引文格式：梁双华,姜晶. 基于POI数据和夜间灯光数据的商业空间格局分析[J]. 地理空间信息, 2026, 24(6):111-116. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.06.020

基于POI数据和夜间灯光数据的商业空间格局分析
——以徐州市主城区为例

梁双华，姜　晶
（江苏建筑职业技术大学 计算机工程学院，江苏 徐州 221116）

摘　要：以徐州市主城区为研究对象，选取城市兴趣点（POI）数据与NPP-VIIRS夜间灯光遥感数据作为关键数据源，探讨了徐州市主城区商业空间结构和经济活力特征。首先通过核密度分析揭示不同商业业态的集聚特征与空间分异规律，明确主城区商业空间格局，继而引入修正的耦合协调度模型，结合双因素制图法，解析POI密度与夜间灯光强度的空间耦合关系，识别经济活力协同与异质区域。研究结果表明：①商业设施呈现显著的“核心-圈层”空间分异特征，中心高密度区集聚了全市91.15%的商业设施，购物服务、餐饮服务和生活服务构成了核心功能集群，印证了城市商业活动高度集约化特征；②徐州市夜间灯光城市核心辐射效应明显，呈现出由中心向外围梯度递减的空间分布特征，灯光高值区其主要分布在徐州市中心的核心商业区（如彭城广场-淮海路核心商圈），以及云龙湖和大龙湖景区，呈现出沿东西走向的中轴线及东南方向带状延展；③夜间灯光数据与商业POI核密度耦合协调分析结果显示，高-高协调区主要集中于鼓楼区、云龙区、泉山区三大主城核心区，高-低异质区沿城郊结合部呈环状分布，低-高异质区作为“暗夜商业点”镶嵌于高值区内，主要为社区便利店、24 h药店等民生设施，低-低萧条区主要是贾汪全域及铜山南部远郊以农业产业为主的区域。

关键词：POI数据；夜间灯光遥感数据；修正的耦合协调度模型；商业空间格局
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）06-0111-06

Commercial Spatial Pattern Analysis Based on POI Data and Nighttime Light Data: Taking the Main Urban Area of Xuzhou City, Jiangsu Province, China for Example

LIANG Shuanghua, JIANG Jing
(School of Computer Engineering, Jiangsu University of Architectural Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: Taking the main urban area of Xuzhou City, Jiangsu Province, China as the study area, we utilized points of interest (POI) data and NPP-VIIRS nighttime light remote sensing data as key data sources, explored the commercial spatial structure and economic vitality characteristics of study area. Firstly, we employed kernel density analysis to reveal the agglomeration characteristics and spatial differentiation patterns of different commercial formats, clarifying the overall commercial spatial pattern. Subsequently, we introduced a modified coupling coordination degree model, and combined with bivariate mapping to analyze the spatial coupling relationship between POI density and nighttime light intensity, identifying areas of synergy and heterogeneity in economic vitality. The results indicate that ① commercial facilities exhibit a “core-ring” distribution pattern, with the central high-density zone concentrating 91.15% of Xuzhou City’s commercial facilities. Shopping, catering, and life services constitute the core functions, confirming the highly intensive nature of urban commercial activities. ②The core radiation effect of Xuzhou City’s nighttime lights is significant, showing a spatial distribution characterized by a gradient decline from the center to the periphery. High-value light areas are mainly distributed in the core commercial districts of Xuzhou City (e.g., the Pengcheng Square-Huaihai Road core business district), as well as Yunlong Lake and Dalong Lake scenic areas, extending along the east-west central axis and southeastward in a belt-like pattern. ③The results of the coupling coordination analysis between nighttime light data and commercial POI kernel density show that the high-high coordination areas are primarily concentrated in the three core urban districts of Gulou, Yunlong, and Quanshan. The high-low coordination areas are distributed in a ring-like pattern along the urban-rural fringe. The low-high coordination areas, functioning as “nocturnal commercial spots”, are embedded within high-value zones, primarily consisting of community convenience stores, 24-hour pharmacies, and other public service facilities. The low-low coordination areas predominantly cover the entire Jiawang area and the southern suburbs of Tongshan, where agricultural activities constitute the main land-use type.

