

SuperMap GIS助力地理实体语义化构建

江明

超图软件集团

资源环境行业发展中心

2023-06

CONTENT

主要内容

01

对实景三维中国的四点认识

02

地理实体语义化定义及流程

03

构建地理实体知识图谱



对实景三维中国的四点认识

第一点认识

实景三维中国建设，对外提供两类服务：一是向既有平台、系统提供内容丰富、形式多样的三维数据；二是向数字中国、数字孪生等提供兼顾稳定性和可扩展性的底座平台，并进一步拓展应用。

内容丰富、形式多样的三维数据



倾斜摄影



三维地形



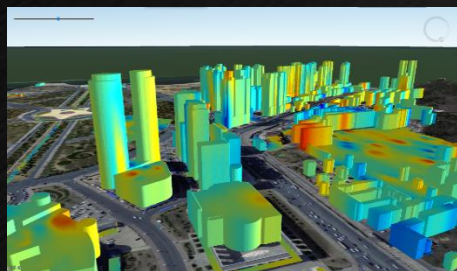
BIM



激光点云



航空轨迹数据



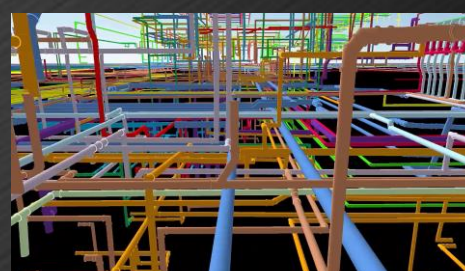
场数据



精细模型



白模



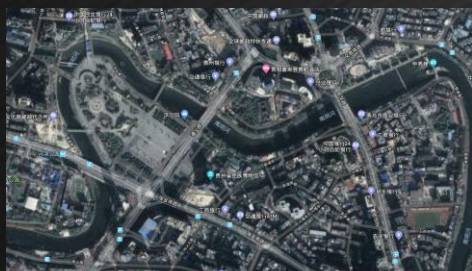
地下管线



无人机视频数据



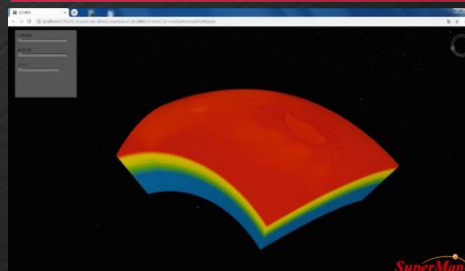
电子海图



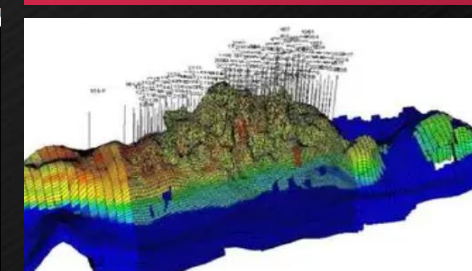
遥感影像



矢量数据



地质模型数据



钻孔数据

稳定、可扩展的底座平台

实景三维数据底座（时空大数据平台）

稳定性：底座基础化

未来的平台逐步走向融合

城市管理	园区	建筑	大数据局	自然资源	住建
城市运行管理服务	智慧园区CIM平台	智能建筑CIM/BIM平台	大数据平台	国土空间基础信息平台	CIM平台



网格化城市管理	规划设计系统	楼控系统	物联感知系统	国土空间规划一张图实施监督系统	基于BIM的施工图审查
标准化执法	建设项目管理系统	停车诱导	目录链系统	一体化审批系统	智慧工地管理
门前三包系统	招商引资系统	楼宇设施管理	城市码系统	生态修复	城建档案管理
城市体检评估	电子沙盘	访客管理	城市大脑	生态修复	市政公共设施布局优化
.....

可扩展性：应用便捷化

未来的应用基于底座快速构建

1

+

N

+

X

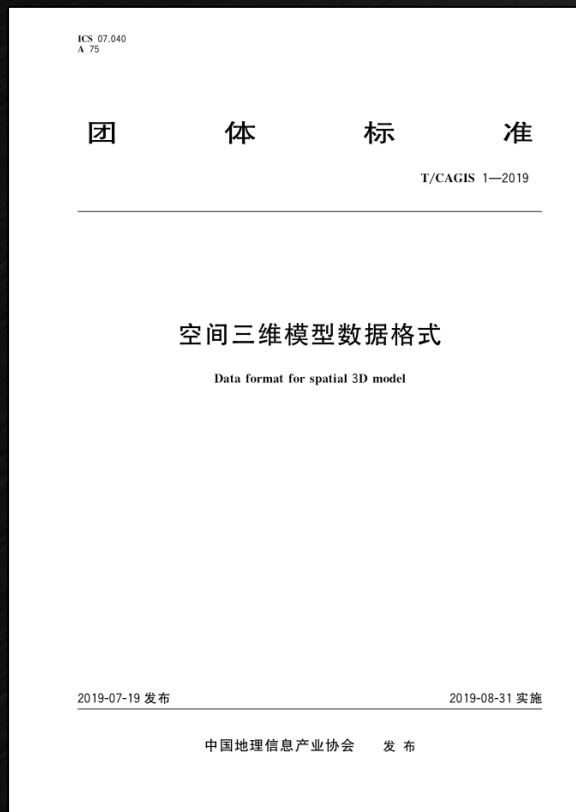
第二点认识

实景三维中国建设，是一个涉及很多工序、跨多个学科的系统性工程，需要构建生态圈，形成优势互补、多方共赢的发展格局。

统一数据标准、统一服务标准

《空间三维模型数据格式》标准

2019年8月31日正式实施（12家单位参与编制）

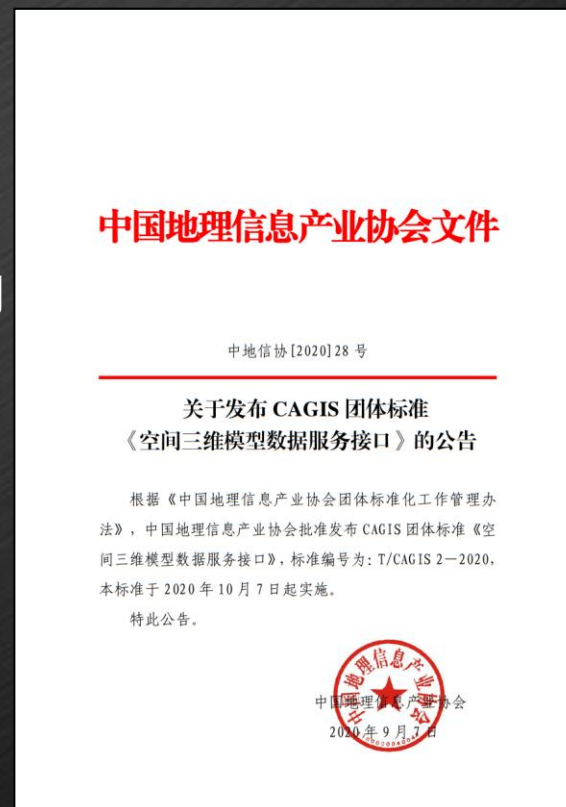


- 自然资源部信息中心
- 国家基础地理信息中心
- 中国建筑标准设计研究院有限公司
- 中国建筑科学研究院有限公司
- 中国城市规划设计研究院
- 中建工程研究院有限公司
- 中设数字技术股份有限公司
- 超图软件

...

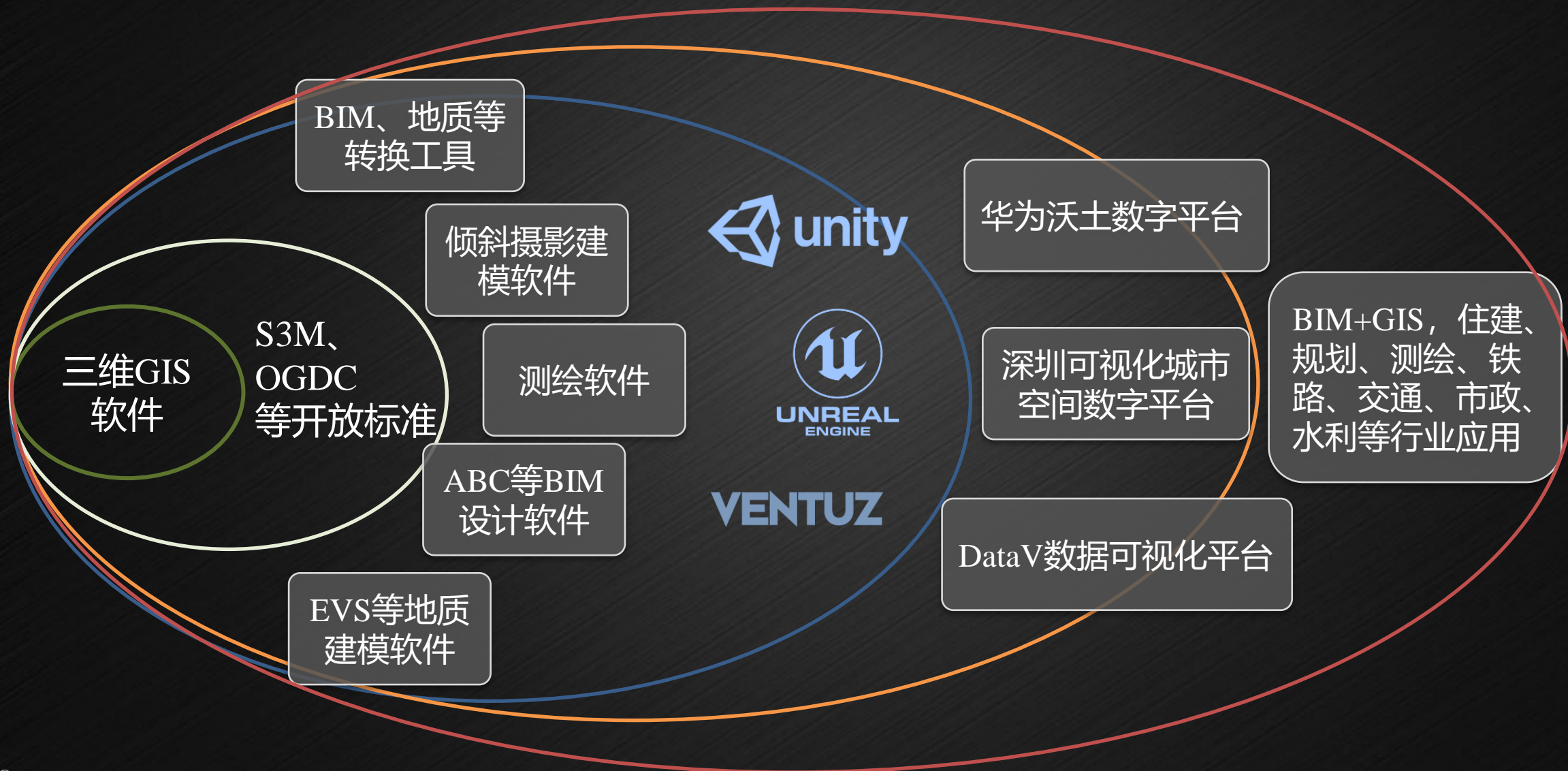
《空间三维模型数据服务接口》标准

2020年10月7日正式实施（8家单位）参与编制



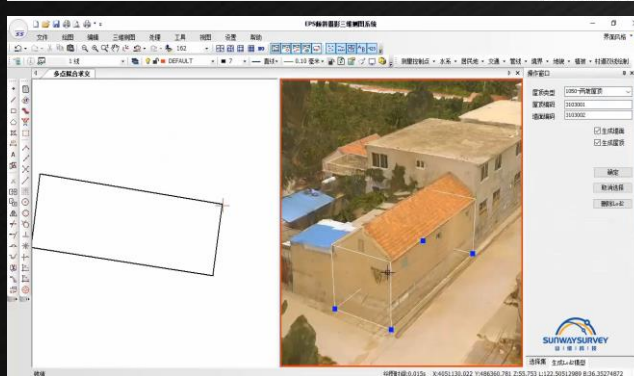
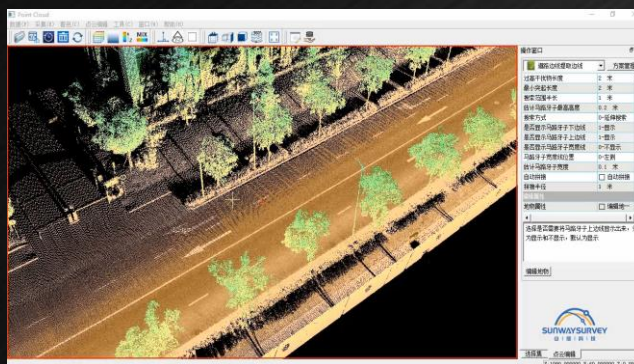
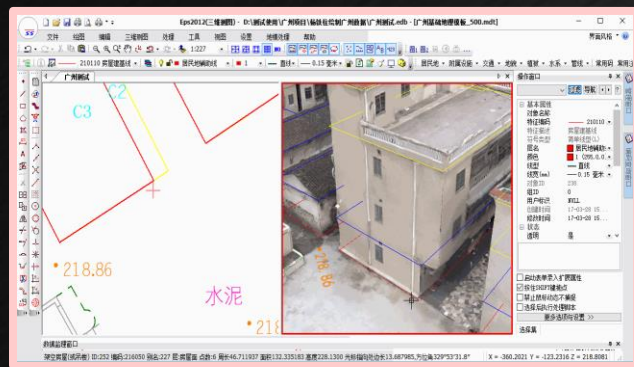
- 自然资源部信息中心
- 国家基础地理信息中心
- 北京超图软件股份有限公司
- 中国城市规划设计研究院
- 上海市测绘院
- 深圳市规划国土房产信息中心
- 黄河勘测规划设计研究院有限公司

构筑开放的三维GIS生态圈



EPS与SuperMap无缝对接

以EPS平台的三维测图模块、二维实体处理模块、三维实体建模模块、质量检查模块以及外业平板为基础，打造**二三维一体化地理实体生产平台**。



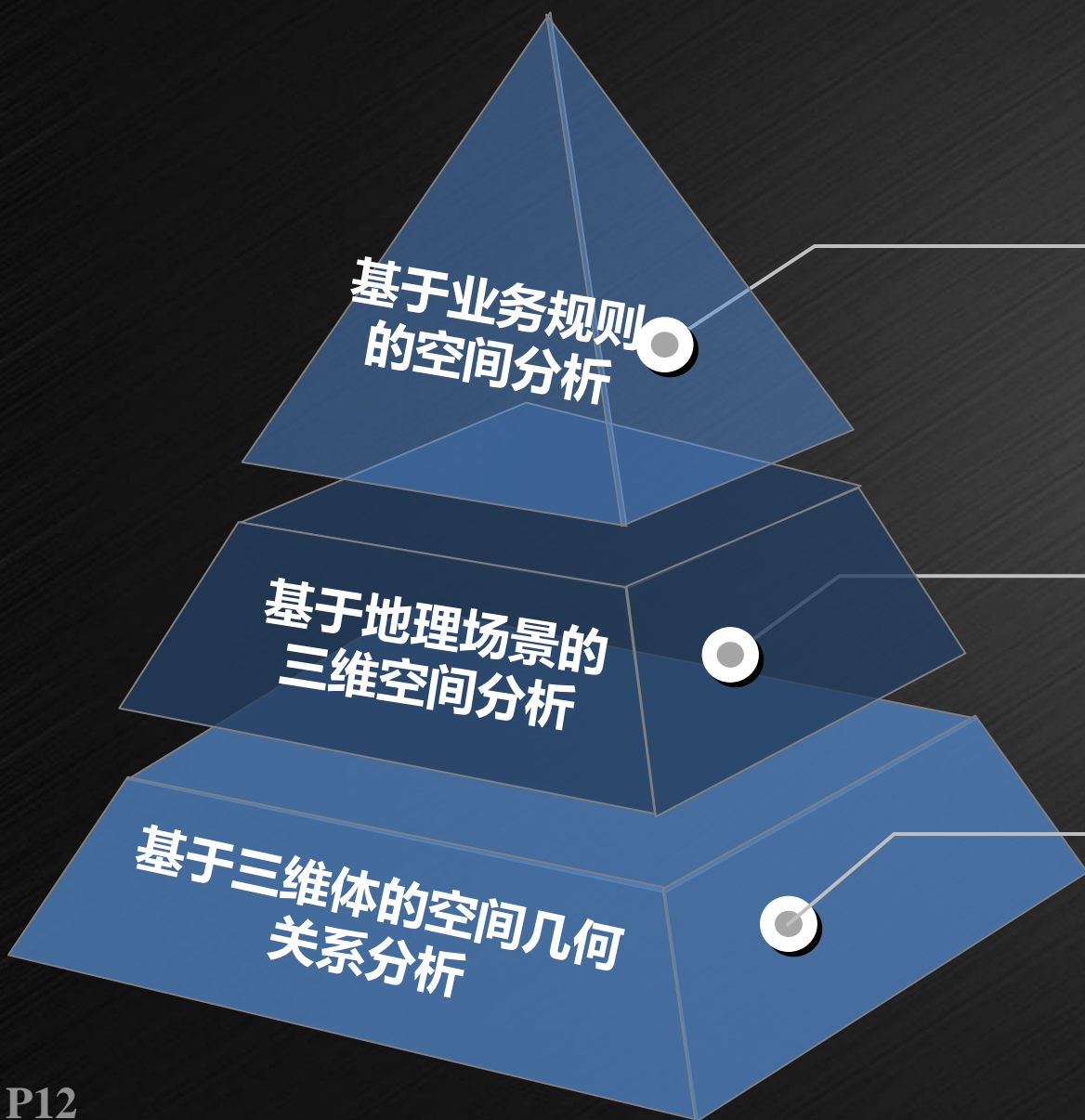
三维采集模块	垂直摄影、倾斜摄影、点云、虚拟现实
实体转换模块	存量地形数据转换为对应实体
实体编辑与关系挂接模块	组合实体、聚合实体构建，实体关系挂接
外业调绘平台	图元图形、实体图形、实体属性调绘
质量检查模块	图元、实体质量检查，实体关系检查

EPS三维数据生产、建库、更新均可与SuperMap无缝对接

第三点认识

实景三维中国建设，空间分析能力是核心能力，拉通地理实体、地理场景、业务需求，让实景三维实用管用。

地理实体空间分析三个层面



根据业务逻辑，选择相应的地理实体数据和前两个层次的空间分析方法，构建分析规则得到符合业务要求的分析、判定结果。

常见的地理信息空间分析，如通视分析，地形坡度坡向分析，构TIN、插值等。

最基本的三维空间几何运算，如交集、并集，空间包含、相邻，计算剖面、凸包，三维缓冲等。

基于空间分析构建行业规则库



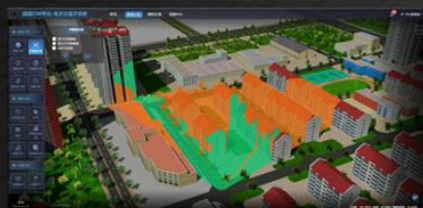
视廊分析



天际线分析



开敞度分析



可视域分析



通视分析



缓冲区分析

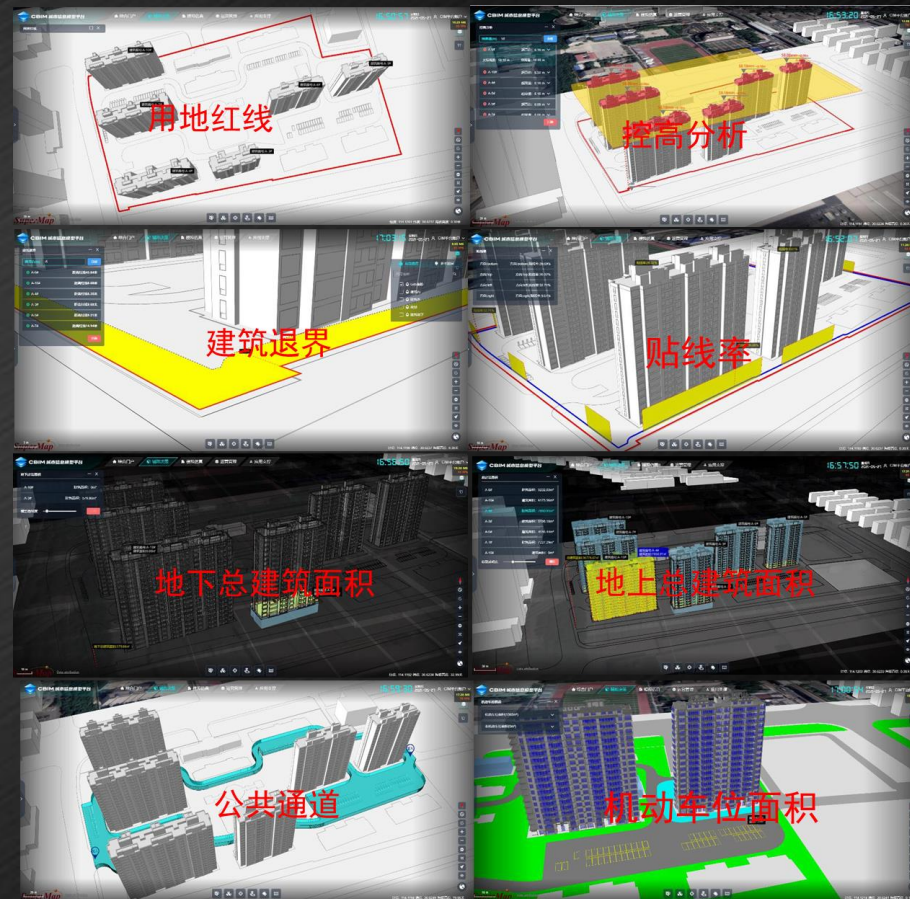
行业规范



行业模型



行业算法



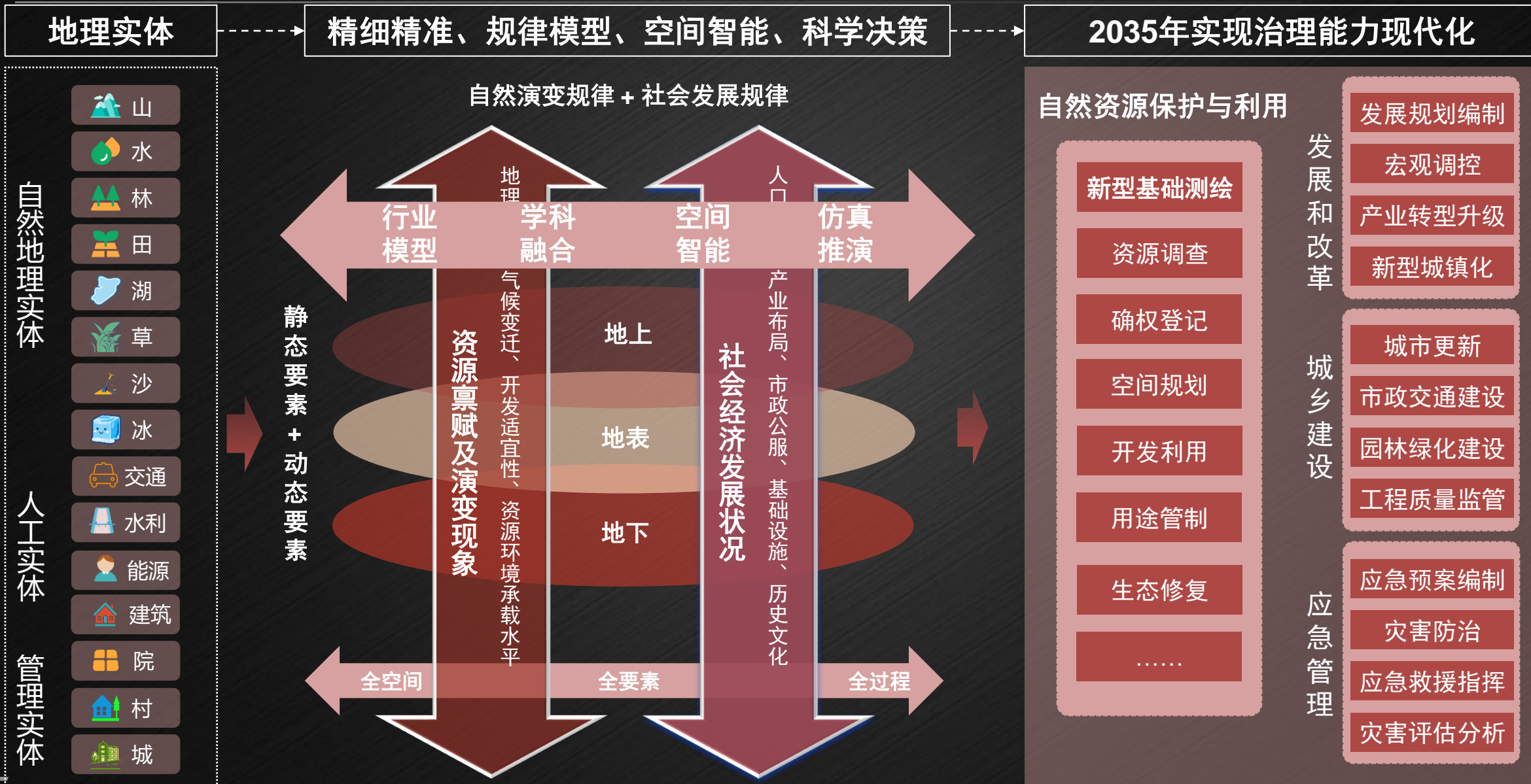
更多三维分析算子

智能审批、空间管控

第四点认识

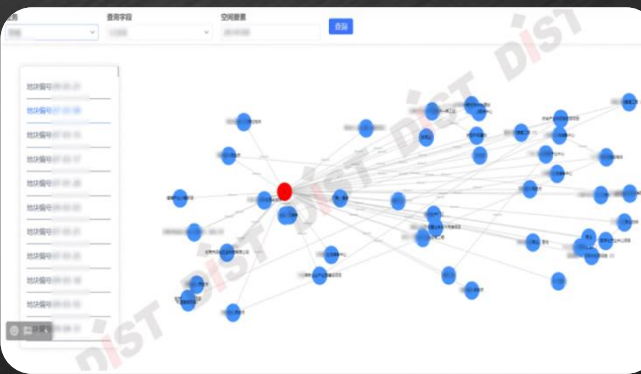
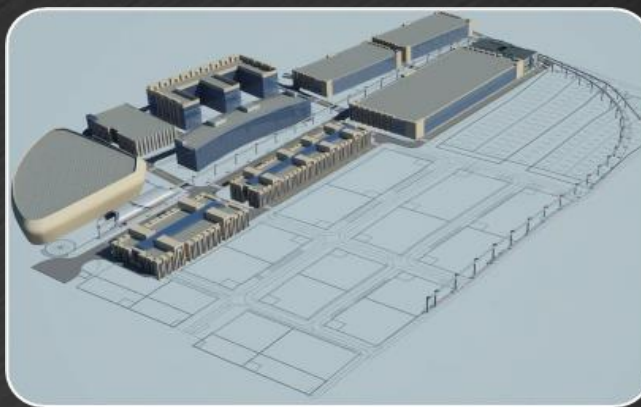
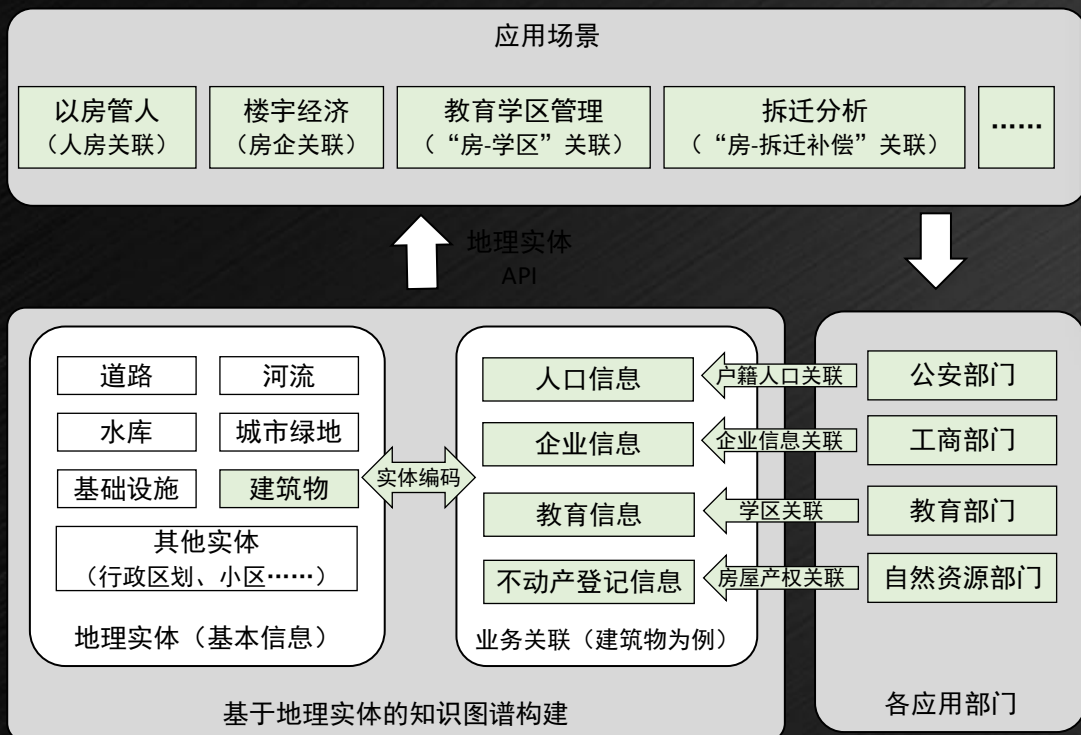
实景三维中国建设地理实体语义化，意味着测绘数据生产从以点线面为对象的CAD时代，完全迈向以地理实体为对象的GIS时代。

基于地理实体实现数字孪生、提升治理水平

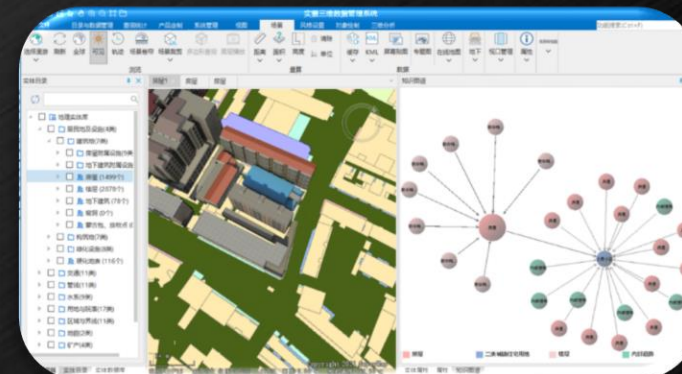


地理实体语义化、知识图谱构建

更加强调地理实体的语义化，并提出了要构建知识图谱。



38	边界与政区数据	县级边界数据		TJ_V_2020_BOUNDARY_CITY
39		乡级边界数据		TJ_V_2020_BOUNDARY_COUNTY
40		自然文化保护区数据		TJ_V_2020_BOUNDARY_TOWN
41		开发区数据		
42	天津港0.3米影像数据	天津港0.3米影像数据-2020Q1	TJG_I_2020_0.3M	TJ_I_2020_0.3M_Q1
43		天津港0.3米影像数据-2020Q2		TJ_I_2020_0.3M_Q2
44		天津港0.3米影像数据-2020Q3		TJ_I_2020_0.3M_Q3
45		天津港0.3米影像数据-2020Q4		
46	天津港历史影像数据	天津港历史影像数据-2013	TJG_I_2020_HISTORY	TJ_I_2020_HISTORY_2013
47		天津港历史影像数据-2014		TJ_I_2020_HISTORY_2014
48		天津港历史影像数据-2016		TJ_I_2020_HISTORY_2016
49		天津港历史影像数据-2018		TJ_I_2020_HISTORY_2018
50		天津港历史影像数据-2019		TJ_I_2020_HISTORY_2019
51	天津港三维倾斜摄影数据	天津港三维倾斜摄影数据	TJG_3D_2020_3DMAX	TJG_3D_2020_3DMAX
52		天津港倾斜摄影数据	TJG_3D_2020_TILT_PHOTO	TJG_3D_2020_TILT_PHOTO
53	天津港土地专题数据	天津港土地专题数据		
54		待开发土地	TJG_topic_land	TJG_topic_land_usufruct
55		已开发土地		TJG_topic_land_develop
56		房屋		TJG_topic_land_undeveloped
57		土地收储与出让地块		TJG_topic_land_buildings
58		土地看护范围		TJG_topic_land_storeup
59		控规-地块		TJG_topic_lookafter
60		控规-道路面		TJG_topic_plan_parcel
61		控规-绿方界		TJG_topic_roadpolygon
62		海域使用权范围		TJG_topic_unbound
63		海域使用权范围岸址点		TJG_topic_sea_usufruct
64		海岸线		TJG_topic_sea_boundarypoint
65		零米等深线		TJG_topic_sea_coastline
66		天津港控制点专题		TJG_topic_sea_isobath
67		天津港车辆GPS数据		TJG_topic_controlpoint
68		天津港视频监控数据		TJG_topic_controlpoint
69		天津港视频监控数据		

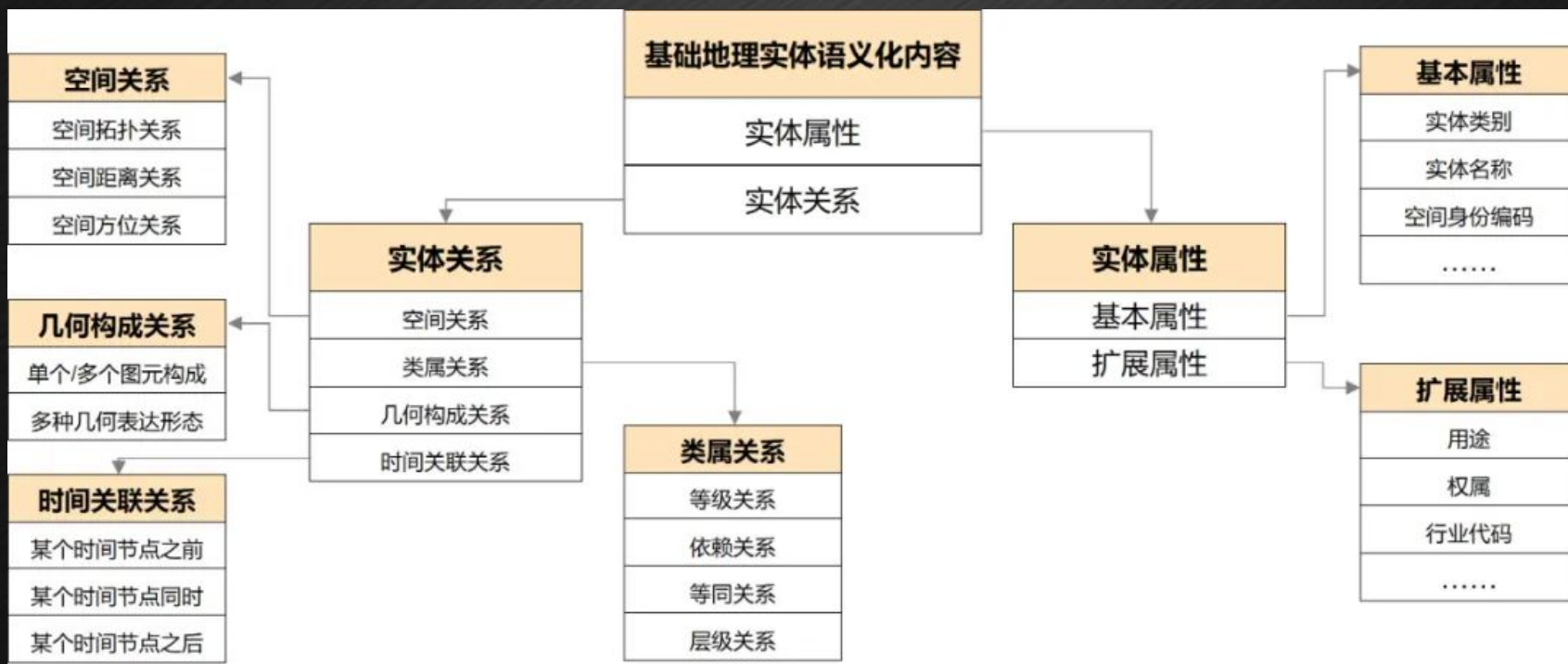




地理实体语义化定义及流程

地理实体语义化定义

《新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件-1 名词解释》中对语义化的定义为：用标准化范式对地理实体自身属性及实体间关系进行一致性描述，以实现计算机可识别、可理解、可操作的过程。

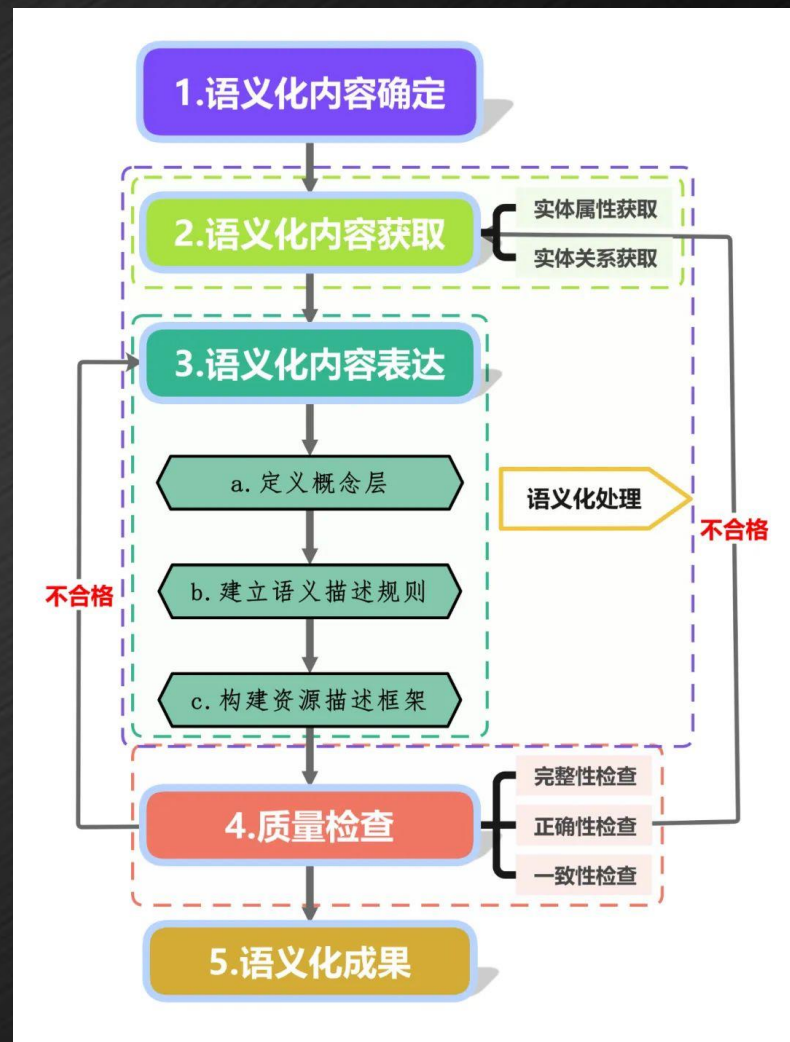


语义化工作流程

根据基础地理实体语义化包含的内容，基础地理实体语义化内容获取分为实体属性的获取和实体关系的获取。

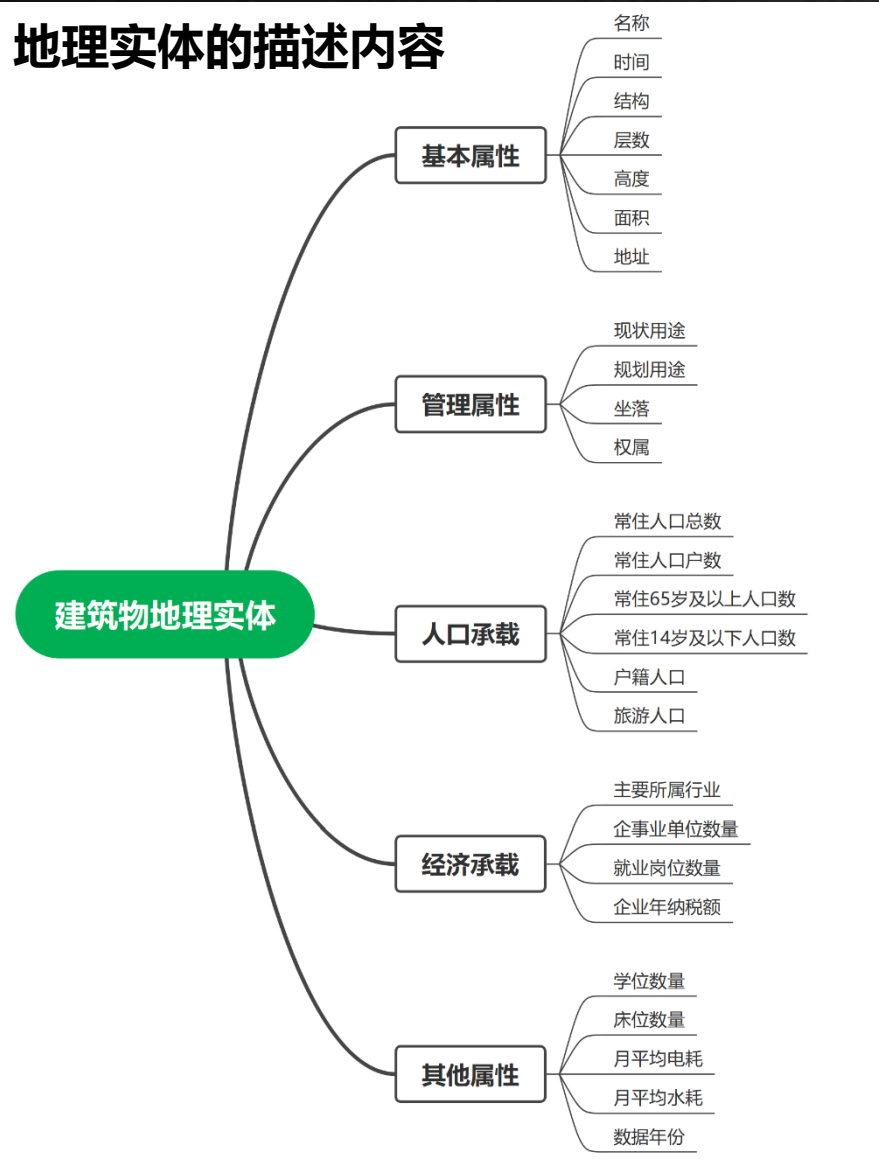
地理实体语义化工作流程包括：确定语义化内容，获取语义化内容，表达语义化内容，质量检查，成果输出。

其中语义化内容表达，一般采用知识图谱表达。



语义化内容确定——以建筑物地理实体为例

地理实体的描述内容



建筑物基本属性结构表

序号	字段名称	字段代码	字段类型	字段长度	小数位数	值域	约束条件	备注
1	地理实体编码	BSM	Char	38				
2	建筑名称	JZMC	Char	100				
3	建造时间	JZND	Data	4				
4	地址	DZ	Char	255				
5	结构类型	ZY CZ	Char	50		砌体结构、钢混结构、钢结构、木结构、其他		
6	楼层数量	LC SL	Int	4			≥1	
7	建筑高度	JZ GD	Float	8	1		> 0	单位：米
8	建筑面积	JZ MJ	Float	15	1		> 0	单位：平方米
9	是否分割	SF FC	Char	2				商住两用建筑可分成多个实体

建筑物人口承载属性结构表

序号	字段名称	字段代码	字段类型	字段长度	小数位数	值域	约束条件	备注
1	地理实体编码	BSM	Char	38				
2	常住人口总数	CZ RK	Int	8				
3	常住人口户数	CZ HS	Int	8				
4	常住65岁及以上	CZ 65	Int	8				现状用途为住宅时填写
5	常住14岁及以下	CZ 14	Int	8				
6	户籍人口总数	HJ RK	Int	8				
7	户籍人口户数	HJ HS	Int	8				

语义化内容确定——以建筑物地理实体为例

建筑物管理属性结构表

序号	字段名称	字段代码	字段类型	字段长度	小数位数	值域	约束条件	备注
1	地理实体编码	BSM	Char	38				
2	现状用途代码	XZDLBM	Char	6				按照用地用海分类
3	现状用途名称	XZDLMC	Char	60				
4	坐落单位代码	ZLDWDM	Char	20				
5	坐落单位名称	ZLDWMC	Char	255				
6	权属单位代码	QSDWDM	Char	20				
7	权属单位名称	QSDWMC	Char	255				

建筑物经济承载属性结构表

序号	字段名称	字段代码	字段类型	字段长度	小数位数	值域	约束条件	备注
1	地理实体编码	BSM	Char	38				
2	企事业单位数量	DWSL	Int	8				现状用途为工业、商服时填写
3	主要所属行业	SSHY	Char	50				
4	就业岗位数量	JYGW	Int	8				
5	上年纳税总额	NNSE	Float	8	1			

代码	国民经济行业名称 (制造业细分)
C1300	农副食品加工业
C1400	食品制造业
C1500	酒、饮料和精制茶制造业
C1600	烟草制品业
C1700	纺织业
C1800	纺织服装、服饰业
C1900	皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业
C2000	木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业
C2100	家具制造业
C2200	造纸和纸制品业
C2300	印刷和记录媒介复制业
C2400	文教、工美、体育和娱乐用品制造业
C2500	石油、煤炭及其他燃料加工业
C2600	化学原料和化学制品制造业
C2700	医药制造业
C2800	化学纤维制造业
C2900	橡胶和塑料制品业
C3000	非金属矿物制品业
C3100	黑色金属冶炼和压延加工业
C3200	有色金属冶炼和压延加工业
C3300	金属制品业
C3400	通用设备制造业
C3500	专用设备制造业
C3600	汽车制造业
C3700	铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业
C3800	电气机械和器材制造业
C3900	计算机、通信和其他电子设备制造业
C4000	仪器仪表制造业

代码	汽车制造业细分
C3600	汽车制造业
C3610	汽车整车制造
C3620	汽车用发动机制造
C3630	改装汽车制造
C3640	低速汽车制造
C3650	电车制造
C3660	汽车车身、挂车制造
C3670	汽车零部件及配件制造



语义化内容获取

建筑、土地、人口、经济，采用空间位置叠加、地名地址匹配等方法进行关联融合。



倾斜摄影模型 (Tilted photography model) showing a 3D perspective view of the same residential area.



城镇住宅建筑调查信息采集表

第一次风险普查数据

第一部分：基本信息			
1.1 小区名称	1.2 建筑名称		
1.3 产权单位	1.4 套数		
1.5 建筑地址（在底图选取定位） 省（市、区）_____市（州、盟）_____县（市、区、旗） _____街道（镇）_____社区_____路（街、巷）_____号_____栋			
1.6 产权登记 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
第二部分：建筑信息			
2.1 建筑概况	2.1.1 建筑层数	地上_层，地下_层	2.1.2 建筑高度 _____米
	2.1.3 建筑面积	_____平方米	2.1.4 建造时间 _____年
2.2 结构类型 <input type="checkbox"/> 砌体结构（ <input type="checkbox"/> 底部框架-抗震墙结构 <input type="checkbox"/> 砌体结构 <input type="checkbox"/> 其他） <input type="checkbox"/> 钢筋混凝土结构 <input type="checkbox"/> 钢结构 <input type="checkbox"/> 木结构 <input type="checkbox"/> 其他 _____			

法人库数据

表 11 场所信息

类别	标识符	数据元名称	说明	数据元格式	值域	提交机构			
地址信息	CA1		进行具体生产、经营、服务活动的						
	CA1	序号	字段名称	字段代码	字段类型	字段长度	小数位数	值域	备注
	CA1	1	不动产单元号	BCDDYH	Char	28			
	CA1	2	名称						
	CA1	3	总人口_万人						
	CA1	4	净增_万人						
	CA1	5	出生人口_万人						

不动产登记数据

人口普查数据

省份	总人口_万人	净增_万人	出生人口_万人
海南省	6475.2	1020.46	8.46
广西壮族自治区	24740.86	5037	18
广东省			48.7
云南省			
贵州省			
福建省			
重庆市			
四川省			
西藏自治区			
宁夏回族自治区			
青海省			
山东省			

手机信令数据



语义化质量检查

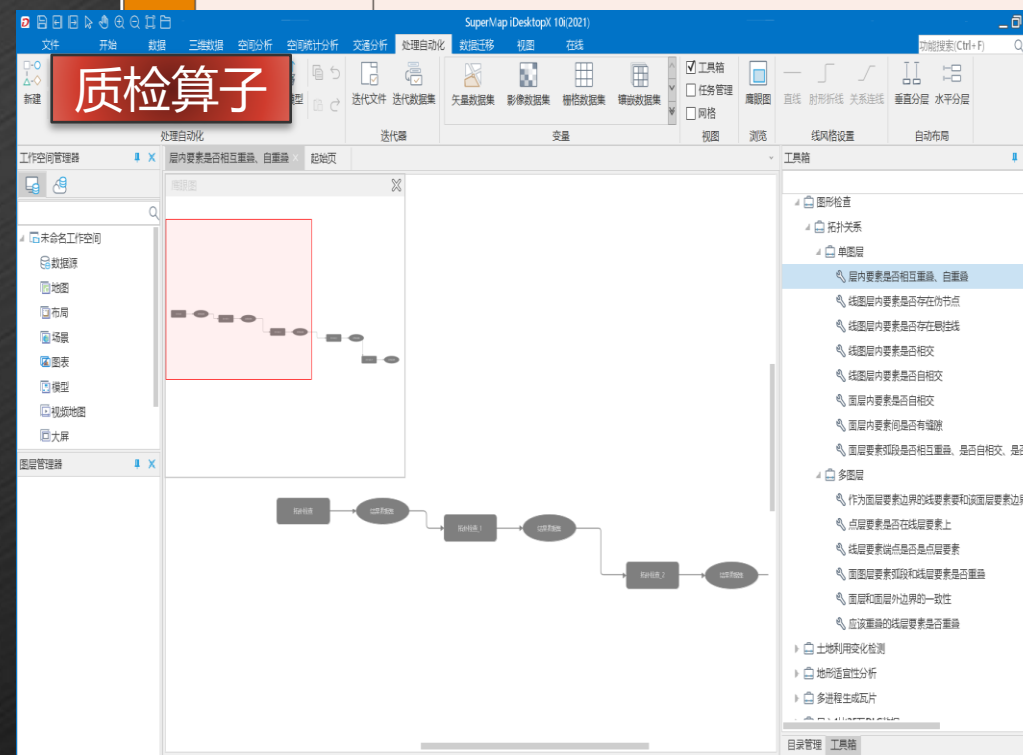
通过高分辨率影像、空间数据叠加、属性字段关联对比、逐级汇总对比等方法，对建筑物图元、属性，完整性、准确性检查。

数据质检项

- ✓ 轮廓丢漏检查
- ✓ 属性齐全性检查
- ✓ 字段标准化检查
- ✓ 取值标准化检查
- ✓ 约束条件检查
- ✓ 建筑面积高度检查
- ✓ 人口逻辑关系检查
- ✓ 产业逻辑关系检查
- ✓ 土地利用一致性检查
- ✓ 地理编码准确性检查



序	质检规则	质检项示例
1	基本检查	1) 检查基础地理实体数据分层是否存在错误层、遗漏层、多余层或重复层的现象; 2) 检查图层的名称、别名,数据集的名称、数据库的名称是否符合数据标准的规定。
2	拓扑检查	1) 检查线图元是否存在打折线、微短线、悬挂点、伪节点、自重叠、自相交、无效边界等现象; 2) 检查面图元是否存在复杂面、面裂隙、狭长面、微小面、自重叠、自相交、空洞等现象。
3	空间检查	1) 检查图元构造是否合理性,如房屋图元和(该房屋的)楼层图元图形是否合理; 2) 检查图元空间范围合理性,如院落空间范围、城市道路空间范围、路段空间范围、路口空间范围是否合理。



语义化内容获取及检查，GPA算子

SuperMap提供上千个GPA算子，可搭建语义化处理流程、质检流程。

11i 新增

*支持分布式

地形图要素转换

属性提取

*生成S3M

实例化处理

*S3M存入MongoDB

迭代模型数据集

模型数据集投影转换

移除重复点/面

S3M合并根节点

模型打散/拆分

面拉伸生成模型缓存

合并/拆分数据集

模型格式转换

模型纹理重映射

地形修改模型高度

拓扑/流形校正

模型平移/旋转

计算/移除法线

坐标归零

投影面/投影拉伸体

裁剪/挖洞/镶嵌

三角网简化

删除重复子对象

批量生成同名模型缓存

模型缓存保存到图层组

倾斜摄影三维模型

纹理重映射

*合并根节点

提取点、线高度

*纹理压缩

提取矢量面高度

*单体化

挖洞

*修改中心点

镶嵌

*裁剪

生成大文件

*生成S3M

3D Tiles转S3M

*存入MongoDB

生成索引文件

*S3M转3D Tiles

三维分析

三维缓冲区

布尔运算

凸包

阴影体

多边形合并

TIN地形

三维点/等值线构TIN

*生成缓存

*追加到MongoDB

挖洞

镶嵌

裁剪

提取高度值

TIN合并

去除无效值

创建空间索引

升级成大文件

TIF生成TIN

TIF生成栅格地形

数据集生成栅格地形

TIN追加

点云

*生成S3M

*S3M存入MongoDB

地质体

地质体构建

地质体剖面

地质钻孔

BIM导入

BIM批量入库

导入IFC

导入3DXML

导入GIM

导入RVM

导入CityGML

规则建模

线性拉伸

旋转拉伸

放样

构建坡屋顶

构建房屋

三维场数据

体元栅格叠加S3M

构建TIM

缓存工具

地形缓存块存储

影像缓存块存储

影像缓存建金字塔

模型缓存重压缩

S3M版本升级

语义化成果应用

每一栋建筑的数据掌握后，通过逐级汇总、年度变化统计、多维度透视分析，为多个领域的管理工作提供精细、精准的支撑。



产业布局优化

产业分布、转型升级趋势

招商引资推介

园区环境、基础设施展示

国土空间详细规划

人口、产业、市政，街区画像

城镇低效用地再开发

节约集约利用评价，三旧改造

教育资源配置

片区学龄儿童数量、学位数量

养老设施配置

老龄人口数量、生活圈内设施匹配

安全应急管理

风险建筑分布，人口疏散预案

流动人口管理

摸清底数，以房管人，以业管人

工商税务管理

分地区分行业纳税平均水平



构建地理实体知识图谱

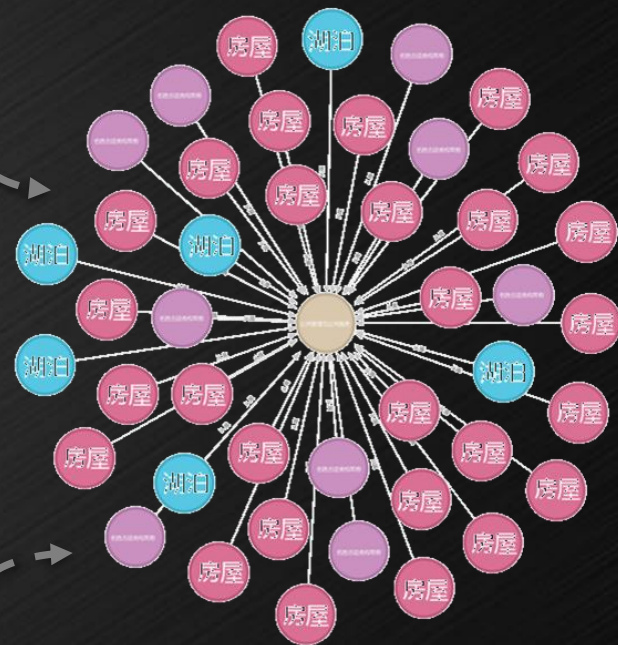
地理实体知识图谱

知识图谱是知识表示的一种形式，是一种揭示实体之间关系的语义网络。由“节点”表示“实体”，用通过“边”表示之间的“关系”。

地理实体知识图谱是知识图谱在GIS中的拓展，用语义网络结构化地描述空间领域的概念、实体、属性及相互关系。

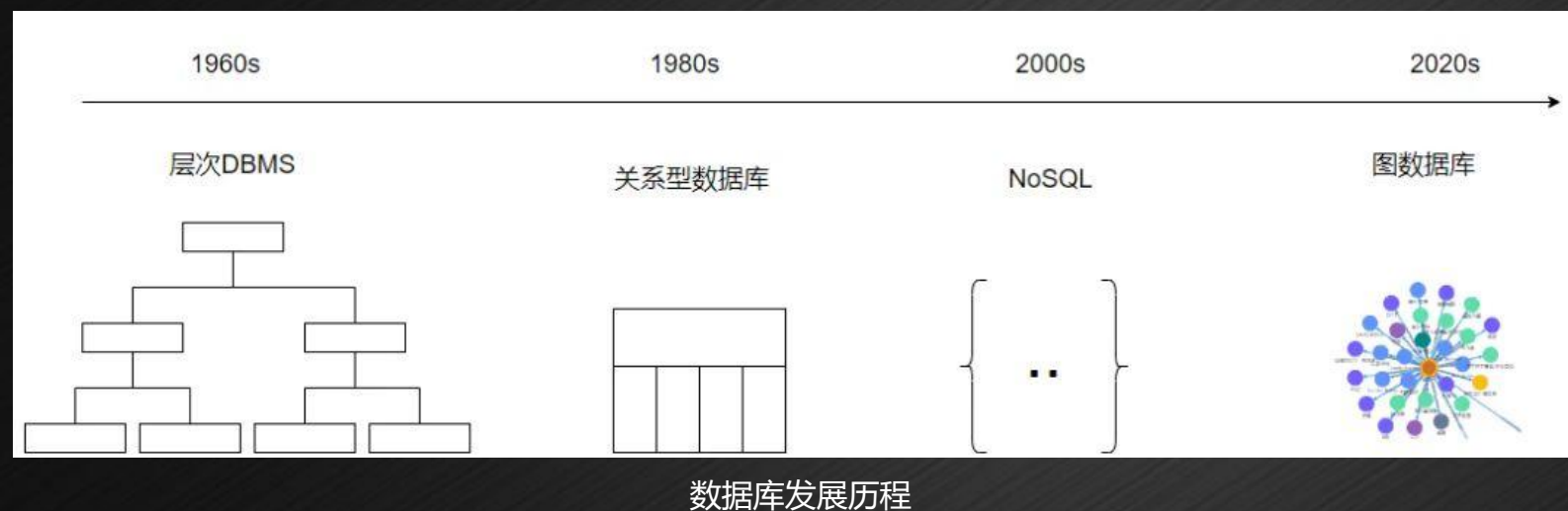


序号	SmID	SmUserID	SmArea	SmPerime...	SmGeome...	Field SmU...	OBJECTID	标
1	1	0	17.4238	18.5102	BinaryData	0	156	0
2	2	0	2,164.3496	230.1142	BinaryData	0	178	0
3	3	0	13.6675	14.8	BinaryData	0	188	0
4	4	0	25.4048	22.1068	BinaryData	0	277	916311
5	5	0	1,527.4317	176.216	BinaryData	0	293	0
6	6	0	1,739.176	262.9251	BinaryData	0	405	0
7	7	0	499.4856	95.7648	BinaryData	0	414	0
8	8	0	1,527.6155	184.6291	BinaryData	0	421	0
9	9	0	6.6044	10.2851	BinaryData	0	424	0
10	10	0	935.5654	137.5404	BinaryData	0	441	0
11	11	0	2,690.3163	241.5239	BinaryData	0	481	0
12	12	0	869.7282	177.3498	BinaryData	0	553	0
13	13	0	144.9305	51.0003	BinaryData	0	562	0
14	14	0	1,509.891	296.2225	BinaryData	0	588	0
15	15	0	24.7994	21.4117	BinaryData	0	638	0
16	16	0	922.3368	233.6796	BinaryData	0	770	0
17	17	0	16.4355	16.2163	BinaryData	0	778	0
18	18	0	16.265	16.1381	BinaryData	0	791	0
19	19	0	67.7737	34.4443	BinaryData	0	833	916311



图数据库

- 知识图谱以图数据库为存储引擎



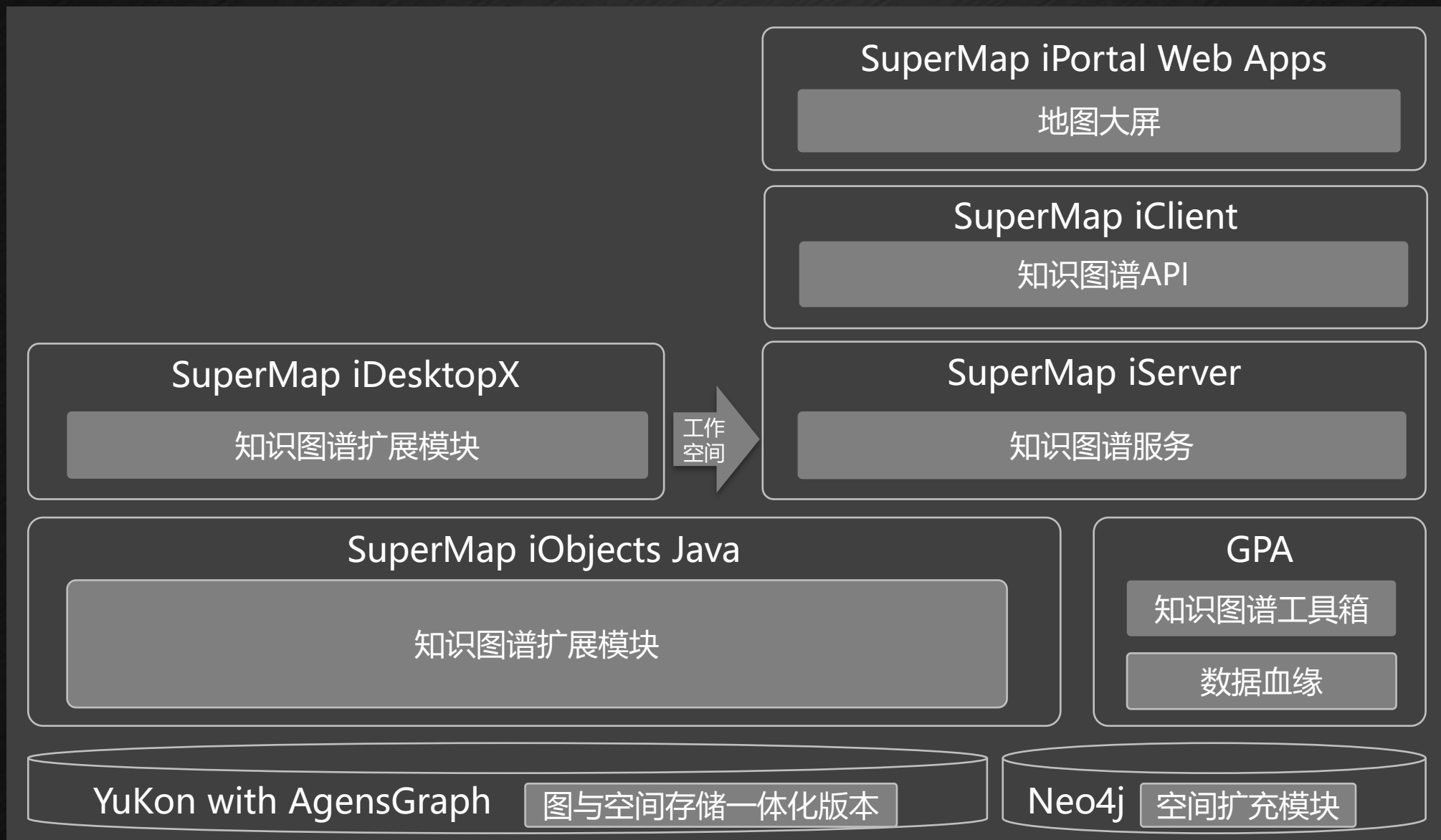
复杂关联数据查询
性能

可扩展性

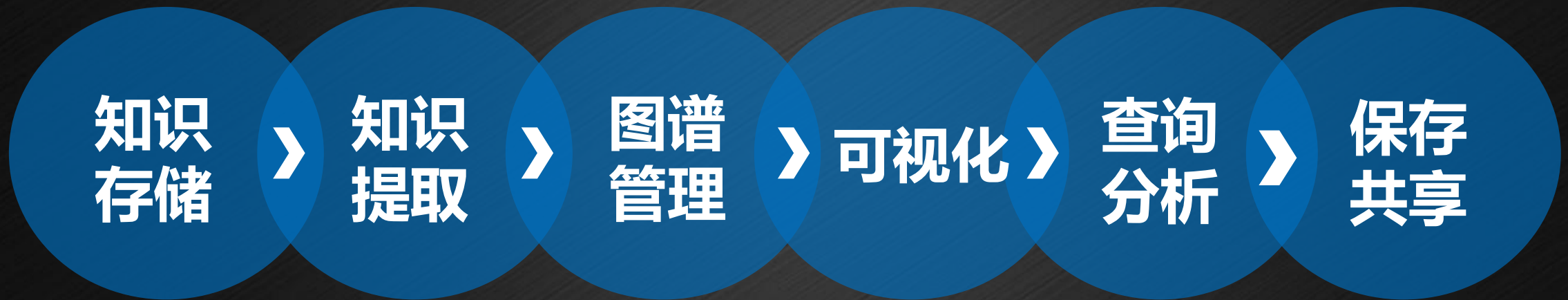
直观性

- 常见的图数据库: Neo4j、GraphDB、HugeGraph、ArangoDB...

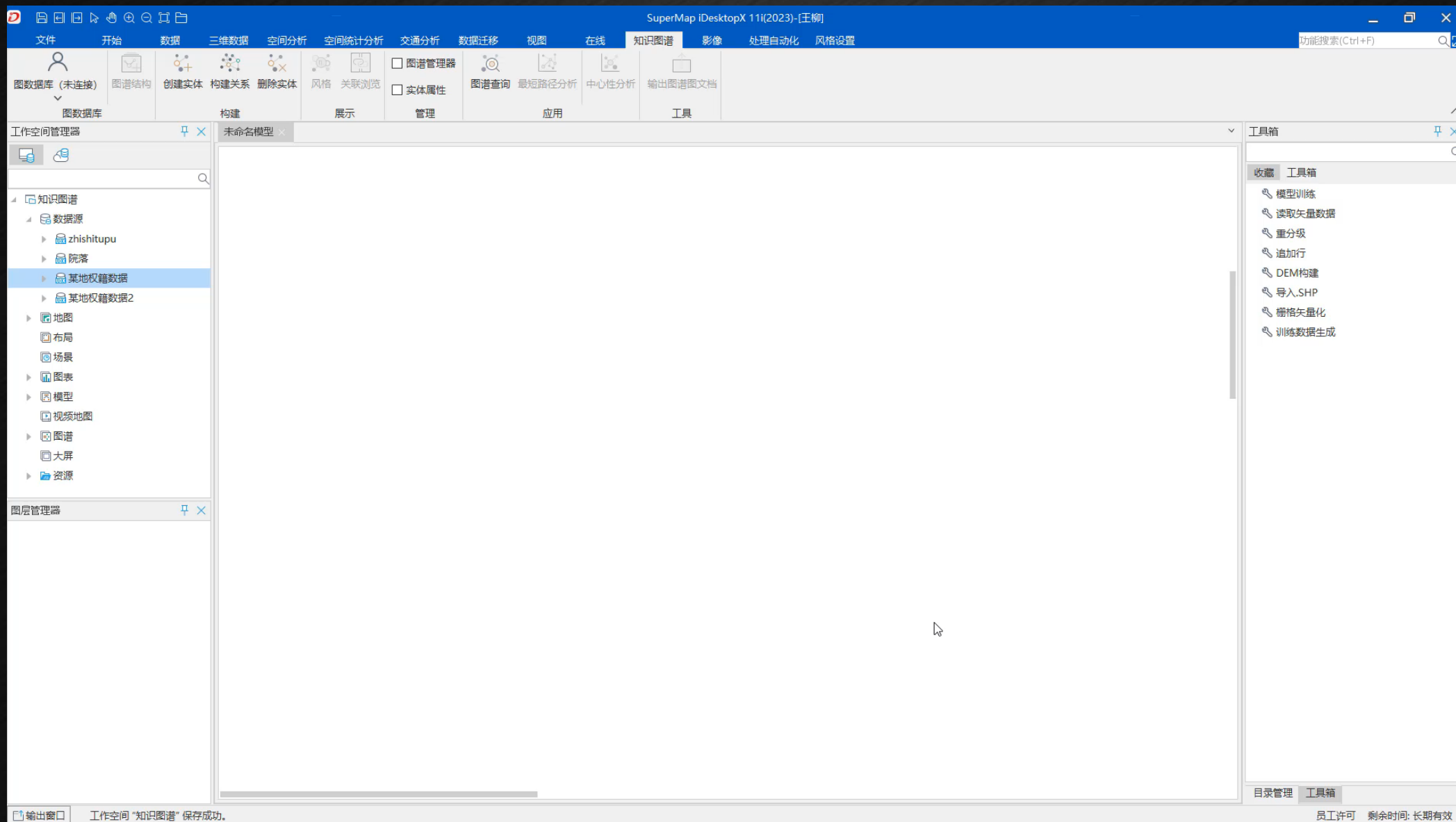
SuperMap iDesktopX知识图谱产品研发进展



SuperMap iDesktopX知识图谱模块的能力



知识图谱构建——以不动产数据为例



SuperMAP发挥GIS的优势，帮助大家更好的理解地理实体语义化、更便捷的实现地理实体语义化！助力管理部门提升治理水平，服务社会经济高质量发展！



Thank You All!

GISTC
空间智能 因融至慧

2023地理信息软件技术大会
2023 Geospatial Information Software Technology Conference