

梁佳宁, 李文竹, 李伟健, 龙瀛. 数字技术驱动的城市景观应用场景与实践路径[J]. 风景园林, 2023, 30 (7): 29-35.

# 数字技术驱动的城市景观应用场景与实践路径

梁佳宁 李文竹\* 李伟健 龙瀛

**摘要:** 【目的】在面向未来的“数字景观”发展趋势下, 数字技术如何赋能城市景观空间, 及其应用场景、与设计方案结合的实践路径等是未来景观设计实践落地的重要内容。【方法】立足国内外相关的理论研究和实践进展, 结合“数字景观图层”规划设计项目实践经验对此进行梳理。【结果】系统总结了数字景观技术及其“感知采集—分析计算—调节交互”的作用流程, 将应用场景划分为“实体景观空间干预”和“虚拟景观场所营造”, 详细探讨各场景运用技术及作用成效, 并在此基础上构建数字景观“信息汇总—技术筛选—应用集成”的具体实践路径, 为数字景观技术发展演进背景下的未来城市景观设计提供方法指引。【结论】数字景观技术的应用有助于辅助城市景观空间的设计, 从而塑造更人性化的城市景观空间。未来仍需在作用机制、设计行为和跨学科合作等方面进一步加强研究。

**关键词:** 数字景观; 风景园林; 公众需求; 景观设计; 未来城市

**基金项目:** 腾讯科技(深圳)有限公司“WeCityX 科技规划研究计划”(编号 20212001232)

中图分类号: TU986.2; TU986.4; TU986.3

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2023)07-0029-07

DOI: 10.12409/j.fjyl.202212110694

收稿日期: 2022-12-11

修回日期: 2023-05-15

开放科学(资源服务)  
标识码(OSID)



在快速城市化时期, 城市空间的过度扩张导致自然生态和公众需求被忽视。城市景观作为人与自然相互作用的复杂结果, 体现着城市空间形态、社会、文化和自然的发展过程<sup>[1]</sup>, 也构成了公众主要的游憩场所。第四次工业革命中, 一系列颠覆性的数字技术的发展, 不仅重塑了城市空间与服务, 也给城市景观设计实践带来机遇。景观设计迎来了科学与艺术的进一步交融, 进入 4.0 “数字景观”时代<sup>[2]</sup>。数字景观技术指贯穿景观调研、分析、模拟、设计、实践、运维等过程的数字技术<sup>[3]</sup>, 其应用推动实体空间的转型和虚拟空间的融合, 有助于塑造更人性化、智慧化的景观空间。

近年来, 有关数字技术应用于城市景观的概念已引起广泛讨论。在理论认知层面, 一系列数字景观技术对人与人、人与景观要素之间的互动方式产生了颠覆性影响<sup>[4-6]</sup>; 在设计实践层面, 城市景观表达目标和设计策略更加注重交互式设计和虚拟数字技术的应用<sup>[9-10]</sup>。数字技术增强了景观设计的环境信息采集、分析、评估、模拟、建造、绩效评估和可视化等多个阶段<sup>[11-12]</sup>, 以满足不断变化的公众需求。现有研究大多关注数字景观技术在风景园林规划设计领域的具体实践, 而数字景观技术如何赋能城市景观空间, 具体的

发展特征、应用场景、与景观空间设计方案结合的实践路径等尚未被系统性梳理。因此, 本研究聚焦与公众日常生活直接相关的城市景观空间, 通过梳理国内外相关的理论研究和实践进展, 结合“数字景观图层”规划设计项目的实践经验, 总结数字景观技术的作用流程和数字景观发展特征, 并具体探讨不同空间类型和要素的数字景观场景和实践路径(图 1)。

## 1 数字技术对公众与城市景观的重塑

### 1.1 数字技术驱动的公众游憩需求转变

随着数字技术蓬勃发展, 自然生态环境、公众需求与城市发展关系正迎来变革, 成为当下风景园林领域的核心议题<sup>[11]</sup>。过去, 公众对理想户外空间的主要游憩诉求包括亲近自然和社会交往<sup>[12]</sup>。随着数字网络全方位渗透到日常生活中, 线下社交活动向灵活、丰富的线上交互转变, 公众处在时刻与他人交往互动的网络中<sup>[13]</sup>。即时和高效已成为新型游憩及服务的重点, 公众对城市景观空间提出更个性化、动态化的需求。随着工作、生活、休闲游憩的界限愈加模糊, 城市原本分散的功能趋于复合化, 景观空间需在时空维度承载各类活动并提供相应服务。当下, 公共与私人的空间需求交织<sup>[14]</sup>、线上线下互动重叠、数

