

赣东地区“纵向天井”家塾型书院建筑形制与光环境研究

王炎松, 王陈高男

(武汉大学 城市设计学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 赣东地区众多村落中保存着大量家塾型书院, 其中“纵向天井”家塾型书院具备更好的室内自然光照环境, 有着固定的建筑形制, 具有普遍性、规律性与代表性。通过田野调查法与比较分析法, 阐述“纵向天井”家塾型书院建筑形制特征, 实测“纵向天井”家塾型书院与附近民居室内自然光照度, 采用 ECOTECT 软件模拟分析验证了实测结论的准确性, 探究“纵向天井”家塾型书院室内自然光照环境优势性, 丰富江西书院建筑类型研究, 反映了传统民间建筑发展过程对功能实用性的适应与探索。

关键词: 赣东地区; 家塾型书院; 纵向天井; 建筑形制; 光环境

中图分类号: TU 1; O 439

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2020)05-0638-09

Study on the architectural form and light environment of the “longitudinal courtyard” family-owned academy in eastern Jiangxi province

WANG Yansong, WANG Chengaonan

(School of Urban Design, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: In eastern Jiangxi province, there are a large number of family-owned academies, among which the family-owned academies with “longitudinal courtyard” have a better indoor natural light environment and a fixed architectural form, with universality, regularity and representativeness. By field investigation and comparative analysis, this paper describes the architectural form of the family-owned academies with “longitudinal courtyard”, measures the indoor natural illumination of the family-owned academies with “longitudinal courtyard” and the local traditional residences, explores the indoor natural light environment superiority of the family-owned academies with “longitudinal courtyard”, and verifies the accuracy of the measured results by simulation through the ECOTECT software. The study enriches the research on architectural types of Jiangxi academies and reflects the adaptation and exploration of the functional utility of the traditional vernacular architecture development process.

Key words: eastern Jiangxi province; family-owned academy; longitudinal courtyard; architectural form; light environment

书院建筑是唐末宋初出现的一种教育建筑类型, 兴于宋明清大为发展, 并以其数量之多, 分布之广, 影响之大及补官学之所不能, 成为中国主要的教育组织之一^[1]。江西省由于“崇文重教”的政策及发达的经济, 在唐、宋、元、明各时期, 书院数量在全国始终独占鳌头, 清代由于沿海省份书院发展过快而退居第二, 但仍不影响江西书院总数在全国的领先地位^[2]。

国内对江西省书院的研究多以教育史与人文历史为角度, 围绕书院的起源、构成、功能等内容^[1]。武杰以豫章书院为例, 探讨了南宋至今江西教育的变迁轨迹^[3]; 李才栋概述了江西书院在唐、五代、北宋时期产生、发展的情况^[4]。目前对于承

载书院文化的书院建筑专项研究相对较少^[1], 主要集中于规模较大的官式或私家书院的形制探讨, 其中汤移平以鹅湖书院和濂江书院为例, 分析了江西书院建筑的形制特征^[2]; 刘卉系统概括了江西省内大型书院的发展现况与保护利用情况^[5]; 晏琪等人以叠山书院为例, 分析了文化环境对书院园林的选址与空间布局的确立起到的关键作用力^[6]。而在社会因素和自然环境的影响下, 江西书院建筑结合了各地的建筑文化, 形成众多小规模家塾型书院^[7], 这类书院由当地传统民居发展演变形成, 以讲学作为主要功能, 分布于当地民居之中, 与民居平面布局、建筑规模与风貌特征均高度相似, 与其相关的研究较为匮乏。

收稿日期: 2019-10-02

修改稿日期: 2020-09-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(51508421)

第一作者: 王炎松(1969—), 男, 博士, 教授, 主要研究建筑历史与理论。E-mail: 875778984@163.com

赣东地区的家塾型书院形制多样,其中具有纵向天井布局的家塾型书院在赣东地区家塾型书院中占有很大比例,它们具备更好的室内自然光照环境而逐渐发展为一种固定的家塾型书院类型,具有普遍性、规律性与代表性。“纵向天井”家塾型书院由赣东地区传统民居演变形成,仅在天井布局上与当地民居采用的横向天井不同,体现出“纵向天井”家塾型书院在保留传统建筑一些共性特征的基础上,为了适应书院的功能需求而形成特定建筑形制的特点,具有很高的研究价值。另外,书院因具有授课、读写等不同于住宅建筑的固定功能,相对于民居有更高的自然采光要求。“纵向天井”形制的家塾型书院是否在实际的室内自然光照环境方面有普遍优势,值得研究分析。

本文选取四栋赣东地区典型的“纵向天井”家塾型书院建筑实例,通过田野调查法与比较分析法,对“纵向天井”家塾型书院的形制特征进行分析,揭示“纵向天井”家塾型书院对当地传统建筑的继承与突破。采用照度仪实测及 ECOTECT 模拟的方法对比测量了“纵向天井”家塾型书院与附近民居的室内自然光照度,并从天井平面、天井处剖面、立面门窗三个方面系统地量化了“纵向天井”家塾型书院室内自然光照环境的影响要素,对“纵向天井”家塾型书院的室内自然光照环境的优势性进行了分析与总结。

1 “纵向天井”家塾型书院建筑形制研究

金溪县、东乡区村落中的苍岚山房、瑞芳书院、中宪第以及上池书院四栋“纵向天井”家塾型书院作为研究对象,竹桥村、上池村各选取一栋当地传统民居作为比较,分布如图1,平面测绘数据如图2。

