

见物见人：基于城市人群数字画像的城市设计探索*

Seeing the Built Environment and People: Exploring Urban Design Through Digital Profiling of City Dwellers

杨俊宴 张 珣 史 宜 黄雨悦 陈家好

YANG Junyan, ZHANG Xun, SHI Yi, HUANG Yuyue, CHEN Jiahao

关键词 城市人群数字画像；城市设计；人城共同体

Keywords: digital profiling of urban dwellers; urban design; human-city community

提 要 中国正在经历史诗级的城镇化进程，城市设计面临着“见物见人”递归需求与多途径数字技术递进的共存、互动。这一转变正构成当代城市设计科学迭代演进的主线，推动着城市设计的人本化演进。通过辨析城市设计与城市人群研究的理论演进，系统追溯人群画像的多学科发展来源，重点论述城市人群数字画像在现代城市设计中的关键作用，重点分析如何通过数字画像精准把握“个体即主体”、重识“人城共同体”，以及强化“大小数据互馈”的城市设计科学机理，并结合具体的规划项目实践阐述城市人群数字画像在城市设计中的多维度探索，展示这一方法在实际操作中的潜力与挑战。通过对未来人群数字画像、人群智能预测以及人城共生的数字化城市设计的发展前景展望，进一步探讨城市人群数字画像在城市规划与设计领域的未来技术攻坚方向。

Abstract: China is undergoing an epic urbanization process, where urban design is facing the coexistence and interaction of recurring demands to "see the built environment and see people" alongside the progressive development of multi-path digital technologies. This transformation characterizes the trajectory of the iterative evolution of contemporary urban design, driving a human-centered approach to urban design. This paper analyzes the theoretical evolution of urban design and urban crowd research, systematically tracing the multidisciplinary development of crowd profiling, with a focus on the key role of digital crowd profiling in modern urban design. It explores the methods to accurately capture "the individual as the subject", re-recognize the "human-city community", and strengthen the scientific mechanisms of "large- and small- data feedback" in urban design. The study also utilizes specific planning project practices to illustrate the multidimensional applications of digital crowd profiling in urban design, showcasing both the potential and challenges of this approach. Looking forward, the paper discusses the future of digital crowd profiling, crowd intelligence prediction, and the digital design of human-city symbiosis, while exploring future technological challenges in applying digital crowd profiling to urban planning and design.

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202504006
文章编号 1000-3363(2025)04-0041-09

作者简介

杨俊宴，东南大学首席教授，东南大学建筑学院教授，东南大学智慧城市研究院副院长，yjy-2@163.com

张 珣，东南大学建筑学院博士研究生

史 宜，东南大学建筑学院副教授，通信作者，Shiyi@seu.edu.cn

黄雨悦，东南大学建筑学院博士研究生

陈家好，浙江省城乡规划设计研究院规划师

* 江苏省重点科技研发计划“基于大数据的城市安全智慧管理平台科技示范”（项目编号：BE2023799）；教育部“铸牢中华民族共同体意识研究基地”重大项目“中华民族共同体视觉形象要素图谱体系构建研究”（项目编号：21JJDM004）；国家自然科学基金面上项目“城市中心区“高密-高频”人流动态模拟与空间设计优化研究”（项目编号：52378048）

1 为何画像?

1.1 “见物见人”的城市设计新诉求

纵观国内外城市设计的演进进程,“见物”一直是贯穿其中的核心问题。传统城市设计从古典美学、天人观念与尺度规制要求等出发,关注空间本身的美学特征。《周礼·考工记》、罗马维特鲁威的《建筑十书》等著作就记录了对城市物质空间设计的系统思考与论述。中国古代城市设计围绕山川形胜的整体特征,强调轴线与秩序,形成如北京紫禁城建筑群等宏大设计,许多重要城市格局延续至今。国际上也存在围绕几何等美学原则的城市设计范式,形成了古希腊雅典卫城等重要案例^[1]。随着城市的进一步发展,到19世纪,城市设计学科逐渐建立,但依旧强调适配于建筑学的空间形态构建原则和设计方法,如柏林规划、巴黎规划等,并极大影响了当代城市设计的发展。这些传统的城市设计方法围绕“物”展开,较少考虑“人”在其中的作用。

工业革命后的快速城市化为现代城市设计带来一系列新挑战。我国现有城镇常住人口约9.02亿人,占比63.89%,在这一史诗级的城镇化进程中,城市空间高质量发展,市民生活条件显著改善,但与此同时,城市问题也大量凸显,城市尺度宏观失序、高空置率的“鬼城”、交通拥堵、城市热岛效应等为城市的进一步发展带来阻力。大量城市问题频发的核心原因在于过去的城市研究中重点关注物质实体空间而忽视对人城关系的深入剖析。现阶段城市正在经历变革,城市正逐步转变为一个由空间形态、人流、物流、信息流等所构成的时空复杂有机体^[2-3]。与此同时,城市设计也面临升级。1920年代末海森堡和波尔基于量子力学研究提出的“不确定原理”(the uncertainty principle)在城市研究领域产生了广泛的影响。城市设计成果与所预期的人群流动、社会社区构成是否匹配,需要长期的验证与完善。“见物不见人”的传统城市设计方法不再适用,城市设计研究需要涉及人、自然、社会、文化、空间形态等因素在内的城市人居环境^[4]。

1.2 “城市人”的人群研究新趋势

城市社会是物质空间实体与人为主

观感知互动的结果,人与城市是相互依存、共同发展的生命共同体。正如杜尔凯姆所言,城市的形成和发展源于社会分工的深化,从而推动了不同类型的个体聚集^[5]。城市发展与人的思想行为演变密切相关,一方面社会发展和建成环境变化影响人群的活动,另一方面城市也在不断改变从而更好地适应人群需求^[6-7]。因此,研判城市特征、规划城市格局离不开对城市人群的研究。

从历史演进的角度看来,在关于城市人的描述与研究中,城市人群研究经历了从“户籍人”与“指标人”的被动描述与简单刻画到“经济人”“社会人”“阶级人”“城市人”的深层次动因解析。早在战国时期的秦国就已经出现以户籍为单位进行人口管理的先例,“为户籍相伍”“令民为什伍”,郡县制中“停下设里”的“里”即以“什伍”作为管理单元。到了汉朝,户籍统计在家庭基本信息的基础上还增加了“账”这一资产状况,便于赋税征收和徭役征发^[8]。但古代的“户籍人”仅作为一种便于城市管理和人员分配的统计手段,城市规划与建设还是以物质性空间要素为主要考量的。到了近现代的工业社会,城市建设进入大规模飞速发展阶段,城市人口随着城市各类功能区的分布出现集聚或发散现象,为了避免公共资源浪费,1980年国家建委提出通过“千人指标”控制居住区公共服务设施的配建标准,“指标人”成为快速高效进行设施分级布点的通用方法沿用至今。然而,随着生活品质的提升和各种要素的快速流动,个体在所处城市空间的行为活动随着时间推移发生巨大变化,多元人群的多种活动需求难以通过单一指标得到满足,从而出现从经济水平、社会属性、城市空间等多种角度的人群刻画。从农耕时代、工业革命再到当今的信息革命,人类的需求从解决基础温饱问题逐渐转变为生活品质提升与思想文化发展的多元迸发,进而创造出由多种资源和要素整合的复杂城市空间系统^[9],城市发展也呈现出逐步从集体意志走向个体泛在的城市特征^[10-11]。

