

历史城区街道品质时空演化分异特征及影响因素*

Spatiotemporal Differentiation and Influencing Factors of Street Quality in Historic Urban Areas

蒋泽宇 吴永发 苗明瑞 JIANG Zeyu, WU Yongfa, MIAO Mingrui

摘要 街道品质的提升对于历史城区的整体优化至关重要。选取苏州历史城区的街道为研究对象,通过构建主客观评价体系分析10年期间历史城区街道品质演化的分异特征,并辅以回归模型探寻影响品质时空演化分异的因素。结果表明:总体上10年之间优良品质街道的占比呈现先上升后下降的趋势。街道的舒适性逐年上升优化,体验性保持平稳,愉悦性呈小幅度下降态势,友好性一直处于不佳状态。街道总体品质演化受到5种因素的影响最为显著,并且不同时期各分维度的影响因素各有异同。研究结果将有助于为街道动态更新工作提供支持。

Abstract The improvement of street quality is crucial for the overall optimization of historic urban areas. Selecting the streets in the historic urban area of Suzhou as the research object, this study constructs a subjective and objective evaluation system to analyze the differentiation characteristics of street quality evolution in the historic urban area over the past decade, and employs regression models to explore the factors influencing the spatiotemporal differentiation of quality evolution. The results indicate that, overall, the proportion of high-quality streets has shown a trend of initially increasing and then decreasing over the past decade. Street comfort has shown continuous improvement year by year, while experience has remained stable. Pleasure has exhibited a slight decrease, whereas friendliness has consistently remained in a poor state. The overall quality evolution of streets is most significantly influenced by five factors, and the influencing factors for different sub-dimensions vary across different periods. These research findings will help provide innovative support for the dynamic renewal of streets.

关键词 街道品质;时空演化;影响因素;分异特征;主客观结合;苏州历史城区

Key words street quality; spatiotemporal evolution; influencing factors; differentiation characteristics; subjective and objective evaluation; Suzhou Historic Urban Area

文章编号 1673-8985 (2026) 02-0120-08 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j.supr.20260217

作者简介

蒋泽宇

苏州大学金螳螂建筑学院

博士研究生

吴永发 (通信作者)

苏州大学金螳螂建筑学院

中国—葡萄牙文化遗产保护科学一带一路联合

实验室

院长,教授,博士生导师

wuyongfa@suda.edu.cn

苗明瑞

苏州大学金螳螂建筑学院

博士研究生

0 引言

进入新时期的转型发展,历史城区更聚焦于探索高质量且多元化的更新路径^[1-3]。2025年《关于持续推进城市更新行动的意见》明确提出推进加强历史建筑和街区更新与保护,促进文化遗产与城市发展融合。由此为加快落实核心目标,应更具创新性、更高效地优化街道品质,发挥其扩展效应,为历史城区的

复兴起到引领作用^[4]。

对历史城区中的街道如何进行科学的更新与保护是人居环境研究的一个重点与难点课题。已有历史城区街道的研究聚焦于运用街景图像,通过计算视觉技术分析街道的单一维度的品质测度^[5-7],探究街道要素对使用人群感知的影响机制^[8-9],分析街道的社会性多元价值^[10-13]、街道的环境特征^[14-15],以及街道的

*基金项目:教育部学位与研究生教育发展研究中心项目“价值导向的建筑遗产保护方法探索与实践研究——以苏州、澳门为例”(编号ZT-231028509)资助。

空间设计研究^[16]。综上,现阶段历史城区街道更新与保护研究主要侧重于静态视角下的空间本体品质分析。但是历史城区街道作为时间积淀的产物,其品质特征的呈现本质上为时空异质性驱动的动态演化过程,这一内在机制亟需通过历时性维度进行系统性解构与阐释。

基于此,在历史城区中街道品质的时空演化有何特征?影响街道品质时空演化特征的因素有哪些?不同时段下影响街道品质时空演化特征的因素是否有差异?为深入研究上述问题,本文以苏州历史城区的街道为研究对象。通过将主客观评价体系的测度与GIS的空间分析相结合来解析2014—2024年10年期间街道的品质等级,刻画出街道品质动态演化的分异特征,并利用回归模型探析影响街道品质演化的影响因素与作用机理。同时,研究专注于历史城区街道品质时空演化的特征轨迹分析,积极响应并服务于当前城市更新从“静态保护”向“动态可持续”转型的实践需求。旨在为促进历史城区街道更新的时序规划与资源精准配置提供科学依据,推动有效的更新路径与策略的制定,从而实现历史城区的可持续发展。

1 研究对象与数据来源

1.1 研究对象

选取苏州历史城区为研究对象,总面积为19.2 km²(见图1)。历史城区已有2 500年的历史,作为历史文化名城保护的典范和传统文化的集中示范区,至今保留着传统的街巷尺度与“水陆双棋盘格局”。

1.2 数据采集与处理

1.2.1 全景照片采集与语义分割

以百度地图时光机作为街景图片的数据来源。在ArcMap中为每个路段创建30 m的间隔点,共10 217个采样点来收集街景点照片。使用Python访问百度编程接口API,将相机的角度设定为0°、90°、180°和270°,以获取2014—2017年(基期)、2018—2020年(中期)、2021—2024年(末期)的街景图像,总共收集了60 438张街景照片。同时,运用DeepLabv3+

模型训练的Cityscapes与SSGS数据集进行语义分割,识别出图像中的建筑、天空、绿化、机动车等12种要素,分割结果见图2。

1.2.2 问卷语义分析

选取30条街道代表苏州历史城区中5种不同类型的街道^[17],分别为邻里道路、以步行为主的片区级次要道路、以车行为主的片区级次要道路、片区级主要道路和城市主要道路。在此基础上,从百度SVI数据中提取涵盖不同时期的每条街道总共60张街景图片,总计1 800张街景图片。