面阔三间(一般在12 m以内)、左右对称、前堂后室的布局(北屋为尊,两厢次之)是赣东地区传统民居的固有形式^[8]。分析图2,“纵向天井”家塾型书院作为从赣东传统民居演化而来的建筑类型,也未能脱离礼制思想的约束,均为面阔三间,其中学生读书空间位于天井两侧的厢房,沿天井对称布置;以北屋为尊,天井正对的厅堂为老师授课的空间,厅堂两侧的厢房为老师住宿的空间。

作为书院建筑,授课空间与读书空间是重要功能性空间。分析表1,四栋“纵向天井”家塾型书院与民居的厅堂面积相当,约30 m²;两者在天井两侧厢房面积上差异明显,书院面积约30 m²,民居面积约10 m²,这是因为书院中天井两侧厢房为读书空间,属于建筑的主要空间,而民居中天井两侧厢房一般为储物空间,属于次要空间,而这一面积差异也是“纵向天井”家塾型书院适应其功能需求的体现。

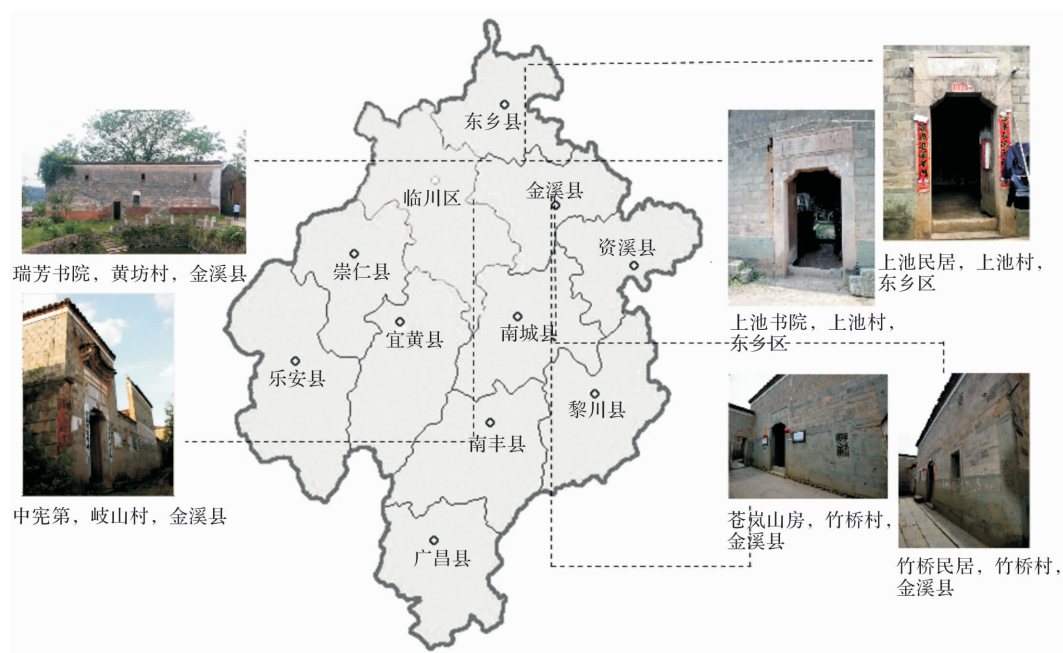


图1 “纵向天井”家塾型书院与民居位置分布图

Fig. 1 Distribution of “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

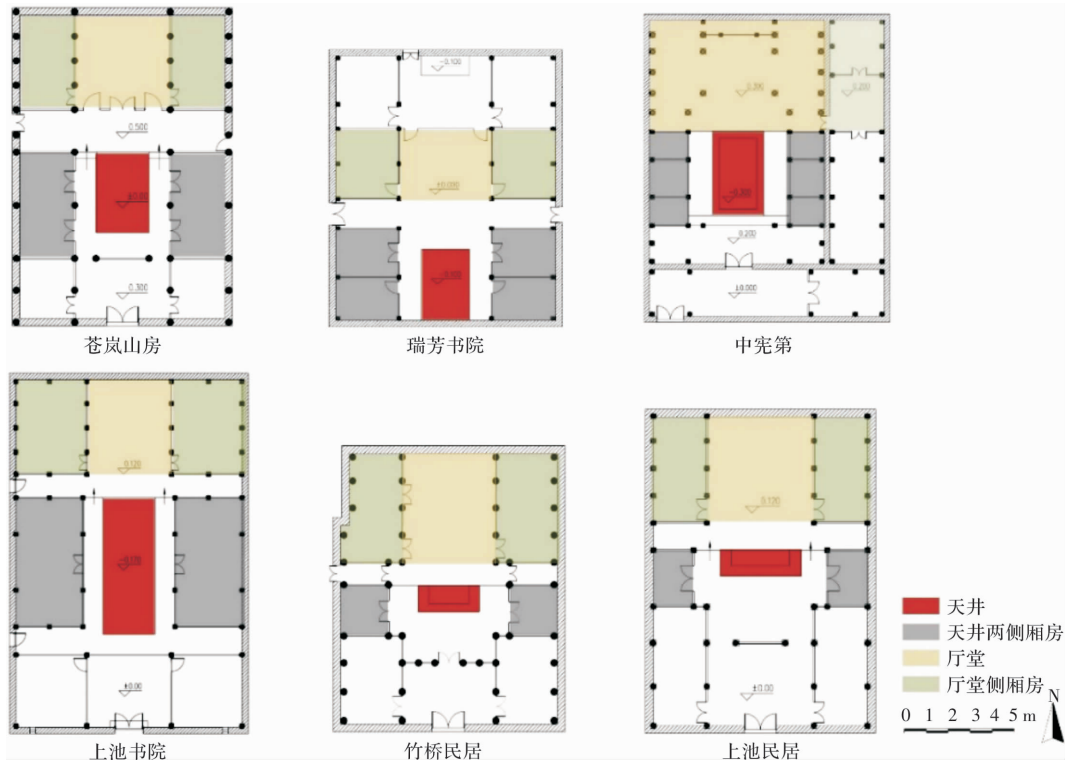


图 2 “纵向天井”家塾型书院与民居平面图

Fig. 2 Plane of “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

表 1 “纵向天井”家塾型书院与民居相关面积对比
Tab. 1 Area comparison between “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

