

基于空间句法的历史街区空间形态分析及文化旅游路径优化与提升策略研究

——以扬州湾子街为例

丁 龙, 臧叶敏, 母镭溪, 包广龙

扬州大学美术与设计学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2025年12月9日; 录用日期: 2026年1月8日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

本文以扬州湾子街历史街区为例, 运用空间句法理论与实地调研相结合的方法, 系统分析其“鱼骨状”街巷空间形态的结构特征及其对人群活动的引导机制。研究发现, 街区空间存在明显的结构不均衡现象: 主街中段全局整合度较高, 边缘区域可达性较弱; 局部整合度显示西区活力优于东区; 同时, 可理解度($R^2 = 0.239$)与协同度($R^2 = 0.382$)均低于阈值(0.5, 小于呈现负相关, 反之正相关), 反映出空间系统复杂、局部与整体关联薄弱, 导致游客认知困难与空间使用效率不高。针对这些问题, 本文提出以“实景剧本杀”作为叙事主线, 设计“一主三辅”任务动线, 引导游客由主街向支巷延伸, 激活边缘区域; 通过“重点修复 + 微更新”的街巷更新策略, 在保护传统风貌的基础上融入AR智慧导览, 增强空间可读性与体验感; 并结合微业态的有机植入, 构建“主街聚人气、支巷留韵味”的活力格局, 推动文旅发展与社区生活融合。本研究不仅为湾子街的更新提供具体路径, 也为同类历史街区的空间诊断与活化实践提供了全新方法参照。

关键词

空间句法, 历史街区, 空间形态, 文化旅游, 路径优化, 扬州湾子街, 实景剧本杀, 街巷更新

Research on the Analysis of Spatial Morphology of Historic Districts Based on Space Syntax and Optimization and Enhancement Strategies for Cultural Tourism Routes

—A Case Study of Yangzhou Wanzi Street

Long Ding, Yemin Zang, Rongxi Mu, Guanglong Bao

文章引用: 丁龙, 臧叶敏, 母镭溪, 包广龙. 基于空间句法的历史街区空间形态分析及文化旅游路径优化与提升策略研究[J]. 可持续发展, 2026, 16(1): 293-302. DOI: 10.12677/sd.2026.161035

Abstract

Taking the Yangzhou Wanzi Street historical district as an example, this paper employs a combination of space syntax theory and field research to systematically analyze the structural characteristics of its “fishbone-shaped” street space and its guiding mechanisms for crowd movement. The study finds that the street space exhibits a significant structural imbalance: the central section of the main street has a high level of global integration, while accessibility in the peripheral areas is weak; local integration indicates that the western area is more active than the eastern area; meanwhile, both intelligibility ($R^2 = 0.239$) and synergy ($R^2 = 0.382$) are below the threshold (0.5, shows a negative correlation if less, otherwise a positive correlation), reflecting a complex spatial system with weak local-to-global connections, leading to visitors’ difficulty in cognition and inefficiency in space use. To address these issues, this paper proposes using “live-action role-playing murder mysteries” as a narrative thread and designs a “one main, three auxiliary” task path to guide visitors from the main street to side alleys, activating peripheral areas; through a “targeted restoration and minor updates” strategy for street renovation, AR smart guides are integrated while preserving traditional features to enhance spatial legibility and experience; and by incorporating small-scale commercial forms organically, a vibrant pattern of “main street attracting crowds, side alleys retaining charm” is created, promoting the integration of cultural tourism development and community life. This study not only provides specific pathways for the revitalization of Wanzi Street but also offers a new methodological reference for spatial diagnosis and activation practices in similar historical districts.

