 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i8.7031

Digital twin-driven research on the construction and path optimization of the intelligent information planning system for smart cities

Xin Lin

Chongqing Municipal Information and Communication Consulting Design Institute Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract

The new smart city is a major decision made by the Party Central Committee and the State Council based on the actual situation of China'sization and new urbanization development, and it is an important grasp to promote the development of smart society. The "14th Five-Year Plan" outline clearly States: "ote the innovation of urban and rural development and governance mode with digitalization, and comprehensively improve the efficiency of operation and livability. Classified and classified promotion of new smart city, the Internet of Things perception facilities, communication systems and other public infrastructure planning and construction, and promote the application of the Internet of Things in municipal public utilities, buildings and other, and intelligent transformation." Under the guidance of policies, this article first analyzes the core connotation of digital twin and the advantages of digital twin-driven smart city intelligent informization, then focuses on the construction and path optimization of the planning system of digital twin enabling smart city intelligent informatization, hoping to serve the overall situation of national new urbanization digital economy development.

Keywords

Digital twin; Smart city; Intelligentization; Informatization; Planning system.

数字孪生驱动的智慧城市智能化信息化规划体系构建与路径优化研究

林鑫

重庆市信息通信咨询设计院有限公司，中国 · 重庆 400000

摘　要

新型智慧城市是党中央、国务院立足于我国信息化和新型城镇化发展实际而做出的重大决策，是推进智慧社会发展的重要抓手。“十四五”规划纲要明确提出“以数字化助推城乡发展和治理模式创新，全面提高运行效率和宜居度。分级分类推进新型智慧城市建设，将物联网感知设施、通信系统等纳入公共基础设施统一规划建设，推进市政公用设施、建筑等物联网应用和智能化改造”。在政策导向下，文章先解析数字孪生的核心内涵与数字孪生驱动智慧城市智能化信息化的优势维度，后聚焦数字孪生赋能智慧城市智能化信息化规划体系构建与路径优化，期望为国家新型城镇化与数字经济发展大局服务。

关键词

数字孪生；智慧城市；智能化；信息化；规划体系

1 引言

我国城镇化建设进入高质量发展阶段，城市承载着人口、产业、资源等重要使命，面临优化空间布局、提升治理效率等多重挑战，迫切需要信息化、智能化规划手段。随着信息技术的飞速发展，数字孪生作为一种新兴技术，可为智慧城市建设提供智能化、高效化的解决方案。因此，数字孪生驱动的智慧城市智能化信息化规划体系构建与路径优化研究具有重要的现实意义。

【作者简介】林鑫（1984–），男，中国四川仪陇人，本科，高级工程师，从事智能化，信息化规划、咨询设计研究。

2 数字孪生的核心内涵解析

数字孪生作为深度融合物理世界与虚拟空间的技术范式，具有丰富的内涵。具体而言，体现在多维度映射、全生命周期交互与智能协同优化的有机统一。以建模与仿真引擎为依托，生成高保真虚拟镜像，再借助边缘计算与云计算技术，达成数据的实时交互与处理，最终形成 “物理实体 + 虚拟模型 + 数据链路 + 应用服务” 的闭环系统。

其本质特征具有一致性与可计算性。一致性要求虚拟模型在几何形态、物理属性、行为规律等方面始终同步物理实体；可计算性将多物理场耦合算法与机器学习模型嵌入其

中，赋予虚拟镜像预测、诊断与推演能力。相较于传统数字建模，数字孪生不再局限于静态映射，而是通过实时数据驱动动态演化虚拟模型，形成“感知+建模+分析+决策+执行”的迭代优化机制。

站在系统论角度来看，数字孪生不是应用单一技术，而是集成多种跨域技术，将数字线程、区块链、数字孪生体管理等关键技术涵盖其中，其核心价值是通过虚拟交互，提升物理系统的效率与风险防控能力，为复杂系统的全要素、全流程智能化管控提供技术基座，与此同时，还有利于多源异构数据的深度融合与价值挖掘。

3 数字孪生驱动智慧城市智能化信息化的优势维度

3.1 数据要素深度融合的价值增益

数字孪生技术是城市数据要素深度融合的新型纽带，它通过物理空间与虚拟空间实时映射桥梁的搭建，为多源异构数据的无缝衔接与动态聚合提供助力。在城市运行中，不可避免会产生各类信息，它们在虚拟孪生体中凝结为有机整体，不再局限于传统数据孤岛造成的信息割裂，充分显现数据资源的内在关联。实际上，融合不是信息的简单叠加，而是借助时空关联规则与语义解析机制，为数据注入丰富内涵，使数据资产的整体价值密度得以提升。不仅如此，若是数据流转具备实时性与完整性，那么城市运行状态的全域感知便有了坚实基础，有利于充分挖掘隐藏在分散数据中的城市运行规律，进一步推动数据要素的转变，从零散化向体系化演进，最大程度释放信息势能。另外，不断拓展数据融合的深度、广度，也为城市各系统实现协同运作提供支撑，使城市的 “数字神经” 更加敏锐。

3.2 决策体系科学演进的效能提升

数字孪生可构建虚拟试验场，赋予城市决策体系的科学演进新动能，进而在决策过程中，避免过度依赖经验判断，逐步向基于全域模拟与多维推演的理性选择转变。在虚拟空间中，将城市系统的复杂交互关系复现出来，有利于决策主体进行前瞻性预判，捕捉不同情境下的城市响应，及时发现潜在的关联影响与连锁效应。决策模式的转变，其本质是在对城市系统动态规律的深刻认知上建立决策逻辑，显著增强决策方案的适配性与预见性。提升决策过程的科学化程度，不是对单次决策的精准性改善，而是在于形成持续优化的决策闭环，推动决策体系的转化，从被动应对变为主动调控，在一定程度上凸显系统性思维在城市治理中的重要作用。最终，决策的科学性赋予城市发展稳健性，因决策偏差带来的资源浪费与发展风险得以减少。

3.3 治理范式协同转型的内涵拓展

数字孪生技术整合能力极强，推动城市治理范式转型，向协同化方向演进，打破传统治理模式中的部门壁垒与层级隔阂，形成全域联动的治理格局。有了虚拟孪生体的助力，各类治理主体能够以统一的信息基底为依据，展开协同行动，推动治理资源优化配置与治理流程高效衔接的实现。另外，协同转型还可增强治理过程的联动性，提升治理目标的整体性，为城市治理实现 “碎片化—系统化” 提供支撑，逐步从局部优化向全域协同演进，这样一来，治理现代化的内在要求与发展趋势得以彰显。通过不断延伸治理协同的广度与深度，可使城市治理成为精密运转的整体，在各个环节相互配合、高效联动模式下，城市应对复杂挑战的能力显著提升。

3.4 服务供给精准升级的品质飞跃

数字孪生技术可敏锐捕捉并深度解析城市居民需求，助力城市服务供给的精准化升级，以便精准匹配服务资源，动态调整服务模式。在虚拟孪生体的助力下，服务供给主体能够做到对不同群体差异化需求的精准把握，进而构建个性化、场景化的服务体系，推动服务供给从粗放式转变为精细化，从被动响应演进为主动预见。这种精准升级，在提升服务供给效率与质量的同时，亦增强城市居民的获得感与幸福感，彰显了以人民为中心的发展理念在城市建设中的具体实践。持续提高服务供给的精准化程度，使其覆盖城市生活的方方面面，助力提升城市服务对居民需求的响应度与贴合度，进一步营造温暖、活力的城市生活氛围。

4 数字孪生赋能智慧城市智能化信息化规划体系构建与路径优化

4.1 融合全域数据资源，夯实规划实施基底

数字孪生技术实时映射物理城市与虚拟空间，促成城市各类数据资源的全域汇聚与深度融合。以物联网感知设备为依托，对交通流量、能耗指标、环境参数等实时数据进行采集，并与政务系统沉淀的人口统计、经济运行、公共服务等结构化信息结合，共同组成覆盖城市全要素的动态数据库。通过融合处理多源数据，传统城市规划中部门数据壁垒造成的信息孤岛便被打破。因此，以完整的城市运行画像为基点，规划编制顺利展开。借助时空关联分析技术，可按照城市功能分区、生命周期阶段等维度，实现数据的智能归类，这样一来，为不同层级规划提供差异化的数据支撑。在虚拟空间中，数据经过标准化处理与动态更新后，推演规划方案能够与现实的参数输入更加贴近，助力提升规划实施的精准度与适应性。例如，于城市交通路网规划而言，将历史交通流量数据、实时路况信息、气象数据以及周边商业设施分布数据有机融合，数字孪生系统能对不同时段的交通运行状态进行精准模拟，为优化交叉口、拓宽路网等规划措施提供参考，有利于避免传统规划中数据片面造成的决策偏差。与此同时，随着城市的动态发展，持续性更新数据，能使规划方案及时响应产业布局调整、人口迁移等变化，确保规划具备时效性与前瞻性。

4.2 搭建多维场景平台，提升规划决策水平

在数字孪生仿真建模能力助力下，城市规划可在虚拟空间搭建涵盖交通出行、应急管理、生态保护等多维场景的

模拟平台。在交通规划领域，复刻包括道路网络、交通工具与行人行为的动态模型，能将不同时段、不同交通政策下的路网运行状态模拟出来，为优化路网、调整公共交通线路提供依据。在生态保护规划层面，虚拟平台还原水系循环、植被生长、污染物扩散等自然过程，以便及时预测不同开发强度对生态系统产生的影响，最终科学划定生态红线。在城市更新规划中，可借助建筑能耗模拟、空间利用效率分析等场景，对改造方案的综合效益展开评估。通过构建这些模拟场景，可使规划决策发生转变，从经验判断变为数据驱动的科学分析。例如城市新区建设规划中，容积率、建筑密度不同，光照时长、通风效果、交通承载能力等也存在差异，利用数字孪生技术进行模拟，可综合评估居住舒适度与基础设施配套压力，为确定最优规划方案提供支撑。在应急疏散规划中，围绕火灾、地震等突发事件下人群的疏散路径与聚集点展开模拟，有利于应急通道设置与救援资源布局的优化，进一步提升城市应对灾害的能力。不仅如此，模拟平台具备多方案对比分析优势，规划人员可调整参数生成不同规划方案的虚拟场景，整合各方案的经济效益、社会效益与环境效益并实施比较，为最终决策提供参考。

4.3 重塑协同治理格局，强化规划实施效能

数字孪生技术驱动城市规划的协同治理获得全新载体，有利于推动政府、企业、公众等多元主体参与规划编制与实施全过程。首先，共享虚拟规划平台的搭建尤为必要，政府部门可将规划方案的空间布局与实施进度实时展示，企业以此为依据，反馈基础设施建设的实际需求，而公众通过可视化界面对公共空间的规划提出建议。这种协同模式不受传统规划中信息传递的层级限制，使规划信息实现实时交互与动态调整。于规划实施阶段而言，虚拟平台与城市运行管理系统对接，达成规划落地情况的实时监测，各个主体以反馈数据为参考，共同商讨解决方案。通过多元主体的深入参与，规划方案与城市的发展更加贴合，规划实施的协同性与有效性得以提升。以老旧小区改造规划为例，通过虚拟平台，社区居民可查看改造方案的三维模型，对停车位设置、绿化布局等细节提出修改意见；而施工企业可充分考虑自身技术能力与施工成本，从专业角度出发对改造方案的可行性提供建议；政府部门则整理各方意见并优化方案，保证改造工程在符合政策要求的同时满足居民实际需求。在具体的规划实施中，对于施工进度与工程质量数据，虚拟平台可实时更新，居民可随时查看，监督工程进展；企业将施工难题及时反馈给政府部门，使其协调资源解决问题，最终形成多方联动的实施机制。这样一来，有利于避免传统规划中因信息不对称导致的矛盾冲突，助力规划实施效率与质量的提高。

4.4 统筹基础设施布局，保障规划落地实效

凭借数字孪生技术的虚拟映射，城市基础设施实现对交通、能源、水利等基础设施的全生命周期规划管理。于交通基础设施规划而言，对虚拟路网与实时交通流量的匹配关系展开分析，可进一步优化公交站点、停车场的空间布局，助力交通资源利用效率实现提升。通过虚拟电网模型，能源基础设施规划模拟不同区域的能耗需求与供电能力，实施变电站、充电桩等设施，促进能源供需平衡的科学布局。而水利设施规划则联动分析虚拟水系与降水、用水数据，优化水厂、管网的空间分布，确保供水的安全性。这种基础设施布局优化以虚拟映射为基点，使规划方案更加贴合城市空间结构、人口分布，赋予基础设施建设经济性与实用性。例如在新能源汽车充电桩布局规划中，数字孪生系统对电动汽车保有量、居民出行轨迹、停车场分布等数据进行融合，于虚拟空间中将不同充电桩布局方案下的充电需求满足度与运营效率模拟出来，以此为依据，合理规划居民区、商业区、交通枢纽等区域的充电桩数量与位置，避免造成供给不足或资源浪费。在城市供水系统规划中，借助虚拟管网模型展开不同区域用水高峰与管网压力的模拟，

以便实现水厂选址与管网走向的及时优化，最大程度上降低输水能耗与漏损率，为城市供水的稳定性与经济性提供保障。

5 结语

综上所述，数字孪生驱动的智慧城市智能化信息化规划体系构建与路径优化是一项系统性工程。通过融合全域数据资源、搭建多维场景平台、重塑协同治理格局、统筹基础设施布局四种策略，可为智慧城市建设提供系统性的解决方案。该技术有利于解决城市发展中数据割裂、碎片化治理等难题，进而提升城市治理现代化水平。

参考文献

[1] 张新长,廖曦,阮永俭.智慧城市建设中的数字孪生与元宇宙探讨[J].测绘通报,2023,(01):1-7+13.

[2] 李超,刘君武,王理,等.数字孪生在智慧城市中的应用[J].中国检验检测,2022,30(04):42-46.

[3] 斯瑜彬,姚佳琪,陆春杰,等.数字孪生城市内涵与典型应用场景[J].智能物联技术,2022,5(04):14-18.

[4] 智慧城市发展态势及趋势分析[J].自动化博览,2021,38(10):24-28.