| 建筑 | 厅堂面积/m ² | 天井两侧厢房面积/m ² |
|------|---------------------|-------------------------|
| 苍岚山房 | 29.7 | 27.5 |
| 瑞芳书院 | 26.6 | 36.4 |
| 中宪第 | 58.6 | 22.0 |
| 上池书院 | 28.3 | 44.7 |
| 竹桥民居 | 25.6 | 16.6 |
| 上池民居 | 30.0 | 10.2 |

“纵向天井”家塾型书院在面阔 12 m 以内的前提下,因功能需求须保证天井两侧厢房(读书空间)面积充裕,天井无法横向扩大以获得更大的采光面积,只能纵向延伸,因而天井的方向发生了改变,形成简洁的纵深空间布局,示意如图 3。“纵向天井”家塾型书院受传统形制约束的同时,体现出了鲜明的功能适宜性。形制上的限定与功能上对室内自然光照环境的需求这两者的良好契合,共同促使“纵向天井”家塾型书院这种书院类型的形成,并逐渐发展成为赣东地区一种固定形制的家塾型书院建筑类型。

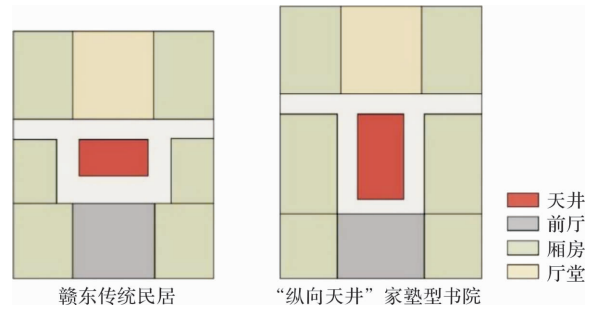


图 3 赣东传统民居与“纵向天井”家塾型书院平面示意图

Fig. 3 Plane diagram of “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

2 “纵向天井”家塾型书院室内自然光照环境实测

为了探究“纵向天井”家塾型书院在实际的室内自然光照环境中是否具备优势,使用照度仪(型号 TA 8123, 200 000 LUX 量程)分别对竹桥村的苍岚山房、上池村的上池书院与附近民居进行了晴天与全阴天室内自然光照环境现场对比实测。两组建筑位置如图 4。实测时间段内所有门窗为开敞状态,测量均在 750 mm 的工作面上进行^[9],以照度为测量标准单位与室内自然光照环境的评价指标^[10]。我国现行《建筑采光设计标准》GB 50 033-2013 中要求:室内书写、阅读自然光照度不应低于 300 lx,因而将实测数据与 300 lx 进行对比分析。



图4 “纵向天井”家塾型书院与民居相对位置图

Fig. 4 Relative position of “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

2.1 晴天实测

苍岚山房与竹桥民居晴天对比实测的时间段为2018年4月8日8:15至15:00分;上池书院与上池民居晴天对比实测的时间段为2018年4月27日9:25至15:10分。测量时间间隔15分钟,读取数据点3次,以3次数值的平均值为数据列表^[11],测点布置如图5,实测结果如图6。

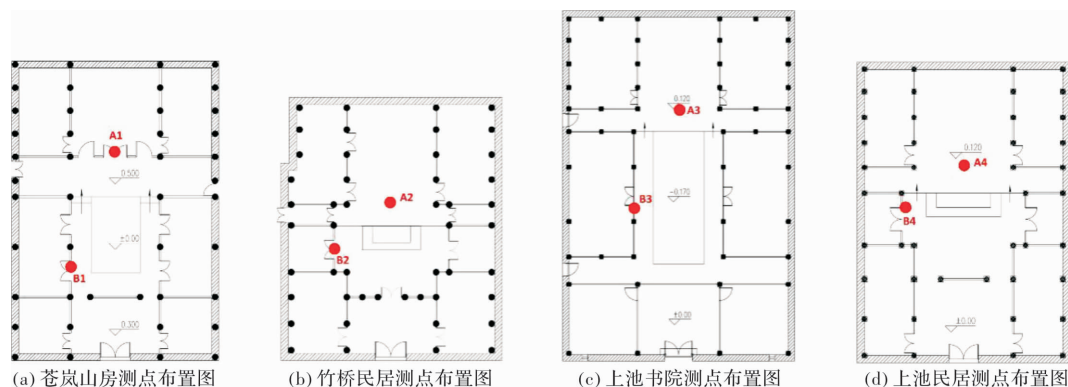
图6(a)中,因为苍岚山房相对于民居朝向更加偏南,A2提前迎来太阳光的直射,所以在测量时间10:45到11:30间,苍岚山房厅堂处测点照度值小于竹桥民居厅堂处测点的照度值。综合图6(a)、(b),苍岚山房厅堂和天井两侧厢房的照度值整体高于竹桥民居的照度值,其中苍岚山房在实测时间段中厅堂测点的照度值最低为565 lx,高于300 lx,而民居厅堂处的测点9:00以前照度值在150 lx至283 lx之间,低于300 lx;苍岚山房在实测的时间段中厢房处测点的照度值最低为497 lx,而民居在实测的时间段中,13:00之前厢房处测