字化活动与实体行为同步进行<sup>[15]</sup>等现象对景观空间提出了新的要求。

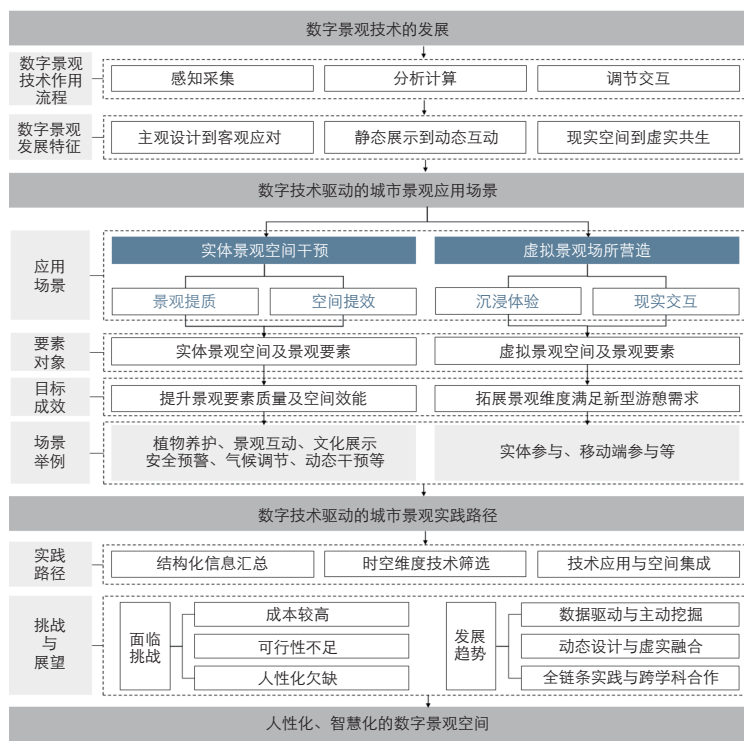
### 1.2 数字技术驱动的城市景观空间新机遇

数字技术的发展使公众的部分休闲游憩活动被虚拟线上空间承载, 导致传统城市景观空间出现使用频率不高、空间效能低下等问题<sup>[16]</sup>。但同时数字技术也为当下景观空间的转型提供了有效路径: 数字景观技术在生态价值、人性关怀、形态有机、精准建造和精细化管控等方面发挥作用<sup>[2]</sup>, 其应用有助于解决风景园林领域在自然生态、公众诉求、设计实践方面面临的挑战<sup>[11]</sup>。数字技术在城市景观的社会、物理空间维度上添加了信息空间维度: 不仅以实体形式植入景观空间中, 增强人与景观的动态交互; 也以虚拟形式实现了对信息空间的营造, 提升公众的感知体验; 同时作为纽带打破了传统空间的物质壁垒, 通过物理空间承载信息空间以及信息空间对物理空间进行感知调节的方式, 实现实体和虚拟景观空间的渗透融合<sup>[17]</sup>。设计师应以城市景观空间为载体, 让数字技术更好地为新的社会交往互动形式赋能<sup>[18]</sup>(图 2)。

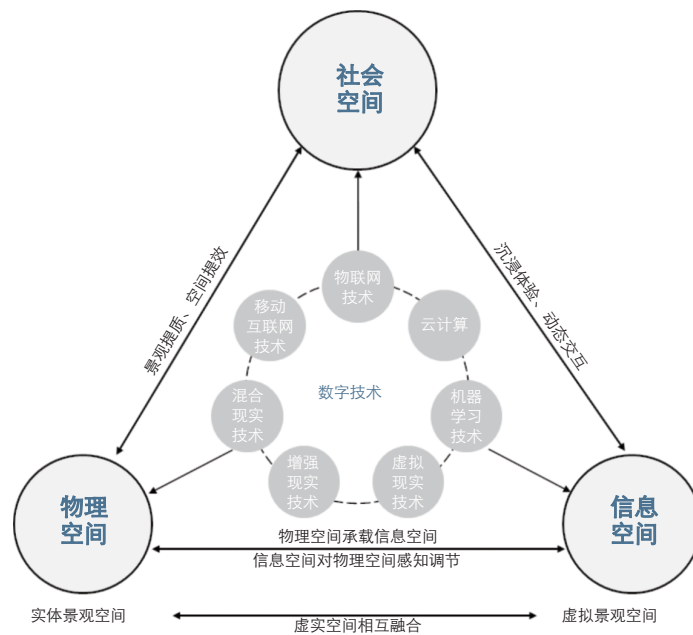
## 2 数字技术驱动的城市景观发展

### 2.1 数字景观技术及其作用流程

已有学者针对数字景观技术的类别与应



1 研究框架  
Research framework



2 数字技术对公众需求、实体景观空间、虚拟景观空间的重塑  
Reshaping of public demand, physical landscape space and virtual landscape space by digital technology

用开展了相关研究：刘颂<sup>[3]</sup>根据风景园林规划设计的一般过程及数字景观技术在应用过程中发挥的不同功能划分三类，即景观信息采集技术、分析评估技术和模拟可视化技术；成实等<sup>[11]</sup>依据研究对象的区别，划分了风景园林空间形态与生态、人类行为活动、设计与实践三类。本研究关注数字景观技术的应用场景和实践落地阶段，基于其对城市景观空间的作用流程将相关数字景观技术分为3个类别（图3）。

1) 感知采集。城市景观空间信息包括对自然物理要素的监测，如植物、水体、土壤、气候、噪声等，以及社会人文层面的感知，如空间使用情况、公众行为规律及心理需求。信息采集可通过布设各类传感器及视频监控设备实现，生理传感器集成后可作为穿戴式设备，采集脑电、皮电、心电等各类生理数据，实时反映游览者的生理和心理特征<sup>[19]</sup>。而挖掘社交媒体数据、手机信令数据等现有数据，可提取公众的空间使用和行为规律<sup>[20]</sup>等，进而指导以人为本的景观设计。

2) 分析计算。获取景观空间相关信息后的分析计算过程包括景观数据信息传输汇总和对空间问题进行的智能诊断。通过有线或无线通信技术传输汇总采集到的景观空间信息，结合人工智能算法对不同的数据类型（图像、声音、文本、数值等）采取相应的分析方法，从而诊断评估景观空间自然物理层面（如雨洪涝灾等）和社会人文层面（如人群拥堵等）的使用问题。

3) 调节交互。针对景观空间的具体问题，得出包括实体和虚拟景观空间在内的空间优化策略，最终实现实时反馈和自适应调节。在实体景观空间层面，可通过自动化技术等对景观要素实现自动干预，如灌溉、照明、排水、遮阳、喷雾等，优化实体景观空间的效能，提高公众游览的舒适度。在虚拟景观空间层面，各类可视化技术可提高人与景观的交互性和游憩活动的趣味性。

## 2.2 数字技术驱动的城市景观发展特征

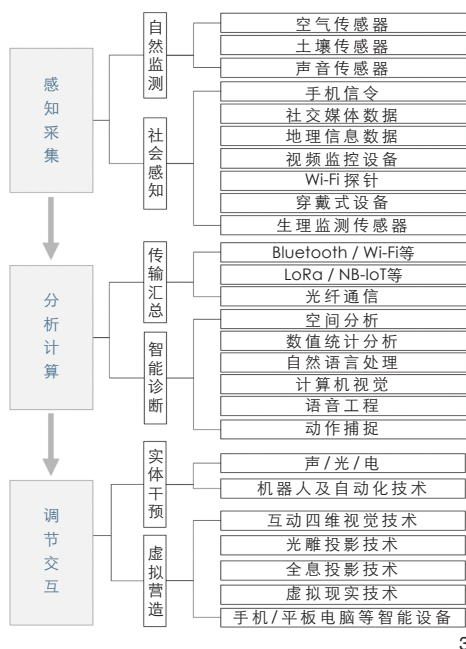
### 2.2.1 从主观设计到客观应对

传统景观设计常依赖于主观经验，缺乏

因果对应的客观反馈评估手段。在评价景观空间的使用情况时，传统调研方法（如观察注记、问卷访谈）周期长、效率低，难以系统性获悉空间使用的客观情况及主观体验，导致公众需求难以与空间设计匹配。而随着“智慧园林”建设目标提出<sup>[21]</sup>和风景园林信息模型（landscape information model, LIM）技术平台的实践应用<sup>[22]</sup>，可实现对景观要素全生命周期下的精准监测和智能运维。在社会感知层面，各类大数据和各类穿戴式设备为定量测度公众情感感知提供方法，为人性化的景观空间营造提供客观依据。