Key words: POI data, nighttime light remote sensing data, modified coupling coordination degree model, commercial spatial pattern

项目来源：江苏省高校哲学社会科学研究一般项目（2022SJYB1238）；江苏省建设系统科技项目（2020ZD32）；江苏省社科应用研究精品工程项目（23SYB 089）；徐州市社会科学基金资助项目（26XSM-027）。
第一作者简介：梁双华（1977—），博士，副教授，研究方向为空间信息分析与建模，E-mail：lsh0504@126.com 。

城市商业空间格局一直是城市地理学领域的研究热点，国内外学者在该领域先后提出了中心地理论[1-3]、集聚效益理论[4]和商圈理论[5]等经典理论，并围绕商业空间结构[6]、商业业态[7]、商业布局的演变规律及其影响因素等关键问题进行了一系列的研究[8-9]。但现有研究[10-14]，基于夜间灯光数据和POI数据进行城市中心识别[15-16]，城市夜间活力空间分布[17-19]、城市结构时空演变[20]和商业建成区识别[21-23]的相关成果丰富，对商业空间结构的系统研究较少，此外，在探讨商业格局的影响因素及形成原因时，已有研究多从微观视角出发，运用地理探测器法等对人口密度、地价、商业集聚效应、交通可达性和地形起伏度等因素进行定量分析，却忽视了政策规划和社会发展等宏观因素在商业格局形成过程中所起到的关键作用。

本研究以徐州市主城区为案例，融合商业兴趣点（POI）与NPP-VIIRS夜间灯光遥感数据，采用核密度估计方法刻画商业设施的空间集聚特征，构建双变量耦合协调度模型，揭示POI密度与夜间灯光强度之间的空间耦合关系，分析不同耦合区域的商业结构特征，并提出针对性优化建议，以期为城市商业布局与空间规划提供科学参考。

1 研究区域概况与数据来源

1.1 研究区概况

徐州市是江苏省地级市，是国家历史文化名城、全国性综合交通枢纽、淮海经济区中心城市以及江苏省域副中心城市。截至2023年，常住人口901.85万人，地区生产总值（GDP）8 900.44亿元，市辖区范围包括云龙区、鼓楼区、泉山区、铜山区和贾汪区，面积3 062.67 km^2，徐州市国土空间总体规划（2021—2035年）确定的中心城区范围，由山体生态廊道、河流生态廊道和区域基础设施廊道分割为20个相对独立的城市功能组团，面积为660.71 km^2，形成了“多中心、网络化、组团式”的空间结构。本文选择徐州三环内的核心地带为研究范围（见图1），涉及云龙区、鼓楼区、泉山区、铜山区4个区，该区域内集中承载了市级行政中枢、经济引擎、文化地标和教育高地等核心功能，其空间形态特征与功能配置逻辑为新型城市研究提供了典型范本。

1.2 数据来源

1）基础地理数据。基础地理数据主要是徐州市行政区划边界数据，来源于天地图官方网站，数据的更新时间为2024年1月，坐标系为GCS_WGS_1984，

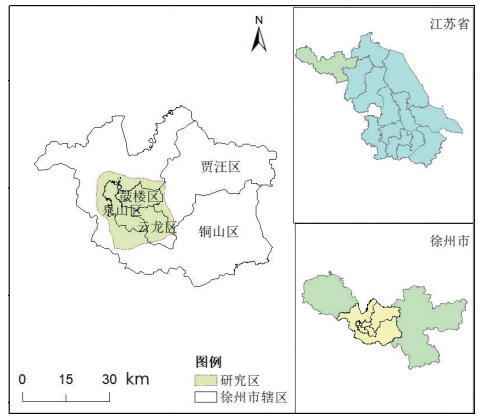


图1 研究区概况

审图号：GS(2024)0650

审图号为GS（2024）0650号，研究区范围依据《徐州市国土空间总体规划（2021—2035年）》等文件界定，并通过GIS数字化处理完成空间匹配。

2）兴趣点（POI）数据。基于高德地图API获取2024年商业设施数据，按《城市用地分类与规划建设用地标准》划分为餐饮、生活、购物等6大类，经去重纠错后保留有效数据12 487条。

