

基于空间句法和POI数据的建水古城内城历史文化街区空间优化研究

张 顺, 毕蓉蓉, 陶永信, 程欣辉, 杨 晴, 周 婧*

玉溪师范学院地理与国土工程学院, 云南 玉溪

收稿日期: 2026年6月1日; 录用日期: 2026年7月17日; 发布日期: 2026年9月8日

摘 要

古城类历史文化街区是城市历史文脉与地域文化传承的重要载体, 对其进行空间优化有利于保护历史风貌、提升空间活力并推动文化遗产活化利用。基于空间句法、POI核密度分析及百度热力图验证, 从“空间的社会逻辑”来探讨建水古城内城历史文化街区的道路结构特征、人流活动规律及各类设施分布与空间可达性的关联关系, 并提出针对性的空间优化建议。结果表明: (1) 街区形成以高整合度道路为核心的空间骨架, 总深度与平均深度呈现“中心低、外围高”的空间格局, 整体空间内聚性较强且层级结构清晰; (2) 街区可理解性与协同性较低, 局部空间与整体结构联系不足, 空间导向性和辨识度有待提升; (3) 街区人流热力呈现“多核集聚、核心突出”的分布特征, 高热度区域与高整合度街道及重要历史文化节点高度吻合, 道路可达性对空间活力集聚具有显著引导作用; (4) 餐饮、住宿、旅游服务及商业购物等设施与高整合度空间耦合关系较强, 历史文化与自然景观资源共同驱动街区功能集聚与活力发展。根据研究结果, 从空间网络优化、公共空间塑造、功能协同发展和文化景观提升4个方面提出空间优化建议, 为古城类历史文化街区的保护更新与高质量发展提供一定参考。

关键词

空间句法, 兴趣点, 历史文化街区, 古城, 空间优化, 建水

Research on Spatial Optimization of the Historic and Cultural District in the Inner City of Jianshui Ancient City Based on Space Syntax and POI Data

Shun Zhang, Rongrong Bi, Yongxin Tao, Xinhui Cheng, Qing Yang, Jing Zhou*

College of Geography and Land Engineering, Yuxi Normal University, Yuxi Yunnan

*通讯作者。

文章引用: 张顺, 毕蓉蓉, 陶永信, 程欣辉, 杨晴, 周婧. 基于空间句法和 POI 数据的建水古城内城历史文化街区空间优化研究[J]. 城镇化与集约用地, 2026, 14(3): 159-171. DOI: 10.12677/ulu.2026.143016

Abstract

Historic and cultural districts in ancient cities serve as vital carriers of urban historical context and regional cultural heritage. Their spatial optimization is conducive to preserving historical features, enhancing spatial vitality, and promoting the adaptive reuse of cultural heritage. Based on space syntax, POI kernel density analysis, and Baidu heat map validation, this study explores, from the perspective of “the social logic of space”, the road network structure, pedestrian flow patterns, and the coupling relationship between facility distribution and spatial accessibility in the historic and cultural district within the inner city of Jianshui Ancient City, and further proposes targeted spatial optimization strategies. The results reveal that: (1) The district has formed a spatial skeleton centered on highly integrated roads, with total depth and mean depth exhibiting a spatial pattern of “low in the center and high at the periphery”, demonstrating strong overall spatial cohesion and a clearly defined hierarchical structure. (2) The district’s intelligibility and synergy are relatively low, suggesting an inadequate connection between local spaces and the global structure, and highlighting a need to enhance spatial orientation and legibility. (3) Pedestrian heat distribution displays a “multi-core clustering with prominent hot spots” pattern; high-heat areas closely coincide with highly integrated streets and key historical and cultural nodes, indicating that road accessibility significantly guides the agglomeration of spatial vitality. (4) Facilities such as catering, accommodation, tourism services, and retail shopping exhibit a strong coupling with highly integrated spaces. Historical and cultural resources, together with natural landscape assets, jointly drive functional agglomeration and vitality development within the district. Based on these findings, spatial optimization suggestions are proposed from four aspects—spatial network optimization, public space creation, functional synergy development, and cultural landscape enhancement—providing a reference for the conservation, regeneration, and high-quality development of historic and cultural districts in ancient cities.

Keywords

Space Syntax, Point of Interest, Historic and Cultural District, Ancient City, Spatial Optimization, Jianshui

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

历史文化街区是汇聚众多文物古迹与历史建筑、较为完整地保存传统格局和历史风貌且动态发展的城市遗产，但随着城市化与商业化进程的不断推进，其呈现出历史风貌破坏、街巷与地块肌理断裂、空间活力衰退、商业业态趋同以及保护与开发失衡等问题[1]-[5]。探讨如何在历史文化街区保护中维系历史原真性、规避过度商业化，并实现遗产保护与周边商业发展的动态平衡已成为研究重点[4] [5]。

空间句法理论是基于图论与拓扑关系，对空间结构进行量化分析的方法，由比尔·希列尔(Bill Hillier)于 20 世纪 70 年代提出[6]。近年来，国内外学者广泛将空间句法与 GIS、POI 大数据、核密度分析等方法相结合[7] [8]，并融入空间认知、情感感知等理论[9]，对城市街道网络、空间活力、步行可达性及历史文化街区等展开研究[10] [11]。相关研究表明，空间句法不仅能够揭示空间形态与人类活动之间的关系，

还能够识别空间结构特征及活力分布规律[3]。在历史文化街区研究中，其研究内容已由传统的空间形态分析逐渐转向街区保护、活力更新与文化延续等综合研究[12]。因此，空间句法作为一种兼具量化与可视化特征的空间分析工具，能够为历史文化街区的保护更新与空间优化提供新的研究视角和数据支撑。

古城类历史文化街区是我国城市历史脉络与地域文化传承的重要载体，优化其空间格局对保护历史风貌、提升空间活力及推动城市更新具有重要意义，但目前少有研究专门分析古城类历史文化街区[13][14]。建水是第三批国家历史文化名城，建水古城内城历史文化街区作为其三大保护街区中的古城类历史文化街区，较为完整地保存了传统街巷格局与历史风貌，在文化传承、空间形态及功能更新等方面具有典型代表性，成为历史文化保护与现代城市发展协调共生的生动缩影，因此本研究选择其作为研究对象。现前，建水古城内城历史文化街区研究侧重旅游利益相关者共生策略[15]、文化遗产保护在城乡规划中的实践[16]等，鲜有对其道路结构与社会经济活动之间的内在联系展开定量探究。本研究采取空间句法与大数据分析，解析其道路结构与各类设施的空间特征及关联性，并据此提出空间优化策略，以期为古城类历史文化街区的保护与更新提供有效借鉴。

