



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

广州市新型基础测绘和 实景三维建设的研究与应用

林 鸿/副院长

广州市城市规划勘测设计研究院

2023.6

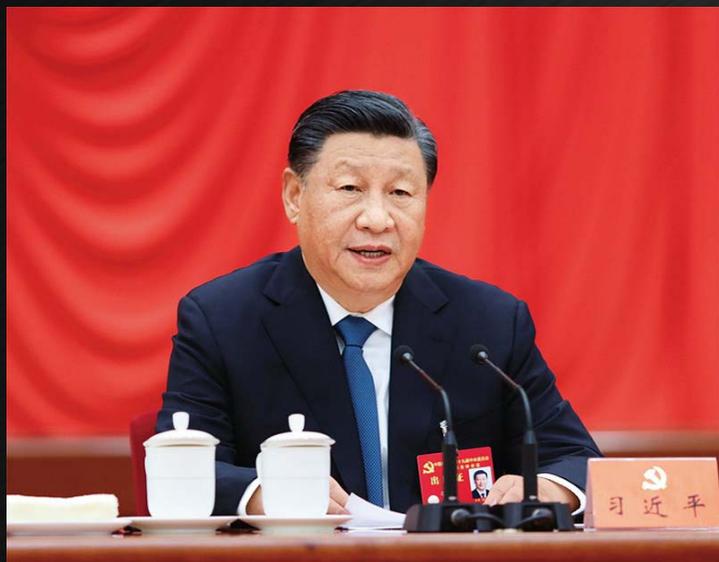
目录

- 1 项目背景
- 2 项目实施
- 3 示范应用
- 4 项目总结



项目背景

1.1 国家要求

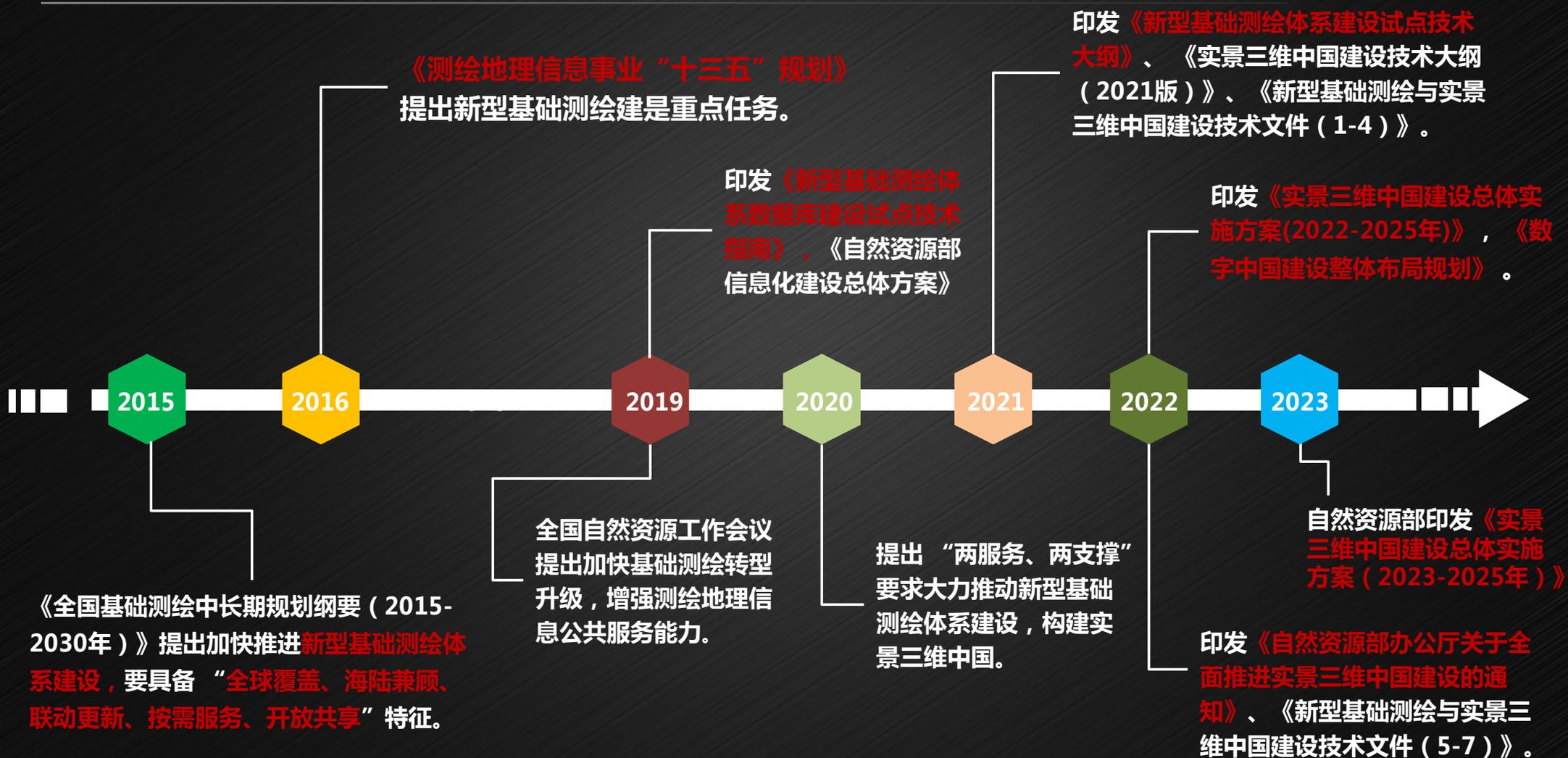


2018年4月22日，首届数字中国建设峰会在福建召开，**习近平总书记**专门发了贺信，强调“**以信息化培育新动能，用新动能推动新发展，以新发展创造新辉煌**”。

2021年9月16日，习近平总书在首届北斗规模应用国际峰会中指出：“当前，全球数字化发展日益加快，**时空信息，定位导航服务成为重要的新型基础设施**”。



1.2 部委部署



1.3 我院行动

2019年12月，我院成立工作专班，先后赴武汉、上海、北京等试点城市调研，开展广州新型基础测绘体系研究；

2020年10月，向《广东省城市感知与监测预警企业重点实验室战略性科技创新重点专项》申请开展“广州市新型基础测绘和实景三维建设的研究与应用”课题研究（自筹经费1300万元），2023年3月完成。

