

# 广东省商业业态时空演变特征及影响因素研究

## ——基于POI大数据的可解释机器学习模型

张小英\*, 巫细波

广州市社会科学院, 广东 广州

收稿日期: 2025年6月20日; 录用日期: 2025年7月16日; 发布日期: 2025年7月31日

### 摘要

本文基于2019、2021、2023年的POI数据, 以广东省21个城市为研究对象, 采用空间核密度估计法、Theil指数、可解释机器学习模型等研究方法, 探讨2019~2023年期间广东省商业业态空间分布发展格局变化, 分析不同商业业态空间分布的影响因素。研究表明: 1) 广东省商业空间布局呈现珠三角地区多中心连绵集聚、外围县域中心点状集聚的多中心空间发展格局。2019~2023年期间, 广东省商业中心等级体系呈扁平化发展趋势; 2) 2019~2023年期间, 广东省不同商业业态网点规模结构发生动态调整, 其中购物服务、餐饮服务网点规模先升后降, 休闲娱乐网点规模逐步增长的态势; 3) 2019~2023年期间, 广东不同类型商业业态的时空演变趋势存在差异, 购物服务网点空间集聚程度明显下降, 餐饮服务网点集聚程度呈现先上升后下降, 休闲娱乐网点空间集聚程度则不断提升; 4) Theil指数分析表明, 广东省商业总体及三大细分业态网点数量的区域差异呈现缩小态势, 组间差异明显大于组内差异; 5) 基于SHAP方法的可解释机器学习模型分析发现: 人均GDP、人口规模、人均消费支出、工业总产值、快递规模、人口密度、旅游人数等变量对商业及三类细分业态均有正向促进作用, 但不同因素对不同商业业态的影响程度存在异质性和非线性特征, 人均GDP、人均消费支出、人口规模等变量与对应SHAP值呈现出较为近似的线性正相关关系, 其他变量的非线性特征较为明显。

### 关键词

POI大数据, 商业业态, 空间演变特征, 可解释机器学习模型, SHAP方法, 广东

# Research on the Spatiotemporal Evolution Characteristics and Influencing Factors of Commercial Formats in Guangdong Province

## —An Interpretable Machine Learning Model Based on POI Big Data

Xiaoying Zhang\*, Xibo Wu

Guangzhou Academy of Social Sciences, Guangzhou Guangdong

\*通讯作者。

## Abstract

Based on POI data from 2019, 2021, and 2023, this paper takes 21 cities in Guangdong Province as the research object and employs research methods such as spatial kernel density estimation, the Theil index, and interpretable machine learning models to explore the changes in the spatial distribution development pattern of commercial formats in Guangdong Province from 2019 to 2023, and analyze the influencing factors of the spatial distribution of different commercial formats. The research findings are as follows: 1) The spatial layout of commerce in Guangdong Province exhibits a multi-center spatial development pattern characterized by multi-center contiguous agglomeration in the Pearl River Delta region and point agglomeration of county-level centers in the periphery. From 2019 to 2023, the hierarchy of commercial centers in Guangdong Province showed a trend of flattening development; 2) During this period, the scale structure of outlets for different commercial formats in Guangdong Province underwent dynamic adjustments. Specifically, the scale of shopping service and catering service outlets first increased and then decreased, while the scale of leisure and entertainment outlets gradually grew; 3) The spatiotemporal evolution trends of different types of commercial formats in Guangdong Province varied during 2019~2023. The degree of spatial agglomeration of shopping service outlets decreased significantly, that of catering service outlets first increased and then decreased, and the spatial agglomeration of leisure and entertainment outlets continued to rise; 4) Theil index analysis indicated that the regional disparities in the number of outlets of overall commerce and the three major sub-sectors (shopping, catering, and leisure/entertainment) in Guangdong Province showed a narrowing trend, with inter-group disparities significantly larger than intra-group disparities; 5) Analysis using an interpretable machine learning model based on the SHAP method revealed that variables such as per capita GDP, population size, per capita consumption expenditure, gross industrial output value, number of express parcels, population density, and number of tourists had positive promotional effects on both overall commerce and the three sub-sectors. However, the influence of different factors on various commercial formats exhibited heterogeneity and non-linear characteristics. Variables such as per capita GDP, per capita consumption expenditure, and population size showed an approximately linear positive correlation with their corresponding SHAP values, while non-linear characteristics were more pronounced for other variables.

## Keywords

POI Big Data, Commercial Format, Spatial Evolution Characteristics, Interpretable Machine Learning Model, SHAP Method, Guangdong

Copyright © 2025 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

商业健康发展是扩大消费、促进经济发展、优化经济增长动力的重要因素,商业服务设施是城市正常运营的重要保障。商业网点作为商业活动的空间载体,商业业态网点规模、结构和空间布局必将随着商业活动的发展发生动态调整。研究城市商业网点规模、结构及时空变化特点,分析不同商业业态的影响因素及作用机制,对城市政府及时了解商业发展新趋势,优化城市商业业态空间布局、扩大消费具有重要的现实意义。然而商业实时数据获取难度大,问卷调查等数据采集方法样本量小、耗时长、成本高、

时效性长的特点, 难以适应当前国内外经济社会形势复杂多变背景下商业发展研究的新要求。近年来, 互联网技术的广泛应用为开展商业空间研究提供了新的研究方法, 兴趣点(Point of Interest, POI)数据、手机信令数据等大数据为商业空间研究提供了新的数据来源和研究方法, 可有效克服传统商业研究数据采集难度大、样本量小、时效性长的局限。近年来, 学者们利用 POI 数据开展城市商业中心识别、商业空间布局特征及商业中心等级体系研究取得了一系列新的进展。例如, 学者们选取广州[1][2]、北京[3]、沈阳[4]、乌鲁木齐[5]、银川[6]、武汉[7]、西安[8]等不同类型城市为案例地, 探讨了基于 POI 数据的城市商业中心识别、城市商业空间布局特征。POI 数据样本量大、易采集、时效性强等特点也让动态把握城市商业业态时空变化特征成为可能, 一些学者尝试选取多期的 POI 数据探究城市商业中心时空演变规律与空间集聚特征[9], 识别城市商业服务业空间结构演变和业态重组特征[10]。

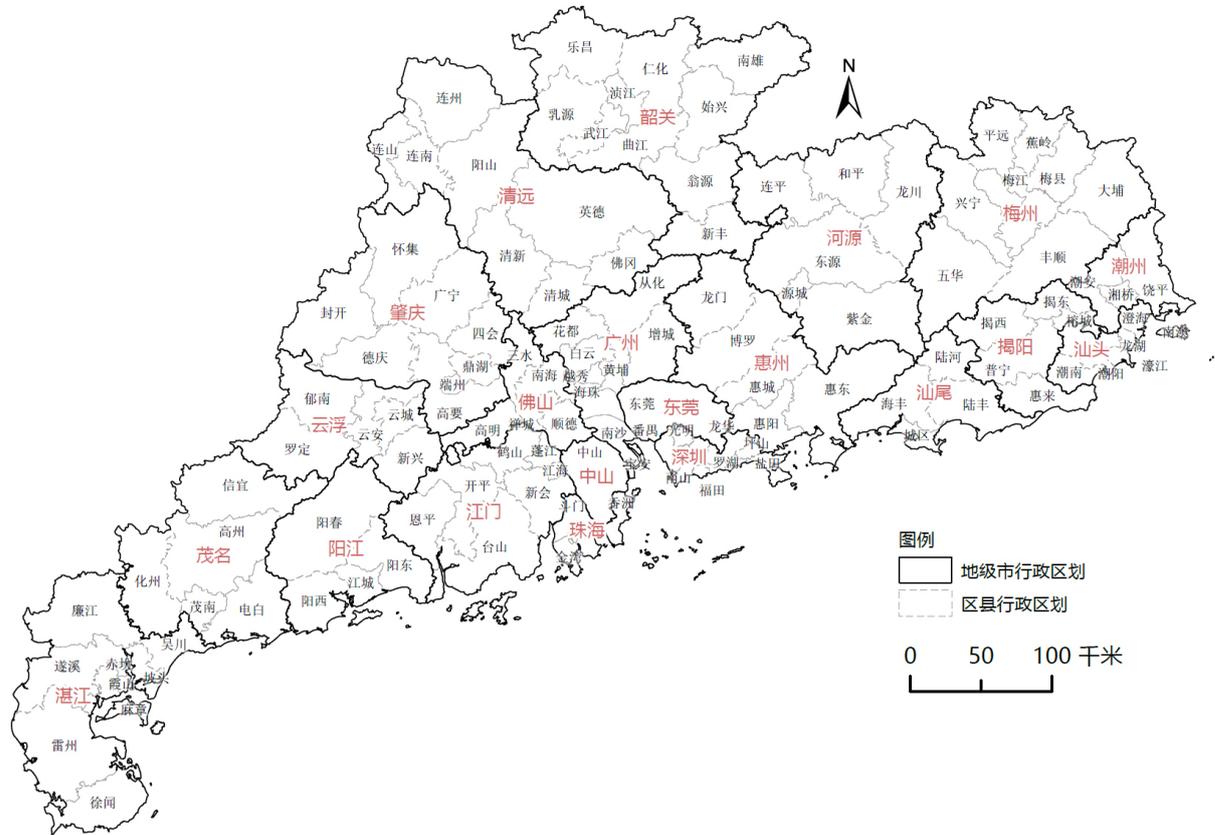
总体而言, POI 数据为城市商业研究提供了新思路, 研究方法日益成熟, 研究广度和深度不断拓展, 但目前研究侧重于某个城市或局部地区, 以单期 POI 数据研究为主, 长时间序列及多空间尺度的研究较为少见。随着数字经济的加速发展, 非常规大数据越来越丰富, 为在更大时空尺度上开展商业空间研究提供了数据与方法支撑。近年来, 在突发公共卫生事件、数字经济加快发展等因素作用下我国商业发展呈现新特点, 线上购物加速发展, 实体商业也发生深刻调整, 不同城市商业业态动态调整的空间响应值得引起关注。基于此, 本课题以广东省为研究地, 运用 2019 年、2021 年、2023 年多期商业网点 POI 数据, 采用 GIS 空间分析、核密度估计法、Theil 指数等方法对广东省域范围内不同类型商业业态网点规模变化、空间集聚特征、区域差异性进行分析, 进而把握广东省商业业态时空演变特征, 并采用可解释机器学习模型来分析不同商业业态网点的影响因素及作用机制, 有利于及时把握广东省内商业业态发展特点及空间分布演变特征, 了解不同商业业态网点影响因素及作用机制, 并为进一步优化广东城市商业业态结构及商业网点空间布局提供建议。

