

城市空间重构：人工智能背景下的规划机遇*

URBAN SPATIAL RESTRUCTURING: OPPORTUNITY FOR URBAN PLANNING IN THE CONTEXT OF NEW GENERATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

龙 瀛 赵慧敏

LONG Ying; ZHAO Huimin

【摘要】以深度学习、大语言模型为代表的新一代人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术正以前所未有的深度与广度渗透于城市系统中,成为继工业革命、信息革命之后驱动城市空间重构的核心动力。本文旨在厘清AI驱动下城市空间重构的现有研究进展。通过对相关文献的梳理与归纳,本文构建了一个包含物理空间数字化升级、社会空间流动性重塑与数字空间交互渗透3个维度的整合性分析框架,并在此框架下,系统总结了空间重构在产业、商业、居住等领域的具体表征。在此基础上,进一步评述了面向这一变革的智能测度方法、内在机理认知及规划应对策略。结果表明,多源大数据和AI技术为空间重构的精准测度提供了方法创新;空间重构的内在机理表现为复杂的时空演变、多维度的影响因素和正负交织的外部效应。本文认为,AI在为城市规划带来巨大机遇的同时,也伴随着数字鸿沟、算法偏见等挑战。因此,未来的城市规划亟需在理论、方法与实践层面进行系统性响应,以引导城市空间向更高效、公平和可持续的方向发展。

【关键词】人工智能;城市空间重构;第四次工业革命;智慧城市;城市规划

ABSTRACT: New Artificial intelligence (AI) technologies, represented by deep learning and large language models, are permeating urban systems with unprecedented depth and breadth, emerging as a core driving force for urban spatial restructuring following the Industrial and Information Revolutions. This paper aims to clarify the current research progress on AI-driven urban spatial restructuring. Through a comprehensive review of relevant literature, it establishes an integrative analytical framework comprising three dimensions: digital upgrading of physical space, reshaping of social spatial mobility, and interactive

permeation of digital space. Within this framework, the paper systematically summarizes the concrete manifestations of this restructuring in domains such as industry, commerce, and housing. Building on this, it further reviews the measurement methods, the understanding of underlying mechanisms, and the planning strategies in responses to this transformation. The findings from the literature indicate that multi-source big data and AI technologies foster methodological innovations for the precise measurement of spatial restructuring, and that the underlying mechanisms are characterized by complex spatio-temporal evolution, multi-dimensional influencing factors, and intertwined positive and negative externalities. This paper argues that while AI brings unprecedented opportunities for urban planning, it also entails challenges such as the digital divide and algorithmic bias. Therefore, it is necessary for future urban planning to make systematic responses in theory, methodology, and practice to guide the development of urban space towards greater efficiency, equity, and sustainability. **KEYWORDS:** artificial intelligence (AI); urban spatial restructuring; the fourth industrial revolution; smart city; urban planning

城市空间作为经济、社会、文化等要素的物质投影,其结构的演化与重构是城市地理学与城市规划领域的核心议题。尤其在产业技术革新、政治经济格局变动等转型时期,各类要素的剧烈转变会深刻地驱动城市空间的动态演进^[1-3]。对这一过程的研究由来已久,最早可追溯到19世纪。二战后全球经济格局的转变使学者们愈发关注城市空间的动态转变。既有研究从不同层面揭示了其演化规律:在区域层面,有学者将空间结构与经济发展阶段相联系,提出了从集聚到扩散

的阶段性模式^[4]；在城市层面，研究者则归纳出由规模门槛、区位择优等深层机制驱动的单核演化、多核演化与核心—边缘演化等基本模式^[5]。总体而言，这一时代背景下，城市空间重构不仅体现为城市要素、功能分区等显性的物理结构变化，也包含了产业布局与社会阶层分布等隐性的社会经济结构重组^[6]。

进入20世纪下半叶，以信息技术为核心的第三次工业革命，为城市空间的演变注入了新的、更为深刻的驱动力。自70年代起，学者们开始探讨信息通信技术(Information and Communication Technology, ICT)引发的空间重构现象。Nilles(1976)提出“远程通勤”概念来描述使用计算机和ICT技术的基于家庭和邻里的工作^[7]；而后，有学者从大都市尺度分析高新技术产业的空间分布^[8]，预测信息将使经济活动与人口的空间分散化，可能出现“地理死亡”(Death of Geography)^[9]；国内相关研究出现于1999年后，主要关注信息密集服务业带来的城市功能区置换^[10]，信息时代城市用地由圈层向网络化的演进、居住从邻里向复合功能社区的演变^[11]，以及城市功能分区的弱化与地域空间单元的兼容化^[12-14]。

当前，全球正步入以新一代AI为核心驱动力的第四次工业革命^[15]。随着AI，特别是大型语言模型(Large Language Model, LLM)等前沿技术的加速渗透，我们正从ICT影响下的“数字城市”时代迈向AI驱动的“智慧城市”新纪元。AI不再仅仅是分析城市的辅助工具，更成为重构城市空间结构、功能组织和社会关系的核心驱动力^[16]。这种重构超越了单一维度的变化，呈现出物理空间、社会空间与数字空间三者深度融合、相互作用的复杂图景。理解这些新兴现象，揭示其背后的测度方法与作用机理，并制定前瞻性的规划应对策略，是当代城市规划面临的关键议题。

基于此，本文旨在系统梳理新一代AI驱动下城市空间重构的理论内涵与现实表现，归纳其测度方法与作用机理，并总结现有的规划设计应对策略，最终提出一个整合性的分析框架与未来研究展望。本文期望能为学界理解AI时代的城市空间转型提供理论参考，也为规划实践者抓住技术机遇、应对未来挑战提供有益启示。

1 AI驱动的城市空间重构的内涵与特征

1.1 核心内涵

在新一代AI背景下，城市空间重构的本质是AI技术作为关键生产要素，深度融入城市物质、社会、经济系统，引发空间资源配置逻辑、功能

组织方式与价值承载体系的系统性变革。它不仅是物理形态的改变，更是功能、关系与感知的多维度重塑。本文将其核心内涵解构为3个相互关联的层面(图1)。其中，物理空间数字化升级是指城市基础设施、产业、居住、商业等实体空间在AI技术赋能下发生的结构革新与功能跃迁。这不仅包括传统空间的智能化改造，更体现在空间功能的根本性重组与价值重估。社会空间流动性重塑是指AI技术突破时空限制，引致人群活动规律、社会网络、就业模式乃至社会公平格局被重塑的现象。数字空间交互渗透是指以数据、算法和平台构建的数字(虚拟)空间，通过各类智能终端与交互界面，同城市物理空间和社会空间深度耦合、相互影响的现象。在AI时代，数字空间不再是物理空间的简单映射或补充，而是日益成为一个强大的中介层，主动调节甚至主导着物理与社会空间的互动^[17]。

