

本期主题：未来城市理论与规划设计

**【编者按】**以互联网产业化和工业智慧化为标志、以技术融合为主要特征的第四次工业革命的兴起，将对未来城市的发展产生深远影响。在此背景下，未来城市的发展会为城市空间组织与资源配置带来怎样的改变，对城市理论与规划设计带来什么样的发展与变化，成为当前业界关注的焦点。本期“规划师论坛”栏目以“未来城市理论与规划设计”为主题，探讨未来城市设计理念、空间发展演变新模式和居住社区规划的新转变等，为读者提供参考。

# 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

□ 张恩嘉，龙 瀛

**【摘要】**以互联网产业化和工业智慧化为标志、以技术融合为主要特征的第四次工业革命正以一系列颠覆性新兴技术特别是信息通信技术 (ICTs) 深刻地影响和改变着人们所居住的城市。传统的设计手法如空间干预，已不能完全满足人们对日常生活空间的需求。在此背景下，文章提出“空间干预、场所营造与数字创新”这一面向未来的设计理念，旨在探索融合 ICTs 的设计手法，塑造高品质人居环境，提升和丰富城市的日常生活。文章将从概念内涵、整体流程、应用场景及特点、相关案例等角度，阐述对数字创新手段融入传统空间干预与场所营造中的认识和思考，旨在为更智慧、更人性化、更具弹性的城市空间设计提供参考。

**【关键词】**智慧城市；空间设计；第四次工业革命；物联网；信息技术

**【文章编号】**1006-0022(2020)21-0005-09 **【中图分类号】**TU981 **【文献标识码】**A

**【引文格式】**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(21): 5-13.

## Spatial Intervention, Place Making and Digital Innovation: Design Transformation Driven by Disruptive Technologies/Zhang Enjia, Long Ying

**Abstract** The Fourth Industrial Revolution, formed by Internet industrialization and industrial intelligence, is profoundly affecting and changing our cities with a series of disruptive emerging technologies, especially information and communication technologies (ICTs). Conventional design approaches such as spatial intervention will not be capable enough to deal with the spatial needs of people's daily life. In this context, a new future-oriented design concept of "Spatial Intervention, Place Making and Digital Innovation (SIPMDI)" is proposed, aiming to integrate ICTs into designs, and shape high quality living environment. The concept, process, application scenarios and characteristics, as well as related cases are illustrated in this paper.

**Key words** Smart city, Space design, The fourth industrial revolution, The Internet of Things, Information and communication technology

### 0 引言

18 世纪 60 年代工业革命以来，城市社会发生着深刻的变革。全球化的发展迅速蔓延，城市面积及数量快速增长，城市更新迭代的速度与日俱增。近年来，城市

受以互联网产业化和工业智慧化为标志、以技术融合为主要特征的第四次工业革命的影响，正在发生更加深刻的变革。城市作为新技术普及和宣传的摇篮正在见证这个发生巨大转变的时代——信息以指数形式增长，以及随之而来的自动化带来各种各样影响的时代，

**【基金项目】** 国家自然科学基金面上项目 (51778319)、国家自然科学基金重点项目 (71834005)、清华大学—剑桥大学联合科研基金项目 (20193080067)

**【作者简介】** 张恩嘉，清华大学建筑学院博士研究生。

龙 瀛，通讯作者，清华大学建筑学院、清华大学恒隆房地产研究中心研究员、博士生导师，中国城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会副主任委员。

涉及数字技术的转变将在未来 100 年及以后深刻影响世界<sup>[1]</sup>。在这个时代中，信息技术造就的信息流动空间将与整个物理空间重新组合，进而形成新的“二元化城市”<sup>[2]</sup>。随着移动互联网及社交媒体的涌现，这些新的交换数据与信息的方式，也将更加深刻地影响人们如何定位、认识、理解与使用城市的传统功能和空间。正如 Mitchell<sup>[3]</sup> 所说，“我们必须扩展建筑和城市规划的概念，使其不仅包含真实的场所，而且包含虚拟场所，不仅包括硬件，而且包括软件，不仅包括由物理连接及运输系统形成的互联，而且包含由通信链接所形成的互联。”这不仅意味着需要建立与新技术和生活方式改变所带来的功能变化相关的新的物理形式，还意味着考虑不同的行为方式和新的更加灵活自由的空间使用方式。

近年来，面向未来的智慧城市空间的构想和实践层出不穷，如国外的 Sidewalk Toronto(加拿大多伦多智慧城市)、NEOM(新未来)、Kashiwa-no-ha SmartCity(柏叶智能城市)、Woven City(编织城市)，以及国内的雄安新区“千年大计”、上海张江 AI 智慧岛、苏宁未来城、万科天空之城、中国移动智慧巡塘、腾讯江门人才岛智慧城市、杭州智慧未来城市样板及未来社区等。越来越多的主体参与到智慧城市及智慧空间的畅想和实践中。从整体空间层面构建“未来城市”框架的研究也开始涌现，刘泉<sup>[4]</sup> 提出社会空间、物理空间及信息空间三元维度融合的社区化智慧城市结构，强调单元化与社区化的城市结构、功能混合、共享空间、人性街道及创新设施。张京祥等人<sup>[5]</sup> 在未来城市的“杭州样本”中提出以人为核心的城市生态、文化、善治、智慧与创新五大发展模式。龙瀛等人<sup>[6]</sup> 通过观察过去 10 年“新”的城市变化现象，梳理未来技术发展趋势，推演未来十年“新城市”在区域尺度和城市尺度的变化，总结出未来城市空间

