

# **数字孪生城市典型场景与应用案例**

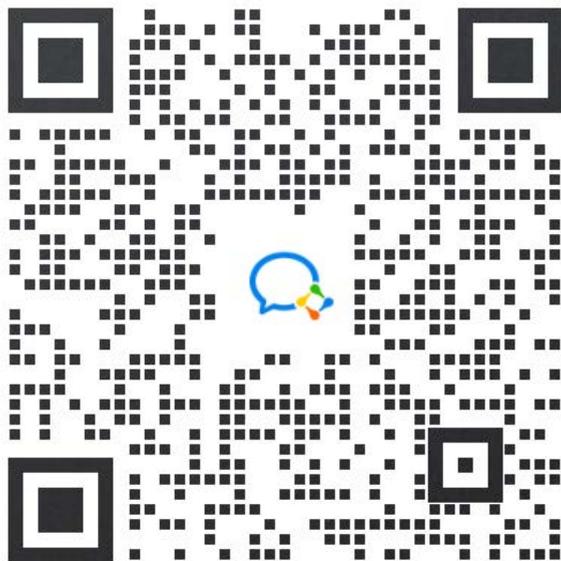
**( 2020 年 )**

中国信息通信研究院

2020年12月

# 智慧城市信息总群

央企智慧城市总体  
市域社会治理现代化  
基层社会治理现代化  
城管“一网统管”  
政务“一网通办”  
新型基础设施建设  
数字乡村建设与投资



## 前 言

数字孪生城市经过三年的概念培育期，目前已经步入落地实施阶段，各地不同程度地推进数字孪生城市规划建设和行业应用创新实践。中国信息通信研究院联合数字孪生城市生态圈合作伙伴，在推出《数字孪生城市白皮书（2020年）》的同时，征集当前典型应用案例进行汇编，旨在了解目前进展情况，梳理总结推广先进经验，增进各方交流合作，互相启发、互相学习，推动数字孪生城市技术和应用水平不断提升。

从本次征集的应用案例来看，呈现三个特点，一是应用领域涉及面较广，从城市、新区到园口、港口、景区、学校，涉及各行各业数字化，数字孪生场景不断拓展；二是数字孪生技术在社会治理和行业应用等各领域，对于管理精细化和智能化升级成效非常明显。三是数字孪生的特征体现还不够充分。目前应用场景大部分还属于简单孪生，跨领域跨行业的协同场景相对较少，模拟仿真类场景相对较少，应用层次和应用深度有待提升。

总体来说，数字孪生城市实践还处于初步探索阶段，基础理论、技术标准、应用场景、配套机制都需要一个长期的完善过程，但一方面由于政府和产业界对于数字孪生技术和应用高度重视，创新发展势头迅猛，另一方面，信息技术在加速演进，经济社会智能化需求也在不断升级，相信数字孪生城市建设发展，每年会迈上一个新台阶，创新实践会越来越精彩，案例汇编将见证数字孪生城市砥砺探索前行的历程。

编写组

2020年12月

## 目录

<b>一、 区域综合治理类应用 .....</b>	<b>6</b>
(一) 基于数字孪生构建临港“六能”体系 .....	6
(二) 数字孪生让园区管理“更聪明” .....	14
(三) 江北新区打造数字孪生第一城 .....	20
(四) 基于 CIM 的数字孪生园区运营平台 .....	25
(五) 依托数字孪生管控平台打造智慧校园 .....	31
(六) 数字孪生打造虚拟景区 .....	37
(七) 数字孪生打造可视可管可控智慧医院 .....	41
(八) 成都高新区构建智慧治理中心 .....	47
<b>二、 城市治理类应用 .....</b>	<b>52</b>
(九) 数字孪生助力上海“一网统管” .....	52
(十) 基于北斗网格底座的“乌镇码”治理 .....	55
(十一) 铜陵城市超脑构建能力平台 .....	58
(十二) 福州北斗小镇新冠疫情精准防控 .....	61
(十三) 深圳坪山搭建城市北斗网格底座 .....	63
<b>三、 规划建设类应用 .....</b>	<b>68</b>
(十四) 雄安新区规划建设 BIM 管理平台 .....	68
(十五) 新技术推动不动产登记三维可视化应用 .....	72
<b>四、 安全与应急类应用 .....</b>	<b>78</b>
(十六) 滨海新区建设数字孪生城市示范区 .....	78
(十七) 数字孪生助力消防提高应急救援能力 .....	81
<b>五、 自然资源灾害类应用 .....</b>	<b>85</b>
(十八) 长江干线航道整治建筑物维护 .....	85
(十九) 气象数字孪生实现精准预警 .....	88

(二十) 数字孪生技术助力防汛抗旱智能化升级 .....	91
(二十一) 云南“三湖”生态智慧治理 .....	94
(二十二) 基于数字孪生的风环境仿真推演 .....	96
<b>六、 工业生产流程类应用 .....</b>	<b>99</b>
(二十三) 数字孪生海洋牧场 .....	99
(二十四) 廊坊数字孪生热电厂 .....	102
(二十五) 国网智能电站运营平台 .....	106
<b>七、 交通物流类应用 .....</b>	<b>109</b>
(二十六) 天津数字孪生智慧港口 .....	109
(二十七) 深圳妈湾智慧港口 .....	112
(二十八) 北京微观交通仿真系统 .....	117
(二十九) 西安智慧交通平台 .....	122
<b>八、 逻辑关系孪生类应用 .....</b>	<b>127</b>
(三十) 城市无线频谱电子沙盘应用 .....	127
(三十一) 数字孪生金融网点 .....	130

## 一、区域综合治理类应用

### (一) 基于数字孪生构建临港“六能”体系

#### 1. 案例概述

2018年上海浦东临港智慧城市发展中心与中科院、阿里云、泰瑞数创开始合作，建设智慧临港城市大脑项目。在临港 BIM/GIS 大数据平台的基础上，通过构建临港数字孪生体，实现临港各政府部门、企业和互联网数据的汇聚融合，从宏观、中观、微观三个层面统筹城市数据资源，构建“六能”体系，实现临港全局分析预判，智能化调配城市公共资源，完成产业“一站式”服务、交通“提前一天预测”、游客“多留一天”的城市管理目标。

“六能”体系包括“感能”、“视能”、“数能”、“图能”、“算能”和“管能”。

“感能”充分展现数字孪生城市物联感知能力，实现临港全区域基础设施状态的主动感知，覆盖智慧园区、公共设施、市政、道路、社区综治等 12 类传感器，每日上传约 14 万条信息。

“视能”连接临港主城区 1000 多路摄像头，利用数字孪生数字化表达能力，实现监控视频实时结构化，每日结构化数据量达到 200 多万条，支持人脸身份、车辆号牌和社会事件的自动识别，支撑综合治理、城市安全管理、交通管理等智能应用。



图 1-1 “视能”能力展示

“数能”接入包括高德票务、水务及政府相关部门等 10 多类数据源，外界数据总量约 33 万条，每日 API 调用总次数超过 2 万余次。

“图能”基于数字孪生数字化、可视化表达技术，融合三维模型、BIM 模型、倾斜摄影模正影像、卫星图片等，为城市服务提供定位支撑，支持一键切换实景与夜光效果，支持 11520\*3240 (6\*4K) 超大分辨率的流畅显示与操作，支持 iPad 端对大屏端的互动操作。

“算能”体现数字孪生城市计算能力，部署 CPU、GPU 等海量异构计算资源，支持算法部署点位数 1010 个。

“管能”实现了自动化执行能力，实现临港主城区无人机 5 分钟出行圈，日飞行里程达 100 公里以上，可提供递送应急物资，现场执法喊话的能力。

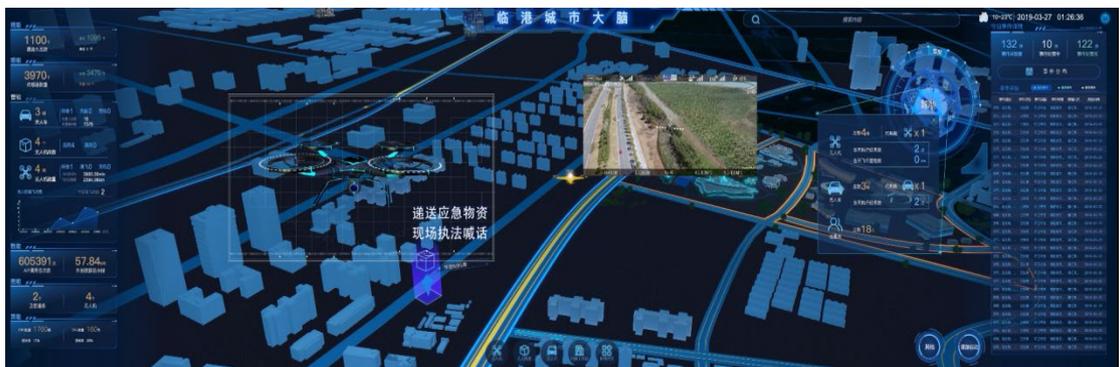


图 1-2 现场执法喊话展示

## 2.典型场景

### 场景 1：社区综合治理

**综合治理。**基于临港数字孪生体，完成临港区域城市日常综合治理和城市精细化管理。实现多部门统一联动协调，通过人工智能手段实现对综合治理处置的智能辅助指导，提高综治管理能力。以综治事件自动派单与处置指导为目标，通过自然语言处理、深度学习等人工智能技术与物联网数据整合，建立综治事件处置模型，实现简单事件快速派单处置、重复无效事件甄别反馈、复杂事件拆分指导。

**无人机巡航。**针对主城区 70 平方公里区域，基于数字孪生实现无人机全地形自动巡航，形成正射影像瓦片地图，采用 AI 智能监测技术，实现对主城区垃圾堆放、人流密度等问题的智能监测和管理。



图 1-3 无人机巡航人流密度

**智能派单。**当事件上报至综合管理平台后，平台根据事件的现场照片、文字信息、监控视频、地理坐标等信息进行事件画像，分析事件的关键属性，将历史派单的信息和日常增量派单信息存储至深度学习数据库。通过深度学习模型和人工选择反馈的反复训练，达到对简单事件快速派单处置。在复杂事件处理时，综合管理平台通过深度学

习结果，提出事件处理的牵头部门、处理建议、需要参与人员等处置指导意见，辅助管理部门进行科学决策。

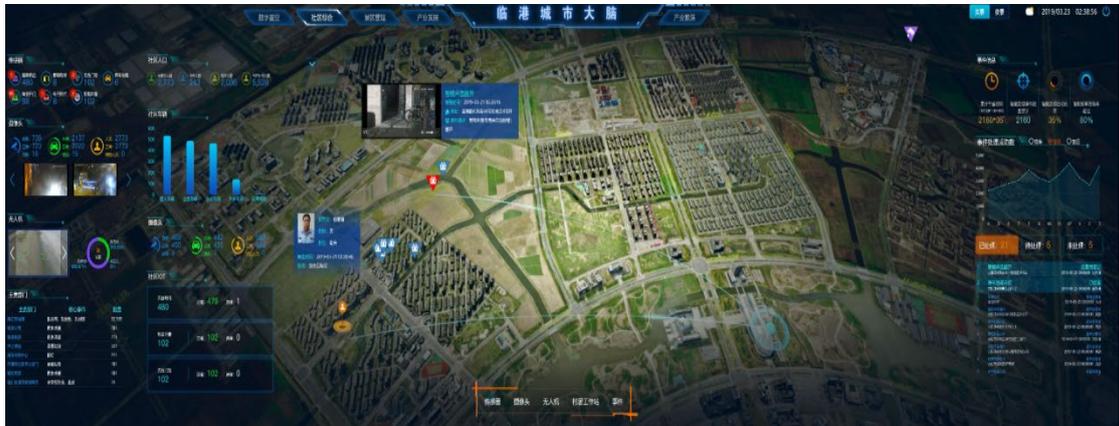


图 1-4 智能派单处置

**垃圾监测预警。**无人机定期巡检，在与环境卫生数据标准进行对比分析后，如果发现问题，将预警信息以多种终端方式智能推送给相关人员。



图 1-5 垃圾自动对比监测

**违章建筑监测预警。**对图像信息进行实时扫描并与数据库进行对比，发现新信息后，系统提供多种方式展示预报警信息，将预警信息以多种终端方式智能推送相关人员，并由综合业务管理系统统一处理。



图 1-6 违章建筑自动对比发现

**违法渣土车自动跟踪。**基于城区主要入口建设的固定摄像头系统，识别非认证违法渣土车车辆车牌并自动报警，周边无人机紧急升空进行跟踪，对发生违法行为的目标车辆进行警示、驱离或对正在发生违法行为的车辆进行拍照取证。

## 场景 2：交通智能决策

通过基本的城市路网拓扑信息、设施信息、路口渠化、交警动态数据信息（包括 SCATS 数据、卡口/视频、线圈、微波数据等）和互联网数据（高德数据）进行数据融合，得到预处理结果（设备流量数据、路口过车数据、车辆轨迹数据），并在此基础上对交通指标进行计算，为后续路网态势监控及智能信号优化提供数据支撑。

**景区人流预测。**依据景区周边路口的摄像头分析人流数，再参考历史大数据预测未来不同时段到达人数。在三维地图上标注不同时段预测的人流总数及主要路口，当预测人数达到警阈值时，平台醒目提示等级。



图 1-7 景区人流预警展示

**交通仿真。**依据车流预测结果，在三维地图上模拟车辆行驶，调整交通控制策略（信号灯、疏导方案等），通过仿真模拟，查看拥堵缓解效果。



图 1-8 制定拥堵应对策略后进行模拟仿真

**综合交通诱导。**根据诱导的不同场景分为进城路线诱导、常发性拥堵诱导、高速事故诱导、停车诱导。通过汇集互联网交通事件、视频识别的拥堵、事故以及通过融合高德浮动车数据、交警卡口、微波、线圈等数据识别拥堵，实时感知整体交通运行状况，通过智能算法，对道路上的车流进行合理的分配，优化交通动态分配。通过诱导屏及高德 APP 端将交通实时运行状态及拥堵、封闭等关键信息传达给出行者，缩短出行者旅行时间。

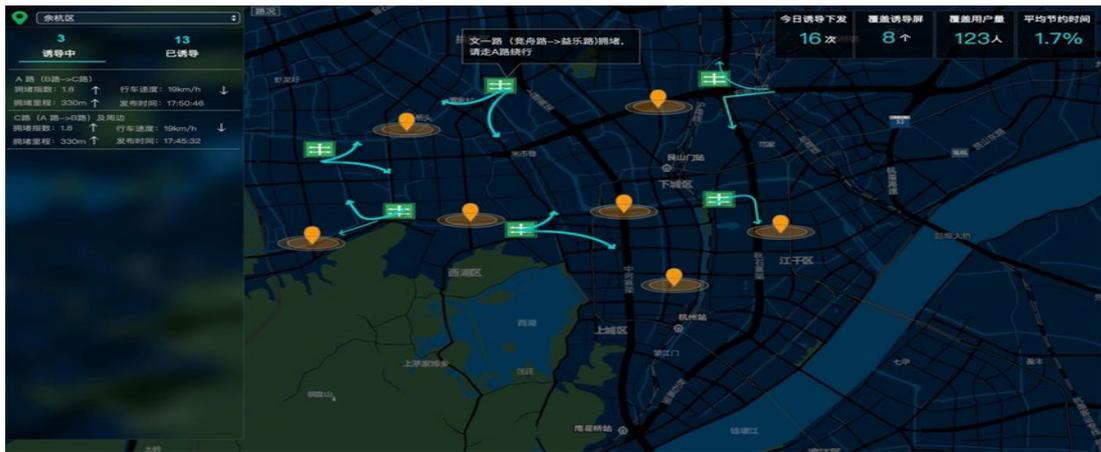


图 1-9 常发性拥堵诱导展示

### 场景 3：产业全景雷达

基于企业（人才）综合服务平台数据、临港地区智慧园区精细化运营管理与物联网平台数据、芝麻信用数据、政务数据、其他业务系统数据等多渠道来源数据，从经济发展、产业变迁、企业表现等多方面展示区域经济态势，深入分析产业结构影响因素，辅助政府落地区域经济一体化改革中的各项政策，协助企业根据经济敏感点和产业新动向，发展核心竞争力。

**产业全景洞察。**全景显示园区产业板块信息、竞争力雷达图、发展进化史和结构风控，显示园区企业数、产值、固定投资等数据的变化趋势曲线，园区就业机会、薪资水平、高端人才需求等变化趋势。



图 1-10 产业全景展现

产业地图。通过临港产业地图的直观展示，显示某区域、某楼宇的税收、产值情况，以及内部入驻的企业信息、人员数量、能耗信息（需对接智能水电表）等，实现临港地区产业分布的全景展现。



图 1-11 产业地图展示

园区一网通办。在三维地图上定位企业所在楼层位置，显示企业详细信息、综合评分雷达图异动指数，根据企业 DNA，实现精准智能匹配产业政策及园区服务。



图 1-11 园区一网通办

### 3.案例总结

智慧临港利用数字孪生技术使得城市精细化管理水平明显提高，巡查发现率提高到一分钟。临港主城区无人机自动巡查，配合地面一千多个摄像头、传感器以及智能算法，智能派单的准确率提升超过85%，实现五分钟出勤，日飞行里程超过100公里。此外，上海海昌海洋公园、网红海滩等，也利用城市大脑的交通态势感知和视觉智能引擎，打造了一套针对节假日的客流预判和实时预警，准确率可达80%以上。

## **(二) 数字孪生让园区管理“更聪明”**

### 1.案例概述

北京当代 MOMA 社区位于北京东城区东直门迎宾国道北侧，总建面 22 万平方米，当代 MOMA 在产品本身大规模实现了节能绿色科技建筑，引入了艺术酒店、水上影院、书店等复合功能，促进了社区与城市的可持续发展，成为了社区运营典范案例。MOMA 社区在 2018 年底提出了智慧化升级改造的计划，并于 2019/2020 年分批次进行设备设施的升级，智慧社区 IOC 系统也于 2019 年三季度正式部署上线，交由物业公司使用。数字孪生 MOMA 园区，通过三维仿真技术对整个园区环境进行数字还原，实现物理世界与虚拟世界的数据转换，同时通过虚拟平台的数据集成、业务集成能力，打破园区管理层的业务数据孤岛，从园区安全、服务、设备资产、环境服务、楼宇自控等方面构建管理平台，实现管理一张图。

## 2.典型场景

### 场景 1: 数字孪生园区“全要素”

数字孪生园区仿真环境方面。园区仿真通过园区已有 BIM 建筑数据, GIS 数据, 高程数据及天气数据, 融合为数字孪生的全要素场景, 1:1 还原园区的真实环境, 形成数字孪生仿真。

天气模拟仿真方面, 构建园区虚拟写照, 模拟不同天气影响。

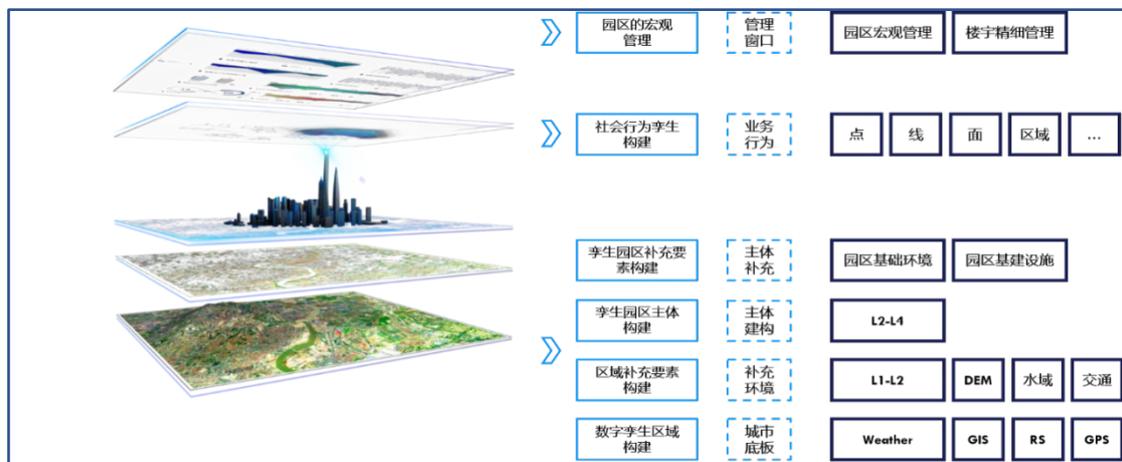


图 2-1 数字孪生园区孪生架构



图 2-2 数字孪生园区全要素场景

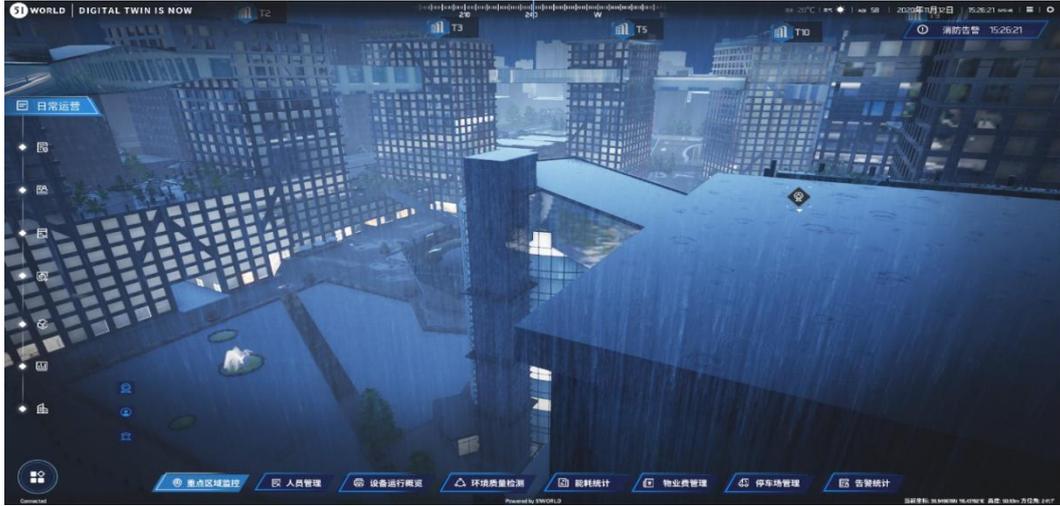


图 2-3 数字孪生园区天气模拟-雨



图 2-4 数字孪生园区天气模拟-雪



图 2-5 数字孪生园区天气模拟-霾

## 场景 2：园区业务管理 “一张图”

基于数字孪生业务集成能力，汇聚各子业务平台，打造园区管理综合一张图。集合园区安防、通行管理、人员管理、资产设备、能源能耗等，呈现业务管理“一张图”。

针对园区管理网格员设定，定制楼长制管理模式，对单栋楼宇业务进行网格化拆分，进行集成化管理。



图 2-6 数字孪生园区业务管理

## 场景 3：重点区域管理 “全融合”

针对园区内重点区域的监管，使用视频融合技术，多路采集视频码流，进行图像融合，根据数字孪生园区构建虚实结合匹配，通过空间分析及空间匹配，使视频图像在孪生镜像下有机结合，有效解决重点区域的监管问题。



图 2-7 视频融合进行园区管理



图 2-8 视频融合进行交通管理

#### 场景 4：运营服务的物联“全感知”

在数字孪生空间下，重复发挥空间环境的矩阵化应用，结合物联网传感技术进行物联环境可视。建筑感知方面，通过温度传感器，感知各监测点温湿度及环境智标数据，利用空间矩阵形成空间渲染，为绿色建筑提供有效的检测数据呈现，辅助业务侧完成人性化服务。人员感知方面，通过 wifi 信号及 RFID 等对可检测设备的网络环境及应

用环境进行孪生，对异常设备进行灵活管控，通过数字孪生技术提升园区服务品质。

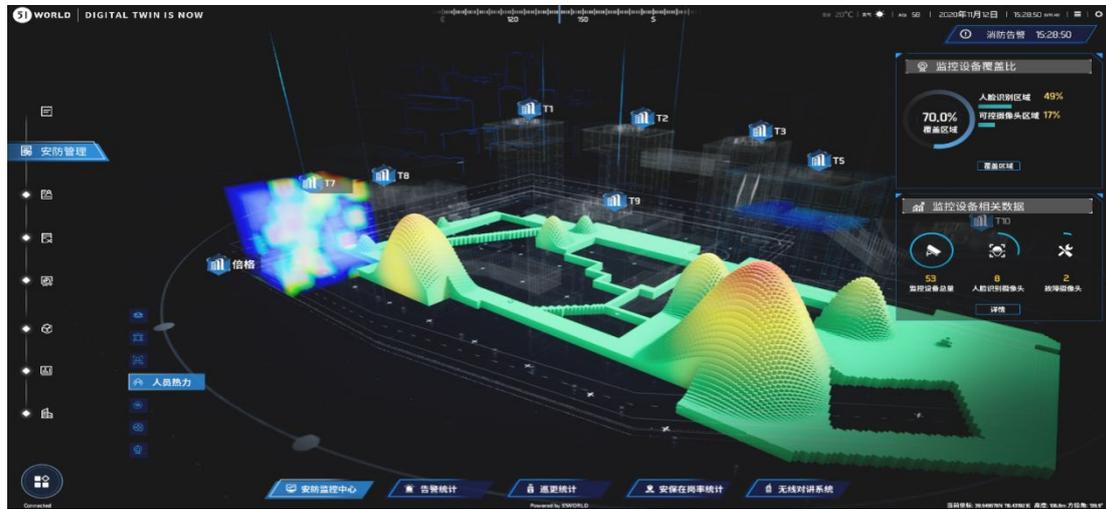


图 2-9 数字孪生空间热力图一

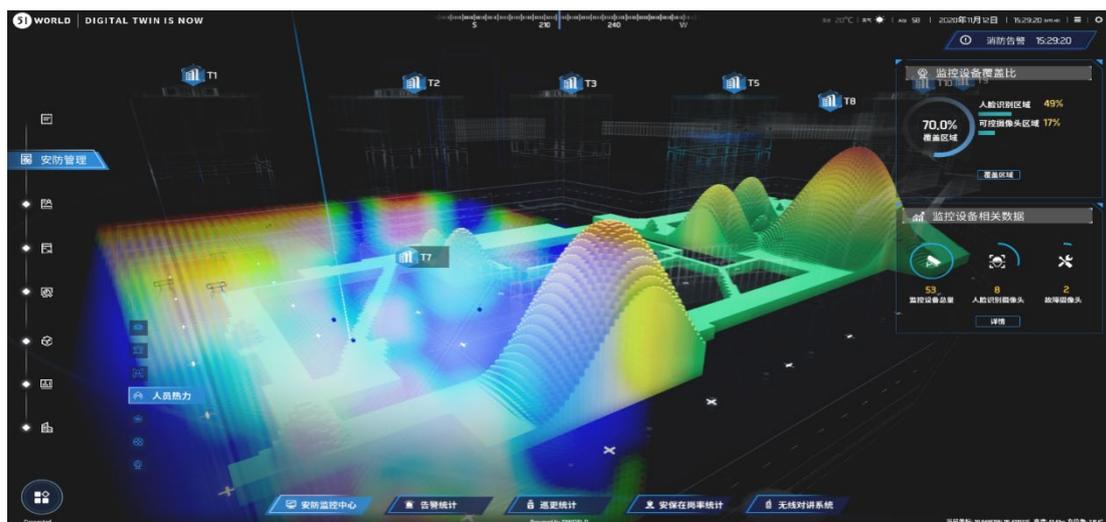


图 2-10 数字孪生空间热力图二

### 3.案例总结

通过数字孪生与物联网数据的全面融合，有效地解决了管理可视化、服务可视化、运营可视化面临的种种难题。同时利用仿真推演，在园区灾害事件应急管理中，对应急预案进行推演指导，为园区的运营服务提供了高效高质的应用环境。通过建设数字孪生园区管理平台，

减少了园区人员监管难、服务难等问题，营造了良好的服务形象。通过集成化管理服务，减少了重点区域 80% 的巡逻监管工作，降低了 67% 的“烟囱式”设备管理模式，大力提升园区服务水平与管理水平，塑造了良好的品牌形象。

### **（三）江北新区打造数字孪生第一城**

#### **1. 案例概述**

南京江北新区发布的《江北新区智慧城市 2025 规划》明确提出，新区要依托“数字孪生城市”新理念、新技术，着力推动城市发展向智能化高级形态迈进，率先建设“全国数字孪生第一城”。为实现数字孪生城市，一座具有“智慧城建”“智慧城管”“企业服务”三大主要功能的江北区智慧城市指挥中心应运而生，其中 CBD 智慧城市系统奠定了数字孪生城市基础。

智慧城市指挥中心位于滨江大道 398 号，项目占地面积 566.77 平方米。CBD 智慧城市系统通过采用国内先进的数字孪生还原技术，利用各类传感设备，结合 5G 网络、物联网，整合 BIM、数字图像 AI 等，刻画江北商务区城市细节、呈现发展趋势、推演城市未来，实现商务区“全域感知、数据共享、交叉指挥、精准反馈”。

#### **2. 典型场景**

##### **场景 1：智慧城建**

肩负着全力打造南京新主城的使命，中央商务区在建项目数量多、水平高，为了更好的统筹管理中央商务区的城市建设，CBD 智

慧城市系统对中央商务区在建工程项目进度、质量等工程信息现场核实、分析，构筑以信息资源共享服务系统、产业技术创新系统、孵化服务系统为支撑的创新平台，为发展大健康、新金融产业，加快项目载体建设提供在线融合互动服务。



图 3-1 新区数字孪生城市建设

**规划互动展示：**打开三维智慧城市系统，我们可以在大屏幕上俯瞰中央商务区 25.4 平方公里的大场景。当系统界面下沉到具体片区，系统就可以展示片区内功能区规划、市政基础建设和重点建设项目等，还可查询展示控规地块土规情况、征转情况、权属情况。比如土地规划以不同色彩表示用地类型；市政基础建设部分，对四纵四横主干道路、贯穿商务区的地铁沿线进行还原展示等。

**项目建设管理：**系统运用 BIM 模型展示在建项目的形象和进度，可将工程进度通过建模与实景对比的方式表述出来。系统可根据项目方的工作计划书将 BIM 模型进行分解，通过项目实际进度填报，系统还原出 BIM 模型的施工进展。比如红色透明部分代表未开工部分，已完工部分采用模型实体显示，还可通过无人机+5G 网络实时回传高

清画面，直观了解项目的形象进展。系统可自主提供计划进度与填报进度对比分析。

**5G+无人机巡航：**“5G + 无人机的巡航功能”结合 5G 网络、人工智能、云计算、4K 级视频等技术，可以实现制定线路巡航和应急突发事件响应。作为中央商务区的“空中之眼”，5G 无人机可以实现监控地面的道路交通状况，拍摄突发事件的照片和视频，可以随时对建设中工地进行监控，对裸土覆盖情况、违章搭建情况进行判别，精准执法。目前，中央商务区正在加紧建设 5G 网络覆盖，叠加人工智能技术后，无人机将成为江北核心区的“智慧之眼”。

## 场景 2：智慧城管

基于数字孪生的智慧城市管理模式可提升城市精细化、智能化管理水平，通过超清摄像头实时监测市容市貌、停车秩序、交通状况等，实现主动发现、主动干预，切实解决江北中央商务区城市管理运行领域的现存问题，提高城市管理、公共服务效率，优化部门协同机制与流程。



图 3-2 新区数字孪生城市管理

**城市管理:** CBD 智慧城市系统数字城管模块可实现市容市貌、渣土车管理及停车秩序管理。以渣土车为例,中央商务区的痛点是对无牌、套牌渣土车偷倒垃圾的行为进行管理。基于白名单管理以及关键路口的抓拍保存黑车及其驾驶员的信息,CBD 智慧城市系统结合技防、电子狗防,主动发现非商务区的渣土车并实时广播语音催促其驶离商务区。保存下来的黑车及其驾驶员信息可作为报案处理依据。通过大数据分析可还原黑车习惯的行进路线,通过城管人员设卡,现场抓捕。

**安全管理:** 安全管理分项下包括消防安全、用电安全、临边防护、塔吊设备、施工升降机、工地现场视频等。这些项目一旦发生告警,系统会在三维场景上相应告警发生地弹出告警按钮,有相同类型告警时会滚动显示。系统坐席人员可及时通知相关部门处理告警,将安全问题扼杀在摇篮之中。

**环保管理:** 环保管理分项下包括扬尘管控、水质监测、车辆冲洗管理等。坐席人员可以在系统内看到工地现场视频,扬尘数据也可以实时调看。扬尘指数一旦超标,系统发出告警,坐席人员会第一时间通知项目管理人员注意关注,实现告警事件处理的闭环。

### **场景 3: 企业服务**

CBD 智慧城市系统为广大市民、技术创新与科技型企业成长提供信息虚实互动融合服务,成为中国(江苏)自由贸易试验区建设的重要节点,整合共享、协作创新和技术服务能力不断提升。



图 3-3 新区数字孪生城市企业服务

系统可实时展示商务区招商以及企业服务最新政策，通过屏幕共享方式人机互动详细讲解，实现比面对面交流更加有效的沟通。智能 AI 可自动识别咨询人员问题并智能反馈解答。若咨询人员对智能 AI 反馈的结果不满意，还可点采用视频互动、多媒体交互等方式向专业客服人员咨询。咨询人员可直接获得相关文件、需填写的表格，减少企业来回跑的次数。

### 3.案例总结

南京江北新区 CBD 智慧城市指挥中心是由中央商务区党工委与管办发起，项目建设运营公司建设，运营方城管与安全环保部运营的。项目建成后移交给运营方城管与安全环保部。

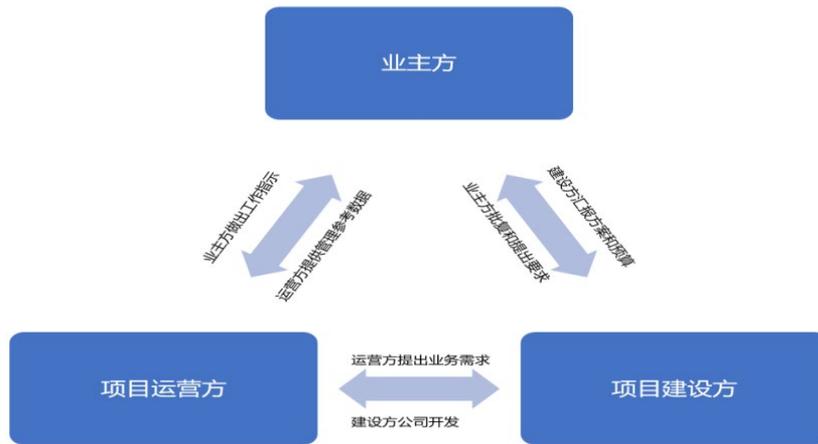


图 3-4 项目建设运营三方机制

项目建设运营公司整合物联网厂商、集成厂商、业务系统厂商，制定了适合江北新区实际业务需求的方案，规划了项目长期建设的计划，统一了数据流、业务流等个性化标准，避免了传统烟囱式系统独立建设数据割裂、系统与账号切换、数据报表矛盾的问题，在实际工作中，大幅降低了重复性工作的体量，为新区未来数字孪生城市全面建设夯实基础。

## （四）基于 CIM 的数字孪生园区运营平台

### 1. 案例概述

中国广电·青岛 5G 高新视频实验园，是国家广播电视总局与山东省、青岛市合作，通过政府引导、部省市三方共建的形式，全力打造具有示范引领作用的世界级 5G 高新视频产业集群高地。根据园区需求，建设了 5G 高新视频实验园区智慧运营平台，发挥园区 5G 网络覆盖优势，以 CIM 平台为载体，集成和融合 BIM、GIS、物联网、云计算、大数据、AI 等新一代信息技术，整合园区各类应用系统，汇

聚各类要素资源，助推园区向精细化、智能化、人性化管理转型，为打造基于数字孪生的智慧园区奠定良好基础。

## 2.典型场景

### 场景 1：园区运行态势

基于历史运营大数据，通过对设备资产健康度、园区运行安全指数、招商活力度和园区整体的服务质量四个维度 30 余项二级指标的综合评定，将园区态势以直观数字化形式进行呈现，可体现当前园区的管理水平和运营趋势。



图 4-1 园区运行态势

### 场景 2：移动决策

在移动端实现总体运行态势数据的呈现；支持部件搜索、点选功能；支持部件业务属性呈现；支持安防视频监控、照明、停车场等业务移动端服务和操控。



图 4-2 移动决策

### 场景 3: 综合安防

集成对接视频监控、电子巡更、入侵报警等安防子系统，实时采集现有视频等安防系统数据，用户可以在综合信息管理平台中实时查看监控安防设备的运行状态和数据信息，做到及时处理，防患于未然；提供视频巡更功能，实现综合安防管理、入侵报警、电子巡更与视频监控系统的联动。



a 实时视频

b 视频巡更

c 综合监控

图 4-3 综合安防

### 场景 4: 停车管理

集成对接智慧停车子系统，对停车场中的车位使用数量进行实时展示，具体包括车位总数、闲余数量等内容，对停车场要满员或已满

员状况进行提醒，并使用不同的颜色（如深黄、浅黄）对停车场将要满员或已满员状态进行渲染，通过模型可调取车辆的进出信息，包括但不限于进入时间、车型、车牌号、司机名称、联系方式等；支持按时间段对各停车场车辆总数、空闲车位的统计分析，并生成相应的图表。



图 4-4 停车管理

### 场景 5：能耗管理

汇聚园区全部设施的能耗实时运行数据，实现园区用能状况可视化；建立统一的报警与故障处理机制，保证园区能源系统的安全可靠运行；基于能耗的大数据分析，生成调度运营优化策略，提升整体能源效率，降低运营成本；通过与智能照明系统对接，实时获取照明状态及各项运行参数，用户可点击查看各照明灯实时信息；提供数据统计分析功能，所有数据均进行记录并可查询。



图 4-5 能耗管理与智能照明

### 场景 6: 消防监测

通过消防主机接口联网装置，对接消防主机，实现消防系统可视化在线监测、消防报警自动定位，并可联动视频监控系统核查报警区域消防状况；支持消防报警处置，基于 BIM 的疏散路线、救援路线显示等功能。



a 消防态势

b 消防定位

c 疏散模拟

图 4-6 消防监测

### 场景 7: 三维可视化招商展示系统

以 CIM 平台为基础，运用 BIM、二三维 GIS 技术，对园区总体规划方案图、园区功能区规划、用地布局、园区发展指标、园区城市设计、园区控制性详细规划、园区各专项规划（如地下管廊、市政设施、道路交通等）、产业规划布局及招商项目等内容进行数据指标分析与可视化综合展示，特别是预测园区未来发展、周边配套、生态环境、产业布局、功能区划分、规划指标等产业价值点，同时具备招商

楼宇展示、招商辅助选址等功能，为园区对外宣传推介、接待领导参观以及产业招商提供三维可视化综合展示平台。



图 4-7 三维可视化招商展示

### 场景 8: 巡检运维

通过移动巡检 App、任务智能分派、人员自动定位、二维码等多种技术手段实现园区智慧运维管理，包括前后台工单信息、设备设施台账信息的快速准确流转，前端人员操作规范的标准化，考核的精细化，提高运维管理效率，降低人工成本，延长园区市政部件、设备设施使用寿命；实现 PC 端和手机端 App 应用。

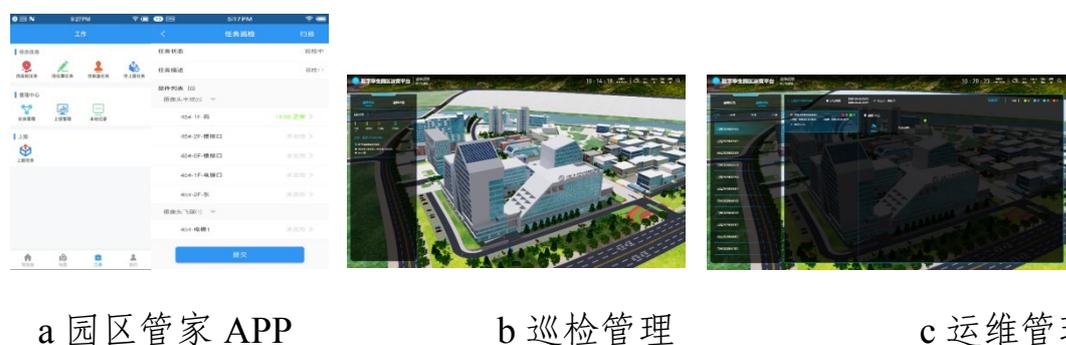


图 4-8 巡检运维

### 3.案例总结

中国广电·青岛 5G 高新视频实验园，通过构建基于 CIM 的园区智慧运营平台，汇总各系统运行数据信息，实现高效、便捷的集中式管理，降低了园区运营成本，提升了园区管理效率，完善了园区智慧化服务，提高了园区招商质量，利于提升园区资产价值和品牌影响力。

## （五）依托数字孪生管控平台打造智慧校园

### 1.案例概述

数字孪生智慧管控云平台，应用 BIM 等技术建立与现实建筑相对应的 BIM 模型，可视化展示校园中所有楼层信息，以及能源损耗、设备分布、视频监控等，实现了楼宇自控、视频监控、停车场管理、门禁控制、消费信息发布、房屋资产管理、设备资产管理、电子巡更、能源管理、智能照明系统、电梯监控、环境监测等功能。

### 2.典型场景

#### 场景 1：三维数字还原校区

数字孪生智慧管控云平台利用 BIM 技术建立虚实对应的仿真数字模型，自规划、设计、施工、竣工阶段一脉相承，保留了建筑的所有真实信息，在竣工后模型与现实建筑一一核对，保证 BIM 模型百分百重现真实建筑。在 BIM 展示页面中，选择设备可查看该设备的实时运行数据。报警、故障分别以红色、黄色闪烁绑定设备模型进行显示。选择摄像头时，以弹出窗体显示该摄像头画面。



图 5-1 校区真实还原



图 5-2 设备运行数据展示

## 场景 2：智慧空调系统

针对空调的状态进行监测，远程开关、设置，定时开关，分建筑、楼层、场景进行空调控制，实现节能模式自适应设置、故障自动检测、自动报警。

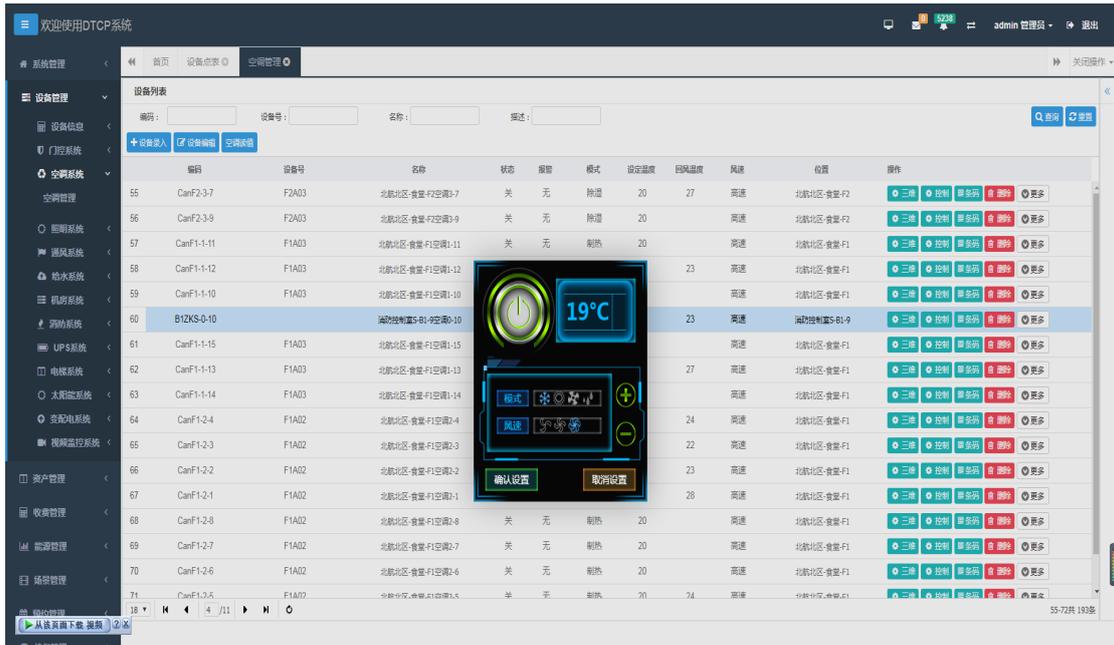


图 5-3 智慧空调

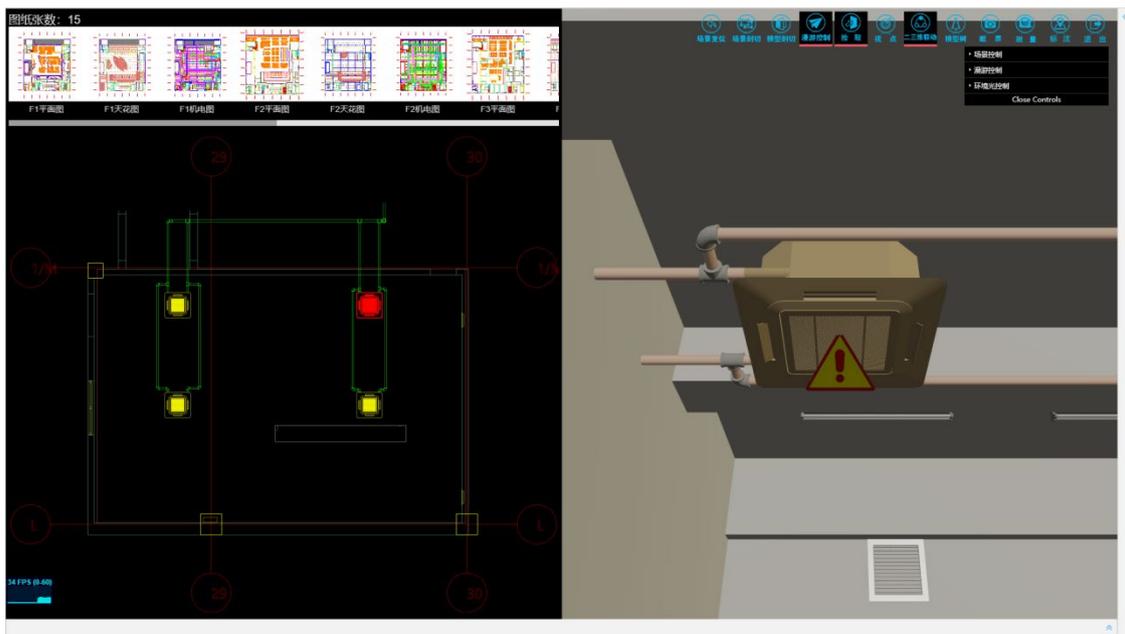


图 5-4 空调监控

### 场景 3: 停车管理系统

实现停车位实时监测、车型、颜色、车牌号自动识别，停车场环境监测，驶入轨迹追踪，出口最短路径查找，反向寻车、车位信息查询、收费记录查询、停车费移动支付、自动报表导出、车位预留等功

能。



图 5-5 停车管理

#### 场景 4: 智慧楼控系统

建筑的风机、水阀、水泵等设备状态自动读取、三维展现，设备故障实时报警，设备维修、维护等自动提醒。

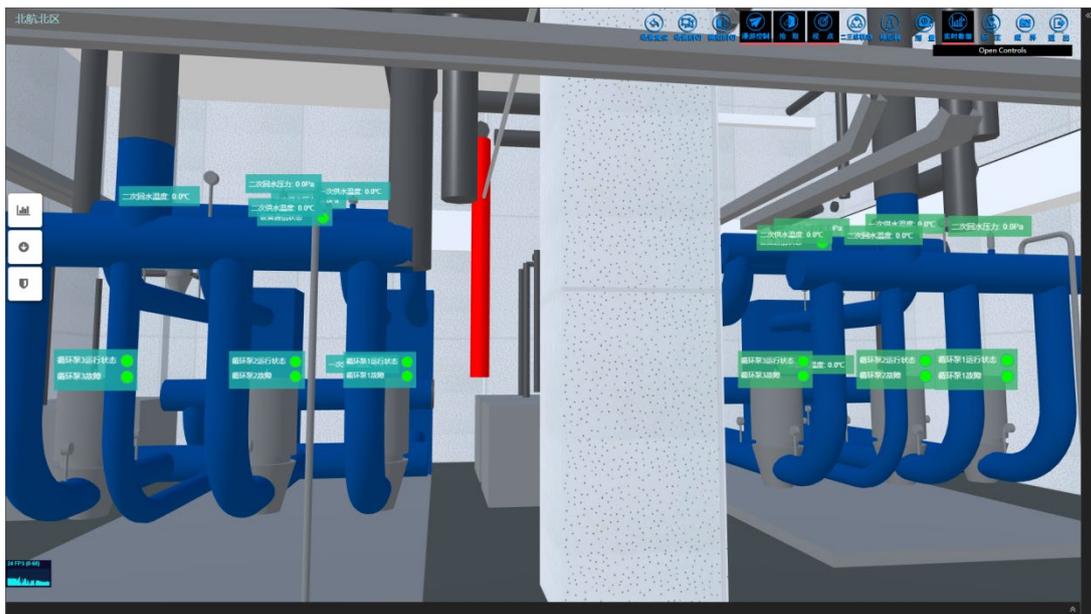


图 5-6 智慧楼控

## 场景 5: 安防监控系统

监控摄像机实时视频, 针对各个校区监控盲区进行监控补点, 达到监控无安全死角、全覆盖防护的级别。对各个校区大门出入口、主干道、楼栋一层大厅设置人脸识别摄像机进行布控, 设置人脸白名单, 对进出大门及各楼栋的人员进行管理, 可以连接公安人脸数据库, 使布控的人脸监控摄像头可以迅速识别潜在非法人员。

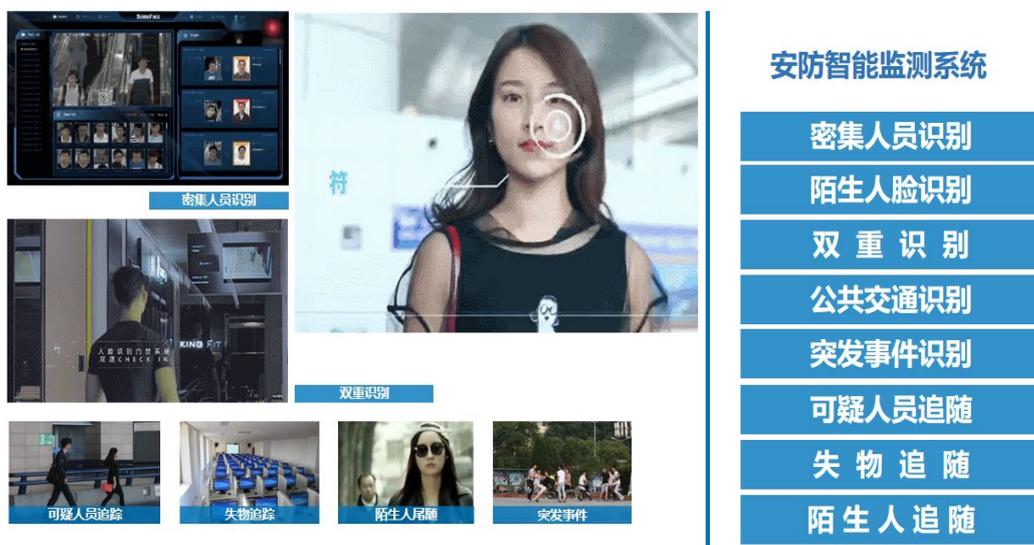


图 5-7 安防监控系统

在制高点设置制高点摄像机, 可以对大范围, 远距离的场景进行监控, 在操场、广场等开阔地区。增加摄像机的视频智能分析功能, 对越界、聚集、徘徊、逗留等非正常行为及时判断, 及时处理, 可以防患于未然。

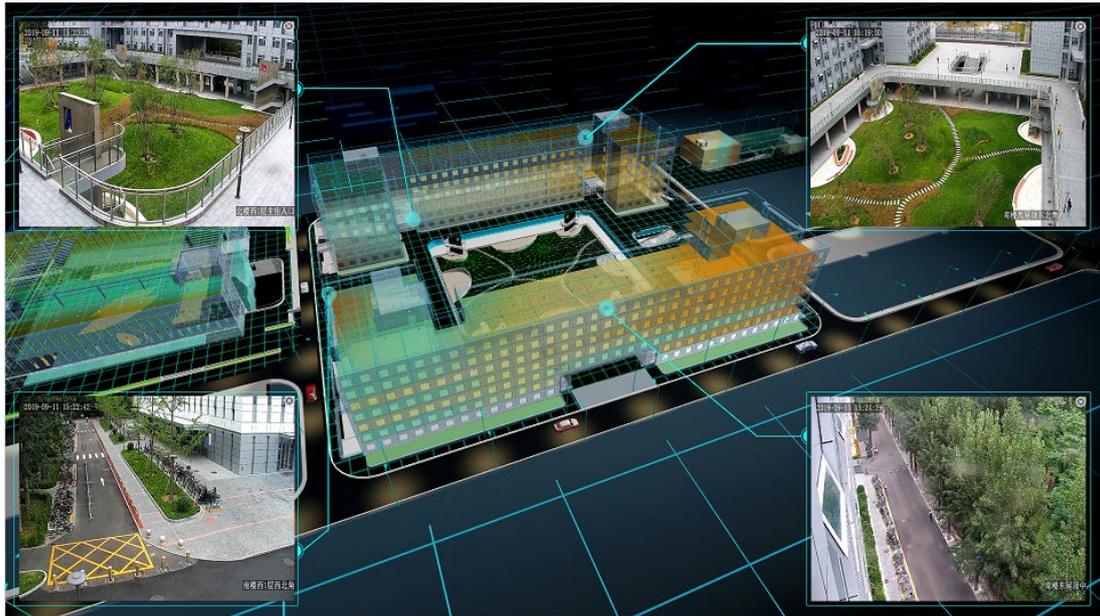


图 5-8 视频智能分析监测

### 场景 6：能源管理系统

实现对校园内部用电，用水的集中监测。在监控系统界面上能够展示与能耗数据有关的实时数据、历史数据、报警信息。

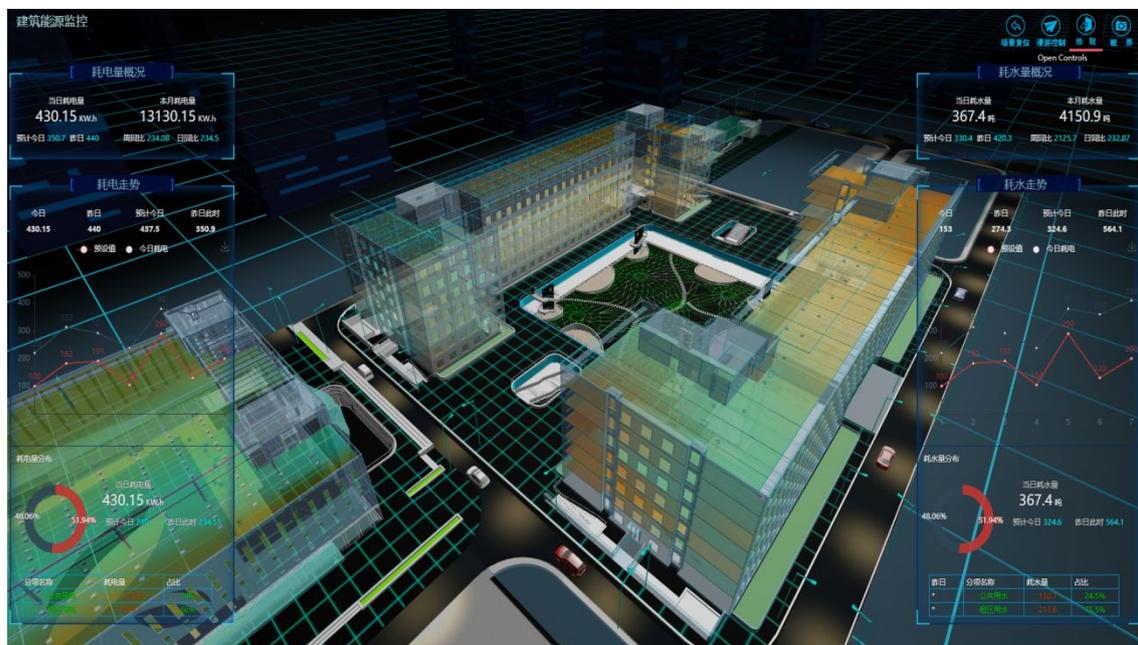


图 5-9 能耗监测

### **3.案例总结**

通过数字孪生智慧管控云平台，为决策提供更及时准确的基础数据，提高决策的效率和精确度。数字孪生智慧管控平台提高了学校的信息化、智能化水平，使校园更安全、更有秩序；所有设备设施远程操作、联动控制，可以极大提高后勤部门的工作效率。自 2019 年 3 月至今，相比较节省能源费用 612 万，减少了 30%，物业人员减少了 54 人，减少 27%，人力成本及维修费用减少 39%。

