

数字孪生城市技术应用典型实践

案例汇编

(2024 年)

中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会

2025年3月

前 言

近年来，数字孪生技术在我国从战略框架逐步向系统性落地推进，成为推动数字中国建设的重要技术引擎。随着《数字中国建设整体布局规划》《“十四五”数字经济发展规划》《深化智慧城市发展推进城市全域数字化转型的指导意见》等政策的实施，数字孪生技术已深度融入城市治理、产业升级、民生服务等关键领域，形成“虚实共生、数智驱动”的新型数字化转型发展范式。截至2024年，全国已有超过80%的省级行政区将数字孪生纳入智慧城市建设规划，在雄安新区、上海临港、深圳前海等标杆区域实现从单体建筑建模到城市级全息映射的跨越式发展，相关产业规模突破千亿元，技术融合创新与场景规模化落地正重塑城市治理新格局。

为深入贯彻落实国家“加快数字化发展，建设数字中国”战略部署，推动数字孪生技术从技术创新向价值创造转化，中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会连续五年五次开展全国数字孪生技术应用实践案例征集活动。本次活动自2024年10月启动以来，共收到涵盖31个省级行政区的100多个申报案例，经多位领域权威专家从技术先进性、场景创新性、实施成熟度、经济与社会效益四维评价体系严格评审，最终遴选出22个标杆案例，并精选出10个具有全国推广价值的典型案例进行重点展示，以期为国家及地方政府推动数字孪生应用场景建设提供有力借鉴和参考。

本案例汇编所收录的案例内容、相关数据及图表均由各申报单位提供，中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会未对全部数

据的真实性进行独立校验，相关内容仅供参考，不构成任何形式的承诺或保证。汇编旨在为地方政府提供“技术选型-场景规划-实施路径”的全流程参考，为企业提供“产品研发-方案设计-生态合作”的实践指南。

未来，随着新型城市基础设施建设加速、行业大模型与数字孪生深度融合，技术应用正呈现“感知泛在化、模型智能化、服务场景化”的新趋势。我们期待通过本案例集的传播，推动形成跨区域、跨行业的数字孪生创新共同体，助力构建“数据驱动决策、模型赋能治理、孪生预见未来”的城市发展新范式，为培育新质生产力、实现中国式现代化贡献数智力量。我们希望通过这本案例集，能够为数字孪生技术的进一步推广和应用提供实践指导，助力我国数字孪生城市建设迈向更高水平。

目 录

一、 典型案例	1
(一) 数字孪生低空经济态势感知运管平台	1
(二) 杭州西站现代综合交通枢纽“镜像新城”项目	9
(三) 数字孪生大藤峡项目	16
(四) 中国移动 IP 网络数字孪生虚拟验证平台应用案例	23
(五) 西湖景区交旅融合平台	35
(六) 宁波大学附属第一医院智慧医疗数字孪生平台	42
(七) 数智引擎·园启新篇：苏州工业园区数字孪生城市底座	63
(八) 济南新旧动能转换起步区数字孪生城市平台	70
(九) 总图信息化与钢铁冶金重大安全风险智慧监管系统	80
(十) 工业数字孪生在生活用纸行业中的应用	84
二、 潜力案例	101
(一) 北京大兴国际机场高速公路数字化智慧管控平台	101
(二) 华南某水资源调配工程数字孪生项目	110
(三) 数字孪生赋能 IT 基础管理提质增效	120
(四) 东至县城市大脑（一期）智慧应用项目	126
(五) “数字孪生”打造“智慧大脑”赋能城市智治	132
(六) 临沂市中医医院数字孪生	138
(七) 埃及生态园数字孪生园区平台	146
(八) 江苏双星新材智慧工厂	151
(九) 服务器行业产品制造全流程数字孪生应用案例	160
(十) 上海中远海运楼宇设备管理平台项目	175

（十一）鄂州市城市数字公共基础设施建设项目	183
（十二）陕西省石泉县农村综合性改革试点试验项目	190

图 目 录

图 1 低空态势感知	3
图 2 天地空感知	4
图 3 空域管理可视	4
图 4 航线航道可视	5
图 5 航线动态调整	5
图 6 无人机任务监测	6
图 7 枢纽多维数据展示图	11
图 8 智能告警中心图	12
图 9 火灾应急预案辅助决策图	12
图 10 网约车调度仿真推演图	13
图 11 大客流仿真推演图	14
图 12 数字孪生发电厂房可视化场景	18
图 13 工程安全风险与健康评估系统	19
图 14 安全生产管理系统	20
图 15 网络规划仿真场景交互界面	27
图 16 资源引入仿真场景交互界面	28
图 17 流量调度仿真场景交互界面	30
图 18 网络倒换仿真场景交互界面	31
图 19 西湖全景三维孪生图	36
图 20 西湖全域交通管控场景	37
图 21 断桥人流管控二级预警	38
图 22 断桥实时客流密度统计	39

图 23 西湖全域客流量预测场景	40
图 24 分区管控人力部署可视化	40
图 25 医院异常事件智能告警	45
图 26 门诊管理	46
图 27 患者管理	48
图 28 病房管理	49
图 29 手术管理	51
图 30 智能药柜	51
图 31 智慧物流	53
图 32 智慧物流	53
图 33 楼宇自控	55
图 34 能耗管理	56
图 35 美象医疗行业的产品架构	57
图 36 三维底座运维编辑器	59
图 37 三维底座运维编辑器	59
图 38 智慧医院数字孪生架构方案	62
图 39 孪生体资源管理-孪生体组装	64
图 40 开发者中心能力示例	65
图 41 数字孪生资产平台用户端	66
图 42 中法交流元宇宙	67
图 43 草鞋山数字空间	68
图 44 政务数据中心机房孪生	68
图 45 起步区数字孪生底座	72
图 46 起步区数字孪生底座	72

图 47 片区规划	73
图 48 全局能力	75
图 49 车路协同场景还原	75
图 50 数字孪生底座构建	81
图 51 煤气安全管控系统	82
图 52 高温熔融金属安全管控系统	83
图 53 研究技术路线	83
图 54 生活用纸行业一折叠机设备知识图谱示例	86
图 55 生产作业培训	87
图 56 设备机理仿真	88
图 57 产线实时数据监测	89
图 58 后加工产线产效协同	90
图 59 电机设备状态监测及预警	91
图 60 立库运行实时监测	92
图 61 制浆造纸能耗实时监测	92
图 62 制浆峰谷调度优化	93
图 63 干燥部能效优化	94
图 64 原纸物料损耗实时监测分析	95
图 65 小包机设备参数优化分析	96
图 66 裁切机大圆刀寿命预测分析	97
图 67 高速运营驾驶舱	103
图 68 视频孪生实时实景态势研判（收费站）	104
图 69 视频孪生实时实景态势研判（服务区）	104
图 70 视频孪生实时实景态势研判（五环立交）	105

图 71 交通事件智能分析预警及决策支持	106
图 72 交通事件智能分析预警及决策支持	106
图 73 实景三维一张图路产作业管理	107
图 74 除雪保障精准调度管理	108
图 75 工程运行监测	111
图 76 全线管道充水过程孪生	112
图 77 开停泵及流量调节过程孪生	113
图 78 工程检修排水过程孪生	114
图 79 泵站电气回路工频及变频运行开停机过程暂态孪生	114
图 80 工程设备运行模拟仿真	115
图 81 工程物理孪生建设	116
图 82 工程状态实时感知	117
图 83 工程机理仿真融合	117
图 84 工程运营管理升级	118
图 85 全国层级物理孪生	122
图 86 数据中心层级物理孪生	122
图 87 数据中心层级逻辑孪生	123
图 88 机房层级物理孪生	124
图 89 水淹模拟	128
图 90 应用地图模型的国资平台	128
图 91 船舶轨迹追踪	129
图 92 视频点位	130
图 93 城市管理	130
图 94 地图三维可视化	134

图 95 三维单体化	134
图 96 接入 1000+路实时视频监控并实现自动巡查	134
图 97 肇庆高新区网格化平台	136
图 98 总览	139
图 99 液氧罐指标监测	140
图 100 供水设备监测	141
图 101 安防告警	142
图 102 电梯运行实时监测	143
图 103 消防应急	144
图 104 多尺度全场景 BIM 建模	147
图 105 生产数据集成可视化呈现	148
图 106 人事物全要素数字化表达	149
图 107 虚拟工厂	153
图 108 国内数据管理	154
图 109 厂区数据管理	155
图 110 产线数据管理	155
图 111 新能源管理	156
图 112 污水数据界面	157
图 113 废气数据界面	157
图 114 安全界面	158
图 115 数据打通实现产品数字孪生模型建立	163
图 116 产品建模与装配仿真	163
图 117 利用模型进行静态干涉检查	164
图 118 利用模型进行动态干涉检查	164

图 119 全球工厂数字孪生模型构建	164
图 120 生产线数字孪生模型构建	165
图 121 制造能力评估	165
图 122 可制造性验证	166
图 123 立体仓储与精准配送能力验证	166
图 124 内存按压工站及孪生系统	167
图 125 数字孪生系统模型架构	168
图 126 物理与行为模型功能	169
图 127 数据融合交互关系	169
图 128 数字孪生模型功能图谱	170
图 129 数据采集界面	170
图 130 数据实时分析界面	170
图 131 预测性维护功能	171
图 132 现场设备反控制数据	171
图 133 基于数字孪生技术的液冷服务器生产测试服务平台	173
图 134 工厂与产线级整体生产过程模拟规划	174
图 135 产品测试过程模拟	174
图 136 产品真实测试过程	174
图 137 系统及产品关键数据对比监测	175
图 138 设备监控及运维系统整体架构	175
图 139 项目首页 3D 展示界面	179
图 140 设备关系查询	180
图 141 运维看板	181
图 142 设备资产列表	181

图 143 设备运行状态监控 182

图 144 运维计划监控 183

图 145 运维策略管理 183

图 146 通过数字孪生显示小区楼栋的“一标三实”情况 186

图 147 基于数字孪生的警用专题地图 187

图 148 基于数字孪生的可视域分析 188

图 149 基于数字孪生的活动安保部署 188

图 150 基于数字孪生的招商电子沙盘 189

图 151 乡村底座 190

图 152 农业产业地图 192

图 153 文旅产业一张图 193

图 154 生态保护一张图 193

图 155 运营服务一张图 194

图 156 品牌建设一张图 195

图 157 乡村党建 196

一、典型案例

（一）数字孪生低空经济态势感知运管平台

申报单位：北京优锆科技股份有限公司、中航金城无人系统有限公司福建省分公司

1. 案例概述

作为战略性新兴产业和新质生产力的典型代表，低空经济正以蓬勃之势迅速发展，无人机配送、低空物流以及低空旅游体验等一系列应用场景不断兴起，正在逐步改变日常生产和生活方式。随着低空经济体系智能化建设的不断推进，基础设施规模与日俱增，系统越来越复杂，变化越来越频繁，系统之间的关联度越来越紧密，管理团队对于复杂系统的认知也越来越困难。缺乏高效的技术手段，政府监管部门难以及时发现低空空域中的不合理飞行行为，企业也难以保证飞行任务的安全性和可靠性。管理难度日益剧增，低空经济具有“异构、高密度、高频次和高复杂度”的特性，在发展过程中面临几个问题：

一是天地空多源异构时空数据融合管理的问题。天地空数据来源多样，包括卫星遥感数据、地面监测数据、气象数据、无人机采集数据等，这些数据具有不同的格式、分辨率、空间参考系统和时间频率，难以直接融合和管理。其次，这些数据涵盖的空间范围广泛，从地面到低空区域，不同空间尺度之间存在差异和不一致性，如何有效地融合和管理这些多尺度数据是一个难题。另外，时空数据具有高度动态性和复杂性，需要实时更新和处理，但现有的数据管理系统和技术往往无法满足其需求。此外，数据安全和隐私保护也是一个重要问题，

天地空多源异构时空数据融合管理面临着数据异构性、空间尺度差异、时空动态性等方面的挑战。

二是有限的地面、空域和频谱资源共享共用的问题。低空经济中，地面、空域和频谱资源有限且需求量大，存在着资源分配不均、竞争激烈的情况。由于各种低空飞行器的需求差异性大，共享共用地面、如何利用有限资源合理调度分配管理空中交通堵塞，提高飞行效率，降低事故风险成为一大问题。

三是管理者对低空飞行器“看不见、呼不到、管不住”的基本安全问题。低空经济中涉及的飞行器种类繁多，包括无人机、直升机、飞艇等，这些飞行器的体积小、速度快、飞行高度低，给管理带来了挑战。管理者往往难以实时监测、识别和控制这些低空飞行器，容易导致飞行事故和安全隐患。

2. 应用场景

场景 1：态势感知-通感一体协同监管

数字孪生平台结合数字孪生技术，集成各类数据源，包括但不限于空域监测系统、无人机监控系统、航空管理系统、地理信息系统等，以 3D 空域图的形式实时空域内的各种信息，根据各类管理区域使用不同颜色的空域图进行综合呈现。通过多种地图服务支持，或结合地理信息数据，构建城市重点建筑构建细致的地理底图，并支持不同风格和色彩风格的地图显示，以满足不同管理需求。

实时展示低空飞行的基本信息，通过数据统计功能呈现详细的飞行活动分析。例如，通过展示低空空域内各类空域的利用占比、各类无人机的数量汇总、飞行架次、飞行时长等信息，监管人员可以深入

了解空域的使用状况和飞行任务的执行情况。同时提供按日期和类型维度进行汇总的数据，包括飞行计划的详细信息、告警事件的处理状态等，帮助监管部门及时识别并应对潜在的飞行安全风险。



图 1 低空态势感知

场景 2：天地空感知-多要素融合管理

采用数字孪生技术助力提升低空空域的全景感知和管理能力，实现低空空域、地表设施和环境数据的实时监控与分析。通过整合城市三维地图、气象数据、无线电频谱、以及无人机机场等信息，系统能够高效呈现空域状态、环境变化及基础设施分布，帮助监管部门实时掌握低空空域的使用情况。

全面的低空空域监管视角，支持空域分类与利用分析，优化飞行任务安排；通过实时展示关键基础设施（如无人机机场、通信基站等）的状态和运行数据，确保飞行安全与效率；利用气象、无线电等环境数据，为飞行活动提供精确支持，提升管理决策的科学性和响应速度。



图 2 天地空感知

场景 3：空域管理

数字孪生虚拟化空域管理实现科学规划空域使用范围、高度层和航线，采用空域网格化管理，精细化划分低空空域，优化监管和资源分配。以满足低空经济的发展需求，并结合地理、气象等因素确保空域资源的合理利用。基于空域的不同需求，对空域进行分类划分，并通过可视化形式明确空域类型和边界，提升空域的管理效率。

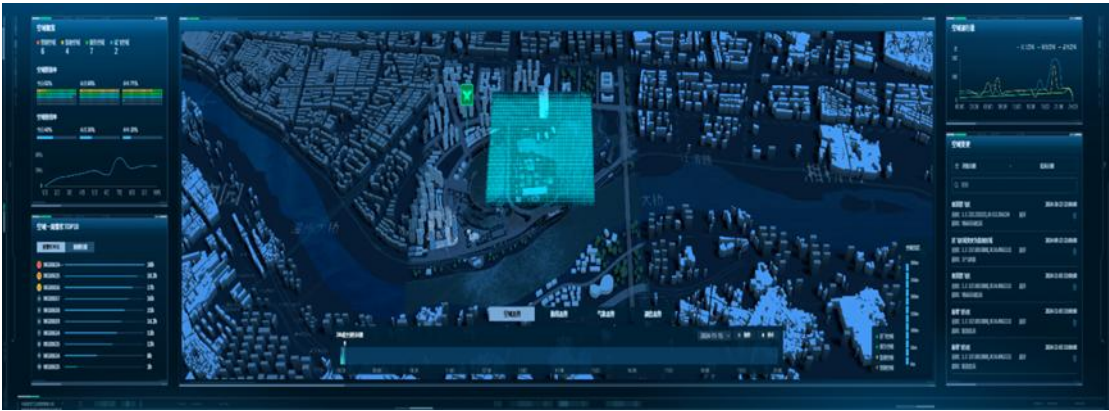


图 3 空域管理可视

场景 4：航道航线

为了有效利用低空空域资源，促进低空经济发展而进行的系统化管理。可以综合人口活动密度、气象因素、通信信号强度以及起降点和充电站的分布等因素，基于数字孪生空域，为不同的飞行任务制定出安全、合理、高效的航线规划方案。确保不同类型的飞行活动能够有效避开潜在风险区域，避免空域冲突。

根据低空经济的发展需求和空域特性，科学设计低空航道。航道布局需考虑地形、气象条件、空域类型（如管制空域、监视空域等）、飞行高度、飞行频率等因素。合理规划航道能够减少飞行器间的相互干扰，避免飞行路径重叠，保证飞行安全。



图 4 航线航道可视

支持动态航线规划随着飞行数据的积累，航道的使用情况可以通过数据分析进行优化。例如，在高频次飞行活动的区域，系统可以根据飞行器的密度、任务需求、天气变化等动态调整航道的分配，避免过度拥挤或资源浪费。对于不同类型的低空飞行任务，航线规划需要具备动态调整的能力。例如，空中物流的航线与农业无人机飞行的航线可能会有不同需求，系统能够根据任务类型和空域条件，灵活安排和调整航线，确保每一类任务的顺利执行。

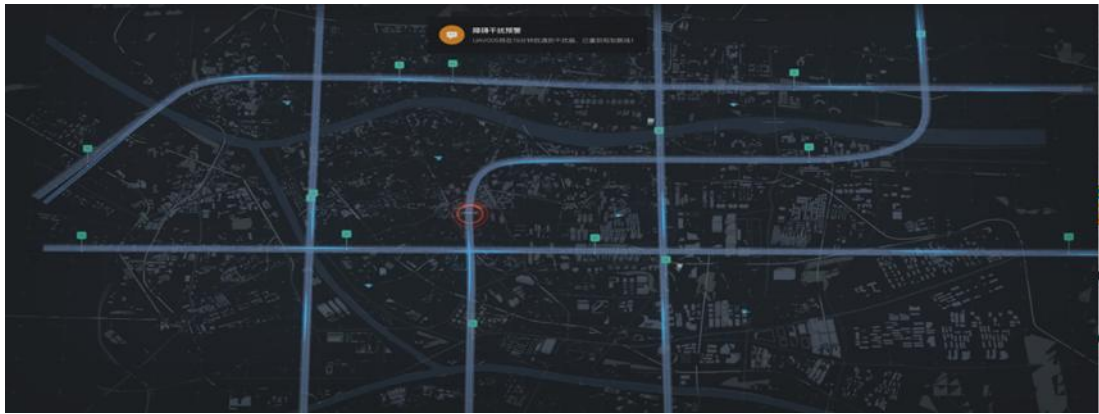


图 5 航线动态调整

场景 5：无人机飞行

展示当前低空空域管理范围内所有正在飞行的无人机的实时状态及飞行轨迹。系统应提供实时的飞行数据展示，涵盖飞行器的实时位置、飞行路径、飞行状态（如起飞、飞行中、降落、停泊等），并

能准确反映各类无人机的运动情况和行为动态。实时显示与无人机飞行相关的各类信息，如飞行任务、飞行器状态、飞行时间、飞行高度、飞行速度等。通过信息面板，用户能够快速获取每架无人机的详细飞行数据，辅助决策和管理。

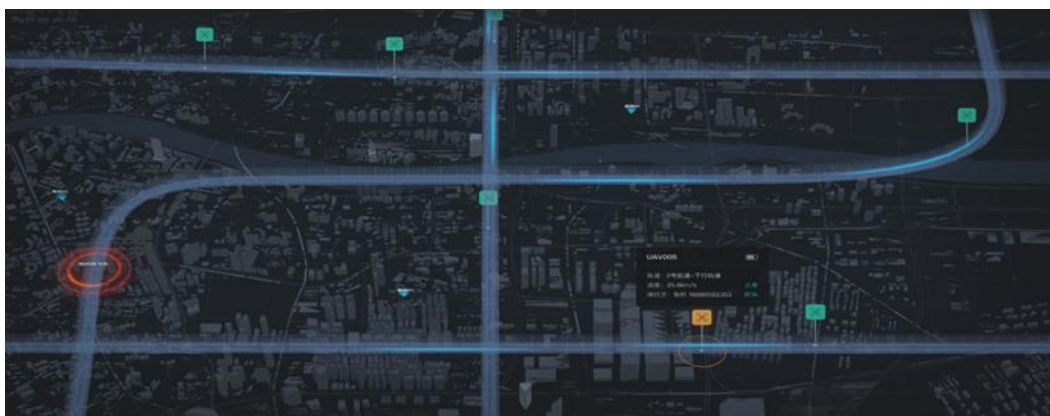


图 6 无人机任务监测

场景 6：监控告警

告警事件管理是确保低空空域安全运行的重要组成部分，实时展示低空空域管理范围内，特定时间范围内发生的所有突发事件和告警信息，并提供详细的事件响应和管理功能。在 3D 场景中实时展示所有突发事件和告警信息。这些告警包括但不限于低空空域内的飞行异常、管制区违规、飞行计划不一致等问题。通过可视化展示，用户可以迅速了解当前空域中的风险和异常情况，及时采取措施。

所有告警事件按重要性和紧急程度进行分级，并且根据不同类型进行分类。例如，未实名登记飞行、无人机异常返航、管制区违规侵入等，应分别按严重程度分级管理，确保能够优先处理高风险事件。

3. 案例总结

数字孪生助力构建了一个精确可信、高度交互和可测试验证的数

字化环境，从而为低空经济的安全运营、效率提升和可持续发展提供强有力的技术支撑。数字孪生系统还可以在仿真模拟、动态推演、指挥调度以及飞行培训等多个方面发挥重要作用，不断增强对低空的运营管理能力。

平台在低空经济活动场景下数字孪生态势感知平台的关键技术及应用方面取得了多项创新突破，相较于国内外同类研究和技术，具有显著优势，在技术创新方面主要体现在一下几个方面：

创新点一：空域数字化建模，数字孪生技术使低空空域实现数字化建模，能够将复杂的空域环境转化为可计算的数字空间。这一过程涉及对地面和空中设施的详细建模，包括无人机航线、飞行器特性及其相互作用等

创新点二：整体系统从隔到融，利用数字孪生技术，可以实现不同部门（如民航、公安、工信等）之间的数据共享与协同管理，织好低空基础设施“四张网”。提升低空经济的整体管理效率。这种跨部门的合作能够有效整合资源，实现信息流通。

创新点三：多维度告警与风险管理，系统基于实时数据收集与分析，多维度告警功能，精准识别低空飞行中的风险因素，如无人机未实名登记、管制区违规侵入、飞行计划不一致、突发电磁干扰等。及时识别潜在风险并发出预警，从而提高安全性并减少事故发生。

综上所述，本平台在技术创新和实际应用方面均处于国际领先水平，数字孪生技术为低空经济提供了从飞行器到空域资源的全方位智能管理，改变了传统飞行管理模式的局限，提升了空域资源利用率、飞行安全性和管理效率。通过虚拟化、智能化、数据驱动的方式，数字孪生低空经济不仅能优化低空空域资源的使用，还能够促进无人机

行业的快速发展，推动低空经济向规模化、产业化方向迈进，为未来的智慧城市和智慧空域管理奠定了技术基础。

（二）杭州西站现代综合交通枢纽“镜像新城”项目

申报单位：杭州西站枢纽管理委员会、浙江中控信息产业股份有限公司

1. 案例概述

（1）建设背景

杭州西站人流量未来日均 50 万，小时峰值 2 万将成为常态，因此对人流分解能力、风险识别及处置能力、安全防控能力、资源整合能力提出了更高的要求。为全面提升西站运行安全监测能力和运行安全效能，杭州西站聚焦交通枢纽“大型复杂体、潜在风险体、瞬时应急体”的复杂特征，利用数字孪生的理念和方法全力打造“数据双向赋能、态势立体感知、预测洞见未来”的西站数字孪生智慧中枢系统——镜像新城系统，帮助管理者全面掌握整个杭州西站的运营状况，利用数据智能赋能相应管理政策的制定及运行机制决策；同时保证杭州西站智能平台与其他平台能实时实现数据的共享与交换，提升综合协调联动能力。对标群众品质出行新期待，为建设杭州城市新中心提供窗口担当。

（2）建设需求

镜像新城系统围绕“一核、两翼、四至、全域”的规划范围，1:1 还原西站枢纽周边三维实景。“一核”即利用数字孪生城市（CIM）的理念，全真还原西站站房及相关附属配套，实现站房模型构件级还原。“两翼”即站体近站核心道路实现单体级还原。“四至”即管委会管辖的围合区域（3.16 平方公里）范围内剩余主次干道，实现元素级还原。“全域”即打通省域空间地理信息数据，实现云城重点建设区

（13 平方公里）城市级还原。

（3）解决的主要问题

叠加区域物联网（IoT）、大数据、5G 通信等技术，构建准三维城市信息模型（CIM）。在建全数字孪生模型的基础上，充分利用孪生系统中的物理模型、感知数据、历史数据及算法模型，通过后台输入演习参数、前端实施人工干预，实现在数字空间的“仿真预演”。同时，集成边、缘、超等前沿技术叠加深度学习、人机协同、迁移学习等算法模型，推演大客流、突发事件、消防应急等各场景下的管理建议，通过线上超算为线下管理提供决策支撑。

2. 应用场景

场景 1：设备数据全生命周期管理

对西站区域周边进行数据采集，主站区及站内设备精细化建模，同时实时接入监控、烟感、温感、点位接入 12619 个，模型结合数据最终汇聚成“形神兼备”的 1:1 还原的西站镜像新城数字孪生体。通过对设备数据全生命周期的管理，实现站内设备整个生命周期的计划、指导、维护、控制和监督，保证设备的安全性和质量控制的有效性，提高工程效率、降低设备故障率和减少主设备非计划停运时间，为杭州西站整体业务开展提供保障。

同时，全量接入政府侧和企业侧数据实现互联互通，包括国家、省、市、区、企业 5 个层级，为各级、各组织实现协调联动打下扎实的数据基础。



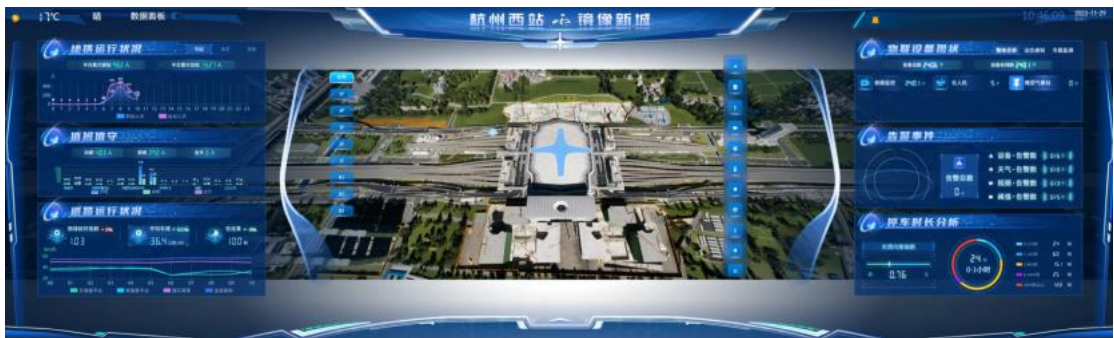
来源：杭州西站

图 7 枢纽多维数据展示图

场景 2：智能运营托管

在数据全量全周期管理基础上，结合西站枢纽已有的 2840 路，叠加包括站内人员统计、站内特定区域人员闯入、人员聚集监测、明火烟雾识别等和业务密切相关的 9 类算法，在“镜像新城”系统中结合站内场景实现前端实时预警，后端告警处置及辅助决策全流程，帮助管理者实现一线业务智能化的托管。

当有告警信息产生时，系统将自动调用相应的业务流程图，基于人机交互功能，辅助一线工作人员推进下一步工作的执行和流转，工作人员根据流程图上的信息提示对现实情况进行判断后，按步骤进行指挥调度。如火灾预警流程图，当有火灾发生时，流程图会自动跳出，用高亮形式提醒指挥中心人员操作步骤。实现可视化智能调度。



来源：杭州西站

图 8 智能告警中心图



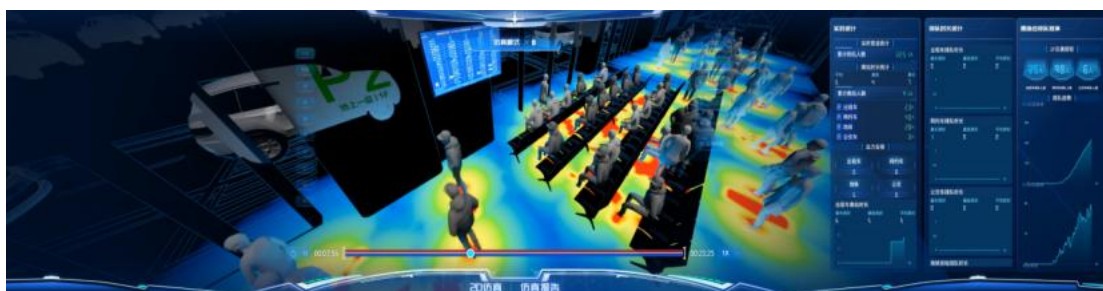
来源：杭州西站

图 9 火灾应急预案辅助决策图

场景 3：全路网交通运行仿真推演赋能枢纽交通管理

在大规模精准交通服务场景下进行交通仿真模型建设，联动出租车调度系统、网约车服务系统，依托精准闸机和人流及 OD 数据的分析，建立智慧交通系统。结合海量多源互联网数据拓展仿真数据内涵，例如基于位置服务的脱敏出行数据能够与传统交通数据采集手段获取的交通流数据形成互补，从而助力实现广域、高精、实时交通仿真

采用宏观-微观融合仿真模型，实现枢纽现状道路车流运行模拟、站外近远期道路车流预测、站外周边道路服务水平评价、突发事件道路车流疏导分析，对交通运行管控影响和成效进行预先评估，生成仿真评估结果，通过不同颜色表示杭州西站周边路段通行状态。结合车辆调度算法、车流控制放行算法等，为西站站外交通规划建设、节假日大流量提前预案布置、突发应急事件旅客疏导交通影响分析与处置、日常站外交通管理运行管理提供定量分析支撑服务。



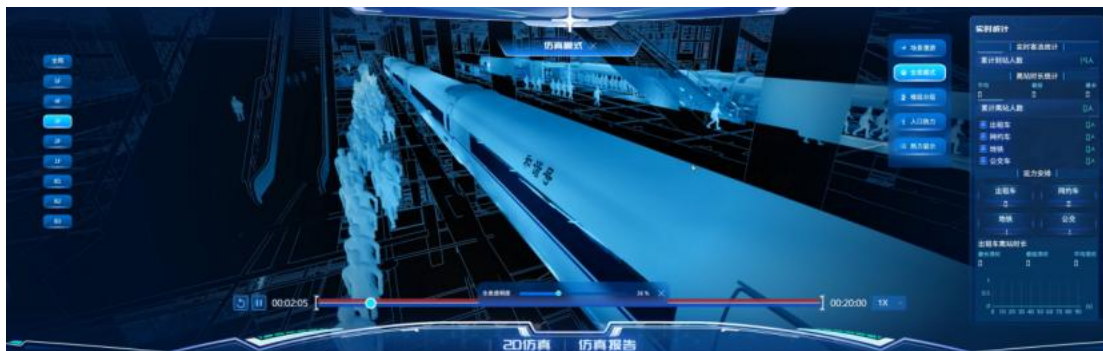
来源：杭州西站

图 10 网约车调度仿真推演图

场景 4：全时空人行仿真推演赋能枢纽人员疏散

建设基于数字孪生的应急演练和应急指挥，实现人、车、物、感知融合的数字孪生现实模拟，不断提升枢纽管理水平及服务水平，实现站城融合。基于数据底座，围绕大客流疏散、极端天气仿真、火灾事故仿真三个场景，构建事前仿真推演、事中实时预测、事后复盘总结的“平战结合”事件预测体系。预测突发事件发生概率、推演应急事件波及范围、洞悉响应处置预期效果。

其中大客流疏散仿真利用人行仿真的手段能够直观地反应杭州西站内各层平面的人流活动情况，在对具体的交通设施如高铁进出站安检闸机、地铁进出站闸机和典型冲突交织区域进行分析。人行微观仿真以人流作为主要研究对象，包括出发层、到达层，巡游车/网约车接驳、公共交通接驳等场景关系十分复杂，结合枢纽空间进行全时空人行仿真模拟，对冲突区、交织区、拥挤排队各区域的行人行为特性进行分析评价。针对节假日、重大活动等容易出现重大客流抵达情况的场景，提供客流出站模拟仿真，方便用户针对重大客流情况，提前部署人力、设备安排。



来源：杭州西站

图 11 大客流仿真推演图

3. 案例总结

（1）应用成效

本项目构建了一套能“感知”会“计算”的智慧中枢大脑。围绕隐患感知、数据整合、模型算法、任务流转、制度重塑等五要素，全数集成枢纽范围内各部门有效数据，形成安全、快算的数字底座，推动治理从“被动治理”向“精准智控”转变。通过系统的智能感知和计算能力有效释放一线监管人员的力量，为一线管理人员提升“管理力”赋能。实现西站日常管理、维护与服务效益的整体提升。

（2）创新点

“形神兼备的镜像新城”数模融合助力车站管理联动：“镜像新城”系统围绕“一核、多点、四至、全域”的规划范围，1:1 还原西站枢纽及周边三维实景。将西站上下 9 层复杂结构的 58 万方及站体周边 3.16 平方公里范围进行全真还原模型。重点对站体实现 L5 级构建级别还原，实现各级各组织数据互联互通，为协调联动建立扎实的数据底座。

“智能托管保平安”0 滞留 0 投诉守住车站安全底线：系统试用的过程中，已展现了智能托管的作用。截至验收，“镜像新城”系统

通过接入的各类数据，已总告警次数 836 条，其中视频告警 289 条，天气告警 48 条，物联告警 330 条，阈值告警 169 条。在寒潮期间，系统每日对此类数据进行推演，成功保障列车 1454 量、保障旅客 368154 人次，实现了 0 旅客滞留、0 信访投诉，牢牢守住车站安全底线。

“风雪中的爱心接力”测未来预调度提升车站服务质量：2023 年 12 月 14 日 16 时 04 分，系统发出寒潮蓝色预警信号预警，21 时 53 分接铁路杭州西站通知，G2623 次列车因天气原因晚点至次日 1:50 到达，下车旅客 195 人。联勤指挥中心提醒相关单位做好客流疏散工作，并结合极端天气仿真数据和客流疏散仿真报告，根据实际情况，与公交公司沟通，将原定于 23:50 发车的 8203 路（浙大、黄龙方向）改为次日凌晨 2:10 发车，告知有乘坐公交车的旅客前往东南公交车场乘坐公交车。同时有效调度网约车与出租车，实现 0 旅客滞留，有效保障旅客安全快速接驳，提升出行体验。

（3）推广价值

“镜像新城”系统融合多维数据感知、孪生交互赋能、推演洞悉未来，对内打造数智融合综合交通枢纽标杆，对外推动余杭区智慧城市建设的转型升级，实现建站引领建城市的愿景。

（三）数字孪生大藤峡项目

申报单位：泰瑞数创科技（北京）股份有限公司

1. 案例概述

（1）建设背景

枢纽位于珠江流域西江水系的黔江河段大藤峡峡谷出口的弩滩处，是一座集防洪、航运、发电、水资源配置、灌溉等综合效益于一体的控制性水利枢纽工程。数字孪生大藤峡是数字孪生珠江流域建设的重要组成部分，按照李国英部长对大藤峡提出的“七个两手抓”工作要求，按照珠江委“全委一盘棋”统筹安排，大藤峡在水利行业第一个启动建设数字孪生工程。

（2）建设需求

按照水利部关于数字孪生流域、数字孪生水利工程以及数据融合共享等方面的标准规范要求，结合工程信息化、数字化基础条件，聚焦流域防洪和水资源管理与调配两个重点领域，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，以算据、算力、算法建设为支撑，推进数字孪生大藤峡建设，全面整合大藤峡公司信息化建设成果，强化工程调度运行“四预”措施和智慧赋能，提升工程建设、工程运行、公司管控等核心能力，提高企业现代化运营管理水平，助力公司“建设一流水利工程、打造优秀现代企业”。

（3）解决的主要问题

数字孪生大藤峡项目的实施解决了水利行业在工程建设、运行管理、防洪调度、水资源调配、安全监测等方面的多个关键问题。在防汛与水量调度的精细化管理上解决传统的防汛信息分散、数据汇集效

率低的问题，通过构建防汛与水量调度“四预”平台，实现态势感知、预报预警、调度预演和调度预案的一体化，提升防洪调度的科学性和精准性。在水资源管理与调配的效率问题上，整合雨情、水情、工情等数据，实现枯水期日常调水和紧急情况水量调度的智能决策支持。针对工程安全监测数据难以分析以及工程安全风险难以及时发现的问题，建立工程安全风险与健康评估系统，实现对工程安全状态的全天候在线监测和预警。针对水利公共服务的预警手段单一，预警发布效率低，容易出现河道内溺亡事故或危险行为的问题，部署泄流预警设施，提供及时的泄流预警服务，保障公共安全。

2. 应用场景

场景 1：基于数字孪生可视化场景的模拟仿真技术

结合 GIS、UE 搭建基于双引擎的模拟仿真引擎，为数字孪生大藤峡提供流域范围宏观场景和枢纽范围精细化、高保真的场景，实现发电机厂房对场景的不同需求。具备数据底板加载、场景管理、仿真建模、空间分析、仿真计算、三维渲染、特效处理、模型轻量化等能力。支撑数字孪生体与物理体的交互分析支持工程安全前瞻预演、工程安全应急预案动态模拟。同时对业务应用提供服务接口，为模拟仿真提供实时渲染和可视化呈现基础环境，各项业务应用基于同一场景开发业务应用，实现无缝集成。