### 2.2.2 从静态展示到动态互动

传统景观要素停留在被动观赏的层面，公众作为观景者与景观要素之间仅存在单一交互关系<sup>[4]</sup>。同时传统景观空间的实体边界固定，承载的公众活动单一。数字景观技术的应用有助于改变景观要素单向展示的现状，捕捉人的行为变化，促进人与景观的双向交互，并进行动态可视化展示<sup>[5-7]</sup>。数字景观技术也可根据实时使用情况对景观要素进行动



3 数字景观技术归纳  
Summary of digital landscape technologies

4 “实体景观空间干预”作用流程  
Functioning process of “physical landscape space intervention”

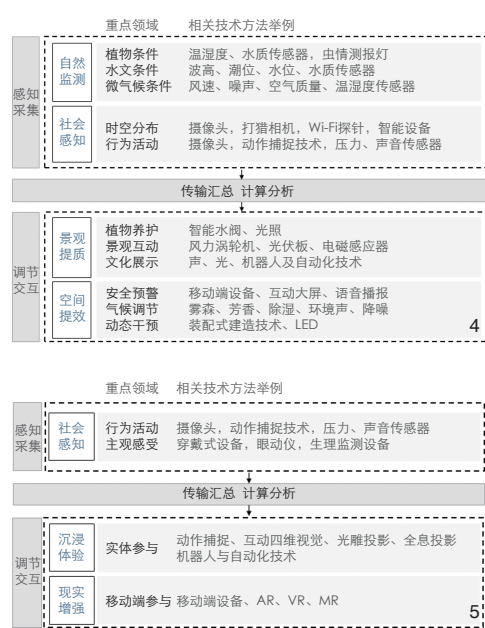
态反馈调整，以满足公众多样化的空间使用需求，提升景观空间的活力<sup>9]</sup>。

### 2.2.3 从现实空间到虚实共生

传统景观空间基于实体空间承载线下游憩活动，而随着信息通信技术的发展，面对数字化生活方式转型，虚拟网络世界已附加于实体空间，成为公众交往互动的新的载体，同时实体空间在虚拟空间的冲击下更加注重体验感的提升以吸引人群游览，虚拟现实（virtual reality, VR）、增强现实（augmented reality, AR）、混合现实（mixed reality, MR）技术的发展，极大地拓展了人们感官层面对于空间场所的感受<sup>13]</sup>，未来数字景观发展向虚实共生转变将成为一种必然趋势。

## 3 数字技术驱动的城市景观应用场景

研究关注与公众日常生活直接相关的城市景观空间，如街道景观、城市公园、社区景观与广场景观等，并聚焦数字景观技术在城市景观空间中的实践应用。景观空间及要素形式上的差异会带来数字景观技术遴选和应用场景的区别，因此本研究将数字技术驱动的城市景观空间应用场景分为“实体景观



5 “虚拟景观场所营造”作用流程  
Functioning process of “virtual landscape place making”

空间干预”和“虚拟景观场所营造”，二者分别关注实体和虚拟景观空间及要素，均遵循“感知采集—分析计算—调节交互”的技术作用流程。

### 3.1 实体景观空间干预

该场景关注实体空间（如公园、广场、街道等）和实体景观要素（如植被、水体、雕塑小品、屏幕等）。首先感知景观要素的自然生态情况以及空间使用运行情况，之后汇总各类多源异构数据信息，通过智能计算对采集到的数据进行分析诊断以寻求客观规律或预测空间的变化趋势，最后得到实体景观要素和空间的最佳优化策略，有针对性地实施交互调节手段，以提升景观要素的品质，并提高空间的使用效能（图4）。

#### 3.1.1 景观提质

通过提高景观要素的养护效率、提升景观设施的可交互以及塑造城市文化形象等方式，提高景观要素品质。植物养护方面，通过自动控制灌溉系统、排水系统、照明系统等各子系统，实现智慧灌溉<sup>14]</sup>、科学照明、病虫害防治，提升自然景观的养护效率<sup>24]</sup>；景观互动方面，结合传感器及各类机械设施对公

众游憩产生的触摸、行走等动作进行实时动态反馈<sup>25]</sup>，同时可在景观设施小品上叠加各类新能源技术（如风、光能等），甚至收集公众行走产生的电能<sup>3]</sup>，从而提升互动性并降低数字景观设施的能耗；在文化展示方面，随着可视化技术的成熟以及自媒体的兴起，具有未来感和科技感的数字景观设施成为城市新的形象符号<sup>25]</sup>，并在一定程度上向公众展示着城市的智慧发展水平<sup>26]</sup>。如成都等城市在街角广场将当地文化符号融入视觉效果夺目的裸眼三维曲面屏，从而成为人们打卡聚集的新型数字景观空间<sup>4]</sup>。随着可视化技术和机器人及自动化技术的进一步发展，静态景观要素有望逐步拓展为移动数字景观载体，如水幕展示，或基于机器人<sup>27]</sup>、无人机群<sup>5]</sup>的景观展示。这将进一步促进空间和景观要素的深入融合，实现多样化文化展示。

