第 46 卷第 3 期
Vol. 46 No. 3 2025

青岛理工大学学报
Journal of Qingdao University of Technology

旧城更新视角下青岛建筑遗产价值数字地图评估研究

姜乃彬[1]，王怡宁[2]，侯可明[1]
（1. 青岛理工大学 建筑与城乡规划学院，青岛 266033；2. 华南理工大学 建筑学院，广州 510641）

摘　要：以青岛历史城区遗产价值作为评估分析的切入点，构建包含文化旅游价值、建筑艺术价值和空间环境价值的多维度评估准则体系。基于多源数据及机器算法，通过 ArcGIS 量化分析历史城区内功能复合度、人群旅游活力、建筑年代及立面要素分布热力、空间密度等要素，绘制青岛建筑遗产价值数字地图，评估街区内建筑遗产价值及文旅潜力的空间分布格局。研究发现，青岛历史城区遗产价值高的区域占比 19.2%，集中在西南和东南两侧的片区；中部 27.6%片区遗产价值适中；而核心保护范围北侧及未列级街区遗产价值较低，占 53.2%。根据不同的建筑遗产价值评估结果，提出了分级、差异化的保护与更新策略，为历史城区存量更新及遗产旅游发展提供参考。

关键词：历史城区；遗产旅游；多源数据；价值评估
中图分类号：TU982　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1673-4602(2025)03-0047-09

Digital mapping evaluation of Qingdao's architectural heritage value within the context of old city renewal

JIANG Naibin[1], WANG Yining[2], HOU Keming[1]
(1. College of Architecture and Urban Planning, Qingdao University of Technology, Qingdao 266033, China;
2. School of Architecture, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: Taking the heritage value of historic urban area in Qingdao as the primary focus of assessment, this study establishes a multi-dimensional evaluation framework encompassing cultural tourism value, architectural artistic value and spatial environmental value. Based on multi-source data and machine algorithms, this study utilizes the ArcGIS platform to quantitatively analyze some key factors of the area, including functional complexity, tourist vitality, heatmaps of architectural age and facade elements and spatial density. Thus, the Qingdao architectural heritage value digital map is created to assess the spatial distribution pattern of the architectural heritage value and cultural tourism potential. The research reveals that 19.2% of the area have high heritage value, which primarily locate in the southwest and southeast, the central 27.6% of the area have moderate heritage value, while the remaining 53.2% of the area have lower heritage value, which mainly lie in the northern side of the core protection area and unclassified area. Based on the results of architectural heritage value, strategies for classified and differentiated protection and renewal are proposed to provide

收稿日期：2024-07-22
基金项目：2023 年度青岛市社会科学规划研究项目(QDSKL2301139)；2024 年度教育部人文社会科学研究项目(24YJCZH115)
作者简介：姜乃彬(1988—　)，女，山东青岛人。博士，副教授，主要从事建筑遗产更新保护等方面的研究。
E-mail：jiangnaibin@qut.edu.cn。

guidance for the revitalization and growth of historic urban area.

Key words: historic urban area; heritage tourism; multi-source data; value assessment

随着城市建设从重“量”转向提“质”[1],“不平衡、不可持续”的推土机式大拆大建成为历史,城市更新成为城市规划的热点话题[2]。“十四五”规划提出要推进文化遗产旅游,塑造一批具有明显文化特色的国家级旅游休闲街区。在国家大力推进城市更新及遗产旅游的背景下,文化和旅游部颁发行业标准,要求打造旅游休闲街区,即具备旅游休闲、文化体验和公共服务等功能,满足游览休闲等需求的城镇内街区[3]。然而,青岛历史城区建设控制地带总面积 664.7 hm^2,城区内 14 片历史文化街区无一处上榜,表明大部分遗产空间不符合旅游行业标准,遗产旅游价值未充分挖掘。针对此旧城更新危机,青岛计划实施《青岛市城市更新和城市建设三年攻坚行动方案》,深入挖掘历史城区建筑遗产资源,以文塑旅、以旅彰文,让历史城区成为建筑可阅读、街道可漫步、城市可记忆的“文化客厅”。因此,以遗产旅游为契机推进老旧城区的城市更新成为城市空间风貌及品质提质优化的关键环节,是青岛存量更新的发展方向和时政热点[4]。

近年,多源城市数据的挖掘与计算逐渐兴起,机器学习与高性能计算的结合使提取隐藏在大数据背后的信息和知识成为可能,为大规模、精细化和多维度的空间环境评估提供了科学支撑[5-7]。可利用百度热力图数据[8]、网络点评数据[9]、微博签到数据[10]、街景图片数据[11-12]等多源数据分析人群行为模式、活动规律,对城市空间状况及活力进行评估。基于此,本研究将多源数据及新技术用于历史城区建筑遗产价值智能评估与文旅更新领域,让机器智能赋能遗产旅游空间精细化评估,叠合数据绘制青岛建筑遗产价值数字地图,研究影响建筑遗产价值及遗产旅游的关键因素,并分区提出历史城区环境更新策略,“老地标”成“新网红”,文艺唤醒历史城区。

1 研究内容

1.1 研究对象

根据《青岛历史文化名城保护规划(2020—2035 年)》,以青岛市历史城区为数据基底,保护范围西以汶上路、广州路、胶济铁路为界,北至明月峡路、瞿塘峡路、乐陵路、铁山路、吉林路、登州路、青岛山、太平山,东沿上清路、太清路、东海一路、太平角六路,南至海岸线,总面积 1304.1 hm^2。其中核心保护范围 664.7 hm^2,包括 14 片历史文化街区。根据《青岛历史文化名城保护规划历史城区要素普查报告》,核心保护范围内包括不可移动文物、历史建筑和传统风貌建筑三类历史建筑。其中,不可移动文物有 418 处,历史建筑有 206 处,传统风貌建筑有 1570 处,总计 2194 处建筑物。研究范围内,根据二级道路围合的原则,将区域分成 468 个单元,分别标记为 1—468(图 1)。