1.2 主要表征

1.2.1 物理空间数字化升级表征

在AI技术的渗透下，城市物理空间的既有功能与结构正在经历一场深刻的嬗变。这一过程并非简单的功能替代，而是表现为衰退、转型与新生并存的复杂动态。在物理维度，AI驱动的重构表征为基础设施的智能化植入、传统功能

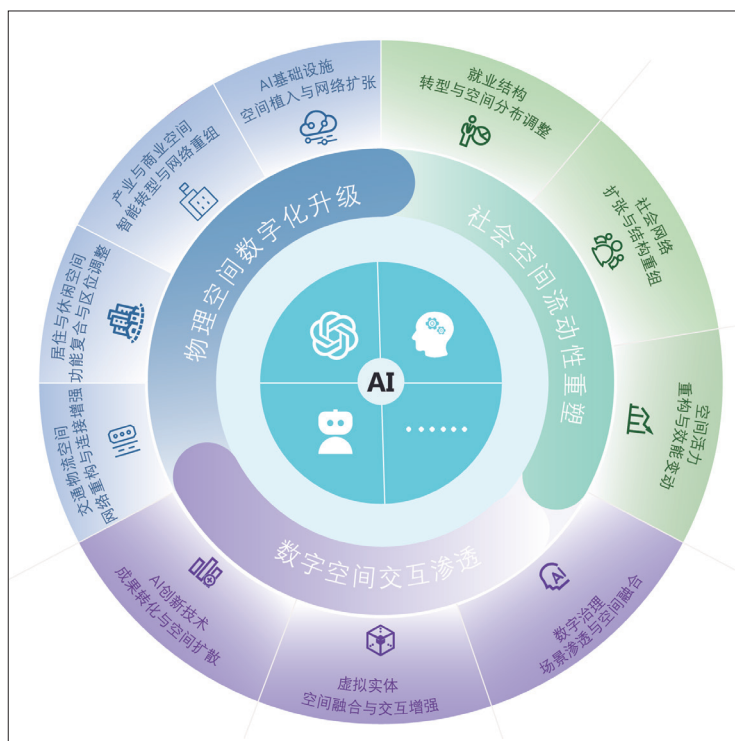


图1 AI驱动下城市空间重构框架

Fig.1 A framework for urban spatial restructuring driven by AI

资料来源：作者自绘。

空间的转型与重组，以及交通物流网络的增强与变革。

AI基础设施空间植入及网络扩张：由5G基站、物联网传感器、边缘计算节点和云端数据中心构成的新型数字基础设施体系^[18-19]，正在成为与传统基础设施并行的城市新“骨架”。这些设施的物理布局(如数据中心的选址)和网络覆盖范围，正日益成为决定城市创新能力和产业竞争力的关键变量，深刻影响着未来城市空间发展的宏观走向。

产业与商业空间智能转型与网络重组：在生产领域，AI技术推动传统制造业向智能制造升级，其自动化特征导致部分劳动密集型产业的物理空间需求萎缩，甚至出现无人工厂等智慧工厂^[20]。而以算法研发、数据处理为核心的AI产业空间(如研发中心和数据中心)需求旺盛，重塑了城市的产业空间格局。在商业领域，由AI精准营销和高效物流支撑的电子商务持续挤压传统实体零售，导致部分商业空间功能衰退^[21]或向仓储、体验中心等业态置换。同时，也催生了“幽灵厨房(Ghost Kitchens)”等完全服务于线上订单的后台化、工业化商业新业态^[22-23]。

居住与休闲空间功能复合与区位调整：在居住领域，AI不仅通过智能家居与智慧社区提升了空间的内部品质^[24]，更通过共享住宿平台(如Airbnb)改变了住宅的外部功能^[25]。AI驱动的数字社区服务(如外卖配送)^[26]也拓展了住宅的功能。此外，AI驱动的协同办公软件与平台经济打破了传统工作对物理空间的刚性依赖。远程办公、共享办公等新业态的兴起，深刻地动摇了传统中心商务区(Central Business District, CBD)作为单一功能核心的地位^[27-28]，削弱了其对高端生产性服务业的绝对集聚力，进而催生了职住平衡、功能复合的新型城市单元的崛起^[29-30]。同时，以算法推荐为核心的消费点评平台，正在重塑城市休闲消费的区位逻辑，使得一些过去处于“弱势区位”的特色节点得以崛起，打破了传统商业中心的层级垄断^[31-33]。

交通物流空间网络重构与连接增强：基于AI的智能交通系统，通过对交通流的实时感知与动态调控，显著提升了现有道路网络的运行效率^[34]。而自动驾驶汽车(Autonomous Vehicles, AVs)、无人机和地面配送机器人等新兴技术，则预示着交通物流网络从二维向三维(地面+低空)扩展，并对街道等微观空间的设计提出新的要求^[35]。

1.2.2 社会空间流动性重塑表征

在社会维度，重构的客观表征主要体现在就业结构、社会网络和空间活力的变化上。

就业结构转型与空间分布调整：AI在替代部分程序性工作的同时，催生了数据分析师、算法工程师等新兴职业。大量程序性、重复性的体力和脑力工作岗位都面临被替代的风险，由此引发了劳动力市场的结构性重组。这种变革与远程办公模式的普及相结合，使得部分知识工作者得以摆脱传统“逐工作而居”的地理束缚，转向更为灵活的“逐生活品质而居”，客观上改变了传统的职住关系乃至城市空间结构^[29-30]。

社会网络扩张与结构重组：线上社交平台极大地拓展了个人的社交网络，突破了地理限制^[36]，AI算法的加持形成了基于趣缘、业缘的新型虚拟社群^[37]，增强了社会网络的韧性。与此同时，传统的、基于地理邻近性的实体社区联系在一定程度上被重构，社会交往模式呈现线上线下混合的新特征^[38]。

空间活力重构与效能变动：由AI驱动的平台经济，如外卖与网约车服务，已深度融入城市生活，显著改变了居民的出行与消费习惯。这种行为模式的转变，直接重构了城市在日夜不同时间段的活力空间分布格局。例如，夜间经济的活跃区域可能因外卖服务的普及而扩展^[39]，而日间CBD的活力及效能则可能因远程办公而相对减弱^[29-30]，城市空间效能的评价标准和时空特征均发生了变化。

1.2.3 数字空间交互渗透表征

在数字维度，重构的核心表征是创新要素的空间扩散、虚拟与实体空间的深度融合，以及数字治理场景的全面渗透。

AI创新技术成果转化与空间扩散：AI相关的创新成果，如专利、技术和人才等，可转化为经济收入，并通过技术转移、企业孵化等方式，向外围地区扩散，成为影响区域与城市发展的新变量^[40-41]。