1.4 广州思考

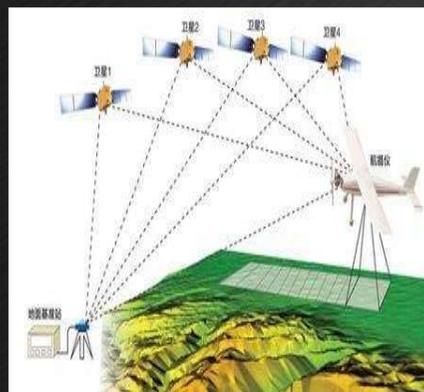
基础测绘是公益性事业。国家对基础测绘实行分级管理。

—— 中华人民共和国测绘法(2017修订) 第三章第十五条

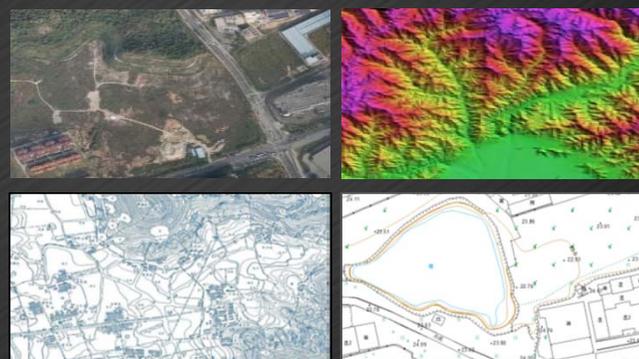
基础测绘体系



测绘基准测绘系统



航测遥感基础资料



4D数字产品



地理信息系统

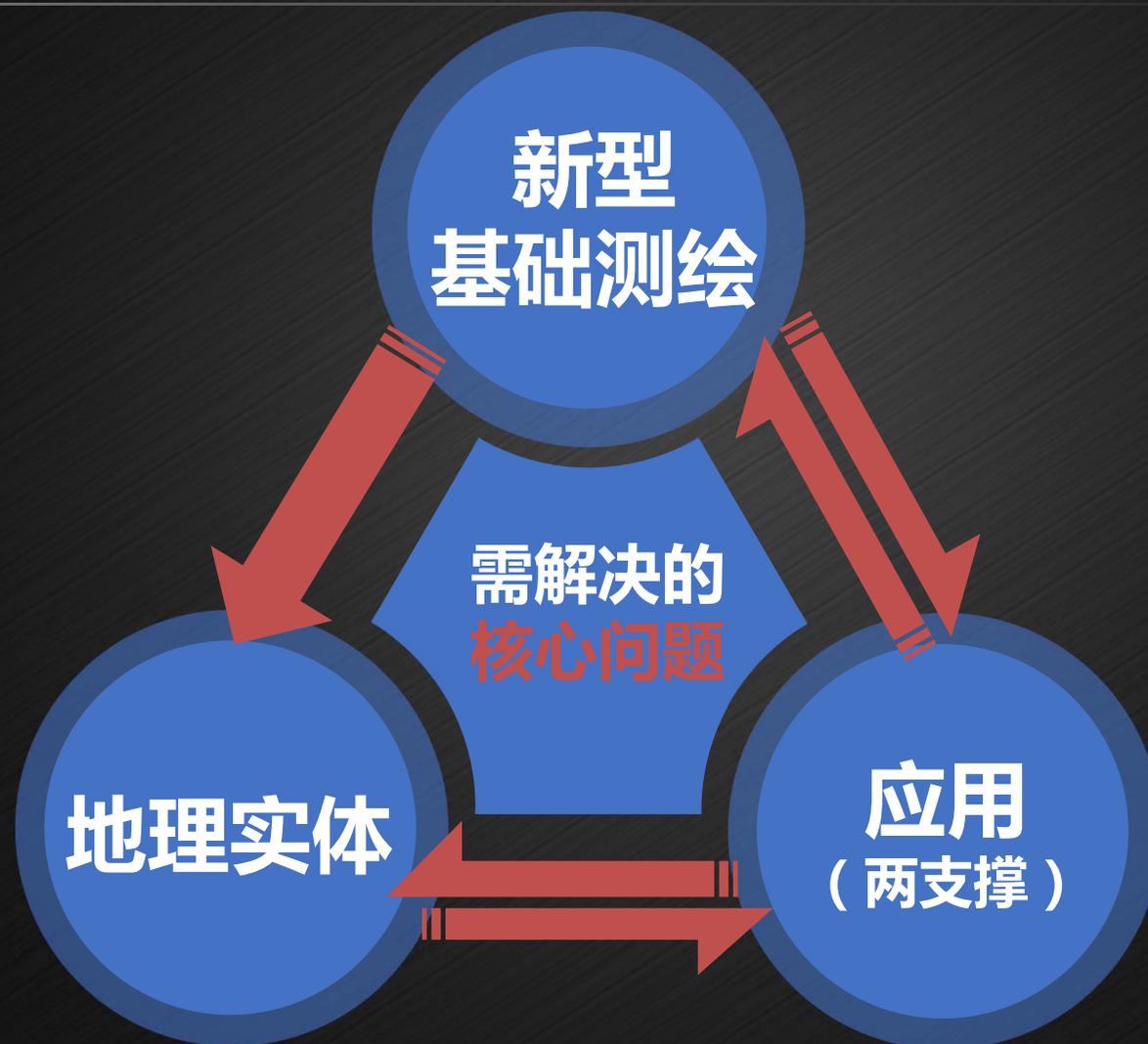
基础测绘特征

前期性 公益性 基础性

基础测绘服务

面向全社会 普适性服务

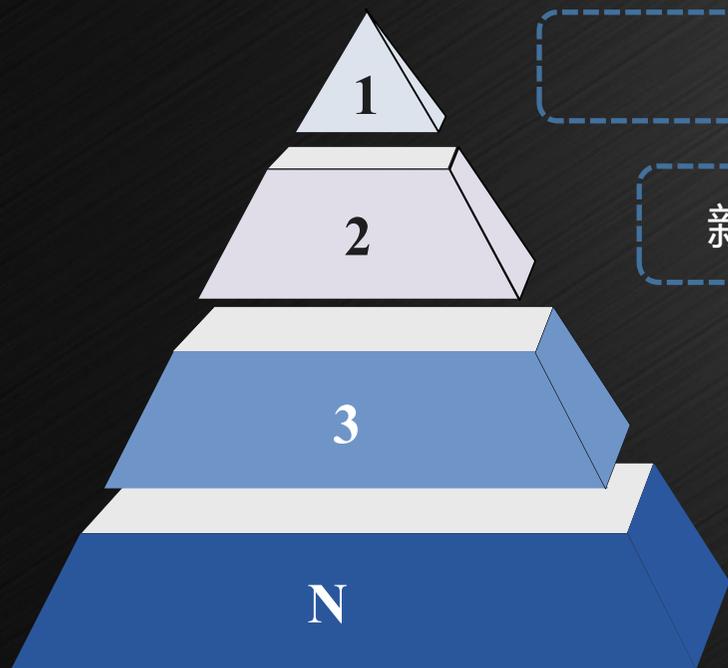
1.4 广州思考



1.5 项目研究目标

目标一 以**地理实体为核心**，按照“**1+2+3+N**”的总体思路，开展广州市新型基础测绘标准、产品、生产、技术、应用体系的探索和实践。

一套标准、二套体系、三项技术、N个应用



制定新型基础测绘标准规范

新型基础测绘生产体系；新型基础测绘产品服务体系

数据生产、数据管理、应用服务三项关键技术研究

服务自然资源“两统一”
向各行各业提供基于地理实体的地理信息服务。

1.5 项目研究目标

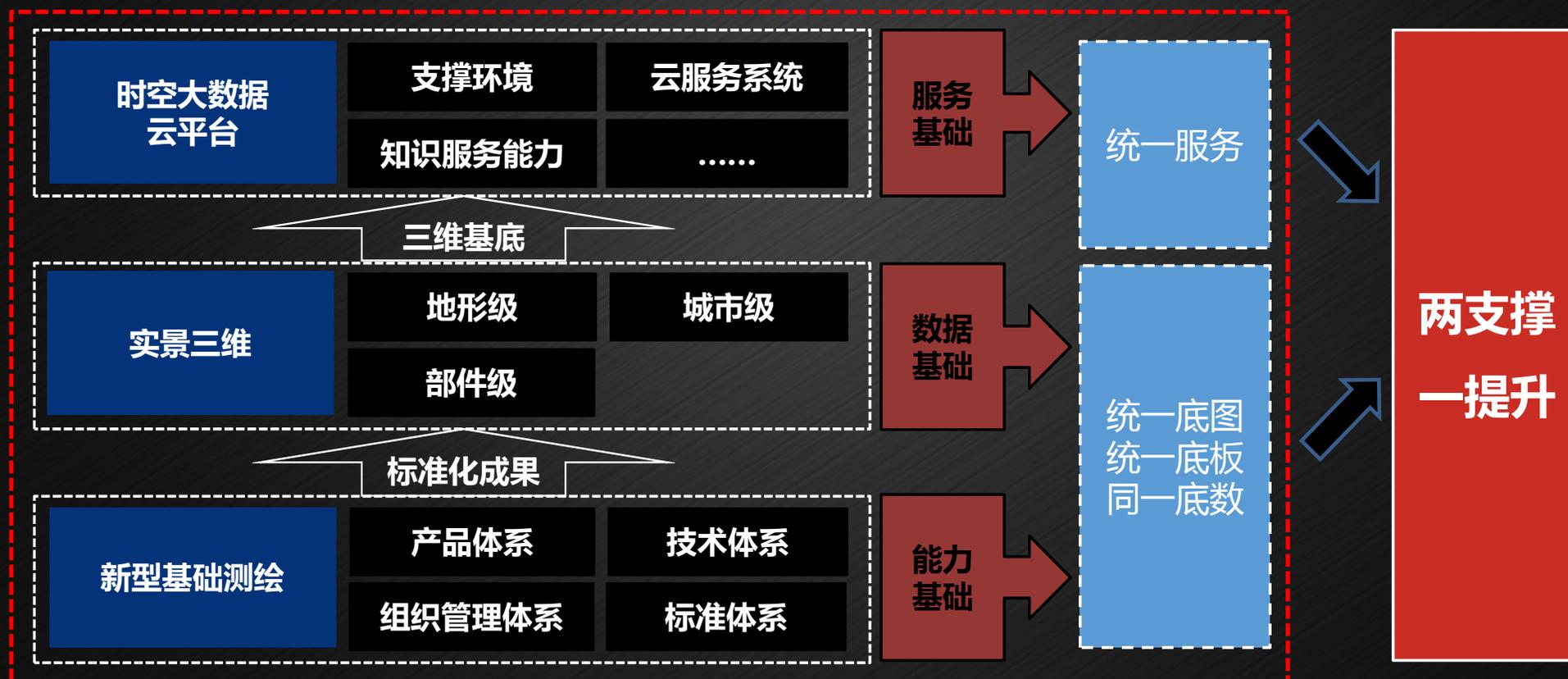
目标二

以基础地理实体作为桥梁和纽带，梳理并关联人口、经济、法人、审批管理等现有各类数据，实现“一库多能、按需组装、定制服务”。



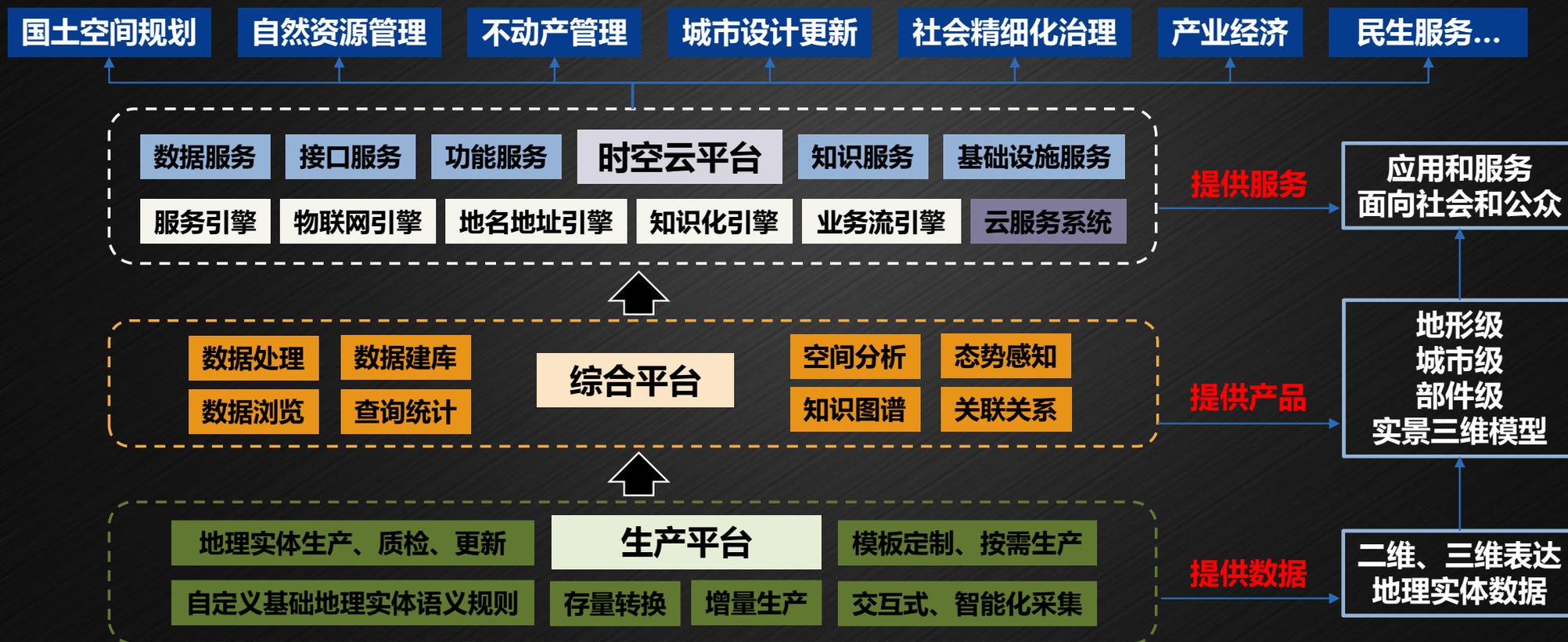
1.5 项目研究目标

目标三 面向“**两支撑、一提升**”需求，构建广州市新型基础测绘（**能力基础**）、实景三维广州（**数据基础**），为智慧广州提供统一的底图、底板、底数（**服务基础**）。



1.5 项目研究目标

目标四 以应用为出发点，面向国土空间规划、自然资源调查监测、地质灾害治理、社会精细化治理等领域开展应用。



1.5 项目研究目标

- 内容一

研究并制定广州市新型基础测绘系列**标准体系**
- 内容二

开发新型基础测绘数据**生产平台**
- 内容三

开展**试点生产和示范应用**
- 内容四

开发实景三维广州应用**服务平台**
- 内容五

开展地理实体**智能化识别提取**关键技术研究
- 内容六

开展基础地理实体**变化发现与更新**技术研究



2

项目实施

2.1 总体设计：应用（规划需求）

设立专项子课题，开展了《面向国土空间规划和自然资源统一管理的新型基础测绘成果需求及应用》研究

广州市新型基础测绘体系建设【2021科研(院)116】三级子课题

面向国土空间规划和自然资源统一管理的 新型基础测绘成果需求及应用

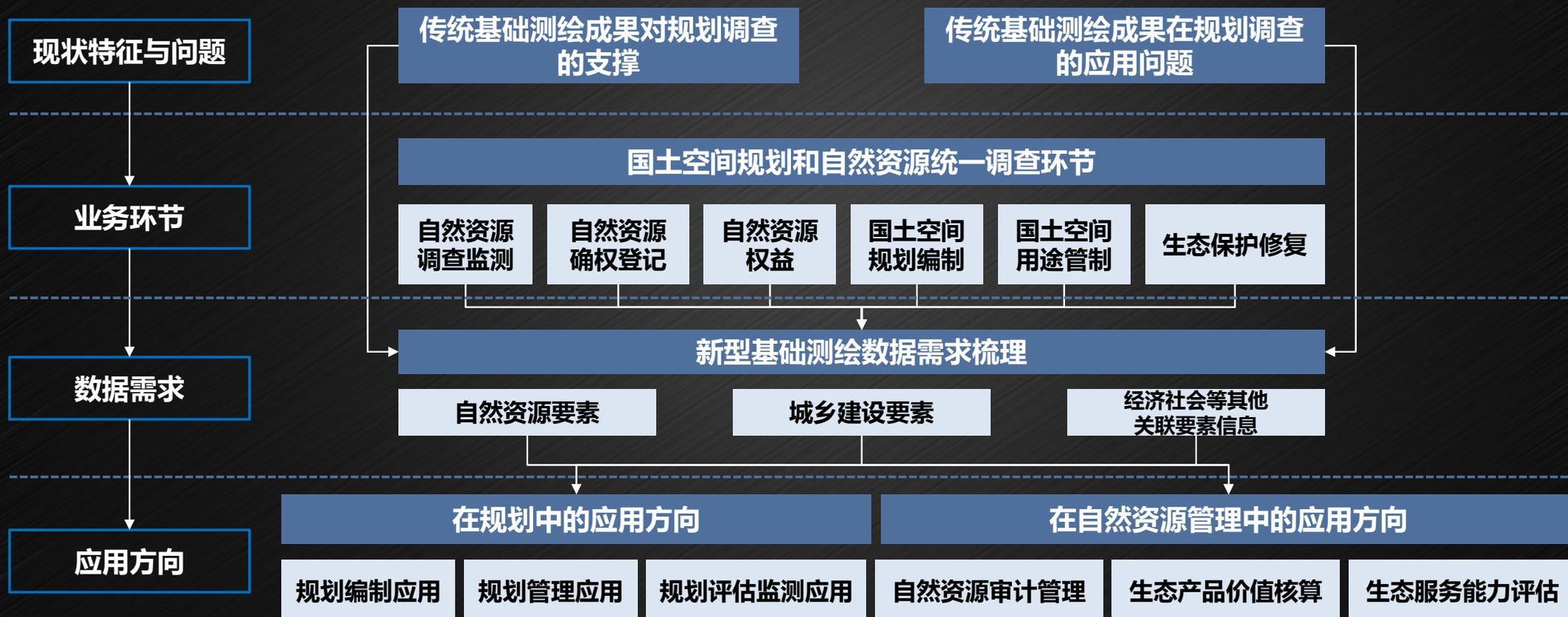
国土与空间规划设计所

2022.07



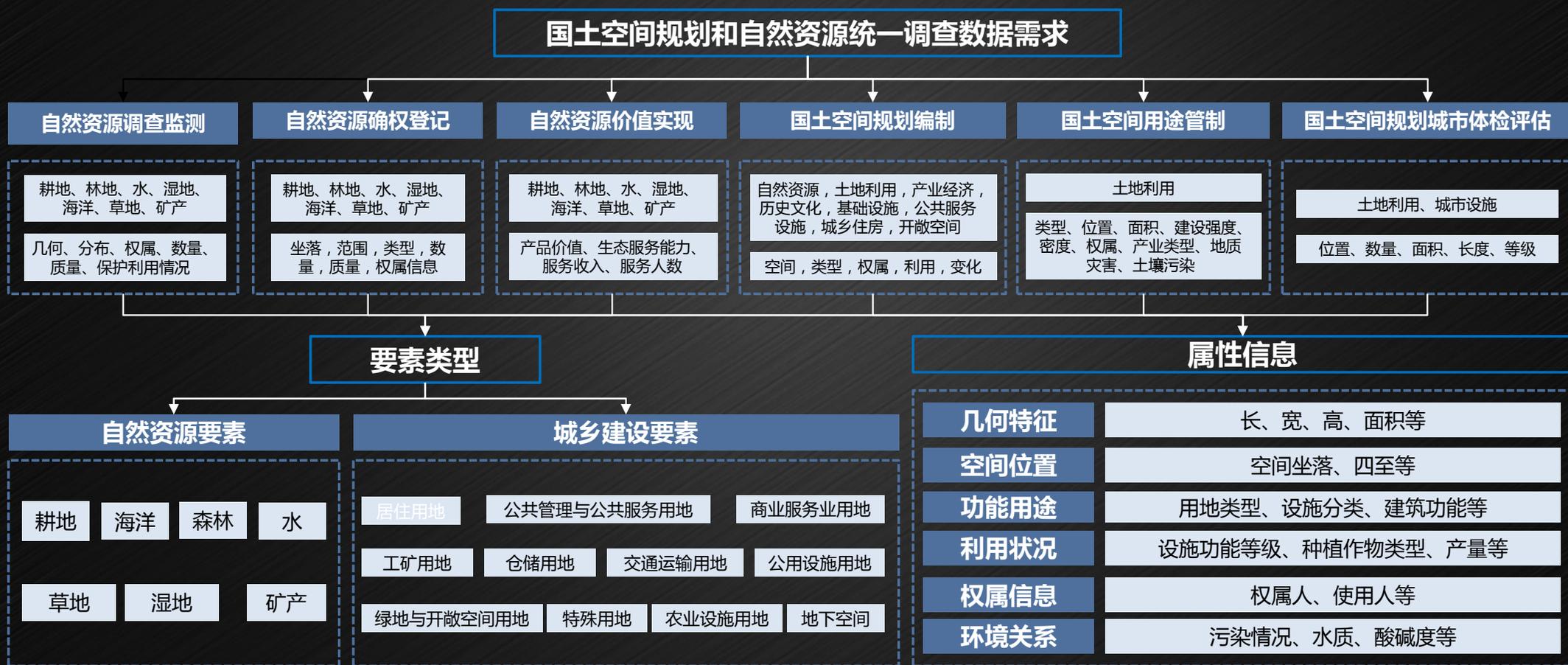
2.1 总体设计：应用（规划需求）

建立“**业务梳理**——**数据需求**——**应用方向**”的技术路线



2.1 总体设计：应用（规划需求）

国土空间要素由7类自然资源要素、11类城乡建设要素和6类属性信息构成



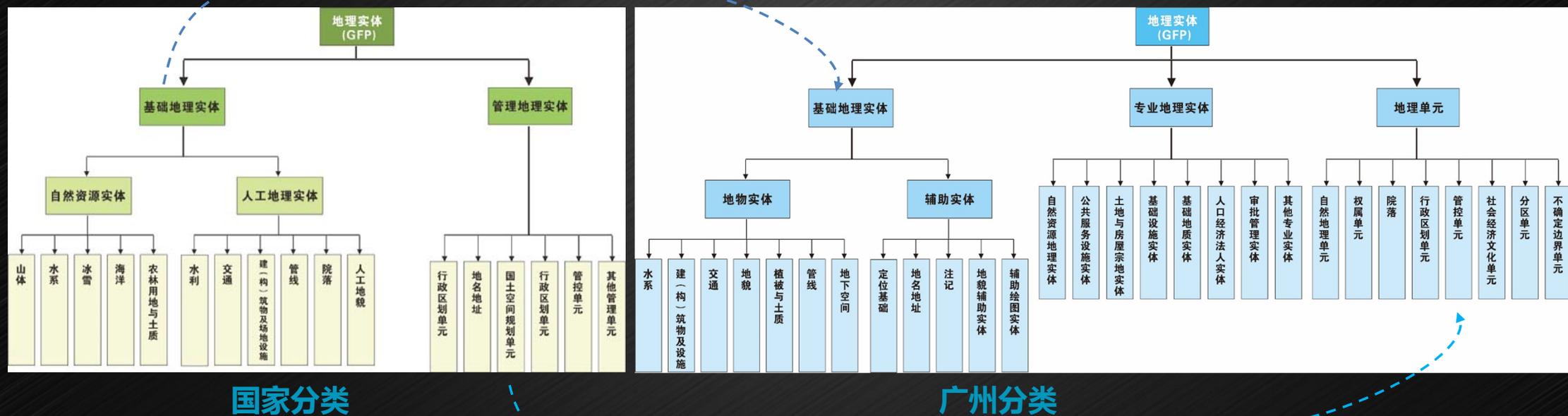
2.1 总体设计：应用（规划需求）

从**规划编制底图生成**、**空间格局识别**、**要素支撑保障能力分析**三个方面提出新型基础测绘成果的应用路径和主要方向。



2.1 总体设计：地理实体（分类）

坚持**继承与发展**原则，从应用的角度出发，将地理实体分为**基础地理实体、专业地理实体、地理单元**三类。



2.1 总体设计：地理实体（编码）

全球三维剖分网格：以GEOSOT为基础，提出了一种地球全空间平面四叉树+高度二叉树的剖分方法，能按二维、三维地理实体类型自适应空间位置编码。

- **三维立体、网格正交、无缝全覆盖**

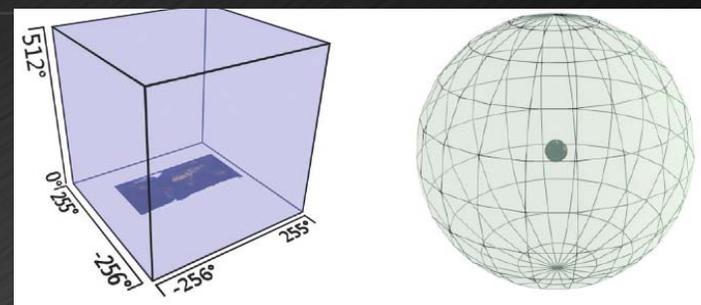
立方体网格具有粒度均匀，无缝覆盖整个地球球体特点，非常适合于空间数据的组织与表达