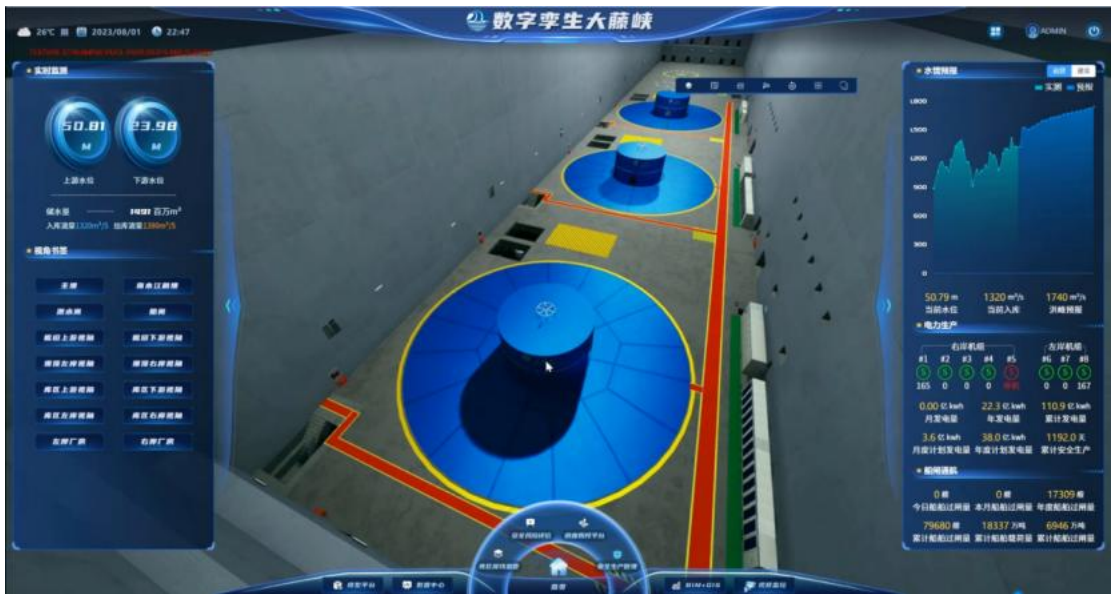


图 12 数字孪生发电厂房可视化场景

场景 2：工程安全风险与健康评估系统

包括数字大坝一张图、安全态势分析、安全风险隐患预警、预案智能响应等模块。系统汇聚了多达 4000 余支工程安全仪器的监测数据，构建了大藤峡工程孪生体，实现了对变形、渗流、应力应变等工程监测数据的全面态势感知，实时查看监测成果，根据环境量变化进行预报预警，模拟工程局部和整体安全性态数字大坝一张图模块基于坝体剖面、关键部位、监测装置等数据底板，集成展示水工建(构)筑物、金属结构及机电设备、监测设备设施、动态监测数据、工程安全隐患及监测预警提醒等信息实现大坝物理实体和数字孪生体的实时联动。安全态势分析模块通过驱动工程安全监测预警模型，对工程安全监测数据等进行综合分析、挖掘，预测工程变形、渗流、应力应变等重要监测物理量所表征的工程安全性态及其演化趋势，及时发现安全隐患，实现对大坝、船闸安全、边坡稳定性、泄水闸进行分析，并对大坝整体进行综合的实时健康评估。安全风险隐患预警模块基于大坝风险评估指标体系，结合实时监测、预测数据，对工程险情、安全

隐患进行分级预警，提高预警处置时效和安全隐患发现能力。预案智能响应模块提供了可由监测数据时空序列及安全风险分析触发的异常和预警事件响应流程。

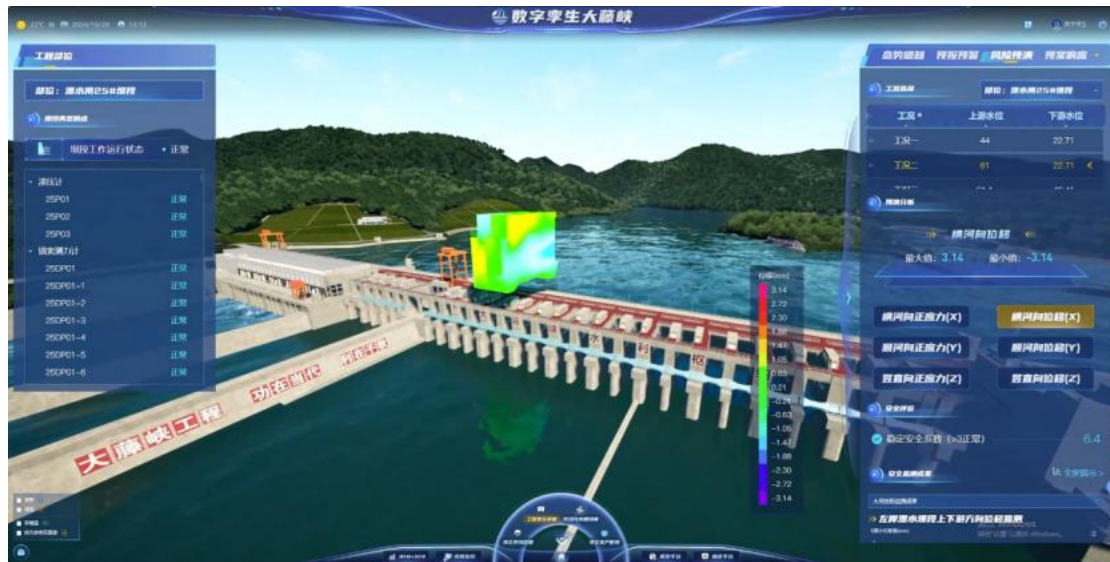


图 13 工程安全风险与健康评估系统

场景 3：安全生产管理系统

包括安全生产一张图、安全生产管理后台、安全生产管理移动端等模块。针对水利部构建安全生产风险管控“六项机制”要求，把发现、研判、预警、处置、防范、责任等要求落实到系统各项功能中，通过信息化提升风险管控水平。安全生产一张图基于二/三维可视化建设安全生产业务场景(电梯、压力容器、起重机、消防设备)，以不同颜色进行区分展示风险级别，实时更新大藤峡水利枢纽管理范围内隐患状态。安全生产管理后台提供内外部安全检查记录及隐患数据台账，支持安全生产任务的全流程管理、特种设备信息登记等。移动端支撑安监部人员开展安全巡查、反馈复合等协同工作，同时支持公司员工对安全隐患点进行拍照上报，实现全员安全监督。



图 14 安全生产管理系统

3. 案例总结

(1) 应用成效

数字孪生大藤峡先行先试建设成果已形成四预平台、工程健康、安全管理、库区监管、智能过闸、智慧生产等 10 项系统平台和技术装备。其中，防汛与水量调度“四预”平台在流域防洪、水资源管理与调配等 2 项核心业务领域得到了应用，工程安全风险与健康评估系统、安全生产管理系统、库区岸线空天地一体化监管系统、智能过闸管理系统、三维虚拟现实仿真培训系统、泄流预警设施等分别在水利工程建设与运行等 6 项 N 项业务应用领域得到了应用，数字孪生大藤峡可视化平台及高性能 GPU 计算能力、数据底板等 2 项在信息化基础支撑得到了应用。

项目形成的数字高程模型、卫星遥感影像、倾斜摄影模型、BIM 模型、工程范围河道断面等数据底板建设成果，应用于水利数学模型计算、三维可视化场景建设、业务应用开发。通过使用高精度的数字高程模型，提高了武宣县城淹没计算的精度。BIM+GIS 基础管理平

台自 2022 年 10 月上线试运行,实现了对空间基础数据的管理与共享,统一了数字孪生平台地图、数据服务,达到一数一源的目的,系统使用用户主要为信息中心、项目开发团队人员,系统服务共发布 367 个,服务访问 49324 次。

（2）技术创新

项目形成的数字高程模型、卫星遥感影像、倾斜摄影模型、BIM 模型、工程范围河道断面等数据底板建设成果,应用于水利数学模型计算、三维可视化场景建设、业务应用开发。通过使用高精度的数字高程模型,提高了武宣县城淹没计算的精度。BIM+GIS 基础管理平台自 2022 年 10 月上线试运行,实现了对空间基础数据的管理与共享,统一了数字孪生平台地图、数据服务,达到一数一源的目的。

可视化平台采用多尺度多平台融合的可视化技术。采用跨平台场景融合控制技术,实现了流域宏观场景和枢纽微观场景的无缝衔接、切换;采用多尺度空间数据融合、高精度 BIM 轻量化等技术,实现海量多尺度异构数据融合及场景构建。通过以上技术研究,充分发挥二三维一体化 GIS 平台与游戏引擎的不同特性与优势,同时为宏观、微观视角业务应用建设提供支撑。

项目在技术方面实现了基于北斗的高边坡位移监测技术、基于北斗短报文的水雨情信息传输技术、基于 IPv6 的水雨情物联感知技术、基于深度学习算法的工程安全监测技术、基于遥感智能解译模型的库区遥感监测技术、基于计算机视觉和人工智能的船舶过闸管控技术、基于无轨定位导航等技术的智能巡检机器人系统和基于语音 AI 的智能问答技术。基于北斗的高边坡位移监测技术用于变形状态解算、判断和预警,一旦出现紧急异常情况(如位移量或地下水位超过警界值),

系统能及时发出预警信息，可为数字孪生大藤峡安全风险与健康评估系统提供数据支撑。基于北斗短报文的水雨情信息传输技术保证数据实时回传，提高极端天气下数据传输可靠性，为灾害的及时预警提供数据支撑。基于 IPv6 的水雨情物联感知技术应用试点属于洪涝防御智慧感知物联网 IPv6 融合应用项目。该项目是中央网信办与有关主管部门联合印发的《IPv6 技术创新和融合应用试点名单》确定的试点项目。基于深度学习算法的工程安全监测技术通过建立相关深度学习预测模型为工程进行风险监测，为大坝管理决策提供技术支持。基于遥感智能解译模型的库区遥感监测技术利用先进的卷积神经网络 (CNN) 和深度学习技术，构建专门针对水体岸线、河湖“四乱”和崩塌滑坡的智能识别模型，有效提升平台管理人员的工作效率。

（四）中国移动 IP 网络数字孪生虚拟验证平台应用案例

申报单位：中国移动通信集团有限公司网络事业部、中国移动通信集团设计院有限公司

1. 案例概述

（1）建设背景

随着网络规模与用户业务的快速增长，网络运维难度与试错成本在不断加大。如何增强基础网络的确定性与可靠性，保障网络稳定运行，将是网络管理者面临的全新挑战。同时，在网络的智能化演进过程中将引入诸多人工智能技术，如何保障新技术、新能力的应用不会对运行中的网络及业务造成质差影响，也是网络发展中亟需考虑的重要问题。

数字孪生技术在工业、医学和制造业领域应用较多，但随着网络领域提出打造确定性、可靠性更强的新型基础设施要求后，我们发现数字孪生预先验证的特性在网络领域也有较强的应用价值和意义。

（2）建设需求及目标

团队基于数字孪生可操作、可验证属性，提出面向 IP 网络的虚拟验证平台能力研究。通过孪生网络架构设计、仿真能力搭建以及创新应用，在虚拟网络中实现节点设备、业务路径及流量分发等变更场景下的物理网络行为模拟和变更操作可行性验证能力。

平台的建设目标是探索数字孪生技术在运营商底层网络的应用方法、价值，通过孪生技术还原物理网络的动态变化能力以及网络变更后在虚拟网络中模拟网络收敛、路由、时延、流量等关键指标。

（3）解决的主要问题

解决网络问题与瓶颈：

在传统网络的日常运营与运维过程中，潜藏着诸多不容忽视的风险。例如，对于原本秉持“尽力而为”原则的网络而言，一旦发生变更，便难以预估端到端业务质量会出现何种变化；在进行网络割接操作时，稍有不慎的误操作就可能引发网络中断，进而影响区域内用户的使用体验；人为添加路由策略时，也极有可能导致路由环路或黑洞等问题。

近年来，AI 技术呈现出迅猛发展的态势，然而在网络领域的智能化应用成效却不尽如人意。其主要原因在于，网络直接服务于实际生产，面向全国范围的互联网用户。出于保障网络稳定与用户体验的考虑，那些可靠性存疑、尚未经过充分验证的技术是严禁直接应用于网络的。

提升网络预验证能力：

为提升 IP 网络的运行水平与可靠性，深入探索数字孪生技术应用于 IP 网络所赋予的预验证能力。数字孪生技术在运营商网络中具有独特的应用价值与深远意义，能够带来诸如精准模拟网络行为、提前发现潜在问题等显著成效。基于此，我们着手构建一套具备实际落地应用条件的孪生预验证系统。

在系统构建过程中，以解决现网实际问题为根本导向，精准聚焦可变更场景下的“操作、模拟、验证”核心需求。围绕这些需求，精心打造“规建维优营”核心场景，即规划、建设、维护、优化、运营等关键环节的应用场景，使系统能够深度融入网络全生命周期管理。

通过构建该孪生预验证系统，网络将具备低成本寻优试错的能力。在网络规划和变更过程中，可借助系统进行大量模拟实验，无需在实际网络中进行高成本、高风险的尝试，就能找出最优方案。基于 IP 网络预验证系统的有效应用，网络的可靠性、稳定性以及确定性将得到全面提升，为用户提供更优质、更可靠的网络服务。

（4）应用成效

平台已建设 6 大场景、13 项核心功能，全部能力基于一套 GIS 图实现人机交互，为网络运维人员提供真实、简洁、无跳转的交互体验。目前已实现网络设备孪生模拟 500 余台、链路 2000 余条，可实现在虚拟网络环境中的“设备资源灵活管理、网络规划（自由拖拽）及全网拥塞智能检测、链路自动扩容建议、互联网资源引入评估、业务路径性能验证、拥塞链路流量调度”等诸多功能，有效解决、提升运营商网络规划、建设、运维、优化、运营工作中遇到的问题及瓶颈，减少网络调整带来的试错成本。

项目已取得移动内部商务合同，同时，已申请 5 项专利、行业标准 1 项、软著 1 项。

2. 应用场景

本项目已实现 6 大场景应用，包括“全国网络规划、全国网络资源引入、跨省业务路径验证、骨干网流量调度、全国网络告警分析、省网设备倒换”，本次介绍其中 4 大典型应用场景，具体功能介绍、解决问题、核心能力、落地成效如下：

场景 1：全国网络规划仿真场景

场景介绍：

本场景面向中国移动骨干网网络负载健康度检测及扩容规划的仿真功能，是移动网络日常维护工作中的重要场景。通过自定义网络拥塞阈值开启全网络链路拥塞检测功能，同时可基于未来一段时间的流量预测功能完成全网链路流量拥塞预判定，并提供溢出流量与端口带宽最佳匹配方案和策略，比如扩容 XX 带宽端口、XX 带宽板卡、流量调度（无法扩容时）等。

解决问题：

通过可视化的方式呈现网络拥塞链路，叠加 SVR 预测算法模拟未来一段时间内链路拥塞程度，可减少频繁扩容增加的运维工作量及网络故障风险。同时，避免盲目扩容带来的资源浪费问题发生。

核心能力：

预测未来一段时间的流量变化，预知扩容需求；本场景中的 AI 算法，可实现未来 6 个月任意时段 5 分钟粒度的链路流量峰值预测，准确率达 95% 以上，同时预测周期可基于输入的历史数据长度而拉长。

落地成效：

减少全网频繁扩容工作中的人工投入，每周可减少全国各地市、区县扩容投入人数 1000 人；链路扩容可靠性由 75% 提升至 92%。

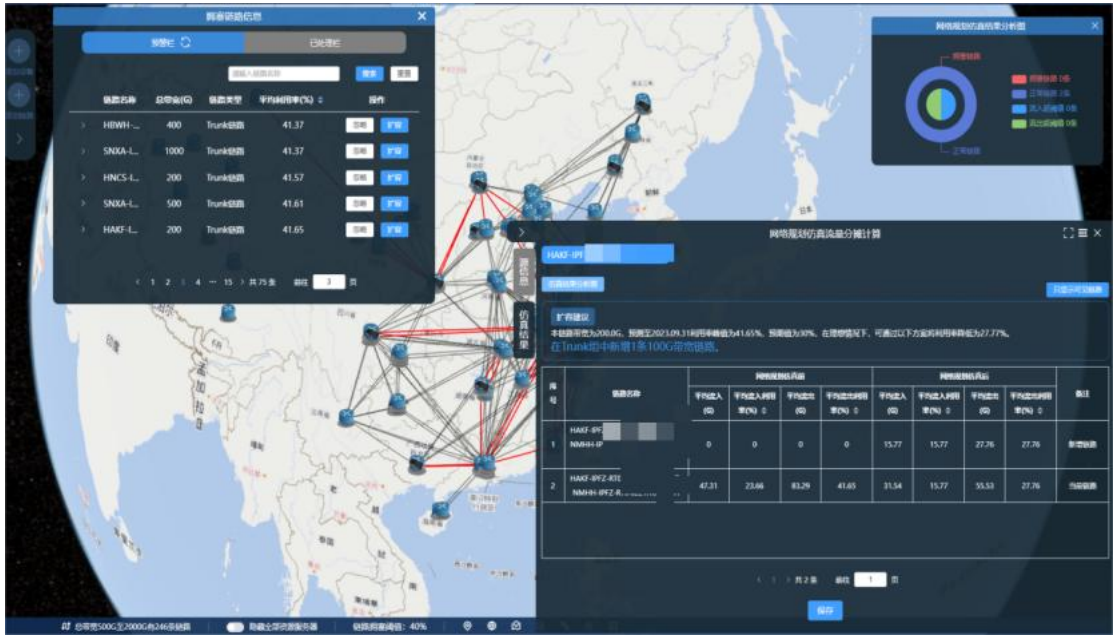


图 15 网络规划仿真场景交互界面

场景 2：全国网络资源引入仿真场景

场景介绍：

面向中国移动全国互联网用户的“网页、视频、游戏、下载”等资源类访问业务的质量提升工作。在资源引入模拟仿真场景下可开展热门的省外资源引入本省后的访问性能变化对比，包括“路径、链路利用率、时延”等数据比对，以此判定业务质量提升情况及引入价值。同时，在集团层面可规划热门资源建设节点，评估周边省份资源覆盖情况。

解决问题：

本场景应用后可直接减少由于业务资源节点分布不均导致的边缘省份业务访问感知差的问题以及省内本身具备资源部署，但存在访问调度出省的问题。同时，也有效避免了省间链路以及跨省链路晚忙时流量拥塞问题。

核心能力：

落地成效:

2023 年移动网内文件信源数量比例从 19%增长至 33%；热门游点数量引入增长至 188 个；热门业务跨网率由 2022 年的 18.07% 至 2023 年的 12.54%。

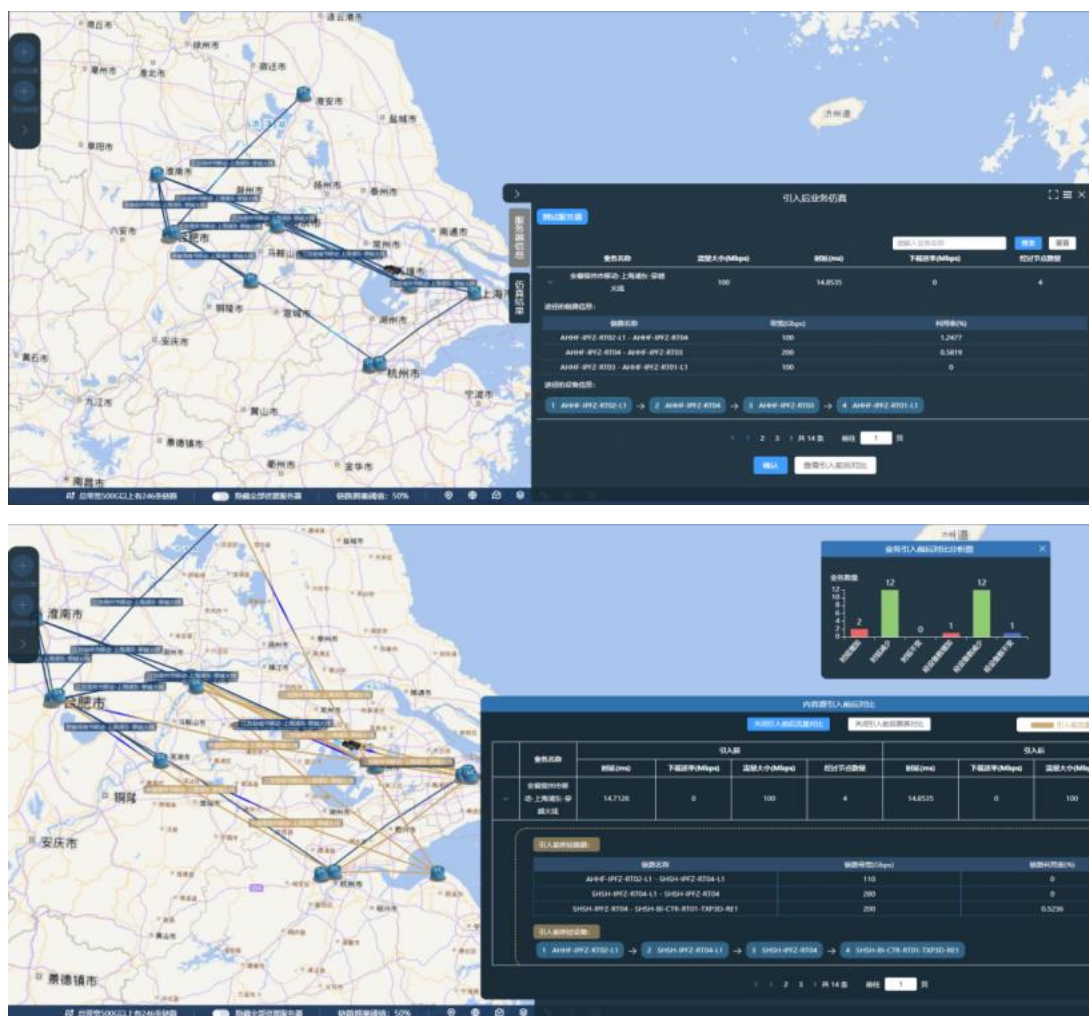


图 16 资源引入仿真场景交互界面

场景 3: 骨干网流量调度仿真场景

场景介绍:

面向全国互联网用户访问请求流量开展按需调度工作,以提升网

络负载、用户质量为目标。自定义骨干网拥塞阈值及利用率目标阈值，解析公网 IP 地址前缀，针对拥塞链路中业务明细可实现不同业务、不同需求、不同调度策略的全局端到端调度结果模拟（策略包括“时延、跳数、带宽、利用率、开销”）。

解决问题：

以具体用户 IP 前缀为调度对象，对全网互联网请求流量精细化调度。同时，解决现有下一跳调度方案缺陷（无法预知除下一跳以外的链路状态），基于端到端的调度策略，可全局呈现调度后业务路径及端到端链路性能指标，降低网络调度风险，保障用户业务稳定运行。

核心能力：

以明细业务实际访问需求为调度策略，执行端到端路径计算，输出被调度业务全局路径及性能；调度策略可基于多维度开展，包括时延敏感业务、大带宽需求业务、跳数限制业务等；可以基于下一跳进行可靠的调度，也可以基于 SRv6 Policy 直接进行隧道调度。

落地成效：

规避生产网络直接调度流量产生的风险；周粒度模拟调度流量 1.2Tbps；跨省业务调度验证成功率提升至 95%，故障率降低至 0.7%；提升政企业务满意度 1.5pp；每周可减少骨干网调度工作投入人数 300 人。

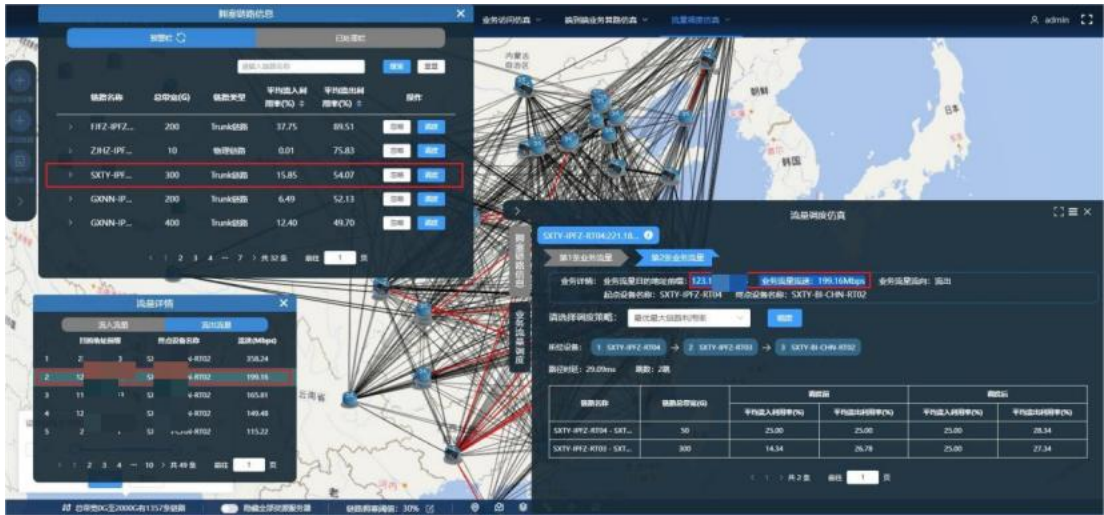


图 17 流量调度仿真场景交互界面

场景 4：省内网络倒换仿真场景

场景介绍：

省网、城域网是运营商网络割接、扩容、优化较为频发区域，也是人工投入较大的区域。因此，开展网络设备割接倒换、设备节点/链路故障模拟，通过网络变化前后的路由变化情况、业务分发情况、横穿流量情况判定网络安全隐患。基于网络孪生能力模拟省内网络架构以及网络动态收敛能力，重点关注网络割接场景下网络节点、链路以及业务变化时省内网络及业务的变化、分发情况，实现省内网络动态孪生网络的效果。

解决问题：

实现省内 IP 网络操作预验证能力，降低试错成本，控制网络频繁操作风险。同时，实现网络可视化交互能力（主要体现可操作、可对比，而非传统的静态管理、监测），减少割接人工投入，提升网络运营效率。

核心能力：

应用神经网络算法构建网络自学习能力以及 IGP、BGP、网络策

略等重要网络协议，在孪生环境下还原网络动态变化能力；实时定义网络故障，通过流量分发情况预知网络现存隐患。

落地成效：

可视化交互能力提升 70%；网络变更试错成本降低 80%；人工排障投入降低 66%；省内家庭宽带业务万投比降低 0.9pp。

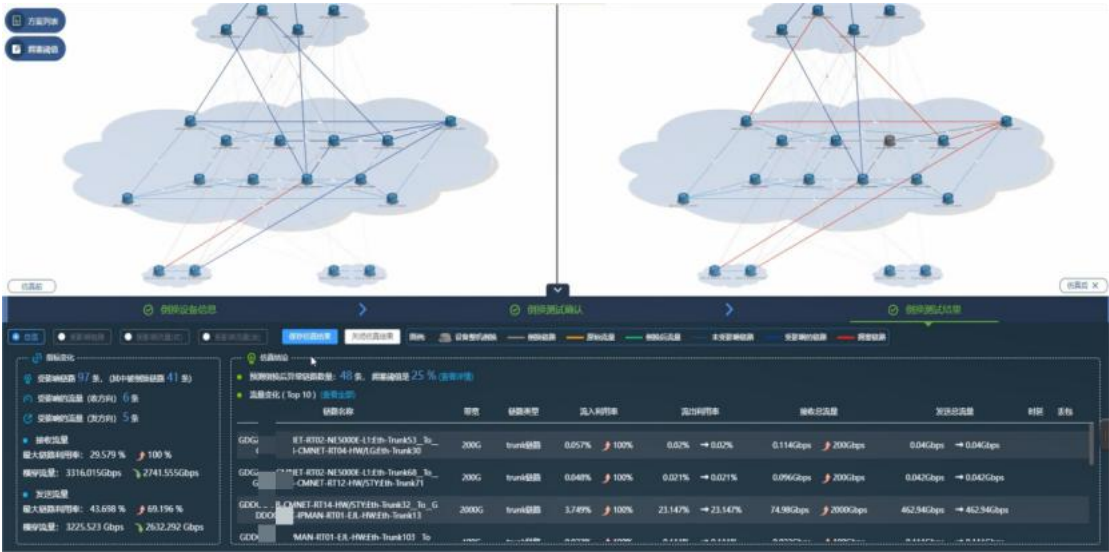


图 18 网络倒换仿真场景交互界面

3. 案例总结

本项目应用面向运营商全国骨干网、省网、城域网，将可视化部分作为人机交互的通用能力，重点聚焦在解决大规模实际网络生产问题的核心应用场景（典型场景包括网络规划、资源引入、流量调度、网络割接倒换等模拟），基于“虚拟网络+数据+业务逻辑+策略+创新算法”的模式实现孪生网络决策预验证。最终，通过验证结果判定实际网络变更动作的可行性。因此，本项目及所开发的产品对提升网络及业务的可靠性、稳定性、安全性有重要的意义和价值。

项目具体应用成效、技术创新点、成果如下：

（1）应用成效

面向全国网络运营与运维工作，减少人工投入，直接降低网络维护成本，每周可减少全国各地市、区县网络扩容投入人数 1000 人；每周可减少骨干网流量调度工作投入人数 300 人。

互联网热门资源网内引入数量提升显著、跨网请求率明显下降。2023 年移动网内文件信源数量比例从 19%增长至 33%；热门游戏节点数量引入增长至 188 个；热门业务跨网率由 2022 年的 18.07%下降至 2023 年的 12.54%。

实现网络业务精细化、多需求调度，规避生产网络业务路径变更风险。周粒度模拟调度流量 1.2Tbps；跨省业务调度验证成功率提升至 95%，故障率降低至 0.7%。

基于网络预验证能力，增强网络及业务运行可靠性。链路扩容可靠性由 75%提升至 92%；可视化交互能力提升 70%；网络变更试错成本降低 80%。

网络质量用户满意度提升显著。提升政企业务满意度 1.5pp；省内家庭宽带业务万投比降低 0.9pp。

（2）创新点

业务创新：平台摒弃传统的可视化仿真与模拟开发路径，着力构建物理网络及业务的动态行为与运行逻辑，率先实现大规模网络的模拟仿真能力。突破网管系统“采集 + 监控”的静态管理桎梏，打造一个能让使用者按需变更的平台。

目前，平台已成功完成 6 大场景及 15 项核心功能应用，全面覆盖骨干网与省网的运营及运维需求。现已孪生仿真全国骨干网设备 291 台、链路 1357 条，省网设备 192 台、核心链路 700 条。所有场景的交互操作均可在一个 GIS 界面完成，场景与功能间切换无需

更换操作界面，为使用者带来更简洁、无感知的真实交互体验。

此外，平台还提供网络变更前后的实时对比功能，涵盖端到端路径、性能、流量收敛等需求，为运维人员提供直观的网络操作可行性判断依据。同时，通过优化网络流量调度算法，开发多需求因子端到端路径算法，有效解决了下一跳调度单一选择、缺乏全局可信性的问题。

技术创新：平台引入 SVR 流量预测算法，基于至少 3 个月的历史流量数据训练算法模型，可输出至少未来 6 个月的任意 5 分钟粒度的峰值流量，预测结果确率达 95% 以上。基于非线性建模能力，处理流量的复杂特性。同时，通过流量数据集的小样本划分增强模型的泛化能力，减少异常值（流量峰值突变）表现能力；

平台核心场景中引入神经网络（图神经网络与循环神经网络）算法，通过神经网络模型拟合链路流量和时延之间的相关性，有效模拟网络变更后链路及所承载业务的性能指标（时延、抖动），解决了现有离散事件仿真器、设备模拟器、仿真工具等不适用运营商大规模网络模拟的问题。目前性能模拟结果准确率达 90% 以上；

平台在孪生虚拟网络中增加物理网络 IGP、BGP、策略路由等真实交互协议，同时基于物理端口 HASH 算法还原流量均衡转发能力，有效增加孪生网络动态收敛的真实性。

注：流量预测结果及性能模拟结果的校验基于决定系数 R^2 完成计算（预测、模拟值与实际网络采集的真实值进行准确率比对）

知识产权：平台已申请专利 5 项、行业标准 1 项、软著 1 项。

（3）推广价值

运营商网络推广：已实现运营商骨干网、省网级别的应用落地，

已经过市场验证；运营商网络是数据承载、转发的最底层网络，因此在数据中心、核心网、云网、传送网等专业域内产品的能力转化与应用孵化较快。

行业外赋能推广：现有产品的业务创新模式及技术创新场景可赋能航运、交通、电力等多个领域（比如交通行业车辆的点到点路径计算、车流拥塞模拟情况等可以与本项目中的网络流量做转换）。

（五）西湖景区交旅融合平台

申报单位：杭州西湖风景名胜区管理委员会、杭州西湖大数据运营有限公司、数峦云（杭州）科技有限公司

1. 案例概述

作为首个入选世界遗产名录的“文化景观”类遗产，杭州西湖景区以其独特的自然风光与深厚的历史文化价值，获得了国际认可。然而，景区长期以来接待的游客数量居高不下，加之独特的地理结构和开放式管理模式，对景区的承载力和管理精细度提出了更高的要求。例如，断桥作为西湖“十景”之一，是游客观赏湖景的热门地点，尤其在周末和节假日游客量激增。大量游客驻足停留，导致桥面拥堵。断桥周边交通组织复杂，人流、车流、非机动车流与观光车等多重交通流交汇，进一步影响道路通行效率。此前，断桥区域在数据感知上存在盲区，无法全面掌握关键点位的实时客流和车流数据，也难以精准采集游客分布和行进路径。交通客流管理方式较为传统，主要依赖人工疏导，使远离断桥的游客难以及时获知区域流量状况，假日高峰期管理压力较大。

为应对日益复杂的管理需求，西湖景区借助大数据分析、智能监控、物联网等手段，构建基于数字孪生技术的交旅融合平台，实现生态、文化、交通及游客行为的全方位监测和智能化管理，推动交通管理与游客分流等场景的智能联动，实现降本增效与精细治理。通过智能监测系统，平台能够实时采集数据并进行智能化控制，同时依托数据汇聚能力对景区及周边交通态势进行科学预测，为西湖景区的可持续发展提供了有力支撑，也探索了打造“中国数字第一景”的新路径。

2. 应用场景

场景 1：西湖景区全要素数字孪生构建

西湖景区文旅融合平台通过搭建高精度数字孪生底座，精准复刻“数字西湖”全景。平台以断桥、湖区等核心景观为重点，将花草树木等自然细节实现 1:1 数字化还原。平台深度集成物联网（IoT）感知数据，使得三维虚拟场景能够与现实世界的各种要素实现实时、动态的深度交互。平台不仅实现了景区的精细三维还原，还植入河面波纹、游客漫步、船舶航行、行人流动、落叶飘零等自然特效，支持阴天、雨天、雪天、晴天等多种气象条件的模拟渲染，以及 24 小时光影变换，逼真展现白天、黄昏、夜晚的多维景观。



图 19 西湖全景三维孪生图

场景 2：西湖全域交通管控场景

基于数字孪生平台，构建智能交通管理体系，有效提高了景区的通行效率，保障了游客的安全与体验。

（1）区域道路监控

数字孪生平台与景区摄像头、物联传感器实时联动，采集车辆行

驶、停靠和拥堵情况，并通过计算机视觉自动检测车辆违停行为。系统集成图像处理与视频分析，实时生成数据并映射至数字孪生场景，交通管理人员可在孪生界面直观查看违停和拥堵位置，并实时接收报警，实现事件快速推送与处置，有效提升景区道路通行效率。

（2）景点车辆管控

在重点景点区域，平台通过车牌识别获取车辆信息，对进出车流量进行统计。管理人员在数字孪生平台可查看卡口实时监控画面，从而及时引导或驱离车辆。同时，平台的管理协同机制将交警、运管等多个部门整合在一起，提高了信息共享和响应效率。

（3）交通态势分析

平台结合大数据分析和人工智能算法，对景区内交通流量进行实时监测和预测。通过将历史数据、实时流量信息等多源数据输入模型，平台利用深度学习算法推演未来的交通流动趋势，并在数字孪生场景中呈现，使管理部门提前识别拥堵风险，快速调整分流或车流导向，保障高峰期顺畅通行。



图 20 西湖全域交通管控场景

场景 3：断桥客流管控场景

平台与景区的售检票数据、信令数据和实时监控系统无缝集成，同时基于视频拼接算法和客流密度分析算法，可全面监测入园游客数量、在园游客分布和密度等关键信息，并能以热力图形式直观呈现客流分布情况。针对人群聚集的观光车与船舶，平台能够即时展示其基本信息、当前位置及行驶轨迹。结合历史数据和预测模型，平台设定景点客流阈值并实现超限自动报警，告警信息与孪生场景精准联动。例如，当断桥上的游客数量接近二级预警线时，系统会触发二级响应方案。管理人员通过卡口限流、引导游客分流，减少断桥人流量，待人流下降至安全线以下时，系统将自动解除预警。



图 21 断桥人流管控二级预警



图 22 断桥实时客流密度统计

场景 4：西湖全域客流量预测场景

依托于“数智西湖·联合创新实验室”组织景区游客流动大模型课题研究，针对西湖开放式景区人群活动多样、行为复杂所带来的管理难题，利用景区及其周边手机用户的信令数据构建景区游客流动大模型，获得与景区人流相关的高维特征，形成支撑景区业务管理的数据分析底座，进一步提供面向人群目的地预测、域内游客线路诱导、域内人口管理、景区间游客推荐等业务功能。

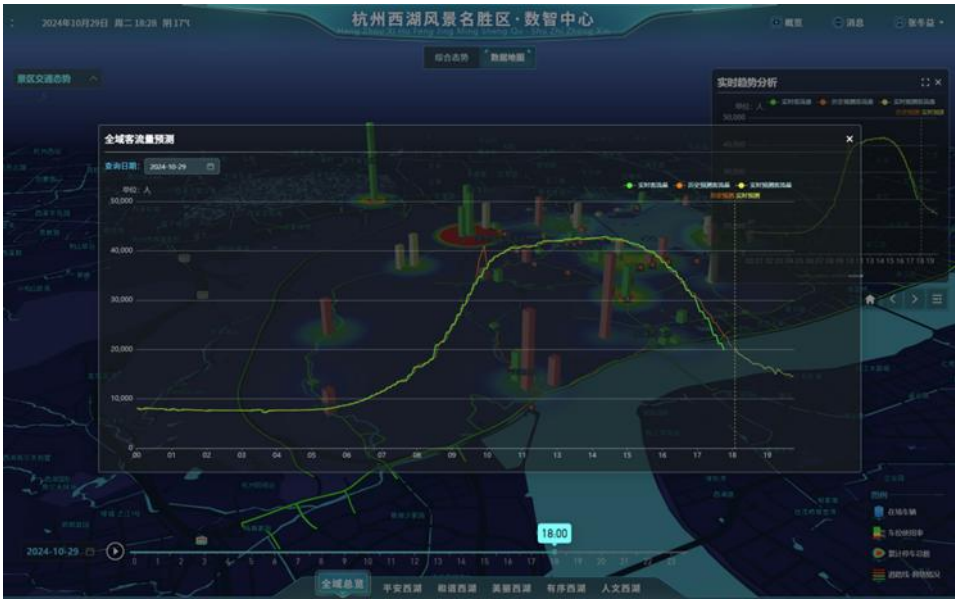


图 23 西湖全域客流量预测场景

场景 5：西湖重点区域客流量管控场景

西湖景区内部分区域需严密管控，以保护文化遗产和自然生态。通过电子围栏、传感器、智能摄像头等设备，平台为重点区域建立安全屏障并进行实时监控。当非管理人员或车辆接近禁行区域时，系统立即警报，并可同步触发声音警示，提醒进入者远离。区域管控依托数字孪生平台，提供精细化、远程化管理，有效保护重点区域，降低人为损害风险，同时减少了现场管理的难度与资源投入。



图 24 分区管控人力部署可视化

3. 案例总结

西湖景区交旅融合平台通过高精度数字孪生构建，将景区内主要景观及细节 1:1 全要素还原，实现虚实交互与动态感知。平台集成深度学习和大数据分析技术，实时监测交通流量和客流动态，并对未来趋势进行智能预测，数据驱动科学决策。不仅支持气象渲染与全天光影变化，还结合热力图与智能预警机制，打造出一个智能、可视化的

景区管理体系，提升了管理的直观性和精细化水平。

西湖交旅融合平台构建了一个智能、动态的“数字西湖”管理系统，实现景区从交通、客流、区域保护到应急预案的全方位高效管理。借助平台的智能交通管控功能，区域道路治理、重点景点车流管控、交通态势预测三位一体，全面提升了景区内交通通畅度。基于平台的交通管控应用，西湖景区在 2024 年多个高峰期通过智能化交通调控取得了显著成效。五一假日期间，最高在途车辆数日均 0.61 万辆，同比下降 43.4%；总通行车辆日均 7.19 万辆，同比下降 37.1%，控制在 8 万辆以内，反映了平台在高峰期的卓越管控能力。同时，通过客流精准调控，五一假期客流总量达 323.03 万人次，单日最高客流量于 5 月 2 日达 93.72 万人次，刷新历史记录。尽管景区总客流同比增加 100.88%，拥堵指数却下降 19.13%，交通平稳有序，市民和游客满意度大幅提升。

西湖交旅融合平台作为数字孪生技术在旅游景区的成功应用，展现出显著的示范效应。其在交通与客流管理、区域保护以及智能预案功能方面的创新做法，有效提升管理效率，增强安全保障和优化游客体验，能为各类景区及文旅融合项目提供了宝贵的借鉴。

（六）宁波大学附属第一医院智慧医疗数字孪生平台

申报单位：美象信息科技有限公司

1. 案例概述

宁波大学附属第一医院，是目前浙东区域体量最大的三级甲等综合医院。现有月湖、方桥、外滩三个院区，总建筑面积 40.03 万 m²，核定床位 3900 张，医院目前全面托管 4 家县区级医院，对口帮扶 3 家县区级医院。

目前第一医院年门诊量、核定床位数、职工人均工作总量、互联网医疗服务量均达到全市第一，日间手术三四级占比全省第一，医院整体信息化水平省内领先。

本次智慧医疗数字孪生平台一期项目建设地为宁波大学附属第一医院方桥院区，总建筑面积达 21.47 万 m²，核定床位 1200 张，是浙江省单体规模最大院区，以打造省内一流的医学中心为目标，努力建设成为高效、集约、多层次的都市医疗综合体，助推宁波成为省级医学中心。在高度复杂、多样的医疗场景中，管理的高效协同是保障医院运营的基础。但现实中，众多因素也制约着医院协同管理。

（1）医院基层应用系统的多样性和复杂性导致了管理效率的低下。除了 EMR（电子病历系统）、PACS（医学影像存档与通信系统）、LIMS（实验室信息管理系统）外，还有医院信息系统（HIS）、临床信息系统（CIS）、预约系统、计费系统等众多系统。为了实现数据共享和流程自动化，需要构建一套集成平台，以统一管理和协调这些系统的运行。

（2）医院跨系统协同办公的困难主要体现在数据孤岛现象和互操作性受限。由于不同系统独立运作，数据无法有效共享，形成了信息孤岛。同时，不同系统可能采用不同的数据格式和编码标准，导致跨系统办公的互操作性降低。此外，多个系统拥有不同的用户界面和操作逻辑，增加了医护人员的学习成本，降低了工作效率。

（3）医院数据互通利用效率低，系统集成过程中存在技术障碍。例如，API 不兼容或数据交换协议不一致等问题，导致数据开放共享变得困难。为了提高数据开放共享的效率，需要构建一个以空间为核心串联业务的数据底座，确保数据的顺畅流通和高效利用。

（4）医疗工作涉及多学科团队的协作，业务流程长且关联人员复杂。为了实现高效的沟通和协调，需要建立一套有效的平台来串联不同系统，并确保团队上下游信息的及时共享。医疗流程的标准化和优化是提高工作效率的关键。

（5）在多院区管理的场景下，门诊区域分散，传统巡查方式效率低下。管理部门需要亲临现场确认各诊室医生出勤情况和在岗情况，这不仅耗时耗力，而且效率低下。为了提高管理效率，需要探索新的巡查方式，如利用数字孪生平台进行远程监控和管理。

（6）公共医疗资源有限，候诊空间有限，而候诊患者人数不可控。在高峰时段，候诊队列会出现等候过长的现象，影响患者就医体验，降低患者满意度。为了解决这一问题，管理部门需要利用动态且直观的手段来掌握短时间内各诊室、诊区患者人数和候诊人数，以便进行合理的诊室区域布局、门诊时段规划和出诊医生安排，以实现医疗资源的最大化利用和及时调配。

宁波大学附属第一医院智慧医疗数字孪生平台，是国内首个通过

数字孪生将空间与数据深度融合,创造性跨系统打通医院所有业务平台,极大提高了医院各部门的工作效率和应急事件处理能力,被列为宁波市科学技术局科技创新 2025 重大专项,宁波市重点研发计划暨“揭榜挂帅”项目。

通过采集医院空间数据,构建包含医院的空间布局、科室分布、设施分布等内部信息,以及医院周边的、交通状况、医疗资源分布等外部信息的空间管理底座。围绕医院门诊、急诊、住院诊疗服务、手术业务管理,AGV 机器人智慧物流管理,安防预警监测等领域的监测,为医护、患者等实体对象在医院空间提供了时空过程描述,帮助医院管理者掌握各目标实体在时间和空间中的实时变化情况,利用孪生以虚映实。

同时,利用空间数据驱动医疗业务数据互联互通,推动智慧医疗现场管理体系升级。贯穿业务日常应用和现场管理,赋予各二维医疗系统数据以空间属性,基于空间数据驱动不同系统、不同部门产生的医疗业务数据按照空间位置 进行关联和整合,同基层用户的业务管理高度结合。尤其是与空间属性强相关的系统做关联应用,叠加三维空间属性,利用孪生真正赋能管理人员进行以空间为核心的管理模式,下沉至基层用于日常业务管理、科室查房、资源调配等,利用孪生空间以虚控实。

2. 应用场景



图 25 医院异常事件智能告警

场景 1：基于全要素数字化表达的门诊管理

以虚映实是基础，以虚控实是核心，将孪生作为优化门诊、候诊和调配管理的手段。

（1）系统数据集成

门诊管理系统实现了对叫号系统、医生坐诊信息表、诊室开诊信息表以及空间信息表的全面整合，形成了一套高效的信息管理系统。该系统通过集中管理和快速访问这些关键信息，为管理人员提供了一个全面的视角来监控门诊的运营状态，可视化展现门诊数据，无论是医生的排班、诊室的使用情况，还是患者的流动情况，都能通过系统迅速获取并进行分析。

（2）数字孪生功能应用

在数据孪生的场景中实时展示诊室的使用情况，门诊医生的出勤情况和患者的候诊情况，并通过动态建模技术进行直观展示。

患者排队管理：

利用数字孪生可视化技术，创建了一个高度仿真的门诊区域模型。

通过实时数据更新，模拟患者的空间分布和排队状态。房间底色面片与候诊排队状态结合，使用蓝色和黄色区分正常诊疗和排队积压状态。

诊室使用情况监控：

空间标签与诊室使用状态紧密结合，包括正常使用中、医生迟到和医生请假缺席三个状态。使用灰、黄、红三种颜色进行标记，以便快速识别不同状态。对门诊空间中的候诊积压、医生迟到、医患矛盾等情况进行实时消息告警。点击空间标签，可查看诊室对应的多维业务信息，包括患者信息、医生排班等。

实时数据呈现：

系统提供了一个直观的数据仪表盘，展示诊室的利用率、医生的考勤信息和患者的就诊状态。这些实时数据对于管理人员的日常调度和巡检至关重要，能够帮助他们迅速发现问题并采取相应的措施。



图 26 门诊管理

(3) 用户使用意义

对于门诊管理人员而言，这些技术的应用极大地提升了他们的工作效率和调度能力。通过数字孪生系统，门诊主任能够在一个空间页

面下快速获取各个院区各个诊室的拥塞情况、医生坐诊情况、诊室空置情况以及总体人流数据。这些信息为他们的日常调度和管理提供了有力支持。通过实时监控和数据分析，管理人员能够更好地管理患者流动，优化医生资源分配，确保门诊服务的高效和有序进行。

场景 2：物联感知住院管理

结合空间技术，清晰呈现各病房和病床的患者信息，并在数字孪生平台对接了床旁生命体征设备，方便病区护士对重点关注患者的生命体征信息进行动态监测，提高病区医疗质量，有效降低医疗风险。同时病区场景还整合了安防监控平台，病区护士长可以通过数字孪生平台调取门禁记录和安防监控信息，了解区域主要通道的门禁开闭情况，对人员的出入进行追溯，大大提高了管理风险的防范能力。

（1）系统数据集成

实时收集床位状态、病人基本信息、护理需求以及生命体征监测数据，确保信息的准确性和实时性，为医护人员提供了全面的病房情况概览。

（2）数字孪生功能应用

实时床位信息：

系统能够实时显示所有床位的当前状态，包括空余床位、已占用床位以及床位的预定情况。利用人员模型和床位模型，直观地向医护人员传达病房的床位分配情况，提高了工作效率。

病人信息整合：

集成病人的病历资料、入院记录、治疗计划和药物管理等信息，使医护人员能够随时查阅。提高了护理服务的连续性和个性化，为病人提供了更加贴心和专业的护理。

护理等级动态调整:

系统能够根据病人的健康状况和治疗需求，自动调整护理等级。强化病床模型信息，包括有无患者、患者性别等信息，并接入看护等级信息，确保病人得到适当的关注和护理服务。

生命体征监测:

利用可穿戴设备和床旁监测设备，实时收集病人的生命体征数据，如心率、血压、体温和呼吸频率等。通过系统进行集中展示和分析，使医护人员能够随时掌握病人的健康状况。

紧急响应机制:

当监控、门禁判断异常闯入或行为异常的情况时，系统能够及时发出预警，并通知医护人员，对人员的出入进行响应管理和追溯。这有助于医护人员迅速采取相应的安保措施，确保病人的生命安全。



图 27 患者管理



图 28 病房管理

(3) 用户使用意义

通过实时信息的反馈，病区管理人员可以更有效地规划护理工作流
程，减少不必要的现场重复工作，提供线上查访方式，提高工作效率。
同时，系统提供的数据分析工具也帮助护士长基于实时数据做出更
准确的决策，如资源分配、人员调度等。在日常工作中，护士长可以
通过孪生系统进行病房分配，查看患者的性别、年龄、空置情况等
信息；进行日常虚拟查房，实时查看患者的生命体征；并根据住院时
间和预期时间的比较进行出院预告，确保病房资源的合理利用。

场景 3：手术管理

在手术室场景中，以各手术室为核心，展示了当天的手术计划和
当前手术信息，并通过物联网技术对接生命体征设备，在数字孪生平
台动态展示当前手术患者的呼吸、脉搏、血氧等重要体征信息，同时
针对手术药品进行了精细化管理，分别通过智能药柜和智能药车等设
备，分别从长期滞留和近效期两个角度进行了分析展示，提高了药品
使用效率，降低了药物使用风险，有效提升了医院使用末端对药品管

理。

（1）系统数据集成

集成手术排期数据、手术人员信息表以及智能药柜管理系统等多维度数据，包括手术名称、手术室分配、医生护士团队配置以及患者信息等关键要素，旨在实现对整个手术流程的精确模拟和还原。基于这些集成数据，系统能够实时统计和展示手术室的利用率，确保资源得到最合理的配置，从而大幅减少患者的手术等待时间，提高医疗服务效率。

（2）数字孪生功能应用

药柜管理功能：

该系统具备强大的药柜管理能力。通过实时监控药品的有效期，系统能够自动将药品按距离过期的时间长短分为 30 天、180 天和 360 天三个类别，并清晰地展示每个类别的药品数量和条目。此外，系统还能精准识别并报告滞留药品的数量与条目，以及库存药品的实时数据，确保药品管理的透明度和高效性，有效避免药品过期和浪费，保障手术过程中药品供应的及时性和安全性。

术前-术中-术后管理：

在数字孪生系统中，手术安排及进展信息被实时接入，并通过二维三维组件在页面上进行可视化呈现。这包括今日手术情况、各科室手术人次列表、手术级别查看统计、各科室完成手术类等。系统能够实时展示当日手术安排，动态追踪手术进展，并通过交互方式直观呈现手术医护信息和患者生命体征，为医疗团队提供全面的手术管理支持。



图 29 手术管理



图 30 智能药柜

(3) 用户使用意义

通过该系统，手术病区护士长可以方便地查看手术室的排期情况、手术进展以及智能药柜的内容物等关键信息，帮助护士长及时发现并解决潜在问题，确保手术室的运作井然有序，优化了手术室资源的分配，提高了手术室的运营效率，还通过智能药柜系统加强了药品管理，

为医院提供了一个全面、高效、安全的手术环境。

场景 4：智能物流管理

在数字孪生平台基础上建立的智慧物流驾驶舱，实现全院智慧物流监管。调度中心工作人员通过智慧物流驾驶舱实时监控智慧物流网络交通状况和各物流机器人运行状态，可以根据机器人位置、区域运送负载进行空间分析计算，实时监控，对交通线路堵塞等特殊事件在调度平台进行切换运送线路等调度操作。

（1）系统数据集成

对接物流调度平台，构建了高效、智能、直观可视的智慧物流驾驶舱，以实现全院物流的智能化监管。综合集成了机器人定位信息、工单信息等关键数据，通过结合三维空间底座，对机器人物流管理进行了全面的优化和升级。

（2）数字孪生功能应用

工单管理功能：

通过实时对接机器人工单数据，系统将机器人的状态信息实时同步至系统界面。结合实时数据，系统能够清晰地展示机器人的工作状态，如空闲、执行任务、待命等。在出现异常情况，如配送超时、路径堵塞时，系统会立即触发弹窗告警，并基于预设的处理逻辑和告警机制，对订单进行自动化处理。这一过程显著提升了物流操作的效率，同时确保了订单处理的高度准确性。减少了人工干预，降低了错误率，进一步加快了订单的流转速度。

路径管理功能：

利用三维可视化底座，系统实现了机器人状态与路径管理的直观展示。机器人的运行路线、站点信息以及订单状态都以清晰的三维视

图形式呈现，为物流监控和管理提供了直观、高效的手段。这种智能物流的实现不仅优化了机器人的路径规划，提高了作业的灵活性和适应性，还为管理人员提供了实时、动态的决策支持，进一步提升了整个物流系统的智能化水平。



图 31 智慧物流



图 32 智慧物流

(3) 用户使用意义

调度中心的工作人员通过智慧物流驾驶舱能够实时监控智慧物

流网络的交通状况和各物流机器人的运行状态。他们可以根据机器人的实时位置、区域运送负载等信息进行实时监管，并在出现交通线路堵塞等特殊事件时，通过调度平台迅速切换运送线路等调度操作。这种高效的监管和调度方式不仅提高了物流服务的管控质量和响应速度，还有效降低了运营成本，为物流服务的持续优化和升级提供了有力支持。

场景 5：楼宇自控

（1）系统数据集成

通过标准化的数据接口和协议，对接物联网平台、监控系统、门禁系统等，确保楼宇内的配电设施、空调、照明、监控等关键系统数据的实时对接，以空间为核心构建一个统一的楼宇数据模型，规范数据的准确性和一致性，使得不同系统之间的数据能够相互交换和共享。

（2）数字孪生功能应用

设备管理：

运用数字孪生体的 **BIM** 空间透视与拆解功能，按区单体、楼层逐级分解，细化展示楼栋楼层的内部空间结构，快速了解空间分布，对楼层空间的拆解可以承载不同建筑单元的内部建筑设备、物联感知设备、空调、监控设备、门禁设备等定位展示和数据应用。使得用户可以直观地了解楼宇的运行状态，并实时追踪各项设施的工作情况。包括楼层空调机房设备、新风系统设施实时监测，以及温度工况展现。支持对设备进行反控调整，包含设备开启关闭、空调升温降温等。

联动院区各区域门禁设备，实时掌握各区域通行情况，结合历史日志的追溯审计，提高管理效率，降低管理成本。

结合院区数百个监控点位，动态把控院区人、车、物的位置和走

向，实现对异常事件早预警、早发现、早处理，促进安保响应能力的提升。

能耗管理：

基于水电区域细分数据，关联具体楼幢能耗态势，直观呈现院区各楼幢水电消耗、同环比增长率。通过设定节能减排目标，对楼幢能耗控制做红黄绿三色标注，能耗超限显示红色提示。利用可视化图表和标签展示院区范围内各楼幢当前水电能耗，楼幢能耗占比、趋势变化。



图 33 楼宇自控



图 34 能耗管理

(3) 用户使用意义

利用数字孪生平台，保卫科主任，能够更加便捷地监控和管理楼宇内摄像头、门禁、传感器、空调新风等设备，为保卫科提供了实时监控、远程控制和数据分析等功能。通过直观的界面和实时数据，也可以快速了解楼宇的运行状况，并做出相应的反控调整。其次，数字孪生技术提供了丰富的数据分析功能，帮助用户深入挖掘楼宇运行数据背后的规律和趋势，为节能减排和降低运营成本提供有力支持。

3. 案例总结

宁波大学附属第一医院智慧医疗数字孪生平台，是国内首个通过数字孪生将空间与数据深度融合,创造性跨系统打通医院所有业务平台,极大提高了医院各部门的工作效率和应急事件处理能力，已被列为宁波市科学技术局科技创新 2025 重大专项、宁波市重点研发计划暨“揭榜挂帅”项目。

在案例应用成效方面：

(1) 数据处理量庞大：项目建成后，平台实现了医院内部各类

数据的实时接入和整合,包括门诊系统、呼叫系统、住院系统等 10 多套业务系统、95 个数据接口,对接近 4000 个物联网设备和超过 150 台医疗设备,覆盖 30 多个数据主题。平台每日接入的数据流量超过千万条。

（2）处理应急事件迅速：该平台具备强大的告警呈现和处理能力,能够实时监测医院内各项运营指标,并快速响应和处理应急事件。自平台实施以来,已成功处理应急事件总数超过 500 起,平均响应时间缩短了 20%,显著提高了医院应对突发事件的能力。

（3）工作效率显著提升：智慧医疗数字孪生平台通过自动化和智能化的管理,极大地提高了医院各部门的工作效率。例如,在门诊管理方面,平台能够自动进行出勤提醒和诊室查房,减少了人工盘点时间成本。据统计,该平台使得巡房管理的工作效率提高了 25%。

在产品技术创新方面：



图 35 美象医疗行业的产品架构

（1）平台产品架构采用 1+3+N 战略，以数据中台为核心，构建移动搭建平台、Web 移动端平台、大屏端指挥系统等三大平台，赋能医院门诊调度、病区管理、物流管理、手术调度、应急指挥、地库管

理、资产管理、室内导航、人员定位、后勤管理、耗材管理等跨系统、多场景应用，促进医院数据要素的全方位集成，充分发挥医院数据价值。构建起以空间划分为核心的业务管理模式，通过空间数据驱动医疗业务互联互通，构建空间管理底座，实现跨院区人、事、物的统一管理，改善传统的医疗管理和调度痛点。

（2）平台在空间坐标信息的整合与优化、业务信息与时序信息的深度融合和动态信息可视化等方面取得了显著的技术创新突破。

一是空间坐标信息的整合与优化。引入先进的地理信息系统(GIS)技术，实现了对空间坐标信息与房间管理单元的高效整合，系统还设计了一个以房间 ID 为核心的空间主数据表，将楼层、楼栋等关键信息与房间信息紧密关联，实现了数据的集中化管理，为跨层级的数据查询和分析提供了极大便利。

二是业务信息与时序信息的深度融合。利用了图数据库引擎的强大关联能力实现了楼层和楼栋信息与房间管理单元的动态关联。通过将业务信息和时序信息进行深度融合，系统能够清晰展示业务流程的各个环节，并帮助用户更好地理解业务发展的时间与空间序列。通过动态关联楼层和楼栋信息与房间管理单元，提高数据检索的效率，确保楼层、楼栋和房间信息的实时更新，实现对业务流程的实时监控和动态调整，进一步提升业务处理的效率和准确性。

（3）高度整合各大数字化系统，打通跨系统数据利用和协同办公的路径；对医院内部的高频、动态数据进行实时映射，为办公室调度医疗资源和管理医疗服务提供支持；利用虚拟空间叠加多系统数据综合分析医院现实状态，整合数据资源，探索跨空间、跨系统、跨单元管理模式。

（4）便捷灵活的三维底座运维编辑器，支持医院项目全生命周期自主维护，为医院提供贯穿业务全生命流程的服务能力。



图 36 三维底座运维编辑器

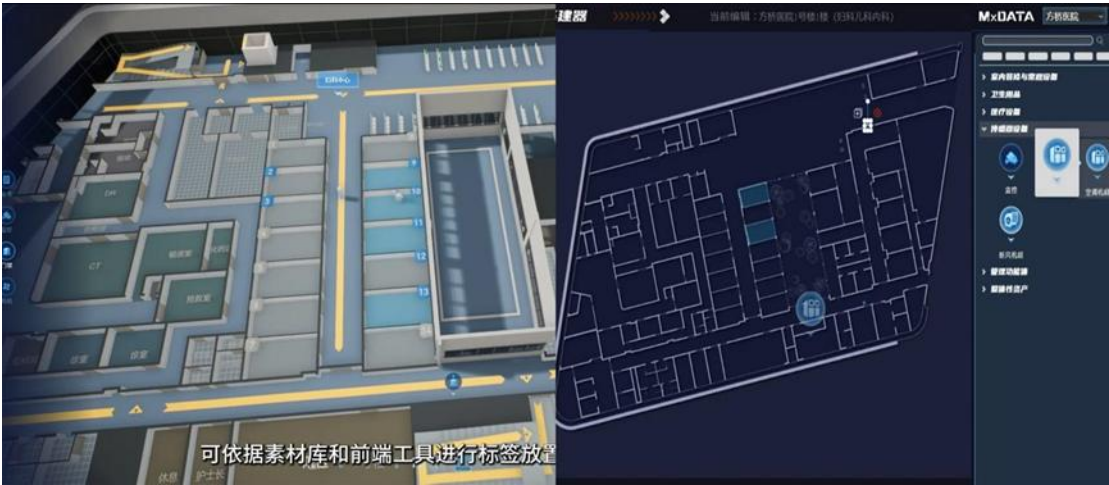


图 37 三维底座运维编辑器

一是 WEB 形式编辑平台：做到轻量化、多人实时运维、场景实时更新。

二是美术场景元素配置器，各类模型调整更新：将医院场景预置、已构建的模型汇集成模型库，支持各用户在前端页面进行调取、更新、编辑，平台可实现和 3D 场景可视化编辑工具的关联，根据需求对模型进行自主配置。

三是标签配置器，多类标签调整更新：将摄像头、门禁、告警等标签汇集成标签库，支持各用户在前端页面进行调取、更新、编辑。

四是场景风格配置器：支持对于场景的色调、配色、环境光、日夜景、天气的调用和轮播配置。

（5）开放参数的调用广泛化

为了满足不同用户的个性化需求，平台设计了一套开放参数系统。这套系统允许用户根据具体业务需求调整参数设置，从而实现对数据处理和展示的定制化控制。这种高度的灵活性确保了系统能够适应各种复杂多变的业务环境。

（6）支持跨平台部署

系统支持跨平台部署，可以在手机、平板等多种设备上运行。确保了执行人员能够随时随地进行系统操作和维护，提高了工作效率和响应速度。通过上述机制设计，数字孪生系统不仅能够满足当前的业务需求，还具备了良好的扩展性和适应性，为用户提供了一个高效、稳定、易用的数字孪生和业务数据结合平台。

在平台推广价值方面：

基于跨系统业务数据的深度融合与智能分析，空间坐标与业务数据的有效关联和业务决策支持逻辑的重构，数字孪生智慧医院平台的应用成功推动医院全量数据交互与信息输出变得更加高效。

围绕智慧医疗、智慧服务、智慧管理等方面的需求，以“重塑全流程映射、赋能多院区运营”为主要导向，数字孪生智慧医院逐渐实现医院从挂号、问诊、检查、治疗、取药、住院、手术、康复等各环节、全流程的虚实映射，以期提供更高效的服务以及更精准的管理，支撑未来医院实现智能化、功能化、人性化升级。未来可在多个应用

场景，包括智慧门诊、智慧住院、数字化手术室、云诊疗、智慧教研、柔性物流、多院区协同、智慧运营管理等场景群继续探索“空间数据驱动医疗业务互联互通”路径的实际应用，有效提高多诊区、多院区的管理效率和服务质量，为构建现代化、智能化的医疗服务体系奠定了坚实基础。

宁波大学附属第一医院数字孪生平台的定位是作为数据汇聚、分析、可视化、决策辅助的大平台，以其精细化场景的优势和巨大的数据承载能力，实现从院区、楼宇、楼层、房间的宏观到微观的场景深化递进，实现整个医院宏观统计数据、细枝末节的业务分支数据都能够实现和场景的一一映射和承载，最大限度地提高数据可视化的效果以及决策的辅助能力。

充分利用空间数据资源和技术优势，推动医疗业务数据的整合和共享，实现信息的全面展示和快速查询。利用直观、系统性和友好性的特点，使得复杂的信息能够比传统的业务系统实现更有效地展示、传达和理解，赋能多业务流程的把控和跨院区协同管理。

在全国范围内领先使用“1+N 空间主数据+数字孪生技术”的模式串联各大业务系统，使用实时图形渲染技术、业务组态完成对于门诊系统、病区临床系统、手术排班系统、楼宇 BA 系统（海康的摄像头、门禁系统，新风、空调、电表水表、地下停车）的横向串联和纵向打通，用户可以通过本系统查看一个空间单元内（房间、区域、楼层）的所有业务图层信息，打破传统能块化分割业务的现状，从用户实用的角度出发搭建信息查看、业务调度、资产业务管理、日常决策的串联设计。



图 38 智慧医院数字孪生架构方案

（七）数智引擎·园启新篇：苏州工业园区数字孪生城

市底座

申报单位：苏州工业园区大数据管理中心、苏州新建元数字科技有限公司、园测信息科技股份有限公司

1. 案例概述

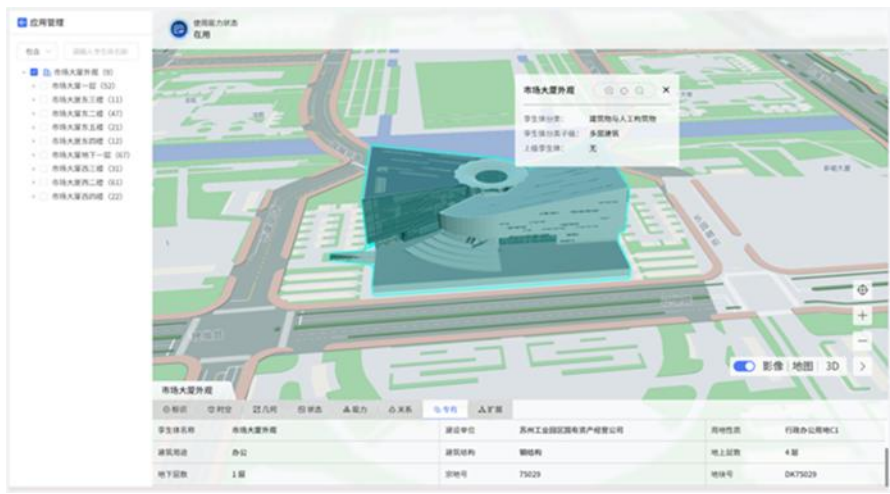
城市是复杂巨系统，各类要素交织融合、各类事件动态变化，形成的不可见、高复杂度、预判性场景为城市的规划、管理和发展带来挑战，数字孪生城市建设应运而生。苏州工业园区肩负建设世界一流高科技园区的使命，在数字孪生城市建设领域积极探索，通过汇聚多学科理论、创新关键技术、基础系统工具等多方资源，打造国内首个基于孪生体理念的数字孪生城市底座，强化孪生体数据和共性能力供给，走出一条园区特色路径。

数字孪生城市底座平台以服务数字孪生场景智慧管理为核心目标，重点解决当前数字孪生城市建设中面临的“整体建设缺乏统筹、基础平台各有侧重、数据汇聚融合壁垒、技术路线兼容困难、数字资产价值闲置、应用场景深度不足”等挑战，打造“1个库+2个标准+5个系统”体系，为城市数字化转型提供统一时空框架，促进场景集约化管理、能力众创扩展、生态产业联动、数据要素流通，赋能苏州工业园区10余个数字孪生城市应用场景建设，全面提升城市治理效能、提高公共服务质量的同时，兼顾场景投入降本增效。

2. 应用场景

场景 1：多源数据融合，拼图式复刻城市

孪生体资源管理系统基于孪生体理念，将来自千行百业的多源异构数据，以城市实体对象为核心进行整合，建立全面反映城市对象全维度状态的数字孪生体，关联挂接与其相关的各类属性，系统支撑孪生体资源的入库到发布服务的全流程，支持 **fbx/obj/gltf** 等通用格式模型导入，形成孪生体资源池，面向数据处理人员提供模型处理工具，便捷完成映射转换、编辑处理、质量检查、实体入库、实体更新，实现孪生体基础数据和业务数据以及感知数据的关联与融合，基于可视化操作界面，勾选多个孪生体进行“拼图式”组装，保存为孪生体组合并发布为 3DTiles 服务，满足各场景对孪生体数据的应用需求。数据组织方式由传统的“分行业、分场景、分图层”变为“拼图式、可整合、可组装”，编制能够展现城市动态变化的“百科全书”。



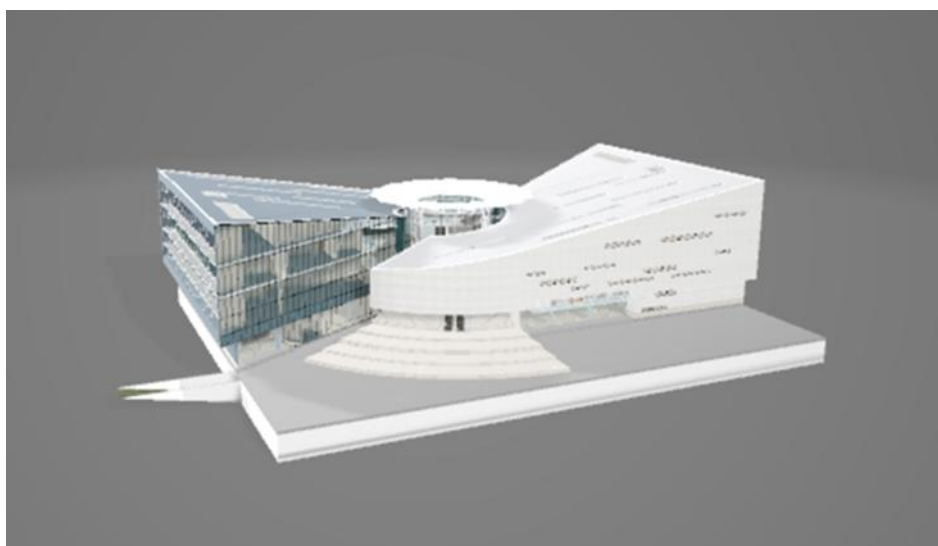
来源： 苏州工业园区数字孪生城市底座

图 39 孪生体资源管理-孪生体组装

场景 2：多项能力汇聚，组件化赋能开发

采用开放架构，兼容主流厂商能力，集成可视化渲染、AI、仿真大模型等通用能力，以及水环境、车流量、应急等行业能力，解耦重组为标准化的、独立的功能组件，面向不同应用需求，提供轻量级及

高仿真 SDK，包括数据资源加载能力、服务资源加载能力、孪生体几何模型加载控制能力、可视化能力、特效展现能力、分析能力、交互能力等，以及 Restful API 和云渲染能力，为用户提供灵活、可扩展的工具箱，低代码化、PPT 式的操作环境，以及可参考的案例和文档等，有效降低开放门槛，开发者也可开发形成新的能力组件沉淀到底座平台，既保证能力复用，又确保平台的可维护性、可扩展性、开发效率和灵活性，支撑多跨融合、多元众创的数字孪生应用打造。



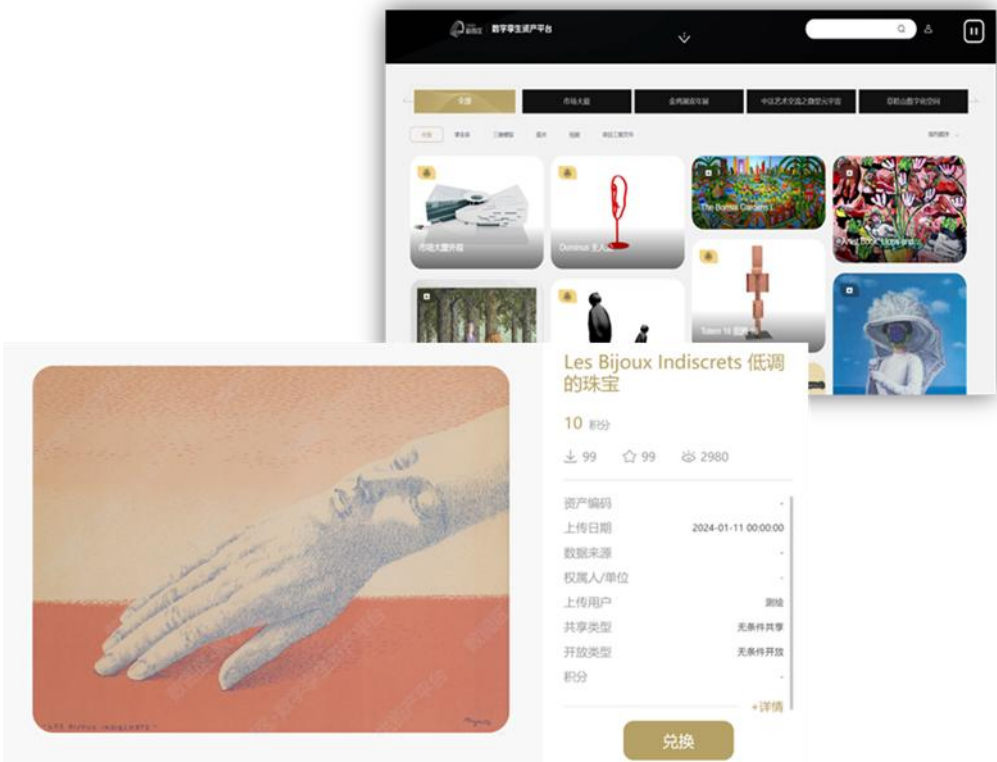
来源：苏州工业园区数字孪生城市底座

图 40 开发者中心能力示例

场景 3：多元机制探索，价值化数据资产

苏州工业园区积极探索数据要素流通过程，关注数字孪生数字资产产生价值的的每一环节，通过构建城市级可信数字空间，打造一座线上“数字资产图书馆”，基于“积分制”理念激发公众和企业的参与热情，引导市民通过数字化创新的方式参与到城市数字孪生的建设中来，有序开放数字孪生体、三维模型、视频、高精度图片、相关项目工程文件等数字资产，基于统一通道提供分类展示、搜索、兑换、

下载等服务。面向运营人员开展资产可视化管理、实时监控和多维度分析，覆盖数字孪生数字资产生成-应用-盘点-分析的全流程，有效盘活从场景中沉淀的资产，实现一次建模、多处复用，为进一步释放资产价值、探索数据合规运营提供新路径。



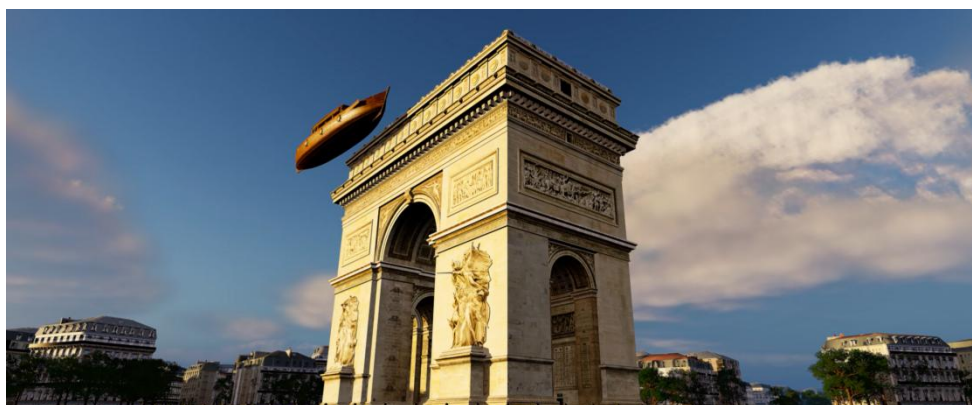
来源：苏州工业园区数字孪生城市底座

图 41 数字孪生资产平台用户端

场景 4：多元场景打造，沉浸式线上体验

元宇宙平台为开发者提供各类插件、工具和场景快速发布通道，缩短开发周期、降低开发成本，为 C 端用户提供沉浸式元宇宙体验。当前苏州工业园区面向数字政府、数字社会、数字经济三大领域，通过底座赋能，打造一批可推广、有实效的数字孪生应用场景。在场景建设中引入成熟度评价机制，保障场景建设的可用性，例如数字文化领域的草鞋山遗址数字空间场景，首创 AR 技术在国内遗址公园的

应用，通过虚拟现实技术实现了场景的高度仿真和互动，三个月吸引了近 10 万游客和文化爱好者的参与和探索；中法交流元宇宙场景针对巴黎的地标建筑构建了一条元宇宙街区，让苏州市民拥有沉浸式的国际文化交流体验。生态环境治理领域的数字孪生金鸡湖水环境治理场景，通过提前制定防控应对处置措施，完善快速响应，优化资源配置，提升管理效能，问题发现响应时间减少 60%，处置响应时间减少 40%，引水量减少 30%。公共机构节能领域的市场大厦智慧楼宇数字孪生场景，实现了对建筑能耗、空间利用和安全监控的实时监测和优化，提升了建筑管理的智能化水平，降低了运营成本降低 33% 和综合能耗降低 7%。其他还有政务数据中心机房孪生、高教区学生集宿区管理、奥体安保孪生等多样化场景。



来源：苏州工业园区数字孪生城市底座

图 42 中法交流元宇宙



来源：苏州工业园区数字孪生城市底座

图 43 草鞋山数字空间



来源：苏州工业园区数字孪生城市底座

图 44 政务数据中心机房孪生

场景 5：多重基础保障，高效化支撑运转

平台的有效性和实用性取决于不断的实践运用，面向运维人员，提供资源汇聚管理、服务注册发布、资源编目管理、服务共享管理、系统和配置管理、运营监控等功能，实现各类资源的高效汇聚和多元渠道的有序管理，以平台的良好运转保障高质量服务。

3. 案例总结

1、应用成效方面

（1）汇数据

建立统一的数字孪生城市数据目录，缓解场景间、厂商间多源异构数据难融合问题。建立统一数据编码和业务数据挂接体系，提供分级分类的孪生体数据服务，更有利于进行各维度数据的组织和管理，满足不同类型应用场景的数据需求。汇聚和积累数字孪生数字资产，

建设了 1058 个数字孪生体，其中物品和设备类 709 个，建筑物与人工构筑物 343 个、管理实体 1 个、自然实体 5 个；629 个数字孪生数字资产，其中孪生体资产 409 个，三维模型 153 个、图片 83 个、视频 2 个，推动数字资产“内外联通，辐射区域”，形成探索数据要素流通、释放数字资产价值的路径。

（2）融能力

基于多元众创的理念打造开放的底座平台技术架构，根据数字孪生应用场景建设需要，吸收不同数字孪生厂商的技术优势和特色解决方案，兼容主流能力，建设 7 大类 97 个 SDK API 能力，其中轻量级能力 55 个、高仿真能力 42 个，3 组 Restful API 能力，并成功赋能 10 余个场景建设。为开发者创造“人人看得懂、人人能上手”的高质量场景搭建环境。

（3）聚场景

汇聚数字孪生特色场景至可视化驾驶舱，提供三维数据建设和获取、业务数据集成、高性能渲染引擎、仿真分析应用、低代码构建等一系列要素支撑，减少场景建设者面临的数据和技术障碍，引导建设者根据区域规范，按需进行场景调度、管理，提升集约化水平。

（4）促治理

通过打造区域统一的数字孪生城市底座，基于孪生体理念实现各类城市要素的语义化动态表达，辅助城市管理者全息感知城市运行状态，数字孪生仿真推演能力有助于模拟各类城市事件在不同环境下的走势研判，赋予城市高效应对复杂情况和突发事件的能力，常态化进行城市更新、布局优化、资源调配、多跨协同，推动科学化、智能化决策，促进城市高质量发展。

2、创新价值

平台提出了 1 个理念创新、3 个技术创新和 1 个模式创新。

（1）理念创新，首次提出数字孪生体数据标准，形成 2 套行业标准，并在园区落地实践。

（2）技术创新，首创了 1 种基于 AI 的城市数字孪生体快速创建技术，显著降低了城市数字孪生体制作成本。研发了 1 套孪生体加密与安全传输技术，在传输过程中降低数据泄露风险，保障数据的安全性、完整性和可追溯性。提出了 1 套孪生体开放能力集成框架，通过开放、可扩展的集成架构，支持跨行业跨系统的能力集成，打破技术边界，满足多级市场应用需求。

（3）模式创新，政府和企业联合研发共创开源生态社区，引进和兼容其他主流数字孪生能力，不断丰富能力组件，进而实现带动数字孪生相关产业上下游发展。

（八）济南新旧动能转换起步区数字孪生城市平台

申报单位：济南新旧动能转换起步区管委会、北京五一视界数字孪生科技股份有限公司

1. 案例概述

为贯彻落实国家大数据战略要求、政府数字化转型以及政务信息系统整合共享工作要求，按照《济南新旧动能转换起步区数字化建设行动方案（2024-2026）》规划“全力搭建城市大脑核心架构。以数字孪生驱动起步区规、建、管、运全生命周期数字化建设，打造“孪生

底座+能力中枢+全域应用”三位一体的城市大脑。”需伴随物理城市建设进度，补充建设全区已建成区域范围高精度数字模型，并依托当前重点建设阶段需求，建设试点示范工程。

在建设内容方面，主要包括全域初精度城市 DOM 卫星底图、798 平方公里中精度数字孪生城市模型、12 平方公里高精度数字孪生城市模型以及 36 公里重点交通高精路网模型；支撑打造片区规划、项目管理、园区招商、未来社区、重大活动保障等 N 个业务功能应用，形成了空间、设备、数据、事件、建管和产业“六大协同”特点。

采集数据并建设与起步区重点地区物理城市建设进程统一的三维模型数据，实现物理城市与数字城市同生共长；并结合起步区崔寨街道重点建设工作，打造“虚实融合、实时响应”为目标的数字崔寨专题应用场景，支撑崔寨街道规划、项目管理、招商等领域二三维会商、一体化指挥工作。通过孪生平台建设破解崔寨项目进展信息流通屏障，实现数据资源汇聚共通，顺应崔寨规划全景，灵活化集成综合应用场景，使研判指挥更高效、招商宣传更有力。

2. 应用场景

场景 1：起步区数字孪生底座

汇集国土、项目、招商等多源空间数据，同时集成、三维渲染全要素时空信息，建立全面的虚拟实境场域复合体，构建济南起步区数字孪生底座，已完成城市级中精度模型还原 798 平方公里，实景级高精度模型还原 21.8 平方公里，超高精度单体化建筑模型还原 36 个，车道级高精度道路模型还原 36 公里，完成了起步区数字孪生城市门户、数字崔寨、重大活动保障 3 个系统建设，包含片区规划、项目管

理、园区招商等 13 个功能模块开发。

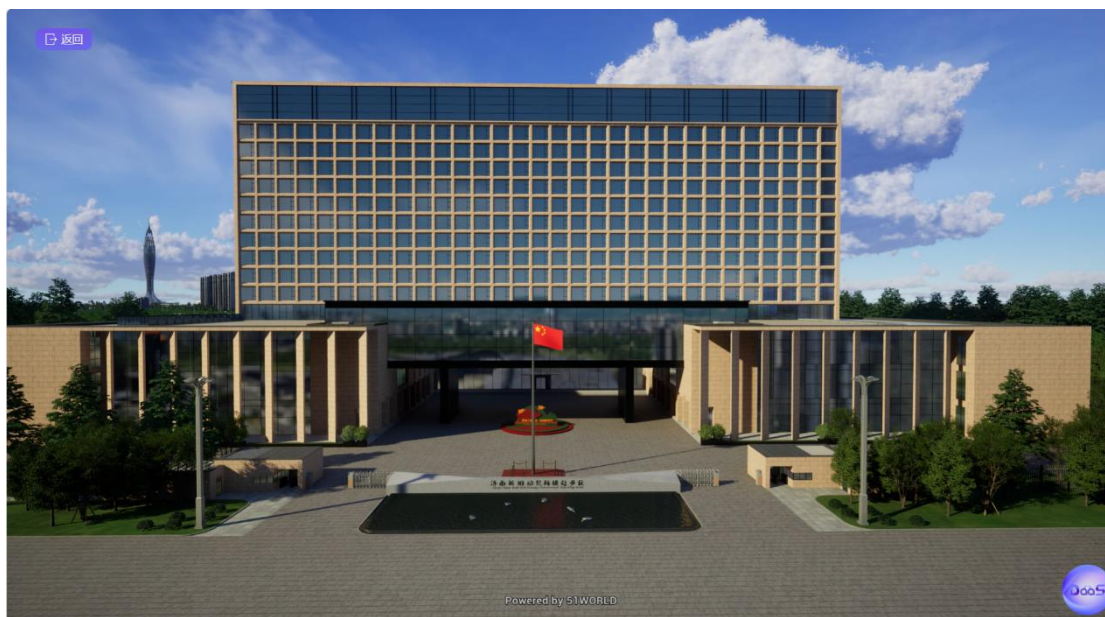


图 45 起步区数字孪生底座



图 46 起步区数字孪生底座

场景 2：一体化数字城市孪生平台-数字崔寨专题

通过数字崔寨专题系统建设，梳理崔寨街道土地规划指标、项目推动进展、园区招商情况等数据，将一个地块从土地规划阶段的征收出让情况到项目建设进度、建设单位情况以及地块或建成企业的招商串联到一起，依托高精度的三维模型，从地块的全生命周期以及全流

程管理单位、使用单位角度分析指标之间的关联情况，解决复杂数据中存在的已征地未出让、批而未建、项目建设卡点以及招商引资过程中，地块情况、城市优势展现不形象等问题，提升政府工作效率的决策科学性。

（1）片区规划

片区规划主要通过将土地在规划中的不同阶段、不同指标以地块为核心，进行关联分析，并依托三维模型进行展现崔寨街道 474 个地块土地贵啊胡情况，旨在解决崔寨片区土地规划存在的已征收未出让、批而未建以及梳理并对应控规与在建项目地块之间的关联性和唯一性，解决如对于同一地块，征地过程中对土地性质以及规划项目和在项目推动过程中项目名称不一致的问题。为区域土地规划信息化转型升级提供了先进的技术支撑，通过构建精确的城市数字孪生模型，实现对城市规划、建设、管理的全面优化，提升决策的科学性和效率，同时增强城市的综合竞争力和可持续发展能力，为崔寨街道的现代化、智能化发展奠定坚实基础。



图 47 片区规划

（2）项目管理

将崔寨街道原有的项目建设台账信息与国土规划信息关联，并通过 474 个地块对应 164 个项目的建筑模型绑定，实现项目全生命周期进展一张图展现。梳理并分析每个项目用地单位、施工建设单位、管

理部门、项目所属的园区和归属的行业等信息，通过唯一地块模型这“一根线”将项目离散的“千根针”信息串联起来，形成项目的“身份证”。同时对于省、市重点项目，还结合无人机航拍、监控视频等监测手段，收集动态信息，实时关注并管理项目的推进进展，保障重大项目建设“不掉队”，提升部门管理的及时性和高效性。

（3）园区招商

数字崔寨产业招商的必要性在于其作为新旧动能转换的重要支撑，能够推动区域经济高质量发展，促进产业智能化升级，构建智慧城市，增强科技创新能力，实现生态环境的可持续管理，并提升区域的开放合作水平，为济南起步区打造现代化、绿色化、智能化的新型城市提供关键技术基础和产业动力。

以起步区三维数字模型为基础，利用提供的二次开发平台，充分融合辖区内道路、产业、配套设置等数据，从崔寨街道-园区-楼宇（宏-中-微）综合展示起步区产业招商、分布、发展工作推进情况，为部门在招商过程中提供讲解的沙盘和展示的名片，以“产业一张图”展示起步区城市风貌和经济实力，助力招商、产业管理工作。

（4）全局能力

通过快速筛选和搜索能力，帮助管理部门能够在众多指标中快速筛选出符合条件的项目有哪些；并利用其他如四季变化、场景设置等功能，提升系统的可视化展示效果以及操作的便利性，进一步服务管理单位在土地规划、项目管理、园区招商领域的管理、指挥。



图 48 全局能力

场景 3：基于物联感知、车路协同应用的重大活动保障专题

以起步区数字孪生城市底座为基础，利用二次开发平台，充分融合底座中已经建模的道路、重点建筑等模型数据，结合无人机以及物联网技术进行重大活动保障，改善传统活动保障过程中，线路制定阶段无法清晰、直观查看实际路线道路状况，对突发事件进行预演；在活动保障过程中无法迅速反应重新规划精准通畅路线的薄弱项，因此借助三维场景预演、预练、快速响应的方式进行重大活动保障。

（1）场景还原

将起步区主干道路及重点建筑进行精细化还原，高精度路网包括：车道、路牌、指示灯、路灯等设备设施，高精度建筑包括：省市重点工程、重点行业工程等，同时引入天气、时间维度，真实模拟道路场景，保证在重大活动进行调度过程中能够给予指挥调度人员最真实的模拟场景，保障调度的准确性。



图 49 车路协同场景还原

（2）数据汇聚

通过对道路设备、车流信息、保障人员信息、720 影像、倾斜摄影数据、无人机航拍以及视频监控等设备数据的对接将重点保障线路进行实时监控和分析，确保活动期间的交通顺畅和安全。利用先进的数据分析技术，对收集到的各类数据进行深度挖掘，实时监测交通流量、预测潜在拥堵点，以确保快速响应和有效处置。通过接入设备数据进行不同视角切换，从中低空飞行视角到周边建筑视角再到车路协同视角，全面保障活动的有序推进。此外，通过集成的通信系统，保障人员之间可以实时沟通，确保信息的及时传递和指令的准确执行。

（3）活动保障

结合道路交通信息，对保障线路的车辆进行动态管理。根据实时交通状况和活动需求，调整车辆的行进路线，以便能够优化交通流量，减少拥堵。同时，还能够根据临时停车参观点，自动重新规划路线，确保活动的顺利进行。

在活动保障过程中建立应急响应机制，确保在突发事件发生时能够迅速采取行动。通过三维场景模拟和预演，提前规划应急疏散路线和救援方案。在实际活动中，一旦发生紧急情况，指挥调度人员可以立即启动应急预案，利用三维场景快速定位问题区域，指导救援队伍迅速到达现场，有效控制和处理突发事件。

在活动前能够根据预演计划输出活动保障方案，在活动中能够灵活应对突发情况，活动结束后，利用收集到的大量数据进行事后分析，评估活动保障的效果和存在的问题。通过对比实际活动中的交通状况和模拟预演的结果，分析保障措施的有效性，总结经验教训，为未来类似活动的保障工作提供参考和改进方向。

3. 案例总结

项目建设创新点：

技术创新：超大场景逼真渲染、场景动态更新。数字孪生城市 L2-L3 精度级别，三维底板自动生成，三维模型快速转换与极致还原，支持超大场景逼真渲染，可依据数据更新变化进行场景动态化更新。贴图精度可达到 4096x4096 像素，材质效果支持 PBR 材质，与工程用料显示一致，实现最真实的材质还原。平台支持 CIM2 级别 200000 平方公里实时加载、CIM3 级别 100 平方公里实时加载、CIM4 及以上支持数十平方公里加载。

模式创新：构建统一数据底座，一张蓝图用到底、一盘棋治理。基于一张蓝图的数字底板，将起步区各部门涉及的规划、招商、治理和服务等进行有机融合；已为起步区城市大脑、智慧城管、重大活动保障等数十个智慧应用系统赋能，有效发挥数字孪生城市底座作用，实现对起步区城市运行状态的整体感知、态势预测、全局分析和协同处置，提高了全区的治理能力和服务能力。

项目建设成效：

（1）经济效益

减少数据系统重复建设的资金投入。数据及系统建成后将同步给起步工区其他平台调用。平台通过多源、多尺度、多时空的信息融合与应用，接入规划、建设数据 12000 条。打造信息共享与业务联动的高效精简业务决策模式，将大大减少各部门对空间数据的重复性申请、数据准确性核对以及数据二次加工处理，减少空间数据处理平台的开发投资成本，进而实现多部门业务、跨领域的业务协同，提高工作效率 8%，从而达到降低资金投入、间接产生经济效益的目的。

提升城市规划效率，降低城市管理成本。通过数字崔寨专题建设，

对崔寨 474 个地块 8 大类，46 个小类用地类型，总面积 30859.8 亩土地规划进行总览，按照土地征地情况将 474 个地块划分为已征地和未征地，其中已征地地块共计 187 块、面积 17348.7 亩，展示地块征地出让情况。对土地规划、项目推进数据进行汇聚、叠加分析和深度利用，为部门管理者统揽全局、综合决策和指挥调度提供强大的信息内容保障、信息通信保障和信息安全保障。通过将土地在规划中的不同阶段、不同指标以地块为核心，进行关联分析，并依托三维模型进行展现，旨在解决崔寨片区土地规划存在的已征收未出让、批而未建以及梳理并对应控规与在建项目地块之间的关联性和唯一性，解决如对于同一地块，征地过程中对土地性质以及规划项目和在项目推动过程中项目名称不一致的问题。

（2）社会效益

本项目根本目的在于通过信息化手段，创新服务方式，在创造经济效益的同时，项目围绕城市精细化治理能够创造更为巨大的社会效益：

顺应崔寨规划全景，灵活化集成综合应用场景，使研判指挥更高效、招商宣传更有力。平台通过全面的融合、分析崔寨街道在规划、项目管理、招商等领域的相关数据，并结合高精度三维数字模型进行关联展示，在进行区域未来规划时，这一技术为决策者提供了直观的三维数据支持，确保了规划的精确性和工作的高效性；在招商部门进行招商引资时，也能够应用新的三维立体场景向潜在的招商企业立体展示区域优势，让招商工作更加具象，从崔寨街道-园区-楼宇（宏-中-微）综合展示起步区产业招商、分布、发展工作推进情况，为部门在招商过程中提供讲解的沙盘和展示的名片。有效地展示城市的发

展潜力以及企业入驻所能享受的政策支持和完善的配套设施，从而彰显区域发展的坚定决心，助力城市治理的高效、科学。

践行国家战略，推动行业发展。本案例有效地践行国家在数字经济和数字中国的战略，加快推动智慧城市建设，为起步区打造践行新发展理念高质量发展示范区争当中国式现代化建设的城市范例贡献经开力量。围绕牢牢契合“城市发展新空间、城市经济新高地、产城融合新样板”的建设理念，紧密围绕“全省孪生城市示范区，黄河流域智慧城市典范”的建设目标，以数字孪生驱动起步区规划、建设、管理、运营、服务全生命周期数字化建设，以应用场景驱动起步区物理空间与数字空间全生命周期虚实融合，打造“孪生底座+能力中枢+全域应用”三位一体数字孪生核心框架，构建科学安全可控、多维泛在互联、一体化原生支撑、全链路数据治理、孪生数实融合、场景多元适配的“云上一座城”，实现城市体征泛在充分感知、公共资源快速配置优化、重大事件敏捷预测预警、决策指挥智能协同调度，将起步区建设成为“全省标杆、全国领先”的数字化建设示范城区。

（九）总图信息化与钢铁冶金重大安全风险智慧监管系统

申报单位：中冶武勘工程技术有限公司、中冶武勘智诚（武汉）工程技术有限公司

1. 案例概述

该项目是昆钢智慧制造的重要组成部分，主要建设安宁基地各生产工艺线集控基础上打造的远程可视化监管系统，所要解决的是“一公司多基地”管控模式下，公司对基地总图信息化管理、实时运行状况的可视化难题。该项目首次将关乎钢铁生产全线安全、稳定的熔融金属安全和煤气安全作为重点监管对象，实现“所见即所得”监管。

基于总图数据库建设总图管理系统和数字工厂地理信息基础平台，总图信息化建设获取了安宁基地二、三维总图数据并建设总图数据库。一方面为安宁基地厂区提供设计、规划、施工等服务，另一方面为昆钢智慧制造的安全、环保、能源、物流、消防、资产管理等应用提供数据支撑和可视化支撑。钢铁冶金重大安全风险智慧监管系统建设，以安宁基地煤气安全和液态金属安全为主线，在昆钢智慧制造和总图信息化的基础上，利用地理信息技术、高精定位技术、视频智能分析、实时在线监测等技术，实现对煤气工艺总线、液态金属工艺总线生产现场“所见即所得”的实时监管，标定生产工艺当前的重点监管区域（薄弱环节），对于异常情况及时报警，并动态调用周边视频信号，便于远程调度和处置，最终实现增强生产现场的重大风险预警能力，避免引发全线停产事件、杜绝重大安全事故发生，提升昆钢安

宁基地整体安全监管水平，有效规避经济损失。

2. 应用场景

场景 1：构建了全要素、全流程、高精度的数字孪生基础底座
研发了全要素、全流程、高精度的数字孪生钢厂构建技术。研发基于 BIM+GIS+IOT 的实时动态数字孪生体，建立设备级、产线级、工厂级的数字孪生钢厂底座，实现大场景、大数据量的三维高效渲染与多端适配，开发钢铁企业数字孪生基础平台，解决了多源数据融合、海量信息集成、业务协同不足的问题。

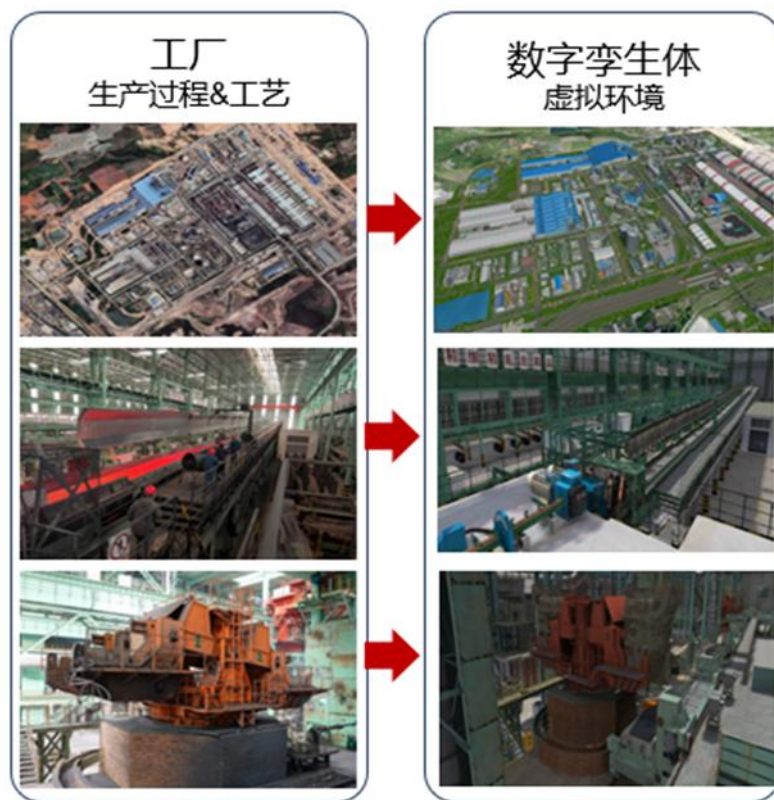


图 50 数字孪生底座构建

场景 2：总图规划与设计管理

拥有一套现势性好、精度高、覆盖范围广、坐标系统一的地理信息基础数据和一套完整的、准实时性的二三维地理信息数据资产，是厂区规划设计、施工技改等工作的必要条件。通过本项目的数据建设，

可为规划设计、工程施工、地形图修补测、管线数据更新维护提供可靠的坐标基准。

场景 3：钢铁冶金煤气安全智能化管控

首创了煤气安全风险动态监测及智能管控技术体系。研发煤气产、输、存、用一体化的安全风险监测预警技术，建立煤气泄漏扩散模型，首创基于数字孪生的煤气安全智能管控系统，研制融合精准定位与远程通信的便携式 CO 检测终端，形成了煤气网格化管理机制。编制了《中国宝武冶金煤气系统本质和智慧安全管理指南》，填补了国内外冶金煤气安全管理标准化、信息化建设的空白。



图 51 煤气安全管控系统

场景 4：高温熔融金属全过程安全智能管控技术

研发了复杂场景下风险 AI 智能识别及预警技术，提出了高温熔融金属容器的热红外监测方法，发明了定位轨迹自动匹配与补全技术，首创了基于数字孪生的高温熔融金属全过程安全管控系统，大幅提高了高温熔融金属环节的安全风险防范能力。



图 52 高温熔融金属安全管控系统

3. 案例总结

本项目成果获 2023 年中国钢铁工业协会、中国金属学会冶金科学技术奖一等奖。项目获得中国测绘学会全国优秀测绘工程奖金奖。成果入选钢协《2022 年钢铁行业智能制造解决方案推荐目录》。授权发明专利 6 项、实用新型专利 2 项，登记软件著作权 10 项，发表论文 3 篇。

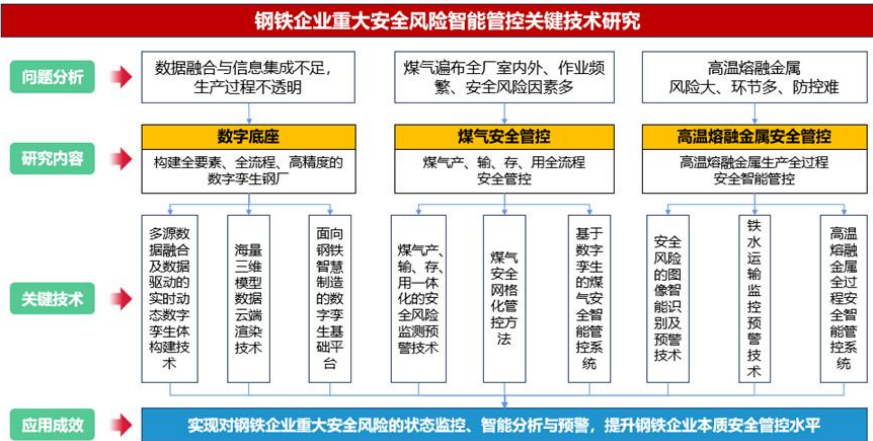


图 53 研究技术路线

（十）工业数字孪生在生活用纸行业中的应用

申报单位：浙江砖助智连科技有限责任公司

1. 案例概述

生活用纸作为与民生国计紧密相关的传统高能耗制造行业，随着木浆原料以及能源成本的持续上涨，以及国内“双碳”政策压力、企业用工荒等问题，行业竞争态势日益凸显，企业净利润率已从原平均 8% 下滑至不足 3%，对降低成本和提高效率的需求日益迫切，影响行业运营发展的主要瓶颈问题包括：

人效问题：招工困难、用人成本高昂，加之年轻人对传统制造业的兴趣降低，人均工资持续上升，人员流失导致的生产问题日益严重，如何提升新人上手效率，减少人力成本是当前行业内亟待解决的问题；

产效问题：设备成本高昂而产能效率低下，尤其是后加工段的设备有效利用率仅在 60% 至 70%，无效设备产能浪费导致综合生产成本过高；

料效问题：原料木浆成本占产品成本的 65% 至 75%，且近三年内木浆成本增长率超过 35%，工厂内部原料损耗高达 8% 但问题一直无有效方式解决；

能效问题：单位生产能耗成本高，能耗成本占生产总成本的 15% 至 20%，能源价格近三年上涨了 18%，同时在双碳政策的压力下，如何有效节能减碳成为企业发展的关键。

在上述背景及痛点需求下，越来越多的行业企业正尝试通过数字化手段寻求突破。以维达纸业为例，虽然已经上线了近二十款业务系

统，但这些系统更多地解决了数据可视化问题，企业依然依赖于传统的“经验+业务”管理模式，业务优化还是主要依靠人工经验，数据价值未能得到充分利用，困扰企业的核心痛点问题仍无法有效解决，难以帮助企业突破业务瓶颈。

本项目以浙江维达新建三厂为建设对象，覆盖原纸 4#/5#产线，后加工 22#/27#/28#软抽、#X11 卫卷产线，以及仓储立库全生产业务，打造生活用纸行业数字孪生应用标杆示范。项目自 2022 年 10 月启动，至 2023 年 12 月完成所有项目交付，共构建完成产线实时数据监测、生产操作仿真培训、设备机理仿真培训、产线产效协同、制浆峰谷调度和立库运行监测等十余个数字孪生应用场景，已帮助企业实现产线日均产出提升 6%（约 1800 万元产值），每线体节约人力 2—3 人，部分关键设备效率提升 25%，单位加权电价及成本优化 5%—6%；单位蒸汽成本降低 3%—5%，立库吞吐量提升 8.3%，原纸损耗从原 8%减低至 2.8%，累计可为企业带来经济效益 800 万元/年。

2. 应用场景

本项目作为维达集团先进试点示范项目，通过与企业组建专项专家团队，全面分析企业生产加工中的关键问题，运用数字孪生技术，结合“数据+模型”的集成分析和智能优化决策能力，构建行业级场景应用，旨在优化解决行业核心痛点问题，赋能企业实现精益数智化管理。

项目共对接包括企业资源计划管理（ERP）在内的 13 款业务系统，共计 356 个接口，实时采集三厂车间前段原纸生产线 DCS、后段纸制品加工产线 SCADA 以及传感器 IoT 数据，总计超过 30000 个

数据点。通过砖助智连的自研开发的“云岛”数据平台进行数据汇聚和清洗，配置 25 类行业制造数据库，再由“般若”平台对数据进行知识分类，构建基于产线/设备等业务本体对象的工业知识图谱构建 102 个，应用开发基于深度强化学习算法的造纸后加工线柔性排产模型等 8 个仿真智能算法模型，为企业在产销、人效、料效及能效优化等方面共达到十余个孪生子场景应用。

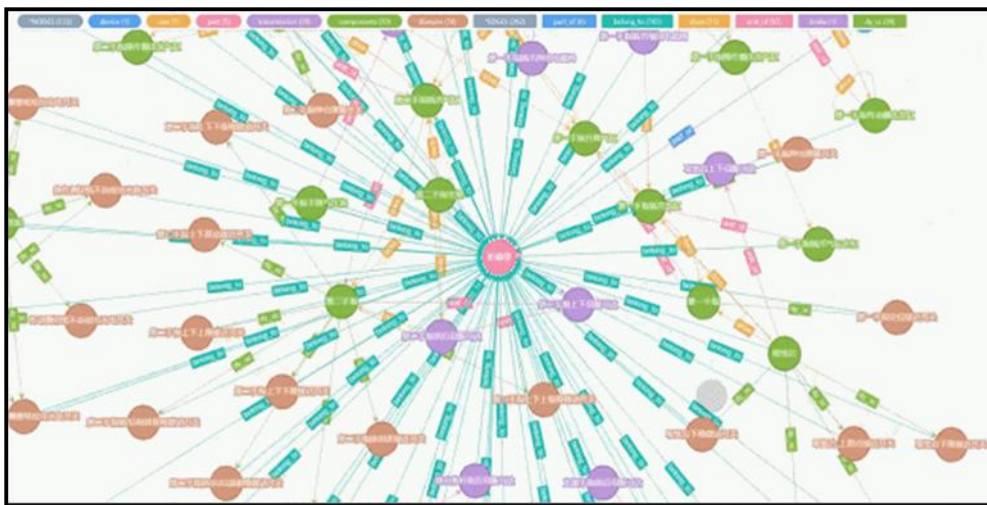


图 54 生活用纸行业—折叠机设备知识图谱示例

场景 1：人效优化场景

（1）生产作业仿真培训：造纸生产流程较为复杂，有近 20 道主要生产工序，员工需要熟练操作设备 DCS/SCADA 系统，并现场对产线设备进行调试，对员工技能要求较高。传统培训方式主要为文档式教学以及老带新的现场传帮带式教学，因制造现场环境嘈杂、老员工非专职培训以及新员工设备操作需关注生产安全等因素，导致培训周期大幅度增加，培训效果不理想的情况。该场景构建完整的线上产线培训环境，以三维沉浸式的用户体验（支持 VR 培训模式）提升员工的培训效果，全面实现培训场地与车间占用、培训效果与培训师（老

员工)时间占用的解耦，大幅度优化关键工序新员工上岗和新线体爬坡的周期，减少培训时长。应用上线后，已减少企业培训人力 2 人，并将原新员工培训周期从 6 个月缩短至 3 个月，大幅减少人力培训成本，并避免了因新员工培训不到位导致的产线损失。

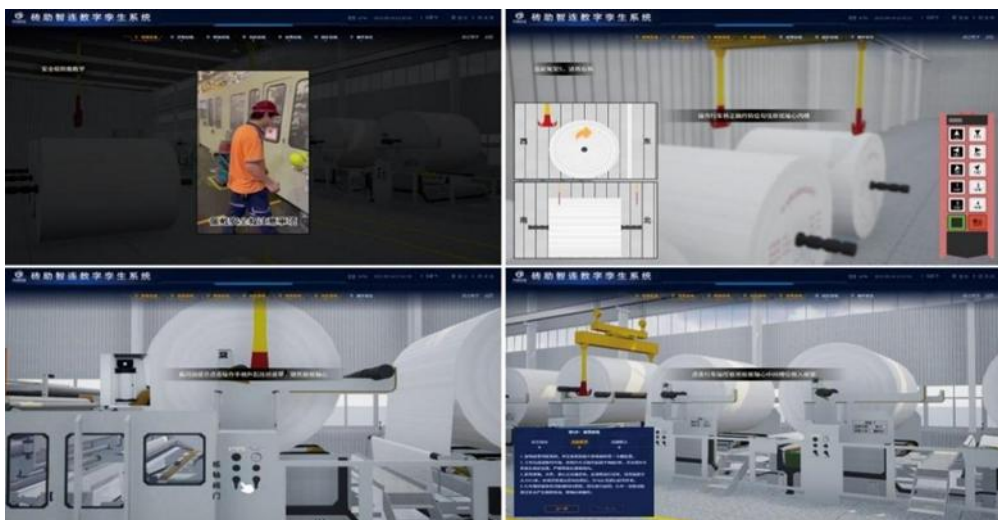


图 55 生产作业培训

（2）设备机理仿真：生活用纸成品加工设备复杂度高，设备维修需要人员具备较高的经验知识积累，维护和维修难度较大，其中折叠机是产线最重要和最复杂的设备，设备资产金额超过整条产线的 60%，整台折叠机设备的零部件数量数千个，传统的方式由专职设备管理人员进行定期维护。本场景应用以折叠机设备为主要对象，通过建模还原其设备内部结构零部件构造及运行机理，将设备整体的运行机理和维护维修知识进行建模仿真还原，为设备运维部门在入职培训、设备维修、设备预警、设备预测性维护等设备运维全生命周期提供可用可靠的工具和系统支持，优化维达后加工产线设备运维的学习成本、边际成本和试错成本；应用上线后，企业由原仅 2 个专业老师傅可维护此类设备，转变为当前所有设备维护及生产人员均可简单维护设定

此设备，大幅提升设备调机效率，平均减少折叠机无效停机时长约 10H/月，折合利润收益约为 5 万元/每月/线体。



图 56 设备机理仿真

（3）产线实时数据监测：生活用纸仅后加工产线就有五十多米长，原来每条产线现场需要配置 6-7 个人实时巡检各区域运行及异常阻塞情况。该场景基于实时采集的 MES、设备管理系统、能源管理系统以及 IoT 传感器等近万点实时数据，利用数字孪生虚实联动及 3D 精准定位还原能力，实现集中式一屏全览，全面提升车间管理的可视化程度和效率，快速判断并精准定位后加工自动化输送线可能存在的阻塞位置及原因，大幅提升后加工线体异常阻塞处理效率，提升生产业务管理可视化能力。应用上线后，由原每条产线 6—7 人现场巡检及产线维护人员，缩减至 4—5 人每产线，折合 20 万元/年每产线。



图 57 产线实时数据监测

场景 2：产效优化场景

（1）后加工产线产效协同：生活用纸后加工产线一般包括尾架、压光压花、裁切、大/中/小包等十三个工序仅二十台设备，当前维达已通过输送线将其串联成“流程型”生产模式，但由于各工序/设备间的速率、产能差异，往往因某段产能与其他工序/设备不协同而导致成为瓶颈，进而影响整体产线产量。本项目以软抽产线缓存器作为节拍仿真中枢，构建后加工产效协同仿真模型，基于当前产品规格、折叠机负载、运行速率、大/中/小包机设备运行负载、各段输送线速率、电眼判定状态、实时产能等数据，实时仿真预测各段工序产能及可能存在的瓶颈区域，实现对生产制造过程的动态感知，并提供调整建议避免因协同问题造成的工序阻塞，减少折叠机逼停频次，应用上线后，帮助产线日均产出提升约 6%（约 3 万包左右），单线的产值提升约 1800 万元/年，折合利润约为 50 万元以上/年/线体。



图 58 后加工产线产效协同

（2）电机设备状态监测及预警：电机作为生活用纸加工产线占比最大的设备，其故障往往直接导致整体产线瘫痪。本项目利用所采集的电机温度、电流、转矩、速度、负载率等数据，构建基于数据增强的电机预测性维护模型，对产线折叠机、裁切机、输送线设备的伺服电机、变频电机进行全面实时监测，利用预测性维护模型实时分析电机参数变化情况，及时发现异常预警，避免因电机故障导致的停线损失。



图 59 电机设备状态监测及预警

（3）立库运行实时监测：该场景基于数字孪生以虚带实的能力，通过对仓储立库的仿真建模，对接立库 WMS 系统业务数据、WCS 系统立库控制数据，以及线下传感器近 3000 点数据，实现对智能立库的实时运行仿真、实时数据监测和多维度统计分析能力，可实时监测立库库存占用率、库存周转率、出入库时长和效率；同时还可实时还原物流设备在立库内的运行路径和位置信息，监测物流设备每次出入库任务的运行轨迹、运行时长、运行距离、载货商品种类、载重量等数据，使企业能够多维度了解仓储的运行效率。此外，本场景还集成了深浅货位仿真模型以及虚拟库位盘点功能，帮助企业找出因入库不合理被浪费的深库位，辅助提升立库单位吞吐量。应用上线后六个月内，统计可缩短立库异常处理时长 80% 以上（原 8—10 分钟简单为 1—2 分钟），提升立库整体吞吐量 8.2%。



图 60 立库运行实时监测

场景 3：能效优化场景

（1）制浆造纸能耗实时监测：生活用纸的原纸产品相对单一，且产品规格不复杂，在此场景中针对各类产品构建能耗分析仿真模型，通过对各类产品历史能耗数据和实时能耗数据的对比分析，结合当前设备运行参数实现对产线能耗变化进行仿真，当发现当前产线能耗存在异常时进行及时预警，并能够提供各关键能耗指标与工艺和设备的影响关联分析，为企业在能耗优化方面提供智能决策辅助。

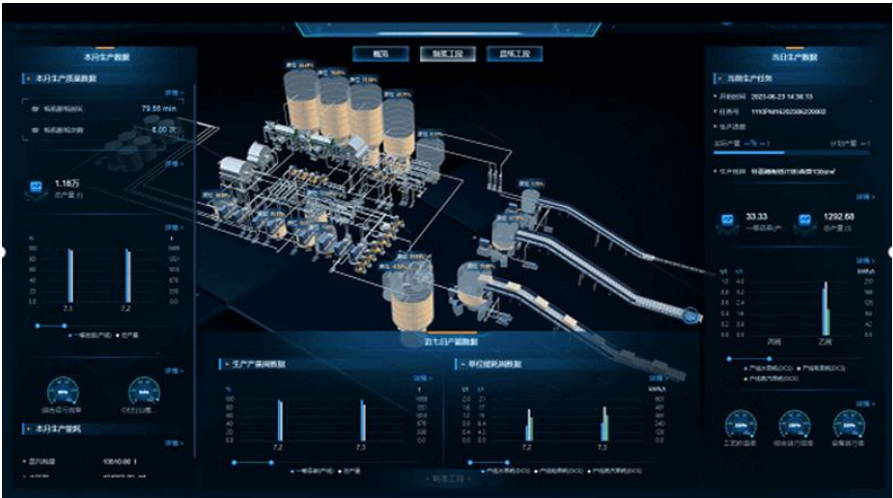


图 61 制浆造纸能耗实时监测

（2）制浆峰谷调度优化：浙江维达在原纸生产环节的制浆工段主要是为后段的造纸工段提供足够的浆液原料，因此存在大量的间歇性设备，企业当前仅依靠人工经验，结合生产管理系统中的制浆产量及后端造纸纸机车速，结合工单需求进行人工经验判定启停。基于制浆峰谷调度智能模型构建对应孪生场景应用，优化设备的启停时间，在满足纸机生产的前提下，推荐最佳的碎浆机和磨浆机的开停机时间指导制浆生产线生产，可以有效实现造纸企业削峰填谷，降低用电成本。本应用经上线试用半年以来，帮助企业降低尖峰用电占比，单位加权电价及成本优化 5—6%以上。

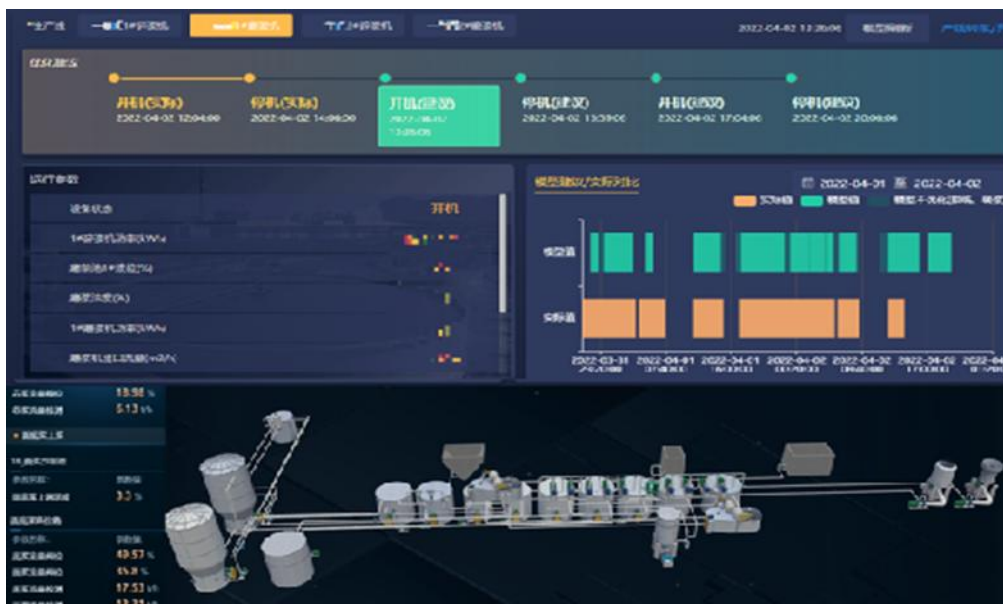


图 62 制浆峰谷调度优化

（3）造纸干燥部能效优化：在原纸生产过程中，原纸的干燥是造纸过程中较为复杂单元，涉及多物料（蒸汽、空气、纸浆等）、多过程（传热过程和传质过程）相互耦合，其能效水平对于整个造纸过程总能效至关重要，但在实际生产存在干燥部蒸汽过量无度和干燥部通风过量无度的问题。本场景应用是造纸干燥部，基于梯度提升决策

树建立干燥部能效优化模型，实现对气罩通风系统送风温度、送风量、各段蒸汽压力的优化，指导现场员工进行操作，节约蒸汽和气罩风机电耗，从而实现纸页干燥过程的节能降耗。当前该场景处于调试运行阶段，综合可节约单位产品蒸汽成本 3%~5%。



图 63 干燥部能效优化

场景 4：料效优化场景

（1）原纸物料损耗实时监测分析：对各个工段的原纸使用情况及损耗进行实时计算，结合当前生产规格、历史损耗水平以及各工序损耗异常标准，对各个工段原纸损耗进行精益实时化监测及数据分析，及时发现并精准定位损耗异常工序，提供相关质量及设备参数对比，同时可结合各类产品规格及原纸成本数据，有效分析和减少原纸和辅材损耗，降低制造成本，原纸物料损耗优化 3~5%。支持包装胶膜和纸箱的损耗量一并监控。



图 64 原纸物料损耗实时监测分析

（2）小包机设备参数优化分析：企业在产品生产包装过程中，无法实时监测生产质量问题，以及无法基于当前监测的质量数据进行多维度分析的问题。该场景通过对产品包装质量检测数据的实时监测及统计，包括包装质量缺陷信息，小包设备生产运行速度、胶膜批次、胶膜烫封温度等，辅助生产工艺技术分析人员进行产品质量缺陷信息与小包设备运行参数及各强相关的关键因子之间的关联关系的分析，从而提升产品的包装质量，可帮助每条后加工产线小包机生产质量日均产出提升 5%（约 3 万包左右），降低制造成本约 5%，单线的产值提升约 1500 万元/年，折合利润约 45 万元/年。



图 65 小包机设备参数优化分析

（3）裁切机大圆刀寿命预测分析：场景主要面向解决企业在产品的半成品生产过程中，无法实时监测设备关键部件一裁切大圆刀的磨损状况，以及无法基于部件磨损情况分析产品生产质量的问题。该场景基于数字孪生以虚映实能力，通过对设备及关键部件的关键参数及运行状态的实时数据监测与统计分析，包括裁切机设备的运行速度、磨刀压力、磨刀次数、磨刀前进距离、大圆刀直径等，作设备关键部件一大圆刀的全生命周期运行状态及数据的分析，从而指导及建议设备的最优运行参数和环境，提升生产设备关键部件的使用寿命。应用自上线两个月内，由裁切机大圆刀异常停线由原 1—2 次/月/车间降低为 0 次，减少因设备异常导致的停线损失，且将原因裁切质量导致的原纸损耗 1.2%减少至 0.3%。



图 66 裁切机大刀寿命预测分析

3. 案例总结

(1) 应用成效

本项目围绕人效、产效、能效及料效等行业核心问题，自首场景应用上线一年多以来，至少为企业带来经济收益 800 万元，应用成效具体包括：

人力成本节约：基于孪生仿真培训场景，将原新员工上岗周期从原六个月缩短至三个月，缩短各工种人员培训时长 50%以上，并节约企业 2-3 人培训人力，折合节约人力成本约 50 万元以上/年，同时将每年因新员工生产操作不当导致的原料损耗及异常损失约 60 万/年减少至 10 万元/年以内；基于孪生产线实时数据监测，将原每条线 6—7 人生产在线人员缩减至 4—5 人，节约人力成本约 15 万元/年/线体；

设备效率提升：基于孪生产线实时数据监测和产效协同分析，缩短后加工线体小中包间的设备及传送轨道异常导致的设备异常停线时长，解决后加工产线由于工段间的运输速率差异导致的设备利用率

问题，可为后加工每条产线非瓶颈工位的设备利用率提升 30%；基于数字孪生立库运行监测场景，减少立库运输作业及库位占用异常问题，缩短立库异常处理时长，提升立库整体吞吐量 8.3%；

质量成本节约：通过数字孪生小包机 AI 质检智能分析优化场景，预计帮助每条后加工产线小包机生产质量日均产出提升 5%（约 2.5 万包左右），降低制造成本约 5%，单线的产值提升约 1500 万元/年，折合利润约 45 万元/年；

能耗成本节约：基于孪生产线实时监测及制浆峰谷调度模型应用，降低尖峰用电占比，单位加权电价及成本优化 5%~6%；降低蒸汽用量，单位蒸汽成本优化 3%~5%，预计每年为企业每车间节约成本约 12 万元/月。

生产产能提升：生活用纸企业单条产线建设成本三千万左右，后加工每条产线每年产值约 2 个亿，通过数字孪生产线协同应用场景，预计帮助产线日均产出提升约 6%（约 3 万包左右），单线的产值提升约 1800 万元/年，折合利润约为 50 万元以上/年；

（2）创新性

作为国内生活用纸行业的数智化先进示范案例，其创新性体现在以下几方面：

一是首次在国内为生活用纸行业体系化地构建行业数字孪生体库，包括 3D 模型库、本体模型库、仿真模型库及智能模型库，覆盖生活用纸行业的原纸产线、后加工产线、立库以及关键设备，为生活用纸行业在虚拟世界构建物理世界的镜像场景应用提供了坚实的基础。

二是在工业数字孪生体构建中，在国内创新性地设计了“生命体构建模式”，利用行业知识图谱构建生命体神经，通过机理规则构建生命体神经反馈机制，通过数据映射构建生命体神经末梢，通过 3D 模型构建生命体躯干，通过仿真模型构建生命体左脑，通过智能模型构建生命体右脑，并通过该模式实现数字孪生体的智力演进。

三是首次在国内验证生活用纸行业工业数字孪生体模型对数字孪生场景应用构建的支持，重点聚焦设备机理仿真、设备 3D 培训、设备实时监测、设备智能维护、产线工艺仿真、产线 3D 实时监测、产线柔性排产、立库储位仿真等生活用纸行业关键应用场景，为行业数字孪生技术产业化应用方向建立示范。

（3）推广价值

基于本项目在生活用纸行业的成功实施及其示范效应，该项目已入选浙江省未来工厂培育企业名单、浙江省“五新”优秀案例、行业数字孪生优秀场景应用在内的近十项国家、省市级及行业协会奖项。

本项目成熟场景应用已被开发为标准功能模块，并在行业内广泛推广。其中，在维达集团内部，正在向其浙江工厂其他厂区、广东阳江工厂复制，进一步扩展其应用范围。维达国际集团计划将数字孪生技术应用于整个集团，预计覆盖七十多条原纸生产线、两百多条后加工产线以及十余个仓储立库。在行业时长推广方案，目前已服务于包括金光 APP、仙鹤股份、山鹰纸业在内的 25 家生活用纸及特种纸、工业用纸等原纸生产型企业，建设数字孪生生产线近五十条，并负责承建浙江省造纸产业大脑，加速推动整个行业的数智化转型。

综上所述，本项目可为生活用纸行业及造纸业的数智能化转型提

供高价值功能模块输出，并已初步实现产业化复制落地，完全具备可
持续发展和规模化复制能力。

二、潜力案例

（一）北京大兴国际机场高速公路数字化智慧管控平台

申报单位：北京京投交通发展有限公司、北京智汇云舟科技有限公司

1. 案例概述

北京新机场高速公路（南五环-北京新机场）工程是连接北京市中心城区和北京大兴国际机场的重要道路，被誉为“新国门第一路”。为保障出行安全、提升服务能力，项目坚持场景牵引，推动融合创新，综合运用地理信息、数字孪生、人工智能及视频融合等先进技术，整合高速路段、服务区、收费站等场景下的各业务系统数据，有效利用已有数字基础设施和数据资源，构建了涵盖驾驶舱、运行管理、路产管理、服务区管理、应急管理、能源管理和园区管理的 1+6+N 智慧化管理体系，实现了电脑端、大屏端、手机端、PAD 端的多端部署应用，充分发挥数字技术的放大、叠加、倍增作用，全面提高了公路基础设施的承载能力、通行效率、安全保障和治理水平，实现了降本增效管理。

具体而言，系统整合实现了各业务系统数据自动采集与联动，帮助管理人员直观了解综合运行态势；利用智能识别算法进行智慧化安全巡查管理，自动发现异常交通事件，提高巡查效率并降低成本；结合定位技术实现精准人员车辆监督管理，便于掌握作业人员及车辆位

置分布，提升监管能力；采用全景视频融合技术实现重点区域时空一体化掌控，场景化展示现场实景交通状况，强化决策指挥；借助车辆定位技术增强路产作业监督，自动统计清扫保洁完成情况，提供高质量出行环境。此外，基于视频孪生场景深度融合视频监控、人车定位、可视对讲等数据，进一步加强现场态势掌控与指挥调度能力，确保在重大活动或灾害天气下高速公路全线通行顺畅有序，服务区运行秩序良好。

2. 应用场景

场景 1：高速运营驾驶舱

运用三维地理信息、视频孪生、大数据技术，汇聚视频监控、收费数据、高速车流数据、运营辅助数据、电力监控数据、路况数据、保障车辆定位信息、人员定位信息、可视对讲定位信息、雾天引导信息、气象信息、泵站信息以及水位监测信息等多源管理数据，构建涵盖大兴机场高速 27 公里道路及其相关设施的实景数字孪生场景，高度还原高速公路现实环境，实现物理世界与数字世界的联动定位。通过设计针对运行管理、路产管理、服务区管理、应急管理、能源管理和园区管理等多个业务领域的可视化主题，归纳关键指标并支持信息下钻分析，形成直观表达业务状态与趋势的功能。不仅解决了传统高速公路管理中信息孤岛、难以全面掌握实时状况的问题，还能够在一张图上集中展示所有管理要素，便于管理人员快速获取所需信息，高效开展运营管理工作，精准指挥调度资源，并进行科学决策，从而达到提升大兴机场高速整体运营效率、加强风险防控能力的效果。

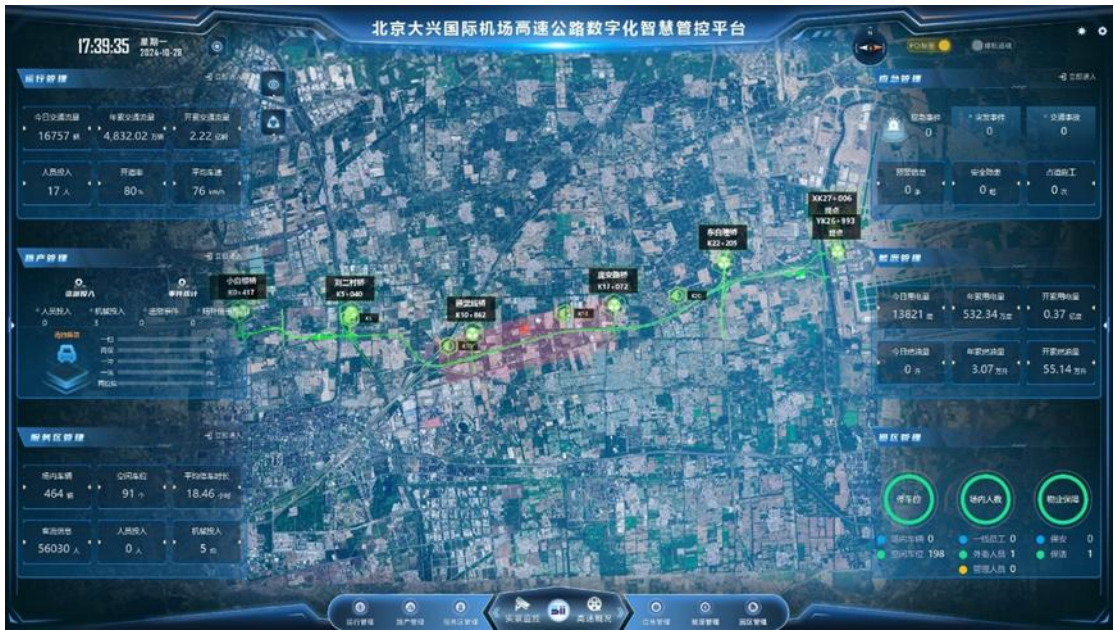


图 67 高速运营驾驶舱

场景 2：视频孪生实时实景态势研判

运用视频孪生技术，汇聚分布在 27km 高速路段、收费站、服务区等区域的视频监控数据，基于高速公路实景三维场景直观展示设备分布，实现监控资源的高效查询和快速定位，解决了传统视频监控位置分布不明确、视频调阅效率低的问题，使工作人员无需记忆摄像机安装位置即可轻松调阅现场视频画面并进行云台控制。

同时针对高速立交、收费站、服务区等重点区域，通过三维视频融合技术实现全景拼接融合应用，形成视频与三维场景一体化浏览的功能，同时联动周边球机进行自动细节追视，解决了传统视频监控画面分散不直观、视角独立看不懂的问题，实现了视频监控数据的高效管理和应用，帮助工作人员直观掌控高速环境和实时实景态势，提升对现场态势的掌控和研判能力，提升了工作效率，强化了应急响应能力，全面提升了高速运营管理的智能化水平。

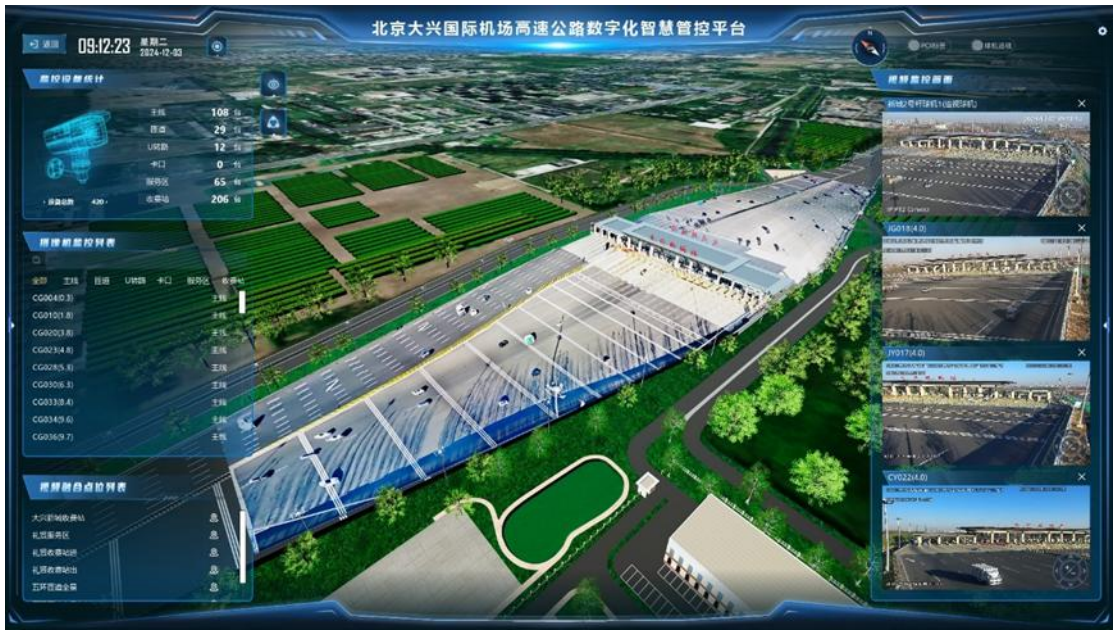


图 68 视频孪生实时实景态势研判（收费站）

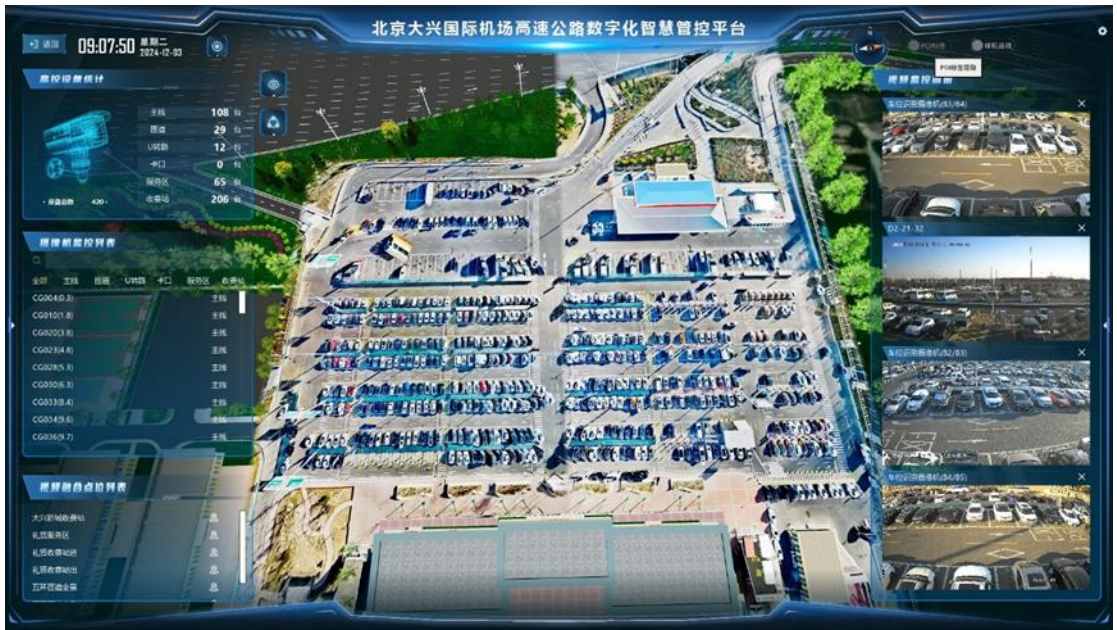


图 69 视频孪生实时实景态势研判（服务区）

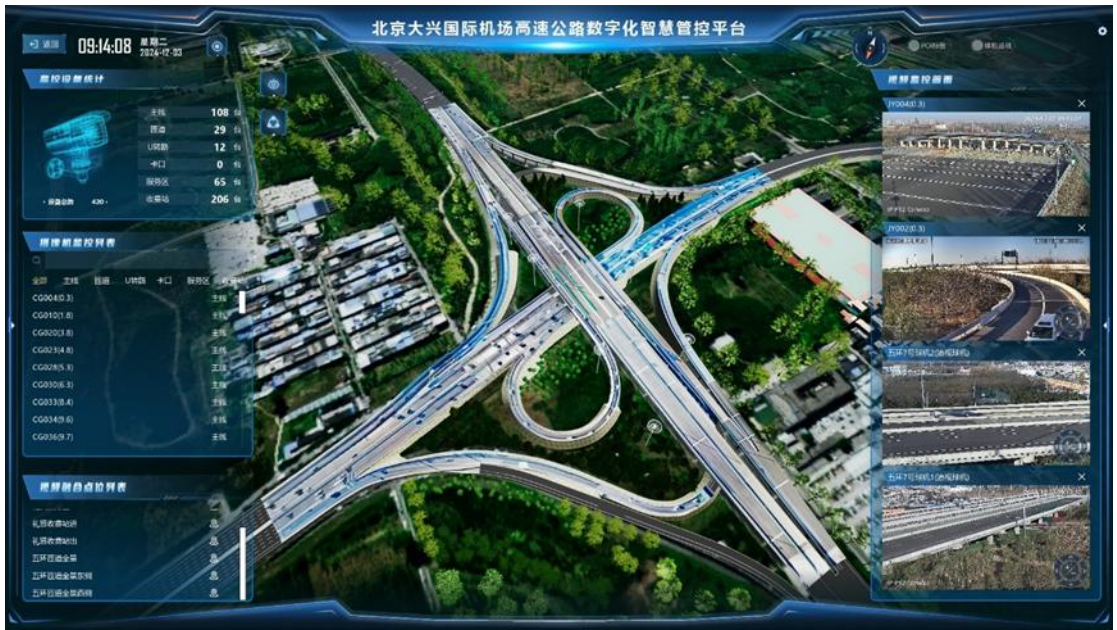


图 70 视频孪生实时实景态势研判（五环立交）

场景 3：交通事件智能分析预警及决策支持

运用智能识别算法和视频孪生技术，汇聚高速道路上的摄像机数据，形成对交通事故、行人、拥堵、非机动车、逆行等异常事件的自动识别与报警功能，显著提升了高速运营的多方面价值。通过实时监测和自动识别异常事件，迅速发现并报警，提高交通安全；通过弹窗、声音等方式直观提醒并快速定位事件位置，提升响应速度和应急处理效率。通过对交通流量和拥堵情况的实时监控和分析，优化交通管理，缓解拥堵，提高道路通行效率。基于全景融合场景提供详细的现场态势信息，增强决策支持，提高处置准确性。通过联动事件上报模块记录处置过程和结果，形成交通事件热力图，为后续分析和改进提供数据支持，持续优化管理策略。



图 71 交通事件智能分析预警及决策支持

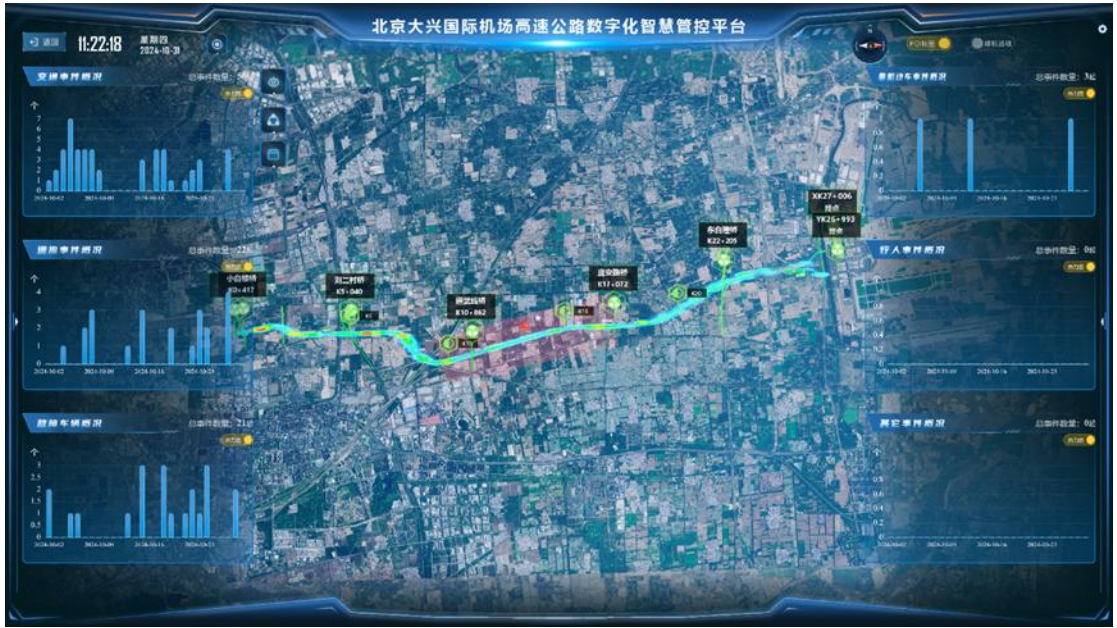


图 72 交通事件智能分析预警及决策支持

场景 4：视频孪生路产作业监督管理

运用定位技术、三维可视化技术和对讲系统，汇聚车辆定位、人员定位、赔补偿数据等业务管理数据，构建综合路产管理模型，形成实时监控、历史数据分析、作业规则执行及自动台账管理等功能，解

决传统路产管理中信息孤岛、监督效率低下、任务完成情况难以准确判断等问题，实现对工作人员、作业车辆、清扫保洁、赔补偿事件和遗撒事件的精准监督与高效管理，提升道路维护工作的可视化、智能化和精细化管理水平，确保道路维护工作的高效与安全。



图 73 实景三维一张图路产作业管理

场景 5：除雪保障精准调度管理

综合运用视频孪生、车辆定位、数据集成和视频监控等技术，汇聚高速降雪监测数据、车辆定位数据以及融雪剂精准撒布数据等多源数据，搭建除雪保障一张图，提供三维可视化集成、定制化数据分析与展现、移动监测与精准控制、应急物资信息化管理、车辆可视化管理与调度、周边视频联动机制等功能，解决了传统除雪管理中信息不透明、指挥调度效率低、作业精度不足等问题，实现对降雪量情况、除雪作业车辆分布、人员配置、物资管理等方面的精准监督和对现场作业情况的实景态势掌控与可视化对讲指挥，实现高效指挥调度，提

升了除雪工作的可视化、智能化和精细化管理水平，确保道路在降雪天气下的安全畅通。



图 74 除雪保障精准调度管理

3. 案例总结

本项目基于 3D-GIS+BIM+Video+AI+IOT+LI 的技术路线，以三维地理信息引擎为核心，应用创新性的视频孪生技术，打造 1+6+N 的高速公路智慧化管控平台，实现运行管理、路产管理、服务区管理、应急管理、能源管理和园区管理的可视化、智慧化、科学化。本案例注重数据要素价值释放，以数字手段赋能交通基础设施管理服务水平提升，更通过多元技术融合创新，以应用场景规模化落地促进产业协同创新水平显著提高。

本案例通过构建大兴机场高速实景三维场景，深度融合视频监控、智能识别、人车定位、可视对讲、气象监测、能源监测等业务管理数据，打通各业务系统数据孤岛，帮助监控员调阅视频监控效率提升一

倍；结合路线规划和车辆定位数据，校核作业车辆路线和作业速度，自动统计作业完成情况，监督清扫保洁质量，日常清扫保洁完成度达到 100%，提升清扫保洁完成质量 20%；结合智能识别算法，利用固定相机识别+遥控相机巡视相结合的方式，实现交通事件的全天候智能识别，异常事件发现效率提升 95%，巡查工作量减轻 30%；同时通过对多元业务系统的集成整合，自动生成多维度数据报表，节省监控员 80%查询数据的时间，实现了降本增效管理，强化了高速运营与安全保障能力。

本案例紧密围绕高速行业管理提升，对基础设施安全监测、运行管控和应急指挥调度体系进行数字化改造，应用新一代信息采集、智慧分析与处理系统等，推进实施数字化管养系统、运行监测预警平台、应急指挥调度系统等建设，推动开展业务流程和运行机制优化重构，有效提高了安全风险识别预警、快速响应和联动处置能力，全面提升公共服务和行业治理水平。

（二）华南某水资源调配工程数字孪生项目

申报单位：广东元能星泰孪生科技创新有限公司

1. 案例概述

华南某水资源配置工程是关乎南部片区城市发展的重大战略工程，可为城市提供新水源，改变区域内单一水源供水的现状，提高供水保障能力，解决城市发展缺水的问题，提升流域生态环境质量。

MetaStar 遵循“事前预演，事中跟踪，事后总结”的原则，以“提前预判通水风险，保障首次充水安全”为目标，为华南某大型水资源配置工程建设全生命周期数字孪生系统平台。

团队依照官方相关建设要求，依托 BIM+GIS 平台，以充水调度与工程安全为核心，以数字孪生技术为支撑，以“机理模型+充排水方案”为驱动，以“预演+跟踪”双模式直观反映和模拟泵站到水库深埋隧洞的通水全过程。

该数字孪生系统平台首次在全国范围内成功实现水利工程通水前的充水全过程预演模拟，并在工程全线充水过程中融合动态监测数据，实现工程运作全程跟踪，为全面通水保驾护航。

2. 应用场景

场景 1：工程运行监测

平台基于海量计算机监控系统数据，在数字孪生体上反映出当前工程的运行状态，包括各泵站设备、检修井设备、闸门等，实现物理工程运行状态，在数字孪生体上的实时映射与三维可视化，呈现总览

全线工程设备运行状态。

平台智能化分析评估实时运行数据，输出故障趋势预报与设备健康度诊断分析报告，实现既有故障的快速告警和潜在风险的超前预警；运行状态一图掌握，故障及时定位，故障描述与修正策略一键调用，引导检修人员及时检修，节省信息获取时间，最大程度避免事故发生和减少损失。



图 75 工程运行监测

场景 2：全线管道充水过程孪生

基于工程全线过渡过程研究及主要设备机理模型，根据充水方案，结合空间数据、水利专业模型及实时监测数据，形成充水过程孪生体，对充水过程进行多方案模拟预演，并用实测结果对模拟过程进行分析评估。

充水前在孪生体上进行预演和分析，分析充水过程中的水量变化、压力变化和水工安全变化情况，以便发现安全问题并提出规避措施，保证充水过程安全。

充水过程全流程预演，让运行人员迅速掌握整个过程中设备的操作顺序及各项操作的约束条件等，用可视化的方式大幅提升培训效率。

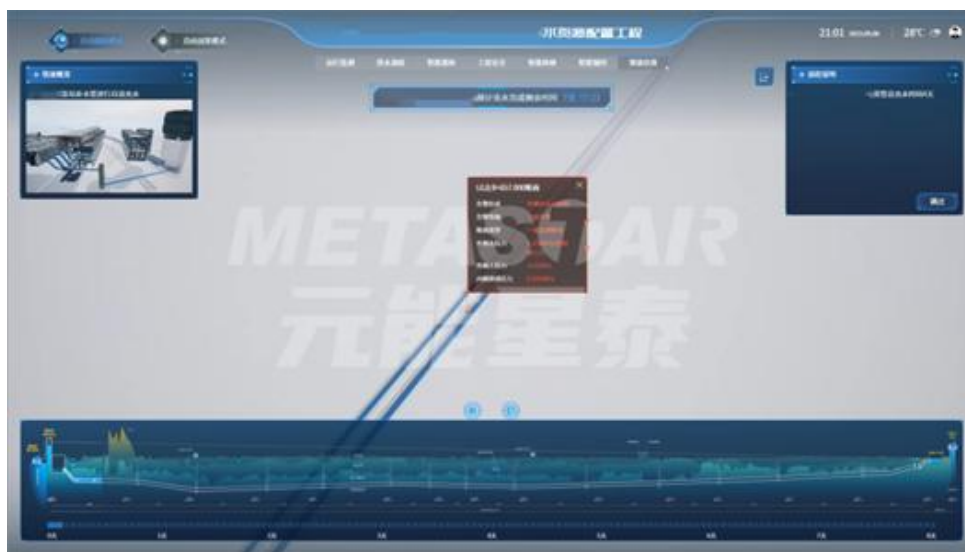


图 76 全线管道充水过程孪生

场景 3：开停泵及流量调节过程孪生

以三大泵站的泵组为对象，基于开机过渡过程与正常停机过渡过程仿真模型，形成三大泵站开停泵及流量调节过程孪生体，多方案预演开停泵机流量调节过程，并用实测结果对模拟过程进行分析评估。

开停泵及流量调节前可以在孪生体上进行预演，分析该过程中设备运行参数的变化趋势，发现隐患，以便提出规避措施，保证运行过程安全。

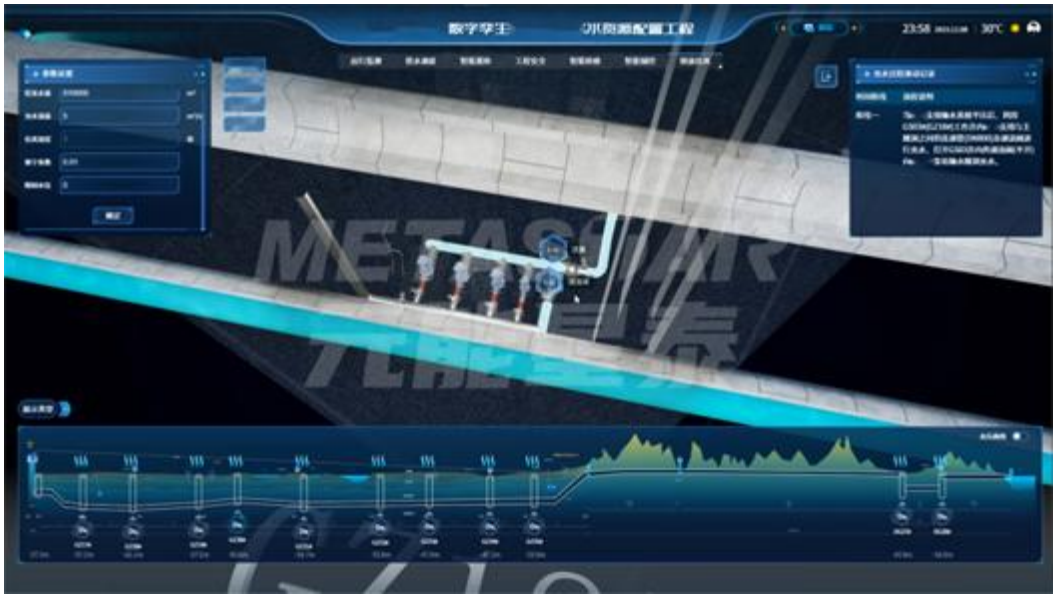


图 77 开停泵及流量调节过程孪生

场景 4：工程检修排水过程孪生

基于工程数字孪生平台，模拟实现隧洞排水应用场景，分析排水过程，预测排水的各项影响因素，为工程检修管理提供支撑。

检修排水前可以在孪生体上进行运行预演，分析过程中的水量变化、压力变化和水工安全变化情况，发现隐患，以便提出规避措施，保证排水过程的安全。

检修排水过程全流程预演，让运行人员迅速掌握整个过程中设备的操作顺序及各项操作约束条件等，提升培训效率。



图 78 工程检修排水过程孪生

场景 5：泵站电气回路工频及变频运行开停机过程暂态孪生

以三大泵站的电气系统（110kV GIS-主变-开关柜-变频器-电动机）为对象，基于机理模型科研提供的加压泵站电磁暂态仿真模型，结合实时监测数据，形成电气回路工频及变频运行开停机过程暂态孪生体，研究不同工况下，电磁暂态过程对电气设备损伤机理分析及安全预评估。



图 79 泵站电气回路工频及变频运行开停机过程暂态孪生

场景 6：工程设备运行模拟仿真

基于工程数字孪生平台、设备机理模型，实现设备或相关系统的运行模拟仿真，为设备的运行逻辑、设备故障预测与检修提供相应的管理支撑。

在孪生体上对工程设备的运行进行预演，分析运行数据变化及对设备损伤的影响，发现问题，以便提出规避措施，保证运行过程安全。



图 80 工程设备运行模拟仿真

3. 案例总结

（1）应用成果

目前，通过该数字孪生系统平台，已实现全国范围内的领先水利工程通水前的充水全过程预演模拟，并计划在水利工程建设中后期逐步开展调度预演等工作。

一是工程物理孪生建设。自项目启动以来，团队已处理了 30 万+ 个 BIM 模型构件，完成工程全线物理底座的初步搭建，并对工程多个泵站、沿线管道和关键设备进行了 1: 1 高仿真建模。根据具体业

务需求，打造地块级、站场级、设备级、零件级等不同颗粒度的可视化模型，为模型与数据融合以及应用开发提供强有力支撑，助力运管人员在生产运营、检修维护、预警预演等场景中进行精细化管理和科学性优化，提升工程效率和可靠性。同时，这也为培训、演练和决策提供了极具参考价值的工具。



图 81 工程物理孪生建设

二是工程状态实时感知。在实体工程充水过程中，团队已成功将现场 20+类感知实测数据和视频监控数据推送到数字孪生平台中，实时计算当前剩余充水时间、管道内水位变化情况，并对管道淹没位置、工作井满管等状态进行事前预测预报。此外，还可对工程运行状况、管道水量水位、工作井排气、管道压力等多项指标进行对比分析，以预演成果支撑实际充水，用实际充水数据检验预演准确性。



图 82 工程状态实时感知

三是工程机理仿真融合。为保障工程的安全可靠运行，团队融合物理底座成果，开展全线输水系统充水过程机理模型和微服务接口应用的研发工作。以机理程序驱动工程孪生体，通过调整开始水量、结束水量、管道流量等参数，预演模拟闸阀开度、充水时间、管道水位变化、工作井排气气压变化等影响工程安全的因素，提前感知充水过程关键点和风险点，实现实体工程首次充水前瞻性预演。建立监测预警、模拟仿真和智能反馈机制，实现系统自动发现风险、辅助解决问题、预案滚动修正，推动工程安全风险从被动应对向主动防控转变。

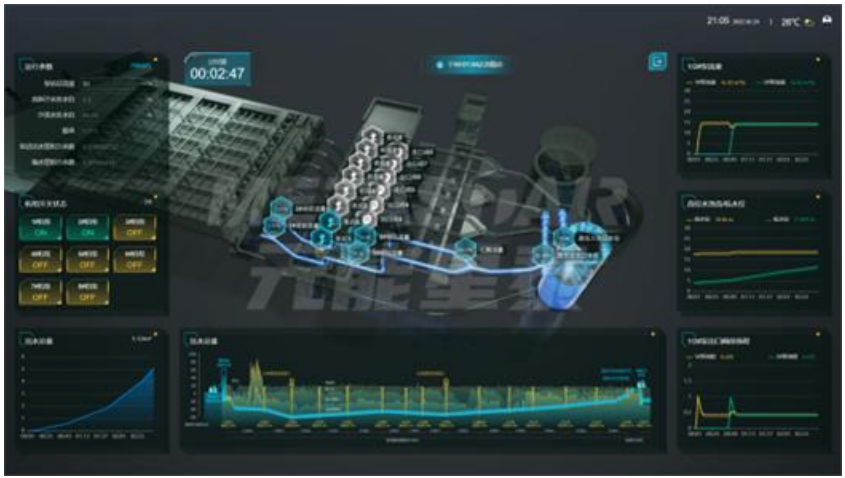


图 83 工程机理仿真融合

四是工程运营管理升级。数字孪生工程为工程全线、泵站、设备等多级别运维对象提供工程运行监测、供水调度、智能辅助检修、安全管理、智能辅助巡检、智能辅助控制等业务场景应用模块。该应用模块可帮助运维人员掌握工情、水情、雨情等信息；总览调水调度情况；培训关键设备检修拆装作业流程；管控人员及环境安全等。结合设备构件级模型和三维维护手册，可实现设备的全生命周期管理；数字孪生交通隧洞应用实现交通情况实时映射和道闸启闭远程控制，实现了物理实体与数字孪生体的双向映射。

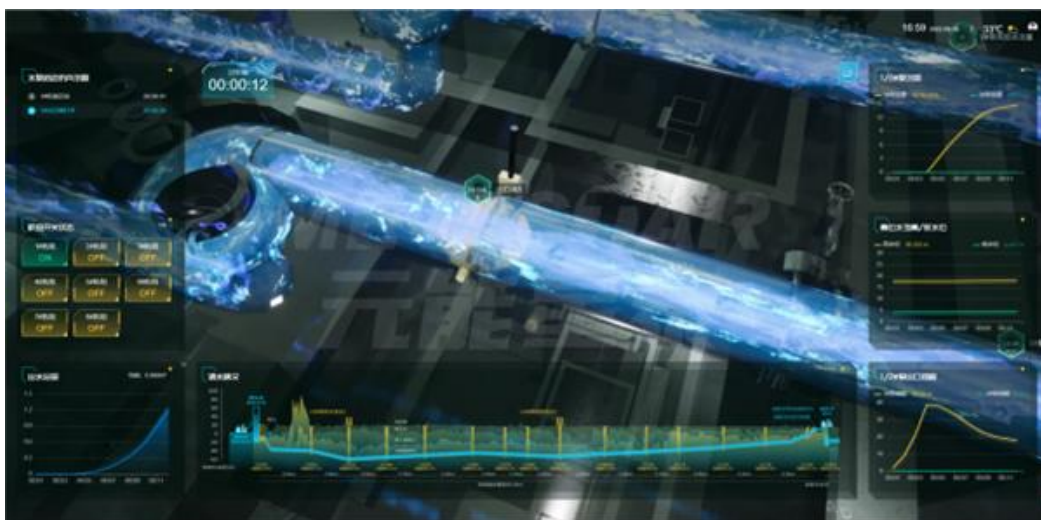


图 84 工程运营管理升级

（2）创新点

该水资源配置工程具有地质条件复杂、施工周期长、参与单位众多、施工难度大等特点，工程质量要求高但安全风险较大；盾构管片施工及安全、质量监管难度大，各类盾构井和检修井与区域内密集城市群的地上地下交通市政交错复杂；同时由于工程全线为地下供水工程，对建成后的运营保障也将带来巨大挑战。为解决上述痛点，本项目采用了多种创新手段和技术。

一是物理工程感知可视。本次数字孪生平台的建设，充分利用

BIM+GIS 及相关可视化技术，彻底感知工程运行状态、有效控制工程设备设施、全面预测预警工程风险、及时消除隐患、快速处理问题，保障工程质量与安全，并将建设期的工程大数据应用于工程运行期，实现工程的科学管理，提升调度运行水平。

二是项目业务全面复合。本项目非传统单一的设计、施工、运维项目或研发项目，且项目实施无成熟的案例可以借鉴，也暂无符合条件的标准进行指导。团队叠加多种新技术应用实践、平台研发和科学研究，采用前沿技术，全面复合项目业务。

三是项目目标高效达成。本项目的目标是深度发挥数据价值，推进数字化、信息化技术深度服务工程运行，实现“无人值守、关门运行”。系统提供一个统一的平台记录全过程、全要素、可追溯的工程信息，并充分挖掘利用，提高沟通效率及监管决策水平。

2024 年 1 月 30 日水利部部长李国英、广东省委书记黄坤明、广东省省长王伟中在本项目进行实地调研期间，对数字孪生系统提出了多次认可：数字孪生工程建设，就是要记录过去，反映现实，更重要的是预测未来，很高兴能看到这个工程在一开始就做了这方面的建设，这点上是做得非常好的，给予充分肯定。

2024 年 4 月 9 日，水利部在河南省郑州市召开数字孪生调水工程建设现场会，数字孪生华南某水资源调配工程作为全国调水工程的典型作了经验分享，收获广泛认可。

2024 年 4 月 18 日，浙江省等多地水利厅印发 2024 工作方案，明确学习借鉴数字孪生华南某水资源配置工程试点经验。

同时，项目共获得专利授权 3 项、软件著作权登记 7 项。

（三）数字孪生赋能 IT 基础管理提质增效

申报单位：中国联合网络通信有限公司软件研究院

1. 案例概述

（1）建设背景

以 IDC 机房为试点区域，借助数字孪生技术，以直观互动的 3D 场景浏览技术，层次化递进地实现从全国视角到数据中心级浏览、机房级浏览、机柜级浏览、设备级浏览和端口级浏览，集成了资源管理、监报告警、隐患排查、应急演练、机房内部环境监测（包括传感器、门禁、摄像头）等基础设施全方位内容，构建出一套涵盖宏观与微观、物理数字孪生与逻辑数字孪生双轨并行的全方位视图。其中，物理数字孪生侧重于模拟机房全景，实现基础设施的三维重建，精确还原每一处细节，对资产信息进行数字化管理，实现精细化运营；而逻辑数字孪生则关注于构建网络拓扑，清晰呈现网络拓扑与资源关联，实现实时监控，精确定位故障，优化运维流程。两者相辅相成，共同构建了视觉与逻辑并重的数字孪生世界。

（2）建设需求

为提升机房运营效率与安全性，建设该项目基于以下需求：

1）远程可视化管理：无论身在何处，管理者都可以轻松访问虚拟机房环境，了解机房基本情况。

2）精细化资产管理：通过对所有资产信息的数字化处理，确保每项设施的状态都被实时追踪记录，支持更高效的资源配置决策。

3）实时监控与快速定位：根据监报告警数据，能够持续监测数据中心内各种设备和环境参数的状态，准确识别问题设备，精准把控

监控异常，迅速准确地定位问题源头，从而实现高效的故障排查和处理。

4) 优化人员流动管控：借助智能化出入控制系统，实现了对进出人员身份验证的严格把控。不仅提升了安全性，还提供了详细的门禁出入数据和视频监控记录，为安全管理和审计提供了坚实的基础。

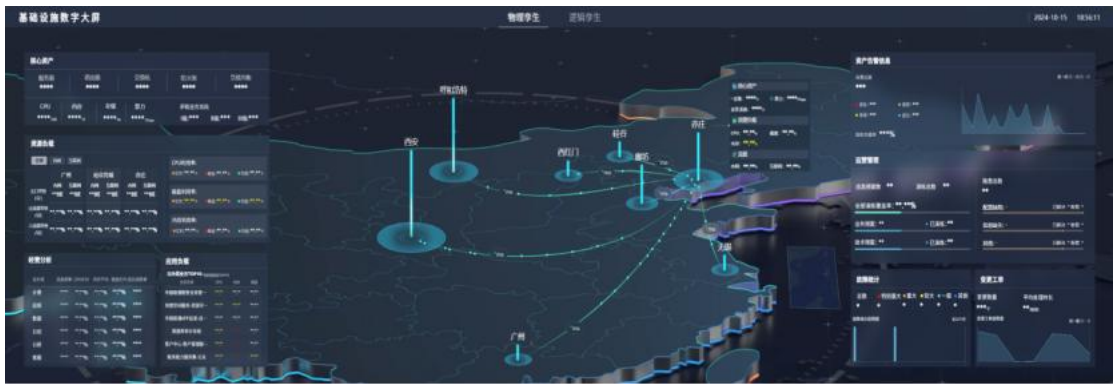
（3）主要解决问题

当前，该项目已成功在亦庄、无锡两地、15 个机房实施完成，涉及超过 2600 余台机柜、1500 多件动环设备及 10000 多台机架设备及相关浏览层级的精细建模，同时完成 8 个数据中心的三维逻辑拓扑展现，打造出一套兼具全局掌控能力，又可以一键直抵设备的管理平台，为数字化转型和高质量发展奠定坚实基础。

2. 应用场景

场景 1：基于可视化呈现的基础设施全览

以全国总览为例，实现基础设施在资源、监控、告警、隐患、应急演练等内容的统一实时展示，方便掌握全局态势。通过直观的可视化界面，为用户提供全面的基础设施管理体验，实时展示基础设施相关指标。这种统一的实时展示不仅提高了运维效率，还显著降低了故障响应时间。通过实时监控和历史数据分析，用户可以迅速发现并解决潜在问题，从而提升整体系统的稳定性和可靠性。不仅提升了基础设施管理的透明度，还为用户提供了一个高效、可靠的管理平台。



来源：基础设施运营系统

图 85 全国层级物理孪生

场景 2：基于虚实融合互动的逻辑拓扑与物理实景动态映射

通过先进的可视化技术，将复杂的基础设施网络以直观的方式呈现给用户。这一系统将逻辑拓扑图与实际物理环境进行动态映射，让用户能够实时查看和管理整个基础设施的状态。例如，在某机房中，用户可以看到对应设备的位置及其连接关系，同时通过三维模型展示机房内部的具体布局。系统不仅实时更新设备的状态，还能够显示关键性能指标，如 CPU 利用率、内存使用率和网络流量等。这种虚实融合的互动方式不仅提升了运维效率，还极大地增强了用户的操作体验，确保基础设施的稳定运行。



来源：基础设施运营系统

图 86 数据中心层级物理孪生



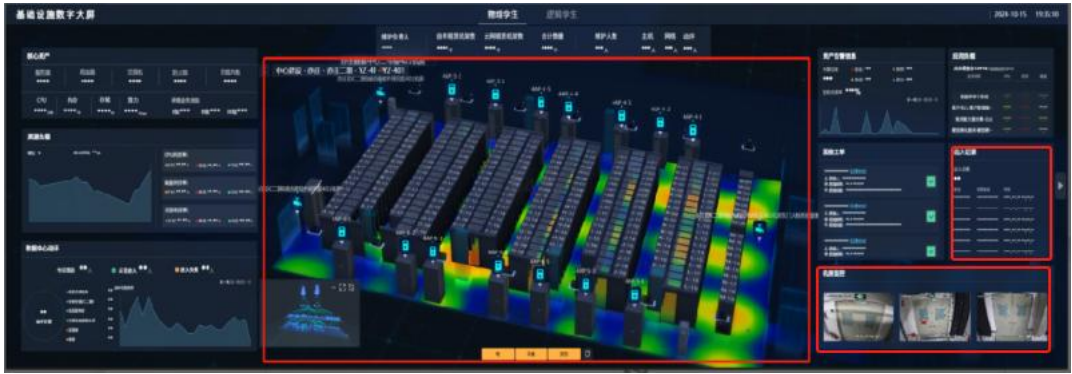
来源：基础设施运营系统

图 87 数据中心层级逻辑孪生

场景 3：基于模拟仿真和全要素数字化表达的机房全景建设

通过先进的数字孪生技术和虚拟现实技术，实现了机房环境的全方位、高精度模拟。这一系统不仅能够实时展示机房内的各种设备状态，还能通过全要素数字化表达，提供详细的机房布局 and 运行情况。用户可以通过三维模型查看机房内每一个角落，从服务器到网络设备，再到空调和电源系统，所有设备的状态和性能指标一目了然。这种基于模拟仿真的全要素数字化表达，不仅提升了机房管理的精细化水平，还大幅提高了运维效率和系统稳定性，确保机房的高效运行。此外，还确保了资源配置的高效性，减少了设备丢失或误用的风险。

通过远程可视化管理，使得运维团队能够随时随地掌握机房状态，减少了现场巡检的需求，提高了响应速度。特别是在紧急情况下，管理人员可以迅速做出决策，指导现场人员进行处理。同时，结合安防信息，可实时查看人员流动情况，不仅提高了安全性，还提供了详细的门禁出入数据和视频监控记录，为安全管理和审计提供坚实的基础。



来源：基础设施运营系统

图 88 机房层级物理孪生

3. 案例总结

本项目基于保障基础设施的稳定运行为目标，结合 IDC 机房调度可视的痛点——监控盲区、响应滞后及资源调度不精确等问题，采用数字孪生技术，构建基础设施运营系统。当前实现了物理数字孪生与逻辑数字孪生双轨并行的场景构建，数字孪生场景还原度达到 90% 以上。同时，以亦庄、无锡两地为试点，完成 15 个机房的物理数字孪生构建，实现了 2600 余台机柜、1500 多件动环设备及 10000 多台机架设备及相关浏览层级的精细建模。同时完成 8 个数据中心的三维逻辑拓扑展现。这一系列成果，实现 IT 基础资源运维运营工作的全景可视，为精细化管理和高效运维奠定了坚实基础。

基于数字孪生技术，在具体 IT 运维运营实践上，带来三大收益：

- （1）安全防控能力提升：实现各属地数据中心机房精细化的安全管控，包括机房人员和设备进出、施工等，自从系统上线以后，机房管理规范得到严格全面落实和考核，无一起安全事件发生
- （2）运维效率提升，降本增效：面对全国多数数据中心属地带来

的远程调度不实时不透明的痛点，通过对物理、逻辑等方面的数字孪生，为生产调度、故障定位和处置带来实质的改变，远程现场故障处理效率提升 80%；通过远程巡检、视频监控数据同步等方式实现机房的无人值守、远程检查等能力提升，累计实现人工替代额（人工成本节约）150 万元。

（3）资源运营效能提升：通过数字孪生对配置和性能等各方面数据的全量可视，指引资源的高效腾退盘活利用和使用效能提升：在配置管理准确率方面提升 5 个 pp，达到 98%；资源腾退利旧方面，利旧现有资源 1511 台，累计节省投资 5000 万。

（四）东至县城市大脑（一期）智慧应用项目

申报单位：浪潮智慧城市科技有限公司

1. 案例概述

为推进东至县“数字东至”建设，推进城市建设向数字化、智慧化全面升级，通过运用数字孪生技术，打造了 GIS 平台、CIM 平台、全景仿真平台三个平台。

GIS 平台提供了对城市级数字孪生底座的基础支撑，包括地图数据服务、空间处理功能服务，以及 GIS 数据的浏览、编辑、发布、分析、展示等功能，允许城市大脑数字孪生底座进行数据输入、数据编辑、空间查询、空间分析和数据可视化。目前平台对人口分布数据、视频高点数据、遥感影像数据、县域县界等数据进行处理，为 CIM 平台提供了 8 类专题数据。

CIM 平台提供城市级孪生数据的全要素服务资源管理能力，提供多种类的数据服务、接口服务、功能服务，从而构建形成全要素服务资源池，包括东至县的地面数据模型、二维遥感影像模型、视频高点图、主城区的三维倾斜摄影模型、学校区域的手工精细模型等 8 个专题图服务和 4 个模型服务。平台通过共享服务形式支撑社会治理、城市管理等多个智能应用场景，服务于东至县城市大脑平台的多个子模块，除此之外，二维遥感影像模型以接口的形式共享给东至县财政局，用于国有资产平台的可视化建设。

全景仿真平台提供了基于三维可视化的信息集成与应用能力。全景仿真平台可以接入外部物联网，如摄像头等，数据通过网络实时传

输并展示于三维空间，与真实的实景空间数据无缝融合；仿真平台支持对于动态的人、车等位置实时跟踪和轨迹回放，在三维空间中模拟其真实运动形态；也可基于仿真平台进行基于地理空间的全局和局部三维分析，以三维图表的形式直观显示，同时可以根据需要进行雨、雪、雾、风、白昼、黑夜的气候模拟。平台通过接入气象数据和视频监控数据，对空间分析与天气模拟，提供天气、水淹、光照、台风等模拟数据为应急救援与城市规划的决策提供辅助，而轨迹追踪、视频监控、环境监测等可视化专题将数据以更加直观的形式展示出来，有助于决策者更加宏观地了解情况。

2. 应用场景

场景 1：基于空间分析的水淹模拟

在全景仿真平台的水淹分析专题中，运用空间计算与分析技术，汇聚东至县城区的空间地形与水文数据，构建水淹动态模拟模型，形成洪水淹没情况的可视化与预测功能，解决防洪减灾、城市规划及水资源管理中缺少水淹情况可视化数据的问题，实现了辅助应急预案制定、优化防洪设施布局、评估城市规划影响以及支持水资源调度的效果，如下图 89。



图 89 水淹模拟

场景 2：基于地图数据接口共享的国资平台数据可视化

通过接口共享与数据叠加，将东至县域地图模型与财政局国有资产数据相叠加，构建了东至县数据资产可视化平台，形成国资数据可视化功能，解决了财政局国资平台资产管理数据直观性不足的问题，显著提升了国资平台的资产管理能力，如下图 90。



图 90 应用地图模型的国资平台

场景 3：基于物联网实时感知的轨迹追踪

运用物联网技术，收集现实世界定位模块产生的位置数据，结合二三维地图，构建出实时行动轨迹模型，解决实时指挥决策与重点目标监控难的问题，实现高效指挥决策与对重点车辆、船舶、人员的监控。



图 91 船舶轨迹追踪

场景 4：基于数据叠加的视频监控地图

运用 GIS 数据叠加技术，汇聚东至县视频监控点位、城市治理、数字政府、生态环境等相关数据，构建综合数据展示模型，形成地图上精确展示各类数据点的功能，解决数据展示不直观、城市治理能力受限的问题，实现了东至县数据可视化能力的增强以及城市治理能力的提升，如下图 92，93。



图 92 视频点位



图 93 城市管理

3. 案例总结

东至县城市大脑数字孪生平台完成了全县二维地图与城区 80 平方公里三维地图的绘制，并对舜城新区进行了手工建模。将三维地形图、倾斜三维模型、高精度坐标等多源异构数据构建形成 CIM 基础平台，包含了 8 个二维地图模型与 4 个三维地图模型，为东至县城市大脑的视频网联、可视化、协同处置、社区治理、全景仿真等多个平台提供了标准化、规范化、多种类、多层次的数据服务、接口服务与

功能服务，还通过接口共享的方式向东至县财政局国有资产管理平台提供了县域的二维倾斜地图模型，协助其实现了数据的可视化。

搭建全景仿真平台，提供了空间分析、天气模拟、可视化、仿真模拟等四大模块多维度分析。实现了光照分析、淹没分析、通视分析等空间分析功能，雨、雪、雾、风、云等天气仿真，白昼、夜视、交通模拟、台风路径模拟、人口迁徙等功能。将县域内人、城市、事件高度整合，立体化展示城市风貌，方便城市可视化管理。

（五）“数字孪生”打造“智慧大脑”赋能城市智治

申报单位：广东省电信规划设计院有限公司

1. 案例概述

完善和发展中国特色社会主义制度，推进国家治理体系和治理能力现代化是我国现阶段全面深化改革的总目标。而政务服务效能提升工程正是全面推进国家治理体系和治理能力现代化的重要抓手和关键路径。

肇庆高新技术产业开发区（后简称“高新区”）城市运营中心二期建设项目汇聚各类数据资源，以数字孪生引擎、GIS、数据中台为支撑，构建集前端采集、中端汇聚、后端展示于一体的沉浸式城市运营中心平台，打造肇庆高新区“智慧城市大脑”，对提升城市治理能力和服务水平发挥了积极作用。建设内容主要包括：

天地一体化时空可视化信息展示平台：采用高精度数字孪生技术作为底座，结合 GIS 信息，实现高新区全域从物理空间到数字空间的精准映射。

全要素网格化信息平台：在综合信息可视化展示平台的基础上进行地理信息加工，实现区内网格员、网格、事件等综合治理事务的全过程管理。

多源视频融合一张网平台：对现有的三套平台进行融合（数字化城市管理平台、城市运营中心平台、公安视频图像信息应用系统平台），实现一套平台统一管理，提高工作效率。

2. 应用场景

场景 1：基于倾斜摄影和三维分割技术的物理城市精准映射

（1）高精度三维模型构建

通过二维航拍图和三维倾斜摄影模型的叠加，完成了高新区大部分区域的单体化 POI（兴趣点）处理。这种技术不仅提供了详细的地理信息，还为后续的社会事件管理和处置提供了精确的空间参考。三维倾斜摄影模型覆盖了全区 98 平方公里，精度达到 5 厘米（如图 93），这确保了模型的高度准确性和实用性。

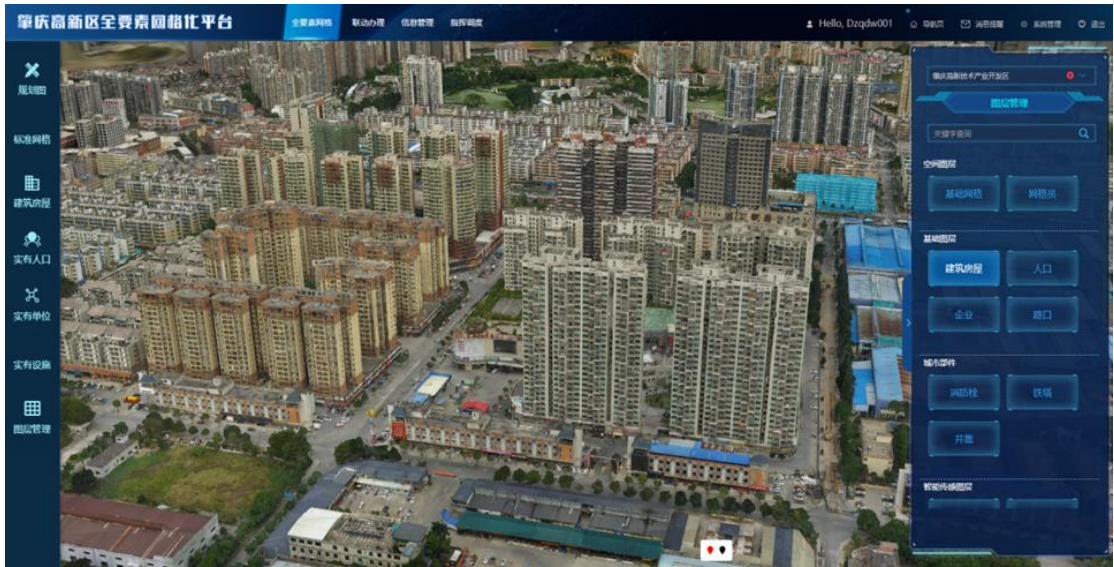
（2）三维分割技术

对于小部分网格化试点区域，通过三维分割技术对楼宇进行单体化（如图 94），实现了独栋楼人、证信息的查询和统计分析，使得每个建筑都能被单独识别和管理，提高了信息的精细度和利用率。

（3）信息集成与可视化

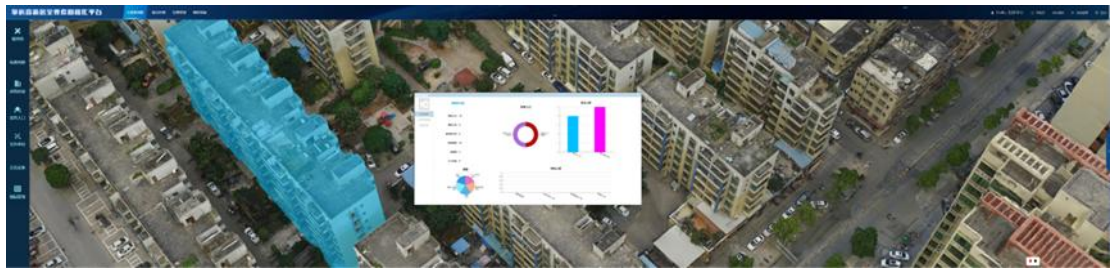
数字孪生技术将实际的高新区映射到虚拟的数字空间中，实现了信息的集成和可视化展示（如图 95）。这使得工作人员可以直观地看到各个区域的社会事件分布、处置进度等信息，便于做出更准确的决策。

同时，基于对物理城市的精准映射，可以进行各类空间分析计算，为高新区的规划、建设和管理提供科学依据和决策支持。



来源：肇庆高新区全要素网格化平台

图 94 地图三维可视化



来源：肇庆高新区全要素网格化平台

图 95 三维单体化



来源：肇庆高新区全要素网格化平台

图 96 接入 1000+路实时视频监控并实现自动巡查

场景 2：基于全要素数字化表达的网格化精细化城市管理

从网格化管理的六大要素（包括人、地、物、事、情、组织）入手，每类要素都需要建档建库，并在天地一体化时空可视化信息展示平台进行关联，目的是在平台中能够定位分布精准、可视化展示直观以及对其进行更好的服务和管理。同时，通过与多源视频融合一张网系统联动，实现关键点位实时视频分析与告警等功能。

（1）人：人主要为自然人和法人，自然人在建库的过程中需要三方面的数据：一个是基本信息，相对频率变化小、共性的数据，包括姓名、性别、出生日期、出生地等；一个是各类专题信息，包括计生信息、民政信息、就业信息等；一个是人员标签，即现阶段属于哪一类人，包括：刑释解教人员、社区矫正人员、吸毒人员、精神病人、孤寡老人、留守儿童、其他重点人员等等，如捕捉到区域内出现与数据库中资料吻合的对象，平台能够做到第一时间通知该网格内的网格员，提高效率。

（2）地：主要指地理信息，空间的地理范围，包括网格的划分、网格边界的管理。网格数据能够建库，在天地空一体化时空可视化信息展示平台上进行可视化展示，并支持网格划分的变更，如新增网格、网格边界变更、网格合并、网格删除等功能。网格数据也能与建筑物进行关联，实现资源可按网格划分。

（3）物：主要指网格化管理中的资源，包括：大型建筑物、大型场所、危化品企业、城市部件、视频监控等等。天地空一体化时空可视化信息展示平台能够对这些数据进行分类建库，并与地图进行关联，实现地图上的可视化展示，为城市规划、应急指挥、资源管理提供支撑。

（4）事：主要指网格化管理过程中发生的事件，包括城市管理类、食品安全类、社会治安类、人口管理类、公共服务类、基层党建类、信息采集类、矛盾调处类、社会参与类等等。将这些事在平台中进行台账管理，天地空一体化时空可视化信息展示平台能够对事件处理进行及时监控，提升网格化公共安全。平台自动记录事件发生地点的坐标，因此可在地图上进行定位展示。

（5）情：主要指民情，通常是以网格员的民情日志为主，即网格员在走访过程中可结合天地空一体化时空可视化信息展示平台在移动办公系统上登记民情日志。

（6）组织：主要包括已登记注册的各类组织、未注册其他需关注的组织情况。对网格内组织队伍进行管理，积极地推动组织人员加入网格化工作中，发挥基层组织作用。组织数据需要建库并与天地空一体化时空可视化信息展示平台关联，实现地图上的可视化定位展示，便于管理与分析。

通过对网格化管理六大要素的全面、精准、可视化管理，大幅提升了管理效率和服务质量。同时，平台支持实时视频分析与告警功能，能够迅速捕捉关键点位的信息，为应急指挥提供有力支持。



来源：肇庆高新区网格化平台

图 97 肇庆高新区网格化平台

3. 案例总结

随着社会经济的快速发展，城市管理面临着越来越复杂的挑战。肇庆高新区采用“数字孪生+人工智能”等技术融合打造肇庆高新区智慧城市大脑，实现主动式精细化社会服务，使得各种矛盾隐患、不和谐因素和各类纠纷在基层得到及时化解，大大降低上访事件数量及各类案件数量，提升了城市治理能力和服务水平，提高了群众满意度。

（1）减少网格员投入，人工成本有效降低：平台通过实时监控和数据分析，实现了“多格一员”的巡查模式。以往需要 7—8 人巡查一天的任务，现在仅需一人通过平台即可完成，有效降低了人工成本。自投入使用以来，每年平均节省 150 万元人工成本。

（2）降低案发率，群众满意度显著提升：平台针对老弱病、社区矫正人员等特殊群体，通过定位技术实现精确管理，能够迅速查找具体信息，实现以图管房、以房找人的功能，为基层治理提供了极大的便利；打造“可视化网格操作”工作模式，通过三维地图展示网格内丰富的业务及地理空间信息，使网格员能够直观、清晰地了解网格内的情况，极大提高了工作效率；与路面摄像系统联通，实时获取网格内社会事件信息，及时提醒区域内网格员进行处理。自 2021 年上半年投入使用以来，已协助调解矛盾 236 宗，2022 年上半年调解矛盾 120 宗，同比减少 49.15%，为社会治安层面作出了显著贡献。通过主动式精细化服务，使得各种矛盾隐患、不和谐因素和各类纠纷在基层得到及时化解，大大降低上访事件数量及各类案件数量，提升了城市治理能力和服务水平，提高了群众满意度。

（六）临沂市中医医院数字孪生

申报单位：中电信数智科技有限公司、中电信数智科技有限公司
山东分公司、临沂市中医医院

1. 案例概述

（1）建设背景

临沂市中医医院高铁院区于 2024 年 3 月 9 日正式启用。伴随院区建设工程的逐步竣工，医院规模持续拓展，患者流量、医疗设备数量以及医务人员规模均显著增长，这对医院管理工作提出了更为严苛的要求。在传统管理模式下，医院管理工作高度依赖大量人力与物力资源投入，存在信息传递滞后、工作流程缺乏规范性等弊端，致使工作效率难以提升。因此，构建数字化医院孪生管理平台迫在眉睫，院方希望借助自动化、信息化与可视化手段，达成信息的高速传递与高效处理，有力促进工作效率的提升。

（2）建设需求

临沂市中医医院数字孪生平台是依托 BIM、物联网、AI 识别等前沿技术构建而成的综合性医院数字孪生应用。通过对接医用气体、医疗给排水、电梯、能耗、安防、消防、冷热源等十余类设备子系统，实现对医院设备、物资、人员等各类资源的全方位精细化管理与精准统计分析，进而优化资源配置合理性，提升资源利用效率，有效减少资源浪费并降低运营成本。平台可对设备运行状况进行实时监测，及时精准定位故障并启动维修流程，保障设备稳定运行，提升医疗服务质量与效果筑牢基础。同时，平台能够对医院安全设施、消防设施及监控设备实施全方位监控与智能化管理，切实维护医院安全环境，有

效防范安全事故发生。平台可实现信息的集中整合与高效共享，极大便利医院各部门间的协同合作与沟通交流，全面提升医院信息化建设水平。



图 98 总览

2. 应用场景

场景 1：医用气体设施监测

对接医用气体子系统，对医院医用气体系统及设备的各类数据进行实时监测分析，以提升医院整体用气安全。

实时监测与可视化：通过数字孪生技术，构建与实际医用气体供应系统完全对应的虚拟模型。展示氧气，压缩空气，气体吸引的传输管道及用气节点分布。医护人员和后勤管理人员可以通过医用气体大屏，实时监测真空泵的设备运行状态、故障报警、手自动状态，负压吸引站的真空罐的压力值及集气缸的压力值，液氧罐内液氧体积、压力、压值差，以图表化的方式进行呈现，确保信息的直观准确。

智能预警：数字孪生系统实时反馈液氧/吸引/压缩空气设备设施

上海市中医院

智慧医院数字孪生

11:59:24
2024.10.17 星期五

4号罐(4.28m³) 3号罐(1.07m³)

罐气罐指标监测

	压力	温度	体积
1#	0.55 MPa	32.48 °C	4.28 m³
2#	0.56 MPa	28.60 °C	3.76 m³
3#	0.56 MPa	24.80 °C	3.24 m³
4#	0.56 MPa	9.00 °C	1.07 m³

罐气罐运行趋势分析

历史报警

实时数据监测

历史指标数据

时间	压力(kPa)	温度(kPa)
2024-10-17 11:59:01	0.56	9.00
2024-10-17 10:59:01	0.57	9.00
2024-10-17 09:59:01	0.57	9.00

实时数据

历史报警

报警记录

报警清除

报警统计

报警分析

报警设置

场景 2: 医疗给排水设施监测

二次供水：对院区二次供水机房内部供水设施、供水量、水质、水质达标率等指标进行监测和分析。对当日水质的浊度，pH 值，电导值，水压，高中区水箱液位数据进行实时监测，当数值超过平台预

置的阈值会自动发出告警，提高系统的稳定性和处理效率。

污水处理：提供污水处理工艺流程图，监测各个水泵、风机运行状态，格栅井/调节池水位数据，监测清水池 pH 值，当发生指标状态异常时，发出故障告警。

医疗纯水：对医院医疗纯水机房内部的 EDI 生化检测设备，二级反渗透设备的电导率，水箱液位，电阻率等指标进行监测和分析。当发生指标异常时，及时推送告警信息给后勤人员进行处理。

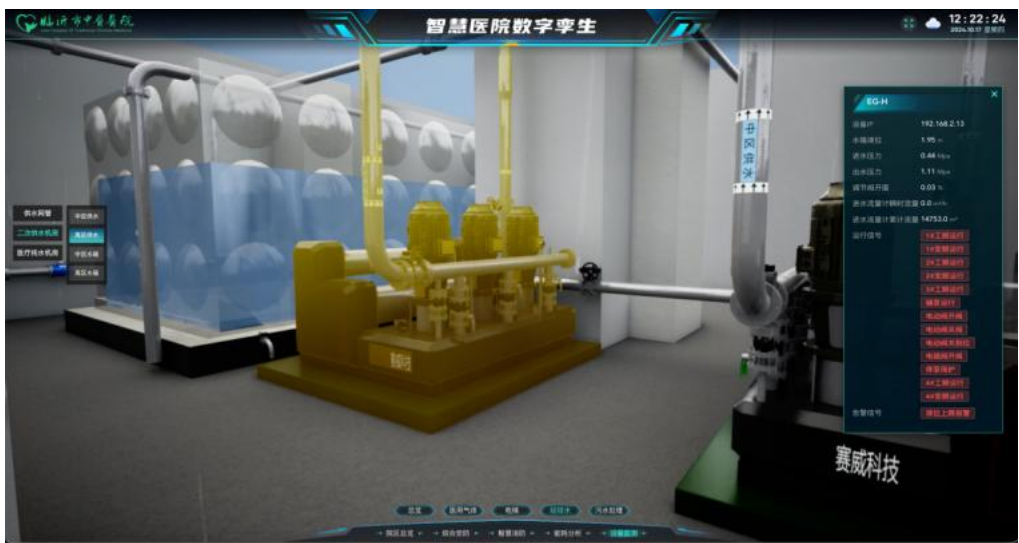


图 100 供水设备监测

场景 3：基于视频算法的医院安防场景

为提高突发事件快速反应和周密部署能力，视频监控成为应急指挥调度的重要技术组成，平台通过接入在医院各个区域部署的高清摄像头，实时采集分析人员数量、流动流向、面部信息等数据，对于医院内发生的人员聚集，敏感区域非法闯入，医闹黑名单人员等事件进行跟踪，对潜在的医闹行为进行实时分析，将疑似医闹行为在可视化大屏进行呈现，并通过短信/小程序方式向安保人员发出告警，安保值班人员通过可视化大屏对报警的设备位置进行快速定位，打开实时

监控画面查看现场情况，方便安保人员快速到达现场，保障医院病患，医务工作者的人身安全。



图 101 安防告警

场景 4：基于梯控智能算法识别电梯异常事件

平台实时监测电梯的运行状态以及故障告警，当发生电动车进入电梯，困人，长时间开门等异常事件时，大屏及时推送事件告警，安保人员可通过大屏联动对应电梯的视频画面，及时查看电梯内部情况，采取相应措施。通过这些监测，实现对电梯安全关键点位的全覆盖，将分散在楼宇各个区域的电梯统一管理和监测，提升电梯安全事件的处理效率。



图 102 电梯运行实时监测

场景 5：基于空间分析的火灾预警及紧急疏散

医院的建筑结构复杂，科室众多，通道纵横交错，这给火灾的扑救和人员疏散带来了一定的难度，平台利用数字孪生技术构建楼宇消防系统的可视化模型，实现了对火情的实时监测和风险预测，快速响应和处置火灾事件。通过对消防重点部位视频监控摄像头的视频识别算法，实现对烟雾、烟火识别，及时发现消防安全隐患及火灾发生情况。对实时消防告警事件进行提示，在消防火灾模拟或真实火灾发生时，可直观查看着火部位附近消火栓位置及联动周边监控画面，自动放行附近相关的门禁系统，为人员的安全撤离争取宝贵时间，最大限度地减少风险。



图 103 消防应急

3. 案例总结

（1）创新点

在临沂中医医院数字孪生医院项目中，项目团队创新性地运用了自研图纸识别解析技术，精准且高效地对 CAD 图纸上的设备点位进行快速数字孪生映射。相较于传统的映射方式，其效率提升幅度高达 80% 以上，上万设备点位定位绘制时间缩短到小时级别，极大地优化了项目的资源投入与产出比。

平台成功搭建起各物联感知设备的数据传输分析通道，实现了设备和系统运行状态的实时监控。通过对庞大数据的深度收集、分析和挖掘，找到能源消耗高峰时段资源调配失衡等运营中的潜在问题和瓶颈。通过精准的能源调配策略，为管理者提供了具有前瞻性和针对性的决策建议，使医院能耗成本稳步下降。

（2）应用成效

在安防与消防方面，数字孪生平台与医院的安防监控系统、消防报警系统深度融合。通过遍布医院各个区域的高清摄像头、智能门禁等安防设备，实现了对人员流动轨迹、可疑行为的实时智能分析与预

警。在系统试运行后，成功识别并阻止了多起违规闯入事件，电动车违规进入电梯事件，显著提升了医院整体的安全防范水平。平台实时监测消防设备的状态，一旦出现消防隐患，系统能够在 5 秒内发出精准警报，并自动规划出最佳的疏散救援路线。自平台运行以来，消防应急响应时间缩短了 70%，极大地提高了医院应对火灾等紧急情况的处理能力，有效保障了患者、医护人员及医院资产的安全，为医院营造了安全可靠的医疗环境。

（3）市场推广价值

临沂市中医医院数字孪生平台的正式启用，意味着无论是大型综合性医院，还是基层社区医疗中心，都能借助数字孪生技术实现全方位的精细化管理升级，提升医疗服务质量与安全性，减少运营风险与成本浪费。平台作为医院数字化革新的成功范例，加速全行业变革进程，提升行业综合竞争力，为医疗智慧化发展强劲赋能并创造丰厚的经济与社会效益。

（七）埃及生态园数字孪生园区平台

申报单位：海纳云物联科技有限公司

1. 案例概述

近年来，面对增长迅速的海外新兴市场，众多国内优秀数字企业率携数字技术出海，为“一带一路”和其他国家的数字城市和数字经济发展输出“中国方案”。海尔埃及生态园正是青岛品牌加速国际化步伐，充分融入当地发展的典型实例。该园区占地 20 万 m²，设计总产能超百万台，覆盖空调、电视、洗衣机等产品，主要面向北非、中东、东南非市场。面对工业园区普遍存在的管理对象繁杂、系统孤立和全局协同难度大等运营痛点，海尔埃及生态园紧跟数字化转型的时代步伐，打造中东非地区首个数字孪生园区平台，实现生产现场的数据采集、目视化管理及数据统计分析，将园区的所有人、事、物元素集成于一屏，为管理者提供直观、全面的运营视图，以满足园区精益生产、安全管理等方面的需求。平台融合高精度 BIM 建模、大数据、物联网等先进技术，构建安防、生产、质量等 6 个应用场景和 24 个子场景，提供智能监控、生产监测、资产盘点等功能，增强园区运营透明度，不仅为精益生产提供辅助决策，也为园区管理者、员工、物业、访客、生态方等用户，提供全时空可感、全要素可视、全流程可控的数字化管理新体验。

2. 应用场景

场景 1：基于 BIM 建模的全流程仿真监控

通过高精度 BIM 建模，从园区外观场景建模、建筑内部结构建模、部件级建模到设备仿真动画，实现多尺度全场景 3 维构建，将整个园区的生产、办公、实验、礼拜等 20 多个区域，家用、商用空调、电视、洗衣机 4 条产线，以及提升机、打包机、码垛机器人等 27 种设备，在模型中生动直观而纤毫毕现地展示，可以清晰直观查看从原料输入、制造加工到成品打包的全工艺流程，实现全局参观路线可视、第一人称产线漫游、产线作业仿真动画、重点工序及生产亮点呈现，帮助平台用户快速了解工业园区整体布局规划、整条生产线工艺流程、各个节点之间的协作关系，以及相关设备的空间位置及参数。



来源：埃及生态园智慧平台截图

图 104 多尺度全场景 BIM 建模

场景 2：生产实时监测与产品质量全追溯

通过集成 MES(生产执行系统)、WMS(仓储管理系统)、SCADA(设备管理系统)等生产相关子业务系统，综合统计分析 265+生产数据指标，进行图表可视化展示，实现工厂生产、质量数据全局总览。

在生产管理模块，对产品计划生产量、实际生产量、完成情况等要素指标进行可视化展示，可以查看工厂全局和 4 条产线的实时及历史生产数据，了解单一产线的生产实况、单班产能及订单情况，把握生产进度，确保生产的高效进行。在质量控制模块，完成质量统计分析 & 工程不良情况可视化展示，不仅可以查看园区整体的直通率、不良率指标，也可以查看单一产线生产产品的质量情况。通过实时监测和分析生产过程中的质量指标，辅助管理者及时发现和解决质量问题，加强产品质量管理和追溯，确保产品的高品质输出。



来源：埃及生态园智慧平台截图

图 105 生产数据集成可视化呈现

场景 3：安防管理与设备能源态势监测

利用物联网、大数据技术，集成视频监控系统、门禁系统、停车场系统等 7+业务系统、17+设备类型，将园区的人、事、物元素集成于一屏，实现数据融合、物联感知。在安防管理模块，通过对厂区人

员、车辆通行等进行实时监测及可视化展示，可以实时掌握厂区通行态势、员工考勤情况、访客管控；通过三维模型中摄像头精准定位及重点区域视频监控，帮助及时发现问题和隐患，保障工厂的安全运行。在设备态势模块，对园区内主要生产设备进行精细化建模及动画效果展示，实时采集设备运行状态及参数，设备的运行情况一目了然，支持对设备异常进行及时警报、精准定位，确保设备的稳定运行和及时维护。在能源态势模块，通过智能传感器技术，整合厂区内能耗数据，从概况、排名、占比、趋势等方面对厂区电耗、水耗进行监测统计，实时掌握工厂整体用能情况，可用于分析能源消耗的合理性，提出节能措施，降低生产成本。基于该平台，园区的运营者可以实现监测的全数字化，通过实时监测与分析及时发现问题，以便于资源科学配置与精准管理决策，实现园区数字、安全、绿色化运营。



来源：埃及生态园智慧平台截图

图 106 人事物全要素数字化表达

3. 案例总结

本项目融合物联网、大数据、数字孪生技术，依托综合态势、生产管理 6 大功能模块，以数字化手段助力精益生产，增强园区运营透明度，辅助管理者掌控园区整体运行态势。在平台赋能下，园区空调产线运营半年，家用空调产线 UPH 稳步提升至 100 台/小时，不良率降至 3.6%，整体生产效率提升 20%，运营成本降低 7%，实现资源配置科学化与管理决策精准化，达成监测数字化、管理智能化与生产绿色化。项目通过多尺度全场景 3 维模型搭建、园区数据融合物联模型构建及创新实践，建立“园区 - 建筑 - 产线 - 设备”精细化三维模型，精度达 LOD400，实现虚拟与现实精准映射。同时，集成 7+ 业务系统，覆盖 17+ 设备类型，打造数据融合物联模型，实现生产在线监测等多项功能，缩短设备故障响应时间 15%，提升运维效率 16%，全方位赋能园区从低碳到生态的建设。这一创新实践彰显数据集成与技术融合的强大潜力，为工业园区数字化管理提供技术与解决方案，打造“青岛样本”，为“数字一带一路”和“数字贸易”提供参考与复制范例，积极助力以新质生产力实现高质量“走出去”，具有广泛适用性与可持续发展价值。

（八）江苏双星新材智慧工厂

申报单位：无锡黑蚁信息科技有限公司

1. 案例概述

（1）建设背景

2015 年 5 月，国务院正式印发《中国制造 2025》计划，从国家层面确定了我国建设制造强国的总体战略，并提出要以创新驱动发展为主题，以新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向，实现制造业由大变强的历史跨越。智能制造是新一轮科技革命的核心，也是制造业数字化、网络化、智能化的主攻方向。提升各个产业数字化水平和智能化水平，着力推进由要素驱动向创新驱动转变，由资源消耗大、污染物排放多的粗放制造向绿色制造转变已成为新一轮的发展焦点。

（2）建设需求

智能化转型需求：鉴于智能制造的重要性，双星新材积极响应国家政策，寻求通过智能化手段提升生产效率和管理水平。因此，采用先进的数字孪生技术成为其转型升级的关键一步。

综合管控需求：为了实现高效的数据分析与决策支持，双星新材需要构建一个能够整合全球与国内业务、环保管理等多维度信息的综合管控平台。这一平台须具备强大的数据处理能力，能够实时反映企业概况、环保指标、安全状况等，实现“一张图”管理。

（3）解决主要问题

生产效率与成本控制：通过引入黑蚁科技自研的数字孪生引擎和工具平台，双星新材成功构建了智慧工厂数字孪生系统，实现了对产

线监测、能源能耗、消防安全等关键场景的实时监控与一体化管控，有效提升了生产效率，降低了运营成本。

数字化转型与智能化升级：该系统的实施不仅促进了双星新材从传统工厂向智能化、数字化智慧工厂的转型，还极大地提升了企业的数据分析和决策能力，为企业的可持续发展奠定了坚实的基础。

环保与安全管理：借助数字孪生技术，双星新材在环保管理和安全生产方面实现了精细化管理，有效降低了资源消耗和污染物排放，提升了企业的环保形象和社会责任感，同时也增强了生产过程中的安全保障。

综上所述，江苏双星新材智慧工厂的建设是在国家制造强国战略和科技革命背景下，为了满足企业智能化转型和综合管控需求，解决生产效率、成本控制、数字化转型及环保安全管理等关键问题而采取的重要举措。

2. 应用场景

江苏双星新材智慧工厂应用案例遵循《中国制造 2025》的战略蓝图，以《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》及《“十四五”工业绿色发展规划》为指引，旨在“全面升级工厂智能化管理水平，构建智慧工厂、助力可持续发展”，该系统依托数字孪生技术、先进物联网技术以及大数据分析技术，打造了一个三维可视化的工厂综合管理智能平台。

平台深度融合了全球全国销售数据、产线数据一览、能效优化管理等功能模块，不仅实现了生产流程的全面数字化映射与精准控制，还促进了资源的高效配置与环境友好型生产模式的推广。通过深度挖

掘生产数据价值，智慧工厂数字孪生系统为决策提供了科学依据，加速了从“制造”向“智造”的转型步伐，有力推动了工厂的智能化升级与绿色发展进程，为构建现代化产业体系奠定了坚实基础。

场景 1： 基于可视化技术的工厂虚拟仿真

依据厂区建筑物的独特外观特征，采用高精度 3D 建模技术，精确无误地完成现实厂区的三维模型的构建，保证所构建的虚拟模型与实体建筑在外观与属性上的高度一致性，从而实现了厂区布局的虚拟仿真再现，为厂区的智能化管理、优化决策及日常运营提供了强有力的可视化支持。更具备天气模拟系统，可根据日出日落时间自动切换白天、黑夜效果，让整体体验更加贴近真实世界的每一个细节。

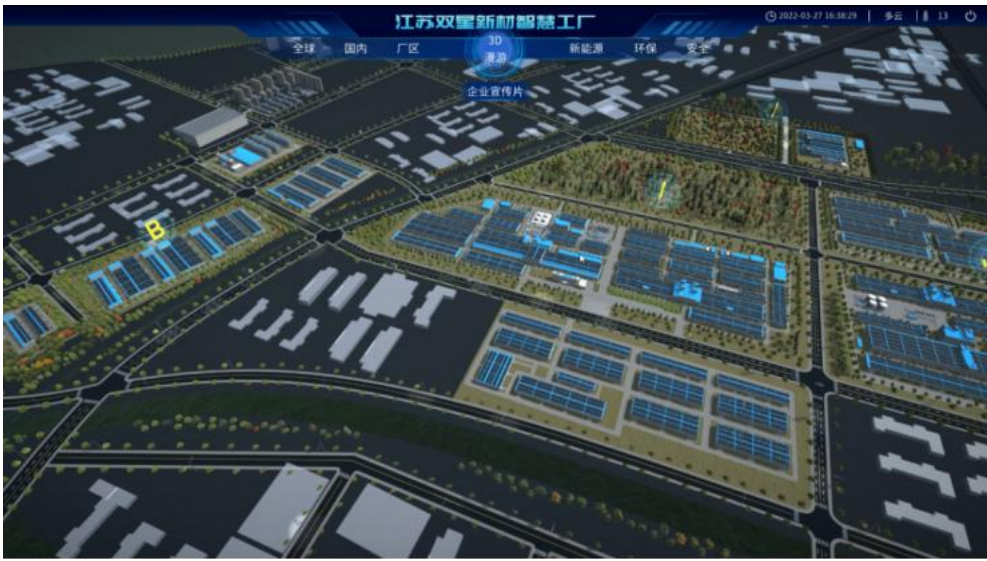


图 107 虚拟工厂

场景 2： 基于全要素数字化表达的数据集中管理

在国内数据界面，对销售额进行数字化表达。这一技术不仅确保了信息的全面性和深度，还通过精细的视觉层次与动态效果，优化了数据的呈现方式。这些信息的精准数字化表达，为管理人员及利益相关者提供了一个高效、直观的数据洞察工具，使他们能够迅速把握市

场动态。通过“全要素数字化表达”技术的运用，深入洞察业务动态，为企业的战略决策和运营优化提供有力支持。



图 108 国内数据管理

场景 3：基于物联感知操控的厂区管理优化

在厂区数据管理、产线数据管理与新能源数据管理界面，通过物联感知技术实时更新数据，对厂区内各类数据进行集中管控。这些数据为用户提供了全面的厂区运营概览，确保了数据的准确性和时效性。通过孪生场景中虚拟生产线的三维可视化效果，用户能够更清晰地掌握厂区真实的状况满足多样化分析需求，优化生产流程，提高生产效率。这些指标能够实时更新，确保用户始终掌握最新、最准确的信息。整体而言，不仅提供了高效、直观的数据洞察能力，还通过灵活地选择区域按钮和生动的三维动态场景，极大地提升了用户体验。它使得用户能够轻松驾驭复杂的数据信息，实现更加精准、深入地分析与决策。



图 109 厂区数据管理



图 110 产线数据管理



图 111 新能源管理

场景 4：基于模拟仿真推演的环保界面

在污水数据模块、废气数据模块和消防管理数据模块中，运用模拟仿真推演技术，将工作过程以三维动态场景的形式生动呈现。该场景不仅直观标注了关键设备的名称，还允许用户进行 360 度旋转与缩放操作，从而便于深入探索每一个细节。通过这样的设计，用户可以更加直观地理解污水和废气处理流程，并有效掌握关键信息，具有直观性、互动性、快速获取关键信息、决策支持等优势，并能够在提高工作效率、降低成本、增强安全性等方面发挥重要作用。针对消防设施可能出现的异常或故障，系统能够即时触发报警信息，通过数字孪生的空间分析计算，迅速定位并通报问题所在，为快速响应与安全隐患消除提供了有力支持。



图 114 安全界面

3. 案例总结

(1) 应用成效

双星新材引入黑蚁科技自研数字孪生引擎与工具平台，在数字世界“复刻”实体工厂，实现全面仿真、监测、分析与控制。聚酯薄膜 5G 车间以 5G 与工业互联网平台为切入点，运用数字孪生等新技术，通过 5G+工业 IoT 采集数据。5G 混合专网部署实现办公区与车间 5G 信号全覆盖，MEC 功能下沉保障数据安全，构建高效 5G 网络。此创新提升运营效率，实现数据与位置信息关联，带来全新管理模式。在优化生产上，产品年产值提高 50%，车间用工人数量降低 44.4%；产品质量方面，产品不良品率降低 57%；绿色制造方面，能源年度消耗总量降低 3.85%，水、材消耗总量降低 3.5%。

(2) 创新点

数字孪生技术深度应用于工厂管理各环节，精准复刻并实时监测实体工厂，极具创新性与示范意义。同时，项目整合生产、环保、安全等多维度数据，借助数字孪生平台深度挖掘与智能分析，提供全面

深入的管理视角。

（3）技术创新性

凭借数字孪生技术，企业可对生产流程高精度仿真与预测，提前规避潜在问题，减少实际生产损失与风险。通过整合多维度数据智能分析，为企业提供数据驱动的决策支持，助力管理层科学精准决策。

（4）推广价值

该项目作为智能制造成功案例，示范效应突出，激励更多制造企业向智能化、数字化转型。项目实施后，在运营效率、决策支持等方面成效显著，生产设备联网率达 100%，交货时间缩短 20%，设备利用率提升 10%，能源效率提升 8%，实现工厂全生命周期管理，为其他企业提供可借鉴转型路径与经验。江苏双星新材智慧工厂在技术创新、应用成效与推广价值上表现出色，为智能制造树立标杆，将有力支持更多制造企业智能化转型。

（九）服务器行业产品制造全流程数字孪生应用案例

申报单位：浪潮电子信息产业股份有限公司

1. 案例概述

（1）案例建设背景

服务器作为高端信息化装备，具有技术复杂性高、产品定制化程度高、组件来源多元化、配置需求差异化等显著特征。传统研制模式下，产品研发与工艺领域存在数据资料向下游传递链路离散、版本变化不清晰、全生命周期有序追溯困难等现象；在制造领域，易发生混料、错料、安装错位等问题，产品与设备间存在紧耦合的装配逻辑，自动化生产效能及智能装备兼容性较低。浪潮作为国内领先的服务器产品及解决方案供应商，定制化产品占据总产量的 90% 以上，产品个性化定制需求数量与复杂度持续增长。通过采取人员扩充、配置非标自动化设备等传统措施难以应对相应挑战，企业可持续发展受到阻碍。

（2）案例建设需求

近年来数字孪生、人工智能、5G、云计算、物联网、大数据等技术的快速发展与应用场景的快速拓展，为数字孪生技术在服务器生产制造、测试诊断等场景的应用提供了强大的技术支撑，为全流程数字化制造新模式的建立提供了可能。

企业需要基于全流程数字化制造转型理念，探索建立一套具有人机共融、研制一体、自适应等特点的先进数字孪生制造系统，为应对未来更加复杂产品的生产，更加丰富的个性化配置方案奠定基础。

（3）案例建设内容

该方案以信息标准化为前提，以数字化样机为基础、数字化工艺

为关键、数字化装配为核心、数字化分析为重点，协同构建综合化数字孪生系统，通过以下方式实现：

一是信息标准化下的跨系统协同响应。对服务器定制化过程进行标准化、参数化重构，包含配置描述、编码、接口等数据信息，并基于产品特性与逻辑关系智能化生成关联关系。打通数字化管理（MES & SAP）、数字化工艺、数字化样机、数字化装配、数字化测试、数字化分析等各大系统板块间的数据智能交互及自动、高效传递。

二是跨系统协同下的数字化技术应用。首先，建立数字化样机系统。实现机构、电子、液冷等全维度服务器产品的数字孪生设计，最终依据定制化需求分析，形成包含三维建模、虚拟装配验证、产品性能仿真、样机评审与修改、设计确认、虚拟测试，直至样机数据输出，并直接用于实体制造的规范化流程。其次，建立数字化工艺系统。结合数字化管理系统（MES & SAP），实现定制化订单配置的智能解算，自动孪生工艺文件和图像，在进行 AI 算法优化后，将统一、标准的工艺执行内容精确提供给对应人员、设备等接受对象，指导物料调度、产品装配、质量检验、数字化测试等制造过程。第三，建立数字化装配系统。借助信息标准化的跨系统协同，自动化设备从数字化样机中高效读取产品、部件和标记点的基准坐标等信息。制造孪生系统中，虚拟的自动化设备进行服务器装配工艺的离线仿真，在 OPCUA 架构下实时传递静态参数和动态路径数据到设备控制系统。结合先进力控机器人的受力均衡性调整，以及机器视觉对标记点的判断，AI 算法计算完整的数据源位置偏差，生成位移补偿方案，现场自动化设备即可实现对各种定制化产品的自适应制造。

三是基于大数据整合分析的数字孪生系统。各数字化系统的应用将会批量性生成服务器的多维数据，在数字孪生系统中针对多维数据进行基于人工智能与深度学习算法的整合与分析，可以实时管控产品制造全过程。针对定制化服务器需求，智能生成孪生测试方案并进行科学合理的模拟验证。最终制定最优排产方案以指导实际生产作业，并在生产过程中实时监控产品及设备状态，及时做出异常报警与应急处置措施。

2. 应用场景

场景 1：基于数字孪生技术应用的服务器验证与调试

（1）场景开发背景

服务器是一个复杂程度超出想象的系统，一台服务器的元器件数量超过 10000 颗，50 余种模块，线缆 800 余种，这些模块和器件共有参数 30000 多项。为突出某方向性能，目前国内服务器生产销售 80%以上以定制化形式进行。这对服务器的装配与验证工作带来前所未有的挑战，一方面是产品配置无穷无尽，工人看不懂复杂的全配置产品方案；另一方面是全球多地工厂同步生产模式下，产线、设备间存在较大差异，对制造过程的执行能力难以统一评估。

（2）场景技术方案

基于数字化样机数据底座，利用数字孪生、仿真、MBD 等新技术，构建数字孪生模型，打造一体式综合验证系统平台。通过与 PLM、ERP、APO、MES 等系统进行集成打通，所有数据在系统内自动流转，包括设计模型数据、结构化 BOM 数据、工艺数据、生产制造数据等。基于统一的 PLM 平台，直接利用设计提供的产品三维设计数据与模

块化 BOM 数据进行设计与仿真验证。同时，基于各工厂线体结构评估生产能力，利用资源库科学合理评估工艺资源与制造能力，最终完成产线、产品及其部件的整体工艺规划与验证。

(3) 数字孪生技术在场景中的应用

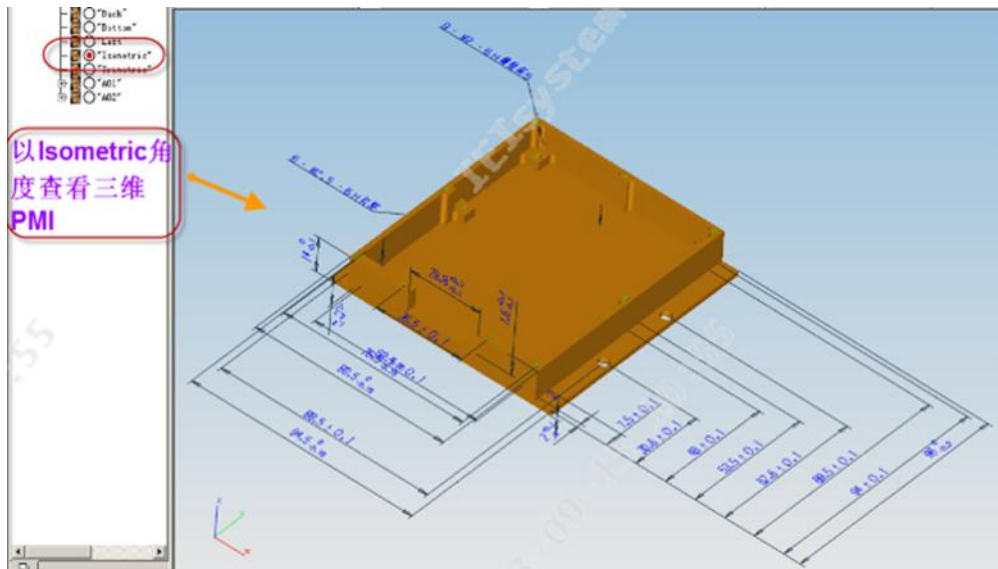


图 115 数据打通实现产品数字孪生模型建立

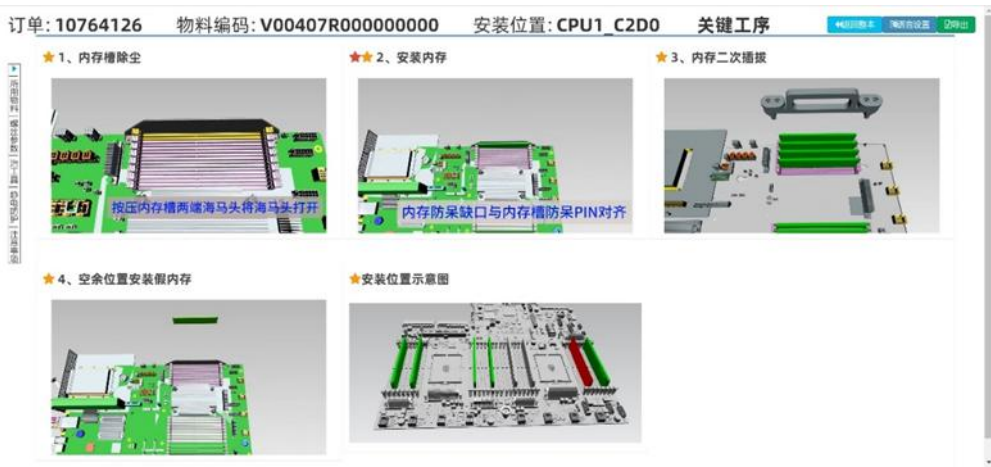


图 116 产品建模与装配仿真

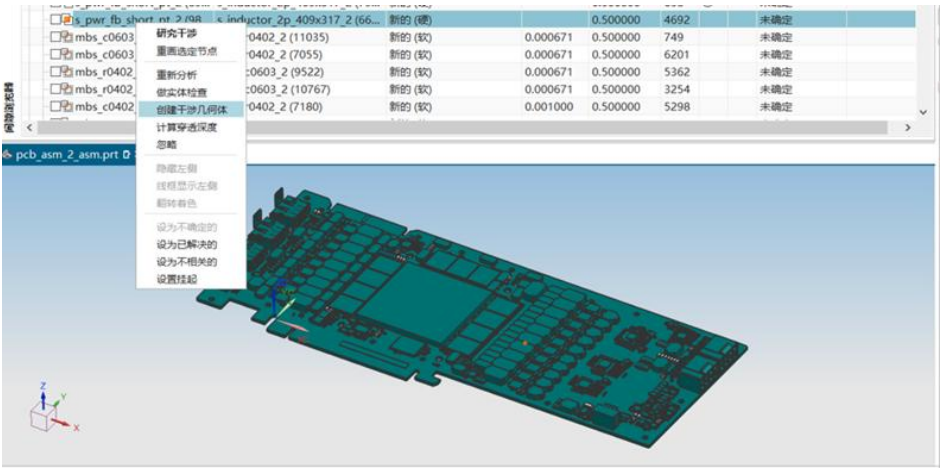


图 117 利用模型进行静态干涉检查

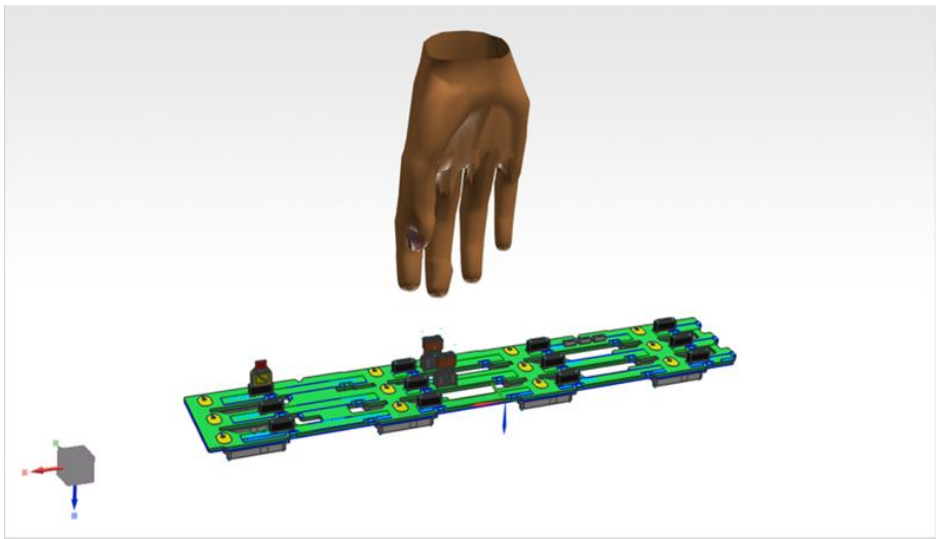


图 118 利用模型进行动态干涉检查



图 119 全球工厂数字孪生模型构建

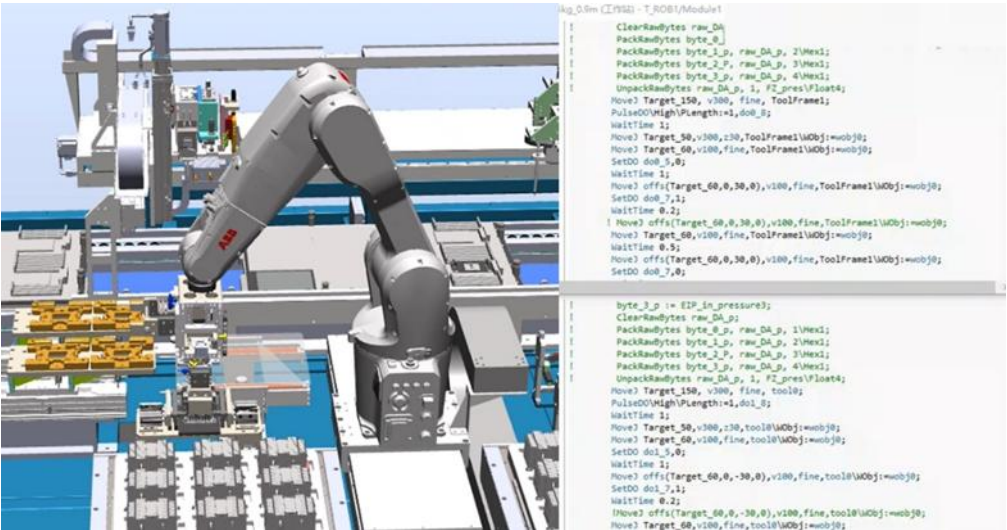


图 120 生产线数字孪生模型构建

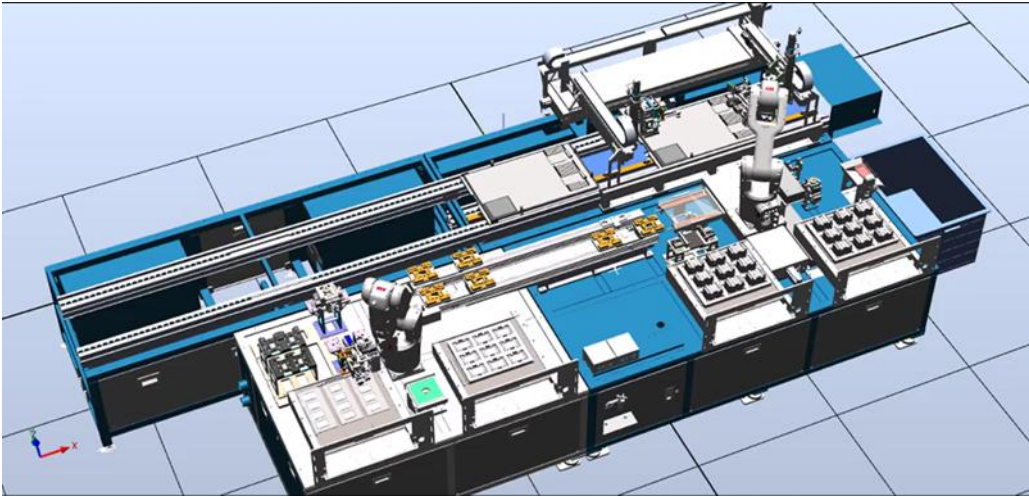


图 121 制造能力评估

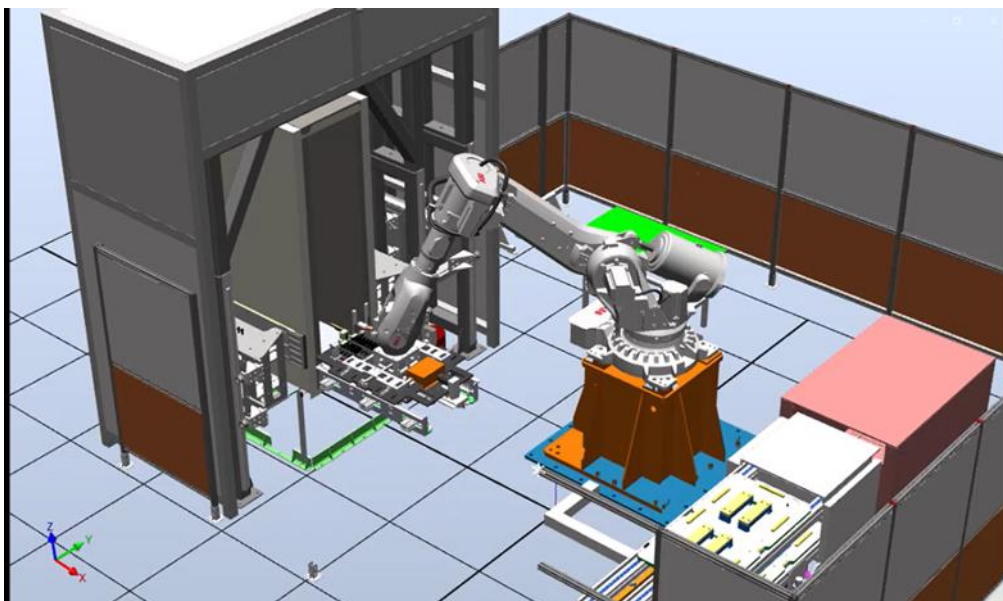


图 122 可制造性验证

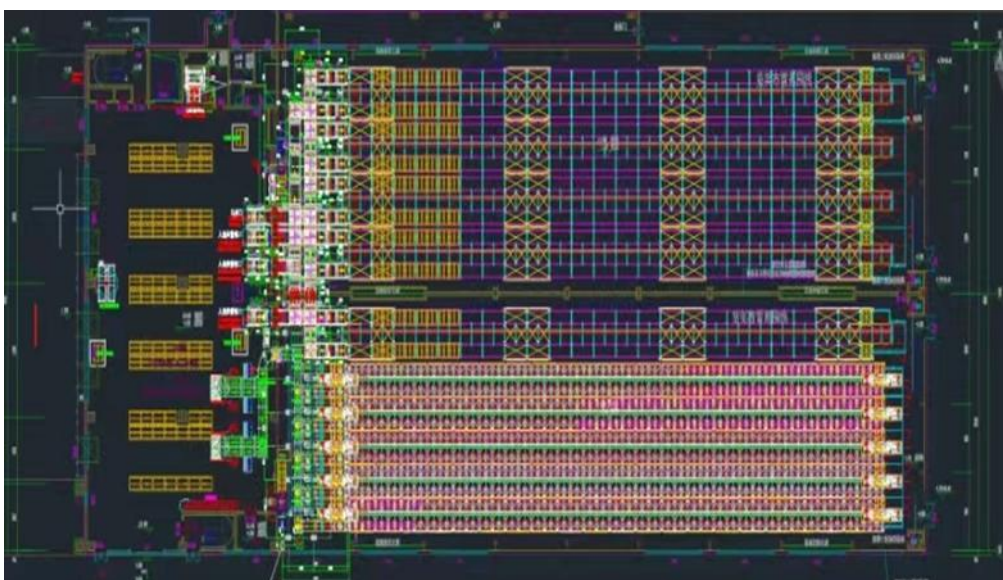


图 123 立体仓储与精准配送能力验证

（4）场景应用收益

- 一是全球工厂统一制造标准，同批次同配置订单 100%一致；
- 二是大幅提升产品制造装配质量，单产品质量问题（缺失、错误等）减少 60%以上；
- 三是缩短订单导入周期，单产品上线准备时间减少 30%以上；

四是提升作业效率与作业质量，生产工单下达后即一键自动生成生产计划，复杂工序生产现场执行时间预计减少 80%以上。

场景 2：基于数字孪生技术应用的全智能内存按压工作站

（1）工作站功能

根据产品不同配置及装配工艺，结合不同种类主板与内存组合，通过数字孪生模型仿真计算最佳按压力与装配逻辑，自动完成内存的按压装配与质量在线检测、数据分析等功能。

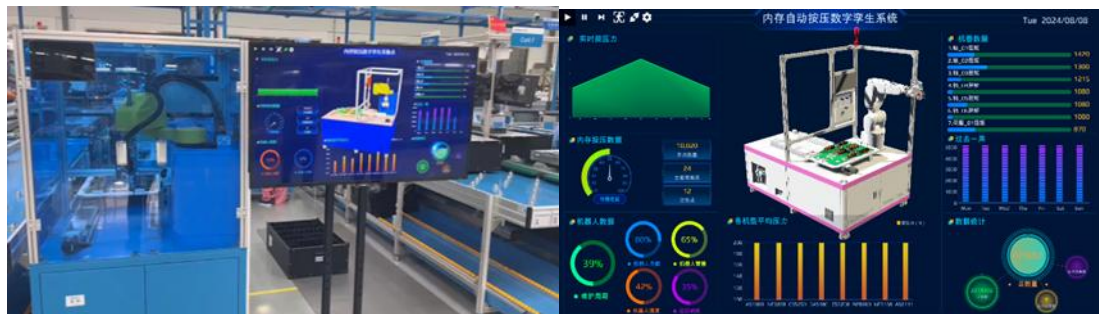


图 124 内存按压工站及孪生系统

（2）工作站构建过程

数字孪生模型构建。利用三维建模软件创建内存按压设备的精确几何模型，包括设备的外观形状、内部结构、关键部件等。使用 solid works 建立内存按压设备的三维尺寸，表面纹理等操作，建立设备的集合尺寸。

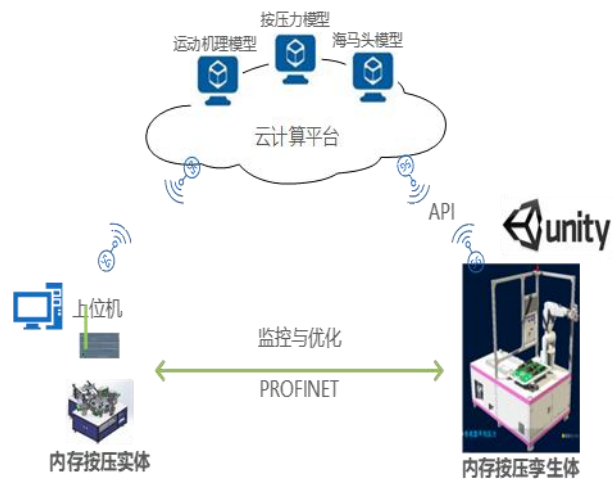


图 125 数字孪生系统模型架构

物理与行为模型构建。根据内存按压设备的物理特性和工作原理，构建设备的物理模型和行为模型。物理模型用于描述设备形态、结构等物理特性，包括其设备工作原理、机器人与工作台及工作台主板上内存的相互作用关系等，建立按压设备各部件的约束条件和边界条件。同时包括在特定工况下的性能表现，如按压力度、速度等。行为模型描述设备在运行过程中的各种动态特性。运动学与动力学模拟，包括部件的运动轨迹、速度、加速度以及它们之间的相互作用力等。控制系统模拟，包括信号采集、处理、反馈控制等环节。通过仿真测试，验证控制系统的稳定性和可靠性，确保设备能够按照预期进行自动按压操作。



图 126 物理与行为模型功能

数据融合与映射。将预处理后的传感器数据（角度、压力、扭矩、速度、姿态、运动关系等信息）与几何模型、物理模型和行为模型进行融合绑定，实现内存按压设备数据在虚拟空间中的映射。

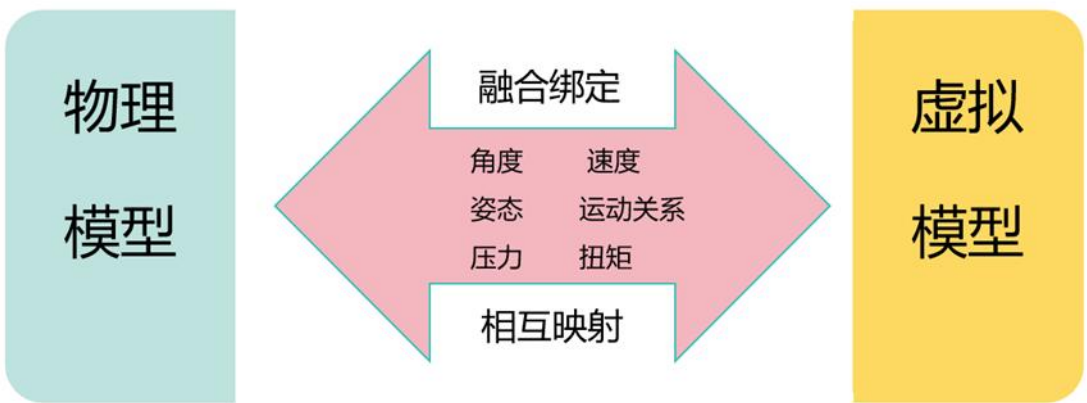


图 127 数据融合交互关系

数字孪生虚实映射。经过后端统一处理的数据，通过 Unity3D 进行三维场景展示，实现数字孪生模型的实时渲染与交互，主要包括云平台后端数据处理、实时数据驱动、交互式设计、虚实对比与分析、优化与迭代等。

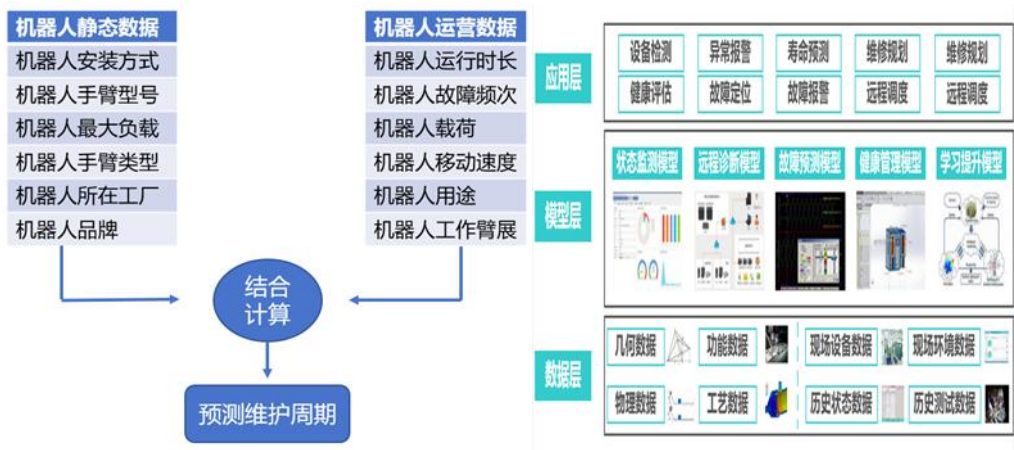


图 131 预测性维护功能

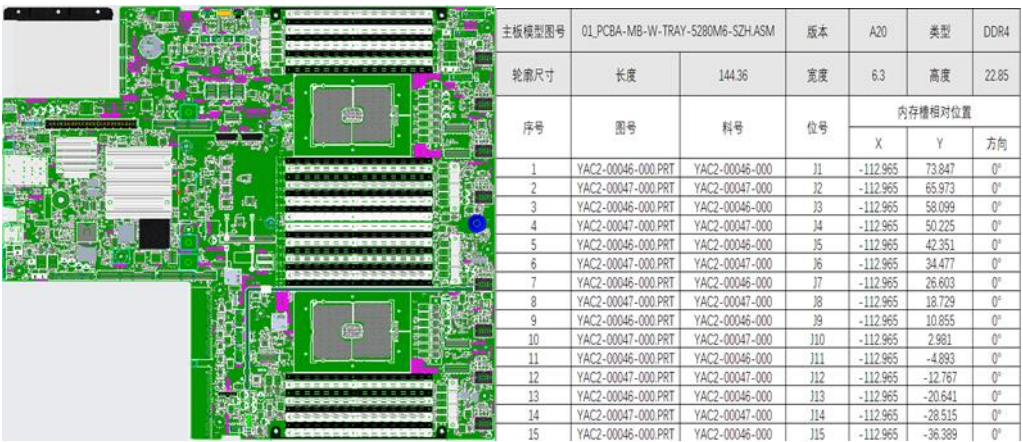


图 132 现场设备反控制数据

提高该场景下生产效率。新定制化服务器产品导入的故障率降低至十万分之一；工站加工时间缩短 15%；定制化服务器订单切换时间减少 20%；对应部件的研制试验周期缩短 30%；产品可制造能力与兼容性提升，节省设备更新改造成本平均 80 万元/年。

提高设备综合利用效率。通过应用人工智能大模型算法，建立设备运维预测模型，实现精准预测维护需求并有效减少意外停机时间，降低设备维护成本的同时提高设备 OEE。例如设备运行、工艺、环境、测试等全过程数据采集；设备异常报警准确率提升至 99%以上；设备智能化故障诊断与定位精度提高到 82%；实现设备维护保养计划

智能化生成与调整；与数字化管理系统高效对接，产品切换、配方生成效率分别提高 47%、69%。

场景 3：基于数字孪生技术应用的液冷服务器生产及在线质检

（1）场景开发背景

液冷服务器属于电子信息装备产业新兴领域，相比传统风冷服务器成熟制造经验，在生产设备及制造过程等方面存在技术难度高、参数复杂多变、智能化程度低等现象，典型痛点问题主要有：

一是动态调节能力不足。大部分液冷系统的冷却参数是根据预设条件进行调节，而非实时根据服务器的负载、温度和功耗等变量进行自适应优化。

二是数据监控与分析深度不够。目前液冷系统在数据收集、分析和利用方面的智能化还不够深入，难以形成闭环的自动调节反馈机制。

三是自诊断与故障预测能力不足。冷系统的智能故障检测和预测仍处于发展阶段。当前的系统更多依赖于人工监控和定期维护。

四是冷量分配智能化水平低。液冷系统的冷却优化策略往往缺少智能化的决策能力。

企业以数字化样机为依托，构建液冷服务器生产测试阶段的数字孪生系统，并将数字孪生与 AI 技术结合，共同形成一个自学习、自优化、自决策的智能液冷测试系统。基于数字孪生的液冷测试系统通过虚拟和现实的结合，实现了液冷系统的实时监控与质量检测、生产模拟、排产优化和设备故障预测等功能。

（2）场景技术方案

本场景旨在有效解决服务器定制化业务对产品生产测试带来的全方位高复杂度、高挑战性问题。

在前端虚拟层面，数字孪生实现预排产与生产压力测试，制定最优生产策略，有效降低产线利用率低下、切线准备不充分、产品破坏性损伤等问题。

在中间虚实结合层面，针对多机型、不同功耗液冷服务器的测试需求，依托传感器网络采集系统冷却液温度、流量等参数，并通过DIAG系统获取当前服务器的实际散热需求，在虚拟空间中创建精确的数字模型。该数字孪生系统融合AI技术，根据服务器的实时工作负载和环境变化（如室外温度波动），动态调整冷却液冷量分配策略，从而保持服务器在最优温度区间运行。一方面实现参数自适应与自调节，保证系统有效运行；另一方面通过孪生系统与现实系统的实时数据比对，及时发现整机或部件级异常，实现产品质量在线检测，及时有效处理产品生产、测试环节各种异常问题。

在后端数字孪生+诊断大模型层面，基于预测性维护大模型，深入挖掘利用关键数据价值，实现设备异常处置、点检运维等工作的前置化、智能化，提高设备综合利用效率。

（3）场景应用实例

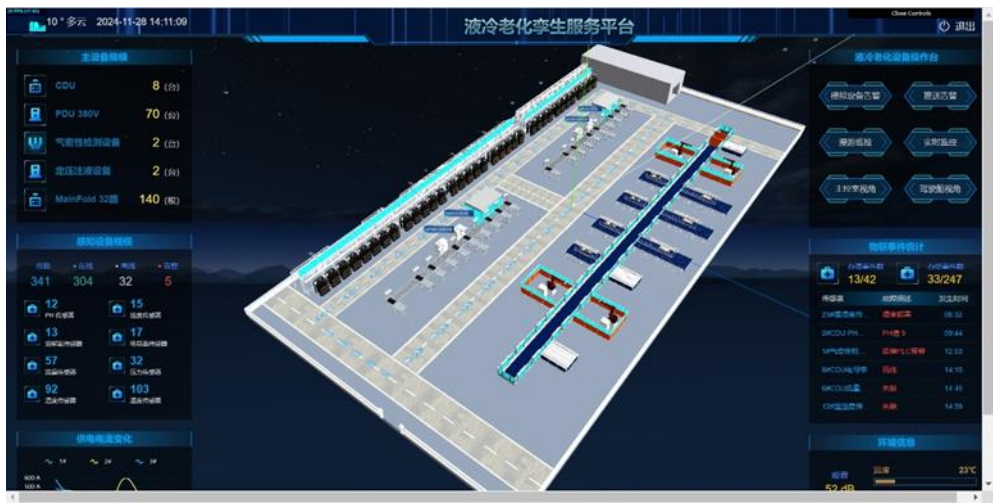


图 133 基于数字孪生技术的液冷服务器生产测试服务平台

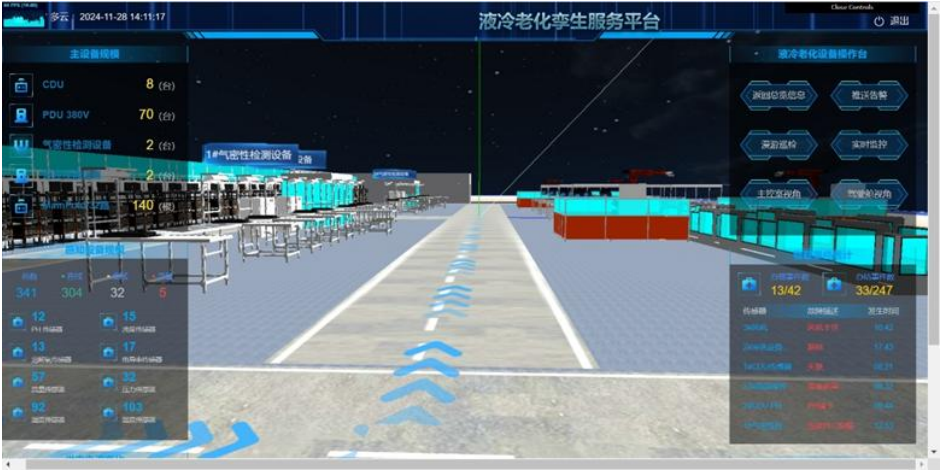


图 134 工厂与产线级整体生产过程模拟规划

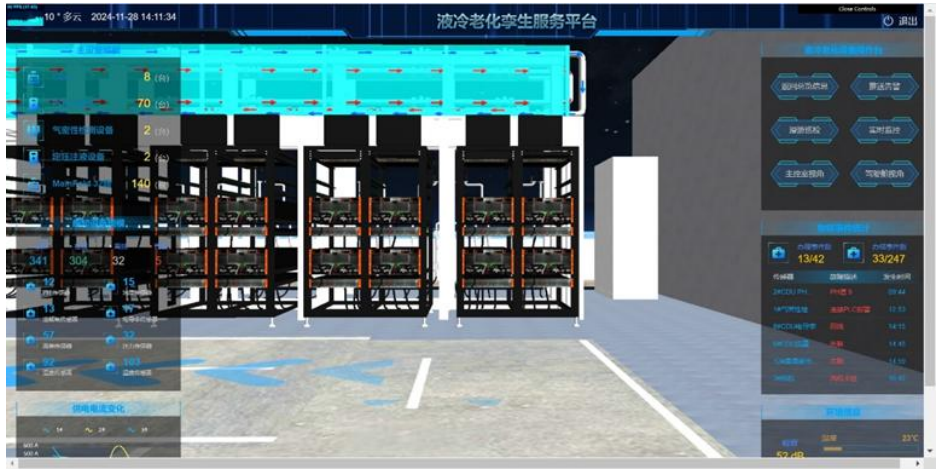


图 135 产品测试过程模拟



图 136 产品真实测试过程



图 137 系统及产品关键数据对比监测

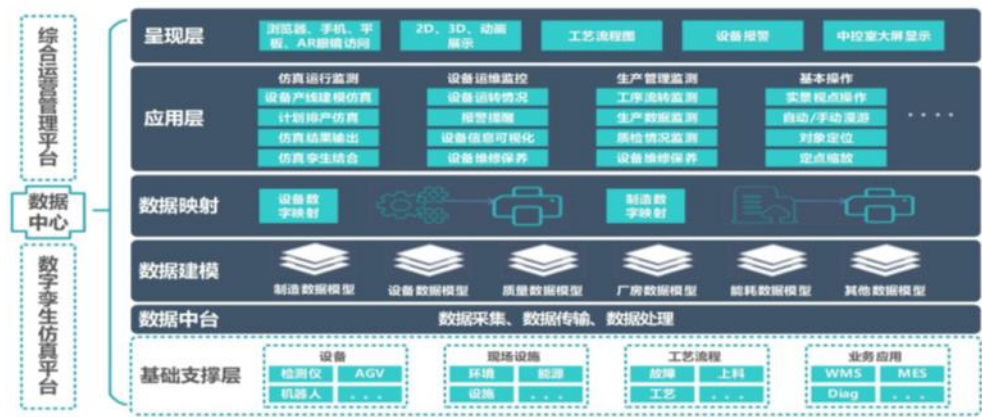


图 138 设备监控及运维系统整体架构

从工厂运营角度，数字孪生在液冷服务器智能化生产及检测场景的应用，可大幅缩短服务器生产规划、整体调度、设备改造等方面的时间及资金成本。液冷服务器新产品生产用时可缩短 18%，设备运维成本降低 20%，人员优化率提高 25%，设备改造升级成本缩减 23%。

从产业链角度，该场景的实施有利于带动整个产业上下游的数字化运作。本方案可以作为内存、GPU、CPU 等部件及整机装配测试的虚拟验证平台，带动上游行业相关厂商产品与技术快速验证与导入，以及为下游客户提供更高效、更高质量的定制化产品供应。

3. 案例总结

服务器行业产品制造全流程数字孪生应用，涵盖订单排产、制造能力评估、制造过程管控、质量检验、设备过程控制与运维管理等环节。通过运用数字孪生、人工智能、大数据分析、5G 及物联网等技术，打造生产制造领域全链路数字化系统解决方案，是数字孪生技术在服务器行业实现规模化应用的典型案例。该应用案例为企业带来多项创新与应用成效。

一是提升与优化企业整体制造能力。新产品上线效率提高 30%，制造时间平均缩短 14%，订单切换的产线换线时间减少 21%，智能化产线 OEE 提升 22%。同时产品及工艺优化提高了设备的兼容性，年均节省新产品导入带来的设备更新改造成本 620 万元。

二是建立全流程数字化研制体系。企业整合产品、研发、工艺及智能制造团队，打通端到端业务流程与产品全生命周期数据链路。依托数字孪生系统平台，实现了“设计-产品”的直通式生产方式，提高工厂整体数字化、智能化水平。更重要的是，这些改进是可持续的，系统内置的人工智能算法具备自主学习与迭代升级功能，企业也将在这场全面数字化变革中长期受益。

三是提高企业与产品竞争力。数字孪生技术助力产品全流程生产制造，支撑服务器产品 200 多款、配置 11.5 万个、产量近 130 万台/年，满足全球市场不同应用场景下的复杂定制化需求。企业能够提供更加快捷的产品个性化定制需求响应，积极推动零缺陷制造，确保所有产品高品质交付，极大的增强了产品市场竞争力。

同时，该应用案例在制造行业具有较高的推广价值。案例为服务

器及结构相近的 PC、工控机等电子信息行业产品提供数字孪生技术应用典型案例。数字孪生技术及相关解决方案在产品制造、测试等领域具有广泛相通性，为其在相似场景下的推广应用提供了极具价值的参考示范。

浪潮信息将持续拓展数字孪生技术的应用广度与深度，在融合更多内部业务场景的同时，努力将技术应用扩展到产业链上下游，整合与构建更为庞大的数字孪生系统平台，与更多企业分享数字化技术进步带来的科技创新成果。为全行业数字化升级与链式转型、形成新质生产力、构建新发展模式做出贡献。

（十）上海中远海运楼宇设备管理平台项目

申报单位：中远海运（上海）有限公司、博锐尚格科技股份有限公司

1. 案例概述

近年来，国家在《“十四五”规划和 2035 远景目标纲要》中明确提出，要借助人工智能、大数据、物联网等新兴新技术推动建筑的物联网应用和智能化改造等；其次，随着社会智能化进程的快速推进，商业楼宇对智能化的需求越来越迫切，通过智能化系统提升楼宇设备的运营效率、实现节能减排、提升人员舒适度和安全性等方面具有重要意义；另外，同行业中的越秀地产、新城控股等已率先通过数字化转型及智能化管理平台增强自身竞争力，相比之下，中远海运（上海）有限公司在楼宇设备管理方面尚缺乏高效、智能化的管理手段；同时，在公司新一轮改革发展的大背景下，迫切需要构建一个智能楼宇设备管理平台，实现设备资产的智慧化管理，为客户提供高效、便捷、绿色、智能的服务体验，增强创新力，最终实现企业的降本增效、环境优化、安全提升和资产的可持续发展。

中远海运（上海）有限公司依据新一轮改革发展需要，并围绕国家“双碳”战略目标，坚持立足长远，积极求变，坚定不移地推进海运大楼管理智能化和绿色低碳化。以海运大楼设备全生命周期管理和提升本质安全实际需求为出发点，以 BOMA BEST（建筑可持续管理认证）为标杆，计划建设一个集资产（设备设施等）管理、安全管理、绿色低碳、智能无人值守，环境品质管理等方面的综合性智慧管理平

台，利用独特的 AI 算法引擎和大数据分析处理能力赋能业务，加快推动商业楼宇资产管理的数字化、智慧化建设，提升商业建筑资产稳定运营能力和客户体验感，实现公司资产的可持续发展和保值增值，同时也为上海市乃至全国的城市数字化转型事业贡献积极力量。

2. 应用场景

场景 1：综合信息管理

平台基于统一定义的建筑孪生数据字典，通过数字化交付，实现建筑设备、空间、模型、管线、逻辑关系、运行数据、风险、维修维护策略、各类工单、租赁等运维管理相关的全量数据高效保真查询，提供场景化、关系链接、模糊搜索、列表选择等 4 种高效查询方式，支持列表、2D/3D 平面图，三维模型等多种展示形式，实现数据全面管理、保障真实、高效查询。



图 139 项目首页 3D 展示界面

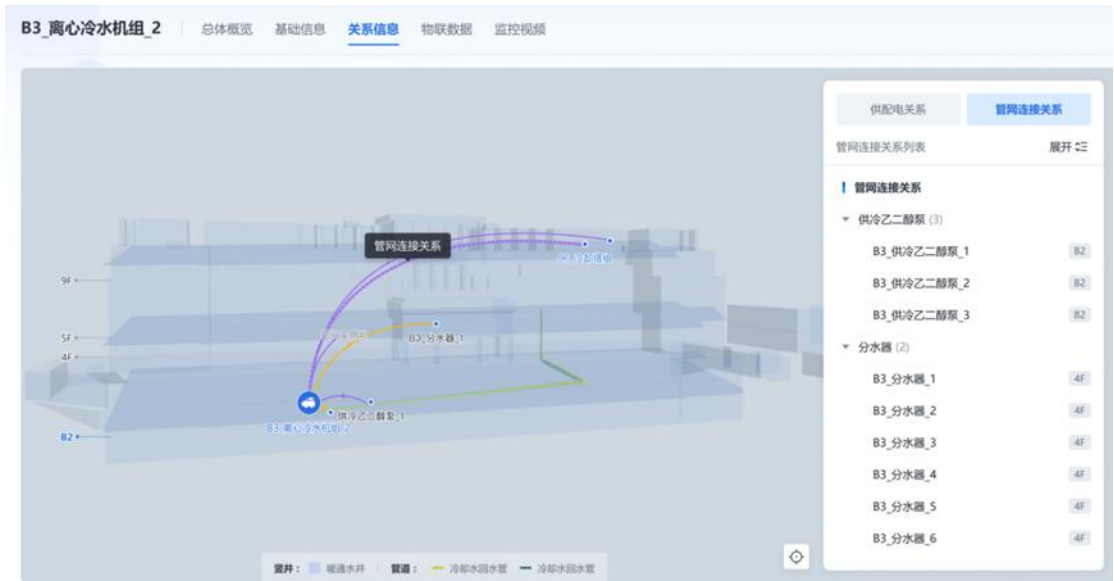


图 140 设备关系查询

场景 2：设备资产管理

针对设备设施运维的策略执行，智能无人值守的风险事件排查等各类工作的落地执行保障管理，平台整合人员与组织、各类工作流程配置、各类计划配置及 SOP 管理等，实现各类工单的发起、执行、审批、评价、统计分析等全过程管理，为物管团队的执行提供系统保障。平台具备二维码&RFID 等多样的现场链接手段，强大的工单引擎实现灵活的节点和流程配置管理，自动派单、人工派单、人工抢单等多样的工单分配管理，高效全面的节点变动提醒能力确保每个环节及时完成，以及强大的统计分析能力实现人员和项目的统计与考核。

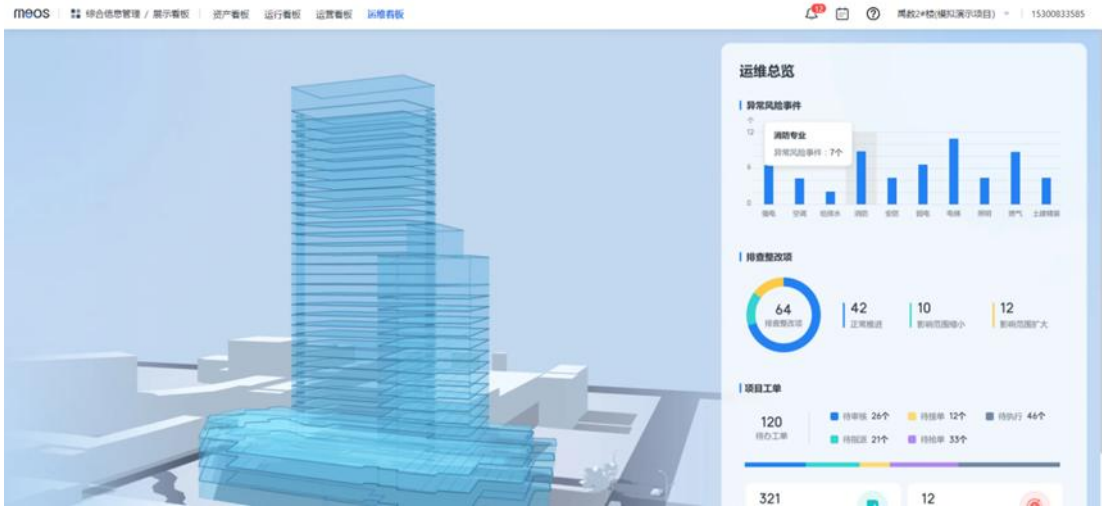


图 141 运维看板

设备	系统	空间
全部		11000
强电专业		1581
高压配电设备		18
低压配电设备		580
自备发电设备		3
不间断电源设备		6
电梯		947
暖通		27
空调专业		1530
消防专业		2755
给排水专业		41
电梯专业		50
弱电专业		1052
安防专业		457
照明专业		519
燃气专业		10
土建精装修专业		3005

设备名称	所属系统	所在建筑	所在楼层	设备品牌	设备型号	生产厂家	投产日期	操作
B3_高压进线柜_1#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	KVN1	常州亿力电气...	2020-06-10	详情
B3_高压进线柜_2#AH12	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	KVN1	常州亿力电气...	2020-06-10	详情
B3_高压进线柜_3#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	KVN1	常州亿力电气...	2020-06-10	详情
B3_高压进线柜_4#AH9	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	KVN1	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压进线柜_1#AH4	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM6-DE	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压进线柜_2#AH7	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM6-DE	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压进线柜_3#AH5	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM6-DE	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压进线柜_4#AH6	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM6-DE	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压分段主柜1#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM06	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压分段主柜2#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM06	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压分段主柜1#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM05	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压分段主柜2#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	RM05	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压计量柜_1#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	KVV01	常州亿力电气...	2020-06-01	详情
B3_高压计量柜_2#	变配电系统、高...	1#测试大楼	B3	亿力电气	KVV01	常州亿力电气...	2020-06-01	详情

图 142 设备资产列表

场景 3：设备运行监控

平台针对空调、强电、给排水等数十个专业系统进行状态感知监测，实时监测各类运行数据，以系统图或者平面图等直观形式，展示异常事件及查看详情等操作。基于在线、高频、实时监测实现各系统或机房的无人或少人值守，降低执行成本，提高执行可靠性。

平台对于变配电、空调冷热源、空调末端、给排水、电梯、通风

系统、视频监控、防盗报警、门禁管理、停车管理（道闸）、智能照明、消防管理以及重点空间的实时系统监测和异常事件管理，具体包含以下功能：

（1）实时监测：以平面图及系统图形式查看各系统及设备，并查看实时运行数据与工作状态等。

（2）异常信息查看：设备产生异常后可在平面图、系统图中直观查看，选中后可查看详细的异常信息，并能够处理异常。

（3）可对设备调整生成异常事件的条件。



图 143 设备运行状态监控

场景 4：企业资产管理

平台实现对设备运行异常情况进行智能诊断，提高预测性维护能力，分析设备异常原因以及异常现象分布，结合厂家提供维保计划和标准，帮助项目制定最佳的巡检、维保运维策略。

海运智能楼宇设备管理平台为资产管理者、物业管理者、重要来访宾客、客服运营人员等提供统一的智能化管理服务。通过数字化交付的物理信息以及业务顾问交付配置的业务规则逻辑，结合计算能力、展示交互能力，实现建筑设备、空间、模型、管线、逻辑关系、运行数据、风险、维修维护策略、各类工单、租赁等运维管理相关全量数据高效保真查询等功能，最终为用户提供资产综合信息查询、设备工程管理、自主运行管理、能源与碳管理、企业资产管理、智能无人值守等业务应用，辅助资产管理者全面掌控企业资产和风险情况，提高运行效能和品质管理。

（十一）鄂州市城市数字公共基础设施建设项目

申报单位：湖北省数字产业发展集团有限公司、鄂州市城市大脑建设运营有限公司

1. 案例概述

（1）建设背景

鄂州市城市数字公共基础设施建设项目以万物标识、通信网络、物联网、算力为基础，以融合基础设施为支撑，以不断提升城市公共数字底座能力为长期目标，是鄂州市发展数字经济、数字政府、建设数字社会的基石。同时，为落实湖北省、鄂州市关于数字化转型的有关精神，加快构建数字化基础支撑体系、提升政府管理服务水平、促进产业转型发展、打造智能便捷的公共服务体系，全面推进鄂州市数字化转型工作，项目按照城市级、数字化、公共性原则，以 CIM 平台为核心，融合“一标三实”和编码赋码，集成数字基础设施，实现统一接口、统一界面。

（2）建设需求

项目按照“两级建设、三网部署”的模式，以政务外网为核心开展建设，打造公共、基础、唯一的基础平台，并通过数字经济、数字社会、数字治理等应用对城市数字公共基础平台进行有效验证，为未来城市的数字化转型和管理提供有力支撑和保障。

（3）解决主要问题

项目通过建设城市数字公共基础设施基础平台，实现 CIM 精度 2 级全域覆盖、中心城区数字孪生精模（CIM4 级）全覆盖、“一标三实”数据治理率和上图率接近 100%、上图实体对象数据编码赋码率接近

100%、准确率接近 100%；完成市级公共大数据能力平台、公共数据开放平台、全市统一视频监控管理平台、物联感知平台等建设，努力将鄂州市打造成为市域数字基础设施标杆城市和数字经济发展的样板。

2. 应用场景

场景 1：基于数字孪生的“一标三实”应用

在鄂州市“一标三实”管理专题中，基于数字孪生底座对全市建筑物进行建模，通过对建筑物及对应的楼栋、单位、人口进行核采和数据核验、挂接，最终在数字孪生模型中可展示和查询全市“一标三实”数据，通过数字孪生平台将标准地址、人口、房屋、单位进行数据挂接，实现信息共享互通，为全社会提供更加及时、准确的地址信息服务，也更加有利于加强城市管理、推进城市智慧化建设。



图 146 通过数字孪生显示小区楼栋的“一标三实”情况

场景 2：基于数字孪生的警用地理信息系统应用

鄂州市警用地理信息系统定位是公安业务工作的空间数字化底座，是各类信息系统地图应用的统一载体，是警务工作可视化、大数据时空分析的必要工具，是警用地理信息资源跨模态、跨区域、跨部门共享的支撑平台。基于鄂州市城市数字公共基础设施地理空间信息

建设成果，整合了鄂州市基础地理数据，融合一标三实、警情警力、业务警种专题等与地理位置关联的相关数据，进行空间化处理和融合，建设基础地理信息库、地名地址库、动态资源库和业务关注库，并为各业务警种实战应用提供基础地理数据、基础地理地图、时空分析计算及可视化应用等能力支撑，形成各类警情数字孪生专题图，为具体警务业务提供支撑和辅助决策。

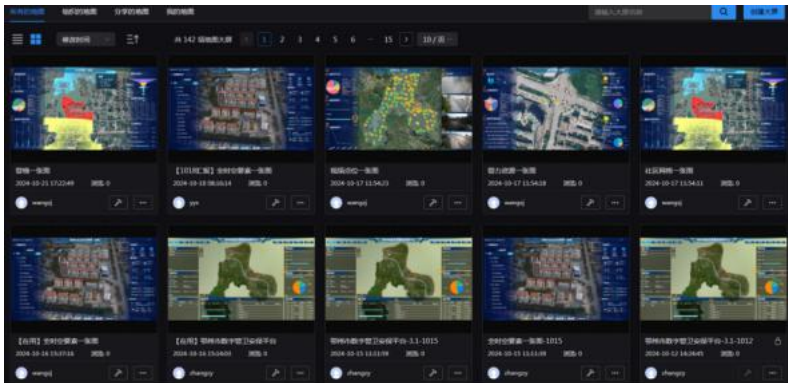


图 147 基于数字孪生的警用专题地图

场景 3：基于数字孪生的重大活动安保管理应用

鄂州市公安局活动安保系统是基于鄂州市城市数据公共基础设施建设的三维实景模型的高级部署与分析系统。它可根据不同场景和活动需求，在三维环境中进行点线面的方案部署，并进行可视域分析以评估周边环境。还能实时调用周边视频数据，并与重点人员数据库进行比对，确保及时发现活动区域及参与人员中的潜在风险，为城市的重大活动进行安保方案预研及分析，确保安保部署合理、有力。

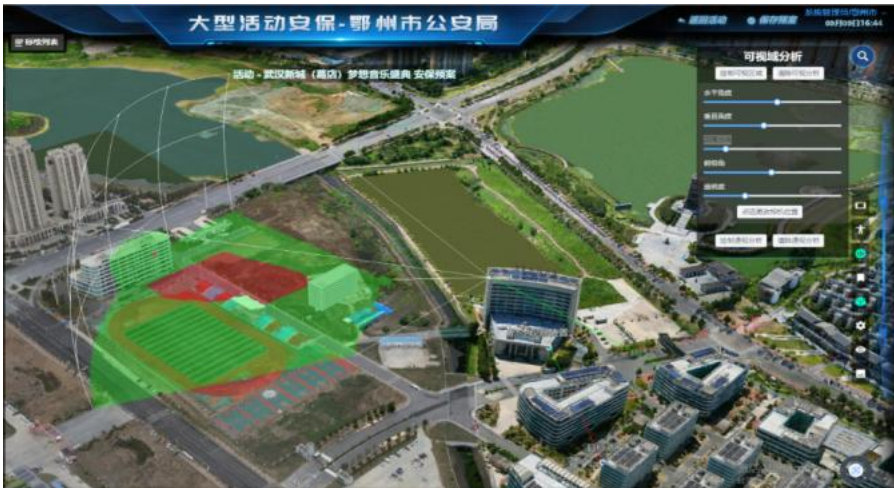


图 148 基于数字孪生的可视域分析

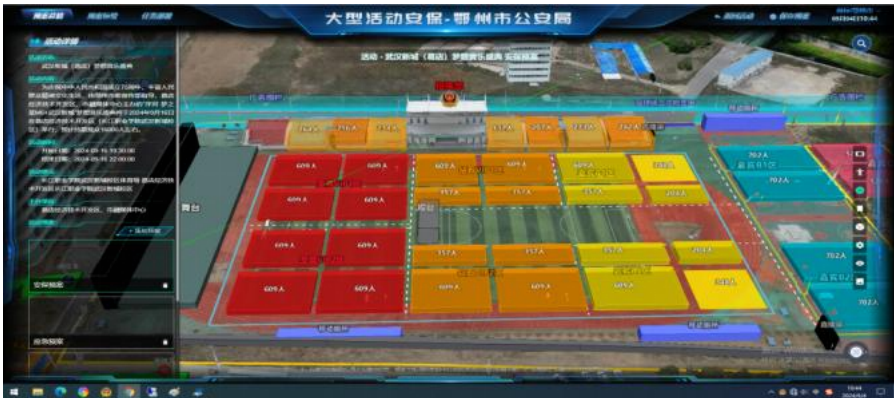


图 149 基于数字孪生的活动安保部署

场景 4：基于数字孪生的产业分布及精准招商应用

武汉新城鄂州片区招商电子沙盘依托鄂州市数公基平台，以最新的武汉新城鄂州片区（葛华片区、新城中心片区、红莲湖片区、梧桐湖片区）高清影像图、倾斜摄影、建筑物白模数据为底图，将片区典型入驻企业进行上图展示，结合“一标三实”企业数据上图，通过一屏显示企业分布、产业链分析、片区分布，为武汉新城鄂州片区招商工作提供精准数据支撑和统计分析的 CIM+招商应用。



图 150 基于数字孪生的招商电子沙盘

3. 案例总结

本项目基于 GIS、大数据、数字孪生、AI 等技术，实现了鄂州全市 1596 万平方公里正射影像全覆盖、倾斜摄影全覆盖、CIM2 白模全覆盖、CIM4 精细模型主城区 100 余平方公里全覆盖。通过城市级 CIM 平台建设，汇聚整合共享全市数字孪生基础数据。目前鄂州市数字公共基础设施建设已初见成果，实现了全市 6 类基础地理数据、全域一标三实数据全量上图，将现实世界中城市的山川河流、房屋建筑、桥梁道路等内容在虚拟世界中重建，构建出与现实城市一样的数字化城市。在应用赋能方面，累计对 18 个市直部门应用提供了数字孪生应用赋能（包括以上应用场景），随着数字公共基础设施项目建设的日臻完善，将为越来越多的部门提供数字孪生应用场景支撑及数据分析服务。数字公共基础设施的建设将为鄂州市市民生活、产业发展、城市建设等方面起到更大的作用。

（十二）陕西省石泉县农村综合性改革试点试验项目

申报单位：中科软科技股份有限公司、北京五一视界数字孪生科技股份有限公司

1. 案例概述

陕西省石泉县农村综合性改革试点试验项目根据财政部文件要求，结合县情实际，在财政部文件的四个机制中选择了其中三个，即创新富民产业发展机制、创新数字乡村发展机制、创新乡村治理机制。

因地制宜、重点突破，以建设项目为载体、以创新体制机制为目标、以农村综合性改革体制机制创新为主线，建设集“美丽乡村、数字乡村、善治乡村”为一体的试点区，探索打造可复制、可推广、可借鉴的农村综合性改革“石泉模式”。主要包含“万亩桑园”提升项目、桑园立体种养试点项目、蚕桑品种选育及技术研究项目、小蚕共育共享模式推广项目、建设蚕种质量检测中心、拓展蚕桑产品线上交易渠道、蚕桑指数大数据平台项目等 13 个分项。



图 151 乡村底座

2. 应用场景

场景 1：创新富民乡村产业建设

项目推动实现蚕桑产业高质量发展。通过持续推进“五十百千万”工程，构建“龙头企业+社区工厂（乡村工坊）+合作社+能人大户+千家万户”的组织体系，确保经过两年试点，试点区域农业产值提升10%，预计带动试点内农民8000人，实现农村居民人均可支配收入每年增长8.5%以上。

（1）全面激活乡土资源——“1+1+N”推动蚕桑产业现代化升级

项目建设万亩高效密植桑园、新型桑田环境感知系统、远程物联网灌溉控制系统，加强桑田“宜机化”改造，推动新型机械化设施布设，推动机艺融合发展，数据赋能智慧管理，实现桑田生产精准化作业、信息化与智能化管理，有效提升桑园生产效能。

（2）推动农业田园改造——提升产业融合示范园

项目实施水肥一体化改造、布署稻田杀虫灯、建设农业环境和作物生长在线监测系统，构建草池湾数字农场，建设现代农业智能化、精准化示范园。

（3）发展现代设施农业——科技赋能菌蔬产业园

项目布署应用物联网监测设备，实现温室大棚信息化、智能化、精细化远程管理，保证温室大棚内环境最适宜作物生长，能增加农产品的产量，提升品质、提高效率，降低灌溉、人工维护成本，从而达到高效高产、增加收益。

场景 2：创新数字乡村发展机制——构建数字孪生乡村平台

项目以智慧乡村标准体系为规范，以农业大数据中心为载体，实现试验区的数字孪生农业数字化平台。建设县农业基础数据中心、数字乡村监控指挥中心，实现数据获取、存储到数据分析、决策以及可视化展示。建设基础应用系统信息和数据的汇集中心，在应急事件发生时，工作人员可进行集中显示，实现资源互通互联，并做出快速反应，方便视频记录随时调用，简化流程，提高工作效率。

项目实施数字赋能行动，推进产业数字化和数字产业化，力促数字经济和实体经济深度融合。探索建设智慧农业园区、农业物联网试验区。支持蚕桑养殖、设施农业、林果产业等领域实施数字化改造，打造数字乡村智慧管理体系，实现农业管理数据化、智能化、高效化。

（1）数字乡村石泉农业产业地图

石泉县大力发展特色林果种植区、林下种养区、富硒茶饮区、蚕桑核心区四大产业，按照“一镇一业一龙头、一村一品一园区”，项目以“桑、畜、菜、中药材、魔芋”五大主导产业和“茶叶、烤烟、食用菌、核桃、林果”五大特色产业为数据分析展示重点。



图 152 农业产业地图

（2）文旅产业一张图

汇总项目区文旅资源数据，提供文旅点位分布，包含景区基本信息、特色文旅类型（采摘、农事体验、产学研、朱鹮景观、非遗工坊、乡村生活博物馆、剧场）、年接待游客数、公共设施分布（停车场、充电桩、卫生间等）、民宿及餐饮资源分布等。



图 153 文旅产业一张图

（3）生态保护一张图

项目通过整合环境监测数据，运用 GIS、大数据和人工智能等技术，实现对农村生态环境的实时监测与保护。生态保护一张图涵盖了水质监测、空气质量、土壤状况以及自然资源变化等多个方面，能够及时发现生态问题并进行预警，推动相关部门及时整改，从而提升乡村环境治理效能，保障生态安全。



图 154 生态保护一张图

（4）运营服务一张图

项目整合政府、社会服务资源，满足农村居民和各类农村经营主体的需求。通过 GIS 地图实时显示各类服务机构，实现线上线下服务的无缝对接。该图能够收集村情民意，推动政府机关工作人员“接诉即办”，提高办事和服务效率，实现惠民服务的精准化、可视化、高效化，提升乡村居民的幸福感和满意度。



图 155 运营服务一张图

（5）品牌建设一张图

项目依托数字孪生技术，对乡村特色产业、农产品品牌、旅游资源等进行数字化包装和宣传。通过整合线上线下资源，构建乡村品牌体系，提高乡村的知名度和影响力。同时，该图还能提供品牌发展的数据分析和市场预测，为乡村品牌建设和推广提供科学依据，助力乡村经济振兴。



图 156 品牌建设一张图

场景 3：创新乡村治理机制——数字赋能乡村政务，浩荡乡风自然而然来

项目整合乡村政务服务“一网通办”、乡村政务服务“最后一公里”等内容，利用互联网、大数据、云计算等技术手段，为企业、民众提供一站式办理的政务服务，实现涉农政务服务“网上办”“马上办”“全能办”。

项目整合乡村党建宣传、村务财务网上公开、“互联网+村民自治”、村民农事服务等内容，通过互联网平台开展党建宣传、公开村务财务信息、征集村务决策意见、接受群众监督。对接当地的政务服务，让乡村老百姓实现手机即可办理惠民补贴事项，真正做到“最多跑一次”，同时做到连接村庄和村庄，连接村干部和村民。



图 157 乡村党建

3. 案例总结

(1) 促进就业

项目通过对蚕桑产业现代化改造和数字乡村的建设，将较大促进石泉县传统农业和现代农业的提质增效，通过对石泉县知名农产品的品牌建设和商业推广，将促进试点所支持的龙头企业做大做强，从而不断扩大生产规模，增加农民就业人数。经初步测算，到 2024 年将直接增加农民合作入社或就业人数达 3000 人，间接增加农民就业人数达到 8000 人。

(2) 促进共同富裕

项目通过构建企业、村集体及农民多方利益联结新模式，打造经济合作联合体模式和产业联盟协同模式，建立以保护农民权益为核心“利益共享”分配机制，推广“保底收益+按股分红”分配方式，维护农民利益，拓宽农民增收致富新渠道，让农民分享涉农二三产业增值收益，带动试点区域农民可支配收入持续稳定增长。

(3) 建立起数字乡村示范区

项目试点以建设创新数字发展平台、“泉能办”治理平台、蚕桑

线上交易平台为牵引，为构建全县域内数字孪生乡村提供良好的示范效应，推动县基本公共服务供给，由注重机构行政区域覆盖向注重常住人口服务覆盖转变。加强乡镇便民服务和社会工作服务，实施村级综合服务设施提升工程。通过总结示范区的经验，建立起一套可复制、可推广的机制，为乡村振兴先行先试打好基础。

（4）提升乡村治理效率

项目已完成石泉县数字孪生底座构建，中精度还原全县约 1500 平方公里，高精度还原 10 平方公里，包含县城中心、宅基地、480 亩桃花园等，并将宅基地、桃园与户主信息关联，实现以地、以园找人和以人找地、找园，通过村庄信息管理强化对村内山、水、林、田资源的电子化管理，节省人力成本 10%。依托网上党员活动室构建宣传阵地，已完成上图的党员数量达 5000 人，实现党员基本信息动态更新与高效查询，相较于传统的手工记录和纸质档案管理，信息管理效率提高 15%。

中国互联网协会数字孪生技术工作委员会

地址：北京市海淀区花园路 42 号

邮编：100083

电话：57234929-1101

传真：010-62303871