虚拟实体空间融合与交互增强：以城市数字孪生技术为例，通过构建与物理城市实时映射、同步交互的虚拟模型，为城市精细化管理、应急响应乃至未来规划的模拟推演提供了强大的决策支持工具，实现了物理空间在数字空间的完整再现与交互。同时，“平台城市主义”(Platform Urbanism)兴起^[42]，城市功能(如出行、住宿)的分配和接入越来越多地由平台算法所决定，形成了虚实难分的混合城市形态。此外，以社交媒体“打卡”文化为代表的现象，则反向证明了数字口碑对实体空间价值的驱动作用，一个地点的线上热度与其线下的商业活力和人流吸引力形成了直接关联，实现了数字空间对物理空间的赋能^[43-44]。

数字治理场景渗透与空间融合：地方政府越来越多地采用AI系统来实时管理交通、能源、安防等公共服务，这些数字治理场景已深

度嵌入城市的物理空间。例如，搭载AI摄像头的智能灯杆不仅提供照明，还兼具交通监控、环境感知、公共安全预警等多种功能，成为数字治理渗透物理空间的典型节点，标志着城市治理本身正向一个数据驱动、算法决策的模式转型。

2 AI驱动的城市空间重构的智能测度研究

客观、精准地刻画新一代AI驱动下的城市空间重构现象，是后续进行机理解析与规划应对的科学基础。面对经典统计数据在时效性与空间精度上的局限，学界正积极转向一种数据智能驱动的新范式。该范式以海量的城市大数据为基础，运用AI等先进计量方法，旨在量化这些高度动

态、微观尺度空间重构现象的规模、范围和影响程度^[16]。现有研究已在物理、社会和数字3个维度上，针对具体的重构现象开发了一系列测度指标和方法(表1)。这些研究大多利用开放平台数据、相关机构统计数据及手机信令数据等，结合空间分析与统计等方法，为理解这场变革提供了坚实的实证依据。

2.1 物理空间数字化升级智能测度研究

物理空间重构的测度主要聚焦于功能空间规模、分布与效率的客观量化。例如，在AI基础设施领域，研究使用相关机构统计数据等，量化了美国、中国、印度等国家正在建设和运营的智慧城市基础设施^[45]；在产业方面，使用相关机构统计数据及工商登记企业经营数据等

表1 新一代AI驱动的城市空间重构智能测度相关研究
Tab.1 Research on the Measurement of New AI-Driven Urban Spatial Restructuring

维度	指标	测度内容	研究单元	数据源	具体内容
物理空间数字化升级	AI基础设施空间植入及网络扩张	AI基础设施建设水平提升	国家	相关机构统计数据等	分析了主要国家和公司正在建设和运营的智慧城市基础设施
	产业与商业空间的智能转型与网络重组	数字经济产业规模扩张	城市	相关机构统计数据等/工商登记企业经营数据	测度了电子商务等数字经济产业的扩张
		实体零售商衰退转型	城市	相关机构统计数据	测度了服装店、鞋店、家具店和家电店等零售商业的衰退指标指数
	居住与休闲空间的功能复合与区位调整	共享住宅规模与扩张	地块/城市	Airbnb等在线平台数据	测度了共享住宅在城市内部的房源数量、密度和空间集聚特征
		休闲空间区位变革	建筑	兴趣点(Point of Interest, POI)及大众点评数据	测度了休闲商业空间区位的变革
	交通物流空间网络重构与连接增强	交通网络运行效率	——	交通流量数据	模拟了AI驱动的交通管理对交通拥堵、能源消耗、碳排放等方面的优化效率
社会空间流动性重塑	就业结构转型与空间分布调整	远程办公群体规模与分布	250 m网格/建筑	手机信令数据或相关机构统计数据	识别并测度了远程办公群体的规模及其在城市功能区内的集聚程度
		劳动力市场结构变革	城市	在线招聘数据	量化了AI相关职业空缺的变化以及AI相关职位相比其他职位的工资溢价水平
	社会网络扩张与结构重组	在线社交网络用户关注度	个体	推特数据	用户均可从AI推荐算法中获益，但推荐评价了不同用户从AI推荐算法中的收益
数字空间交互渗透	AI创新技术成果转化与空间扩散	AI创新成果规模	国家	专利数据	测度了AI相关专利申请量的增长速度
	虚拟、实体空间融合与交互增强	虚拟与实体空间交互融合强度	网格	社交媒体数据	量化了线上社交媒体热度与线下打卡之间的空间相关性
		线上线下生活圈融合强度	居住区	POI数据及手机信令数据	量化了生鲜果蔬店铺的线上线下可达性

资料来源：笔者根据参考文献[21]、[29-35]、[40-41]、[45-57]整理得出。

刻画了数字经济产业的规模扩张现象^[46-48]；在居住领域，针对共享住宿现象，研究通过在线平台数据测度其房源数量、空间密度和集聚程度^[49-50]。在商业领域，则通过大众点评等平台数据量化多年来休闲商业空间的区位变化^[31-33]。在交通领域，通过分析实时交通流量数据，量化智能交通管理系统对道路通行效率的提升幅度^[51]。

2.2 社会空间流动性重塑智能测度研究

社会空间重构的测度则关注就业结构及群体互动的变化。利用手机信令数据，研究者可以识别和测度远程办公群体的规模及其在城市内部的空间分布特征^[29-30]。通过分析大规模线上招聘数据，可以揭示AI技术应用对不同技能岗位需求量的影响，从而量化劳动力市场的结构性变革^[52-53]。此外，针对社交模式的变革，通过对推特等社交媒体数据的定量分析可以发现，AI推荐算法在为普通用户带来收益的同时，也明显加剧了网络中的“名人效应”，重塑了在线社交网络的结构^[54]。

2.3 数字空间交互渗透智能测度研究

数字空间重构的测度则着眼于创新要素的集聚与虚实空间的交互融合强度。通过分析专利数据，研究可以刻画AI相关创新成果在城市间的空间分布格局，并利用空间自相关等方法测度其集聚程度^[40-41]。而通过抓取社交媒体上的热度数据(被观看、点赞、评论、分享的次数)，并将其与线下打卡数据(视频拍摄数量)进行空间叠加分析，研究者可以量化线上社交媒体热度与线下打卡之间的相关关系，从而测度虚拟与实体空间的交互融合强度^[55-56]。