- **三维对象完整性**

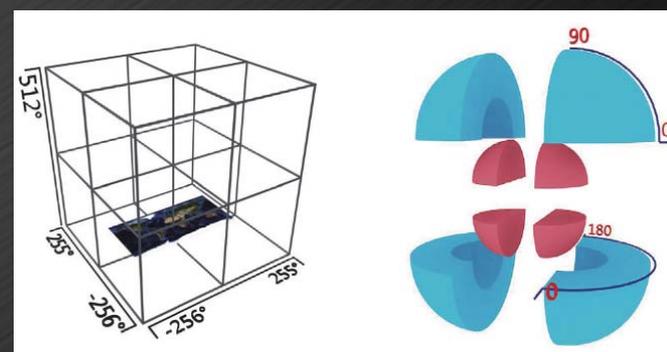
下级立方体网格不能容纳的，放入上一级，完整表达三维对象

- **编码形式简单，便于计算**

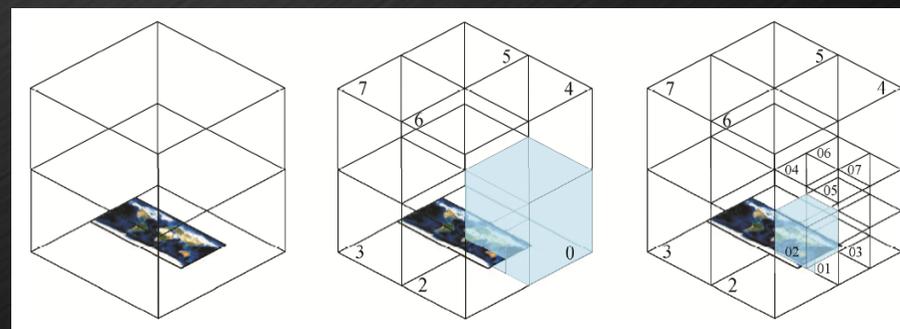
剖分存储与现有分布式数据库类似，编码形式简单，适合于计算机高效运算



第0级体块



第1级体块



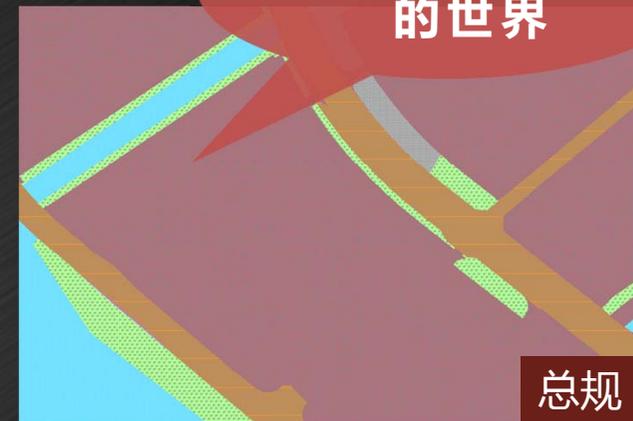
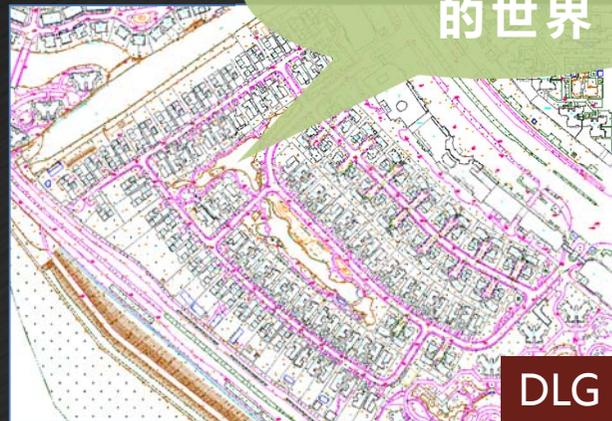
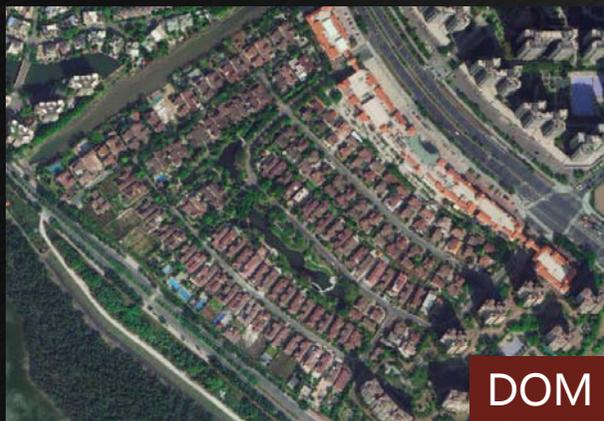
第N级体块

2.1 总体设计：地理实体（自然资源地理实体）

测绘与规划对现实世界的描述

测绘人眼中的世界

规划人眼中的世界



一个世界，多种分类

2.1 总体设计：地理实体（自然资源地理实体）

2020年11月，自然资源部发布《**国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南**》（试行）。

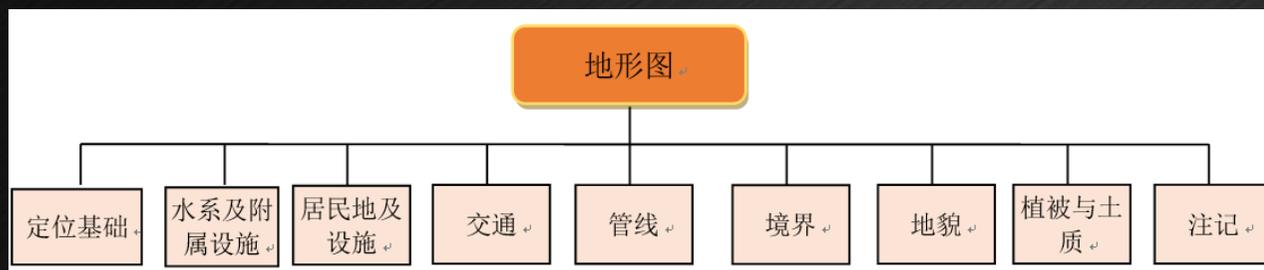
- **制定目的**：为履行自然资源部“两统一”职责，在整合原《**土地利用现状分类**》、《**城市用地分类与规划建设用地标准**》、《**海域使用分类**》等分类基础上，建立全国统一的国土空间用地用海分类。
- **适用范围**：国土调查、监测、统计、评价，国土空间规划、用途管制、耕地保护、生态修复，土地审批、供应、整治、执法、登记及信息化管理等工作。
- **使用原则**：①**国土调查**以**一级类和二级类**为基础分类，**三级类**为**专项调查**和**补充调查**的分类。
②**国土空间总体规划**主要使用**一级类**，**国土空间详细规划**以及相关**专项规划**主要使用**二级类和三级类**。

国土空间调查、规划、用途管制
用地用海分类指南
(试行)

自然资源部
二〇二〇年十一月

2.1 总体设计：地理实体（自然资源地理实体）

(1) 地形图、用地用海分类对照



地形图分类（3级）：
 一级类9个
 二级类69个
 三级类342个

用地用海分类



用地用海分类（3级）：

(1) 地上
 一级类24个
 二级类106个
 三级类39个

(2) 地下
 一级类4个
 二级类3个

2.1 总体设计：地理实体（自然资源地理实体）

(2) 建立地形图（地形地貌）三级类与用地用海各级类、三调各级类的映射

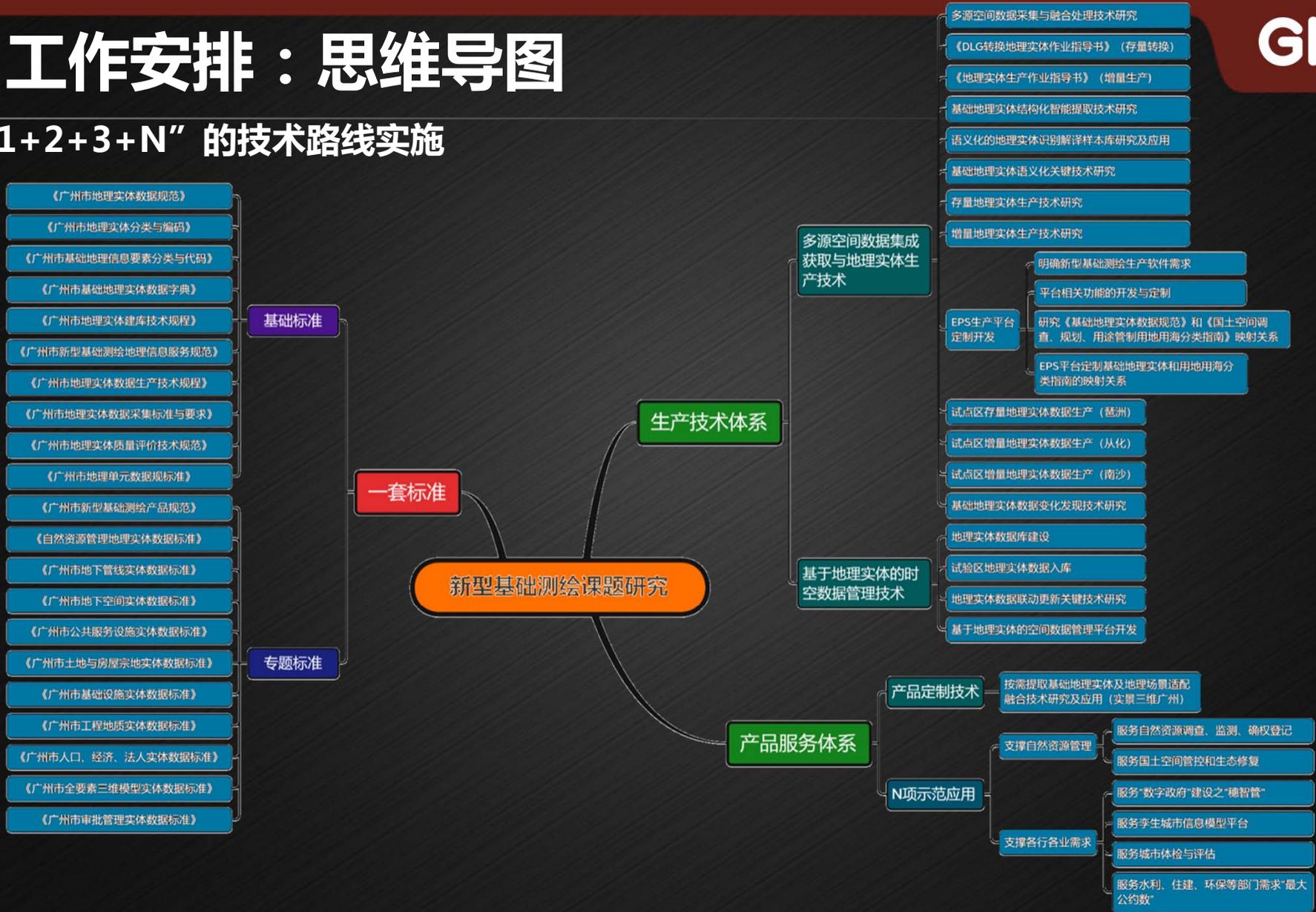
地形图与用地用海的映射（部分）

序号	地理信息要素			映射关系	用地用海单元				关系类型
	一级类	二级类	三级类		一级类	名称	二级类	名称	
1	植被与土质	耕地	稻田	→	01	耕地	0101	水田	多对一
2			水生作物地		01	耕地	0102	水浇地	一对一
3			菜地		01	耕地	0103	旱地	一对一
4			旱地		02	园地	0201	果园	一对一
5		园地	果园		02	园地	0202	茶园	一对一
6			茶园		02	园地	0203	橡胶园	一对一
7			橡胶园		02	园地	0204	其他园地	多对一
8			桑园		03	林地	0301	乔木林地	多对一
9		林地	经济作物地		03	林地	0302	竹林地	一对一
10			有林地		03	林地	0303	灌木林地	一对一
11			疏林		03	林地	0304	其他林地	多对一
12			竹林（大面积）		03	林地	0301	乔木林地	一对多
13		大面积的灌木林							
14		未成林							
15		苗圃							
16		迹地（宜林地）							



2.2 工作安排：思维导图

按照“1+2+3+N”的技术路线实施



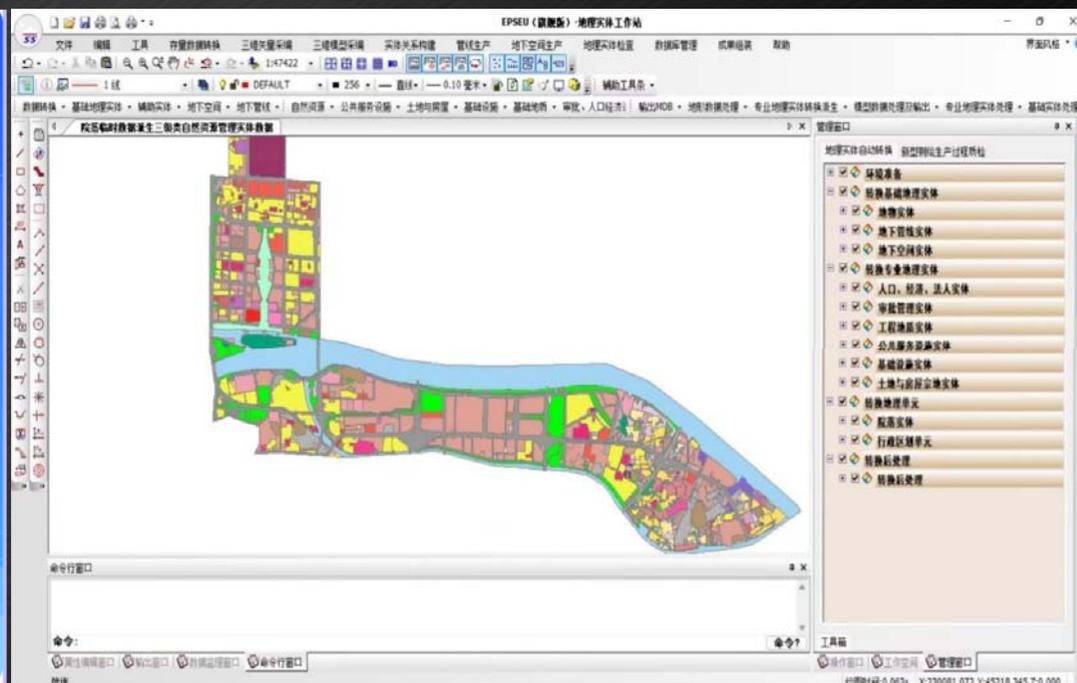
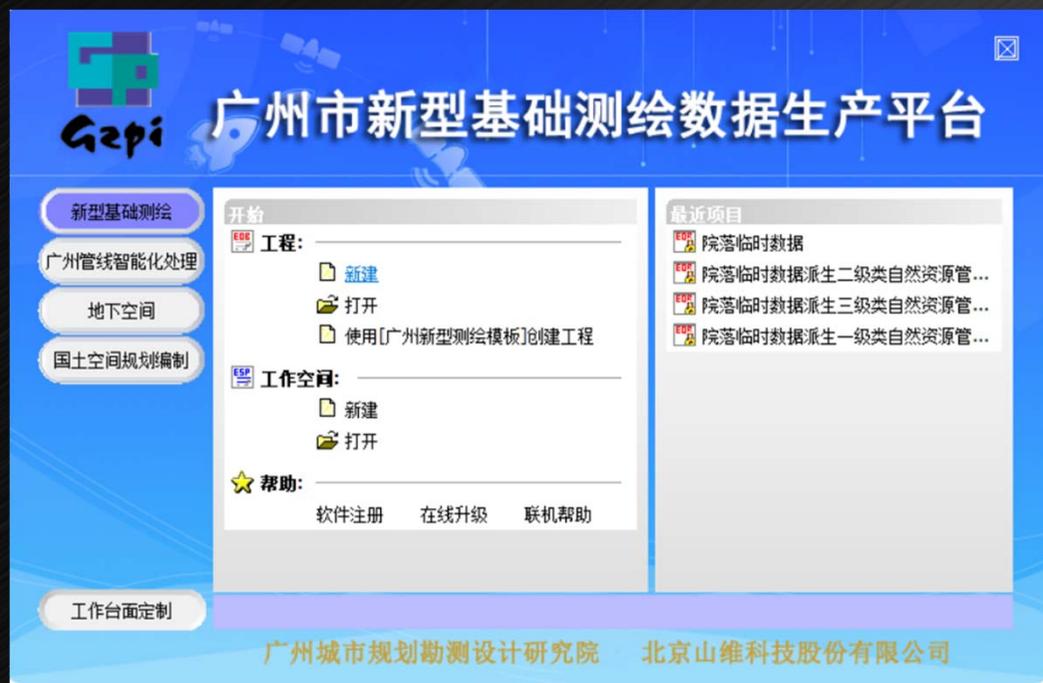
2.2 工作安排：具体任务

划分6个子课题，42项具体任务

课题四 地理实体数据管理应用综合平台研发		课题五 地理实体智能化识别提取关键技术研究		课题六 地理实体更新与实景三维广州适配技术	
序号	课题四 地理实体数据管理应用综合平台研发	序号	课题五 地理实体智能化识别提取关键技术研究	序号	课题六 地理实体更新与实景三维广州适配技术
1	以服务于国土空间规划、自然资源调查为导向，开展广州新型基础测绘阶段性成果的总结	1	语义化的地理实体识别解译样本库研究及应用	1	基础地理实体数据变化发现关键技术研究
2	编制实景三维广州建设方案	2	基础地理实体结构化智能提取技术研究及应用	2	基础地理实体数据联动更新关键技术研究
3	基于地理实体的空间展示、管理、共享与交换平台开发	3	基础地理实体语义化关键技术研究及应用	3	按需提取基础地理实体及地理场景适配融合技术研究及应用（实景三维广州）
4	以服务于国土空间规划、自然资源调查为导向，开展广州新型基础测绘阶段性成果的总结				

2.3 工作成果：（2）数据生产平台

与北京山维科技股份有限公司共同开发



2.3 工作成果：（2）数据生产平台

平台支持基础地理实体、专业地理实体（自然资源地理实体）的**模板定制和按需生产**

基础地理实体

- 地物实体
- 辅助实体
- 地下管线实体
- 地下空间实体

专业地理实体

- 自然资源管理实体
- 公共服务设施实体
- 土地与房屋宗地实体
- 基础设施实体
- 工程地质实体
- 人口、经济、法人实体
- 审批管理实体
- 全要素三维模型实体

地理单元

- 自然地理单元
- 行政区划单元
- 权属单元
- 管控单元

生产质检与建库更新平台·软件模板

分类与编码定义 Feature Code TB表

数据图层定义 UserLayerTB表

属性表结构定义 DX_表&ST_表

地理实体定义 GE_EntityCode

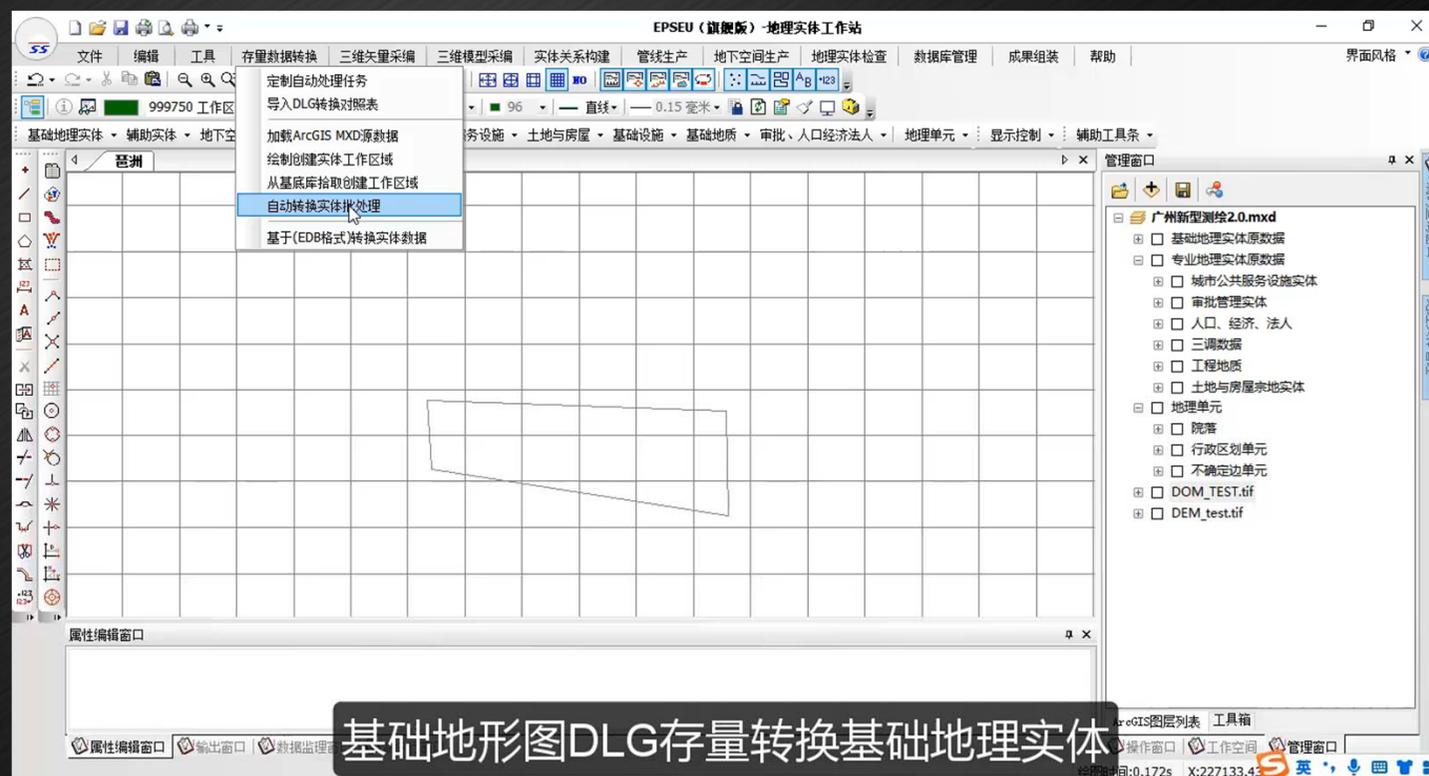
实体关联定义 Rela_+实体属性表名

语义描述定义 Words+实体属性表名

2.3 工作成果：（2）数据生产平台

功能模块：**存量数据转换、三维矢量采编、三维模型采编、实体关系构建、管线生产、地下空间生产、地理实体检查、数据库管理、成果组装等。**

- 1) 基础地形图DLG**存量转换**基础地理实体。
- 2) 基于倾斜模型**增量生产**基础地理实体。
- 3) 基础地理实体**派生地形图（DLG）**。
- 4) 基础地理实体生产**自然资源地理实体**。
- 5) 基于倾斜模型批量生成**建模物白模**。
- 6) 基于倾斜模型批量生成**倾斜单体**。
- 7) 批量生产**DEM、DOM单体**。
- 8) 支持**部件模型**采集。
- 9) 批量生成**点云单体**。
- 10) 支持**管线三维模型**建立。
- 11) **地下空间三维模型**建立。
- 12) **实体关联语义**设置。
- 13) **实体关系**自动构建。
- 14) **实体关系**交互构建。
- 15) **实体关系**语义化。



2.3 工作成果：（3）试点区域数据生产

在广州中部、北部、南部选定**三个试验区**，分别对应**存量数据改造**、**增量数据生产**、**混合模式生产**三类试验，总面积约**70平方公里**，综合体现城、山、水、林、田、湖、海、草。

01 存量数据改造

珠江新城+琶洲试验区
(20平方公里)

- (1) 利用**现有基础地理信息** (DLG、地下管线) 生产**基础地理实体**
- (2) 利用**基础地理实体**生产**自然资源地理实体**

02 增量数据生产

从化试验区
(1.5平方公里)

- (1) 利用**地理场景**生产**基础地理实体**
- (2) 利用**地理场景**生产**自然资源地理实体**
- (3) 利用**基础地理实体**生产**DLG**

03 混合模式生产

南沙试验区
(50平方公里)

- (1) 利用**地理场景更新**基础地理实体数据
- (2) 利用**基础地理实体更新**自然资源地理实体
- (3) 利用**基础地理实体更新**DLG



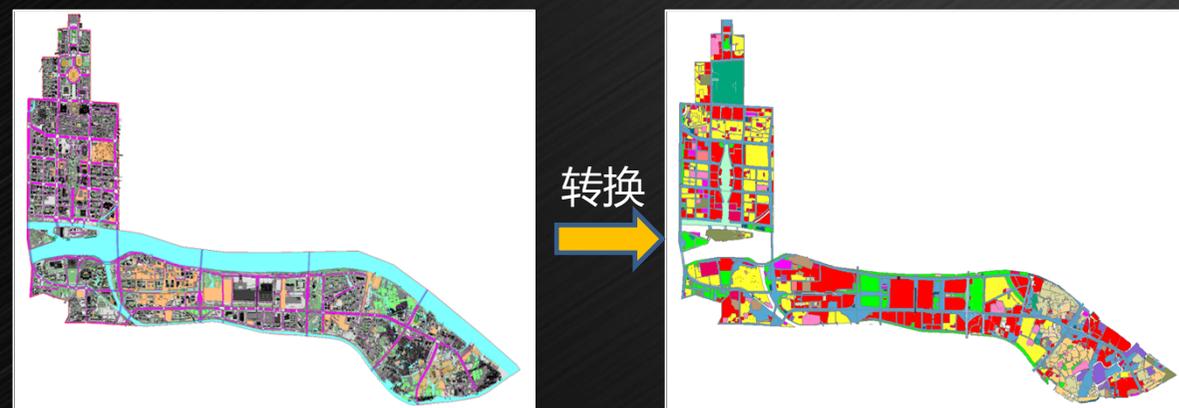
2.3 工作成果：（3）试点区域数据生产

琶洲——存量数据改造试验区

① 存量数据转换（琶洲）

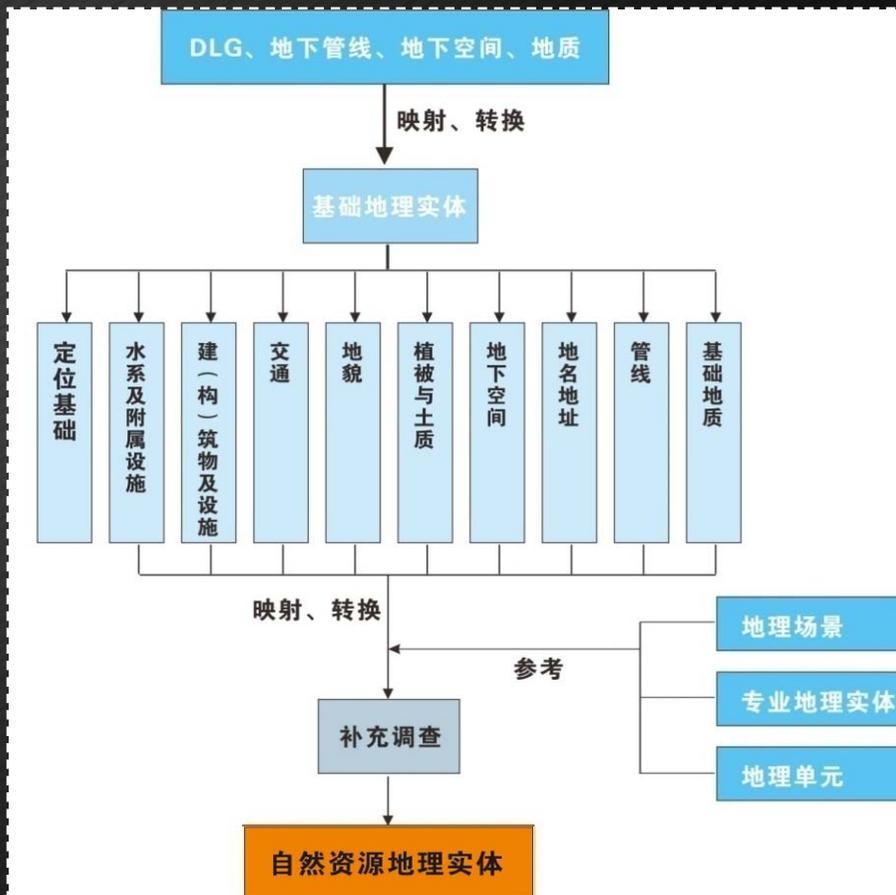


DLG 转换准确率达到95%以上 基础地理实体



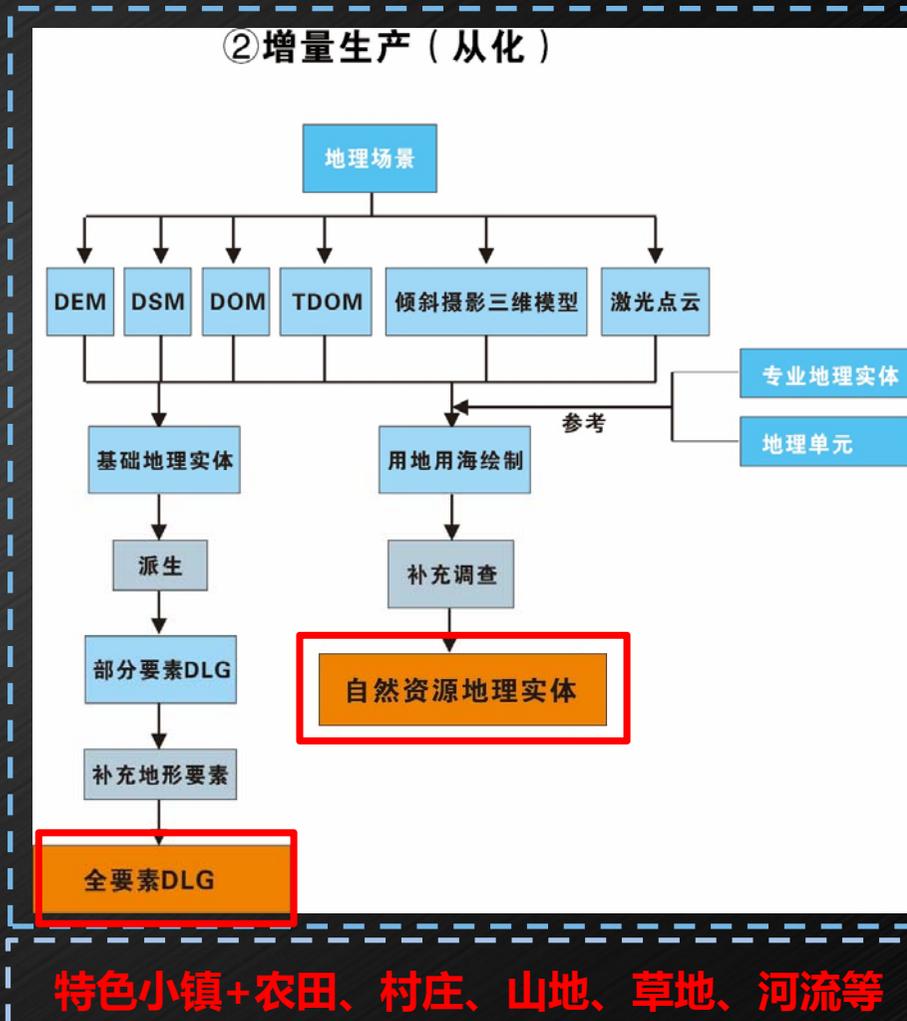
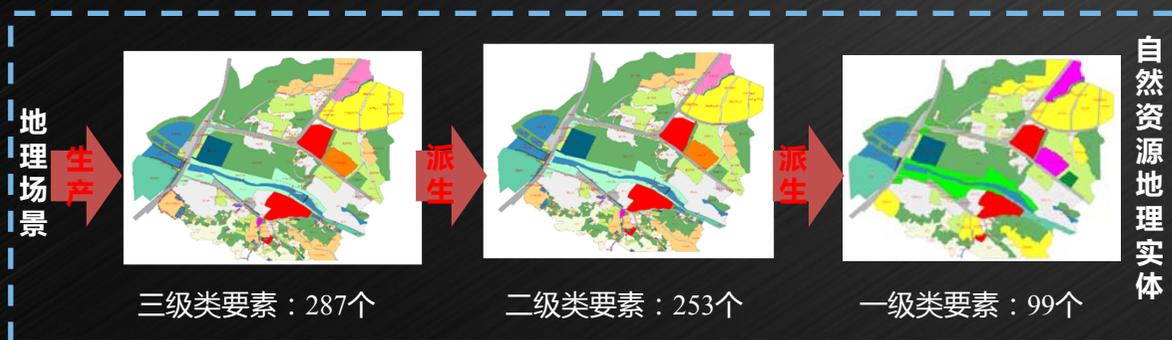
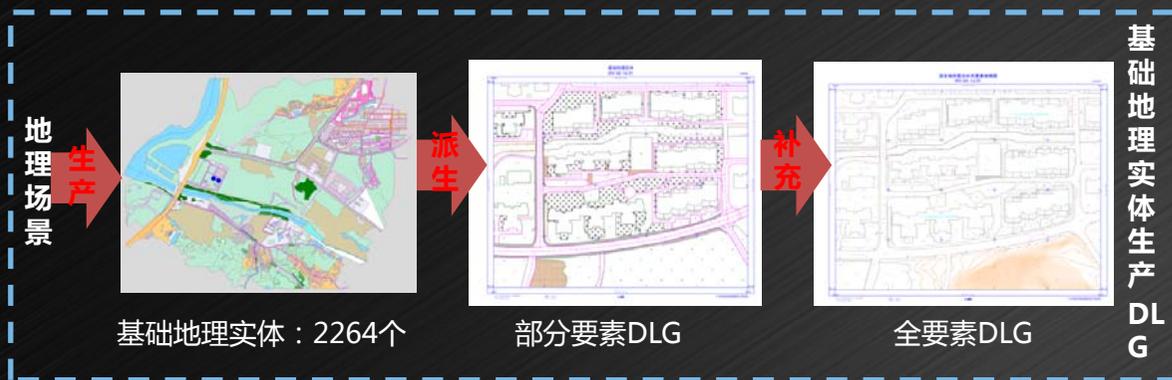
基础地理实体

自然资源地理实体



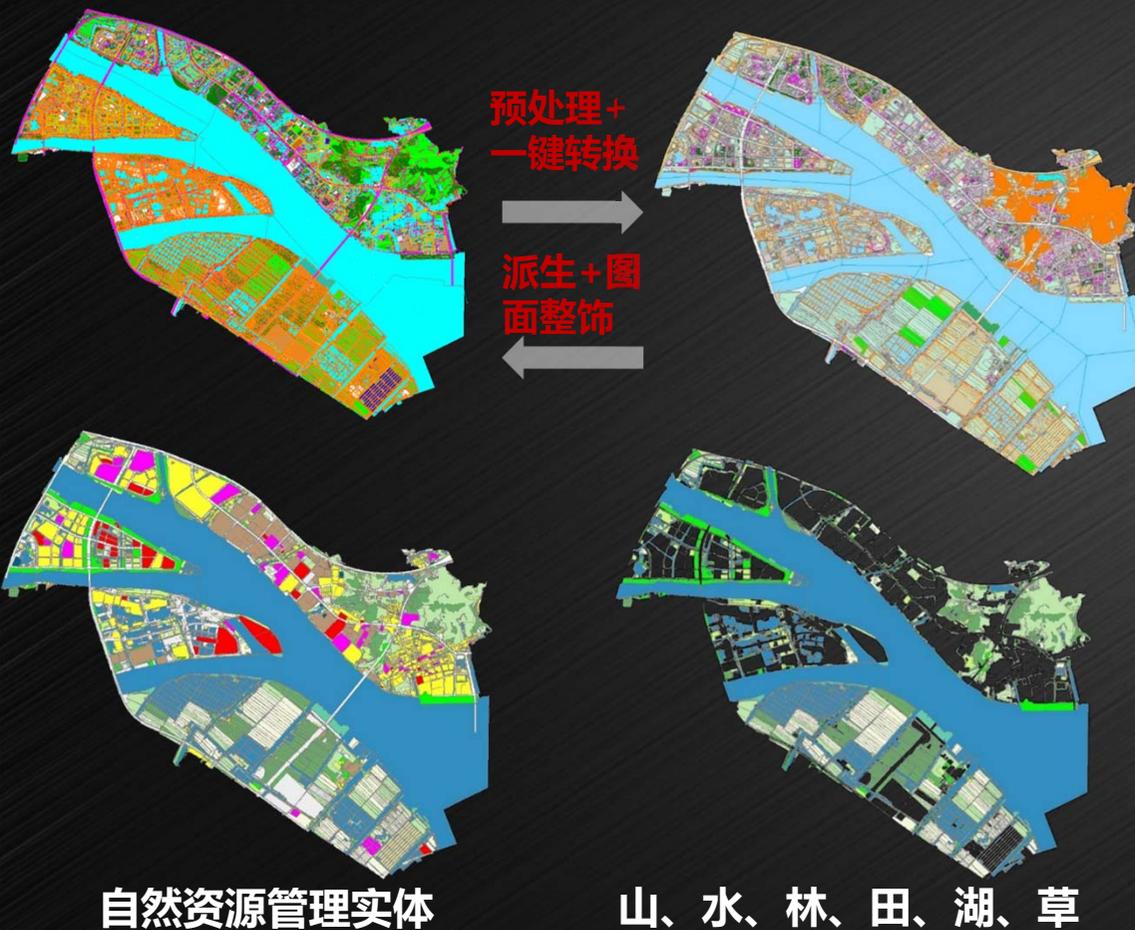
2.3 工作成果：（3）试点区域数据生产

从化生态小镇——增量数据生产试验区

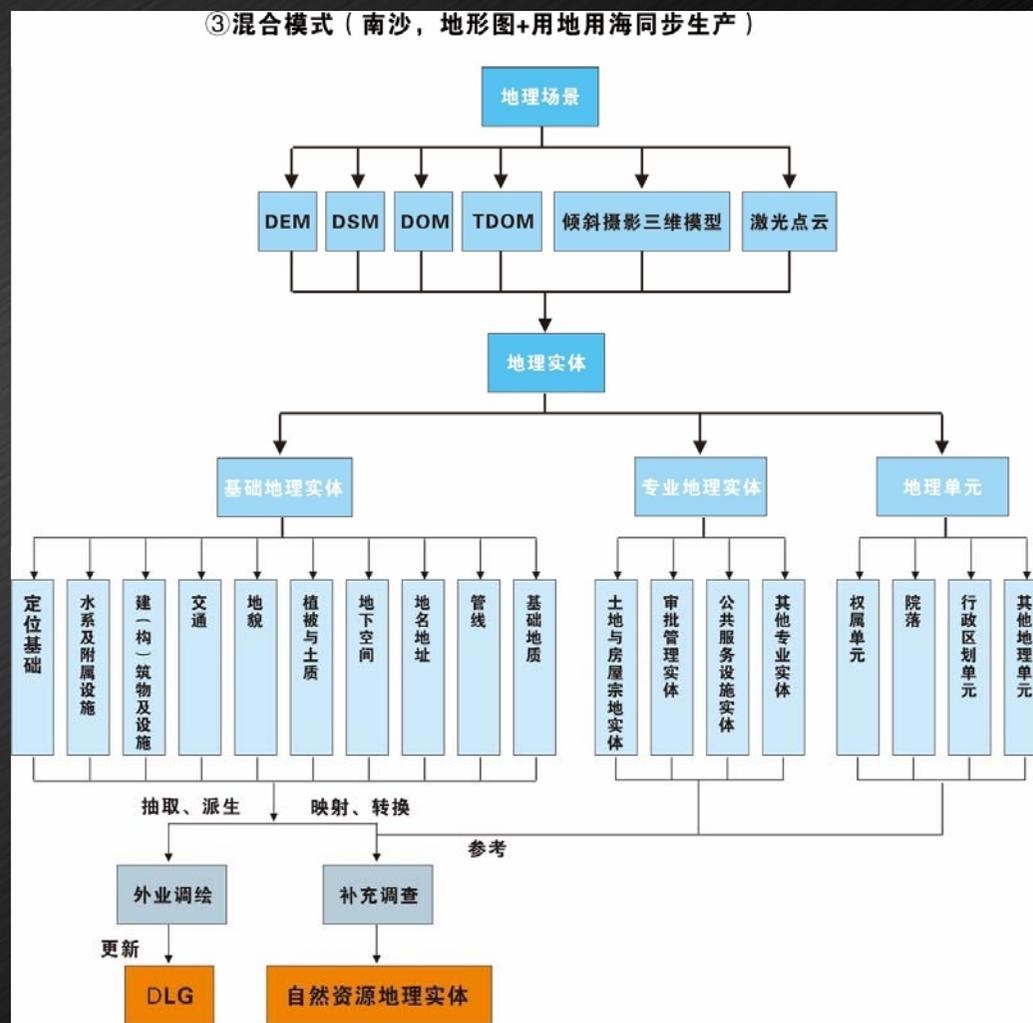


2.3 工作成果：（3）试点区域数据生产

南沙——混合模式生产试验区



③混合模式（南沙，地形图+用地用海同步生产）



2.3 工作成果：(4) 应用服务平台

实景三维广州应用服务平台

实景三维 广州市 我的收藏

分类管理

请输入关键字搜索

- 试验区
- 广州市
 - 地理场景(3.15万平方公里)
 - DEM/DSM(7434平方公里)
 - DOM/TDOM(1.49万平方公里)
 - 倾斜实景模型MESH(1728平方公里)
 - 激光点云Lidar(7434平方公里)
 - 地理实体(2839.88万个)
 - 基础地理实体(1212.17万个)
 - 地物实体(896.97万个)
 - 辅助实体(315.21万个)
 - 专业地理实体(1541.90万个)
 - 地理单元(85.81万个)
 - 物联感知(20个)
 - 城市物联感知数据(20个)

显示全部分类

象岗山社区

洪庆坊社区

截图 Shift+Alt+A

实体标识码 请输入关键字

广州市

广州市

地理场景 3.15 万平方公里

地理实体 2839.88 万个

物联感知 20 个

DEM/DSM	7434	平方公里	DOM/TDOM	1.49	万平方公里
倾斜实景模型MESH	1728	平方公里	激光点云Lidar	7434	平方公里

单位:个

DEM/DSM	7434
倾斜实景模型MESH	1728
总计	14868

2.3 工作成果：（5）地理实体智能化识别提取关键技术研究

语义化的地理实体识别解译样本库研究及应用：以《广州市地理实体分类与编码》为标准，建立了语义化地理实体样本库类别体系，开展了典型地理实体提取、自然资源地理实体分类。



2.3 工作成果：(6) 基础地理实体变化发现与更新技术

基础地理实体联动更新关键技术研究：按照变化识别、关联分析、联动更新开展研究。

1、地理实体关联关系分析

2、广州基础地理实体关联关系汇总

3、联动更新案例应用

国家关联关系描述集

关系类型	实体关系	语义描述集
空间关系	空间拓扑关系	空间包含、空间被包含、相交；重叠、相邻、重合；覆盖
	空间距离关系	很近、近、邻近、远、很远
	方位关系	八方方位 东方、南方、西方、北方、东北方、东南方、西南方、.....
类属关系	上下位关系	上方、下方
	等级关系	(结构/地形)属于、(结构/地形)包含、实体聚合、实体包含
	整部关系	类型属于、类型包含
	属种关系	概念属于、概念包含
	实例关系	概念属于、概念包含
依赖关系	依赖于、被依赖	
等同关系	同义、近义、反义	
时间关联关系	时间关联关系	变更前、变更后

