

文章编号: 1000-5013(2008)01-0091-03

# 土楼民居的室内热环境测试

袁炯炯, 冉茂宇

( 华侨大学 建筑学院, 福建 泉州 362021 )

**摘要:** 选择具有代表性的福建南靖客家土楼的南向房间作为实验对象, 以室外环境和当地砖混民居为对比对象, 进行冬、夏两季的热环境实地测试. 采用比较的方法, 分析 3 个实验对象的室内热环境优劣, 并评价其具体的生态效益. 结果表明, 在相同地域环境气候影响下, 土楼民居室内物理环境优于其室外环境和普通砖混房的室内物理环境.

**关键词:** 土楼民居; 室内; 热环境; 热舒适性

**中图分类号:** TU 111.3

**文献标识码:** A

土楼民居从采用传统风水理论的村落布局, 到沿用汉民族传统的“内向型”、“合院式”的建筑单体布局, 独特的建筑格局、建造方式和材料给其带来了诸多朴素的生态特性<sup>[1]</sup>. 室内热环境是建筑室内物理环境最重要的组成部分, 直接影响人体的身心健康, 与建筑能耗息息相关. 关于土楼的室内热环境, 一直有“冬暖夏凉”说法, 考察土楼室内热环境的舒适性可分析土楼室内热环境的特性及其成因<sup>[2]</sup>. 以往对土楼民居多偏向于建筑人文和测绘的研究, 缺乏将建筑的观点与生态研究结论进行科学系统的结合. 本文从冬、夏两季的科学实验入手, 考察土楼室内热环境的优劣, 并评价其具体的生态效益.

## 1 实验方法

实验的测试对象为福建省南靖市客家土楼“顺裕楼”的第 3 层卧室(南向房间), 所用的主要建材为夯土和木材, 受测面积 16 m<sup>2</sup>, 夯土外墙厚 1.6 m, 粘土砖内墙厚 0.2 m, 杉木门厚 2.1 m, 外墙为木制玻璃窗, 内墙窗为木隔栅式<sup>[3]</sup>. 对比对象 1 为某栋建筑的屋顶平台(室外环境). 对比对象 2 为某南北朝向砖混结构的普通民居的第 2 层卧室(室内环境), 所用的主要建材为粘土砖、玻璃和木材, 内墙厚 0.12 m, 外墙厚 0.18 m, 内、外窗均是铝合金窗, 杉木门厚 2.1 m, 与测试对象相距大约 500 m. 选择该测试对象有如下 3 个原因<sup>[4]</sup>. (1) 可将楼内小气候的影响降到最低. 楼内围合的大空间使院内小气候与楼外气候相差无几, 可以在最不利条件环境来验证结果. (2) 该土楼得到较为完善的保护, 可以较好地反映室内环境的热工指标. (3) 第 3 层的楼层位置不受地表温度和日照的直接影响, 其室内热环境最具有代表性. 此外, 在水平高度上便于与现代砖楼比较, 减少室外转移因素的影响, 而第 3 层多为居住者的卧室, 活动时间长, 也是居住者对室内热环境质量要求较高的地方, 测得环境指标才有实际意义.

1 月和 7 月分别是每年的最寒冷和最炎热的季节, 在最不利的气候条件下来突出或锐化现状, 以强调实验结论. 因此, 选择 2004 年 1 月 3~4 日为冬季测试对象和对比对象 1 的实验时间, 选择 2004 年 1 月 2~3 日为冬季对比对象 1 和对比对象 2 的实验时间; 选择 2004 年 7 月 3~4 日为夏季测试对象和对比对象 1 的实验时间, 选择 2004 年 7 月 6~7 日为冬季对比对象 1 和对比对象 2 的实验时间. 为了实验数据的科学性, 一次完整测试时间为 24 h. 由于测试条件的限制(只有一台温湿度测试仪), 只能分天测试实验对象的物理环境, 无法保证在同一实验段内进行测试. 但是, 冬季测试时间段内的气候较稳定, 加强了数据的科学性和可比性; 夏季山区气候多变给测试结论带来不定因素, 但测试数据在科学范

收稿日期: 2007-04-09

作者简介: 袁炯炯(1979-), 女, 助教, 硕士, 主要从事地域生态建筑的研究. E-mail: yjjapple@hotmail.com.

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(D0640010)

围内仍具有科学性和可比性.