2. 研究区概况

据《建水国家历史文化名城保护规划修编(2024-2035)草案》¹(下文简称《保护规划》)，建水历史城区位于“个碧石米轨廊道 + 泸江河文化廊道”一带及“临安·西庄千年古城最美乡愁核心区”保护区，涵盖建水东林寺街迎晖路历史文化街区、建水古城内城历史文化街区两大保护街区。建水古城内城历史文化街区囊括了历史悠久的建水古城及其周边地区(图 1)，是融合儒家文化传承、滇中传统建筑风貌、古城管理功能与现代商业文化发展的复合型历史文化街区，当前文化遗产保护与现代商业开发之间的失衡日益突显，具体表现为保护与更新方式单一，过度依赖旅游开发与商业运营；文化展示停留于表层化、符号化，缺乏对地方文化内涵的深入挖掘与创新传承，致使其逐渐丧失原真性与生活气息。本研究以建水古城内城历史文化街区为研究对象，结合社会活动对空间进行研究并提出优化建议。

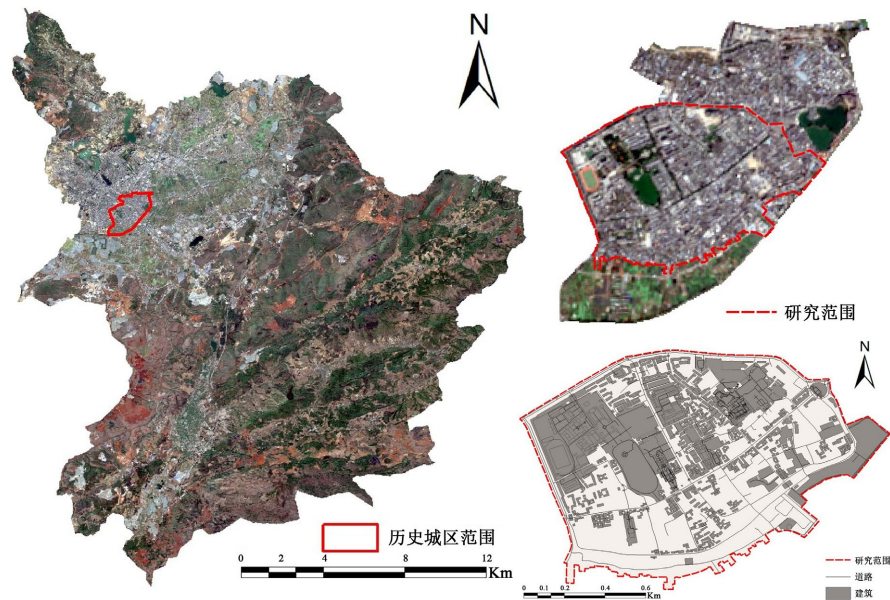


Figure 1. Location of study area and surroundings
图 1. 研究区区位及周边环境

¹<https://www.hhjs.gov.cn/info/2271/507011.htm>

3. 数据来源与研究方法

3.1. 数据来源及处理

OSM 指的是面向大众的开放街道地图,普通用户可以通过移动终端收集和追踪大量的位置或轨迹数据,并借助开放地图平台将地理信息发布到互联网上。与传统测绘空间数据相比,这类数据具有实时性、更新速度快、免费获取等优点[17]。通过开放街道地图网站(<https://www.openstreetmap.org> (2026 年 5 月 22 日访问))下载街道网络数据,并将其作为输入用于地理信息系统(GIS)软件。用于行人和车辆的街道网络数据被导入 QGIS 软件合并所有街道并导出“dxf”格式。“dxf”格式的二维街道网络在 AutoCADX 软件中被数字化并进行冗余道路删除,然后导入 DepthMapX 软件进行空间分析并导出“mif”格式,用 MapInfo ProX 软件表转换器转换为“shp”格式,导入 ArcMapX 软件出图。基于百度热力图,截取研究区各时间节点热力图,对比人群活动特征与道路的关系,并验证空间句法结果。卫星影像数据源自欧空局哨兵 2 号 (Sentinel-2),通过哥白尼数据访问中心(<https://browser.dataspace.copernicus.eu>)下载。

本研究基于开放街道地图(OpenStreetMap)网站提供的开放 API 接口,获取了建水古城内城历史文化街区 2026 年 5 月的 1121 条 POI (兴趣点)数据。每条数据涵盖地理实体名称、地址、所属类型、经纬度等属性信息。原始 POI 数据存在分类庞杂、类别交叉重叠、分类错误及信息缺失等诸多问题。为此,有必要对其进行数据清洗,具体包括:剔除错误点位,删除重复值与异常点,筛除公众认知度低或无实际意义的兴趣点,并在此基础上重新分类。根据《城市用地分类与规划建设用地标准》²,并结合研究区实际情况,我们将 POI 分为十一类:商务办公、交通设施、历史文化、休闲娱乐、住宿服务、餐饮服务、公共服务、旅游服务、商业购物、自然景观、其他[18] (表 1)。

Table 1. POI classification table

表 1. POI 分类表

一级分类	二级分类	三级分类
商务办公	企业办公、金融办公、商务楼宇、产业园区	公司企业、写字楼、商务大厦、创业园、科技园、金融中心、证券公司、保险公司、事务所、会议中心等
交通设施	道路交通、公共交通、停车设施、交通枢纽	公交站、客运站、火车站、高铁站、地铁站、机场、港口、停车场、加油站、充电站、收费站、轮渡、隧道等
历史文化	历史遗址、传统建筑、文化场馆、宗教场所	古城、古建筑、历史街区、文物保护单位、纪念馆、博物馆、文化馆、展览馆、书院、寺庙、教堂、牌坊等
休闲娱乐	娱乐场所、运动健身、休闲空间	KTV、电影院、酒吧、网吧、健身房、体育馆、游泳馆、棋牌室、游乐场、休闲广场、温泉、度假区等
住宿服务	酒店住宿、短租民宿、接待服务	星级酒店、快捷酒店、民宿、青年旅社、招待所、宾馆、客栈、度假酒店、公寓酒店等
餐饮服务	正餐餐饮、特色餐饮、快餐饮品	中餐厅、西餐厅、火锅店、小吃店、快餐店、咖啡厅、奶茶店、甜品店、自助餐厅、烧烤店等
公共服务	行政机构、医疗卫生、教育科研、社区服务	政府机关、派出所、消防站、医院、诊所、药店、学校、幼儿园、图书馆、社区服务中心、邮局、公厕等
旅游服务	景区服务、游客服务、旅游配套	游客中心、旅游咨询点、旅行社、景区入口、观景台、导览服务、旅游码头、露营地、旅游停车场等

²https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zc/wjk/art/2012/art_17339_208247.html

续表

商业购物	综合商场、零售商业、生活服务	商场、超市、便利店、购物中心、商业街、专卖店、市场、家电卖场、百货商店、花店、美容美发店等
自然景观	山地景观、水域景观、生态景观	山峰、森林、公园、湖泊、河流、湿地、瀑布、自然保护区、海滩、景观区、植物园等
其他	未识别类别、混合功能、特殊设施	空白 POI、未知类型、临时设施、仓储设施、政府设施、施工区域、特殊地标等

3.2. 研究方法

3.2.1. 空间句法

空间句法理论强调空间构型与社会活动之间存在紧密的互动关系，认为空间不仅是社会经济活动发生的物质载体，更是塑造社会组织、行为模式与交往关系的重要因素[19][20]。该理论以空间构型与拓扑关系为基础，通过轴线图(Axial Map)、凸空间图(Convex Map)及视域分析(Visibility Graph Analysis)等方法对城市空间进行抽象表达。其中，轴线模型因能够有效揭示城市街道网络中的空间可达性、潜在移动流线及非计划性交往结构，已成为空间句法研究中应用最广泛的基础模型之一，其构建遵循“最长且最少直线”原则[20]。本研究基于轴线模型，借助图论与数学建模的稳定性和量化分析优势，将复杂的空间形态转化为可测度的拓扑关系指标，并选取全局整合度、局域整合度、连接度、总深度、平均深度、协同度与可理解度七项句法变量指标(表 2)，以探讨历史文化街区街道空间结构与社会活动之间的耦合关系。

Table 2. Formula and description of syntactic variables in the space syntax model [3]

表 2. 空间句法模型中句法变量的公式和描述[3]

句法变量	公式	解释说明	变量描述	空间特征解释
连通度 (C_i)	$C_i = k(i)$	i 代表系统中的某条街道($i = 1, 2, \dots, n$); k 代表街道 i 直接相邻的街道总数。	C_i 表示街道 i 的连通度，反映其在系统中与其他街道的邻接数量。	C_i 越高，说明该街道与其他街道的连接程度越高。
控制度($Ctrl_i$)	$Ctrl_i = \sum_{j=1}^k \frac{1}{C_i}$	j ($j = 1, 2, \dots, k$)代表与街道 i 直接相邻的街道; C_i 为上述定义的连通度值。	$Ctrl_i$ 表示街道 i 的控制水平，体现其对相邻街道的控制能力，反映其在城市街道网络中的影响力。	$Ctrl_i$ 越高，说明该街道越可能成为交通中心，对相邻街道的影响越大。
总深度(TD_i) 平均深度 (MD_i)	$TD_i = \frac{1}{(n-1)} \times TD_i$ $TD_i = \sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij}$ $MD_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij}}{(n-1)}$	n 表示街道总数; d_{ij} 表示街道 i 与街道 j 之间的最少步数(拓扑距离)。	TD_i 表示从任意节点到其他所有节点的拓扑深度之和; MD_i 表示任意两点之间的平均拓扑深度，反映系统的平均拓扑便捷性。	TD_i 越高，系统通常越深，空间可达性越弱; MD_i 越低，空间便捷性越高。

续表

整合度(INT_i)	$INT_i = \frac{n(\log_2((n+2)/3)-1)+1}{(n-1)(MD_i-1)}$	MD_i 为上述定义的平均深度值。	INT_i 表示街道 i 在空间系统中的整合程度, 反映其在系统中的聚合或扩散能力。	INT_i 越高, 表明该空间越易于与其他空间发生联系或到达。
可理解性(R_i^2)	$R_i^2 = \frac{\sum(C_i - \bar{C})(INT_i - \overline{INT_g})^2}{\sum(C_i - \bar{C})^2 \sum(INT_i - \overline{INT_g})^2}$	$\bar{C}$ 为所有街道连通度的平均值; $\overline{INT_g}$ 为所有街道整合度的平均值。	R_i^2 表示连通度与整合度之间的相关程度, 反映局部结构与整体结构之间的关联性。	R_i^2 越大, 说明该系统的空间结构越可理解。
协同度(R_s^2)	$R_s^2 = \frac{[\sum(INT_{ii} - \overline{INT_i})(INT_{ig} - \overline{INT_g})]^2}{\sum(INT_{ii} - \overline{INT_i})^2 \sum(INT_{ig} - \overline{INT_g})^2}$	INT_{ii} 和 $\overline{INT_i}$ 分别表示街道 i 的局部整合度以及所有街道局部整合度的平均值; INT_{ig} 和 $\overline{INT_g}$ 分别表示街道 i 的全局整合度以及所有街道全局整合度的平均值。	R_s^2 表示局部整合度与全域整合度之间的相关程度, 反映局部结构与整体结构之间的协同关系。	R_s^2 越大, 说明该系统的空间结构协同性越强, 空间可达性感知越高。