1.2 研究数据

1) 百度街景数据。爬取百度街景图像并提取其经纬度坐标,获取样本点的 270°视角图像,拍摄角度设置为 0°(水平视图),共获得 2135 张分辨率为 1024×700 像素的街景图像,拍摄时间为 2020 年 8 月。对街景图像进行数据清洗及数据增强,获得 1983 张可用图像。对于无法获取街景图片的历史风貌建筑,通过网络搜索补充无遮挡的建筑物正立面图像。

2) 兴趣点数据。在高德地图中获取不同类型兴趣点(POI)数据。筛选整理并统计餐饮设施、公共设施、商业设施、风景名胜、体育休闲设施、文化设施、住宅社区、交通设施 8 类数据。数据获取时间截止于 2023 年 12 月,共获取 18 386 条。例如,交通设施类数据 2630 条,包括停车场、地铁站及公交站;商业设施类细分为商场、便民商店等,共 8418 条数据;风景名胜类包含公园广场、纪念馆等,共 424 条数据;文化设施类细分为学校、培训机构等,共 1922 条数据。

3) 百度热力图数据。热力数据能够反映用户的实时位置信息和遗产旅游人群的活动情况。在 2023 年 12 月 18 日至 24 日 7 d 内,每小时爬取 1 次数据,共获取到 168 张热力图。将获取的网页源代码中的百度地图墨卡托投影坐标转换为百度经纬度坐标,建立坐标映射关系表,使用 Python 的 pandas 和 sklearn 库进行回归分析,生成 CSV 文件。在 ArcGIS 中进行投影转换,提取特定区域的人口热力数据点,并保存为研究数据。

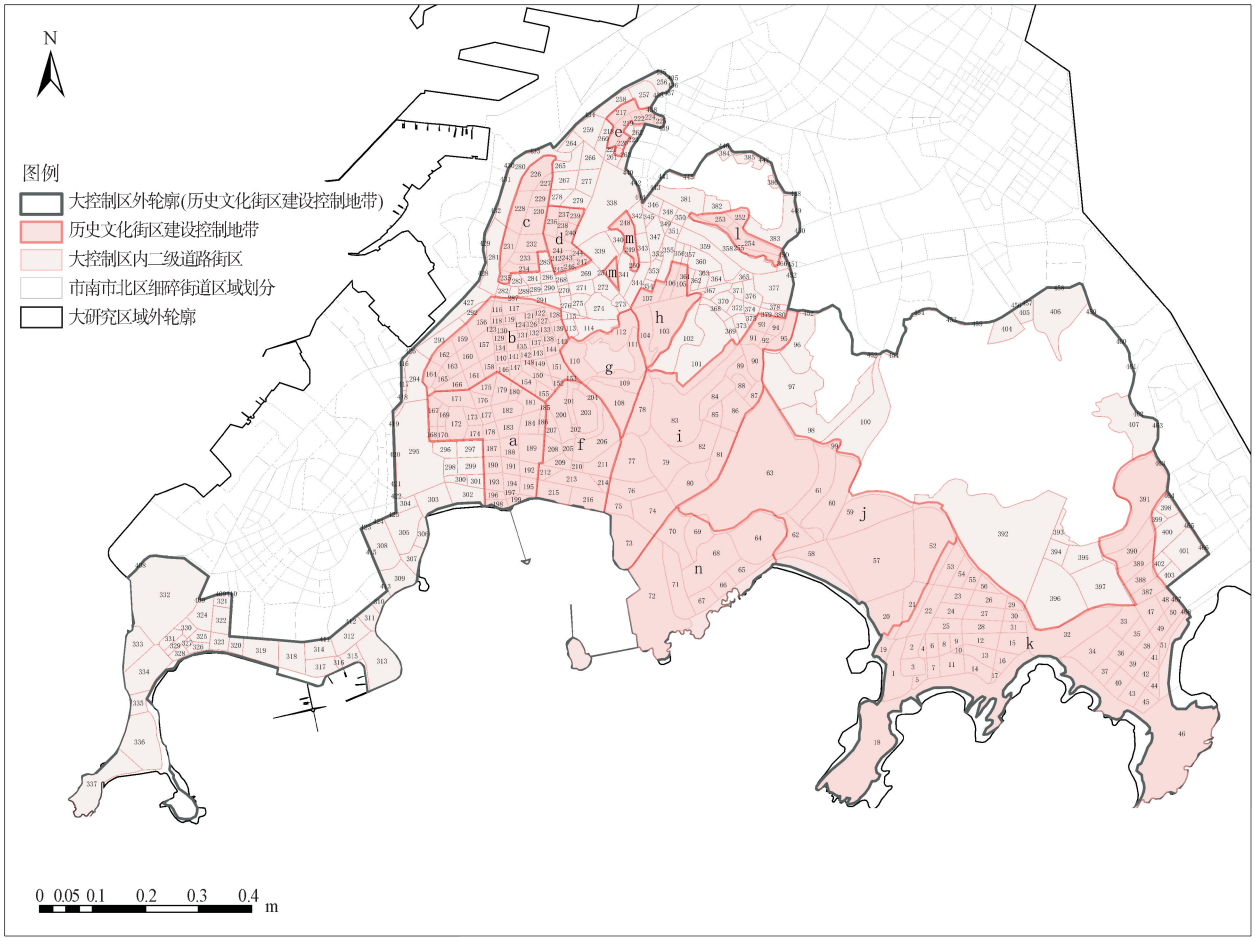


图 1　研究范围及 468 个街区划分

a—中山路历史文化街区；b—四方路历史文化街区；c—馆陶路历史文化街区；d—上海路-武定路历史文化街区；e—长山路历史文化街区；f—观海山历史文化街区；g—观象山历史文化街区；h—无棣路历史文化街区；i—信号山历史文化街区；j—八关山历史文化街区；k—八大关、汇泉角、太平角历史文化街区；l—黄台路历史文化街区；m—阳信路历史文化街区；n—鱼山历史文化街区