Keywords

Space Syntax, Historic Districts, Spatial Form, Cultural Tourism, Route Optimization, Yangzhou Wanzi Street, Immersive Murder Mystery Games, Street and Alley Renewal

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在城市快速更新与文旅融合不断深化的背景下，历史街区作为地方记忆与文化认同的重要载体，其保护与活化问题日益受到学界与社会关注。科学认知街区的空间形态特征，在延续传统肌理的同时提升空间品质与文化活力，已成为实现其可持续发展的关键课题。空间句法(Space Syntax)理论通过量化分析空间结构与人行行为之间的互动关系，为系统解读历史街区的空间逻辑、诊断潜在结构问题提供了有效工具。本文以扬州湾子街历史街区为案例，该街区不仅具有鲜明的“鱼骨状”街巷肌理与丰富的历史层积，同时也保持着浓郁的市井生活气息，因而成为探讨传统街区空间形态与文旅路径优化的典型样本。研究结合空间句法分析与实地调研，试图揭示街区空间结构的内在特征与现存问题，并在此基础上，提出以叙事体验为导向的文化旅游路径优化与空间品质提升策略，以期为湾子街及同类历史街区的保护更新与活力复兴提供参照。

2. 湾子街历史街区概况

2.1. 历史沿革及街区风貌

扬州湾子街的历史始于明代早期，最初是连接东关与钞关的便捷通道，因商贸运输需求逐渐形成雏形。明嘉靖年间扬州筑新城，街道依地形弯转布局，分“上湾子”与“下湾子”两段，正式奠定“湾子街”的名称与空间格局。清代至民国时期，这里成为扬州繁华的商业与民生核心区，木梳作坊、香粉店铺、鞋帽工坊密布，中国近代牙刷制造业便发源于此，尽显街区手工业辉煌。

街区风貌独具扬州老城韵味，整体呈东北-西南走向的弧形肌理，两侧枝蔓式小巷如蛛网交织，形成独特的“鱼骨状”街巷空间布局。600余米长的街道上，青砖黛瓦的传统民居鳞次栉比，砖木结构的建筑搭配高低错落的马头墙，雕花窗棂、“福”字门楣等细节尽显江南建筑美学，脚下温润的石板路更是承载着百年烟火气。此外，街区还留存多处历史印记，既有许多扬州名人故居，也有明代晋商所建的三义阁等宗教建筑，人文与市井气息交融，成为扬州老城风貌的鲜活缩影。

2.2. 街区空间形态要素分析

扬州湾子街空间形态由地理环境、历史功能与人文需求长期塑造，核心可从街巷格局、建筑肌理、节点空间三方面简述。

街巷格局以“弧形主街+枝蔓小巷”为骨架。主街沿东北-西南呈弧形延伸，长约600米，此形态源于明代筑城时“依地形、顺交通”的逻辑，既衔接东关与钞关商贸节点，又避开地理障碍。主街两侧衍生数十条1~2米宽的窄巷，以“T”型或“L”型相连，形成“鱼骨状”网络，既保障主街商贸效率，又借小巷划分私密居住单元，实现“通而不畅”的空间层次。

建筑肌理呈现“高密度+低形制”的平民化特征。建筑多为清末至民国砖木结构民居，以1~2层为主、局部3层，高度6~8米，天际线平缓。建筑排布紧凑，院落多为“一进”或“两进”式，天井狭小，既适配扬州多雨气候(利于排水)，又高效利用土地。立面简约实用，木格栅门窗搭配部分雕花窗棂，门楣常见“福”“寿”砖雕；临街建筑多“前店后宅”或“下店上宅”，形成“街-宅”交融界面，还原传统商贸生活场景。

节点空间分交通与人文两类，是街区活力核心。交通节点为住街与重要小巷交汇处(如湾子街与广陵路交叉口)，常拓宽成小型广场，保留步行优先属性；人文节点以历史建筑为核心(如三义阁)，借入口台阶、门楼或树木形成视觉焦点，既打破街巷线性单调，又承载历史记忆。

3. 研究对象及方法

3.1. 研究范围

聚焦于湾子街历史文化街区的核心保护区域，具体为东至皮市街，西至国庆路，北至古旗亭-莲桥东巷一线，南至广陵路围合的区域，占地面积约32.5公顷。该范围是传统格局与历史风貌最完整、历史建筑 and 传统风貌建筑最集中的区域，保留了“向心式”弧形街巷肌理与浓厚市井气息，涵盖东岳庙、王少堂故居、蔚圃等重点历史遗存。其中，近年启动的西片更新区域(东至永胜街，南至三义阁，西至国庆路，北至古旗亭，面积7.55公顷)是当前保护与活化研究的重点子范围。

