

# 面向基层治理的数字孪生城市工作体系初构 ——以花木数字孪生城市为例

## Preliminary Construction of Digital Twin City Working System for Local Governance: A Case Study of Huamu Sub-district Digital Twin City

李嘉宁 张逸平 汤 舸 邹家唱 段睿妍 LI Jianing, ZHANG Yiping, TANG Ge, ZOU Jiachang, DUAN Ruiyan

**摘 要** 目前国内数字孪生城市正处于快速发展的有利时机,但存在“重单一应用场景,轻城市综合视角和数据底座”“重物理性数字孪生,轻社会性数字孪生”和“缺乏对数字孪生城市核心价值的评价标准”等问题。在上海探索超大城市精细化治理的背景下,初步探索当前数字孪生城市建设实践的模式和问题,围绕基层治理的目标,结合花木街道数字孪生城市的实践,探索构建数字孪生城市的3个工作体系:工作方法体系、数据底座体系和评价指标体系。工作方法体系是数字孪生城市建设的整体方法论和指导纲领,数据底座体系是对数据基础和技术底座的新要求,评价指标体系是指导数字孪生城市建设调优的评价标准和参考框架。

**Abstract** At present, domestic digital twin city is at the forefront of rapid construction, but there are problems such as "emphasizing single application scenarios, ignoring urban comprehensive perspective and database", "emphasizing physical digital twins, ignoring social digital twins" and "lacking evaluation criteria for the core value of digital twin city". In the context of Shanghai's exploration of the refined governance of megacities, this paper probes into the modes and problems of the current digital twin city construction practice. Centering on the goal of local governance and combining the practice of Huamu Sub-district Digital Twin City, it explores the construction of three working systems of the digital twin city: the working method system, the database system, and the evaluation index system. The "working method system" is the overall methodology and guiding program for digital twin city construction. The "database system" has new requirements for data foundation and technical base. The "evaluation index system" is the evaluation standard and reference framework to guide the optimization of digital twin city construction.

**关键词** 基层治理;数字孪生城市;体系构建

**Key words** local governance; digital twin city; system construction

文章编号 1673-8985 (2023) 06-0091-07 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20230612

### 作者简介

李嘉宁

上海市浦东新区南码头路街道办事处

党工委书记,博士

张逸平 (通信作者)

同济大学建筑与城市规划学院

博士研究生, zhangyiping@metrodata.cn

汤 舸

上海脉策数据科技有限公司

CEO&联合创始人, 硕士

邹家唱

同济大学建筑与城市规划学院 硕士

段睿妍

上海脉策数据科技有限公司 行研咨询师, 硕士

### 0 引言

我国的城市化率已经突破60%。根据第七次全国人口普查,人口还在持续向城市集聚,城市这个复杂巨系统的治理难度与日俱增。2010年以来信息技术与城市领域的结合推动了从“信息化城市”“智慧城市”“数字城市”到“数字孪生城市”概念下的一系列探索实践<sup>[1]61-62</sup>。2021年《中共中央国务院关于加强

基层治理体系和治理能力现代化建设的意见》明确指出“基层治理是国家治理的基石,统筹推进乡镇(街道)和城乡社区治理,是实现国家治理体系和治理能力现代化的基础工程”,要求“推动资源、管理、服务向街社下沉”“加强基层智慧治理能力建设”。2022年6月,上海市委市政府《加强应急体系建设会议》也明确要求“推动应急管理重心下移、资源下

沉……应急管理的前哨在基层,基础在基层”。基层治理是国家治理体系的重要基石已成社会共识。基层的智慧治理既是政策要求,也是数字城市建设有效性的试金石。

“治理”指的是在人民生活共同体中,为了共同目的和公共利益,各种不同的权威主体通过运用权力去引导、控制和规范各种活动,从而最大限度地促进公共利益。基层治理则是一个政治制度框架或政治结构中最基层的权力运作过程<sup>[2]</sup>。当前学界对什么是基层没有统一的陈述,广义上,把基层看作是县/区及以下的组织和空间单元;狭义上,主要指农村的乡镇和城市的社区<sup>[3]</sup>。随着经济社会的发展,基层治理的范围有了明显的扩展,不仅包括基层事务管理和决策制定,还包括社区需求回应、社区能力建设等更宽泛的内容<sup>[4]</sup>。本文采用基层治理的概念指代街道(乡镇)这一最小行政单元及其中城乡社区的治理工作。基层治理是几乎所有上级部门治理政策落地的抓手,直接作用于市民、企业、商铺及城市物理环境,并直接影响人民城市的感受度。

