

晋陕传统合院民居光环境研究 ——以两处民居室内采光为例

庞璐, 韩卫然, 严少飞

(西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055)

摘要: 合院式民居是晋陕地区普遍使用的一种建筑形态, 蕴含着丰富的传统建筑绿色营建经验, 其中与人们健康舒适密切关联的室内光环境经验也同样富足. 以陕西韩城相里堡村柳氏院和山西襄汾丁村12号院为例, 基于调研访谈与测绘数据整合, 通过借助计算机 ECOTECT 软件分别对其中院落尺度、房屋朝向和单体构造层面进行采光系数仿真模拟测算, 结果表明: 宽院面南、檐下光廊与八字抹边营建经验对增强室内采光系数, 优化室内光环境起着重要作用, 且存在相应定量关系. 研究进一步揭示了晋陕合院民居室内光环境营造机理与建构逻辑, 并归纳了地域性传统合院民居在诸多客观因素限制下所具有的光环境营造经验与智慧, 为基于传统风貌保护同时满足居住标准需求的当代乡村民居低技高效建设实践提供了一定参考借鉴.

关键词: 晋陕合院民居; 室内光环境; 仿真模拟; 传统风貌保护; 绿色营建经验

中图分类号: TU241.5

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2022)05-0701-09

Study on the light environment of traditional courtyard dwellings in Shanxi and Shaanxi

PANG Lu, HAN Weiran, YAN Shaofei

(School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: Courtyard dwelling is a kind of architectural form widely used in Shanxi and Shaanxi areas, which contains rich experience in green construction of traditional buildings, and the experience of indoor light environment closely related to people's health and comfort is also abundant. Taking Liushi Courtyard in Xianglibao Village, Hancheng City, Shaanxi Province, and No.12 Courtyard in Dingcun Village, Xiangfen City, Shanxi Province as an example, based on the survey interview and mapping data integration, the daylighting coefficient was simulated and calculated at the yard scale, building orientation and individual structure levels by using the computer ECOTECT software. The results show that the construction experience of wide courtyard facing south, under eaves light corridor and eight-character edge wiping plays an important role in enhancing indoor lighting coefficient and optimizing indoor light environment, and there is a corresponding quantitative relationship. The study further reveals the construction mechanism and construction logic of the indoor light environment of Shanxi and Shaanxi courtyard dwellings, and summarizes the experience and wisdom of the light environment construction of regional traditional courtyard dwellings under the restriction of many objective factors, which provides a certain reference for the low-tech and efficient construction practice of contemporary rural dwellings based on the protection of traditional features while meeting the needs of living standards.

Key words: Shanxi and Shaanxi courtyard residential houses; indoor light environment; simulation; protection of traditional features; experience in green construction

传统民居是蕴藏在民间的、土生土长的、富有历史文化价值和民族和地方特征价值的建筑^[1]. 传统民居虽受限于自然地理和人为环境等因素,

其建筑功能大多只起到解决最突出矛盾的特点, 往往会被动损失甚至主动忽略诸如现代建筑中所提出的建筑采光通风、人体热舒适等建造需求,

收稿日期: 2022-05-09

修改稿日期: 2022-09-30

基金项目: 国家重点研发计划课题(2019YFD1100902)

第一作者: 庞璐(1999—), 女, 硕士生, 主要研究建筑历史与理论. E-mail: 1312717780@qq.com

但尽可能挖掘低技高效营建技术仍是基于风貌保护的乡村优化人居环境建设题中之义,其中民居建筑的光环境即是此类问题的典型代表。光环境是基于各地区日辐射值与照度的比值——辐射光当量与各种气象要素之间的关系,即光气候区进行研究的,利用采光分析作为光环境的一种直观表现形式。在传统民居营建实践中,前人所累积涵育的相关传统营造经验与智慧,值得我们深入研究学习。随着国内外学者在传统民居室内光环境领域的逐步深入,目前已取得了诸多重要成果和进展。国外始于对地域主义的探索,并且逐渐由单纯适应自然研究扩展到环境的建构,并出台绿色建筑分级评估体系,为建筑使用者提供尽可能多的调控环境以优化室内空间环境的机会;国内对于光环境的研究由最初的都城营建拓展到民居研究领域,并逐步运用生态建筑学思想进行自然光环境要素整合,实现传统民居室内光环境由定性到定量研究。

近年来,针对不同目标导向性的传统民居室内光环境研究开展多基于计算机仿真模拟,有着广泛地域性探索。于娅亚等^[2]为探究晋西窑洞民居在典型历史时期对光环境的适应演变过程,基于 ECOTECT 模拟并且进行定量研究,采用采光系数、照度和采光均匀度在平面规模和立面开窗洞口面积做出了相应的调整;姚珊珊等^[3]以丁李湾民居为例,探究豫南山地民居高侧窗对室内自然采光和通风的改善效果,并基于 ECOTECT 和 PHOENICS 软件进行室内风环境和光环境的定量条件模拟和科学化分析;王炎松等^[4]采用 ECOTECT 软件模拟探究“纵向天井”家塾型书院室内自然光照环境优势性,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;侯薇等^[5]基于传统民居风貌保护和建筑结构改变最小化的视角,探讨了影响天然采光的一系列构造做法并进行控制变量法模拟室内光环境变化过程;王炎松等^[6]在对民居进行实地调研测绘的基础上,应用三维建模软件及采光模拟工具,搭建参数化建筑生成模块并计算采光性能指标,进而研究永州南部地区民居采光方式的差异;张浩等^[7]探讨了侗寨传统民居与当地各环境的适应关系以及存在的不足,结合相关能耗模拟软件对民居室内光热环境进行模拟分析,为贵州黔东南地区侗族传统民居在保持当地民族特色的基础上提出了改进意见;张亚茹等^[8]通过参数化建筑性能模拟工具组对改善前后的室内光环境进行模拟,在能耗变化合理范围内,

