引文格式:张赫,金雨扬,王睿,等.数字技术对城市休闲消费空间供需匹配的影响研究:以天津市六区为例[J].武汉大学学报(信息科学版),2026,51(1):32-45.DOI:10.13203/j.whugis20250062

Citation:ZHANG He,JIN Yuyang,WANG Rui,et al.Influence of Digital Technology on Matching of Supply and Demand of Urban Leisure Spaces: A Case Study of Six Districts in Tianjin City[J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2026,51(1):32-45.DOI:10.13203/j.whugis20250062

数字技术对城市休闲消费空间供需匹配的影响研究:以天津市六区为例

张 赫[1] 金雨扬[1] 王 睿[1] 贺 晶[1] 柯玲虹[1]

1 天津大学建筑学院,天津,300072

摘 要:线上消费平台的发展,拓展了城市中休闲服务的商家供给渠道和居民消费方式,打破了传统消费环境下休闲服务供给与居民消费需求之间的平衡。以中国天津市六区为例,研究聚焦于线上到线下(online-to-offline,O2O)模式下的休闲消费空间,基于大众点评平台2023年的店铺数据及用户评价信息,运用街道尺度的空间分析方法,探讨了数字技术影响下休闲消费空间供需匹配效率及其影响因素。结果表明:(1)天津市六区的休闲消费空间更邻近人口空间分布,但人口空间并没有邻近休闲消费空间分布的倾向,存在一定的空间匹配错位;供需匹配效率测度表明,23.5%的街道处于供需失配或濒临失配中。(2)交通线网密度对供需匹配效率具有持续正向作用,而写字楼数量和居住区数量则呈现负向影响,揭示了O2O载体空间的潜在选择。(3)在不同供需匹配效率层级中,路网密度、人口年龄结构和交通线网密度分别为各阶段的主要驱动因子。提示基础仓储物流设施建设、需求人群类别扩充、远距离目标人群吸引补足是各阶段城市促进服务效率的有效举措。

关键词:O2O休闲消费空间;智慧城市;数字技术;供需匹配;天津市

中图分类号:P208 **文献标识码**:A **收稿日期**:2025-05-16

DOI:10.13203/j.whugis20250062 **文章编号**:1671-8860(2026)01-0032-14

Influence of Digital Technology on Matching of Supply and Demand of Urban Leisure Spaces: A Case Study of Six Districts in Tianjin City

ZHANG He[1] *JIN Yuyang*[1] *WANG Rui*[1] *HE Jing*[1] *KE Linghong*[1]

1 School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, China

Abstract: **Objectives**: The speedy advancement of digital technologies has substantially reshaped urban leisure service supply channels and consumption patterns. Nonetheless, this phenomenon has also noticeably disrupted the conventional equilibrium between service provision and resident demand in offline environments. By using Tianjin's six cen-tral districts as a case study, we probe deep into the spatial dynamics of supply-demand matching efficiency in online-to-offline (O2O) leisure consumption spaces under the influence of internet technologies. This innovative exploration predominantly centers around identifying key influencing factors and mechanisms driving the spatial configuration of leisure services in digitally mediated urban environments. **Methods**: An all-round spatial analysis framework was employed to assess the supply-demand matching efficiency of O2O leisure consumption spaces at the street level. Data principally originated from the Dianping platform (2023 merchant listings and user reviews), combined with built environment metrics such as road network density, public transportation accessibility, and demographic characteristics derived from census data. Through the incorporation of both physical infrastructure and digital footprint elements, an integrated indicator system was developed to quantify supply capacity (including actual and poten-

基金项目:国家自然科学基金(52078328)。

第一作者:张赫,博士,教授,研究方向为智慧城市规划、低碳城市规划、海岸带规划。ccazh2000@sina.com

通信作者:王睿,博士,副研究员。326047221@qq.com

tial supply) and demand intensity (covering total and realized demand). Supply-demand matching was evaluated using a coupling coordination model, while spatial association patterns were analyzed through co-location quotient methods. **Results:** Remarkable spatial mismatches were identified between leisure facilities and population distribution across the study area, with 23.5% of streets experiencing supply-demand imbalances and approximate imbalances. Transportation infrastructure, particularly public transportation networks, consistently enhanced matching efficiency, whereas office clusters and residential zones exhibited suppressive effects. Distinct driving factors emerged across dissimilar efficiency levels. To be more specific, road network density was the dominant positive factor in low-efficiency areas, while age structure diversity played a critical role in moderate-efficiency zones, and transportation accessibility became the key driver in high-efficiency regions. Aside from that, cultural entertainment venues displayed more conspicuous dependencies on commercial hubs in comparison with essential life-service establishments, which prioritized stable customer flows. **Conclusions:** The findings underline the necessity for phased interventions tailored to varying efficiency levels, so as to optimize urban O2O leisure space governance. In low-efficiency areas, upgrading micro-circulation road networks and improving short-distance mobility solutions can contribute to a more favorable accessibility. Aside from that, expanding multi-generational service offerings and promoting digital literacy among older populations potentially augments engagement for moderate-efficiency zones. High-efficiency corridors benefit most from strengthening inter-district connectivity and integrating leisure services with tourism and business activities. These empirical insights provide actionable benchmarks for decision-makers who endeavor to align digital infrastructure deployment with evolving urban consumption behaviors, which ultimately reinforces the operational efficiency and sustainability of modern cities.

Key words: O2O leisure consumption space; smart city; digital technology; supply and demand matching; Tianjin City

当前,数字技术迅猛发展,一方面革新了城市生产力,促进城市经济高质量发展,推动了基础设施转型升级;另一方面,数字技术深度介入城市居民的日常生活,改变生产生活方式,重塑资源供需关系[1-4]。数字技术中,线上到线下(online to offline, O2O)的商业模式发展迅猛[5],促进了数字技术与实体经济的融合,为本地生活服务和文化旅游提供了基础设施和关键服务[6]。其中,O2O体验类消费空间对比传统消费空间拥有更加多变的经营模式和更加灵活便捷的体验路径,催生了需求导向下的多元服务业态[7-10]。通过利用数字平台的服务宣传渠道增加休闲消费,可达性和人流量较低的传统城市弱势区域获得了新的发展机遇[11-12]。但实体空间的演化相较于技术发展具有一定的滞后性[13-14],相较于数字技术对消费服务的快速影响,休闲消费空间的延迟配置导致商家配置重心与居民服务需求的空间错位,降低了城市的运行效率。为了推动城市O2O休闲消费空间的最佳配置,更好地满足城市居民的线上线下休闲体验的需求,识别数字技术影响下的休闲消费空间及供需匹配程度的问题亟待解决。

既有研究主要通过空间的服务类型和网络平台数据来识别某一类具体的O2O消费空间。文献[15-16]认为网络评价是O2O的重要表征,通过检测店铺在大众点评、美团等团购网站是否具有网络评价数据来区分店铺是否具有O2O属性;文献[17-18]通过在大众点评等网站爬取具有网络信息的O2O实体门店来筛选O2O空间;文献[19-20]认为基于社区生活圈相关概念标准或地图平台兴趣点(point of interest, POI)分类,且具有互联网线上流程的为社区O2O商业空间。既有研究识别O2O消费空间大多基于数据网站已有的固定分类,不符合消费者使用O2O网站时“关键词检索”的目标导向型使用习惯。因此,对于O2O休闲消费这类兼具物质和情绪消费的体验型空间,对需求侧特征描述的不足会影响后续计算城市居民对于休闲服务需求的准确性。

目前,数字技术的影响让休闲消费空间的供需匹配问题比以前更加复杂。既有研究一方面通过比较供给空间和需求空间的特征差异检测空间匹配性[7,21-26],另一方面通过指标量化供给和需求数量计算区域内具体的供需匹配效率值[27-29]。文献[30-31]通过空间分析方法比较城市内休闲消费空间和居住空间的数量分布特征、结构特征、集聚特征的差异,从而得出二者的协