2020年初,上海市浦东新区花木街道在面临严峻的疫情防控挑战时,自发开展了花木数字孪生城市的数字化探索实践。数字孪生并非一个全新的概念,最早可追溯到2012年NASA在航天领域的应用,数字孪生城市则衍生于在智慧城市中运用的数字孪生技术<sup>[5]</sup>。2017年美国佐治亚理工学院提出“智慧城市数字孪生”的概念,即智慧城市的数字孪生是智能的、物联网(IoT)支持的、数据丰富的,可用于复制并模拟真实城市中发生的变化的城市虚拟平台,以提高城市的韧性、可持续性和宜居性<sup>[6]</sup>。在国内,数字孪生城市概念于2018年由雄安新区首次提出<sup>[1]62</sup>。为什么迄今大部分的建设实践依然不能解决基层治理的痛点问题?本文将浅析“数字孪生城市”相关理论研究和建设实践现状,分析普遍性问题及其底层成因,并结合花木街道基层治理案例实践,尝试构建一套面向基层治理的数字孪生城市创新工作体系。由于各街道基层治理的范畴、任务及其面临的困境有相似性,从该案例出发提炼与构建的方

法将具有一定的通用性。

## 1 当前国内数字孪生城市的现状与问题

数字孪生城市的历史非常短,世界上还没有一座完全意义上的数字孪生城市。在国外,阿姆斯特丹于2013年依托阿姆斯特丹创新引擎(AIM,政府机构)与能源运营商等组织共同建立阿姆斯特丹智慧城市平台(ASCP),并逐渐发展成为吸引多种社会主体参与、涵盖6个领域数百个智慧项目的综合性平台,但并未实现城市三维建模及数据挂接<sup>[7]</sup>;新加坡于2015年启动“新加坡智慧国家”建设,2017年搭建集三维城市模型与数据协作于一体的“虚拟新加坡”(Virtual Singapore)平台,为公民、私营部门和公共机构提供一个更便于对规划、交通等场景进行模拟的虚拟空间环境,但尚未对物理世界的其他社会性要素进行孪生<sup>[8]</sup>。在国内,数字孪生城市概念自2018年首次被提出到2021年国家“十四五”规划明确要求“探索建设数字孪生城市”,全国CIM相关项目(数字孪生城市的载体基础)总量从2个增加到了149个,项目总额从近1亿元上升到30多亿元<sup>[9]</sup>。单从项目来看,根据2021年8月世界经济论坛与中国信通院联合征集的数字孪生城市案例,超过50%的项目投资达千万级,平均项目额达2 800万元<sup>[10]</sup>。

这些实践以政府投资驱动、企业主体承建为主,探索较多的领域为城市运行、交通、安防、城管、应急处置等。参与企业主要为技术类企业,包括传统智慧城市总集厂商、通信运营商、地理信息和测绘企业、建筑信息模型企业、3D可视化企业<sup>[11]</sup>。

在建设实践热火朝天的背景下,学术研究领域相对滞后。数字孪生概念发源于工业体系,信息通信领域以技术落地为目的较早展开探索,测绘领域重点研究地理信息技术,以期数字孪生城市提供物理空间底座。而城市社会学和管理学相关领域的研究刚起步,理论研究中普遍认同数字技术将重塑城市治理模式,但实证研究多为对应用实践的简单的总结性

描述<sup>[12-13]</sup>,整体性、系统性、纲领性的研究相对缺失<sup>[14-15]</sup>,其中面向基层治理的数字孪生城市的研究更为稀缺。

在此背景下,业界整体对于城市复杂系统及城市问题的认知尚不充分,建设发起方受限于业务部门条块分割的传统管理模式,承建企业又偏工程技术基因和需求响应式方法论,使得数字孪生城市建设存在一些问题。

### 1.1 重单一应用场景,轻城市综合视角和数据底座

当前国内数字城市建设以“问题导向、应用为王”的场景建设模式为主导,多由条线部门发起,以解决某一具体业务问题为出发点而构建“应用场景”。例如,杭州“城市大脑”从2016年至2020年逐步推出警务、交通、城管、文旅等48个应用场景,浦东“城市大脑2.0”建设了渣土车监管等104个经济治理场景、50个城市治理场景和11个社会治理场景<sup>[6]</sup>。2022年3月,上海孪生城市数字治理发布季中介绍了过往几年已建成的数字孪生城市项目,如嘉定区北管村数字孪生、虹口区北外滩街道云舫小区数字孪生、田子坊数字孪生、杨浦大桥数字孪生、南市水厂数字孪生等。浙江省数字化改革推进会也发布了若干重点数字孪生场景,如临安区地质灾害风险防控数字孪生应用、杭州东站数字孪生智慧管理平台、钱王陵安全防护数字孪生场景。其中杨浦大桥和南市水厂更接近数字孪生在工业品领域的应用,而在其他城市类场景中(包括其中一些社区治理场景,如“独居老人安全监管”“小区安全隐患排查”等)可以看到,大多项目只是因为高精度三维可视化加物联感知设备,所以套上了“孪生城市”的概念,实际仍延续“单一应用场景”的建设思路,与非孪生城市下的应用场景没有本质的差别。

这些单一问题管理闭环的应用场景范式,实际传导到基层治理协同执行时,其有效性往往大打折扣,难以对症“块”上城市问题的复杂性和基层治理的综合性。可以体现为“条”和“块”的差异性:条承担主管责任,块承担

