

数字孪生城市建设指引报告

(2023 年)

中国信息通信研究院产业与规划研究所

中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会

苏州工业园区数字孪生创新坊

2023年12月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院、中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会和苏州工业园区数字孪生创新坊，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院、中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会和苏州工业园区数字孪生创新坊”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

前 言

当今世界，城市已成为现代经济社会发展和社会活动的主要载体。联合国人居署数据显示，全球城镇人口占比将从 2021 年的 56% 上升至 2050 年的 68%^[1]。截至 2022 年底，我国常住人口城镇化率也已达 65.22%。联合国《2030 年可持续发展议程》提出“建设包容、安全、韧性和可持续城市和社区”的目标^[2]，城市可持续发展目标的实现，既依赖数字技术的创新与赋能，也需要政策机制的优化与变革。

数字孪生城市（Digital Twin City）正是面向可持续发展目标提出的城市发展新理念与新模式，已经成为城市数字化转型发展、构筑城市竞争新优势的战略选择和重要路径。中国、美国、英国、法国、新加坡、新西兰等多国正积极探索建设数字孪生城市，取得了一定成效。但目前数字孪生城市仍处于发展初期，面临着城市发展需求日益复杂、技术快速迭代更新、实施建设投入较高、商业模式仍需探索等挑战。

报告聚焦数字孪生城市“建什么”和“如何建”的问题，提出了三大核心观点。

一是原创提出“数字孪生城市建设五维模型（SODPA 模型）”，明确了数字孪生城市建设的 5 大维度，即战略与人才（Strategy and Talent）、商业与运营（Business and Operation）、设施与数据（Infrastructure and Data）、技术与平台（Technology and Platform）和应用与场景（Application and Senerio），解决了数字孪生城市“建什么”的问题。五大维度是数字孪生城市建设的五大核心内容，也是数字孪生城市发展应关注的五大行动方向。

二是明确数字孪生城市五大维度的建设思路，总结了中国、美国、英国、韩国、新西兰等多国数字孪生城市先进案例和建设经验，解决

了数字孪生城市“如何建”的问题。

三是提出促进数字孪生城市建设三项策略建议，即分类施策、特色引领、生态协作，从而有序推进数字孪生城市建设、打造数字孪生先锋场景，营造共建共享发展格局，为数字孪生城市建设者、管理者和运营者提供有益参考。

报告编制过程中，得到世界经济论坛城市转型平台、全球智慧城市大会明日城市研究院、苏州工业园区数字孪生创新坊、新疆乌鲁木齐国际陆港集团、中国联通智慧城市研究院、泰瑞数创（北京）股份有限公司、深圳湾科技生态园、深圳英飞拓科技有限公司、中科城市大脑数字科技有限公司等权威专家指导和案例支持。在此，编制组诚挚感谢各单位和专家的大力支持。

目 录

一、 数字孪生城市五维模型的构建.....	1
(一) 数字孪生城市建设成效初显、挑战并存	1
(二) 数字孪生城市建设五维模型简介	2
二、 战略与人才：制定务实战略，打造复合型人才队伍.....	4
(一) 调研城市发展禀赋，务实制定战略规划	4
(二) 拆解阶段战略目标，灵活制定推进方案	5
(三) 聚焦关键岗位培养，强化数字人才保障	7
(四) 创新人才培养体系，打造数字孪生人才梯队	8
三、 商业与运营：构建政企合作运营架构，建设可持续长效运营机制.....	9
(一) 厘清相关利益方定位，明确政企合作的组织架构	9
(二) 探索孪生资产商业模式，推动长效可持续运营	11
(三) 建立成效评估考核体系，促进数字孪生城市有序升级	12
四、 设施与数据：推动数据全面采集与融合，夯实数字孪生建设基础....	13
(一) 建设城市感控体系，强化数字孪生感知神经末梢	13
(二) 完善网络设施与算力设施，筑牢数字孪生传输与计算基础 ..	15
(三) 创新构建数字孪生体，推动城市全要素数字化语义化表达 ..	15
(四) 开展数据融合管理与治理，促进数据流通与开发利用	16
(五) 围绕数字孪生典型应用场景需求，提供丰富多元数据服务 ..	17
五、 技术与平台：构建城市中枢能力体系，赋能场景建设与众创发展....	18
(一) 统筹建设物联感知与视频平台，提升实时数据分析能力	19
(二) 打造城市数字孪生模型平台，实现全要素数字化表达	20
(三) 构建城市数据智能服务平台，实现数据驱动业务创新	22
(四) 搭建场景开放与创新平台，实现开放式、低门槛场景构建 ..	24
六、 应用与场景：创新场景建设机制，因地制宜释放数字孪生场景价值	25
(一) 契合多主体差异化需求，谋划多元化孪生场景	25
(二) 创新场景建设机制，推动场景开放协同创新	25
(三) 优先建设高价值场景，促进数字孪生落地生效	26

(四) 分步推进场景建设, 因地制宜打造特色场景	27
七、 策略建议.....	29
(一) 分类施策, 推进数字孪生城市建设	29
(二) 特色引领, 打造数字孪生先锋场景	30
(三) 生态协作, 营造共建共享发展格局	30
参考文献.....	31



图 目 录

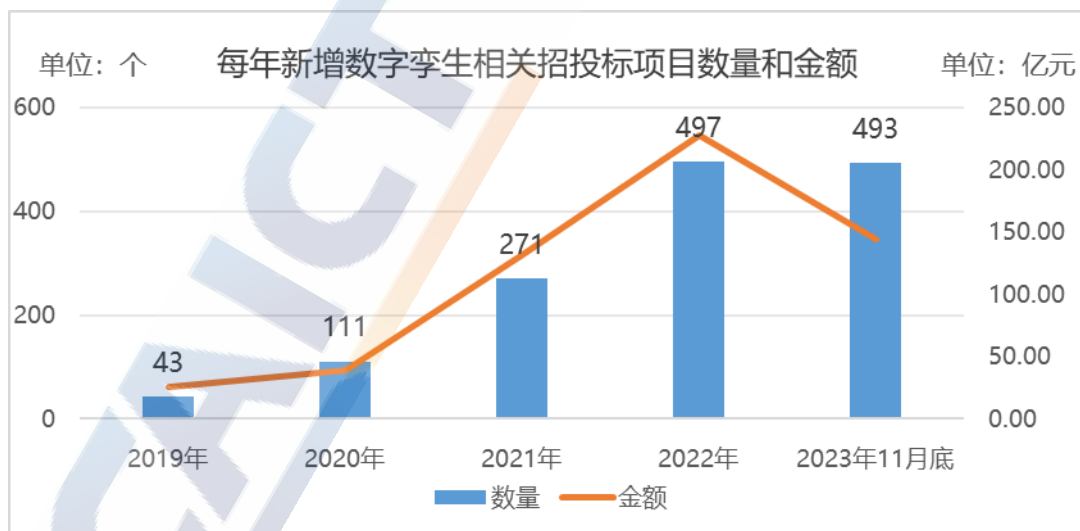
图 1 每年新增数字孪生相关招投标项目数量和金额	1
图 2 数字孪生城市建设五维模型	3
图 3 数字孪生城市建设五维模型总体视图	4
图 4 苏州工业园区打造园区级数字孪生战略	5
图 5 英国国家数字孪生 9 大原则	6
图 6 组织内数字化人才角色定位	7
图 7 数字孪生城市人才培养体系	8
图 8 数字孪生实训平台	9
图 9 香港东涌新市镇扩建项目组织结构	11
图 10 北京空间数据入场交易案例	12
图 11 城市感控体系空间布局	14
图 12 上海临港新区城市大脑	15
图 13 芝加哥基于物联网的智慧城市数字孪生项目	18
图 14 数字孪生城市四大核心技术与平台	19
图 15 物联智能感知消防孪生底图及物联感知设备智能预警	20
图 16 赫尔辛基实景 Mesh 模型与 3D 语义模型	21
图 17 赫尔辛基 3D+实景 Mesh 模型	22
图 18 赫尔辛基基于 3D+语义 CityGML 模型的太阳能潜力分析	22
图 19 智慧园区（扬名科创中心）精细模型及总体情况页面	23
图 20 深圳湾科技生态园“统一数字底座”总体建设视图	25
图 21 新西兰 Safeswim 项目助力海滩水质提升	28
图 22 丝路智港平台	29