3.2.2. 核密度方法

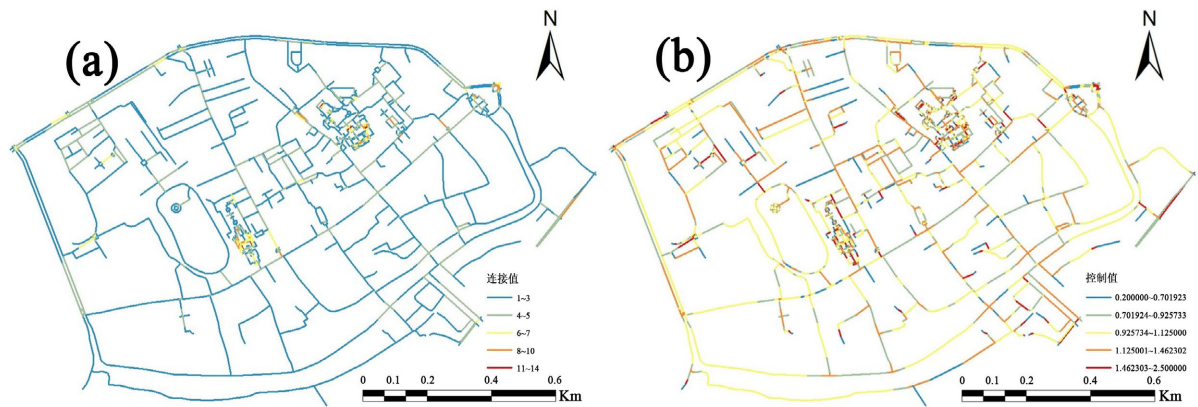
为了明确空间的统计效果, 核密度方法和插值法是较为常用的研究方法。它反映的是 POI 的聚集程度, 计算公式如下:

$$f_n(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left[\frac{x-x_i}{h}\right]$$

核密度值是核密度的值。该值越高, 表示该区域 POI 分布越密集; 该值越低, 表示 POI 分布越离散 [7]。

4. 结果与分析

4.1. 道路结构空间特征



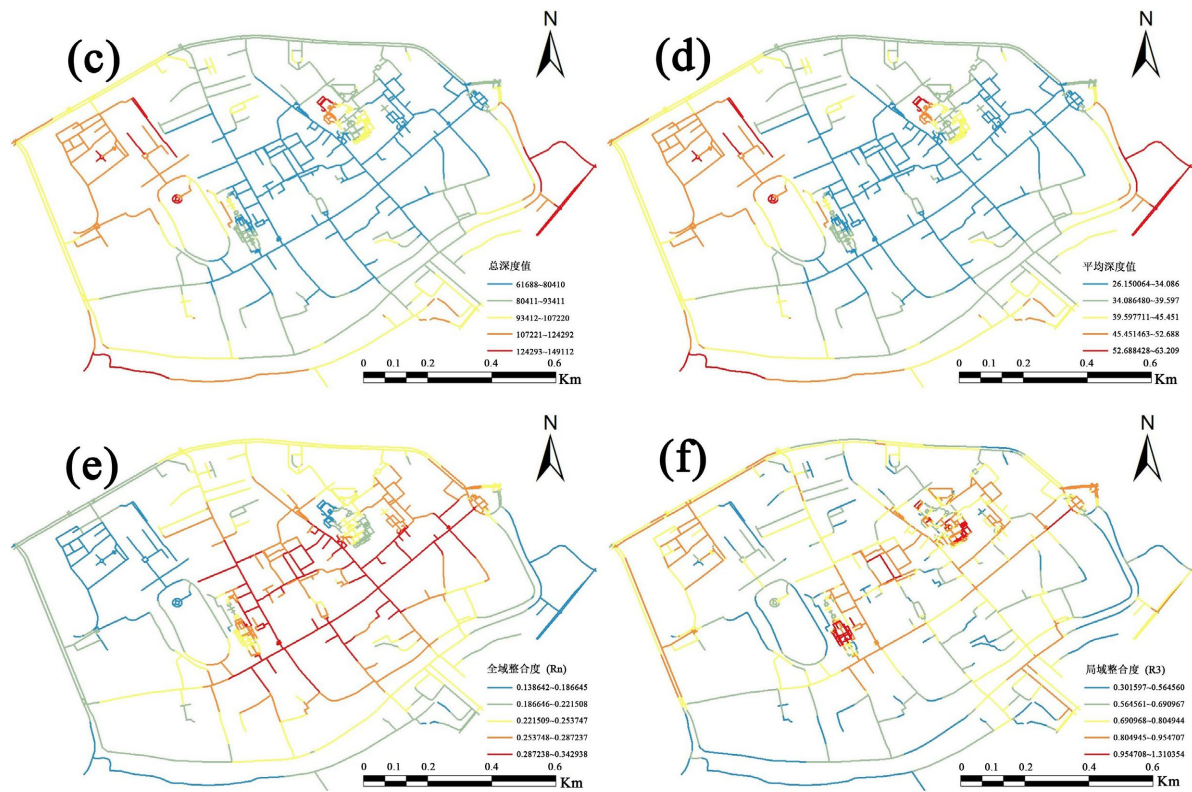


Figure 2. Spacesyntax model analysis result. (a) Connectivity value; (b) Control value; (c) Total depth value; (d) Mean depth value; (e) Global integration value (R_n); (f) Local integration value (R_3)

图 2. 空间句法模型分析结果。(a) 连接值; (b) 控制值; (c) 总深度值; (d) 平均深度值; (e) 全域整合值(R_n); (f) 局域整合值(R_3)

4.1.1. 连接度、控制度、深度和整合度分析

本研究旨在分析空间变量，从而理解空间配置对步行移动的影响。在空间句法理论中，全局整合度指所有拓扑关系的整合度计算(用 R_n 表示)，而局部整合度指三步拓扑关系内的整合度计算(用 R_3 表示)。在历史文化街区系统中，步行活动的尺度在多数情况下可用三个句法步长(R_3)来表征，图 2 展示了建水古城内城历史文化街区内的空间句法模型分析结果。

如图 2(a)所示，研究区连接值介于 1~14 之间，平均值为 3.20。高值道路主要集中于临安府署以及朱家花园内部，其中临安府署内部道路连接值达到 14，为研究区最高值，表明其内部道路之间的直接联系最为紧密，空间渗透性最强。这一特征与建水古城长期形成的“府署-街市”空间结构密切相关。作为明清时期滇南地区重要的政治管理中心，临安府署周边集聚了大量行政、商业和公共活动，其内部道路体系在长期发展过程中不断完善，形成了较高的空间连通性。而朱家花园作为典型的滇南民居建筑群，其内部空间组织强调院落之间的联系与转换，也促成了较高的连接值特征。

