

喀斯特山地城市街道活力空间特征与影响因素研究

苟远琴

云南师范大学地理学部, 云南 昆明

收稿日期: 2026年8月28日; 录用日期: 2026年9月20日; 发布日期: 2026年9月24日

摘要

随着城市化的快速发展,居民享受到了更加便利的生活条件,但同时也面临着城市空间品质提升的挑战。本文通过对典型喀斯特山地城市贵阳市深入分析,探讨其主城区街道活力的表现和构成要素,以期提升街道活力。主要结论如下:(1) 从整体来看,POI数量较多的街道交错分布在云岩、南明两区交界处,总体向西北和东南方向纵向延伸,以商业网点密集、交通便利、人流密集的地区为主;街道的多样性指数以云岩区为中心,向外逐渐减小;街道活力也由中心向四周发散,活力等级逐渐降低,按其活力大小排序:云岩区 > 南明区 > 观山湖区 > 花溪区 > 白云区 > 乌当区。(2) 不同POI类型街道的活力等级排序为生活服务类 > 商业类 > 交通类 > 景观休闲类。(3) 在各区活力等级分布中,四类街道的布局在老城六区交界处都出现了间断而成片的峰值,呈“中间混杂聚集、边缘分级扩散”的分布格局,各类产业密集程度高的区域具有显著的空间重叠特征。

关键词

街道活力, POI, 核密度分析, 香农指数, 贵阳市

Research on Spatial Characteristics and Influencing Factors of Street Vitality in Karst Mountain Cities

Yuanqin Gou

Faculty of Geography, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Received: August 28, 2026; accepted: September 20, 2026; published: September 24, 2026

Abstract

With the rapid development of urbanisation, residents have enjoyed more convenient living

conditions but also face challenges in improving urban space quality. This paper analyses the typical Karst mountain city of Guiyang in depth, exploring the performance and components of street vitality in its main urban area, with the aim of enhancing street vitality. The main conclusions are as follows: (1) Overall, streets with a large number of POIs are interspersed around the junction of Yunyan and Nanming districts, generally extending longitudinally to the northwest and southeast, mainly in areas with dense commercial outlets, convenient transportation, and high foot traffic; the diversity index of streets centres on Yunyan District and gradually decreases outward; street vitality also spreads from the centre outward, with vitality levels gradually decreasing, ranked as follows: Yunyan District > Nanming District > Guanshanhu District > Huaxi District > Baiyun District > Wudang District. (2) The vitality ranking of streets by different POI types is life services > commercial > transportation > scenic and leisure. (3) In the distribution of vitality levels in each district, the layout of the four types of streets shows intermittent yet clustered peaks at the junctions of the six main urban districts, displaying a pattern of “mixed central concentration and graded peripheral diffusion”, with high spatial overlap in areas where various industries are densely concentrated.

Keywords

Street Vitality, POI, Kernel Density Analysis, Shannon Index, Guiyang City

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

随着全球城市化的快速发展，居民享受到了更加便利的现代化生活条件，但同时也面临着城市空间品质提升的严峻挑战。街道作为城市公共空间的核心骨架，不仅是居民日常交通出行的通道，更是承载社会交往、商业贸易和文化展示的微观场所。当我们想到一个城市时，首先出现在脑海里的往往是错综复杂的街道。近年来，大数据时代的来临给城市地理学和城市规划研究带来了全新的视角与便捷，不仅为社会高质量发展提供了良好的平台，也为城市研究开辟了新的技术路径，使研究重心逐渐向微观的“微领域”转移[1]-[6]。国内外学者基于 POI 数据针对城市生活服务业布局及街区活力开展了主题多样化的探索[7]-[9]，扬·盖尔在其经典著作《公共空间·公共生活》中也曾提出，城市街区的规划应当以“安全”、“便捷”和“舒适”等维度为重要的衡量因素[10]。例如，龙瀛等人在成都市城市街区活力研究中，以移动通信信号所体现的人流集聚度为外部表征，通过 POI 兴趣点定量分析功能密度和功能混合程度，建立了城市街道宜居性的量化评价指标，并深入探讨了功能密度、功能混合度等环境要素与街道宜居性的内在关系[11]-[15]。Montgomery 所指出，一条富有活力的街道需要构造精致、尺度合理、功能多样，且街道之间具有良好的联系，并将街道使用者的数量和产生的活动数量正式定义为街道活力[16]。而城市兴趣点(POI)作为反映城市居民日常生产生活的标志，承载了丰富的信息。在技术方法上，现有研究大多利用 ArcGIS 空间分析和空间句法等工具及相关功能模型对街道活力进行量化研究[17]-[20]。然而，尽管相关研究成果丰硕，但以往的实证探讨多集中于地形平坦的大都市或东部经济发达地区，对于地形条件复杂、生态环境脆弱的中国西南喀斯特山地城市的关注相对较少。

贵州省作为典型的喀斯特地貌集中分布区，其喀斯特地貌出露面积占全省国土面积的绝大部分，地形地貌极其复杂。省会贵阳市地处云贵高原过渡带，属于典型的喀斯特丘陵盆地山地城市，其人口和经济发展高度集中于主城六区。特殊的山地地形不仅对城市空间扩展形态产生了强烈的约束作用，也深刻影响着居民的日常出行轨迹与商业、生活服务的空间布局。基于以上现实背景与科学问题，本文以中国

西南典型喀斯特山地城市——贵阳市主城区为研究对象，以海量的商业、交通、生活服务和景观休闲等POI数据为基础，结合道路路网、行政区域边界等相关矢量数据，借助GIS空间分析工具(如核密度分析、香农指数等)，系统剖析不同街道类型的空间分布特征，科学量化并评估主城区的街道活力等级。通过对不同活力特征街道的深入剖析与总结，本研究旨在明晰喀斯特山地城市街道活力的空间分异规律，进而为相应街道业态的优化与调整提供科学依据，从微观地理视角获取城市空间信息，为今后贵阳市的城市规划建设与精细化更新提供有力参考。这对于帮助人们全面了解山地城市街道活力的生成机理，以及持续提升城市公共空间品质和居民生活质量，具有重要的理论与现实意义。

2. 研究区概况及数据来源

2.1. 研究区概况

贵州喀斯特地貌的出露面积高达12.8万平方公里，占全省国土面积的73%，以贵州高原为中心的南方喀斯特，是世界热带、亚热带喀斯特中成因最复杂、发育最典型、景观最丰富的片区，也是世界面积最大、分布最集中的喀斯特生态脆弱区。贵州省首府贵阳市地处中国西南部贵州省的中心，地理坐标为东经106°07'~107°17'，北纬26°11'~27°22'之间。它由六区三县一市构成，即南明区、花溪区、云岩区、乌当区、白云区、观山湖区、开阳县、息烽县、修文县、清镇市。总面积达到了8034平方千米。地形属于黔中丘陵盆地，南为大娄山，北为苗岭，西为武陵山，东为老岭山，位于中国三个大台阶之一的云贵高原，位于贵州的第二个大山坡上。贵阳市的人口和经济发展主要集中在六区，尤其是云岩区、南明区等传统市中心区域，本文以六个主城区作为研究区域，地形地势与行政区划如图1所示。

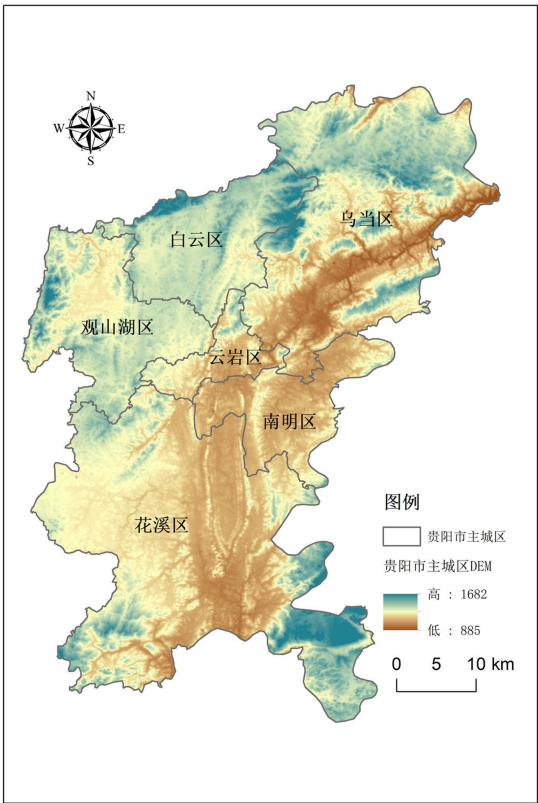


Figure 1. Topography and administrative divisions of the main urban area of Guiyang
图 1. 贵阳市主城区地形地势与行政区划图

2.2. 数据来源

行政区划数据：贵阳市行政区划数据来源于全国地理信息资源目录服务系统。

路网数据：贵阳市的路网数据是在 OSM 获取，得到主城区路网数据，为方便计算，删除多余路网，即四级道路、弯曲道路、没有设施点的道路。

POI 数据：POI 是一种在大数据环境中描述地理空间点的新方法。它包括名称、分类、坐标等基本信息，通常每年更新一次。在高德地图中，通过对贵阳市主城区的 POI 进行分类搜索，得到 162,129 个 POI，剔除 893 个，得到 161,236 个有效 POI。在本文获取的 POI 中，第一大类有 22 个类别，根据街道的功能和活动将其分为交通类、景观休闲类、商业类和生活服务类，如表 1 所示。

Table 1. POI statistics

表 1. POI 统计表

POI 类型	一级分类	数量	合计
交通	交通设施	8553	17,096
	汽车相关	8543	
景观休闲	旅游景点	846	2954
	休闲娱乐	2108	
商业	餐饮美食	32,599	98,515
	公司企业	15,662	
	购物消费	46,146	
	商务住宅	4108	
生活服务	金融机构	2223	42,671
	酒店住宿	5249	
	科教文化	6996	
	生活服务	20,486	
	医疗保健	6282	
	运动健身	1435	

3. 研究方法

3.1. 核密度分析法

在地理信息系统(GIS)中，利用非参数方法核密度分析来研究数据的空间分布特性。在此基础上，提出了一种基于空间点构建光滑曲面的新算法[21] [22]。

在 ArcGIS10.6 软件中，核密度分析工具能够展示要素在特定区域内的密度分布，公式如下：

$$f_m = \frac{1}{m\pi h^2} \sum_{j=1}^m F \left[1 - \frac{(x-x_i)^2 - (y-y_i)^2}{h^2} \right]^2 \quad (1)$$

式(1)中， $F[\cdot]$ 为核密度函数， h 为搜索半径， $(x-x_i)^2 - (y-y_i)^2$ 是点 (x,y) 与点 (x_i,y_i) 之间的距离。本文选取贵阳市主城区作为研究对象，应用核密度函数方法测量不同类型兴趣点(POI)的密度，并分析其空间分布特

征，可以在 ArcGIS 中有效地展示出来，为城市规划、资源管理等领域提供支持。

3.2. 香农指数

香农指数(Shannon Index), 又称香农 - 威纳指数, 是生态学中用于衡量生物群落多样性的一个指标。在生物研究中, 香农指数有两个作用: 物种多样性(物种数量)和相对丰度(同一物种的个体数量)。在地理信息系统(GIS)和城市规划领域, 香农指数被用来评估兴趣点(POI)的多样性。通过将 POI 视为不同的“物种”, 香农指数可以帮助分析城市空间中 POI 类型的分布情况。一个较高的香农指数表明城市空间中 POI 类型更加丰富和均匀分布, 而一个较低的指数则可能意味着某些类型的 POI 过于集中或缺乏多样性[6]。

$$Q_j = \sum_{n=1}^m \frac{N_{ni}}{N_i} * \ln \frac{N_{ni}}{N_i} \tag{2}$$

式(2)中, i 代表道路的编号, N_{ni} 代表索引号 i 道路上第 n 种 POI 的数量, N_i 代表编号 i 道路上所有种类 POI 的数量, Q_j 代表编号 i 街道的多样性指数, 该值较大, 说明该街区具有较高的多样性。

3.3. 街道活力分类

城市街道是一种多样化的城市空间形态, 其特征对人们的社会生活有着重大影响。在研究街道时, 由于其复杂性和多变性, 很难对街道进行明确的分类。通常, 研究人员根据一定的标准和目的对街道进行分类, 几种街道分类方法如下:

- 1) 土地用途分类: 根据不同土地用途, 将道路分为商业、住宅、办公楼等类型。
- 2) 交通功能分类: 城市规划根据交通特点分为快速路、主干路、次干路、支路, 这类主要是为车辆通行服务, 较少考虑行人的空间需求。
- 3) 城市的功能划分: 根据城市空间的功能和用途, 分为居住、交通和其他功能类型。
- 4) “活动”与“功能”划分: 结合居民活动与道路功能, 将“街道”分为“商业”、“生活服务”、“交通”、“景观休闲”、“综合体”、“休闲”、“娱乐”。“交通”、“景观和娱乐”、“综合”等。

本文根据土地的性质和街道的功能特点, 将街道分为商业类、生活服务类、交通类、景观休闲类四种街道类型, 通过分析不同类型的街区, 可以更好地了解不同类型街区的功能和位置, 从而更好地指导城市规划和管理, 具体如表 2 所示:

Table 2. Street division
表 2. 街道划分情况表

街道类型	特征	细分类型
商业类型街道	沿线主要是一些中小型的超市、酒店等商业活动, 并具备一定的服务功能与商业特征。	金融机构
		酒店住宿
		科教文化
		生活服务
		医疗保健
		运动健身

续表

生活服务类型街道	沿线主要提供日常生活服务型商业(如火锅店、家具店等)和公共服务设施(如医院、公园等)。	餐饮美食
		公司企业
		购物消费
		商务住宅
景观休闲类型街道	以自然风光和历史文化为基础, 沿路设置密集的娱乐设施。部分是面向水边的露天空地。	旅游景点
		休闲娱乐
交通类型街道	界面围合性强, 主要承担交通通行功能的街道。	交通设施
		汽车相关

4. 贵阳市主城区街道活力的空间分布特征分析

4.1. 贵阳市主城区街道活力指标

本论文以不同街道类型为切入点, 以 POI 密度、POI 数量和 POI 多样性为评价指标, 分析贵阳市六个主要城区的街道活力。

POI 数量: 兴趣点的数量反映了该地区不同服务和设施的数量。一般来说, 兴趣点数量的增加表明街道上的社会活动更加多样化, 从而提高街道活力。通过全面分析贵阳市主城区街道的宽度和长度等特征, 并结合街道周边人群的活动模式, 以贵阳市主城区道路中心线两侧建立 100 米缓冲区为街道研究范围, 并对缓冲区内的 POI 进行了统计, 并将其作为定量的街道活力指数。

POI 密度: 是由核密度函数估算出的给定区域内 POI 的分布密度。本文使用核密度方法对 POI 节点的空间分布进行建模, 构建一种平滑的圆锥面, 通过颜色的深浅直观地表征 POI 密度的高低, 从而反映所研究区域内 POI 的集群或离散状态。

POI 多样性: 本文使用香农指数评估街道多样性。多样性从两个方面进行衡量: 丰富度和分布的均匀度。香农指数越高, 说明街区的兴趣点种类较多, 且各类别的分布较为均衡, 说明街区的活力较高。

4.2. 街道活力的量化

参考在互联网经济研究中关于综合规模指数的计算方法, 对 POI 数量、密度及多样性进行标准化综合处理, 按自然间断法划分街道活力等级, 等级越高说明街道活力越高[23] [24]。其标准化公式如下:

$$a_i = \frac{b_i - \min_{1 \leq j \leq n} b_j}{\max_{1 \leq j \leq n} b_j - \min_{1 \leq j \leq n} b_j} \quad (3)$$

$$\text{街道活力} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \quad (4)$$

式(3)中 a_i 代表标准化后的街道活力指标, b_i 代表每一类街道活力指标数值。计算结果如图 2 所示。

由图可知, 活力等级较高的街道集中且大面积分布在云岩区周围, 由中心向四周发散, 活力等级逐渐降低。现将六个区活力等级取均值, 并按其活力大小排序为: 云岩区 > 南明区 > 观山湖区 > 花溪区 >

白云区 > 乌当区。靠近云岩、南明两区交界处的街道活力较高，距离较远的活力等级均值较低。

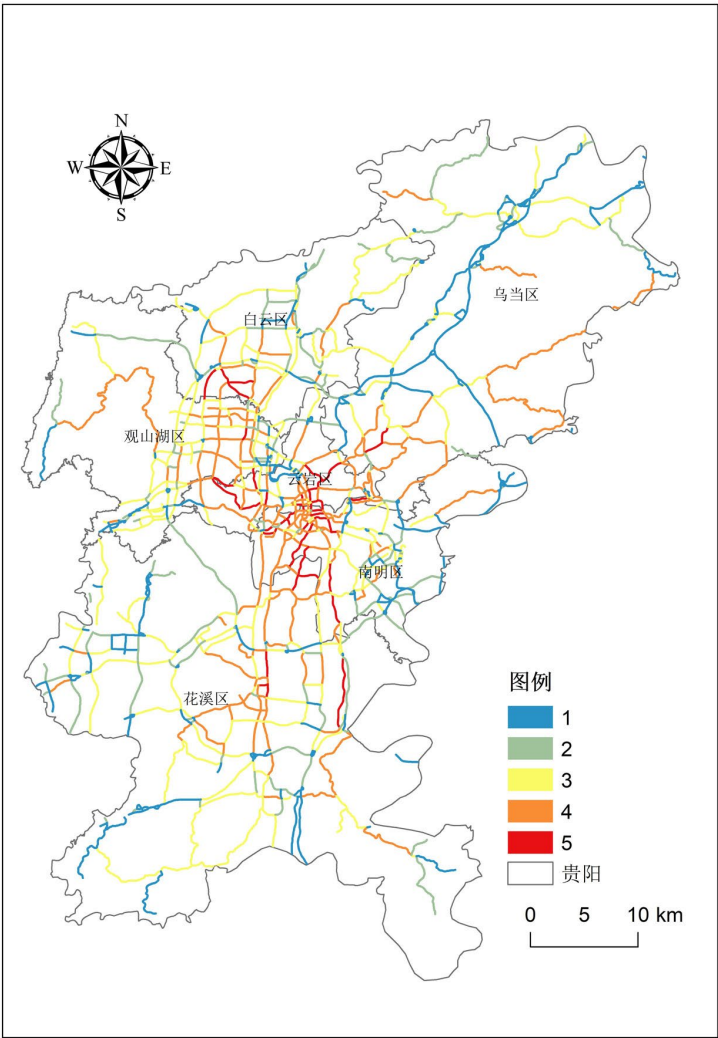


Figure 2. POI street vitality level map
图 2. POI 街道活力等级情况图

5. 不同 POI 类型街道活力空间分布特征

5.1. 景观休闲类街道活力特征

按上一节中的算法计算景观休闲类对应的活力指标，均以自然间断点法分级，结果如图 3 所示。景观休闲类型活力较高的街道较少，POI 数量最多的街道间断散布于研究区，POI 数量最多的街道只有 54 个，大部分街道 POI 数量在 0~2；POI 密度最高的街道在云岩区中心，最高密度为 414，其余密度较高的街道零星分布；POI 多样性指数较高的街道零星分布在云岩区和南明区周围；活力等级较高的街道分布于中心城区外围，例如云岩区的大营路、黔灵路、八鸽岩路，观山湖区的长岭路、观山路、金阳大道，南明区的新华路、沙冲路、花果园路。

将每个区活力等级取均值后进行排序：云岩区 > 观山湖区 > 南明区 > 花溪区 > 乌当区 > 白云区。

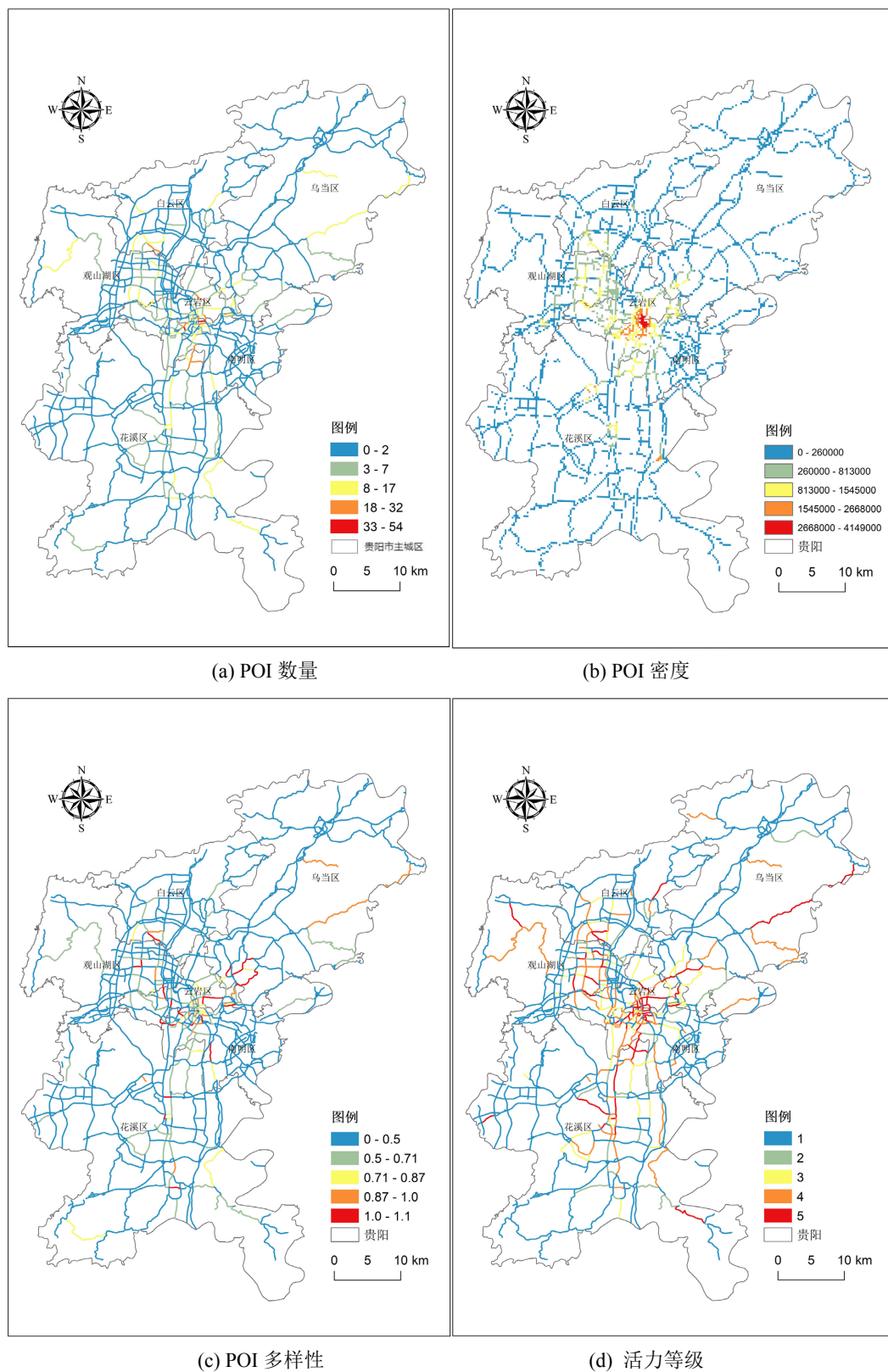


Figure 3. Spatial distribution of vitality features in landscape leisure streets
图 3. 景观休闲类街道活力特征空间分布

5.2. 商业类街道活力特征

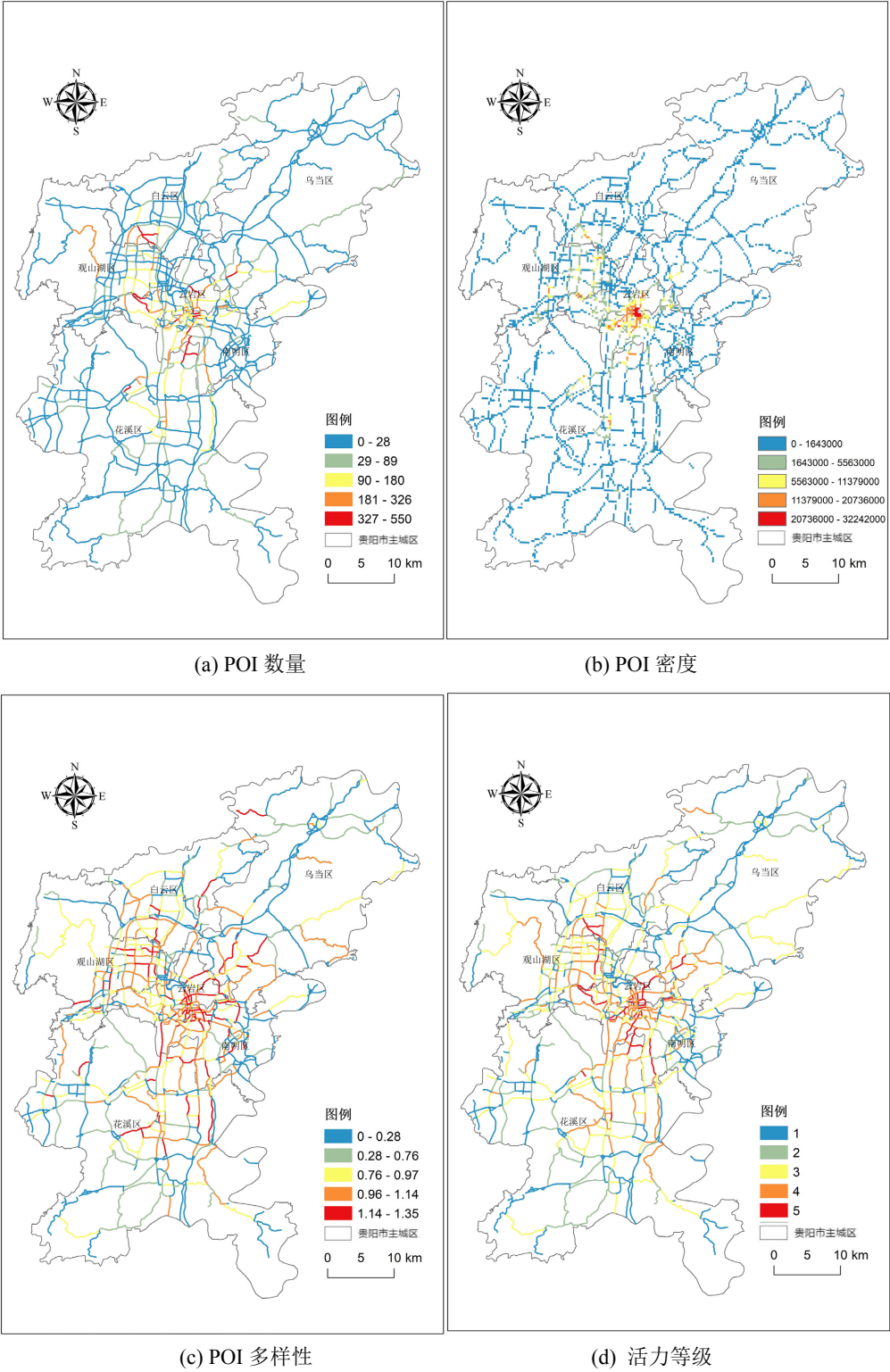


Figure 4. Spatial distribution of commercial street vitality characteristics
图 4. 商业类街道活力特征空间分布

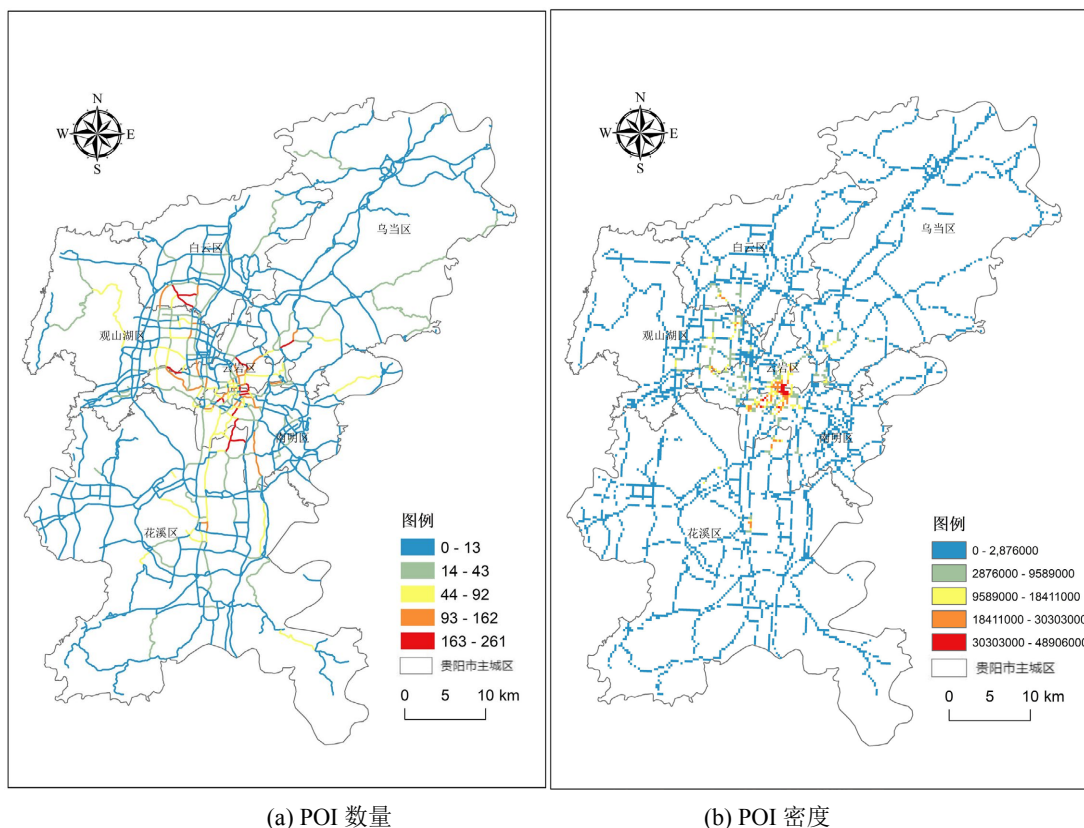
按上一节中的算法计算商业类对应的活力指标，均以自然间断点法分级，如图 4 所示。商业类 POI 数量较多的街道分布在主城区中心区域，最多有 550 个，但高密度街道数量较少；POI 密度较高的街道数量也不多，大部分集聚分布在云岩区；POI 多样性指数较高的街道数量较多，六区交界处散射性分布；大部分活力等级为 3、4、5 的街道交错分布在环城高铁圆形区域内，等级较高的街道整体上形成“环心交错分布”的特征。在南明区的青云路步行街、花果园商圈，云岩区的文昌阁路、毓秀路，观山湖区的金阳商业街、数博大道等街道活力等级较高。

将每个区活力等级取均值后进行排序：云岩区 > 南明区 > 观山湖区 > 花溪区 > 白云区 > 乌当区。

5.3. 生活服务类街道活力特征

按上一节中的算法计算生活服务类对应的活力指标，均以自然间断点法分级，如图 5 所示。生活服务类 POI 数量较多的街道主要分布在云岩区中心周围；POI 密度较高的街道主要分布在云岩与南明两区交界处，且区域较小，其他密度较高的街道主要在观山湖区东侧和花溪区以北；POI 多样性指数较高的街道大面积集中在云岩、花溪、南明区商圈周围；较高活力等级的街道在主城区南北方向变化显著，例如云岩区的延安路、黔灵路、大同街、圆通街道零星分布，例如南明区的市府路、富水路、文昌路，观山湖区的观山街、金阳大道，花溪区的小孟路，总体呈“中心混杂聚集，边缘逐渐减弱”的空间分布特点。

将每个区活力等级取均值后进行排序，排序结果：云岩区 > 南明区 > 观山湖区 > 花溪区 > 白云区 > 乌当区。并基于上述四种不同类型街道的分析，将每一类型 POI 街道活力等级求均值进行排序，其结果为：生活服务类 > 商业类 > 交通类 > 景观休闲类。



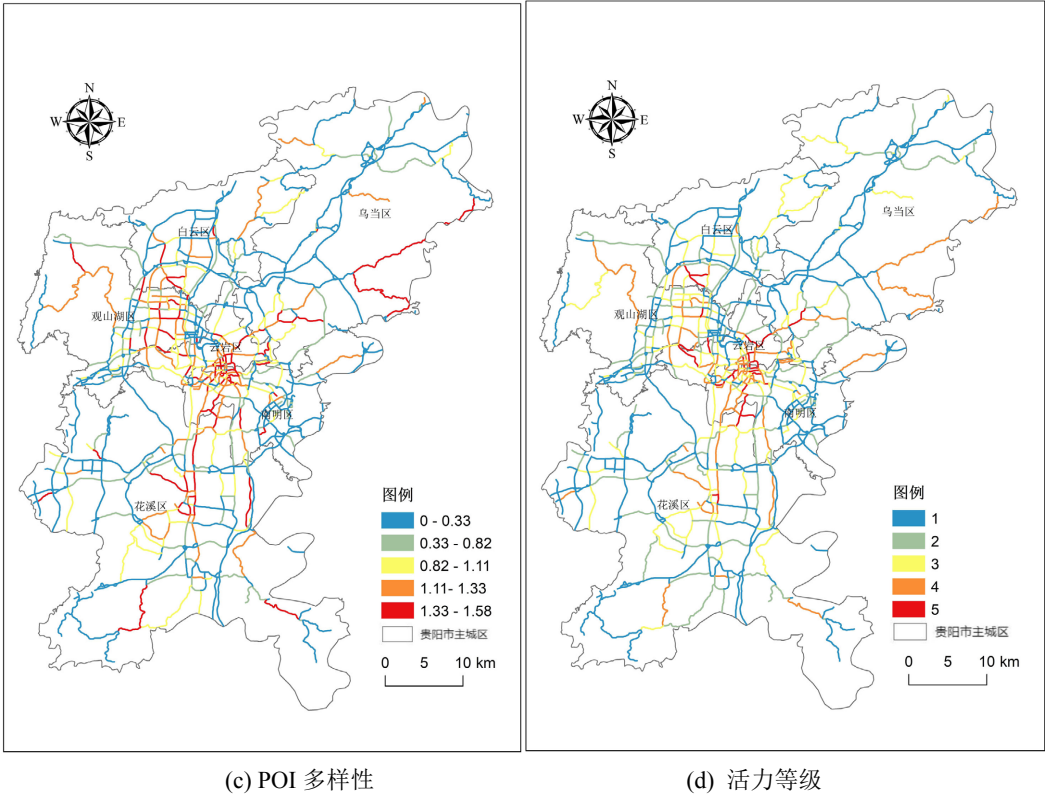
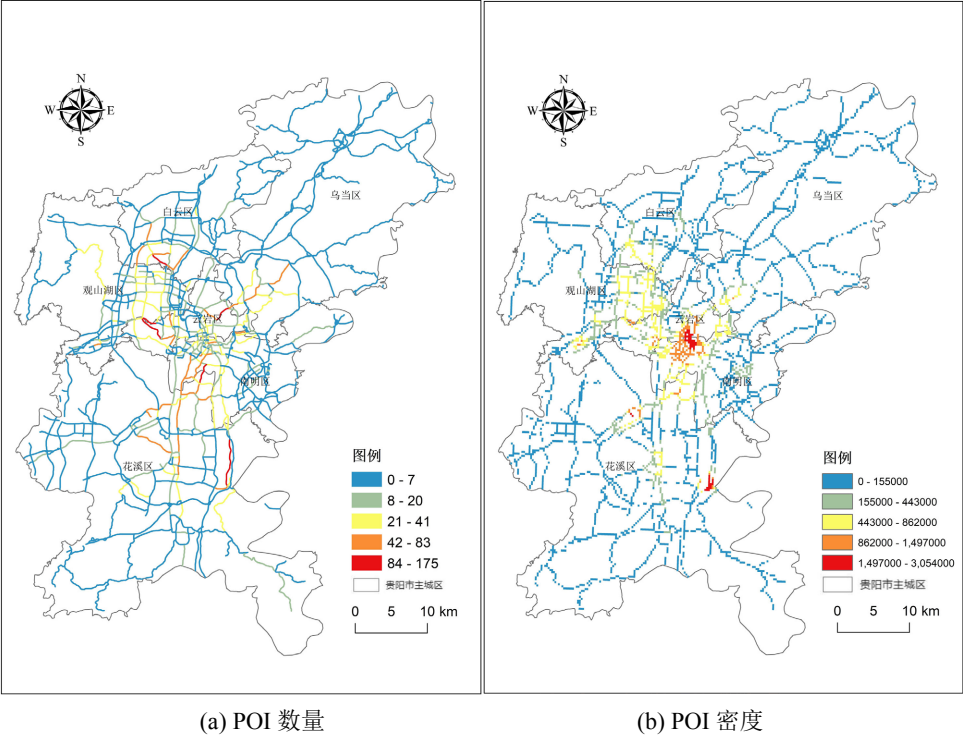


Figure 5. Spatial distribution of street vitality characteristics for life services
图 5. 生活服务类街道活力特征空间分布

5.4. 交通类街道活力特征



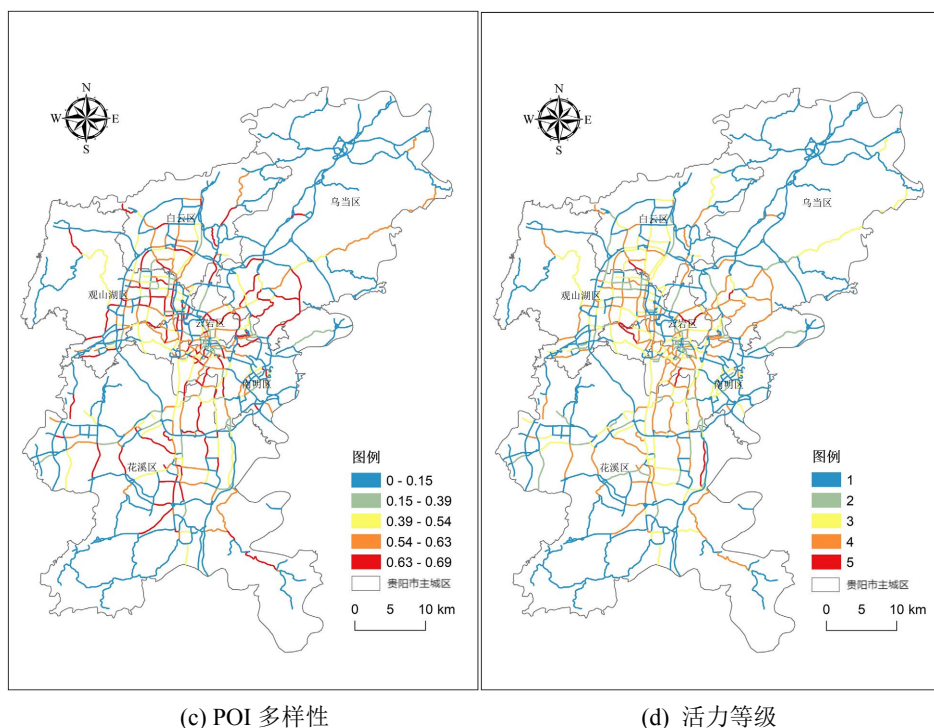


Figure 6. Spatial distribution of street vitality features in traffic areas
图 6. 交通类街道活力特征空间分布

按上一节中的算法计算交通类对应的活力指标，均以自然间断点法分级，如图 6 所示。交通类 POI 数量总体较少，间断散布于研究区域内；POI 密度较高的街道较少，云岩与南明两区交界处集聚效应明显；POI 多样性指数较高的街道分布较为广泛，主要是各区的交通设施多样性都较为丰富，例如云岩区的金阳大道，南明区的延安路、遵义路，观山湖区的黔灵山路、观山路、广州路、金朱路、梨园路、阳关大道等；活力等级较高的街道数量较少，由活力中心向四周街道等级呈现“高-中-低”的分布特征。

将每个区活力等级取均值后进行排序：云岩区 > 观山湖区 > 花溪区 > 南明区 > 白云区 > 乌当区。活力值较高的区依然是云岩区。

6. 结论与讨论

6.1. 结论

通过对贵阳市主城区不同 POI 类型街道活力的系统性与综合性分析，本研究深入揭示了典型喀斯特山地城市街道活力的空间分异规律、结构特征及其内在演变机制。研究表明，贵阳市主城区街道活力的整体空间分布呈现出显著的“中心集聚、边缘衰减”特征，POI 数量较多的街道密集交错分布于云岩区与南明区的核心交界地带，并总体向西北和东南方向纵向延伸，高度集中在商业网点稠密、交通路网便捷以及人流高度集中的传统核心区域。与此同时，街道的多样性指数以云岩区为中心向外呈阶梯式递减，整体活力等级在六个主城区中表现为云岩区最高，随后依次为南明区、观山湖区、花溪区、白云区 and 乌当区。在不同 POI 类型方面，四类街道的整体活力等级排序为生活服务类大于商业类、交通类及景观休闲类。其中，商业类街道活力形成了以云岩区市中心为核心的“多级中心交错分布”模式，并在观山湖区东侧及花溪区北部、南明区西北部孕育出次级或三级扩散节点；生活服务类则以云岩区核心干道为界，呈现出鲜明的“西南密、东北疏”空间分异格局；交通类 POI 活力较高的街道分布较为广泛，由活力中

心向四周呈现“高-中-低”的梯度递减规律；景观休闲类活力较高的街道数量相对较少且呈间断、零星散布状态。值得注意的是，四类街道在老城六区交界处均突破行政边界限制，形成了间断而成片的峰值，整体呈现出“中间混杂聚集、边缘分级扩散”的复合格局，各类产业密集度高的区域表现出显著的空间重叠特征。

综上所述，贵阳市主城区街道活力的空间分异规律与 POI 要素的属性特征及山地地理位置紧密相关，与居民日常生活联系最紧密的区域往往具备更高的活力值。市中心区域依托其丰富的公共设施、完善的商业配套与密集的人口集聚保持了较高的活力等级，而受地形阻隔的远郊及边缘组团活力相对滞后。这一空间规律在青云路、中山西路及花溪十字街等关键街道上得到了充分的现实印证。本研究不仅进一步拓展了街道活力空间理论在喀斯特地貌山地城市这一特殊地理单元的实证应用，丰富了微观 POI 数据在山地城市空间品质评价中的方法论，也为贵阳市未来因地制宜地优化街道业态复合度、改善交通与景观可达性、提升公共空间品质及推进城市精细化更新提供了重要的科学参考与决策依据。

6.2. 讨论

本研究以典型喀斯特山地城市贵阳市主城区为例，基于多源 POI 数据和 GIS 空间分析方法揭示了街道活力的空间分异及类型差异。将本研究发现与雅各布斯等经典城市设计理论及国内外其他城市的实证相对比，可以深入阐释贵阳案例的理论价值与实践启示。一方面，研究结果验证了简·雅各布斯关于“功能混合”与“高密度接触”是催生街道活力核心动力的观点。贵阳市主城区街道活力呈现出“中间混杂聚集、边缘分级扩散”的格局，生活服务与商业类街道活力显著高于交通与景观休闲类。然而受喀斯特山地地形破碎、多山少平原的自然条件约束，贵阳的活力中心并未呈现出绝对的同心圆扩散，而是在云岩、南明老城区交界处形成多峰集聚，凸显了山地自然地理格局对微观活力空间的高度塑造作用，这与大都市多呈现清晰放射状或多中心网络结构的平原城市研究形成了鲜明对比。另一方面，本研究拓展了街道活力空间研究在喀斯特山地城市这一特殊地理单元的实证应用，丰富了微观 POI 数据在山地城市空间品质评价中的方法论。针对贵阳未来城市更新与空间优化，本研究具有重要的实践启示：在空间资源受限的山地环境中，应注重老旧街区(如太平路、青云路等)的业态复合度提升，优化交通型与景观休闲型街道的可达性，缓解边缘组团(如白云、乌当等区)活力不足的问题。这不仅有助于推动喀斯特山地城市公共空间的高质量发展，也为我国西南同类型山地城市的精细化规划与活力提升提供了科学参考。

参考文献

- [1] 熊付爱, 王颖, 郑溪, 等. 基于街景数据的空间感知与活力特征探究——以昆明老城为例[J]. 住宅科技, 2023, 43(12): 27-33.
- [2] 龙瀛, 刘伦伦. 新数据环境下定量城市研究的四个变革[J]. 国际城市规划, 2017, 32(1): 64-73.
- [3] 周舟. 基于活力评价的大东片区街道空间优化研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2021.
- [4] 陈洪星, 杨德刚, 李江月, 等. 大数据视角下的商业中心和热点区分布特征及其影响因素分析——以乌鲁木齐主城区为例[J]. 地理科学进展, 2020, 39(5): 738-750.
- [5] 林勋媛, 王广兴, 胡月明. 基于开放大数据的广州市中心城区职住平衡特征研究[J]. 热带地理, 2020, 40(2): 254-265.
- [6] 丁月. 乌鲁木齐市街道活力的空间分布特征及影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆财经大学, 2021.
- [7] 周凤林, 崔璐璐, 陶贵鑫. 徐州中心区街道景观、功能与活力关系研究[J]. 中外建筑, 2023(5): 93-98.
- [8] 冉钊, 周国华, 吴佳敏, 等. 基于 POI 数据的长沙市生活性服务业空间格局研究. 世界地理研究, 2019, 28(3): 163-172.
- [9] 曹芳伟. 基于环境行为学理论下的城市街道研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2009.

-
- [10] 盖尔. 交往与空间[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
 - [11] 龙瀛, 周垠. 街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例[J]. 新建筑, 2016(1): 52-57.
 - [12] 吴先赋, 李永树, 王金明, 等. 基于 POI 数据的成都市区生活设施空间格局分析[J]. 测绘地理信息, 2019, 44(3): 122-126.
 - [13] 张力群. 基于 POI 数据的合肥市主城区交通设施空间分布特征研究[J]. 河南城建学院学报, 2023, 32(6): 68-75.
 - [14] 冯国庆, 董家鑫, 张中一, 等. 基于 POI 数据的聊城市主城区公园绿地空间分布特征研究[J]. 山东林业科技, 2023, 53(4): 53-58+64.
 - [15] 李有鹏. 基于街景和 POI 数据的街道空间品质评价[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2023.
 - [16] Montgomery, J. (1998) Making a City: Urbanity, Vitality and Urban Design. *Journal of Urban Design*, **3**, 93-116.
<https://doi.org/10.1080/13574809808724418>
 - [17] 陈丝瑶. 基于百度 POI 的城市公园绿地布局优化研究——以嘉兴市中心城区为例[J]. 现代园艺, 2023, 46(5): 36-39.
 - [18] 陈俊璋. 基于 POI 数据城市生活型街道的活力、问题与策略研究——以珠海市前山片区为例[J]. 建筑设计管理, 2022, 39(10): 57-65.
 - [19] 郭嘉宝, 李利. 基于 POI 数据的公园绿地社会服务分布特征评价——以首都功能核心区为例[J]. 艺术教育, 2022(3): 236-239.
 - [20] 王冰雪, 林耕, 曾穗平. 显隐互鉴视角下天津中心城区街道设施分布特征及活力提升策略——基于市内六区 POI 数据[J]. 城市住宅, 2020, 27(4): 139-140+143.
 - [21] 张家旗, 刘晏男, 宋斌玢. 基于 POI 数据的郑州市主城区生活服务业空间分布特征研究[J]. 世界地理研究, 2022, 31(2): 399-409.
 - [22] Wang, F. (2006) Quantitative Methods and Applications in GIS. CRC Press.
 - [23] 张庆昊, 张彤, 谢楚婷, 等. 街道活力时空分布特征及影响因素探究——以武汉市主城区为例[C]//中国城市规划学会. 人民城市, 规划赋能——2023 中国城市规划年会论文集(02 城市更新). 2023: 2027-2038.
 - [24] Mehta, V. (2006) Lively Streets: Exploring the Relationship between Built Environment and Social Behavior. Ph.D. Thesis, University of Maryland, 89-92.