

钟雨妮, 罗震东, 乔艺波. 大都市数字化日常消费的时空特征——以杭州市外卖 O2O 消费为例 [J]. 地理科学, 2024, 44(10): 1747-1757. [Zhong Yuni, Luo Zhendong, Qiao Yibo. Research on the spatio-temporal characteristics of metropolitan digital daily consumption with evidence from Hangzhou takeaway consumption. Scientia Geographica Sinica, 2024, 44(10): 1747-1757.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.20230374

大都市数字化日常消费的时空特征

——以杭州市外卖 O2O 消费为例

钟雨妮¹, 罗震东^{2,3}, 乔艺波^{2,3}

(1. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871; 2. 南京大学建筑与城市规划学院, 江苏 南京 210093; 3. 南京大学空间规划研究中心, 江苏 南京 210093)

摘要: 移动互联网的普及催生了以外卖 O2O 消费为代表的数字化消费模式, 日常消费供给与需求的时空格局正在发生变革。以杭州市主城区外卖 O2O 消费为研究对象, 基于高精度的消费数据, 运用数理统计、核密度空间分析及可视化方法, 刻画大都市数字化日常消费单日内高峰时段的时空特征, 并对供给与需求的时空特征进行关联性分析。研究发现, ① 大都市数字化日常消费存在午、晚两个高峰, 午高峰的规模更大、瞬时变化率更高。② 需求空间在数字化日常消费高峰时期呈现显著的集聚态势, 午高峰的空间集聚度较晚高峰高, 且空间范围更小、边界更清晰; 需求空间用地类型由单一的生产性服务用地转为居住、生产和文教等多元用地。③ 供给空间高密度集聚形成多中心格局, 供给空间分布与传统商业空间格局总体一致, 局部存在差异——关键供给中心多数与社区级商圈重叠, 少量位于非商业空间。④ 数字化日常消费形成午晚高峰错位和供需高峰错位两个特征: 客观环境的时空约束影响潜在消费者决策, 导致午晚高峰错位; 数字时代店铺仍旧受集聚效应支配形成多中心格局, 骑行配送拓宽供给中心的服务半径, 扩大消费与供给的地理不邻近, 从而形成供需高峰错位。

关键词: 外卖 O2O; 数字经济; 日常消费; 供需分析; 杭州

中图分类号: F129.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2024)10-1747-11

移动互联网时代数字化应用的普及使得消费行为的重心日益从实体空间向虚拟空间转移, 以到店消费为主要模式的传统消费行为逐渐被颠覆, 消费过程的时空压缩特征日益明显。外卖 O2O (Online To Offline) 消费是典型的数字化消费模式之一, 对大都市居民的日常生活和城市空间有着深刻影响。一方面, 数字化日常消费各个环节的时空成本显著降低, 在激发需求的同时使供给更为高效, 重塑日常消费地理格局^[1]。另一方面, 数字化消费过程仍然依赖外卖配送, “移动即服务” (Mobility as a Service^[2]) 的新型服务方式对大都市内的基础设施和日常治理均提出了新的挑战, 城市商业空间规划与治理体系亟需做出相应调整。基于数字化日常消费的时空特征研究不仅有助于学界深入理解移动互联网

时代的消费地理格局, 也能够为城市空间规划与治理体系变革提供政策建议。

需求与供给是消费过程中的关键环节, 两要素间互为影响, 相互依存。商业地理学与消费地理学的核心思想即是基于需求与供给的辩证分析发展而来。零售业区位论认为决定零售商选址的因子有需求市场、空间交通成本和竞争关系^[3]。克利斯泰勒中心地理论^[4]、贝利的成立阈人口概念^[5]以及聚集效应理论等均详细阐明了影响零售商业空间分布的影响因素。商业空间结构方面, 学者构建商业地域结构模型与地价模型^[6]。具体指: 越接近商业中心, 商店的服务职能等级、付租能力以及销量越高。因此, 服务日常消费的商业类型 (如餐馆、饮料店、日用品店等) 由于服务职能等级低、支付地价能力有

收稿日期: 2023-04-09; 修订日期: 2023-08-11

基金项目: 国家自然科学基金项目 (52378059) 资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (52378059).]

作者简介: 钟雨妮 (1997—), 女, 四川成都人, 博士研究生, 主要从事平台经济与城市地理研究。E-mail: yuni_zhong@163.com

通信作者: 罗震东。E-mail: zhendongl@sina.com

限,将被排斥到都市级中心地的边缘,集中在低层级的社区级中心,或在外围更分散地分布。数字化经济,尤其是外卖 O2O 消费并没有超越需求与供给的一般规律,但其消费空间的分布规律相较于传统消费空间出现明显变化。首先,外卖 O2O 使商业区的供给范围主要取决于线下配送的能力与效率,那么区位论下的需求市场和交通成本因素的影响将大大削弱。其次,平台对于需求和供给的对接,大大削弱了传统的实体区位优势,使得外卖店铺具有更多元、灵活的选址可能。最后,外卖店铺的集聚空间虽然存在显著的规模差异,但并不存在等级体系,线下配送能力和效率决定了店铺集聚空间的服务范围。

针对上述推论,学界分别从供给和需求的视角展开对数字化消费商业空间的实证研究。聚焦供给侧的文献主要探究分布格局及其影响因素。分布格局方面,研究发现外卖商业空间具有多核心分布的空间特征,在一定程度上与传统实体商业空间相互重叠^[7-9],但同时也一定范围内形成新的集聚中心^[10-12]。影响因素方面,人口规模、消费者受教育水平、信息化程度、信息基础设施、平台规则等均是影响数字化消费商业空间分布的要素^[13-14]。聚焦需求侧的文献主要研究数字化消费行为的影响因素,典型如对成都^[15]、广州^[16-17]、南京^[18]等城市的问卷调查与实证分析。这些研究基于问卷调查数据,探索影响数字化购物频次的主要因素。研究发现个人属性、经济条件、居住环境、基础设施等客观因素是影响数字化购物频次的重要因子,而节约成本、时间敏感、网购认知评价等主观因素也会对消费行为决策产生一定影响。

综上,现有研究对移动互联网时代的商业及消费地理格局进行了有益探索,但仍存在以下问题。第一,基于供给的研究以描述外卖店铺的静态地理空间分布为主,无法揭示供给时空特征,进而无法明确外卖商业中心的服务规模等级;第二,有关消费的研究虽然关注时空要素,但大多数依赖于被调查者的回忆和主观判断,调查问卷的时效性和精确度均不理想^[19];第三,供给与需求视角的分隔无法同时展现消费与供给的相对空间分布格局,不利于直观揭示供需的互动关系,进而难以推知分布规律

和空间结构。基于大都市数字化日常消费的时空特征研究有助于回答上述问题。本文尝试利用饿了么平台提供的杭州市单日外卖 O2O 消费数据,以订单流量为分析基础,分别从供给与需求视角对外卖 O2O 消费的时空特征开展实证分析,进而对供给与需求进行关联性分析,揭示供给与需求之间的时空互动关系。本研究不仅对大都市数字化消费的供给与需求进行精度更高、视角更全的定量刻画,同时能够深入分析供给与需求的空间布局逻辑,为面向数字经济的商业空间规划与公共政策制定提供决策参考。

1 研究对象、数据来源与研究方法

1.1 研究对象与数据来源

研究选取杭州市主城区作为研究对象,其中包括上城区、下城区、拱墅区、滨江区、江干区和西湖区^①。一方面,杭州市的外卖 O2O 服务业发展水平在国内居于前列^②,其中主城区是外卖经济最为活跃的区域;另一方面,杭州主城区内建有大量高密度开发的商务办公区和配套齐全的新型产业园区,吸引了大量第三产业从业者,这些从业者是外卖消费的主力军。因此,杭州市主城区是研究外卖供给与需求特征的典型研究对象。

研究数据是阿里研究院新服务研究中心(aliresearch.com)提供的饿了么外卖消费数据。饿了么外卖平台是数字化日常消费的主要平台之一,数据为杭州市主城区 2020 年 3 月 25 日全天的饿了么外卖 O2O 消费订单数据。所有数据均已作匿名化处理,不包含消费者个体属性信息。数据字段内容包括:订单编号、订单时间(精确到分钟)、店铺经纬度、目的地经纬度以及店铺类型等。在保证每个消费订单的店铺与目的地位置都在杭州市主城区范围内的前提下,研究筛选了直线距离为 0 km 和 >10 km 的异常订单,最终的数据集包含 311 982 条有效消费数据。

相比于传统调查问卷数据以及网络爬取数据,本文的研究数据具有明显优势。第一,从时间字段属性来看,基于平台实时记录的消费数据的时间精度明显更高,精准的时间戳和地理信息有助于提高

① 杭州市于 2021 年进行行政区划调整。本研究为了与数据时间一致,仍采用 2020 年主城区划定范围,包括西湖区、下城区、上城区、滨江区、江干区与拱墅区。

② 根据美团发布的《2021 年外卖新势力城市榜单》,杭州的外卖用户活跃度排名全国第 8(<https://www.dsb.cn/169753.html> [2023-03-22])。

消费时空行为研究的分析精度,支持科学化、人本化的空间决策^[20];第二,消费数据中的店铺与目的地的地理坐标可以准确地描述供给与需求的详细地理位置;第三,每个消费订单的店铺和目的地数据均成对记录,因此能够为分析同时段的供给与需求提供数据支撑。

1.2 研究思路与方法

对消费订单流量进行分析,发现大都市数字化日常消费在一天内存在两个显著的、但流量差距较大的高峰,即午高峰和晚高峰。两个时段既存在相似性也存在差异性。分析相似性,有助于总结大都市数字化日常消费的典型特征;探讨差异性,则有利于揭示消费时空变化的深层逻辑。因此,本文在时间上选取午高峰与晚高峰两个典型时段,分别对供给与需求的时空分布与形态特征进行分析。研究进一步对供给与需求开展关联性分析,探究供给与需求的互动关系与时空逻辑。

在午高峰与晚高峰时段的选取上,为便于分析并保证变量的一致性,选择午高峰内的 11:00—12:00 与晚高峰内的 18:00—19:00 作为分析时段(下文中“午高峰 11:00—12:00 时段”均由“午高峰小时”指代,“晚高峰 18:00—19:00 时段”均由“晚高峰小时”指代)。消费订单数量是能直观反映供给能力和需求规模的流量数据。研究以分钟为统计单元将消费订单进行加总,并转化为相对于 1 d 总单量

的千分比,得到整日需求量时间分布。以消费订单中的店铺地理位置为空间点进行单量加总,表征供给空间。以消费订单中的目的地的地理位置为空间点进行单量加总,表征需求空间。采用空间核密度计算与 ArcGIS 核密度可视化方法分析供给和需求的时空分布特征,采用 ArcScene 3D 可视化方法分析供给与需求的形态特征。

2 大都市数字化日常消费需求的时空特征

2.1 消费需求的潮汐时变

从消费需求量的时间统计来看,杭州市的日常消费需求具有显著的潮汐时变特征,午、晚时段需求集聚,呈现双驼峰形态(图 1)。需求量统计显示,午高峰的驼峰更陡峭,晚高峰则相对平缓。午高峰小时的需求量波动变化趋势较晚高峰更显著,波动幅度也更为剧烈。从数量上看,午高峰小时每分钟平均单量约为晚高峰小时的 2.43 倍,午高峰小时内最大需求量为晚高峰小时的 2.83 倍。从时变趋势看,午高峰瞬时变化显著大于晚高峰瞬时变化。综上,午高峰相较晚高峰在更短的时段内有着更大的消费需求且波动剧烈,也即午高峰的时间集聚度高且时变特征明显。

2.2 消费需求的时空特征

消费需求在空间分布上呈现出明显的集聚特

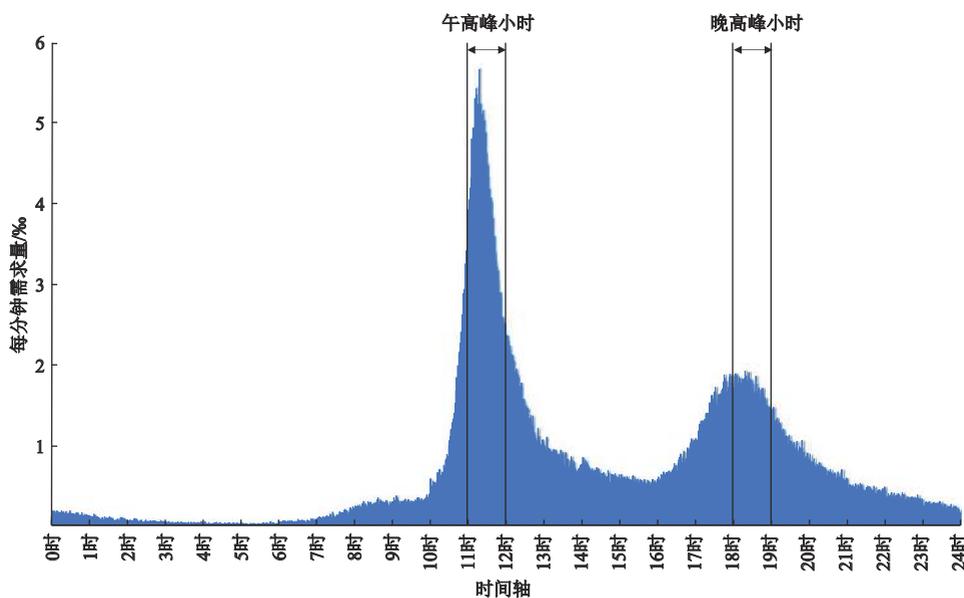


图 1 消费订单时间分布

Fig.1 Time distribution of takeaway orders

征,午高峰小时与晚高峰小时消费需求的空间性质存在显著差异(图2)。午高峰小时需求空间呈多核分散的分布特征。统计分析所有像元栅格输出的核密度值,最高值是平均值的36倍有余,标准差是平均值的2倍,说明需求空间在午高峰小时的核密度差异极大且高核密度值空间极少,绝大多数空间核密度低。分析需求空间的用地性质,主要为年轻人大规模集聚的生产性服务业空间,尤其是研发设计服务、信息服务以及电子商务支持服务^①类产业用地内。空间载体主要有两种类型:一类主要为创新创业和科技园区,以滨兴和下沙片区为代表。滨兴与下沙片区内分布着连片的创业科技园,众多头部企业、独角兽企业以及大量创新企业、孵化项目入驻,形成了高科技、创意产业集群,创新创业人才密度较高,数字化日常消费需求规模巨大。另一类主要是高密度开发的商务办公地块,以翠苑、钱江新城片区为典型。这类空间的用地混合度更高,以高层商厦、写字楼为主。

相比于午高峰小时,晚高峰小时的需求空间呈组团连片分布特征。统计分析所有像元栅格输出的核密度值,最高值是平均值的23倍,标准差接近平均值的2倍。对比午高峰小时,最高像元值显著降低,虽然晚高峰小时内需求空间的核密度差异大,集聚现象明显,但相对午高峰小时则更加分散。分析需求空间的用地性质看,主要为居住、生产性服务业以及文教用地。其中,居住空间类型以城中村、

“农转居”拆迁安置房以及商住公寓为主;生产服务业空间类型以电商产业园、创意园以及直播电商大厦为主;文教空间类型以高等、职业院校为主。

需求空间的形态特征反映需求规模(图3),是对需求空间分布特征的有效补充。通过3D可视化分析可以看到,午高峰小时的需求形态呈现高峰快衰减的特征。峰值高反映午高峰小时的需求规模大,其中翠苑片区需求规模最大。快衰减表明需求的空间集聚特征显著,在需求核心一定距离以外将快速减少。以片区内核密度最高点下降到高低核密度交界^②值600为标准,翠苑片区、下沙片区、滨兴片区和钱江新城片区的最高核密度点位到交界点的衰减斜率分别为5.23、6.35、4.49和3.22,下沙的衰减斜率最高。

晚高峰小时的需求空间形态表现为低峰慢衰减特征。峰值高度显著低于午高峰,分布上虽然仍有明显集聚特征,但需求规模远小于午高峰小时。晚高峰小时内需求规模最大的高沙片区仅为午高峰需求规模最大的翠苑片区的0.27倍。慢衰减表现为需求量从核心向外缓慢下降的特征,分布范围较广。以核密度最高点下降到高低核密度交界值200为标准,高沙片区、翠苑片区、滨兴片区和三墩片区的最高核密度点位到交界点的衰减斜率分别为1.59、1.26、0.85和0.79。对比午高峰小时,晚高峰小时衰减斜率大幅变小。

对比两个高峰小时的空间特征,得到以下结论:

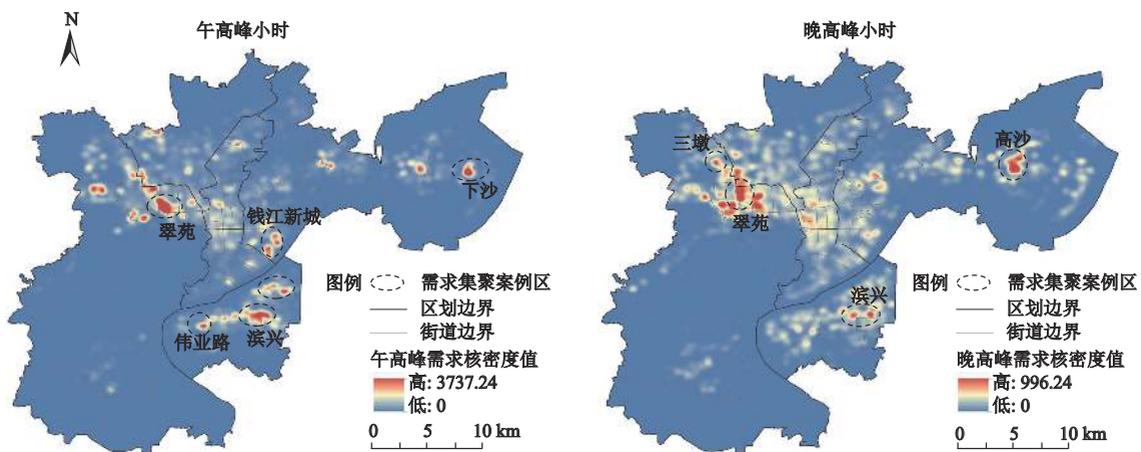


图2 午高峰小时与晚高峰小时需求空间的分布特征

Fig.2 Distribution of takeaway demanding space in noon peak hour and evening peak hour

① 划分依据见:《国民经济行业分类》(GB/T 4754-2017),《生产性服务业统计分类(2019)》(http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-09/05/content_5427530.htm [2023-03-22])。

② 需求空间的高低核密度交界范围为图示中黄色与蓝色的交界范围。

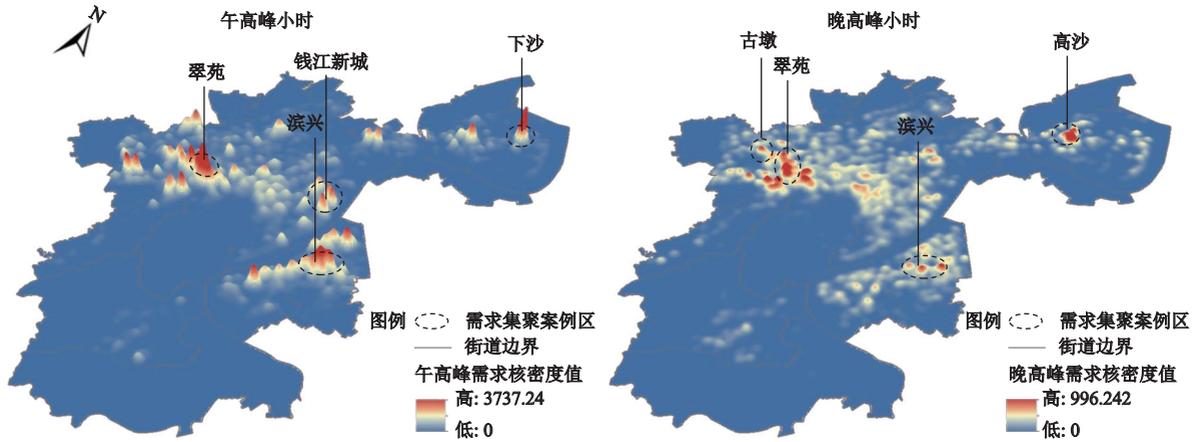


图3 午高峰小时与晚高峰小时需求空间的形态特征

Fig.3 Morphology of takeaway demanding space in noon peak hour and evening peak hour

午高峰小时需求规模大, 空间范围小, 边界分明, 主要分布于生产性服务业用地, 空间载体以产业园区和高密度开发的商务办公区为主; 而晚高峰小时需求规模小, 空间范围明显拓宽, 边界模糊, 用地类型以居住用地为主。午、晚高峰需求空间用地性质的显著差异表明: 第一, 大都市数字化日常消费空间的多元化; 第二, 需求时空特征与大都市消费者的时空分布规律基本一致——午间消费需求基本发生在工作空间, 而晚间消费需求基本发生在居住空间。

3 大都市数字化日常消费供给的时空特征

3.1 消费供给的时空特征

消费供给同样呈现显著的集聚特征, 午高峰小时和晚高峰小时的供给空间均呈现多核分散的分布

特征(图 4)。供给空间的集聚程度反映空间的供给能力。对比分析可见, 部分消费供给空间在两个高峰时段均呈现显著集聚态势, 持续保持较高的供给流量, 在服务等级上处于中心地位。这类消费供给空间部分位于社区级商圈, 典型如西湖区的华星时代广场、拱墅区的拱墅万达和江干区的天虹购物中心等。部分位于非商业用地内部, 形成“外卖工厂”^[10-12], 典型如滨江区的文苑大厦以及江干区的高沙小区。

由于消费需求午、晚存在明显的空间差异, 消费供给空间也呈现动态消涨特征, 也即并非所有供给空间都在午、晚高峰时段保持供给。部分供给空间在晚高峰小时集聚范围扩大, 集聚供给空间拓展, 如位于居住区用地内的江干区九堡家苑和位于社区级商圈范围内的西湖区西城年华。反之, 部分供给

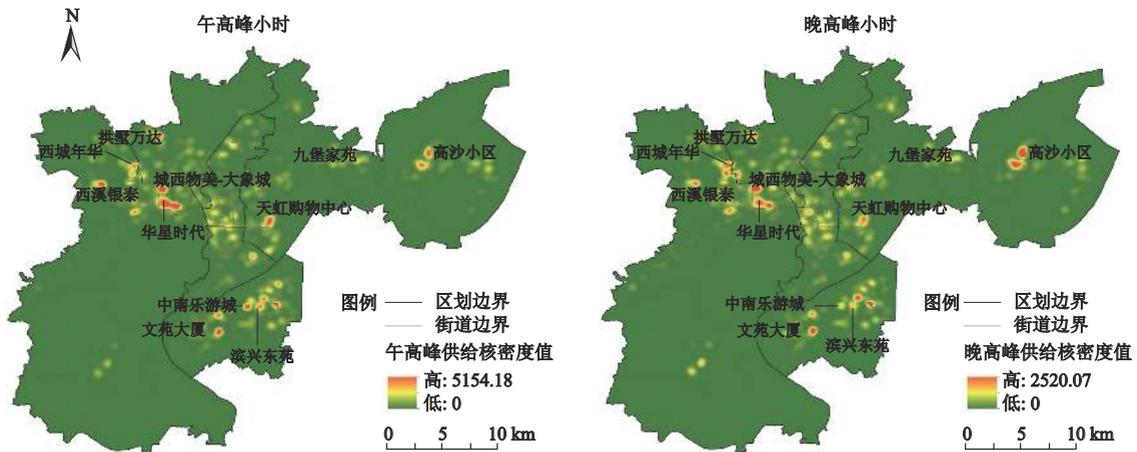


图4 午高峰小时与晚高峰小时供给空间的分布特征

Fig.4 Distribution of takeaway supplying space in noon peak hour and evening peak hour

空间在晚高峰出现明显集聚减弱,供给流量相对其他核心处于低位,服务等级下降,如位于居住用地范围内的滨江区滨兴东苑和位于社区级商圈范围内的中南乐游城。由此可见,消费供给空间在午晚高峰小时持续集聚范围的变动,并不取决于供给空间的用地类型,更多与消费需求的规模与分布有关。

供给空间的形态特征反映供给规模(图5)。午高峰小时的供给集聚空间同样呈现高峰快衰减的特征。高峰值说明午高峰的供给流量大,快衰减表明空间集聚特征显著,在供给核心一定距离外将快速减少。以核密度交界^①值 1800 为标准,城西物美-大象城、高沙小区、文苑大厦和龙湖滨江天街的最高核密度点到交界值的衰减斜率分别为 11.2、7.5、9.0 和 5.5。可见供给空间的衰减斜率远高于需求空间的衰减斜率,快衰减特征明显,但数值差异较大。

晚高峰小时的供给空间则呈现低峰快衰减的特征。低峰值表明晚高峰的供给流量相对减少,快衰减意味着消费供给空间的集聚范围通常不大。以高低核密度交界值 900 为标准,城西物美-大象城、高沙小区、文苑大厦和龙湖滨江天街的最高核密度点位到交界值的衰减斜率分别为 5.1、4.4、3.2 和 2.2。由于晚高峰小时的最高核密度点位到边界的最短距离并未明显扩大、供给空间的衰减斜率远高于需求空间的衰减斜率,因此依然呈现快衰减特征。

3.2 与传统商业中心的交叠与错位

基于全天订单量进行核密度计算与可视化,并

与杭州市主城区内商业空间等级体系与分布^[21]进行对比分析,发现数字化日常消费供给空间与城市商业空间分布格局较为一致,但高密度供给核心主要与社区级商圈交叠,与市级及更高等级商圈的交叠程度不明显。以自然断点法把供给空间核密度值分为 5 类,以最高一级的核密度区间作为关键供给中心的衡量指标,得到杭州市主城区内共有 19 个关键供给中心。其中与都市级商圈交叠的仅 1 个,与区域级商圈交叠的仅 2 个,与社区级商圈交叠的则有 9 个。另外,所有社区级商圈均是外卖关键供给中心。可见,社区级商圈是数字化日常消费的重要供给空间,与传统线下日常消费的空间场景基本一致^[22]。由此,传统商业区的区位因素依然发挥作用。

该结论与既有研究结论有差异。学者通过对广州^[8]、长春^[9]、上海^[12]的实证,对比了外卖店铺与实体店铺的空间分布格局,得出外卖商业空间偏离商业中心、向外围扩散的特征,进而认为传统商业中心的区位因素被削减。这些研究忽略了传统商业中心本身存在等级结构。外卖店铺主要服务日常消费,需要与社区级实体商业空间进行对比,都市级商圈和区域级商圈应排除在比较范围之外。而就社区级传统商业中心而言,区位因素的削弱并不显著。

除传统商圈以外还存在的 5 个关键供给中心,标志数字化日常消费下新商业空间的诞生。它们不与任何商圈或规划商业空间交叠,主要分布在居住、商务办公以及产业园区等用地中。典型如属于居住

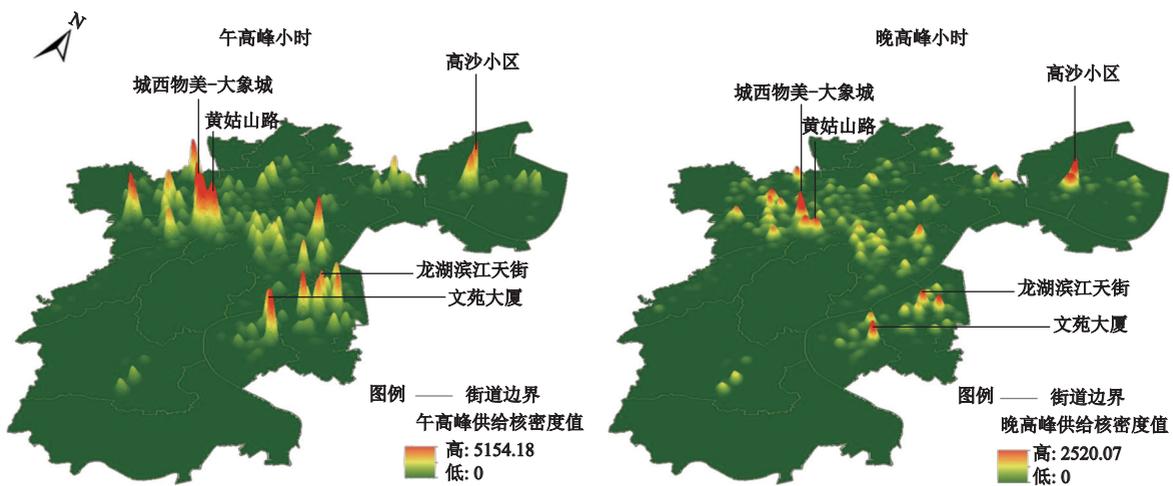


图 5 午高峰小时与晚高峰小时供给空间的形态特征

Fig.5 Morphology of takeaway supplying space in noon peak hour and evening peak hour

① 供给空间的高低核密度交界范围为图示中黄色与绿色的交界范围。

用地属性的高沙小区、商务用地性质的滨江区文苑大厦、产业园区用地的黄姑山路供给中心。这些空间不存在于传统商业用地的等级体系,但已然成为数字化日常消费的主要供给空间之一,并具有和社区级商圈一样的大规模供应能力,属于移动互联网时代涌现的新社区商业空间。

4 大都市数字化日常消费需求与供给的关联分析

总结午晚高峰-供需空间的时空特征,得到大都市数字化日常消费的时空差异,本文将其概括为两种错位,即午晚高峰错位与供需高峰错位。

4.1 午晚高峰错位的时空逻辑

午晚高峰错位具体指午间与晚间订单总量高低、时变陡缓以及空间分布有差异的现象。在日常消费中,餐饮需求所占比重高且数字化程度高,因此数字化日常消费的时空规律与大都市消费者的餐饮时空规律基本一致。假设同一潜在消费群体午、晚用餐的需求均等,且其他类型的数字化消费在一天内随机分布,那么数字化日常消费的需求总量和时间密度在午、晚高峰时段应该差距不大。然而,从需求侧时空特征分析结果看,午高峰的时间集聚度和总量更大,空间分布与特征与晚高峰相比也有明显的差异。因此,午晚高峰的错位表明,除了消费者个体因素外还存在其他因素显著影响了数字化日常消费的决策。

在消费者数字化消费的影响因素研究中,学术界普遍认为个人客观条件^[15-16],诸如性别年龄、经济、文化等要素对消费者数字化购物决策有显著影响;也提出主观因素^[15,23-24],诸如方便高效、省时快捷、节约成本等因素对数字化购物决策的促进作用。然而在客观环境方面,研究结论不尽相同。例如一些学者^[25-26]认为位于城市中心区的居民由于文化教育程度高、使用移动互联网程度高,因此数字化消费频次高。而也有学者的研究结果显示客观环境不影响数字化消费频次,即在城市中心区和郊区的数字化消费频次是一样多的^[27]。而本文中需求空间在午晚高峰的规模变化和空间位移说明,客观环境与数字化消费行为密切相关。

具体而言,客观环境基于个体因素的作用对数字化消费决策产生直接影响(图6)。午高峰需求集聚空间高密度集聚在新兴生产性服务用地上,典型如设计研究院、网易大厦、阿里滨江园区等,此类空

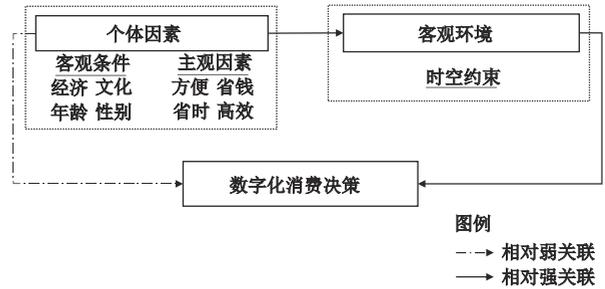


图6 数字化消费决策机制

Fig.6 Mechanism of decision-making of digital consumption

间是较高文化层次年轻人的主要工作场所。一方面,该类人群经济、文化条件更好,更容易进行数字化日常消费,所以需求规模大。另一方面,该类新兴都市产业从业者一般午休时间较短、时空约束较强,数字化消费方式可以极大程度缓解时空制约^[28-29],因此释放出大量的外卖需求。晚高峰时段需求空间向文教用地与居住用地转移,说明潜在消费群体从工作地返回居住地。由于晚高峰需求总量显著下降,表明虽然大都市消费者的个体因素是数字化消费的基础条件,但客观环境下的时空约束更大程度地促进数字化消费决策。

4.2 供需高峰错位的时空逻辑

供需高峰错位具体指需求集聚空间与供给集聚空间在空间上的分异现象。供给中心的凸显表明在数字经济时代仍然存在显著的中心结构。中心地理论指出,城市商业空间有明显的结构和空间体系,区域中心在一定地理距离范围内为周边区域提供相应等级的商品与服务^[30]。移动通信技术一定程度上消弭了地理距离限制,弱化了商业店铺选址过程中对区位的考量,从而向中心地理论提出了挑战。然而根据供给空间的时空特征分析结果,无论午高峰还是晚高峰,供给空间都呈现显著的集聚态势,中心结构显著。

外卖供给中心主要由虚拟集聚叠加实体集聚的线上线下融合型商业中心和虚拟集聚引致实体集聚的外卖工厂构成^[31],两类空间均是集聚效应下的产物。融合型商业中心凭借自有的集聚和规模优势进行产品和品牌的数字化升级,进而在交通、市场的优势区位条件下,形成大规模数字化供给能力。外卖工厂则是高度专业化的外卖店铺在地租成本相对较低的空间集聚形成。外卖店铺的集聚一方面拓宽消费者的选择范围,提升消费粘性;另一方面吸引外卖骑手在外卖工厂周围集聚,提高运送效率,

节省数字化日常消费的时间和经济成本。专业化外卖店铺的集聚、消费选择的多样化以及配送成本的降低形成互促的正向循环,使非商业中心的外卖工厂具有大规模瞬时服务能力,进而中心性凸显。因此,无论先发具备还是后天演化,规模集聚的规律仍然主导数字消费时代的商业空间。

供给空间的中心结构标志服务半径的存在,从而与需求空间形成错位。基于电动车配送的服务方式使数字经济时代的供给中心显著拓宽日常消费的服务范围和时效。《社区生活圈规划技术指南》中建议日常购物中心的服务范围为 0.5~1 km,来回步行总时长为 20~30 min。根据 Haversine 公式^[32] 计算数字化消费数据中商家到收货地的地球面最近距离,发现 4 成订单的服务距离超过 1.5 km。若配送距离在 3 km 以内,配送时效一般为 30 min 以内。由此可见,数字化日常消费的供给中心服务效率显著提升,与需求空间的空间错位现象更为凸显。

5 结论与建议

数字技术的飞速发展明显降低了时空要素对于消费与供给活动的限制,消费者与商家的时空利用模式正在发生剧烈转变,产生新的消费地理时空特征。基于高时空精度的外卖 O2O 消费数据,分别从供给与需求视角研究数字化日常消费的时空特征,并基于午晚高峰-供需空间的分析对供给与需求进行关联性分析,实证研究主要得出 4 点结论:

第一,数字化日常消费存在显著的潮汐时变特征,存在午、晚两次高峰。其中,午高峰的需求总量和需求瞬时变化率显著高于晚高峰。可见,在数字时代,消费具有更剧烈的时变特征和更庞大的集聚规模。

第二,进行数字化日常购物的消费群体在空间上显著集聚。午高峰无论是消费需求量还是需求空间集聚程度,均比晚高峰高。需求空间的覆盖用地类型由单一的生产性服务用地转为居住、生产和文教等多元用地,表明数字化消费场景趋于多元化,城市用地开发形式和居民的时空规律影响了需求空间的分布与形态。

第三,供给空间集聚程度高,形成多中心格局,这表明服务周边需求的中心地在数字时代仍然存在。对比供给空间分布与传统商业空间格局,发现关键供给中心与社区级商圈重叠,另外少量中心位于非商业空间。由于日常消费对应社区级商业空间,因

此该分析结果表明数字时代的社区商业空间分布依然遵循传统的区位选址理论,但区位因素的作用机制和逻辑已经变化。

第四,数字化日常消费形成午晚高峰错位和供需高峰错位两个特征。客观环境的时空约束影响潜在消费者决策,从而导致午晚高峰错位。供需高峰错位的形成机制在于数字化时代的商业空间依靠虚拟和实体的集聚效应形成供给中心,并基于骑行配送显著扩大服务半径,从而导致消费与供给的地理不邻近。

基于以上研究结果,针对商业空间规划以及大都市空间治理和政策制定提出建议,供相关部门参考。① 针对数字时代的消费时变特征和供给中心的结构特点,重视顺应新消费特征的社区商业空间布局,进行差异化规划。对于融合型社区商业中心,典型如城西-物美大象城,一方面需要注重数字和实体层面的协同性升级,从虚拟维度吸引客流的同时避免午晚高峰对实体客流产生干扰;另一方面,不断提升入驻商家的场所体验供给能力,优化实体场所的服务能力。对于外卖工厂类供给中心,比如高沙小区,原本规划并没有纳入商业服务功能,在物业管理、消防安全等方面存在缺陷,容易造成管理混乱和安全隐患。针对此类中心,需重点考虑用地功能的弹性调整,顺应外卖深化分工、大规模供给的服务本质,对空间进行安全性、可达性和功能混合方面的更新改造。② 针对供需空间错位和午晚高峰现象,建议精细化识别数字化日常消费需求活跃区、核心区,以便在此范围内增补新型基础设施。识别需求活跃区、核心区能有效提高新型基础设施的服务效能,降低治理成本。依照外卖服务覆盖情况,建议需求空间 3 km 范围内划定为需求活跃区,1.5 km 范围内划定为需求核心区。各区域酌情划定需求活跃区或核心区范围,加强外卖柜、充电桩、电动车停车区和骑手休憩站等新型基础设施的配置,从而缓解外卖错拿、违规充电、随意泊车的空间乱象。③ 针对午高峰持续时间较短、需求规模庞大的特征,建议在需求活跃区、核心区的午高峰时段给予外卖配送员适当的交通政策倾斜,如拓宽路权、开辟绿色通道等,以缓解外卖配送带来交通问题。

参考文献(References):

- [1] 林耿,宋佩瑾,李锐文,等.消费社会下商业地理研究的新取

- 向[J]. 人文地理, 2019, 34(1): 80-89. [Lin Geng, Song Peijin, Li Ruiwen et al. The progress and prospect of commercial geography in the context of consumption society. *Human Geography*, 2019, 34(1): 80-89.]
- [2] Hietanen S. Mobility as a service[J]. *The New Transport Model*, 2014, 12(2): 2-4.
- [3] 张文忠. 经济区位论[M]. 北京: 科学出版社, 1999. [Zhang Wenzhong. *The economics of location*. Beijing: The Commercial Press, 1999.]
- [4] Christaller W. Central places in southern Germany[M]. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1966.
- [5] Berry B J L, Garrison W L. A Note on central place theory and the range of a good[J]. *Economic Geography*, 1958, 34(4): 304-311.
- [6] Kissling C. The Internal structure of retail nucleations[J]. *New Zealand Geographer*, 1968, 24: 218-218.
- [7] 张梦雨, 王强, 朱杰. 福州市外卖 O2O 与传统餐饮业空间分布特征及影响因素对比[J]. *地理科学*, 2022, 42(8): 1463-1473. [Zhang Mengyu, Wang Qiang, Zhu Jie. Comparison of the spatial distribution and influencing factors of O2O takeaway and traditional catering industry in Fuzhou City, China. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(8): 1463-1473.]
- [8] 莫惠斌, 罗珂, 王少剑, 等. 广州市中心城区餐饮店空间分异与机制差异研究——基于传统店与外卖店的对比[J]. *地理研究*, 2022, 41(12): 3318-3334. [Mo Huibin, Luo Ke, Wang Shaojian et al. Spatial heterogeneity and mechanism difference of restaurant in the central urban area of Guangzhou: A comparison between traditional restaurant and take-out restaurant. *Geographical Research*, 2022, 41(12): 3318-3334.]
- [9] 施响, 王士君, 浩飞龙, 等. 基于实体店比较的长春市外卖 O2O 餐饮业空间特征及成因[J]. *人文地理*, 2019, 34(2): 80-89. [Shi Xiang, Wang Shijun, Hao Feilong et al. The spatial distribution and formation of takeaway O2O catering industry based on entity restaurants comparison in Changchun. *Human Geography*, 2019, 34(2): 80-89.]
- [10] 罗震东, 毛茗, 张佳, 等. 移动互联网时代城市新空间形成机制——以“外卖工厂”为例[J]. *城市规划学刊*, 2022(4): 64-70. [Luo Zhendong, Mao Ming, Zhang Ji et al. Takeaway factory: Formation mechanism of new urban spaces in the mobile Internet era. *Urban Planning Forum*, 2022(4): 64-70.]
- [11] 王宇凡, 林文盛, 冯长春. 信息技术对城市生活服务业空间分布的影响——以北京网络外卖餐饮业为例[J]. *城市发展研究*, 2019, 26(6): 100-107. [Wang Yufan, Lin Wensheng, Feng Changchun. The impacts of information and communication technologies (ICT) on the spatial distribution of urban customer services: A case study of online takeaway industry in Beijing. *Urban Development Studies*, 2019, 26(6): 100-107.]
- [12] 晏龙旭. “均质化-再集聚”: 互联网影响下餐饮业空间布局新特征——基于上海内环开放数据的研究[J]. *城市规划学刊*, 2017(4): 113-119. [Yan Longxu. The impact of online take-out service on restaurant location characteristics: A study based on open data in Shanghai inner city. *Urban Planning Forum*, 2017(4): 113-119.]
- [13] 浩飞龙, 关皓明, 王士君. 中国城市电子商务发展水平空间分布特征及影响因素[J]. *经济地理*, 2016, 36(2): 1-10. [Hao Feilong, Guan Haoming, Wang Shijun. Study on the influencing factors and spatial distribution of electronic commerce development level in China's cities. *Economic Geography*, 2016, 36(2): 1-10.]
- [14] 施响, 王士君, 浩飞龙, 等. 中国外卖 O2O 电子商务的空间扩散与渗透——兼论技术扩散假说与效率假说的适用性[J]. *地理研究*, 2021, 40(5): 1338-1353. [Shi Xiang, Wang Shijun, Hao Feilong et al. Spatial diffusion and penetration about the takeaway O2O E-commerce in China: Feasibility of innovation diffusion hypothesis and efficiency hypothesis. *Geographical Research*, 2021, 40(5): 1338-1353.]
- [15] 白硕, 杨永春, 史坤博. 成都市居民网络消费行为特征分析——基于 O2O 与 C2C 电子商务的对比视角[J]. *世界地理研究*, 2018, 27(5): 71-81. [Bai Shuo, Yang Yongchun, Shi Kunbo. Analysis on characteristics of E-shopping behavior of Chengdu residents —Based on comparative observation on O2O and C2C. *World Regional Studies*, 2018, 27(5): 71-81.]
- [16] 邓清华, 薛德升, 龚建周. 广州市居民网络购物频率的影响因素及其空间差异[J]. *地理科学*, 2020, 40(6): 928-938. [Deng Qinghua, Xue Desheng, Gong Jianzhou. Influencing factors of online shopping frequency of residents and spatial differences of these factors in Guangzhou City. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(6): 928-938.]
- [17] 龚亚男, 魏宗财, 刘玉亭. 广州市保障房住区居民网购行为特征及其影响因素[J]. *经济地理*, 2021, 41(4): 74-81. [Gong Yan, Wei Zongcai, Liu Yuting. Online consumption behavior characteristics of the affordable housing residents and their influencing factors in Guangzhou. *Economic Geography* 2021, 41(4): 74-81.]
- [18] 杜晓娟, 甄峰, Cao Jason. 南京市居民购物行为的影响因素和空间效应——基于 4 种商品的对比研究[J]. *地理研究*, 2017, 36(5): 957-971. [Du Xiaojuan, Zhen Feng, Cao Jason. Influential factors and spatial effects of individuals' shopping behavior in Nanjing: A comparative study on four types of goods. *Geographical Research*, 2017, 36(5): 957-971.]
- [19] 李伯华, 李星明, 曾菊新. 武汉市新洲区农户消费活动的空间特征研究[J]. *人文地理*, 2010, 25(1): 89-93. [Li Bohua, Li Xingming, Zeng Juxin. The study on the spatial characteristics of households' consumption activity in Xinzhou County of Wuhan City. *Human Geography*, 2010, 25(1): 89-93.]
- [20] 王宇渠, 陈忠暖. 基于流动的商业空间格局研究综述[J]. *世界地理研究*, 2015, 24(2): 39-48. [Wang Yuqu, Chen Zhongnuan. Review of studies on commercial space structure based on flow. *World Regional Studies*, 2015, 24(2): 39-48.]
- [21] 陈阳, 岳文泽, 高佳斌. 城市商业综合体商圈划分及其对住宅的增值效应——以杭州主城区为例[J]. *经济地理*, 2017, 37(11): 68-75. [Chen Yang, Yue Wenzhe, Gao Jiabin. Identifying com-

- mercial complex trade areas and its value-added impact on housing: The case of Hangzhou. *Economic Geography*, 2017, 37(11): 68-75.]
- [22] 周素红, 林耿, 闫小培. 广州市消费者行为与商业业态空间及居住空间分析 [J]. *地理学报*, 2008(4): 395-404. [Zhou Suhong, Lin Geng, Yan Xiaopei. The relationship among consumer's travel behavior, urban commercial and residential spatial structure in Guangzhou, China. *Acta Geographica Sinica*, 2008(4): 395-404.]
- [23] 史坤博, 杨永春, 杨欣傲, 等. 时间成本是否成为电子商务区位的核心机制——基于成都市 O2O 电子商务的实证分析 [J]. *地理学报*, 2016, 71(3): 500-514. [Shi Kunbo, Yang Yongchun, Yang Xin'ao et al. Does time dictate the location of E-commerce business? A study of O2O businesses in Chengdu, China. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(3): 500-514.]
- [24] 余金艳, 刘卫东, 王亮. 基于时间距离的 C2C 电子商务虚拟商圈分析——以位于北京的淘宝网化妆品零售为例 [J]. *地理学报*, 2013, 68(10): 1380-1388. [Yu Jinyan, Liu Weidong, Wang Liang. Analysis of virtual trading area of C2C E-commerce based on temporal distance: A case study of 50 cosmetics retail stores on Taobao in Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(10): 1380-1388.]
- [25] Anderson W P, Chatterjee L, Lakshmanan T R. E-commerce, transportation, and economic geography[J]. *Growth and Change*, 2003, 34(4): 415-432.
- [26] 汪明峰, 卢姗, 袁贺. 网上购物对不同区位消费者行为的影响——市区和郊区的比较 [J]. *城市规划*, 2013(11): 84-88+95. [Wang Mingfeng, Lu Shan, Yuan He. Influences of online shopping on consumer behaviors at different shopping locations: A comparative study on city center and suburb. *City Planning Review*, 2013(11): 84-88+95.]
- [27] Farag S, Dijst M, Lanzendorf M. Exploring the use of E-shopping and its impact on personal travel behavior in the Netherlands[J]. *Transportation Research Record*, 2003, 1858(1): 47-54.
- [28] Thulin E, Vilhelmson B, Schwanen T. Absent friends? Smartphones, mediated presence, and the recoupling of online social contact in everyday life[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2020, 110(1): 166-183.
- [29] 李春江, 张艳. 日常生活数字化转向的时间地理学应对 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(1): 96-106. [Li Chunjiang, Zhang Yan. The time geography response to the digital transition of everyday life. *Progress in Geography*, 2022, 41(1): 96-106.]
- [30] 沃尔特·克里斯塔勒. 德国南部的中心地原理 [M]. 常正义, 等译. 北京: 商务印书馆, 1998. [Christaller W. *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. Translated by Chang Zhengyi et al. Beijing: The Commercial Press, 1998.]
- [31] 钟雨妮, 罗震东, 方鹏飞. 移动互联网时代社区商业空间的演化——基于杭州市主城区的实证 [J]. *城市规划*, 2023, 47(8): 12-20. [Zhong Yuni, Luo Zhendong, Fang Pengfei. Evolution of neighborhood commercial space in the mobile internet era: A case study of Hangzhou main urban area. *City Planning Review*, 2023, 47(8): 12-20.]
- [32] Van Brummelen G. Heavenly mathematics: The forgotten art of spherical trigonometry[M]. Princeton: Princeton University Press, 2013.

Research on the spatio-temporal characteristics of metropolitan digital daily consumption with evidence from Hangzhou takeaway consumption

Zhong Yuni¹, Luo Zhendong^{2,3}, Qiao Yibo^{2,3}

(1. *College of Urban and Environmental Science, Peking University, Beijing 100871, China*; 2. *School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu, China*; 3. *Spatial Planning Research Center, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu, China*)

Abstract: The popularity of mobile internet has given rise to digital consumption patterns represented by takeaway consumption. The spatio-temporal patterns of daily consumption supply and demand have changed. Using Hangzhou's main urban area as a case study, the paper analyzes the spatio-temporal characteristics of daily digital consumption peaks using high-precision consumption data, mathematical statistics, kernel density spatial analysis, and visualization methods. Next, the study analyzes the spatio-temporal characteristics of supply and demand. The study found that 1) There are two peaks in digital daily consumption in metropolitan areas, noon and evening, and the degree of spatial and temporal concentration is higher during the noon peak. 2) During peak digital daily consumption periods, demand spaces show a significant clustering tendency, with the noon peak having higher spatial concentration than the evening peak, characterized by a smaller spatial range and more distinct boundaries. Demand space transitions from singular productive service land use to a mix of residential, productive, educational, and cultural land uses. 3) Supply space demonstrates high concentration, forming multiple supply centers. The distribution of supply space aligns broadly with traditional commercial spatial patterns, albeit with slight differences—key supply centers are primarily located within community-level business districts, with some situated in non-commercial areas. 4) The digital daily consumption exhibits two distinct characteristics: the misalignment of noon and evening consumption peaks and the misalignment of supply and demand peaks. Consumer temporal and spatial constraints during specific contexts result in the misalignment of midday and evening consumption peaks. In the digital age, stores continue to be governed by the agglomeration effect, forming a multi-center pattern. Delivery services expand the service radius and increase the geographical non-proximity between demand and supply, thus creating a misalignment between supply and demand peaks.

Key words: takeaway consumption; digital economy; daily consumption; supply and demand analysis; Hangzhou