兜底责任;条体现专业性,块体现综合性<sup>[17]</sup>;条围绕“业务”展开工作,块围绕管理服务“对象”展开工作。总体而言,“块”更具备城市的综合属性。在新冠疫情防控工作中,“条块”矛盾显得更加突出:在“块”层面没有进行有效的数据底座建设,各条线前期各种场景建设虽然也有数据积累,但由于数据口径和标准等问题,无法协同发挥作用,反而带来块上基层应对多口径数据核准校对的负担。街道基层不得不重新填表采集数据,而由于通用数据底座的缺失,这些填报数据依然很难得到有效留存和共享。

长期以来的场景建设模式由于缺乏总体规划统筹,数据底座的本质问题得不到解决,导致每次场景建设数据工作都要重复梳理。而当基层治理需求无法被满足时,可能进行重复建设,增加财政负担。同时,各垂直应用场景持续演进,加剧了“数据孤岛增多、数据壁垒加深、基层负担加重”的恶性循环。

数字化赋能智慧治理的核心要素是数据。有效的基层治理必须有完整的、准确的、精细的数据,才能支撑真正的“智能发现”和“城市计算”。通过数据驱动治理,需要用全面、准确、实时的数据减少政府横向协调及纵向整合的成本。当整个城市的人、房、企、事、物等物理性和社会性数据都打通纳入统一的数据底板时,在此基础上实现不同应用场景的整合就能水到渠成。

## 1.2 重物理性数字孪生,轻社会性数字孪生

城市的实体空间既包含自然环境和所含的物质系统(物理空间),也包括人类行为与社会活动的总和(社会空间)<sup>[18]</sup>。从2021年上海市黄浦区南京大楼城市数字治理的最小管理单元、“最小管理单元”二期田子坊案例,以及2022年上海孪生城市数字治理发布案例都可以看到,目前实践更侧重对物理空间和要素的孪生,更接近数字孪生技术在工业品领域的应用。

但这种数字孪生的效果却不尽如人意。以南京大楼场景为例,基层管理者在访谈中提

到,该场景并不能解决市场主体和政府管理主体的实际需求,且其超精细建模、高效果渲染以及大量物联传感器的建设模式成本过高,成本收益并不均衡。

有两个因素造成当前的问题。首先,业界大部分企业的技术积累集中在地理信息建模、渲染可视化、硬件传感及网络等方面,同时高可视化效果“看得见的城市”更具视觉冲击力、容易出效果,使得建设实践涌入提升可视化效果的方向。其次,物理性数据的获取和维护复杂度远低于社会性数据,自然地理和建筑、道路、市政设施等建成环境数据静态建模相对容易,借助物联感知等技术也更容易获取其变化。而社会性数据围绕自然人、法人和与之相应的活动,包括生产、生活、出行等,虽然政府已有大量积累,但由于各条线的数据壁垒,使得数据获取、打通并与空间数据关联十分困难。

我国城市发展阶段已由从大规模增量建设转为存量更新运营为主,工作重心转向以人为本的管理与服务。以工业品的逻辑来思考城市,对治理工作的支撑作用可能相当有限。因此,必须对孪生城市的数据底座体系的内涵进行重新审视。

## 1.3 缺乏对数字孪生城市核心价值的评价标准

对物理性数字孪生的重视和社会性数字孪生的忽视导致了业界对数字孪生城市建设水平的评价标准偏离城市数字化转型的核心目标。

当前业界采用的数字孪生城市评价标准脱胎于工业和软件技术标准,核心指标是可视化精细度,一般以Ln(level)表示,以51world公司的标准为例:L1低精度,一般为建筑方盒子体块模型,无建筑形态细节和纹理;L2中精度,有较高的精度和示意性的建筑表皮;L3高精度,高精度还原城市建构物等,与真实世界中的视觉效果对应;L4高拟真,基于汽车激光雷达扫描形成的高清地图点云数据,实现厘米级的高拟真城市道路等

细节场景;L5全拟真场景,基于DSLR斜拍建模的方式,毫米级的全拟真各类细节场景。而在具体信息化项目的采购、验收过程中,对数字孪生城市的评价则侧重于IT技术维度,即软件功能有没有、能力强不强。现行评价标准中,无论是“可视化精度”还是“IT能力”,都缺乏对“城市”这一复杂巨系统中社会性的反映,缺乏对智慧治理的核心要素“数据”的关注和评价。

城市治理的本质是通过公共服务的供给,满足人们日益增长的需求,实现城市让生活更美好的目标。而通过信息技术可以实现更精准的供需匹配,让有限的资源发挥更大效用<sup>[19]</sup>。数字化不是目的而是手段,评价数字孪生城市的建设水平,不应局限于物理可视化水平,而应评价其对于真实城市运行机理和社会主体情况的映射情况(“映射率”),以及可被用于解决现实治理问题的便利性。真正从城市的视角,与智慧治理核心要素数据相咬合,进行整体性、体系性、有序性的规划和建设,城市数字化转型才能够超越各部门应用场景的加和,实现对整个城市各部门数字化能力的全面重塑。

