

城市数字孪生标准化白皮书 (2022 版)



全国信标委智慧城市标准工作组
2022 年 1 月

指导委员会：

戴 红	孙文龙	范科峰	钱 恒
荣文戈	尹洪涛	黄湘岳	张 军

编写组成员：

张 群	张红卫	陈亚军	朱伟佳	李 赟
陈 才	张育雄	柏 翔	李洪飞	陆一听
张焜棋	姚俊华	郑文龙	彭革非	金 程
崔 昊	刘俊伟	冯晓蒙	李君兰	周 波
安小米	梁永增	田 晶	雒冬梅	王 佳
姚新新	孙国刚	董 南	郑庆国	王树东
李 腾	刘 文	徐博雅	于 浩	周微茹
谢芳荻	牟 蕾	何望君	蒋波涛	王佳裕
李 巍	何转琴	庄广新	王 妍	张 程
宋剑锋	何洪路	傅 蕾	陈 武	梅一多
刘 佳	杨 钰	张佳宁	章建兵	梁昌征
尹培培	郭兴海	赵 伟	杨广贺	王 潇
周 刚	刘 莎	倪宏玉	鲁 静	

编写单位：

中国电子技术标准化研究院	中国信息通信研究院
腾讯云计算（北京）有限责任公司	软通智慧科技有限公司
深圳市南山区政务服务数据管理局	盈嘉互联（北京）科技有限公司
北京五一视界数字孪生科技股份有限公司	中国联合网络通信有限公司智能城市研究院
华为技术有限公司	泰瑞数创科技（北京）有限公司
太极智慧城市运营服务（天津）有限公司	中睿信数字技术有限公司
北京市建筑设计研究院有限公司	中移雄安信息通信科技有限公司
中国人民大学	成都秦川物联网科技股份有限公司
建设综合勘察研究设计院有限公司	山东浪潮新基建科技有限公司
中国测绘科学研究院	京东城市（北京）数字科技有限公司
智慧神州（北京）科技有限公司	国网上海市电力公司浦东供电公司
杭州数梦工场科技有限公司	建信金融科技有限责任公司
山东省计算中心（国家超级计算济南中心）	云从科技集团股份有限公司
上海商汤智能科技有限公司	上海数字产业发展有限公司
杭州海康威视数字技术股份有限公司	中关村科学城城市大脑股份有限公司
北京睿呈时代信息科技有限公司	特斯联科技集团有限公司
中国城市规划设计研究院	中电莱斯信息系统有限公司
上海仪电（集团）有限公司	北京电信规划设计院有限公司
阿里云计算有限公司	上海数据交易中心有限公司
成都四方伟业软件股份有限公司	成都市标准化研究院
上海逸迅信息科技有限公司	深圳消安科技有限公司

版权声明

本白皮书版权属于全国信标委智慧城市标准工作组。

使用说明：未经全国信标委智慧城市标准工作组事先的书面授权，不得以任何方式复制、抄袭、影印、翻译本文档的任何部分。凡转载或引用本文的观点、数据，请注明“来源：全国信标委智慧城市标准工作组”。

目录

前言	1
1. 城市数字孪生概述	3
1.1 城市数字孪生内涵及概念模型	3
1.2 城市数字孪生典型特征	5
1.3 城市数字孪生相关方	7
1.4 城市数字孪生技术参考架构	8
1.5 城市数字孪生关键技术	10
1.6 城市数字孪生典型应用场景	16
2. 城市数字孪生发展现状	21
2.1 政策引导现状	21
2.2 产业生态现状	26
2.3 总体发展趋势	29
2.4 面临的问题与挑战	31
3. 城市数字孪生标准化现状	35
3.1 国际标准化现状	35
3.2 国内标准化现状	36
4. 城市数字孪生标准体系	39
4.1 标准体系总体框架	39
4.2 标准分体系描述	40
4.3 标准明细表	43
5. 城市数字孪生标准化建议	51





前言

当前，城市数字孪生已经发展成为支撑智慧城市的重要技术手段。城市数字孪生通过在数字空间对城市物理空间和社会空间进行全要素表达、全过程呈现、全周期可溯，实现城市全面感知、虚实交互、智能决策、精准控制，推动城市智能化、智慧化发展。2021 年 3 月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》（简称“十四五”规划纲要）发布，明确指出“完善城市信息模型平台和运行管理服务平台，构建城市数据资源体系，推进城市数据大脑建设”“探索建设数字孪生城市”，为城市数字孪生营造了良好的发展环境。

标准是促进技术和应用创新发展的重要抓手。2021 年 12 月，国家标准化管理委员会、网信办、科技部、工信部等十部门联合印发《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》。该规划明确指出“围绕智慧城市分级分类建设、基础设施智能化改造、城市数字资源利用、城市数据大脑、人工智能创新应用、城市数字孪生等方面完善标准体系建设”，明确将城市数字孪生纳入智慧城市标准体系的重要组成部分。但是，城市数字孪生领域国际国内标准化工作仍处于起步阶段，亟待整体规划、加速推进。

为做好城市数字孪生标准化工作整体规划，有序推动相关标准制定与应用实施工作，全国信标委智慧城市标准工作组组建了城市数字孪生专题组，并联合相关单位编制了《城市数字孪生标准化白皮书（2022 版）》（简称“本白皮书”）。本白皮书在系统研究城市数字孪生内涵、典型特征、相关方等基础上，构建了城市数字孪生技术参考架构，并梳理了城市数字孪生关键技术和典型应用场景。同时，总结了城市数字孪生发展现状、发展趋势、面临的问题与挑战及国际国内标准化现状。在此基础上，本白皮书探索形成了“城市数字孪生标准体系总体框架（1.0 版）”，并提出了拟研制标准建议和标准化工作建议。本白皮书构建了城市数字孪生标准化路线图，为后续相关标准研制、应用实施指明了方向。

01

城市数字孪生概述





1. 城市数字孪生概述

数字孪生技术与各产业的深入融合能够有力推动各产业智能化发展进程，成为信息化时代产业变革的强大助力。近年来，数字孪生技术在城市领域的应用进入了探索实践阶段。随着智慧城市发展理念不断变革和数字孪生相关技术不断发展，城市数字孪生的理念孕育而生。城市数字孪生契合了当前为产业转型升级赋能的战略需求，是城市在物理空间、社会空间、数字空间融合发展的基础技术手段。城市数字孪生是智慧城市建设新的创新源和发力点，将成为智慧城市发展新阶段的核心底座。

1.1 城市数字孪生内涵及概念模型

城市数字孪生是利用数字孪生技术，以数字化方式创建城市物理实体的虚拟映射，借助历史数据、实时数据、空间数据以及算法模型等，仿真、预测、交互、控制城市物理实体全生命周期过程的技术手段，可以实现城市物理空间和社会空间中物理实体对象以及关系、活动等数字空间的多维映射和连接。

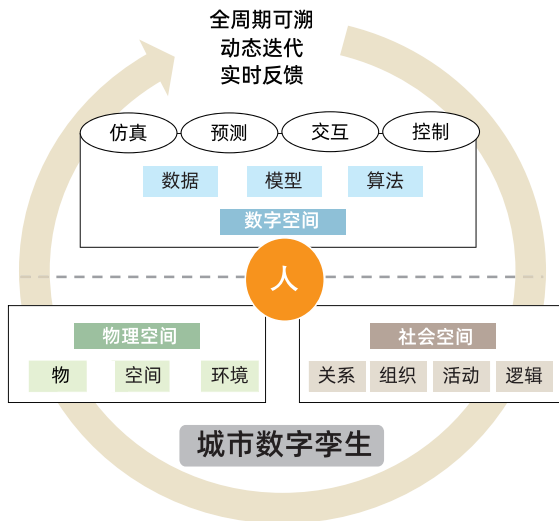



图 1 城市数字孪生概念模型



城市数字孪生的概念模型如图 1 所示。城市数字孪生概念模型包括物理空间、社会空间、数字空间三个部分。分别描述如下：

- 物理空间**：物理空间包含城市时空位置、城市要素和城市生态环境。其中，时空位置是城市地理时间空间信息，包含城市各实体和实体间的时间、坐标信息和高程信息等；城市要素是构成城市的各类物理实体的总称，包含城市道路交通设施、能源设施、信息设施等；城市生态环境是构成城市自然环境的要素，包含土壤、植被、大气、水资源、物候、天气等。城市数字孪生物理空间是保障城市经济社会发展的重要支撑。
- 社会空间**：社会空间包含城市中的组织、活动、关系以及逻辑，用于描述城市社会中个体与个体、个体与群体、群体与群体等关系和活动的总和。其中，城市发展和社会治理中多元参与主体构成组织要素；多元参与主体围绕城市生活、生产和生态所开展的各类政治、经济、文化等活动构成活动要素；多元参与主体间相互作用并产生多维层次关系构成关系要素；社会关系变化和迁移过程所遵循的规律构成逻辑要素。
- 数字空间**：数字空间是与物理空间和社会空间映射连接形成的第三个关键空间。数字空间是城市数字孪生的载体。通过对城市物理空间和社会空间所包含城市要素实体的全域历史及实时数据的采集、汇聚、建模、分析以及反馈，数字空间完成对城市要素及活动的全周期可溯、动态迭代以及实时反馈，实现城市多维仿真、智能预测、虚实交互、精准控制。

城市数字孪生为智慧城市深入建设、迭代升级提供支撑能力。城市数字孪生通过应用数字孪生技术实现城市物理空间、社会空间以及数字空间在时间维度和空间维度更加精准的映射、更加紧密的联接和更加多维的联动，通过物联网、人工智能、区块链等新一代信息技术实现三元空间的协同演进和共生共智，进一步满足“人”在城市生活、生产、生态的各类需求，服务“以人为本”的智慧城市建设的初心。



1.2 城市数字孪生典型特征

（1）全面感知

城市数字孪生以全面感知为前提。城市是一个复杂巨系统，时刻处于发展变化中，必须时刻掌握物理城市的全局发展与精细变化，实现孪生环境下的数字城市与物理城市同步运行。城市数字孪生通过布设覆盖城市范围的多种类型传感器，建立全域全时段的物联感知体系，对城市运行状态进行多维度、多层次精准监测，全面获取影像、视频、各类运行监测指标等海量城市数据，实现对城市环境、设备/设施运行、人员流动、交通运输、事件进展等的全方位感知，实时获取城市全域全量运行数据，为城市数字孪生提供数据基础。

（2）精准映射

映射是构建数字世界并建立数字世界与物理世界紧密关系的过程。各类信息要素的精准匹配与精准表达是实现物理城市向数字城市映射的关键。城市数字孪生的实现场景下，物理城市与数字城市是一一对应、紧密融合、双向互动的关系。通过物联感知、数字化标识、多维建模等技术，数字空间实现全域模型精准建立、全量数据精准标识、全盘孪生精准运行，保障孪生环境下的仿真推演具有可信性和参考性，从而指导物理世界运行管理决策。

（3）智能推演

智能推演是城市数字孪生具备智慧能力的体现，是实现物理城市进行科学预测、指导与优化的关键。可以依据物理城市的真实运行数据，构建不同场景下的推演模型，进而模拟和分析物理城市的运行状态和发展趋势，推演预测物理城市的发展态势与运行结果，并提出优化建议，辅助城市日常管理、应急指挥和科学决策。随着城市数字孪生数据的日渐积累，使其可以通过数据去发现城市更多场景下的运行规律，从而能够更多样、更精准的建立推演模型，使城市管理者可以更好的掌握城市运行趋势和可能发生的事件，真正实现数据驱动的城市智能化分析和运行。