验证了改善方案的适用性;彭小洪等^[9]利用计算机节能设计软件,模拟传统民居伟训堂的建筑物理环境,提出改造方案适当增加房间外墙的采光面积、屋顶开天窗等;李密等^[10]选取夏热冬冷地区典型生土建筑,对空间尺度变化影响下的室内光环境效果进行科学化分析,为传统民居绿色营建智慧提供了量化依据与理论参考。综上所述,目前相关研究多集中全国范围内影响室内光环境因素及优化策略方面,针对晋陕典型合院民居建筑的室内光环境定量分析及营建经验挖掘尚有较大研究空间,饱含地域特色的传统民居室内光环境营建智慧亟需横纵向科学化挖掘整理与传承,此类低技高效的传统绿色营造经验对当下乡村民居的现代化建设与生态可持续发展亦具有实际参鉴意义。

基于此,本文就晋陕地区传统合院民居室内光环境问题开展系统研究,通过遴选典型案例借助 ECOTECT 软件进行室内采光系数测算后结合建筑室内空间布局情况分析,提取客观因素制约下传统合院民居室内光环境的影响因素,并通过定量控制传统合院的院落尺度、房屋朝向及单体构造设施调试室内光环境使之符合静态采光评价标准,旨在归纳传承其中蕴含的绿色营建智慧,为传统历史风貌保护与符合规范的科学化经验传承并重的新民居建设提供优化解决方案。

1 采光评价与案例选取

1.1 采光方式选择

传统民居建筑根据所处地域不同,涉及直接采光和间接采光两种采光方式。对于本文所探究北方地区含纳光气候区来说,主要为太阳光直射传统民居采光。基于此,传统民居优化室内光环境的一系列科学化采光遮阳营建经验和构造做法成为了本文研究的主要内容;相应地,影响天然采光的院落尺度、房屋朝向及民居窗洞口与室内空间形态关系成为了分析关键切入点。

1.2 静态采光评价标准

根据《绿色建筑评价标准 GB/T 50378-2019》,绿色建筑应结合地形地貌进行场地设计与建筑布局,且建筑布局应与场地的气候条件和地理环境相适应,并应对场地的风环境、光环境、热环境、声环境等加以组织和利用^[11]。建筑室内光环境评价标准除了应满足于《绿色建筑评价标准》外,还应当参照《建筑采光设计标准 GB 50033-2013》4.0.2 住宅建筑的卧室、起居室(厅)的采光不应低

于采光等级Ⅳ级的采光标准值,侧面采光的采光系数不应低于2.0%,室内天然光照度不应低于300 lx^[12],同时,《住宅建筑规范》4.1.1中规定老年人住宅不应低于冬至日照两小时的标准^[13]。

但由于传统民居建筑受历史因素和地域特性共同影响,其室内光环境在一定程度上并不受规范的严格约束,尽可能多得满足照度、采光均匀度与采光系数数值要求且权衡生活需要与功能空间布局成为了传统民居室内光环境辅助评价标准。

1.3 案例选取

从表1可以看出,如果考虑回填层对衬砌的作用,衬砌内每一点的应变都大大降低(正文)本文基于中华人民共和国住房和城乡建设部公布晋陕两省前六批中国传统村落名录,按照整体研究的相似与差异性筛选53处传统民居营造案例,对其进行院落组织方式分类统计出合院式传统民居,并结合影响地区气候环境与建筑空间形态、细部构造的类型划分、光气候区划、地理分布、地形地貌、营造形态五个因素进行综合取样,详述如下:

(1)在研究对象的类型划分上,提取占比量大且能够在研究价值充足的前提下,控制变量进行对比的传统村落为典型样本;

(2)在研究对象的光气候区划上,对晋陕地区光气候区进行分类,筛选Ⅲ和Ⅳ类光气候区传统村落进行研究,确保其采光性能按照系数换算后处于同一研究水平;

(3)在研究对象的地理分布上,为对筛选出的典型案例进行控制变量,尽可能选取经纬度等地理要素较为接近、地域化差异不甚明显的传统村落为典型样本;

(4)在研究对象的地形地貌上,保证所处“平原”、“高原”“山地”“丘陵”类型化择优,尽可能做到大环境统一;