2 测试结果与分析

2.1 实验对象的温湿度对比

分别对不同时间段的温度( $\theta$ )和湿度( $R$ )进行测试,如图 1 所示. 从图 1(a)可以看出,在冬季时,对比对象 1 的空气温度比测试对象及对比对象 2 的数值变化幅度大许多,前者空气温度的最高值和最低值均高于和低于后两者的最高值及最低值;而对比对象 2 的空气温度与测试对象的数值相比较,前者的变化幅度更大,最高点的温度(19.5℃)大过后者(16.4℃),相差 3.1℃,最低点的温度(10.3℃)小于

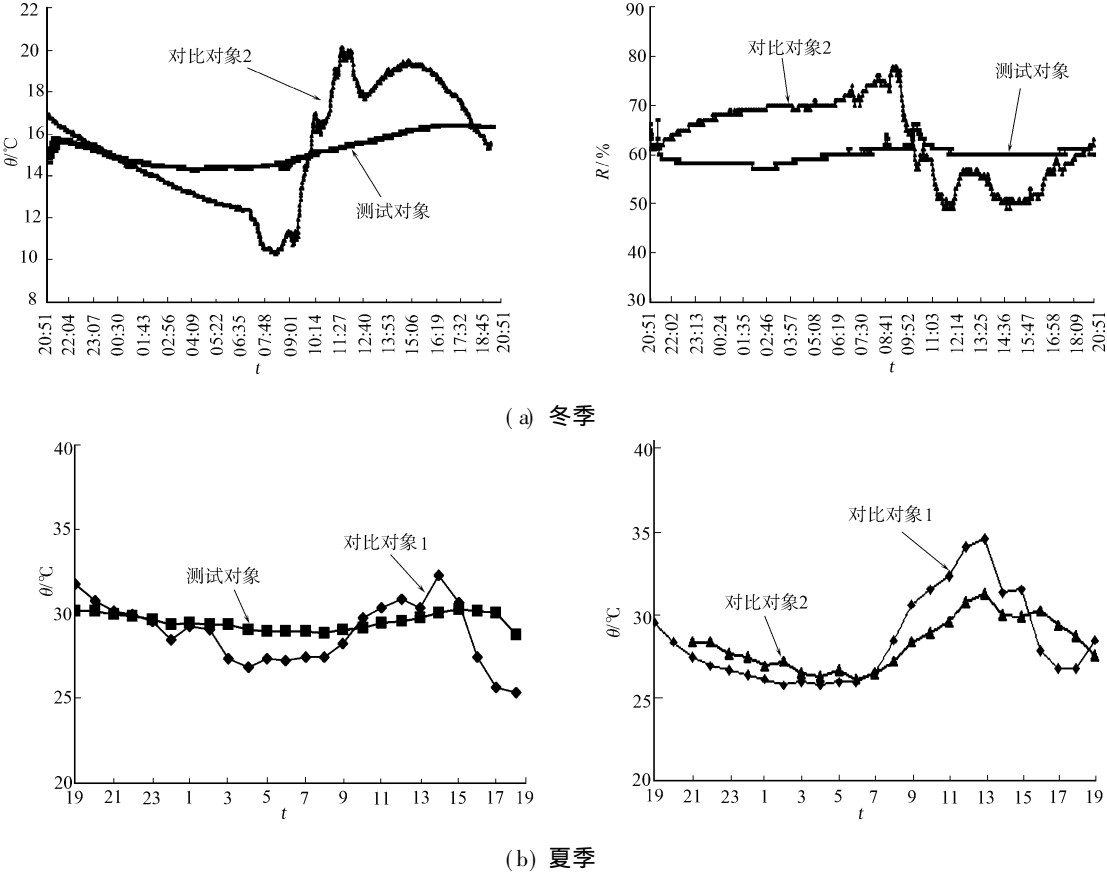


图 1 测试对象的温湿度对比

Fig. 1 The comparison of the temperature and humidity results between the earth building and the brick residence

后者(14℃),相差 3.7℃.此外,湿度的测试数据表明,对比对象 1 空气湿度则相对较为稳定,但数值偏高,高于人体正常舒适的空气湿度.对比对象 2 的空气湿度的变化幅度也较测试对象的大,最高点的湿度(78%)大过后者(67%),相差 11%;最低点的湿度(50%)小于后者(56%),相差 6%.

夏季实验原理与冬季测试是相同的.但是,由于夏季气候变化剧烈,根据后来气象站提供的气象资料,对比这些气象资料和实验中所测的室外环境的气象数据,不能直接将实验对象的测试数据直接对比.故夏季测试的对比方法与冬季测试的并不相同.在夏季测试中,通过对比同一时段下的土楼民居和室外环境及普通砖混民居和室外环境,根据温度的平均值和温度波衰减对比实验对象室内热环境的优劣.由图 1(b)可知,实验对象在实验时间段内的每天平均温度大致相同.对比最高点、最低点温度和平均温度可知,土楼民居的温度波衰减比普通砖混民居的小.这表明夏季山区气候变化幅度较之冬季更为剧烈,导致人体对室内物理环境的稳定性要求更高.

2.2 实验对象的 PMV 对比

在相同的自然环境下,室内热环境的舒适性只有相对的优劣,没有绝对的好坏.根据室内空气湿度、空气温度、气流流速及环境辐射温度 4 个热工指标得出并对比综合评价指标 PMV(预测热感指数)值.

可以比较实验对象的室内热环境舒适性的优劣. 冬季的 PMV 图如图 2 所示. 从图 2 可以发现, 在一天中的某些时段(例如 11: 00~ 17: 00 左右), 普通砖混民居的室内热环境的舒适度会高于测试对象的, 但是在整个测试时间内, 土楼民居的室内热环境的 PMV 值变化幅度比普通砖混民居的小. 说明, 在冬季, 土楼建筑的室内热环境相对应的人体热舒适性能更加稳定, 更符合人体热舒适性的要求, 其室内物理环境优于室外环境和处于同一外环境下的普通砖混房. 夏季实验结论的比较方法与此相同, 略.

### 3 结束语

通过上述实验的具体测试与分析, 可以发现, 对比室外物理环境和普通砖混房的室内物理环境, 土楼民居建筑的室内物理环境更加稳定. 在冬季气候条件最不利的时段中, 土楼民居的室内热环境的热舒适性能均明显优于普通民居的室内热环境的热舒适性能. 关于形容土楼民居室内热环境的“冬暖夏凉”的民俗谚语, 并非只是毫无根据的民间流言, 而是具有实际科学经验的生活总结. 土楼民居是适应地域生态气候的典型范例. 研究土楼民居室内热环境的热舒适性及其特性, 对于分析和研究在现代建筑中, 如何利用建筑造型和建筑材料形成优良的室内热环境, 具有深远的生态效益<sup>[5]</sup>.

#### 参考文献:

[1] 林其标, 林 燕, 赵维稚. 住宅人居环境设计[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2000.  
[2] 雷柯夫 A B. 建筑热物理理论基础[M]. 任兴季, 等译. 北京: 科学出版社, 1965.  
[3] 黄汉民. 福建土楼[M]. 北京: 三联书店, 2003.  
[4] 柳孝图. 建筑物理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.  
[5] 袁炯炯. 石桥村客家土楼传统设计理念的生态适应性研究[D].[学位论文]. 泉州: 华侨大学, 2003.

## The Investigation of Indoor Thermal Environment of the Earth Building

YUAN Jiong-jiong, RAN Mao-yu

(College of Architecture, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** In this paper, firstly, a circular earth building and a brick residence nearby, are chosen as the investigation buildings. Secondly, the microtherm system is used to monitor and record the indoor thermal environment in winter and summer, and then the predicted mean vote (PMV) relationship are calculated to valuate the indoor thermal comfort in the two buildings. It shows that the average values of the PMV in the circular earth building are almost same as that in the brick residence and the outdoor, but the amplitude of these valuable parameters in the earth building are rather small than that in the brick residence and the outdoor. This suggests that the indoor thermal comfort in the earth building is superior to the brick residence and the outdoor. It is very significant to research the ecology of the Earth Building.

**Keywords:** the earth building; the indoor thermal environment; thermal comfort

(责任编辑: 黄仲一)

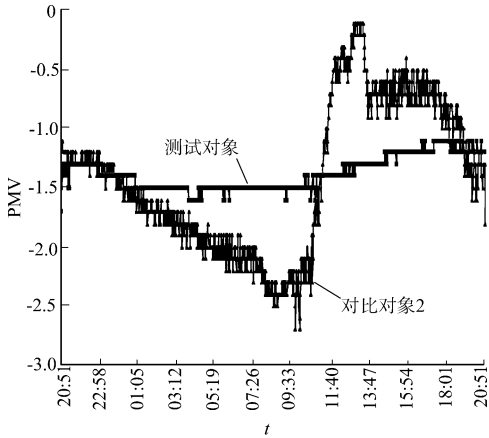


图 2 冬季实验对象的 PMV 对比图

Fig.2 The comparison of the PMV results between the earth building and the brick residence in the winter