

工业元宇宙 园区应用白皮书

牵头编制单位：中国信息通信研究院

工业互联网产业联盟（AII）

2023 年 3 月



声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aia@caict.ac.cn

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

前言

“园区经济”是极具中国特色的发展经验，是我国经济发展的重要基石。工业互联网产业联盟积极推进工业互联网赋能园区转型发展，先后研究并发布工业互联网园区指南、工业互联网碳达峰碳中和园区指南、工业互联网园区应用场景白皮书以及评价模型、解决方案案例汇编等研究成果，持续加强顶层设计，引导园区数字底座建设、园区服务生态培育和应用标杆打造。

工业元宇宙是元宇宙重要的应用领域，通过扩展现实、数字孪生等技术促进工业经济体系以及生产经营管理模式的变革。结合国家“十四五”数字经济发展规划提出的“探索发展跨越物理边界的虚拟产业园和产业集群”、工业互联网产业联盟发布的《工业元宇宙白皮书》以及园区调研，为推动工业元宇宙赋能园区转型升级，工业互联网产业联盟组织编写了《工业元宇宙 园区应用白皮书》。

白皮书共分为四个部分。第一部分围绕工业元宇宙的发展态势，指出工业元宇宙是推进园区数字化转型的加速器。第二部分给出工业元宇宙赋能园区的总体视图，并对主要场景进行介绍。第三部分通过工业元宇宙的园区应用案例，展示工业元宇宙理念与技术为园区数字化转型发展带来的显著成效。第四部分对工业元宇宙赋能园区进行展望，未来工业元宇宙将为园区的创新探索带来更大的发展空间。

工业元宇宙尚处于起步阶段，相关探索实践有待深化。后续我们将根据工业元宇宙的发展情况和业界反馈意见，持续深入研究，并适时修订或发布新版报告。

白皮书编写组成员：

李海花、景浩盟、王亦澎、录天凤、杨鹏、高琦、池程、樊森、陈柱铭、马超、李琦琦、刘澍、徐为、汤雁斐、期治博、童晋、孙银、王宇鹏、田美园、黄子沛、景越、郑治、王雨晨、王润、丁志刚、熊林恺、高彦军、彭赛金、于静雅、李程、乌苏晋、李响、杨卫国、代淑玉、邹艳、郎燕、高谊、彭强、雒冬梅、董楠、尹洪涛、陈能技、安宁、李韩军、吴陈炜、冯源、陈家霆、徐梦非、王春生、冀岩琦、张远峰、马晨光、姚亚静、杨春强、张峡、喻勋勋、杨玉峰、黄毅、程海旭、庄磊、陈昕、郭惠军、李果、葛卫春、张冰、马韵鸿、许继金、任启健、张钰、邓海燕

牵头编写单位：

中国信息通信研究院

参与编写单位：

北京航天云路有限公司
北京百度网讯科技有限公司
中国联通河北省分公司
山东浪潮工业互联网产业股份有限公司
阿依瓦（北京）技术有限公司
参数技术（上海）软件有限公司
软通动力信息技术（集团）股份有限公司
软通智慧科技有限公司
工业互联网创新中心（上海）有限公司
广东北明数科数字湾区技术有限公司
黑龙江数字化研究院
北京泰尔英福科技有限公司
BENTLEY软件（北京）有限公司
广东飞企互联科技股份有限公司
国际商业机器（中国）投资有限公司
（IBM）
普天信息工程设计服务有限公司
中通服咨询设计研究院有限公司
江苏省区块链发展协会
山东省胶东供应链管理服务有限公司



工业互联网产业联盟公众号

目 录

一、 工业元宇宙推进园区转型发展	1
(一) 我国正加速探索工业元宇宙	1
(二) 工业元宇宙将为园区数字化转型提供新动能	3
二、 工业元宇宙在园区中的应用视图	6
(一) 需求分析	6
(二) 总体视图	7
(三) 场景体系	9
三、 工业元宇宙在园区中的应用案例	16
(一) 博山数字经济产业园	16
(二) 广州民营科技园数字孪生中心	18
(三) 宝武钢铁股份有限公司宝山基地	22
(四) 长治高新区数智未来智造城赋能中心	24
(五) 山东东华水泥碳资产管理平台	27
(六) 工业元宇宙在园区人才培养方面的应用探索	30
(七) 胶东供应链 LIP·zone 工品供应链元宇宙	33
(八) TCL 惠州潼湖园区数字孪生中心	35
(九) 希沃元宇宙展厅	38
(十) 柳州市螺蛳粉产业园云仓智能运营管理	40
(十一) 中海油浮式生产储卸油装置实景建模	44
四、 工业元宇宙在园区中的应用建议及展望	48
(一) 相关建议	48
(二) 发展展望	49

一、工业元宇宙推进园区转型发展

(一) 我国正加速探索工业元宇宙

元宇宙成为全球探索热点。元宇宙基于多种信息技术有机结合，借助沉浸式、自主化、虚实融合的人机交互手段，推动数字空间和现实世界、数字经济和实体经济的深度融合。国际已围绕元宇宙开展了大量实践探索，脸书、微软、英伟达等科技公司纷纷布局相关领域，原生元宇宙概念股 Roblox 在纽交所上市；同时，国内也在加速布局元宇宙，百度、腾讯、字节跳动、华为等公司正在积极推进文旅、游戏、社交、工业、教育、交通等领域的产品研发、生产与应用。2021 年，中国元宇宙市场体量达到 6723.43 亿元，同比增长 19.63%。据 Gartner 预测，2026 年全球 30% 的企业机构将拥有元宇宙产品和服务。

工业元宇宙是元宇宙在工业领域的应用。当前，元宇宙正通过价值重构、资产数字化、开放互通等方式加速推动工业系统的信息化、智能化变革，数字孪生、数字分身、数字资产、扩展现实等虚实融合的创新应用在工业领域不断涌现，为工业生产、设计、经营、服务、培训、销售、运维等环节带来效率和价值的提升。如，宝马集团利用英伟达公司的 Omniverse 平台打造虚拟工厂，并进行虚拟设计、规划和运营，为规划高度复杂的制造系统创造全新的方法。

我国正加快工业元宇宙探索。政策方面，全国已有 30 多个省/市将元宇宙列为 2023 年政府工作重点任务，其中广东、上海、无锡、合肥、山东等地提出加速元宇宙在工业制造行业的融合落地，培育工业元宇宙相关应用场景，打造“元宇宙+智能制造”示范应用。**产业**

方面，以腾讯、华为、阿里、百度、网易、字节跳动、米哈游、莉莉丝、小米、中兴等为代表的知名互联网企业、科技企业、游戏企业围绕 XR、芯片、元宇宙操作系统、行业应用等领域开展布局，并积极探索工业元宇宙场景。**应用方面**，工业元宇宙已经形成包括远程设备操控、协同研发设计、设备协同作业、柔性辅助装配、现场辅助装配、机器视觉质检、设备故障诊断、厂区智能物流、无人智能巡检、生产现场检测等在内的典型应用场景。**研究方面**，产学研届正在开展工业元宇宙的基础研究，其中，工业互联网产业联盟发布《工业元宇宙白皮书》，对工业元宇宙的基本内涵、框架、体系进行研究阐述，并给出工业元宇宙的概念框架（见图 1）。

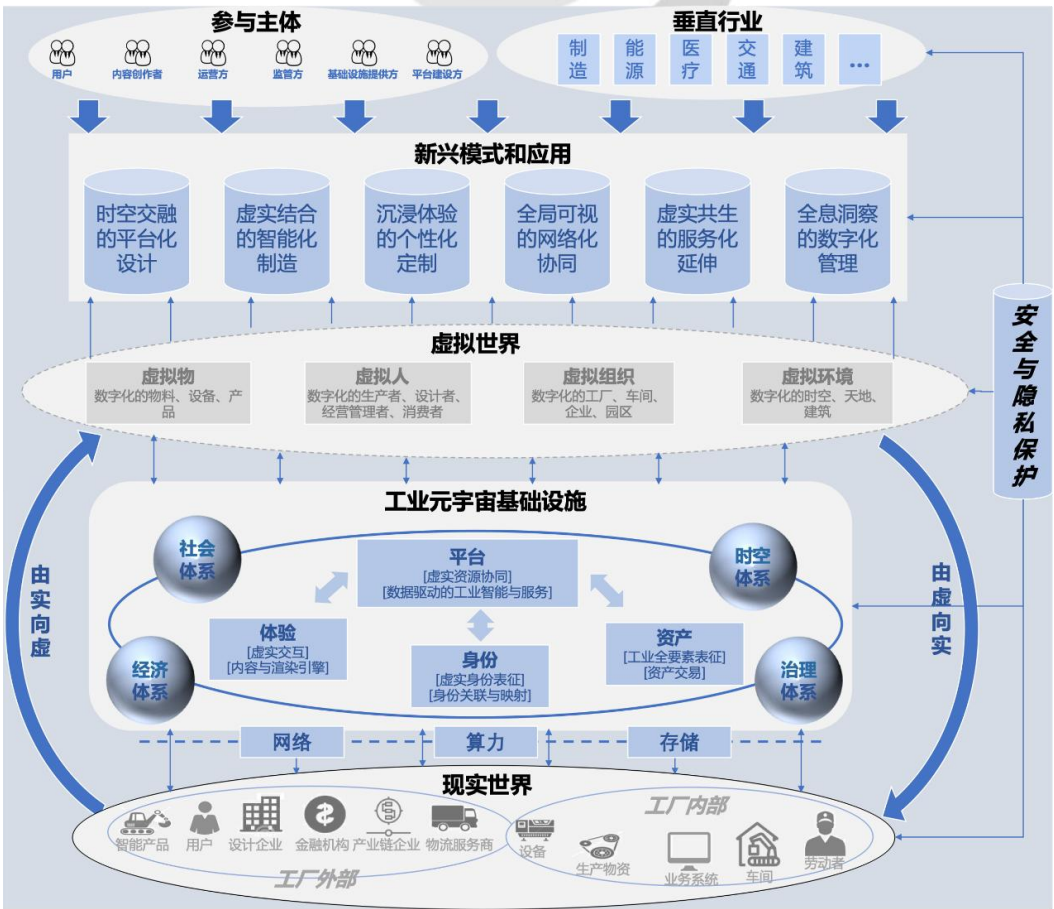


图 1 工业元宇宙总体架构

(二) 工业元宇宙将为园区数字化转型提供新动能

园区正在加速数字化进程。随着新一代信息技术与实体经济的融合发展，作为推动中国经济快速发展的重要模式和路径，园区正在进入数字化转型加速期，通过引入工业互联网，实现多维度升级改造已成为园区数字化转型的重要方法论。**国家层面**，2021年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中指出要推进产业数字化转型，加快产业园区数字化改造。工业和信息化部高度重视发挥工业园区产业集聚优势，推动工业互联网向地市县域落地普及。2022年9月，工业和信息化部发布《关于开展工业互联网一体化进园区“百城千园行”活动的通知》，受到广泛关注。**地方层面**，目前已有20多个省（自治区、直辖市）出台了相关扶持政策，加速推动工业互联网园区发展。**产学研层面**，工业互联网产业联盟发布《工业互联网园区指南（2.0版本）》，构建了工业互联网园区的总体框架、建设内容和评价指标体系，在推动园区转型升级中发挥了重要作用，为产业界提供了良好的参考和借鉴。

