

中国互联网协会
Internet Society of China
数字孪生技术应用工作委员会

数字孪生技术应用实践

案例汇编

(2025 年)

中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会

2026年3月

前言

数字孪生，正以不可阻挡之势重塑我们的世界。它不仅是数字化转型的核心引擎，更是推动城市治理、产业发展迈向“可感可知、智能决策”的关键力量。从《深化智慧城市发展推进全域数字化转型行动计划》将其作为城市智能中枢的共性支撑，到国务院办公厅《关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》强调其在场景创新中的深度渗透，数字孪生已从前沿概念演进为驱动千行百业智能化升级的实践基石。

为促进数字孪生技术从“可用”走向“好用”，以高水平应用赋能高质量发展，中国互联网协会数字孪生技术应用工作委员会已连续五年组织开展数字孪生技术应用案例征集，系统梳理经验、推广创新路径。今年发布的案例汇编所收录的 24 个标杆案例，经由多领域权威专家，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遴选而出。案例覆盖城市治理、运维管控、能源、交通、水利、文旅等多个领域，并精选出 10 个具有全国推广价值的创新案例，旨在为各地推进数字孪生建设提供切实参考。

展望未来，数字孪生技术将进一步与人工智能、隐私计算等技术深度融合，推动“虚实共生”的数字化治理范式成为新常态。随着政策红利的持续释放与创新生态的加速成熟，数字孪生必将从技

术创新的“试验田”演进为驱动高质量发展的“新质生产力引擎”，为中国式现代化建设注入持久动能。

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。我们期待以此为契机，与各界共同推动数字孪生应用走向更扎实、更广阔的未来。

目 录

一、 创新案例

| | |
|--|----|
| （一） 郑州航空港区与上海临港 AI 数字孪生数据中心项目 | 1 |
| （二） 北京 AI 驱动的智慧算中心数字孪生运管平台 | 6 |
| （三） 北京城市副中心规划管控三维智慧信息平台 | 13 |
| （四） 北京大兴国际机场数字孪生智能联控能碳优化项目 | 19 |
| （五） 北京市东六环隧道数字孪生项目 | 24 |
| （六） 龙岗 CIM+AI 城市治理创新应用与实践 | 29 |
| （七） 金沙江白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统三维可视化建设 项目 | 36 |
| （八） 合肥市城市三维模型 LOD1.3 级生产项目 | 40 |
| （九） 中国科学技术大学智慧驾驶舱 | 46 |
| （十） 珠海高新区基于数字孪生底座的城市韧性智治实践 | 53 |

二、 潜力案例

| | |
|--|----|
| （一） 张仪新站变电站智能巡视与数字孪生技术融合应用 | 59 |
| （二） 51GIM 红庆河煤矿数字孪生伴采系统 | 64 |
| （三） 北京市突发地质灾害监测预警提升工程—地质灾害数字孪生 项目 | 69 |
| （四） 常德烟草智慧物流园区数字孪生与 AI 创新应用项目 | 73 |
| （五） 重庆陆海国际中心园区运营管理平台 | 77 |
| （六） 多技术融合打造安徽电信无线网数字孪生全景镜像 | 84 |

| | |
|--|-----|
| （七） 广铁供电智能运维管理平台 | 89 |
| （八） 横琴文化艺术中心数字孪生平台 | 93 |
| （九） 深圳公明水库基于 GenAIOT 技术的智慧安防业务创新 | 98 |
| （十） 数字淀乡时空一体化平台 | 106 |
| （十一） 数字孪生赋能海珠区全域数据城市治理应用示范工程 .. | 110 |
| （十二） 扬州中远海运重工船舶管件智能制造数字孪生平台 | 116 |
| （十三） 银川市地理数字孪生平台及三维应用场景建设项目(一期) | 123 |
| （十四） 中国人民抗日战争纪念馆数字孪生智能管理中枢系统 .. | 128 |

一、创新案例

（一）郑州航空港区与上海临港 AI 数字孪生数据中心项目

申报单位：中国移动通信集团河南有限公司、中国移动通信集团上海有限公司

1. 案例概述

在算力需求爆发式增长与“双碳”目标的双重背景下，数据中心作为关键基础设施，面临能效优化、运维复杂、安全管控及建设周期长等多重挑战。传统管理模式存在“数据孤岛、过程黑盒、决策滞后”等痛点，难以满足高质量发展要求。

本案例以中国移动郑州航空港区及上海临港两大数据中心为实体，深度融合数字孪生、人工智能、5G、物联网及 BIM 技术，创新构建了覆盖“规划—设计—建设—运维”全生命周期的 AI 驱动数字孪生平台。该平台不仅实现了物理数据中心在数字空间的实时镜像、交互与追溯，更通过 AI 算法的深度介入，实现了从“被动响应”到“主动预测与自优化”的根本性转变，为大型数据中心的集约化、绿色化、智能化运营树立了行业新范式。

2. 应用场景

场景 1：数字孪生驱动的智能建造与精益管控

针对建设阶段“看不见、管不精”的难题，平台将 BIM 设计模型与施工现场的 5G+IoT 感知数据实时融合，构建了与物理工地同

核心能力主要包括以下三个方面，一是数据融合供给与空间分析计算，融合气象数据、电价信号、业务负载预测，实现多维数据的时空关联分析；二是模拟仿真推演与自学习自优化，采用机器学习算法，小时级动态推演并生成最优制冷策略（如冷机设定温度、水泵频率、风机转速），实现“按需供冷”。系统运行后，PUE值持续降低8%以上，年节电超200万度，相当于减少碳排放约1000吨；三是可视化呈现，三维全景动态展示PUE、WUE（水利用效率）及气流组织，定位能效瓶颈。



图 2：数据中心能效数字孪生驾驶舱

场景 3：基于数字孪生的预测性维护与安全运营

平台改变传统“故障后维修”模式，利用数字孪生模型对基础设施（如配电柜、UPS、精密空调）进行全时健康度评估与风险预测，实现“智防患于未然”。

核心能力主要包括以下四个方面，一是物联感知操控与全要素数字化表达，关键设备传感器数据（温度、振动、电流谐波）实时映射

至孪生体；二是模拟仿真推演，基于设备历史运行数据构建失效模型，模拟极端工况下的性能衰减；三是自学习自优化，AI 模型通过分析数据趋势，提前 7 天以上预警潜在故障（如铜排节点异常温升、滤网堵塞），维护成本降低 15%，设备可用性提升至 99.99%；四是可视化呈现，在三维模型中用不同颜色高亮显示设备健康状态，一键下发改派工单。



图 3：利用数字孪生模型对基础设施进行全时健康度评估与风险预测

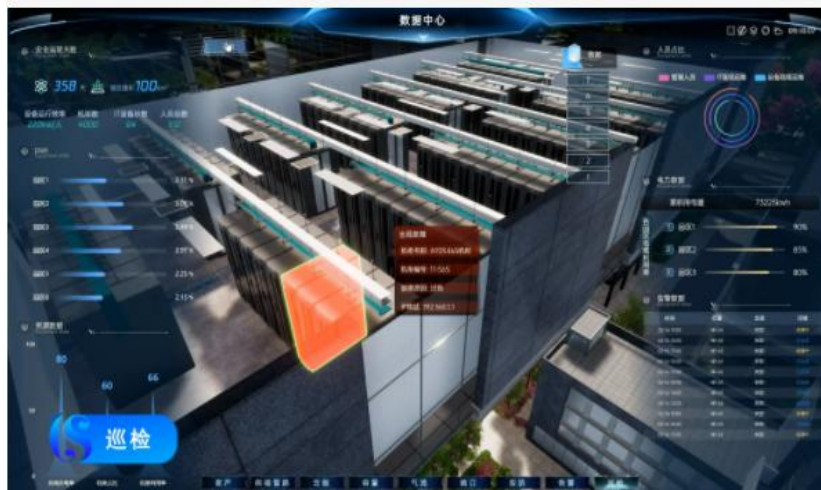


图 4：AI 分析的设备运行参数趋势图

3. 案例总结

本平台的成功实践，在多维度取得了显著、可量化的成效。一是运营能效行业领先，PUE 值较项目初期降低超过 8%，最低可达 1.25，年节约电费超百万元，直接助力“双碳”目标。绿色实践获评“国家绿色数据中心”等多项国家级荣誉。二是工程质量与效率双提升，建设阶段质量问题闭环时间平均缩短 50%，竣工资料数字化交付率 100%。项目整体工期缩短 20%，为算力基础设施的快速投用抢占先机。三是安全管控智能化转型，通过 AI 视频智能分析，实现对人员行为、环境风险的全天候自动巡检，安全隐患主动识别率超 90%，安全违规事件率下降 30%，实现从“人防”到“技防”的本质提升。四是运维模式根本性变革，实现从“被动响应”到“预测性维护”的跨越，平均故障修复时间（MTTR）缩短 60%，运维人员工作效率提升 20%以上，保障了数据中心作为关键基础设施的高可靠运行。

本案例核心创新体现在技术融合、模式重构与价值提升三个层面。一是“规—设—建—维”全生命周期数据价值闭环创新。打破了各阶段数据孤岛，以统一数字孪生模型为唯一数据载体，实现了数据从设计、施工到运维的无损传递与价值迭代。尤为关键的是，运维阶段产生的真实性能与能效数据可反向驱动未来新数据中心的设计优化，形成了“实践反馈设计”的可持续优化闭环，这在业内具有前瞻性。二是“AI+数字孪生”深度协同的决策智能创新。超越了三维可视化的初级阶段，将机器学习、深度学习算法深度植入

平台核心。在能效优化、故障预测、安全管控等场景中，实现了从“描述现状”到“诊断原因”再到“预测未来并给出决策建议”的跃迁。例如，系统不仅能展示当前的 PUE，还能通过仿真推演，给出未来 24 小时基于天气和负载预测的最优制冷策略，实现智慧决策。三是“5G+平台”赋能的远程实时控制与运维模式创新。充分利用 5G 网络低时延、高可靠特性，不仅保障了海量感知数据实时回传，更关键的是实现了基于数字孪生分析结果的远程精准控制。运维专家可在异地通过孪生平台下发指令，直接调节现场设备参数或启停设备，实现了“所见即所析，所析即可控”的远程智慧运维新模式，极大提升了应急响应速度与资源调度效率。

（二）北京 AI 驱动的智能中心数字孪生运管平台

申报单位：北京电子数智科技有限责任公司、北京优锆科技股份有限公司

1. 案例概述

在数字经济迅猛发展和人工智能技术加速普及的背景下，各行业对高性能数据处理和智能计算的需求日益迫切。智算中心作为支撑 AI 模型训练与大数据分析的关键基础设施，已成为驱动智能产业创新的核心力量。为应对企业、科研机构和政府部门的多变算力需求，北京市某智算中心构建了基于软硬件协同的 AI 智算云体系，形成了灵活、高效、安全的算力集群，支持多品牌 AI 芯片兼容，提供智算服务，推动人工智能产业链的协同与生态建设。

数字孪生运管平台的建设旨在从运维、运营、生态、营销和产品五个维度实现智能化升级。在运维方面，通过实时监控 AI 集群芯片、设备和 POD 状态，预测潜在故障，减少停机时间，优化资源和能耗配置，降低维护成本；同时加强安全响应和自动化工具集成，提高效率并减少人为失误。在运营方面，平台模拟分析大模型训练与推理流程，识别性能瓶颈，提供端到端数据分析，支持精准决策，并通过任务、集群、POD 及芯片的多层操作，提升服务质量和用户体验。在生态方面，构建开放共享环境，支持数据互通和第三方接入，推动资源优化与行业标准化。在营销方面，通过用户行为分析制定个性化策略，展示技术实力，推广解决方案，提升品牌价值和市场拓展。在产品方面，制定统一标准和模块化设计，确保一致性和扩展性，强化自动化与可视化管理，优化用户体验和开发效率，推动智算体系的持续创新。

2.应用场景

场景 1：数字孪生+AI 赋能的具身智能多模态交互与任务协同场景

数字孪生运管平台以具身智能设备为核心，融合多维数据构建实时监控、姿态还原、状态管理与场景演示体系，实现物理到数字空间的精准映射与动态展示。平台通过多模态交互与自动化参观，提升远程操控与观摩体验，广泛应用于智慧园区、机房巡检和实验验证等场景。依托计算机视觉与深度学习模型处理多模态数据，实现姿态预测与优化，并结合高精度传感器与惯性导航系统，将空间

坐标实时同步至三维孪生环境，动态呈现设备轨迹、位置与巡检路径，为路径规划、任务复盘和异常分析提供支撑。平台融合物联感知，支持远程路径调整与虚实互动，基于算法模拟最优轨迹；通过姿态参数与运动数据，高精度还原行走、转向、攀爬等动作，实现运动行为评估与算法优化。多设备管理模块集中展示状态、电量、信号等信息，异常状态自动告警，并支持异常场景复盘与群体任务协同，全面提升运维效率与系统可靠性。



图 5：实时位置可视

系统在交互层面支持监控模式与跟随模式，前者聚焦单设备姿态与参数，适用于精细运维；后者视角随运动切换，同步视频、点云与环境信息，带来沉浸式巡检体验。平台支持语音交互与自动化参观，通过预设路线与触发逻辑实现无人演示，动态展示位置、姿态、轨迹及点云，并结合语音解说与画面切换，实现连贯导览与焦点自动切换。自学习算法可优化导览逻辑，生成个性化脚本。系统以数字孪生为核心、具身设备为感知终端，打通虚实映射，实现全景监控与智能呈现，提升运维效率、安全与体验，助力智算中心发展，推动具身智能自主进化。

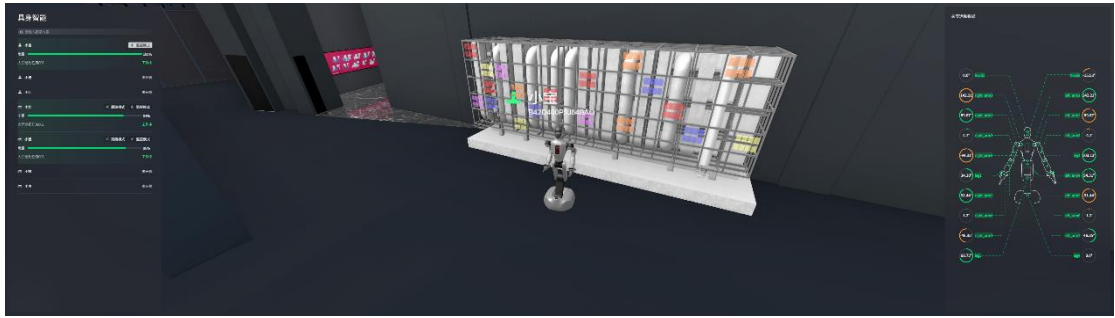


图 6：监控模式

场景 2：数字孪生+AI 协同的智算资源监控与算力优化场景

智算设备孪生模块实现从基础设施到芯片级的资源可视化与管理，通过高精度三维建模还原空调、机柜、发电机、服务器、网络设备外观与结构，确保模型与真实规格一致。用户可交互查看资产信息、技术参数、维护记录，并深入探索内部布局与状态。该模块包括端口管理，以颜色区分占用状态，支持查询对接信息与分配记录；设备信息动态显示属性列表，支持导出与筛选；设备索引通过树形结构组织清单，便于快速定位。平台融入可视化与数据融合，支持虚实互动和远程配置，并运用图神经网络预测瓶颈、优化配置，提升运维效率。

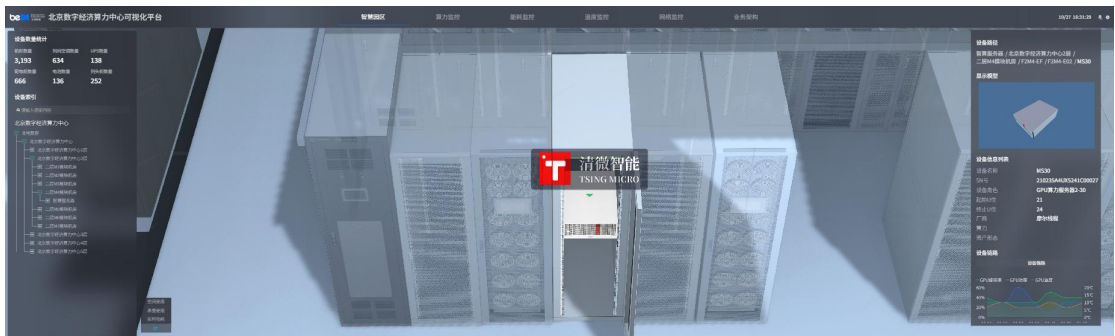


图 7：智算设备监控

算力管理模块实时监控计算能力，提供房间、机柜、服务器、GPU 等多种显示模式，以颜色梯度呈现分布，用户可通过区间筛选

查看具体情况。系统支持历史数据回溯与三维动态展示变化过程，如利用率波动与负载迁移，帮助分析规律与瓶颈。模拟仿真评估迁移方案，实现负载均衡预览，并融合多模态数据推荐调度策略。能耗管理模块类似地监测功耗，支持区间过滤、历史回溯与动态演示，结合算力分析能效，为绿色优化提供依据。温度监控通过点云呈现分布，按区间高亮，支持趋势分析，助力异常发现与冷却调整。自学习算法优化能效路径。通过神经网络模型预测瓶颈、自动调整分配，在 AI 与孪生闭环中实现资源自进化管理，推动智算监控与优化应用。



图 8：算力+能耗监控

场景 3：数字孪生+AI 融合的一体化网络运维与智能优化场景

一体化网络运维监控与优化场景依托数字孪生运管平台，实现网络拓扑与物理环境的深度融合监控，全面提升智算中心网络的可视化、可控性与可靠性。平台实时监测设备配置、性能、告警、数据流向与负载，在全局拓扑中展示核心、骨干、汇聚、边缘等多层级节点关系，映射逻辑网络与 3D 场景设备对应，帮助运维人员快速掌握网络全貌。通过树形图钻取，可直达算力机房、POD、机柜等结构，实现从全局到局部的精准管理。系统动态呈现前向/后向连

接与告警状态，在 3D 场景中高亮关键节点，实现问题可视、定位直观。平台融合空间分析与注意力机制模型，智能识别拓扑变化与潜在风险，自动检测异常并生成最优路径，有效降低网络拥塞与中断风险。结合多源数据与孪生仿真模型，可识别训练、推理任务中的性能瓶颈，提供路径优化与资源调度建议，保障高负载下的网络稳定运行。通过算法自学习与历史数据分析，实现瓶颈预测和自愈决策，支持自定义拓扑与第三方工具集成，形成闭环优化体系，显著提升智算中心的运维效率、网络韧性与算力资源利用率。

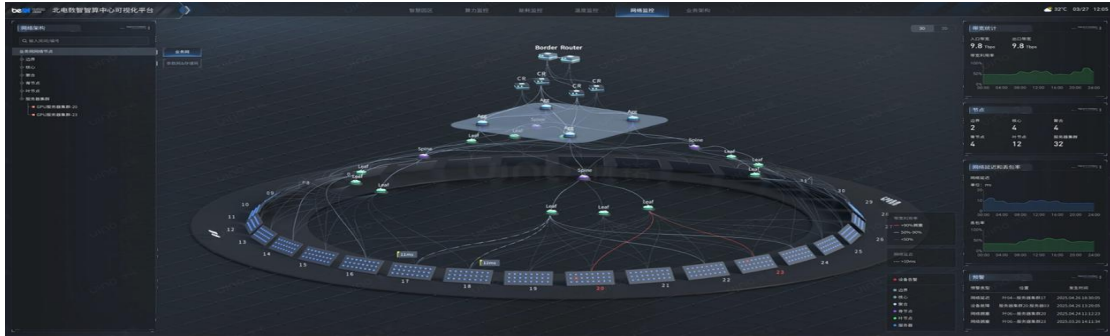


图 9：前向网络

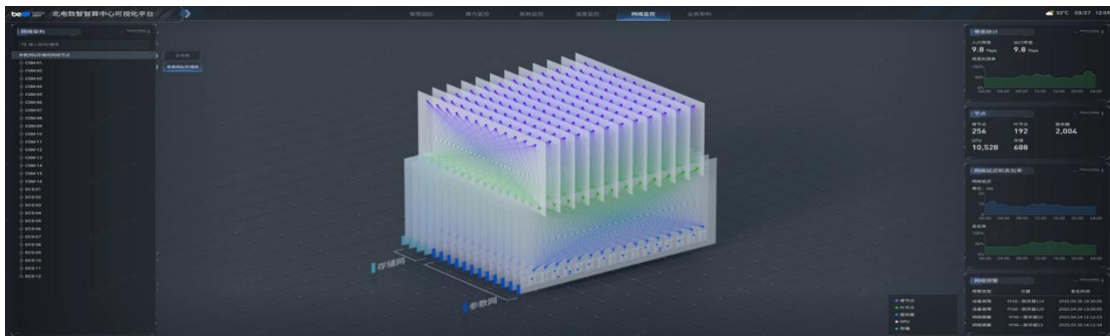


图 10：后向网络

场景 4：数字孪生+AI 驱动的异构集群架构监控与业务协同场景

异构 AI 集群业务架构监控场景以应用视角整合智算中心的算力、任务与资源，实现任务调度与资源分配的可视化、智能化管理。

平台实时采集用户、任务、GPU 集群、服务器、网络及基础设施数据，构建多层次 3D 可视化架构，直观呈现资源状态、性能指标与告警信息，支持从全局到单节点的钻取分析。系统聚焦任务层与 GPU 层，区分训练与推理任务，实时监控任务执行状态、GPU 占用率与调度效率，帮助管理者快速识别负载瓶颈与异常节点。通过 Transformer 模型处理异构数据，平台可预测任务冲突并动态优化调度，实现资源分配的智能平衡与算力利用最大化。结合数据融合与空间分析计算，系统支持任务仿真与调度策略模拟，提前评估资源分配效果，降低任务阻塞与资源浪费。3D 孪生视图实现虚实同步与交互操作，调度调整即时生效，形成高效闭环管理。算法还可基于历史数据自动推荐最优调度规则，支持自定义视图与外部系统集成，显著提升智算中心的运行效率、资源利用率与任务管理精度，为大规模 AI 业务的稳定运行提供坚实保障。

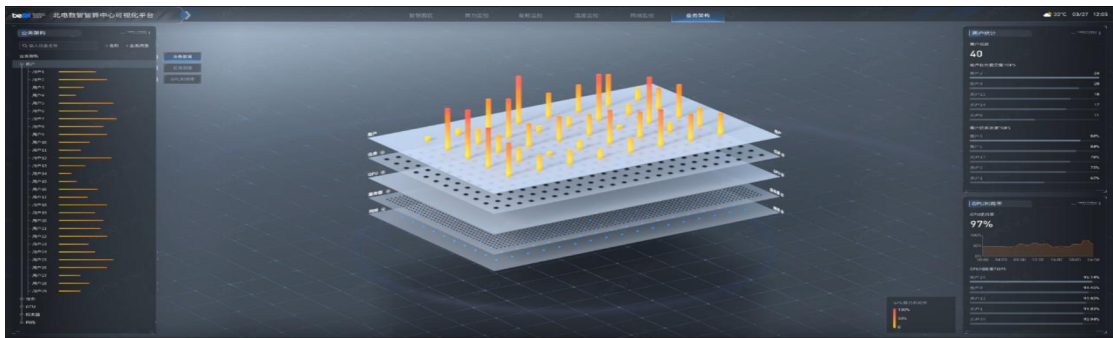


图 11：业务架构

3. 案例总结

平台整合八大场景，显著提升了运营效率和可靠性。具体而言，故障响应时间缩短，安全事件率降低，维护成本减少；系统连续运行率大幅提升，能耗和电力消耗降低；机柜利用率提高，设备部署

加速；GPU 利用率和任务执行效率提升；网络延迟减少，故障定位时间缩短；巡检效率提高，诊断时间减少。

本项目创新点及技术创新性主要体现在以下六个方面，一是虚实融合决策，API 同步虚实操作，AI 引擎闭环反馈，实现主动运维，多维度 3D 视图支持全景动态分析；二是全生命周期预测，机器学习预测故障，覆盖全过程，延长寿命、降成本，图神经网络预测瓶颈并优化；三是自适应优化，基于深度学习动态调整参数，实现节能绿色转型，结合天气调整制冷任务，减少热点，提高利用率；四是多维度视图掌控，采用预测模型自优化策略提升运行效率，通过强化学习感知瓶颈、智能推荐调度，支持数据动态关联；五是综合运维壁垒打破，利用深度学习预测运行冲突、自优化调度规则，实现资源自组织，关联温度、能耗与算力数据，支持全链路综合评估；六是任务自主决策，依托生成式 AI 创建智能导览、自学习动态调整策略，推动自主巡检，结合时间回溯与多模态交互，实现系统动态优化。

综上所述，该数字孪生运管平台通过深度融合数字孪生与 AI 技术，不仅显著优化了智算中心的资源利用、运维管理和生态构建，还为人工智能基础设施的智能化转型提供了可复制的创新路径，推动行业向高效、绿色、可持续发展的方向发展。

（三）北京城市副中心规划管控三维智慧信息平台

申报单位：北京市规划和自然资源委员会通州分局、北京首通智城科技创新有限责任公司

1. 案例概述

为深入贯彻落实党中央、国务院关于北京城市副中心建设的相关指示精神，围绕科技创新主导功能，依托“十四五”规划和北京城市副中心智慧城市建设契机，在市规自委和区委、区政府领导下，规自分局充分发挥规划引领的政策优势和空间数据的技术优势，融合北京城市副中心经济发展、社会治理、城市建设各方面工作，建设了北京城市副中心规划管控三维智慧信息平台（二期）。平台打造了数字孪生平台、规建管应用与信息资源建设三大板块，通过实现市区两级政务云互联互通，纵向贯通市规自委时空数据、横向连通区各业务系统，形成北京城市副中心智慧城市基础数据精细化治理与共享“一盘棋”的新局面。



图 12：北京城市副中心规划管控三维智慧信息平台（二期）

数字孪生平台以规自部门的时空数据为基础，汇聚多个委办局数据。通过跨部门、跨领域、跨区域、跨层级、跨系统的数据汇聚和数据融合，打通规划、建设、管理、城市运行等领域各专题数据，形成覆盖全区各委办局空间数据的数字孪生平台，为区级各委办局的信息系统提供地上地下时空一张图服务底座。同时数字孪生平台

可以针对不同委办局业务需求，提供空间相关应用服务，依靠空间相关应用服务间接实现数据应用服务。

规建管应用以提升城市管理、社会治理精细化水平为总体目标，构建北京城市副中心城市规划、建设、管理、运营全流程数字化、在线化、智能化服务体系，通过规划编制、实施管控、专项管理、体检评估、专题应用和区域协同等模块，可实现看实景、查规划、核指标、定选址、批方案、督项目、总览城市运行情况，为领导决策提供有效支撑，助力城市管理实现提质增效。

2.应用场景

场景 1：城市级时空数字孪生底座

数字孪生平台是项目建设的核心基石，项目秉持“需求导向、集约统筹、适度超前”的建设原则，打破部门壁垒，整合北京城市副中心智慧城市与规自管理共性需求，打造了全区统一的、实时的、权威的“城市时空数据底座”。作为副中心城市大脑的核心引擎，平台实现了二三维空间数据的统一管理与服务分发，为全区各类智慧应用提供标准化的研发与接入支撑。

数字孪生平台通过汇聚多源数据，实现跨部门、跨领域数据融合，为各委办局业务需求提供空间相关应用服务。数字孪生平台涵盖包括统一坐标系的政务用户统一底图调用、二三维场景调用等数据应用服务，覆盖包括遥感影像、倾斜摄影、现状用地、规划用地等多种类型专项数据，并为区各委办局业务系统提供专题图生成、实时落点落图、空间数据查询统计等基础的空间计算服务，并可以

基于空间相关应用服务间接实现数据应用服务，满足相关委办单位及街道乡镇对时空服务与数据服务的需求，实现时空数据跨系统、跨部门协同共享建设工作。



图 13：北京城市副中心数字孪生平台

场景 2：数字孪生赋能基层综合治理

结合规自分局“一张图”的地图支撑作用，聚焦乡镇街道基层治理核心需求，以北京市通州区永顺镇为例，通过汇聚基层治理所需数据，提供包括数据资源汇聚、数据可视化展示、多终端适配、数据实时更新等服务，赋能乡镇街道在房屋管理、重点人群管理、矛盾纠纷化解、视频监控、指挥调度等领域的管理能力。

基于数字孪生底座的时空数据，聚焦于乡镇街道基层治理核心需求，以北京市通州区永顺镇为先期试点，通过整合数据，构建覆盖永顺镇全域、贯穿多级的统一数字底板，提供包括数据资源汇聚、数据可视化展示、多终端适配、数据实时更新等服务，赋能乡镇街

道在房屋管理、重点人群管理、矛盾纠纷化解、视频监控、指挥调度等领域的管理能力，解决基层综合治理中的“数据标准不一”的痛点。通过数字孪生底座，将分散、静态的空间数据整合为统一、动态、可共享的数字底座，赋能基层精细化治理，实现了“用数据监管、用数据决策”，深刻赋能基层微观治理的各个环节。

场景 3：数字孪生赋能规建管应用

规建管应用是基于规划和自然资源领域业务工作，以服务区规自分局等单位工作需要为目标，开发管控一张图、规划管理、体检评估等功能应用模块，满足北京城市副中心规划、建设、管理的业务需求。

管控一张图是基于城市基础空间数据、现状三维场景、规划编制成果（北京城市副中心范围规划图纸、街区图则、街区深化图则、文本等）、三维规划模型、地下空间数据（地下空间、管廊等）、宏观经济数据等数据的综合管理和应用系统，具备挂接人口、建筑、产业等非空间数据的能力，支持 2D/3D 互查及联动，支持图层叠加、对比、统计分析，支持查看项目的状态信息。

规划管理模块包含规划编制、成果质检、成果报送、成果审查、成果归库、实施监督等功能模块，通过对国土空间规划编制、审查的全过程进行留痕管理，实现规划工作高效统管、规划图则自动校核、规划成果有机融合。

基于数字孪生平台，全面梳理全区的产业用地专题图共享，可查询区域内可供开发利用的产业用地，发布的产业布局、工业用地

分布、厂房楼宇点位、项目准入标准等内容，可一键查询各产业地块规划、用地信息。

对存量产业用地情况（产权和流转情况）、存量产业建筑空间（产权、用途等）指标、存量产业企业情况（基本情况、经营情况、经营范围、产出、税收、占有建筑业态、租赁情况）进行数据管理。依据以上存量产业用地台账、存量产业建筑台账、存量企业经营情况台账进行产业用地投入产出现状分析评价，根据区域内现状企业生产经营及土地、用工等数据，分区域、分行业分析建立要素资源投入产出分析评价。

3.案例总结

本项目基于北京城市副中心数字孪生平台，聚焦新形势下规划和创新发展的关系，以业务重构与流程再造为核心，将数字孪生技术与云计算、大数据、人工智能物联网等技术进行有机结合，实现数字孪生赋能城市管控与综合治理，依托数字孪生平台实现应用场景的提质增效，探索数字孪生融合应用的创新范式，全面提升了城市规划、建设、运行管理一体化运作水平，推动了北京城市副中心党工委管委会、市规自委、区政府各部门间信息共享，打通了从立项到规划建设全流程信息化管理路径，保障重大项目快速、有序实施推进。提供了纵向贯通、横向联通的全域全要素、全生命周期的一站式决策支持服务。

（四）北京大兴国际机场数字孪生智能联控能碳优化项目

申报单位：北京市建筑设计研究院股份有限公司、北京建院科技发展有限公司

1. 案例概述

北京大兴国际机场作为全球重要的航空枢纽，其航站楼规模宏大、系统复杂、能耗显著。传统能源管理模式主要依赖固定时间表或人工经验调控，难以与实时变化的航班动态、旅客流量及空间使用状况相匹配，导致大量能源在低客流区域或非高峰时段被无效消耗，既不符合绿色发展的要求，也影响运行的经济性与旅客的舒适体验。

为解决上述问题，首都机场集团北京大兴国际机场与北京市建筑设计研究院股份有限公司合作，以数字孪生技术为核心驱动力，创新性地构建了“航站楼—能源—航班”一体化的智能联控与能碳优化系统。该项目通过物联网、建筑信息模型（BIM）、地理信息系统（GIS）与智能算法的深度融合，打造一个与物理世界实时交互、精准映射、智能控制的数字孪生体。

该系统实现了对照明、空调等重点用能设备的按需调控，构建了“感知—分析—决策—执行—优化”的数据闭环，推动机场能源管理从固定策略的“设计节能”，向基于与业务联动的“运行节能”的理念转型，是数字孪生技术在大型公共交通建筑能源管理领域的一次成功探索与规模化应用。

2. 应用场景

场景 1：行李提取厅照明随航班动态联动调控

行李提取大厅是旅客抵达后的关键区域，其照明需求与航班到港、行李转运、旅客停留等环节紧密相关。传统照明控制通常采用固定时间开关或简单感应，无法精准匹配航班间隙，常出现“无人有光”的能源浪费现象。

项目团队对行李提取厅设备进行了数字化改造与重组，将原先分散控制的照明回路及灯具，依据旅客下机后的活动轨迹（如前往转盘、等待提取、离开大厅）重新规划并整合为四大类灯组进行分别控制。这种基于动线与空间功能的回路重组，为后续实现“按航班、按区域、按时序”的精准照明控制奠定了智能化基础。

系统从机场生产运行管理系统实时获取航班实际到港时间、停机位、行李转盘号等关键信息，这些多源异构数据在数字孪生平台中完成清洗、对齐与融合。

系统在航班落地、旅客到达时，自动点亮各独立控制灯组，形成一种渐进式、引导性的照明环境。在航班行李提取完毕后，各灯组按照预设的安全时序逐渐调暗或关闭，实现“灯随人走、人走灯缓灭”的平滑节能过渡。此场景将照明从“固定时间驱动”转变为“航班事件和物联网设备状态驱动”，极大地消除了无效照明时长。



图 14：业务节点：航班到港、托运行李开始传送



图 15：联动控制：行李提取大厅转盘启动、照明自动开启

场景 2：指廊区域空调与照明分时分区智能调控

机场指廊空间跨度大,各指廊的航班排布密度随时间波动显著。传统模式下,无论指廊是否有航班,其空调与照明系统通常会全天候运行,能源浪费尤为突出。项目将航站楼大屋面照明设备及候机

区空调设备，按照物理指廊结构划分为独立的控制分区并在数字孪生平台中完成设备与空间的映射。

对于有航班保障任务的指廊，系统提前适度启动或维持空调与照明在舒适服务水准。对于已无航班的指廊，系统则自动进入“节能运行模式”，非关键区域灯光分步骤调暗；空调系统则在保证基础通风的前提下，降低风机转速或进入低负荷运行。当新的航班计划插入时，系统可自动启动，确保旅客到达时环境已恢复至舒适标准。这种基于航班的“前瞻性”调控，实现了能源供给与业务需求在时间与空间维度上的精准匹配。



图 16：航站楼能源设备根据独立分区繁忙程度智能调控

场景 3：全景可视、可析、可管的数字孪生能源管控平台

单一的设备联动控制虽能带来直接节能，但缺乏全局视角与持续优化能力。本项目构建的企业级数字孪生能源管控平台，旨在实现从设备级到系统级、从实时监控到深度分析的全方位能源治理。

一是全景可视与高效管理。平台融合多源异构数据，构建与物理世界一致的数字孪生体，不仅“形似”，更能通过数据驱动实现“神似”，实时反映物理世界的运行状态。管理人员可通过可视界面，直观查看航站楼内关键设备运行状态、控制策略、异常报警信息及历史控制日志。能源的“流”与设备的“态”变得完全透明，改变了以往依靠报表和现场巡查的粗放管理方式。

二是数据驱动的持续优化。平台积累了大量“航班—空间—设备—能耗”的关联数据。基于这些数据，未来可利用 AI 大模型对不同类型的航班组合、季节气候变化、特殊事件（如延误、备降）下的能耗规律进行深度挖掘与分析，发现新的节能潜力点，使整个能源系统具备持续进化的“智慧”。

3.案例总结

本项目的成功实施，标志着大型交通枢纽能源管理迈入了数字孪生驱动的智慧新阶段，其价值体现在经济效益、环境效益、管理效益与社会效益等多个层面：

一是经济效益显著。项目实现了立竿见影的节能降本，每年节约电量达到 30%—40%。随着系统控制范围从早期试点区域向全航站楼逐年拓展，节能量正实现显著提升。据实际运行数据统计，国内行李提取大厅节能率达到 59.9%，国际厅达到 37.3%。2024 年节约用电量约 54 万度，节省电费约 49 万元。仅照明系统单项，截至 2025 年底已直接节省电费超过百万元。此外，自动化控制减少了对人工巡检和手动操作的依赖，降低了相应的人工成本。

二是环境效益突出。节能即减碳。该项目的实施可助力北京大兴国际机场每年减少二氧化碳排放约 307.96 吨。随着系统控制范围扩大，该数字正在持续增长，为践行国家“双碳”目标、建设绿色机场作出了实质性贡献，提升了机场作为大型公共基础设施的环境友好形象。

三是管理效益提升。系统实现了从“人控”到“智控”的转变，将运营人员从繁复、时序要求严苛的手动操作中解放出来，使其能专注于更高价值的运行监控、策略优化和应急处理。同时，数字孪生平台提供了全局可视化与数据分析能力，极大提升了机场能源管理的精细化、科学化决策水平，实现了管理模式的升级。

本项目形成的“业务—数字孪生—设备控制”联动架构及一系列数据接口规范、智能控制算法和工程实施方法，具有很高的可复制性与可推广性。目前，该模式已在大兴机场内部由行李大厅向楼前门厅、候机区、卫生间等多场景成功复制，空调联动控制也已推广至所有指廊。其技术路径同样适用于全国乃至全球其他机场、高铁站、大型会展中心、体育场馆等具有明显潮汐客流特征的大型公共建筑，为整个行业的数字化节能改造提供了经过验证的样板。基于本项目实践经验，有望输出相关的技术导则或标准建议，推动行业良性发展。

（五）北京市东六环隧道数字孪生项目

申报单位：北京云星宇交通科技股份有限公司、安徽智汇云舟科技有限公司

1. 案例概述

北京东六环改造工程是落实相关城市规划的重点市政工程，南起京哈高速立交，北至潞苑北大街，全长约 16 公里，是国内技术难度领先的盾构法施工高速公路及北京首条大直径盾构地下道路。随着城市副中心发展，交通负荷攀升，隧道安全保障需求升级。为响应国家发展战略，首发集团组建专班，调研国内隧道运营情况，打造集成数字孪生技术的智慧综合管控平台。项目采用建设方驱动、参建方协同模式，建立统一 BIM 标准体系及一体化管理平台，实现全生命周期 BIM 技术应用，成为“数字孪生”高速路智造标杆。

安全保障与应急处置方面，需以智慧化手段应对突发状况，建立全流程管理机制；在运营效率提升上，要解决业务协同问题，实现数据可视化、监测标准化与决策智能化；在节能环保与行车舒适性方面，需通过智能技术降能耗、减污染，采用降噪路面提升体验；设施管理需实现从管片生产到隧道建成后的全生命周期数字化、智能化运维。

项目通过多维感知设备构建交通实体全息孪生，创建车辆动态数字孪生体，实现属性复现、状态映射、行为识别与特殊车辆标签化，并基于孪生数据搭建三维可视化系统，支持态势呈现、轨迹回放与事件溯源；建立全要素数字孪生模型，接入关键设施，实现设备状态实时映射、反向控制与异常联动处置的动画体系；引入语音大模型技术构建智能语音助手，支持自然语言交互、方言识别与多

轮对话，通过语义解析实现设备定位、视角切换与复合指令执行优化，设备定位效率提升 80%以上。

2.应用场景

场景 1：车辆全域孪生

通过融合北京东六环的高精度地图、实景三维模型与实时雷达点云数据，构建了全要素、高保真的隧道数字孪生底座。在场景中，实现了对物理世界中运行车辆的动态孪生与全息感知，实时监测交通流量态势，并对危险品运输车辆等重点目标进行全程轨迹追踪与安全监管。为运维中心提供了精准的车辆调度与交通疏导决策支持，赋能管理层基于直观的孪生场景洞察全局，实现科学指挥与高效决策。

场景 2：视频孪生打造实时全景隧道口

在隧道出入口及内部重点区域，通过视频孪生技术，深度融合实时视频与高精度三维地理模型，彻底颠覆了传统监控画面孤立、割裂的显示模式。通过将视频无缝嵌入三维场景，我们构建了一个虚实结合、直观立体的指挥监控界面，实现了对隧道内外态势的全域感知、一目了然，让安全管理与应急指挥决策效率倍增。



图 17：全景隧道口

场景 3：AI 语音指挥官

引入语音大模型，为运营管理装上“声音的翅膀”。工作人员只需通过自然语言直接“喊话”，如“定位摄像头 A”或“查找车牌京 A12345”，系统即可瞬时理解指令，并在三维融合场景中自动锁定目标。设备状态、车辆位置等关键信息一目了然，实现“所说即所得”的交互革命，让指挥调度如臂使指。



图 18: AI 语音指挥控制

场景 4：设备健康一键巡检

深度整合隧道内物联网设备的实时数据。运营人员只需“一键点击”，即可瞬时启动对隧道内风机、情报板、摄像机、广播等关键设备的自动化全景巡检。所有设备的实时状态、运行参数与健康指标被集中诊断，并清晰投射于三维态势图上，让隐患无处遁形，实现从“被动响应”到“主动掌控”的运维模式升级。



图 19：设备巡检（来源智慧隧道综合管控平台界面截图）

3. 案例总结

本项目以北京东六环超长隧道为依托，构建了国内领先的“数字孪生智慧管控平台”，通过车辆全域孪生、视频融合、AI 语音交互及设备一键巡检四大创新场景，实现了对隧道交通车辆级精准感知、设备设施全生命周期智能运维，以及语音驱动的“人机对话”式高效指挥，成功将事件发现时间缩短至 30 秒内、日常巡检效率提升 90%以上、设备故障率降低约 25%，打造了可复制、可推广的隧道智慧运营标杆解决方案。

（六）龙岗 CIM+AI 城市治理创新应用与实践

申报单位：深圳市龙岗区大数据中心

1. 案例概述

深圳市作为粤港澳大湾区核心引擎城市重要承载区，在全国率先发布“数字孪生先锋城市建设行动计划（2023 年）（2024 年）”，

龙岗区积极响应，以推动全要素数字化转型、夯实数字底座、深化智慧应用为目标，遵循市区“两级平台、四级应用”架构，整合全域数据构建数字孪生基础底座，探索精细高效的智慧城市建设与治理新模式，助力打造数字化转型区域典范。

龙岗区作为深圳的人口、工业与产业大区，社会结构复杂，治理挑战突出。传统治理模式在精准感知、动态响应与全局统筹方面存在明显瓶颈，亟需构建“数字底座立体化、治理工具智能化”的双轮驱动体系，重点突破两大核心需求。一是构建三维数字孪生底座，破解治理精细化难题。针对二维底座在精细化管理中的短板，打造全要素、全息映射的城市数字孪生体，通过三维空间整合人、地、事、物等多元数据，依托可视化平台实现城市状态实时洞察，支撑治理向全局化、精细化升级龙岗政府在线。二是打造 CIM+AI 治理场景，驱动治理智能化转型。在三维底座基础上深度融合人工智能技术，开发 CIM+AI 城市治理应用，全面赋能城市规划、建设与管理全环节，推动治理模式向智能化、科学化转型、

通过建设数字孪生底座与深化 CIM+AI 应用，可提升城市运行效率、降低治理成本、促进资源流动共享，并提供智慧化服务，赋能全域数字化转型与治理现代化。一是将“二维时空信息底座”升级为“三维数字孪生底座”。以统一坐标与标准整合高精度三维模型、逻辑单体化及分层分户数据，融合二维基础地理信息，构建覆盖全、数据活、关联紧的三维数字孪生底座，并健全数据更新共享机制。二是将“经验驱动”提升为“数智决策”。基于 BIM/CIM 底

座融合多源数据，通过可视化平台实现城市运行状态实时感知，为管理者提供全面信息支撑与决策仿真模拟，提升决策科学性与精准性。三是从“被动处置”转型为“智能治理”。在三维底座上关联融合各类治理要素，结合无人机、视频监控等感知手段，应用 AI 技术实现城市问题的自动识别与抓拍，支持事件快速精准定位与处置，推动治理提质增效。

2. 应用场景

场景 1：构建数字孪生可视化场景，助力全域全要素动态感知数字化表达

项目以数字孪生底板数据为基础，建设全市首个区级 BIM（建筑信息模型）数据中心，累计融汇房建、水务、交通等类型 BIM 模型 524 个，实现城市实体空间与虚拟数字空间的精准映射。一是制定统一的 BIM 数据归集规范，提炼 BIM 模型具备的项目、建筑、楼层、构件等多主体多层次关联关系，构建覆盖数据汇聚与整合、清洗与校验、建模与映射、共享与应用全过程的规范化工艺流程，实现 BIM/CIM 数据、信息和模型的高效协同与融合，共同构建完整、鲜活的城市数字孪生体。二是全面深化“块数据”理念，以建筑物单体模型、分层分户模型以及 BIM 构件为空间单元，将人、地、事、物、情、组织等数据落图入块、由块入体，将各条线数据交织形成更精细的块体数据，支撑城市精准治理和精细管控。三是使用视频融合技术，在三维场景下进行视频矫正、透视变换等多种视频拼接和视频融合处理，将分散、割裂的存量实时视频按照其原有的

监控范围在数字孪生世界中做 3D 逆向还原，同时解决视频区域去重、过渡区柔性渐变、畸变矫正等问题，为用户提供立体、直观、可检索、易定位、虚实结合的视频孪生龙岗。四是采用“云渲染+终端渲染”双引擎技术，兼容 OGC/IFC/S3M 标准，提供多端适配轻量化接口，满足大屏、中屏和小屏等多终端可视化需求，为各领域 CIM 应用提供统一的孪生底座支撑。



图 20：全域全要素融合场景

场景 2：构建“一网统飞”低空飞行平台，助力低空经济发展

项目依托数字政府和智慧城市基础设施，整合数字孪生底板、飞行数据、监管能力与应用场景，构建“统一规划、统一调度、统一监管、统一服务”的无人机运行管理体系，实现全区无人机“一网统管、一网统飞”，推动低空经济发展、提升城市精细化治理能力而打造的智能化、集约化、标准化无人机综合管理与服务平台。平台建立全区统一的无人机调度中心，支持多部门、多场景（如城市管理、应急救援、环境监测、交通巡查等）任务派单与协同飞行，提升响应速度。对接入系统的无人机实施“注册—报备—飞行—回传”全生命周期监管，实时监控飞行状态、轨迹、高度等数据，确保合规飞行。平台深度适配多部门业务需求，推动无人机在城市治

理中的常态化、规模化应用，提升公共服务智能化水平，同时构建安全可靠的数据中台，实现飞行数据、影像数据、业务数据的汇聚、分析与共享，在保障数据安全的前提下支撑城市决策与应急指挥。

场景 3：运用 CIM+AI 技术赋能，驱动城市治理智慧升级

项目深度融合移动应用、大模型 AI 与城市事件处置流程，构建“端到端”的智能治理新范式。以数字孪生底板为基础，在“粤政易”平台构建“龙政图”小程序，提供移动化的二三维地图服务。其核心创新在于接入本地部署的 DeepSeek-R1 等大模型，结合超 60 万条专题数据构建“AI 问图”助手，能通过自然语言或语音交互，理解模糊语义并进行上下文推理，极大提升了信息检索的智能化水平；同时开发的“小屏遥控器”功能，支持以文字或语音远程操控大屏地图，实现了便捷的跨端交互。在此基础上，场景聚焦“一网统管”事件处置全流程的智能化赋能。平台汇聚 152 类事件来源，细化 4076 项权责，并深度应用 AI 技术，上线 AI 办理建议、回复智能评价等 19 个应用，辅助基层高效闭环处置民生诉求。决策层面，依托孪生底座开发的“民意地图”等可视化模块，能以热力图等形式直观呈现诉求分布与规律，结合多维数据分析，为管理者精准定位问题、科学决策提供实时数据智能支撑，推动治理模式从被动响应向主动智能深刻转型。

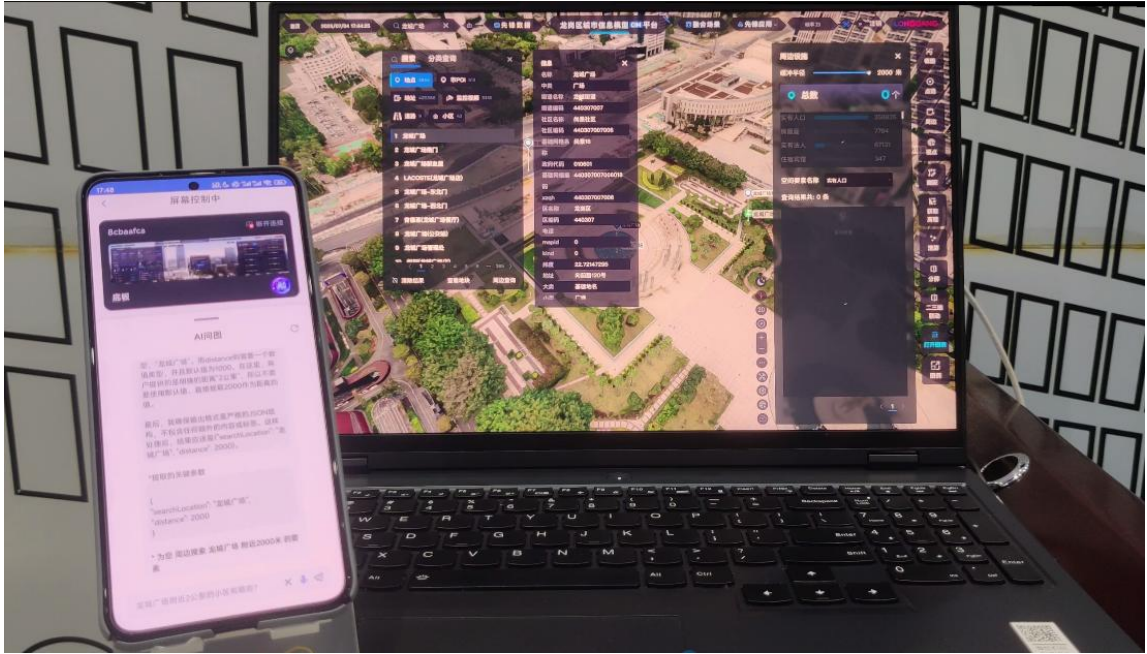


图 21：龙政图 AI 问图小助手移动应用场景

场景 4：构建三维数字化国土空间规划管理体系，赋能城市建设数智化

项目整合土地全生命周期监管与重大项目三维规划决策，依托数字孪生底座实现空间资源的精细化、智能化管理。在规划建设方面，打造了面向重大项目与园区的三维数字化会审应用。它以 CIM 孪生底座为载体，将项目的空间位置、周边环境等关键信息动态叠加到三维场景中，彻底改变了传统二维图纸汇报的局限，实现了规划方案从静态平面向三维动态演示的根本性跨越。这一应用已支撑全区 14 个重大项目的规划决策，使方案审议更直观、科学，在优化产业布局、加速项目落地中发挥了关键作用，共同构建了覆盖“监测、预警、处置、决策”的全链条空间治理新模式。在土地监管方面，针对全区 524 宗用地项目，构建了“监管一个库、项目一本账、信息一张图、预警一条链、监测一体化”的“五个一”体系。该体

系整合多源时空数据，打通信息孤岛，实现土地利用状态的实时可视化与在线管理。通过大数据分析自动触发预警并跨部门推送工单，结合 1200 余个高空全景设备巡查与 BIM/实景模型对比分析，实现了从“事后处置”到“事前预防、事中监控”的闭环监管，显著提升了土地集约节约利用效能。

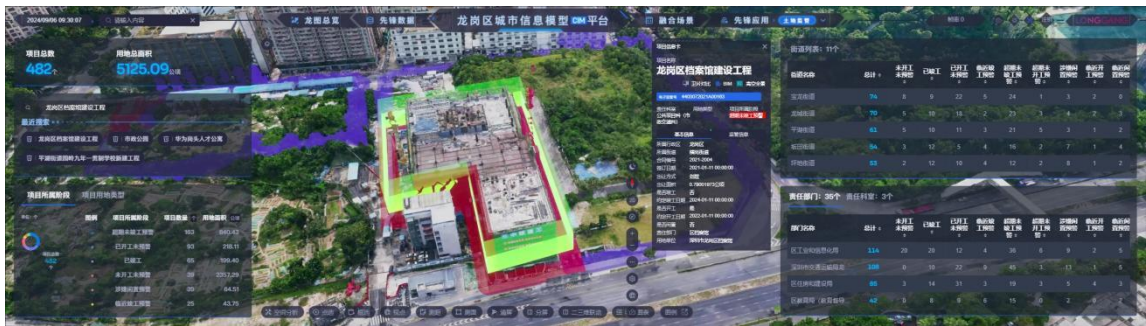


图 22：土地批后监管

3.案例总结

本项目成功构建了全区权威统一的多维孪生数据底板，并遵循“两级平台、四级应用”架构，打造了数智赋能的孪生平台，为全区开通上百个账号，提供了统一的地图应用服务。通过深度融合人工智能，构建了涵盖空地协同治理、土地批后监管、“AI 问图”及三维会审等核心场景的智能应用体系，已累计智能处置治理事件 7000 件，监管 524 宗用地项目效率提升 60%，并高效支撑了 14 个重大项目决策。

在技术创新性方面，项目基于鲲鹏处理器与银河麒麟 OS，实现了 CIM 平台核心组件国产化，构建了安全可控的技术底座。平台采用“云渲染+终端渲染”双引擎，兼容多项国际国内标准，并提供轻量化接口支持多端调用。融合本地部署的 DeepSeek 大模型，

推出了可通过自然语言交互的“AI问图”应用，显著提升了空间信息服务的智能化与便捷性。

项目具备显著的推广价值。围绕构建龙岗区3D原生示范区建设，推动3D产业集聚，龙岗区于2025年发布了《龙岗区关于推进3D原生应用示范工作的若干措施》，结合“培土倍增”五年行动和“3+5”产业服务体系建设，积极打造3D原生生态应用创新高地，大力推动3D原生技术赋能千行百业高质量发展。在产业园区形成聚集效应，招引多家行业领军企业开展技术创新，赋能低空经济、智能建造等新兴产业发展，联合高德软件、天远视科技、IDEA研究院、飞渡科技等企业、科研机构开展实景三维高斯建模探索、低空SILAS系统研发、“空中高德”示范基地建设，推动时空产业成果转化。

（七）金沙江白鹤滩水电站生态环境智慧管理系统三维可视化建设项目

申报单位：三峡高科信息技术有限责任公司、广州南方智能技术有限公司

1. 案例概述

作为国家能源战略的核心载体和绿色低碳转型的关键抓手，大型水电工程正朝着生态化、数字化、智能化方向加速升级。白鹤滩水电站作为全球蓄水高度最高的水电站之一，是长江干流“世界最大清洁能源走廊”的核心枢纽，其超高蓄水对流域珍稀动植物繁育、水质、空气质量等生态环境的影响评估，成为行业关注的核心议题。

传统水电环保管理采用“表单式展示、碎片化分析”模式，已无法满足生态评估精准化、管理可视化、决策智能化的需求，面临多项痛点，一是生态监测量化难，依赖人工巡查与离线数据，难以实时量化超高蓄水对圆口铜鱼等特有珍稀鱼类、水质、古树等生态要素的影响，评估以定性为主、定量不足；二是多源数据联动难，生态数据分散于水质监测、固废管理等多个系统，缺乏统一交互载体，无法实现全域数据“一屏统览”；三是流程培训直观性差，集鱼站集运鱼流程复杂，传统文字手册和现场观摩的培训模式效率低，员工难以快速掌握操作逻辑与应急流程。

2.应用场景

场景 1：全要素数字化表达与可视化呈现

白鹤滩水电站聚焦全要素数字化表达与可视化呈现核心能力，以多技术融合为支撑匠心打造全域三维场景，构筑坚实的生态监测与管理基础载体。场景构建秉持“宏观—中观—微观”分层理念，精准还原库区风貌与核心设施，融入手绘工艺与纹理优化营造东方水墨美学意境，搭配全时段昼夜光影与多元天气模拟提升场景质感，嵌入核心信息标签实现“点击即查”便捷交互，生动诠释了工程壮美与生态保护并重的核心发展理念。



图 23：水电站全域三维场景可视化

场景 2：物联感知与数据融合供给

白鹤滩水电站锚定核心能力构筑“感知—传输—融合—展示”全链路生态监测体系，实现生态数据实时化、集中化、可视化精准管理。通过精准对接六大生态监测系统，实现全域生态指标无死角覆盖，依托自主研发工具完成多源数据高效融合处理，创新“点选即查、联动分析”虚实融合交互模式替代传统分散查阅方式，为管理决策提供坚实数据支撑，推动生态监测从“离线滞后”向“实时可控”跨越，为生态保护精细化管理注入强劲数字化动力。

场景 3：模拟仿真推演与虚实融合互动——集鱼站集运鱼全流程数字孪生

白鹤滩水电站依托核心能力 1:1 精准还原集鱼站集运鱼全流程，成功破解流程复杂、培训困难等管理痛点。仿真模型完整复刻六大核心环节，创新固定漫游与手动操控两种交互模式适配多元需求，

助力快速掌握流程逻辑与细致查看细节。该成果构建起“宣传+管理+培训”三位一体数字化载体，既直观展现珍稀鱼类保护成效，又提升调度决策科学性与培训效率，成为流域生态保护领域可借鉴的优质实践案例。



图 24：业务流程实时数据驱动模拟仿真

3. 案例总结

数字孪生技术为白鹤滩水电站构建了精准可信、高度交互、可推演验证的生态环境智慧管理数字化平台，成功推动水电环保领域实现从“经验驱动”到“数据驱动”的根本性转型，在技术创新突破与实际应用落地两大维度均树立行业标杆，为大型水电工程生态保护与智慧管理提供了可复制、可推广的数字化解决方案。

本项目创新点突出，一是跨领域技术整合突破首次将“测绘技术（无人机倾斜摄影、三维激光点云）+IoT 感知+数字孪生云渲染+微服务架构”深度融合，解决水电环保领域“全要素建模难、多源

数据融合难、场景交互流畅难”三大痛点，填补大规模水电工程生态评估三维可视化空白。二是坚持全精度与美学化双向兼顾，突破传统建模“唯精度论”的单一思维，对鱼类、古树等微观对象采用“精细化建模+视觉优化”方案，既保障工程数据准确性，又提升场景观赏性，满足“展示+监测”双重需求。三是采用“一平台多场景”架构，复用同一三维平台支撑“生态监测、流程培训、调度比选、宣传展示”四类核心场景，通过“漫游模式切换、数据标签关联、仿真流程控制”实现功能复用，避免重复建设，降低运维成本。

（八）合肥市城市三维模型 LOD1.3 级生产项目

申报单位：合肥市测绘设计研究院有限公司、北京飞渡科技股份有限公司

1. 案例概述

随着智慧城市与数字孪生城市的快速发展，对高质量、可快速更新、能支撑深度分析的城市三维模型需求日益迫切。然而，传统的三维建模技术存在数据源单一、模型精度有限、生产效率低、成本高昂等问题，难以满足省级乃至国家级实景三维中国建设对规模化、高效化的要求。在此背景下，合肥市积极探索新型城市信息化建设路径，亟需一种能够高效构建城市数字底板的创新技术方案。

本项目核心需求是构建一个覆盖合肥市典型城区、精度可靠、可高效生产的城市三维基础底板。一是多源数据融合，能够整合城市基础地形、道路网、绿化系统、POI 信息等多维数据，形成统一

的数字化表达。二是高效自动化建模，突破传统手工建模瓶颈，实现建筑单体模型的批量、快速生成，显著提升建模效率并控制成本。三是深度分析应用，生成的模型不仅要满足可视化需求，更要能无缝接入专业业务平台，支撑规划审批、空间分析、模拟仿真等高级应用。

本项目成功解决三大核心问题。一是技术空白问题，填补利用多源遥感与影像数据开展高效、自动化建筑单体建模的技术空白；二是模型实用性问题，生成的 LOD1.3 级建筑模型在保障宏观展示与分析精度的同时，具备数据量小、渲染效率高的优势，有效解决高精度模型难以在大型场景中高效应用的矛盾；三是数据孤岛问题，通过构建统一的三维基础底板，实现分散城市要素的融合汇聚，为跨部门、跨行业协同应用提供统一权威的数字基底。

2. 应用场景

场景 1：基于数字孪生的城市内涝应急疏散模拟推演

合肥市作为典型的快速发展中城市，面临极端天气下城市内涝的威胁。传统的应急预案多基于二维图纸和经验判断，缺乏在动态、三维真实环境中的推演与评估能力。本项目利用构建的合肥市 LOD1.3 城市三维模型，结合物联网感知数据与水文模型，在数字孪生平台上实现了城市内涝的应急疏散模拟推演，极大提升了应急决策的科学性与前瞻性。

数字孪生核心能力应用主要包括六个方面，一是全要素数字化表达与数据融合供给，以 LOD1.3 建筑模型为核心，融合高精度地

形、路网、管网、人口热力图及重点防护单位信息，形成支撑推演的城市三维基础底板；二是物联感知操控，接入雨量、水位等实时物联网数据，可自动触发内涝预警，实现物理世界到数字世界的实时驱动；三是模拟仿真推演，集成水文水利模型动态模拟积水情况，并依托智能体模型结合人口分布与路况开展疏散模拟；四是空间分析计算与可视化呈现，可实时核算关键灾情指标，通过可视域分析辅助侦察部署、路径分析规划最优救援与疏散路线；五是虚实融合互动与自学习自优化，支持在三维场景中开展干预决策并实时查看效果，同时通过历史数据持续优化模型参数与行为规则，提升推演精度；六是众创扩展能力，依托标准 API 与模型服务，可支撑多部门定制化开发与业务拓展。该应用将多源数据与专业模型深度融合，构建具备真实物理与社会规律的数字世界模型，推动决策从被动响应转向主动预见，有效识别预案短板、优化资源配置，全面提升城市自然灾害应对韧性与智慧治理水平。

场景 2：城市更新规划方案三维智能比选与公众参与

在合肥市南二环区域的城市更新项目中，传统的规划方案评审依赖二维图纸、效果图和沙盘模型，存在空间关系不直观、量化分析不精准、公众理解门槛高等问题。规划决策者难以精确评估新开发体量对城市天际线、视线通廊及周边环境的影响，公众也难以有效参与并提出建设性意见。本项目利用已构建的城市三维基础底板，打造了一个面向城市更新规划的三维智能比选与协同决策平台。

数字孪生核心能力应用主要包括五个方面，一是全要素数字化表达与数据融合供给，平台以旧街区 LOD1.3 现状模型为基底，整合规划路网、用地红线、法定图则等数据，可快速导入新建筑体块方案并与现状底板融合，形成涵盖现状与多类比选方案的规划数字孪生体；二是空间分析计算与模拟仿真推演，可自动开展天际线可视域分析与新旧街区体量对比可视化，集成日照与风场模型评估建筑遮挡及微气候影响，并实时核算容积率、建筑密度等指标并进行比对预警；三是可视化呈现与虚实融合互动，支持多方案同屏对比、沉浸式浏览与多角度审视，可在三维场景中直接调整建筑参数并实时查看天际线、日照与指标变化，支撑动态方案推敲优化；四是物联感知操控与公众参与，通过线上方式向公众开放简化版平台，支持市民提交带空间坐标的图文意见，以热点图形式直观呈现民意分布；五是自学习自优化与案例库构建，平台记录评审过程与决策结果，通过自学习提炼空间形态偏好，为新方案提供智能预警与设计建议，同时将成功案例沉淀为数字资产库与知识模板，支撑其他片区更新规划。

本场景将城市更新规划从静态、专业、封闭的流程，转变为动态、直观、开放的协同智能决策过程。它显著提升了规划方案的科学性、合规性与社会接受度，减少了因方案缺陷导致的后续调整与纠纷，是“阳光规划”和“智慧规划”的典范实践，推动了城市治理现代化。

场景 3:5G 通信网络规划与信号覆盖数字仿真

5G 网络建设面临站址规划复杂、信号遮挡评估困难、投资效益最大化挑战。传统的网络规划依赖经验、二维地图和简单的射线追踪模型，难以在复杂三维城市环境中精准预测信号覆盖质量，容易导致局部覆盖盲区或信号干扰，造成资源浪费。本项目利用合肥市高精度的 LOD1.3 建筑模型，构建了城市级 5G 网络规划与优化的数字孪生仿真平台。

数字孪生核心能力应用主要包括五个方面，一是全要素数字化表达与数据融合供给，平台以融合建筑电磁特性参数的三维城市模型为核心，与 4G/5G 基站等通信基础设施数据深度融合，形成可计算的电磁环境数字底板；二是模拟仿真推演与空间分析计算，集成射线追踪无线传播模型，可虚拟新建或调整基站并实时仿真信号覆盖、强度与质量，自动识别覆盖阴影区与信号干扰，精准定位遮挡区域；三是虚实融合互动与方案智能比选，支持在三维场景中直接调整天线参数并实时查看覆盖效果，可生成多类规划方案并从覆盖率、干扰水平、建设成本等维度智能比选推荐最优方案；四是物联感知操控与自学习自优化，通过 API 接入现网路测与投诉数据，自动校准仿真结果，利用自学习算法优化模型参数，持续提升预测精度；五是众创扩展与跨行业应用，依托标准仿真引擎服务，既可支撑通信网络规划，也能为市政部门评估建筑对信号的影响、为应急管理部门提供通信保障与应急部署支撑，实现跨行业复用。

该场景将 5G 网络规划从“经验驱动”升级为“数据与仿真驱动”。通过在投入实际建设前进行充分的数字世界验证与优化，能够将网络覆盖盲区减少约 25%，提升一次性规划准确率，避免不必要的站点建设和后期调整，预计可节约 15%至 20%的资本支出（CAPEX）和运营支出（OPEX），为城市数字基础设施的跨部门协同规划与管理树立了新范式。

3. 案例总结

本案例在合肥市的实证应用取得了显著成效。一是管理效率提升，模型已成功部署于合肥市自然资源和规划局三维辅助决策平台，应用于日常规划管理与辅助审批，将原先需要多方协调、现场踏勘的部分工作转为线上分析，审批决策效率提升约 30%。二是科学决策支撑，在南二环区域更新规划等试点中，通过模型进行体量对比、视线通廊模拟等分析，为方案优化和公众参与提供了直观、科学的依据，提升了规划的科学性与透明度。三是跨领域应用验证，模型在应急疏散、城市更新规划方案、5G 信号遮挡等多元化场景中的成功应用，充分验证了其良好的通用性与融合能力，为数字孪生城市建设提供了坚实的数据基座。四是量化生产效益，采用本方法，在大范围城市区域实现了建筑单体模型的批量自动化生成，建模效率较传统方法提升 80%以上，综合成本降低约 60%，为规模化推广奠定了坚实基础。

本案例在实际应用过程中有一些创新点与技术先进性。一是技术路线创新，提出并验证了“二维影像解析+三维点云重建”相结

合的技术路线，有效利用了日益丰富的低空遥感与卫星影像数据，实现了建筑几何白模的高效、精准重建。二是多源数据融合创新，不仅实现了多源地理信息数据的融合，更创新性地通过启发式纹理库匹配，在保证渲染效率的同时，赋予了 LOD1.3 模型基本真实的外观，平衡了模型精度与性能。三是应用集成创新，将生成的轻量化模型与专业仿真算法（如物理、机理仿真算法）深度耦合，构建了具备“感知—认知—创造—推演”智能闭环的模拟仿真环境，超越了传统三维模型仅用于可视化的局限。

本案例所验证的基于倾斜 Mesh 模型的 AI 建筑单体化建模方法，具有极高的推广价值。一是技术可复制性强，该方案不依赖于特定区域的特殊数据，可快速适配于中国绝大多数城市区域，技术流程标准化程度高。二是符合国家战略需求，其高效、低成本、高精度的特点，完美契合“实景三维中国”建设对规模化、高效化生产的技术要求，具备支撑省级乃至国家级大规模建设的潜力。三是生态赋能潜力大，该方法产出的标准化的城市三维底板，可作为数字孪生城市的“操作系统”，为智慧交通、智能管网、公共安全等各类垂直应用提供统一的时空基底，催生丰富的创新应用生态。

（九）中国科学技术大学智慧驾驶舱

申报单位：中国科学技术大学、北京五一视界数字孪生科技股份有限公司

1. 案例概述

为顺应高等教育现代化发展与校园治理能力提升的迫切需求，中国科学技术大学创新构建了集数字孪生、物联网及大数据于一体的智慧校园驾驶舱系统。当前，高校普遍面临校区运营数据割裂、管理协同效率不足、师生服务体验有待优化等现实挑战，亟须通过数字化手段实现运营模式革新与服务能级跃升。

本项目以数字孪生技术为核心，融合物联网感知与多源数据融合能力，构建覆盖中科大跨城市多个校区全域的精细化三维信息底座，着力破解三大核心问题。一是打破各业务系统数据壁垒，通过构建统一数字基座，实现对人员、设施、资产、能耗等要素的全域感知与动态监测，提升校园综合运维效率；二是重构师生服务体验，借助校园漫游、智慧教室、生活服务等数字化应用，为教学、科研与生活提供精准、便捷的智能化支持；三是建立校园治理新范式，通过汇聚安防、能耗、资产、应急等多维数据，构建“可感知、可预警、可调度”的校园智慧治理体系，为校园精细化管理和可持续发展提供科学依据。

中科大智慧驾驶舱作为校园数字化转型的核心平台，实现了物理校园与数字空间的全要素映射与动态交互，不仅为“精致校园、数智一体、平安校园、和谐校园”建设奠定了坚实基础，更为全国高校的智慧化转型提供了可复制、可推广的示范样板。

2. 应用场景

场景 1：跨城市多校区统一数字孪生底座

跨城市多校区数字孪生底座的构建，是中科大智慧校园驾驶舱的核心基础，创新性地构建了从全球视野到室内细节的多级空间表达体系。平台通过融合集成全球地理信息、多源地图数据与校区三维模型，构建了分尺度、分精度的空间展示体系，实现中国科学技术大学北京、合肥、苏州 3 个城市，8 个校区的三维场景同平台运行。



图 25：中科大合肥高新校区数字孪生场景



图 26：中科大合肥本部校区数字孪生场景

场景 2：校史变迁与校园文化的充分表达

通过数字孪生的技术，生动地表达出中国科学技术大学从 1958 年建校到 70 年代校园南迁再到后续蓬勃发展的时间动线。将中科大校史馆中陈述的生动故事搬到线上，另外结合线下“走·读科大”的参观动线，将中科大的打卡路线带入数字孪生的三维校园，给校友和同学带来更好的体验。



图 27：中科大校史变迁展示

场景 3：校园管理业务汇聚共建

经过校内多部门联创共建，平台结合数字孪生技术构建了智慧教学、校园安防、能耗管理、资产管理等多个业务应用专题教育部。平台对教学电子班排、安防设备、校园通行、实时能耗等数据进行安全处理后统一接入，如同毛细血管为智慧校园提供全域实时数据支撑，最终打造出可视、可感知、可预警的协同共创平台，有效提升了校园信息化管理水平。



图 28：智慧教学专题

3. 案例总结

本项目兼具技术创新与模式创新。一是技术创新，构建覆盖“全球—全国—城市—校区—楼宇—室内”的多尺度数字孪生底座，实现从国际合作布局到校园设施细节的统一空间表达；平台具备全要素数字化表达能力，支持校区建筑、教学设施、安防设备等精准三维映射与动态数据驱动，通过物联感知与多源数据融合实现校园运行状态实时监测与可视化呈现，并依托空间分析计算与模拟仿真能力为校园治理决策提供智能支撑。二是模式创新，在高校数字化建设中打造“教学、管理、服务、文化”一体化智慧校园新范式，通过统一数字孪生平台打破各业务系统数据壁垒，实现跨部门、跨层级协同治理与联动处置，以数据驱动重构校园运营流程，形成“感知—分析—决策—优化”的管理闭环，为全国高校数字化转型提供可复制、可扩展的系统框架与实施路径。

本项目应用成效显著。一是教学环境与服务体验持续优化，通过智慧教室管理与服务体系建设，实现教学资源可视化调度与教学过程透明化监管，显著提升教室使用效率与教学服务质量，为师生打造智能便捷的教学环境，推动教学模式创新与学习体验升级。二是校园治理效能全面提升，通过构建全域感知、动态监测的校园治理体系，实现安防、能耗、资产等关键要素一体化管控，推动校园治理从被动响应向主动干预转变，大幅提升管理响应速度与资源配置效率，为平安校园、绿色校园建设提供坚实支撑。三是国际化发展与校友联络持续突破，以数字孪生为载体空间化呈现全球合作网络与校友分布态势，构建可视可分析的全球联络体系，拓展国际合作与校友工作管理维度，强化学校全球影响力展示，为国际化战略实施与校友生态建设提供数字化保障。四是文化传承与校园魅力显著增强，通过校史轨迹动态呈现与校园风采沉浸式展示，打造时空交融的文化传播新场景，创新校史教育形式，增强师生文化认同，推动校园文化从静态展示走向活态传承，实现文化育人功能的数字化升级。五是行业示范与引领价值日益凸显，项目构建的“高校+数字孪生”建设模式，为全国高校智慧化升级提供系统化解决方案，在多尺度空间表达、跨业务数据融合、全球化网络呈现等方面的创新实践具备较强行业借鉴意义与推广价值，为新时代高校数字化建设树立新标杆。

（十）珠海高新区基于数字孪生底座的城市韧性智治实践

申报单位：珠海高新技术产业开发区政务服务数据管理局、珠海市四维时代网络科技有限公司

1. 案例概述

随着数字化转型浪潮的深入推进，数字孪生技术作为一项关键的通用性技术，正日益成为工业制造、城市治理等领域创新发展的新引擎。珠海高新区锚定珠西科学城核心区建设，聚焦打造全域数字化转型先行区，积极响应国家关于实景三维中国建设的战略部署，直面本地台风多发、强降雨频繁、人口流动大所带来的城市内涝、应急防控等现实治理挑战，系统性地通过“筑底座、建模型、融数据”三位一体的创新实践，探索出一条以数字孪生技术赋能城市精细化、智能化治理的有效路径。

“筑底座”——构建高精度数字孪生底座，填补空间数据空白。基于无人机倾斜摄影、三维 GIS 引擎等技术，推进构建覆盖全区约 175 平方公里、精度整体优于 5cm、重点区域优于 3cm 的倾斜摄影三维模型，形成高新区实景三维数字地图，完善城市时空信息“一张图”，打造全市首个全域覆盖的高精度实景三维城市基础信息平台，筑牢数字孪生底座。

“建模型”——研发防汛抗涝仿真模型，提升预警决策能力。基于 Unity3D 引擎构建水利洪水预警平台，整合降雨量、水闸水位、风速等多源数据，采用自研“降雨量—水位高度”关联算法，模拟

不同降雨场景下水位上涨、淹没区域及波浪态势，以及水闸动态监测与调度仿真，实现精准预测与可视化预警。

“融数据”——促进多源数据融合应用，支撑跨场景治理。开发数据呈现工具，具备空间查询、属性查询、地图测量、三维分析（日照、天际线、淹没分析）等功能，整合防汛数据、疫情防控数据、生态环保数据等，形成“数字爱卫一张图”“水利防洪预警”等场景应用，跨部门协同响应效率大幅提升，辅助决策从“经验驱动”转向“数据驱动”。

2.应用场景

场景 1：城市降雨孪生仿真模型实现水浸风险精准预测预警

基于城市隧道内涝监测场景，通过接入气象站实时降雨量数据、隧道内水位传感器数据，以及输入降雨量、风速等参数模拟不同降雨强度场景，结合自研的“降雨量—水位高度”关联算法，推演水位上涨、波浪模拟、淹没区域高亮显示及积水阈值预警，实现隧道积水态势的模拟仿真演示，水位模拟误差 $\leq 8\%$ ，预警准确率达到90%以上，较传统人工巡查提前1.5小时触发水浸预警，响应速度提升90%。通过实时数据融合与仿真推演，解决了传统巡查方式依赖人工与经验判断，预警滞后、漏报率高，导致难以精准定位与动态预测的问题，大幅提升防汛响应的精度与时效性，有效避免因内涝造成的交通中断与财产损失。



图 29：隧道水浸风险模拟与预警

场景 2：北斗+物联网+孪生三维模型实现水利设施动态监测与调度仿真

传统水利调度依赖人工巡检与历史经验，响应迟缓、调度决策缺乏数据支撑，为加快打造全域数字先行区，强化韧性安全领域城市数字化转型支撑，高新区在全市率先完成“北斗+5G+物联网”智慧水务建设，成功部署 54 套北斗高精度地灾监测设备，12 座北斗解算基准站、42 座北斗地灾监测站正式并网运行，实现 7×24 小时监测水库坝体、沿海海堤、河渠水闸毫米级形变迹象，基于防洪监测场景，依托实景三维模型，接入水利设施的实时水位数据、潮汐数据，实现水闸水位的动态监测及阈值预警，并结合 GIS 空间分析算法，计算水闸上下游汇水面积、泄洪能力，预测水位变化，模拟开闸泄洪、关闸挡潮等场景的水闸调度效果，为防洪规划提供数据支撑，辅助防汛指挥中心快速调配物资，跨部门协同响应效率提升 75%。并且通过对历史潮汐数据、历史调度记录的深度学习，不断

迭代算法参数，水位预测准确率达到 92%。2025 年 7 月台风“泰利”期间，依托平台预测南围水闸水位，提前开闸泄洪，有效避免了水位超过警戒线，提升抗洪抢险指挥调度效能。

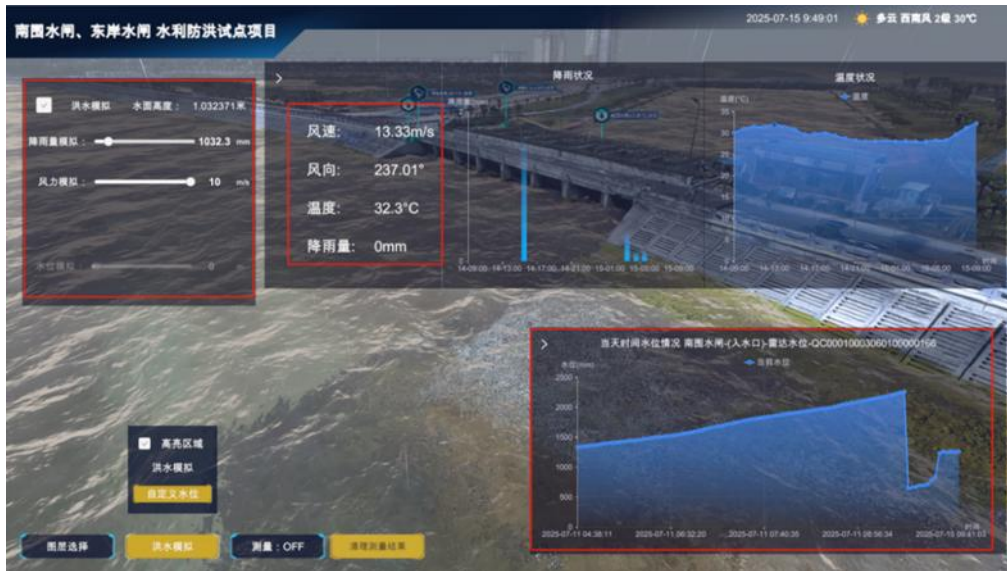


图 30：水闸水位动态监测与调度仿真

场景 3：视频孪生技术实现静态三维模型与动态实时视频融合应用

基于静态三维模型与动态实时视频的虚实融合应用，以北师大隧道口为试点，将实时监控视频拼接融合到三维数字场景中，从“看画面”到“看场景”的跨越，解决了传统视频监控模式画面分散不直观、视角独立看不懂，难以形成整体态势感知的问题，实现视频监控数据的高效管理和应用，帮助工作人员更加直观掌控隧道内涝实时实景态势。并结合标识感知技术，当视频识别到隧道内积水时，平台自动在三维场景中标记异常位置，并回溯 10 分钟内视频片段，了解事态的发展态势和关键细节，提升应急队伍对现场态势的掌控

和研判能力，应急响应时间缩短 60%，有效提高应急响应的速度和效率。



图 31：三维场景与监控视频融合

场景 4：基于实景三维地图人口房屋数据融合标注的疫情防控应用

为有效管控基孔肯雅热疫情，以实景三维地图为支撑，打造数字爱卫一张图，整合疫情数据信息、人口车流信息、隐患点分布情况、灭蚊消杀情况、物资储备信息等疫情相关要素数据进行可视化实时呈现，打造疫情防控“数字孪生底座”。一是精准定位。基于三维地图，展示无人机飞行巡查积水点，帮助社区工作人员快速、高效、精准定位积水区域，大幅提升了隐患排查和防控工作效能，为疫情监测与快速处置提供了技术支撑。二是精准管控。通过标记重点人员位置，快速获取所在区域周边的公园绿地、农贸市场、建筑工地等重点场所信息和空间分布，通过直观数据展示，辅助领导决策。通过将防疫作战指挥从平面图转移到实景三维模型上，实现

“一网统管、一屏决策”，解决传统疫情防控依赖纸质地图与人工标记，信息更新慢、协同效率低的问题，助力疫情指挥中心更直观、更精准、更全面地掌控态势，科学调度资源，部署防控措施，赋能疫情防控指挥决策。

3. 案例总结

项目致力于夯实数字孪生的空间数据基础，通过运用无人机倾斜摄影、三维 GIS 引擎等先进技术，构建了覆盖珠海高新区约 175 平方公里、精度整体优于 5 厘米、重点区域优于 3 厘米的高精度实景三维倾斜摄影模型。这一全市首个全域覆盖的高精度实景三维城市基础信息平台，形成了统一的时空信息“一张图”，填补了以往城市空间数据的精细度空白，为城市治理、规划、建设、智慧视觉、应急防控等重点业务场景提供了坚实、可视化的数字底板，推进城市数智化转型，助力数字经济发展。

在技术创新方面主要体现在四个方面，一是高精度实景三维建模，采用无人机倾斜摄影技术、地面三维扫描，实现高分辨率建模，较传统手工建模效率提升 50%，成本降低 30%，并支持 OSGB、OBJ 等多格式输出，满足城市级应用需求；二是三维模型轻量化渲染，基于 Unity3D 引擎的轻量化处理技术，有效解决模型数据体量过大问题，降低存储成本，提高数据传输效率，实现大规模三维场景的秒级加载与流畅交互，响应时间 ≤ 2 秒，大幅提升模型的可视质量和用户使用感；三是虚实融合应用，运用视频孪生技术，将监控视频与三维场景融合，赋予视频空间坐标，实现二维监控视频在三维

环境中的实时叠加与联动操控，提升工作人员对现场态势的掌控和研判能力；四是自研水利洪水模拟与空间分析算法，研发基于降雨-水位关系的动态淹没模型，结合通视分析、控高分析、日照分析等空间计算工具，模拟隧道、低洼地等复杂场景的洪水淹没范围、水深及演进过程，为防洪调度和应急响应提供科学依据，降低灾害风险。并具备自学习与自适应优化能力，通过对历史数据与模拟结果比对，不断迭代模型参数，风险预测准确率提升至 90%以上。

二、潜力案例

（一）张仪新站变电站智能巡视与数字孪生技术融合应用

申报单位：国网北京市电力公司检修分公司、浙江国自机器人技术股份有限公司

1. 案例概述

张仪新站 220kV 变电站为智能巡视与数字孪生技术融合应用的示范站点，打造“一平台、一底座、一应用”。“一平台”即机器人在线智能巡视系统平台，集成视频监控、巡检任务管理、智能告警、缺陷诊断、机器人远程控制等模块，实现对变电站设备的全流程智能化管控；“一底座”即基于 110kV 和 220kV GIS 室点云扫描构建的三维数字孪生底座，通过高精度三维建模与空间定位技术，实现站内设备、机器人、摄像头等实体对象的数字化、语义化和可视化表达，构建变电站立体化数字空间；“一应用”即智能巡视场

景化应用，依托数字孪生底座，融合机器人巡检、高清视频、红外测温、SF6压力监测等多源数据，运用图像识别与智能分析算法，实现“指哪巡哪”的沉浸式巡检操作，支持设备状态实时感知、异常自动识别、告警精准定位与历史数据追溯，并结合危急设备专项巡视、机器人与摄像头联合巡检等机制，全面提升变电站巡检的自动化、智能化水平，推动人工智能技术与电力运维核心业务深度融合，为无人值守变电站建设提供有力支撑，助力电网运维向数字化、智能化转型升级。

2.应用场景

场景 1：物联感知与协同操控

系统实现了对机器人本体、视频监控设备及各类传感器的远程集中控制与协同调度。在三维场景中，监管人员可以直观地对机器人车体移动、云台俯仰/旋转、可见光与红外摄像头变倍变焦等进行实时操控。通过“指哪看哪”功能，点击三维模型任意位置，系统能够自动匹配最近的固定摄像头并联动其云台转向目标，实现快速定点观测。此外，机器人任务可通过“立即执行”“周期执行”“定期执行”等多种方式灵活下发，支持对巡视路线、点位、频次的精细化配置，从而实现了从指令下发到执行反馈的全过程闭环控制，大大提高了巡检效率与灵活性。



图 32：机器人指哪看哪

场景 2：全要素数字化建模与表达

系统对 110kV 和 220kV GIS 室进行了高精度点云扫描与三维建模，构建了厘米级精度的变电站数字孪生底座。在这一场景中，所有设备（如断路器、隔离开关、主变、电容器等）、机器人、摄像头、安防设施等物理实体均在三维空间中实现了精准空间定位与语义化建模。这不仅形成了涵盖设备类型、编号、状态、巡检点位等属性信息的全要素数字档案，还为后续的智能应用提供了高保真的空间基础，使得运维人员能够在虚拟环境中对变电站进行全方位的监控与管理。



图 33：三维建模

场景 3：多源数据融合与智能分析

系统集成了机器人巡检数据、视频流、红外图像、SF6 压力、油位读数、环境温湿度等多源异构数据，并通过统一数据接口与时空基准进行融合处理，构建了覆盖全站的感知数据湖。在这一场景中，数据融合供给模块为智能分析提供了高质量的数据支撑。系统能够对融合后的数据进行深度挖掘与分析，实现设备状态的实时监测与故障预警。例如，通过红外图像分析，系统能够及时发现设备过热等异常情况；通过 SF6 压力与油位读数的监测，系统能够预测设备可能存在的泄漏风险。这些智能分析功能大大提高了变电站的运维安全性与可靠性。

同时，系统还具备强大的可视化呈现与空间分析计算能力。在三维场景中，设备状态、巡检进度、告警信息等得以动态可视化展示，提升了交互体验与运维决策效率。而基于三维空间拓扑关系的空间分析计算，则进一步优化了巡检路径规划、摄像头覆盖范围计算等运维活动。



图 34：巡检结果展示

3.案例总结

张仪新站智能巡视系统通过深度融合数字孪生、人工智能、物联网与机器人技术，成功构建了“平台+底座+应用”一体化的智能巡检体系，取得显著应用成效。系统实现机器人巡检覆盖率达 98% 以上，人工巡检工作量减少 75%，缺陷识别准确率超 92%，告警响应时间缩短至 5 分钟以内，缺陷发现及时率提升 50%，设备隐患主动发现率提高 40%，日均执行巡检任务 20 余次，数据审核效率提升 60%，全面实现“全天候、无死角、自动化”智能运维。项目创新性地打造“三维数字孪生+指哪巡哪”沉浸式操作模式，构建“机器人+固定摄像头”联合巡视体系，推出“危急设备专项巡视”自适应机制，并实现巡检全流程闭环管理。系统基于厘米级三维建模，场景还原度达 95% 以上，支持 45FPS 以上稳定帧率，可接入 50 余路感知设备，实时处理多源数据，吞吐量达 10 万条/秒，图像识别算法准确率持续优化至 92% 并具备自学习能力。该模式已形成标准化方案，兼容主流设备与生产管理系统，具备开放接口和强扩展性，

可快速复制推广至其他 110kV 及以上变电站，为电力系统推进无人值守和智能化转型提供了成熟样板，对保障能源安全、建设新型电力系统具有重要示范意义和广阔推广前景。

（二）红庆河 51GIM 煤矿数字孪生伴采系统

申报单位：内蒙古仲泰能源集团有限公司伊旗分公司红庆河煤矿、重庆大学、重庆高维智矿科技有限公司

1. 案例概述

我国“富煤、贫油、少气”的资源禀赋决定了煤炭不仅是国家能源安全的“压舱石”，更是支撑国民经济高速发展与保障民生福祉的“稳定器”。然而，煤矿开采环境复杂，深部开采普遍面临冲击地压、瓦斯突出、顶板垮落等围岩动力灾害的高风险威胁，一旦发生事故，往往造成重大人员伤亡、设备损毁和生产中断，会带来严重的社会与经济损失。因此，如何在确保安全的前提下高效、智能、绿色地开采煤炭资源，成为当前能源领域亟须解决的关键问题。

目前矿山灾害防控面临两大难点和痛点。一是灾害靶点定位难、时空演化不清。煤矿深部开采过程中，冲击地压、瓦斯突出等动力灾害往往由采动应力集中、能量积聚与地质构造相互耦合诱发，其孕育过程具有高度非线性、隐蔽性和不确定性。现有的微震、地音、应力监测等手段，虽然能够捕获大量的演化信号，但难以从中精准提取出能够标定灾害发生具体位置与临界时刻的特征信息，导致无法动态捕捉与精准识别灾害靶点。二是长期采用“泛防控”，防控成本居高不下。由于无法精准锁定致灾关键区域与时间窗口，为了

确保万无一失，矿企不得不扩大防范范围，在潜在风险区域大面积布设支护、卸压或监测工程，虽在一定程度上提升了安全性，却导致大量防控资源被无效投入，显著推高了吨煤成本。

本案例提出以数字孪生为核心载体，深度融合人工智能算法，构建高保真、可交互、可推演的煤岩数字孪生体，实现了矿区地质模型快速构建、开采孪生实时计算与动态推演、灾害风险精准预警及防控方案智能优化。

2.应用场景

场景 1：地质模型快速精准构建与动态更新

本项目通过融合钻探、物探等多源数据，系统可自动识别地层规律，精确还原煤层、岩层及断层等构造，生成高精度三维地质模型并实现可视化。依托自适应网格与增量数据融合技术，新采集的地质数据可分钟级自动融入现有模型，实现高效、稳定的局部动态更新，同时保留历史版本以支持变化对比。此外，系统还提供丰富的模型分析功能，包括任意剖面切割、等值线提取、三维栅栏图生成、关键层位突出显示与透明化处理，以及各地质单元物性参数和水文特征的实时属性查询。

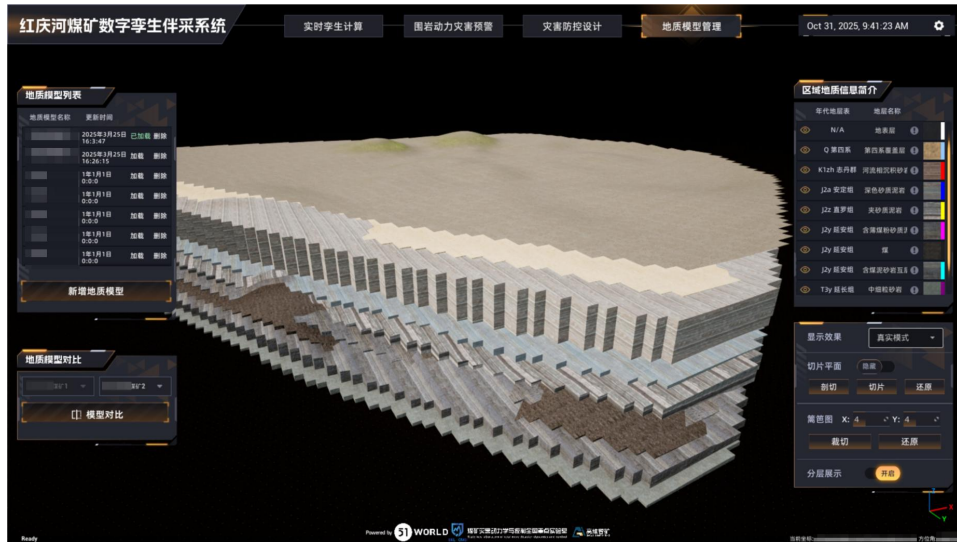


图 35：生成高精度三维地质模型并实现可视化

场景 2：开采孪生实时计算和动态推演

系统通过实时接入地质结构、应力传感器数据及采煤机位置数据，提供精准的工作面应力分布计算。并支持前溯推演未来工作面煤层与关键层的应力变化，可视化呈现灾害演化路径，为后续的灾害防治提供有效参考。

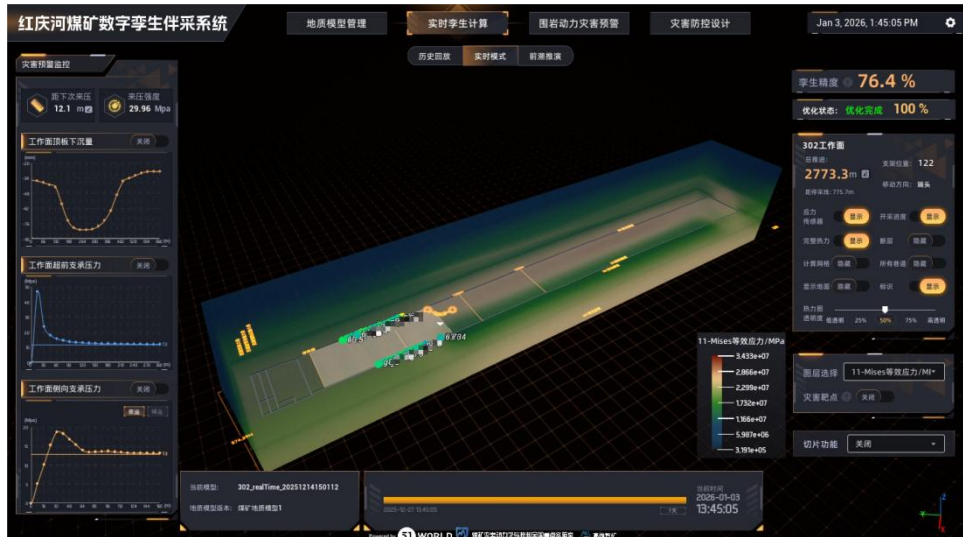


图 36：精准的工作面应力分布计算

场景 3：围岩动力灾害智能量化预警

基于实时应力数据和微震事件的实时监测数据，利用围岩动力灾害预警算法，系统能够及时计算工作面围岩动力灾害的风险分布，快速识别高风险区域，提升煤矿灾害预防能力和响应效率。

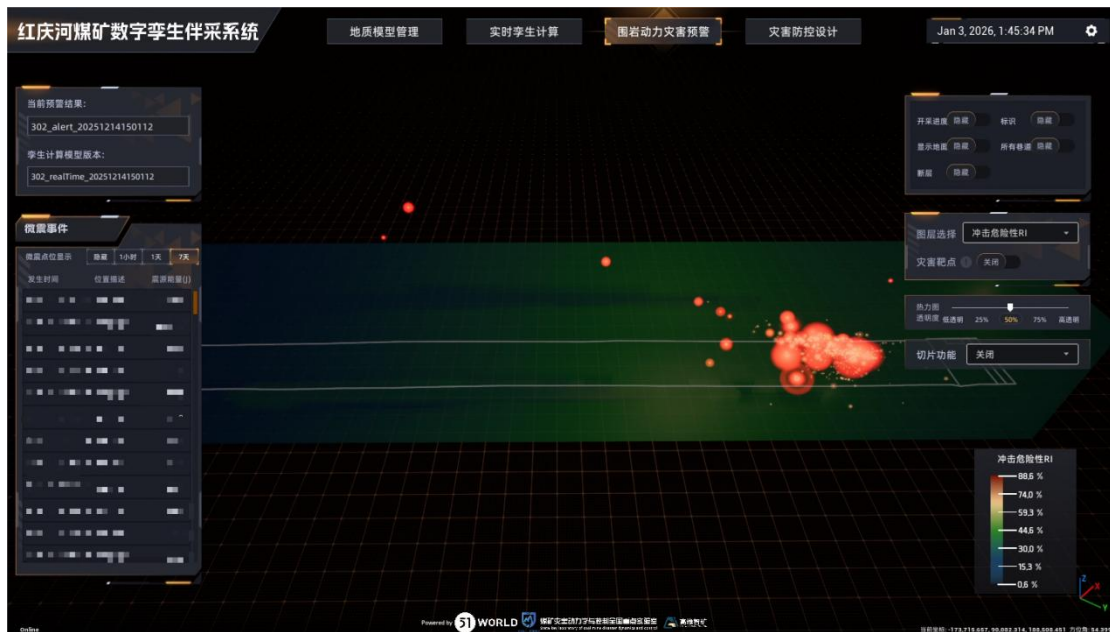


图 37：计算工作面围岩动力灾害的风险分布

场景 4：防控方案量化模拟与效果评估

系统具备物联感知操控与虚实融合互动能力，支持用户对钻孔卸压、爆破、水力压裂等防控方案进行参数化设置与模拟仿真推演。通过数据融合供给与空间分析计算，实时对比多方案实施效果，量化评估卸压范围、应力释放程度等关键指标。用户可在孪生环境中可视化呈现防控过程，优化方案设计，减少无效钻孔工作量高达 70%，实现防控资源的精准投放。

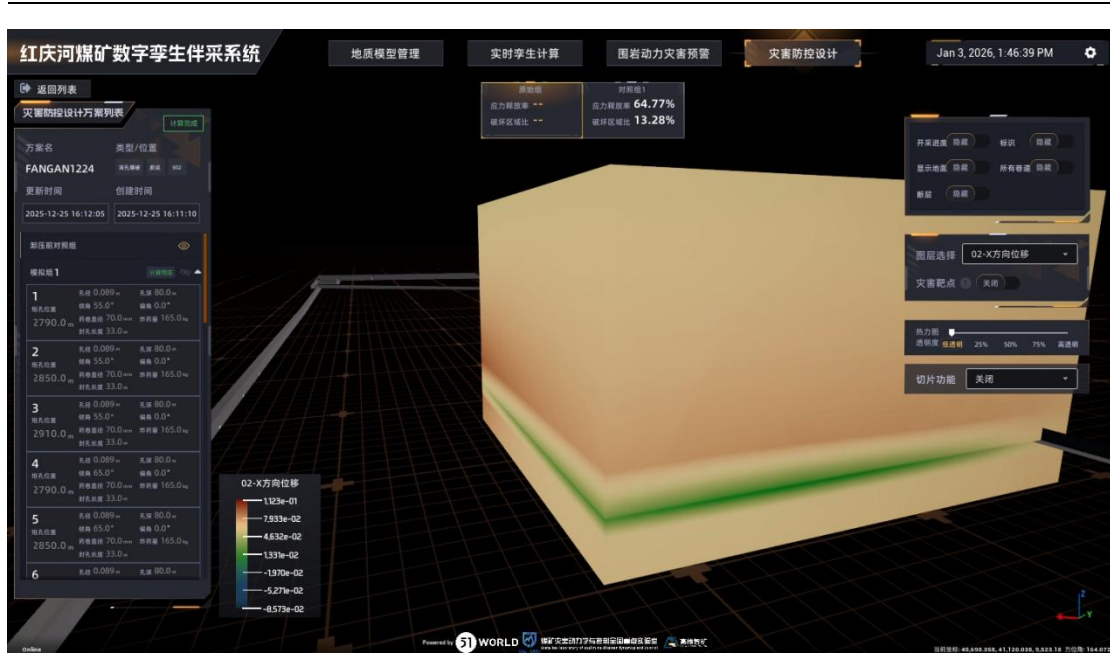


图 38：参数化设置与模拟仿真推演

3. 案例总结

数字孪生技术为煤矿智能伴采系统构建了一个高保真、强交互、可推演验证的数字化矿井环境，显著提升了煤炭开采的安全性、效率与智能化水平。通过将物理矿井全要素映射至虚拟空间，系统不仅支持地质模型智能管理，还实现了对采掘全过程的动态感知、实时决策与优化控制，为煤矿高质量发展提供了坚实的技术底座。

相较国内外现有技术具有明显优势，一是地质模型快速构建和动态更新，采用多源地质数据融合与智能耦合建模技术，实现地质模型随采动进程的分钟级动态更新，还原精度达 90% 以上，为后续灾害推演与防控模拟提供高可信数据基础；二是采动灾害靶点精准识别和超前推演，结合物理机理模型与 AI 预警算法，突破传感器单点感知局限，实现灾害靶点在空间、时间的四维精准定位，并支持对未来采动过程的一键前溯推演，实现灾害演化路径的可视化与

量化分析；三是防控方案优化设计，支持钻孔卸压、爆破、水力压裂等典型防控方案的参数化设置与实时仿真，通过孪生环境中的多方案对比分析，实现防控效果的量化评估与优选，显著降低现场无效工程量。

综上所述，本项目通过数字孪生技术实现冲击地压防治从经验依赖向数据驱动、从过度防御向精准干预的跨越，对于推动我国智慧矿山建设、保障深部煤炭资源安全开采具有深远的理论意义与重大的应用价值。

（三）北京市突发地质灾害监测预警提升工程—地质灾害数字孪生项目

申报单位：北京市地质灾害防治研究所、泰瑞数创科技（北京）股份有限公司

1. 案例概述

在“23·7”强降雨灾后恢复重建的总体规划中市委书记尹力同志提出，要强化数据收集规整、融合计算、智能处理，综合运用数字孪生等新技术，加强监测设施建设。完善智能化专业监测网络，建设集调查评价、监测预警、综合治理、防御响应于一体的系统性地质灾害防控体系，提升极端气候条件下预警预报的精准性和时效性。加强数据融合，拓展突发地质灾害监测预警系统决策指挥功能。

针对北京市突发地质灾害进行全生命周期管理，本项目建立基于调查、评价、监测、预警、综合防治、防治宣传等各个方面的综合管理平台系统，解决突发地质灾害综合管理标准化问题，满足全

市突发地质灾害数据实时查询、展示、分析、管理、汇报的功能，满足专业技术人员野外工作、信息上报、会商汇报等功能，同时服务于北京市规划和自然资源委在预警预报、应急监测、气象会商、公众服务等多方面工作需求。

2.应用场景

场景 1：地质灾害数字孪生仿真模拟

本项目搭建的数字孪生场景，融合地上地表数字高程及遥感影像数据、地质数据等地理信息与模型数据构建时空数据底座，立体呈现地上、地表基础设施及设备运行态势，实现泥石流业务“预报、预警、预演、预案”全能力。系统可在地图上展示各雨量点位监测情况，以图表等形式呈现雨量变化趋势，超预警值时通过高亮、弹窗及声音实现预警；提供雨量数据查询与特征值分析功能，同时支持水位—流量关系、历史同期数据、雨量过程等多维度数据的图表化展示与对比分析。基于暴雨预警模型、泥石流案例及现场信息，系统能生成应急辅助决策方案，汛中智能匹配最优方案供指挥参考，预警及突发事件发生时可自动关联处置预案，保障快速精准处置。

系统可通过泥石流风险评估模型划分四级风险等级并以四色图直观展示，便于掌握风险分布及重点治理中高风险区域；构建排水槽、拦挡坝等工程治理措施三维模型，支持模型组合与地形模型融合更新。治理效果分析模块可模拟灾害过程并通过单界面双窗口对比治理前后差异，评估受威胁对象、影响范围及经济损失变化。泥石流结束后，评估模块可总结基本信息、预案执行等情况并建立经

验知识库，回溯灾害发展过程，形成事前、事中、事后完整闭环，为后续应对工作提供参考。



图 39：通过四色图直观展示风险等级

场景 2：AI 大模型辅助风险研判

基于项目建设的地质灾害综合管理系统数据底座，提供监测点基础数据、监测时序数据、实况和预报雨量数据、清洗后数据等基础数据服务支撑，结合人工智能和大数据分析技术，构建一套完整的基于 AI 的大模型应用流程，建设智能监测预警模块。依托该模块开展地质灾害监测大数据相关性分析，并建立分区分类样本特征库、AI 大模型，通过不断地模型训练和识别，筛选出不同地区不同类型地质灾害监测点在不同变形阶段的数据特征，从而实现地质灾害的超前预测预警，同时，为地质灾害防治提供重要的科学数据及理论支撑。

基于每年的《防汛手册》中提到有关地质灾害相关的问题进行分析和解答，通过搭建和使用知识库相关技术，形成模型能够识别的向量数据，供 AI 模型使用；将基于《山区道路沿线崩塌灾害风险研判》《降雨引发地质灾害风险预测分析》《突发地质灾害监测时段雨量表》等风险研判专报作为模板，经过数据加工处理后，建立各类风险研判专报模板标识，将模板标识落入知识库，并结合用户诉求和大模型语言识别能力，输出符合要求的专项报告。

3. 案例总结

实景数字孪生集实景三维、数字孪生、云计算等技术于一体，是一种把真实物体或空间 1:1 复刻到虚拟空间、反映其全生命周期过程的数字化技术。数字孪生技术利用实景三维建模，通过收集大规模多维度数据，建立一个完整的虚拟模型，能够精确反映真实世界的各种细节和动态变化。通过实景数字孪生，可以结合实景三维模型，在虚拟世界中，模拟、降雨场景，结合真实三维地形地貌数据，预测未来降雨的发展趋势和影响范围及影响程度，并以直观、可视的方式展示地质灾害的动态演进与范围变化过程，进而辅助用户理解、分析和决策。

目前数据来源于各司局提供，在计算区域模拟时，数据精度为 30 米，通过宏观层面的行政区划模拟实现市级及区级尺度的历史事件模拟仿真，进而对历史暴雨事件进行快速、准确及可视化的再现，以期迅速锁定关键受灾区域，辅助制定有效策略，助力应急响应及救援工作的高效展开。在计算重点沟模拟时，数据精度为 1 米级

DEM 和 10 厘米级的倾斜模型数据，即通过高精度的地形及土地利用数据对重点沟内发生的历史山洪事件进行兼顾精细和快速的模拟，准确再现沟道山洪险情，锁定高脆弱性居民方位及数量，规划最优的避险路线，为保证各重点沟居民生命及财产安全提供信息支撑，同时，在展示模拟结果时，可随时看到某一处的水深、流速，也可以看到断面的流速、流量、深度，模拟方案最终可看到本次降雨威胁的房间数等信息，可为量化和评估小尺度区域受灾情况提供高分辨率数据。同时，利用专业的高性能仿真引擎 PWSim 采用 GPU 并行算法，通过 GPU 并行计算能力，大幅提升计算效率，相比传统软件，速度提升十倍以上。

实景数字孪生作为智慧中国建设的核心技术之一，正在不断延伸应用场景，为各行各业数字化升级和城市智慧化管理提供坚实的数据底板。伴随技术水平不断升级，应用范围不断拓展，实景数字孪生渗透率将持续上升，成为国家高质量发展的重要引擎。

（四）常德烟草智慧物流园区数字孪生与 AI 创新应用项目

申报单位：湖南省烟草公司常德市公司、广州凡拓数字创意科技股份有限公司

1. 案例概述

为贯彻落实国家数字经济战略及烟草行业智慧物流建设要求，常德烟草物流园区携手凡拓数创开展了数字孪生与 AI 创新应用项目建设。该项目立足于园区在物流运营中面临的实际痛点，包括车

辆入园调度效率低下、仓储管理透明度不足、作业过程监管困难以及配送调度依赖人工经验等问题，通过构建覆盖全园区的数字孪生平台，深度融合人工智能、5G、物联网等先进技术，打造了集智能调度、过程追溯、风险预警与效能优化于一体的智慧物流运营体系。

项目以“全面感知、互联互通、指挥调度、智慧决策”为建设目标，通过高精度三维建模与实时数据映射，实现了对园区人员、车辆、设备、货物及环境等全要素的数字化表达与动态管控。该平台不仅提升了园区的运营效率与管理水平，更为烟草行业数字化转型提供了可复制、可推广的标杆案例。

2. 应用场景

场景 1：物流车辆智能入园调度系统

本项目构建了一套覆盖车辆预约、识别、引导、排队、卸货及出园全流程的数字孪生调度体系。通过部署 5G 专网与 AIoT 设备，实现了车牌智能识别、月台自动分配、排队无人叫号等功能的自动化与可视化。系统集成高精度三维园区模型，实时映射车辆位置、月台状态及作业进度等多维数据，并运用 YOLOV8 系列算法对车辆行为进行智能分析与预警。

在数字孪生能力方面，系统实现了园区道路、月台、停车场及卸货区等设施的全要素数字化表达，并通过语义化建模技术对车辆、人员与设备进行实体建模。借助 5G 专网，系统实时接入车牌识别摄像头、地磁传感器及 AI 监控相机等物联设备，实现对车辆进出、停放与卸货行为的精准感知。通过融合工商在途系统、预约小程序

及视频 AI 分析等多源数据，系统构建了完整的车辆调度知识图谱，支持基于历史数据与规则引擎的模拟仿真推演，优化排班策略。系统同时具备自学习与自优化能力，可持续学习车辆行为模式，不断提升调度准确率与异常识别水平。

本项目应用成效显著，车辆入园通行效率提升 40%，平均等待时间由 30 分钟缩短至 8 分钟；月台利用率提升 25%，排队叫号系统实现完全无人化运营。系统每日可支持 500 余车次的高效调度，数据实时响应延迟控制在 200 毫秒以内。

场景 2：智慧仓储数字孪生管理平台

项目构建了涵盖高架库、平库及分拣线等仓储设施的高精度孪生模型，集成 RFID、温湿度传感器及 AI 摄像头等物联网设备，实现了对库存、环境与作业行为的全域感知与可视化管控。通过应用 YOLOV8—MAX 缺烟检测算法与 YOLOV8—FUSION 烟条类型识别算法，系统实现了对开箱、分拣及出库等关键环节的智能质检与全过程追溯。

在数字孪生能力方面，平台通过三维场景实时展示库存容量、设备状态、人员动线及环境参数，实现了仓储运营的全面可视化。基于 CIM 平台的空间分析计算能力，系统可进行储位优化、路径规划及拥堵预警，提升仓储作业效率。通过 AR 鹰眼相机，系统实现了对仓库屋顶积水、烟雾及火情的全景监控与标签化告警，形成虚实融合的交互体验。平台还具备良好的众创扩展能力，支持第三方系统如浪潮数字仓储系统的 API 接入，实现模块化功能扩展。

应用成效方面,缺烟检测准确率达 91.6%,分拣效率提升 9.17%; 仓储盘点效率提升 50%, 人工巡检成本下降 60%; 环境异常告警响应时间从 10 分钟大幅缩短至 30 秒以内, 整体运行效率与管理效能显著提升。

场景 3：联合工房人员通行与行为智能监测系统

针对联合工房人员进出管理复杂、夹带风险高及作业行为难追溯等问题,项目部署了毫米波全息成像安检门、AI 行为识别摄像头及人脸门禁等智能设备,构建了人员通行与作业行为的数字孪生管控体系。平台基于深度学习算法,实现了对未戴安全帽、吸烟、区域入侵及夹带藏物等行为的实时识别与告警,并与视频系统联动实现全过程痕迹管理。

在数字孪生能力方面,系统通过三维场景实时映射人员通行轨迹与监控视频,形成虚实融合的交互体验。基于历史行为数据的模拟仿真推演,系统可优化布防策略,提升安防效能。通过每周迭代的 AI 算法,系统行为识别准确率持续提升至 95%以上。平台整合门禁、梯控及访客预约等多系统数据,构建了人员全生命周期数字档案,实现数据融合供给,黑名单人员识别率达到 100%,夹带行为检出率提升 80%; 危险行为告警响应时间不超过 3 秒,事后追溯效率提升 70%; 访客通行流程从 10 分钟缩短至 2 分钟以内。

3.案例总结

本项目在应用成效方面取得了显著成果。物流车辆调度效率提升 40%,月台利用率提升 25%; 缺烟检测准确率达到 91.6%,分拣

效率提升 9.17%；仓储盘点效率提升 50%，人工成本下降 60%；安防事件响应时间缩短 90%，风险预警准确率达到 95%；整体园区运营成本降低 20%，数据决策支持率超过 80%。

在创新点方面，项目构建了“数字孪生底座+AI 算法中台+业务应用”的三层架构，实现了物流全流程的可视化与智能化管理；首创 YOLOV8—MAX 与 YOLOV8—FUSION 模型在烟草物流质检场景的工业级应用；基于 5GMEC 的 AGV 调度与 AR 鹰眼监控，实现了低延迟、高可靠的孪生交互；平台具备自学习与自优化能力，支持算法的持续迭代与业务场景的灵活扩展。

在技术创新性方面，项目实现了全要素语义建模与实时数据融合技术，场景还原度超过 90%；具备多源异构数据接入与治理能力，支持 10 万余个点位的并发处理；基于生产工艺流程的仿真推演与资源调度优化，支撑了毫秒级的决策响应。

本项目在烟草行业率先实现了数字孪生与 AI 的深度融合，形成了可复制、可推广的智慧物流园区建设范式。技术方案已具备标准化输出能力，适用于各类工业物流园区、区域配送中心及智能制造工厂等场景，具有广泛的行业推广价值与社会经济效益。

（五）重庆陆海国际中心园区运营管理平台

申报单位：重庆瑞安天地房地产发展有限公司、万物云空间科技服务股份有限公司

1. 案例概述

重庆陆海国际中心是服务国家“西部陆海新通道”战略的重大工程，总建筑面积约 52.41 万平方米，主塔楼高 458 米，集甲级写字楼、高端购物中心、星级酒店等多功能于一体。项目被定位为陆海新通道的战略支点与物流总部基地，是重庆融入“一带一路”与“成渝地区双城经济圈”建设的关键载体。通过融合物联网、大数据、人工智能等技术，项目构建了数字孪生体系与“灵石数字孪生驾驶舱”，深度集成 BIM 与云计算，实现了建筑全生命周期的可视化、智能化管理，为发挥“通道+经贸+产业”的生态聚合作用奠定基础。该项目主要解决了以下三方面问题：

一是破解跨系统协同与数据孤岛难题。本项目通过推动业务数据贯通，以数字孪生助力“数字陆海新通道”建设，依托“铁海联运一单制”与“一码通”，将物流环节从 58 个压减至 38 个、单证从 32 个精简至 14 个，整体效率提升超 20%，实现货物全程数据可追溯。同步促进标准融合，针对铁海规则不统一、数据共享不畅等痛点，通过数字孪生平台推动多式联运标准互认，为沿线“13+2”省区市搭建统一服务平台。

二是提升物流效率与降低运营成本。推动智慧物流集成，依托数字孪生技术打造“通道大脑”，整合 147 项跨境服务，实现智能调度与路径优化，有效压缩物流中转时间，切实降低企业跨境贸易合规及融资成本。聚力枢纽经济聚合，以平台为产业聚合载体，吸引中欧班列数字运营中心等 17 家头部机构入驻，依托数字孪生技术

模拟产业生态，推动物流、金融、贸易类企业集聚协同，项目运营后预计年产值超 200 亿元，带动上下游产业规模突破千亿元。

三是创新超大型项目建管模式。推动建设过程数字化，创新融合 BIM 技术与物联网应用，搭建工地智能监控系统，实现施工进度、质量、安全全维度动态管理，项目斩获全国 BIM 大赛“龙图杯”一等奖。推进运营服务智慧化，依托数字孪生平台推出“创新实验室计划”，开放六大应用场景，实现从招商到育商的全流程服务升级；同时配套绿色智慧设施，显著提升建筑能效与运营可持续水平。

2. 应用场景

本项目系统展示了数字孪生技术在超高层建筑与城市 CBD 运营中的前沿实践。通过灵石构建三大典型应用场景，实现了从建设到运营的全生命周期数字化管理，形成规划设计、建设管理、运营服务一体化的数字孪生体系，探索出内陆开放型经济的“通道驱动型 CBD”发展范式。



图 40：超高层建筑与城市 CBD 运营中的前沿实践

场景 1：超高层建筑智慧建造与安全管理

在 458 米主塔楼的施工中，数字孪生技术通过多项核心能力的综合运用，攻克了超高层建设的诸多难题。一是全要素数字化与物联感知，建立建筑、结构、机电等全专业 LOD400 精度 BIM 模型，现场布设 287 个物联监测节点及超 2 万台设备，通过灵石平台实现数据统一采集、实时同步与在线监测；二是全过程可视化管控与智能模拟推演，以高精度 BIM 模型为核心，融合蓝牙定位与物联网数据实现施工现场全景可视化，针对顶模施工等关键工序开展模拟推演与三维技术交底，提前预判并解决技术难点，同时依托 AI 智能识别系统实现安全隐患自动预警与算法持续优化；三是多终端协同应用与功能扩展支撑，依托云端架构与轻量化图形引擎，支持多终端便捷访问，为后续功能迭代与业务拓展奠定坚实技术基础。

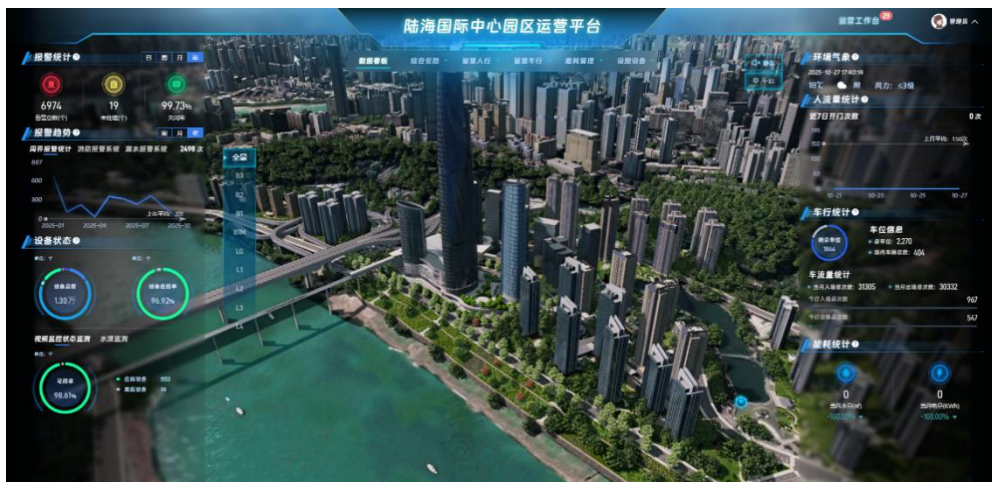


图 41：陆海国际中心园区运营平台

场景 2：综合体智慧运维与产业服务

投运后，数字孪生技术延伸至建筑全生命周期运维，为超大型商业综合体提供全方位智能化支撑。一是数据集成与三维镜像构建，

平台接入 147 项跨境服务，依托灵石系统集成楼宇各类设备实时数据，通过高精度三维建模打造全要素数字镜像，实现运维数据集中管控、统一调度；二是空间分析与仿真推演优化，结合 TOD 综合体运营特点，通过专业空间分析计算优化人流动线与商业布局，模拟不同时段人流变化规律，精准提升商业运营效率与空间利用率；三是虚实融合与数字生态培育，推出“创新实验室计划”，开放智慧口岸、区块链溯源等六大应用场景；依托灵石 AR 实景监控实现“动态视频巡逻”，实现设备信息实时叠加、精准管控；运用机器学习算法持续优化设备运行参数与资源回收策略，提升运维能效；开放标准 API 接口支持定制化开发，成功吸引 17 家头部机构入驻，构建起良性循环的数字生态体系。



图 42：综合体智慧运维与产业服务

场景 3：陆海新通道协同生态与智慧服务

作为战略支点，项目依托数字孪生技术，构建起跨区域、跨行业的协同生态平台，核心体现在三大方面。一是生态闭环构建与效率优化，整合多元业态数据，打造“通道+经贸+产业”一体化闭环

生态；通过空间分析与模拟推演，优化多式联运衔接流程，实现物流环节精简与单证压减，整体效率提升超 20%。二是直观呈现与智能决策赋能，依托“通道大脑”大屏与灵石 AR 实景监控，实现物流、贸易、资金等核心数据可视化呈现，支持远程指挥调度；运用机器学习算法深度分析历史数据，精准优化运营方案与资源配置，提升决策科学性。三是开放平台搭建与应用创新升级，以开放平台为载体，吸引头部机构集聚，重点开发“一单制”“一码通”等便民利企应用，丰富通道经济生态场景，推动协同生态持续迭代升级。

3. 案例总结

本案例创新点主要体现在四个方面，一是战略创新，打造“数字陆海新通道”，从物理支点升维为“数字引擎”，推动沿线“13+2”省区市标准互认与数据互通；二是技术创新，构建全生命周期数字孪生体系，以 LOD400 高精度 BIM 模型及物联网设备作为“数字资产”跨阶段传承，通过模拟推演推动管理从“经验驱动”转向“算法驱动”；三是模式创新，开创“创新实验室计划”，开放六大应用场景，以“一单制”“一码通”吸引头部机构集聚，形成“上下楼即上下游”的产业生态；四是范式创新，定义“通道驱动型 CBD”新路径，为全球内陆城市开放发展提供可借鉴模板。

项目核心技术创新在于构建了“超高层建筑全生命周期数字孪生”体系。一是数据贯通与资产传承，通过 LOD400 高精度 BIM 模型与 287 个物联节点、超 2 万个传感设备，通过灵石实现建设与运营阶段数据贯通、模型无损传承，避免重复建模成本。二是仿真驱

动与算法优化，建造期依托仿真推演保障“三天一层楼”建设速度；运营期通过机器学习算法优化能源管理与物流路径，实现主动节能与精准决策。三是虚实融合与功能进阶，BIM 与灵石 AR 实景监控融合打造“动态视频巡逻”模式，实现设备信息“所见即所得”，推动数字孪生从“可视”迈向“可用、可控”，为超大型复杂工程数字化树立技术标杆。

案例推广价值主要体现在四个方面，一是服务国家战略，构建“数字战略支点”，验证“通道驱动型 CBD”模式，为内陆城市产业升级提供“重庆方案”；二是技术应用示范，形成数字孪生全链条应用闭环，体系化整合核心要素，为同类平台建设提供架构参考；三是经济效益显著。压减物流流程提升效率超 20%，降低建管成本，带动千亿级产业规模；四是行业标准引领，为超高层建筑建管设立技术标准，为跨境物流破解规则与数据孤岛难题提供解决方案；五是社会综合效益，通过绿色设施响应“双碳”目标，以灵石智能监控提升安全水平，以开放平台构建众创生态，推动技术与产业良性互动。

综上所述，本项目以数字孪生为核心驱动力，构建了“建设—运营—产业—生态”一体化的数字赋能体系，万物云引领超高层建筑全生命周期数字化运营。在工程建造、物流协同、产业聚合与管理创新四个维度形成闭环，不仅显著提升了超高层建筑的建设效率与运营水平，更通过数字化平台打通了陆海新通道的贸易链路，培

育了集聚发展的产业生态，为内陆开放型经济高质量发展提供了可复制、可推广的系统性解决方案。

（六）多技术融合打造安徽电信无线网数字孪生全景镜像

申报单位：中电信数智科技有限公司、中国电信股份有限公司安徽分公司

1. 案例概述

作为推动通信行业数字化转型的关键实践，中国电信股份有限公司安徽分公司（以下简称“安徽分公司”）已建成近十万个 5G 基站，室外城区 5G 全覆盖，服务用户规模超千万。面对无线网络“信号不可见、运维压力大、现场环境复杂”的行业共性难题，以及传统人工运维模式下的效率瓶颈，安徽分公司联合中电信数智科技有限公司（以下简称“电信数智”）共同探索数字孪生技术在无线网络方向的应用实践。

该案例基于 BIM、GIS、无人机倾斜摄影等数据，搭建了城市级孪生 CIM 底座，利用基站工参数据结合参数化建模算法实现了全省无线基站的孪生刻画，接入性能、告警、流量等实时数据以及 MR 数据，打造了实时同步的无线物理网络与数字空间的实时镜像，网络全局可视可感，支撑故障精准定位和区域性故障分析。基于射线追踪与深度学习决策算法，实现天线波束方向、信号强度调整策略的虚拟预演环境，支持网络优化、低空站址规划等，该创新实践全面提升了 5G 网络规划、建设与运维的全流程效能。



图 43：城市级孪生 CIM 底座

2. 应用场景

场景 1：无线基站参数化建模

平台核心采用参数化建模技术，深度融合 BIM、GIS 及无人机实景建模能力，构建全省无线站点数字孪生体。通过对铁塔、天线、RRU 等多类型网元进行精细化三维建模，形成可复用的无线设备模型库；基于智能自动组装技术与空间坐标校正算法，实现不同基站与设备模型的自动化拼装与精准定位，达成安徽城市场景无线网络的全域、全量、高精度时空映射，形成大规模站点孪生的可复制方案。



图 44：站点智能化孪生标杆方案



图 45：基站孪生效果

场景 2：网络全局感知

全面接入网络资源、性能、告警、流量等实时数据，通过物理网络与数字空间实时动态更新，构建网络全局可视可感的孪生场景。实现网络运行状态实时感知，支撑故障精准定位，大幅缩短故障排

查时间，减少因故障导致的网络中断影响；提前规避大面积网络问题，提升网络运维效率与稳定性，为用户提供更可靠的通信服务。



图 46：基站参数

场景 3：网络弱覆盖区域精准识别

平台基于 OTT/MR 数据，融合城市三维地形地貌数据与建筑信息模型，通过多尺度、多频段数据处理及信号强度精准统计，实现无线网络覆盖孪生可视，实现网络弱覆盖区域精准识别。支撑孪生场景内模拟建站、开展零成本仿真推演，预测网络覆盖效果；同时，将覆盖盲区定位误差大幅降低，推动网络优化从“经验驱动”升级为“数据与空间智能驱动”，为网络优化提供高效精准的决策依据，进一步提升网络优化效率与精准度。

场景 4：低空站址智能规划

立足国家低空经济战略布局，合肥、芜湖作为两大国家级低空经济试点城市，安徽分公司积极响应低空基础设施建设规划要求，

构建数字孪生场景底座，创新打造 5G—A 低空通感网络一键规划核心能力，在规划过程中融合地形地貌、建筑分布、基站高度等关键要素，同步接入现网基础数据及客户定制化需求等，通过算法迭代优化，实现区域低空覆盖能力最优化为核心目标，精准输出通信与感知基站的最佳站点部署方案，为安徽低空经济高质量发展筑牢数字底座、提供通信支撑，保障低空下无人机通信作业需求。

3. 案例总结

本项目是数字孪生、仿真模拟等技术在无线网络规划建设、优化中的探索实践，已在安徽全省上线应用，构建了近十万个无线站点的孪生镜像，实现从 2D 可见到 3D 可透的跨越，达成“零成本”基站自动建模、“零成本”站点可视规划、“零成本”网优安全试错等目标，实现无线网规建维优相关工作效率大幅提升。

系统接入性能、告警、MR 等数据，实现了无线物理网络与孪生场景的实时动态映射，网络全局可视可感。在站址规划设计过程中，有效降低了传统仿真工具应用门槛，结合实际地形地貌、站址分布、网络覆盖状态等情况，支持模拟建站，大幅提升了规划效率和准确性。在网络维护中，基于可感可视的网络全局视图，构造全域感知、预测及分析能力，实现从“被动响应”到“主动预防”的转变，通过数字孪生预验证优化效果，零成本试错，全面提升了 5G 网络规划、建设与运维的全流程效能。

（七）广铁供电智能运维管理平台

申报单位：中国铁路广州局集团有限公司供电部、北京天成易合科技有限公司

1. 案例概述

为贯彻落实《数字铁路规划》及铁路供电数字化“11511”发展规划，推动铁路供电系统数字化转型，广湛高铁项目针对传统供电系统存在的设计、施工、运维数据割裂、信息孤岛严重、运维响应效率低等痛点，创新构建了供电一体化智能运维平台。项目以BIM+GIS+实景融合技术为核心，通过数字孪生技术实现从物理实体到数字虚体的全要素表达与全生命周期数据贯通，形成“一模到底、一码到底、数据同源”的数字化交付体系，推动铁路供电从“经验驱动”向“数据驱动”“离散管理”向“全生命周期治理”转型，为高铁基础设施数字化转型提供可复制范例。

2. 应用场景

场景 1：全生命周期数据贯通与可视化交付

平台通过构建覆盖设计、施工、运维全过程的数字孪生底座，打通多源异构数据链条，实现供电设施从图纸到实体的全程可视化管控。系统通过自主研发的“多源数据融合引擎”，将BIM模型、施工进度、SCADA实时数据、6C检测数据等深度融合，形成覆盖全线牵引变电所、接触网及电力线路的数字化资产。在可视化层面，

平台支持数模联动审图、设备结构透视、状态评价全景展示等功能，显著提升设计协同与运维管理效率。

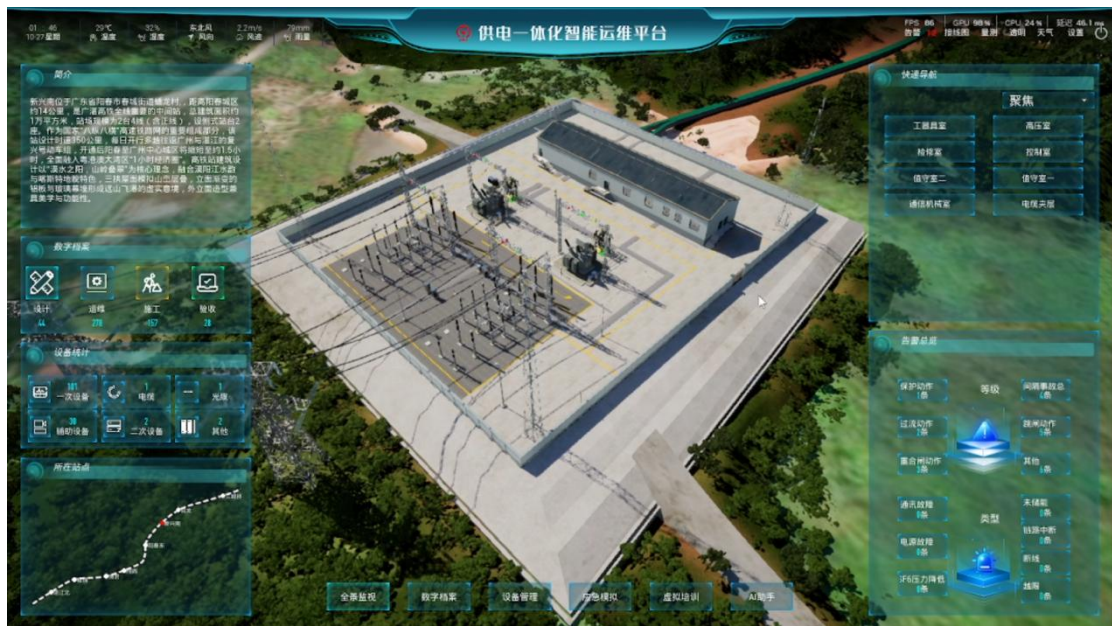


图 47：从图纸到实体的可视化管控

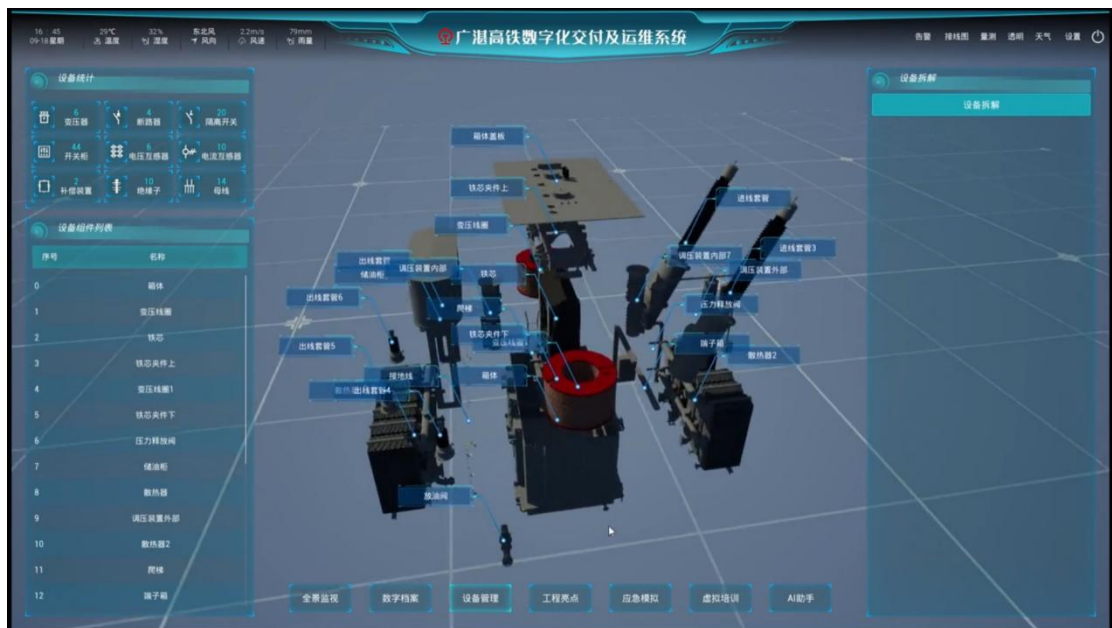


图 48：设备结构透视

场景 2：虚实融合的交付一致性校验与远程协同验收

针对传统验收依赖人工现场核对的痛点，项目创新采用无人机倾斜摄影与车载激光扫描技术，生成厘米级精度的竣工实景模型，

并与设计 BIM 模型在数字孪生平台中自动比对。通过虚实融合互动能力，实现设计、施工、运维多方远程协同验收，大幅减少人员差旅与现场复核工作量。该模式不仅提升验收效率 50%以上，更为后续无人机巡检、机器人运维提供了高精度空间数据支撑。



图 49：厘米级精度的竣工实景模型

场景 3：基于数字档案的智慧运维与故障快速响应

平台通过“一物一码”数字档案体系，为每个设备建立覆盖其全生命周期的电子病历。该档案不仅集成了设备的设计规格、施工记录、实时运行数据等多维信息，还支持运维人员“一键调取”，快速获取包括技术参数、历史检修、故障记录及相关图纸在内的完整档案。结合物联网传感器实时采集的电流、温度、振动等运行数据，系统能够动态评估并更新设备的健康状态。这种“一码溯源、数据贯通”的机制，在显著提升设备资产精细化管理水平的同时，也为备件精准调度、寿命预测与安全责任追溯提供了有效支撑。



图 50：设备的全生命周期的电子病历

3. 案例总结

本项目通过数字孪生技术实现了供电系统全生命周期数字化管理，取得了显著成效，交付数据准确率提升至 98%，故障定位时间缩短 70%，非计划停机次数减少 35%。在技术创新方面，攻克了多源数据融合与轻量化加载难题，构建了虚实融合的协同验收模式与智能运维体系。项目成果严格遵循国铁集团标准规范，具备高度的可复制性与推广价值，为全国高铁数字化建设提供了标杆范例。

平台通过数字孪生技术构建了开放、智能、可扩展的供电运维底座，不仅提升了广湛高铁的运维效率与安全性，更为新建高铁、城际铁路及既有线改造提供了成熟的技术路径。项目在推动“数字赋能、智慧运维”新格局、优化全生命周期成本方面具有重要示范意义，为我国铁路智能化转型贡献了可推广的“广湛经验”。

（八）横琴文化艺术中心数字孪生平台

申报单位：乘木科技（珠海）有限公司

1. 案例概述

横琴文化艺术中心数字孪生平台围绕大型文化场馆运营中“状态看不见、联动响应慢、系统管控难”等核心痛点，构建了以数字孪生为底座、AI 能力为核心的智能化运营体系。

项目融合人工智能、物联网与三维可视化技术，实现对建筑设施、设备运行、人流车流、能源消耗等多维信息的实时感知与统一管理，打造集监测、预警、调度于一体的“一屏统管”运营中心。平台以 BIM+GIS 数据为空间基底，集成视频监控、门禁、能耗等 12 类、超 2000 个物联网设备数据，构建高精度三维可视化数字底座。通过打通 IBMS、BA 等系统，建立“监测—预警—处置—优化”全流程管理闭环。

自试运行以来，平台成效显著。安全事件主动发现率达 98%，应急响应效率提升 90%，综合能耗成本降低 15%，为同类大型文化场馆的数字化运营提供了可复制、可验证的成功范式。

2. 应用场景

场景 1：基于数字孪生与 AI 视觉的安全态势智能监测系统

针对大型文化综合体安全管理复杂、响应滞后的痛点，本项目构建全域覆盖、虚实联动的数字孪生安防体系。平台无缝集成视频

监控、门禁、巡更等数千台物联网设备，实现设施状态全景可视与AI事件智能研判。

系统基于自研多算法融合解析技术，支持视频流并发分析，对人员攀爬、区域入侵、消防通道堵塞等行为进行精准识别与实时报警。告警信息自动关联三维空间位置，在数字孪生模型中动态提示，形成“感知-预警-定位-复核”的智能闭环。

在技术上，系统采用轻量化三维引擎与多协议物联接入，实现10万平方米级场景秒级加载与毫秒级数据刷新。目标识别准确率超过95%，误报率下降40%。应用以来，安全事件主动发现率提升至98%，平均响应时间缩短90%，推动安保模式从“被动处置”向“主动防控”转型，树立了公共建筑智慧安防新标杆。



图 51：横琴艺术中心数字孪生平台

场景 2：面向“车行—人行”一体化的智慧通行决策支持系统

为应对高峰期通行效率低、车位资源利用率不足等运营挑战，本系统构建了“人车一体、调度智能”的智慧通行数据中枢。平台通过对接道闸、摄像头、车位传感器及门禁系统，将地下两层共 900 余个车位、多个出入口的运行状态在三维场景中实时复现，实现车流与人流的联动分析与统一调度。系统基于实时数据与历史规律，支持按年、月、日、小时多维度统计进出规律，预测高峰时段流量，并通过趋势图、热力图等形式直观呈现，为管理决策提供科学依据。

依托多源数据融合技术，系统实现车位状态信息准确率达 99.99%，显著提升了车辆通行效率与车位周转率，有效缓解了高峰期拥堵，优化公众参观体验。



图 52：智慧通行数据中枢

场景 3：基于多源数据融合的绿色能源精细化管理与优化系统

针对公共建筑能耗成本高、管理粗放的问题，本系统构建了横琴文化艺术中心水、电、冷热能源一体化管理的数字孪生平台。系统集成电表、水表、热量表及环境传感器等数百个监测点，实时采集全楼能耗与室内外环境数据，并在三维空间中进行精准映射，支持从整体到楼层、再到具体设备的逐级能耗溯源。系统基于时间序列分析，提供年、月、周、日多维度统计与环比比较功能，快速定位能耗异常与节能潜力。其核心创新在于将能耗数据与空间位置、设备信息强关联，用户通过点击三维模型中的实体设备，即可直接查看其能耗明细，实现“所见即所管”的精细化管理。



图 53：水、电、冷热能源一体化管理的数字孪生平台

场景 4：基于多源数据融合的绿色能源精细化管理与优化系统

为解决电梯、机房等核心设施故障发现滞后、运维被动的问题，本项目构建了设施运维数字孪生平台，实现从“事后维修”到“事前预防”的运维模式转型。

系统实时采集 15 部电梯的运行状态、机房空调温湿度、UPS 电压电流等关键参数，并在三维模型中进行动态仿真，实现设施运行状况一屏可视。平台不仅支持实时监控，更通过分析电梯运行数据，计算正常率与异常率，识别潜在故障趋势，为预测性维护提供决策依据。在技术层面，系统利用物联网关穿透多种工业协议，实现对电梯、精密空调、UPS 等异构设备的统一接入与数据标准化。依托历史数据分析能力，平台可提前预警潜在故障，有效避免安全事故，显著提升设施运行的可靠性，保障艺术中心持续高效、稳定运转。

3. 案例总结

本案例成功实施了国内文化综合体领域领先的数字孪生平台，通过 BIM、IoT、AI 与大数据分析技术的深度融合，构建了覆盖安全、通行、能源、设备的全域数字化管理“智慧大脑”，实现了从“被动响应”到“主动干预”的运维模式变革，取得了显著的应用成效。

平台投入运行后，在安全、运营、节能与决策等方面取得显著可量化的成效。一是安全管控全面优化。AI 算法实现 98% 的安全事件主动发现率，响应时间缩短 90%，人力巡检成本降低 35%，极大

提升了场馆的安全保障水平。二是运营效率显著提升。车辆出入口通行效率提升 40%，车位利用率提高 25%，公众满意度大幅提升；设施非计划停机时间减少 50%，运维响应效率提升 60%。三是能耗管理精细有效。通过能耗精细化管理与优化，成功定位并整改能耗异常区，预计年度总能耗可降低 10%至 15%，有力践行了绿色低碳发展理念。四是决策能力智能升级。基于数据驱动的决策模式，使资源调度效率提升 35%，预警准确率提升至 88%，为管理提供了精准可靠的量化依据。

核心创新点主要体现在三个方面，一是“感知-预警-定位-处置”全闭环智能管理，打破传统各子系统孤立运行格局，将 AI 视觉识别、物联网监测与三维空间定位无缝融合，实现从风险感知到可视化调度的完整业务闭环，创新大型公共设施运维范式；二是“人、车、能、设备”一体化协同管控，首次在文化综合体中将通行流线、能源消耗与设施运行在多维数据层面关联分析与统一调度，实现跨业务域协同智能，提升整体运营效能；三是“从宏观到微观”的可视化穿透式管理，实现从园区级电子沙盘到楼层透视，再到单个设备参数（如 UPS 电流、水表读数）的逐级钻取与一屏统览，提供前所未有的空间管理颗粒度和沉浸感。

（九）深圳公明水库基于 GenAIOT 技术的智慧安防业务创新

申报单位：深圳市公明供水调蓄工程管理处、深圳市水务技术服务有限公司、广东元能星泰孪生科技创新有限公司

1. 案例概述

深圳公明水库，作为深圳市首个国家级水利风景区、核心水源地及关键饮用水源保护区，肩负着供水调蓄与生态保护等重要使命。随着“十四五”期间深圳市水务智能化转型的深入推进，传统安防模式显现出人力依赖度高、技术智能化不足、实体防护薄弱、应急联动响应机制缺失等显著痛点。为应对这些挑战，深圳市公明供水调蓄工程管理处积极响应水利部《“人工智能+水利”行动方案》及深圳市人工智能高质量发展政策，携手鹏城国家实验室等科研力量，启动了“基于 GenAIOT 技术的智慧安防系统”建设项目。

该项目旨在深度融合人工智能、物联网、数字孪生、实景三维数据等前沿技术，打造“一底座、一网络、一应用”智慧安防体系，推动水利安防从“人防+物防”向“数智驱动”转型。“一底座”即高精度数字孪生底板，以实景三维数据构建全要素可视化模型，融合安防设备、物联网数据形成“全要素一张图”，解决管理碎片化问题；“一网络”即“空天地水工”感知网，整合自控摄像头、铁塔鹰眼摄像头、智慧水务摄像头、无人机等，消除监控盲区，解决感知不全问题；“一应用”即 AI 大模型安防应用，基于“鹏城脑海”大模型微调 VLM 模型，实现入侵、烟火等智能识别并降低误报率，支持语音调度无人设备，构建“感知—决策—行动”闭环，解决处置慢、协同弱问题。

项目实施后，年省财政支出近 200 万元，入侵处置时间缩短至 5 分钟。同时，通过公众开放日设立 AI 科普展区，预计每年可提升

AI知识普及覆盖5000人次，提升公众的智慧水利认知，成为深圳水利AI安防示范，为同类水源地提供可复制的“数字孪生+GenAIOT”水利安防方案。

2. 应用场景

场景1：基于 GenAIOT 的库区周界智能安防

原库区周界安防依赖近百人安保团队，年支出超390万元，仅能覆盖库区30%面积，存在大量监控盲区，2020—2023年累计发生多起人员入侵、非法垂钓事件；近半数摄像头因植被或地形遮挡形成盲区，夜间误报率高达40%，视频分析需人工判读视频，单起事件平均处理耗时28分钟，数据分散在摄像头、巡逻记录等独立载体中，难以联动分析，导致防控效率低下。

本项目围绕“特别重要”级反恐防范需求，构建“空天地水工”多维感知+数字孪生+AI大模型的安防体系。以实景三维数据打造全要素数字孪生底板，集成自控摄像头、铁塔鹰眼、智慧水务摄像头消除盲区，联动无人机、轮式机器人等无人设备形成立体监测网；融合“鹏城脑海”微调的视觉语言大模型（VLM），对入侵、非法垂钓等事件二次甄别，搭配语音指令交互调用设备，实现“感知—认知—决策—行动”闭环。

随着数字孪生系统对历史入侵事件、设备调度数据的积累，系统将多模态数据（摄像头识别+手环定位+无人机航拍）、空间分析算法（最优调度路径规划）、VLM模型迭代经验汇总融合，形成周界安防决策库，可自动根据时段（如凌晨2—4点高风险期）、天气

（暴雨天视野差）调整巡检策略，使 VLM 模型误报率降至 15% 以下，无人设备到场响应时间缩短至 20—60 秒。

同时，通过数字孪生界面回顾历史入侵事件处置过程，既可在全域感知视角下复盘“设备调度是否及时”“人员处置是否最优”，亦可开展安保培训——新入职人员可通过模拟夜间入侵场景，学习如何联动无人机取证、机器人围堵，将“人防+技防”协同逻辑固化传承，助力安保团队从 74 人精简至 36 人。



图 54：多模态交互与联动响应

场景 2：水质与大坝安全数字孪生监测系统

原水质监测依赖人工每周采样和巡检，数据覆盖稀疏且滞后，2019 年发生的化学品泄漏事件预警响应时间超过 2 小时；大坝安全监测靠人工巡检坝体，仅能发现表面病害，应力异常识别提前量仅 24 小时；水质、大坝、气象数据分散在不同系统，难以建立“降雨-水质-坝体应力”关联，无法支撑综合风险预判。

针对水源保护与工程安全需求，项目构建“物联监测+数字孪生+仿真推演”一体化系统。在水面部署搭载多光谱设备的无人船，可实时采集 pH 值、溶解氧等数据；在大坝关键部位布设应力传感

器、渗流监测点，实时捕捉结构状态；基于实景三维数据构建“水质监测分区—大坝结构—监测点位”数字孪生模型，采用多源数据插值算法融合多源数据，使水质监测覆盖精度达 92%，污染扩散仿真误差控制在 10%以内。

随着系统对历年水质数据、大坝检修记录、暴雨工况仿真数据的积累，将多源数据差值算法结果、大坝应力预测模型、气象预警数据汇总融合，形成水质与大坝安全知识库——用户能够通过鹏城禹智 AI 助理语音指令直接调用需要的功能或感知数据，也可设置系统自动根据降雨量预测未来 72 小时坝体应力变化，提前推送预警；结合水质趋势数据，支撑市水务局“六水共治”决策，提升相关部门决策效率。

此外，通过数字孪生界面回顾历史水质污染事件、大坝应力异常处置过程，既可复盘“污染扩散仿真是否精准”“预警是否及时”；亦可开展监测培训：技术人员可通过模拟污染泄漏场景，学习如何用无人船加密采样、如何根据仿真结果制定“投放净化剂”方案，将水质与大坝协同监测知识固化，助力库区水质达标率稳定保持 100%。



图 55：水质与大坝安全数字孪生实时监测

场景 3：突发事件 AI 协同应急联动

原有的安防系统突发事件处置中，视频监控、无人机、应急人员独立运作，响应时间超 30 分钟。2019 年化学品泄漏事件因系统间联动延迟，导致处置超时 2 小时，严重威胁水源安全。应急物资存放位置、医疗救援点路线靠人工记忆，调度时易出现“找错位置”“绕路”问题，难以高效协同。

本项目构建“数字孪生应急资源地图+AI 调度+多部门协同”系统，将应急物资储备点、医疗救援点、疏散路线（优先地势高路段）数字化，标注资源数量与调配时长。事件触发后，自动激活周边摄像头（帧率提至 25 帧/秒）、调度无人设备采集数据，通过标准化接口同步至公安、环保部门，数据同步时延 ≤ 10 秒，结合仿真推演推荐最优方案。

随着系统对历史应急事件、处置流程数据的积累，将应急资源调度算法、多部门协同规则、仿真推演结果汇总融合，形成突发事件处置知识库，可自动根据事件类型（泄漏、溺水）、环境（风向、水流）匹配处置模板，使突发事件平均处置时间从 30 分钟缩至 12 分钟，适配 90%以上水利应急场景。

同时，通过数字孪生界面回顾历史应急处置过程，既可复盘资源调度是否最优、多部门配合是否顺畅，亦可开展应急演练。公安、环保人员可通过模拟化学品泄漏场景，学习如何同步数据、如何配合无人船监测浓度，将跨部门协同逻辑固化传承。2025 年成功处置

围网入侵、人员异常、倒垃圾检测等突发事件，应急满意度达 98%，未造成水源污染。



图 56：围网入侵处置

3. 案例总结

本项目由深圳市公明供水调蓄工程管理处牵头，联合深圳市水务技术服务有限公司、广东元能星泰孪生科技创新有限公司实施，不仅聚焦公明水库“特别重要”级水源地安防，更同步支撑罗田水库提标改造主体工程及鹅颈—公明、公明—石岩水库供水隧洞的安全管理，深度响应水利部“四全”“四预”现代化水库运行管理要求，通过技术落地解决跨水库、跨隧洞的安防协同难题。

在技术自主可控与系统适配层面，项目充分考虑水利工程对国产化技术的需求，兼容华为鲲鹏 CPU、中科可控服务器及 OpenEuler、银河麒麟国产操作系统，通过 SNMP 协议实现对国产硬件运行状态的实时监控，依托 JDBC 协议适配金仓、达梦国产数据库，确保从底层硬件到上层软件的全链路自主可控；针对传统系统接口预设不足的问题，开发 300 余项专用接口，覆盖语义解析规则、孪生数据实时映射等定制化需求，解决原无人机系统缺乏路由机制、前 SPA 无动态路由表的技术障碍，实现 35 个自控标摄像头、4 个铁塔鹰眼

与 43 个智慧水务摄像头的无缝联动，极端场景（台风、暴雨）下数据可用性稳定达 99.9%，摆脱对国外软硬件的依赖。

在管理效能优化维度，项目创新构建“人防+技防”双轨考核机制，基于实景三维数据搭建安保人员手环定位体系，通过 AI 算法自动统计巡逻覆盖面积、停留时长及漏检区域，将巡逻达标率从传统 65% 提升至 98%；同时结合“鹏城禹智 AI 助理”的语音交互功能，安保人员可直接通过语音调取巡检路线、设备状态，替代原有的纸质记录与多层页面操作，单条指令响应时间缩短至 1 秒内，既实现安保团队从 74 人精简至 36 人的减员目标，更通过考核机制优化让留存人力的工作效能提升 30%，在年度财政支出节省 198 万元的同时，彻底解决传统人防“考核难量化、效率难评估”的问题。

创新点主要体现在四个方面。一是技术创新，基于实景三维数据构建多类型对象可视化模型，融合实时安防与物联网数据形成全要素一张图管理界面，支撑动态场景仿真与风险预判，同时构建覆盖自控标、铁塔鹰眼、智慧水务等各类摄像头的全域空间感知网络，整合无人机、轮式机器人等无人设备，实现空地水立体化数字化巡检。二是产品创新，依托实景三维与高精度数字孪生底板实现多模态交互与联动响应，构建感知、认知、决策、行动闭环流程，将事件处置响应时间大幅缩短至 5 分钟，并通过对鹏城脑海国产大模型进行场景化微调，开展人员入侵、非法垂钓、烟火等事件二次智能甄别，有效降低复杂环境下识别误报率。三是管理创新，运用实景三维与人工智能技术实现人防、物防、技防资源动态调配，优化人

员配置，显著提升安保工作效能，同时引入 AI 助理实现语音问答与系统功能调度，升级人机交互体验。四是应用创新，构建手环定位体系并通过 AI 分析评估巡逻效率，建立人防 + 技防双轨考核与动态绩效激励机制，同时立足国家级水利景区，拓展饮用水源保护 AI 科普应用，延伸公众服务、提升社会参与度。

推广价值主要体现在两个方面，一是彰显社会价值，项目作为深圳市首个水利 AI 安防项目，率先落实水利部“四全”“四预”要求，为重要级反恐防范提供技术范本，成为全国水源地“技防替代人防”标杆，同时为深圳西部近千万人口饮用水源构建周界防控、水质监测、坝体安检三道防线，筑牢水源安全保障，并通过设立 AI 科普展区提升公众智慧水利与水安全认知，推动形成政府主导、社会参与的水源保护新格局。二是创造经济价值，项目通过安保人员精简实现年度安保支出节省近 200 万元，依托无人设备替代 30% 人工巡检任务降低巡检成本，同时搭建的数字孪生素材库复用率达 70%，可有效减少同类场景建模与重复开发投入。

（十）数字淀乡时空一体化平台

申报单位：雄安国创中心科技有限公司、安徽智汇云舟科技有限公司

1. 案例概述

数字淀乡时空一体化平台立足白洋淀区域治理需求，围绕“治理效能低下、农家院监管困难、生态保护压力、民生服务缺口、产业升级困难”问题，融合“低空智能+北斗赋能+视频孪生+数币普

惠”多项创新技术，基于时空实景一张图打造“智能传感网络与 AI 算法集成应用、低空全域立体智能巡查、船只可视化定位监管、农家院积分制监管、关爱老人、事件网格化处理、数字普惠金融服务”场景应用，实现数据流整合、决策流优化、执行流加速、业务流再造、体制机制重塑，形成可复制的“技术驱动+机制创新”治理模式，为全国数字乡村建设提供重要参考。

通过本项目的实施，利用无人机智能巡检半年减少人工巡检 459 人次，治理成本节约 50 余万元；事件处置时间由 2 天缩至 2 小时，处置效率提升 24 倍；农家院收入增长 30%，游客投诉率下降 75%，实现旅游提质增效；基于人工智能识别风险 738 个，减少损失数百万元，提升了安全风险防控水平。

2.应用场景

场景 1：智能传感网络与 AI 算法集成应用

通过在桥梁、边坡、房屋等关键位置部署北斗智能传感设备，形成严密的物理监测网络。围绕水域安全防护、人居环境、农家院规范经营等核心业务，利用智能识别算法，对乱扔垃圾、暴露垃圾、区域入侵、落水等异常事件进行智能识别管理，并基于乡村时空实景一张图实现异常事件的精准定位、秒级告警及多角色分级分域自动流转，形成“感知—决策—处置—复核”闭环。

场景 2：视频孪生构建隧道全景实时监控

部署智能化无人机巡查系统，在低空领域实现自主飞行、航线排期及智能识别监控，能够识别包括暴露垃圾、边坡塌陷、疑似烟

火等 6 大类 70 多种应用场景的事件，并自动生成问题清单，向网格员下发处置工单，实现异常事件的及时感知和高效处置。

场景 3：船只可视化定位监管

针对农家院所有游船安装北斗定位系统，精准监控农家院游船船只位置，实现偏航预警等，并基于实景三维一张图实现对区域内船只的安全监督管理，通过“定位+围栏+气象+轨迹+积分”“五位一体”管理，全面保障农家院游船运营合规、安全、可管可控。

场景 4：事件网格化管理

依托数字化工具，实现任务分配、进度跟踪、绩效评估等全流程的自动化管理，实现事件的高效处置。利用网格化管理机制，将安全监测、农家院管理、特殊人员关怀、船只巡查、坑塘巡查和生物多样性监测等各类工作及报警事件进行统一的整合后，通过系统下发给相关网格员，结合事件闭环处理流程进行综合统一处置。



图 57：网格事件综合处置流程

3.案例总结

本案例融合人工智能、无人机、北斗时空、视频孪生等技术开展创新集成，构建适配水乡特色的全方位智能监测管理系统，精准破解传统乡村治理痛点，成功开辟乡村数字化治理新路径。

技术创新点主要体现在三个方面，一是 AI+无人机协同巡检，搭载 76 种淀区场景针对性识别算法，精准匹配水乡巡检需求；二是北斗+多传感融合应用，构建游船全域智管平台并联动形变监测终端，实现定位与安全监测双重赋能；三是 AI+积分制治理模式，依托多模态 AI 算法与区块链积分系统联动，打造智能化监管闭环。

项目全方位提升全域治理效能，应用价值成效显著。巡检治理层面，高效破解淀区交通通行不便的治理难题，可自动识别船头坐人、违规摩托艇等违规行为并联动快速处置，大幅降低巡检运营成本，显著提升事件发现与处置效率；安全管控层面，实现游船轨迹实时纠偏、防越界智能管控，秒级识别桥梁、房屋等基础设施的毫米级位移变化，同步触发分级预警与应急联动机制，达成水上安全与基础设施风险一体化闭环智控；在经营管理层面，实时识别农家院违规经营行为，完成证据上链、扣分公示全流程操作，推动农家院管理向数据化、智能化、规范化方向升级；综合治理层面，通过“一网统管”平台整合分散管理职能，智能预警机制将应急响应时间从小时级压缩至分钟级，构建的“政府+企业+村民”多元共治体系有效减轻政府治理负担，同时以“数字+文旅”深度融合模式，

既保障游客出行安全、提升文旅服务品质，又助力本地土特产拓宽销售市场。

综上，该案例通过技术融合创新实现乡村治理从“人海战术”到“智慧治理”的根本性转型，不仅解决了白洋淀区域特有治理难题，更形成了可复制、可推广的水乡型乡村治理现代化样板。其技术赋能带来的资源配置科学决策支撑、半年 50 余万元人工成本节约等成效，叠加公共安全保障、绿色减碳等社会效益，获省级认定推广与权威报道，为全国乡村数字化治理升级提供了宝贵实践经验与有力路径借鉴。

（十一）数字孪生赋能海珠区全域数据城市治理应用示范工程

申报单位：广州市海珠区政务服务和数据管理局

1. 案例概述

以“统一底座、数据融合、全域感知、一网统管”为核心框架，构建“1+1+N”数字孪生城市治理体系，即“一个地图底座、一个平台、N个业务场景”。“一个地图底座”即融合GIS地图、互联网地图，同时自建了交互性强、空间位置感好、可视化效果好的一套三维孪生地图，形成二三维一体的地图体系，来支撑不同层级用户，不同作业场景的使用要求；“一个平台”即以“二维GIS+三维CIM”一体化底图为基础，汇聚全域数据、统筹关键资源，将强大的“底图”和“底数”能力，精准赋能于景区管理、企业管理、会展管理、交通管理等重点领域，建设“可视、可管、可控”的应用

平台，实现“一屏统览、一网统管”的城市运行指挥能力；“N个业务场景”即面向不同业务需求，以数字孪生为核心底座，构建了一企一策、会展文旅、景区管理等多个业务应用场景。一是一企一策场景，构建“一企一策”精准监测服务，基于政府部门数据，以及融合互联网上采集的企业地址、招聘、招投标、经营风险等多元化信息，构建了企业监测模型，包括企业搬迁、发展、风险监测等，实现了对企业综合、开放、创新等多维度的监管；二是会展文旅场景，基于人流、交通等实时数据，利用微信强大的实时地址采集和分析能力，再结合百度的实时交通数据，构建“会展文旅”专题，用户可以在专题中实时了解会展的整体态势和周边情况，辅助片区宏观指挥调度，从而保障会展活动的高效顺利进行；三是景区管理场景，通过融合数字孪生、数据中台、AI智能、人口热力大数据等新兴技术和手段，建设景区高精度数字孪生地图，叠加各类城市运行要素深度应用，构建起运行监测、预测预警、决策支持、协同联动、指挥调度五大核心能力，实现景区运行态势一图总览，各类事件调度一键直达。

2.应用场景

场景 1：广州塔智能化管理

本项目以数字孪生技术为核心，构建覆盖全域的智慧景区数字底座，实现景区管理的动态可视、智能感知、高效调度与前瞻防控。依托3厘米级高精度数据采集，对景区1.65平方公里范围内的建筑、道路、设施、环境等要素进行1:1超高清三维建模，重构三维立体

“一张图”，实现物理空间与数字空间的精准映射。平台接入实时气象数据，动态仿真昼夜与天气变化，提供沉浸式、可交互的可视化场景，为科学决策提供精准支撑。在孪生空间的基础上，平台织密数据汇聚“一张网”，横向打通政府、企业、互联网三方数据，纵向贯通市、区、景区三级数据，整合人员、设备、客流、事件等 1972 项指标，构建全域数据体系。通过 AI 视频智能分析集成 24 种算法，自动识别“六乱”等不文明行为；基于时空大数据技术，实时监测客流规模、热力分布与人群特征，实现智能事件发现与动态分析，助力服务设施优化与预警决策。平台构建“一屏高效调度”的孪生指挥体系，以“平台即指令”实现事件信息、资源分布、人员调度的智能匹配，形成事态一屏感知、指令一键触达的高效联动机制，支持平战结合、同屏指挥。同时融合预测分析模型与实时感知数据，形成面向高峰期的前瞻防控能力，通过互联网客流预测与公安脱敏数据联动，构建客流、安防、应急三维可视体系，全面提升景区的安全防控与运行管理水平。



图 58：广州塔智能化管理

场景 2：会展全域智控

为全面提升广交会期间的数智化管理能力，平台以数字孪生技术为核心，构建展馆及周边区域的三维孪生场景，对展馆内部、主干道、重点建筑及环境要素进行高精度建模，实现虚实映射与动态交互，形成“立体可视”的广交会孪生全景图。通过该体系，可直观展示公安、交通、安保、巡逻等 11 类实地力量的分布与状态，为人流组织、交通疏导、安防布控和应急处置提供全域可视化支撑，显著提升现场管理与指挥调度效率。平台整合市区两级视频云资源及展馆周边监控，实现 1700 余路视频落图展示，覆盖出入口、地铁站、公交站、停车场等重点区域，支持多源画面联动与风险快速识别，形成可监、可控、可调度的立体安防体系。在建筑管理方面，平台融合三维建模与楼栋级数据，构建可点击、可分层、可联动的孪生建筑模型，实现单体建筑的逐层透视与数据联查，精准掌握监控、人员、事件等信息，形成“一栋一图、一图统管”的全息管理格局。同时，融合时空大数据、实时交通与地铁客流数据，打造会展人流与路况大数据引擎，实时展现热力分布与通行态势，支持人流预测与拥堵预判，为现场调度和安保决策提供智能支撑，全面实现广交会期间“全域可视、智能预警、科学决策、精准指挥”的数智化治理模式。

场景 3：一企一策精准监测

平台聚焦琶洲地区经济发展监测与治理，立足数字孪生理念，构建以“数据整合—指标监测—智能分析—可视化呈现”为核心的

全链条能力体系。依托数字孪生技术，构建琶洲“经济运行孪生体”，通过对现实经济体的高精度数字映射，实现从数据底座建设到经济洞察、风险预警的全周期智能治理。平台以数据整合为基础，打破部门与街道数据壁垒，融合政府与第三方数据，运用多源融合和标准化建模技术，统一口径，构建跨层级、跨维度的区域经济数据底座，形成全区统一“数底”。在此基础上，对企业从筹建、发展到升级的全生命周期进行数字孪生建模，实时监测开办、用工、拓业、资本、科研、风险等多维动态，利用大数据模型实现精准识别与趋势预测，为政府提供企业画像、风险研判和政策匹配支撑，助力精准施策、暖企稳企。平台建设二维与三维孪生驾驶舱，支持多端适配，通过地图落点、热力分布、指标下钻与数图联动等方式，动态展示区域经济运行的时空特征，实现从区级宏观到园区、企业层级的全景可视。依托孪生模型持续演化，平台嵌入智能风险识别机制，构建失信、经营异常、司法风险等模型，识别外迁倾向与潜在风险，推送预警信息，形成“预警—响应—干预—评估”闭环，支撑琶洲经济运行的数字化监测与科学化治理。

3. 案例总结

通过数字孪生与智能监测技术应用，平台实现了景区与楼宇的高效协同治理，整体管理效能显著提升。在景区治理及会展管理方面，日常巡查由原先平均 1 小时缩短至 5 分钟，实现巡查全流程智能化、可视化；人流实时感知覆盖率与监测精度大幅提升，重点区域人流引导与疏散效率提高至 85%，高峰时段拥堵报警准确率达

95%，有效保障运行安全与秩序。安全事件响应机制同步优化，突发事件响应时间由 2 小时缩短至 5 分钟以内，处置速度实现分钟级提升。在楼宇治理方面，通过强化楼宇数据关联，企业走访与信息采集效率提升近 15 倍，扫楼工作由平均 1 周缩短至 0.5 天。依托精准企业画像与楼宇数据支撑，风险识别准确率提升至 95%。同时，平台实现企业信息“一图可查”，支持“查企业”“查邻居”零成本获取，进一步降低企业运营成本，增强政府服务效能与企业获得感。

平台突破传统地图平台静态展示的局限，构建了多图异构、二三维融合的一体化地图技术体系，融合二维 GIS 地图、2.5 维互联网地图、三维 CIM 地图及自研轻量化三维交互地图，实现空间场景从宏观到微观的全域覆盖。通过融合物联感知、视频监控与业务事件，平台实现“数图联动、图事协同”，全面提升城市管理的智能化、精细化与实战化水平。

本平台构建以“三维孪生基座+多元数据要素融合驱动”为核心的智慧指挥调度新模式，整合人群、交通、视频、企业等多类要素，为指挥调度提供人流引导、交通疏导、安保优化等多维决策支撑。该模式已在会展、景区等重点场景落地应用，可进一步推广至大型活动保障与城市重点区域管理，具备较强的跨区域复制推广可行性与实践价值。平台构建“多源地址—精准坐标—空间关系”三级标准化治理范式，为数字孪生产业化提供可复制、可推广的系统化解决方案，推动企业数据从信息碎片向空间智能资产升级，为数

字中国建设提供可复用的空间治理引擎。通过精细化空间治理，平台有效破解企业定位从模糊区级坐标向精准点级坐标转化的行业难题，打通企业数据与物理空间的映射壁垒，实现数据到空间的精准映射与动态管理。依托数字孪生底座，平台生成高价值数字孪生要素，形成支撑区域经济分析、精准招商的核心数据资产，广泛赋能楼宇经济、应急管理、产业规划等重点场景，显著提升政府与企业的数字化决策能力。平台同时建立标准化孪生构建流水线，可适配多源数据输入、输出结构化空间孪生要素，兼容各类城市数据底座，实现模型可复用、场景可迁移。

（十二）扬州中远海运重工船舶管件智能制造数字孪生平台

申报单位：扬州中远海运重工有限公司、中远海运科技股份有限公司

1. 案例概述

在《中国制造2025》战略指引下，船舶工业正处于向智能制造转型的关键期。数字孪生技术凭借其对物理世界的高保真映射与实时交互能力，成为推动船舶设计建造效率提升及交付周期缩短的关键引擎，有力支撑我国从“造船大国”向“造船强国”迈进。管加工作为船舶建造中劳动密集且技术复杂的核心环节，其工作量占管系安装总量的五分之三，直接决定了舾装效率与建造成本。然而，受限于工艺复杂性与协同难度，传统管理模式已成为制约高质量发

展的瓶颈。为此，构建基于数字孪生的车间全要素、全流程数字化管控体系，旨在解决以下核心痛点：

一是破解生产过程“黑箱”，实现全要素透明化管控。针对车间现场信息孤岛与数据滞后问题，解决管理层难以实时掌握生产进度、设备状态及物料流转的痛点。平台通过多源异构数据的实时采集与融合，在三维空间构建生产全要素（人、机、料、法、环）的高保真映射，实现生产过程的可视化、透明化与精细化，确保决策有据可依。

二是解决多品种小批量调度难题，实现生产资源最优配置。针对船舶管件规格繁杂、批量差异大导致的排产难、负荷不均及瓶颈识别滞后问题。利用数字孪生技术结合智能排产算法，在虚拟空间进行预演与仿真，实现加工任务的智能排程与动态调度，有效平衡设备负荷，最大化提升设备综合利用率（OEE）。

三是消除异常响应滞后，构建实时感知与智能预警体系。针对设备停机、人员违规闯入等现场异常发现滞后、处理被动的问题，集成视觉AI与实时数据分析技术，建立全天候、全方位的异常监测机制。系统可主动识别异常并精准定位，通过自动推送消息实现故障的快速响应与闭环处理，显著降低非计划停机时间与安全风险。

2. 应用场景

场景 1：面向船舶管件智造的全要素、可驱动三维数字底座

平台构建了承载物理车间全要素的高保真三维数字底座，实现了从单一设备、产线单元到全局车间的全尺度一体化集成。底座涵

盖超百组关键精密设备及逾两千个车间组件，通过超大规模场景引擎与多细节层次（LOD）调度技术，完美平衡了宏大场景的流畅运行与设备细微结构的精准还原。

在视觉呈现上，采用物理级材质与全局光照渲染，营造极致逼真的沉浸体验。针对工业建模的效率瓶颈，项目突破了多源异构数据融合与自动化轻量化关键技术，在融合倾斜摄影、激光点云、BIM等多源模型数据的基础上，实现了对 STP 等精密模型的自动化、语义化重建与高保真轻量化，显著提升了模型构建效率，成功破解了高精度建模成本高、周期长的行业难题。

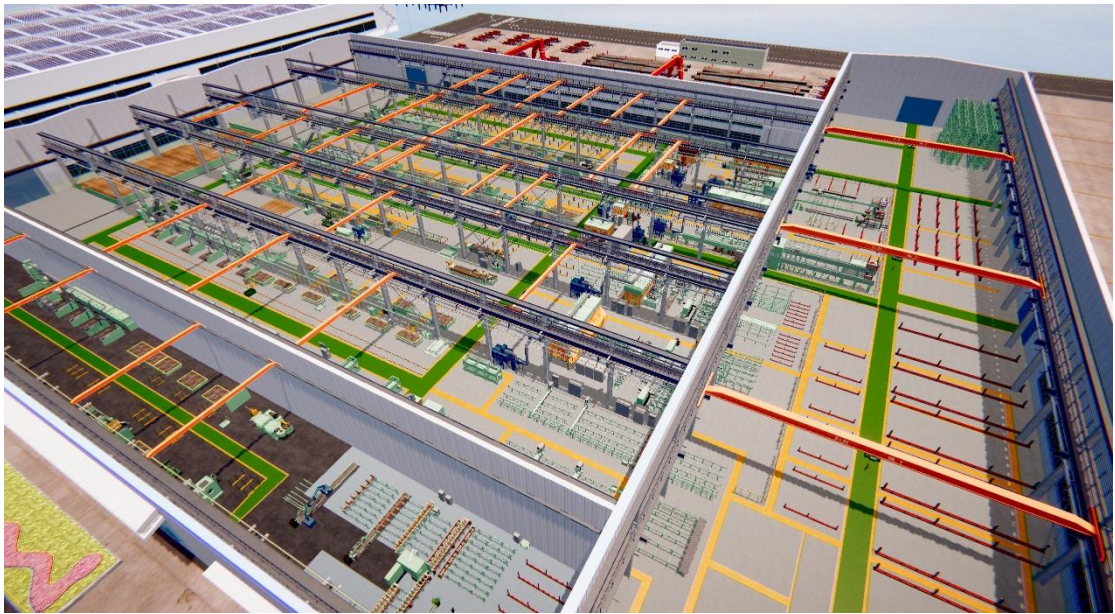


图 59：智能管加工车间数字孪生底座全貌



图 60：大径短直管流水线场景模型

场景 2：多源数据融合的车间全要素协同管控

平台深度融合物联感知、MES、人力资源、安防及能耗监测等多源异构数据，依托数字孪生三维空间能力，构建了覆盖生产、人员、安全、能耗、设备的五大维度协同管控体系，有效打破信息孤岛，推动车间管理向智能化、精细化转型。

平台融合机理模型与实时传感数据，建立了从管材上料、测长喷码、精密切割、坡口加工到装配焊接的全工艺链数字孪生体，实现了各工序物理特性与行为逻辑的精准复现。针对 2000+管件，采用唯一编码标识技术进行全生命周期追踪，在虚拟空间中实时映射物料位置、状态及工艺参数。通过创新的三色状态体系与虚拟产线看板，实时呈现设备工作状态、在制品流转、计划完成率及产能利用率等核心指标，赋能管理层精准决策。

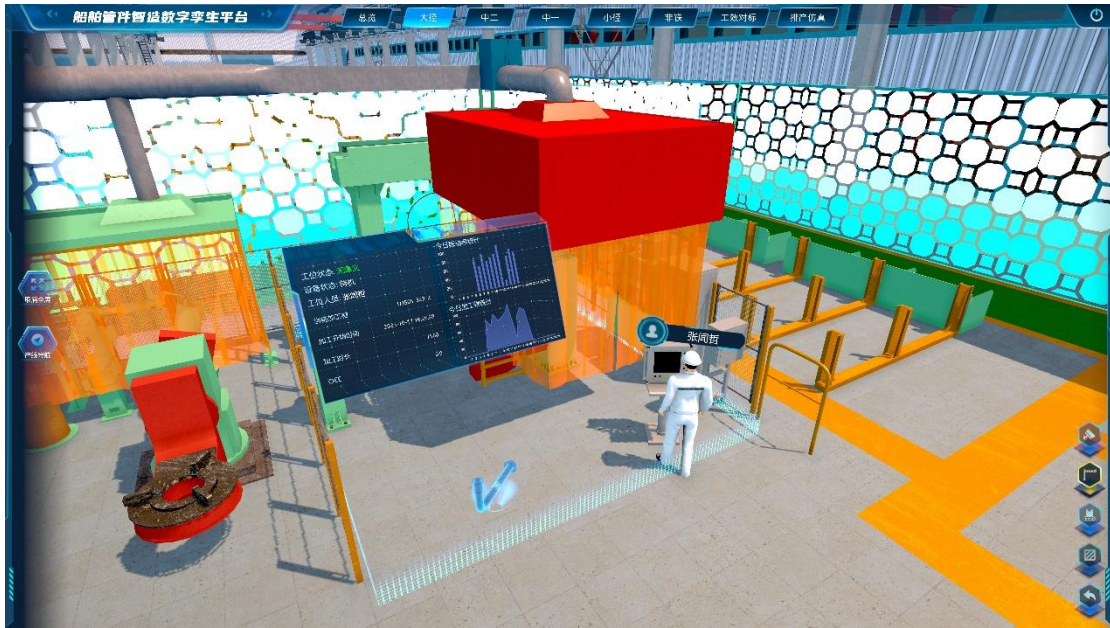


图 61：大径短管流水线生产实时管控



图 62：大径短管流水线物料实时管控

场景 3：基于视觉 AI 算法的车间全域感知与精益管理

平台在数字孪生三维底座之上，创新融合多维度视觉 AI 分析技术，构建了“感知—分析—决策—执行”的智能管理闭环。

安全合规智能管控，利用 AI 算法实时监测人员安全帽佩戴、工服规范及作业区违规使用手机等行为，系统一旦识别违规，立即

触发告警并推送给管理人员，实现安全管理从“事后整改”向“事中干预”的闭环转变。

重大风险主动预警，针对人员跌倒、异常聚集及危险区域闯入等高风险场景，平台具备毫秒级主动预警能力。告警信息在孪生场景中以高亮形式动态定位与精准推送，确保监控人员及时发现、快速响应，将安全隐患消除在萌芽状态。

精益管理数据驱动，依托工位级孪生精度，通过视觉 AI 动态识别在岗人数、精准统计作业工时，为生产要素的精细化管理与效率评估提供实时数据支撑。



图 63：视觉 AI 工位实时监控

场景 4：基于神经网络算法的智能排产仿真与优化

针对船舶管件“多品种、小批量、工艺复杂”的排产难题，平台构建了基于数字孪生的智能调度系统，推动排产模式从传统的“人工经验驱动”升级为“数据算法驱动”。

平台构建了与物理车间实时同步的动态仿真底座，即“数字孪生体”。该底座完整复现了真实的生产逻辑与约束，不仅精细建模了切断、装焊等工序的准备、加工及冷却时间，还内置了船舶管件特有的复杂装配逻辑，确保仿真推演的每一个环节都贴近生产实际。

在此基础上，以神经网络为核心的智能排产引擎自动从MES获取订单与实时状态，快速生成海量排产方案。系统将每一种方案投入数字孪生环境进行“沙盘推演”，直至锁定全局最优的生产调度方案并输出优化建议，从而实现设备负荷的均衡与生产任务的智能排程。



图 64：智能排产仿真场景

3. 案例总结

本平台深度融合数字孪生与多源异构数据，构建了车间全要素动态虚拟镜像，实现了物理产线的实时高保真映射，为船舶管加工业务打造了“模型+数据”双轮驱动的数智化管控体系。

在核心效能提升方面，平台成效显著。一是生产效率跃升，通过智能排产与节拍优化，生产计划执行率提升 20%，设备综合效率（OEE）提高 15%。二是资源利用优化，基于负荷平衡算法，设备利用率突破 85%，闲置时间减少 30%。依托虚拟仿真培训，人员培训周期缩短 50%；实现业务流 100%贯通，数据利用率提升 80%。三是安全管控重塑，融合视觉 AI 技术，人工巡检时间节省 60%以上，异常事件响应及时率提升 30%以上。

数字孪生技术通过集成人工智能与计算机视觉等前沿手段，在生产效能挖掘、质量精准管控及成本精细化优化等维度取得了突破性进展。这不仅为制造业实现智能决策、全局协同与可持续发展提供了核心支撑，更为船舶及高端装备制造领域的数字化转型树立了具有标杆意义的示范样板。

（十三）银川市地理数字孪生平台及三维应用场景建设项目（一期）

申报单位：银川市勘察测绘院、吉奥时空信息技术股份有限公司

1. 案例概述

银川市地理数字孪生平台及三维应用场景建设项目以“一平台、一底座、多应用”为核心架构，平台以数据管理能力、三维服务能力、基础展示能力、场景定制能力融合 AI 赋能智能建模、云渲染、实景三维融合等关键技术，构建出覆盖全市 9025.38 平方公里的 L1-L4 级地理数字孪生底座，实现孪生场景的轻量化访问与交互分

析，解决了多源数据无法精准关联匹配、空间分析结果失真、跨部门数据共享与协同应用受阻的难题。同时，在银川市地理数字孪生平台基础上，构建了三维不动产、智慧招商、智慧文旅、智慧楼宇四大应用场景，推动银川市自然资源管理和城市治理向数字化、精细化与智能化转型。

2.应用场景

场景 1：三维不动产智能管理服务

平台通过三维数字孪生技术与不动产业务的深度融合，构建了直观、精准、高效的不动产智能管理新模式，通过平台化集成不动产登记信息、房屋实体数据并实现三维空间化映射，打造“房—地—权”一体化可视化管控系统。在不动产登记、查询和管理的各个环节，平台基于空间分析算法智能关联不动产单元的空间位置与权属信息，为不动产管理提供精准的决策支持，形成“汇聚—关联—融合—应用”的完整业务闭环，为自然资源管理部门提供了从宏观到微观的全维度决策支持工具，大幅提升了不动产登记管理效能。

场景 2：智慧招商与土地储备管理

平台通过实景三维与招商业务的深度融合，集成了地形地貌、土地储备资源、规划条件及地上建筑模型等多维空间数据，打造“地—楼—规—产”一体化三维可视管控系统。在土地招商和储备管理过程中，平台基于空间智能算法实现土地资源的多维度评估与可视化推演，实现“一地块—档案”的精细化管理，为土地收储、规划管理和招商引资提供全流程的智能决策支持，形成“数据整合—智

能分析—精准招商—动态监管”的业务闭环，为政府部门提供了从土地收储到招商引资的全链条数字化解决方案，显著提升了城市土地资源综合利用效益。



图 65：智慧招商项目列表

场景 3：智慧文旅沉浸式体验

平台通过数字孪生技术与文旅服务的深度融合，构建了景区资源与游客服务的数字孪生管理体系，通过平台化集成历史建筑、文化景观、游客设施及生态环境等多维数据，打造“景—文—人—管”一体化智慧文旅系统。在文旅服务和景区管理过程中，平台基于实时渲染与仿真引擎技术，实现景区全景沉浸式浏览与智能化运营管理，为游客体验提升和景区精细化管理提供全方位技术支持，形成“数据融合—场景构建—沉浸体验—智能管理”的服务闭环。为文旅管理部门提供了从景区运营到游客服务的全流程数字化解决方案，显著提升了银川市文旅产业的数字化水平和市场竞争力。

场景 4：智慧楼宇综合管理

平台通过数字孪生技术与楼宇管理的深度融合，构建了楼宇设施与运营服务的数字孪生管理体系，通过平台化集成建筑结构、设备系统等多源数据，打造“建筑—设施—安防—服务”一体化智能运维系统。在楼宇运营和服务管理过程中，平台基于设备数据融合与空间分析算法，实现楼宇设施状态实时监控与运维决策支持，形成“监测—预警—处置—优化”的智能化管理闭环，实现了从楼宇监管从被动响应到主动发现、从分散管理到集中管控的模式变革，为现代楼宇提供了全流程优化、全生命周期管理的数字化解决方案，显著提升了公共服务的智能化水平和运营效率。

3. 案例总结

银川市地理数字孪生平台项目构建了“一平台、一底座、多应用”三位一体的地理数字孪生体系，为银川市数字化治理提供了精准、高效的技术支撑，其创新价值与实践意义显著。

创新点体现在以下三个方面：

一是“AI 建模+云渲染”技术，构建快速响应的孪生底座。传统三维建模依赖人工干预，模型精度低、效率低，大规模模型存储与访问卡顿，难以满足城市治理从宏观全域到微观分户的多尺度精细化管理需求。本次项目通过 AI 技术深度学习算法，实现地形、建筑、室内分户等全要素的自动化提取、遮挡修复与模型修正，系统性完成 L1—L4 级多尺度孪生底座构建，纹理相似度超 95%，形成覆盖全市域宏观地形、中心城区中观场景到重点区域微观细节的

数字孪生底座。同时，通过云渲染技术将大规模底座模型在服务器端实时渲染，以视频流形式推送至客户端，实现底座轻量化访问与低延迟交互，为后续智能化应用场景落地奠定坚实的数据与技术基础。

二是“数字孪生+应用场景”构建，快速响应应用场景需要。传统三维应用场景的构建周期长、精度不均、适配性差，而通过数字孪生平台可以快速完成从数字孪生底板到重点区域高仿真场景的构建。该模式大幅缩短场景构建周期，降低人工成本，确保场景与业务数据精准匹配，为城市应用提供快速响应、灵活扩展的场景支撑，实现应用场景的高效落地。

三是“数字孪生+业务深度”融合，重构数字孪生应用新范式。推动数字孪生技术从“展示型”向“实用型”转变，将地理空间数据与不动产、招商、文旅、楼宇等核心业务深度融合，形成可落地、可复用的应用模式，提升城市治理的智能化水平。将数字孪生从“可视化展示”升级为“业务决策引擎”，以三维不动产为例，形成了“采集—建模—融合—查询”等完整的业务应用闭环。二三维一体联动，实现“以图查房、以房查图、以图查地、以地查图”的全新业态模式，彻底改变了传统二维管理模式，提升了空间认知与管理效率。

银川市地理数字孪生平台及三维应用场景建设项目构建了“技术筑基—场景构建—业务赋能—决策优化”的全链条数字化治理体系。AI智能建模与云渲染技术破解了多尺度精细化建模与高效访问

的核心难题，为城市治理提供了统一、精准的数字底座。数字孪生与核心业务的深度融合，打破了“重展示、轻应用”的行业瓶颈，让技术真正服务于应用场景的实际工作中，实现了城市治理效能与公共服务质量的双重飞跃。

（十四）中国人民抗日战争纪念馆数字孪生智能管理中枢系统

申报单位：中国人民抗日战争纪念馆、中国电信股份有限公司北京分公司、北京五一视界数字孪生科技股份有限公司

1. 案例概述

为响应新时代爱国主义教育深化与文旅设施智慧化转型的迫切需求，中国人民抗日战争纪念馆（以下简称“抗战馆”）创新性构建了集数字孪生、物联网及大数据于一体的智慧管理中枢系统。

当前，红色场馆普遍面临管理手段滞后、数据协同能力不足、观众体验形式单一等挑战，亟须通过技术赋能实现运营提效与服务升级。本项目以数字孪生为核心，融合物联网、大数据及三维可视化技术，构建 1:1 复刻场馆实景的数字化运维中枢，着力解决三大核心问题。一是实现管理效能新跨越。打破传统管理模式中数据孤岛现象，通过全域感知网络实时监测客流、设施及安防动态，提升资源调度与应急响应效率。二是打造历史教育新体验。弥合历史教育与现代技术之间的体验隔阂，借助高精度三维场景与互动化展陈手段，增强观众对红色历史的沉浸式认知。三是建立决策支撑新范式。针对运营决策缺乏科学依据的痛点，通过汇聚安防、能效、藏

品、服务等多维数据，为场馆承载力优化与可持续发展提供动态分析支撑。

智慧中枢系统作为抗战馆数字化转型的核心载体，搭建了纪念馆人、物、场、事的全要素数字化映射与联动，既实现历史记忆的数字化传承，更以数据驱动重构管理流程与服务范式，为红色教育基地的数字化转型树立了可复用的实践样板。

2. 应用场景

场景 1：数字孪生底座一张图

数字孪生一张图的搭建，是抗战馆智慧中枢的基石，旨在构建一个覆盖场馆全域、全要素、高精度的统一数字底座。项目通过融合集成 GIS、BIM、倾斜摄影、物联网等多源数据，构建了分级还原的三维场景。以低精度城市底板覆盖约 100 平方公里宏观区域，确立场馆城市关系；以 L3 中精度模型还原场馆周边约 1 平方公里范围，清晰展现建筑布局与路网结构；并以 L4 级高拟真精度聚重点建筑室内外约 2000 平方米核心区域，实现建筑结构、主要设施与展陈细节的精细化还原。这一全要素、高精度的数字化映射，彻底实现了“室内外一体、二三维融合”的一张图管理模式，不仅为综合安防、能效管理、智慧设施等上层应用提供了统一、精准的空间上下文与数据支撑，更奠定了纪念馆全域感知、智能调度与科学决策的数字化基础。



图 66：数字孪生底座（来源项目截图）

场景 2：虚实融合的沉浸式历史叙事与互动体验

平台深度融合展区展览与藏品呈现需求,构建了一个数据驱动、可视可感的红色教育新空间。平台将展览布局、参观流线与藏品信息在三维场景中有机整合,实现了从宏观展陈态势到微观文物解读的全方位数字化呈现。

在展陈层面,系统将静态的展览信息与动态的客流数据相结合,通过热力图直观呈现参观密度分布,既为观众提供智能导览服务,又为场馆优化展陈布局提供决策依据。在藏品展示维度,平台突破了传统展陈的物理限制,通过高精度三维模型实现重点藏品的数字化呈现,支持多角度观摩与细节探究。同时,系统整合征集、定级、修复等全生命周期数据,构建藏品的数字档案,使文物背后的历史脉络与文化价值得到立体化展现。

此外,平台将藏品信息等传统非开放区域在数字空间中透明化展示,既满足了公众的求知需求,又彰显了纪念馆的专业典藏能力。这种基于数字孪生的创新模式,通过数据融合与可视化,构建了一个信息饱满、逻辑清晰的数字叙事环境,有效解决了传统展陈中信

息碎片化、互动性弱等痛点，让红色历史在数字空间中获得创造性诠释，实现了红色文化在科技赋能下的深度传播与价值升华。

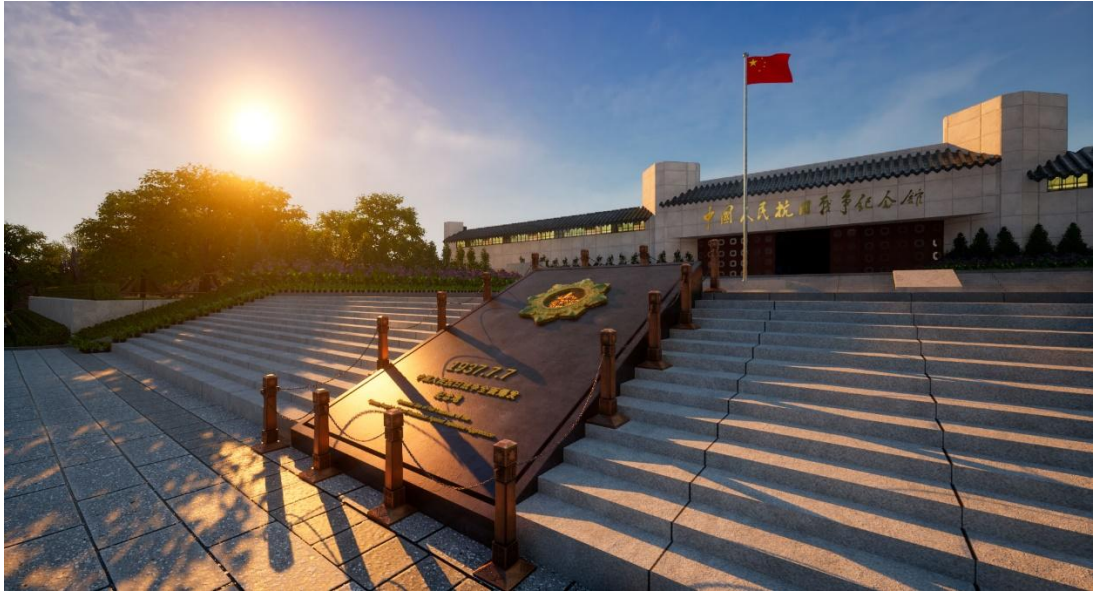


图 67：孪生游览视角（来源项目截图）

场景 3：宏观运营监测与指挥

平台构建了覆盖场馆全域的运营指挥数字体系，通过深度整合客流监测、便捷通行与展区展览等多源数据，在数字孪生地图上实现运营态势的全面感知与智能研判。平台基于实时采集的各出入口通行量、展区人员密度、参观人数统计等关键指标，结合三维热力图等分析，形成动态更新的运营全景视图。

系统通过实时客流监测功能，精准掌握人流分布与流动趋势，对区域超限状况进行分级预警。基于参观人数统计与热门展区排行数据，平台支持对客流负荷的评估分析，为管理人员制定疏导方案提供决策依据。在三维可视化环境中，可对导览路线调整、服务资源调配等策略进行模拟支持，提升应急预案的可行性。

该场景的深入应用，实现了从数据监控到业务联动的升级。通过建立展区管理与客流疏导的协同机制，将服务观众总量与实时监测数据有机结合，形成统一指挥的运营管理模式，显著提升了场馆面对大客流环境的综合管控能力与公共服务水平。

场景 4：平急结合安防管控

该应用构建了集监测、预警、处置于一体的智能安防体系，通过数字孪生技术实现日常监管与应急指挥的统一。平台深度融合视频监控、门禁管理、报警系统等安防资源，在三维场景中建立完整的安防要素数字映像。

在日常监管方面，系统通过摄像头位置可视化与设备状态监测，对重点区域进行全天候管控。基于安防事件概览与未处理数统计，平台能够动态掌握安全态势，提升安防工作的精准性。设备点位图与闸机空间分布的可视化管理，为安防资源配置提供空间依据。

在应急指挥层面，当发生安全事件时，系统通过视频监控画面实时查看与历史回放功能，快速确认现场情况。黑名单告警与报警分布图功能支持异常事件的快速定位与处置。同时，系统支持与便捷通行模块联动，实现电梯运行监测与出入口管理的协同响应，形成完整的应急处置闭环。这种平急结合的管控模式，通过安防数据的深度融合与空间化展示，显著提升了场馆的安全防护与应急处突能力。

3. 案例总结

创新点体现在两个方面，一是技术创新，构建覆盖宏观园区至微观展陈的多精度数字孪生底座，实现室内外一体、二三维融合的统一空间表达，平台具备全要素数字化表达能力，支持建筑结构、设备设施与文物藏品的精准三维映射与动态数据驱动，通过物联感知与多源数据融合实现场馆运行状态实时监测与可视化呈现，并依托空间分析计算与模拟仿真能力为运营决策提供智能支持；二是模式创新，在红色纪念场馆中实现“管理、服务、保护、体验”一体化的数字治理新范式，通过构建统一数字孪生平台打破原有各业务系统数据孤岛，实现跨部门、跨层级的协同指挥与联动处置，以数据驱动重构运营流程，形成“感知—分析—决策—交互”的管理闭环，为全国同类场馆的数字化转型提供可复制、可扩展的系统框架与实施路径。

应用成效体现在五个方面，一是数字资产标准化，通过对场馆内 3 万多件文物数据的全面梳理和语义建模，构建标准化文物数据库，量化数据不仅包含文物基本信息，还涵盖历史背景、修复记录、展陈历程等全生命周期数据，可实现文物的精准管理、科学研究和个性化展示，为文物保护和文化遗产提供数据支撑；二是运营管理效能显著提升，通过构建全域感知、动态监测的智慧管理中枢，实现对人流、设施、安防、能源等关键要素的一体化管控，助力场馆实现从被动响应到主动干预的运营模式转变，管理响应速度与资源调配效率得到根本性改善，为观众服务、安全保障与文物保护提供

坚实基础；三是红色教育体验深度优化，以数字孪生为媒介，将历史脉络、文物故事与实体空间深度融合，打造沉浸式、互动化的红色叙事新场景，拓展教育内容的呈现维度，增强观众的情感共鸣与历史认知，推动红色文化从静态陈列走向活态传承，实现科技赋能下教育模式的时代性跨越；四是设施运维与能效管理持续改善，建立设施全生命周期与能源消耗的精细化管控体系，实现设备预测性维护与能效优化策略的闭环管理，在提升设施可靠性的同时，有效降低场馆运营能耗与维护成本，推动纪念馆向绿色、低碳、可持续发展方向稳步迈进；五是行业示范与社会价值日益凸显，项目构建的“红色场馆+数字孪生”建设模式，为全国爱国主义教育基地的智慧化升级提供系统化解决方案，其在数据融合、业务协同与文化传播方面的创新实践，具有较强的行业借鉴意义与推广价值，为新时代红色场馆的数字化建设树立标杆。