十大趋势和有潜力研究的未来城市空间的八大议题。

在宏观智慧城市建设的背景下，针对中微观的空间设计也将面临新的转型。这种转型不再局限于大数据、人工智能等为设计流程和方法的完善提供新的支撑——如数据增强设计 (Data Augmented Design)<sup>[7]</sup>、数字化城市设计<sup>[8]</sup>、第四代城市设计<sup>[9]</sup>、全数字化城市设计<sup>[10]</sup>、人工智能规划模型<sup>[11]</sup> 等方法论，还有来源于服务对象的生活方式及需求被新技术如信息技术 (Information and Communication Technologies, 简称“ICTs”)、人工智能、人机交互、移动互联网等重塑后对设计对象 (城市空间要素) 提出的转型要求。Mitchell 早在 1995 年便提倡和鼓励建筑师与城市规划师关注数字化<sup>[12]</sup>，并描绘出数字时代下的城市生活<sup>[3]</sup>。这一层面的转型将重新定义建筑师、城市规划师及其他关注人们日常生活空间和场所的学界业界人员的设计方法与工作日程。

尽管当前不断涌现的新技术为人们提供各式各样让人眼花缭乱的选择，然而规划师的工作不是去预测或完全顺应技术的发展，而是主动利用这些技术去“设计”人们所需要的未来。因此，本文提出一种面向未来的新的设计理念，将新兴技术融入城市设计要素，以适应当代城市的发展特征，解决当前城市空间存在的一些问题，提高空间的品质。此理念结合传统的空间干预与场所营造手法，通过数字创新的形式，实现城市人本尺度空间的创新与激活，将城市空间打造成智慧城市在空间的智慧投影。

## 1 从空间到场所、从物质要素到数字技术融入的设计视角转变

### 1.1 空间干预——人性化设计的兴起

随着汽车时代的到来，城市步入新

的阶段，城市规模、形态与建筑尺度等都发生变化。在此过程中，城市空间受到侵害，步行环境恶化，街道生活逐渐消失<sup>[13]</sup>。人性化的设计得到学者们的广泛关注。Jacobs<sup>[14]</sup> 通过多年观察，在《美国大城市的死与生》中强调城市中街道眼、人流量、街道安全、小尺度街区、功能多样性及历史性建筑的重要性。Lynch<sup>[15]</sup> 通过认知地图的方法归纳出人们关注的设计五要素——道路、边界、地区、节点、地标。Colin<sup>[16]</sup> 通过对比传统城市 and 现代城市，分析城市形态的图底关系，提出文脉主义、值得记忆的街道、建筑“边角料空间”等设计概念。Ashihara<sup>[17]</sup> 则更关注空间的美学，如街道宽高比、空间领域感、建筑与公共空间的渗透、和谐的建筑色彩等。Gehl<sup>[18]</sup> 强调公共空间的可交往性，其认为步行主导、休息场所、功能多样、设施紧凑的公共空间有利于丰富人群活动。这些思想和导则成为设计的重要指引，也为新城市主义奠定基础。1993 年诞生的新城市主义主张建立丰富多样、适宜步行、紧凑且混合使用的社区，强调人性化尺度、美感、安全、舒适、有情趣。1998 年，Marcus 等人<sup>[19]</sup> 进一步从人的视角审视城市空间的人性化，如广场的视觉复杂性、步行优先性、景观设施、铺装变化与安全独立的入口等。这些以人为本的城市形态探讨为精细化的设计提供坚实的基础。然而，传统的设计往往只关注空间本身，当下随着各类线上活动对人的注意力的牵引，人们对城市实体空间的感知力逐渐降低，城市空间对人的吸引力也随之下降。线上活动的极大丰富也侵蚀着城市实体空间的功能性作用，因而空间给人带来的体验性和场所感相比空间本身的功能而言更加重要。周期长、更新慢、成本高的传统空间干预手段难以满足人们快节奏的生活方式和更强的感官需求。因此，城市空间暴露出弹性不足、使用低效与资源浪费等问题。

## 1.2 场所营造——公众参与在设计中的作用提升

随着以人为本的设计思想的流行,调整设计以适应人们日益变化的生活,激发人们利用空间、体验空间及与空间互动的思想逐渐兴起<sup>[20]</sup>。与新城市主义、后现代城市主义并称世界三大都市主义的日常都市主义( Everyday Urbanism)将城市看成一个社会实体,认为城市发展应响应人们的日常生活和邻里问题<sup>[21]</sup>。因此,关注人与人之间的交流互通,维持日常生活,提升社会生活功能的场所营造(Place Making)这一都市行动主义(Urban Activism)的理念成为空间运营的重要部分。其具有社区驱动、包容性、动态、灵活、协同、社交等特点<sup>[22]</sup>,强调保护和发展场地文化,建立多方沟通协作平台,实现全程公众参与,促进场地的共建和共治<sup>[23-24]</sup>。场所营造注重场所精神,刘易轩等人<sup>[25]</sup>通过核心要素分析与提取、空间与精神的整体营造、多元主体的平台构建等实现对深圳南头古城的场所营造。场所营造在社区中的作用也得到提升。刘佳燕等人<sup>[26]</sup>阐述了在北京新清河通过“围绕公共事务,推进社区议事制度建设”及“依托公共空间的生产过程,重塑邻里关系和公共性”实现规划路径从社区建设到社区营造的转变。徐磊青等人<sup>[23]</sup>基于自然复愈、空间修复和社区营造3个方面实现对上海浦东金浦小区入口广场的公共空间复愈和场所营造。此外,在空间修复与更新过程中,基于行动的平台合作实践方式可以通过联合平台、行动及技术实现多元博弈、公众发声和整治行动,进而实现场地或社区的营造<sup>[27]</sup>。由此可见,关注人的日常生活、注重公众参与的场所营造在以人为本的设计中的作用逐渐凸显。然而,传统的场所营造方式更多依赖于“中间人”或者“沟通平台”,是一种自上而下的组织和协调手段,极大依赖于人们的参与意愿及组织方的长期

跟踪和协调,因此传统的场所营造常常很难成功开展或者开展的持续性不强。在生活节奏更快的当下城市,处在陌生人社会的人们更多通过线上的方式建立关系纽带,因此传统的仅基于线下互动的场所营造方式已不能很好地满足人们的数字生活方式和需求,因而人们与空间的互动较少,空间活力不足。