(5)在研究对象的营造形态上,应从院落尺度、房屋朝向、单体构造等方面进行区分,挑选差异较大,涵盖绿色营建经验较全面的传统村落为典型样本对其进行科学化验证分析。

综上所述,我们对村落样本进行类型划分、光气候区划、地理分布、地形地貌、营造形态五种影响因素叠加,从现有村落样本中遴选出合院型、Ⅲ和Ⅳ类光气候区划对比、民居差异较小的汾渭平原两个典型传统民居样本进行营造智慧论述及采光科学化分析,即:陕西韩城相里堡柳氏院民居、山西襄汾丁村12号院民居,分别从院

落尺度、房屋朝向与单体构造三个层面进行论述,探讨其绿色营建经验智慧,并对其能否对照居住建筑评价体系优化室内光环境进行科学验证。



(a) 襄汾丁村12号院民居



(b) 韩城相里堡柳氏民居

图1 建筑实景

Fig. 1 Actual scene of buildings

2 实验方案设计

2.1 模型建立

计算机模拟研究拟采用CAD绘制所选取传统民居的二维平面,并基于实地调研所得测绘数据利用SketchUp平台建立好的三维空间模型,在室内光环境模拟ECOTECT软件中对照建立采光分析模型,反映韩城相里堡柳氏院民居和襄汾丁村12号院民居空间的采光、受光关系,并采用控制单一变量原则,由于晋陕传统风貌影响下两处典型案例周围建筑高度与房屋间距相差甚微,改变院落尺度比例、更换房屋朝向、取消或增加采光节点构造后进行对比模拟,从而探究传统民居营建要素与室内光环境之间的关联关系,如下图2所示。

此外,由于晋陕地区合院式传统民居受地域气候、历史积淀、生活民俗等一系列因素共同作用影响,室内功能空间被优先考虑于室内采光空间,会导致民居随历史变迁出现窗洞变形、格栅积灰、壁面粗糙、反射不均等误差可能干扰室内光环境模型模拟分析,在此将这些不可抗力细节因素判定为忽略不计,并对其进行简化修补,尽可能还原建筑原始风貌。

2.2 气象数据收集

笔者依据国家气象科学数据中心平台,提取与传统民居室内光环境相关气象数据进行收集整理发现,涉及不同光气候区划下冬(夏)至日的短

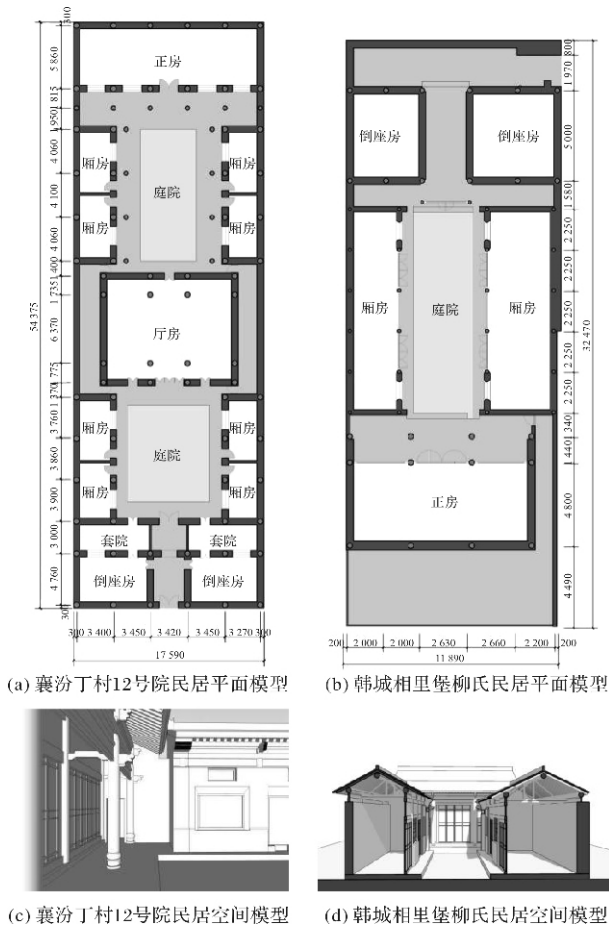


图2 模型构建

Fig. 2 Model construction

波辐射、能见度、太阳高度角、年日照时数以及自然采光照度五项气候要素。现将本文所选取的典型案例地区气象数据列表如图3及表1所示:

由上述图表数据,丁村民居位于山西襄汾光气候Ⅲ区(35.843 372, 111.419 899),正午太阳高度角为 $30.7^{\circ} \sim 77.7^{\circ}$,年日照时数为 $2\,200 \sim 3\,000\text{ h}$,室外天然光临界照度 $5\,000\text{ lx}$;相里堡民居位于陕西韩城光气候Ⅳ区(35.423 019, 110.456 688),正午太阳高度角为 $31.1^{\circ} \sim 78.1^{\circ}$,年日照时数为 $2\,000 \sim 2\,528\text{ h}$,室外天然光临界照度 $4\,500\text{ lx}$. 由于其所处不同地理环境背景,短波辐射与能见度分布也存在一定差异. 在后期进行室内光环境营造分析以及侧面采光系数科学化验证时,主要参照光气候区平均年日照时数以及光气候系数值,进行ECOTECT软件采光系数模拟测算.

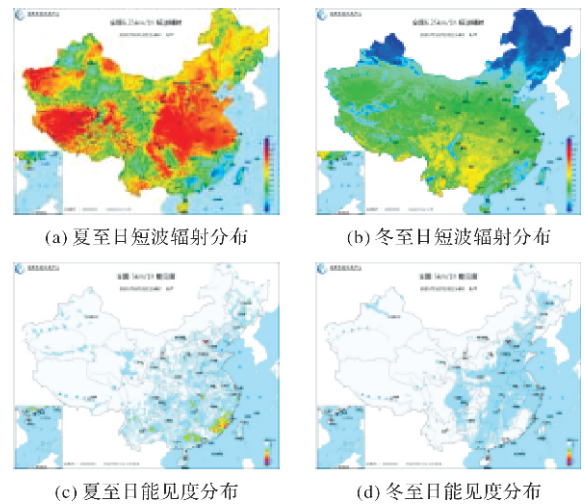


图3 全国光环境智能实况分析数据

Fig. 3 National light environment intelligence live analysis data

表1 晋陕地区光环境基础气象数据

Tab. 1 Basic meteorological data of light environment in Shanxi and Shaanxi regions

地区	光气候区	正午太阳高度角	年日照时数/h	室外天然光临界照度值/lx	光气候系数 K 值
陕西韩城	Ⅳ区	31.1° (冬至日)~ 78.1° (夏至日)	$2\,000 \sim 2\,528$	$4\,500$	1.10
山西襄汾	Ⅲ区	30.7° (冬至日)~ 77.7° (夏至日)	$2\,200 \sim 3\,000$	$5\,000$	1.00

2.3 模拟条件及工况界定

Ecotect Analysis 是由英国 Square One 公司开发的生态建筑设计软件,涵盖热环境、风环境、光环境、声环境、日照、经济型及环境影响与可视度等建筑物理环境的7个方面,可从太阳辐射、日照、遮阳、采光等多方面进行性能仿真模拟,被建筑光环境评价广泛采用.

由侧面采光系数计算公式可知,室内光环境即采光系数由窗洞口面积、室内表面总面积、采光材料的透射比以及窗框窗玻璃的挡光遮光折减系数以及室内各顶面、壁面反射比等一系列因素

共同作用决定. 参照《采光测量方法 GB/T 5699-2017》,我们按照采光最不利条件选取 CIE 全阴天模型,按照韩城以及襄汾的气象数据计算室外临界照度,对其分别进行网格法均匀布点,控制网格间距 500 mm 以及测点与墙或柱间距 500 mm ,测算 750 mm 工作面采光系数并进行延伸分析^[14]. 考虑到传统民居存在窗框破损、玻璃脏污等一系列挡光折减影响,我们按照室外照度的 75% 系数进行采光系数模拟折算,并合理忽略模型修补简化过程中产生微差的不可抗力因素. 同时,由于晋陕传统民居在营建形制与材料选择上

存在一定相似性,其室内各表面反射系数对室内光环境产生的同步影响暂不列入重点对比研究分析过程。

3 营造方法与科学化分析

晋陕合院式传统民居在室内光环境绿色营造的经验智慧主要体现在院落尺度、房屋朝向以及建筑单体构造方面。通常在不考虑室内人工照明的条件下,不影响室内空间功能、满足地域生活特性的限定条件下,尽可能在最初建造时从控院定向、优化窗墙窗地比、增加介质的角度针对冬夏两季进行室内光环境遮光、采光建筑营造,达到健康舒适的目的。“遮光营造”,主要体现在传统民居的夏季遮阳营造,通过院落内民居自遮挡、增加檐下前廊空间等手段进行遮光控制;“采光营造”,主要体现在传统民居冬季采光、反光、导光营造,通过调节窗洞口抹边形式、壁面涂白提高室内采光反射率、控制屋顶起翘反宇向阳等手段进行采光控制。本章主要针对上述部分方式对典型案例韩城相里堡柳氏院和襄汾丁村12号院进行室内光环境采光系数模拟与科学化分析,验证传统民居室内光环境营造方法是否科学合理。

3.1 院落尺度及室内光环境分析

晋陕地区合院式传统民居常见高墙窄院,通常院落尺度的长宽比控制在 $1.5:1\sim 2.5:1$ 之间。除受制于地形地貌等地域特性外,保证院内民居室内光环境也是影响院落尺度的重要因素之一。与现代居住建筑不同,传统民居室内采光很少包含人工照明,取决于院落能接受自然光照强度。院落民居自遮挡越少,院落采光环境越好,室内采光折减一定的情况下,室内光环境越好,天然采光利用率越高,越能优化健康舒适和资源节约性能。

3.1.1 院落尺度光环境分析

我们通过对所选两处典型案例民居院落进行实地测绘,得出院落尺度长宽比为 $1.57:1$ (丁村12号院民居)和 $2.75:1$ (相里堡柳氏院民居),结合当地气象数据对计算机生成的二维模型进行采光系数分析,比较可知:当院落尺度控制在 $2.75:1$ 时(如图4(a)、4(b)所示),接受自然光照条件受限程度较高,室内采光系数分布区间为 $0\%\sim 10.0\%$ 且呈由檐下(9.4%)、窗洞口(8.4%)向内墙(1.8%)折减较快趋势,厢房以及堂屋前 $1/$

3部分采光情况相对较好,基于室内光环境影响的功能空间布局利用率相对较低;当天然光照度为 $8\,246\text{ lx}$,院落尺度控制在 $1.57:1$ 时(如图4(c)、4(d)所示),接受自然光照射条件受限程度较前者降低,采光系数集中分布于 $1.4\%\sim 9.6\%$ 且呈由檐下(9.0%)、窗洞口(7.2%)向内墙(2.2%)折减趋势,同时受一进院(无前廊)和二进院(有前廊)院落尺度变化影响,院落光环境质量呈现一进院至二进院逐院递减趋势,厢房前 $2/3$ 以及堂屋前 $1/2$ 部分采光情况相对较好,基于室内光环境影响的功能空间布局利用率较前者有所增加。

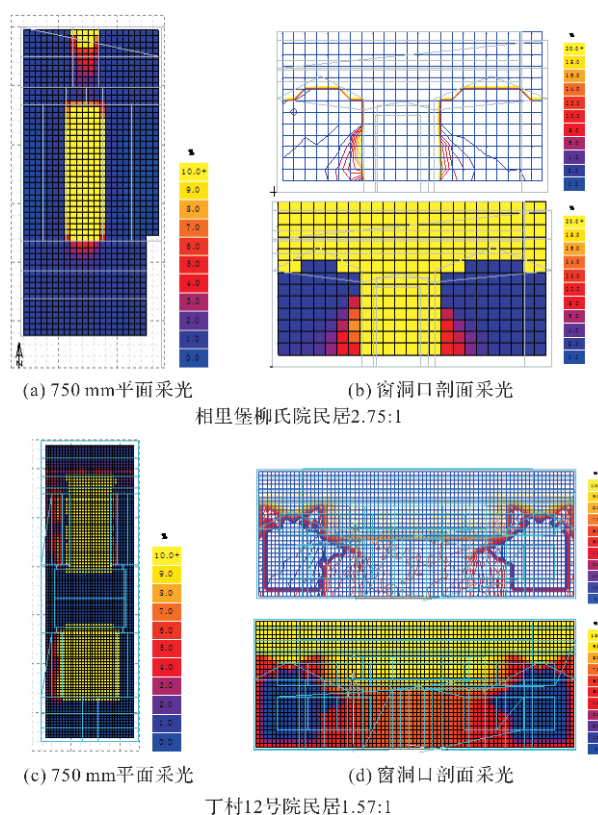


图4 晋陕地区院落尺度光环境模拟分析

Fig. 4 Simulation analysis of light environment at yard scale

3.1.2 结果分析

由图4(a)、4(b)可知,控制院落长宽比能够有效控制室内采光系数进而优化空间质量。我们不难发现在控制其余气象因素不变或相对同步变化时,院落尺度与室内光环境好坏呈现出以下关系:

受晋陕地区院落长宽尺度影响,房屋自遮挡导致的室内光环境的变化会随院落尺度的变化而改变,通常来说,室内采光系数呈现出由外向内递减趋势。比较相里堡民居 $2.75:1$ 与丁村民居 $1.57:1$ 不同院落尺度下民居室内采光情况,一般来说,当院落长宽尺度差异较小时,院落中民居

采光面所受影区影响较小,室内光环境较好,有利于传统民居冬季采光;反之,当院落长宽尺度差异较大时,院落中民居自遮挡影响较大,会出现部分空间所处影区无法满足日照标准的情况。

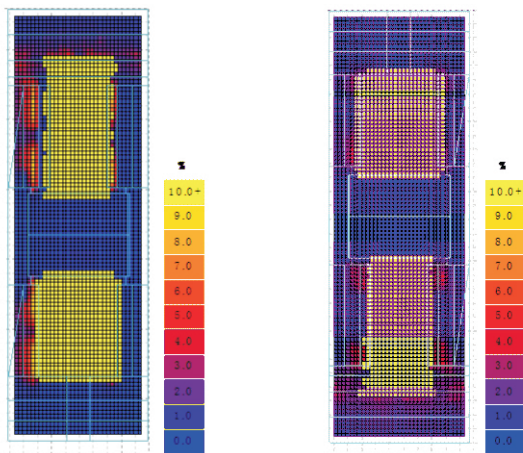
3.2 房屋朝向及室内光环境分析

在中国传统建筑文化观里,把民居正房坐北朝南定为人居佳选,既体现出家族尊卑、崇尚自然的文化关系,也利于自然采光优化室内光环境,起到健康舒适的绿色营建作用。为验证房屋朝向与正房室内光环境之间关系,我们选取坐北朝南的丁村12号院民居和坐南朝北的相里堡柳氏院民居作为对照,对其利用计算机模型进行光环境科学化分析。

3.2.1 房屋朝向光环境分析

为探究房屋朝向与室内光环境之间的关联关系,避免不同院落尺度会对模拟产生房屋朝向的额外影响,我们对典型民居进行理想模型化设定,采用1.57:1的恒定院落比例,按照典型案例坐北朝南和坐南朝北两个不同方向正房关系进行采光系数模拟分析。

如图5(a)、5(b)所示可知:在其他因素一定时,相较于坐南朝北的相里堡柳氏正房无法因接受南侧充足光照,2/3空间采光系数呈现低于2%分布情况,采光系数均值偏低;坐北朝南的丁村12号院民居正房内采光系数较高,2/3空间采光系数呈现2%~5%分布情况,采光系数均值较前者有所升高,这与我们实地测绘调研所得数据基本一致。



(a) 坐北朝南民居750 mm平面采光 (b) 坐南朝北民居750 mm平面采光

图5 晋陕地区房屋朝向光环境模拟分析

Fig. 5 Simulation analysis of light environment of house orientation in Shanxi and Shaanxi area

3.2.2 结果分析

由此可知,房屋朝向通过改变民居接受室外南向天然光照射程度直接影响室内光环境及其空间分布情况:据合理延伸,控制变量影响后的晋陕地区合院式民居坐北朝南的正房可接受室外天然光照射更多,采光系数数值分布情况向偏高处集中,室内光环境质量相对较好,形成更宜居的正房空间环境。

房屋朝向对正房室内光环境起到了重要影响。当室外天然光照射方向与建筑主要采光面重合时,建筑内部空间的采光系数变化较为明显,室内整体空间质量相对较高,功能空间利用率较高;当室外天然光照射方向与建筑主要采光面背离时,部分区域无法满足采光系数标准,室内整体空间质量相对较差,功能空间利用率较低,居民生活较为不便。

3.3 单体构造及室内光环境分析

影响室内光环境的单体构造营造是指建筑在微观层面总结出的一系列绿色营建方法,反映在晋陕地区相里堡柳氏民居和丁村12号院民居两处典型案例上,宜择取对室内光环境影响较大的两种具体表现措施:根据人居需求设置前廊空间和改变门窗洞口的抹边切割方式进行采光系数模拟分析,改善室内光环境。

3.3.1 单体构造光环境分析

我们设置三组对照组进行典型案例室内光环境比较,分别为:丁村民居12号院(厢房有前廊和厢房无前廊)、相里堡柳氏院民居(厢房有前廊和厢房无前廊)、基于典型案例民居的门窗抹边形式(原始门窗洞口和内外不同斜切抹边切割形式)。在每组建筑进行室内采光系数模拟测算时,保证探究单一变量对传统民居室内光环境的影响。

如图6(a)、6(b)所示,院落尺度、房屋朝向以及其余气象因素一定的前提下,忽略前文中所述某些不可抗力因素,根据所分析结果可得:当变量为厢房是否增加檐下前廊空间,有前廊的丁村民居12号院二进院厢房的采光系数处于0%~12.0%之间,且2.0%以上采光系数占据空间的前1/4,0%~2.0%之间采光系数占据空间的后3/4;一进院厢房取消前廊后,采光系数变为0%~18.0%,室内空间的明暗比为1:2,室内光环境质量较前者有所好转;图6(c)、6(d)所示相里堡柳氏院民居室内光环境趋势亦然。

将窗洞口抹边方式影响下室内光环境的变化探究分为6种切割情况(外侧倒圆角、内侧45°斜切、外侧四条边框斜切、外侧水平边框斜切、外侧45°斜切和原始门窗洞口)进行室内采光系数综合对比,如图6(e)和6(f)所示,室内采光系数分布区间为0.0%~18.0%,分析750 mm工作台面采光情况以及窗洞口剖面采光曲线变化趋势,室内采光系数高于2.0%空间分布规律呈现由1/2~2/3变化,且内外侧抹边结合切割方式的采光系数高于纯外侧切割方式。

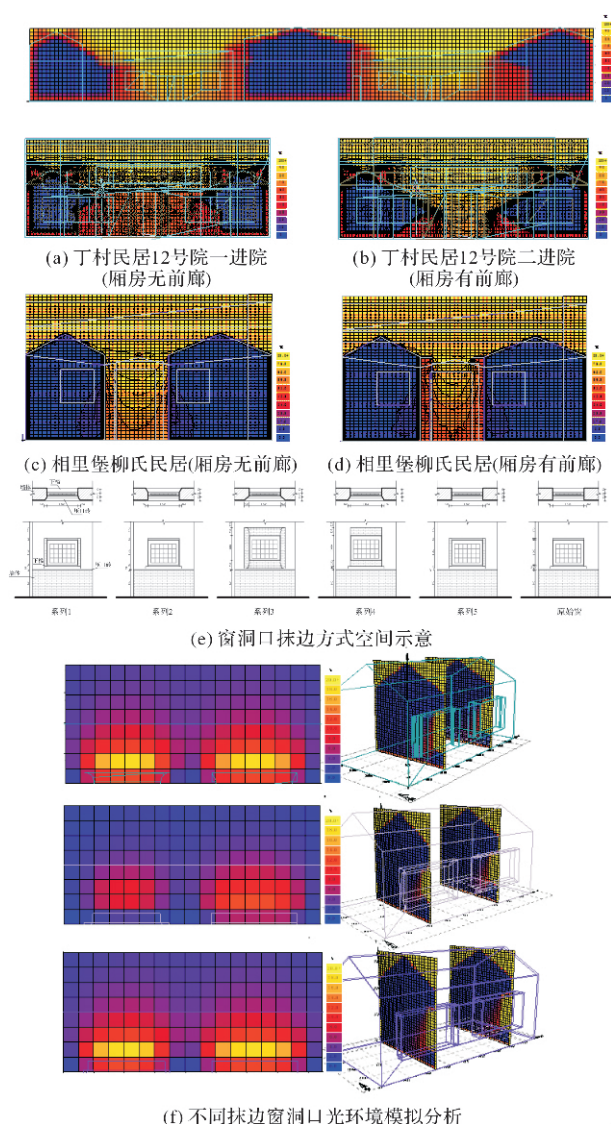


图6 晋陕地区建筑构造光环境分析

Fig. 6 Analysis of architectural structure light environment in Shanxi and Shaanxi area

3.3.2 结果分析

民居建筑根据需求设置前廊空间能够直接影响室内采光系数数值变化,有效调节室内光环境的明暗空间分布关系,改变室内空间分布情况。当

控制其余因素不变时,厢房设置前廊空间,建筑室内采光系数随空间尺度折减较为均匀,室内光环境出现的明暗起伏较小,有利于夏季防暑遮阳,但冬季采光性能较差;当厢房无前廊空间时,建筑室内采光系数折减较为明显,室内光环境出现的明暗起伏较大,容易在夏季产生眩光问题,但冬季采光性能较好,生活较为便利。

单体构造中的门窗抹边切割方式在一定程度上影响着室内光环境,直观改变建筑室内采光系数变化趋势。根据对不同抹边切割方式的科学化分析,我们得出有利于传统民居冬季采光、优化室内光环境的最佳方式为窗洞口内侧45°斜切,其余切割方式虽在一定程度上也改善了室内光环境,但收效甚微可行性较低。

4 结语

(1)在合理忽略计算机采光模拟软件算法缺陷误差的前提下,应用 ECOTECT 软件进行室内光环境仿真模拟,得出优化前的晋陕传统合院民居普遍有部分室内空间的采光系数不满足现行居住建筑光环境评价体系,且存在采光均匀度较差和室内空间分布不合理情况;

(2)为在传统风貌保护基础上优化民居室内光环境,使之对标现行居住建筑标准,我们提出以下策略:宽院面南、檐下光廊与八字抹边,即从民居营建初期择南向址而布正房空间始,到受制于传统风貌对房屋高度限制下尽可能控制院落长宽比为1.5:1~1.8:1以及在单体建筑及构造层面,厢房增设檐下光廊同时采用窗洞口内侧45°斜切抹边方式等营造方法,共同构成晋陕地区传统合院民居健康舒适光环境的代表性绿色营建智慧;

(3)传统民居建筑作为一种特有的营造模式,其绿色营建智慧是在极其客观有限前提下满足功能空间生活需求进行的低技高效探索,为了对当代传统风貌新民居建设提供更好参考意义,我们将在目前静态采光分析的基础上继续结合实测数据开展更为系统的动态采光模拟研究。

参考文献 References

- [1] 陆元鼎. 中国民居研究五十年[J]. 建筑学报, 2007 (11): 66-69.
LU Yuanding. Fifty years of research on Chinese