#### 3.1.2 空间提效

通过对景观空间进行安全监测预警、微气候调节以增强空间舒适性；通过将静态的空间干预拓展至动态时空干预，增强空间灵活性。安全预警方面，可结合语音播报、互动屏幕、LED等方式实现对极端天气、雨洪、海潮等自然灾害预警以及对公共空间使用情况的监测<sup>6]</sup>；微气候调节方面，可通过增设各类小型设施手段（如雾森制造、芳香制造、户外降噪、自动遮阳<sup>7]</sup>等）调节环境温度、太阳辐射和风向风速等<sup>28]</sup>，提升景观场所的体感舒适度；动态干预方面，将数字景观技术作为弹性的空间干预手段，通过动态空间划分，解决传统单一景观空间难以适配多种活动需求的问题<sup>29]</sup>，进而达到精准匹配供需的目的。具体的设计手段上，可通过灯光等软性分割界面代替硬质界面对特定活动空间进行界定<sup>8]</sup>，实现景观空间的错峰调整<sup>9]</sup>；也可植入小型模块化可移动空间进行空间划分，置入零售、办公等多元功能，满足公共景观空间内的临时性、私密性的需求<sup>9]</sup>。此外，公众可利用移动端程序共同参与景观空间管理。

### 3.2 虚拟景观场所营造

该场景强调利用数字景观技术创造虚拟的景观要素，形成虚实融合的新型景观空间，以满足未来公众的新型数字化需求（图5）。

一方面,景观要素作为视觉审美对象<sup>[30]</sup>,反映着特定时代的艺术风格以及公众的审美追求。面对当下艺术潮流向数字艺术转变的趋势<sup>[26]</sup>,各类可视化技术本身也成为一种新型人工景观要素,并起到聚集人群、激发活动的作用。另一方面,数字景观技术有望成为实体和虚拟空间的桥梁,以满足公众线上线下混合的数字化生活方式和实时实地的社交互动需求。根据公众参与虚拟景观互动的形式及涉及技术的不同,可将虚拟景观场所营造方式分为以实体参与的“虚拟体验”和借助移动端参与的“现实增强”。其中前者将虚拟景观投影覆盖在实体景观空间上,使公众沉浸在虚拟空间中;而“现实增强”则将虚拟景观添加在实体空间中,达成基于公众实体位置的数字增强,使公众同时感受实体和虚拟2个空间<sup>[31]</sup>。

### 3.2.1 虚拟体验

在特定场所中预先安装固定装置,营造虚拟景观,以达到沉浸体验的效果。固定装置使用多种传感器和视频监控感知公众行为,并利用可视化技术创造逼真的三维形象,再通过视、听、触觉等方式反馈公众。如 teamLab“水粒子世界”项目<sup>®</sup>利用全息投影技术模拟瀑布形态投影于空间表面,依据公众站立位置改变水粒子的流向。此类技术虽已应用于文化遗产保护与历史展示等领域<sup>[32]</sup>,但其对光线要求较高且设备昂贵,更适用于室内虚拟景观空间的营造。室外空间则需要更加便捷和低成本的设计,如 LAX 团队利用架设于路灯上的投影仪与公众互动<sup>®</sup>。

### 3.2.2 现实增强

借助移动设备小程序或其他穿戴式设备,数字景观技术可以通过叠加虚拟景观实现对实体景观空间的增强。相比固定设施,小型设备更有助于促进分散化的个体参与互动。如在游戏 Pokémon GO 中,角色以数字模拟方式出现在手机或平板等移动设备拍摄的真实场景中,结合 GPS 定位引导玩家在实体空间中移动,并可在物理环境中与虚拟形象互动<sup>®</sup>。在游戏过程中,数字化个体与现实个体交融重叠,进一步促进了公众的线下交往行为。相比于虚拟体验,注重现实增强的相关

数字景观技术和设施具有更低的实施成本,不仅通过数字化个体的交互促进了线下交往,也可以提升线下景观空间的活力<sup>[31]</sup>。同时,摆脱实体空间约束的虚拟景观要素具有更高的灵活性,在未来可能创造出更多突破时空限制的景观空间。

## 4 数字技术驱动的城市景观实践路径

### 4.1 数字景观的实践路径

在落地实施过程中,如何确定诸多数字景观技术的优先应用规则,在不同阶段将其与空间方案结合等问题成为落地难点。因此,结合“数字景观图层”规划设计项目的实践经验,构建了“信息汇总—技术筛选—应用集成”的实践路径。

1) 结构化信息汇总。数字技术产品具有大规模工业化生产的模块化特征,而城市景观要素同样在尺度上(景观小品、建筑、街道、公园等)呈现模块化特点<sup>[33]</sup>。因此数字景观技术与空间要素的结合在于明确数字景观技术应用的空间需求,使技术应用与空间落位匹配(表1)。

2) 时空维度技术筛选。在空间维度上依据要素对既有空间的依赖或影响程度,将数字景观要素划分为结构性和附着性要素<sup>[33]</sup>。固定屏幕展示以及传感器等结构性要素均高度影响并依赖于实体空间;附着性要素如互动墙面、地面等则对原空间干预较小,其中利用分布式移动设备进行交互的方式对空间影响最小。而在时间维度上,依据技术应用的时间周期划分动态和静态要素:短期内发挥作用并动态更替的要素为动态要素,如在特殊活动期间临时性组建的沉浸式交互设施;静态要素则指长期存在难以替换的要素(图6)。在此基础上确定数字景观技术应用与城市景观空间方案结合的优先顺序,优先考虑应用结构性静态要素,再灵活植入附着性动态要素,在满足景观空间设计要求和控制成本的同时,实现景观空间的逐步低成本数字化过渡。

3) 技术应用与空间集成。对单一技术集成应用有助于进一步降低运营维护的成本,满足公众的多元需求并减少对景观空间的过度占用。在单体设施层面,可对多个数字景

表1 结构化信息示例  
Tab. 1 Examples of structured information

模块化技术应用 空间需求	具体信息示例
应用尺度	公园、广场、街道、建筑、景观小品等
空间布局及形态	点状、线状、阵列、面状等
占地面积及高度	4 m × 5 m × 3 m 等
配套设施要求	地下基础、水、电等
环境需求	人群密度、距水体距离、光线条件等
建设成本	单体造价、单位面积、单位体积造价等
维护管理要求	电力供给、防尘防水条件等