图 2(b)反映了研究区道路控制值的空间分布特征。控制值表示某一空间对其相邻空间的控制能力，其值越高，说明该空间在整体路网中的控制作用越强。研究区控制值平均为 1.00，整体差异较为明显。高控制值道路主要分布于主要街道交汇节点及重要出入口附近，这些道路对周边支路具有较强的引导和分流作用，是街区空间网络中的关键控制节点。相较而言，低控制值道路多为内部支巷或尽端空间，其对周边空间的影响较弱，主要承担局部通行功能。从形成机制来看，建水古城传统街巷网络具有典型的层级结构，主街承担对外交通和商业集散功能，支巷则服务于居住空间。高控制值节点大多位于历史上

商贸活动频繁的交通转换空间,反映出古城长期发展过程中形成的“主街-支巷”空间组织模式。

图 2(c)展示了总深度值,其范围介于 61,688~149,112 之间,平均值为 102546.82。临安路总深度值最低,为 61,688,说明该路在整个路网中具有最高的拓扑中心性,是最易到达的轴线。相比之下,学海周边道路总深度值最高,为 149,112,意味着其与整体空间系统的联系相对较弱,拓扑深度较大。从空间分布来看,总深度值呈现出中心低、外围高的明显特征,这是形成明确历史文化街区核心的表现。这一格局与建水古城的历史发展过程相一致,核心区域长期承担行政管理、商业贸易及文化交流等功能,因此空间联系更加紧密而外围区域则以居住和书院教育功能为主,相对独立的发展模式使其与整体空间网络的联系程度较弱。

图 2(d)反映了局部尺度下平均深度值的空间分布情况。平均深度值反映空间单元与周边空间之间的平均拓扑距离,其值越小,局部可达性越高。研究区平均深度值介于 26.15~63.21 之间,平均值为 43.48。低值区域主要集中于街区传统商业活动密集区和主要街道周边,空间联系紧凑,便于居民与游客进行短距离活动;高值区域则多位于内部支巷及边缘区域,局部联系相对薄弱,人流穿行能力有限。这反映出建水古城传统街巷空间“外向开放、内向聚居”的组织特征。商业街道强调开放交流和人流聚集,而居住性支巷则保留较强的私密性和领域感,形成由公共空间向半公共空间逐渐过渡的空间层级。

全域整合值(R_n)如图 2(e)所示,介于 0.139~0.343 之间,平均值为 0.231。高值区域主要分布于街区核心交通轴线和重要历史文化节点周边,其中临安路全域整合值最高,为 0.343,表现出较强的空间整合能力和交通吸引力。低值区域则主要分布于边缘巷道和局部封闭空间,空间开放性和吸引力相对不足。整体上呈现由中心向外围逐渐递减的空间格局。这一结果表明古城历史形成的核心轴线至今仍然发挥着组织空间活动的重要作用。临安路不仅承担传统商业街功能,也是串联朝阳楼、临安府署等重要文化遗产节点的重要廊道,其高整合性体现出历史空间结构对当代活动分布的持续影响。

局域整合值(R_3)如图 2(f)所示,介于 0.302~1.310 之间,平均值为 0.736。高值区域主要集中于临安府署、朱家花园及朝阳楼周边地区,与全域整合值相比,局域整合高值区更加集中,形成以历史文化节点为核心的局部集聚特征;低值区域则主要分布于研究区外围道路。说明建水古城空间活力并非均匀分布,而是依托重要历史文化资源形成多个局部活力中心。朝阳楼作为古城地标、临安府署作为历史行政中心、朱家花园作为代表性文化旅游节点,共同构成了街区空间活力的重要支撑点,体现出历史文化资源对空间组织和人流集聚的显著影响。

4.1.2. 可理解性与协同性分析

可理解性是衡量局部空间特征反映整体空间结构能力的重要指标,通常采用连接度与全局整合度(R_n)之间的线性回归决定系数(R^2)表示。Hillier 与 Iida 认为,可理解性越高,说明人们越容易通过局部空间信息感知整体空间结构,空间系统的导向性和可预测性越强。一般认为,可理解性值低于 0.5 表示空间可理解性较差,0.5~0.7 表示可理解性较好,大于 0.7 则表明空间具有较高的可理解性。

根据图 3 分析结果,建水古城内城历史文化街区的可理解性值为 0.00530459,远低于 0.5 的评价标准,表明街区整体可理解性较低。散点分布较为离散,且存在部分明显偏离拟合曲线的异常点,说明局部空间连接特征与整体空间整合特征之间关联性较弱。研究区内部空间结构层次复杂,局部空间难以有效反映整体空间组织规律,居民和游客难以通过周边环境快速建立完整的空间认知。与此同时,拟合曲线上方的高值散点数量明显多于下方散点,反映出街区部分空间节点具有较强的局部连接能力,但其在整体空间网络中的整合程度相对有限,局部与整体空间认知存在一定脱节现象。因此,街区空间导向性和辨识度不足,容易导致行人产生方向迷失感,对空间可达性和游览体验产生一定影响。

协同性反映局部空间结构与整体空间结构之间的关联程度,通常采用局部整合度(R_3)与全局整合度

(R_n)之间的线性回归决定系数(R^2)表示。协同性值越高,说明局部空间能够更好地反映整体空间特征,空间系统的层级结构越清晰,空间识别与导航能力越强。一般认为,协同性值低于 0.5 表示协同性较差,0.5~0.7 表示协同性较好,高于 0.7 则表明协同性较强。

由图 4 可知,建水古城内城历史文化街区的协同性值为 0.0133955,同样远低于 0.5 的评价标准,表明街区局部空间与整体空间之间的关联程度较弱。局部整合度的变化难以有效反映整体空间结构特征,说明街区空间网络缺乏良好的层级传递关系和空间协同机制。整体上,街区内部空间结构呈现较强的离散性和独立性,局部空间优势难以向整体空间扩散,不利于形成连续、完整的空间活动网络。这表明建水古城内城历史文化街区在空间组织上存在一定的割裂现象,需要通过优化道路联系、强化关键节点衔接以及完善空间导向系统等方式,提高局部空间与整体空间的协同水平,增强街区空间活力与整体可达性。