## 1.3 数字创新——数字技术融入设计的机遇来临

近年来,互联网尤其是移动互联网的迅速发展,深刻影响着人们的活动方式、活动场所、日常生活节奏甚至人际交往方式,这些新的生活状态将改变现存城市组成要素的功能和价值,因而城市空间设计也面临着转型。智能化的技术供给和在线即时的新需求使人们的生活方式发生着巨大的变化,“虚拟、共享、碎片化、体验性”等成为当下人们生活的特征。周榕提出“城市将从碳基空间的‘在地城市’,转向碳硅合基的‘在场城市’,同时占据硅基虚拟与碳基实存的双重场域”<sup>[28]</sup>,城市规划师应该向互联网学习,转变传统设计思想,让城市实体空间与网络虚拟空间建立差异性“竞合”伙伴关系<sup>[29]</sup>。龙瀛<sup>[30]</sup>将大数据时代的城市研究分为方法论和认识论两个层次,呼吁城市研究及设计者应该关注深受第四次工业革命影响的“新”城市,并打造“新”城市科学,建成环境学科应积极探讨未来城市的空间原型<sup>[31]</sup>。王建国<sup>[32]</sup>也提出城市活力的“显性”与“隐性”之分,指出城市数字化转型下公共空间被新逻辑改造,城市活力培育和营造需要做到“显隐互鉴”。因此,设计不应只局限于流程的完善和工具的使用,更应关注人们变化着的需求,关注城市空间正在发生的变化,顺应“互联网+”时代对城市空间的影响<sup>[33]</sup>。何凌华<sup>[34]</sup>提出“无界、体验、碎片、全龄”的公共空间用以响应人们正在发生的生活方式转变——无界办公、体验消费、碎片休闲、“粘连”家庭。

数字化新媒体介入城市公共空间的趋势上升,其可通过渐进式、临时性、设计介入的方式重塑城市公共空间属性,以实现空间的虚拟性、超空间性、体验性、强媒体性和新文化性<sup>[35]</sup>。借助现代数字技术的公共空间将人从观赏者变成参与者、设计者或建造者,人与人、人与景的互动形式得以丰富,促进人际交往、增强场所归属感<sup>[36]</sup>。除此之外,基于位置的数字空间场所营造也为适应当代社会发展趋势、平衡人们娱乐需求及社区信息获取提供了新的思路<sup>[37]</sup>。随着虚拟现实技术、眼动追踪技术与生物传感技术等一系列新技术的成熟,更深入、更细致的人群行为规律及需求研究为人本尺度的公共空间设计提供了更可靠的基础<sup>[38]</sup>。

基于以上背景及趋势,本文提出一种适应第四次工业革命影响下城市物质和社会变化的设计理念,既传承传统设计的思想,又致力于适应当下的需求。本文所涉及的城市空间主要涵盖人本尺度的城市空间要素,包括建筑及建筑外部公共空间,如绿地、公园、广场、街巷节点和街道等。因此,本文所涉及的设计包含了广义的建成环境设计范畴,包括城市设计、景观设计和建筑设计。

## 2 面向智慧空间的设计转变:空间干预、场所营造与数字创新

### 2.1 概念界定

空间干预、场所营造与数字创新(Spatial Intervention, Place Making and Digital Innovation,简称“SIPMDI”)是指通过利用各种智慧化手段及智能设施,结合传统的空间干预和场所营造设计手法,将城市空间打造为智慧城市的空间投影和载体,以更好地满足当下人们的活动需求,并使城市空间具有自适应和节能的功能,提升空间的使用及管理效率,提高空间活力,实现空间“安全舒适、高效节能、弹性使用、智能