1.3　研究思路与指标构建

街区的遗产价值受到众多因素影响，已有学者从历史资源评估、功能分析、活力分布、建设强度等方面构建指标，结合多源数据分析老城区建筑遗产价值及活力[13-16]，为本文遗产价值评估提供了理论与评价基础。经过文献梳理，游客的遗产旅游体验主要受文化旅游价值、建筑艺术价值和空间环境价值所影响。基于此，筛选出功能复合度、人群旅游活力、建筑年代热力、立面要素热力和建筑空间密度 5 个能够体现遗产价值和遗产旅游活力的评价因子。评估的重点内容包括青岛历史城区的保护利用和文化传承价值，并强调了历史城区内商业设施、旅游活力等休闲旅游价值的内容，对历史城区遗产旅游活力的发展具有一定意义。

2　青岛建筑遗产价值数字地图评估分析

2.1　文化旅游价值

2.1.1　功能复合度地图

功能复合度是指不同功能在区域内的兼容性程度，是空间使用方式、功能布局和营业状态等因素综合作用的结果，可以直观地反映休闲旅游商业价值和遗产旅游活力水平。利用 ArcGIS 10.7 叠加兴趣点数据，将 468 个单元的功能复合度分为 9 个等级，得到区域功能复合度地图，如图 2 所示。图中红色区域功

能复合度较高，具有较高的休闲旅游商业潜力，而蓝色区域功能复合度较低，商业价值偏低，其余部分商业价值适中。功能复合度低值(0～13)区域共计 284 个街区，主要分布在中山路、四方路、无棣路及八大关、汇泉角、太平角街区，占比 58.4%。其中太平角四路、临淮关路街道功能复合度低，太平角四路街道数值低至 2。功能复合度高值(34～96)区域共计 25 个街区，主要分布在八关山、鱼山及中山路街区，占比 5.1%。曲阜路、浙江路、福山路、文登路、武昌路街道功能复合度较好，福山路街道数值高达 26。

