引文格式:盛灏成,李爽.空间化和历时性双重视角下的上海历史文化风貌区功能分区与建筑色彩分异研究[J].武汉大学学报(信息科学版),2026,51(1):99-113.DOI:10.13203/j.whugis20250342

Citation:SHENG Haocheng,LI Shuang.Functional Zoning and Architectural Color Differentiation in Shanghai Historic and Cultural Conservation Area from Dual Spatial and Temporal Perspectives[J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2026,51(1):99-113.DOI:10.13203/j.whugis20250342

空间化和历时性双重视角下的上海历史文化风貌区功能分区与建筑色彩分异研究

盛灏成[1] 李 爽[1]

1 复旦大学历史地理研究中心,上海,200433

摘 要:中国上海市自1843年对外开埠后,城市空间逐渐分化,形成若干功能各异的区域,其中建筑色彩正是区域内物质文化差异化的空间表征与重要载体。以空间综合人文学与社会科学为研究路径,解析上海原租界地区不同历史功能分区内的建筑色彩,分析色彩演化规律及背后的历史文化内涵,具体研究路线为:选取外滩和衡复历史文化风貌区作为研究区域,依据历史地图与原始档案重建历史功能分区;运用深度学习技术提取街景影像中的历史建筑色彩信息,进而分析色彩与功能分区之间的空间分异关系;通过构建随机森林模型剖析建筑色彩分异的驱动力。研究结果表明:(1)历史功能分区与历史建筑色彩的空间分异呈现出显著的空间耦合性,其中外滩作为滨江金融功能区,建筑色彩呈现出冷色调集聚,衡复作为住宅行政区,则表现出丰富的暖色调倾向。(2)历史时期形成的金融贸易、高端住宅和行政集聚等差异化分区,是建筑色彩空间分异的核心驱动力。(3)建筑色彩空间分异具有双重历时性机制:外滩地区因金融商业建筑公有化权属、外立面材质耐久与金融功能持续的影响,建筑色彩具有"历史固化"特性;衡复地区因私人住宅属性,在建筑材料迭代、现代建筑主义思潮和政策干预影响下,呈现出"色彩叠加"的演变过程。

关键词:建筑色彩;历史功能分区;历史地图;街景影像

中图分类号:P208 **文献标识码**:A **收稿日期**:2025-10-24

DOI:10.13203/j.whugis20250342 **文章编号**:1671-8860(2026)01-0099-15

Functional Zoning and Architectural Color Differentiation in Shanghai Historic and Cultural Conservation Area from Dual Spatial and Temporal Perspectives

SHENG Haocheng[1] *LI Shuang*[1]

1 Center for Historical Geographical Studies,Fudan University, Shanghai 200433,China

Abstract: **Objectives**: Since the opening of Shanghai City, China as a treaty port in 1843, its urban space underwent a gradual process of segregation, leading to the formation of a number of differentiated functional zones. Architectural color became a visible marker of material culture and a key indicator of spatial difference. The objective of our study is to clarify how architectural colors vary across historical functional districts, how these colors evolved, and what cultural and historical processes shaped their differentiation. **Methods**: Following the research paradigm of spatially integrated humanities and social sciences, we select the Bund and the Hengfu Historic and Cultural Conservation Area as the study sites. Historical maps and archival records were used to reconstruct the functional districts of the Bund and the Hengfu Historical Landscape Area. Deep learning algorithms extracted color information from large-scale street-view imagery of historical buildings. Then spatial statistics were employed to assess the relationships between color patterns and functional zoning. Finally, random forest model was used to identify the main drivers influencing color differen-

基金项目:国家自然科学基金(42471250)。

第一作者:盛灏成,博士生,主要从事历史城市地理与数字人文研究。Shenghaocheng@fudan.edu.cn

通信作者:李爽,副教授。li_shuang@fudan.edu.cn

tiation. **Results:** The results indicate that: (1) Historical zoning and architectural color show strong spatial correspondence. The Bund, shaped by its long-term financial and commercial functions, is dominated by cool tones. Hengfu, characterized by residential and administrative uses, shows a concentration of warm tones. (2) Functional specialization in finance, elite housing, and administration forms the primary force behind color differentiation. (3) Two diachronic mechanisms are evident: The Bund displays a pattern of "historical fixation" due to durable façade materials, public ownership, and stable financial functions; Hengfu displays a process of "color stratification," shaped by material renewal, modernist architectural trends, and policy interventions. **Conclusions:** By integrating spatialized and diachronic perspectives, we find architectural color in the Shanghai concessions reflects a spatially coupled and temporally layered formation process. The integration of spatial reconstruction, street-view-based color extraction, and machine-learning interpretation provides a clear framework for understanding color variation in historical urban areas. These findings offer a foundation for protecting the authenticity and integrity of cultural heritage landscapes.

Key words: architectural color; historical functional zoning; historical map; street view imagery

上海作为中国近现代城市化进程中的重要代表,其中心城区不同历史文化风貌区内形成了独特的城市肌理和建筑风格,深刻融合了中西文化交汇的历史层积与时代印记[1-3]。自1843年开埠以来,英、美、法等国曾相继在上海设立租界,此后范围不断扩大,吸引了国内外资本在此修建洋房、学校、教堂、工厂等新式建筑,上海城市空间也逐渐形成了差异化的功能分区,反映了中西文化共存、交流和融合的复杂过程[4]。历史建筑作为最具代表的有机载体,其色彩不仅是城市风貌塑造的核心要素,更是历史记忆与社会变迁的重要承载[5]。因此,分析历史建筑色彩的空间分异规律,揭示其演化机理,是真实、完整保护历史风貌区的关键内容[6]。本文采取空间综合人文学与社会科学的跨学科研究路径[7-8],突破传统历史街区保护中静态、孤立的局限,转向基于空间文脉与历史层积的整体性、动态化风貌管控模式。

当前建筑色彩研究已呈现鲜明的多学科交叉趋势。建筑学、城乡规划、地理学等领域学者从不同尺度展开讨论——通常由单体建筑、建筑群、风貌区到城市尺度[9-13],系统分析建筑色彩特征,从而实现了从局部到整体、从微观到宏观的研究跨越。在建筑色彩成因方面,建筑材料获取、时代审美趋势和建筑主体功能被认为是主要影响因素[14-19]。在研究方法和数据来源上,从依赖单一建筑实地摄影记录,转向利用城市街景影像、高分辨率遥感影像和社会调查评价等多源数据,形成了更为多维、全面的建筑色彩计算方法和研究成果[20-23]。与此同时,关于上海的建筑色彩研究也已积累一定成果,具体而言,基于街景影像、历史照片等影像数据,运用深度学习等算法进行大规模数据分析,是现阶段上海建筑色彩研究的主流手段[24-25]。研究还表明上海历史文化风貌区的建筑色彩并非均质整体[26],城市现状与原有规划的色彩特征提取结果显示,商业与住宅街区在色彩上存在明显的偏好差异,其内部存在因功能不同导致的色彩差异[17],相关成果也逐步应用于实际的城市色彩管控[27-29]。上述研究表明,建筑色彩既是历史特性的层积,也受功能需求的深刻影响,从空间化和历时性角度开展科学的规划引导与规划管控,对实现建筑风貌的高质量、内涵式保护具有关键作用。

然而,当前研究仍存在3个方面的局限:(1)在时序维度上,多聚焦于当代建筑色彩现状,而忽视历史变迁过程中的历时性分析;(2)在空间维度上,现有成果多集中在外滩等单一区域,缺乏不同区域之间的对比分析;(3)在理论阐释上,对建筑色彩背后所隐含的空间政治逻辑与历史驱动力的解读仍有待更深层次的探讨。尤其值得关注的是,如何综合利用历史档案和历史地图等多源数据,深入阐释建筑色彩形成与演变背后的深层驱动力,尚有广阔的研究空间。因此,本文通过系统搜集历史地图与档案等多源资料,重建上海原租界地区的历史功能分区,并结合当代街景影像提取上海外滩与衡复历史文化风貌区的建筑色彩数据。在此基础上,从空间化和历时性双重视角出发,分析历史功能分区对建筑色彩空间分异的影响,并进一步探讨色彩衍变的内在机制。

1 研究区与数据来源

1.1 研究区概况

选取外滩历史文化风貌区(简称为外滩)和

衡山路-复兴路历史文化风貌区(简称为衡复)作为研究对象,二者均为近代上海具有代表性的建成区域,在空间形态与文化风貌上各具特点(历史上曾分属英、法租界)。2002 年,上海市颁布《上海市历史文化风貌区和优秀历史建筑保护条例》,确认了包括外滩和衡复等首批 12 个历史文化风貌区,正式开启了“修旧如旧”的建筑保护实践。2019 年以来,上海中心城区推动“建筑可阅读”体系建设,在保护历史建筑的基础上,增强历史遗存的公共感知度。在上海中心城区,外滩与衡复的历史建筑数量最多、分布密度最高(见图 1)。至今,外滩仍是重要金融商业机构的核心集聚地,而衡复则以高密度、高房价的老洋房著称。二者在历史功能、空间形态与社会属性上各具代表性,为探讨历史功能分区影响下的建筑色彩演变提供了适宜的研究样本。

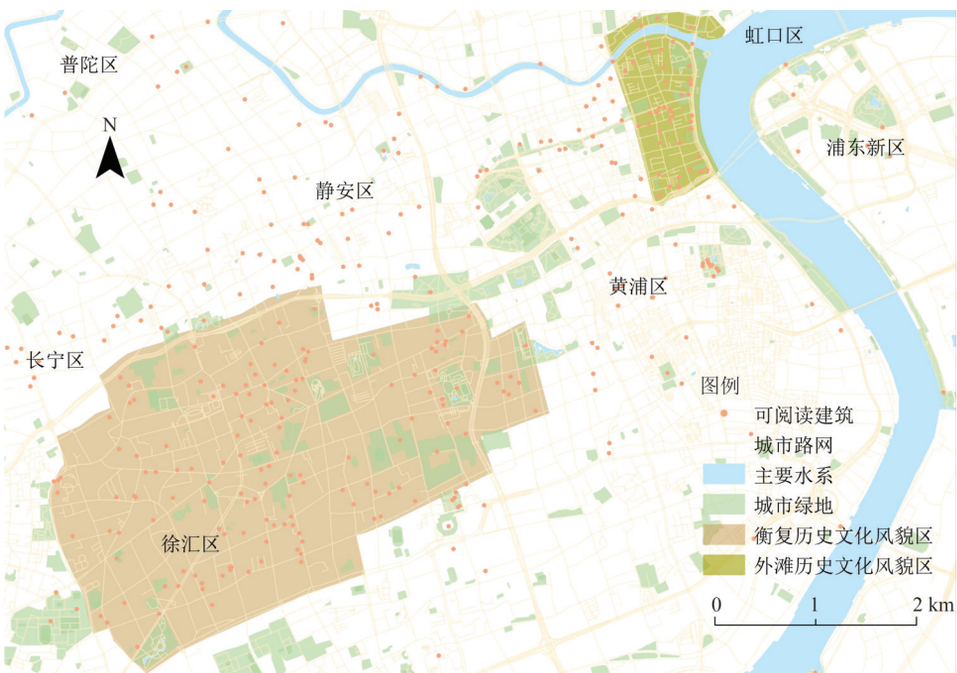


图 1　外滩与衡复历史文化风貌区研究区位图

Fig. 1　Location Map of the Bund and the Hengfu Historic and Cultural Conservation Areas

1.2　数据来源与预处理

1.2.1　历史数据

本文使用的历史数据主要包括地图和档案两部分:(1)历史地图选用《实测上海城市租界分图》。该地图由童世亨编制,上海商务印书馆 1918 年出版,共包含 8 幅图(南北市全图、上海县城及南市分图、公共租界西区及闸北分区图、法租界旧区分区图、美租界分区图、公共租界东区及浦东分区图、英租界分区图、法租界新区分区图),各图比例尺介于 1∶22 000 至 1∶6 000 之间,地物标注详尽,准确反映了中华民国时期的城市空间结构。通过对地图进行高精度扫描、几何校正与数字化处理,可提取银行、公司、住宅、学校、教堂等重要地物的空间标注信息。(2)历史档案方面,系统收集与梳理了《上海公共租界工部局年报》《上海法租界公董局年报》《上海租界志》。其中关于建筑管控分区、建筑材料规定、重要建筑项目的审批记录等信息,为解读历史功能分区的形成过程及其对建筑活动的规制作用提供了重要文献依据。

1.2.2　现代数据

选择街景影像数据作为建筑色彩的核心数据来源。在图像获取过程中,首先,基于百度地图提取研究区域的路网数据,并在 ArcGIS Pro 中沿道路以 10 m 为间隔设置采样点。随后,通过 Python 脚本进行地理坐标转换,并调用百度街景地图获取对应的街道影像全景图。最终,共获取研究区域内所有道路的街景影像共计 83 425 幅(见图 2),涵盖了外滩与衡复的历史建筑。

2　研究方法

2.1　历史功能分区重建

本文采用多源史料支撑下的空间综合人文学与社会科学研究方法[8, 30-32],系统重建了上海原租界地区历史功能分区,具体技术路线见图 3。



(a) 外滩历史文化风貌区 (b) 衡复历史文化风貌区

图2 外滩与衡复地区街景图

Fig. 2 Street View Imageries of the Bund and the Hengfu Area

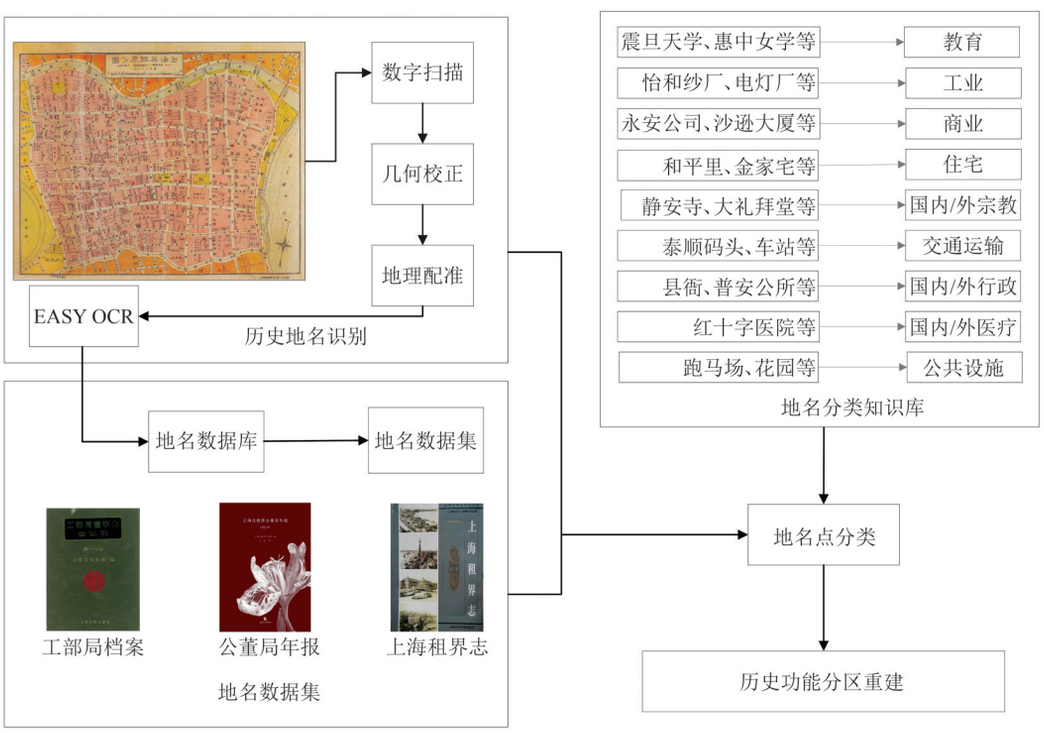


图3 历史功能分区重建技术路线图

Fig. 3 Technical Workflow for Historical Functional Zoning Reconstruction

1)基于历史GIS方法,开展历史地名识别与数据集构建。首先对《实测上海城市租界分图》的8幅地图进行高分辨率扫描,获取影像底图;随后经几何校正与地理配准,统一至WGS84坐标系;进一步研发基于EASY OCR模块的自动化文本识别模型,利用含有繁体字和上海地名的训练集,实现对配准地图地名的批量处理,即自动探测并识别图中地名注记,生成带有空间位置的历史地名点数据。

2)引入多源历史档案,对历史地名数据库开展深度校验,完善地名数据集。一方面,通过系统查阅工部局档案、公董局年报及《上海租界志》等文献,对OCR识别结果进行人工核验与纠错,确保数据准确性;另一方面,提取文献中未在地图标注的关键功能布局语义信息,为后续地名分类提供历史语义支撑。

3)构建历史地名分类知识库,重建历史功能分区。结合近现代上海历史地理专家知识库,将上海租界地名分为9类,并通过空间关联地名点数据与历史档案中的功能属性信息,构建结构化、具有地理坐标的历史地名分类知识库,最终完成历史功能分区重建。

2.2 基于深度学习的建筑色彩提取

为有效提取历史建筑色彩,基于深度学习实现街景影像的像素级语义分割,通过严格的视域筛选批量提取建筑立面主色进行空间化赋值,具体步骤如下:

1)街景影像的预处理与建筑立面分割。对已获取的83 425幅街景影像进行尺寸标准化、色彩空间转换等预处理操作;采用预训练的DeepLabV3+语义分割模型进行像素级分类(流程见图4),该模型在相关研究中已成功用于街景影像分析[33-34],能够精准识别建筑立面、天空、植被、道路、车辆与人物等要素。

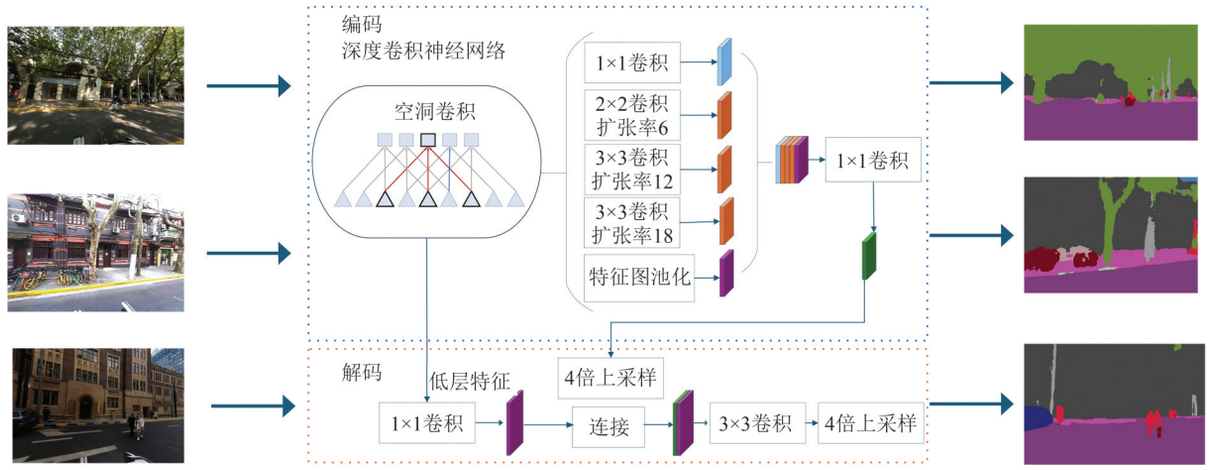


图 4　基于 DeepLabV3+深度学习的街景语义分割

Fig. 4　Semantic Segmentation of Street View Based on DeepLabV3+ Deep Learning

2)基于建筑视域的街景影像筛选。为提升数据质量,参考已有研究方法[35],设定建筑像素面积占比阈值:当单幅影像中建筑像素占比超过40%时,该影像才被纳入后续分析,以确保所分析影像具备完整、清晰的建筑立面视域。

3)色彩空间转换、聚类提取与采样点赋值。因色相、饱和度、明度空间更符合人类对色彩的感知,将筛选后影像的建筑区域像素从红绿蓝转换至HSV色彩空间,有效分离出色相、饱和度、明度,利于色彩特征的量化与比较;采用K-means聚类算法对每幅影像建筑区域的所有像素进行色彩聚类,提取该建筑立面的主要色彩;记录每个有效采样点的色相、饱和度、明度值并导入ArcGIS Pro,生成具有色彩属性的空间点数据。

2.3　空间耦合分析

为了量化历史功能分区与当代建筑色彩的空间关联性,引入了全局空间自相关分析方法:通过计算全局莫兰指数,检验建筑色彩值(色相)在整个研究区内是否存在显著的空间集聚模式,计算公式为:

$$I=\frac{N}{W}\times\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{N}(x_i-\bar{x})^2} \tag{1}$$

式中,I为全局莫兰指数;N为空间单元(采样点)的总数;x_i、x_j分别为位置i和j的建筑色相值;$\bar{x}$为所有空间单元建筑色相值的均值;w_{ij}为空间权重矩阵的元素,用于定义空间单元i和j的邻接关系(如基于距离阈值或K近邻);$W=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}w_{ij}$,为空间权重矩阵所有元素之和。

假设检验采用Z得分进行统计显著性判断:

$$Z=\frac{I-E(I)}{\sqrt{V(I)}} \tag{2}$$

式中,Z为标准化后的统计量,用于显著性检验;$E(I)=-\frac{1}{N-1}$,为零假设(空间完全随机)下莫兰指数的期望值;$V(I)$为I的方差。

莫兰指数I的取值范围通常为$[-1,1]$,当$I>0$时,表示空间正相关,即建筑色相值在空间上呈现集聚分布(高值簇或低值簇);$I<0$,表示空间负相关,即建筑色相值在空间上呈现离散分布;$I\approx0$,表示空间随机分布。此外,还需要结合Z得分和p值来判断空间自相关的统计显著性。

2.4　驱动力分析

为量化不同历史功能因素对建筑色彩分异的相对贡献度,剖析其内在机理,采用随机森林回归模型进行分析。该模型作为一种集成学习方法,构建多棵决策树并综合其预测结果,能够有效处理变量间的复杂非线性关系,并提供可靠的特征重要性评估[36-37]。

1)模型基本原理。随机森林回归基于自助采样法构建多个决策树,其中每棵树均使用不同的训练子集及随机选择的特征进行训练。模型的最终预测值为所有决策树输出的平均值,计算公式为:

$$\hat{H}=\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}T_b(\boldsymbol{X}) \tag{3}$$

式中,$\hat{H}$为建筑色相预测值;B为决策树数量;$T_b(\boldsymbol{X})$为第b棵树的预测输出;$\boldsymbol{X}$为历史功能密度特征向量。

2)变量设置。因变量为基于街景图像提取的建筑色相值,反映建筑立面的色彩属性。自变量为各类历史功能建筑密度,通过在50 m半径缓

冲区内计算得到,具体包括住宅、商业、教育、行政、宗教、医疗、公共交通、工业及公共设施的密度。

3)特征重要性评估。采用排列重要性方法量化各历史功能因素的相对贡献度。该方法通过随机置换某一特征的值,衡量模型性能下降程度,进而评估该特征对模型预测的重要性Q_j,计算公式为:

$$Q_j=\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\left(M_{b,\text{permuted}_j}-M_b\right) \tag{4}$$

式中,$M_{b,\text{permuted}_j}$为第j特征值被随机置换后的均方误差;M_b为基准模型均方误差,其计算公式为:

$$M_b=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(H_i-\hat{H}_{b,i})^2 \tag{5}$$

式中,n为样本数量;H_i为第i个样本的实际建筑色相值;$\hat{H}_{b,i}$为第b棵决策树对第i个样本的预测建筑色相值。

通过重要性得分进行归一化处理,得到各因素的相对贡献度百分比,从而明确不同历史功能对建筑色彩分异的影响强度。该方法具有对异常值不敏感、无需预设变量分布等特点,适用于本文的多变量分析需求。

4)SHAP算法。SHAP是一种基于博弈论的机器学习模型归因分析方法[38]。通过计算SHAP,可为每个样本点特征分配一个重要性度量值,若SHAP值为正,则表明该特征对建筑色彩具有正向影响,从而有助于揭示各历史功能密度对建筑色彩影响的具体方向。其计算公式为:

$$\hat{y}_i=y_{\text{base}}+\sum_{m=1}^{K}S(x_{im}) \tag{6}$$

式中,y_{base}为样本预测值的平均值;$S(x_{im})$为第x_i个样本在特征m的SHAP值;K为样本特征的数量。

3 研究结果

3.1 历史功能分区与建筑色彩分异的空间耦合性

3.1.1 历史功能分区重建结果

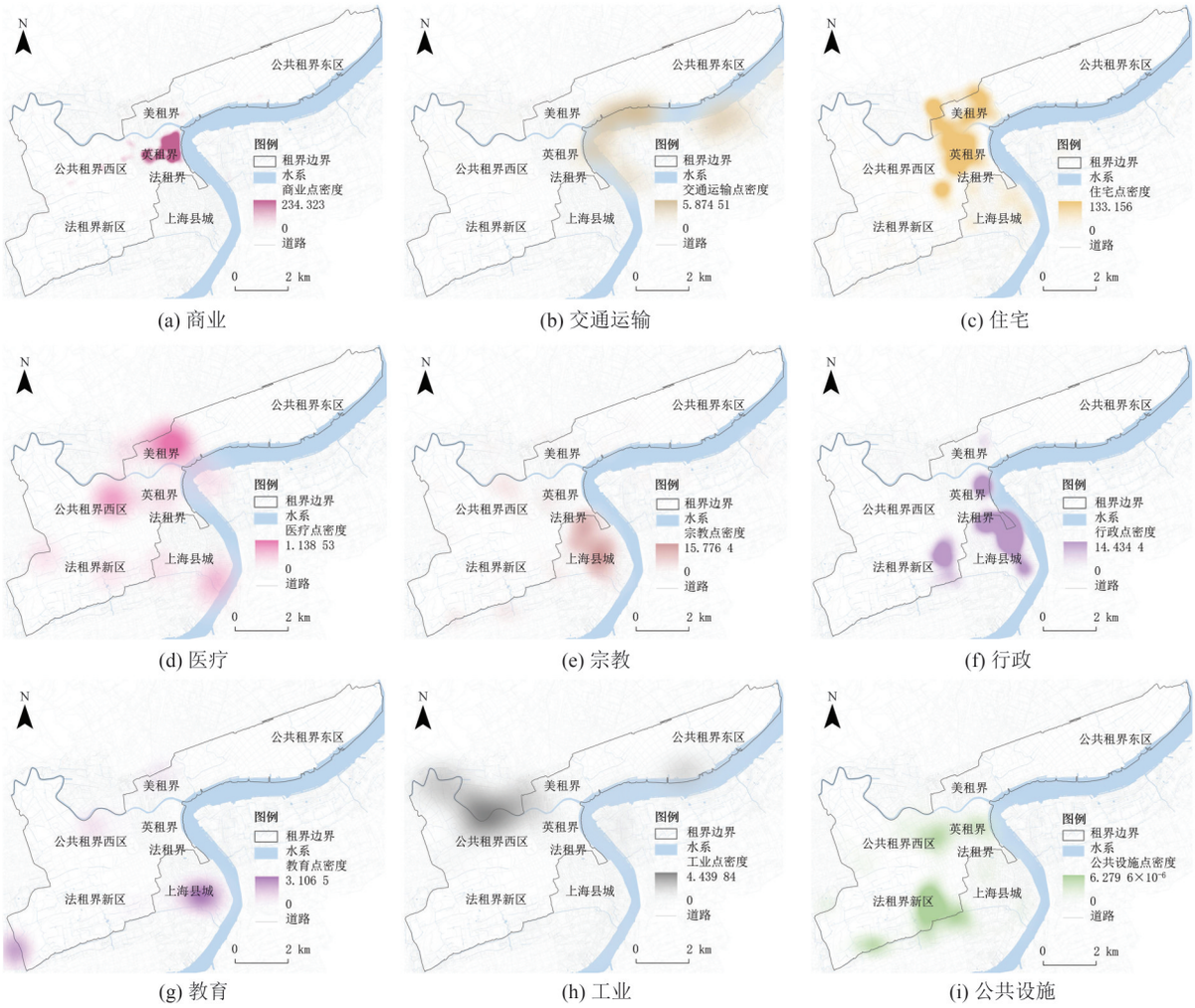
通过分析历史地名重建的历史功能分区结果可知,不同功能类别在空间上呈现显著差异化的集聚特征。本文共识别、提取地名点3 780个,其中住宅类地名点数量最多(1 021个),商业类次之(452个),教育类最少(仅85个)。通过对各类地名进行核密度分析,发现9类功能区在空间分布上存在明显差异(图5),可进一步归纳为3种模式:(1)集聚分布型,主要涉及商业、交通运输和住宅(图5(a)~图5(c)),其中商业功能高度集中在外滩地区,码头、行栈等交通设施多沿黄浦江岸线分布,住宅则呈现“华洋混处”的历史空间特征;(2)租界内外并存型,主要涉及医疗、宗教、行政和教育功能(图5(d)~图5(g)),这些基本功能在上海旧县城原有布局基础上,在租界内由外商、宗教团体和租界管理机构另行建设,形成了两套体系并存的格局;(3)散点分布型,主要涉及工业和公共设施(图5(h)~图5(i)),工业设施主要分布在公共租界西区、闸北地区和公共租界东区,公共设施则包括大型公园和市政配套的建设,分布在法租界新区和公共租界内空间较为充裕的地段,具有明显的西方色彩和近代化建设背景。

进一步分析图5可知,外滩和衡复分别是近代上海金融贸易和高端住宅建筑的空间集聚区域。通过地名点的空间集聚密度划分功能分区是国土空间规划的常用方法,本文将其应用于历史功能分区重建,即以地名点围合的地块和主导功能作为分区依据(见图6)。外滩一带因优越的地理位置与航运条件开埠最早,由此聚集了众多洋行和贸易公司。至19世纪中后期,外滩已形成规模化的金融贸易建筑集群。大量住宅用地则主要分布在英租界以西、美租界和法租界范围内,这一空间分布格局是“越界筑路”和“华洋混处”共同作用的结果[39-40]。然而英美租界地狭人稠,里弄形式的海派石库门建筑应运而生,并成为商人提高土地利用率和获取房产利益的产物[41]。相比之下,1914年新拓的法租界新区在规划与建设上普遍采用花园洋房与独栋住宅形式,并融入了地中海风格的浪漫元素[42-43],衡复也逐渐成为高端住宅的集聚区。

3.1.2 历史建筑色彩提取结果

通过对83 425幅街景影像进行预处理、语义分割和建筑视域筛选,共得到25 178个有效采样点,包含色相、饱和度、明度值。其中,外滩包含3 202个数据点,衡复包含21 976个数据点。总体来看,外滩与衡复的建筑色彩呈现显著差异。

根据图7(a)、图7(b)的建筑色彩聚类分析结果可知:外滩集中分布着近代银行业建筑,整体呈现冷色调,平均色相值为109.02;而衡复南部住宅则暖色比例较高,平均色相值为82.30。进一步对比图7(c)和图7(d)的建筑色彩分布柱状统计图可知,外滩的色相值具有两个明显波峰,峰值分别位于35.1(米黄色)和215.7(青



(a) 商业　(b) 交通运输　(c) 住宅

(d) 医疗　(e) 宗教　(f) 行政

(g) 教育　(h) 工业　(i) 公共设施

图 5　历史功能点分类集聚情况

Fig. 5　Classification and Agglomeration of Historical Function Points

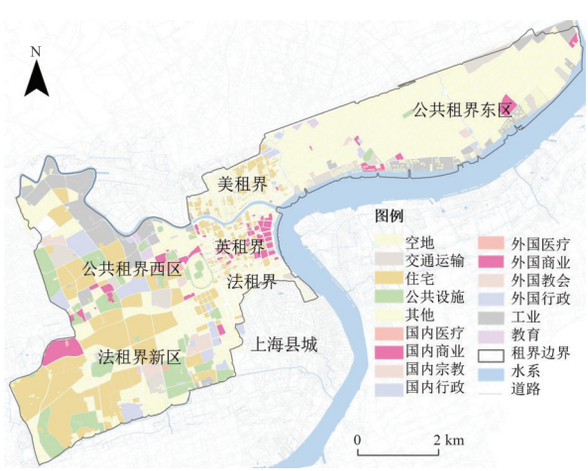


图 6　上海历史功能分区(原租界地区)

Fig. 6　Historical Functional Zoning in the Shanghai Concession Areas

蓝色);衡复的色相值则集中于28.6附近,整体偏向橙红色等暖色系。两个区域在饱和度和明度方面较为接近(外滩饱和度为0.214,明度为0.421;衡复饱和度为0.208,明度为0.432)。综上,外滩建筑色彩整体偏向冷色调集聚,衡复则以暖色为主导。

根据空间自相关分析结果可知,历史功能分区与建筑色彩之间呈现出明显的空间对应关系。外滩与衡复地区的历史建筑色相,其全局莫兰指数分别为0.473 3($p<0.1$)和0.556 8($p<0.01$),Z得分分别为89.07和257.01,表明色彩相似的建筑在空间上呈现显著的正相关性与集聚特征。通过对历史建筑色彩的空间分布可视化(见图8)可知,建筑色彩分布与规划中商业、居住、行政等功能分区高度吻合,即外滩地区建筑色彩多呈现为偏冷的米黄、灰白色调,其立面多采用灰色花岗岩、青石板或冷灰色涂料,与其金融贸易功能定位相符;衡复尤其是西南部高密度花园住宅区,颜色离散度更高,但整体以暖色调为主,建筑立面大量使用赭石色和浅褐色面砖或涂料,间以红砖装饰,营造出高雅的居住氛围。综上,历史功能分区与建筑色彩分异存在空间耦合性,外滩

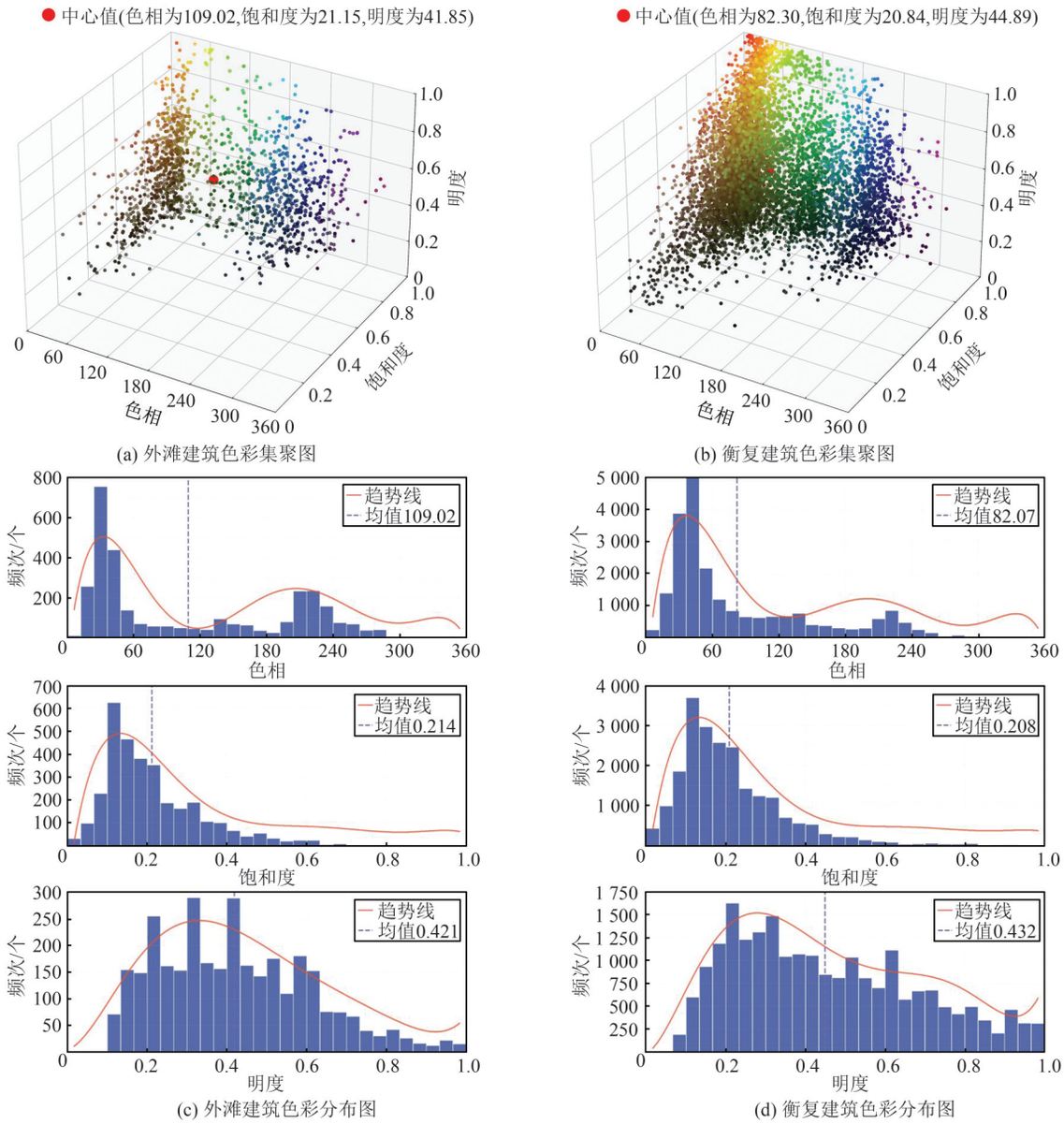


图7 历史建筑色彩集聚与HSV色彩分布

Fig. 7 Clustering of Historic Building Colors and HSV Distribution

建筑因以金融商贸功能为主,呈现集聚的冷色调,衡复建筑以住宅功能为主,呈现更为丰富的暖色格局。

3.2 建筑色彩特征差异化的随机森林模型结果

3.2.1 模型构建与精度评估

为探究不同历史功能密度对建筑色彩的影响,本文采用随机森林模型进行分析。对已收集整理的20 194个街景建筑色彩采样点进行数据预处理,剔除异常数据2 352个,得到有效样本17 842个。在此基础上,以建筑色相作为因变量,选取9类历史功能密度作为自变量,进行特征贡献度分析。

为了排除自变量之间可能存在的共线问题,计算了自变量间的相关性,结果见图9。模型经多次实验,确定最优参数组合:决策树数量为300棵,最大深度为15,最小样本分裂数为5,最小叶子节点样本数为1,最大特征比例为0.5。模型训练过程中采用5折交叉验证,以确保结果的稳定性。结果显示,大部分特征间相关性较弱(绝对数值$|r|<0.5$),仅有商业密度和住宅密度之间存在中等程度的负相关($r=-0.54$)。

随机森林模型在测试集上表现出较好的拟合效果,能够解释建筑色彩与历史功能分区密度间的复杂非线性关系。测试集决定系数$R^2=0.378\,9$,表明所选历史功能分区密度特征对于建筑色彩分异规律具有一定的解释力;模型均方根误差为53.891 0,表明模型具有基本的预测能力。与其他基准模型相比,随机森林的表现优于梯度



图 8　历史建筑色彩空间分布图

Fig. 8　Spatial Distribution of Historical Building Colors

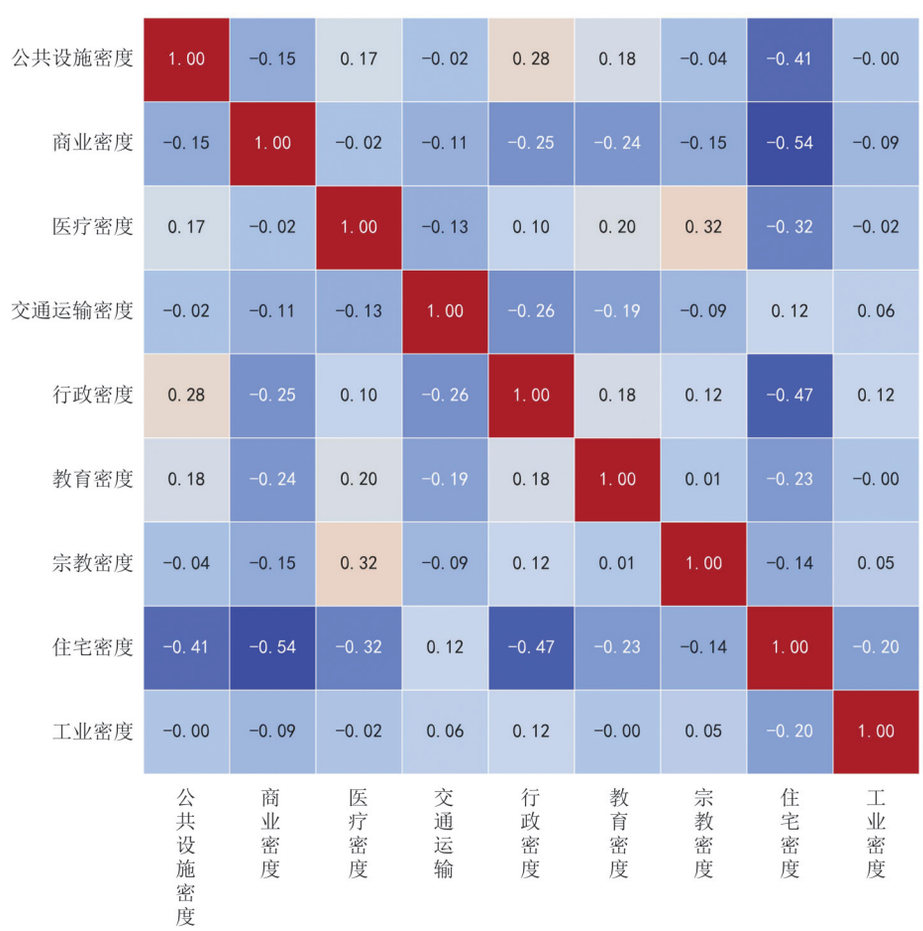


图 9　历史功能密度特征间的相关性矩阵

Fig. 9　Correlation Matrix Between Features of Each Historical Functional Density

提升树(R^2=0.351 9)和弹性网络回归(R^2=0.007 7)的表现,这表明模型能够有效捕捉建筑色彩与历史功能分区密度之间复杂的非线性关系。

3.2.2 特征重要性分析

分析不同历史功能密度对建筑色彩的影响程度,结果如图10所示。依据功能贡献度由大到小分为3个等级:第一梯队为住宅、商业和行政密度,贡献度分别为18.35%、16.28%和15.81%,累计超过50%,这表明住宅建筑色彩在区域整体色彩风貌形成中为主导地位;第二梯队为公共设施和工业密度,贡献度分别为12.3%和10.99%,它们对色彩有一定影响,但次于核心功能;第三梯队为交通运输、宗教、教育和医疗密度,贡献度较低,其中医疗密度最低,仅为4.75%,表明这些功能对区域色彩分异的影响较为有限。由图10的结果可知,住宅密度是影响历史建筑色彩的主导因素。

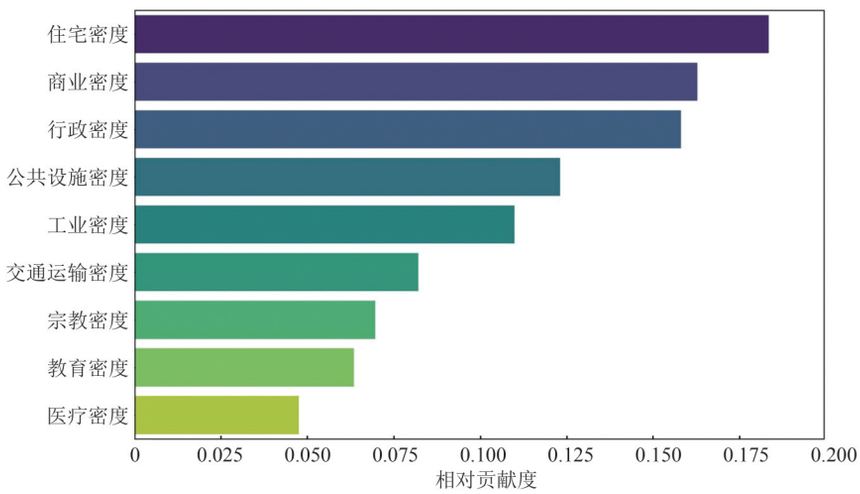
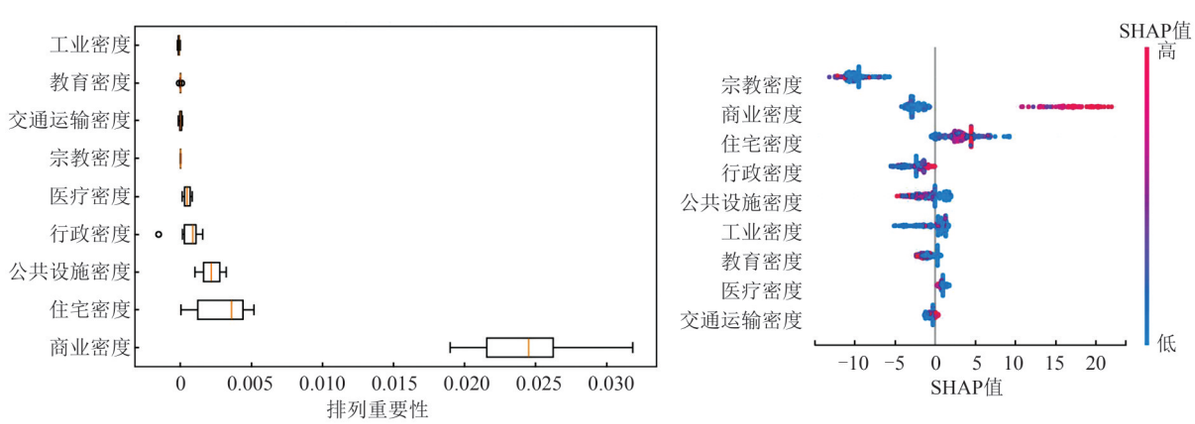


图10 历史功能密度对建筑色彩影响的相对贡献度排序

Fig. 10 Ranking of Relative Contributions of Various Historical Function Densities to Building Colors

为进一步得到各特征之间的影响关系,本文计算了排列重要性结果,如图11(a)所示。结果显示,商业密度这一单因素对建筑色彩影响的解释性最强(0.024 7),其次为住宅(0.003 7)、公共设施(0.002 6)和行政(0.001 5)。相对贡献度较高的商业与住宅、行政因素之间的相关系数分别为−0.54和−0.25,说明住宅和行政对建筑色彩的影响往往伴随着商业功能的主导作用;其余变量的重要性则接近0,其中工业密度甚至呈现微弱的负向趋势,表明其作为独立因素对建筑色彩的解释力较弱。SHAP分析结果则表明,商业与住宅密度对建筑色彩具有较强正向作用,宗教呈现负向影响(图11(b))。具体来看,商业密度的SHAP值以正向为主,高密度区域集中分布在10~20之间,呈显著正偏分布,表明商业是最为主导的正向因素,商业密度越高,建筑色彩越明亮;住宅为次要正向因素,SHAP值集中于0~5之间;宗教密度SHAP值在−10左右,说明宗教建筑密度的提升会降低区域色相值,这与教堂多为深色外观的低色相值特征相符。



(a) 基于排列重要性的特征贡献度评估 (b) SHAP摘要

图11 历史功能影响评估

Fig. 11 Assessment of Historical Functional Impacts

总体来看,住宅、商业和行政功能分区对建筑色彩的影响最为显著。其中,商业功能的影响具有较高的独立性,其建筑密度与建筑色相呈正相关关系。外滩明亮、清冷的建筑立面色彩和金融商业功能为主的布局密切相关,例如海关大楼、汇丰银行大楼等建筑所采用的冷灰、浅白色调一直延续至今;而衡复以暖色为主的色调则深受其高端住宅建筑分布的影响,如武康大楼、衡山路 2 号等建筑所采用的暗红砖材、赭石色清水砖以及石材饰边,共同塑造了这一区域典雅、温暖的居住氛围。

4　建筑色彩演变机制分析

4.1　建筑材料与历史功能的色彩固化效应

历史建筑在设计建造时,其式样和材料受到严格管控,建筑色彩因此在很大程度上是由当时的建筑章程实际制约的作用结果。此后,伴随功能而来的建筑权属公有化,进一步固化了外立面的色彩特征。外滩地区是建筑章程中建筑材料管控的典型区域,材料选择从根本上奠定了该区域的色彩基调。1845 年《上海土地章程》便规定“不得搭建易燃房屋”,此后石灰石与花岗岩等材料便成为建筑外立面的主要选择;1903 年《西式建筑章程》对不同墙体的构造、材料、施工工艺等做出了详细规定[44-45];1914 年修订版明确要求外墙须使用石材(如花岗岩或仿石材料)作为第一立面。这些规定不仅出于防火稳固的实用性考量,更是殖民者塑造统一形象、金融机构彰显其可靠形象的窗口。花岗岩与大理石等石材天然的冷色调,在建筑材料层面便决定了外滩地区清冷、明亮的色彩基调。

外滩金融商业功能的历史底色,因其建筑权属的公有化而被进一步固化。1949 年之后,外滩的银行、公司等机构一部分收归国有,一部分转为国有企业身份继续经营;1953 年之后,外滩众多大楼被收归为政府机关或国营机构。尽管同期全国范围曾推行建筑外立面的明艳化改造,但由于外立面石材耐久性强以及改造成本高昂等原因,外滩地区的建筑色彩基调并未被颠覆。在此期间,建筑内部功能与空间虽然发生转变,但建筑立面的色彩则被历史功能和建筑材料进一步固化,呈现出明显的时空滞后性。

4.2　技术迭代与历史功能转变下的色彩叠加效应

相对于金融商业建筑,私人所有的洋房住宅色彩受私有权属变更的影响更大,并在技术迭代与时代审美变迁的共同影响下呈现出复杂而丰富的色彩叠加效应,这一现象在衡复十分显著。

首先,技术迭代与审美浪潮直接推动建筑色彩的演变。衡复的建筑色彩早期受章程约束,多以浅灰色水泥和米白色涂料为主,呈现地中海淡雅的风情[44]。随着时间推移,该区域西式建筑的建设规范有所放宽,其色彩的统一局面主要被两方面因素打破:一是上海本地红砖制造技术的突破与普及,使得多个砖瓦厂生产的质优价廉红砖被广泛应用[46];二是强调功能、反对装饰的现代主义建筑思潮传入,其偏好简洁几何形体与材料本色的理念产生影响[47]。因此,一批采用暖红色调清水砖墙的现代主义风格公寓与住宅相继出现,武康大楼便是典范。建筑砖墙红暖色调的不断出现,在原有地中海米白色系外丰富了衡复的建筑色彩谱系。

然后,历史功能转变对于私有建筑色彩会产生叠加影响。1949 年之后,衡复大量私人高级住宅的历史功能发生了转变,洋房外立面多被统一刷成白色或浅灰色,形成“去个性化”的色彩覆盖[48]。随着后续风貌保护意识的不断觉醒,特别是 2002 年《上海市历史文化风貌区和优秀历史建筑保护条例》的实施,推动了“修旧如旧”的建筑保护实践,部分里弄和公寓经过清理,重新展现出其赭石、砖红等原有暖色基调,实现了历史层积与当代政策下的色彩叠加。

5　总结与讨论

5.1　总结

本文以空间化和历时性的双重视角,综合利用历史资料和街景影像数据,研究上海历史文化风貌区在功能分区影响下的建筑色彩分异和演变机制。主要结论如下:

1)不同功能类别在空间上呈现显著的集聚差异。外滩是近代上海金融贸易功能的空间集聚区,而衡复则集中分布了高端住宅建筑。

2)建筑色彩分异与历史功能分区之间存在显著的空间耦合关系。基于深度学习的街景解析与空间计量分析表明,外滩金融区建筑色彩以冷色调为主导,而衡复住宅区则呈现明显的暖色调特征。

3)历史功能因素是驱动色彩分异的核心变量。通过随机森林模型量化识别,各功能密度的重要性依次为住宅、商业与行政建筑密度。

4)揭示了历史功能分区影响建筑色彩演变

的双重机制:一是以外滩为代表的固化效应,其连续的金融功能、公有化权属与耐久的花岗岩立面共同维系了冷色调的集中与稳定;二是以衡复住宅区为代表的叠加效应,其私人产权属性、材料技术迭代、现代主义思潮及政策干预的相互叠加,促成了色彩风格的多次层积与变迁。

5.2 讨论

历史功能分区影响下的建筑色彩分异问题是一个交叉性极强的研究。本文尝试运用空间综合人文学与社会科学的研究方法,以上海历史文化风貌区历史建筑色彩为研究对象,在空间层分析历史功能分区影响下的分异规律,同时通过历时性视角剖析演变规律和机制,以解决历史档案与当代数据之间的时空脱节问题,实现了对建筑色彩从宏观格局到微观机理的多维系统性解析。

对于历史建筑的保护应兼顾空间与历时维度。建筑色彩是区域历史功能与文化记忆的载体,其地域性差异决定了保护路径的多样性。同时,建筑功能可能会发生剧烈转变,而建筑色彩演变可能出现滞后效应,这就要求当前历史文化风貌区的保护与管理必须精细化、差异化,避免一刀切式的规划管控,充分尊重其历时性变化机制,以推动文化遗产的内涵式保护与可持续发展[49]。

本文还存在一定局限性。首先,部分历史档案记录缺失使得构建连续的建筑色彩时间序列面临困难,限制了对建筑色彩演变关键时期的刻画精度;其次,社会、文化等软性因素的收集、量化与分析还未充分纳入。因此,未来研究可以在3个方面深入拓展:一是深入挖掘多源历史档案与图像资料,构建更为连续的建筑色彩数据序列;二是针对不同国别建筑风格和区域特征的历史建筑,社会、文化等变量纳入分析框架,深化人在建筑色彩选择与变迁中作用的理解;三是将本研究所构建的方法体系拓展至国内外其他历史风貌区,探索不同地域背景下建筑色彩演变机制的共性与差异,从而为建筑文化遗产的保护与活化提供更具普遍意义的参考。

参 考 文 献

[1] 李爽,张晓虹. 1843—2020年上海城市扩张时空过程及机理分析[J]. 地理学报,2024,79(5):1286-1302.
LI Shuang, ZHANG Xiaohong. Spatio-Temporal Process and Mechanism Analysis of Shanghai's Urban Expansion in 1843-2020[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2024, 79(5): 1286-1302.

[2] 万勇,牟振宇. 近代上海城市空间形态演进与时空特征研究(1843—1949)[J]. 华东师范大学学报(哲学社会科学版),2025,57(1):42-52.
WAN Yong, MOU Zhenyu. On the Evolution and Spatiotemporal Characteristics of the Urban Spatial Morphology of Modern Shanghai(1843—1949)[J]. *Journal of East China Normal University* (*Humanities and Social Sciences*), 2025, 57(1): 42-52.

[3] 牟振宇. 资本逻辑下的近代上海城市空间生产(1843—1941)[J]. 近代史研究,2025(2):18-41.
MOU Zhenyu. The Production of Urban Space in Modern Shanghai: A Capital Investment Perspective (1843-1941)[J]. *Modern Chinese History Studies*, 2025(2): 18-41.

[4] 熊月之. 上海租界与文化融合[J]. 学术月刊,2002,34(5):56-62.
XIONG Yuezhi. Shanghai Concession and Cultural Integration[J]. *Academic Monthly*, 2002, 34(5): 56-62.

[5] 高履泰. 建筑色彩文化[J]. 华中建筑,1998,16(1):62-64.
GAO Lütai. Architectural Color Culture[J]. *Huazhong Architecture*, 1998, 16(1): 62-64.

[6] 阮仪三,林林. 文化遗产保护的原真性原则[J]. 同济大学学报(社会科学版),2003,14(2):1-5.
RUAN Yisan, LIN Lin. Authenticity in Relation to the Conservation of Cultural Heritage[J]. *Journal of Tongji University Social Science Section*, 2003, 14(2): 1-5.

[7] 林珲,张捷,杨萍,等. 空间综合人文学与社会科学研究进展[C]//中国地理学会学术年会,中国广州,2004.
LIN Hui, ZHANG Jie, YANG Ping, et al. Development on Spatially Integrated Humanities and Social Science [C]//Chinese Geographical Society Academic Annual Conference, Guangzhou, China, 2004.

[8] 秦昆,林珲,胡迪,等. 空间综合人文学与社会科学研究综述[J]. 地球信息科学学报,2020,22(5):912-928.
QIN Kun, LIN Hui, HU Di, et al. A Review of Spatially Integrated Humanities and Social Sciences [J]. *Journal of Geo-Information Science*, 2020, 22(5): 912-928.

[9] 杨永春,向发敏,伍俊辉. 中国城市建筑色彩演变趋势与机制研究:以兰州市为例[J]. 建筑学报,2007(6):22-25.
YANG Yongchun, XIANG Famin, WU Junhui.

Study of the Evolution and Mechanism of the Color of Chinese Urban Architecture: Taking Lanzhou City as Example[J]. *Architectural Journal*, 2007(6): 22-25.

[10] 李净尘, 陈静勇. 北京宣武门区域特色历史文化街区色彩风貌研究[J]. 城市发展研究, 2019, 26(11): 1-5.
LI Jingchen, CHEN Jingyong. Discussion on the Colors of the Characteristic Historical and Cultural Streets in Beijing's Xuanwumen Area[J]. *Urban Development Studies*, 2019, 26(11): 1-5.

[11] 薛依杉,任欣欣,李昀昊. 城市历史街区建筑风貌特征及演变研究:以大连市近代建筑立面管控为例[J]. 当代建筑, 2025(6): 187-193.
XUE Yishan, REN Xinxin, LI Yunhao. Research on the Characteristics and Evolution of Architectural Style in Urban Historic Districts: Taking the Facade Control of Early Modern Architectures in Dalian as an Example[J]. *Contemporary Architecture*, 2025(6): 187-193.

[12] 汤畅,杨冬江. 历史街区建筑环境色彩保护的路径探析: 以武汉市都府堤历史街区为例[J]. 城市发展研究,2025,32(9):17-21.
TANG Chang, YANG Dongjiang. Strategies for Conserving Architectural Environmental Colors in Historic Districts[J]. *Urban Development Studies*, 2025, 32(9):17-21.

[13] 尚晓宁,王琬. 城市名片视角下历史文化街区环境色彩调研:以邯郸市回车巷为例[J]. 河北建筑工程学院学报,2025,43(3): 98-107.
SHANG Xiaoning, WANG Wan. Research on Environmental Color of Historical and Cultural Districts from the Perspective of City Business Card: Take Carridge Return Alley in Handan City as an Example[J]. *Journal of Hebei Institute of Architecture and Civil Engineering*, 2025,43(3): 98-107.

[14] XUE H, NI H. Analysis of Constraction University of Regional Climate and Architecual Color[J]. *Urban Problems*, 2004(3): 22-25.

[15] 高金锁. 建筑色彩选择的影响因素分析[J]. 工业建筑, 2006, 36(S1): 73-75.
GAO Jinsuo. Analyses of the Influential Factors for Choosing Architectural Color[J]. *Industrial Construction*, 2006, 36(S1): 73-75.

[16] 程珊, 冯兵. 城市色彩基调的影响因素[J]. 城市问题, 2011(3): 49-52.
CHENG Shan, FENG Bing. Influencing Factors on City Color Tone[J]. *Urban Problems*, 2011(3): 49-52.

[17] WANG J B, ZHANG L Y, GOU A P. Study of the Color Characteristics of Residential Buildings in Shanghai[J]. *Color Research & Application*, 2021, 46(1): 240-257.

[18] GOU A P, SHI B L, WANG J B, et al. Color Preference and Contributing Factors of Urban Architecture Based on the Selection of Color Samples Case Study: Shanghai[J]. *Color Research & Application*, 2022, 47(2): 454-474.

[19] 路旭, 王一博, 黄山, 等. 城市色彩特色量化提取方法研究: 基于对中国20个城市的比较[J]. 城市规划, 2024, 48(7): 73-82.
LU Xu, WANG Yibo, HUANG Shan, et al. A Quantitative Extraction Method of Urban Color Characteristics: Based on the Comparison of 20 Chinese Cities[J]. *City Planning Review*, 2024, 48(7): 73-82.

[20] 范榕, 吴寒玉, 赵锴铮. 基于文献计量学的城市景观色彩研究现状与前景[J]. 现代城市研究, 2018, 33(7): 107-113.
FAN Rong, WU Hanyu, ZHAO Kaizheng. Present Situation and Prospects of Research on Color of Urban Landscape Based on Bibliometric[J]. *Modern Urban Research*, 2018, 33(7): 107-113.

[21] 邱烨珊, 车生泉, 谢长坤, 等. 基于深度学习的上海城市街景与景观美学公众认知研究[J]. 中国园林, 2021, 37(6): 77-81.
QIU Yeshan, CHE Shengquan, XIE Changkun, et al. Study on the Public Perception of Shanghai Urban Streetscape and Landscape Aesthetics Based on Deep Learning[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2021, 37(6): 77-81.

[22] 张姝, 付梦真, 赵茜茜, 等. 基于现状调查分析的武汉市城市色彩研究[J]. 装饰, 2019(6): 134-135.
ZHANG Shu, FU Mengzhen, ZHAO Qianqian, et al. Research on Wuhan City Color Based on Current Situation Investigation and Analysis[J]. *Art & Design*, 2019(6): 134-135.

[23] FAN Z Y, ZHANG F, LOO B P Y, et al. Urban Visual Intelligence: Uncovering Hidden City Profiles with Street View Images[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2023, 120(27): e2220417120.

[24] YANG R Y,DENG X Y, SHI H Y, et al. A Novel Approach for Assessing Color Harmony of Historical Buildings via Street View Image[J]. *Frontiers of Architectural Research*, 2024, 13(4): 764-775.

[25] GOU A P,WANG X Y,WANG J B. The Development of Color of Historic Buildings on the North Bund of Shanghai[J]. *Color Research & Applica-*

tion, 2021, 46(2): 402-429.

[26] 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方法[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 111-118.
JIANG Haobo, LU Shan, XIAO Yang. Method of Urban Color Evaluation for Historic and Cultural Areas in Shanghai Based on Street View Technology [J]. *Urban Planning Forum*, 2022(3): 111-118.

[27] 白雪莹, 陈飞. 基于数据分析的城市色彩规划方法研究: 以上海市闸北区为例[J]. 城市规划学刊, 2019(S1): 185-192.
BAI Xueying, CHEN Fei. Research on Urban Color Planning Method Based on Data Analysis: Taking Zhabei District of Shanghai as an Example[J]. *Urban Planning Forum*, 2019(S1): 185-192.

[28] 褚欣, 叶锺楠, 黄莎莎. 城市建成区色彩规划与治理: 以上海市普陀区为例[J]. 上海城市规划, 2020(3): 75-81.
CHU Xin, YE Zhongnan, HUANG Shasha. Urban Color Planning and Management in Urban Built Environment: A Case Study of Putuo District of Shanghai[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2020(3): 75-81.

[29] 代光鑫. 从规划指引到规则管控: 上海北外滩地区城市色彩规划研究[J]. 规划师, 2022, 38(5): 101-107.
DAI Guangxin. From Planning Guidance to Planning Governance: City Color Planning of the North Bund Area, Shanghai[J]. *Planners*, 2022, 38(5): 101-107.

[30] 潘威, 张光伟, 夏翠娟, 等. 古旧地图的信息化[J]. 图书馆论坛, 2021, 41(11): 79-89.
PAN Wei, ZHANG Guangwei, XIA Cuijuan, et al. On the Informationization of Antique Maps in Historical Geography[J]. *Library Tribune*, 2021, 41(11): 79-89.

[31] 张萍, 徐桂彬. 古旧地图数字化与中国历史研究[J]. 中国史研究动态, 2023(4): 71-78.
ZHANG Ping, XU Guibin. Digitization of Archaic Maps and the Study of Chinese History[J]. *Trends of Recent Researches on the History of China*, 2023(4): 71-78.

[32] 乐阳, 刘瑜, 陈云松, 等. 空间和地理计算与计算社会学的融合路径[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2022, 47(1): 1-18.
YUE Yang, LIU Yu, CHEN Yunsong, et al. Integration Path of Spatial and Geo-Computing and Computational Social Science[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2022, 47(1): 1-18.

[33] 柳林, 马泽鹏, 孙毅, 等. 基于MS-DeepLabV3+的街景语义分割及城市多维特征识别[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2024, 49(3): 343-354.
LIU Lin, MA Zepeng, SUN Yi, et al. Semantic Segmentation of Street View and Multi-dimensional Feature Identification of City Based on MS-DeepLabV3+[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2024, 49(3): 343-354.

[34] 王鸿雁, 车向红, 徐辛超, 等. 利用DeepLabV3+模型提取分析街景图像绿视率: 以北京三环内为例[J]. 测绘通报, 2024(3): 88-94.
WANG Hongyan, CHE Xianghong, XU Xinchao, et al. Green Visible Index Extraction and Analysis of Street View Image Using DeepLabV3+Model: Taking Within the Third Ring Road in Beijing as an Example[J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2024(3): 88-94.

[35] SUN M R, ZHANG F, DUARTE F, et al. Understanding Architecture Age and Style Through Deep Learning[J]. *Cities*, 2022, 128: 103787.

[36] 陈凯, 朱钰. 机器学习及其相关算法综述[J]. 统计与信息论坛, 2007, 22(5): 105-112.
CHEN Kai, ZHU Yu. A Summary of Machine Learning and Related Algorithms[J]. *Statistics & Information Forum*, 2007, 22(5): 105-112.

[37] 李欣海. 随机森林模型在分类与回归分析中的应用[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(4): 1190-1197.
LI Xinhai. Using "Random Forest" for Classification and Regression[J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2013, 50(4): 1190-1197.

[38] LUNDBERG S M, LEE S I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions[C]//The 31st International Conference on Neural Information Processing Systems, Long Beach, California, USA, 2017.

[39] 吴俊范. 城市空间扩展视野下的近代上海河浜资源利用与环境问题[J]. 中国历史地理论丛, 2007, 22(3): 67-77.
WU Junfan. The Creek-Utilizing Manner and Concerning Environmental Problems with Shanghai Modernization from an Urban-Space-Expanding Angle[J]. *Journal of Chinese Historical Geography*, 2007, 22(3): 67-77.

[40] 牟振宇. 民国时期上海法租界地价时空演变规律研究(1924—1934)[J]. 中国经济史研究, 2021(5): 131-145.
MOU Zhenyu. A Study on the Spatio-Temporal Evolution of Land Value in the French Concession in Shanghai from 1924 to 1934[J]. *Researches in Chinese Economic History*, 2021(5): 131-145.

[41] 万勇，葛剑雄．上海石库门建筑群保护与更新的现实和建议[J]．复旦学报(社会科学版)，2011，53(4)：51-59.
WAN Yong，GE Jianxiong. The Conservation and Renewal of Shanghai Shikumen Building：Current Situation and Suggestions[J]. *Fudan Journal* (*Social Sciences Edition*)，2011，53(4)：51-59.

[42] 郑祖安．近代上海“花园洋房区”的形成及其历史特色[J]．社会科学，2004(10)：92-100.
ZHENG Zu'an. The Formation of the District of Western Style Garden Houses in Shanghai and Its Historical Features[J]. *Social Sciences Shanghai China*，2004(10)：92-100.

[43] 马学强．权力、空间与近代街区内部构造：上海马斯南路街区研究[J]．史林，2012(5)：1-13.
MA Xueqiang. Power，Space and Inner Structure of Blocks：On Rue Massenet of Shanghai[J]. *Historical Review*，2012(5)：1-13.

[44] 史梅定．上海租界志[M]．上海：上海社会科学院出版社，2001.
SHI Meiding. Shanghai Concessions Gazetteer[M]. Shanghai：Shanghai Academy of Social Sciences Press，2001.

[45] 唐方．都市建筑控制：近代上海公共租界建筑法规研究[M]．南京：东南大学出版社，2009.
TANG Fang. Urban Building Control：Research on Building Regulations of Modern Shanghai Public Concession[M]. Nanjing：Southeast University Press，2009.

[46] 姜在渭．上海建筑材料工业志[M]．上海：上海社会科学院出版社，1997.
JIANG Zaiwei. Shanghai Building Materials Industry Gazetteer[M]. Shanghai：Shanghai Academy of Social Sciences Press，1997.

[47] 郑时龄．上海近代建筑风格：新版[M]．上海：同济大学出版社，2020.
ZHENG Shiling. Evolution of Shanghai Architecture in Modern Times[M]. Shanghai：Tongji University Press，2020.

[48] 章迎庆．当代上海建筑形态变迁：从西方极少主义建筑思潮看[J]．建筑学报，2002(8)：57-59.
ZHANG Yingqing. The Change of Architecture Form in Contemporary Shanghai：From the View Point of the Trend of Western Architecture Thought “Minimalism”[J]. *Architectaral Journal*，2002(8)：57-59.

[49] 张松．城市生活遗产保护传承机制建设的理念及路径：上海历史风貌保护实践的经验与挑战[J]．城市规划学刊，2021(6)：100-108.
ZHANG Song. The Idea and Path of Establishing the Mechanism of Preserving the Urban Living Heritage：Shanghai's Experience and Challenges in Historic Townscape Preservation[J]. *Urban Planning Forum*，2021(6)：100-108.