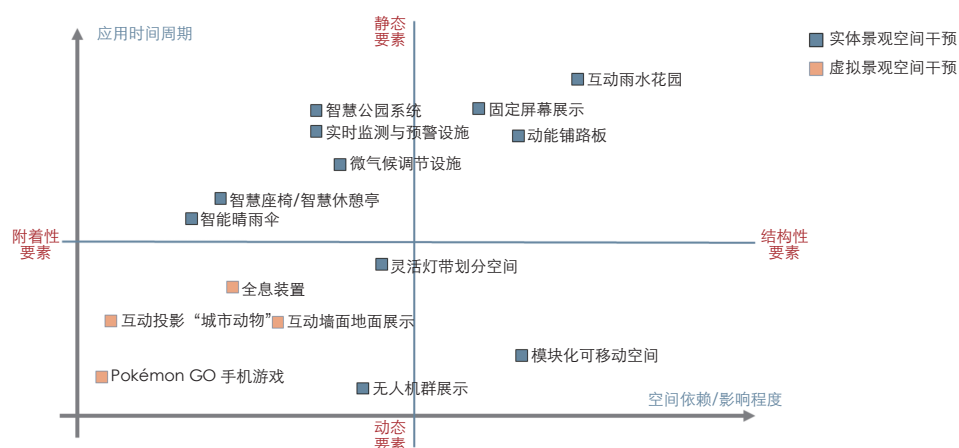
观技术进行集成,如集合环境监测、休息座椅等多功能于一体的智慧灯杆设施和智慧家具小品<sup>®</sup>等;在整体景观空间层面,可对环境、配套设施等需求相似,空间布局相同的技术进行集成布设,同时在时间层面错峰发挥效用以节约空间占用。

### 4.2 数字景观实践面临的挑战与响应策略

1) 部分数字景观技术在实践过程中存在建造、维护运营成本较高的问题,如一盏物联网智慧路灯的改造在3年甚至更久之后才能回收成本<sup>[34]</sup>。但随着技术的演进发展,数字化改造的成本有望逐渐降低,如应用具有远距离传输、低能耗特点的新型低功耗广域网络无线通信技术,大幅缩减布设成本;使用抗腐蚀损坏材料,降低维护成本。选择数字景观技术时,也应优先应用已有基础的技术。同时提升实施过程中硬件和软件的兼容性,如采用易拆卸的模块化设计等,为后期更新相关功能和增减组件提供灵活便利性。

2) 部分数字景观技术在实践过程中大规模应用的可行性较低,偏向小规模实验性质。如利用生理监测等设备采集个体生理特征反映游憩偏好,更适用于实施景观空间设计的前置研究。部分可视化技术更适用于室内空间或夜间时段,存在时间或空间的局限性,导致其在户外景观空间很难大规模推广应用。因此在实践过程中应充分考虑在地性需求,针对特定空间属性和时间条件对数字景观技术进行筛选与应用。

3) 部分数字景观设施在实践过程中存在忽视特殊人群需求的问题。在对相关项目的



6 优先级技术筛选示意  
Schematic diagram of technology prioritizing and screening

调研中可发现部分设施的互动流程复杂，在缺乏引导时难以自行互动。同时，它们对老人、儿童或社会经济地位处弱势的人群存在一定的认知或技术门槛，加剧了“数字鸿沟”现象的蔓延。未来可通过简化互动流程，提升界面友好性，或以更加直接的交互形式替代操作界面，来创造更包容的景观空间。

### 4.3 数字景观实践的未来展望

1) 数据驱动、主动挖掘的技术作用机制转向。目前物联网覆盖范围和传感设备准确性、灵敏度制约，数据的获取广度和深度仍不足。未来随着相关技术发展普及，更大的数据量将进一步扩大公众的感知维度，有望真正实现设施、公众、空间的“万物互联”。同时有助于促进公众参与景观设计过程，使作用机制从输入命令的被动交互转为数据驱动的主动交互。

2) 动态设计、虚实融合的设计行为及对象转向。数字技术手段为城市景观空间干预提供了新的方式，高频采集的数据流成为实时监测空间并分析空间问题的基础，而多样的干预手段为景观空间动态反馈和交互提供了新的途径。设计行为将随着技术应用的普及转向更加精细、动态的分析评估决策。同时，随着虚拟现实和元宇宙等技术和概念的不断发展和普及，景观设计对象将由实体景观空间转向虚实融合的景观空间。更简易的穿戴式设备与软件界面将成为接口<sup>[35]</sup>，虚拟空间内发生的行为交互也被传回实体世界，最终形成

景观环境的自我优化<sup>[36]</sup>。

3) 全链条、跨学科合作的落地实践。数字景观在应用实践中运用到多种技术手段，涉及风景园林、计算机、地理信息等多个学科领域，其建设实施过程也涉及科技公司、运营商、政府等多个主体。因此，需要突出各自优势，实现全链条、跨学科的协同合作和设计实施的一体化发展，逐步实现数字景观实践落地的标准化、集约化和精准化。

## 5 结语

在第四次工业革命颠覆性数字技术的影响下，城市景观的实践应用迎来新的机遇与挑战。本研究对数字景观技术及“感知采集—分析计算—调节交互”作用流程进行系统性梳理，并在实体和虚拟2个层面构建数字技术驱动下城市景观应用场景。不仅通过实体干预，提升空间的使用效能，并提高景观空间的交互性、文化展示性以及活动的舒适性、安全性、灵活性，也通过拓展了景观空间的时空维度，满足公众的新型数字化游憩需求。本研究进一步构建“信息汇总—优先级筛选—技术集成”的数字景观技术实践路径，通过结构化信息汇总辅助数字技术落地，时空维度综合判定技术应用优先级，并通过技术集成降低运营难度和空间占用，从而辅助城市景观空间的设计。针对部分数字景观技术在实践过程中存在成本较高、大规模应用的可行性较低、忽视特殊人群需求

等问题，研究也提出探索性策略。但景观空间的变化还受到诸如生态、低碳等相关技术发展的影响，研究仅为数字景观实践路径提供一种视角。随着技术进一步发展，景观设计的作用机制、行为与对象、落地实施路径方面也将进一步转变和完善，为营造更加人性化与智慧化的城市景观环境提供重要支持。

### 致谢 (Acknowledgments):

感谢张恩嘉、王新宇等北京城市实验室的同学作出的贡献。

### 注释 (Notes):

- ① 智慧公园系统 ([www.dreamdeck.cn](http://www.dreamdeck.cn))。
- ② 互动雨水花园 ([posts.careerengine.us/p/61417e20c21a676bc4117b9b?from=latest-posts-panel&type=title](https://posts.careerengine.us/p/61417e20c21a676bc4117b9b?from=latest-posts-panel&type=title))。
- ③ 动能铺路板 ([www.pavegen.com](http://www.pavegen.com))。
- ④ 固定屏幕展示 ([www.district.com/ART](http://www.district.com/ART))。
- ⑤ 无人机群展示 ([ars.electonica.art/futurelab/en/projects-spaxels](http://ars.electonica.art/futurelab/en/projects-spaxels))。
- ⑥ 岸边人群安全监测系统 ([venturebeat.com/ai/sightbit-deploys-ai-on-beaches-to-help-lifeguards-spot-distressed-swimmers](http://venturebeat.com/ai/sightbit-deploys-ai-on-beaches-to-help-lifeguards-spot-distressed-swimmers))。
- ⑦ 智能晴雨伞 ([www.sohu.com/a/228640081\\_474140](http://www.sohu.com/a/228640081_474140))。
- ⑧ 灵活灯带划分路权及空间 ([www.gensler.com/uploads/document/641/file/Gensler-Design-Forecast-2019.pdf](http://www.gensler.com/uploads/document/641/file/Gensler-Design-Forecast-2019.pdf))。
- ⑨ 模块化可移动空间 ([automobility.ideo.com/moving-spaces/morning-routine](http://automobility.ideo.com/moving-spaces/morning-routine))。
- ⑩ 互动墙面地面展示“水粒子世界” ([www.teamlab.art/ew](http://www.teamlab.art/ew))。
- ⑪ 互动投影“城市动物” (Urbanimals): 安设投影灯和视频监控设施, 结合动态捕捉技术捕捉人群活动 ([lax.com.pl/portfolio\\_page/urbanimals](http://lax.com.pl/portfolio_page/urbanimals))。
- ⑫ Pokémon GO 手机游戏 ([www.verdict.co.uk/pokemon-go-metaverse](http://www.verdict.co.uk/pokemon-go-metaverse))。
- ⑬ 多用智慧城市家具 ([www.specsolutions.com.au/connect/sedi](http://www.specsolutions.com.au/connect/sedi))。

### 参考文献 (References):

- [1] ZHENG L, JIANG X. On the Situation of The Urban Landscape and Development[C]//IEEE. 2009 IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design. Whenzhou: IEEE 2009, 2009: 1569-1573.
- [2] 成玉宁. 数字景观开启风景园林 4.0 时代[J]. 江苏建筑, 2021 (2): 5-8.
- CHENG Y N. Digital Landscape Opens the Era of Landscape Architecture 4.0[J]. Jiangsu Construction, 2021 (2): 5-8.
- [3] 刘頌. 数字景观的缘起、发展与应对[J]. 园林, 2015, 31 (10): 12-15.
- LIU S. The Origin, Development and Response of Digital Landscape[J]. Landscape Architecture Academic Journal, 2015, 31 (10): 12-15.
- [4] 张洋, 李长霖, 吴菲. 数字化技术驱动下的交互景观实践与未来趋势[J]. 风景园林, 2021, 28 (4): 99-104.

- ZHANG Y, LI C L, WU F. Interactive Landscape Practice and Future Trends Driven by Digital Technology[J]. Landscape Architecture, 2021, 28 (4): 99-104.
- [5] 张洋, 葛梦婷, 董孟斌, 等. 数字化背景下人机交互对景观感知的影响[J]. 风景园林, 2022, 29 (9): 48-54.
- ZHANG Y, GE M T, DONG M B, et al. The Influence of Human-Computer Interaction on Landscape Perception in the Digital Context[J]. Landscape Architecture, 2022, 29 (9): 48-54.
- [6] 曹静, 何汀滢, 陈箐. 基于智能交互景观体验增强设计[J]. 景观设计学, 2018, 6 (2): 30-41.
- CAO J, HE T Y, CHEN Z. Application of Intelligent-Interaction Based Landscape Experience Augmentation Landscape[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2018, 6 (2): 30-41.
- [7] 匡纬. “人机交互技术”支持下的“动态”景观设计未来[J]. 风景园林, 2016, 23 (2): 14-19.
- KUANG W. Future Dynamic Landscape Design Based on “Human Computer Interaction”[J]. Landscape Architecture, 2016, 23 (2): 14-19.
- [8] 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, 40 (9): 97-104.
- HE L H. Restructuring and Design of Urban Public Space Under Internet Environment[J]. City Planning Review, 2016, 40 (9): 97-104.
- [9] 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 E J, LONG Y. Spatial Intervention, Place Making and Digital Innovation: Design Transformation Driven by Disruptive Technologies[J]. Planners, 2020, 36 (21): 5-13.
- [10] 刘颂, 张桐恺, 李春晖. 数字景观技术研究应用进展[J]. 西部人居环境学刊, 2016, 31 (4): 1-7.
- LIU S, ZHANG T K, LI C H. Review on Application of Digital Landscape Architecture Technology[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2016, 31 (4): 1-7.
- [11] 成实, 张潇涵, 成玉宁. 数字景观技术在中国风景园林领域的运用前瞻[J]. 风景园林, 2021, 28 (1): 46-52.
- CHENG S, ZHANG X H, CHENG Y N. Prospect of the Application of Digital Landscape Technology in the Field of Landscape Architecture in China[J]. Landscape Architecture, 2021, 28 (1): 46-52.
- [12] MATSUOKA R H, KAPLAN R. People Needs in the Urban Landscape: Analysis of Landscape and Urban Planning Contributions[J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 84 (1): 7-19.
- [13] KATZ J E. Mobile Communication and the Transformation of Daily Life: The Next Phase of Research on Mobiles[J]. Knowledge, Technology & Policy, 2006, 19 (1): 62-71.
- [14] YU H. The Publicness of an Urban Space for Cultural Consumption: The Case of Pingjiang Road in Suzhou[J]. Communication and the Public, 2017, 2 (1): 84-101.
- [15] 张恩嘉, 龙瀛. 面向未来的数据增强设计: 信息通信技术影响下的设计应对[J]. 上海城市规划, 2022 (3): 1-7.
- ZHANG E J, LONG Y. Data Augmented Design for the Future Urban Space: Design Responses Influenced by Information and Communication Technology[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2022 (3): 1-7.
- [16] 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.
- YANG B J. The Loss and Revival of Urban Space[J]. Urban Planning Forum, 2006 (6): 9-15.
- [17] ALBEERA H A. The Future of Public Space: How to Measure Active Public Space in the Digital Era[M]. Nottingham: Nottingham Trent University (United Kingdom), 2019.
- [18] BAGDIKIAN B H. Media Monopoly[C]//RITZER G. The Blackwell Encyclopedia of Sociology. Pondicherry: Blackwell Pub, 2007: 2895-2899.
- [19] 陈箐, 刘颂. 基于可穿戴传感器的实时环境情绪感受评价[J]. 中国园林, 2018, 34 (3): 12-17.
- CHEN Z, LIU S. Real-Time Environmental Affective Experience Assessment via Wearable Sensors[J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, 34 (3): 12-17.
- [20] 李方正, 李婉仪, 李雄. 基于公交刷卡大数据分析的城市绿道规划研究: 以北京市为例[J]. 城市发展研究, 2015, 22 (8): 27-32.
- LI F Z, LI W Y, LI X. Research on Urban Greenway Planning Based on Big Data of Bus Smart Card[J]. Urban Development Studies, 2015, 22 (8): 27-32.
- [21] 师卫华, 季珏, 张璇, 等. 城市园林绿化智慧管理体系及平台建设初探[J]. 中国园林, 2019, 35 (8): 134-138.
- SHI W H, JI J, ZHANG Y, et al. Discussion on the Intelligent Management System and Platform Construction of Urban Landscaping[J]. Chinese Landscape Architecture, 2019, 35 (8): 134-138.
- [22] 郭湧. 论风景园林信息模型的概念内涵和技术应用体系[J]. 中国园林, 2020, 36 (9): 17-22.
- GUO Y. On the Concept and Technology Application System of Landscape Information Modeling[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36 (9): 17-22.
- [23] 高婧, 王龙意. 数字化技术在园林景观设计中的表达与应用[J]. 北京规划建设, 2022 (4): 113-116.
- GAO D, WANG L Y. Expression and Application of Digital Technology in Landscape Design[J]. Beijing Planning Review, 2022 (4): 113-116.
- [24] 张洋, 夏舫, 李长霖. 智慧公园建设框架构建研究: 以北京海淀公园智慧化改造为例[J]. 风景园林, 2020, 27 (5): 78-87.
- ZHANG Y, XIA F, LI C L. Research on the Construction Framework of Smart Park: A Case Study of Intelligent Renovation of Beijing Haidian Park[J]. Landscape Architecture, 2020, 27 (5): 78-87.
- [25] 抖音, 头条指数, 清华大学城市品牌研究室. 短视频与城市形象研究白皮书[EB/OL]. (2018-09-11) [2022-12-10]. [http://pdf.dfcfw.com/pdf/H3\\_AP201809161196406458\\_1.pdf](http://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP201809161196406458_1.pdf).
- Tik Tok, Toutiao Index, Chinese Branding Studio Tsinghua University. White Paper on Short Video and Urban Image Research. [EB/OL]. (2018-09-11) [2022-12-10]. [http://pdf.dfcfw.com/pdf/H3\\_AP201809161196406458\\_1.pdf](http://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP201809161196406458_1.pdf).
- [26] LITWIN K, STOCK W G. Signaling Smartness: Smart Cities and Digital Art in Public Spaces[J]. Journal of Information Science Theory and Practice, 2020, 8 (1): 20-32.
- [27] HOGGENMUELLER M, HESPANHOL L, WIETHOFF A, et al. Self-Moving Robots and Pulverised Urban Displays: Status Quo, Taxonomy, and Challenges in Emerging Pervasive Display Research[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2020: 1-17.
- [28] 庄晓林, 段玉侠, 金荷仙. 城市风景园林小气候研究进展[J]. 中国园林, 2017, 33 (4): 23-28.
- ZHUANG X L, DUAN Y X, JIN H X. Research Review on Urban Landscape Micro-Climate[J]. Chinese Landscape Architecture, 2017, 33 (4): 23-28.
- [29] BADEL F, BAEZA J L. Digital Public Space for A Digital Society: A Review of Public Spaces in the Digital Age[J]. ArtGRID-Journal of Architecture Engineering and Fine Arts, 2021, 3 (2): 127-137.
- [30] 俞孔坚. 景观的含义[J]. 时代建筑, 2002 (1): 14-17.
- YU K J. Meanings of Landscape[J]. Time + Architecture, 2002 (1): 14-17.
- [31] CHEN K, GONSALVES K, GUARALDA M, et al. Towards a Typology for Playable Digital Interventions in Urban Public[C]//IEEE. 2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct). Beijing: IEEE, 2019: 455-459.
- [32] 尚晋. 再现建筑遗产 数字复原圆明园[J]. 中国文化遗产, 2013 (3): 55-59.
- SHANG J. Reconstruction of Architectural Heritage Digital Restoration of the Yuanming Yuan[J]. China Cultural Heritage, 2013 (3): 55-59.
- [33] 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 Q, QIAN Z H, HUANG D F, et al. Modularized Organization Logic of Smart City Spatial Products Driven by Technology[J]. Urban Planning International, 2022, 37 (4): 83-91.
- [34] 郝建维, 李国云. 智慧路灯是新型智慧城市传感集成的最佳载体[J]. 电子世界, 2021 (7): 148-149.
- HAO J W, LI G Y. Smart Street Lamp is the Best Carrier of Sensor Integration in the Construction of New Smart City[J]. Electronics World, 2021 (7): 148-149.
- [35] 施里克曼. 走向远方: 新工具与新技术在景观设计领域的应用测试[J]. 景观设计学, 2019, 7 (2): 84-91.
- SCHLICKMAN E. Going Afield: Experimenting with Novel Tools and Technologies at the Periphery of Landscape Architecture[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2019, 7 (2): 84-91.
- [36] 弗里克. 推进沉浸式数据交互的虚拟现实技术[J]. 景观设计学, 2019, 7 (2): 153-159.
- FRICKER P. Virtual Reality for Immersive Data Interaction[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2019, 7 (2): 153-159.