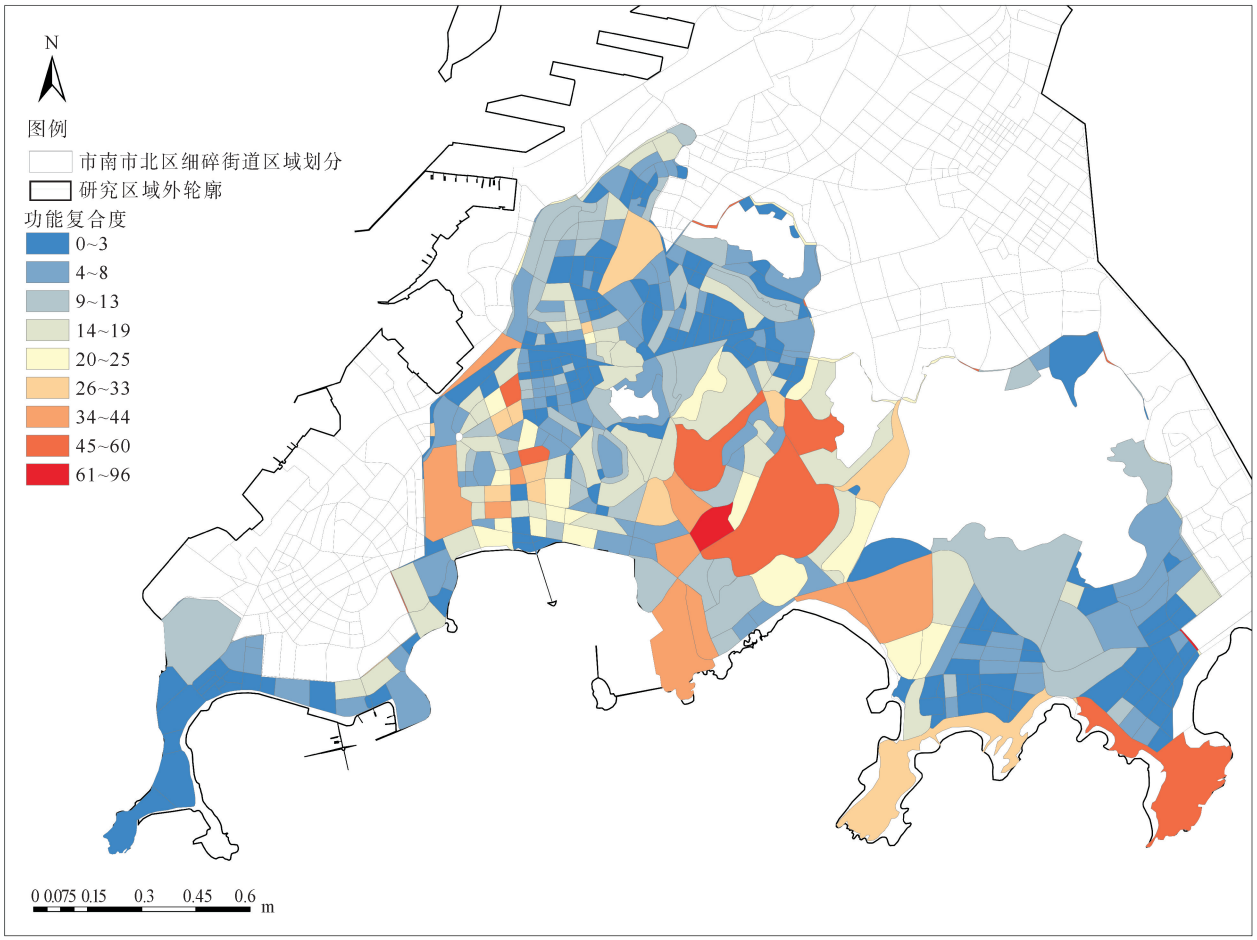
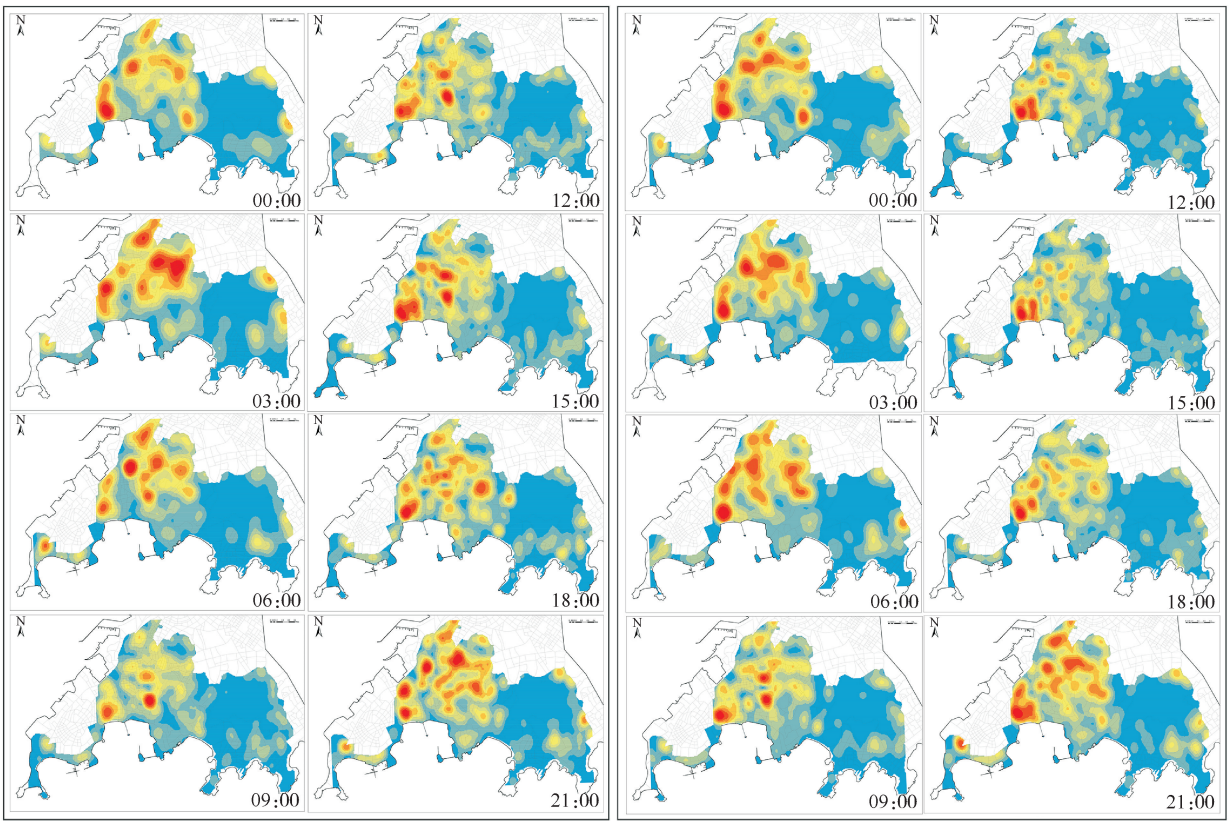


图 2 青岛历史城区功能复合度分布

2.1.2 人群旅游活力地图

历史城区的百度热力图数据为城区的遗产旅游文旅价值评估提供了直观有效的依据。对 7 d 内每天 24 h 瞬时人口热力数据进行调整并进行核密度分析，根据数据在工作日与休息日的动态变化，可深入剖析街区热力值的演变模式，进而评估街区人群旅游活力在时间及空间维度的特色及分布特征(图 3)。从时间分布看，休息日的人群活力整体高于工作日。工作日人群活力在 6:00—9:00 复苏，出现早高峰，随后逐渐下降，18:00—21:00 出现小晚高峰后再逐渐降低，进入休息阶段。休息日人群活力 6:00—9:00 激增，18:00—21:00 出现小晚高峰后逐渐降低，同样进入休息阶段。从空间分布看，人群活力呈现西边片区高，东边片区低的现象，且活力值相差较大。其中，中山路、四方路街区及观海山街区东北侧、观象山街区南侧人群活力较高，临近交通枢纽及公共设施的区域人群活力也相对较高。相比之下，八关山及鱼山、八大关一带街区人群活力较低，太平角一路、太平角二路、临淮关路、湛山四路街道数值最低，平均为 0.01，且这些区域受工作日、休息日影响较小，人群活力变化不明显。



