

技术—空间视角下的智慧社区适老化响应模式与融合发展策略*

Smart Community's Aging Friendly Response Models and Integrated Development Strategy from the Perspective of Technology-Space

李昊 孔德博 王美娜 LI Hao, KONG Debo, WANG Meina

摘要 社区是智慧城市建设的“最后一公里”，同时也是以居家养老为主要模式的适老化空间。近年来，智慧社区面对持续加深的老龄化趋势进行了多种模式的响应，其技术体系与功能内涵不断拓展。通过对智慧社区适老化响应模式的梳理，将其分为社区服务升级、信息平台赋能、智慧场所营造和数字家庭构建4类。对这4类适老化响应模式的特征及典型应用案例进行分析，并在技术—空间耦合的框架之下，提出智慧社区适老化的发展策略。智慧适老技术应用与社区空间环境适老化改造的深度融合，能优化适老化场景体系，更好地实现数字技术对老龄人群需求的精准适配，最终使智慧社区实现向适老化智慧社区动态演进。

Abstract The community is the "last mile" of a smart city, and it is also an age-friendly space with home-based elderly care as the main mode. In recent years, the smart community has responded to the deepening aging trend in a variety of ways, as its technical system and functions have been continuously expanded. This paper combs the response mode of smart communities for the elderly, and divides them into four categories: community service upgrading, information platform empowerment, smart place construction, and digital home. In this paper, the characteristics and cases of four types of aging response modes are analyzed, and the development strategies of smart communities are proposed under the framework of technology-space coupling. The deep integration of the application of smart technology and the improvement of the community space environment for the elderly can optimize the scene system and better match the digital technology capabilities to the elderly' needs. Thus, smart communities could be able to realize the dynamic evolution to age-friendly smart communities.

关键词 智慧社区; 适老化; 智慧养老; 智慧空间

Key words smart community; age-friendly; smart elderly care; smart space

文章编号 1673-8985 (2024) 03-0023-08 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20240304

作者简介

李昊

中规院(北京)规划设计有限公司

高级城市规划师

北京创思智趣科技有限公司

总经理, 硕士, 123541153@qq.com

孔德博

中规院(北京)规划设计有限公司

规划师, 硕士

王美娜

北京清华同衡规划设计研究院有限公司

高级工程师, 硕士

0 引言

截至2023年底,我国60岁及以上人口占比达21.1%^[1],已迈入中度老龄化社会。在居家养老为主体的背景下,我国住区存在大量适老化(age-friendly)需求^{[2]53}。结合数字中国的政策,我国各地都在智慧社区建设中积极响应适老化要求。而以厂商为代表的技术主体更关注非空间的产品应用^{[3]74}。智慧城市的应用不断向纵深发展,开始呈现技术与空间融合的趋势^[4],^{[5]52-54}。但在各地社区适老化与智慧化建设并行开展的过程中,智慧适老技术与空间营建仍相对脱节,目前尚没有正式的适老化智慧

社区(age-friendly smart community)出现。

智慧化养老是我国社区适老化发展的必要方式^{[2]58}。当前社区适老化改造和智慧适老技术是学界的热点,但对于二者的结合研究较少,大部分研究局限于特定技术或产品设计,如智能家居^[6]、社交机器人^[7]、数字媒体^{[8]35-43, 90}、住宅建造^{[9]82-88};或涉及场景规划^[10]、机制与体系研究^[11-13]。张宇等^{[2]52-59}针对居家养老背景提出住区空间智慧化发展的重要意义,并从智慧养护、智慧交互和智慧生态3方面提出相应建设策略。考虑到数字化技术深刻影响着社会关系和空间结构^[14],总体来看,现有文献缺

*基金项目:“科技助力经济2020”重点专项项目“城镇老旧小区改造监测诊断技术集成及示范应用”资助。

少从技术—空间关系的视角对智慧社区适老化响应的深入研究。本文将基于技术和空间融合的框架,分析现有智慧社区对老龄化的响应模式,探讨技术应用与空间改造融合发展路径。

1 对智慧社区适老化响应模式的梳理

1.1 适老化响应模式的涌现

智慧社区对适老化的响应是适老服务的数字化拓展。面对老人功能能力的下降,特别是失能老人面临的生活空间收缩困境^[15],智慧技术可以突破物理和生理的制约,更好地调度资源对老龄人群的需求进行响应。

当前,智能老年系统(intelligent older system)^①借助智慧社区的建设得以推广。基于物联网、云计算、人工智能等技术的各类智慧应用,更好地满足老年人生活起居等需求。国内外具有代表性的智慧城市与社区的规划均以概念图的形式展现前沿技术在社区适老化中的应用,包括情感互动机器人、适老化自动驾驶、智能运输箱、智能体检机等技术应用(见图1)。

在我国,各类智慧技术应用厂商深度参与了社区适老化响应的过程。在市场驱动、产品导向的机制下,智慧社区适老化响应并非社区层面的系统性转型,而是基于信息化厂商既有产品和技术路径在垂直领域的拓展,在实践中逐步涌现出4种模式,即社区服务升级、信息平台赋能、智慧场所营造与数字家庭构建(见表1)。



图1 智慧社区适老化场景
Fig.1 Age-friendly scenes in smart communities
资料来源:参考文献[16-19]。

1.2 模式一:社区服务升级

社区服务升级是社区内各类公共服务设施和便民商业服务设施通过引入智能化设备和应用,实现适老化服务能力与便捷性的提升(见图2)。社区服务升级模式具有嵌入式、平台设备融合和可移动性服务供给等特征。通过将智能一体机、无障碍交流显示屏、点餐机等嵌入各类服务设施并触达远程智能终端,向社区内的老年人群提供高效、便捷、线上线下融合的服务。

社区服务升级能够强化对个体的触达和生活的渗透,并强化社区归属感。例如上海方松街道在社区卫生服务中心设置“智慧健康屋”,可一次性进行多个健康项目检查,系统会生成健康干预方案^{[8][40]}。上海临汾路380弄社区在社区服务中心打造数字养老样板间,引入AI下棋机器人、乒乓球发球机器人等设备,丰富老年人的休闲活动^{[20][12-13]}。

1.3 模式二:信息平台赋能

各类社区适老化信息平台可以打破时间

和空间的限制,协助老人触达优质服务。社区养老信息平台或社区管理平台中的老人服务功能模块,通过社区居民的APP、小程序等联动,提供信息发布、健康管理、远程医疗、家政预约、紧急呼叫等服务(见图3),能及时满足老人在健康、安全和生活上的需求。信息平台以线上的形式增强了社会养老服务资源的配置与调度能力^[21],具有覆盖面广、全天候响应、动态管理的特征,能够实现物理空间与物理活动虚拟场景化,实现老年居民生活的便利度和幸福感提升。

信息平台能实现老年人与社区工作人员、医护人员的在线信息交互并获得精准响应。沈阳牡丹社区搭建智慧养老信息平台,提供普惠式紧急救援服务、独居老人关爱等服务。老人可以通过平台一键呼叫医疗救援,也可以预约养老服务中心提供上门服务^{[20][30]}。南京月安社区建设智慧养老综合信息系统,配置“时间银行运营”、养老服务顾问、家庭养老床位管理等功能模块,通过数据驱动实现社区内养老服务工作的统一调度和养老资源全领域覆盖^{[20][52]}。

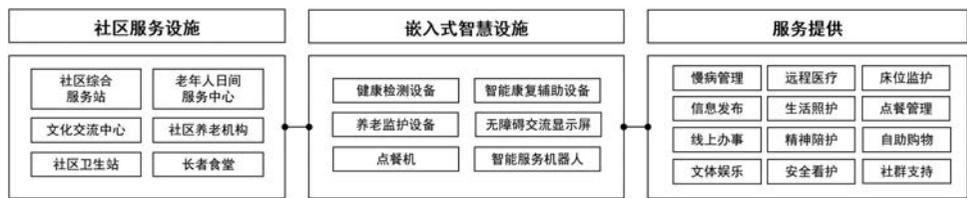


图2 智慧社区适老化响应:社区服务升级体系
Fig.2 Smart community response to aging: community service upgrade system

资料来源:笔者自绘。

表1 智慧社区4类适老化响应模式分析

Tab.1 Analysis of smart communities' age-friendly response modes in four categories

响应模式	模式特征	适老化应用	代表厂商	商业模式	典型应用案例
社区服务升级	与社区服务设施结合,实现公共服务设施的智慧升级	医疗、养老、餐饮、社区服务、文化交流	中海物业、万物云、七彩集团	政府采购产品或购买服务为主;部分社会资本介入商业模式创新	上海方松街道、上海临汾路380弄社区
信息平台赋能	线上信息交互,线上线下服务融合	医疗、养护、家政、就餐	华为、京东、中国移动、中国联通	政府采购信息化产品或购买服务	沈阳牡丹社区、南京月安社区
智慧场所营造	通过智能交互设施在公共空间的植入,促进空间智慧化提升	休闲娱乐、康体健身、交流交往	甲板科技、城市象限	政府采购产品;部分商品房小区物业采购或进行商业化运营	北京九龙社区、天津奥城社区
数字家庭构建	以后装为主,与家具、装修有一定的结合,共同构成智能室内环境	安全防护、休闲娱乐、生活支持	小米、华为、海尔、格力等	个人购买产品和服务	北京昌平昌盛园社区、青岛城阳区沟角社区

资料来源:笔者整理制作。

注释: ① 智能老年系统(intelligent older system)由英国生命信托基金提出,指使老年人可以脱离时间和空间的束缚,从而享受到高质量的老年生活的智慧技术应用系统。

1.4 模式三:智慧场所营造

智慧场所营造以公共空间为载体,通过智慧应用与社区场所营造(place making)的结合,植入包括感知设备、智能健身设施、智能公共艺术、智能街道家具等,打造符合数字时代生活娱乐方式的老年人活动场所(见图4)。智慧场所营造通过数字环境与实体空间的叠加,提供虚实复合的适老化支持。环境智能监测也为老年人营造安全、舒适的休闲空间^[22]。

公共空间的交互式界面可以增加社会交往的机会^[23],能给予老年人精神支持并增强社区认同感。智能文体设施通过人工智能与交互式响应,更好地支持老年人特色活动的开展,提升活动的趣味性和便捷性(见图5)。如“智慧广场舞”设施提供沉浸式的AR交互舞蹈训练。AI棋盘与观棋屏、AI健步道等将老人活动数据记录与社交网络结合,促进线上线下融合的社交互动。

智能交互的健身娱乐设施还可识别和记录老年人的活动信息,并结合远程监控与健康管理来优化老年人健康状态,也可为社区空间的优化提供数据支持。例如北京九龙社区对老人经常使用的活动设施植入传感器,对场地使用情况进行监测,进而支持以全龄友好为导向的动态微更新^{[25][114]}。

1.5 模式四:数字家庭构建

数字家庭(digital home)^②又称智能家居(smart home),通过物联网、云计算、人工智能等技术,实现家庭生活的人机交互和智能

控制,能够在住宅内部形成适老化环境的最小单元。数字家庭适老化产品包括智能家居设备、智能护理设备、健康监测设备、可穿戴设备等,家居物联网结合人工智能形成智慧自适应性支持系统,为居家养老特别是“空巢”老人提供生活便利性和生活能力的补偿^[26]。

基于深度学习和多模态交互技术,数字家庭可以学习老年人群体的认知特点和行为习惯,并与家居组件形成互动,自适应调节家庭物理环境要素。在家居环境中的非接触传感器可以采集老人相关生理数据,基于智能算法为健康维持和慢性病管理提供支持^[27],并提供远程护理和自动报警功能。广州番禺区在老旧小区改造中推广数字家庭的适老化应用,通过AI摄像头、一键报警设备、智能话

音音箱在家居中的植入,实现对独居老人看护和健康监测能力的提升^[28]。此外,基于元宇宙、数字人技术的“虚拟伴侣”还可以为独居老人提供情感慰藉(见图6)。

2 技术—空间耦合视角的适老化分析

2.1 技术和空间的融合发展

智慧社区的适老化响应模式主要集中在4个领域,涉及的技术庞杂,参与的主体多样,并缺少规范标准,因此需要构建一个整体统筹的体系。考虑到智慧城市涵盖信息技术、空间与社会等多元要素^[29-30],以及信息技术与空间场所不断融合^{[5][59]},^[31]智慧社区在对适老化进行响应的过程中不可避免地与社会空间营造发生交织。随着物联网的广泛应用,多标量的



图3 智慧社区适老化响应:信息平台赋能体系

Fig.3 Smart community response to aging: information platform empowerment system

资料来源:笔者自绘。

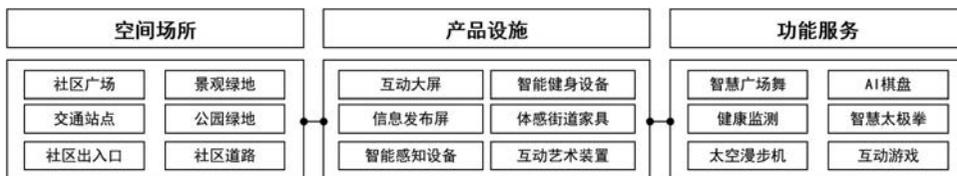


图4 智慧社区适老化响应:智慧场所营造体系

Fig.4 Smart community response to aging: smart place making system

资料来源:笔者自绘。



a 智慧广场舞



b AI棋盘



c 优化体感温度的智能座椅

图5 智慧设施为适老化活动的支持

Fig.5 Smart facilities to support age-friendly activities

资料来源:参考文献[24]。

注释: ② 数字家庭在文献中也被称为智能家居、智能全屋等,没有相对统一的说法。本文参照相关政策如“十四五”规划和2035年远景目标纲要及住建部等16部委联合发布的《住房和城乡建设部等部门关于加快发展数字家庭提高居住品质的指导意见》等,采用数字家庭的说法。

日常物品和建成环境不断嵌入虚拟空间并与人们的认知形成关联^[32]。数字化在生活中的广泛渗透对于老年人产生相当程度的影响。老年人在数字环境中同样存在着数字化学习意愿和精神提升的需求^[33]。

智慧社区建设通过构建数字环境来综合支持老年人的功能能力。技术与空间的融合将使得社区生成类似“赛博格”(cyborg)^③的特征,科技成为人类身体的延伸^[34]。按照斯蒂格勒^[35]“体外化”(exteriorization)的观点,适老化智慧社区实际上是通过技术创造新的适老化“器官”形成一种社区体外化有机物的过程。适老化智慧社区作为技术—空间的有机复合系统,社区组织、交往和生活都被数字化技术重新塑形,其核心能力将通过场景触达到终端用户。

场景作为微观尺度上技术要素与空间要素结合的产物^[36],是技术—空间耦合的具象化体现。浙江未来社区就提出通过9大未来场景来集成新技术在社区各类空间中的应用^[37]。智慧社区通过信息技术与社区空间载体的深度融合,生成智慧适老场景复合系统,充分触达老年人群的全方位需求(见图7)。因此,应当积极地推动数字技术与空间的协同适配,以更为优化的场景来满足老年居民需求。

智慧技术应用厂商以经济利益最大化为导向,可能导致对老年人真实需求的忽视以及公益性的缺失。与此同时,社区空间环境的适老化改造则更多地以政府为主导,强调公共利益。厂商与政府之间存在工具理性与价值理性差异。这在一定程度上导致了虚拟世界和物理环境的脱嵌。其次,科技巨头在适老化技术领域均试图打造各自封闭的生态系统,造成智慧社区适老化响应的“碎片化”特征,不利于连续性场景体系构建。此外,由于厂商缺乏对空间的理解,信息化建设与空间营建的脱节造成智慧化服务场景的割裂和质量不高。

因此,需要从技术和空间融合的视角对智慧社区适老化的模式进行统筹,优化智慧适老技术与空间载体的互动机制,增强适老化场景效能,构建联系紧密、组织合理的场景体系,全方位服务老年人生活。

2.2 技术与空间维度特征

技术和空间是智慧社区适老化响应的两个重要维度。技术维度可以从软件—平台和硬件—设备两方面来考量。根据许煜^[38]的技术哲学观点,二者分别由“数码物”和“技术物”表征,前者由数据和元数据组成虚拟环境,后者为物理的实在^④。硬件—设备是适老科技与物理世界联通的媒介^{[9]67},并介入社区实体空间的建设和改造过程。厂商的技术基因会影响其介入智慧社区建设的路径^{[37]4}。在适老化产品的社区应用上,以软件—平台为主要产品的互联网厂商和以硬件—设备为主要产品的IT厂商呈现出商业模式的差异:前者追求线上用户流量,后者更重视线下设备销售。

空间维度是社区的物理实存。特瑞普^[39]将其定义为“由边界定义的、封闭的连续体”,具有拓扑学属性和度量属性。在空间维度上,以居家养老为特征的适老化社区,可分为室内/私人空间与室外/公共空间两部分。前者是居家养老的核心空间,后者承载老人交往、办事、文体等活动。不同空间智慧适老化的交互模式、界面和反馈机制也呈现不同的特点,前者呈现社群交互的特征,后者以单人的人机交互为主。

2.3 社区适老化响应的二维审视

智慧社区的适老化响应存在于技术和空间两个维度,可以进行四象限的分类。智慧社区适老化响应的4种模式分别涵盖不同象限(见图8)。社区服务升级涉及软件和硬件,以社区公共服务设施为主要载体,与社区实体服务

结合,并通过服务部分向私人空间延伸。信息平台赋能无实体空间属性,通过适老服务的线上线下融合,间接实现技术与空间的交互。智慧场所营造主要涉及硬件,与社区广场、景观等共同形成数字化场所营造。数字家庭构建以智能设备硬件为主,也涉及部分软件,限于室内空间。4类响应模式由各自的技术特点与空间载体的不同组合关系呈现差异化的技术—空间特征,需要从社区整体层面进行统筹优化。

3 技术—空间耦合的社区适老化发展策略

3.1 技术体系的互联互通

智慧社区适老化建设需要在技术维度上打破壁垒,推动跨领域整合,规避“数据孤岛”和重复建设。具体措施包括推动支持多接口、可交互的适老产品的集成设计,推动设备间的数据信息开放共享,实现从单品牌生态到多品牌互联互通。强化软硬件一体化设计,根据软硬件的不同寿命对数字系统进行周期性升级、组件更新和数据迁移。

在社区信息基础设施建设中应强调云端联动,将社区服务能力持续向家庭下沉。各类智慧养老设施、智能家电应当提供开放接口,与社区养老信息平台互联互通。如银川市镇河塔社区的智慧社区物业管理服务平台打造智慧养老模块,链接居民家庭的智能终端动态监测和呼叫功能^{[20]70}。推动公共数据与商业数据的开放对接,在保护数据隐私的前提下,鼓励厂商企业向社区、机构等开放数据。老人健康数据共享可以

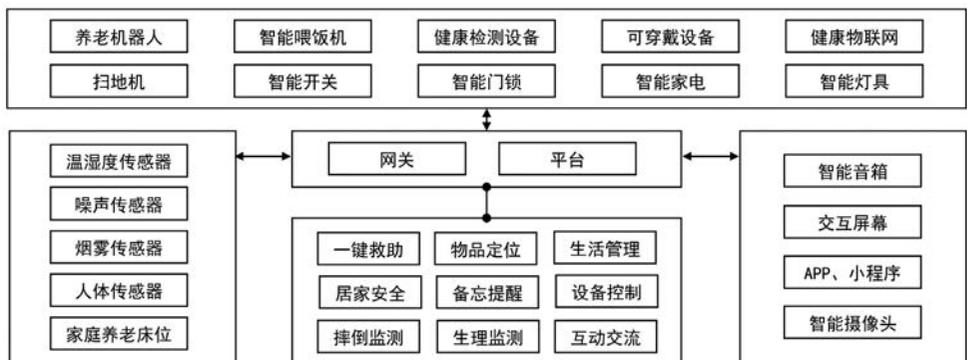


图6 智慧社区适老化响应:数字家庭体系
Fig.6 Smart community response to aging: digital family system

资料来源:笔者自绘。

注释: ③“生物”(cybernetic)和“有机体”(organism)的组合,指技术与人体融合后形成的人机共生体。

④“数码物”不存在空间实体,更多是创造了流动意义的信息空间。按照许煜的定义,“数码物”为由“数据、元数据、数据格式、个体以及其他处于语法化进程中的形式”构建的数码环境。这种环境即通常所理解的网络空间或“赛博空间”(cyber space)。“技术物”源自西蒙东的“技术个体”概念,在数字技术中特指硬件系统,具有物理实存的表征。

促进自我护理和主动疾病管理,通过将不同领域数据与机器学习等技术结合,可提升以老年人群为重点的公共健康整体效能。如加拿大艾尔德里建设HealthSmart社区操作系统,将社区内各类传感器和平台数据打通,将社区转变为技术赋能的健康合作社群^[40]。

3.2 空间体系的协同共建

社区空间布局对老年人的生活质量有直接影响^[41]。在当前以家庭养老为主、社区与机构养老为辅的养老模式下,需要统筹智慧养老服务与适老化场景在室内和公共空间的布局,并推动既有建筑与室外环境适老无障碍建设的协同。将社区的智慧适老化设施布设和场景营造与老年人活动流线匹配,并充分尊重老年人私密性需求。

进行信息基础设施在室内室外的统筹布局,家庭的宽带网络基础设施与社区智能运营中心(IOC)和机房等协同建设。推动家庭户内和社区公共空间的智能设备设施的互联互通,统筹居家环境中的线上服务与社区公共服务设施中“面对面”交往的需求,构建社区一家庭联动的分布式医疗体系。并可将个人健康平台和数据向城市相关平台对接,实现养老和医疗资源在社区生活圈以及更大范围的调度。

3.3 技术与空间的融合互促

考虑到数字服务介入背景下人一机一环相互交互的新特征,应以场景构建为导向统领技术—空间关系,为数字化服务介入老人生活形成系统性的支持。以日本为例,通过构建“空间开发—服务供给—运营管理”模式,实现智慧科技引领的适老化服务与适老化空间布局结构的融合,形成以住宅为原点、多元资源共享的在地网络化格局^{[42][61]}。

智慧适老技术与空间融合本质上包括两个层面:适老技术空间化和适老空间智慧化。适老技术的空间化指将智慧技术的影响转译为空间作用。张恩嘉等^[43]提出以智能设施植入实体空间的技术干预,以虚拟形式进行场所营造和虚实空间融合的数字孪生3种技术—空间融合营造模式。Hasan^[44]提出数字家庭参与式设计 with 建筑的结合。应优化适老化数字环境—物理环境的融合形式,提升老年人对虚实环境的综合观感。

应充分考虑虚拟活动对实体空间功能的场景化替代^[45],对各类智慧社区的适老化设施设备进行动态可变与通用式设计,与建筑布局、交通系统、公园绿地、微气候等统筹考虑,并与疗愈景观充分结合。针对老年人的生理特点、行为特征和日常生活习惯,优化设计各类

智能服务设施,如空间尺度、设施的位置、形式、色彩材质等物理环境要素设计,强化物理环境对老年人数字化生活的支持。

在智慧养老服务应用中,应充分考虑虚实融合和人机交互特征,打造柔性的、老年人友好的、融入环境的人机交互形式和界面。通过简洁流畅、富有适老化特色的设计提升老年用户的操作体验。如国务院办公厅在《关于切实解决老年人运用智能技术困难的实施方案》中提出应推广“关怀模式”“长辈模式”的智能产品终端和互联网服务的适老化改造^[46]。

在社区规划与更新的具体工作中充分考虑适老智慧设施的空间布局。如荷兰Hof van Nassau认知症老年人照护中心将老年人活动空间分为4个层级,不同空间的智能设施应用与该空间的老年人身体状态、活动自由度相匹配^{[2][55]}。应将适老化及无障碍改造与智能技术应用深度融合。例如将社区空间无障碍坡道改造与具有适老功能的自移动机器人^[47]、电子导盲犬^[48]、移动健康亭^[49]等动线设计相结合,提高老龄群体可移动性。同时,结合智慧交通发展趋势,前瞻性地规划老年无人车、无人配送、无人机物流等交通方式,从而构建更加智能、便捷、面向未来的适老化社区环境。

此外,智慧社区适老化建设应当从单个

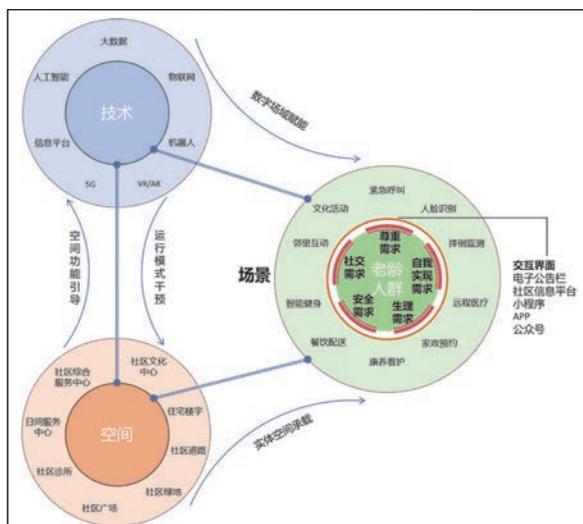


图7 技术—空间耦合的适老化场景体系生成
Fig.7 Generation of age-friendly scene system coupling technology-space

资料来源:笔者自绘。

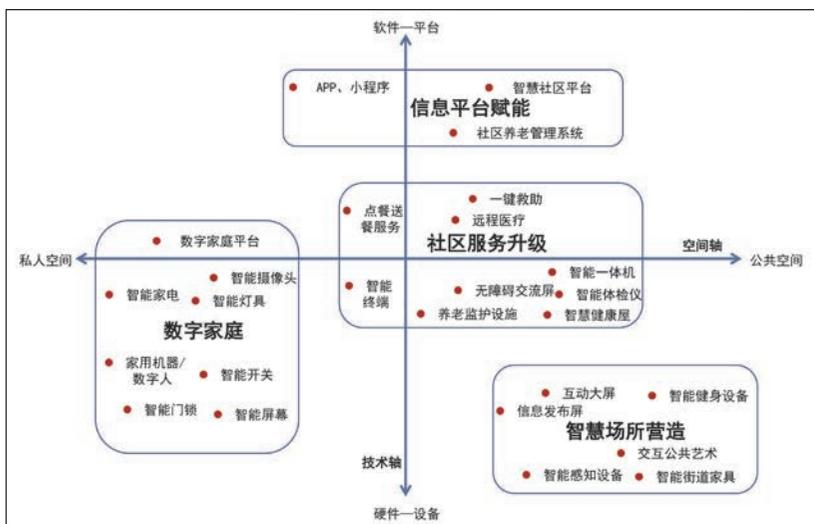


图8 技术—空间框架下智慧社区适老化响应模式的象限分类
Fig.8 Quadrant classification of smart communities' age-friendly response modes under the framework of technology-space

资料来源:笔者自绘。

社区向社区生活圈拓展,在更大空间尺度上考量公共服务设施的智能化和适老化升级。以完整社区与“15分钟步行生活圈”作为老年人数字生活服务的双层单元,构建包括智慧养老看护设施、应急救援点、远程医疗、智慧交通设施等数字化服务设施,形成居住、医疗、救助、护理、生活服务等多资源共享、网络化联通的布局模式(见图9)。

空间智慧化是通过各类智慧适老技术的应用,充分采集数据并反馈到空间营造建设中的过程。通过适老化技术设备的互通和协同,可以对老人的时空活动、生理健康数据进行高精度、大规模的感知和采集,进行行为画像,构建社区养老综合数据库。通过参与式感知与计算^[50]、计算机视觉技术和多智能体模型^{[25]114}等方式,能够实现以老年人本数据为基础的空间环境适老化的体检评估、场地适老化改造优化和社区空间的精细化管理运营。

3.4 多元参与方的合作协同

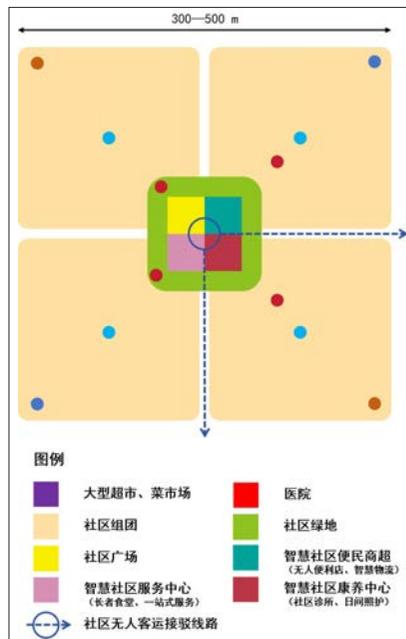
智慧社区适老化响应的4种模式涉及不同参与方,其建设特点和商业模式各异。因此,应构建多方协作网络,运用数字技术链接家庭、社区、设备厂商、养老机构、政府机构等,形成老龄友好的社区共同缔造体系。可通过社区媒体交互实现线上线下联动,构建“虚拟+实体”型社区关系网络^{[8]40}。推动技术应用与运营模式创新,鼓励社会资本、第三方机构等进入社区,构建可持续商业模式。通过多方协作促进技术、数据、服务及产业的融合,共同创造智慧适老产品与服务的全产业链生态。

区对老龄人群更全面的支持。

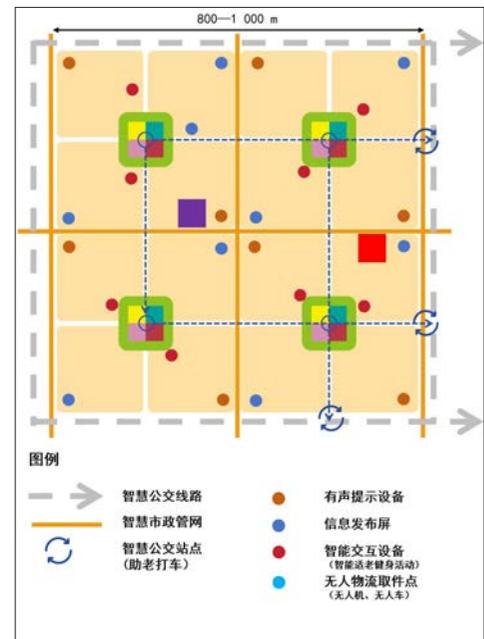
智慧社区的适老化发展将形成技术、空间与人相互感知、交互和决策的智能综合体,并进行持续性演进。智慧城市“新空间”与“旧空间”共存与交替的演进过程^[51]、^{[52]85-87}也将在社区层面呈现。在社区适老化和智慧化发展过程中,智慧技术与社区空间的演进呈现出“DNA双螺旋”式的交织、耦合状态,共同作用于发展变化的社区本体,并存在分阶段介入的特征(见图10)。社区的技术和空间的深度融合将产生数字与物理环境深层互动,通过数据积累、算法优化和空间迭代,塑造以复合系

统为表征、具有自我学习、自我演进能力的适老化智慧社区新形态,并能在人工智能的支持下,面对未来新趋势进行动态响应与升级。

面对未来老龄化加速背景的形势,适老化智慧社区需要进行3方面的应对。(1)面对新技术的发展进行开放接口配置与空间场所的预留。充分考虑多模态行为监测、仿生步态养老机器人、脑机接口、自主学习等前沿技术驱动的未来即将涌现的新适老场景。(2)考虑新技术应用和线上服务将构建新的复合化空间尺度^{[53]107-108},拓展适老社区生活圈。例如日本的适老化社区基于智能服务信息化平台,逐



a 完整社区尺度



b 社区生活圈尺度

图9 适老化智慧社区空间模式图

Fig.9 Spatial pattern of age-friendly smart communities: complete community scale (left) and community life circle scale (right)

资料来源:笔者自绘。

4 结论与展望

当今社区发展进入人口老龄化和生活数字化的双轨进程^{[8]35}。新时期智慧社区的适老化转型本质上是技术与空间的双向赋能,二者的融合将生成智慧化适老场景,提升老年人在数字时代的幸福感和获得感。系统地梳理智慧社区适老化响应模式及其构成,进而从技术和空间融合的视角出发提出发展策略,可以优化提升数字时代虚实融合的适老化环境,实现社

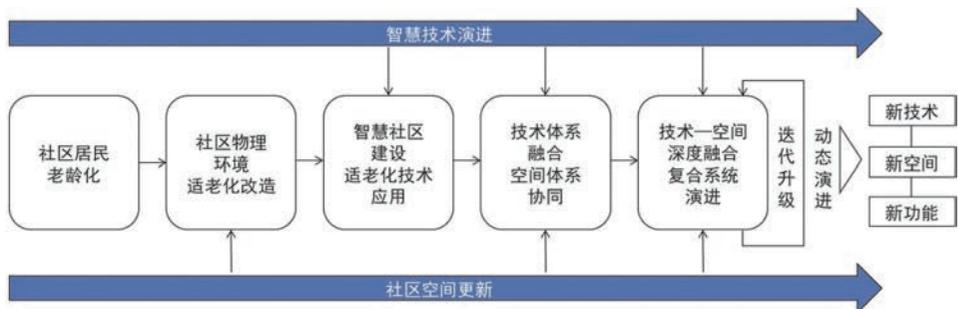


图10 从老龄化社区向智慧适老化社区的演进

Fig.10 Evolution from aging community to age-friendly smart community

资料来源:笔者自绘。

步将社区生活圈拓展为时间维度的“30分钟服务圈”^{[42]60}。(3) 动态适应未来超高龄社会与长寿社会发展特征。随着数字化技术的不断渗透,老年人面临的“数字鸿沟”将被打破,并且会在基本生理安全需求的基础上表现出对学习、交往、工作等更丰富的社区功能的追求。例如部分地区兴起老年创新创业群体^{[53]104}。适老化智慧社区应当融合更多功能,通过数字化创新赋能老年人自我价值实现,以适应寿命延长及终身发展的趋势。■

参考文献 References

- [1] 国家统计局. 中华人民共和国2023年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2024-02-29) [2024-04-21]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202402/t20240228_1947915.html. National Bureau of Statistics. Statistical bulletin of the People's Republic of China on national economic and social development in 2023[EB/OL]. (2024-02-29) [2024-04-21]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202402/t20240228_1947915.html.
- [2] 张宇,方佳曦. 居家养老视角下住区空间智慧化趋势[J]. 科技导报, 2021, 39(8): 52-59. ZHANG Yu, FANG Jiayi. The residential public space in high level of intelligence for elderly home-based care[J]. Science & Technology Review, 2021, 39(8): 52-59.
- [3] 刘泉. 技术产品应用视角下智慧社区分类及综合发展[J]. 国际城市规划, 2021, 36(6): 71-78. LIU Quan. Smart community classification and integrated development from the perspective of product application[J]. Urban Planning International, 2021, 36(6): 71-78.
- [4] 刘泉. 奇点临近与智慧城市对现代主义规划的挑战[J]. 城市规划学刊, 2019(5): 42-50. LIU Quan. Singularity approaching and the challenge of smart city to modernism urban planning[J]. Urban Planning Forum, 2019(5): 42-50.
- [5] 李昊,赵晓静,杨昭洁. 面向未来的智慧城市空间设计与营建[J]. 上海城市管理, 2022, 31(4): 52-60. LI Hao, ZHAO Xiaojing, YANG Zhaojie. Future-oriented space design and place making of smart city[J]. Shanghai Urban Management, 2022, 31(4): 52-60.
- [6] 周莉,李秀. 健康老龄化视角下智能家居产品交互设计研究[J]. 设计, 2023, 36(9): 81-83. ZHOU Li, LI Xiu. Research on interaction design of smart home products from the perspective of healthy aging[J]. Design, 2023, 36(9): 81-83.
- [7] 孙晓宁,景雨田,赵宇翔,等. 社交机器人的适老化设计: 动因、实践与未来展望[J]. 情报理论与
- 实践, 2024, 47(6): 91-102. SUN Xiaoning, JING Yutian, ZHAO Yuxiang, et al. Aging-friendly design for social robots: motivations, practices, and future perspectives[J]. Information Studies: Theory & Application, 2024, 47(6): 91-102.
- [8] 盖龙涛,程筱添,刘英俊. 基于社区媒体的城市老人交互服务场景建构研究[J]. 工业工程设计, 2022, 4(6): 35-43. GAI Longtao, CHENG Xiaotian, LIU Yingjian. Interactive service situation construction for the urban elderly based on community media[J]. Industrial & Engineering Design, 2022, 4(6): 35-43.
- [9] 王瑶,姚栋. 住宅适老化改造中养老科技的研究和应用前瞻[J]. 建筑学报, 2023(5): 82-88. WANG Yao, YAO Dong. Research and prospective application of gerontechnology in housing rehabilitation for the elderly[J]. Architectural Journal, 2023(5): 82-88.
- [10] 高文生,高佳琪,邢琳瑛,等. 未来社区中关于养老场景规划的探索与研究[J]. 未来城市设计与运营, 2022(6): 22-30. GAO Wensheng, GAO Jiaqi, XING Linying, et al. Exploration and research on the planning of elderly scenes in future communities[J]. Future City Studies, 2022(6): 22-30.
- [11] 唐美玲,张建坤,维香云,等. 智慧社区居家养老服务模式构建研究[J]. 西北人口, 2017, 38(6): 58-63. TANG Meiling, ZHANG Jiankun, LUO Xiangyun, et al. Research on the model construction of smart community-based home care for the elderly[J]. Northwest Population Journal, 2017, 38(6): 58-63.
- [12] 李爽. 智慧社区适老化改造多元主体博弈分析[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2023. LI Shuang. Multi-subject game analysis of smart community aging transformation[D]. Harbin: Harbin Normal University, 2023.
- [13] 王宏禹,王啸宇. 养护医三位一体: 智慧社区居家精细化养老服务体系研究[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2018, 71(4): 156-168. WANG Hongyu, WANG Xiaoyu. The trinity of caring, nursing and medical care: research on the refined old-age service system of smart community[J]. Wuhan University Journal (Humanity Sciences), 2018, 71(4): 156-168.
- [14] CASTELLS M. The rise of the network society[M]. Cambridge: Blackwell, 1996.
- [15] 吴丹贤,高晓路. 居家失能老人照护的未满足需求分析——基于空间资源链接的视角[J]. 国际城市规划, 2020, 35(1): 29-35. WU Danxian, GAO Xiaolu. Analysis on unmet care needs of community-dwelling disabled elderly: from the perspective of linkage to spatial resources[J]. Urban Planning International, 2020, 35(1): 29-35.
- [16] Toyota Woven City[EB/OL]. (2023-12-20) [2024-04-21]. <https://www.woven-city.global/>.
- [17] 国土交通省. 2040、道路の景色が変わる~人々の幸せにつながる道路~(本文)[R]. 2020.
- [18] Sidewalk Labs. Toronto tomorrow: a new approach for inclusive growth[R]. 2019.
- [19] 中规院(北京)规划设计有限公司. 衢州市柯城礼贤未来社区系统设计[R]. 2020. CAUPD Beijing Planning & Design Consultants Co. LTD. Design of future community system in Kecheng Lixian Community, Quzhou[R]. 2020.
- [20] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 完整社区案例集(第一批)[R]. 2023. Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Complete community case collection (first batch)[R]. 2023.
- [21] 姚之浩,秦亮. 我国老旧小区适老化更新的研究进展与评述[J]. 城市问题, 2021(6): 95-102. YAO Zhihao, QIN Liang. Research progress and review on the aging-friendly renovation of old residential areas in China[J]. Urban Problems, 2021(6): 95-102.
- [22] 赵立志,丁飞,李晟凯. 老龄化背景下北京市老旧小区适老化改造对策[J]. 城市发展研究, 2017, 24(7): 11-14. ZHAO Lizhi, DING Fei, LI Shengkai. Countermeasures for the applicable aging renovation of the old residential area under the background of aging population in Beijing[J]. Urban Development Studies, 2017, 24(7): 11-14.
- [23] 马丁·托米奇. 让城市更智慧: 设计交互城市应用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2022. TOMICH M. Making cities smarter: designing interactive urban applications[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2022.
- [24] 甲板科技. 甲板案例|昌平公园智慧提升为全龄友好而设计[EB/OL]. (2024-03-01) [2024-04-21]. <https://mp.weixin.qq.com/s/6ms8Az9L7C4r9mnRIWd9jA>. Deck Technology. Deck Case | Changping Park designed for all ages[EB/OL]. (2024-03-01) [2024-04-21]. <https://mp.weixin.qq.com/s/6ms8Az9L7C4r9mnRIWd9jA>.
- [25] 茅明睿. 基于新城市科学的双井街道责任规划师探索与思考[J]. 北京规划建设, 2021(s1): 109-117. MAO Mingrui. Exploration and thinking of responsible planners in Shuangjing Subdistrict based on new urban science[J]. Beijing Planning Review, 2021(s1): 109-117.
- [26] 易卫东,张丽,屠其雷,等. 基于居家养老的自适应智慧环境构建[C]//中国老年学和老年医学学会2023年学术大会, 2023: 6. YI Weidong, ZHANG Li, TU Qilei, et al. Construction of adaptive smart environment for home-based elderly care[C]//Chinese Gerontology and Geriatrics Society 2023 Academic Conference, 2023: 6.
- [27] HAQUE A, MILSTEIN A, LI F F. Illuminating the dark spaces of healthcare with ambient intelligence[J]. Nature, 2020, 585(7824): 193-202.

- [28] 广州市番禺区住房和城乡建设局. 番禺区: 布局智慧小区与数字家庭协同发展[J]. 中国建设信息化, 2022 (13): 44-45.
Housing and Urban-rural Development Bureau of Panyu District in Guangzhou. Panyu District: layout of smart communities and collaborative development of digital homes[J]. Informatization of China Construction, 2022(13): 44-45.
- [29] 刘泉, 李昊, 钱征寒. 三元融合智慧城市的发展趋势解读[J]. 上海城市规划, 2023 (4): 70-77.
LIU Quan, LI Hao, QIAN Zhenghan. Interpretation on cyber-physical-social integrating trend of smart city[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2023(4): 70-77.
- [30] 甄峰, 孔宇. “人—技术—空间” 一体的智慧城市规划框架[J]. 城市规划学刊, 2021 (6): 45-52.
ZHEN Feng, KONG Yu. An integrated "human-technology-space" framework of smart city planning[J]. Urban Planning Forum, 2021(6): 45-52.
- [31] 李昊, 赵晓静, 王俊, 等. 三亚崖州湾科技城: 面向空间布局与管控的智慧城市规划创新[J]. 北京规划建设, 2022 (3): 37-42.
LI Hao, ZHAO Xiaojing, WANG Jun, et al. Sanya Yazhou Bay Science and Technology City: innovation in smart city planning for spatial layout and control[J]. Beijing Planning Review, 2022(3): 37-42.
- [32] 鲁道夫·埃尔·库利, 克里斯托·马尔科普洛斯, 卡罗尔·穆海贝尔. 感应式建筑: 物联网时代的建筑[M]. 魏秦, 张昕, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.
EL-KHOURI R, MARCO-POLO C, MUHAIBEL C. Responsive architecture: buildings in the era of the internet of things[M]. WEI Qin, ZHANG Xin, translate. Beijing: China Architecture & Building Press, 2020.
- [33] 陈友华, 宗昊. 数字反哺: 年长世代的“精神接入” 何以可能? [J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2023, 43 (3): 98-109.
CHEN Youhua, ZONG Hao. Digital feedback: what makes "mental access" possible for older generations?[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Social Sciences), 2023, 43(3): 98-109.
- [34] 皮埃罗·斯加鲁菲, 牛金霞, 闫景立. 人类2.0[M]. 北京: 中信出版社, 2017.
SCALFI P, NIU Jinxia, YAN Jingli. Human 2.0[M]. Beijing: CITIC Press, 2017.
- [35] 贝尔纳·斯蒂格勒. 技术与时间[M]. 裴程, 译. 南京: 译林出版社, 2012.
STIEGLER B. Technology and time[M]. PEI Cheng, translate. Nanjing: Yilin Press, 2012.
- [36] 刘泉, 史懿亭, 赖亚妮. 智慧城市场景的概念解读与特征认知[J]. 国际城市规划: 1-13[2024-04-21]. <https://doi.org/10.19830/j.upi.2022.389>.
LIU Quan, SHI Yiting, LAI Yani. Concept interpretation and feature cognition of smart city scene[J]. Urban Planning International: 1-13[2024-04-21]. <https://doi.org/10.19830/j.upi.2022.389>.
- [37] 浙江省发展和改革委员会, 浙江省发展规划研究院. 未来社区: 浙江的理论与实践探索[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2021.
Zhejiang Provincial Development and Reform Commission, Zhejiang Development Planning Institute. Future communities: theoretical and practical exploration in Zhejiang[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2021.
- [38] 许煜. 论数码物的存在[M]. 李婉楠, 译. 上海: 上海人民出版社, 2019.
XU Yu. On the existence of digital objects[M]. LI Wannan, translate. Shanghai: Shanghai People's Press, 2019.
- [39] 特瑞普. 城市设计·理论与实践[M]. 王萼, 吾超, 陈神州, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.
TURRIN P. Urban design: theory and practice[M]. WANG Qian, WU Chao, CHEN Shenzhou, translate. Beijing: China Architecture & Building Press, 2021.
- [40] 城市中国. 未来社区: 城市更新的全球理念与六个样本[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2021.
Urban China. Future communities: global concepts of urban renewal and six case studies[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2021.
- [41] 周海珠, 王清勤, 欧阳文慧, 等. 社区适老化改造中的工效学与数字化技术研究[J]. 中国数字医学, 2023, 18 (12): 19-25.
ZHOU Haizhu, WANG Qingqin, OUYANG Wenhui, et al. Research on application of ergonomics and digital technology in community elderly-oriented adaptations[J]. China Digital Medicine, 2023, 18(12): 19-25.
- [42] 曾鹏, 李媛媛, 李晋轩. 日本住区适老化更新的演进机制与治理策略研究[J]. 国际城市规划, 2022, 37 (2): 53-62.
ZENG Peng, LI Yuanjuan, LI Jinxuan. Research on the evolution mechanism and governance strategy of the adaptive aging renewal of Japanese settlements[J]. Urban Planning International, 2022, 37(2): 53-62.
- [43] 张恩嘉, 龙瀛. 空间干预、场所营造与数字创新: 颠覆性技术作用下的设计转变[J]. 规划师, 2020, 36 (21): 5-13.
ZHANG Enjia, LONG Ying. Spatial intervention, place making and digital innovation: design transformation driven by disruptive technologies[J]. Planners, 2020, 36(21): 5-13.
- [44] HASAN S S, JAMROZIK A, CAMPANELLA C, et al. Living labs: measuring human experience in the built environment[C]//Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2018: 1-8.
- [45] 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, LU Peiying, ZHEN Feng. Urban geography research in the e-society: a perspective from human activity[J]. Geographical Research, 2018, 37(10): 2075-2086.
- [46] 国务院办公厅. 关于切实解决老年人运用智能技术困难的实施方案[EB/OL]. (2024-04-10) [2024-04-21]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/202008/t20200825_246923.html.
General Office of the State Council. Implementation plan on effectively solving the difficulties faced by the elderly in using smart technologies[EB/OL]. (2024-04-10) [2024-04-21]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/202008/t20200825_246923.html.
- [47] HOGGENMUELLER M, HESPANHOL L, WIETHOFF A, et al. Self-moving robots and pulverized urban displays: newcomers in the pervasive display taxonomy[C]//Proceedings of the 8th ACM International Symposium on Pervasive Displays, 2019: 1-8.
- [48] BRUNO D R, ASSIS M H D, OSÓRIO F S. Development of a mobile robot: robotic guide dog for aid of visual disabilities in urban environments[C]//2019 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2019 Brazilian Symposium on Robotics(SBR) and 2019 Workshop on Robotics in Education (WRE), 2019: 104-108.
- [49] GRIGORESCU S D, ARGATU F C, PATURCA S V, et al. Robotic platform with medical applications in the smart city environment[C]//2019 11th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering(ATEE), 2019: 1-6.
- [50] 张姗姗, 甄峰, 秦萧, 等. 面向城市社区规划的参与式感知与计算——概念模型与技术框架[J]. 地理研究, 2020, 39 (7): 1580-1591.
ZHANG Shanqi, ZHEN Feng, QIN Xiao, et al. The conceptual model and technical framework of participatory sensing and computing for urban community planning[J]. Geographical Research, 2020, 39(7): 1580-1591.
- [51] 迈克尔·巴蒂. 创造未来城市[M]. 北京: 中信出版社, 2020.
BATTY M. Creating future cities[M]. Beijing: CITIC Press, 2020.
- [52] 刘泉, 钱征寒, 黄丁芳, 等. 技术驱动下智慧城市空间产品的模块化组织逻辑[J]. 国际城市规划, 2022, 37 (4): 83-91.
LIU Quan, QIAN Zhenghan, HUANG Dingfang, et al. Modularized organization logic of smart city spatial products driven by technology[J]. Urban Planning International, 2022, 37(4): 83-91.
- [53] 王富海, 刘泉, 黄丁芳. 工作回归引领智慧社区的功能增强与空间发展[J]. 城市规划学刊, 2022 (2): 103-110.
WANG Fuhai, LIU Quan, HUANG Dingfang. Functional enhancement and spatial development of smart communities under the trend of work returning to community[J]. Urban Planning Forum, 2022(2): 103-110.