

定向结构板居室室内热环境的研究

周晓燕, 华毓坤, 胡勤龙

(南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要: 运用温湿度自动记录仪对3种不同结构实体建筑的室内垂直空间的温湿度, 墙体内外表面温度进行了监测, 分析了建筑物的日平均温度变动比、衰减倍数。墙体内外表面以及室内垂直空间的温湿度分布。研究表明, 内外表面均采用定向结构板, 中间填充玻璃棉的复合墙体比传统砖墙的保温隔热性能好, 能有效地抵抗外界大气环境对室内热环境影响的作用。

关键词: 定向结构板; 室内热环境; 室内气候

中图分类号: TS653.5 文献标识码: A 文章编号: 10001-8654(2000)01-0012-04

Study on Indoor Heat Environment of OSB Building

ZHO U Xiao-yan, HU A Yu-kun, HU Qing-long

(College of Wood Industry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract The house-climate (including temperature and relative humidity of inside and outside of wall surface, the distribution in vertical space of temperature and relative humidity inside, etc.) of oriented structural board (OSB) building and brick building in winter and summer were tested by automatic recorder. It was indicated that the house-climate of OSB building (the structure of wall is OSB+ glass wool+ OSB) was better than that of the brick and concrete building for human's health. The indoor temperature of OSB building is steady.

Key words Oriented structural board(OSB); Indoor heat environment; House-climate

建筑热环境是指作用在房屋外围护结构上的一切热物理量的总称,分为室外热环境和室内热环境。室外热环境是室外气候的组成部分,是建筑设计的依据;室内热环境则是建筑物需要满足的使用要求。设计者应使建筑物能为人们提供良好的室内热环境,而建筑物的外围护结构的主要功能就在于抵抗或利用室外热环境的作用,以便在房间内产生易于控制的舒适的热状况。因此,在设计满意的建筑围护结构(舒适性、经济性及耐久性等)时,必须洞悉作用在其上的各种热物理量。

室内热环境由室内气温、湿度、热辐射和风速综合形成^[1],室内各种因素的不同组合,形成不同的室内气候。理想的室内气候应该是在热湿效果方面适合于人们生活和工作的需要。

本文对新型建筑材料——定向结构板(OSB)所

构成的居室内热环境进行了测定和分析。

1 试验对象及方法

1.1 试验对象

选择3种不同围护结构的实际建筑物进行室内温湿度的测试。建筑物A为定向结构板示范房中一楼的一个房间,建筑物B和C为教学楼一楼的2间办公室。其结构及地理位置如表1所示,其中建筑物B与C的体积、结构和地理位置完全一致,所不同的是建筑物B的内墙和地板上贴有定向结构板,可以比较两者室内的热环境,分析定向结构板对室内热环境的作用。

1.2 测试条件

影响建筑物室内热湿状况的主要因素包括外部与内部两大类。外部因素是指室外空气的温湿度、太阳辐射强度、风速和风向,以及邻室的空气温湿度;内部因素是指照明装置、设备和人体的散热、散湿^[1]。本

收稿日期: 1999-06-01

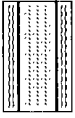
作者简介: 周晓燕(1960-),女,南京林业大学木材工业学院讲师,博士。

文对建筑物室内温湿度的测试旨在研究建筑围护结构的围护作用,因此,在测试过程中保持门窗关闭,室内无人及其他热源存在的状态,拉上窗帘遮挡阳光,

避免太阳对室内的直接照射,使测试的数据能真实反映在围护结构的作用下室内气候与室外气候的差异

表 1 三种建筑物的结构与地理位置

Tab. 1 The structure and location of three houses

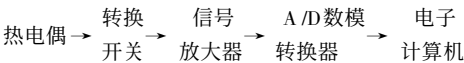
建筑物		建筑物 A	建筑物 B	建筑物 C
墙 体	结构及材料	室外  室内 OSB—玻璃棉—OSB	室外  室内 砖墙—OSB	室外  室内 砖墙
	厚度/mm	160	280	280
	门窗设置	东、西墙各有一扇窗,南墙有两扇窗,北面为玻璃移门	南墙开有一扇窗 北墙开有一扇门	南墙开有一扇窗 北墙开有一扇门
屋顶		椽子上下覆有 OSB	木楼板	木楼板
地面		定向结构板地板	定向结构板地板	混凝土地面
体积		4 m×3 m×2.5 m	5 m×3 m×3 m	5 m×3 m×3 m
位置		东南西墙直接受太阳辐射	仅南墙直接受太阳辐射	仅南墙直接受太阳辐射

1.3 测试方法

测定各建筑物冬季和夏季的室内外温湿度以及墙体内外表面的温度 室内温湿度的测试点按照人体对温湿度反应最为灵敏的头部与脚部经常活动的位置来确定,即按人体的平均身高、坐高、仰卧位置、脚的高度来设置^[2,3]。测试点分布为屋顶、离地 1.65 m 处、离地 1.25 m 处、离地 0.65 m 处、离地 0.1 m 处以及地板表面。室外温湿度测试点设置的背阴面离地 1.5 m 处。墙体内外表面的温度测试点设置在离地 0.9 m 处。

1.4 测试仪器

采用热电偶以及自制的温湿度自动记录仪进行测试 仪器主要部分如下:



2 结果与分析

2.1 室内温湿度的变化特征

从图 1 所示的测试结果可知,建筑物的室内温度呈周期性变化,这种周期性变化在建筑热工学中可用傅立叶级数展开,通过谐量分析把它换成若干级谐量的组合^[4]。由图 1 中看出,若仅取第一阶谐量(长虚线部分),分析所得室内空气温度 t'_{ti} 与实测的室内空气温度 t_{ti} (实线部分)偏离较大,当取到第二阶谐量(短虚线部分)时, t'_{ti} 向 t_{ti} 趋近。若取更高阶的谐量,则 t'_{ti} 接近与 t_{ti} 重合。由此得建筑物 A 室内气温的谐量分析表达式为:

$$t'_{ti} = 5.00 + 2.084 \cos(\frac{2\pi f}{24} - 4.530) + 0.860 \cos(\frac{2\pi f}{12} - 0.9768)$$

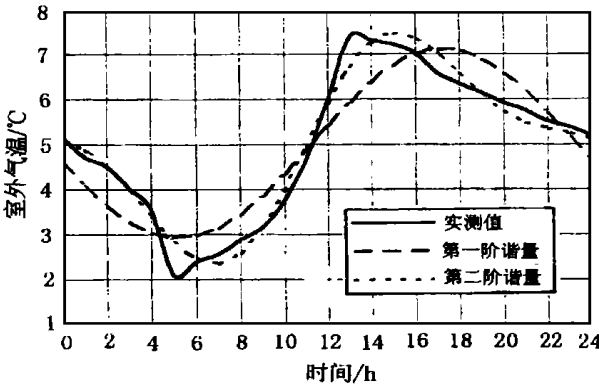


图 1 建筑物 A 冬季室内温度的谐量分析
Fig. 1 Harmonic analysis of indoor temperature of house A in winter

类似于温度,相对湿度亦呈现周期性变化规律 相对湿度是随空气温度和空气中水蒸气含量而变的一个量 在空气中,当水蒸气量不变,即实际水蒸气分压力不变的情况下,如空气温度愈高,则其饱和水蒸气分压力愈大,相对湿度愈小 通常在一天之内气温最高时相对湿度最低,而气温降低时相对湿度增高,所以相对湿度的变化曲线形状与温度变化曲线相反(图 2)

2.2 室内外温湿度差异的分析

冬季,在紧闭门窗或供暖时,室内温度通常较室外温度高,热流由室内流向室外 夏季,白天和夜间的热流方向恰恰相反(图 3)。白天,受太阳辐射的强烈

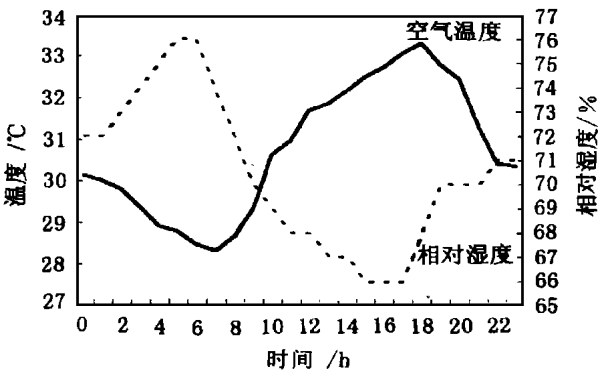


图 2 夏季建筑 A 室内空气温度及相对湿度的变化

Fig. 2 Variations of indoor temperature and relative humidity of house A in summer

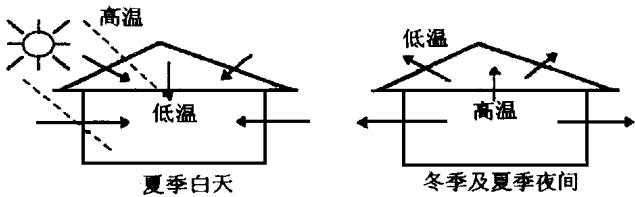


图 3 冬季及夏季房屋的热流方向

Fig. 3 The direction of heat flow in winter and summer

得建筑物内部的温度在不断发生变化(图 4)。各建筑物室内温度及相对湿度的变化范围见表 2。

影响,热流由室外流向室内。到了夜间,由于建筑物围护结构的蓄热功能,使室内温度下降较室外慢,室内温度高于室外气温,热流方向与冬季一样由室内流向室外。由于热流传递的作用,从而使

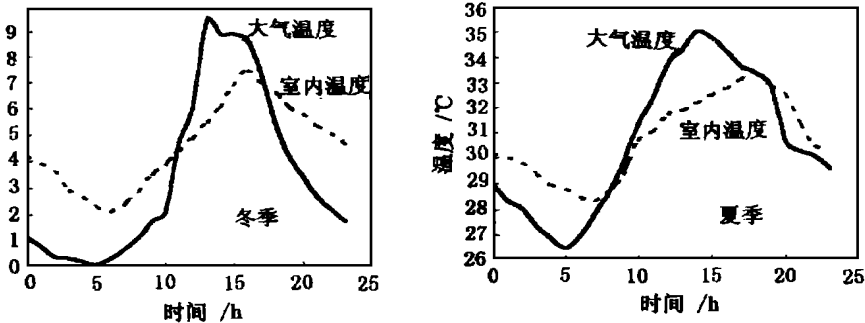


图 4 室外大气温度和室内温度(建筑物 A)的变化

Fig. 4 Variations of outdoor and indoor temperature (house A) in winter and summer

表 2 各建筑物室内外温度及相对湿度变化范围

Tab. 2 The change range of temperature and relative humidity inside and outside the houses

试验季节与位置		温度变化范围 /℃			相对湿度变化范围 /%		
		建筑物 A	建筑物 B	建筑物 C	建筑物 A	建筑物 B	建筑物 C
冬季	室内	2.11~ 7.41	1.23~ 8.36	0.98~ 9.60	56~ 62	60~ 68	60~ 66
	室外	0.08~ 9.36	1.09~ 8.78	0.65~ 9.77	52~ 65	58~ 70	56~ 78
夏季	室内	28.32~ 33.31	26.23~ 32.09	27.68~ 33.08	66~ 76	65~ 70	65~ 70
	室外	26.50~ 34.98	25.16~ 32.65	26.43~ 33.59	60~ 85	64~ 81	65~ 82

注: 表中的数据均为一天室内平均温度的最大值和最小值。

从表 2及图 4中可看出,室内温度随着室外大气温度的周期变化也呈周期变化,所不同的是: 在一天内室内最高温度与最低温度的差值小于室外大气温度差,而且室内最高温度和最低温度出现时间落后于室外大气最高最低温度出现的时间,发生这种现象是因为墙体(围护结构)对外界温度波及热流波的抵抗作用,使室外热流波和温度波被衰减和延迟,可通过比较室内日平均温差(或相对湿度差)与室外日平均温差(或相对湿度差)的比值(即日温度变动比或日湿度变动比)^[5],分析围护结构对室内热环境的围护作用。

各建筑物室内外温度、相对湿度的差异见表 3

从表 3分析得出,建筑物 A(围护结构为定向结

构板+ 玻璃棉+ 定向结构板)的日温度及湿度变动比相对较小,说明建筑物 A 的围护结构对外界大气环境的抵抗作用较大。

表 3 各建筑物室内外温度、相对湿度的差异

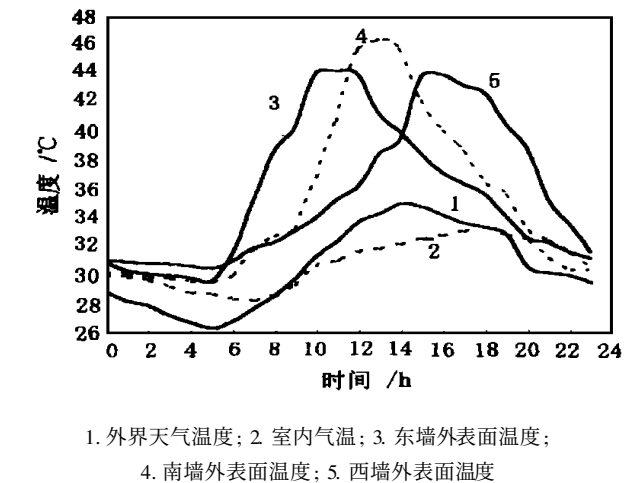
Tab. 3 The difference of outdoor-indoor temperature and relative humidity among threes houses

比较物理量	季节	建筑物 A	建筑物 B	建筑物 C
日温度变动比	冬季	0.571	0.927	0.945
	夏季	0.588	0.782	0.754
日湿度变动比	冬季	0.462	0.667	0.500
	夏季	0.667	0.714	0.714

2. 3 墙体内外表面温度差异分析

由于建筑物外面受到太阳辐射的强烈影响,因材料有一定的蓄热功能,所以围护结构内外表面的温度

比室内外气温要高(图 5)。由于围护结构不同面上受太阳辐射强度不同,外表面温度变化情况也各不相同,以夏季建筑物 A 为例,东墙在早上 10 时左右出现最高温度,西墙在下午 4 时出现最高温度,南墙则在正午出现最高温度



1. 外界天气温度; 2. 室内气温; 3. 东墙外表面温度;
4. 南墙外表面温度; 5. 西墙外表面温度
图 5 夏季建筑物 A 三面墙的外表面的温度变化
Fig. 5 The temperature change of three outside surfaces
in house A in summer

因为,辐射换热对人体的冷热感有很大的影响,所以,围护结构内表面的温度变化更为引人注意。由于受试验条件的限制,不能在同一室外大气状态的情况下,对三个建筑物的室内热环境同时进行测试,无法比较在同样大气状态下室内平均辐射温度,但根据建筑物理学,可以通过衰减倍数来评定不同的围护结构在同样的状态下对室外大气环境的抵抗作用^[1]。所谓衰减倍数是指室外大气温度波动幅度与围护结构内表面温度波动幅度的比值。衰减倍数越大,说明室内受外界大气环境的干扰较小,围护结构的围护作用(即保温隔热性能)较好。三种建筑物的衰减倍数,见表 4 建筑物 B 和 C 的体积、门窗设置相同,地理位置相近,只是 B 的内部用定向结构板作了内装修,建筑物 B 的衰减倍数略大于建筑物 C

表 4 建筑物的衰减倍数

Tab. 4 The decay coefficient of the houses						
建筑物	室外气温 波动幅度 /℃		南墙内表面温度 波动幅度 /℃		衰减倍数	
	冬	夏	冬	夏	冬	夏
	A	9.28	8.48	4.12	3.65	2.25
B	7.69	6.49	5.96	6.01	1.29	1.25
C	9.12	7.16	8.61	6.32	1.06	1.13

2.4 室内各测试点温湿度差异分析

在室内垂直空间范围内温度湿度的分布是不均匀的。以夏季建筑物 A 内高度方向上各个测点一天

的平均温度为例(图 6),可得屋顶的温度最高,地板表面温度最低,两者的平均温度相差约 3℃左右,其余各点大致随着离地高度的增加而增加。其它两种建筑物内垂直方向上的室温分布也具有相同的规律。垂直空间的湿度变化差异不大,分布无明显规律性。

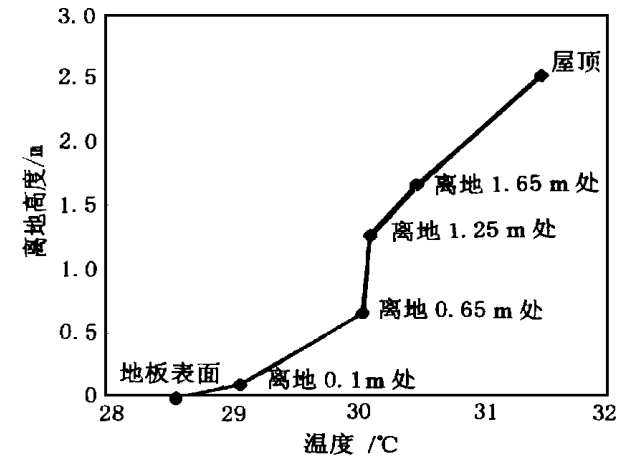


图 6 建筑物 A 空间不同高度一天的平均温度
Fig. 6 The temperature of each test point in house A

3 结论

- 1) 三种实体建筑室内温度及相对湿度变化随着外界大气温湿度的周期变化而呈周期性变化。这种周期性变化规律可用若干阶谐量的组合来表示。
- 2) 各建筑物日平均温度(相对湿度)变动比不同。建筑物 A 的日平均温度变动比相对较小。
- 3) 墙体外表面的温度变化受太阳辐射的影响很大,其最高温度出现时间与受的太阳辐射强度有关,一般东墙外表面最高温度在上午 10 时左右出现,西墙在下午 4 时左右出现,南墙则在正午出现。比较衰减倍数可知,建筑物 A 的衰减倍数较大,建筑物 B 的衰减倍数大于建筑物 C。
- 4) 在垂直空间上,温度的变化较大,屋顶温度较高,地面温度较低。温度的分布基本是随着离地高度的增加而增加。湿度在空间的分布无明显规律性,变化也较小。

参考文献:

[1] 陈启高. 建筑热物理基础 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991.
[2] 建筑工程部北京工业建筑设计院. 建筑设计资料集 (1) [Z]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1984.
[3] [匈] L. 巴赫基. 房间的热微气候 [M]. 傅忠诚, 等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985.
[4] 西安冶金建筑学院, 华南工学院, 重庆建筑工程学院, 清华大学编. 建筑物理 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1980.
[5] 叶歆. 建筑热环境 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.