园区数字化转型正加速区域实现跨越物理空间的协同化、集群化发展。园区数字化转型建设是利用新一代信息与通信技术来感知、监测、分析、控制、整合园区各个关键环节的资源，超越园区物理空间限制带来的产业布局约束，打造虚实融合的园区一体化服务和管理视图，实现产业、技术、人才、资金、数据等网络化、虚拟化和跨物理空间的广泛聚集，促进园区与外部的有机协同，构建新型集群化发展模式。

工业元宇宙将进一步深化园区数字化创新发展。政策层面，2022年2月，国务院印发《“十四五”数字经济发展规划》，提出要推动园区数字化转型，利用数字技术提升园区管理和服务能力；探索发展跨越物理边界的“虚拟”产业园和产业集群，加快产业资源虚拟化集聚、平台化运营和网络化协同，构建虚实结合的产业数字化新生态。

产业层面，各种形式的虚拟产业园、云上园区的涌现成为虚实融合助力园区发展的典型代表。例如乌镇虚拟产业园是乌镇镇政府主导的“招商、引资、引智”的线上平台，提供税务服务、政务服务、技术服务、融资服务、知识产权交易服务、产业合作服务六大类服务，通过“一站服务，无界办公”链接社会各层生产力，形成乌镇特色产业集群。国家文创实验区“云园区”采取“政府引导、市场主导、政策支持、共建共享”的方式打造，通过大数据、物联网、VR、AR等元宇宙展现方式，推动园区各类文化场景、服务场景的虚实融合，打造了线上线下协同发展园区服务模式。

虚实融合是工业元宇宙赋能园区发展的典型模式。工业元宇宙利用虚实融合应用，通过数字化交互和网络化协同把园区内外企业链接结成紧密的伙伴关系，结合园区管理模式、运行机制、研发机制、市场开拓和战略发展等环节的创新，突破园区物理空间壁垒，形成更为广泛、更加高效的产业集群，极大地拓展了园区发展的空间。根据虚实融合类型不同，工业元宇宙赋能园区主要表现为两种形式，一种是线上线下结合的模式，即园区拥有实体办公/生产场址，但同时具备虚拟空间；另一种是纯虚拟模式，园区本身没有实体场所，实行“一

址多照”，注册企业享受虚拟园区所在地的财税倾斜政策。本报告后文所述虚拟园区更侧重虚实融合的模式，即现实世界的园区通过数字孪生/云上园区等方式，构建起虚拟世界的园区，园区有虚有实，虚实融合。

工业元宇宙赋能园区发展具有广阔前景。一是工业元宇宙可打造园区经济新载体。园区是产业集聚、大中小企业融通发展的良好载体，工业元宇宙可以通过深度的虚实融合和近乎无限的数字空间打破资源积聚的壁垒和园区物理边界，实现更深层次的资源聚集和更为广泛的产业集聚。**二是工业元宇宙可构建园区发展新范式。**产业园区作为创新应用和产业发展的重要载体，工业元宇宙可通过构建虚实融合的生产协同、运行管理、创新平台、人才实训等进一步深化产业链上下游协同合作，培育区域发展新模式。**三是工业元宇宙可形成园区创新新方向。**工业元宇宙可以通过虚拟化的方式降低园区创新试错成本，提升新模式新业态的模化推广效率，加速园区数字化转型进程；工业元宇宙可以充分整合多种数字技术手段，实现多维数据的高效、精准融合，有效打通采集、分析、管控等环节，助力园区在能源绿色化转型、产业低碳化、资源循环化利用等方向的创新发展。**工业元宇宙赋能园区数字化转型，正成为产业界新的探索方向。**

二、工业元宇宙在园区中的应用视图

（一）需求分析

园区链接企业、产业、区域，是我国经济发展的重要基本单元，在实践中不同园区在组织形式、协作方式以及运营模式上存在较大差异。根据投资和运营模式不同，我国园区可以为政府主导型和企业主主导型两类。政府主导型园区主要包括各类国家级、省级以及市县级开发区等，企业主主导型园区主要包括以单企业主主导或龙头企业引领形成的产业链集聚型园区，以特定产业例如互联网、化工等集聚形成的产业集聚型、功能型园区。园区的两种形式并不是泾渭分明的，例如企业主主导型园区以“园中园”形式存在于政府主导型园区中。

工业元宇宙赋能园区，需要紧扣园区需求，围绕园区核心主体，确定工业元宇宙应用场景。园区的主要角色有园区管理方、园区运营方、园区企业。

园区管理方：政府主导型园区的园区管理方多为政府或园区管委会，企业主主导型园区的园区管理方为园区管委会或者投资运营企业，园区管理方的需求多围绕提高政府监管效率，发挥园区在社会经济体系中的作用，提升园区影响力，如提高园区智慧化水平，推动区域数字化管理水平，创新政府治理体系；推动低成本高成效的工业元宇宙基础设施建设；树立园区云上招商形象，改善营商环境，打造品牌影响力；打造典型案例，树立标杆项目，形成地方工业元宇宙发展特色模式，并建立区域乃至全国的影响力等。

园区运营方：政府主导型园区的园区运营方多为地方政府下辖的

平台公司，也可能是地方政府通过公开招标方式确定的专业运营公司，企业主导型的园区运营方为其投资运营企业。园区运营方负责园区的运营管理、招商，提供综合服务，依托园区为载体为产业发展提供支持，为客户和企业提供增值服务，推动产业发展。园区运营方的需求主要是围绕着为园区创造更多的价值，如打造虚实协同的综合管理服务平台，提供虚实协同的管理、办公、生产及配套服务，实现绿色高效智能的园区运营；使用精准触达的招商工具，提高园区大数据招商、产业招商的精准招商；提高园区企业的协同效率，推动订单、产能、渠道等信息共享等。

园区企业：是园区的核心主体，是园区参与产业活动的主要参与者，是园区生产经营活动的承担者，是园区价值的主要缔造者。园区企业的需求包括：提升资源最优配置水平，构建企业竞争新优势；降低经营成本，降低市场交易成本，提高设备运行效率；建立规范与标准化的生产流程，精细排产，提高生产效率；加强供应链协同，提高供应链风险抵抗力；促进业务数据在各环节的快速流动，企业信息流引进物资流、资金流、人才流和技术流，促进企业业务创新等。

（二）总体视图

工业元宇宙赋能园区是指通过工业元宇宙的时空融合性、多元共生性、价值融通性和自主多样性，提升园区设计、生产、制造、管理与服务等环节的数字化、网络化水平，赋能园区工业互联网发展，以虚实融合手段推动园区场景、模式、业态创新。**时空融合性**是指园区范围在时间和空间的拓展，既打破物理边界完成现实世界的数字拓展，

又在时间和空间上提供了多种发展的可能，时间和空间高度统一。**多元共生性**是指借助虚实融合手段赋能园区相关主体（园区管委会、园区运营方、园区内企业、社会公众等），突破主体现实世界身份和能力限制，实现多重身份统一，提升各方在园区管理和运行中的参与深度和水平。**价值融通性**是指借助深度的交互和体验手段，提升园区内外部的协同效率，深化协作水平，实现以虚拟的数字世界融合，打通现实世界的数据和价值流转。**自主多样性**是指园区参与者基于丰富的、低成本的虚拟资源和工具，灵活地定义场景、提供创意，推动虚拟工业品、虚拟结合工业产品与服务发展，在确保工业品标准化、规模化的同时实现多样性和个性化。

工业元宇宙的园区应用可通过高沉浸感、真实感和现实感技术手段，通过现实世界和虚拟世界的融合实现园区生产、生活、生态的虚拟映射、价值融通，并推动园区在虚实之间实现新的发展。依据工业元宇宙“现实世界-基础设施-虚拟世界”的核心架构，现实世界的园区与虚拟世界的园区建立“由实向虚、由虚向实”的联系，并产生基于工业元宇宙的园区建设、园区运营、园区宣展、园区招引、园区服务和园区治理等六大典型场景体系，详见图 2。

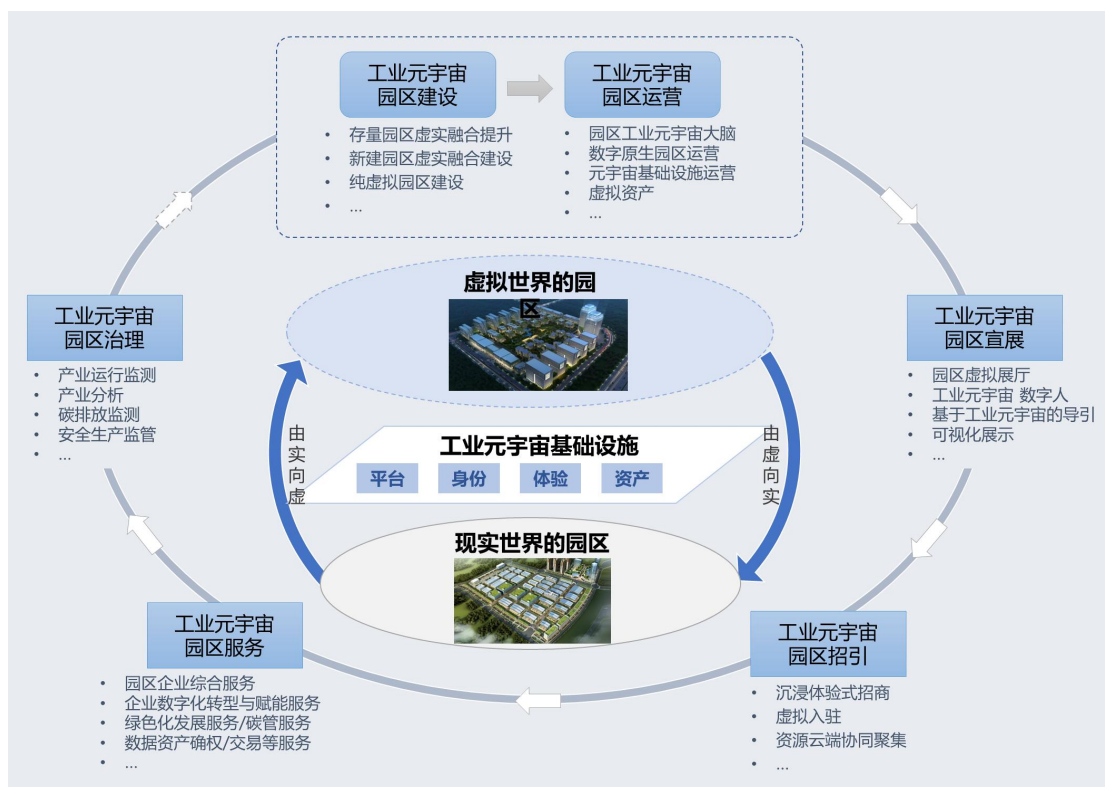


图2 基于工业元宇宙的园区应用总体视图

（三）场景体系

从园区的应用需求出发，围绕工业元宇宙赋能园区的关键环节，工业元宇宙的园区应用有六大典型场景体系，以下列举部分场景进行示意。

1. 基于工业元宇宙的园区建设

园区建设场景，包括虚拟园区建设和虚实融合的园区建设。园区分为存量园区和新建园区，两者都可以通过拓展园区数字空间的方式，打造虚拟园区，实现园区的时空拓展，丰富园区的使用价值。园区建设场景大体有以下几种。

