

虚实相生

中国数字孪生城市行业研究 报告

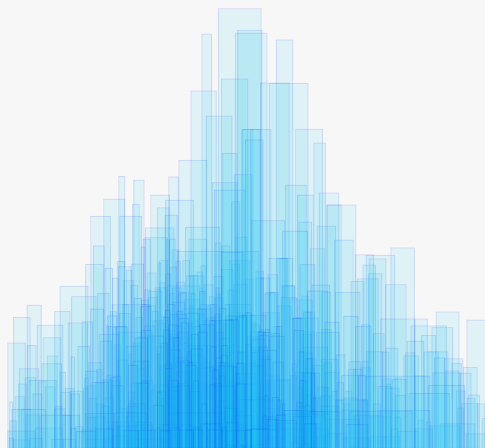
©2023.1 iResearch Inc.

写在前面

随着城镇化进程加快、城镇化与信息化的广泛渗透和深度融合，城市治理和运行水平有所提升，但各种城市病仍然存在甚至局部加剧。不是城市信息化建设失效了，而是过往的技术方案无法匹配城市日新月异的发展速度和需要。在新型城镇化和新型智慧城市建设的新阶段，数字孪生提供了一种全要素、全天候、全生命周期、实时感知监测、交互控制、推演预测、科学决策的颠覆性的创新理念，迅速成为了我国以及世界各国、各地区城市运营管理的抓手。

数字孪生城市从概念提出至今不足十年，期间世界各国虽积极推动建设，但目前仍处于单场景、部分功能实现的起步探索阶段。我国早在2018年雄安新区规划纲要中就提出了数字孪生城市的概念，而后“十四五”规划纲要中明确提出完善城市信息模型平台，探索建设数字孪生城市，为数字孪生城市营造了良好的发展环境，引导全国各省市加速建设落地，数字孪生城市市场机遇与挑战并存。

得益于和行业专家、企业的多方交流，艾瑞咨询撰写了《中国数字孪生城市行业研究报告》，内容包括数字孪生城市的定义内涵、技术体系、市场环境、建设进展等理论内容和市场现状分析，针对高价值应用场景展开研究，最后对阻碍行业发展的难点卡点进行思考与呼吁。希望同行业多方分享和探讨我们对数字孪生城市的认知和理解，共同推进数字孪生城市行业的发展。



报告撰写

艾瑞咨询
产业研究十三部



概念定义：数字孪生城市是指在数字世界中创建一个同物理实体城市**外观一致、行动一致、思想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**，用于实体城市的规划、建设、治理和优化等全生命周期管理，提高城市运行效率和市民居住体验



技术体系：数字孪生城市不是单一技术，而是以积木式组装结合了物联网、大数据、BIM、GIS、人工智能等多项前沿技术的“巨技术”，其**难点主要聚焦在数据管理、信息模型和仿真分析三个环节**，数据接入环节亟需政府层面统一标准，模型层面需要脱离形式主义，关注语义建模，仿真层面需要多领域建立模型库，提升算法的商业化落地能力



发展现状：

- **市场环境：**多方施策与标准制定双管齐下，市场环境整体积极向好发展
- **产业格局：**产业链处于整合发展初期，玩家巨头化特征显著，市场格局未定
- **市场规模：**2022年中国数字孪生城市市场规模为51亿元，年复合增长率达50%，城市信息模型基础平台和场景化应用同步落地



应用场景：综合**技术匹配度、规模化潜力和市场规模三个维度**评价数字孪生城市场景化应用价值，**城市交通、地下管廊和产业园区是三大价值场景**，其中全景路口结合自动驾驶有望实现规模化落地；地下管廊和数字孪生技术具有先天的适配性，中长期具有发展潜力；数字孪生助力产业园区数字化转型、加速产城融合



思考与呼吁：亟需推进**标准统一、商业模式创新和市民应用开发**等方面的工作进程

定义内涵与技术体系

1

行业现状

2

应用场景

3

思考与呼吁

4

拉齐共识

什么是数字孪生城市？

“数字孪生” 从何而来

现处于行业应用探索期，数字孪生城市具有规模应用潜力

数字孪生这一概念发源于NASA，广泛应用于工业，并迅速成为了各地政府城市运营和管理的抓手。随着数字孪生技术完善和行业渗透，孪生对象从微观的资本密集型产品/设备向宏观的大型复杂城市空间拓展，数字孪生城市市场机遇与挑战并存。

数字孪生的前世今生：发展历程与应用领域

探索起源于：航天航空领域

率先商用于：工业

扩展应用于：城市



概念萌芽：物理孪生

NASA, 阿波罗计划

1960s

构建多个地面半物理模拟器，用于宇航员和任务控制人员的操作培训和故障处理

理论支撑：镜像模型

Michael Grieves, 密歇根大学

2002年

发表“PLM”概念设想，并先后提出“镜像空间模型”、“信息镜像模型”概念，对数字孪生的基本框架做出了清晰的表达和高度的归纳

- CAD/CAE系列软件等预先技术为工业+数字孪生奠定了技术基础
- 工业4.0、工业互联网、智能制造战略提供了创新发展的机遇

国家级战略

新加坡, Virtual Singapore

2015年

三维动态城市模型和协作平台，用于城市规划、部门协调、公共服务等

中国, “十四五”规划

2020年&2021年

在全国各级城市全面推进数字孪生建设，探索建设数字孪生城市

英国, 国家级数字孪生体

2020年

发布《英国国家数字孪生体原则》，指导国家数字孪生发展建设，设定国家级标准

欧盟, 目的地地球倡议

2022年

建立一个全面和高精度的数字孪生地球，监测和模拟气候发展、人类活动和极端事件等

概念定义：数字孪生

AFRL, 机身数字孪生 (ADT)

2009&2011年

发起ADT项目并做出“DigitalTwin”这一表述。机身生命周期健康管理，致力于提升运维效率和使用寿命。于2011年发表相关文献

NASA, 数字孪生

2010

在技术路线图TechnologyArea11中首次提出“DigitalTwin”这一概念并作出定义

民用落地

GE, 西门子, 达索等

2015年

工业软件巨头陆续发布数字孪生产品及解决方案覆盖电力、能源、制造业、汽车等细分行业

注释：1、PLM,ProductLifecycleManagement,产品生命周期管理；2、AFRL,AirForceResearchLaboratory,美国空军研究实验室。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

如何理解“数字孪生城市”

数字孪生概念在城市空间的应用，服务于城市全生命周期

无论是数字孪生还是数字孪生城市，其定义都在专家、学者和相关从业人员的研究与实践不断的优化调整。相较于数字孪生，数字孪生城市圈定了“城市”这一地理空间范围，内涵定义脱离了抽象理念，扎根于“智慧城市”这一优渥土壤，数字孪生城市的原理、功能、预期用途和受益方也更为清晰明朗。通过融合、提炼现有报告内容成果，解构数字孪生城市的内涵特征，艾瑞认为**数字孪生城市是指在数字世界中创建一个同物理实体城市外观一致、行动一致、思想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，用于实体城市的规划、建设、治理和优化等全生命周期管理，提高城市运行效率和市民居住体验。**

数字孪生城市的定义梳理

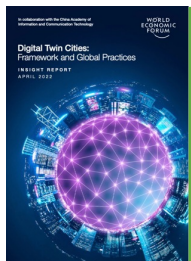
中国信通院，《数字孪生城市研究报告(2018)》



数字孪生城市基于数字化标识、自动化感知、网络化连接、普惠化计算、智能化控制、平台化服务的信息技术体系和城市信息空间模型，在数字空间再造一个与物理城市匹配对应的数字城市，**全息模拟、动态监控、实时诊断、精准预测城市物理实体在现实环境中的状态**，推动城市全要素数字化和虚拟化、全状态实时化和可视化、城市运行管理协同化智能化，实现物理城市与数字城市协同交互、平行运转

佐治亚理工学院，《Smart city digital twins》

智慧城市的数字孪生是一个智能的、支持物联网（IoT）的、数据丰富的城市虚拟平台，可用于**复制和模拟变化发生在真实城市中，以提高城市的复原力、可持续性和宜居性**



世界经济论坛&信通院，《数字孪生城市：框架和全球实践》

数字孪生城市是“数字孪生”概念在智慧城市建设中的新应用模式——即在数字空间中重建一个复杂的、巨大的系统，与现实世界进行映射和交互，实现城市物理维度和数字维度之间的交互

全国信标委智慧城市标准工作组，《城市数字孪生标准化白皮书》

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



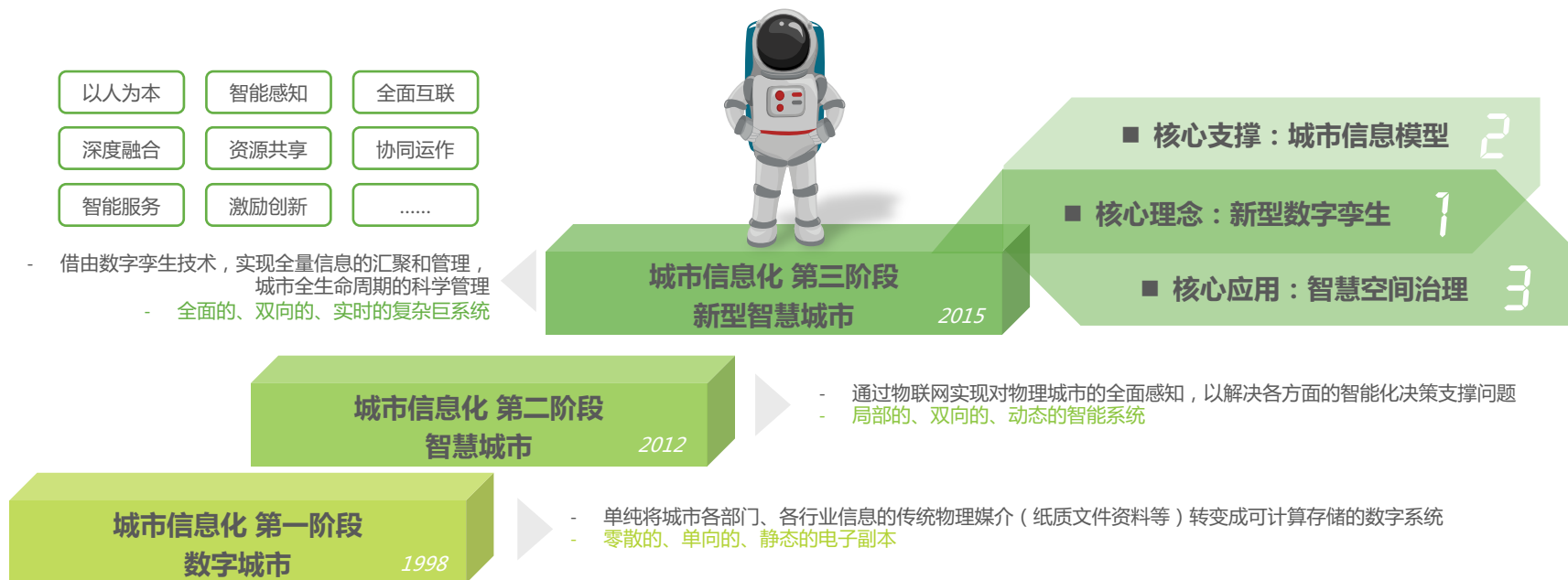
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

数字孪生城市和智慧城市的关系

智慧城市的新高度，新型智慧城市建设的最佳助力

二十余年来，我国城市信息化发展经历了数字城市、智慧城市到新型智慧城市三个阶段，城市信息化也从数字化向网络化、智能化发展。新型智慧城市总结了前期建设中存在的问题（数据烟囱等），强调以人为本，以数字孪生城市为核心理念，以城市信息模型为新型智慧城市建设的核心支撑，以智慧空间治理、解决城市病为核心应用，赋能新型城镇化发展。简单的说，新型智慧城市包含了数字孪生城市，数字孪生城市是新型智慧城市建设的组成部分和当前最优解决方案，是数字城市、智慧城市乃至城市信息化的高级阶段，是未来新型城镇化建设的工作重点。

城市信息化发展阶段



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

加深理解

数字孪生城市如何实现？

数字孪生城市的技术体系总览

具有多学科交叉会聚、多技术跨界融合的典型特征

数字孪生城市不是单一技术，而是以积木式组装结合了物联网、大数据、BIM、GIS、人工智能等多项前沿技术的“巨技术”，其技术复杂性和建设难度不言而喻，但与此同时具有一定的历史积累和产业基础。目前前端传感器设备产业链相对完善，稳定高速的通信随着5G普及有望实现，在技术进步及利好政策驱动下云服务的应用逐渐深入，数字孪生城市亟需解决的技术难点主要聚焦在数据管理、信息模型和仿真分析三个环节，本章后续页面将针对其中的重点内容展开分析。多技术融合，自下而上、由实入虚再入实，形成了支撑数字孪生城市技术理念的、运行机制闭环的技术堆栈。

数字孪生城市的技术堆栈



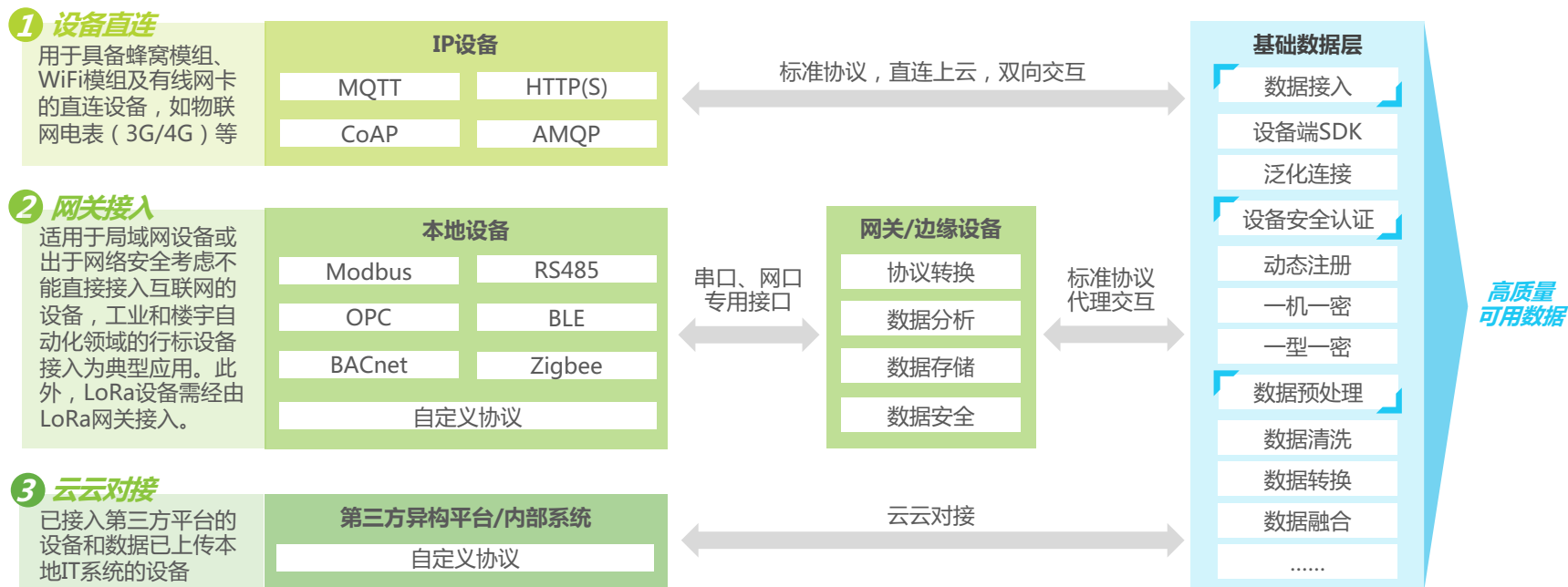
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制

关键技术环节重点解析 | 数据层

物联网平台设备接入能力是孪生城市建设的基础

广泛布设的传感器设备和全面连接的智能化设备是数字孪生城市建设的基础和前提条件，也是孪生城市动态数据养分的来源。设备的接入、通信、控制和联动是物联网的基本功，但在孪生全面感知需求下，百分之百的存量/新增设备与平台双向通信使得建设难度大幅提升。面对多源异构通信协议，厂商物联网平台主要通过设备直连、网关接入和云云对接三种方式建立高并发、稳定、可靠、安全的设备通信，以求消除海量终端通信协议的差异、统一标准，但**网关接入设备类型受限、设备接口不标准/被占用/无法新增等难题仍存在，依靠平台侧软件集成的方式解决问题不可避免的造成了项目建设进度的延后和成本高筑，国家/行业层面亟需出台相关标准，在下一轮设备更新周期中实现物联网通信协议的统一。**

数字孪生城市设备接入方案



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

关键技术环节重点解析 | 数据层

Garbage In , Garbage Out , 时空数据的高效管理至关重要

城市是自然与社会深度耦合的复杂系统，包含了自然资源和人造实体的动态、静态要素，要素的数字化、集约化管理形成了城市时空大数据资产。下表中，时空基础数据和相关业务专题数据支撑着真实、精准的城市信息模型构建，物联感知数据沿分布式算力网络流动革新，从“脏数据”经清洗、加工、标签化逐步蜕变为专题数据以供上层BI分析调用。**低质的输入必然导致低质的输出（GIGO），时空大数据的高效管理对孪生系统的价值释放至关重要，是使能北向应用的数字底座。此外，海量、多维、实时、非结构化的时空数据累积将对未来城市IT基础设施建设提出新要求。**

数字孪生城市时空数据的构成与特点

	时空基础数据	资源调查数据	规划管理数据	工程建设项目数据	公共专题数据	物联感知数据
数据内容	<ul style="list-style-type: none"> - 行政区 - 测绘遥感数据 - 三维模型 	<ul style="list-style-type: none"> - 国土调查 - 地质调查 - 耕地资源 - 水资源 - 房屋建筑普查 - 市政设施普查 	<ul style="list-style-type: none"> - 重要控制线 - 国土空间规划 - 专项规划 - 已有相关规划 	<ul style="list-style-type: none"> - 立项用地规划许可数据 - 建筑工程规划许可数据 - 施工许可数据 - 竣工验收数据 	<ul style="list-style-type: none"> - 社会数据 - 法人数据 - 人口数据 - 兴趣点数据 - 地址数据 - 宏观经济数据 	<ul style="list-style-type: none"> - 建筑检测数据 - 市政设施检测数据 - 气象监测数据 - 交通监测数据 - 生态环境监测数据 - 城市安防数据
数据类型	矢量/栅格/影像/信息模型	矢量/文档	矢量/信息模型	矢量/结构化数据/文档/信息模型	矢量/结构化数据/非结构化数据	非结构化数据
更新频次	1-6个月，不超过一年	实时调用，无更新频次概念				根据数据采集频率 实时自动更新 ，毫秒~小时
静态动态	← 静态					动态 →
宏观微观	← 宏观			中观	微观 →	
数据来源	测绘采集	相关业务系统数据一般直接接入、实时查询调用，用于训练的数据需拷贝至本地				端侧设备采集接入

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

关键技术环节重点解析 | 模型层

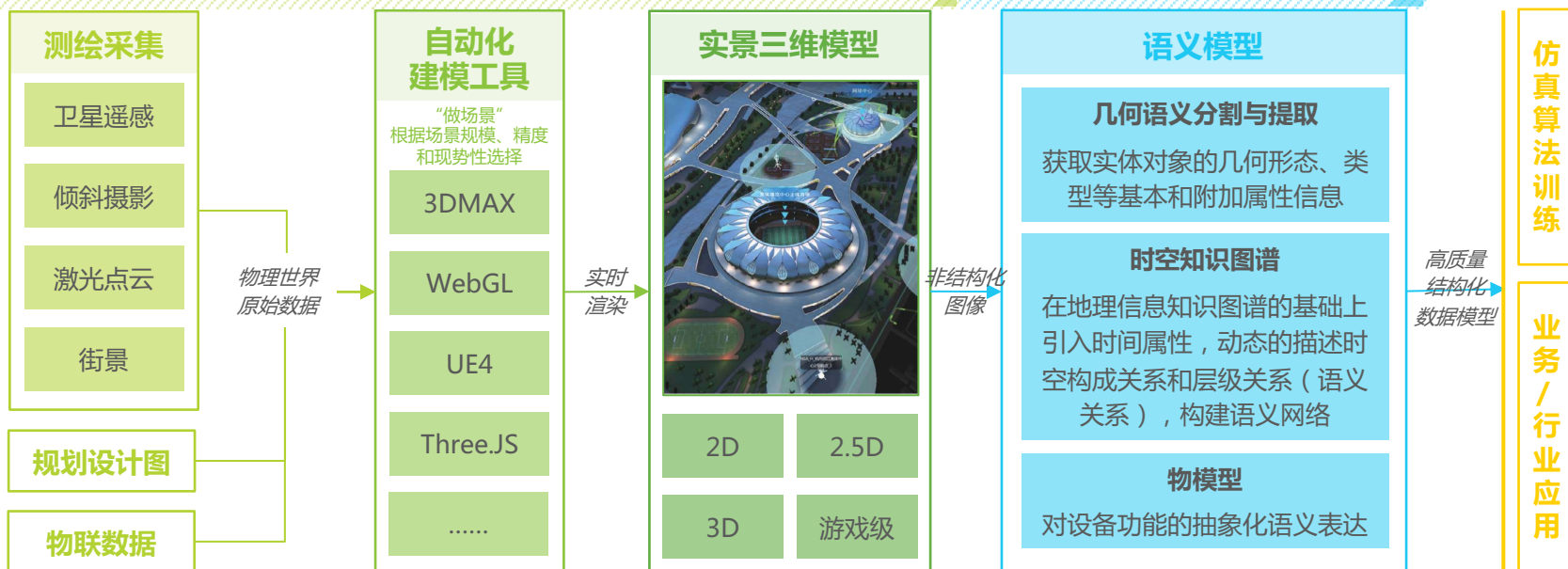
可视化交互具有必要性，服务于机器学习是建模的根本目的

提到信息建模，有人将其与可视化大屏划上等号，这无疑是管中窥豹，关注了数字孪生的表象与形式，忽视了其本质与内涵。数字孪生城市信息模型（简称CIM）由实景三维模型和语义模型共同构成。空间几何建模是对物理世界三维立体结构和外观的数字表达，是服务于人类浏览和理解的人机交互界面，更注重模型的精度、还原度和准确性。语义模型是在三维模型基础上对物理世界的深度理解，提炼信息、总结规律、构建时空知识图谱，满足AI算法开发和信息检索。**实景三维模型是CIM的空间基底，语义模型是CIM建设的根本目的，服务于高阶的机器学习算法训练。**几何建模在摄影测绘和计算机辅助设计等领域已有长期的技术和实践经验积累，技术难点在于高精度模型的成本控制；语义建模技术尚不成熟，有待行业实力玩家探索定义。

城市信息模型构建的流程

① 几何建模：服务于人眼

② 语义建模：服务于机器



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

关键技术环节重点解析 | 仿真层

多领域构建仿真算法模型库，实现孪生应用价值层级的跃升

初次接触数字孪生概念，人们多惊艳于其水晶球般的先知预测力，而不是实时监控。过往城市治理方案或理论的可行性验证多受限于客观物理条件，数字孪生城市提供了一条低成本试错之路，通过历史及实时数据、假设条件的输入和仿真算法的运行，以确定最优的可用策略，支撑决策制定。我国数字孪生城市现处于由L2“理解现状”向L3“防微杜渐”跃升的关键阶段，但城市内部行业算法模型缺乏，除交通领域有比较成熟的模型库外，多数城市治理领域尚处于起步阶段，主要为单一、分散的场景应用，长此以往数字孪生城市价值挖掘和未来发展将因此受阻。

数字孪生城市的成熟度模型



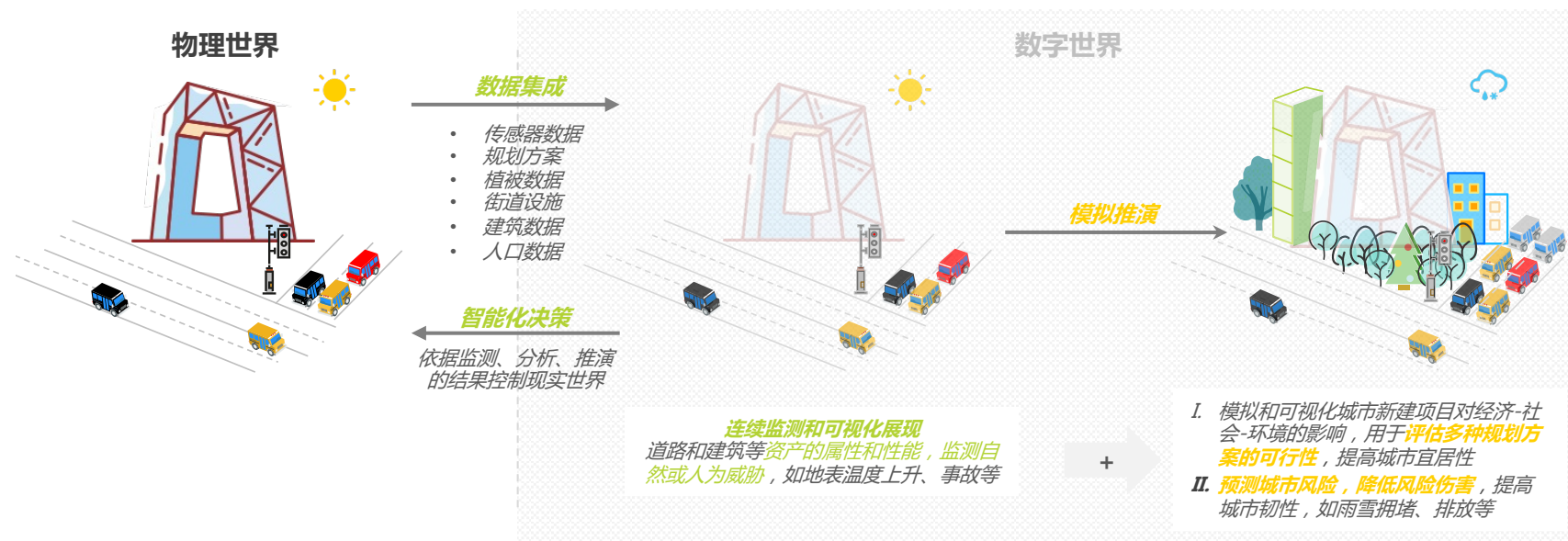
注释：数字孪生城市各价值层次间存在先后顺序和价值高低，高价值层次的实现需建立在低价值层级的基础之上。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

关键技术环节重点解析 | 仿真层

突破仿真算法发展瓶颈，赋能决策“谋定而后动”

仿真算法发展瓶颈由多因素构成，技术侧首要原因是数据积累不足，需要基于数据形成丰富的CIM模型供算法训练。其次，部分场景下，如桥梁运力、隧道稳定性、空间气体分布等，实时仿真模型参数量计算量大、耗时长、无法规模化落地，需进行轻量化改进以满足实时性和高精度需要。最后，现有算法多基于开源学习框架，精度、性能差强人意。业务侧，仿真算法和业务场景紧密联结，需明晰场景需求痛点，综合考量模型精度、完备度和有效算力发挥间的平衡，实现仿真算法的**商业化落地**。短期内，我国数字孪生城市停留在L2层级，异常事件的实时响应和城市形象的真实呈现对于城市管理、城市品牌和美誉度具有现实意义，但从中长期看，仿真算法模型的普及是数字孪生城市价值释放的钥匙，真正服务于城市全生命周期，提升城市宜居性、弹性、可持续性和幸福感。

数字孪生城市的运行机制示例：L3层级



注释：上图为微观场景技术理论分析，不代表实际案例。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

定义内涵与技术体系

1

行业现状

2

应用场景

3

思考与呼吁

4

市场环境

多方施策与标准制定双管齐下

数字孪生城市政策现状（1/2）

住建部重点推进CIM平台建设，十四五规划引发政策高峰期

Phase1 探索与建设指导

以雄安为样本探索数字孪生，住建部牵头城市信息模型平台建设

政策简称	《河北雄安新区规划纲要》	《产业结构调整指导目录》	《关于开展城市信息模型（CIM）基础平台建设的指导意见》	《关于加快推进新型城市基础设施建设的指导意见》
颁布单位与时间	国务院，2018	发改委，2019	住建部等，2020	
重点内容	前瞻探索 ：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	产业鼓励 ：城市信息模型相关性技术开发与应用设为鼓励性产业	建设推进 ：CIM平台+规划建设管理	建设推进 ：国家、省、城市三级CIM平台体系架构

Phase2 总体规划与标准规范

十四五明确数字孪生城市国家战略，各部委陆续跟进、完善配套政策

政策简称	“十四五”规划	《“十四五”国家信息化规划》	《实景三维中国建设技术大纲》	《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》	《“十四五”数字经济发展规划》
颁布单位与时间	中共中央，2020	中央网信委，2021	自然资源部，2021	国家标准委等，2021	国务院，2022
重点内容	国家战略指引 ：完善城市信息模型平台，探索建设数字孪生城市	总体规划 ：推进城市数据资源体系和数据大脑建设，完善城市信息模型，探索建设数字孪生城市	规范 ：明确建设任务和技术路线	规范 ：标准体系建设	总体规划 ：完善城市信息模型，地方建设因地制宜

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

数字孪生城市政策现状 (2/2)

“行业+”政策频频出台推进应用发展，地方政策上行下效

Phase3A 场景融合应用

行业政策纷纷出台，促进技术与行业应用深度融合

政策简称	《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》	《5G应用“扬帆”行动计划(2021-2023年)》	《公路“十四五”发展规划》	《“十四五”水安全保障规划》	《“十四五”国家应急体系规划》
颁布单位与时间	住建部，2021	工信部，2021	交通运输部，2022	发改委、水利部，2022	国务院，2022
重点内容	数字孪生+ 城市地下基础设施	数字孪生+ 智慧表计	数字孪生+ 交通 ，CIM和路网感知、基础设施同步建设，加强重点设施主动预警	数字孪生+ 水利 ，流域专业模型和可视化模型，仿真能力建设，重点防护区域试点建设	数字孪生+ 应急 ，基于CIM的防洪排涝智能化管理平台建设

Phase3B 地方政策落实

地方层面：《关于加快推进新型城市基础设施建设的指导意见》和“十四五”规划发布以来，全国各省级行政区自2021年起陆续在基础设施建设三年行动计划和十四五规划中提及“数字孪生城市”或概念相关建设内容，数字孪生作为需突破的信息领域关键技术列入多地科技创新规划。

各地政策与实践列举：

- 北京市，《北京市“十四五”时期智慧城市发展行动纲要》，积极探索建设虚实交互的城市数字孪生底座
- 上海市，《上海市全面推进城市数字化转型“十四五”规划》，加快推城市形态向数字孪生演进，构筑城市数字化转型“新底座”
- 福建省福州市，《福州市推进新型基础设施建设行动方案（2020-2022年）》，全面升级时空地理信息平台，汇聚地理空间(GIS)、城市与建（CIM+BIM）、动态物联网(IoT)、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
- 海南，《智慧海南总体方案》，到2025年底，基本建成以“智慧赋能自由港”“数字孪生第一省”为标志的智慧海南。
- 湖北省，《湖北省新型基础设施建设“十四五”规划》，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

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

标准制定现状 (1/2)

我国标准化工作已正式起步，国内相关产学研用单位协同开展标准体系研究工作

数字孪生城市标准梳理

目前公布实施的标准仅两项，覆盖不足，框架和内容不够详细，整体标准化进程相对滞后

组织简称/编号	日期	标准名称	标准状态	标准层级
住建部	2021年6月	《城市信息模型基础平台技术导则》	修订稿公布	技术指引文件
	2022年6月	《城市信息模型基础平台技术标准》	实施	行业标准/通用性标准
	2022年7月	《房屋建筑统一编码与基本属性数据标准》	实施	行业标准/通用性标准
	2021年4月	《城市信息模型数据加工技术标准》	征求意见	行业标准/通用性标准
	2021年4月	《城市信息模型平台竣工验收备案数据标准》	征求意见	行业标准/专用性标准
	2021年4月	《城市信息模型平台施工图审查数据标准》	征求意见	行业标准/专用性标准
	2021年4月	《城市信息模型平台建设工程规划报批数据标准》	征求意见	行业标准/专用性标准
	2021年4月	《城市信息模型平台建设用地规划管理数据标准》	征求意见	行业标准/专用性标准
	2021年9月	《城市信息模型应用统一标准》	征求意见	行业标准/基础性标准
	2022年8月	《城市信息模型平台工程建设项目数据标准》	征求意见	行业标准/专用性标准
智标委 (TC426)	2021年9月	《基于城市信息模型(CIM)的智慧园区建设指南》	公布	技术指引文件
	2021年9月	《基于城市信息模型(CIM)的智慧社区建设指南》	公布	技术指引文件
地标委 (TC230)	2021年7月	《实景三维中国基本要求》	起草	行业标准
	2021年10月	《基础地理实体数据成果规范》	起草	行业标准
通标委 (TC485)	2021年	《数字孪生城市统一标识编码体系》	立项	行业标准
	2021年	《数字孪生城市参考架构》	立项	行业标准
	2021年	《城市物模型技术要求》	立项	行业标准
	2021年	《道路数字孪生》	立项	行业标准
信标委 (TC28)	2021年	《数字孪生通用要求》	立项	行业标准
	2021年	《城市数字孪生技术参考架构》	立项	行业标准
中关村现代信息消费应用产业技术联盟	2021年12月	《数字孪生公共信息模型 (CIM) 平台总体框架》	审查	团体标准
中关村智慧城市产业技术创新战略联盟	2022年4月	《智慧城市数字孪生城市技术参考架构》	实施	团体标准
	2022年11月	《数字孪生城市仿真推演系统功能要求》	实施	团体标准

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

标准制定现状 (2/2)

构建标准体系，重点研制、动态完善，系统解决标准缺失问题

2021年3月，全国信标委智慧城市工作组成立了城市数字孪生专题组，负责城市数字孪生标准体系和关键标准研究，推动标准试验验证与应用示范工作。目前已完成国内城市数字孪生标准第1部分：技术参考架构的预研究工作，进入国家标准申报流程。城市数字孪生标准体系结构图由“01总体”“02数据”“03技术与平台”“04安全”“05运维/运营”“06应用”六部分标准分体系组成，参考单一标准状态，技术与平台标准和标准安全标准进度相对靠前，应用标准进度相对滞后。

城市数字孪生标准体系结构图及状态



来源：《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，艾瑞咨询研究院整理及绘制。

市场活力

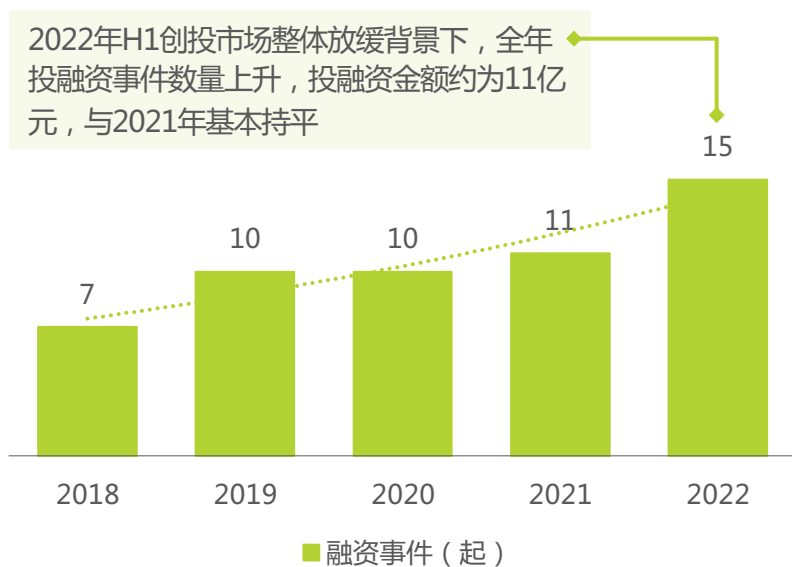
各路巨头跑步进场，市场格局未定

初创企业融资情况 (1/2)

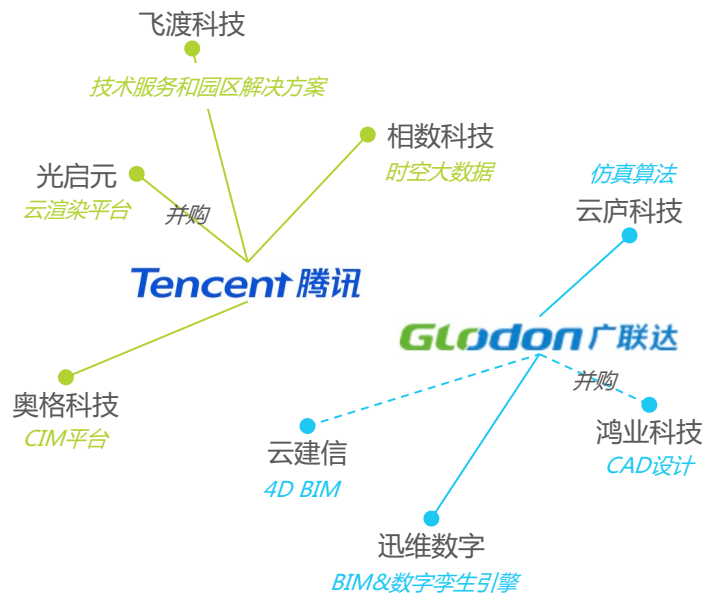
融资事件数稳中有升，大厂生态圈初见端倪

根据不完全统计，2022年数字孪生城市市场融资事件达15起，行业融资情况呈向好态势并升至高点。资本市场上，多家专注于数字孪生技术城市空间应用的初创企业获得了大额融资，明星机构、政府引导基金和产业资本均有布局。值得关注的是，广联达和腾讯作为产业资本动作频频，其中腾讯先后布局CIM平台、云渲染平台、时空大数据等多类型厂商，践行时空AI战略；广联达基于BIM技术和建筑领域的积累构建数字孪生生态，提供CIM平台建设服务。

2018-2022年数字孪生城市投融资事件数量



数字孪生城市产业资本布局情况



注释：1、统计范畴为数字孪生城市垂直领域的创投事件，不包含布局数字孪生城市的AI企业和主要业务为数字孪生工业的企业。2、部分企业的融资信息未对外公开，因此不在本文统计范围内。

来源：IT桔子，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

注释：1、实线指投资企业于数字孪生城市概念强相关，虚线表示投资企业于数字孪生城市弱相关，但存在协同使能作用，因此信息保留。2、部分企业的融资信息未对外公开，因此不在本文统计范围内。

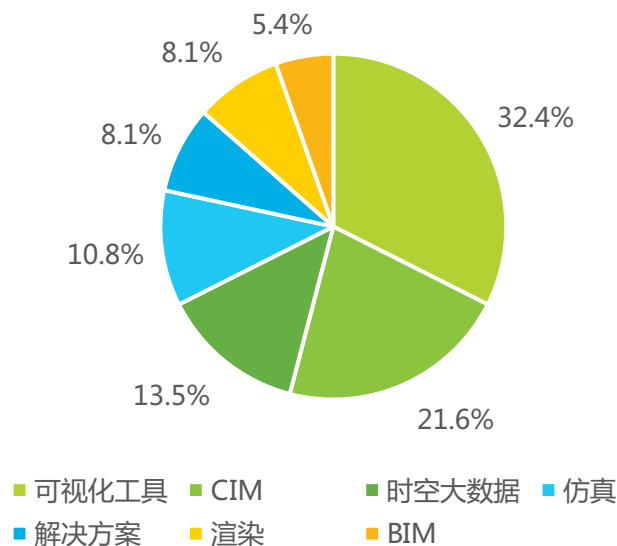
来源：IT桔子，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

初创企业融资情况 (2/2)

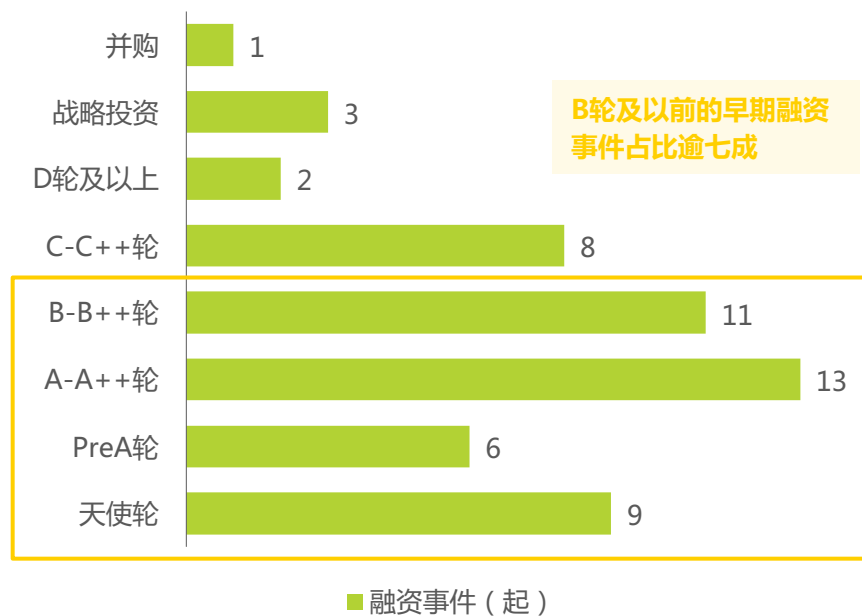
三成以上企业布局可视化PaaS产品，初创企业总体处于成长期

近五年获投的初创企业业务类型主要分布在可视化工具、CIM平台和时空大数据，其中布局可视化业务的企业占比近1/3，两方面因素形成了这一格局。一方面数字孪生城市是地理信息产业、数字建筑业和智慧城市的融合与建设延续，上游BIM、GIS行业和下游解决方案、集成商市场均存在高行业和规模壁垒，另一方面可视化作为支撑性、通用性产品与技术是投入产出比最大、最快实现商业变现的赛道。过往融资轮次集中在早期阶段，可见我国数字孪生城市初创企业多处在成长期。

2018-2022年数字孪生城市获投企业业务类型分布



2018-2022年数字孪生城市投融资轮次情况



注释：1、部分企业的产品和业务类型多样化发展，因此存在一家公司对应多个业务类型的多次计算情况，一家公司最多同时覆盖四类业务。2、部分企业的融资信息未对外公开，因此不在本文统计范围内。

来源：IT桔子，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

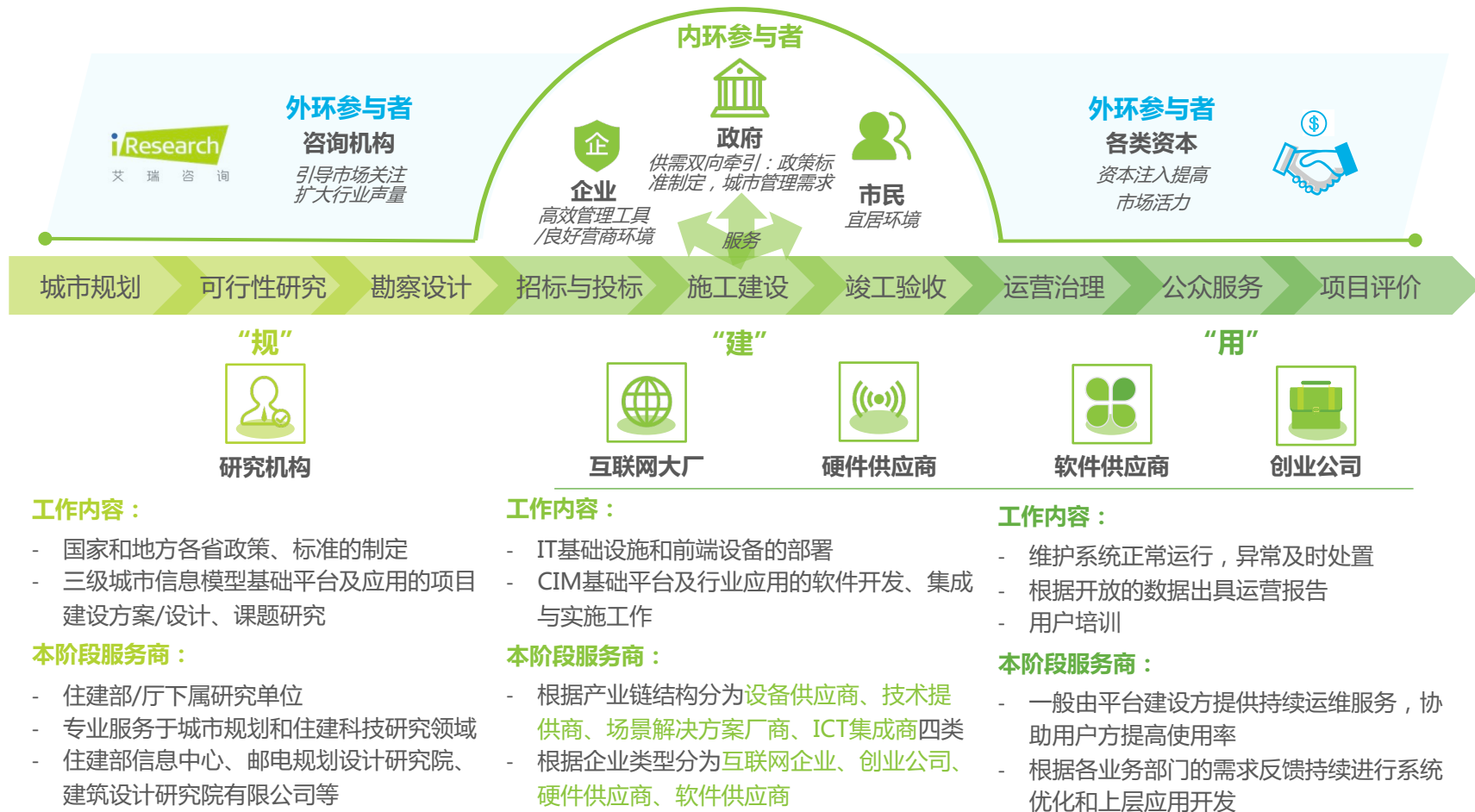
注释：1、“D轮及以上”为D轮到Pre-IPO轮次的融资事件数量。2、统计范畴为数字孪生城市垂直领域的创投事件，不包含布局数字孪生城市的AI企业和主要业务为数字孪生工业的企业。部分企业的融资信息未对外公开，因此不在本文统计范围内。

来源：IT桔子，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

数字孪生城市市场参与者

利益相关方众多，市场初期玩家巨头化特征显著

中国数字孪生城市市场参与者



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

中国数字孪生城市产业图谱

产业链处于整合发展期，行业集中度低，市场格局未定

中国数字孪生城市产业图谱



注释：各版块按公司名称音序排列。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

建设进展

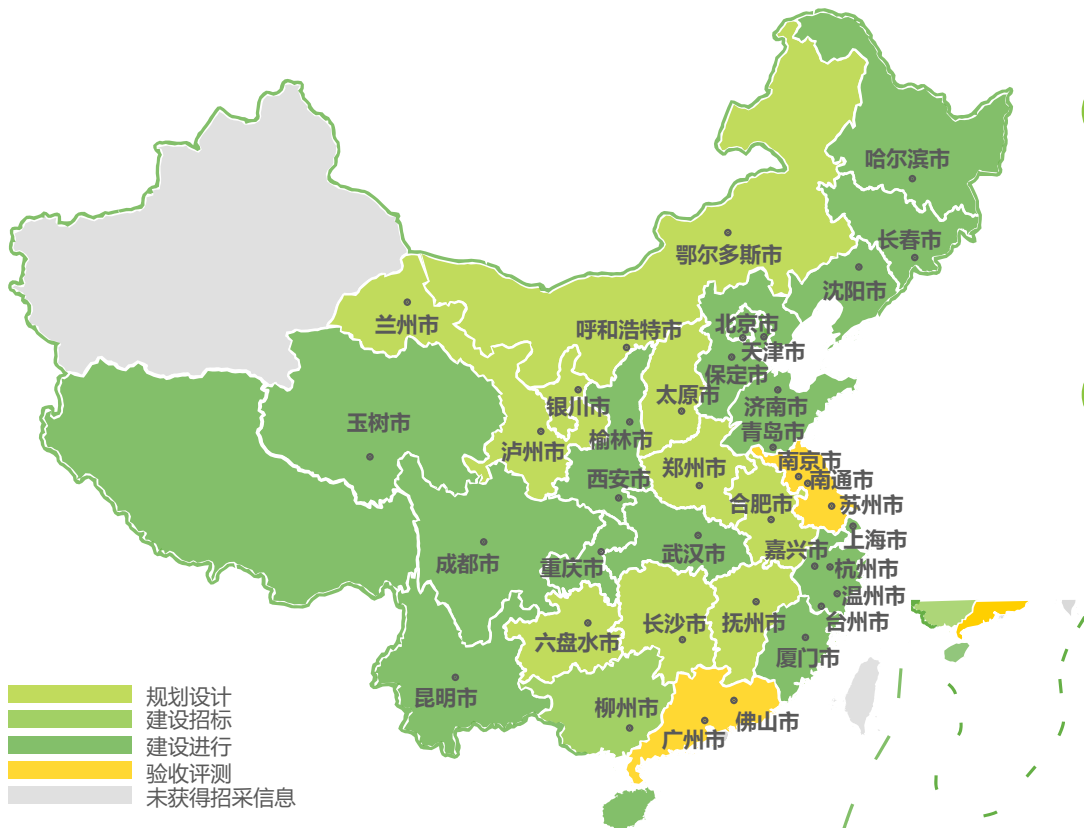
CIM平台与行业应用并进

全国各地CIM平台建设情况

以点带面，未来三到五年CIM平台+应用建设将步入快车道

住建部牵头的城市信息模型平台建设是数字孪生城市的建设重点，基于CIM平台的行业应用将加速规模扩张。目前大部分省份已开始试点城市市级CIM平台的一期建设，广东、江苏等经济发达省份已建立标杆指导，场景化应用同步推进。

各省重点城市CIM建设进展图

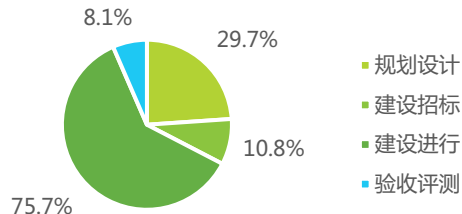


首批试点：2018年11月

- ▶ **试点地区：**广州、厦门、北京城市副中心、南京、雄安新区和中新天津生态城



不同招采阶段重点城市数量占比



CIM平台建设现状

- ▶ **第一梯队：广东领跑全国。**广州作为首批试点城市，于2021年6月完成全国首个CIM基础平台的验收落地，项目周期历时20个月。次年发布白皮书，为其他城市的CIM平台建设提供“广州经验”
- ▶ **第二梯队：北京、山东、江苏、浙江、福建**紧随其后，南京和青岛上合示范区CIM平台已通过验收，杭州CIM平台已进入二期建设
- ▶ **第三梯队：陕西、河北、辽宁、云南、天津**等处处于第三梯队开始进行城市级CIM平台建设，目前CIM平台多以区域级试点形式、基础平台建设为主

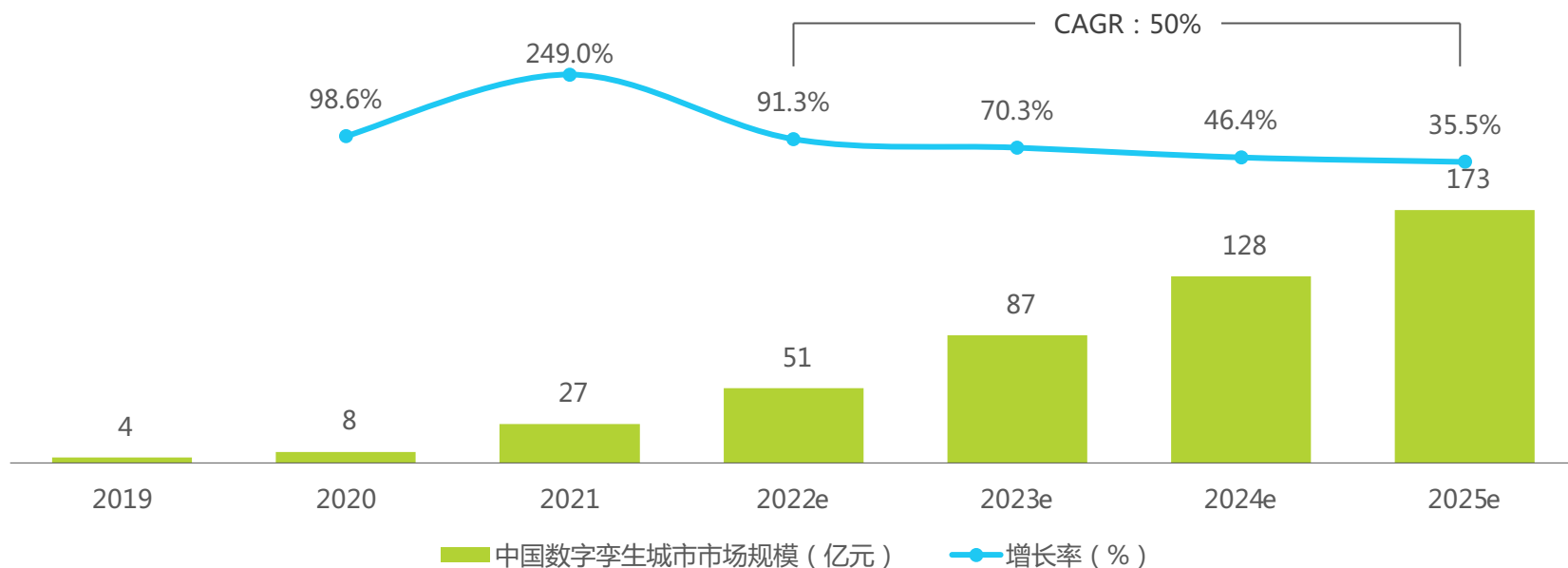
注释：省内多个城市同步建设、进度不同，以进展最快城市为准。
来源：各省公共资源交易平台信息披露，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

中国数字孪生城市市场规模及预测

2022年市场规模突破50亿元，年复合增长率达50%

2022年我国数字孪生城市市场规模预计将突破50亿元，主要建设内容包括城市信息模型（CIM）平台的基础建设和交通、地下空间、安防应急、环保水务等领域的G端（政府和事业单位）市场应用，以及园区、住宅小区等B端市场应用。“十四五”时期内，未来三年复合增长率达50%，高增长预期主要有三方面因素：一是2022年各地试点城市、城区新区的CIM基础平台建设启动，大型区域一般分三期建设完成，在住建部的推进下有望加速建设落地；二是“小而美”微观、局部场景规模落地作为重要补充，“数字孪生城市的价值何在，能否解决切实问题”这一疑问通过典型实践案例得到验证；三是我国数字孪生城市现处于起步阶段，具有显著的低基数效应。随着应用场景的持续探索，数字孪生城市将实现多轮爆发并维持较高增长。

2019-2025年中国数字孪生城市市场规模及预测



注释：市场规模的统计范围覆盖城市信息模型基础平台建设和城市空间管理垂直领域应用，不包含医疗、教育、文旅和能源电力领域的应用，传统建筑信息模型项目建设和标准制定、技术测试等和城市建设不直接相关的资金投入。

来源：专家访谈、公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

定义内涵与技术体系

1

行业现状

2

应用场景

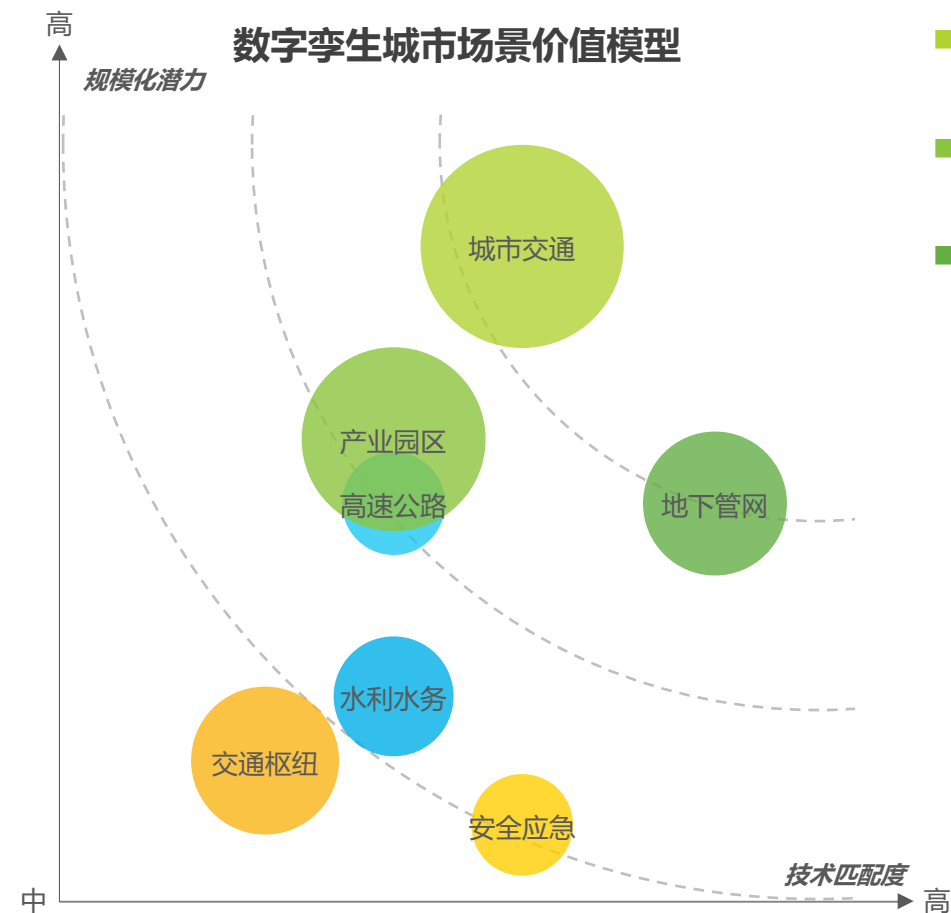
3

思考与呼吁

4

数字孪生城市市场场景总览与价值分析

综合来看，城市交通、地下管廊和产业园区是三大价值场景



■ 思考一：技术价值

理想条件下，能否赋能业务，解决痛点问题？

■ 思考二：商业价值

现实局限下，能否商业落地，实现价值？

■ 思考三：价值现状

当前市场规模如何？

数字孪生与城市业务场景的融合基于许多先决条件，除在技术体系章节讨论过的共性技术难点外，高密度的传感器布设，供算法训练的大量高质量历史数据，充足的资金预算（现阶段数字孪生还很贵）等都是数字孪生城市市场场景价值实现的掣肘因素。模型基于对场景价值的三个思考，总结出**技术匹配度、规模化潜力和市场规模三个维度构建数字孪生城市市场场景化应用综合价值**。从分析结果看，数字孪生在城市运营管理中的渗透率还很低，城市交通、地下管网和产业园区是前三大价值场景，本章将针对上述场景重点分析。

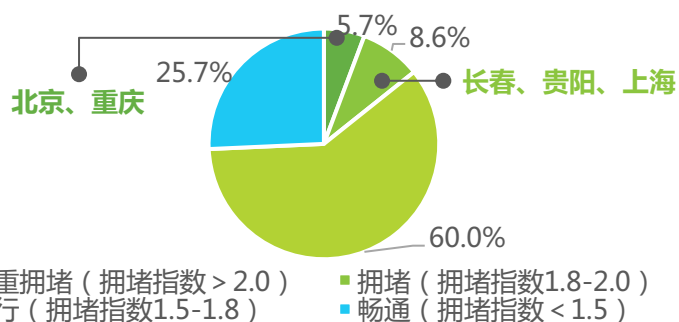
注释：1、应用场景价值模型包含技术匹配度x、规模化潜力y和市场规模z三个一级指标。其中，技术匹配度表示应用场景对数字孪生城市技术能力的需求程度，技术能力包括低时延、控制能力、三维可视化和推演预测四个二级指标，需求程度分为0-5六级；规模化潜力表示未来三到五年数字孪生城市技术实现应用场景快速渗透的商业落地能力，包括历史智慧城市建设投入方向和渗透率、未来信息化需求刚性和数字孪生城市技术在各细分场景下的成熟度三个二级指标，商业能力分为0-5六级；一级指标技术匹配度和规模化潜力的值为相应二级指标值简单算术平均数所得。2、气泡大小指代市场规模大小，气泡越大、市场规模越大。3、仅列示市场规模测算范围下规模较大的业务场景，不穷举。
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

数字孪生城市场景分析 | 城市交通

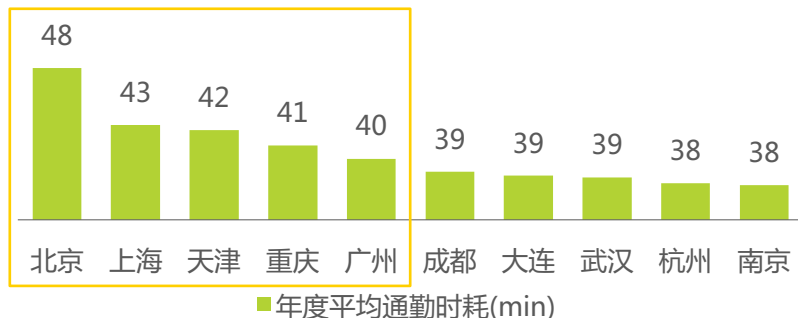
场景痛点：缓解拥堵、预防事故，提高城市承载力和宜居度

缓解交通拥堵、提高通行效率是市民出行和交警交通管理的首要诉求。2021年中国一二线城市中仅1/4的城市处于畅通状态，典型的拥堵城市如北京、上海、重庆等单程平均通勤时间在40分钟以上，中心城区居民甚至要承受60分钟以上的极端通勤，严重破坏了个人生活品质 and 居住体验，引发了身心伤害和社会问题。此外，我国交通事故发生数和受伤人数常年居高不下，近年呈现攀升态势，这一情况亟需得到遏制，引入科学手段防患于未然。

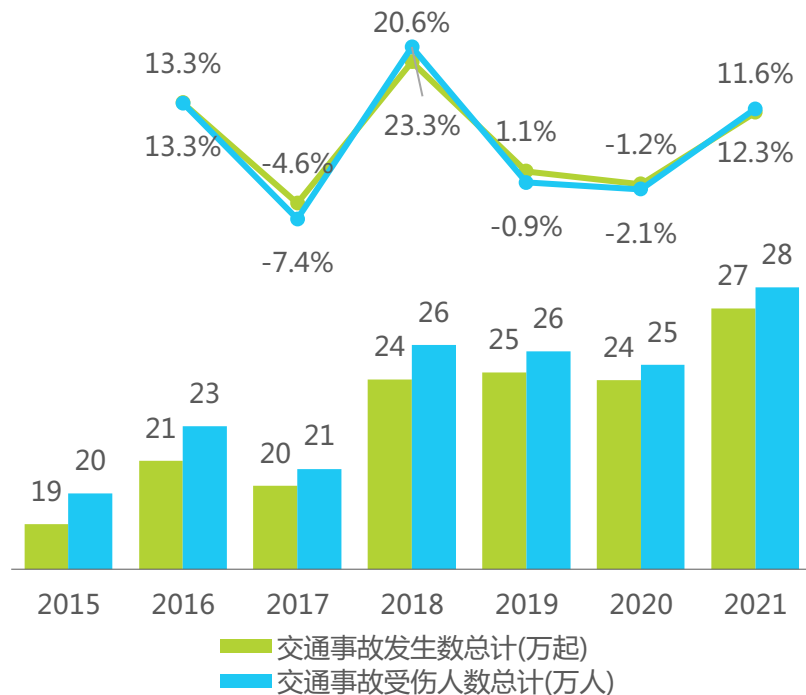
2021年中国一二线城市拥堵情况



2021年全国主要城市单程平均通勤时耗：部分



2015-2021年全国交通事故发生数与受伤人数



来源：1、百度地图交通出行大数据平台2021年度排行。2、中国城市规划设计研究院，《2021年度中国主要城市通勤监测报告》。

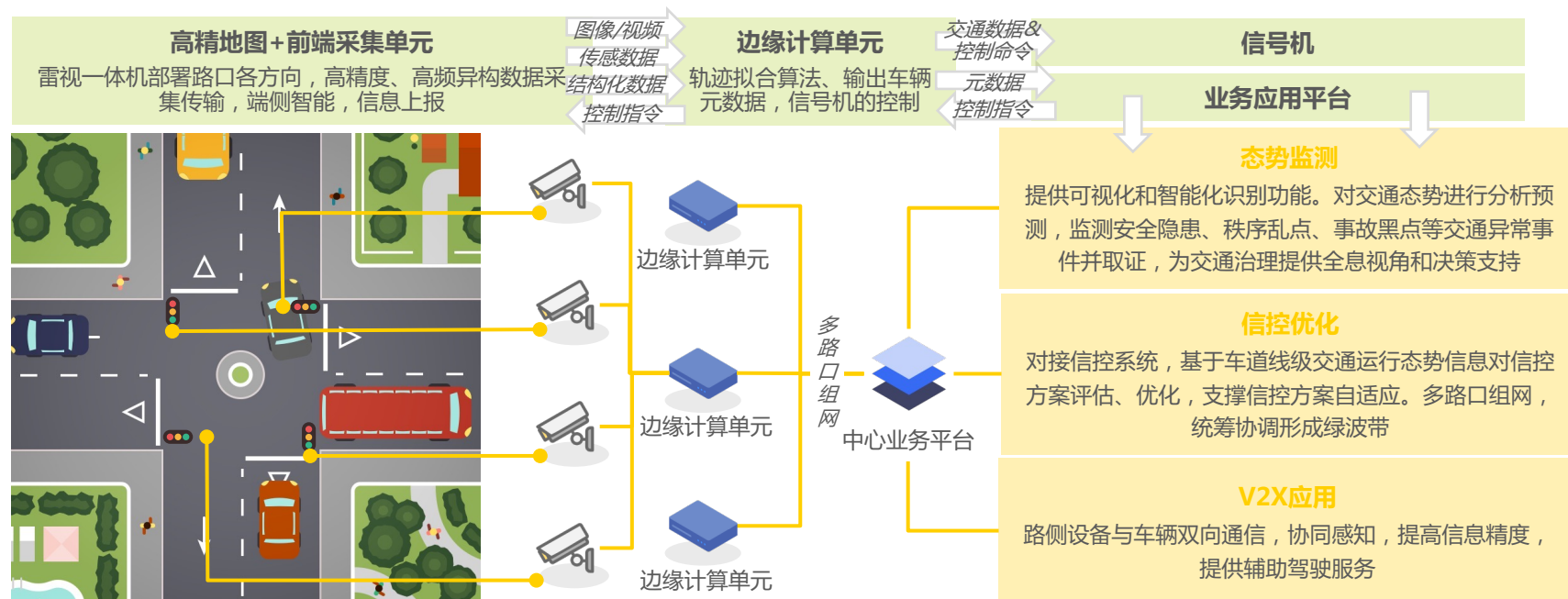
来源：国家统计局。

数字孪生城市场景分析 | 城市交通

车路融合、双向赋能，自动驾驶牵引全息路口规模化建设

十字路口是城市路网的节点，其通畅程度直接影响路网整体通行能力，具有环境复杂、参与者众多、问题频发的特征，全息路口是近年数字孪生在城市交通场景的热点应用。厂商方案多引入激光雷达、毫米波雷达传感器或升级雷视一体机实现多源异构感知数据的融合，扩大感知范围、提升精度，结合高精地图和边缘智能单元，通过场景建模和实时云渲染实现全要素、全天候的实时监测、智能分析和同步调度，多路口组网协同支撑信控自适应构建通行绿波带。目前大量信控设备尚未联网是阻碍场景渗透的主要原因，有赖于基础设施改造进程的推进。除提高通行效率的基础应用外，部分试点开始积极探索车路融合，智能网联汽车丰富、准确的感知信息结合全息路网的全局感知、识别和调度能力，相辅相成提供高质量交通出行能力或是更长时期内的建设重点。

城市交通全息路口部署方案



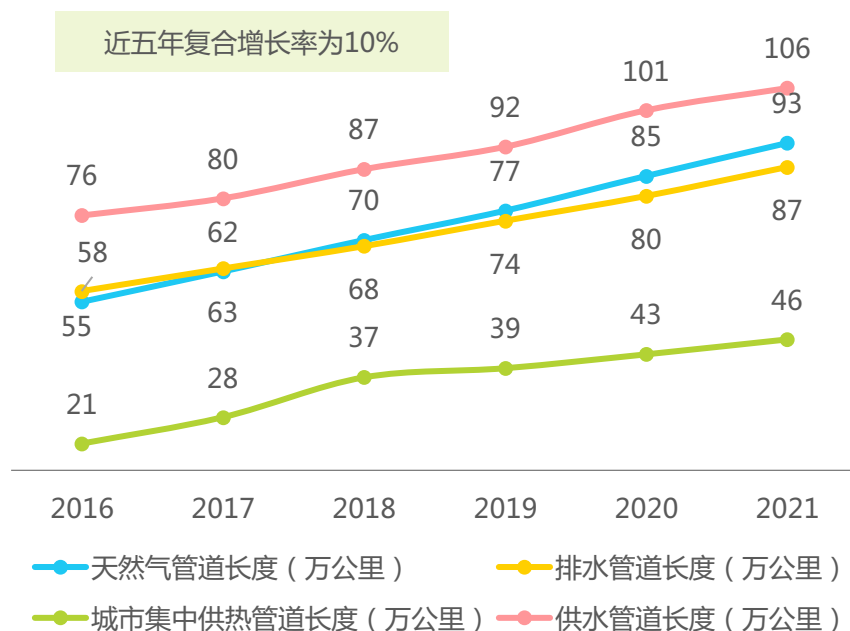
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

数字孪生城市场景分析 | 地下空间

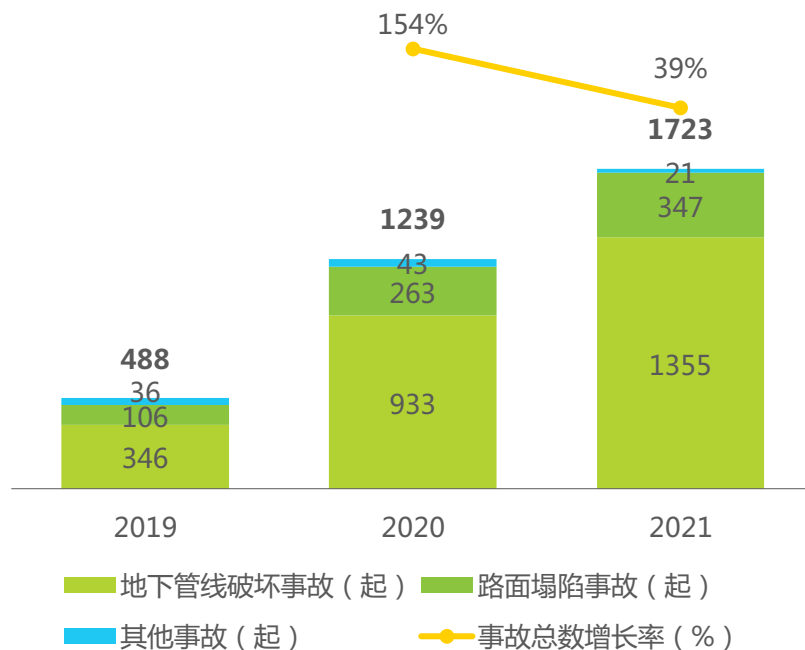
场景痛点：地下管网设施全生命周期的可视、可测、可管

城市地下空间的管网、管线是城市重要的市政基础设施，承担着能源输送、供水排水、信息传输等任务，是社会生活正常有序运转的基础物质条件，具有规模大、范围广、隐蔽性、复杂性特点，2021年底我国天然气、给排水和供热管道长度总计达332万公里，并以10%速率稳定增长，管线运维任务艰巨。我国地下管道存在大量超期服务现象，且信息化建设基础较差，因此事故频发，管网的空间分布、运行状态监测和异常情况管理处置等资产管理相关功能都有待在新一轮更新改造中同步实现。城市管网也喻为城市的动脉，加强管网的智能化管理对城市发展意义重大。

2016-2021年全国城市地下管线长度



2019-2021年全国地下管线相关事故统计



来源：国家统计局。

来源：城市系统所，《2021年全国地下管线事故统计分析报告》。

数字孪生城市场景分析 | 地下空间

场景特点与数字孪生技术高度匹配，中长期具有发展潜力

地下管网独有的隐蔽性和错综复杂的特点使三维可视化极大的发挥了场景价值。基于数字孪生技术，摸清错综复杂的管网位置分布和空间层级，实时掌握管网运行状态，对故障/异常的发生进行预判、识别、精准定位和高效处置，避免市政建设过程中的多次开挖，降低施工中地下设施的矛盾与事故隐患，提高管线工程规划设计、施工与管理的准确性和科学性，减少因规划失策造成的经济损失，缩短建设周期等，是数字孪生+地下管网解决方案的核心应用价值。我国地下管网规模大、范围大、信息化基础差，一蹴而就的全面铺设显然不现实，需要在重点区域试点建设、以点带面、稳步渗透。

数字孪生+地下管网解决方案

运行监测

基于数字孪生技术，以三维GIS为底座，整合供水、排水、燃气、热力、供电、通信等多领域信息，实现管网整体分布到局部管廊的三维展示，对管网地上地下分布态势、坐标、走向、实时运行情况、管廊管线健康状态、部件工况等信息进行实时监测分析，辅助用户高效掌握大规模管网运行态势，由被动化管理向主动化、智能化管理转变，有效提升管网安全管理水平

异常处置

精准定位故障点位、实时推送故障点位的归属和区域负责人、事件类型和状态等信息。自动下派工单指定责任主体进行处置，工单流转和处置进展可实时追踪查看；时候生成事件报告供复盘分析，缩短故障处置时间，提高管网系统复原力。实现了事件主动感知、工单指令精准分发、处置进度实时跟踪、事件办结追溯评估的全流程可视、可查，提升了事件处置效能

预判预警

根据实时、历史运行数据，构建风险评估模型和分级预警机制，对管网运行负荷、溢流、温度突变、堵塞以及恶劣天气影响等情况进行分析预判，辅助用户及时发现安全隐患并进行检修维护，同时为开展应急模拟提供模型支撑。推动管网监管从被动服务、事后处置、人力巡检向主动发现识别、事前预警、智能化管理转变

“平台+生态”策略，助力园区数字化转型、加速产城融合

当前园区具有体量大、人口多、业态丰富、科技汇聚的趋势特点，这对园区运营方的管理能力提出新挑战。万睿科技数字孪生园区解决方案通过底层数字底座提供数据、模型、算法等技术能力，向上承接业务侧平台及场景化应用，一方面服务于园区管理者和物业，提供实时监控、指挥调度、运营决策等服务，保障园区正常有序运营，赋能管理者降本提效；另一方面服务于企业和人员，优化工作生活体验。

万睿科技数字孪生园区解决方案架构和成功实践



来源：万睿科技，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

数字孪生城市典型厂商案例

依托于数字孪生PaaS平台，承接拓展多样化智慧空间应用

万睿科技是万物云旗下智慧空间解决方案提供商，业务聚焦于城市空间的建设与运营，推出的星云空间数字孪生PaaS平台主要由物联网平台、可视化平台、音视频平台和AI平台构成，自研了物联设备接入、硬件即插即用、物模型管理等核心技术，针对性的封装平台能力，有效减少了定制或二次开发，提高研发效率、降低成本的同时有效缩短了项目交付周期，在技术能力、行业know-how和项目实施交付方面优势显著。未来万睿科技将持续探索数字孪生+空间的行业应用、拓宽业务赛道，截至目前星云平台已在全国47个城市落地，覆盖河流水质、园林绿化、环卫垃圾、安全巡查等类型项目。

万睿科技产品体系及优势

星云空间数字孪生PaaS平台



云边协同

灵石边缘服务器

异构接入 | 算法 | 状态 | 边缘计算 | 容器服务 | 日志管理 | 设备升级 | 文件储存 | 调试

自研核心技术优势

- **设备接入即插即用**：通过配置工具实现协议层打通，已适配超过一百类常用设备，在城市、园区、社区等五大垂直领域实现了常用设备大类100%即插即用
- **标准物模型**：统一“物”语言，设备与应用解耦
- **边缘服务器**：通用服务器叠加平台场景化算法，提供高可控、高可用、低噪声、远程运维和即开即用的空间应用等边缘平台能力
- **空间可视化**：提供2D\2.5D\3D，乃至游戏级的场景可视化能力

竞争优势

- **全面服务、快速集成、成本可控、交付稳定**
- **城市空间多场景覆盖**（工地/社区/园区/酒店/街道/城市安全巡查等），**并持续探索拓展**

定义内涵与技术体系

1

行业现状

2

应用场景

3

思考与呼吁

4

中国数字孪生城市的思考 | 标准统一

迫切需要提供各级政府、行业厂商的建设行动指南

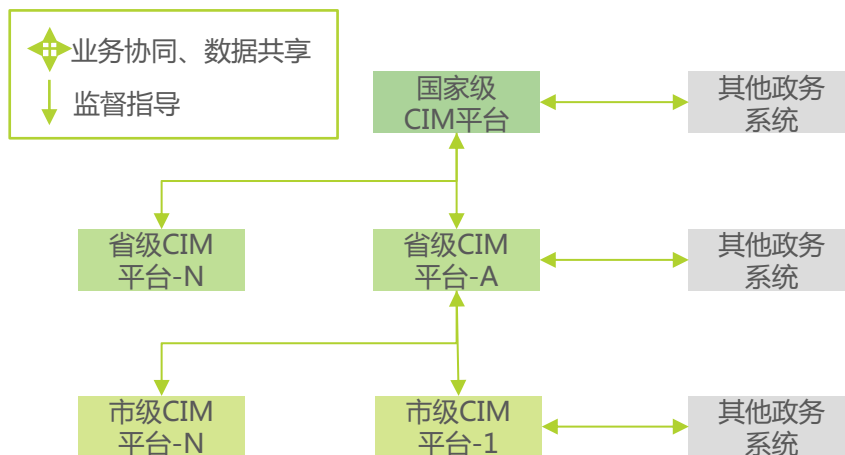
阻碍数字孪生城市行业发展和系统价值释放的因素千头万绪，但其中首要问题是统一行业标准，一套国家层面的标准体系在数字孪生城市落地建设和长效运营中作用举重若轻。数字孪生城市作为一项新兴技术，可供参考借鉴的标准规范较少，需要结合各地对于标准体系和基础标准的实践探索，及时总结共性经验，构建统一的、共性的、内容全面的标准体系。建议重点关注以下几个方面：1) 系统建设，重点突破。从顶层设计系统建设标准的同时，针对企业多次呼吁、重点反馈的细分标准，如城市物联网技术框架/技术协议的统一，提高优先级，缩短研究实施周期；2) 横向：中央标准和地方标准的协同发展。各地针对CIM平台出台标准，对建设内容、交付要求、数据共享交换等方面的理解不一，存在标准重复建设、资源浪费风险；3) 纵向：各级建设融会贯通。包括自下而上的数据传导和共享与自上而下的业务监督和管理机制，逐级双向高效交流。

标准化是新型智慧城市规范、有序、健康发展的重要保证，需要通过政府主导，逐步建立起产业统一标准，并从核心技术研发、信息化基础等多个环节予以加强。厂商侧需抛开利益之争、积极响应标准，数字孪生城市才能从理念走向普遍应用。

城市物联网协议的统一



三级城市信息模型基础平台体系



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

来源：《城市信息模型基础平台技术标准》，艾瑞咨询研究院整理及绘制。

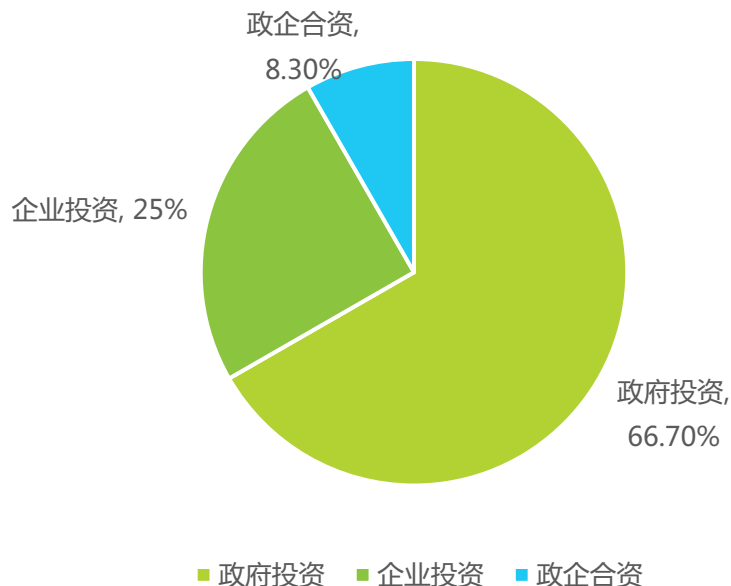
中国数字孪生城市的思考 | 资金来源

创新商业模式，引入社会资本共建迫在眉睫

数字孪生城市建设的必要性和价值已得到论证，但其面临着智慧城市建设阶段同样的问题，建设资金从哪里来。多技术融合的技术密集型行业，复杂巨系统的建设需要厂商投入大量的资金和人力成本，工程周期长且充满变数，项目单价成本持续堆高，**庞大的资金问题始终没有找到解决之道，如果完全依赖政府预算采购，显然不可持续。**

根据信通院对数字孪生城市申报案例建设资金来源的统计，约三分之二的数字孪生城市项目为政府采购，仅四分之一为企业投资，剩余比例为政企合资建设，现阶段政府资金在建设资金来源中仍占绝对主导，数字孪生城市的商业模式过于依赖政府。**政府扶持牵引在新兴技术行业发展初期固然重要，但未来亟需寻求新的商业模式，将系统价值转化为实际应用效益，引入社会资本共建共赢。**

数字孪生城市建设资金来源比例：申报案例



来源：信通院，《数字孪生城市：框架和全球实践》。

中国数字孪生城市的思考 | 市民服务

以人为本是数字孪生城市的题中应有之义

当前的数字孪生城市建设多聚焦于服务城市空间运营治理者，市民间接受益，直接面向市民的应用和服务很少，数字孪生城市建设并未显著提升市民的获得感，尽管现处于建设初期，但市民服务应放在数字孪生城市建设规划和方案设计上的重要位置。一网通办是智慧城市建设阶段政务服务领域以人为本的典型应用，在数字孪生城市建设的新阶段应充分调研、分析市民在城市生活中的刚性需求，创新能形成用户沉淀的核心应用，提升市民居住体验，有限度的、有效的开放政府数据、探索商业化模式，鼓励市民参与城市管理互动，政企端应用和C端应用协同发展，才能实现数据的服务价值和数字孪生城市的规模化铺开。市民服务当前可探索的方向有基于全面感知的辅助驾驶、路况查询与出行计划安排，城市应急/灾害的预警、信息同步、救援请求与位置同步，城市居民出游的方案规划和AR导航等。

数字孪生城市的未来畅想



来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

关于艾瑞




艾瑞咨询是中国新经济与产业数字化洞察研究咨询服务领域的领导品牌，为客户提供专业的行业分析、数据洞察、市场研究、战略咨询及数字化解决方案，助力客户提升认知水平、盈利能力和综合竞争力。

自2002年成立至今，累计发布超过3000份行业研究报告，在互联网、新经济领域的研究覆盖能力处于行业领先水平。

如今，艾瑞咨询一直致力于通过科技与数据手段，并结合外部数据、客户反馈数据、内部运营数据等全域数据的收集与分析，提升客户的商业决策效率。并通过系统的数字产业、产业数据化研究及全面的供应商选择，帮助客户制定数字化战略以及落地数字化解决方案，提升客户运营效率。

未来，艾瑞咨询将持续深耕商业决策服务领域，致力于成为解决商业决策问题的顶级服务机构。

联系我们ContactUs

 400-026-2099

 ask@iresearch.com.cn



企 业 微 信



微 信 公 众 号

法律声明

版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

合作说明

该报告应用场景章节包含部分企业的商业展示，旨在体现行业发展状况，供各界参考。

为商业决策赋能

EMPOWER BUSINESS DECISIONS



艾 瑞 咨 询