一、数字孪生城市五维模型的构建

（一）数字孪生城市建设成效初显、挑战并存

数字孪生城市是面向未来可持续发展提出的城市规划建设新理念与新模式，是数字技术革新与城市运行机制创新的有效结合，是城市升级的可行路径。通过物理城市与数字城市的精准映射、虚实融合、软件定义、智能反馈，促进城市生产更加高效安全、生活服务更加便捷包容、生态环境更加低碳可持续^[3]。

全球数字孪生市场蓬勃发展，我国数字孪生城市项目建设活跃。据 Marketsandmarkets 测算，2023 年全球数字孪生市场规模将达到 101 亿美元，预计到 2028 年将达到 1101 亿美元，复合年增长率为 61.3%^[5]。我国数字孪生市场稳步增长，数字孪生城市项目建设活跃。随着各行业数字化转型的推进，数字孪生渗透率持续上升。据中国信通院统计，我国数字孪生城市相关项目逐年增加，截至 2023 年 11 月，我国数字孪生城市相关项目新增 493 项，新增项目金额达 140 亿元以上。目前，数字孪生技术在综合治理、水利、能源、交通等领域应用活跃。



来源：中国信息通信研究院

图 1 每年新增数字孪生相关招投标项目数量和金额

数字孪生城市建设仍处于发展初期，面临四大挑战。一是数字孪

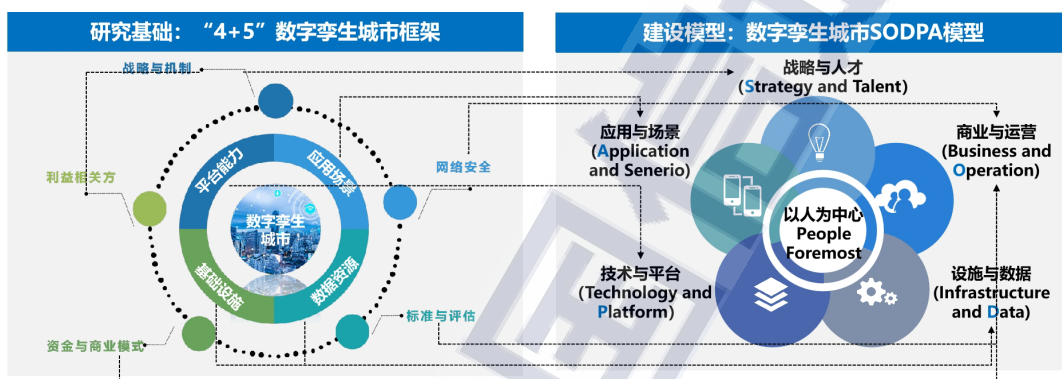
生城市建设共性框架尚未建立，当前数字孪生城市建设仍面临统筹推进力度不足、相关利益方众多、复杂系统建设难度较大、缺乏共性方案指引等问题，亟需从战略、数据、平台、场景、运营等多维度出发，建立数字孪生城市建设的共性模型，为数字孪生城市建设提供有益参考。二是数字孪生城市战略和人才保障仍需加强，缺乏对应用需求与目标的深入分析，导致数字孪生技术与城市规划、建设、管理、服务等业务脱节，资金投入难以转化为实际应用收益；缺乏综合城市管理、数字技术、算法模型等复合型人才支撑，导致数字孪生城市建设难以长效发展；数字孪生商业模式尚不清晰、融资渠道单一、市场化价值挖掘不足，可持续运营模式仍需探索。三是数字孪生城市数据与能力供给方式仍需创新，数据缺乏有效标准化框架，异构数据融合应用面临困难；部分数字孪生技术能力与生态绑定难以解耦服务，能力复用面临挑战。四是数字孪生高价值场景仍需挖掘，当前政府、市民和企业发展需求日益多元，但数字孪生城市普遍存在重“物理”属性，轻“社会与环境”属性现象，亟须进一步挖掘数字孪生城市务实生效、虚实互动的高价值场景，提高人民群众的获得感幸福感，赋能城市经济社会数字化转型发展。

针对数字孪生城市的共性挑战，研究提出数字孪生城市建设共性模型，从明确数字孪生城市发展战略、强化人才支撑、创新运营模式、夯实数字底座、打造核心平台、塑造高价值场景等维度出发，提炼形成数字孪生城市五维模型方法论，为政府和企业推动数字孪生城市建设提供有益参考。

（二）数字孪生城市建设五维模型简介

2022年，世界经济论坛与中国信通院联合提出“4+5”数字孪生城市框架，即基础设施、数据资源、平台能力、应用场景等4大内部要

素，以及战略与机制、利益相关方、资金与商业模式、标准与评估、网络安全 5 大外部要素。基于“4+5”框架，项目组以目标导向、指导建设、易于操作为原则，进一步提炼形成数字孪生城市建设五维模型（SODPA 模型），即战略与人才（Strategy and Talent）、商业与运营（Business and Operation）、设施与数据（Infrastructure and Data）、技术与平台（Technology and Platform）和应用与场景（Application and Senerio）。



来源：中国信息通信研究院

图 2 数字孪生城市建设五维模型

五维模型是以“战略与人才”为基础，以“商业与运营”为长效保障，以“设施与数据”为底座，以“技术与平台”为中枢，以“应用与场景”为重要抓手，旨在促进数字孪生城市系统性谋划、高质量建设和可持续发展。数字孪生城市建设五维模型既适用于大型城市、中小型企业等整体型数字孪生城市建设，也适用于园区、城市功能区等区域型数字孪生城市建设，将为数字孪生城市建设者、管理者、运营商和供应商提供参考。具体建设思路在报告第三章到第七章阐述。



来源：中国信息通信研究院

图 3 数字孪生城市建设五维模型总体视图

二、战略与人才：制定务实战略，打造复合型人才队伍

战略与人才是数字孪生城市建设的方向引领和实施主体。战略规划涵盖城市经济社会目标、数字化行动计划，以及促进数字孪生城市相关产业发展的鼓励支持政策与激励机制，为城市建设提供愿景蓝图和实施方案。人才保障包含城市规划师、技术公司专家团队、模型算法设计师等多学科、多层次人才队伍，为数字孪生城市建设、管理、运营提供人才保障和智力支持。

（一）调研城市发展禀赋，务实制定战略规划

深刻把握城市发展现状与特色，高标准制定数字孪生城市战略规划。一是大兴调查研究，借助先进技术手段，深度把握城市政策、经济、社会、技术现状和城市特色，摸清城市数字化发展底数。二是关注政策重点，根据城市规划、行业政策、财政政策和行业标准，结合技术发展方向、应用现状和能力瓶颈，以政策重点为指导，高标准、定制化编制数字孪生城市规划，为技术选型和实施提供政策支撑。三是合理分配资源，统筹安排数字孪生城市建设资金、人力和物力等资