#### 图表来源(Sources of Figures and Table):

图表均由作者绘制。

(编辑 / 王一兰)

#### 作者简介:

梁佳宁 / 女 / 清华大学建筑学院在读硕士研究生 / 研究方向为智慧城市

李文竹 / 女 / 博士 / 清华大学建筑学院在站博士后 / 研究方向为城市设计与城市分析  
通信作者邮箱: LiWenzhuArch@163.com

李伟健 / 男 / 清华大学建筑学院在读硕士研究生 / 研究方向为智慧城市

龙瀛 / 男 / 博士 / 清华大学建筑学院副教授 / 研究方向为城乡规划技术科学

LIANG J N, LI W Z, LI W J, LONG Y. Application Scenario and Practice Path of Urban Landscape Driven by Digital Technology[J]. Landscape Architecture, 2023, 30(7): 29-35. DOI: 10.12409/j.fjyl.202212110694.

# Application Scenario and Practice Path of Urban Landscape Driven by Digital Technology

LIANG Jianing, LI Wenzhu\*, LI Weijian, LONG Ying

## Abstract:

**[Objective]** The transformation of urban landscape in the fourth industrial revolution is crucial under the impact of disruptive digital technologies. The changing public recreational demands require a mix of online and offline interactions and public-private collaboration. Urban landscape can be transformed with the integration of digital technologies, which adds an information dimension to the existing social and physical dimensions. The urban landscape driven by digital technology ushers in the development characteristics of "transforming from subjective design to objective response, from static display to dynamic interaction, and from real space to virtual-real symbiosis". Designers need to use urban landscape as a platform to facilitate new forms of social interaction through digital technology. While the application of digital technology in urban landscape has been discussed, most discussions mainly focus on specific practice in landscape planning and design. In view of this, this research aims to propose a systematic approach to identifying the specific development characteristics and application scenarios of digital landscape technology and the practice path for merging digital landscape technology with landscape space design schemes.

**[Methods]** With a focus on urban landscape space directly related to the public's daily life, this research sorts out relevant theoretical research and practical progress worldwide in combination with "digital landscape layer" project that serves as the basis for practical planning and design.

**[Results]** First, this research provides a systematic summary of digital landscape technologies, focusing on their functioning process of "sensory acquisition – analytical calculation – adjustment interaction". Such technologies involve both physical and virtual landscape spaces and consider both physical elements and social humanity. Second, the research constructs the application scenarios of urban landscape driven by digital technology. Considering the differences in the forms of landscape spaces and elements and in the selection and application scenarios of digital landscape technologies, the research divides the application scenarios into "physical landscape space intervention" and "virtual landscape place making", which respectively focus on physical and virtual landscape spaces and elements, but both follow the technical functioning process of "sensory acquisition – analytical calculation – adjustment interaction". The process of physical intervention involves analyzing the natural ecological conditions of landscape elements and the usage patterns of physical spaces, summarizing multi-source heterogeneous data, and analyzing and diagnosing the collected data through intelligent computing to identify objective laws or predict spatial changes. The ultimate aim is to obtain the best optimization strategy for physical landscape elements and spaces, and to implement targeted interactive adjustments to improve the quality of landscape elements and enhance the efficiency of space use. The application scenario

of "virtual landscape place making" emphasizes the use of digital landscape technology to create virtual landscape elements, giving birth to a new type of landscape space that seamlessly integrates reality and virtuality to meet the changing digital needs of the public. The making of virtual landscape place is based on the form of public participation in virtual landscape interaction and various technologies involved, which can be categorized into "virtual experience" with physical participation and "reality enhancement" through mobile participation. Third, the research proposes a practice path for digital landscape technology, which involves aggregating structured information for application of each technology, determining their application priority in the spatiotemporal dimension, and reducing the number of digital technologies through integration to minimize operational difficulty and spatial occupation. Therefore, a proposed practice path for the implementation of digital technologies is "information aggregation – priority screening – technology integration". Finally, the research analyzes and summarizes the current challenges faced by the application and practice of digital landscape technology. For the costly implementation of some digital landscape technologies in practice, priority should be given to the application of existing basic technologies, the improvement of the compatibility of hardware and software in the implementation process, etc. For the low feasibility of large-scale application of some digital landscape technologies in practice, it is supposed to fully consider local needs, and screen and apply such technologies in combination with specific spatial attributes and temporal conditions. For the ignoring of the needs of special groups by some digital landscape facilities in practice, it is supposed to simplify the interactive process and improve the interface friendliness of such facilities.

**[Conclusion]** This research provides a systematic summary of the development characteristics of digital landscape technologies and their application scenarios for urban landscape space. It highlights the practice path for integrating such technologies with landscape space design schemes, and addresses the challenges faced. With the continuous advancement of technology, landscape design mechanisms are expected to shift towards data driving and active mining, design behavior will become more dynamic, and the creation of landscape spaces will integrate both reality and virtual reality. The implementation process of digital landscape technology will also become more precise, automatic and standardized through interdisciplinary cooperation and practice. Ultimately, these advancements will contribute to the creation of a more intelligent and humane urban landscape environment.

**Keywords:** digital landscape; landscape architecture; public demand; landscape design; future city

## Authors:

LIANG Jianing is a master student in the School of Architecture, Tsinghua University. Her research focuses on smart city.

LI Wenzhu, Ph.D., is a postdoctoral researcher in the School of Architecture, Tsinghua University. Her research focuses on urban design and urban analytics.

Corresponding author Email: LiWenzhuArch@163.com

LI Weijian is a master student in the School of Architecture, Tsinghua University. His research focuses on smart city.

LONG Ying, Ph.D., is an associate professor in the School of Architecture, Tsinghua University. His research focuses on technical science of urban and rural planning.