调匹配关系;文献[32]借助百度热力图和城市POI数据等相关资料,利用耦合协调模型对城市公园绿地游憩服务能力与人口密度的动态分布是否耦合协调进行测度;文献[33]通过改进后的两步移动搜索法评价公园绿地的可达性和供需匹配性;文献[34]通过计算耦合协调指数来确定区域供给和需求之间的匹配等级及类型,通过构建指标体系揭示供需匹配特征。既有研究一方面在检测供需空间匹配性时,对需求空间的定义比较局限,大多只聚焦于居住小区;另一方面,在构建指标体系计算供需匹配效率时,缺少对数字技术改变消费行为的指标量化,不能有效描述数字技术影响下O2O休闲消费空间资源配置水平的变化。

本文聚焦于数字技术对城市休闲消费空间供需匹配效率的影响机制,弥补既有研究主要关注物理空间匹配的不足;采用关键词检索爬取网络评价数据,更贴合用户实际搜索行为,突破了依赖平台固定分类的局限性;构建了融合数字口碑要素的供需匹配评价指标体系,量化了数字技术对供需双侧的影响。

1 城市休闲消费空间供需匹配测度方法

1.1 研究区域

天津作为中国北方的超大城市、金融创新运营示范区,数字化综合发展的水平近年来位于中国第一梯队。2023年天津数字经济规模突破1.6万亿元,占全市生产总值的比重达42%,位列全国第二梯队,良好的数字基础设施也为数字商务的迅猛发展打下了基础。天津市不仅传统商贸和数字技术深度结合,结合互联网的体验型服务也在茁壮发展。在此基础上,截至2023年,天津网民规模达1 157万人,互联网普及率达84.8%,需求端有较大的互联网消费渠道兴趣人群基数。因此,研究选取天津市六区作为研究范围。

1.2 研究对象选取及数据来源

O2O将线下的商务机会与互联网结合,让互联网成为线下交易的平台。国内的O2O网站主要以大众点评、美团为代表,休闲消费服务中比较具有典型研究特征的是以推拿、按摩为主的生活服务大类和以棋牌、剧本杀、私人影院为主的文化娱乐大类(两种大类在休闲消费服务中占比64%)。其中,文化娱乐类高度依赖线上引流与社交传播,代表了体验型、非刚需、强线上依赖的休闲业态;生活服务类则兼具刚需属性与体验特征,其线上化程度反映了传统休闲空间的数字化转型深度。选取这两类休闲消费空间能有效描述其与数字技术互动的典型模式,为研究提供具有代表性的样本。

为了使选取的O2O休闲消费空间更具线上线下经营的代表性,结合O2O平台的数据可获取情况,按照O2O休闲消费空间的分类,选取典型研究类别和典型研究对象。以网络爬虫工具为基础,通过高德地图应用程序编程接口爬取研究范围内道路网密度、公交路网密度,以及天津市六区POI约23万条,通过检索关键词,在研究范围内爬取大众点评的商家数据1 142条。检索关键词分别为私人影院、剧本杀、密室、桌游、按摩、洗浴、推拿、足道。通过对POI数据进行筛选,得到O2O休闲消费空间两大类的POI数据630条。街道级人口数据来源于第六次人口普查。地图底图来源于天地图,行政区划界线无修改。

1.3 数据处理与分析方法

供需匹配是供给端服务产品与需求端消费行为的耦合过程,具体表现为服务供给的地理分布、价格类型和质量水平与消费者需求规模、空间偏好及消费能力之间的动态平衡(图1)。相较于替代型消费,休闲消费一方面具有很强的目的性,消费者往往先产生消费意愿,再去选择具体商家;另一方面休闲服务无法通过配送完成,仍需要到地体验。

在传统供需匹配模式下,城市中心区域具备稳定的商业服务能力、建成区空间形态、人口规模及成熟的消费习惯基础,供需匹配处于动态平衡之中。数字技术的介入打破了这种平衡状态:线上平台突破实体空间限制,使供给端的服务半径与需求端的消费选择呈现跨地域耦合;数字口碑的传播效应促使传统基于地理邻近性的匹配逻辑失效。为测度这种新的供需匹配状态,需构建考虑数字技术介入下的研究方法(图2)。

其中涉及的研究方法如下:

1)极差归一化。为消除数据单位不一致及样本极差化的影响,运用极差化方法对所有需求与供给指数的原始数值,首先进行归一化处理,计算公式为:

$$X=\frac{X_n-X_{\min}}{X_{\max}-X_{\min}} \tag{1}$$

式中,X是归一化处理后的结果;X_n是原始数据中的某个值;$X_{\min}$是该特征的最小值;$X_{\max}$是该特征

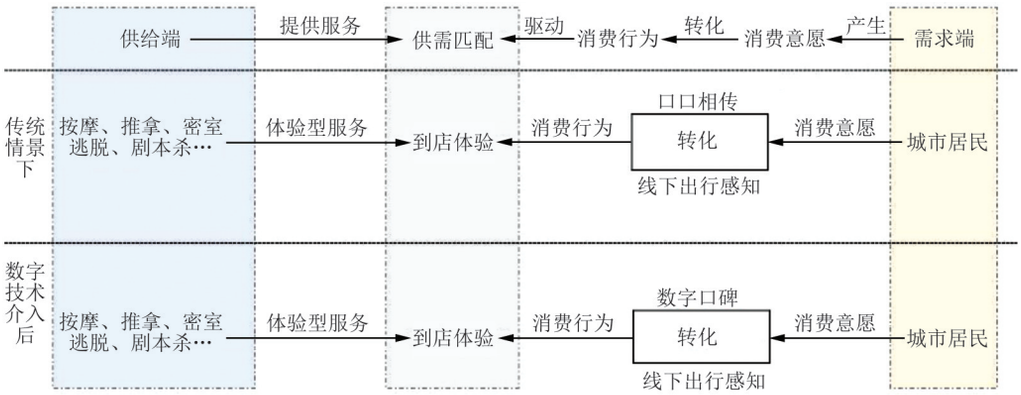


图 1　O2O 休闲消费空间的供需匹配的耦合过程

Fig. 1　Coupling Process of Supply and Demand Matching of O2O Leisure Consumption Space

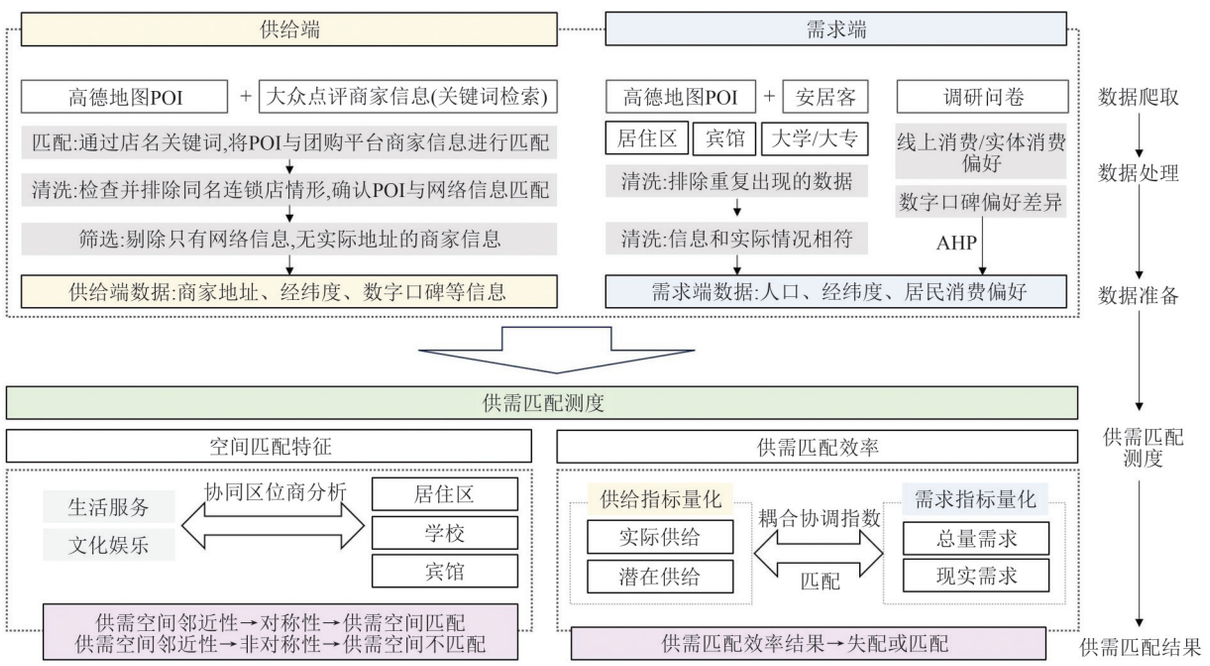


图 2　基于数字介入的供需匹配测度方法

Fig. 2　Supply and Demand Matching Measurement Method Based on Digital Intervention

的最大值。

2)协同区位商分析。主要是通过计算研究来测量两类点要素之间的空间关联模式。本文选择全局模式,探寻行政区尺度下各大类休闲消费空间和居住空间的整体关系[35-36],其计算公式为:

$$Q_{A\to B}=\frac{C_{A\to B}/N_A}{N_B/(N-1)} \tag{2}$$

式中,$Q_{A\to B}$是指 A 被 B 吸引的协同区位商;$C_{A\to B}$是指 A 类网点中距 B 类网点距离小于阈值的个数;N_A和 N_B分别指网点类型 A 和 B 的个数;N为两种网点的总个数。

计算后基于 ArcGIS 软件对协同区位分析结果进行置换检验来确认结果是否具有显著性。

3)耦合协调指数。以街道为尺度划分研究单元,计算各单元内的供需协调耦合指数,从而确定供给与需求之间的匹配等级和类型,表征 O2O 休闲消费空间的供需匹配程度[37],其计算公式为:

$$x=\frac{x_i-x_{\min}}{x_{\max}-x_{\min}} \tag{3}$$

$$D=\sqrt{C\times T} \tag{4}$$

$$C=2\sqrt{\frac{X_d\times X_s}{(X_d+X_s)^2}} \tag{5}$$

$$T=\alpha\times X_s+\beta\times X_d \tag{6}$$

式中,x 为 O2O 休闲消费空间供给量(X_s)或需求量(X_d);x_i为第 i 个栅格供给量或需求量;$x_{\max}$、$x_{\min}$为天津市六区街道的最大值和最小值;D 为供需

耦合协调指数,它是供需耦合度C和协调指数T的函数,二者分别都是X_s和X_d的函数;α、β为待定系数,本文假设文化服务供给与需求同等重要,故取$\alpha=\beta=0.5$,$D\in[0,1]$。D值越大,表明供需匹配越好;D值越小,表明供需匹配越差。

1.4 O2O休闲消费空间供需指标与量化

O2O休闲消费空间的供需匹配机制中,到地体验始终是数字技术介入前后保持不变的核心特征。传统供需匹配模式下,商户通过实体区位优势吸引周边客流,消费者则基于物理空间可达性进行决策。数字技术的深度介入重构了这一作用机制:一方面,线上平台通过信息聚合与算法推荐重构服务认知渠道,推动消费者评价体系由物理可见性向数字口碑展示转化;另一方面,O2O模式的线上预订、实时反馈等功能促使消费行为呈现需求导向特征,显著弱化了地理距离对供需连接的刚性约束。

从需求侧特征分析,数字口碑通过图文展示、用户评分、体验评论等数字化表征方式,逐步替代传统门面形象、实体广告等物理要素对消费决策的影响机制。消费者基于线上平台的高评分评价可能跨行政区域选择特定商户,而非优先考虑邻近低评分商家。这种数字信任机制不仅改变了既有客群从消费意愿到行为的转化效率,更通过算法推荐有效拓展了远距离潜在需求群体的覆盖范围,形成具有空间溢出效应的破圈服务现象。因此,在量化数字技术介入效应时,需重点构建包含数字口碑要素的需求侧行为偏好模型,以准确捕捉新型供需匹配关系的演化特征。

在量化服务和消费需求时,从供需双侧构建指标体系。本文研究的O2O休闲消费空间的服务产品与传统的提袋型商业空间有所不同,主要提供精神满足、社交娱乐和审美体验等具象产品以外的体验效益,与公园绿地、文化景点等空间的服务特征有一定的相似性[34]。另一方面,由于体验型产品仍需到地体验,因此需求端的偏好主要基于O2O团购网站(如大众点评、美团)产生。

O2O休闲消费空间的指标类别由供给和需求两个大类组成(表1),其中供给可分成实际供给和潜在供给两个一级指标,需求可以分为总量需求和现实需求两个指标。本文中的实际供给主要描述研究区域内的O2O休闲消费空间的线下门店的基础供给服务能力。这种供给能力是受现实中环境、人口、交通等一系列因素的影响后能够被人实际利用的O2O休闲服务供给量。数字技术影响下,O2O休闲消费空间不仅可以线下提供消费服务,也可以通过线上平台提供付款或预订服务。因此,通过潜在供给描述数字技术对休闲消费的增益作用,是指O2O休闲消费空间在线上平台的帮助下建立数字口碑,通过扩大服务范围和增强宣传曝光后,额外可提供的休闲消费服务的供给量。总量需求是指不考虑人群需求差异的理想情况下,商家服务范围内的人群全部使用休闲消费服务情况下的需求总量。现实需求则是考虑在部分实际因素,如经济实力、竞品竞争对人群消费意愿的影响,用于表征实际使用O2O休闲消费空间的人群。

表1 O2O休闲消费空间供需匹配指标

Table 1 O2O Leisure Consumption Space Supply and Demand Matching Indices

大类	类别	一级指标	二级指数
供给(X_s)	实际供给	服务能力	平均价格(X_{s1})
			营业时间(X_{s2})
	潜在供给	网络可挖掘潜力	O2O网站店铺评论数(X_{s3})
			O2O网站店铺评分(X_{s4})
需求(X_d)	总量需求	人群活动强度	居住区人口(X_{d1})
			宾馆人口(X_{d2})
	现实需求	居民需求	同类非O2O休闲消费空间密度(X_{d3})
			人群消费能力(X_{d4})

本文从天津市六区O2O休闲消费空间供给与需求的角度构建指标体系,揭示O2O休闲消费空间的供需匹配特征。指标体系内均为正向指标(非正向指标会进行换算),即二级指数计算和一级指标呈现正向关系。

在假设需求各方面权重相同的前提下,对居住区人口、宾馆人口、竞争强度(同类非O2O休闲消费空间分布强度)和人群消费能力,运用加权平均的方法进行O2O休闲消费空间需求量的计算。计算公式为:

$$R=\frac{X_{d1}+X_{d2}+X_{d3}+X_{d4}}{4} \tag{7}$$

式中,R表示O2O休闲消费空间的需求量;X_{d1}、X_{d2}分别表示居住区人口和宾馆人口,根据POI的核密度分布而来,属于总量需求的一级指标;X_{d3}为同类非O2O休闲消费空间密度,由与本文所筛选的O2O休闲消费空间提供同类服务但是属于非O2O经营模式的休闲消费空间的POI的核密度计算而来;X_{d4}为人群消费能力,以区为单位,数据来源于天津市2023年年鉴中每个区的个人所得税平均收入。X_{d3}和X_{d4}都属于现实需求的一级指标。