因此,构建数字孪生城市需要新的目标定义、工作方法、技术支撑,以及与目标相嵌合的评价体系。

## 2 数字孪生城市工作体系探索:以花木实践为例

实践是理论之源,要建立更加合理的数字孪生城市工作体系,只能不断从实践中总结经验。浦东新区花木街道自2020年初新冠疫情暴发开始,探索用数字化手段支持疫情防控和居民管理服务,从问题导向的应用场景建设出发,逐步演进成为数字孪生城市,迄今为止历时3年,初步探索出一套体系化的数字孪生城市建设方法论。

花木街道辖区面积为20.93 km<sup>2</sup>,常住人口为25.6万人,由52个居委和190个小区组成,是上海城市副中心之一、浦东新区区委区政府所在地,城区功能方面基本具备一个城市级别的完整架构。而街道基层作为城市最

小一级行政单元,其治理范畴覆盖城市所有方面,而治理深度要达到城市精细治理的最细颗粒度,是触达居民、商铺、企业个体的“最后一百米”。要以街道级的行政资源去深度治理庞大的城区,其提升治理效能的内生需求十分紧迫。

花木创新性地提出将数字孪生城市作为数据采集存储和呈现使用的最朴素的方法,在全街道的范围内统一归集多源数据,打通跨部门数据资源共享,厘清数据权责边界和更新机制,构筑一个全街道共建、共享、共同维护更新的数据沙盘,以支撑城市基层精细化治理的多样化、灵活性、综合性需求,实现有全局观的智慧治理模式。

在这一纲领下,数字孪生城市得到新的定义:以城市而非部门的视角,来收集一座城市有机生命体运行所产生的所有数据,将数据“映射”在数字孪生城市可视化的虚拟空间中,形成城市统一的数字底座;通过“系统”来进行数据的采集管理维护。同时根据现实需求,快速地吸纳、嫁接新技术“能力”,灵活地抽取数据和能力组装形成“应用”。

总体归纳为3个体系:工作方法体系、数据底座体系和评价指标体系(见图1)。其中,工作方法体系是孪生城市建设整体方法论和指导纲领,以解决前文所述问题“重单一应用场景,轻城市综合视角和数据底座”;数据底座体系是对数据基础和技术底座的新要求,以解决前文所述问题“重物理性数字孪

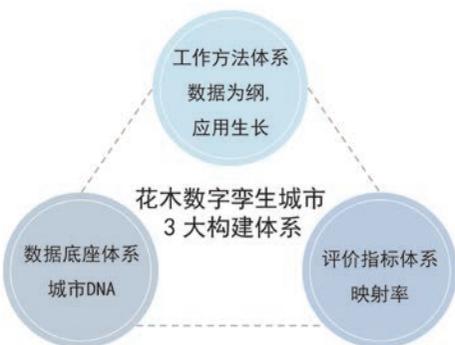


图1 数字孪生城市3大工作体系示意图

Fig.1 Schematic diagram of three working systems of digital twin city

资料来源:笔者自绘。

生,轻社会性数字孪生”;评价指标体系是指导孪生城市建设调优的评价标准和指挥棒,以对应解决前文所述“缺乏对数字孪生城市核心价值的评价标准”。

## 2.1 工作方法体系:数据为纲,应用生长

数字孪生城市建设的工作方法体系可以归纳为“数据为纲,应用生长”,包括全要素底图、系统、应用和能力4个组成部分。

(1)“全要素底图”是孪生城市的物理性空间底座基础,同时也是社会认知数据精准放置的载体。(2)“系统”是各个管理条线在统一数据底座上形成的数据采集更新维护的工具和机制,保持孪生城市的数据鲜活。(3)“应用”即应对具体管理和需求服务的数字化场景解决方案,应根据现实需求灵活而快速地生产。(4)“能力”是科技不断发展形成的先进数字信息技术,哺育数字孪生城市更加智能化、智能化和功能迭代。

其中全要素底图和系统的建设是应用生成的基础,数据的全面、准确、鲜活是应用场景有效的前提条件,在实际建设过程中建设步骤应当是“数据为纲”,再“应用生长”。因此,工作体系中存在以下3个重点。

### 2.1.1 全局视野:收集数据最大化

收集数据时,将部门眼光转换为城市综合的眼光,构建二维三维一体化的城市物理空间数字沙盘,映射城市内所有实体城市空间要素,包括地块、建筑、构筑、道路、感知设备等一切空间实体,并赋予唯一空间编码,将物理性数据和社会性数据与全要素底图中的空间载体一一挂接,从而形成存有全量数据信息的全要素底图,作为街道各条线和居委共享的统一数据底座。当不同层级的治理者们需要了解现实空间内的情况和有权限的数据时,都可以在数字沙盘里直接查看,实现真正的“挂图作战”。

### 2.1.2 明晰权责:数据运维系统化

数据收集并非一次性的过程,必须持续更新和运营维护,保持鲜活,才能在治理工作中发挥作用。必须通过一整套软件工具及更新

机制来进行数据动态管理,明确数据责任主体、工作方法、更新频率和考核要求等。

在数据维护责任方面,通过“系统”的拆解将责任分解给相应部门,保证数据有清晰的维护边界,同时保证数据采集的统一标准、统一质量;在数据使用权利方面,数据存储壁垒被打破后,部门通过“权限制”来使用数据,在跨部门数据需求和协作的具体情况下,权限可以做个性化或临时化的调整。花木街道目前的实践中,“系统”被拆解成为4大板块20个子项,分别为“管市民”板块、“管商办”板块、“管服务”板块、“管自己”板块,用户主体与街道职能部门和条线一一对应。