3.2. 研究方法

本次研究采用实地调研与空间句法算法分析结果相互佐证的研究方式。首先利用空间句法分析得到每条街巷的算法数据，然后通过同类数据比较和实地调研对照的方式，最后得出结论。

3.2.1. 空间句法分析

首先利用高德地图活动场地道路数据,其次在 AutoCAD 中绘制湾子街历史街区道路网络,然后把道路网络导入 DepthmapX 软件,自绘或者利用软件内置算法生成轴线地图,最后利用软件内置算法得到整合度(Integration)、选择度(Connectivity)可理解度以及协同度的分析结果并进行可视化表达[1]。

3.2.2. 实地研究法

由于空间句法理论将空间作为量化后的独立要素进行研究,因此需配合其他方式进行佐证,如通过实地研究、POI 分析等得到建筑功能分类、空间类型、人群活力等信息,以最大限度还原场地的实际情况。实地研究能够辅助说明空间句法分析结果,并在路段、空间以及节点层面提出具体的优化策略[1]。

3.2.3. 实地调研结果

实地调研覆盖湾子街核心保护区域,调研内容侧重于人群活力观测与记录,通过调研数据整理,绘制湾子街人群活力分析图(见图 1):主街中段、北段及永胜街、石牌楼为核心活力区,人流集聚度高,西区整体活力显著优于东区;边缘区域及支巷则人流稀少。此外,“鱼骨状”街巷网络交错复杂,根据所访谈游客反应,在游览湾子街时存在易迷路、易走进死胡同的现象,难以深入支巷探索,街巷探索体验感差的问题。



Figure 1. Crowd vitality analysis
图 1. 人群活力分析

4. 湾子街历史街区空间句法分析

空间句法(Space Syntax)是 20 世纪 70 年代由英国伦敦大学比尔·希列尔(Bill Hillier)教授团队提出的空间结构分析理论与方法[2]。这一理论最早受到语言学文法分析的影响,因为文字对含义表达的准确性和有效性,不只来源于词义本身,更与词语之间的连接顺序和组合方式有关,所以受“主谓宾,定状补”的语言结构的影响,空间句法理论被提出。该理论的核心是通过数学模型和图论工具,对空间的“可达性”、“连接性”等拓扑关系进行量化分析,进而解释空间结构如何影响人类行为和社会现象。

在进行空间句法分析之前,首先是将复杂的实体空间拆解为可分析的“空间单元”,再定义单元间的“连接关系”,构建抽象的“空间网络模型”。根据不同的空间尺度我们选择不同的空间划分方式。轴线空间(Axial Space),用“最长且不重复的直线”覆盖空间,每条直线代表一个“轴线单元”,反映空间的“穿透性”,适用于分析城市尺度的街道、路网等;凸空间(Convex Space),满足“任意两点连线完全在空间内部”的最小封闭空间,反映空间的“围合性”和“聚集性”,适用于分析建筑内部的房间、展厅

等；视域空间(Visibility Graph)以“点”为单位，计算每个点能看到的所有其他点的范围，形成“视域单元”，反映空间的“视觉可达性”，适用于分析微观尺度的室内流线、景观视线设计等[3]。

4.1. 整合度分析

在空间句法理论体系中，整合度(Integration)描述的是某一节点相较于其他节点的可达性与中心集聚性。通过数学模型将空间与系统的整体关系转化为可比较的数值，从而揭示空间结构对人流、活动模式的引导逻辑——整合度越高的空间，往往越容易成为人流汇聚的“活力节点”。简而言之，整合度是全局可达性的标准化表达，整合度越高，空间越接近系统的“核心”，连接其他空间的效率越高[4]。

根据分析范围的不同，整合度可分为“全局整合度”和“局部整合度”，二者分别对应空间在“宏观系统”和“微观周边”中的核心地位。以下为湾子街历史街区整合度分析图(见图 2)。