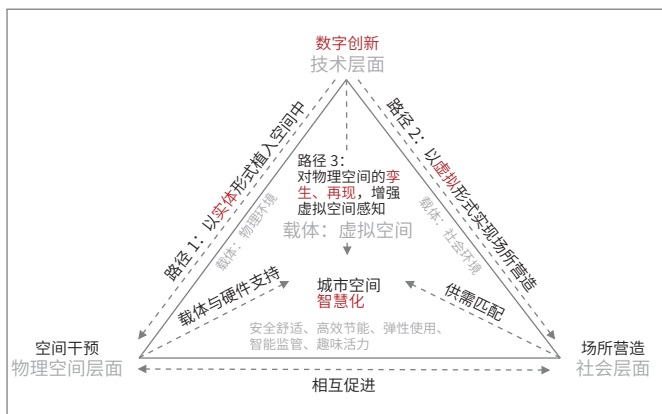


图1 空间干预、场所营造与数字创新概念示意图

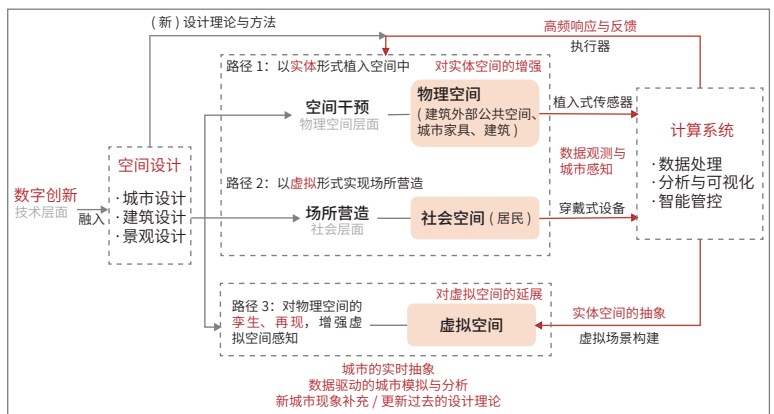


图2 数字创新融入空间设计的3种路径示意图

监管、趣味活力”的美好愿景(图1)。SIPMDI既不是CAD、Rhino、Sketch up、ESRI CityEngine这类设计工具,也不是PSS(Planning Support System)、Geodesign这样的流程,而是一种新的设计理念及方法,是数据增强设计中面向未来的设计手段,是实现智慧城市空间投影的重要途径<sup>[39]</sup>。SIPMDI强调在传统设计流程中增加数字创新的手法,充分运用新兴的人工智能、大数据与云计算、移动互联网、混合实境、传感器及物联网等技术,通过空间干预、场所营造等途径,打造智慧城市的空间投影及载体,促进人与空间的互动,以满足人们对空间的多样需求。SIPMDI致力于解决目前城市空间弹性不足、使用低效与资源浪费等问题,适应当代人们对虚拟现实、人机互动、弹性使用、即时帮助与服务的需求,引导公众深度参与,实现充满活力且可持续的未来生活。

## 2.2 整体流程及作用机制

SIPMDI将物质空间层面的空间干预措施、社会层面的场所营造手法与技术层面的数字创新方案结合起来,通过信息物理系统(Cyber Physical System,简称“CPS”)<sup>①</sup>得以实现。具体来讲,空间干预是指通过人工干预的手法对自然景观和建成环境进行空间设计,满足基本功能和美学需求;场所营造作为以

人为核心的公共空间设计及管理手段,指通过一系列创新协作手段营造空间的“场所感”,促进人与人之间、人与空间之间的交流与互动;数字创新是指利用数字化与创新技术通过空间干预及场所营造两种形式为城市空间赋能,提升空间品质和场所氛围,以及通过纯数字技术手段(三维建模、全景照片、新媒体等)实现物理空间的虚拟场景化。数字创新的核心要素是传感器、计算系统、执行器和虚拟场景。CPS在环境感知的基础上,深度融合计算、通信和控制能力,是计算进程和物理进程的统一<sup>[40]</sup>。SIPMDI基于CPS流程,通过在场内植入传感器(声光热传感器、压力传感器、温湿度传感器、位移传感器等)及人穿戴式设备(手机应用、智能便携设备、穿戴式传感器等)收集场地和场地内活动的相关数据,在计算系统进行数据信息转译、模型测度及选择性控制,再通过一系列执行器(包括信息设施、管控设施及互动设施等)作用于物理空间、社会空间及虚拟空间。此系统既实现对物理世界的数字孪生,又得以增强现实世界的安全性、能源使用效率、便捷度及活力(图2)。

简言之,SIPMDI通过传感器植入、数据收集、数据分析、评估及可视化、反馈与执行5个关键步骤实现场地的全周期自适应设计。SIPMDI的核心是数字创新,其含义是通过将数字工具应用于

多种创新方法中,达到解决问题、提高效率 and 增加收益的目标。该概念在“Smart Cities: Introducing Digital Innovation to Cities”<sup>[41]</sup>一书中也被引入,用以解决目前城市存在的诸多问题,如人口流动、城市弹性不足、资源紧缺与基础设施负载等。本文将数字创新手段用于管理建成环境、自适应调节自然环境及促进人与实体空间、虚拟空间的互动。

## 2.3 数字创新应用场景

数字创新的应用场景主要有3种形式:基于空间干预的建筑外部公共空间(街道、广场、街巷节点、绿地、公园等)、城市家具及建筑的智慧化,通过各种信息平台及混合实景手段实现场所营造的智慧化,以及基于实体空间体验的虚拟场景构建。其中,前两种是数字创新通过空间干预与场所营造的方式实现对实体空间体验的增强,第三种纯数字创新的方式是对建成环境设计要素的拓展——不局限于实体空间,还注重对虚拟空间场景的打造。

### (1) 基于空间干预的数字创新。

广阔开放的公共空间对于创造城市文化和形成社区纽带至关重要。Gehl<sup>[18]</sup>和 Whyte<sup>[42]</sup>提出了增强户外活动的一些设计原则,如可选择性活动(尤其是休闲活动)、固定的区域(座椅停留区域)和“软边界”等。针对公共空间本身,数

字创新可通过传感器 (Sensors) 及执行器 (Actuators) 对空间界面进行智慧化处理, 以实现空间的弹性使用、边界“软化”、智能引导、能量转换、自适应调节、空间活化与互动等。这些空间界面既包括街道、广场与街巷节点等人工硬质界面, 也包括绿地、公园等自然景观界面, 还包括建(构)筑物外立面。空间中原有的栅栏、路缘石与台阶等硬质边界由自动化的升降装置或数字灯具等替代, 空间的“软化”管理加强了空间使用的灵活性, 机动车、非机动车、步行的空间范围, 或者交通区、休闲停留区等空间分区可弹性调整。信息引导方式也更加多样, 植入式的边界及路标也更加人性化。针对空间的实时监控和自适应调节设计将使空间的调整更加灵活<sup>[43]</sup>, 尤其是通过对景观要素的实时监控, 可实现自动园丁管理、微气候调节及预约使用等功能, 节约资源和能源, 减少城市的热岛效应, 增强空间的领域感。而针对建筑外立面的智慧化更新及改造, 可减少更新成本, 实时调整建筑外观, 改善消极空间(图3)。

城市家具作为公共空间的重要组成部分, 是满足街道、广场等区域的基本功能, 美化环境中使用的所有元素, 对行人进行管理和引导的工具, 是多功能规划的重要组成部分<sup>[44]</sup>。按照功能可将其分为信息设施、公共健康设施、照明设施、安全设施、交通设施、公共休闲设施与艺术景观设施等(表1)。城市家具的数字创新主要体现在3个方面: 一是针对基本需求设施(如垃圾桶、公告栏、路灯和座椅等)进行多功能、智慧化的改造; 二是根据已经发生变化的需求进行新设施、新功能的补充, 如人机互动设施、充电设备、Wi-Fi 设施等; 三是创造引导新活动的设施, 提升空间趣味性及其活力。这些城市家具共同作用于城市公共空间中, 促进城市空间的需求满足与活力提升。

