

文章编号: 1006-4710(2015)03-0306-04

陕南乡村民居冬季室内热环境测试分析

朱轶韵, 赵婧竹, 桑国臣, 赵钦

(西安理工大学 土木建筑工程学院, 陕西 西安 710048)

摘要: 陕南汉中地处我国南北气候交接带, 建筑气候属于夏热冬冷地区。为了解该地区乡村建筑冬季室内热环境现状, 以当地典型传统生土民居和砖混民居为例, 通过对冬季室外气象参数及室内空气温度、相对湿度等多项参数的现场测试, 分析了陕南乡村民居的冬季室内热舒适状况与特点。分析结果表明: 该地区冬季湿冷特征显著, 乡村民居室内热环境较差, 两种民居室内热状况特点有所差异, 其中砖混民居室内平均温度略高, 而生土民居室内温度稳定性较好。本文根据室内外热环境分析结果, 结合两类民居建筑构造特征, 提出了适宜的节能构造改进策略。

关键词: 陕南; 汉中; 乡村民居; 热舒适; 室内热环境; 建筑适宜性

中图分类号: TU111.4 **文献标志码:** A

Test analysis of winter indoor thermal environment of the rural houses in Southern Shannxi

ZHU Yiyun, ZHAO Jingzhu, SANG Guochen, ZHAO Qin

(Faculty of Civil Engineering and Architecture, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: Hanzhong in Southern Shaanxi is located in the climate changed belt of the north and south in China, falling into the hot-summer and cold winter place. The indoor thermal environment of the typical earth and brick rural houses in Hanzhong is analyzed on the basis of the in-situ test to know the present situation of rural houses in winter. By measuring the in-situ test of multiple parameters such as outdoor meteorological parameters and indoor temperature, relative humidity, thermal comfort situations and characteristics of typical residents in this region are analyzed. The analysis results show that it is humidity and cold in winter apparently, the thermal environment in rural indoor houses is poor, and there are some differences of indoor thermal state features in two kind of rural houses, of which the indoor average temperature in the rural brick houses is slightly higher, while the indoor temperature stability in the rural earth houses is better. According to the analysis results of indoor and outdoor thermal environment and combined with the characteristics of the two rural houses, some appropriate improvement strategies for configuration of saving sources are put forward in this paper.

Key words: Southern Shaanxi; Hanzhong; rural houses; thermal comfort; indoor thermal environment; architecture adaptation

随着我国经济水平的提高, 人们对建筑室内热舒适的要求也越来越高。目前城镇住宅建设按照国家相关规范及标准^[1-2]已能够满足建筑的室内热舒适标准及相应的节能要求。而同为居住建筑的乡村住宅, 长久以来一直是依靠经验传承进行房屋自建, 由于缺少对设计规范及节能标准的参照, 很难满足人们日益提高的室内热舒适要求。

陕南指位于陕西省西南部的汉中、安康和商洛三个地区的总称, 地处我国南北过度的亚热带北沿地区, 秦岭屏障于北, 巴山绵垣于南, 经济基础薄弱。本着减贫避灾致富百姓的原则, 2011年5月, 陕西省正式启动了历时十年、涵盖240万人口的陕南生态移民搬迁工程。因此, 对该地区乡村建筑相关基础内容研究具有重要的现实意义。汉中属于夏热冬

收稿日期: 2015-03-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51378424); 陕西省教育厅自然专项科研基金资助项目(2012JK0901); 陕西省教育厅自然科学基金资助项目(2013JK0945)。

作者简介: 朱轶韵, 女, 副教授, 博士, 研究方向为绿色建筑、建筑节能。E-mail: zyyun@xaut.edu.cn。

冷地区^[3],具有陕南地区的代表性气候特征。学术界对该地区的室内热环境研究主要集中在夏季通风除湿方面,而对冬季室内热环境受围护结构性能影响的研究相对较少。

为探究该地区民居冬季室内热环境质量,以及围护结构性能与构造特点对室内热环境的影响,本文以当地典型的传统生土民居和砖混民居为研究对象,进行冬季室内外热环境测试和分析,以期为发展地域适宜性新型民居提供参考依据。