## **(六) 数字孪生打造虚拟景区**

### **1.案例概述**

利用国际顶尖的实景三维技术和人工智能算法生成 1:1 高逼真、实时 3D 景区场景，形成与现实完全一致的数字孪生景区，包含对实体景区中各种需要呈现的设施设备、景观森林和各类数据的集中展示与管理。让实体景区与虚拟数字孪生景区共同生长，相互映射。

### **2.典型场景**

#### **场景 1：应急模拟**

通过数字孪生模型与数据结合，模拟景区灾害情况，如泥石流、山林火灾等，通过平台预设应急处理手段，呈现人流、车流的疏导方案，并通过平台直接调度景区安保人员协助处理灾情。



图 6-1 应急模拟

## 场景 2：人流预警

通过数据采集，在数字孪生模型叠加人流热力图，直观洞悉景区现在人流聚集地、人流动向等情况。通过客流分析面板了解客流情况，以便提前安保布置，对突发事件制定相应的管理机制。通过大数据统计可以调整监控强度，当人流密集度超过一定数值时，自动预警或报警。



图 6-2 人流预警

### 场景 3：智能停车

完成对车场空置、车辆进出及存放时间的记录采集或直接打通第三方管理平台，在数字孪生模型上真实呈现车流情况和车场情况，联动现场监控设备，甄别车辆/非车辆停放情况，实现对停车场的全面监控。在大型节假日，可根据以往数据和当前数据在数字孪生模型平台上模拟车流和车场状况，以便提前部署或引导，避免大面积的交通拥堵。



图 6-3 智能停车

### 场景 4：环境监测

打通景区内部环境监测平台，在数字孪生模型平台上通过事件警告、弹出、比对等方式实时监控景区，全面掌握各类环境因素的数值，当有数据超出指标时，会进行主动预警，以便提醒管理人员，记录的数据会和以往数据对比，提前告警。



图 6-4 环境监测

### 场景 5: 安防管理

数字孪生模型平台可提供完备的视频监控平台，提供不同类型摄像头的接入功能，保障不同功能等级监控需求的满足。提供监控信息的软硬件管理方式，遇到突发事件，相应场景的摄像头及时告警、调度，保证第一时间掌握景区的动态。



图 6-5 安防管理

## **(七) 数字孪生打造可视可管可控智慧医院**

### **1. 案例概述**

“百年华西，世纪名院”是世界规模第一的综合性单点医院，为推进智慧医院建设，优化“智慧管理、智慧服务、智慧医疗”体系，实现精细化运营管理，医院构建了一套完备的智慧医院管理平台。借助数字孪生技术，构建智慧医院数字孪生载体，打通底层数据壁垒，实现数据消费，使业务数据化、数据场景化、场景可视化，从根本上实现医院管理的可视、可管、可控，达到主动服务、智能进化的医院管理水平。在需求与技术的双轮驱动以及不断实践过程中，华西医院从传统迈向先进，从单点智能到整体智慧，从服务缺失到极致服务，将医院诊疗业务及自身发展提升新高度。

### **2. 典型场景**

#### **场景 1：智慧管理**

华西医院通过数字孪生三维可视化技术构建医院园区整体的数字化模型，基于园区内外环境、建筑、道路等重要空间进行科技风格的场景还原，实现主要以下管理功能：

**空间管理：**结合医院三维空间管理手段提高门诊楼、住院楼、药房、重点治疗护理单元空间使用率；通过集成挂号系统、工作站系统、药库管理系统、病案管理等系统数据，以信息牌置顶方式将各类空间使用信息进行直观呈现，展示门诊楼、住院楼、重点治疗护理单元等基本属性信息、面积信息、可容人数、就诊人数、排队人数等。以不

同色块区分展示空间占用状态。

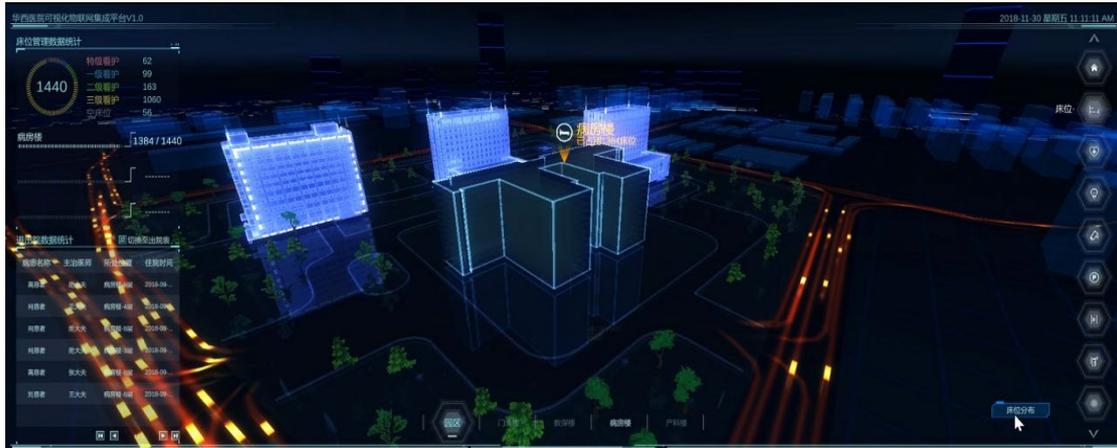
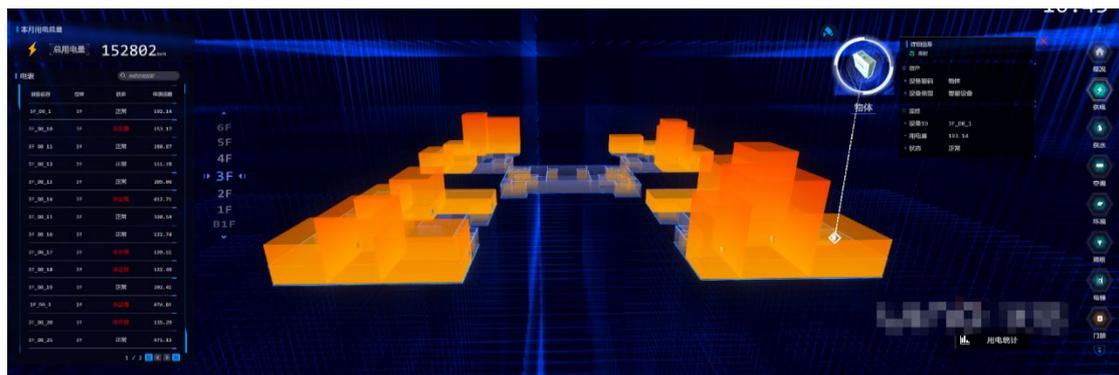


图 7-1 空间管理

**智慧能耗：**结合医院空间管理，按园区、楼宇、楼层、功能区、行政区、房间、设备等维度展示电力、水力、暖通の日/月/年能耗数据，结合大数据技术实现人员电力、热力分析、功能分区工作负荷、天气状况等各类数据的多维分析，支撑按照能耗管理规则自动调节公共区域开关、空调等开启数量或通过人工远程单控、群控手段以达到节能目的。



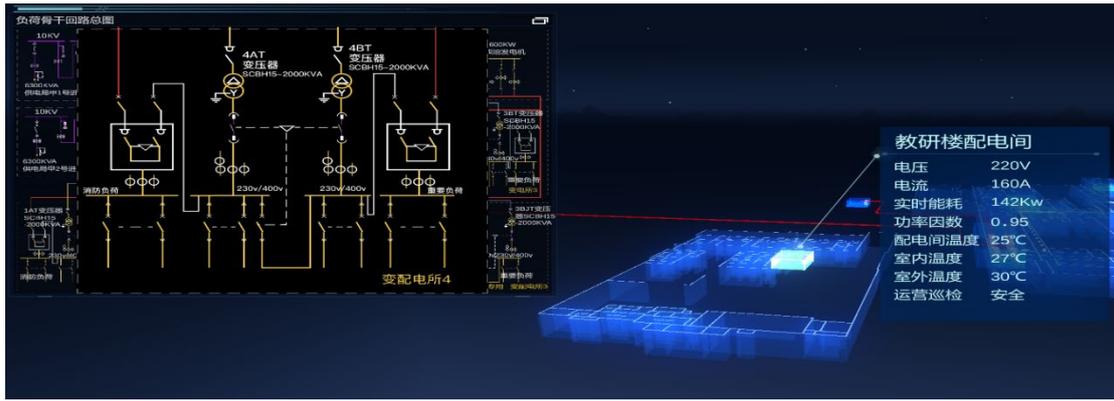


图 7-2 智慧能耗监测

**智慧照明：**结合医院三维空间，展示室内灯光位置和状态，结合数据面板显示灯具总数量、运行数量、各回路数量、开启回路数、告警回路数等信息；通过对接灯控平台，点击功能集成按钮，可实现一键单控、群控开关灯控制、亮度及不同时间段灯光的开关模式调节。

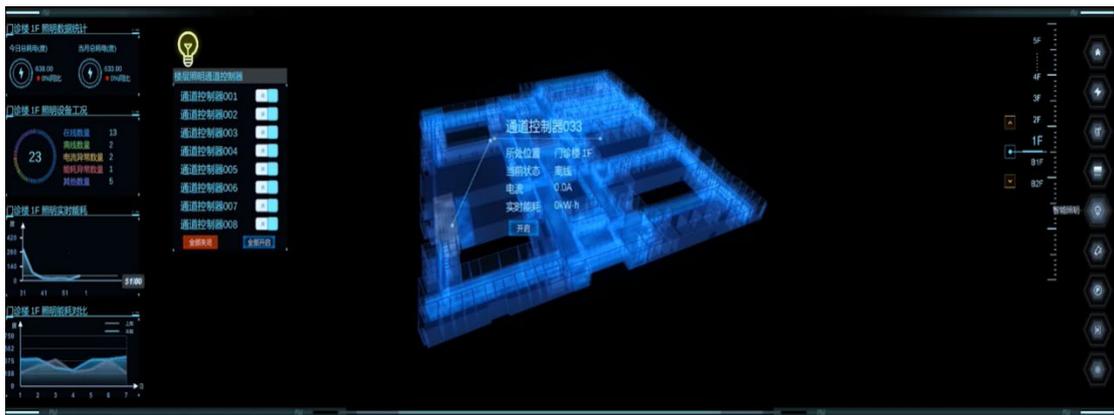


图 7-3 智慧照明

**智慧安防：**基于医院三维空间，结合安防系统一键实现安防末端设备信息查看、设备联动、远程操作和控制、应急预案联动等功能，通过点击功能集成按钮，实现实时监控画面查看，通过智慧医院管理平台可以对每个摄像机进行联动配置，在接收到其它系统如门禁、消防报警信息的同时进行相应的策略联动。

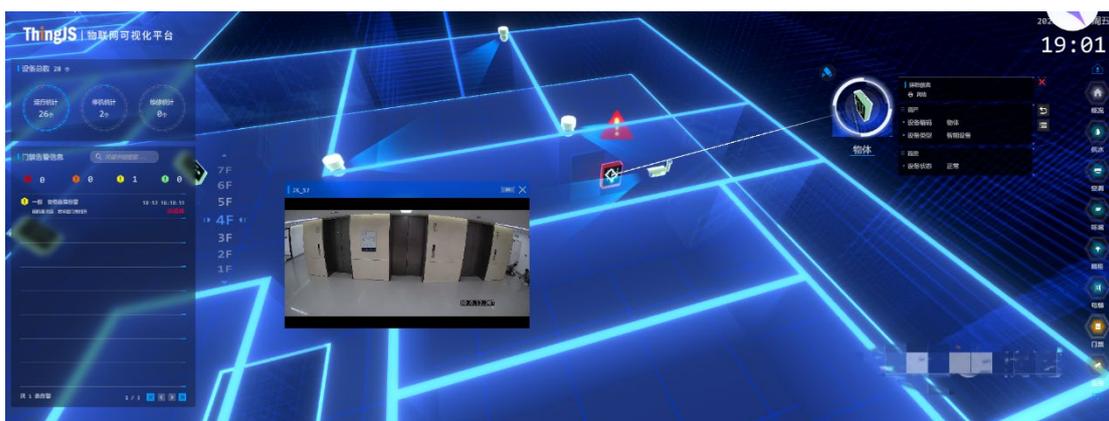
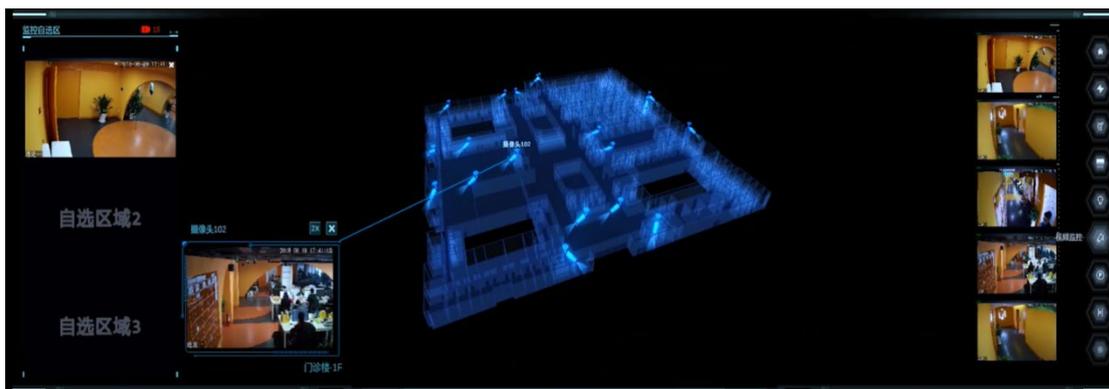
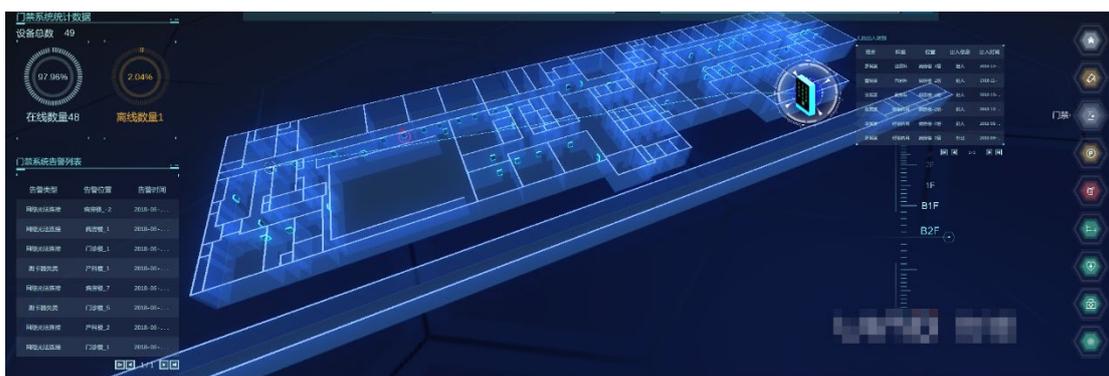


图 7-4 智慧安防

**智慧资产:** 结合医院三维空间实现智慧资产管理, 提供资产分布, 资产定位、资产轨迹, 并对接携物出门电子流系统, 实现资产非法出门告警定位的可视化呈现; 以列表或图表形式展示医院各类资产统计信息。点击具体资产 3D 模型, 可查看当前资产的资产信息、使用信息、预约信息。针对移动医疗设备, 结合加装硬件定位设备实现实时查看设备位置和使用状态。



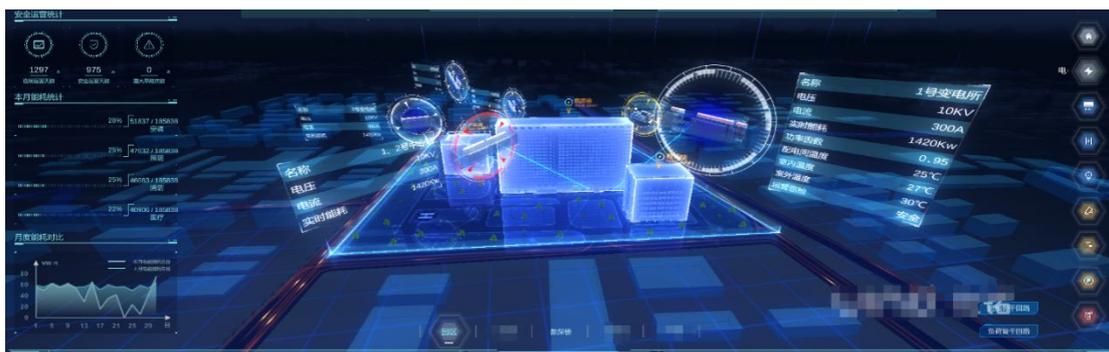


图 7-5 智慧资产

## 场景 2: 智慧服务

针对华西医院诊疗业务，依托于门诊住院大楼三维模型，通过对接医院信息管理各项业务子系统，将业务数据与三维场景进行有机融合，实现以下管理功能：

**智慧床位：**以可视化的形式展示医院床位信息，蓝色表示所属床位已有病人入住，白色则表示当前床位未被占用。此外，还可根据病人所需看护等级，对各个床位进行高亮区分。点击不同床位模型，能够实时显示当前病人的详细就诊及护理信息。



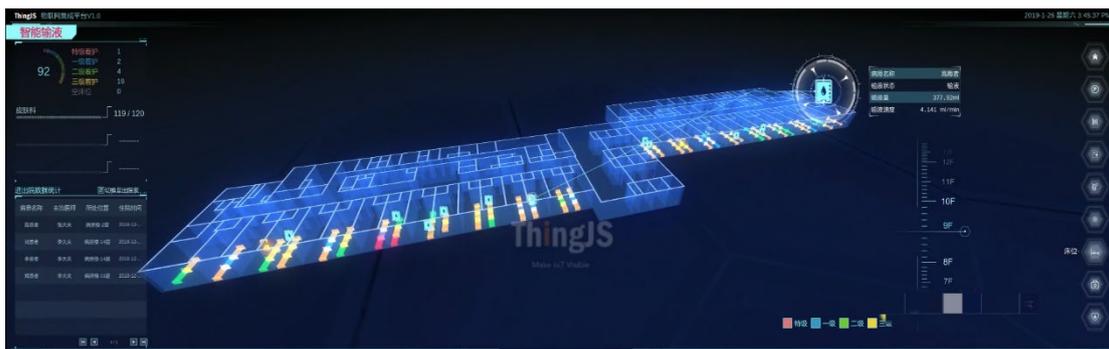


图 7-6 智慧床位

**智慧床旁：**通过为住院患者佩戴智能手环，实现基于可视化的方式查询病人所在位置。病人可以通过佩戴呼叫设备及时呼叫医护人员。医生可以通过手环实时监测到患者血压和心跳，同时可以显示当前输液状态。



图 7-7 智慧床旁

**智慧导诊：**以可视化方式体现楼层内科室的位置分布，基于三维场景的楼层结构，将楼层按科室进行划分，并在科室内部区分具体功能房间，且每个就诊房间目前的就诊患者、排队人数、坐诊医生等就诊信息。以便快速了解目前诊疗业务开展情况。

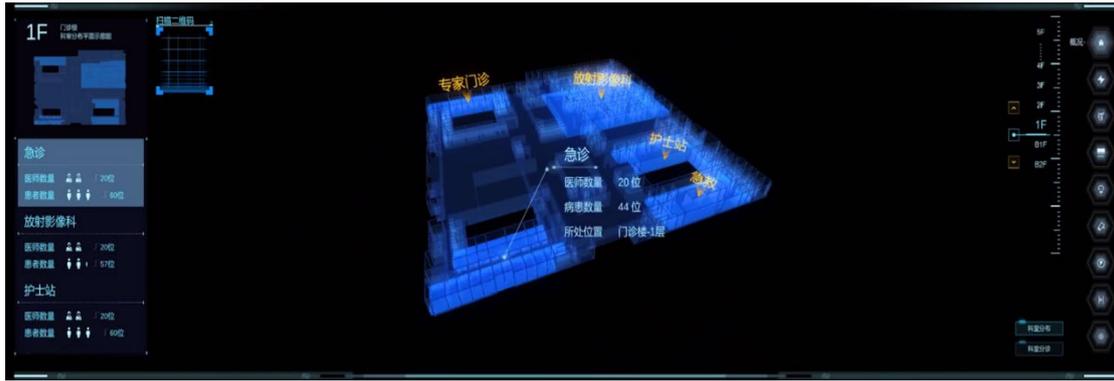


图 7-8 智慧导诊

### 3.案例总结

华西医院智慧医院三维可视化项目以数字孪生为理念，以三维可视化为特色，以物联网、大数据、人工智能等新型数字化技术为基础，成功构建智慧医院“大脑”。本项目通过接入后勤各业务系统的数据，将能效运营数据和控制能力打通，实现智能化能源管理，为园区节省了 20%以上能源；打通资产及安防管理平台，实现不同部门监控对象之间的联动互通，提升了日常管理效率，节省了约 10%人力工作量；打通了就诊业务数据及床位等资产管理信息，提升了医护人员工作精准度，提升了约 10%的服务效率。让运营管理人员更便捷、更灵活地定位问题、识别风险、进行根因分析；实现全院全量业务进行集中运营和管理，实现业务全路径管理。

## （八）成都高新区构建智慧治理中心

### 1.案例概述

成都高新区智慧治理中心，是数字孪生城市建设的新起点，利用数字化仿真、虚拟化交互等技术，通过对城市各方面的传感器布设，

实现对城市道路、桥梁、井盖、灯盖、建筑等基础设施的全面数字化建模，以及对城市运行状态的充分感知、动态监测，形成虚拟城市在信息维度上对实体城市的精准信息表达和映射。通过在“数字孪生城市”上规划设计、模拟仿真等，将城市可能产生的不良影响、矛盾冲突、潜在危险进行智能预警，并提供合理可行的对策建议，以未来视角智能干预城市原有发展轨迹和运行，进而指引和优化实体城市的规划、管理、改善市民服务供给，赋予城市生活“新智慧”。

## 2.典型场景

### 场景 1：三维模型构筑虚拟数字城市

成都高新区智慧治理中心，基于成都市高新区卫星影像或正射影像数据及高程数据（tiff 或 img 格式）、矢量数据包括行政区划、建筑地面轮廓、水系、道路、植被（shp 格式），构建成都市高新区城市三维模型。对建筑物、构筑物通过 GIS、BIM 等数字化手段形成血肉，搭载 IoT 物联感知形成神经系统，在三维可视化平台建立完整详细的城市运行状态，支持三维模型对象选择、智能摆放和实时动态更新，支持 360 度观察虚拟世界对象，实现三维场景和数据任意角度、位置的全方位观察。



图 8-1 三维模型虚拟城市

## 场景 2：可视化感知城市运行状态

成都高新区智慧治理中心全面感知和监测城市相关领域运行状态，实时研判城市特定区域出现的异常情况，利用虚拟服务现实，实现对城市规律的识别，辅助态势预测和政策制定，为改善和优化城市系统提供有效的指引。

(1) 经济运行风险预警。从宏观经济、区域经济、产业链不同维度，深度剖析高新区经济运行态势，对重点企业进行动态监测提前预警。



图 8-2 经济运行风险预警

(2) 环境保护动态监测。从宏观、中观、微观三个层面对高新区环保情况指标进行实时动态监测，对高新区管辖范围内的废水排放、空气质量指标、视频监控等多方面环境污染要素进行综合评价分析，实现生态环境重点污染源、生态环境动态变化的有效监管。



图 8-3 环保监测

(3) 应急指挥及时救援。常态管理下，可以实现现有救援队伍、救援专家、救援物资、救援装备一图可见；应急管理下，能够进行灾点快速定位，同时匹配对应的应急预案，接入灾害点附近天网视频，并且显示灾害点周围应急资源。



图 8-4 应急救援

(4) 重大项目确保推进。总体实现对高新区重大项目实现建设进度一图可见，对项目滞后情况进行统计分析。精细层面运用数字孪生理念，对高新体育中心实际建设程度进行模拟，同时可查看施工现

场监控视频，实现虚实同步运转，情景交融。



图 8-5 重大项目推进

### 场景 3：数字孪生优化未来城市治理

成都高新区智慧治理中心启动基于数据驱动的城市治理和城市运营，通过加载全量全域数据，在城市系统内汇集交融，基于数据全域标识、状态精准感知、数据实时分析等，来实现城市的模拟、监控以及控制，优化未来城市治理，提供更精准的服务，带动业务流程再造、管理模式变革。



图 8-6 城市治理

### 3.案例总结

成都高新区智慧治理中心建设，利用数字孪生技术实现智慧城市的管理，成功唤醒“沉睡”数据，以大数据为依据进行相关城市建设决策，实现以虚拟网络为现实服务的目的，达到智能化、现代化精准映射的要求，成为城市治理、民生服务、社会发展赋能的重要力量。

## 二、城市治理类应用

### (九) 数字孪生助力上海“一网统管”

#### 1.案例概述

上海“一网统管”致力于在保持各部门原有业务系统、工作格局基本架构的同时，通过数字孪生等技术与管理上的深度融合，打破信息壁垒。目前，该系统整合接入公共安全、绿化市容、住房和城乡建设、交通、应急、生态环境、卫生健康等领域 22 家单位 33 个专题应用，探索研发地图服务、气象服务、交通保障、应急处置等六大插件，为跨部门、跨系统的联勤联动增效赋能，初步实现“一网管全城”。

#### 2.典型场景

##### 场景 1：“一网统管”防疫专页

防疫专页由疫情发展、实时播报、区域地图、重要点位等四个部分组成。一张页面可以集中显示居民楼、商务楼宇、园区人员摸排情况，垃圾厢房、电子防盗门等消毒情况以及沿街商铺、小型工地、养老机构等所有街道和疫情有关的工作安排。区域地图和重要点位两个

模块相结合，哪片区域需要重点关注一目了然；商务楼宇中企业人事部门需要提前扫二维码上报企业返沪人员情况和复工时间，如区域内容缺失，业主第一时间会收到提醒，督促其上传信息。



图 9-1 上海市“一网统管”防疫系统

## 场景 2：疫情跟踪

在上海市公安局指挥大厅，“一网统管”平台正实时跟踪各高速公路口的车辆和人员信息。这里汇集了上海 22 家单位的 33 个业务系统，将云计算、物联网、人工智能等信息技术与社会治理深度融合。疫情发生以来，“一网统管”平台已获取确诊疑似患者、快递物流等 16 个维度的 3000 多万条数据。



图 9-2 疫情跟踪指挥

### 场景 3：居家隔离智能管理

基于数字孪生物联感知能力，构建“神经元网络工程”，在三维场景中实时感知社区状态，如智能门禁、电梯运行监测、视频监控、水质监测等。在疫情防控中，通过智能门禁实现居家隔离智能管理，保障社区人员严格遵守隔离要求。当有人违反居家隔离要求，擅自出门时，管理人员会及时收到报警信息。



图 9-3 居家隔离智能管理

## **(十) 基于北斗网格底座的“乌镇码”治理**

### **1、案例概述**

在世界互联网大会举办地浙江省桐乡市乌镇，基于北斗时空网格技术创建了乌镇治理“数字孪生一张图”数据底座，实现了乌镇多源异构数据的汇聚和展示；将北斗网格作为城市治理的精细单元，支撑乌镇全属性网格体系的构建，实现数据、业务、管理的内在统一；在此基础上创新性地开展“乌镇码”试点应用，为乌镇数字化治理提供“一码”服务。

### **2、典型场景**

#### **场景 1：数字孪生一张图展示**

基于北斗时空网格技术，利用网格三维建模技术，完成乌镇全域空间三维网格建模，并引接乌镇倾斜摄影数据共同作为展示底图，针对 GIS 数据、倾斜摄影数据、一户一档数据进行网格关联编码，支持乌镇治理全要素的“定位、定性、定量”的全方位标识，形成真正意义上的乌镇数字孪生“一张图”。



图 10-1 乌镇数字孪生底座

## 场景 2： 一户一档数据穿透查询

将数据编码后可进行基于网格的查询检索。按照以建筑物为单位，实现空间位置跨部门多源异构数据高效查询。例如，在“一户一档”数据管理应用上，点击建筑物，随即显示门牌、人员、住户等基础数据，这就从数据角度地解决了传统的三维模型能“看”但不能“用”的问题。

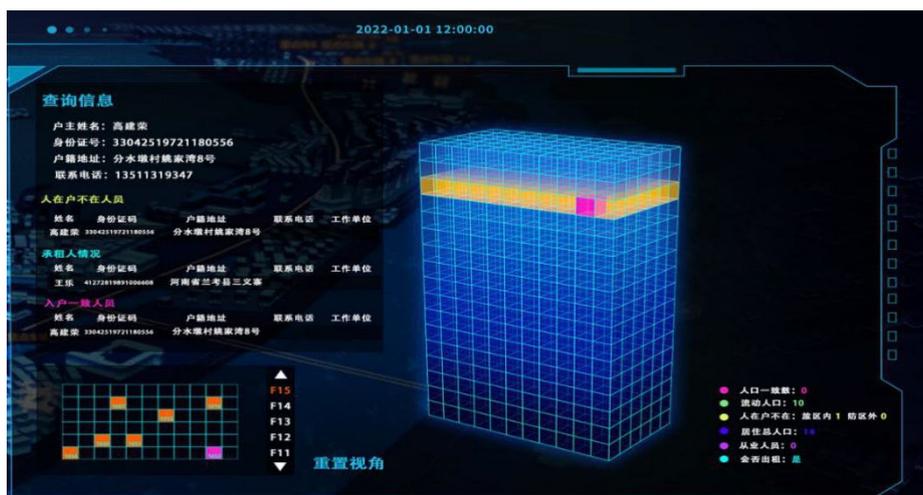


图 10-2 建筑物基础信息

### 场景 3： 乌镇码（城市码）服务

结合“乌镇管家”小程序的开发，建立乌镇码，为乌镇构建“一码”服务体系，可进一步实现一键设备报修，一键报警联动，一键上门服务等功能应用。

#### （1）设施管理码

使用微信扫一扫功能扫描设施管理二维码后，快速将电表、消防栓、路灯等城市部件上报维修信息给乌镇管家平台，方便工作人员的及时处置。



图 10-3 乌镇实施管理码

#### （2）旅行安全码

当旅行人员遇到应急事件需要救援时，通过旅游安全码将救援位置网格码快速发送给乌镇管家平台和综合管理单位。如设置紧急联系人后，也可以同时给紧急联系人发送位置救援短信，实现一键报警服务。

### 3、案例总结

本项目基于北斗网格数据底座实现了多源异构数据的组织、汇聚，将二维平面展示迭代至三维立体呈现，通过 5G+IoT 等技术获取“全域、全量、实时”大数据，形成动态鲜活的乌镇数字孪生“一张图”；结合应用平台开展了“乌镇码”（城市码）的试点，为进一步探索建立北斗城市码体系提供了实践支撑。

## （十一）铜陵城市超脑构建能力平台

### 1.案例概述

铜陵“城市超脑”是以市民需求为导向，以城市大数据为基础，以人工智能为工具，创新城市治理精细化。让城市管理者“看得见城市问题、听得见城市声音、感受到城市温度”，持续提升城市治理问题自动感知能力、持续提高跨领域复杂问题协同处置效率、持续夯实城市治理精细化和智慧化机制。

在摸清城市治理难点和痛点的基础上，本着“接地气、讲实效、求创新”的设计原则，打造出“1234”城市中台架构体系（1 个大数据中心；2 大重点应用：社会治理系统和领导决策系统；3 大能力平台：人工智能核心能力平台，能力共享开放平台，时空云平台；4 大配套设施：标准规范、运营管理、安全基础设施、IT 基础设施）。为新型智慧城市建设提供新时代基础设施和完善的框架体系，指导“城市超脑”项目稳步有序推进。

## 2.典型场景

### 场景 1：打牢城市数字底座

通过城市基础数据源的采集、数字孪生城市的开发、业务数据的集成融合三个步骤完成数字孪生城市的设计流程，在此基础上结合铜陵市城市治理的实际需求，建设了 50 平方公里的数字孪生底座和 7 平方公里的精细化建模。在全市数据资源整合统一的基础上，围绕城市中人、城市、事件之间的内在联系，通过地理信息空间、时间之间的关联融合，构建集空间约束、城市资源展现、时间追溯、层次关联、事件监测五维一体的城市信息模型框架体系，为铜陵“城市超脑”提供空间 GIS 服务、城市信息全要素服务和全景仿真服务。

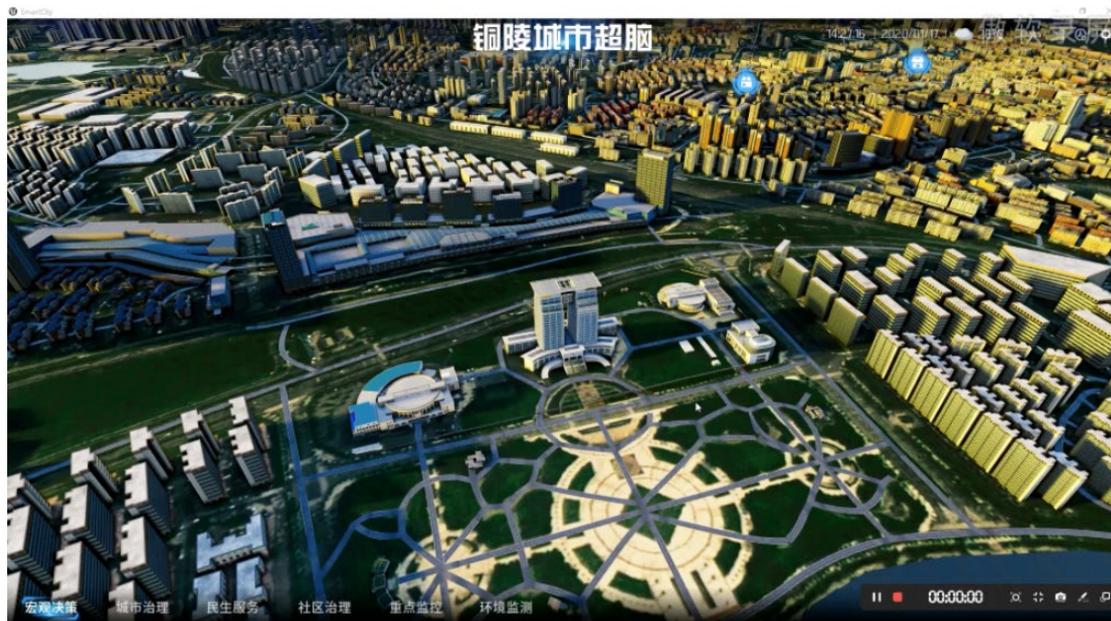


图 11-1 铜陵“城市超脑”数字底座

### 场景 2：打磨集约能力中台

集约建设城市级业务中台、数据中台和智慧中台，稳步提升城市通用能力水平，统一接入各业务可复用的个性化能力，同时按需求对

政府各部门统一开放能力使用权限。通过全域数据整合、全面数据运用、全局应用支持，构建面向局部智能的 AI 能力体系，实现从局部应用到整体交互的智能升级，将海量的 AI 能力和 AI 场景服务化、标准化，建成全数据、全业务、全流程、集约化的城市级能力中枢，提高社会治理的协同性和有效性，全面支撑城市大脑的智慧场景应用。

### 场景 3：打造场景核心体系

铜陵“城市超脑”规划了 50 个智慧场景，首期涵盖城市管理、社区治理、重点安全、民生服务、生态环保、宏观决策 6 大类 27 大智慧场景，已上线试运行，并在疫情爆发时迅速上线了疫情态势分析、周边疫情地图、智能客服疫情问题解答、农贸市场未戴口罩预警、超过 5 人聚集预警、非接触式体温监测 6 个抗击疫情专题场景，支撑抗击疫情、助力复工复产。



图 11-2 基于数字底座的城市精细化治理场景

### 3.案例总结

铜陵“城市超脑”通过智慧场景的试用，解决了城市管理中出现的很多实际问题，主要的建设成效有三个方面：一是城市治理效率的提升，原先依赖于人工，每起事件的平均处理时间需3-4天，每月最多处理100余起事件，事件增加量达到900%，铜陵“城市超脑”上线试运行后，每起事件仅需一天即可完成，每月平均可处理1000余起事件，流程时长缩短约70%。二是城市治理机制的创新，通过非现场执法，将难以及时处置的治理事件，通过图片识别和数据分析结果作为“非现场处罚依据”，定期非现场行政处罚。此外，还探索了柔性执法模式，对于轻微违法行为，比如店外经营、违规户外广告牌等事件，智能识别对应的店铺信息，自动向登记的店主手机发送提示短信，劝导店主及时自行恢复街面秩序。两种治理机制的创新都极大节省了人力、物力，提升了工作效率与问题处理效率。三是实现了三大历史性跨越，数据治理能力实现了从政务大数据到城市大数据的跨越，城市管理水平实现了从人工排查到智能发现的跨越，社会治理机制实现了从分散治理到协同治理的跨越。

## **(十二) 福州北斗小镇新冠疫情精准防控**

### 1、案例概述

针对福州市北斗小镇园区，新冠疫情精准防控网格管理系统以北斗时空网格技术为支撑，建立园区三维网格数据图模型，结合室内定位技术，实现园区人员数据的时空轨迹精确追踪，提供密切接触人群

的精准筛查管理。

## 2、典型场景

### 场景 1： 人员位置三维实时展示

登陆系统后呈现的是系统数据监控视图，可以看到当前的入园登记人数、访客人数以及系统登记人数等总体情况，也可看到当前人员的三维实时分布情况。选择 1 号楼打开透明大楼模型，呈现当前人员在 1 号楼的分布情况和实时动态变化。



图 12-1 人员分布情况和动态变化

### 场景 2： 密切接触人员精准筛查

根据人员的位置信息，系统自动生成目标人员的时空轨迹图。通过轨迹交叉分析（接触距离阈值可设定为 50 米等任意数值），实现密切接触人员的精准筛查。例如输入李翠兰，系统生成李翠兰在某一时段的活动轨迹及密切接触人员名单。

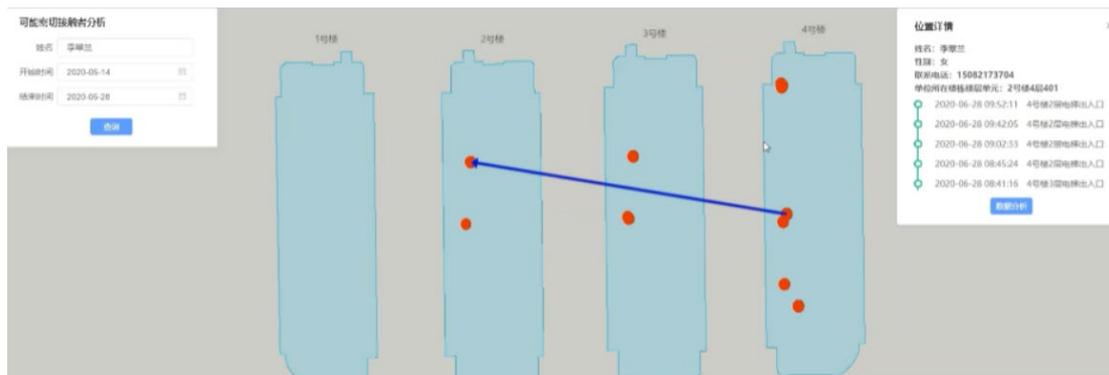


图 12-2 活动轨迹与人员名单

### 3、案例总结

通过新冠疫情精准防控网格管理系统，支撑园区管理者快速定位疫情密切接触人员，通过精细时空轨迹计算分析，将现有“健康码”街道尺度粗范围排查提升为精细距离（如 50 米）管控，极大地缩小了可疑群体的筛查范围，减小了对正常人群工作生活的干扰，有助于在做好园区防护工作的同时确保园区的正常生产运转。该系统对当前提高疫情防控水平、助力城市复工复产具有重要的意义。疫情结束后，该系统还可广泛应用于重点人群监控、园区安防管控、车辆管理精细化等多个领域。

## （十三）深圳坪山搭建城市北斗网格底座

### 1.案例概述

在深圳市坪山区智慧城市建设中，本项目以北斗网格作为城市数据管理的精细单元，对坪山区基础地理信息数据及典型区域建筑、房屋、人口、法人等数据进行网格编码与关联，在智慧坪山时空信息云平台的已有基础上打造北斗网格数据底座，实现全域空间跨部门专题

数据汇聚整合、多图层高效穿透查询与分析以及典型区域的三维网格数据图构建。

## **2.典型场景**

### **场景 1：业务网格划分更新**

不同业务有不同的业务网格划分，管理过程中经常发生调整，由此造成原有数据的关联更新相对复杂繁琐。在不推倒、不重构现有业务数据库的前提下，基于网格索引库，针对业务网格与北斗数据网格进行快速匹配，可实现网格数据的动态汇聚和归属关系的实时更新。

当行政权属变更或者其他原因引起业务网格重新划分时，系统自动更新索引关系，通过网格编码匹配，将各类数据（人口、设施、事件等）自动关联到新划分的业务网格中，网格数据无需随业务网格的变更而迁移。

### **场景 2：室内数据属性关联**

通过三维网格模型，实现室内数据的关联展示。下图是某小区楼栋与其居住人口数据的汇聚展示，其中，黄色的网格代表人口数据。

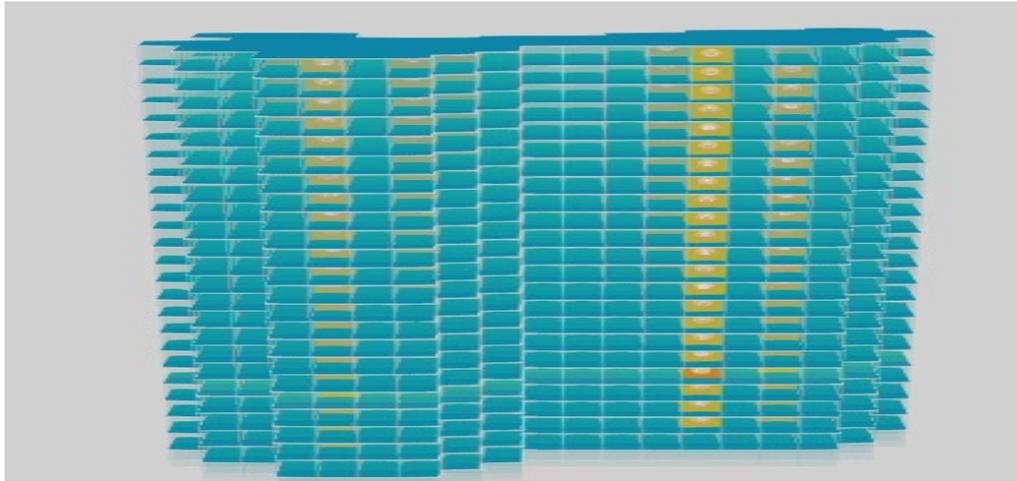


图 13-1 人口数据展示

选择某小区楼栋号及户号,即可查看其人口数据包括居住人员姓名及民族信息等。同时,系统提供根据专题数据反查所在网格的功能。用户输入人口信息,即可查看他所居住的房间的网格位置。

### 场景 3: 精细网格热力图动态展示

以北斗网格作为数据管理精细单元,提供热力图动态展示。

(1) 实时热度变化展示: 各包含空间位置的数据以网格为单位(最小粒度可到厘米级),展示精细空间热度,每一个网格都是一个热力图数据集,随网格中数据变化而变化。

(2) 数据热力趋势动态展示: 城市热力网格支持对热力数据动态展示,可展示任意时间段的的城市数据态势变化情况。

(3) 多源综合热力数据展示: 城市部件、综治、事件多源数据单独及多源结合展示。

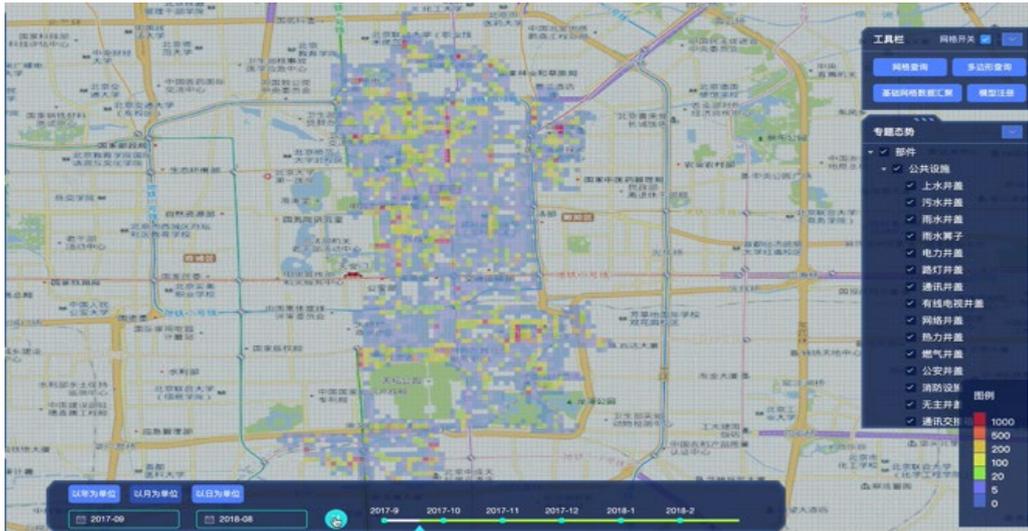


图 13-2 网格化热力图

#### 场景 4：网格数据精细分析

通过数据分析模型，针对网格数据图内包含的部件、综治、事件等数据进行趋势分析、关联分析以及相互之间的拓扑关系分析，得到城市精细大数据分析结果。

##### (1) 数据趋势分析

从数据时间、空间及热点（如垃圾、群体聚集、投诉等方面）将数据变化趋势通过图表及网格地图展现出来，用户可直观的看到区域的发展趋势变化。

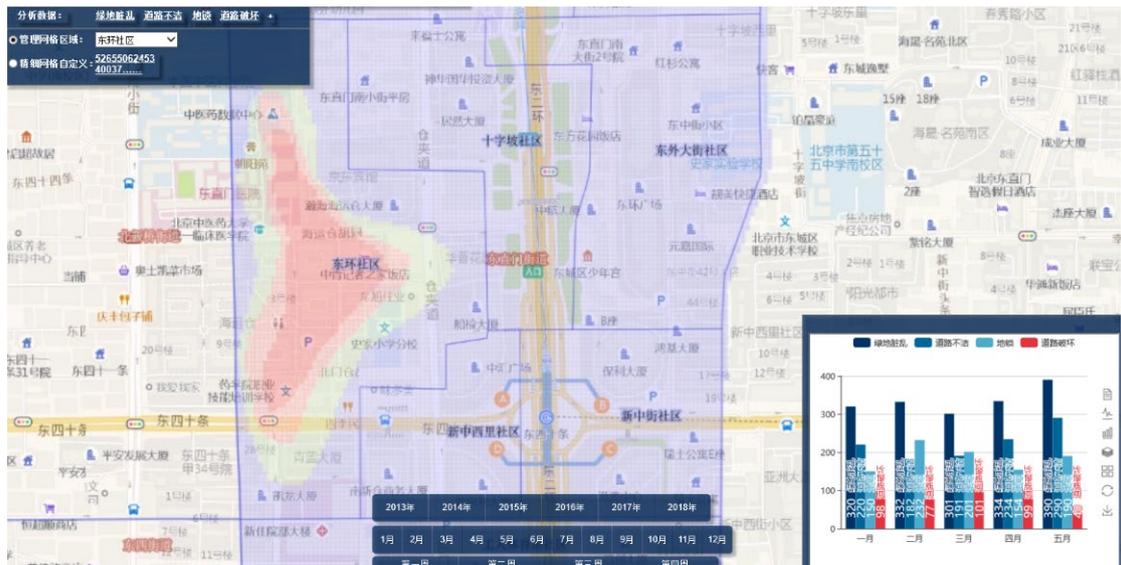


图 13-3 网格化精细分析

## (2) 数据关联分析

通过主成份分析等工具将多类数据相互之间的关联关系进行排列展示，将数据变化所受的要素影响程度，通过图表及网格地图展现出来，用户可直观的看到某一项指标变化的主要因素。

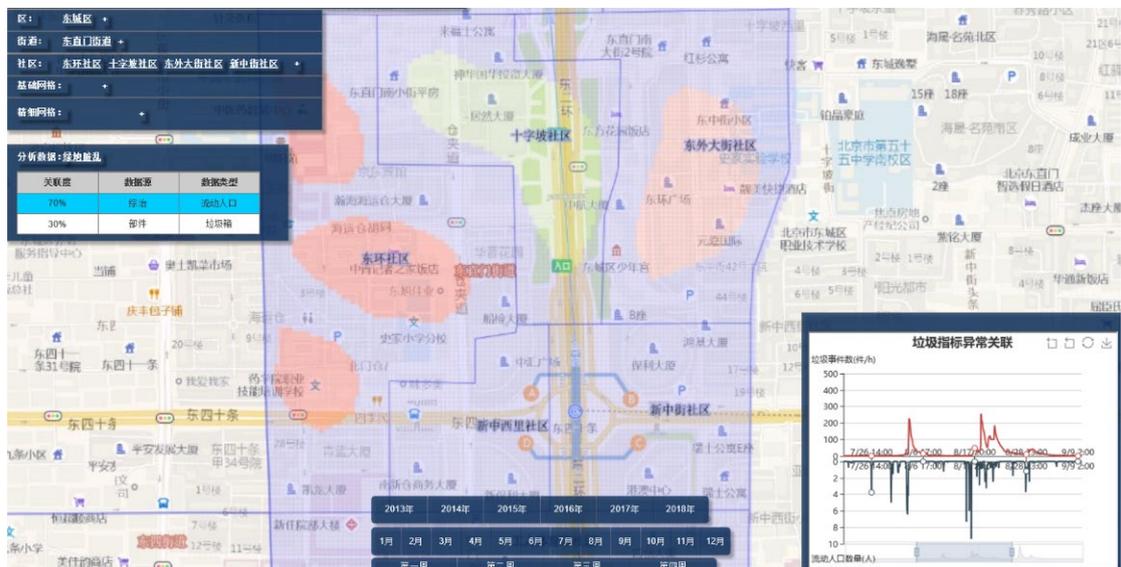


图 13-4 数据关联分析

## 3.案例总结

本项目采用北斗时空网格技术，将网格内的人、地、物、事、组

织等全要素信息承载在北斗网格中，实现了空间网格、数据网格和管理网格的统一；在三维网格数据图组织汇聚多源异构数据的基础上，将进一步为各部门提供数据共享交换，面向公众提供网格化大数据分析增值服务，将极大地提升城市精细化治理水平，促进大数据产业的发展。该项目在各地数字孪生城市建设都具有非常强的推广复制价值。

### 三、规划建设类应用

#### **(十四) 雄安新区规划建设 BIM 管理平台**

##### 1、案例概述

2017年4月1日，中共中央、国务院决定设立河北雄安新区，这是以习近平同志为核心的党中央作出的一项重大的历史性战略选择，是继深圳经济特区和上海浦东新区之后又一具有全国意义的新区，是千年大计、国家大事。

雄安新区着眼建设北京非首都功能疏解集中承载地，创造“雄安质量”和成为推动高质量发展的全国样板。同时，为进一步贯彻落实《河北雄安新区规划纲要》“坚持数字城市与现实城市同步规划、同步建设，打造具有深度学习能力、全球领先的数字城市”的要求，坚持“世界眼光、国际标准、中国特色、高点定位”的理念，围绕城市“规、建、管、用、养、维”全生命周期数字化监管，在全国范围内率先开展了“雄安新区规划建设 BIM 管理平台”（以下简称“BIM 平台”）建设，实现了“全程在线、高效便捷，精准监测、高效处置，主

动发现、智能处置”的数字化城市规划、建设、管理一体化的新模式和国家自主产权的数字城市规建管平台，为数字城市与现实城市同步规划、同步建设奠定了坚实的基础。

## 2、典型场景

### 场景 1：方案会商会审

雄安新区 BIM 平台遵循城市生长周期的客观规律，结合“总体规划-控详规划-方案设计-施工监管-竣工验收-运营监测”六大管理阶段的闭合流程，以数字技术对管理附能增效，创新提出了雄安新区“6个 BIM”，即 BIM0（现状空间）、BIM1（总体规划）、BIM2（控详规划）、BIM3（设计方案）、BIM4（施工监管）和 BIM5（竣工验收）。

其中，在 BIM3 阶段，平台提供设计多方案比选的会商会审服务，对项目设计方案的空间布局、建筑高度、建筑风貌以及相关设计参数的多层次、多维度对比。同时，结合上位规划管控要求，通过将各级各类管控要素数字化，实现了设计方案各类设计参数的自动审查。



图 14-1 雄安新区 BIM 审查

以建筑风貌为例，雄安新区通过创新研发的公开数据格式——XDB，实现了建筑 BIM 模型各类要素、参数（如室内结构、外立面结构、材质、色彩等）轻量化、无损化转换存储。然后通过数字孪生可视化展现，可以更加准确地、更加写实地为领导、行业专家、项目审批人员提供决策辅助支撑。