## 2. 数据来源与研究方法

### 2.1. 研究区概况与研究数据

本文选取广东省为研究区域, 包括广东省广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门、肇庆等 21 个地级市, 总面积 17.97 万平方公里, 2023 年常住人口 12656.80 万人, 经济总量约 135673.16 亿元。根据研究需要, 为了便于了解广东省不同区位商业网点变化特征, 将广东省辖区范围分为珠三角地区的广州-佛山-肇庆、深圳-东莞-惠州、珠海-中山-江门三大极点以及粤东的汕头-汕尾-潮州-揭阳、粤西的湛江-茂名-阳江、粤北的韶关-河源-梅州-清远-云浮。(如图 1 所示)。广东作为中国改革开放的前沿地区, 经过四十多年的发展, 珠三角地区已经形成了连绵的都市区空间发展格局, 其贸易开放度较高, 经济发展水平位居全国前列, 而粤东粤西粤北地区贸易开放度相对较低, 经济发展水平相对落后。广东省域区域涵盖了不同经济发展水平的城市, 以广东省为研究对象, 探讨不同城市商业业态空间发展格局及影响因素具有代表性和典型性。POI 是一种代表真实地理实体的点状数据, 包含经纬度、地址等空间信息和名称、类别等属性信息, 商业业态兴趣点 POI 具有信息量大、位置准确度高、实时性强、业态分类明确等特点, 有助于降低城市商业空间研究的成本和难度[1]。本文研究对象是商业网点, 主要包括购物服务, 餐饮服务和休闲娱乐三个类别。选择商业网点主要由于商业网点是城市基本的服务设施, 更密切反映了当地的需求和消费状况。选取 2019 年、2021 年和 2023 年三个时间节点的数据反映了突发公共卫生事件爆发前、突发公共卫生事件防控期间及突发公共卫生事件防控转段调整之后的商业业态空间分布情况具有代表性。本文商业网点数据来源于高德地图搜集的 2019 年、2021 年及 2023 年广东省范围内商业网点 POI 数据, 并进行统一坐标和分类处理。结合国家《零售业态分类》(GB/T18106-2004)的零售业态分类标准[11]与高德地图、腾讯地图 POI 数据的自分类体系, 本文选取购物服务、餐饮

服务、休闲娱乐 3 大类 POI 数据进行研究, 购物服务包括购物中心、商场、超市、便利店、专卖店、专业店等; 餐饮服务包括中餐厅、外国餐厅、快餐厅、休闲餐饮场所、咖啡厅、茶艺馆、甜品店等; 休闲娱乐包含溜冰场、健身中心、KTV、酒吧、网吧、电影院、音乐厅、游戏厅等。



注: 该图基于广东自然资源厅标准地图服务网站下载的审图号为粤 S (2019) 028 号的标准地图制作, 底图无修改。

**Figure 1.** Research areas  
**图 1.** 研究区域

## 2.2. 研究方法

### 2.2.1. 核密度评估法

基于高德地图搜集广东省域范围内商业网点的地址坐标信息并建立 GIS 空间数据库。采用核密度估计法从宏观层面开展商业空间分布特征以及商业网点空间集聚状态分析, 并通过核密度分析法开展购物服务、餐饮服务、休闲娱乐等不同商业业态的空间分布特征分析。核密度估计法是通过识别研究区域内不同商业业态的集聚地, 提取不同经营形式的商业网点运用核密度估计法分析零售业的业态空间集聚规律的 GIS 研究方法[1], 其计算公式如下:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k \left( \frac{x - c_i}{h} \right) \quad (1)$$

式(1)中,  $f(x)$ 为空间位置  $x$  处的核密度计算函数;  $h$  为距离衰减阈值, 可以是固定值, 也可以根据点要素的属性值进行加权计算;  $n$  为与位置  $x$  的距离小于或等于  $h$  的要素点数(如果采用加权方法, 此处  $n$  则为要素属性值的总数);  $k$  函数则表示空间权重函数, 一般是距离衰减函数。本文采用 ArcGIS 软件进行

核密度计算, 不采用加权处理,  $h$  值会根据样本特征进行自动计算。

### 2.2.2. 可解释机器学习模型

传统线性回归模型在分析影响因素时具有较直观的解释效果, 但侧重于影响因素的均值效应和方向性, 不同样本的影响差异及非线性特征则难以深入分析。为此, 本文采用可解释机器学习模型深入探讨商业业态影响因素的时空异质性和非线性变化。在机器学习领域, 模型解释性是一个重要的课题, 尽管随机森林、XGBoost 等复杂的机器学习模型在模型训练和预测性能上表现优异, 但“黑箱”特点导致难以解释其内部决策过程。SHAP (SHapley Additive explanations)方法通过分配变量的重要性值来解释模型的输出。SHAP 值的计算公式为:

$$\phi_i = \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|S|!(|N|-|S|-1)!}{|N|!} [f(S \cup \{i\}) - f(S)] \quad (2)$$

式(2)中,  $\phi_i$  是变量  $i$  的 SHAP 值,  $N$  是包含所有变量的集合;  $S$  是不包含变量  $i$  的子集;  $|S|$ 和 $|N|$ 分别表示集合  $S$  和  $N$  的大小;  $f(S)$ 表示在变量子集  $S$  上的模型预测结果(即不包含变量  $i$  时的预测结果);  $f(S \cup \{i\})$ 是包含变量  $i$  时模型的预测结果。简而言之, SHAP 值表示每个变量对模型预测的贡献程度, 正值表示增加预测值, 而负值表示减少预测值。虽然 XGBoost 等机器学习模型在训练过程中能够获得更好的精度, 但计算较为复杂且结果具有随机性, 因此本文采用随机森林机器学习模型并采用 SHAP 方法分析影响因素的时空差异和非线性特征。

### 2.2.3. 空间差异: Theil 指数

通过 Theil 指数来测度广东省商业 POI 数量的区域差异, 具体包括六大分区: 广佛肇(广州、佛山、肇庆)、深莞惠(深圳、东莞、惠州)、珠中江(珠海、中山、江门)、粤东(汕头、汕尾、潮州和揭阳)、粤西(湛江、茂名和阳江)、粤北(韶关、河源、梅州、清远和云浮)。Theil 指数具有可分解特性, 可将其分解为组内差异和组间差异, 对商业 POI 数量区域差异结构及其来源可进行有效分解。其公式如下:

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\mu} \log \left( \frac{y_i}{\mu} \right) \quad (3)$$

式(3)中,  $T$  表示 Theil 指数值,  $y_i$ 、 $\mu$  分别代表  $i$  城市的商业 POI 数量和所有城市均值。利用 Theil 指数的可分解性质测度组内差异与组间差异对总差异的贡献率。假设  $n$  个样本被分为  $K$  组, 每组分别为  $g_k$  ( $k=1, 2, \dots, K$ ), 第  $k$  组  $g_k$  中的个体数量为  $n_k$ , 则有  $\sum K k = 1n_k = n$ ,  $y_i$  与  $y_k$  分别表示区域  $i$  份额与  $k$  组累计份额, 记  $T_b$  与  $T_w$  分别为组间差距和组内差距, 则可将 Theil 指数分解为  $T = T_b + T_w$ ,  $T_b$  和  $T_w$  的计算公式如下:

$$T_b = \sum_{k=1}^K y_k \log \frac{y_k}{n_k/n}, T_w = \sum_{k=1}^K y_k \left( \sum_{i \in g_k} \frac{y_i}{y_k} \log \frac{y_i/y_k}{1/n_k} \right) \quad (4)$$

