

2022年元宇宙系列白皮书： 中国工业元宇宙发展洞见

2022 China Industrial Metaverse White Paper

报告标签：元宇宙、工业数字孪生、工业互联网

研究目的与摘要

2021年被称为“元宇宙元年”，元宇宙概念迅速点燃市场。本篇报告聚焦于元宇宙相关技术在泛工业领域的应用研究，从结合行业政策、机遇与挑战、技术架构、应用场景及落地案例、国内外代表性企业等分析维度，给出对工业元宇宙的理解与解读

研究区域范围：中国

研究周期：2022年

研究对象：中国工业元宇宙产业

此研究将会回答的关键问题：

- ① 工业元宇宙的定义、价值、发展机遇与挑战
- ② 工业元宇宙涉及的技术群及其关键技术
- ③ 工业元宇宙在各行业的场景落地情况

01 工业元宇宙使整个工业体系能够在虚拟化的背景下重构，突破传统边界与束缚，促使产业融合，实现可持续性的降本增效

工业元宇宙最重要的价值在于，对现代工业的复杂系统，做彻底的、全方位的、系统的数字孪生，使整个工业处于完全的数字化、智能化和信息化的直观状态，并且使整个工业体系能够在虚拟化的背景下重构，这种重构打破了传统工业、行业和企业边界与束缚，真正实现在技术支撑下的产业融合，最大化地提高生产效率。通过设备数字孪生及流程全面数字化，提供生产系统的全数字孪生镜像，工业元宇宙能够实现生产托管，对物流、物资配送等，提供供应链的全链条管理；对能源、电力等，提供镜像分析与模拟试错场景；解决迭代试错成本高昂、升级困难的问题，实现可持续性的降本增效

02 工业元宇宙涉及多类技术群的融合和创新，其中数字孪生相关技术构成了工业元宇宙的关键技术体系

工业元宇宙丰富的特征和广泛的应用决定它的实现具有高复杂度，涉及多类技术群的融合和创新。工业元宇宙技术体系包括数字孪生技术群、智能网络技术群、泛AI技术群、新信息通信技术群以及工业制造相关技术群。其中，智能网络、大数据、人工智能、云计算、区块链等相关基础技术是工业元宇宙的技术底座；感知互联、实体映射、多维建模、时空计算、仿真推演、可视化、虚实交互七个数字孪生相关技术构成了工业元宇宙的关键技术体系

03 当前工业元宇宙整体仍处于发展初期，行业应用场景逐步落地，在制造、城市管理、交通、汽车、建筑、能源等行业已有不同程度的应用

在制造业领域，工业元宇宙聚焦于产品数字化设计、工艺流程管控和重大设备管理等场景；在城市管理领域，工业元宇宙赋能城市规划、建设、治理、优化等全生命周期环节；在交通与汽车领域，工业元宇宙应用于交通工具的功能设计与研发、仿真测试、自动驾驶、故障诊断与设备维护等细分场景；在建筑领域，工业元宇宙赋能建筑规划设计、实施、运营维护等环节；在能源领域，工业元宇宙的应用覆盖能源生产、储运、管理和消费等场景

名词解释

- ◆ **ADAS** : Advanced Driver Assistance System, 先进驾驶辅助系统, 是利用安装于车上的各式各样的传感器, 在第一时间收集车内外的环境数据, 进行静、动态物体的辨识、侦测与追踪等技术上的处理, 从而能够让驾驶者察觉可能发生的危险, 以引起注意和提高安全性的主动安全技术
- ◆ **AR** : Augmented Reality, 是一种将虚拟信息与真实世界融合的技术
- ◆ **BIM** : Building Information Modeling, 建筑信息模型, 一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具
- ◆ **CAD** : Computer Aided Design, 指运用计算机软件在图形化开发界面上进行管理软件的设计, 通过设计管理软件的流程结构、数据结构, 最终通过计算机软件系统的自动数据加载、解析生成能够独立应用的管理软件的过程
- ◆ **CAE** : Computer Aided Engineering, 指工程设计中的计算机辅助工程
- ◆ **HMI** : Human Machine Interface, 是系统和用户之间进行交互和信息交换的媒介
- ◆ **IIoT** : Industrial Internet of Things, 工业物联网, 是将具有感知、监控能力的各类采集、控制传感器或控制器, 以及移动通信, 智能分析等技术不断融入到工业生产各个环节, 从而大幅提高制造效率, 降低产品成本和资源消耗, 最终实现将传统工业提升到智能化的新阶段
- ◆ **IoT** : Internet of Things, 指通过各种信息传感器、射频识别技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等各种装置与技术, 实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程, 采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息, 通过各类可能的网络接入, 实现物与物、物与人的连接, 实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理
- ◆ **MBD** : Model Based Definition, 是一个用集成的三维实体模型来完整表达产品定义信息的方法体
- ◆ **UI** : User Interface, 用户界面, 是系统和用户之间进行交互和信息交换的媒介, 它实现信息的内部形式与人类可以接受形式之间的转换
- ◆ **VR** : Virtual Reality, 虚拟现实, 利用计算机模拟创建一个三维空间的虚拟世界, 是一种多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真
- ◆ **管理壳AAS** : 资产管理壳(Asset Administration Shell)是一个(组)资产的数字表示。AAS由许多子模型组成, 可以描述特定资产的所有信息和功能, 包括其特征、特性、属性、状态、参数、测量数据和能力。其中, 资产不仅是指设备和物料, 也包括CAD模型、电气图, 甚至包括合同、订单

Chapter 1

工业元宇宙产业 发展综述

- **定义与价值**：工业元宇宙即将元宇宙相关技术应用在工业领域，在虚拟世界中与现实工业环境进行全面模拟，通过融合虚拟世界和现实世界，实现工业的改进与优化，达到降本增效的效果，最大化地提高生产效率
- **政策分析**：从国家层面看，以数字孪生、工业互联网、元宇宙为代表的数字产业成为“十四五”规划国家政策规划的重点，政策在驱动关键技术发展的同时，推动企业进行数字化转型，深化元宇宙技术在工业领域的应用
- **发展机遇**：在中国数字化转型浪潮下，工业元宇宙以实现物理世界与信息世界交互与共融的需求应运而生，以实现制造业、工业等行业全要素、全产业链、全价值链的互联互通，从而不断催生新业态、新模式和新产业，相关企业将在这次数字化浪潮中尽享时代发展红利



中国工业元宇宙产业分析——工业元宇宙的定义与价值

- 工业元宇宙即将元宇宙相关技术应用在工业领域，在虚拟世界中对现实工业环境进行全面模拟，通过融合虚拟世界和现实世界，实现工业的改进与优化，达到降本增效的效果，最大化地提高生产效率

工业元宇宙的特征



2021年，全球47个国家数字经济规模总量达到38.1万亿美元，同比名义增长15.6%，占GDP比重为45.0%。中国数字经济规模为7.1万亿美元，位居世界第二；同比增长16.2%，增速高于世界平均水平。从发展方向看，全面推行数字化转型和升级是中国当前发展的战略重点，工业元宇宙则是数字化发展的必然趋势

■ 工业元宇宙即是元宇宙相关技术应用于工业领域

工业元宇宙即将元宇宙相关技术，包括物联网技术、AI技术、交互技术、智能网络技术、超级算力技术、区块链技术、数字孪生技术和虚拟引擎技术等，应用在工业领域，在虚拟世界中实现对现实工业环境中的研发设计、生产制造、运维管理、销售服务等环节和场景的全面模拟，覆盖工业生产全链条环节，通过融合虚拟世界和现实世界，实现工业的改进和优化，形成全新的制造和服务体系

■ 数字孪生使整个工业体系能够在虚拟化的背景下重构，突破传统边界与束缚，促使产业融合，实现可持续性的降本增效

工业元宇宙最重要的价值在于，对现代工业的复杂系统，做彻底的，全方位的、系统的数字孪生，使整个工业处于完全的数字化、智能化和信息化的直观状态，并且使整个工业体系能够在虚拟化的背景下重构，这种重构打破了传统工业、行业和企业边界与束缚，真正实现在技术支撑下的产业融合，最大化地提高生产效率

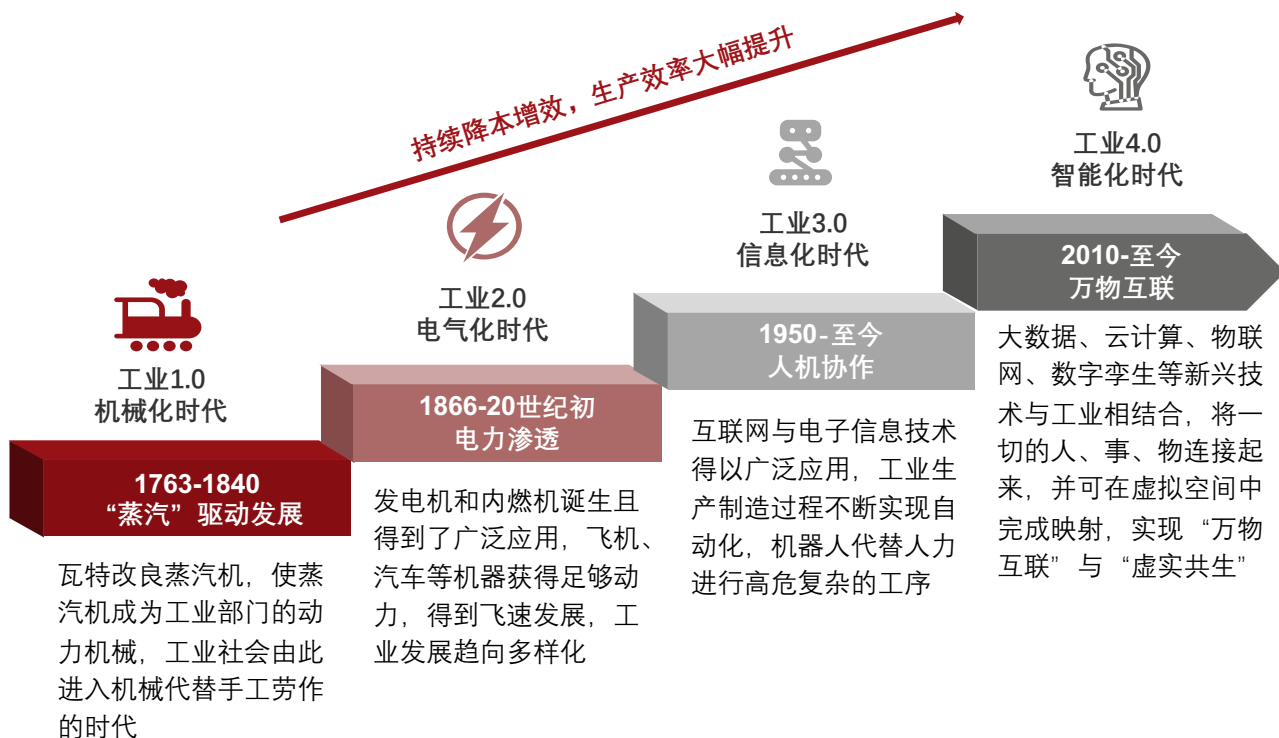
其次，工业元宇宙实现可持续性的降本增效。通过设备数字孪生及流程全面数字化，提供生产系统的全数字孪生镜像，工业元宇宙能够实现生产托管，对物流、物资配送等，提供供应链的全链条管理；对能源、电力等，提供镜像分析与模拟试错场景；解决迭代试错成本高昂、升级困难的问题，实现可持续性的降本增效

来源：《工业元宇宙》、沙利文，头豹研究院

中国工业元宇宙产业分析——工业元宇宙发展历程

- 工业元宇宙是在工业4.0和工业互联网的基础之上进行再次改造和升级，对现代工业的复杂系统进行数字孪生，打破传统工业的边界，在虚拟现实世界构建工业模型，最大化地提高社会生产力

工业元宇宙的发展历程



■ 新工业文明释放生产力，重塑世界格局，工业元宇宙是国家间国力竞赛的利器

蒸汽机的发明引发了第一次工业革命，突破了人类肉体生产力的极限，人类进入机械化时代；电力的广泛应用冲破了能源束缚的壁垒，驱动了第二次工业革命，人类进入电气化时代；计算机、互联网的发明和应用挣脱了距离的枷锁，催生了信息化技术，进而掀起第三次工业革命的浪潮。随着信息化技术不断地沉淀与进步，在社会和人工智能、超级算力、大数据等数字化技术指数级进步的推动下，人类已进入工业4.0——智能化时代的初期阶段，工业4.0是以物联信息为基础，在生产制造到市场销售的信息领域，实现数字化与智能化在工业活动的深入应用。工业元宇宙则是在此基础之上，对现代工业的复杂系统，做彻底的、全方位、系统性的数字孪生，使整个工业处于完全的数字化、智能化和信息化的直观状态，引导新的工业、行业和产品诞生，打破传统工业的物理边界、组织边界、协作边界，在虚拟现实世界构建工业模型，最大化地提高社会生产力，并实现可持续性的降本增效

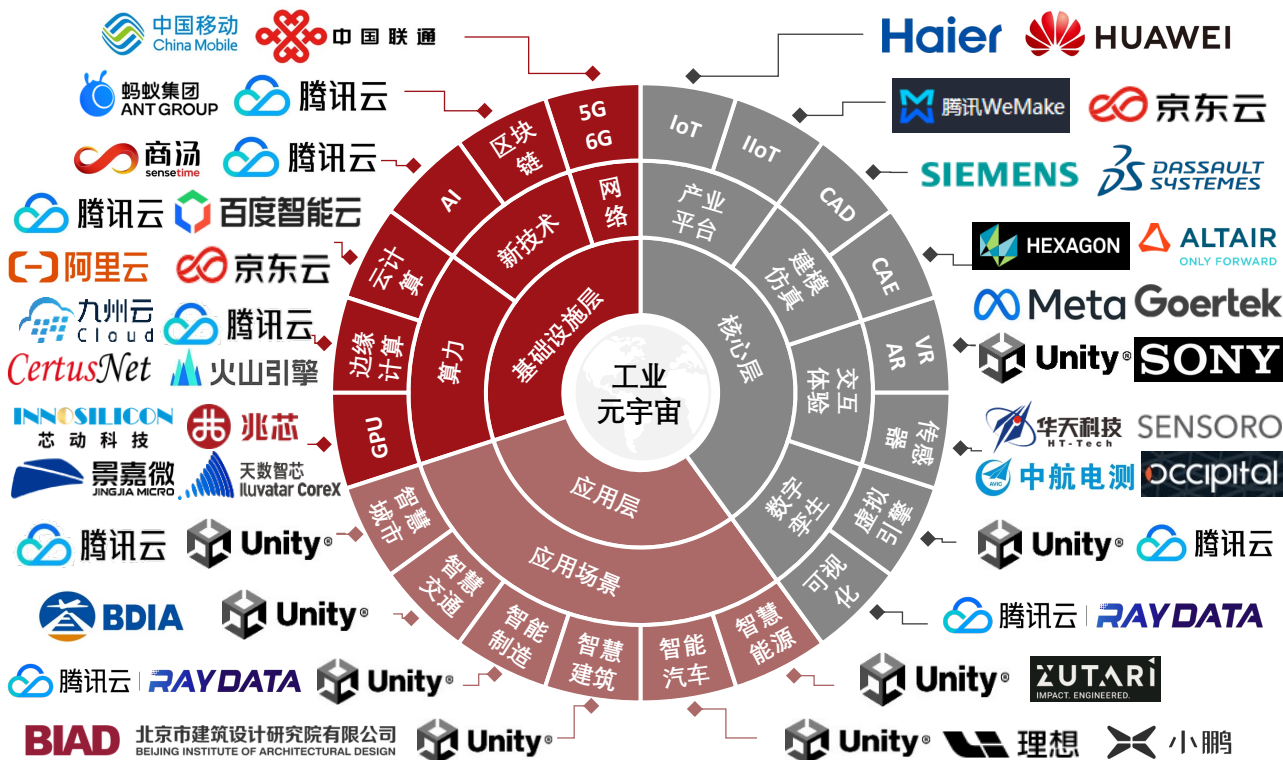
每一次工业革命均伴随着生产力的大幅提升，同时重塑世界格局。率先抓住机会的国家往往将迅速崛起，并在新的世界秩序中占据主导地位。因此，工业元宇宙必然是未来国家间竞争的疆域

来源：《元宇宙与数字经济》，沙利文，头豹研究院

中国工业元宇宙产业分析——工业元宇宙产业链图谱

- 工业元宇宙产业链可分为基础设施层、核心层和应用层，中国企业在基础设施层的布局相对领先，基本可实现自主可控；核心层的关键技术、软硬件等主要依赖进口；应用层多为本土企业与外企协同合作

工业元宇宙产业链图谱



- 工业元宇宙产业链可分为基础设施层、核心层和应用层，其中核心层的数字孪生是最为核心的组成部分

基础设施层包括通信网络基础设施、算力基础设施和新技术基础设施，主要负责数据的实时传输与分发、存储计算与处理、数据挖掘与分析决策，保障工业元宇宙的正常运转。目前中国企业在基础设施层的布局处于较为领先的位置，基本上可实现完全的自主可控

核心层由交互体验、产业平台、建模仿真和数字孪生组成，其中数字孪生是工业元宇宙最为核心的组成部分。数字孪生为工业元宇宙虚实交互、虚实协同提供技术支撑，完成从现实工厂的设备或者装置到虚拟世界的全真映射。

当前中国企业在数字孪生引擎（如虚拟引擎，可视化工具集）领域主要依赖海外引进，而Unity引擎为其中的主流代表。Unity在引擎技术方面处于绝对的行业领先地位，尤其在游戏开发领域。2021年，全球排名前1000的移动游戏中，用Unity引擎开发的数量高达71%，同时，Unity引擎也在建筑、汽车、制造等泛工业领域被广泛地应用

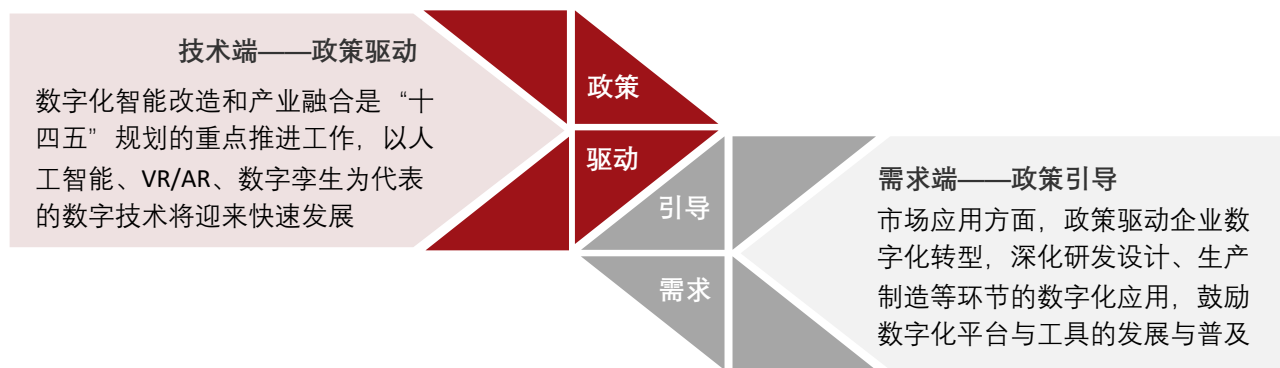
现阶段工业元宇宙的应用场景主要集中在智慧城市、智慧交通、智能制造、智慧建筑、智能汽车、智慧能源等领域，通常由中国企业协同海外企业共同完成

来源：沙利文，头豹研究院

中国工业元宇宙产业分析——国家层面政策分析

- 从国家到地方层面，以数字孪生、工业互联网、元宇宙为代表的数字产业成为中国“十四五”期间经济发展的重点，政策在驱动关键技术发展的同时，加速元宇宙在工业制造、文旅、汽车等行业的融合落地

中国国家层面工业元宇宙相关政策分析，2021年



政策名称	颁布时间	颁发主体	主要内容及影响
《“十四五”数字经济发展规划》	2021/12	国务院	到2025年，数字经济迈向全面扩展期，数字经济核心产业增加值占GDP达到10%。 纵深推进工业数字化转型 ，加快推动研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等全生命周期 数字化转型 。推动数字城乡融合发展， 因地制宜构建数字孪生城市 。作为数字经济的集成，随着数字经济产业值及技术的持续提升， 工业元宇宙将进入快速发展阶段
《元宇宙如何改写人类社会生活》（刊文）	2021/12	中央纪委国家监委	明确了元宇宙的概念及发展趋势，提出元宇宙三大核心分别为扩展显示技术、 数字孪生技术 及区块链技术，并可赋能工业大幅提升生产效率，为 工业互联网 等应用场景带来历史发展机遇
《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》	2021/11	工信部	到2025年， 工业互联网平台普及率达到45% ， 数字化研发设计工具普及率达到85% ；围绕机械、汽车、航空、航天、船舶、兵器、电子、电力等重点装备领域，建设数字化车间和智能工厂，构建面向装备全生命周期的 数字孪生系统 ，推进基于模型的系统工程规模应用， 依托工业互联网平台实现装备的预测性维护与健康 管理
《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》	2021/3	中国人大	到2035年， 中国基本实现新型工业化和信息化 。加快数字发展，建设数字中国，推进产业数字化转型，促进数字技术与实体经济深度融合， 建设若干国际水准的工业互联网平台和数字化转型促进中心 ，深化研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等环节的数字化应用。 探索建设数字孪生城市 。以 数字孪生、工业互联网、工业元宇宙 为代表的数字化产业在“十四五”期间将迎来迅速发展
《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》	2021/1	工信部	到2023年， 工业互联网 新型基础设施建设量质并进，包括推进工业设备网络化改造、企业内网升级、开展企业外网建设、深化“ 5G+工业互联网 ”融合应用等，支持研发构建 数字孪生创新工具 ，建设 数字孪生技术专业型平台 ，推动 数字孪生与工业互联网的融合发展

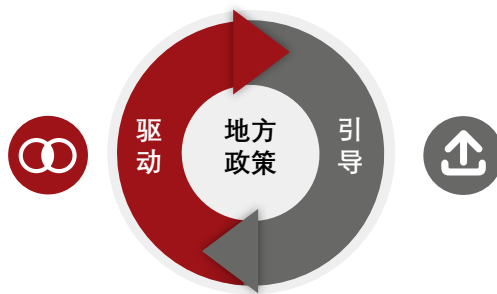
来源：各政委官网，沙利文，头豹研究院

■ (接上页——相关政策分析)

中国地方层面工业元宇宙相关政策分析，2021-2022年

■ 驱动技术研发与突破

- ✓ 加强元宇宙底层核心技术的前瞻研发
- ✓ 支持虚拟现实技术与工业互联网的融合创新
- ✓ 突破数字孪生等前沿技术



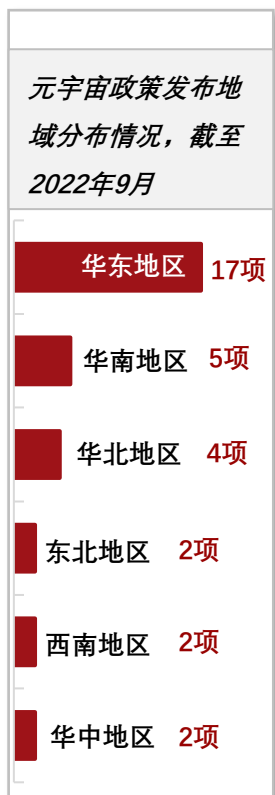
■ 引导产业发展

- ✓ 发展工业数字孪生，打造工业元宇宙
- ✓ 引进国内外元宇宙领军企业设立基地
- ✓ 设立产业基金，引导市场资本

地区	相关政策	时间	主要内容及影响
上海	《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》	2021/12	加强元宇宙底层核心技术基础能力的前瞻研发，深化虚拟内容建设，探索行业应用。元宇宙首次被写入地方“十四五”产业规划
	《上海市培育“元宇宙”新赛道行动方案（2022-2025年）》	2022/07	模式融合赋能，支持元宇宙+工厂、办公等场景打造；突破3D图像引擎，数字建模等关键生产工具；打造数字孪生工厂，培育“元宇宙+工业互联网”试点示范场景
安徽	《安徽省“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》	2022/03	加强人工智能、信息技术应用创新、工业软件、工业互联网、大数据应用、量子通信领域研究；重点突破工业软件，支持工厂仿真、生产线仿真等软件研发创新
广东	《广州市黄埔区、广州开发区促进元宇宙创新发展办法》	2022/04	重点培育工业元宇宙、数字虚拟人等新业态和新模式，引领新一轮科技革命和产业变革；鼓励主办数字孪生、AR/VR/MR等元宇宙相关的重大交流活动；鼓励设立元宇宙产业基金，为数字孪生、人机交互、脑机接口等相关企业提供金融服务
山东	《山东省推动虚拟实现产业高质量发展三年行动计划（2022-2024年）》	2022/03	支持企业大力开展虚拟现实技术与5G、人工智能、工业互联网等新兴技术融合创新，打造工业领域虚拟现实特色应用基地，突破数字孪生等前沿技术，深化虚拟现实在工业领域的应用
河南	《河南省元宇宙产业发展行动计划（2022-2025年）》	2022/09	发展工业数字孪生，打造工业元宇宙。发挥数字孪生虚拟调试、实时联动、模拟仿真等优势，推动工业数字化、网络化、智能化转型；引进行业领军企业，支持国内外元宇宙领军企业在河南省建立区域总部、孵化平台、实验室和研究中心等

来源：各政委官网，沙利文，头豹研究院

（接上页——相关政策分析）



据不完全统计，截至2022年9月底，中国国家及地方政府层面发布的政策、年度工作报告中，与元宇宙相关的有32项，其中，元宇宙专项政策有15项，占比近一半。在17项规划了元宇宙具体应用场景的政策中，工业在其中7项中出现，仅次于文旅的9项。中国各级、多地政府已经意识到元宇宙在新的技术革新和产业变革中的重要作用，积极出台鼓励、引导类政策，打造元宇宙应用示范区，促进元宇宙产业集群化发展

■ 中央及地方政府自上而下引导元宇宙生态体系建设，主要涉及核心技术研发、数字人才培养、产业融合应用等多个方面

在核心技术研发方面，总体而言，中央及地方政府着力攻关突破的核心技术侧重点主要聚焦于数字孪生、虚拟现实、增强现实、3D建模与渲染、图形引擎、物联网、人工智能、人机交互、区块链等相关技术。为加速相关技术成果落地，国家与地级政府积极制定产业行动计划，加大元宇宙底层技术研发的支持力度，鼓励龙头企业牵头产学研用，支持元宇宙相关重大基础性、平型科技项目实施，发挥各类专项资金作用，加大对元宇宙关键技术、重点工程和产业发展的保障力度

在数字人才培养方面，各地政府将积极落地关于元宇宙领域人才的引进、培养、扶持等行动方案，加快元宇宙产业人才育引，构建多层次人才梯队，形成元宇宙人才雁阵格局。相关行动措施包括（1）着力引进国际与国内顶尖数字孪生、人机交互、虚拟现实、增强现实等元宇宙高精尖人才和技能型人才，支持元宇宙领域高层次人才创新创业；（2）鼓励各大高校优化元宇宙相关专业的招生计划和培养方案，开设元宇宙相关课程或专业，加强元宇宙教学体系建设和师资队伍培养，培养一批优秀创新人才；（3）对于拥有国际领先的核心技术或自主知识产权的元宇宙人才团队，对其成果转化项目择优给予扶持；（4）在人才引进、人才落户、阶段性住房、医疗等公共服务方面给与支持

在产业融合应用方面，中央及地方政府积极贯彻落实《“十四五”数字经济发展规划》，大力推动元宇宙与行业领域融合，重点瞄准电子信息、工业、制造业、交通等附加值较高，并在复杂流程控制、精细化、安全作业等方面要求较高的领域，率先突破以数字孪生为代表的元宇宙相关技术的应用突破，加快工业仿真、工业互联网应用升级，建设一批全球灯塔工厂、示范智能工厂，打造工业元宇宙试点项目，形成示范效应

■ 华东地区发布的元宇宙相关政策占比最高，达到53%，主要聚焦于文旅、工业、商业等行业的应用场景以及数字孪生、人机交互、虚拟现实等核心技术

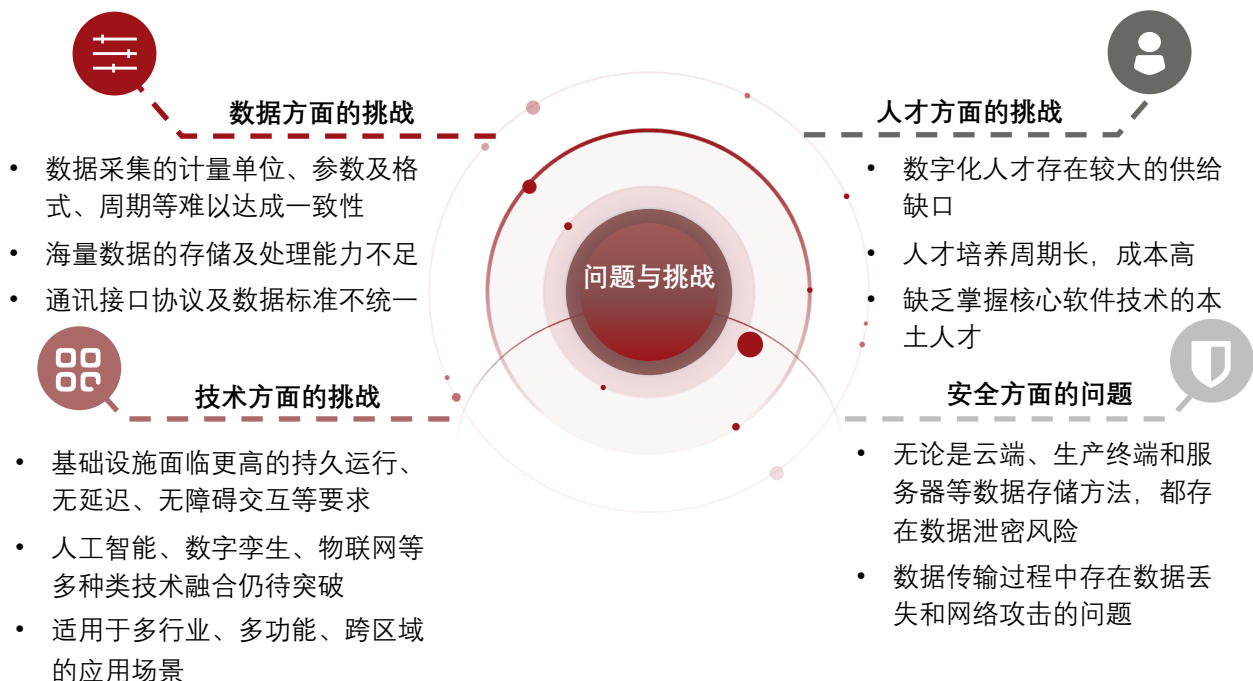
在地域分布方面，以上海、山东、安徽为代表的华东地区发布的元宇宙相关政策占比最大，在发布的32项元宇宙相关的政策中占比53%，主要聚焦于文旅、工业、商业、教育等行业以及人机交互、虚拟现实、增强现实、脑机接口等核心技术。以广东广州、深圳为代表的华南地区政策占比为16%，主要聚焦于文旅、工业等行业以及数字孪生、人机交互、虚拟现实、增强现实等核心技术。以北京为代表的华北地区政策占比为13%，主要聚焦于文旅行业以及数字孪生、图形引擎、仿真模型、人机交互、新型显示等核心技术。东北、西南和华中地区分别占比6%，主要聚焦于工业、城市管理、文旅、医疗等行业以及数字孪生、先进计算、人机交互等核心技术

来源：各政委官网，沙利文，头豹研究院

中国工业元宇宙产业分析——问题与挑战

- 中国工业元宇宙尚处于发展初期阶段，在数据、人才、技术及安全方面均面临多方面的问题与挑战，由此制约着工业元宇宙的发展；如何解决与应对此类问题与挑战，是工业元宇宙今后发展的关键

中国工业元宇宙发展面临的问题与挑战



中国工业元宇宙在数据、人才、技术及安全方面均面临多方面的问题与挑战

■ 数据采集的一致性、数据存储与处理能力，以及数据标准的统一性是工业元宇宙在数据方面面临的三大挑战

多维度、多尺度的数据采集的一致性难以实现。（1）在数据采集的计量单位方面的一致性，例如构建实物的三维模型的坐标与计量单位不一致，会导致不同模型之间无法融合；在工厂的生产计划数据采集过程中，不同时间单位的生产计划数据会导致数据孪生模型出现数据读取错误。（2）数据采集参数及格式的一致性。针对同一对象，若多维虚拟模型采集的数据格式不一致、参数类型和数量不对等时，同样会出现不同模型在数据融合时出现问题，不能进行交互。（3）数据采集周期的尺度问题，如生产设备的数据产生一般以毫秒记，用采集的数据来驱动数字孪生模型时，通常需要放大时间尺度，否则模型的仿真运行压力过大会导致崩溃

海量数据的存储与处理能力欠缺。数据是工业元宇宙的全部生产要素，整个工业元宇宙系统运转时需要对海量的数据进行存储与加工，这对工业元宇宙系统的数据存储能力和计算能力方面提出较大的挑战

在数据标准方面，在构建数字孪生模型的过程中，需要在不同系统和设备之间进行不同类型数据传输和交互，因此要建立通讯接口协议，并形成数据标准，统一数据语义及代码。现有不同系统和设备的通讯接口协议和数据标准不统一，对于构建数字孪生提出较大的挑战

来源：中国电子技术标准化研究院，沙利文，头豹研究院

(接上页)——问题与挑战

1,100万

数字人才缺口

3-10年

数字人才
培养周期

■ 数字化人才供给不足，培养周期长、成本高等问题制约中国数字经济发展

数字化人才存在较大的供给缺口。据中国通信院的数据显示，2020年中国数字化人才缺口接近1,100万，且伴随着全行业的数字化推进，人才缺口依然在持续放大。然而数字人才的培养并不是一个短期工程。数字人才的培养周期通常长达3-10年，加上不同企业的职位需求和未来发展规划各不相同，无论是招聘还是培养对于企业而言都是高昂的成本

核心数字化软硬件系统由海外人才主导，如CAD、数字引擎等，导致中国企业在 使用这类软硬件系统时存在通信协议及标准不统一、不开放、数据采集难、系统集成差等诸多问题，为数字化技术的应用与推广造成较大难题

■ 工业元宇宙对于基础设施层与技术层的算力、持久力、实时性、多技术融合性和场景适用性方面均提出更高的要求

工业元宇宙是在虚拟世界中打造全新的工业社会系统，因此对基础设施与技术方面提出更高的要求，主要包括三方面的内容：（1）基础设施的持久运行，包括网络和算力等功能的持续运转，以保证工业元宇宙系统的连续运作；（2）保证工业生产的正常运行，现实世界与虚拟世界要实现实时、高速互联，保证“无延迟”的虚拟工厂的互操作，这对于网络层的实时性提出了更高的要求；（3）保证工业元宇宙的随时、随地、无障碍的接入能力，这对于当前的交互技术与设备均提出更大的挑战

在多技术融合与场景适用性方面，工业元宇宙是多种类技术的集合，如人工智能、数字孪生、物联网等技术的融合，当前多技术融合与应用能力仍待突破；工业元宇宙的应用领域包括制造、城市建设管理、能源、交通、汽车制造等行业，未来将逐步延伸到更广阔的领域及更复杂的综合应用场景，在打通行业上下游，形成工业元宇宙产业链时，存在工业元宇宙系统在产业链某一环节或某一场景下不兼容、不适用的系列问题，因此打造一个能够跨区域、跨行业、跨企业、跨部门兼容适用的工业元宇宙系统是未来发展所面临的重大挑战

安全方面的挑战主要为数据传输与存储安全，数据传输过程中面临数据丢失和网络攻击的问题，数据存储环节则易引发数据泄密风险

工业元宇宙实现了虚拟空间与物理空间的深度交互与融合，其连接关系是建立在网络数据传输的基础之上，而在数据传输过程中，存在数据丢失和网络攻击等问题，具体体现在：1) 各原料供应商与制造商之间的模型交付过程；2) 制造商与用户之间的模型交付过程；3) 工业元宇宙系统本身虚实交互过程

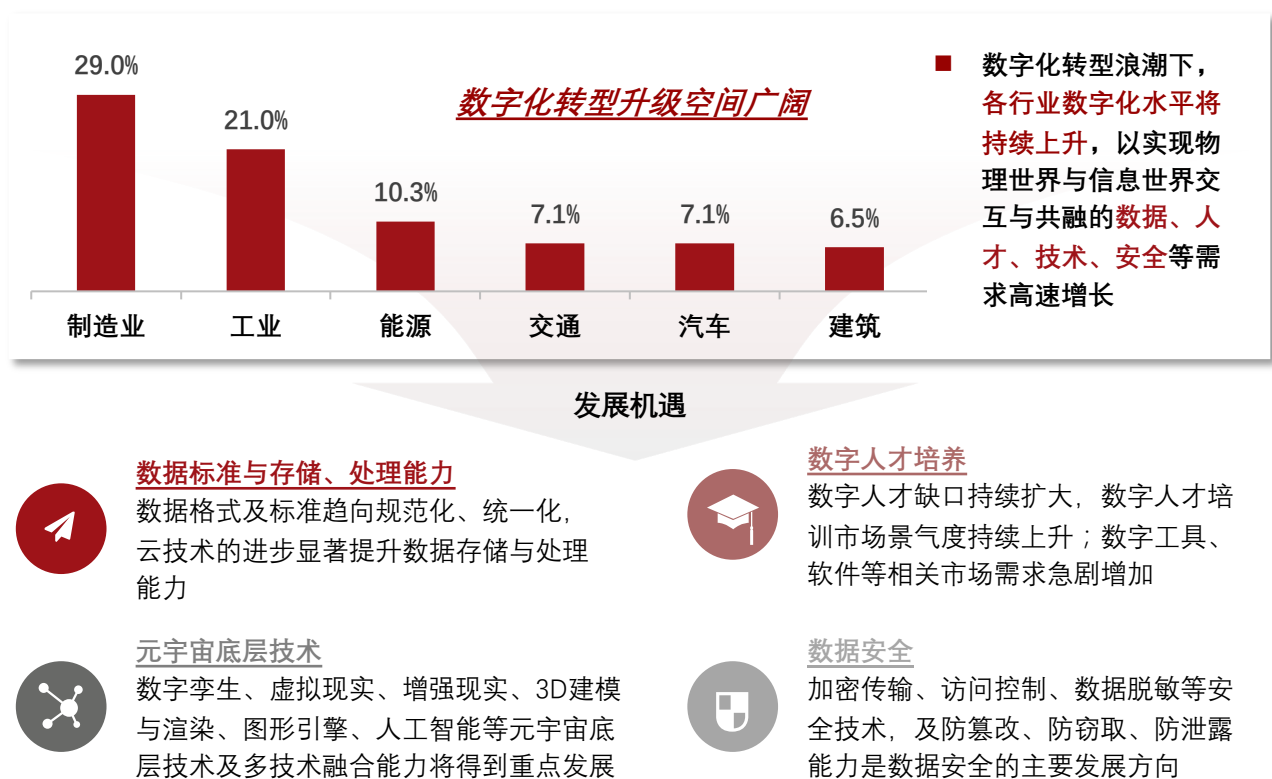
在数据存储中，由于工业元宇宙系统 在应用过程中会产生、收集和存储海量的生产数据、环境数据、用户数据等，其中包括隐私数据和敏感数据，这些数据将由云端、生产终端和服务器等方式进行存储，任何一个存储形式的安全问题都可能引发数据泄密风险

来源：中国通信院，中国电子技术标准化研究院，沙利文，头豹研究院

中国工业元宇宙产业分析——发展机遇

- 在中国数字化转型浪潮下，工业元宇宙以实现物理世界与信息世界交互与共融的需求应运而生，数据标准化、数字人才培养、核心技术、数据安全等相关领域的企业将迎来黄金发展机遇

当前中国各行业数字化渗透率情况以及未来发展机遇



在《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》、《“十四五”数字经济发展规划》等政策引导的数字化转型浪潮下，针对促进元宇宙相关技术与各行业的深度融合，工业元宇宙以实现物理世界与信息世界交互与共融的需求应运而生，以实现制造业、工业等行业全要素、全产业链、全价值链的互联互通，从而不断催生新业态、新模式和新产业，相关企业将在这次数字化浪潮中尽享时代发展红利

■ 当前中国各行业整体数字化水平不高，数字化转型升级空间广阔

中国数字经济规模于2021年达到45.5万亿元，占GDP比重为39.8%，成为中国经济增长的主要引擎。尽管中国数字经济规模稳居世界第二，但制造业、工业等领域的数字化水平仍然不高，例如2020年中国数字工业经济渗透率仅为21%，仍有广阔的增长空间。当前中国处于迈向高质量发展的转变阶段，产业数字化转型升级是其中的重要抓手，在此背景下，中国将加速推动数字化技术与实体经济的深度融合，为数据标准与安全、数字人才培养、新一代信息技术发展等领域带来新的发展机遇

■ 数据格式及标准趋向统一，数据存储与处理能力显著提升

随着元宇宙底层技术的日益成熟，在各行业的渗透率持续提升，国家、行业、企业

来源：国家互联网信息办公室，沙利文，头豹研究院

■ (接上页——发展机遇)

等不同等级的工业大数据平台逐步搭建，行业上下游企业将加强数据合作，打通产业链数据，推动数据格式及标准趋向规范化、统一化，云技术的进步显著提升数据存储与处理能力，相关的大数据、云计算、标准制定等领域的企业将迎来快速发展

■ 数字教育市场需求快速释放，拉动数字工具软件需求增加

人才方面，2020年中国数字化人才缺口达到1,100万，且供给缺口仍在不断扩大，因此数字人才培养成为国家当前的重点任务。在此背景下，数字人才培养、数字化工具、软件等领域的市场需求快速释放，通用性强、兼容性高、操作易上手，且涵盖教学培训功能的数字工具软件的市场需求急剧增加，业内企业或最先受益

■ 率先实现核心底层技术的融合落地的企业将占据先发优势

技术方面，数字孪生、虚拟现实、增强现实、3D建模与渲染、图形引擎、物联网、人工智能等元宇宙底层技术将是本次中国数字化转型升级的重点，率先实现元宇宙多技术融合，跨行业融合的企业将获得资本关注与资源倾斜的先发优势

■ 保障数据传输及存储安全是未来数据安全的主要发展方向

数据安全方面，开展加密传输，访问控制，数据脱敏等安全技术攻关，提升防篡改、防窃取、防泄露能力是未来数据安全方面的主要发展方向，以保障数据传输及存储安全

来源：中国通信院，沙利文，头豹研究院

Chapter 2

工业元宇宙产业发展能力洞察

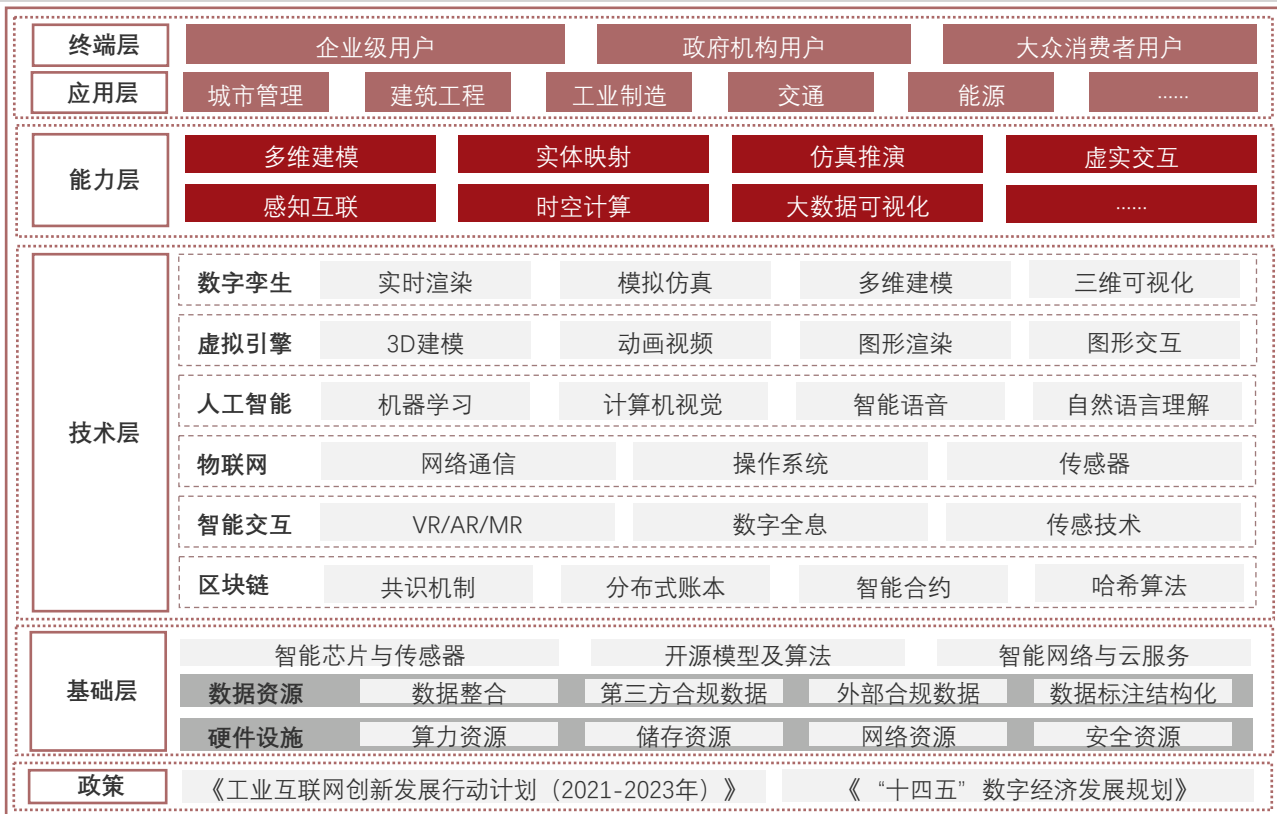
- **技术架构**：在政策规划支撑下，工业元宇宙的技术架构链条逻辑上分为基础层、技术层、能力层、终端层、应用层五大板块。其中核心技术层涉及多类技术群的融合和创新并集成于平台，实现工业相关领域深度赋能
- **关键路径**：工业元宇宙的崛起涉及多类技术群的融合和创新，实现工业元宇宙的关键技术包括数字孪生技术、虚拟引擎技术、人工智能技术、物联网技术、区块链技术、人机交互技术、智能网络技术



工业元宇宙行业发展能力洞察——技术架构

- 在政策规划支撑下，工业元宇宙的技术架构链条逻辑上分为基础层、技术层、能力层、终端层、应用层五大板块。其中核心技术层涉及多类技术群的融合和创新并集成于平台，实现工业相关领域深度赋能

工业元宇宙技术架构图



在政策规划支撑下，工业元宇宙的技术架构链条逻辑上分为基础层、技术层、能力层、终端层、应用层五大板块。其中核心技术层涉及多类技术群的融合和创新，能力层是工业数字孪生核心技术能力构成。完整的“工业元宇宙平台”将赋能工业制造、城市规划与管理、建筑工程与施工、交通、能源等行业领域

工业元宇宙涉及多类技术群的融合和创新，其中数字孪生和虚拟引擎是核心技术

工业元宇宙丰富的特征和广泛的应用决定它的实现具有高复杂度，涉及多类技术群的融合和创新。工业元宇宙技术体系包括数字孪生技术群、智能网络技术群、泛AI技术群、新信息通信技术群以及工业制造相关技术群。其中，智能网络、大数据、人工智能、云计算、区块链等相关基础技术是工业元宇宙的技术底座；感知互联、实体映射、多维建模、时空计算、仿真推演、可视化、虚实交互七个数字孪生核心能力构成了工业元宇宙的关键能力架构体系

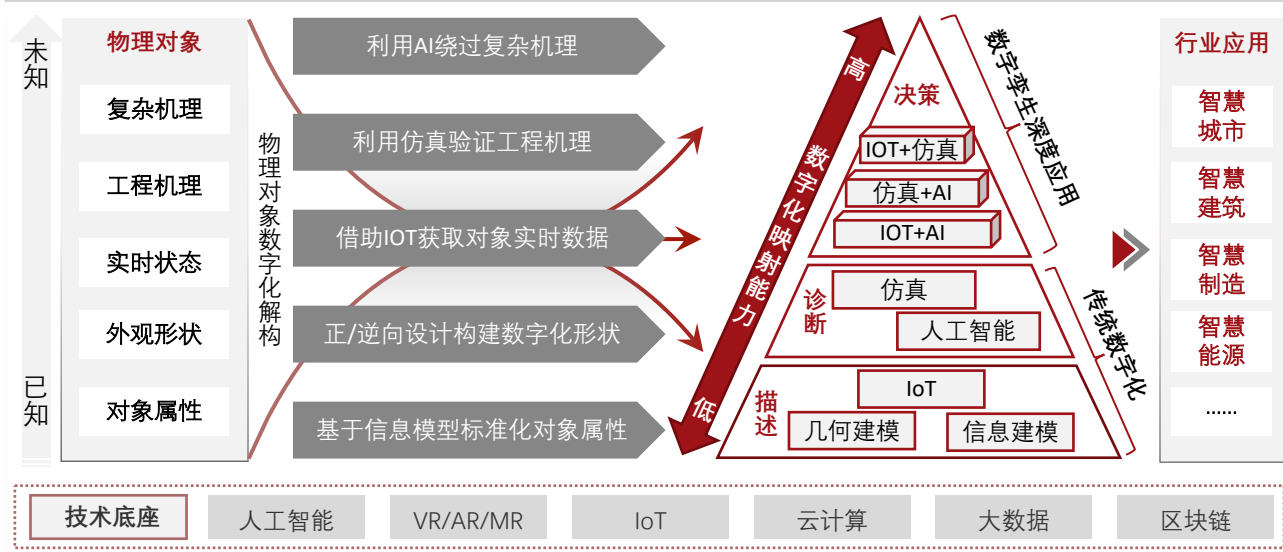
多类新型技术的融合创新为工业元宇宙深入建设、迭代升级提供支撑能力。工业元宇宙通过应用数字孪生技术实现城市物理空间、社会空间以及数字空间在时间维度和空间维度更加精准的映射、更加紧密的连接和更加多维的联动，通过AI、物联网、云计算、区块链等新一代信息技术实现三元空间的协同演进和共生共智

来源：中国信标委，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业发展能力洞察——实现路径

- 工业元宇宙的崛起涉及多类技术群的融合和创新，实现工业元宇宙的关键技术包括数字孪生技术、虚拟引擎技术、人工智能技术、物联网技术、区块链技术、人机交互技术、智能网络技术

工业元宇宙技术实现路径



- 数字孪生与元宇宙对偶，是元宇宙在工业领域的映射，也是工业元宇宙实现的关键步骤，可帮助企业实现高水平的智能化转型

工业元宇宙是数字孪生与元宇宙对偶，是元宇宙在工业相关领域的映射。实时IOT数据在数字孪生模型中的应用推动工业全业务流程闭环优化，并持续通过数据修正和完善物理模型。技术层面，在工业自动化的基础上，数字孪生在实时性、参与度和闭环性等方面提出了更高的要求，因此将会由许多独立工具、平台、基础设施、协议等来支持其运行。数字孪生的本质是设备可识别标识、工程人员知识经验及管理层关键决策在系统流程中的闭环传递，最终助力企业实现高水平的数字化、智能化转型。随着工业互联网、5G、AI、云计算等技术成熟度提升，数字孪生的应用逐步拓宽和深化

- 工业元宇宙技术路径涉及多类技术群的融合和创新，其中数字孪生是顶层技术

工业元宇宙是多类数字化技术的集成融合和创新应用，具有跨技术领域、跨系统集成、跨行业融合的特点。数字孪生模拟仿真技术是工业元宇宙技术路径的顶层框架技术；物联网是底层伴生技术，而云计算、机器学习、大数据、区块链则是工业元宇宙的外围使能技术

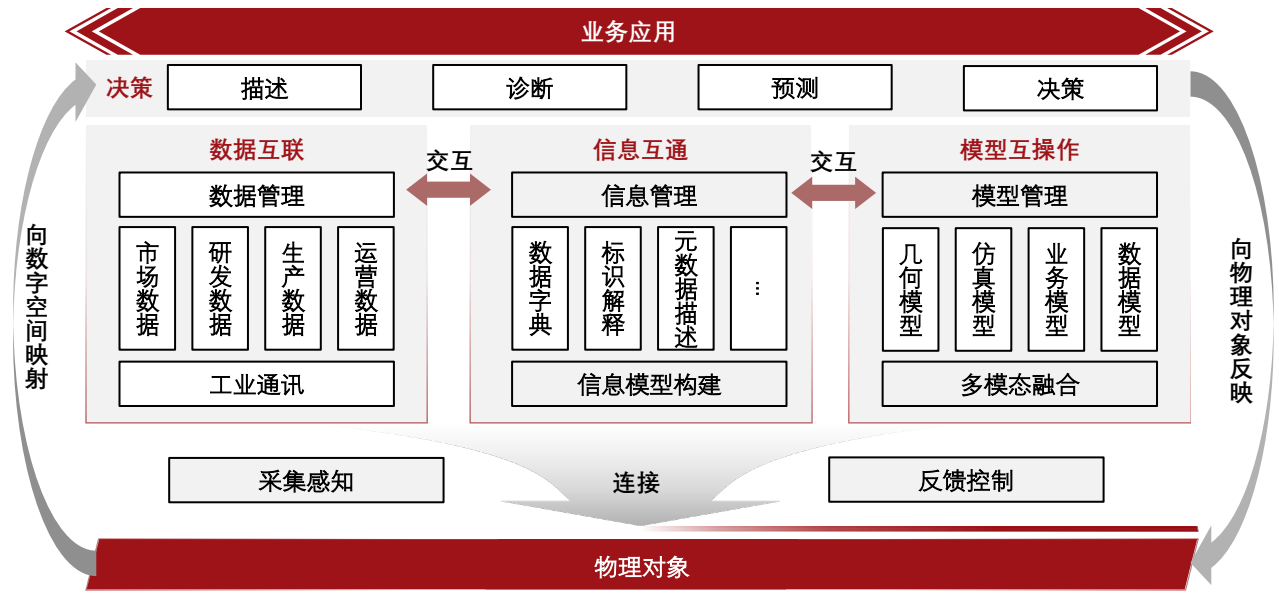
从工业元宇宙的实现路径来看，关键的技术路径是数字孪生对物理对象向更精准数字化映射。实现物理对象的结构包含对象名称、外观形状、实时工况、工程机理、复杂机理等不同组成部分，而每一部分均可通过数字化工具在虚拟空间进行重构；如对象名称可以通过信息模型表述，外观形状可以通过CAD建模表述，实时工况可以由IOT数据采集进行表述，工程机理可以通过仿真建模进行模拟，以及复杂机理可通过AI解构。传统数字化应用更多是在描述物理对象某个剖面特点，数字孪生是基于多类数据与模型的集成融合实现对物理对象更精准、更全面的刻画

来源：工业互联网产业联盟，安世亚太数字孪生体实验室，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业发展能力洞察——数字孪生

- 数字孪生建模是将物理对象建立对应的虚拟数字模型，该模型可以通过接收来自物理对象的数据而实时演化。建模、仿真和基于数据融合的数字线程是数字孪生体的三项核心技术

工业元宇宙数字孪生应用架构

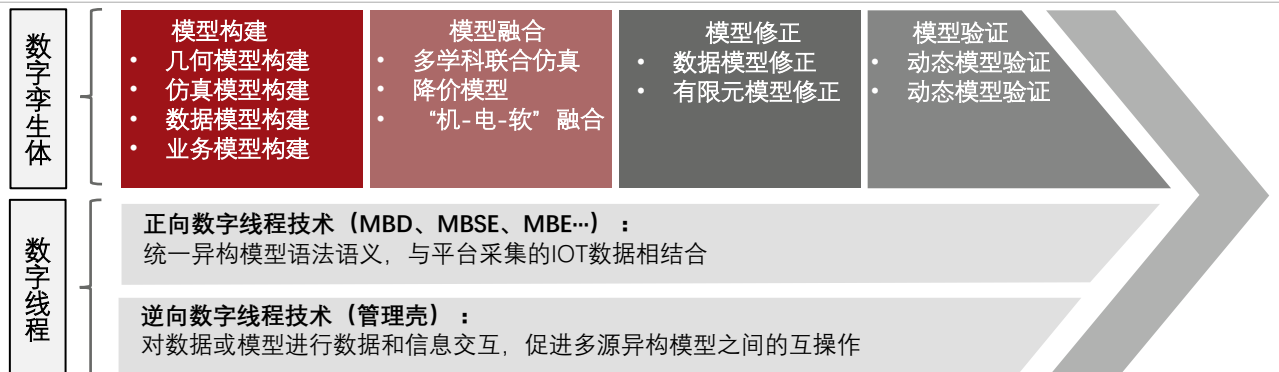


工业数字孪生是一系列数字化技术的集成融合和创新应用，基于建模工具在数字空间构建起精准物理对象模型，再利用实时IOT数据驱动模型运转，进而通过数据与模型集成融合构建起综合决策能力，推动工业全业务流程闭环优化

全生命周期实时映射、综合决策、闭环优化是数字孪生发展三大典型特征

(1) **全生命周期实时映射**指孪生对象与物理对象能够在全生命周期实时映射，并持续通过实时数据修正完善孪生模型；(2) **综合决策**指通过数据、信息、模型的综合集成，构建起智能分析的决策能力；(3) **闭环优化**指数字孪生能够实现对物理对象从采集感知、决策分析到反馈控制的全流程闭环应用。本质是设备可识别指令、工程师知识经验与管理者决策信息在操作流程中的闭环传递，最终实现智慧的累加和传承

工业元宇宙数字孪生核心技术



来源：工业互联网产业联盟，安世亚太数字孪生体实验室，沙利文，头豹研究院

（接上页——数字孪生）

从整个技术体系而言，模型构建、融合仿真和基于数据融合的数字线程是数字孪生体的顶层框架技术。其中，从技术角度来看，建模和仿真是一对伴生体；建模是模型化物理世界和问题的理解，而仿真则是验证这种理解的正确性和有效性。数字线程技术是支撑全类数据和模型快速流转和无缝集成



■ 建立物理实体的数字化模型或信息建模技术是创建数字孪生体、实现工业元宇宙的源头和核心技术

物理对象建模是创建数字孪生体、实现工业元宇宙的源头和核心技术，也是“数智化”阶段的核心。数字孪生的建模的本质是将物理世界的对象数字化和模型化的过程。通过数字化和模型化，将物理对象表达为计算机和网络所能识别的数字模型，实现物理对象各领域特征的全面刻画；建模后的虚拟对象会表征实体对象的状态、模拟实体对象在现实环境中的行为、分析物理对象的未来演变趋势。工业应用中机器人和自动化设备、PLC、变频器、电机等单元都可以为数字孪生提供有效的实时数据，用于在虚拟环境中进行测试和验证

建模相关技术方法和工具呈多元化发展趋势，一些模型采用通用建模工具如CAD等开发，更多模型的开发是基于专用建模工具如FlexSim和Qfsm等。市场上也有很多厂商布局物联网设备建模和数字孪生城市等场景建模；如Unity基于数字孪生的解决方案从最早的需求提出和结构设计阶段，提供“PiXYZ和Unity Reflect”两个产品，可以在CAD或者结构设计之初对3A模型进行虚拟化的体验。在模型算法设计包括数字孪生原型设计阶段，提供了PiXYZ, ADAS, HMI等Unity的测试环境，能够快速地把原型包括算法模型在虚拟环境中进行大量测试，可以在投产或较前期阶段对的结构、算法或原型做测试验证，大幅提高迭代效率



■ 仿真技术是创建和运行数字孪生体、保证数字孪生体与对应物理对象实现有效闭环的核心技术

在线数字仿真技术包含了确定性规律和完整机理的模型转化成软件的方式来模拟物理世界。仿真技术是保证数字孪生体与对应物理对象实现有效闭环的核心技术

仿真技术兴起于工业领域在工业4.0、智能制造等新一轮工业革命的兴起。新技术与传统制造的结合催生大量新型应用，工程仿真软件与数字孪生技术融合，仿真技术的应用边界将不断拓展至研发设计、生产制造、试验运维等环节。基于数字孪生可对物理对象通过模型进行分析、预测、诊断、训练等虚拟仿真，并将仿真结果反馈给物理对象，从而帮助对物理对象进行优化和决策。在工业制造、城市、建筑等工业元宇宙场景中，仿真技术应用覆盖产品试验仿真、生产制造仿真、虚拟工厂、城市交通仿真、物流仓储仿真、组织业务流程仿真等

物理对象全生命周期数字孪生



通过数字化工具进行表述和分析

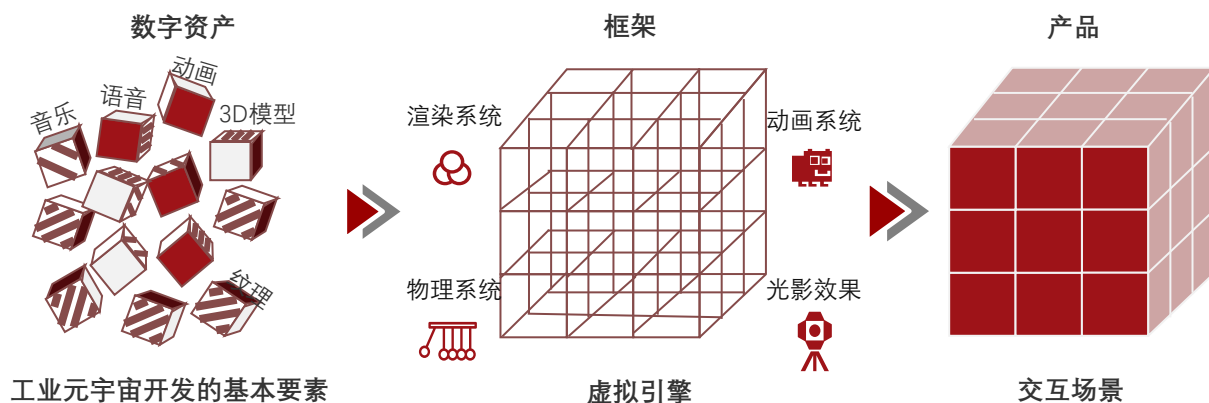


来源：中移物联网，安世亚太数字孪生体实验室，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业发展能力洞察——虚拟引擎

- 虚拟引擎是一套帮助开发者实现实时交互的软件开发工具，旨在帮助开发者实现实时3D的高效率开发。虚拟引擎广泛应用于汽车、建筑、城市等工业领域，工业元宇宙或将成为虚拟引擎未来的蓝海市场

虚拟引擎的背景与分类



虚拟引擎是元宇宙平台的核心搭建工具。凭借灵活性、成本效益和协作能力，虚拟引擎发展趋向通用化3D开发平台，从游戏领域拓展向更多工业级应用领域

虚拟引擎是实现工业元宇宙的关键技术，将极大程度的提高虚拟空间的生产效率

虚拟引擎不仅应用于游戏和影视制作，现也参与到工业、城市、建筑、教育、商业等领域。虚拟引擎通过赋能工业元宇宙的虚拟形象和虚拟场景的搭建，极大程度的提高虚拟空间的生产效率，进而实现工业元宇宙的交互功能。值得注意的是，工业元宇宙对虚拟引擎行业应用提出了更高的要求。首先，工业元宇宙讲究高质量视觉效果，其中3D实时交互场景对视觉质量要求将大幅提升，因而对虚拟引擎的精细化程度提出了更高的要求；同时高密度的交互场景也需要虚拟引擎拥有强大的处理能力，实现高效快速地制作大量工业领域的交互场景

虚拟引擎在工业元宇宙的应用



来源：Unity，沙利文，头豹研究院

（接上页——虚拟引擎）

- 虚拟引擎是一套帮助开发者实现实时交互的软件开发工具，旨在帮助开发者实现实时3D的高效率开发

虚拟引擎的目的主要包括两大方面：（1）让静态的、二维的、非交互性质的数字资产在虚拟引擎的驱动下，通过合理化的处理，整体符合真实世界的情况，包括物理、光线等；（2）实现交互场景的跨平台上线，引擎本身是一个整合型以及输出的工具，一次制作可以实现多平台的输出，格式包括PC端、移动端、PlayStation等，极大地简化了交互场景的开发效率。虚拟引擎集合前期素材工具和第三方模块，未来综合性虚拟引擎将整合类似模块更方便用户使用

- IT互联网企业展开工业元宇宙相关布局，其中虚拟引擎厂商也纷纷入局工业领域

虚拟引擎广泛应用于汽车、建筑、城市等工业领域，工业元宇宙或将成为虚拟引擎未来的蓝海市场。IT互联网企业展开工业元宇宙相关布局，其中虚拟引擎厂商也纷纷入局工业领域，以Unity为例，Unity成立独立的“工业事业部”，针对汽车、建筑、城市等工业领域的各种需求，投入了4.5亿美元的研发成本

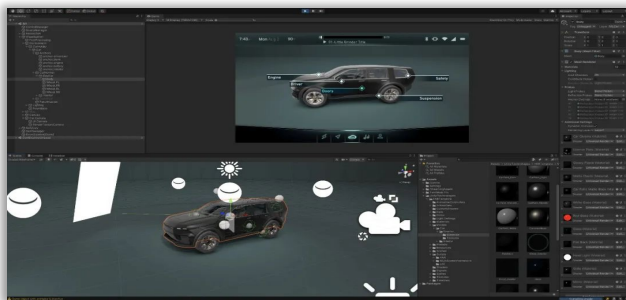
- 汽车制造业是除游戏和影视外，虚拟引擎应用最多的领域

虚拟引擎主要应用于汽车行业的设计与工程验证，内外饰效果与HMI(人机交互)，市场推广与终端销售，模拟培训与自动驾驶等领域，是现在除游戏及影视外应用最为广泛的领域，增长速度较快。虚拟引擎的应用不仅为汽车制造产业带来真正意义上的迭代，也标志着车企的研发焦点正式从扁平的驾驶体验转向多元的出行体验。例如，Unity为汽车行业提供全生命周期的渲染引擎服务，已打造新一代智能汽车的嵌入式HMI开发工具，深度赋能包括导航、ADAS、可交互3D体验、车载游戏、AR/VR内容创作与手机车控在内的各类创新应用

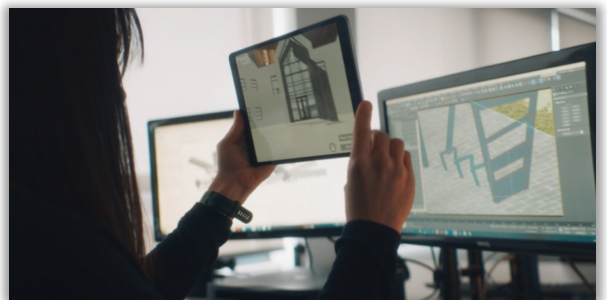
- 虚拟引擎赋能建筑师在虚拟环境中与逼真三维模型体验和互动

虚拟引擎在建筑设计上的应用优势显著，在CAD、BIM等软件基础上，优化建筑模型的可视化和展示效果。虚拟引擎为建筑师提供便捷的原型化方式，利用虚拟引擎设计建筑，助力建筑师打造更为可视化的建筑方案

大型虚拟引擎厂商均提出了建筑相关解决方案，如Unity Reflect用于构建数字孪生应用，帮助工程建设行业的业主、设计、工程、施工等多方在虚拟环境中与逼真三维模型体验和互动，加速设计迭代，实现数字化施工指导和人员培训等；另外，可在Unity编辑器中构建VR体验，用于对建筑进行设计、工程或施工模拟，让客户能感受逼真的环境



Unity 通用渲染管线制作的高质量图像



Unity Reflect Review 可视化

来源：Unity，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业发展能力洞察——泛人工智能

- AI算法和AI技术的能力持续拓宽正加速“AI+工业元宇宙”的快速部署，AI在工业元宇宙中的应用持续深化。AI技术改造工业的生产方式和决策模式，达到增效和提质的作用，助推工业AI+快速落地

工业元宇宙之泛人工智能平台架构



数据源、软件框架、算力等基础设施正在不断拓展人工智能算法的开发场景，AI算法和AI技术的能力边界也不断的拓宽和深化。AI技术的迭代加速行业产品的升级和解决方案落地，进而实现“AI+工业元宇宙”的快速部署

■ 人工智能产业可分为基础层、技术层和应用层，目前中国已形成完整的AI产业链

(1) 基础层作为AI发展的数据与算力支撑，主要包括智能芯片、传感器、大数据、云计算等。其中传感器与大数据主要负责数据的收集，智能芯片是AI的算力基础，协同云计算提供运算的能力。随着智能芯片与智能传感器的发展，端侧设备的计算资源容量大幅提高。云计算能力将下沉到边缘侧、设备侧，驱动AI应用发展趋向“云-边-端”一体化协同

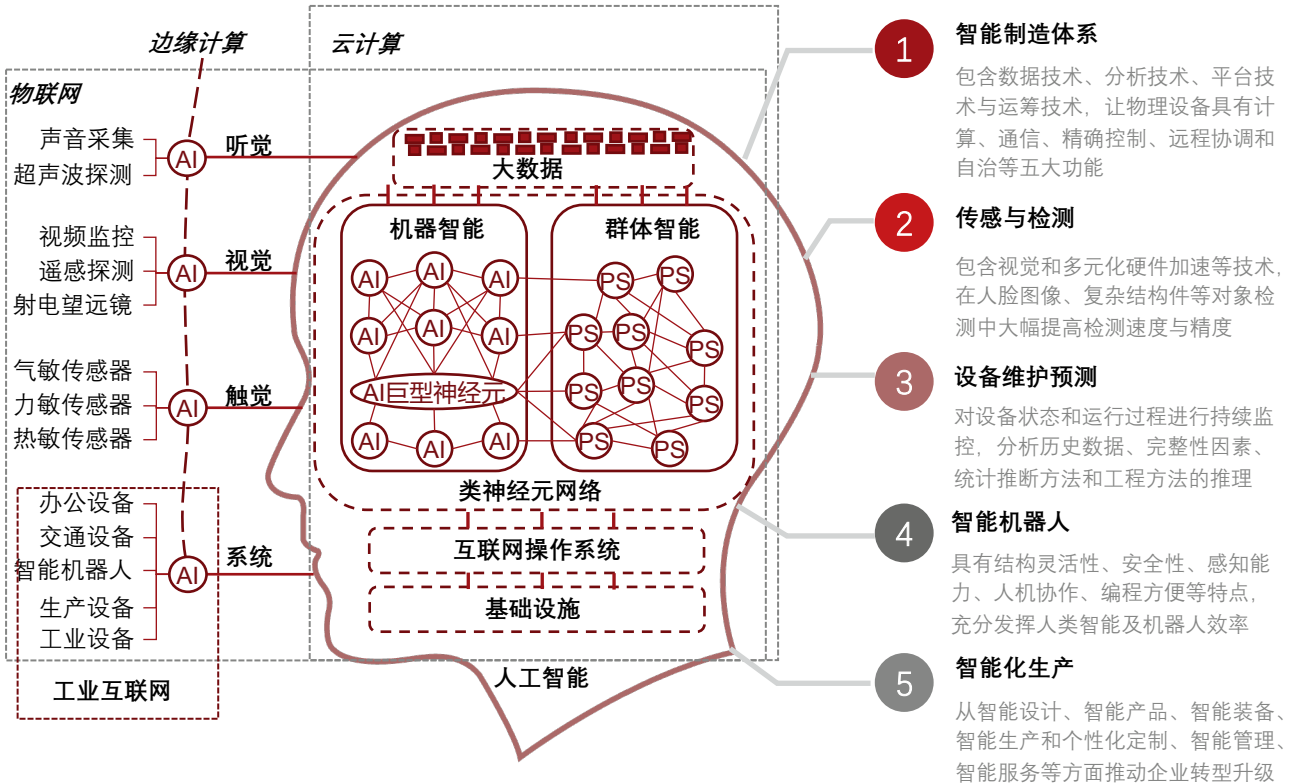
(2) 技术层作为AI产业化发展的核心，主要包括智能语音、计算机视觉、机器学习、NLP等；其中机器学习为元宇宙提供底层框架的算法支撑，同时也是实现图像流畅、音频流畅、渲染效果等元素具备不可或缺的一部分。机器学习与深度学习满足元宇宙中对系统稳定、多变的底层技术需求，且是提高元宇宙运行效率、智慧化的基础；另外，随着AI的智能化程度提升，语音、图像、视频等模态将趋于融合，多模态融合赋予人工智能在工业元宇宙中的应用实现更高的智能化水平

来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——泛人工智能）

(3) 应用层则是建立在基础层与技术层的基础上，实现AI技术在工业元宇宙的商业化落地应用。应用层主要包括行业解决方案和软硬件产品，实现技术与应用的融合发展。AI+工业元宇宙应用场景越发多元，元宇宙产业的智能化转型将大规模提高用户基数，为AI发展提供巨大的空间，并辐射相关产业。工业制造、城市建筑、能源电力等应用领域的AI商业化应用加速落地

工业元宇宙之泛人工智能的应用



■ AI将在工业元宇宙中发挥重要作用，实现生产和社会活动的各个环节的互联互通

随着互联网、物联网、云计算、边缘计算、人工智能、大数据、数字孪生、数据中心、区块链等相关技术的广泛应用与深度连接，在工业元宇宙中，人类、机器人、智能设备、传感器紧密联系，逐渐形成一个打通异构数据和异构服务的混合智能互联网大脑，最终实现生产和社会活动的各环节的互联互通及全面自动化

■ AI在工业相关领域的应用持续深化，助推工业互联网平台、工业AI+等快速落地

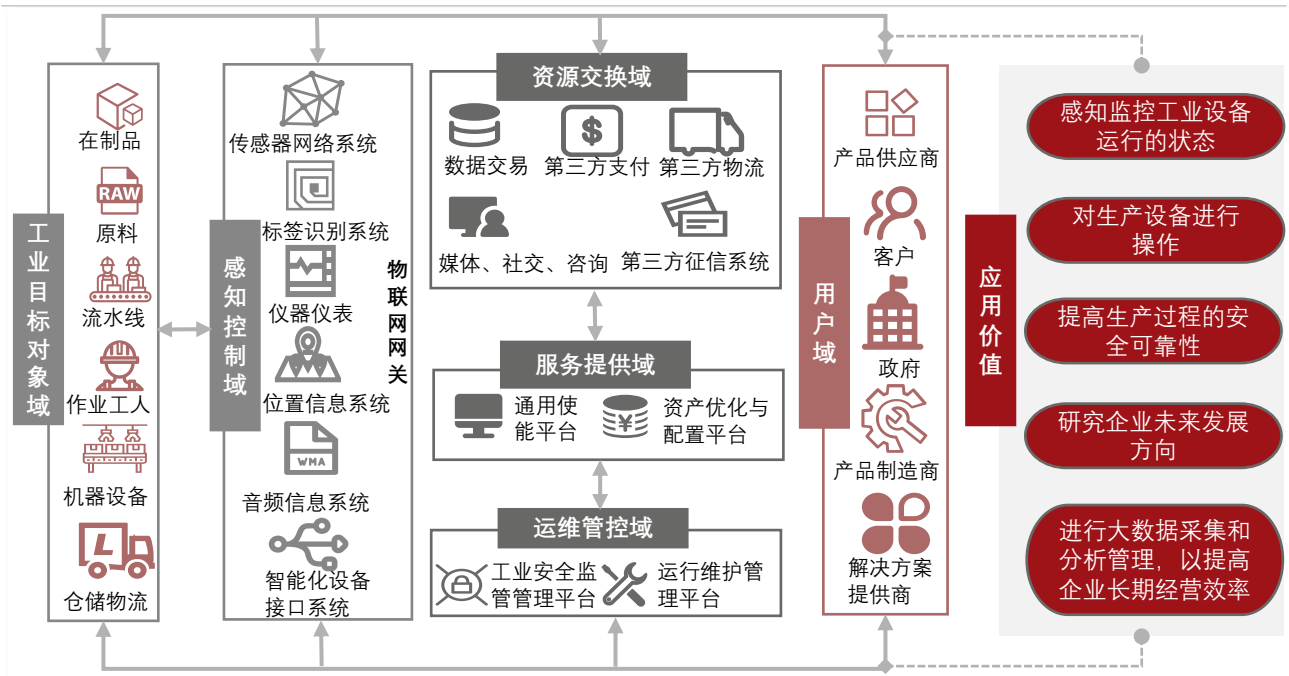
人工智能在工业相关领域的应用持续深化，工业人工智能是指利用AI技术改造工业的生产方式和决策模式，达到系统性的降本、增效、提质、安全的作用。工业场景的生产过程中主要有几个关键环节，包括各种相关工艺、精细化的生产管理、工业互联网、物流计划调度、能效和环保的要求等；在生产过程中提取的工业大数据，再应用智能技术对生产过程进行有效控制，使工业系统具备自感知、自学习、自执行、自决策、自适应的能力，最终提高生产效率和产品质量，以产生良好的经济效益和社会效益。目前，工业AI已在部分领域实现深度的应用，包括智能制造体系、传感与检测、设备维护预测，协作机器人、智能化生产等

来源：《机床与液压》，城市大脑全球标准研究组，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业发展能力洞察——物联网

- 物联网是工业元宇宙底层伴生技术，通过将工业资源的网络互联、数据互通和系统互操作，为实现工业元宇宙万物链接和虚实共生打下基础。物联网在工业领域应用将由简单场景应用向深层次应用演进

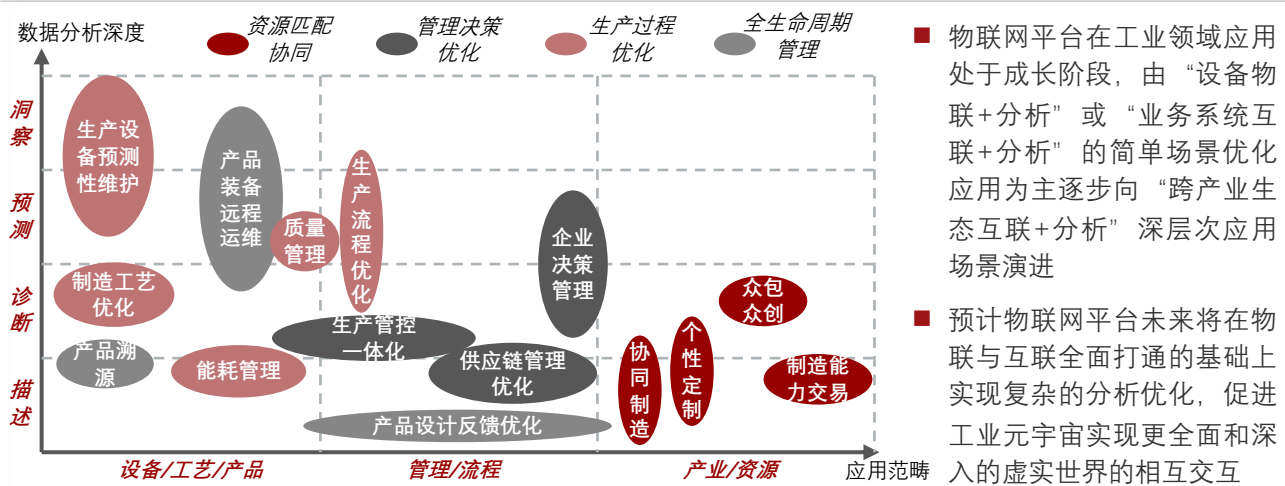
物联网平台在工业领域应用架构与应用价值



■ 物联网为工业元宇宙实现虚实世界的交互联动打下坚实的基础

物联网是工业元宇宙万物链接及虚实共生可靠的技术保障，物联网通过将工业资源的网络互联、数据互通和系统互操作，实现制造原料的灵活配置、制造过程的按需执行、制造工艺的合理优化和制造环境的快速适应，达到资料的高效利用，从而构建服务型的新工业生态体系，为后续工业元宇宙实现虚实世界的交互联动打下坚实的地基

物联网平台在工业领域应用



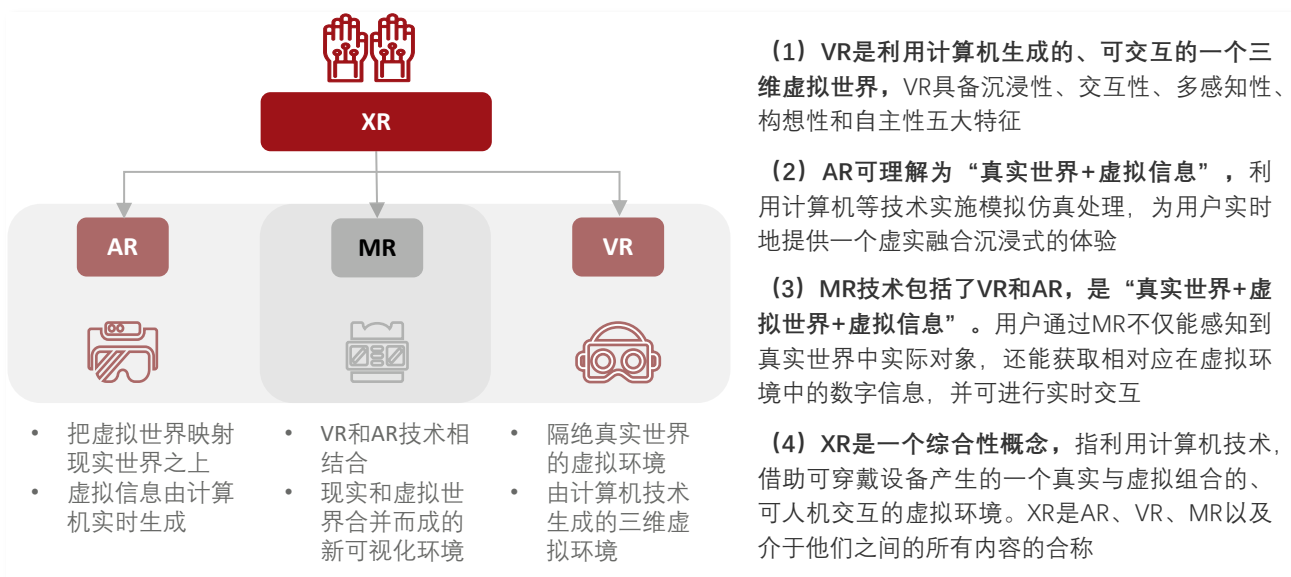
- 物联网平台在工业领域应用处于成长阶段，由“设备物联+分析”或“业务系统互联+分析”的简单场景优化应用为主逐步向“跨产业生态互联+分析”深层次应用场景演进
- 预计物联网平台未来将在物联与互联全面打通的基础上实现复杂的分析优化，促进工业元宇宙实现更全面和深入的虚实世界的相互交互

来源：工业物联网，沙利文，头豹研究院

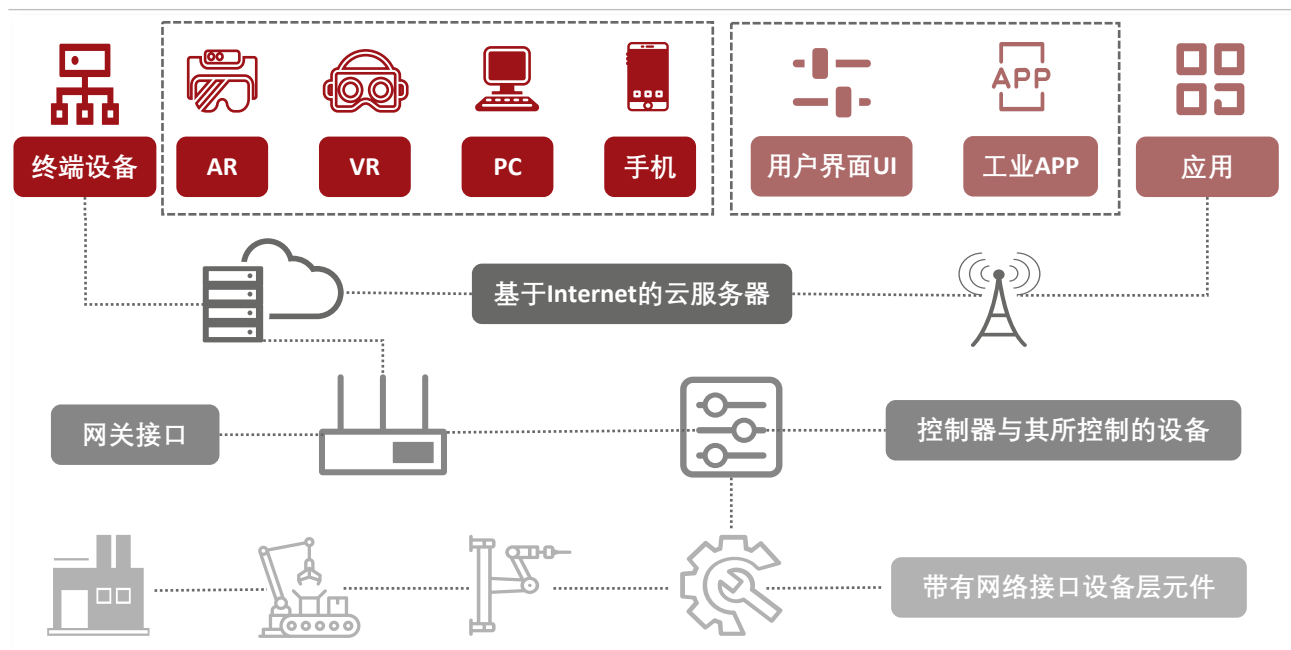
工业元宇宙行业发展能力洞察——智能交互（XR）

- XR（AR、VR、MR）技术具备的三维可视化效果，能够加快与工业场景中几何设计、仿真模拟融合。智能交互技术有望持续赋能工业元宇宙的数字孪生应用效果，在各应用场景中实现仿真数字化

工业元宇宙之XR技术



工业元宇宙之人机交互应用



- 工业元宇宙中人机交互应用的方式和技术较多，包括人机协作、个性化的生物识别、全方位感知等，这些新方式与技术的应用，使得面向人机交互的数字孪生系统呈现出人机环境交互、以人为中心等特征

来源：CNKI，沙利文，头豹研究院

（接上页——智能交互XR）

■ 人机交互在工业元宇宙的应用中呈现出人机环境交互、以人为中心等特征

人机环境交互：在工业元宇宙应用中的人机交互系统涉及一个“人—机—环境”融合的动态系统，不仅包括基本设备、工业环境，还包括人机远程交互操作、人机协作等可能的交互过程，VR/AR/MR、手势交互、语音交互等新技术的应用逐渐普及，形成一个“人—机—环境”协调运行的虚拟系统

以人为中心：人机交互系统不是传统的自动化、程序化系统，而是一个以人的行为为主的系统，涉及个性化的生物识别、全方位感知、可穿戴动作捕捉、光学视觉动作捕捉、VR/AR/MR等与人交互的技术。系统运行和决策过程需要考虑人的工作状态，以及不同人的熟练程度、甚至情感感知等不确定性因素，生产节拍要考虑人的不确定性，从而形成工业元宇宙中数字孪生系统的柔性控制

■ 虚拟现实技术(AR/VR)发展带来全新人机交互模式，大幅提升可视化效果

新兴AR/VR技术具备三维可视化效果，加快与工业场景中几何设计、仿真模拟融合，有望持续赋能工业元宇宙的数字孪生应用效果。智能交互技术可赋能企业的设计、制造、运维、营销等场景，如提供模拟仿真培训实现培训场景化；又或者结合硬件设备平台，虚拟仿真企业的工业制造、运维、巡检等场景；以及为企业提供生产、设计、管理等多维度的仿真应用平台，实现仿真数字化

如Unity推出的AR Foundation平台与开发者工具，能够实现通过AR技术，对一款汽车进行工程设计它为大多数移动端AR应用所需的核心功能提供支持，从基本的平面检测、位置追踪、光照估算到各种独特功能；此外，在汽车设计环节采用AR技术，可优化设计呈现效果，为车企节省300-500万美元/车型，同时可减少试制品的制作数量，大大缩短该环节的时间成本。除了对核心功能提供支持，AR Foundation最大的特点是“一次构建，多平台部署”。开发者不用针对每一款AR设备进行再构，代码的复用率达90%

工业元宇宙之VR/AR共性技术演变



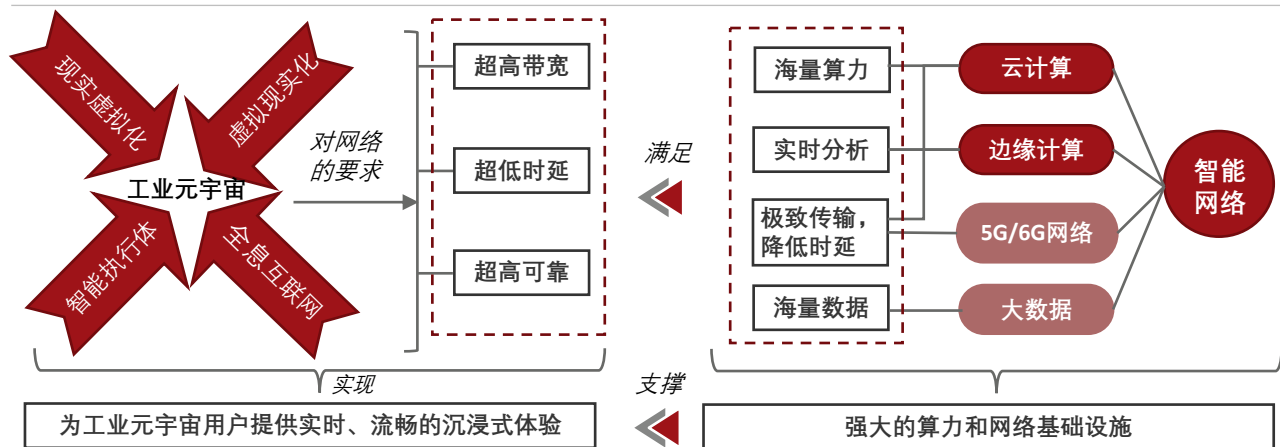
- 随着近眼显示相关技术地不断成熟，低时延、高角分辨率、广视场角、可变焦显示将成为未来核心发展方向；感知交互技术地逐渐成熟也将为用户带来更加真实的虚实融合体验；网络传输地不断发展也会为用户带来更加稳定的体验

来源：Unity，《计算机集成制造系统》CNKI，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业发展能力洞察——智能网络

- 智能网络是工业元宇宙最底层的基础设施，基于云计算、边缘计算、5G/6G网络 and 大数据等技术提供强大的算力和网络基础设施为工业元宇宙用户提供实时、流畅的沉浸式体验

工业元宇宙与智能网络之间的联系



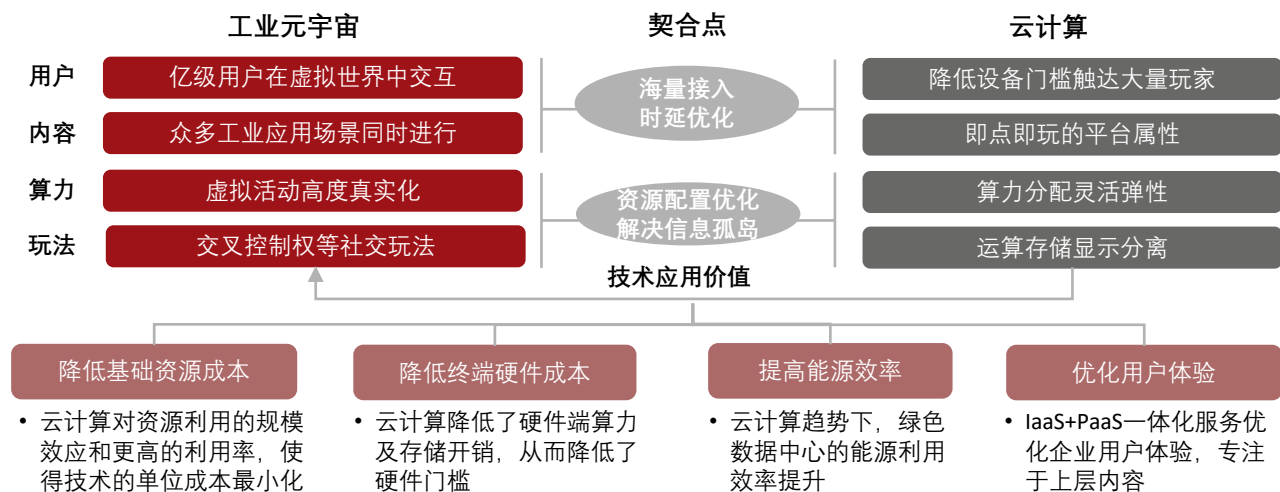
智能网络满足工业元宇宙对网络有着超高带宽、超低时延、超高可靠的要求

智能网络是工业元宇宙最底层的基础设施，能够满足工业元宇宙对网络高带宽、低时延和高可靠性的要求。5G/6G技术是元宇宙提供实时、流畅体验的基石，联接物理世界与数字世界的桥梁，能够降低时延；云计算和边缘计算是元宇宙的基础支撑平台，承载元宇宙中的超大规模数据量，并作为资源池源源不断地提供计算、存储和机器学习

工业元宇宙应用场景落地需求推动智能网络不断演进

随着AR/VR、工业控制、车联网、物联网等应用场景的落地需求增加，对智能网络的带宽、时延、服务质量和资源利用效率提出更高要求。工业元宇宙应用场景需求增加推动智能网络未来将朝着超高带宽与超低时延、确定性网络、算网融合，以及多源异构网络融合和超大规模终端接入的方向演进

工业元宇宙与云计算之间的联系



来源：腾讯研究院，沙利文，头豹研究院

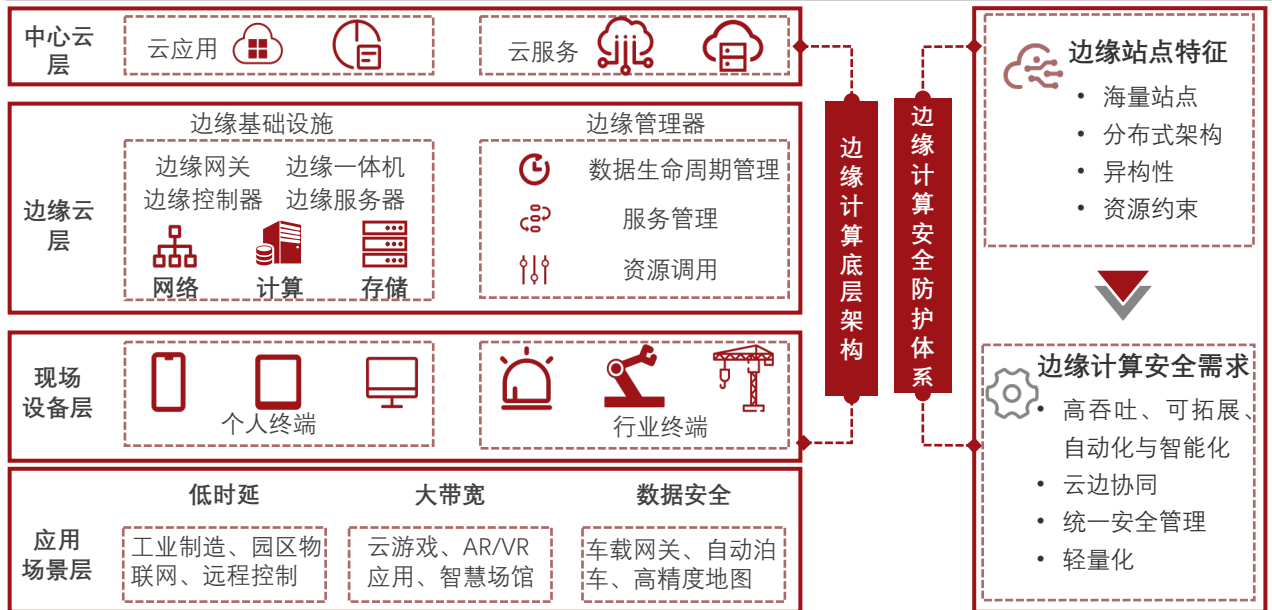
（接上页——智能网络）

云计算是一种新型的数据密集型的超级计算方式。云计算为工业元宇宙提供了分布式可扩展的数据存储和计算能力，不仅有效整合了各类设计、生产和市场资源，促进产业上下游的高效对接和协同创新，而且大幅度降低建设投入成本和数字化技术门槛

■ 云计算为工业元宇宙的发展提供算力支撑，工业元宇宙的数据量爆发激增算力需求

构成元宇宙的虚拟内容、区块链网络、人工智能技术都离不开算力的支撑。例如工业元宇宙里建筑的建模、显示就需要大量的算力来进行渲染，及时的信息反馈也需要强大的运算能力。云计算对数据的高速吞吐量，让工业元宇宙中的用户能够流畅地进行交流和互动，因此越高的算力可以构建出体验感越强的元宇宙。当前的算力架构依然无法满足元宇宙对于低门槛高体验的需求，未来仍需进一步提高云计算的算力能力

工业元宇宙下的智能网络之边缘计算



边缘计算指利用靠近数据源的边缘地带来完成的运算程序，无需将数据传输到云或本地数据中心进行处理和分析，能减轻网络和服务器上的负载。其底层架构为边缘节点和边缘管理器，向上对接现场设备，向下对接云端，构建元宇宙底层技术架构。边缘计算安全防护体系需要有高吞吐量、可扩展、自动化与智能化的特征，考虑各层级的异构特点，打造统一的安全管理制度。边缘站点存在资源约束特征，包括计算资源约束、存储资源约束以及网络资源约束，从而带来安全功能和性能上的约束

■ 边缘计算广泛应用于工业元宇宙低时延、大带宽和数据安全性高的场景

边缘计算无需传输数据到云或本地数据中心进行数据分析，在终端设备完成数据处理，使得其计算速度更快、更安全，这些优势驱动边缘计算应用在工业元宇宙大带宽、低时延和数据安全性要求高的领域

■ 智慧交通、车联网、工业制造等场景是边缘计算在工业元宇宙的刚需应用场景

在智慧交通、车联网、工业制造、AR/VR等数据传输及处理量极大的工业场景中，若不采用边缘云架构，不仅带宽成本高，更无法满足对于时延的高要求，因而这些场景是边缘计算在工业元宇宙的刚需应用场景。随着智慧交通、车联网、工业制造、AR/VR等刚需应用场景的成熟，将推动边缘计算在工业元宇宙中实现更大规模的商业应用

来源：沙利文，头豹研究院

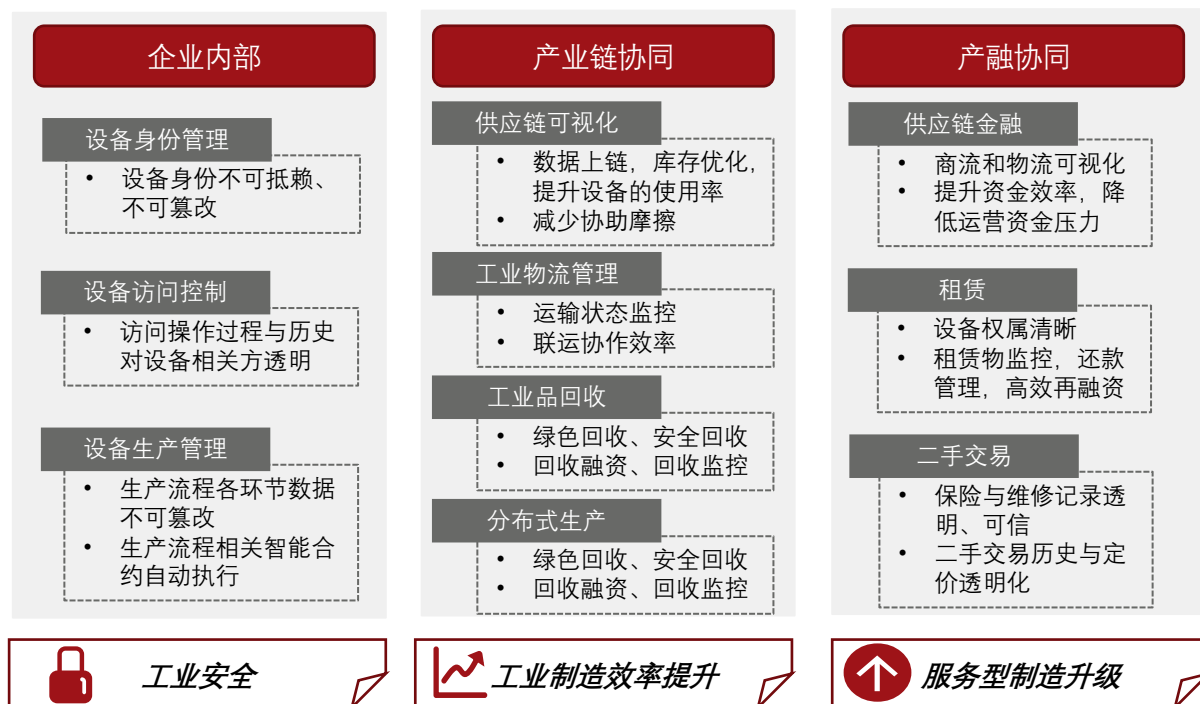
工业元宇宙行业发展能力洞察——区块链

- 区块链是工业元宇宙数字经济生态圈去中心化和工业价值实现的核心底层技术，分布式账本、共识机制、智能合约等区块链核心技术可保障工业元宇宙经济系统公平、公开、透明

区块链核心技术与工业元宇宙的联系



区块链在工业元宇宙的应用场景



来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——区块链）

区块链技术的可溯源性、去中心化、不可篡改性优势赋能工业领域，带动工业互联网进入工业元宇宙时代，迎来发展拐点，行业红利再次显现

■ 区块链技术在工业元宇宙的应用主要包括企业内部的应用、产业链上的应用和跨产业链的应用

区块链技术可溯源性、不可篡改、去中心化等特点可有效链接工业产业链中各企业、机构，建立信任网络，从而减少因不信任而产生的效率低下、交易环节繁琐等痛点。在信任网络的支撑下，产业链各企业将共享区块链上数据信息，增加协作效率，从而提升产业链整体运营效率，最终实现产业链高效协同的目标。区块链技术可大幅提升供应链生态圈内企业信息透明度，进而建立企业与金融机构的信息互信机制，打破中小企业融资壁垒。在企业内部层面的工业区块链应用中，企业借助分布式账本、智能合约、身份认证等技术，将增加生产流程管理的可控性，通过各环节生产数据上链，完善质量安全问责机制

■ 企业内部管理未来将成为区块链在工业元宇宙的重要场景

企业在采购、加工、生产等环节中，产生大量高价值数据，通过整合与上链可保证这类数据真实可信、可溯源、便于共享，为企业数字化升级转型与优化生产效率提供数据分析基础。现阶段区块链在中国工业领域企业内部场景的应用处于快速发展阶段，行业标准仍有待进一步完善。同时各企业工业信息化程度差异较大，数据采集传感器铺设成本较高，这些都将成为区块链在企业内部管理应用的壁垒，未来有待区块链服务供应商与生产企业共同解决。在中国工信部、中央网信办等部门的推动下，区块链创新应用试点行动等激励方案将在政策层面推进区块链在工业企业内部场景的应用，企业内部管理未来有望成为区块链在工业元宇宙的重要应用场景

来源：沙利文，头豹研究院

Chapter 3

工业元宇宙产业 应用实践

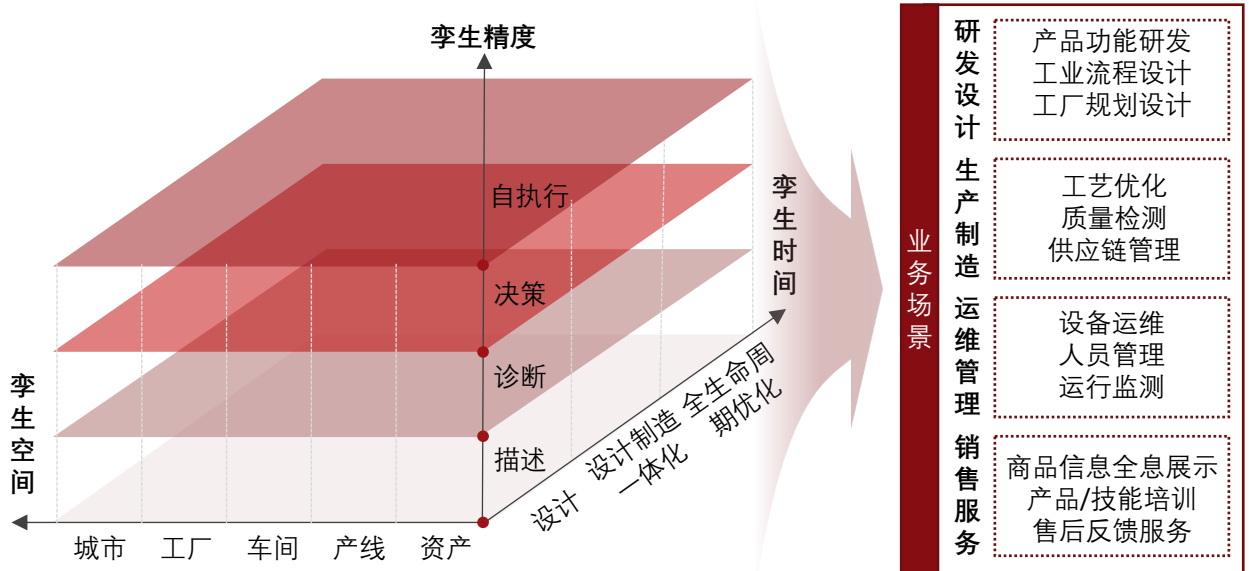
- **业务场景**：基于数字孪生的不断发展，工业元宇宙所能覆盖的虚拟场景广度、产品生命周期长度、精细化及仿真程度亦随着上升，可覆盖产品从研发设计、生产制造、运维管理、到销售服务阶段全生命周期的业务场景
- **功能应用**：工业元宇宙的功能应用是在基础设施的支撑下实现，包括数字孪生、云渲染、虚实交互、大数据可视化、工业互联网等相关技术、工具与平台。基于这些技术、工具与平台，物理世界中产品、服务或生产流程数据可同步至虚拟空间中，虚拟世界中的模型和数据能够与对应的真实物理对象进行交互，这一系列过程的实现包括三维建模、远程虚拟控制、工业模拟仿真、实时监控与运维、数字工厂展示等功能的输出
- **行业应用**：中国工业元宇宙整体处于发展初期阶段，正在多个行业的应用场景持续渗透，进行智能赋能，目前在城市管理、交通、汽车、建筑、制造、能源等行业已有不同程度的应用



工业元宇宙行业应用实践分析——场景应用分析

- 基于数字孪生的不断发展，工业元宇宙所能覆盖的虚拟场景广度、产品生命周期长度、精细化及仿真程度亦随着上升，可覆盖产品从研发设计、生产制造、运维管理、到销售服务阶段全生命周期的业务场景

数字孪生发展范式与业务场景



- 数字孪生的发展水平由孪生精度、孪生时间和孪生空间决定，可覆盖产品从研发设计、生产制造、运维管理、到销售服务阶段的全生命周期的业务场景

孪生精度指数字孪生反映物理对象外观行为、内在规律的准确程度，可划分为描述级、诊断级、决策级、自执行级等。一个物理对象可解构成对象名称、外观形状、实时工况、工程机理等不同组成部分，数字孪生可通过数字化工具对其组成成分在虚拟空间完成映射，如对象名称可以通过信息模型表述，外观形状可通过CAD建模表述，实时工况可以由IOT数据采集进行表述，工程机理可通过仿真建模进行模拟

孪生时间是指孪生对象和物理对象同步映射的时间长度，可分为设计孪生、设计制造一体化孪生、全生命周期孪生等。当前多数企业仅在生产制造和运维管理阶段打造专项化的数字孪生解决方案，这使数字孪生并未结合研发设计阶段的孪生模型开展分析，致使其潜在价值未能完全发挥。长远来看，随着数字孪生技术的日益成熟与普及，以及企业对孪生数据和孪生模型的逐渐积累，未来将有更多的企业从产品的研发设计阶段便开展打造数字孪生解决方案，进而延伸覆盖至售后服务的全周期业务流程

孪生空间指单元级孪生对象在通过组合形成系统级孪生对象过程中，所占用实际物理空间的大小，根据孪生对象的复杂程度，可划分为资产孪生、产线孪生、车间孪生、工厂孪生、城市孪生等。任何一个复杂的孪生对象都是由简单孪生对象组合而成，比如设备是由机械零部件组成的，车间是由不同设备组成的，不同类型的车间又组成了工厂。从孪生空间发展范式看，数字孪生将由少量孪生对象简单关联向大量孪生对象智能协同的方向发展，打造复杂系统级孪生解决方案

来源：工业互联网产业联盟，沙利文，头豹研究院

(接上页——场景应用分析)

工业元宇宙业务场景应用分析

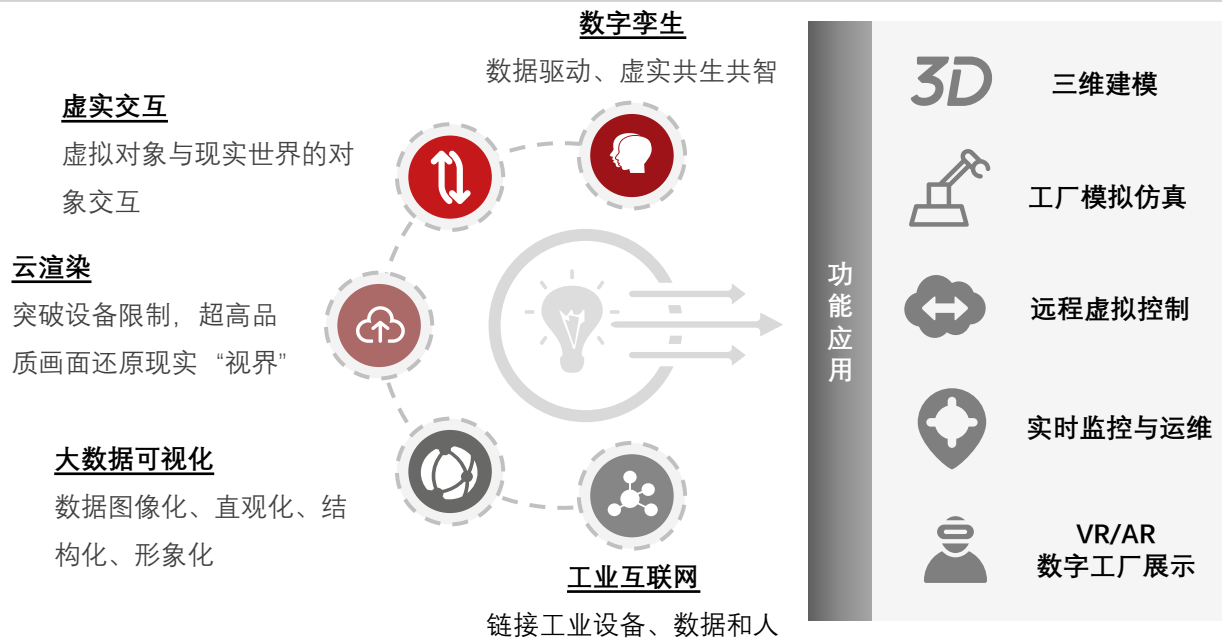
业务场景	核心场景描述	工业元宇宙应用价值
 <p>研发设计</p>	<p>设备/车间/工厂设计</p> <p>应用工业3D设计与仿真软件，构建设备、车间、工厂、系统的仿真模型，基于立体、直观的结构，高效开展工厂规划，设计和仿真</p>	<ul style="list-style-type: none"> 在虚拟空间进行产品研发、设计、3D建模等，可视化、立体化、结构化的仿真模型助力提高研发设计效率 通过直观、精准的模拟产品各零部件的作用方式，能够有效验证产品性能，降低研发试错成本
 <p>生产制造</p>	<p>生产流程虚实融合</p> <p>将产线的运行状态、环境变化、突发扰动等物理实况数据与仿真预测、统计分析等虚拟空间数据要素进行全面交互和深度融合，实现生产执行全过程的虚实同步</p>	<ul style="list-style-type: none"> 企业在实际投入生产之前，基于生产要素在虚拟空间的仿真模型，进行测试和优化，可大幅减少线下投入与生产过程中的差错率 仿真测试有利于生产管理人员及时发现产能瓶颈，做出优化决策
 <p>运维管理</p>	<p>设备运维</p> <p>通过数据采集和监控等工具，将物理设备的生产过程数据和表现在虚拟空间的孪生设备中透视化呈现，实现设备的预测性维护与运维管理，保证生产流程的有序可控</p>	<ul style="list-style-type: none"> 工业设备的数据化、透视化呈现，有利于提高故障诊断的及时性与准确性 数字化、线上化运维管理可实现精准、高效的远程运维服务，缩短维护响应时间，提升运维管理效率
 <p>销售服务</p>	<p>营销服务</p> <p>结合大数据可视化、三维建模、云渲染、虚拟现实等技术，可实现产品全生命周期数据可视化，并将用户的产品需求数据联动产线数据，按需定产</p>	<ul style="list-style-type: none"> 用户需求数据联动产线数据，制造企业按需定产，减少从生产到消费的中间环节，大幅节约营销成本 实时监测产品数据状态，及时响应用户需求，有效提升服务质量与服务效率

来源：腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业应用实践分析——功能应用分析

- 在数字孪生、虚实交互、云渲染、大数据和工业互联网的技术、工具和平台相互融合的基础上，工业元宇宙的功能输出包括三维建模、工厂模拟仿真、远程虚拟控制、实时监控与运维和数字工厂展示等

工业元宇宙功能应用场景



工业元宇宙的功能应用是在基础设施的支撑下实现，包括数字孪生、云渲染、虚实交互、大数据可视化、工业互联网等相关技术、工具与平台。基于这些技术、工具与平台，物理世界中产品、服务或生产流程数据可同步至虚拟空间中，虚拟世界中的模型和数据能够与对应的真实物理对象进行交互

- 在工业元宇宙虚实交互的过程中，这一系列过程的实现包括三维建模、远程虚拟控制、工业模拟仿真、实时监控与运维、数字工厂展示等功能的输出

三维建模是构建元宇宙的基石。在元宇宙的空间中，物理对象数字化的过程即是在虚拟空间中三维重建的过程，结合数字孪生，可对真实世界的物理对象在虚拟空间中完成映射，实现1:1的三维仿真模型

在三维建模的基础上，融合工业互联网平台、人工智能、云计算等技术，可实现对整个工厂的运作流程的模拟仿真；以真实的生产线为基础，通过对真实生产线上的每一台设备进行实景三维建模与仿真，并将搭建好的三维仿真模型置入虚拟空间内，以此搭建出一整套虚拟的生产线，并进行数据同步，完成真实生产线和虚拟生产线的实时联动，并可通过智能终端操控虚拟对象，以虚实设备联动的方式完成对物理设备的远程指令下达。同时，实时联动的物理对象及其数字孪生体，能够高效地帮助管理者进行产线、设备的实时监控与运维管理。借助虚拟交互技术与VR/AR等终端设备，用户可进入到搭建好的虚拟场景中，参观数字工厂，与虚拟世界形成交互

由于工业元宇宙尚且处于发展初期，功能落地应用不够成熟，且成本高昂，当前在工业制造领域中仅少数头部企业（如宝马）实现部分功能的落地应用

来源：沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业应用实践分析——行业应用场景

- 中国工业元宇宙整体处于发展初期阶段，正在多个行业的应用场景持续渗透，进行智能赋能，目前在城市管理、交通、汽车、建筑、制造、能源等行业已有不同程度的应用

工业元宇宙行业应用场景



现阶段，工业元宇宙整体仍处于发展初期，行业应用场景逐步落地，在城市管理、交通、汽车、建筑、制造、能源等行业已有不同程度的应用

■ 工业元宇宙在多行业的应用场景持续渗透，走深向实，赋能行业智慧升级

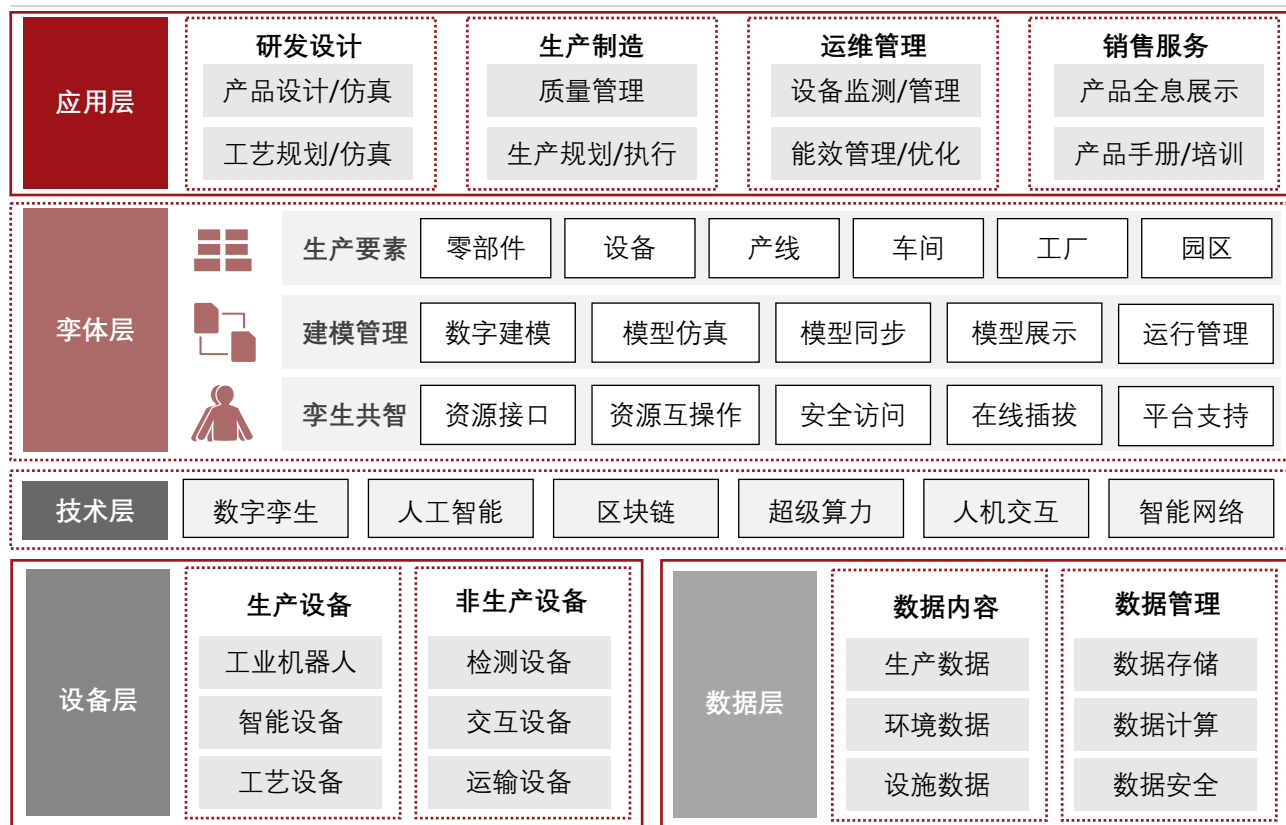
- (1) 在制造业领域**，工业元宇宙聚焦于产品数字化设计、工艺流程管控和重大设备管理等场景，赋能生产制造全流程数字化、智能化、可视化与自动化
- (2) 在城市管理领域**，工业元宇宙赋能城市规划、建设、治理、优化等全生命周期环节，实现城市全要素数字化、全状态可视化、管理决策智能化等
- (3) 在交通与汽车领域**，工业元宇宙应用于交通工具的功能设计与研发、仿真测试、自动驾驶、故障诊断与设备维护等细分场景，助力城市交通智慧水平显著提高，大幅提升市民出行体验
- (4) 在建筑领域**，工业元宇宙赋能建筑规划设计、实施、运营维护等环节，实现高效、协作、低碳、安全的建筑产业现代化
- (5) 在能源领域**，工业元宇宙的应用覆盖能源生产、储运、管理和消费等场景，赋能能源系统全要素数字化、实时化、智能化和可视化

来源：沙利文，头豹研究院

工业元宇宙应用实践分析——智能制造

- 数字孪生智慧赋能制造业转型升级，从提升研发设计效率、降低生产制造差错率、提高产品质量、设备高效运维等方式全面优化制造企业生产制造流程，提升管理效率，实现降本增效

智能制造应用实践逻辑架构图



制造业作为国家经济发展重要支撑，中国政府先后出台了《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》和《“十四五”数字经济发展规划》，将推动工业、制造业的数字化和智能化转型作为构建现代化经济体系的重要一环

■ 数字孪生技术是中国推动制造业数字化转型、经济发展的重要抓手

数字孪生作为连接现实世界的物理设备与信息世界的虚拟设备的关键技术，已成为中国推动制造业数字化转型，数字经济发展的关键抓手。数字孪生以数据为基础，通过模拟仿真，在虚拟空间中完成对真实世界物理对象的实时连接、映射、分析和反馈，实现对工业全要素、全产业链、全价值链的全面连接和闭环优化，提升行业资源优化配置，加速推动企业生产流程数字化、生产设备模型化和服务能力生态化

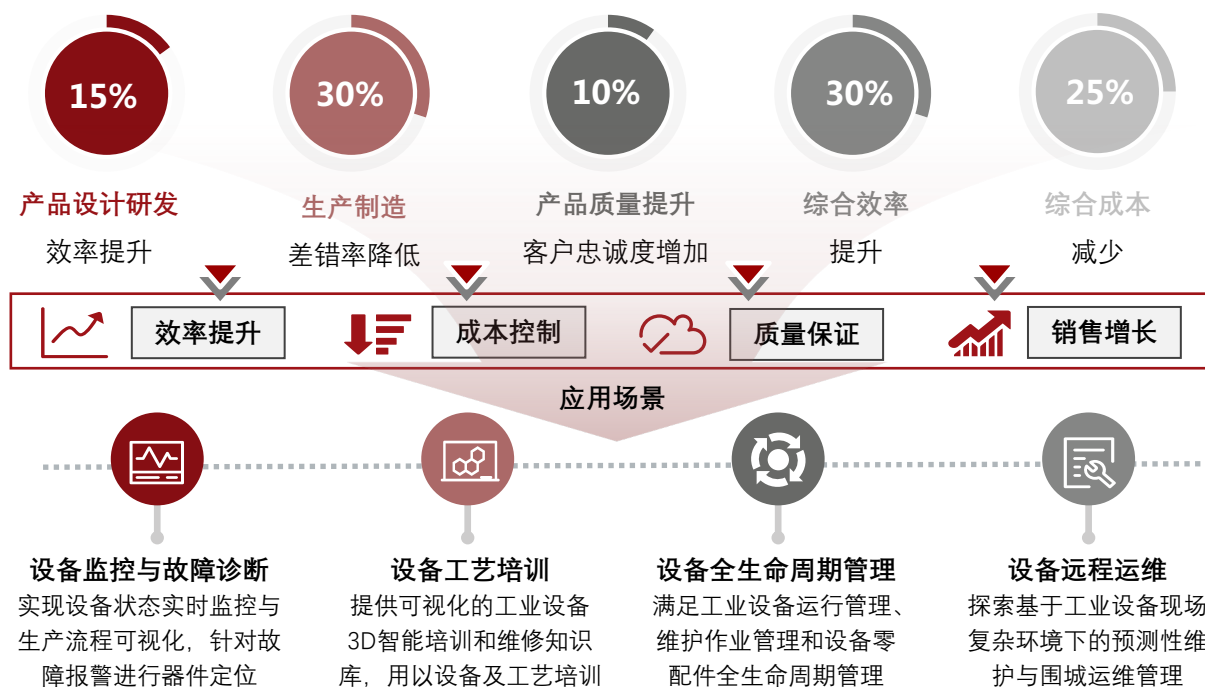
■ 制造业数字孪生应用发展前景广阔

随着企业数字化转型需求的提升，数字孪生技术在生产制造领域发挥着重要作用。作为实现虚拟空间和现实世界交互融合的重要技术，数字孪生基于数据和模型仿真，为产品在设计、生产、维护和售后等环节带来巨大转型变革，将更大范围、更高效、更加精准地优化生产资料和服务资源，进一步推动企业数字化变革持续深化

来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——智能制造）

智能制造的核心价值与应用场景



■ 数字孪生帮助企业优化生产制造流程，通过可视化提高生产管控，实现降本增效

工业元宇宙帮助生产制造企业以满足生产目标为导向，制定全方位数字孪生服务，打造生产流程可视化、远程监控与故障诊断加持下的错误低频化，以及预防性与及时性设备维护下的产品高质量化模式，从产品研发设计、生产制造效率、品控水平等方面优化生产制造流程，有效提升生产质量以及企业对生产制造的管控水平

通过结合深化改革、技术改造和现代管理等方式，工业元宇宙可助力企业实现业务全面数字化。一方面，以数据流带动技术流、资金流、人才流，提升企业的运行效率、管理效率与生产效率；另一方面，通过设备的数字孪生提升设备管理运行效率、降低生产设备的故障率和维护成本，从而降低企业的运营成本，实现降本增效

■ 工业元宇宙赋能企业实现对工业设备的全流程管控，提升企业运维管理效率

工业元宇宙在生产制造领域主要应用在设备实时监控和故障诊断、设备工艺培训、设备全生命周期管理和设备远程运维等场景。（1）在生产过程中，实现对工业设备的状态感知和实时状态监控，以及生产工艺流程的可视化，根据监控信息和仿真模型，可针对故障报警快速进行器件定位并及时诊断；（2）借助于交互设备和虚拟空间中的数字孪生设备和维修知识库，对员工进行关于生产设备原理、工艺的3D智能培训，大幅降低人才培养时间与成本；（3）基于工业设备的运行管理、维护作业管理和设备零配件全生命周期管理，形成设备运行和管理情况统计，以合理安排设备的运行维护（4）运用数字孪生技术，探索基于工业设备现场复杂环境下的预测性维护与远程运维管理，主动给企业提供精准、高效的设备管理和远程运维服务，缩短维护响应时间，提升运维管理效率

来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——智能制造应用案例）

■ 案例一：卡奥斯数字孪生平台携手Unity确立智能制造创新优势

2021年7月，海尔工业智能研究院凭借基于卡奥斯COSMOPlat数字孪生解决方案在“第三届中国工业互联网大赛—工业互联网+数字孪生专业赛”暨“首届工业数字孪生大赛”中荣获全国创意赛二等奖，展示了在工业数字孪生领域的卓越能力

卡奥斯COSMOPlat数字孪生平台是中国首个5G+工业边缘云渲染平台化解决方案，通过工业边缘云创新融合架构降低数字孪生渲染任务对端侧算力的性能要求，跨行业用户可通过5G网络以任何设备访问平台并获得高保真、高精度的实时渲染仿真模型；同时用户可依托平台建立的数字孪生开发标准和技术架构，获得高效率、模块化的数字孪生开发能力。Unity的实时3D技术是该平台构建数字孪生能力的使能技术之一，为各垂直行业提供了UMT，PiXYZ等具有针对性的解决方案和技术产品

✓ Unity数字孪生解决方案赋能用户平台满足多样化需求

作为首个被集成到卡奥斯COSMOPlat数字孪生平台的应用，交互式实时3D引擎Unity不仅赋予了数字孪生平台工业协议解析、异构工业数据接入，整合，三维可视化、实时工业信号导入运行程序、云渲染等PaaS层工业原子能力，还提供了预测性维护、MR巡检等SaaS层工业应用。这一系列覆盖PaaS层及SaaS层的卓越能力，均源于Unity数字孪生解决方案的强大赋能。这一解决方案提供CAD软件装配约束导出、三维模型优化、运动约束导入、物联网信号转换及输入四大功能模块，可以快速搭建虚实同步的柔性生产线数字孪生，开发多种视觉保真度和复杂性的产线虚拟原型，满足不同受众角色的需求。基于这一解决方案，还可以通过Unity引擎定制开发应用，满足虚拟调试、虚拟培训、远程协助、虚拟巡检、预测性维护等业务场景的需求

✓ 灵活部署降低算力要求，Unity快速构建企业级产线数字孪生应用

当前，在高效、灵活的5G MEC系统架构下，Unity数字孪生解决方案的价值得以在工业应用场合得到进一步激发。部署于中心云的Unity引擎负责完成物理仿真、生产节拍仿真等复杂计算；而部署于边缘云的Unity引擎及其数字孪生解决方案、云渲染解决方案，则可以有力地提高MEC数据采集效率，提供低时延、强交互业务（如XR应用、监控视频流分析、工业控制等）的技术支撑，Unity云渲染技术可以进一步降低终端设备的算力要求，不仅降低了产线的运维成本，也大幅加强了数据安全

此外，Unity百万数量级的开发者生态还可以为边缘云提供海量工业应用，使用Unity开发的工业应用可以接入Unity提供的SDK（软件开发工具包）实时接入数据，快速构建端到端的数字孪生



卡奥斯COSMOPlat示范线数字孪生系统



Unity数字孪生虚实同步快速搭建示意图

来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——智能制造应用案例）

■ 案例二：腾讯云Raydata从“0”到“1”搭建数字孪生工厂

数字孪生工厂是腾讯云RayData在智能制造领域的全新探索，该项目基于数字孪生技术，通过合理的工厂布局真实还原车间流水线，机械臂运作方式，以及数字孪生工厂模型，从而达到厂房高度还原效果

作为腾讯云RayData对数字孪生的全新探索，智慧工厂相对于传统的可视化项目，在业务逻辑还原度与实用性上大幅提升。在渲染方面，在真实还原园区模型的基础上，创新启动了“虚实结合”的双渲染模式，对虚拟设备、产线、园区进行1:1真实还原，将数字孪生的概念充分凸显，让智能工厂的每一个环节得到了更好的还原，体验感沉浸感大幅加强

✓ 腾讯云RayData遵循“相对独立、相互交互、任意组合、高度解耦、自由组装、重复利用”原则，实现工厂要素组件化

腾讯云RayData通过CAD图纸精准还原园区、厂房工作区信息确保实现场景还原效果，对机械臂大小、长度、高度、连接轴1:1还原制作，做到与真实一致，使其接入数据后与物理世界机械臂工作原理相同

在设备的数字孪生方面，基于工艺结构和工作原理，高精度还原设备在物理环境中的运行状态，实现设备运行的程序化、自动化和智能化。在数据模式下，机械臂等工作设备，在基于模型真实状态下，不脱离真实的形态进行有效的数据信息传达

在产线的数字孪生方面，基于生产流程，产线排布实现不同工艺的生产车间的数字孪生，支持排产验证、运维优化、质量监测等全局掌控

在园区的数字孪生方面，通过BIM、CAD数据实现园区的数字孪生建设，支持片区规划、产线排布、应急管理等功能



腾讯云RayData 智慧虚拟设备



腾讯云RayData 智慧虚拟园区

来源：腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙应用实践分析——智能汽车

- 中国汽车市场已由增量市场向存量市场转变，在此背景下，业内竞争的不断加剧致使数字化转型成为了车企提升竞争力的重要手段。数字孪生是实现汽车智能化升级的关键技术，贯穿智能汽车生命全周期

智能汽车实践应用逻辑架构与应用场景



受疫情、中美贸易争端、宏观经济下行等因素影响，中国汽车市场景气度持续下行，导致市场竞争愈加激烈，促使车企不约而同地进行数字化转型升级，以更好地满足消费者对于汽车智能化、定制化的需求。针对上述汽车行业现状，中国中央及地方政府不断出台细则文件，支持车企数字化转型，通过税收减免，优惠补贴的形式加速推动车企数字化转型升级

■ 智能汽车是车企在存量市场中提升竞争力的重要手段

2018年中国汽车销量为2,808万辆，同比下降2.8%，结束了连续27年增长的态势，此后进入震荡下行趋势，于2021年降至2,627万辆，意味着中国汽车市场已由增量市场向存量市场转变。行业竞争的不断加剧致使数字化转型成为了车企提升竞争力的重要手段，例如智能汽车新兴势力小鹏、理想等，其产线数字化程度远高于传统企业，其通过汽车智能化升级方式不断夺取市场份额，扩大竞争优势

■ 数字孪生是实现汽车智能化升级的关键技术，贯穿智能汽车生命全周期

当前中国汽车行业已经具备了大量先进软件和自动化技术的基础，因此数字孪生系统可天然地搭载在汽车行业中得以广泛应用，包括在研发设计、生产制造、车载系统、驾驶体验、营销服务、车损维护等环节进行智慧赋能，在大幅提升汽车智能化水平的同时，在研发和生产阶段，可节省20%和40%以上的时间和研发成本

来源：中汽协，沙利文，头豹研究院

（接上页——智能汽车）

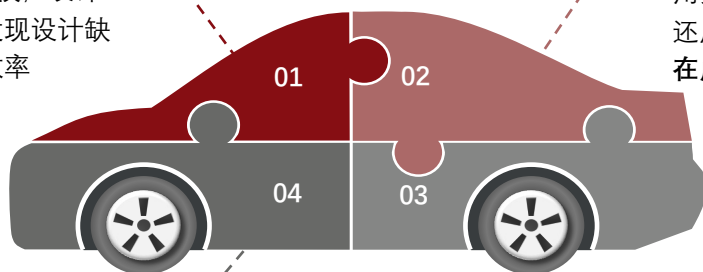
数字孪生在智能汽车中的场景应用与核心价值

研发设计

运用数字孪生对汽车的零部件进行1:1 3D虚拟化建模，设计师能够快速、直观发现设计缺陷，大幅提升设计效率

自动驾驶与仿真测试

在自动驾驶的测试环节，运用数字孪生模拟仿真、高度还原真实驾驶环境，高效地在虚拟空间中完成数亿公里的自动驾驶测试里程



智能座舱

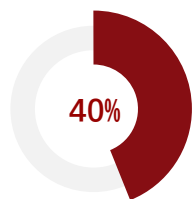
在获取周围车辆及道路信息后，借助实时渲染技术，经过传输处理后，便会在屏幕中实时显示周围3D环境实景，保障车辆在复杂环境下的出行安全，提升驾驶体验

车辆维护

通过汽车数字孪生体实时获取包括性能、传感器数据，以及服务历史、零件更换和保修数据，由此为用户提供更精准的车辆维护服务，大幅提升客服满意度

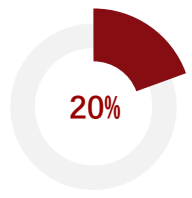
数字孪生技术贯穿智能汽车的全生命周期，应用于包括研发设计、自动驾驶、仿真测试、智能座舱、车辆维护等场景

■ 数字孪生助力汽车研发和制造高效化、营销服务场景化与客制化，以及车辆维护精准化



节省40%以上的
研发设计成本

在研发设计环节，运用数字孪生技术，设计师可以对汽车的零部件进行1:1的3D虚拟化建模，虚拟模型直观的物理参数能够帮助设计师快速发现产品设计缺陷和系统运行中存在的问题，并及时进行调整与优化，大幅减少后续生产制造环节的差错率



节省20%以上的
研发设计成本

在自动驾驶模拟测试环节，路况、地形、天气、时间、障碍物、周边环境、突发情况等元素可快速建模融入虚拟场景中，虚拟车辆能够在多种复杂且高度真实还原的虚拟场景中进行重复验证，高效完成数亿公里的自动驾驶测试里程，大幅降低测试环节的人力、费用和时间成本

在智能座舱场景中，车载HMI成为实现座舱智能化的技术切入口，除了常规的通过点击中控屏控制车辆座椅、车窗和空调等相关设备的调节，数字孪生技术赋能HMI通过感知系统将真实世界立体化投射到车机屏幕内，实时呈现驾驶过程的驾驶感知信息，提升座舱交互沉浸感和驾驶安全性。此外，数字孪生还可运用在3D“数字管家”、3D导航地图、AR驾车体验等场景中，大幅提升用户的驾驶体验

在售后阶段的车辆维护环节，数字孪生助力车辆维护智能化、高效化。基于数字孪生技术，每一辆智能汽车都配备数字孪生模型，通过实时收集实体汽车行驶过程中的各类运行数据，结合仿真运行数据结果融合分析，对车辆可能产生的故障及其发生原因进行诊断分析，并提前对可能发生故障的产品零部件进行预警，为客户提供更为精准的车辆维护服务，有效避免因车辆故障所导致的意外事故问题

来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——智能汽车应用案例）

■ 案例一：理想携手Unity打造L9高科技感座舱体验

2022年6月，理想发布了全新车型理想L9，上市仅3天的预销量就已突破3万辆，市场反响火爆。作为旗舰级SUV，理想L9配备了两颗高通骁龙8155芯片，配合24GB内存和256GB高速存储组成计算平台，让驾乘者拥有更流畅的使用体验。ADAS方面，理想L9搭载理想AD Max智能驾驶系统，采用了两颗英伟达的Orin-X处理器，总算力508TOPS，车身搭载1颗激光雷达、1颗毫米波雷达、6颗800万像素摄像头和5颗200万像素摄像头、12颗超声波雷达，通过这些物理雷达获取周围车辆信息，经传输处理后，便会在屏幕中显示车辆周围信息，并预判周围车辆环境，让智能驾驶能够应对更复杂的环境，全方位保障出行安全，而这一切得以实现的技术支撑源自Unity的实时3D渲染引擎

✓ Unity提供的HMI解决方案兼具兼容性与灵活性，深度赋能智能汽车迭代升级

凭借着车机与手机在硬件环境上的高度相似性，Unity得以将在游戏领域与移动端的多年经验与资源移植到汽车领域，并早已开发出了一套成熟且被广泛验证过的HMI解决方案，深度赋能包括导航、ADAS、可交互3D体验、车载游戏、AR/VR内容创作与手机车控在内的各类创新应用，助力汽车HMI从2D走向3D的技术变革，为智能汽车带来真正意义上的迭代

同时，Unity引擎的兼容性与灵活性，为汽车厂商的多平台部署提供了极大便利。目前，Unity已支持各大主流的车规级芯片和车机系统，包括QNX、Android、Linux等车机系统和高通、英伟达、恩智浦和芯驰等车载芯片，使开发者能够实现“一次构建，多端部署”，为开发流程降本增效

✓ Unity赋能3D车载娱乐系统，全方位升级驾乘体验

不同于传统车型，理想L9的突破性革新是以一块投影面积为13.35英寸的全彩HUD平视显示系统取代了仪表盘设计，其中整合了导航信息、车辆状态、时速、NOA等重要行车信息，并且支持Switch、iPad、PS5、XBOX以及笔记本等设备直连投屏，满足移动办公、影音、游戏等各类需求，兼具实用性、安全性和科技感，而这一整套HUD平视显示系统，离不开Unity的技术赋能

Unity在移动领域近二十年的积累而推出的URP与对高通骁龙8155芯片性能的深度挖掘，帮助理想L9实现对3D车模的实时渲染，并在实现逼真渲染效果的同时兼顾良好的运行性能，保证了3D车模的流畅性，让驾乘人员能够在屏幕上以360度视角实时观察车况并与之交互，例如点击屏幕即可控制车辆座椅、车窗和空调等设备的调节



理想L9 HUD 平视显示系统



理想L9 3D车模

来源：理想，Unity，沙利文，头豹研究院

（接上页——智能汽车应用案例）

■ 案例二：Unity虚拟仿真测试加速BMW自动驾驶功能落地

BMW对自家的自动驾驶（Autonomous Driving, AD）技术有严格的要求，在技术达到大批量生产的标准前，需要至少2.4亿公里的测试。通过使用Unity的技术，BMW在虚拟空间中高效地完成了自动驾驶测试的里程要求

BMW的AD开发者基于Unity制作的场景编辑器对环境进行精确的控制，例如在模拟测试中，可以展示出现一整天的时间点和天气条件；开发者也可以通过Unity场景编辑器布置出极端的情景，如车辆无视停止标志。在虚拟世界中呈现这类极端情形既经济又安全，测试也能产出更多有价值的信息。在技术测试环节，BMW可以通过统计模拟的关键性能指标（如是否能与其他车辆持续保持安全距离），来评估技术的实际完成度。同时，基本驾驶功能由单个组件控制，BMW可在更为复杂的环境中大规模地验证AD系统的方方面面。测试主要分为以下几种形式：

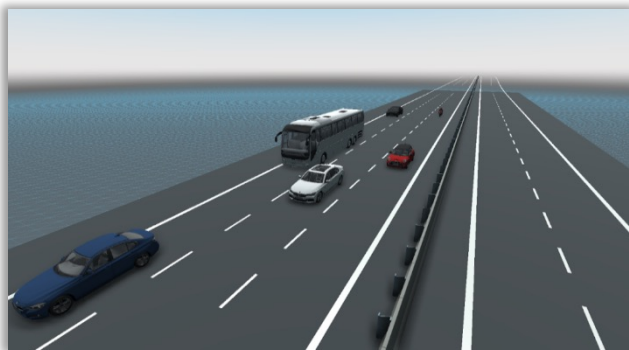
小规模功能测试——此类测试可以快速评估AD系统部分功能，如车辆变道规划，是最为常见的测试类型。在一个普通工作日中，BMW团队会记录上万里程的虚拟驾驶测试，其中绝大部分都是一公里以内的短距离测试，时间相差不超过一分钟

大规模系统测试——与检测具体功能的小型测试不同，大规模测试主要检测更广的AD系统功能。测试的参数更多，情景尽可能逼近现实，时间可连续达几个小时。此类模拟更为复杂，场景中经常有完整的车辆、行人、天气条件等，还包括地图数据、感知算法输入的传感器模型、车辆变道规划、车辆动态等等信息

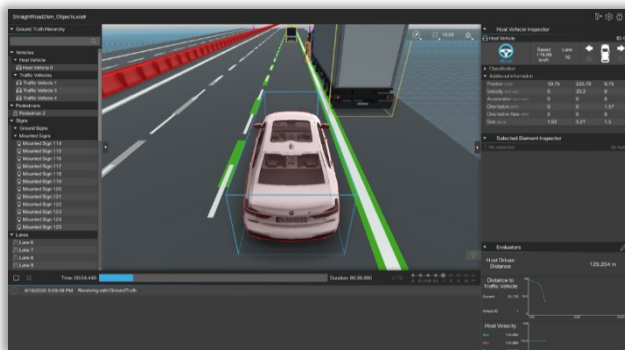
在模拟中，驾驶情形可随意重复，BMW团队每天都会运行多场测试，还包括“夜间驾驶”测试。开发者前一天使用Unity场景编辑器来建立测试，第二天便可取得成果，使用统计学工具找出功能出错的精确时间，在Unity渲染的帧中准确找出错误点。团队可将有问题的情形提取为小场景，用以更好地观察场景出错的原因

✓ 借助Unity实现可视化调试，轻松改进代码

BMW的AD开发者每当为代码库添加新功能，便会在完成功能测试后才将其添加到主代码库中。比如，一名专注于感知功能的开发者可以使用Unity里的场景编辑器来设计车辆驶过限速标志的场景，然后利用结果图像来验证结果，借助评估标准来查看改进的结果，确认功能是否能汇入到总代码中（比如车辆能否每次都在限定范围内做出调整）。在合并之后，团队可以在接受度测试中找出由新改进或系统本身造成的其它功能错误。比如，其他人合并的代码可能会造成感知功能检测限速标志时出现Bug。开发者可使用Unity实现可视化调试，轻松找出症结所在，快速修复错误



自动驾驶仿真场景环境



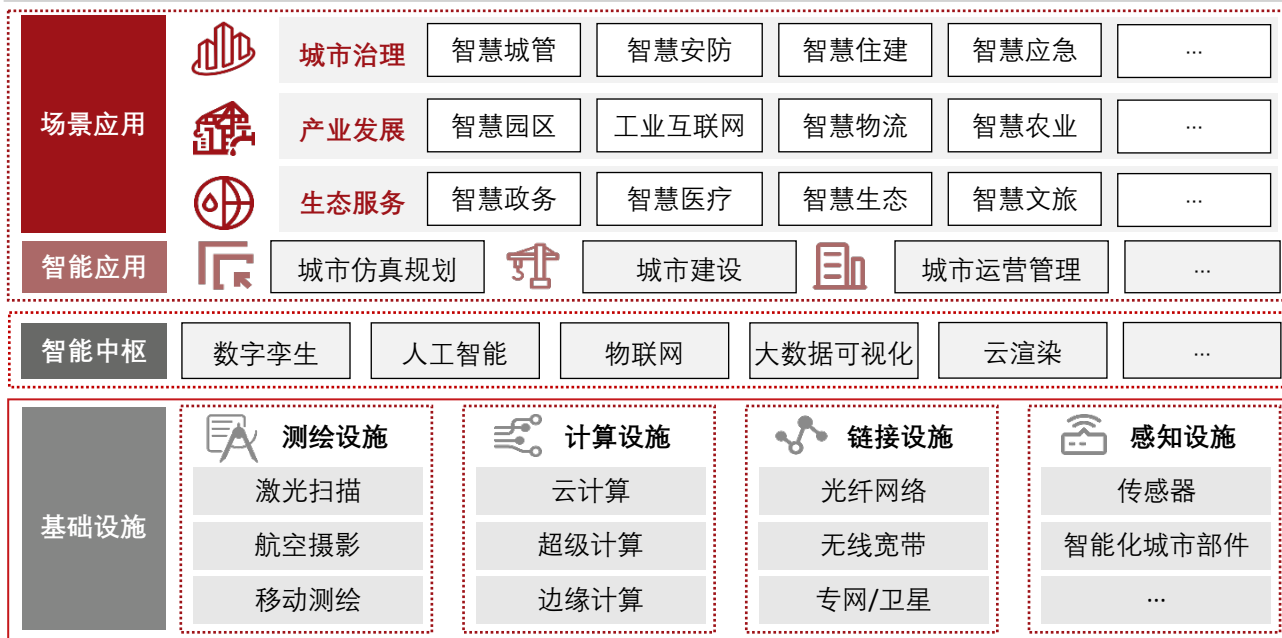
极端情形场景模拟

来源：BMW, Unity, 沙利文, 头豹研究院

工业元宇宙应用实践分析——智慧城市

- 经过十多年探索和智慧城市建设逐步深入，中国智慧城市朝向决策智能化、创新化方向快速发展。技术迭代、政策导向、场景延伸将持续对智慧城市的构建提出新需求，并推进城市规划建设和运营管理

工业元宇宙智慧城市应用全景



随着数字孪生、AI、大数据、云计算、物联网等新一代信息技术日趋成熟，中国智慧城市建设进入了高速发展阶段，已形成了多个智慧城市群。《“十四五”规划》明确以数字化助推城乡发展和治理模式创新。政府工作报告明确指出，要建设数字信息基础设施，推进5G规模化应用，促进产业数字化转型，发展智慧城市、数字乡村

■ 基础设施、智能中枢和应用服务三大模块构建智慧城市核心架构，为智慧城市生态实现提供全栈式服务

智慧城市概念于2008年提出，核心概念为融合新兴技术聚合城市智慧而形成可持续化城市竞争力。中国智慧城市发展始于2012年，经过十多年探索和智慧城市建设逐步深入，智慧城市将朝向决策智能化、创新化方向发展。智慧城市整体框架涵盖三大模块：基础设施（智慧城市运营所需硬件和软件设施）、智能中枢（智能运行中枢是数字孪生城市的能力中台，由数字孪生、AIoT、大数据可视化等五个核心平台承载）、应用服务层（面向政府、行业的业务支撑和智慧应用，覆盖城市治理、产业发展、生态服务）。三大模块为智慧城市生态实现提供全栈式服务，未来技术迭代、政策导向、场景延伸仍将持续对智慧城市的构建提出新需求推动其成长完善

■ 智慧城市精准映射、虚实融合、模拟仿真等核心能力，支撑城市现代化治理能力

智慧城市具有精准映射、虚实融合、模拟仿真等核心能力，由此衍生出城市风险自动发现、城市运行规律主动洞察、人和物轨迹追踪回溯、事件精准定位管控、决策分析推演、预案仿真演练、预案优化和执行、要素资源高效配置等多种能力，将对构建城市现代化治理体系和治理能力提供强有力的支撑

来源：中国电子技术标准化研究院，头豹研究院

（接上页——智慧城市）

■ 智慧城市具备九大核心能力，助推城市规划、管理、运营的协同化和智能化

(1) 物联感知操控能力，通过感知能力、感知平台、感知智能以及安全体系助力物联感知一体化的实现；(2) 数字孪生精准映射能力，实现现实世界与数字世界精准映射；(3) 大数据可视化能力，渲染数字空间效果，将大规模多样化的数据融合呈现；(4) 数据融合能力，大数据分析将推动城市管理从经验治理向科学治理转变，提升整体运营效率；(5) 空间计算能力，呈现广域范围内万物三维空间精确关系，是模拟仿真的基础条件能力；(6) 是模拟仿真推演能力，基于城市运行规律构建行业分析算法模型，数字空间提前推演运行效果；(7) 虚实融合互动能力，从数字空间观看实体空间情况和控制实体空间设施，通过实体空间设备随时进入孪生城市空间；(8) 自学习自优化能力，通过机器学习算法，预警城市发展问题，制定应对措施并持续优化；(9) 众创扩展能力，发挥公共服务平台属性，支持能力扩展和应用持续创新。智慧城市模型平台的建立集成多种信息技术，将多源数据融合交互并以可视化呈现，构建城市全生命周期智能管理体系，推动城市规划、管理、运营的协同化和智能化

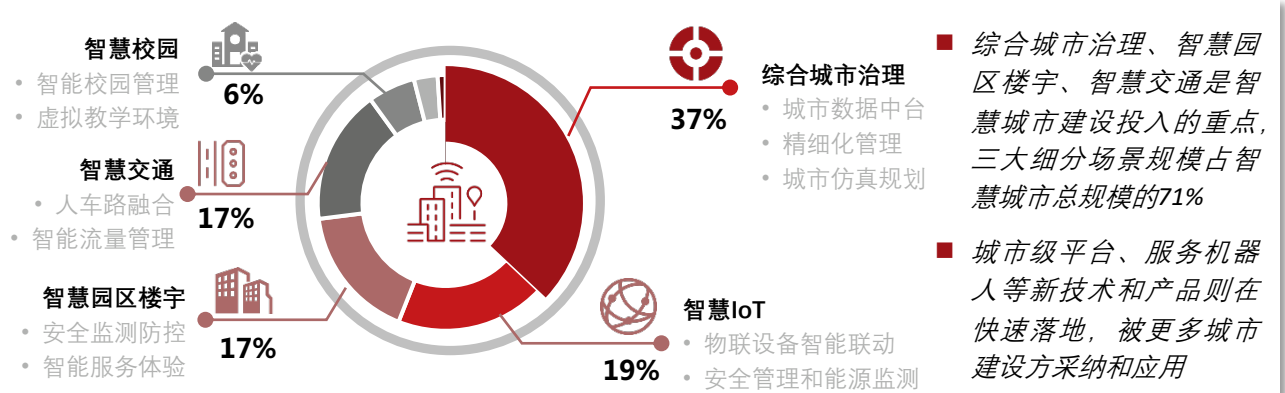
智慧城市应用生态图



■ 新型测绘、建模仿真、深度学习、智能控制等先进技术集成赋能智慧城市应用

智慧城市系统组成较复杂，涵盖前期设计、咨询、投融资、项目交付、落地运营、生态发展等环节，平台企业发挥“点”的辐射带动能力，数字经济产业链要素进行“线”的拉动，最终数字经济产业集群形成“面”的展开，构建“由点及线，由线及面”的智慧城市生态圈。智慧城市集成新型测绘、建模仿真、深度学习、智能控制等先进技术，深度赋能下游电商、安防、交通、政务、金融、教育、家居等领域，精准映射城市物理空间与数字空间，形成“万物智联”的城市全要素感知体系

智慧城市的细分场景应用情况



来源：中国信通院，中国电子技术标准化研究院，头豹研究院

（接上页——智慧城市应用案例）

■ 案例一：永泰县政府联合腾讯云RayData和东华打造首个智慧城市概念项目

永泰县政府联合腾讯云RayData打造永泰县大数据可视化操作平台，平台极大助力永泰县实现游客服务智能化、政府管理科学化，推动永泰旅游步入以“互联网+”“大数据+”的数字化驱动旅游业发展的新时代。“智慧永泰”围绕旅游方面进行数字赋能，基于腾讯云RayData数字技术，打造大数据可视化操作平台，把握游客来源、消费内容、游客需求、舆情画像等信息，进而实现永泰全域旅游的连接

永泰县大数据可视化操作平台以旅游服务、管理、大数据为支撑，实现大数据分析研判、实时数据采集呈现以及网络舆情监控。通过数据抓取分析和游客自画像分析，平台有效挖掘旅游热点和游客兴趣点，为旅游产品的创新提供指导；游客热力图则能测算进入景区的人数和实时流量，便于景区流量的动态控制；同时，通过对网络舆情进行监控，景区可以及时了解游客对景区、酒店、餐饮、停车等服务的评价，更好地提高服务水平和质量，进一步提升游客体验

✓ 县域城市可通过腾讯云RayData加大基础平台建设和数据资源整合共享力度，瞄准强政、兴业、惠民三大方向，循序渐进地推进智慧城市相关应用

(1) 机制创新，协同管理：建立“合署办公、统一入口，业务协同”的智慧城市综合指挥中心，形成从机制创新到数据互通整合的协同管理与服务模式

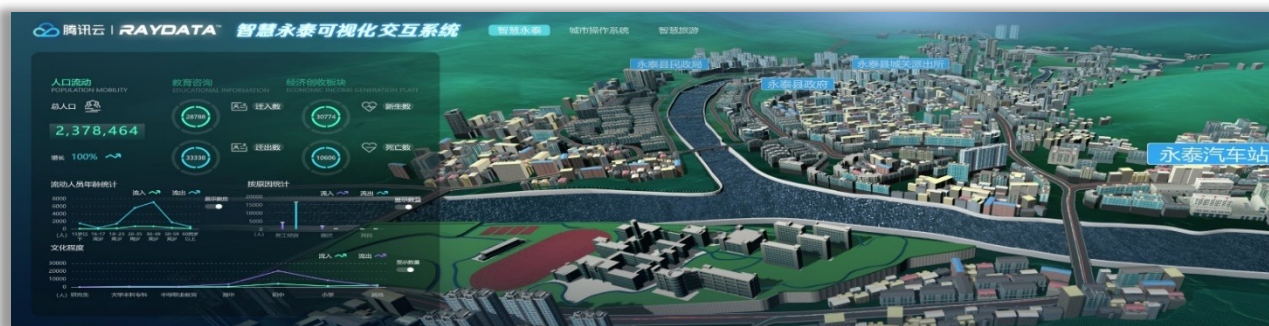
(2) 优化供给侧改革，突出特色产业：与县域本身产业特色充分结合，提升特色产品供给能力，优化产业结构，有力拉动经济实现良性增长

(3) 改造基础设施，提升智能服务水平：通过广泛应用物联网、感知技术等，促进基础设施智能化升级，加快构建覆盖城乡的综合信息基础设施体系

(4) 承上启下，紧密衔接：要全面遵循国家、省、市统一的数据接口、系统对接规范和标准，开展统筹建设，形成上下联动、紧密衔接的统一格局

✓ 腾讯云RayData打造智慧城市解决方案，构建智慧城市的“眼睛”和“大脑”，实现全天候运营监控、城市仿真规划、科学的社会治理

腾讯云RayData打造智慧城市解决方案，通过传感器、摄像头等城市物联网设备的接入，在一体化的数字场景中实现全天候的实时监测；并通过对接城市数据中台，用可视化的直观形式呈现更加科学的城市发展规划。此外，通过对接城市数据中台，结合AI、云计算等信息技术，用可视化的直观形式呈现更加科学的城市发展规划。RayData致力于打造一个由数字驱动生成的孪生世界，在城市多维度建设的全生命周期中，实现虚实统一、先知先觉、共生共智，加速全球的数字新基建进程



智慧永泰可视化交互系统-智慧旅游板块

来源：腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧城市应用案例）

■ 案例二：上海国际汽车城基于Unity平台构建安亭区域的数字孪生

上海国际汽车城位于安亭地区，地处长三角的枢纽区位，将新能源汽车作为二次发展的重要支点。上海国际汽车城是自动驾驶技术测试的前沿地区，因而需构建管理平台来监控管理该区域内所有自动驾驶车辆及道路情况

上海国际汽车城构建了整个安亭区域超过100平方公里范围内城市道路区域的数字孪生，不仅将物理空间的真实场景和开放道路等静态数据映射到数字世界，创造出地形、建筑和周边植被环境，还将真实场景中的行人、其他车辆、天气、光照等动态数据纳入其中，实现对上海嘉定安亭区域500公里道路场景的实时精准还原；并据此构建了面向自动驾驶的虚拟测试验证仿真平台，不仅降低了测试成本，也能大幅提升研发效率。上海国际汽车城总工程师表示：“借助Unity领先的虚拟仿真技术，打造出对行业有价值的、可复制的‘样板式’案例。集双方合力赋能智能网联汽车产业在新一轮发展中的技术转型和创新。”

✓ 上海国际汽车城通过Unity Pro和Simulation工具实现GIS程序化生成，实现超大规模的数字化场景以及城市数字孪生的各种应用

上海国际汽车城通过Unity Pro和Simulation工具实现GIS程序化生成，高效对接交通孪生系统。通过Unity自动化工具可快速重建大规模地形，真实还原了安亭区域100平方公里，约500公里道路场景，包括：建筑、地形和周边植被环境。超大规模的数字化场景能够用于自动驾驶仿真验证和训练，以及城市数字孪生的各种应用

(1) 三维场景搭建：高精度的虚拟三维场景重建，达到极高的真实感；**(2) 虚实交互**：与真实地图和场景库中的数据进行对应和联动；**(3) 模拟仿真**：仿真的结果须和真实的测试结果相对应，达到辅助甚至部分替代真实路测的效果

✓ Unity打造城市级统一空间底座，映射数字孪生城市，赋能各行业领域，助力城市治理全面升级

Unity结合数字孪生3D技术，对城市安全、情指勤舆、城市运行等城市运行状态进行立体化、可视化、动态化监测，实现数字城市与现实城市同步规划、同步建设。另外，Unity智慧城市解决方案打造全覆盖的数字化标识体系，构建汇聚城市数据和统筹管理运营的智能城市信息管理中枢；同时，Unity平台实现城市全维度数据的接入、展示、管理、融合和计算，并支持多端实时可视化呈现，为城市精细化治理体系、智能化决策体系和高效率公共服务体系的建设，助力打造全球领先的数字城市



虚拟仿真平台中的街道



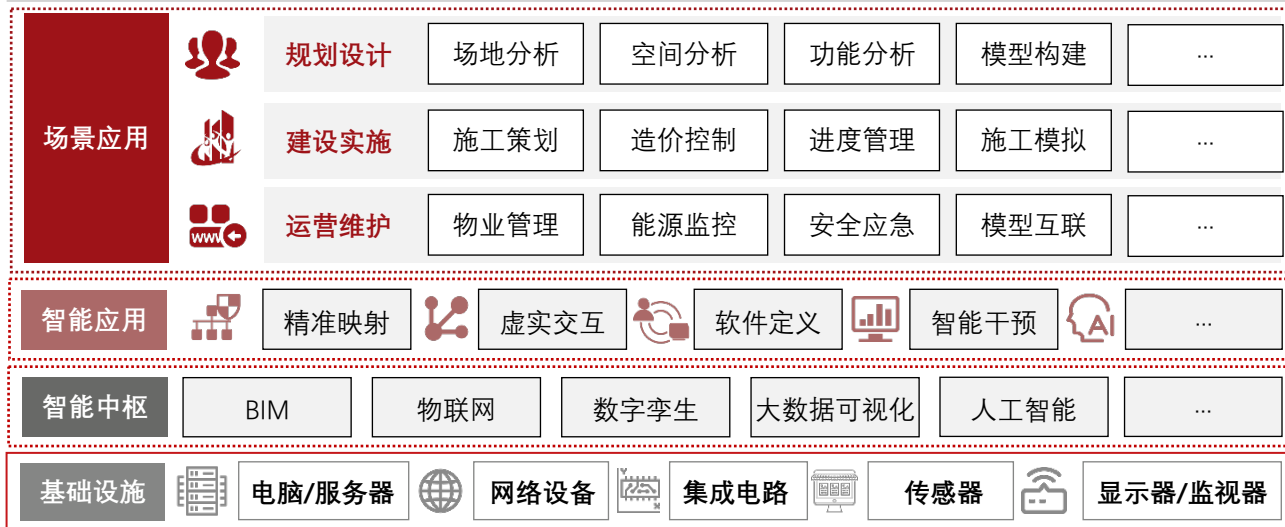
虚拟仿真平台，实时模拟天气变化

来源：Unity，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙应用实践分析——智慧建筑

- 政策驱动智能建筑工业化、数智化发展，工业元宇宙在智慧建筑场景应用持续深化，将拉通建筑行业全生命周期和全产业链，全面提升信息化和管理精细化水平，实现高效、低碳、安全的建筑产业现代化

工业元宇宙智慧建筑应用场景分析



在工业元宇宙快速发展背景下，智慧城市建设深入推进，智慧建筑体系将会加速完善，而新一代数字技术将持续赋能建筑业发展趋向工业化、数智化、绿色化。2022年1月，住建部《“十四五”建筑业发展规划》明确加快智能建造与新型建筑工业化协同发展，完善智能建造政策和产业体系

工业元宇宙在智慧建筑具备精准映射、虚实交互、软件定义、智能干预四大特点

智慧建筑的关键技术是数字孪生赋能实体建筑全生命周期过程，通过各传感器全方位获取数据仿真，在虚拟空间中完成映射。因此，智慧建筑具备精准映射、虚实交互、软件定义、智能干预四大特点；在信息维度上对实体建筑的精准信息表达和映射，并在虚拟空间得到极大的扩充，实现虚实融合和协同；同时，虚拟模型以软件的方式模拟建筑人、事、物在真实环境下的演变，并通过在虚拟建筑上规划设计、模拟仿真，实现以预测视角智能干预建筑楼宇的发展轨迹

智慧建筑的应用场景围绕建筑楼宇的规划设计、建筑实施、运营维护三大场景

(1) **建筑规划设计环节**主要应用于场地分析、功能分析、空间分析、公共设施分析、信息模型构建；例如BIM结合GIS，对场地及模拟的建筑物空间数据建模，通过BIM及GIS的功能模块，实现建筑规划设计的决策

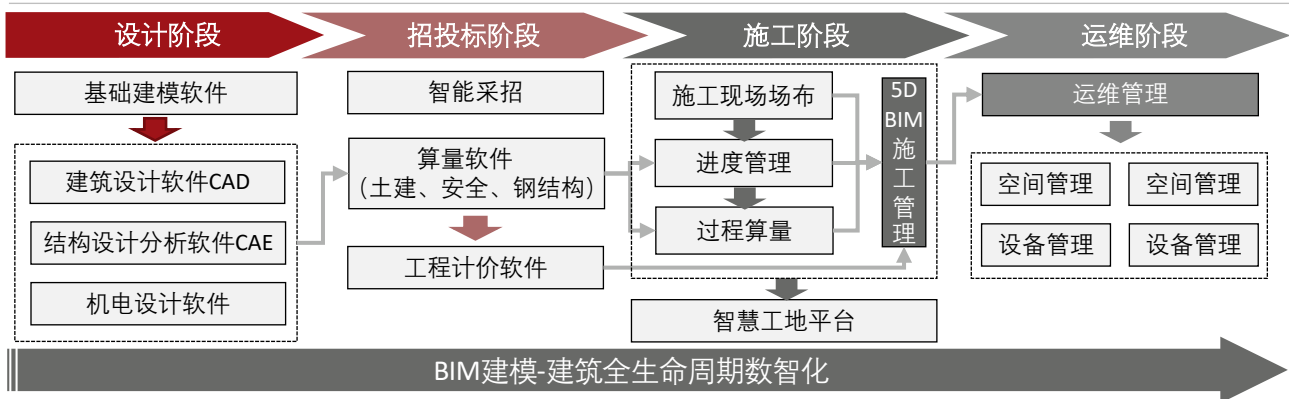
(2) **建筑实施环节**主要应用于施工策划、造价控制、进度管理、施工模拟；例如，BIM施工组织可视化在编制施工方案、组织设计的同时，将BIM技术融入施工策划环节辅助决策；并通过BIM对项目的重难点部分进行建模，提高施工效率和安全性

(3) **运营维护环节**主要应用于物业管理、能源监控、安全应急、模型互联；例如数字孪生和大数据可视化平台赋能监控和管理，辅助决策者快速做出判断处理；并通过BIM模型反映数据信息的准确、实效，实现全程信息化、智能化协同

来源：中国电子技术标准化研究院，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧建筑）

建筑全生命周期数智化



BIM+VR/AI应用

01 设计

- 方案AI选型
- 室内效果VR
- AI辅助设计
- AI辅助审图
- AI智能搜索

02 施工

- AI工地规划
- VR施工操作
- VR安全事故
- AI现场管理

03 运维

- 设施运维VR
- 维护检修VR
- 消防应急VR
- 场景3D显示
- AI辅助决策

■ 工业元宇宙在智慧建筑应用的核心环节在于（建筑信息模型）BIM的应用，BIM技术贯穿建筑全生命周期数智化

BIM是一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具和一种信息建模技术，是作为建筑信息化的有效支撑。BIM技术介入项目全生命周期，覆盖项目决策阶段、设计阶段、施工阶段和运营阶段，贯穿建筑全生命周期中规划、概念设计、细节设计、分析、出图、预制、施工、运营维护、拆除或翻新等所有环节。BIM的应用可实现建筑全生命周期各阶段和各参与方之间的信息共享，进而拉通建筑行业全生命周期和全产业链，全面提升信息化和管理精细化水平，实现高效、协作、低碳、安全的建筑产业现代化

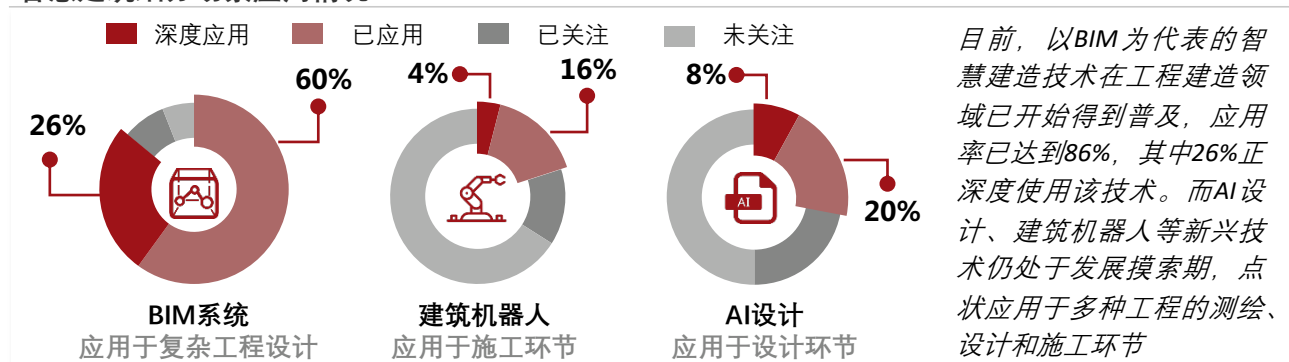
■ BIM与其他新型技术集成应用于智慧建筑场景，助推工业元宇宙的发展

工业元宇宙发展背景下，BIM、物联网、数字孪生、大数据、AI等技术的集成应用，已成为推动建筑行业数字化转型的关键支撑和推进智慧建筑发展的新动力。其中，BIM具备可视化、协同性、模拟性和连贯性四大特征，可搭建建筑工程项目所有关联方信息汇总、交互的数字化平台，并与其他新型技术集成和交融应用于智慧建筑场景

BIM与VR、数字孪生互补，实现无缝集成BIM大模型，BIM的优势在于覆盖建筑全生命周期的数据信息，把控与协同设计，VR、数字孪生等技术赋能建筑设计，真正实现从人的感受出发设计建筑，将人的体验融入建筑设计全周期过程

BIM与AI技术融合扩宽智慧建筑的边界，覆盖工程项目的设计、施工以及运维阶段。例如，基于三维BIM建模平台、AI引擎，实现BIM+AI新设计应用，设计阶段的主要应用涵盖AI智能构建搜索、AI辅助BIM审图、AI辅助机电设计、建筑策划方案AI选型等；而施工阶段中的主要应用包括AI辅助工地规划和智能管理

智慧建筑细分场景应用情况



来源：《智慧建筑：建筑业转型升级之路》CNKI，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧建筑应用案例）

■ 案例一：SHoP Architects建筑开发商通过“Unity Reflect”优化建筑构造工程

SHoP Architects成立于1996年，位于纽约，擅长大型建筑项目开发，其中布鲁克林首座超高层项目9 Dekalb住宅摩天大楼也是SHoP Architects设计的项目，享誉“世界最具创新力的建筑设计事务所和公司”，已获得3个A+ Awards奖。SHoP Architects曾用很传统方式的构造建筑，施工团队将建筑文档发送给总包商，再发给分包商和施工图设计公司，然后施工图被发送回给SHoP Architects审核，再将审核结果反馈给施工团队，流程相当繁复。Unity为建筑设计企业在BIM技术落地提供赋能技术，企业使用Unity Reflect并借助Unity平台的开放性，可以打造BIM+XR的应用来优化建筑构造工程

SHoP Architects研发部负责人表示：“即使如今已在使用3D建模，但目的大多是为了缩短2D制图的时间，设计和施工沟通所花费的时间和成本依旧高昂。而Unity Reflect的出现为实时设计协同、施工现场的项目预演提供了便利的技术支撑，结合VR/AR的应用，能够帮助他了解实际的施工过程并获得更多信息，更好的做出决策。”

✓ 企业可以通Unity实施3D技术赋能工程建设，实现施工可视化、多人协作

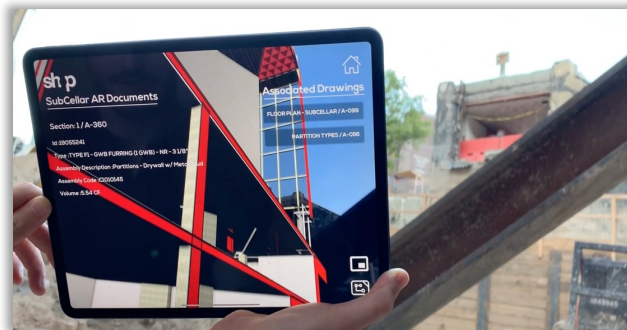
(1) **Unity Reflect**通过实时3D技术的赋能，建筑施工得以可视化、多人协作的方式展开，因而极大地节省时间成本，提高办事效率以及准确度

(2) **基于Unity Reflect Develop**，可以定制各类交互式的实时3D应用的BIM模型转换产品，只需一键即可把多个建筑BIM模型连同其图元数据转换为可交互的三维模型，并基于Unity Pro编辑器定制开发应用

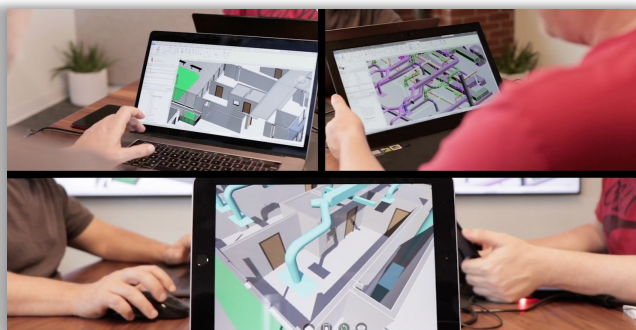
(3) **Unity Reflect Review**是一款BIM+XR的设计评审和施工交底可视化应用，帮助建筑师和设计师在沉浸式媒体中导入模型，借助AR/VR来辅助设计审查、达成高效沟通，让所有项目相关者都参与进来。此外，Unity Reflect Review整合了Revit、BIM 360、Navisworks、SketchUp和Rhino，让用户能在任何地方、任何设备上开展多人协作，从而提升团队工作效率

✓ Unity将Reflect打造为通用型的3D模型生成枢纽，将BIM数据转换为实时三维模型或XR体验，实现BIM技术真正落地到建筑方案设计和工程施工阶段

Reflect是一款基于主流BIM软件的工具集，提供BIM软件的原生插件和Unity Reflect Review（模型查看器）。它可以实现BIM数据的一键无损传输，不同专业的设计师可以将BIM模型合并到同一个Reflect模型，基于Unity Reflect Review筛选不同的模型进行显示浏览，也可管理项目访问权限。通过将BIM数据导入Unity Pro进行二次开发，还可以让体验更具互动性。例如，使业主能够选择尝试各种设计、材质和照明设备，而建筑师无需离开XR场景，在设计方案之间自由选择切换即可



Unity Reflect实时BIM 3D应用



BIM+XR的设计评审和施工交底可视化应用

来源：Unity，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧建筑应用案例）

■ 案例二：北京建筑设计研究院及同洲电子彩虹大厦通过腾讯云RayData Open大数据可视化开放平台，搭建智慧楼宇管理系统

北京建筑设计研究院及同洲电子彩虹大厦搭建了智慧楼宇管理系统，推进园区、楼宇管理与大数据管理相结合，驱动园区企业管理向数字化转型。管理系统系统在真实再现建筑形态的基础上，打通了各楼宇间多维数据，涵盖了建筑信息、停车管理和安防监控等功能维度。其中，安全防范是管理者重点关注的部分。在监控方面，系统将关键位点的监控摄像头与园区场景融合，准确有效地对潜在风险进行预判与防控，实现楼宇与大数据的管理结合，驱动建筑的向数字化转型

✓ 企业通过腾讯云RayData搭建楼宇智能空间解决方案，打造智能化管理系统，可实现建筑楼宇高度还原、区域实时监控、智能化管理系统

(1) 楼宇高度还原：基于3D-GIS内核，搭建三维建筑场景，通过RayData的视觉呈现和渲染技术，打造高度还原的建筑模型；结合DDS强实时数据传输，集成多维度数据信息，直观展示数据形态和楼宇形态

(2) 区域实时监控：系统可实现各区域的实时监控，异常情况发生时弹出报警弹窗，并出发报警通知，让工作人员第一时间获取故障信息，及时进行运维处理

(3) 楼宇智能化管理：系统将打通各个自动化监控系统，集成数据，并在指挥中心进行统一呈现。用户可通过指挥中心，查看各个子系统运行状态、运行数据、当前状况整体呈现、以及各种详细信息，如：智慧停车、智慧能源、智慧监控、智慧电梯等

✓ 腾讯云RayData打造智慧建筑解决方案，改善传统建筑楼宇简单粗放的管理和服务模式，实现建筑楼宇的安全管理、能源监测及智能化服务

腾讯云RayData打造智慧建筑解决方案，对建筑进行精细化智能管理，进而全面提升物业服务的品质、增强业主和用户的工作和生活体验。RayData智慧建筑解决方案集成多种技术搭建完整系统，实现建筑楼宇自动化系统的统一指挥，物业和资产统一运维管理，节能减排的同时实现减人提效

此外，RayData智慧建筑解决方案可实现全面感知建筑楼宇数据，将建筑的电梯、能源、监控等功能场景与数据的结合，实现管理与资源的共享；并打造多端统一的管理平台，可实现前端、管理端和后台全面打通，构建完整的管理平台、实现人、设施与环境的高效交互，改善建筑运行效率、安全性与舒适性



彩虹科技大厦智慧建筑可视化平台-门禁界面



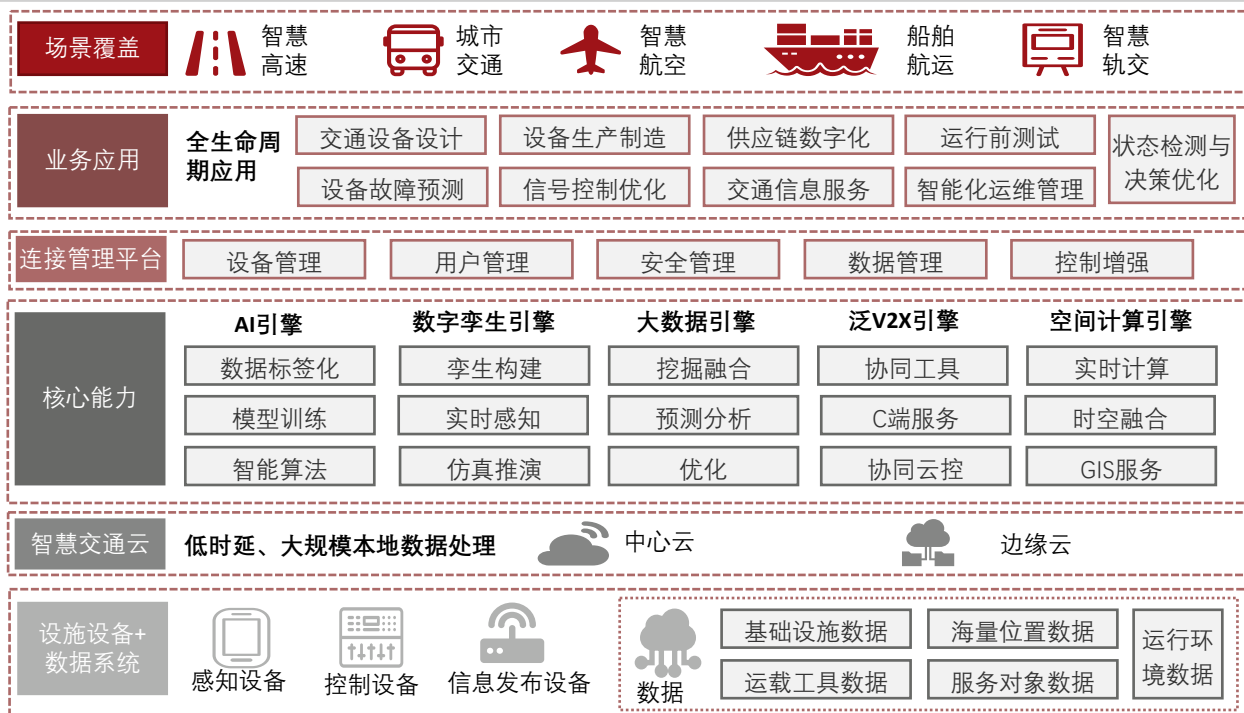
彩虹科技大厦智慧建筑可视化平台-机房界面

来源：腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业应用实践分析——智慧交通

- 在产业数字化、智能化和工业元宇宙发展强劲的背景下，新型智慧交通生态体系的构建加速。同时，政策利好加速工业元宇宙赋能智慧交通领域实现提效能、扩动能、增动能

工业元宇宙在智慧交通的应用实践逻辑架构



交通运输是国民经济的基础性、先导性、战略性产业和重要服务性行业。在产业数字化、智能化和工业元宇宙发展强劲的背景下，新型智慧交通生态体系的构建加速。提供安全可靠、便捷畅通、经济高效、绿色低碳、智慧网联的人民满意交通，是当前交通建设的重要任务之一

工业元宇宙助力新型智慧交通生态体系构建

在智慧交通领域，工业元宇宙通过融合多源异构数据，并融入物联网、云计算、大数据等前沿IT技术来搭建包含基础交通设施、时空、地理、服务对象等信息的交通数字孪生底座。在此基础上通过数字模型和软硬件系统实现快速响应、决策仿真、应急处理等解决了交通感知难、出行难、治理难、维护难的行业痛点，进一步提升交通“规、建、管、运、服”能力。工业元宇宙的应用助力交通领域建成便捷顺畅、经济高效、绿色集约、智能先进、安全可靠的现代化高质量国家综合立体交通网

目前工业元宇宙已经开始在智慧交通领域应用覆盖智慧高速、智慧航空、船舶航运、城市交通和智慧轨交五大行业的产品设计、生产制造、运行维护等全生命周期应用，构建了新型智慧交通生态体系，为智慧交通领域带来了巨大的效益

工业元宇宙赋能智慧交通领域实现降本增效和提质

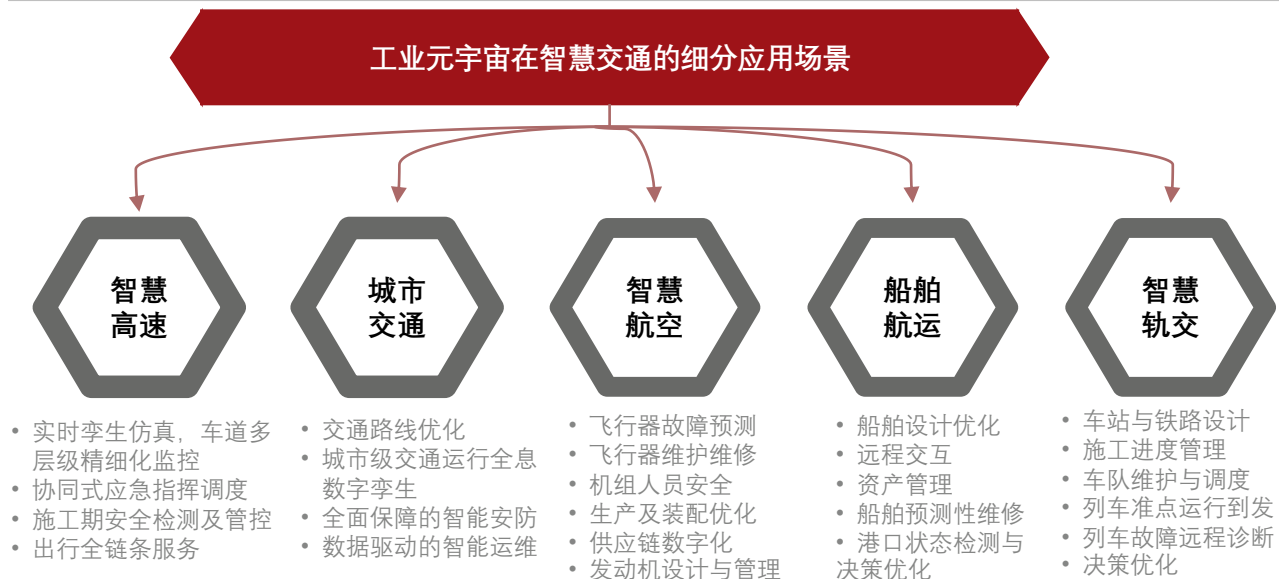
工业元宇宙的应用让智慧交通领域实现实时数字孪生，贯穿感知、计算、仿真推演到交通领域全链条，实现降本增效和提质。在建设前期，对交通涉及进行三维数字空间

来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧交通）

的建设设计和测试，有效降低了成本和提高了后期的交通运行效率。全天候一体化融合感知，基础设施健康检测和自动预警提升了设施质量和减少固定成本。路网车道级监控和协调式应急智慧帮助智慧交通领域提高运维效率

工业元宇宙在智慧交通的细分应用场景



中国十四五交通规划目标，2025年

新增城市
轨道交通 **3万**
里程 公里

新改建 **2.5万**
高速公路 公里

港航设施 **63**
达到 个

现代化 **30**
机场新增 个以上

工业元宇宙在智慧交通领域的应用主要包括智慧高速、城市交通、智慧航空、船舶航运和智慧轨交五大细分应用场景。具体包括交通线路涉及优化、施工期间安全检测及管控、交通运行全息数字孪生、智能应急智慧调度、设备状态检测与维修等从设计、生产到运维全生命周期

■ 政策利好加速工业元宇宙赋能智慧交通领域实现提效能、扩动能、增动能

中国交通运输部相继出台了《数字交通“十四五”发展规划》、《交通领域新型基础设施建设行动方案（2021年-2025年）》，强调重点通过物联网、云计算、数字孪生等技术赋能，推动交通基础设施全要素、全周期数字化，建设现代化高质量国家综合立体交通网，促进交通运输提效能、扩动能、增动能。工业元宇宙的建设能够发挥交通领域场景众多、数据体量和市场规模较大的优势，释放更多的交通数据红利，增加动能。不断促进交通领域扩大动态感知的识别范围，实现信息网络广泛覆盖和全国交通一体化协同有效联动，优化交通网络布局，提升运行效率等。在中国数字交通十四五发展规划的智慧交通建设目标下，工业元宇宙在智慧交通领域的应用市场有望迎来新一轮的增长

■ 工业元宇宙在航天航空和船舶航运领域的应用成熟度远高于其它领域

飞机和船舶产品具备研发周期长、产品附加价值高、生产批量少、运营成本高等特点，使得数字孪生较早的应用于航天航空和船舶航运领域来优化产品设计和资产运维管理，其基于数字孪生的产品全生命周期应用成熟度高于其它领域。当前，数字孪生在航天航空和船舶的应用重点聚焦于产品设计研发、产品远程运维、产品自主控制等方面。例如，中国嫦娥五号基于数字孪生开展产品自主控制应用，实现由“数据采集-分析决策-自主执行”的闭环优化

来源：《数字交通“十四五”发展规划》，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧交通应用案例）

■ 案例一：北京城建引入Unity技术构建基于BIM的轨道交通智慧运维平台

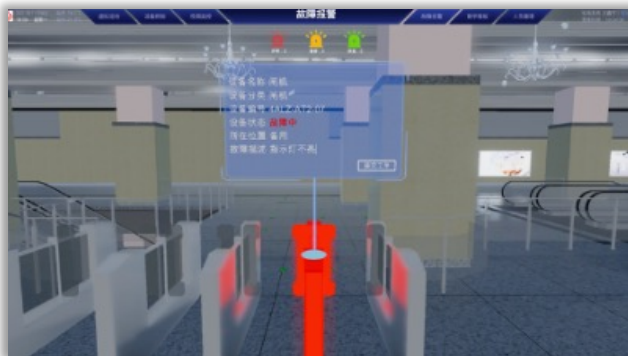
北京城建在地铁日常运维工作的诸多痛点。传统的监控运维系统中，数据呈现和故障反馈都不够直观，难以直观反映出建筑或设施的实际运行状态；其次，信息存在异构，通常是分别显示和存储，会对维护工作造成诸多不便；同时对于信息的整合程度不够，从而降低了运维效率。为了克服上述现有技术存在的缺陷，北京城建在原有系统基础上引入Unity技术

北京城建设计发展集团股份有限公司（简称北京城建）是为城市建设提供专业服务的科技型工程公司，业务涵盖城市轨道交通、综合交通枢纽、地下空间开发、工业与民用建筑、市政工程、城市规划等领域，拥有设计咨询、工程建设、投融资、科技产业化、置业文旅、运营管理为一体的完整产业链，为客户提供专业化的全过程服务，业务遍及全国及海外多地分支机构，是中国城市轨道交通行业设计标准规范的主要制定者，是中国城市轨道交通行业技术发展的引领者

✓ 企业通过Unity应用泛在数据和智能技术实现对生产运维任务的赋能，解决地铁运维过程成本高和效率低下的痛点

(1) Unity以基础设施和多源异构物理感知的数字化为底座，通过以多种低延时的网络组合作为通道，将数据上传到具备孪生功能的计算平台进行建模重构和精确感知，从而将数字化结构化的数据应用到交通的各项业务当中，即时数据可通过边缘计算迅速实现交通行为还原和检测，利用大数据实现交通状态推演和自动分析预测的功能

(2) Unity基于大数据与BIM技术，围绕设备设施全生命周期过程，构建基于状态感知的精准维护模式，实现面向运营的智能决策。辅助运维人员直观快捷地掌握车站运行状态，便于快速进行问题定位与处置。甚至能够模拟预测未来的运行事件，进行优化并提前应对。通过提升运维效率，可以减少线网运维人员，降低运营成本，解决了地铁日常运维工作的诸多痛点，极大地推动城轨行业及传统建筑产业的智慧升级



Unity在地铁故障报警应用



Unity在地铁逼真渲染应用

来源：Unity，腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧交通应用案例）

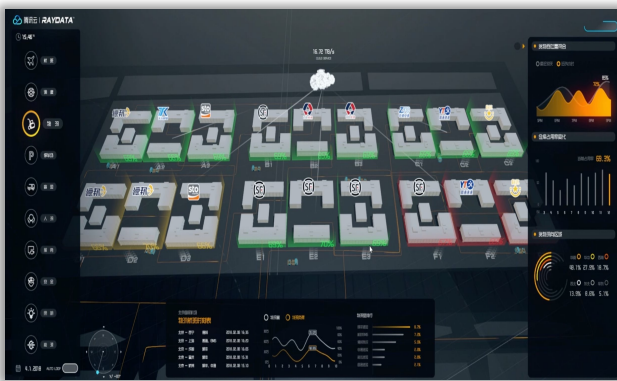
■ 案例二：腾讯云RayData打造智慧深圳机场可视化实时交互系统

腾讯云RayData基于RayData商业版产品打造深圳机场智慧机场可视化实时交互系统。系统通过集成航班信息、客流运营情况实现机场的智慧调度，同时实时监测物流、客运、停车场等信息可以实现智能服务。此外，系统通过对机场内的水、电能源信息进行实时检测，可以帮助机场管理人员即使进行日常运维和风险预判。其可视化实时交互系统大幅提高机场工作人员的工作效率和机场的运维效率

✓ 企业采用腾讯云RayData的三维地图和数据可视化技术等实现智慧深圳机场全域全局精准可视与管理，进而提高机场的运维效率

(1) 腾讯云RayData采用机场三维全景、机场站坪监测、机房机位可视化分析等新的管理方式，打造物理机场与数字机场二维一体的数字世界底图。对航班、人流、行李、车辆、停车场、水电等集中化、精细化、协同化、可视化、智能化的运行与管理。能够实时发布动态机场交通信息，动态监测运行状况，及时感知预警状况并作出有效的应急处理等，有效提高了机场的运维效率

(2) 腾讯云RayData基于大数据和物联网进行自动分析，实现智慧深圳机场智能水电源应急决策。深圳机场水电源布局众多，水电安全性方面的挑战愈发突出，腾讯云RayData基于三维地图和可视化技术，将机场水电内容等信息统一管理，并基于大数据和物联网进行自动分析，实现智能辅助决策，有效提升基础设施的管理效率和工作人员的工作效率，降低人力成本



腾讯云RayData机场物流可视化应用



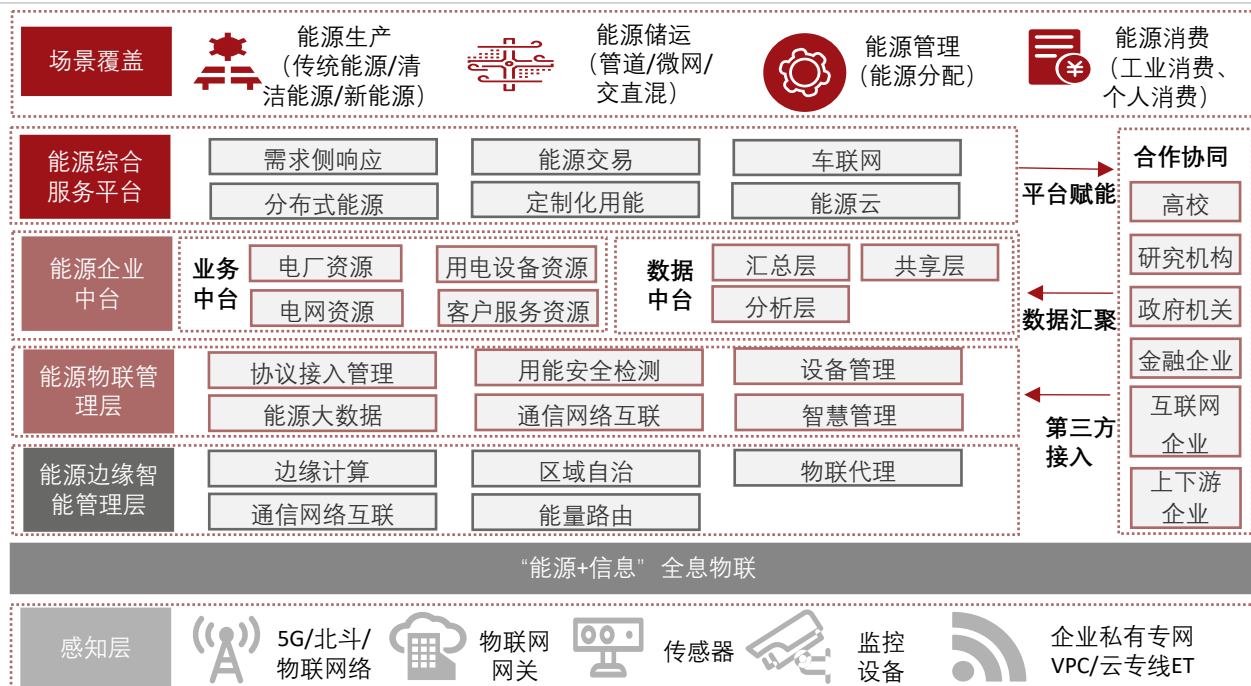
腾讯云RayData机场调度应用

来源：Unity，腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙行业应用实践分析——智慧能源

- 在中国“碳中和”和工业元宇宙发展浪潮加深的背景下，能源行业即将迎来数字化、智能化的关键转型期。工业元宇宙助力能源行业生态结构优化，为其带来经济和环保双重效益

工业元宇宙在智慧能源的应用实践逻辑架构



当前基础工业能源领域普遍存在能源系统管理粗放、供需平衡矛盾、能源利用效率偏低等问题，在中国“碳中和”和工业元宇宙发展浪潮加深的背景下，能源行业即将迎来数字化、智能化的关键转型期，踏上智能化的高速列车

■ 中国实施积极应对气候变化的战略，构建双碳“1+N”政策体系撬动经济高质量发展

近年来，碳排放数量居高不下，侧面反映出绿色清洁能源转型是推动中国能源结构转型的必然选择。因此中国构建了基于《2030年前碳达峰行动方案》等顶层设计下，在绿色能源、工业领域等多个板块制定细分政策的政策体系。在工业领域，《工业领域碳达峰实施方案》和《工业能效提升行动计划》明确指出聚焦重点用能行业、重点用能领域和重点用能设备，聚焦于节能降碳、绿色制造、数字化转型等六大重点任务。在此政策背景下，催生了工业元宇宙等技术，中国抓住机遇布局更多的先进工艺技术，增加产业生产附加值，能源行业有望迎来数字化、智能化的关键转型期

■ 工业元宇宙推动能源生态结构的优化

在能源领域，工业元宇宙统筹大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术，构建与实际应用相匹配的能源系统，建立科学的决策程序，用数据分析结果指导实践，实现能源系统全要素的数字化、虚拟化，全状态实时化和可视化、运行管理协同化和智能化，实现物理能源行业和数字能源行业虚实交互，从而优化能源从生产、储运到管理和消费全生命周期的生态结构

来源：沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧能源）

■ 工业元宇宙为能源行业带来经济和环保双重效益

工业元宇宙通过“智慧化、一体化”使能源转化效率、能源传输效率、能源基础设施利用效率、能源与经济社会的结合效率显著提升，同时能源的节降也会带来环境保护效益。随着中国环保政策的不断收紧，环保对于工业企业的可持续发展经营也至关重要。根据国际能源署预测，数字技术的大规模应用将使油气生产成本减少10%-20%，可以在2040年减少3000万吨二氧化碳排放。目前，各企业纷纷采取措施，推动数字技术应用到能源生产等各个环节。此外，对于能源行业的下游，即在钢铁、化工等基础工业来说，原料和能源动力成本达到80%以上，因此能源效率的提升是企业降本增效的有效发动力，能为企业带来较高的经济效益

工业元宇宙在智慧能源的细分应用场景

	能源生产	能源储运	能源管理	能源消费
 煤炭	机器人巡检 远程开采	智能供应链 设备运维	智能能耗管理	一站式综合能源服务
 石油	实时数据 智能预警	故障预测 智能监控	多物理场变电设备	信息安全防御机制
 天然气	故障预测 智能调控	实时数据 性能预测	数据与设备关联映射	交易数据安全保障
 电力	生产厂三维可视化设计	传输设备设计与优化	设备优化与运维	智能电费优化
.....	通用电网模型设计	储能设备数字孪生建模	数字孪生变电站	交易智能服务
	设备状态远程检测	充电桩最优规划	能源路由器研发	客户行为预测

面向智慧能源生态体系的数字孪生技术贯穿于能源生产、传输、存储、消费、交易等细分应用场景。随着各部分之间交互的不断加深，逐步实现基于数字孪生技术的智慧能源行业可持续发展。有助于打破能源行业的时间和空间限制，促进各种业务的全方位整合与统一调度管理；横向联合能源行业参与主体之间的业务，提高能源利用效率

■ 工业元宇宙在智慧能源领域应用重点聚焦于提升设备管理、工艺流程管控和安全生产水平

安全事故频发、工艺流程管控成本高和设备管理难是能源行业企业面临着的发展痛点。因此需要智慧能源聚焦于运用新兴技术来提高设备管理水平、安全生产水平和工艺流程管控水平。根据《国家电网：能源数字化转型白皮书》，北斗等技术在无人机智能巡检、用电信息采集等环节应用成熟度达到5颗星，在大型设备运输管理、应急通信、变电站调度、安全检测等应用成熟度达到4颗星。当前很多企业通过对全厂设备和仪器数据采集和构建工厂三维模型，实现工艺流程和设备的实时监控和机器远程智能巡检。如国家电网智能巡检2分钟内实现100张图片输电线路巡检，而一位熟练的工人需要2个小时，大幅减少人工成本。同时能够对设备进行维修预警，提高安全生产水平

■ 电网细分赛道是适合工业元宇宙应用的先导性场景

电网行业具有信息化程度高、价值较大、技术要求不复杂等特点，非常适合作为数字孪生体应用的先导性场景。发电、输电、变电、配电和用电全流程都有应用潜力。电网近几年不断引入数字孪生体技术，目前行业数字孪生电网项目主要以发电厂和变电站两大应用为主，当前应用方式是可视化，以满足在展示厅的大屏上显示出发电厂或变电站为主。十四五重点强调实现智能电网的转型，电网的升级是清洁能源的广泛接入输配电网和使用的基石。中国两大电网公司国家电网和南方电网在十四五期间分别投资2.3万亿和0.67万亿实现2025年全面建成数字电网，数字孪生有望迎来发展机遇

来源：《国家电网：能源数字化转型白皮书》，数字孪生体联盟数字孪生电网白皮书，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧能源应用案例）

■ 案例一：Unity实时3D开发平台加速Zutari南非光伏发电厂项目建设

传统的技术进行太阳能设计通常耗时耗力，大型项目设计可跨数周甚至数月。为了优化逆变器、接线盒的摆放，以及线缆的走线、长短与粗细，项目需要经历无数次迭代。人工计算这些走线、摆放和参数不仅过于繁杂，一旦出错还会导致前功尽弃

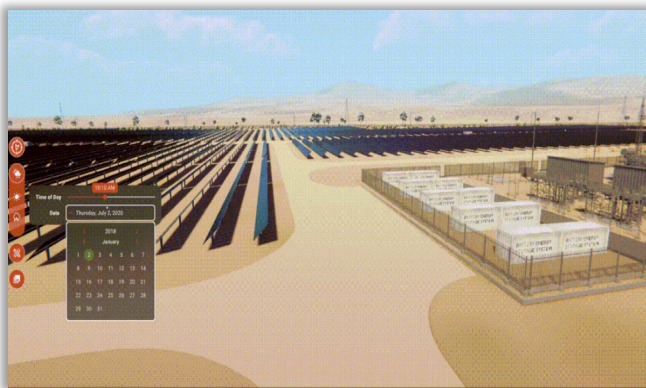
Zutari是一家南非的工程咨询机构，他们的企业目标是制定出创新性的可再生能源工程方案，为非洲环境、社会和经济作出实质性贡献，促进其繁荣发展。可持续能源是其核心专业领域，Zutari参与了水力、太阳能、风能、混合动力及能源存储等方案设计，满足当地实际需求的同时，根据地形及其他限制条件打造出切实可行的方案。为此，Zutari及其可视化团队在整个项目周期内广泛采用了新兴技术

✓ Zutari运用Unity的实时3D开发平台来全面减少工程时间、降低成本

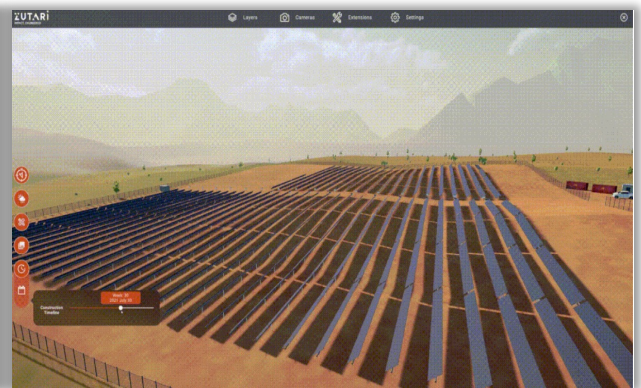
(1) 在Unity中，Zutari可以针对太阳能电池板进行太阳跟踪和阳光遮挡测试，比如团队可以观察电池板间距是否恰当，其影子是否会遮挡住其它电池板，从而找到最佳间距，因为夏天和冬天的太阳光照角度是完全不同的。除了间距之外，地形因素也会让阳光遮挡问题更加复杂，电池板的位置可能会受到地理因素的限制。在分析太阳轨道和阳光遮挡情况后，Zutari完全可以优化发电厂位置、安装尽可能多的电池板来最大化电力输出

(2) Unity先进的可视化技术还能在开发初期就为相关人员提供丰富的互动材料。让工程师与客户完全可以多次可视化、审查和优化项目，做到目前大部分项目都做不到的事

(3) Unity沉浸互动式的可视化可以让工程师们模拟一年中所有可能出现的情况，快速审查设计可能产生的效果。其次，Unity可生成一个支持多人同时使用的虚拟模型，让开发者在前期就洞悉项目周期各阶段的现场状况。强大的实时3D技术为Zutari工作的开展带来降本增效



Unity在太阳轨道跟踪与阳光遮挡的应用



Unity在施工监测的应用

来源：Unity，沙利文，头豹研究院

（接上页——智慧能源应用案例）

■ 案例二：腾讯云RayData与上海电力公司联合打造全景智慧供电保障系统，为电力运维管理保驾护航

在国家提出能耗双控、碳达峰、碳中和等政策的背景下，清洁高效的电能成为未来的发展趋势。因此，不少传统企业面临着煤改电、气改电的情况，导致电力行业供需问题较为严峻。通过数字孪生等新一代信息技术助力智慧电网建设，提高电力调度精准、精细化水平是电网行业的必然选择

RayData基于大数据交互管理系统技术，对上海全网、10平方公里核心保电区、主干变电站的电网运行态势，以及物联网设备状态进行监控，态势兼顾各专业的业务管控。系统全面实现保电态势可视化、场景化还原，有效支撑指挥中心智能态势研判，全景状态实时呈现、现场穿透指挥的保电智慧需求

✓ 腾讯云RayData基于大数据交互管理系统技术提高一体化数字场景帮助电网实现监控预警、运维管理和能耗分析

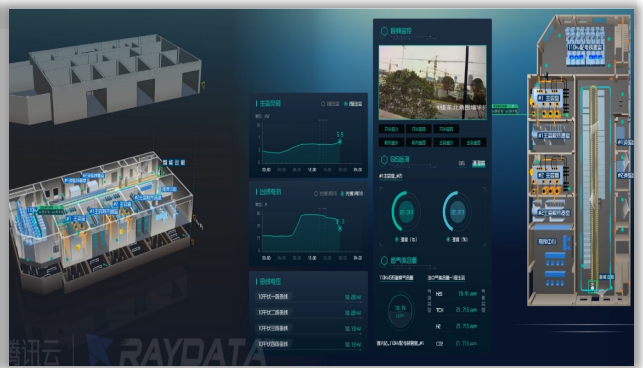
(1) 腾讯云RayData通过实时3D场景，可以更加直观地呈现场站、管网的能源态势，对接电力业务系统并结合实时数据进行统计检测，异常情况实现及时预警。其次，能够对事故进行告警和记录，对安全隐患进行提前研判，减少运维成本，解决电网行业安全事故多发和运维成本较高的行业痛点

(2) 腾讯云RayData基于其大数据可视化交互系统技术实现的一体化的数字场景当中，能够支持不同区域级别的下钻，网格化呈现区域用能，为能源调度提供决策态势

(3) 腾讯云RayData通过对接能源数据平台，RayData可以在设备能耗数据分析上提供支撑，辅助管理决策。更好的发现能耗较大的环节，为企业后期进行绿色转型和技术变革提供信息和数据的支撑



腾讯云RayData在电网全景呈现的应用



腾讯云RayData在电网监控预警的应用

来源：腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

Chapter 4

工业元宇宙典型 厂商案例

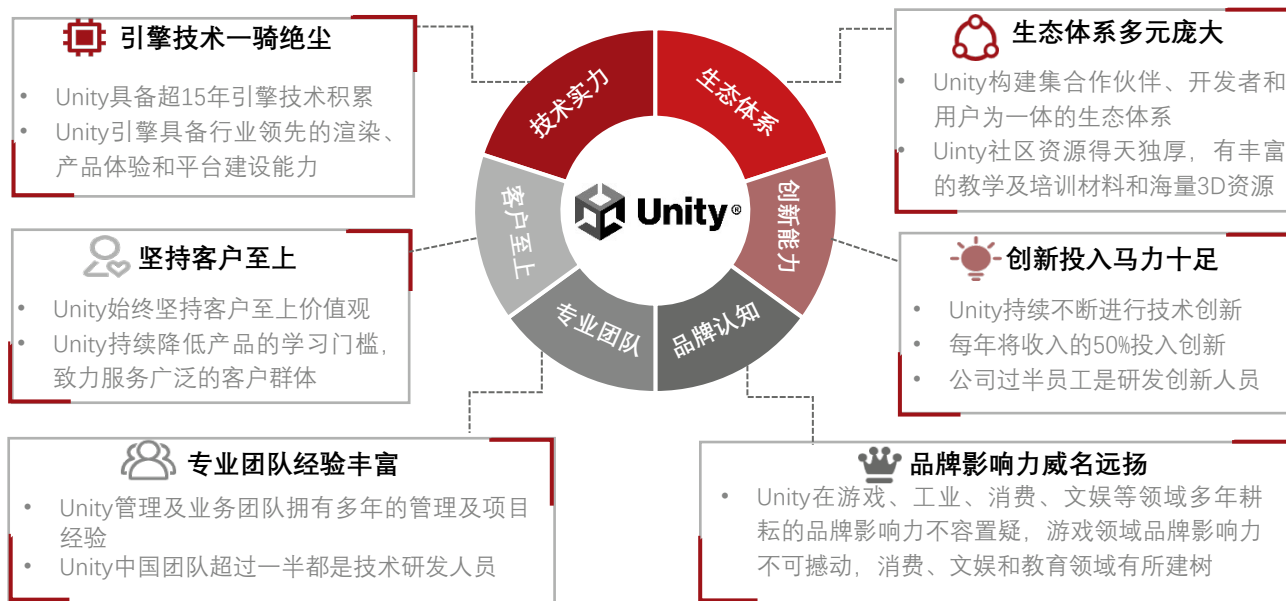
- **Unity** : 全球领先的实时3D内容创作和运营平台，其六大核心竞争力助力公司在竞争激烈环境中始终保持行业领先地位。Unity突出的优势使得其市场地位更显著，2021年运营数据取得重大突破
- **腾讯云RayData** : 专注于深耕大数据交互管理领域，为智慧城市等数十个行业内客户大数据可视化交互管理需求提供全周期一站式服务，助力客户实现业务或产业的数字化升级
- **Unity与腾讯云RayData合作** : Unity与腾讯云依托各自资源及技术优势达成战略合作。携手打造联合创新中心，推动行业加速数字化转型和行业标准的建设，为客户创造长期价值



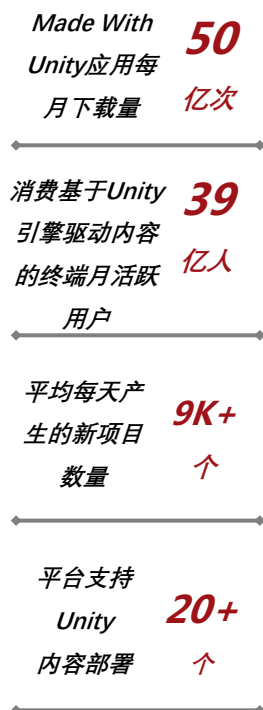
工业元宇宙企业——Unity Unity®

- Unity是全球领先的实时3D内容创作和运营平台，其六大核心竞争力助力公司在竞争激烈环境中始终保持行业领先地位。Unity突出的优势使得其市场地位更显著，2021年运营数据取得重大突破

Unity核心竞争力



运营数据，2021年



Unity是世界领先的实时3D内容创作和运营平台，提供一整套全面的解决方案来创建和运营交互式实时2D和3D内容，助力创意者将想法实现并商业化，同时可部署到包括移动端、PC、主机、增强现实和虚拟现实设备等多个主流平台，实现跨平台交互

■ Unity六大核心优势助力公司在竞争激烈环境中始终保持行业领先地位

专业团队能征惯战和把客户利益放在首位的价值观能让公司在竞争环境中的战略定力，帮助公司更好的驾驭全局和坚定抉择；创新能力是Unity在市场上奔驰的动力引擎，让Unity始终有在市场上保持奔跑的动能；引擎技术是Unity占据市场领先地位的重要武器，也是Unity在市场上下下的“先手棋”，让公司在市场上有一定的话语权；生态体系是Unity实现乘数效应和规模效应的重要机制，不仅使得各个参与者能够进行优势资源共享和稀缺资源互补，也能参与者与使用者的数量不断增加，生态系统内各要素运营成本降低，规模效应显现；品牌影响力是Unity参与竞争的突击队，在市场竞争中帮助公司快速打开一条裂缝，扩大市场

■ Unity市场地位显著，2021年运营数据斐然

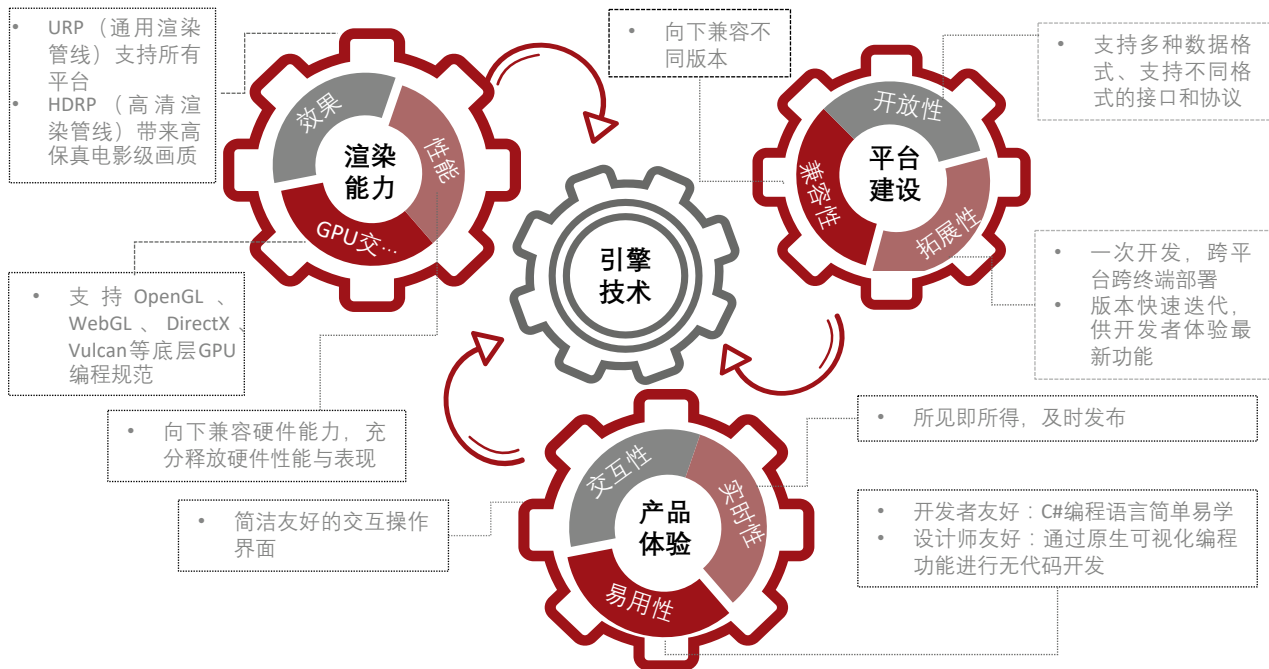
Unity突出的优势使得其市场地位更显著，更多用户选择Unity，在复杂多变和竞争激烈的形势下，公司2021年运营数据取得重大突破。2021年，平台层面，有IOS、Windows、XBOX等20+的平台支持Unity的内容部署；产品应用下载量上，Made With Unity应用下载量达到50亿次；用户端，消费基于Unity引擎驱动内容的终端月活跃用户有39亿人；开发成果上，平均每天能够产生9K+的新项目

来源：Unity，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙企业——Unity技术优势 Unity®

- Unity在引擎技术方面有着超过15年的积累，渲染能力、平台建设和产品体验三大齿轮为Unity引擎技术传递动力，三轮驱动公司引擎技术一骑绝尘，在市场上纵横驰骋

Unity引擎技术三大优势齿轮



Unity在引擎技术方面有着超过18年的积累，渲染能力、产品体验、平台建设是引擎的三大优势齿轮，三轮驱动Unity引擎技术处于绝对的行业领先地位。3D引擎作为直接面向各领域创作者的工具，将成为工业元宇宙发展过程中重要的推动力，为工业领域带来虚实交互的革命性体验

■ Unity渲染能力位于市场前列

渲染能力是引擎技术的底层动力之一，由于工业元宇宙更加注重沉浸式的交互，因此实时渲染非常适用于工业元宇宙。Unity的高清渲染管线HDRP，支持光栅化、光线追踪和路径追踪渲染技术，使Unity引擎的渲染能力有大幅提升，渲染能力遥遥领先

■ Unity给予开发者和用户极致的产品体验

Unity引擎简洁的交互界面、适用的开发语言，以及提供更多的开发平台交互操作和海量的学习资源给予了开发者和用户极致的产品体验，降低了开发开发门槛和适用难度

■ Unity平台建设以优质和高性价比的服务在业内积累了良好的口碑

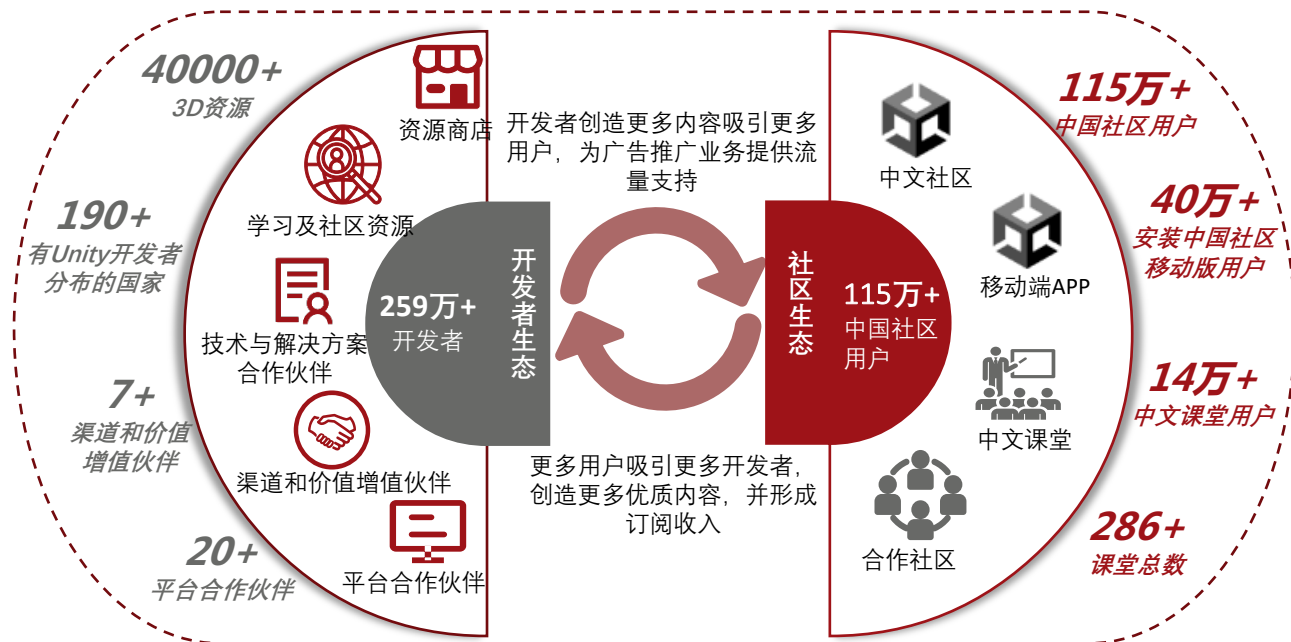
公司提供优质和高性价比服务，在产品开发完成后，结合众多平台资源，帮助客户实现同时在多个平台上一键发布，节省客户时间成本，提升用户体验感，积累良好的业内口碑

来源：Unity，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙企业——Unity生态体系

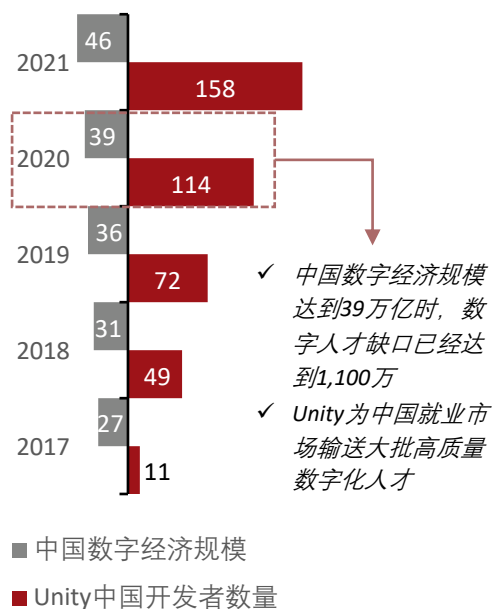
- Unity致力于与开发者和合作伙伴实现“美美与共、天下大同”，庞大的开发者社区及相关支持服务，以及产业级合作伙伴构成Unity繁荣、多元、强大的生态体系

Unity生态体系



Unity中国开发者数量&中国数字经济规模，2017年-2021年

单位：[万亿] 单位：[万] 需求>供给



Unity生态体系为开发者、用户和产业及合作伙伴创造共赢局面

Unity汇聚了众多开发者、用户和产业级合作伙伴，平台、技术等产业级合作伙伴为开发者提供支持服务，开发者创造更多内容吸引更多用户，为广告推广业务提供流量支持；同时Unity还提供中文课堂和社区等资源吸引更多用户，更多用户吸引更多开发者，创造更多优质内容，并形成订阅收入。其生态体系帮助生态圈的人实现“美美与共，天下大同”的共赢局面

数字化浪潮下，Unity为中国就业市场输送大批高质量数字化人才

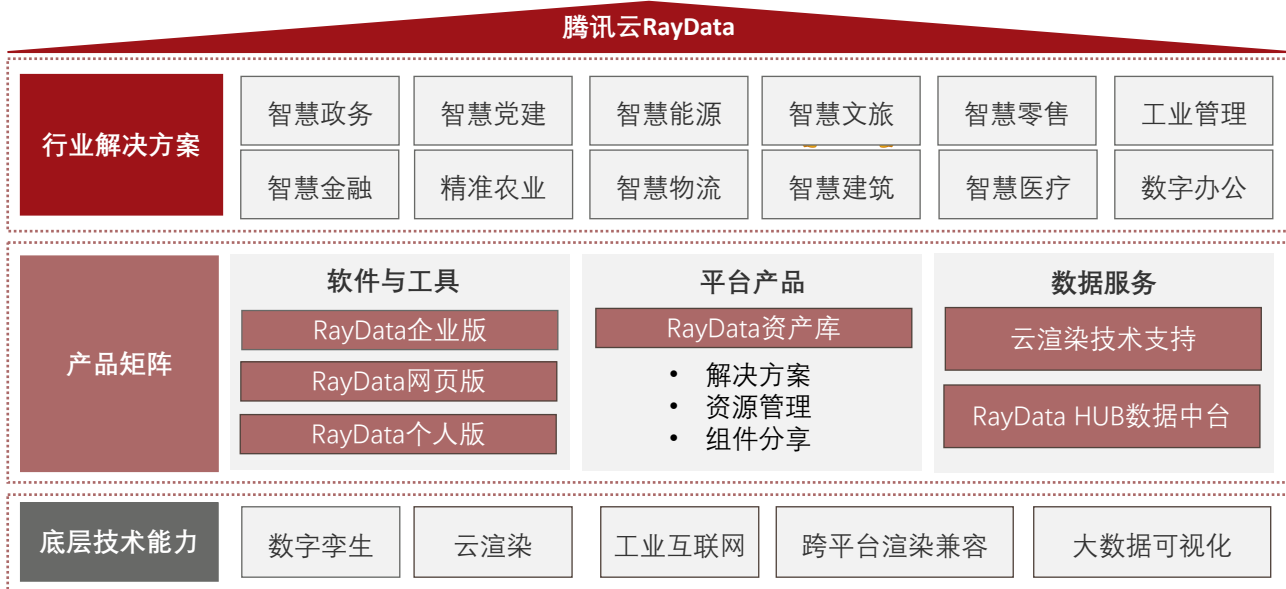
数字经济浪潮下，数字经济发展如火如荼，2021年数字经济市场规模达到46万亿，而数字化人才供不应求。据统计，2020年中国数字化人才缺口接近1100万，而Unity拥有庞大且快速增长的开发者社区，集聚大量优质数字化人才，2020年Unity开发者数量达到114万。同时Unity技术与企业需求高度契合，Boss直聘等招聘平台均有大量工业相关企业在招聘Unity人才。未来随着数字经济规模的上升，对于数字化人才的需求将会进一步上升，而Unity能够有效填补数字化人才供给缺口

来源：Unity，中国信通院，沙利文，头豹研究院

工业元宇宙企业——腾讯云RayData 腾讯云 |

- 腾讯云RayData专注于深耕大数据交互管理领域，为智慧城市等数十个行业内客户大数据可视化交互管理需求提供全周期一站式服务，助力客户实现业务或产业的数字化升级

腾讯云RayData产品架构



27
个产品落地省份

73
个产品落地城市

100+
项目

腾讯云RayData专注于研发大数据可视化交互管理系统。系列产品以RayData项目定制、开放平台服务为支撑，以RayData资产库为资源中台，以RayData商业版、专业版为连接，以RayData个人版为触角，形成多终端适用的产品服务矩阵。目前RayData产品覆盖智慧政务、智慧金融、智慧党建、精准农业、智慧物流、智慧能源、智慧文旅、智慧建筑、智慧零售、智慧医疗等领域

■ 腾讯云RayData持续拓宽应用场景，加速全行业项目落地

腾讯云RayData始终致力于在大数据交互管理领域深耕细作，旨在打通更多应用场景，将大数据交互管理的便捷带入更多行业。通过与互联网巨头、云数据机构达成深度合作，携手国内外互联网服务提供商、应用开发商与系统集成商，腾讯云RayData将自身在行业中的多年探索与积累转化为落地成果，用定制化、一体化的解决方案加速全行业用户数字化转型与升级

在产业互联网时代到来之际，腾讯云RayData全面推动产品覆盖智慧城市、智慧政务、智慧能源、智慧建筑、智慧园区、智慧文旅、智慧金融、智慧出行、智慧医疗等领域，深挖数据背后的价值，助力产业数字化升级，以科技设计未来

■ 腾讯云RayData为客户大数据可视化交互管理需求提供全周期一站式服务

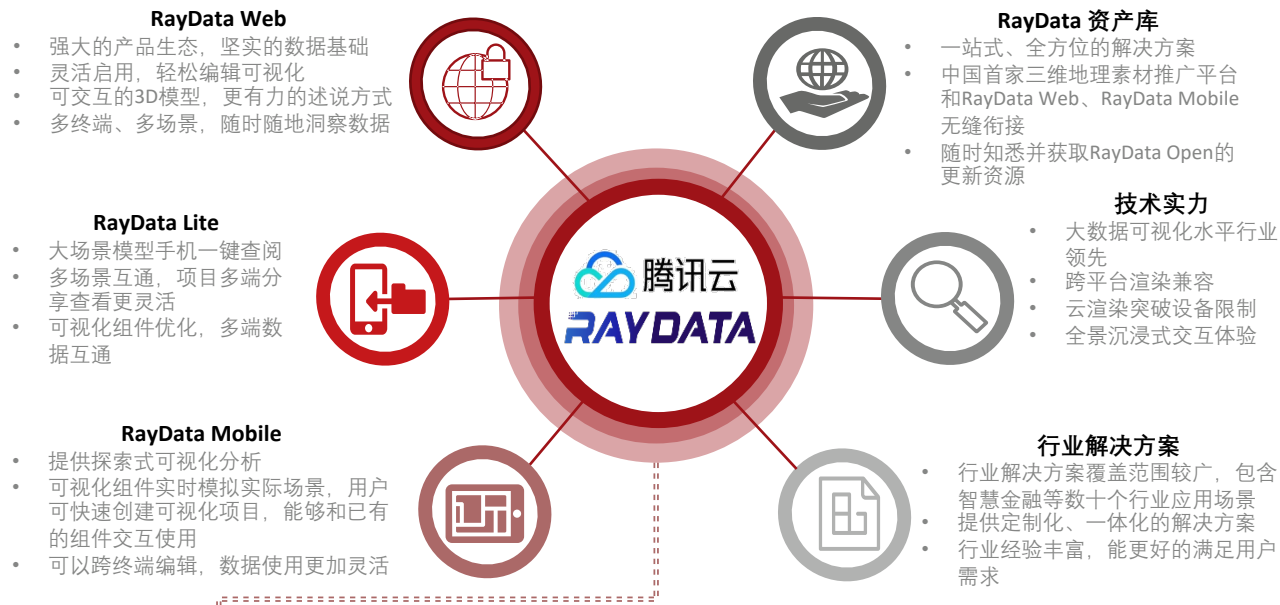
腾讯云RayData作为大数据可视化领域的开拓者，十年来坚持探索创新，连接数据、呈现数据、让数据驱动决策，为客户大数据可视化交互管理需求提供全周期一站式服务，让数据成为社会发展新动能，助力政府和企业的数字化转型

来源：腾讯云RayData, 沙利文, 头豹研究院

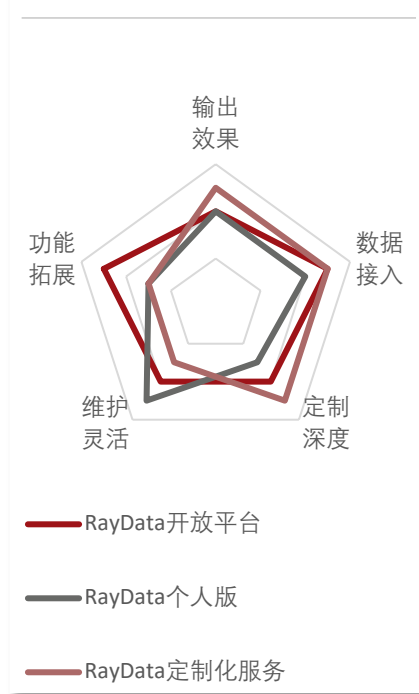
工业元宇宙企业——腾讯云RayData

- 腾讯云RayData强大的产品生态、丰富的资产库、行业领先的大数据可视化技术和多元的行业解决方案优势驱动其在大数据交互管理领域处于领跑者的位置

腾讯云RayData核心竞争力



RayData产品能力雷达图



■ 腾讯云RayData拥有强大的产品生态

为适应更多应用场景和提高用户的使用体验，RayData不仅有web版本，更有移动端app支持下载，产品生态强大。其产品有强大的技术与海量的腾讯云数据作为后盾，并且积累了丰富的行业经验，对用户的需求把握得更精确、对产品的理解更细致

■ 腾讯云RayData资产库拥有海量丰富的资源

RayData资产库是RayData系列产品提供素材管理的功能，资产库积累了国内外顶尖客户的项目资源聚合整理后进行模块化输出，帮助众多B、C端用户零成本搭建需要的三维数据可视化交互项目

■ 腾讯云RayData大数据可视化技术行业领先

RayData是大数据可视化领域的开拓者，其可视化水平行业领先。始终坚持探索创新，让数据驱动决策，让客户拥有所见即所得的决策能力

■ 腾讯云RayData行业解决方案覆盖范围广，行业经验丰富

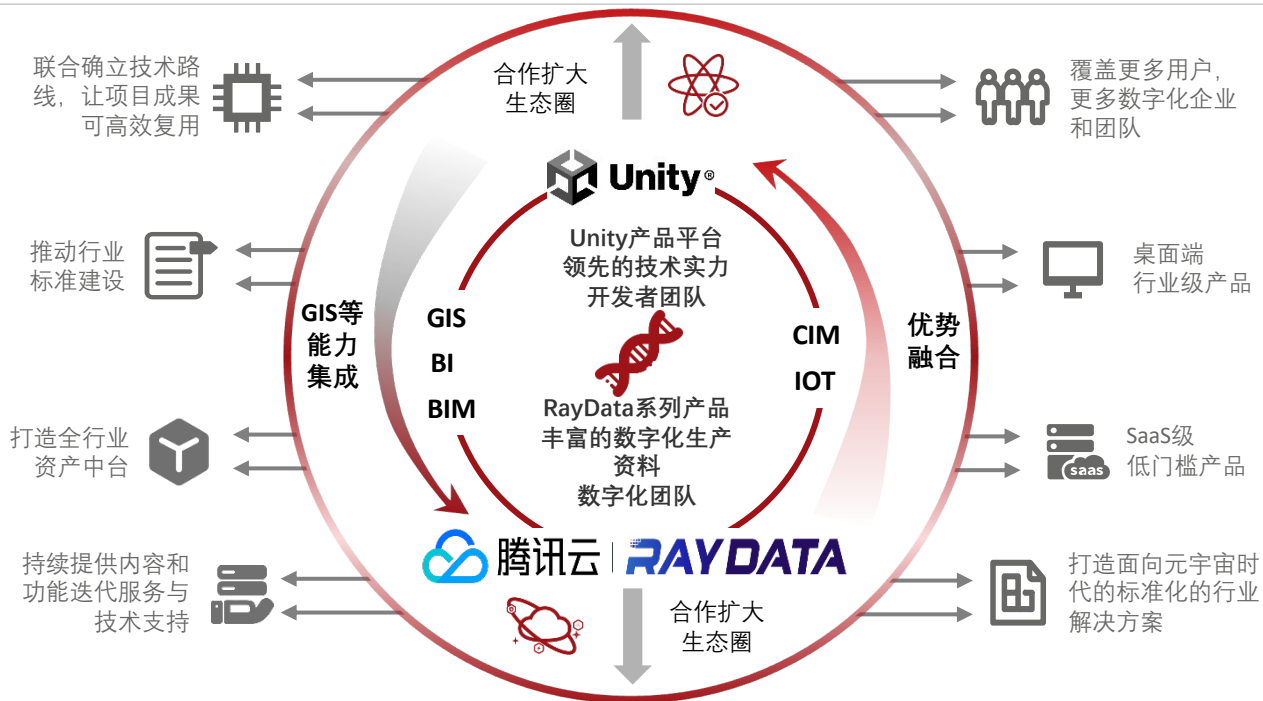
RayData能够为客户提供一站式的行业解决方案，其产品落地覆盖智慧城市、智慧政务、智慧能源、智慧建筑、智慧园区、智慧文旅、智慧金融、智慧出行、智慧医疗等领域，涉及的领域较广。其丰富的行业经验能够为定制的个性化数据服务方案，满足客户多元化的需求

来源：腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

Unity与腾讯云RayData在泛工业领域的元宇宙实践

- 在中国进入工业元宇宙、数字中国建设的提速阶段，更多数字孪生应用场景催生的时代背景下，Unity与腾讯云RayData就产品与技术、平台与生态等维度进行深入合作，共同探索数字孪生技术的未来潜力

Unity与腾讯云RayData的战略合作生态图



当前，中国进入数字中国建设的提速阶段。三维图形生成、动态环境建模、快速渲染处理等技术的创新，让线上线下、虚拟现实之间不再有明确的边界，催生出大量数字孪生应用场景。在这样的时代背景下，腾讯云RayData携手Unity，带来更加丰富的生产资料、高效规范的工作流程和极具生产力的产品工具，正与百万开发者一起，共同加速数字中国建设，释放更多的数字生产力

Unity与腾讯云RayData就产品与技术、平台与生态等维度进行深入合作

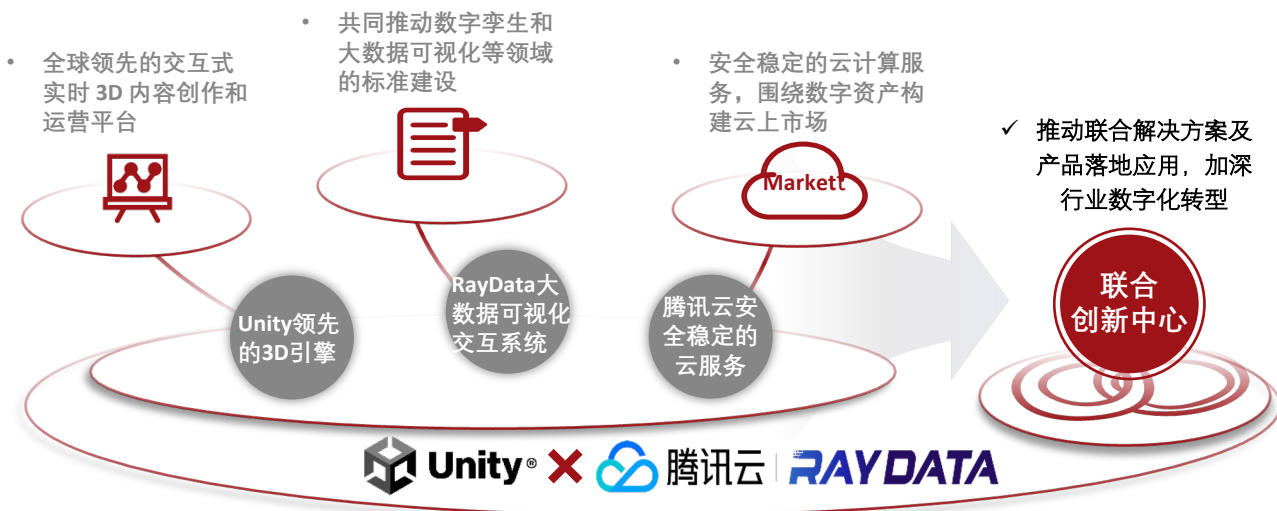
- ✓ **产品与解决方案**：发挥双方各自的优势，融入GIS、BI等行业模块，联合打造行业级客户端和SaaS级产品，打造面向工业元宇宙时代的标准化产品解决方案
- ✓ **平台**：双方结合RayData积累的数字化生产资料和Unity广阔的产品平台，以及更多数字化企业和团队，打造全行业资产中台，持续提供内容和功能迭代服务与技术支持，实现全行业覆盖，满足行业对于敏捷化生产的需求
- ✓ **行业标准**：双方通过统一产品出口来推动数字孪生标准工作流程的建设
- ✓ **技术**：腾讯云RayData强大的数据可视化技术和Unity的3D引擎技术融合，赋能产业开发者释放数字化生产力。此外，双方致力于通过确立技术路线，让项目成果可高效复用，从而提高项目品控，降低人效成本
- ✓ **生态**：通过产品与解决方案的打造，平台的开发以及技术的融合能够将双方的生态圈融合并进一步扩大，覆盖更多用户、企业和开发者等，构建更全面更多元的生态

来源：Unity，腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

Unity与腾讯云RayData在泛工业领域的元宇宙实践

- Unity与腾讯云依托各自资源及技术优势达成战略合作。携手打造联合创新中心，推动行业加速数字化转型和行业标准的建设，为客户创造长期价值

Unity与腾讯云的战略合作生态图



近年来，数字经济发展迅猛，数实融合上升为国家战略。腾讯云具备在数字孪生、3D引擎、实时渲染、边缘计算等全真互联技术体系推进数实融合的作用，以及安全可靠的云服务。腾讯云旗下的RayData是大数据可视化领域的开拓者，拥有丰富的大数据可视化行业经验。而Unity在3D内容创作和运营领域有深厚积累，腾讯云与Unity具备充足的合作空间，双方于2022年9月30日签署战略合作协议，携手打造行业最佳实践

- Unity与腾讯云依托各自资源及技术优势，打造联合创新中心，推动行业标准建设，为客户创造长期价值
- Unity与腾讯云成立联合创新中心，整合双方优势能力，并基于腾讯云旗下大数据可视交互系统RayData将大规模多样化数据融合呈现的独有能力，为各行业提供端到端的数据可视化整体解决方案
- Unity与腾讯云基于联合创新中心将围绕数字资产构建云上市场，推动联合解决方案及产品在行业内的应用，挖掘创新商业场景，构成良性合作循环，助力企业发展与行业创新
- Unity与腾讯云将建设面向开发者的大数据可视化的云上教学、演练及实训平台，推动开发者上云，加深行业数字化转型。腾讯云安全稳定的云计算服务，与Unity领先行业的3D引擎结合后，可以帮助开发者大幅度提升项目开发效率，创造更丰富的客户价值
- Unity与腾讯云将共同推动数字孪生和大数据可视化等领域的标准建设。Unity和腾讯云在音视频、数字孪生、3D引擎和实时渲染等领域，都有丰富的技术积累和行业实践。通过整合双方的产品能力及过往案例，Unity与腾讯云将打造一批具有可复制效应的创新解决方案，并联合相关机构，推进行业标准建设

来源：Unity，腾讯云RayData，沙利文，头豹研究院

方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究19大行业，持续跟踪532个垂直行业的市场变化，已沉淀超过100万行业研究价值数据元素，完成超过1万个独立的研究咨询项目。
- ◆ 头豹研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业发展周期，伴随着行业内企业的创立，发展，扩张，到企业上市及上市后的成熟期，头豹各行业研究员积极探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业视野解读行业的沿革。
- ◆ 头豹研究院融合传统与新型的研究方法论，采用自主研发算法，结合行业交叉大数据，通过多元化调研方法，挖掘定量数据背后根因，剖析定性内容背后的逻辑，客观真实地阐述行业现状，前瞻性地预测行业未来发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 头豹研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 头豹研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，以战略发展的视角分析行业，从执行落地的层面阐述观点，为每一位读者提供有深度有价值的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。本报告所指的公司或投资标的的价值、价格及投资收入可升可跌。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本文所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本文所载资料、意见及推测不一致的报告和文章。头豹不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。