3 AI驱动的城市空间重构的机理认知

理解新一代AI驱动下城市空间重构的内在机理，是制定有效规划对策的前提。现有研究从时空演变规律、关键影响因素和外部效应3个层面，对物理、社会 and 数字空间的重构机理进行了深入探索。对于空间分布规律研究，研究主要从空间分布、空间集聚和空间差距3个角度出发，探讨城市空间重构现象的空间格局特征。对于关键影响因素和外部性分析，则主要通过计量经济学方法识别城市空间重构的动因机制及正负外部性(表2)。这些研究揭示了，AI驱动的空间重构并非一个均质化的过程，而是由技术逻辑、市场力量、社会文化和政策环境等多重因素共同塑造的、充满复杂性的动态演化过程。

3.1 物理空间数字化升级机理认知研究

物理空间数字化升级的机理研究，主要围绕数字经济产业和共享住宿等典型现象展开。针对数字经济产业现象，研究者主要利用各区县的电子商务发展指数和社会经济统计数据，通过空间计量分析方法得出结论：数字经济产业在空间上呈现以经济发达地区为核心，并逐步向非发达地区递减的分布规律。其关键影响因素，如技术驱动水平、城市规模、信息化基础等，与产业发展水平呈现显著正相关关系^[47, 59]。

对于共享住宿现象，研究者利用在线平台数据，通过空间统计方法发现其空间分布呈现从市中心、旅游区向周边社区扩散的规律^[49-50]。其关键影响因素被认为是住房所在区位因素(如人口密度、距市中心距离、高等教育密度、距旅游景区距离)及设施便捷性(公交车站距离)^[66]。而其最主要的外部性，则是由多项采用工具变量法或自然实验的研究共同揭示的：共享住宿的扩张对当地房价和租金产生了显著的正向影响^[67-68]，但可能会加剧住房空置，尤其是季节性空置现象^[68]。

3.2 社会空间流动性重塑机理认知研究

社会空间流动性重塑的机理研究，聚焦于就业结构转型和社会交往模式变革两个方面。在就业结构转型方面，为探究远程办公带来的影响，研究者利用手机信令数据和高频消费数据，追踪分析居民的通勤和消费行为的时空变化。研究发现，远程办公导致了经济活动从传统城市中心向郊区持续扩散，形成了“甜甜圈效应”^[73]。这验证了远程办公的双重外部性：一方面它通过减少通勤，带来了降低交通拥堵和碳排放的正面效应^[30]；另一方面，也对中心城区的本地服务业造成了冲击，并可能加剧城市蔓延^[73]。

在社会交往模式变革方面，研究主要通过分析线上社交平台的用户行为数据与线下的社区活动参与数据得出结论：部分社交活动正从地理邻近的实体空间转移至跨地域的线上平台。虽然这拓展了个人的社交网络，但其外部性也表现为可能削弱传统社区的凝聚力，甚至因算法驱动的“信息茧房”效应而加剧社会隔阂与不平等^[76-77]。

3.3 数字空间交互渗透机理认知研究

数字空间交互渗透的机理研究，主要探讨了虚拟与实体空间的融合互动与平台城市主义。研究者通过分析移动应用或社交媒体平台上的用户地理位置签到数据，发现用户在虚拟空间中的互动(如访问、打卡)同样高度集中在城市的中心

表2 新一代AI驱动的城市空间重构现象机理认知相关研究
Tab.2 Research on the Understanding of underlying Mechanisms of New AI-Driven Urban Spatial Restructuring

维度	指标	具体内容	时空分布规律结果	关键影响因素分析结果	正外部性分析结果	负外部性分析结果
物理空间数字化升级	数字基础设施空间植入及网络扩张	数字基础设施建设水平	核心区更紧凑，并扩散形成新兴次中心	——	提升中心城区人口密度	——
	产业与商业空间智能转型与网络重组	数字经济产业规模扩张	以经济发达地区为核心，逐步向非发达地区递减	技术驱动水平、城市规模、经济社会发展水平、政策导向作用、信息化发展基础等与数字经济产业呈现正相关关系	带来产业效能的跃迁与消费市场的扩展，助力碳减排	挤压中小企业生存空间
	居住与休闲空间功能复合及区位调整	共享住宅规模	集中于市中心/旅游区，并向周边及低收入社区扩散	优越区位及高设施密度与共享住宅密度呈现正相关关系	盘活闲置房产，为房东增收，提供可负担的住房选择	抬高房价租金，扭曲市场，引发社区冲突
		休闲空间区位变革	商业空间向街区(水平)与建筑楼层(垂直)渗透	社会经济水平较高的城市变革更早、更深刻	——	——
	交通物流空间网络重构与连接增强	自动驾驶与机器人配送	——	——	释放停车用地，提高物流效率	诱发额外出行，加剧城市蔓延
社会空间流动性重塑	就业结构转型与空间分布调整	远程办公人群分布模式	多中心、网络化的工作空间格局	临近市中心与便利设施是远程办公的区位决定因素	减少通勤拥堵与碳排放，盘活郊区经济	冲击CBD，办公楼空置率上升，可能加剧城市蔓延
	社会网络扩张与结构重组	社会交往模式变革	社交活动由线下转向线上，突破地理限制	——	提升社会互动频率	加剧城乡/社会不平等(数字鸿沟)程度，削弱实体公共空间功能
数字空间交互渗透	虚拟、实体空间融合与交互增强	虚拟与实体空间交互融合强度	虚拟空间访问热点集中于城市中心/地标区域	地标性、高品质的实体空间是提升虚拟空间活力的重要因素	提升资源匹配效率(出行、住宿等)	数字排斥(技术/能力差异)、数据隐私与安全风险

资料来源：笔者根据参考文献[29]、[30-33]、[47]、[50]、[55]、[58-77]整理得出。

区域或地标性区域^[55]。这表明，拥有高品质实体空间和显著城市意象的地区，对虚拟空间的活力同样具有重要的提升作用。这种融合的外部性在于，它极大地提升了出行、住宿等城市服务的资源匹配效率，但同时也引发了技术排斥、数据隐私与监控等风险。

4 AI驱动的城市空间重构的应对策略研究

面对新一代AI带来的深刻变革和复杂挑战，被动适应的传统规划模式已难以为继。全球范围内的城市规划者和地方政府已经开始探索主动引领的应对策略，旨在最大化AI的公共利益，同时最小化其负外部性，引导技术朝向更公平、可持续和人性化的城市未来发展(表3)。

4.1 物理空间数字化升级应对策略研究

为应对物理空间的数字化升级，现有的规划策略体现出对空间弹性和适应性的高度重视，其核心是从刚性的蓝图式管控转向构建更灵活的规则框架。在实践中，前瞻性的基础设施规划是普遍的先导策略，通过推进光纤、5G网络及物联网传感器的部署为数字经济发展奠定坚实基础^[8, 18]。同时，规划界正积极应对数字技术带来的空间功能重组。一方面，针对远程办公盛行带来的存量办公空间闲置问题，“办改住”等适应性再利用的改造方案，已成为部分城市通过财政与审批激励来引导市场调整的重要工具^[79]。另一方面，针对共享住宿等新兴业态，精准监管也已成为常态，各地通过实施许可制、天数上限、密度管制等措施，在