Theil 指数公式及计算方法 1. Theil 指数(Theil index)。

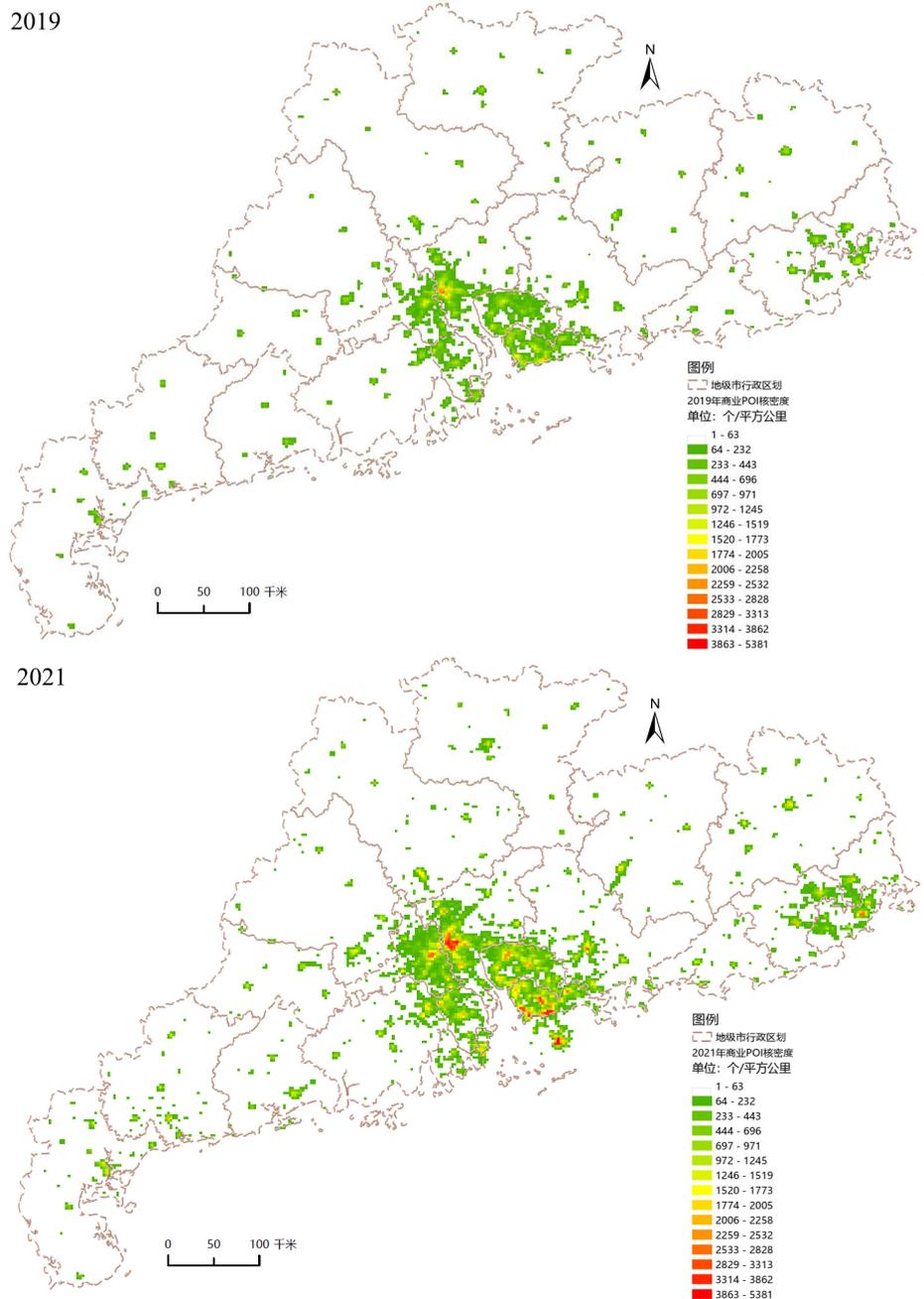
另外, 值得注意的是组内差距项分别由各组的组内差距之和构成, 各组的组内差距的计算公式与样本总体的计算公式类似, 只是将样本容量控制在第  $k$  组的个体数目  $n_k$ 。

## 3. 广东省商业业态空间格局演变特征分析

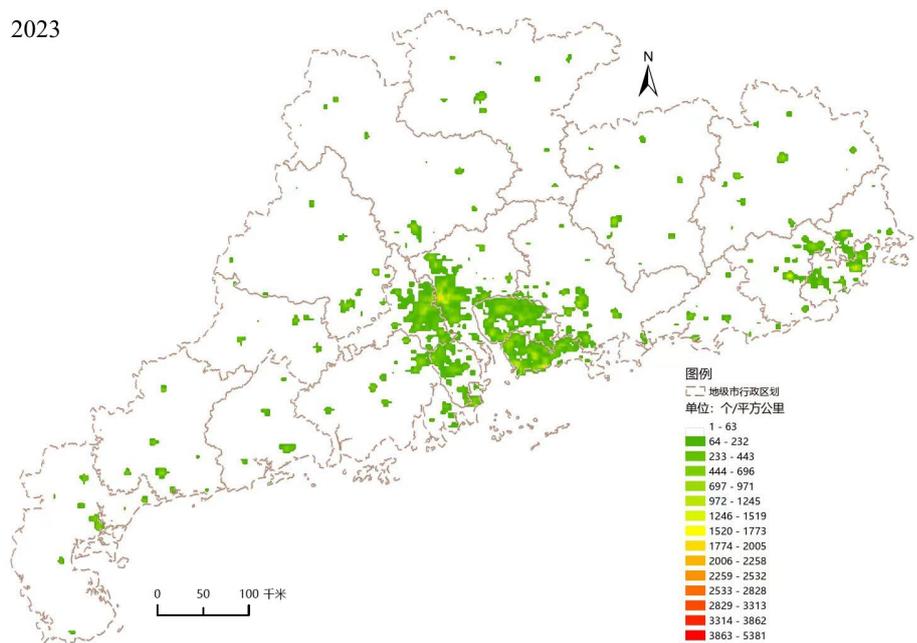
### 3.1. 总体商业空间格局演变特征

(1) 广东省商业中心等级体系呈现扁平化趋势。通过核密度估计法分析显示, 2019~2023 年期间广东

省商业空间布局演变特征主要表现为：从商业空间总体布局来看，广东省多中心商业空间发展格局已经形成。2019年广东省商业空间布局已经形成了珠三角地区高度集聚、外围县域中心点状集聚的多中心商业空间格局。核心圈层呈现多中心集聚连片分布特征，外围区形成多中心分布特征，形成了不同等级商业中心体系。从商业空间时空演变趋势来看，2019~2023年广东省商业空间集聚效应呈现先强化后弱化的特点，商业空间格局发生动态调整。2019~2021年期间，广东省商业空间集聚效益有所强化，广州、佛山、深圳等地中心区商业网点密度进一步增强。2021~2023年期间，广东省商业空间集聚效益有所弱化，广州、佛山、深圳等地中心区商业网点密度有所下降。2019~2023年期间，广东省商业中心等级体系呈现扁平化的趋势(见图2)。



2023



**Figure 2.** A spatial kernel density graph of commercial outlets in Guangdong Province from 2019 to 2023  
**图 2.** 2019~2023 年广东省商业网点的空间核密度图

(2) 不同商业业态网点规模发生动态调整, 购物服务、餐饮服务网点规模呈现先增长后下降, 休闲娱乐网点规模保持持续增长。如表 1 所示, 2019~2023 年期间, 广东省辖区内购物服务、餐饮服务、休闲娱乐网点规模增速分别为-3.11%、14.14%和 63.07%。我们细分为 2019~2021 年和 2021~2023 年两个阶段来看, 购物服务网点规模呈现先小幅增长 1.17%再下降 3.11 的态势, 在前两年, 广东省大部分地区购物服务网点整体数量基本持平, 而随后两年内, 线上购物等渠道的分流作用下, 购物服务网点规模呈现下降态势。餐饮服务网点规模也呈现先增长 28.64%再下降 1.27%的态势。2019~2021 年之间餐饮网点的整体数量有所增加, 然而, 随后两年时期内, 餐饮服务网点规模明显减少, 这意味着 2021~2023 年期间受突发公共卫生事件等因素影响, 餐饮业门店网点呈现持续下降。2019~2023 年期间休闲娱乐网点规模呈现持续增长的态势, 2019~2021 年和 2021~2023 年两个阶段分别增长 16.29%和 40.23%, 前两年, 休闲娱乐网点规模保持增长态势, 随后两年时期内, 休闲娱乐网点规模实现了较快增长, 增速明显高于前两年, 表现出了较强的增长态势。

**Table 1.** Changes in the structure of commercial outlets in Guangdong Province from 2019 to 2023

**表 1.** 2019~2023 年广东省商业网点结构变化情况

网点分类	年份			变化(%)		
	2019	2021	2023	2019~2021 年	2021~2023 年	2019~2023 年
购物服务	2,433,210	2,461,685	2,357,519	1.17	-4.23	-3.11
餐饮服务	997,704	1,283,418	1,138,802	28.64	-11.27	14.14
休闲娱乐	294,453	342,418	480,178	16.29	40.23	63.07

(3) 不同区域的商业业态网点规模变化存在差异, 粤东粤西粤北地区三大细分业态网点增速均高于珠三角地区。从购物服务网点来看, 粤东粤西粤北地区购物网点增速高于珠三角地区。2019~2021 年期间珠三角的广佛肇、深莞惠购物服务类网点数量下降 4.99%和 5.82%, 2021~2023 年期间广佛肇、深莞惠购

物服务类网点数量继续下降 8.94%和 8.17%，四年分别累计下降 13.48%和 13.52%。珠三角的珠中江地区购物服务网点数量呈现小幅增长 2.94%而后小幅下降 3.77%，四年累计小幅下降 0.94%。2019~2023 年期间，粤西粤东地区购物服务类网点数量不降反升，2019~2021 年期间分别增长 23.97%和 23.12%，2021~2023 年期间分别增长 5.15%和 9.62%，四年累计增长 30.36%和 34.96%。粤北地区在 2019~2021 年期间增长 7.27%，2021~2023 年期间增长 0.21%，四年累计增长 7.49%。总之，2019~2023 年期间粤东粤西粤北地区购物服务网点增速高于珠三角地区。

从餐饮服务网点来看，粤东粤西粤北地区餐饮服务网点增长高于珠三角地区。2019~2023 年期间，不同区域的餐饮服务网点增长态势存在较大差异。横向对比来看，珠三角的广佛肇、深莞惠、珠中江等地区餐饮服务网点规模呈现先增后降的发展态势，2019~2021 年期间分别增长 25.4%、19.6%和 28.66%，2021~2023 年期间分别下降 14.78%、12.97%和 10.83%，四年累计增长了 6.86%、4.09%和 14.72%。粤东粤西粤北地区餐饮服务网点规模则呈现先快速增长后略有下降的发展态势，2019~2021 年期间分别增长 65.05%、54.67%和 31.23%，2021~2023 年期间分别下降 2.74%、3.71%和 8.17%，四年累计增长 60.53%、48.93%和 20.5%。总之，2019~2023 年期间粤东粤西粤北地区餐饮服务网点增速高于珠三角地区。