3）夜间灯光遥感数据。本次研究选取年尺度的NPP-VIIRS夜间灯光遥感数据，数据年份为2024年，数据来源于美国科罗拉多矿业大学网站（https://eog-data.mines.edu），对夜间灯光数据进行辐射校正与异常值剔除（亮度阈值0～90），确保数据反映真实商业活动强度。

将上述地理数据坐标统一至CGCS2000坐标系（高斯-克吕格3°带投影）。

2 研究方法

2.1 技术路线

本研究通过POI与夜间灯光两组数据的耦合来探讨城市商业结构，技术路线如图2所示。

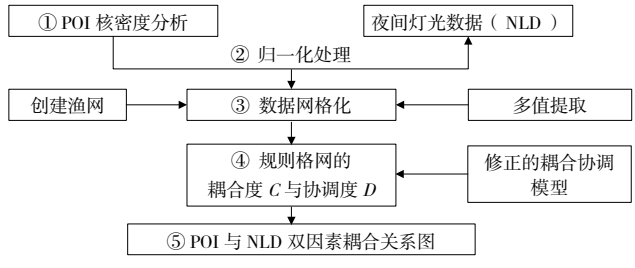


图2 双因素组合制图技术路线

2.2 核密度分析

核密度分析法通过计算区域内的点或线要素密度，估计要素数据在空间上的集聚

程度与分布模式[1]，其可直观反映商业POI的空间

分布状况，其计算公式如下：

$$\lambda(s)=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{\pi r^2}\left(\frac{d}{r}\right) \quad (1)$$

式中，$\lambda(s)$ 为格网 s 处的核密度值；r 为搜索半径；n 为商业 POI 点总数；d 为 POI 点间的距离。经测试，设置搜索半径 r 为 800 m。

2.3　修正的耦合协调度模型

耦合协调度是指2个系统在发展演化与相互作用过程中，协同发展的动态关联程度，其是用来衡量每个系统之间的依赖和约束程度重要度量指标[24]。耦合协调模型能够较好地揭示各子系统在发展过程中的协同平衡程度，传统的耦合协调度模型耦合度的值在0.7以上，甚至接近于1，导致过分强调协调弱化耦合，从而导致耦合协调度区分不够。因此，本文借鉴现有研究[25]，采用修正后的耦合协调模型，以提高耦合协调系数中的耦合度贡献，其具体公式及含义为：

$$U=(x_i-x_{\min})/(x_{\max}-x_{\min}) \quad (2)$$

$$C=\sqrt{[1-(U_2-U_1)]\times\frac{U_1}{U_2}} \quad (3)$$

$$T=\alpha U_1+\beta U_2 \quad (4)$$

$$D=\sqrt{C\times T} \quad (5)$$

式中，$x_{\max}$ 和 $x_{\min}$ 分别代表某一系统指标的最大值和最小值；U 为某一系统归一化的功效值，其取值范围为[0,1]，用于反映每个规则格网的夜间灯光强度值或商业POI密度值；C 为耦合度，可定量地反映系统间相互作用强度和联系；T 为两系统的综合协调指数；α 和 β 为子系统的权重，研究认为夜间灯光数据与POI数据同等重要，故 $\alpha=\beta=0.5$；D 为协调度，反映系统间发展趋势的同步性。耦合度与协调度值的范围为[0,1]，但 $C=1$ 时，表明系统间的相互关系强，达到共振耦合；当 $C=0$ 时，系统趋于无序发展，两者则处于无关状态；当 $D=1$ 时，表明系统间存在密切的响应关联，呈现出高度的一致性和同步性；当 $D=0$ 时，系统间毫无协同作用，运行和响应毫不相干[26]。

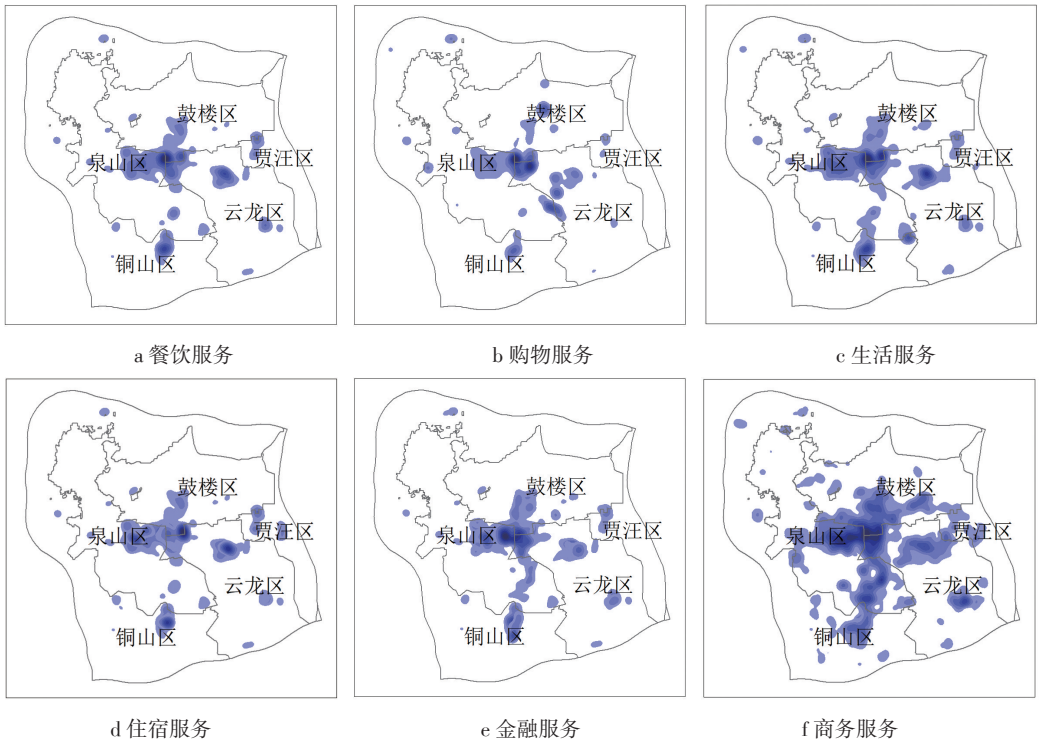
3　结果与分析

3.1　商业集聚特征与商业中心分布

处理后的商业设施数据包括购物服务、餐饮服务、生活服务、商务服务、住宿服务和金融服务6大类。

各类型商业设施的数量及分布存在较大的差异：购物服务、餐饮服务、生活服务类设施数量占比分别为42.65%、26.36%和22.14%，总计91.15%；商务服务、住宿服务和金融服务设施数量较少，总占比仅为8.85%。

通过自然间断法对商业设施核密度分析结果进行分类，发现将核密度分为9个等级能够更好地体现商业设施的空间差异和集聚特征，研究区商业设施核密度分布如图3所示，核密度等级越低表明该类型的商



a 餐饮服务　b 购物服务　c 生活服务

d 住宿服务　e 金融服务　f 商务服务

图3　徐州主城区商业设施核密度分布

审图号：GS(2024)0650

业设施数量越少，分布越分散；核密度等级越高则表明该类型的商业设施数量越多，且分布越集中。餐饮服务类设施、购物服务和生活服务类设施在徐州市中心城区均呈现“多中心”的聚集模式，其主要集中在中心商圈的淮海路、苏宁广场、金鹰国际购物中心、中东部商圈、云龙区的万达广场、绿地城市广场以及南部商圈的三胞广场和铜山区的万达广场等地，这三类设施与民生密切相关，其分布广泛且密度较高；住宿服务类设施空间分布具有显著的场景依赖性，核密度峰值（7级）集中在商圈中心、旅游热点区域和交通枢纽附近，如地铁1号线与2号线交汇的市中心地带（如彭城广场、苏宁广场周边）、高铁东站、云龙湖景区及户部山–回龙窝历史文化区等地，这些区域的住宿设施主要服务于商务旅客和游客。商务服务设施与金融服务类设施，在徐州市的主城区，尤其是云龙区、鼓楼区与泉山区的交汇处，呈现出显著的集聚效应，与此同时，新城区的淮海经济区服务中心和高铁国际生态商务区作为近年来重点发展的新兴区域，也形成了新的金融和商业服务高地。这些设施沿主要交通干线和城市主干道呈轴带状分布，形成了高效的产业布局。

3.2 夜间灯光与POI核密度数据格网化处理

将夜间灯光数据和商业POI核密度分析结果与网格进行赋值连接，然后对数据进行网格化与归一化处理，分别得到徐州市主城区商业POI规则格网图（见图4）和徐州市主城区夜间灯光遥感规则网格图（见图5）。

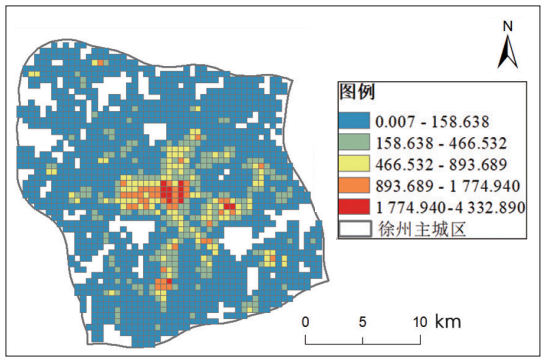


图4 核密度规则格网图

审图号：GS(2024)0650

本研究通过核密度估算方法，揭示出徐州市中心城区商业设施空间分布呈现典型的“核心–圈层”扩散模式。彭城广场商圈作为一级商业核心（核密度峰值4 328.99），其影响半径覆盖老城区主要商业轴线，构成城市商业发展的极核区域；云龙万达（核密度值1 774.93～4 328.99）和铜山万达（核密度值893.70～1 774.93）为两次级商业空间，前者以大力发展商务金融等生产性服务业为主，后者以社区生活配套服务

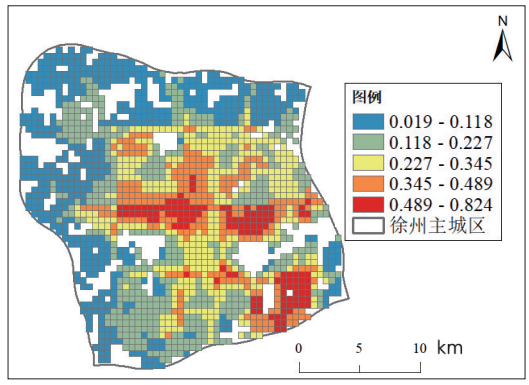


图5 夜间灯光格网图

审图号：GS(2024) 0650

业态功能为主，并形成空间错位互补的布局，并且核密度值大于593.65的城市核心区聚集着全市的91.15%的商业，其中占比最大的是零售（42.65%）、餐饮业（26.36%）和社区生活服务业（22.14%）构成核心功能板块，充分印证该区域作为城市商业服务中枢的支配地位。

徐州市夜间灯光强度空间分异显著，呈现出由城市中心向周边外围地区逐步衰减的梯度格局，灯光高值区主要沿东西轴向及东南方向呈连续带状分布，反映出交通导向与产业集聚共同驱动的空间发展态势。

交通枢纽（火车站、高速路）和工业区（开发区）的灯光强度显著高于普通居民区。远郊农村和自然保护区的灯光强度极低，反映出城乡经济活动的显著差距。极高亮度区（0.691~0.925）主要是夜间经济活动高度密集，其主要分布在徐州市中心的核心商业区（如彭城广场、淮海路商圈），以及云龙湖和大龙湖周边的高密度商业和旅游区。高亮度区域（0.346~0.694）其灯光强度较高但略低于核心商圈，主要分布在火车站、汽车站周边及云龙区、鼓楼区的部分居民密集区，以及徐州高新技术产业开发区的工业与物流枢纽（夜间作业频繁）。较高亮度区域（0.270~0.346）其特征是夜间活动较多，但商业密度较低，主要分布在泉山区、铜山区的成熟住宅小区、城市主干道沿线（如解放路、中山路）的中小型商业街、教育园区（如中国矿业大学周边）。低亮度区域（0.001~0.116），主要分布在离市中心的农业用地和村庄以及市郊未开发的自然保护区等地区。

3.3 夜间灯光与POI数据的空间耦合结果分析

3.3.1 耦合区的空间格局与分布特征

基于修正耦合协调模型计算的徐州市夜间灯光数据（NTL）与商业POI核密度空间关联，依据两类数据高、低值的组合特征，将研究区域划分为4种类

型：高NTL–高POI（高–高）、高NTL–低POI（高–低）、低NTL–高POI（低–高）及低NTL–低POI（低–低），分析结果见图6。高–高协调区作为城市夜间经济的核心区域，分布于鼓楼区、云龙区、泉山区三大主城核心区，及铜山区北部和新城区，该区域承载着全市76.3%的商综合体与特色商业街。

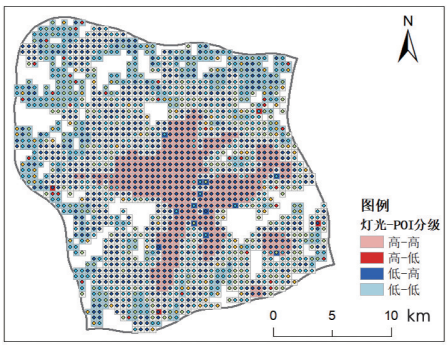


图6　研究区夜间灯光与POI空间耦合分布网格图

审图号：GS(2024)0650

3.3.2　耦合区的商业特征分析

POI数据能够有效表征商业设施的类型、空间分布与集聚密度，而夜间灯光数据(NTL)则直观反映了夜间经济活动的活跃强度。将二者结合，不仅可以识别出核心商圈（高NTL–高POI）与发展滞后区域（低NTL–低POI），还能有效区分“日间型”（低NTL–高POI）与“夜间型”（高NTL–低POI）商业功能区，现针对不同商业区特征进行分析：①高–高集聚区是城市商业活力与夜间繁荣的“双高”核心区，是消费和娱乐的黄金地段，政策应重点保障这些区。②高–低异质区是“夜间型”商业功能区，其夜间灯光主要由工业厂房、物流园和体育场等功能性照明驱动，而非商业消费活动，规划部门应意识到其商业配套不足，可在其周边适当布局一些商业设施（如便利店、快餐店）等，满足夜间人群的需求，提升服务能力。③低–高异质区，该类区域主要是“日间商业区”，缺乏夜间活力，对于该种类型，政府可通过夜间经济培育政策，如引入夜间餐饮、举办夜间文化和娱乐活动等，提升其夜间经济活力。④低–低萧条区是商业活力和人类夜间活动均不活跃的区域，主要由城市中生态保护区、农田、待开发区域和空置住宅区等构成，该类区域既是保障城市可持续发展的生态屏障，也是支撑未来发展的战略空间储备。

4　结论与讨论

4.1　结　论

本研究基于徐州市主城区商业POI数据和夜间灯光数据，借助核密度估计方法和双因素组合制图法，研究商业空间格局和经济活力特征，进而深入剖析其背后的驱动因素并给出建议。结论如下：

1）商业设施呈现“核心–圈层”分布模式，中心高密度区集中全市91.15%的商业设施，购物、餐饮、生活服务构成核心功能，印证城市商业活动高度集约化特征。彭城广场商圈形成高强度商业集聚区，辐射范围覆盖中心城区主要商业廊道，承担城市商业中枢与经济引擎职能；云龙万达与铜山万达通过差异化定位形成功能互补，前者强化商务与金融服务，后者侧重生活服务配套，构建多中心协同体系。

2）徐州市夜间灯光城市核心辐射效应明显，呈现出由中心向外围梯度递减的空间分布特征，印证了典型的“中心–边缘”城市空间结构理论。灯光高值区其主要分布在徐州市中心的核心商业区（如彭城广场–淮海路核心商圈），以及云龙湖和大龙湖景区，呈现出沿东西走向的中轴线及东南方向呈带状延展，彰显出交通干道引导和产业集聚驱动的双轮发展态势。

3）徐州市夜间灯光数据与商业POI核密度耦合协调分析表明，城市商业活力与夜间经济呈现显著空间分异特征。高–高协调区集中于鼓楼区、云龙区、泉山区三大主城核心区，并沿铜山区北部及新城区形成拓展轴线，构成夜间经济核心承载区。高–低异质区沿城郊结合部环状分布（如徐州经济技术开发区、金山桥片区），灯光强度高但商业密度低，受工业厂房、物流园区等夜间照明影响显著。低–高异质区作为“暗夜商业点”镶嵌于高值区内，主要为社区便利店等民生设施。低–低萧条区主要是贾汪全域及铜山南部远郊以第一产业为主，人口密度低，其次是外围居住组团（如新城区部分住宅板块）因商业配套滞后形成“暗区”。

4.2　讨　论

徐州商业格局的演化是政策引导、经济发展与消费升级等多重要素协同驱动的结果。在宏观层面，政策规划有力推动了商业空间由淮海路单核结构向“1+8”多级商圈体系转变；在中观层面，市场机制与政府基础设施建设共同促进了商业业态融合与智慧化转型；在微观层面，消费需求升级则不断激发商业模式与配套政策的创新。基于上述多尺度驱动因素的分析，并结合3.3节所识别出的徐州市主城区四类商业设施耦合区，以及《徐州市国土空间总体规划（2021—2035年）》提出的中心城区“多中心、网络化、组团式”空间发展战略，本研究提出以下优化建

议：①强化核心商圈。建议彭城广场商圈对标中央商务区（CBD）标准，强化金融、会展、高端商务等城市级服务功能，促进商业密度与功能多样性同步提升。②边缘区功能填补。在城市外环区域规划2~3个区域性商业副中心，优先引入仓储式超市、新能源汽车体验店等需求旺盛的新型业态，有效承接核心商圈外溢的消费需求，增强区域协调发展和居民生活便利性，促进多中心、组团式的城市空间体系的形成。③土地混合利用。修订商业用地规划导则，允许商圈内商业、办公、文化用地性质按需转换，支持“商业+创客空间+公共服务”复合型综合体，避免土地闲置或功能固化，使存量用地通过功能混合开发实现效益增长。

与此同时，本研究还存在不足之处，研究采用的poi数据仅反映商业设施数量和空间分布，商业设施规模难以精准评估。夜间灯光数据中包含的工业与交通等非商业光源，会导致对高亮度区域商业夜间活力强度的误判，因此应剔除非商业光源数据或结合其他类型数据进行探讨和分析，使得研究更加合理。

参考文献

[1] 李俊蓉,孙艳玲,郭鹏,等. 基于多源数据的商业空间格局及影响因素分析:以珠海市中心城区为例[J]. 天津师范大学学报(自然科学版),2023,43(3):53-60

[2] 陈祥宇,叶小群. 大数据视角下的城市商业空间集聚特征与影响因素分析:以合肥市主城区为例[J]. 淮阴工学院学报,2023,32(1):91-97

[3] Berry B J L, Garrison W L. A Note on Central Place Theory and the Range of a Good[J]. Economic Geographers, 1958,34(4):304-311

[4] 巴顿. 城市经济学:理论和政策[M]. 上海社会科学院部门经济研究所城市经济研究室译. 北京:商务印书馆,1984

[5] Reilly W J. Method for the Study of Retail Relationships [J]. University of Texas Bulletin, 1929,2944:29-44

[6] Saraiva M, Pinho P. Spatial Modelling of Commercial Spaces in Medium-sized Cities[J]. GeoJournal,2017,82(3):433-454

[7] 周丽娜,李立勋. 基于POI数据的大型零售商业设施空间布局与业态差异:以广州市为例[J]. 热带地理, 2020,40(1):88-100

[8] 张小英,巫细波. 电商时代大城市商业布局的时空演变特征与趋势:基于多期POI数据[J]. 资源开发与市场,2022,38(4):468-475

[9] 方翰,沈中伟,喻冰洁,等. 基于POI的成都市地下商业空间演化与机制研究:以火车北站、春熙路、环球中心片区为例[J]. 南方建筑,2022,41(1):85-93

[10] 曹芳洁,邢汉发,侯东阳,等. 基于POI数据的北京市商业中心识别与空间格局探究[J]. 地理信息世界,2019,26(1):66-71

[11] 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

[12] 张蕾,汤昇,陈艳红,等. 街道尺度下的零售商业中心热点识别与业态差异:以武汉市为例[J]. 地域研究与开发,2022,41(1):67-72

[13] 孙明英,王灵芝,钟巧莹,等. 基于POI数据的城市功能识别与分布特征研究:以长春市区为例[J]. 西南大学学报(自然科学版),2025,47(1):189-199

[14] 段利鹏,张建波,李诚固,等. 基于POI数据的哈尔滨市中心五区商业网点空间格局及影响因素研究[J]. 地域研究与开发,2022,41(6):75-80

[15] 吴健宇,袁涛,袁春,等. 基于多源数据的北京市城市中心及其空间结构研究[J]. 资源开发与市场,2023,39(3):257-265

[16] 吴启倩,钱乐祥,吴志峰. 基于多源数据的特大城市空间结构识别及空间形态研究[J]. 地理信息世界,2020,27(5):32-38

[17] 张秀芹,刘浩宇,樊晓慧,等. 城市夜间活力空间分布规律与影响因素研究:以天津市中心城区为例[J]. 地域研究与开发,2024,43(5):54-60

[18] 申婷,李飞雪,陈振杰. 基于多源数据的城市活力评价与空间关联性分析:以常州市主城区为例[J]. 长江流域资源与环境,2022,31(5):1006-1015

[19] 吴莞姝,党煜婷,赵凯. 基于多维感知的城市活力空间特征研究[J]. 地球信息科学学报,2022,24(10):1867-1882

[20] 陈鹏,元丽娇,孙滢悦. 基于POI数据与夜间灯光数据的城市结构时空演变研究:以福州市为例[J]. 现代城市研究,2024,38(8):49-54

[21] 唐常春,陈珈琪,谢昀霏,等. 基于多源大数据的长株潭城市群城镇建成区综合集成识别与空间分异机制[J]. 经济地理,2024,44(1):66-76

[22] 邓昊键,李恒凯. 多源数据协同下的城市建成区边界提取进展[J]. 地理信息世界,2022,29(4):81-87

[23] 杨健,李朝奎,刘彦. 融合OSM路网数据与POI数据的城市功能区识别方法及其应用[J]. 地理信息世界,2020,27(6):1-6

[24] 王毓乾,王紫锟,邓志杰,等. 兴趣点、夜光遥感和微博签到的空间耦合分析:以北京市为例[J]. 遥感信息,2019,34(6):18-26

[25] 王淑佳,孔伟,任亮,等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源报,2021,36(3):793-810

[26] 王晴,喻婷,陈燕飞,等. 基于耦合协调模型的复合干旱研究:以汉江中下游流域为例[J]. 湖泊科学,2024,36(5):1588-1598