

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

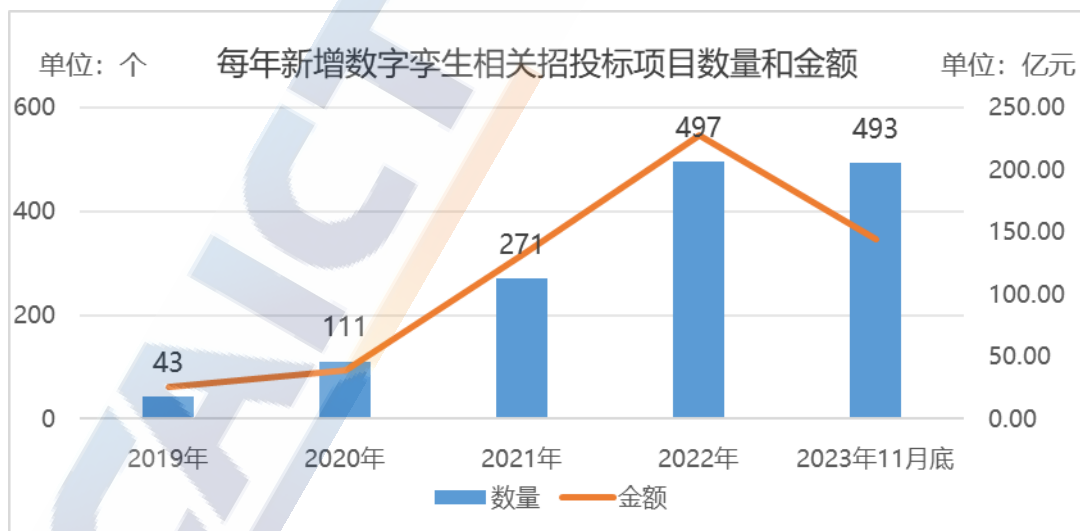
图 1 每年新增数字孪生相关招投标项目数量和金额	1
图 2 数字孪生城市建设五维模型	3
图 3 数字孪生城市建设五维模型总体视图	4
图 4 苏州工业园区打造园区级数字孪生战略	5
图 5 英国国家数字孪生 9 大原则	6
图 6 组织内数字化人才角色定位	7
图 7 数字孪生城市人才培养体系	8
图 8 数字孪生实训平台	9
图 9 香港东涌新市镇扩建项目组织结构	11
图 10 北京空间数据入场交易案例	12
图 11 城市感控体系空间布局	14
图 12 上海临港新区城市大脑	15
图 13 芝加哥基于物联网的智慧城市数字孪生项目	18
图 14 数字孪生城市四大核心技术与平台	19
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

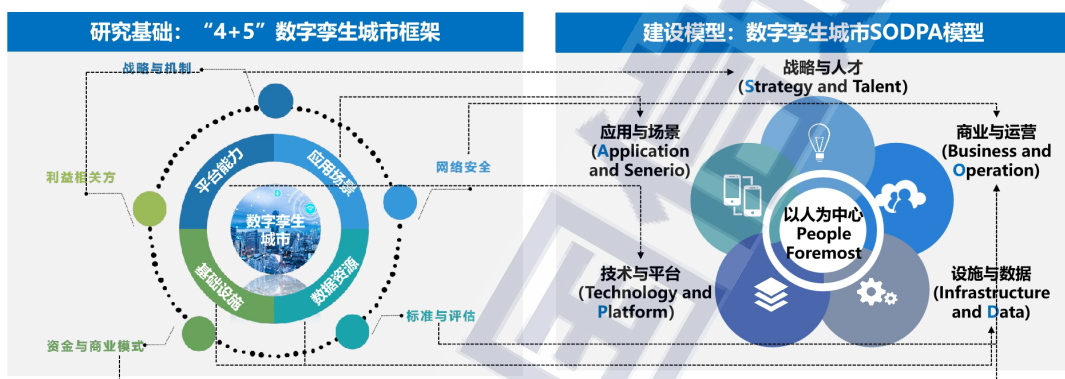
生城市建设共性框架尚未建立，当前数字孪生城市建设仍面临统筹推进力度不足、相关利益方众多、复杂系统建设难度较大、缺乏共性方案指引等问题，亟需从战略、数据、平台、场景、运营等多维度出发，建立数字孪生城市建设的共性模型，为数字孪生城市建设提供有益参考。二是数字孪生城市战略和人才保障仍需加强，缺乏对应用需求与目标的深入分析，导致数字孪生技术与城市规划、建设、管理、服务等业务脱节，资金投入难以转化为实际应用收益；缺乏综合城市管理、数字技术、算法模型等复合型人才支撑，导致数字孪生城市建设难以长效发展；数字孪生商业模式尚不清晰、融资渠道单一、市场化价值挖掘不足，可持续运营模式仍需探索。三是数字孪生城市数据与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。