源，达到提升建设效果、降低建设风险，更好地服务城市发展的目的。

案例 1：苏州工业园区开展园区级数字孪生战略规划

苏州工业园区基于园区资源禀赋和发展实际，创造性提出了数字孪生园区 DESIP 战略规划，通过数字资产（Digital asset）汇聚，破解城市建设信息孤岛难题；通过培育数字孪生产业新生态（Eco system），资源融通共享，打造数字孪生产业链条；通过构筑全域数字孪生场景（Senario），提升群众对数字孪生技术的生动感知；通过数字孪生技术创新、模式创新和机制创新（Inovation），搭建数字孪生底座平台（Platform），为生态企业提供技术赋能、专利导航、资源接引等服务，打造数字孪生应用场景示范区、产业生态集聚区、技术创新策源地“两区一地”，建成一流数字孪生先锋园区。



来源：苏州工业园数字孪生创新坊

图 4 苏州工业园区打造园区级数字孪生战略

（二）拆解阶段战略目标，灵活制定推进方案

按照建设时序科学拆解相关任务，形成推进路线图。一是科学制定分步实施方案，在充分研究城市资源禀赋基础上，明确数字孪生城市建设的阶段性目标和价值，近中期（3—5 年）率先推动一批解决

城市共性问题、痛点难题、成效显著的数字孪生场景落地。考虑到城市大规模复杂性和技术快速迭代的特点，远期（5—10 年）保持建设框架和实施路径灵活性和包容性，以应对未来的挑战。**二是明确建设任务和责任分工**，通过明确建设步骤、实施方案和任务分工，形成数字孪生城市建设合力，稳步推进建设实施。

案例 2：英国国家数字孪生战略

英国国家数字化建设中心发布的《英国国家数字孪生原则》从战略层面研究了国家级数字孪生的内涵及价值，提出了基于信息管理框架打造国家级数字孪生的路线图，总结了指导国家级数字孪生发展和应用的九大原则。重点聚焦和解决了数字孪生模型质量和精度、敏感信息安全保护、数字孪生与其他系统互操作关系，以及信息社会可持续发展的问题。这一战略部署统筹了英国国内各行业相对独立的信息技术标准，实现了孪生体间高效、安全的数据共享，释放了数据资源价值，活跃了政府、学界、产业界各利益相关方的参与积极性，促进了英国数字孪生技术的发展和应用。

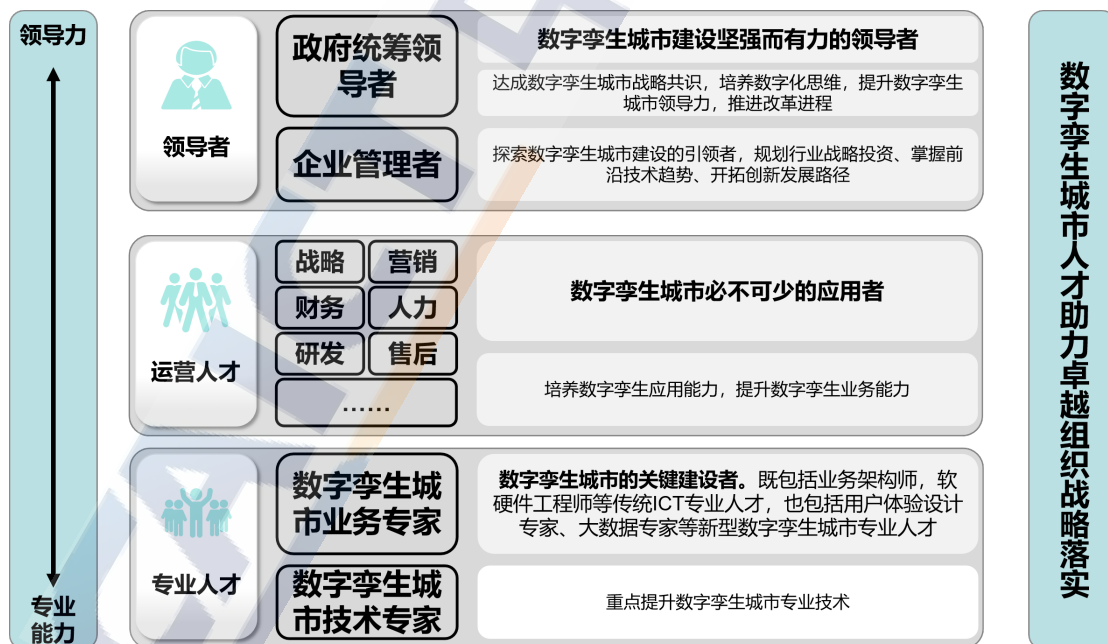


来源：《英国国家数字孪生原则》

图 5 英国国家数字孪生 9 大原则

（三）聚焦关键岗位培养，强化数字人才保障

数字孪生城市关键岗位可分为“管理、应用和建设”三个层面，包含领导者、运营人才、专业人才三大类。一是培养数字孪生城市统筹管理者的领导能力，培养领导干部和企业管理者“用数据说话、用数据决策、用数据管理、用数据创新”的思维模式，提升利用数字化技术与工具解决问题的习惯与能力，实现从“适应数字化、运用数字化”到“驾驭数字化、引领数字化”的转变。二是数字孪生城市专业运营人才，利用本地化运营服务的驻地优势和对政府需求的深刻理解，培育专业化管理团队，着重加强项目运营、产业合作、资源协同等方面的管理能力，保障数字孪生城市的高效可持续运转。三是加强数字孪生领域高端人才引进与培养力度，大力引进和培养一批急需紧缺的数据、算法、渲染、建模等领域技术领军人才和业务开拓团队，分级分类组建数字孪生城市智库梯队，为数字孪生城市长效发展提供智力支撑。



来源：中国信息通信研究院

图 6 组织内数字化人才角色定位

（四）创新人才培养体系，打造数字孪生人才梯队

构建覆盖高校培养、技能培训、能力认证的人才培育闭环体系，培育跨学科跨领域复合型人才。一是加快构建产学研合作培养人才体系，鼓励高等院校增设数字孪生相关专业，加强专业教育和技能型、应用型人才培养，支持打造产教融合实训教学基地，为人才提供高质量、可持续的培育服务和实践环境，确保数字孪生城市建设和运维阶段有持续的优质人才供给。二是持续提升专业人才应用技能水平，制定不同层次、不同专业的数字化技能课程和培训计划，鼓励打造数字孪生专业技能学习平台，定向输送数字孪生设施、数据、平台、应用等领域人才。三是构建全栈式人才能力鉴定体系，支持开展数字孪生相关职业标准制定，分层分类认定技能等级，推动数字孪生相关职业进入职业分类大典，加强保障数字孪生相关职业从业者权益。



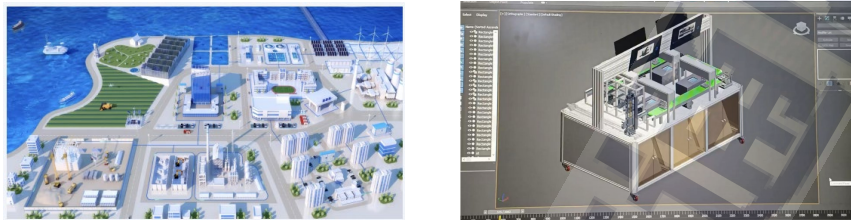
来源：中国信息通信研究院

图 7 数字孪生城市人才培养体系

案例 3：数字孪生一站式实训基地项目

优诺打造数字孪生实训平台，结合行业真实业务场景，开发低代码和零代码两种使用形式，覆盖机房、社区、城市、煤矿、农业等多

行业真实业务场景，帮助学员简单、快速开发出复杂的数字孪生应用，沉浸式体验到不同岗位、不同阶段的工作内容，通过实战演练提升学员构建数字孪生应用的能力，能够有效解决传统实训成本高昂、场景固化、教学效果不佳问题，打通产教融合最后一公里。



