

豫北地区农村传统住宅地面泛潮研究

谢继明 王金奎

河北建筑工程学院 建筑与艺术学院, 河北省张家口市, 075000;

摘要: 硬山式坡屋顶住宅, 是豫北农村地区普遍的传统住宅形式之一, 具有一定的建筑文化传承价值。根据调查显示, 夏季豫北地区农村住宅普遍存在地面泛潮问题, 尤其在用户使用吊扇时, 严重影响农宅的室内空气质量和生活环境。吊扇是该地区农宅夏季室内降温的主要方式之一。本文通过对农宅空气温度、湿度、露点温度、地面温度等室内热环境参数实地调研、测量, 旨在分析在吊扇作用下, 地面结露现象与各室内热物理参数的关系。结果表明, 吊扇开启前高温、高湿气体主要集中在房屋上部, 吊扇开启后高温、高湿空气向下扩散, 地面附近空气温度、湿度、露点温度升高。但地面温度增幅小于附近空气温度、湿度、露点温度增幅, 造成地面温度低于空气露点温度, 产生结露现象。文章最后提出了避免地面泛潮的策略。

关键词: 豫北地区; 农村住宅; 地面泛潮; 结露

Research on Ground Tide of Traditional Rural Residential Buildings in Northern Henan Province

Xie Jiming¹, Wang Jinkui¹

School of Architecture and Art, Hebei University of Architecture and Engineering, Zhangjiakou City, Hebei Province, 075000

Abstract: The flush gable roof style house with sloping roof is one of the common traditional housing forms in the rural areas of northern Henan, which has a certain value of architectural culture inheritance. According to the survey, there is a common problem of floor flooding in rural residential areas in northern Henan during summer, especially when users use ceiling fans, which seriously affects the indoor air quality and living environment of rural houses. Ceiling fans are one of the main ways for rural houses in the region to cool down indoors in summer. This article aims to analyze the relationship between ground condensation phenomenon and various indoor thermal physical parameters under the action of ceiling fans through field research and measurement of indoor thermal environment parameters such as air temperature, humidity, dew point temperature, and ground temperature in rural houses. The results showed that before the ceiling fan was turned on, the high temperature and high humidity gases were mainly concentrated in the upper part of the house. After the ceiling fan was turned on, the high temperature and high humidity air diffused downward, and the air temperature, humidity, and dew point temperature near the ground increased. But the increase in ground temperature is smaller than the increase in nearby air temperature, humidity, and dew point temperature, causing the ground temperature to be lower than the dew point temperature of the air, resulting in condensation. The article finally proposes strategies to avoid ground flooding.

Keywords: Northern Henan region; Rural housing; Ground flooding; Condensation

DOI: 10. 69979/3029-2727. 24. 04. 048

引言

豫北地区以其深厚的文化背景、独特的地域特色、以及丰富的历史价值, 形成了豫北农宅浓郁的乡土风格和地方特色。农宅不仅是居住的场所, 更是研究豫北地区传统文化的重要载体。在气候适应性、节能改造的潜力、以及低碳减排方面, 豫北地区农宅体现出较高的研究价值。就豫北地区而言, 传统农宅的建设大多并不成体系, 一些农宅的建造往往跟随当地工匠的经验实施, 使用体验以刚需为主, 缺乏舒适性的考虑。地面严重的泛潮问题(如图1所示)就是主要问题之一严重影响室

内环境的健康和舒适性, 因此建筑防潮是营造良好室内热湿环境的基本要求[1]。本文旨在通过实地测量和分析, 以期改善豫北地区农宅的生活环境, 对传统住宅和新一代农村建筑的建造具有重要意义。



图 1 地面泛潮现象



图 2 当地传统农宅

1 现状调研

本文选取豫北地区焦作市武陟县的传统农宅为研究对象，如图 2 所示。住宅为硬山坡屋顶住宅，室内布局形式如图 3 所示（中间为客厅、厨房，两侧为卧室），砖木混合结构，建筑面积约为 80m²，是豫北地区传统农宅的典型形式。门窗主要布置在建筑正立面（四窗一门）均为木制门窗，背立面有局部高侧窗，密封性较差。建筑维护材料采取当地的青色烧制砖，内外墙厚均为 240mm，水泥砂浆地面。

经走访调研发现，传统农宅在夏季热环境上表现出明显的优越性，具有一定的研究和传承价值。但地面泛潮问题为其弊端之一，该地区泛潮现象主要表现在两个时间段，一是下雨之前，二是吊扇开启时段，后者与当地居民夏季所采用的降温方式存在着矛盾。

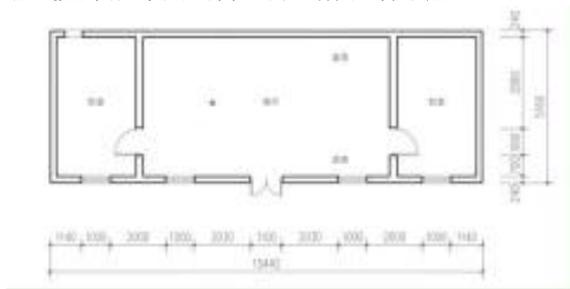


图 3 住宅平面图



图 4 住宅剖面图

2 测量方案

测量内容包括室内外空气温湿度、风速、露点温度

等热物理参数。室内测点如图 3、4 所示，在吊扇所在下方和上方设置三个测点，分别为测点 1（标高为 3.2m，吊扇上方）、测点 2（标高为 0.6m，吊扇下方，为居住者坐下休息时的高度）、测点 3（地面）。

室内外温湿度的测量均采用 HOBO-MX1101 型温湿度记录仪，温度精度为 ±0.21℃，相对湿度精度为 ±2%。室内风速测量采用 CEM-DT8880 型风速仪，精度为 (5%+1d) 读数或 (1%+1d) 满量程。

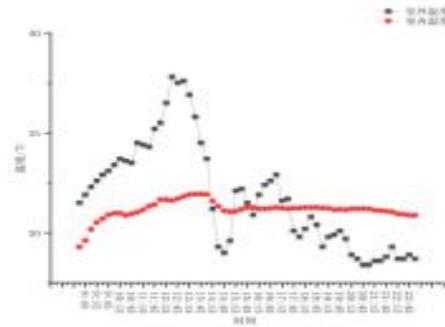


图 5 室内外空气温度对比图

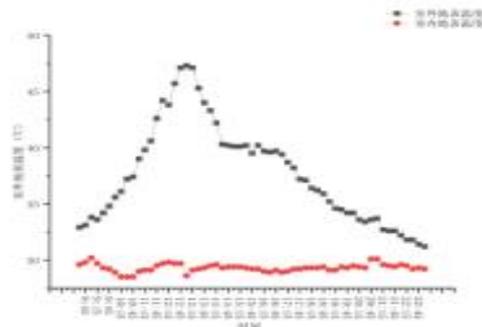


图 6 室内外地表温度对比图

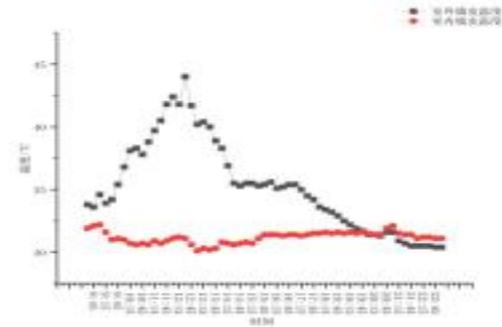


图 7 室内外墙皮温度对比图

3 测量结果及分析

3.1 室内外温度对比

选取 7 月份连续一周天气稳定的条件下进行数据测量，测量全天的温、湿度环境变化。如表 1 所示，室外空气最高温度为 37.83℃，出现在中午 12:30，最低温度为 28.41℃，出现在 21:00，温差为 9.42℃；室内空气

最高温度为 31.94℃，出现在 13:45，最低温度为 29.29℃，出现在 08:30，温差为 2.65℃；室内外空气最高温度差为 5.89℃，平均温度差为 1.02℃，说明农宅在高温环境下具有良好的隔热性能。外墙外表面最高温度为 44.01℃，出现在 12:30，最低温度为 30.04℃，出现在 23:00，温差为 13.97℃；外墙内表面最高温度为 32.20℃，出现在 09:00，最低温度为 30.20℃，出现在 13:00，温差为 2.00℃。外墙内外表面最高温度差为 11.81℃，平均温度差为 4.04℃，说明农宅的外维护结构具有良好的隔热性能，有助于维持室内温度的稳定。如图 5、6、7 所示，室内各测点温度变化波幅较小，热物理环境相对稳定，传统农宅相对室外环境而言降温作用明显，尤其表现在室内外地面、墙体表面上，同时室内低温地面对室内环境也起到一定的降温作用[2]。

表 1 室内外各测点温度参数

Table.1 Temperature parameters of indoor and outdoor measuring points

测点参数名称	室外空气温度 (°C)	室内空气温度 (°C)	温差 (°C)	外墙外表面温度 (°C)	外墙内表面温度 (°C)	温差 (°C)
平均温度 (°C)	31.84	30.82	1.02	35.22	31.18	4.04
最高温度 (°C)	37.83 (12:30)	31.94 (13:45)	5.89	44.01 (12:30)	32.20 (09:00)	11.81
最低温度 (°C)	28.41 (21:00)	29.29 (08:30)	0.88	30.04 (23:00)	30.20 (13:00)	0.16
温差 (°C)	9.42	2.65	——	13.97	2.00	——

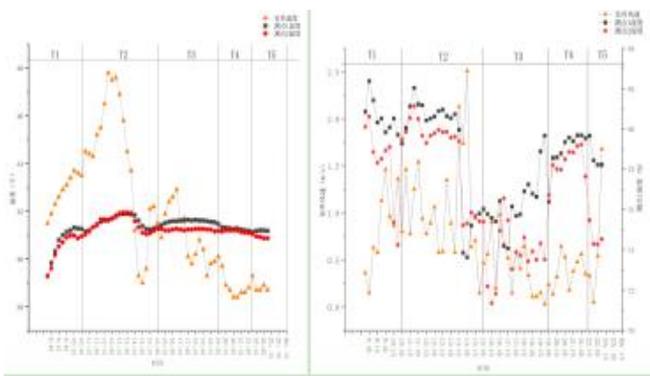


图 8 测点 1、2 温度对比图 图 9 测点 1、2 湿度对比图

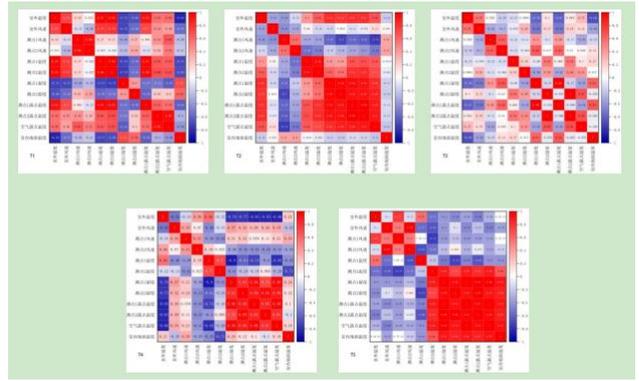


图 10 T1—T5 时间段各参数相关性分析

3.2 竖向各温湿度数据对比

3.2.1 温度对比分析

根据对农宅居住者行为的记录，吊扇关闭时段为 T1 (8:45—10:45)、T3 (15:45—19:45)、T5 (22:00—23:00)，吊扇开启时段为 T2 (10:45—15:45) 和 T4 (19:45—22:00) 为。如图 8、图 10 所示，T1 时间段内，吊扇关闭，测点 1、2 温度呈快速增长后又局部下降的趋势，测点 1 温度高于测点 2，温度差逐渐增大。此时测点 1、2 的温度与室外温度的相关系数分别为 0.97、0.96 呈正相关，说明在当日初次未开启吊扇情况下，室内温度随外部环境变化而波动；T2 时间段内，吊扇开启，测点 1、2 温差减小，温度曲线基本重合，两测点温度变化与室外温度变化一致，表现出先上升后下降的趋势。两测点数据在吊扇开启后具有强相关性，同时受室外温度影响较大；T3 时间段内，吊扇关闭，测点 1、2 温差变大，测点 1 温度高于测点 2 温度。在吊扇关闭后各物理参数间相关性减弱，室外环境对室内测点的影响下降；T4 时间段内，吊扇开启，测点 1、2 温差减小，在 21:00 两测点温差最小仅为 0.08℃。两测点数据在吊扇开启后具有强相关性，与室外温度呈负相关，受室外温度影响较小；T5 时间段内，吊扇关闭，测点 1 温度呈增长趋势，测点 2 温度呈下降趋势，温差逐渐变大。两者相关性系数为 -0.22，说明在吊扇关闭时，两侧点温度变化趋势相反。

综上所述，T1、T2 时间段室内两侧点温度变化趋势与外部环境相关，其它时间段相关性较弱。吊扇的开启与关闭对室内温度分层现象影响显著，在关闭状态下，测点 1、2 温度呈负相关，分层现象明显，上部温度普遍高于下部温度，在开启状态下，上部温度降低，下部温度升高，两侧点温度表现出强正相关性。

3.2.2 湿度对比分析

据测量结果显示,测点1湿度曲线普遍高于测点2,传统农宅室内相对湿度较高,相对湿度在70%—83%之间。如图9、图10所示,T1时间段内,吊扇关闭,受室外环境变化影响,测点1、2湿度呈下降趋势,两者在10:30湿度差最大。两侧点湿度与室外温度、风速相关系数分别为-0.73、-0.72和-0.66、-0.56,说明该阶段室内湿度的变化受室外影响而变化;T2时间段内,吊扇开启,测点2湿度在10:45(吊扇开启时)显著升高超过测点1,测点1、2湿度整体维持在较高水平。T2其余时间内测点1整体湿度高于测点2,湿度差减小,并表现出相同的曲线变化。在14:00—14:15期间受外部风速环境影响,室内湿度急速下降。该阶段两测点数据具有强相关性,同时受室外温度影响较大;T3时间段内,吊扇关闭,前期(15:45—17:30)曲线变化较多,这是由于室外环境参数的不断波动引起的,但该时间段内测点1湿度多数高于测点2,后期(17:30—19:30)室外风速环境相对稳定,测点1升高,测点2下降并保持稳定,两侧点湿度呈负相关,湿度差增大,出现湿度分层现象;T4时间段内,吊扇开启,测点2湿度在19:45超过测点1,两测点湿度曲线都表现出增长趋势,两侧点湿度呈强相关性,湿度差减小;T5时间段内,吊扇关闭,两测点湿度呈下降趋势,测点2湿度下降较快,湿度差逐渐增大。

综上所述,T1、T2、T4时间段室内两侧点湿度变化趋势与外部环境相关性较强,吊扇的开启与关闭对室内湿度分层现象影响显著。在关闭状态下,测点1、2湿度呈负相关,具有分层现象,上部湿度普遍高于下部湿度,在开启状态下,上部湿度降低,下部湿度升高,两侧点湿度表现出强正相关性。

3.3 泛潮原因分析

3.3.1 吊扇对温、湿度的影响

湿度和温度是影响地面结露的重要因素。如上述测点1、2温湿度数据分析显示,T2、T4时间段受吊扇影响,地面附近温、湿度升高。这是由于在T1、T3、T5时间段内,农宅受太阳辐射和居民生活行为等影响,高温、高湿空气在建筑上部聚集,在T2、T4时间段内,吊扇作用下高温、高湿空气从建筑上部空间向下蔓延至地面附近导致的,为室内地面结露创造了有利条件。

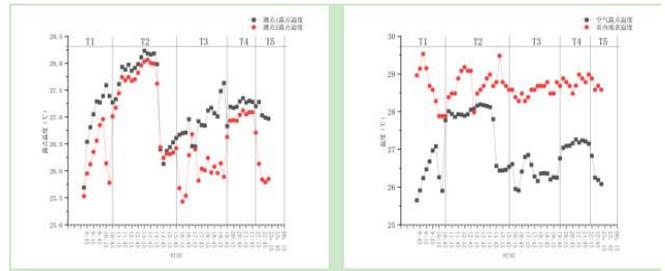


图11 测点1、2露点温度对比图 图12 空气露点温度与室内地表温度对比图

3.3.2 吊扇对露点温度和地面温度的影响

露点温度是判断地面受否容易结露的关键,当地面温度低于室内空气露点温度即视为出现结露现象[3]。当地面温度高于露点温度时,地面温度与露点温度接近的原因有两种:一是地面温度降低,二是露点温度升高。根据测量结果如图12所示,开启吊扇前后地面温度曲线波动幅度较小,因此本研究关注后者。

测点1、2露点温度的变化曲线如图11所示,T1时间段内,吊扇关闭,两侧点露点温度受室外环境变化影响,表现出先升高后下降的趋势;T2时间段内,吊扇开启,测点1、2露点温度升高并维持在27.50℃—28.25℃之间,在14:00受室外环境变化影响,两侧点露点温度开始下降,两测点数据变化表现出正相关;T3时间段内,吊扇关闭,两测点露点温度变化趋势表现为负相关;T4时间段内,吊扇开启,此时测点1露点温度下降,测点2露点温度升高,并维持在一定水平,两侧点温差减小,两测点数据变化表现出正相关;T5时间段内,吊扇关闭,测点1露点温度下降缓慢,测点2露点温度下降较快,温度差增大。综上所述,吊扇的开启会使露点温度升高,并对下部空间露点温度的变化影响更大。

地面温度变化与空气露点温度变化如图12所示,在吊扇关闭时,室内地面温度比空气中露点温度高,地面未结露。当吊扇开启时,空气中露点温度表现出明显升高的形式,增幅较大,地面温度略有升高趋势,增幅较小。吊扇开启时空气中露点温度与地面温度差值减少,即吊扇开启后空气中露点温度与地表温度表现出接近的趋势,地面结露的概率增大。如图13所示,在13:00时,空气中露点温度为28.08℃,地表温度为27.98℃,地面温度低于空气温度0.1℃,此时产生结露。在10:45—14:30期间,地表温度与露点温度差值较小,结露概率增大。

通过对上述数据分析,表明吊扇的开启和关闭对室内各物理参数具有显著的影响。这表明农村住宅夏季采用吊扇的降温方式在影响着室内物理参数,也成为影响室内泛潮的因素之一。

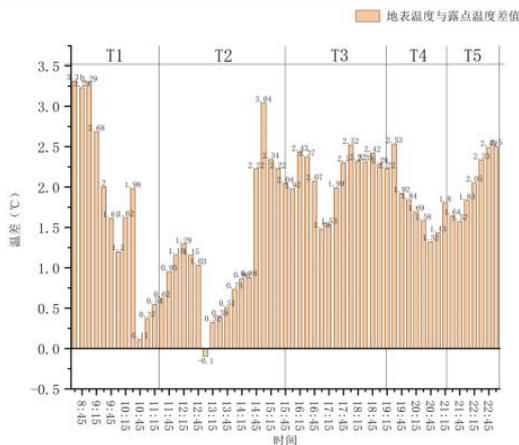


图 13 地表温度与空气露点温度差值图

4 结论与措施

通过对豫北地区传统农宅在夏季室内热环境参数的研究及分析,得到以下结论:

传统农宅在遮阳和隔热方面具有良好的热工性,在一定程度上可以避免室内过热的情况产生。在无人或机械干预的情况下,由于其传统的坡屋顶结构,室内可以有效将高温高湿空气聚集在上部空间,避免了下部空间过热情况的产生。因此,在建筑背面墙体开设高侧窗或进行上下部空间分割用以缓解高温高湿空气在开启吊扇后向下扩散的强度,减小地面结露的可能性。

吊扇的开启与关闭,对室内热环境参数影响显著。未开启吊扇时,农宅内上部的温、湿度数值高于下部,开启吊扇后上部温、湿度数值下降,下部温、湿度数值升高,上下各参数趋于接近,且有时会超过上部。在地表温度高于空气中露点温度的前提下,吊扇开启后,空气露点温度升高,地表温度受吊扇影响较小,在 10:45—14:30 期间两者差值减小,此时易出现结露现象。在部分时间段会出现地面温度低于空气露点温度的情况,此时出现结露现象。因此,在铺设面层时,适当采用惰性较小的材料作为面层的填充,以避免地表温度低于空气露点温度,进而减小地面结露的可能性。

参考文献

- [1]唐鸣放,林霞,徐亚男,等.夏热冬冷地区农村住宅地面防潮优化研究[J].建筑科学,2022,38(02):113-118. DOI:10.13614/j.cnki.11-1962/tu.2022.02.16.
 - [2]龙慧斌,孟晶晶.湿热地区住宅室内地面泛潮成因及防控措施[J].农村经济与科技,2019,30(22):260-261.
 - [3]刘晶晶,黄志甲.皖南传统民居春季室内湿度测试及结露研究[J].建筑科学,2018,34(02):26-33. DOI:10.13614/j.cnki.11-1962/tu.2018.02.05.
- 作者简介:谢继明(1997-),男,在读研究生,研究方向:建筑技术科学。
- 通讯作者:王金奎(1972-),男,副教授,研究方向:建筑技术科学。