方案会商会审也支持二三维一体化展示，通过叠加总规控详规与三维方案，实现可以在不同场景中搭配园林、路桥、建筑群、光照等要素，选择飞行、俯瞰、环视、漫游不同浏览方式深度体验、分析设计方案。

方案会商会审不仅仅是视觉的展示应用，还有更深层次的语义应用，通过调阅方案对应项目审查体检单，以及上位各类规划的管控指标如用地面积、主功能建筑面积、建筑密度、计容建筑面积、贴线率等。

## **场景 2：施工智能监管**

在 BIM4 阶段，雄安新区 BIM 平台在进行施工模型审核备案的基础上，更创新地将施工现场管理纳入平台监管范畴。一方面是施工单位在项目开工前，必须按照统一标准要求向行政主管部门提交施工现场三维场库模型。另一方面是通过与雄安新区工程建设智能监管系统的对接，实现施工现场人、机、料、法、环各类数据的互通共享。

同时，为了贯彻落实《河北雄安新区规划纲要》中“适度超前布局智能基础设施，推动全域智能化应用服务实施可控”的要求，雄安新区联合国内 50 多家企业研发了具有雄安自主知识产权的智能基础

设施—X-Hub（边缘计算终端），并将 X-hub 创新引入到施工工地管理应用中。通过 X-hub 的部署应用，一方面实现施工现场前端设备（视频摄像头、机械设备）的根据不同场景的自主控制、系统更新，另一方面是数据的汇集、分发、传输，实现了平台与前端物联网设备的直连，保证了各类物联网数据的准确性和及时性。进而实现了从规划一张图向规划建设监管一张图拓展。



图 14-2 雄安新区规划建设管理平台

未来，雄安新区 BIM 平台在数字城市的基础上将进一步加大力度研究 AI（人工智能）、AR（增强现实）等技术的应用，开展创新研究基于 AI 的城市风貌智能管控新模式，通过人工智能的算法学习，辅助专家决策，使雄安新区管控和治理越来越智能。

### 3、案例总结

从雄安新区 BIM 平台 BIM3、BIM4 阶段方案会商会审和施工智能监管两个简单的应用场景总结来看，数字孪生技术是需求为导向，整合 GIS、BIM、IOT、大数据、AI 等新一代信息技术，通过统一平

台、统一度量衡、统一标准，为城市规划、建设、管理、服务、运维附能提效。

总的来说，雄安新区在数字城市规划建设过程中，以政府管理为导向，结合城市全生命周期成长规律，以规划建设 BIM 管理平台建设为核心，构建数字城市空间基础底板，为未来全球领先的数字城市建设奠定了坚实的基础。未来，随着雄安城市规划建设推进，逐步将社会经济活动数据与城市空间数据进行融合，形成与物理空间全要素、全空间、全时相同生共存、虚实交融的数字“孪生城市”，实现对城市数据的汇聚、融合和分析，集中为城市决策和行业应用提供服务，满足城市治理和人民福祉提升的需求。

## **(十五) 新技术推动不动产登记三维可视化应用**

### **1. 案例概述**

随着科技的发展，云计算、大数据、时空 GIS 技术、新型测绘技术的出现和发展，特别是倾斜摄影测量建模技术的发展成熟，使构建大范围的三维自然资源和不动产登记系统成为可能，因为倾斜摄影测量建模技术具有大范围快速建模、建模成本低、能真实反映地物的实际情况等优点。因此将以上所有的新技术进行融合利用，能够高标准地完成自然资源和不动产登记三维可视化应用。

本次试点项目的以下五点建设目标：

(1) 探索解决自然资源和不动产三维调查登记建设中的难点，梳理登记流程和完善标准规范；

(2) 研发一套适用于自然资源和不动产三维调查登记的软件；

(3) 解决二维空间调查登记存在的不足，总结利用三维手段如何实现最优的调查登记解决方案；

(4) 扩大自然资源和不动产登记信息的应用范围，满足生态文明建设和城市智慧化管理需要；

(5) 最终制定一套完整的建设管理、应用机制。一一为自然资源和不动产登记由二维平面向三维空间转型提供高效、便捷、低成本、可复制的实践经验。

## 2.典型场景

### 场景 1：基于 AI 识别技术的老旧资料整理

对于历史存量的分层分户图老旧资料，目前均以 PNG、JPG 格式存在，且数量巨大，传统的手段就是用人工在图上矢量化，而城市的数据量非常大，在这个项目上通过利用 AI（人工智能）识别技术，采用基于卷积神经网络等深度学习方法快速实现矢量化转换，以此来解决大量的使用人工矢量化化的问题。

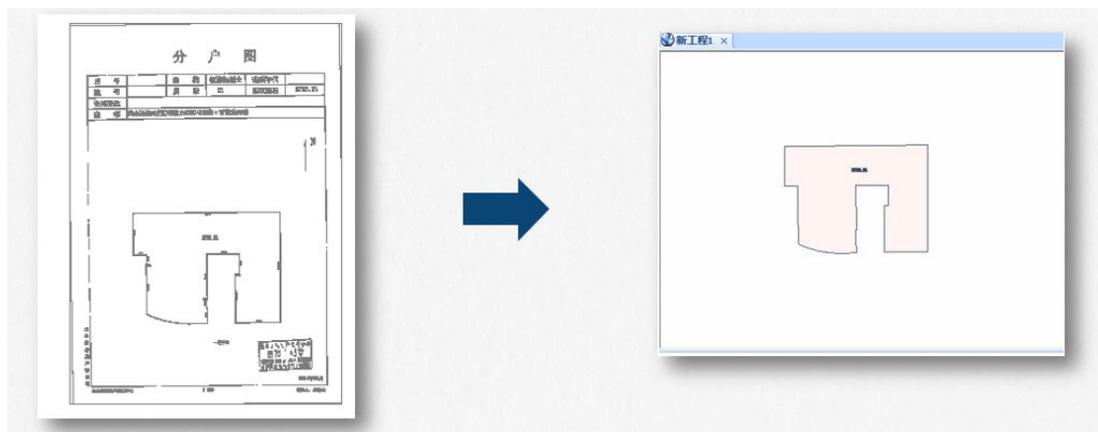


图 15-1 基于 AI 识别的老旧资料转化

## 场景 2：多尺度二三维一体化数据整合与处理技术

采用 GPU 和 OpenGL 的多层分辨率传输及实时渲染技术，实现二三维一体化不动产登记的基础空间数据、权籍调查成果数据在立体空间多尺度一体化展示。大尺度下展示城市、自然资源、街道整体的三维建筑群形态，小尺度下展示三维楼盘户单元的权属及登记状况。研究多尺度二三维一体化数据的整合与处理技术，是实现二三维一体化应用系统的坚实基础。

## 场景 3：利用三维可视化手段助力不动产登记

三维可视化及空间分析技术，在登记过程中对不动产单元情况的判定起到了很大的作用。首先是各种浏览查看功能。比如二三维分屏联动查看；右上角是对于一个户进行透视查看，可以看到它的三维模型内部场景、二维平面图、以及在整栋楼所在的位置；左下角这张图是对一栋楼的登记状态采用不同的颜色进行显示，能够掌握整幢楼的登记情况；右下角这张图是幢的透视，我们可以选中某一层楼后，该层以上的所有层都不显示，能够查看该层楼整层的内部结构。

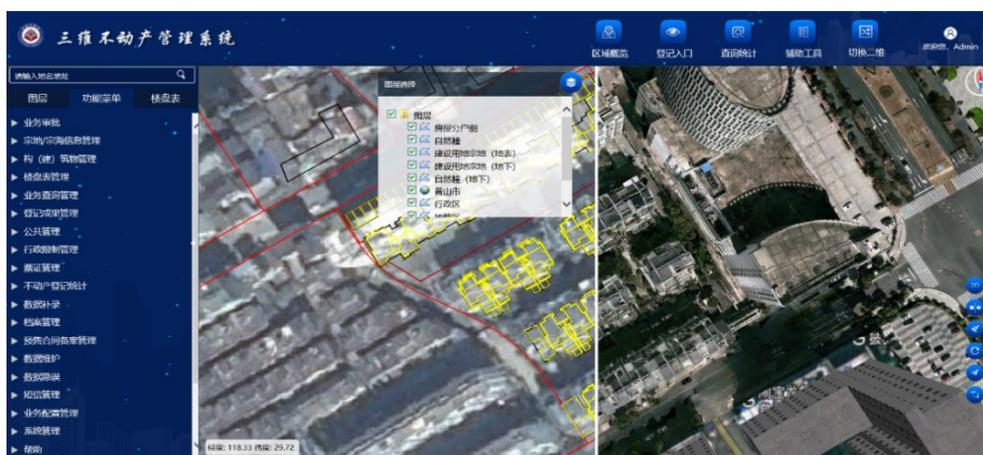


图 15-2 2D/3D 分屏联动



图 15-3 透视查看

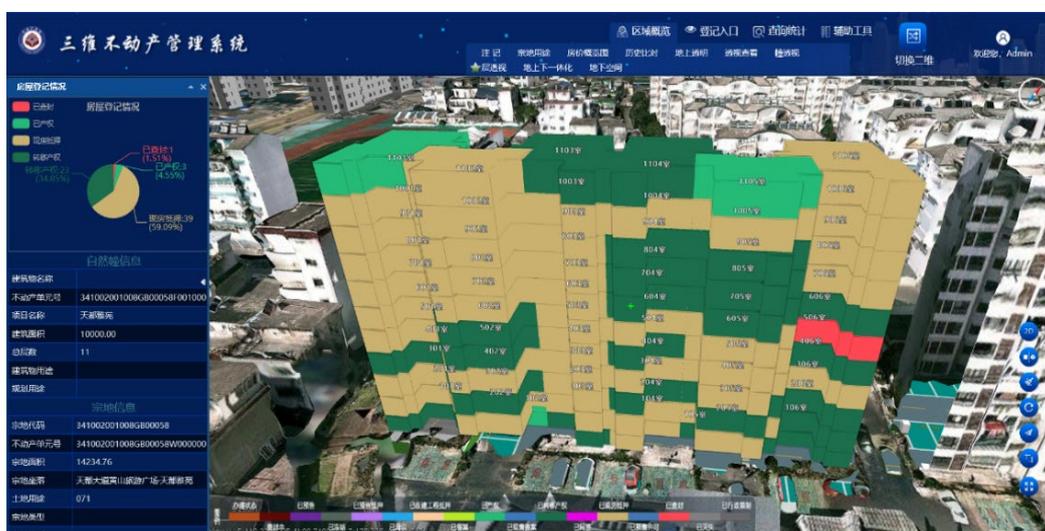


图 15-4 不动产登记状态查询

在不动产登记中，还包括了很多三维空间分析功能。比如三维缓冲区分析，可以统计一定三维空间范围内的不动产情况。房屋通视分析、房屋阴影分析，为评估房屋价值提供依据，可以把数据共享给银行、税务等部门。左下角的面积检测是在办理登记业务的时候，对报上来的不动产单元面积与楼上楼下的已登记的不动产单元面积进行对比，检测报的面积是否有问题。



图 15-5 三维缓存区分析

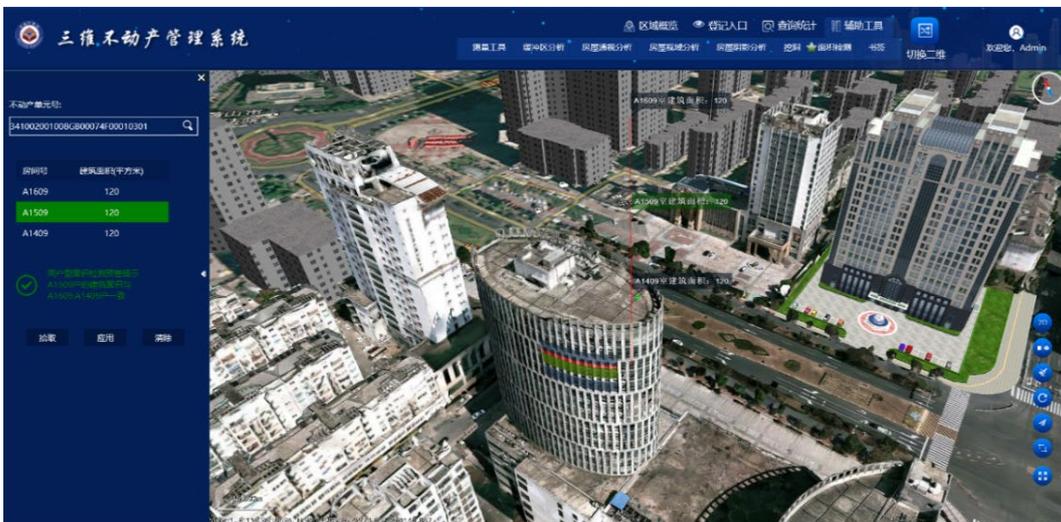


图 15-6 面积检测

#### 场景 4: 三维不动产登记手机客户端 APP

建设三维不动产登记手机 app 程序，利用身份认证、人脸识别等安全认证实现不动产登记的“24 小时”不打烊的查询和业务受理，同时通过与“皖事通”对接，结合三维不动产场景，实现不动产登记的三维申请、缮证，将现实场景直接利用三维的形式进行展示，让老百姓能够直观的了解和查看自己的不动产信息。

## 场景 5：智慧不动产数据共享

以不动产单元为根探索一种数据成果共享的机制，以不动产单元为唯一锁定的客体，将不动产单元代码作为连接所有相关数据的纽带，与公安、工商、税务、住建、银行等建立起关联关系，形成跨部门、跨行业、跨地区的大数据知识图谱，可以挖掘出大量有价值的信息。例如将人口、法人信息附加到三维不动产成果上来，能够以三维的形式挖掘人口分布规律、流动状况以及企业分布特征等，对城市发展的决策制定提供依据。

### 3.案例总结

本次试点项目的开展，具有重要的建设意义：

（1）由二维到二三维一体化的转变，利用 AI 技术，缩短了 80% 的工作时间，提高现有不动产登记的水平及工作效率，使不动产登记信息的管理更加智能化、精细化；

（2）利用三维可视化调查登记成果，能够更好地理清当事人之间的不动产权利界限、减少权属纠纷，有效保护权利人合法的不动产权；

（3）山水林田湖草等自然资源，是建设美丽中国、深化生态文明制度改革根本载体。在不动产登记不断完善的基础上，构建自然资源登记业务，可以有效推进自然资源管理法制化与生态文明建设；

（4）通过试点项目的建设，形成一套完整的数据成果共享机制和标准规范，为其他部门、行业提供三维不动产登记信息服务，为智

慧城市建设奠定三维信息化基础。

## 四、安全与应急类应用

### **(十六) 滨海新区建设数字孪生城市示范区**

#### **1. 案例概述**

2019年泰瑞数创携手紫光云，在滨海新区以善政、惠民、兴业为目标，基于数字孪生技术，打造1+4+N新型智慧城市建设体系，“1”即一个“城市大脑”，“4”即“智慧政务、智慧经济、智慧城市和智慧民生”，“N”即迭代开发的智慧应用系统。基于孪生映射、镜像城市技术，构建30平方公里数字孪生城市示范区，对滨海新区指定范围的30平方公里实现实景三维模型建设，10平方公里实现数字孪生语义模型建设；在数据基础上基于数字孪生平台实现城市大脑运行管理中心系统、大型活动安保系统、消防应急系统、城市规划系统、智慧工地系统、社会治理闭环处理系统、园区BIM楼宇系统、能耗管理系统等数字孪生的信息化建设。

#### **2. 典型场景**

##### **场景 1：危化品全域监管**

针对天津滨海新区危化品安全生产问题，基于智慧滨海数字孪生底座，从危化品的生产、仓储和运输，打造全域监管平台。对滨海新区的危化品厂进行三维实景展示，数据分析，运输全流程监测，应急决策，帮助区领导摸清家底提供了数字化呈现。建设内容主要包括相

关模型数据建设和基于静态业务数据及模拟数据的对危化品企业安全生产监管、危化品运输仓储全生命周期监管、危化品事故应急处置监管。

**危化品监管一张图：**在一张图上标注全区 103 家危化品生产企业、233 家仓储企业和 75 家物流企业的信息，可以非常直观地看到本区危化品企业的分布位置，来更好地摸清家底。



图 16-1 危化品全域监管

**危化品实时感知监测：**展示危化品从原料到生产、仓储、运输各环节的可视化的监管情况。通过对储罐的温度、压力进行实时感知，当它发生异常情况时，系统会自动报警。

**仓储管理：**通过出入库实名制管理和物联网监测，实现 1 秒出单，可以随时掌握危化品是什么、有多少、在哪里。

**危化品运输管理：**在全区 2739 辆危化品车辆上安装了智能监控设备，随时查看车辆的位置、线路和驾驶状态。同时，在司机的驾驶舱里，安装了辅助驾驶系统，对司机的危险驾驶行为通过对讲及时警

告，并记录在案生成车辆安全评估报告，为教育、培训和处罚提供依据。

**应急演练：**基于数字孪生场景，实现应急预案的编辑制作和虚拟演练，支持根据不同的事故进行多方案、多时间模式的预案编辑，包括力量部署框架、应急出口及周围可用应急资源分布等。



图 16-2 危化品全域监管

## 场景 2：三维便民服务响应

系统按照“服务群众零距离，解决问题无时差”的要求，及时发现和解决群众的各种诉求，提高政务服务效率，助力打造十五分钟便民服务圈。各渠道反馈的事件实时标注在孪生城市中，在一张图上全景呈现事件处置的全闭环流程。网格中心对城市的管理模式进行了探索性突破，接入雪亮工程视频信号，可以实时通过视频发现违规占道、井盖缺失等问题，对于其他渠道上报的事件，可以及时调取周边的视频点位，了解发展态势。通过视频结构化分析，大大增强了城市管理

发生事件的处理效率。

**案件监管分析：**根据案件发生地理位置，在三维场景中进行标注展示。按照案件类型、区域、时间等进行统计分析。



图 16-3 三维便民服务响应

**网格员管理：**展示全区 539 名专职网格员、80 名坐席员、2306 名兼职网格员的网格队伍基础信息，展示网格员处理案件数量统计数据，构建并展示网格员画像，对网格员定期考核并记录考评分。支持实时电话、视频连线网格员。

## (十七) 数字孪生助力消防提高应急救援能力

### 1. 案例概述

由优诺科技承建的北京市朝阳区消防救援支队三维预案智能应用建设项目，通过数字孪生技术，构建重点消防单位的预案场景、建筑、消防设备并实现逐级可视，设计和配置消防管理范围内的相关建筑和各类消防设备布局，允许消防人员自由创建各种典型消防救援的 3D 仿真场景，帮助朝阳消防救援支队对辖区的 32 个重点单位进行了建筑场景搭建，包括国家会议中心、北京会议中心、工人体育馆等，真实高效地进行各类消防预案演练。针对每年的“两会”、亚非论坛

等大型活动，编制重点安保场所可视化三维安保预案，在场景中设计和配置安保范围内的建筑和安保设备，高度还原真实世界，根据完整可视化安保预案，可实时部署力量，保证指挥与力量部署的精准化。

## 2.典型场景

### 场景 1：日常训练制作虚拟仿真演练场景

消防员平时以体能训练为主，利用平台制作多套制作虚拟仿真演练场景，自己动手做过的记忆力更加深刻。演练现场通过虚拟仿真技术现场介绍演练内容，有利于官兵们更直观的理解所管理场所的实际情况，使得官兵们不止能勇敢作战，还能在头脑中迅速形成救援方案。



图 17-1 虚拟仿真演练场景

### 场景 2：战例复盘快速还原事故现场

事后战例复盘，可在数字孪生平台上进行，将火情的前因后果迅速制作出来，不论是内部总结分析，还是外部沟通宣传，都形成了更加迅捷主动的环境，提升相关单位及民众对消防队伍的信赖。将事后战评步骤以动画方式自动播放演示，方便查看战评过程

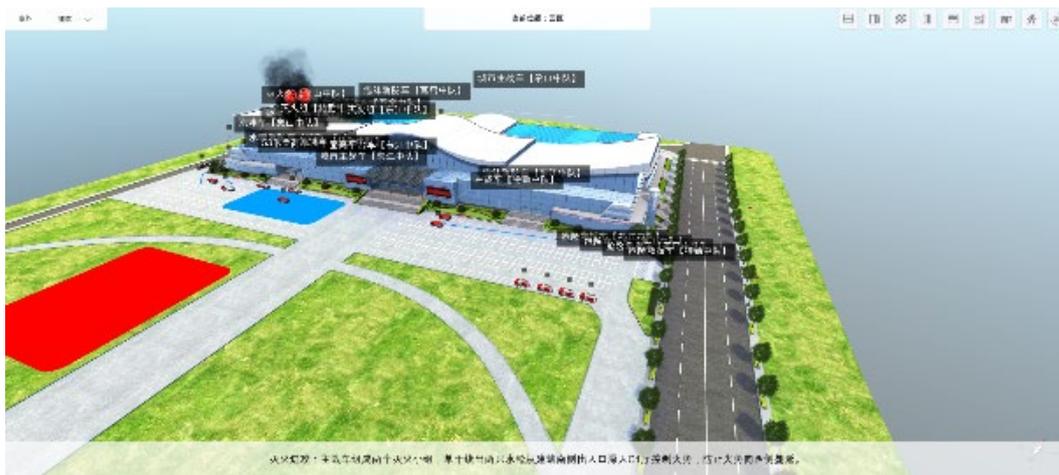


图 17-2 事故现场还原

### 场景 3：大型安保制作三维安保预案

针对大型活动安保任务，可在数字孪生平台上进行，重点安保单位编制可视化三维安保预案，自由创建各种类型安保的 3D 仿真场景，并在场景中设计和配置安保范围内的建筑和安保设备，高度还原真实世界，使相关人员全面了解周边安保设施、交通路线，熟悉现场环境、建筑结构。



图 17-3 三维安保预案

## 场景 4：日常工作编制数字化预案

消防员日常工作，针对高地大化等重点消防单位编制数字化预案，可在数字孪生平台上进行，自己创建各种类型的 3D 仿真场景，并在场景中设计和配置消防管理范围内的建筑和消防设备，还原真实世界。满足了消防员日常“六熟悉”需求和数字化预案实战应用。



图 17-4 消防单位数字化预案

### 3.案例总结

通过数字孪生三维预案智能应用平台建设，大大降低支队三维预案制作成本，平台提供简单快捷的 3D 场景自主搭建能力与丰富的模型库，让基层消防员经过简单培训后快速掌握，把复杂的三维预案制作工作分配到基层消防员，降低三维预案制作的成本达 50%以上。弥补之前文本及二维应急预案体系的不足，基于三维平台的消防应急预案系统可以对消防预案进行全方位的三维展示，为高效消防应急救援提供技术支持；同时通过三维仿真系统可以真实再现消防预案火灾现场情况以及人员疏散和灭火救援情况，实现了“平时”消防演练和“战

时” 应急指挥过程管理和控制一体化，使得消防救援有据可依，更加安全、真实、科学、智能，提升预案管理效率达 30%以上。对重点消防单位编制了可视化消防预案，使消防人员在进入火场前，全面了解火场周边消防设施、交通路线，熟悉现场环境、建筑结构；指挥官根据完整可视化预案，在指挥现场可实时部署救援力量、实时、准确计算辅助决策需要的物资数据，不再是盲目的估算，保证指挥救援及力量部署的精准化，提高应急救援能力达 20%以上。

## 五、自然资源灾害类应用

### **(十八) 长江干线航道整治建筑物维护**

#### **1. 案例概述**

长江干线航道整治建筑物维护平台，基于数字孪生强大的数据集成融合、可视渲染以及空间计算等能力，实现地形冲淤对比分析、三维地形动态演变分析、水流流场动态展示，实现二三维电子航道图数据无缝衔接融合，提升展现效果。通过整治建筑物损毁分析、河道地形等深线辅助分析、河道地形深泓线辅助分析、基于水道的数据统筹管理等业务功能，支撑长江航道的智能化建设应用。

#### **2. 典型场景**

##### **场景 1：地形冲淤分析**

地形冲淤分析根据两个不同年份的测图数据计算出两个年份地形的冲淤量、冲刷量和淤积量，并在三维窗口中以色图的方式展现出

来。

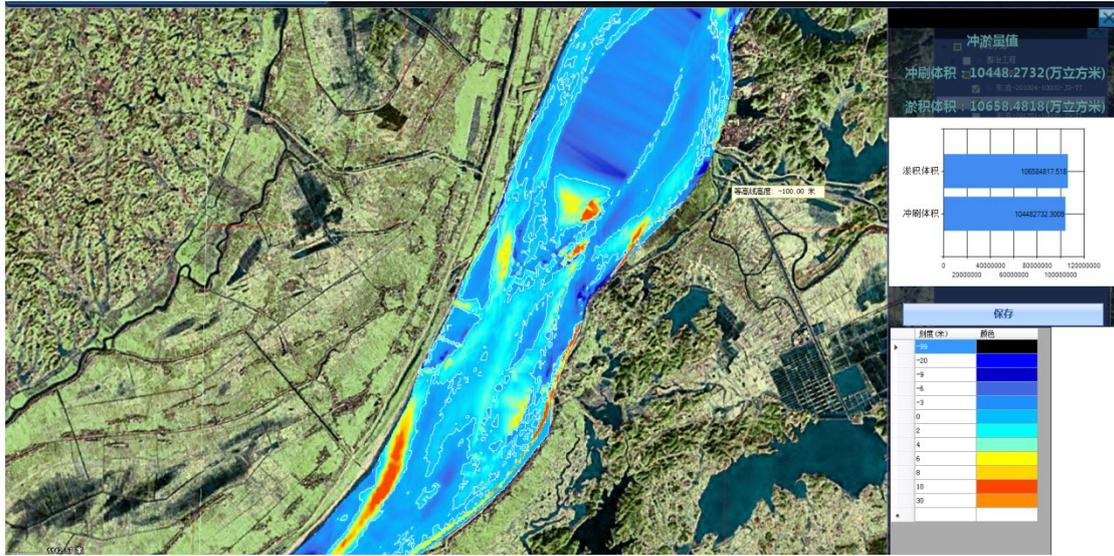


图 18-1 地形冲淤分析

## 场景 2: 地形演变分析

地形演变分析利用数字孪生空间计算能力，对比分析两个或多个不同年份的地形数据，解析地形变化情况，并在数字孪生场景中以动态三角网格和柱状图等方式展现出来。

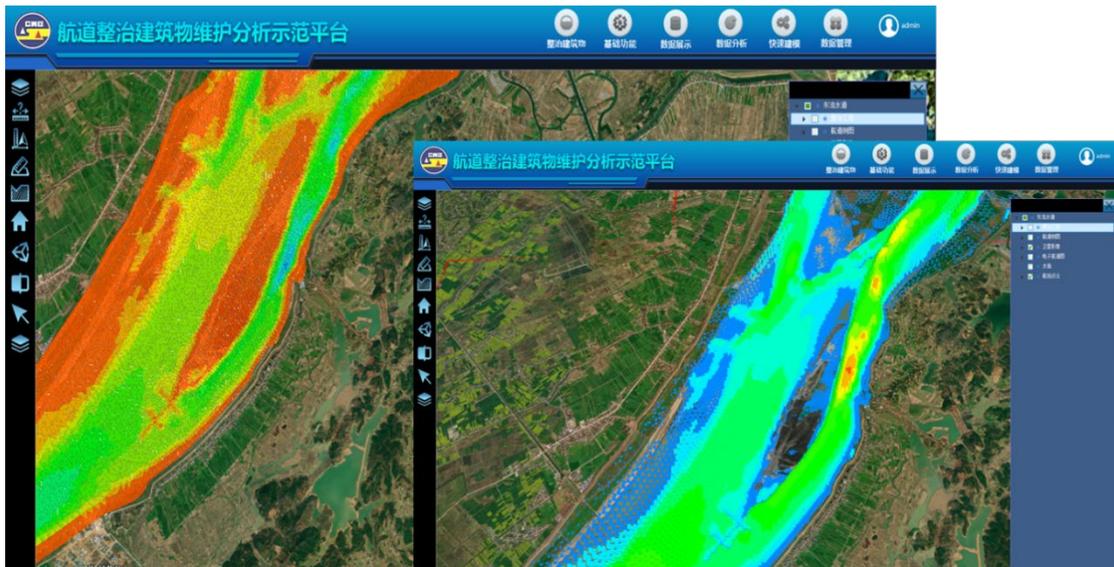


图 18-2 地形演变分析

### 场景 3：水流流场动态演变分析

水流流场动态演变分析根据加载多个不同时刻的水流数据，实时解析出数据的经度纬度、水流的流速以及水流的流向，采用彩色洋流图对水流流场进行展示，支持动态展示历史不同时期系列数据。

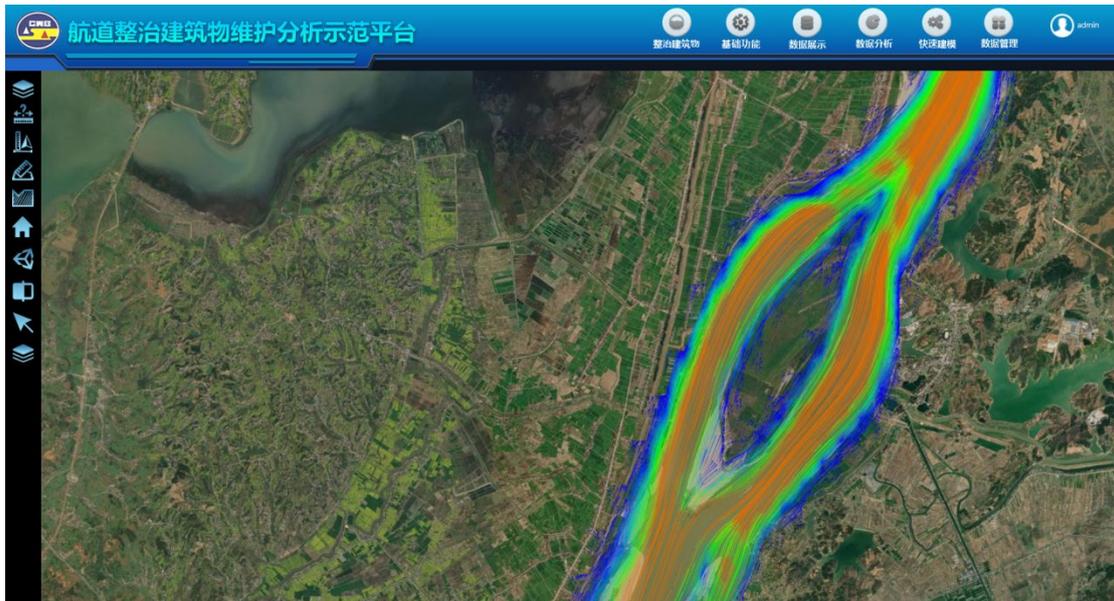


图 18-3 水流流场动态演变分析

### 场景 4：建筑物损毁分析

建筑物损毁分析基于数字孪生场景，通过自动识别整治建筑物 BIM 模型的外边界范围，确定整治建筑物损毁分析的地理范围。选取整治工程竣工时和当前的整治建筑物地形高程测图，在整治建筑物 BIM 模型的外边界范围内，通过三角网格地形分析方法对河床冲淤进行分析，冲淤分析结果中，地形曲面凸起的部分即为地形淤积部位，地形曲面凹陷的部分即为地形冲刷部位。

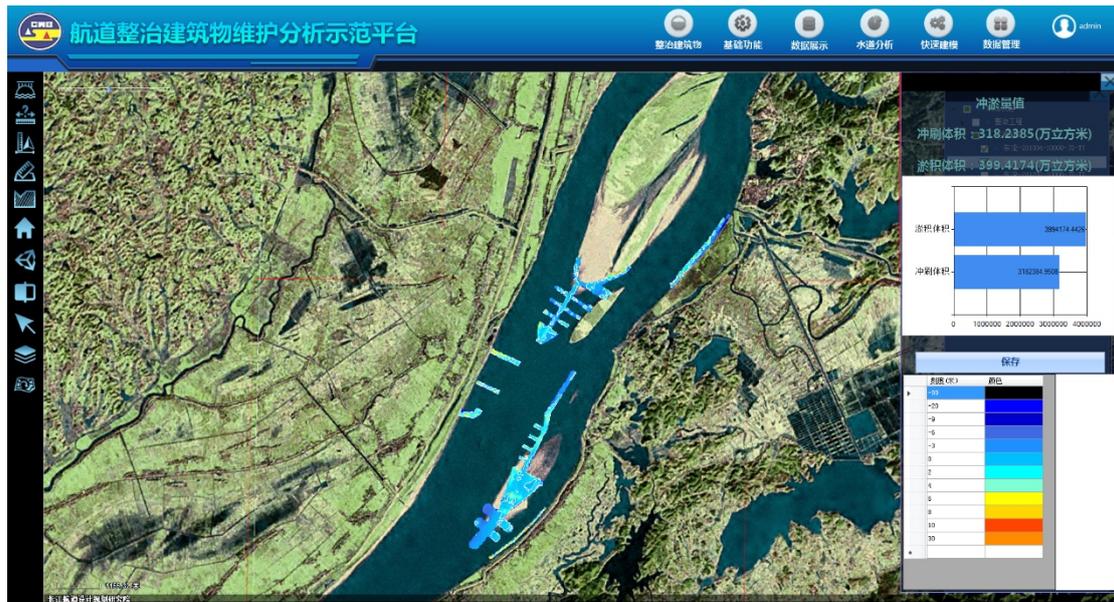


图 18-4 航道整治建筑物维护分析示范平台

## (十九) 气象数字孪生实现精准预警

### 1. 案例概述

辽宁省短临预报预警业务一体化平台是集气象短临预报预警、山洪预警、辽宁省防灾减灾保障等业务于一体的辽宁省、市、县三级二维一体化的气象预警平台，项目平台建设任务由辽宁省气象台发起，由泰瑞数创科技（北京）有限公司承建。项目自 2016 年启动至今，已开展四期项目系统建设工作，目前项目系统 7\*24 小时持续在线运行在辽宁省气象预报警大厅，为省气象台提供业务应用支撑。

### 2. 典型场景

#### 场景 1：综合气象信息展示和监测预警

对接全国综合气象信息数据共享平台（CIMISS）、辽宁省气象灾害监测预警中心业务平台等数据来源，整合气象各类监测数据、精细

化网格预报数据等多种业务数据内容，基于数字孪生集成融合，提供全辽宁省 0.5 米航空影像的三维全场景服务和各类二维专题 GIS 服务，通过对气象各类数据的解译、计算、产品生成算法等手段，实现基于数字孪生底座的气象多源资料的综合动态显示，对全省三级 500+用户的暴雨、大风、冰雹等 13 类气象风险监测预警及对省级强对流天气预警。

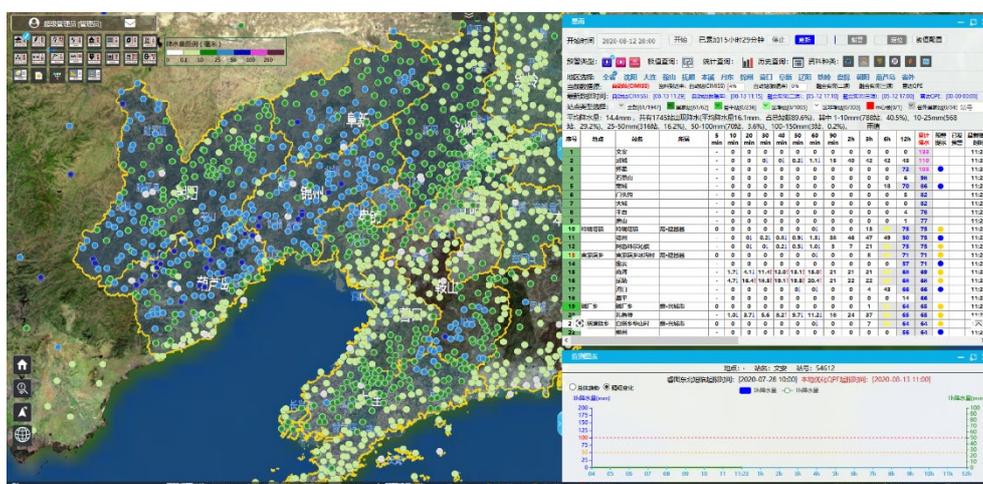


图 19-1 暴雨监测展示

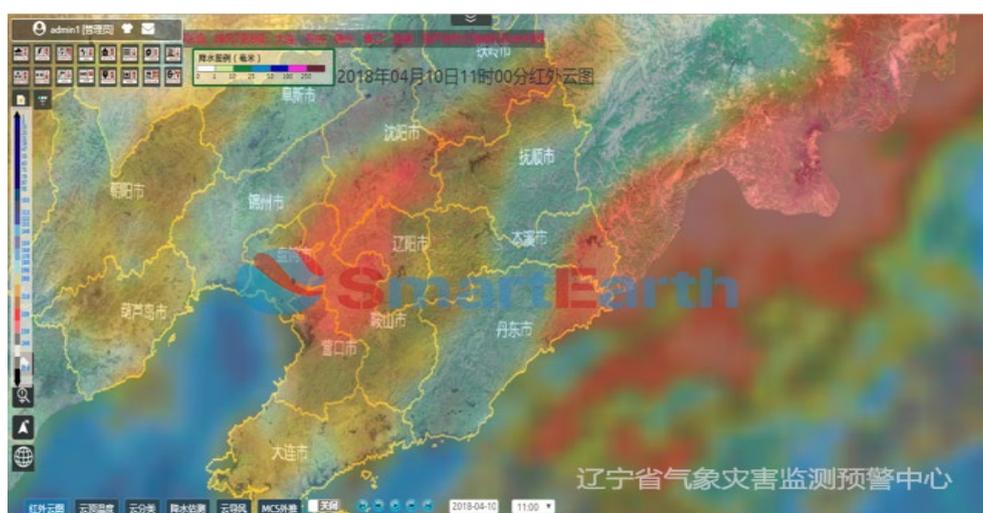


图 19-2 红外云图展示

全省雨情分布图  
2020年08月13日11时20分

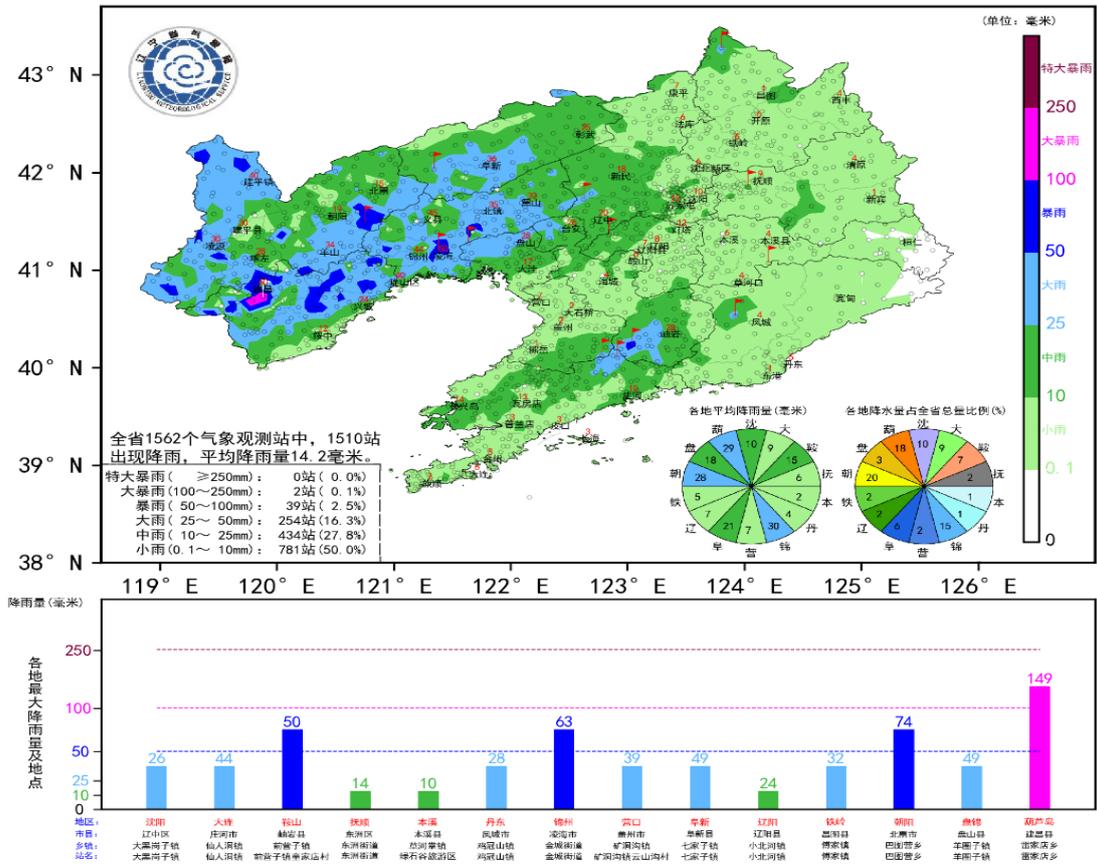


图 19-3 雨情分布展示

## 场景 2: 气象预警信号制作

实现基于 B/S、C/S 架构的气象预警信号制作、客观检验及自动推送 (FTP、传真、短信等) 能力, 支撑三级用户预警信号制作业务工作需要。



图 19-4 预警信号制作展示

### 场景 3: 历史数据备份和重现追溯

实现辽宁省气象历史过程反演及资料备份，满足气象用户对于历史重大气象过程的数据重现及追溯。同时，实现对全省气象预报预警业务的数据流程、业务流程等准确监控能力，满足业务用户对数据及业务流程问题的自动留痕及警示需求。

## (二十) 数字孪生技术助力防汛抗旱智能化升级

### 1. 案例概述

天津市防汛抗旱三维数字系统，是天津智慧水务的重要组成部分，通过构建天津市防汛抗旱数字孪生体，实现三维立体展示全市主要河道、蓄滞洪区、中心城区、水库以及重点防汛工程，结合数字孪生强大的仿真能力，形象地展现出调度方案和调度效果，为防汛抗旱的管理者和技术人员提供可视化的辅助决策支持，提高防汛抗旱的工作效率。

## 2.典型场景

### 场景 1：防汛抗旱数字孪生体构建

融合已有主要行洪河道 GPS 测量以及防汛控制闸站水尺基点联测数据、遥感影像数据、数字高程模型等多源异构数据，构建防汛抗旱数字孪生体。



图 20-1 闸站可视化

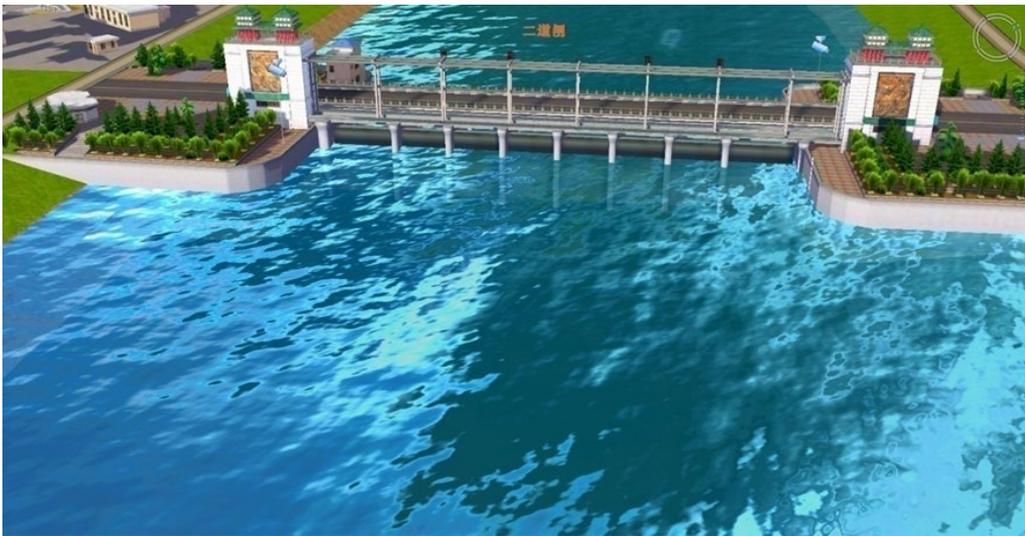


图 20-2 大坝及水面可视化

## 场景 2：洪水调度智能仿真

将主要行洪河道调度计算成果、蓄滞洪区的分洪计算成果、水库洪水调度成果数据，以及真实的数字高程数据结合起来，通过三维仿真技术来展示出来，同时将系统洪水调度的各种数据以图表和曲线的形式表现出来，真实再现洪水调度的全过程。根据计算成果分别展示不同频率洪水过程线及演进过程，为防汛工作提供有力的技术支撑和辅助决策。

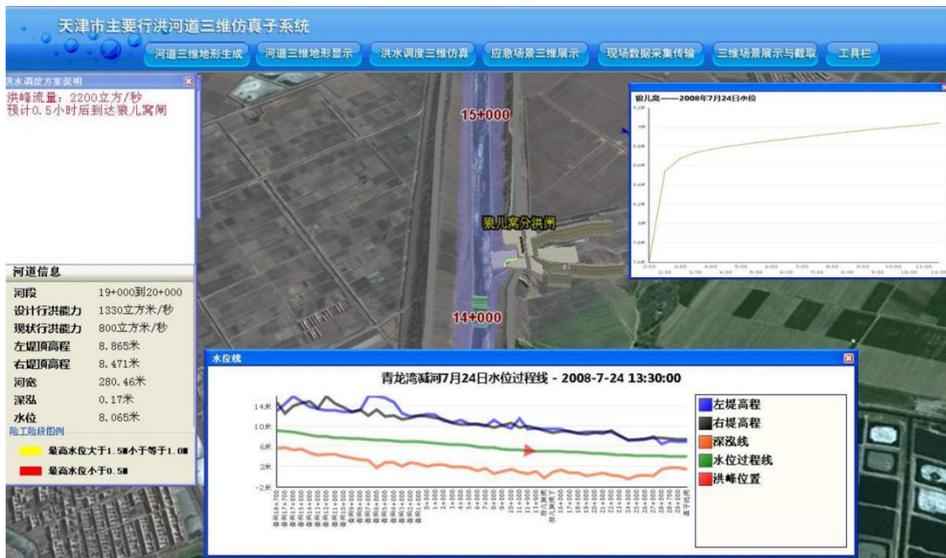


图 20-3 典型洪水调度三维仿真

## 场景 3：雨水情实时更新和展示

系统可根据实时水情自动调整三维水面高度，为防汛工作提供实时准确的数据支持和直观的展示效果。

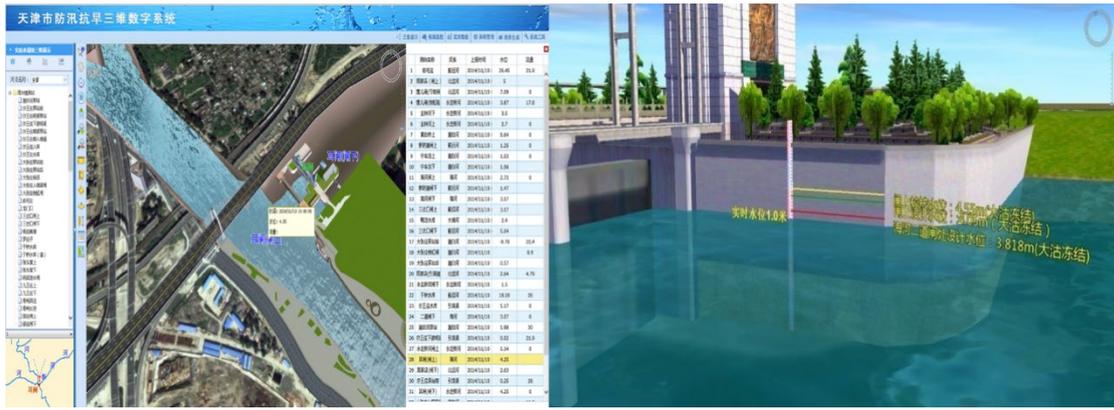


图 20-4 三维水面随水情实时动态更新

## (二十一) 云南“三湖”生态智慧治理

### 1. 案例概述

智慧三湖项目是云南省玉溪市深入践行“绿水青山就是金山银山”理念，牢固树立“薄冰、底线、担当”意识，全面加强生态环境保护，确保生态文明建设的标杆项目，是玉溪市抚仙湖管理局直管，云南省省委书记亲临指导的水务环境治理重点项目。

智慧三湖项目，基于自主可控的生产平台，结合 GIS、IOT 等技术与数据，还原包括抚仙湖、星云湖、杞麓湖及周边流域共计 1446 平方公里数字孪生场景，通过 SuperAPI SDK 第三方 Web 应用的方式实现三湖全要素三维场景的快速嵌入与双向交互，灵活接入三湖环保部门管理者所关注生态环保数据，从而进行环保水质的智能化反演，为管理者提供智慧化决策。

### 2. 典型场景

#### 场景 1：三维数字还原湖体场景

此案例中针对环境水质问题，对湖体完成了 3D 建模，实现了湖

体模型从水平面中升起并能够 360 度旋转观看，湖水中布置有水质检测传感器，将传感器采集到的水质数据加载并根据水质污染程度用不同深度颜色展现，管理者可以直观的看到湖体的水质情况，有助于后续的湖体水质管控治理，促进生态多样性建设。

### 场景 2：湖体水质反演

根据固定监测点坐标以及固定间隔时段，实际测定污染物数据（TN（总氮），TP（总磷），叶绿素 a，COD（化学需氧量）），生成三维湖面污染物场景。运用水务模型算法结合可视场景预测展示水量变化趋势、水环境污染发展演变、水环境治理成效态势，直观观看三湖未来面貌，为三湖水务综合治理提供决策辅助。

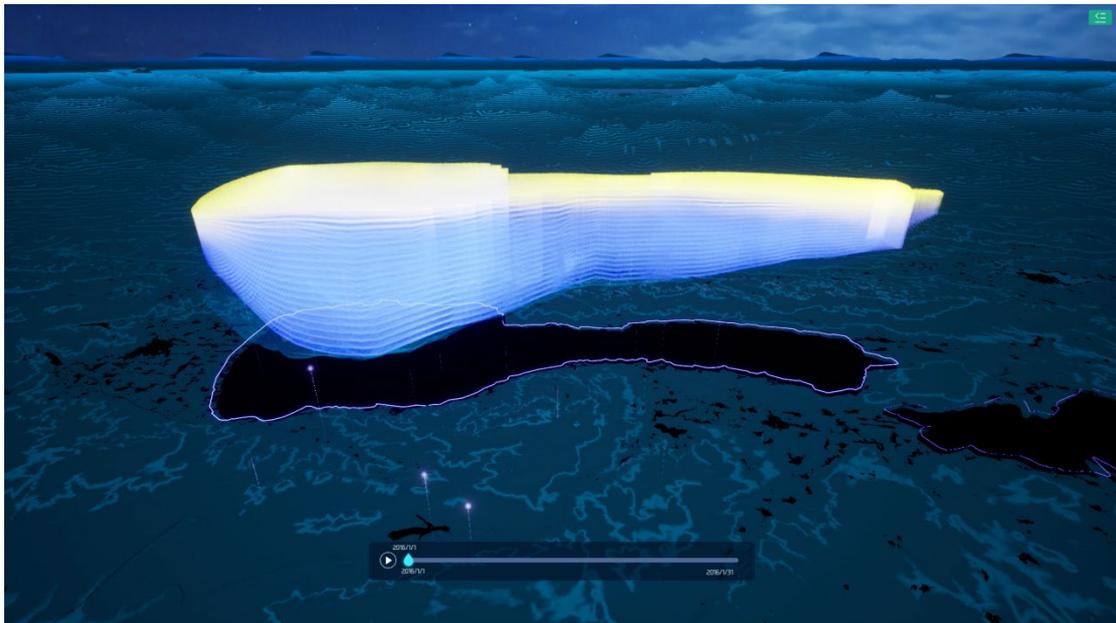


图 21-1 三湖未来面貌展示

### 场景 3：智能执法

智能执法模块通过接入摄像设备，实现虚拟场景与真实场景实时监测串联，同时在场景中实时绘制无人机无人船巡查路线，真实直观

还原执法全过程，保障流域治安稳定、生态健康、环境安全。



图 21-2 无人机智能执法展示

### 3.案例总结

通过湖体美术模型与数据模型结合，实现一段时间内水质污染元素在湖中的分布反演，同时展示影响湖中点水质的支流信息，实现湖中点污染溯源。

## (二十二) 基于数字孪生的风环境仿真推演

### 1.案例概述

针对雄安新区城市静风现象增多，空气滞留时间变长，用地粘性扩张导致热岛效应攀升，降低了市民的人体舒适度等问题，以雄安新区容东片区为试点，基于基础地理数据、气象数据、建筑信息等数据，将分散、独立的采集点进行联网，利用视频监控、传感器、物联网、地理信息、流体力学等技术，自主研发基于 CFD 流体动力学的城市

风环境仿真推演系统。

在明晰雄安新区气候问题的基础上，将气候与城市间的相互作用关系以可感、可视、可表达的图形语言方式进行呈现，动态展示城市区域风场流动、热岛聚集等不良微气候情况；通过基于 CFD 流体动力学的城市风环境仿真模拟系统，结合雄安河道、湖泊等自然生态，智能决策通风廊道脉络，辅助建设通风廊道网络；结合仿真风场情况，分析大型、高层建筑背风向风速，解决冬天防风，夏天热聚集问题，必要时增加绿化用地或改变特殊工业用地，在辅助土地使用的同时，促进雄安向海绵城市建设，进而改变城区微气候，增加市民舒适度；根据未来气象数据，针对预警大风和高温区域，可提前通知街道采取措施。最终推进雄安新区微气候自动化检测及治理，提升污染物扩散速度，打破热岛聚集区，提升市民舒适度，实现雄安新区的风环境场景的虚实协同、精准映射。

## 2.典型场景

### 场景 1：风环境仿真推演数据汇聚

基于数字孪生的风环境仿真模拟系统，以 dem、dom 等 GIS 地形地貌、卫星遥感数据、城市地图数据为基础数据支撑，采集气象站点信息，汇聚其他实时监测物联网设备传输信息，结合示范区建筑、街区布局，利用 CFD 流体力学仿真内核模拟仿真不同气候条件下城市风场情况，进而支撑上层业务应用。

## 场景 2：混合现实城市宏观风场分析

对雄安新区容东片区进行区域划分，建立城市数字模型；设置模拟条件，通过 Kinect 传感设备手势设置不同风速、风向等参数，作为模拟计算的初始条件，设置为混合层流模型来模拟大气的流动，通过在模型中的模拟计算，得出城市风流通分析结果，并外接头盔、眼镜等智能设备，沉浸式观察并分析城市区域风场变化，及高层建筑、密集建筑区涡流、静稳区形成情况，综合分析这些模拟计算结果，进行人体舒适度及气候评估。