区别于传统休闲消费空间,O2O线上线下结合的经营模式基于实际供给的角度,从网络可达性的角度选择指标。其中,平均价格可以理解为,在不考虑人群偏好的影响下,平均价格越低的店铺,受众面越广,供给量越高;营业时间可以理解为,一般在同一个店铺保持经营同类休闲消费服务时,营业时间越长,供给量越大。

基于潜在供给的角度,从使用潜力的方面选择指标。O2O休闲消费空间由于自身没有良好的区位条件和面向开敞空间的门面,线下的宣传条件有限,线上的宣传渠道更显重要,因此选择了O2O平台的店铺评论数和店铺评分作为计算指标。数字技术影响下的需求端消费偏好可能存在地区差异,因此对六区发放90份问卷,其中主要问卷问题及结果如表2所示,依据层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)的层次分析判断矩阵,对问题2的收集结果进行处理,处理后得到不同行政区的系数。

表2　问卷调查问题及结果

Table 2　Questionnaire Survey and Results

问题	选项	和平区	南开区	河东区	河西区	河北区	红桥区	总数
1)(单选)当您产生“剧本杀、密室、推拿、按摩、足道”这类消费的想法的时候,您是更倾向于哪个?	A 先在大众点评/美团/抖音等网站上购买团购套餐(或决定要购买某套餐),再去相应实体店进行消费	12	13	9	11	12	10	67
	B 先去相应实体店,到店后决定购买什么产品,结束后付款	3	2	6	4	3	5	23
2) 当您在美团/大众点评/抖音消费时,请给以下4个决策因素的重要性进行排序(AHP层次分析法处理后)。	α(平均价格)	0.213	0.227	0.240	0.273	0.280	0.294	
	β(营业时间)	0.160	0.147	0.227	0.180	0.193	0.169	
	μ(评论数量)	0.280	0.273	0.227	0.207	0.233	0.242	
	λ(评分)	0.347	0.353	0.301	0.340	0.293	0.294	

需求总量计算如下:

$$S=\alpha X_{s1}+\beta X_{s2}+\mu X_{s3}+\lambda X_{s4} \tag{8}$$

式中,S是需求总量;X_{s1}为平均价格;X_{s2}为营业时间;X_{s3}为O2O网站店铺评论数;X_{s4}为O2O网站店铺评分;α、β、μ、λ分别为通过问卷结果分析得到的系数。

通过对天津市六区的居民调研可知,数字技术对城市居民的休闲消费行为习惯产生了较大的影响:74.4%的城市居民改变了传统的消费习惯(先到达、后消费),在产生消费意愿后,选择通过O2O团购平台/网站浏览、筛选,在服务完成前预先在O2O平台上完成交易。同时,城市居民对于数字口碑要素的行为偏好总体趋势上具有一定的相似性:最偏好的数字口碑要素为评分,最不关注的要素为营业时间。但偏好程度在地区分布上具有一定的差异性:对于平均价格和评论数量两个要素,和平区和南开区的居民会更偏好评论数量,而其余四区会更关注平均价格。不同区域需求侧的偏好差异造成该区域消费意愿向消费行为的转化差异,进而表现为供需匹配的差异。

2　测度结果与分析

2.1　空间匹配特征

空间匹配特征如表3所示。天津市六区O2O休闲消费空间和相应的人口空间之间存在一定的空间错位现象,即休闲消费空间更邻近人口空间分布,但人口空间并没有邻近休闲消费空间分布的倾向,各行政区的$Q_{\text{O2O}\to\text{居住宾馆学校}}$值均大于1,但$Q_{\text{居住宾馆学校}\to\text{O2O}}$值均小于1。

表3 六区O2O休闲消费空间的空间匹配特征

Table 3 Spatial Matching Characteristics of O2O Leisure Consumption Space in Six Districts

邻近要素	邻近指数						
	和平区	南开区	河东区	河西区	河北区	红桥区	六区整体
居住小区→文化娱乐	0.52	0.45	0.32	0.67	0.70	0.31	0.49
文化娱乐→居住小区	2.07	2.70	6.20	5.90	8.40	52.44	3.80
居住小区→生活服务	0.74	0.58	0.66	0.60	0.58	0.70	0.60
生活服务→居住小区	3.54	1.50	1.70	1.80	2.60	19.56	1.90
学校→文化娱乐	0.42	0.58	0.26	0.63	0.47	0.33	0.47
文化娱乐→学校	0.68	0.63	0.73	1.50	1.06	6.45	0.81
学校→生活服务	0.43	0.97	0.73	0.65	0.75	0.51	0.71
生活服务→学校	0.70	0.56	0.61	0.74	0.77	3.28	0.63
宾馆→文化娱乐	0.49	0.66	0.20	0.62	0.67	0.28	0.54
文化娱乐→宾馆	1.36	1.15	2.10	2.20	1.84	12.02	1.55
宾馆→生活服务	0.84	0.69	0.64	0.56	0.62	0.45	0.63
生活服务→宾馆	1.90	0.96	0.93	0.88	1.02	8.23	1.01
居住宾馆学校→O2O	0.64	0.64	0.70	0.63	0.78	0.63	0.65
O2O→居住宾馆学校	1.17	1.53	1.40	1.57	2.20	19.6	1.50

在包括六区整体和6个行政区的7个组别中,当需求端的人口空间为居住小区和宾馆时,O2O休闲消费空间的邻近性比较明显:每个组别中,文化娱乐/生活服务类休闲消费空间对居住小区和宾馆的邻近性都大于对学校的邻近性。而当需求端为学校时,空间的邻近性并不明显:除去红桥区的6个组别,生活服务类休闲消费空间对学校的邻近指数均小于1;在六区整体、和平区、河东区、河北区4个组别中,文化娱乐类消费空间对学校的邻近指数均小于1。这也侧面印证了O2O休闲消费空间对城市本地和远距离休闲消费都具有一定的促进作用。

不同大类的空间对需求端的邻近程度也有所不同。生活服务类的O2O休闲消费空间,在除去红桥区($Q_{\text{生活服务→居住小区(红桥区)}}=19.56$)的其他5个行政区中,对于需求端的邻近程度波动不大(邻近指数在1.5~3.54之间)。而文化娱乐类的O2O休闲消费空间对于区域内有较为发达商圈的行政区,如和平区和南开区,在需求端的邻近程度相对较低(如$Q_{\text{文化娱乐→居住小区(和平区)}}=2.07$,$Q_{\text{文化娱乐→居住小区(南开区)}}=2.70$);对于商业能力较弱,以居住功能为主的行政区,如河东区、河西区、河北区和红桥区,则对需求端的邻近程度,尤其是对居住小区的邻近程度则会大大增加(如$Q_{\text{文化娱乐→居住小区(红桥区)}}=52.44$,$Q_{\text{文化娱乐→居住小区(河北区)}}=8.40$)。

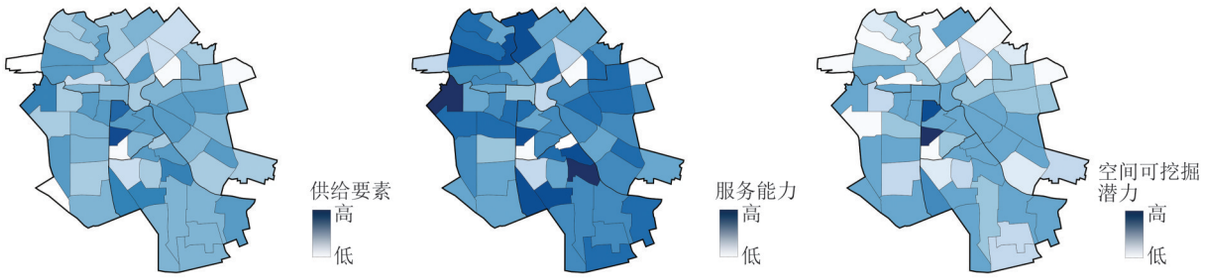
O2O休闲消费空间提供的服务通常无法通过外卖配送或快递物流等线上手段拓展其服务半径与用户覆盖范围,因此受线上技术驱动,其空间分布整体呈现向人口集聚区迁移的趋势。文化娱乐类空间所提供的服务多属非刚性需求,居民消费频次较低,依赖大规模且流动性强的客源。这导致该类空间对商场等具有强吸引力、能汇聚多元服务功能的核心场所表现出显著的锚定效应。相较而言,生活服务类空间主要提供刚性服务,需依托相对稳定的人流。因此,此类休闲消费空间倾向于在有限服务范围内吸引并维持稳定的本地客群,其选址策略着重考量对固定客源的覆盖能力。得益于线上经营渠道对实体区位劣势的补偿作用,生活服务类O2O空间对区位条件的敏感性较低,使其具备渗透至居住组团内部经营的可行性,在有效控制租金成本的同时,可规避因区位弱势导致的客源流失风险。

2.2 供需匹配的空间分布

2.2.1 供给空间的空间分布差异

总体而言,天津市六区的O2O休闲消费空间的供给服务量大致呈现南部高、北部低,西部高、东部低的分布情况,如图3所示。供给高值一般分布在有大量商务楼宇和老旧小区的街道。商务楼宇中大量分布着O2O休闲消费空间的服务人群,而且租金与地理位置的相对性价比较高;而老旧小区相对独立且楼群聚集,部分小区缺乏物业管理和门岗,相较于新建小区或者高档住宅区,更方便非小区住户进出消费。供给值的最高值出现在和平区的南营门街道,该街道建立时间较早,南靠天津大学、南开老校区校址,东靠五大道文化旅游区,北靠和平区大悦城,有着优越的地理区位。而且街道内辖有10个居委会,建有天

津中心、经联大厦、河川大厦、吉利大厦、嘉利中心等商务楼宇,符合供给高值出现地点的条件。



(a) 供给空间整合　(b) 服务能力　(c) 网络可挖掘潜力

图 3　供给空间的空间分布差异

Fig. 3　Spatial Distribution Difference of Supply Space

从具体指标来看,服务能力和网络可挖掘潜力指标在空间分布上具有一定的差异性。服务能力包含平均价格和营业时间两个衡量指标,指标的分布一定程度反映了商家的服务范围和活动强度。营业时间的变长一方面虽然增大了该商家体验服务的使用时间范围,但同时商家也要承担增加的人力和水电成本,对于附近的人流量和人群活动时间有较高要求。因此,使用潜力在靠近市中心范围中,更受交通设施功能分布的影响;在靠近市郊的范围中,更容易受到居住功能分布的影响。其中,使用潜力指标的第二高值分布在河西区的挂甲寺街道,挂甲寺街道辖内社区众多,同时路网密度和交通线网密度也名列前茅;地铁一号线南北贯穿场地,同时西邻地铁五号线具有不俗的交通优势,符合高值出现的条件。另外,位于六区外围的高值分布在河北区的直沽街道和南开区的向阳路街道,相较于周围区域,拥有更高的居住功能密度分布,亦符合高值出现的条件。

网络可挖掘潜力包含 O2O 网站店铺评论数和评分两个衡量指标,指标的分布一定程度衡量了商家数字口碑对供给水平和供给能力带来的影响。网络店铺评论量越多,能够侧面说明该店铺线上服务能力越强,而评分越高,则说明该店铺线上服务的质量越高。线上服务本身可以一定程度弥补地理区位的不利性,但体验型服务区别于提袋型消费,不能借助外卖配送等线上服务手段来缩减顾客消费所需的地理距离,消费者仍需亲自来到店铺位置进行体验型消费。所以网络可达性的极高值出现位置和天津市的实际商业中心位置大致相同,呈现中心区域值较高、四周边缘区域值较低的现象。第一高值和第二高值分别出现在南营门街道和南市街道,辖内分别含有和平大悦城和南开大悦城两座著名商圈,符合高值出现的条件。

2.2.2　需求空间的空间分布差异

总体而言,天津市六区的 O2O 休闲消费空间的需求总量的分布有明显的分布特征,如图 4 所示,海河以南的区域因为经济情况好,人均收入高,有能力购买更多和价格区间更丰富的服务供给,所以需求量相对更高。需求值的高值出现在天塔街道、五大道街道、学府街道、小白楼街道和水上公园街道,这些街道居住小区和宾馆密集分布,人群消费能力强,符合高值出现的特征。

从具体指标来看,人群活动强度和居民需求指标在空间分布上具有较为明显的空间差异。人群活动强度指标在一定程度上反映区域内人群的聚集程度和数量多少,人群的活动强度越大,说明该片区对于 O2O 休闲消费空间服务的需求量越大。人群活动强度的高值出现在靠近市区中心的位置。居民需求在本文中由同类非 O2O 休闲消费空间密度和人群消费能力组成,同类商业空间非 O2O 形式的数量越多,越增加竞争力,就越会降低居民对于 O2O 类消费空间的需求,而区域内的居民经济实力越高,往往需求量更高。O2O 休闲消费空间密度呈现分布密度由中心向边缘递减,因此高值分布在研究区域边缘;人群消费能力高值主要分布在以海河以南的 3 个经济实力较强的行政区。因此,居民需求高值主要分布在南开、和平以及河西区的边缘街道。

2.2.3　供需匹配的测度结果

天津市六区 O2O 休闲消费空间以街道为单位的供需匹配情况测算结果如图 5、表 4 所示。从供需匹配耦合情况的计算结果来看,大部分街道未处于较为良好的匹配耦合程度,与前文中的空间匹配结果一致。结果显示,天津市六区 64 个街道中,有 3 个街道的情况是严重失配,比例为 4.7%;

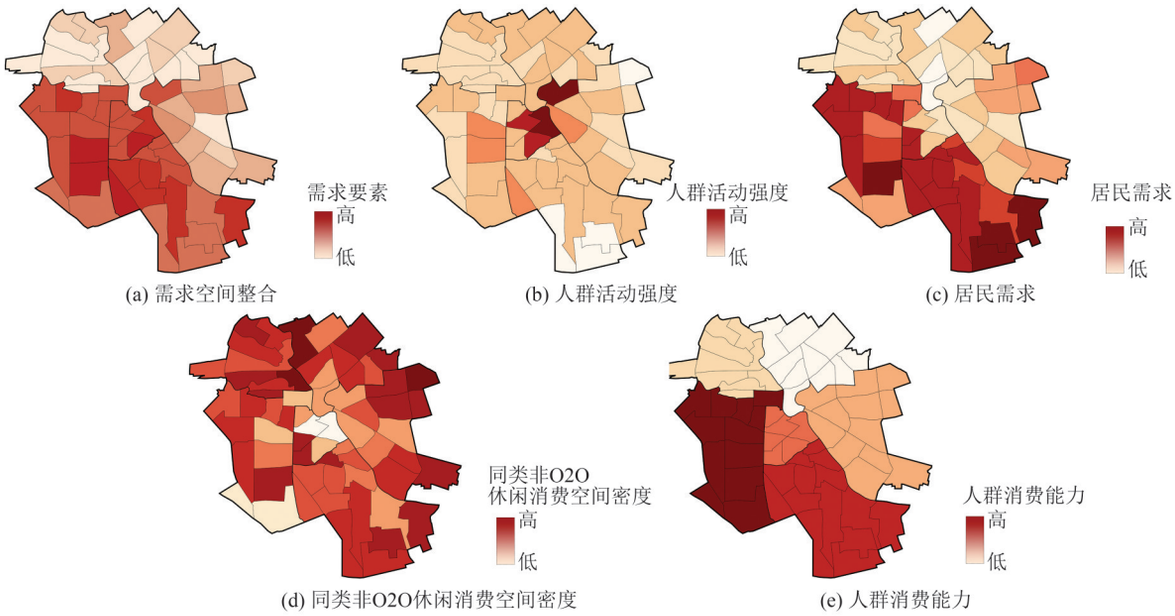


图4 需求空间的空间分布差异

Fig. 4 Spatial Distribution Difference of Demand Space

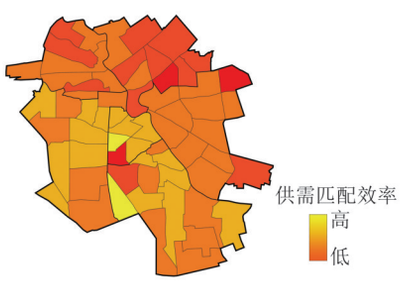


图5 天津市六区街道O2O休闲消费空间供需匹配结果

Fig. 5 Matching Results of Supply and Demand of Streets in Six Districts of Tianjin City

有12个街道的情况为濒临失配,比例为18.8%;有28个街道的情况为初级匹配,比例为43.7%;有19个街道的情况为中级匹配,比例为29.7%;有2个街道的情况为良好匹配,比例为3.1%。

2.3 供需匹配的影响因子分析

2.3.1 影响因子选取

基于供给、可达性及需求3个维度,选取了6个影响因子进行分析:路网密度、公交线路密度、居住区密度、商务商厦/写字楼密度、人口密度以及人口年龄结构。具体计算方式如表5所示。

依据前文计算的O2O休闲消费空间供需匹配耦合协调指数,将研究区域内的街道划分为3组:供需匹配状态较差(严重失配或濒临失配)、中等(初级匹配)及较好(中级匹配或良好匹配)。针对各组别,分别进行影响因子的量化分析与比较。

2.3.2 影响因子结果分析

通过SPSS软件,以各街道的供需匹配耦合协调计算结果为因变量,以本文中选取的影响因子作为自变量进行回归分析,结果如表6所示。

总体来看,无论街道处于何种供需匹配状态,公交线路密度均表现为正向影响,表明发达的公共交通系统有助于提升供需匹配效率。写字楼密度与居住区密度始终呈现负向影响,这提示尽管写字楼被认为是O2O休闲消费空间的重要载体之一,但其利用效率可能尚不充分,存在进一步开发的潜力;抑或表明需求端已趋于饱和。

分阶段分析结果如下:

1)供需匹配较差阶段($0\leqslant D<0.6$,街道数为15)。此阶段仅路网密度与公交线路密度为正向影响因子。其中,路网密度是影响程度最大的正向因子,而人口密度则为最大的负向因子。该结果表明,在此类街道中,单纯增加O2O休闲消费空间载体数量或调整需求端的数量与结构特征,均非提升匹配效率的有效途径,其核心制约可能在于连接供给与需求的物理通道效率不足。

针对这种类型的街道,优化建议为:提升微循环路网密度,重点打通街区内部断头路、拓宽瓶颈路段,改善非机动车道及人行道通行条件;增加共享交通工具投放密度,解决短距离接驳问题。

2)供需匹配中等阶段($0.6\leqslant D<0.7$,街道数为28)。在此阶段,人口年龄结构是影响程度最大的正向因子,而写字楼密度则是最大的负向因

表 4　天津市六区街道供需匹配值

Table 4　Street Supply and Demand Matching Value in Six Districts of Tianjin City

街道	供需耦合	街道	供需耦合	街道	供需耦合
邵公庄街道	0.648	长虹街道	0.657	广开街道	0.725
天塔街道	0.812	兴南街道	0.724	上杭路街道	0.610
体育中心街道	0.689	小白楼街道	0.763	挂甲寺街道	0.759
南市街道	0.781	月牙河街道	0.572	铁东路街道	0.577
光复道街道	0.547	东新街道	0.643	三条石街道	0.601
南营门街道	0.821	越秀路街道	0.664	常州道街道	0.647
马场街道	0.584	新兴街道	0.000	芥园街道	0.522
中山门街道	0.652	宁园街道	0.527	西于庄街道	0.540
望海楼街道	0.620	五大道街道	0.710	新开河街道	0.608
梅江街道	0.686	王串场街道	0.000	陈塘庄街道	0.700
万兴街道	0.724	西沽街道	0.603	咸阳北路街道	0.592
东海街道	0.693	铃铛阁街道	0.607	大王庄街道	0.693
水上公园街道	0.695	大营门街道	0.644	劝业场街道	0.723
唐家口街道	0.675	江都路街道	0.594	柳林街道	0.742
尖山街道	0.710	鲁山道街道	0.000	王顶堤街道	0.720
友谊路街道	0.766	大直沽街道	0.661	大胡同街道	0.603
鼓楼街道	0.698	嘉陵道街道	0.654	学府街道	0.715
向阳楼街道	0.688	桃园街道	0.745	鸿顺里街道	0.505
富民路街道	0.613	二号桥街道	0.588	建昌道街道	0.536
向阳路街道	0.776	丁字沽街道	0.605	华苑街道	0.700
春华街道	0.700	太湖路街道	0.685		
和苑街道	0.610	下瓦房街道	0.753		

表 5　影响因子及计算方法

Table 5　Influence Factors and Calculation Methods

指标	计算方法
路网密度	街道内道路(主干道、次干道、支路)总长度与街道总面积的比值
公交线路密度	街道内公交线路总长度与街道总面积的比值
居住区密度	街道内居住区总个数与街道总面积的比值
商务商厦/写字楼密度	街道内商务商厦/写字楼总个数与街道总面积的比值
人口密度	街道内总人数与街道总面积的比值
人口年龄结构	街道内 60 岁以下人口总数与街道总人口数的比值

子,且其影响强度超过居住区密度与人口密度。这表明在匹配效率达到中等水平的街道,写字楼作为空间载体的利用已相对充分。同时,年龄结构更年轻的群体对线上经营渠道通常表现出更高的信任度与接受度。

针对这种类型的街道,优化建议为:依据街区人口结构特征,引导商家集群化发展特定主题业态,并在O2O平台建立对应主题专区实施联合营销;联合O2O平台与社区资源,开展面向中老年群体的智能手机应用培训,重点教授休闲服务搜索、团购、预约及评价功能的使用。

表 6　O2O 休闲消费空间供需匹配影响因子回归分析结果

Table 6　Regression Analysis of Influencing Factors of Supply and Demand Matching Efficiency of O2O Leisure Consumption Space

影响因子	系数(0≤D<0.6)	系数(0.6≤D<0.7)	系数(0.7≤D<0.9)
路网密度	0.372	0.162	−0.273
公交线路密度	0.032	0.007	0.476
居住区密度	−0.204	−0.100	−0.317
写字楼密度	−0.036	−0.333	−0.018
人口密度	−0.615	−0.115	0.106
人口年龄结构	−0.218	0.188	−0.341

3)供需匹配较好阶段(0.7≤D<0.9,街道数为21)。在此阶段,公交线路密度与人口密度是仅有两个呈现显著正向影响的因子,而人口年龄结构则成为最大的负向影响因子。这表明匹配效率较高的区域对其他地区具有较强吸引力,高效的公共交通网络能够显著增强其匹配效率。

同时,该类区域对写字楼、居住区等新兴O2O休闲消费空间载体的利用已较为充分,本地需求市场趋于饱和,需吸引大量远距离客源以维持高效匹配状态。

针对这种类型的街道,优化建议为:策划区域性休闲消费主题活动(如大型文化节、美食节、特色市集等),并通过O2O平台进行高强度、精准化的跨区域广告投放(如定向邻近城市用户);发展"休闲+"复合业态,鼓励区域商家与旅游景点、酒店、会展中心等合作,推出联票或打包服务,将休闲消费嵌入访客行程,吸引商务及旅游人群。

3 结 语

天津六区的O2O休闲消费空间的供需匹配效率存在空间差异,这与数字技术介入O2O休闲消费空间的服务提供渠道和服务获取方式息息相关。本文以天津市六区为例,通过构建融合数字口碑要素(店铺评论数、评分)的供需匹配评价体系,实证揭示了数字技术对城市休闲消费空间供需匹配的多维度影响机制。

1)重构供给认知。数字口碑(线上评分、评论)显著替代了传统实体门面形象与广告,成为消费者评估服务质量和进行决策的首要依据。消费者因高口碑评价而跨区域选择服务,弱化了地理邻近性在匹配中的主导作用。

2)拓展潜在供给。线上平台量化了数字口碑对商家服务半径和吸引力的增益效应。高口碑商家能突破实体区位限制,吸引更广泛的潜在客群,提升了供给能力。

3)补充需求实现。数字口碑通过降低信息不对称和建立信任,提高了消费意愿向行为的转化率,并促使需求偏好呈现区域/人群分异特征。

这对网络平台优化具有明确启示:平台算法推荐机制应更精细化,考虑区域用户偏好差异(如城市中心区强化评论展示,外围区突出价格优势);界面设计需优化信息呈现(如突出高评分、关键评论),并探索开发适老化功能,以提升用户匹配效率和体验。

本文通过补充需求端网络口碑影响和居民消费偏好,提高了对于休闲消费空间供需匹配的测度精度。同时,分阶段识别效率影响因子,为精准化优化城市O2O休闲消费空间配置、提升供需匹配效率提供了实证依据,对推动智慧城市背景下的识别城市空间优化方向、指导O2O载体开发、提升服务效能具有参考价值。

参 考 文 献

[1] 李德仁,龚健雅,邵振峰. 从数字地球到智慧地球[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2010,35(2):127-132.
LI Deren, GONG Jianya, SHAO Zhenfeng. From Digital Earth to Smart Earth[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2010, 35(2): 127-132.

[2] 恽爽,王飞飞,曲葳. 人工智能赋能存量空间规划与治理的智慧化技术框架及应用[J]. 规划师,2025,41(2):10-18.
YUN Shuang, WANG Feifei, QU Wei. The Intelligent Technical Framework and Application of AI-Enabled Stock Space Planning and Governance[J]. *Planners*, 2025, 41(2): 10-18.

[3] 李德仁,张洪云,金文杰. 新基建时代地球空间信息学的使命[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2022,47(10):1515-1522.
LI Deren, ZHANG Hongyun, JIN Wenjie. The Mission of Geo-spatial Information Science in New Infrastructure Era[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2022, 47(10): 1515-1522.

[4] 牛强,付文琪,张浩,等. 面向"家地关系"的大数据家庭识别方法及其应用框架[J]. 地理学报,2025,80(4):937-955.
NIU Qiang, FU Wenqi, ZHANG Hao, et al. An Identification Method for Family Based on Mobile Phone Location Big Data and Its Application Framework in Family-Environment Relationship Research[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2025, 80(4): 937-955.

[5] 厉新建,曾博伟,张辉,等. 新质生产力与旅游业高质量发展[J]. 旅游学刊,2024,39(5):15-29.
LI Xinjian, ZENG Bowei, ZHANG Hui, et al. New Quality Productivity and High Quality Development of Tourism[J]. *Tourism Tribune*, 2024, 39(5): 15-29.

[6] 陈栋,张翔,陈能成. 智慧城市感知基站:未来智慧城市的综合感知基础设施[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2022,47(2):159-180.
CHEN Dong, ZHANG Xiang, CHEN Nengcheng. Smart City Awareness Base Station: A Prospective Integrated Sensing Infrastructure for Future Cities[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2022, 47(2): 159-180.

[7] 陈龙,张志斌,张亚丽,等. 城市公共服务设施与居住小区空间匹配性研究:以兰州市为例[J]. 干旱区资源与环境,2019,33(11):120-127.

CHEN Long, ZHANG Zhibin, ZHANG Yali, et al. The Rationality of Spatial Configuration of Public Service Facilities in Lanzhou[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(11): 120-127.

[8] 龚雪玲. 需求分布不确定下的共享平台供需匹配效率研究[D]. 上海: 东华大学, 2021.
GONG Xueling. The Matching Efficiency of Supply and Demand of Shared Resources Under Uncertain Demand Distributions [D]. Shanghai: Donghua University, 2021.

[9] 江海燕, 梁挚呈, 肖希, 等. 三维视角下高密度街区开放空间供需匹配研究: 以广州珠江新城为例[J]. 城市规划, 2022, 46(11): 42-51.
JIANG Haiyan, LIANG Zhicheng, XIAO Xi, et al. Research on Supply-Demand Match of Open Space in High-Density Block from a Three-Dimensional Perspective: Taking Guangzhou Zhujiang New Town as an Example[J]. *City Planning Review*, 2022, 46(11): 42-51.

[10] 仇春韶. 七十二街红烧排骨饭连锁餐饮企业OTO模式的构建研究[D]. 西安:西北大学,2017.
QIU Chunshao. Research on the Construction of OTO Mode of the Chain Catering Enterprises in the Seventy-Two Street Braised Pork Ribs[D]. Xi'an: Northwest University,2017.

[11] 张恩嘉, 龙瀛. 城市弱势区位的崛起: 基于大众点评数据的北京休闲消费空间研究[J]. 旅游学刊, 2024, 39(4): 16-27.
ZHANG Enjia, LONG Ying. The Rise of Hidden Spaces: A Study of Leisure Consumption Spaces in Beijing Using Dazhong Dianping Data[J]. *Tourism Tribune*, 2024, 39(4): 16-27.

[12] 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[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(3): 500-514.

[13] 张赫, 贺晶, 王睿, 等. 面向线上线下融合的生活服务空间演化及配置: 以生鲜零售为例[J]. 城市规划, 2023, 47(5): 86-96.
ZHANG He, HE Jing, WANG Rui, et al. Evolution and Configuration of Life Service Space Towards Online-Merge-Offline: A Case Study of Fresh Food Retail [J]. *City Planning Review*, 2023, 47(5): 86-96.

[14] 曹舒仪, 张赫, 贺晶, 等. 供需线上化影响下的小型商业设施空间特征与布局: 以北京市餐饮设施为例[J]. 南方建筑, 2024(3): 1-10.
CAO Shuyi, ZHANG He, HE Jing, et al. Spatial Characteristics and Layout of Small Commercial Facilities Under the Influence of Online Supply and Demand: A Case Study Based on Catering Facilities in Beijing[J]. *South Architecture*, 2024(3): 1-10.

[15] 孙世界, 王锦忆. 隐形消费空间的分布特征及影响因素研究: 以南京老城为例[J]. 城市规划学刊, 2021(1): 97-103.
SUN Shijie, WANG Jinyi. Distributional Characteristics and Influencing Factors of Invisible Consumption Space: A Case Study of Nanjing Old City[J]. *Urban Planning Forum*, 2021(1): 97-103.

[16] 王锦忆. "互联网+"环境下南京旧城O2O隐形消费空间研究[D]. 南京: 东南大学, 2020.
WANG Jinyi. Research on O2O Invisible Consumption Space of Nanjing Old City Under "Internet +" Environment [D]. Nanjing: Southeast University, 2020.

[17] 王世雄, 李天晨, 李泽彪. 杭州O2O生活服务业的聚集性及空间特征[J]. 浙江理工大学学报(社会科学版), 2019, 45(6): 603-610.
WANG Shixiong, LI Tianchen, LI Zebiao. Clustering and Spatial Characteristics of Hangzhou O2O Life Service Industry[J]. *Journal of Zhejiang Sci-Tech University* (*Social Sciences Edition*), 2019, 45(6): 603-610.

[18] 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[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(8): 1463-1473.

[19] 陈妙蓉. 广州社区O2O网络商业与实体商业空间布局差异及影响因素[D]. 广州: 华南理工大学, 2019.
CHEN Miaorong. Study on the Differences and Influencing Factors of Community Research on the Matching Degree of Supply and Demand Structure of Basic Public Services [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2019.

[20] 张逸姬, 甄峰, 张逸群. 社区O2O零售业的空间特征及影响因素: 以南京市为例[J]. 经济地理, 2019, 39(11): 104-112.
ZHANG Yiji, ZHEN Feng, ZHANG Yiqun. Adoption of O2O Strategies by Community Retailers in

Nanjing[J]. *Economic Geography*, 2019, 39(11): 104-112.

[21] 项欣怡, 席广亮, 甄峰, 等. 街镇联系网络对都市圈生活服务供给水平影响分析: 以南京都市圈为例[J]. 地理科学, 2025, 45(6): 1304-1317.
XIANG Xinyi, XI Guangliang, ZHEN Feng, et al. Impact of Network Among Towns on Life Service Supply Level in Metropolitan Area: Taking Nanjing Metropolitan Area as an Example[J]. *Geographical Science*, 2025, 45(6): 1304-1317.

[22] 刘纪平, 曹元晖, 王勇, 等. 利用网络泛地图资源评价15 min生活圈医疗服务可达性: 以上海市为例[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2022, 47(12): 2054-2063.
LIU Jiping, CAO Yuanhui, WANG Yong, et al. Evaluating the Accessibility of Medical Services in the 15 min Life Circle Using Internet Pan-Map Resources: A Case Study in Shanghai[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2022, 47(12): 2054-2063.

[23] 申庆喜, 李诚固, 刘仲仪, 等. 长春市公共服务设施空间与居住空间格局特征[J]. 地理研究, 2018, 37(11): 2249-2258.
SHEN Qingxi, LI Chenggu, LIU Zhongyi, et al. Spatial Pattern of Public Service Facilities Space and Living Space in Changchun[J]. *Geographical Research*, 2018, 37(11): 2249-2258.

[24] 师玉朋. 基本公共服务供需结构匹配度研究[D]. 昆明: 云南财经大学, 2014.
SHI Yupeng. Research on the Matching Degree of Supply and Demand Structure of Basic Public Services [D]. Kunming: Yunnan University of Finance and Economics, 2014.

[25] 刘颂, 杨莹, 颜文涛. 基于生态系统文化服务供需平衡的公园绿地配置研究框架[J]. 中国城市林业, 2021, 19(3): 14-18.
LIU Song, YANG Ying, YAN Wentao. Research Framework of Green Space Allocation in Parks Based on Cultural Ecosystem Services Supply-Demand Balance[J]. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2021, 19(3): 14-18.

[26] 王振坡, 刘璐. 城市居住小区与公共服务设施空间布局优化: 以天津市为例[J]. 中国房地产, 2021(18): 24-31.
WANG Zhenpo, LIU Lu. Spatial Layout Optimization of Urban Residential Quarters and Public Service Facilities: Taking Tianjin as an Example[J]. *China Real Estate*, 2021(18): 24-31.

[27] 景永才, 孙然好, 陈利顶. 基于大数据的北京市公园休憩服务供需平衡研究[J]. 环境生态学, 2020, 2(5): 20-26.
JING Yongcai, SUN Ranhao, CHEN Liding. Research on Supply and Demand of Park Recreation Services of Beijing Based on Big Data[J]. *Environmental Ecology*, 2020, 2(5): 20-26.

[28] 饶钰飞, 邹亚锋, 罗锋, 等. 基于两步移动搜索法的福州市公园绿地主客观可达性研究[J]. 生态学报, 2024, 44(10): 4064-4080.
RAO Yufei, ZOU Yafeng, LUO Feng, et al. Subjective and Objective Accessibility of Green Parks in Fuzhou City Based on Two-Step Floating Catchment Area Method [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2024, 44(10): 4064-4080.

[29] 杨文睿, 任周桥, 何建华. 顾及生活服务设施供需服务水平的空间差异性分析: 以武汉市江汉区为例[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2024, 49(3): 473-481.
YANG Wenrui, REN Zhouqiao, HE Jianhua. Analysis of Spatial Disparity Based on Supply and Demand Service Level of Life Service Facilities: A Case of Jianghan District in Wuhan City[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2024, 49(3): 473-481.

[30] 李琪. 大众休闲视域下城市游憩-居住功能空间匹配关系研究: 以长沙市为例[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2021.
LI Qi. Research on the Matching Relationship Between Urban Recreation and Residential Function Space from the Perspective of Mass Leisure: Take Changsha City as an Example [D]. Changsha: Hunan Normal University, 2021.

[31] 王新越, 曹婵婵. 青岛市居民休闲与居住空间结构及其匹配关系[J]. 经济地理, 2019, 39(9): 156-163.
WANG Xinyue, CAO Chanchan. Leisure and Residential Space Structure and Its Matching Relationship of Qingdao Residents[J]. *Economic Geography*, 2019, 39(9): 156-163.

[32] 李金刚. 城市公园绿地游憩服务能力空间绩效评价与布局优化研究: 以西安市中心城区为例[D]. 西安: 西北大学, 2019.
LI Jingang. Study on Spatial Performance Evaluation of Urban Green Park Space Recreational Service Capability and Layout Optimization: A Case Study of the Central District of Xi'an City [D]. Xi'an: Northwest University, 2019.

[33] 朱茜亚, 田国行, 吕锐, 等. 周口市建成区公园绿地空间布局与供需匹配研究[J]. 河南农业大学学报, 2023, DOI: 10.16445/j.cnki.1000-2340.20230911.001.

ZHU Qianya, TIAN Guoxing, LÜ Rui, et al. Study on the Spatial Layout and Supply and Demand Matching of Park Green Space in Urban Built-Up Area of Zhoukou City[J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2023, DOI: 10.16445/j. cnki. 1000-2340.20230911.001.

[34] 庄思冰, 龚建周, 陈康林, 等. 粤港澳大湾区小型公园绿地生态系统文化服务的供需匹配特征[J]. 生态学报, 2023, 43(14): 5714-5725.
ZHUANG Sibing, GONG Jianzhou, CHEN Kanglin, et al. Supply and Demand Matching Characteristics of Cultural Ecosystem Services of Small Parks and Greenbelts in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2023, 43(14): 5714-5725.

[35] 李美仪, 李玲, 麦雄发. 空间关联视角下北京市不同星级酒店分布规律及影响因素研究[J]. 地域研究与开发, 2024, 43(4): 72-77.
LI Meiyi, LI Ling, MAI Xiongfa. Research on Distribution Patterns and Influencing Factors of Hotels of Different Star Ratings in Beijing City from a Spatial Association Perspective[J]. *Areal Research and Development*, 2024, 43(4): 72-77.

[36] 江炜, 邵大伟, 吴殿鸣. 生活圈视阈下公园绿地圈层分布及其协同区位演变特征: 以南京为例[J]. 中国园林, 2024, 40(8): 91-96.
JIANG Wei, SHAO Dawei, WU Dianming. The Evolution Characteristics of Park Green Space Circle Distribution and Colocation Quotient from the Perspective of Life Circle: A Case Study of Nanjing [J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2024, 40 (8): 91-96.

[37] 余东升,余娟娟,李小平. 中国省级碳排放与新质生产力的耦合协调测度及收敛性[J]. 环境科学, 2025,DOI:10.13227/j.hjkx.202412148.
YU Dongsheng, YU Juanjuan, LI Xiaoping. Coupling Coordination Measurement and Convergence of Provincial Carbon Emissions and New Quality Productivity in China [J]. *Environmental Science*, 2025,DOI:10.13227/j.hjkx.202412148.