

数字孪生技术在城市治理现代化中的实践研究——以奎屯市为例

张斌 景随映

奎屯市信息中心, 中国·新疆 奎屯 833200

摘要: 在深入推进新型城市基础设施建设中, 数字孪生技术目前已是实现城市数字化转型的有效方法, 并在城市治理能力现代化方面作用巨大。本文分别研究了数字孪生技术在新疆奎屯市国土空间规划、城市运行管理、安全风险管控等方面的应用成效。数字孪生技术作为决策助手服务于多源异构数据的融合治理、跨部门业务协同联动以及“一网统管”, 主要通过构建城市信息模型(CIM)平台、数据中台以及三维实景底座来实现。从奎屯市实践来看, 数字孪生技术能够有效增强城市治理精细化、协同化与智能化水平, 对新疆中小城市智慧化转型具有良好的示范样板作用。

关键词: 数字孪生技术; 奎屯市; 城市治理现代化; CIM 平台; 新型城市基础设施

Practical Research on Digital Twin Technology in the Modernization of Urban Governance: A Case Study of Kuitun City

Zhang Bin, Jing Suiying

Kuitun City Information Center, China Xinjiang Kuitun 833200

Abstract: In the deepening advancement of new urban infrastructure construction, digital twin technology has emerged as an effective approach for achieving urban digital transformation and plays a significant role in modernizing urban governance capabilities. This paper examines the application outcomes of digital twin technology in Xinjiang's Kuitun City across various domains, including territorial spatial planning, urban operational management, and security risk control. As a decision-support tool, digital twin technology facilitates integrated governance of multi-source heterogeneous data, cross-departmental collaborative operations, and "unified network-based management," primarily through the establishment of a Urban Information Model (CIM) platform, a data middle platform, and a 3D real-scene foundation. The practice in Kuitun demonstrates that digital twin technology effectively enhances the precision, coordination, and intelligence of urban governance, serving as an exemplary model for the smart transformation of small and medium-sized cities in Xinjiang.

Keywords: Digital twin technology; Kuitun City; Modernization of urban governance; CIM platform; New urban infrastructure

0 引言

只有做好城市治理现代化, 才能实现国家治理体系和治理能力现代化。信息孤岛、决策滞后、跨部门协同困难等问题普遍存在于当前城市管理中, 是城市动态运行的最大阻力。面对上述问题, 数字孪生技术提供了全新的解决方式和技术路径。奎屯市数字孪生城市是通过建设数字空间和物理城市同步映射、实时交互的虚拟模型, 完成对全市状态的全面感知、模拟推演和精准干预, 从而使治理决策更科学、更高效。

2021 年, 国家“十四五”规划纲要明确提出将“探索建设数字孪生城市”纳入国家战略部署。2021 年, 住房和城乡建设部印发《城市信息模型(CIM)基础平台技术导

则》(修订版), 确立了 CIM 平台建设的技术规范。全国不少城市都在不断探索数字孪生城市建设, 其中上海、雄安新区已取得初步成效。

近年, 奎屯市明确提出“数字孪生城市·赋能数智奎屯”的新型智慧城市总目标, 要求充分运用大数据、云计算、区块链等前沿技术, 推动城市管理手段、管理模式、管理理念创新, 实现从数字化到智能化再到智慧化的跨越。2021 年, 奎屯市被纳入“新城建”试点, 全面推进城市信息模型(CIM)等智能化平台建设。奎屯市作为新疆重要的区域性中心城市, 其数字孪生城市建设对于新疆中小城市具有示范意义。

基于奎屯市数字孪生城市建设项目实践, 本文分析

了数字孪生技术赋能城市治理现代化的总体架构、关键技术实现、典型应用场景和应用成效，为其他城市提供经验参考。

1 数字孪生城市总体技术架构

1.1 设计原则

奎屯市数字孪生城市建设遵循四项原则：一是实现城市物理空间和数字空间的完整映射和全域覆盖；二是保障孪生模型和物理实体之间数据动态更新，将数据延迟控制在可接受范围之内；三是紧扣城市治理的实际业务需求，避免出现技术堆砌和过度建设的情况；四是保障未来新场景、新技术的平滑接入和持续迭代。

1.2 “1+2+3+N” 总体架构

奎屯市创新性地提出了“1+2+3+N”总体架构，作为数字孪生城市建设的顶层设计蓝图。

1 个数字底座即整合全市地理信息、物联网感知数据、政务数据等数据信息，构建统一的“数据底座”和“城市实景三维底座”。数据底座负责多源数据的汇聚、清洗、存储与管理；三维底座依托倾斜摄影、BIM 等技术，构建精度达到单体建筑级别的高精度城市三维模型。

2 个核心平台即数据共享交换平台（数据中台）与城市信息模型（CIM）平台。数据中台拥有数据集成、开发、质量、服务和资产管理等功能，能够实现数据从产生到消亡的全生命周期管理；CIM 平台承载三维可视化、空间分析、模拟推演等功能，支持空间查询、路径分析等功能。

3 类支撑体系即标准规范体系、安全保障体系、运维管理体系。标准规范体系包含数据标准、接口标准、服务标准、安全标准等，为平台互联互通提供基础；安全保障体系包含网络安全、数据安全、应用安全和物理安全，采用多层次防护策略；运维管理体系包含监控预警、故障处置、版本升级等，保障平台的长期稳定运行。

N 个场景应用是指在城市精治、民生服务、园区安全、智慧社区等多个领域，实现了“横向到边、纵向到底”的业务协同。

该架构以“感、传、智、用”一体化设计为主线。“感”指依托传感器、摄像头、物联网设备实现城市体征的全面感知，如环境监测、交通流量、市政设施状态等，感知层是数字孪生的数据来源；“传”指依托政务外网、5G 等网络实现数据实时传输，保障数据低延迟、高可靠的汇集到平台；“智”指依托数据中台和 CIM 平台进行数据融合与智能分析，对城市运行态势进行预测和预警；“用”指面向具体场景提供可视化预警、决策指挥等服务，构成闭环

的业务流程。这一架构初步实现了城市治理“一网通管”，构建了集中调度与决策的“数据驾驶舱”。

2 关键技术实现

2.1 多源异构数据融合与底座构建

数据是数字孪生城市建设的基础。奎屯市在数据底座建设过程中，收集整合了全市域的地理信息、规划、重点区域三维模型等数据，以及交通、自然资源、住建、生态环境等部门专题数据。数据类型包含结构化数据、半结构化数据和非结构化数据，格式多样。

技术难点与对策：多源异构数据融合面临着坐标系不统一、语义不一致、数据质量参差不齐等挑战。针对上述情况，制定了统一的数据标准和接口规范，包括数据命名规范、坐标系与精度要求、元数据标准、数据质量规则等。并在此基础上，设计了完整的数据治理流程：原始数据采集→数据清洗→数据关联→数据质检→入库与发布，构建了覆盖现状、规划、管理、社会经济等类别的大数据资源体系，建成了标准统一、时效性高、结构完整的数据底座。该底座不仅有力支撑了数字孪生平台的运行，也为后续数据共享交换和跨部门协同扎实根基。

在三维数据采集方面，利用无人机倾斜摄影等多种技术，对城市建成区及重点工业园区进行了高精度建模，对单体建筑轮廓、道路网络、地下管线等要素均完成了数字化表达。建模成果按照细节层级进行分级存储和发布，满足不同应用场景下的差异化需求。

2.2 CIM 平台与三维实景建模

奎屯市 CIM 平台基于成熟的三维地理信息系统进行开发，完成了城市模型框架级和精细级的三维场景搭建。建模范围包含城市主要建成区和经济技术开发区，能够清晰的反映建筑外立面、道路标识、地下管网等信息。

同时，CIM 平台对外提供标准地图服务接口，符合 OGC WMTS、WFS 等规范，能够用于自然资源、住建、城管等业务信息系统的二次开发和地图服务调用。

2.3 数据中台与业务协同

奎屯市搭建的数据中台包含数据集成、数据开发、数据质量、数据服务和数据资产管理五大模块，是实现跨部门业务协同的关键工具。通过数据共享交换平台，汇聚了公交运营数据、热力管网监测数据、环卫作业数据等多部门的大量数据。

在数据治理基础上，创建了法人库、人口库、地理库、经济库等基础信息库框架。数据中台提供统一的数据服务 API，支持跨层级、跨部门、跨业务的数据调用与协

同。就应急事件处置来讲,中台可在极短时间内调取事发地点的人口分布、建筑结构、实时交通状况等数据,相比传统电话而言效率明显提升,能够帮助快速研判和决策。

此外,数据中台还建立了数据血缘追踪和数据质量监控机制,记录数据的来源、流转和加工过程,保证了数据的可靠性。对重要数据信息设置分级访问权限和安全访问控制策略,保障数据的共享开放,确保数据安全可靠。数据中台还可以将多个基础服务组合成新的复合服务,满足复杂场景的需求。

3 典型应用场景与成效分析

3.1 国土空间规划

基于数字孪生底座整合了基础地理数据、第三次国土调查成果、专项规划成果和生态保护红线等数据,覆盖全市场。

应用成效:一是可实现多部门对地理服务的统一调用与二次开发,避免了重复投入,大大节约了信息化建设成本,并建立了定期更新机制,保障了数据的及时性。二是实现了自然资源管理的一体化、精细化和智能化,有效解决了各类规划之间衔接不够等相关问题。

3.2 化工园区安全风险智能化管控

针对奎屯一独山子经济技术开发区化工园区,充分利用数字孪生平台汇集重大危险源、隐患管理、易燃易爆气体监测等数据,建设安全风险智能化管控平台。

应用成效:一是实现了一体化管控。平台完成了安全基础管理、双重预防机制、特殊作业管理、封闭化管理、敏捷应急等功能的可视化与联动。园区重大危险源在线监测可实现全覆盖,大幅缩短了预警响应时间。利用三维地理引擎构建的园区数字孪生场景,可以直观的展示风险分区、报警分布、应急资源位置等信息,为指挥调度提供参考。二是实现了三级互联。企业端、园区端、政府端三段互联互通,构建了上下贯通的安全生产监管体系。企业实时上传安全数据,平台进行汇总分析,监管部门远程抽查和指挥,事故隐患整改率显著提高。三是实现了绿色发展。通过智能巡检和风险预警,减少了非计划停车次数,助力园区实现了“减员、降耗、增效”的发展目标。同时,对人员、车辆进出进行智能化管理,“行知去向、动知轨迹”,有效提高了园区管理水平。

3.3 城市运行“一网统管”

依托城市大脑运行管理平台,整合了智慧供热、燃气、照明、环卫、供水、停车、物业、基础地理信息等业务系统,形成了涵盖经济发展、民生服务、城市应急等多

个场景的应用体系。

应用成效:一是搭建了数字孪生平台多级三维场景,将交通拥堵指数、环境质量数据、市政设施状态等城市运行指标实时更新,使得城市态势的一图感知。并且,大屏采用了多屏联动设计,可以同时展示城市的总体态势和关键细节。二是在处置应急事件时,平台能够自动预警并联动城管、交通、环卫等部门,提高处置效率。如暴雪来临时,系统根据气象预报和道路状况自动生成清雪任务,并通知最近的扫雪车辆和人员。三是可以根据历史数据和实时模型,为城市规划、交通优化、应急资源预置等进行分析,为后期决策提供支持。如通过对历史交通流量数据的分析,平台能够预测重点路段的拥堵趋势,并对信号灯配时提供优化建议,提高了决策的科学性。

3.4 智慧社区与基层治理

建设基层智慧服务平台及便民微信小程序,以“人、事、地、物、情、组织”六大要素为核心,采用“以房管人、网格化管理”模式。平台覆盖全市街道、乡、社区及自然村,创建了大量房屋地址、企业信息,并录入了实有人口数据。

应用成效:一是有效服务群众。运用该平台累计处理了大量困难诉求,多项民生业务实现了“不见面办理”。微信小程序还整合了办事指南、微心愿等多项功能,畅通了为民服务渠道。二是实现智能安防。小区智能安防系统通过人脸采集、车辆出入识别等技术,达到了对进出小区居民和车辆的精准掌握。多个小区完成了智能出入管理系统建设,形成了“人防部署到位、物防设施完善、技术手段先进”的社区安防保障体系。三是实现基层减负。社区工作人员通过平台自动化的数据汇总功能,大幅减少了信息录入和报表统计时间,有效缓解了基层工作负担。

4 综合成效与经验总结

通过上述四个典型场景的实践,数字孪生技术在城市治理中的综合成效体现在以下三个方面:

一是数据融合共享。构建了标准统一、时效性高、结构完整的大数据资源体系,实现了多源异构数据的采集、融合、处理、共享与交换,打破了信息孤岛的困境。数据中台的建设可使数据资产可视、可用、可管,为各类智慧应用提供了坚实的数据支撑。

二是城市治理协同化。该技术能够对城市运行态势进行实时更新和多维展现,支撑跨部门、跨层级的应急调度与协同处置,凝聚合力。

三是决策精准化。通过运用大数据分析与动态感知技

术,可以对城市规划、预测、研判等环节进行科学分析,降低试错成本。如CIM平台的空间分析功能为规划方案的选择和优化提供参考依据。

具体经验如下:一是要注重顶层设计与分步实施相结合,先搭建架构再完善场景;二是要统一数据格式和接口规范,方便后续数据接入;三是需要政府、企业、科研机构多方参与,凝聚合力;四是在数据共享开放的同时,要重视数据安全和隐私保护。

5 结语与展望

奎屯市数字孪生城市建设项目作为新疆“新城建”试点项目,验证了数字孪生技术在新疆中小城市治理中的可行性和实效性。本文从技术架构、关键实现、典型应用及成效等方面进行了总结。

展望未来,随着人工智能、物联网、边缘计算等技术的进一步融合,数字孪生城市将在韧性城市建设、碳达峰与碳中和、公共安全保障等领域发挥更大的作用。建议后续重点加强以下方向的研究:一是数据资产化运营,探索数据要素的价值释放路径,推动数据从资源向资产转化;二是城市孪生体标准互认,推动跨城市、跨区域的孪生协同,实现更大范围的资源优化配置;三是基于数字孪生的

模拟推演能力建设,为城市更新、应急演练、重大活动保障等提供高保真决策支持;四是加强数字孪生与人工智能大模型的融合应用,探索自然语言交互、智能决策生成等新功能。

通过持续的技术创新和场景拓展,数字孪生城市将为推进区域数字化转型和高质量发展贡献更大力量,也为新疆其他中小城市提供可借鉴的实践范例。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部办公厅. 建办科〔2021〕21号. 城市信息模型(CIM)基础平台技术导则(修订版)[A]. 2021.
- [2] 新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅. 新建城〔2021〕34号. 新疆维吾尔自治区智慧市政导则(试行)[A]. 2021.
- [3] 住房和城乡建设部. 建标〔2024〕79号. 城市数字公共基础设施标准体系[A]. 2024.

作者简介:张斌(1992.09-),男,汉族,河南通许人,助理工程师,本科,研究方向:从事信息化建设与运维管理工作。