

数字孪生赋能城市全域数字化转型 研究报告

(2024 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
苏州工业园区大数据管理中心

2024年12月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院、中国互联网协会和苏州工业园区大数据管理中心，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、中国互联网协会和苏州工业园区大数据管理中心”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

前 言

随着数字技术的迭代创新、数据要素制度的持续完善和数字中国建设进程的显著加快，我国城市数字化转型逐步形成全域覆盖、纵深推进、系统构建的发展趋势。2024年4月，习近平总书记在重庆考察时指出，要加快智慧城市建设步伐，让城市治理更智能、更高效、更精准。5月，国家发展改革委、国家数据局、财政部、自然资源部联合印发《关于深化智慧城市发展 推进城市全域数字化转型的指导意见》，提出“整体性重塑智慧城市技术架构、系统性变革城市管理流程、一体化推动产城深度融合，全面提升城市全域数字化转型的整体性、系统性、协同性”的发展要求，为城市未来发展擘画蓝图。11月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推进新型城市基础设施建设打造韧性城市的意见》，提出“推动新一代信息技术与城市基础设施建设深度融合”“构建智能高效的新型城市基础设施体系”“打造承受适应能力强、恢复速度快的韧性城市”，为城市基础设施跃升指明方向。

“数字孪生城市”自2017年被首次提出以来，在建设认知、产业生态、技术能力、应用创新等方面取得了显著成效。数字孪生城市发展与以数据融通推进城市一体化建设和协同治理的城市全域数字化转型理念十分契合。由多源异构数据按实体对象语义重构的数字孪生体为城市数据融通利用提供有效方法、为城市可信数据空间提供流通载体。全面融入感知、建模、AI、仿真等各类组件化能力的城市数字孪生底座为城市智能中枢迭代发展、生态共建、按需调用奠定能力

基础。数字空间中基于海量数据仿真推演的数字孪生系统推动实现城市发展态势全面感知、趋势智能研判、协同高效处置。数字孪生城市逐渐成为推进城市全域数字化转型的必由之路。

本报告主要由四部分内容构成。一是洞察城市全域数字化转型趋势，研判城市数字化转型阶段，分析面临问题与发展要求、总体趋势。二是深入分析数字孪生城市最新进展，当前数字孪生城市建设与认知逐渐深化，复杂系统机理孪生显著加强；产业规模壮大，生态组织日益增多；核心技术取得突破进展，应用创新能级跃升。三是研究提出数字孪生赋能城市全域数字化转型七大主要路径，即数字孪生底座平台夯实城市数字化共性基础、数字孪生建设成为城市经济发展的重要引擎、数字孪生核心能力助力城市精准智治和智慧体验、数字孪生完善数字基础设施布局与利用、数字孪生体的流通利用推动形成城市可信数据空间、数字孪生赋能城市一体化可视化运维体系、数字孪生加促形成长效迭代和生态共建模式。四是因地制宜提出分类推进数字孪生城市建设策略建议，根据城市发展水平、定位特征和特色需求，针对区域带动型城市、特色开拓型城市和新城新区型城市提出具体策略建议。

目 录

一、 城市全域数字化转型发展态势.....	1
(一) 城市数字化转型进入全面变革提升期.....	1
(二) 城市数字化转型存在四大突出问题.....	3
(三) 国家制定整体性系统性城市数字化转型框架.....	6
二、 数字孪生城市建设现状.....	11
(一) 数字孪生城市建设与认知逐步深化.....	11
(二) 数字孪生城市产业与生态逐渐完善.....	17
(三) 数字孪生城市技术能力供给丰富.....	20
(四) 数字孪生城市建设面临挑战.....	24
三、 数字孪生赋能城市全域数字化转型建设路径.....	25
(一) 总体思路.....	25
(二) 全领域推进城市数字化转型.....	26
(三) 全方位增强城市数字化转型支撑.....	38
(四) 全过程优化城市数字化转型生态.....	40
四、 分类推进策略建议.....	42
(一) 区域带动型城市推进模式.....	43
(二) 特色开拓型城市推进模式.....	46
(三) 新城新区型城市推进模式.....	50

图目录

图 1	城市数字化转型三阶段.....	1
图 2	上海一网统管改革-城市大脑	2
图 3	城市全域数字化转型框架.....	6
图 4	数字孪生城市建设与认知逐步深化.....	12
图 5	数字孪生赋能城市全域数字化转型路径.....	26

表目录

表 1	分类推进数字孪生城市建设策略建议.....	42
-----	-----------------------	----

一、城市全域数字化转型发展态势

（一）城市数字化转型进入全面变革提升期

随着信息技术的迅猛发展，城市数字化转型逐渐成为全球趋势。自 2008 年以来，中国的城市数字化转型经历了从局部探索到集成应用，再到全面变革提升的三个关键阶段。近年来，随着政策的不断推进和技术的快速发展，地方政府加速了一体化数字底座的建设，呈现出诸多亮点。目前，我国的城市数字化转型正处于快速落地期，从概念探索到实际应用取得了显著进展。



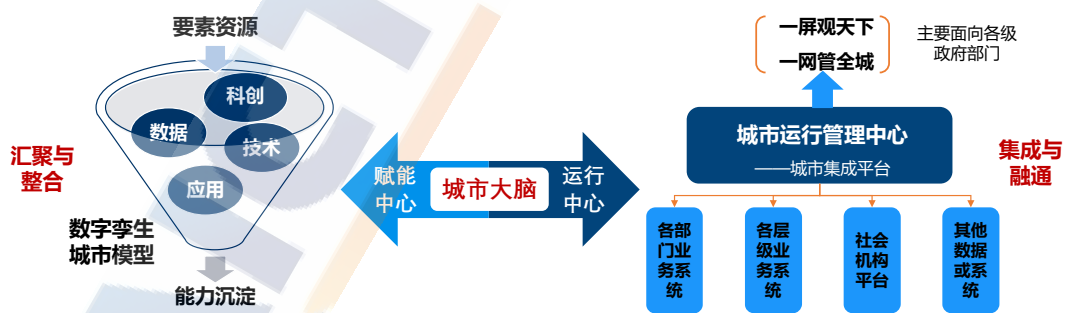
来源：中国信息通信研究院

图 1 城市数字化转型三阶段

第一阶段是局部建设探索期（2008 年-2013 年），概念提出，启动试点。2008 年，IBM 提出“智慧地球”这一理念，进而引发了智慧城市建设的浪潮。2012 年，住房和城乡建设部开展国家智慧城市试点工作，于次年公布首批国家智慧城市试点名单。2013 年，工业和信息化部指导成立中国智慧城市产业联盟。该阶段以概念驱动自发探索、以试点驱动城市管理模式升级，通过开展智慧城市建设，

提升城市管理能力和服务水平，促进产业转型发展，推动新型城镇化。

第二阶段是综合集成发展期（2014 年-2020 年），条线整合，集成应用。2014 年，国家八部委联合印发《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》，25 个部委组成“促进智慧城市健康发展部际协调工作组”，协同指导地方智慧城市建设，各部门依据管理职能提供“条线”数字化应用和服务。2016 年，国家提出“新型智慧城市”概念，强调以人为本，着力推进技术融合、数据融合和业务融合，打破信息孤岛和数据分割，促进新一代信息技术与城市管理服务相融合。2017 年，雄安新区在全国范围内首次提出“数字孪生城市”概念，率先实现数字城市与现实城市全域同步建设。2019 年，上海率先启动一网统管改革，构筑城市大脑“赋能中心”和“运行中心”双内核，强调智能中枢的统一调度和能力集成。该阶段以“互联网+”为手段，推动以服务为导向、以集成应用为重点的智慧场景建设，加快系统上云，促进数据共享，跨部门、跨业务的城市治理与服务效能大幅增加。



来源：中国信息通信研究院

图 2 上海一网统管改革-城市大脑

第三阶段是全面变革提升期（2021 年至今），统筹共建，数据贯通。自“十四五”规划开局之年起，国家提出分级分类推进新型智慧城市，探索建设数字孪生城市，全国各地都将智慧城市列为重要发

展任务，正式拉开城市数字化转型新篇章。2021 年，上海市印发《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》，提出整体性转变、全方位赋能和革命性重塑的工作思路。浙江省发布《浙江省数字化改革总体方案》及 6 大建设方案，以数字化改革 V 字模型统领全域转型，打造全球数字变革高地。广东省印发《关于加快数字化发展的意见》，围绕数字生态、数字经济、数字社会、数字政府四个方面，全面推进广东经济社会各领域数字化转型发展。2024 年 5 月，国家四部委联合印发《关于深化智慧城市发展 推进城市全域数字化转型指导意见》，提出全面提升城市全域数字化转型的整体性、系统性、协同性的总体要求。该阶段城市数字化发展向数字技术赋能、数据要素贯通、数字制度创新协同转变，在数字中国整体规划布局下，数字化贯穿城市规划、建设、服务、运营全领域各方面。

（二）城市数字化转型存在四大突出问题

历经十余年城市数字化建设的探索与实践，在城市建设快速发展、取得阶段性突破的同时，也面临着智慧城市顶层规划与建设效果不佳、公共数据管理、流通和利用效率较低、城市数字化转型长效运营机制不健全、城市数字化转型与产业发展联动较弱等问题。

1. 智慧城市顶层规划与建设效果不佳

一是在智慧城市规划中，规划的整体性和业务的协同性不足，无法切实解决城市管理的实际问题。城市数字化规划需要具备全局视角，规划者容易忽略城市作为复杂巨系统的特性，未能充分考虑多层次、多领域的关联。一方面，各条线和各业务部门在数据共享和业务协同

方面都面临困难，涉及数据格式和涉密、统一标准、互操作性、资源分配等问题。另一方面，城市数字化规划过程中容易过度关注数字化呈现，缺乏对实际应用场景的深度理解和对城市需求的深入分析，在规划过程中只关注算法逻辑，忽视社会和业务逻辑，导致对复杂问题的不当建构，无法有效解决问题。

二是在智慧城市建设中，数字化项目建设与规划存在时间差，无法满足实际业务需求。由于规划和建设之间存在明显的时间差，许多城市数字化项目在建成时已不能适应当前的技术水平和实际需求，已建成的平台无法满足持续变化的业务需求，缺乏必要的灵活性和可扩展性。

2.公共数据管理、流通和利用效率较低

一是公共数据资产确权与估值模式不完善，数据管理难度大。地方城市在探索城市公共数据资产化时发现，数据的生成往往涉及多个部门和多方主体，导致数据资产难以划分权属、确权变得复杂。同时，由于缺乏统一的确权和估值标准，数据资产的价值难以量化，这限制了数据在市场中的流通和交易，影响了数据要素潜能的发挥。

二是公共数据跨部门跨层级融会贯通不充分，数据流通赋能不足。在智慧城市建设中，由于缺乏统一的数据管理平台，各个部门之间的数据无法有效整合，易形成数据孤岛。例如，交通部门的监控数据和公安部门的治安数据未能实现共享，导致在城市交通管理和公共安全事件响应上存在信息不对称，无法形成联动效应。

三是公共数据开放和共享不充分，数据价值难以发挥。部分城市

在建立公共数据开放平台后由于缺乏有效的数据开放和共享政策，导致平台数据更新缓慢，数据质量不高，难以满足企业和公众的需求。此外，由于缺乏明确的数据共享规则和激励机制，部门之间在数据共享方面的积极性不高，导致数据的价值未能得到充分发挥。

3.城市数字化转型长效运营机制不健全

一是智慧城市“重建设、轻运营”问题由来已久。以某市的智慧城市项目为例，该市在建设初期大量投资于智能照明和监控系统，但由于忽视了后期的运营和维护，导致这些系统在建成后不久就因为技术落后和维护不善而无法有效运行。项目完成后缺乏持续的运营和管理，系统的故障率和维修需求居高不下，不仅影响了市民的生活质量，也使得城市数字化建设的经济效益大打折扣，投入的成本无法通过有效的运营得到回收和增值。

二是城市数字化建设缺乏场景创新、长效运营、绩效评估等机制。虽然一些地方城市已经陆续探索开展数字化转型应用场景揭榜挂帅项目，建立首席数据官制度等创新举措，但由于在实施过程中缺乏有效的过程监管和绩效评估，导致制度的执行和落实不到位，缺乏对城市数字化建设长效运营的管理手段。

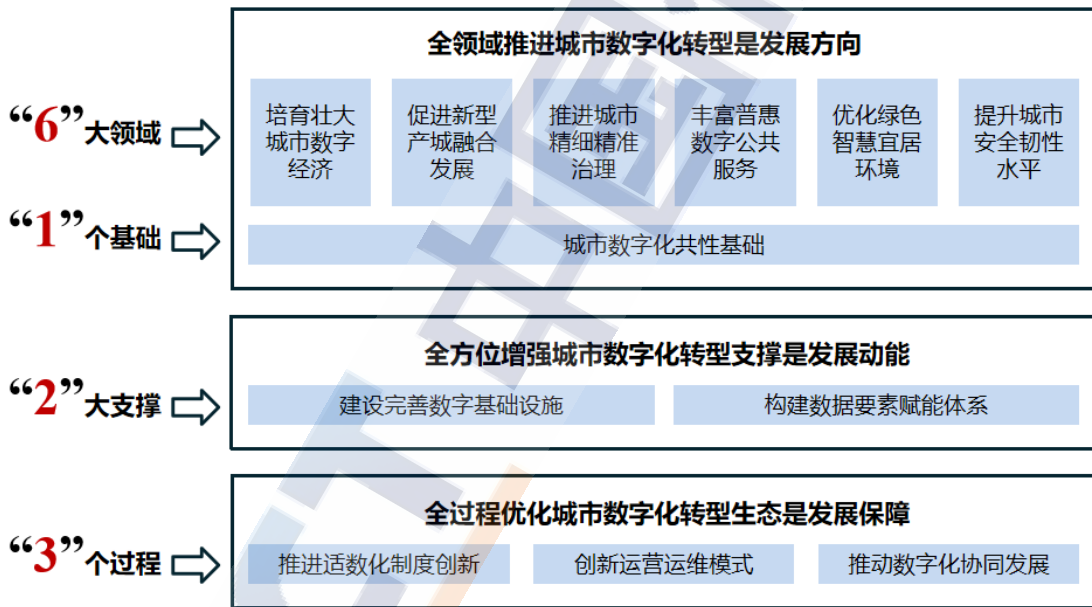
4.城市数字化转型与产业发展联动较弱

城市数字化建设在促进本地产业发展的过程中联动不足。以智慧社区的建设为例，理想状态是智慧社区建设提升管理服务能力和居民生活质量，同时通过吸引服务产业链、技术供应商等企业落户形成智慧社区领域产业集聚效应，并帮助传统制造业、物流业等实现数字化

转型，进而推动城市经济结构优化。然而，当前数字化建设场景对于如何利用数字化转型推动产业升级和创新业态的培育则显得不足，未能充分发挥数字化建设在推动经济发展中的潜力。

（三）国家制定整体性系统性城市数字化转型框架

针对当前城市数字化建设中存在的问题，国家发展改革委、国家数据局等四部委联合印发《关于深化智慧城市发展 推进城市全域数字化转型的指导意见》（以下简称《指导意见》），明确推进城市全域数字化转型要做好“全领域、全方位、全过程”。



来源：中国信息通信研究院

图 3 城市全域数字化转型框架

1. 全领域推进城市数字化转型是发展方向

系统工程：强调整体性、系统性推进一体化应用。《指导意见》主要聚焦城市共性基础、城市数字经济、新型产城融合、城市数字治理、城市数字服务、城市智慧宜居、城市安全韧性等领域，谋划整体

性转变策略。城市数字化共性基础将城市运行智能中枢作为系统性的决策指挥调度枢纽，核心解决跨领域、跨层级数据、技术等数字资源融通，有力支撑城市一体化应用场景建设。城市数字经济将产业数字化与新型数字技术产业化作为抓手，推动数字经济高质量发展。新型产城融合以“数字更新”创新开放城市数字化转型场景。城市数字治理向高效协同、共治智治全面推进。城市智慧宜居以精准治理促进数字化绿色化协同转型。城市韧性安全注重物理与数字空间安全整体提升。

专栏1. 全领域推进城市数字化转型地方实践

实践 1：重庆市一体化智能化公共数据平台

当前，重庆市率先打造一体化智能化公共数据平台，统一化构建数据资源体系，打造数字资源“一本账”，建成全国首个市域一体建设、两级管理、三级贯通的公共数据资源体系，形成上联国家政务大数据平台，横接 126 个市级部门、中央在渝机构、公共企事业单位，外联四川政务信息资源共享平台，下贯全市所有区域镇街的一体化数据底座。建设一体化数据资源系统（IRS），实现全量化编目、一体化申请、智能化开通、全周期管理。统筹管理云、网、数、能力组件等数字资源，打造开放兼容、精准管理、服务高效、安全可靠的综合性集成性基础环境，有效支撑数字政务、数字经济、数字治理等重点领域制度重塑和流程再造，培育多跨融合的应用场景体系，系统性整体性提升市域治理体系和治理能力现代化水平。

实践 2：重庆市三级数字化城市运行和治理中心

重庆市结合扁平化管理特点，以一体化平台为支撑，创新打造“市-区（县）-乡镇（街道）”三级治理中心，完善感知预警、决策处置、监督评价、复盘改进闭环工作机制，构建全局“一屏掌控”、政令“一键智达”、执行“一贯到底”、监督“一览无余”数字化协同工作场景，用数字化改革推动数据融合、业务融合、技术融合，实现跨层级、跨地域、跨部门、跨系统、跨业务。目前，重庆市已实体化运行 1 个市级治理中心、41 个区（县）治理中心和 1031 个乡镇（街道）治理中心。

2.全方位增强城市数字化转型支撑发展动能

融通工程：重视数字基础设施与数据要素双轮驱动。《指导意见》整体布局网络、算力、流通、安全等数据基础设施与城市智能基础设施、智能网联汽车等数字基础设施多力协同发展。构筑数据新要素赋能新体系，充分发挥数据的基础资源和创新引擎作用，促进数据资源合规、高效的流通利用。以数字基础设施、数据要素赋能体系“一软一硬”两大根基，夯实城市全域数字化转型基础，全方位赋能城市迭代进化、加速创新。

专栏2. 全方位增强城市数字化转型支撑地方实践

实践 1：上海市加快数字基础设施建设

上海市加快推动云网底座、区块链基础设施、人工智能算力等方面的数字基础设施建设，为城市的数字化转型和智能化升级提供坚实基础。在云网底座建设方面，上海市打造“IP+光城市一张网”，采取“联通”和“撤网并入”两类方式，对 14 条市级条线专网进行整

合，加强全市一张网的统筹管理。同时，提升电子政务云服务能级，实现“上云迁移，应迁尽迁”，完成 200 余家市级单位信息系统全量上云迁移，机柜数量超 800 个、存储总量超 100PB、互联网带宽超 100GB。在区块链建设方面，当前已初步完成区块链算力底座基础设施 500 台设备组网服务，形成节点服务、算力加速、智能合约、通用存证等 20 余项共性服务能力。在人工智能算力建设方面，上海市已完成智算集群一期建设，实现算力逾 14000P 规模，并建成上海市智能算力公共服务平台，向各类大模型客户提供智能算力服务。

实践 2：杭州市探索数据要素市场化改革配置

杭州市积极探索数据要素市场化改革配置，从数据供应、数据流通和数据应用三个环节同步推进。在数据供应环节，杭州通过建立三级公共数据平台，实现数据的全量归集，确保了数据的准确性、完整性、一致性、及时性、唯一性和关联性。同时，杭州市倡导“一数一源一标准”的原则，通过制定详尽的标准并严格执行，保障了数据的高质量管理。在数据流通环节，杭州通过建立授权运营的配套体系，推动了公共数据的开放运营。目前，杭州已授权 15 个运营单位，涵盖了 12 个数据领域，包括人工智能、金融和交通等。在数据应用环节，杭州主要拓展了政务服务一网通办、一网统管城市运行和社会治理一网统治等场景，实现了办事流程的优化，提高了政务服务的效率。

3. 全过程优化城市数字化转型生态是发展保障

协作工程：加强数字化运营生态构建和适数化制度改革。城市全域数字化转型以创新谋长远之势，建立适数化的城市管理流程机制，

重塑数字时代的城市运行生态，营造开放、协同、共享的发展格局。

《指导意见》提出，要推进适数化制度创新，创新运营运维模式，推动数字化协同发展。鼓励城市开展管理服务手段、管理服务模式、管理服务理念的适数化变革，推进城市公共数据授权运营，创新长效化运营模式和一体化运维体系，推动区域间、城乡间以及国际间数字化协同合作¹。

专栏3. 全过程优化城市数字化转型生态地方实践

实践 1：国内多地探索公共数据授权模式

国内多地探索适数化改革，组建新型合作生态，如在公共数据授权领域初步形成**统一授权、领域授权、场景授权、分级授权**四种典型模式²。**一是统一授权模式**，数据管理部门不区分场景将公共数据整体运营权授予地方性平台公司（数据集团、大数据公司、城投公司等），尤其作为公共数据运营的主要载体，承担开发利用工作，典型代表城市为成都市。**二是领域授权模式**，数据管理部门将公共数据划分为多个业务领域，每个业务领域分别进行授权，获得授权的运营单位针对该领域数据进行场景设计规划，常见于分期滚动开发的情况，典型代表城市为北京市。**三是场景授权模式**，运营机构向数据管理部门提出具体应用场景和所需数据内容，经审核通过后可获取特定数据进行特定场景的开发利用。相比于领域授权模式，场景授权模式更加鼓励先进行场景设计规划，再获取公共数据的运营授权，典型代表城市为杭州市。**四是分级授权模式**，按照整体运营链条中各主体职责的不同进

¹ 高国力，专家解读 | 准确把握战略性、系统性、协同性特征 全面推进城市全域数字化转型实施

² 国家信息中心《全国公共数据运营年度发展报告（2023）》

行纵向分类，一级机构（运营机构）与二级机构（即各类市场主体）分别负责数据初加工和深加工，平台公司这类运营机构作为一级机构，只开发初级数据产品，典型代表城市为厦门市。

实践 2：广州启动数字运维保障中心

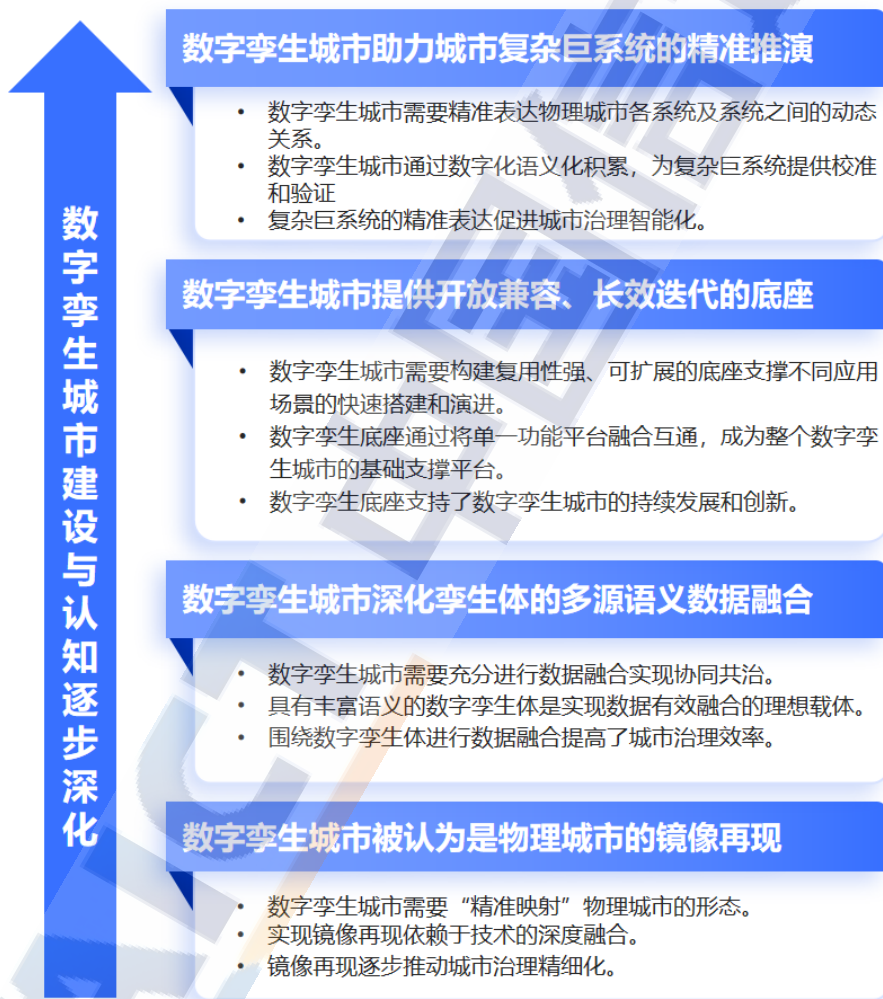
2024 年 9 月 24 日，全国首个超大城市数字运维保障中心在广州正式启用，该中心通过整合碎片化、差异化、个性化运维资源及标准，重构全市基础运维运管模式，为全市 350 余家政府及事业单位提供一体化信息基础设施运维服务。这是贯彻国家数据局的规划和部署，开展数字基础设施一体化管理与运营，推进城市全域数字化转型的重要改革措施。广州数字运维保障中心聚焦桌面终端、网络传输以及机房环境等关键基础设施运维管理，通过云上系统集约化管理、云下资产数据化运维，实现项目管理、云管理、安全管理、基础运维管理等数据对接，形成全市数字资源“一本账”；通过制定运维服务管理办法、服务目录、管理细则，实现运维服务标准化管理、规范化实施、体系化运作，形成全市信息基础设施运维“一盘棋”；通过构建数字运维智能管理平台，实现服务需求及时获取、信息资产灵活感知、设施故障实时监控，形成全市智能化运维“一张图”。截至目前，广州数字运维保障中心已累计处理工单 9 万余件、巡检 2.5 万余次、提供重要会议和应急保障 5500 余次，服务满意度达 99.94%。

二、数字孪生城市建设现状

（一）数字孪生城市建设与认知逐步深化

自 2017 年数字孪生城市建设以来，建设与认知主要经历了四个

逐渐深化的阶段。最初数字孪生城市主要集中建设城市信息模型（CIM）平台镜像再现物理城市，达到“可视”。在实现可视的目标后，逐渐强调数字孪生城市要围绕数字孪生体进行数据融合，实现“可用”。同时推进数字孪生底座建设，提高建设效率促进“可持续”发展。目前的建设重点是实现城市复杂巨系统的精准表达，实现系统“可预测可控制”。



来源：中国信息通信研究院

图 4 数字孪生城市建设与认知逐步深化

1.数字孪生城市被认为是物理城市的镜像再现

在建设需求方面，数字孪生城市需要“精准映射”物理城市的形

态。在数字孪生城市建设的初期，大多数城市对其核心功能的认知集中于“精准映射”的特点。这一阶段的重点是通过建立 CIM 平台³，以物理城市为蓝本，构建其在数字空间中的镜像再现。2018 年住建部开始城市信息模型平台建设试点工作，以 CIM 平台作为新型基础设施支撑智慧城市建设。2022 年，自然资源部办公厅印发《关于全面推进实景三维中国建设的通知》，明确了实景三维中国建设的目标、任务及分工等。2024 年，工业和信息化部等十一部门联合印发推动新型信息基础设施协调发展有关事项的通知，提出全面建设实景三维中国，搭建数字中国时空基座和数据融合平台，完善国土空间基础信息、时空大数据、城市信息模型等基础平台，推进平台功能整合，为城市数字化转型提供统一的时空框架。

在建设内容方面，实现镜像再现依赖于技术的深度融合。数字孪生城市通过 CIM 平台展示城市的数字形态。CIM 平台融合物联网传感器、地理信息系统（GIS）、三维建模等技术，广泛收集并整合多种空间数据，实现对城市道路、桥梁、建筑等基础设施的全面数字化建模，构建出一个高度逼真的 3D 可视城市。这种 3D 可视化不仅仅是对物理空间的静态呈现，更是一个动态的、实时更新的系统，通过与物联网设备的联动，能够实时反映城市的运行状态。

在建设成效方面，镜像再现逐步推动城市治理精细化。3D 可视化为城市管理和决策提供科学依据和技术支持，城市管理者能够在数字空间中实时掌握城市全域的动态，精准定位问题和潜在风险，并迅

³ 中国信息通信研究院《数字孪生城市白皮书（2020 年）》

速做出应对。例如，在应急管理中，通过数字孪生城市平台，管理者可以在第一时间获取事故发生地点的实时数据，进行风险评估和资源调度，大幅提高应急响应的效率。此外，数字孪生还为基础设施的精准维护提供了技术支撑，利用实时数据监测和预测分析，提前发现和解决潜在的设施问题，从而减少资源浪费，降低管理成本。

2.数字孪生城市深化孪生体的多源语义数据融合

在建设需求方面，数字孪生城市需要充分进行数据融合实现协同共治。虽然 CIM 平台成功地将多项技术有机融合，并实现了新兴技术在智慧城市建设中的初步落地，但在实际使用过程中，仍然暴露出一系列问题，信息孤岛现象依旧存在，各业务系统之间难以实现协同共治。这些问题让数字孪生城市的建设者逐渐意识到，数据融合是下一阶段亟需解决的核心问题。

在建设内容方面，具有丰富语义的数字孪生体是实现数据有效融合的理想载体。数据孪生体是城市实体对象在数字孪生城市中的呈现形式，包括自然人、法人、自然实体、管理实体、建筑与人工构筑物、物品与设备、运载工具以及其他八大类。数字孪生体不仅仅是数据的简单汇总，它将城市实体对象的全生命周期数据进行逻辑聚合，通过数据虚拟化、主动元数据管理、自动化数据平台、数据知识图谱等技术，实现同一实体的几何模型数据、时空数据、感知状态数据以及业务运行数据等多源异构数据在同一数字孪生体上融合，从而实现城市实体对象全要素数字化和语义化表达。

在建设成效方面，围绕数字孪生体进行数据融合提高了城市治理

效率。基于数字孪生体建设的统一数据平台有效打破了过去各业务系统之间的信息孤岛，实现了数据的互联互通。不同部门之间的协同能力显著提升，城市治理也因此变得更加高效和精准。城市管理者能够通过调度某一对象的数字孪生体，从数字空间中直接控制物理实体，实现“由虚控实”的目标。

3.数字孪生城市提供开放兼容、长效迭代的底座

在建设需求方面，数字孪生城市需要构建复用性强、可扩展的底座支撑不同应用场景的快速搭建和演进。随着数字孪生城市建设的应用场景变得越来越复杂和多样化，所需的技术和功能性平台也日益增多。然而，各个项目在推进过程中往往各自为政，缺乏统一的技术底座，这导致了重复建设、资源浪费，以及技术扩展性不足等问题，阻碍了整体效率的提升。必须构建具备高可扩展性和灵活性的数字孪生底座适应未来可能出现的新需求，并保证数字孪生城市建设的系统性、整体性和协同性。

在建设内容方面，数字孪生底座通过将单一功能平台融合互通，成为整个数字孪生城市的基础支撑平台。它通过城市大数据平台和城域物联感知平台采集海量的动静态运行数据，并围绕“数字孪生体”融合多源异构数据。数字孪生底座聚合了九种核心孪生能力，能够为上层应用场景提供包括数据支撑、标准编码和能力供给在内的服务，确保各类技术和能力之间的兼容性与开放性，从而实现主流技术厂商的能力整合与共享。

在建设成效方面，数字孪生底座支持了数字孪生城市的持续发展

和创新。数字孪生底座能够支持多种应用场景的建设，具备灵活的接口和高效的数据处理能力，能够快速响应新需求。这不仅减少了重复建设，提升了资源利用效率，还使项目之间能够共享基础设施和技术资源，实现更高效地迭代和扩展。

4. 数字孪生城市助力城市复杂巨系统的精准推演

在建设需求方面，数字孪生城市需要精准表达物理城市各系统及系统之间的动态关系。城市本身是一个包含交通系统、城市治理系统、安全系统等多个子系统的复杂巨系统。当前大多数城市运行模型往往将城市视为自上而下构建的线性系统，主要关注行业运行规则和短期效应，而忽略了系统之间的长期动态关系和相互影响。这种局限性使得城市无法准确推演和预测未来的发展趋势。当前迫切需要基于多尺度跨学科的复杂性方法，将城市运行规则进行语义化、数字化精确表达。

在建设内容方面，数字孪生城市通过数字化语义化积累，为复杂巨系统提供校准和验证。随着数字孪生体、数字孪生业务模型、城市运行规则数字化语义化的不断积累，数字孪生城市将为复杂巨系统提供校准和验证，得到更贴切现实的机理模型，更好支撑城市自上而下的决策。

在建设效果方面，复杂巨系统的精准表达促进城市治理智能化。通过多系统集成和仿真能力，城市管理者能够全面了解系统之间的动态联动效应，在应对重大事件或系统性风险时能够从全局视角提供更科学、智能的预测和应对策略，显著提升风险管理的能力。与此同时，

需要建立与复杂系统相适应的统筹机制，并加强多方合作与协同推进数字孪生城市建设，确保在城市运行模型中能够精准表达和管理城市这个复杂巨系统。

（二）数字孪生城市产业与生态逐渐完善

自数字孪生城市建设启动以来，众多厂商纷纷进军这一新兴领域，共同推动产业规模的持续扩大。各类机构与厂商携手组建的产业联盟，不仅加速了全产业链的协同发展，还助力数字产业向基地化方向迈进。随着行业的不断进步与创新，一系列创新模式应运而生，数字孪生技术不仅引领了相关产业的发展浪潮，更为传统产业注入了新的活力，焕发出勃勃生机。

1. 数字孪生技术应用产业规模持续壮大

我国数字孪生产业规模迅速增长，行业参与者多元化，应用场景广泛涌现，助力城市数字化转型。从 2022 年开始，中国数字孪生行业的招标需求呈现井喷式上升，2023 年招标需求达到 9023 条，显示出市场需求的快速增长⁴。数字孪生行业的参与者主体逐渐扩充，包括 GIS、测绘企业，建模、仿真企业，建筑信息模型(BIM)企业以及集成商和运营商。随着行业热度的提升，互联网企业、大数据公司、人工智能科技企业、规划设计院等也开始进入这一领域。在我国，超过半数的地级行政区已经开展数字孪生城市的建设，市场规模累计达到 600 亿元⁵，已在城市、水利、交通、能源等领域涌现出一批态势

⁴ 邱聪， 预见 2024：《2024 年中国数字孪生行业全景图谱》(附市场规模、竞争格局和发展前景等)，2024-03-22[2024-10-11] <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/240322-e29f3ea7.html>

⁵ 中国信息通信研究院 《数字孪生城市白皮书（2023 年）》

感知、仿真推演、智能决策的应用场景。随着市场规模的不断扩大，更多的资金和资源将投入到数字孪生技术的研发和应用中，进一步加速城市数字化转型的进程。

2. 数字孪生产业生态合作日益密切

全国各地积极建设数字孪生产业基地，加速数字孪生技术的集聚与应用，构建开放、互助的资源集聚生态平台。2021 年，中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会正式成立，由中国信通院联合多家企事业单位共同组建。为促进数字孪生技术创新、应用升级和产业发展搭建了产学研各界交流对话的平台。2022 年，宁波数字孪生产业联盟成立，为从事数字孪生应用与大数据产业的相关政府单位、科研机构、企业和个人提供一个集多方面资源于一体的平台，助力打造数字孪生成果转化先行地。2023 年，数字孪生信创生态联盟的启动，聚焦于数字孪生底座平台的打造、应用场景建设、标准制定、产业孵化、品牌打造和生态合作，推动了全产业链的国产替代。同年，上海成立了业内首个“数字孪生战略合作特设组”，加速了长三角区域智慧交通数字孪生产业生态圈的建设。2024 年浙江省水利厅倡议发起的浙江数字孪生水利产业技术联盟，汇聚了多家行业领军企业、科研机构及高校等，共同探索数字孪生水利的新技术、新应用。同年，江苏省互联网协会数字孪生和元宇宙工作委员会正式成立，将加强数字孪生与元宇宙等新兴技术的融合应用，推动智慧城市、智能制造、智慧交通等各领域的快速发展，为产业创新和数字化转型注入新的活力。

数字孪生产业基地和联盟的成立，推动了数字孪生技术与产业解

决方案的标准化建设，提高了联盟内企业产品的互操作性和可信性，进一步促进了行业的创新应用，为数字孪生技术在产业的落地生根提供了有力支持，推动区域间数字化转型的协同发展。

3.数字孪生城市促进数字经济创新发展

数字孪生创新为传统信息行业带来深远影响，加速产业发展。随着数字孪生技术的应用范围扩大，对相关信息技术和服务的需求也随之增长，促进了市场规模的扩大。数字孪生城市的建设要求对测绘、地理信息等相关产业提出了明确需求，带动了相关产业的技术升级和创新。一是数字孪生推动传统测绘在生产和更新效率、模型覆盖领域、数据组织结构等方面升级，从而实现智能化转型。二是以行业信息整合为依托的数字孪生驱动的制造服务新模式的诞生，有效提高了产业的智能化水平。数字孪生跨行业的特性也促进了技术融合与创新发展。

数字孪生产业发展为传统行业的迭代升级创造崭新的机遇，促进新业态繁荣发展。数字孪生技术的融合推动了商业、医疗、文旅、工业等传统产业的数智化升级，在科技革命和产业变革中发挥了重要作用。在商业领域，中国电信安徽分公司推出的“天翼云图”平台利用 3D 重建技术将实体商业空间转化为线上数字空间，提供 AR 导航、虚拟试妆等新型消费体验。在医疗领域，数字孪生技术通过建立“医疗数字孪生体”实现对患者健康状况的实时监控和精准医疗诊断。在文旅领域，“元宇宙鼓浪屿”项目则通过数字孪生技术在虚拟世界中重现厦门鼓浪屿景区，让用户体验文化遗产的魅力。在工业领域，北京冬奥会的场馆仿真系统为开幕式、赛事以及场馆管控、基础设施运维提供

了全过程、多场景的服务支撑，展示了数字孪生技术在推动传统行业创新发展中的潜力。

随着数字化转型进程推动，涌现出一系列创新模式带动数字孪生产业发展。一是“揭榜挂帅”机制的引入为行业带来了新的发展机遇。“揭榜挂帅”机制以问题为导向，以结果为驱动，以人才为根本，以创新为目标，有效地激发了科技工作者的创新活力，加速科技成果的转化，对提升企业技术创新能力产生了深远影响。二是数字孪生公共服务平台的建立，整合了资源汇聚、创新孵化、公共服务供给、生态培育和应用示范等多功能，促进了产业的高质量发展和创新升级。这些创新机制不仅推动了数字孪生产业在技术研发和应用实践上取得显著成果，而且在产业规模和市场影响力上实现了持续扩大，充分显示了创新模式对产业发展的巨大推动作用。

（三）数字孪生城市技术能力供给丰富

随着数字孪生相关技术不断扩展和深化、融合发展，全面增强了城市技术支撑和智能分析能力，并激发数字孪生城市应用创新能力。AI芯片、算力、高速网络、实时渲染等数字基础设施和底层技术的快速发展为数字孪生技术提供了坚实的基础。AI辅助建模、仿真推演和智能决策等智能分析技术的发展深化，提升了数字孪生智慧化水平，为科学精准的决策提供有力支撑。XR、低代码等各类新技术涌现，与数字孪生融合发展，为数字孪生应用创新提供强大活力。

1. 基础支撑能力取得长足进步

国产AI芯片的发展为数字孪生大规模部署和运行提供了强大的

支持。企查查数据显示，2023 年我国 AI 芯片企业注册量达 19307 家，同比增长 22.6%。2024 年 1-5 月，我国 AI 芯片企业注册量达 7141 家，主流的 AI 芯片企业在国内达到数十家⁶。近日，国内某 AI 芯片厂商宣布完成基于国产全功能 GPU 千卡集群的 3B 规模大模型实训，千卡训练与单机训练相比，扩展效率超过 90%，彰显了高效的并行计算能力。当前 AI 芯片不仅在性能上不断提升，满足了数字孪生计算需求，还在能效比、软硬件协同、生态建设等方面进行了优化，为数字孪生提供强大的计算和加速能力，推动数字化转型。

强大的算力为数字孪生处理海量数据提供支撑。我国算力结构的不断调整，智算规模的快速增长，存力规模的持续扩大，以及“东数西算”工程推进算力资源的整合，均使运力质量的显著提升。截至 2024 年 6 月，我国在用算力中心超过 830 万标准机架，算力规模达到 246 EFLOPS（FP32），智算同比增速超过 65%⁷。特别是国星宇航发布的“星河”AI 一体机，作为全球首款集卫星三维数字孪生、数据、算法、算力于一体的产品，为客户提供了一站式 AI 服务，显著降低了采用 AI 服务的门槛。算力资源和服务的提升都为数字孪生城市建设提供了精细化、精准化、自动化感知和管理的可能。

高速网络的发展，特别是 5G 技术的广泛应用，为数字孪生系统的数据采集和实时反馈提供了支撑。截至 2024 年 6 月末，5G 基站累计达到 391.7 万个，5G 移动电话用户达到 9.27 亿户，5G 移动用户普

⁶ 中商产业研究院《2024-2029 年中国人工智能芯片行业市场发展监测及投资潜力预测报告》

⁷ 中国新闻网 智能算力年增速达 65% 中国智算中心建设提速, (2024-10-01)[2024-10-11]

https://m.cnr.cn/tech/20241001/t20241001_526925979.html

及率超过 50%⁸。5G 应用在多个领域实现了规模复制推广，促进了新应用、新业态、新模式的涌现，不仅提升了数字孪生数据传输的速度，还降低了延迟，为数字孪生技术的应用提供了坚实的网络基础。

渲染技术发展提升数字孪生可视化和实时反馈能力。通过实时云渲染技术，GPU 服务器运行项目文件，每一帧视频渲染成视频流并通过网络传输给终端操作，客户端进行操作，操作指令上传到云端，云端应用作出响应，再将视频流推送给终端，整个过程以高分辨率、高帧率、网络动态调节的码率和低于 30 毫秒的延时完成渲染⁹。数字孪生用户可以通过最轻量的终端访问真实的三维内容并进行交互，从而实现终端轻量化、云端无限的目标。

2.智能分析能力迎来重大突破

AI 技术的发展突破了传统 3D 建模和渲染技术的限制并大幅降低数字孪生三维建模成本。AI 辅助 3D 建模为用户提供高速、个性的建模能力，能够定制纹理、照明等细节，基于用户描述性语言生成 3D 模型，甚至通过深度学习算法分析视频帧，提取关键特征，构建出三维模型，在将视频内容转换为 3D 模型。并且随着技术和相关设备发展，能够在常规硬件上实现超过每秒 100 帧的速率，用户无需掌握复杂的 3D 建模技巧，也能便捷地对三维环境进行修改和个性化设置。AI 赋能的 3D 技术因其对通用设备的兼容性，更易于被广泛市场接纳，加速了技术的传播和应用。

⁸ 中国通信企业协会 390 万基站，5G 需要破局, (2024-07-26)[2024-10-11]
https://mp.weixin.qq.com/s/L2MjO_LX8Cm5OcwW0MAg0Q

⁹ Paraverse 平行云， LarkDAY 演讲实录 | 实时云渲染为数字孪生提供新质生产力, (2024-07-31)[2024-10-11] <https://mp.weixin.qq.com/s/a1ZQeTk1u9y2DWTDAHeIvw>

仿真推演技术的发展推动数字孪生城市多模态感知、实时交互和智能生成等能力提升。仿真推演技术在数字孪生城市灾害影响评估、极端天气下的交通管控、大型活动的安全保障以及环境污染防控等关键业务场景中发挥着重要作用。随着多维感知技术的应用进一步增强了数字孪生系统与物理世界的一致性和信息的全面性，AI 框架的应用提高了仿真模型的校准速度和准确性，而高性能计算的混合调度能力提升了百万级并发的仿真计算效率，仿真推演技术实现从单一对象到复杂系统的扩展、从静态模拟到动态演化的转变、从单向感知到双向交互的发展，以及从离线到在线运行的迁移，并由传统基于城市模型的仿真推演逐步转向一体化的推演、训练和决策支持，为复杂场景提供了有效的解决方案。

在算法和技术驱动下，为数字孪生用户提供更智能的决策方案。通过数据驱动运营决策，机器学习、运筹优化和仿真优化技术得以有效应用，实现规模化的成本降低和效率提升。利用 AI 系统，可以整合资源、快速获取准确信息，并进行深入数据分析，从而加速决策过程。结合历史和实时数据，智能决策支持系统能够进行预测性分析，提供定制化解决方案，并模拟不同政策或规划对社会系统的影响，评估潜在风险和收益，增强智能社会治理的透明度和公众参与度。此外，通过迭代分析和仿真推演，智能决策还能优化流程和推动智能化改造，实现方案自动调优，为复杂业务场景提供科学的决策支持。

3.应用创新能力显现较强活力

XR 技术通过无缝融合数字信息与现实世界，为数字孪生用户提

供了丰富而立体的交互体验。我国市场的 XR 产业规模已经达到了百亿级别，显示巨大的商业潜力和市场需求。XR 设备正朝着轻量化和高分辨率的方向发展，同时，光学、显示和交互等关键技术也在不断进步，为用户提供了更加真实和丰富的虚拟体验。云边端协同方案有效地满足了 XR 对于庞大算力的需求，确保了体验的流畅性和实时性。此外，计算机视觉、自然语言处理和生成式 AI 等先进技术的应用，进一步提升了 XR 内容的生产效率和应用水平，为用户带来了更加丰富和个性化的体验。

低代码平台显著提升了数字孪生平台的可扩展性，同时大幅降低了开发者的使用门槛。数字孪生低代码平台的出现，采用图形化、拖拉拽的方式，支持用少量代码扩展实现数字孪生场景搭建和可视化应用开发。这种平台具有数字孪生场景的可视化配置能力，通过低成本、低技术门槛的二次开发实现各类个性化孪生场景搭建，弥补了传统低代码平台在三维数据可视化应用场景方面的不足。简洁、易用的低代码平台降低了数字孪生相关技术的使用门槛，让开发者节省大量开发时间，降本增效，快速进行数字孪生开发，降低企业用户开发成本。

（四）数字孪生城市建设面临挑战

数字孪生城市自 2017 年在雄安新区首次提出后，历经八年的发展，在公众认知、产业生态、技术能力等方面取得了显著成效，但仍然面临几点挑战。一是应用场景分散，各地数字孪生场景建设仍以点状创新为主，缺乏面向城市大场景的统筹建设。二是城市 CIM、实景三维等平台功能缺乏有效整合，数字孪生城市统一底板能力不足。三

是数字孪生城市建设深度不足，大多停留在可视化层面，缺乏数字空间推演赋能物理世界运行。四是数字孪生城市建设大多投入在三维建模中，产出成效以可视为主，导致投入成本高，经济效益差。

三、数字孪生赋能城市全域数字化转型建设路径

（一）总体思路

城市数字化转型迈入全面变革提升期，呈现出系统谋划、整体重塑的推进思路。初步形成围绕城市一体化智能中枢、数字空间新型产城融合、城市大治理、城市大服务、城市大安全、城市大生态、数据要素驱动、数字基础设施增强、新型政企合作伙伴机制构建、适数化制度改革等方面的发展方向。

数字孪生城市以构建一体化底座和数字孪生体为抓手，**一是统筹建设数字孪生底座平台**，整合城市各类数据资源，全面支撑赋能城市数字化转型场景建设与发展。**二是将数字孪生体作为城市级的数据流通单元**，构筑政府、行业、企业间的可信数据空间，推进城市数据融通利用。**三是数字孪生作为人工智能、5G-A/6G、拓展现实等技术集成创新的载体**，成为探索自动化治理、场景自主推演、虚实共生等城市未来数字化发展方向的有效手段。总体来讲，数字孪生已成为推动城市全域数字化转型的必由之路。

本报告基于在上海、雄安新区、苏州工业园等地方建设数字孪生城市的实践，结合国家数据局等部门在新时期对推进城市全域数字化转型的工作要求，提出“**数字孪生底座平台夯实城市数字化共性基础、数字孪生建设带动城市经济发展、数字孪生核心能力助力城市精准智**

治和智慧体验、数字孪生完善数字基础设施布局与利用、数字孪生体的流通利用推动形成城市可信数据空间、数字孪生赋能城市一体化可视化运维体系、数字孪生加促形成长效迭代和生态共建模式”七大赋能路径，推动智慧城市发展迈向更高水平更高质量。



来源：中国信息通信研究院

图 5 数字孪生赋能城市全域数字化转型路径

（二）全领域推进城市数字化转型

1.数字孪生底座平台夯实城市数字化共性基础

数字孪生底座平台作为城市运行和治理智能中枢的重要组成，通过整合城市各类数据资源，提供统一的时空数据支持，推进现有功能平台能力组件充分解耦，形成持续迭代的能力组件体系，为城市数字化转型打造开放兼容、共性赋能、安全可靠的综合性开发环境。

（1）整合城市运行数据和时空信息，提供统一时空数据支持

数字孪生底座平台有效整合了业务数据、规划与工程数据、物联网感知数据、地理信息数据和三维模型等城市运行数据和时空信息，并

通过建立统一编码体系和数据治理过程，形成规范的数字孪生体数据库，实现数据互联互通，能够为城市数字化应用场景提供强大的时空数据支持。以苏州工业园区数字孪生城市底座平台为例，该平台建立了统一的数字孪生城市数据目录，缓解场景间、厂商间多源异构数据难融合问题。同时基于相关标准，平台提供分级分类的孪生体数据服务，以支撑不同类型场景的数据需求。

为了构建数字孪生底座平台数据资源体系，需要联合政府和企业，通过整理城市海量数据，遵循数据标准规范，以城市实体对象为核心，建立全面反映城市对象全维度状态的“数字孪生体”，提供数据服务。一是联合政府和企业，系统化构建城市数字孪生时空数据底座，政府负责统筹城市治理数据资源，抓好数据的归集和共享，支撑企业开发产品与应用。二是积极调动企业将私有数据和行业数据接入“城市治理数据公共一张网”，通过数据汇聚中心规范上报给政府的数据交换共享平台，共同建立城市公共时空底座，促进政企共建城市数据生态。三是出台数据标准，如统一编码规范、数字孪生体标准等，确保各系统数据的统一规范接入，建立全面反映城市对象全维度状态的“数字孪生体”，并关联挂接与其相关的各类属性，以保证数据的可用性和准确性。

（2）推进多厂家能力引擎解耦，形成持续迭代的能力组件体系

数字孪生底座平台通过汇聚 GIS、BIM、可视化渲染等引擎，以及人工智能、物联感知等技术能力，为城市全域数字化转型供给物联

感知、模拟仿真、虚实融合等九大能力¹⁰。该平台通过能力解耦合重构，与数字孪生体数据格式进行适配性改造，形成组件化能力体系，便于上层应用场景调用与后期更新升级，有效减少系统的重复投资。

为了构建这一能力体系，平台依托城市已建功能性系统或平台，形成了一系列能力组件和多跨融合服务能力。一是系统调研城市已有底座平台，推进现有 CIM 平台、实景三维平台、物联感知平台、智能中枢平台、算力一张网等功能整合。二是梳理主流数字孪生厂商的技术能力，通过技术入股等方式促进技术合作。三是将城市已有平台和厂商能力引擎进行解耦和重构，并进行数字孪生体数据格式的适配性改造，以形成标准化的强制性能力组件和推荐性能力组件。四是明确接口方式和集成方式，利用“服务发布器”和“组件化”策略为上层应用场景提供数据与功能服务。

（3）按需开放提供数据和能力组件服务，支持多跨应用场景建设

数字孪生底座平台针对不同用户多样化的场景构建需求，以组件化、低代码和配置式的方式提供数据和能力服务。对于政府场景需求，平台可提供数字孪生低代码开发中心，支持数字孪生体资产的自由编排、数据自动导入、实体关系关联以及多跨场景业务挂接等低代码服务能力，帮助开发者快速配置业务场景。针对社会企业场景建设需求和个人开发者需求，平台可对外开放脱敏的数字孪生体数据和能力组

¹⁰ 数字孪生城市九大核心能力：①物联感知操控能力，②全要素数字化表达能力，③可视化呈现能力，④数据融合供给能力，⑤空间分析计算能力，⑥模拟仿真推演能力，⑦虚实融合互动能力，⑧自学习自优化能力，⑨众创扩展能力 —中国信息通信研究院 《数字孪生城市白皮书（2020 年）》

件 API 服务，并配备开发者中心，提供 WEB 开发、APP 开发、各类 API 服务、文档参考、开发工具等功能，支撑应用场景的快速开发。

面向不同用户的场景构建需求，平台以组件化、低代码、配置式支持应用场景建设，建立信息化项目管理机制，优化条线业务流程，实现多跨融合与再造。一是建立数字孪生公共服务门户，面向政府、企业和个人提供数据和能力服务。二是统筹推进“多跨协同”服务场景建设，聚焦全局性、战略性、牵引性、联动性重大事项实施、重大风险防范、重大活动保障，打造一批“三级贯通”多跨协同应用。三是针对设施规划、生产生活服务、生态景观、社会治理、应急动员等常态化跨部门需求，打造一批“城市治理一件事”场景。

专栏4. 北京 CBD 数字孪生城市平台

北京 CBD 数字孪生城市平台接入城市 GIS 数据、三维模型数据、专题业务数据、动态运行数据等海量多源异构数据，对北京 CBD 进行全要素、高拟真的数字还原，实现 CBD 规划、招商、经济运行、工地建设、元宇宙会客厅等业务功能。结合城市管理要求以及 CBD 本身的市场化属性，平台将数据与业务功能解耦，以适应灵活多变的业务需求，能让业务人员根据城市管理情况，制定符合当前社会形势的业务落地和数据管理方式。

平台整合海量、多源、异构的结构化数据和非结构化数据，通过开放的接口接入各类数据，与庞大的模型数据实现融合；企业数据库涵盖各行业数据，目前已接入数据库的企业超过 20 万家，涵盖点位、税收、产出等信息，基于平台展示的企业超过 120 家。通过融合

各类数据、建设智慧城市体系、构建部门协同机制、建立企业信用监管机制、优化企业信用体系，北京 CBD 数字孪生时空信息管理平台盘活数据资产，释放数据红利，为数字经济高质量发展、城市治理精细化赋能、数字化生态打造企业数字化转型赋能。

2. 数字孪生建设成为城市经济发展的重要引擎

数字孪生技术被视为新质生产力的重要组成部分，对于提升产业智能化和经济高质量增长具有重要作用。推动数字孪生技术在各行业的深度应用，促进数字产业集群的发展，形成基于数字孪生的产城融合新模式，有利于推动数字经济的发展和升级，提升城市的经济竞争力。

（1）数字孪生助力产业数字化

数字孪生能够提供模拟仿真、虚实交互等能力，有利于制造业、服务业等转型升级。数字孪生有助于实现高效率、反复验证场景的效率提升。以武汉经开区的路特斯全球智能工厂为例，这是全球第一家从规划、设计、建设到产品工艺、设备安装调试全过程采用 3D 数字孪生技术的工厂，目前较传统工厂设计变更费用节约近亿元，项目建设周期缩短 6 个月以上，量产爬坡时间减少 3 个月以上。数字孪生有利于服务业创新和优化，如摩根大通利用数字孪生技术来模拟市场变化和风险情景，测试不同金融产品和服务在各种市场条件下的表现，从而更好地管理风险和制定投资策略。

尽管数字孪生技术具有广泛的应用前景，但其发展仍面临一些挑战。首先是实施成本高，数字孪生技术的实现需要企业研发、生产、

供应链、管理等系统的改造，投资大、沉没成本高。其次是商业模式不成熟，不同垂直行业对数字孪生的需求差异大，解决方案的可复制性不强，不利于高效推广。为了克服上述挑战，可以采取以下措施：一是以政府或龙头企业牵头搭建数字孪生公共服务平台，接入底座平台的数据服务和能力服务，促进产业链上下游的协同创新和资源共享，企业通过平台进行产品的虚拟测试和优化，降低研发成本和周期，此外平台还可以提供培训和技术支持，帮助企业提升数字孪生技术的应用能力。二是建立科学、合理的数字孪生应用场景评价体系，从技术成熟度、经济效益、社会效益等多个维度，以政府为主体，定期组织专家对场景进行评审，遴选一批创新突出、效益显著的应用案例，并进行推广和宣传。

（2）数字孪生带动数字产业化

据 Mordor Intelligence 数据，2024 年全球数字孪生市场规模预估为 190 亿美元，预计以 36.9% 的复合年增长率持续扩大，数字孪生产业潜力巨大。数字孪生不仅能够激活物联网、地理信息、虚拟现实等数字产业发展，还有望对数字空间、数据要素的发展提供新的思路和方法。

然而，目前数字孪生产业尚处于不成熟阶段，产业链条不完整，缺乏链主企业的引领和推动。可以通过建立完整的数字孪生产业链、产业集群和创业孵化基地等措施，有效推动数字孪生产业的健康发展。一是建立完整的数字孪生产业链，通过整合上下游资源，形成从技术研发、产品设计、生产制造到服务应用的完整产业链条，有助于降低

企业间的合作成本，提高整个产业的协同效率。二是建立数字孪生产业集群，通过政策引导和市场机制，培育一批具有核心竞争力的数字孪生服务商和解决方案提供商，围绕数字孪生技术展开深度合作，共同推动产业的创新和发展。三是设立数字孪生创业孵化基地，为初创企业提供资金支持、技术指导、市场推广等全方位服务，帮助企业快速成长并融入产业链中。

（3）数字孪生空间加速新型产城融合进程

数字孪生城市通过创建一个与物理实体城市一致的数字虚拟城市，实现对现实世界的监测、诊断、回溯、预测和决策控制，从而优化城市规划、建设、治理和优化的全生命周期管理。借助数字孪生城市，创新打造生产空间和生活空间融合的数字化场景，为新型产城融合提供强有力的支持。江西省鹰潭市通过打造智慧新城，不仅吸引了大量物联网相关产业集聚，还在智慧水务、智慧旅游等领域取得了显著成效。鹰潭市的实践表明，引入物联网技术并依托数字孪生城市的概念，可以有效推动城市和产业的双向促进和融合发展。这种以城市级示范应用孵化现象级产业的模式，为其他城市提供了可借鉴的经验。

在数字孪生城市的发展过程中，确保产业发展与城市规划同步进行是至关重要的。一是规划先行，明确发展目标。建立城市规划数字模型，对城市空间分布、功能分区、交通网络等进行模拟和预测，确保规划的科学性和可行性。二是发挥数字孪生空间优势，对城市核心区、功能区、低空空域等进行精细化管理，推动城市空间、人口分布、产业布局、基础设施建设等协同发展，实现城市资源的优化配置

和高效利用，促进产业升级和城市服务功能的完善。三是应用数字孪生技术，建设一批数字赋能、产城联动的产业社区、数字园区、数字商圈等，实现数字化管理和智能化运营，激发新型消费，带动新型就业，促进数字经济与实体经济深度融合，提升产业的创新能力和竞争力。

3.数字孪生核心能力助力城市精准智治和智慧体验

数字孪生凭借态势感知、建模分析、仿真推演、虚实交互等能力，为城市精准精细治理提供强大的技术支撑。通过仿真推演和迭代优化，实现城市的高效管理与智慧体验。实时数据感知增强了城市应对突发事件的韧性，提供安全保障；仿真推演辅助城市管理者进行精准决策，提高资源配置效率；动态优化策略则有效降低了城市更新和维护的成本，推动可持续发展；沉浸式交互能力提升教育、医疗、文旅、社区等领域公共服务均衡普惠。

（1）实时感知增强城市韧性安全

数字孪生通过安装在城市基础设施中的传感器收集数据，建立立体感知体系、实时监控城市基础设施的状态，以支撑城市稳定运行，并帮助城市更好地应对突发事件和长期变化。城市管理部门可以在虚拟环境中模拟各种应急情况，评估不同应对策略的效果从而优化决策过程。同时，在面对例如气候变化带来的影响，可通过对城市系统进行持续的监测和分析，使城市能够适应未来的变化，增强城市的整体韧性。

通过强化数据采集与集成以及建立持续监测评估机制，实现对城

市基础设施的实时监控和模拟应急响应，增强城市韧性。一是强化多源实时感知数据采集，并利用大数据和云计算技术处理和分析海量实时感知数据，提升系统响应速度和决策准确性、科学性。二是推动复杂场景的全要素数字化表达，直观呈现地下管道和网络线路等不可见场景，帮助管理者实时监测、诊断问题。三是建立城市运行状态的持续监测和评估机制，通过数字孪生模型实时反映城市运行状况，及时发现问题并调整策略，使数字孪生城市能够更好地预测和适应未来变化。

（2）仿真推演推进城市精准决策

基于三维仿真模拟技术，可以利用数字孪生模型进行应急场景仿真推演，预测事态发展趋势，并针对性地设计响应预案，在出现紧急情况时能够快速响应、从容控制，显著提升城市的应急响应能力和抗灾能力，降低应急响应的成本和风险。面向城市生命线综合态势感知、降雨排水仿真推演预警、大型活动安保、城市建筑消防模拟演练、自然灾害应急指挥调度等重点应用场景，数字孪生城市具有全维度、多尺度空间数据和物联感知数据，可实时在线呈现与推演此类场景，为行业主管部门面向突发事件的预测预警、决策调度和应急处置提供强大的决策支持，在减少企业和政府的经济损失、避免人民群众伤亡等方面发挥重要作用。

通过建设新型城域物联感知基础设施，强化仿真模型的精确度和实时性，提升城市应急情况预测和响应能力。一是建立健全的物联网、高速网络、云计算等基础设施，确保数据的实时采集和高效处理，为

仿真推演提供强大的数据和算力支持。二是基于先进的仿真技术和算法来加强模型的精确度与实时性，利用深度学习、强化学习等技术提升系统的自我学习和优化能力。三是鼓励不同领域和部门之间的合作，整合多源数据和资源，实现数据共享和业务协同，提高决策的全面性和精准性。

专栏5. 苏州工业园区奥体大型活动安保场景

苏州工业园区奥体大型活动安保场景的数字孪生应用实践以“场景可视化、资源动态化、应用实战化”为总体建设思路，以三维实景平台为支撑，利用数字孪生自主研发引擎，融合 AI、数字孪生、智能语音等技术，服务于苏州市工业园区日常安保和大型活动安保指挥工作。通过场景三维数字孪生刻画、安保预案警力智能点名、人员分布聚焦自动告警、异常事件实时汇报监测、多部门横向联动与调度，全方位、立体化在线还原大型活动安保管控现场，提升事前部署、事中指挥和事后总结能力，有效提升科学决策、应急处突水平，通过被动无感式方案实现人群空间态势分析，满足大型赛事的安保需要，为科学处置提供准确的数据基础，提升大型活动态势多维全面监测能力和安保实战效能。

（3）动态优化降低城市更新成本

通过在数字孪生模型中模拟不同的城市规划设计，可以在实际施工之前预测其效果和潜在问题，从而优化设计方案，减少各类资源投入。数字孪生系统可以有效地分配资源，提高资源利用效率，降低运营成本。同时，数字孪生系统能够实时监控城市基础设施的状态，预

测维护需求，从而实现预测性维护。

在城市更新的工作中应用数字孪生技术能够预先识别更新方案中的潜在问题，保留历史数据，实现对城市更新方案的监测与评估。一是运用数字孪生全要素数字化表达和可视化建模能力建立高度仿真的虚拟环境，用于规划和验证城市治理方案。通过在虚拟环境中多次验证和优化方案，查看资源分配效果，预先识别潜在问题，并借助自学习自优化能力设置各项参数，实现资源的最优配置。二是建立城市运行状态的持续监测和评估机制，并利用数字孪生技术提供的历史和实时数据，建立适用于城市规划、优化更新等应用场景的智能决策支持系统，提高决策的科学性和准确性。

专栏6. 广州市白云湖大道数字孪生城市更新平台

广州市白云湖大道借助数字孪生城市更新系统提升了城市环境品质，对广州市白云区 665km²，超过 10TB 倾斜摄影数据的流畅加载与调度，真实还原了白云区三维场景；建立城市更新拆迁成本核算模型，实现对任意指定区域的拆迁成本统计；结合交通需求分析结果，制定白云湖大道的品质提升方案，并进行三维场景分析。通过城市三维场景精准还原、拆迁量统计与拆迁成本核算、改造方案模拟仿真，成功实现减少投入 50% 的运维人员，设计人员效率提高 3 倍以上。

（4）虚实交互提供城市公共服务

数字孪生虚实融合互动能力是实现数字孪生城市以虚控实、虚实共生的重要支撑。利用数字孪生技术的沉浸式交互能力，可以提供更加直观、便捷、个性化的公共服务，促进教育、医疗、文旅、社区等

领域公共服务均衡普惠。

虚实融合互动能力使得数字孪生能够创建一个虚拟的现实环境，通过跨终端的人机交互、远程操控，实现跨时空、跨地域的场景模拟和仿真推演。一是通过虚实交互的教育场景加强学习体验与教育公平。数字孪生虚实互动能力可以减轻地区差异，提升教育质量和机会平等。二是通过虚实交互的医疗场景提高诊疗效率与患者体验。数字孪生可以提升训练、诊断和手术等多个环节的便捷性，帮助医生和患者突破时空的限制进行交流，促进医疗资源均衡配置。三是通过虚实交互的文旅场景丰富游客体验。数字孪生可以帮助文旅景区挖掘特色打造新颖沉浸的文旅体验场景，满足游客多样个性沉浸的需求体验。四是通过虚实交互的社区场景提升居民生活品质。数字孪生可以提供更多社区管理和渠道，为居民提供在线沉浸式参与社区活动、会议和服务的机会。

专栏7. “数字草鞋山”考古遗址沉浸式数字化游园

位于苏州工业园区的全国重点文物保护单位草鞋山遗址，推出“数字草鞋山”考古遗址沉浸式数字化游园，是工业园区推进文化产业线上线下融合、推动文化遗产资源的数字化转化、加快数字资源融合的典范。依托数字孪生、增强现实等数字化技术手段，构建草鞋山区域 3D 孪生体；根据考古资料呈现关键历史信息数字孪生体、还原历史文化场景，实现 PC 端和移动端交互展示；创新推出数字化体验、主题游学等大众喜闻乐见的沉浸式体验方式，与游客形成良好的交互、丰富观览体验，让前来参观的市民游客与古老文明双向奔赴，成