来源：优诺数字孪生实训平台

图 8 数字孪生实训平台

三、商业与运营：构建政企合作运营架构，建设可持续长效运营机制

商业与运营模式是数字孪生城市优化资源配置、提升运营成效的关键手段，也是影响数字孪生效能发挥的重要原因。数字孪生城市是一项复杂系统工程，需要探索以政府为主导，社会资本共同参与合作的运营模式，推动数字孪生城市长效化、可持续发展。

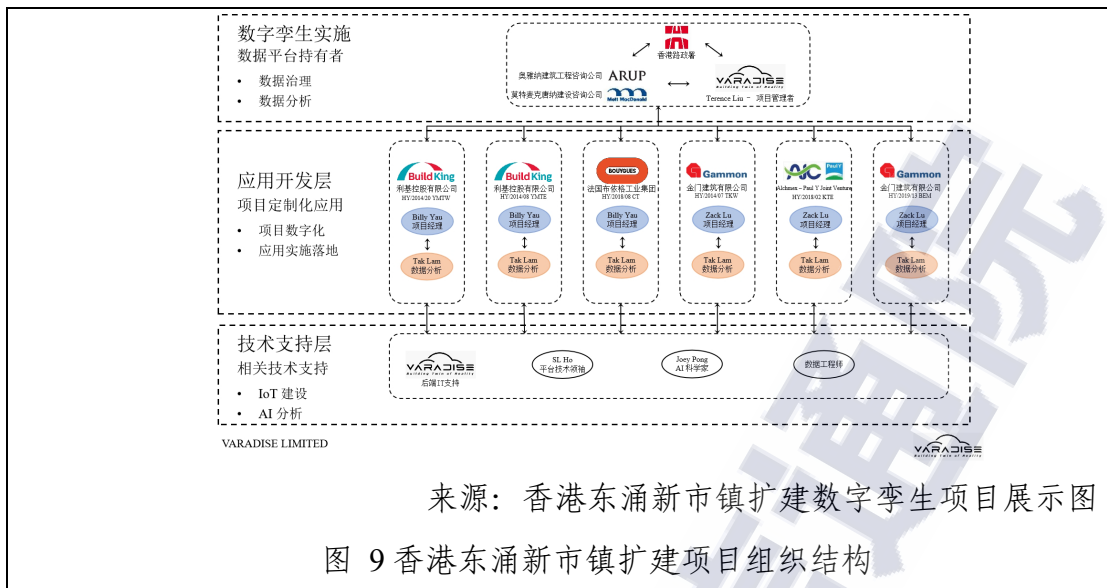
（一）厘清相关利益方定位，明确政企合作的组织架构

发挥相关利益方各自优势，明确数字孪生城市政企合作的组织架构。一是明确一个数字孪生城市统筹管理机构，政府作为数字孪生城市中的主导统筹者和部分出资方，发挥协调企业、投资者和用户责权利的优势作用，鼓励社会资本作为承建方或共同出资方来合作开展建设，其产生收益将由各方按比分担，确保数字孪生城市的建设能够有序推进。二是建立优势互补、协同创新的数字孪生共建生态，供给侧企业需重视各建设阶段的分工协同与合作，数字孪生城市建设主体包括 GIS/BIM/CIM、可视化渲染、仿真推演、感知标识、交互控制等各领域企业，提供数字孪生城市建设所需的产品和服务。但企业间面

临竞争严重、行业龙头强势垄断等问题，企业间可通过资源置换、项目合作、产品联营、联合开发等形式，形成多方建设者优势互补的生态格局。三是强化用户方在数字孪生城市发展中核心驱动作用，政府、企业、社会组织、市民都是使用主体，数字孪生城市建设主管部门应及时梳理用户需求，纳入业务计划、技术路标和产品开发流程，促进数字孪生城市的长效可持续运转。

案例 4：香港东涌新市镇扩建数字孪生项目

中国香港特别行政区东涌新市镇扩展区践行智能、绿色的城市发展理念，探索建设大屿山首个智能低碳社区。项目通过“三层级”组织方式，推动工程设计、物联网设备、数字化开发等多领域的企业主体明确分工、协同合作，有效调动了社会企业参与数字孪生城市建设的积极性。从职责分工看，该项目有三层结构，第一层为数字孪生实施小组，由香港特区政府路政署和 Varadise、ARUP、Mott MacDonald 公司组成，负责数据治理和数据分析工作。第二层为应用开发层，由 Build King, Gammon, Bouygues, Alchmex 与 Paul Y 合资公司等四家机构协作，负责数字化项目建设、应用程序开发工作。第三层为技术支持层，由 Varadise 提供物联网安装、AI 分析等技术支持。东涌新市项目通过清晰的商业框架和权责关系，促进不同领域企业主体发挥自身优势，有效避免了内部矛盾和数据泄露风险，保障了多个子项目在数字孪生城市规划设计的整体框架下统筹建设、协同发展。



（二）探索孪生资产商业模式，推动长效可持续运营

充分激活数字孪生数据资产价值潜能，赋能城市运营建设管理。一是政府积极推动相关政策和法规，支持数据从资源到资产再到资本的转化，支持企业与社会可开放平台挖掘数据的价值，通过数据资产确权与估值，促进数据的流通和交易，例如自然资源数据、地理信息数据、三维模型数据、实时运行数据等数字孪生数据资产化管理。二是数据资产的价值显化为经济效益与社会效益，政府部门、企业、科研院校和公众等多元主体将开发后的数据互相流通，与多行业深度融合，实现需求的精准识别，提升相应生产要素匹配效率。三是利用数字孪生、区块链、感知标识等技术实现物理资产的数字化，提升全局性智能决策和资源动态优化配置能力，例如城市“一网统管”运行中心，基于数字孪生技术复现城市的三维全景，以大数据为基础整合城市各部门海量信息资源，按照时间、空间、层级结构等维度，深度挖掘情报数据的时空特征及变化规律，最大限度挖掘数据价值，为城市管理决策提供全面、客观、科学的依据。

案例 5：北京市空间数据交易服务

2023年6月，在北京市经济和信息化局协调组织下，北京市测绘

设计研究院通过北京国际大数据交易所成功完成了一笔基于空间数据的交易服务，在空间数据领域实现了数据资产登记和数据交易。此次交易是以北京测绘院自主获取的北京中轴线局部空间数据为基础，AR技术绘制北京北中轴（景山以北部分）三维模型，用户可通过北数所交易平台购买使用权。这笔交易是北京市在建立测绘地理信息数据交易制度方面进行的一次积极探索，促进了空间数据市场化应用，解决了空间数据资产化、可靠交易和安全应用等难题，是测绘地理信息数据有偿使用机制建设方面的一次有益探索，为空间数据生产和流通提供了成功案例。



来源：北京市测绘设计研究院

图 10 北京空间数据入场交易案例

（三） 建立成效评估考核体系，促进数字孪生城市有序升级

精准有效的评估体系能够帮助管理者发现当前存在的问题，形成PDCA全过程闭环模式，从而促进数字孪生城市更加健康、长期的发展。一是强化数字孪生城市建设中各项目、各环节责任落实，加强项目规划、实施、运营等全生命周期标准化指导，明确各职能部门及单位的职责分工，确保项目建设科学规范。二是建立准确反映数字孪生城市建设水平的评估指标体系，实现对实施进度的跟踪监测，委托第三方单位定期开展项目评估，实现“以评促建、以评促改、以评促管、以评促强”。三是将数字孪生城市建设推进情况纳入绩效考核体系，确保系统推进和目标达成。

四、设施与数据：推动数据全面采集与融合，夯实数字孪生建设基础

基础设施和数据资源是数字孪生城市建设的底层基础。基础设施是数字孪生城市的感知神经与控制体系，其全面覆盖、全域部署是数字孪生城市建设运行的前提，要统筹推进城市内感知、网络、算力等基础设施建设和布局。数据资源是数字孪生城市的流动血液，要充分借鉴工业设备、生产线的数字孪生体理念，在城市范围内，构建出融合时空地理信息、多源数据的城市数字孪生体，实现对城市建筑、设施、环境、车流、人流等实体对象的数字化表达，从而推动物理城市和数字城市虚实交互、协同发展。

（一）建设城市感控体系，强化数字孪生感知神经末梢

统筹建设地上、地下、空中、水域等物联感知设施，构建城市全息物联感知体系。一是强化城市感知设施共建共享，试点推进智慧杆塔等可综合承载多种设备和传感器的感知底座基础设施建设，推动照明、道路监控、交通指示、安防、通信、环保监测等多方需求“多杆合一”，实现资源共享，减少重复建设。二是推进城市感知终端台账化管理，各行业部门应充分梳理已建感知终端情况，推动感知终端普查和统一编码，建立感知终端清单，形成一套城市感知终端台账。例如北京推动城市感知设备统一编码，建立一个完整的设备清单，强化对感知终端设备的统一管控。三是强化城市感知体系全面覆盖，在道路、楼宇、管廊、浮空平台、海洋浮标等地上、地下、空中、水域空间部署监控、监测等感知传感设施，支撑交通、能源、环保、气象、消防等城市智慧运行。



图 11 城市感控体系空间布局

案例 6：上海临港数字孪生项目

上海浦东临港地区，在已有 BIM/GIS 等大数据平台基础上，建设数字孪生港区。从基础设施建设看，全面展现数字孪生城市物联感知能力，实现临港全区域基础设施状态的主动感知，覆盖智慧园区、公共设施、市政、道路、社区综治等 12 类传感器，每日上传约 14 万条信息。针对主城区 70 平方公里区域，基于数字孪生实现无人机全地形自动巡航，形成正射影像瓦片地图，并采用 AI 智能监测技术，实现对主城区垃圾堆放、人流密度等问题的智能监测和管理。

从数据融合供给看，数字孪生平台接入包括高德票务、水务及政府相关部门等 10 多类数据源，实现临港各政府部门、企业和互联网数据的汇聚融合，接入外界数据总量约 33 万条，每日 API 调用总次数超过 2 万余次。有助于实现临港全局分析预判，智能化调配城市公共资源，完成交通“提前一天预测”、游客“多留一天”等城市管理目标。



来源：上海临港新区项目展示图、泰瑞数创（北京）股份有限公司

图 12 上海临港新区城市大脑

（二）完善网络设施与算力设施，筑牢数字孪生传输与计算基础

强化网络与算力基础设施建设，为数字孪生城市中海量数据传输与计算提供支撑。一是加强光纤网络、5G 基站等通信基础设施的建设，确保城市各区域具备高速、稳定的网络连接。二是加强物联网（IoT）网络普及和应用，为感知数据采集提供可靠网络支持。利用传感器、摄像头等设备收集实时数据，为数字孪生提供实时信息。例如，通过搭建城市感知电网，实现对城市能源的实时监控与调度。利用数字孪生技术，对城市能源消耗进行精确预测和优化，推广绿色能源、节能建筑等环保措施，实现城市的可持续发展。三是构建云计算和边缘计算等数字基础设施，提高城市计算能力以支持大规模数据处理和实时仿真分析。云计算中心可以集中处理大量数据，提供强大的计算能力。边缘计算则可在数据产生地完成初步处理，以降低网络延迟并提高响应速度。

（三）创新构建数字孪生体，推动城市全要素数字化语义化表达

数字孪生体是城市实体对象在数字空间的映射，通过建立与现实世界相匹配、涵盖城市物理属性、行业属性和社会属性的城市数字模型，真实、准确地反映城市内各种对象的特征和状态，数字孪生体的

管理方法已经在工业领域得到了广泛应用。一是创新数据组织方式，以实体对象为核心，构建城市数字孪生体。城市数字孪生体克服了传统基于地图管理的灵活性不足、数据更新困难等问题，更符合人们的直觉思维，面向实体对象组织和管理多维度数据，有利于数字孪生应用的统一部署和仿真推演。二是分类构建城市数字孪生体，从建设方法来看，数字孪生体可以基于统一的数据模型，对城市的设施设备、交通工具、建筑物、人、企业等重要实体对象进行分类建模。通常每类数字孪生体都需要包括一些共同属性，如编码标识、时空位置、几何表达、状态、关系等，以及根据业务场景需求，加载的业务属性等。如一个建筑孪生体，涵盖了数字空间的唯一编码、坐落的位置、外观与内在布局构造、目前的使用情况、在建筑中入驻企业的基本画像等。

（四）开展数据融合管理与治理，促进数据流通与开发利用

数据质量不高是当前制约数据开发利用的主要因素之一，针对数字孪生体新数据格式，开展数据融合与数据治理，有利于释放数字孪生城市在决策、仿真等领域的价值。一方面，要将数字孪生体与各种数据（如空间数据、社会经济数据、物联感知数据等）关联起来，形成一个有效反映城市鲜活状态的数字孪生体。同时，还要让不同的数字孪生体之间相互关联，形成一个基于知识图谱的数字孪生体管理体系，便于在不同场景和行业中查询和使用数字孪生体。另一方面，制定数据治理标准规范，覆盖数据的全流程，如数据编目、采集、存储、加工、格式转换、动态更新和数据服务等，提高数字孪生体数据质量，形成基于多源数据的数字孪生体，为城市治理、规划等决策仿真推演提供有力支持。

（五）围绕数字孪生典型应用场景需求，提供丰富多元数据服务

数据服务供给能够深度挖掘数字孪生体的数据价值，支撑城市中各类典型应用场景建设。一方面，要提升数据服务便捷获取能力，建立数字孪生体数据资源的元数据编目，便于用户按照空间位置、主题类型等进行查询获取。可将数字孪生体发布为机器可读取的 WEB 服务，方便使用者获取数据。另一方面，要推动数字资产运营，为充分利用数字孪生体，通过制定数字资产管理规范，确保数据安全和个人隐私。对于数据流通和运营机制较好的城市，可以探索建立数字孪生城市的数字资产运营体系，提供多样化的服务模式，如付费共享、客户套餐化服务等。

案例 7：芝加哥智慧城市数字孪生项目

美国芝加哥市政府与 IBM 公司合作建立了智慧城市数字孪生项目，旨在提高城市管理效率和市民生活质量¹。芝加哥集中了包括公共交通，建筑，环境，社会治安等多个方面大量智能化和高度可用的数据，实现对城市的全面监控和智能化控制。其背后的公司 AT&T 正进行大规模的数据驱动基础设施检修与安装。工作完成后，全城的物联网传感器将结成完整的系统，为城市提供丰富的数据，借助这些信息，就能打造出更智能的解决方案以改善生活质量。

此外，芝加哥开放了城市信息数据库，该数据库会经常进行更新，借助该开放数据门户，居民可以找到关于其所住社区的一切信息，同时还能创建并下载地图和图表以分析有关这座城市的信息。

这对于提升居民的日常的便利性和生活质量具有积极的意义。

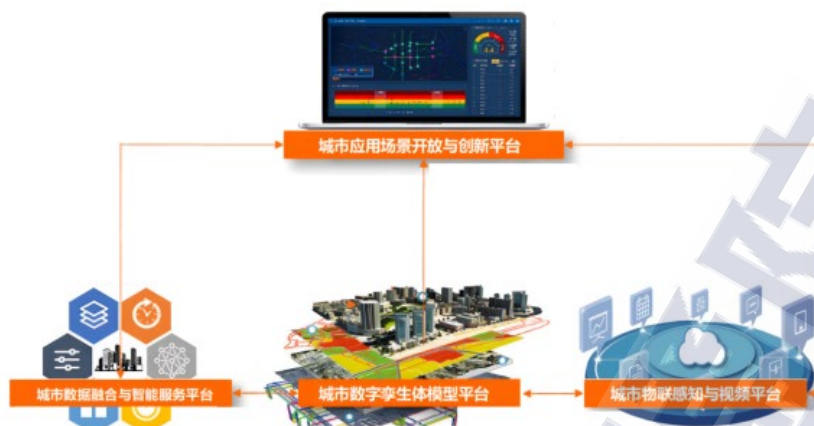


来源：Array of Things Ten-Year Symposium 报告

图 13 芝加哥基于物联网的智慧城市数字孪生项目

五、技术与平台：构建城市中枢能力体系，赋能场景建设与众创发展

数字孪生城市的技术和平台，就像城市的神经系统和大脑一样，可以收集城市的各种数据，并将这些数据转化为有价值的信息。这些技术和平台可以支持城市的多方面需求，例如远程管理城市智能设施设备，对城市的建筑、道路和车流进行可视化的表达和模拟推演，以及分析计算城市的实时运行状态。此外，这些平台还可以开放给上层应用场景建设者，为其提供技术能力和支持。通过实地调研和大量案例研究发现，数字孪生城市的建设内容总体上可以概括为四个核心平台：城市感知平台、孪生体模型平台、数据智能服务平台和应用开放创新平台。



来源：中国信息通信研究院

图 14 数字孪生城市四大核心技术与平台

（一）统筹建设物联感知与视频平台，提升实时数据分析能力

一是建设城市物联感知平台，推进感知数据汇聚共享。充分利用智慧城市已有平台和数据基础，建立城市物联感知平台，城市可以实时或准实时地获取水、电、气、交通、环保、公安、气象等各类物联网感知终端的动态运行数据。这些数据可提供丰富的城市运行指标统计结果，帮助预警和决策，可以实现区域设施设备的动态监测、预警决策和远程控制。特别对于城市视频监控资源，可以进行视频画面与数字空间孪生体模型深度融合，呈现实景画面与虚拟模型的无缝对接效果，解决了城市管理过程中信息感知不直观、数据应用价值低等痛点问题，实现了虚实融合与互动。二是打造感知数据共享服务接口，支撑各类管理和应用。物联网感知平台可以提供标准化的感知数据共享服务接口，构建城市影像与城市体征于一体的城市画像，为城市管理、惠民服务等应用提供数据支撑。

案例 8：无锡市梁溪区智能感知消防系统

梁溪智脑的物联智能感知消防应用，通过“技防+人防”相结合，

建设消防物联感知体系、消防大数据分析及应用、消防安全专题应用三大功能模块，变“看见隐患”为“预见风险”，变“被动防守”为“主动发现”，全面提升梁溪区消防安全水平。消防感知平台通过调用数字孪生平台提供的底图、街道边界、倾斜摄影模型、精模模型等数据，直观展示消防设备点位，通过点击可以转换二维和三维地图，根据楼宇实质形态的仿真和设备点位的采集，可以实时了解区域消防安全情况，针对危险情况实时告警，有效推进物联感知消防系统的可视、可感、可管。



来源：无锡市梁溪智能感知消防系统展示图

图 15 物联智能感知消防孪生底图及物联感知设备智能预警

（二）打造城市数字孪生模型平台，实现全要素数字化表达

一是利用多种建模技术，构建城市数字三维底板。针对区域内的建筑物、自然景观、道路、桥梁、地下管网、车辆、设施设备等城市全要素实体对象，通过倾斜摄影、人工绘制等建模方式，采集和融合各种格式的三维模型数据，形成不同精细度的、与物理城市一一映射的数字孪生体模型底板。二是面向数字孪生体建设数字孪生模型平台，如，通过建筑数字孪生体将人口、房屋产权、经济收入、事件等建筑相关数据进行空间对齐与融合，实现了实体对象的全要素数字化表达。三是数字孪生模型平台可支持多种呈现交互方式，利用图形渲

染、人机交互技术，可以在手机、电脑、大屏等终端上可视化呈现不同精度、不同类型的孪生体，并提供对孪生体的个性化编辑、操作与互动等功能，以及大中小微场景的沉浸式体验。

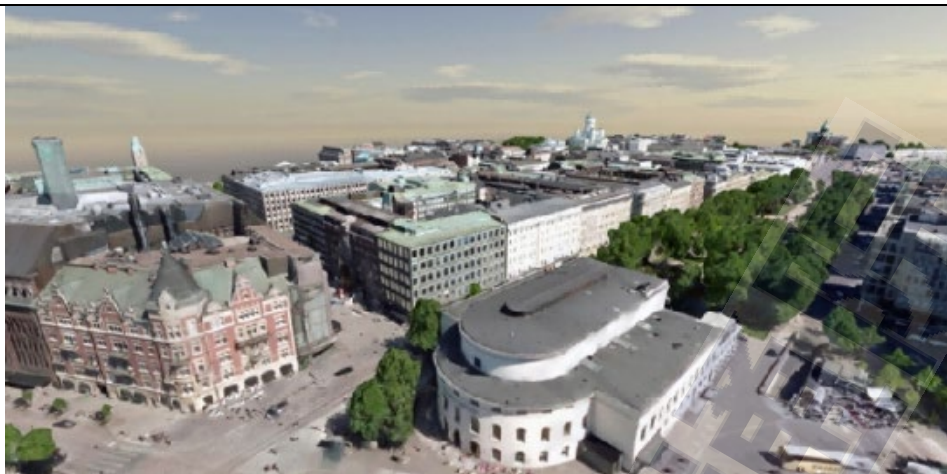
案例 9：赫尔辛基 3D 城市 2050 计划

赫尔辛基市耗资 10 亿欧元，使用创新的建模技术构建了两个最新 3D 城市模型，一个是基于 50,000 张倾斜图像、11TB 数据融合构建的实景 Mesh 模型，另一个是基于实景 Mesh 模型构建的具有丰富语义信息的 CityGML 模型²。CityGML 模型平台是在实景 Mesh 模型上融合建筑物的可再生能源潜力数据和可用于适应气候变化的语义数据，通过城市级分析计算，揭示了赫尔辛基奥林匹克体育场的太阳能潜力，可用于模拟强降雨引发的洪水淹没分析并设计防洪方法。



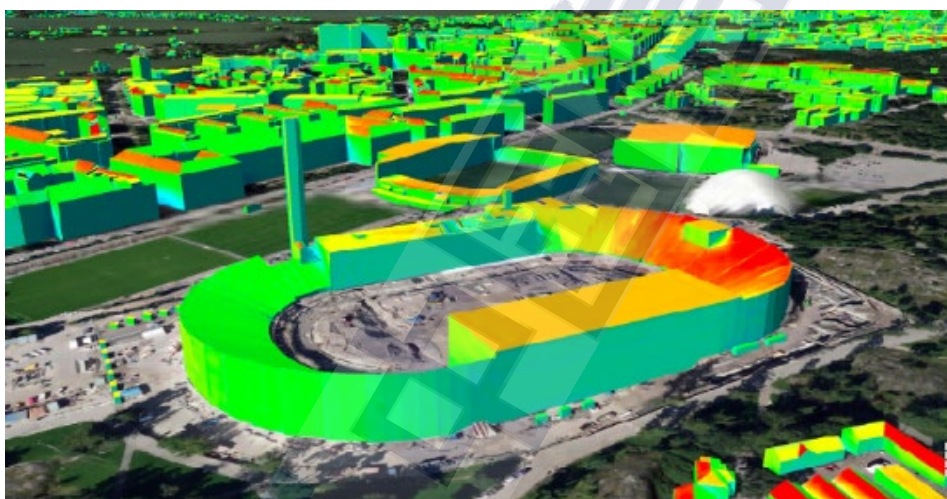
来源：赫尔辛基城市官网

图 16 赫尔辛基实景 Mesh 模型与 3D 语义模型



来源：赫尔辛基城市官网

图 17 赫尔辛基 3D+实景 Mesh 模型



来源：赫尔辛基城市官网

图 18 赫尔辛基基于 3D+语义 CityGML 模型的太阳能潜力分析

（三）构建城市数据智能服务平台，实现数据驱动业务创新

城市数据智能服务平台是数据资源转化为业务能力的主要载体。一是平台用于城市运行状态的多维度分析计算，可以针对城市数字孪生体融合的各类属性数据，包括不限于实体的时空位置信息、运行状态属性信息以及实体之间相互关系，如建筑物的用水数、用电数、住户数、车位数等全方位信息。二是平台用于智能算法分析，通过分析人、车、物等实体的动态轨迹，分析交通道路连通性，分析不同时段

不同位置人流、车流密度等动态数据，从而实现对城市数据全要素、全过程、全生命周期的智能分析与计算。三是平台可支持仿真推演，实现预测预警，随着历史数据的不断积累沉淀，可基于大数据算法分析形成人流预测、车流预测、用能预测等高价值结果，实现数据驱动的业务创新。

案例 10：无锡市梁溪区智慧园区应用

无锡市梁溪区智脑的智慧园区应用，依托城市数据智能服务平台，实时感知人员出入、电梯运行、车辆流量、用电安全、消防水压等情况，监测预警违规攀爬、占用消防通道等异常情况，通过加强园内人、事、物一体化管理和园区态势感知，助力提升园区服务效能和管理水平。

城市数据智能服务平台通过打造精细模型，动态感知孪生时空园区。在时空数据建立模型基础上联动园区业务数据，可以了解园区总体情况包括当前入驻企业数量和累计入驻企业数量，呈现注册企业、税收及租金收入等数据，进而形成企业资产统计和园区行业税收情况统计等统计数据。在孪生场景中，通过缩放、旋转、楼层炸开、整体画面拖拽，可以进行园区巡航和楼层漫游，拆分查看每层内部结构以及设备安装点位；点击设备点位，可实时查看监控画面、智慧停车抬杆运行情况、园区环境数据等。



来源：无锡市梁溪城市数据智能服务平台展示图

图 19 智慧园区（扬名科创中心）精细模型及总体情况页面

（四）搭建场景开放与创新平台，实现开放式、低门槛场景构建

一是搭建场景开放与创新平台，推动场景和资源开放并促进应用创新，将城市数字孪生体数据、平台技术以数据资产的形式对外开放，企业开发者和个人开发者可基于平台能力，开放式、低门槛构建个性化、多元化的应用场景，支撑城市治理、公共服务模式创新。二是利用开发与创新平台，促进创新资源的流通共享，整合汇聚一批优势企业的 PaaS 平台，形成一批典型应用场景，集聚或培育一批有业务创新能力的场景开发企业或个人开发者，促进城市数字经济的培育壮大。

案例 11：深圳湾科技生态园建设统一数字底座

深圳湾科技生态园“统一数字底座”，汇聚栅格、矢量等二维数据以及 BIM、手工模型、工业模型、激光点云、倾斜摄影、游戏场景等三维数据，实现“空间数字孪生”；通过构建产业数字孪生体，汇聚企业全景画像、上下游产业分布情况、产业规模及态势等数据，实现“产业数字孪生”。数字底座建设内容包含地理信息系统(GIS)、大数据分析平台、数据集成平台、物联网集成平台、视频流转发平台、视频分析平台、边缘计算平台等，实现数据统一接入、快速响应调度、统一管理运维、统一大屏展示，支撑深圳湾园区“营-管-运-服”等各类业务需要。



来源：深圳湾科技生态园项目展示图

图 20 深圳湾科技生态园“统一数字底座”总体建设视图

六、应用与场景：创新场景建设机制，因地制宜释放数字孪生场景价值

应用与场景是数字孪生城市的活力之源，也是数字孪生城市价值的直接体现，政府、企业和民众通过应用场景共同享受数字孪生城市带来的价值和建设成果，实现数字红利的最大化收益。数字孪生城市包含城市治理类、惠民服务类、产业发展类等多类场景。

（一）契合多主体差异化需求，谋划多元化孪生场景

数字孪生城市建设需要满足政府、企业、社会和市民等多利益相关方需求，平衡社会效益和经济效益，推动城市可持续发展。一是以人民为中心，谋划一批普惠便捷的惠民场景，降低数字孪生技术使用门槛，为人民群众提供普惠均等、友好便捷的孪生服务。如通过虚拟现实技术开展物理化学等教学实验；通过增强现实、虚实互动线上体验文旅服务；实时获取城市应急、灾害等预警信息，快速获取救援服务；缩小线上线下体验的差异，医疗、教育等公共服务通过数字孪生城市惠及更多人群。二是赋能城市智能化治理，谋划一批精准高效的治理场景，运用数字孪生技术手段，实现城市运行状态一张图呈现，以实时监控和仿真预测的方式，助力城市节能减排，快速响应城市公共问题，提高城市安全韧性。三是服务产业发展，谋划一批降本增效的兴业场景，推动数字孪生车间、数字孪生工厂等场景建设，实现机器替人、无人化作业、远程巡检、远程操控等功能，形成绿色集约高效的发展模式，不断为城市发展创造更多经济价值，提升城市长期竞争力。

（二）创新场景建设机制，推动场景开放协同创新

构建“场景清单—揭榜挂帅—政企合建—成效评价—打造品牌”

五大环节的场景建设机制，推动政企合作、场景开放和协同创新。一是推动形成数字孪生城市场景清单，结合城市发展战略目标，以数字孪生技术破解政务服务、城市管理、社会治理、经济发展、社会民生等领域堵点痛点问题为切入点，形成一批经济社会效益明显、推广价值高的场景清单。二是建立“揭榜挂帅”工作机制，支持各类社会主体申报数字孪生场景项目，激发社会主体参与孪生城市建设的积极性。三是切实推进供需对接政企合建，通过技术沙龙、项目攻关等方式，鼓励供需双方协同开发数字孪生城市新方案、新模式、新路径，形成多方参与、集成创新的长效机制。四是建立场景成效评价体系和跟踪评估机制，对纳入实施的开放场景进行分步骤、分阶段验收，多维度、全方位评价应用场景的效果，实现以评促建。五是塑造场景品牌，对社会经济效益好、商业潜力大、推广价值高的示范场景，加大支持力度和线上线下宣传，打造“数字孪生城市先锋场景”。加强场景运营和开发，将元宇宙会客厅、数字孪生楼宇等场景打造成为城市精准招商、资源接引的信息枢纽，实现城市实体空间价值在数字空间的延展提升，赋能城市经济社会数字化转型发展。

（三）优先建设高价值场景，促进数字孪生落地生效

坚持应用导向、以人为本，优先推进建设一批数字孪生成效突出的场景应用。经综合研究，数字孪生将在八大类场景中发挥重要价值。一是高难度不可见场景，二是高危险灾害性场景，三是高复杂度治理场景，四是反复验证试验场景，五是广域布点统管场景，六是资源优化配置场景，七是可视交互体验场景，八是全局仿真预判场景。其中，前四类场景技术相对成熟，可以率先布局应用。一是高难度不可见场景，如地下管网、地下水保护等地下空间场景。二是高危险救援类场景，如火灾、爆炸、暴雨、城市内涝等应急预演场景，提高城市安全

韧性。三是高复杂度治理类场景，如复杂交通路口疏导、社区综合治理等复杂场景。四是反复验证试验类场景，如城市规划布局优化、碳排放政策优化、智能供热流程优化等。鼓励地方率先推进四类场景建设，推动数字孪生项目务实建设、落地生效。

（四）分步推进场景建设，因地制宜打造特色场景

分步骤推进孪生场景建设，以人为本、因地制宜打造具有地方特色的数字孪生场景。一是打造单点切入、凸显特色的“小切口”场景，率先建设一批成熟度高、解决城市痛点问题的场景项目，提升城市治理效率和服务体验。如智慧楼宇、数字孪生水质监测等场景。二是打造因地制宜、跨界组合的“积木式”场景，基于城市已有平台和场景，汇聚楼宇、交通、能源、经济等跨领域、跨部门数据，结合城市实际需求，打造多元化功能跨界组合的数字孪生场景。例如深圳湾科技生态园将售电业务、新能源消纳、能耗监测、能源设备管理场景相结合，打造统一的能源管控平台，助力园区建成国家级低碳生态示范园区。三是打造赋能产业、降本增效的“标杆式”场景，运用数字孪生技术，助力行业降本增效，形成行业引领示范，有效带动相关产业发展。例如新疆陆港园区通过数字孪生打造数字化中欧班列，实现班列全程自动追踪、调度和管理，有效提升管理效率和运输效率，促进跨境贸易、智慧物流产业发展。

案例 12：新西兰奥克兰运用数字孪生技术助力海滩水质提升

新西兰 Safeswim 项目是新西兰奥克兰地区聚焦水域水质监测的数字孪生技术应用项目。在数据汇聚方面，Safeswim 平台汇聚了水利网络、天气、潮汐等 10 余种数据流，融合了 IoT 数据、实验室微生物检测数据、互联网数据等多种数据资源，运用数字孪生技术，实现了对奥克兰不同区域休闲水域水质的监测和可视化呈现。

在公共服务方面，Safeswim 项目搭建了统一的公共服务平台，为公众提供奥克兰周边 84 个海滩和 8 个淡水地点的水质预测和健康安全风险信息，为市民出行决策、海滩娱乐选择提供便利，保障市民游泳卫生安全。同时，Safeswim 项目提升了政府、市民对水环境保护的关注度，进一步减少废水溢出，持续优化水环境，打造宜居城市。



来源：新西兰 Safeswim 项目展示图

图 21 新西兰 Safeswim 项目助力海滩水质提升

案例 13：中国乌鲁木齐运用数字孪生技术打造中欧数字班列

“丝路智港”是乌鲁木齐陆港集团集结中心用于提升效率、保障安全的数字孪生平台。在集装箱管理方面，运用数字孪生技术，实现对集装箱运输轨迹、运输状态的可视化呈现，实现货物从装卸、转运、装箱、拆箱、收发、交接、保管、堆存、搬运和承揽全流程清晰可查，显著提高集装箱运行效率。在轨迹跟踪方面，通过物联网感知、空间运算等技术，平台实时采集运行列车的位置、车次、发车和到达信息，实现班列全程自动追踪、调度和管理。同时，实现海量班列数据、运输数据在“一张图”呈现，提高数据分析的全面性和丰富度，有效帮助管理者一图读懂班列信息，辅助管理决策。



来源：新疆乌鲁木齐国际陆港建设集团丝路智港项目展示图

图 22 丝路智港平台

七、策略建议

数字孪生城市五维模型为各地推进数字孪生城市建设提供了方向指引和共性方案。同时，各地对数字孪生城市分类建设路径、特色场景构建、营造产业生态等方面广泛关注，报告提出分类施策、特色引领、生态协作三项建议，为各地推进数字孪生城市建设提供参考。

（一）分类施策，推进数字孪生城市建设

由于城市数字化基础存在较大差异，数字孪生城市建设五维模型应因城而异、分类施策。一是数字化基础较好的发达区域应突出技术创新引领，打造能力领先的数字孪生底座平台，创新孪生体建设和场景应用，推动跨部门数据融合，开展数字孪生底座平台一体化建设，促进平台之间互联互通，利用技术、应用等先发优势培育数字孪生产业，形成辐射带动效应。二是数字化基础处于中等水平的区域应完善制度体系，稳健发展，加强数字孪生城市战略布局、人才引育、制度创新、运营保障，适度或试点开展场景创新、数据融合、技术平台搭建等工作。三是数字化基础较弱的落后区域应突出应用复制推广，充分借鉴发达区域城市先行先试经验，选取成熟度较高、实施案例较多

的应用领域，开展数字孪生城市建设，少走弯路，节约投资，较快见效。

（二）特色引领，打造数字孪生先锋场景

一是政府侧根据城市资源禀赋、产业特色和重大需求，打造一批数字孪生城市特色示范场景，形成数字孪生赋能产业高质量发展的正向循环，如**港口型城市**打造数字孪生港口，提升自动编组、运输调度、货物追踪的管理效率，赋能跨境电商、智慧物流等核心产业发展；**工业型城市**打造数字孪生工厂、数字孪生车间试点示范，通过场景模块化组合，促进产品全生命周期管理、供应链协同优化，赋能工业产业发展；**旅游型城市**打造数字孪生景区、元宇宙商圈等特色场景，形成文旅产业新增量。二是企业侧根据不同区域场景需求，打造一批行业领先、具有推广价值的孪生城市解决方案，聚焦城市智能体、城市生命线、大模型应用等领域，供需两侧协同创新，打造一批务实生效、行业领先的数字孪生城市先锋场景方案。

（三）生态协作，营造共建共享发展格局

一是充分发挥数字孪生产业联盟、行业协会的作用，搭建数字孪生城市产业发展桥梁，引导和支持龙头企业围绕三维可视化建模、仿真渲染、图形化引擎，空间计算、GPU芯片、虚实交互等关键技术开展协调攻关，打造全链条产业协作，实现内生安全、自主创新。二是**高水平打造数字孪生城市公共服务平台**，依托第三方协会、联盟、智库等力量，建设面向产业发展的数字孪生城市公共服务平台，提高产业资源利用效率和业务响应速度，助力中小企业创新孵化，培育一批数字孪生领军企业。同时实现数据赋能、技术赋能，推动更多企业持续推出优质数字孪生应用产品，加速提升城市治理现代化水平。

参考文献

- [1] United Nations, World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities: <https://unhabitat.org/wcr/>
- [2] United Nations, 2030 Agenda for Sustainable Development: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- [3] 中国信息通信研究院. 数字孪生城市白皮书[R]. 北京, 2022
<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202012/P020201217506214048036.pdf>
- [4] Marketsandmarkets, Digital Twin Market, 2023, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html>
- [5] 世界经济论坛, 中国信息通信研究院. 数字孪生城市框架与全球实践报告[R]. 北京, 2022
<https://cn.weforum.org/reports/digital-twin-cities-framework-and-global-practices>
- [6] 艾瑞咨询, 2023 年中国数字孪生城市行业研究报告[R]. 北京, 2023
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1757101925153033455&wfr=spider&for=pc>
- [7] Digital Twin Hub, Gemini Papers: How to enable an ecosystem of connected digital twins, 2022, https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/gemini_how.pdf
- [8] University of Cambridge, the Gemini Principles, 2018, <https://www.cdbb.cam.ac.uk/system/files/documents/TheGeminiPrinciples.pdf>
- [9] Array of Things, Array of Things Ten-Year Symposium, 2022, <https://arrayofthings.github.io/AoT-10yr-Symposium-Handout.pdf>
- [10] Helsinki, The Kalasatama Digital Twins Project: The final report of the KIRA-digi pilot project, 2019, https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kaupunginkanslia/Helsinki3D_Kalasatama_Digital_Twins.pdf
- [11] World Health Organization, Guidelines on recreational water quality, 2021, <https://www.who.int/publications/i/item/9789240031302>

中国信息通信研究院产业与规划研究所

地址：北京市西城区南礼士路甲 36 号

邮编：100037

电话：010-83473001-603939

传真：010-83473001-603939

网址：www.caict.ac.cn