(4) 动态可视

动态可视是指通过将感知的多源数据进行数字化建模和可视化渲染，城市数字孪生提供了全要素、全范围、全精度真实的渲染效果，实现全空间信息和城市实时运行态势的动态展示。一方面，城市数字孪生既可以展现宏大开阔的城市全貌场景，也可以展现诸如地下管线、室内设施等城市微场景，提供全粒度、多尺度的多维展现能力。另一方面，城市数字孪生可视化具有突出的动态性特点，可将城市实时运行体征，如交通运行、城市环境、监控视频等城市实时信息与空间模型紧密融合，实时动态展示可视化对象的状态变化，精准反映物理城市的真实状态和运行情况，使数字城市更加鲜活。

(5) 虚实互动

虚实互动是指物理空间与数字空间的互操作和双向互动，借助物联网、图形/图像、AR/VR、人机交互等领域技术的协同和融合，实现城市级虚实空间融合、控制与反馈等能力。虚实互动的过程是指通过对物理世界的数据实时采集、接入并映射到数字世界，实现对物理世界的仿真和模拟，在数字空间中进行大数据量的计算、预测和演练，提出城市规划、城市建设、城市治理等的科学决策建议，相关决策建议可以指导或直接反作用于物理世界，在物理世界执行完成后，相应的执行结果再映射到数字世界，并进行信息及时更新，实现物理空间与数字空间的双向闭环互动。

(6) 协同演进

协同演进是城市数字孪生具有高阶智慧能力的体现。城市数字孪生过程中，物理城市与数字城市在城市运行、数据、技术、机制等方面存在长期协同关系，长期相互反馈、相互影响。协同演进是以物理空间和社会空间为主体，数字空间进行推演，并反馈进化结果，使物理空间和社会空间协同推进的过程。协同演进不仅是“协同”的，更是“演进”的，是“物理城市与数字城市在各种因素的相互作用下的演进关系”，这种演进关系最终推动物理城市与数字城市共同发展进步。



1.3 城市数字孪生相关方



图 2 城市数字孪生相关方

城市数字孪生相关方见图 2。城市数字孪生相关方主要包括以下三类：

a) 城市数字孪生咨询服务提供方：是指根据行业、技术、区域以及组织机构发展趋势，提供城市数字孪生规划、顶层设计以及相关咨询服务的组织或个人。

b) 城市数字孪生建设技术提供方：包含参与城市数字孪生应用建设和运营的主体，包括但不限于：

方案设计提供方：针对具体客户需求，提供城市数字孪生落地方案和模式的组织或个人；

数据资源提供方：提供城市数字孪生所需的各类数据资源的组织或个人；

网络服务提供方：提供网络设备、网络连接、网络服务的组织或个人；

支撑技术提供方：基于特定技术，提供技术解决方案产品的专业化技术服务组织或个人；

孪生技术提供方：基于数字孪生技术，结合具体城市场景以及行业应用需求，提供孪生技术解决方案以及落地实施建设的组织或个人；

平台能力提供方：提供各类数字化平台资源、建设、运营、培训和维护等服

务的组织；

系统集成提供方：提供系统集成服务的组织。

c) **城市数字孪生运营服务方：**包含参与城市数字孪生应用服务和运营的主体，包括但不限于：

系统服务运营方：是指针对具体客户需求，负责城市数字孪生系统或服务运营的组织；

应用服务使用方：是指在城市规划、建设、运营、治理、服务等场景中应用城市数字孪生技术的组织或个人，是城市数字孪生应用的需求方和使用方。

1.4 城市数字孪生技术参考架构

在图 1 城市数字孪生概念模型基础上，本白皮书进一步从技术实现角度构建了城市数字孪生技术参考架构，见图 3。

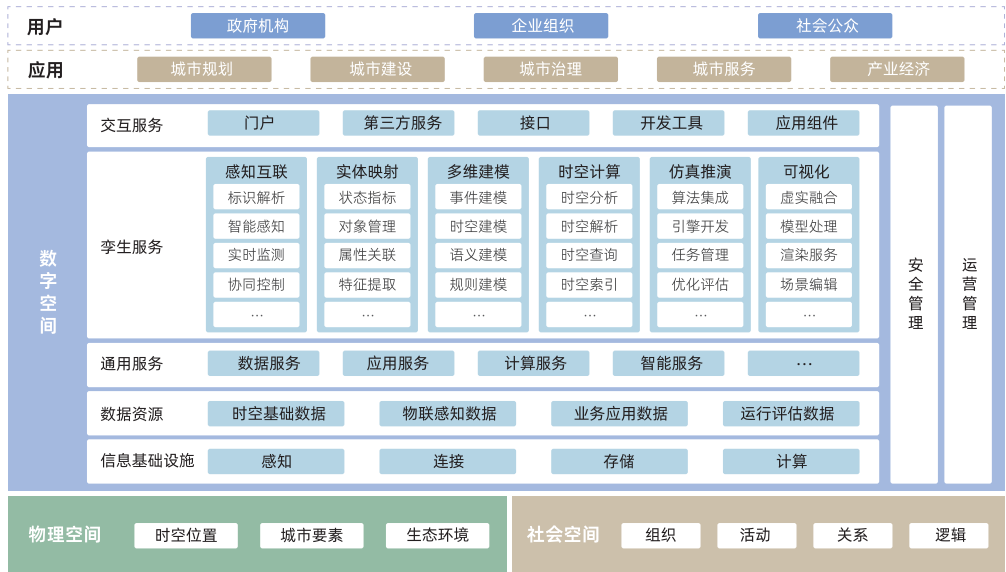


图 3 城市数字孪生技术参考架构

为实现城市数字孪生，首先需对物理空间以及社会空间中的物理实体对象、事件




对象以及关系对象进行数字空间的虚拟表达以及映射。在此基础上，依托信息基础设施实现数据的汇聚、传输以及处理，形成数据资源，在通用服务能力的支撑下进一步融合数字孪生技术，形成能够对外提供的数字孪生服务，并通过交互服务实现与上层应用场景的融合。同时，需提供立体化安全管理以及全生命周期的运营管理，保障数字空间各类资产以及服务的安全高效运行。

信息基础设施：信息基础设施是指提供感知、连接、存储以及计算能力的数字化基础设施，其中感知基础设施包含嵌入式传感基础设施、物联网基础设施以及测绘基础设施等。连接基础设施包含 5G 网络、车联网、窄带泛在感知网、全光网络等先进连接通信设备、设施以及系统。存储基础设施主要指多级数据存储中心以及云数据中心，涵盖多种存储方式，包括分布式文件存储、分布式结构化数据存储、分布式列式数据存储、分布式图数据存储。计算基础设施包含高性能计算、分布式计算、云计算以及边缘计算等先进计算基础设施，支持城市建立虚拟一体化计算资源池。

数据资源：数字资源是城市各类数据的总和，是构建城市数字孪生系统的基础。从数据来源可分为时空基础数据、物联感知数据、网络传输数据、业务应用数据以及运行评估数据。其中时空基础数据包括矢量数据、影像数据、高程模型数据、地理实体数据、地名地址数据、三维模型数据等。物联感知数据包含通过物联感知设备采集上报的各类感知数据以及状态数据，如温度、湿度、压强、亮度、设备运行状态等。业务应用数据包含来自业务信息系统、行业领域信息系统、第三方社会机构信息系统等多源业务应用数据。运行评估数据主要包括城市规划、城市管理、经济发展、环境保护、气象、能源、交通等领域运行成效以及评估数据。

通用服务：通用服务为城市数字孪生提供基础共性能力支撑。其中数据服务是对数据资源利用提供的通用支撑服务，包含但不限于数据模型、资产管理以及数据治理。应用服务提供保障城市数字孪生应用及服务的基础能力，包含但不限于引擎服务、组件管理以及用户管理。计算服务包括但不限于任务调度、资源管理、性能监测。智能服务包含但不限于模式识别、统计分析、知识图谱等。

孪生服务：孪生服务是指城市数字孪生所需的特性服务，包括但不限于感知互联、



实体映射、多维建模、时空计算、仿真推演及可视化。感知互联是指城市全要素实时感知及互联控制，有标识解析、智能感知、实时监测、协同控制等。实体映射是指建立物理实体与虚拟实体之间的多层次、多维度的映射关系，有状态指标、对象管理、属性关联、特征提取等。多维建模是进行全要素多维度数字化表达，有事件建模、时空建模、语义建模、规则建模等。时空计算指基于时间以及空间坐标的多维计算，有时空分析、时空解析、时空查询、时空索引等。仿真预测是指模拟仿真，智能预测、动态决策等，有算法集成、引擎开发、任务管理、优化评估等。可视化是完成物理城市到数字城市的表达，有虚实融合、模型处理、渲染服务、场景编辑等。

交互服务：交互服务是指提供多种类型的能力开放界面，通过统一规范的交互界面实现跨系统数据互通以及服务调用，通过提供平台化、轻量化数据、API、消息、应用等集成能力，第三方应用可以对功能组件进行灵活组合，实现业务逻辑和技术逻辑的分离。开放形式包含但不限于门户、第三方服务、接口、开发工具、应用组件等。

安全管理：安全管理是指根据城市安全管理制度，开展数据安全、信息系统和网络安全、安全预警和应急处理等管理工作。

运营管理：运营管理是指基于数字模型和标识体系、感知体系以及各类智能设施，实现城市基础设施、地下空间、能源系统、生态环境、道路交通等运行状况的实时监测和统一呈现，通过数字模型和软硬件系统，实现快速响应、决策仿真、应急处理以及设备和系统的运行、维护和运营。实现城市要素、生态环境等运行状况的实时监测和统一呈现。

1.5 城市数字孪生关键技术

城市数字孪生丰富的内涵和特征决定了它的实现具有高度复杂性，涉及一系列复杂技术。其中，感知互联、实体映射、多维建模、时空计算、仿真推演、可视化、虚实交互七个方面的相关技术构成了城市数字孪生关键技术体系。此外，城市数字孪生也离不开基础网络、5G、大数据、人工智能、云计算、区块链等相关技术的支撑。



（1）感知互联

面向城市建立全域全时段的物联感知体系，实现城市运行态势的多维度、多层次精准监测，是实现数字孪生城市的关键基础。同时基于感知信息提供针对互联设备间的协同控制，实现万物互联，虚实互动。主要技术包括标识与解析技术、智能感知技术、实时监测技术以及协同控制技术。

标识是数字城市中各物理城市及新建的城市物联感知体系在城市信息模型平台中的唯一身份标识。通过物体全域标识，实现数字孪生城市资产数据库的物体快速索引、定位及关联信息加载。标识解析技术是将物联网对象映射至通信标识、应用标识的过程，通过标识获取有关实际属性信息，如地址、物品、空间位置等。

智能感知技术分为采集控制、感知数据处理，主要包括：传感器、条码、RFID、智能化设备接口、多媒体信息采集、位置信息采集等。


实时监测技术提供实时动态的感知数据采集、处理和分析技术，通过制定了覆盖物理链路层、传输网络层及应用层的协议，从而实现感知信息的高效传递。

协同控制技术通过直接与对象绑定或与对象连接的数据采集器、控制器技术，完成对对象的属性数据识别以及协同控制操作。同时应具备对设备的全方位安全防护，如设备安全加固、设备唯一可信认证、设备安全态势感知及设备安全修复等。

（2）实体映射

实体映射是建立物理实体与虚拟实体之间的多层次、多维度的映射关系。城市数字孪生基于新型基础测绘和数字化标识等技术和手段，通过地理位置、几何结构、状态等多角度特征提取、属性关联、对象管理、状态查询等服务，使物理实体与虚拟实体在不同尺度（跨尺度）上一一对应。

状态指标为虚拟空间实体映射提供标准属性模板以及关键指标记录，实现实体间连接和关系的实时更新和动态持续性维护与管理，实现对虚拟空间中数据资源的有效管理和利用。对象管理是实现虚拟实体以及数据资源共享共用的基础。通过对虚拟对象的管理实现城市物理对象以及社会对象在实体空间的连接与关系，确保数字对象在数据处理、分析、推演等一系列过程中的可溯性。属性关联以及特征提取技术帮助



城市数字孪生获取完整性好、现势性强、精准度高的全域全要素数据关联，通过叠加时空大数据，构建与包含天空地等时空基础数据的一体化的、信息一体化的数字信息底座，保证城市全息数据的完整采集以及关联挂接。

(3) 多维建模

城市数字孪生的实现需要以数据为驱动，以模型为支撑。城市数字孪生的基础是模型和数据的统一。多维模型是物理对象时空数字化还原的载体，基于城市不同层面数据，综合计算机图形学、人工智能、系统动力学等多学科，将城市杂乱无章的海量数据进行空间对应，释放数据资源价值，实现城市数字孪生对物理城市的精准还原。通过对城市进行全要素的数字化和语义化建模，实现从宏观大场景到微观小单元、从室外到室内、从地上到地下的全空间立体还原，形成全空间一体化且相互关联的全域立体模型。多维建模技术包括但不限于时空建模技术、事件建模技术、语义建模技术等。

时空建模技术融合三维自动化建模、倾斜摄影数据、激光点云数据、GIS基础数据、BIM数据等多源时空大数据，构建集建筑、道路、轨交、桥梁、水系、绿化、地形、地下空间为一体的三维空间场景，完成对物理世界的空间几何建模。

事件建模技术通过分析现实世界发生的事件的机理、事件的运行、事件的业务流程等，识别出具有一定特点和运行规律的事件，对事件进行建模，构建数字孪生的事件模型。常见的城市事件建模包括但不限于：城市风环境建模、管网水动力学建模、道路交通流建模、火灾疏散建模、城市内涝建模等。

语义建模技术对物理实体的属性和关系进行建模，采用资源描述框架对城市物理实体的空间信息、时间信息、属性信息、构成成分、物理状态（实体在某一时刻的物理特征，如水流速度、流向，路面粗糙度等）和实体关系进行描述，便于机器理解和计算，是提供知识化服务和智能分析的基础，是实现城市数字孪生各项应用不可或缺的重要支撑。

(4) 时空计算

时空计算是建立在城市时空数据与时空模型之上的计算服务能力，它包括时空查询、时空分析、时空解析、时空索引等多重计算服务。



时空查询综合了时间及多维空间关系的查询，包括距离（长度）查询、面积查询、缓冲区查询等；时空分析是数字化时空环境中对不同要素存在的时间与空间关系、趋势、变化之间的计算与分析，从而判断两个及以上要素之间的时空相关性；时空解析是运用时空大数据与智能技术，对时空对象的运行规律和固有特征变化进行动态解译，从而正向反馈虚拟对象；时空索引是隐藏在时空分析、计算和查询的幕后助力，它是对用于描述时空对象的点、线、面、体（网）、时间点、时间段等对象及组合数据结构的存储及检索设计。


时空计算将支撑众多城市数字孪生应用场景的重要能力，比如在城市交通方面，对地点的查询、路径的规划、出行方案的优化；在地下管网方面，对管线埋深、走向的掌握，管网拓扑分析、管线碰撞检查等。时空计算实现对海量城市时空大数据的查询、分析和解析，对于充分释放时空大数据的价值，支撑应用场景时间、空间特性挖掘与体现具有重要意义。

（5）仿真推演

城市数字孪生中仿真推演技术以城市问题为导向，从城市运行中各活动主体行为与要素流动过程着手，充分利用城市运行中的部件物理模型、物联网感知数据、运行历史数据等，完成多维度、多层次、多学科、多物理量、多场景、多概率的仿真推演，以支撑各行业的业务应用和城市管理决策。城市数字孪生仿真推演可以分为模型集成、引擎构建、引擎优化等核心环节。

仿真推演立足数据，结合算法，并以空间计算为重要特征。仿真推演基于各类算法，在数字空间中对物理空间进行实时或仿真计算，为城市规划，建设管理提供参考和决策支持。仿真推演是对城市各类业务领域充分理解之后形成的一套行之有效的算法。仿真推演技术实现的第一步是模型算法的集成。一方面，城市数字孪生涉及到众多建模、映射和时空计算模型算法，针对不同的城市运行场景，通过模型集成可以大幅缩短城市应用场景还原时间。另一方面，通过建立城市场景数字学习的模型库，利用图像识别、AI 等手段，城市数字孪生的构建可以快速搭建各种场景。

通过引擎构建，将基于现实的城市运行规律构建行业分析算法模型，提前推演出



运行结果，其贯穿城市规划、建设、运行的全生命周期。

在城市运行中需要持续对构建的仿真引擎进行完善，提高城市场景仿真的能力，使得仿真任务、结果可控，仿真分析评估的结果经得起验证。这要求构建的仿真引擎具备城市空间的可模拟仿真、事件流程的模拟仿真、综合事件的模拟仿真的能力。城市数字孪生仿真模型引擎承载着模型开发和推演的核心，引擎架构应该契合城市数字孪生的结构特点，才能实现最佳的开发和运行效益。仿真引擎要解决快速构模、高效稳定、人机融合、智能嵌入的复杂巨系统问题，引擎架构的优化是基础。只有将复杂的仿真引擎合理分解为“高内聚、低耦合”的结构，针对不同结构特点采用最佳解决方案，才能达成整体优化。

(6) 可视化

可视化是城市数字孪生一系列建设成果的重要表达方式和直观展示窗口，也是实现用户实现物理空间和虚拟空间关联的重要技术手段。城市数字孪生可视化，不是对城市中数字对象的简单呈现，而是根据具体业务场景，从模型处理、场景编辑、可视化渲染、脚本制作和虚实融合等多方面进行全时空、全过程、全交互、全实时的可视化服务，从而构建起一个更加逼真的虚拟空间。

可视化渲染是城市数字孪生可视化技术的核心技术之一。高粒度三维渲染、实时动态渲染、基于风格选择的动态渲染及多重渲染特效、视频与三维模型无缝集成的虚实融合等不同类型的渲染能力已经在城市数字孪生中得到应用和尝试。同时，城市数字孪生的特点决定了对实时性要求较高，因此实时渲染就显得尤为必要。通过 AR、VR 等技术进一步融入到虚拟场景中去，实现“虚实一体”，为城市数字孪生提供了一种全新的实时动态的可交互的互动型可视化。城市数字孪生的三维渲染引擎支持对物理世界的精确还原和逼真表现，支持与物理世界的虚实融合互动，因此将游戏引擎的高渲染能力和三维 GIS 引擎对地理信息的支持能力进行结合是满足城市数字孪生可视化需求的发展方向，也是目前行业内已形成共识的前进方向。

游戏引擎、三维 GIS 技术、VR/AR/MR 等技术广泛应用，为城市数字孪生可视化带来了多样性的发展，使得可视化从传统的二维、三维静态可视化发展到如今的多技



术融合的实时动态全时空可视化。

（7）虚实交互

虚实交互技术通过融合数字图像处理、计算机图形学、多媒体、混合现实、增强现实等多种技术，以沉浸式、交互式的方式，实现与物理城市中的物、人、事之间的双向互动。满足数字城市与物理城市的资源共享、动态交互、干预控制等需求，


虚实交互技术需通过交互服务开放对外交互能力，实现城市数字孪生不同子系统之间的数据交换和共享、与外部系统的对接和联通、与外部设备的交互和控制。在提供传统的门户、接口、第三方服务的基础上，通过提供开发工具以及应用组件的方式，挖掘探索创新的人机交互界面，使物理城市与数字城市空间融合，实现城市三维空间的全息感知与实景的交互操作以及服务调用。实现跨终端、多模态的交互方式，并进一步基于 AR、VR、MR 技术，通过数字沙盘、大屏、环幕、CAVE、DMS 多点触摸、VR 体验等集成展示等多种方式，提供高逼真、多粒度、多维度的沉浸式体验。

（8）其他支撑技术

除以上关键技术外，城市数字孪生的实现也离不开基础网络、5G、大数据、人工智能、云计算、区块链等重要的共性支撑技术。

城市数字孪生基础网络技术能够以业务需求和城市功能为驱动力，提供面向业务协同的网络基础设施，实现网络资源协同智能调度，为城市数字孪生建设提供高效、可靠的网络服务质量保障。尤其是 5G 商用时代的到来，5G 通信技术的高速率、大带宽、低时延优势，在城市数字孪生中发挥着重要作用，5G 技术应用全面支撑了城市数字孪生的实现，使得面向未来的泛在传感连接和数据传输网络走入现实，进一步推动城市累积数据从量变到质变。

城市数字孪生基于网络、连接等技术获取来自物理世界的的数据，而这些数据通常具备大数据的特征，即数据实时在线、体量巨大、类型多样、处理速度快、应用价值高，这些都需要新型的数据处理方式，来全面激活和释放数据价值。与大数据技术相伴而生的人工智能技术同样是城市数字孪生的重要支撑技术之一，通过机器学习、深度学习实现对城市海量数据的自动分析和规律获取，并根据规律实现对未知数据的预测，



赋予城市数字孪生“先知先觉”的能力。

由于在构建城市数字孪生的过程中，需要依赖大量的数据计算，因此其对数据可信性、计算基础设施可信性等都提出了很高的要求。区块链技术的去中心化交易机制的优势得以凸显，利用区块链技术的加密学特性，以区块链为基础的“底层链”，保证城市数字孪生中的数据不被篡改，真正实现数据的安全流动共享和城市数字孪生构建的多方参与。

1.6 城市数字孪生典型应用场景

当前，城市数字孪生典型应用场景主要包括城市规划、城市建设、城市治理、智慧园区、智慧交通、智慧能源等。分别描述如下：

(1) 城市规划

在城市规划领域，构建总规、控规、专规、城市设计、地下空间设计等全要素、全空间的城市规划模型，依据规划建设容量，以定量与定性方式，基于专题分析、模拟仿真、动态评估、深度学习等方法，对城市虚拟规划和场景仿真模拟，实时动态性监管城市开发和城市生长更新的整体规划实施情况。提出市域城乡统筹发展战略，保证规划建筑、绿地、公路、桥梁、公共设施等每一寸土地时实现综合效益的最优化，推动城市规划有的放矢提前布局。

(2) 城市建设

在城市建设领域，围绕城市建设中“人员、安全、进度、协同、环境”几个重要因素，构建数字孪生信息化应用系统，对建设过程中涉及的人、机、料、法、环等生产要素进行数字化，实现对项目施工信息、工程进度、重大事件实时更新，并通过系统同步配置用户的组织结构、智能权限，结合各类子系统应用实现信息有效触达、问题及时跟进、工地有序管理，为建设方、施工方、监理方、设计方及相关人员提供应用服务，有效解决城市以及新区建设过程中的复杂性和不确定性等行业痛点，打造安全可靠、绿色环保的城市建设。