为展示园区特色江南文化的“金名片”、展现文旅融合的“新名片”、探源江南文明的“活教材”，在内容和技术创新的同时，为文化传承、教育普及等多个层面为社会带来积极效益。

（三）全方位增强城市数字化转型支撑

1. 数字孪生完善数字基础设施布局与利用

随着智慧城市建设和数字化转型的深入推进，数字孪生技术已成为优化数字基础设施布局与提高利用效率的关键手段。数字孪生支持云网及物联网设备的精准配置与实时监控，通过可视化和实时数据分析优化城市终端感知设备分布及算力基础设施布局，并进一步实现了数字资源的动态优化，提升整体运行效率并降低能源消耗。

（1）数字孪生优化数字基础设施合理布局

数字孪生技术通过创建数字基础设施的虚拟副本，实现对云网及物联感知终端等基础设施的数字化映射。在虚拟空间中对基础设施的布局进行优化设计，模拟不同配置下的性能表现和影响。通过实时数据监控和分析，数字孪生技术可以指导基础设施的精准布局，提升资源配置效率，实现对云资源池、边缘计算节点等关键组件的高效管理，从而确保数字基础设施的合理性和前瞻性布局。

为了优化城市中的终端物联感知设备分布和算力基础设施布局，并结合实时数据监控和分析不断调整和优化数字基础设施的配置。一是通过数字孪生可视化技术，对城市中的终端物联感知设备分布进行优化。包括对各类传感器、摄像头、智能设备等的位置、数量和类型进行科学规划，确保覆盖范围的全面性和数据采集的准确性。通过模

拟不同设备布局方案，评估其对城市运行效率、安全监控、环境监测等方面的影响，从而选择最优的布局方案。二是利用数字孪生技术对算力、云网基础设施布局进行优化，涉及数据中心、服务器集群、云资源池以及边缘计算节点的合理配置。通过建立算力基础设施的数字孪生模型，可以模拟不同负载情况下的性能表现，预测未来业务增长对资源的需求，从而提前进行资源扩展或优化现有资源的分配。

（2）数字孪生促进数字基础设施高效利用

应用数字孪生技术对数字基础设施的使用情况进行细致监控和分析，实现云网资源的动态优化配置。数字孪生模型能够预测系统的性能变化，指导预防性维护，减少意外停机时间，并通过优化资源分配降低运营成本，提高数字基础设施的运行效率和可靠性。

数字孪生技术正成为提升数字基础设施管理效率和优化资源使用的关键工具，为了实现云网等数字基础设施的高效管理和能源消耗的优化。一是利用数字孪生技术实时监控云网基础设施的资源使用情况。根据实际需求和负载变化，自动调整资源分配策略，确保资源的充分利用。二是通过数字孪生技术实现数字基础设施的运维管理。应用自动化监控功能实时监测数字基础设施的运行状态，发现潜在问题并及时报警，应用故障诊断功能快速定位故障原因并提供解决方案，应用性能优化功能根据实际需求调整系统参数，提高系统性能。三是通过数字孪生技术分析基础设施的能源消耗情况，识别高能耗环节和设备，优化能源使用策略，采用节能技术和设备等措施，降低能源消耗和碳排放量。

2.数字孪生体的流通利用推动形成城市可信数据空间

可信数据空间是基于共识规则，联接多方主体，实现数据资源共享共用的数据流通利用基础设施。数字孪生体融合跨行业数据，能够形成具有丰富语义信息与流通高价值属性的“实体画像”，通过抽取实体对象的关键属性并形成标准化的数据资产，如城市地下管网的拓扑和长度，城市公共停车场车位数和分布，全市中小学建筑楼宇材料和构造等。以数字孪生体为载体形成的高价值数字资产为政府、行业、企业、个人等主体共享共用，其流通利用将推动形成城市可信数据空间，加速城市数据资产化与价值化。

为了加快数字孪生体的流通利用，推进城市数据资产化进程，形成城市可信数据空间。一是围绕城市规划建设、交通出行、能源水利等典型数字孪生应用场景，发挥数字孪生体的融通作用，将数字孪生体作为城市级的数据流通单元，推动公共数据、企业数据、个人数据融合应用，构建城市数据资源体系。二是鼓励以数字孪生体为载体加强部门间协作，推动各类可信数据空间的数据资源高效流通共享、数据产品和服务协同复用、数据产业生态互促共进。三是构建数据安全流转通道，实现数据访问控制和可信共享，为数字孪生体的流通利用打造可信数据空间，结合隐私计算、使用控制、区块链等技术，保障数据流通全生命周期可用不可见。

（四）全过程优化城市数字化转型生态

1.数字孪生赋能城市一体化可视化运维体系

数字孪生系统通过传感器和数据采集技术，实时收集物理实体的

数据，确保虚拟模型与物理实体的状态同步精准映射，实现自动化的故障诊断、预测性维护和智能决策支持。同时数字孪生系统能够进行模拟仿真，可以在不影响物理系统的情况下，预测多场景下的系统运行情况，实现自动化的故障诊断、预测性维护和智能决策支持。降低运维成本，减少停机时间，提高资源利用率，从而提高整体的运维效率。

基于数字孪生系统进行实时监测和模拟仿真，优化运维流程、提升安全性和资源利用率，实现高效智能的城市运维。一是通过搭建统一的数字孪生运维平台，实现城市设施和系统的实时监测、故障预警和智能运维，优化运维流程，提升城市运行的安全性。二是通过数字孪生运维平台实现资源共享和高效利用，提高公共服务的专业化水平和运维效率。

2. 数字孪生加促形成长效迭代和生态共建模式

围绕数字孪生建设相关平台底座，有助于形成长效迭代和生态共建模式，促进产业创新和协同发展。数字孪生通过统一标准和数据集成，实现了不同系统和设备间的无缝连接，构建起多环节、多领域、跨部门的合作体系；通过 API 接口的持续拓展，提升了数字孪生平台的可扩展性，加速应用的开发部署，推动跨领域合作；通过数字孪生平台加强跨业务系统协同，实现不同厂商引擎集成。

探索形成数字孪生长效运营机制，构建共优、共创、共享的生态体系。一是强化跨业务系统的多方协同，打通信息壁垒，提升平台开放性和兼容性，实现资源共享和优化配置。二是探索并建立新型的政

企合作伙伴机制，协同建设及迭代更新，构建一个多元参与、供需对接、价值驱动的数字孪生生态系统。

四、分类推进策略建议

根据城市发展水平、定位特征和特色需求，可以将数字孪生城市分为三类，区域带动型、特色开拓型和新城新区型。其中，区域带动型城市具有良好数字化基础并有强大的辐射能力，能够提供经验、技术模板和政策支持，促进区域协同发展；特色开拓型城市因其产业特色和特定需求，推动数字孪生技术在更广泛领域的应用；新城新区型城市因政策扶持力度大、规划灵活性强、高科技应用程度高，作为试点和示范区探索建设数字孪生城市。对于资源相对欠缺、基础相对薄弱的城市，建议将数字孪生城市建设的优先级延后考虑。

表 1 分类推进数字孪生城市建设策略建议

分类	区域带动型	特色开拓型	新城新区型
特征特点	1. 数字化基础坚实，是数字孪生城市建设的先行者。 2. 凭借其自身的辐射能力，对其他城市具有带动作用。	1. 集聚相关企业，构建行业生态。 2. 增强互动体验，提升满意度。 3. 提升管理效能与决策精准度。 4. 提高更新效率和精准性。	1. 政策支持度高 2. 规划可塑性强 3. 科技应用程度高

<p>典型模式</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.资源储备好、技术融合能力强，成为推动区域发展的强劲引擎。 2.建设精细化底座，打造行业标杆，引领未来城市发展潮流。 3.积极投身于创新实践，协同合作推动区域的共同进步与发展。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.通过产业推动和技术创新，实现城市管理和服务的智能化升级。 2.通过创新技术丰富市民与游客体验，提升服务能力。 3.基于数字孪生体系和前沿技术，实现城市管理的智能化和精准化。 4.将数字技术融入城市改造和文化遗产保护中，提升城市功能和居民体验。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.规划设计更加全面，现实世界与数字世界交互效果显著提升。 2.广泛与企业 and 科研单位合作，多元参与主体协同参与建设。 3.数据质量优异，促进数字孪生城市高质量建设。
<p>发展措施</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.强化技术引领、打造创新高地。 2.率先开展数字化转型进而实现链条牵引，带动区域协同发展。 3.加强数字孪生领域人才引培与成果推广。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.加强产业链集聚与数字孪生公共服务平台建设。 2.优化服务体验，拓展经济增长点。 3.提升城市治理效率与应急响应能力。 4.利用数字孪生技术优化城市更新，突出城市特色。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.制定清晰的顶层设计和长期发展战略，确保整体性、系统性、全面性发展。 2.优先建设数字化基础设施和统一的数据管理平台，填补早期数据缺口、筑牢数据底座。 3.构建灵活、可扩展的技术架构和基础能力底座平台，确保可持续发展。

来源：中国信息通信研究院

（一）区域带动型城市推进模式

1. 特征特点：区域带动型城市数字化基础坚实

区域带动型城市是数字孪生城市建设的先行者。一是构建数字孪生城市底座，融合多源数据打造；二是构建数字孪生标准化体系，起到行业标杆作用；三是探索应用创新，提升精细化、精准化管理服务水平。

区域带动型城市凭借其自身的辐射能力，对其他城市具有带动作用。一是区域带动型城市建设的数据基础能够为周边城市提供数据支持，促进区域间的信息流通和业务协同；二是区域带动型城市能够为其他城市提供可借鉴的经验和技術模板，促进区域协同发展和技术共享；三是在建设过程中吸引周边城市的企业和人才参与，形成区域性产业集群促进产业生态构建；四是区域带动型城市为其他城市政策支持与机制创新提供参考，推动区域政策协同和创新，促进区域一体化发展。

2. 典型模式：数字孪生城市建设资源丰富、精细度高、创新性强

区域带动型城市资源储备好、技术融合能力强，成为推动区域发展的强劲引擎。北京城市副中心在数字孪生城市建设方面走在前列，通过深度融合新一代信息技术与城市基础设施，构建了数据原生的城市基础设施体系，提出打造“一网一脑一平台一中心”的数字孪生城市底座，超前布局城市副中心智慧城市基础设施。同时，基于数字孪生实现“规建管运”一体联动，推动城乡数字化统筹治理。在城市韧

性安全方面，北京城市副中心提出围绕数字孪生城市建设，进一步完善现有地下管线可视化和数字化建设成果，通过感知监测网络将城市生命线运行数据等动态呈现，提升城市副中心市政基础设施和安全生产领域安全智能化保障能力和管理水平。

区域带动型城市建设精细化底座，打造行业标杆，引领未来城市发展潮流。上海和深圳在数字孪生城市建设中展现出了显著的创新实践和区域协同能力，致力于成为国际数字之都和数字政府的典范。上海通过实施全面的数字化转型规划，在数字基础设施建设和数据资源利用效率上取得了显著成就，特别是在数字孪生技术的应用方面，如杨浦大桥和黄浦江核心段的虚实映射，显著提高了城市治理的精细化水平。深圳则通过发布数字孪生先锋城市建设行动计划，建立了基于全精模的全市域统一时空信息平台，整合了重要建筑 BIM 精模和基础时空数据，构建了城市精细化数据底板，并在五大领域开发了“多跨”应用场景，增强了城市态势感知和辅助决策的能力。

区域带动型城市积极投身于创新实践，协同合作推动区域的共同进步与发展。杭州和武汉在数字孪生城市建设方面展现了创新能力和实践成效。杭州已初步建成包含多个数字孪生基础平台和应用场景，如城市大脑 2.0 版，利用人工智能推出了更多 AI 原生应用场景，为市民和游客提供个性化服务，同时积极参与区域协同，提出“数字孪生+”应用治理体系。武汉作为华中地区的超大城市，构建了城市公共数字底座，展示了其强大的技术实力和应用潜力，底座借助武汉云深度融合城市运行相关数据，为城市管理者提供多层次智能化数据服

务，推动城市数字公共基础设施应用水平提升。

3.发展措施：充分发挥区域带动型城市引领示范作用

强化技术引领、打造创新高地。鼓励企业和研究机构在数字孪生领域进行技术创新，开发适应城市管理和服务需求的技术和产品。同时，应选择具有代表性的区域和领域开展应用示范，探索数字孪生技术在城市管理和服务中的应用模式。

率先开展数字化转型进而实现链条牵引，带动区域协同发展。加强与周边城市的合作，共享数字孪生城市建设的经验和成果，推动区域一体化发展。同时，应发挥区域带动型城市的辐射作用，带动周边城市共同提升数字化水平，助力产业集群高质量发展。

加强数字孪生领域人才培养与成果推广。应注重数字孪生相关领域的人才培养和引进，鼓励人才流动，为区域周边城市提供智力支持。同时，通过多种渠道和方式，宣传数字孪生城市建设的意义和成效，推广数字孪生建设成果，提供开放平台和公共服务，提高公众对数字孪生城市建设的认识和参与度。

（二）特色开拓型城市推进模式

1.特征特点：特色开拓型城市以需求驱动数字化转型

地区产业特色驱动数字化转型，集聚相关企业，构建行业生态。围绕数字孪生形成完整的产业链，建立公共服务类平台，为不同行业提供技术支撑，推动数字孪生技术在更广泛领域的应用与发展，并通过数字孪生技术推动数字经济核心产业的发展，并在数字政府建设、数字生态营造等方面持续发力。

公众服务需求驱动数字化转型，增强互动体验，提升满意度。通过数字孪生平台，为游客或公众提供虚实结合的互动式体验，增强参与感和沉浸感。通过数字孪生技术的应用，推动文旅产业等传统行业的数字化转型，开拓新的服务模式和经济增长点。

超大城市治理需求驱动数字化转型，提升管理效能与决策精准度。该类型数字孪生城市基于城市治理的业务特征和应用需求建立系统，以实现城市运行的高效管理和优化，在提高城市管理效率、增强应急响应能力、优化资源配置和提升决策质量方面的重要作用。

城市优化更新驱动数字化转型，提高更新效率和精准性。该类城市利用数字孪生技术突出城市特色，通过三维数字还原、实时监测分析、拆迁量统计与成本核算等功能，提高城市更新项目的工作效率和决策的精准性。同时，对城市更新改造方案进行预演，评估其可行性和效果，减少实际施工中的风险和成本。

2.典型模式：数字孪生城市建设满足城市多样化需求

产业特色开拓型城市通过产业推动和技术创新，实现城市管理和服务的智能化升级。德清县以地理信息为基础，推动了数字乡村建设，提升了乡村治理的精准性和效率，同时利用数字孪生技术为化工企业提供安全管理方案，增强了应急响应能力。德清城市大脑项目的实施整合了多部门数据资源，实现了城市管理的智能化。作为国家级车联网先导区，德清县推动了智能交通系统的发展，提高了道路使用效率和交通安全。此外，德清县在地理信息产业的优势基础上，积极布局元宇宙领域，促进了数字经济的高质量发展，并提出了全域数字化治

理的目标，致力于县域治理体系的现代化。

服务特色开拓型城市通过创新技术丰富市民与游客体验，提升服务能力。洛阳市龙门石窟智慧文旅数字孪生平台融合了数字孪生与人工智能技术，实现了景区的高精度数字化复原与保护，并为游客提供了虚实交融的互动体验。该平台整合了物联网、大数据、云计算等技术，提升了景区管理的智能化水平和服务质量，同时加强了文化遗产的数字化展示与保护，推动了文旅产业的数字化转型。苏州市则通过数字孪生技术服务模式，对老城区进行了数字化建模，精准复刻了古城的历史风貌与空间格局。这不仅为古建筑的保护与修复提供了技术支持，还通过沉浸式互动体验平台，让公众在线体验苏州园林和传统艺术，弘扬了中华优秀传统文化。这些案例展示了服务驱动数字化转型城市在文化遗产保护、旅游体验创新和文化传承方面的显著特点。

治理特色开拓型城市基于数字孪生体系和前沿技术，实现城市管理的智能化和精准化。广州的“穗智管”项目就是一个典型案例，它通过整合 CIM、四标四实平台、时空云平台及视频云平台等数字化资源，构建了与物理城市精准映射的数字孪生体系，实现了“一网统管、全城智治”的治理新模式，提升了城市管理的预测预警、协同联动、决策辅助及指挥调度能力。惠州交警部门引领的“畅通工程”通过融合感知、全息路网、数字孪生及 C 端服务的创新组合，有效缓解了交通拥堵问题。该项目已覆盖 140 个路口及 300 公里路网，利用高精度摄像头、毫米波雷达等先进设备，实时捕捉路况动态并映射至数字空间，形成交管实时孪生系统，显著缩短了交通事故从发现到处置的

时间，并大幅降低了二次事故发生的概率，展现了数字孪生在交通治理中的巨大潜力与价值。

城市更新特色开拓型城市将数字技术融入城市改造和文化遗产保护中，提升城市功能和居民体验。新加坡建设了“虚拟新加坡”平台，通过数字孪生，对城市进行规划设计，指引和优化更新物理城市的市政规划、生态环境治理、交通管控和改善市民服务，赋予城市生活“智慧”。青岛中山路历史街区数字化改造工程通过数字孪生、大数据、AR、MR等技术，创造了“城市历史街区元宇宙”，结合线下沉浸式体验和线上虚拟景区，增强了街区的吸引力和游客体验。广州市白云湖大道数字孪生城市更新平台则利用数字孪生技术进行道路品质提升研究，通过三维数字还原和实时监测分析，提高了城市更新的工作效率。

3.发展措施：因地制宜推进特色开拓型数字孪生城市建设

产业驱动型城市应加强产业链集聚与数字孪生公共服务平台建设。依托地区产业特色，集聚相关企业构建完整产业链生态，建立数字孪生平台赋能多行业发展，加速数字孪生技术在广泛领域的创新应用与蓬勃发展。

公共服务驱动型城市应优化服务体验，拓展经济增长点。推广数字孪生技术在城市管理、交通、文旅等领域的应用。以技术创新引领服务升级，增强公众的服务体验与满意度，为城市经济发展注入新活力。

治理驱动型城市应提升城市治理效率与应急响应能力。构建与物理城市精准映射的数字孪生体系，提高城市管理效率、增强应急响应能力、优化资源配置和提升决策质量，并整合 CIM、时空云平台等数字化资源，提升城市管理的预测预警和决策辅助能力。

城市更新驱动型城市应利用数字孪生技术优化城市布局，突出城市特色。基于城市自然和人文风貌探索城市特色，并通过三维数字还原和改造方案三维模拟仿真，提高城市更新业务的工作效率。同时对城市更新改造方案进行预演，评估其可行性和效果，减少实际施工中的风险和成本。

（三）新城新区型城市推进模式

1. 特征特点：新城新区型城市规划建设潜力大

新城新区政策支持度高。新城新区是国家或地方重点发展区域，具有强大的政策支持，适合作为数字孪生城市的试点和示范区，探索数字孪生城市建设。

新城新区规划可塑性强。新城新区从零开始规划，根据未来城市需求和技术发展趋势制定规划建设方案、布局智能基础设施，实现物理城市与数字城市同步规划建设。

新城新区高科技应用程度高。新城新区方便应用高新科技，与多家高科技企业合作能够与数字孪生技术的研发和应用形成良好协同，促进技术迭代和应用落地。

2. 典型模式：数字孪生城市建设全面协调质量高

规划设计更加全面，现实世界与数字世界交互效果显著提升。新

城新区的规划设计不仅涵盖了城市的物理扩展，还强调了数字世界的融合。以雄安新区为例，在 2017 年建设之初就提出“数字城市与现实城市同步规划、同步建设”的数字孪生城市建设理念，适度超前布局智能基础设施并构建三维数字模型，实现地上与地下设施的数字化管理，推动全域智能化应用服务实时可控。同步规划、同步建设不仅提升了城市管理和效率，还通过数字化手段增强了现实世界与数字世界的互动效果，使得城市运行更加高效智能。

广泛与企业 and 科研单位合作，多元参与主体协同参与建设。新城新区通过与企业 and 科研单位的紧密合作，促进了科技创新和产业发展，加快了科技成果的转化应用，为区域经济注入了新活力。苏州工业园区与中国信息通信研究院合作成立数字孪生创新中心，联合业界生态企业集中联合攻坚，探索构建面向城市级的数字孪生体以及数字孪生底座平台，打造面向行业第三方服务的数字孪生公共服务平台，积极创建数字孪生园区创新产业基地，推广数字孪生技术应用，号召数字孪生相关企业在园区落地，发展数字孪生产业。

数据质量优异，促进数字孪生城市高质量建设。新城新区广泛部署智能设备，以收集高质量数据，涵盖城市业务的广泛领域且实时更新率高。高新技术的应用提升了建筑数据的收集质量，优化了建模效果。政策支持集中力量建设数据底座，各系统的良好融合支撑了高质量数据基础的建设。例如，京雄高速路旁的灯杆集成了能见度检测仪、智慧专用摄像机等智能设备，能够根据能见度自动调整照明亮度，实时道路数据汇集到综合数据平台，为车路协同系统等提供基础数据服

务。雄安新区率先在交通基础设施建设中取得突破，重点领域的先行建设为未来在更多领域的推广积累了宝贵经验。

3.发展措施：多维度推进新城新区型数字孪生城市建设

制定清晰的顶层设计和长期发展战略，确保整体性、系统性、全面性发展。将数字孪生城市发展建设融入城市发展规划，深刻把握新城新区建设目标，明确优先发展领域、阶段性目标，分阶段推进数字孪生城市建设。

优先建设数字化基础设施和统一的数据管理平台，填补早期数据缺口、筑牢数据底座。利用新城新区“一张白纸”的特点构建全域物联感知网，建设统一的数据管理平台，采集高质量数据，围绕数字孪生体进行数据融合，整合政府、企业和公共设施等各类数据资源，为后续多元应用场景提供充分的数据服务。

构建灵活、可扩展的技术架构和基础能力底座平台，确保可持续发展。鼓励新城新区型城市设立孵化中心或创新实验室，促进数字孪生相关技术和方案的本地化发展，便于未来的技术升级。建设统一的城市数字孪生底座平台，为各类智能应用提供基础支撑，为第三方应用提供 API 接口，吸引更多生态伙伴加入，共同推进城市的智能化进程，为可持续发展奠定坚实基础。

中国信息通信研究院 产业与规划研究所

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-83473001-603939

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