(a) 工作日瞬时人群活力地图　　(b) 休息日瞬时人群活力地图

图 3　青岛历史城区人群旅游活力地图

最低活力；　中等偏低活力；　较高活力；
较低活力；　中等活力；　高活力；
低活力；　中等偏高活力；　最高活力

2.2　建筑艺术价值

2.2.1　建筑年代热力图

建筑年代热力图作为对老旧城区进行价值评估的重要依据，可直观描述建筑所承载的历史活动的分布状况。采集历史片区 2194 处建筑遗产信息，将建筑年代和功能信息编号关联，并搜索控制区范围内其他建筑的建成年代(图 4(a))。将获取的信息录入 ArcGIS 并整合处理。将建筑划分为 7 个年代区间，加权赋值计算生成研究范围内街区年代热力图(图 4(b))。年代热力值较低的街区共 147 个单元，占 31.4%，多为 20 世纪 90 年代后的居住建筑。数值低于 1.5 分的街道主要集中在非历史文化街区内，如东侧鹊山路、太平角四路、佛涛路等街道及东北侧延安一路、京山路、红岛支路街道，西南侧的成武路、贵州路、单县路等街道附近，其中巫峡路-西塘峡路街道仅 0.41 分。而历史文化街区内的建筑年代集中于 1920—1930 年，热力值较高的街区共 173 个单元，占比 37.0%。肥城路、宁阳路、广西路、李村路、北京路-即墨路、胶州路、高密路、天津路-海泊路、博山路-平度路、芝罘路街道最具历史感，数值均在 5.15 分以上。总体来看，研究区域内具有较高的建筑价值。

2.2.2　立面要素热力图

建筑立面要素是历史建筑中能够集中体现其遗产价值的构成部分，通过热力图技术分析要素构成可直观展现建筑立面要素的价值分布情况。基于 CMP 数据集、TensorFlow 框架和 U-Net 网络，利用机器学习技术进行语义分割识别，对采集的 1983 张可用历史建筑立面图像进行立面要素指标的识别及量化统计。经过筛选，将历史建筑立面的价值要素归为立面、屋面、装饰三大类，细分为女儿墙、山花、檐口、外廊、木门窗、阳台、西式柱式、拱券、特色楼梯、塔楼、坡屋顶、历史性瓦材、西式老虎窗、历史性烟囱、栏杆、装饰

雕塑16项建筑要素指标。综合机器识别和人工补充识别16项要素，计分原则为每含有1项要素得1分，建筑中同一要素重复出现不额外计分。将数值导入ArcGIS进行核密度分析，生成立面要素热力图，并分为9个区间3个类别(图4(c))。其分布状态与年代热力分布匹配，其中，遗产价值高的单元共计69个，占14.7%，主要分布在四方路、中山路、观海山、馆陶路及八大关街区。遗产价值低的单元共计259个，占55.3%，数值多为小于0.2，主要分布在南侧的成武路、贵州路、单县路等街道附近，北侧市场三路、市场二路、恩县路、武定路等街道周边以及东侧鹊山路、莲岛路等街道附近。

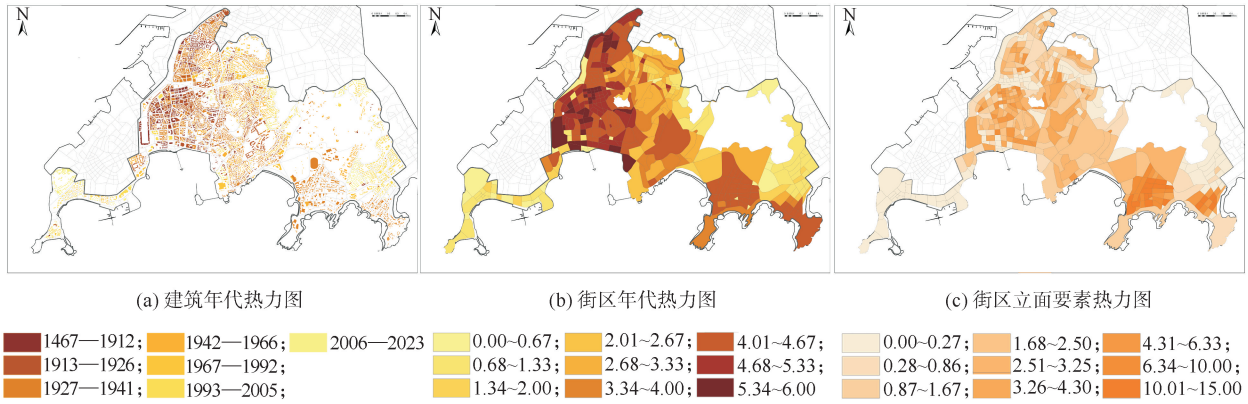


图4 青岛历史城区建筑艺术价值分布

2.3 空间环境价值

选取建筑密度、容积率和建筑平均层数作为建筑空间密度的主要研究变量。这3个变量从不同角度反映了建筑空间在历史城区的聚集程度及开发程度。通过对街区内建筑基底面积、总面积和平均层数等指标的计算，得到了街区的建筑密度、容积率和建筑平均层数热力图(图5)。研究范围内平均建筑密度为24.8%，有248个单元的建筑密度超出平均值，集中在馆陶路、上海路-武定路、四方路、中山路街区，其中，上海路-武定路街区的建筑密度达到69.9%，而八大关街区建筑密度相对较低。在容积率方面，研究范围内平均容积率为1.09，194个单元的容积率高于平均值，集中分布在中山路、四方路、馆陶路、上海路-武定路以及长山路街区。在建筑平均层数方面，西部馆陶路、上海路-武定路、四方路、中山路街区内建筑的平均层数为4～13层，中部及东侧的八大关、鱼山、信号山等街区内建筑的平均层数主要在3层及以下。

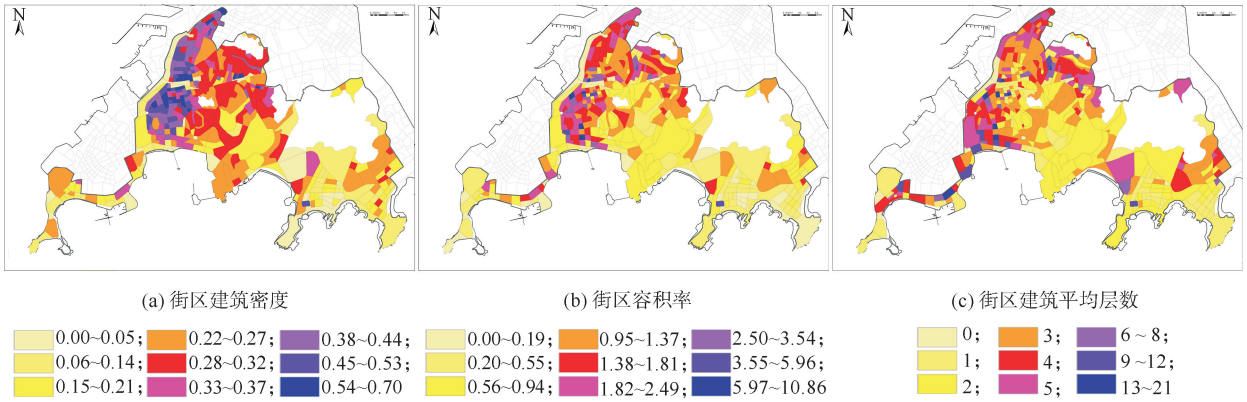


图5 青岛历史城区空间环境价值分布

3 青岛建筑遗产价值评估结果

3.1 评价结果

以文化旅游价值、建筑艺术价值和空间环境价值为评估准则层，采用层次分析法(AHP)计算各评价指标的权重。对评价对象进行细致地分解，以构建全面的判断矩阵并确定权重。通过一致性检验计算相

对重要性权重值（表 1）。

表 1　各层次指标权重

一级评价因子	一级评价因子权重	二级评价因子	二级评价因子权重	综合权重
文化旅游价值	0.405	功能复合度	0.715	0.290
		人群旅游活力	0.285	0.115
建筑艺术价值	0.480	建筑年代热力	0.300	0.144
		立面要素热力	0.700	0.336
空间环境价值	0.115	建筑空间密度	1.000	0.115

根据层次指标综合权重以及二级评价因子的数值，通过公式量化计算青岛历史城区建筑遗产价值：

$$f_i = \sum_{i=1}^{5} x_i \cdot y_i \qquad (0<x_i<1)$$

式中：f_i 为青岛建筑遗产价值；x_i 为综合权重；y_i 为二级指标层因子分值。

经过计算得出在划分的 468 块街区内建筑遗产价值及文旅潜力的空间分布，将计算分值划分为 6 个等级，如图 6 所示，以 2.50、3.71 为划分值，将评估街区分为三类，分别为：遗产价值低、遗产价值适中、遗产价值高。

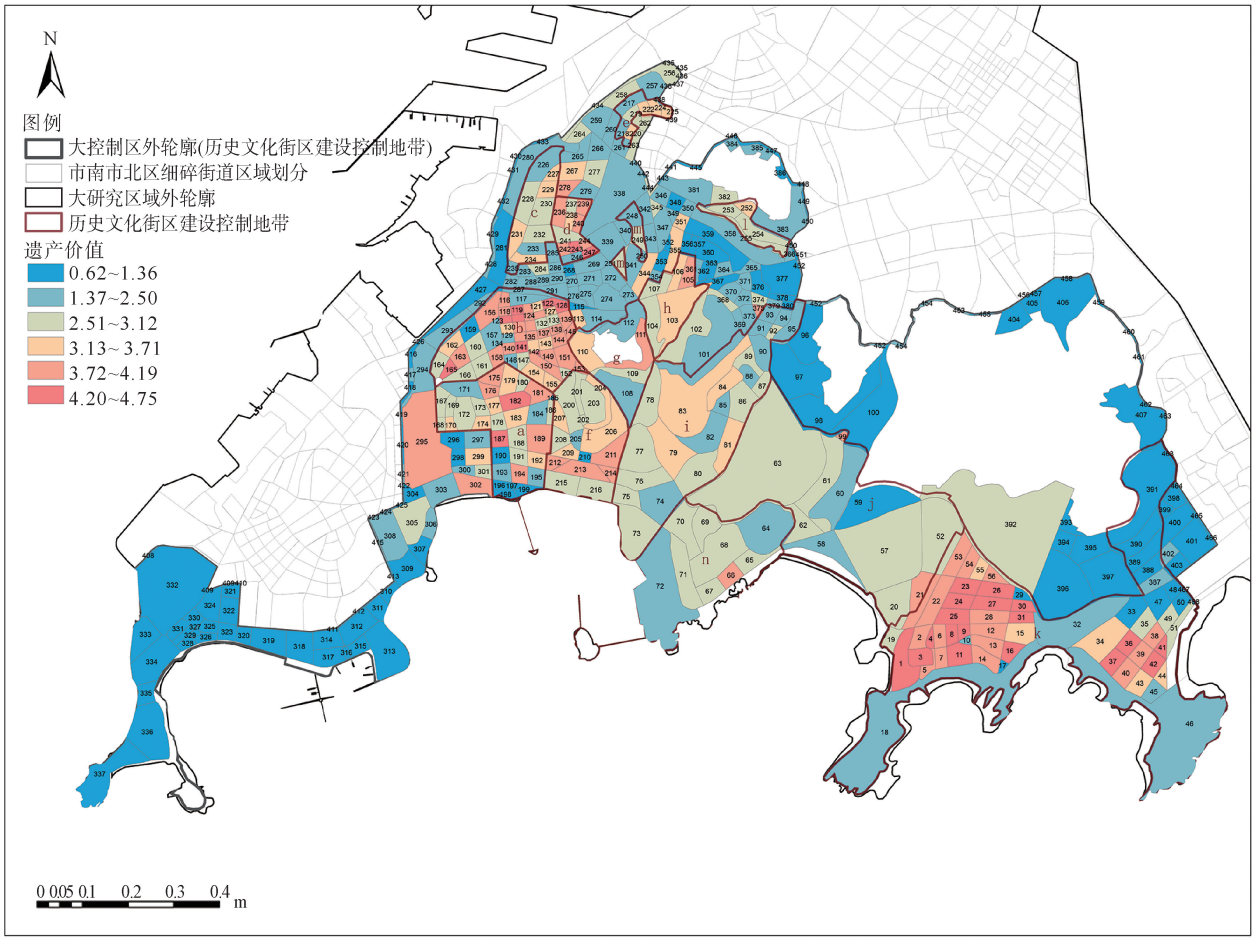


图 6　街区建筑遗产价值

a—中山路历史文化街区；b—四方路历史文化街区；c—馆陶路历史文化街区；d—上海路-武定路历史文化街区；e—长山路历史文化街区；f—观海山历史文化街区；g—观象山历史文化街区；h—无棣路历史文化街区；i—信号山历史文化街区；j—八关山历史文化街区；k—八大关、汇泉角、太平角历史文化街区；l—黄台路历史文化街区；m—阳信路历史文化街区；n—鱼山历史文化街区

3.2 青岛历史城区遗产分析

研究结果显示,青岛历史城区中,遗产价值高的区域主要集中在西南和东南两侧的片区,而遗产价值适中的区域则集中在中部片区。相比之下,核心保护范围北侧和未列级街区的遗产价值较低。根据不同的建筑遗产价值评估结果,有必要提出相应的更新保护策略。

3.2.1 遗产价值高

青岛历史城区遗产价值高的区域集中在四方路、上海路-武定路及八大关、汇泉角、太平角街区,少量分布在中山路街区东部和观海山街区中部,共计90个单元,总体占比19.2%。其中,函谷关、韶关路、宁武关街道的遗产价值高于4分。此类街区承载着城市记忆,建筑历史悠久、艺术价值高,同时功能复合度较高,人群活力旺盛,具有极佳的文旅更新潜力。需建立健全的保护机制和管理体系,严格保护文物保护建筑,定期维护和修复历史建筑。开展各类文化活动和展览,吸引人群通过沉浸式体验促进文化交流,从而提升地区的文化旅游价值。以中山路城市记忆馆更新项目为例,该项目全景式、多脉络地展示了青岛群体记忆,有效促进了青岛老城区文化品牌的构建。同时,通过合理的商业开发和文化旅游项目,将遗产资源转化为经济资源,设计有吸引力和竞争力的旅游产品和线路。如市南区举办的"逛街里"节,以中山路为核心,有效辐射周边区域,实现了商业活动与旅游体验的深度融合与相互促进。

3.2.2 遗产价值适中

青岛历史城区遗产价值适中的区域主要分布在中山路、观海山、无棣路、馆陶路、鱼山路、信号山、黄台路街区,少量分布在观象山街区南部,八关山街区东西两侧,共129个单元,占比27.6%。其中,鱼山路、八关山街区功能复合度高、空间环境价值好,但人群活力低,武昌路街道最为明显,遗产价值评分1.91分,但人群旅游活力评分仅0.01分。此类区域有少数建筑具有较高的艺术价值,在进行文旅更新时,应结合名人故居等文物保护单位增加体现街区文化特色的主题内容,对传统风貌建筑进行立面修缮和功能改造以适应现代化需求。同时充分发挥区域的功能复合度优势,打造休闲旅游多元化街区。观象山街区建筑艺术价值较高,人群活力高但功能复合度较低,街区现有功能单一,无法满足休闲旅游需求。如观象一路、观象二路街道,遗产价值评分约3.23分,但功能复合度评分仅0.01分。可参考青岛市大鲍岛文化休闲街区,以"老建筑+新场景"模式,通过产业模式创新实现老城区的重生。可改造历史风貌建筑,根据需求进行部分建筑功能置换,引入针对青年客群的主题化、特色化的国潮文化艺术及体验经济,通过沉浸式体验优化街区经济价值,打造高品质的文化休闲区。

3.2.3 遗产价值低

青岛历史城区遗产价值低的区域主要分布在阳信路街区、长山路街区西侧、八关山街区中部以及未列级街区,少量分布在馆陶路、鱼山路、信号山街区,共249个单元,占53.2%。其中,馆陶路、阳信路及长山路街区建筑年代较为久远,建筑艺术价值适中,但文旅价值低,且空间环境价值低。因此,需要通过对历史建筑的合理利用,体现街区人文气息,优化街区业态,提升街区商业文化中心功能,活化建筑公共空间,赋予街区新的活力。而区域内未列级街区各项价值评估都相对较低,如巫峡路-西塘峡路街道,遗产价值评分0.74分,各项指标评分均较低。应鼓励和支持传统产业进行转型升级,引入新兴产业和业态,结合片区文化进行现代设计的融合改造,展现历史与现代文化风格的融合魅力。如青岛银鱼巷,通过引入原创品牌与业态,成功打造集文化、艺术与商业于一体的街区,展现历史与现代融合的魅力。通过创新商业模式及活化公共空间,打造现代风格的休闲旅游功能和特色活动街区。