感知数据通过在线平台收集,总共发放3 500张问卷,其中有效问卷3 000张,有效回收率约为85.7%。参与者年龄范围为18—65岁,其中男性占比51%,女性占比49%。问卷要求参与者根据4个感知维度对每张图片进行评分。评分体系采用李克特1—5分量表法,其中1分表示为极度负面感知,5分表示为极度正面感知。

1.2.3 高德地图POI

历史城区兴趣点(POI)数据,从高德地图API中通过Python爬取基期、中期和末期的POI数据,去除同一时期相同的点位,总共收集662 507个POI数据,包括商业设施、公共服务设施、住宅小区、公共交通设施、文化服务设施和就业服务设施的地理位置、地址和类型的详细信息。

2 研究方法

2.1 历史城区街道品质的主客观测度模型

首先在已有研究的基础上^{[18], [19], [14-16], [20]}^[23],



图1 研究范围
Fig.1 Scope of research

资料来源:笔者自绘。

以苏州历史城区“历史文化+水网密布+高密度人居环境”的核心特征为主客观指标体系建构的总体依据^[21],同时采用主客观结合的方式来测度街道各时期的品质。

其次在客观维度指标构建依据方面,和谐度与自然度侧重于苏州历史城区的“传统性”,服务于遗产保护的要求^[22-23]。开敞度与多样性关注“宜居性”,回应现代化使用的需求^[24-26]。由此,和谐度和自然度两个维度概括了遗产保护的核心内容,同时开敞度和多样性两个维度又契合了现代城市中人性化空间设计的目标,共同建构了一套兼具地域特色与科学性的评价体系(见表1)。

最后在主观维度指标构建依据方面,4个维度既是相辅相成又是逐级递进的层级关系,舒适性是基础性的需求^[27-28],愉悦性是情感满足^[29],体验性是文化升华^[30],友好性是社会的关怀^[31-33]。其中舒适性关乎生理与心理的双重需求,直接影响使用者的空间感知。愉悦性聚焦情感与审美的激发,反映人对环境美学的直观感受,是历史城区街道永葆吸引力的核心。体验性强调多维互动与文化记忆的深度,是塑造空间延续性的深层机制。友好性则体现包容与服务价值,是历史城区回应多元群体需求、彰显人文关怀与社会价值的关键所在。因此,这4个

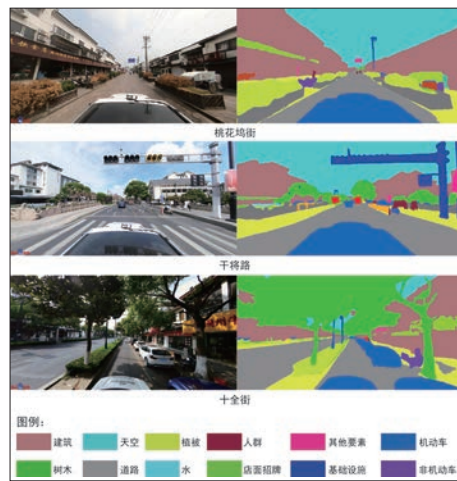


图2 全卷积神经网络的典型街景图像分割结果示意
Fig.2 Typical street view image segmentation results using fully convolutional neural networks

资料来源:笔者自绘。

维度既符合使用者环境心理学理论,又精准表征出苏州历史城区作为活态文化遗产,在平衡保护与利用之间的内涵与要义(见表2)。

综上,将主客观结合的评价体系既包含了苏州历史城区“物质空间—人文感知”的双重属性,又避免了仅依赖客观指标导致的“文化失语”或纯主观评价的“测量偏差”。

2.2 客观指标计算方法

2.2.1 色彩和谐度

运用余弦相似度^{[19][13]}计算相同颜色出现次数的相似度,越是相似的像素最后值越接近于数值1。

$$\cos\theta = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}} \quad (1)$$

式中:A、B为街景点中相邻的两张街景图像,A_i和B_i分别代表向量A和B的各分量。cosθ为色彩和谐指数。

2.2.2 色彩丰富度

测算方法借鉴Hasler研究成果^[34],提取街景照片各像素点对应的RGB亮度数值,计算r取各要素点的rg和yb的标准差σ和平均值μ。

$$w = \sqrt{\sigma_{rg}^2 + \sigma_{yb}^2 + 0.3(\mu_{rg}^2 + \mu_{yb}^2)} \quad (2)$$

式中:rg=R-G, yb=(R+G)/2-B;取各要素点的rg和yb的标准差σ和平均值μ。w为色彩丰富度指数。

2.2.3 香农多样性

使用香农多样性指数来识别POI的混合度。

$$D = -\sum_{i=1}^n (p_i \times \ln p_i) \quad (3)$$

式中:n为该街道POI类别数;p_i为某类POI占所在街道POI总数的比例。D值为多样性指数。

2.2.4 Robust回归模型

使用Robust回归模型^{[20][26]}探究影响街道品质演化的关键因素,以及在不同时期、不同感知维度下街道品质演化的影响因素。

$$\hat{\beta} = \arg \min_{\beta} \sum_{i=1}^n p(y_i - x_i^T \beta) \quad (4)$$

表1 客观维度街道品质测度指标体系

Tab.1 Objective dimension of street quality measurement index system

客观维度	测度指标	指标释义与计算
和谐度	色彩和谐性	街景图片生成颜色分布直方图。依据两张图片的直方图的接近度;语义分割结合公式(1)
	建筑天际线	可见的建筑天际线形态的曲折程度;语义分割结合计算2次平滑曲线之间的偏移值的方差
自然度	绿视率	绿化面积的占比;语义分割
	水面可视率	水体面积的占比;语义分割
开敞度	建筑立面占比	建筑立面面积的占比;语义分割
	天空占比面积	天空面积的占比;语义分割
	平均D/H比	视点各方向的空间D/H比值;语义分割
	街道设施占比指数	服务配套设施面积的占比;语义分割
多样性	店面招牌占比指数	店面招牌面积的占比;语义分割
	色彩丰富度	提取街景照片各像素点对应的RGB亮度数值。语义分割结合公式(2)
	其他要素占比指数	衡量除绿植、天空、各式道路、建筑、行人、设施等外的其他要素面积的占比;语义分割
	机动车道路通畅指数	机动车面积的占比;语义分割
	非机动车道路通畅指数	非机动车面积的占比;语义分割
	步行道通畅指数	行人面积的占比;语义分割