可见,对人进行画像古已有之,掌握人群特征与需求是城市研究与规划的第一要义。不过值得注意的是,虽然采

集人群属性的维度类型和技术手段不断升级,但其本质并未改变,都是通过对城市人群进行研究,帮助相关专业人员及决策者更准确地了解人群需求,从而提供更好的服务。对于城市规划与设计领域,通过研究人群活动特征识别城市空间结构、剖析城市社会网络,同时结合人群活动需求进行规划应对,是实现“以人为本”的高质量规划的必要过程^[12]。

2 何以画像?

2.1 多学科视角下的人群认知科学

万物发展皆有规律,科学的本质是揭示规律,包括自然科学的因果逻辑规律和社会科学的经验观念规律,人的活动行为同样具有规律性,这意味着可以透过日常行为表象,通过多种方法探寻背后的本质规律,也为未来的预测提供依据。

从科学技术支撑的视角来看,对于事物运行规律和本质的研究,早在16世纪就已萌芽,从亚里士多德(Aristotle)的演绎逻辑方法(term logic)到培根(Francis Bacon)的科学归纳法(science induction),再到笛卡儿(René Descartes)提出的理性演绎法(deductive reasoning)等等,均为科学规律的研究与探索作出了巨大贡献。在此基础上,近现代数理分析、统计模型、公式曲线等不断精确量化的方法,使得探寻人群活动特征及规律成为可能。21世纪信息科学的崛起更是掀起了数据挖掘、分析与预测的技术变革,为人群行为研究提供了强有力的技术支撑。

有关人群行为的科学研究中,从生物学、经济学,到地理学、社会学、城市规划以及计算机科学等,不同学科赋予城市人群研究以自身独特的关切。米勒(G. A. Miller)^[13]提出由人类学、计算机科学、哲学、神经科学、语言学和心理学构成“认知科学六角形”,两两之间构成新的跨学科研究领域,人类活动的复杂规律性通过学科的交叉分析得以被揭示。其中,人类动力学作为一门交叉学科,从客观数据出发,致力于揭示人类日常行为的内在模式,是这一方向的典型代表^[14]。此外,认知科学从计算隐

喻和功能主义的“第一代认知科学”发展到关注具身心智的“第二代认知科学”^[15]，也强化了人类主体与外部世界之间相互作用的研究，人群个体的行为认知与社会环境密不可分，是相互耦合的动力关系。

总的来看，人群时空行为分析，涵盖数学、经济学、社会学、信息科学、城乡规划学等多个学科，是复杂性科学研究的焦点。新时代背景下人群的数量、生活方式的转变，使得人群特征提取和分析方法的变革成为可能。可以预见，借助数字化技术，定性问题的理论探讨结合定量方法的数理验证，将成为城市人群研究未来潜在突破点，形成方法论指引。

2.2 新城市科学下的城市设计技术更迭

Alan Penn^[16]提出，城市设计正面临由数据环境变革带来的挑战，而新型数据环境与研究方法不仅拓展了研究视角，而且为新理论的形成提供了可能性。1970年代前，控制论、运筹学、系统论等对理论城市规划的定量研究产生了深远影响^[17]。此后，城市设计实践中涌现出一系列专业工具，例如街道网络分析的空间句法工具^[18]、用于微气候分析及热岛评估的 FLUENT、CFX、CFD、ENVI-met 等^[19-20]。随着技术的发展，人工智能、大数据、知识图谱等数字技术为攻克“见物不见人”的传统难题提供了新的可能。库恩^[21]在《科学革命的结构》中提出“每一次科学范式的改变都代表一次革命”，那么对于城市规划与设计领域而言，面对日益复杂的城市问题，能否借助新技术方法，深入挖掘人群行为与城市空间的互动特征，从而更精确地把握人群需求，制定更具针对性的规划设计？

城市设计的见物——见人递归需求与多途径数字技术递进的共存、互动，构成当代城市设计科学迭代演进的一条主线。需要寻求洞察人城关系的新视角来解决城市设计中的重要问题。在全球结合新数据和方法的城市设计研究中，城市人群数字画像方法的提出为人地关系研究提供了新的可能。城市见物不见人的问题核心矛盾是城市空间资源供给分配和市民生活需求的不匹配，而在城

市研究技术的革新中，城市人群数字画像方法通过对城市人群特征和需求刻画，实现与城市空间的耦合，是解决这一矛盾的有效方法。

2.3 城市人群数字画像：洞察人城关系的新视角

古已有之的城市人群统计与刻画为当今的人城研究奠定理论根源，多元复杂的计量分析方法演进为人城研究提供强有力的技术支撑，在此背景下利用新技术对城市人群的时空行为进行分析，本质上是一种延续内核、运用新方法弥补既有研究不足的探索。对于城市规划领域而言，利用新技术研究人城关系议题意味着规划者的关注重点从单纯物质空间向人本空间的方向性转变，是一种洞察人城关系的新视角。

随着社会经济的蓬勃发展与城市空间的扩张重塑，交通、产业、资本、信息等要素的流动网络日趋复杂，城市人群的构成也从均质化向多元化发展。同时，自我意识和个性表达价值观念转变推动“个体即主体”社会到来。在这一背景下，为了更好地把握人群需求，城市人群的研究维度和深度不断拓展。研究者通过收集、统计、分析、挖掘海量用户属性和行为数据，尽可能全面、细致地提取用户的特征，并将其抽象为标签化的用户模型，最终实现从数据到知识的转换。在互联网技术蓬勃发展的背景下，多源时空地理大数据更是让研究人群行为的时空规律特征、构建人一城生命共同体的范式成为可能^[22]，城市人群数字画像研究应运而生，旨在获取能够反映城市人群居住、就业、游憩与出行特征的各类大样本动态数据，借助数字分析方法对城市人群的多维度特征进行精细刻画^[23]。

