

# 计算机

## 数字孪生：To B 元宇宙开局之道

作者：

分析师 缪欣君 SAC执业证书编号：S1110517080003

联系人 刘静一



行业评级：强于大市（维持评级）  
上次评级：强于大市

# 摘要

**1、产业（To B）元宇宙是数字经济的高阶信息表达：**元宇宙受到关注的根本原因在于生产效率和经济发展需要新的形式来突破现有瓶颈，而元宇宙可以在空间维度上突破物理世界的限制，帮助迭代技术、提高决策和运营效率。

相对于消费元宇宙（元宇宙在C端的落地），产业元宇宙（元宇宙在B端的落地）现阶段已初步具备规模化落地的基础（数字孪生）。我们认为产业元宇宙是数字经济的终极形态，其将众多理念、技术、数据整合在一起，为各种传统行业的数字化转型服务。

**2、数字孪生联接虚实世界，是产业元宇宙的基础：**我们认为数字孪生将是连接虚拟和现实世界“虫洞”的底层基础，而当数字孪生向产业元宇宙进阶的过程中，我们认为有望拉动GPU、5G网络以及算法层面的产业发展，并带来相关领域新的投资机会。

根据解决方案聚焦的维度不同，我们将数字孪生核心节点上的公司分为通用型公司和场景型公司，其中通用性公司根据其核心能力可进一步划分为工具型公司、项目型公司和生态型公司，并认为各类型公司未来发展的关键在于产品化、垂直行业渗透以及完整生态的构建；场景型公司主要聚焦在数字孪生场景里的某一个要素，包括BIM、GIS、工业软件等专业软件提供商。

从落地场景来看，现阶段数字孪生主要有智慧城市、自动驾驶和工业互联网三个落地场景，其中中国在智慧城市领域落地处于全球领先水平，而美国和德国在工业互联网领域的落地较为领先，我们认为主要与各国历史背景、基础技术和政策环境间的差异有关。但是我们看好国内公司在工业互联网场景下生产流程监控与处理方向的发展，并认为数字孪生有望借助此机会帮助我国在工业软件领域实现弯道超车。

# 摘要

**3、数字孪生市场发展潜力大，投资机会多元：**我们认为数字孪生产业发展的驱动力传导链条为政策—技术—应用。根据我们对于“十四五”期间数字经济发展目标的拆解测算，我们认为**数字孪生产业有望在十四五期间得到较程度的发展。**

从下游需求来看，我们选取不同场景对数字孪生方案的ROI进行测算，根据我们的测算结果，数字孪生技术能够为各场景使用方带来显著经济收益，故而我们认为下游对于数字孪生技术的需求更多在于业务驱动而非政策推动。

从市场规模来看，我们预计数字孪生在智慧城市、自动驾驶和工业互联网场景下的市场规模约为100-200亿元、74-83亿元、484-727亿元，且未来有望维持较高速率持续扩大。

从投资机会来看，我们基于不同场景的格局差异，认为智慧城市场景下**工具型公司和聚焦垂直行业场景的公司有较大投资机会**、自动驾驶场景**深度参与标准制定的公司有较大发展潜力**、工业互联网场景下由于整体市场规模大最终市场格局可能呈现出**多层次的结构**。

**风险提示：1）行业内公司在数字孪生领域的布局有变动调整的风险；2）报告中对于行业内公司类型的分类存在主观判断；3）报告中对于市场规模和ROI的测算存在主观假设；4）政策落地不及预期；5）行业竞争格局加剧等**

# 目录

## 1、前言：产业元宇宙和数字经济

- 1.1 元宇宙本质：以“质变”突破“量”的极限
- 1.2 元宇宙双足并进：消费侧（C端）与产业侧（B端）
- 1.3 聚焦产业元宇宙：落地触手可及&数字经济的终极形态

## 2、数字孪生：连接虚拟与现实的“虫洞”

- 2.1 数字孪生：产业元宇宙的雏形阶段
- 2.2 数字孪生产业图谱
- 2.3 数字孪生应用场景

## 3、数字孪生投资要素

- 3.1 行业发展驱动因素
- 3.2 行业投资逻辑
- 3.3 行业跟踪指标

## 4、风险提示

- 2.1.1 从物理世界到虚拟世界：数字化向数字孪生的进阶
- 2.1.2 从虚拟世界到虚实结合的世界：数字孪生向产业元宇宙的进阶

- 2.2.1 数字孪生流程定义
- 2.2.2 数字孪生产业链全景图
- 2.2.3 数字孪生产业上市公司概览
- 2.2.4 数字孪生产业核心厂商

- 2.3.1 智慧城市
- 2.3.2 自动驾驶
- 2.3.3 工业互联网

- 3.1.1 驱动力传导链条
- 3.1.2 定量视角下的驱动因素分析

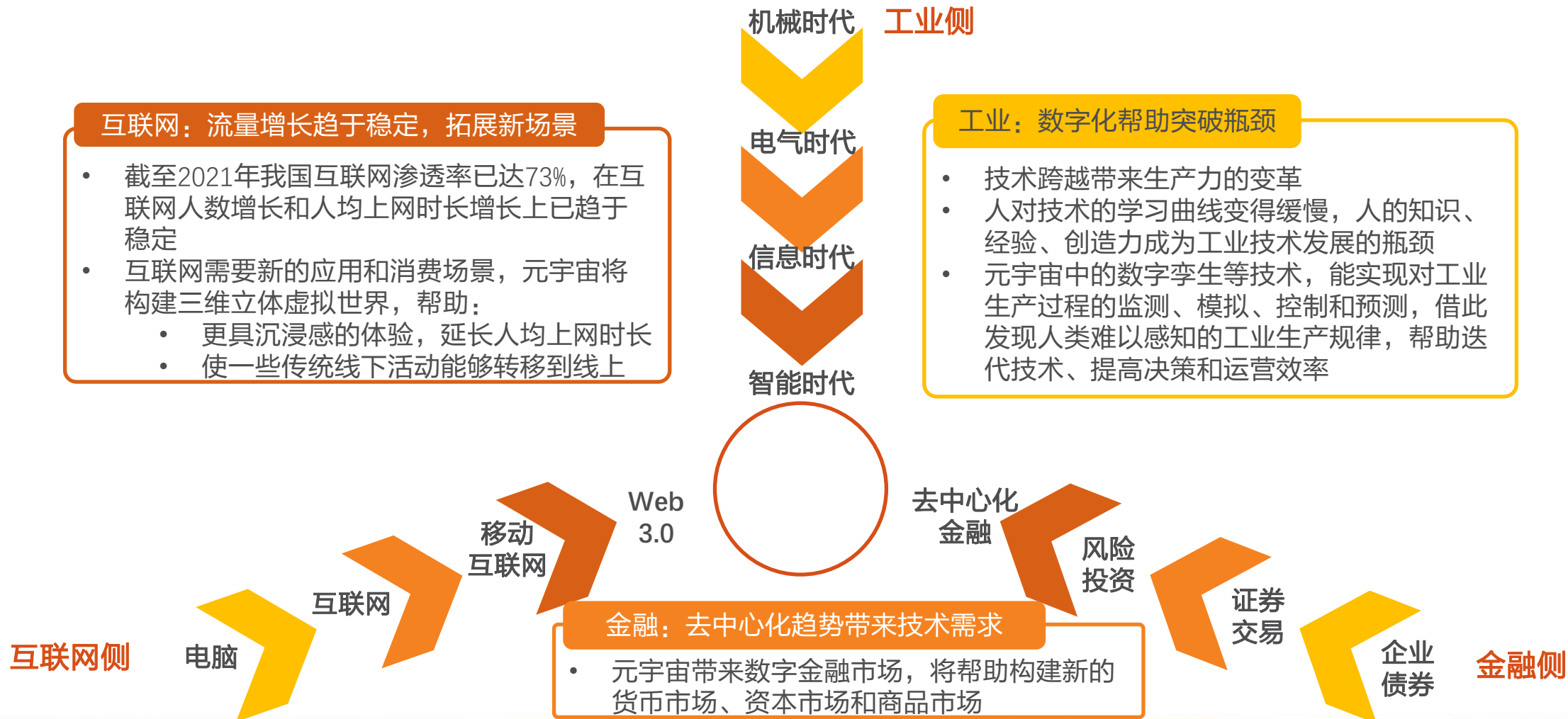
- 3.2.1 三大核心问题分析：
  - 1) 业务诉求有多强
  - 2) 市场规模有多大
  - 3) 竞争格局推演
- 3.2.2 投资逻辑梳理

# 1

## 前言：产业元宇宙和数字经济

# 1.1 元宇宙本质：以“质变”突破“量”的极限

- 我们认为元宇宙的核心在于基于数字孪生、超级运算、人工智能、虚拟现实等科技手段，通过对现实世界的数字化，来加强人际交流和人机交互，提高虚拟现实体验和智能决策水平，最终实现数实结合、虚实结合



## 1.2 元宇宙双足并进：消费侧（C端）与产业侧（B端）

- 消费元宇宙能实现游戏、社交等诸多娱乐生活场景的空间再造，其核心是虚实交互，注重用户的体验、交流与创造。
- 产业元宇宙能实现工业生产、建设等应用场景的数字映射，其核心是数字化，注重虚拟世界对现实的赋能（降本增效）。

	消费元宇宙	产业元宇宙
侧重点	交互	数据
客户群体	C端	B端
技术和设备	VR/游戏引擎等	数字孪生/人工智能等
应用场景	社交/游戏	工业生产/城市建设
优势	激发人们在虚拟世界中的创造和交流	加强人们对物理世界规律的掌握
元素	1) 沉浸式虚拟体验 2) 创作激励机制 3) 社交网络体系 4) 去中心化的经济体系	1) 大量的现实数据 2) 高精度的建模和仿真技术 3) 人工智能辅助系统 4) 反馈系统
结果	虚拟化体验	降本增效、服务实体

## 1.2 元宇宙双足并进：消费侧（C端）与产业侧（B端）

### 消费元宇宙发展历程

- 1992 尼尔·斯蒂芬森的科幻小说《雪崩》出版，首次提出“元宇宙”
- 1994 首个UGC游戏《Web World》上线，可游览、社交和改造场景
- 1995 任天堂VR设备Virtual Boy上市，但因技术受限迅速销声匿迹
- 2006 兼容虚拟世界、休闲社交的UGC游戏《Roblox》问世
- 2012 Oculus Rift问世，因技术出现重大进步，VR热潮重启
- 2018 科幻电影《头号玩家》上映，使得元宇宙世界更加具象
- 2020 疫情带来线上教育、远程办公等需求，促进元宇宙产业发展
- 2021 Roblox首次将“元宇宙”概念写进招股说明书
- 2021 中国国际数码互动娱乐展览会组委会举办了首届“中国元宇宙产业发展论坛”
- 2021 Facebook将公司名称更改为“Meta”，新名称正是元宇宙“Metaverse”的前缀
- 2022 全国政协委员、佳都科技集团董事长刘伟在两会期间建议出台“元宇宙中国”的顶层设计方案，推进元宇宙技术产业发展，建立相关监管治理体系。

### 产业元宇宙发展历程

- 1970 NASA利用阿波罗十三号的虚拟模型修复了氧气爆炸的问题
- 1985 ESI和大众汽车合作成为首个开发模拟软件以分析汽车碰撞变形的公司
- 1997 ESI合并Framasoft软件业务，提供核工业机械仿真解决方案
- 2003 ESI并购美国EASI公司的CAE仿真设计和控制软件环境
- 2003 数字孪生的设想首次出现于Grieves教授在密歇根大学的产品全生命周期管理课程上
- 2007 西门子AG收购UGS，成立Siemens PLM Software，成为建模、仿真和测试软件平台的龙头供应商
- 2010 “数字孪生”一词在NASA的技术报告中被正式提出
- 2015 国务院推进“互联网+”、产业互联网在B端和G端落地加速
- 2020 首次指出数字孪生是七大新一代数字技术之一，提出开展数字孪生创新计划
- 2021 英伟达发布Omniverse平台，这个易于扩展的开放式平台专为虚拟协作和物理级准确的实时模拟打造，定位为工程师的元宇宙
- 2021 国务院印发“十四五”数字经济发展规划，提及数字孪生等产业元宇宙相关概念



## 1.3 聚焦产业元宇宙：落地触手可及

### 为什么我们聚焦产业元宇宙？

#### 相关技术发展更加成熟

产业元宇宙相关基础技术相对成熟：渲染、建模、仿真、分析预测等已有成熟解决方案：

- 消费元宇宙的核心在于“低延时”和“沉浸感”，这需要VR/AR/MR软硬件作为交互基础、丰富的内容生态构建、以及强大的视觉算法做支撑，现有技术尚在迭代过程中
- 消费元宇宙的很多落地项目存在沉浸感差和成本高的问题，对用户体验和效益提升有限

#### 规避对元宇宙的众多质疑

产业元宇宙注重对现实世界的赋能，目的为降本增效，规避了众多对元宇宙概念的质疑和担忧：

- 规避了人为何需要消费元宇宙创造虚拟世界“第二人生”的质疑
- 规避了对消费元宇宙对人的体验和效应提升有限的质疑
- 规避消费元宇宙面临的道德法律隐忧，不涉及隐私保护、科技伦理、网络成瘾和法规制定等问题
- 产业元宇宙使用前沿技术服务于现实世界，帮助生产经营实现降本增效，在现有B端G端数字化转型的环境中更具实用性

#### 身临其境体验感要求低

产业元宇宙对虚实交互的要求相对较低：

- 消费元宇宙强调虚拟化和身临其境的体验感，产业元宇宙更注重科学决策而非体验感，更关注数据的真实可靠和分析预测
- 两者目的差异导致对虚实交互性要求差异，因此目前交互设备如VR/AR/MR仍存的眩晕感、不真实感等问题不会阻碍产业元宇宙的发展

## 1.3 聚焦产业元宇宙：数字经济的终极形态

- 我们认为产业元宇宙是数字经济的终极形态，是将众多理念、技术、数据整合在一起，共同为实体经济、为产业发展赋能的数字经济的一个高级阶段，其存在本质意义是为各种传统行业的数字化转型服务。
- 诺贝尔物理学奖获得者乔治·斯穆特：“虚拟现实的未来不在于构建魔术般的幻境，而是为现实生活带来积极改变。”
- 我们认为数字经济的发展在不同的时代背景下体现为不同类型的数字表达：互联网时代的数字经济主要是2D信息的表达；而在最近十年我们正拥有了创建3D世界的技术；未来当我们可以虚拟世界中无比真实地感觉到空间和时间时，我们有望面向接近4D的阶段，即虚拟与现实共生，而我们认为这有可能是数字经济最终的阶段。

### 2D信息表达

21世纪的前20年，互联网时代的数字经济主要是2D信息的表达，即文本、语音、图像、视频

### 3D世界创建

最近十年，随着虚拟现实、数字孪生等技术的突破，我们正拥有了创建3D世界的技术，主要体现为创建全新3D世界或为物理世界建模

### 接近4D空间

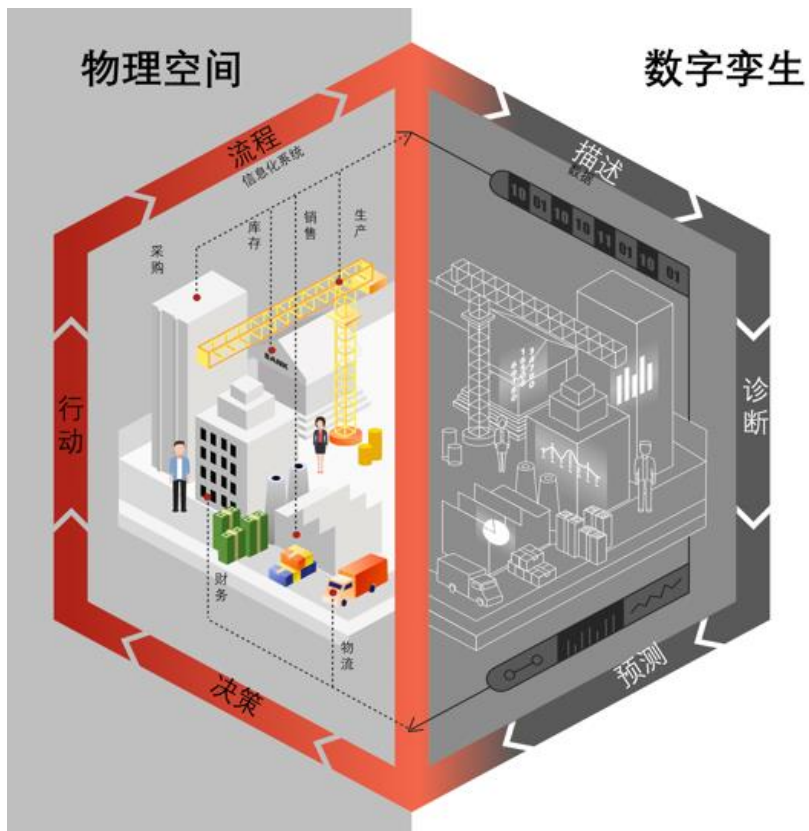
接下来的几十年，随着虚拟现实等前沿高端技术再度突破，我们可能进入产业元宇宙的成熟发展阶段，届时我们可以在虚拟世界中无比真实地感觉到空间和时间，即接近4D的阶段，也是数字经济最终的阶段——虚拟世界和现实世界间来去自由，在哪一边都有完整的经济体系、社会制度等

# 2

## 数字孪生：连接虚拟与现实的“虫洞”

## 2.1 数字孪生：产业元宇宙的雏形阶段

### 2.1.1 从物理世界到虚拟世界：数字化向数字孪生的进阶



#### 数字化转型遵循由实到虚

数字化转型强调使用数据对真实物理世界进行精准复刻，打造数字模型，实现对物体实体模型的设计决策和跟踪监测



#### 数字孪生解决由实到虚的连接问题

数字孪生将是连接虚拟和现实世界“虫洞”的底层基础：

- 数字孪生在数据整合、分析的基础上，在数字空间实施构建物理对象的数字化模型，实现由实到虚
- 物理信息传递到虚拟世界后，通过模拟、验证、预测和控制物理实体全生命周期行为，进行最优化决策以提高效率，最终实现虚拟实体对物理实体的反馈赋能。由此可见，数字孪生解决方案已经初具产业元宇宙赋能产业、降本增效的雏形

## 2.1 数字孪生：产业元宇宙的雏形阶段

### 2.1.2 从虚拟世界到虚实结合的世界：数字孪生向产业元宇宙的进阶

特性	技术发展方向	先进技术	具体落地
实时协同	计算速度加快	高性能GPU加速计算 AI算法 高速存储访问	英伟达发布了用于驱动大规模数字孪生的英伟达OVX计算系统，结合了高性能 GPU 加速计算、AI 算法并配备了高速存储访问、低延迟网络、精确计时，将被用于实时模拟复杂的数字孪生
	低延时网络	构建完整数据中心集群	应建立实时响应和支撑的数据中心来支持庞大数据传输。OVX软硬件结合的数据中心和计算系统，在新一代以太网平台Spectrum网络架构下，结合RTX GPU 硬件和各项网络组件，打造低时延网络
物理准确性	仿真精准度提高	基于物理学机器学习神经网络模型的交互式AI模拟	英伟达 Modulus AI 框架以及英伟达 Omniverse 3D 虚拟世界模拟平台，可以实时创建基于物理信息的交互式AI模拟，模拟速度更快（传统模拟速度的1万倍），建模精度更高（置信度提升）
	渲染性能提升	高性能GPU加速计算 实时渲染平台/引擎	Omniverse 支持多种可兼容Pixar Hydra 架构的渲染，包括全新 Omniverse RTX 渲染器，充分利用 NVIDIA Turing 和下一代 NVIDIA架构中的硬件 RT内核，实现了实时硬件加速光线追踪和路径追踪
决策智能化	分析和预测 准确性提升	AI算法	英伟达使用AI方式操作和运营数字资产，使用图形功能、人工智能功能和运算功能实现对数字模型的分析 and 预测，辅助决策，搭建由虚到实的桥梁
沉浸体验	监测和预测结果 展示更逼真	3D可视化、VR、AR、MR	Omniverse View的AR/VR 扩展CloudXR，可将3D数据流传输到外设上的应用程序中，对虚拟实体实现沉浸式的交互体验
连接融合	分工协作	创建云平台，平台连接的设备实现云端迭代、共享和协作	一年时间内，英伟达Omniverse连接增加10倍，其中82种连接是通过扩展的Omniverse生态系统增加的；推出Omniverse Cloud，允许来自数十亿台设备的用户在任何地点对存储在Cloud中的模型进行3D设计协作和模拟，并通过发送链接即时邀请其他合作者加入会话。

数字化→数字孪生→产业元宇宙的进阶过程，包含的市场机会：

**硬件：GPU**

产品性能提升→刺激GPU需求

**网络：5G**

商业落地加速→建立5G生态

**软件：算法**

AI算法/图形渲染引擎/仿真建模

## 2.2 数字孪生产业图谱

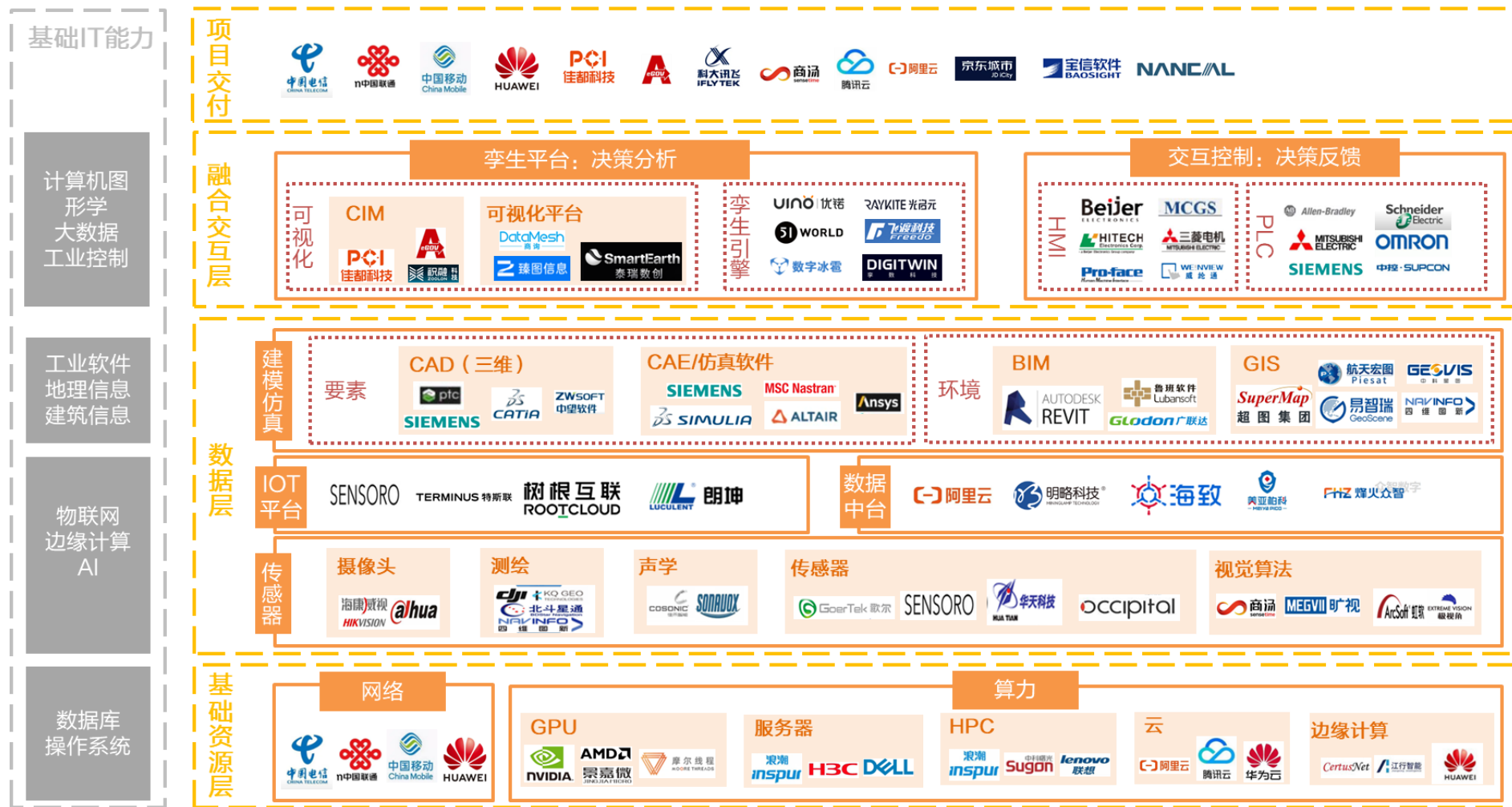
### 2.2.1 数字孪生定义

- 我们认为数字孪生并不对应某一项特定技术，而是由实到虚、再由虚控实的整个流程闭环，在这一闭环中存在多流程环节，每一环节由特定领域的成熟技术做支撑。
- 我们认为数字孪生流程中核心节点段为数据——建模——仿真模拟——预测分析，在这一过程中数字孪生解决方案提供商主要从三个方面解决现存问题从而提供价值增量：1) 多源数据的融合；2) 三维可视化渲染；3) 模拟分析场景构建，并基于给定模型和运行规律在平台内进行模拟分析。



## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.2 数字孪生产业链全景图



## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.3 数字孪生产业上市公司概览

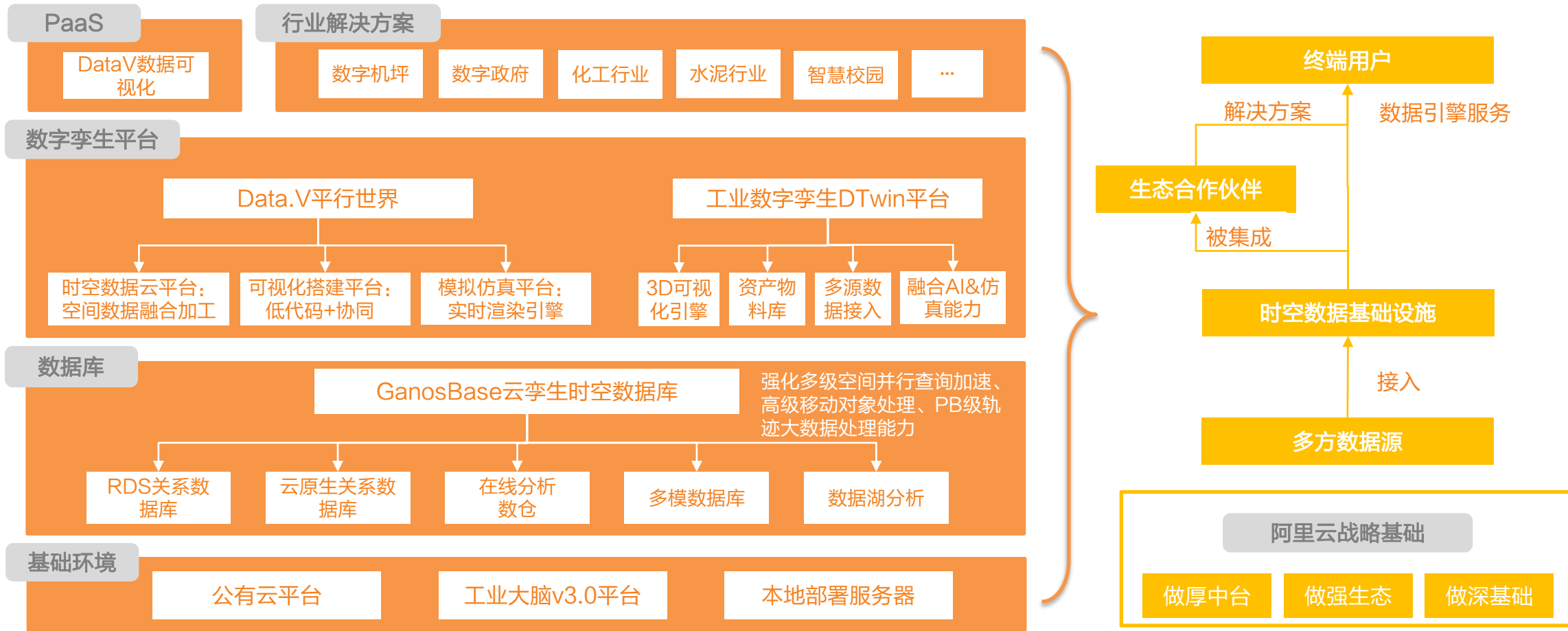
公司类型	公司名称	产品	产业链定位
运营商	中国移动	OneNET物联网平台/OneZone智慧社区	项目定制开发
	中国联通	定制化孪生平台开发：冬奥智慧云管家	项目定制开发
	中国电信	定制化孪生平台开发：智慧城市、数字园区、智慧工厂	项目定制开发
互联网巨头	阿里云	dataV孪生平台	通用平台
		GanosBase云孪生时空数据库	数字孪生数据存储、计算引擎
	腾讯云	CityBase (CIM)	数字城市孪生平台底座
	腾讯	TAD-Sim自动驾驶仿真平台	数字交通
		收费站云端实时数字孪生系统	
	京东云	智能城市操作系统	数字城市孪生平台开发（基于AIPaaS引擎）
	AIDCTwins数据机房孪生平台→元聚力OmniForce开放生态平台	数智化社会供应链的新一代基础设施	
AI公司	科大讯飞	城市超脑	数字城市孪生平台开发
	商汤科技	SenseFoundry方舟城市开放平台	数字城市孪生平台开发（基于机器视觉）
软件公司	四维图新（中交宇科）	真三维虚拟现实数据云平台（VRP+）	项目定制开发
	数字政通	城市信息模型（CIM）	数字城市孪生平台底座
	佳都科技	城市信息模型（CIM）	数字城市孪生平台底座
	广联达	BIM	孪生平台要素
	顺丰控股（丰图科技）	实景动态感知平台（基于GIS）	孪生平台要素
	超图软件	GIS	孪生平台要素
	航天宏图	遥感影像处理软件PIE/地图导航基础软件PIE-Map	孪生平台要素
	中望软件	CAX	孪生平台要素
	中控技术	SCADA/PLC	交互控制
硬件公司	浪潮信息	AI服务器	算力支撑
	景嘉微	GPU	算力支撑
	海康威视	摄像头	视觉支持
	大华股份	摄像头	视觉支持



## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.3 数字孪生产业公司概况——阿里云

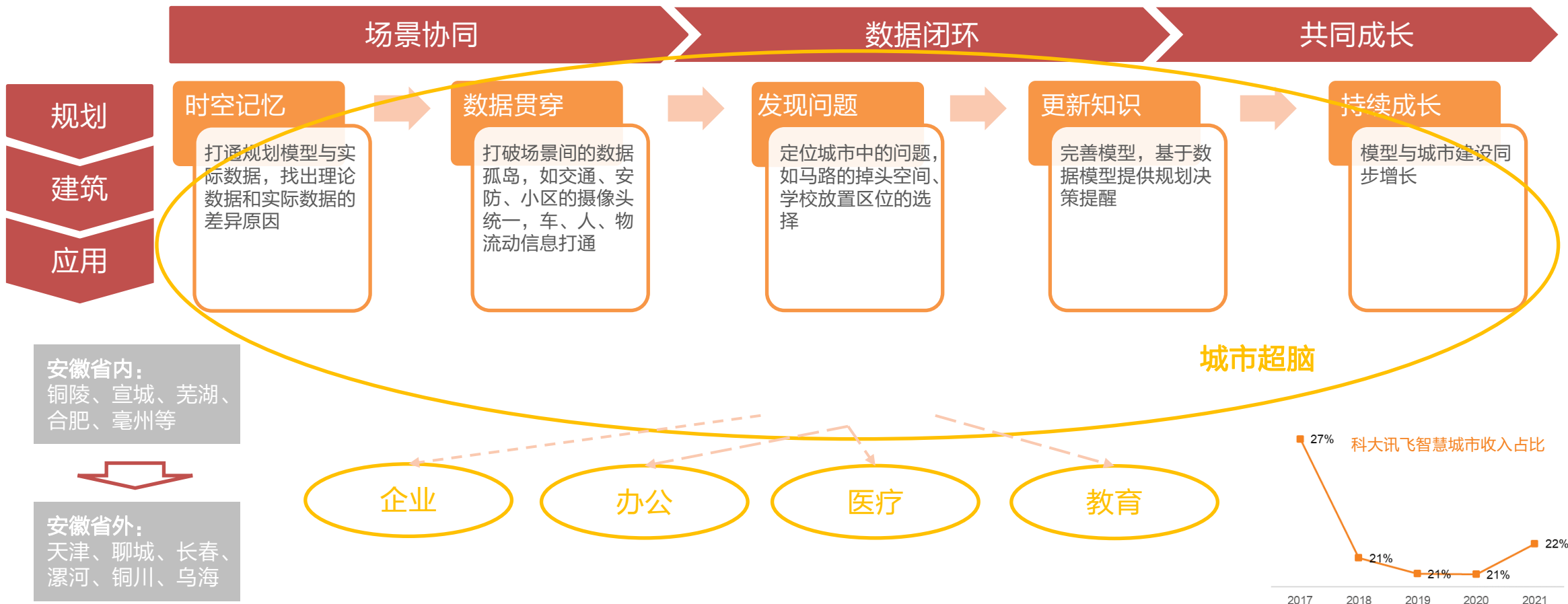
全栈数字孪生技术：布局芯片、3D建模、图像处理、高性能数据传输和处理等多个技术方向



## 2.2 数字孪生产业图谱

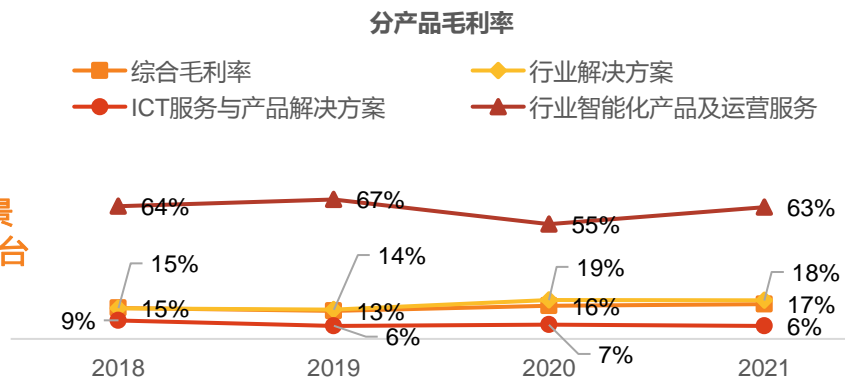
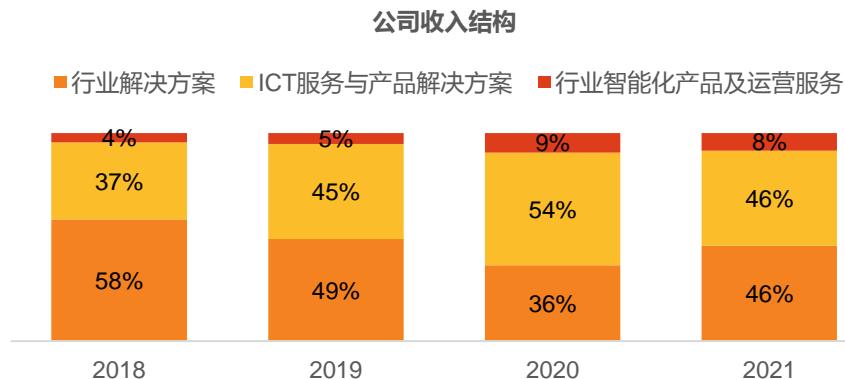
### 2.2.3 数字孪生产业公司概览——科大讯飞

2018城市超脑计划：将AI能力与城市发展融合，数字孪生城市=数字城市+智慧场景+城市超脑



## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.3 数字孪生产业公司概览——佳都科技

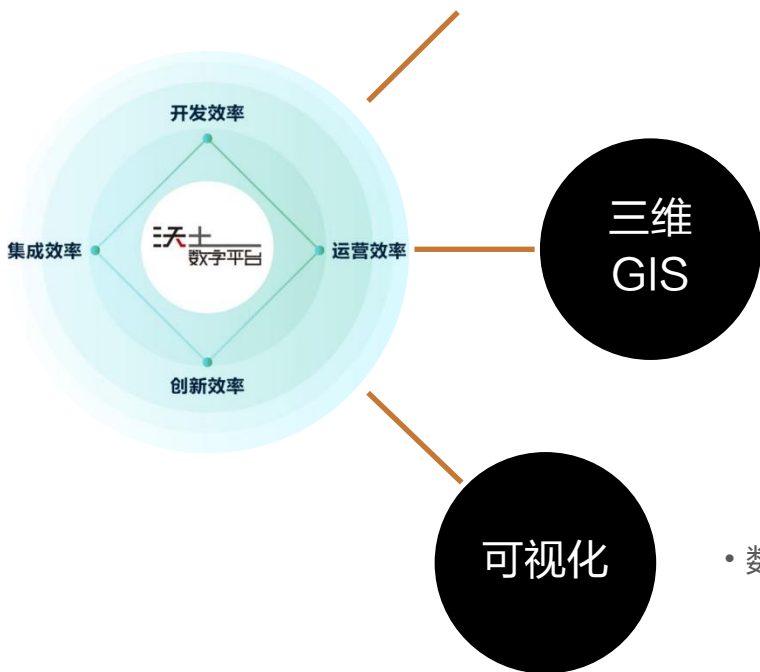


## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.3 数字孪生产业公司概览——超图软件

数字底盘业务：数字孪生城市基础底座和时空基础设施，公司凭借三维GIS能力成为华为沃土计划的重要合作伙伴。

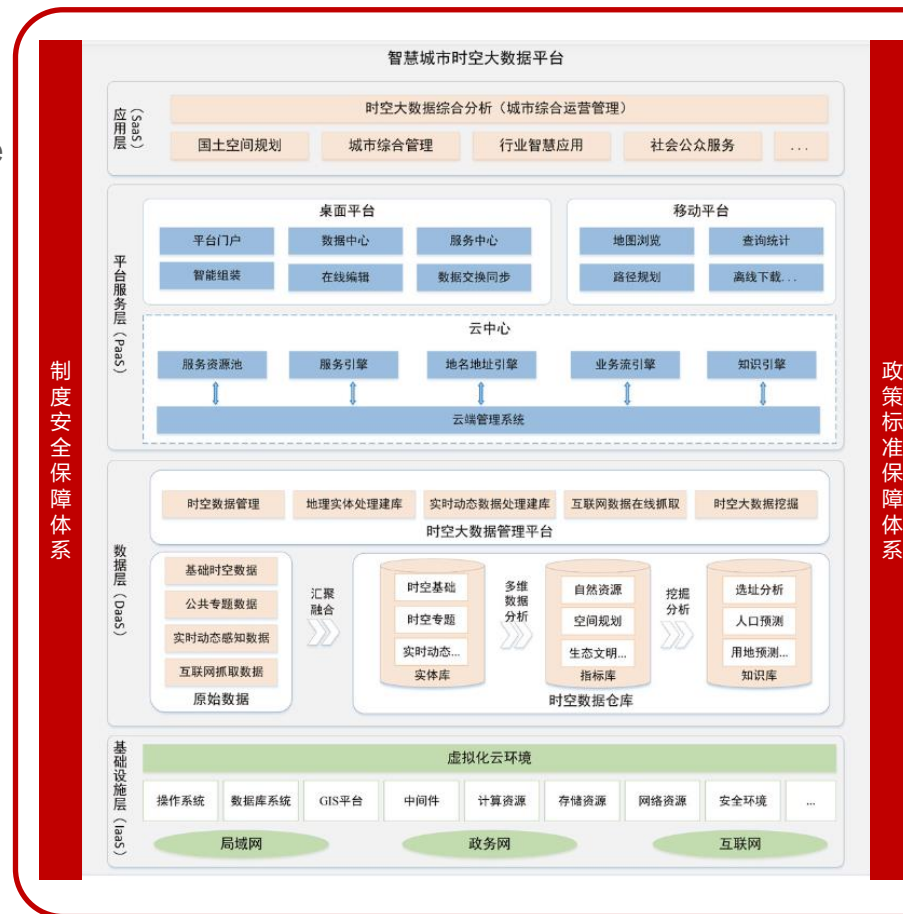
华为“沃土计划”：  
打通物理世界和数字世界，  
助力客户数字化转型成功



• 河图Cyberverse

• 超图软件

• 数字冰雹

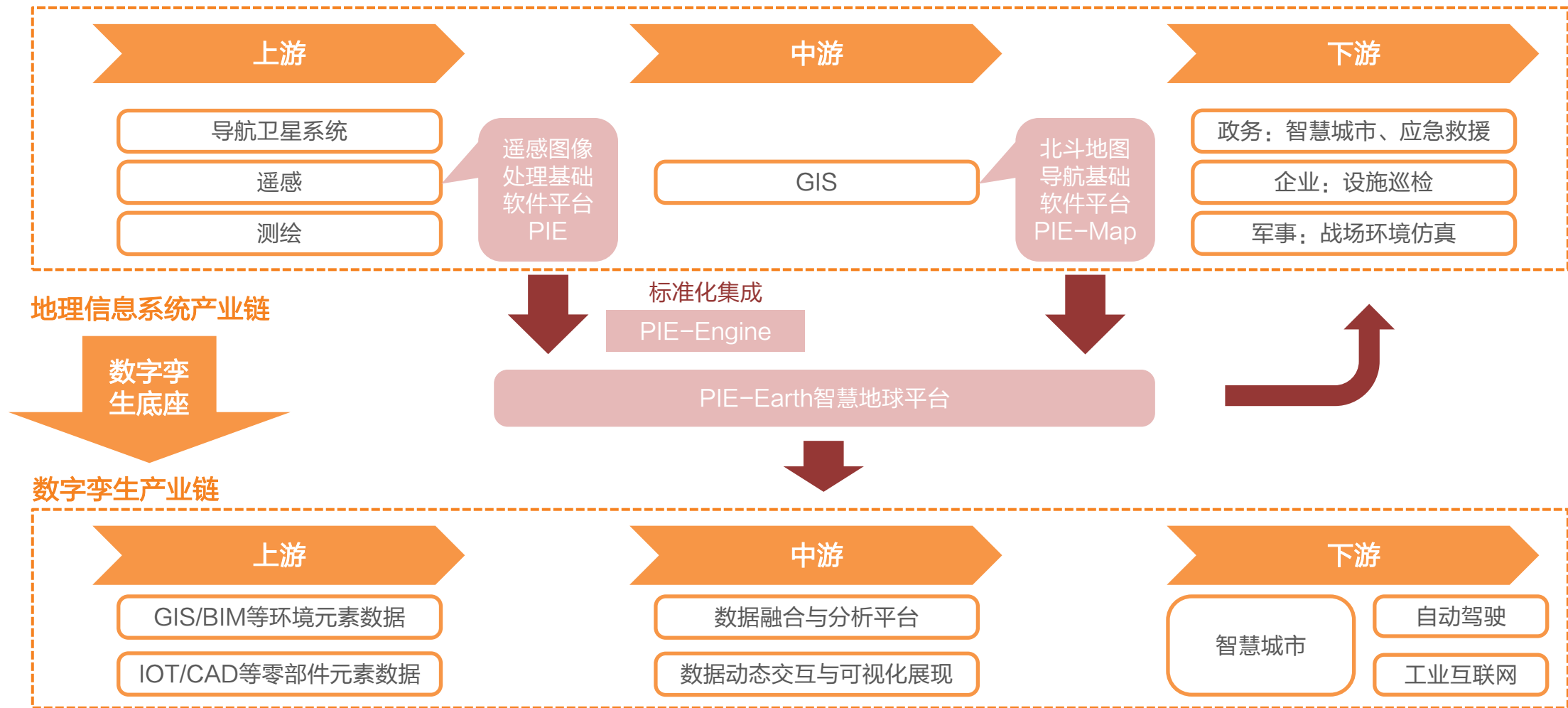


公司智慧城市时空大数据平台作为数字孪生城市、新型智慧城市建设的基础，运用新一代三维GIS技术、空间大数据技术、人工智能GIS技术、区块链GIS技术等，助力智慧城市建设从二维提升到全三维，为空间治理应用建设提供支撑平台。基于数字底盘，可面向全国、区域、城市、园区、场站、楼宇/建筑等不同层次的场景空间，构建全空间覆盖、全周期管控、全业务协同的空间治理应用。

2021年公司数字底盘业务合同实现同比增长67%，陆续中标了芜湖、长春、丽水、宁波、厦门、济南、泸州、西安等地相关项目，其中智慧芜湖项目中标金额3098万元。

## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.3 数字孪生产业公司概况——航天宏图



## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.4 数字孪生产业核心厂商



## 2.2 数字孪生产业图谱

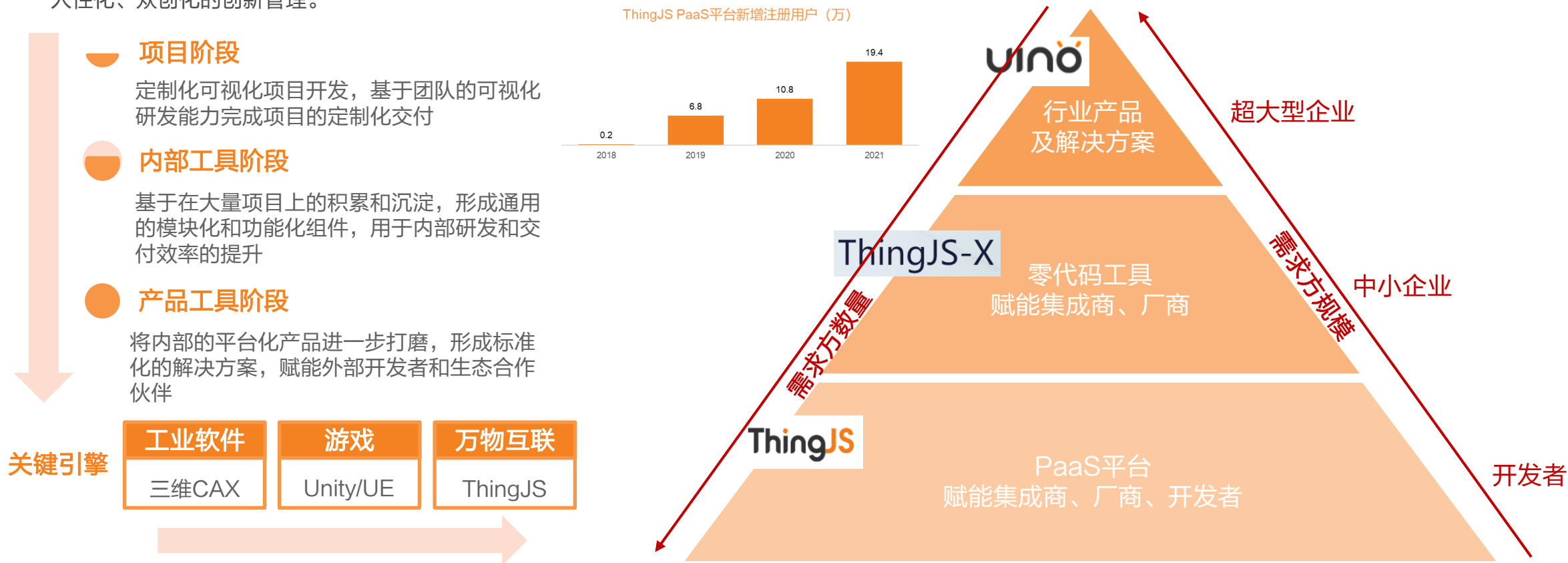
### 2.2.4 数字孪生产业核心厂商——51WORLD



## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.4 数字孪生产业核心厂商——优诺科技

- 优诺科技是IT智能管理和IoT物联网可视化管理领域的优秀厂商，技术团队由来自IT管理软件和计算机图形两个领域的专家组成，公司以数字孪生的理念提供新一代智能可视管理平台（IT智能可视运营平台Tarsier 和新一代物联网可视化PaaS平台ThingJS），实现对万物互联的数字化世界的可视化、智能化、人性化、众创化的创新管理。

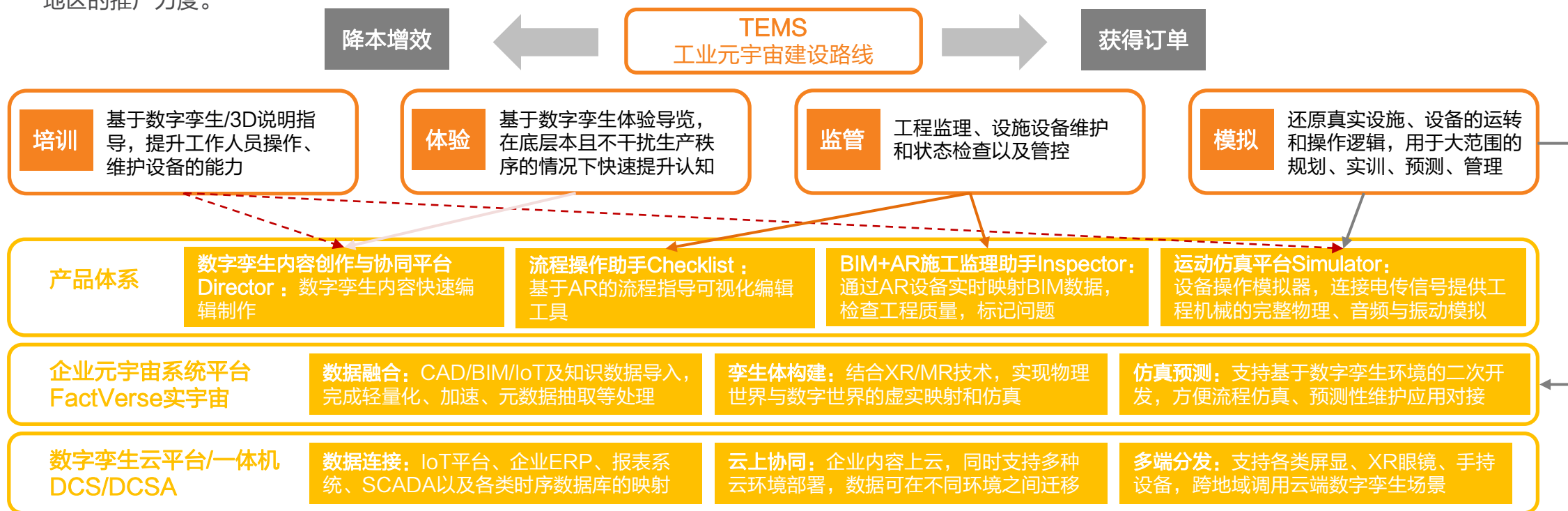




## 2.2 数字孪生产业图谱

### 2.2.4 数字孪生产业核心厂商——DataMesh

- **DataMesh是工业领域的数字孪生平台供应商：**公司业务聚焦工业制造场景，发布了企业元宇宙系统平台FactVerse实宇宙，通过快速连接CAD/BIM/IoT及知识数据，结合混合现实技术（XR/MR），实现物理世界与数字世界的虚实映射和仿真，打造工业、建筑场景下的元宇宙。
- **公司坚持走全球化发展战略，中国和海外业务同步增长：**在日本，与日本第一大移动服务商NTT DOCOMO签订了战略合作协议，共同推广DataMesh产品在日本的销售，目前SaaS服务已有50余家企业付费；在新加坡，是新加坡电信(Singtel)唯一的Enterprise XR合作伙伴；同时公司将持续加大在东南亚地区的推广力度。



## 2.3 数字孪生应用场景

智慧城市

自动驾驶

工业互联网

领先国家

中国

德国、美国、中国、韩国

美国、德国

为什么中国数字孪生应用在智慧城市普及度较高，而美、德在工业互联网领域普及较高？

我们认为造成不同国家数字孪生应用格局差异的原因主要有：

- **历史背景沉淀：**从数字孪生技术的发展历史来看，美国、德国在“数字孪生”概念被创造出来之前，就已在国防军工、航空航天、工业制造等领域应用仿真技术，而仿真技术是数字孪生体系中的重要一环，故而数字孪生在海外的发展是以工业领域为起点开始的。
- **基础技术差异：**一方面，工业领域数字孪生架构的底层为采集感知和反馈控制，对应基础技术为CAD、CAE、CAM等工业软件，而我国在工业软件相关基础技术领域与美、德两国仍有较大差距；另一方面，我国在5G、大数据、AI和云计算等技术上相对成熟，对应工业领域数字孪生的角色是虚拟仿真和监测分析，而这两个功能更加契合数字孪生城市的应用场景。
- **政策环境支持：**数字孪生在智慧城市的应用发展在我国获得了更加积极的政策环境。一方面，根据立方知造局公众号，城市是现代经济的主要载体，而数字孪生又是智慧城市的载体，因此中国的宏观政策，主要集中于数字孪生城市上，如“十四五规划和2035远景目标”中，明确提出“探索建设数字孪生城市”；另一方面，在后人口红利时代，在城市治理效率上我国的城市管理者面对着更大的挑战，同时考虑到作为智慧城市中对“人”的管理的重要工具人脸识别技术在海外推广受到较多阻力，故而我国数字孪生在智慧城市领域的应用要领先于世界其他国家。

