



2020年度重庆市出版专项资金资助期刊

ISSN 1000-582X
CODEN CPAOD4

CHONGQING DAXUE XUEBAO

重庆大学学报

JOURNAL OF
CHONGQING UNIVERSITY



中国 重庆
CHONGQING, CHINA

本刊荣获

- 第一届重庆出版政府奖优秀期刊奖
- 第三届全国“百强报刊”
- 中国国际影响力优秀学术期刊
- 1~5届中国高校精品科技期刊奖
- 中国高校百佳科技期刊
- 中国科技论文在线优秀期刊一等奖
- 重庆市“十佳科技期刊”

9

2021年9月
第44卷 第9期
Vol. 44 No. 9

重 庆 大 学 学 报

第44卷 第9期 2021年9月

目 次

土木工程

基于粒子滤波的结构参数和荷载同步识别方法

..... 李天之,刘 纲,张亮亮 (001)

条形基础下砂-黏土双层地基极限承载力预测模型的不确定性分析

..... 关 宇,张毅博 (008)

传统民居光环境实测与模拟优化——以黔东南丹寨县黄土寨苗族民居为例

..... 黄海静,董 张 (017)

静态光侵扰对室内活动的侵扰阈值研究

..... 范 晴,张明宇,宋捷翹,于 娟,杨兴棕 (031)

气凝胶玻璃住宅夏季室内光热环境研究与对策分析

..... 张 燚,杨 柳,罗智星 (040)

模块建筑参数化平面优化及智能化结构设计方法

..... 陈圣格,周 婷,陈志华,刘佳迪 (051)

不同气候区遮阳控制策略的节能与舒适度优化

..... 周涵宇,刘 刚,王立雄,刘魁星 (067)

办公建筑运行能耗的混沌时间序列复合预测

..... 于军琪,段佳音,赵安军,井文强,王佳丽 (077)

基于热舒适的层式通风脉动送风参数优化

..... 廖春晖,程 勇,田 雪 (088)

通信·计算机·自动化

基于聚类非支配排序的电物流通车路径规划及充电策略

..... 徐婷婷,胡晓锐,胡 文,李双庆,池 磊 (098)

基于 QoS 云计算任务调度优化

..... 聂清彬,陈飞旭,秦美峰,曹耀钦 (109)

基于超模博弈的认知无线 Ad hoc 网络分布式功率控制技术

..... 李湘鲁,侯 冬,田 杰 (117)

RiskRank:一种网络风险传播分析方法

..... 张之刚,常朝稳,韩培胜,侯 湘 (132)

表面等离子体共振型光子晶体光纤偏振滤波器性能优化设计方法

..... 贾平岗,左方俊,刘 磊,安国文 (139)

doi:10.11835/j.issn.1000-582X.2020.214

传统民居光环境实测与模拟优化——以黔东南丹寨县黄土寨苗族民居为例

黄海静^{a,b}, 董 张^a

(重庆大学 a.建筑城规学院; b.山地城镇建设与新技术教育部重点实验室, 重庆 400045)

摘要：传统民居基本为村民自建，极少考虑建筑的光环境设计，室内采光效果差。为改善传统民居建筑光环境，对黔东南地区丹寨县黄土寨中一栋代表性的苗族民居进行光环境实验测量，并结合该民居建筑的空间特征对其光环境进行研究，结果显示：该民居主要功能房间的采光性能均未达到建筑采光设计标准要求；房间的采光口大小及位置、室内空间形态、表面材料的反射性能等因素均会对其室内光环境产生影响。运用软件模拟对各影响因素进行量化分析，以对原建筑风貌和空间结构的影响最小化为光环境改造前提，从调整采光口的大小及数量、增加屋面亮瓦及檐下采光口、铺贴浅色墙纸、设置可调节反光百叶等方面，提出传统民居光环境综合优化改造策略。本研究可为传统民居室内光环境保护性改造，以及新建民居的采光设计提供借鉴和参考。

关键词：黔东南地区；传统民居；光环境；优化策略；保护性改造

中图分类号：TU241.5 **文献标志码：**B

Measurement and simulation optimization of light environment of traditional dwellings: the case study of Miao dwelling in Huangtu village, Danzhai county, Southeast Guizhou

HUANG Haijing^{a,b}, DONG Zhang^a

(a. School of Architecture and Urban Planning; b. Key Laboratory of New Technology for Construction of Cities in Mountain Area, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

Abstract: Traditional dwellings are basically built by the villagers, and the light environment design of the building is rarely considered. Therefore, the indoor lighting effect is poor. In order to improve the light environment of traditional dwellings, a light environment experiment was carried out on a representative Miao dwelling in Huangtu Village, Danzhai County, southeast Guizhou, and the light environment was studied in combination with the spatial characteristics of the dwellings. The results showed that the daylighting performance

收稿日期：2019-08-03

基金项目：“十三五”国家重点研发计划子课题（2017YFC0702403）；重庆市基础科学与前沿技术研究专项项目（cstc2017jcyjAX0214）；中央高校基本科研业务费前沿交叉学科培育专项（2018CDQYJZ0032）。

Supported by National Key Research and Development Program Sub-topic (2017YFC0702403), Chongqing Basic Science and Frontier Technology Research Project (cstc2017jcyjAX0214) and Central University Basic Research Operating Expenses Frontier Interdisciplinary Training Project (2018CDQYJZ0032).

作者简介：董张（1993—），男，重庆大学硕士研究生，建筑设计原理、绿色建筑方向，(E-mail)805884047@qq.com。

通讯作者：黄海静，女，重庆大学副教授，博士生导师，主要从事绿色建筑设计、建筑光学研究，(E-mail)cqhjhj@126.com。

of the main rooms did not meet the requirements of standard for daylighting design; the size and position of daylighting windows, the form of interior space, and the reflective properties of surface materials all have an impact on the interior light environment. Quantitative analysis of various influencing factors was conducted by software simulation, and the premise of light environment transformation is to minimize the impact on the original architectural features and spatial structure. Thus, the strategies of light environment comprehensive optimization of traditional dwellings were put forward from adjusting the size and quantity of lighting windows, increasing the roof daylighting tiles and daylighting windows under the eaves, paving light color wallpaper, setting adjustable reflective louver, et al. The results of the study can provide reference for the protective transformation of interior lighting environment of traditional dwellings and the daylighting design of new dwellings.