点照度值在50 lx至204 lx之间,不满足现代读写的最低照度要求。

分析图6(c)、(d),上池书院厅堂以及天井两侧厢房的照度值在实测时间段内均高于上池民居,其中10:00到11:00间两测点出现的照度值抖动是该时间段内云遮挡所致,实测数据符合现实的天气情况。上池书院以及上池民居厅堂处测点在实测的时间段中照度最低值均高于300 lx,上池书院厢房处测点照度值在实测时间段也始终大于300 lx,而民居厢房处测点的照度值13:00后在166 lx至266 lx之间,不满足现代读写的最低照度要求。

2.2 全阴天实测

苍岚山房与竹桥民居全阴天对比实测的时间为2018年5月3日10:00。上池书院与上池民居全阴天对比实测的时间为2018年5月3日11:00。实测日室外照度平均值为均约为12 500 lx。测点布置如图7,实测结果如表2。



注:每栋建筑内部各设置2个测点,1个测点设置在厅堂(授课空间)即A1~A4;

另1个测点设置在厢房(读书空间)即B1~B4

图5 晴天测点布置图

Fig. 5 Layout of measuring points on sunny day

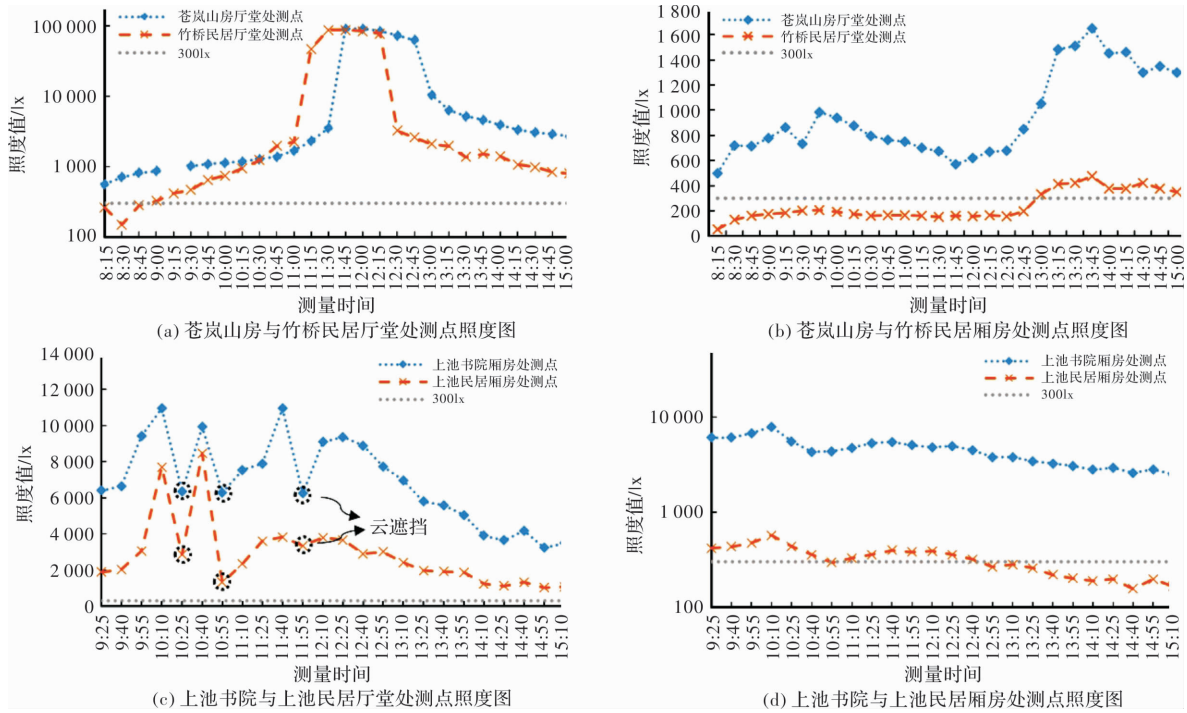
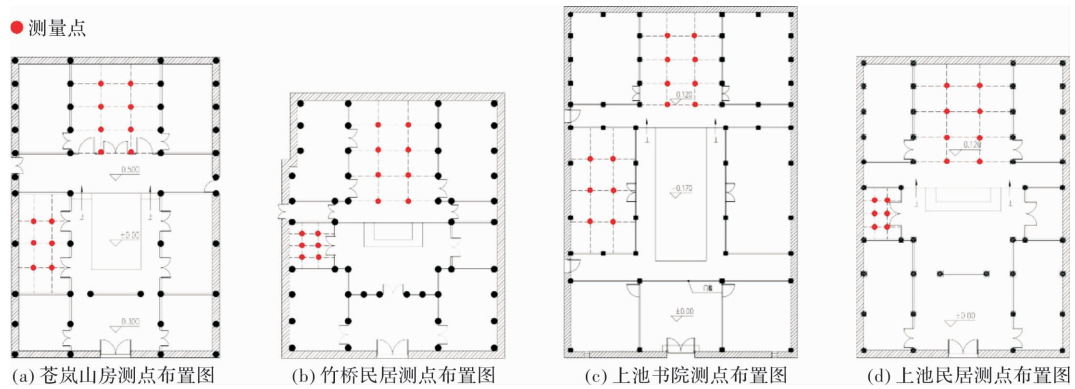


图6 晴天测点照度对比图

Fig. 6 Comparison of illuminance of measuring points in sunny day



注: 每栋建筑内部各设置14个测点, 8个测点设置在厅堂(授课空间); 另6个测点设置在厢房(读书空间)