### 2.1.3 快速反应:应用开发灵活化

孪生城市应拥有快速孕育出新应用的能力,以面对城市在动态发展中持续涌现的需求,包括街道管理、居民生活、企业生产等,不同的应用有各自的生命周期。有的应用是日常管理服务中常态化使用的,比如依托市民标签画像形成街道精准匹配补贴及福利的应用;还有的应用是在特定时期内发挥作用的,例如在防疫工作中,用于监测疫情发展态势和封控管理情况的应用,随疫情的突然暴发而开发使用,又随疫情的逐渐减退而结束使用。应用投入使用后,也会成为产生新数据的端口,在孪生城市中形成数据的反哺和循环。

## 2.2 数据底座体系:城市DNA

孪生城市是数字世界对实体城市的一一映射、精准反馈,那么真实的城市由哪些数据内容构成,这些数据又是由什么样的结构耦合,构成一座城市的DNA?这就是数据底座体系,由数据内容体系和技术架构体系构成,前者解决做什么,后者解决怎么做。

### 2.2.1 数据内容体系

《雅典宪章》中指出城市的基本功能类型为居住、工作、游憩和交通,凯文·林奇在《城市意象》中对城市空间信息的解读,归纳出道路、边界、区域、节点、标志物5大空间要素<sup>[20]</sup>。在这些经典的城市规划理论中,对城市物理空间以及其所带有的信息属性进行较为全面的

总结。此外,城市中的核心发展活力来源于人口、企业及各种产生行为的主体,以及主体的动态变化和记录形成的各种城市流。

在参考城市理论研究的基础上,结合城市中的社会性要素,共同构成数字孪生城市数据底座内容体系,包括“空间载体”“城市部件”“社会主体”和“城市流”4大类(见图2)。

其中“空间载体”包括各级行政管理单元边界、建筑底面、地块院落边界、单体化三维精细模型、水体、开敞空间、地下空间等。

“城市部件”包括所有可见的设施设备要素,比如用于监测城市运行的智能感知设备,街面的树木绿化、交通设施、市政管线等。该类要素数据均具有准确的地理空间属性,可进一步挂载叠加具体运营信息。

“社会主体”包括自然人,以及法人、个体工商户、行政机构、其他团体和组织等。其中最主要的3种社会行为是生活、生产、管理,对应自然人、法人、管理主体3种主体,并在此基础上形成丰富的属性标签。

“城市流”是社会主体的行为和动态,包括信息流、人流、物流和资金流。例如信息流方面,与基层治理相关的“治理信息数据”中的12345热线工单全流程记录,可用于分析频繁发生的城市问题,对潜在风险作出判断。又如人流方面,手机信令时空数据可以用于表征人口迁移特征和个体行为轨迹,前者可用于设施供给布局,后者可用于疫情流调管

控;物流方面则包括货物运输、仓储、供应链管理等方面的数据,可以通过卫星定位、摄像头等设备获取,表征城市的运输情况、经济活跃度、产业结构等;人流和物流共同构成了交通流信息,可表征城市交通拥堵情况。资金流包括企业经营行为产生的数据,可用于分析辖区内企业产业链关联、潜力企业挖掘、企业风险管控等。

### 2.2.2 技术架构体系

在数据内容体系的基础上,实施内容组织的工程化策略,即采纳一整套工程化方法以实现数据内容的系统组织,这一过程构成了数据技术架构体系的核心。数据技术架构体系主要包括两个方面:技术工艺与技术工具(见图3)。

在技术工艺方面,通过数据采集与维护、数据建模与治理、数据管理与共享3大环节,规范数据接入技术标准、制定数据治理质量标准、打通多源数据融合,深度挖掘数据价值,从而构建高可用、高质量、高价值的数据底座。

在技术工具方面,为了使数据底座制作链路更加高效规范,通过数据资产管理软件进行自动化流程管理,完成数据工艺步骤,并通过标签管理将数据包划入各个主题域,对整个过程进行记录,便于数据血缘<sup>①</sup>溯源分析,为数据处理工作沉淀过程资产。

### 2.3 评价指标体系:映射率

事物的评价体系往往会决定其发展方

向,构建新的评价指标体系“映射率”,来指引以数据为纲的孪生城市建设方向:通过数字孪生城市对实体城市要素的一一对应程度,来评价数字孪生城市整体建设水平。包括映射基本规则、映射内容要求和映射评估标准3方面(见图4)。