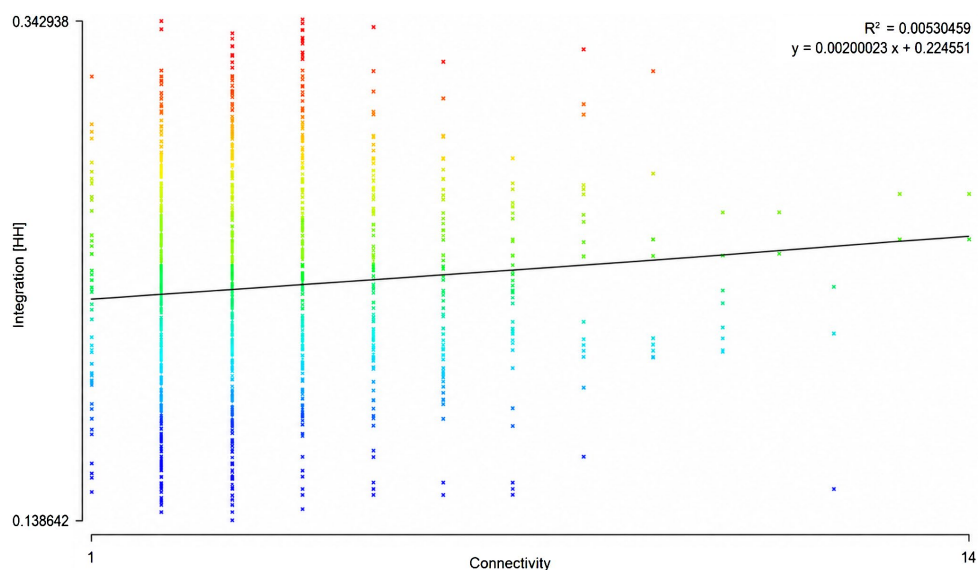


Figure 3. Scatter plot of axial intelligibility

图 3. 轴线可理解性散点图

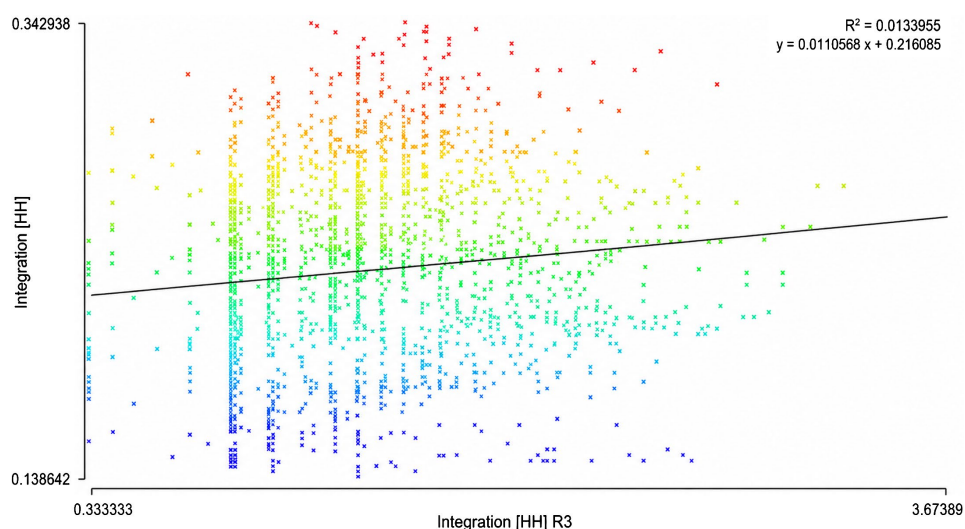


Figure 4. Scatter plot of axial synergy

图 4. 轴线协同性分析图

4.2. 街区热力度分布特征

建水古城内城历史文化街区热力分布呈现显著的时空集聚特征(图 5)，人流主要集中于朱家花园、临安府署、学海等历史文化节点及周边商业服务区，形成“多核集聚、核心突出”的空间格局。随着时间推移，街区热度由上午逐渐升高，下午达到峰值，傍晚仍保持较强活力，夜间则明显回落。其中，北部商业服务区和核心景观区始终是人流集聚中心，热点沿临安路、正北街等主要街道连续扩散，而内部次级街巷和边缘区域热度相对较低。总体来看，街区热力分布与道路空间结构具有较高一致性，高热度区域多集中于可达性较强、联系便捷的主干街道及重要节点，人群活动特征与街道空间组织关系密切。基于百度热力图的人流分布结果与空间句法分析所得高整合度区域基本吻合，验证了空间句法在揭示街区人流集聚特征和空间活力分布方面的有效性。

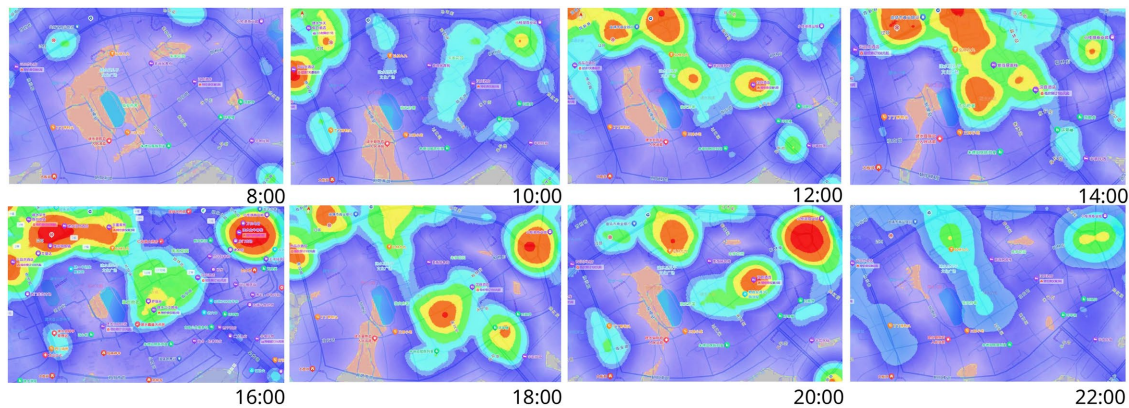


Figure 5. Heatmap analysis of the historical and cultural block in the inner city of Jianshui Ancient Town
图 5. 建水古城内城历史文化街区热力图分析

4.3. 各类设施与街道空间特征耦合分析

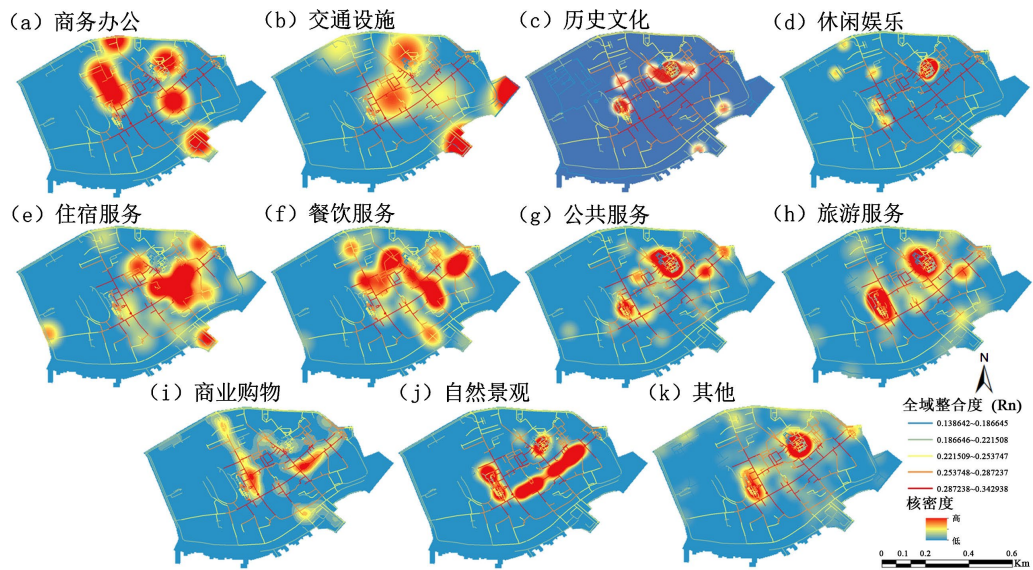


Figure 6. Coupling analysis of the kernel density of various facility POIs and global integration in the inner-city historic and cultural district of Jianshui Ancient City
图 6. 建水古城内城历史文化街区各类设施 POI 核密度与全局整合度耦合分析

建水古城内城历史文化街区各类 POI 核密度与全局整合度整体呈现显著的空间耦合特征(图 6), 高密度设施多集聚于高整合度街道及核心节点, 体现出“高可达性 - 高活力”的空间规律。其中, 餐饮服务、住宿服务、旅游服务和商业购物各功能设施与高整合度空间高度重叠, 形成连续的热点区域, 反映出空间可达性对商业和旅游业态布局具有显著引导作用。商务办公、公共服务和交通设施多依托重要交通节点分布, 耦合关系相对前几类较弱; 历史文化设施则主要受历史遗存分布影响, 呈现点状集聚特征。自然景观设施主要围绕临安府署等景观资源形成热点, 并通过高整合度街道与历史文化核心区相联系, 共同构建了街区游憩与观光空间。

总体来看, 建水古城内城历史文化街区已形成以高整合度街道网络为骨架、历史文化资源与自然景观资源为支撑、商业旅游服务功能协同发展的空间格局, 体现出空间可达性、文化资源与景观资源共同驱动街区功能集聚与活力发展的特征。

5. 结论与建议

5.1. 结论

本研究结合空间句法、热力图验证与 POI 核密度分析, 探讨了建水古城内城历史文化街区的道路空间结构特征。结果表明: (1) 街区在较完整延续传统街巷格局的基础上, 形成了以高整合度道路为核心、连接度与控制度协同强化的空间骨架。总深度和平均深度呈现“中心低、外围高”的显著特征, 表明街道空间内聚性较强、层级结构清晰, 有利于商业活动集聚与发展; (2) 街区可理解性与协同性整体偏低, 反映出空间组织存在一定割裂现象, 局部空间与整体结构衔接不畅, 内部组织规范性不足, 空间导向性和辨识度相对较弱, 易使行人在游览过程中产生迷失感, 进而影响游客的整体感知与游览体验; (3) 道路可达性对街区活力集聚、功能布局和游憩观光空间形成的重要引导作用。人流热力与餐饮、住宿、旅游、商业等设施向高整合度区域集聚, 同时自然景观通过高整合度街道与历史文化核心区相联系, 协同构成街区游憩观光空间。

5.2. 建议

根据研究结论, 建水古城内城历史文化街区已形成以高整合度道路为核心的空间骨架, 但仍存在空间导向性不足、活力分布不均衡及文化资源联系不紧密等问题。因此, 从空间网络完善、公共节点塑造、功能协同优化和文化景观提升四个方面提出优化策略(图 7), 以促进历史文化保护与街区活力提升的协调发展。

5.2.1. 完善空间网络, 增强整体可达性

道路空间是街区运行与发展的基础载体。针对局部空间与整体结构衔接不足的问题, 应以高整合度街道为骨架, 加强次级街巷与主要游览线路之间的联系, 优化空间网络结构。通过疏通关键节点、改善局部狭窄通道和提升步行连续性, 增强街区内部空间的渗透能力。同时, 结合重要出入口和交通转换节点完善导视系统, 构建清晰易识别的游览路径, 提升游客对街区整体空间结构的认知水平。

5.2.2. 塑造活力节点, 构建多层次公共空间体系

公共空间是集聚人流和展示街区特色的重要场所。结合热力分布特征, 可依托高整合度街道交汇处、重要历史建筑周边及景观资源节点, 打造具有停留、交流和展示功能的公共活动空间。通过完善休憩设施、优化街道界面和增加开放活动场地, 形成“核心广场 - 街角节点 - 口袋空间”相结合的多层级公共空间体系, 增强街区的停留吸引力与社会交往功能, 促进空间活力向内部区域延伸。

5.2.3. 推动功能协同，促进空间活力均衡发展

针对商业、旅游及服务设施向局部区域集聚的现象，应引导不同功能之间形成协同发展格局。依托高可达性街道布局旅游服务、文化展示和商业配套设施，在活力较弱区域适度植入特色体验、休闲消费和公共服务功能，促进人流合理分布。同时，强化文化资源与商业空间的互动联系，推动观光、休闲、消费和社区生活融合发展，形成兼具文化体验与生活服务的复合型空间结构。

5.2.4. 强化文化景观联系，营造整体意象空间

历史文化景观是建水古城独特魅力的重要来源。应加强历史建筑、传统街巷、公共空间和自然景观之间的联系，构建连续的文化景观体系。以朝阳楼、学海、朱家花园等重要文化资源为核心，通过特色铺装、景观小品、文化展示设施和主题游览线路强化空间联系，塑造具有整体性的古城意象。同时，将传统文化元素融入街道景观和公共空间设计之中，增强历史氛围与文化认同感，提升街区整体品质与文化吸引力。



Figure 7. Spatial optimization strategies for the inner city historical and cultural district of Jianshui Ancient Town
图 7. 建水古城内城历史文化街区空间优化对策

6. 结语

本研究基于空间句法与 POI 数据，对建水古城内城历史文化街区空间结构特征及其与街区活力的关系进行了系统分析。研究表明，合理的空间网络组织是促进历史文化资源展示、功能集聚与活力提升的重要基础。未来古城类历史文化街区应坚持保护优先、活化利用与功能协同并重，通过优化空间结构、强化文化景观联系和完善公共空间体系，实现历史风貌保护与街区高质量发展的协调统一。本研究的分析思路和优化路径可为古城类历史文化街区的保护更新与空间治理提供有益借鉴。

基金项目

2024 年玉溪师范学院校级大学生创新创业训练计划项目“探究历史文化景观的构成与保护——以建

水古城和通海古镇为例”，项目编号 2024A011。

参考文献

- [1] 阮仪三, 孙萌. 我国历史街区保护与规划的若干问题研究[J]. 城市规划, 2001, 25(10): 25-32.
- [2] 刘鹏, Markus Nepl. 中国历史城市的地块肌理保护研究: 内涵、演变和策略[J]. 城市规划学刊, 2020(5): 92-99.
- [3] Lyu, Y., Abd Malek, M.I., Ja'afar, N.H., Sima, Y., Han, Z. and Liu, Z. (2023) Unveiling the Potential of Space Syntax Approach for Revitalizing Historic Urban Areas: A Case Study of Yushan Historic District, China. *Frontiers of Architectural Research*, **12**, 1144-1156. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2023.08.004>
- [4] 王吟遥. 基于可持续发展理论的历史文化街区商业化改造研究——以杭州市中山中路历史文化街区为例[J]. 建筑与文化, 2026(4): 184-185.
- [5] 屈峰, 周倩媛, 李晨阳, 等. 历史文化街区开发中的原真性保护——以三坊七巷历史文化街区的保护与开发为例[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版), 2015, 18(4): 82-87.
- [6] Hillier, B. (1996) *Space Is the Machine*. Cambridge University Press.
- [7] Yang, L., Jin, Q. and Fu, F. (2024) Research on Urban Street Network Structure Based on Spatial Syntax and POI Data. *Sustainability*, **16**, Article 1757. <https://doi.org/10.3390/su16051757>
- [8] Wang, Z., Ma, D., Sun, D. and Zhang, J. (2021) Identification and Analysis of Urban Functional Area in Hangzhou Based on OSM and POI Data. *PLOS ONE*, **16**, e0251988. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251988>
- [9] Youssef, K.A. and Youssef, A.M.A. (2022) Promoting Spatial Cognition in Hospital Buildings Using Space Syntax Analyses. *Journal of Engineering and Applied Science*, **69**, Article No. 101. <https://doi.org/10.1186/s44147-022-00153-w>
- [10] Li, X., Lv, Z., Zheng, Z., et al. (2017) Assessment of Lively Street Network Based on Geographic Information System and Space Syntax. *Multimedia Tools and Applications*, **76**, 17801-17819.
- [11] Şahin Körmeçli, P. (2023) Analysis of Walkable Street Networks by Using the Space Syntax and GIS Techniques: A Case Study of Çankırı City. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, **12**, Article 216. <https://doi.org/10.3390/ijgi12060216>
- [12] 肖瀚. 历史文化街区肌理演变与复刻——以金刚碑为例[J]. 建筑发展, 2022, 6(2): 71-73.
- [13] 洪邵平, 罗涛, 何茜倩, 等. 文化价值与场景类型——解读漳州古城历史文化街区的新视角[J]. 小城镇建设, 2026, 44(3): 134-142.
- [14] 王莲霆. 基于 CiteSpace 的历史文化街区研究现状与可视化分析[J]. 北京规划建设, 2025(6): 77-82.
- [15] 陈雨欣, 杨冰倩, 马少春. 历史文化街区旅游利益相关者共生策略研究——以云南建水临安古城主题特色街区为例[J]. 经济研究, 2025, 2(3): 25-31.
- [16] 李树森. 文化遗产保护在城乡规划中的实践研究——以建水古城历史文化街区保护为例[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2026(6): 1-3.
- [17] Hong, Y. and Yao, Y. (2019) Hierarchical Community Detection and Functional Area Identification with OSM Roads and Complex Graph Theory. *International Journal of Geographical Information Science*, **33**, 1569-1587. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1584806>
- [18] 康雨豪, 王玥瑶, 夏竹君, 等. 利用 POI 数据的武汉城市功能区划分与识别[J]. 测绘地理信息, 2018, 43(1): 81-85.
- [19] Karimi, K. (2017) Space Syntax: Consolidation and Transformation of an Urban Research Field. *Journal of Urban Design*, **23**, 1-4. <https://doi.org/10.1080/13574809.2018.1403177>
- [20] Bafna, S. (2003) Space Syntax: A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques. *Environment and Behavior*, **35**, 17-29. <https://doi.org/10.1177/0013916502238863>