

## 数字孪生助推城市更新数字化发展的探究

鲁晓宁<sup>1</sup> 薛亚培<sup>2</sup>

1. 九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

2. 河北金石建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 随着城市化进程的不断加快, 城市更新成为解决城市发展问题、提升城市竞争力的重要手段。然而, 传统的城市更新方法往往面临信息不对称、资源配置不合理、管理效率低下等问题。文中探讨数字孪生技术在城市更新中的应用场景和效益, 分析其在优化产业布局、改善设计质量、增强服务体验和支持决策制定等方面的作用, 为城市更新的数字化转型提供理论和实践参考。

**[关键词]** 数字孪生; 城市更新; 数字化

DOI: 10.33142/ucp.v1i2.13615

中图分类号: TU984

文献标识码: A

### Exploration on Digital Twins Promoting the Digital Development of Urban Renewal

LU Xiaoning<sup>1</sup>, XUE Yapei<sup>2</sup>

1. Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

2. Hebei Jinshi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the continuous acceleration of urbanization, urban renewal has become an important means to solve urban development problems and enhance urban competitiveness. However, traditional urban renewal methods often face problems such as information asymmetry, unreasonable resource allocation, and low management efficiency. The article explores the application scenarios and benefits of digital twin technology in urban renewal, analyzes its role in optimizing industrial layout, improving design quality, enhancing service experience, and supporting decision-making, providing theoretical and practical references for the digital transformation of urban renewal.

**Keywords:** digital twins; urban renewal; digitization

#### 引言

城市更新是指通过对城市中老旧和低效用地、基础设施、建筑等进行改造和优化, 提高城市整体功能和品质的过程。随着城市发展步入存量更新阶段, 城市更新的重要性日益凸显。然而, 传统的城市更新方式存在诸多挑战, 如数据不全面、信息孤岛现象严重、决策缺乏科学依据等, 制约了城市更新的效率和效果。数字孪生技术通过构建城市虚拟模型, 实现对城市全要素、全生命周期的数字化管理和应用, 为破解城市更新难题提供了新的思路。

#### 1 数字孪生和城市更新

##### 1.1 研究背景

数字孪生技术(Digital Twin)是物联网、云计算、大数据和人工智能等多种技术的融合, 它通过建立与现实世界相对应的数字模型, 实现对物理实体的实时监控和模拟。城市更新是指对旧城区进行改造和重建, 以改善居住环境、提升城市功能和促进经济发展。随着城市化进程的不断推进, 城市更新的需求愈加迫切, 但传统的更新方式往往面临着诸多挑战, 如数据缺乏、设计滞后、资源浪费等。数字孪生技术为解决这些问题提供了新的可能。

##### 1.2 城市更新的难题

城市更新过程中常见的难题主要包括: ①数据获取和

管理困难: 城市中的各类数据来源广泛且复杂, 传统方法难以高效收集和管理这些数据。②设计和规划滞后: 传统的城市规划和设计方法往往难以快速响应城市发展的动态需求。③资源浪费和管理不善: 由于缺乏精细化管理手段, 城市更新过程中容易出现资源浪费和管理不善的问题。④决策支持不足: 缺乏全面的数据和分析工具, 决策制定往往依赖经验, 难以实现科学化和精准化。

##### 1.3 核心目标和意义

核心目标是以数字孪生为代表的数字化技术为切入点, 破解城市区域经济发展、城市规划治理、民生服务等方面的难题, 探究城市更新数字化转型的路径, 实现数字化经营、数字化管理和数字化服务。通过充分利用云计算、大数据、人工智能、物联网、BIM(建筑信息模型)、CIM(城市信息模型)等先进技术, 构建数字孪生平台和系统, 实现信息共享和业务协同。图1数字孪生技术助推城市更新的逻辑关系图展示了数字孪生技术在城市更新中的核心逻辑关系。随着城市建设节奏的放缓, 城市的有机更新更加关注技术的创新和前期对投资成本的管控。通过加强与行业伙伴、技术服务商和科研院所的合作, 打造数字化设计、智能化建造、智慧化运营的“三化支撑”体系, 数字孪生技术在城市更新中发挥了重要作用。



图1 数字孪生技术助推城市更新的逻辑关系图

数字孪生技术在城市更新中,通过实现全生命周期管理、全要素管理、全客户群服务和全产业链战略,推动城市更新的全面发展。数字技术与产业的深度融合,不仅提升了城市更新的数字化水平和竞争力,还优化了战略布局和资源配置,保持战略的灵活性和适应性。

## 2 城市更新背景下数字孪生应用场景

数字孪生技术可以在城市空间规划的各个方面提供支持,通过建立城市区域的全生命周期数字孪生城市更新平台和打造 BIM 的数字化建造场景,帮助实现可视化的城市数据表示、多方案比选和分析、规范审批依据和底图管理、跨部门信息沟通协调等,为城市规划和审批提供了更高效、准确和可靠的工具和方法,形成高真实感的建筑设计方案虚拟仿真会商系统。图2 基于 BIM 的城市更新的数字化应用场景展示了具体的应用场景。



图2 基于 BIM 的城市更新的数字化应用场景

数字孪生可以在城市管理不同阶段提供支持,从推进城市发展、全生命周期的城市更新管理、实现事前预防预警、事中实时数据监控、事后数据统计和优化,能够提供更全面、科学和可持续的城市管理解决方案,并促进城市的可持续发展和提升居民的生活质量。将城市运营管理精细到 BIM 模型与 BIM 数据的模数一致的级别。在科技创新驱动的大背景下,搭建数字孪生城市更新平台、大数据精准招商,加大对新产业、新技术、新业态、新模式的关注和投入力度,将数字孪生技术应用到营销展示、沙盘推演、楼宇经济、租售管控等环节,提升招商、宣讲工作效率,成为城市更新品牌展示的强有力工具。

具体的场景应用有以下几类:①构筑城市片区数字孪生基座,推动城市更新:通过数字孪生技术构建城市片区的数字基础,全面推动城市更新的各个方面。利用数字孪生平台进行实时数据的采集、分析和应用,为城市更新提供可靠的数据支撑和科学的决策依据。②基于倾斜摄影测量的 BIM 建模技术:利用倾斜摄影测量技术进行 BIM 建模,可以快速获取高精度的三维城市模型,帮助城市规划者和设计者更好地进行规划和设计工作。③BIM 逆向建模:通过 BIM 逆向建模技术,对已有建筑进行精确的三维建模,帮助实现老旧建筑的数字化管理和更新改造。④高精度的空间数据可视化及规划方案决策:数字孪生技术可以提供高精度的空间数据可视化工具,帮助城市规划者进行方案的比选和决策,提高规划的科学性和合理性。⑤高真实感的建筑设计方案虚拟仿真会商系统:利用虚拟现实技术进行建筑设计方案的仿真会商,帮助设计者和决策者更直观地理解和评估设计方案,提高设计质量和决策效率。⑥基于 BIM 的装配式建筑研究和实践:通过 BIM 技术进行装配式建筑的研究和实践,提升建筑施工的效率和质量,推动建筑行业的现代化发展。⑦初步搭建城市片区协同创新平台:建立城市片区协同创新平台,实现各类信息的共享和业务的协同,提高城市管理和服务的效率。⑧打造城市区域工程建设的地图:利用数字孪生技术打造城市区域工程建设的地图,提供工程建设的实时监控和管理工具,提升工程建设的透明度和管理水平。⑨基于数字孪生的项目运维管理系统:通过数字孪生技术建立项目运维管理系统,实现项目的全生命周期管理,提高项目运维的效率和质量。⑩BIM 推动建筑工程的产业数字化发展: BIM 技术推动建筑工程的产业数字化发展,通过数字化手段提升建筑工程的设计、施工和管理水平。⑪BIM 数据支撑数字孪生城市建设:利用 BIM 数据支撑数字孪生城市建设,实现城市各类数据的互联互通和综合应用,提升城市管理和服务的水平。⑫推进 BIM 为基础的建筑产业互联网平台建设:以 BIM 为基础,推进建筑产业互联网平台的建设,实现建筑产业的数字化、网络化和智能化发展。⑬打造大会员体系推动城市更新活力升级:通过打造大会员体系,提升城市更新的活力和居民的参与度,促进城市的可持续发展<sup>[1]</sup>。⑭数字化赋能项目科学管理及智慧运营:通过数字化技术赋能项目的科学管理和智慧运营,提升项目的管理水平和运营效率。⑮数字孪生助力“零碳建筑、低碳园区”建设:利用数字孪生技术推动零碳建筑和低碳园区的建设,实现城市的绿色发展和可持续发展。

## 3 数字孪生应用场景的数据管理

数字孪生技术通过对城市中的各类数据进行采集、存储、处理和分析,为城市的规划、建设、管理和运营提供了强有力的支撑。数据采集是数字孪生数据管理的首要环节,通过多种手段获取城市中的实时数据。传感器网络是

数据采集的重要方式,广泛布设在城市的各个角落,包括交通监控摄像头、环境监测传感器、建筑物内部的各种检测仪器等。这些传感器可以实时采集交通流量、空气质量、温度、湿度、噪声等数据。此外,无人机、卫星遥感等高科技设备也被用来进行数据采集,尤其是在建筑物的三维建模和地理信息的获取方面,提供了高精度的空间数据。移动设备和社交媒体数据的利用也是一种新兴的采集方式,通过对移动信号和用户生成内容的分析,获取人流分布、热点区域等信息。在数据采集完成后,由于数据量大且复杂,传统的存储和处理方式已经无法满足需求。云计算技术的应用为数据存储提供了强大的支持,云端存储不仅容量大,而且便于数据的快速检索和调用。对于数据处理,大数据技术和人工智能算法的应用显得尤为重要。通过大数据技术对海量数据进行清洗、分类和整合,保证数据的准确性和一致性。人工智能算法则用于数据的深入分析和挖掘,从中提取出有价值的信息。例如,通过机器学习算法分析交通流量数据,预测未来的交通拥堵情况,从而优化交通管理方案;通过深度学习技术分析建筑物传感器数据,预判建筑物的健康状态,提前进行维护和修缮。数据共享和交换是数字孪生数据管理中的重要环节,旨在打破信息孤岛,实现数据的互联互通。数字孪生技术通过建立统一的数据交换平台,使得各部门、各系统之间的数据能够无缝对接,提升数据利用效率。例如,城市规划部门的数据可以与交通管理部门的数据共享,形成一个综合的数据分析平台,为城市整体规划提供科学依据。在数据共享的过程中,标准化的数据格式和接口协议是关键,通过制定统一的数据标准,保证不同来源、不同格式的数据能够在同一平台上进行整合和分析。随着数据量的增加和数据应用范围的扩展,数据的安全风险也在不断增加。数字孪生技术通过多种手段保障数据的安全性,包括数据加密、访问控制和数据备份等<sup>[2]</sup>。在数据传输过程中,采用先进的加密技术,防止数据被窃取和篡改;在数据存储过程中,通过严格的访问控制机制,确保只有授权人员才能访问敏感数据;通过定期的数据备份,防止数据丢失和损坏。同时,隐私保护也是数据管理的重要内容,特别是涉及到个人信息的数据。通过数据脱敏技术,在保证数据可用性的前提下,保护个人隐私,防止个人信息泄露。

## 4 数字孪生在城市更新的效益分析

### 4.1 优化产业布局

数字孪生技术通过对城市各个区域的经济活动、人口流动、资源分布等数据的实时采集和分析,帮助城市规划者和管理者全面了解城市的产业现状和发展趋势,从而优化产业布局。数字孪生技术可以对城市各个产业的空间分布进行精细化分析。通过对企业注册信息、工业生产数据、商业活动数据等进行综合分析,识别出产业集群和经济热点区域。这样,城市管理者可以根据实际情况,对不同区

域的产业进行合理的布局和调整,避免产业布局的过度集中或分散,提升城市的经济效益和竞争力。数字孪生技术可以对城市基础设施的使用情况进行监测和评估。通过对交通流量、电力使用、供水情况等数据的实时监测,识别出基础设施的瓶颈和薄弱环节。城市管理者可以据此制定基础设施建设和改造计划,优化资源配置,提高基础设施的利用效率,支撑产业的发展。数字孪生技术还可以帮助城市吸引和培育新兴产业。通过对全球产业发展趋势和技术创新的动态监测,城市管理者可以及时了解新兴产业的发展方向和市场需求,制定相应的产业扶持政策,吸引高新技术企业和创新型企业落户,推动产业结构的优化升级。

### 4.2 改善设计质量

数字孪生技术在城市设计中的应用,可以显著改善设计质量,提高设计的科学性和合理性。数字孪生技术通过三维建模和虚拟现实技术,提供高精度的城市三维模型,帮助设计者更直观地进行设计工作。设计者可以在虚拟环境中对建筑物、道路、绿地等进行设计和调整,实时查看设计效果,进行多方案比选,选择最优的设计方案。这不仅提高了设计效率,还避免了设计过程中的盲目性和随意性。通过对设计方案进行风环境、日照、交通流量等方面的模拟分析,识别出设计方案的优缺点,进行优化调整。例如,通过风环境模拟,可以优化建筑物的布局,减少风对行人的不利影响;通过交通流量模拟,可以合理规划道路和停车场,减少交通拥堵,提高交通效率。数字孪生平台,不同专业的设计者可以在同一平台上进行设计和交流,实现设计信息的共享和实时更新,避免了传统设计方式中因信息不对称和沟通不畅而导致的设计错误和返工,提高了设计质量和效率。

### 4.3 增强服务体验

数字孪生技术在城市服务中的应用,显著增强了市民的服务体验,提高了城市的服务水平。通过数字孪生平台,市民可以实时获取交通、医疗、教育等方面的信息,享受更加便捷和高效的公共服务。例如,通过智能交通系统,市民可以实时查看交通路况,规划最佳出行路线;通过智能医疗系统,市民可以在线预约挂号,减少排队时间,提高医疗服务的便利性。通过对城市各类数据的实时监测和分析,数字孪生技术可以及时发现和预警突发事件,如自然灾害、交通事故、火灾等。城市管理者可以根据实时数据,迅速制定和执行应急预案,减少突发事件对市民生活的影响,提高城市的应急响应能力。通过对空气质量、水质、噪声等环境数据的实时监测,数字孪生技术可以及时发现环境问题,进行治理和改善。例如,通过空气质量监测,可以及时采取措施,减少污染物排放,改善空气质量;通过水质监测,可以及时发现水污染源,进行处理和净化,保障市民的饮水安全。

### 4.4 支持决策制定

数字孪生技术为城市管理者提供了强大的决策支持

工具,提升了决策的科学性和准确性。通过对交通、能源、环境、经济等各方面数据的实时采集和分析,数字孪生技术可以全面掌握城市的运行状况,识别出存在的问题和风险。城市管理者可以根据这些数据,制定科学的决策,提高城市管理的效率和效果。通过对城市各类数据的分析和建模,数字孪生技术可以模拟不同决策方案的实施效果,预测其对城市运行的影响。城市管理者可以根据模拟和预测结果,选择最优的决策方案,减少决策的不确定性和风险<sup>[3]</sup>。例如,通过交通流量模拟,可以预测不同交通管理方案的效果,选择最优的方案,减少交通拥堵;通过经济数据分析,可以预测不同产业政策的效果,制定科学的产业发展策略,促进城市经济的可持续发展。通过数字孪生平台,不同部门的管理者可以在同一平台上进行数据共享和信息交流,协同制定和执行决策。例如,在应对自然灾害时,城市管理、交通管理、消防部门等可以通过数字孪生平台共享灾害信息,协同制定和执行应急预案,提高应急管理的效率和效果。

## 5 结语

通过构建虚实融合的数字孪生城市,数字孪生技术不仅提高了城市规划、建设、管理和服务的效率,还在优化产业布局、改善设计质量、增强服务体验和支持决策制定等方面发挥了重要作用。未来,随着技术的不断进步和应

用的深入,数字孪生技术将在城市更新中发挥越来越重要的作用。城市管理者应积极拥抱这一技术,加强与行业伙伴、技术服务商和科研院所的合作,构建完善的数字孪生平台,实现信息共享和业务协同,推动城市的智能化、数字化和可持续发展。

## [参考文献]

[1] 韩涛,郭曦.从文化孪生到技术孪生再到数字孪生——基于大历史观的数字孪生城市逻辑考察[J].上海城市规划,2023,12(5):31-35.

[2] 荆玲玲,李晓旭.“城市治理”与“智慧城市”的交互文献计量及发展思路进路[J].边疆经济与文化,2024,12(3):12-17.

[3] 韩青,林海,杨瀚霆,等.崂山区“慧”思考的城市信息模型(CIM)基础平台[J].中国建设信息化,2024,11(12):82-86.

作者简介:鲁晓宁(1991.5—),毕业院校:河北大学,所学专业:建筑学,当前就职单位:九易庄宸科技(集团)股份有限公司,职务:主创建筑师,职称级别:工程师;薛亚培(1989.8—),毕业院校:河北大学,所学专业:建筑学,当前就职单位:河北金石建筑设计有限公司,职务:主创建筑师,职称级别:工程师。