已经建成并投入使用的存量园区可以提升改造为虚实融合的园区。首先需要完善园区数字底座建设，构建起虚拟性、沉浸性、交融

性的技术基础，通过数字孪生等技术构建存量物理园区的仿真虚拟环境，不断拓展园区数字空间，打造与实体相映射的含虚拟物、虚拟人、虚拟组织和虚拟环境等数字化要素的虚拟世界园区；然后基于数字孪生园区，不断拓展园区数字空间，打造虚拟园区，基于虚拟园区开展虚拟招商、虚拟入驻，进一步强化园区的虚实融合应用，实现园区的空间延伸、时间延伸、价值延伸。

尚未建成实体园区，需要从无到有有新开始建设的园区可以按照虚实融合的方式开展建设。新建园区可以从物理园区的规划阶段开始，同步规划虚拟园区，物理园区与虚拟园区同时设计、同时施工、同时投入使用。运营过程中，虚拟园区发挥时空拓展性的特点，丰富园区的使用价值。

纯虚拟园区不存在实体，单纯以虚拟园区的形式存在。纯虚拟园区不具备园区实体，没有物理界限，园区内企业相对分散并进行产业虚拟化集聚。纯虚拟园区的注册企业享受虚拟园区所在地的财税倾斜政策，园区在功能上侧重于产业集聚与产业链的整合。

2. 基于工业元宇宙的园区运营

园区运营场景是基于工业元宇宙基础设施，开展虚实融合的园区运营，通过工业元宇宙大脑等，实现园区运营的沉浸感、真实感和现实感。

园区的工业元宇宙大脑是园区运营的基础设施，也可称为园区驾驶舱。它为园区提供统一的工业元宇宙门户，并提供虚拟世界园区和现实世界园区之间的通信。工业元宇宙大脑通过聚合生产设备、采集

设备、生产线等底层硬件，负责收集、分析、管理与预测园区内外部各种来源的信息，实现园区生产信息、管理信息、访客信息、市场信息，以及来自外部的客户诉求、政府要求、天气数据等的全局、全息可视，为园区运行提供数据基础和不断扩展的条件。

园区可基于工业元宇宙大脑打造新型运营模式，构建起集招商、监管、服务三位一体的跨时空交互园区核心运行体系。通过对园区进行动态模拟推演、生产监测分析、状态感知追踪，综合考虑园区内厂房、设备、人的关联，实时动态的对安防、仓储、生产等进行管理，且在 NFT 支持下实现园区虚拟资产的产生、确权、定价、流转、溯源等环节，促进生产要素逐渐向数字世界转移，从而实现现实世界的园区和虚拟世界的园区相互协作、互联互通、虚实融合。

3. 基于工业元宇宙的园区宣展

基于工业元宇宙的园区宣展可借鉴人脑的视觉展示能力，通过挖掘重要数据之间的关联关系，将海量可视化数据进行直观、精准的模拟，揭示数据中隐含的关联和发展趋势，从而提高数据的使用效率。

园区可基于工业元宇宙和 3D 交互技术打造虚拟展厅。打造虚拟展厅，通过在线数字虚拟手段，能够直观高效、沉浸式地向客户及公众传递园区的最新技术进展和科技创新成果，展现园区实力，实现等效效果，增强了展厅传播的趣味性、互动性、吸引力和科普性，加深客户对园区企业文化及产品的理解，为园区发展营造更好的营销传播基础，提升园区品牌影响力和产品交付效率。

园区可通过数字人技术，针对虚拟形象进行建设。园区通过数字

人技术，针对虚拟形象进行建设，用户可以自己定制更具个性化的数字人，并通过语音、文字、表情等驱动实现数字人的搭建，提升数字人使用的感官效果，提升场景体验的沉浸感和交互性。园区中数字人可以用于讲解员、访客等，在视觉上拉近和人的心理距离，为园区的参与者带来更加真实的情感互动。

4. 基于工业元宇宙的园区招引

基于工业元宇宙的园区招引可通过网络注册、无界办公等虚实融合的方式，能够避免传统园区重资产开发模式的弊端，大幅减少前期投资、场地建设等成本，创新园区发展形态，形成优势资源聚集高地，降低企业协作壁垒，扩展企业聚集效应。

园区可开展沉浸体验式招商，使园区管理方以及园区内企业，能实时的进行在线交互，临场体验。虚实融合园区可通过VR/AR等交互手段，搭建虚拟招商推介会，实景展现所有园区的细节，便于客户进行沉浸式参观调研，扩大招商受众面，降低意向客户参与招商难度，加速构建信任关系。同时，园区可打造“数字人+招商”新模式，通过数字人完成政务咨询、企业服务等业务需求，通过可视化的对话服务助力精准招商等业务场景，实现园区的精细化管理及科学决策。

园区可通过虚拟入驻，为入驻企业构建跨区域、跨产业协作的虚拟创新环境。入驻企业在虚拟园区进行注册，企业无需集中在相邻的地理范围内，不用入驻指定地理区域生产经营，只需要通过互联网进行联结，有助于各方面资源、产业上下游的服务都能有效集聚，进而达到园区资源共享，促进跨区域和跨产业的技术融合、资源共享和开

放合作。

5. 基于工业元宇宙的园区服务

园区基于工业元宇宙基础设施，可以为入驻企业提供数字化转型及赋能服务，并通过科技手段引入不断提升服务能级和范围，扩展园区管理水平。

园区企业通过调用园区公共接口及服务，打通园区内企业虚拟交互的壁垒，提高园区内企业间的协同效率。园区可构建高水平的工业元宇宙基础设施或平台，园区企业则共享基础设施、元宇宙平台及设施，避免关键基础设施的重复建设，降低企业建设经营成本，并且可以基于园区元宇宙平台与园区内部企业、园区外部产业各方的在线协作，助力企业可持续发展。

园区的集聚优势，可以帮助园区内企业解决部分数字化转型面临的高成本制约、技术水平限制、人才储备不足等问题。园区基于工业元宇宙实现数字化转型的同时，通过统一采购数字化转型服务商、共享数字化转型工具和解决方案的方式，带动园区内企业加速数字化转型进程，降低企业数字化成本，提高企业运行效率。

园区可以开展绿色化集约化的发展服务，基于工业元宇宙平台开展碳管服务。依托大数据、物联网、人工智能等技术，对园区进行绿色化集约化的管理，对园区内各个企业生产流通环节的碳排放数据进行监测并统一管理，同时可以将收集到的数据汇集到统一的碳管服务平台，实现能耗数据的实时采集、实时同步。通过构建能耗分析模型，构建模拟物理规律的虚拟能耗场景，为园区能源的调度、能源管理赋

能。

6. 基于工业元宇宙的园区治理

园区治理在融合工业元宇宙底层技术和基础设施的基础上，通过监测、分析、虚实响应等方式整合园区内外资源，实现园区治理高效化、精细化。

工业元宇宙技术可进一步拓展园区运行监测的大数据手段。首先，通过构建园区内物与物、物与人、人与人的多端互联，感知园区各类信息，打破园区信息流通壁垒、拓宽数据连接范围。进而，搭建区域级的工业元宇宙产业运行监测平台，对园区运营管理、精准招商、企业运行等数据进行全面整合分析，可赋能政府突破物理时间和空间的限制，通过平台集中发现问题、解决问题，构建随时随地、顺畅自然、无距离感的“政-园-企”多方沟通和协作渠道。

工业元宇宙能提高园区虚实协同的管理效率与能力，帮助治理方开展监测。依托工业元宇宙构建产业分析平台，可通过实时、精准、直观的数据展示，助力地方政府及园区管委会集约高效的掌握园区相关产业经济运行态势，为优化产业链、产业招商、宏观决策提供决策依据，有效辅助政府研判区域产业未来发展趋势；助力园区精准掌握园区运行态势，提高园区虚实协同的管理效率与能力，实现精细化管理。

园区工业元宇宙平台可以实现可视化的安全风险智能管控和应急智慧管理，提高园区安全生产效率和稳定性。以危化园区为例，在生产过程中对人员实时定位，对人员规范、操作规范的把控。同时有

对园区和危化品进行 24 小时不间断监管的要求。园区工业元宇宙平台可以接入工厂实时监测、视频监控、人员定位、设备状态、特殊作业等数据，利用物联网、大数据、云计算、人工智能和 5G 技术，实现安全风险智能管控和应急智慧管理，如利用 XR 进行消防演练，鉴别人员违规行为，提高园区安全生产效率和稳定性。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

三、工业元宇宙在园区中的应用案例

为向产业界提供工业元宇宙赋能园区的应用思路，本报告选取了部分比较有代表性的应用案例，希望能为园区的建设和发展提供多维度、多视角的建议与经验。当然，工业元宇宙的园区应用尚处于探索阶段，现阶段的应用集中在数字孪生园区、AR 可视化等，无法完全表征工业元宇宙的内涵及价值，特此说明。

（一）博山数字经济产业园

1. 案例背景

博山数字经济产业园区位于博山经济开发区内，占地面积 85 亩，博山经济开发区现有规模以上企业 73 家，其中国家级高新企业 20 家，省级以上企业研发机构 25 家，省级双创平台 5 家，博士后工作站 2 家，院士工作站 4 家，上市企业 4 家。

博山园区大多工业企业以订单式生产为主，对排单效率、产能大小等有较高要求，但博山园区发展时间较长，而且受到山地地形的限制，物理空间有限，实际生产中会存在排单错误、产能不足、扩规困难等问题，对园区规模的进一步扩张造成制约，同时也制约了相关企业通过物理搬迁实现入园。

2. 案例介绍

博山数字经济产业园基于新基建与工业互联网打造服务型虚拟园区，打破时空限制，减少企业物理搬迁，通过连接园区网络，加入园区柔性自动化生产序列，享受园区提供的各类服务，园区将利用数

字化技术对园区企业所在产业链上下游提供服务，利用数字走廊构建虚拟园区，促进产业、技术、人才、资金、数据等网络化虚拟化聚集，打造协同绿色园区生态，实现数据生产要素在园区服务体系内自由安全流动及产业高效协同发展。

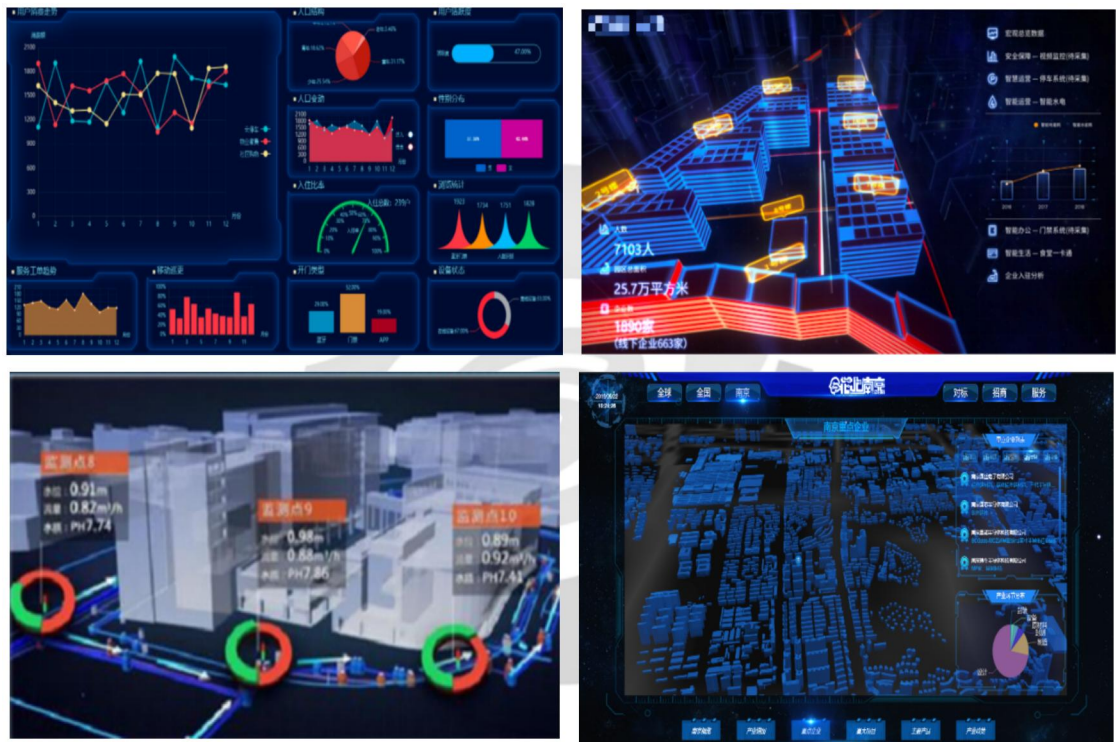


图3 虚拟园区指标动态监测

园区通过打造虚拟园区节点，致力于成为新型产城融合的 Twin Park。园区的物理空间位于博山经济开发区综合服务及研发中心大楼和 5#-9#厂房，整合共享开发区冗余物理空间等生产要素资源，建设调度展示中心及各类共享中心；园区的虚拟空间由园区节点、企业节点通过园区工业互联网外网、标识解析节点、分布式边缘计算中心等新型网络基础设施构成，沿博山工业供应链沿链聚合，覆盖全区、辐射全省，将企业数字化服务范围拓展至全网全链，并通过上联国家工业互联网数据公共服务平台、为更大范围的产业优化布局提供数据支

撑。

虚拟园区从政府管理、产业发展、招商决策三大维度的指标动态监测，实现了园区企业智能服务、园区企业发展洞、辅助园区企业融资。通过分析园区入驻企业的知识产权指数、贷款指数、投资指数、法律体系指数、经营风险指数、人才供需指数、政策申报指数等指数，精准定位企业短板，分析企业需求，主动为企业提供智能服务推送。虚拟园区的企业动态全局监测，涵盖日常运营、发展能力、竞争价值等核心维度，生成实时数据可视化报表，输出智能辅助分析，助力政府制定科学决策，执行企业监管。

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例提出虚拟园区节点的概念，通过构建与现实园区相映射的虚拟园区，为博山乃至省内外智能制造、新材料、健康医药等行业的生产、仓储、物流等关键环节的数字赋能提供了很好的方向。为进一步推动博山虚实融合园区的发展：一是应完善园区数字底座建设，深化园区虚实融合水平，在资源网络化聚集的基础上加快推动工业数据、政务数据、生产数据等资产的数字化和价值化；二是应当着力开展工业元宇宙关键服务平台建设和能力培育，针对园区智能制造、新材料研发等生产和运营的核心场景构建虚实融合的价值融通体系；三是应当构建工业元宇宙创新载体，围绕园区数字赋能、数据存储、数据运营、数据增值服务等积极培育开放的创新生态。

（二）广州民营科技园数字孪生中心

1. 案例背景

广州民营科技园地处广州市白云区中部。园区规划总面积 34.86 平方公里，主要由位于太和镇的民科园核心区和位于江高镇的神山轨道交通装备产业园、白云电气产业园、白云工业园及居家用品园等园区构成。以民营科技企业为主体，以科技创新为方向，以发展高新技术产业为目标，促进科技与经济相结合，实现科技成果商品化和产业化。

在产业发展的同时，民科园管委会按照白云区委区政府打造智慧白云的工作要求，进一步改善园区环境和促进产业转型升级，加大基础设施建设力度，开展智慧园区建设工作，前期主要建设园区大数据中心、园区运营中心综合展示、园区公共服务平台、生态环境监测、智慧灯杆 4 基，对接园区企业烟感监测。在此基础上，采用工业元宇宙园区应用规划建设思路，扩建财务系统、无纸化会议系统、视频监控、智慧能耗，丰富园区透彻感知，丰富园区智能应用，实现核心区运管高效协同，提供安全、物联、高效、便捷、智能、节能、健康的园区工作环境。努力将园区建设成为“国际科技创新枢纽、高端高质高新产业基地、创新型绿色生态园区”。

2. 案例介绍

为实现上述建设目标，园区运营中心升级改造为数字孪生中心。数字孪生中心运用三维建模和数字孪生技术，通过三维立体的可视化呈现方式，将空间与数据结合起来，将建筑中的业务数据进行监测与综合展示，帮助客户全面掌握建筑状态及相关业务运营情况、展示园区整体安防情况、展示园区能源消耗情况等主题，辅助运营决策，展

现智慧化理念与成果。

数字孪生中心由 IOC 基础平台、三维可视化模型、3D 展示三部分内容构成。

(1) IOC 基础平台：IOC 基础平台基于 3D 可视化引擎，以物联网感知、地理环境、城市信息模型为主要数据，通过大量的预制组件，包括各类图表、3D 场景、粒子特效、AI 识别等，运用搭积木的方式，打造园区数字孪生环境。

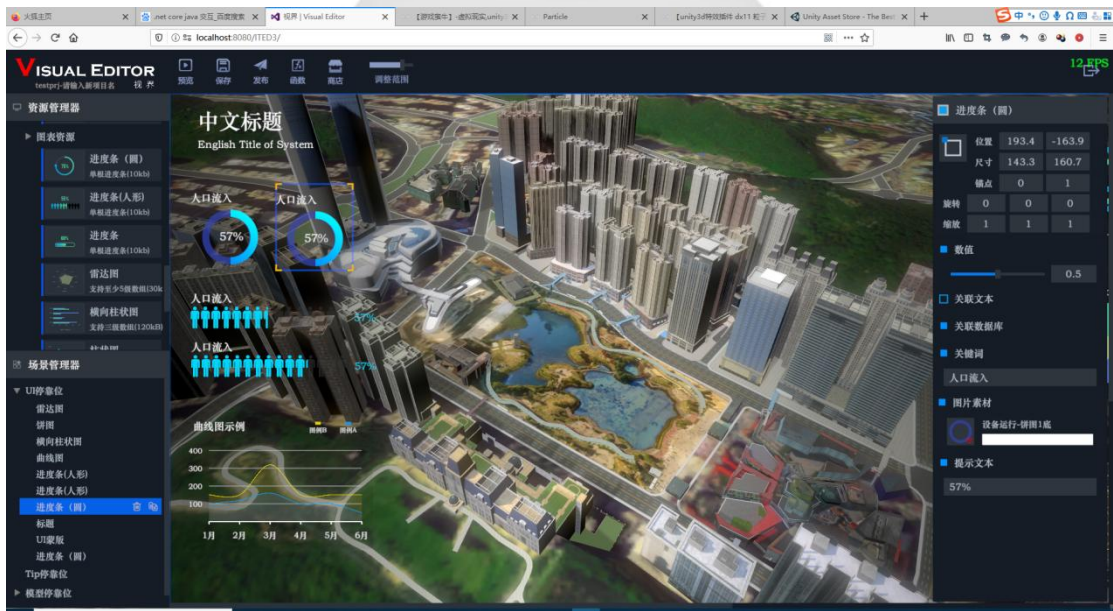


图 4 IOC 基础平台

该平台能快速构建和发布 3D 场景和界面 UI，内置三维场景优化器，用户的编辑能够进行有效的渲染，视图区绘制显示三维图像时每秒钟所绘制的帧数 (FPS) 都保持在 60 帧率以上。同时，能够快速完成室内外场景搭建，弱化开发流程、加快开发进度、减少开发成本。

(2) 三维可视化模型：构建核心区 7.15 平方公里三维模型。包括：建筑模型、地形模型、交通及设施模型、绿化模型、其他模型。

(3) 3D 展示：数字孪生中心分为 3 个主题进行 3D 展示，包括：

园区总览、安防态势、能耗分析。

通过园区数字孪生中心的建设，将园区物理空间与运营数据结合起来，将建筑中的业务数据进行监测与综合展示，帮助园区管理者全面掌握建筑状态及相关业务运营情况、展示园区整体安防情况、展示园区能源消耗情况等主题，辅助运营决策，为下一步实现跨地域跨时空打通数据、整合多地园区实现园区元宇宙打下坚实基础。

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例通过建设涵盖建筑模型、地形模型、交通及设施模型等的园区数字孪生中心，打造虚实融合的园区智慧化运营和管理模式，实现了园区与内外部环境的有效交互。案例存在优化空间，如对园区内部设备设施进行精细化建模，采集获取更多的数据，以更好地服务于园区内企业的生产经营。为进一步推动广州民营科技园的虚实融合发展：一是应当拓展园区虚实融合应用场景，通过数据驱动能力将园区企业的管理、生产、运维、决策等全过程有机地统一起来，实现对当前状态的评估、对过去发生问题的诊断，以及对未来趋势的预测。二是应当加强园区物理空间与数字空间的双向虚实交互，构建空间虚实交互引擎，实现跨区域协作的虚拟创新环境，提高信息共享与创新合作效率，为企业和园区发展赋能。三是应当积极探索园区元宇宙的商业化路径，建立开放协同的园区元宇宙技术化、产业化、商业化创新体系，从价值交换、交互体验等体现园区现实与虚拟融合的角度，加大布局力度并加速相关产品和服务的研发、落地和标杆推广。

(三) 宝武钢铁股份有限公司宝山基地

1. 案例背景

宝山基地位于上海市北部宝山区的长江入海口处，厂区占地面积 21 平方公里，员工人数 1.7 万，具有全球最高端板材和精品钢管制造、研发能力。基地有炼铁、炼钢、热轧、厚板、冷轧、钢管、条钢及配套公辅设施等全流程钢铁生产工艺设备，主要产品包括热轧、酸洗、普冷、镀锌、彩涂、镀锡、电工钢、厚板、钢管、条钢线材等，其中汽车板、电工钢、镀锡板、能源及管线用钢、高等级船舶及海工用钢以及其他高端薄板等产品处于国内领先、世界一流地位。

宝武作为流程制造行业从数字化交付到数字化运营的跨越，用数据产生知识、积累知识、应用知识，催化了数据价值的实现，并由此推动了现场在技术、管理等方面的变革。

2. 案例介绍

宝武数字孪生工厂通过三维模型、仿真模型、设备状态监测模型的数据交互，完成虚拟空间的数字映射，构建了虚实协同、综合集成的钢铁“工业元宇宙”。宝钢工程上线了具有自主知识产权的线上设计平台宝数云，为 2 号连铸机数字孪生工厂添砖加瓦，将实体厂房内的一丝锈斑都映射到虚拟厂房中，同步将每个设备的身份信息都植入其中，使得产线拥有了真实可靠并且极为精细化的静态数据。



图5 宝钢股份宝山基地钢铁厂房

2号连铸机数字孪生工厂实现了静态数据和动态数据互相融合、虚实协同，静态数据来自于产线装备等，动态数据来自于现场上万个数据采集点实时采集的海量数据。通过工厂内设备全生命周期的设计参数、图纸、维修履历、备件库存及采购渠道、价值等诸多信息与唯一的TAG树柔性链接，可实现三维模型、设计数据、实时生产数据、铸机状态等数字资产秒级查询，让数据标准化、序列化。同时，借助数字化交付模型、仿真模型，完成虚拟空间数字映射，实现可视化数字孪生应用场景。工厂内所有信息的取得无需任何专业设备，仅一台普通电脑随便在世界哪个角落登录系统，便可一脚进入数字孪生工厂。

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例中2号连铸机数字孪生工厂是钢铁“工业元宇宙”的成功探索，为工业元宇宙在园区的应用提供了很好的借鉴思路。为进一步推动宝武的虚实融合发展：一是应加快建立园区数字底座建设，基于工业元宇宙平台进行园区的综合管理，构建园区内部与外部的办公、

科研、生产数据的全局可视，加强园区价值流转。二是加强产业集聚与产业链的整合，推动园区资源与能力在时空交融下的共享与协同，促进产业资源虚拟化集聚，实现区域一体化协同发展。三是开展融合创新方向探索，为园区企业提供虚实融合的园区一体化的绿色化发展服务/碳管服务、税务服务、政务服务等方向，助力园区企业技术创新和成果转化。

(四) 长治高新区数智未来智造城赋能中心

1. 案例背景

长治高新区数智未来智造城是由山西大地控股投资建设运营的现代化、智慧化产业园区，项目总占地面积 762.5 亩，总建筑面积 92 万平米，是目前全省单体规模最大的标准化厂房项目。

为了充分发挥产业园区的资源和优势，园区在规划之初就着力建设高端工业互联网赋能中心，旨在为园区企业提供一对一专属管家式服务，面向智能制造、先进制造等高端产业方向，提供从研发、孵化到产业化加速的一条龙服务，打造“企业全生命周期服务”体系，以促进高新科技成果转化，支持入园企业发展。

2. 案例介绍

技术人才短缺一直是困扰很多产业企业发展的痛点问题，基于 AR 的虚拟产线实训认证平台能够帮助企业解决生产经营中的具体痛点问题，实现赋能中心资源价值的最大化。

赋能中心包含融合概念解析、场景展示、产教融合等应用，ALVA

依托 AR 技术方案及行业经验，助力园区打造了集内容展示、培训路演、实训认证等丰富功能于一体的赋能中心，形式丰富、实用性强的工业互联网应用场景展示体验和产教融合培训认证中心，成为赋能中心的核心优势展项。

（1）一二三产业融合展示

贴合长治当地产业发展的“一二三产业融合”展示体验中心是赋能中心的亮点展项之一。用户可以借助平板电脑等移动设备，通过互动游戏切实体验“一二三产业融合”项目。

一产通过 AR 区域识别技术，对展示区投放的虚拟谷田进行灌溉采收，通过虚拟无人机植保体验智慧农业场景。二产深入植保无人机应用，探访无人机数字化生产制造工厂，体验虚实映射的智能制造场景。三产是通过云商城模拟在线下单，支持查看追溯商品产地及生产信息，构建二级节点标识解析体系，完整体验从智慧农业、智能制造到智慧服务的“一二三产业融合”项目场景。

通过 ALVA 互动式的项目展示形式，能够让园区企业及其用户群体直观、清晰、快速地理解先进产业融合发展理念，通过详实的案例内容为企业提供切实可行的发展思路，拉动园区乃至整个长治市、山西省的企业上云。

（2）AR 产线实训

ALVA 依托长治当地职业院校的专业及生源优势，赋能中心作为华北唯一颁发“1+X 证书”和“工业和信息化领域急需紧缺人才培养工程证书”的人才输送基地，借助 AR 产线实训应用，助力山西省产

教融合发展，实现人才赋能。

园区企业可以组织学员到赋能中心进行产线实训，学员通过佩戴AR眼镜，学习工艺或操作课程。在认证阶段，也能够通过AR实训考核进行学习成果的验证，完成从培训到认证的全程可视化、可验证的闭环。



图6 长治数智未来智造城赋能中心AR展示体验

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例园区打造了集内容展示、培训路演、实训认证等丰富功能于一体的赋能中心，形式丰富、实用性强，具有很强的借鉴意义。为进一步推动长治高新区虚实融合发展：一是应加强赋能中心深度服务园区的应用场景，汇集园区内部和外部沉浸体验的创新验证、产业培育、应用推广、生态集聚等资源和服务，助力园区企业实现虚实交互的技术创新和成果转化。二是应营造行业融通、区域数字化转型生态，

构建“工业元宇宙+垂直行业”的工业元宇宙开放平台，深化赋能中心与国内外龙头企业、科研机构等开展资本、技术、人才交流合作，促进大中小企业融通发展。

(五) 山东东华水泥碳资产管理平台

1. 案例背景

山东东华水泥有限公司(以下简称“东华水泥”)年可生产熟料、水泥、矿粉 1000 万吨、余热发电 1 亿度，处置固体废弃物 7.8 万吨，危险废弃物 10 万吨。

东华水泥数字化转型中，尤其是“双碳”目标驱动的绿色技改中，面临着不知如何核算温室气体排放量、无法将碳数据变为碳资产、碳排放数据分散不成体系、缺乏数据支撑无法把握减排重点等问题。基于工业互联网平台和工业元宇宙框架，东华水泥打造出“碳”管+碳资产管理平台，项目完成后，预计帮助东华水泥节约电力 4000 万千瓦时、节约标煤 1.5 万吨、减少二氧化碳排放 7.4 万吨、降低排放成本 370 万元。

2. 案例介绍

方案在工业元宇宙的框架下打造“碳”管+碳资产管理平台，对监测对象在销售、计划、研发、设计、工艺、制造、采购、供应、库存、售后等各个环节的碳排放数据进行汇聚并进行统筹管理。

平台主要包括碳排放数据管理、碳资产管理和碳交易管理等模块。碳排放数据管理包括碳排放检测、碳排放报告、碳排放核查以及碳排

放披露；碳资产管理包括配额管理、目标分解和考核、碳减排量管理以及合规履约；碳交易管理包括参与配额买卖、碳交易申请审批、交易买卖操作。从外，园区将采用最前沿的区块链技术，结合 NFT 相关软硬件设备完成碳资产的跨平台交易、转存等。



图7 “碳管+”平台架构

首先，**确定碳排放的边界**。针对东华水泥六类碳排放源，设定了矿石开采及辅助设施、生料制备、生料预热分解、熟料煅烧、水泥制备、协同处置废物等不同的数据采集对象，实现数据的存储、分析以及可视化。

其次，**实现碳资产的数字化管理**。通过计算燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入使用的电力和热力对应的排放，最终计算推出企业的碳排放量，实现碳资产的数字化管理。

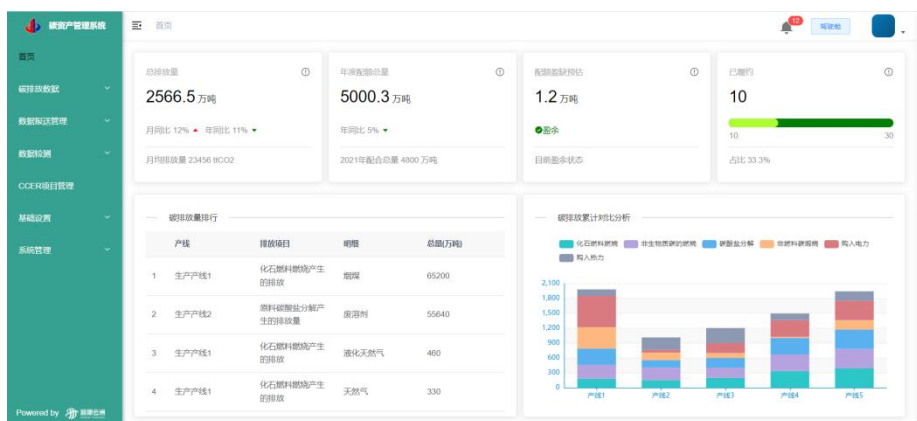


图 8 碳资产管理系统

此外，**立体可视化呈现碳排放数据**。平台提供完善的 MRV 管理功能，可根据数据自动生成碳排放报告。工业元宇宙框架下，可进一步实现碳排放数据立体可视化；在碳交易管理方面，提供配额赢缺预测、交易策略制定、碳交易资讯、碳交易权限与审批管理功能；在碳履约方面，内置提供履约流程管理，帮助企业及时完成履约。

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例是工业元宇宙与绿色低碳的结合，通过帮助企业合理配置碳资产产品，降低履约成本；并根据工业元宇宙平台和碳管平台的碳排放数据，参与碳市场交易，将减排变为收益。为进一步推动东华水泥用工业元宇宙赋能园区绿色低碳的发展：一是应完善园区数字底座建设，推动园区原材料、生产过程、储存、运输、销售等各环节的数字化升级，推动设施设备、工艺流程的虚实融合建设与改造，提升水泥行业虚实融合水平；二是应当着力开展创新能力强、转化效率高、服务体系全的工业元宇宙融合赋能创新中心建设，加强对元宇宙共性关键技术创新的供给，针对水泥行业需求和痛点，有针对性加快场景创新，加速应用落地；三是依托工业元宇宙融合赋能创新中心，探索形

成统一开放的数据接口、底层平台和连接标准，推动各类碳数据实时接入，加快推动碳排放数据、能源数据等资产的数字化和价值化。

(六) 工业元宇宙在园区人才培养方面的应用探索

1. 案例背景

工业元宇宙涉及多元化的岗位方向和人才素质需求。但现有元宇宙数字化人才培养尚在起步阶段，制约了人才技能提升和素质全面发展，不能满足产业实际需要，因此也造成当前元宇宙领域存在有岗无人现象。

华信瑞德推出工业元宇宙在人才培养方面的应用，旨在打造一个以虚拟仿真为特色，集产、学、研、培、创、科普为一体的新型现代教育平台，将各种工业互联网技术使用场景以仿真、VR 的方式实现虚拟化，帮助学员通过在线的教学实训模式或线上线下融合实训模式完成对工业互联网技术在工业生产中运用的高效学习。

2. 案例介绍

工业元宇宙在人才培养方面的应用服务于社会、院校、企业，主要以工业元宇宙技能实训为主，同时为高校学生培训、企业员工技术培训、社会劳动力培训、各类技能竞赛、技能鉴定和科普推广提供相关服务，是集产、学、研、培、赛、创、科普为一体的新型现代教育平台。工业元宇宙人才培养应用由门户网站、后台管理平台、手机小程序三部分组成。



图 9 平台架构图

该应用围绕工业元宇宙在工业生产当中的应用，将机器人虚拟实训、机床虚拟实训、智能制造虚拟实训、VR 实训、标识应用模式实训、区块链应用实训等融合一体，学习者通过线上学习的方式，完成对工业元宇宙技术在工业生产中运用的学习。

以 VR 食品工业标识解析仿真实训课程为例，标识解析作为工业互联网的中枢神经系统，未来在工业元宇宙赋能千行百业上将发挥重要价值。课程以标识解析技术为核心，为食品行业全链路产品赋予身份标识；以虚补实、线上线下融合教学为重点：基于当前先进的三维仿真模拟、VR/AR 技术，增强实验教学的趣味性和学习主动性，理论教学与实验教学相互融合，提高教学内容的直观性。

课程分解为原料采购、生产制造、流通消费三个核心模块进行虚拟仿真交互设计，学生通过“学习模式”及“考核模式”深入学习工业标识解析在食品领域的应用。利用 VR 构建食品工业标识解析应用场景，为学生提供生动、逼真的学习环境，能够模拟食品全生命周期的各个环节，在虚拟环境中进行模拟操作，使教学活动更加生动形象、

直观易懂，既能激发学生学习兴趣又能提高教学效率。

通过 VR 食品工业标识解析仿真实训课程学习，可让学员沉浸式体验从供应链采购开始，到工厂生产制造，成品入库，产品流通到消费者使用，在各环节嵌入标识二维码，能直观的展现标识解析在食品工业的应用；助力企业完成数字化、网络化和智能化战略转型。

VR 食品工业标识解析仿真实训课程将复杂抽象的生产流程及设备运转进行 3D 可视化模拟呈现到学员眼前，突破了传统教学的难点；受训者能放心大胆的开展实操模拟训练，不必担心物品/设备磨损、失控、缺乏等问题，极大保证了训练人数及次数；基于 3D 虚拟环境中，还原真实的应用场景、设备和 3D 流程；打破时空局限，打造虚拟化仿真互动空间。让学生身临其境地学习知识，提高学生的学习和创新能力，实现高质量培训的目标。

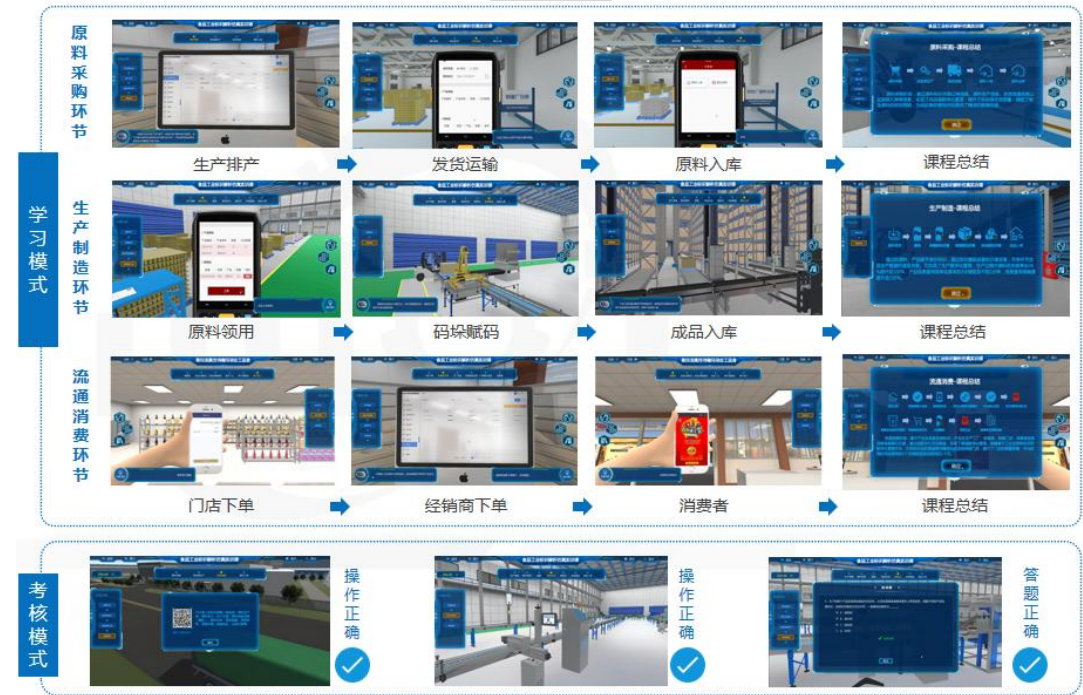


图 10 食品工业标识解析仿真实训课模式

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例是工业元宇宙在人才培养方向的应用，尽管工业元宇宙目前处于发展初期，但工业互联网人才培养叠加元宇宙虚实融合的形式已有所体现。为进一步加强工业元宇宙的人才培养，未来可以：一是采用更加全方位、立体化、形象化的实践教学和展示，人机智能互通，带来全新化、真实化、沉浸式教学体验，提升人才培养的虚实融合水平；二是结合政府、企业、院校、园区等人才需求，针对性的组织培养工业互联网及工业元宇宙产业人才，为园区的发展塑造人才根基。

（七）胶东供应链 LIP · zone 工品供应链元宇宙

1. 案例背景

胶东供应链在运营星火·链网骨干节点（胶州）的过程中，以推进企业数字化转型为重点落地场景，在前期的调研中发现企业在推进数字化转型的过程中还存在诸多的痛点，如：企业传统的运营方式已经无法满足新市场需要；企业在产品创新、生产创新、材料创新、流程创新，降本增效方向已经面临非常严峻的考验；自主设计能力弱，设计者无法与市场密切联动，征集设计成本太高；资源协调难度大，供需对接不对称，导致管理成本高；企业数据孤岛现象多见，可追溯能力弱；数据无法互通，数据不完整；企业没有自主 IP，新客群拓展难；新消费群体个性化要求高，传统的方式已无法满足新消费群体的购买需求等。胶东供应链为了助力企业解决痛点，结合当下科技创新技术，基于国家新型基础设施 星火·链网骨干节点（胶州）搭建了 LIP · zone 工品供应链元宇宙。

2. 案例介绍

胶东供应链推出的“LIP·zone 工品供应链元宇宙”（以下简称：工品元宇宙）是以工品产业供应链现实场景为基础，基于“星火·链网骨干节点（胶州）”，运用区块链、物联网、大数据、人工智能、数字孪生、3D 引擎等技术，构建从工业设计到生产追溯，从品牌营销到产品流通，贯穿供应链全程的元宇宙平台。

平台包含产品设计创新的创作空间、技术创新的技术服务空间，生产制造可追溯的智造空间，品牌精准营销的品牌空间，使得设计师、生产商、品牌商、技术服务商和消费者在物理空间和虚拟空间有效价值联动。它既是现实的再造和升级，又是现实的延伸，通过将供应链全生命周期过程完整地串联在一起，将工业互联网的模式创新、设计研发、智能制造与消费互联网的社交、零售、资产确权及交易等属性巧妙融合。

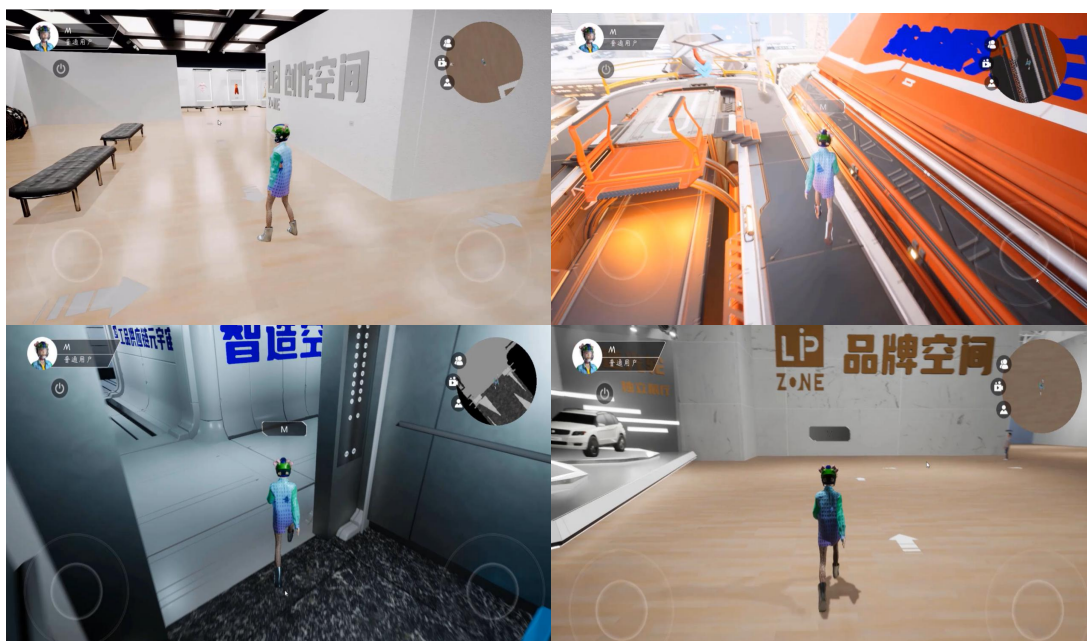


图 11 胶东工品元宇宙平台

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例以骨干节点为支撑，以工业元宇宙底层技术结合供应链思维服务实体工业，服务环节覆盖工品设计、智能制造、生产展示、品牌营销、消费等全链条。为进一步推动胶东供应链工品元宇宙的落地赋能，下阶段可围绕以下几个方向进行重点突破：一是应当着力开展工业元宇宙关键服务平台建设和核心应用场景落地，加快推动工业元宇宙的赋能作用，针对企业创新难、降本增效难等痛点，使用虚实资源和工具，帮助园区企业更加灵活自由地进行产品创新、生产创新、材料创新、流程创新；二是完善园区数字底座建设，帮助园区企业提升数据追溯能力，实现数据的互联互通，加快推动园区数据向资产化、要素化的方向突破和演进。

(八) TCL 惠州潼湖园区数字孪生中心

1. 案例背景

TCL 潼湖园区位于惠州市仲恺高新区，西接东莞，南靠深圳。园区集“产、学、研、商、居”于一体，将产业创新与都市生活相结合，打造产城融合的智慧城市形态。作为 TCL 集团智能互联网全球研发基地，园区将引入深圳 TCL 电子总部平台、深圳创新和研发中心、SCBC 惠州基地、TCL 电子运营中心惠州基地，实现 TCL 电子整体入驻，并新建研发制造基地，实现基于产业链垂直整合最高效率、智能化的整机模组一体化工厂，预计生产基地人数约 1.5 万人，成为具有世界先进水平的全球最大智能显示终端研发制造基地。

本案例为发挥潼湖未来在云计算、大数据、人工智能的优势，TCL

在园区内新建研发制造基地，同时引入多个运营中心、研发中心，打造具备智能决策、智能运营、智能制造的智“惠”园区、绿色园区，创全球行业标杆。

2. 案例介绍

为实现上述建设目标，园区运营中心升级改造为数字孪生中心。数字孪生中心运用三维建模和数字孪生技术，通过三维立体的可视化呈现方式，在潼湖制造园区内建设了统一的园区管理平台，实现了企业生产制造与园区智能化业务系统的多方联动，融合产业与生活，构建了园区管理、企业服务、生活服务三类智慧化业务应用。园区数字孪生中心以物联网感知、地理环境、城市信息模型为主要数据，通过大量的预制组件，包括各类图表、3D 场景、粒子特效、AI 识别等，运用搭积木的方式，打造园区数字孪生环境，进行可视化的三维展示。