除了公共空间设计以外, 基于数字

创新的建筑设计也尤为重要。建筑整体的数字化建造与管理可以通过建筑信息模型 (Building Information Modeling, 简称“BIM”) 实现, 基于数字平台的 BIM 被应用于建筑设计、建造、运行、更新甚至拆除的各个过程。整合传感器、云技术等数字创新手段的 BIM 通过施工过程中的信息交流为建筑生命周期内更好的可持续性管理提供了创新方法, 为建筑的安全监测、能源节约及废弃物处理等提供了支撑<sup>③</sup>。

### (2) 基于场所营造的数字创新。

场所感是人与人在特定空间或人与空间互动而使人产生的对空间的一种依赖感。场所依赖理论 (Place Attachment Theory) 指出“某些地方与人之间似乎存在着一种特殊的依赖关系”, 这种关系建立于场所依赖 (Place Dependence) 和场所认同 (Place Identity), 因此反映的既是对特殊地理位置 (Location) 的物质形式依赖, 也是人对该空间的价值和意义的精神层面依赖<sup>[45]</sup>。过去的水井中心及后来的社会活动场所——广场、市场、咖啡馆等都是极具场所感的地方。



图3 基于空间干预的公共空间界面数字创新示意图<sup>②</sup>

表1 城市家具的智慧化

设施类型	传统的城市家具	智慧城市家具
信息设施	指路标志、电话亭、邮箱	智能路标、智能机器人、电子公告栏
公共健康设施	公共卫生间、垃圾箱、饮水机	公共卫生间、智能垃圾桶、智能饮水装置
照明设施	路灯	智能路灯、交互照明设施
安全设施	摄像头、栏杆	监控摄像头、智能报警桩、智能栏杆
交通设施	巴士站点、车棚	动态路缘、智能停车、路面交通信号灯
公共休闲设施	坐具、桌子、游乐器械、售货亭	智能桌椅、互动娱乐设施、共享休闲空间装置
艺术景观设施	雕塑、艺术品	智能构筑物、艺术装置

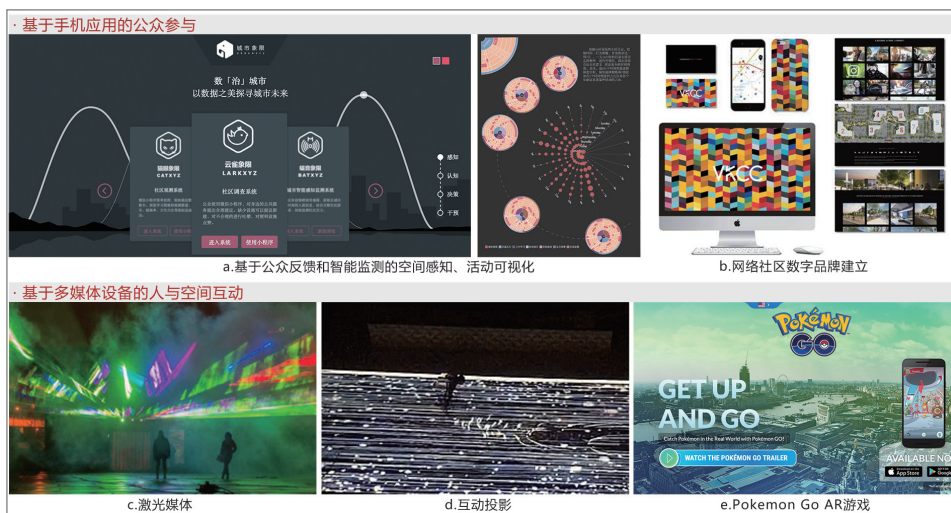


图4 基于场所营造的数字创新示意图<sup>④</sup>

而随着人们的社交活动向线上活动转移，传统城市空间对人的价值和意义在逐渐降低。因此，想要让城市空间重新焕发活力，场所营造的方式极为重要。基于人对场所依赖的两种形式，场所营造可以通过两种方式来提升：一是通过促进人与人在设计场地的互动，二是促进人与空间的互动和交流。针对前者，可以通过建设一些手机应用或线上互动平台等，收集人对空间的反馈及情绪，并组织线上线下结合的活动，促进居民与规划师、管理者及居民与居民之间的互动交流，创建数字网络社区文化。针对后者，除了上述空间干预中的一些互动设施以外，一些虚拟的手段也可以用于增强并引导人与空间的互动。这些手法包括基于AR(Augmented Reality)、VR(Virtual Reality)的混合实境，二维、三维投影设备，以及各类手机应用，甚至便携式主机游戏等。这些虚拟的手段通过营造声、光、热等环境氛围，让人沉浸于空间体验中，或者通过事件营造与互动游戏促进人对空间的探索和使用(图4)。

### (3) 基于实体空间的虚拟场景构建。

如果说数字时代下城市空间的信息功能逐渐被互联网所替代，那么城市空间作为载体的实体功能也在随着线上活动的逐渐丰富而受到挑战。因而建筑师、

规划师的工作范畴也应有所延展。除了通过空间干预和场所营造的方式对实体空间进行功能提升与场景营造以外，还应将线上空间作为新的要素纳入设计对象的范围中，将物理空间场景构建到虚拟空间中，营造远程的空间场景体验和互动。纯数字创新的手段通过将城市、建筑、景观的研究、设计及空间展示成果与互联网技术、娱乐进行充分融合，可以将建成环境专业的影响力拓展到文旅和游戏行业，并且能够让人们在线上活动中体验到城市空间与传统建筑的魅力。基于三维建模的场景展览、基于全景照片与新媒体互动的远程游览及基于物理空间的游戏场景构建等都是数字创新在智慧城市空间打造中的新手段。