**Table 2.** Changes in the size of area-wise commercial outlets in Guangdong Province from 2019 to 2023  
**表 2.** 2019~2023 年广东省分区域商业网点规模变化情况

网点分类	年份			变化(%)			
	2019	2021	2023	2019~2021 年	2021~2023 年	2019~2023 年	
购物服务	广佛肇	750,458	713,011	649,280	-4.99	-8.94	-13.48
	深莞惠	795,455	749,121	687,944	-5.82	-8.17	-13.52
	珠中江	270,563	278,514	268,015	2.94	-3.77	-0.94
	粤东	225,907	280,052	294,486	23.97	5.15	30.36
	粤西	137,235	168,966	185,215	23.12	9.62	34.96
	粤北	253,592	27,2021	272,579	7.27	0.21	7.49
餐饮服务	广佛肇	300,689	377,070	321,321	25.4	-14.78	6.86
	深莞惠	375,758	449,391	391,122	19.6	-12.97	4.09
	珠中江	108,458	139,540	124,425	28.66	-10.83	14.72
	粤东	78,330	129,285	125,741	65.05	-2.74	60.53
	粤西	49,787	77,007	74,147	54.67	-3.71	48.93
	粤北	84,682	111,125	102,046	31.23	-8.17	20.5
休闲娱乐	广佛肇	90,668	102,094	139,847	12.60	36.98	54.24
	深莞惠	108,922	122,171	161,456	12.16	32.16	48.23
	珠中江	32,078	38,568	56,603	20.23	46.76	76.45
	粤东	19,685	28,086	45,070	42.68	60.47	128.96
	粤西	17,778	22,154	34,818	24.61	57.16	95.85
	粤北	25,322	29,345	42,384	15.89	44.43	67.38

注明：广佛肇包括广州、佛山、肇庆；深莞惠包括深圳、东莞、惠州；珠中江包括珠海、中山、江门；粤东包括汕头、汕尾、潮州和揭阳；粤西包括湛江、茂名和阳江；粤北包括韶关、河源、梅州、清远和云浮。

从休闲娱乐网点来看, 粤东粤西粤北地区休闲娱乐网点增长高于珠三角地区。2019~2021 年期间珠三角的广佛肇、深莞惠、珠中江地区休闲娱乐类网点数量呈现快速增长趋势, 分别增长 25.40%、19.60% 和 28.66%, 2021~2023 年期间这三个地区休闲娱乐类网点数量呈现下降趋势, 分别下降 14.78%、12.97% 和 10.83%, 四年累计增长 6.86%、4.09%和 14.72%。然而, 粤东粤西地区休闲娱乐网点在 2019~2021 年期间呈现较快增长态势, 分别增长 42.68%和 24.61%, 2021~2023 年期间则增速加快, 分别增长 60.47% 和 57.16%, 累计实现快速增长, 分别增长 128.96%和 95.85%。粤北地区也呈现增速加快的趋势, 在 2019~2021 年期间增长 15.89%, 2021~2023 年期间增速达到 44.43%, 四年累计增长 67.38%。总之, 2019~2023 年期间粤东粤西粤北地区休闲娱乐网点增速高于珠三角地区。

(4) 对购物服务、餐饮服务及休闲娱乐三类商业业态进行核密度差值分析。研究发现: 一是广东省购物服务网点空间布局呈现扁平化发展态势。2023 年和 2019 年广东省购物服务网点核密度差值图显示, 广州、佛山、深圳、东莞等城市中心区购物服务网点核密度明显下降、中心区外围购物服务网点核密度有所上升, 粤东地区中心区购物服务网点核密度有所上升, 粤西粤北县域中心区外围购物服务网点核密度则有所上升。总体而言, 2019~2023 年, 广东省购物服务网点空间布局呈现扁平化的发展趋势, 广州、深圳、佛山、东莞等城市中心区购物服务网点呈现密度下降的趋势, 而其他城市中心区, 尤其是粤东等部分城市中心区购物服务网点密度有所上升。

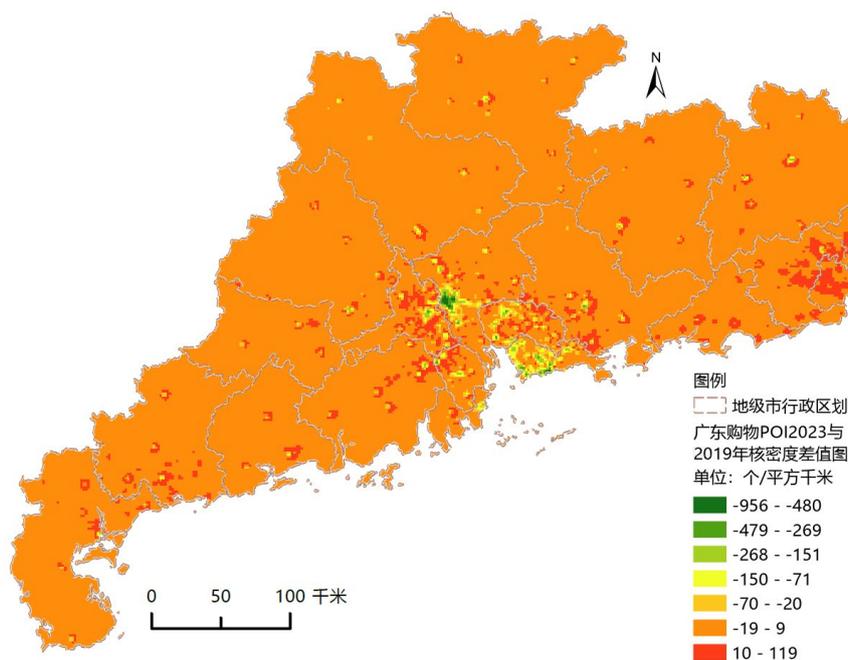


Figure 3. Kernel density difference map of shopping service outlets in Guangdong Province between 2023 and 2019

图 3. 2023 年和 2019 年广东省购物服务网点核密度差值

二是广东省餐饮服务网点空间布局呈现扁平化发展态势。2023 年和 2019 年广东省餐饮服务网点核密度差值图显示, 广州、佛山、深圳、东莞等城市中心区餐饮服务网点核密度明显下降、中心区外围餐饮服务网点核密度有所上升, 粤东部分地区中心区餐饮服务网点核密度明显上升, 粤西粤北地区城市中心区外围餐饮服务网点核密度则有所上升。总体而言, 广东省餐饮服务网点空间布局呈现扁平化的发展趋势, 广州、佛山、深圳、东莞等城市中心区餐饮服务网点呈现密度下降的趋势, 而粤东部分地区及粤西粤北地区城市中心区域餐饮网点密度有所上升。

三是广东省休闲娱乐网点空间布局呈现集聚发展态势。2023 年和 2019 年广东省休闲娱乐网点核密度差值图显示, 广州、佛山、深圳、东莞等中心城市区休闲娱乐网点核密度明显上升、中心区外围休闲娱乐网点核密度也有所上升, 粤东地区中心城市区休闲娱乐网点核密度明显上升, 其他中心城市区外围休闲娱乐网点核密度则有所上升。总体而言, 广东省休闲娱乐网点空间布局呈现集聚的发展趋势, 广州、佛山、深圳、东莞等中心城市区及粤东地区中心城市区、粤西粤北中心城市区休闲娱乐网点依然呈现集聚发展趋势, 表现出强劲的复苏力。

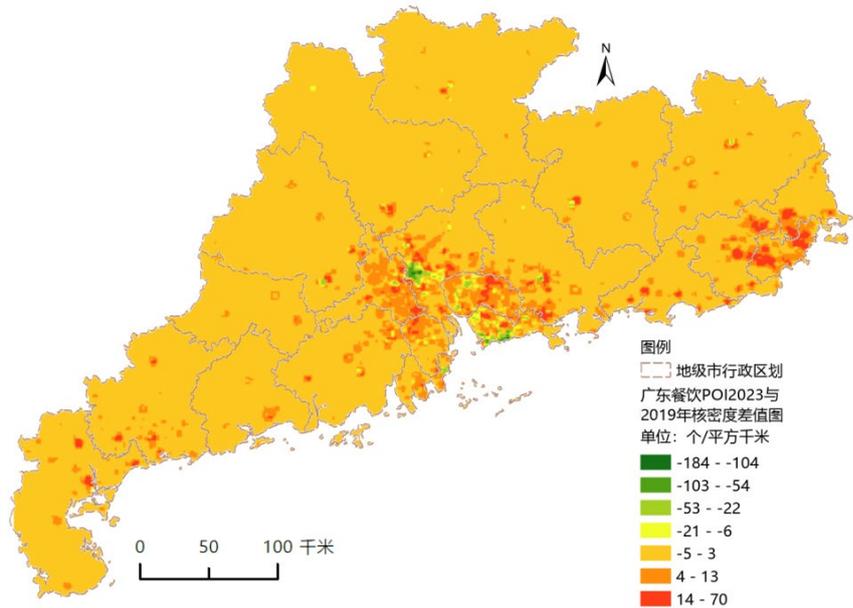


Figure 4. Kernel density difference map of catering service outlets in Guangdong Province between 2023 and 2019  
图 4. 2023 年和 2019 年广东省餐饮服务网点核密度差值

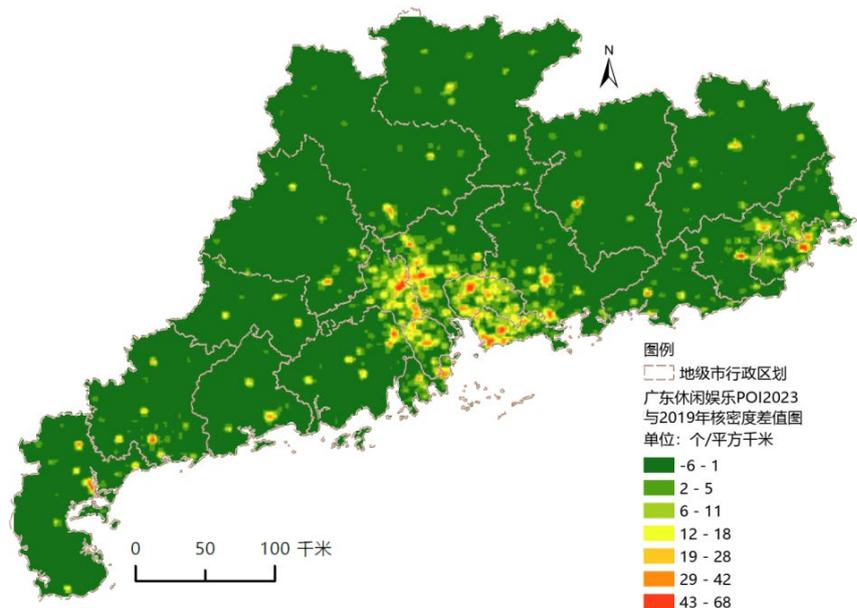


Figure 5. Kernel density difference map of catering service outlets in Guangdong Province between 2023 and 2019  
图 5. 2023 年和 2019 年广东省餐饮服务网点核密度差值图

### 3.2. 总体商业区域差异及变化

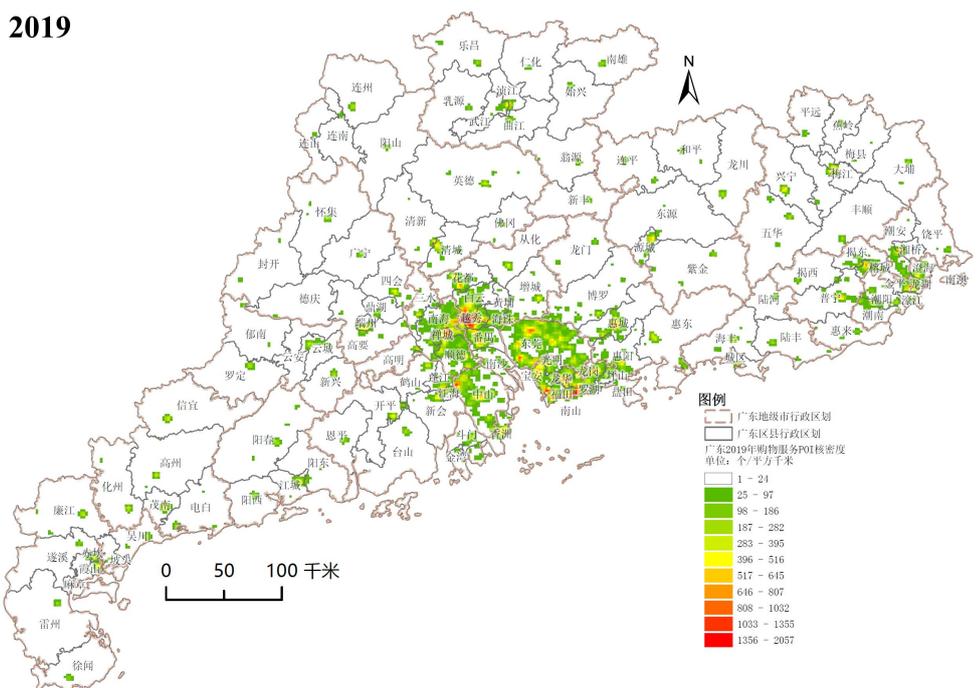
分别计算 2019 年和 2023 年商业总体和三大细分商业业态 POI 数量的 Theil 指数, 结果表明商业总体及三大细分业态 POI 数量的 Theil 指数均呈现差距缩小、组间差距明显大于组内差距的特征(见表 3)。商业总体 Theil 指数从 2019 年的 0.417 下降为 2023 年的 0.297, 幅度下降 40.4%; 两个年份的组内和组间差异贡献率均变化幅度较小, 分别大约为 72%和 28%, 说明在广东省商业 POI 数量在六大分组之间的差异较大, 而组内的差异不太突出。从三大细分业态的 Theil 指数看, 休闲娱乐的区域差异最大, 其次为餐饮服务和购物服务, 三大细分业态 Theil 指数分别从 2019 年的 0.490、0.480、0.386 下降为 2023 年的 0.371、0.364、0.258, 幅度分别下降 32.1%、31.9%、49.6%, 可见, 购物服务网点的区域差异性缩小幅度最大。三大细分业态的差异组成也相似, 组间差距明显大于组内差异。

Table 3. Theil coefficient of Guangdong commercial POI from 2019 to 2023

表 3. 2019~2023 年广东商业 POI 的 Theil 系数

年份	类型	商业总体	餐饮服务	休闲娱乐	购物服务
2019	总体	0.417	0.480	0.490	0.386
	组间	0.299	0.351	0.349	0.275
	组内	0.117	0.130	0.141	0.112
2021	总体	0.337	0.398	0.426	0.300
	组间	0.245	0.292	0.311	0.215
	组内	0.092	0.106	0.115	0.085
2023	总体	0.297	0.364	0.371	0.258
	组间	0.213	0.265	0.269	0.180
	组内	0.085	0.098	0.101	0.078

### 3.3. 购物网点空间格局演变特征



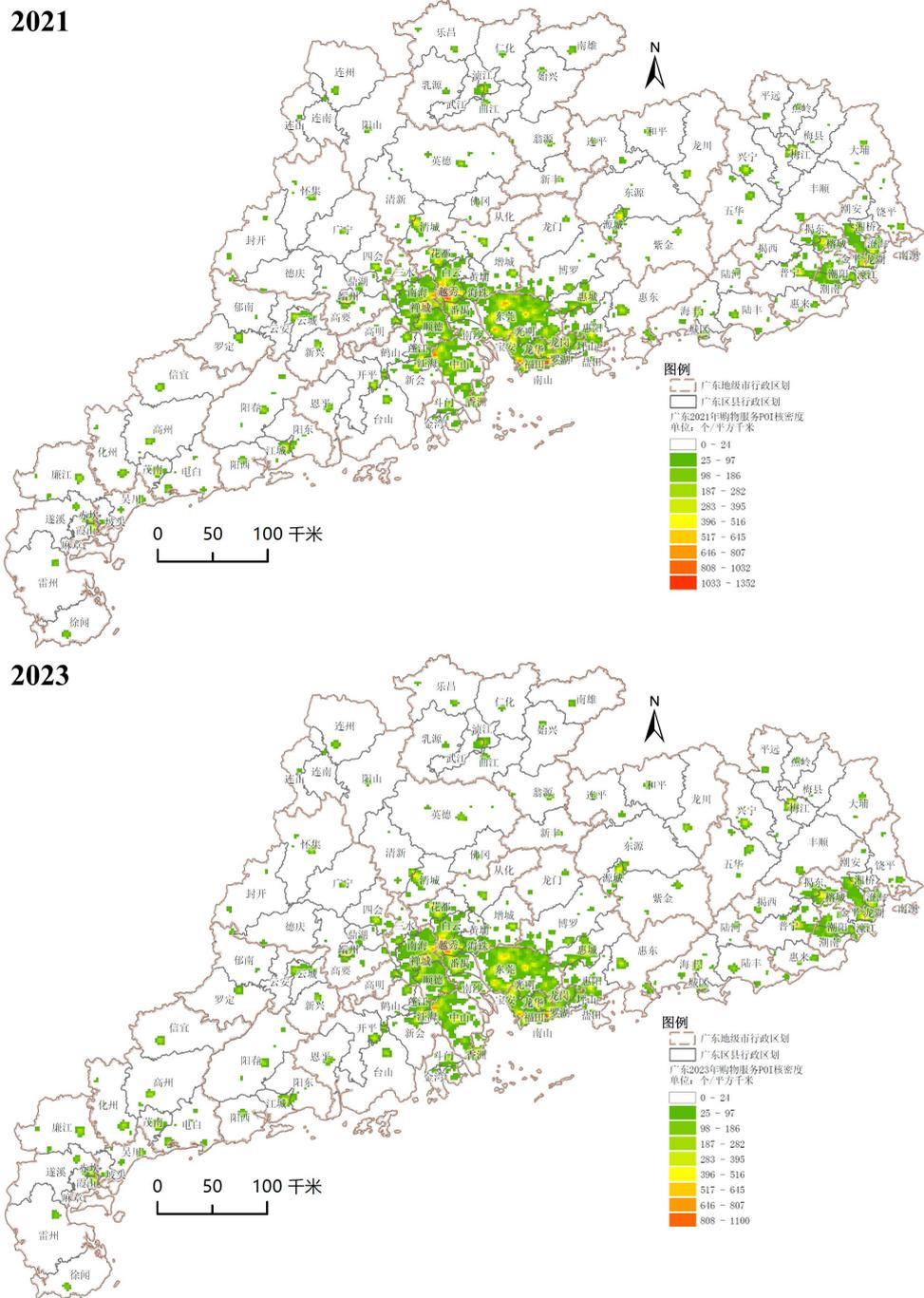


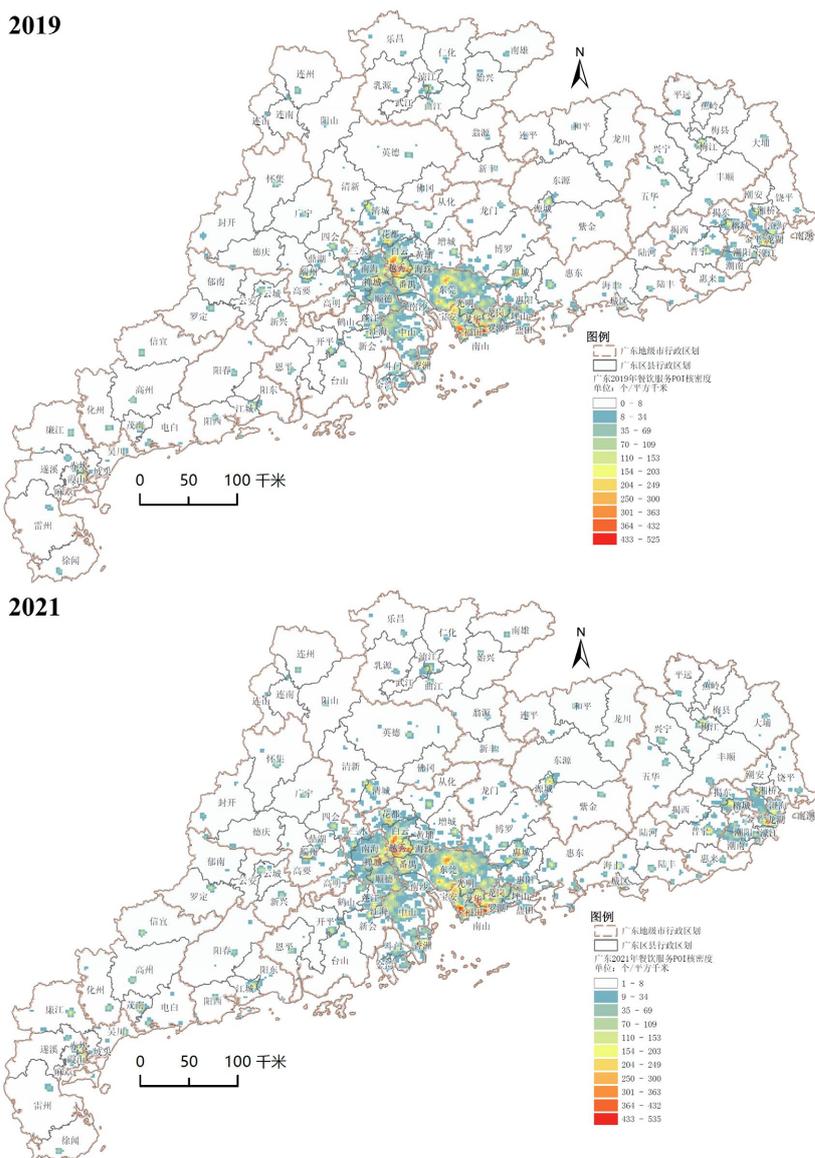
Figure 6. A kernel density graph of shopping service outlets in Guangdong province from 2019 to 2023  
图 6. 2019~2023 年广东省购物服务网点空间核密度图

从购物服务网点空间分布情况来看, 珠三角地区购物网点呈现多中心连绵网络状分布, 形成了以广州越秀 - 天河、深圳福田 - 罗湖为中心, 东莞莞城 - 东城、佛山禅城、中山石岐区等次中心的网络格局。此外, 潮汕地区也形成了小规模连绵状分布格局, 以揭阳的榕城、潮州的龙湖、汕头的澄海为中心向外围扩散的空间分布格局。广东省其他地区则形成了以县城中心城区为中心的点状集聚空间布局。从购物服务网点核密度分布演变情况来看, 2019~2021 年广东省购物服务网点核密度呈现明显下降趋势, 最高

密度从 2057 个/KM<sup>2</sup> 下降到 1352 个/KM<sup>2</sup>; 2021~2023 年广东省购物服务网点密度进一步下降, 最高密度从 1352 个/KM<sup>2</sup> 下降到 1100 个/KM<sup>2</sup>。可见, 2019~2023 年期间, 广东省购物服务网点空间集聚程度明显下降。

### 3.4. 餐饮服务空间格局演变特征

从餐饮服务空间分布来看, 珠三角地区范围内的餐饮服务网点密度明显高于其他区域, 形成了多中心连绵集聚区, 以广州越秀-天河、深圳福田-罗湖等地餐饮服务网点密度最高, 东莞莞城、佛山禅城等地餐饮服务网点密度次之。此外, 潮汕地区形成了一个次级连绵集聚区, 其他地区则形成了以县区中心城区为中心的点状集聚区。从餐饮服务网点核密度分布演变情况来看, 2019~2021 年广东省餐饮服务网点核密度变化不太明显, 略有上升, 最高密度从 525 个/KM<sup>2</sup> 上升到 535 个/KM<sup>2</sup>。2021~2023 年广东餐饮服务网点集聚程度有所下降, 最高密度从 535 个/KM<sup>2</sup> 下降到 393 个/KM<sup>2</sup>。可见, 2019~2023 年期间广东省餐饮服务网点集聚程度呈现上升后下降的演变特征。



2023

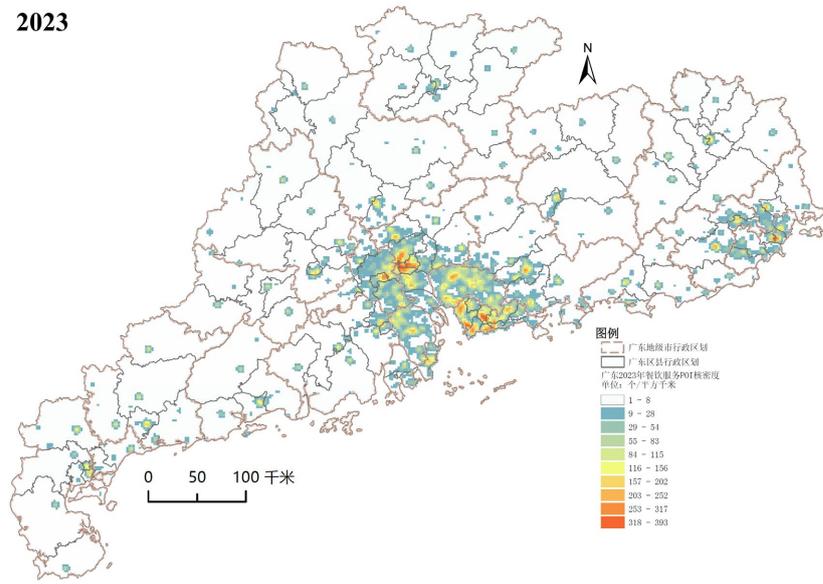
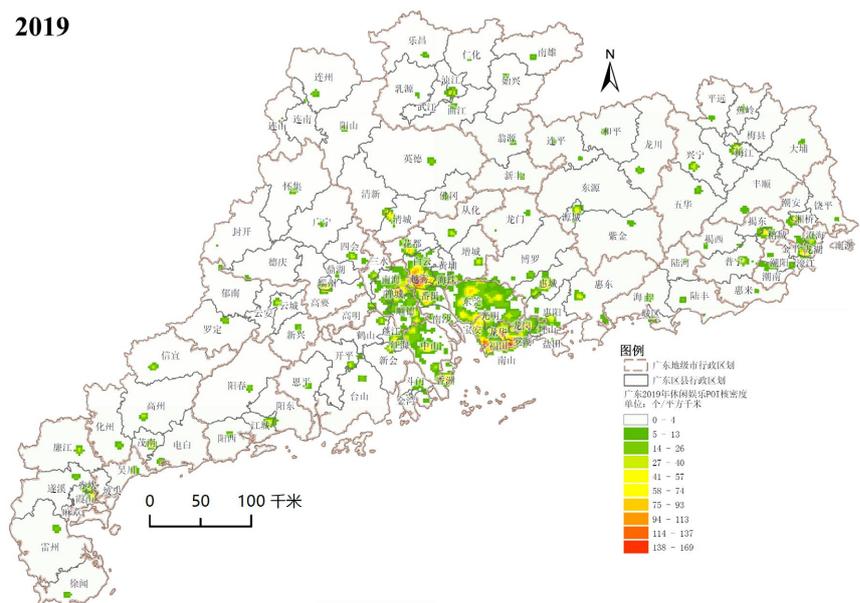


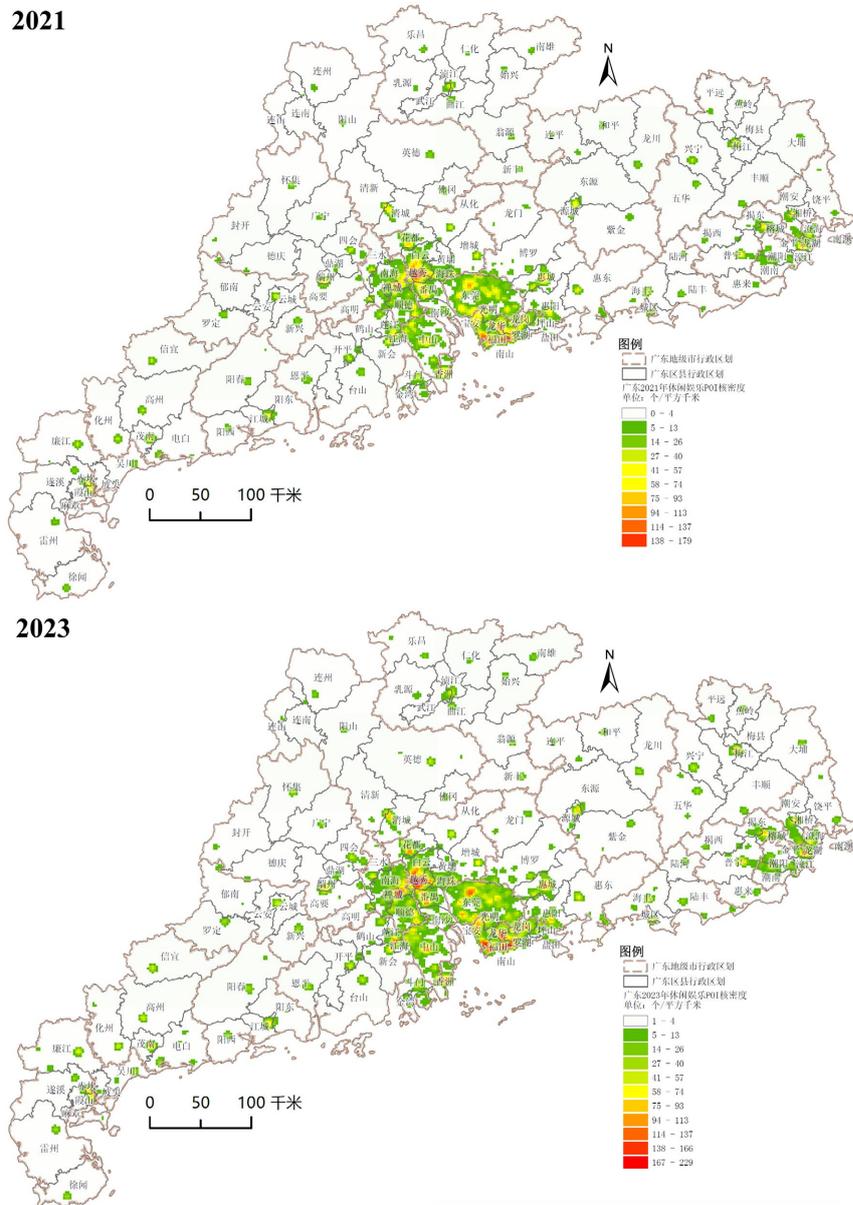
Figure 7. A kernel density graph of Catering service outlets in Guangdong province from 2019 to 2023  
图 7. 2019~2023 年广东省餐饮服务网点空间核密度图