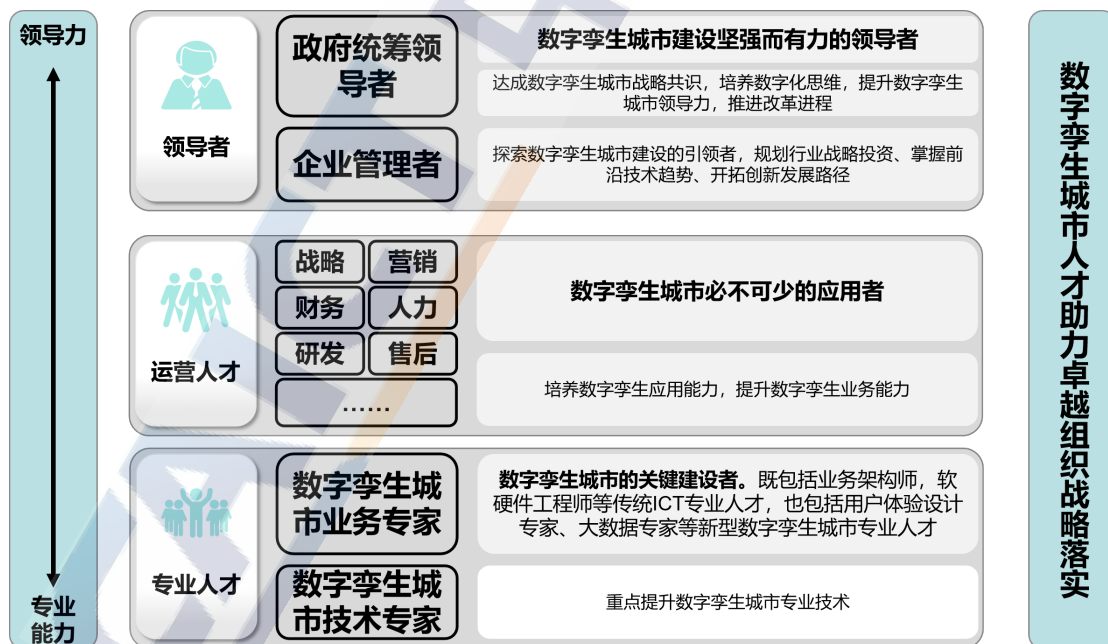


来源：《英国国家数字孪生原则》

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。



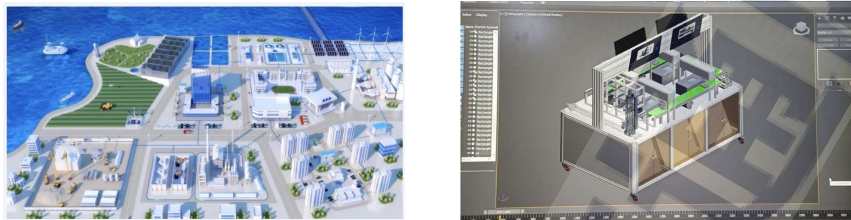
来源：中国信息通信研究院

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。

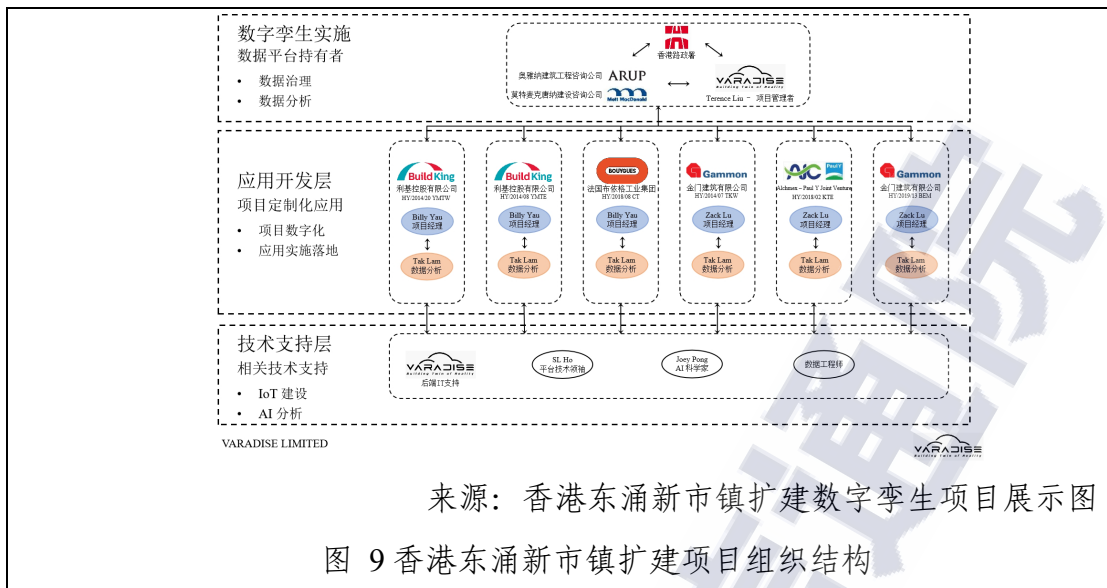
（一）厘清相关利益方定位，明确政企合作的组织架构

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。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/658005065124006033>