## 2.4 特点及效益

对于 SIPMDI 理念，本文强调多方力量的融入，尤其是与数字技术团队的合作，对城市空间的规划、设计、管理与营造不再只是规划师、设计者及城市管理者的工作，科技公司或者设备提供商等力量也将参与其中，提供交互设施、管理中台或者智慧技术解决方案等。SIPMDI 的特点主要体现在：①交互——促进人与空间、人与人、线上与线下的交互；②增强——提升场地的安全性、舒

适性、可感知性及人们的幸福感；③取代——取代现有空间的一些老旧设施及部分硬边界；④提供——为人们提供 Wi-Fi、充电装置、实时信息、广告和指引等；⑤活化——通过事件制造、公众参与和人机互动等活跃空间氛围；⑥多样化——提供混合功能、弹性使用功能等。值得一提的是，SIPMDI 不是简单的多功能叠加，除了多功能以外，它还具有智慧化的形式及数据驱动的系统用于人机交互、自适应调整和信息自反馈。

SIPMDI 的效益体现在 4 个方面：

- ①绿色——以环境友好为目标，提高场地的绿色性、节约能源和资源，提高回收利用效率；
- ②弹性——为不同的人群提供弹性的空间使用和时间使用方式；
- ③娱乐——在给人们提供休闲活动空间的同时，还提供展览、互动的空间；
- ④平等——提高空间的可获得性和公平性，为老人、小孩和残障人士提供更便捷的服务。尽管人们一直在强调数字创新，但未来城市空间一定不是所有的空间都需要数字创新的方式，也不是所有的空间需要空间干预、场所营造与数字创新的组合全集，不同的组合方式会营造不同的城市空间氛围，这些都会同时存在未来的城市空间中。

## 3 已有相关案例

目前国际国内已经有相关的探索和实践，除了上文中所引用的部分案例以外，下文将从工程、局部设计及产品的角度对相关案例进行介绍，以加深读者对 SIPMDI 的理解。

从整体工程的角度，由 BIG 和丰田合作的“编织城市”(Woven City)由 Google 牵头的“Sidewalk Toronto”及由中国城市规划设计研究院为主体单位开展的“河北雄安新区规划”项目是目前宏观层面体系化较强的设计代表。Woven City 选址于日本富士山下丰田即

将关闭的工厂，通过3种网状的道路编织、新能源新材料的建筑设计、地下运输的基础设施建设、智能交通工具和家具的配置，以及基于物联网的城市数据操作系统构建等实现未来城市原型的愿景。Sidewalk Toronto 位于加拿大多伦多的滨水地区，注重物质层面及技术层面的融合，通过灵活混合的新型街区设计、基于无人驾驶的新交通模式引导、灵活可变且材料创新的建筑布局、智能可持续的基础设施建设等实现科技统筹、弹性规划的数字创新愿景。雄安新区作为疏解北京非首都功能的创新驱动发展引领区，是数字城市与现实城市同步规划、同步建设的城市，以期在数字化基础设施支撑下实现数字孪生、智能交通及智能公共服务。这些整体项目虽然是从宏观层面整体打造智慧城市，涉及城市物质空间及人们生活的方方面面，但在设计中也可以窥见 SIPMDI 的理念，如 Woven City 的公共空间设计中智慧化的空间要素、可监测的人群车辆信息等，Sidewalk Toronto 设计中的建筑雨衣、绿波和实时人行道、自适应交通信号、动态路缘、可伸缩立面等(图5)，以及雄安新区智慧城市板块的数字楼宇、地下物流、“无人科技”(无人扫地车、无人包裹接驳车、无人客车、无人零售车、无人超市)、智能便民设施等。

从单项或局部设计及产品的角度，自从2014年Jaume Plensa在芝加哥千禧公园(Millennium Park)设计50英尺(约合15.24m)高的视频喷泉开始，全世界开始意识到数字技术将改变城市景观，新数字技术结合的城市空间让城市更加开放、高效和活跃。2007年，Electroland公司通过互动游戏激活了洛杉矶公寓楼的入口区域和立面。当路人或居民踩在网格上时，建筑立面上会显示相应的图案。2008年，电影导演兼高清先驱大卫·奈尔斯用“85英尺×25英尺”(约合25.91m×7.62m)的视频

墙改造了费城的康卡斯特中心，将交通枢纽作为一个巨大的、表现故事和公共艺术的画布。近年来，各类城市家具也得到智慧化改造。例如，由Lukasz Karluk(软件)、Pete Stopniak(硬件)和Nick Clark(电子)共同合作的智能垃圾桶“ReFILL”，将可回收垃圾桶改造为互动体验的垃圾桶，在鼓励人们进行垃圾分类回收的同时给人们带来乐趣。Umbrellium的“互动泡泡”(The Burble)作为一个庞大的可游览互动浮动构件，通过自定义的交互应用程序

和Twitter结合戏剧性的互动式气球形式构建数千人的夜间活动场所与奇观。由HQ建筑设计事务所在耶路撒冷的Vallero广场设计的巨大的装饰装置——4朵可互动鲜花，在行人通过时会做出相应的反应(图6)。

通过对全世界前100名建筑事务所<sup>⑦</sup>的整理发现，有21个事务所都有与“智慧”或“数字”相关的项目或描述，如Gensler的“浮动纽约”项目及“数字体验设计”实验、IBI Group的“移动+”项目和“能源互动装置”、HOK的“智



图5 整体工程中的数字创新空间设计示意图<sup>⑧</sup>



图6 单项或局部设计及产品的数字创新示例图<sup>⑧</sup>

慧移动”理念、Stantec 的“虚拟设施”、Atkins 的“数字设施”和“智慧生态项目”、Skidmore Owings & Merrill 的“光细胞”和“动态立面”设计、Aurp 的“感知城市”和“自治建筑”理念、UN Studio 的“艺术装置”和“智慧停车”设计等。近几年越来越多的建筑设计事务所及新兴智慧技术—场景应用公司也认识到用数字技术、照明和艺术激活公共空间，致力于数字创新在城市空间尤其是公共空间设计中的应用。

除了典型的建筑事务所、公司的项目、设计及产品以外，一些城市设计竞赛也在号召面向未来的智慧空间设计。例如，“2017 义龙未来城市设计国际竞赛”旨在从零打造一座面向未来的城市；“2018 ‘衲田杯’ 可持续设计国际竞赛”以“新技术引领下的智慧城市家居”为题，选择新技术作为切入点，以城市公共基础设施作为设计对象，旨在提升城市生活品质；“2019 上海城市设计挑战赛”关注智慧街道规划，在现阶段技术可行的基础上探索智慧家具和智慧管理的运营与使用。此外，一些城市也通过设计竞赛鼓励技术创新在城市设计中的应用，如 2018 年英国雅茅斯的“智慧城市构想挑战赛” (Smart City Ideas Challenge) 和 2019 年纽约的“城市未来奖竞赛” (Urban Future Prize Competition) 等。由此可见，数字创新应用于城市空间设计中的趋势和特征明显。

## 4 结语

正如芒福德所言，“人类文明的每一轮更新换代都密切联系着城市作为文明孵化器和载体的周期性兴衰历史，一代新文明必然有其自己的城市”。在社会结构受自动化技术及信息技术动力牵引而发生转型的今天，人们生活方式的变化对城市空间提出了新需求——更弹性的空间使用，更具趣味的互动体验式

的空间场景，更安全、舒适、节能的空间活动载体。传统的空间干预手段已不能完全满足人们对城市空间的需求，城市高质量发展愿景与城市空间现存问题的矛盾不断涌现。尽管城市空间作为人类活动的容器具有较大弹性，新的功能和活动会适应既有形式，但这些空间形式本身也会在更长的时间周期内发生变化，正如第一次工业革命将机械嵌入到城市空间中，第二次工业革命的电网和小型电动机将城市打造为电子机械构成的舞台。在数字时代的背景下，城市设计、景观设计和建筑设计的概念也需要依托新的技术条件加以拓展。

因此，本文提出一种新的设计理念，将数字创新赋予传统的空间干预和场所营造一种新的迭代机制，并且拓展空间设计的对象和场景，为设计安全舒适、高效节能、弹性使用、智能监管、趣味活力的空间提供新思路。相比于传统的空间干预和场所营造的手法，数字创新的叠加可视为一种“软”技术的融入，让城市空间更智能、灵敏，更具弹性，更及时响应。期待这种面向未来的空间设计方法能够有效地将实体空间与虚拟空间联结，高效地将空间设计与空间运营串通，符合新时代人们对空间的认知和需求。■

(感谢清华大学建筑学院张昕老师提出的宝贵意见、乌德勒支大学地理科学学院的佟琛同学帮助整理的世界前 100 名建筑事务所案例素材。)

### [注 释]

- ① 信息物理系统是一个综合计算、网络和物理环境的多维复杂系统，通过 Computation、Communication、Control(简称“3C”)技术的有机融合与深度协作，实现大型工程系统的实时感知、动态控制和信息服务。
- ② 图 3 中的 a、b、c、d、e、f、g、h 图片分别来源于以下网址：<https://www.sidewalktoronto.ca/innovations/mobility>、<http://www.copenhageneze.com/2014/08/>

[the-green-waves-of-copenhagen.html](http://the-green-waves-of-copenhagen.html)、<http://unsense.com/what-were-clicking-on-8>、[https://www.asla.org/2019studentawards/684549-Monitoring\\_Design\\_Stormwater\\_Management\\_Process\\_Visualization\\_And\\_Evaluation.html](https://www.asla.org/2019studentawards/684549-Monitoring_Design_Stormwater_Management_Process_Visualization_And_Evaluation.html)、<https://carloratti.com/project/earth-screening>、[http://www.som.com/ideas/slideshows/jianianhua\\_center\\_graphics](http://www.som.com/ideas/slideshows/jianianhua_center_graphics)、<https://www.arup.com/projects/greenpix-zero-energy-media-wall>、<https://www.matteocatanese.com/portfolio/the-unlimited-stadium>。

③ SidewalkToronto 提出的建筑创新计划旨在推动建筑的智能化管理，参见 <https://www.sidewalktoronto.ca/innovations/buildings-housing>。

④ 图 4 中的 a、b、c、d、e 图片分别来源于以下网址：<http://pro.urbanxyz.com/index.html>、<https://www.gensler.com/research-insight/publications/dialogue/32/shaping-the-future-of-cities>、<https://www.umbrellium.com>、<https://mp.weixin.qq.com/s/UFMUuo6FrvKNKodpbzKiuw>、<https://www.pokemongo.com>。

⑤ 图 5 中的 a 图片为 BIG 和丰田合作的“编织城市”的部分设计图，参见 <https://www.woven-city.global>；b 图片为 Sidewalk Toronto 的部分设计图，参见 <https://www.sidewalktoronto.ca>。

⑥ 图 6 的 a、b、c、d、e、f 图片分别来源于以下网址：<https://millenniumparkfoundation.org/art-architecture/crown-fountain>、<https://segd.org/15-digital-technology-projects-transformed-public-spaces-forever>、[http://www.nilescreative.com/press\\_06.php](http://www.nilescreative.com/press_06.php)、<http://www.julapy.com/work/refill>、<https://www.umbrellium.com>、<https://www.thisiscolossal.com/2015/11/interactive-flowers/>。

⑦ 在整理中合并了 Architecture Quote 平台 (<https://architecturequote.com>) 及 BD 平台 (<https://www.bdonline.co.uk/wa-100>) 的排名前 100 位的建筑事务所，共计 103 个。

### [参考文献]

- [1] Batty M. Inventing Future Cities[M]. Cambridge: The MIT Press, 2018.