映射基本规则:从数据的“ACID”特性出发制定映射的基本规则<sup>[21]</sup>,即原子性、一致性、隔离性和持久性(见图5)。

映射内容要求:与孪生城市数据底座内容体系保持一致,包括空间载体、城市部件、社会主体和城市流4部分,再从各要素本身更新

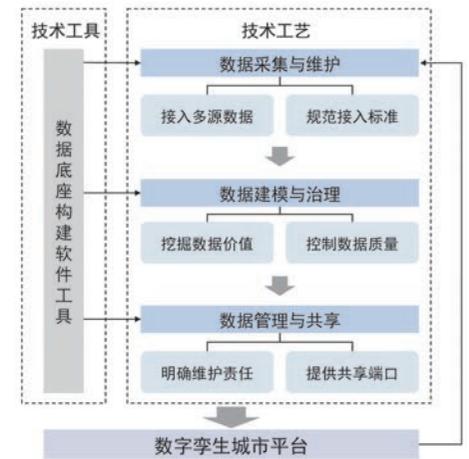


图3 数据底座技术架构体系示意图  
Fig.3 Schematic diagram of database technical architecture

资料来源:笔者自绘。

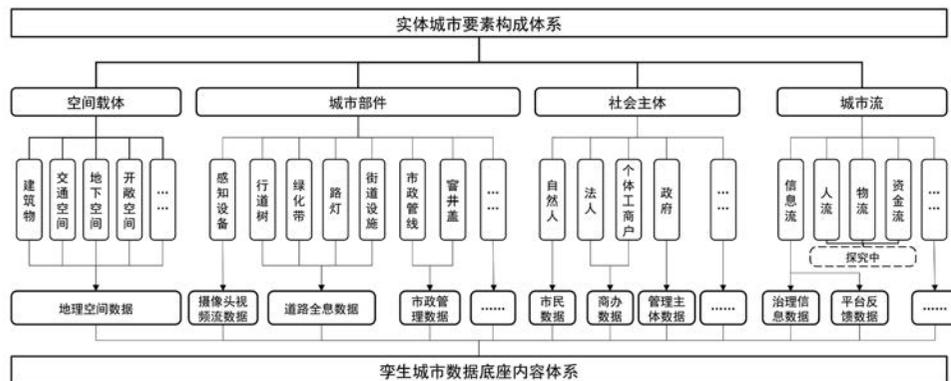


图2 数字孪生城市数据底座内容体系示意图  
Fig.2 Schematic diagram of digital twin city database content system

资料来源:笔者自绘。

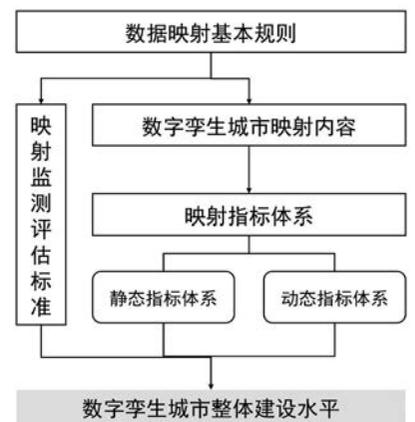


图4 孪生城市映射率分析流程示意图  
Fig.4 Schematic diagram of digital twin city mapping rate analysis process

资料来源:笔者自绘。

注释: ① 数据血缘 (Data Lineage) 是数据工程中惯用的专业术语,又称数据血统、数据起源、数据谱系,是指数据的全生命周期中,数据从产生、处理、加工、融合、流转到最终消亡,数据之间自然形成一种关系。其记录了数据产生的链路关系,这些关系与人类的血缘关系比较相似,所以被称为数据血缘关系。