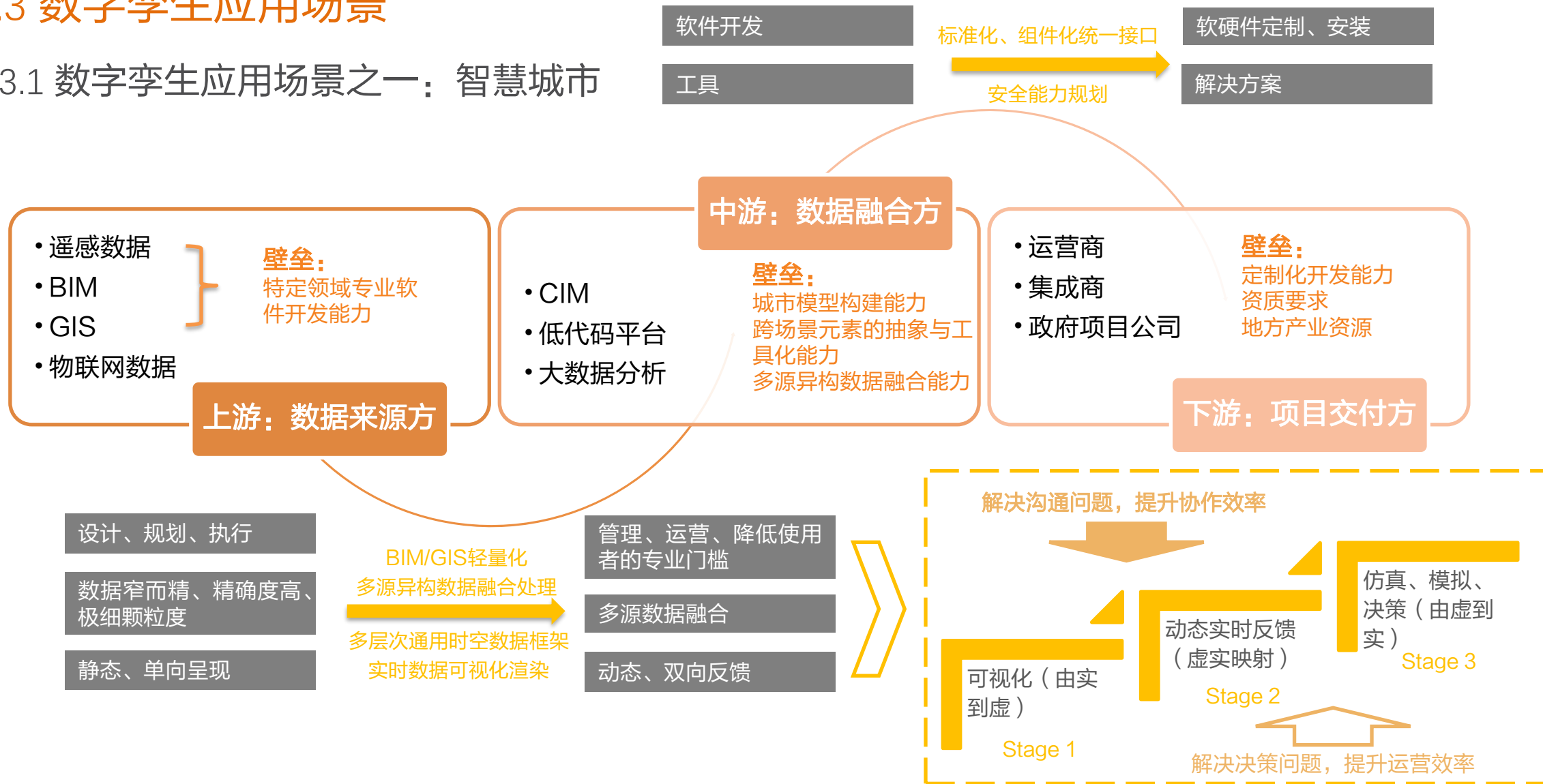
数字孪生能否让中国在工业软件领域实现“弯道超车”？

以工业互联网是工业领域数字化发展的终极形态为前提，我们认为数字孪生有望帮助我国在工业软件领域实现弯道超车：

- **数字孪生作为虚实交互的桥梁，是工业互联网重要的支撑**，而工业互联网本身亦通过大量的真实数据反馈使得数字孪生应用更具价值，在此基础上，我国或许可以跳过工业软件的薄弱环节，在离工业互联网目标更近的数字孪生领域取得领先地位；
- 我国在5G、大数据、AI和云计算上的优势为工业领域虚拟仿真和监测分析提供了技术基础，尽管在设计环节仍然不敌海外厂商，但生产流程监控与处理亦是工业互联网中重要一环，而我国在这一环节大有可为。

## 2.3 数字孪生应用场景

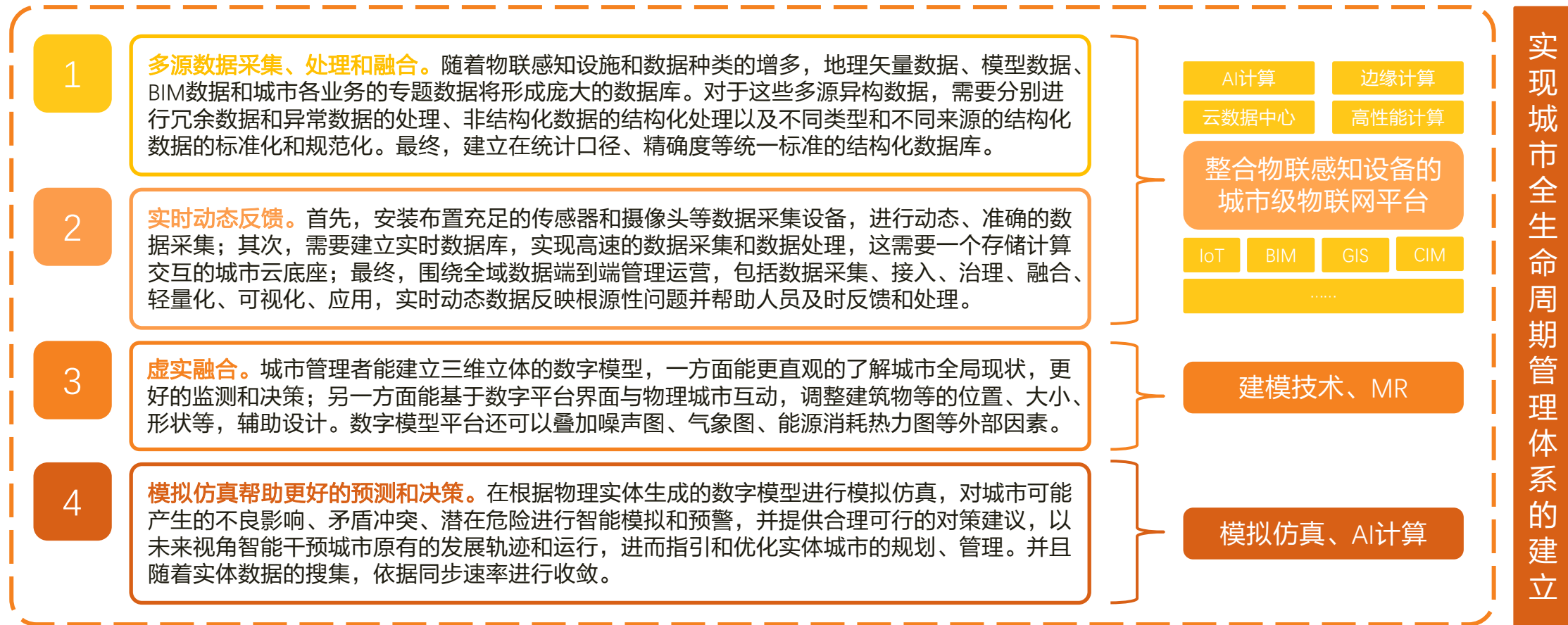
### 2.3.1 数字孪生应用场景之一：智慧城市



## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.1 数字孪生应用场景之一：智慧城市

数字孪生城市是新型智慧城市演进的重要方向，赋能四大增量价值



## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.1 数字孪生应用场景之一：智慧城市

#### 城市治理领域

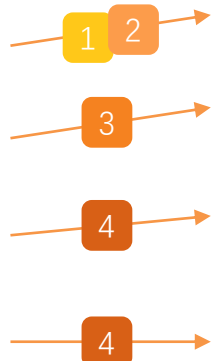
交通物流类√ 安全应急类 水利水务类 ……

#### 发展要求

- 1) 对单个车辆进行定位，实现行车轨迹追踪和溯源
- 2) 城市道路交通全景监控，定位交通事故
- 3) 计算拥堵延时指数，进行错峰和管制降低高峰拥堵延时

#### 现存问题

- 1) 城市交通定位准确度偏低，无法实现精准数字化
- 2) 定位和路径追踪平面化，若遇到如重庆等城市的错落复杂地形，难以处理和决策
- 3) 雷达和摄像头布局有限，存在车辆消失、滞留、设备盲区等追踪困难问题
- 4) 智能化水平低，信号灯等难以实现自适应优化

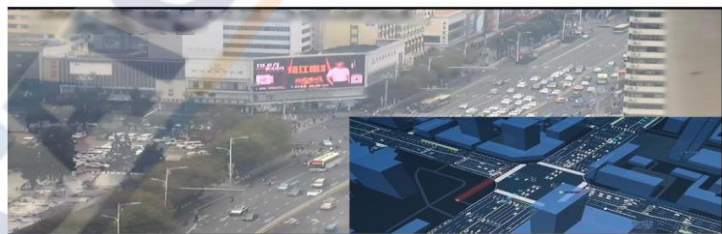


#### 数字孪生的价值

- 1) 建立实时标准的结构化数据库，提高定位精准度
- 2) 对道路、车辆、交通设施、环境等进行数字化还原，建立三维数字孪生体，直观展示交通现状
- 3) 使用AI算法的自适应感应、协调感应、有限感知重点感应等控制优化策略进行自学习适配
- 4) 使用AI算法对在设备盲区内的车辆轨迹进行分析，实现大规模车辆轨迹的拟合、还原及预测

#### 具体案例

昆明市智慧交通项目



#### 城市服务领域

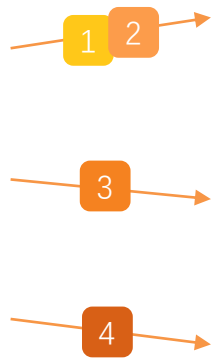
文体旅游类√ 政务服务类 ……

#### 发展要求

- 1) 推广景区，进行品牌化影响，吸引客户前来游览
- 2) 对景区进行智慧化运营，提供路线规划，降低拥堵排队情况
- 3) 设立有吸引力的景点和项目，丰富游客游玩体验

#### 现存问题

- 1) 游客拥挤现象严重，各景点排队时间不均导致有损游客体验，景区纯靠人力难以协调人流
- 2) 有些景观游客难以使用肉眼直接观赏，影响观赏体验，如巨型建筑、遗址等
- 3) 开设新项目、改造原项目等决策难以决定和判断



#### 数字孪生的价值

- 1) 使用感知设备，建立全景区实时数据库，分析各项目实时拥挤情况，模拟游客未来游览路线，为游客提供定制化路线推荐
- 2) 数字孪生对景区范围内的建筑、植被、景观文物进行高精度建模，让游客通过3D可视化、AR、VR等技术进行体验立体效果
- 3) 统计各景点有效使用频率，模拟景区改造后的游客反馈，选取最合适的改造和新建项目

#### 具体案例

龙门石窟世界文化遗产园区



## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.1 数字孪生应用场景之一：智慧城市

公司类型	公司名称	智慧城市领域的布局
通信	中国移动	2014年打造OneNET产业使能平台，持续为智慧城市、智慧园区等应用输入平台能力
	华为	1) 打造沃土数字孪生平台，打造5G和AI相结合的数字化城市、业务数字化创新模式等； 2) 2020年6月，南京江北新区联合华为发布“孪生计划”，全面规划了“数字孪生第一城”的发展蓝图
互联网	字节跳动	投资众趣科技，通过数字孪生、AI、三维VR渲染技术，为智慧城市提供解决方案
	阿里	构建“城市大脑”智慧平台，利用数字孪生结合AI技术实时分析城市规划和管理情况
	百度	打造智慧城市，为城市治理提供服务
工业	达索系统公司	打造新加坡虚拟城市
数字孪生	数字政通	2021年8月16日，数字政通发布晶石孪生平台，并称之为数字政通智慧城市建设的新密码
	飞渡科技	推出DTS软件平台，从数据转换、整合、云发布、二次开发等流程中提供完整的解决方案
	51world	自研数字孪生PaaS平台，构建全要素场景（AES），致力于创造孪生世界、克隆地球
	优诺科技	推出智慧城市三维可视化管理平台，有效提升城市管理人员对城市运营、治安、交通、政务等业务的监控管理效率
	佳都科技	1) 在城市安全领域，推出“AR三维实景融合技术平台”； 2) 在宣城打造“IDPS城市交通大脑”
人工智能	商汤科技	1) 打造SenseFoundry商汤方舟城市开放平台，建立城市级视觉分析平台，使用上千种 AI模型实时分析物理世界数据，支持运营洞察、事件告警和管理行动； 2) SenseFoundry汤方舟城市开放平台已落地具体城市，帮助分析如交通事故、火灾和烟雾、垃圾乱放、道路损坏、道路拥堵、非法停车、爆炸等事件
	科大讯飞	落地多个智慧城市大脑项目，以城市大数据为基础，依托人工智能、物联感知等技术，实现城市运行状态的全面感知、日常协同、应急指挥决策和城市发展规划
数据可视化	臻图信息	在智慧城市项目中提供应用监测、识别误差、定位故障、信息可视化等功能，保障生命安全
	泰瑞数创	1) 开发SmartEarth数字孪生城市大脑，实现了城市所有物联网、云计算、数据资源、自动化设备的一体化管理，构建了六能基础能力平台体系； 2) 完成了天津滨海数字孪生城市、上海临港城市大脑、国家海洋局智慧海洋系统等重点明星项目
	孪数科技	利用IoT、5G、AI等前沿技术，实时感知城市动态数据，进行智能决策，实现各职能部门信息共享和三维可视化运营
	祝融科技	推出QuickCIM城市基座和QuickBIM建筑基座

## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.2 数字孪生应用场景之二：自动驾驶

道路  
测试

- 耗费众多路测车辆在广泛道路上进行数据和场景采集
- 标注采集数据，区分2D、3D目标物和车道线标注

仿真  
测试

- 元素库，构建不同道路、标志线、天气、周边等场景
- 在虚拟场景下进行测试，并给出仿真评价

采集和标注数据  
耗时长、费用高，  
阻碍自动驾驶软件发展

#### 数字孪生加持的仿真测试

1

场景元素库的元素有限

参照真实世界快速自动构建三维场景。可以将路侧中的道路、地形、标志物、天气环境、周边环境等快速建模收入场景库中，从而解决场景库模型较少的问题，也不需要专业人员费时费力手动建模，帮助构建更多测试场景可能性组合。

2

受制于测试的计算速度

支持云端实时运行，仿真平台以云计算等为基础。从仿真测试软件转变为仿真平台，可实现在云端高并发运行上万个仿真系统实例，可以快速完成几十万物理场景的快速回归测试，提高自动驾驶算法的迭代效率（以腾讯云为例）

3

只局限于汽车智能本身

帮助扩展到智慧交通领域，帮助预测和决策。实现真正的自动驾驶，车路协同是必由之路。数字孪生在测试自动驾驶软件的同时，能在虚拟的数字空间对真实环境实现计算和推演，为交通管理者和普通驾驶者提供决策依据。

一套  
自动驾驶系  
统测试  
110  
亿英里，  
才能达到  
量产  
应用  
条件

## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.2 数字孪生应用场景之二：自动驾驶

- 根据九章智驾对于国内外自动驾驶仿真平台的整理（功能整理截至时间为2021年7月，部分模块或有新增或完善），我们看到从仿真模块上来看，我国自动驾驶仿真平台与海外公司相比并不存在明显劣势，且仿真云平台能够更好地支持庞大数量测试场景的仿真测试，极大提升系统研发和验证测试效率。

表：国外典型自动驾驶仿真平台信息梳理

仿真软件平台		PreScan	CarMaker	VTD	DRIVE Constellation	AirSim	CARLA	LGSVL Simulator
		西门子	德国IPG	VIRES公司	英伟达	微软	英特尔/丰田/巴塞罗那联合	LG电子
平台类型		以传统的汽车仿真软件为基础			基于游戏引擎开发			
					虚幻引擎 (Unreal Engine)			Unity
仿真模块	摄像头	√	√	×	√	√	√	√
	激光雷达	√	√	×	√	√	√	√
	毫米波雷达	√	√	×	√	√	√	√
	超声波雷达	√	√	×	√	×	×	√
	红外线	√	×	×	×	×	×	×
	GPS/IMU	√	×	×	√	×	√	√
	车辆动力学	×	√	×	√	√	√	√
	道路环境	√	√	√	√	√	√	√
	交通流	√	√	√	√	√	√	√
	天气/环境	√	×	√	√	√	√	√
V2X	√	×	×	×	×	×	√	
云端仿真		微软Azure	√	×	√	微软Azure	×	×
高精地图	导入格式	OpenDrive	HERE HD Live Maps	OpenDrive	OpenDrive	—	—	—
	导出格式	—	ROADS和OpenDrive	—	—	—	—	—
是否开源		否	否	否	否	是	是	是

注：√- 有此功能 ×-无此功能 — Unknown

表：国内科技公司云仿真平台信息梳理

仿真软件/平台	百度	华为	腾讯	阿里
	Apollo云仿真	Octopus	TAD Sim Cloud	云仿真平台
依托云平台	百度云和微软Azure	华为云	腾讯云	阿里云
平台特点	<ul style="list-style-type: none"> <li>基于 Unity 引擎构建虚拟仿真环境</li> <li>采用增强现实自动驾驶仿真系统 - ADDS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自研软硬件平台</li> <li>昇腾910 AI 芯片</li> <li>MindSpore AI 框架</li> <li>全生命周期服务</li> <li>车云协同</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>游戏引擎</li> <li>内置高精地图</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>阿里云技术</li> <li>极端场景模拟只需30秒</li> </ul>
日测虚拟里程数 (万公里)	—	1000+	1000+	九章智驾 800+

表：国内典型自动驾驶仿真平台信息梳理

仿真软件/平台上			Panosim	51 Sim-One	TAD Sim	Pilot-D GaiA
			浙江天行健智能科技	51 WORLD	腾讯	沛岱 (上海) 技术有限公司
仿真模块	传感器	摄像头	√	√	√	√
		激光雷达	√	√	√	√
		毫米波雷达	√	√	√	√
		超声波雷达	√	×	√	×
		GPS/IMU	√	√	√	×
	车辆动力学		√	√	√	√
	交通流		√	√	√	√
	天气/环境		√	×	√	√
	V2X		√	√	×	×
	人机共驾		√	√	×	×
高精地图导入格式支持			OpenDrive	OpenDrive	内置高清图	九章智驾
云端仿真			√	√	√	√

注：√- 有此功能 ×-无此功能 — Unknown



## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.2 数字孪生应用场景之二：自动驾驶

#### 发展要求

- 耗时耗力的实际道路测试向低成本、高效率虚拟仿真技术构建的数字孪生世界转换
- 希望99.9%测试量通过仿真平台完成，封闭测试完成0.09%，最后0.01%进行实路测试，使自动驾驶研发更高效、经济

#### 现存问题

- 1) 数据来源高昂：
  - 高昂的数据采集和标注成本
  - 场景库不完善
- 2) 异常数据问题：自动驾驶存在长尾效应——算法越完善，现实中对算法测试有提升意义的场景就会越少
- 3) 置信度问题：
  - 缺少量化指标评判模拟结果的置信度
  - 仿真平台复现和泛化场景的置信问题
  - 测试结果评价标准的置信度问题

#### 模拟获取数据



#### 建模反哺模型

#### 数字孪生的价值/贡献

- 1) 获取数据：数字孪生基于感知、定位、建图等信息技术，实现对物理空间的一比一高精度重建，其仿真计算降低了试验场的整体测试成本
- 2) 模拟异常情况：仿真过程中输入更多异常数据，提供更丰富的测试场景来源
- 3) 置信度问题：
  - 建立更加快速的数据连接通道，车辆运行与测试结果通过网络可同步上传至测试管理评价系统，执行自动化批量化的数据分析与性能评价
  - 数字孪生测试技术实现“试验-仿真”闭环，有效增加仿真测试结果的置信度

## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.2 数字孪生应用场景之二：自动驾驶

以腾讯自动驾驶实时孪生平台为例：数字孪生在自动驾驶中的应用

具备面向控制算法以及车辆动力学的仿真，能够完成物理碰撞、摩擦力、风力等条件下的仿真计算

场景  
物理  
还原

场景  
几何  
还原

通过对三维场景几何还原以及高精度传感器仿真模型，实现高精度传感器仿真的计算结果，实现快速建模

基于腾讯云计算的技术优势，可以在云端快速完成几十万个物理场景的快速回归测试，提高自动驾驶算法的迭代效率

云端  
高并  
发

场景  
逻辑  
还原

数据驱动交通流仿真能力能够描述场景内部所有动态元素的运行逻辑，如行人、机动车、非机动车等交通流，实现路线决策规划仿真

数字孪生加持的TAD Sim平台



智慧  
交通

基于实时孪生仿真系统，交通管理者可以在虚拟世界“演练”不同交通异常事件对真实交通环境的影响，从而做出更优的管理和决策，提升交通运行效率。如根据仿真结果，可以决定哪个时间段进行路面施工。



## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.3 数字孪生应用场景之三：工业互联网

#### 产品设计与研发

#### CAD/CAE

#### 生产流程监控与处理

#### PLM/IOT

##### 现存问题

- 1) 受数据计算所限，无法进行实时处理和操作
- 2) 产品设计和产品线设计和配置时，工人难以进行3D立体的操作
- 3) 产品品类需要快速迭代，但产品设计流程繁杂，需要耗费很多时间

##### 数字孪生的价值

- 1) 数字孪生的实时同步和沉浸体验可以让一名工程师进入虚拟工厂模拟装配动作，另一名工程师根据反馈实时调整设计方案
- 2) 使用VR、AR、全景等可视化方法，能够实现工程师进入虚拟工厂进行更直观地操作
- 3) 通过数字孪生模组设计和3D操作，能用更少的规划时间达到更优化的设计决策，提高灵活性和精确度

##### 现存问题

- 1) 计算速度所限，无法实现实时处理，因此难以快速解决出现的故障和事故
- 2) 平面化显示对生产工艺过程的监控，缺少全局视角和直观体验
- 3) 遇到故障/风险后安全运营人员进行分析决策，仍以被动防御为主，缺少事前防控

##### 数字孪生的价值

- 1) 将各类数据融合整理，依靠云计算平台，实现数据实时采集分析和建模
- 2) 数字孪生采用VR、AR、全景等可视化方法，实现直观展示
- 3) 快速定位风险后，通过模拟分析选择最合适的解决方案，提高决策的效率和效果，最终实现事前准备到位、事中管控到位、事后回溯优化到位

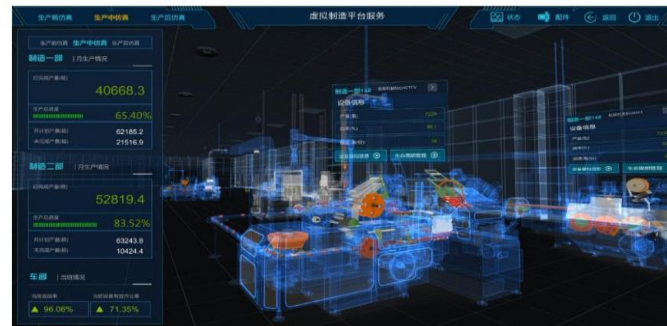
##### 具体案例

英伟达-宝马未来工厂



##### 具体案例

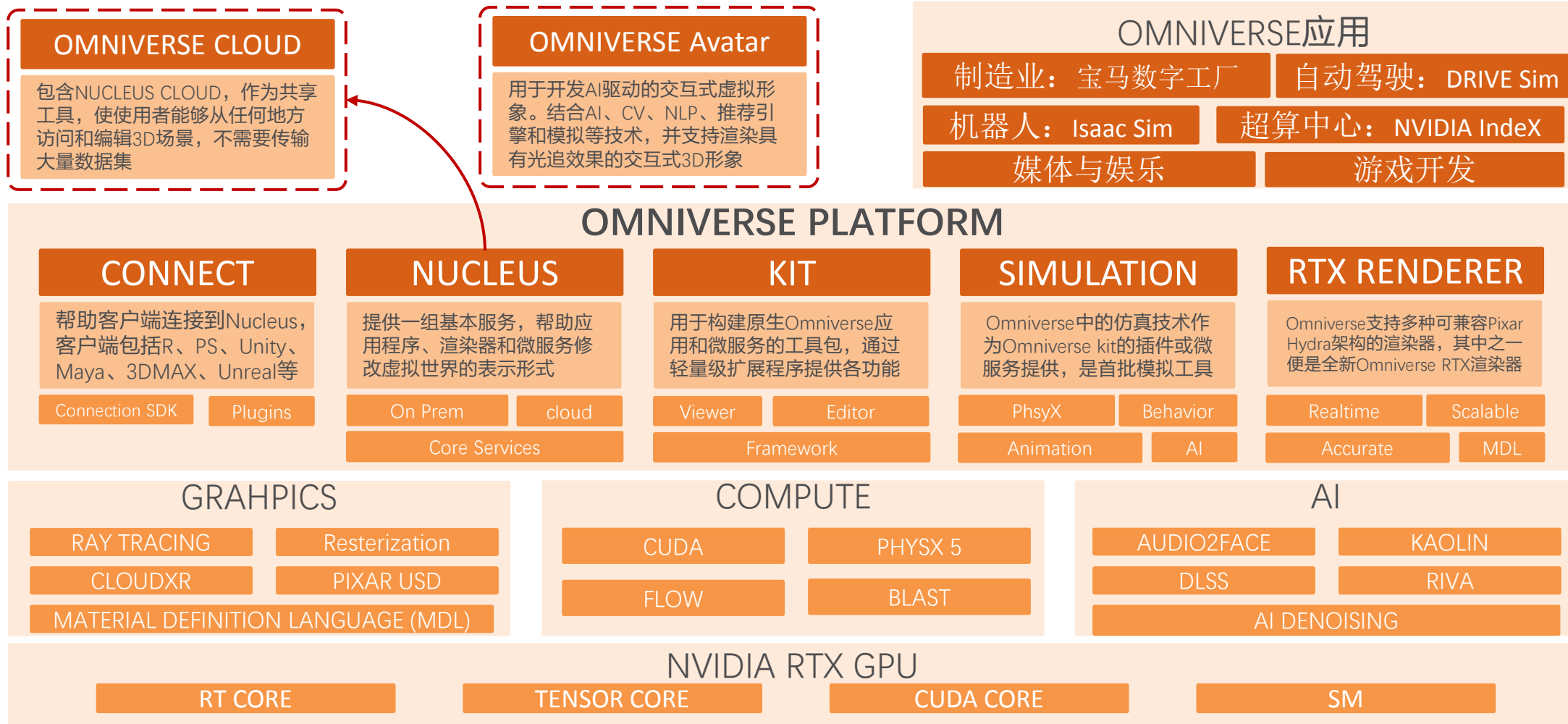
工业互联网平台数字孪生体



## 2.3 数字孪生应用场景

### 2.3.3 数字孪生应用场景之三：工业互联网

  Omniverse近期新推出的产品/功能



# 3

## 数字孪生投资要素

## 3.1 行业发展驱动因素

### 3.1.1 驱动力传导链条

#### 硬件层面：

- 处理能力以及网络、存储性能的提升
- 传感器的进化带来感知层数据源的丰富与成本的降低

#### 软件层面：

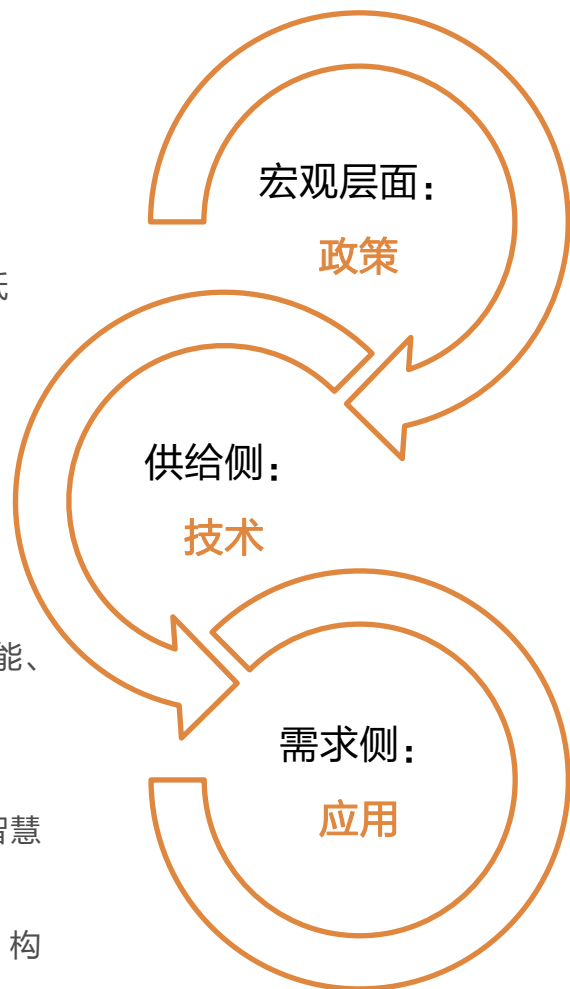
- 机器学习带来的洞察力的深化
- 工业通信标准增强、可视化技术带来交互性的增强

#### 数字产业化发展：

- 强化优势技术供给：5G、物联网、云计算、人工智能、大数据、**数字孪生**等

#### 产业数字化转型：

- **农业数字化、工业数字化、智能制造、数字商务、智慧能源、智慧水利、智慧交通**
- 发展跨越物理边界的“**虚拟**”产业园区和产业集群，构建**虚实结合**新生态
- 公共服务数字化：数字政务、**数字孪生城市**



#### “十四五”国家信息化规划（2020-2025年）：

- 5G用户普及率由15%提升至56%
- IT项目投资/全社会固定资产投资比例由3.5%（2019年数据）提升至5.8%
- 计算机、通信和其他电子设备制造业研发经费投入强度由2.35%提升至3.2%
- **数字经济核心产业增加值GDP占比由7.8%提升至10%**
- 关键业务环节全面数字化企业比例由48.3%提升至60%
- 企业工业设备上云率由13.1%提升至30%
- **在线政务服务实名用户规模由4亿增加至8亿**

#### “十四五”数字经济发展规划（2020-2025年）：

- 软件和信息技术服务业规模由8.16增加至14万亿元
- 工业互联网平台应用普及率由14.7%增加至45%

#### 数字基础设施体系：

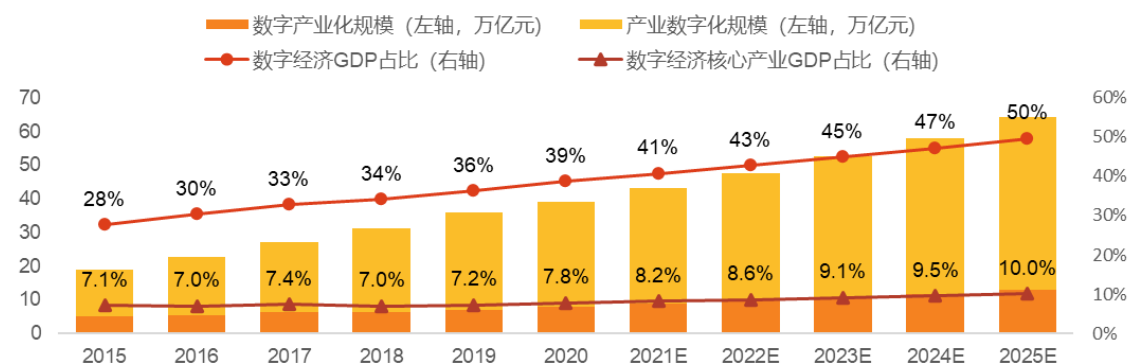
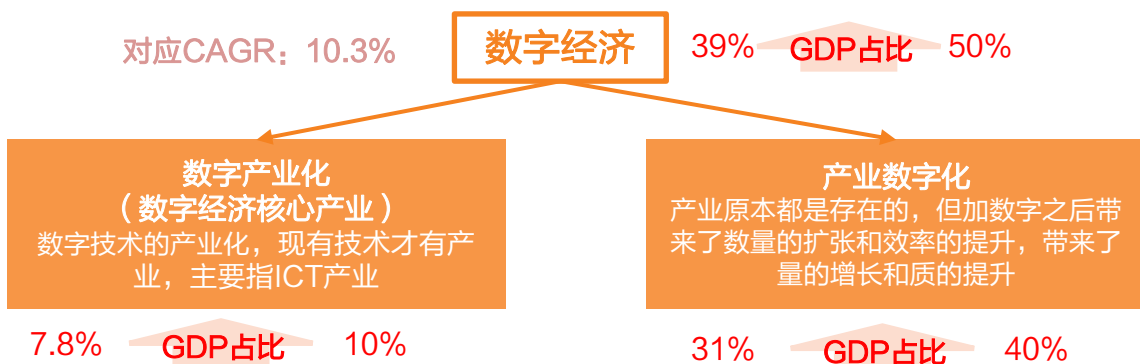
- **网络基础设施**：5G应用“扬帆”行动计划
- **新型感知基础设施**：公共安全、交通、城管、民生、生态环保、农业、水利、能源等行业物联网
- **新型算力设施**：全国一体化大数据中心体系建设工程

## 3.1 行业发展驱动因素

### 3.1.2 定量视角下的驱动因素分析——数字经济占比

假设“十四五”期间GDP平均增速为5%，基于数字经济核心产业增加值GDP占比由7.8%提升至10%：

- “十三五”期间，数字经济核心产业增加值GDP占比仅由7.1%上升至7.8%，对应产业规模CAGR为10.1%，仅为GDP增速的1.3倍；而“十四五”期间该占比由7.8%上升至10%，对应产业规模CAGR为10.3%，是GDP增速的2.1倍，增长要求较高；
- 假设“十四五”期间整体数字经济整体增加值增速与数字经济核心产业增加值保持持平，则数字经济增加值GDP占比将由39%上升至50%；德国、英国、美国2020年数字经济占GDP比重分别为66.7%、66%和65%，我国与之相比仍有一定差距；
- 与数字产业化相比，产业数字化的增长更为显著，“十三五”期间产业数字化CAGR为17%，在“十四五”期间有望进一步拉动数字经济整体规模的增长。



# 3.1 行业发展驱动因素

## 3.1.2 定量视角下的驱动因素分析——计算力水平

根据IDC、浪潮信息和清华大学全球产业研究院：

- 计算力指数平均每提高1点，数字经济和GDP将分别增长3.5‰和1.8‰
- 增加对算力的投资可以带来经济的增长，且这种增长具有长期性和倍增效应：当一个国家的计算力指数达到40分以上时，计算力指数每提升1点，对GDP增长的推动力将增加1.5倍，而当计算力指数值达到60分以上时，计算力指数每提升1点，对于GDP增长的推动力将提高到3.0倍。美国和中国分别以77分和70分位列前两位，同处领跑者位置。

### 中国计算力水平持续提升：

- 2021年AI算力增长全球第一
- 2021年制造业IT支出占全球市场15%，预计2025年将达20%，对应CAGR为16.6%
- 2020-2025年AI应用总支出增速维持在30%+





## 3.2 行业投资逻辑

### 3.2.1 核心问题之一 —— 业务诉求有多强

#### 智慧城市

以合肥城市大脑交通数据为例（2020年）：

- 拥堵路段平均通行时间缩短20%
- 年末四个月内公交正点率提高5.1%
- 公交专用道违法抓拍455次/月
- 轨道交通客运分担率同比上升13.27%
- 停车场泊位轮转率环比提升20.7%

#### 合肥交通超脑项目 ROI 测算

		初始投入金额（亿元）			
		1	1.5	2	2.5
时间区间 (年)	3	11%	-4%	-11%	
	5	16%	4%	-2%	
	10	15%	6%	2%	

说明：1) 计算收益时仅考虑政府财政收入的增加部分  
2) 人员成本的降低未考虑在内

#### 自动驾驶领域

- “110亿英里”测试目标：自动驾驶汽车需要至少进行110亿英里（约177亿公里）的里程测试来验证自动驾驶系统比人类驾驶员更可靠（100辆车\*365天\*24小时\*40km/h\*500年）截至2021年Waymo实际路测距离2000万英里，百度Apollo完成2500万公里
- 自动驾驶算法测试组合：90%仿真平台+9%测试场 + 1%实际路测
- 用算力换时间：腾讯自动驾驶虚拟仿真测试平台TAD Sim2.0可以每天测试1000万公里
- 降低研发成本：数字孪生可节省约20%左右的研发时间和40%-45%的研发成本

#### 工业互联网领域

- 省人：降低设备巡检人员、专业人员、产线人员数量
- 省电/料：动态调整用电设备工作状态、降低CPU平均占用率、降低物料损耗
- 降低安全事故成本：模拟代替实操、远程控制
- 增加产出：增加有效工作时长、员工培训效率、缩短信息沟通与决策时间

#### 武钢智慧铁水调度系统 ROI 测算（运输环节）

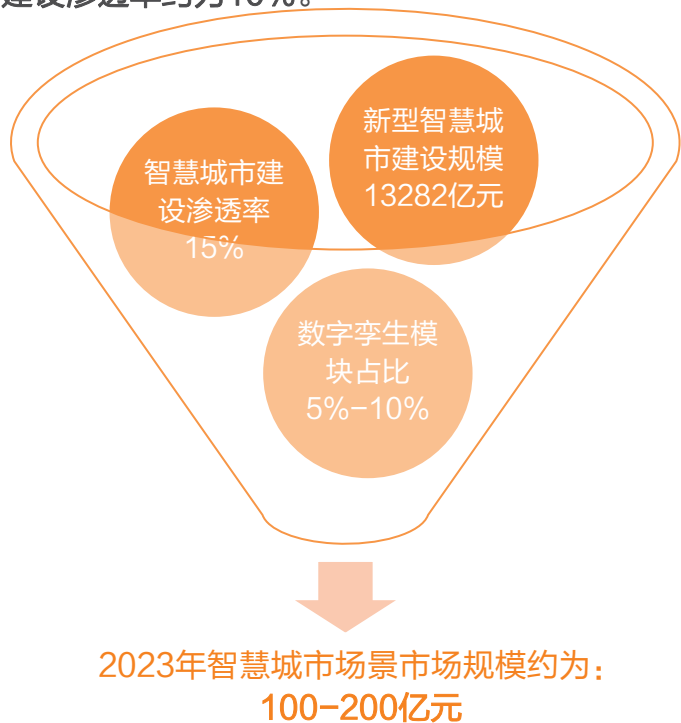
		初始投入金额（亿元）			
		0.5	1	1.5	2
时间区间 (年)	3	28%	-3%	-13%	
	5	30%	5%	-3%	
	10	24%	7%	1%	

资料来源：科大讯飞集团公众号、合肥日报公众号、合肥市人民政府公众号、安徽发布公众号、税政第一线公众号、北京汇优文化艺术中心、合肥晚报公众号、科工力量公众号、机器之心公众号、智车科技公众号、艾瑞咨询公众号、中国钢铁新闻网、天风证券研究所

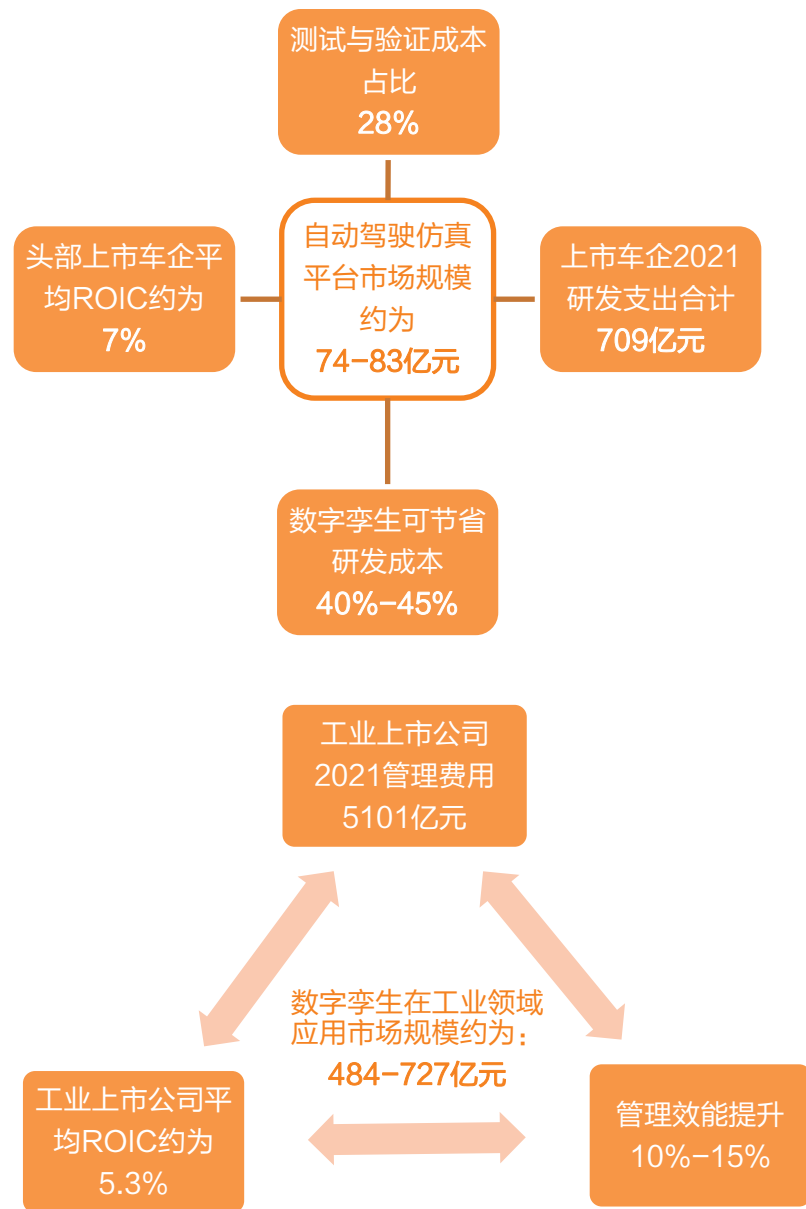
## 3.2 行业投资逻辑

### 3.2.1 核心问题之二 —— 市场规模有多大

- 根据《数字孪生白皮书》2020年11月的预测，2021年新型智慧城市建设总规模约10727亿元，考虑到全年智慧城市相关项目总中标金额为1085亿元，我们估算目前智慧城市建设渗透率约为10%。



- 根据普华永道，2020年每款车型E/E架构的开发成本中软件、测试与验证、硬件占比分别为34%、28%、38%，未来软件和测试验证成本占比有望提升，2030年对应占比调整为42%、31%、27%。
- 根据IDC，中国制造业IT相关支出在全球市场占比14.6%，然而中国制造业对世界制造业贡献的比重接近三成，两者仍有很大差距。IDC预测，随着互联网和新兴技术企业涌入工业寻找第二增长曲线，中国制造业IT支出“十四五”期间将保持16.6%增速，2025年在全球占比将提升至18.9%。



## 3.2 行业投资逻辑

### 3.2.1 核心问题之三 —— 竞争格局推演

	智慧城市	自动驾驶	工业互联网
用户代码能力	低	高	低
场景同质性	高	高	低
场景分散程度	中	低	高
产品化潜力	中（以细分赛道为核心）	高	低
总市场空间	高	中	高
细分场景同质性	高	/	低
细分场景分散程度	低	/	高
细分场景产品化潜力	高	/	中（以功能为核心）
细分场景市场空间	高	/	低
核心壁垒	垂直行业Know-how	场景库、体系标准	更高的ROI

## 3.2 行业投资逻辑

### 3.2.1 核心问题之三 —— 竞争格局推演（智慧城市）

在智慧城市领域，我们重点关注两类公司，一类是在垂直场景有know-how积累的公司，另一类是做工具型数字孪生引擎的公司，我们认为这两者会合作共存，共同主导数字孪生技术在智慧城市建设中的应用。

#### 1) 为什么我们认为数字孪生引擎公司有机会？

跨行业用户间的技能壁垒和业务诉求差异使得智慧城市领域需要新的生产工具（**现有工具跨行业之后难以得到广泛使用扩散**），而城市治理场景下模板的相似性使得开发效率可以通过通用工具得到提升（**新工具出现的必要性**）。

#### 2) 如何定义工具型数字孪生引擎？

我们认为数字孪生智慧城市的本质为时空数据的融合以及可视化呈现，其中时空数据元素处理已有成熟工具产品，而**数据融合和可视化工具引擎目前仍是蓝海市场**，现阶段主要从两方面带来增量价值：1) **数据元素的轻量化处理**（提取出数字孪生城市所需的关键信息）和融合（将不同格式的数据进行对接并以相同格式输出）；2) **可视化渲染**，降低用户对于传统渲染引擎操作的专业要求，提炼通用模板提升效率

#### 3) 未来提供数字孪生引擎公司将如何竞争？

我们认为现阶段数字孪生引擎公司的差异化竞争策略主要体现在：1) 孪生体制作与渲染的效率；2) 垂直场景下由项目到产品化的能力；3) 跟头部机构的合作等。  
考虑到不同城市以及城市下细分场景仍具有一定分散性，我们认为**具有较强产品打磨能力且能率先与头部机构联合，完成细分赛道内重要标杆项目的公司**有更强的竞争力。

#### 4) 为什么我们看好在垂直场景有积累的公司？

我们认为数字孪生市场特性之一为业务场景深度绑定，这就意味着**对业务有深刻理解的公司具备天然优势**（从业务协同和产品设计层面，**基于工程性而非技术本身解决问题的能力**），这一类型公司既可以自研标准工具对外赋能，也可能与第三方引擎公司合作，增加产品厚度。

#### 5) 两类公司如何合作共存？

我们认为两类公司合作共存的前提为**市场空间足够大**（前文已论证），尤其在**市场快速增长阶段，更好、更快地交付更多的项目**是市场参与方的共同诉求。在此背景下，双方基于各自在产品性能开发以及业务场景挖掘的优势促使双方基于不同项目类型有选择性地**成为上下游关系进行合作**。

## 3.2 行业投资逻辑

### 3.2.1 核心问题之三 —— 竞争格局推演（自动驾驶）

在自动驾驶领域，我们认为决胜的关键在于场景库的丰富度以及体系标准的制定。同时考虑到：1）仿真对物理现实的表现越充分，所需时间和研发成本越高；2）大规模场景库的构建具有飞轮效应；3）车企对于ROI的考量，我们认为未来国内自动驾驶数字孪生仿真平台集中度较高，或将由几家核心参与方主导。

#### 1) 目前自动驾驶仿真平台竞争格局如何？

目前市场上有较多自动驾驶仿真平台，但目前尚未有公司获得显著领先的市场地位，我们认为主要原因为：1）市场仍处于早期发展阶段，需求尚未形成规模化；2）目前市面上的自动驾驶仿真平台功能各有侧重，尚不能满足用户全部需求，且需开发不同仿真接口；3）场景语言形式不一，缺乏覆盖所有交通元素的体系标准（如国际ASAM和国内C-ASAM工作组推动的OpenX系列正在推进过程中）。

平台名称	所属公司	平台名称	所属公司
PreScan	西门子	Panosim	天行健智能
CarMaker	德国IPG	51Sim-One	51World
VTD	Vires	TAD Sim	腾讯
Drive Constellation	英伟达	Pilot-D GaiA	沛岱汽车
平台名称	所属公司	平台名称	所属公司
AirSim	微软	Apollo云仿真	百度
CARLA	Intel/丰田/UAB	Octopus	华为
LGSVL Simulator	LG电子	TAD Sim Cloud	腾讯
		云仿真平台	阿里云

商业  
国外  
开源

仿真软件  
国内  
云仿真平台

#### 2) 车企或自动驾驶算法公司是否会自研自动驾驶仿真平台？

从终局来看，我们认为可能分为“安卓类”和“苹果类”两大派系，“苹果类”全线自研但数量极少（研发能力要求高），“安卓类”选择与头部第三方平台合作，主要考虑为：

- 从协同性上来看，仿真平台开发需要有图形学和游戏引擎基础，这两者与自动驾驶算法和整车研发的协同性有限；
- 从研发路径上来看，我们认为大规模仿真场景库构建具有飞轮效应，场景元素的颗粒度越细，所需的时间成本越多，同时考虑到场景参数之间具有一定连续性，**场景库越丰富，生成新场景的效率越高、成本越低**，故而我们认为第三方平台可能具有更高的研发效率；
- 从ROI来看，自研自动驾驶仿真平台的投入成本更高，带来更低的ROI；
- 即使以自研后向外输出的出发点考虑，我们认为考虑到现阶段标准尚未统一且仿真模块众多，若与最终标准有出入，存在向外输出失败的风险，**单位潜在收益承担的风险较高**。

## 3.2 行业投资逻辑

### 3.2.1 核心问题之三 —— 竞争格局推演（工业互联网）

在工业互联网领域，下游需求场景分散，但是考虑到数字孪生应用在工业互联网领域的整体市场规模较大，我们认为有望带来层次更加丰富的竞争格局：1）细分零散的场景导致下游客户的需求存在持续被挖掘的空间，具备场景关联能力和想象力的公司有望在市场发展初期获得更多的主动权；2）头部公司的打法偏向于自上而下：更容易联合行业内头部客户打造端到端的数字孪生解决方案，形成标杆案例的示范效应，从而获得更多头部客户的合作机会；3）初创公司的打法倾向于自下而上，以细碎的场景切入，通过量的积累完成场景化解决方案能力的快速构建，并有望通过其对特定场景中标准流程的提炼影响新用户，增加核心能力的可复用程度。我们认为工业互联网领域有望容纳众多数字孪生解决方案供应商。

#### 1) 工业软件厂商是否有数字孪生解决方案？

目前工业软件厂商涉足的数字孪生领域仍以**产品设计与研发**为主（如达索3D Experience），但我们认为工业软件厂商进一步向**生产流程监测市场渗透的可能性较低**，主要考虑为：

- 从开发范式上来看，产品设计更多考虑前向兼容（新应用可以在老系统中运行），而流程监测更多考虑后向兼容（新系统可以运行老应用）
- 从业务协同性上看，产品设计与其传统工业软件业务具有更多协同性

#### 2) 为什么我们认为工业领域落地进程更快？

相较于智慧城市和自动驾驶应用场景，我们认为数字孪生技术在工业领域的落地推广可能更快，主要考虑为：

- **工业标准体系成熟完善**
- 工业领域细分场景更加分散，由此带来特定场景的需求更加聚焦，**数字孪生带来的ROI更加清晰**
- **全球推进步伐与方向同步性较高**，且有科技巨头加持以及头部公司落地案例，有利于快速、全球化推广

#### 3) 为什么我们认为本土企业在流程监测市场具有一定竞争潜力？

我们认为我国在传统工业软件领域落后的原因主要有：1）**软件背后的工程化能力**代表着对业务逻辑的深度理解，而这大多来源于陪伴产业共同成长，不断完善；2）**海外公司庞大的用户生态**涵盖头部公司到中小客户，使得其产品本身成为业界事实性标准。而数字孪生领域中的**流程监测以后向兼容**为主，在传统工业软件领域的落后在这一市场并不具有延续性，且市场处于早期发展阶段，用户生态尚未形成。

## 3.2 行业投资逻辑

### 3.2.2 投资逻辑梳理

#### 通用型公司

##### 项目能力

- 行业know-how
- 数据融合和快速建模能力
- 海量渲染能力
- 设备兼容能力

##### 产品能力

- 跨行业场景 vs 垂直业务场景
- 产品化能力
- 产品核心竞争力与下游需求的匹配度情况
- 产品ROI

##### 参与/组建生态能力

- 生态中心节点
- 在生态中的定位
- 被中心节点吞噬的可能性
- 成为中心节点的可能性

#### 场景型公司

##### 技术

- 技术成熟度
- 技术壁垒以及技术因素决策占比

##### 场景

- 细分场景市场规模
- 细分场景需求壁垒：与业务绑定程度

##### 跨场景能力

- 选择新场景的能力：战略眼光/销售资源
- 跨场景的难度：业务协同性/技术路径相关性

### 3.3 行业跟踪指标

#### 政策层面



地方“十四五”期间数字经济发展规划

部委“十四五”期间数字经济发展规划

#### 技术层面



5G商用推广

仿真分析和模拟决策能力发展

标准体系构建情况

#### 应用层面



GPU成本

行业累计案例数量

项目招投标信息

各行业ROI



# 4

## 风险提示

## 4 风险提示

- 1、行业内公司在数字孪生领域的布局有变动调整的风险：**数字孪生行业处于快速发展上行周期，行业内的公司受技术迭代、下游需求以及行业内竞争格局的影响可能会调整自身布局，从而导致我们报告中的统计数据未能准确反映公司的最新情况。以自动驾驶仿真平台为例，部分公司平台上的模块可能进行持续迭代和增加，从而导致我们报告中对于各平台功能的统计与现状略有出入。
- 2、报告中对于行业内公司类型的分类存在主观判断：**我们在报告中对数字孪生行业内的核心公司进行了分类汇总，主要是基于我们对于各公司的业务理解以及对于行业的基本判断，具有一定主观性，并不代表行业通行标准。
- 3、报告中对于市场规模和ROI的测算存在主观假设：**我们在报告中对数字孪生在不同场景落地的市场规模以及ROI进行了测算，在测算过程中部分指标因素存在主观假设，故而可能导致测算情况与真实市场规模和ROI存在一定差异。
- 4、政策落地不及预期：**数字孪生行业的发展受到了积极的政策支持，有望在“十四五”期间得到快速发展，但是我们认为仍存在政策落地程度不及预期，导致行业内产品和项目落地进程放缓。
- 5、行业竞争格局加剧：**数字孪生产业链内参与方众多，且不断有新公司加速入场，我们认为行业内上市公司和科技巨头的林立，再叠加创业公司的不断涌现，可能会导致行业内竞争格局加剧且变得更加错综复杂。

## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

## 特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS