

智能技术作用下的城市生活服务供需匹配 研究进展与展望

席广亮^{1,2}, 甄峰^{1,2*}, 项欣怡¹, 张姗姗¹

(1. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093; 2. 江苏智慧城市研究基地, 南京 210093)

摘要:移动互联网、大数据、云计算等智能技术的普及应用,持续改变城市日常生活服务供需匹配关系,对城市生活服务资源时空配置效率和公平性产生影响,也对城市生活服务设施空间布局产生作用。论文首先对智能技术应用影响下的城市生活服务供需关系研究进展进行梳理,进而从信息时代新的人地关系、虚实空间关联以及供需匹配理论出发,构建智能技术作用下城市生活服务供需匹配研究框架,提出智能技术影响下的城市生活服务供需匹配性、生活服务供需匹配影响机制、生活服务设施空间布局效应,以及面向未来智慧城市的生活服务设施优化配置策略等重点研究方向和内容。论文对于未来智慧社会下的公共服务资源配置效率提升与空间布局优化具有理论探索意义和实践价值。

关键词:智能技术;生活服务设施;供需匹配;人地关系;智慧城市

公共服务设施,尤其是生活服务设施的空间布局和优化配置,是实现社会公平正义和以人民为中心城市建设的重要抓手,也是城市地理、城乡规划等学科长期关注的重点领域。供需匹配是城市生活服务设施优化配置及生活圈建设的关键所在,对于提升城市发展质量和社区生活服务品质具有重要意义。党的二十大报告指出,健全基本公共服务体系,提高公共服务水平,是增进民生福祉和提高人民生活品质的重要途径。在数字中国、智慧社会等战略引领下,移动互联网、大数据、云计算等智能技术与城市生活服务的结合越来越紧密,尤其是移动互联网应用于城市日常生活服务,催生了即时配送服务等线上生活服务供给方式,线上线下融合的新零售模式在生活服务中得到广泛应用和普及。中国互联网络信息中心(CNNIC)报告显示,截至2022年6月,中国网络购物、在线医疗、在线教育的

用户规模分别为8.41亿、3.00亿和3.77亿人,分别占整体网民的80.0%、28.5%和35.9%。

智能技术体现为计算机技术、传感技术、GPS定位技术、大数据、人工智能等各类技术及其综合应用。智能技术发展经历了以计算机等固定终端设备和万维网应用为主的阶段,到互联网和移动手机等信息和通讯技术(information and communication technology, ICT)普及应用阶段,再到大数据、云计算、人工智能等新一代智能技术主导发展阶段^[1]。电子商务、新零售是ICT、新一代智能技术发展的重要方向和表现,其在生活服务中的应用和繁荣,持续改变着城市生活服务供给和资源配置的方式,并对城市生活服务资源配置效率和公平性产生影响作用。

智能技术对城市生活服务供需匹配关系的影响,改变了生活服务设施的空间组织模式,对城市

收稿日期:2023-03-24;修订日期:2023-07-27。

基金项目:国家自然科学基金项目(42071202, 52008201);国家社会科学基金项目(20AZD040)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 42071202 and 52008201; National Social Science Foundation of China, No. 20AZD040.]

第一作者简介:席广亮(1985—),男,博士,副教授,研究方向为数字化与城市区域发展、国土空间规划。

E-mail: xiguangliang@nju.edu.cn

*通信作者简介:甄峰(1973—),男,教授,研究方向为城市地理、智慧城市、城市与区域规划。E-mail: zhenfeng@nju.edu.cn

引用格式:席广亮,甄峰,项欣怡,等.智能技术作用下的城市生活服务供需匹配研究进展与展望[J].地理科学进展,2023,42(11):2231-2241.
[Xi Guangliang, Zhen Feng, Xiang Xinyi, et al. Progress and prospect of research on supply-demand matching of urban residential services under the influence of smart technologies. Progress in Geography, 2023, 42(11): 2231-2241.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2023.11.012

生活服务设施的区位选择、空间布局和土地利用产生影响。智能技术在拓展城市日常生活服务供给渠道的同时,改变了生活服务供给者与需求者之间的交互模式,促使传统基于固定场所的服务供给模式向以居民为中心的移动服务模式转变,使得服务产品、居民与场所之间的固有联系减弱,城市公共服务的灵活性、流动性、可获得性极大提升^[2-4]。同时,智能技术带来了城市生活服务产品的供需匹配过程变化,改变了服务产品生产、供应、零售及配送等环节的线上线下组织和互动关系,并带来城市生活服务供需耦合协调性及时空布局变化。尽管远程在线服务、即时配送服务等智能服务方式已经得到广泛普及和应用,但其对日常生活服务供需匹配关系和空间布局影响的理论探索远远滞后于实际发展的需求。

随着城市规模扩大以及各类要素流动性增强,城市安全风险也在不断增加,这对应急状态下生活服务设施保障及其供需匹配提出更高要求。在新冠疫情防控中,智能技术支撑的生活服务模式在居民生活保障方面发挥了重要作用。同时,新型基础设施建设进程的加速,将持续影响和重构智能技术下的生活服务供需匹配关系,因此迫切需要开展智能技术作用下的城市生活服务供需匹配研究。生活服务设施通常分为消费性设施(如商业服务)和公益性设施(教育、医疗卫生、文化体育等)两大类^[5]。生活服务设施配置具有等级差异性,城市、片区和社区等不同层级的设施往往对应不同的服务人口规模和市场覆盖范围。本文侧重于探讨智能技术对生活服务设施供需匹配关系的普遍性影响规律,而非讨论智能技术对不同等级生活服务设施影响的异质性。研究对于未来智慧城市生活服务设施布局优化、生活服务设施的韧性和服务质量提升具有理论和实践指导价值。

1 智能技术作用下的城市生活服务供需匹配研究进展

进入信息时代,赛博空间已成为影响实体空间的重要力量,使原有的以实体空间及其差异性为研究主题的地理学面临着变革。从20世纪80年代末开始,西方学者开始关注居民ICT使用与城市空间互动影响,提出了替代、补充、修正和中立4种关系^[6],分析ICT影响下的城市空间和结构形态,提出

虚拟空间、赛博空间、地理网络空间、流空间等概念^[7-8]。2000年以来,对城市空间的研究越来越强调居民行为活动的影响,时间地理学的理论方法开始引入ICT与城市空间关系研究^[2,9],而ICT活动与城市服务设施利用之间的关系是讨论的重点。近年来,新一代智能技术的快速发展,以及全球范围对智慧城市建设的重视,带动了共享服务、移动服务等服务模式的出现,各类活动的线上线下融合,以及城市服务设施优化配置成为关注的新焦点^[10]。

智能技术对城市生活服务供需匹配的影响作用,主要体现在其对生活服务供给和需求、生活服务供需匹配程度的影响,以及带来的生活服务设施空间布局变化。一方面,已有研究探讨了智能技术作用下城市生活服务供给的渠道、结构与设施配置,以及居民生活服务需求的时空制约和分异特征,这是开展供需时空匹配研究的重要基础。另一方面,围绕生活服务供给和需求的内在联系及匹配程度,开展城市生活服务供需关系评价,并挖掘智能技术对供需关系的内在影响机理,这有助于理解智能技术背景下城市生活服务设施配置的效率和公平性。同时,在智能技术的长期影响下,城市生活服务设施的区位、功能、布局结构及土地利用亦产生变化和调整,开展智能技术影响下的生活服务空间布局研究,有助于在理解生活服务供需匹配关系变化的基础上优化其空间配置,并作为规划建设策略制定的依据。总体上,对于智能技术作用下的城市生活服务供需匹配研究,主要集中在以下3个方面。

1.1 生活服务供给和需求时空特征

智能技术不仅影响日常生活服务供给内容和时空配置,还对居民生活服务需求的时空分布产生影响。探究智能技术作用下的城市生活服务供给和需求时空规律,是当前居民生活品质提升和生活圈设施优化配置的关键所在。智能技术驱动的生活服务供给模式,其本质是生活服务的供给由传统非智能供给转向智慧化供给,呈现出合作式供给、区域协同供给、“一站式”供给等特征^[11-13]。智慧化供给不仅改变了生活服务供给渠道和结构,也使得生活服务设施要素在不同时空尺度的配置以及布局结构发生变化^[14]。Shi等^[15]在区分实物商品类服务和非实物商品类服务的基础上,探讨互联网对在线娱乐等非实物商品类服务供给的信息传递和服务匹配过程的作用。也有研究探讨当日配送平台

对实物商品类生活服务店铺可获取性、使用频率的影响作用^[16]。

智能技术减弱了居民活动和时间、空间之间固有的联系,居民生活服务需求的满足及其活动出行更加灵活自由^[17-18]。居民对于实体生活服务设施的使用,往往受实体店营业时间、空间距离的约束,当日配送等智慧化生活服务的使用,在很大程度上削减了生活服务需求满足过程中的时空制约。同时,智能技术带来了居民生活服务消费及活动过程的破碎化和虚实空间重构^[19]。已有较多研究关注智能终端设备使用对居民购物、餐饮与休闲相关活动的时空影响及特征^[20-22],分析个体行为模式的时空变化^[23-25]。由于不同群体的技术接受程度以及智能设备使用存在差异,其日常生活和服务需求存在一定的异质性。已有研究分析了智能设备使用下老年人、残疾人等弱势群体生活服务需求活动的时空特征^[26-27],并探讨如何消减由于智能技术使用“数字鸿沟”所造成的生活服务不公平性问题,以及如何通过智能技术来更好地提升城市郊区、乡村等边缘地区的生活服务质量。

1.2 生活服务供需评价及影响机理

城市生活服务设施供需匹配性评价研究,是提升生活服务资源配置效率和优化布局的重要途径。已有研究基于生活服务设施供给不足、供给时间滞后、分布不均导致的供需不匹配问题,从城市地理、城乡规划等学科角度,进行城市各类生活服务设施的供需关系以及供需耦合协调度评价研究^[28-29]。通过构建评价指标体系,综合评价生活服务供给水平和需求特征,采用耦合度、协调度、距离衰减函数等模型定量评价城市生活服务整体的供需匹配性,分析不同时间、空间的供需协调发展程度^[30],对商业设施、医疗、教育等基本服务设施供需的空间公平性进行分析^[31],并探讨基本服务的均等化。近年来,智能技术的发展对城市生活服务供需匹配的精准度和效率产生显著影响,并为生活服务设施供需匹配性分析评价提供新的手段^[32]。已有研究利用互联网开放数据,分析城市内部便利性服务设施、城市餐饮等生活服务设施的供需匹配特征^[33-34],并对不同空间和人群的设施使用公平性进行评价。总体上,已有研究已经开始应用互联网、大数据等方法进行城市日常生活服务供需匹配关系和耦合协调度评价,但缺乏线上线下融合的日常生活服务供需匹配评价及其影响机理研究。

智能技术为消费者和服务供给者之间的交互作用提供了沟通渠道,进而改变了实体服务供应者与需求者在虚实空间中的匹配关系^[35]。Zhen等^[36]以购物消费为实证案例,探讨智能技术对生活服务供需互动过程及虚实关联的影响作用。智能技术与生活服务的结合,在提升实体生活服务数字连通性的同时^[37-38],改善了城市居民接入本地店铺和生活服务产品的能力,带来了城市生活服务供需匹配关系的变化,进而影响生活服务供给和需求之间的耦合协调度。Kenyon等^[39]和Lavieri等^[40]在探讨数字连通性和虚拟流动性的基础上,分析了智能技术对城市公共服务供需匹配的影响作用。总体而言,已有研究开始关注智能技术应用对生活服务供需匹配的影响,但缺乏从多种时空要素和多元主体出发的城市日常生活服务供需匹配过程、供需耦合协调度的影响机制探索。

1.3 生活服务设施空间布局

在智能技术的影响下,生活服务设施布局具有明显的从“中心地”向“中心流”转变趋势^[41],区位影响因素也产生相应的改变。相较于城市中心、出行距离、服务需求、土地价格、劳动力等传统的区位因子^[42-43],智能技术影响下生活服务设施的区位选择更具弹性^[44-46],更加强调技术、创新、时间成本、配送距离以及人流集聚等新的区位因子^[47-49]。已有研究发现城市生活服务正加速向办公楼宇、社区等空间渗透和延伸,如即时配送应用促使餐饮店、果蔬店铺等生活服务设施布局向居住区、非正规空间拓展^[50];网络购物、在线办公、远程健康诊疗等重新定义“家”的场所功能和意义^[51]。

智慧应用及信息平台的建设,加强了在线服务与本地生活服务设施的互动,使得城市服务空间向虚实融合的空间转化^[52]。在线服务受实体生活服务设施地域根植性的影响,促使线上服务功能在实体生活服务空间集聚,导致城市传统生活服务设施的共享性、服务范围发生变化^[53-55],从而推动传统城市服务空间的转型。与此同时,智能技术进一步带来城市中心地区和郊区服务设施功能、社区生活圈服务设施配置的变化,使得城市生活服务设施布局的空间结构、土地利用更加复杂化^[56-58]。

总体上,空间规模与集聚效应、空间与机会邻近性、交通可达性等传统理论对城市日常生活服务设施空间布局的重要性不断下降,开始强调虚实空间关联、数字连通性,以及活动的时空制约、居民的

主观评价与认同感等^[59-60],对生活服务区位选择和空间布局的影响效应。

2 智能技术作用下城市生活服务供需匹配研究展望

智能技术改变了各类要素的流动性,使得居民行为活动更加灵活自由,促使人们形成新的流动时空观和区位观^[61],并对城市社会经济和空间治理产生深刻的影响,持续重构和影响传统城市发展中的地地关系系统。智能技术不仅改变了居民各类活动与城市空间要素的交互方式,也使得虚拟空间与物质空间关联方式、作用机制产生变化,并深层次改变了城市生活服务设施供给与居民需求的匹配关系,对城市生活服务设施布局、社区生活圈规划建设等产生影响作用。

因此,基于信息时代新的人地关系、虚实空间关联以及供需匹配理论,本文提出智能技术作用下的城市生活服务设施供需匹配研究框架(图1)。利用大数据挖掘、居民活动监测、问卷调查等方法,挖掘城市生活服务设施供给和居民服务需求信息数据,以模拟分析智能技术作用下的城市生活服务设施供给和需求时空分布特征,分析供需匹配过程中

居民和生活服务设施的线上线下时空关联模式,以及在这个过程中生活服务供给和需求之间的耦合协调关系变化。与此同时,需要关注智能技术作用下城市生活服务供需匹配性的影响机制,尤其是考虑生活服务供给质量、生活服务设施的主观感知以及居民出行制约、个体制约和社会制约等维度要素的影响。从人与设施时空协同的导向出发,基于智能技术带来的居民活动方式及其对生活服务的时空需求变化,关注城市生活服务设施的虚实空间融合与功能转型,挖掘服务设施配置与布局变化规律,模拟预测生活服务设施的微观区位选择偏好及土地利用模式变化,为未来城市发展、社区生活圈建设中的日常生活服务资源优化配置与规划提供理论和应用研究支撑。

2.1 生活服务供需匹配性

智能技术驱动的生活服务模式,在改变城市生活服务供给渠道、服务可达性的同时,带来了居民日常生活和交通出行方式的变化,并对生活服务的供需匹配关系产生影响^[62]。因此,在已有网络在线活动对实体活动和出行影响研究基础上,进一步分析和理解智能技术影响下的居民活动和生活服务需求时空特征,探索生活服务供给的时空变化规律。立足于信息时代的人地关系,开展智能技术作

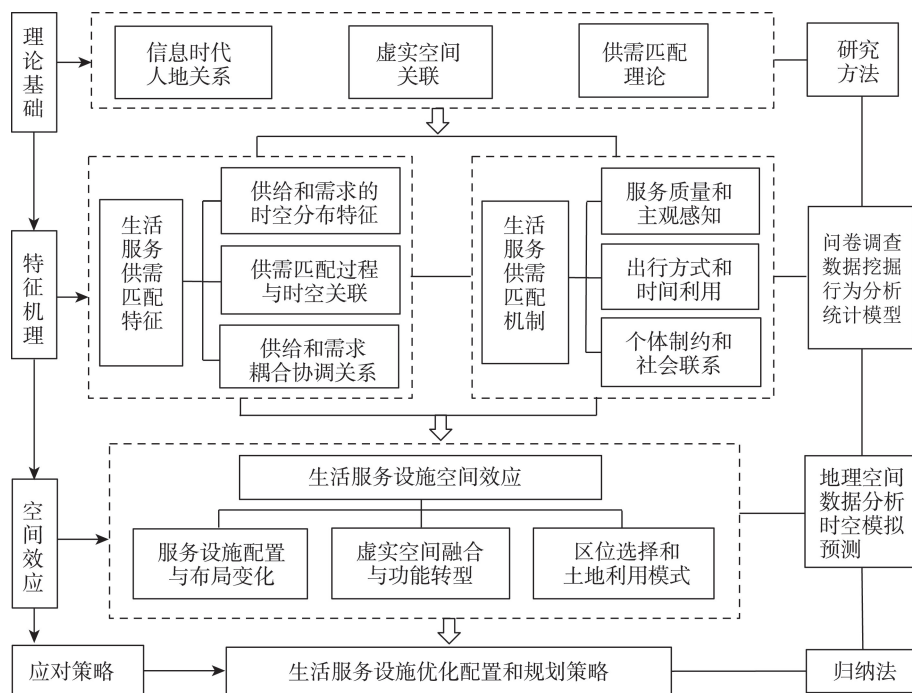


图1 智能技术作用下城市生活服务供需匹配研究框架

Fig.1 A research framework of supply-demand matching of urban residential services under the influence of smart technologies

用下的人与生活服务设施互动关系、匹配性研究,以引导供需协调的城市生活服务设施布局 and 配置。

一方面,可通过居民行为活动调查、互联网数据挖掘、移动轨迹调研等方式获取和采集数据,分析移动互联网、配送平台应用下的日常生活服务供给渠道、时间以及服务供给场所特征,挖掘在线生活服务供给与实体生活服务供给耦合关系,探究线上线下融合的日常生活服务供给特征与变化趋势。关注居民对各类线上生活服务的需求特征,分析智能技术对实体生活服务使用频率、时间、空间及交通出行影响,揭示居民日常购物、休闲娱乐、健康医疗、文化体育等日常生活服务相关活动及其时空分布特征。

另一方面,立足于居民生活服务需求和活动视角,可从服务需求产生、信息搜索、需求决策、服务流通、使用反馈等生活服务供需环节,挖掘智能技术应用下的生活服务供需匹配过程,分析生活服务的线上线下渠道组合方式,以及虚实空间互动和作用尺度,探索供给和需求之间的时空交互模式及其特征规律。在此基础上,进一步研究融合线上线下渠道的城市生活服务供需协调度评价框架与方法,尤其是探索如何利用POI数据、即时配送平台数据、地理国情普查数据等多源数据,进行城市生活服务供需耦合协调度的综合评价^[63],并针对日常购物、餐饮服务、休闲服务、医疗健康、文化教育等不

同类型生活服务供需协调性和时空规律开展相关实证研究。

2.2 生活服务供需匹配机制

对于智能技术带来的生活服务线上线下融合、虚实空间关联以及供需匹配性探索,需要从理论上探索智能技术应用对城市生活服务供需匹配的影响机理。在时空行为研究范式基础上,重点关注智能技术对居民服务感知、交通出行、时间利用、个体社会联系等维度的影响作用^[13],以及居民对于智能技术的适应过程和机制,进而挖掘生活服务供需匹配中智能技术对居民认知限制、空间制约、时间制约和能力制约的调节作用和效应(图2)。实证研究中,可以借助于结构方程模型、机器学习等定量模型方法,分析智能技术对生活服务供给和居民需求关系的作用方式、影响路径及效应。

具体来讲,居民服务感知方面,可以挖掘和利用各类生活服务设施的用户和网络评价数据,分析智能技术应用对生活服务可负担性、服务质量感知与居民认同性的影响,进而挖掘这些影响对生活服务供需联系时空距离、匹配尺度的作用结果和效应。居民交通出行方面,分析各类智能技术应用对居民生活服务的出行频率、出行方式、出行距离和出行时间影响,探索移动互联网、即时生活服务配送等对居民活动与生活服务场所之间的交通连通性影响,以及对服务机会、服务可进入性等空间综

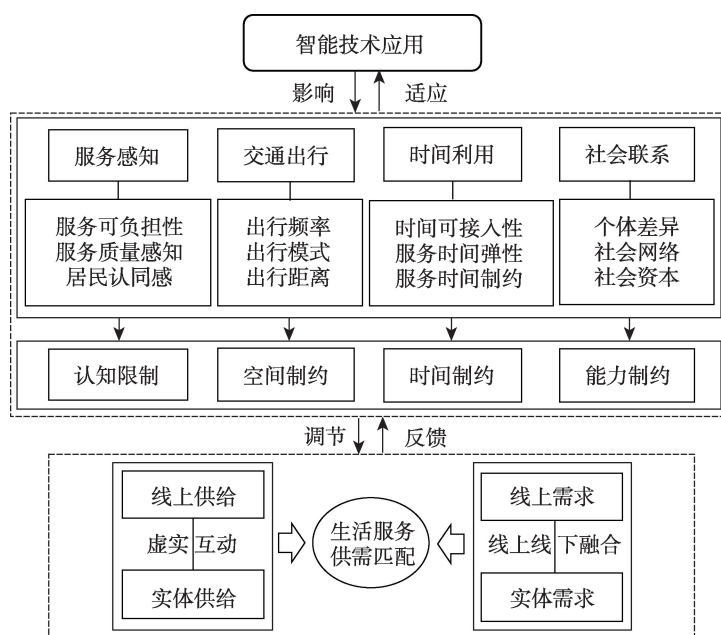


图2 智能技术对城市生活服务供需匹配的影响机制

Fig.2 Influencing mechanism of smart technologies on urban residential service supply-demand matching

合可达性的作用。时间利用方面,可以分析智能技术应用对生活服务可接入性、时间制约和供给时间弹性的影响作用,探索智能技术背景下城市生活服务空间与居民行为的作用机制^[64]。个体与社会联系方面,探讨智能技术应用对个体能力制约的影响,例如老年人使用智能服务中的“数字鸿沟”问题,挖掘智能技术对居民生活服务使用过程中社会网络、社会资本以及供需联系的作用机制。

2.3 生活服务设施空间影响效应

在传统的设施可达性、地理邻近性以及人口空间集聚等理论上,需要拓展新的理论范式,探索智能技术应用带来的城市生活服务设施功能、空间布局和土地利用转变,研究新的城市生活服务设施区位选择和土地利用模型,进一步探讨智能技术支撑下的社区生活圈服务设施空间布局和土地利用模式。具体研究中,不仅需要关注智能技术影响下的生活服务设施空间布局变化,也要探索智能技术赋能的生活服务设施对城市居住、办公、物流等功能空间的影响作用。

一方面,立足于智能技术对城市要素空间集聚与扩散的影响,分析生活服务中心的空间格局与体系结构,揭示智能技术作用下的生活服务空间极化与扁平化规律,探讨从传统基于静态人口规模的生活服务布局向兼顾要素流动及居民活动的生活服务体系转变。例如,从线上线下活动需求、实际服务人口出发,分析和预测居民消费和流动性趋势,来构建分区分级的商业中心布局体系^[65]。

另一方面,分析智能技术影响下实体服务空间的功能融合、空间组织与布局形态,以及日常生活服务设施的共享性、流动性特征,挖掘生活服务设施与居住区、办公楼宇、物流等功能的组织模式、布局结构与用地变化,探索生活服务与社区空间布局融合态势以及社区公共服务韧性变化。同时,面向新型基础设施建设,研究新的日常生活服务设施及其功能空间需求,如“无接触”配送店、无人便利店、智能快递柜、自助健身房等无人值守服务设施及其供给,探索其弹性的空间需求与布局方式。

2.4 面向未来的生活设施优化配置

智慧生活服务是智慧城市建设的方向和重要内容,未来需要进一步探索智能技术应用下的生活服务设施配置以及规划策略。以提升生活服务设施供需匹配程度和运行效率为出发点,围绕生活服务设施空间布局结构、功能组织和土地利用等,探

讨城市和社区生活服务设施空间融合布局模式,以及生活服务设施分级分类配置策略。根据产业、创新、消费、休闲、居住等不同主导功能社区居民活动特征和需求,结合公益性和私人部门主导的生活服务设施布局的内在逻辑,探索差异化的社区生活服务设施配置标准与策略。根据老年人、儿童、青年等不同人群的智能设备和智能技术应用普及程度,以及对线上线下生活服务设施需求的差异性,进行城市、社区等不同空间尺度的生活服务设施供给和需求仿真模拟,引导人本化的服务设施优化配置和规划决策。

面向未来城市发展,探讨城市生活服务设施的智能、健康和安全建设策略,引导城市生活服务设施的共享化、个性化、协同化发展以及高效率运行。孔宇等^[66]认为未来社区发展中,需要精准感知居民需求,重视线上线下融合的服务设施组织。研究极端条件下(如突发公共卫生事件)日常生活服务的供给韧性和弹性,提出刚柔兼备的精准化服务设施配置策略。与此同时,结合城市老城更新、郊区新城开发、城乡接合片区功能提升等不同需求,完善各类生活服务设施配套,建设智慧化的生活服务应用场景。例如,牛强等^[67]从空间布局、平台搭建与运作模式等方面探讨了郊区新城线上线下生活服务公平性提升和生活圈规划策略。

3 总结与讨论

智能技术的广泛应用和普及,持续对城市服务设施的供需关系以及布局产生影响。从地理学视角出发,探讨智能技术作用下的城市生活服务设施优化配置策略,是开展智能技术环境下人地关系探索的重要切入点。本文从信息时代人地关系、虚实空间关联等理论出发,强调“供给—技术—需求”的协调发展思路,在梳理智能技术对城市生活服务供需匹配影响相关研究进展基础上,构建了智能技术影响下的城市生活服务设施供需匹配研究框架,提出需要进一步分析智能技术应用下城市生活服务设施供给和需求的匹配性,探究智能技术对生活服务供需匹配的影响机制,挖掘智能技术作用下生活服务设施空间布局效应,并面向未来智慧城市探索生活服务设施优化配置的路径策略。这对于优化城市生活服务设施布局,提升城市生活服务供给质量和效率具有重要的意义。

城市生活服务供给和需求匹配关系是一个动态变化的过程,受技术发展、居民生活、社会经济运行、城市发展与管理水平等多种因素的影响。一方面,人工智能、大数据等智能技术的不断进步和应用场景创新,带来未来城市发展的不确定性,尤其是智能生活服务模式和业态的创新,有助于实现生活服务设施供给的精细化、人本化,并对城市生活服务的供需匹配关系以及设施布局持续产生影响作用。另一方面,围绕中国式现代化的本质要求,从提升新型城镇化发展质量的目标出发,结合居民消费升级,以及市民化、老龄化等发展趋势,进一步考虑城市生活服务设施的优化配置和布局。同时,由于不同地区和等级城市的发展存在差异,其智能技术应用水平以及智能生活服务发展亦存在差异,需要根据不同城市的实际服务人口和需求变化,引导生活服务设施配置的动态优化,提升城市居民生活品质,服务于以人民为中心的未来城市规划和建设。

参考文献(References)

- [1] 孔宇,甄峰,张珊珊. 智能技术对城市居民活动影响的研究进展与展望 [J]. 地理科学, 2022, 42(3): 413-425. [Kong Yu, Zhen Feng, Zhang Shanqi. Progress and prospects of the impact of smart technology on urban residents' activities. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(3): 413-425.]
- [2] Kwan M-P. Time, information technologies and the geographies of everyday life [J]. *Urban Geography*, 2002, 23(5): 471-482.
- [3] 甄峰,翟青,陈刚,等. 信息时代移动社会理论构建与城市地理研究 [J]. 地理研究, 2012, 31(2): 197-206. [Zhen Feng, Zhai Qing, Chen Gang, et al. Mobile social theory construction and urban geographic research in the information era. *Geographical Research*, 2012, 31(2): 197-206.]
- [4] 席广亮,甄峰,沈丽珍,等. 南京市居民流动性评价及流空间特征研究 [J]. 地理科学, 2013, 33(9): 1051-1057. [Xi Guangliang, Zhen Feng, Shen Lizhen, et al. The evaluation of resident fluidity and the spatial characteristics of flow in Nanjing. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(9): 1051-1057.]
- [5] 侯成哲,卢银桃,李玮. 杭州公共设施调研与分析: 基于日常生活服务需求的视角 [J]. 城市规划, 2015, 39(S1): 52-58. [Hou Chengzhe, Lu Yintao, Li Wei. Investigation and analysis on public facilities in Hangzhou: From the perspective of daily life service demand. *City Planning Review*, 2015, 39(S1): 52-58.]
- [6] Mokhtarian P L. A typology of relationships between telecommunications and transportation [J]. *Transportation Research Part A: General*, 1990, 24(3): 231-242.
- [7] Castells M. The informational city: Informational technology, economic restructuring and the urban-regional process [M]. Oxford, UK: Blackwell, 1989.
- [8] 孙中伟,路紫. 流空间基本性质的地理学透视 [J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(1): 109-112. [Sun Zhongwei, Lu Zi. A geographical perspective to the elementary nature of space of flows. *Geography and Geo-Information Science*, 2005, 21(1): 109-112.]
- [9] Couclelis H. From sustainable transportation to sustainable accessibility: Can we avoid a new tragedy of the commons? [M]// Janelle D G, Hodge D C. Information, place and cyberspace. Berlin, Germany: Springer, 2000: 341-356.
- [10] 王波,卢佩莹,甄峰. 智慧社会下的城市地理学研究: 基于居民活动的视角 [J]. 地理研究, 2018, 37(10): 2075-2086. [Wang Bo, Loo P Y Becky, Zhen Feng. Urban geography research in the e-society: A perspective from human activity. *Geographical Research*, 2018, 37(10): 2075-2086.]
- [11] 吴克昌,杨修文. 公共服务智慧化供给: 创新要素与模式构建 [J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2014, 38(1): 89-94. [Wu Kechang, Yang Xiuwen. Smarter supply of public service: On the research of innovation elements and model construction. *Journal of Xiangtan University (Philosophy and Social Sciences)*, 2014, 38(1): 89-94.]
- [12] 赵勇,张浩,吴玉玲,等. 面向智慧城市建设的居民公共服务需求研究: 以河北省石家庄市为例 [J]. 地理科学进展, 2015, 34(4): 473-481. [Zhao Yong, Zhang Hao, Wu Yuling, et al. Public service demand of residents for smart city construction: Shijiazhuang City in Hebei Province as an example. *Progress in Geography*, 2015, 34(4): 473-481.]
- [13] Lyons G, Mokhtarian P, Dijst M, et al. The dynamics of urban metabolism in the face of digitalization and changing lifestyles: Understanding and influencing our cities [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 132: 246-257.
- [14] Berne C, Garcia-Gonzalez M, Mugica J. How ICT shifts the power balance of tourism distribution channels [J]. *Tourism Management*, 2012, 33(1): 205-214.
- [15] Shi K B, Cheng L, De Vos J, et al. How does purchasing intangible services online influence the travel to consume these services? A focus on a Chinese context [J]. *Transportation*, 2021, 48(5): 2605-2625.

- [16] Xi G L, Cao X Y, Zhen F. The impacts of same day delivery online shopping on local store shopping in Nanjing, China [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2020, 136: 35-47.
- [17] Alexander B, Hubers C, Schwanen T, et al. Anything, anywhere, anytime? Developing indicators to assess the spatial and temporal fragmentation of activities [J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2011, 38 (4): 678-705.
- [18] 申悦, 柴彦威, 王冬根. ICT对居民时空行为影响研究进展 [J]. *地理科学进展*, 2011, 30(6): 643-651. [Shen Yue, Chai Yanwei, Wang Donggen. Reviews on impacts of information and communication technologies on human spatial-temporal behavior. *Progress in Geography*, 2011, 30(6): 643-651.]
- [19] Mokhtarian P L. A conceptual analysis of the transportation impacts of B2C e-commerce [J]. *Transportation*, 2004, 31: 257-284.
- [20] Becker R A, Caceres R, Hanson K, et al. A tale of one city: Using cellular network data for urban planning [J]. *IEEE Pervasive Computing*, 2011, 10(4): 18-26.
- [21] 汪明峰, 卢珊, 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, 37 (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 centre and suburb. *City Planning Review*, 2013, 37(11): 84-88, 95.]
- [22] Xi G L, Zhen F, Gilles P, et al. Spatio-temporal fragmentation of leisure activities in information era: Empirical evidence from Nanjing, China [J]. *Chinese Geographical Science*, 2017, 27(1): 137-150.
- [23] Kwan M- P. Mobile communications, social networks, and urban travel: Hypertext as a new metaphor for conceptualizing spatial interaction [J]. *The Professional Geographer*, 2007, 59(4): 434-446.
- [24] Hubers C, Schwanen T, Dijst M. ICT and temporal fragmentation of activities: An analytical framework and initial empirical findings [J]. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2008, 99(5): 528-546.
- [25] 柴彦威, 郭文伯. 中国城市社区管理与服务的智慧化路径 [J]. *地理科学进展*, 2015, 34(4): 466-472. [Chai Yanwei, Guo Wenbo. Smart management and service of communities in Chinese cities. *Progress in Geography*, 2015, 34(4): 466-472.]
- [26] Kim M Y, Byun S J. The improvement index of smart public services to advance information accessibility for the elderly [J]. *Journal of Digital Convergence*, 2018, 16 (5): 43-53.
- [27] Loos E, Sourbati M, Behrendt F. The role of mobility digital ecosystems for age-friendly urban public transport: A narrative literature review [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17 (20): 7465. doi: 10.3390/ijerph17207465.
- [28] 樊立惠, 蒯雪芹, 王岱. 北京市公共服务设施供需协调发展的时空演化特征: 以教育医疗设施为例 [J]. *人文地理*, 2015, 30(1): 90-97. [Fan Lihui, Lin Xueqin, Wang Dai. Spatial-temporal succession characteristics of public service facilities supply and demand coordinated development in Beijing: A case study of educational and medical facilities. *Human Geography*, 2015, 30(1): 90-97.]
- [29] 胡畔, 王兴平, 张建召. 公共服务设施配套问题解读及优化策略探讨: 居民需求视角下基于南京市边缘区的个案分析 [J]. *城市规划*, 2013(10): 77-83. [Hu Pan, Wang Xingping, Zhang Jianzhao. Problems of public service facilities and its optimization strategies: A case study on the Nanjing fringe area based on residents' demand. *City Planning Review*, 2013(10): 77-83.]
- [30] 韩增林, 李彬, 张坤领. 中国城乡基本公共服务均等化及其空间格局分析 [J]. *地理研究*, 2015, 34(11): 2035-2048. [Han Zenglin, Li Bin, Zhang Kunling. Evaluation and spatial analysis of the equalization of basic public service in urban and rural areas in China. *Geographical Research*, 2015, 34(11): 2035-2048.]
- [31] Lee G, Hong I. Measuring spatial accessibility in the context of spatial disparity between demand and supply of urban park service [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2013, 119: 85-90.
- [32] 宁靓, 赵立波, 张卓群. 大数据驱动下的公共服务供需匹配研究: 基于精准管理视角 [J]. *上海行政学院学报*, 2019, 20(5): 35-44. [Ning Jing, Zhao Libo, Zhang Zhuoqun. Research on big data-driven supply and demand matching of public service: With the perspective of precision management. *The Journal of Shanghai Administration Institute*, 2019, 20(5): 35-44.]
- [33] 孙鸿鹄, 甄峰, 罗桑扎西. 基于网络大数据的城市内部便利性供需空间特征研究: 以南京市中心城区为例 [J]. *人文地理*, 2018, 33(6): 62-68, 151. [Sun Honghu, Zhen Feng, Luosang Zhaxi. Study on the spatial characteristics of supply and demand of urban amenities based on network big data: A case study of central urban area of Nanjing. *Human Geography*, 2018, 33(6): 62-68, 151.]
- [34] Qin X, Zhen F, Gong Y. Combination of big and small data: Empirical study on the distribution and factors of catering space popularity in Nanjing, China [J]. *Journal of Urban Planning and Development*, 2019, 145(1): 0501822.

- doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000489.
- [35] Choudrie J, Tsatsou P, Kurnia S. Social inclusion and usability of ICT-enabled services [M]. London, UK: Routledge, 2018.
- [36] Zhen F, Du X J, Cao J, et al. The association between spatial attributes and e-shopping in the shopping process for search goods and experience goods: Evidence from Nanjing [J]. *Journal of Transport Geography*, 2018, 66: 291-299.
- [37] Calderwood E, Freathy P. Consumer mobility in the Scottish Isles: The impact of internet adoption upon retail travel patterns [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2014, 59: 192-203.
- [38] Mayaud J R, Tran M, Pereira R H M, et al. Future access to essential services in a growing smart city: The case of Surrey, British Columbia [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2019, 73: 1-15.
- [39] Kenyon S, Rafferty J, Lyons G. Social exclusion and transport in the UK: A role for virtual accessibility in the alleviation of mobility-related social exclusion? [J]. *Journal of Social Policy*, 2003, 32(3): 317-338.
- [40] Lavieri P S, Dai Q C, Bhat C R. Using virtual accessibility and physical accessibility as joint predictors of activity-travel behavior [J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2018, 118: 527-544.
- [41] Xu F F, Zhen F, Qin X, et al. From central place to central flow theory: An exploration of urban catering [J]. *Tourism Geographies*, 2019, 21(1): 121-142.
- [42] Murray A T. Site placement uncertainty in location analysis [J]. *Computers, Environment & Urban Systems*, 2003, 27(2): 205-221.
- [43] 刘承良, 薛帅君. 上海市主城区公共服务设施网点分布的空间异质性 [J]. *人文地理*, 2019, 34(1): 122-130, 150. [Liu Chengliang, Xue Shuaijun. Spatial heterogeneity of public service facilities in central Shanghai. *Human Geography*, 2019, 34(1): 122-130, 150.]
- [44] 路紫, 李晓楠, 杨丽花, 等. 基于邻域设施的中国大城市网络店铺的区位取向: 以上海、深圳、天津、北京四城市为例 [J]. *地理学报*, 2011, 66(6): 813-820. [Lu Zi, Li Xiaonan, Yang Lihua, et al. Location orientation of E-shops in China's major cities based on neighborhood facilities: Case studies of Shanghai, Shenzhen, Tianjin and Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(6): 813-820.]
- [45] Song Z Y, Liu W D. The challenge of wide application of information and communication technologies to traditional location theory [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2013, 23(2): 315-330.
- [46] 肖飞宇, 衣霄翔, 杨小龙. 传统社区配套公共服务设施发展趋势、问题及对策: 基于居民使用视角的实证研究 [J]. *城市规划学刊*, 2019(2): 54-60. [Xiao Feiyu, Yi Xiaoxiang, Yang Xiaolong. Development trend, problems and strategies of public service facility provision for traditional communities: An empirical study based on the perspective of residents' use. *Urban Planning Forum*, 2019(2): 54-60.]
- [47] 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.]
- [48] 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.]
- [49] Wu H C, Tseng M H, Lin C C. Assessment on distributional fairness of physical rehabilitation resource allocation: Geographic accessibility analysis integrating google rating mechanism [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(20): 7576. doi: 10.3390/ijerph17207576.
- [50] 路紫, 王文婷, 张秋雯, 等. 体验性网络团购对城市商业空间组织的影响 [J]. *人文地理*, 2013, 28(5): 101-104, 138. [Lu Zi, Wang Wenting, Zhang Qiuluan, et al. The impact of experiential online group-buying on the urban commercial spatial organization. *Human Geography*, 2013, 28(5): 101-104, 138.]
- [51] Hjorthol R, Gripsrud M. Home as a communication hub: The domestic use of ICT [J]. *Journal of Transport Geography*, 2009, 17(2): 115-123.
- [52] 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. *Economic Geography*, 2019, 39(11): 104-112.]
- [53] 席广亮, 甄峰, 汪侠, 等. 南京市居民网络消费的影响因素及空间特征 [J]. *地理研究*, 2014, 33(2): 284-295. [Xi Guangliang, Zhen Feng, Wang Xia, et al. Study on the influencing factors and spatial characteristics of residents' online consumption in Nanjing. *Geographical Research*, 2014, 33(2): 284-295.]

- [54] Philipp B, Grant D B. Does B2C online logistics service quality impact urban logistics? [J]. *Logistique & Management*, 2015, 23(2): 45-54.
- [55] 牛强, 朱玉蓉, 姜祎笑, 等. 城市活动的线上线下化趋势、特征和对城市的影响 [J]. *城市发展研究*, 2021, 28(12): 45-54. [Niu Qiang, Zhu Yurong, Jiang Yixiao, et al. Trends, characteristics of online and offline urban activities and its impacts on cities. *Urban Development Studies*, 2021, 28(12): 45-54.]
- [56] Moriset B, Malecki E J. Organization versus space: The paradoxical geographies of the digital economy [J]. *Geography Compass*, 2009, 3(1): 256-274.
- [57] 韩增林, 李源, 刘天宝, 等. 社区生活圈公共服务设施配置的空间分异分析: 以大连市沙河口区为例 [J]. *地理科学进展*, 2019, 38(11): 1701-1711. [Han Zenglin, Li Yuan, Liu Tianbao, et al. Spatial differentiation of public service facilities' configuration in community life circle: A case study of Shahekou District in Dalian City. *Progress in Geography*, 2019, 38(11): 1701-1711.]
- [58] 叶强, 胡赞英, 赵垚. 电子商业影响下的城市零售商业空间结构演变研究 [J]. *现代城市研究*, 2022(1): 83-92. [Ye Qiang, Hu Zanying, Zhao Yao. The evolution of urban retail commercial spatial structure with the development of electronic commerce. *Modern Urban Research*, 2022(1): 83-92.]
- [59] 焦健, 王德. 城市时间利用研究的历程、议题与展望 [J]. *城市规划学刊*, 2021(1): 52-59. [Jiao Jian, Wang De. Development, topics, and prospects of urban time-uses research. *Urban Planning Forum*, 2021(1): 52-59.]
- [60] Jun K, Yoon B, Lee S, et al. Factors influencing customer decisions to use online food delivery service during the COVID- 19 pandemic [J]. *Foods*, 2021, 11: 64. doi: 10.3390/foods11010064.
- [61] 甄峰, 秦萧, 席广亮. 信息时代的地理学与人文地理学创新 [J]. *地理科学*, 2015, 35(1): 11-18. [Zhen Feng, Qin Xiao, Xi Guangliang. The innovation of geography and human geography in the information era. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(1): 11-18.]
- [62] 肖作鹏. 数字社会下人类时空行为的逻辑变化与研究展望 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41(1): 86-95. [Xiao Zuopeng. Human spatiotemporal behavior in the digital society: Logic change and research prospects. *Progress in Geography*, 2022, 41(1): 86-95.]
- [63] 钱欣彤, 席广亮, 甄峰. 线上和线下生活服务设施可达性及其协调关系: 以生鲜果蔬店铺为例 [J]. *人文地理*, 2022, 37(4): 105-112. [Qian Xintong, Xi Guangliang, Zhen Feng. Accessibility and coordination relationship of online and offline living service facilities: A case study of fresh fruit and vegetable stores. *Human Geography*, 2022, 37(4): 105-112.]
- [64] 冯健, 沈昕. 信息通讯技术(ICT)与城市地理研究综述 [J]. *人文地理*, 2021, 36(5): 34-43, 91. [Feng Jian, Shen Xin. A review of researches on urban geography under the background of information and communication technology. *Human Geography*, 2021, 36(5): 34-43, 91.]
- [65] 魏玺, 席广亮, 甄峰. 商业体系与实际服务人口流动性耦合关系研究: 以南京都市圈为例 [J]. *经济地理*, 2022, 42(6): 55-63, 82. [Wei Xi, Xi Guangliang, Zhen Feng. Coupling relationship between commercial system and actual service population mobility: A case study of Nanjing metropolitan area. *Economic Geography*, 2022, 42(6): 55-63, 82.]
- [66] 孔宇, 甄峰, 张姗姗, 等. 智能技术支撑的社区规划: 概念模型与技术框架 [J]. *城市规划*, 2023, 47(1): 15-24, 114. [Kong Yu, Zhen Feng, Zhang Shanqi, et al. Community planning supported by smart technology: Conceptual model and technical framework. *City Planning Review*, 2023, 47(1): 15-24, 114.]
- [67] 牛强, 姜祎笑, 陈树林, 等. 线上线下模式下郊区新城生活服务公平化的内在机制研究 [J]. *规划师*, 2022, 38(12): 57-64. [Niu Qiang, Jiang Yixiao, Chen Shulin, et al. Intrinsic mechanisms of OMO to promote the fairness of life services in suburban new towns. *Planners*, 2022, 38(12): 57-64.]

Progress and prospect of research on supply-demand matching of urban residential services under the influence of smart technologies

XI Guangliang^{1,2}, ZHEN Feng^{1,2*}, XIANG Xinyi¹, ZHANG Shanqi¹

(1. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Jiangsu Smart City Research Base, Nanjing 210093, China)

Abstract: The popularization and application of smart technologies such as mobile Internet, Internet of Things, and cloud computing continuously change the matching relationship between supply and demand of urban residential services, having an impact on the efficiency and fairness of the spatial and temporal allocation of urban residential resources. The development of smart technologies also has a reconstruction effect on the spatial layout of urban residential facilities. This study first examined the research progress of the supply-demand relationship of urban residential services under the influence of smart technology application, and put forward a theoretical analysis framework of the supply-demand matching of urban residential services based on the perspective of the human-environment coordinated development in the information era, and the association between virtual and physical spaces. Then, the research prospect is outlined with four aspects. First, we should focus on the matching relationship between supply and demand of urban residential services, under the application of smart technologies, and analyze the characteristics of residents' demand for various online services. Meanwhile, we should examine the supply-demand matching process of residential services and their spatiotemporal interaction model under the application of smart technologies. Second, the mechanism of influence of supply-demand matching could be explored from four dimensions, including service quality and perception, traffic and residents' travel, use of time, and individual social connection. Third, we need to explore the function, spatial layout, and land use changes of urban residential service facilities brought about by the application of smart technologies, and propose new models for urban residential service facility location choice and land use. Finally, towards the development of smart cities in the future, we should propose different configuration strategies of urban residential services according to the differences of urban spaces and facility types. This study has theoretical significance and practical value for the improvement of public service resource allocation efficiency and spatial layout optimization in the development of future smart city.

Keywords: smart technology; residential services; supply-demand matching; human-environment relationship; smart cities