### 3.5. 休闲娱乐空间格局演变特征

从休闲娱乐网点空间布局来看,珠三角休闲娱乐网点呈多中心连绵网络状分布,以广州越秀-天河、深圳福田-罗湖等区域形成了最高密度集聚区。东莞莞城、佛山禅城等地区形成了次级集聚区。此外,潮汕地区的休闲娱乐网点也形成了若干集聚区连接区域,其他地区形成了以县区中心城区为中心的点状集聚区。从休闲娱乐网点空间布局演变来看,2019~2021年广东省休闲娱乐网点核密度有所上升,但增幅不大,最高密度从2019年的169个/KM<sup>2</sup>上升到2021年的179个/KM<sup>2</sup>。2021~2023年广东省休闲娱乐网点密度上升明显,最高密度从179个/KM<sup>2</sup>上升到393个/KM<sup>2</sup>,增加了1.2倍。可见,在2019~2023年期间广东省休闲娱乐网点空间集聚程度明显提升。

2019





**Figure 8.** A kernel density graph of leisure and entertainment outlets in Guangdong province from 2019 to 2023  
**图 8.** 2019~2023 年广东省休闲娱乐网点空间核密度图

#### 4. 基于可解释机器学习方法商业影响因素分析

一般而言, 城市商业业态发展跟经济发展水平、人口规模、居民购买力等因素明确相关[12], 参照已有研究[13], 除了从各城市统计年鉴获取 2019 和 2023 年各城市的人均 GDP、人均消费支出、人口规模、人口密度等常规统计数据, 同时将工业总产值、旅游人数、快递快件数等指标纳入自变量(见表 4), 采用随机森林机器学习模型并采用 SHAP 方法分析影响因素的时空差异和非线性特征。商业业态门店作为城市商业服务设施, 除了受到城市经济发展水平、人口规模、人口密度、人均消费水平等因素影响, 也可能受到城市旅客等外来购买力的影响, 因此, 将“旅游人口”纳入自变量。近年来, 在突发公共卫生事件、数字技术加快推广应用等因素影响下, 实体商业加速数字化转型步伐, 网络购物等商业新业态加快

发展, 一些城市网络购物发达, 销售的商品不但服务于本地居民, 而且通过物流配送发往更加广阔的消费市场, 与此同时, 本地居民也可以通过网络购物来满足自身消费需求, 因此选取“快递快件数”来表征城市供应链及物流配套水平, 侧面反映城市网络购物的发展水平。城市工业发展水平对城市的商品供给水平有重要影响, 故选取“工业总产值”来表征城市商品供给水平。

**Table 4.** Statistical description of variables

**表 4.** 变量统计描述

变量	单位	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
商业总体	个	42	183377.8	175493.1	41,902	692,954
餐饮服务	个	42	50869.19	53670.26	9303	189,714
休闲娱乐	个	42	18443.60	20119.69	2755	80,924
购物服务	个	42	114065.00	103818.20	28,946	445,975
人均消费支出	元	42	25338.86	9934.68	14,882	44792.9
工业总产值	亿元	42	7787.03	10842.79	542.68	46259.43
PGDP	元	42	76848.12	47388.81	27,096	203,489
人口规模	万人	42	575.65	406.28	202.37	1873.41
人口密度	万人/平方千米	42	1340.86	1556.87	165	6728
旅游人数	万人次	42	1748.77	1625.01	167.75	6773.13
快递规模	万件	42	111766.60	209994.80	861.1	1,013,081

采用随机森林和 SHAP 方法计算 2019 年、2023 年两年汇总数据得到结果(见图 9)显示, 所有变量的 SHAP 均值均为正值, 表明这些变量对促进商业及细分业态均有正向促进作用, 但不同变量的均值差异较大, 表现出明显的差异性。各变量对商业总体的影响程度按各变量的 SHAP 均值从大到小依次为: 工业总产值、人均 GDP、人口规模、人均消费支出、快递快件数、人口密度、旅游人数。2019~2023 年间广东商业总体受工业总产值、人均 GDP、人口规模、人均消费支出、快递快件数等因素影响较为明显, 人口密度、旅游人数等因素影响较弱。从细分业态来看, 购物服务的影响程度按各变量的 SHAP 均值排在前五位依次是工业总产值、人均 GDP、人口规模、人均消费支出、快递快件数, 可见, 购物服务不但受城市工业发展水平、经济发展水平、人口规模及人均消费水平影响较大, 也受到城市供应链及物流配套水平的影响。餐饮服务的影响程度按各变量的 SHAP 均值排在前四位依次是人口规模、人均 GDP、人均消费支出、工业总产值, 可见, 餐饮服务更多地受本地人口规模因素影响更多, 经济发展水平、人均消费水平、供应链和物流配送水平等因素次之。休闲娱乐的影响程度按各变量的 SHAP 均值排在前四位依次是人均消费支出、人口规模、工业总产值、人均 GDP, 其中人均消费支出影响最为突出, 可见休闲娱乐的消费系数弹性较大, 更多受居民人均消费水平的影响, 人口规模及经济发展水平等因素影响次之。

进一步计算得到影响因素的 SHAP 值依赖图, 深入分析变量影响的非线性。图中的圆点表示样本, 曲线为样本变量值与对应 SHAP 值的拟合曲线(见图 10)。结果显示, 人均 GDP、人均消费支出、人口规模等变量与对应 SHAP 值呈现出较为近似的线性正相关关系, 其他变量的非线性特征较为明显。如, 工业总产值、人口密度、快递快件数等与对应 SHAP 值呈现对数函数关系, 随着变量值达到一定程度之后, 商业网点规模会接近“峰值”并不会进一步增长。而旅游人数与对应 SHAP 值则呈现另一种非线性关系, 当旅游人数达到一定的门槛值之后, 对各类商业网点的影响才显示处正相关关系特征。可见, 不同因素对商业总体及细分业态的影响呈现的相关性特征存在差异性。

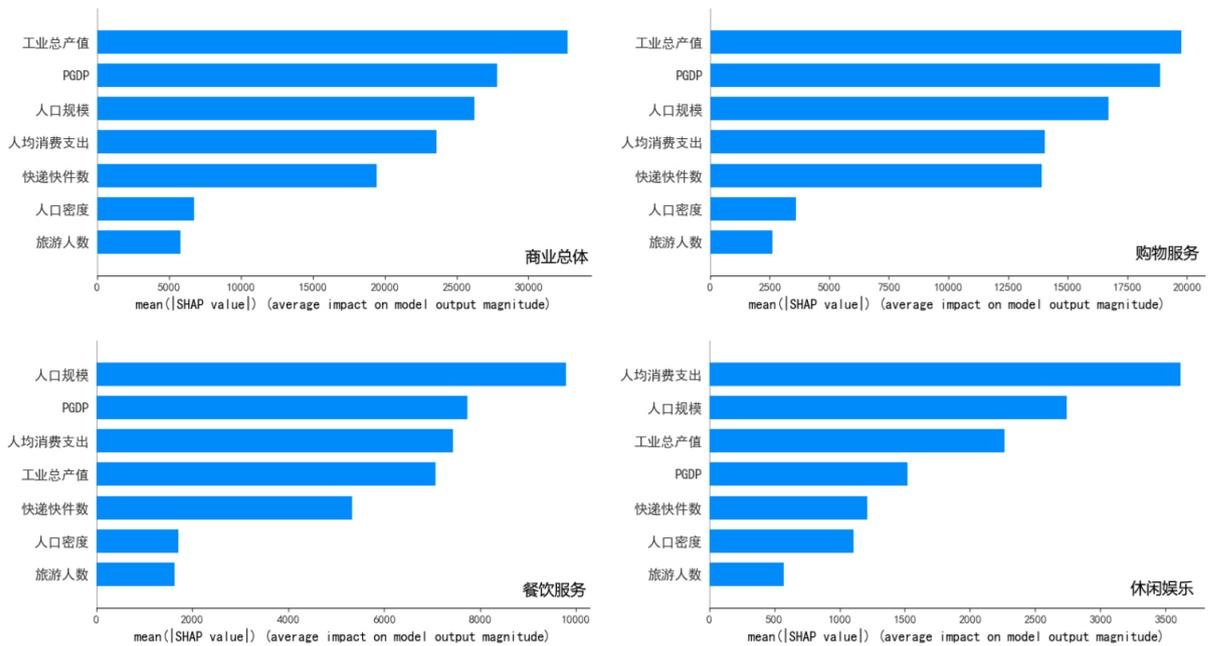


Figure 9. The diagram of importance of influencing factors based on SHAP method  
图 9. 基于 SHAP 方法的影响因素重要性示意图

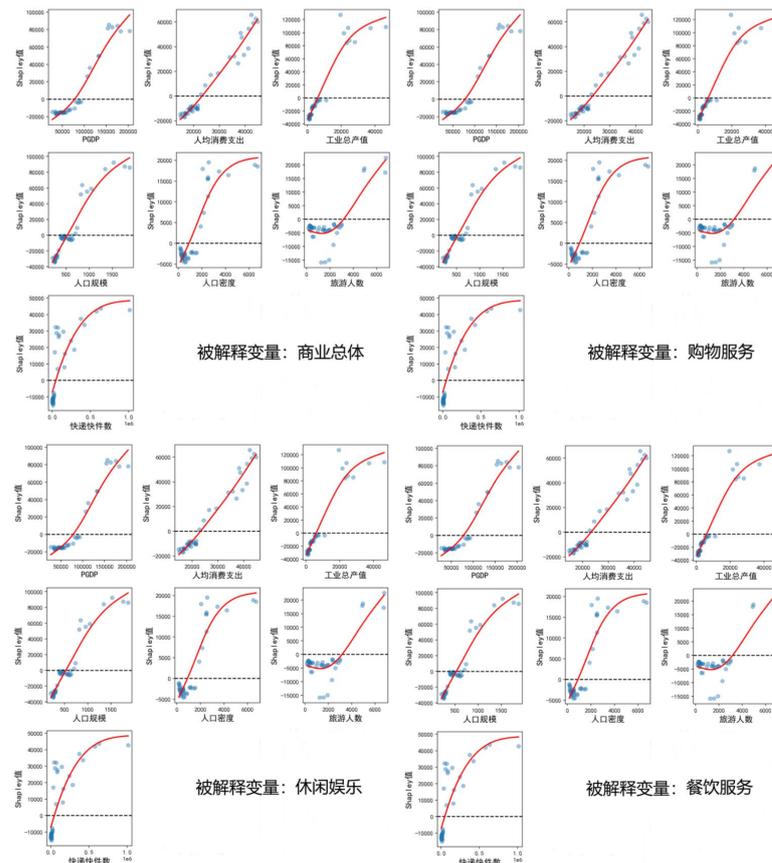


Figure 10. Dependence diagram of influencing factors based on SHAP method  
图 10. 基于 SHAP 方法的影响因素依赖图

## 5. 结论与讨论

### 5.1. 结论

本文基于 2019、2021、2023 年的 POI 数据, 以广东省为研究对象, 采用核密度估计法、Theil 指数、可解释机器学习模型等研究方法, 探讨 2019~2023 年期间, 商业业态空间分布发展格局变化, 分析不同商业业态的影响因素及作用机制。得出以下结论: (1) 从总体格局来看, 广东省商业空间布局呈现多中心空间发展格局。2019~2023 年期间, 广东省商业中心等级体系呈扁平化发展趋势。(2) 2019~2023 年期间, 广东省不同商业业态网点规模结构发生动态调整, 购物服务、餐饮服务网点规模呈现先升后降的发展特点, 休闲娱乐网点规模则呈现明显增长的特点。(3) 2019~2023 年期间, 广东省内不同区域商业及细分业态网点变化存在差异。总体而言, 粤东粤西粤北地区商业网点及购物服务、餐饮服务、休闲娱乐三类网点增速均高于珠三角地区, 区域商业设施发展水平差距有所缩小。(4) Theil 指数分析表明, 2019~2023 年期间, 广东省商业总体及三大细分业态网点数量的区域差异呈现缩小态势, 且组间差异大于组内差异。(5) 采用基于 SHAP 方法的可解释机器学习模型分析商业及细分业态的影响因素结果显示所有变量的 SHAP 均值均为正值, 表明人均 GDP、人口规模、人均消费支出、工业总产值、快递快件数、人口密度、旅游人数等变量对促进商业及细分业态均有正向促进作用, 但不同变量的均值差异较大, 表现出明显的差异性。进一步计算得到影响因素的 SHAP 值依赖图显示, 人均 GDP、人均消费支出、人口规模等变量与对应 SHAP 值呈现出较为近似的线性正相关关系, 其他变量的非线性特征较为明显。

### 5.2. 讨论

商业活动市场化程度高, 尤其是近年来突发公共卫生事件、数字技术推广应用等对商业活动产生重要影响, 商业领域变革加速, 商业新业态新模式不断涌现, 实体商业网点加速调整, 而传统的抽样统计调查时效性长、样本量少等存在局限性, 难以及时反映商业发展新特点。城市商业空间布局作为商业活动的空间载体, 运用 POI 数据的城市商业空间布局演变特征研究可以及时把握商业活动变化的空间响应趋势, 进而侧面反映城市商业活动发展新特征, 为城市决策者在制定城市商业网点规划、城市商圈发展规划等提供科学依据。首先, 商业 POI 数据可以识别城市商业中心区及其发展趋向, 准确把握一定时期内城市商业空间格局演变趋势, 有助于对一定时期城市商业规划成效进行评估, 提高政府及有关部门制定下一阶段城市商业网点规划的科学性。其次, 商业变革加剧, 运用 POI 数据可以及时观测到不同商业业态网点规模、结构变化趋势, 及时把握居民消费行为特征、实体商业业态与电商新业态的互动发展趋势, 有利于城市政策制定者调整经济发展政策及城市商业空间布局规划等提供参考。第三, 商业业态空间布局的影响因素多元且作用机制交织复杂, 并且在不同区域、不同时期影响程度也不同, 深化城市商业业态空间格局演变特征及其影响因素研究值得持续关注。

近年来, 我国实施扩内需、促消费的战略举措, 提振消费应顺应居民消费行为转变、商业业态结构动态调整的发展趋势, 更加侧重休闲娱乐等体验型商业网点的规划布局, 促进不同商业业态的融合发展, 满足人们多样化消费需求。顺应商业空间格局扁平化的趋势, 更加注重 15 分钟便民生活圈等社区型商业服务设施的规划布局。后续继续关注区域内商业业态的恢复, 关注受突发公共卫生事件影响较大的大城市商业活力恢复, 大力发展文商旅等体验式商业业态, 持续提升城市旅游吸引力, 扩大本地居民及国内外旅客消费市场规模。同时, 也要关注中小城市商业服务设施的规划布局, 积极鼓励县域商业空间规划发展, 避免不同规模城市或城乡之间商业服务设施水平差距扩大。粤东粤西粤北等地区商业网点规模基数小, 近年来与珠三角地区差距有所缩小, 后续应充分发挥地方旅游资源优势, 发展特色休闲旅游业、农村电商等商业服务设施, 继续缩小与珠三角地区的差距, 形成区域城乡协调可持续发展新格局, 进一

步挖掘城乡消费潜力, 持续扩大国内消费市场规模。

## 基金项目

本文得到广东省哲学社会科学规划 2022 年度一般项目“COVID-19 疫情影响下广东省商业业态时空变化及优化策略研究”(GD22CYJ05); 广州市人文社会科学重点研究基地“广州国家中心城市重点研究基地”项目资助。

## 参考文献

- [1] 陈蔚珊, 柳林, 梁育填. 基于 POI 数据的广州零售商业中心热点识别与业态集聚特征分析[J]. 地理研究, 2016, 35(4): 703-716.
- [2] 吴康敏, 张虹鸥, 王洋, 吴旗韬, 叶玉瑶. 广州市多类型商业中心识别与空间模式[J]. 地理科学进展, 2016, 35(8): 963-974.
- [3] 曹芳洁, 邢汉发, 侯东阳, 徐海滨, 孟媛, 郭旋. 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.
- [4] 薛冰, 肖骁, 李京忠, 姜璐, 谢潇. 基于 POI 大数据的城市零售业空间热点分析——以辽宁省沈阳市为例[J]. 经济地理, 2018, 38(5): 36-43.
- [5] 陈洪星, 杨德刚, 李江月, 武荣伟, 霍金炜. 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.
- [6] 拓星星, 汪建敏, 文琦. 基于百度地图的银川市商业空间布局特征及其优化研究[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 2016, 37(1): 94-98.
- [7] 张梦洁, 张恩嘉, 单卓然. 基于 POI 数据的武汉市多类型商业中心识别与集聚特征分析[J]. 南方建筑, 2019(2): 55-61.
- [8] 高岩辉, 杨晴青, 梁璐, 赵永宏. 基于 POI 数据的西安市零售业空间格局及影响因素研究[J]. 地理科学, 2020, 40(5): 710-719.
- [9] 李阳, 陈晓红. 哈尔滨市商业中心时空演变与空间集聚特征研究[J]. 地理研究, 2017, 36(7): 1377-1385.
- [10] 李伟, 黄正东. 基于 POI 的厦门城市商业空间结构与业态演变分析[J]. 现代城市研究, 2018(4): 56-65.
- [11] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 《零售业态分类》(GB/T1806-2004) (国标委标批函[2004]102号) [EB/OL]. [http://www.mofcom.gov.cn/zcfb/gnmygl/art/2004/art\\_082811ab9e144c088b63ced6a08dfcd9.html](http://www.mofcom.gov.cn/zcfb/gnmygl/art/2004/art_082811ab9e144c088b63ced6a08dfcd9.html), 2004-08-09.
- [12] 杨小林. 分工理论视角下商业集聚与零售业态多样性研究[J]. 商业时代, 2012(04): 16-17.
- [13] 吴雪琴, 胡伟平, 巫细波. 空间关联视角下广州市餐饮业空间分布特征及影响因素研究[J]. 地球信息科学学报, 2023, 25(11): 2232-2248.