受到的太阳直射辐射强度很大,所以窗户热屏系统发挥的作用也愈加明显。

#### 4 结论

1)在夏季,窗户热屏系统反射太阳辐射能力越强,对于改善室内热环境越有利,尤其是太阳辐射强度较大的地区和西向房间。

2)带有窗户热屏系统的房间,室外温度达到最大值时,室内温度低于室外温度,然而,对于密闭房间来说,产生温度最高值的时间较室外温度最高值时间滞后4小时左右,且室内最高温度较室外最高温度高,数据提醒我们,室内温度达到最大值附近时,适度通风对改善室内热环境也具有很好的效果。

3)窗户热屏系统对于住宅等室内热环境有较好的改善作用,尤其是其结构简单、成本低廉和维修方便等优势更适合大众推广。

#### 参考文献:

- [1] 涂逢祥.节能窗技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [2] YENER A K. A method of obtaining visual comfort using fixed shading devices in rooms[J]. Building and Environment, 1998, 34(3): 285 - 291.
- [3] 袁家普.浅谈节能玻璃[J].中国住宅设施,2005, 87(2): 26 - 29.
- [4] E E. Calculating the window energy rating: Report prepared for natural resources Canada[R]. Ottawa, Ontario, Canada, by Enermodal Engineering, 1989.
- [5] 俞善庆,周宗义,俞锦章,等.红外反射与节能窗帘[J].红外技术,1993, 15(6): 26 - 29.
- [6] 霍瑞亭,马晓光.泡沫涂层在遮光窗帘布加工中的应用[J].产业用纺织品,2002, 20(8): 92 - 94.
- [7] 刘加平,戴天兴.建筑物理实验[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.

(责任编辑 刘存英)