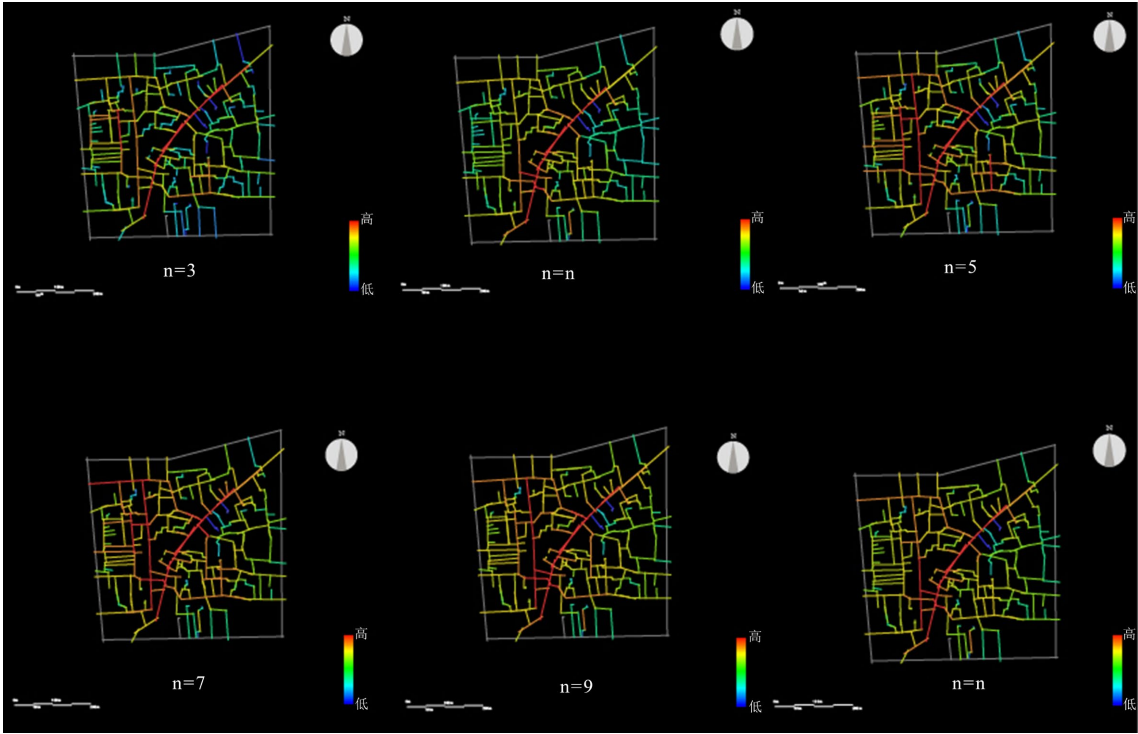


Figure 2. Analysis of the integration of Wanzi Street Historic District
图 2. 湾子街历史街区整合度分析

4.1.1. 全局整合度

全局整合度分析表示对整个研究地块进行整合度分析，表示整个空间的可达性。整合度分析会受到场地边界以及场地外部道路影响，而导致数据产生偏差，所以本次分析没有将其纳入，仅分析场地内部道路。

将在 AutoCAD 绘制好的湾子街历史街区道路图导入 Dethmap 中，利用软件内置算法生成场地的轴线地图，并进行全局整合度分析运算，得到湾子街全局整合度分析可视化分析图(见图 3)。轴线颜色越红代表整合度越高，反之颜色越蓝代表整合度越低[5]。

排除场地边界对场地影响，场地内部可达性最高的道路为湾子街中段(1.25479)，可达性最低的道路为(0.531994)。从分析结果可得，湾子街历史街区的可达性分布差异极大，沿湾子街主街的道路可达性较高，场地边缘或者道路末端可达性较低。这表明场地的主要人群聚集地在湾子街中心段。



Figure 3. Overall integration analysis of Wanzi Street Historic District

图 3. 湾子街历史街区全局整合度分析

4.1.2. 局部整合度

局部整合度分析表示对研究地块内某一特定空间进行整合度分析，通过对 n 进行赋值，能够表达出该特定空间在 n 个拓扑范围内与其他空间的联系程度[1]。换言之，可以通过赋予 n 不同的数值，来表示不同交通方式下游客或者居民对于该空间的选择偏好。



Figure 4. Partial integration analysis of Wanzi Street Historic District

图 4. 湾子街历史街区局部整合度分析

在 Dethmap 进行整合度运算时,通过对拓扑距离 n 赋值,可以得到对应的局部整合度。在运算时对 n 赋予 3 的值,因为在 3 个拓扑距离下最适合游客步行游览,所以得到了当 $n=3$ 时的湾子街历史街区的局部整合度可视化分析图(见图 4)。轴线颜色越红代表整合度越高,反之颜色越蓝代表整合度越低。

通过分析结果可知,湾子街历史街区的人群聚集的主中心为湾子街主街北段(2.68904),次中心出现在永胜街(2.48214)以及石碑楼(2.28271)。在湾子街历史街区局部整合度分析下,反映出了湾子街历史街区西区和东区各分布有一个人群聚集中心,并且西区整合度普遍高于东区。

4.2. 选择度分析

在空间句法分析中,选择度表示某一空间被其他空间单元之间的最短拓扑路线所经过的次数。以 A 空间为例,在所分析的空间内所有任意两点做最短路线连线,所有穿过 A 空间的最短段路线之和,就是 A 空间的选择度。选择度的高低能够表示路段的通行潜力的高低,即该路段被通行的频率[1]。 n 的不同赋值,反映了不同交通方式下的最短路线。



Figure 5. Selectivity analysis of Wanzi Street Historic District
图 5. 湾子街历史街区选择度分析

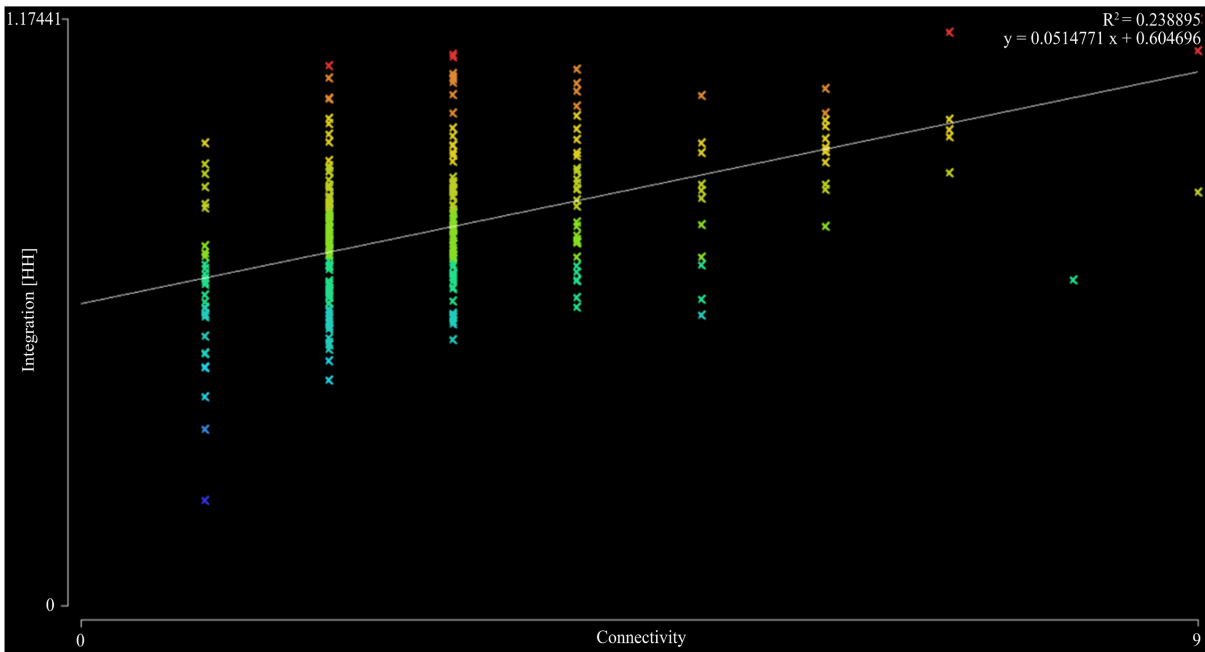
在 Dethmap 对湾子街历史街区进行选择度分析运算时,通过对拓扑距离 n 赋值,可以得到不同交通方式下选择度可视化分析分析结果。在运算时对 n 赋予 3 的值,因为在 3 个拓扑距离下最适合游客步行游览,所以得到了当 $n=3$ 时的湾子街历史街区的选择度可视化分析图(见图 5)。轴线颜色越红代表选择度越高,反之颜色越蓝代表选择度越低。

由分析可知,在拓扑距离为 3 的情况下湾子街历史街区的主街的选择度最高值出现在北段(296),最

高值出现在永胜街(303)。除了这两个路外，石碑楼(180)也是游客在步行情况下选择的另一条主要道路。这种分析结果与湾子街局部整合度分析结果相互印证。

4.3. 可理解度分析

在空间句法分析中，可理解度表示从局部空间了解全局空间的难易程度，用连接度与全局整合度的拟合系数(R^2)来表示， $R^2 < 0.5$ 时呈负相关，表示空间可理解度较差；当 $R^2 > 0.5$ 时呈正相关，表示空间可理解度较好[1]。可理解度越高表明游客越能从局部空间形态能感知到整体空间所呈现的形态。以下为湾子街历史街区可理解度分析图(见图 6)。



x = Connectivity (连接值), y = Integration.n (全局整合度), $y = 0.0514771x + 0.604696$, $R^2 = 0.238895 < 0.5$ 。

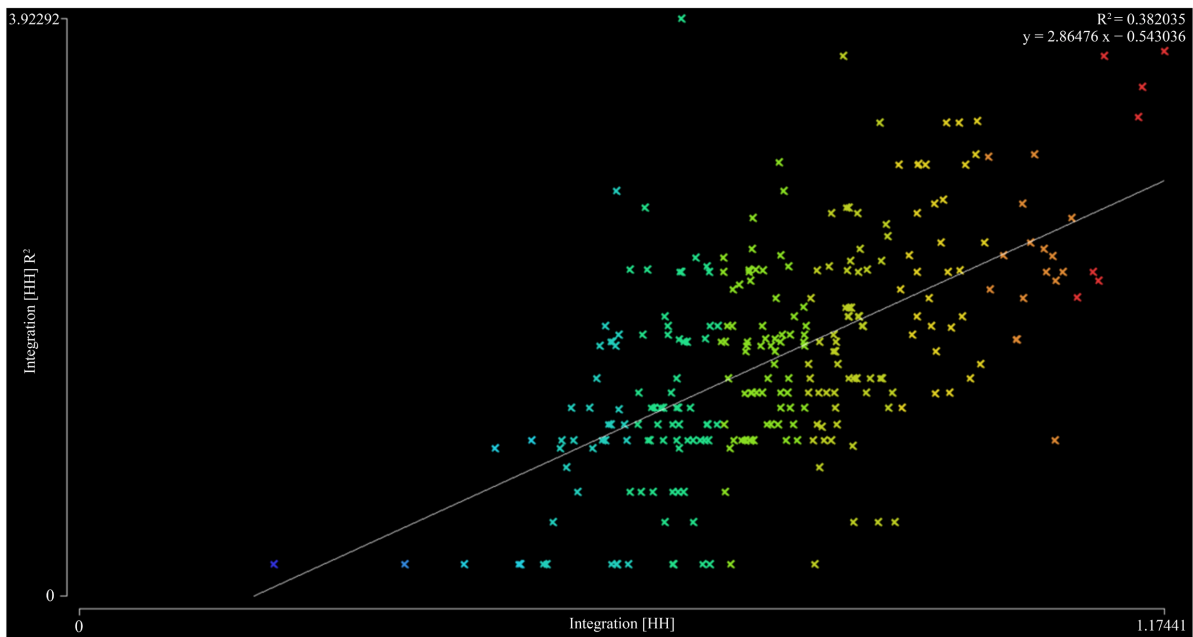
Figure 6. Comprehensibility analysis of Wanzi Street Historic District
图 6. 湾子街历史街区可理解度分析

由运算结果得，湾子街历史街区的可理解度 $R^2 = 0.238895 < 0.5$ ，街区的可理解度低，说明游客在游览湾子街的局部空间，进而感知到整片街区的空间特征。表明湾子街历史街区路网交错，空间形态复杂。但是观察到大部分红色散点位于拟合线上方，说明湾子街的整合度核心区域还是很快的被游客辨别出来，该部分的空间识别性要强于街区的其他空间。

4.4. 协同度分析

在空间句法分析中，协同度表示空间的结构类型是趋向于单核心聚集型还是多核心分散型，用局部整合度与全局整合度的拟合系数(R^2)来表示，当 $R^2 < 0.5$ 时呈负相关，表示空间协同度较低；当 $R^2 > 0.5$ 时呈正相关，表示空间协同度较高。以下为湾子街历史街区协同度分析图(见图 7)。

由运算结果得，湾子街历史街区的协同度 $R^2 = 0.382035 < 0.5$ ，街区的空间结构局部协同度与整体协同度呈负相关，说明目前街区的空间结构的全局也局部协同度相关性不显著，局部中心很难与整个街区协调性发展。



x = Integration.n (全局整合度), y = Integration.R² (局部整合度), $y = 2.86476x - 0.543036$, $R^2 = 0.3382035 < 0.5$ 。

Figure 7. Coordination analysis of Wanzi Street Historic District
图 7. 湾子街历史街区协同度分析

5. 湾子街历史街区空间优化策略

基于上述空间句法分析结果可知，湾子街历史街区存在全局整合度主街中段高、边缘低；局部整合度西区强于东区；可理解度(0.238895)与协同度(0.382035)均低于 0.5，多核心分散且空间认知难等问题结合《扬州市历史文化名城保护规划》《湾子街历史文化街区保护与更新规划》等规划中“保护传统肌理、活化历史资源、提升民生福祉、发展文化旅游”的核心要求，从顶层设计、街巷更新、微业态植入三个维度提出优化策略[6]。

5.1. 实景剧本杀顶层设计

以湾子街鱼骨状的街巷肌理为场地基础，以乾隆三十三年江淮盐引案为剧本背景，打造《广陵有盐》实景剧本，扬州湾子街的历史文化与游戏情节紧密结合，通过游戏讲述历史故事，传承和弘扬地方文化。故事将以因一场“盐引失窃案”串联起街巷内的名人故居、宗教建筑、工坊遗址等空间节点，游客将扮演湾子街内以为盐商的角色，通过任务解谜还原历史场景。

游戏将结合空间句法分析结果设计“一主三辅”的任务动线，构建起“主街引领 - 多核联动”的协同格局，在确保游戏路径符合游客认知逻辑的同时，破解湾子街街区协同度低、东西区活力失衡问题。主要动线选择高整合度、高选择度的区域，以贯穿街区的主街——湾子街为核心，设置核心任务领取点，集体讨论点，任务交付点等，利用主街的高通行潜力来保障游戏流程的顺畅性。辅助动线选择在低整合度、场地边缘区域，设置线索支线任务。通过任务引导游客深入街巷末端，解决可理解度低，场地边缘活力不足的问题。

5.2. 街巷更新

对部分已经损毁的建筑采取修复的策略，遵循“修旧如旧”的原则，恢复该建筑在历史上的原貌。这种修复不仅可以为游戏提供任务场地，同时也增添了湾子街的历史文化底蕴，满足生活在湾子街的居