相较于耗费大量人力和时间成本的实地观测与访谈方法，城市人群数字画像具有高效性、大规模、强应用的特征。借助多源大数据的获取，能够在短时间内采集到大规模的人群信息与活动数据，数字化的分析方法也使得分类结果更加准确和精细，从而大大增强研究的应用性。通过城市人群数字画像利于规划者把握各类型人群的空间使用特征与需求，从而提出具有针对性的空间规划应

对，是实现精准规划，推动城市高质量发展的重要手段。

3 人群数字画像视角下的城市设计科学机理

从当代城市设计的发展演进来看，海量数据与数字化分析技术正在深刻改变人们对日常生活、城市空间的认知方式，城市设计也呈现出从“2D平面”向“3D空间”、从“形态美学”转变为“人城共生”、从物质空间到人的范式转型^[24]。从人群研究的理论脉络来看，不同学科赋予了城市人群研究自身独特的关切，人群刻画也形成了从经济水平、社会属性到多元空间需求等数字化、精细化的范式转变。这一系列方向性转变表明，以人为本、创造“人城共生”的美好场所与公共生活，始终是城市设计的核心使命。同时，人群数字画像作为信息时代城市设计技术演进下的智慧工具，其研究不应泛化，要有专门的城市设计应用领域，并破解以下三个关键的科学问题，以期实现对于人城关系的全面洞察，构建人一城生命共同体的城市设计新范式。

3.1 把握“个体即主体”，如何对人群本身及其活动行为进行定类建模

城市是以人为主体的，通过人口的汇聚、分工与协作，衍生出了一系列生产和交往活动，进而形成了群体关系协同、个体特征不断解放的城市演进过程。在《看不见的城市》中，卡尔维诺^[25]向我们展示了人在城市中的起居、饮食、工作和娱乐等活动，这本身就是一种对城市的叙述。从这一角度来看，正是通过人的生存、发展和社会化过程，城市空间才被赋予了一些社会属性、场所属性。城市设计将始终以主体人及其在城市中的活动为关注的核心要素。然而，随着城市用地、交通网络的快速扩张与发展，以及人的创造性与个性不断被解放，城市地理空间的边界正不断弱化，人们的社会分工、生活方式、日常活动空间也都发生了急剧变化。一个人可以在不同的时间、地点与环境中从事各不相同的活动，人群需求的异质性大大提高。因此，人群数字画像驱动下的城市

设计将以精细化洞察人群活动在街区、地段、片区及城市等多尺度空间中的移动规律为首要科学问题,进而有助于识别城市空间结构、动态行为网络等,提高城市设计的科学性。

针对这一问题,人群数字画像首先需要厘清城市主体“人”的多类型活动与需求特征。传统耗费大量人力和时间成本的人群活动调查中,行为信息缺失、行为信息量不足、时效性低等局限性使得城市设计主体难以对不同人群的活动特征以及多类型空间需求进行科学判断和分析,导致城市设计忽视了不同人群之间的行为需求分异,引发了资源配置均等化、单一化以及空间供给与人群需求之间的供需失配现象。目前,数字化浪潮大大提高了人群行为刻画的分析精度,但这并不意味着人的每一类活动、每一次移动都需要被刻画,大量高精度定位数据的涌现又带来了人群行为数据类型繁杂、数据规模庞大、群体行为分异难以识别等难题,因而亟须借助人群数字画像这一智慧工具来对海量人群及其复杂时空行为进行适当颗粒度的数据

挖掘。面对覆盖“食、住、行、游、购、娱”等日常行为类型的庞大数据资源,人群数字画像将以城市用地单元为粒度来实现活动类型的整体性划分,并通过梳理人群活动的层级特征,明确城市人群数字画像只关注城市人群在公共场所的稳定性活动、灵活性活动,而对于室内空间中的隐私性或细节性活动(如家中看电视或阅读书报期刊,商场内购物或看电影)不予讨论。最终,家庭生活、就业劳动、生活服务、交通出行构成了人群数字画像所重点关注的活动类型(图1),其分别映射出人群对居住空间、就业空间以及公共服务设施的空间需求。

对于前述人群在城市中的各类行为活动,需要建构一套出行链重构、活动点识别、活动属性测度、移动特征提取的位置数据建模方法与流程。一方面,针对人们在城市空间中的各类型活动点数据,如何在数据清洗、去隐私处理、噪声数据剔除等预处理基础上,识别居住、就业等多类型活动语义并挖掘其时空属性特征?另一方面,针对人群各类活动所构成的出行网络,如何利用活动

空间范围、出行的时空多样性与稳定性等移动性指标从大规模个体移动数据中提取其整体移动特征?为此,人群数字画像将从“活动—移动”系统视角探索人群定类建模的方法体系,并凭借大数据精度高、覆盖范围广、时效高等技术优势,为城市人群行为活动解析与挖掘提供关键的数字技术支撑。基于此,城市设计将突破以往笼统、泛化的行为需求模式化回应,深入高颗粒层面去探索不同地域、不同群体、不同阶段的人群行为需求特征。

3.2 重识“人城共同体”,如何对人群—空间的静态交互机制进行机理解析

在复杂的城市巨系统中,人群与城市人居环境的密切关系一直是建筑学、城乡规划学、地理学、社会学、生态学等多学科的关注热点。随着人的自主意识、能动作用不断增强,大规模的人类活动使得人居环境日渐形成了结构复杂化的系统演变,并不断衍生出满足居住、工作需求的常驻性空间、满足通勤需求的通过性空间、满足交往需求的停留性

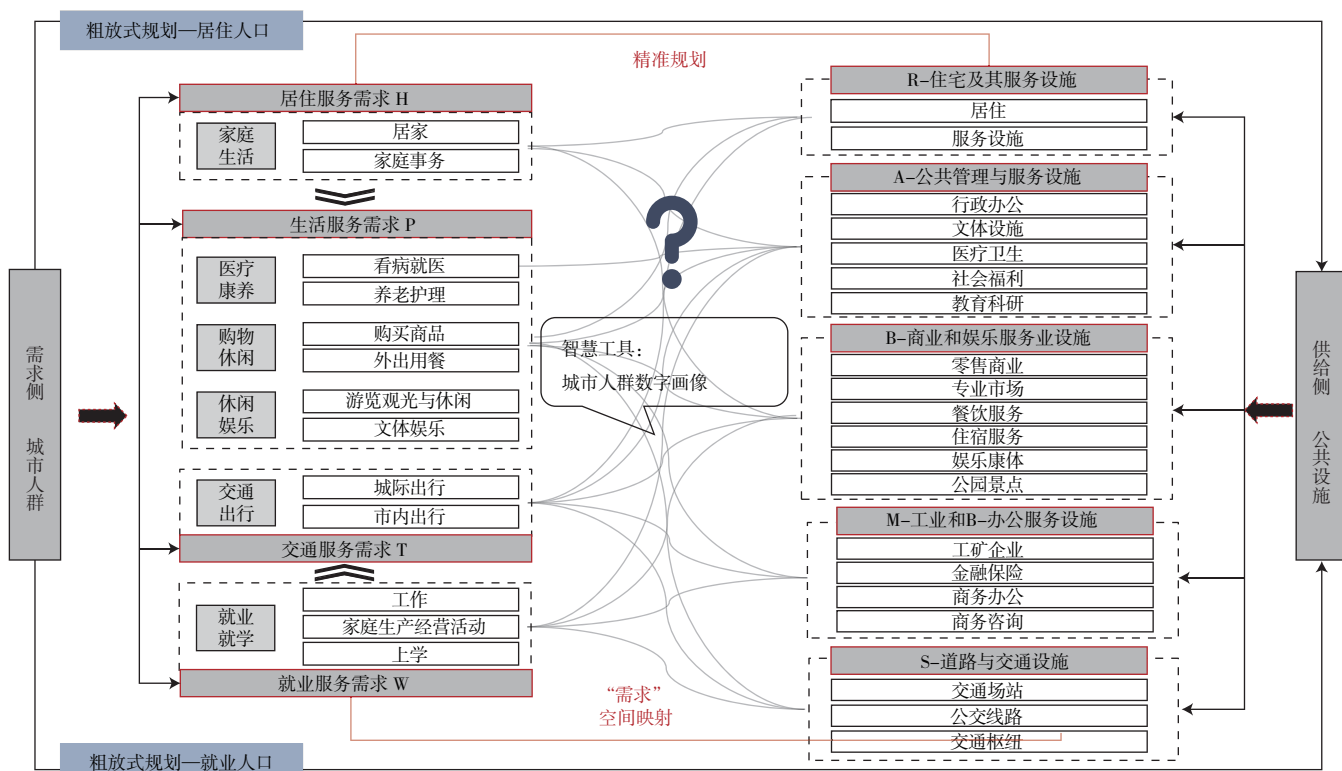


图1 “人—城”共同体的供需要素解析

Fig.1 Analysis of supply and demand elements of the "human-city" community

空间等多类型活动空间；而作为人群行为活动的物质载体，城市人居环境又反向影响着人群的居住决策、职住通勤行为、日常购物游憩等多样化的行为活动特征，以及社会满意度、幸福感等主观偏好特征。然而，多个平行学科研究的相向、相融、相斥、相悖，并未能形成统一的影响机理与约束机制研究范式。在此背景下，人群数字画像驱动下的城市设计将在人群本身及其活动行为的精细化建模的技术支撑基础上，以探究人群一空间的静态交互机制为核心科学问题，进而建构需求侧“人”的活动内容、时间安排、空间需求以及供给侧“环境”的设施数量、交通可达性、功能混合度等供需要素之间的作用中介，来真正实现人群与城市环境的有序协调，营造人一城共生的生命共同体。

因此，针对这一核心科学问题，城市人群数字画像的重点将聚焦需求侧的属性体系（图2），探索不同类型主体的时空需求分化并将其落位于城市空间中，进而为人与城市空间的供需耦合特征解析提供智慧工具。一方面，大量研究证实，社会群体的类型多元化、异质化及需求结构与分异特征尤为显著，自然属性（年龄、性别）、社会属性（家

庭、教育、职业、收入）、地域属性（流动、城乡）等本体维度特征被公认为是影响城市公共服务和公共设施空间配置的重要决策依据。另一方面，海量人群在真实城市空间中的外显行为特征刻画，也能够进一步揭示出其与城市空间的匹配情况，例如就业活动点的空间区位与距离属性刻画，能够反映出其居业空间的匹配情况，进而反映出其对近家就业岗位、公交设施等的通勤需求特征；而游憩活动点的距离、频次、时长、时段等属性则能够映射出其对公共服务设施的时空需求。此外，主观感知维度下的属性测度则是对客观行为需求的进一步补充，通过识别各类活动在各时段或各地块分布的偏好特征，以及人群对生活质量、交通出行、就业情况、公共服务等公共设施的感知评价、主观情绪等，进一步挖掘人群主观认知下的“人一城”供需耦合情况。通过对人群属性体系的分层分类刻画以及群体类别划分，并对识别出的典型群体的类型变量进行数理统计与辨析，可进一步推导人群一空间耦合分异的内在动因是由其本体属性差异导致的，还是由其客观行为需求抑或是感知需求分化所导致，以强化居民行为活动与空间物质环境间的因果联系。

3.3 强化“虚实互鉴”，如何对典型群体一空间进行动态观测与迭代设计

城市设计是个复杂的长期过程，对“人一城”共同体的系统研究，不能局限于对客观人地特征的静态描述，而应更关注形态变化、要素变迁、新旧共生的动态特征。与此同时，传统城市设计的线性流程正暴露出灵活性不足、协同性弱、公众满意度低等弊端，因此除了调查与研究阶段，城市设计的方案生成、方案修正、方案落地等各个设计流程中，都离不开对城市空间及其使用主体的动态观测。具体而言：在前期研究中，挖掘城市人群在数字孪生空间中的活动时空动态特征、规律以及与城市环境的互动影响作用，是充分了解人群行为的表征与精准研判人群诉求、空间使用问题的重要手段；而在方案设计阶段，则需要基于前期问题的动因解析来提取典型群体类型及其行为需求，对空间进行有针对性的重构，以期在形态塑造的基础上满足人们的普适性要求，并保留多元主体的个性化诉求；后期方案校正与实施管理阶段，则需要面向多元化的空间使用主体建构设计反馈机制，挖掘设计后所存在的供需适配问题并为下一轮优化设计提供依据，进而真正实现“现