- dwellings [J]. Journal of Architecture, 2007 (11): 66-69.
- [2] 于姝亚,石谦飞.典型历史时期晋西窑洞民居光环境的模拟研究:以临县西湾村为例[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2021,53(5):758-764, 780.
YU Shuya, SHI Qianfei. Xiwan Village of Linxian County as an example [J]. J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science edition), 2021, 53 (5): 758-764, 780.
- [3] 姚珊珊,刘哲.豫南山地民居高侧窗对室内自然采光和通风的影响分析[J].建筑技术,2020,51(1):92-96.
YAO Shanshan, LIU Zhe. Analysis of the influence of high side window of mountain dwellings in southern Henan province [J]. Building Technology, 2020, 51 (1): 92-96.
- [4] 王炎松,王陈高男.赣东地区“纵向天井”家塾型书院建筑形制与光环境研究[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2020,52(5):638-646.
WANG Yansong, WANG Chen Gaonan. Research on architectural structure and optical environment of “vertical courtyard” home school academy in east jiangxi province [J]. J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science edition), 2020, 52 (5): 638-646.
- [5] 侯薇,袁景玉,高源,等.传统民居的天然光环境优化研究[J].建筑节能,2020,48(7):134-140, 162.
HOU Wei, YUAN Jingyu, GAO Yuan, et al. A Study on the Optimization of the Natural Light Environment in Traditional Residential Houses [J]. Building Energy Saving, 2020, 48 (7): 134-140, 162.
- [6] 王炎松,徐博宇.基于软件模拟的永州南部地区民居光环境研究:以上甘棠村和坦田村民居为例[J].城市建筑,2022,19(4):24-27.
WANG Yansong, XU Boyu. Research on the light environment of dwellings in southern Yongzhou based on software simulation is the example of Gantang Village and Tantian villagers above [J]. Urban Architecture, 2022, 19 (4): 24-27.
- [7] 张浩,王红,包训文菁,等.黔东南地区侗族传统民居的光热环境与改进技术研究[J].建筑节能,2021,49(12):152-159.
ZHANG Hao, WANG Hong, BAOXun Wenjing, et al. Study on thermal and thermal technology of dong traditional dwellings in qiaodongnan [J]. Building energy saving, 2021, 49 (12): 152-159.
- [8] 张亚茹,倪平安,王万江.极端干热地区传统民居光环境实测与模拟优化[J].建筑技术,2020,51(11):1381-1384.
ZHANG Yaru, NI Ping'an, WANG Wanjiang. Measurement and simulation optimization of the light environment of traditional dwellings in extreme dry and hot areas [J]. Building Technology, 2020, 51 (11): 1381-1384.
- [9] 彭小洪,伍国正,任雯,等.湖南省双峰县伟训堂建筑物理环境模拟与分析[J].建筑节能,2020,48(8):59-64.
PENG Xiaohong, WU Guozheng, REN Wen, et al. Simulation and analysis of building physical environment of weixun hall, shuangfeng county, hunan province [J]. Building Energy Saving, 2020, 48 (8): 59-64.
- [10] 李蜜,左秀娟.传统生土民居生态节能性分析及技术改造[J].建筑与文化,2016(6):210-213.
LI Mi, ZUO Xiujuan. Analysis of ecological energy conservation and technical transformation of traditional native dwellings [J]. Architecture and Culture, 2016 (6): 210-213.
- [11] 住房和城乡建设部.绿色建筑评价标准:GB/T 50378-2019[S].北京:中国建筑工业出版社,2019:11-12.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Green Building Evaluation Standards: GB/T 50378-2019 [S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2019:11-12.
- [12] 住房和城乡建设部.建筑采光设计标准(附条文说明):GB 50033-2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013:6-8.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Building Lighting Standard (Description): GB 50033-2013 [S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2013:6-8.
- [13] 住房和城乡建设部.住宅建筑规范:GB 50368-2005[S].北京:中国建筑工业出版社,2005:6.
Ministry of Construction of the People's Republic of China. Residential Building Code: GB50368-2005[S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2005:6.
- [14] 国家标准化管理委员会.采光测量方法:GB/T 5699-2017[S].北京:中国质检出版社,2017:4-7.
Standardization Administration of the State. Daylighting measurement method: GB/T 5699-2017 [S]. Beijing: China Quality Inspection Press, 2017:4-7.
- [15] 王金平,徐强,韩卫成.山西民居[M].北京:中国建筑工业出版社,2009:165-168.
WANG Jinping, XU Qiang, HAN Weicheng. Shanxi folk dwellings [M]. Beijing: China State Construction Industry Press, 2009:165-168.

- [16] 王军. 西北民居[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2009:93-100.
- WANG Jun. Northwest residential houses [M]. Beijing: China State Construction Industry Press, 2009: 93-100.
- [17] 梁锐. 西北民居绿色评价研究[M]. 北京:中国建筑工业出版社. 2015:21-25.
- LIANG Rui. Research on the Green Evaluation of Northwest Residential Houses [M]. Beijing: China State Construction Industry Press. 2015:21-25.
- [18] 王怡,赵群,何梅,等. 传统与新型窑居建筑的室内环境研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2001 (4):309-312.
- WANG Yi, ZHAO Qun, HE Mei, et al. Research on the Indoor Environment of Traditional and New Kiln Residence Buildings [J]. J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science edition), 2001 (4): 309-312.
- [19] TAE Kyung Kwon, ZOH Kyung-Jin. Natural reality: Connecting the cinematic landscape panorama to the ideal virtual landscape: Focused on the seoyeon's house, from the Korean movie "Architecture 101" [C]//第17届中日韩风景园林学术研讨会论文集:自然文化遗产与美好生活., 2021:132-140.
- [20] WANG Qiqi, CHENG Jin, ZHANG Han. Policy gradient reinforcement learning method for backward motion control of tractor-trailer mobile robot [C]//Proceedings of the 11th International Conference on Computer Engineering and Networks (CENet2021) Part I., 2021:314-322.
- [21] LIU Chun, WANG Xingyu. Research on the transformation design path of rural traditional dwellings based on the background of rural revitalization[J]. Scientific Journal Of Humanities and Social Sciences, 2022, 4(2). <http://www.sjohss.org/download/SJOHSS-4-2-218-221.pdf>.
- [22] ZHANG Yujie, LI Si. Study on illumination measurement method of lighting environment based on RBF neural network [C]//Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2022, 2196(1): 012004.
- [23] MOHAIBESH D, MONNA S, QADI H. Towards climate resilient residential buildings: learning from traditional typologies[J]//Journal of Physics: Conference Series. 2021, 2042(1): 012146.
- [24] SHU Yujie. Research on optimization strategy of interior design process based on computer software renderings[J]//Journal of Physics: Conference Series. 2021, 1992(2): 022073.
- [25] HAVEN H, ESHETU G, YARED G. Indoor thermal comfort analysis: A case study of modern and traditional buildings in hot-arid climatic region of Ethiopia [J]. Urban Science, 2021, 5(3): 53.
- [26] SHAN Wei, DING Hao, LI Ben. Research on the strategies of the preservation and inheritance of traditional folk houses: a case study of the preservation and renovation of yongding earth building cultural village [J]. International Journal of Social Science and Education Research, 2021, 4(7): 259-263.

(编辑 桂智刚)