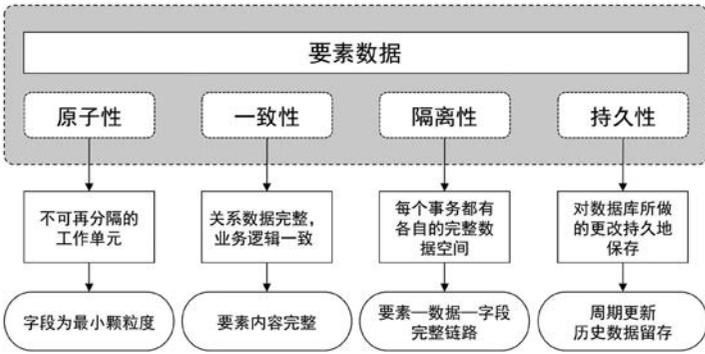


图5 数字孪生城市数据映射基本规则  
Fig.5 Mapping basic rules of digital twin city data

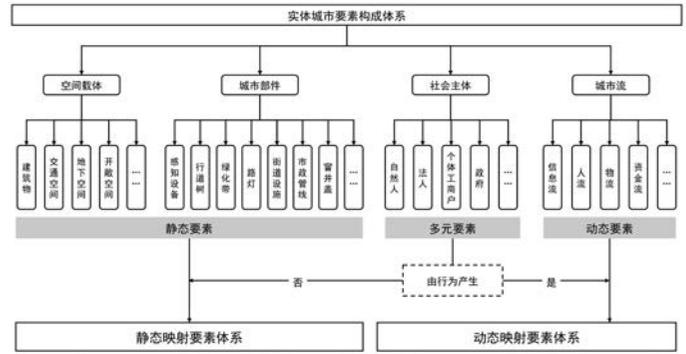


图6 数字孪生城市映射内容框架图  
Fig.6 Content framework of digital twin city mapping

资料来源:笔者自绘。

资料来源:笔者自绘。

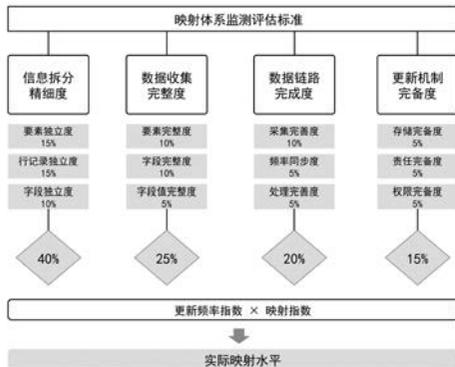


图7 映射体系监测评估标准指标体系  
Fig.7 Mapping system monitoring and evaluation standard indicator system

资料来源:笔者自绘。

变化频率的特性角度,划分为静态和动态两类(见图6)。

映射评估标准:对应“字段为最小颗粒度”“要素内容完整”“要素—数据—字段链路完整”和“周期更新并留存历史数据”这4项孪生城市数据映射基本规则,从信息拆分精细度、数据收集完整度、数据链路完成度和更新机制完备度4个大项标准综合评估孪生城市的动态建设水平。每个大项中各自细分出3小项并赋予权重,计算出每个要素的更新频率指数和映射指数(见图7)。

在3个体系的思路指引下,花木街道数字孪生城市建成后,在街道基层日常和抗疫中都发挥了重要作用。以市民(民房)信息系统为例,从花木辖区全域视角汇集全量房屋和居民信息,将“人”与“房”关联,建立完整的实有居民人房数据底座,形成各个空间层级的“市民一张图”;同时打通街镇各领域民生工

作需求,构建11大类4个层级510项的居民标签,沉淀形成信息丰富的完整市民档案;构建适应基层多条线、多层级的用户权限体系,建立完整的数据维护、流通、运转、使用机制,保证数据鲜活,使得应急时期的挂图作战和日常民生管理服务的应用需求都可以在抽取现有数据的基础上快速生成。

### 3 结语

数字孪生城市工作理论体系构建是一个和实践相互交织的过程,孪生城市不可能通过一次性建设达到终极状态,也不可能通过理想化的一次性设计打造终极蓝图。这个客观规律在物理世界的城市规划建设中也得到证明。为了持续推进整体性城市治理逻辑和数据驱动的方法论研究,除了技术上的探索、数据上的整合外,更重要的其实是制度层面的保障和创新。首先,由于不同类型的社会主体数据分布在政府不同的部门,数据底座体系的完善必然需要不同部门的数据融合,但在数据使用中势必会遇到数据管理权责的问题,因此也需要推进政府体系内部管理机制的探索和创新。其次,数字孪生城市建设的目标是为城市内的人民服务,意味着政府部门要发挥各界研究机构的力量,加强城市治理体系本身的社会学和管理学研究,同时探索利用孪生城市平台构建公众参与的桥梁,将多方社会主体纳入建设体系中,真正做到“人民城市人民建,人民城市为人民”。

此外,数字孪生体系的评价体系,即2.3节

中提到的“映射率”指标体系还较为原则性和框架性,有待进行计算方法的细化,并结合实践进行深化、细化、完善、调优,以构建穿透到数据最小单位“字段”的可量化计算标准。真实城市所蕴含的信息纷繁复杂,也可层层深度分解,难以穷尽,因此评价指标体系的构建需要更审慎地与城市治理范畴的目标契合。

### 参考文献 References

[1] 周瑜,刘春成. 雄安新区建设数字孪生城市的逻辑与创新[J]. 城市发展研究, 2018, 25(10): 60-67.  
ZHOU Yu, LIU Chuncheng. The logic and innovation of building a digital twin city in Xiongan New Area[J]. Urban Development Studies, 2018, 25(10): 60-67.

[2] 陈家刚. 基层治理:转型发展的逻辑与路径[J]. 学习与探索, 2015(2): 9.  
CHEN Jiagang. Grassroots governance: the logic and path of transformation and development[J]. Learning and Exploration, 2015(2): 9.

[3] 马卫红,喻君瑶. 何谓基层?——对当前城市基层治理基本概念的拓展[J]. 治理研究, 2020, 36(6): 7.  
MA Weihong, YU Junyao. What is grassroots—expand the basic concept of current urban grassroots governance[J]. Governance Research, 2020, 36(6): 7.

