

# 三维GIS助力实景三维数据高效管理

杨芳

超图研究院三维研发中心 部门经理

2023年6月28日，北京



# 实景三维中国建设的数据管理需求

➤ **级别：**地形级、城市级、部件级、物联感知数据

➤ **精度：**

- 2025年，5米格网的地形级实景三维，5厘米分辨率的城市级实景三维。
- 2035年，优于2米格网的地形级实景三维，优于5厘米分辨率的城市级实景三维



地形级



城市级



部件级

# 实景三维数据管理，三维GIS平台面临的挑战

多源异构数据如何全面支持？

海量数据如何高效管理？

不同精度的地理实体对象如何快速融合？

海量数据如何高效、高真实感的可视化？

三维地理实体数据如何做到可计算、可分析？

# 实景三维数据管理，三维GIS平台面临的挑战

多源异构数据如何全面支持？

海量数据如何高效管理？

不同精度的地理实体对象如何快速融合？

海量数据如何高效、高真实感的可视化？

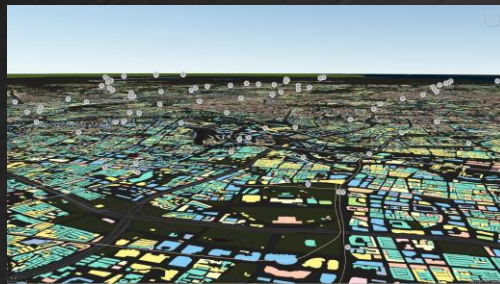
三维地理实体数据如何做到可计算、可分析？



# 全面支持多源异构数据



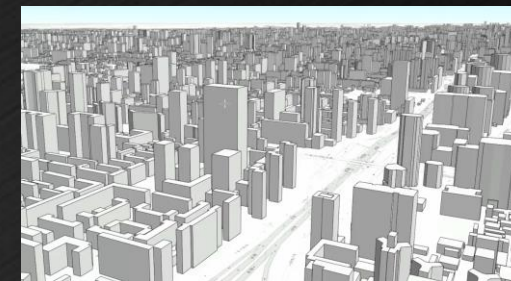
地形/影像



矢量



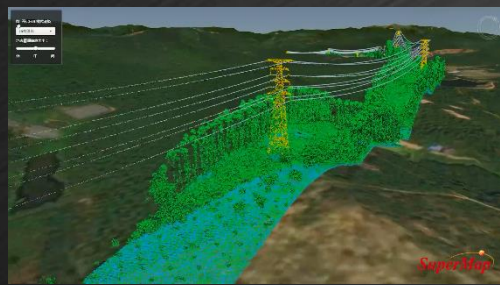
倾斜摄影三维模型



白模



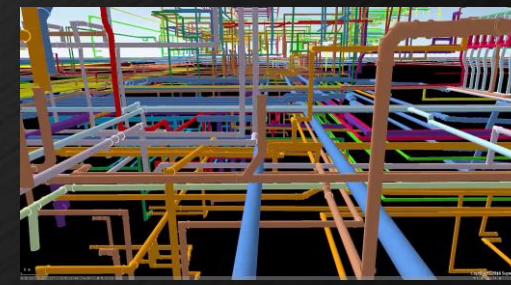
城市精细模型



激光点云



BIM



地下管线

# 城市级——模型数据格式接入支持

## 倾斜摄影三维模型

- OSGB、S3M

## 城市精细模型

- 原生支持：.3ds、.dxf、.osg、.osgb、.obj、.fbx、.dae、.flt、.skp、.glTF(1.0/2.0)、.x(新增支持二进制)、.stl(新增支持二进制)
- 插件方式支持：3ds Max(.max/.fbx等)



# 部件级——BIM数据格式接入支持

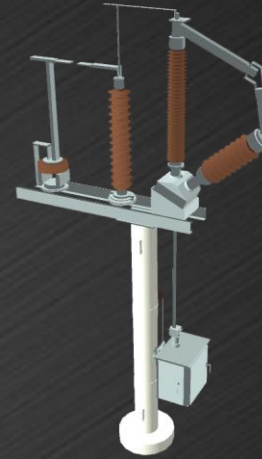
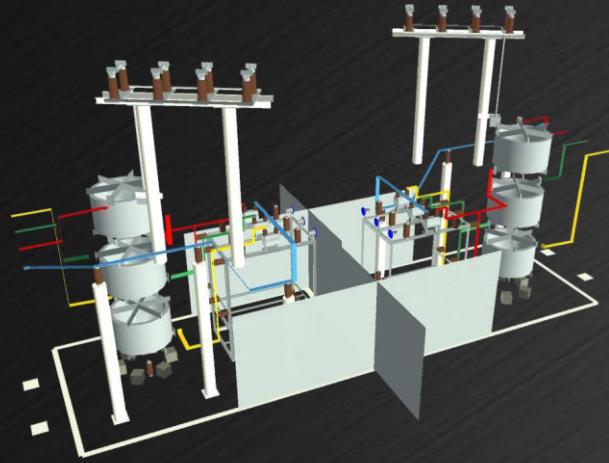
## 原生支持

- .ifc、.rvt、.skp、.rvm、.gim、.3dxml、.gml

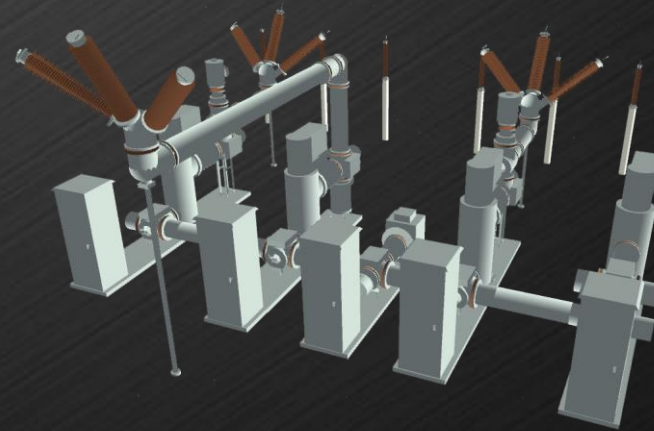
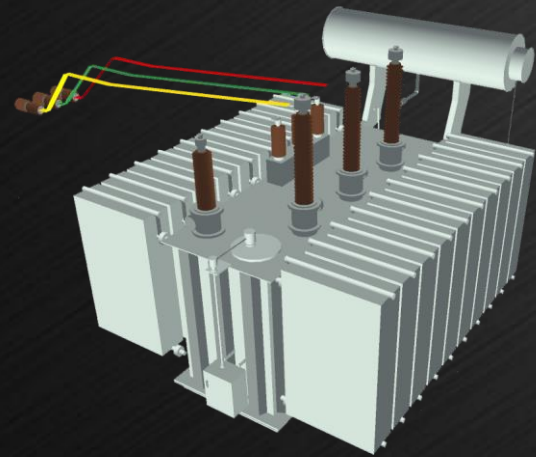
## 插件方式支持

- Revit (.rvt) 、 Bentley(.dgn)、 Civil3D(.dwg)、 Navisworks (.nwd) 等

# 部件级——GIM数据格式接入支持



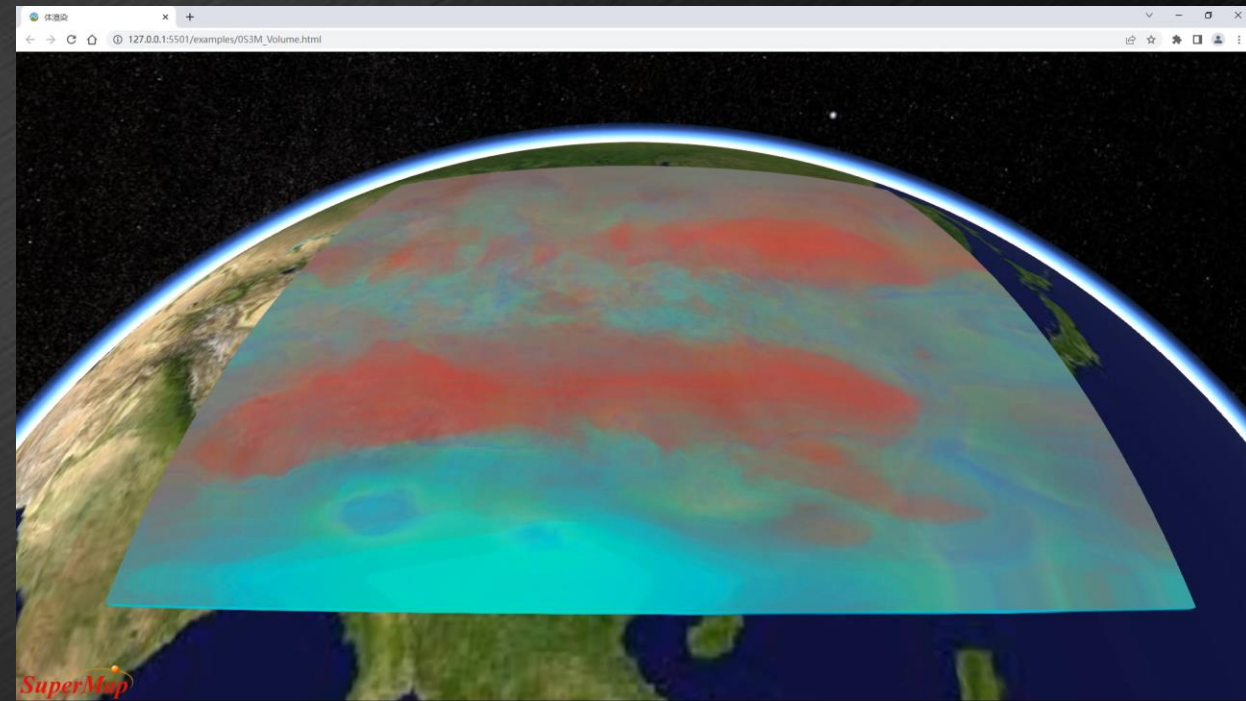
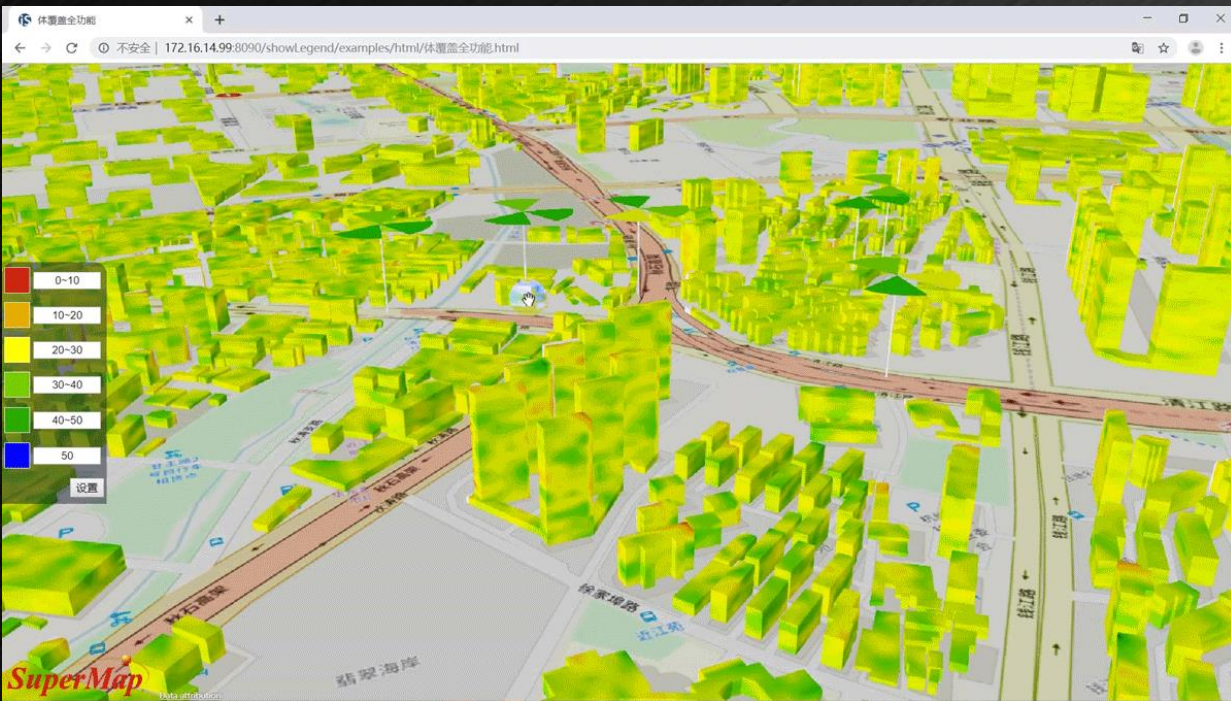
400+种  
通用电力  
设备模型





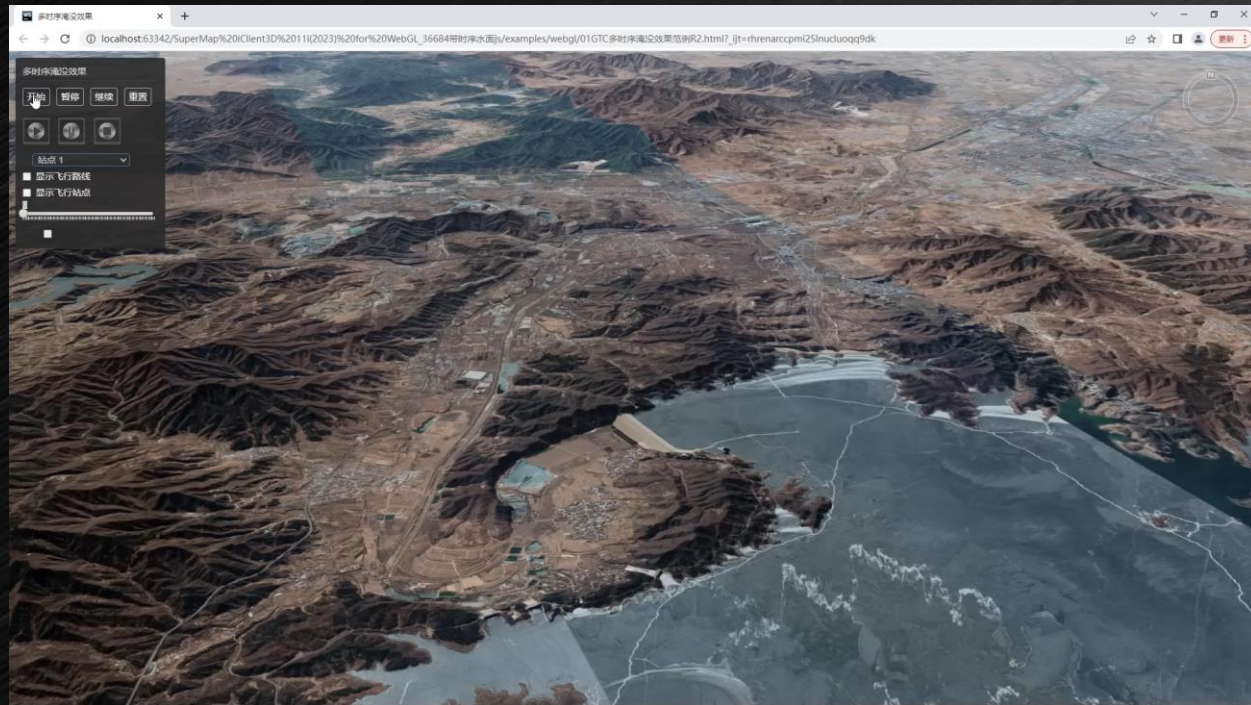
- 体元模拟城市通信信号

- 体元模拟全球级气象

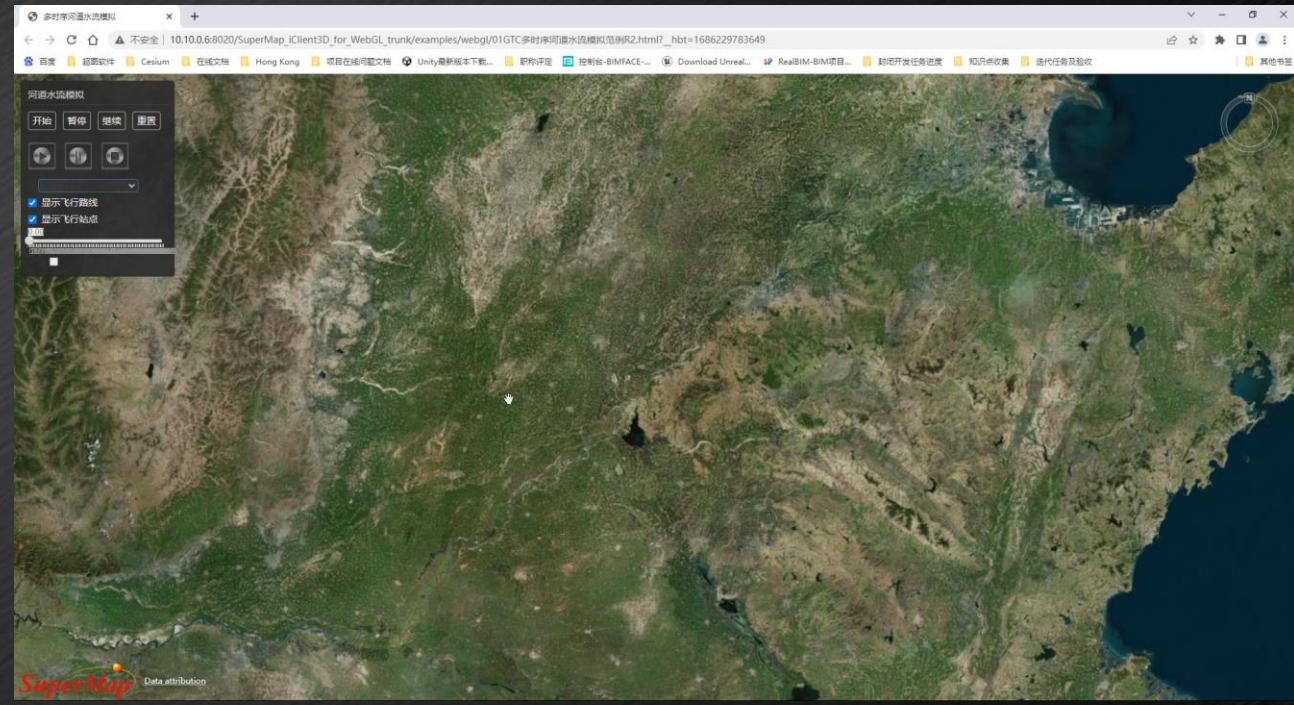




- 多时序S3M瓦片模拟洪水淹没



- 多时序S3M瓦片模拟河道水流





# 实景三维数据管理，三维GIS平台面临的挑战

多源异构数据如何全面支持？

海量数据如何高效管理？

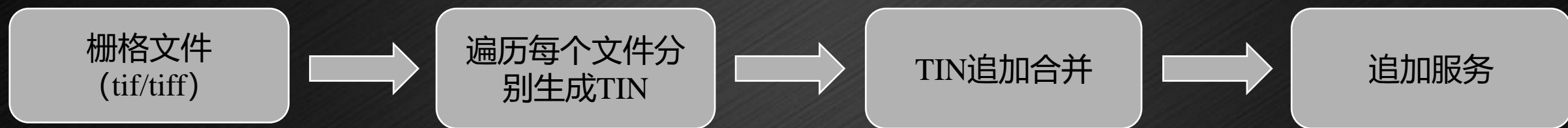
不同精度的地理实体对象如何快速融合？

海量数据如何高效、高真实感的可视化？

三维地理实体数据如何做到可计算、可分析？

# 地形级——TIN地形瓦片

自动化业务流：

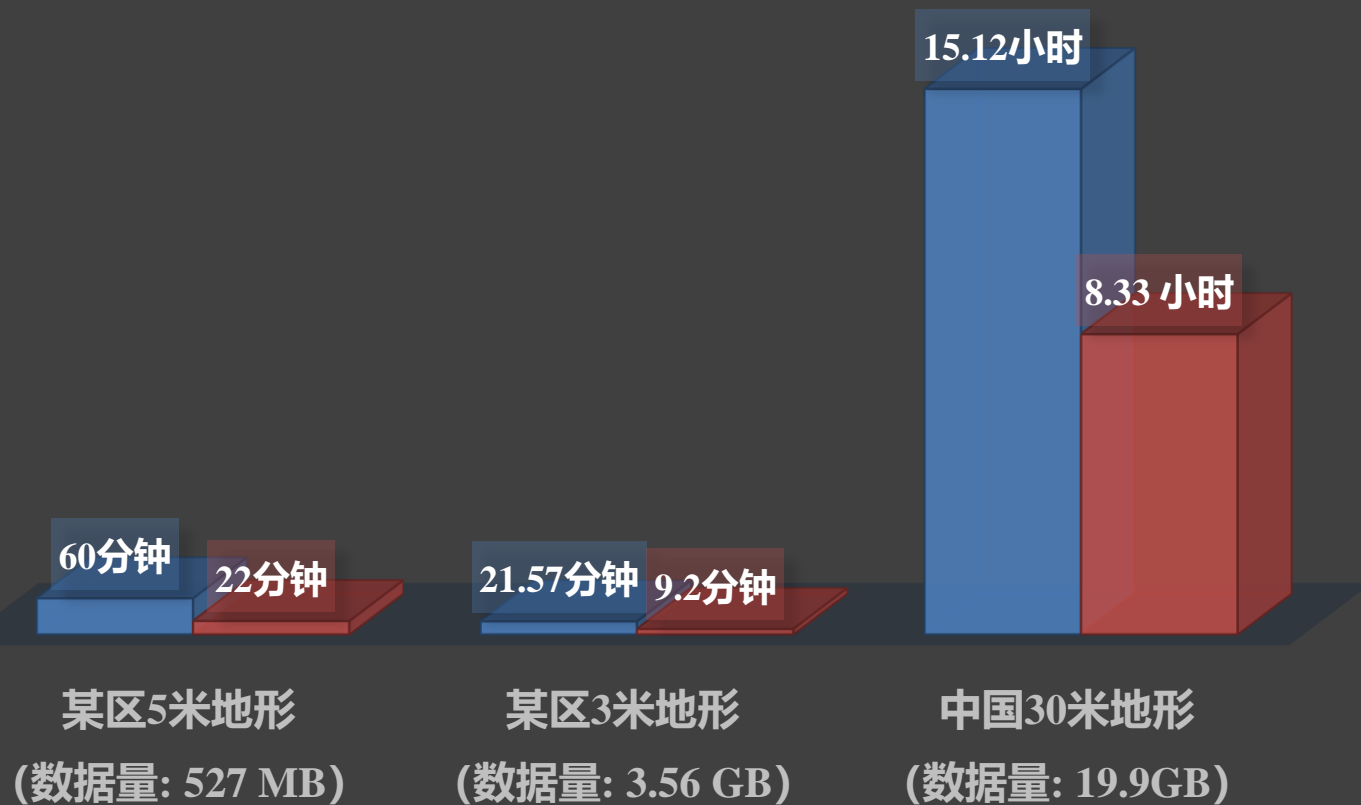




# 地形级——TIN地形瓦片

TIN地形瓦片处理时间对比

■ 11i (2022) ■ 11i (2023)



- 优化瓦片剖分算法
- 完善数据I/O机制

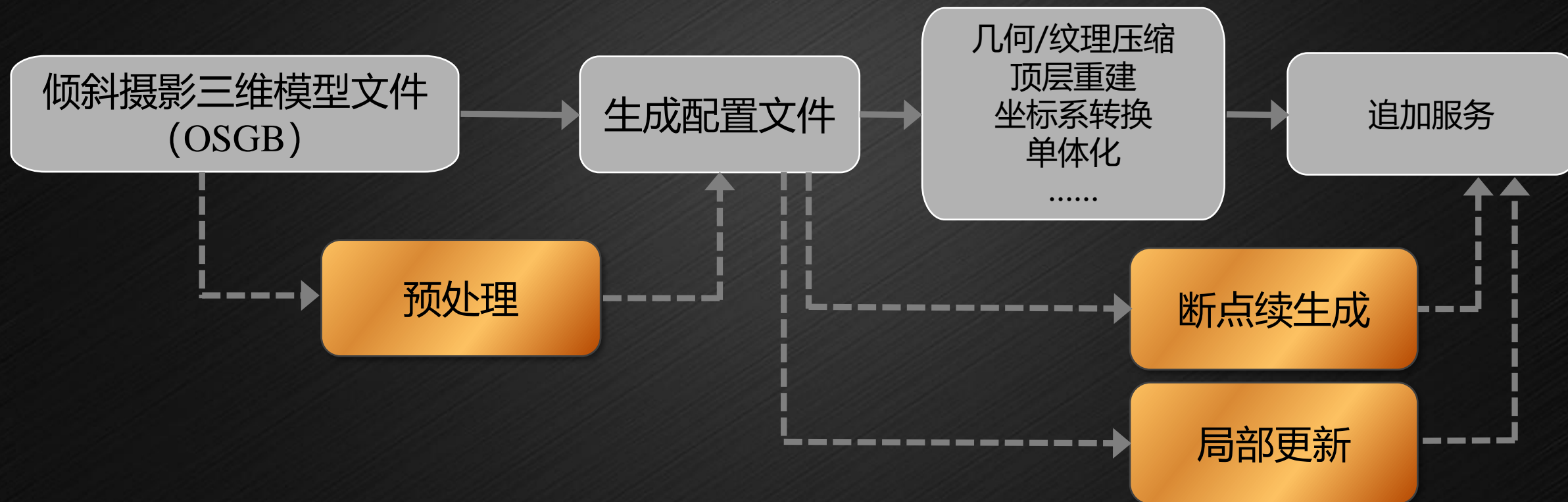
1倍+



处理效率

# 城市级——倾斜摄影三维模型

自动化业务流：





# 城市级——倾斜摄影三维模型

## \*新增倾斜预处理检查算子（异常数据自动修复）

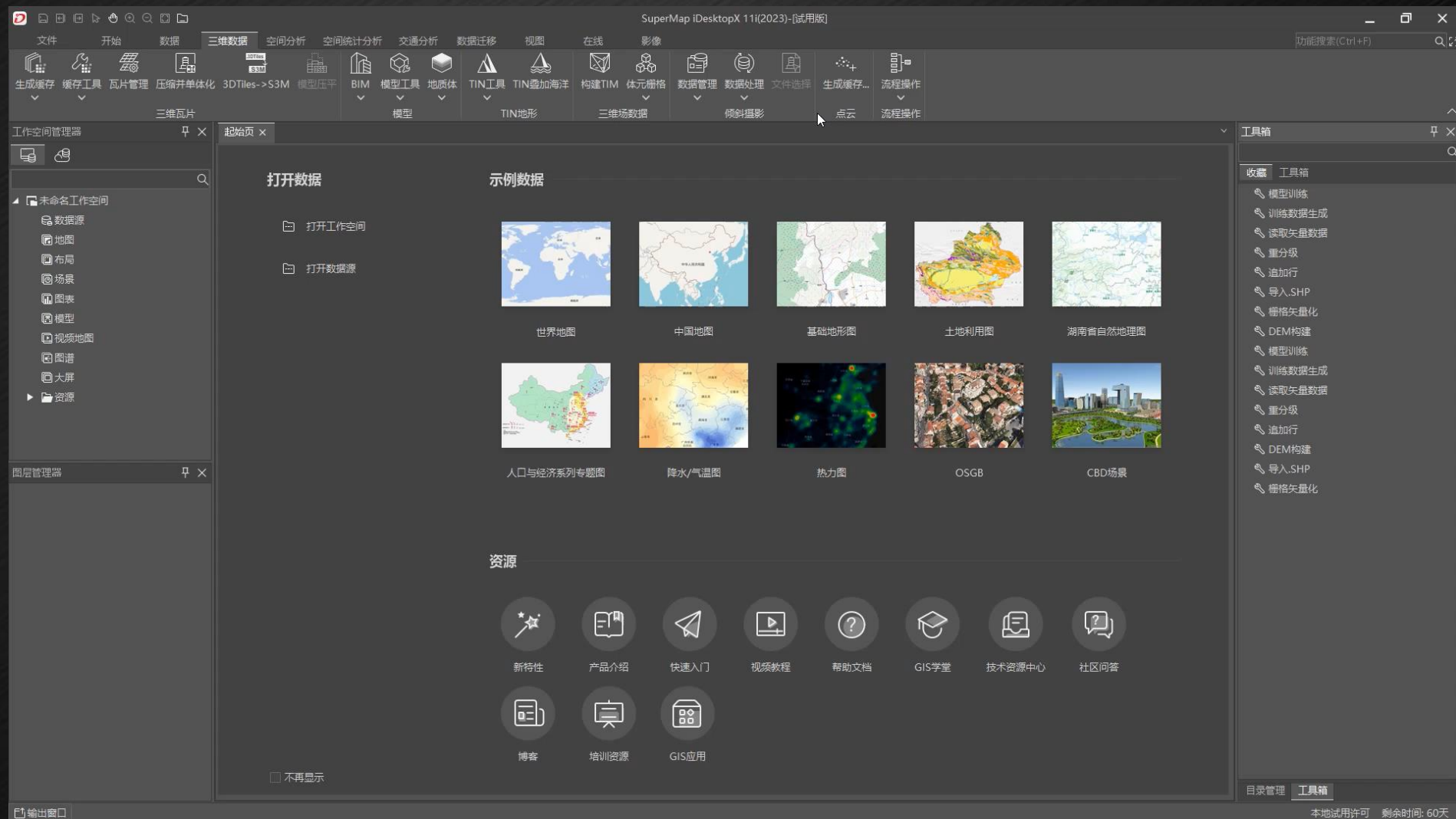
➤ 损坏文件

➤ 包围盒异常

➤ 三角网异常

➤ 纹理冗余

➤ 纹理过大



# 城市级——倾斜摄影三维模型

电脑断电

运行内存不足

磁盘空间不足

突然死机

原始数据文件损坏

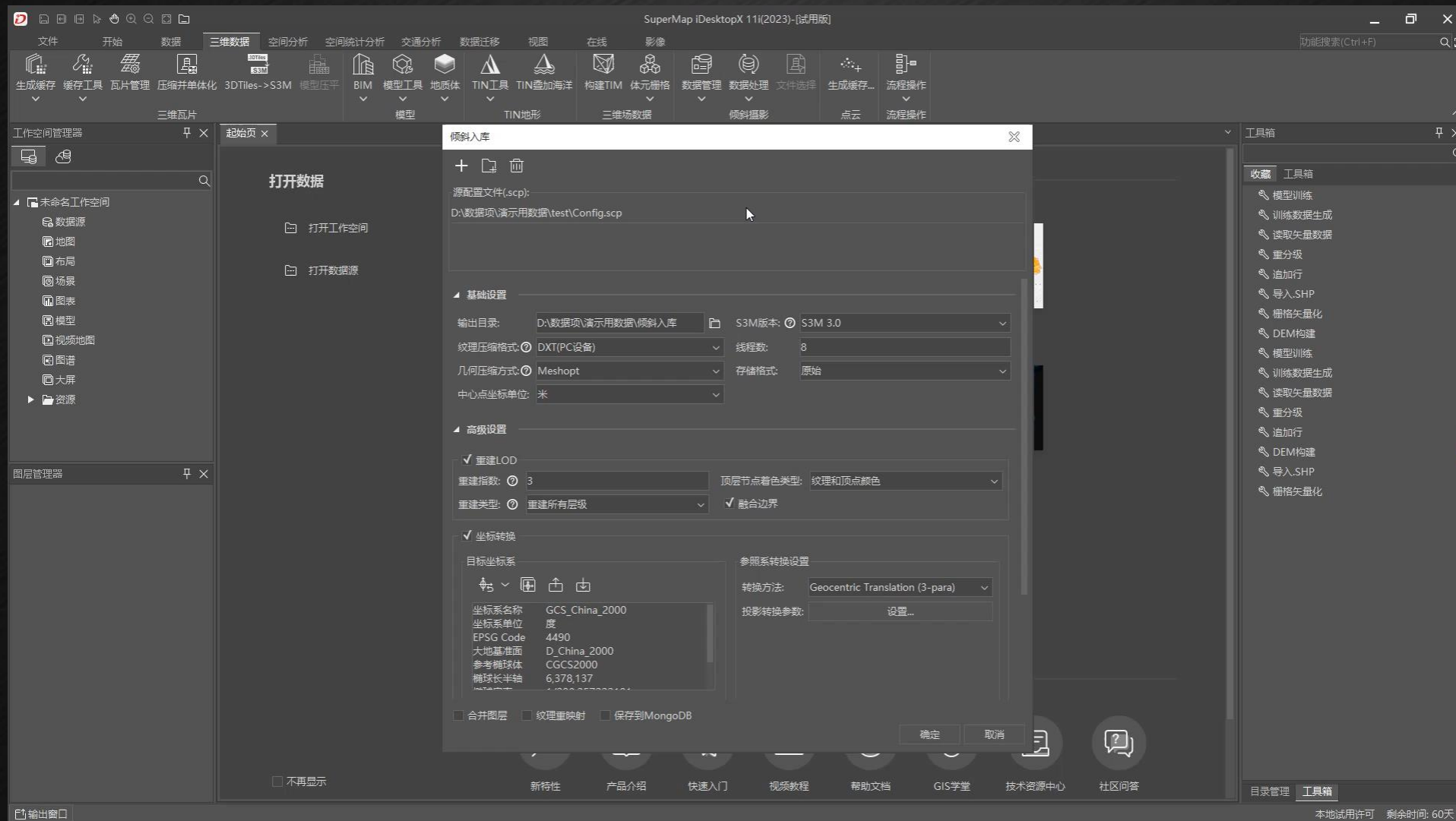


倾斜S3M瓦片  
生成中断



# 倾斜摄影三维模型断点续生成

## \*新增倾斜断点续生成算子





局部更新  
存在的问题

重新处理耗时

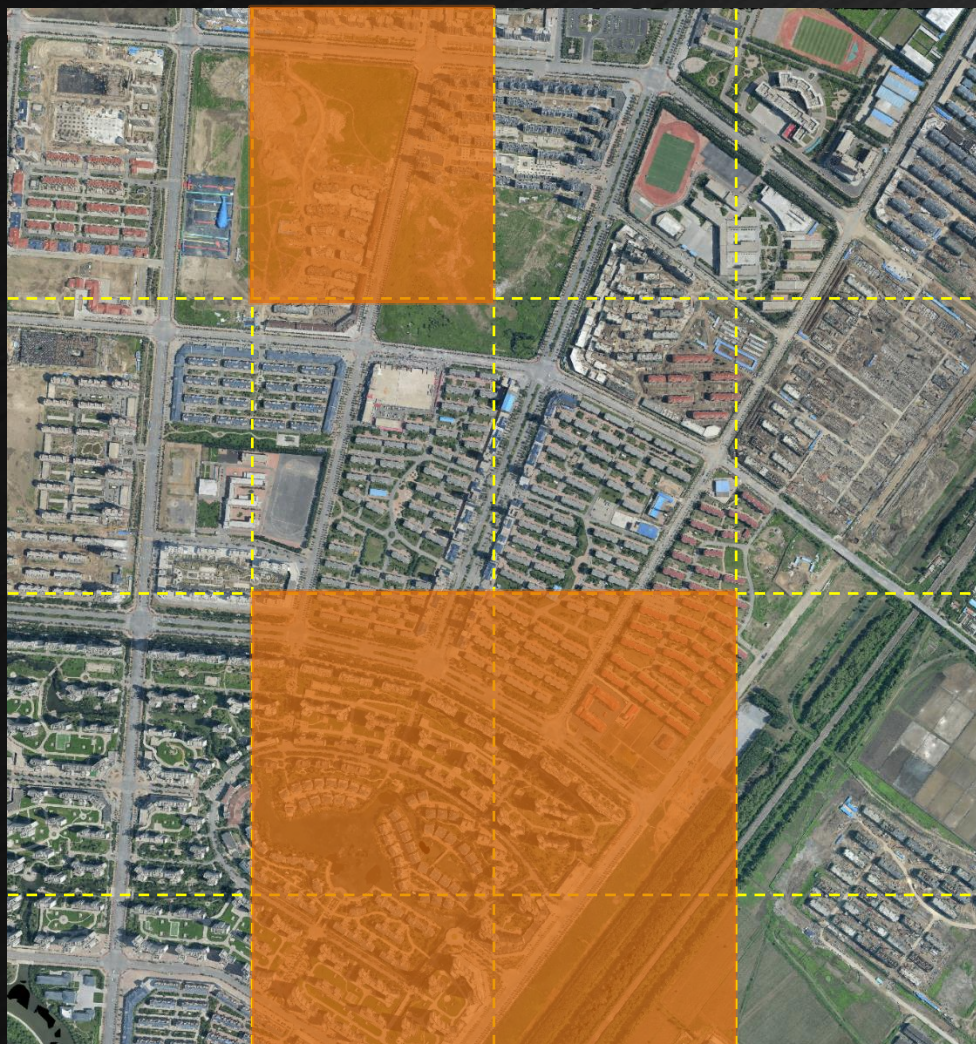
数据冗余存储

无法共用数据服务

只能矩形区域更新

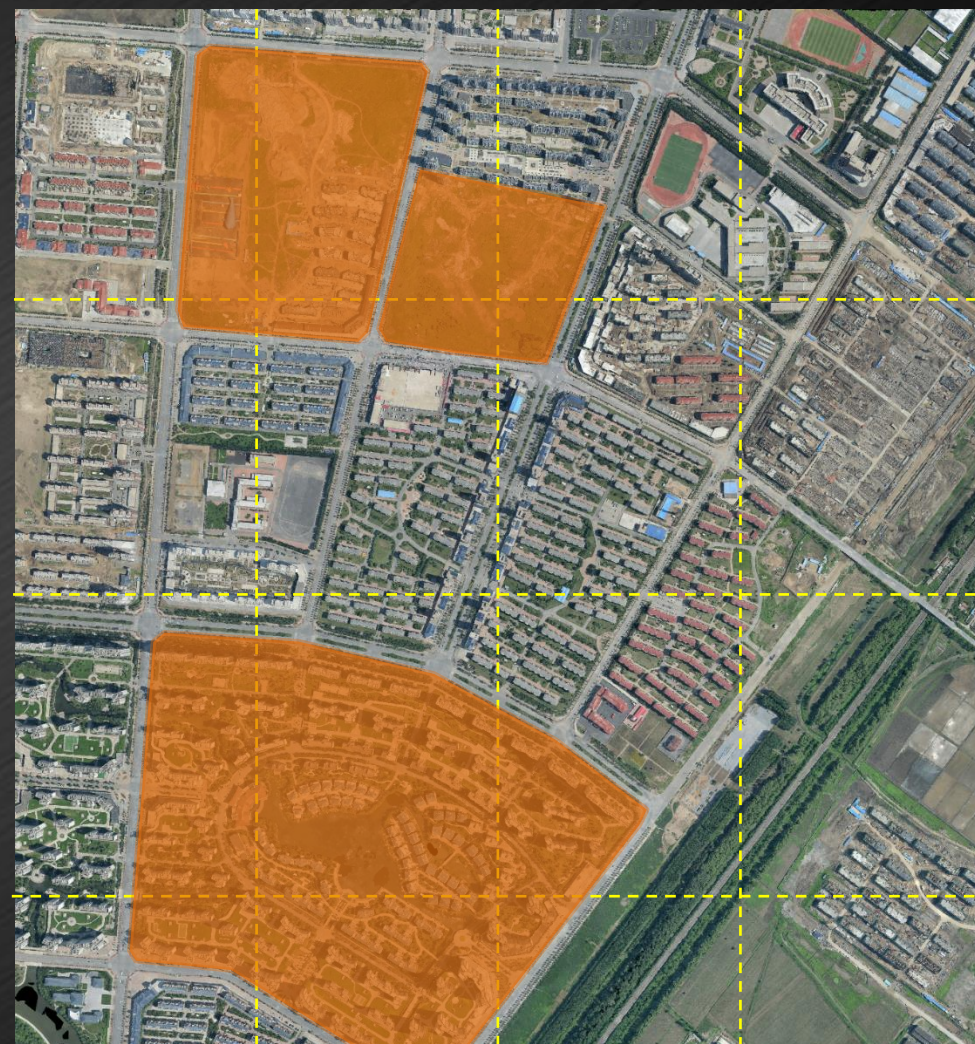


# 倾斜摄影三维模型局部更新



更新区域：矩形  
(理想情况)

VS



更新区域：任意多边形、离散分布  
(实际情况)



# 倾斜摄影三维模型局部更新

## \*新增倾斜局部更新算子





# 倾斜摄影三维模型局部更新



## 局部更新算子 优势

支持任意多边形、离散分布区域更新

只更新关联节点数据

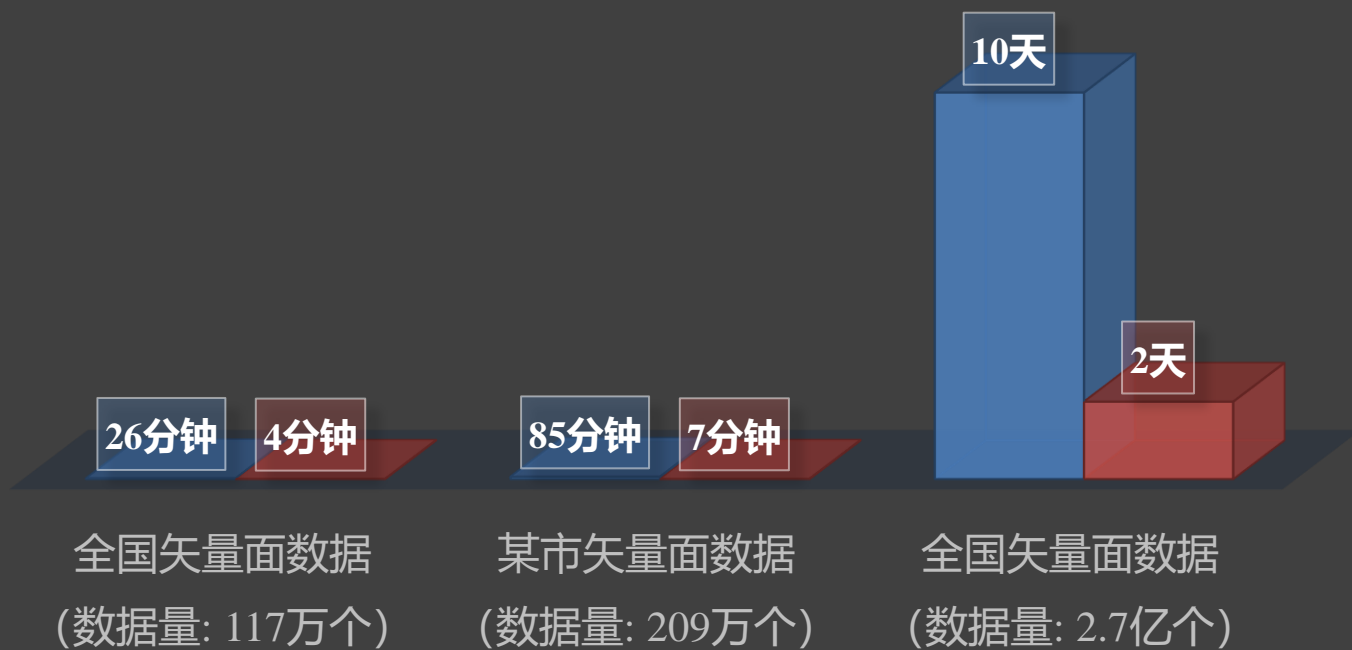
支持历史版本切换

兼容旧版本

只刷新更新区域数据

白模S3M瓦片处理时间对比

■ 11i (2022) ■ 11i (2023)



- 优化多属性字段处理算法

5倍+



处理效率



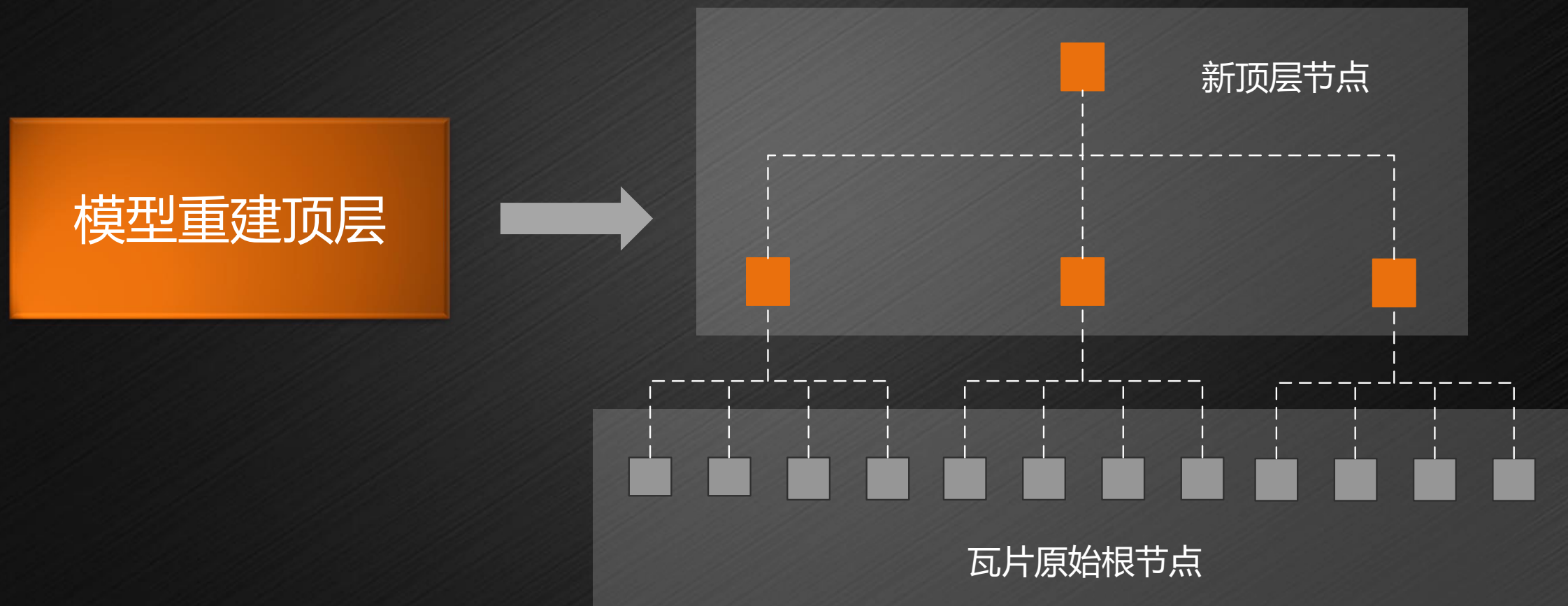
# 城市级——城市精细模型

## \*新增模型质量检查算子



# 城市级——城市精细模型

**\*优化重建顶层算子，提升全幅加载1倍+**





# 城市级——城市精细模型

## \*完善局部更新功能

### 依据“范围”更新

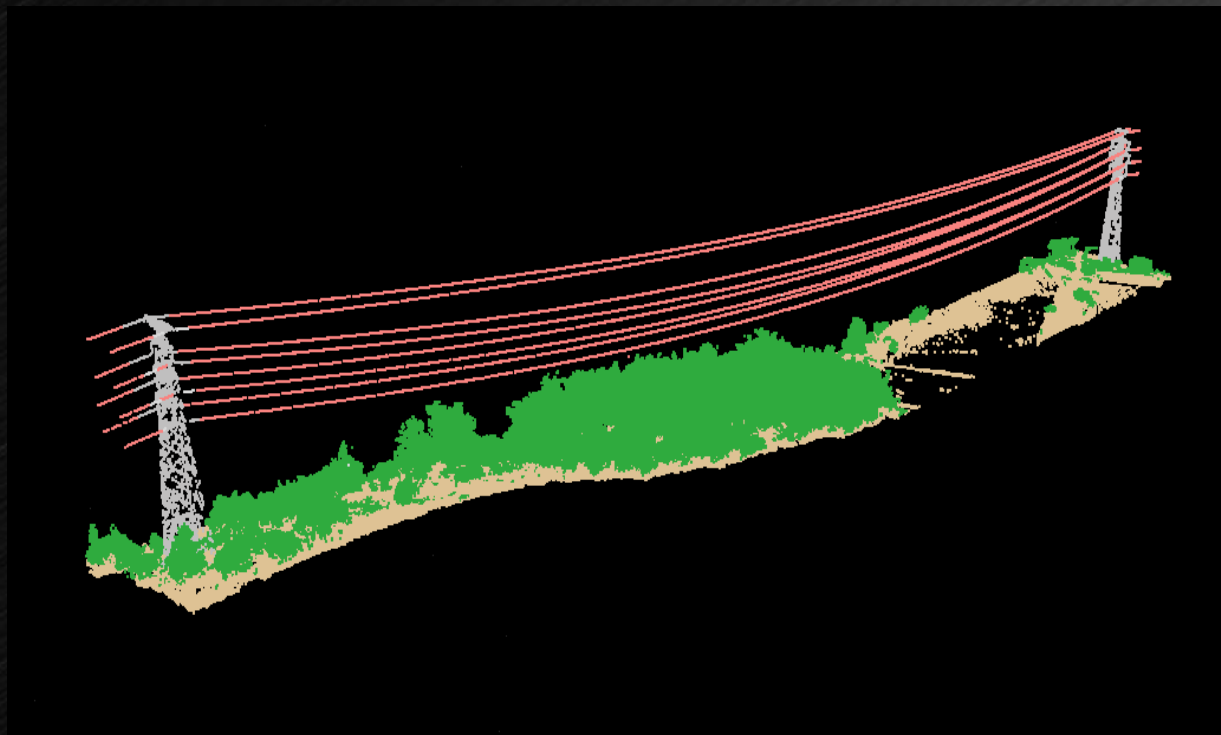
- 几何对象增加、删除、修改
- 属性信息更新

同样适用于  
BIM瓦片

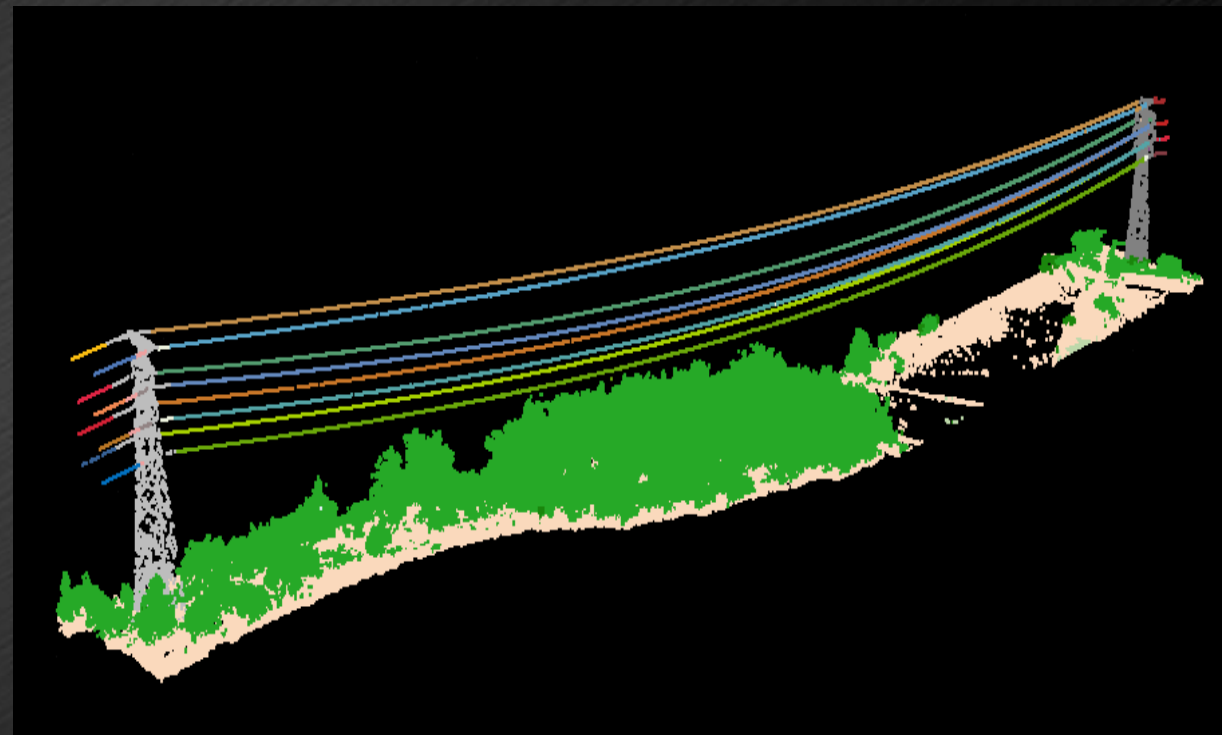
### 依据“对象”更新（新增）

- 几何对象增加、修改
- 属性信息更新

## \*新增基于AI的点云实例分割算子



语义分割：杆塔、电力线、植被、地面



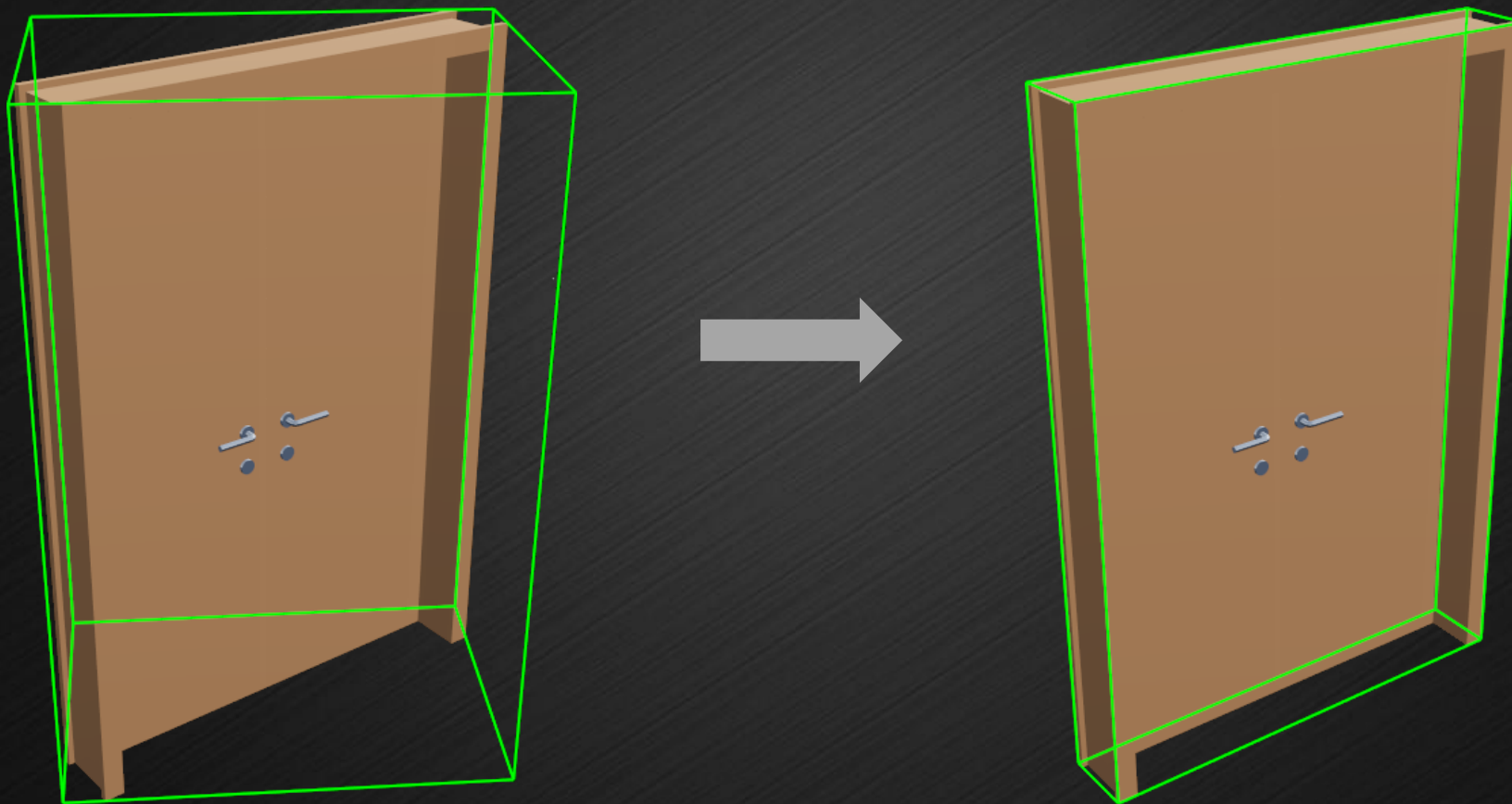
实例分割：杆塔对象、电力线对象



## 自动化业务流：

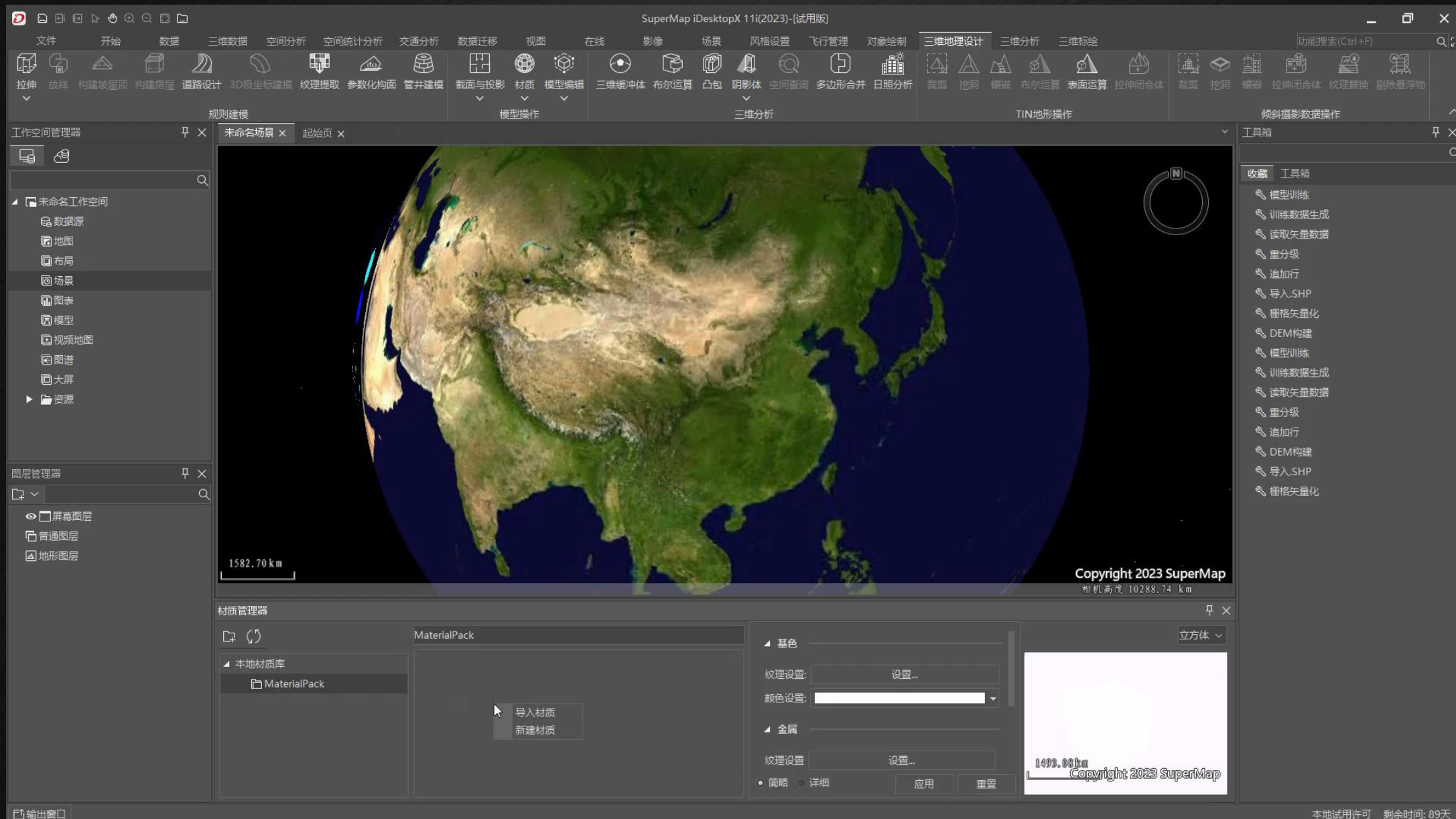


**\*优化瓦片对象过滤算法，提升百万构件BIM承载力**





# 部件级——地下管线



# 存量S3M瓦片数据的升级

**\*新增S3M升级算子，用于S3M 1.0/2.0升级到S3M 3.0**

算子升级效率比重新生成S3M瓦片效率高**1倍+**

数据量大幅降低，显存占用**降低30%**

裁剪和调度切换更精确，加载性能**提升1倍**



# 实景三维处理算子

11i (2023)新增

\*支持分布式

## BIM数据导入

导入.ifc

导入.3dxml

导入.gim

导入.rvm

导入.gml

导入点加模型

BIM批量入库

## 城市精细模型/BIM

\*模型生成缓存

模型缓存重建顶层

面拉伸生成模型缓存

批量生成同名模型缓存

点外挂生成模型缓存

## 倾斜摄影三维模型

\*纹理压缩

\*重建顶层

\*单体化

\*生成法线

\*修改中心点

\*裁剪

\*生成S3M

生成大文件

生成配置文件

OBJ->OSGB

纹理重映射

3DTiles->S3M

\*S3M->3DTiles

生成索引文件

预处理

断点续生成

局部更新

## 激光点云

点云生成缓存

计算点云缓存类别

计算点云与线段缓冲区  
相交点集

计算点云到实体模型  
空间有向距离

## 地形

DEM生成TIN地形

DEM生成栅格地形

合并TIN缓存

创建索引

TIN地形叠加海洋

TIN追加

生成大文件

\* TIF生成TIN地形

TIF生成栅格地形

镶嵌数据集生成  
栅格地形

生成法线

TIN追加到  
MongoDB

点数据集构建TIN

## 三维场数据&地质体构建

构建体元栅格

体元栅格叠加缓存

模型体素化

点->体元栅格

提取等值面

地质体构建

地质体剖面

地质体钻孔

## 瓦片管理

模型缓存导入  
MongoDB

移除MongoDB数  
据

点云/倾斜/地形/影像瓦片保存到MongoDB

## 瓦片工具

地形/影像缓存  
块存储

模型缓存重压缩

S3M版本升级

S3M缓存重切片

## 倾斜摄影三维模型运算

裁剪/挖洞/镶嵌

提取数据

提取高度值

批量提取数据

## TIN运算

裁剪

镶嵌

挖洞

布尔运算

表面运算

提取数据

保存为模型

细分

# 基于分布式技术的三维数据高效全流程管理能力





# 实景三维数据管理，三维GIS平台面临的挑战

多源异构数据如何全面支持？

海量数据如何高效管理？

不同精度的地理实体对象如何快速融合？

海量数据如何高效、高真实感的可视化？

三维地理实体数据如何做到可计算、可分析？

## TIN地形

- 布尔运算
- 裁剪、挖洞、镶嵌等算子
- 点/线/面, 通过地形表面提取高度
- ...

## 倾斜摄影三维模型

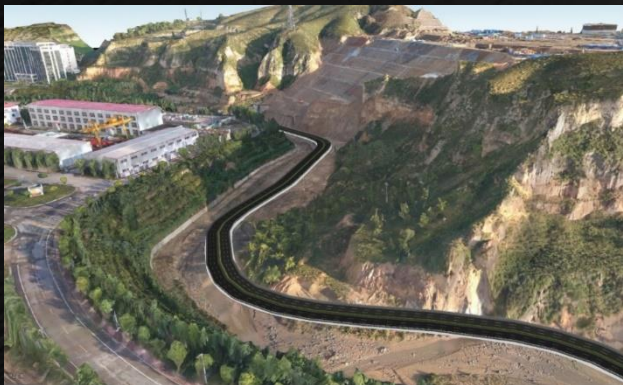
- 裁剪、挖洞、镶嵌等算子
- 点/线/面, 通过Mesh表面提取高度
- ...

## Mesh面 (3dsMax等)

- 拓扑校正、流形矫正
- 计算凸包
- 计算投影面、投影拉伸体
- 计算阴影体
- 三维空间查询 (三维体查询 Mesh面)
- 裁剪、挖洞、镶嵌、切割等运算
- 计算法线、纹理坐标等
- 移除重复点、面...



# 多源异构空间数据融合匹配



倾斜摄影三维模型叠加道路



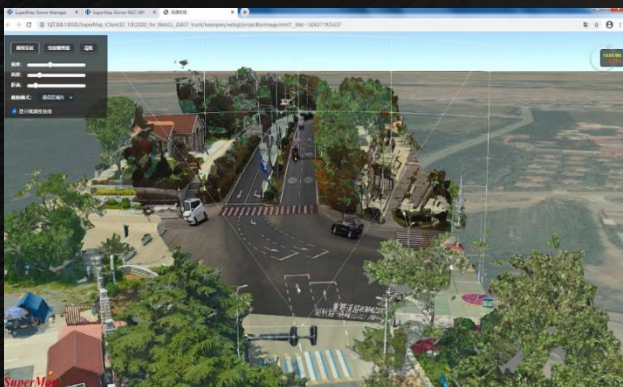
倾斜摄影三维模型嵌入地形



BIM嵌入倾斜摄影三维模型



BIM嵌入地形



倾斜摄影三维模型叠加视频



地形叠加视频



城市精细模型融合水面



城市精细模型融合地下管线



# 实景三维数据管理，三维GIS平台面临的挑战

多源异构数据如何全面支持？

海量数据如何高效管理？

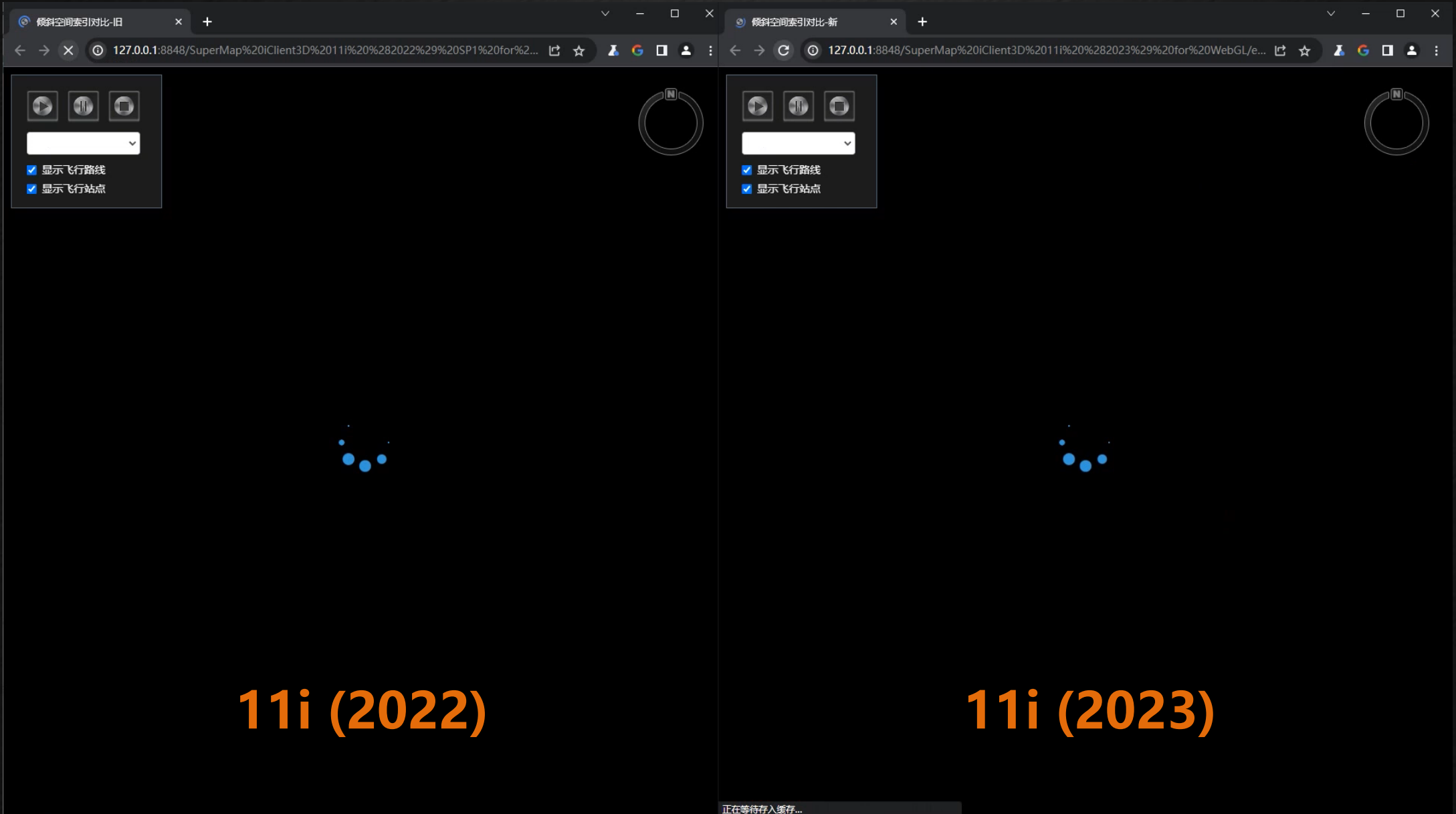
不同精度的地理实体对象如何快速融合？

海量数据如何高效、高真实感的可视化？

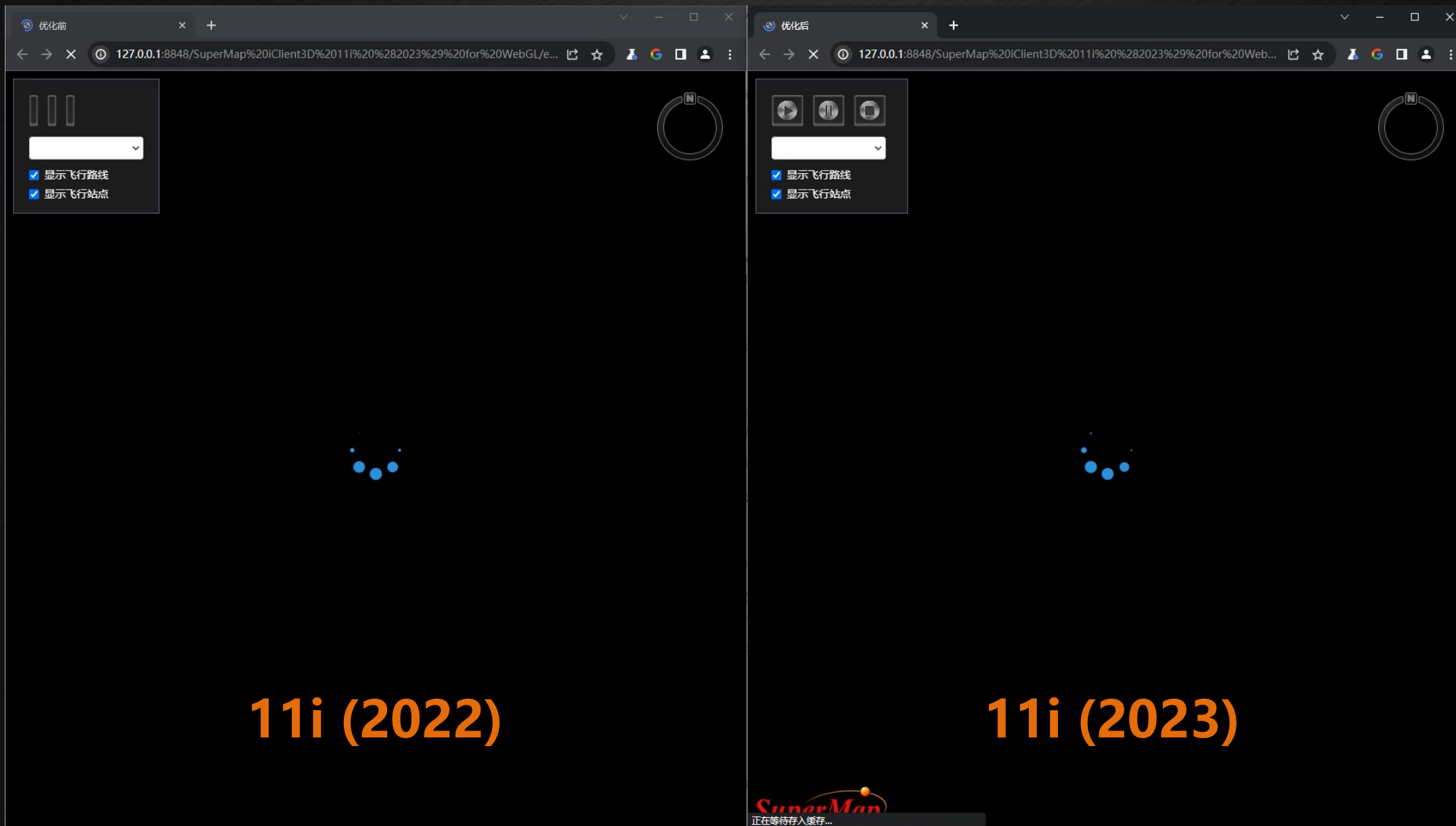
三维地理实体数据如何做到可计算、可分析？



# 城市级—TB级倾斜摄影三维模型高效加载



# 城市级—300GB城市精细模型高效加载

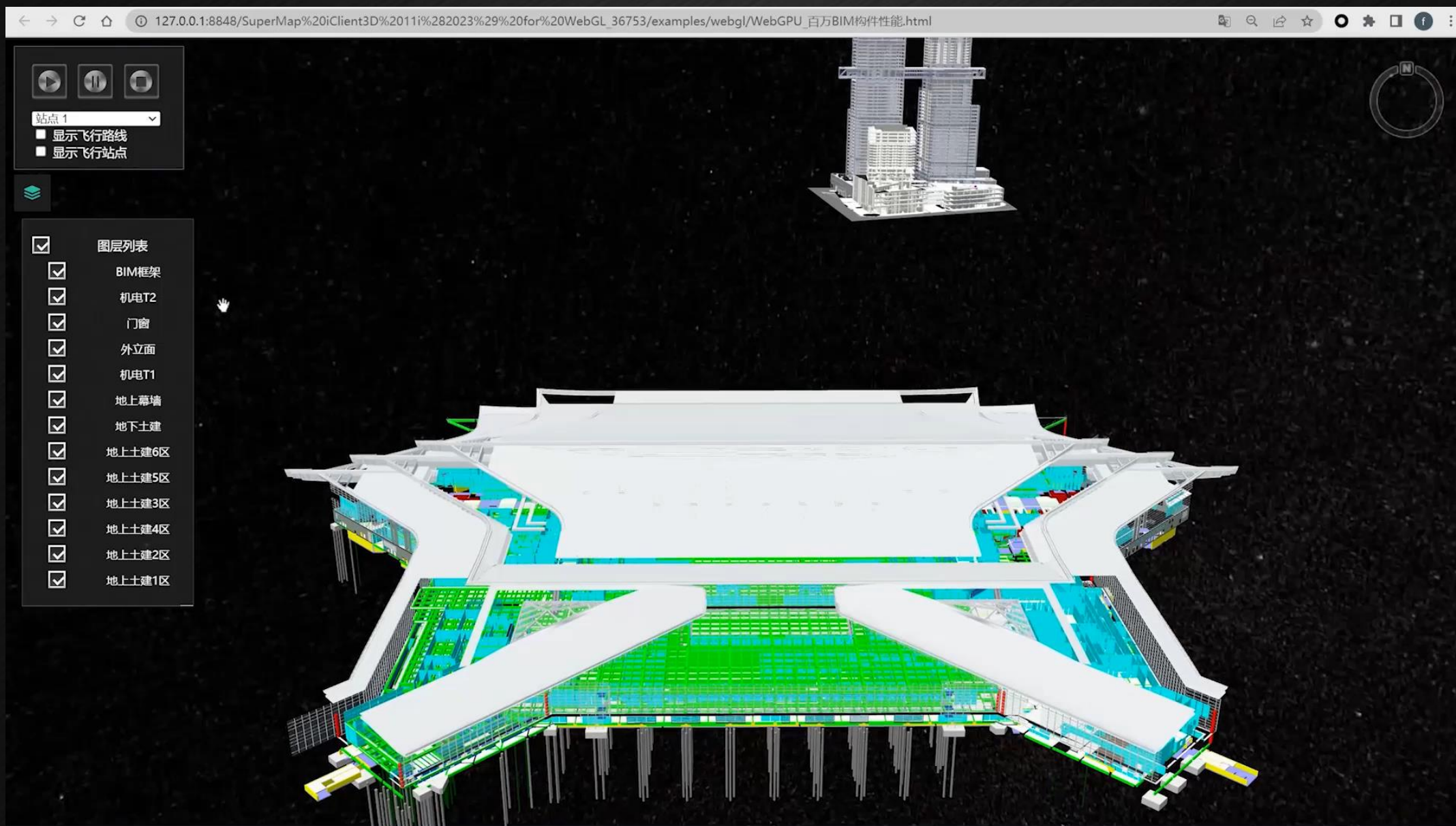


11i (2022)

11i (2023)



# 部件级—百万级BIM构件高效加载



# 城市级—城市精模高真实感可视化





# 部件级—BIM高真实感可视化



# Web3D客户端产品进展与新技术探索

李广明 超图研究院三维研发中心产品总监



# 实景三维数据管理，三维GIS平台面临的挑战

多源异构数据如何全面支持？

海量数据如何高效管理？

不同精度的地理实体对象如何快速融合？

海量数据如何高效、高真实感的可视化？

三维地理实体数据如何做到可计算、可分析？



# 三维体的分析算子

## 三维体空间分析运算

- 布尔运算：交、并、差
- 降维运算：计算剖面、投影面
- 计算凸包
- 计算阴影体
- 三维缓冲区（体）
- ...

## 三维体的空间关系判定

- 空间关系：包含、被包含、重合、相交、相离等
- 三维空间查询
- ...



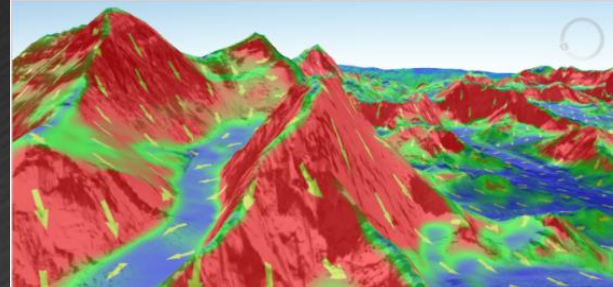
# 丰富的三维分析算子



通视分析



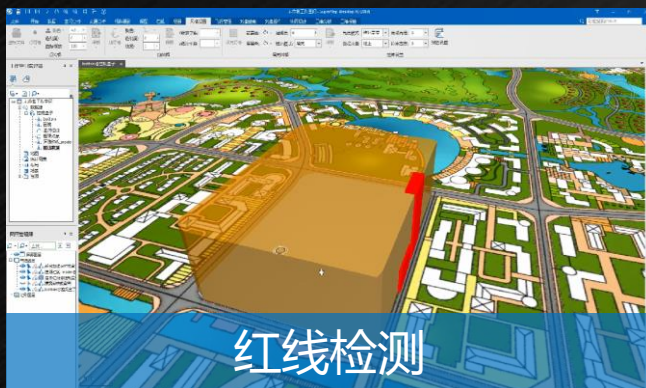
三维体空间分析 (阴影体)



坡度坡向分析



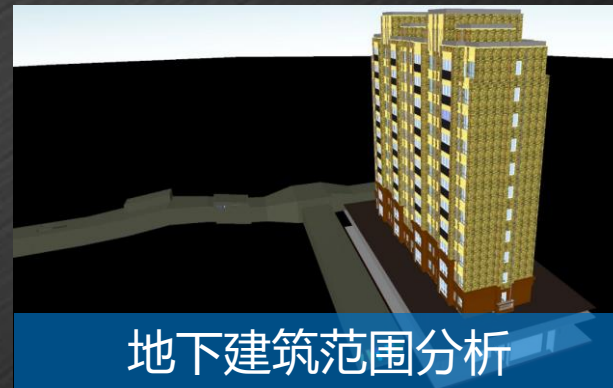
街廊比动态计算



红线检测



控高分析



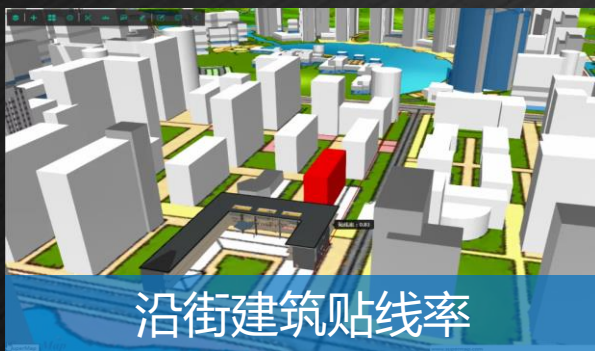
地下建筑范围分析



天际线分析



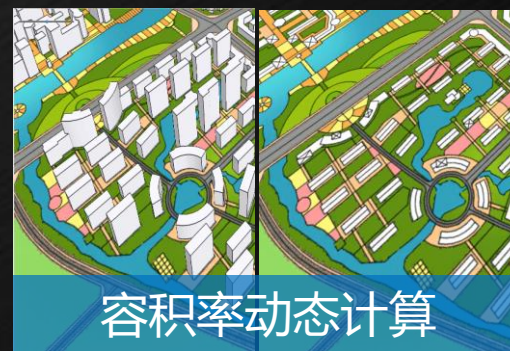
开敞度分析



沿街建筑贴线率



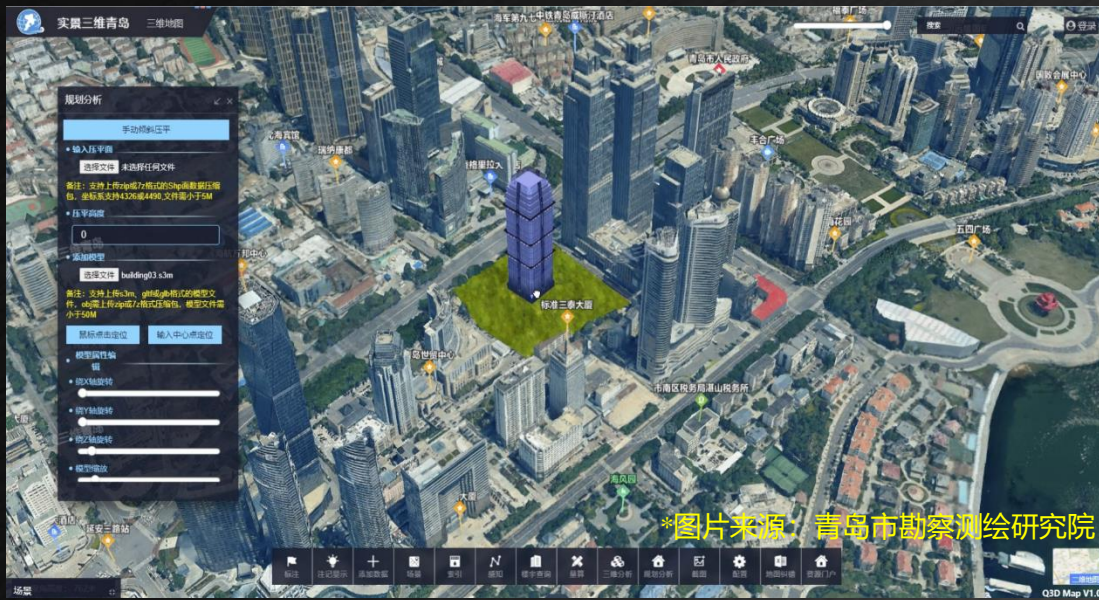
分户日照分析



容积率动态计算



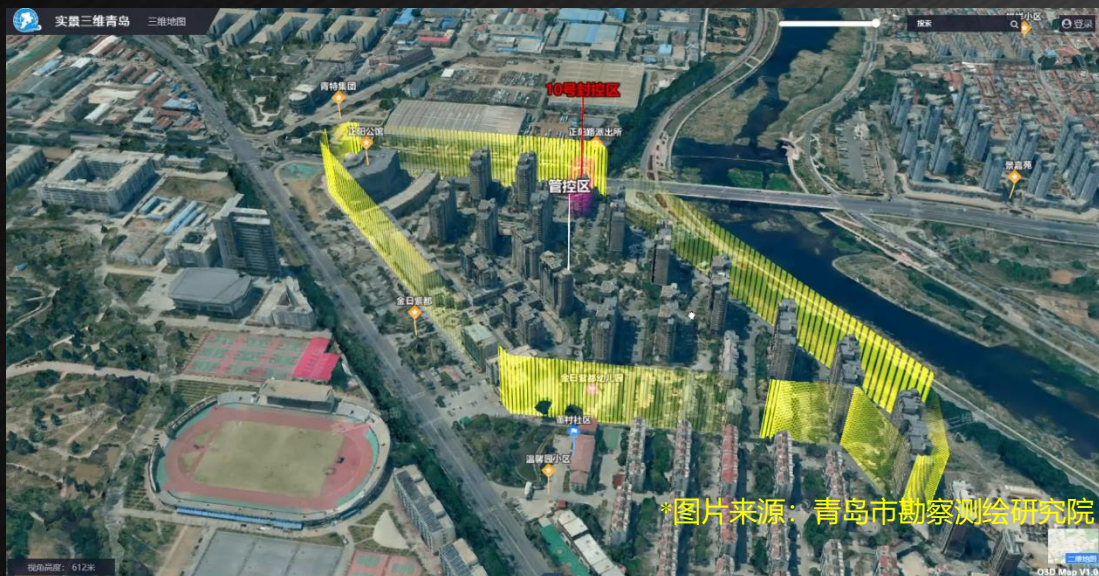
# 应用案例：实景三维青岛



\*图片来源：青岛市勘察测绘研究院



\*图片来源：青岛市勘察测绘研究院



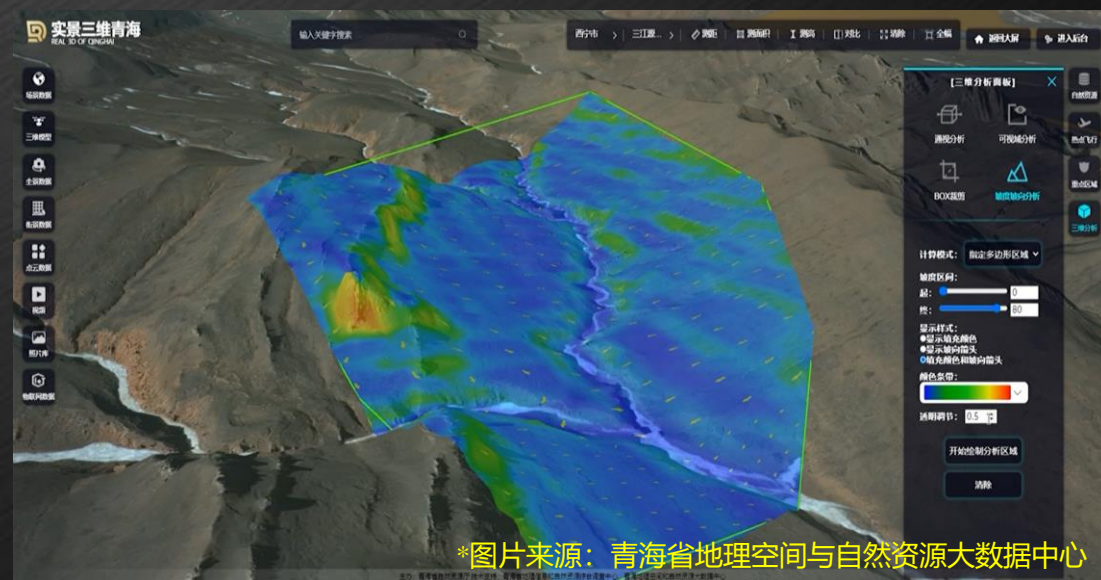
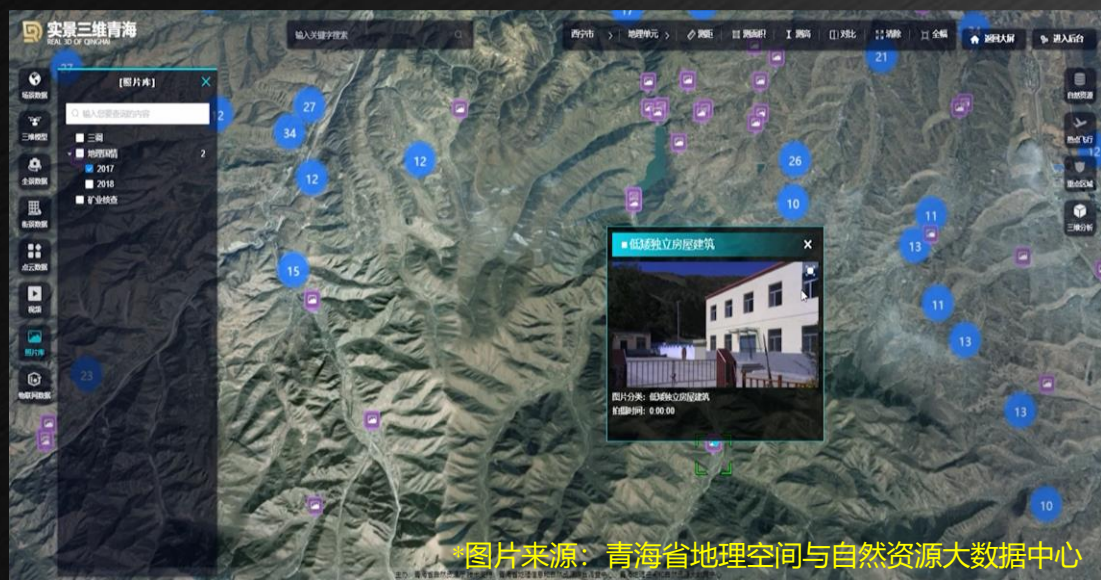
\*图片来源：青岛市勘察测绘研究院



\*图片来源：青岛市勘察测绘研究院

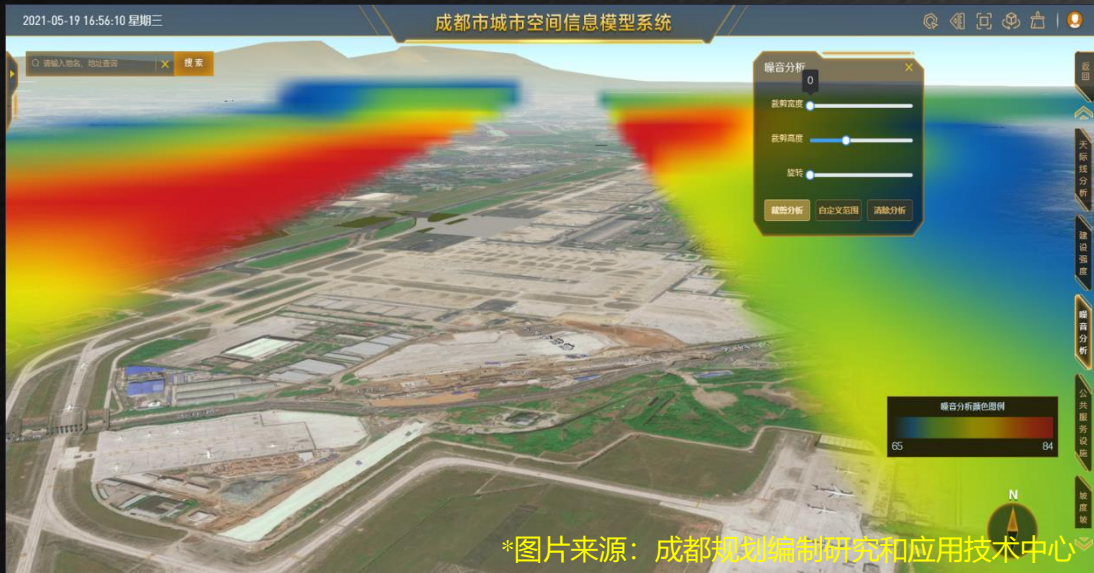


# 应用案例：实景三维青海





# 应用案例：成都市城市空间信息模型系统







# Thank You All!

**GISTC** | 2023地理信息软件技术大会  
空间智能 因融至慧 | 2023 Geospatial Information Software Technology Conference