

实景三维产品架构设计与实践

吴 创 奇

西安市勘察测绘院
2023年6月28日

目 录

- 1 建设背景
- 2 产品架构
- 3 生产实践
- 4 应用案例

1

实景三维建设背景

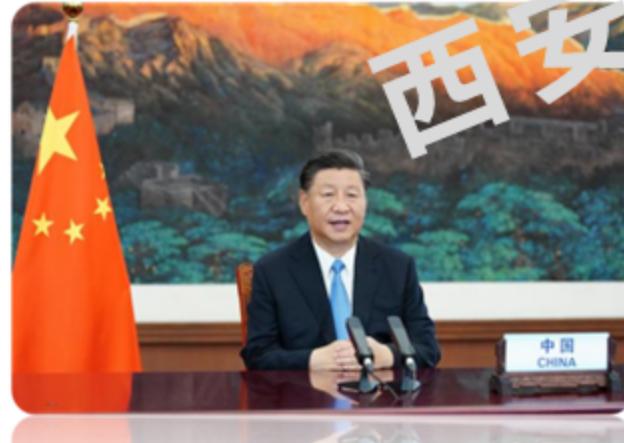
(1) 实景三维的提出

当前，数字化浪潮席卷全球，已成为国际竞争的最前沿。

习近平总书记指出“要构建以数据为关键要素的数字经济，推动构建新发展格局”。

党的十九大四中全会首次提出**数据**增列为第五大**生产要素**。

党的二十大报告指出“加快建设数字中国”、“促进发展数字经济”。



[国务院印发《“十四五”数字经济发展规划》](#)

国务院日前印发《“十四五”数字经济发展规划》（以下简称《规划》）。《规划》指出，“十四五”时期，我国数字经济持续快速发展，全社会数字化转型深入推进。《规划》提出，到2025年，数字经济核心产业增加值占GDP比重达到10%，数字经济创新体系基本形成，数字经济治理体系更加完善，数字经济和实体经济深度融合取得实质性进展，数字经济治理体系更加完善，数字经济和实体经济深度融合取得实质性进展。

[实景三维中国建设总体实施方案（2022-2025年）通过评审](#)

7月14日，自然资源部召开新闻发布会，通过《实景三维中国建设总体实施方案（2022-2025年）》（以下简称“方案”）。方案已编制完成，正在征求意见。方案指出，到2025年，全国范围内的自然资源、空间地理信息实现统一、科学、规范、高效的管理。方案还提出，将建立全国统一的实景三维模型数据库，支撑国土空间基础信息平台建设，构建与国家数字经济相适应的时空基础设施，支撑智慧城市、数字经济等高质量发展。方案还提出，到2025年，全国范围内的自然资源、空间地理信息实现统一、科学、规范、高效的管理。方案还提出，将建立全国统一的实景三维模型数据库，支撑国土空间基础信息平台建设，构建与国家数字经济相适应的时空基础设施，支撑智慧城市、数字经济等高质量发展。

(1) 实景三维的提出

在数字经济大背景下，**自然资源部**多次提出要加快基础测绘的转型升级。

希望通过“**优化升级产品体系、技术体系、生产组织体系和政策法规体系**”实现基础测绘的转型升级



(1) 实景三维的提出

实景三维数据作为新型基础测绘的核心产品，应运而生，**实景三维中国建设**在全国全面推进实施。

实景三维发展历程：

2019年测绘地理信息工作会议提出：推进**实景三维中国建设**。

2021年**实景三维中国建设**列入“十四五”自然资源保护和利用规划、“十四五”新型基础设施规划。

2022年《数字中国建设整体布局规划》明确：推进**实景三维中国建设**。

2023年自然资源工作会议，王广华部长提出：全面推进**实景三维中国建设**。



(2) 实景三维概念与特征

概 念

实景三维是**真实、立体、时序化**反映人类生产、生活和生态空间的时空信息，是国家重要的新型基础设施，通过“人机兼容、物联感知、泛在服务”实现数字空间与现实空间的实时关联互通，为数字中国提供统一的空间定位框架和分析基础，是数字政府、数字经济重要的**战略性数据资源和社会要素**。

特 征

- 实景三维具有“实体化、语义化、三维化、时序化”特征；
- 实景三维产品覆盖范围大大拓展，包含了地上地下、水上水下、室内室外，陆海一体；

2

西安市勘察测绘院

西安三维产品架构设计

(1) 产品体系构成

按照三维化、实体化、语义化的数据产品总体设计要求，设计了立体化、层次化的产品结构体系：“基础产品 + 标准产品 + 应用产品”

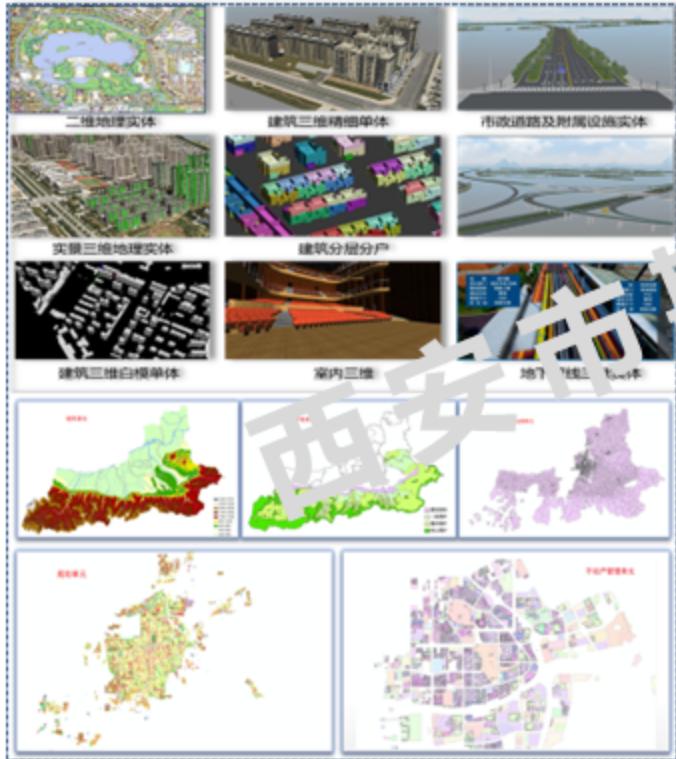


- 基础产品是实景三维的“底图”产品，是支撑实景三维应用的核心与基石，包括**地理实体**和**地理场景**。
地理实体是实景三维的核心，是其他信息空间定位的框架与承载的基础；
- 标准产品是，按照一定的规则，通过程序自动组装而成的标准化产品；
- 应用产品是量身定制的个性化产品；