- [2]Castells M. The Rise of the Network Society[M]. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 1996.
- [3]Mitchell William J. E-topia[M]. Cambridge: The MIT Press, 2000.
- [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.
- [5]张京祥, 张勤, 皇甫佳群, 等. 未来城市及其规划探索的“杭州样本”[J]. 城市规划, 2020(2): 77-86.
- [6]北京城市实验室, 腾讯. WeSpace·未来城市空间[EB/OL]. <https://www.beijingscitylab.com/projects-1/48-wespace-future-city-space>.
- [7]龙瀛, 沈尧. 数据增强设计——新数据环境下的规划设计回应与改变[J]. 上海城市规划, 2015(2): 81-87.
- [8]杨滔. 数字城市与空间句法: 一种数字化规划设计途径[J]. 规划师, 2012(4): 24-29.
- [9]王建国. 基于人机互动的数字化城市设计——城市设计第四代范型刍议[J]. 国际城市规划, 2018(1): 1-6.
- [10]杨俊宴. 全数字化城市设计的理论范式探索[J]. 国际城市规划, 2018(1): 7-21.
- [11]甘惟. 城市生命视角下的人工智能规划理论与模型[J]. 规划师, 2018(11): 13-19.
- [12]Mitchell William J. Cities of Bits[M]. Cambridge: The MIT Press, 1995.
- [13]杨保军. 城市公共空间的失落与新生[J]. 城市规划学刊, 2006(6): 9-15.
- [14]Jacobs J. The Life and Death of Great American Cities[M]. New York: Random House, 1961.
- [15]Lynch K. The Image of the City[M]. Cambridge: MIT Press, 1960.
- [16]Colin R. Collage City[M]. Cambridge: The MIT Press, 1978.
- [17]Ashihara Y. The Aesthetic Townscape[M]. Cambridge: The MIT Press, 1983.
- [18]Gehl J. Life Between Buildings: Using Public Space[M]. Copenhagen: Danish Architectural Press, 1971.
- [19]Marcus C C, Francis C. People Place: Design Guidelines for Urban Open Space(2nd ed.)[M]. New York: John Wiley and Sons, 1998.
- [20]Simões Aelbrecht P. Rethinking Urban Design for a Changing Public Life[J]. Journal of Place Management and Development, 2010(2): 113-129.
- [21]Lazarini L. Everyday Urbanism[M]. New York: The Monacelli Press, 1999.
- [22]Great Public Spaces Strengthen Communities. What Is Placemaking? Project for Public Spaces[EB/OL]. <https://www.pps.org/article/what-is-placemaking>.
- [23]徐磊青, 言语. 公共空间复愈之道: 408小组的场所营造[J]. 城市建筑, 2018(25): 32-35.
- [24]侯晓蕾. 公共空间更新与社区营造[J]. 风景园林, 2019(6): 4-5.
- [25]刘易轩, 吕斌. 深圳市南头古城城市修补的场所营造路径[J]. 规划师, 2018(10): 59-65.
- [26]刘佳燕, 邓翔宇. 基于社会—空间生产的社区规划——新清河实验探索[J]. 城市规划, 2016(11): 9-14.
- [27]言语, 徐磊青, 谭峥. 空间修复与公共空间更新的行动主义——一个公共性与自主性的理论综述[J]. 风景园林, 2018(4): 25-33.
- [28]周榕. 硅基文明挑战下的城市因应[J]. 时代建筑, 2016(4): 42-46.
- [29]周榕. 向互联网学习城市——“成都远洋太古里”设计底层逻辑探析[J]. 建筑学报, 2016(5): 30-35.
- [30]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(2): 8-21.
- [31]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(1-2): 34-40.
- [32]王建国. 包容共享、显隐互鉴、宜居可期——城市活力的历史图景和当代营造[J]. 城市规划, 2019(12): 9-16.
- [33]陈虹, 刘雨菡. “互联网+”时代的城市空间影响及规划变革[J]. 规划师, 2016(4): 5-10.
- [34]何凌华. 互联网环境下城市公共空间的重构与设计[J]. 城市规划, 2016(9): 97-104.
- [35]徐跃家, 郝石盟, 孙昊德. 数字化媒体对城市公共空间的介入浅析[J]. 建筑创作, 2018(5): 152-158.
- [36]姚雪艳, 徐孟. 城市公共空间环境设计创新途径与导向研究[J]. 景观设计学, 2017(3): 18-31.
- [37]Carolyn P, Carman N, Karyn M, et al. The Role of a Location-based City Exploration Game in Digital Placemaking[J]. Behaviour & Information Technology, 2019(6): 624-647.
- [38]龙瀛, 叶宇. 人本尺度城市形态: 测度、效应评估及规划设计响应[J]. 南方建筑, 2016(5): 41-47.
- [39]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(8): 34-40, 52.
- [40]Khaitan S, McCalley J D. Cyber Physical Systems: A Review[C]//Encyclopedia of Business Analytics and Optimization. Hershey, PA: IGI Global, 2014.
- [41]Gassmann O, Böhm J, Palmié M. Smart Cities: Introducing Digital Innovation to Cities[M]. Bingley, England: Emerald Publishing Limited, 2019.
- [42]Whyte W H. The Social Life of Small Urban Spaces[M]. Washington, DC: Conservation Foundation, 1980.
- [43]周怀宇, 姜会全, 刘海龙. 基于物联网在线监测的景观项目雨洪管理过程可视化与绩效评估[J]. 中国园林, 2019(10): 29-34.
- [44]Uslu E, Bölükbaşı Ertürk A E. Urban Furniture in Historical Process[J]. Journal of History Culture and Art Research, 2019(4): 425-444.
- [45]Morgan P. Towards a Developmental Theory of Place Attachment[J]. Journal of Environmental Psychology, 2010(30): 11-22.

[收稿日期] 2020-08-04;

[修回日期] 2020-08-25