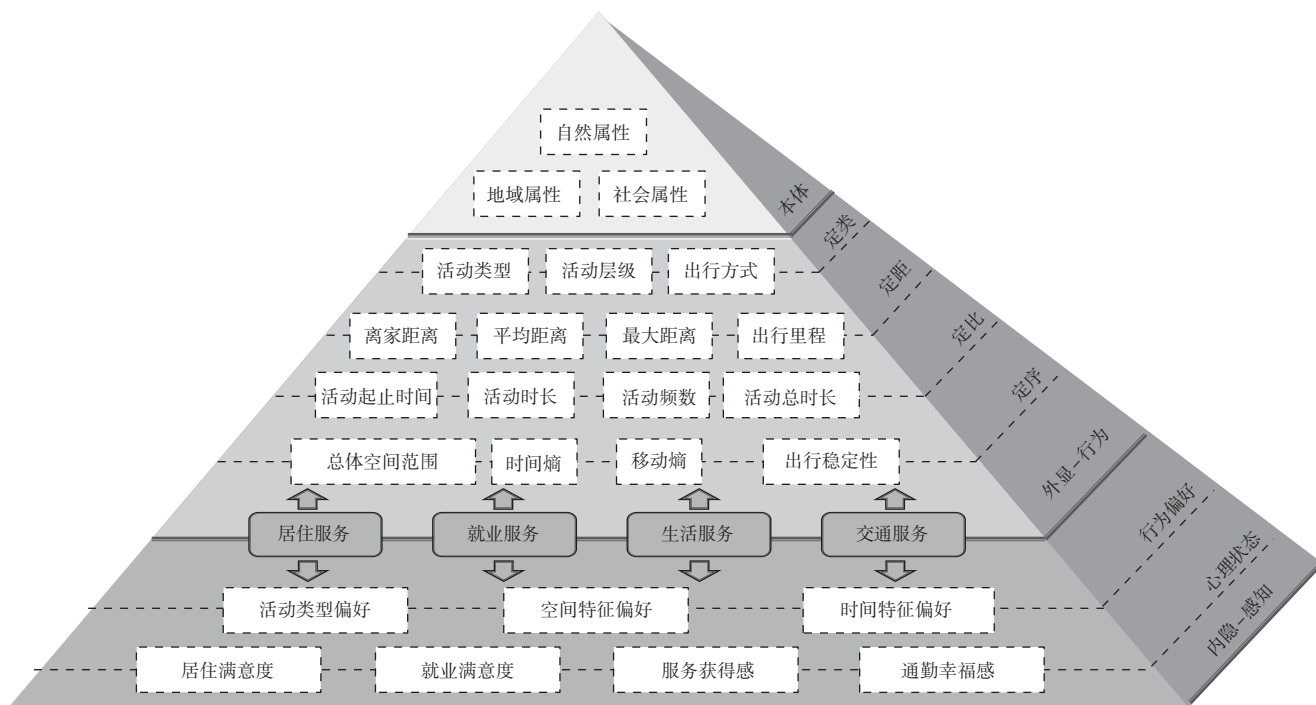


图2 城市人群数字画像的属性体系

Fig.2 Attribute system of digital profiling of urban population

象—问题—解释”的递推式城市设计。因此,除了对人群主体的时空分布以及对“人—城”之间的影响机制进行解析之外,人群数字画像更需要立足于人城共生的动态特征以及城市设计的全流程,进一步以迭代分析形式将对“数字人”的认知反馈于实体空间中,通过在城市设计的不同阶段深度挖掘典型群体的行为需求及其与实体空间环境的匹配情况,形成对空间问题、人群需求、交叉互动机理的系统性、动态性认知,促进城市设计方案的智能生成与迭代优化。

针对这一核心科学问题,城市人群数字画像在城市设计中的应用离不开大小数据的互馈与校核。在基于大数据的人群特征量化、空间映射与类型整体划分基础上,各类人群空间活动与城市空间之间的互动机理只能实现大致的客观描述与推导,而背后更进一步的的核心影响因素有待挖掘。因此为了验证城市大数据分析结果的科学性,以及进一步解释人群出行活动特征背后的内生动力及外在因素,需要对其进行问卷与访谈调查,这样才能更为深入、细致地了解人群各种行为特征及其对空间需求的真正内核因素,从而更好地落实“有温度”的城市设计。大小数据的相互结合将为大数据刻画真实性提供保障,同时弥补了小数据刻画的样本局限性,两者相互补足,有助于设计者在各个阶段全面认知人群的需求差异化。

4 人群数字画像在城市设计中的多维度探索

多维度的城市设计应用探索,旨在推动城市设计从传统的形态设计转向见物见人、人机交互的设计范式转移,为人城共同体的营造提供本土理论与实践支撑。本文基于“城市人群数字画像”的数字方法,先后在各城市设计实践中加以实证应用,从高精度广场设计优化、全时性生活圈设施体系设计和城市总体动态结构提升等三个方面展开城市问题的机理剖析与设计应对,从而阐明人群数字画像在多尺度、多维度的城市设计实践中的应用途径与价值。

4.1 从精细行为模拟到街道空间设计

优化

在小尺度层面,城市设计主要关注建筑首层、街道界面、广场景观、设施布置等更为具体、更为明确的要素与内容,其对空间的视觉美学、场所营造、行人感知等都提出了更高的要求。然而,传统城市设计中往往存在着重设计、轻研究的弊端,使得小尺度空间设计更多是形成了空间特征的精细化把控,而未能洞察人群演变行为的真实规律,难以在细部设计中真正满足不同人群的多感官空间要求。人群数字画像为小尺度设计中的人群行为刻画提供了技术支撑,通过对街区尺度下的人群动态活动进行精细行为模拟,有助于挖掘小尺度空间问题的成因,进而实现细部设计与人群需求之间的紧密关联。

例如,在笔者参与的路段环境整治工程中,依托连续7日、每日覆盖4000余人、20 000条手机位置服务数据(LBS)以及建筑、用地、POI等静态空间基础数据,提炼出路段两端公园空间活力较低、办公地点附属开放空间空间活力较高的既有路段活力结论,进而,通过对该路段中识别的人群一日行为链进行提取与活动目的识别,研判出办公人群居多、附近景点游憩人群居多等穿行多驻留少的典型人群类型及其活动特征,并通过对识别出的人流高峰时空路段进行典型就业人群的人流视觉感知与密度模拟,得出街区尺度下公园视觉感知度低、通行密度高、拥挤频率高的多个区域,并基于新建广场、休闲设施细化、多视角特定场景营造等细部设计方法来优化人群的穿行与停留特征,以设计前后的人群行为模拟对比为方案优化提供科学合理的指导。见图3。

4.2 从日常活动异质性需求解析到片区生活圈设施体系建构

片区尺度的城市设计作为衔接宏观城市尺度总体把控与微观地块尺度精细设计的重要一环,涵盖社区、街道、地块与建筑多个层级要素,是城市空间资源与民生需求相互匹配的关联设计,具有利益主体多元、社会影响显著等特征^[26]。因此在这一尺度下,重点在于关注人群的日常行为空间,通过生活圈体系建构和空间资源的合理配置,实现以

人为本的空间品质提升^[27],这就需要准确了解人群活动特征与活动需求,从而保障规划设计的针对性和有效性。然而,在存量更新背景下,多数城市片区建成环境高密复杂、人群类型构成多元,在短时间内精准把握群众的活动特征和空间需求成为一大难题。通过人群数字画像的应用,能够较为全面地统计片区人群活动行为、分析属性特征,针对不同人群做出相应的规划应对,最大程度提升宜居品质和生活满意度。

在笔者参与的某城市片区宜居示范工程中,老旧住区人员构成复杂,为了最大化发挥空间价值,借助人群数字画像辅助片区服务设施和公共空间提升设计。首先,采集到2019年2月18日—22日5天内所有经过阅江楼社区范围的用户共计1 166 127个轨迹样本点,进一步筛选出5620个社区用户,65 535个有效停留点数。在此基础上,基于社会属性、出行属性和出行偏好的人群类型统计,将该片区的所有用户样本划分为194类人群,选取其中占比最高的6类典型人群进行人群数字画像刻画。其次,汇总各社区公共空间的典型人群及其需求分异,将典型人群画像类型与社区公共空间进行空间叠加,识别各类院落空间的典型人群及其占比,并且进一步组织面向各类居民的深度访谈,以验证共性空间需求。最后,依据识别出的典型人群空间偏好进行有针对性的设计(图4)。一方面,在不同等级的公共空间根据人群需求策划不同的活动,社区级公共院落人群类型最为多元,植入多样的社会聚集设施,半开放型院落中通勤人群占比最大,设计动态行为动线和静态休憩模块,而在封闭式居住院落中则增设健身场所。另一方面,在具体的公共空间节点塑造上,结合空间开放度和人群构成,针对院落空间、院落活动、院落景观以及院落相互联系等四个方面提出改造策略。通过数字技术,对人群进行精细画像,为本次宜居街区公共服务设施的品质提升和高效利用提供了重要依据。

4.3 从职住行时空行为刻画到城市总体动态结构提升

在大尺度的总体城市设计层面,城市设计的成果和内容固然不限于单一的

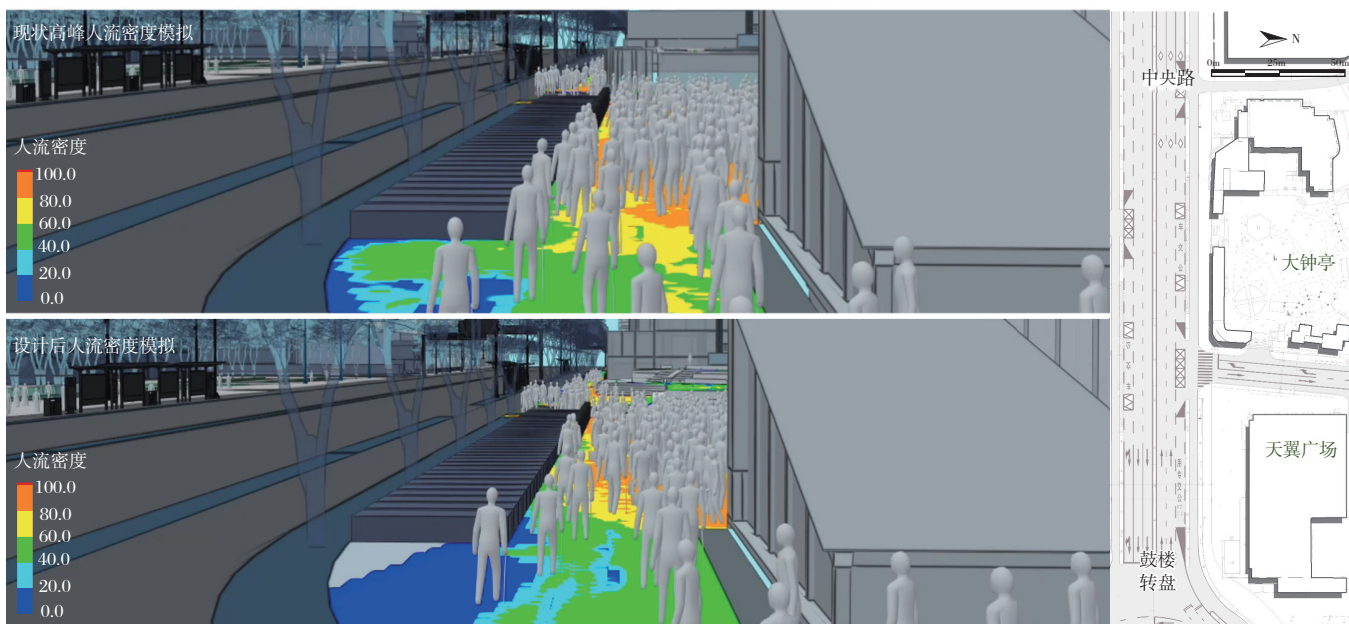


图3 设计前后的街道尺度人流模拟
Fig.3 Pedestrian flow simulation at the street scale before and after design

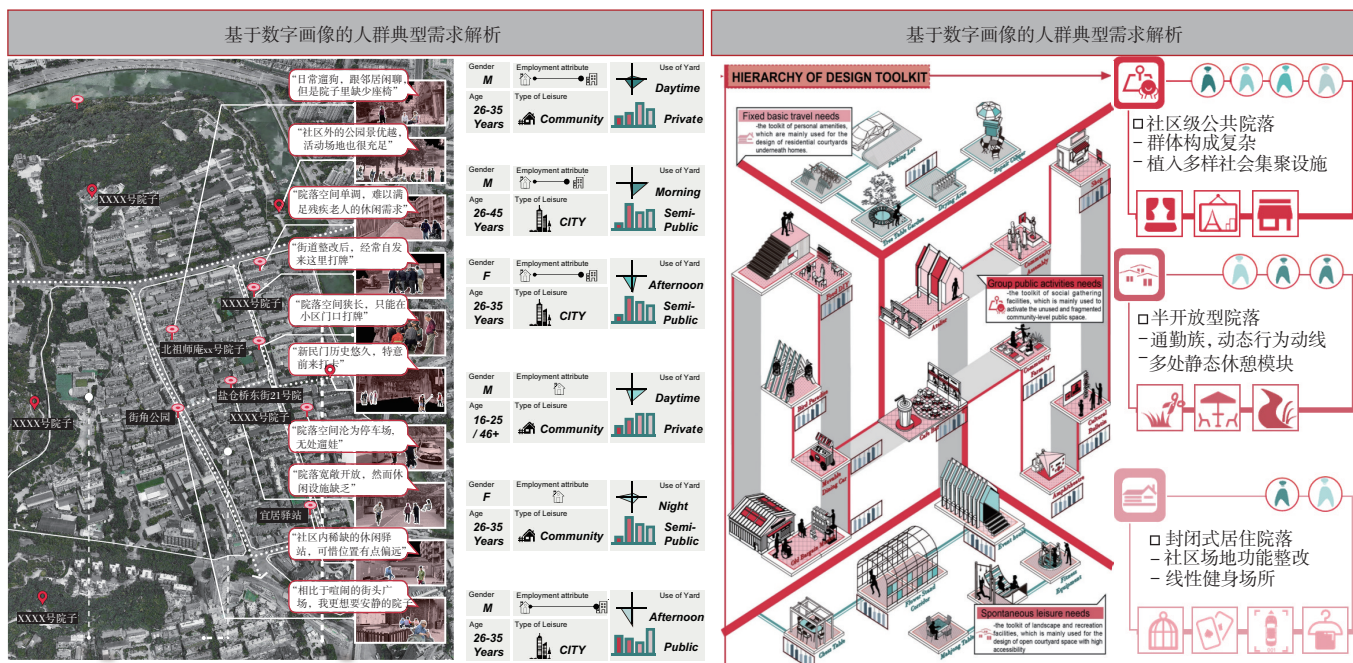


图4 基于人群数字画像的社区院落设计模块
Fig.4 Community courtyard design modules based on digital crowd profiling

总体空间优化，但也往往形成了以城市特色格局建构、形态结构、公共空间等体系优化为重心的共识^[28]。因此，相比于中小尺度的重点地段与片区设计，其更关注的是城市特色格局的系统性与科学性挖掘。伴随着当下数字化城市设计的发展，人群数字画像正为总体城市设

计提供动态结构挖掘的新视角与新方法。区别于一般意义上的人文格局、生态格局、形态格局，城市动态结构旨在静态物质空间结构的基础上揭示出其动态的潮汐波动特征。对城市全域空间中海量人群进行数字画像解析，有助于揭示人群活动的动态迁移和分异特征，形成不

同人群活动与城市空间环境之间互动机理的系统性认知，进而为总体城市设计的特色结构挖掘提供技术理性与科学依据。

在笔者参与的某滨海城市总体城市设计中，人口结构老龄化、人口密度持续下降、城市活力呈两季性、待系统提

升城市空间品质与活力是其面临的主要难题。为了获取对市域层面人群与空间之间互动关系的整体认知,识别出城市空间衰败、失活的内因,项目开展了人群数字画像的专题性研究。首先获取了覆盖人数为200万人、时间范围为6个月、日平均数据量18 752 065条的手机LBS数据,并结合链家二手房房价数据、中心城区用地数据、POI数据进一步识别出居住、就业和游憩等不同行为点,基于时间—空间—行为3个维度建构了人群数字画像谱系。进而从147类人群数字画像结果中提取出最典型的14类典型人群。一方面,通过汇总典型人群的居住、就业、休闲行为,共计识别出4大行为分区,得出老城区是行为混合区的主要分布地区,但由于发展空间不足、生活成本过高,已经出现了老龄化、空心化的现象,高新区由于缺乏商业消费空间,形成了较多行为单一区;各片区板块边缘的行为单一区则侧面反映出空间板块割裂现象对全龄化活力城市的阻碍。另一方面,通过将典型人群的出行圈层特征与板块设施分布进行叠加分析,共计识别出6处适配锚点与11处错配锚点。为此,专题设计针对上述人群活动圈层与行为分异问题(图5),进一步结合典型群体活动半径对城区、片区、社区多尺度的商业、游憩设施等进行分类、分层设定,并提出了公交定制、街区重塑等多重体系设计方法,以构建高校生

活型、景点游憩型、都市商务型等12类特色慢街体系来优化城市中人群的潮汐流动特征,为人文、生态、都市骨架下的总体城市设计提供动态、人本视角下的数据理性支撑。

5 人群数字画像的前景与展望

5.1 人群数字画像实现“个性化”的空间定制

城市设计“以人为本”,未来更关注个体差异,是城市设计转型升级的重要趋势。在这一过程中,人群数字画像技术的作用将更加凸显。人群数字画像这一智慧工具一方面使用大数据采集与数字化分析技术高效识别出总体群体特征,关注城市人群在公共场所的稳定性活动,帮助城市设计洞察人群活动在多尺度空间中的移动规律;另一方面通过增加问卷访谈的小数据校核、城市设计师主客观博弈等,更细致地描绘人群行为特征及差异化需求内核,补足大数据的真实性与在地性,使设计结果符合人群动态行为网络及空间需求。未来的城市设计发展必须转型为人群需求和空间需求共生的模式,人群数字画像继续发展进行高颗粒度个体解析的方法,通过不断强调人群研究精度、城市智能化供需,挖掘海量人群复杂时空行为背后的空间需求,实现“个性化”的空间定制,达成“个体即主体”的未来城市设计愿景,提

升城市设计的开放度和包容性。

5.2 人工智能快速推动人群数字画像演化

复杂计量模型、多智能体模型、人工智能等新兴技术的发展,已经深刻地改变了城市设计的各个方面,也将推动人群数字画像技术的进一步演化。人群数字画像技术解析不同类型海量人群的显性行为特征差异,人工智能等技术能够为数字画像分析实现更高的计算范围和计算准确度,强大的算力促进十年代际转化为两年代际。依靠人工智能算法的计算与学习能力,甚至可以帮助进一步揭示出人群画像与城市物质空间的匹配情况,探究更深层次的人群—空间静态交互机制,构建高精度的城市人流模拟与预测模型。应大力推动人群数字画像技术的技术更迭,推进人群模拟、预测等“画像+”工作,实现其在城市设计中的广泛应用,全面提升城市设计的数字化、精确化、系统化、人性化发展,助力智慧城市建设。

5.3 人群数字画像促进人一城共生的数字化城市设计

数字化是现代城市设计发展的重要方向和趋势。在人群数字画像技术的基础上,发展人一城一体化的全流程数字化城市设计。首先,城市研判过程通过综合分析,洞察城市问题与规律。其次,

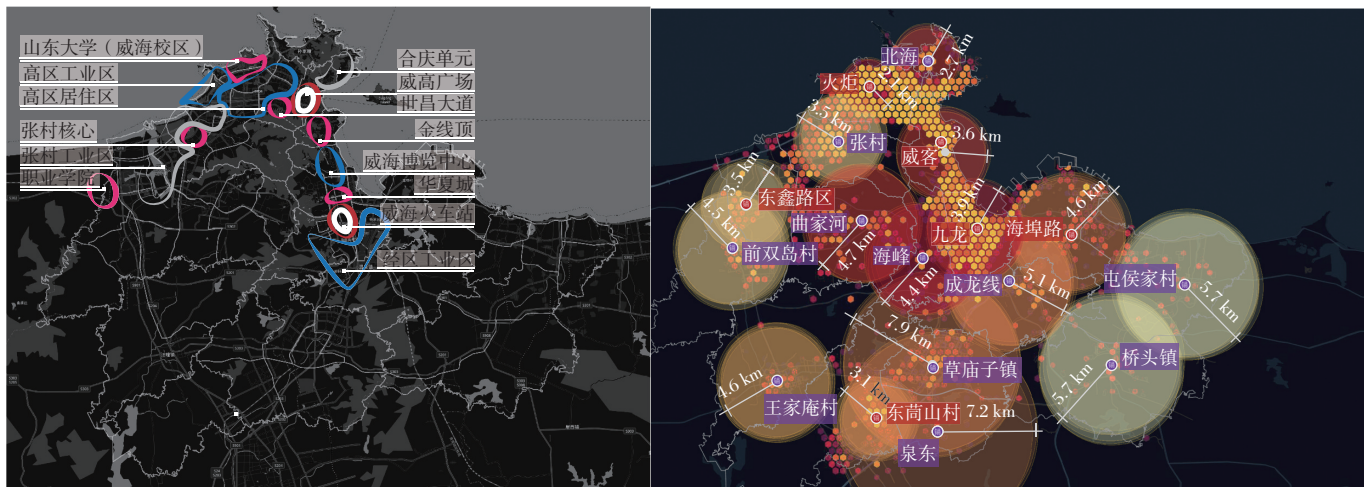


图5 基于人群数字画像的生活圈行为特征解构
Fig.5 Deconstruction of life circle behavioral characteristics based on digital crowd profiling

在城市感知方面,借助数字孪生仿真模型,模拟不同城市场景;在城市分析方面,采用人流预测模型等先进分析方法,为设计决策提供科学依据。再次,城市设计过程引入人工智能技术,自动生成符合需求的设计方案。最后,通过设计评估和展示跟踪,确保方案的持续优化与实施。通过人群数字画像技术,将跨尺度的城市人群时空行为分析纳入城市设计过程,通过模拟人群对城市设计的反馈,实现短周期可变、智能调控的城市设计,这将为城市设计的数字化与智能化转型提供关键路径。

总的来说,本文梳理了人群数字画像的演进过程与科学机理,展示了在城市设计中的人群数字画像技术多尺度应用探索。笔者认为,“个体”的意识在城市空间中逐渐显现,“见物见人”成为当今城市设计的重要问题。规划从业者需要发掘城市人群行为背后的空间需求,实现活力宜居的未来城市,而人群数字画像等方法可以有效推动这一过程。相关的理论方法与技术尚待完善,期待学界进一步探讨。

参考文献

- [1] 王建国.从理性规划的视角看城市设计发展的四代范型[J].城市规划,2018,42(1): 9-19.
- [2] CASTELLS M. The rise of network society [M]. Oxford: Blackwell, 1996.
- [3] 巴蒂,赵怡婷,龙瀛.未来的智慧城市[J].国际城市规划,2014,29(6): 12-30.
- [4] 杨俊宴,朱晓,邵典.回眸历史:基于知识图谱的百年城市设计技术演进脉络与趋势展望[J].城市规划学刊,2021(6): 20-27.
- [5] DURKHEIM E. The division of labour in society[M]//LONGHOFER W, WINCHESTER D. Social theory re-wired: new connections to classical and contemporary perspectives. London: Routledge, 2023.
- [6] 刘春成.城市隐秩序:复杂适应系统理论的城市应用[M].北京:社会科学文献出版社,2017.
- [7] 石楠,魏航.城市规划的语义演进与当代使命[J].城市规划学刊,2024(5): 18-28.
- [8] 宋昌斌.中国古代户籍制度史稿[M].西安:三秦出版社,1991.
- [9] 陈忠.城市社会:文明多样性与命运共同体[J].中国社会科学,2017(1): 46-62.
- [10] WANG J. The digital presentation of human-oriented urban design[J]. Sustainable Cities and Society, 2023, 97: 104746.
- [11] WU S Z Q, ZHEN F, WU X L, et al. Roundtable discussion: rethinking and exploring smart city development[J/OL]. Frontiers of Urban and Rural Planning, 2023, 1: 8. [2025-04-12]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44243-023-00015-w>.
- [12] YE X Y, HUANG T C, SONG Y, et al. Geodesign in the era of artificial intelligence[J/OL]. Frontiers of Urban and Rural Planning, 2025-03-07, 3(4).
- [13] MILLER G A. The cognitive revolution: a historical perspective[J]. Trends in cognitive sciences, 2003, 7(3): 141-144.
- [14] 韩筱璞,周涛,汪秉宏.基于自适应调节的人类动力学模型[J].复杂系统与复杂性科学,2007(4): 1-5.
- [15] 李其维.“认知革命”与“第二代认知科学”刍议[J].心理学报,2008,40(12): 1306-1327.
- [16] PENN A, 沈尧,孙唯,等.新数据环境下的城市设计: Alan Penn教授访谈[J].北京规划建设,2016,169(4): 178-195.
- [17] WHITE M G. The age of analysis: 20th-century philosophers selected with introduction and interpretive commentary[M]. New York: New American Library, 1955.
- [18] DALTON R C. Space syntax and spatial cognition[J]. World Architecture: Space Syntax Monograph, 2005, 185(11): 41-45.
- [19] BAKRY M S, HAMDY M, MOHAMED A, et al. Energy saving potential in open museum spaces: a comparative hygrothermal microclimates analysis[J]. Building and Environment, 2022, 225: 109639.
- [20] 曹哲静,龙瀛.数据自适应城市设计的方法与实践:以上海衡复历史街区慢行系统设计为例[J].城市规划学刊,2017(4): 47-55.
- [21] 库恩.科学革命的结构[M].金吾伦,胡新和,译.北京:北京大学出版社,2012.
- [22] 杨俊宴,曹俊.动·静·显·隐:大数据在城市设计中的四种应用模式[J].城市规划学刊,2017(4): 39-46.
- [23] 郑德高,林辰辉,吴浩,等.面向城市可持续发展的空间化研究和数字画像技术框架[J].城市规划学刊,2023(6): 32-39.
- [24] 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(增刊1):34-40.
- [25] CALVINO I. Invisible cities[M]. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 1978.
- [26] 匡晓明,刘文波,陈君,等.城市设计中空间秩序塑造的共构与过程:以四川天府新区总部商务区城市设计为例[J].城市规划学刊,2024(增刊1): 95-102.
- [27] 田宝江,钮心毅.大数据支持下的城市设计实践:衡山路复兴路历史文化风貌区公共活动空间网络规划[J].城市规划学刊,2017(2): 78-86.
- [28] 王建国,杨俊宴.应对城市核心价值的数字化城市设计方法研究:以广州总体城市设计为例[J].城市规划学刊,2021(4): 10-17.

修回: 2025-03