表3 新一代AI驱动的城市空间重构现象应对策略相关研究
Tab.3 Research on Response Strategies for New AI-Driven Urban Spatial Restructuring

空间维度	规划应对策略	具体措施
物理空间 数字化升级	前瞻性基础设施规划	推进城市光纤、5G网络、物联网传感器的布局，保障数据实时采集与交互，塑造适宜数字经济发展的城市
	存量办公/产业空间适应性再利用与功能转型	“办改住”：通过财政激励和简化审批，促进闲置办公楼向住宅转化； 新型产业培育：培育数字经济等AI相关产业，并为产业空间提供比较基础的服务
	共享住房监管，保障住房市场稳定	实施许可制、居住要求、天数上限、密度管制和平台问责制等制度，保障住房市场
	公共空间再设计	街道再设计：为自动驾驶汽车和配送机器人预留专用车道、装卸区； 市政空域管理：为低空无人机配送制定新的管理规则
社会空间 流动性重塑	弥合数字鸿沟，促进数字包容	完善数字基础设施：建设公共Wi-Fi网络，提供公共上网设备； 开展数字技能培训：面向老年人、低收入群体等提供免费培训
	增设远程办公空间	培育适应数字经济发展需求的新工作空间形态（如远程办公、共享办公、创客空间等），例如美国锈带城市匹兹堡废弃钢厂改造案例
数字空间 交互渗透	推行“政府即平台”与“数据共治”	首尔“元宇宙市政厅”整合教育、医疗、政务功能于虚拟空间，并通过AR技术锚定实体服务网点，提升公共服务能力水平

资料来源：笔者根据参考文献[18]、[35]、[77-85]整理得出。

鼓励创新的同时保障本地住房市场的稳定^[80]。面向自动驾驶与无人机配送等技术，城市规划的实践也开始超越传统的二维街道设计，通过预留专用通道、规划起降场地、制定空域管理规则等方式，探索人机共存的三维空间治理新范式^[35]。另外，AI也被视为城市再生的新动能，如塞尔维亚通过“数字塞尔维亚计划”，积极创造有利的数字经济环境以应对人口收缩^[81]。

4.2 社会空间流动性重塑应对策略研究

为应对社会空间的流动性重塑，当下的规划策略高度关注维护社会公平与促进社区包容。这些策略的一个核心前提，是确保技术进步不以牺牲社会公平为代价，并主动干预由技术引致的社会不平等。其中，弥合“数字鸿沟”是一项关键的实践领域，具体措施包括建设覆盖广泛的公共Wi-Fi，并面向老年人、低收入群体系统性地开展普惠数字技能培训，以确保不同社会群体都能共享技术红利^[82]。此外，规划实践也敏锐地捕捉并积极引导新技术带来的城市发展机遇。以远程办公的兴起为例，它为部分面临人口流失的“收缩型城市”提供了转型契机。在这些地区，规划部门通过培育和引导远程办公、共享办公等新型工作空间形态，并将其与城市更新相结合，成功利用数字经济业态为城市复兴注入了新动能^[83]，美国匹兹堡将废弃钢厂改造为机器人创新走廊的案例即是典型代表^[84]。

4.3 数字空间交互渗透应对策略研究

为应对数字空间的交互渗透，城市规划的边界已从物理空间延伸至数字治理，其核心实践在于构建创新的治理框架，并利用虚拟技术提升公共服务的效率与可及性。在全球范围内，一些领先城市已经开始探索“政府即平台”与数据共治的模式，将市政服务与数字空间深度融合。一个标志性的案例是韩国首尔市推出的“元宇宙市政厅”，它在虚拟空间中整合了教育、医疗、税务等多种核心政务功能，并通过增强现实（Augmented Reality, AR）技术将其与线下的实体服务网点进行锚定和联动^[85]。这种做法极大地提升了公共服务的便捷性和市民的参与感，标志着城市治理正在发生深刻的变革：规划的角色已不再局限于设计物理实体，而是扩展到构建一个高效、透明、公平的虚实融合的数字孪生城市。

5 结论与讨论

本文系统梳理了AI作为核心驱动力所引发的城市空间重构现象，并构建了一个包含物理空间数字化升级、社会空间流动性重塑与数字空间交互渗透的整合性分析框架。本文发现，AI正以前所未有的深度与广度重塑着城市的产业、商业、居住、就业及社会交往等多个方面；为精准刻画这些动态、微观的变革，学界已转向以多源大数据与AI为基础的智能测度新范式；空间重构的内在机理表现为复杂的时空演变、多维度的影响因

素和正负交织的外部效应；面对这场变革，全球的规划实践也已开始探索从被动适应到主动引导的应对策略。然而，本文也发现，作为一个新兴领域，相关研究仍存在视角较为单一、缺乏长时序动态监测、深层机理认知不足，以及规划响应相对滞后等局限，亟待未来的研究加以深化。

面向未来，为弥补当前研究的不足并应对实践挑战，未来的研究重点应聚焦于如下4个层面。首先，在理论上，应超越单一维度的分析，致力于构建能够解释物理—社会—数字空间相互作用的整合性理论体系。其次，在测度上，需利用多源大数据和AI技术，发展能够对重构现象进行长时段、细颗粒度（如个人、建筑物尺度）动态监测的新范式。再次，在机理上，应运用更先进的计量模型等方法，系统揭示空间重构的深层规律与因果机制。最后，在应对上，规划研究需要从被动应对转向主动引导，利用城市数字孪生、多主体仿真等AI技术对未来情景进行模拟推演，探索能够适应和引导技术发展的前瞻性规划设计新范式。总之，面对AI这一时代最大的技术变量，城市规划作为核心公共政策不应缺席。唯有主动拥抱变革，发展创新的理论与方法，并在实践中坚守公平、正义与可持续的人本主义价值，才能驾驭好这把“双刃剑”，共同塑造更加智慧、包容和美好的城市未来。

参考文献 (References)

- [1] 张京祥, 罗震东, 何建颐. 体制转型与中国城市空间重构[M]. 南京: 东南大学出版社, 2007.
ZHANG Jingxiang, LUO Zhendong, HE Jianyi. Institutional Transition and Restructuring of Chinese Urban Space[M]. Nanjing: Southeast University Press, 2007.
- [2] 吕卫国, 陈雯. 制造业企业区位选择与南京城市空间重构[J]. 地理学报, 2009, 64(2): 142—152.
LYU Weiguo, CHEN Wen. Manufacturing Industry Enterprises Location Choice and the Urban Spatial Restructuring in Nanjing[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(2): 142—152.
- [3] 罗震东, 柴彦威, 王德, 等. 数字时代的城乡新空间[J]. 城市规划, 2023, 47(11): 20—24, 100.
LUO Zhendong, CHAI Yanwei, WANG De, et al. New Urban—Rural Space in the Digital Age[J]. City Planning Review, 2023, 47(11): 20—24, 100.
- [4] FRIEDMANN J. Regional Development Policy: A Case Study of Venezuela[M]. Cambridge: The MIT Press, 1966.
- [5] 朱喜钢. 城市空间集中与分散论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
ZHU Xigang. Urban Space Concentration and Decentralization[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2002.
- [6] 马仁锋. 创意产业区演化与大都市空间重构机理研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2011.
MA Renfeng. The Mechanism of Spatial Restructuring of the Metropolitan Space Under Evolution of the Creative Industrial Districts[D]. Shanghai: East China Normal University, 2011.
- [7] NILES J M. The Telecommunications—Transportation Tradeoff: Options for Tomorrow[M]. Hoboken: Wiley, 1976.
- [8] CASTELLS M. Technopoles of the World: The Making of 21st Century Industrial Complexes[M]. Abingdon: Routledge, 2014.
- [9] GORDON P, RICHARDSON H W. Beyond Polycentricity: The Dispersed Metropolis, Los Angeles, 1970—1990[J]. Journal of the American Planning Association, 1996, 62(3): 289—295.
- [10] 温春阳. 信息革命对城市规划的影响[J]. 南方建筑, 1999(2): 38—41.
WEN Chunyang. The Influence of Information Revolution on Urban Planning[J]. South Architecture, 1999(2): 38—41.
- [11] 李和平, 严爱琼. 信息时代城市空间结构的发展[J]. 重庆建筑大学学报, 2002, 24(4): 1—6.
LI Heping, YAN Aiqiong. On the Development of Urban Spatial Structure in the Information Age[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2002, 24(4): 1—6.
- [12] 孙世界, 刘博敏. 信息化城市——信息技术发展与城市空间结构的互动[M]. 天津: 天津大学出版社, 2007.
SUN Shijie, LIU Bomin. Information City: Interaction Between the Development of Information Technology and Urban Spatial Structure[M]. Tianjin: Tianjin University Press, 2007.
- [13] 周春山. 城市空间结构与形态[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
ZHOU Chunshan. Urban Spatial Structure and Form[M]. Beijing: Science Press, 2007.
- [14] 童明. 信息技术时代的城市社会与空间[J]. 城市规划学刊, 2008(5): 22—33.
TONG Ming. Urban Society and Space in the IT Era[J]. Urban Planning Forum, 2008(5): 22—33.
- [15] 龙瀛. 颠覆性技术驱动下的未来人居——来自新城市科学和未来城市等视角[J]. 建筑学报, 2020(S1): 34—40.
LONG Ying. Future of Human Habitats Driven by Disruptive Technologies: Perspectives from the New Science of Cities and Future Cities[J]. Architectural Journal, 2020(S1): 34—40.
- [16] 龙瀛, 赵慧敏, 张业成. 新城市科学: 技术、计算、变革与应用[J]. 城市规划, 2024, 48(7): 4—15.
LONG Ying, ZHAO Huimin, ZHANG Yecheng. The New Science of Cities: Technology, Computation, Evolution, and Application[J]. City Planning Review, 2024, 48(7): 4—15.
- [17] CHARITONIDOU M. Urban Scale Digital Twins in Data—Driven Society: Challenging Digital Universalism in Urban Planning Decision—Making[J]. International Journal of Architectural Computing, 2022, 20(2): 238—253.
- [18] LI X L, LI J Y, YUAN C H, et al. Digital Infrastructure[M]// Development Practice of Digital Business Environment in China. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022: 39—55.
- [19] NIE J Y, SHEN J, REN X H. Digital Infrastructure, New Digital Infrastructure, and Urban Carbon Emissions: Evidence from China[J]. Atmosphere, 2025, 16(2): 199.
- [20] WANG R K, TONG Y F, ZHUANG C B. Lights—Out Factories: Review and Prospect[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 2024.
- [21] DELAGE M, BAUDET—MICHEL S, FOL S, et al. Retail Decline in France's Small and Medium—Sized Cities over Four Decades: Evidences from a Multi—Level Analysis[J]. Cities, 2020, 104: 102790.
- [22] CAI R Y, LEUNG X Y, CHI C G. Ghost Kitchens on the Rise: Effects of Knowledge and Perceived Benefit—Risk on Customers' Behavioral Intentions[J]. International Journal of Hospitality Management, 2022, 101: 103110.
- [23] SHAPIRO A. Platform Urbanism in a Pandemic: Dark Stores, Ghost Kitchens, and the Logistical—Urban Frontier[J]. Journal of Consumer Culture, 2023, 23(1): 168—187.
- [24] NEGI G, TRIPATHI S. Airbnb Phenomenon: A Review of Literature and Future Research Directions[J]. Journal of