Keywords: southeast Guizhou; traditional dwellings; lighting environment; optimization strategies; protective transformation

传统民居基本由村民自主建造,极少考虑建筑的光环境设计,建造时受当地传统文化的影响和技术经济条件的制约,室内光环境质量普遍较差。光环境影响人体的视觉舒适、生理与心理健康^[1-2],传统民居的室内光环境亟待改善。国内部分学者已关注到民居的光环境问题,并进行了有益的探索。如李莉萍^[3]测量和比较了不同生态环境和地理气候下云南地区几种典型哈尼族民居的采光系数,并从房间开窗和应用新型材料等方面提出室内光环境的改善建议。在对重庆地区民居的窗地比、采光系数、照度均匀度等光环境现状分析的基础上^[4-6],李苑^[5]从改善天然采光性能的角度提出渝东南地区民居的营建策略;翟逸波^[6]基于传统民居天然采光界面的差异,提出针对单界面和多界面的采光技术策略。谭洁等^[7]对孝感地区明清民居进行测绘,研究天井形态对民居光环境的影响,并探讨其影响机制在建筑中庭空间的应用。何苗^[8]等对闽南沿海地区民居的室内光环境进行实测调研,应用软件模拟对民居光环境影响因素进行分析,并提出了优化策略。但现有光环境分析多基于测量数据,对传统民居空间特征关注不足;并且,光环境优化除了满足采光性能要求,还应整合考虑建筑的保护性改造策略。

不同地域的民居建筑空间及光环境特征不同。目前,针对黔东南传统民居的研究多集中于其空间形态特征和室内湿热环境,而对光环境的研究十分欠缺。黔东南苗族侗族自治州位于贵州省东南部,州境内大部分地区海拔 500~1 000 m;处于亚热带季风湿润气候区和 V 类光气候区,年平均气温为 14~18℃,降雨量 1 000~1 500 mm,相对湿度为 78%~84%,年日照时数为 1 068~1 296 h,天然光的年总平均照度低于 30 klx,总体呈现出雨量大、湿度高、云雾多、日照少的气候特征^[9-10],州境内传统民居室内采光效果差,对其进行适宜性改造尤为必要。

黄土寨位于贵州丹寨县城西南侧,距丹寨县城约 1 km,常住人口 700 余人。村寨依山而建,顺等高线层层跌落,呈明显向心性布局。村寨中现有许多保留较好的传统苗族民居(约占 50%)依然在使用,形成了新老建筑并存、传统与现代交融的风貌(图 1),映射出时代发展背景下我国传统村落的普遍现状^[11]。这些传统民居都是村民自建,建造时因防御功能的需求、传统生活方式的影响和技术经济条件的制约,房间开窗少且窗口小,室内光线微弱。随着村寨规模的扩展,部分民居修建于北坡,因受山体遮挡,其室内天然光环境较南坡民居要差^[12]。如今为满足现代生活需求,一些村民开始自发地对传统民居进行改扩建,以期改善室内光环境,但由于是村民自发性改造,采光效果并不能完全满足要求。因此,科学分析传统民居的光环境现状,结合建筑空间特征研究保护性改造的适宜策略,营造满足居住及视觉需求的传统民居光环境极为迫切,并能为新建民居提供借鉴和参考。

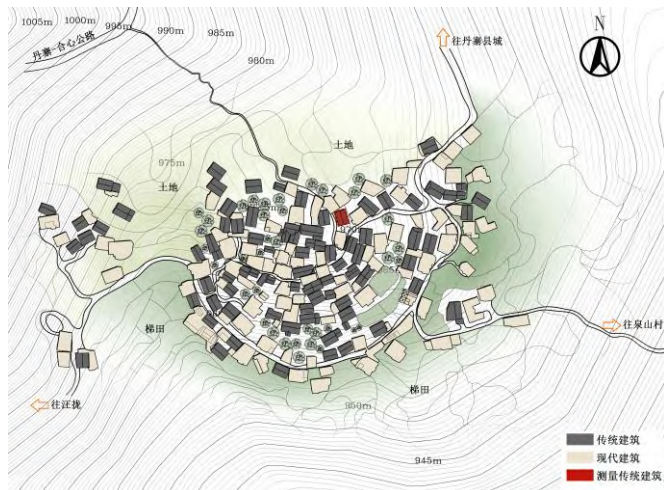


图 1 黄土寨布局形态

Fig. 1 The layout of Huangtu Village

1 光环境现状测试及分析

现状调研以黄土寨中原始风貌保存较好的一栋苗族民居为实测对象(图 2 和图 3), 该民居所在地海拔 970 m, 朝向北偏东 75°; 面阔 3 间, 进深 4 间, 穿斗式结构, 主要材料为杉木, 小青瓦悬山屋顶; 是典型“下畜上人”的苗族民居功能布局模式, 由一楼畜养及储藏层、二楼居住及阁楼层构成。

选取该民居室内主要功能房间进行测试, 包括客厅(A)、堂屋(B)、主卧(C)、厨房(D)、餐厅(E)。其中, 次卧与主卧功能和空间形态类似, 不作重复测量; 底层为畜圈及农具储藏, 不住人, 未作测量; 二层的退堂是半室外阳台, 不在测量范围内。测试时段为 2018 年 7 月 17 日至 2018 年 7 月 19 日每天的 10:00~15:00。测试采用网格法均匀布点, 布点间距为 1 m, 工作面高度为 0.75 m (图 4)。