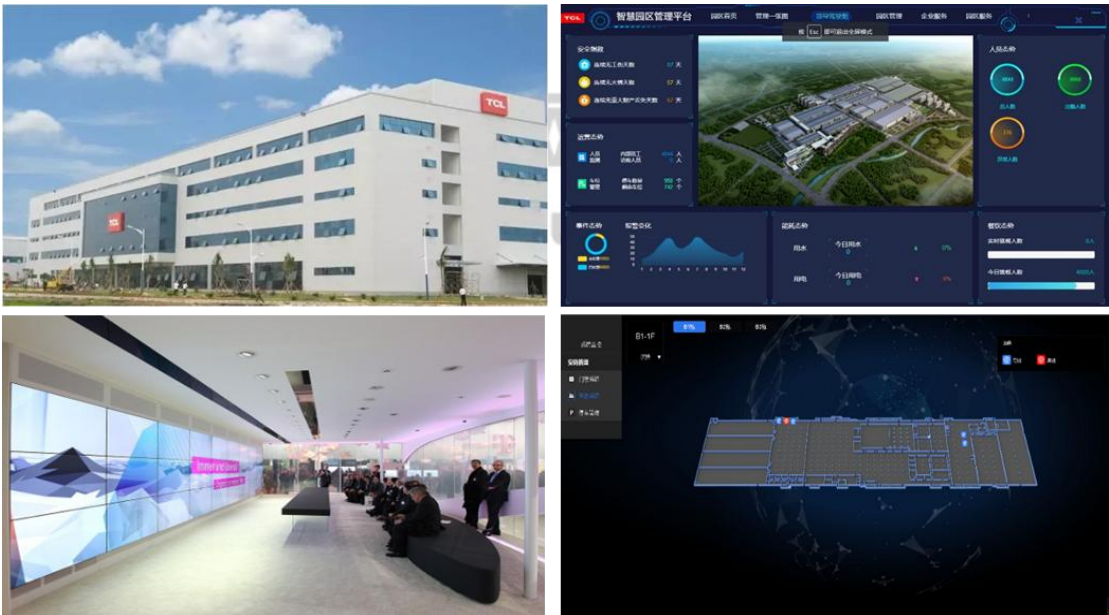


图 12 IOC 基础平台

园区数字孪生中心主要功能如下：

强大的集成平台：25+客户信息化系统的对接，覆盖多种典型业务场景。

智能的数据分析：通过数据中台实现园区数据价值的高效挖掘，支撑基于数据的业务科学决策，提升管理效率。

高效的系统联动：打通系统壁垒，实现高效的系统联动，实现园区统一管理。

丰富的交互界面：大屏、PC端、移动端等多种形式互动，满足友好多样的互动体验需求，实现多场景下便捷高效沟通。

生产过程可管可控：助力企业创造切实的业务成果，提高生产过程的安全性、可预测性及可持续性。

园区管理运营提质：实现园区多业务系统智能联动、图形可视、实时调控、高效运营，帮助管理者轻松掌握园区运行态势。

生活服务体验提升：覆盖班车管理、食堂餐饮、宿舍管理等日常生活模块，优化资源配置，提高生活服务质量和管理效率。

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例建设数字孪生中心，体现了工业元宇宙概念以及相关技术在工业领域上的应用，数字孪生中心将现实环境中的研发流程、生产流程、营销流程、售后流程等环节部署到虚拟空间，通过虚拟空间和现实空间的活动来实现生产和服务的优化改进，形成全新的制造和服务体系，达到降本增效，协同作业的效果。为进一步推动 TCL 潼湖园区的虚实融合发展：一是应当拓展园区虚实融合应用场景，推动工业元宇宙技术在制造业研发、生产、销售、运营、服务等各环节融合应

用，构建面向园区管理和园区生产全过程的虚实融合体系；二是应当加强园区物理空间与数字空间的双向虚实交互，构建空间虚实交互引擎，提高信息共享与创新合作效率，为企业和园区发展赋能；三是发挥工业元宇宙资源虚拟化集聚作用，丰富技术、数据、平台、供应链等服务供给，提升线上线下相结合的资源共享水平，引导各类要素加快向园区集聚。

(九) 希沃元宇宙展厅

1. 案例背景

广州视睿电子科技有限公司成立于 2008 年，隶属于全球知名的以显控技术为核心的智能交互解决方案提供商视源股份 CVTE（股票代码 002841），希沃（seewo）是视睿科技在教育领域的自主品牌，诞生于 2009 年，是国内交互智能平板品类首创者，2012 年-2021 年连续 10 年蝉联中国交互智能平板行业市占率桂冠，是行业标杆企业。

当文字、图片、视频都已经无法充分诠释物理空间时，作为虚实相融的重要抓手，数字空间将成为全新的最优解。广州视睿电子科技有限公司打造元宇宙展厅，以规模化与特色化的融合应用为发展目标，深化虚拟现实在各行业的应用赋能，加速多行业多场景应用落地。

2. 案例介绍

元宇宙展厅通过打造数字基座，构建虚实交互的室内导航和内容导览，以满足虚实融合、趣味互动的多类型的内容展示。展厅数字基座通过采集现实世界的环境数据，生成 AR 地图，并用于 VR 的内容生

成，以 XR 手段实现展厅的“虚实融合”展示。

本案例实现了：**一是全域产品的高效展示。**元宇宙展厅通过产品的多维角度的展示，能够将产品的外在形象、内在特点、实用性和优势进行很全面的展示，甚至可以通过元宇宙将产品的拆卸、结构、比例、颜色、材质等方面的情况加以演示，让用户可以在观看的过程中提高对企业产品的认知和了解。**二是沉浸式的交互体验。**元宇宙展厅使用 XR 技术对 3D 模型或数字内容来进行各项展品的展示，能够将沉浸式的展会体验提供给用户加以感受，并且通过各种先进的科学技术手段，加强用户与产品的人机互动机会，让用户可以亲自感受企业和产品的优势与特点。**三是低成本展厅运营。**企业在打造开展展厅活动的时候，大多都是采用全套产品照搬的模式来进行展示，不但要动用大量的人力物力，还要在展厅现场做很多的施工与执行的工作，产品更新迭代后，展台展厅改造成本较大；打造元宇宙展厅后，只需要对数字内容进行调整，能够快速实现展品的替代和快速上架，由“物理改造”向“数字改造”，实现企业数字化转型。相比于线下展厅，可以降低 95% 以上的搭建成本，而且可以长期存在，低成本实现 3D/XR 内容营销，同时可以针对减少展厅人员投入，提升了人力资源投入的效率。

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例为园区打造元宇宙展厅，以更沉浸的方式，向客户传递更有温度的产品与技术价值，展开有趣而丰富的双向互动。为进一步推动希沃展厅深化工业元宇宙应用：一是应加强展厅深度服务园区的应

用场景，汇集园区内部和外部沉浸体验的创新验证、产业培育、应用推广、生态集聚等资源和服务，助力园区企业实现虚实交互的技术创新和成果转化；二是应营造行业融通、区域数字化转型生态，构建“工业元宇宙+垂直行业”的工业元宇宙开放平台，深化展厅与国内外龙头企业、科研机构等开展资本、技术、人才交流合作，促进大中小企业融通发展。

(十) 柳州市螺蛳粉产业园云仓智能运营管理

1. 案例背景

柳州螺蛳粉产业园位于广西柳州市鱼峰区洛维工业集中区，是广西食品工业发展史上第一家大型方便装米粉专业生产加工园区。柳州螺蛳粉产业园已形成集现代农业、餐饮服务、食品加工、电子商务、快递物流、文化旅游等于一体的产业链条。

螺蛳粉产业园依托工业元宇宙，形成云仓智能运营管理：螺蛳粉产业园智慧云仓物流中心项目以建设成为地区特色产业物流集散基地为目标，借助地方以及产业园的区位优势和良好的产业经济环境、政策环境，积极开展与物联网大数据公司、物流自动化运营头部优质公司合作，加强信息化建设，推动物流产业集聚，打通产业链上下游，创新物流发展模式。

2. 案例介绍

云仓仓库库位管理系统，作为链接上下游最基础的结构系统，此管理系统是一个机器人自动化拣选系统软件，能够高效的处理库内入

库、出库、库存的管理，最大化的满足客户产出和精确性的需求。可广泛应用于电商、物流等不同行业领域，并提供最好的物流管理解决方案。

云仓系统是一个基于多机器人的仓库自动化系统，能够按照各种业务规则和优化的调度算法完成入库管理、库存管理、订单拣选等任务。其软件系统采用模块化设计，实现多机器人的控制、任务规划和调度，拣货工位和补货工位的控制及信息交互，提供用户和管理员的人机界面接口和仓库内的各种设备接口，同时提供标准的数据接口与客户现有的管理系统进行数据交互和协同工作。

云仓系统核心功能介绍，如下：

(1) 运营数据看板管理功能



图 13 生产实况数据

(2) AGV 与业务接口运营监控管理

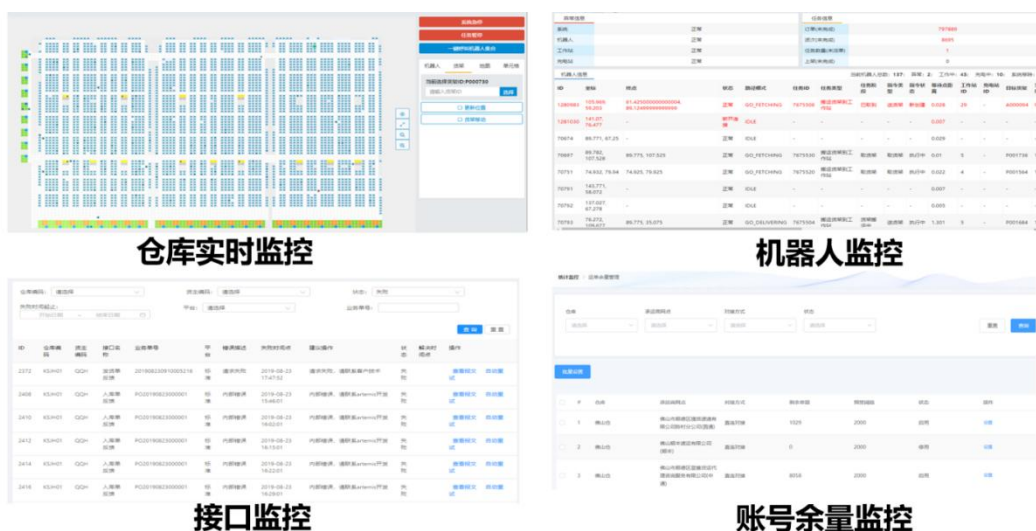


图 14 业务接口运营监控管理

(3) 货物 RFID 射频自动识别记录管理系统

以 RFID 为核心，构建虚拟结合的智能仓库管理系统。智能仓库系统硬件主要由 RFID 标签、固定式读写器、手持式读写器、服务器、个人电脑等组成，经过网络完成相互连接和数据交换。RFID 智能仓库软件由供应链办理体系、RFID 标签发行体系和 RFID 标签辨认采集体系组成，这几个体系互相联系，共同完成物品办理的各个流程。

