

科技革命促进城市研究与实践的三个路径：城市实验室、新城市与未来城市

Three Ways to Promote Urban Research and Practice with Emerging Technologies: From the Perspective of City Laboratory, New City, and Future City

龙瀛, 张恩嘉/LONG Ying, ZHANG Enjia

摘要: 随着我国城镇化进入新的阶段, 以人为核心、以提高质量为导向的城镇发展目标对城市人因工程学提出更高的要求。与此同时, 依赖于计算机与通信融合的第四次工业革命正以一系列颠覆性技术改变着城市。本文梳理出科技革命促进城市发展的3个路径, 即从方法层面为城市研究提供新数据与新方法, 从认知层面改变城市生活方式和空间组织形式, 从实践层面融合数字创新等技术推动智慧的未来城市建设, 旨在为城市研究、城市精细化设计与管理提供参考。

Abstract: As China's urbanisation enters a new stage, the people-centred and quality-oriented urban development goals put forward higher requirements for urban ergonomics. At the same time, the fourth industrial revolution, which relied on the integration of computers and communications, is changing cities with a series of disruptive technologies. Three ways to promote urban development with emerging technologies were concluded in this paper. Specifically, the first way is to provide new data and methods for urban studies, the second is to influence urban space and urban life and eventually change the cognition of cities, and the third way is future-oriented, which introduces digital innovation into urban planning and designs to make cities smarter. This paper aims to provide some references for urban studies, management, as well as planning and design practice.

关键词: 科技革命, 城市实验室, 智慧城市, 未来城市, 城市人因工程学

Keywords: scientific and technological revolution, city laboratory, smart city, future city, urban ergonomics

1 背景

2020年10月, 党的十九届五中全会^[1]提出“推进以人为核心的新型城镇化”, 强调以人为核心、以提高质量为导向的城镇发展, 这也对城市人因工程学(urban ergonomics)提出更高的要求。纵观人类和城市发展历史, 科技发展和应用在其中起着关键性的作用。近年来, 依赖于计算机与通信融合的第四次工业革命正以一系列颠覆性技术如人工智能、大数据、移动互联网等改变着我们的城市。在莫菲特(S. Moffitt)^[2]总结出的30项新兴的将在未来10年深刻影响文化、市场和社会的技术中, 人工智能、大数据与云计算、移动互联网(4G/5G)、传感网与物联网、混合实境(VR/AR/MR)、智能建造、机器人和自动化系统、区块链等技术将对城市空间及生活产生重要意义^[3](图1)。与前三次工业革命不同的是, 这一次科技革命不仅带来城市生活场景和方式的转变, 还为真实刻画和认识城市提供了前所未有的机遇, 为更精细化的城市规划与管理提供了技术支撑。

基于以上背景, 本文总结出科技革命促进城市发展的3个路径, 旨在推动高质量城镇化视角下的城市人因工程学的发展。第一个路径是方法层面的基于数据认知的城市实验室。该路径中, 一方面, 由大数据和开放数据构成的新数据环境为城市认知提供了基础^[4], 另一方面, 基于新技术手段, 城市研究者可以通过“自然实验”的方式^[6], 收集数据并开展对城市的持续观察研究。第二个路径基于科技革命对城市的深刻影响, 这些对城市生活和空间的影响会逐渐改变和更新研究者对城市的认知^[7],

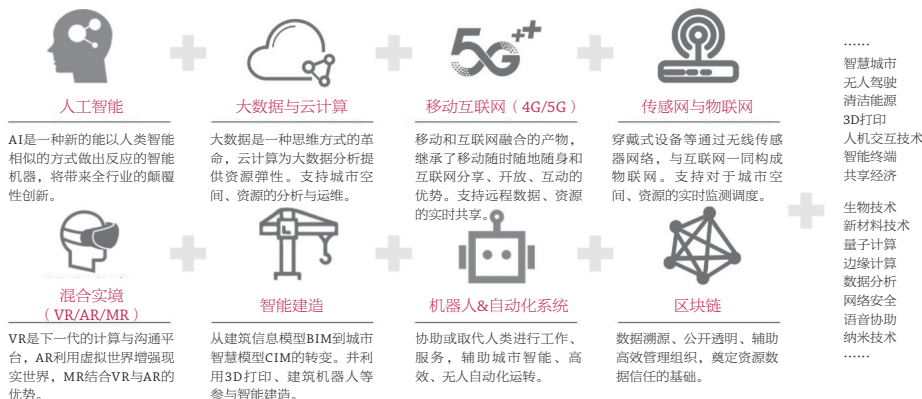
从而推动城市理论的更新。第三个路径则是从实践层面推动面向未来的规划设计创造。该路径中, 新兴技术作为新的规划设计的元素和流程被应用到规划设计实践中, 从而创造出满足当代需求的智慧城市空间形式。这3个路径分别反映出科技革命对城市发展的研究方法、理论认知和实践层面的重要意义, 后文将对以上3个路径进行详细阐述。

2 路径一: 城市实验室

以往, 城市研究发展较为缓慢, 传统城市理论的普适性和科学性不足。近年来, 随着信息技术(Information and Communication Technology, ICT)和物联网技术(Internet of Things, IoT)的发展, 新数据、新方法、新技术和新思维逐渐引入到城市研究领域, 新城市科学应运而生^[8-9]。当前不断涌现的多元、海量、快速更新的城市数据为研究精细时空尺度下的人类行为和空间形态提供了广阔的研究前景, 也为城市空间与人类行为活动的相互作用机制研究提供了重要机遇(图2)。特别是那些高频时变的城市数据, 如手机信令数据、基于位置服务(Location-Based Service, LBS)数据等, 提供了一种接近真实城市运行频率的高频视角^[10], 为人因工程的城市设计和管理提供了重要基础。在新城市科学的框架下, 研究城市的新概念和视角不断出现, 城市研究的时间和空间维度得以拓展, 基于数据支撑和定量分析的城市研究成果为更新补充传统城市理论、提高城市研究的科学性提供了前所未有的机遇。

2.1 基于大数据与开放数据的城市认知

随着城市经济社会活动对互联网的依赖性不断



作者单位: 清华大学建筑学院
收稿日期: 2021-01-12

1 对城市未来发展有深刻影响的新兴技术^[4]

加强, 各类网络平台(主题网站、社交网站、搜索引擎等)及手机应用(Application, APP)不断产生着大量数据及信息。尤其是移动互联网时代下各类手机应用产生的LBS数据具有城市研究中重要的时空信息。正如《第四种范式: 数据密集型科学发现》(The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery)^[11]中所倡导的, 基于数据驱动的四代研究范式将改变我们认识城市的方法和视角。一方面, 从研究类型和范围角度, 数据的时空精度不断提高, 传统的低频城市数据转变为新兴的高频数据, 新数据的出现将“以人为本”落到实处, 拓展了个体层面的行为活动研究及人本尺度城市形态研究, 用以研究的数据量和类型都得以丰富。另一方面, 从研究范式转变角度, 传统的基于观察、总结和模拟的研究范式也逐渐转为基于数据探索的数据驱动范式。

然而, 基于互联网平台的大数据作为人类日常活动的“废气”, 具有人群类别和数据采集的有偏性, 且不完全满足城市研究尤其是精细尺度城市研究的需求。因此, 城市研究不应只局限于这些开放平台或商业平台的数据, 有必要针对特定的研究问题, 开发基于各类传感器的大范围、低成本、人本尺度的主动城市感知方法(包括移动感知和固定感知方法), 收集建成环境、自然环境及社会环境的数据, 为城市规划、设计、管理及运营提供基础数据支撑^[12]。

2.2 基于互联网平台的自然实验

近年来, 在经济学等领域, 自然实验已经开始流行起来^[13]。城市科学领域也开始呼吁将城市视为实验室, 利用各类ICT设施对其进行干预、实验和

观察。2020年11月, 清华大学建筑学院龙瀛团队与世界卫生组织(World Health Organization, WHO)、中国疾病预防控制中心(The Centers for Disease Control and Prevention)和阿里巴巴饿了么共同启动了“健康传播之减盐创新传播策略研究”项目^[14], 旨在以饿了么APP为实验平台, 在沈阳、北京、西安、杭州、长沙、成都、广州等7个城市分别招募60家已入驻餐厅, 采用随机对照试验方法, 观察不同的减盐干预措施对消费者外卖少盐选择的影响效果。这是城市研究领域第一次与多领域组织和平台共同推进的自然实验项目。这类实验基于基础理论与假设, 开展控制变量实验, 旨在提高城市研究的科学性。ICT在这个过程中起到十分重要的作用, 既为实验的开展提供信息传播和服务实践的基础, 同时也直接收集相关实验数据及信息, 为实验提供监测和分析的大量数据, 以及部分实验者的反馈。

无论是基于大数据与开放数据的城市认知, 还是基于互联网平台的自然实验都是将城市视为实验室, 通过定量研究的方式科学、客观地认知城市, 从方法层面推动城市科学的发展。

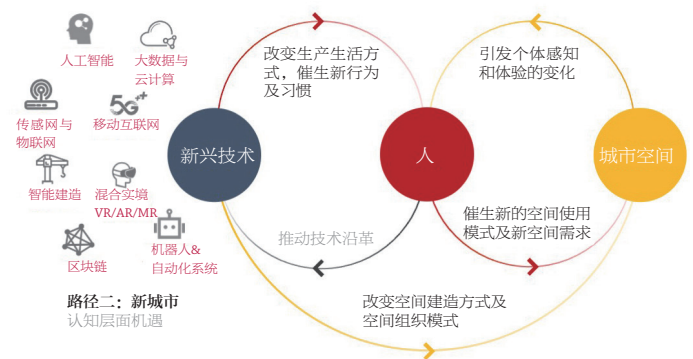
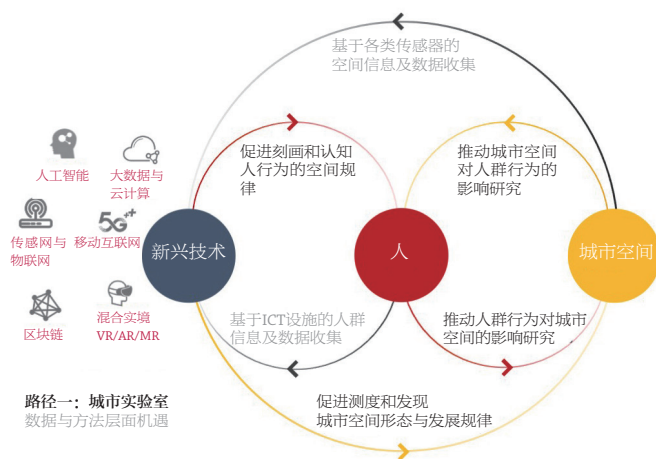
3 路径二: 新城市

事实上, 路径一中所涉及的数据不仅仅起到补充城市研究数据源的作用, 更重要的是反映出城市中个体生活方式的转变, 以及随之改变的空间使用方式。因此, 路径二是为了强调科技革命对城市本体的影响, 即对城市生活和城市空间的影响。图3展现出受新兴技术影响的城市转型的具体路径。本文用“新城市”一词来描述受移动互联网、人工智能、

智能制造、大数据与云计算等新兴技术深刻影响的展现出新的行为方式和空间组织模式的城市。

3.1 科技革命对城市生活的影响

正如米切尔(W. J. Mitchell)^[7]在20年前所说, 农业革命产生了新型的人与土地的关系, 工业革命产生了新型的人与机器的关系, 而这次涉及全球数字网络的革命, 将重塑人与信息的关系。卡斯特(M. Castells)^[15]在《网络社会的崛起》(The Rise of the Network Society)一书中也强调了ICT对城市空间的重要意义, 认为交通和信息技术是涉及人类生活两个根本向度——时间和空间——关系的主要技术, 并由此提出流动空间(The Space of Flows)的概念, 认为其是形成社会中支配过程和功能的主要形式, 用以强调社会的流动性。巴蒂(M. Batty)^[9]在此基础上结合网络科学的基本概念和方法, 进一步提出在这个通信主导的世界里, 人群之间的关系和相互作用才是城市生活的基本原理, 因此区位的本质是相互作用的综合体。如今, 在影响城市空间结构的各种技术中, ICT创新的影响力最强, 尽管它们发展的时间不长, 但已渗透到我们生活的方方面面^[16], 且影响了不同的城市地区^[17]。在互联网尤其是移动互联网渗透度不断提升的当下, 人的个体被数字化, 行为由线下转向线上线下融合, 人活动的时间碎片化、活动方式和地点多样化和自由化。如今, 大多数城市功能也都与ICT相关, 并受到ICT的影响^[18]。例如灵活办公的形式更加多样, 包括远程办公、居家办公、联合办公、郊区办公(办公俱乐部)等形式^[19]。线上服务类型也更加丰富, 如线上购物、教育、娱乐、到家服务



2 新兴技术对城市研究的数据与方法支持

3 新兴技术对城市生活及城市空间的影响路径

/ 外卖等^[4]。居民的日常生活已经与数字网络嵌套，正如周榕^[20]所言，以物理世界为代表的碳基文明将与具有“虚拟、运算、共享”三大属性的硅基文明长期共存^[20]。

3.2 科技革命对城市空间的影响

回顾过去历次工业革命的发展可以发现，科技的发展不仅推动了城市生产生活方式的转变，也带来了城市空间组织形式的变化。尽管正如巴蒂^[21]所言，城市空间的变化相对于城市生活方式的快速迭代和变化而言更加缓慢，但城市形态也会在潜移默化中受到科技革命的影响而发生改变。一方面，由于人对空间使用的灵活性提升，空间的混合化和碎片化的趋势更加显著^[8]，如共享办公、居住等。并且由于 ICT 本身具有的虚拟性，城市空间呈现出空间分散化、去中心化、无地方性等特征^[22]。另一方面，无人驾驶、智能制造等直接影响城市规模、组织方式和建造方式的技术也将对城市空间产生作用。例如针对无人驾驶对城市空间的模拟分析可以发现，车辆用于周边家庭和 CBD 工作之间的通勤，并且需要用于停车的土地，用于日间出行服务的专用通勤带将出现，白天和夜间停车空间将互补^[23]，无人驾驶汽车可以大大减少日常停车费用和停车空间^[24]等。

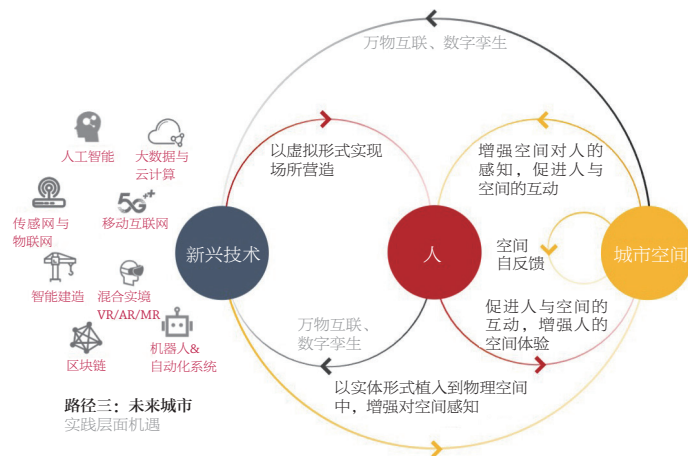
4 路径三：未来城市

随着 ICT 对城市影响的深入，城市空间设计也开始拥抱这些新兴技术增强空间的感知、反馈与互动^[25]。新兴技术既可通过虚拟形式实现对社会层面的场所营造，促进人与空间的互动，增强人的空间体验，又可以实体形式植入到物理空间中，增强对空间和该空间中人行为的感知，促进空间自反馈管理。在这个过程中，人与空间的各类信息也通过万物互联实现数字孪生，进一步实现对城市的数字化管理和运营（图 4）。传统物质空间层面的规划设计与社会层面的场所营造、公众参与将与数字信息层面的交互设施、管理平台及相关支撑技术相融合。在这个过程中，多主体将参与到未来城市的设计、建造、运营和更新过程中。例如，规划设计者提供创新思维及具体的规划设计方案，并引导设计的实施建造；社区规划师、管理者引导公众参与、营造社区氛围，提供多方协商和讨论的平台；而技术提供商可以在整个设计及实施流程中提供交互设施，相关的支撑

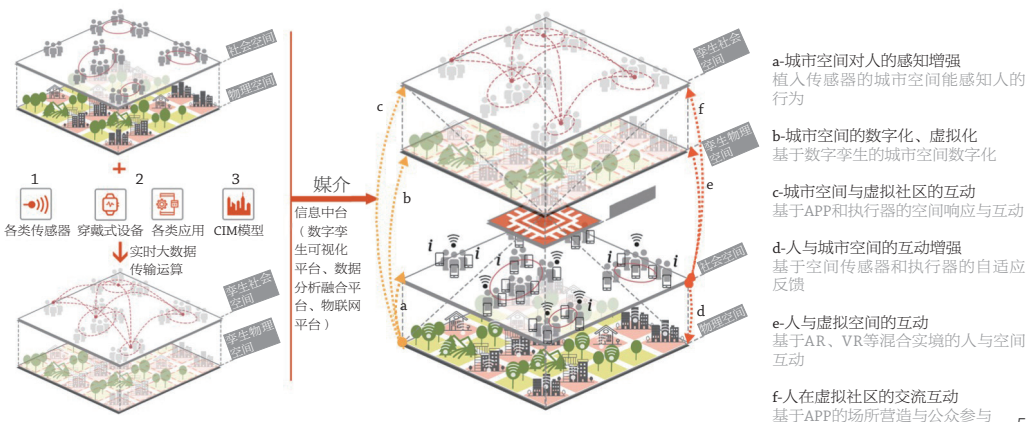
4 新兴技术在未来城市空间设计、管理与运营的应用潜力

5 未来城市原型构想

(1-5绘制：龙瀛，张恩嘉)



4



5

技术，并通过管理平台协助设计场地的持续追踪与运营。此外，一些空间零售商、互联网公司 etc 也有望在政府部门的管理下参与到城市的建设与运营中。

基于以上路径，面向未来的智慧城市不仅包含对现实世界的孪生，还包含虚拟世界与现实世界的互动和增强（图 5）。具体来讲，过去的城市是由物理空间及其承载的各类社会经济活动所构成的。随着互联网尤其是移动互联网的发展，网络社会开始崛起^[15]，

孪生的社会空间逐渐形成。近年来不断涌现的各类传感器及穿戴式设备将为数字孪生提供重要的数据支撑，孪生的物理空间也将形成，进一步实现万物互联。这种互联不仅体现在现实世界的人在孪生社会空间中的网络关系，还体现在物理空间中的各类事物在孪生空间中的相互关联。借由信息中台的一系列计算、运营和实施工具，现实世界中的两层空间将与虚拟孪生的空间相互关联，深度互动。

5 总结与讨论

在第四次工业革命深刻影响城市生活的当下，城市研究与规划设计领域也遇到新的机遇和挑战。本文分别从城市实验室、新城市及未来城市3个维度总结出科技革命对城市影响的路径，为城市人因工程发展提供新思路。但这3个路径也存在着一些潜在危机，或者可能带来一些新的问题，因此，我们不能只着眼于科技革命对城市发展的积极作用，也要反思其潜在的消极影响。

路径一中，信息通信技术的迅速发展为城市研究提供大量数据，从时空维度拓展了研究的边界，甚至随着物联网的发展，城市中越来越多的传感设备让每一个身处其中的人感知即参与。但随之而来的可能有严重的数据隐私问题，数据获取权、使用权和所有权的问题，以及城市研究数据的存储、管理及规范化等问题。路径二中，科技进步推动城市的发展，但自动化技术普及带来的失业问题，人口流动性增强及聚集后的大城市蔓延、小城市收缩及局部空间剩余问题，技术应用及传递过程中带来的空间及人群不平等问题，少数互联网巨头掌握大量人群信息带来的垄断与控制问题等都是不可忽视的城市危机。路径三中，智慧城市建设的势头刚刚兴起，一些因为资金问题而停滞的项目也揭示出智慧城市或未来城市建设中不可避免的一些问题，例如缺乏可持续的资金链及运营模式，高成本的空间建设与低效转换的社会效益之间的不平衡等。这些潜在的问题和危机是科技革命在促进城市研究与实践中不可避免的挑战。

无论是城市研究还是规划设计，都需要综合考虑科技革命带来的机遇和挑战，既不能盲目期待科技向善，成为技术决定论的拥护者，也不能成为嘲笑技术革新者与势不可挡的技术发展做抵抗。正如米切尔20年前所说：“由于新的技术系统是一个相当复杂的社会结构，我们必须了解不断涌现出来的各种选择，仔细选出我们的目标，并将其建设好。我们的工作设计我们所需要的未来，而不是预测其必由的发展道路。”^[7] 本文梳理科技革命促进城市发展的3个路径不是为了预测科技革命对城市的影响，而是把其中带来的各种选择展示出来，为更以人为本的城市建设提供新的视角。□（致谢：清华大学建筑学院研究生侯静轩和王新宇参与了本文“总结与讨论”部分的讨论。）

参考文献

- [1] 央广网. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议 [EB/OL]. 2020. http://china.cnr.cn/news/20201104/t20201104_525318775.shtml.
- [2] MOFFITT S. The Top 30 Emerging Technologies (2018–2028) [EB/OL]. 2018. <https://medium.com/@seanmoffitt/the-top-30-emerging-technologies-2018-2028-eca0dfb0f43c>.
- [3] 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, (21): 34-40.
- [4] 北京城市实验室和腾讯. WeSpace-未来城市空间[EB/OL]. 2020. <https://www.beijingcitylab.com/projects-1/48-wespace-future-city-space/>.
- [5] SHEN Z, LI M. Big Data Support of Urban Planning and Management: The Experience in China [M]. Springer International Publishing, 2018.
- [6] XIE B, LU Y, WU L, et al. Dose-response effect of a large-scale greenway intervention on physical activities: The first natural experimental study in China [J]. Health Place, 2021, 67: 102502.
- [7] MITCHELL W J. E-topia: Urban Life, Jim - But Not as We Know It [M]. Cambridge: MIT Press, 2000.
- [8] 龙瀛. (新)城市科学: 利用新数据、新方法和新技术研究“新”城市[J]. 景观设计学, 2019, 7(02):8-21.
- [9] BATTY M. The New Science of Cities [M]. Cambridge: The MIT Press, 2013.
- [10] 沈尧. 动态的空间句法——面向高频城市的组构分析框架[J]. 国际城市规划, 2019, 34(01):54-63.
- [11] HEY T, TANSLEY S, TOLLE K. The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery [M]. Microsoft Research, 2009.
- [12] 龙瀛, 张恩嘉. 数据增强设计框架下的智慧规划研究展望[J]. 城市规划, 2019, 43(08):34-40+52.
- [13] LOBO J, ALBERTI M, ALLEN-DUMAS M, et al. Urban Science: Integrated Theory from the First Cities to Sustainable Metropolises [EB/OL]. 2020. <https://ssrn.com/abstract=3526940> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3526940>.
- [14] 清华大学建筑学院. 学术 | WHO/CDC/阿里巴巴

- 巴/清华“减盐创新传播策略研究”项目启动仪式在清华大学建筑学院举行[EB/OL]. 2020. <https://mp.weixin.qq.com/s/7KOabXV4hw7Fm0ebQvphEQ>.
- [15] CASTELLS M. The Rise of the Network Society: The Information Age: Economy, Society and Culture [M]. Wiley-Blackwell, 1996.
- [16] ALIAS N A. ICT Development for Social and Rural Connectedness [M]. New York: Springer-Verlag New York, 2013.
- [17] 甄峰, 朱传耿, 穆安宏. 全球化、信息化背景下的新区域城市现象 [J]. 现代城市研究, 2002, (02): 56-60.
- [18] YIN L, SHAW S-L, HONGBOYOU. Potential effects of ICT on face-to-face meeting opportunities: a GIS-based time-geographic approach [J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19(3):422-433.
- [19] YU R, BURKE M, RAAD N. Exploring impact of future flexible working model evolution on urban environment, economy and planning[J]. Journal of Urban Management, 2019, 8(3):447-457.
- [20] 周榕. 硅基文明挑战下的城市因应[J]. 时代建筑, 2016, (04): 42-46.
- [21] BATTY M. Inventing Future Cities [M]. Cambridge: The MIT Press, 2018.
- [22] 王晶, 甄峰. 信息通信技术对城市碎片化的影响及规划策略研究[J]. 国际城市规划, 2015, 30(03):66-71.
- [23] ZAKHARENKO R. Self-driving cars will change cities [J]. Regional Science and Urban Economics, 2016, 61:26-37.
- [24] HARPER C D, HENDRICKSON C T, SAMARAS C. Exploring the Economic, Environmental, and Travel Implications of Changes in Parking Choices due to Driverless Vehicles: An Agent-Based Simulation Approach [J]. Journal of Urban Planning and Development, 2018, 144(4):04018043.
- [25] COSTA C S, MENEZES M. The penetration of Information and Communications Technologies into public spaces: some reflections from the Project CyberParks – COST TU 1306 [J]. Urbe-Revista Brasileira De Gestao Urbana, 2016, 8(3):332-344.