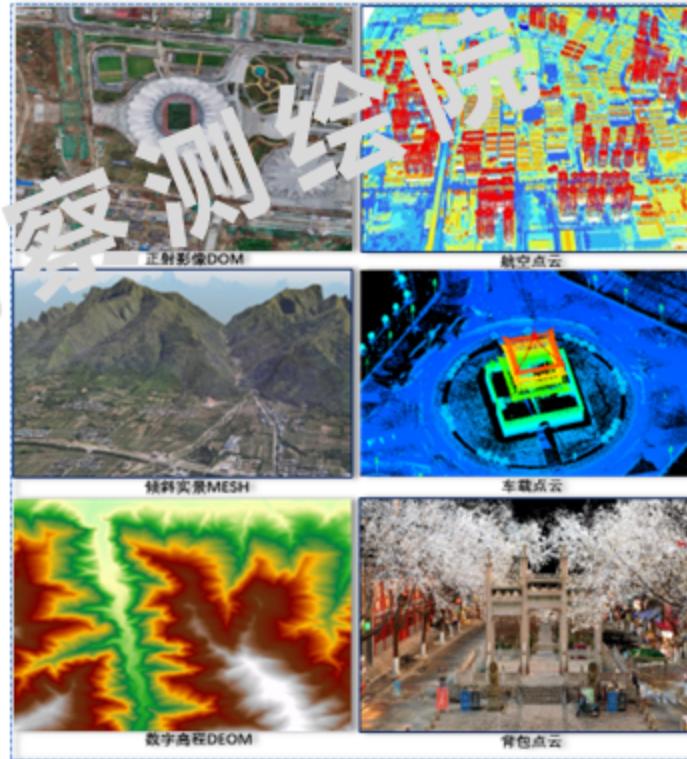
实景三维产品的核心是地理实体，三维只是实体的一种表达形式，实体二维表达同样非常重要。

(1) 产品体系构成

基础产品



地理实体



地理场景

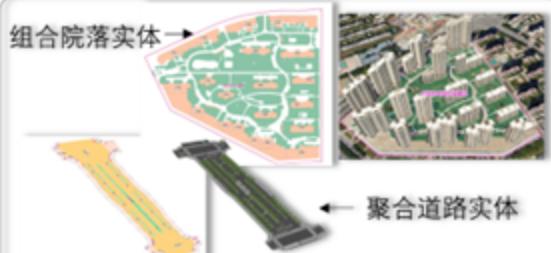
(1) 产品体系构成

标准产品



(1) 产品体系构成

• 应用产品 •



组合聚合数据集



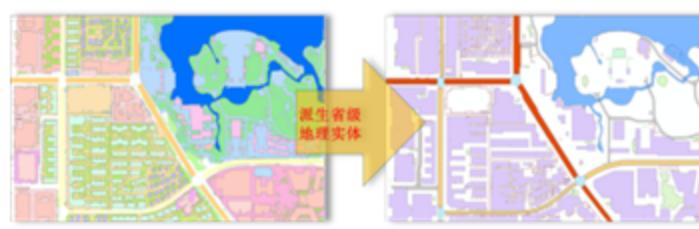
任意比例尺地形图



行业主题产品



自定义组装产品



国、省级地理实体集

(2) 地理实体的分类

以人类对地理对象的认知为基础，以应用需求为导向；

按照地理实体的定义与内涵，摒弃传统面向地图制图按要素的分类思想；

| 一级类 | 二级类 | 三级类(个) |
|--------|-----------|--------|
| 10地物实体 | 02水系 | 7 |
| | 03居民地及设施 | 9 |
| | 04交通 | 9 |
| | 05综合管线 | 9 |
| | 07地貌 | 1 |
| | 08植被与土质 | 1 |
| | 09地名地址 | 10 |
| 20地理单元 | 01行政区划单元 | 1 |
| | 02地形单元 | 5 |
| | 03自然文化保护区 | 4 |
| | 04社会综治单元 | 4 |
| | 05用地用海单元 | 19 |
| | 06规划单元 | 6 |
| | 07不动产单元 | 5 |
| | 08地下空间单元 | 1 |
| | 09地质体单元 | 1 |

合并：同一类实体不再按比例尺、符号、功能、形状、性质、状态、空间位置等区分，如桥梁、堤坝能否通车、矿井井口是方是圆等；

调整：从管理者的角度对个别对象分类进行了调整，如：城市绿地按照城市绿地所起的作用和城市绿地管理主体的不同进行细分；

摒弃：删除了测量控制点、数学基础、示意性符号（流向、入地等）各类性质说明性注记等类别。

扩充：对新产生的地理对象或与地理位置密切相关的管理对象其进行实体定义与扩充，如：院落、城市绿道、机动车停车位、机动车充电桩、共享单车停车位等地理实体。

(3) 地理实体的概念模型



身份编码和关系是地理实体相较于地理信息要素所特有的属性。

标识信息 主要指用于区分地理实体个体之间身份的信息，包括：地理实体的空间身份编码、名称、地址、行业管理代码等。**空间身份编码是地理实体身份标识的主要方式，具有唯一性。**

空间信息 主要描述地理实体的空间特征，如：位置、大小、形状、范围、分布、走向、高度、深度等，通常用**几何图形**来表示，可以是点、线、面、体等形式，不同形态通过身份编码关联。

时间信息 主要描述地理实体的产生、存续、消亡的时间。

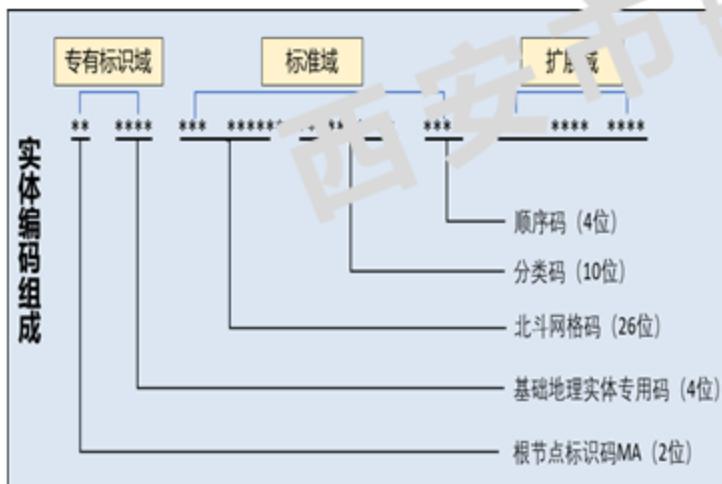
属性信息 主要描述地理实体本体的特征、特点，是实体之间个体差异的本质区别，包括基本属性和扩展属性等。

关系信息 主要是指地理实体之间的语义关系，包括：**空间关系、类属关系**和**时间关联**关系。

(4) 地理实体的身份编码

身份编码是区分地理实体的主要标识，是地理实体不同形态、信息关联的纽带，具有**唯一性**。

- 设计了基于“北斗网格剖分”的编码方案；
- 编码具有“唯一标识、快速检索、粗定位、信息关联、大数据分析”等作用；
- 编码既可以以字符串的形式单独存储，也可在应用中以二进制的形式表示；
- 编码包含位置信息，需考虑编码信息保密问题。



(5) 地理实体的关系

地理实体的关系：

- 空间关系：包括空间拓扑关系（包含、连接、关联）、空间距离关系和方位关系；
- 类属关系：地理实体之间的逻辑构成关系，包括：组成关系、父子关系和层次关系；
- 时间关联关系：包括之前、同时、之后三种关系；

地理实体的关系表达：

三元组记录：生产环节宜采用“三元组”形式记录；

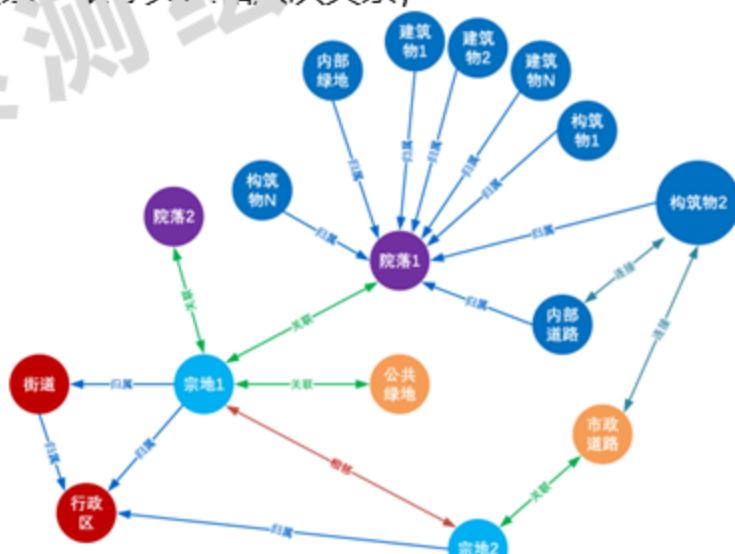
图数据管理：管理环节宜采用**图数据库**管理；

知识图谱表达：应用环节宜采用**知识图谱**的形式表达；

地理实体A（标识码） | **关系类型** | **地理实体B（标识码）**

注：地理实体A、B分别为地理实体A、B的身份标识码。

三元组表达结构示意图



知识图谱表达示意图

(5) 地理实体的关系

实体关系构建方法：

- **空间关系**：地理实体的空间距离关系和方位关系，宜在应用环节通过程序自动计算获得；
- **时间关联关系**：生产环节记录地理实体的产生、存续、消亡时间信息，应用时通过程序比较获得；
- **类属关系**：组成关系、依存关系、层次关系可通过空间分析、语义关联自动构建或交互构建，可在数据生产环节构建，也可在数据入库后统一构建。

实体关系构建种类：根据应用需求，按~~定义~~、~~构建~~构建。

表 3.1.9 地理实体间的关系

| 实体类别 | 关系类别 | 实体类别 |
|------|------|-----------------------------|
| 河流实体 | 包含关系 | 小河、大河、河岸、河口、河洲（岛）、河湾等 |
| 建筑实体 | 包含关系 | 房屋、院门、界墙、门墩、监控探头、绿化绿地、内部道路等 |

表 3.1.9 地理实体间的类属关系

| 实体类别 | 关系类别 | 实体类别 |
|------|------|--|
| 房屋实体 | 组成关系 | 地下建筑出入口、天窗、通风口；门顶雨棚、阳台、台阶、室外楼梯、柱廊、檐廊、挑廊等实体 |
| 道路实体 | 组成关系 | 路口实体、路段实体、交通附属设施实体等 |

表 3.1.9 地理实体与管理单元实体间的关系

| 实体类别 | 关系类别 | 实体类别 |
|----------|------|-------------------|
| 行政区划实体 | 包含关系 | 农林用地、土质等实体 |
| 区县行政区划实体 | 包含关系 | 开发区、保税区实体、特殊管理区实体 |
| 宗地实体 | 包含关系 | 自然地实体 |

表 3.1.9 管理单元实体之间的层级关系

| 实体类别 | 关系类别 | 实体类别 |
|--------|------|-----------------|
| 行政区划实体 | 层次关系 | 省、市、区（县）、街办（乡）等 |
| 街办实体 | 层次关系 | 社区网格 |
| 地籍区实体 | 层次关系 | 地籍子区、宗地 |

(6) 地理实体的精度

- 以满足应用为导向，综合区域地物地形特征和采集生产的难易程度等因素；
- 按照国土空间划分，不同区域精度不同，不同类别地理实体精度不同；
- 精度差异化设计，拓宽实景三维产品生产的方式、方法，提高了生产效率。

| 区域 精度等级 | 一级精度 | | 二级精度 | | 三级精度 | |
|------------|------|------|--------|-------|--------|--------|
| | 平面 | 高程 | 平面 | 高程 | 平面 | 高程 |
| 城镇 | 5 cm | 5 cm | 25 cm | 15 cm | 40 cm | 25 cm |
| 农业空间 | 5 cm | 5 cm | 100 cm | 35 cm | 150 cm | 50 cm |
| 生态空间 | 5 cm | 5 cm | 250 cm | 85 cm | 375 cm | 130 cm |

地下管线实体采用一级精度，地名地址、交通附属、城市部件等实体采用三级精度；
地理单元实体由相关行业规范确定；

(7) 地理实体的粒度

粒度: 是指地理实体需要测定和描述的**基本单元与最小单元**, 是地理实体详细程度的表达。

➤ 基本单元确定地理对象的**个体划分**依据与单位。

(如, 一座建筑是按楼层结构区分为不同的对象? 按管理主体, 需要区分吗?)

➤ 最小单元确定地理对象划分与表达的**最小层次**。

(如, 一座建筑是表达为一幢? 一层、一户?)

粒度划分原则: 空间、语义相结合, **语义划分**; 粒度划分要与管理者的划分**口径一致**。

➤ 依**空间结构**划分: 对于同类的地理对象, 应根据对象空间形态结构的独立性进行分割。

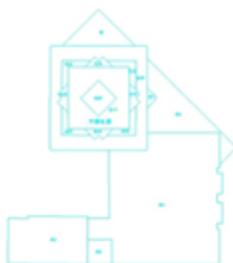
➤ 依**属性差异**划分: 对空间相接的同类地理对象, 应根据对象自身属性的差异性进行分割 (如对象名称、行业管理代码、材质等属性)。

➤ 依**权属差异**划分: 对于类别、属性均相同且空间结构连续的地理对象, 按照对象的权属、管理主体的不同进行分割。

(7) 地理实体的粒度

粒度划分示例：

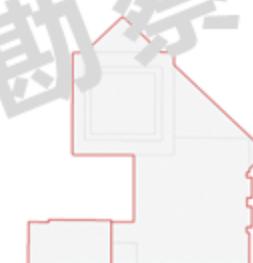
- 河流 依据《河道管理条例》按管理权则划分为~~河道段~~ 和 ~~岸水体面域~~；
- 房屋依据不动产管理，按~~自然幢~~划分，院落 参照宗地划分按现状范围表达；



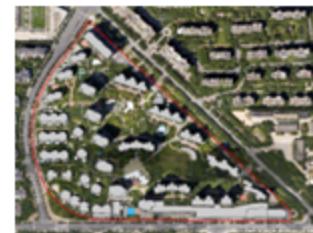
测绘采集房屋信息



不动产自然幢信息



房屋实体+建筑楼层分界线



- 道路依据《交通管理条例》划分为~~路段~~和~~路口~~；



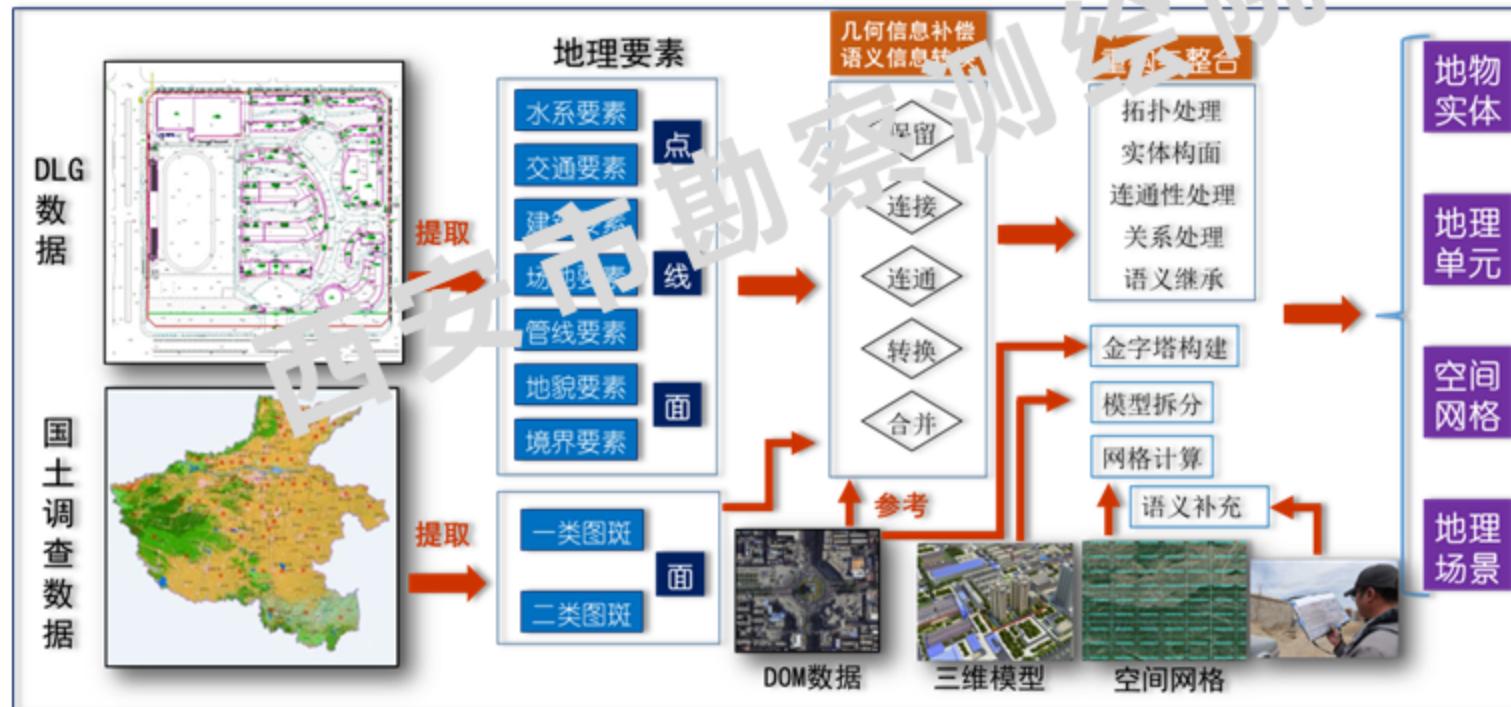
3

西安市勘察测绘院

西安三维产品生产实践

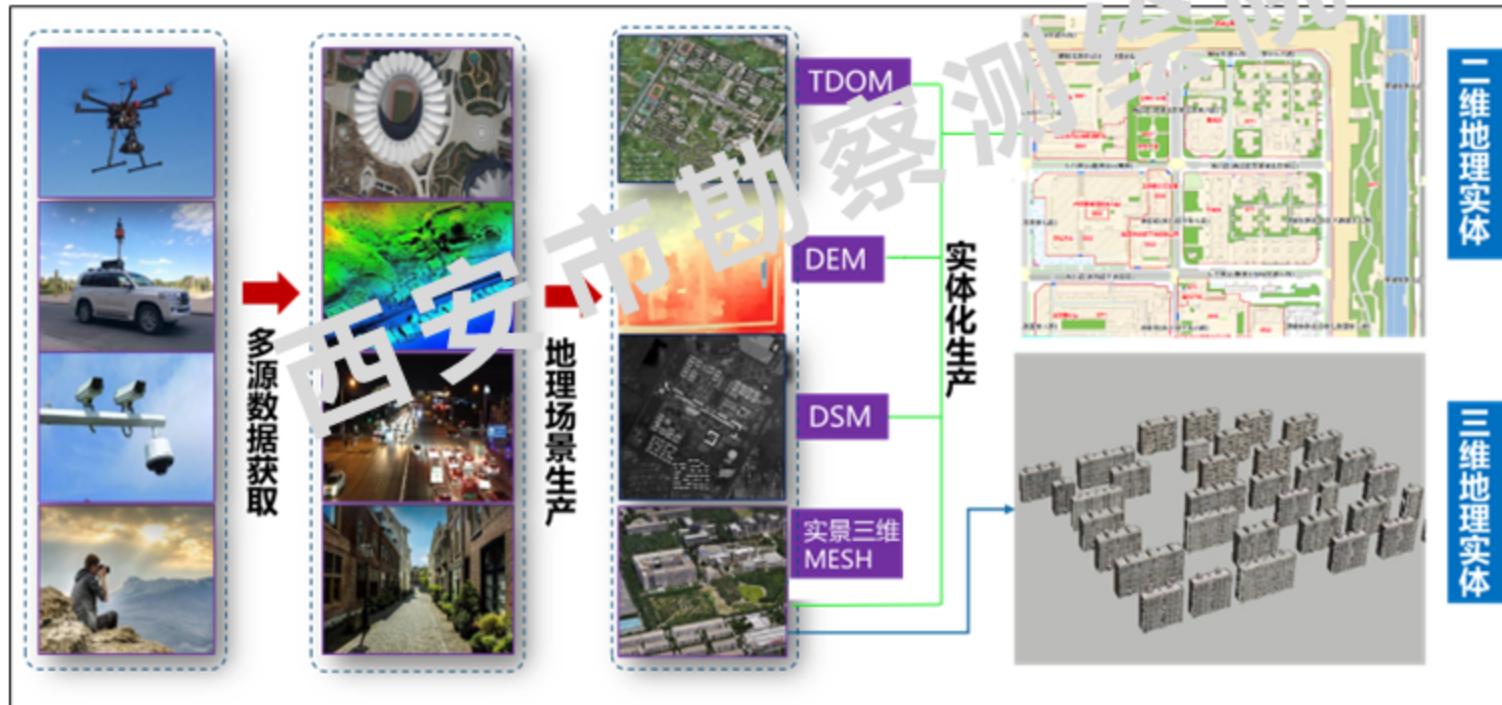
(1) 传统数据实体化改造

基于存量大比例尺数字地形图数据(DLG)，收集不动产、国土三调、地名地址等数据，通过要素提取、几何信息补偿、语义信息转换、重构与整合等技术流程，生成地理实体。



(2) 实景三维地理实体数据生产

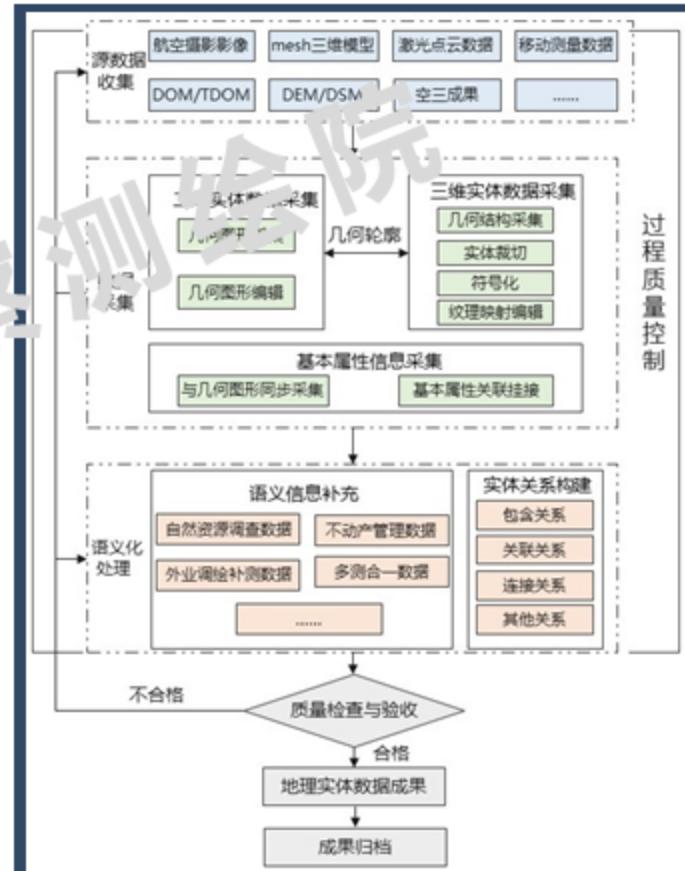
利用机载倾斜摄影、地面移动激光三维扫描等多源数据获取手段，通过三维场景重建、二三维一体化采集等过程，生产实景三维产品数据。



(2) 实景三维地理实体数据生产

二三维一体化生产工艺

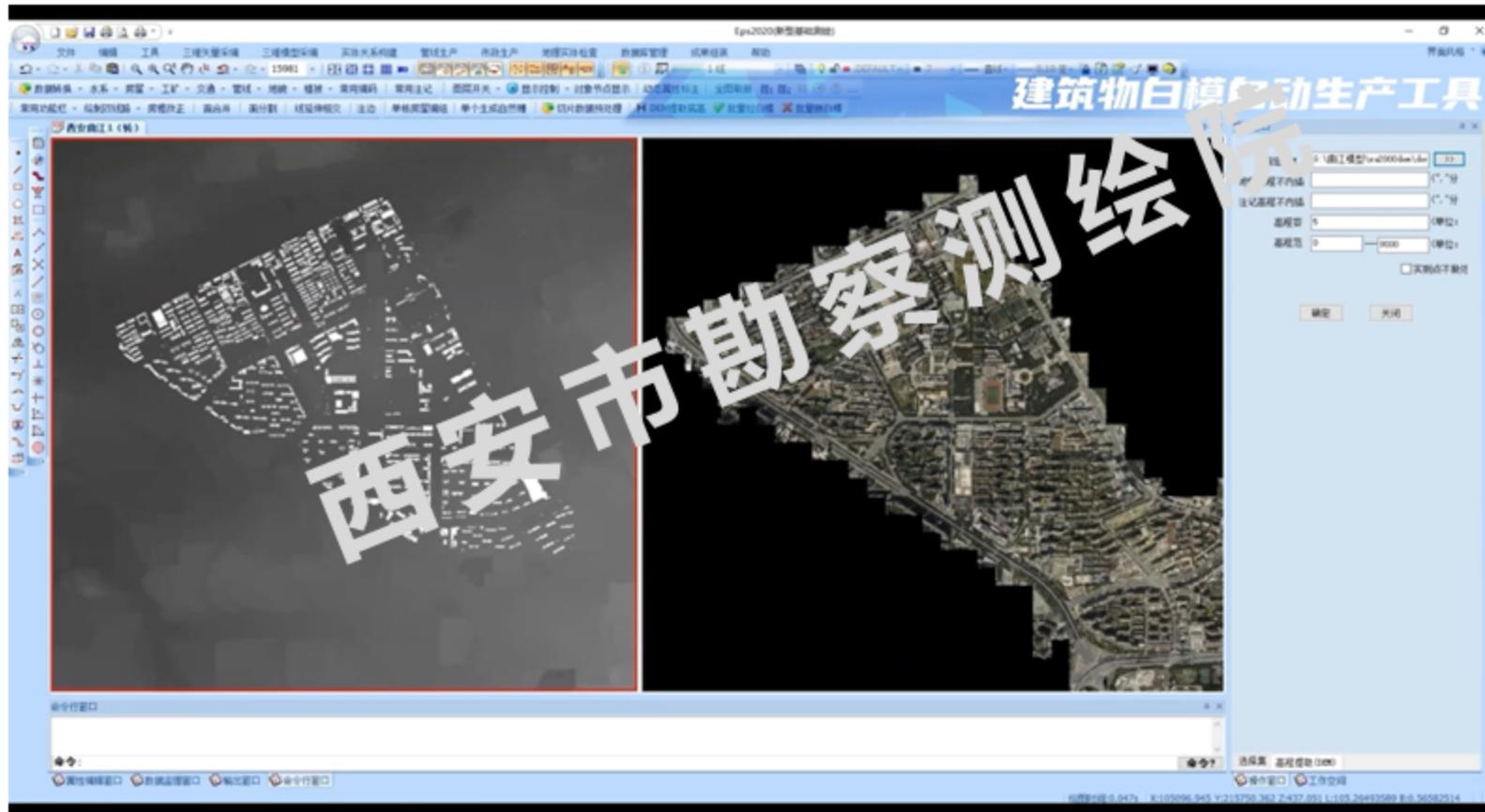
- 不同类别地理实体，选取不同的数据源，按照不同的精度采集，提高了生产效率；
- 二、三维几何信息一体化采集，避免了实体对角划分不一致与轮廓结构不统一；
- 同步采集地理实体几何信息、基本属性信息，减少了野外调查工作量；
- 数据采集可通过人工或程序自动化的方式，进一步提高了生产效率；
- 新技术的使用丰富了产品的种类与语义信息，降低对采集人员的技术要求。



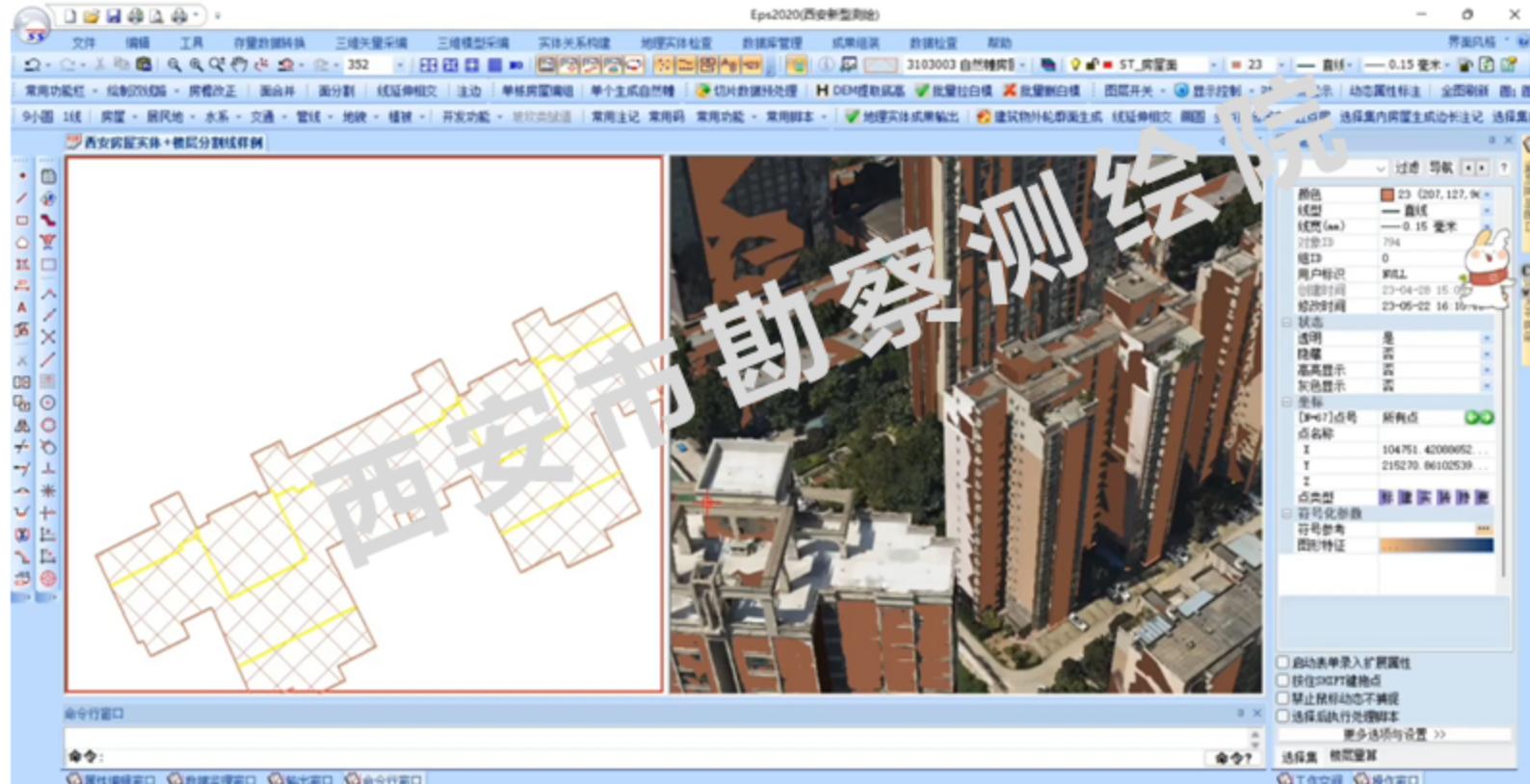
(2) 实景三维地理实体数据生产



(2) 实景三维地理实体数据生产



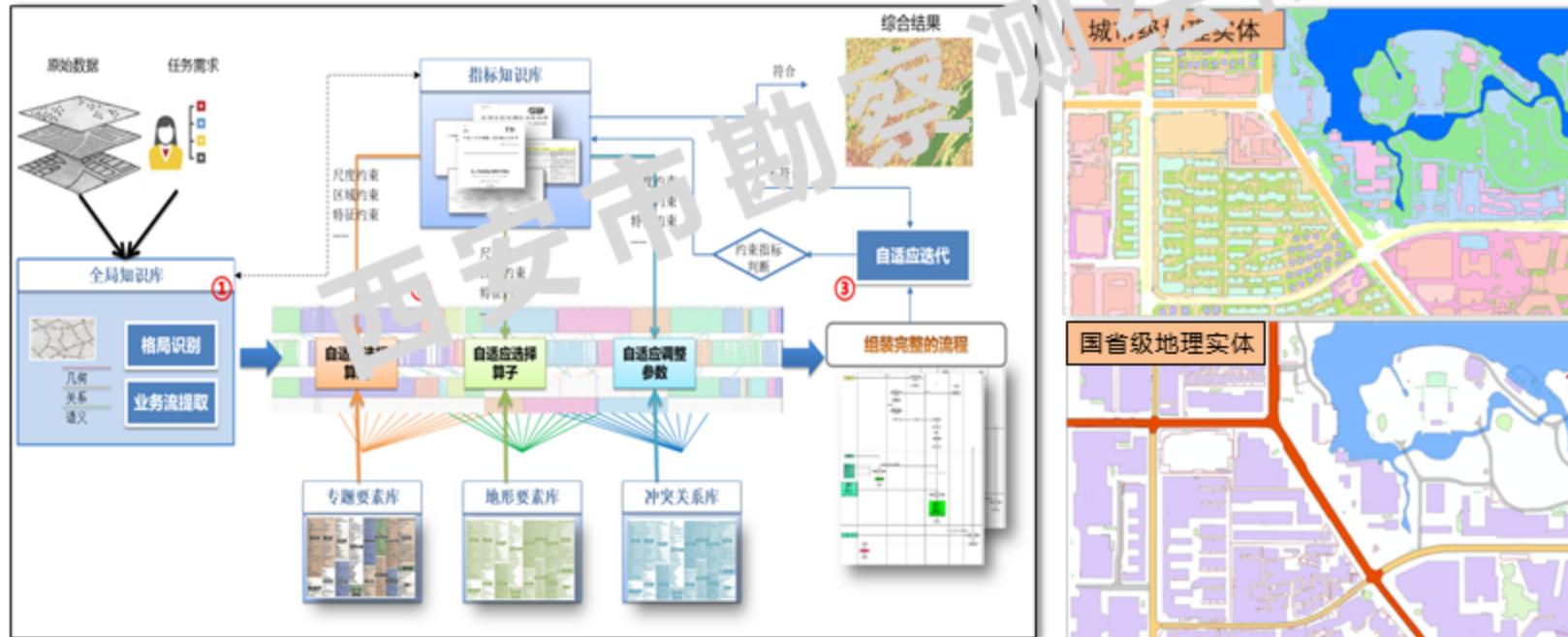
(2) 实景三维地理实体数据生产



层数自动提取

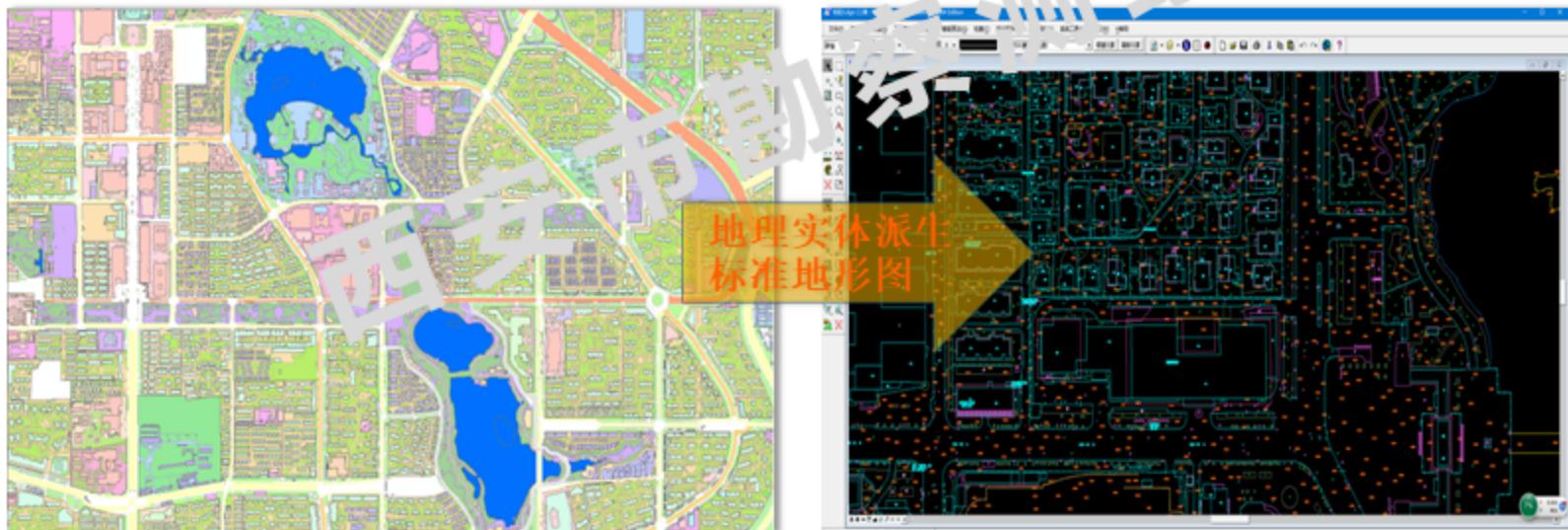
(3) 国省级地理实体自动综合

以城市级高精度、细粒度地理实体为基础，通过“地理实体综合”技术，生产国省级地理实体。综合包含：**几何信息综合、语义信息综合、实体关系协调等过程。**



(4) 基本比例尺地形图派生

基于地理实体数据的实体化、语义化特征，构建顾及语义、几何、拓扑、空间分布等多特征约束的地形图派生知识库，通过自动化的地形图派生工艺，快速生成任意比例尺地形图产品。



4

西安市勘察测绘院 西安景三维应用案例

实景三维应用案例——自然资源



实景三维应用案例——自然资源

西安市公共服务资源管理系统

The screenshot displays the 'Xi'an Public Service Resource Management System'. On the left, a sidebar lists categories like '幼儿园' (Kindergarten), '小学', '初中', '高中', '特殊教育', '高等院校_DM...', '教育', '医疗保障', '生活服务', '社会福利', '文体娱乐', '商业服务', '城市绿地', '政务服务', and '其他'. A large central map shows an aerial view of a city area with numerous colored markers (red, green, blue, yellow) indicating the locations of various services. A prominent watermark '西安市勘测院' is diagonally across the map. The top navigation bar includes links for '在线地图', '均等性', '功能区', '城市边界', '知识服务', and '运维管理'.

实景三维应用案例——智慧社区

面向管理者，挂接社区人口、公共服务设施、应急保障、物联感知、社区事件等信息，服务社区智慧管理。
面向社区居民，整合15分钟便民数据，集成社区业务办理、线上报事保修、热点信息，服务百姓数字生活。



房户人信息挂接



事件预警导航



社区流调轨迹



社区便民服务圈



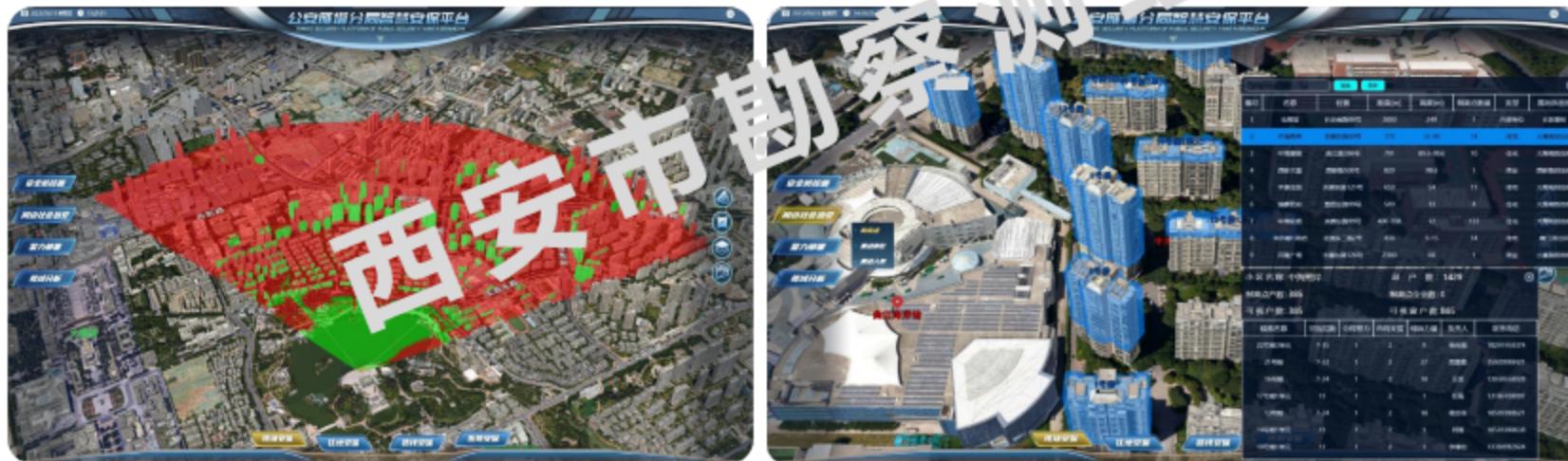
监控视频融合



配套资源热力图

实景三维应用案例——重大活动安保

基于实景三维数据，接入人口信息和感知设备，快速搭建了安保系统，为活动现场踏勘、可视建筑快速发现、重点人群空间分析、警力部署方案优化、安保力量科学分配、安保方案预演及警力动态调配等工作提供了科学精准支撑。





Thank You All!

GISTC | 2023地理信息软件技术大会

空间智能 因融至臻

2023 Geospatial Information Software Technology Conference