图7 全阴天测点布置图

Fig. 7 Layout of measuring points on cloudy day

表2 全阴天测点照度值与采光系数平均值

Tab. 2 Average value of illuminance and daylighting coefficient of measuring points on cloudy day

| 建筑 | 厅堂处测点照度 | | 厢房处测点照度 | | 厅堂处测点 | 厢房处测点 |
|------|----------------|---------|----------------|--------|-----------|-----------|
| | ≥300 lx 测点比例/% | 平均值(lx) | ≥300 lx 测点比例/% | 平均值/lx | 采光系数平均值/% | 采光系数平均值/% |
| 苍岚山房 | 63 | 302 | 33 | 147 | 2.4 | 1.2 |
| 竹桥民居 | 25 | 171 | 0 | 45 | 1.4 | 0.4 |
| 上池书院 | 75 | 315 | 50 | 165 | 2.5 | 1.3 |
| 上池民居 | 38 | 203 | 0 | 78 | 1.6 | 0.6 |

分析表2, 全阴天情况下, 苍岚山房、上池书院厅堂处与厢房处测点照度与采光系数平均值分

别高于两处民居. 两栋书院厅堂测点平均值高于300 lx 现代读写的最低照度要求, 而两栋民居厅堂

处与厢房处测点的照度平均值均在 300 lx 以下, 不满足现代读写照度要求。两栋书院厢房处测点照度平均值虽小于 300 lx, 但书院厢房测点大于 300 lx 的比例均高于民居厢房, 而在两栋民居厢房处测点中均未出现大于 300 lx 的测点。

综上所述, 在四组实测中, 两栋“纵向天井”家塾型书院建筑厅堂处与天井两侧厢房处测点在实测时间段内的室内自然光照度环境均优于其附近民居, 充分体现出“纵向天井”家塾型书院建筑在实际的室内自然光照环境方面的普遍优势。

3 ECOTECT 室内自然光照度模拟分析

为了进一步验证实测结果, 论证“纵向天井”家塾型书院建筑相比于附近的民居建筑, 在室内光照环境方面具有普遍的优势性, 采取 ECOTECT 软件对以上实测的两组建筑进行光环境的模拟分析, 模型数据采用实际建筑尺度^[11]。按“中国光气候分区”标准, 江西省设置为Ⅳ类光气候区, 室外天然光临界照度值 4 500 lx, 光气候系数 K 值 1.1。根据《采光测量方法(GB/T5699-2008)》将采光设计中天空照度模型设定为全阴天天空, 以计算最不利条件下的采光情况^[12]。

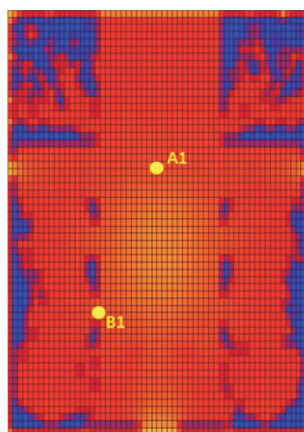
为了模拟实验的可操作性, 在建模过程中设定所有的门窗洞口均为完全开放的状态。计算网格设于距室内地面 800 mm 处, 网格节点数为 3 600 个, 以照度作为基本评价指标^[13]。

每栋建筑分别设有 3 600 个计算点, 综合图 8、10 可得, 苍岚山房照度值小于 300 lx 的计算点占整栋建筑计算点的 17.14%, 竹桥民居占 29.69%, 上池书院占 22.36%, 上池民居占 24.61%。并且苍岚山房、上池书院的厅堂处(授课空间)中均未出现低于 300 lx 的计算点, 而在两栋民居建筑中, 厅堂空间出现少量低于 300 lx 的计算点, 整体自然光照度劣于书院的厅堂空间。同时, 选取与实测时相同位置的八个测点即 A1~A4, B1~B4 进行数据读取, 具体数值如图 9 可得, 苍岚山房、上池书院厅堂处与厢房处两组测点照度值分别优于两栋民居建筑厅堂处与厢房处的两组测点。

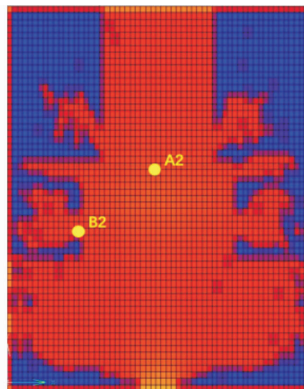
分析图 8(a)、(b), 以苍岚山房与竹桥民居的模拟结果为例, 苍岚山房天井两侧厢房(读书空间)中远离天井的处出现照度低于 300 lx 的计算点, 约占整个厢房计算点的 10%; 竹桥民居天井两侧厢房照度低于 300 lx 的计算点, 约占整个厢房计算点的 40%, 可知在天井两侧厢房空间的自然光照度上苍岚山房优于竹桥民居, 说明了“纵向

天井”家塾型书院建筑在采光条件上功能分布的合理性。对于厅堂两侧厢房自然光照度, 苍岚山房同样优于竹桥民居, 但这一空间均作为两栋建筑采光情况最差的地方, 因为难以获得天井自然采光, 也没有来自入口门洞的自然光线。这些结论均与实测数据相吻合, 说明在全阴天室外到达临界照度的情况下, 苍岚山房的室内自然光照度环境优于竹桥民居的室内自然光照度环境, 这种优势性在天井两侧厢房处(读书空间)尤为显著, 体现了书院建筑对其功能的适用性。