（3）城市治理

在城市治理领域，城市治理是推进国家治理体系和治理能力现代化的重要内容，通过城市数字孪生汇聚 GIS 数据、影像数据、高程数据、OSGB、BIM、专题数据等多维时空数据，对接城市管理、生态治理、交通治理、市场监管、应急管理、公共安全等不同领域系统，以城市事件综合管理、重大事件和特殊场景需求为驱动，将“自学习、自优化、自演进”功能融入城市治理过程之中，制定全域一体的闭环流程和处置预案，对症下药精准施策，更好地把影响城市生命体健康的风险隐患察觉于酝酿之中、发现在萌芽之时、化解于成灾之前，实现引导城市规划建设，达到精准化治理效果。

（4）智慧园区

园区作为城市的核心单元，智慧园区建设已成为当今城市规划和社会发展的关注焦点，也是产业园区和社区发展的必然趋势。基于城市数字孪生感知化、互联化、平台化、一体化的手段，实时接入园区 IoT 设备、资产、能源、设施及环境等数据，建立基于园区实时运行状况的数字孪生场景，融合园区数字孪生、运用管理、业务管理为一体，实现对园区总体情况、设备运维、物业管理、安全管控、运营服务等全要素、全流程可查、可管、可控、可追溯，打造“安全、智慧、绿色”的园区，提升园区的社会和经济价值，开创智慧园区的立体多维管理新模式，从而实现园区经济可持续发展的目标。

（5）智慧交通

在智慧交通领域，通过融合多源异构数据，搭建包含基础交通设施、动态车流、时空、地理等信息的交通数字孪生底座，并融入物联网、云计算、大数据、移动互联网等前沿 IT 技术，汇集各类交通信息，提供实时交通数据下的交通信息服务。并利用 AI 图像识别、仿真算法等数据处理技术，实现智慧交通系统性、实时性、信息交流的交互性以及服务的广泛性，有效解决了交通感知难、出行难、治理难、维护难的行业痛点，进一步提升交通“规、建、管、运、服”能力，助力建成便捷顺畅、经济高效、绿色集约、智能先进、安全可靠的现代化高质量国家综合立体交通网，实现“交通强国”目标。



(6) 智慧能源

在智慧能源领域，统筹大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术，构建与物理城市能源相匹配的数字城市能源系统，挖掘真实的数据需求，建立科学的决策程序，用数据分析结果指导实践，实现城市能源系统全要素的数字化、虚拟化，全状态实时化和可视化、运行管理协同化和智能化，实现物理城市和数字城市虚实交互。通过“智慧化”使能源转化效率、能源传输效率、能源基础设施利用效率、能源与经济社会的结合效率显著提升，最终实现能源系统更加高效、清洁、低碳。



02

城市数字孪生发展现状





2. 城市数字孪生发展现状

智慧城市的建设是一个与时俱进、不断演进的过程。近年来，国内外相关机构开始从城市数字孪生视角探索构建智慧城市的新路径，比如新加坡数字孪生协作平台 Virtual Singapore、日本城市级数字孪生开放平台 PLATEAU、我国数字雄安 CIM 平台等。本白皮书从政策、产业两个角度对我国城市数字孪生发展现状进行了梳理，并分析了总体发展趋势及面临的问题与挑战。

2.1 政策引导现状

近年来，我国高度重视城市数字孪生发展，在国家层面出台了一系列指导文件。

2018 年 4 月，中共中央国务院关于对《河北雄安新区规划纲要》的批复中指出“坚持数字城市与现实城市同步规划、同步建设，适度超前布局智能基础设施，打造全球领先的数字城市”。

2020 年 4 月，国家发展改革委、中央网信办发布《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经济发展实施方案》，提出“支持在具备条件的行业领域和企业范围探索大数据、人工智能、云计算、数字孪生、5G、物联网和区块链等新一代数字技术应用和集成创新”“开展数字孪生创新计划。鼓励研究机构、产业联盟举办形式多样的创新活动，围绕解决企业数字化转型所面临数字基础设施、通用软件和应用场景等难题，聚焦数字孪生体专业化分工中的难点和痛点，引导各方参与提出数字孪生的解决方案”。

2020 年 5 月，国家发展改革委联合有关部门、国家数字经济创新发展试验区、媒体单位、互联网平台、行业龙头企业、金融机构、科研院所、行业协会等 145 家单位发布了《数字化转型伙伴行动倡议》，指出“探索大数据、人工智能、数字孪生、5G、工业互联网、物联网和区块链等数字技术应用和集成创新，形成更多有创新性的共性技术解决方案及标准”。

2021 年 3 月，国家“十四五”规划纲要正式印发，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”“完善城市信息模型平台和运行管



理服务平台,构建城市数据资源体系,推进城市数据大脑建设”“探索建设数字孪生城市”。

2021年5月,国家住建部印发的《城市市政基础设施普查和综合管理信息平台建设工作指导手册》(建办城函〔2021〕208号)指出“依托城市信息模型(CIM)基础平台,建立可感知、实时动态、虚实交互的城市地下基础设施数字孪生融合应用”。

2021年7月,国家工信部等十部门印发的《5G应用“扬帆”行动计划(2021-2023年)》(工信部联通信〔2021〕77号)指出“加快智慧表计等产品在市政管理、环境监测等领域部署,探索构建数字孪生城市,提高城市感知能力”。

2021年8月,自然资源部印发《实景三维中国建设技术大纲(2021版)》(自然资办发〔2021〕56号),指出“调动各级自然资源主管部门和社会力量,构建‘分布存储、逻辑集中、时序更新、共享应用’的实景三维中国,为数字中国建设提供统一的空间基底”。

2021年9月,国家工信部、住建部发布《物联网新型基础设施建设三年行动计划》,提出“到2023年底,在国内主要城市初步建成物联网新型基础设施”“加快边缘计算、数字孪生、IPv6等技术研发与应用”。

2021年12月,国家标准委、网信办、科技部、工信部等十部门联合印发《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》。该规划中明确指出“围绕智慧城市分级分类建设、基础设施智能化改造、城市数字资源利用、城市数据大脑、人工智能创新应用、城市数字孪生等方面完善标准体系建设”。

2021年12月,中央网络安全和信息化委员会印发《“十四五”国家信息化规划》,提出“稳步推进城市数据资源体系和数据大脑建设,打造互联、开放、赋能的智慧中枢,完善城市信息模型平台和运行管理服务平台,探索建设数字孪生城市”。

2022年1月,水利部印发了《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》以及《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》,明确了“建设数字孪生流域,包括建设数字孪生平台、完善信息基础设施”推进智慧水利建设的主要任务。

在国家政策指引下,多地立足当地实际,出台了相关地方政策,加快推进数字孪生技术与智慧城市建设的融合发展。本白皮书梳理了2020-2021年度地方出台的城市



数字孪生相关主要政策文件，见表 1。

表 1 地方城市数字孪生相关政策（2020-2021）

地区	政策名称	发布时间	城市数字孪生主要表述
北京	《北京市“十四五”时期智慧城市发展行动纲要》	2021.3	不断完善市、区、街（乡镇）三级目录链管理体系，加强市大数据平台汇聚、共享、开放等服务能力建设。积极探索建设虚实交互的城市数字孪生底座。
	《北京市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	2021.4	支持大数据、人工智能、云计算、数字孪生和区块链等新一代数字技术应用和集成创新。
上海	《上海市全面推进城市数字化转型“十四五”规划》	2021.10	<p>数字化将构建城市运行新形态。数字化重新定义了城市形态和能力，数字孪生城市从概念培育期加速走向建设实施期，随着物联感知、BIM 和 CIM（城市信息模型）建模、可视化呈现等技术加速应用，万物互联、虚实映射、实时交互的数字孪生城市将成为赋能城市实现精明增长、提升长期竞争力的核心抓手。</p> <p>面向数字时代的城市功能定位，加强软硬协同的数字化公共供给，加快推动城市形态向数字孪生演进，逐步实现城市可视化、可验证、可诊断、可预测、可学习、可决策、可交互的“七可”能力，构筑城市数字化转型“新底座”。</p> <p>建设城市数字孪生平台，集成提供城市全要素数字化表达、动态三维呈现、智能决策支持、模拟仿真推演等。</p> <p>数字底座赋能工程。打造城市数字底座标准体系，坚持标准引领战略，建立统一、开放、可操作的数字底座建设标准体系和评价指标体系，创建数字化转型领域“上海标准”。</p> <p>推进城市数字底座实践试点，依托浦东新区和五个新城，先行先试城市数字底座建设和运行，加快推进数字基础设施试点建设，支持物体全域标识、时空 AI、BIM 等技术率先应用推广，积极推动国家和市级数字技术标准运用实践，探索建立基于数字孪生城市的运行感知和态势推演等新型功能，推动试点地区率先构建城市“七可”能力体系。构建城市数字底座运营机制，积极创新市场化运营模式，培育覆盖全领域的专业化服务机构，推动政企协同发力，促进城市数字底座高质量建设和高效率运行，积极推动上海建设运营模式向长三角以及全国推广。</p> <p>转型标杆示范工程。聚焦城市数字化转型，建设“数字孪生城市”示范，探索“未来城市”区域标杆实践，以“数字维度”引领“空间之变”。推动临港数字孪生城市建设，打造面向国际的创新转型先导区。</p>

地区	政策名称	发布时间	城市数字孪生主要表述
上海	《中国（上海）自由贸易试验区临港新片区发展“十四五”规划》	2021.8	试点数字孪生城市建设，打造上海数字化转型示范区。
	《上海市促进城市数字化转型的若干政策措施》	2021.7	加强技术研发和协同攻关。发挥本市各有关专项资金作用，加强核心软件、基础软件、工业软件、大型行业应用软件等关键产品，以及数字孪生、智能物联、车路协同、区块链等应用技术研发。
	《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》	2021.1	塑造数字时代的城市全新功能。融合应用数字孪生城市、大数据与人工智能等技术，推动城市“规建管用”一体化闭环运转，实现城市决策“一张图”、城市治理“一盘棋”，为城市精细管理和科学决策提供“说明书”。
	《上海市推进新型基础设施建设行动方案（2020年-2022年）》	2020.5	探索建设数字孪生城市，数字化模拟城市全要素生态资源。
天津	《天津市人民政府关于印发天津市加快数字化发展三年行动方案（2021-2023年）的通知》	2021.9	建设城市信息模型（CIM）基础平台，推进虚实交互、数据驱动的数字孪生城市建设，提升城市实时感知、预警预判、快速反应能力。
江西	《“智联江西”建设三年行动》	2021.5	创新社区治理线上线下模式，建设数字化社区便民服务中心，推进社区治理共建共治共享。完善、升级各类智慧城市应用，探索建设一批数字孪生城市，实现城市全要素数字化和虚拟化、城市全状态实时化和可视化、城市管理决策协同化和智能化，打造数字孪生城市江西样板。
湖北	《湖北省新型基础设施建设“十四五”规划》	2021.9	积极推进城市级 BIM 管理平台建设，统筹构建 CIM 基础平台，积极推进城市级 CIM 平台建设，以武汉市东湖新技术开发区部分区域为试点探索建设数字孪生城市。
云南	《云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	2021.2	基于 GIS、BIM、CIM 等技术，建设数字孪生城市，建立物理与虚拟空间映射的城市信息模型，构建三维数据渲染与分析展示能力，推进城市规划、管廊管理等领域三维数字化应用建设。
广西	《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	2021.4	数字孪生试点工程：以新城新区为重点，建设信息管理中枢，探索推动数字孪生城市与现实城市同步规划、同步建设，实现模拟运行、交互反馈、全域全时监测，发挥辅助决策作用。



地区	政策名称	发布时间	城市数字孪生主要表述
江苏	《江苏省“十四五”数字政府建设规划》	2021.9	推进城市治理数字化。基于城市信息模型（CIM）基础平台技术，推行城市数据大脑建设，探索建设数字孪生城市，拓展智慧治理场景应用和定制服务，提高智慧城市建设水平。建设城市运行监测一张图，开展市容市貌、工地堆场、垃圾分类等场景的视频智能巡查，实现城市综合管理数字化。
	《南京市数字经济发展三年行动计划（2020-2022年）》	2020.6	以“数字产业化、产业数字化、数字化治理”为主线，加快建设新型基础设施，构建数据驱动发展新方式，推进数字产业创新发展，推动数字经济与实体经济深度融合，打造数字政府和数字孪生城市。
浙江	《浙江省数字基础设施发展“十四五”规划》	2021.5	打造分类分级的城市信息模型（CIM）基础平台。通过融合遥感、城市多维地理、BIM、城市感知等多源信息，构建集多元数字要素于一体的城市“一张图”，打造标识感知、协同计算、模拟仿真、深度学习等数字能力，形成可视化、可诊断、可预测、可决策的三维数字底座，在有条件的城市建立表达和管理城市三维空间全要素的城市信息模型基础平台，推进其在城市规划管理及其他行业领域的广泛应用。
	《浙江省建筑业发展“十四五”规划》	2021.3	推进智慧城市建设，积极探索和应用 CIM 及数字孪生技术，鼓励设区市和条件较好县市建立 CIM 建筑模块。
黑龙江	《黑龙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	2021.2	推进实景三维龙江建设。
山东	《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	2021.4	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。实施“城市大脑”行动计划，建设数字孪生城市，完善城市信息模型平台和运行管理服务平台，构建善感知、会思考、有温度的智慧生态体系，打造国家新型智慧城市群。
	《山东省住房和城乡建设事业发展第十四个五年规划》	2021.6	推进城市信息模型（CIM）平台建设，加快新型城市基础设施建设改造，有序开展城市体检。
重庆	《重庆市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	2021.2	加强数字社会、数字政府、数字孪生城市等建设，提升公共服务、社会治理等数字化智能化水平。
四川	《成都市智慧城市建设行动方案（2020-2022）》	2021.2	建设“一屏观、一网管”指挥运行体系。融合政府、企业和社会数据，叠加实时感知数据，全要素模拟城市运行状态，打造数字孪生城市。

地区	政策名称	发布时间	城市数字孪生主要表述
福建	《福州市推进新型基础设施建设行动方案（2020-2022年）》	2020.6	全面升级时空地理信息平台，汇聚地理空间（GIS）、城市与建筑（CIM+BIM）、动态物联网（IoT）、经济社会关系与规则（AI）等数据信息，聚焦重点场景有序建设数字孪生城市。
广东	《广东省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	2021.4	支持广州、深圳、珠海等有条件的城市构建数字孪生城市，实现实体城市向数字空间的全息投影，增强城市治理灵敏感知、快速分析、迅捷处置能力，打造全国领先的新型智慧城市标杆。
	《深圳市人民政府关于加快智慧城市和数字政府建设的若干意见》	2020.12	探索“数字孪生城市”。依托地理信息系统（GIS）、建筑信息模型（BIM）、城市信息模型（CIM）等数字化手段，开展全域高精度三维城市建模，加强国土空间等数据治理，构建可视化城市空间数字平台，链接智慧泛在的城市神经网络，提升城市可感知、可判断、快速反应的能力。
海南	《智慧海南总体方案（2020-2025年）》	2020.8	构建全局视野、精准映射、虚实交互、模拟仿真、智能干预的数字孪生治理体系，覆盖陆地和海域，实现全岛人流物流资金流、社会生产、市场经营、生态环境、交通运输、海事活动、海关监管等全要素数字化和虚拟化，运行状态实时可视可控，“规建管”一体化高效协同，全面提升社会管理和生态治理水平，打造虚实融合、数据驱动、科学决策、精细智能的社会治理样板区。

2.2 产业生态现状

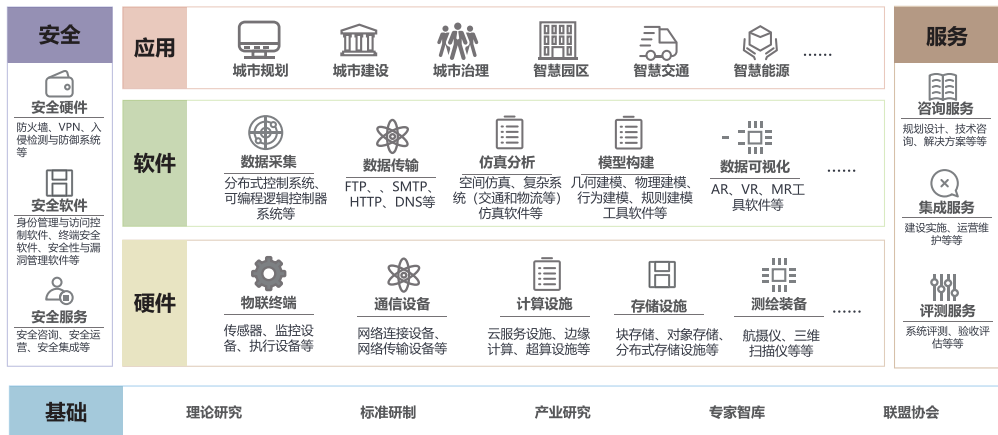


图 4 城市数字孪生产业生态



随着技术的不断发展和各地实践的开展，城市数字孪生已经逐步形成以基础、硬件、软件、应用、安全和服务为核心的产业生态（见图 4）。城市数字孪生产业基于基础研究，形成软硬件一体化和自主化产品，结合数字孪生安全和服务体系的发展，构建数字孪生应用体系，从而构筑起具有整体性、竞合性、开放性与丰富性的城市数字孪生产业生态。

（1）基础

基础包括城市数字孪生的理论研究、标准研制、产业研究、专家智库和联盟协会等。城市数字孪生理论研究围绕系统工程及系统建模与仿真实论、现代控制理论、模式识别理论、计算机图形学、数据科学等领域，高校及科研院所是进行理论研究的主力。标准研制由标准化组织及企业、高校共同开展相关总体、数据、技术与平台、安全、运营和应用标准研究。此外，产业研究、专家智库、联盟协会分别从产业发展布局、专业咨询指导和行业生态整合等方面对城市数字孪生的整体发展提供支撑和资源。

（2）硬件

硬件设备主要指构建城市数字孪生应用基础的物联终端、通信设备、计算设施、存储设施及测绘装备等，主要用于支撑城市数据的感知、采集、传输、计算及存储，是城市数字孪生发挥效力的重要基础设施，也是直接影响城市数字孪生能否正常运行的重要因素之一。物联终端包括传感器、视频监控等设备设施，其中在监控设备领域，我国的企业具有较强优势，已形成行业龙头企业引领国内外行业发展的格局。在数据传输层面，5G 的发展和我国也处于国际领先地位。在算力设备层面，我国已将算力基础设施纳入新基建范畴，行业的云计算解决方案应用也相对成熟。存储设施提供大规模数据存储空间，包括块存储、对象存储、分布式存储和超融合存储等形式，目前我国存储产品在业界始终处于领先地位。当前我国国产高端测绘装备与世界先进水平的距离越来越小，甚至在某些领域已赶超其他国家，使海陆空一体化的全息测绘成为了现实，也为构建涵盖陆地、海洋、室内室外和地上地下的全空间数字孪生城市提供了重要的地理数据基础。

(3) 软件

软件主要为城市数字孪生模型构建的工具和平台，以及应用能力支撑平台，包括用于数据采集、数据传输、模型构建、数据可视化等工具软件，以及提供城市数字孪生 PaaS 级服务的赋能平台。国际上有如 Bentley 的 iTwin Service、ANSYS 的 TwinBuilder、微软的 Azure、达索的 3D Experience 等工具和平台，但大多侧重单一或几个特定维度的功能，还缺乏实现数字孪生综合功能需求的一体化综合平台。经过近两年发展，国内有数十家企业研发数字孪生平台，为国内数字孪生软件发展贡献力量。数字孪生的数据采集一般通过分布式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器系统（PLC）和智能检测仪表相关系统进行采集。仿真分析基于现状数据进行计算、分析和预测物理对象的状态，为数字孪生模型融入物理规律和机理的计算、分析等能力，目前国产化仿真软件暂与国外一线产品存在一定的差距。数字孪生模型构建是动态过程，需要基于实时上传的采样数据进行。目前，提供数字化建模服务的企业以国有测绘企业为主，测绘地理信息软件近年来已经取得较大发展，但对满足城市数字孪生应用需求仍有一定差距。

(4) 应用

城市数字孪生贯穿城市发展的各个阶段，并赋能不同行业领域。当前，城市数字孪生典型应用主要包括城市规划、城市建设、城市治理、智慧园区、智慧交通、智慧能源等，具体内容可详见本白皮书“1.6 城市数字孪生典型应用场景”。

(5) 安全

按照城市数字孪生的物理系统安全、功能安全、信息安全等要求，以信息安全技术和软硬件产品为依托，通过安全服务的咨询、集成和运营工作，确保城市数字孪生体系中的系统和平台安全、网络安全、数据安全、用户个人隐私和信息安全、应用安全。

(6) 服务

城市数字孪生服务主要基于需求方的业务现状和需求提供咨询、集成和评测等服务和工作。咨询服务提供城市数字孪生设计方案等成果，通过结构化的综合布缆系统、数字孪生软硬件技术，将各个离散的设备、功能和信息等集成到相互关联的、统一和协调的城市数字孪生系统中，形成可支持系统运行和支撑应用服务的平台。目前，数



字孪生服务提供商既可以是专业的咨询服务机构，同时数字孪生的软硬件厂商也可以提供。各机构均可依托自身优势和特点进行城市数字孪生相关的咨询、产品、集成和运营服务，根据相关方需求，还可以多方形成合力提供一体化的城市数字孪生服务。数字孪生评测服务既包括针对数字孪生产品的评测，也包括数字孪生项目的实施和运行效果、稳定性等评测。

2.3 总体发展趋势


随着各地城市数字孪生探索与落地，智慧城市建设也将进入新的发展阶段。未来，关于城市数字孪生的技术创新、产业发展、标准规范等将迎来快速发展期，呈现物理城市和数字城市并行共生的新发展格局。

（1）城市数字孪生将成为智慧城市建设技术底座

城市数字孪生将成为智慧城市发展新阶段的核心底座，为城市构建虚实共生的数字基础设施能力。当下，城市数字孪生已经从概念培育期加速走向建设实施期，随着物联感知、BIM 和 CIM 建模、可视化呈现等技术加速应用和融合，万物互联、虚实映射、实时交互的城市数字孪生将成为赋能城市实现数字化转型、提升长期竞争力的核心抓手。多地出台指导政策，如北京市发布的《北京市“十四五”时期智慧城市发展行动纲要》提出“加强市大数据平台汇聚、共享、开放等服务能力建设。积极探索建设虚实交互的城市数字孪生底座”。上海市发布的《全面推进城市数字化转型“十四五”规划》提出“加快推动城市形态向数字孪生演进，逐步实现城市可视化、可验证、可诊断、可预测、可学习、可决策、可交互的‘七可’能力，构筑城市数字化转型‘新底座’”。

（2）城市数字孪生将在智慧城市中迎来深度应用

自 2017 年来，城市数字孪生相关产业快速发展，市场规模不断扩大，以城市大脑、城运中心、城市信息模型、城市数字孪生运营管理为主的相关领域市场迅速升温。据统计，2021 年城市数字孪生相关公开招投标数量已达 200 多个，金额近百亿，较上年有了大幅增长。随着建设工作的不断进行，城市数字孪生作为政府数字化转型的



新型基础设施和城市运营赋能平台。以各类时空基础数据、三维模型数据、业务系统数据、IOT 传感器数据为基础，结合云渲染、API 场景调用中间件、数据中台等服务，通过数据全域标识、状态精准感知、数据实时分析、模型科学决策、智能精准执行，实现城市的模拟、监控、诊断、预测和控制，解决城市规划、设计、建设、管理、服务闭环过程中的复杂性和不确定性问题，全面提高城市物质资源、智力资源、信息资源配置效率和运转状态，实现数字孪生城市的内生发展动力。

未来更多的信息管理系统将会与三维信息模型进行信息嫁接，实现从平面到立体，从二维到三维，从静态到动态的升级，同时随着城市数字孪生技术的不断发展，实景三维的准确度也将从满足基本的城市管理到训练人工智能算法这种更高精度的过程演进，实现城市从精准映射到智能操控的升级演变，深入城市治理的方方面面，实现城市治理的快速升级。

(3) 城市数字孪生将形成跨行业协作生态共融

围绕城市数字孪生建设，跨行业协作生态共融已成为必然趋势。城市数字孪生的建设是以城市为数字孪生主体，是一个涉及多尺度空间、多领域、跨部门的复杂系统工程。早期智慧城市建设中，各个委办局的信息化系统都局限在组织内部，呈现纵向形式，跨部门的应用难以进行复用和互通。而随着数字化转型的不断开展，城市数据源多点开花，来自于企事业单位的数据逐渐成为城市管理的重要组成部分，新需求的不断刺激也带来了智慧城市行业的高速发展，数据治理水平不断提高。

数据融合、技术融合和业务融合推动城市数字孪生产业链上下游的多元主体在竞争中发展出共生关系，生态共融正成为行业共识。城市数字孪生以推进城市精细化治理为总体目标，融合社会各方的制度力量、技术力量、人才力量，通过政府、企业、社会合作共同构建数字孪生产业联盟，打造集约化平台，形成可复制的智慧城市一体化解决方案，培育数字孪生生态圈。一般而言，政府搭建开放合作平台，各大 ICT 企业及互联网巨头主导生态建设，空间信息、BIM 模型、模拟仿真、人工智能等各环节技术服务企业积极参与，同时，运营商、技术提供商、集成商、设备供应商等产业链上下游企业及其他行业伙伴全面激活，联合打造数字孪生城市场景应用，初步形成共



建数字孪生城市底座与开放能力平台的生态化发展模式，用技术进步带动科技产业发展，推动整个社会参与数字孪生下的城市治理，服务数字经济发展。

2.4 面临的问题与挑战

城市数字孪生从概念培育逐步走向建设实施，各项支撑技术日渐成熟，但仍面临着供应链安全性不足、数据支撑不足、应用深度不足、产业联动不足和标准支撑不足等问题与挑战。

（1）供应链安全性不足

数字经济时代“软件定义一切”，城市数字孪生融合当前大量的先进软件技术，形成一个虚实同步的在线城市。在构建城市数字孪生平台及应用中需要大量的软件支撑以及软件间的相互依赖和融合，软件供应链的管理将对城市数字孪生的发展和实践成败，起到关键作用。城市数字孪生中所涉及的操作系统、中间件、数据库、建模工具、仿真软件、三维可视化软件、定制化开发软件等相关软件集成亟待形成完整的软件供应链，为城市数字孪生提供融合的软件服务。


目前，很多国内软件不同程度地使用开源软件，通过修改或使用部分开源组件进行软件开发，对使用开源技术的国产软件成分和漏洞分析发现，各软件厂商的软件产品都存在已知中高危开源软件漏洞，软件供应链信息安全风险严重。软件供应链主要存在的风险包括开源安全漏洞、软件供应链攻击、开源技术“断供”、知识产权纠纷等。

（2）数据支撑不足

城市数字孪生离不开数据资源的支撑，但目前城市时空数据管理、数据共享与交换、城市基础设施数字化、动态数据应用、数据安全使用等方面都存在一定程度的困难，给城市数字孪生的发展带来挑战。

城市时空数据来源多样、类型复杂，在城市地理信息数据源、高精度模型、业务场景建模等方面需要持续而较大的投入。

数据共享与交换在政府部门已初步建立，但城市基础数据库、主题库建设不完善，



数据更新周期长，可用性差，缺少数据治理与可持续运营的长效机制，尚不具备面向全社会数据要素共享开放与应用开发。

城市基础设施数字化尚处于初始阶段，在城市 BIM/CIM 建设的长期过程中要解决数据资源的局部性、滞后性、缺失、数据质量不足等问题。

动态数据应用的价值尚未发挥。当前城市数字孪生主要以静态分析、可视化展示为主，针对融合业务、实时性较强的动态数据应用较少，迫切需要以具体场景为牵引，以人工智能算法为支撑，通过真实的动态城市数据驱动，面向城市实际基层治理场景的模拟仿真、推演验证，最大程度发挥数据要素价值。

数据安全使用仍存在较大难度。由于数据所有权、使用权的界定与分离尚缺乏法律法规、技术标准支撑，同时由于业务分割的原因，更多数据资产仍沉淀在政府各部门内部，支撑跨部门、跨业务应用仍较少。如何安全、可控的开发城市数据资源，构建数据安全使用法律法规，实现垂直型“条”与水平型“块”互融互通、价值传递、协同运作，是亟待破局的难题之一。

(3) 应用深度不足

从需求侧来看，部分地方舍本逐末，忽视城市运行规律“过度孪生”。部分地区为了“赶时髦”，不顾城市运行规律，缺乏对业务场景的深度理解和需求分析，过度关注对“一草一木”“一砖一瓦”的精细化呈现，缺乏对业务场景的深度理解和需求分析，导致数字孪生技术应用与城市发展实际需要相脱节，一些落地应用“中看不中用”。

从供给侧来看，技术融合不够深入，整体解决方案仍处于探索初期。城市数字孪生技术复杂度高，城市级异构大数据汇集和跨行业跨领域应用尚未成熟，算法模型与动态数据融合不深，数字空间的模拟仿真、态势预测等价值远未释放，快速分析与辅助决策能力不足，关键技术融合应用有待加强。

(4) 产业联动不足

城市数字孪生的各行业领域依然处在“政府主导，企业各自为战”的阶段，产业联动不足。城市数字孪生应以推进城市精细化治理为总体目标，融合社会各方制度力量、技术力量、人才力量，通过政府、企业、社会合作共同构建数字孪生产业联盟，



打造集约化平台，形成可复制的智慧城市一体化解决方案，培育数字孪生生态圈。城市数字孪生建设，迫切需要明确生态组成和竞合关系，探索智慧产业、生态培育与智慧城市建设互动发展的新模式。用技术进步带动科技产业发展，推动整个社会参与数字孪生下的城市治理，服务数字经济发展。

（5）标准支撑不足

标准对城市数字孪生具有多方面的引导和支撑作用，但当前城市数字孪生相关的标准研究仍处于起步阶段，标准缺失问题较为突出。

在项目落地上，缺少建设实施类标准参考，地方不会建，不会用。数据标准各厂家独立一套，难以互联互通。建设成效缺少评估依据，存在重复投资、资源浪费现象。在技术发展上，城市数字孪生还处于技术持续融合，不断创新的初级阶段，技术类标准缺失，同类、相近技术不断提出，“技术碎片”突出，加大产业内耗，而有些关键疑难问题又缺少解决办法，难以形成科技创新合力。在信息安全上，城市数字孪生使数据得到更广泛的流转，更深度的利用，数据安全、个人隐私等问题逐渐呈现，亟需标准来规范各类主体权益。

此外，由于标准应用实施缺乏指导，城市数字孪生方案设计、项目建设过程中也面临着未能有效发挥现有标准约束和规范作用的困境。



城市数字孪生标准化现状





3. 城市数字孪生标准化现状

城市数字孪生相关的国际国内标准化均处于起步阶段，尚缺乏系统的标准体系规划，标准缺失问题突出。但值得注意的是，城市数字孪生主要的国际国内标准化工作平台作用已逐步凸显。

3.1 国际标准化现状

自 2015 年开始，数字孪生技术已开始得到了 ISO、IEC、ITU-T、IEEE 等国际、国外标准化组织的关注，各组织力求从各自的领域和层面出发探索相关标准化工作。截至目前，智慧城市、能源、建筑等领域的数字孪生国际标准化工作已进入探索阶段。

2021 年，ISO/IEC JTC 1/WG 11（智慧城市工作组）成立了城市数字孪生及操作系统专题研究组。该研究组专门研究讨论数字孪生技术在智慧城市中的应用场景、预研分析和技术方案并计划发布相关标准化成果物。后续，该组织将基于国内及国外专家在城市数字孪生参考架构、案例分析等方面的成果，推动开展相关国际标准研制工作。

2020 年，ISO/IEC JTC 1/SC 41 成立 WG 6（数字孪生工作组），开展数字孪生相关技术研究，并推动了 ISO/IEC 5618《数字孪生 概念与术语》和 ISO/IEC 5719《数字孪生 应用案例》两项国际标准的预研和立项工作。

ISO/TC 184/SC 4（工业数据分技术委员会）立项并发布了 ISO 23247-1: 2021《自动化系统及集成 - 面向制造的数字孪生系统框架 - 第 1 部分：概述与基本原则》。

ITU-T 近年也加大了数字孪生相关技术的标准化工作，在 SG 17（安全研究组）、SG 20（物联网及智慧可持续城市研究组）分别立项了数字孪生技术相关应用需求、参考框架以及安全框架等国际标准。

IEEE 推进了数字孪生在智能工厂中应用的相关标准项目，如 IEEE 2806 系列标准《智能工厂物理实体的数字化表征系统架构》《工厂环境中物理对象数字表示的连接性要求》。

3.2 国内标准化现状

随着全国信息技术标准化技术委员会等国内标准化组织的关注和推动，城市数字孪生标准化工作也已经步入起步阶段。

2021年3月，全国信息技术标准化技术委员会智慧城市工作组成立了城市数字孪生专题组，负责开展城市数字孪生标准体系研究、城市数字孪生关键标准研究，并推动标准试验验证与应用示范工作。目前，已完成了国内城市数字孪生标准《城市数字孪生 第1部分：技术参考架构》的预研究工作，并进入了国家标准申报流程中。同时，组织国内相关产学研用单位共同开展了城市数字孪生标准体系的研究工作，并编制本白皮书。

2020年9月，全国信标委物联网分委会下设数字孪生工作组，对口 ISO/IEC JTC 1/WG 6，开展数字孪生技术相关标准研制工作。

此外，全国智能建筑与居住区数字化标准化技术委员会设立 BIM/CIM 标准工作组，探索开展 BIM/CIM 标准研制工作。全国地理信息标准化技术委员会从测绘、地理信息两个方面推动相关标准研制工作。



04

城市数字孪生标准体系





4. 城市数字孪生标准体系

在对城市数字孪生内涵、技术参考架构、关键技术等进行系统认识基础上，结合城市数字孪生标准化需求，本白皮书构建形成了国内第一版城市数字孪生标准体系总体框架，并在此框架指导下提出了标准明细表。

4.1 标准体系总体框架

城市数字孪生标准体系总体框架（1.0 版）如图 5 所示。根据图 5 所示，城市数字孪生标准体系由“01 总体”“02 数据”“03 技术与平台”“04 安全”“05 运维/运营”“06 应用”六部分的标准分体系组成。

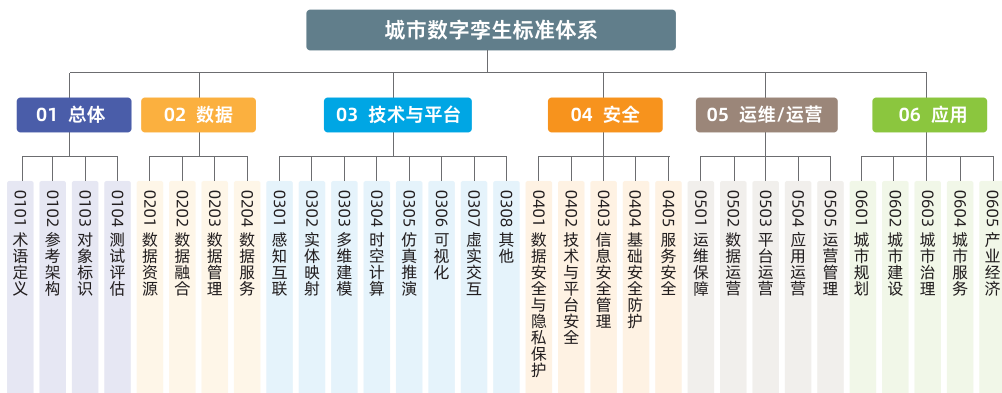


图 5 城市数字孪生标准体系总体框架（1.0 版）

对应图 5 中的城市数字孪生标准体系总体框架树形图，同时建立了城市数字孪生标准体系结构图，如图 6 所示。图 6 确定了各类标准在体系中的位置及相互关系。



图 6 城市数字孪生标准体系结构图

4.2 标准分体系描述

(1) 总体类标准

总体类标准是城市数字孪生的总体性、框架性、基础性的标准和规范，其他城市数字孪生标准规范应遵循城市数字孪生总体标准。总体类标准包括术语定义、参考架构、对象标识及测试评估 4 个子类标准。

术语定义标准：主要针对城市数字孪生常用概念的内涵与外延进行界定，统一城市数字孪生相关概念认识。

参考架构标准：主要针对城市数字孪生技术、数据、业务、相关方等视角，规范和厘清城市数字孪生相关技术、应用及价值链等之间的逻辑关系和相互作用。

对象标识标准：主要用于指导城市数字孪生对象标识技术应用，明确城市对象标识体系要求、标识注册、解析、分类编码等。

测试评估标准：主要用于指导城市数字孪生指标构建、成熟度评估、平台测试等，



为地方城市数字孪生建设成效提供测试评估依据。

（2）数据类标准

数据类标准是针对城市数字孪生数据的表达、处理、应用、服务进行一致约定，包括数据资源、数据管理、数据融合及数据服务 4 个子类标准。

数据资源标准：主要用于规范城市数字孪生的数据资源规划、交换、数据描述、质量要求等，保证数据资源可用性。

数据融合标准：主要用于规范城市数字孪生中不同场景下时间、空间、语义等数据融合模式，保障城市一体化数据流通性。

数据管理标准：主要用于规范城市数字孪生所涉及的元数据、主数据、基础数据及业务数据的加工、处理、检索、管理等要求。

数据服务标准：主要用于规范城市数字孪生数据服务接口、交互协议、能力开放等，明确数据服务的形式、内容、质量等。

（3）技术与平台类标准

技术与平台类标准包括感知互联、实体映射、多维建模、时空计算、仿真推演、可视化、虚实交互、其他 8 个子类标准。


感知互联标准：主要用于规范城市智能感知、标识解析、实时监测、协同控制等相关技术与平台。

实体映射标准：主要用于规范将现实物理世界映射到城市数字孪生的要求，从而实现物理空间、社会空间与数字空间全要素连接。

多维建模标准：主要用于规范城市数字孪生模型构建过程和结果，统一城市数字孪生时空信息、事件信息、语义信息、规则信息等多维度信息的数字化表达。

时空计算标准：主要用于规范城市数字孪生基于时空系统的多维计算功能，确保城市数字孪生能够为上层应用提供全面、准确、有效的时空分析结果。

仿真推演标准：主要用于规范数字孪生仿真推演模型构建与优化、仿真任务管控、仿真推演结果验证、仿真推演体系建设要求，以确保仿真推演成效与城市数字孪生运行规律一致性。



可视化标准：主要用于规范城市数字孪生数据资源、模型资源、业务场景的可视化表达要求，从而形成城市数字孪生渲染能力，满足业务应用的多样性展示需求。

虚实交互标准：主要用于规范城市数字孪生物理空间、社会空间与数字空间的交互，实现人机物虚实交互，满足城市数字孪生交互作用需求。

其他标准：主要用于规范城市数字孪生依托的基础网络、5G、大数据、人工智能、云计算、区块链等其他相关的共性支撑技术要求。

(4) 安全类标准

城市数字孪生面临复杂的网络安全风险，安全类标准是保障城市数字孪生数据、技术与平台、运维 / 运营、应用的安全性和可靠性安全的重要基础。安全类标准包括数据安全与隐私保护、技术与平台安全、信息安全管理、基础安全防护、服务安全 5 个子类标准。

数据安全与隐私保护标准：主要用于规范城市数字孪生涉及的个人信息数据、重要数据、国家安全数据等的采集、传输、使用、管理、评估等方面的安全要求。

技术与平台安全标准：主要用于规范城市数字孪生依托的技术与平台的安全防护、测试评价、信息备份、恢复等。

信息安全管理标准：主要用于规范城市数字孪生信息安全全生命周期管理活动中的安全等级保护、安全管理、信息共享、风险管理等。

基础安全防护标准：主要用于规范城市数字孪生安全体系框架、信息安全保障等，用于确保城市数字孪生技术应用安全。

服务安全标准：主要针对城市数字孪生服务过程中所涉及的角色、产品、活动等要素，用于规范服务提供的基本安全、安全监管、服务安全能力、服务交易安全要求与评估等。

(5) 运维 / 运营类标准

运维 / 运营类标准包括运维保障、数据运营、平台运营、应用运营、运营管理 5 个子类标准。

运维保障标准：主要用于规范城市数字孪生运维保障、运维体系、运维要求，保



障城市数字孪生各组成部分正常稳定运行。

数据运营标准：主要用于规范多源异构数据资源向数据资产转换、明确数据更新维护要求，提供资产检索、血缘追溯、数据流通、资产价值评价，提升数据资产的共享能力与应用价值。

平台运营标准：主要包含云运营、平台运营。云运营标准主要用于规范资源规划、云服务规划、云服务类型与质量、上云支持等，保障应用在云上的业务连续性，实现云服务价值的变现，提升云服务的使用效率与效益。平台运营标准主要用于规范平台能力的服务化、应用之间数据和业务流程的流转、平台持续优化和改进，确保平台可用及效率最优，保障上层业务系统高效稳定运行。

应用运营标准：主要用于规范用户运营、应用评估服务、应用持续改进、赋能推广等，提升用户体验，释放城市数字孪生的效能。

运营管理标准：主要用于规范运营组织、运营流程、运营度量等，保障城市数字孪生运营有序运转、建设价值的持续实现。

（6）应用类标准

应用类标准包括城市规划、城市建设、城市治理、城市服务、产业经济 5 个子类标准，用于规范城市数字孪生应用技术在规划、建设、实管理与服务过程相关要求。根据城市数字孪生实践和技术应用需求制定本领域标准。

4.3 标准明细表

在图 5 城市数字孪生标准体系总体框架（1.0 版）指导下，城市数字孪生领域标准明细表见表 2。

表 2 城市数字孪生标准明细表

序号	一级分类	二级分类	标准编号 / 计划号	标准名称	状态
1	01 总体	0101 术语定义	GB/T 37043-2018	智慧城市 术语	已发布
2	01 总体	0102 参考架构	--	智慧城市 城市数字孪生 技术参考架构	拟研制
3	01 总体	0102 参考架构	--	智慧城市 城市数字孪生 数据参考架构	拟研制
4	01 总体	0102 参考架构	--	智慧城市 城市数字孪生 业务参考架构	拟研制
5	01 总体	0103 对象标识	--	智慧城市 城市数字孪生 对象标识体系总体要求	拟研制
6	01 总体	0104 测试评估	--	智慧城市 城市数字孪生 成熟度评估模型	拟研制
7	01 总体	0104 测试评估	--	智慧城市 城市数字孪生平台功能及测试要求	拟研制
8	02 数据	0201 数据资源	--	智慧城市 城市数字孪生 数据资源规划	拟研制
9	02 数据	0201 数据资源	--	智慧城市 城市数字孪生 数据资源交换要求	拟研制
10	02 数据	0202 数据融合	GB/T 36625.1-2018	智慧城市 数据融合 第 1 部分：概念模型	已发布
11	02 数据	0202 数据融合	GB/T 36625.2-2018	智慧城市 数据融合 第 2 部分：数据编码规范	已发布
12	02 数据	0202 数据融合	GB/T 36625.3-2021	智慧城市 数据融合 第 3 部分：数据采集规范	已发布
13	02 数据	0202 数据融合	GB/T 36625.4-2021	智慧城市 数据融合 第 4 部分：开放共享要求	已发布
14	02 数据	0202 数据融合	GB/T 36625.5-2019	智慧城市 数据融合 第 5 部分：市政基础设施数据元素	已发布
15	02 数据	0203 数据管理	--	智慧城市 城市数字孪生 数据管理要求	拟研制
16	02 数据	0204 数据服务	--	智慧城市 城市数字孪生 数据服务规范	拟研制
17	03 技术与平台	0301 感知标识	GB/T 40689-2021	智慧城市 设备联接管理与服务平台技术要求	已发布
18	03 技术与平台	0301 感知标识	GB/T 36620-2018	面向智慧城市的物联网技术应用指南	已发布
19	03 技术与平台	0302 实体映射	20204656-T-466	地理实体空间身份编码规则	草案



序号	一级分类	二级分类	标准编号 / 计划号	标准名称	状态
20	03 技术与平台	0302 实体映射	20213305-T-469	智慧城市 感知终端部署指南	草案
21	03 技术与平台	0302 实体映射	--	智慧城市 城市数字孪生 实体映射技术要求	拟研制
22	03 技术与平台	0302 实体映射	--	智慧城市 城市信息模型基础平台技术要求	拟研制
23	03 技术与平台	0303 多维建模	CJJ/T 157-2010	城市三维建模技术规范	已发布
24	03 技术与平台	0303 多维建模	CH/T 9016-2012	三维地理信息模型生产规范	已发布
25	03 技术与平台	0303 多维建模	CH/T 9015-2012	三维地理信息模型数据产品规范	已发布
26	03 技术与平台	0303 多维建模	--	智慧城市 城市数字孪生 建模要求	拟研制
27	03 技术与平台	0304 时空计算	--	智慧城市 城市数字孪生 时空计算通用要求	拟研制
28	03 技术与平台	0305 仿真推演	--	智慧城市 城市数字孪生 仿真推演要求	拟研制
29	03 技术与平台	0306 可视化	--	智慧城市 城市数字孪生 可视化要求	拟研制
30	03 技术与平台	0307 虚实交互	--	智慧城市 城市数字孪生 虚实交互要求	拟研制
31	03 技术与平台	0307 虚实交互	20152348-T-339	智慧城市 跨系统交互 第1部分：总体框架	正在审查
32	03 技术与平台	0307 虚实交互	20152347-T-339	智慧城市 跨系统交互 第2部分：技术要求及测试规范	正在审查
33	03 技术与平台	0307 虚实交互	20152345-T-339	智慧城市 跨系统交互 第3部分：接口协议及测试规范	正在审查
34	03 技术与平台	0307 虚实交互	GB/T 36622.1-2018	智慧城市 公共信息与服务支撑平台 第1部分：总体要求	已发布
35	03 技术与平台	0307 虚实交互	GB/T 36622.2-2018	智慧城市 公共信息与服务支撑平台 第2部分：目录管理与服务要求	已发布
36	03 技术与平台	0307 虚实交互	GB/T 36622.3-2018	智慧城市 公共信息与服务支撑平台 第3部分：测试要求	已发布
37	04 安全	0401 数据安全性与隐私保护	GB/T 29765-2021	信息安全技术 数据备份与恢复产品技术要求与测试评价方法	已发布
38	04 安全	0401 数据安全性与隐私保护	GB/T 35273-2020	信息安全技术 个人信息安全规范	已发布

序号	一级分类	二级分类	标准编号 / 计划号	标准名称	状态
39	04 安全	0401 数据安全与隐私保护	GB/T 37988-2019	信息安全技术 数据安全能力成熟度模型	已发布
40	04 安全	0401 数据安全与隐私保护	GB/T 37973-2019	信息安全技术 大数据安全管理指南	已发布
41	04 安全	0401 数据安全与隐私保护	20210995-T-469	信息安全技术 重要数据识别指南	草案
42	04 安全	0401 数据安全与隐私保护	20205160-T-469	信息安全技术 声纹识别数据安全要求	征求意见
43	04 安全	0401 数据安全与隐私保护	20205157-T-469	信息安全技术 人脸识别数据安全要求	征求意见
44	04 安全	0401 数据安全与隐私保护	20205162-T-469	信息安全技术 即时通信服务数据安全指南	征求意见
45	04 安全	0402 技术与平台安全	GB/T 29765-2021	信息安全技术 数据备份与恢复产品技术要求与测试评价方法	已发布
46	04 安全	0402 技术与平台安全	GB/T 40652-2021	信息安全技术 恶意软件事件预防和处理指南	已发布
47	04 安全	0402 技术与平台安全	GB/T 39680-2020	信息安全技术 服务器安全技术要求和测评准则	已发布
48	04 安全	0402 技术与平台安全	GB/T 39720-2020	信息安全技术 移动智能终端安全技术要求及测试评价方法	已发布
49	04 安全	0402 技术与平台安全	GB/T 30284-2020	信息安全技术 移动通信智能终端操作系统安全技术要求	已发布
50	04 安全	0402 技术与平台安全	GB/T 20281-2020	信息安全技术 防火墙安全技术要求和测试评价方法	已发布
51	04 安全	0402 技术与平台安全	GB/T 38674-2020	信息安全技术 应用软件安全编程指南	已发布
52	04 安全	0402 技术与平台安全	20211001-T-469	信息安全技术 边缘计算安全技术要求	征求意见
53	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 22240-2020	信息安全技术 网络安全等级保护定级指南	已发布
54	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 25058-2019	信息安全技术 网络安全等级保护实施指南	已发布
55	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 22239-2019	信息安全技术 网络安全等级保护基本要求	已发布
56	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 25070-2019	信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求	已发布
57	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 28448-2019	信息安全技术 网络安全等级保护测评要求	已发布



序号	一级分类	二级分类	标准编号 / 计划号	标准名称	状态
58	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 28449-2018	信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南	已发布
59	04 安全	0403 信息安全管理	20212002-T-469	信息技术 安全技术 信息安全管理 管理体系指南	征求意见
60	04 安全	0403 信息安全管理	20210981-T-469	信息安全技术 信息安全事件分类 分级指南	征求意见
61	04 安全	0403 信息安全管理	20210993-Z-469	信息安全技术 网络安全信息共享 指南	草案
62	04 安全	0403 信息安全管理	20210992-T-469	信息安全技术 移动互联网应用程序安全开发和生命周期管理指南	草案
63	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 30279-2020	信息安全技术 网络安全漏洞分类 分级指南	已发布
64	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 28458-2020	信息安全技术 网络安全漏洞标识 与描述规范	已发布
65	04 安全	0403 信息安全管理	GB/T 30276-2020	信息安全技术 网络安全漏洞管理 规范	已发布
66	04 安全	0403 信息安全管理	20201690-T-469	信息安全技术 信息安全风险管理 指南	征求意见
67	04 安全	0404 基础安全防护	GB/T 37971-2019	信息安全技术 智慧城市安全体系 框架	已发布
68	04 安全	0404 基础安全防护	GB/Z 38649-2020	信息安全技术 智慧城市建设信息 安全保障指南	已发布
69	04 安全	0405 服务安全	GB/T 37972-2019	信息安全技术 云计算服务运行监 管框架	已发布
70	04 安全	0405 服务安全	GB/T 37932-2019	信息安全技术 数据交易服务安全 要求	已发布
71	04 安全	0405 服务安全	20210991-T-469	信息安全技术 区块链信息服务安 全规范	征求意见
72	04 安全	0405 服务安全	20201693-T-469	信息安全技术 云计算服务安全指 南	征求意见
73	04 安全	0405 服务安全	20201692-T-469	信息安全技术 云计算服务安全能 力要求	征求意见
74	04 安全	0405 服务安全	--	智慧城市 城市数字孪生空间数字 身份认证	拟研制
75	05 运维 / 运营	0501 运维保障	--	智慧城市 城市数字孪生平台运维 要求	拟研制
76	05 运维 / 运营	0502 数据运营	--	智慧城市 城市数字孪生 数据资 源运营要求	拟研制

序号	一级分类	二级分类	标准编号 / 计划号	标准名称	状态
77	05 运维 / 运营	0503 平台运营	--	智慧城市 城市数字孪生平台运营指南	拟研制
78	05 运维 / 运营	0505 运营管理	GB/T 36621-2018	智慧城市 信息技术运营指南	已发布
79	06 应用	0601 城市规划	--	智慧城市 城市数字孪生 面向城市规划需求的构建指南	拟研制
80	06 应用	0602 城市建设	--	智慧城市 城市数字孪生 面向城市建设需求的构建指南	拟研制
81	06 应用	0603 城市治理	--	智慧城市 城市数字孪生 面向城市治理需求的构建指南	拟研制
82	06 应用	0604 城市服务	--	智慧城市 城市数字孪生 面向城市服务需求的构建指南	拟研制
83	06 应用	0605 产业经济	--	智慧城市 城市数字孪生 面向产业经济需求的构建指南	拟研制



05

城市数字孪生标准化建议





5. 城市数字孪生标准化建议

（1）完善工作机制，强化统筹与协同


城市数字孪生涉及技术、应用、相关方众多，是复杂的系统工程，做好其标准化工作需统筹布局、协同各方。一是依托全国信标委智慧城市标准工作组城市数字孪生专题组，凝聚产学研用各方力量，做好城市数字孪生相关技术体系、产业生态及标准体系顶层设计等基础研究，为标准化工作提供路线图。二是发挥好国家智慧城市标准化总体组作用，与其他技术、应用相关标准化组织建立联络，统筹推动相关标准研制与应用实施工作，确保标准协调统一，形成联合共建的城市数字孪生标准化生态。

（2）研制重点标准，完善标准体系建设

以“规划引领、需求牵引”为原则，推动重点标准研制工作，不断完善城市数字孪生标准体系。一是以共性支撑为基础，研究基础性术语、架构、成熟度等总体标准，研制数据资源规划、数据模型、数据融合等数据标准。二是以关键技术为核心，开展城市数字孪生软件、硬件产业研究，深入调研供应链现状，打造核心技术标准，研制感知互联、实体映射、多维建模、仿真推演、可视化、虚实交互等技术与平台标准。三是以融合应用为导向，推进城市数字孪生在城市规划、城市建设、城市治理、城市服务等维度，开展典型应用场景的标准研制。

（3）挖掘优秀案例，发挥示范引领作用

建立城市数字孪生典型案例与标准的良性互动机制，充分发挥先进性、代表性案例的引领与示范作用。一是征集城市数字孪生优秀案例、优秀解决方案，开展其技术、平台、运营模式等研究，提炼标准需求及核心指标，指导标准研制。二是围绕城市数字孪生架构、成熟度等标准，开展标准试验验证及应用示范，研发标准化技术服务、数据模型构建、软件开源等公共服务平台，促进标准规模化推广应用，以标准化手段助力数据共享、产业联动，提升产业竞争力。



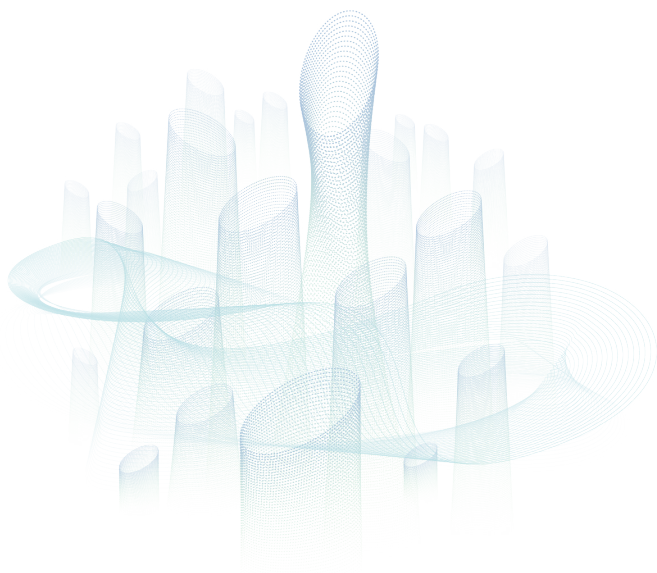
(4) 强化国际交流，推动国际标准制定

城市数字孪生承载了一系列关键技术和核心产业，应借助国际标准带动我国产品和方案走出去。一是积极参与 ISO/IEC JTC 1/WG 11 等国际标准组织工作，基于国内城市数字孪生技术、方案、标准等相关研究成果积累，推动国际标准新提案研究。二是依托全国信标委智慧城市标准工作组、国家智慧城市标准化总体组等平台，吸纳、培育一批城市数字孪生国际标准化人才，组织开展双边、多边等交流活动，形成良好的国际标准化氛围。



参考文献

- [1] 中国电子技术标准化研究院. 数字孪生应用白皮书 [R]. 2020.
- [2] 中国信息通信研究院等. 数字孪生城市白皮书 [R]. 2021
- [3] 王楠等. 数字孪生概述及其应用展望 [J]. 技术交流, 2021(08).
- [4] Gartner. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019[R].2019.
- [5] 张新长等. 建设数字孪生城市的逻辑与创新思考 [J]. 测绘科学, 2021, 46(03).



全国信标委智慧城市标准工作组

Working Group on Smart City Standards

邮箱：zhcs@cesi.cn

电话：010-64102869