- Hospitality and Tourism Insights, 2023, 6(5): 1909–1925.
- [25] LI W D, YIGITCANLAR T, EROL I, et al. Motivations, Barriers and Risks of Smart Home Adoption: From Systematic Literature Review to Conceptual Framework[J]. Energy Research & Social Science, 2021, 80: 102211.
- [26] LIU C, CHEN J X. Consuming Takeaway Food: Convenience, Waste and Chinese Young People's Urban Lifestyle[J]. Journal of Consumer Culture, 2021, 21(4): 848–866.
- [27] LONGTIN M J, MITCHELL M D. Requiem for the American CBD: The Impact of COVID-19 and a Dispersed Workforce[J]. Journal of Geography and Geology, 2021, 13(2): 10.
- [28] CHALABI G, DIA H. The Impacts of Remote Work and Attitudinal Shifts on Commuting Reductions in Post-COVID Melbourne, Australia[J]. Sustainability, 2024, 16(17): 7289.
- [29] LI W Z, ZHANG E J, LONG Y. Unveiling Fine-Scale Urban Third Places for Remote Work Using Mobile Phone Big Data[J]. Sustainable Cities and Society, 2024, 103: 105258.
- [30] LI W Z, LIU N R, LONG Y. Assessing Carbon Reduction Benefits of Teleworking: A Case Study of Beijing[J]. Science of the Total Environment, 2023, 889: 164262.
- [31] 张思嘉, 龙瀛. 水平及垂直渗透: 城市消费空间的重塑及功能混合应对[J]. 北京规划建设, 2024(3): 27–32.
ZHANG Enjia, LONG Ying. Horizontal and Vertical Penetration: Reshaping Urban Consumption Space and Functional Mixed Response[J]. Beijing Planning Review, 2024(3): 27–32.
- [32] 张思嘉, 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.
- [33] ZHANG E J, HOU J X, LONG Y. The Form of China's Urban Commercial Expansion in the Digital Era[J]. Nature Cities, 2025, 2(7): 639–649.
- [34] RAJ M. AI-Powered Traffic Control in IoT-Based Smart Cities: Revolutionizing Urban Mobility[J]. Supply Chain and Operations Decision Making, 2024, 1(1): 13–19.
- [35] 梁佳宁, 黄子沐, 龙瀛. 校园末端物流无人化的需求测度与模拟优化研究[J]. 上海城市规划, 2025(2): 15–24.
LIANG Jianing, HUANG Zimu, LONG Ying. Research on Demand Measurement and Simulation Optimization of Unmanned Last Mile Delivery in Campus[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2025(2): 15–24.
- [36] BASTOS M. Spatializing Social Media: Social Networks Online and Offline[M]. Abingdon: Routledge, 2021.
- [37] DARWISH D. Building Power, Safety, and Trust in Virtual Communities[M]. Hershey: IGI Global, 2025.
- [38] LIEBERMAN A, SCHRÖEDER J. Two Social Lives: How Differences Between Online and Offline Interaction Influence Social Outcomes[J]. Current Opinion in Psychology, 2020, 31: 16–21.
- [39] 程小敏. 中国城市美食夜间经济的消费特点与升级路径研究[J]. 消费经济, 2020, 36(4): 11–21.
CHENG Xiaomin. Study on Consumption Characteristics and Upgrading Path of Urban Night-Time Food Economy in China[J]. Consumer Economics, 2020, 36(4): 11–21.
- [40] LIU N, SHAPIRA P, YUE X X, et al. Mapping Technological Innovation Dynamics in Artificial Intelligence Domains: Evidence from a Global Patent Analysis[J]. PLoS One, 2021, 16(12): e0262050.
- [41] JIANG L D, CHEN J Y, BAO Y H, et al. Exploring the Patterns of International Technology Diffusion in AI from the Perspective of Patent Citations[J]. Scientometrics, 2022, 127(9): 5307–5323.
- [42] CAPROTTI F, LIU D. Emerging Platform Urbanism in China: Reconfigurations of Data, Citizenship and Materialities[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2020, 151: 119690.
- [43] ZHANG L F. Analysis of the Impact of the Influence of Bloggers on Urban Spatial Vitality Based on Multi-Source Data: Taking Zibo City, Shandong Province, China as an Example[C]//LI X L, YUAN C H, VARTIAK L. Proceedings of the 8th International Conference on Economic Management and Green Development. Singapore: Springer, 2025: 587–599.
- [44] 陈笑葵, 毛志睿, 易纯, 等. 数字时代旅游古镇线上线下热度特征及其转化机制——以丽江大研古镇为例[J]. 热带地理, 2025, 45(7): 1189–1200.
CHEN Xiaokui, MAO Zhirui, YI Chun, et al. Features and Transformation Mechanism of Online and Offline Popularity in Digital Era Tourism of Ancient Towns: A Case Study of Lijiang Dayan Ancient Town[J]. Tropical Geography, 2025, 45(7): 1189–1200.
- [45] KIM J. Smart City Trends: A Focus on 5 Countries and 15 Companies[J]. Cities, 2022, 123: 103551.
- [46] LIN Y L. E-Urbanism: E-Commerce, Migration, and the Transformation of Taobao Villages in Urban China[J]. Cities, 2019, 91: 202–212.
- [47] 王彬燕, 田俊峰, 程利莎, 等. 中国数字经济空间分异及影响因素[J]. 地理科学, 2018, 38(6): 859–868.
WANG Binyan, TIAN Junfeng, CHENG Lisha, et al. Spatial Differentiation of Digital Economy and Its Influencing Factors in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(6): 859–868.
- [48] 曾国威, 罗震东. 城市直播电商空间集聚与扩散趋势研究——以杭州市主城区为例[J]. 地域研究与开发, 2024, 43(2): 91–97.
ZENG Guowei, LUO Zhendong. Spatial Agglomeration and Diffusion Trend of Urban Live-Streaming E-Commerce: Taking the Main Urban Area of Hangzhou City as Example[J]. Areal Research and Development, 2024, 43(2): 91–97.
- [49] JIAO J F, BAI S H. Cities Reshaped by Airbnb: A Case Study in New York City, Chicago, and Los Angeles[J]. Environment & Planning A, 2020, 52(1): 10–13.
- [50] ZHANG Y T, GURRAN N. Understanding the Share Housing Sector: A Geography of Group Housing Supply in Metropolitan Sydney[J]. Urban Policy and Research, 2021, 39(1): 16–32.
- [51] RAHMAN F, PRABHAKAR C P. Enhancing Smart Urban Mobility Through AI-Based Traffic Flow Modeling and Optimization Techniques[J]. Bridge: Journal of Multidisciplinary Explorations, 2025, 1(1): 31–42.
- [52] ACEMOGLU D, AUTOR D, HAZELL J, et al. Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies[J]. Journal of Labor Economics, 2022, 40(S1): S293–S340.
- [53] BONE M, EHLINGER E, STEPHANY F. Skills or Degree? The Rise of Skill-Based Hiring for AI and Green Jobs[J]. arXiv: 2312.11942, 2023.
- [54] SU J, SHARMA A, GOEL S. The Effect of Recommendations on Network Structure[C]//Proceedings of the 25th International Conference on World Wide Web. ACM, 2016: 1157–1167.
- [55] ZHANG Y Y, LI Y, ZHANG E J, et al. Revealing Virtual Visiting Preference: Differentiating Virtual and Physical Space with Massive TikTok Records in Beijing[J]. Cities, 2022, 130: 103983.
- [56] 王德, 朱礼才, 晏龙旭. 移动网络使用特征及其虚实空间联动性研究[J]. 同济大学学报(社会科学版), 2022, 33(1): 56–66, 77.
WANG De, ZHU Licaiqi, YAN Longxu. The Characteristics of the Use of Mobile Internet and the Comovement Between Physical and Virtual Spaces[J]. Journal of Tongji University (Social Science Edition), 2022, 33(1): 56–66, 77.
- [57] 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[J]. *Human Geography*, 2022, 37(4): 105–112.
- [58] 刘修岩, 王雨昕. 数字基础设施与中国城市的空间重构[J]. *经济地理*, 2024, 44(4): 55–63.
- LIU Xiuyan, WANG Yuxin. Digital Infrastructure and the Spatial Restructuring of Chinese Cities[J]. *Economic Geography*, 2024, 44(4): 55–63.
- [59] 刘晓阳, 丁志伟, 黄晓东, 等. 中国电子商务发展水平空间分布特征及其影响因素——基于1915个县(市)的电子商务发展指数[J]. *经济地理*, 2018, 38(11): 11–21, 38.
- LIU Xiaoyang, DING Zhiwei, HUANG Xiaodong, et al. Spatial Distribution Characteristics and Influence Factors of E-Commerce Development Level in China: Based on EDI of 1915 Counties[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(11): 11–21, 38.
- [60] 杨刚强, 王海森, 范恒山, 等. 数字经济的碳减排效应: 理论分析与经验证据[J]. *中国工业经济*, 2023(5): 80–98.
- YANG Gangqiang, WANG Haisen, FAN Hengshan, et al. Carbon Reduction Effect of Digital Economy: Theoretical Analysis and Empirical Evidence[J]. *China Industrial Economics*, 2023(5): 80–98.
- [61] 吴思桐, 李杰伟. “数字经济”时代城市的未来——互联网对中国城市生产性服务业集聚的影响研究[J]. *经济学(季刊)*, 2024, 24(2): 431–447.
- WU Sixu, LI Jiewei. The Future of Cities in the “Digital Economy” Era: A Study on the Impact of Internet on the Agglomeration of Producer Services in Chinese Cities[J]. *China Economic Quarterly*, 2024, 24(2): 431–447.
- [62] CHEN Z Q, WEI Y, SHI K F, et al. The Potential of Nighttime Light Remote Sensing Data to Evaluate the Development of Digital Economy: A Case Study of China at the City Level[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2022, 92: 101749.
- [63] GURRAN N, PHIBBS P. When Tourists Move In: How Should Urban Planners Respond to Airbnb?[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2017, 83(1): 80–92.
- [64] 夏馨颖, 张宏磊, 田原, 等. 北京市Airbnb时空演变特征及其影响因素[J]. *经济地理*, 2020, 40(11): 68–76.
- XIA Xinying, ZHANG Honglei, TIAN Yuan, et al. Spatial-Temporal Evolution of Airbnb in Beijing and Its Influencing Factors[J]. *Economic Geography*, 2020, 40(11): 68–76.
- [65] ÁLVAREZ-HERRANZ A, MACEDO-RUÍZ E. An Evaluation of the Three Pillars of Sustainability in Cities with High Airbnb Presence: A Case Study of the City of Madrid[J]. *Sustainability*, 2021, 13(6): 3220.
- [66] 梅林, 姜洪强. 基于Airbnb数据的北京市民宿空间分异过程、因素与趋势[J]. *经济地理*, 2021, 41(3): 213–222.
- MEI Lin, JIANG Hongqiang. The Spatial Differentiation Process, Factors and Trends of B & B in Beijing Based on Airbnb Data[J]. *Economic Geography*, 2021, 41(3): 213–222.
- [67] BARRON K, KUNG E, PROSERPIO D. The Effect of Home-Sharing on House Prices and Rents: Evidence from Airbnb[J]. *Marketing Science*, 2020, 40(1): 23–47.
- [68] GARCIA-LÓPEZ M Á, JOFRE-MONSENY J, MARTÍNEZ-MAZZA R, et al. Do Short-Term Rental Platforms Affect Housing Markets? Evidence from Airbnb in Barcelona[J]. *Journal of Urban Economics*, 2020, 119: 103278.
- [69] MILAKIS D, KROESEN M, WEE B V. Implications of Automated Vehicles for Accessibility and Location Choices: Evidence from an Expert-Based Experiment[J]. *Journal of Transport Geography*, 2018, 68: 142–148.
- [70] MILAKIS D, VAN AREM B, WEE B V. Policy and Society Related Implications of Automated Driving: A Review of Literature and Directions for Future Research[J]. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 2017, 21(4): 324–348.
- [71] COLL-MARTÍNEZ E, MÉNDEZ-ORTEGA C. Agglomeration and Coagglomeration of Co-Working Spaces and Creative Industries in the City[J]. *European Planning Studies*, 2023, 31(3): 445–466.
- [72] DI MARINO M, REHUNEN A, TIITU M, et al. New Working Spaces in the Helsinki Metropolitan Area: Understanding Location Factors and Implications for Planning[J]. *European Planning Studies*, 2023, 31(3): 508–527.
- [73] RAMANI A, ALCEDO J, BLOOM N. How Working from Home Reshapes Cities[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2024, 121(45): e2408930121.
- [74] LEKAN M, ROGERS H A. Digitally Enabled Diverse Economies: Exploring Socially Inclusive Access to the Circular Economy in the City[J]. *Urban Geography*, 2020, 41(6): 898–901.
- [75] EICHORN T, JÜRSS S, HOFFMANN C P. Dimensions of Digital Inequality in the Sharing Economy[J]. *Information, Communication & Society*, 2022, 25(3): 395–412.
- [76] ZHANG W, HAN J, İŞİK C, et al. Inequality in the Digital Economy: The Impact of Artificial Intelligence on Income Gap—An Empirical Analysis Based on County-Level Data from China[J]. *Cities*, 2025, 166: 106280.
- [77] ZHOU A. Digital Infrastructure and Economic Growth: Evidence for China[J]. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 2022, 6(1): 1397.
- [78] LI T, YU L, MA Y B, et al. Carbon Emissions of 5G Mobile Networks in China[J]. *Nature Sustainability*, 2023, 6(12): 1620–1631.
- [79] BANNISTER O, HAMID T. Repurposing Office Spaces as We Transition to Remote Working[C]//GORSE C, JONES B, NEWPORT D, et al. *Sustainable Ecological Engineering Design*. Cham: Springer, 2025: 215–226.
- [80] VAN HOLM E J. Evaluating the Impact of Short-Term Rental Regulations on Airbnb in New Orleans[J]. *Cities*, 2020, 104: 102803.
- [81] Digital Serbia Initiative. Digital Serbia Initiative[EB/OL]. [2025–09–17]. <https://www.dsi.rs/en/>.
- [82] WANG K, WANG Z Y, HU Y N, et al. Digital Forgotten People?: Decomposing Digital Divide in Urban China[J]. *Journal of Chinese Governance*, 2025, 10(1): 57–79.
- [83] RICHARDSON L. Sharing as a Postwork Style: Digital Work and the Co-Working Office[J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2017, 10(2): 297–310.
- [84] Pittsburgh Regional Alliance. An Iconic City and Region Where Next Is Now[EB/OL]. [2025–09–17]. <https://pittsburghregion.org/>.
- [85] Seoul Metropolitan Government. Official Release of Metaverse Seoul[EB/OL]. [2025–09–17]. <https://english.seoul.go.kr/official-release-of-metaverse-seoul/>.