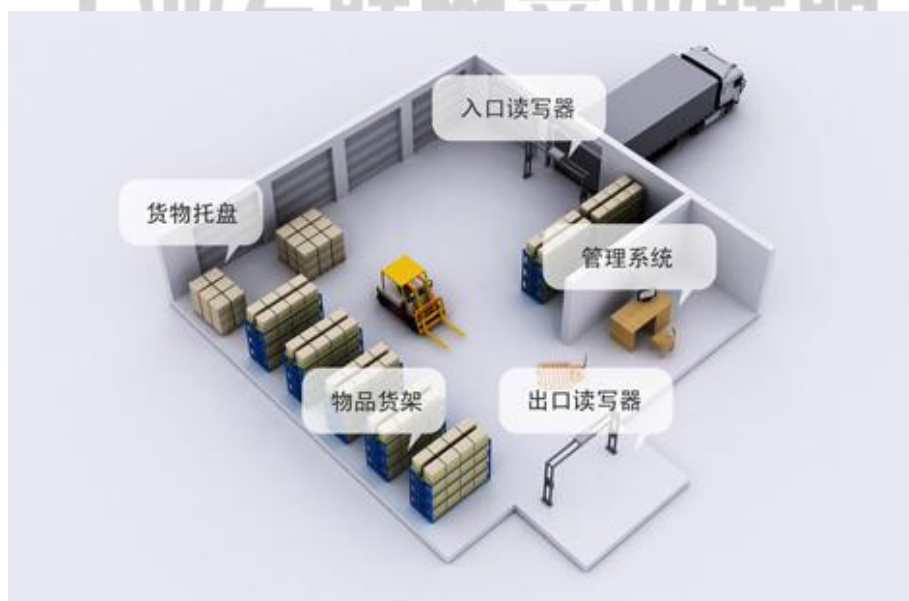


图 15 硬件结构示意图

(4) 数据孪生系统

云仓系统实现了传感网、移动通信网及互联网的融合，牵涉多种终端之间的相互通信。在数据架构层面，云仓数字孪生网络子平台通过数字孪生收集当前世界中货品、人、仓库构件的数量信息、状态信息和位置信息，并将这些数据通过数据建模分析后，可视化地在孪生模型中展示。



图 16 云仓数字孪生数据架构



图 17 3D 仓库虚拟现实

3. 工业元宇宙应用成效及分析

本案例基于数字孪生、区块链、大数据和人工智能等技术，构建客观、实时、可信的仓单数字信用，实现仓单的全方位的物联感知、多维度画像、风控智能化。为进一步推动螺蛳粉产业园虚实融合发展：一是应完善园区数字底座建设，深化园区虚实融合水平，实现工业元宇宙的“人、货、工具、环境”等的全方位感知；二是深化工业元宇宙在控货领域的应用与创新，打造实时、可信、风险可控的数字化控货平台，针对园区过大数据实现各维度、各空间、内外部数据的融合，提高智能风控水平。

(十一) 中海油浮式生产储卸油装置实景建模

1. 案例背景

中国海洋石油集团有限公司在中国近海有 200 台石油钻机和 18 个浮式生产储卸油装置(FPSO)平台，为降低作业成本并提高效率，消除中国造船业和海上采矿业面临的瓶颈，中海油计划将其海上作业数字化，具体包括：对关键基础设施和流程进行数字孪生管理，改造生产设施的设计和运营，优化油田系统的服务和维护。

中海油选取一个浮式生产储卸油装置平台作为试点，进行实景模型，构建包含室内和室外数据的数字孪生模型，创建数字智能数据管理系统，并进行远程数字化管理，提高海洋石油系统中各个平台的运行效率，增强安全性，减少海上工作人员数量，完成海洋石油全生命周期的数字模拟监控。项目地处深海海域，项目实景建模需要精确收集勘测数据、资产信息，并将办公室和现场进行集成。勘测员依靠光

学、激光、热红外设备等各种手段来收集数据，以避免强磁场和海洋对数据采集设备的干扰，最后对多批次数据进行多源融合处理。

2. 案例介绍

中海油选择 Bentley 软件公司的 ContextCapture 将视频、无人机图像和点云数据等多源数据处理成可视化的三维模型，并开发基于 Web 的 GIS 信息管理系统，用于海上平台的远程操作。中海油采用 Bentley 协同式数字解决方案采集、管理、整合所有的实景数据，数据多达 653GB，包括 325 个视频、7498 张图像和 844 个点云。

中海油的 FPSO 解决方案，在模型创建方面，依靠 Bentley 的开放三维实景建模应用程序，生成了南海 FPSO 石油平台的三维实景模型和数字孪生模型，将工程模型与实景模型叠加，突破性地集成多个核心数据源以生成精确的三维模型。在协同方面，依托统一且可视化的模型，提高了不同专业之间的协同效率，促进了现场和办公室之间的协同工作。在数据传达方面，打破了数据层面的视觉传达障碍，实现数据安全可靠的流转。在智能管理和运营方面，建立了统一的工程环境和标准数据库，建立对资产、过程和系统的数字化展示，实现全生命周期的智能管理和运营。

中海油的智能工业流程数字化解决方案为行业树立了标杆。首先，缩短了项目周期，中海油使用 Bentley 的实景建模和开放式三维建模应用程序，只需要 150 天的实施周期，而传统方法需要数年时间。其次，节约实施成本和运营成本，一是相较于传统方法，Bentley 的实景建模缩短实施周期可节省数千万元；二是使用三维建模技术和数字

化检测方法，可以大幅降低人员出海对海洋石油资产的运行和维护进行定期评估和监视的频率，减少出海勘测和评估的次数，短期内降低运输成本 100 万元，长期有望节省 1000 万元。第三，Bentley 的集成数字解决方案使中海油能够收集和组合多源数据，创建精确的 FPSO 平台三维模型，将实景模型连接到 Bentley iTwin 平台，并建立智能数字孪生模型，以远程控制海洋石油平台的运营和维护，为智能行业流程树立标杆。

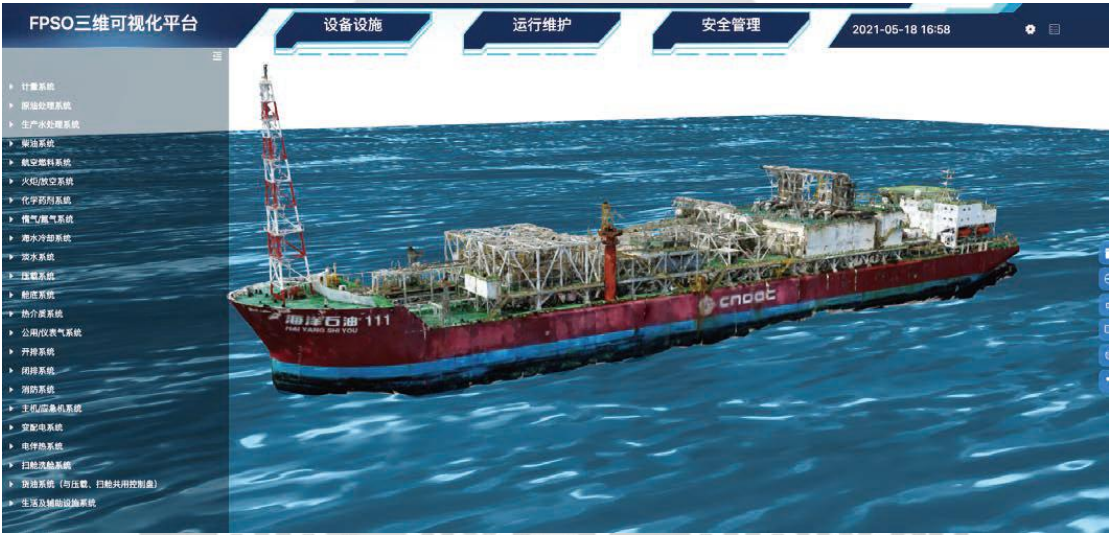


图 18 Bentley 的集成数字解决方案

3. 工业元宇宙应用成效及分析

中国海洋石油集团有限公司在中国近海有 200 台石油钻机和 18 个浮式生产储卸油装置 (FPSO) 平台，将这些可以看成是一个分散化的园区，中海油需要用统一的平台和方法对分散的石油钻机和 FPSO 平台进行管理。本项目的解决方案为产业化、虚拟和混合实景打下坚实的基础，有效促进了数字孪生技术的融合与创新，为整个海上平台的自动化控制奠定了基础。为进一步推动中海油虚实融合应用：一是整理本案例的项目成果和经验，并逐渐将本项目的解决方案进行推广和复

制；二是逐渐实现对海上项目群的数字化集群化管理后续，并利用工业元宇宙的技术和手段，为后续工程公司、运营商、原油开采提供商和业主提供更可靠的服务；三是探索建设工业元宇宙融合赋能创新中心，探索项目集群化的工业元宇宙发展新模式、新路径，构建开放典型的工业元宇宙应用场景，加速工业元宇宙在海上项目的应用落地。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

四、工业元宇宙在园区中的应用建议及展望

（一）相关建议

园区可基于自身资源集聚的优势，聚焦工业元宇宙技术研发、数据服务、数字创意、赋能应用等重点领域，通过着力培育园区企业新势力、搭建科创新平台、打造人才新高地、布局数字新基建、构建开放新生态等路径，实现园区深度的虚实融合，进一步深化产业链上下游协同合作，培育区域发展新模式。

构建工业元宇宙赋能园区政策体系。出台鼓励园区工业元宇宙基础设施、创新载体建设等政策，联动地方激励机制，推动园区工业元宇宙创新应用，探索创建“工业元宇宙+园区”产业先导试点，培育“工业元宇宙”产业基地。

加强工业元宇宙赋能园区技术研发。基于工业互联网创新实验室、数字化转型促进中心等载体，引导企业加强协同创新，围绕人工智能、大数据、云计算、边缘计算、5G、扩展现实、区块链、数字孪生等工业元宇宙底层核心开展技术研发。

推进园区工业元宇宙基础设施建设。开展园区标识节点和区块链新型基础设施建设，深化园区元宇宙“算力网络”“价值网络”建设，构建数智相生、链网协同、数算云网一体的新型园区信息基础设施。

打造工业元宇宙赋能园区标杆示范。鼓励开展元宇宙园区创新应用探索，发掘典型场景，形成可复制可推广的应用解决方案，遴选一批工业元宇宙赋能园区标杆试点示范。

（二）发展展望

工业元宇宙通过打造与现实园区映射和交互的园区虚拟空间，完善和重塑了园区的管理、经营、生产等价值体系，推动园区数字化转型走向更高阶段。工业元宇宙赋能园区的相关创新和案例获得了广泛关注，并在园区中开始产生实际价值，逐步推动园区向高智能、高协同、无人化等方向转变。

当前，工业元宇宙整体上仍处在探索阶段，相应地，本白皮书中的园区工业元宇宙应用案例尚无法全面展现工业元宇宙赋能园区的全景，但从这些应用案例中仍然可以看到工业元宇宙理念与技术为园区数字化转型发展带来的显著成效。随着工业元宇宙的发展，可以预见，工业元宇宙将为园区的创新探索带来更大的发展空间。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet