

中国测绘学会 测绘大讲堂

GIS技术创新 助力地理信息产业转型升级

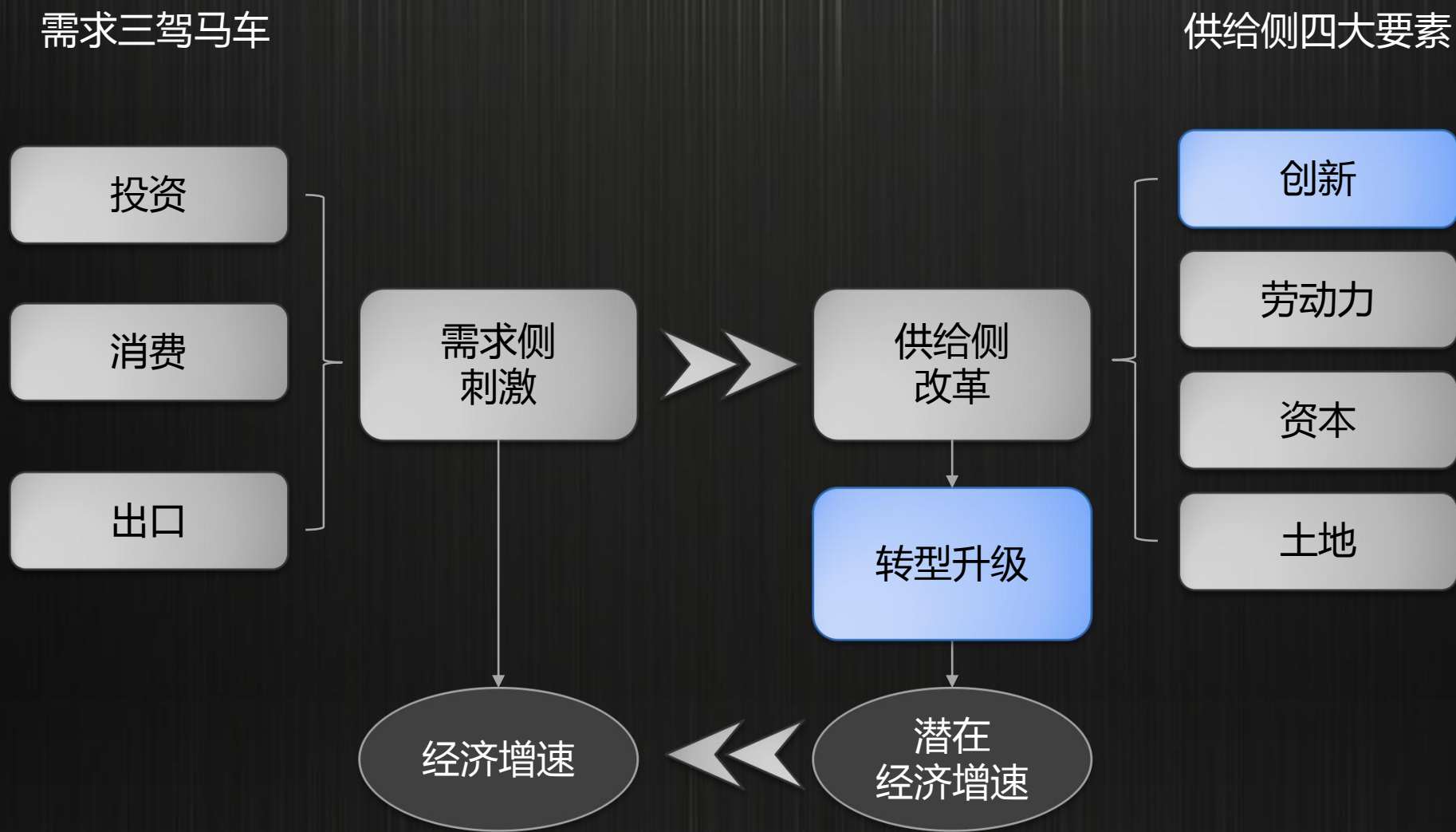
宋关福

中国测绘学会 副理事长

北京超图软件股份有限公司 董事、总裁

2020-07-23

创新是转型升级的重要驱动力



需求、创新与市场

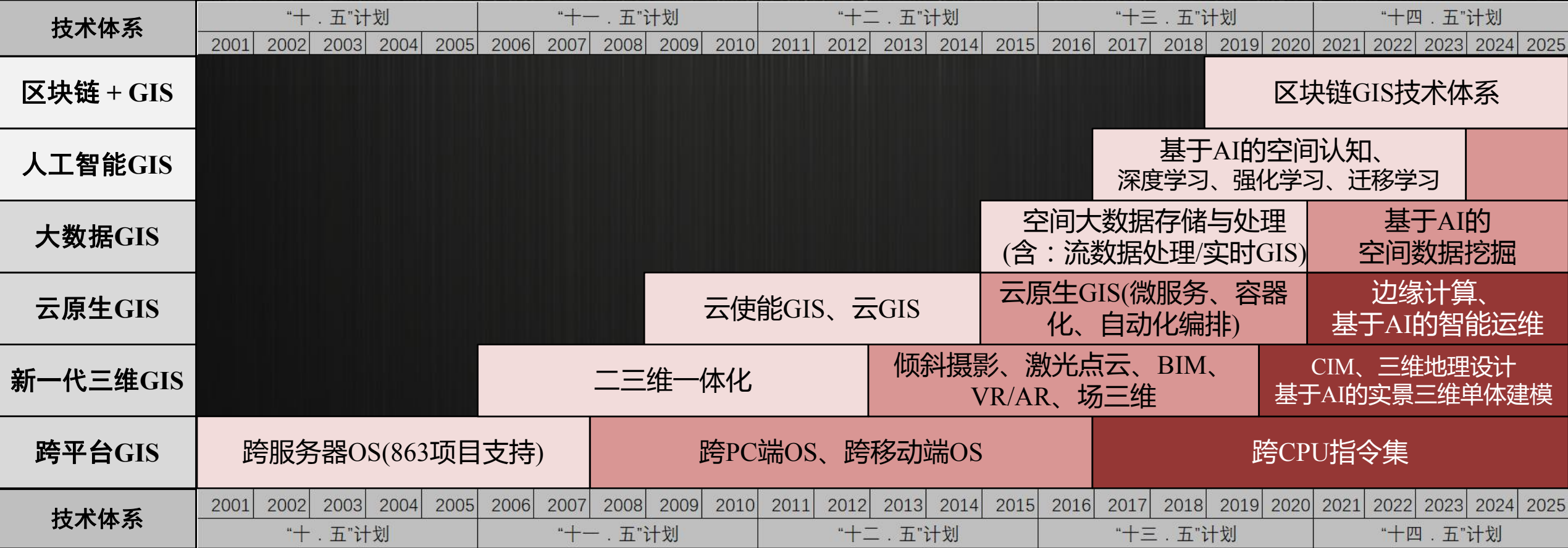
需求刺激

- 牵引技术
- 扩大市场

技术创新

- 创造新需求
- 创造新市场
(T型车、苹果手机)

GIS软件技术创新图谱



创新驱动地理信息产业转型升级

- 1 从测绘地理信息到时空大数据
- 2 从传统三维到新一代三维
- 3 从地统计到人工智能GIS
- 4 从WebGIS到云原生GIS
- 5 从地理智慧初级阶段到高级阶段

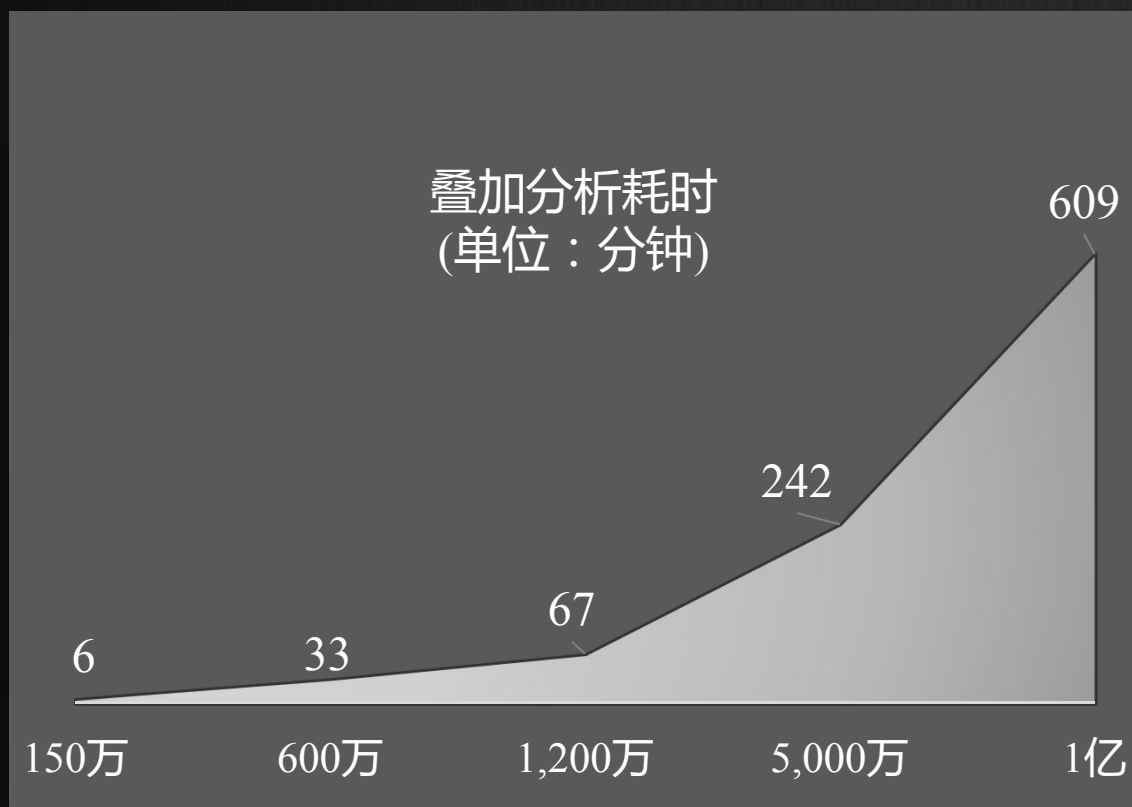
1. 从测绘地理信息到空间大数据

地理空间数据技术的发展

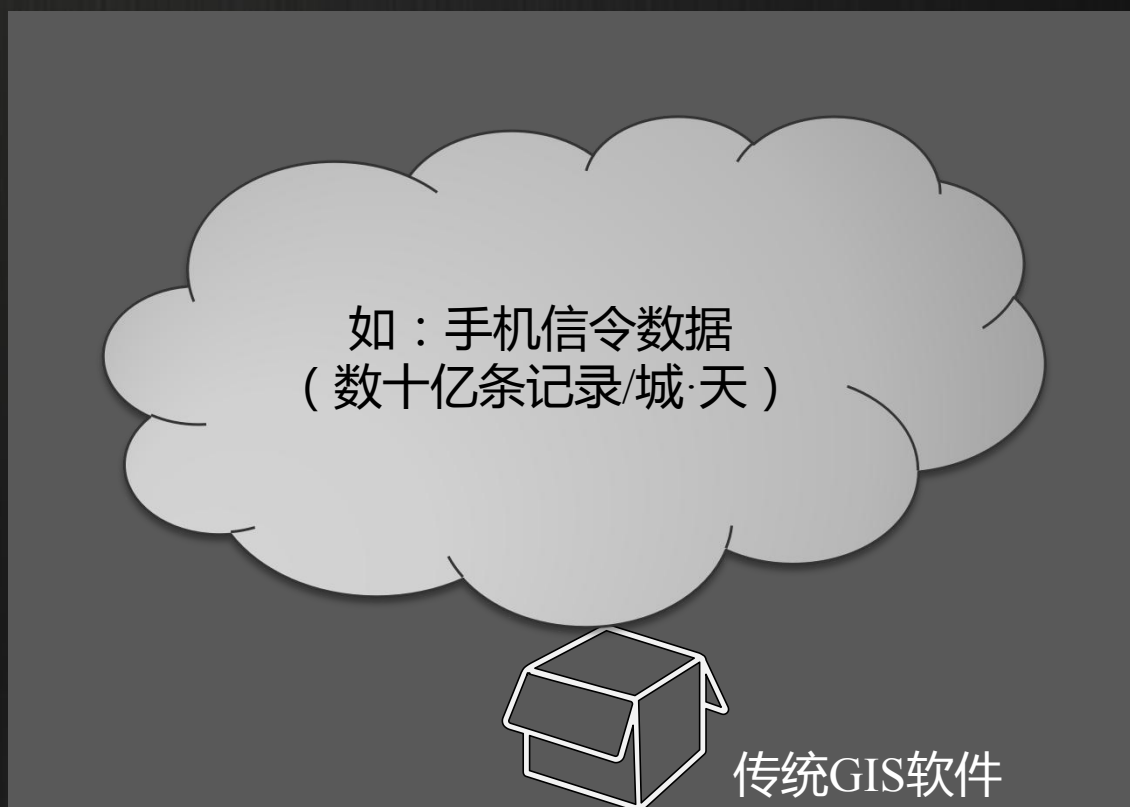


传统GIS面临巨大挑战

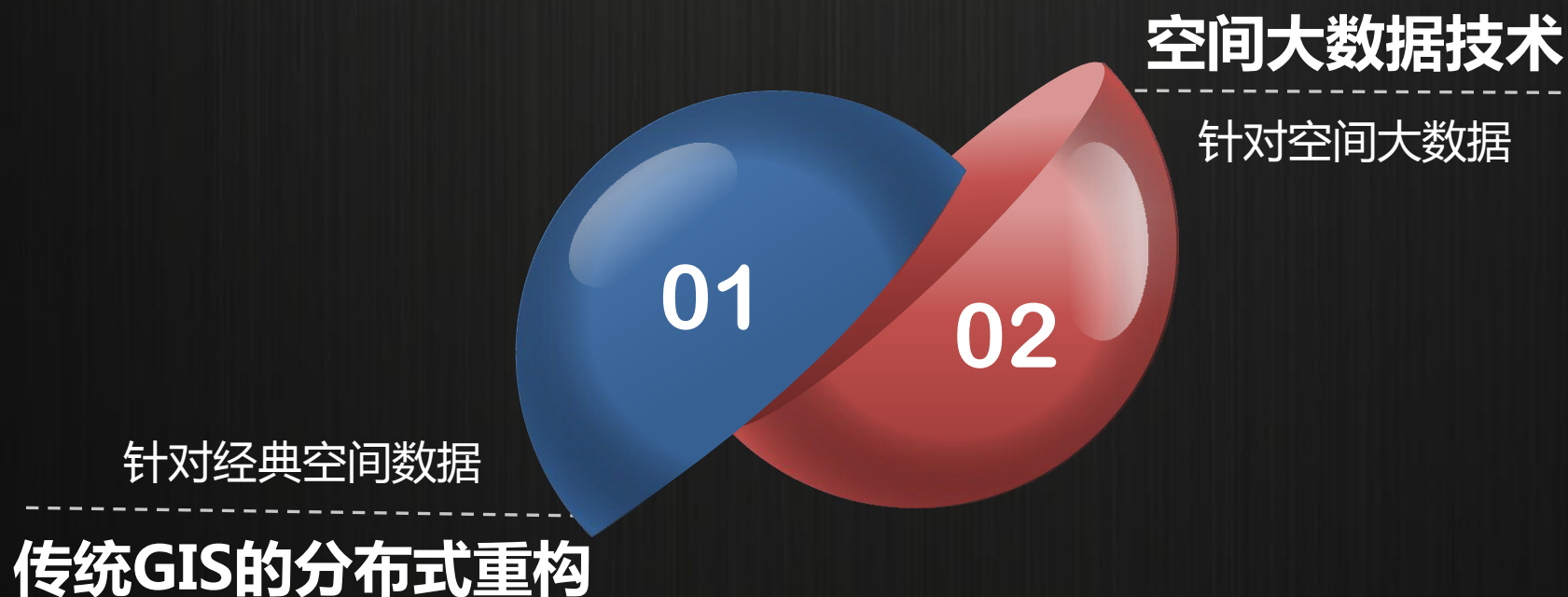
传统空间数据量剧增→分析处理性能骤降



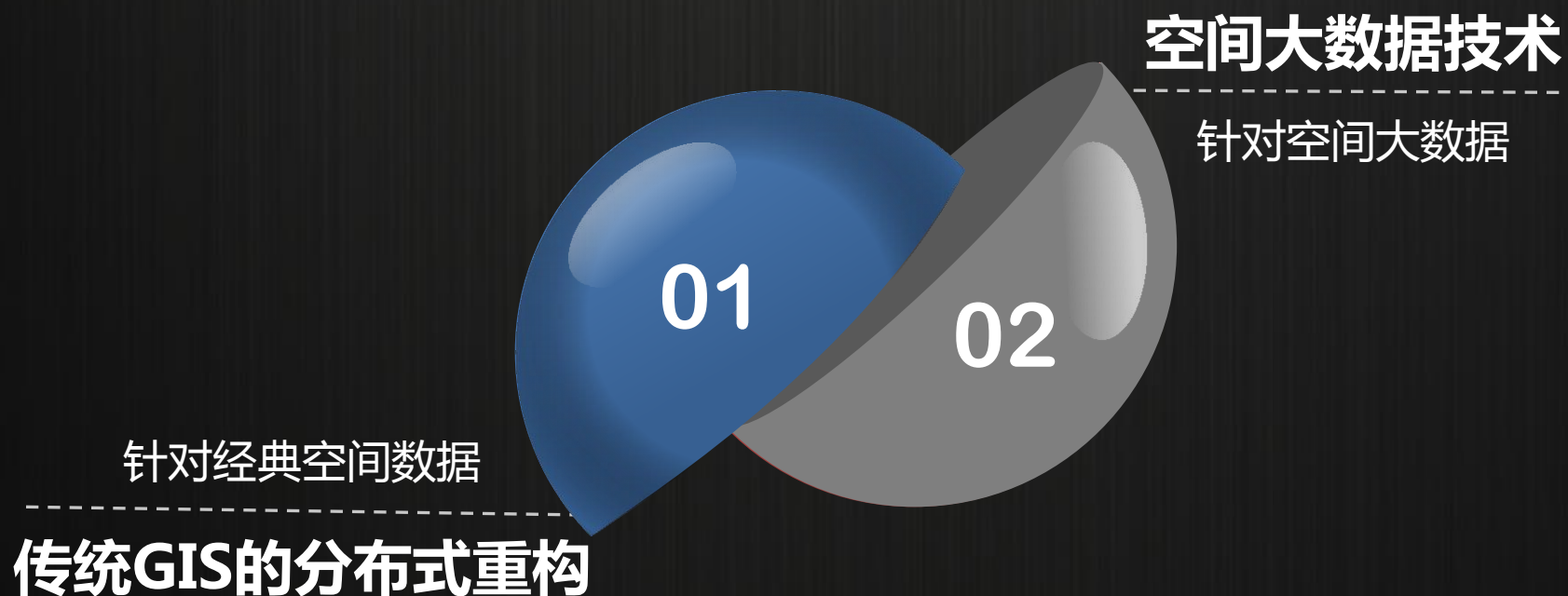
基本无法管理流式空间大数据



全面拥抱大数据的GIS技术

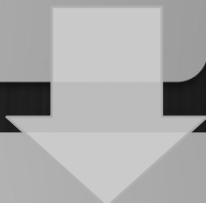


传统GIS的分布式重构

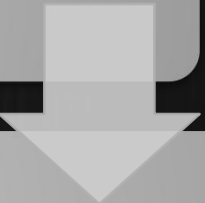


海量空间数据对传统GIS的冲击

瓦片数量巨大 → 难管理



单表记录数过亿 → 访问性能急剧下降



海量数据空间分析 → 耗时非线性增长

传统GIS分布式重构(矢量经典空间数据部分)

空间数据可视化

高性能分布式动态渲染技术(“免切片”可视化技术)

矢量数据分析与挖掘

数据处理

创建索引

数据融合

复制数据集

拓扑检查

数据集裁剪

数据追加

计算凸包

字段计算

邻近分析

邻近汇总

缓冲区分析

邻近查询

空间叠加

空间连接

叠加分析

对比分析

位置查找

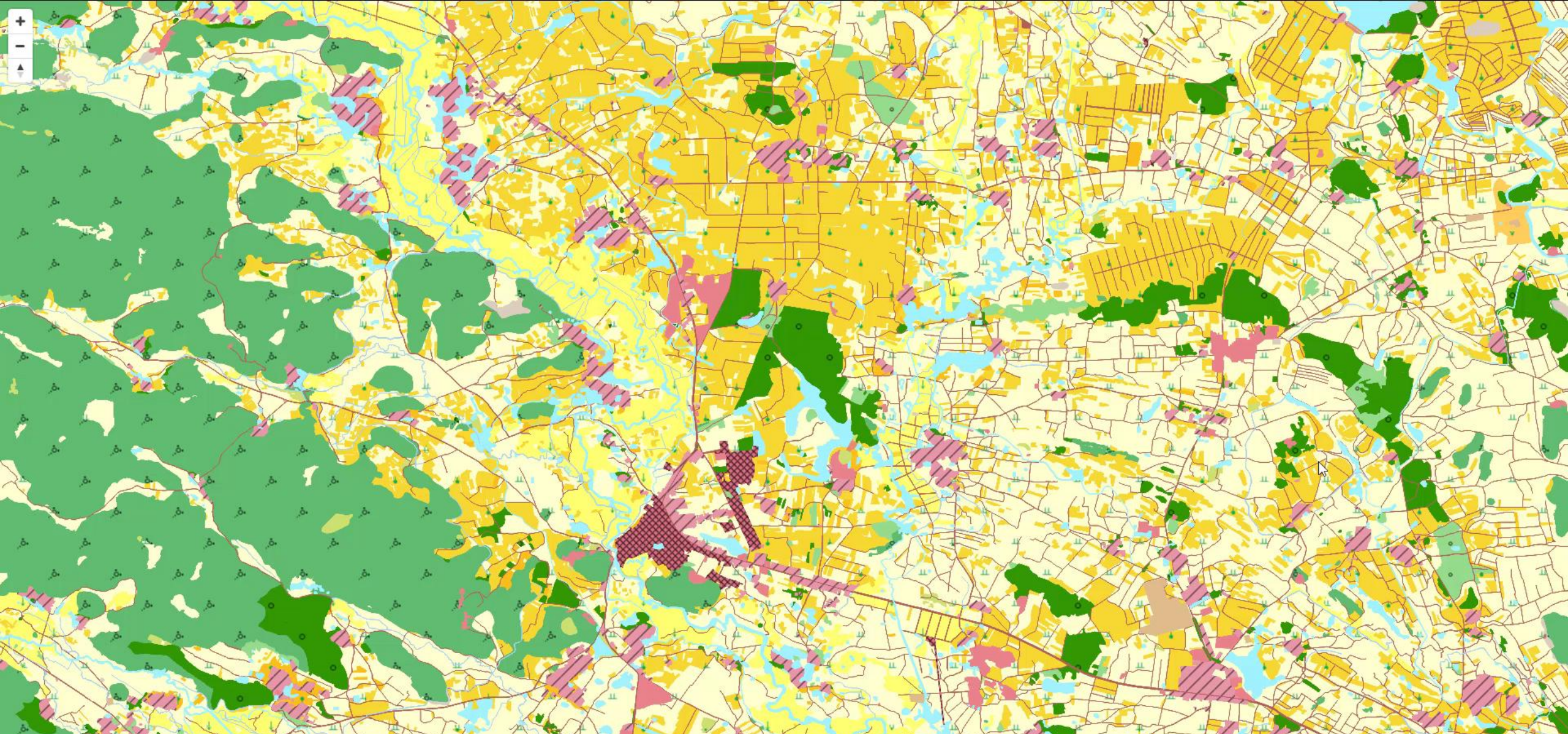
空间查询

分布式数据引擎(矢量)

HBase

DSF

Postgres-XL



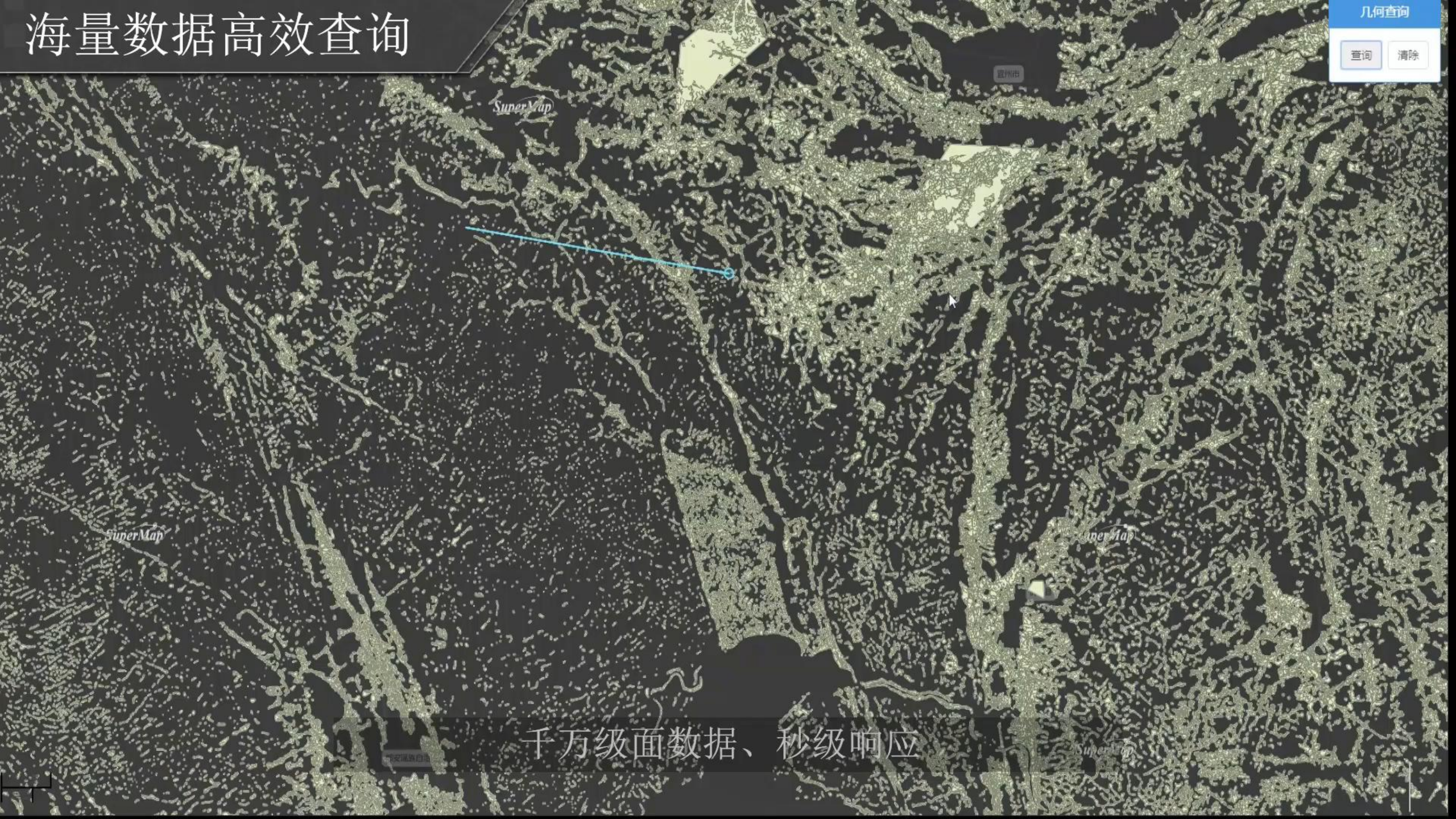
基于HBase分布式数据库
全国地类图斑矢量瓦片“免切片”动态渲染

海量数据高效查询

几何查询

查询

清除



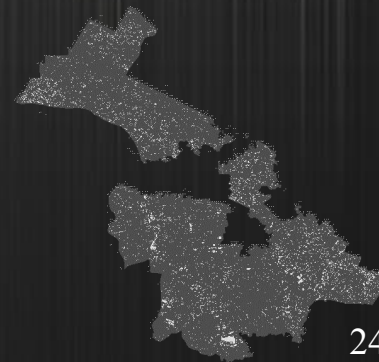
千万级面数据、秒级响应

某省测绘局数据叠加分析



3502平方公里的不规则面

叠加分析



2261万记录 (68.3GB)

241,373个记录

42.5分钟

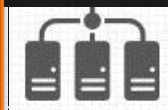
性能
20倍
提升

2.1分钟



32CPU核心、64GB内存

经典计算模式



4节点：4CPU核心、16GB内存

分布式计算模式

传统GIS分布式重构（栅格经典空间数据部分）

空间数据可视化

高性能分布式动态渲染技术（“免切片”可视化技术）

栅格数据分析与挖掘

数据处理

重采样

重分级

数据集裁剪

投影转换

像素格式转换

代数运算

运算符

算数函数

三角函数

指数函数

条件函数

栅格统计

基本统计

邻域统计

分带统计

地形分析

坡度分析

坡向分析

三维晕渲图

影像分析

植被指数

水体指数

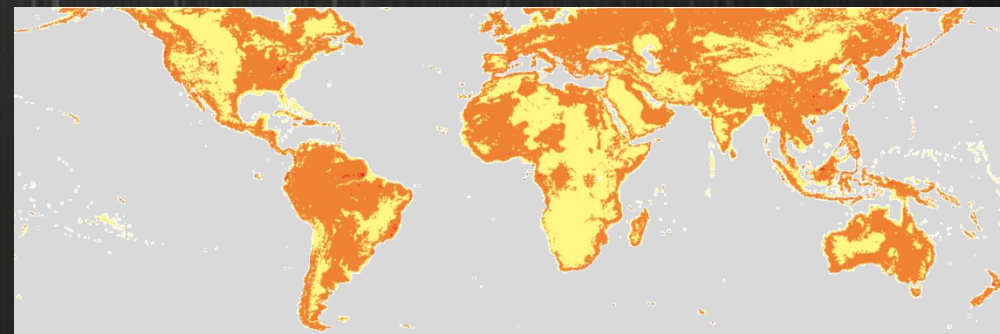
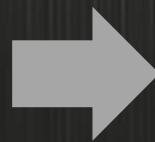
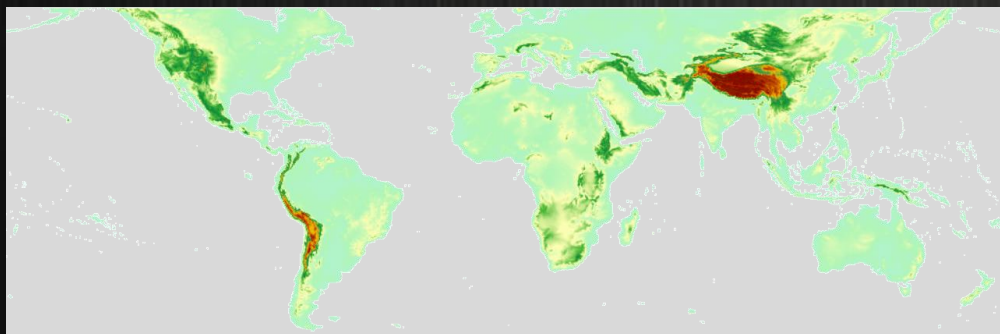
分布式数据引擎（栅格）

HBase

HDFS

MongoDB（瓦片）

地形适宜性分析



52小时

传统计算模式

流程中产生大量中间临时数据



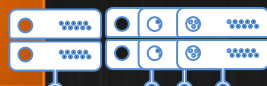
CPU 4核心 16.0 GB内存

性能
50倍
提升

1.1小时

分布式计算模式

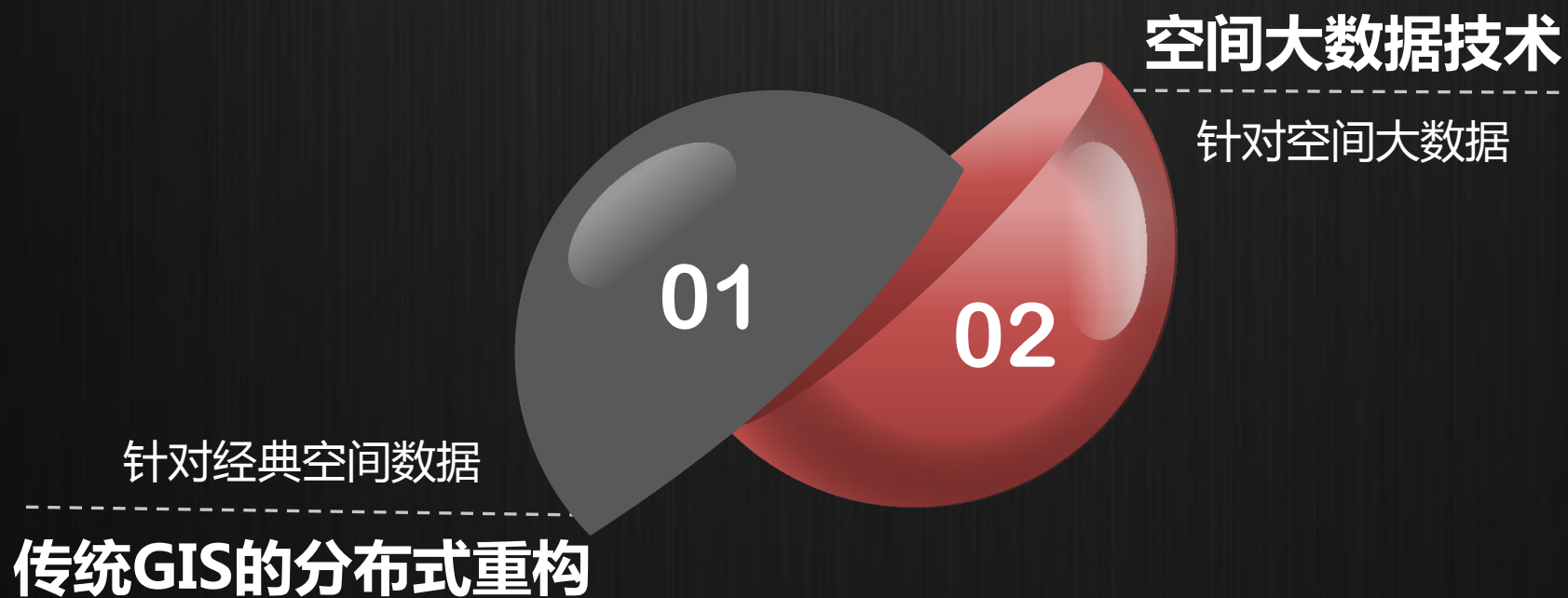
函数链 中间数据无需存储落地



8节点 : CPU 4核心 16.0 GB内存

存

空间大数据技术



GIS与大数据

80%的数据与位置有关



IT需要GIS

超过80%的大数据与位置有关



IT需要大数据GIS

SuperMap GIS 空间大数据技术体系

空间大数据可视化

热力图

矩形格网图

六边形格网图

多边形格网图

轨迹图

OD图

分布式数据分析算法(基于Spark架构)

流式计算

地理围栏

地理过滤

属性过滤

字段运算

属性连接

字段映射

数据汇总

轨迹重建

属性汇总

格网汇总

区域汇总

空间汇总

构建区域
格网

构建多变量格网

模式分析

OD分析

热点分析

密度分析

驻留分析

数据筛选

异常检测

相似位置
筛选

要素连接

分布式空间大数据引擎

Elasticsearch

HDFS

MongoDB

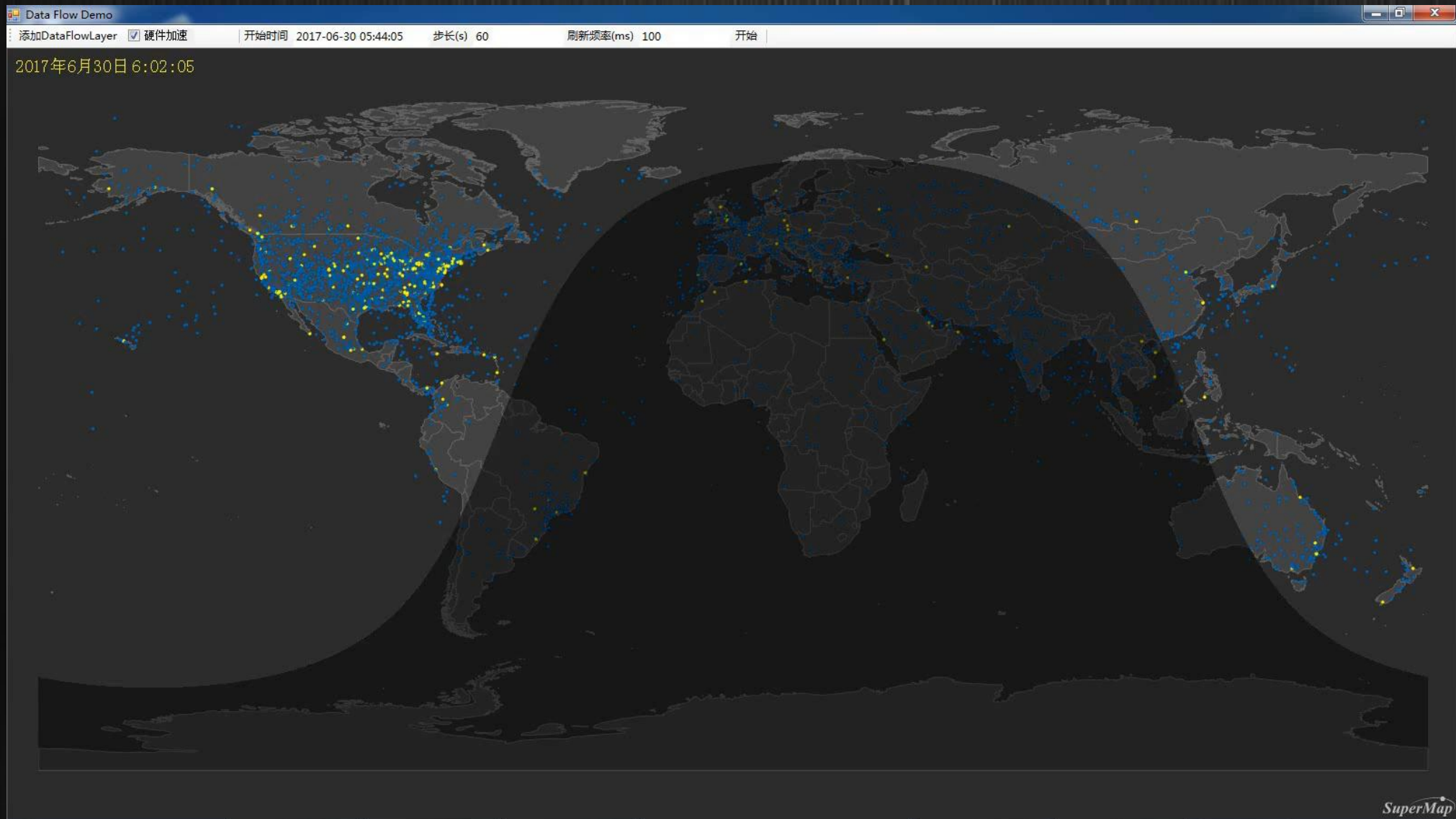
HBase

空间大数据应用举例

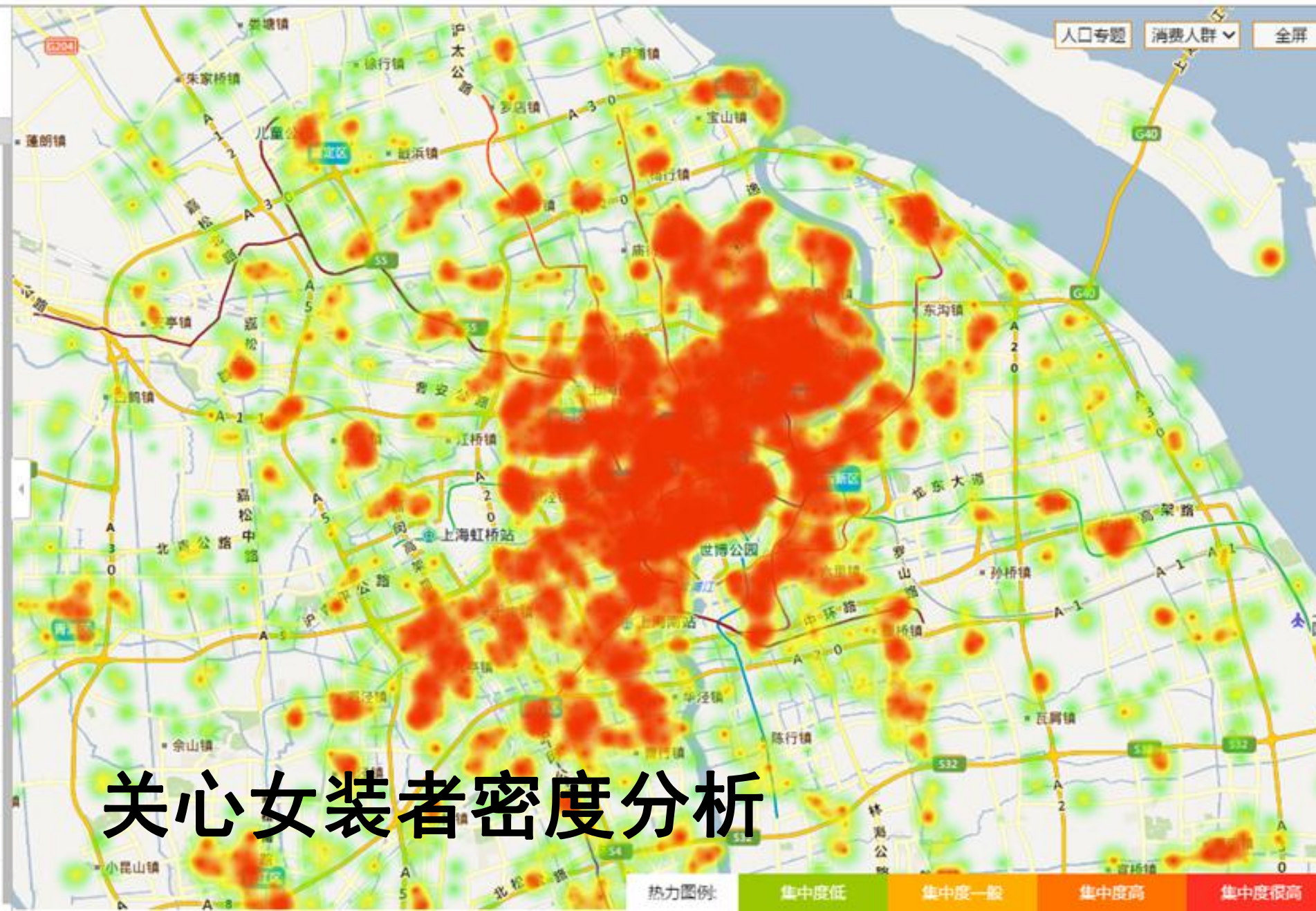
OD分析结果的动态表达



全球航运实时数据地理围栏监控



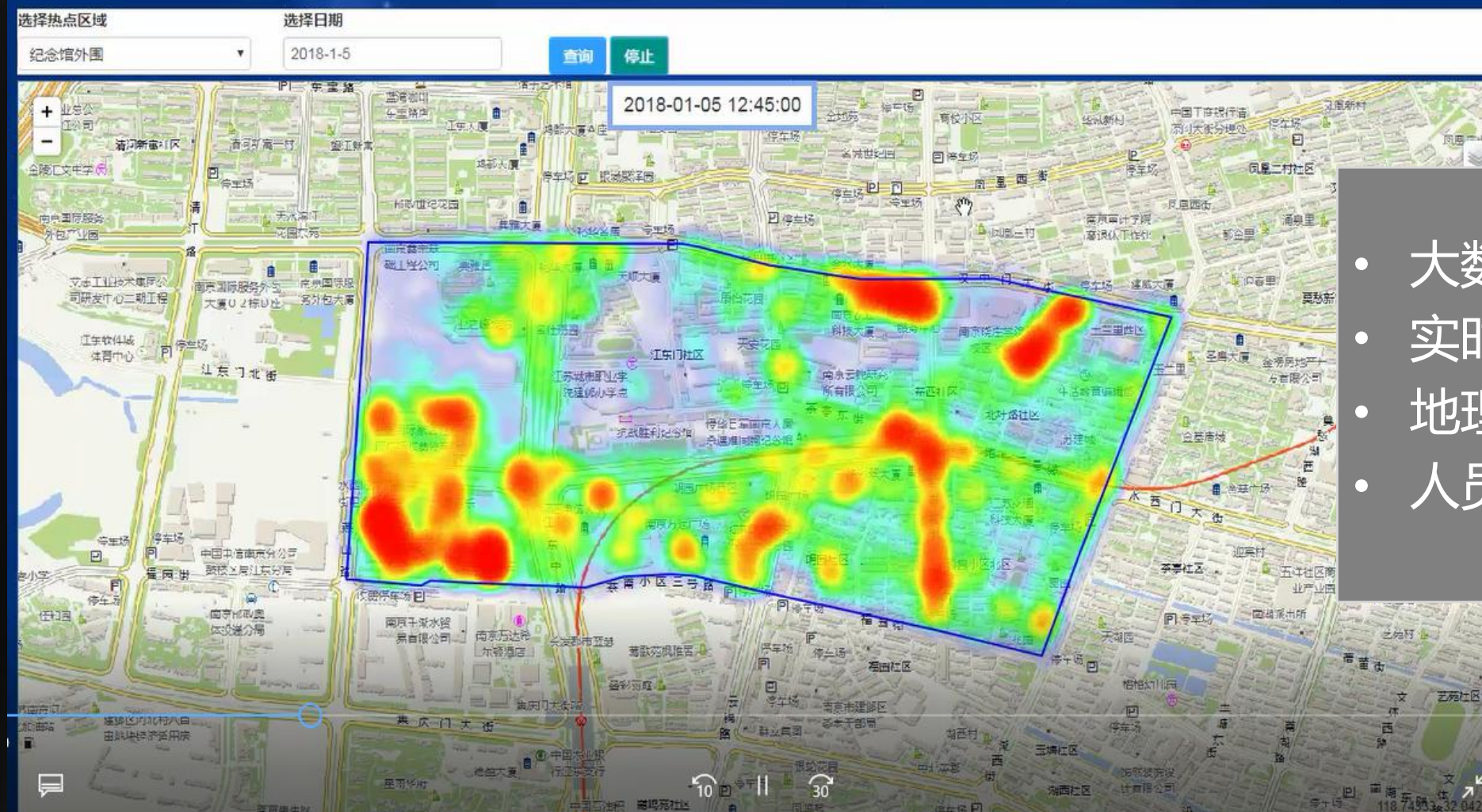
区域	总人口 (万人)	关注人数 (人)
1 浦东新区	540.9	23061
2 闵行区	253.22	11746
3 宝山区	200.91	8467
4 松江区	173.66	9583
5 嘉定区	155.65	8174
6 杨浦区	132.43	8519
7 普陀区	129.56	5468
8 青浦区	119.76	5623
9 奉贤区	115.42	4103
10 徐汇区	112.51	7027
11 闸北区	84.73	3659
12 虹口区	83.96	4588
13 金山区	78.03	3332
14 长宁区	70.54	3503
15 崇明县	69.72	2264
16 黄浦区	69.16	4040
17 静安区	24.99	1795



关心女装者密度分析

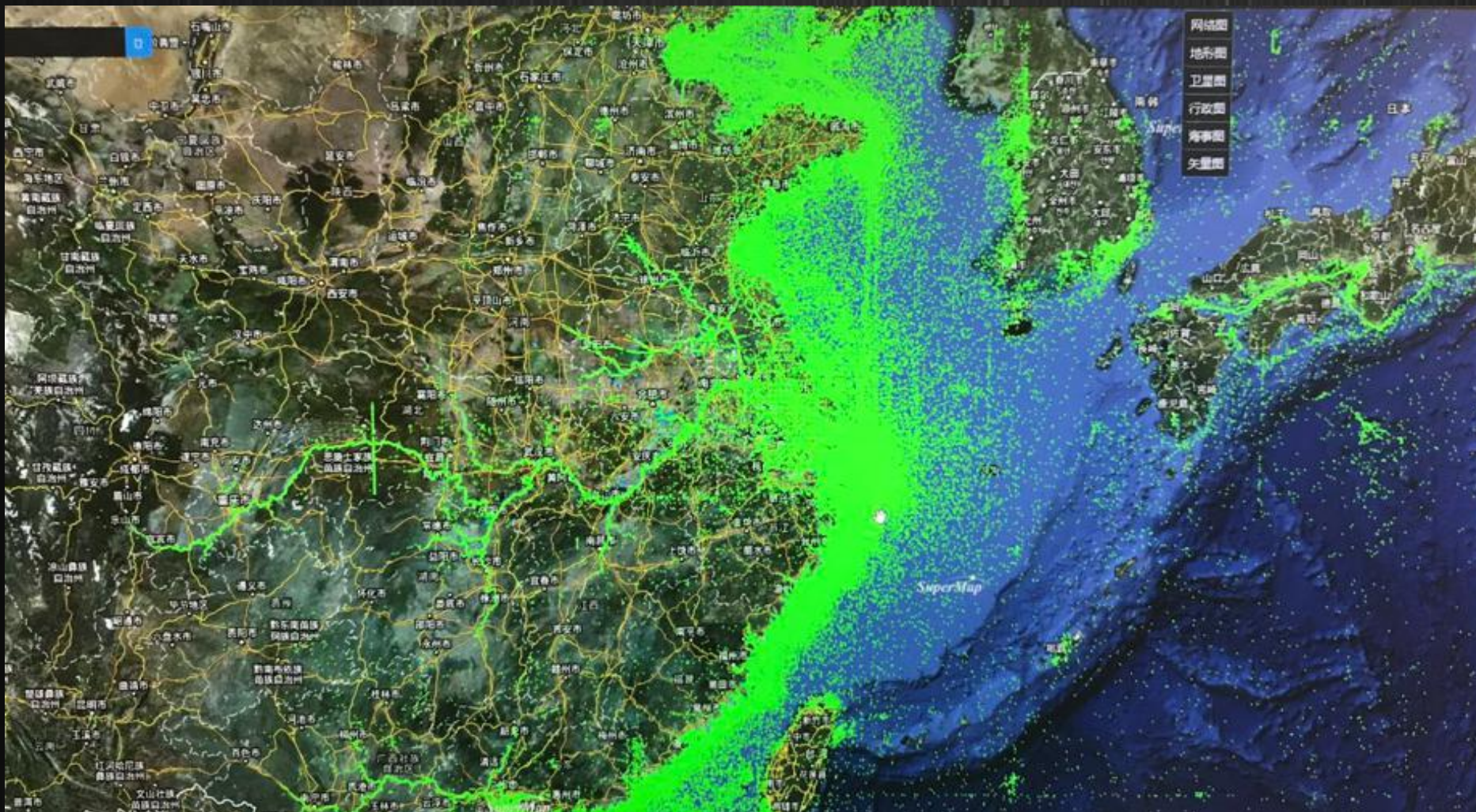
公安大数据

区域热力图 人员迁徙分析 区域人员进出 人员构成分析



- 大数据空间分析
- 实时位置管理
- 地理围栏监控
- 人员迁徙分析

船舶大数据



Node1
128G、32核

Elasticsearch集群
(16亿条船舶
数据存储与
检索)

Node2
128G、32核

datanode

datanode

HDFS集群
(100亿条船舶
数据存储)

精准扶贫大数据

甘肃省 | 精准扶贫地图大数据 GANSUSHENGJINGZHUNFUPINDITUDASHUJU

[返回首页](#)[全屏显示](#)

2015

甘肃精准扶贫

大数据平台整体按照中央“六个精准”总体要求,紧盯甘肃“1+17”方案和“7+2”清单式管理具体落实,创新“互联网+精准扶贫”脱贫思路并运用大数据和移动互联技术,着眼于解决“扶持谁”、“谁来扶”、“怎么扶”和“如何退”等问题,统筹建成五级互联互通的扶贫网络,同时借助挂图作战、大数据分析等,整体提升管理能力和服务水平,全面成为我省脱贫攻坚的工作平台、指挥平台和监督平台。

[点击进入](#)

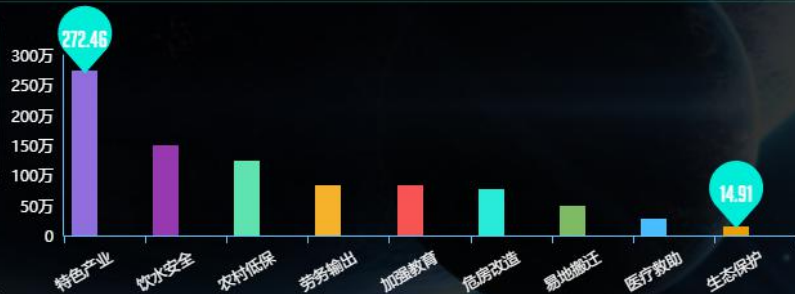
417.3 万
贫困人口

99.7 万
贫困户

6220 个
贫困村

58 个
贫困县

七个一批分布



措施落实

“1+17” 扶贫措施

措施投入资金 495.96 亿



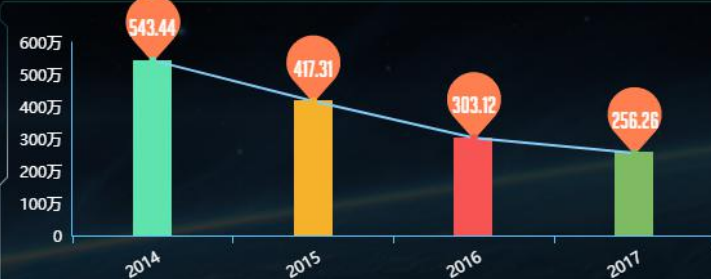
到户 334.74 亿

到村 161.22 亿

“1236” 双联行动

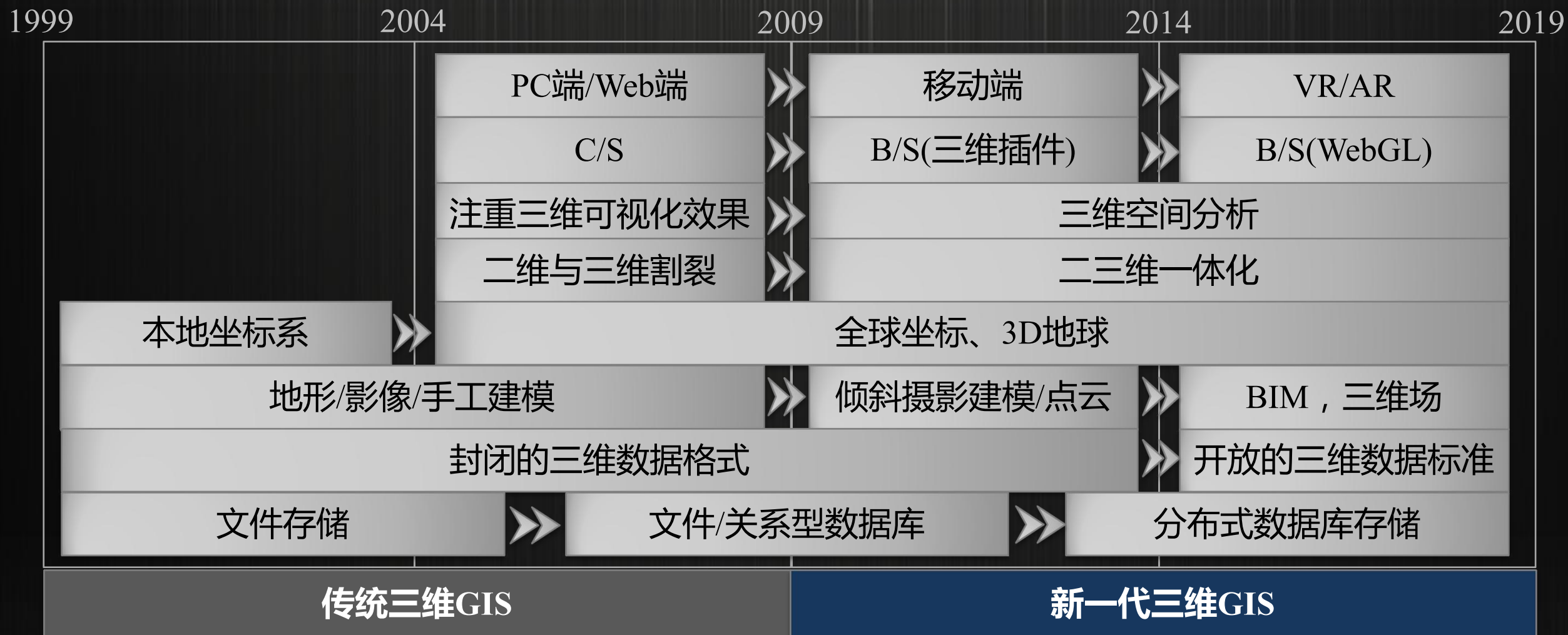
1.91 万 帮扶单位
42.82 万 帮扶责任人

贫困人口减少趋势

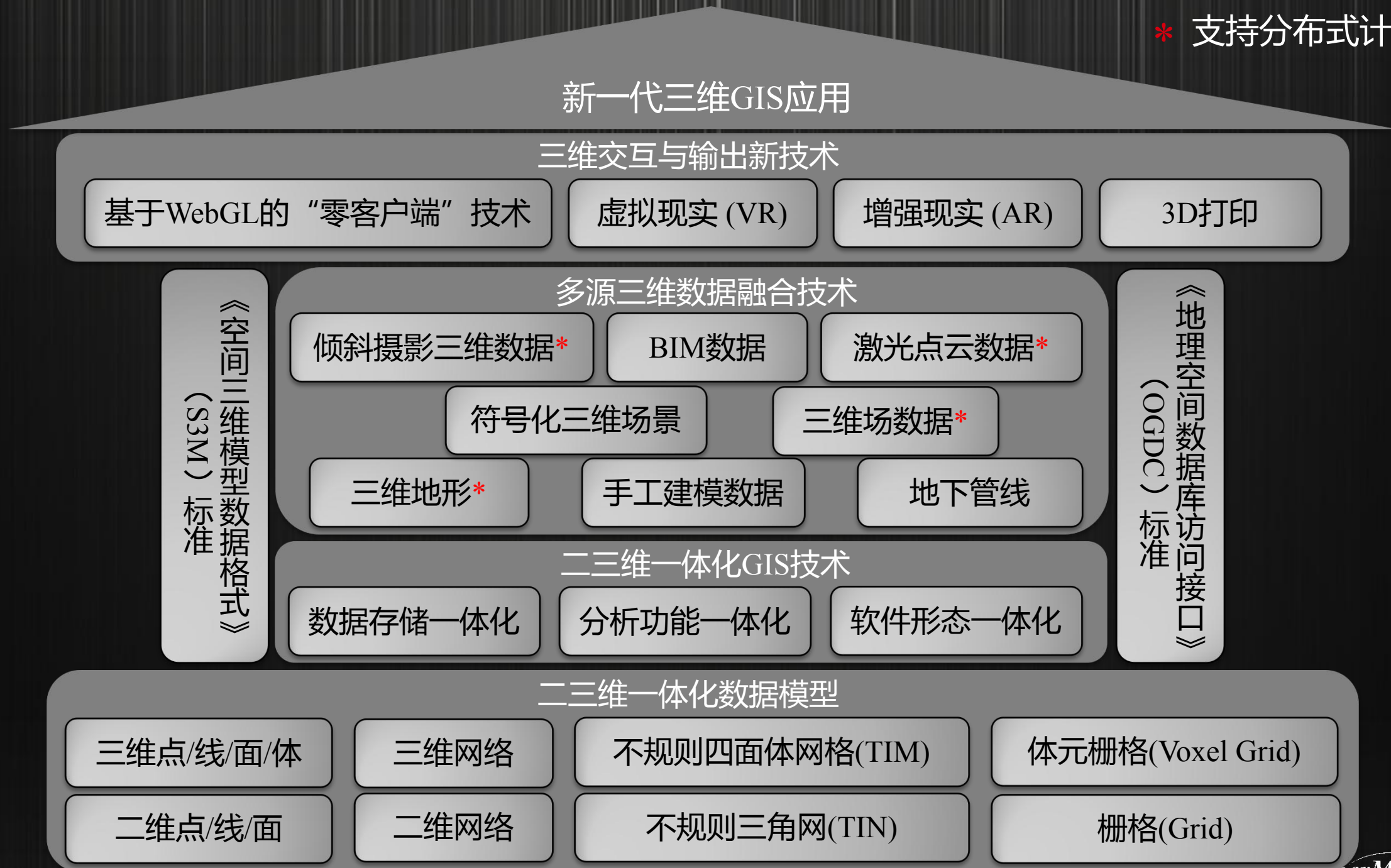


2. 从传统三维到新一代三维

传统三维GIS技术 → 新一代三维GIS技术

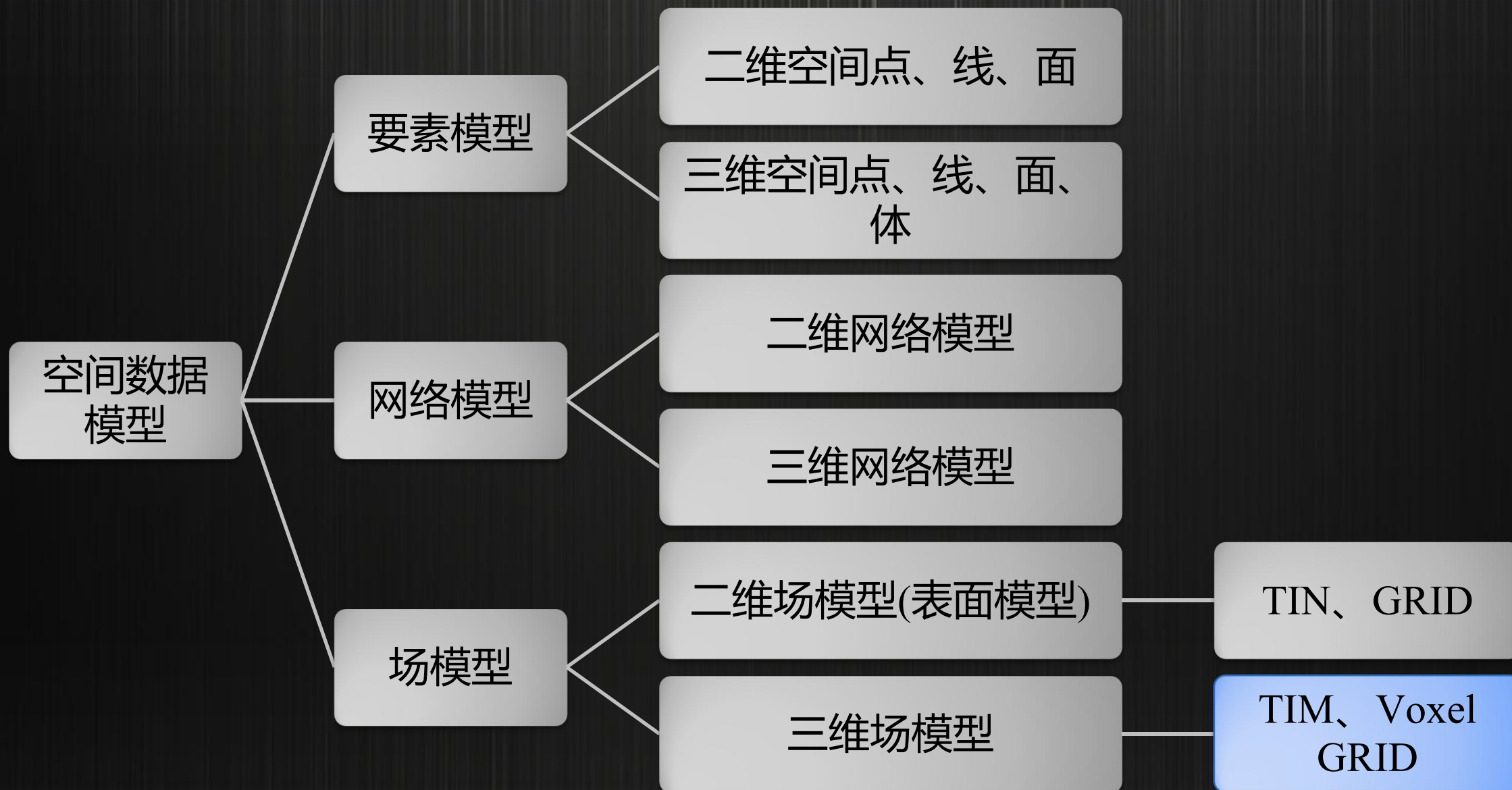


新一代三维GIS技术体系



二三维数据模型

空间数据模型



如何表达连续、非匀质的三维空间？

电磁场

- 移动信号

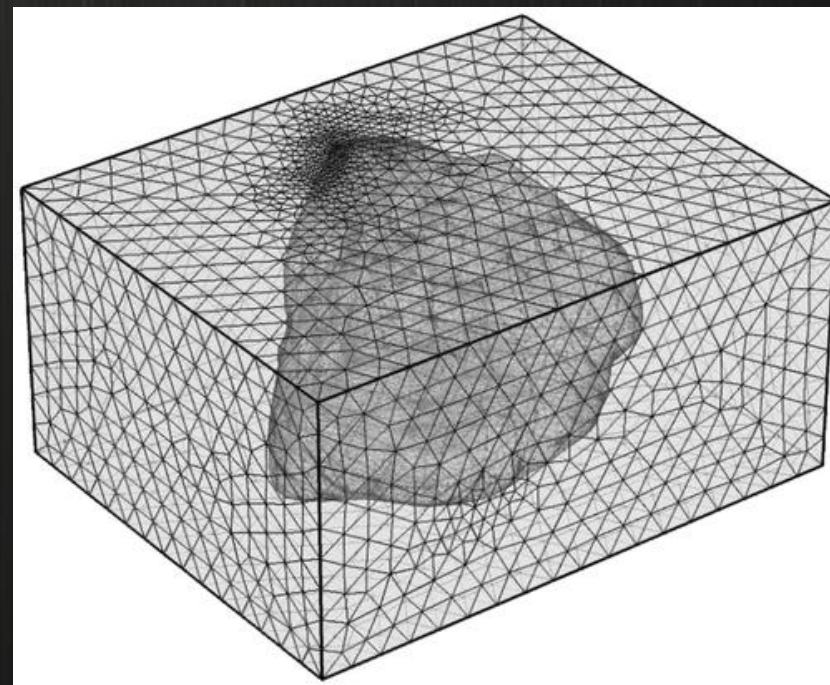
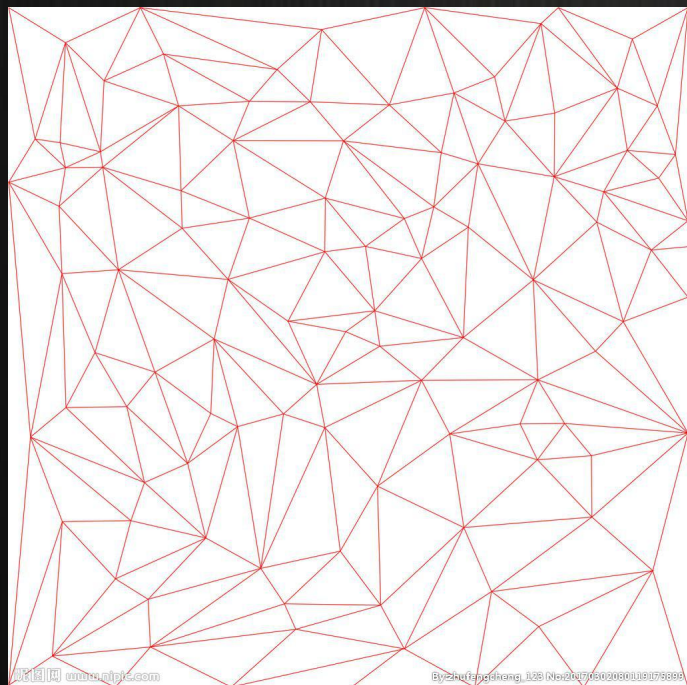
空气属性场

- 污染
- 温度
- 湿度

地质属性场

- 密度
- 孔隙度
- 杨氏模量
- 泊松比

TIN升维至TIM



TIN

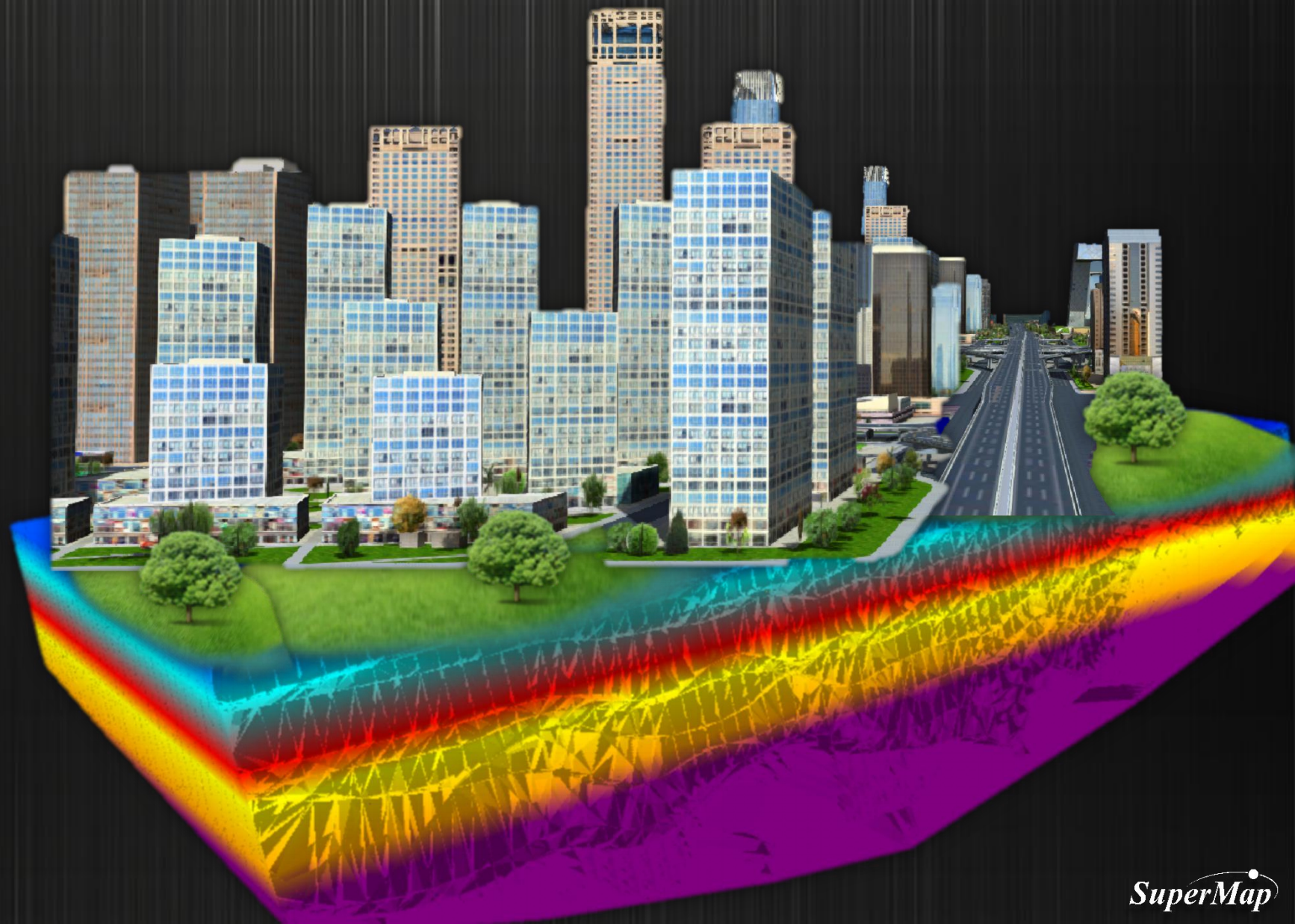
Triangulated Irregular Network
(不规则三角网)

TIM

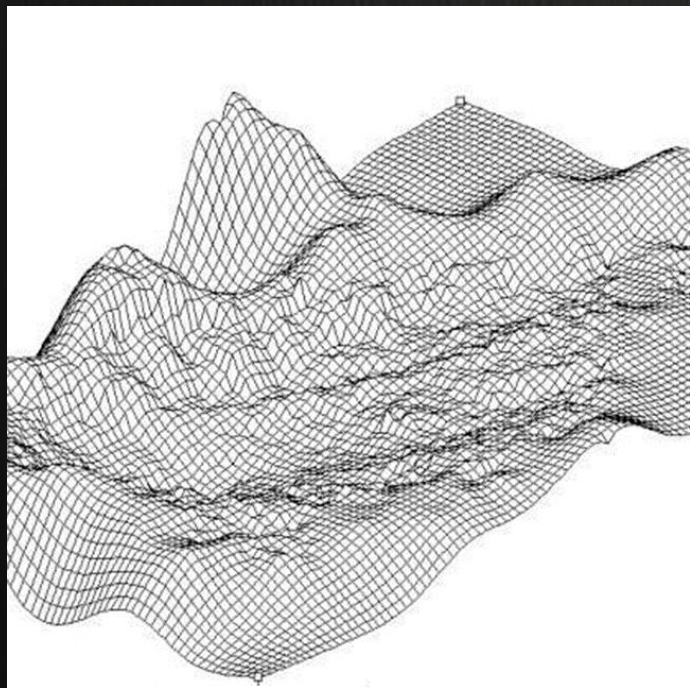
Tetrahedralized Irregular Mesh
(不规则四面体网格)

不规则四面体网格 (TIM) 表达地质属性场

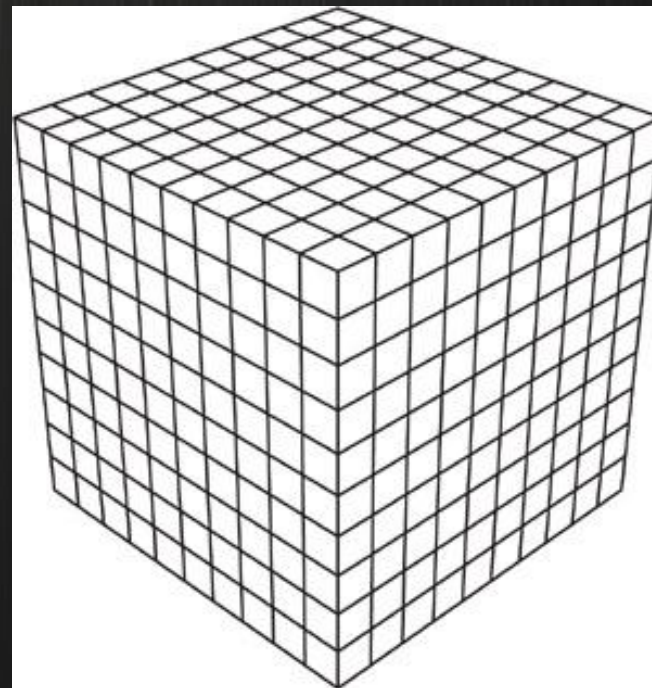
- 孔隙度
- 渗透率
- 含水饱和度
- 液态程度
- 强酸分布
- ...



GRID 升维至Voxel GRID

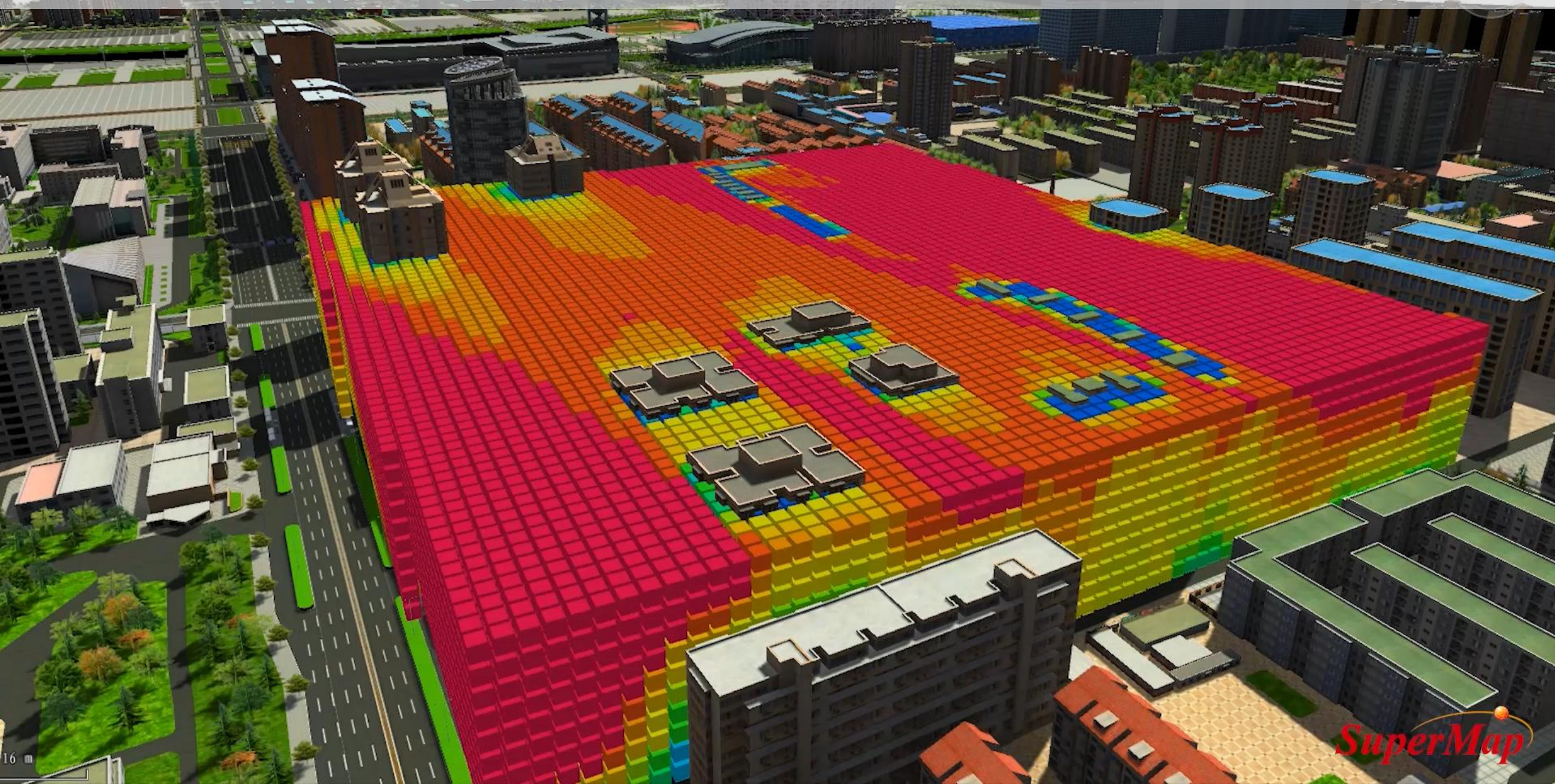


GRID
(栅格)

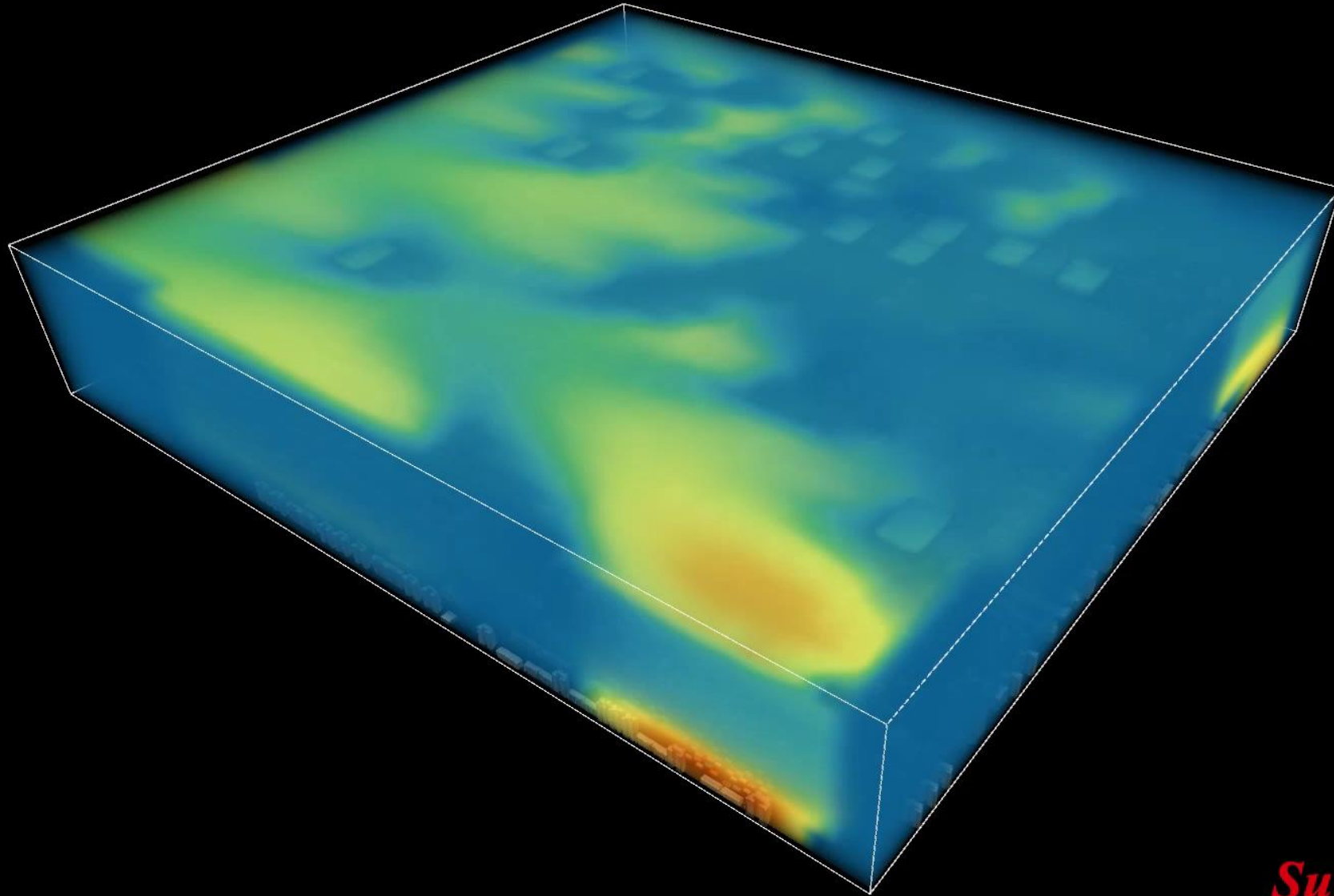


Voxel GRID
(体元栅格)

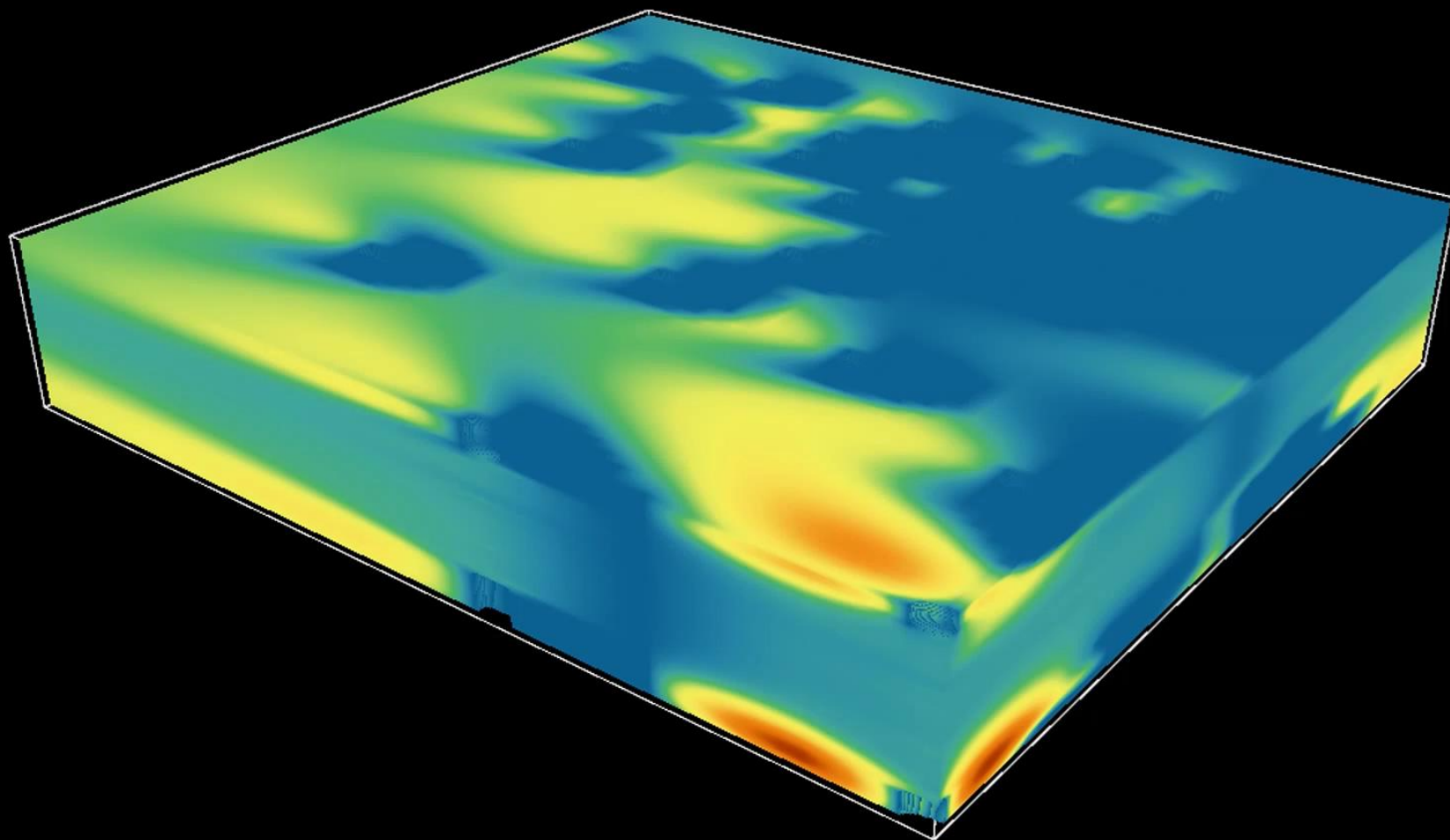
体元栅格按值范围动态过滤（日照时长）



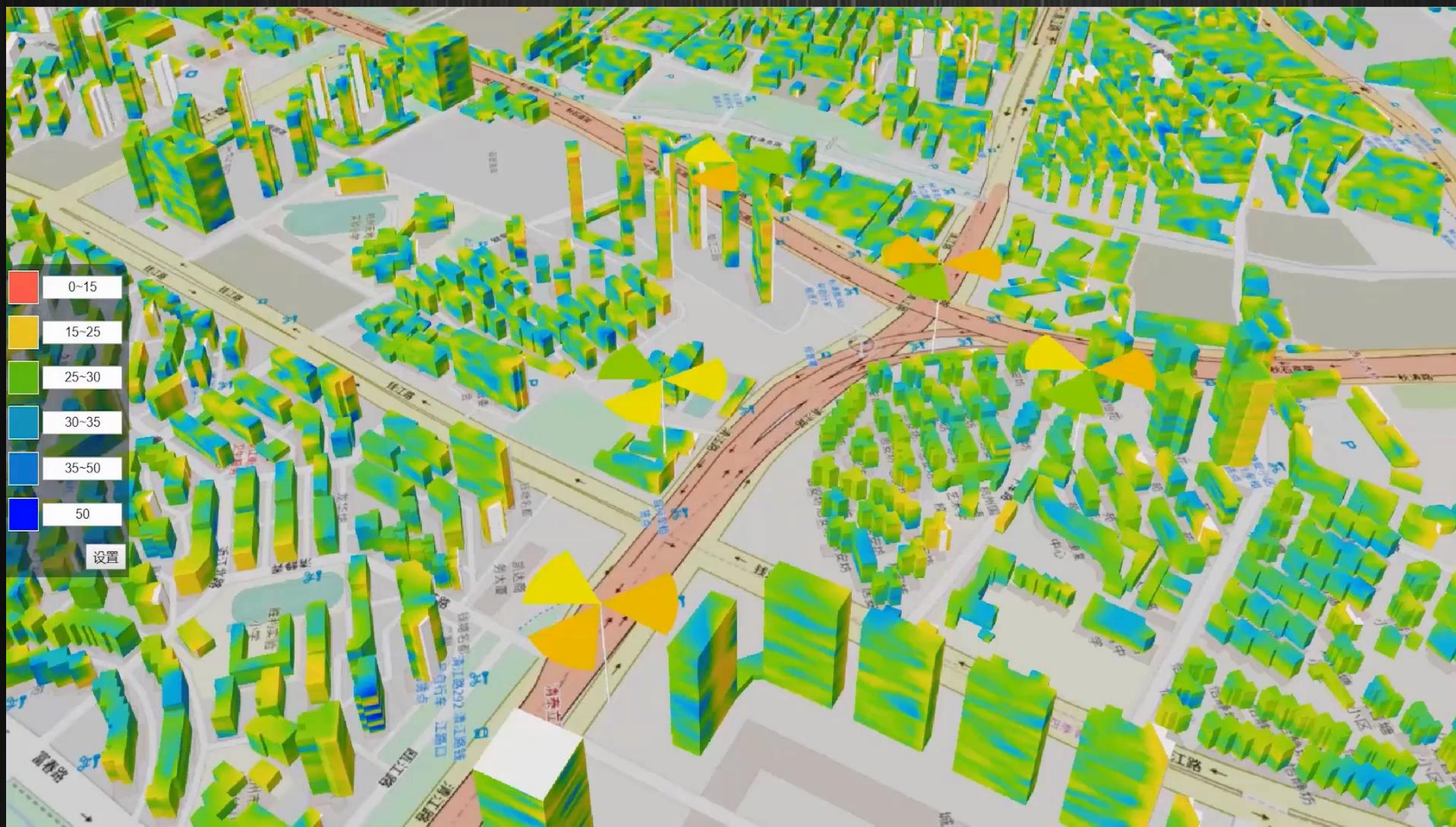
体元栅格按值范围动态过滤（空气污染）



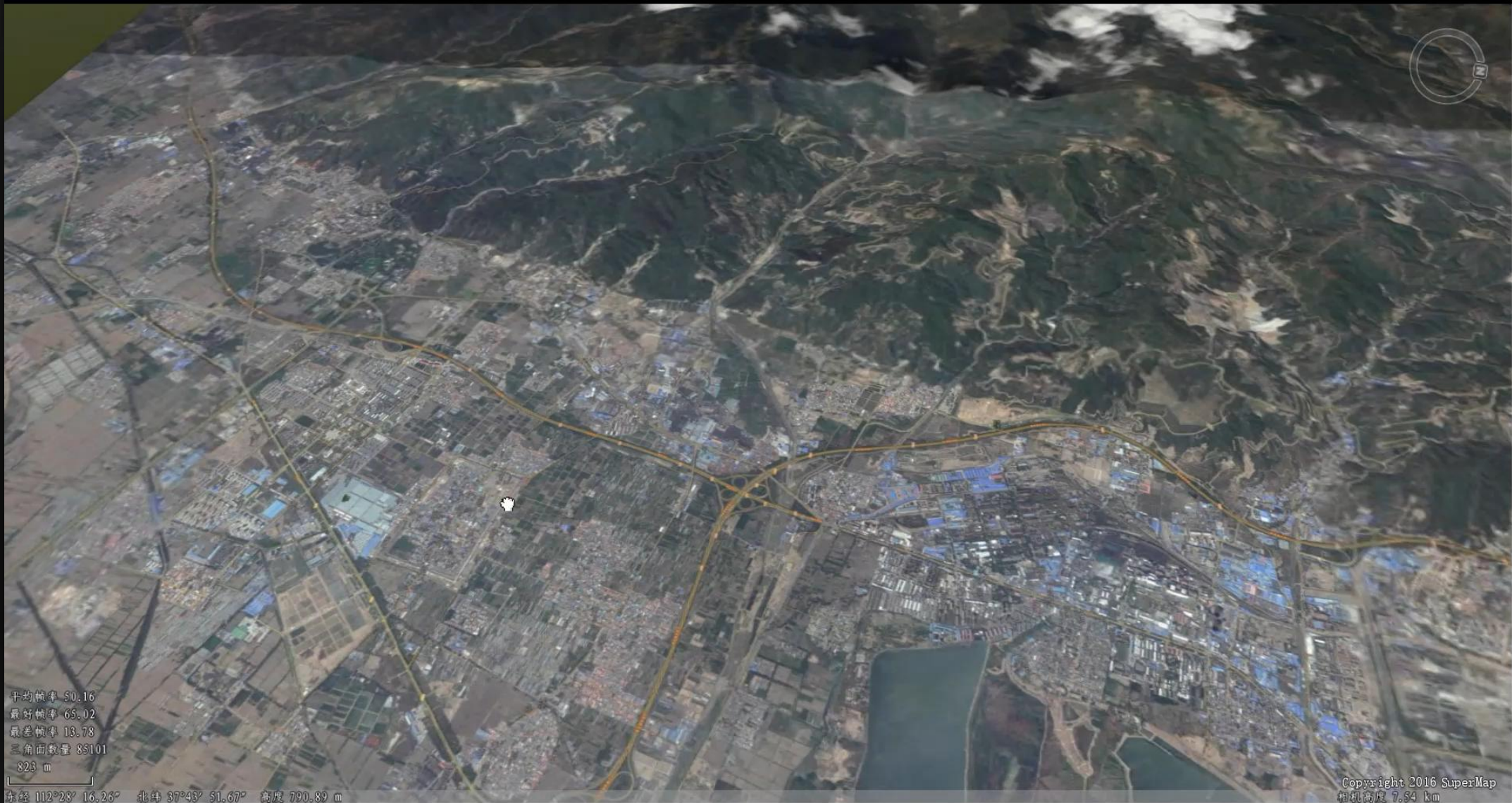
体元栅格动态剖切（空气污染）



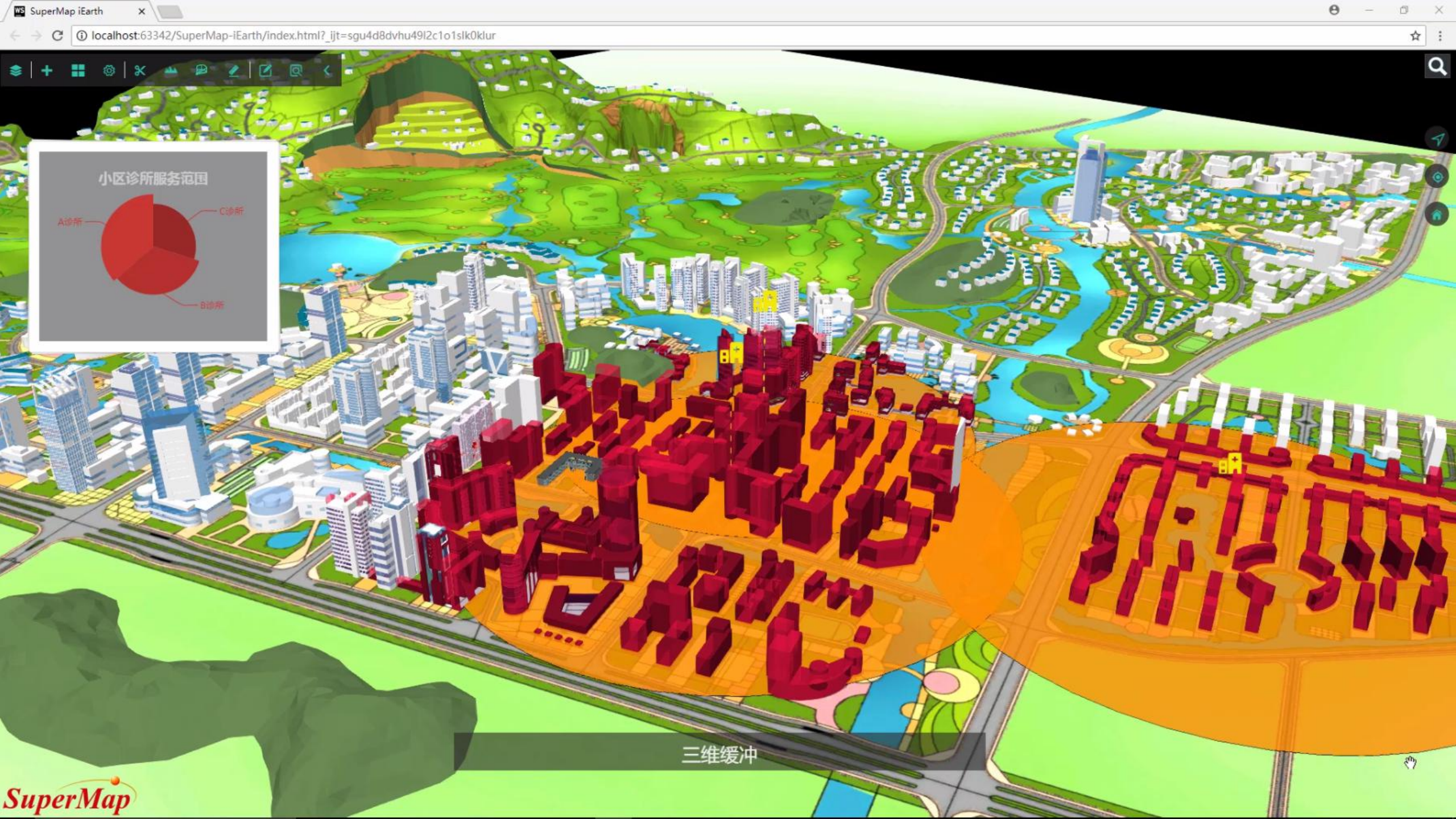
体元栅格表达通信信号(附着模型)



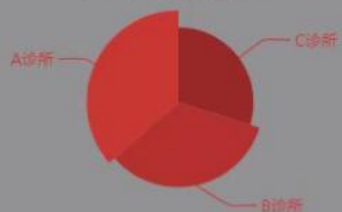
体元栅格表达地震波



二三维一体化空间分析

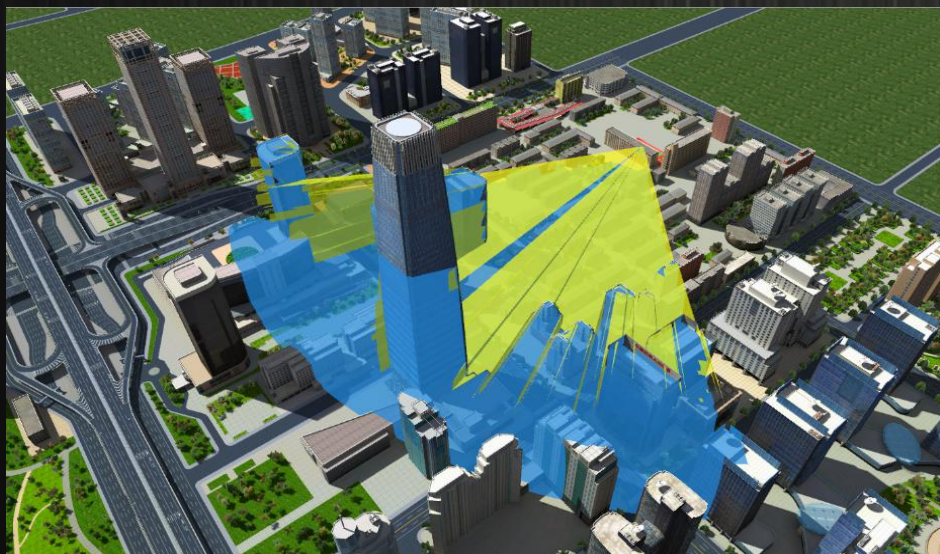


小区诊所服务范围

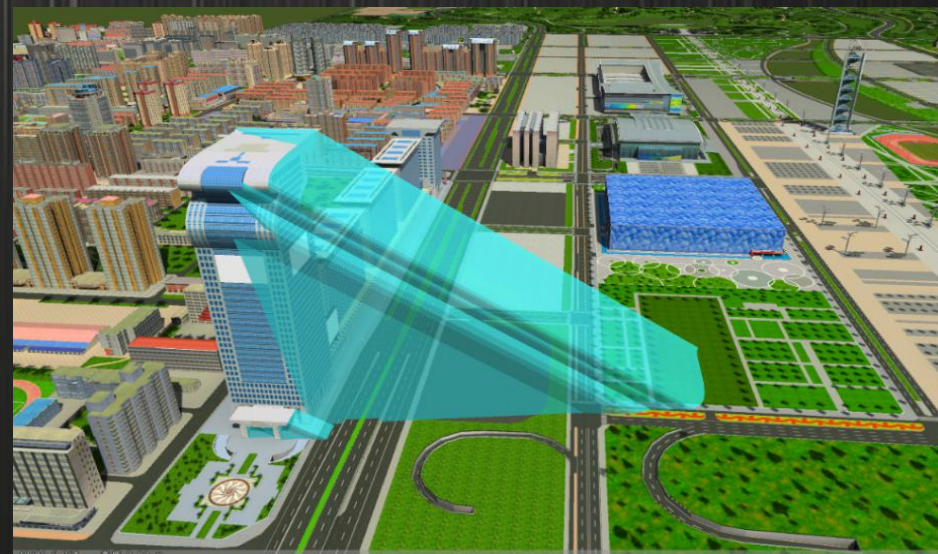


三维缓冲

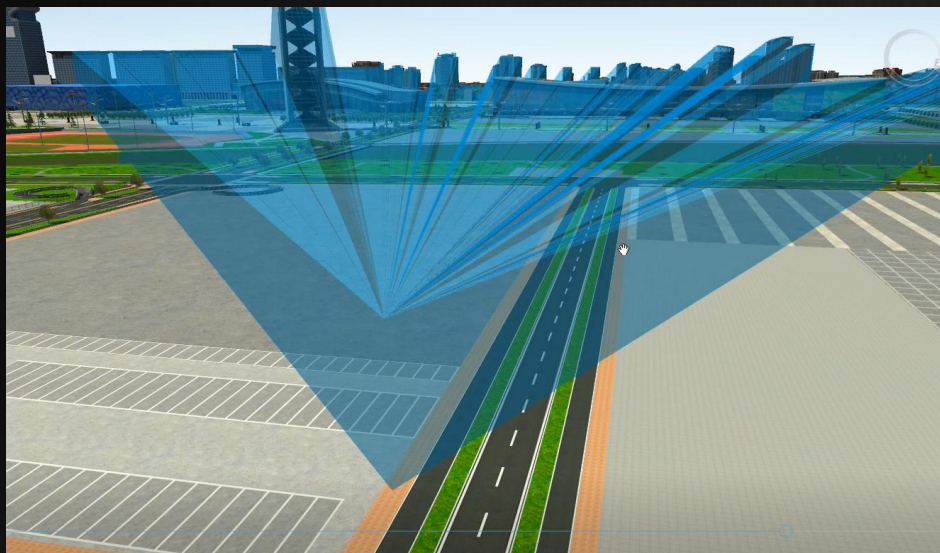
三维空间分析(三维体结果)



可视域分析



阴影体



天际线限高体



开敞度分析

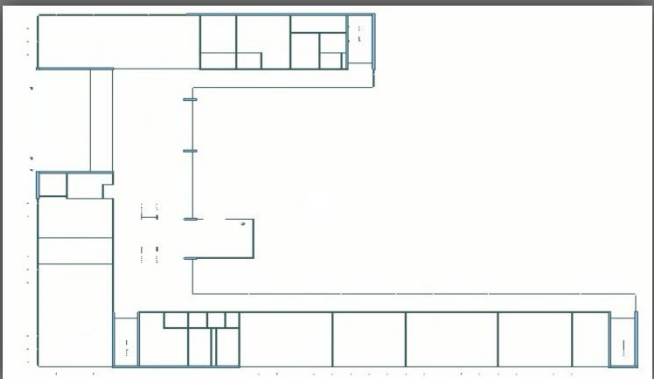
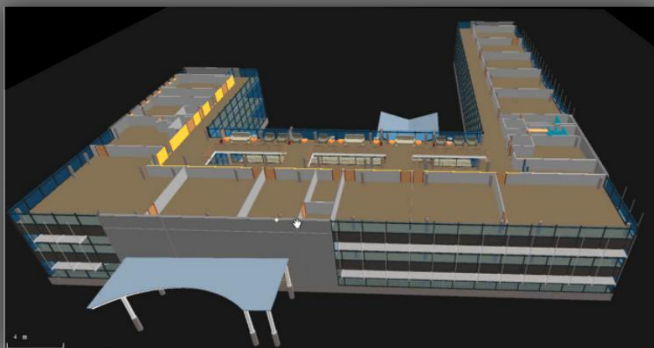
三维空间运算



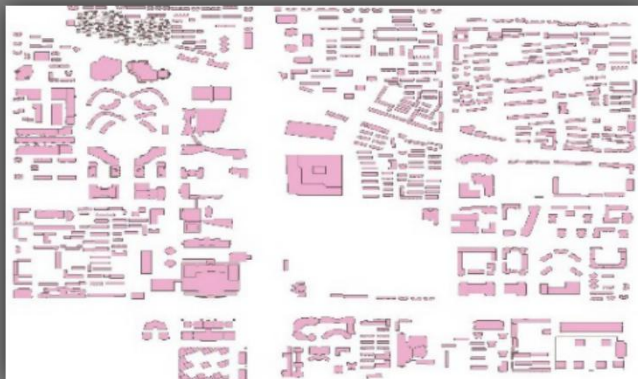
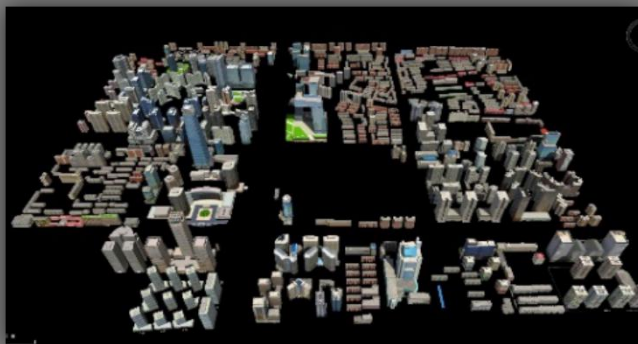
SuperMap

三维体对象→二维面(降维运算)

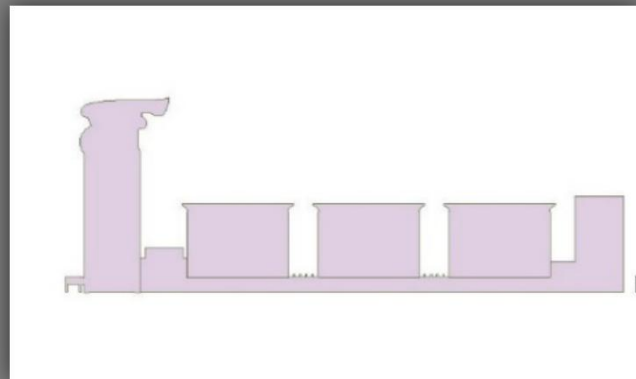
任意剖面



平面投影



立面投影



多源异构数据融合

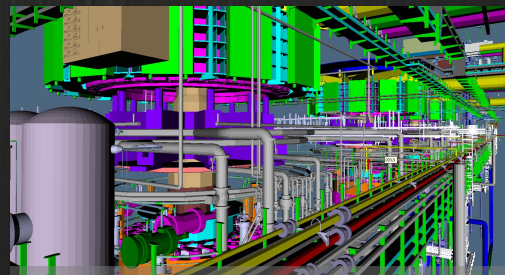
多源数据



地形



倾斜摄影



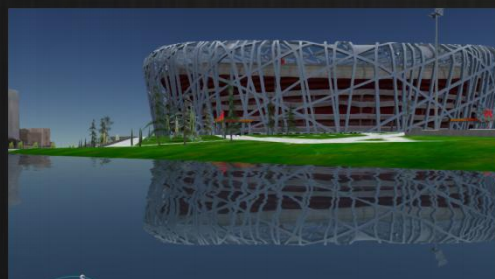
BIM



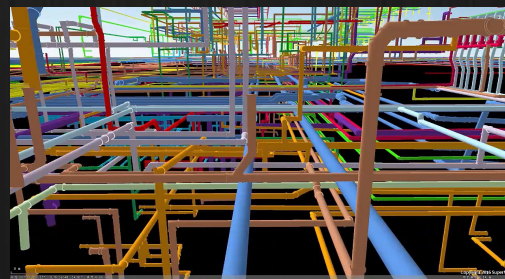
激光点云



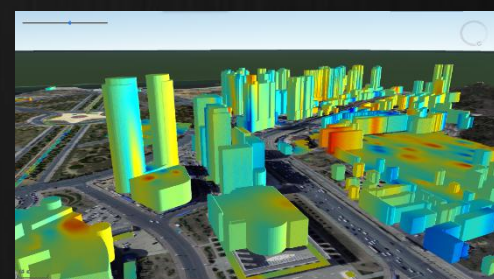
精细模型



水面



地下管线



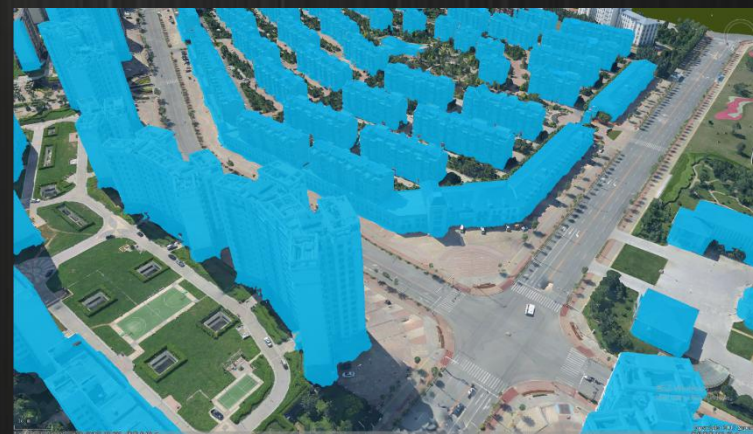
场数据

倾斜摄影技术

针对无法人工直接进入的自然资源，例如滩涂深处、湿地、茂密的森林等地，可采用无人机航飞后构建三维模型，方便后期的资源监管。

崑山国家地质公园倾斜摄影三维模型
航摄仪：Leica RC30 - Oblique
相对航高：440m
平均地面分辨率：0.05m
建模软件：Smart 3D
制作单位：湖南省第二测绘院

动态单体化技术



利用深度学习获取
建筑物底面



动态单体化技术

专题图



46 m

东经 123°44' 22.34" 北纬 42°18' 43.22" 高度 0.00 m

相机高度 382.41 m

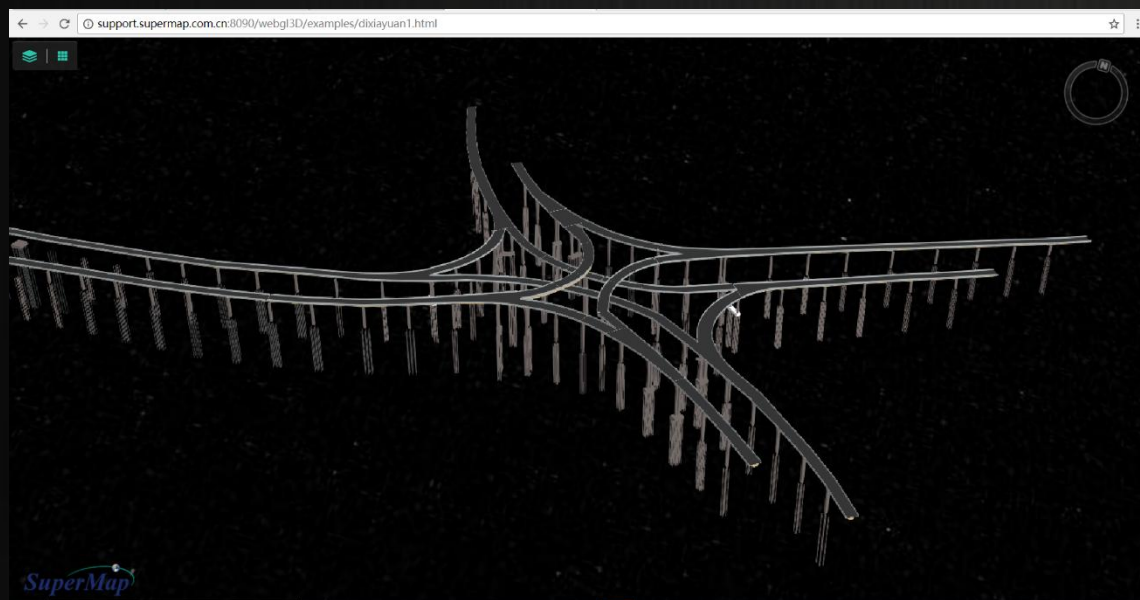
建筑信息模型 (BIM)



BIM Building
Information
Modeling

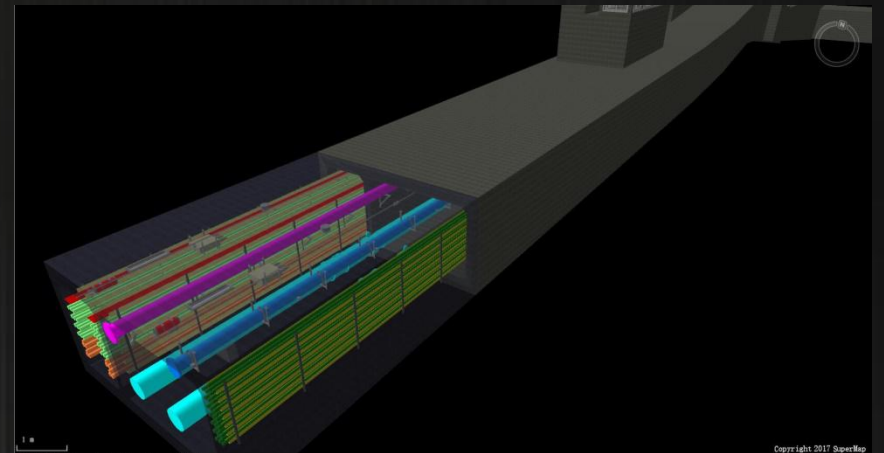
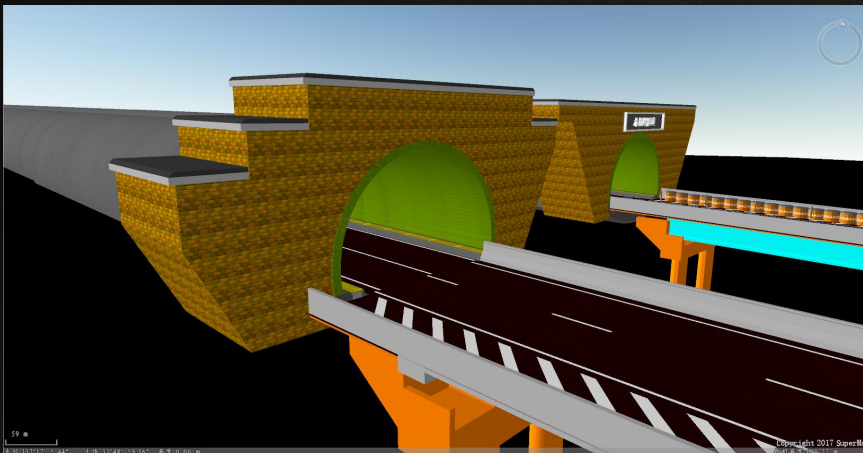
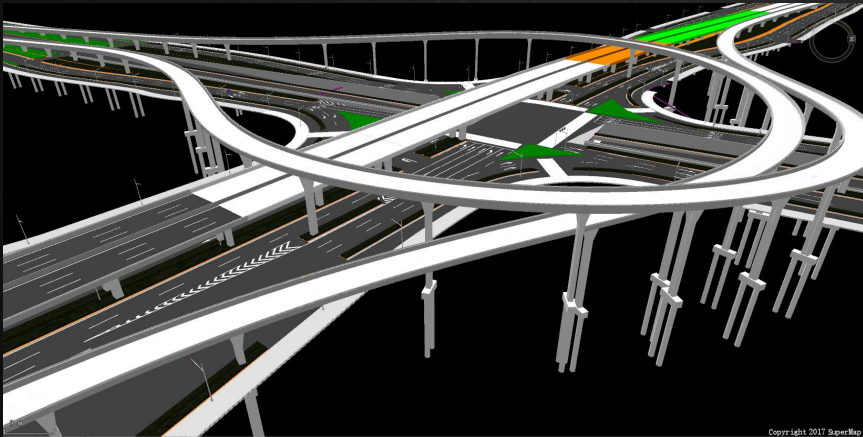
BIM + GIS 让地理设计落地

- 把模型放入环境中评估设计合理性

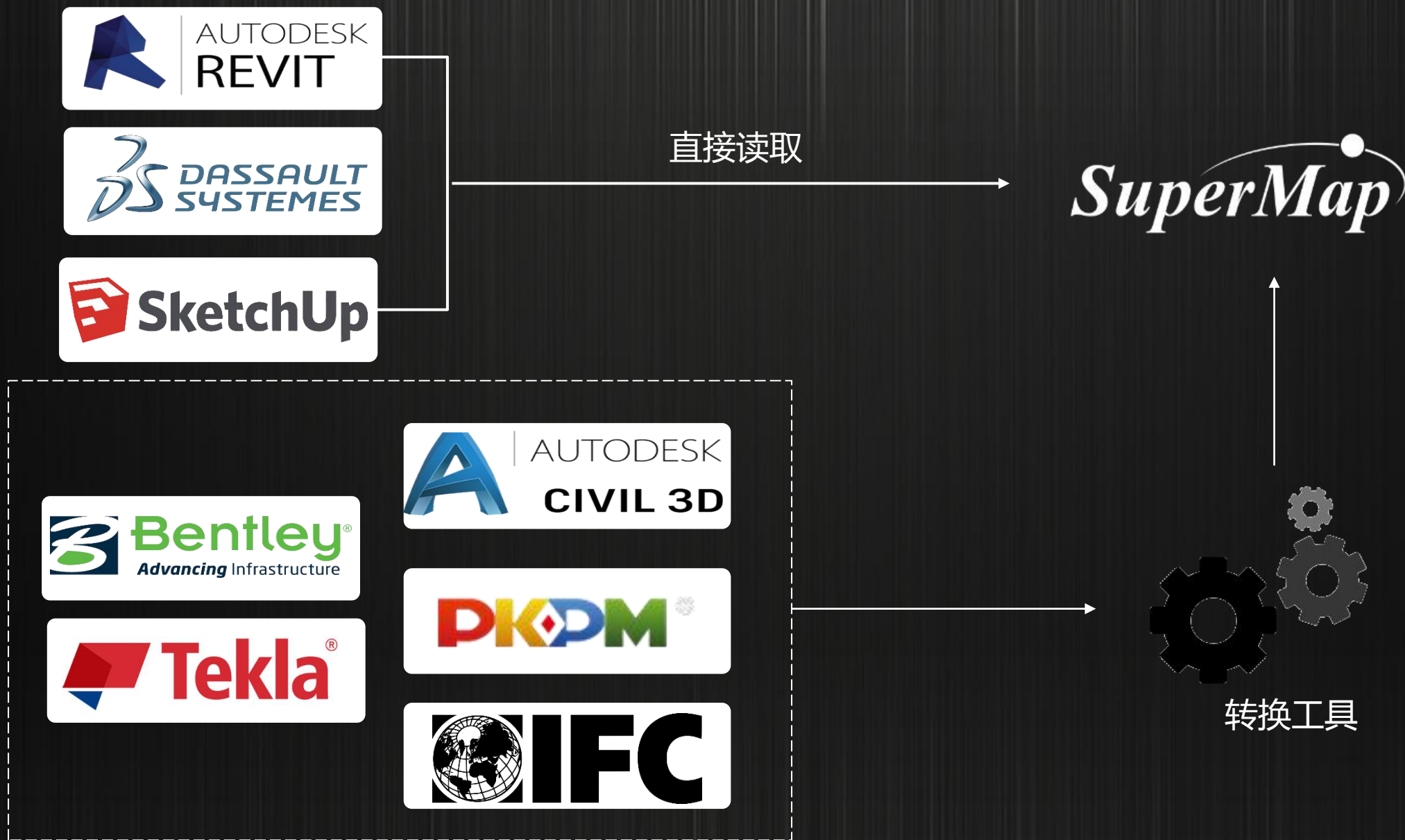


BIM拓展了GIS的应用领域

- 交通设施、水利工程、桥梁、管廊、隧道等



BIM数据融合





基于las的近7亿点云 (21.9GB)
的WebGL浏览器展示 (海外项目)

30 m

多源数据融合匹配



倾斜摄影叠加道路



倾斜摄影嵌入地形



BIM嵌入倾斜摄影



BIM嵌入地形

空间三维模型数据格式(S3M) 标准



中华人民共和国自然资源部
Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China



SuperMap



自然资源部信息中心 国家基础地理信息中心

北京超图软件
股份有限公司

中国城市规划
设计研究院

中国建筑科学
研究院有限公司

中国建筑标准设计
研究院有限公司

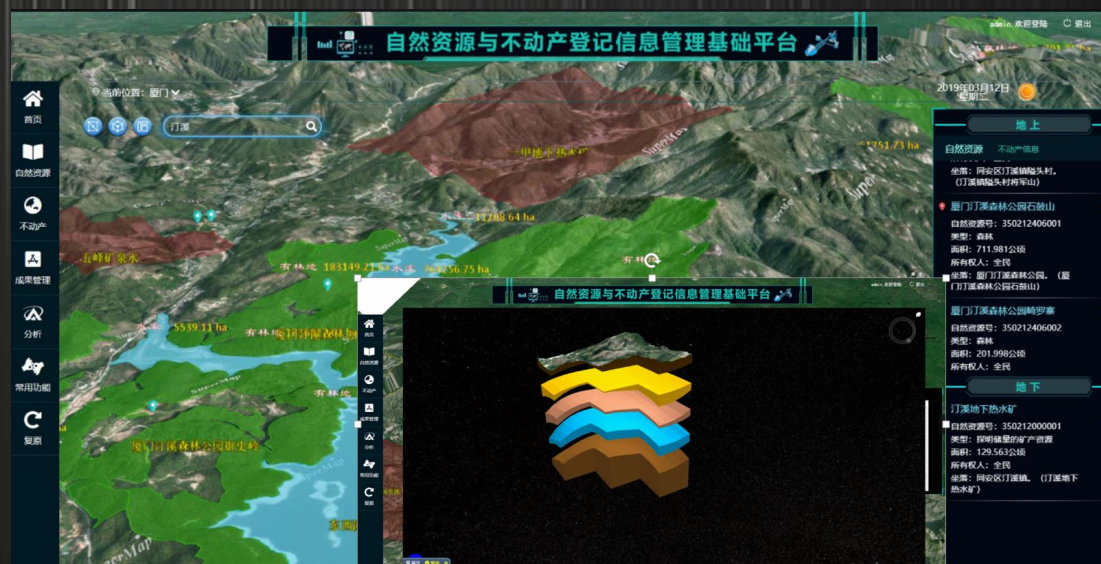
多源数据统一管理



自然资源空间管理



自然资源空间布局



地上地下一体化管理



生态红线分布



不动产管理

3. 从空间统计到人工智能GIS

空间统计给GIS赋予基本的智能

空间总体特性

空间自相关性

空间分层异质性

空间格局与回归

空间点格局

通用模型

空间插值

核密度估计

反距离加权法

Kriging方法

地理分布

平均中心

中位数中心

中心要素

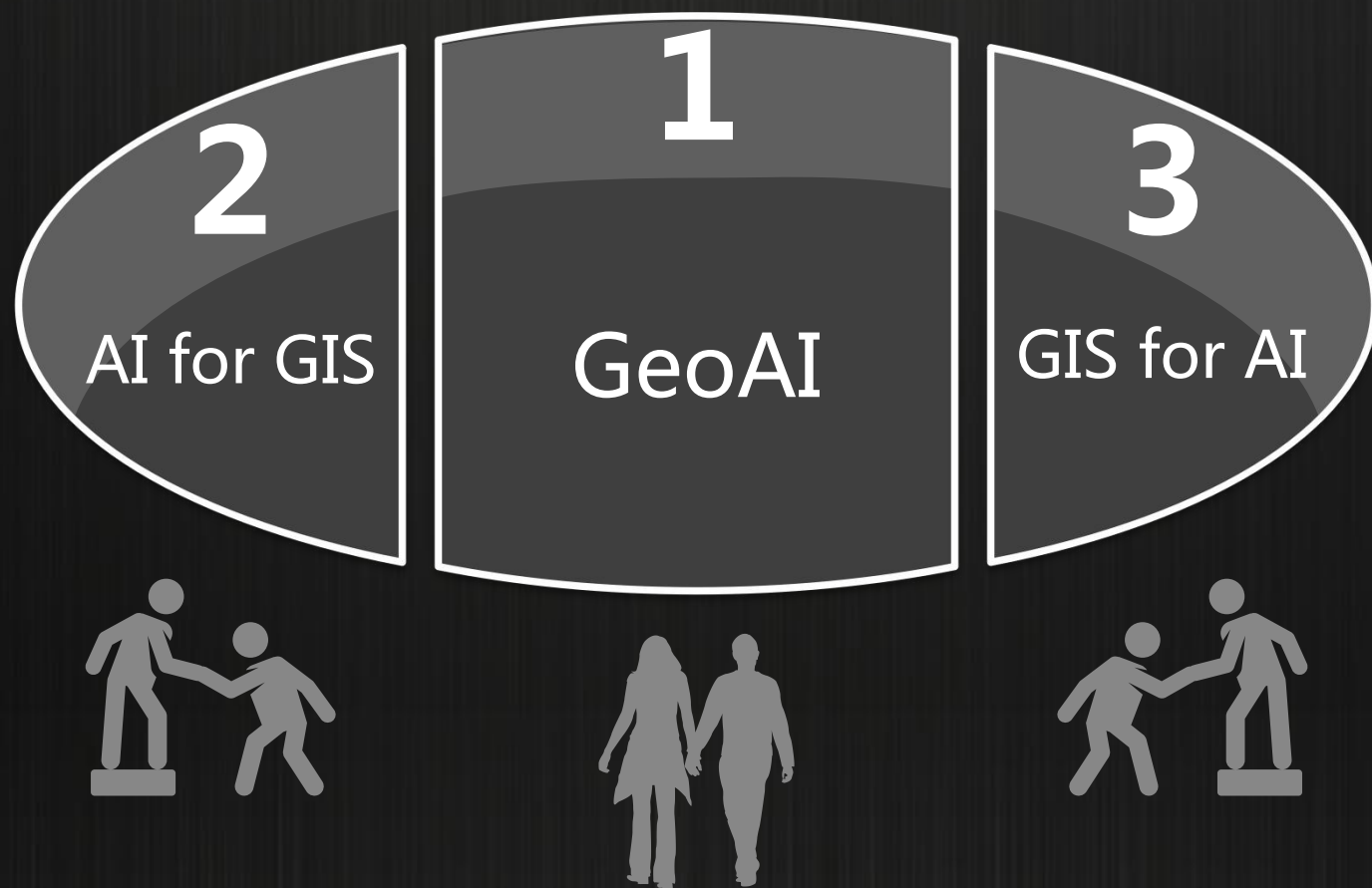
方向分布

标准距离

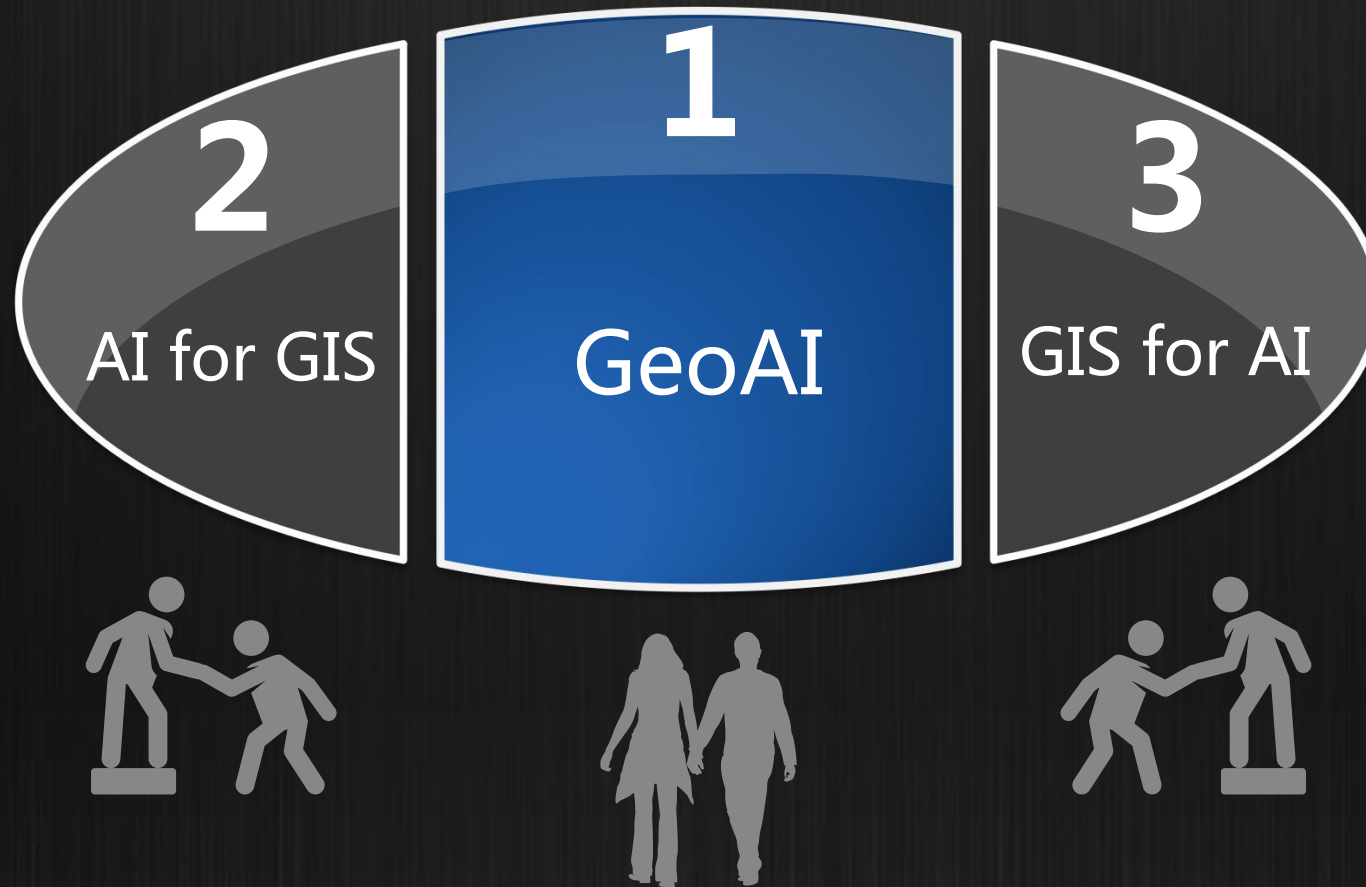
线性方向平均值

拥抱AI，进一步提升GIS智能

AI GIS 三部曲



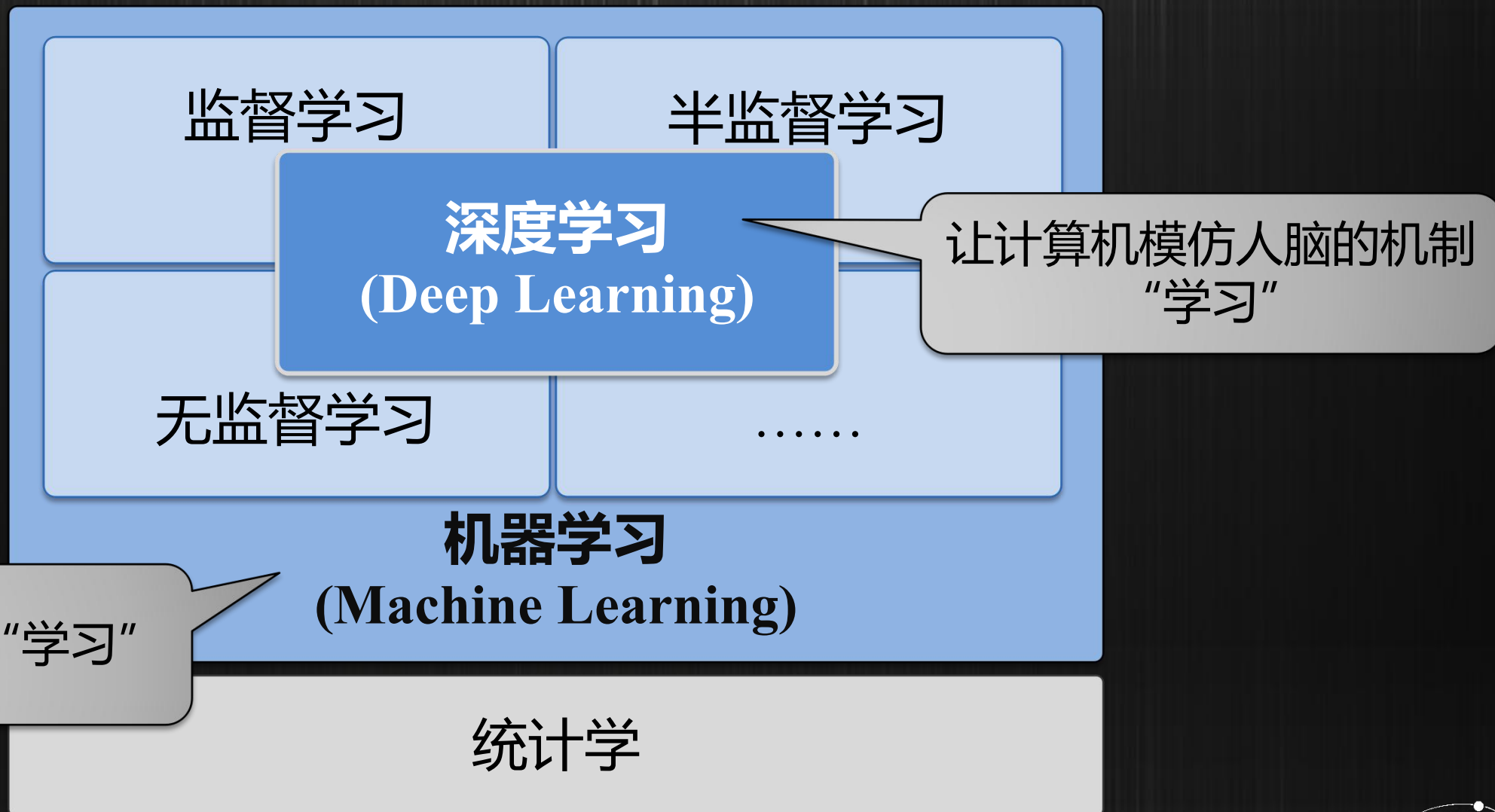
3.1 GeoAI



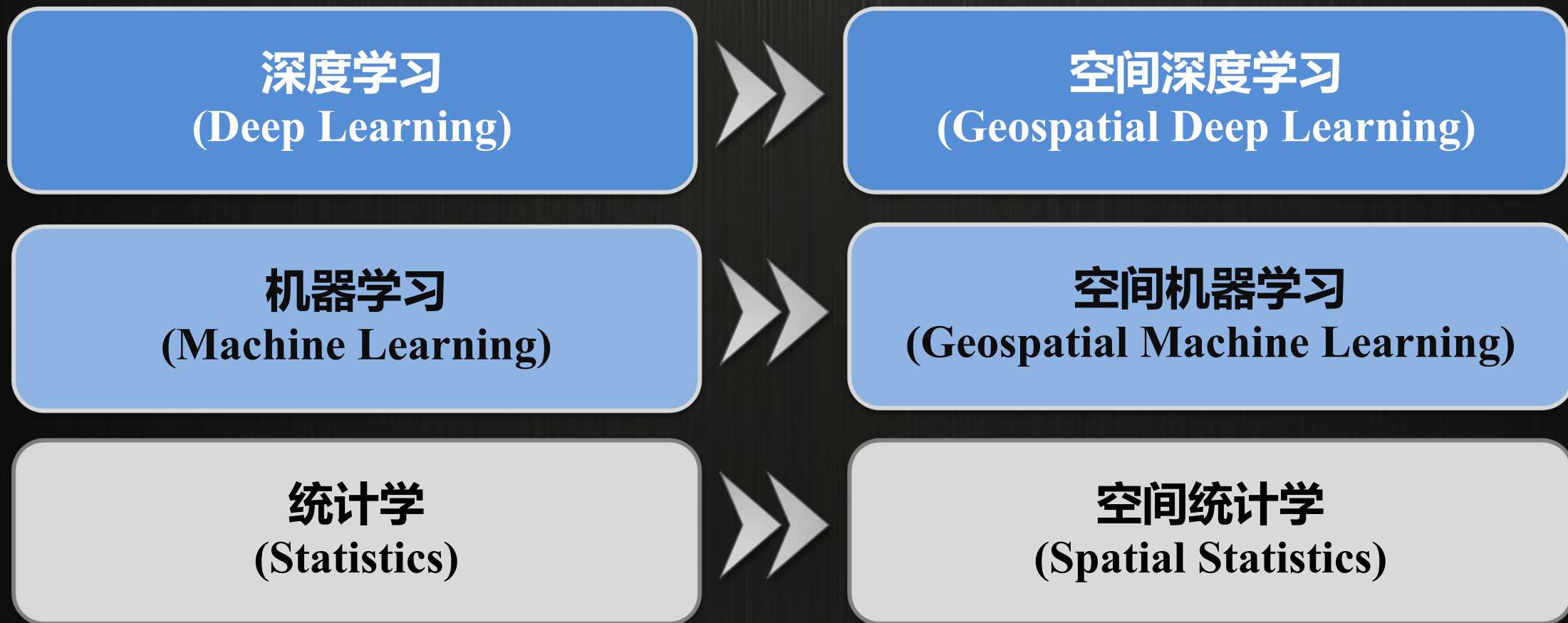
什么是GeoAI?

融合AI的空间分析与处理模型

AI 三种武器



从 AI 到 GeoAI



空间机器学习

让计算机可以自动 “学习” 的空间分析算法

空间机器学习算子

聚类分析

空间热点

空间密度聚类

分类分析

地址要素识别

基于森林的分类

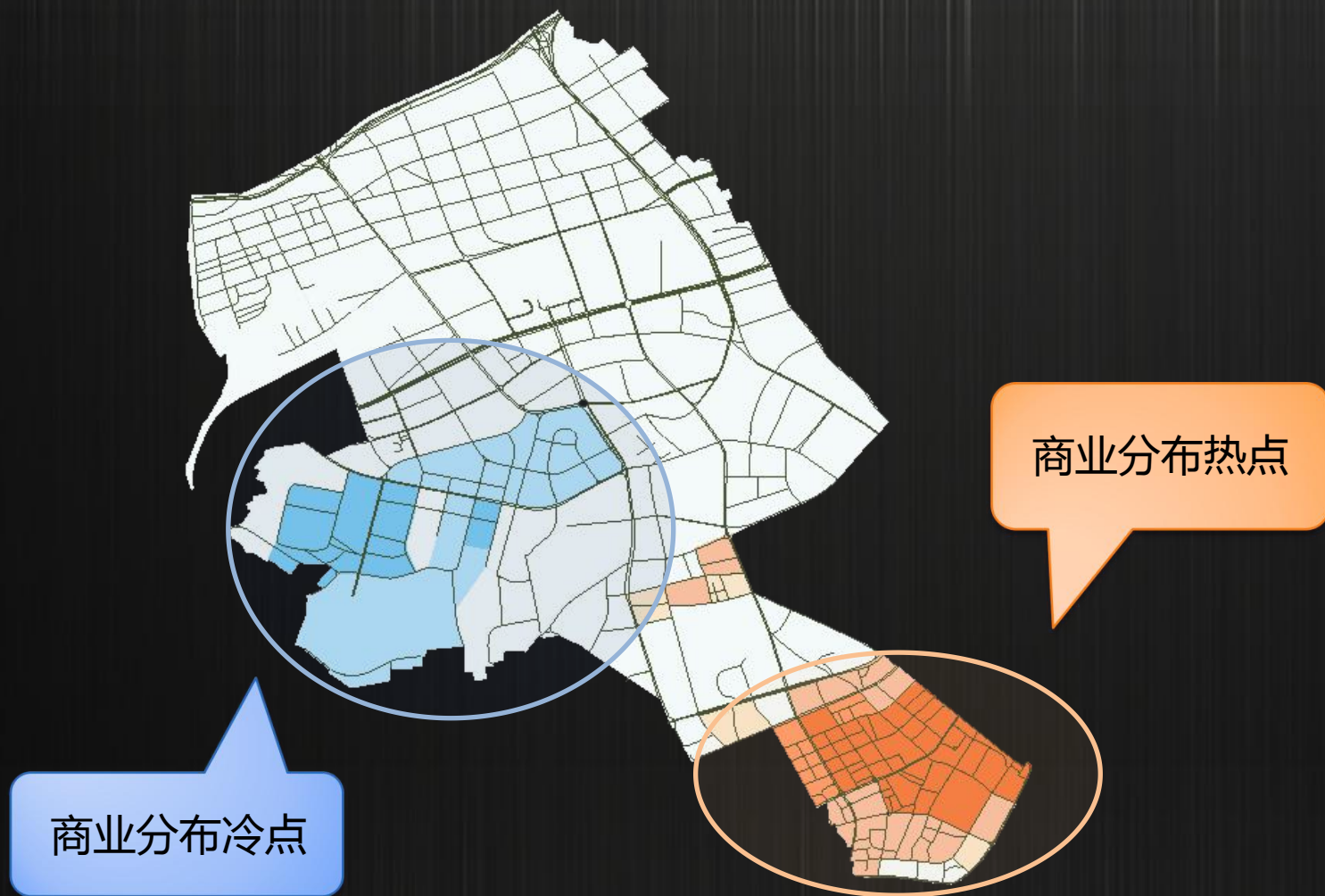
回归分析

地理加权回归

广义线性回归

基于森林的回归

武汉江汉区商业热点区域分析



聚类分析

空间热点

空间密度聚类

基于基础设施分布情况推算房产价格

解释变量:

- 交通
- 教育
- 医疗

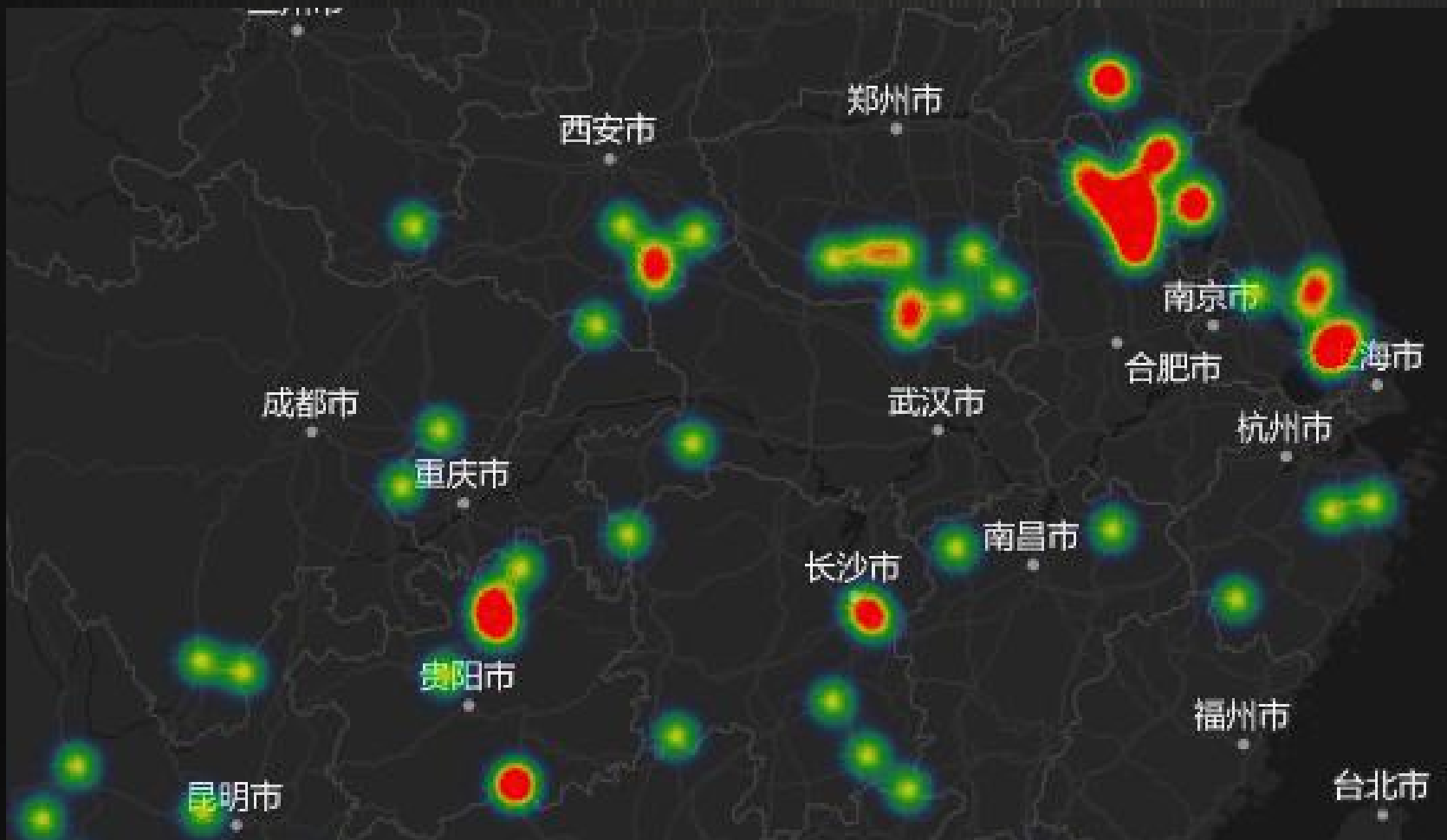
回归分析

地理加权回归

广义线性回归

基于森林的回归

基于气候条件推测中华按蚊适生区分布



解释变量：

- 平均气温日较差
- 最冷月最低温度
- 最热季节平均温度

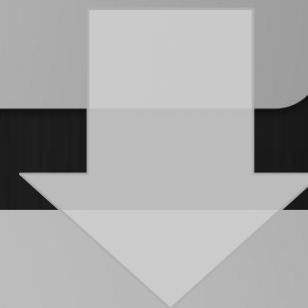
分类分析

地址要素识别

基于森林的分类

空间深度学习

用卷积神经网络(CNN) 等深度神经网络模型



模仿人脑的机制来理解空间数据

空间深度学习算子

三维数据分析

倾斜摄影DSM
建筑物底面提取

影像分析

目标检测

场景分类

二元分类

地物分类

目标检测：棕榈树识别



地物分类：遥感影像土地利用分类



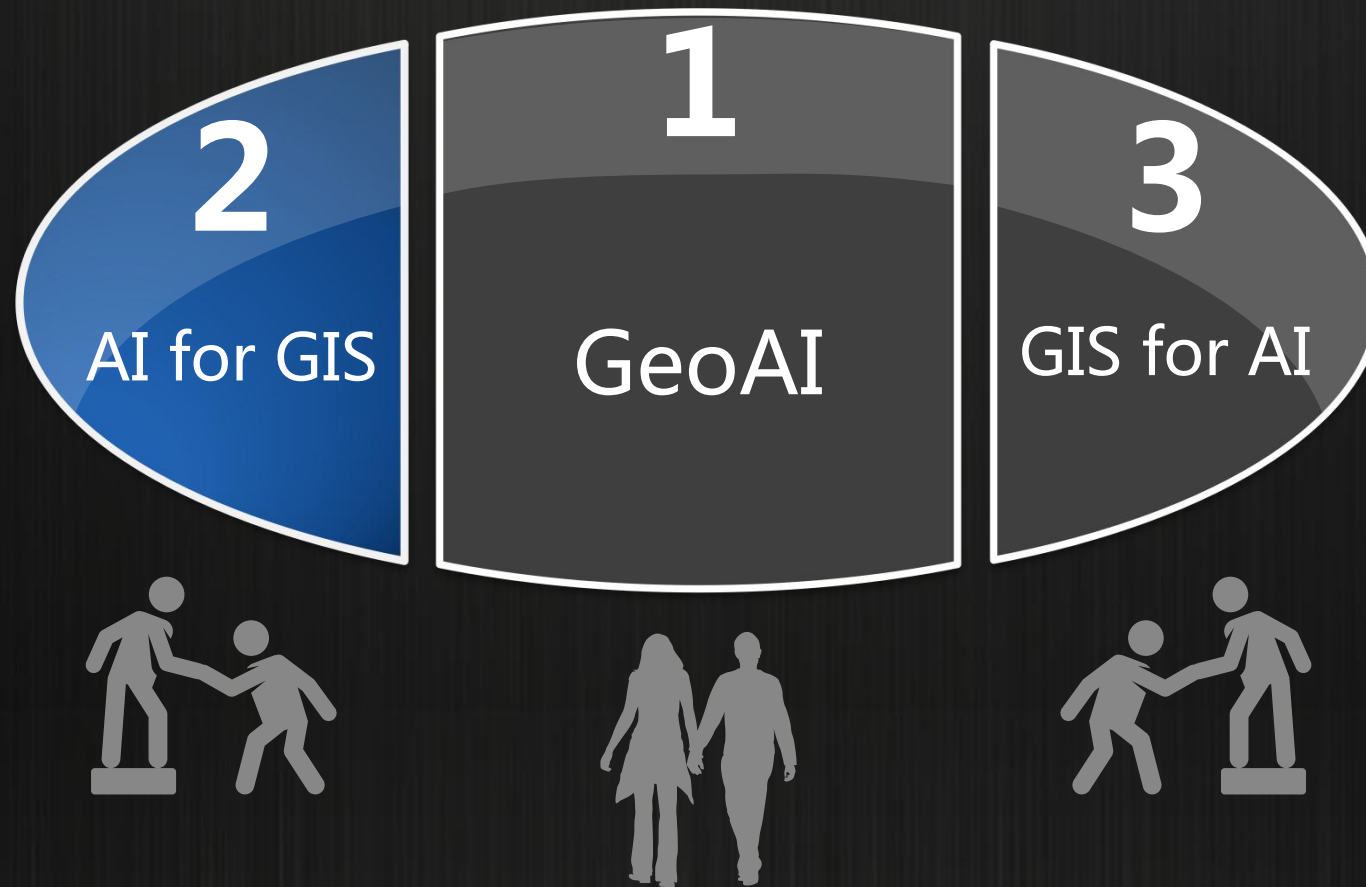
机器学习应用步骤



GeoAI 流程工具产品矩阵

	GIS产品(模块)	数据准备	模型训练	模型应用
服务器GIS	SuperMap iServer 机器学习服务			
	SuperMap iServer 数据科学服务			
桌面GIS	SuperMap iDesktopX			
组件GIS	SuperMap iObjects Python			

3.2 AI for GIS



什么是AI for GIS?



AI



增强其能力



GIS

基于AI的属性数据采集（小广告）



基于AI+AR的手机APP室内测图

SuperMap iTablet

二三维一体化移动GIS APP

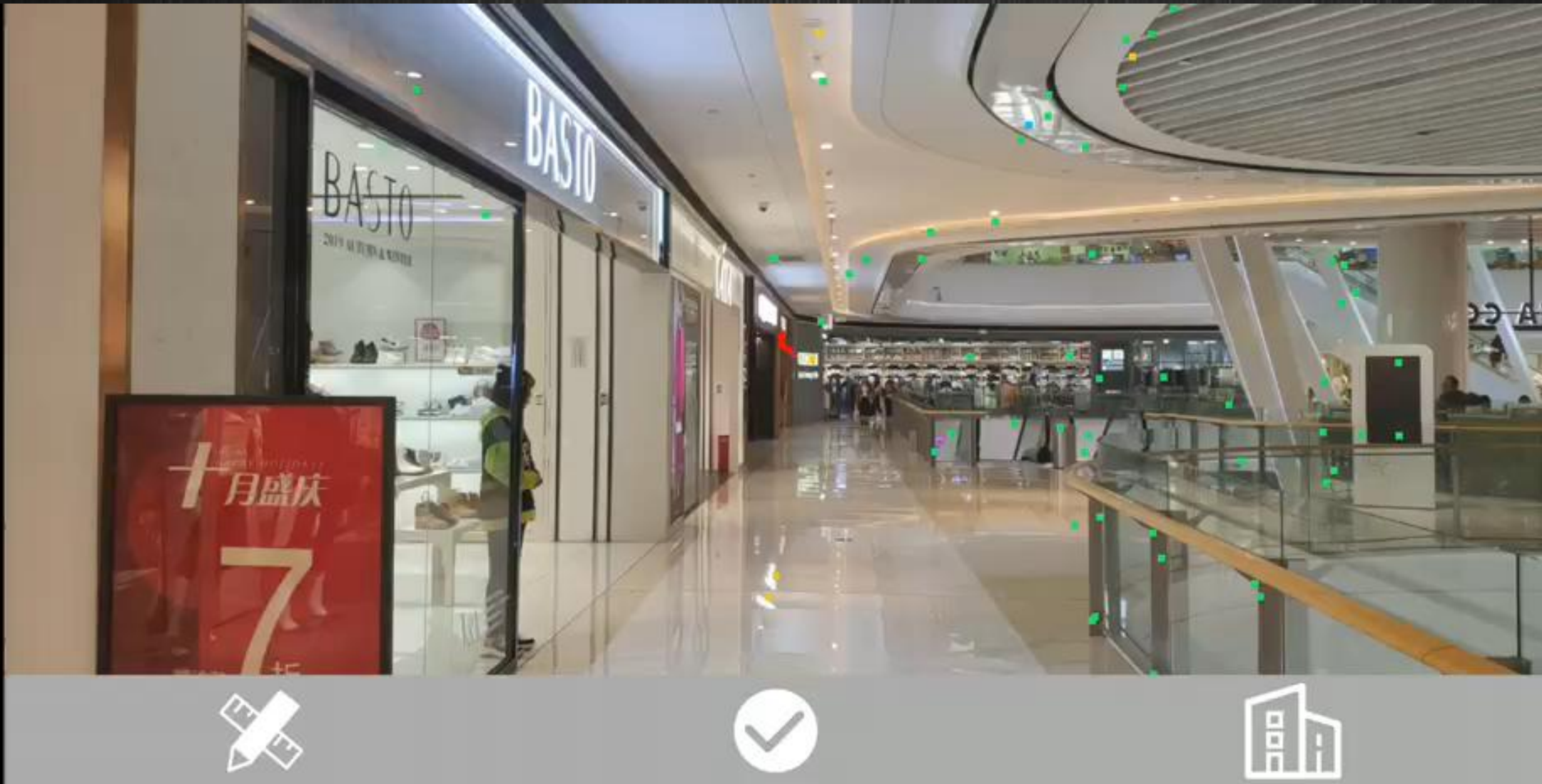


当前长度: 0.0m

总长度: 0.0m



原理：手机单目“视觉融合惯导定位”技术



基于AI的配图(学习已有地图)

百度个性化地图 - 模板列表

developer.baidu.com/map/custom/list.htm

百度地图

开放平台

bmapun.baidu.com

百度地图个性化模板列表

百度地图个性化地图功能主要为满足开发者对地图风格、地图颜色、元素显示等特定需求,根据不同的使用场景和展示需求,打造属于自己的个性化地图。目前有两种方式可以定制个性地图:

- 1. 通过百度地图提供的样式模板,选择地图,然后通过JavaScriptAPI的 `setMapStyle` 方法调用生效;
使用方法 [详细>>](#)
 - 选择模板
 - 设置地图样式,将style改为模板下方的英文名称

```
map.setMapStyle({style:'midnight'});
```

- 2. 通过[个性地图编辑工具](#),自行编辑地图展示样式,生成地图样式json,然后通过JavaScriptAPI的方法调用生效。



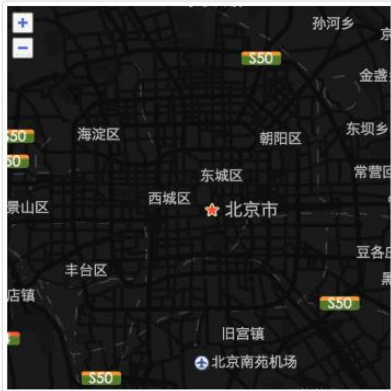
默认地图样式(normal)
百度地图官网采用的地图样式。

[查看详情 >](#)



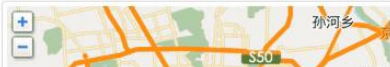
清新蓝风格(light)
地图背景及道路均呈蓝色,给人以清新的感觉。

[查看详情 >](#)

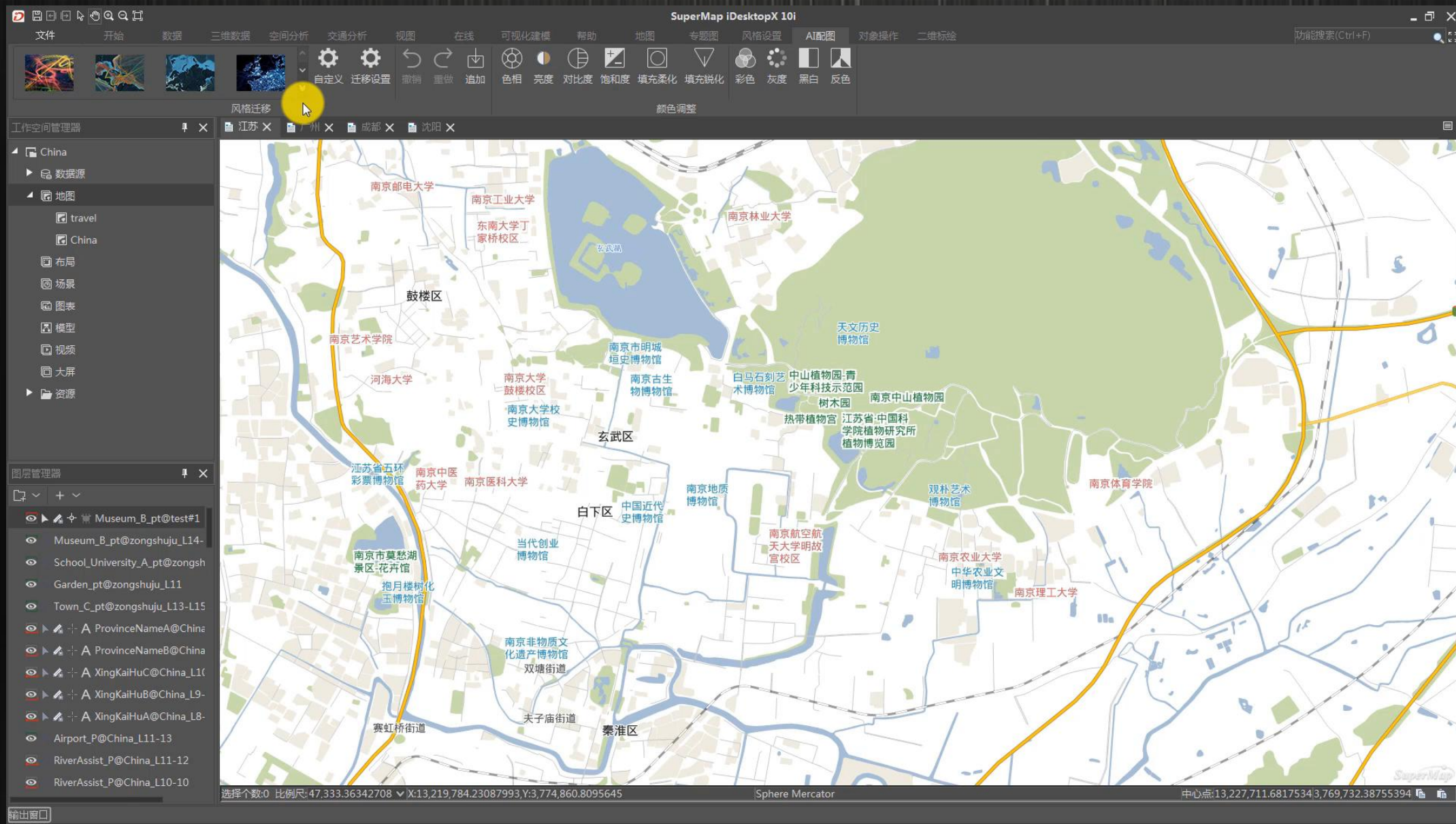


黑夜风格(dark)
地图背景及道路均呈黑灰色,给人以寂静的感觉。

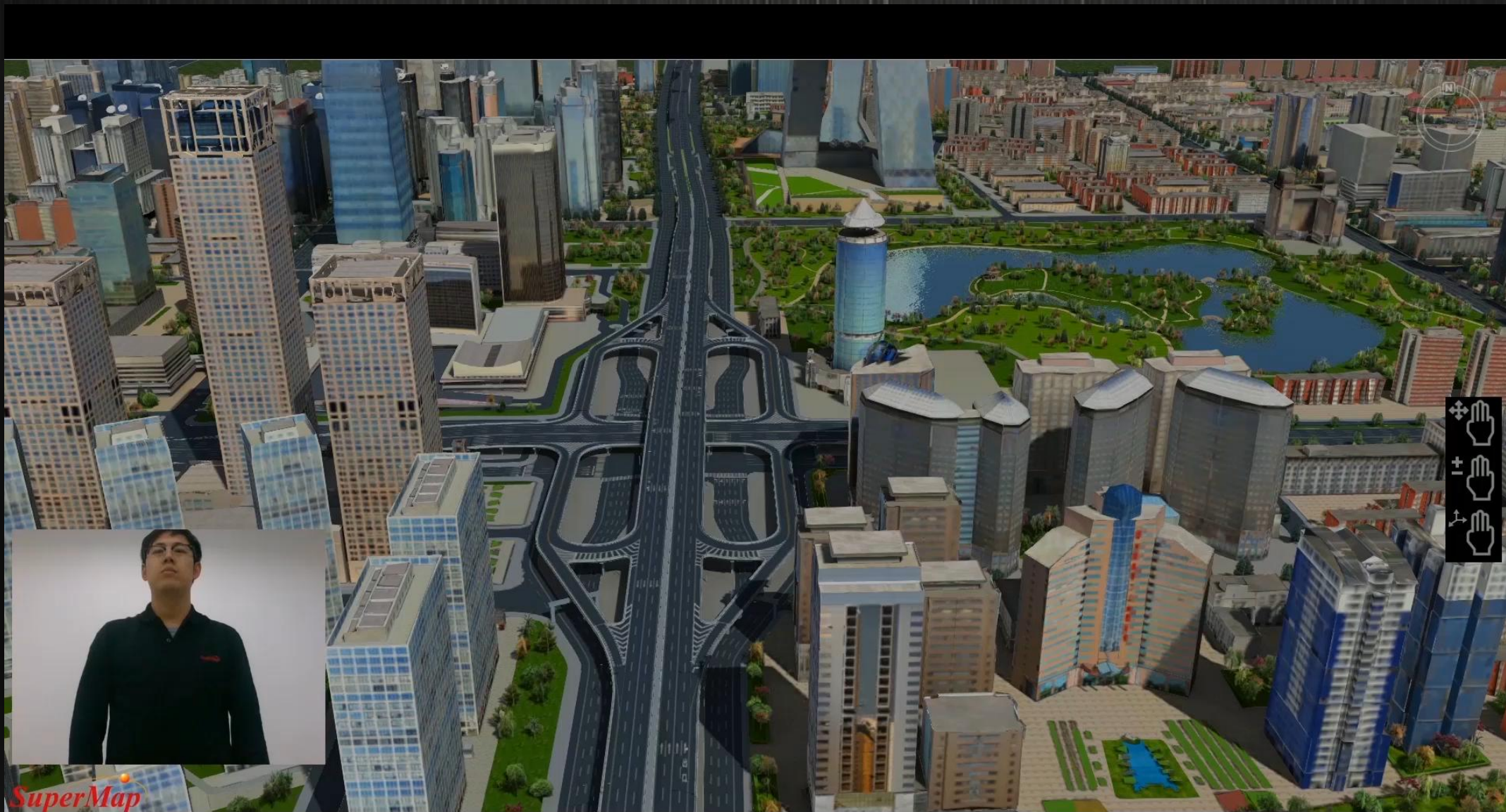
[查看详情 >](#)



基于AI的配图(学习摄影作品)



AI交互：隔空手势操作

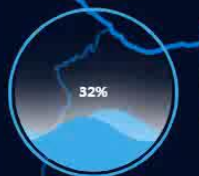


5 FPS (0-5)

2019年10月22日星期二 上午11:36:08

截止2018年底，国土空间整体开发强度为2.5%，三类空间比例为50%:30%:20%。耕地保有量为300万亩，城镇建设用地规模为300km²，森林覆盖率达到64%，水功能水质达标率为80%，生态环境治理良好。

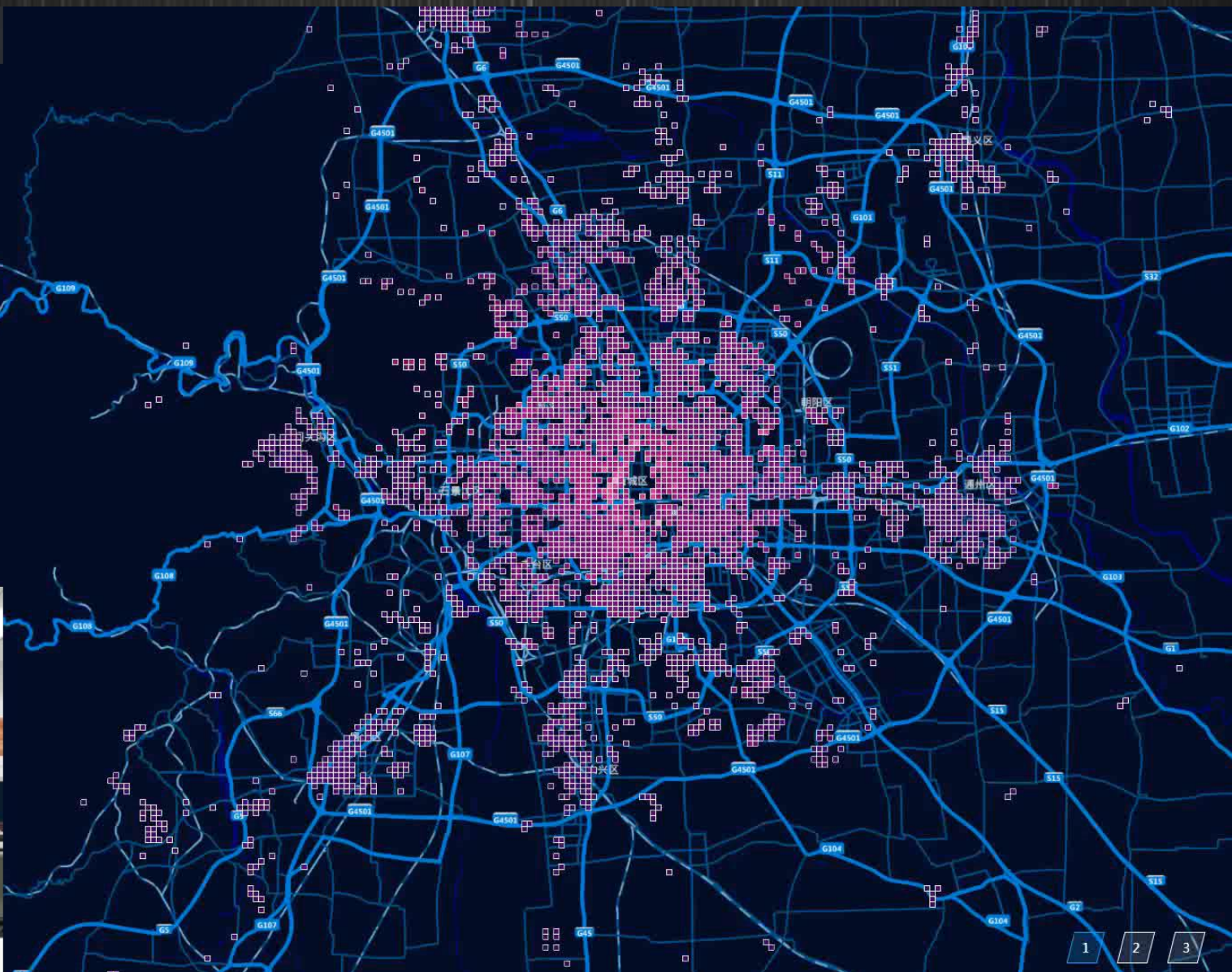
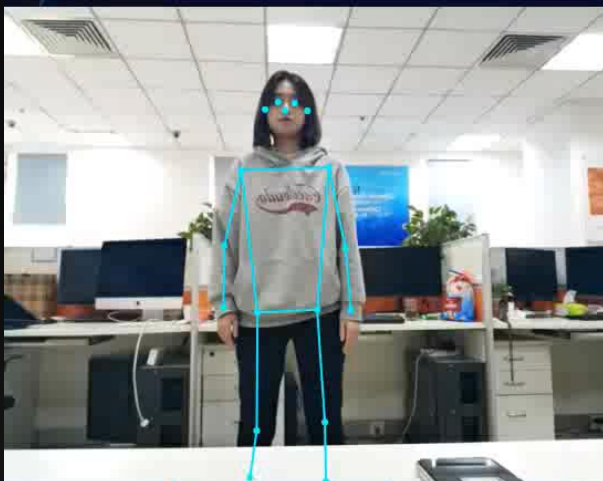
生态空间



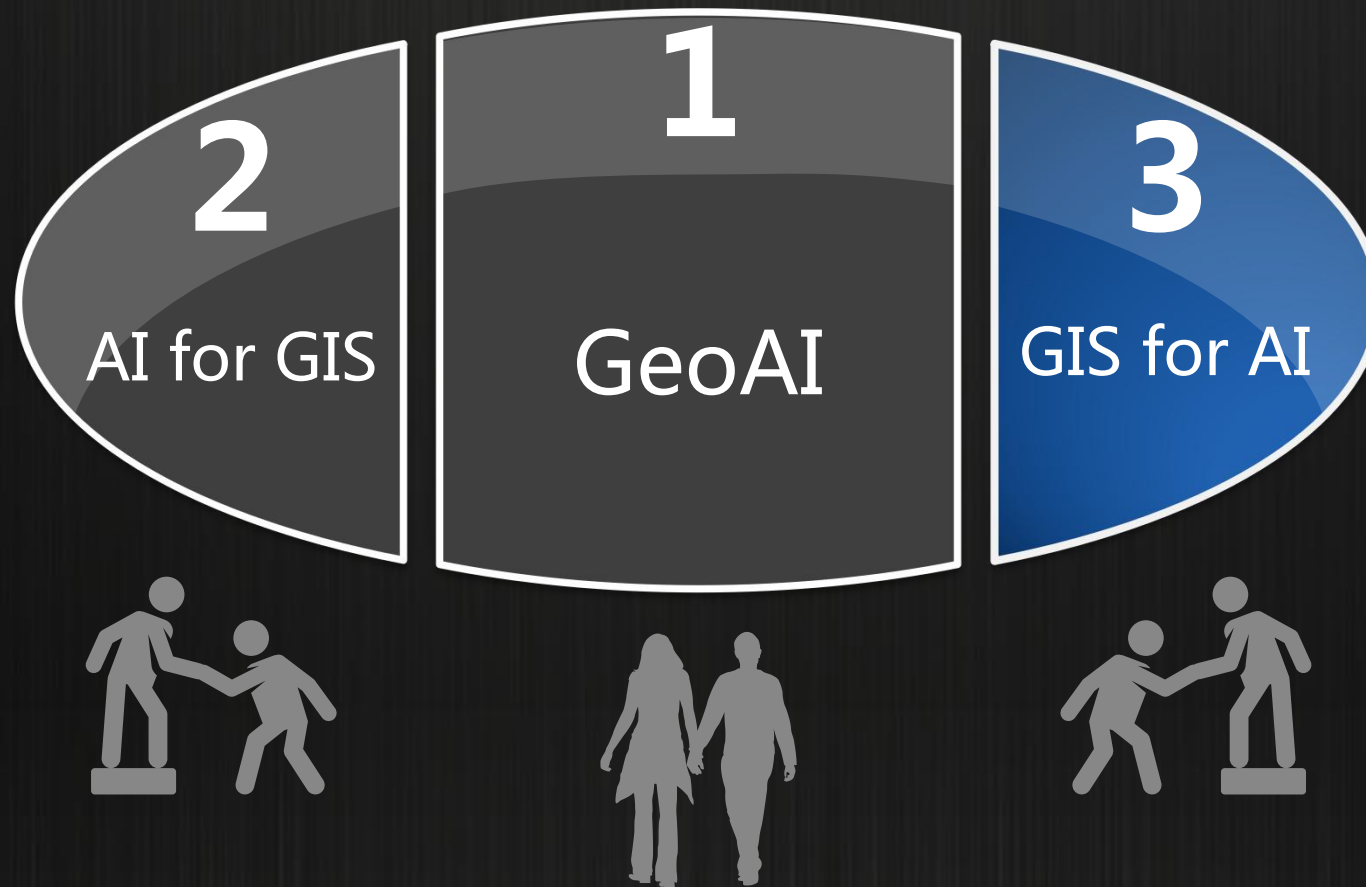
城镇空间



农业空间



3.3 GIS for AI



什么是GIS for AI?



AI

处理其输出结果



GIS

空间可视化 for AI: 交通流量监控可视化

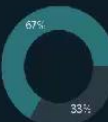
实时交通态势监控

Traffic Situation Monitoring and Control System

总拥挤度(0-10):

4.094

车辆数占比



非机动车占比



车、非机动车、行人拥挤度

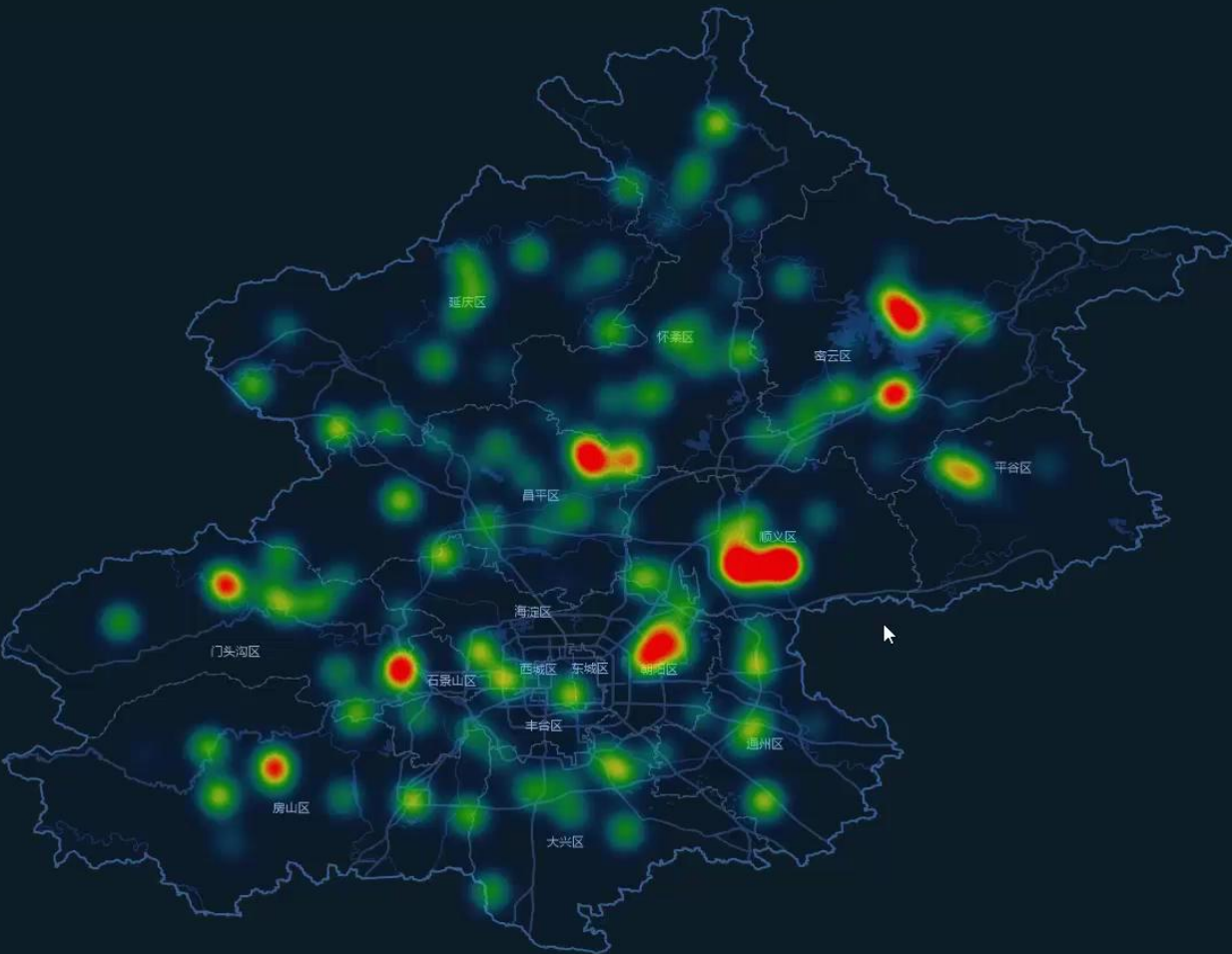


丰大密崇平延怀房昌朝海西通门顺
台兴云文谷庆柔山平阳淀城州头义
沟

拥堵指数TOP5



0 10 20 30 40 50 60 70 80



实时信息

区域:通州	车:9	非机动车:8
区域:丰台	车:9	非机动车:4
区域:海淀	车:6	非机动车:8
区域:昌平	车:6	非机动车:9

区域总拥挤度



丰大密崇平延怀房昌朝海西通门顺
台兴云文谷庆柔山平阳淀城州头义
沟

类别占比



丰大密崇平延怀房昌朝海西通门顺
台兴云文谷庆柔山平阳淀城州头义
沟

视频



空间分析 for AI: 基于地理围栏的违章监控



AI GIS 技术体系

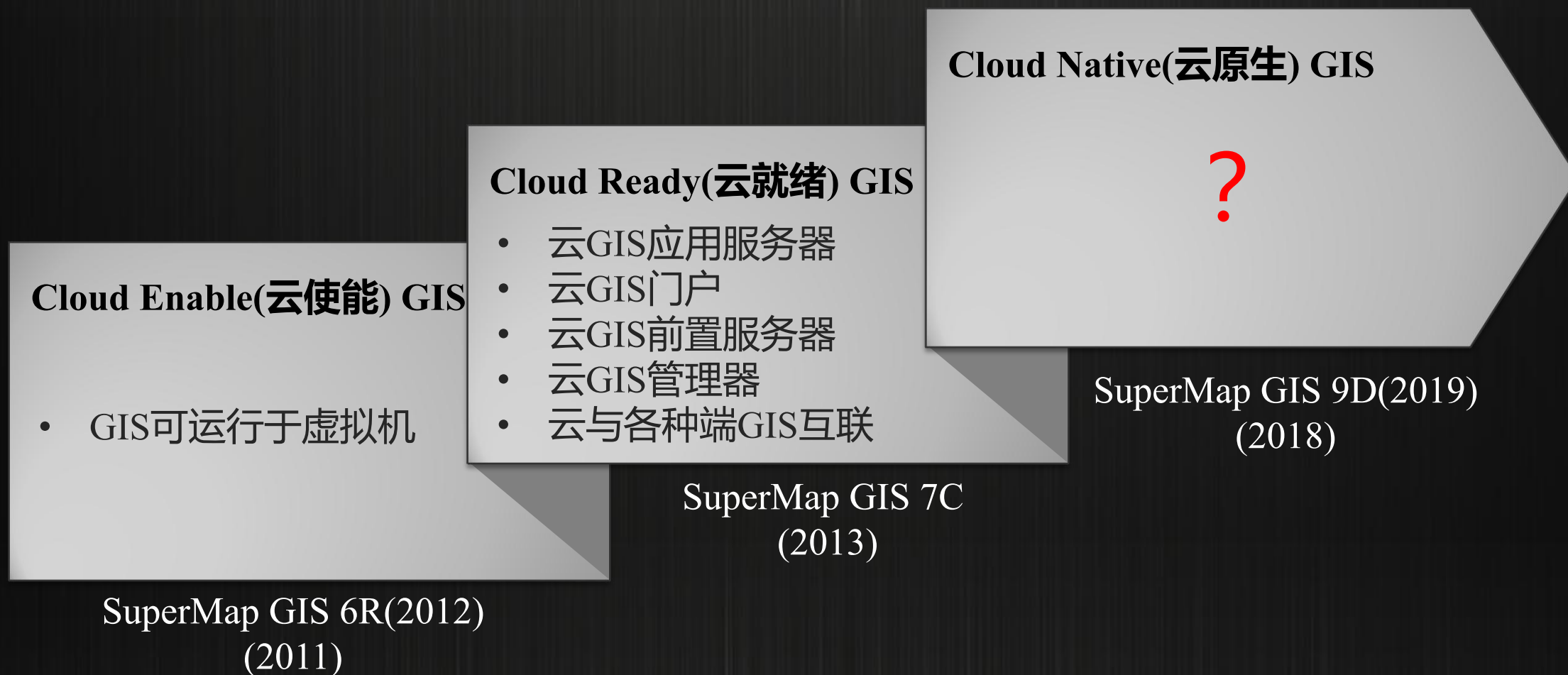


4. 从WebGIS 到 云原生GIS

从Web GIS到云GIS



云GIS的发展进入第三阶段



什么是云原生GIS技术

为云设计的

基于微服务架构思想的

以容器为部署载体的

可自动化编排、运维管理的

更弹性、更稳定、更新更实时的GIS软件体系架构

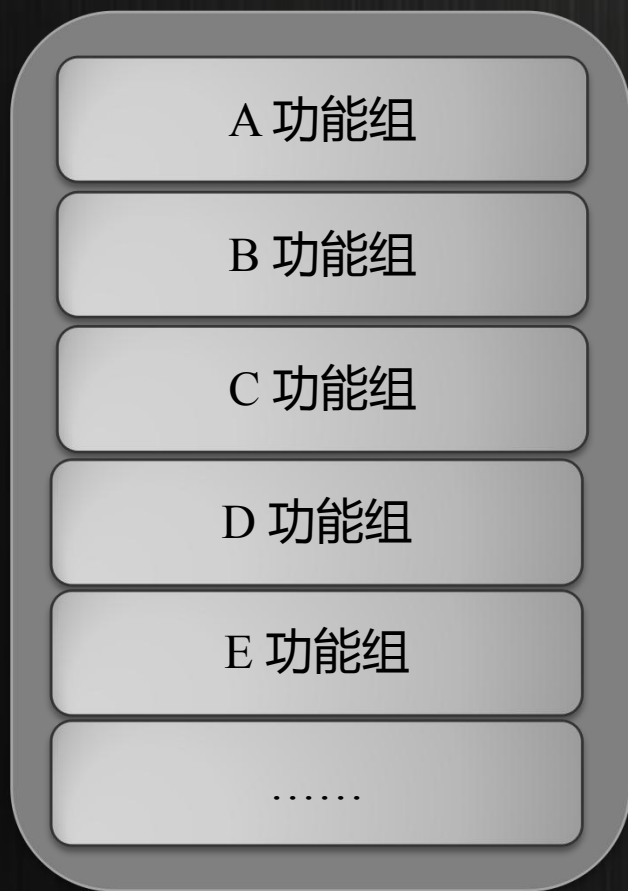
云原生的三个关键技术



云原生的三个关键技术



把单体架构，拆分到更细粒度服务



互相影响, 一损俱损



细颗粒服务, 灵活易伸缩

微服务的价值

更稳定

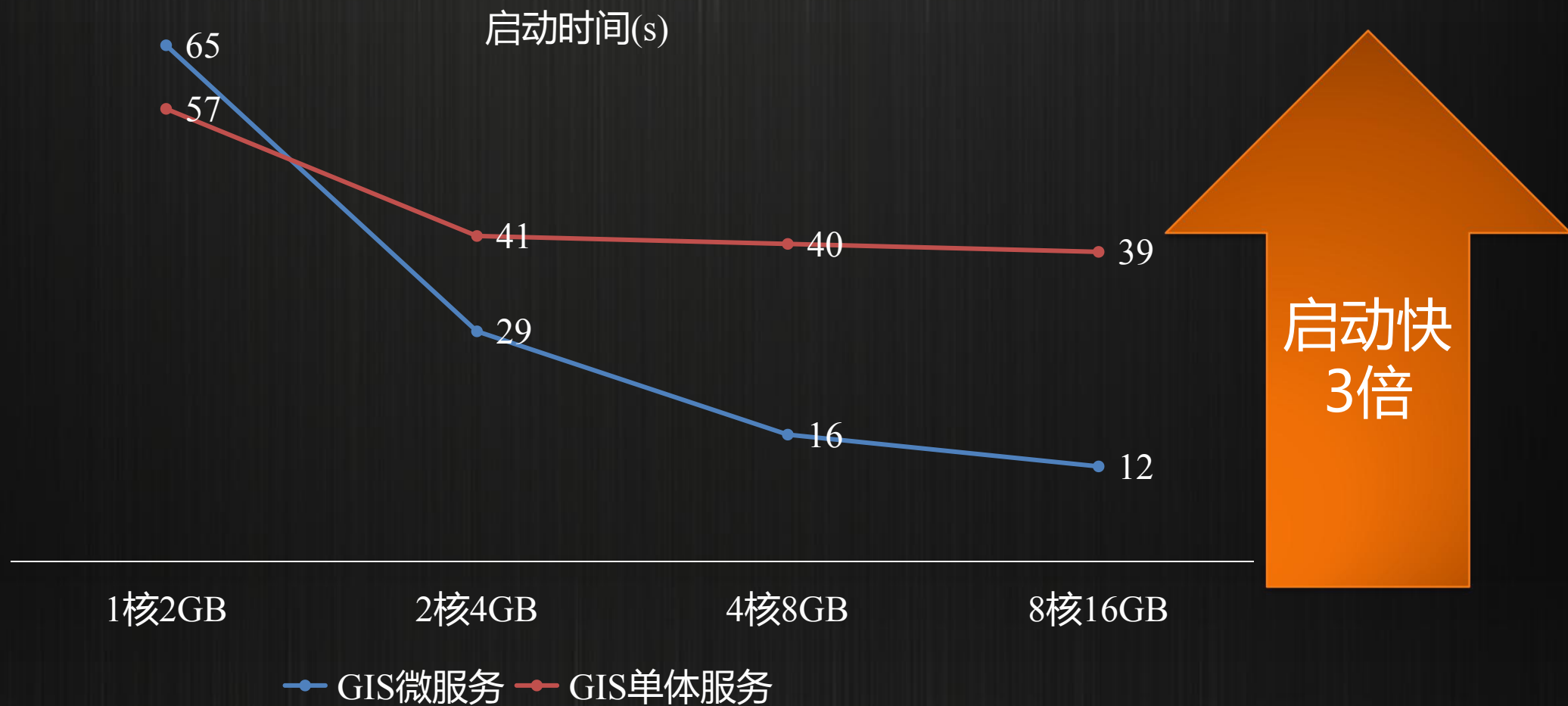
- 避免不同服务之间互相影响

更灵活

- 以更小的粒度弹性伸缩

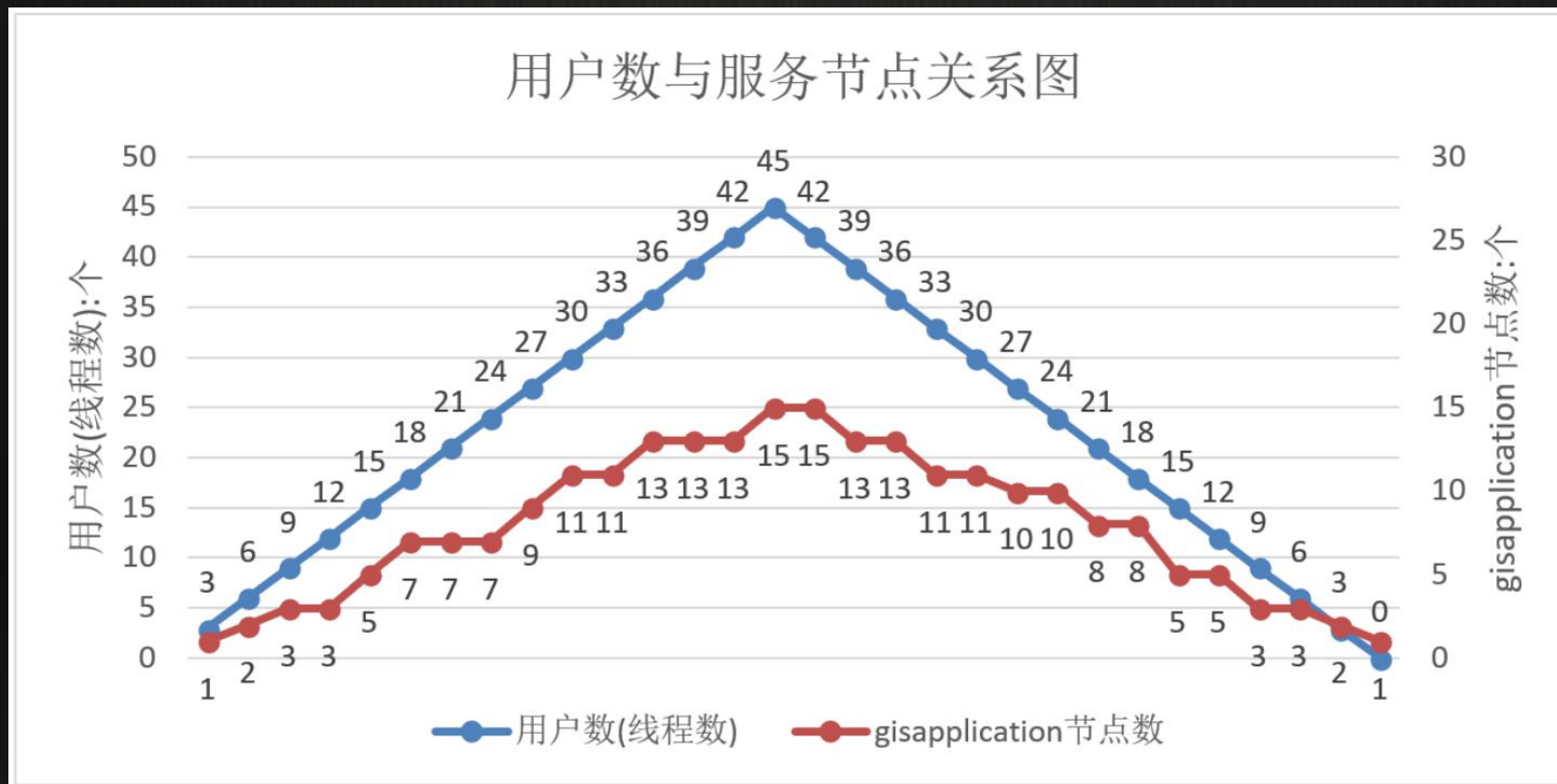
GIS微服务的加速启动

启动时间：与传统GIS单体服务相比



GIS微服务的快速动态伸缩

- 当用户访问增加，微服务节点可快速自动伸缩分散压力



云原生的三个关键技术



容器是一种新的虚拟化技术

传统虚拟化（虚拟机）

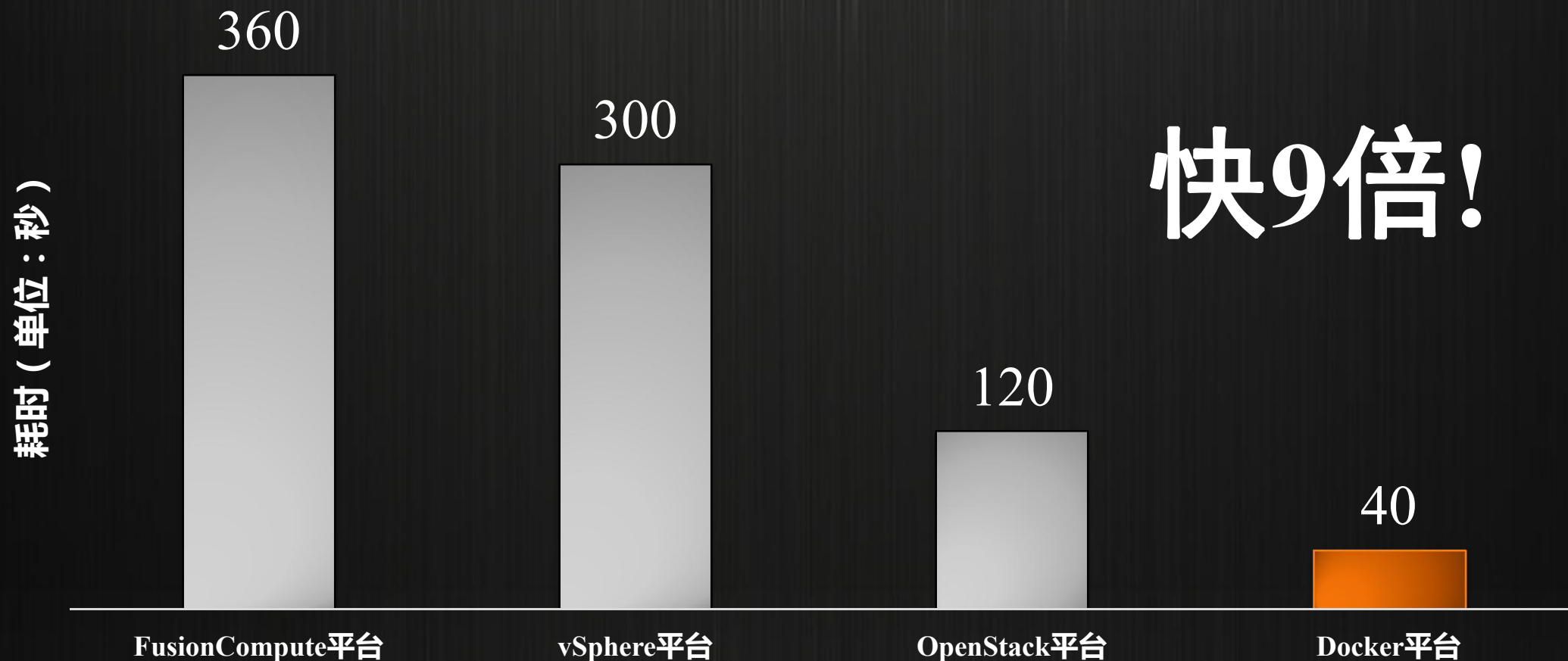
- 存在于硬件和操作系统之间
- “伪造” 硬件计算机

容器化（ Docker ）

- 存在于操作系统和函数库之间
- “伪造” 操作系统

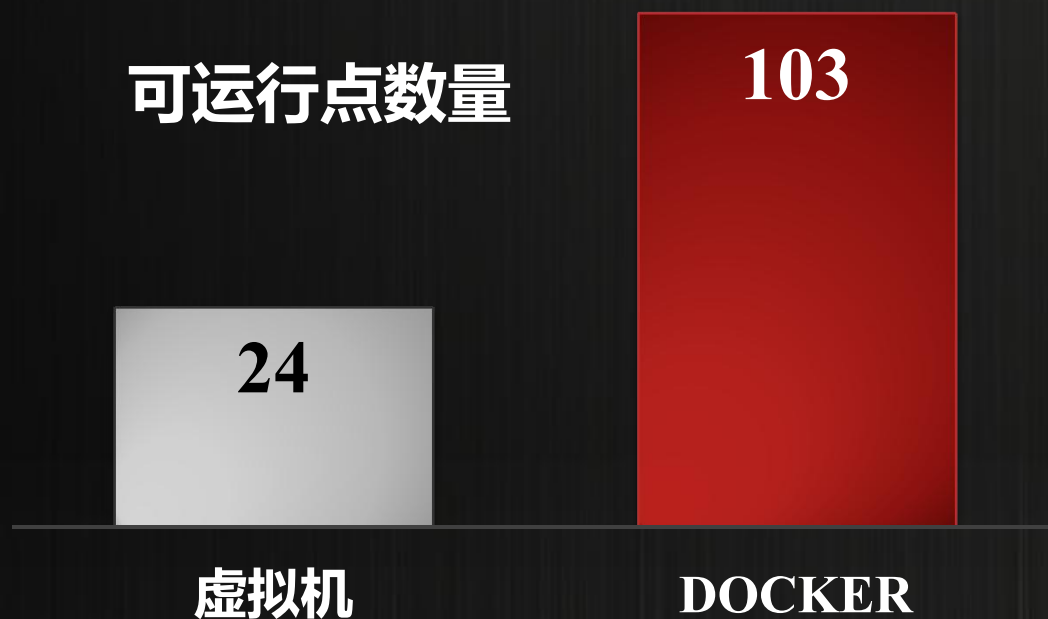
Docker - 性能优势

GIS应用节点新建+启动耗时



Docker - 资源利用率优势

同一台PC服务器，发布同样的GIS服务



4.3倍的资源
利用率

云原生的三个关键技术

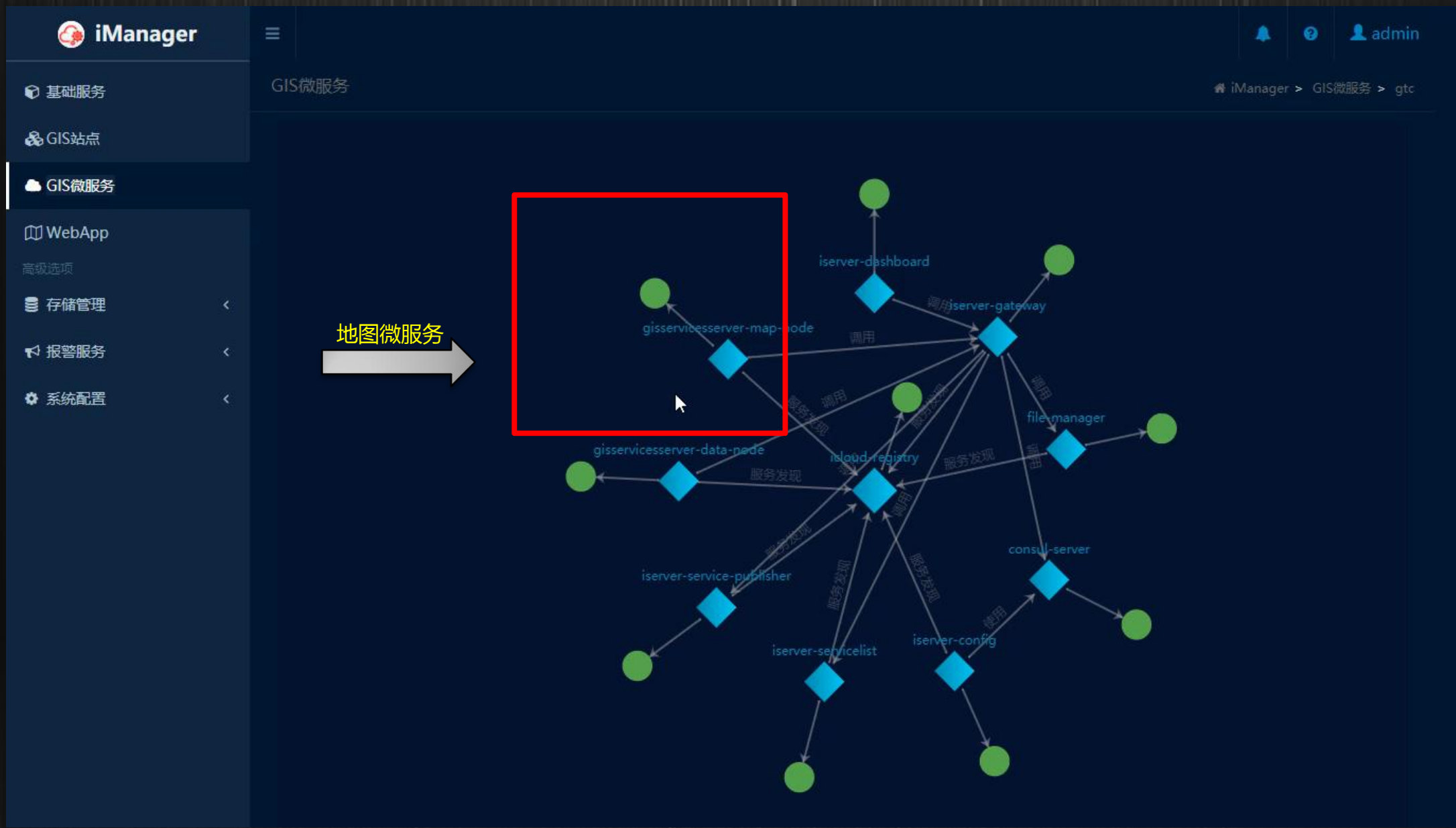


从手动管理到自动编排运维



对多个容器自动化运维管理

地图微服务随访问量自动伸缩



云原生GIS技术

构建更灵活、更稳定、更新更实时的云

云南地质大数据服务平台



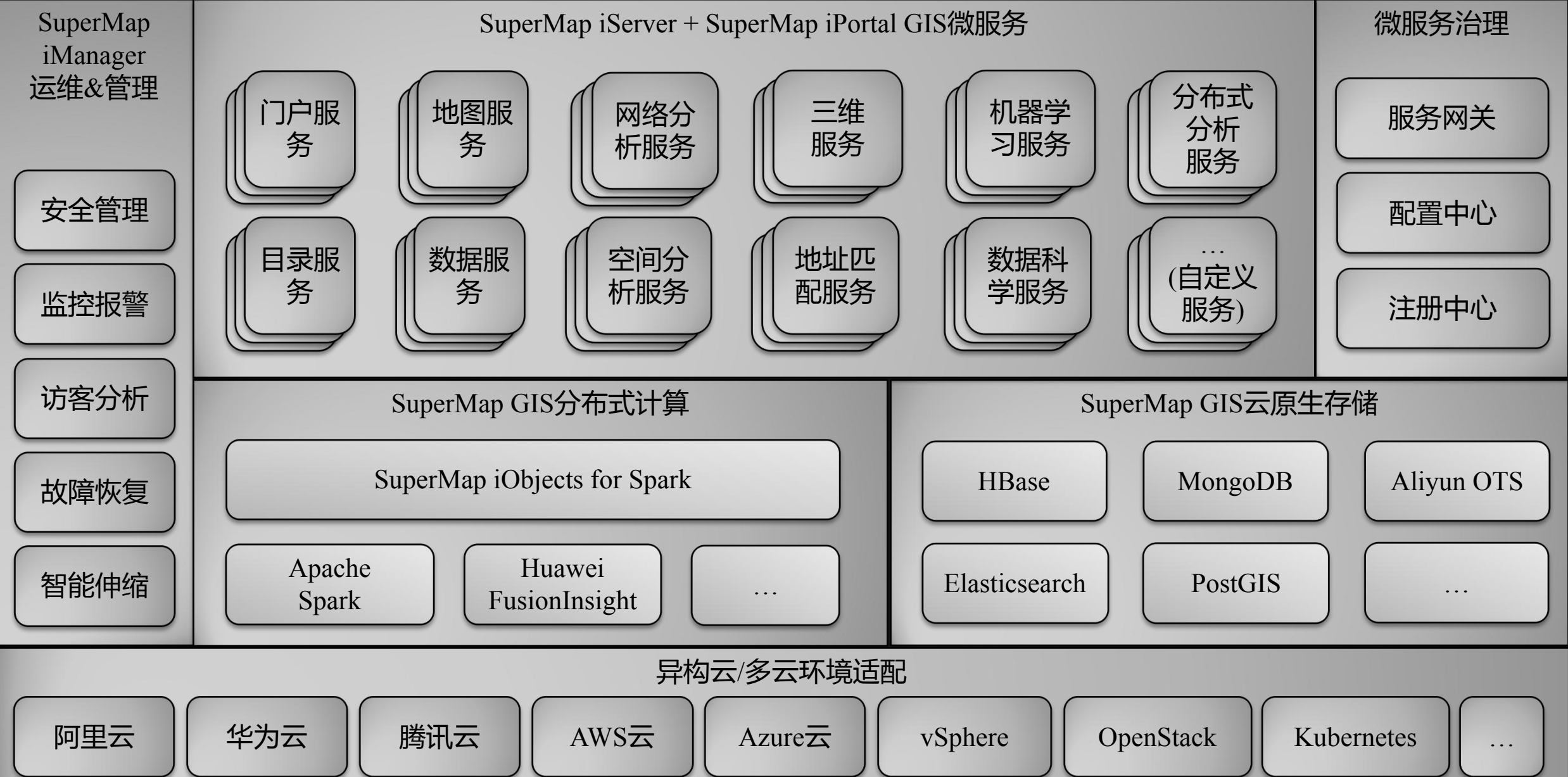
260多个GIS服务实例

阿里巴巴数字星球引擎（APE）



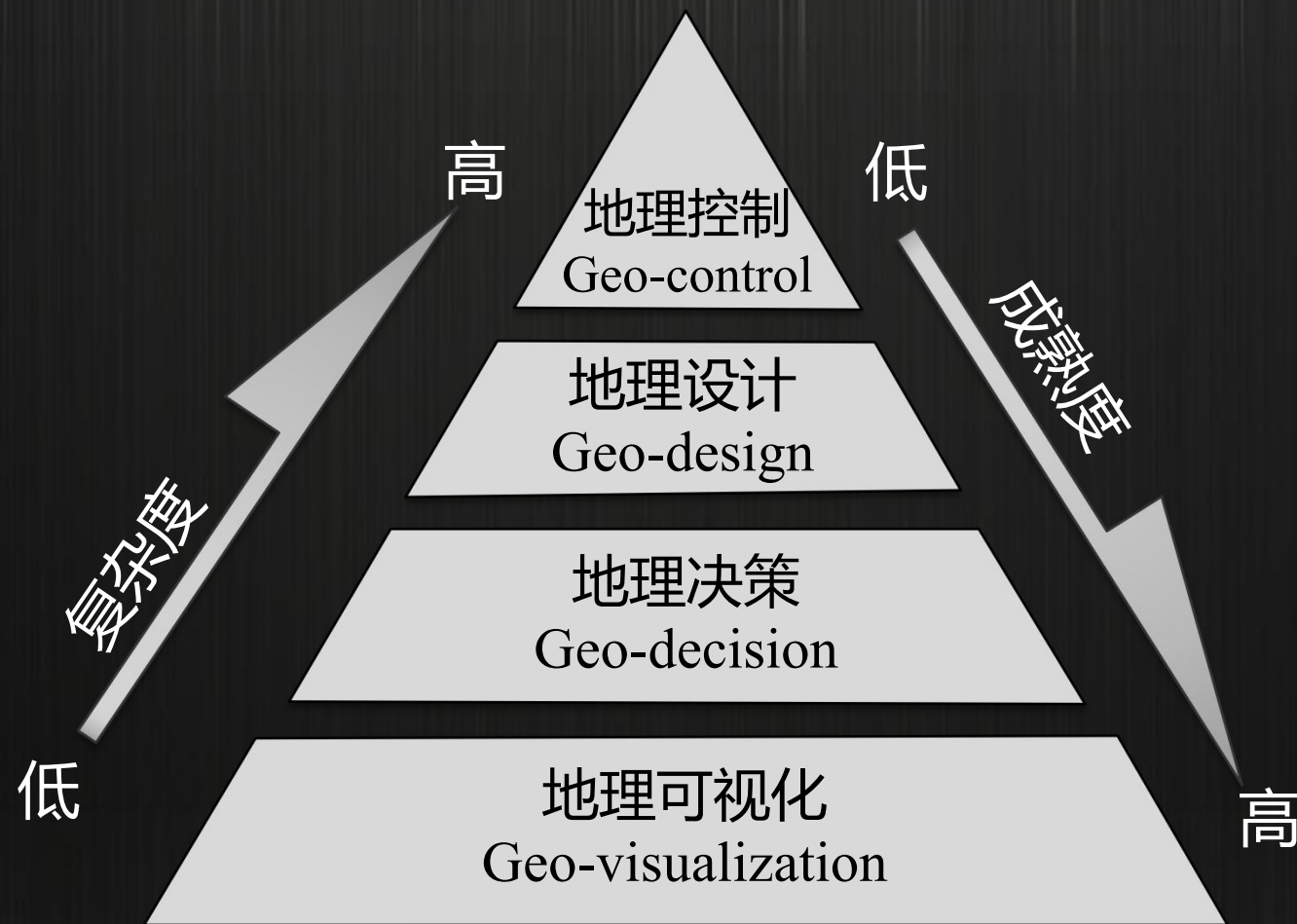
SuperMap 云原生GIS
+
阿里达摩院AI算法
+
阿里云

云原生GIS技术体系



5. 从地理智慧初级阶段到高级阶段

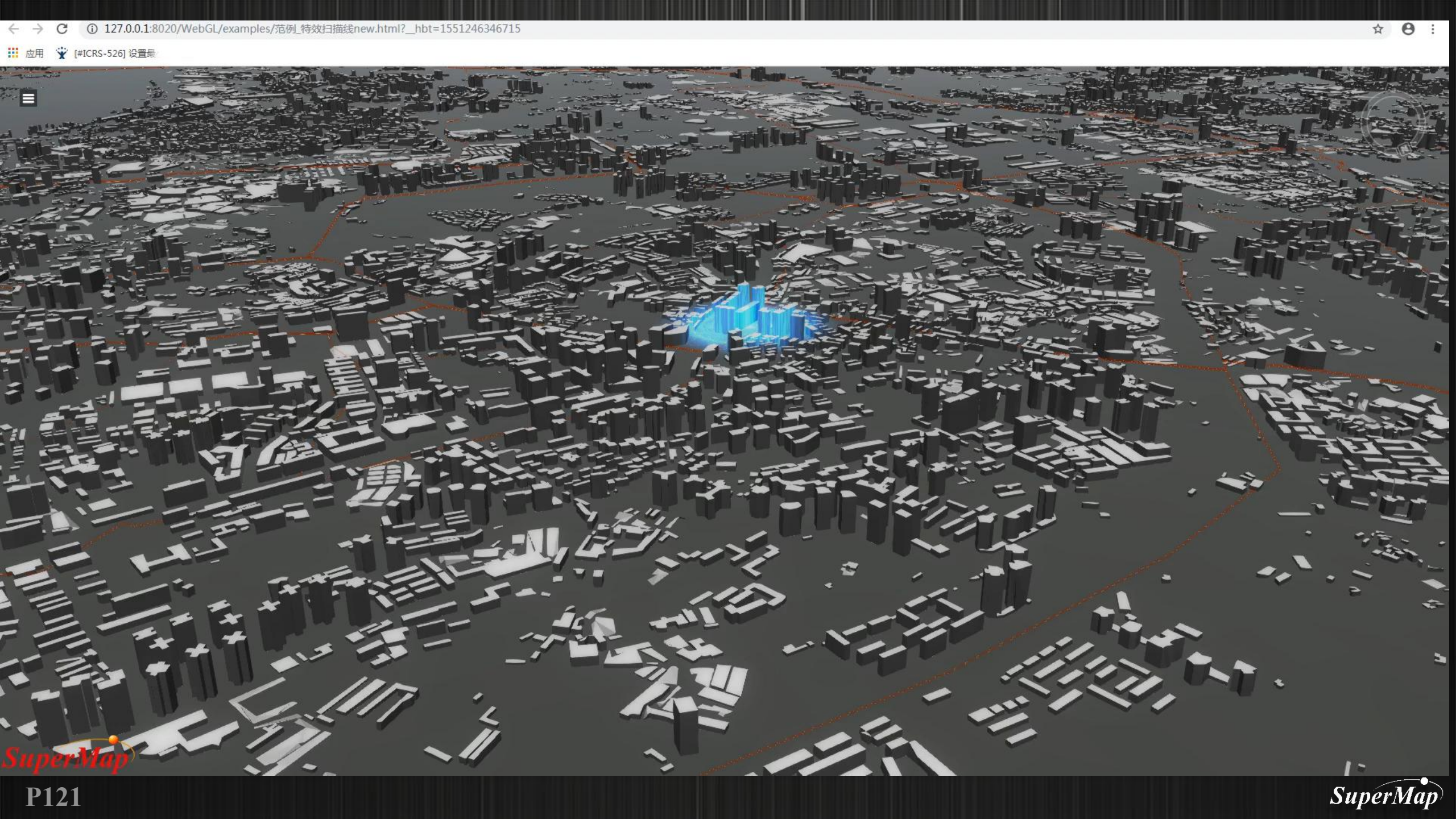
地理智慧金字塔

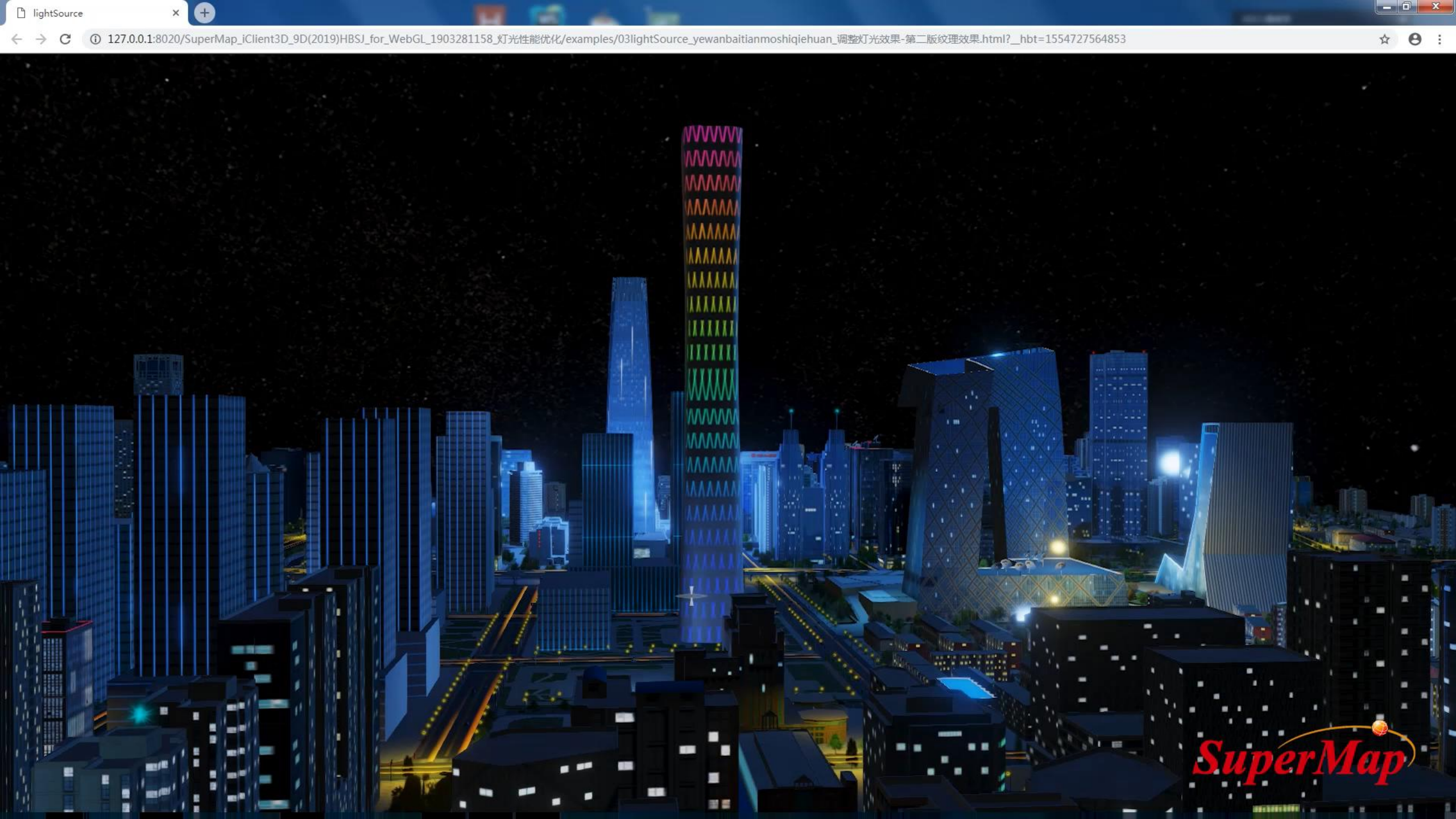


5.1 地理可视化

日立建机租赁设备监控系统

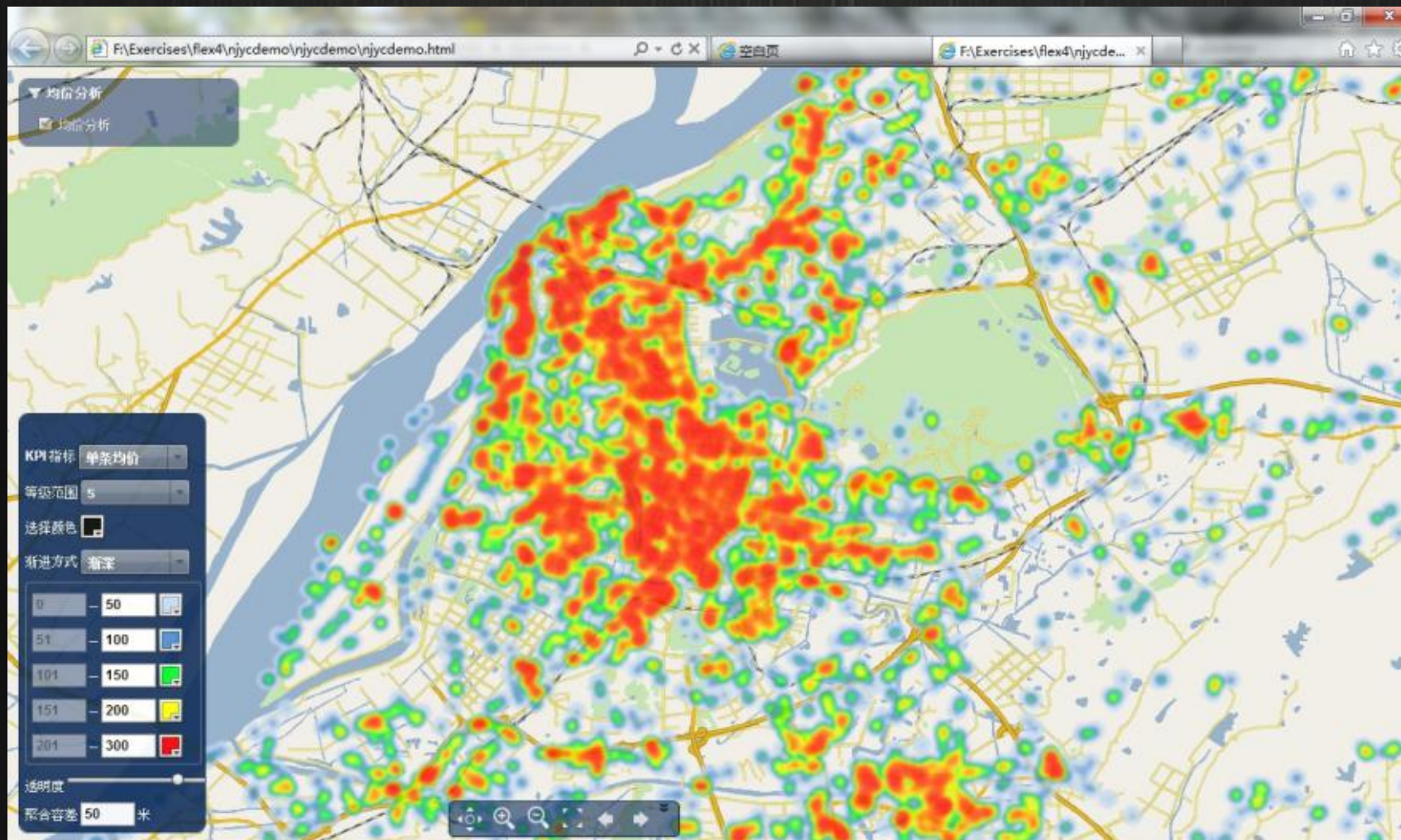




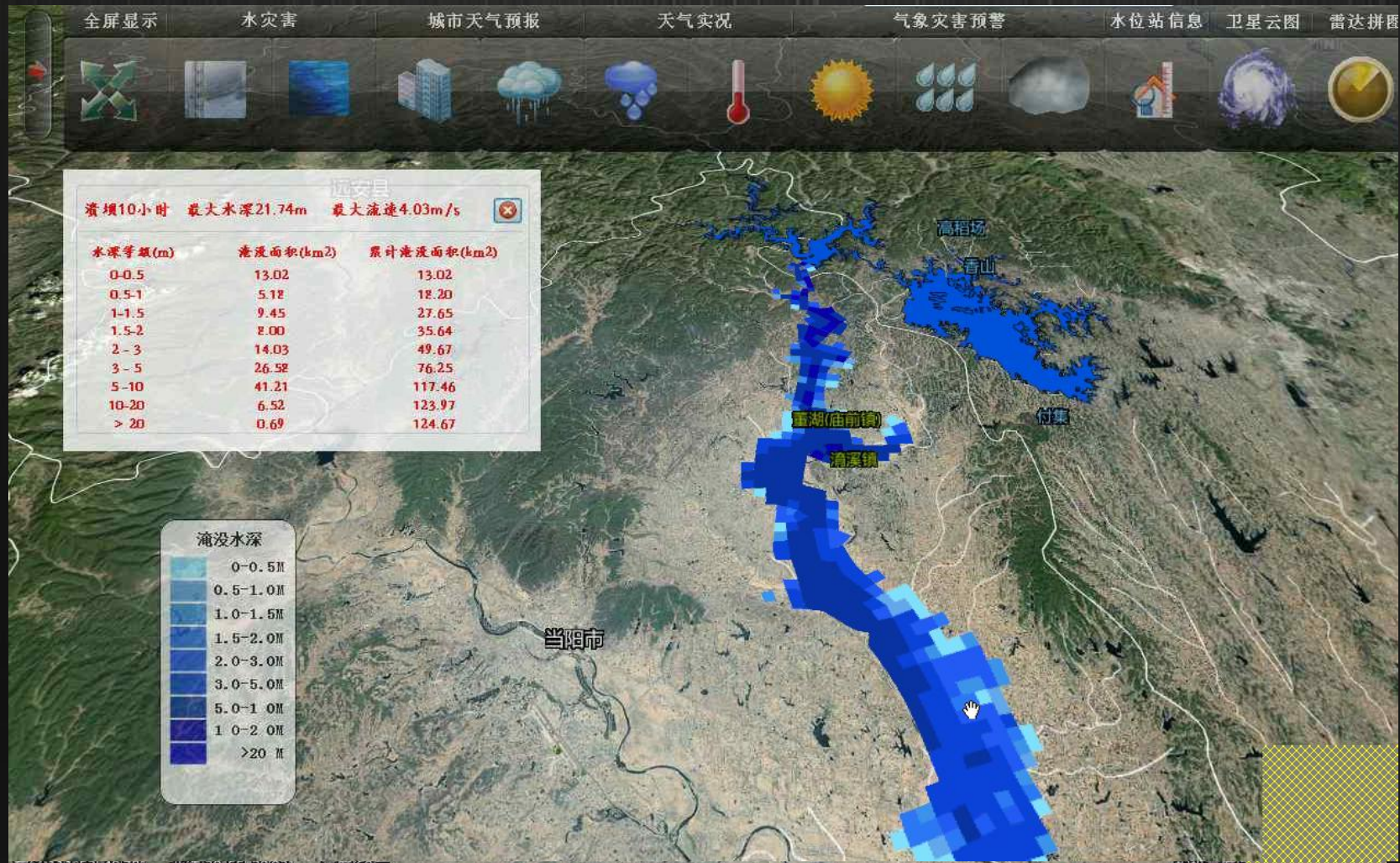


5.2 地理决策

烟草营销分析

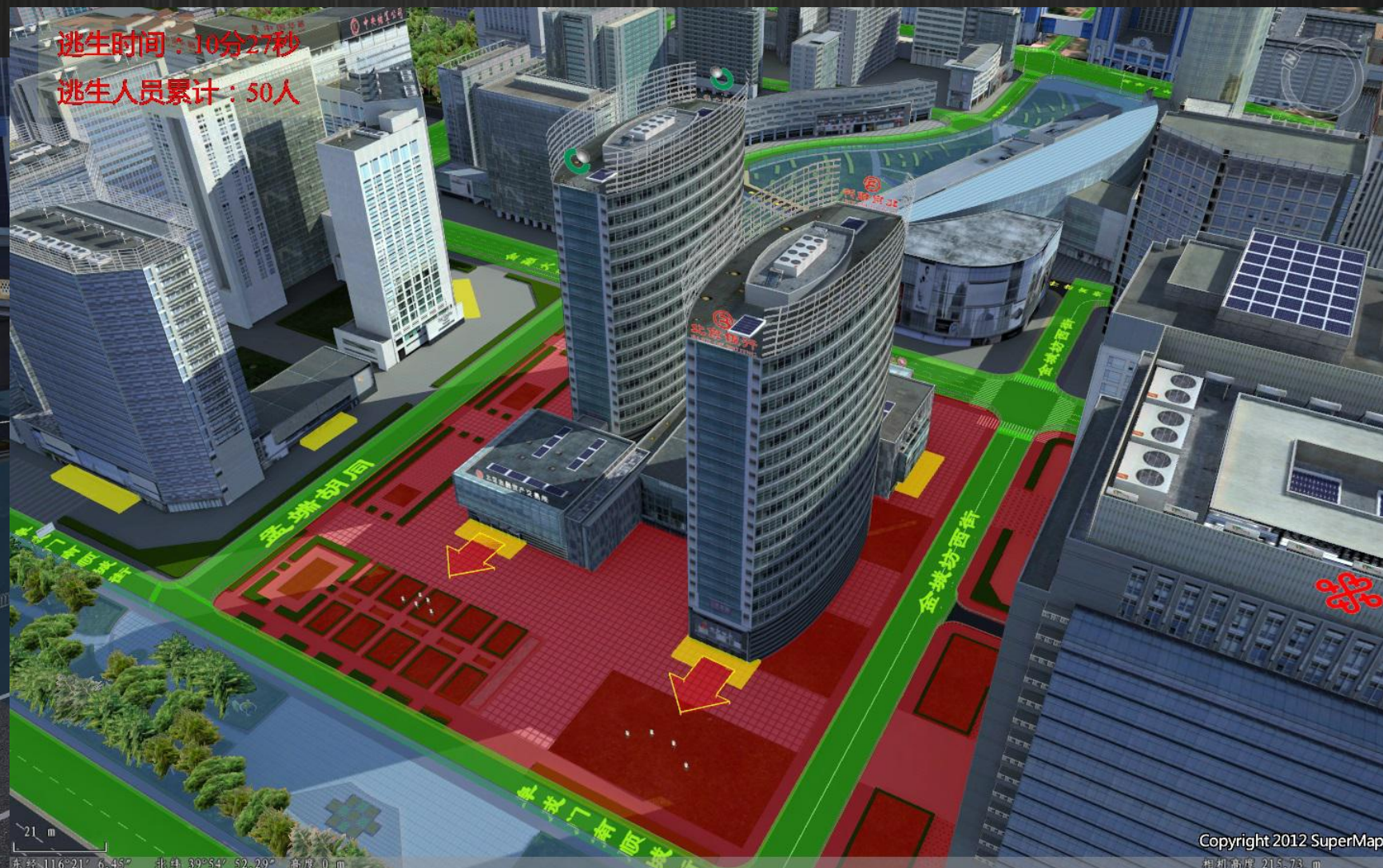


溃坝风险评估(洪水演进过程模拟)

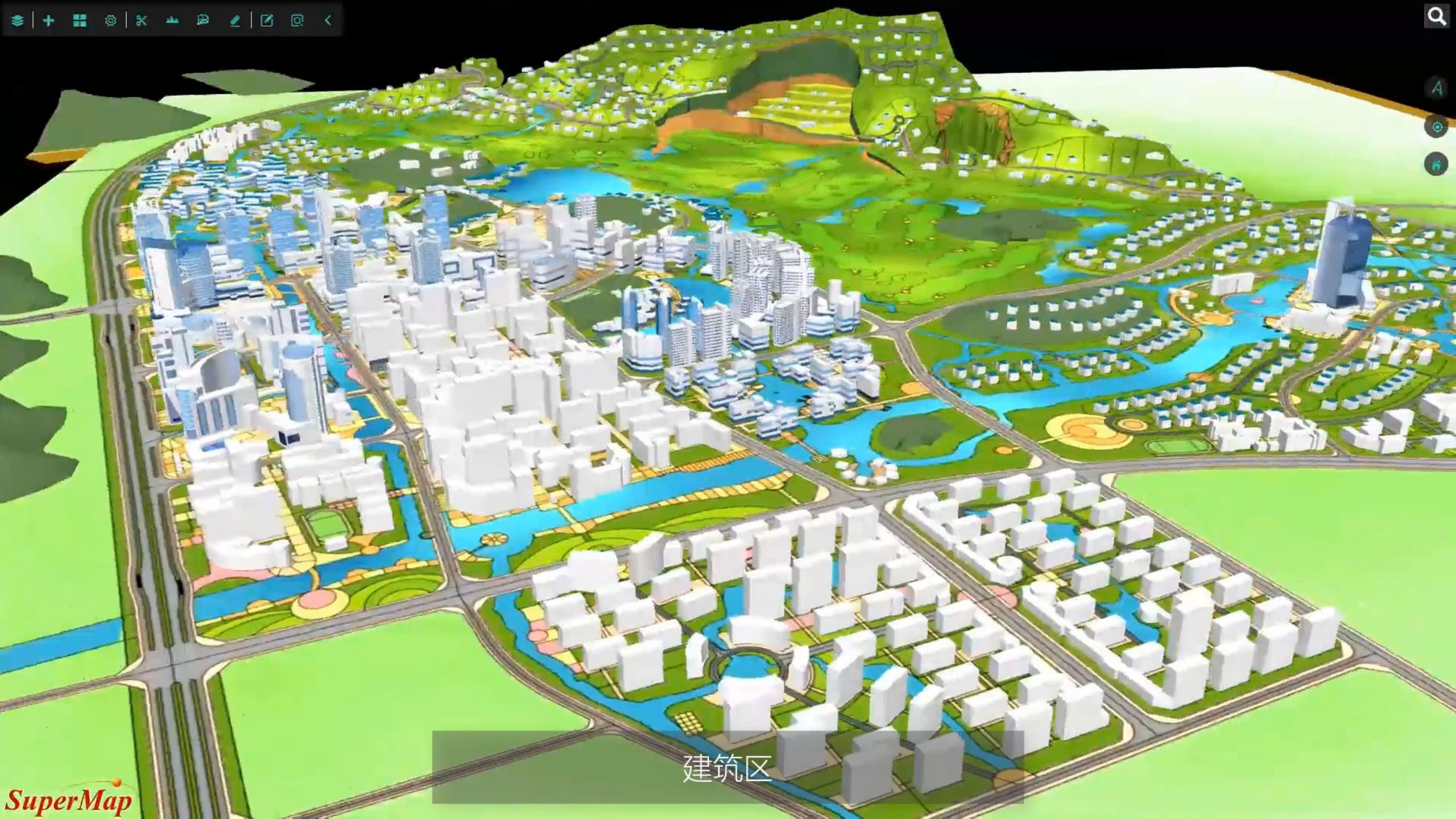


金融街应急

降雨持续时间：5.0小时
降雨量：165.54毫米

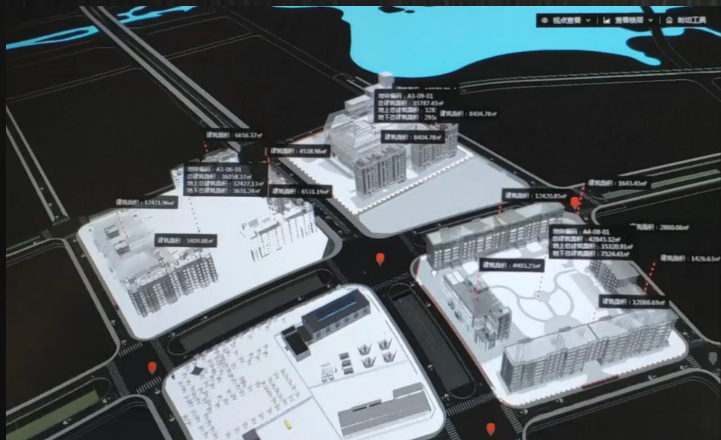


5.3 (三维)地理设计



建筑区

XA规划BIM管理平台-建筑指标自动计算



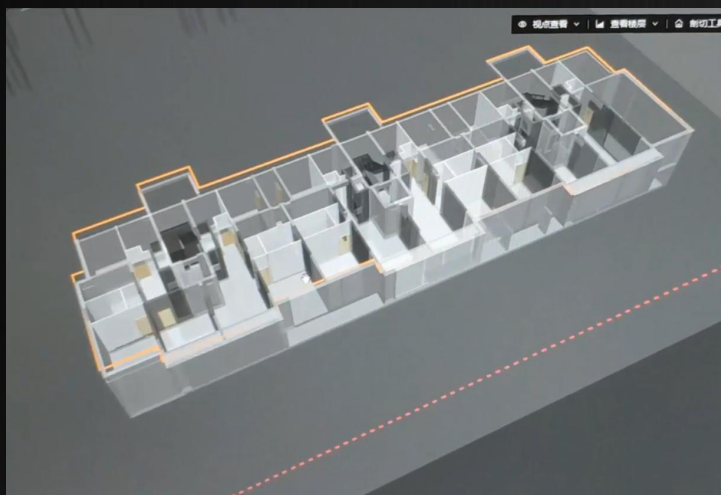
建筑面积



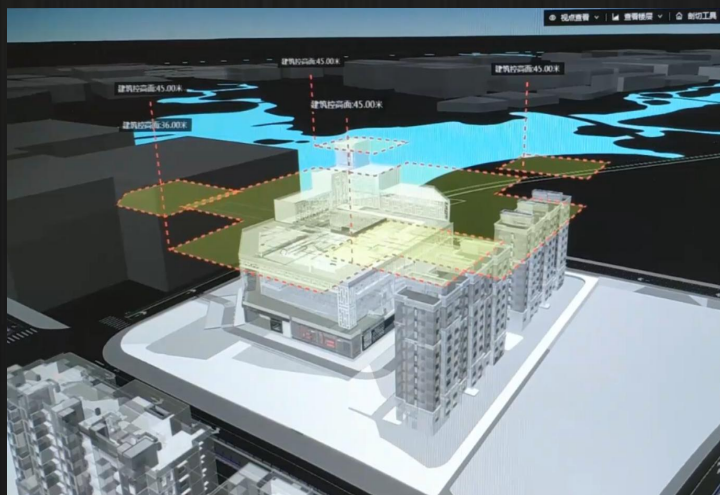
建筑退线



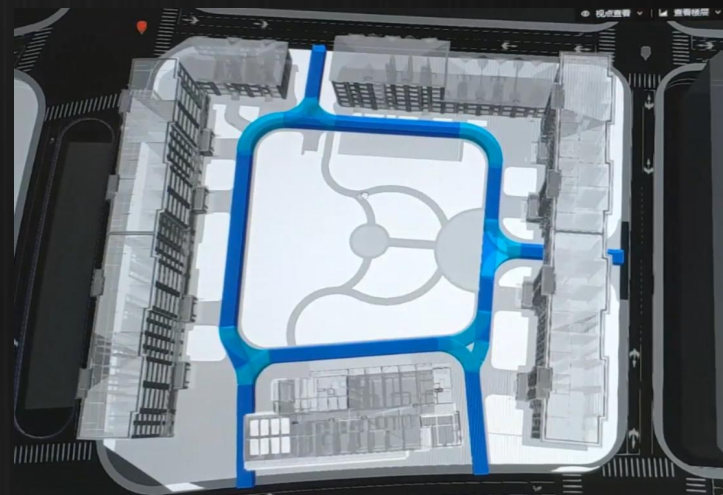
建筑贴线



地下空间



建筑控高



消防道路

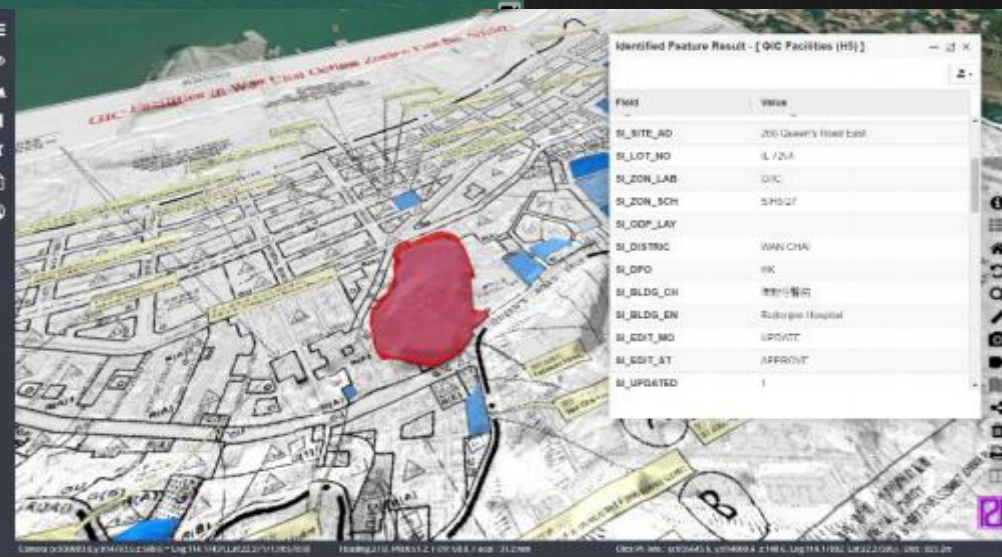
香港规划署-在线规划与设计系统



城市规划天际线分析



实景三维场景



规划方案审查

城市设计：威海城市设计数字化平台



相关规划的要求核提



方案报批的智能审查



多个方案的智能比选



规划要点的智能生成

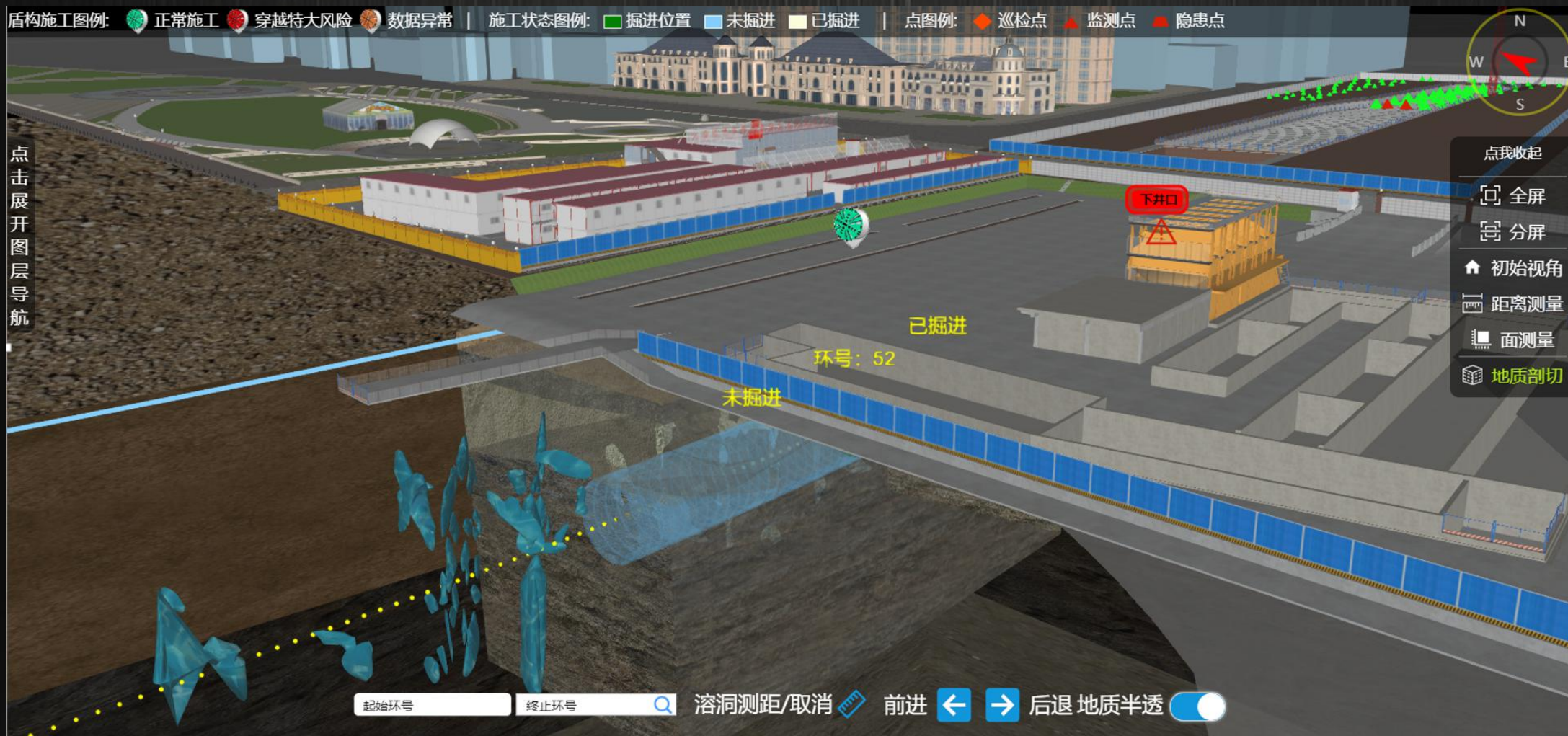


建筑方案的精细审查



规划实施的智能监测

大连地铁规划三维空间运算（交、并、差）



5.4 地理控制

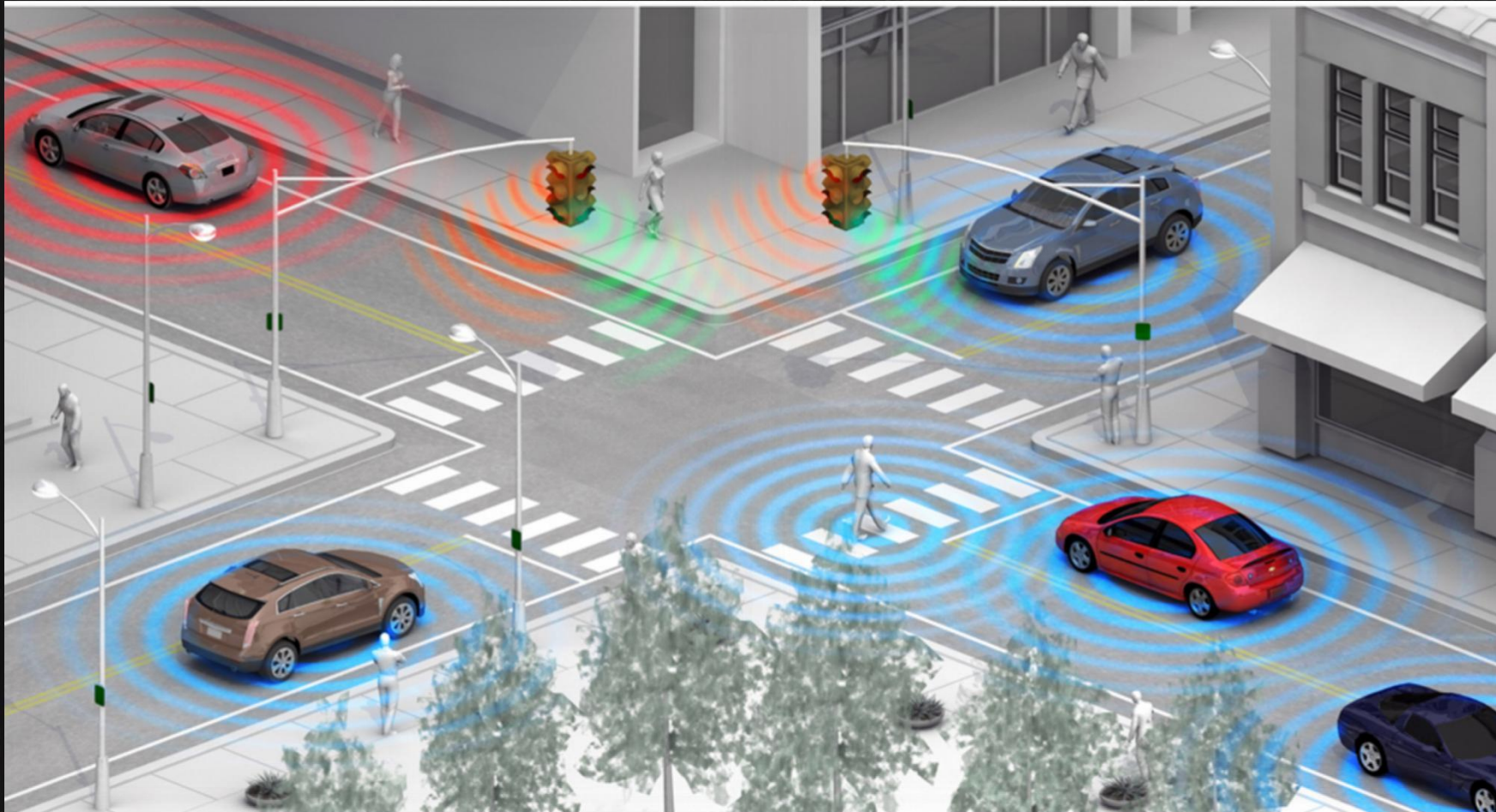
无人机自动驾驶



农用机械自动控制



红绿灯自动控制



汽车自动驾驶



SuperMap GIS 10i 五大技术体系

SuperMap GIS 10i

大数据GIS
(**B**ig Data GIS)

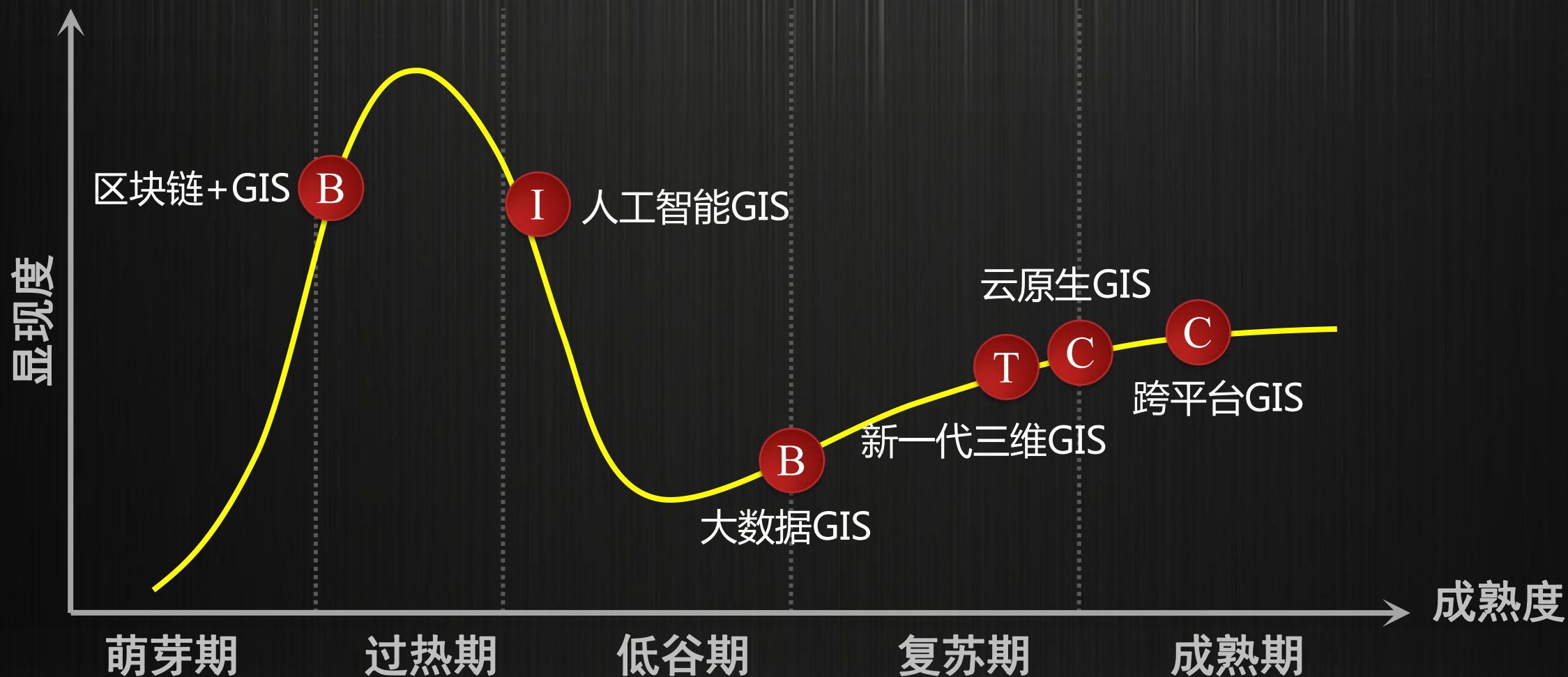
人工智能GIS
(**A I** GIS)

新一代三维GIS
(**N**ew **T**hree Dimension GIS)

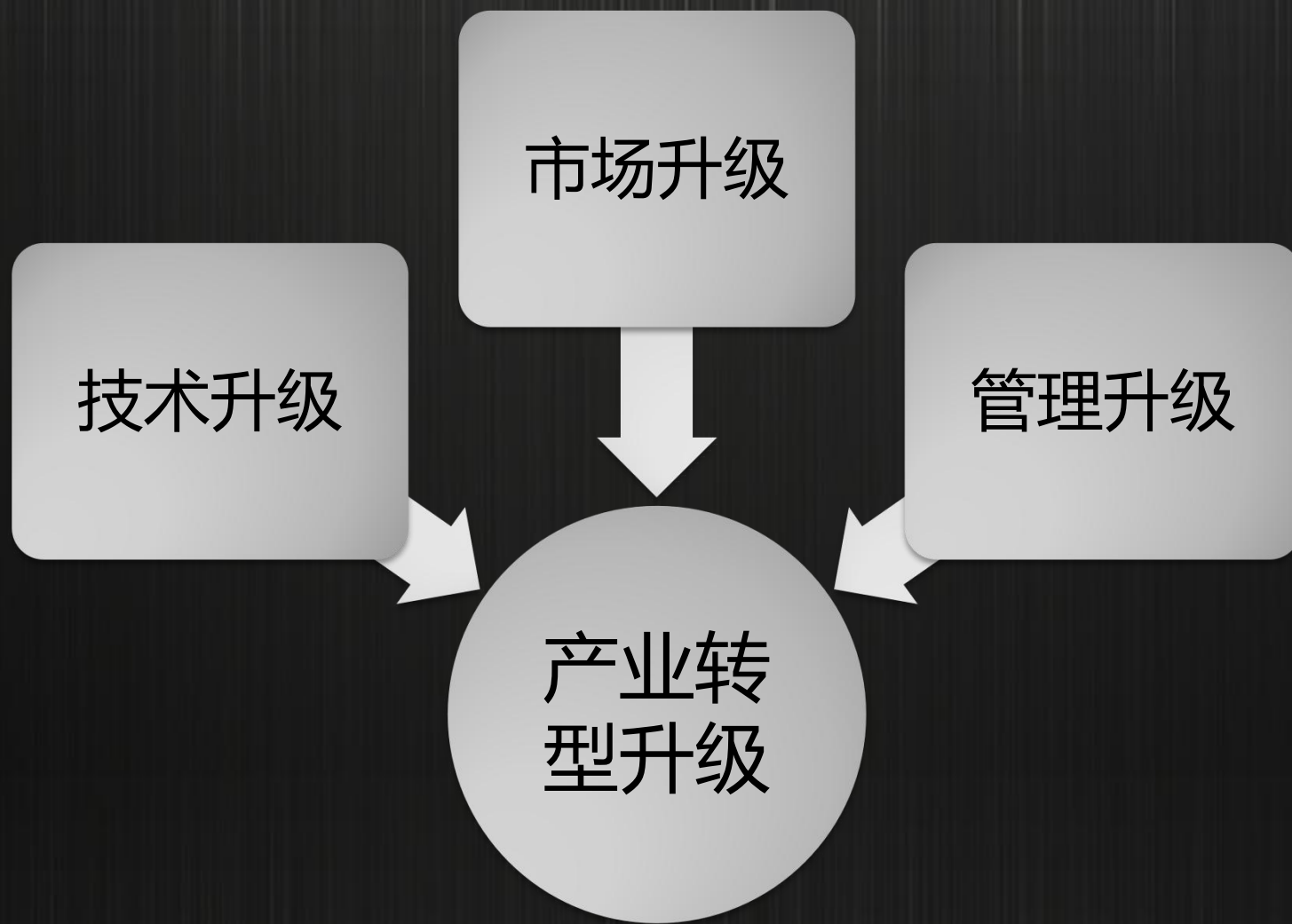
云原生GIS(**C**loud Native GIS)

跨平台GIS(**C**ross Platform GIS)

GIS软件技术成熟度(光环曲线) 2020



仅仅技术创新还不够…





地理智慧⇌链接未来

Geo-intelligence, Connecting the Future

2020 GIS 软件技术大会

GIS Software Technology Conference 2020

9月9日 北京国际会议中心

上海/广州/成都/西安……分布式会场

9月7日-8日、9月10日-11日多场线上专题论坛

谢谢大家！



微信公号：超图软件



微信公号：宋关福GIS笔记

Q&A?