1 测试方案

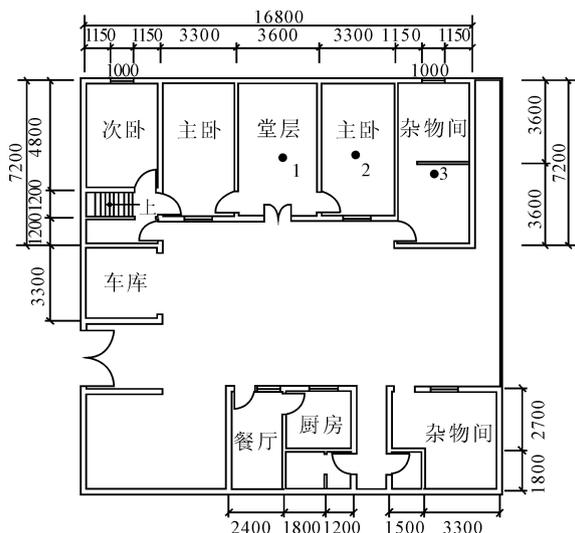
1.1 测试对象及测点布置

徐望镇草塘村位于汉台区东北部,距汉中市13公里。村中居住建筑的室内布局基本相同:房屋坐北朝南,单进深布局,一户5间,中间为堂屋,左右两侧为卧室,最外侧为杂物间等辅助房间。课题组于2014年1月15日至2014年1月17日对砖混民居和生土民居的室内、外空气温度和相对湿度,以及当地太阳辐射强度进行了测试。图1、图2分别给出了两种民居的平面图及室内温度测点布置,图中“·”为室内空气温湿度测点。

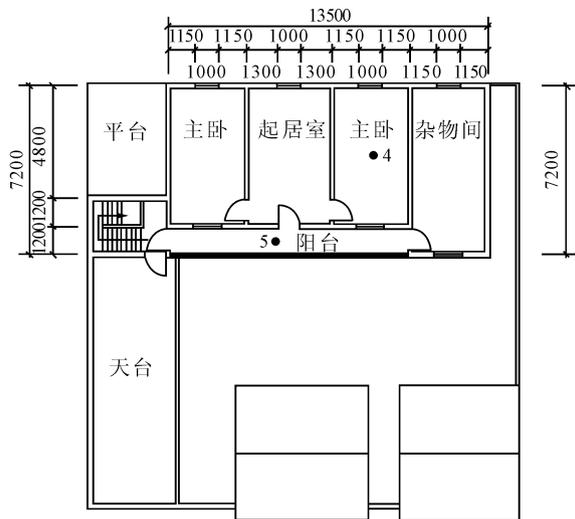
测试选取的生土民居是旧式农村居住建筑中常见的“房中房”形式,即卧室上方做吊顶棚,其余房间地面距离木屋顶4.2 m;堂屋尺寸为3.6 m×4.8 m,卧室尺寸为3.3 m×4.8 m;外墙为240 mm厚土坯墙;南向卧室窗户为1.0 m×1.0 m,为单玻平开木窗,堂屋外门为单层木门,门上有通透窗格用于加强室内采光及通风。砖混民居是近年来当地流行的“两层楼”新式民居;堂屋、起居室尺寸为3.6 m×6 m,卧室尺寸均为3.3 m×6 m,一层层高为3 m,二层层高为3.3 m;南向卧室窗户1.2 m×1.4 m,为单玻平开木窗;二层设置了通长的封闭阳台。外墙墙厚为240 mm,内墙墙厚为180 mm;屋顶形式为坡屋顶,采用木椽上直接挂瓦的做法,无保温层;一楼堂屋门上挂厚塑料门帘,测试期间进行间歇式采暖,二楼卧室及起居室做吊顶层。

1.2 测试仪器

采用德国生产、TESTD157-H2型精度为±0.2℃的自记式温湿度计,进行48小时测试,每隔30 min记录1次。室内空气温湿度测点位于房间中部、距地面1.5 m处,室外空气湿度的测点布置在室外背阴处。太阳辐射强度的测点布置在室外空旷、四周无遮挡处,采用TBQ-D1型、灵敏度系数为8.789 μV/(W·m²)的太阳辐射电流表进行测试,每隔1 h记录1次。



(a) 砖混一层平面图



(b) 砖混二层平面图

图1 砖混民居平面图及测点位置

Fig. 1 Measured brick houses and measure spots

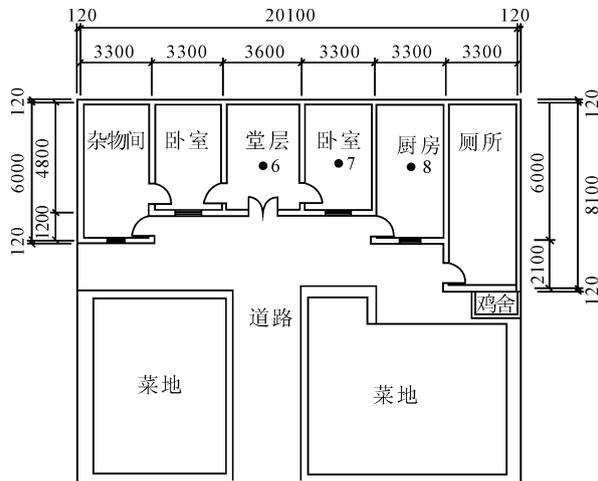


图2 生土民居平面图及测点位置

Fig. 2 Measured earth houses and measure spots

2 测试结果及分析

2.1 太阳辐射强度

太阳辐射强度测试结果见图3。由图可知,测试日的日照持续时间约为9 h,太阳辐射强度平均值为 290 W/m^2 ,最大辐射值出现在中午14:00左右,约为 550 W/m^2 。测试结果表明,该地区的冬季太阳能资源尚具有一定的利用潜力。根据文献[4]~[8]对被动式太阳能热利用条件的研究结果可知,该地区的民居建筑具备被动式太阳能采暖设计的资源条件。

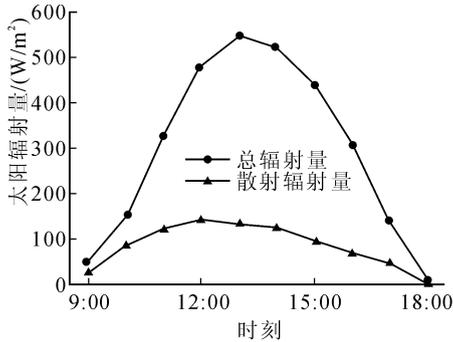


图3 测试日逐时太阳辐射强度变化曲线图
Fig.3 Solar radiation intensity in measure day

2.2 室外空气温湿度

图4为室外温湿度逐时变化曲线。由图4可见,室外温湿度变化幅度较大,相对湿度随空气温度的变化而变化,温度升高时,相对湿度降低,反之亦然。室外空气平均温度约为 $4.6 \text{ }^\circ\text{C}$,最高温度为 $8.3 \text{ }^\circ\text{C}$,最低温度为 $2.4 \text{ }^\circ\text{C}$,分别出现在16:00和8:00左右;室外空气平均相对湿度为71.3%,最高湿度可达84.3%,最低湿度为58.4%,分别出现在10:00和16:00。

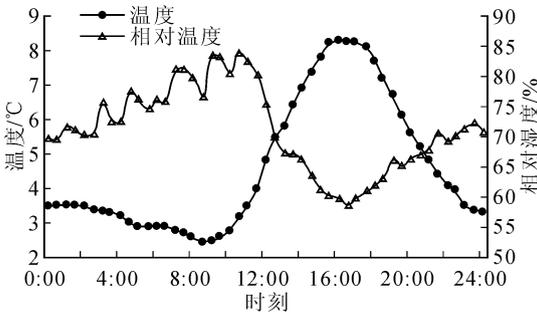


图4 室外空气温湿度变化曲线
Fig.4 Outdoor air temperature and relative humidity

2.3 室内空气温湿度

人体热感觉受室内空气温度、相对湿度、气流速度及室内平均辐射温度四个环境要素综合作用的影响^[9]。在自然运行状态下,室内空气温度和相对湿度是影响人体热感觉最重要的两个因素。图5为除砖混民居阳光间外,其余室内测点的温度变化曲线;

图6为除砖混民居阳光间外,其余室内测点的相对湿度的逐时变化曲线。

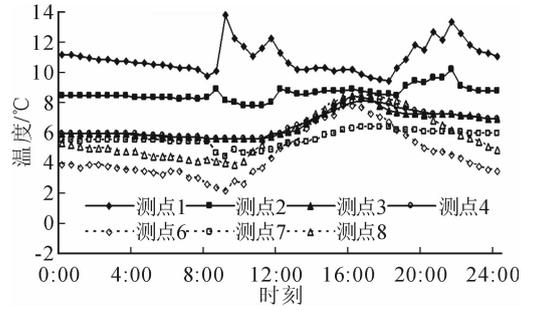


图5 室内测点空气温度变化曲线
Fig.5 The temperature of indoor spots

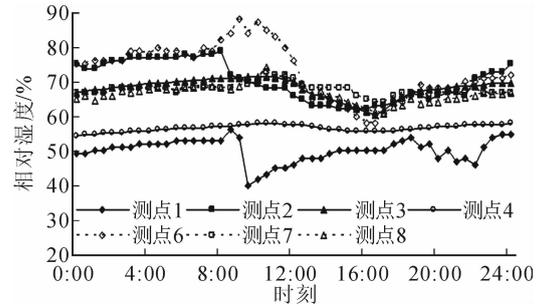


图6 室内测点空气相对湿度变化曲线
Fig.6 The relative humidity of indoor spots

由图5可以看出,自然运行状态下,室内测点温度波动不大。同时,室内测点温度较农村住宅冬季室内热舒适温度低^[10]。室内温度的高低及其波动大小对室内热舒适程度都有较大的影响。比较两类民居室内空气温度变化曲线可知,砖混民居室内空气温度高于生土民居,但生土民居的室内温度波动小于砖混民居的室内温度波动。

由图6可知,除测点1,4外,其余测点空气平均相对湿度都为70%左右,接近40%~70%的舒适范围的上限^[11]。因此,测试结果表明,虽然冬季室内温度并不很低,但是该地区民居冬季室内湿冷特征显著,室内热环境质量较差。

3 新旧民居围护结构比较分析

3.1 围护结构热工性能

秦巴山区乡村民居的演变,主要体现在围护结构的材料上。新式建筑大都由粘土砖、楼板、混凝土等材料取代生土、木头等材料,材料的变化赋予居住建筑更强的承载能力,也使得“二层楼”(即在二楼楼板上方设置坡屋顶)成为新建建筑的主流。同时窗户形式、面积的改变,使得建筑的热工性能有所改善、室内的热环境质量有所提高。然而,在围护结构热工性能、室内空间合理布局等方面,新老民居并没

有明显区别。因此,整体围护结构热工性能尚有很大的改进必要与提升空间。

在自然运行状态下,室内热环境的稳定性主要受围护结构蓄热性能的影响^[9]。由于生土材料的蓄热系数较粘土砖大,在墙体厚度相同的情况下,生土民居室内温度波动较小。

3.2 围护结构气密性

旧式生土民居房屋密闭性较新式砖混民居差,这是因为汉中的气候条件使得当地传统建筑注重通风。屋顶构造做法是在檐口处留有空隙以便与门上通透的窗格形成通风,并且屋顶瓦隙不闭严,当地居民习惯在家时门窗打开,形成了穿堂风。这样,虽然在夏季有很好的通风效果,但是冬季导致室内空气渗透比较严重,这是造成生土民居堂屋室内温度接近室外温度的主要原因。

3.3 被动式太阳能热利用

旧式民居在向新式民居的演变过程中,窗户的尺寸及形式在发生变化,旧式民居窗口(1.0 m×1.0 m)面积小,不利于室内的太阳得热;新式民居窗口(1.2 m×1.4 m)面积加大,室内的太阳得热必然加大。从图5中可以看出同为不采暖房间的卧室测点2比测点7的平均温度增加了3℃。因此,通过增大南向窗口面积,能够有效地增加太阳得热。

新式砖混民居二楼所设的封闭阳台(测点5),具有一定的被动式集热功能(可视为阳光间)。从图7中的测试温度变化情况可见,该测点的最高温度可高达24.3℃,日平均温度为9.4℃。因此,在民居建筑中增设附加阳光间将有助于改善冬季室内热环境质量。

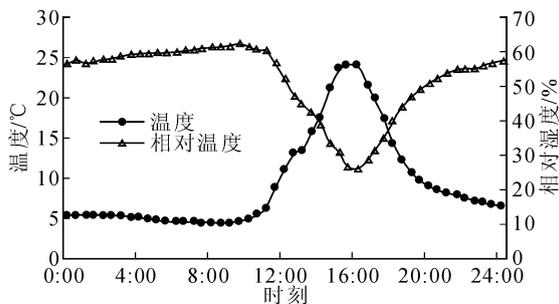


图7 测点5(阳光间)温湿度变化曲线

Fig. 7 The temperature and relative humidity of spot 5 (the sunspace)

4 结论

1)该地区冬季温度低,相对湿度大。现有民居的围护结构热工性能较差,室内热环境差。民居室内热环境的营造,过度依赖于采暖设施。

2)砖混民居的建筑气密性较好,但其蓄热性能

不及生土民居,因此砖混民居室内温度略高,而生土民居室内温度波动较小。

3)虽然当地的太阳能资源并不丰富,但具有一定的利用潜力。因地制宜的结合当地资源与气候特点,通过提高民居建筑的集热、蓄热及围护结构热工性能,可有效改善冬季室内热状况。

参考文献:

- [1] 中国建筑科学研究院. (JGJ134-2010) 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [2] 中国建筑科学研究院. (JGJ26-2010) 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [3] 中国建筑科学研究院. (GB 50176-93) 民用建筑热工设计规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993.
- [4] 谢琳娜. 被动式太阳能建筑设计气候分区研究 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2006. Xie Linna. Climate division for passive solar buildings [D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2006.
- [5] 孙喆. 夏热冬冷地区多层住宅被动式太阳能设计策略研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2005. Sun Zhe. Design strategies for the passive-solar energy design(PSED) used in multi-storied house in summer-hot and winter-cold area in China [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2006.
- [6] 熊小萌. 中国夏热冬冷地区绿色建筑技术应用问题研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2006. Xiong Xiaomeng. Application study of green architecture technology used in summer-hot and winter-cold area in China [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2006.
- [7] 胡冗冗, 李万鹏, 何文芳, 等. 秦岭山区民居冬季室内热环境测试 [J]. 太阳能学报, 2011, 32(2): 171-174. Hu Rongrong, Li Wanpeng, He Wenfang, et al. Study on winter indoor thermal environment of the folk houses in Qinling Mountains[J]. Acta Energiæ Solaris Sinica, 2011, 32(2): 171-174.
- [8] 赵钦, 刘蓬晨, 朱轶韵, 等. 基于热舒适改善的陕南乡村民居被动式设计策略 [J]. 西安理工大学学报, 2014, 30(3): 315-319. Zhao Qin, Liu Pengchen, Zhu Yiyun, et al. Rural residence passive design strategies in Southern Shaanxi based on improving thermal comfort [J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2014, 30(3): 315 - 319.
- [9] 刘加平. 建筑物理 [M]. 第4版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [10] 朱轶韵, 刘加平. 西北农村建筑冬季室内热环境研究 [J]. 土木工程学报, 2010, 43(S2): 400-403. Zhu Yiyun, Liu Jiaping. Research on the indoor thermal environment of rural architecture in winter in northwestern areas [J]. China Civil Engineering Journal, 2010, 43(S2): 400-403.
- [11] 杨柳. 建筑气候学 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.