4 结束语

目前,城市更新已经进入城市风貌改善和城市环境提升的阶段。因此,对历史城区空间进行小尺度的单元和区域划分,分析其遗产风貌价值和遗产旅游活力,准确识别需要改造的遗产空间,分区提出历史城区环境更新策略是至关重要的。在对旧城建筑遗产风貌进行全方位评估和系统整治的过程中,城市老旧街区的更新、城市风貌的保护以及空间品质的提升将成为关键的环节。基于以计算机技术和多源城市数据为代表的新技术和新数据,青岛建筑遗产价值数字地图评估可提高评估的客观性,为风貌控制决策提供直接参考和依据,并提出旧城建筑遗产风貌修复与优化策略,以提升青岛的文化、旅游和经济活力。

参考文献(References)：

[1] 王建国，崔愷，高源，等. 综述：城市人居环境营造的新趋势、新洞见[J]. 建筑学报，2018(4)：1-3.
WANG Jianguo，CUI Kai，GAO Yuan，et al. Review：New tendencies and new insights of the construction of urban human settlement environment[J]. Architectural Journal，2018(4)：1-3.

[2] 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.

[3] LB/T 082—2021，旅游休闲街区等级划分[S].
LB/T 082—2021，Quality rating of tourism leisure street blocks[S].

[4] 姜乃彬. 山东省历史街区文化旅游活力营造研究[M]. 青岛：青岛出版社，2022.
JIANG Naibin. Vitality creation of cultural tourism in historic conservation area of Shandong Province[M]. Qingdao：Qingdao Publishing House，2022.

[5] 刘伦，王辉. 城市研究中的计算机视觉应用进展与展望[J]. 城市规划，2019，43(1)：117-124.
LIU Lun，WANG Hui. Application of computer vision in urban studies：Review and prospect[J]. City Planning Review，2019，43(1)：117-124.

[6] 龙瀛.(新)城市科学：利用新数据、新方法和新技术研究“新”城市[J]. 景观设计学，2019，7(2)：8-21.
LONG Ying.(New) urban science：Studying “new” cities with new data，methods，and technologies[J]. Landscape Architecture Frontiers，2019，7(2)：8-21.

[7] 狄迪，蒋应红，叶丹，等. 新城市科学支持下的城市街道空间品质综合评价：以上海市中心城区为例[J]. 规划师，2021，37(16)：5-12.
DI Di，JIANG Yinghong，YE Dan，et al. Street space quality evaluation supported by new urban science：The central district of Shanghai[J]. Planners，2021，37(16)：5-12.

[8] 吴志强，叶锺楠. 基于百度地图热力图的城市空间结构研究：以上海中心城区为例[J]. 城市规划，2016，40(4)：33-40.
WU Zhiqiang，YE Zhongnan. Research on urban spatial structure based on Baidu heat map：A case study on the central city of Shanghai[J]. City Planning Review，2016，40(4)：33-40.

[9] 姜乃彬，刘宇轩，李晓旭. 基于点评数据的历史街区文化旅游活力评估研究[J]. 建筑与文化，2022(1)：236-238.
JIANG Naibin，LIU Yuxuan，LI Xiaoxu. Evaluation of cultural tourism vitality in historic conservation area based on comment data[J]. Architecture & Culture，2022(1)：236-238.

[10] 龚朴一，杨家文. 基于微博大数据的中国城市群空间结构研究[J]. 城市发展研究，2020，27(6)：1-8.
GONG Puyi，YANG Jiawen. Spatial structure study of urban agglomerations in China based on Weibo big data[J]. Urban Development Studies，2020，27(6)：1-8.

[11] JIANG N，LI X，PENG Z，et al. Assessing distributional and perceived equity of urban green spaces in Qingdao's historic urban area[J]. Buildings，2023，13，2822.

[12] 龙瀛，李莉，李双金，等. 中国城市活力中心的街道步行环境指数测度[J]. 南方建筑，2021(1)：114-120.
LONG Ying，LI Li，LI Shuangjin，et al. Measurement of street walking environment index for urban vitality centers in Chinese cities[J]. South Architecture，2021(1)：114-120.

[13] 郭海博，陈玉玲，邵郁，等. 哈尔滨市老城区典型街区空间活力及其影响机制研究[J]. 建筑学报，2020(2)：114-119.
GUO Haibo，CHEN Yuling，SHAO Yu，et al. A study on spatial vitality and mechanism of influence on typical blocks of the old town of Harbin[J]. Architectural Journal，2020(2)：114-119.

[14] 王翼飞，祁丽艳，姜乃彬. 基于质性识别与量化分析的青岛滨海村落空间基因提取与优化研究[J]. 青岛理工大学学报，2023，44(4)：110-118.
WANG Yifei，QI Liyan，JIANG Naibin. Extraction and optimization research on Qingdao coastal rural space genes based on qualitative identification and quantitative analysis[J]. Journal of Qingdao University of Technology，2023，44(4)：110-118.

[15] 王晓草，刘一光，禚保玲，等. 基于多源数据的历史文化街区空间活力及其影响因素研究：以青岛市历史文化街区为例[J]. 上海城市规划，2023(4)：147-153.
WANG Xiaocao，LIU Yiguang，ZHUO Baoling，et al. Analysis on spatial vitality and influencing factors of historical and cultural blocks based on multi-source data：A case study of the historical and cultural district of Qingdao[J]. Shanghai Urban Planning Review，2023(4)：147-153.

[16] 庄凯月，杨培峰，阴怡然，等. 基于多源数据的历史文化名城活力评价及空间活化研究：以舟山市定海古城为例[J]. 现代城市研究，2023(8)：73-80.
ZHUANG Kaiyue，YANG Peifeng，YIN Yiran，et al. Research on vitality evaluation and spatial activation of ancient cities based on multi-source data：A case study of Dinghai ancient city in Zhoushan[J]. Modern Urban Research，2023(8)：73-80.

（责任编辑　赵金环；英文校审　程文华）