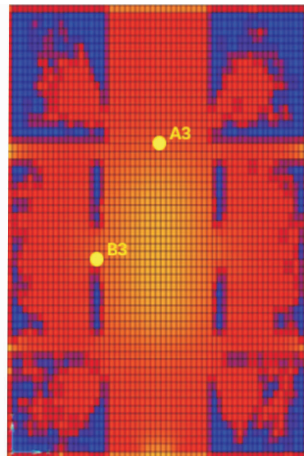
对比分析上池书院与上池民居模拟数据, 综合图 8(c)、(d)及图 10, 可得上池书院的室内自然光照度环境优于上池民居的室内自然光照度环境,



(a) 苍岚山房全阴天室内自然采光照度模拟图



(b) 竹桥民居全阴天室内自然采光照度模拟图



(c) 上池书院全阴天室内自然采光照度模拟图

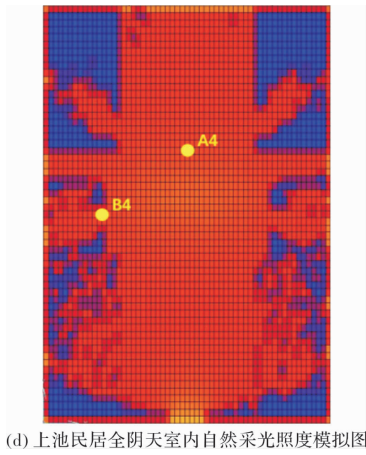


图 8 全阴天室内自然采光照度模拟图

Fig. 8 Simulation results of indoor natural lighting in cloudy day
这种优势性同样集中体现在在天井两侧的厢房处(读书空间)与厅堂处(授课空间). 所有模拟结果进一步验证了实测结论的准确性.

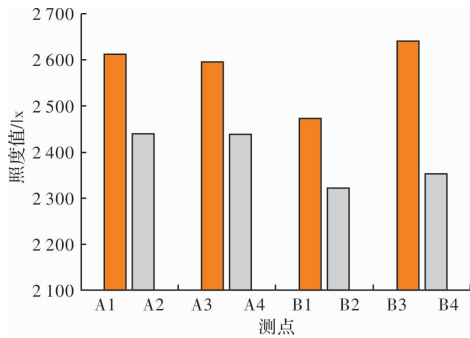


图 9 所选测点全阴天模拟照度值

Fig. 9 Simulated illumination value of selected measuring points in cloudy day

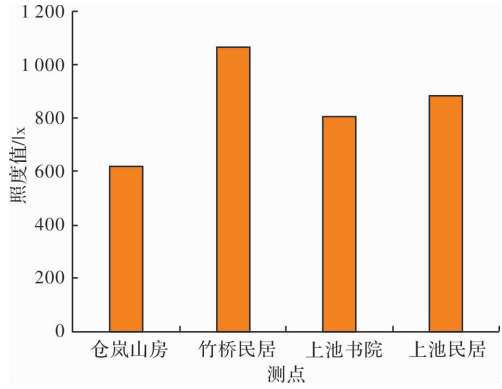


图 10 小于 300 lx 计算点对比图

Fig. 10 Comparison of calculation points less than 300 lx

4 “纵向天井”家塾型书院室内自然光照环境优势性探究

赣东地区的传统建筑, 具有对内开敞、对外封闭的特点, 自然采光主要依赖于天井, 对外只开极小的漏窗, 因此室内自然光源主要来自于天井的水平漏光^[14]. 为了探析“纵向天井”家塾型书院自然光照环境优势性, 量化四栋“纵向天井”家塾型书院与两栋民居中影响室内自然光照环境的要素, 相关测绘数据如 3 所示. 从天井平面形制、天井处剖面形制、立面门窗形制三个方面对“纵向天井”家塾型书院内授课空间与读书空间的自然采光影响要素进行分析, 相关测绘数据如图 2、图 11、图 12 所示, 其中简化了梁架结构, 装饰构件等非室内自然光照环境的影响部分.

表 3 “纵向天井”家塾型书院与民居相关测绘数据

Tab. 3 Relevant surveying and mapping data of “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

| 建筑 | 建筑总面阔 /m | 建筑总面积 /m ² | 天井面积 /m ² | 天井宽长比 | 天井面积与建筑总面积之比 | 檐口至天井高度 /m | 主入口立面高度 /m ² | 主入口立面门窗洞口面积 /m ² | 门窗洞口面积与主入口立面之比 |
|------|-------------|--------------------------|-------------------------|---------|--------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|----------------|
| 苍岚山房 | 10 | 154 | 9.5 | 1: 1.52 | 1: 16.5 | 4.67 | 6.4 | 5.75 | 1: 11.13 |
| 瑞芳书院 | 11.42 | 177 | 9.8 | 1: 1.69 | 1: 13.1 | 3.25 | 5.4 | 1.41 | 1: 43.74 |
| 中宪第 | 12.81 | 223 | 12.3 | 1: 1.64 | 1: 15.3 | 3.95 | 6.4 | 4.13 | 1: 20.58 |
| 上池书院 | 12.23 | 223 | 19.7 | 1: 2.61 | 1: 11.3 | 4.49 | 6.67 | 3.96 | 1: 20.76 |
| 竹桥民居 | 9.85 | 125 | 3.2 | 1: 0.41 | 1: 39.1 | 4.34 | 6.15 | 4.7 | 1: 12.88 |
| 上池民居 | 10.05 | 143 | 4.2 | 1: 0.63 | 1: 34 | 4.4 | 7.05 | 5.3 | 1: 13.37 |

4.1 天井处剖面形制分析

天井地面至檐口的垂直高度以及是否具有轩廊与夹层等遮挡自然光线的构造, 是赣东地区传

统建筑中影响厅堂与天井两侧厢房室内自然采光的主要剖面因素. 综合分析表 3 及图 11, “纵向天井”家塾型书院天井处剖面形制跟当地民居相似,

天井地面至檐口的垂直距离差异不大, 均在 3.5 m 至 4 m 之间, 无明显规律, 因而不构成采光差异性的影响因素。另外, 此次调研范围内的“纵向天井”家塾型书院与民居中均未发现天井处剖面上存在轩廊与夹层的构造, 说明在赣东地区天井处剖面形制不是造成“纵向天井”家塾型书院与当地民居室内自然光照环境差异性的原因。

4.2 立面门窗形制分析

综合表 3 及图 12, “纵向天井”家塾型书院入

口立面高度均约为 6 m; 四栋书院立面门窗洞口设置形制相似, 开窗面积相似多数远小于 5 m^2 , 另外门窗洞口被漏花遮挡, 无实际采光效果。书院的立面门窗洞口设置形制与当地民居差异很小, 设置的位置以及面积相似。瑞芳书院入口立面门窗洞口面积仅为 1.41 m^2 , 相比于民居在立面采光方面并不占优势。因此在赣东地区, 立面门窗形制也不构成“纵向天井”家塾型书院与当地民居室内自然光照环境差异性的原因。

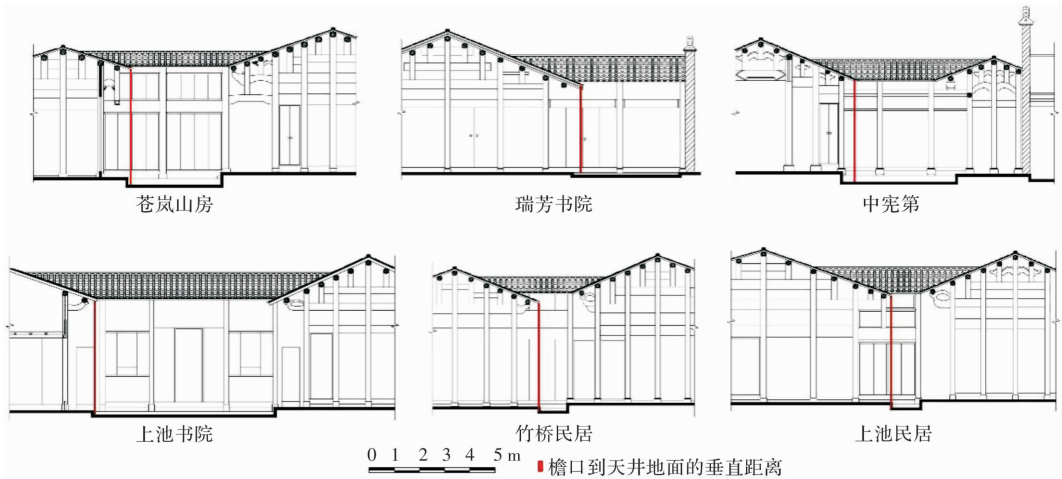


图 11 “纵向天井”家塾型书院与民居天井处剖面图

Fig. 11 Cross section of courtyard of “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

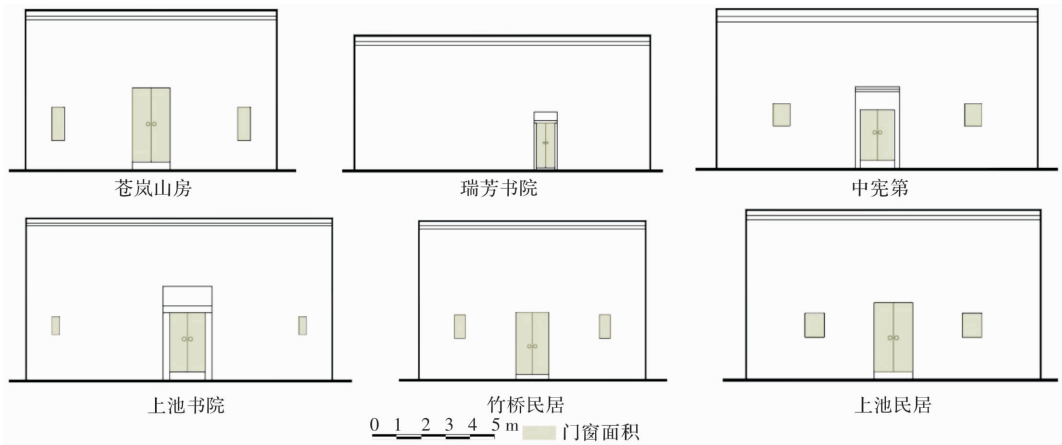


图 12 “纵向天井”家塾型书院与民居入口立面图

Fig. 12 Entrance elevation of “longitudinal courtyard” family-owned academy and local traditional residence

4.3 天井平面形制

综合表 3 及图 2, “纵向天井”家塾型书院的天井面积普遍较大, 均大于 9.5 m^2 , 天井面积与建筑使用面积之比均在 $1:20$ 以内, 天井的宽长比约为 $1:1.6$ 。民居的天井面积均在 5 m^2 以内, 天井面积与建筑使用面积之比均在 $1:30$ 以上, 天井的长宽比约为 $1:3$ 。天井面积、天井宽长比以及与建筑使用面积的比例均存在明显的差异, 这些差异在理论上保证了“纵向天井”家塾型书院具有更

好的室内自然光照条件。

综上对比, “纵向天井”家塾型书院与民居影响室内自然光照的主要差异在于天井平面形制的不同, 同时这一差异也使“纵向天井”家塾型书院相对于民居在实际的室内光照环境中具备优势性。

5 结语

(1)“纵向天井”家塾型书院, 由赣东传统民居发展演变形成, 建筑规模和平面布局与当地民居

相似,在天井形制上与当地民居存在明显区别。

(2)“纵向天井”家塾型书院受传统形制约束的同时,体现出了鲜明的功能适宜性。形制上的限定与功能上对室内自然光照环境的需求这两者的良好契合,共同促使“纵向天井”家塾型书院发展成为赣东地区一种固定形制的家塾型书院类型。

(3)实测对比得出,“纵向天井”家塾型书院的室内自然光照环境普遍优于当地民居,并且均能达到现代的读写照度要求,采用 ECOTECT 模拟进一步验证了实测结论。“纵向天井”家塾型书院室内自然光照环境优势性,主要在于天井形制的不同,这种天井形制的规律性促成了这种书院类型的定型,体现了传统建筑在遵循礼制的前提下,对实际功能的适应结果。

参考文献 References

- [1] 刘兴华. 江西书院建筑形态研究[D]. 武汉:华中科技大学,2013.
LIU Xinghua. Research on formation of the academy building in Jiangxi area [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2013.
- [2] 汤移平. 泉清堪洗砚,山秀可藏书:江西书院研究[J]. 华中建筑,2017(6):130-134.
TANG Yiping. The cleaning spring can wash inkstone the beautiful mountain can collect books: a study on Jiangxi academy [J]. Huazhong Architecture, 2017 (6):130-134.
- [3] 武杰. 古代书院到现代学校教育变迁的史学轨迹:江西豫章书院遗址八百余年解析[J]. 教育学术月刊,2017(3):28-39.
WU Jie. Historical track of the change from ancient academy to modern school education: an analysis of the ruins of Yuzhang academy in Jiangxi province over 800 Years [J]. Education Research Monthly, 2017(3):28-39.
- [4] 李才栋. 唐至北宋的江西书院:江西书院史略稿之一[N]. 江西教育学院学报,1982(2):27-37.
LI Caidong. Jiangxi academy from Tang dynasty to Northern Song dynasty: a brief history of Jiangxi academy [N]. Journal of Nanchang Normal University, 1982(2):27-37.
- [5] 刘卉. 江西书院发展和书院文物保护利用初探[J]. 南方文物,2017(2):271-273.
LIU Hui. A preliminary study on the development of Jiangxi academy and the conservation and utilization of academy cultural relics [J]. Southern Relics, 2017 (2):271-273.
- [6] 晏琪,徐武军,付玲,等. 江西省弋阳叠山书院园林变迁钩沉:基于元明清社会环境视角[J]. 风景园林,2018(12):116-120.
YAN Qi, XU Wujun, FU Ling, et al. Changes in Jiangxi Yiyang Dieshan academy garden: from the social environment perspective of Yuan, Ming and Qing synasties [J]. Landscape Architecture, 2018(12):116-120.
- [7] 胡青,张永丽. 论书院遗址的文化价值与保护利用:以江西为例[J]. 江西社会科学,2012(7):268-272.
HU Qing, ZHANG Yongli. A study on the cultural value, protection and utilization of academy sites: A case study of Jiangxi province [J]. Jiangxi Social Sciences, 2012(7):268-272.
- [8] WANG Yansong, YI Yu. A Study of the forms and technology of traditional granary Buildings in the middle and lower reaches of the Fu River[J]. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2018 (2):175-182.
- [9] 韩真,马明. 渭北地区独立式窑居室内光环境测试研究[J]. 砖瓦,2018(6):76-80.
HAN Zhen, MA Ming. Test research on indoor lighting environment of independent cave dwellings in north of Weihe river [J]. Zhuanwa, 2018(6):76-80.
- [10] 谢晓东,吴明华,原如冰. Ecotect Analysis 和 Radiance 自然采光模拟的对比研究[J]. 低碳世界,2015(1):195-196.
XIE Xiaodong, WU Minghua, YUAN Rubing. A comparative study of natural lighting simulation between Ecotect Analysis and Radiance [J]. Low Carbon World, 2015(1):195-196.
- [11] 袁炯炯,陈沂,赵红利. 福建圆形土楼光环境的生态适应性[J]. 华侨大学学报,2012(5):569-572.
YUAN Jiongiong, CHEN Yi, ZHAO Hongli. Ecological adaptation of circular “hakka earth buildings” light environment in Fujian [J]. Journal of Huaqiao University, 2012(5):569-572.
- [12] 王志勇. 基于 Ecotect 的住宅建筑自然采光模拟分析[J]. 家具与室内装饰,2016(9):104-105.
WANG Zhiyong. Modeling and analysis on natural lighting of residential buildings based on Ecotect [J]. Environmental Arts, 2016(9):104-105.
- [13] 杨群,杨春宇,冯凯,等. 川东民居光环境现状调研与分析[J]. 灯与照明,2013,37(2):16-21.
YANG Qun, YANG Chunyu, FENG Kai, et al. The investigation and analysis of light environment based on east Sichuan residential status [J]. Light & Lighting, 2013(2):16-21.
- [14] 石团团,黄志甲,钱伟. 徽州天井式建筑采光模拟与分析[J]. 安徽工业大学学报,2014(4):415-419.
SHI Tuantuan, HUANG Zhijia, QIAN Wei. Daylight simulation and analysis of traditional building with patio in Huizhou [J]. Journal of Anhui University of Technology, 2014(4):415-419.

(编辑 桂智刚)