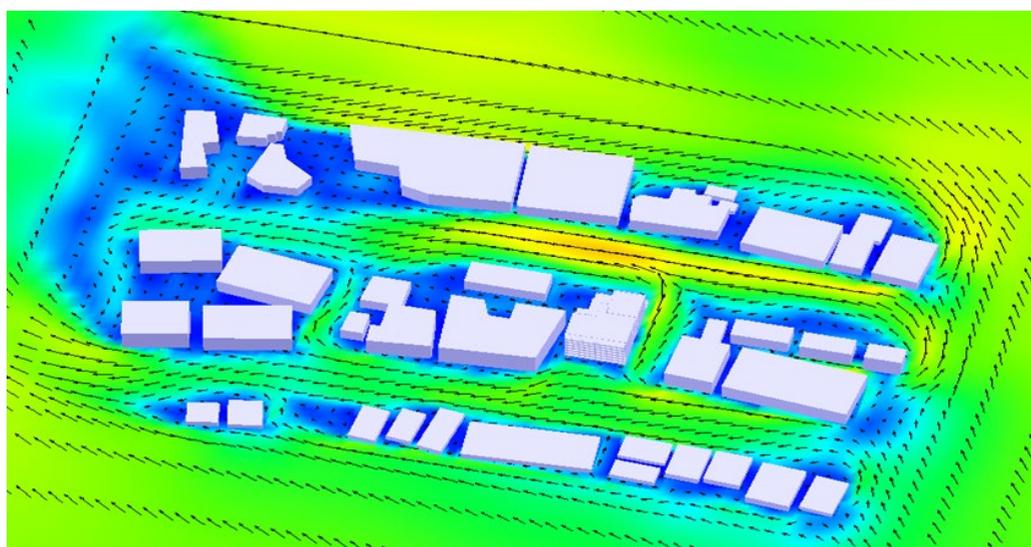


图 22-1 城市宏观风场分析图

## 场景 3：建筑布局动态推演分析

通过数字孪生的风环境仿真模拟系统，通过积木式拼搭电子沙盘，模拟雄安新区建设现状，实时修正建筑排列、布局、旋转角度以及超高建筑的结构、高度等，设置模拟参数，执行计算，比对修正前后风环境不同状态，验证推演方案。同时，在风环境计算结果的基础上，叠加绿地、水体、城市建筑下垫面高度、性质分布分析，可视化分布

展示、智能设计城市区域通风廊道网络路径。

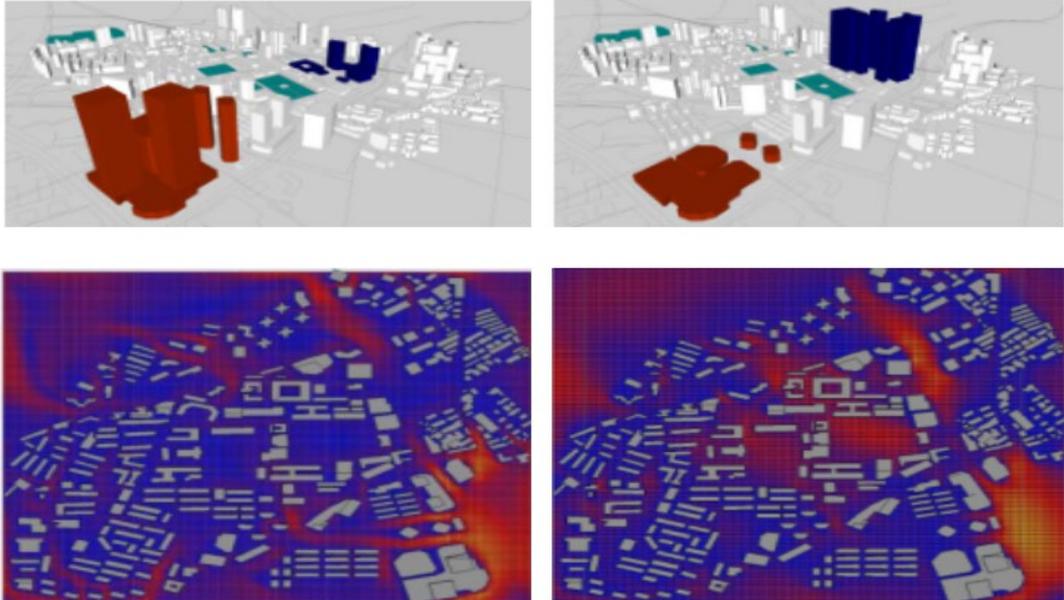


图 22-2 城市布局更改模拟比对分析

## 六、工业生产流程类应用

### (二十三) 数字孪生海洋牧场

#### 1. 案例概述

数字孪生海洋牧场，借助三维仿真技术对海洋进行数字还原，并接入 IoT、GIS 数据赋予其动态感知能力，通过渔场总体态势可视化地展示，以及海水检测数据展示、IoT 监测设备展示、养殖设备远程控制、海洋场景虚拟模拟、移动端远程访问控制等，实现了海洋环境模拟、水质环境参数展示、门闸开关无线传输、食物投放智能处理、养殖预警信息发布、决策支持远程自动控制等功能。

## 2.典型场景

### 场景 1：三维数字还原海洋场景

数字孪生海洋牧场可对海洋、海岸线、海水深度等要素进行 1:1 的仿真模拟，在数字孪生平台构建真实还原的数字海洋。采用基于双精度坐标，同时支持 PBR 渲染技术，也支持镜面反射和金属性贴图 workflow、逼真的光源灰尘，使海洋场景贴近真实。

### 场景 2：海洋场景模拟

通过平台自动计算水面效果、波浪效果、日照效果，可在进行海浪模拟、风向模拟、日照模拟等，达到与现实场景的高逼真还原。



图 23-1 智能渔场远程作业及运营管理平台

### 场景 3：海洋牧场数字化模拟

在平台中输入养殖相关参数，如鱼群种类、养殖周期等，通过智能计算海洋牧场养殖区域面积、鱼群数量及生长时间，动态模拟鱼的养殖密度，对鱼的不同生长时期进行数字化建模，真实还原海洋牧场养殖场景，提高养殖效率。

#### 场景 4: 养殖设备远程操作

针对海洋牧场环境限制,运维人员现场操作不方便等问题,可基于数字孪生平台,结合智能处理与智能控制等物联网技术的集成,实现养殖门闸开关、食物投放远程操作管理,在远程 PC 端/移动端登入海洋牧场数字孪生平台选择任意养殖设备进行开启/关闭。

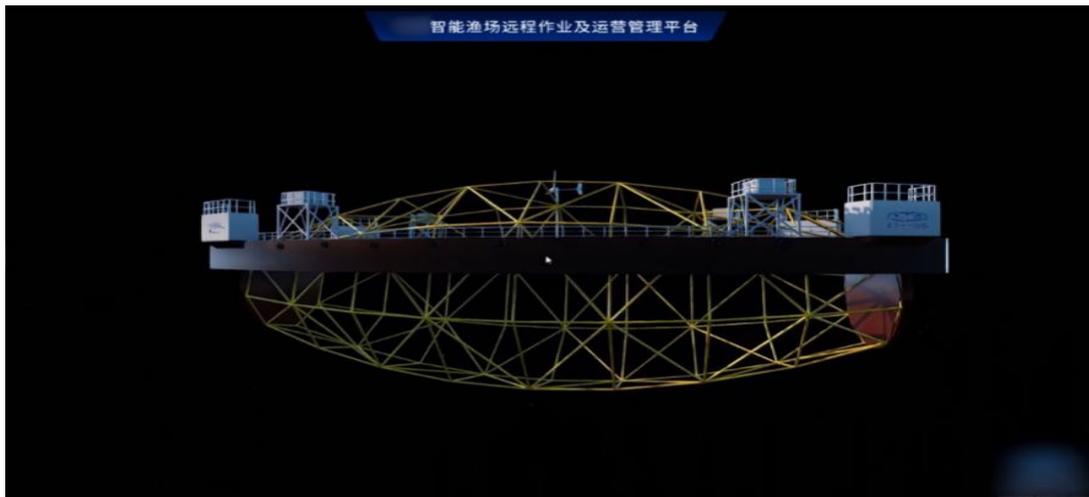


图 23-2 门闸远程控制开启/关闭

#### 场景 5: 海水监测数据可视化

通过接入各类物联网设备,可对海水流动方向、海水 PH 值数据、溶氧量数据、海水温度数据、盐度数据、氮氧化合物含量数据等进行实时监测及可视化呈现,动态分析环境参数的变化对鱼类养殖的影响,并根据现实情况给出改善建议。

#### 场景 6: 海洋牧场全域感知与实时交互

深海养殖场距离陆地较远,传统的传输网线无法部署,对现场的运维管理有非常大的挑战。通过 5G 网络解决了原本 4G 信号带宽存在不足的问题,可满足视频大带宽数字化测控技术的需要,同时 5G 低功耗海量连接的优势可支持更多的传感器覆盖,助力实现海洋牧场

的全域感知。海洋牧场可通过移动端查看养殖区域视频监控、远程操控养殖设备、实时接收海洋动态分析及告警数据，从而指导运维管理、科学指挥决策。

### **3.案例总结**

通过数字孪生海洋牧场，让海洋资源数据“看得见、用得到”，实现可视化的指挥决策和合理的仿真推演，为改善和恢复海洋渔业资源生态环境，提升渔业资源与渔业质量提供了非常大的帮助。建设数字孪生海洋牧场达到了保护增值和提高渔获量双重目的，通过减少人员现场作业从而改善了海洋环境，营造了动植物良好的生态环境，在经过本次项目的实施，减少了 50%运维人员投入，养殖产量增加 50%。

## **(二十四) 廊坊数字孪生热电厂**

### **1.案例概述**

2019 年 8 月，科环集团华电天仁公司与廊坊热电公司正式签订数字化转型项目合同，通过采购泰瑞数创“SmartEarth 智慧工厂数字孪生系统”产品，对廊坊热电厂进行数字化转型建设，运用数字孪生理念和技术助力廊坊热电厂“辅助机组节能减排、保障机组安全运行、实现设备精益管理、构建主动安全防控能力、提高工作协同效率、实现资源高效利用”。

## 2.典型场景

### 场景 1：三维高精度数字孪生热电厂

根据热电厂现场和现有数据情况，采用多种建模手段，融合多种类、多层级的数据成果，构建与现实物理世界等比例、高精度的数字孪生电厂。



图 24-1 高精模型与现场对比

### 场景 2：基于数字孪生热电厂实现设备全生命周期智能化管理

利用三维模型语义化和属性语义扩展等数字孪生技术，完成设备几何信息、业务信息的融合，实现设备安装、运行巡检过程中的三维仿真和实时互动，以及全厂设备的全程可视化和全生命周期管理透明化。运行管理人员可以在三维虚拟平台中用直观高效的一体化方式综合浏览热电厂各类信息，包括热电厂本体、接线逻辑以及运行、检修状态等，同时结合智能分析模型，预测设备运行趋势，实现故障提前预警。



图 24-2 设备监测管理

### 场景 3: 基于数字孪生编码技术, 构建现实热电厂搜索引擎

以数字孪生热电厂为基础, 索引并归档物理热电厂中的对象, 并以知识图谱为基础构建对象之间的逻辑关系, 从而提供便捷完善的搜索方式, 包括关键字搜索、编码搜索、空间关系搜索、时序关系搜索和逻辑关系搜索等, 实现快速定位和精准获取所需内容。

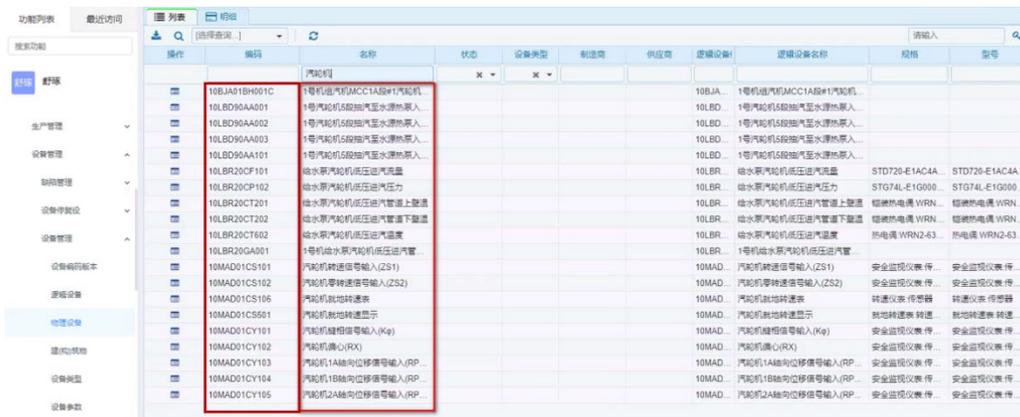


图 24-3 设备编码展示

### 场景 4: 高精度人员定位, 满足安全管控要求

结合对人员管理的实际工作要求, 在高精度数字孪生热电厂基础上, 实现全厂工作人员的精准定位, 采用 UWB 精准定位技术、图像

识别、人脸识别、大数据分析等新技术，打造工业复杂环境下分米级定位的三维安全管控系统。高精度人员定位模块通过 PC 端和移动端 APP 相结合方式，实现对整个厂区人员活动轨迹的监控，并以此功能深入拓展，实现智能点巡检、智能两票管理系统等，实现智慧电厂全方位安全生产管理。



图 24-4 人员搜索定位展示

### 场景 5：实时视频监控，加强厂内安全监管

在数字孪生热电厂环境下，接入并融合视频物联网数据，可实时调用并查看视频。同时，可在数字孪生空间针对摄像头位置进行分析，保障重点区域实现监控全覆盖，从而加强对重点监控区域的监察管理。



图 24-5 实时调用并查看视频

## (二十五) 国网智能电站运营平台

### 1. 案例概述

能源互联网是促进可再生能源消纳、提高能源使用效率的重要途径，但因构成网络多，特性差异大，能源互联网的规划、运行和控制面临大量难题。基于数字孪生理念，智能电站运营平台实现全业务领域主题分析、各专业业务域的全景仿真建模，以三维可视化为特色，以物联网、大数据、人工智能等新型数字化技术为基础，构建智慧园区的“智慧运营大脑”。变电站地处交通不便处，电力省公司人手较少，因此数字孪生技术有助于无人巡检、设备监测，提升安全生产的可靠性。

### 2. 典型场景

#### 场景 1：电力舱管理

电力舱布局错综复杂，环境封闭，需要协助管理人员清晰了解电力舱的空间结构、环境、照明、通风等状态。基于数字孪生技

术，同步 BIM 数据，实现电力舱布局、通风、照明、监控、环境、井盖、供电单元、配电单元的还原与定位。同时，引入 IOT 的数据，结合通路关系，将拓扑关系还原，在发生紧急事件时，系统不仅能报警，也能通过拓扑关系了解关系出事点上下游关系的台区和分区，协助管理人员开挂闸门。对接 GIS 后，可以实现 2D+3D 综合管理，既能从微观上了解各类设备和工作的工作，又能从电力舱布局上进行快速定位，处理综合态势。



图 25-1 城市供电能源综管平台

## 场景 2：机器人巡检

机器人能按照既定计划或者人员远程唤醒、控制，完成巡更工作。监管的对象有常规巡查、重点设备巡查、温度监测、湿度监测、动植物干扰、异常声音等，利用 IOT 传感器、摄像头完成数据的采集。人员可以远程调用相关数据，操控机器人到固定传感器盲区进行重点核查，也可以通过巡更路线对比、周界安防、视频融合对机器人管理监控。



图 25-2 机器人管理展示

### 场景 3：设备精细运营

按照《国家电网有限公司关于全面应用输变电工程及建设工程数据中心的意见》（国家电网基建〔2018〕585号）的要求，新建35kV及以上输变电工程全面开展三维设计。大部分变电站的设备，诸如变电器等需要超长时间不间断工作，且暴露在露天工况下，环境比较恶劣。变电站事关工业生产和居民生活，因此需要需要实时监测并给出状态预判。在虚拟环境中进行线路和站点的模拟规划可以保证输电效率最大化，对监测设备进行数据采集可以对输电和变电站运营进行实时监控并在虚拟环境中完成故障分析和预测，据此及时提醒运维人员进行处理，保障正常供电。

### 3.案例总结

电力数字孪生平台实现了规监管的全周期管理，促进了数字孪生与生产运营方面的研究，进一步推动无人变电站的落地。在管理成本上，道口岗人数从2变为1，大门岗从2变为1，巡逻岗从1变为0，机动岗从1变为0.5（多电站共用），监控中心岗从2变为0.3（多电

站共用)，工程岗从 0.7 变为了 0.5（多电站共用），累计减员 5.5 人，效率提升 170%。

## 七、交通物流类应用

### **(二十六) 天津数字孪生智慧港口**

#### **1. 案例概述**

数字孪生天津港，充分利用可视化、物联网、模拟仿真等技术，依托三维模型构建港口的仓库、堆位、罐区、集装箱、货架、船舶等，实现逐级可视可控；以出入库作业、资产监控可视化为重点，集成视频监控、码头泊位、堆场管理、仓库管理、罐区管理等系统，构建港口的三维展示、监控、告警、定位、分析一体化三维可视化平台，实现数据全面集成、信息直观可视、预警实时智能、处置规范高效，为天津港智能管控中心实现扁平化、集约化运作发挥强大的作用。

#### **2. 典型场景**

##### **场景 1：构建数字孪生虚拟港口**

通过 BIM、三维 GIS、大数据、云计算、物联网（IoT）、智能化等先进数字技术，搭建港区三维仿真场景，同步形成与实体港口“孪生”的数字港口。整合港口所有基础空间数据、现状数据、规划成果等天津港相关信息，形成数据完备、结构合理的数据统一服务体系，在数字空间实现合并、叠加，实现港口从规划、建设到管理的全过程、全要素、全方位的数字化仿真及可视化展示。



图 26-1 天津数字孪生虚拟港口

## 场景 2：港区作业动态模拟仿真

结合船舶、堆场、交通、气象以及物联网设备和摄像头等数据，通过三维可视化平台展示港区全要素的实时动态，可通过鼠标等交互控制方式，实现在仿真场景中的视角移动、旋转、缩放等操作，并支持对船舶、业务板块、具体码头公司的信息查看，可以帮助调度指挥人员准确、实时、全面监测和掌握全港生产作业信息，实现对设备的预测性维护、基于模拟仿真的决策推演以及综合防灾、应急处置的快速响应。

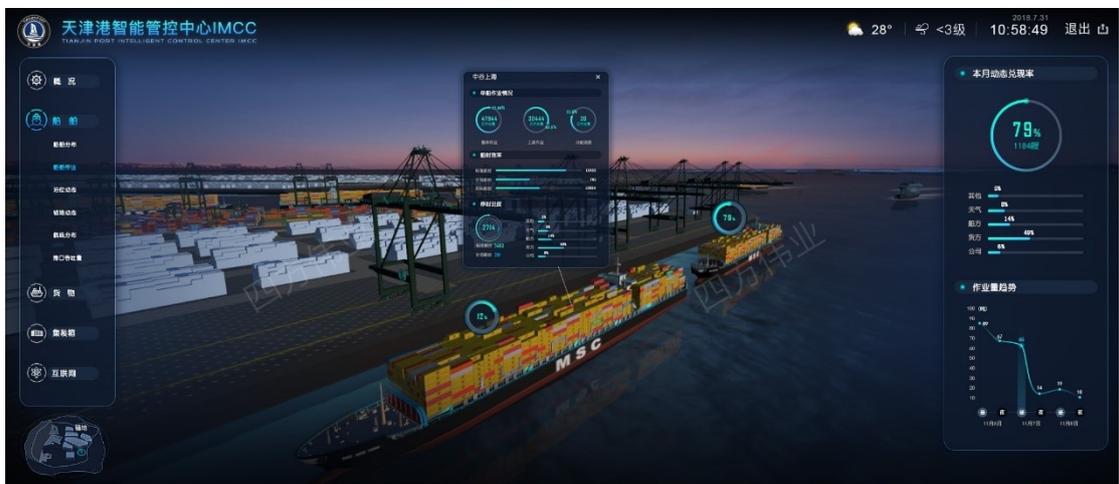


图 26-2 港区作业动态模拟仿真

### 场景 3：港口智能操控

数字孪生技术对于港口的三维实景仿生可视化展现，实时接收港口各子系统传回的数据信息并进行梳理、储存、分析、呈现，总揽全局，协调各方。当分析出数据有异常时，智能化识别问题所在，给出参考解决方案，并及时告知相关负责人员进行处理。管理人员能同时打开多路前端摄像头，能实时掌握港口各部门的详细情况，并能实现对各环节的远程操作、远程传话和调度控制，从而加快推动天津港数字化转型智能化升级，提升港口运营效率。



图 26-3 天津港口智能操控

### 场景 4：虚实融合数据驱动

提供全景视角、港口多维度观测和全量数据分析，对港口发展态势提前推演预判，以数据驱动决策，以仿真验证决策，线上线下虚实迭代，促使资源和能力的最优配置，促进科学决策。利用全港地形的三维仿真场景和实施堆场作业及船舶位置数据，展示白天和夜间巡航

交接班业务关注的天气、潮汐、环境因素，实现重点物资、重点船舶进出航道智能操控。



图 26-4 港口发展态势提前推演

### 3.案例总结

天津港运用互联网、大数据、人工智能等新技术，与港口各领域深度融合，基于数字孪生技术，实现了智慧港口的高精度仿真、全要素监控、精细化管理、智能化交互，基于虚拟控制现实，实现远程调控和远程维护，使调度指挥人员能够对航道、锚地、所有泊位的作业资源进行智能化调度。大幅度提升了全港作业效率，优化了各流程环节，港口装卸运载效率提升了 30%，对本地经济的引擎作用进一步得到了凸显。

## (二十七) 深圳妈湾智慧港口

### 1.案例概述

深圳市妈湾智慧港作为中国由传统散杂货码头升级改造成数字

化、自动化码头的典范，兼备智慧科技、社会效益与经济效益。数字孪生智慧港口运用数字孪生技术对港口静态场景进行 1:1 真实还原，同时还对港口动态作业场景进行数据驱动仿真，实现了港口作业场景全方位实时动态还原，设备作业视角灵活切换，拖车作业路径可视，设备和集装箱搜索定位，堆场及箱务立体空间化管理，作业效率统计分析等功能，实现港口运作智能化、港航管理智慧化，助力妈湾智慧港打造成为粤港澳大湾区智慧港平台。

## 2.典型场景

### 场景 1：三维还原港口静态场景

项目包含妈湾港和海星港两个相邻的港区，覆盖面积近 100 万平方米。数字孪生港口对项目区内静态场景进行 1:1 真实还原，包含港区内建筑群、作业场地、堆场标识牌、地面标识、行车线、岸线、以及场桥和岸桥轨道等等。



图 27-1 三维还原港口静态场景 1



图 27-2 三维还原港口静态场景 2

### 场景 2: 10 万集装箱动态生成

项目港口可同时容纳 10 万集装箱堆放。集装箱上箱号、箱信息、Logo 涂装、箱型等均需要动态生成。多参数、海量级的集装箱动态生成对渲染机压力大，要求高。针对多参数、大规模的集装箱动态生成自主研发优化算法，对生成规则进行抽象简化，对渲染方式进行图形学优化。针对 10 万量级集装箱的场景轻量化，最终项目可部署在笔记本等轻量设备上流畅运行。



图 27-3 集装箱数字孪生动态生成

### 场景 3: 实时数据驱动设备运动

本项目还原了岸桥、场桥、拖车这三类作业设备的作业运动，每类作业设备中由于厂家、型号等区别，衍生出多类设备模型。所有设备模型要求接入实时数据，在场景中动态驱动模型作业。其中涉及到不同类型设备模型运动参数不同、设备与设备之间协同联动、设备与集装箱之间协同联动、设备零部件运动轨迹平滑优化等重大难点，根据不同类型设备模型运动参数，动态驱动模型运动，可自动处理、清洗、提取实时接入的多设备协同数据，以及自动平滑设备运动轨迹。



图 27-4 实时数据驱动场景

### 场景 4: 运营计划动态接入模拟

运营计划包含泊位计划、堆场计划、相关设备调度计划等，要求对实时作业场景中的设备、集装箱、船等模型清空、重新初始化为相关运营计划的场景。由于场景中动态数据量庞大，该要求对场景动态清空、动态加载能力挑战很高。针对不同类型运营计划数据分别使用

不同类型的研发方案，对泊位计划、堆场计划数据使用动态生成研发方案，对相关设备调度计划使用动态驱动研发方案，并且打通二者衔接能力。

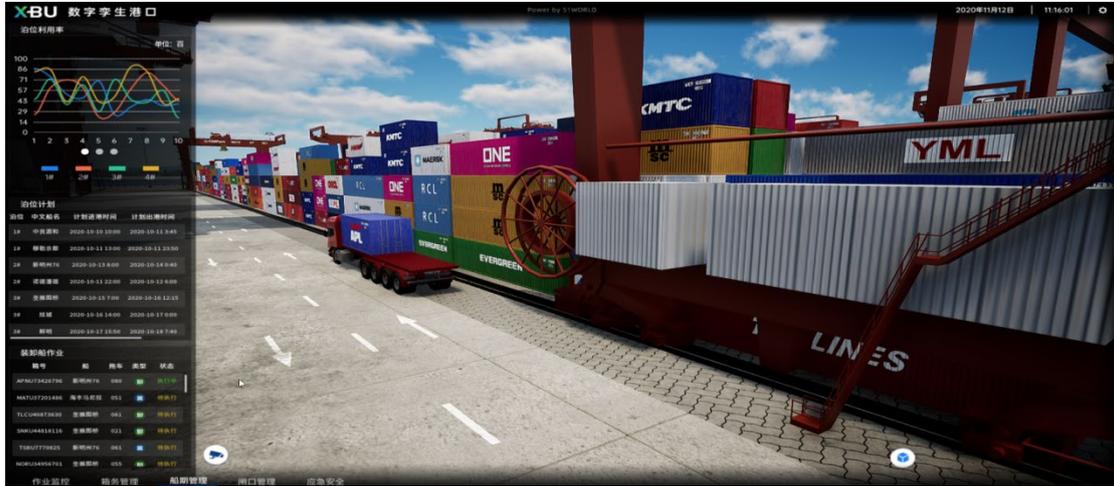


图 27-5 运营计划动态接入模拟

### 3.案例总结

数字孪生港口运营仿真平台在技术上首次实现了 10 万量级集装箱动态生成，实时数据驱动 200 余设备协同作业，并且保证运行帧率不低于 60FPS。为用户提供流畅的操作体验，帮助用户更快速地定位问题、解决问题。在业务上为港口行业首次实现了从货物到港、装卸、转堆、仓储及出港的全周期作业仿真覆盖，为用户提供 720° 全角度作业监控，弥补了传统摄像头监控覆盖有盲区、摄像头之间衔接不流畅、监控不便利的缺点。首次提供对运营计划的可视化仿真，为港口运营方制定、调整运营计划提供依据，提高运营计划的合理性，从而提高了港口运营效率。

## **(二十八) 北京微观交通仿真系统**

### **1. 案例概述**

为解决现有微观交通仿真模型普遍存在还原度低、仿真速度慢、标定困难的问题，《2019 特大城市交通拥堵治理超级仿真技术研究》正着力研发新一代多层次交通仿真模型，实现高精度、高还原度、高可信度的交通流仿真再现，对车流进行逼真还原，以便决策者在方案比选时直观、准确地把握各测试方案对交通的影响，协助调整测试方案，并能为拥堵溯源等交通流难题提供可靠的工具。

本项目作为以上大型项目的子课题，在交通仿真模型基础上，建立了可视化与交互系统，加强了数字交通模型的易用性，以北京市西三环作为示范区构建三维虚拟场景，再现交通流运行过程，为交通改善工作提供方案评估和比选的工具。

### **2. 典型场景**

#### **场景 1：构建高质量三维孪生微观场景**

本课题构建了北京西三环示范区高质量三维孪生静态场景，按照真实路网还原整个西三环主路、辅路、出入口、公交专用道、信号灯、标识牌、车道线、斑马线等全要素交通场景，其中包括苏州桥、紫竹桥、航天桥、新兴桥等 7 座大型互通式立交桥与高架桥路段。一方面，构建效果与渲染材质要求较高质量，对美术与图形学技术提出极高要求；另一方面，西三环作为较为敏感地区，很可能难以获取高精地图等基础数据。因此建设能够映射真实路网的工作是一项复杂与繁重的

工作。

以往的交通仿真软件基于二维视角来做仿真，不能直观显示如高架桥、大型立交桥等高维交通网络的各层交通流、主辅路出入情况等信息，且无法观察到交通网络的周边场景。而以三维场景为基础实现的交通仿真，空间信息更加清晰，对于交通问题的判断更加具体，基于空间位置可供调整的参数更加丰富，由此实现的方案验证也更为直观合理。静态地图层是当前制图的重点。主要目的在于精准刻画静态驾驶环境,提供丰富的道路语义信息约束与控制车辆行为。

本课题收集了西三环示范区相关多源多尺度数据，包括遥感影像、道路矢量、全景图、现场照片和视频等。采用影像图层作为基础底图，可辅助在道路图层勾绘道路中心线、车道线、交汇处连接道路、斑马线、停车线、以及添加交通灯、路面喷漆与交通标志等，从而创建出三维路网。基于建立的三维路网，选用预设模型库自动生成三维场景，包括：道路、路面标线、标识牌、交通灯、信号杆、龙门架、直立信号杆、停止线、路灯杆、斑马线区域等。该场景高真实度的还原了西三环路网与道路周边场景数字孪生模型，其中道路模型准确，除道路外还包括路牌、地面标线、交通标志、路灯等基础设施。

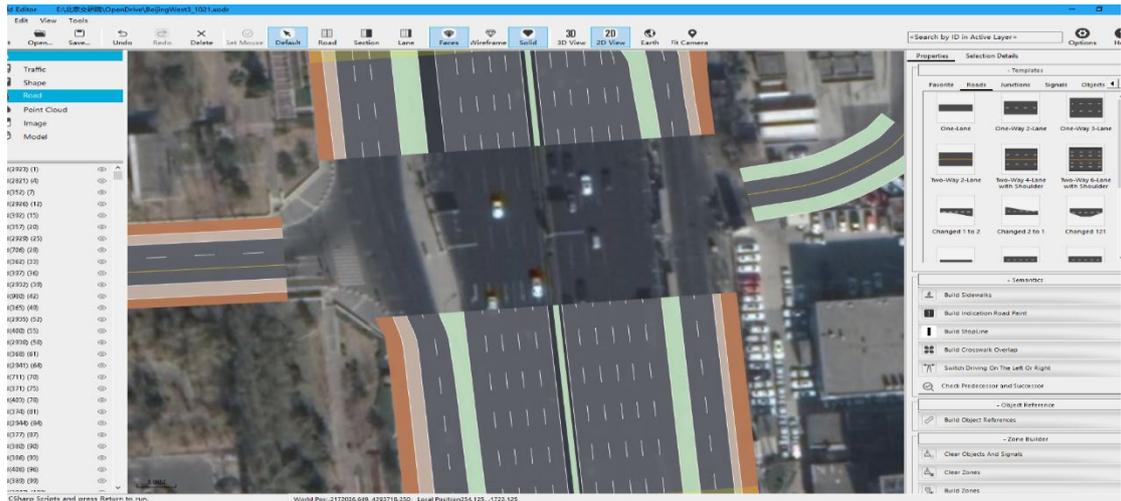


图 28-1 多源数据处理与路网建设



图 28-2 道路周边场景数字孪生模型

## 场景 2：宏中微观交通流的多方案比选与评估

由于以往的软件在宏观、中观、微观三个方面相互独立，使得场景割裂，融合困难，容易出现结果判断不一致的情况，如宏观呈现拥堵，微观却呈现不拥堵的矛盾状况。本课题从底层将宏观、中观和微观进行结构性融合，使得同源地图数据可同时转换为不同版本，供宏、中、微观交通仿真算法一并使用，保证算法输入地图的一致，实现宏观、中观、微观场景的无缝衔接，使仿真结果统一、准确。

微观交通仿真可视化主要基于北京交通发展研究院研发的交通仿真内核，对微观仿真模型结果输出进行了原始轨迹处理，并将轨迹自动匹配至三维路网上，输出符合要求的仿真轨迹保证流畅、高还原度的仿真车流再现。从而实现离散点到平滑轨迹的数学变换，为可视化提供鲁棒的数据输出。

该项目主要以车辆、车道、交通系统为对象计算分时段统计指标；车辆指标主要包括：统计时段内的平均速度、速度标准差等；车道指标主要包括：统计时段内的平均流量、平均速度、交通密度等；交通系统指标主要包括：统计时段内的平均流量、平均速度、交通密度、系统内车辆数、累计车辆数等。本课题最终实现示范区场景中的交通微观 3D 仿真与分析，为缓解关键地段拥堵等提供仿真决策支持。



图 28-3 宏中观交通流数据分析

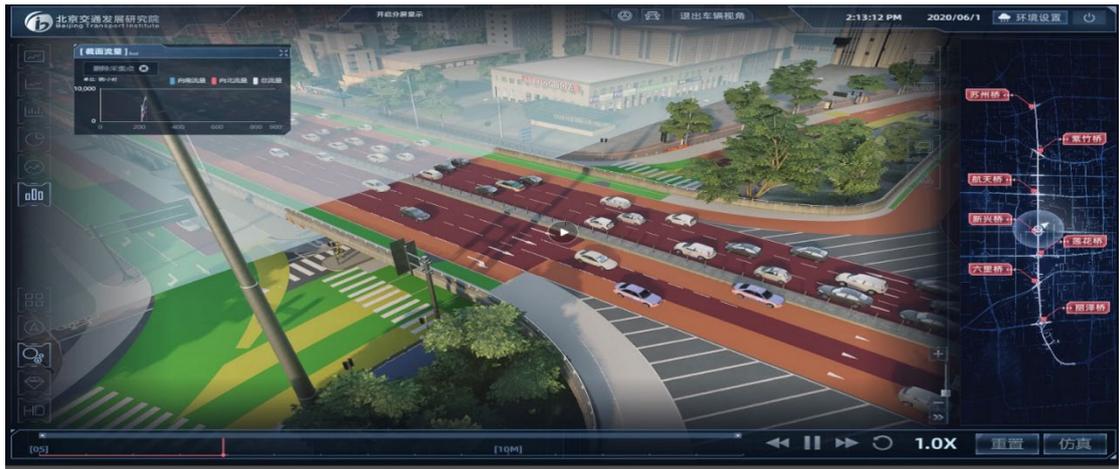


图 28-4 微观交通流数据分析



图 28-5 路网与交通规划的多方案比选

### 3.案例总结

本课题打通了三维模型、交通流仿真与三维展示平台之间的链路，生产了高分辨率的数字孪生场景，并通过数据交换接口将仿真路网与交通流仿真模型连接，最终真实场景下的交通方案的虚拟展示与评价。本课题具备如下三点优势：

(1) 全面升级三维孪生空间场景。以往的交通仿真软件基于二维视角来做仿真，不能直观显示如高架桥、大型立交桥等高维交通网

络的各层交通流、主辅路出入情况等信息，且无法观察到交通网络的周边场景。而以三维场景为基础实现的交通仿真，空间信息更加清晰，对于交通问题的判断更加具体，基于空间位置可供调整的参数更加丰富，由此实现的方案验证也更为直观合理。

(2) 采用车道级路网仿真与较真实的三维交通动态仿真。以往软件中的路网，以道路中心线为参考基准，误差较大。而这款软件则是首次按照真实路网进行车道级还原及道路交通元素，可清楚显示车道线、主辅路、交通信息指示牌、红绿灯等信息，突破了原来各类软件中道路单线加车道条数的描述限制，让信息更加精准。

(3) 对宏中微观仿真的无缝衔接。由于以往的软件在宏观、中观、微观三个方面相互独立，使得场景割裂，融合困难，容易出现结果判断不一致的情况，如宏观呈现拥堵，微观却呈现不拥堵的矛盾状况。

而新一代交通仿真软件则从底层将宏观、中观和微观进行结构性融合，使得同源地图数据可同时转换为不同版本，供宏中微观交通仿真算法一并使用，保证算法输入地图的一致，实现宏观、中观、微观场景的无缝衔接，使仿真结果统一、准确。

## **(二十九) 西安智慧交通平台**

### **1. 案例概述**

西安交警互联网+大数据平台是将数字孪生城市与城市内交通管理业务相结合形成的项目。在本项目中集中融合了普通电子地图、高

精度道路地图、三维模型地图、多源交通信息融合、天气、122 警情、视频、微信各类基础数据，这些数据来源渠道不同、规格和形式不同，所有数据源都通过平台的 DataHIVE 数据蜂巢具备的数据集成融合能力进行汇聚、清洗、分类，处理和分布。在交警管理的各个业务领域，通过平台提供的 Minemap 将所有数据以直观形象的形式在可视化大屏中集中体现，以数字孪生的城市基础空间数据为数字基座，在一个大屏上发布和展示各个业务端的应用成果和信息反馈，实现交警业务管理的情报获取、指挥调度、勤务管理、监督考核、宣传引导五大环节的实际运用。

## **2.典型场景**

### **场景 1：多源数据融合处理及统一发布**

基于数字孪生的交警管理可以实现将多种交通管理的业务数据以统一平台的形式进行接入，融合与处理。平台中的多种类型的数据探针，能够快速对接不同数据源，实现非侵入式的数据汇聚。不修改数据的原始状态，只感知数据变化情况。这些数据源既包括常用的标准的业务数据，比如 122 接警数据、出警业务数据，也包括互联网下的非结构化数据，如微信方式反馈数据，还包括一些流式的动态数据，比如路况数据，交通事件（事故、施工、灾害等）。通过平台的数据汇聚能力，整合各类业务相关数据，并对数据按照通用的模型进行校准补齐，构建完整的数字化交通形态，实现全息数据融合感知。

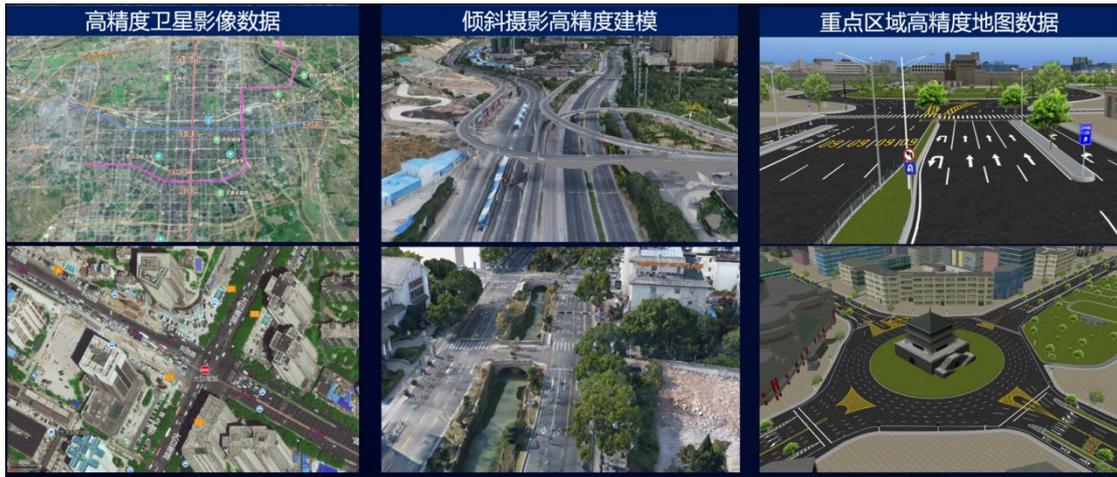


图 29-1 数字孪生多源数据融合处理

## 场景 2：可视化交通指挥调度

在数字孪生的交警管理平台上进行全方位、多角度、立体化的交警管理业务数据展示功能。通过平台自带的矢量对象、热力、航线、飞行、粒子等可视化模型及渲染算法，能够实现针对丰富多元的交通要素进行高效逼真的可视化表达，直观地通过可视化的方式实现业务场景的展现。



图 29-2 可视化交通指挥调度

### 场景 3：交通路口精细化管理

通过针对融合路口、视频、卡口、信号灯数据，对道路及路口进行精细化管理与动态评价。通过交通路口精细化管理实现了帮助交通管理者掌握道路路口的情况、通过接入交通要素数据，动态精细化方式刻画路口交通运行情况，为针对路口信号评价及优化提供建议，同时能够提供全时序的路口治理前后数据报告。



图 29-3 交通路口精细化管理

### 3.案例总结

数字孪生交警管理平台让交警管理业务能够做到集成化、规范化、可视化、扁平化、协同化。通过在交警管理领域的“情报、指挥、勤务、监督、宣传”五大方向的落地实施，极大地推动了交警业务领域的科技化，智慧化能力。

多源数据融合处理及统一发布实现了在交警领域的数据“跨界”融合所形成的价值，拓展了交警管理的精细化程度。本次项目的实施中实现了基础地理信息数据、动态交通数据、业务数据和基础设施数

据多大范围融合。项目建设截止 2020 年 3 月份，共接入数据总量 550 亿条，日增量 5800 万，结构化数据存储空间 5TB。



图 29-4 数字孪生交警管理平台

多种维度和多样方式的可视化表达帮助交警管理者更方便地实现不同的业务单元落地管理。通过数据感知及可视化指挥调度，实现智能视频分析日均发现 100 例、拥堵指数异常报警日均 200 例，警情感知渠道拓展为五类。警情发现能力提升 30%。

合理的模拟仿真推演为改善和优化道路交通通行能力，提升交通管理质量提供了非常大的帮助。通过路口模拟仿真优化，解决城市重点路段拥堵“老大难”问题。提升群众满意度，降低投诉率。比如：西安市明光路-纬三十街路口长期拥堵，通过路口交通秩序优化改造，实现了通行能力明显提升的成果。

数字孪生城市的交警管理平台大幅提升了城市交通管理工作效率，改善了城市交通运行环境，达到了通过科技和智慧化手段提升城市管理水平，造福社会公众的目标。

## 八、逻辑关系孪生类应用

### (三十) 城市无线频谱电子沙盘应用

#### 1. 案例概述

国家无线电委员会建设数字孪生频谱态势电子沙盘，以数字孪生技术为基础，真实完整重建无线电网络传播室内外环境并将无线电频谱大数据与数字孪生体无缝有机融合，有机集成频谱态势计算的结果数据结合实景三维进行渲染、展示及分析，从而实现无线电管理业务的可视化、科学化、智能化管理，有效的提高了通信网络频谱资源利用效率及可靠性，为无线电频谱管理提供一站式解决方案，助力新基建 5G 建设，推动 5G 应用。

针对频谱业务数据，对于主要业务元素如台站、监测车等，均可以创建 1:1 的三维模型，在系统里进行展示。对频率数据、监测数据、电磁数据可以按照需求进行三维渲染。

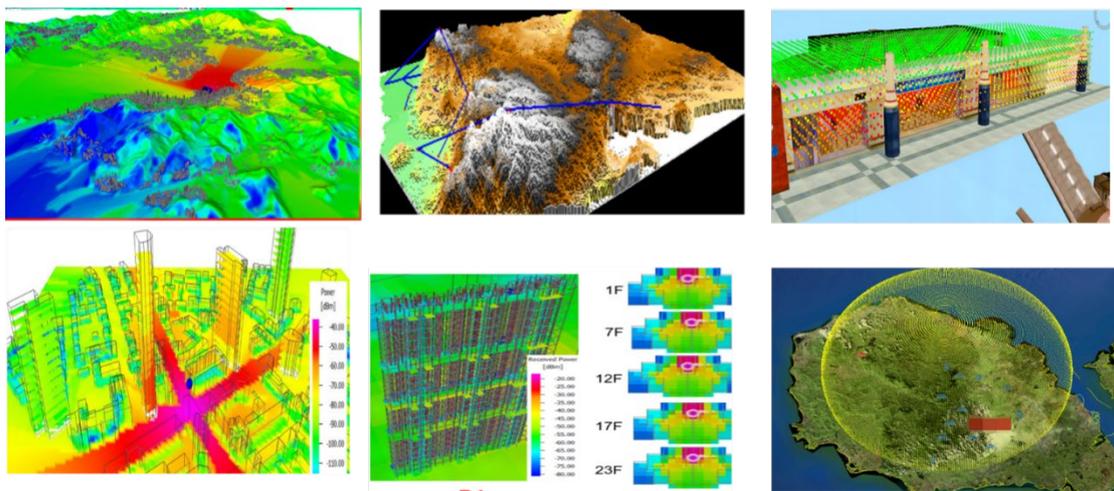


图 30-1 频谱态势电子沙盘异构融合数据

## 2.典型场景

### 场景 1：台站管理

系统可以按频率、业务、地域、时间等维度对台站信息进行综合管理，包括查找、定位，按照频率、地域等统计分析。对于不同的台站类型可以用不同的地图符号\模型进行表示。可批量导入台站数据进入地图系统。支持关键词模糊查找台站。用户也可以根据台站的名称、位置等基本信息对台站进行业务属性关联查询。

支持台站、5G 基站仿真选址分析，基于城市数字孪生环境以及台站/5G 基站位置、信号衰减算法，分析信号覆盖范围和强度，从而更好的规划台站/基站选址。



图 30-2 新增台站前



图 30-3 增设台站后

## 场景 2：干扰异常分析评估

当发生无线电干扰事件时，启用小型无线电监测站和其他一些监测设备，系统可以将多个监测点的地理坐标信息和测向方位角接入到系统中，在三维电信电子沙盘上表现为一条条的射线，排除其中错误的射线后，射线的交点便是干扰源所在地。

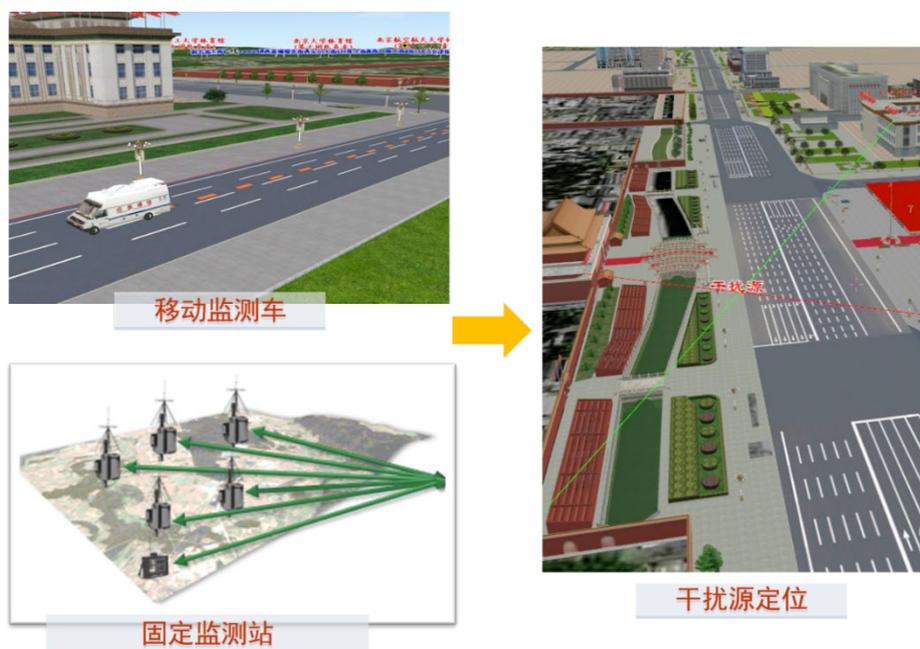


图 30-4 干扰异常分析展示

### 场景 3：重大活动无线电保障

系统的各项基本功能和业务功能能够根据重大活动保障（如冬奥会）业务保障需求制定相应的功能组合，采用可视化图表、拖拽式自由布局、图形化编辑，快速可视化制作，支持数据实时同步更新，可灵活投屏多种屏幕终端、并能够在大屏幕自定义展示。

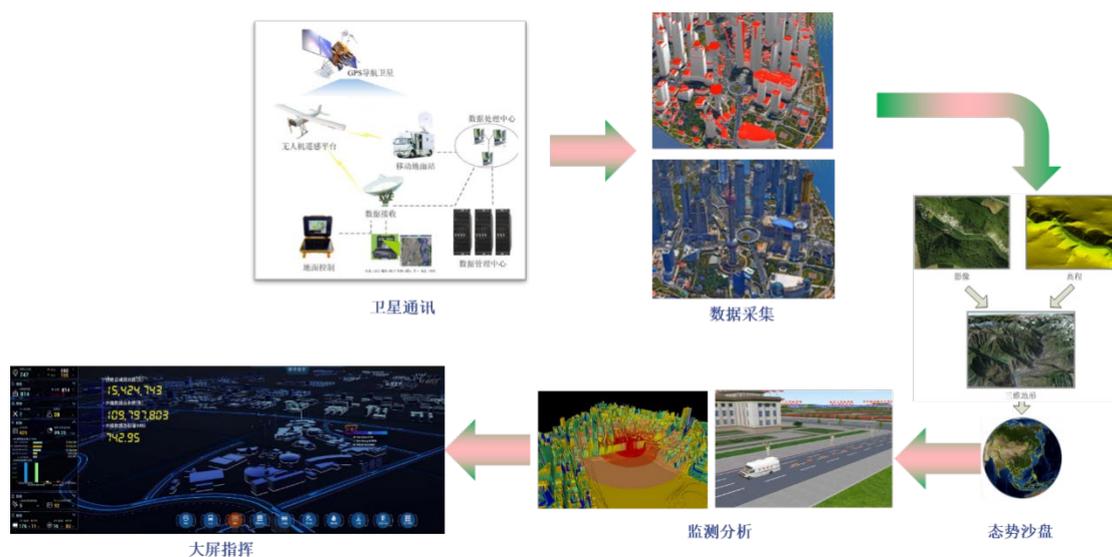


图 30-5 重大活动无线电保障体系

## （三十一）数字孪生金融网点

### 1. 案例概述

北京市农村商业银行建设的数字孪生金融网点系统，采用先进的金融可视化监控管理的理念，整合银行已有的网点监控和应用监控，对金融网点以及支持其运行的应用系统进行端到端的可视化监管控。它突破常规，创新性地采用了物理数字孪生和逻辑数字孪生结合的手段，打造了金融端到端管理的全新方式。其具体建设目标包括：

（1）实现金融网点应用系统，从网点侧到支撑侧，所有资产对

象的管理及相关监控信息整合展示；

(2) 提供开放的数据集成接口，实现与监控管理系统的集成；

(3) 实现网点业务环境和应用可视化。

## 2.典型场景

### 场景 1：网点分布可视化

数字孪生金融网点系统与数字地图系统进行整合，获取网点的坐标信息。在金融企业管辖范围内，在地图上对其网点的地理位置分布进行可视化呈现。

同时，还对所有网点与数据中心的通断状况，以及网点自身的业务状况，包括当日业务数量 TOP10 和业务排队 TOP10 等。业务部门和技术部门的管理者通过这些数据，可以及时掌握重要信息，并在第一时间内进行资源调配，为客户提供高质量的金融服务。



图 31-1 网点分布可视化

### 场景 2：网点环境可视化

数字孪生金融网点可对银行所属金融网点的运营物理环境进行

三维仿真呈现，包括网点所在园区、建筑、室内结构布局、设备设施进行 1:1 的模拟还原，在数字孪生平台还原真实的金融网点。

同时，还提供多种资产统计表格，显示网点各种资产的详细信息，让领导者在管理场所一目了然的情况下，对资产的细节信息也一清二楚。



图 31-2 网点环境可视化

### 场景 3：应用架构可视化

数字孪生金融网点系统将支撑网点运行的业务系统，通过三维多层逻辑架构图的方式进行展示和管理。在架构图中，将应用系统按照运维管理中普遍认可的架构分层方式，把网络、服务器、软件和业务对象分别展示，并通过逻辑连线进行连接，最后再将这些对象的实时监控数据进行整合。

这种通过数字孪生技术，将逻辑世界的对象进行可视化管理的手段，无论是高层管理者还是具体的运维人员，都能全面系统地了解原本非常抽象的应用架构和运行信息，大大提高了运维效率。



图 31-3 应用架构可视化

#### 场景 4: 交易路径可视化

银行业交易的海量性是自身的业务特点，而保证交易快速稳定地进行是重中之重。对于金融网点业务管理人员来说，最关注的就是交易的健康状况。

数字孪生金融网点系统将交易进行的情况，通过立体的应用墙和交易路径图的方式，将所有业务系统交易的总体概况，以及每个交易中的各个节点进行拆分连接，既让业务人员对交易健康度有整体的掌握，也能够深入细节，进行交易问题的排查。

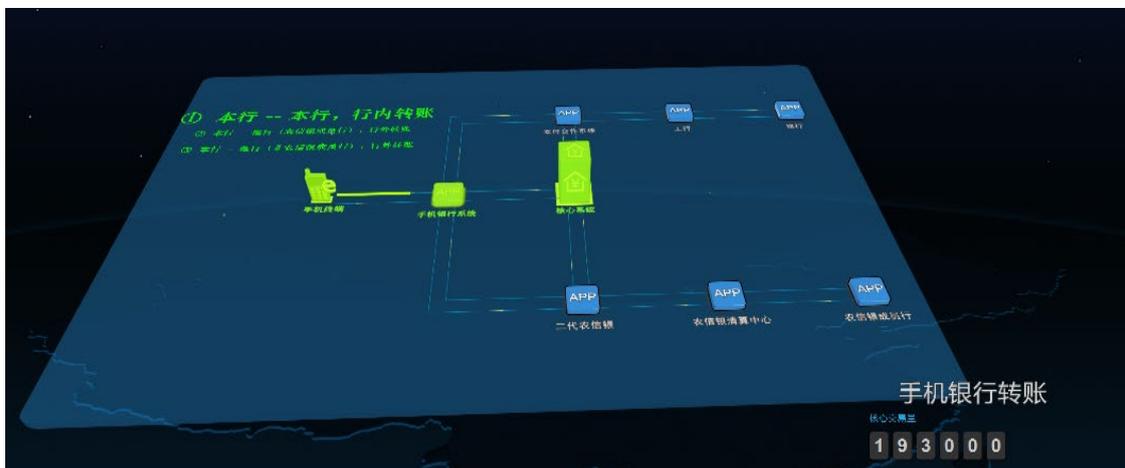


图 31-4 交易路径可视化

### 3.案例总结

通过数字孪生金融网点系统的建设，向金融网点的管理者和业务人员提供了覆盖网点业务、系统和资产的全方位监控的统一展现，有助于进一步提高网点的业务管理水平和故障响应能力，提升对突发问题的预警能力和快速反应能力。

根据系统正式上线运行后三个月的统计数据来看：（1）在资产管理方面。网点关键资产的覆盖率从最初的 78%提升为 100%，准确率从 70%提升为 100%。（2）在业务管理方面。全市金融网点业务数据汇总方式从原来的半自动变为现在的全自动，时间从原来的 4 小时提升为现在的 2 秒钟。（3）在系统管理方面。在具备了数字孪生架构图和交易路径能力后，关键业务系统的平均故障定位时间从原来的 120 分钟缩短为现在的 10 分钟。