- [4] 李慧凤. 中国城市基层治理: 路径、方式与转型[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2021.  
LI Huifeng. Urban grassroots governance in China: path, mode and transformation[M]. Beijing: China Social Science Press, 2021.
- [5] SHAHAT E, CHANG T H, YEOM C. City digital twin potentials: a review and research agenda[J]. Sustainability, 2021, 13(6): 3386.
- [6] YU X, MERRITT J. Digital twin cities framework and global practice[R]. 2022.
- [7] 周静, 梁正虹, 包书鸣, 等. 阿姆斯特丹“自下而上”智慧城市建设经验及启示[J]. 上海城市规划, 2020 (5): 111-116.  
ZHOU Jing, LIANG Zhenghong, BAO Shuming, et al. Experience and enlightenment of "Bottom-Up" smart city construction in Amsterdam[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2020(5): 111-116.
- [8] DENG T, ZHANG K, SHEN Z J M. A systematic review of a digital twin city: a new pattern of urban governance toward smart cities[J]. Journal of Management Science and Engineering, 2021, 6(2): 125-134.
- [9] 中国信息通信研究院. 数字孪生城市白皮书(2021) [R]. 2021.  
China Academy of Information and Communications Technology. White paper on digital twin cities (2021)[R]. 2021.
- [10] 中国信息通信研究院, WEF. 数字孪生城市: 框架与全球实践 (2022) [R]. 2022.  
China Academy of Information and Communications Technology, WEF. Digital twin cities: frameworks and global practices (2022)[R]. 2022.
- [11] 中国信息通信研究院. 新型智慧城市产业图谱研究报告 (2021年) [R]. 2021.  
China Academy of Information and Communications Technology. Research report on the new smart city industry map (2021)[R]. 2021.
- [12] 顾丽梅, 李欢欢. 上海全面推进城市数字化转型的路径选择[J]. 科学发展, 2022 (2): 5-14.  
GU Limei, LI Huanhuan. The path choice of Shanghai's comprehensive urban digital transformation[J]. Scientific Development, 2022(2): 5-14.
- [13] 王黎莹. 数字治理助推城市治理体系现代化和治理能力智慧化[EB/OL]. (2020-04-03) [2022-05-23]. [https://theory.gmw.cn/2020-04/03/content\\_33712864.htm](https://theory.gmw.cn/2020-04/03/content_33712864.htm).  
WANG Liying. Digital governance promotes the modernization of urban governance systems and the intelligent governance capabilities[EB/OL]. (2020-04-03) [2022-05-23]. [https://theory.gmw.cn/2020-04/03/content\\_33712864.htm](https://theory.gmw.cn/2020-04/03/content_33712864.htm).
- [14] 刘淑妍, 李斯睿. 智慧城市治理: 重塑政府公共服务供给模式[J]. 社会科学, 2019 (1): 26-34.  
LIU Shuyan, LI Sirui. Smart city governance: reshaping the supply mode of government public services[J]. Social Science, 2019(1): 26-34.
- [15] 周瑜. 数字技术影响公共服务的经济学机理与实现路径研究[D]. 北京: 中国社会科学院大学(研究生院), 2020.  
ZHOU Yu. Research on the economic mechanism and implementation path of digital technology affecting public services[D]. Beijing: University of Chinese Academy of Social Sciences (Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences), 2020.
- [16] 澎湃号-浦东发布. 10类57个整合场景! 浦东率先构建了这一治理体系[EB/OL]. (2021-04-28) [2022-05-23]. [https://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_12102664](https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_12102664).  
The Paper - Pudong. 57 Integrated scenes in 10 categories! Pudong took the lead in building this governance system[EB/OL]. (2021-04-28) [2022-05-23]. [https://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_12102664](https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_12102664).
- [17] 中共上海市委机构编制委员会办公室. 理顺街镇条块关系 提升基层社会治理能力[EB/OL]. (2020-03-09) [2022-05-23]. <https://www.shbb.gov.cn/bzglyj201904/8877.jhtml>.  
Office of the Institutional Establishment Committee of the Shanghai Municipal Committee of the Communist Party of China. Straightening out the relationships between streets and towns to improve grassroots social governance capabilities[EB/OL]. (2020-03-09) [2022-05-23]. <https://www.shbb.gov.cn/bzglyj201904/8877.jhtml>.
- [18] 郭仁忠, 林浩嘉, 贺彪, 等. 面向智慧城市的GIS框架[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2020, 45 (12): 1829-1835.  
GUO Renzhong, LIN Haojia, HE Biao, et al. GIS framework for smart cities[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2020, 45(12): 1829-1835.
- [19] 王鹏. 城市的第一性原理与数字化转型[EB/OL]. (2022-02-14) [2022-05-23]. <https://new.qq.com/omn/20220214/20220214A090XO00.html>.  
WANG Peng. The first principles of cities and digital transformation[EB/OL]. (2022-02-14) [2022-05-23]. <https://new.qq.com/omn/20220214/20220214A090XO00.html>.
- [20] 郑屹, 杨俊宴, 代鑫, 等. 数字化背景下城市意象认知模式探究与反思[J]. 城市建筑, 2020, 17 (13): 54-58.  
ZHENG Yi, YANG Junyan, DAI Xin, et al. Research and reflection on the cognitive model of city image under digital background[J]. Urban Architecture, 2020, 17(13): 54-58.
- [21] 崔斌, 高军, 童咏昕, 等. 新型数据管理系统研究进展与趋势[J]. 软件学报, 2019, 30 (1): 164-193.  
CUI Bin, GAO Jun, TONG Yongxin, et al. Research progress and trend of new data management system[J]. Journal of Software, 2019, 30(1): 164-193.