民的文化需求。这种重点建筑的修复策略,呈现效果巨大,但也花费巨大,只能对几个重点建筑进行修复,不适合对整个街区的修复,也不符合政府对保护湾子街历史风貌的规划[7]。

对大部分能很好还原历史风貌建筑采取微更新的策略,遵循“可逆无痕”的原则,对此类建筑的建筑立面,如建筑墙面或者临街民居的木格栅门窗进行数字化设计。可利用游戏中的AR功能扫描特定建筑立面肌理,获得任务线索,实时定位,文化讲解,路线规划等服务。这种微更新的形式不依赖传统的“路牌式”标识,而是信息嵌入建筑肌理与数字工具,既提升可理解度,又强化文化沉浸感。同时也落实《扬州市文旅融合发展规划》中“推动历史街区智慧旅游,提升游客体验”的要求,兼顾文化保护与现代服务。

5.3. 微业态植入

围绕剧本杀流程,在任务点周边植入与历史、游戏强相关的轻业态,利用边缘空间的“私密性”与“市井性”,打造“主街热闹、支巷有韵”的分层活力格局。且优先吸纳本地居民经营,保留市井气息。

6. 结语

本研究以扬州湾子街历史街区为实证对象,通过空间句法理论与实地调研相结合的研究方法,系统揭示了其“鱼骨状”街巷空间的结构特征与行为规律。分析表明,街区空间存在明显的结构不均衡现象:全局整合度呈现主街中段高、边缘低的分布特征,局部整合度反映西区活力优于东区,而可理解度($R^2 = 0.239$)与协同度($R^2 = 0.382$)偏低,进一步说明街区空间系统复杂、局部与整体关联薄弱,导致游客认知困难与空间使用效率不高。

针对上述问题,本文提出以“实景剧本杀”作为串联街区故事与空间的主线,通过“一主三辅”任务动线设计,引导游客从高整合度的主街自然延伸至低活力支巷,把人气与活力引入边缘巷弄,从而增强街区空间的整体性与协同感;在街巷更新方面,通过“重点修复+微更新”相结合的策略,在保护传统风貌的基础上灵活运用AR智慧导览,提升空间可读性与沉浸感;同时配合微业态的有机植入,逐渐形成“主街聚人气、支巷留韵味”的活力结构,兼顾文旅发展与社区生活延续。

本研究不仅在实践层面为湾子街历史街区的空间优化与文旅融合提供了系统性解决方案,也在方法论层面验证了空间句法在传统街区空间问题诊断与更新策略生成中的有效性与适用性。其中形成的分析思路与活化逻辑,可为同类历史街区的保护与更新提供参照。在后续推进过程中,还需要注重社区参与、运营维护与效果评估的全面配合,真正实现街区在历史文脉、空间品质、经济活力与社区认同之间的良性循环,让街区有味道、有温度地活起来。

参考文献

- [1] 张琦妍,李飞,王静文.基于空间句法分析的文化探访路体系研究——以什刹海历史街区为例[C]//中国城市规划学会.2024中国城市规划年会论文集(10城市文化遗产保护).北京:北京林业大学园林学院,2024:1597-1613.
- [2] 段进,比尔·希列尔.空间句法与城市规划[M].南京:东南大学出版社,2007.
- [3] 李冰,杜楠华,苗力.基于空间句法的古城街道形态演变分析——以盖州古城为例[J].城市建筑,2020,17(5):7-10.
- [4] 吴昊,康振.基于GIS和空间句法的街道绿化景观改善设计——以福州市台江区为例[C]//中国城市规划学会.2025中国城市规划年会论文集(13风景环境规划).2025:187-198.
- [5] 孟祥武,张陈文来,叶明晖.基于空间句法的历史文化街区公共空间优化策略研究——以天水育生巷历史文化街区为例[J].建筑与文化,2025(11):199-201.
- [6] 陈良,章翌杰,杨建林.江苏国家历史文化名城保护地方立法发展、比较及完善[J].中国名城,2021,35(5):80-87.
- [7] 扬州市古城保护办公室.湾子街历史文化街区保护与整治导则[Z].2019.