资料来源:笔者自制。

表2 街道主观评价测度指标体系

Tab.2 Street subjective evaluation measurement index system

主观维度	评价指标释义	评价标准
舒适性	街道空间形态舒服性的感知	舒服—难受
愉悦性	街道空间要素给人带来快乐的感知	开心—苦恼
体验性	街道空间文化意向氛围的浓厚感知	浓厚—乏味
友好性	街道的机动车道、非机动车道与人行步道及其相关配套服务设施的通畅度与便利度的感知	流畅—堵塞

资料来源:笔者自制。

式中:y_i为响应变量;x_i为解释变量的向量;β为回归系数的向量;p为选择的损失函数。β̂为影响大小值。

2.3 历史城区街道品质时空演化影响因素模型

在结合相关学者研究^[35-37]的基础上归纳演化影响指标。研究选取建设规模、功能业态种类和交通服务3个维度(见表3)。

在沿街道向外缓冲100 m的基础上,进行各指标计算,并运用公式(4)来回归测算,得到各因素影响不同时期不同维度街道品质的解释力p值,探寻苏州历史城区街道品质演化关键因素与变化规律。

3 历史城区街道品质的主客观关系

选取历史城区中30条街道获取的数据为样本,作为探究街道品质的14项客观评价指标

测度结果与4项主观评价指标测度结果的关系,运用SPSS计算皮尔逊相关系数表达相关关系的强弱情况(见表4)。

结果表明,街道品质主观感受受客观指标影响的相关性分别为步行道通畅度>绿视率>街道设施占比>色彩丰富度>机动车道路通畅度>非机动车道路通畅度>天空占比>水面可视率>建筑立面占比>色彩和谐度>其他要素占比>店面招牌占比>天际线曲折度,而平均D/H比对苏州历史城区的街道品质无显著的影响。

3.1 历史城区街道品质主客观感知量化关系

3.1.1 线性回归分析

研究中选取能够表征街道品质的客观评价指标与主观感知评价指标,运用SPSS软件分别进行一元线性回归分析。通过逐一构建客观指标与主观感知之间的回归模型,量化分析

二者之间的相互关系。

分析结果表明,绿视率的增加对舒适性、愉悦性和体验性均有显著提升作用,三者影响程度相近,解释率分别为64.5%、62.9%和60.5%。天空面积占比显著提升使用人群的舒适性,解释率为77.4%。水面可视面积占比的增加在一定程度上提升愉悦性,解释率为61.3%。色彩丰富度的增强有助于提升愉悦性与体验性,解释率分别为70.0%和69.2%。色彩和谐度的提升显著增强使用人群的舒适感,解释率为60.3%。建筑立面面积的减少显著提升使用人群的体验感,解释率为76.8%。街道设施占比的增加显著提升使用者的舒适感、友好感和体验感,解释率分别为70.6%、77.2%和83.7%。步行道通畅度的增加对舒适性、愉悦性、友好性和体验性均有明显提升作用,解释率分别为76.1%、77.9%、62.9%和68.2%。机动车道与非机动车道的通畅度对舒适性和友好性有显著提升,前者的解释率分别为72.6%和69.9%,后者的解释率分别为77.1%和61.8%。此外,店面招牌占比、天际线曲折度、其他要素占比和平均D/H比对历史城区街道品质的主观感受无显著影响。

3.1.2 偏最小二乘法回归分析

运用SPSS软件,对测算得出的数据做偏最小二乘法回归分析,进一步深挖探寻历史城区街道品质的主观评价指标与客观评价指标之间隐含的数学关系(见表5),由此为历史城区街道品质主客观结合评价提供可操作的方法。根据 R^2 值,各项客观指标对主观指标的解释率分别为舒适性61.9%、愉悦性67.7%、友好性62.7%、体验性63.8%。

4 历史城区街道时空演化总分维度品质分异特征与影响因素

4.1 历史城区街道时空演化总分维度品质分异特征

基于偏最小二乘法回归分析结果,代入苏州历史城区街道3个评估时段中的客观评价指标数据,计算各条街道品质主观评价结果,将4个维度的测算结果的平均值作为每条街

道整体的品质得分,并运用ArcGIS中自然断点法将街道品质的等级划分为5级,分别为低值、中低值、中值、较高值、高值。此外,以优良品质的街道占比作为品质优劣评判的标准。

(1) 总体品质等级分异呈“先升后降”态势

在时间维度方面,基期优良街道品质占比为80%,中期优良街道品质占比为90%,末期优良街道占比为70%。因而10年期间街道品质的演化呈现出先上升后下降的趋势。从空间方面,可以看出历史城区中的街道品质分异性较大(见图3)。

表3 变量描述与预期影响

Tab.3 Variable description and expected impact

影响因素	选取指标	变量解释
建设规模	容积率(X1)	单位面积的总建筑面积与用地面积之比
	建筑密度(X2)	单位面积的建筑基底面积与用地面积之比
交通服务	道路网密度(X3)	单位面积的路网长度
	公共交通密度(X4)	单位面积的公交地铁站点与停车场数量
	商业设施密度(X5)	单位面积的购物、餐饮业态设施数量
功能业态	公共服务设施密度(X6)	单位面积的公共服务业态设施的数量
	文化服务设施密度(X7)	单位面积的城市公园、广场与景点遗产的数量
	就业服务设施密度(X8)	单位面积的公司企业数量
	居住小区密度(X9)	单位面积的住宅数量
	功能混合度(X10)	通过公式(3)识别单位面积的各种功能点混合性

资料来源:笔者自制。

表4 街道品质主客观评价指标的相关性分析

Tab.4 Correlation analysis of subjective and objective evaluation indicators of street quality

客观指标	主观指标			
	舒适性	愉悦性	友好性	体验性
(1) 绿视率	0.756*	0.635*	0.391	0.623*
(2) 天空占比	0.629*	0.362	0.229	0.523
(3) 水面可视率	0.346	0.622*	0.067	0.426
(4) 色彩丰富度	0.513	0.619*	0.216	0.638*
(5) 色彩和谐度	0.603*	0.078	0.321	0.452
(6) 建筑立面占比	0.378	0.026	0.012	0.613*
(7) 其他要素占比	0.023	0.018	0.216	0.233
(8) 街道设施占比	0.645*	0.321	0.673*	0.721*
(9) 店面招牌占比	0.011	0.009	0.143	0.157
(10) 天际线曲折度	0.031	0.012	0.002	0.022
(11) 平均D/H比	0.056	0.216	-0.025	-0.015
(12) 步行道通畅度	0.863*	0.741*	0.733*	0.653*
(13) 机动车道路通畅度	0.613*	0.015	0.621*	0.311
(14) 非机动车道路通畅度	0.605*	0.213	0.619*	0.527

注:“*”表示 $p<0.05$ 。

资料来源:笔者自制。

表5 历史城区典型性街道品质主客观评价指标的回归关系表达式

Tab.5 Regression relationship expressions of subjective and objective evaluation indicators of typical street quality in historic urban areas

主观指标	客观指标	R^2
舒适性	$3.857-0.841 \times \text{步行道通畅度}-0.103 \times \text{非机动车道路通畅度}+0.134 \times \text{机动车道路通畅度}+0.177 \times \text{街道设施占比}-0.01 \times \text{绿视率}-0.002 \times \text{色彩丰富度}-0.019 \times \text{色彩和谐度}-0.147 \times \text{天空占比}$	0.619
愉悦性	$3.998-0.872 \times \text{步行道通畅度}+0.087 \times \text{绿视率}-0.099 \times \text{色彩丰富度}+0.048 \times \text{水面可视率}$	0.677
友好性	$3.7-0.675 \times \text{步行道通畅度}-0.127 \times \text{非机动车道路通畅度}-0.076 \times \text{机动车道路通畅度}+0.22 \times \text{街道设施占比}$	0.627
体验性	$3.898-0.804 \times \text{步行道通畅度}-0.238 \times \text{建筑立面占比}+0.066 \times \text{街道设施占比}+0.303 \times \text{绿视率}-0.314 \times \text{色彩丰富度}$	0.638

注:回归系数均通过 p 值检验。

资料来源:笔者自制。

(2) 各分维度品质指标值分异明显

舒适性层面,在时间维度,基期街道舒适性感知处于不佳状态的街道占比为73%,中期历史城区街道的舒适性感知开始呈现不断优化的趋势,发展到末期,历史城区街道的舒适性感知达到优良的街道占比为99%。在空间维度,虽然街道整体得到了优化提升,但是局部街道仍然处在不佳状态,就末期的可视化图可以看出仍有12条街道处在中低等级(见图4)。

愉悦性层面,在时间维度,基期的街道愉悦性感知处于高值的78%到末期的75%,呈现小幅度下降的态势。在空间维度,街道的愉悦性感知整体上处于中等以上的等级,个别街道需要加强精细化的提升(见图5)。

友好性层面,在时间维度,3个时期中,街道友好性感知处在低值的占比70%以上,且一直未呈现出优化上升的态势。在空间维度,大部分街道空间的友好性处于低值,局部街道呈现下降的趋势(见图6)。

体验性层面,在时间维度,3个时期中,街道体验性感知呈现出较为稳定的态势,但是街道体验感知始终处于中低等级的占比为30%—35%。在空间维度,街道与街道空间之间的体验感对比差异性较大(见图7)。

综上,结合上述主客观结合的计算结果,与通过问卷方法进行的30条街道主观评价结果对比,发现二者在空间品质演化趋势上存在部分差异性,主观评价方面4个维度的街道品质等级在3个时期均为中值,呈现出较平稳的演化趋势,造成二者评价结果差异的原因或许受到了个人偏好、文化背景或短期情绪的影响。

4.2 历史城区街道品质时空演化分异影响因素

4.2.1 不同时期影响街道品质演化驱动因素识别

根据不同时期历史城区街道品质演化影响因素的测算结果(见表6),苏州历史城区街道整体品质演化的影响因素,受到公共交通设施密度、商业设施密度、公共服务设施密度、

文化服务设施密度和功能混合度的因素影响最为显著,其中就业设施密度与住宅小区密度在不同的时期对街道品质的演化影响程度不同。从纵向时间发展轴线来看,公共交通设施密度、文化服务设施密度和公共服务设施密度

一直是影响街道品质演化的非常重要的因素,且公共服务设施密度对街道品质演化的影响逐渐增强。此外,自2017年以后商业服务设施密度与街道品质演化也开始紧密相关。

2017年以前,住宅小区密度对街道品质演化

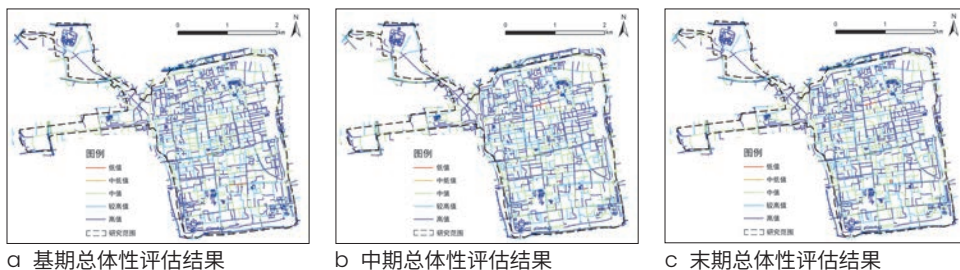


图3 各时期街道总体品质演化
Fig.3 Evolution of overall street quality in different periods

资料来源:笔者自绘。

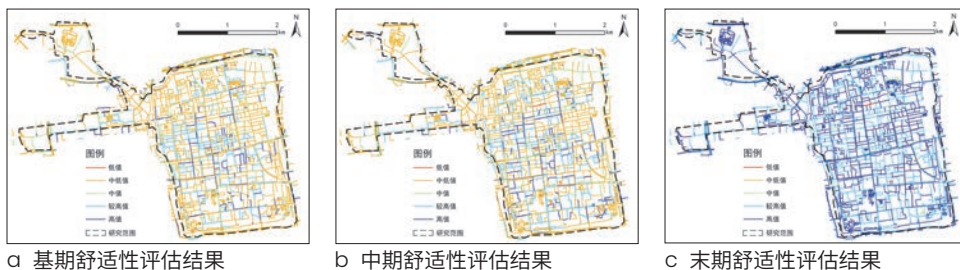


图4 各时期街道舒适性品质演化
Fig.4 Evolution of street comfort quality in different periods

资料来源:笔者自绘。

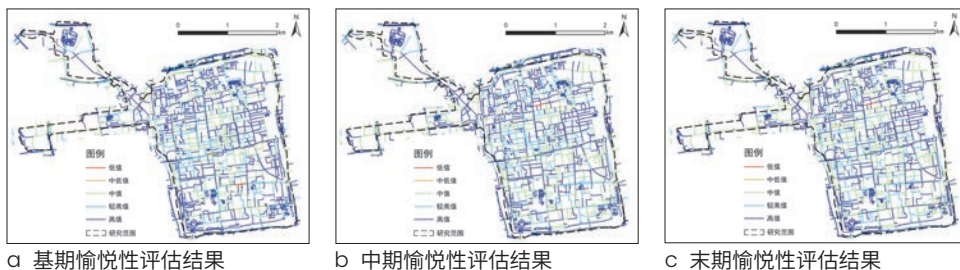


图5 各时期街道愉悦性品质演化
Fig.5 Evolution of street pleasure quality in different periods

资料来源:笔者自绘。

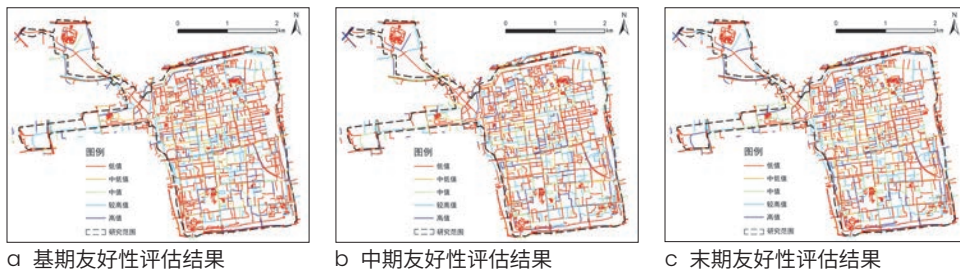


图6 各时期街道友好性品质演化
Fig.6 Evolution of street friendliness quality in different periods

资料来源:笔者自绘。

化的影响最大,且公共交通、公共服务设施密度和文化服务设施密度均有较强的显著相关性。2017年以后,街道品质的演化受到商业设施密度的影响最大,公共交通密度、公共服务设施密度、文化设施密度和功能混合度对街道品质演化的影响力依次减小。

4.2.2 不同时期不同维度的影响街道品质演化驱动因素识别

依据不同时期不同维度的街道品质演化影响因素的测算结果(见表7),公共服务设施密度、文化服务设施密度、公共交通设施密度对不同维度的街道品质演化均有显著性影响。

2017年之前,舒适性、愉悦性和体验性与住宅小区密度和就业设施密度相关性明显。友好性与交通设施密度和公共设施密度相关性明显,且二者相关系数相同。2017年之后,舒适性、愉悦性和体验性与商业设施密度相关性显著增强,文化服务设施密度和功能混合度相关性明显。友好性仍然与交通设施密度和公共设施密度相关,但是公共服务设施密度的相关系数增强。此外,容积率、建筑密度与道路网密度对不同时期与不同维度的街道品质演化影响因素均没有显著性,可能与一直以来苏州古城区的规划有严格管控有着密切的关系。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 历史城区的街道品质时空演化方面

在10年期间,总体上优良品质街道的占比呈现先上升后下降的势态。舒适性维度在末期呈现出较大提升,空间方面个别街道仍处在不佳的等级。愉悦性维度在末期优良等级的街道占比呈现出小幅度的下降态势,空间方面局部街道需要优化。友好性维度一直有70%以上的街道处在不佳等级,且没有得到改善,空间方面大部分街道友好性处于低值。体验性维度优良品质街道占比呈现较为稳定的态势,空间上街道空间之间的体验感对比差异性较大。

(2) 历史城区的街道品质演化影响因素 街道总体品质演化受到公共交通设施

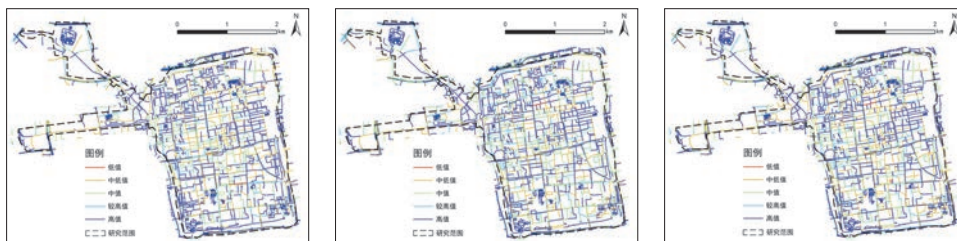


图7 各时期街道体验性品质演化

Fig.7 Evolution of street experience quality in different periods

资料来源:笔者自绘。

表6 不同时期街道品质演化影响因素解释力 p 值

Tab.6 Explanatory power p -values of factors affecting street quality evolution in different periods

时期	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
基期	0.170	0.330	0.655	0.033*	0.970	0.003**	0.026*	0.847	0.000**	0.347
中期	0.787	0.202	0.635	0.000**	0.003**	0.002**	0.000**	0.000**	0.001**	0.000**
末期	0.770	0.139	0.735	0.001**	0.000**	0.000**	0.003**	0.053	0.029	0.005**

注:“*”表示 $p<0.05$,”**”表示 $p<0.01$ 。

资料来源:笔者自制。

表7 不同时期不同感知维度的街道品质演化影响因素解释力 p 值分析

Tab.7 Analysis of explanatory power p -value of factors affecting the evolution of street quality in different perception dimensions at different periods

维度	时期	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
舒适性	基期	0.127	1.532	0.432	0.537	0.807	0.041*	0.599	0.042*	0.000**	0.207
	中期	0.141	0.817	0.569	0.728	0.032*	0.978	0.008**	0.739	0.475	0.006**
	末期	0.352	0.848	0.196	0.705	0.398	0.602	0.939	0.130	0.777	0.363
愉悦性	基期	0.166	0.362	0.623	0.464	0.972	0.141	0.736	0.033*	0.014*	0.390
	中期	0.460	0.149	0.988	0.000**	0.019**	0.000**	0.000**	0.212	0.843	0.000**
	末期	0.634	0.114	0.815	0.001**	0.003**	0.001**	0.003**	0.567	0.441	0.003*
友好性	基期	0.114	0.341	0.469	0.023*	0.168	0.023*	0.772	0.071	0.963	0.053
	中期	0.345	0.523	0.231	0.000**	0.542	0.009**	0.567	0.126	0.665	0.215
	末期	0.217	0.342	0.652	0.003**	0.213	0.001**	0.325	0.232	0.433	0.812
体验性	基期	0.056	0.093	0.802	0.988	0.790	0.079	0.675	0.029*	0.032*	0.205
	中期	0.797	0.349	0.797	0.000**	0.003**	0.000**	0.000**	0.000**	0.367	0.000**
	末期	0.133	0.742	0.717	0.000**	0.001**	0.000**	0.000**	0.001**	0.415	0.000**

注:“*”表示 $p<0.05$,”**”表示 $p<0.01$ 。

资料来源:笔者自制。

密度、商业设施密度、公共服务设施密度、文化服务设施密度和功能混合度的因素影响最显著。不同的驱动因素对于不同时期不同维度的街道品质影响程度各有差异,其中公共服务设施密度、文化服务设施密度、公共交通设施密度对不同维度的街道品质演化均有显著性影响。同时以2017年为分水岭,该时间之前,舒适性、愉悦性和体验性与住宅小区密度和就业设施密度相关性明显,友好性与交通设施密度和公共设施密度相关性明显,且二者相似。可以推理出该时期以房地产经济为主导的发展模式成为影响街道品质的“背后推手”。该时间之后,舒适性、愉悦性和体验性

与商业设施密度相关性显著增强,文化服务设施密度和功能混合度相关性明显。友好性仍然与交通设施密度和公共设施密度相关,且公共服务设施密度的相关系数不断增强。可以推理出该时期逐渐过渡到以旅游商品化体验经济为主导的发展模式,进而成为影响街道品质的“背后推手”。

因此,街道品质每个阶段的更新均受到一段时期内市场化经济发展模式的驱动,而忽视了以人本需求为核心的多元化更新模式与路径,这也造成了友好性品质一直没有得到提升,从而导致了“木桶短板效应”的产生,进而联动造成了评估末期的品质下降的态势。

综上,历史城区街道保护更新不止在于优化空间风貌的视觉质量,更在于以系统介入来约束商业资本对街道公共性的过度影响,从而使街道空间从被动承载经济功能转向主动涵纳日常生活关怀与社会关系再生产的韧性结构,进而在多维人本需求的动态平衡中维系活态遗产的完整性与长效价值。因此,历史城区街道在未来的发展过程中,应首先着力构建集周期评估与趋势预判于一体的动态监测体系,通过对街道空间长期累积的核心短板加以识别,为后续靶向提升确立明确方向。其次,基于监测诊断结果,在优化实体空间与管控制度的基础上,进一步回应社会善治与人文感知的深层需求,形成贯通物质环境与社会生活的综合干预路径。与此同时,将各项措施实施成效重新纳入动态监测体系开展评估,由此建立起完整的闭环反馈机制,确保每个阶段的更新始终以人文关怀与活态延续为核心标尺。依托这一循环模式的指引,街道更新将回归以人为本的价值内核。最终,实现宜居宜人与遗产价值永续弘扬的目标,推动历史城区可持续演化与整体品质提升。

5.2 讨论

本文从时空维度出发,定量测度了历史城区街道品质演化的分异特征,识别了关键影响因素,并阐释了其时空演化机制。研究为历史城区街道的更新与保护提供了时空动态视角的分析框架。然而,本文存在一定的局限性,后续研究可从以下3个方面拓展深化:一是在研究对象上,可进一步扩大历史城区的样本范围,通过多案例比较,探寻街道品质演化的差异性与共同性规律;二是在研究内容上,可对街道类型进行细分,分别探讨不同类型街道品质的演化特征与影响因素,同时关注原住民与外来游客等不同群体的主观感知,分析其多元需求,进一步揭示内在影响路径;三是在影响因素上,可丰富指标体系,纳入政策支持、资金投入等外部变量,从而为城市资源的科学配置提供支撑,进而推导出更为精准的更新提升模式与策略。

参考文献 References

- [1] 刘康宁. 价值重构视角下历史城区保护与更新策略研究——以保定古城为例[J]. 城市发展研究, 2024, 31(8): 55-65.
LIU Kangning. Research on the protection and renewal strategies of historical urban areas from the perspective of value reconstruction: a case study of Baoding Ancient City[J]. Urban Development Research, 2024, 31(8): 55-65.
- [2] 张杨, 何依. 由分立走向集成: 历史城区体检评估制度的建构理路——基于系统耦合理论[J]. 城市规划学刊, 2024(3): 82-90.
ZHANG Yang, HE Yi. From separation to integration: the construction path of the physical examination and evaluation system of historical urban areas - based on system coupling theory[J]. Urban Planning Forum, 2024(3): 82-90.
- [3] 周俭, 田银生, 徐里格, 等. 历史城区如何破境重圆[J]. 城市规划, 2023, 47(11): 25-31.
ZHOU Jian, TIAN Yinsheng, XU Lige, et al. How to restore the historical city district[J]. City Planning Review, 2023, 47(11): 25-31.
- [4] 易筱雅, 何依, 邓巍. 基于社区生活圈的历史城区保护传承策略研究——以荆州古城为例[J]. 中国园林, 2025(3): 1-9.
YI Xiaoya, HE Yi, DENG Wei. Research on the protection and inheritance strategy of historical urban areas based on community living circles: taking the ancient city of Jingzhou as an example[J]. Chinese Landscape Architecture, 2025(3): 1-9.
- [5] ZHANG L, WANG L, WU J, et al. Decoding urban green spaces: deep learning and google street view measure greening structures[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2023, 87: 128028.
- [6] WU Z, XU K, LI Y, et al. Application of an integrated model for analyzing street greenery through image semantic segmentation and accessibility: a case study of Nanjing City[J]. Forests, 2024, 15(3): 561.
- [7] 朱隆斌, 赵瑞寅. 基于机器学习和街景图像的历史城区店招色彩量化研究——以苏州为例[J]. 现代城市研究, 2024(6): 120-150.
ZHU Longbin, ZHAO Ruiyin. Research on color quantification of shop signs in historical urban areas based on machine learning and street view images: a case study of Suzhou[J]. Modern Urban Studies, 2024(6): 120-125.
- [8] 闵忠荣, 丁帆. 基于百度热力图的街道活力时空分布特征分析——以江西省南昌市历史城区为例[J]. 城市发展研究, 2020, 27(2): 31-36.
MIN Zhongrong, DING Fan. Analysis of spatio-temporal distribution characteristics of street vitality based on Baidu heat map: a case study of the historical urban area of Nanchang City, Jiangxi Province[J]. Urban Development Research, 2020, 27(2): 31-36.
- [9] 林泽钊, 李敏稚. 人群感知多维测度下的历史城区街道空间研究——以广州西关地区为例[J]. 南方建筑, 2024(11): 41-49.
LIN Zezhao, LI Minzhi. Research on street space in historical urban areas based on multidimensional measurement of crowd perception: a case study of Xiguan area in Guangzhou[J]. Southern Architecture, 2024(11): 41-49.
- [10] HE D, MIAO J, LU Y, et al. Urban greenery mitigates the negative effect of urban density on older adults' life satisfaction: evidence from Shanghai, China[J]. Cities, 2022, 124: 103607.
- [11] HUANG Z, TANG L, QIAO P, et al. Socioecological justice in urban street greenery based on green view index - a case study within the Fuzhou Third Ring Road[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2024, 95: 128313.
- [12] MA S, WANG B, LIU W, et al. Assessment of street space quality and subjective well-being mismatch and its impact, using multi-source big data[J]. Cities, 2024, 147: 104797.
- [13] QIU W, ZHANG Z, LIU X, et al. Subjective or objective measures of street environment, which are more effective in explaining housing prices?[J]. Landscape and Urban Planning, 2022, 221: 104358.
- [14] 翟洪雯. 多维关联视角下历史城区空间环境特征的多尺度解析——以邹城历史城区为例[J]. 现代城市研究, 2025(1): 58-65.
ZHAI Hongwen. Multi-scale analysis of spatial environmental characteristics of historical urban areas from the perspective of multidimensional correlation: a case study of Zoucheng historical urban area[J]. Modern Urban Studies, 2025(1): 58-65.
- [15] LIANG X, ZHAO T, BILJECKI F. Revealing spatio-temporal evolution of urban visual environments with street view imagery[J]. Landscape and Urban Planning, 2023, 237: 104802.
- [16] XU J, WANG J, ZUO X, et al. Spatial quality optimization analysis of streets in historical urban areas based on street view perception and multisource data[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2024, 150(4): 05024036.
- [17] 樊钧, 唐皓明, 叶宇. 街道慢行品质的多维度评价与导控策略——基于多源城市数据的整合分析[J]. 规划师, 2019, 35(14): 5-11.
FAN Jun, TANG Haoming, YE Yu. Multi dimensional evaluation and guidance strategy for slow traffic quality on streets: an integrated analysis based on multi-source urban data[J]. Planners, 2019, 35(14): 5-11.
- [18] 刘滨谊, 杨轶伦. 城市街景动态环境视阈奥度评价[J]. 风景园林, 2022, 29(8): 64-70.
LIU Binyi, YANG Yilun. Evaluation of dynamic panoramic spaciousness of urban streetscape[J]. Landscape Architecture, 2022, 29(8): 64-70.
- [19] 江浩波, 卢珊, 肖扬. 基于街景技术的上海历史文化风貌区城市色彩评价[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 111-118.
JIANG Haobo, LU Shan, XIAO Yang. Urban

- color evaluation method of Shanghai historical and cultural areas based on street view technology[J]. *Urban Planning Journal*, 2022(3): 111-118.
- [20] 胡一可,张龙浩,刘开鑫. 基于计算机视觉与街景图像的城市街道绿化泛类结构量化分析与分布机制研究[J]. *中国园林*, 2024, 40 (9): 22-28.
HU Yike, ZHANG Longhao, LIU Kaixin. Quantitative analysis and distribution mechanism of urban street greening based on computer vision and street view images[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2024, 40(9): 22-28.
- [21] 段进,李伊格,兰文龙,等. 空间基因: 传承中华营城理念的城市设计路径——从苏州古城到雄安新区[J]. *中国科学: 技术科学*, 2023, 53 (5): 693-703.
DUAN Jin, LI Yige, LAN Wenlong, et al. Spatial gene: urban design path inheriting the concept of Zhonghua Yingcheng - from Suzhou Ancient City to Xiong'an New Area[J]. *Chinese Science: Technological Science*, 2023, 53(5): 693-703
- [22] 王建国. 中国城镇建筑遗产多尺度保护的几个科学问题[J]. *城市规划*, 2022, 46 (6): 7-24.
WANG Jianguo. Several scientific issues on multi scale protection of Chinese urban architectural heritage[J]. *City Planning Review*, 2022, 46(6): 7-24.
- [23] LEI H, ZHOU Y. Conducting heritage tourism-led urban renewal in Chinese historical and cultural urban spaces: a case study of Datong[J]. *Land*, 2022, 11(12): 2122.
- [24] 孙乾. 健康城市导向下的街道空间品质提升研究——结合多维城市数据测度的分析[J]. *上海城市规划*, 2024 (5): 80-87.
SUN Qian. Research on the improvement of street space quality under the guidance of healthy city: analysis combined with multidimensional urban data measurement[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2024(5): 80-87.
- [25] 黄志强,李智轩,郎巍. 基于多源大数据的街道空间品质测度及其对街道活力的影响——以广州历史城区为例[J]. *上海城市规划*, 2023 (6): 122-130.
HUANG Zhiqiang, LI Zhixuan, LANG Wei. Measurement of street spatial quality based on multi source big data and its impact on street vitality: a case study of Guangzhou Historical City[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2023(6): 122-130.
- [26] 贺慧,方宇星,张彤,等. 街道空间品质研究的当下及未来——基于近10年国内外可视化文献的计量分析[J]. *上海城市规划*, 2022 (6): 73-81.
HE Hui, FANG Yuxing, ZHANG Tong, et al. The current and future research on street space quality: a quantitative analysis based on visualization literature from domestic and foreign countries in the past 10 years[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2022(6): 73-81.
- [27] SHAO Y, YIN Y, XUE Z, et al. Assessing and comparing the visual comfort of streets across four Chinese megacities using AI-based image analysis and the perceptive evaluation method[J]. *Land*, 2023, 12(4): 834.
- [28] 高巍,贾梦涵,赵玫,等. 街道空间研究进展与量化测度方法综述[J]. *城市规划*, 2022, 46 (3): 106-114.
GAO Wei, JIA Menghan, ZHAO Mei, et al. A review of research progress and quantitative measurement methods in street space[J]. *City Planning Review*, 2022, 46(3): 106-114.
- [29] CHENG X, LI J, PARKINSON C, et al. Virtual or physical: how different types of urban streets affect tourists' restoration[J]. *Current Issues in Tourism*, 2025: 1-20.
- [30] XIE Q, HU L, WU J, et al. Investigating the influencing factors of the perception experience of historical commercial streets: a case study of Guangzhou's Beijing Road Pedestrian Street[J]. *Buildings*, 2024, 14(1): 138.
- [31] WEI Z, CAO K, KWAN M P, et al. Measuring the age-friendliness of streets' walking environment using multi-source big data: a case study in Shanghai, China[J]. *Cities*, 2024, 148: 104829.
- [32] 戴铜,陈心朗,陈璐露,等. 基于视觉障碍人群需求分析的生活性街道无障碍环境评价——以哈尔滨历史城区为例[J]. *科技导报*, 2024, 42 (17): 130-143.
DAI Jian, CHEN Xinlang, CHEN Lulu, et al. Assessment of barrier free environment in living streets based on analysis of the needs of visually impaired people: a case study of Harbin Historical City[J]. *Science and Technology Guide*, 2024, 42(17): 130-143.
- [33] 杨震,李佳萱,刘昉,等. 城市体检背景下公共服务设施全龄友好性评估与提升——以北京市展览路街道为例[J]. *现代城市研究*, 2023 (9): 96-103.
YANG Zhen, LI Jiaxuan, LIU Fang, et al. Evaluation and improvement of age friendliness of public service facilities under the background of urban physical examination: a case study of Zhazhan Road Street in Beijing[J]. *Modern Urban Research*, 2023(9): 96-103.
- [34] HASLER D, SUESSTRUNK S E. Measuring colorfulness in natural images[C]//*Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering* 5007, Human Vision and Electronic Imaging VIII. 2003: 87-95.
- [35] 顾康康,杨梦玲,敬瑶,等. 基于街景图像的城市街道品质特征对住宅价格的影响研究——以合肥市中心城区为例[J]. *地域研究与开发*, 2025, 44 (1): 86-92.
GU Kangkang, YANG Mengling, JING Yao, et al. Research on the impact of urban street quality characteristics on residential prices based on street view images: a case study of the central urban area of Hefei[J]. *Regional Research and Development*, 2025, 44(1): 86-92.
- [36] 郭馨,章逸萱,易生奥,等. 日常高频步行街道筛选机制及其品质匹配度研究——以深圳市为例[J]. *南方建筑*, 2023 (7): 55-65.
GUO Xin, ZHANG Yixuan, YI Sheng'ao, et al. Study on the screening mechanism and quality matching degree of daily high-frequency pedestrian streets: a case study of Shenzhen[J]. *Southern Architecture*, 2023(7): 55-65.
- [37] 龙瀛,唐婧娴. 城市街道空间品质大规模量化测度研究进展[J]. *城市规划*, 2019, 43 (6): 107-114.
LONG Ying, TANG Jingxian. Research progress on large-scale quantitative measurement of urban street space quality[J]. *City Planning Review*, 2019, 43(6): 107-114.