(a) 航拍图



(b) 东南角透视

图 2 测试的苗族民居

Fig. 2 The tested dwelling



(a) 客厅



(b) 堂屋



(c) 厨房/餐厅



(d) 主卧

图 3 测试民居室内采光实景

Fig. 3 The interior lighting environment of the tested dwelling

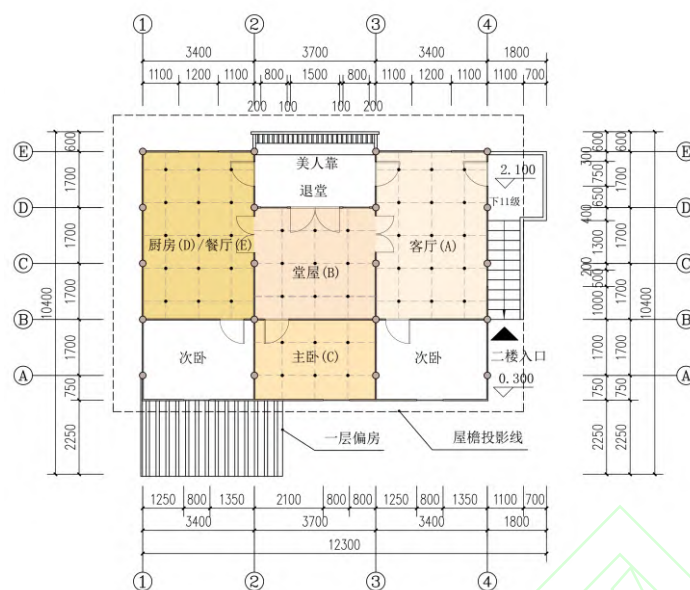


图 4 民居测点布置示意图

Fig. 4 Arrangement of measuring points

测试在全阴天天气下进行, 实测室外天然光照度值为 11.2 klx。黄土寨所在的黔东南地区属于 V 类光气候区, 根据《建筑采光设计标准 (GB50033-2013)》^[13]确定各房间窗地比标准值, 将实测所得窗地比值与标准值对比, 如表 1 所示, 该民居的主要功能房间的窗地比均远低于国家标准值, 室内采光面严重不足, 其中厨房、客厅、卧室的窗地比与标准的差值极大。

表 1 窗地比实测值与标准值对比

Table1 Ratio of glazing to floor area comparison with standard values

房间名称	窗地比		
	实测值	标准值	差值
(A) 客厅	0.07	0.2	0.13
(B) 堂屋	0.1	0.2	0.1
(C) 主卧	0.07	0.2	0.13
(D) 厨房	0.06	0.2	0.14
(E) 餐厅	0.06	0.12	0.06

根据实测照度值 (表 2) 计算得到的采光系数与标准值对比显示, 该民居主要功能房间采光系数均远低于国家标准值, 其中堂屋采光系数与标准值差得最多, 客厅、厨房也差距较大 (表 3)。

综合表 1~表 3 分析发现: ①堂屋的窗地比远大于其他房间, 但其采光系数却最低, 原因是堂屋外有退堂, 光线需经退堂空间才能射入堂屋; ②客厅与主卧的窗地比相同, 但采光系数仅为主卧的 1/2, 且其照度均匀度也比主卧差。这与房间形态及开窗方式有关, 客厅进深较大且窗户开在短边墙体上, 因而客厅深处采光较差; 而主卧进深较小, 且窗户开在长边墙体上, 光线更易到达房间深处。

表 2 主要功能房间实测照度值及相关数据

Table 2 Measured illuminance value and related data of main rooms						
房间名称	天然光照度/ lx				照度均匀度	
	测点实测照度值			实测照度平均值		
(A) 客厅	104.7	311	142.5	73.58	300	0.07
	72.4	183.1	86.2			
	22.59	69.9	28.2			
	8.89	24.4	12.4			
	6.88	22	8.6			
(B) 堂屋	5.4	139.2	33.2	51.12	300	0.11
	10.07	79.5	99.6			
	22.5	15.85	54.8			
(C) 主卧	46.7	102.6	128.8	149.22	300	0.31
	73.2	309	235			
(D) 厨房	113.4	308.5	130.1	73.05	300	0.08
	80.7	192.1	70.9			
(E) 餐厅	22.68	70.3	26.8	73.05	150	0.08
	12.4	22.4	14.3			
	6.05	15.98	9.1			

表 3 采光系数实测值与标准值对比

Table 3 Measurement values and standard values of daylighting factor			
房间名称	采光系数/%		
	实测值	标准值	差值
(A) 客厅	0.66	2.4	1.74
(B) 堂屋	0.46	2.4	1.94
(C) 主卧	1.33	2.4	1.07
(D) 厨房	0.65	2.4	1.75
(E) 餐厅	0.65	1.2	0.55

2 光环境模拟及优化分析

2.1 光环境模拟参数设置

针对民居光环境现状问题，运用 Ecotect Analysis 2011 对其室内光环境进行模拟。根据《采光测量方法（GB/T5699-2017）》^[14]、《建筑采光设计标准（GB50033-2013）》设置模拟参数：天空照度模型设为全阴天空，室外天空照度值及模拟时间与实测数据一致；工作面取 0.75 m 高处，测点间距为 50 mm；该民居室内地板、天花板、墙体均为棕色杉木板，其反射系数取值 0.15；窗户为单层 6mm 普通白玻、木窗框、窗户洁净程度一般，设为 Average Windows（即 x=0.75）。

将原室内采光系数模拟结果与实测数据对比，显示其误差率仅 4.3%~7.6%（表 4）。在验证其可行性的基础上，从采光系数^[15]、照度和照度均匀度几个方面，进行光环境模拟分析评价及优化设计研究。为排除窗户洁净程度对模拟结果的影响，优化模拟中将窗户洁净程度设为 Clean Windows（即 x=1），模拟结果

如图 5 所示。

表 4 原室内采光系数模拟值与实测值对比

Table 4 Simulated values and measured values of original interior daylighting factor

房间名称	采光系数/ %		误差率/ %
	实测值	模拟值	
(A)客厅	0.66	0.61	7.6
(B)堂屋	0.46	0.44	4.3
(C)主卧	1.33	1.27	4.5
(D)厨房	0.65	0.61	7.6
(E)餐厅	0.65	0.61	7.6

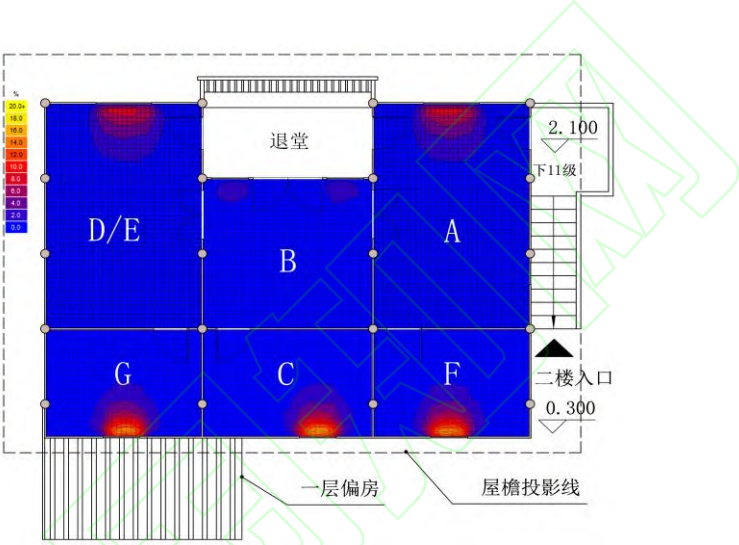


图 5 洁净窗户时采光系数模拟结果

Fig. 5 The interior daylighting factor under clean windows

2.2 光环境优化模拟分析

2.2.1 增加外墙开窗

对传统民居光环境的改造优化，以建筑风貌影响最小化为前提，根据外墙木板格构关系（外墙木板宽度为 150~300 mm），采用主要功能房间原有窗户的构成单元尺寸（主要为 400 mm×800 mm 和 650 mm×650 mm 2 种）为模数，在外墙上均匀增加开窗（图 6）。根据窗地比标准值计算得出客厅和厨房（餐厅）各需增加 6 扇窗户，堂屋和 3 间卧室各需增加 2 扇窗户，以此为依据建立优化模型并计算，如图 7、表 5 所示。可以看到，增加开窗能提升室内采光系数和照度均匀度，除堂屋各项指标远低于标准值以外，其余房间的平均照度和采光系数均达到标准要求；客厅、厨房（餐厅）增设窗户数量过多，对建筑风貌影响较大，但同时这 2 个房间的采光系数增幅也最大，因此，实际改造中可考虑适当减少开窗数量并结合其他措施进行整合优化来满足采光要求。

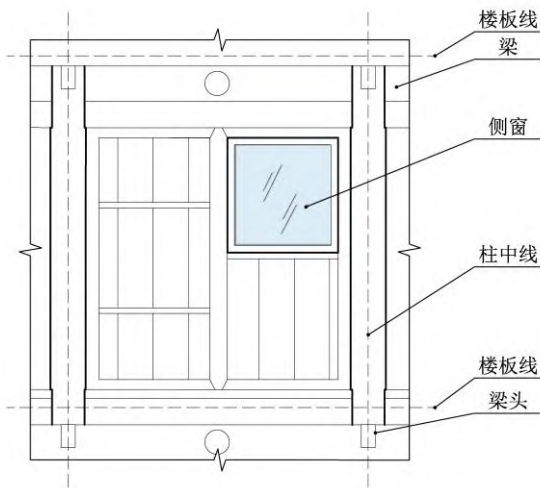


图 6 外墙开窗示意图

Fig. 6 Opening windows on the external wall

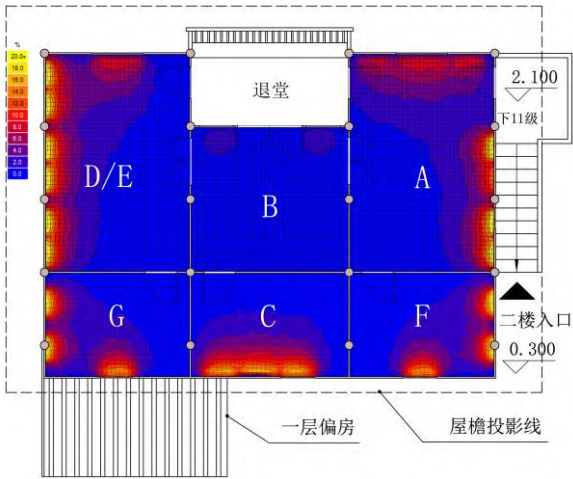


图 7 增加开窗后采光系数模拟结果

Fig. 7 The results of daylighting factor after increasing the quantity of windows

表 5 增加开窗前后数据对比

Table5 The data comparison before and after increasing the quantity of windows

房间名称	采光系数 标准值/%	优化前		优化后		照度标 准值/lx	优化前		优化后	
		采光系数 /%	达标 情况	采光系数 /%	达标 情况		照度值/ lx	达标 情况	照度值/ lx	达标 情况
(A) 客厅	2.4	0.8	×	3.58	√	300	88.15	×	400.57	√
(B) 堂屋		0.57	×	0.71	×		63.66	×	79.48	×
(C) 主卧		1.34	×	3.63	√		156.46	×	406.85	√
(D) 厨房	1.2	0.8	×	3.76	√	150	88.17	×	421.44	√
(E) 餐厅		0.8	×	3.76	√		88.17	×	421.44	√
(F) 次卧 1	2.4	1.46	×	3.42	√	300	160.18	×	383.06	√
(G) 次卧 2		1.46	×	3.43	√		159.10	×	383.89	√

2.2.2 提高室内反射比

由于该民居室内界面均为杉木板，不适合粉刷，提高室内反射比较好的方式是使用浅色墙纸。根据《建筑采光设计标准（GB50033-2013）》将室内房间的墙体、楼板、天花板的反射系数均设为 0.72，模拟结果如图 8、表 6 所示。可以看到，单纯通过浅色墙纸来提高室内反射比一定程度上能改善室内采光效果，但各房间提升幅度不大，除餐厅外，其余房间的采光系数和照度值仍未达到国家标准要求。

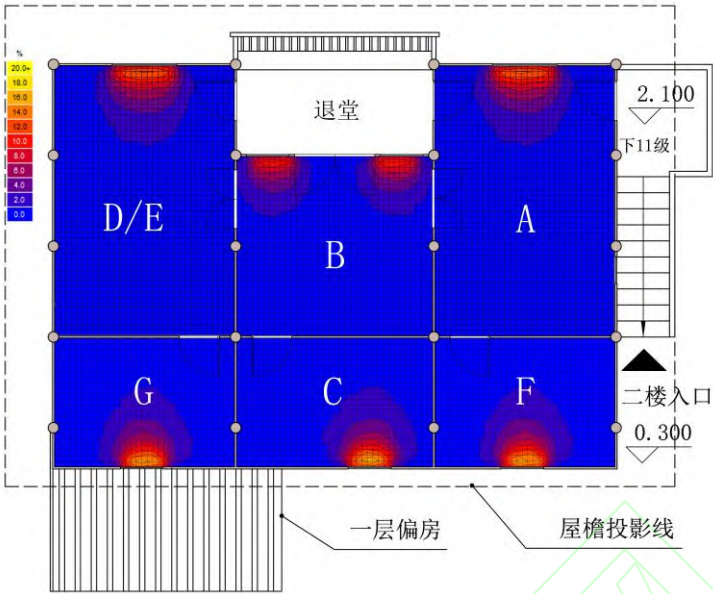


图 8 提高室内反射比后采光系数模拟结果

Fig. 8 The results of daylighting factor after improve interior reflectance

表 6 提高室内反射比前后数据对比

Table 6 The data comparison before and after improve interior reflectance

房间名称	采光系数 标准值/%	优化前		优化后		照度标 准值/lx	优化前		优化后	
		采光系数 /%	达标 情况	采光系数 /%	达标 情况		照度值/ lx	达标 情况	照度值/ lx	达标 情况
(A) 客厅	2.4	0.8	×	1.3	×	300	88.15	×	145.26	×
(B) 堂屋		0.57	×	1.68	×		63.66	×	187.87	×
(C) 主卧		1.34	×	1.99	×		156.46	×	223.07	×
(D) 厨房	1.2	0.8	×	1.3	×	150	88.17	×	156.05	×
(E) 餐厅		0.8	×	1.3	√		88.17	×	156.05	√
(F) 次卧 1		1.46	×	2.11	×	300	160.18	×	235.94	×
(G) 次卧 2	2.4	1.46	×	2.1	×		159.10	×	235	×

2.2.3 增设顶部采光口

1) 屋顶设置亮瓦：由于阁楼（阁楼是苗族传统民居重要的储藏空间和热湿环境的调节空间，一般设置在堂屋以外的房间上方）的存在，仅在通高的堂屋屋顶处增设亮瓦。传统民居中亮瓦的设置一般为 3 列或 5 列，一列 3 片。据窗地比标准值计算得到需增加的采光面积，在堂屋屋顶均匀布置 8 处亮瓦，每处 3 列，一列 3 片，亮瓦为底瓦，盖瓦采用小青瓦（图 9（a）），以减小对传统风貌的影响。

2) 特殊部位顶部采光：利用民居卧室上部的檐下空间设置顶部采光口，以窗地比标准值计算得到需增加的采光口面积为参考，在每个卧室顶部均匀增加 3 个采光口（图 9（b））；因卧室一侧非建筑主要形象面，且采光口位于屋檐下，对建筑风貌影响较小。模拟结果如图 10、表 7 所示，增设顶部采光口后，各房间的室内采光系数大幅提高，均达到国家标准要求；室内照度均匀度提升效果显著，尤其是堂屋；主卧和堂屋的室内照度值虽没有达到国家标准，但差距不大。总体来说，增设顶部采光口能使室内光环境质量得到极大改善。

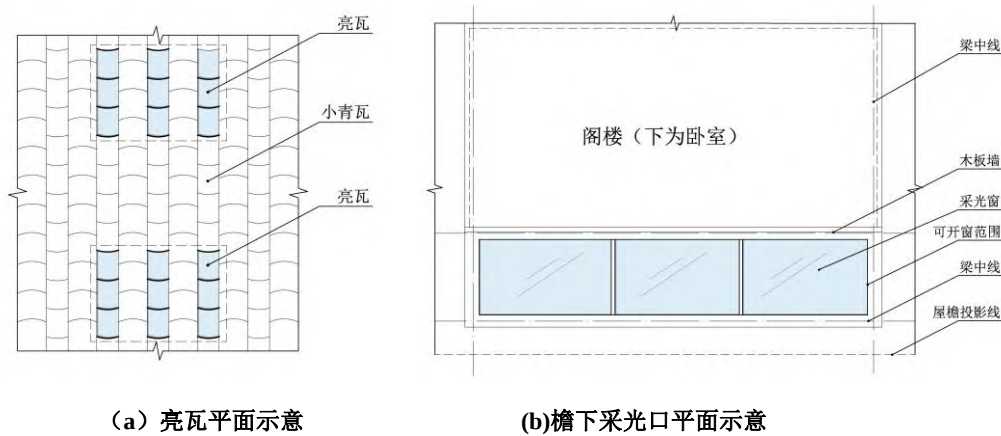


图 9 顶部采光口示意图

Fig. 9 The top daylight windows

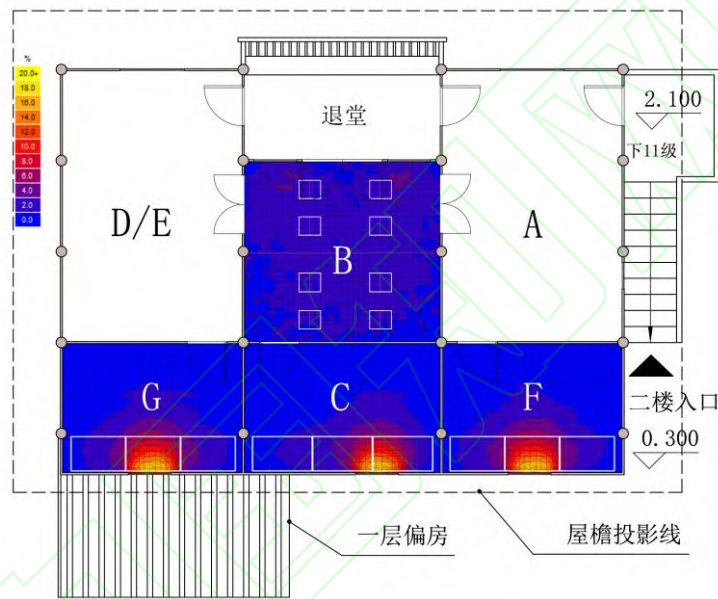


图 10 增设顶部采光口后采光系数模拟结果

Fig. 10 The results of daylighting factor after the addition of the top windows

表 7 增设顶部采光口前后数据对比

Table7 The data comparison before and after the addition of the top windows

房间名称	采光系数 标准值/%	优化前		优化后		照度标 准值/lx	优化前		优化后	
		采光系数	达标	采光系数	达标		照度值/ lx	达标	照度值/ lx	达标
		/ %	情况	/ %	情况			情况		情况
(B) 堂屋	2.4	0.57	×	2.48	√	300	63.66	×	278.11	×
(C) 主卧		1.34	×	2.51	√		156.46	×	281.40	×
(F) 次卧 1		1.46	×	2.86	√		160.18	×	320.37	√
(G) 次卧 2		1.46	×	2.88	√		159.10	×	322.03	√

3 传统民居光环境综合优化设计策略

由上述模拟结果可知，增加开窗能大幅提高室内照度和均匀度，但部分房间增加开窗的数量过多，会对建筑传统风貌造成破坏；提高室内反射比能整体提高室内采光系数和照度均匀度，但效果不佳，不能使室内采光系数和照度达到国家标准值；堂屋屋顶增设亮瓦、卧室利用檐下空间增设顶部采光口能极大程度

提升室内采光系数和照度均匀度。

基于上述单项优化结果分析，统筹考虑地域气候、采光需求、建筑风貌、空间结构及材料特性等因素，提出综合优化措施，即：二层所有房间均采用浅色墙纸，其反射系数为 0.72；客厅和厨房/餐厅在建筑山墙上对应位置各增加 2 个开窗，每个开窗的面积为 0.42 m²；堂屋空间在屋顶上均匀布置 6 处亮瓦，亮瓦总面积为 0.96 m²；3 个卧室在建筑檐下各增设 1 个顶部采光口，每个采光口面积为 0.72 m²。对综合优化效果的模拟分析显示，民居的主要功能房间的采光系数和平均照度值均高于国家标准要求，且照度均匀度明显提升（图 11、表 8）。

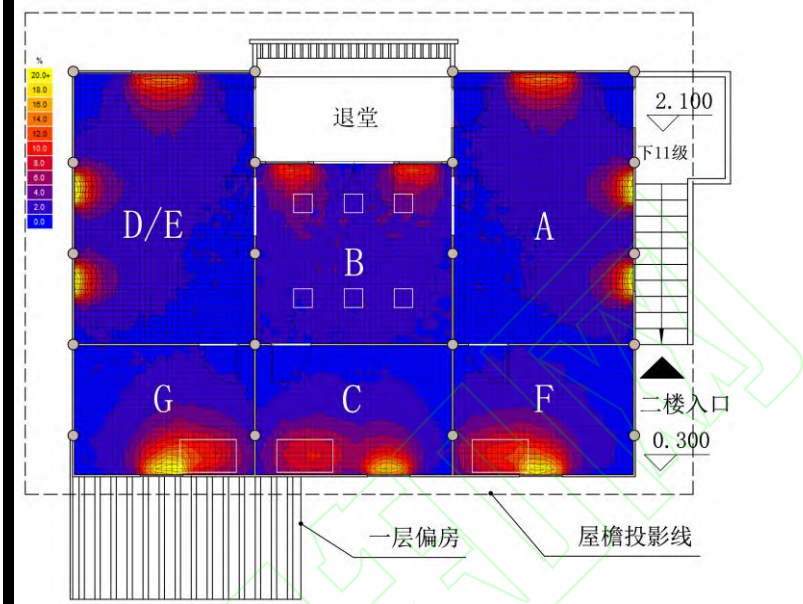


图 11 综合优化后采光系数模拟结果

Fig. 11 The results of daylighting factor after comprehensive optimization

表 8 综合优化前后数据对比

Table8 The data comparison before and after comprehensive optimization

房间名称	采光系数标准值/ %	优化前		优化后		照度标准值/ lx	优化前		优化后	
		采光系数 / %	达标情况	采光系数 / %	达标情况		照度值/ lx	达标情况	照度值/ lx	达标情况
(A) 客厅	2.4	0.8	×	3.33	√	300	88.15	×	373.38	√
(B) 堂屋		0.57	×	3.54	√		63.66	×	396.72	√
(C) 主卧		1.34	×	3.88	√		156.46	×	424.82	√
(D) 厨房	1.2	0.8	×	3.33	√	150	88.17	×	372.92	√
(E) 餐厅		0.8	×	3.33	√		88.17	×	372.92	√
(F) 次卧 1	2.4	1.46	×	4.22	√	300	160.18	×	443.14	√
(G) 次卧 2		1.46	×	4.26	√		159.10	×	447.28	√

由此，可总结出传统民居光环境综合优化设计策略，如下：

1) 以对原建筑风貌和结构影响最小化为民居改造前提，根据采光需求，综合考虑原民居立面板材格构关系，在山墙面适当增设采光窗口（图 12），确定其位置、形态与排列方式^[16]。当增设采光窗口有难度时，可考虑将全木门（苗族民居多为格扇门^[17]）替换为上部带玻璃格栅的木门（图 13），改善室内光环境。

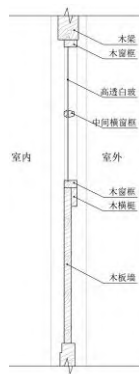


图 12 增设采光口示意

Fig. 12 Adding daylighting windows

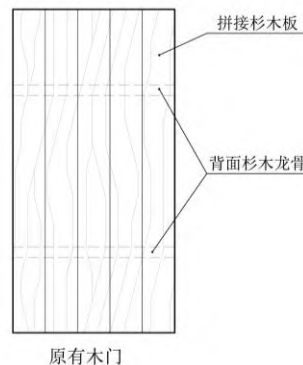


图 13 木门改造示意

Fig. 13 Reconstruction of wooden doors

2) 该类传统民居为木结构，室内界面均由杉木板拼接而成，且层高较矮，仅 2.2 m 左右，因此不适合粉刷、吊顶和铺设地面砖，宜采用浅色墙纸整体提高室内照度，并可减弱室内眩光引起的视觉不适（表 9）。

表 9 室内界面各优化措施对比

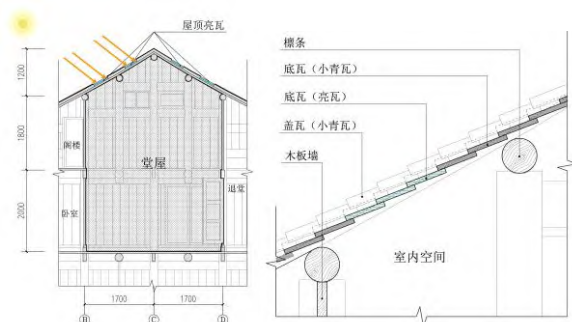
Table9 Comparison of various optimization measures for interior interface

措施	浅色粉刷	浅色地面砖	浅色吊顶	浅色墙纸
示意图				
适用性	×	×	×	√
说明	室内界面均由杉木板拼接而成，表面不够平整，活动性较大，粉刷易产生裂缝和脱落，且湿作业施工易对木墙板产生影响。	楼板为杉木板拼接，表面不够平整，木板活动性较大，铺设地面砖易发生变形和断裂，且湿作业施工易对木楼板产生影响。	该类传统民居层高较矮，仅 2.2m 左右，除去梁板高度，吊顶后室内净高为 1.8m 左右，空间压抑，不适合使用。	采用墙纸能更好地适应木板表面不平整、活动性大的特征，且施工方便，用图钉即可固定，对木板影响小，且易于更换。

3) 对于无阁楼的空间可考虑在屋顶适当位置均匀设置亮瓦（图 14）；对于上部有阁楼的房间，可充分利用建筑的空间特征，在一些不显眼、不影响建筑风貌的部位（如檐下）考虑开设可开启的辅助采光口（图 15），既能改善采光，又利于通风。

4) 由于房间亮光集中在采光口附近，不易达到房间深处，且该地区民居夏季需考虑遮阳，因此可考虑在采光窗内部设置可调节的反光百叶（图 16），夏季正午可阻挡并反射过强的直射光，冬季和夏季午后又可将天然光反射到天花板，并漫射到室内空间，使光线更易到达房间深处，照度均匀度更佳。

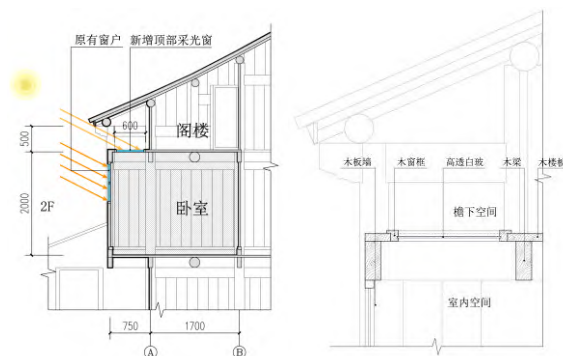
5) 结合黔东南四季分明、湿度高、日照少的气候特征和居民日常生活方式，可考虑夏季将外门开启辅助采光，既改善民居室内采光质量，也能使室内获得良好的通风效果以带走室内湿热空气，但同时应考虑门洞的遮阳设计。



(a) 亮瓦位置示意 (b) 亮瓦做法示意

图 14 屋顶亮瓦设置示意

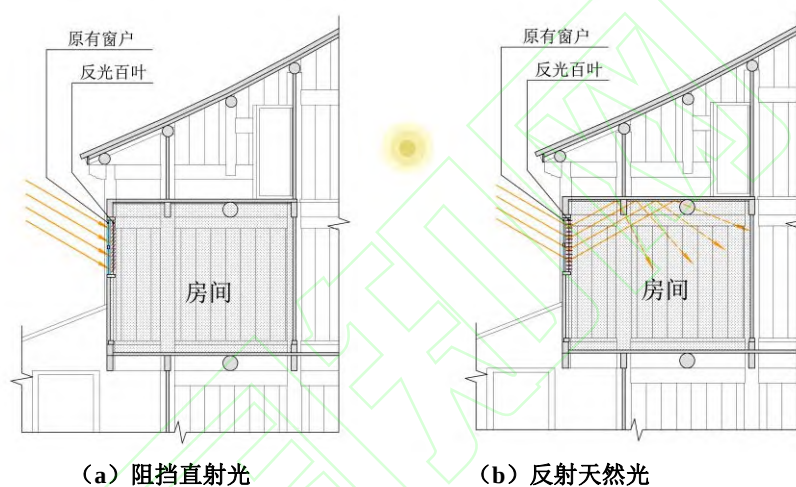
Fig. 14 Layout of bright tile on the roof



(a) 采光口位置示意 (b) 采光口做法示意

图 15 檐下采光口设置示意

Fig. 15 Layout of daylighting window under the eave



(a) 阻挡直射光

(b) 反射天然光

图 16 可调反光百叶示意图

Fig. 16 Adjustable reflective shutters

4 结 论

从传统民居的光环境现状调研入手,对黔东南地区丹寨县黄土寨的一栋典型苗族民居的窗地比、室内照度及采光系数进行实测,结果显示,该传统民居的主要功能房间的采光性能远低于国家建筑采光设计标准的要求,室内光环境质量差。

对各房间的采光数据进行分析,指出室内光环境受采光口大小及其位置分布、室内空间形态、室内表面材料的反射性能等因素的影响。在此基础上,通过软件模拟对各影响因素进行量化和对比分析,结合黔东南地区的气候特征,以对原建筑风貌和空间结构的影响最小化为改造前提,提出传统民居光环境综合优化改造策略建议:① 山墙面适当增加采光窗,或将全木门替换为上部带花格栅玻璃的木门;② 无阁楼房间可增设屋面亮瓦,有阁楼房间可增设檐下顶部采光口;③ 结合内墙材料铺贴浅色墙纸,整体提高室内照度;④ 在采光口上部设置可调节反光百叶,既可遮挡太阳直射又可提高照度均匀度;等等。

图片来源:

图 1、图 4-图 16: 作者自绘;

图 2-图 3: 作者自摄;

表 1-表 9: 作者自绘。

参考文献:

- [1] Figueiro M G, Plitnick B A, Lok A, et al. Light and health[M]. 3rd. Boca Raton, US: CRC Press, 2014: 521-548.
- [2] McEnany G W, Lee K A. Effects of light therapy on sleep, mood, and temperature in women with nonseasonal major depression[J]. Issues in Mental Health Nursing, 2005, 26(7): 781-794.
- [3] 李莉萍. 云南典型哈尼族民居热环境和光环境研究[J]. 云南工业大学学报, 1997(4): 69-74.
LI Liping. The thermal environment and the light environment of Yunnan Hani nationality dwelling research[J]. Journal of Yunnan Polytechnic University, 1997(4): 69-74.(in Chinese)
- [4] 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, 37(2): 16-21.(in Chinese)
- [5] 李苑, 郝石盟. 渝东南地区民居光环境调研分析[J]. 动感(生态城市与绿色建筑), 2012(1): 113-116.
LI Yuan, HAO Shimeng. Investigation on light environment of rural house in the southeast of Chongqing[J]. Eco-City and Green Building, 2012(1): 113-116.(in Chinese)
- [6] 翟逸波. 重庆地区传统民居光环境优化设计策略研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2014.
ZHAI Yibo. Study of light environment optimization strategy for traditional residence of Chongqing area[D]. Chongqing: Chongqing University, 2014.(in Chinese)
- [7] 谭洁, 刘威, 汪梦林. 小河镇民居天井天然光环境研究初探[J]. 湖南城市学院学报(自然科学版), 2014, 23(2): 39-42.
TAN Jie, LIU Wei, WANG Menglin. Research on the characteristic of patio and luminous environment in Xiaohe town[J]. Journal of Hunan City University(Natural Science), 2014, 23(2): 39-42.(in Chinese)
- [8] 何苗, 薛家薇. 晋江市东山村传统民居光环境模拟与优化[J]. 福州大学学报(自然科学版), 2016, 44(6): 826-832.
HE Miao, XUE Jiawei. Light environment's emulation and eptimization of Dongshan Village traditional residence in Jinjiang City[J]. Journal of Fuzhou University(Natural Science Edition), 2016, 44(6): 826-832.(in Chinese)
- [9] 卢云. 黔东南苗族传统民居地域适应性研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2015.
LU Yun. A study on regional adaptability of the Miao traditional dwellings in southeast Guizhou[D]. Guiyang: Guizhou University, 2015.(in Chinese)
- [10] 黄海静, 董张. 岫沙苗族聚落及村寨建筑的地域适应性特征[J]. 西部人居环境学刊, 2019, 34(1): 111-118.
HUANG Haijing, DONG Zhang. The regional adaptability characteristics of Miao settlement and village architecture in basha[J]. Interior Design, 2019, 34(1): 111-118.(in Chinese)
- [11] 何苗, 李向辉. 闽南沿海民居光环境现状研究——以晋江市池店镇东山村为例[J]. 中国科技论文, 2016, 11(21): 2486-2491.
HE Miao, LI Xianghui. Current light environment of coastal residence in southern Fujian: case study of Dongshan village, Chidian town, Jingjiang city[J]. China Sciencepaper, 2016, 11(21): 2486-2491. (in Chinese)
- [12] Lechner N. Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects[M]. New Jersey: Wiley, 2008.
- [13] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50033-2013 建筑采光设计标准[S]. 北京: 中国建筑出版社, 2012.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. GB50033-2013 Standard for daylighting design of buildings [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012. (in Chinese)
- [14] GB/T5699-2017 中国建筑科学研究院等. 采光测量方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
GB/T5699-2017 China academy of building research. method of daylighting measurements [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017. (in Chinese)
- [15] IESNA. Lighting handbook: Reference & application[M]. 9th. US: Illuminating Engineering Society of North America, 2000: 1037.
- [16] 刘通, 张昕, 杜江涛. 传统花窗形态的天然光性能模拟研究: 以 0.1 窗墙比为例[J]. 新建筑, 2017(5): 156-159.
LIU Tong, ZHANG Xin, DU Jiangtao. A daylighting simulation study of the form of traditional Chinese windows based on a window-to-wall ratio of 0.1[J]. New Architecture, 2017(5): 156-159.(in Chinese)
- [17] 李祁. 黔渝地区苗族、土家族干栏民居装饰对比研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2012.
LI Qi. Tujia Stilt houses decorated comparative study of Guizhou, Chongqing area[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2012. (in Chinese)