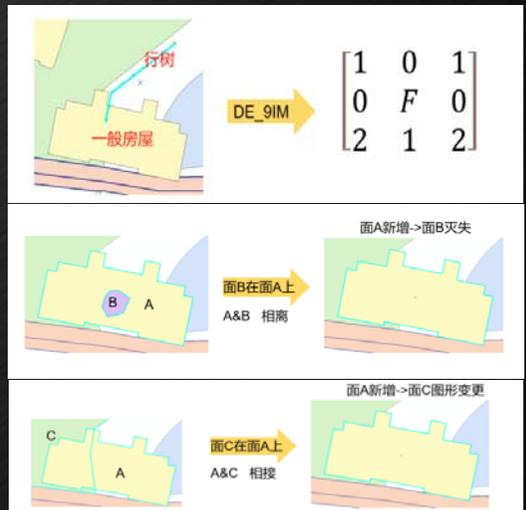
广州关联关系描述集

关系类型	实体关系	语义描述集	
空间关系联动	单纯拓扑关系	点-线 线-面	
	空间拓扑关系	相离disjoint	
		相接touch	
		相交intersects	
		真包含within	
		叠置overlap	
	包含contain		
	交叉cross		
	相等equal		
	类属关系	整部关系	
属种关系			
实例关系			
依赖关系			
业务关系			
属性关系联动	属性逻辑关系	属性依赖 属性联动	

- 参考国家基础地理实体的语义信息描述
- 结合广州基础地理实体数据分类
- 分析总结广州基础地理实体间的关联关系

基础地理实体类别			实体关系			关系示例		
大类	中类	小类	关系名称	关系类型	关系名称	关系类型	关系名称	关系类型
河流	河道、沟渠、干河、干河、干河	河道	包含关系	整部关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	交叉关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	相交关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
		河道	空间拓扑关系	包含关系	渠	渠	渠	渠
湖泊、水库、池塘	湖泊	湖泊	包含关系	整部关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	相交关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	相交关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
		湖泊	空间拓扑关系	包含关系	湖	湖	湖	湖
海洋	海洋	海洋	包含关系	整部关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	相交关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	相交关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海
		海洋	空间拓扑关系	包含关系	海	海	海	海

- 导入增量数据集
- 根据基础地理实体变更行为及关联类型提取关联对象
- 分析主导变更对象与关联对象之间的联动规则，判断变更操作
- 根据变更行为-数据操作执行实体更新



广州基础地理实体关联关系规则

广州基础地理实体关联关系汇总

广州范式的基础地理实体联动更新案例

3

示范应用

3.1 八大示范应用 (1)

广州市国土空间规划



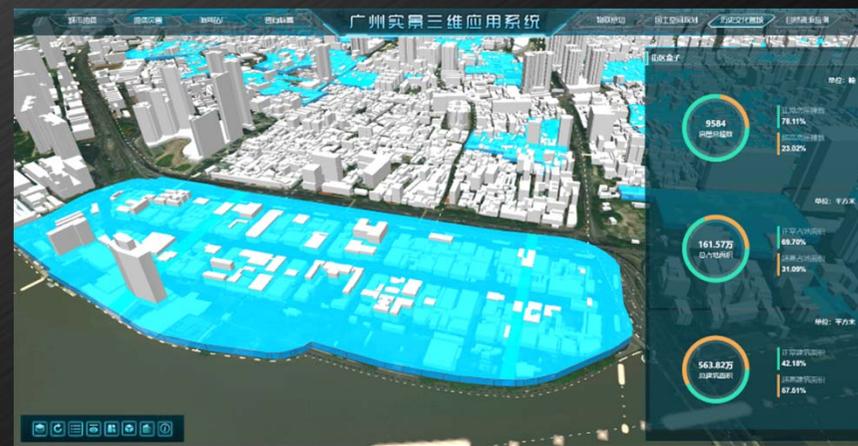
地质灾害监测与预警



自然资源调查与监测预警



历史文化名城管理



3.2 行业应用

基于SuperMap强大的功能，打造了多个行业应用



智慧白云指挥调度平台



番禺区数字孪生应用示范平台



构建南沙先行启动区实景三维空间底座

实景三维南沙先行启动区空间底座



智慧楼宇示范平台

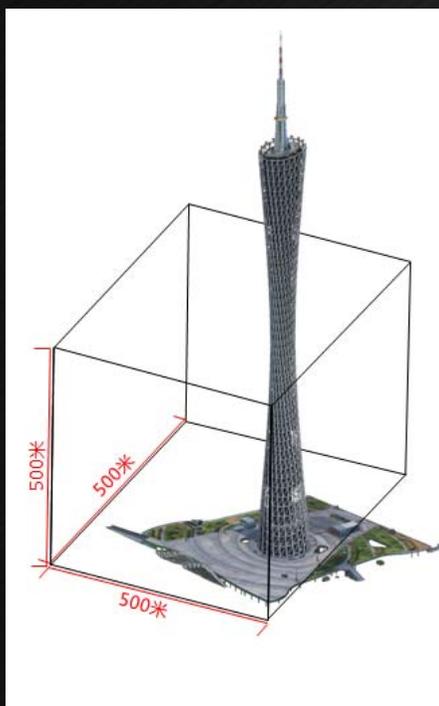
4

项目总结

4.1 创新点

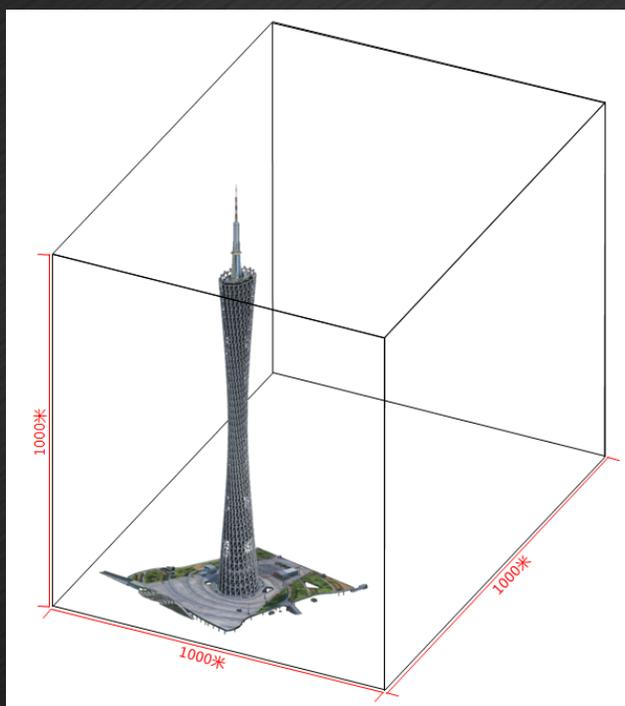
1、提出了一种**基于多维空间剖分**的二三维地理实体编码方法，保证了二三维地理实体表达的完整性。

网格编码：
G340414141535052424350404153404050515



第17级 (500m)
广州塔不能完整表达

网格编码：
G3404141415350524243504041534040505



第16级 (1000m)
广州塔完整表达

层级	边长 (°)	边长 (km)	全球数量 (个)
0	512°×512°	65536×65536	1
1	256°×256°	32768×32768	8
2	128°×128°	16384×16384	32
3	64°×64°	8192×8192	192
4	32°×32°	4096×4096	1152
5	16°×16°	2048×2048	9216
6	8°×8°	1024×1024	64768
7	4°×4°	512×512	506880
8	2°×2°	256×256	4055040
9	1°×1°	128×128	32440320
10	32'×32'	64×64	259522560
11	16'×16'	32×32	2.076E+09
12	8'×8'	16×16	1.661E+10
13	4'×4'	8×8	1.329E+11
14	2'×2'	4×4	1.063E+12
15	1'×1'	2×2	8.504E+12
16	32"×32"	1×1	6.803E+13
17	16"×16"	0.5×0.5	4.08E+14
18	8"×8"	0.25×0.25	2.45E+15

4.1 创新点

2、**面向应用需求**，提出了广州市地理实体分类体系，充分发挥了基础地理实体的**桥梁和纽带**作用。

(1) 继承 (作为传统基础测绘与新型基础测绘的桥梁)

时空基底 (空间定位) 作用：基础地理实体涵盖了传统测绘DLG的所有要素，实现了对原有测绘成果的继承，成为空间定位的基础。

(2) 发展 (时空数据与专题数据的纽带)

时空关联 (挂接信息) 作用：将基础地理实体数据库与人口数据库、法人数据库、不动产数据库联结在一起，同时将城市的各种要素一起连接起来。

4.1 创新点

- 3、**基于属性驱动的地理实体转换技术**，实现了从地形图（DLG）到基础地理实体的**正向生产**。
基于信息化映射的动态符号化技术，实现了从基础地理实体到地形图（DLG）的**逆向生产**。



DLG数据

正向生产



基础地理实体数据



基础地理实体数据

逆向生产



DLG数据

4.1 创新点

4、面向自然资源管理，构建了自然资源地理实体的生产和更新流程。

基础地理实体 -> 自然资源地理实体



更新



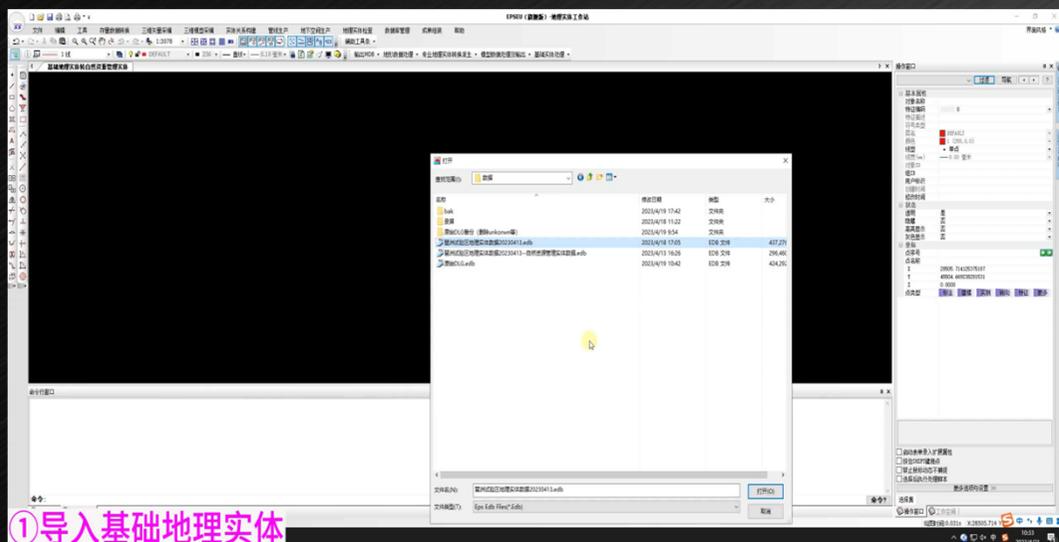
DLG



更新



自然资源地理实体



①导入基础地理实体

转换率超过98%

4.1 创新点

5、按照**时空基底**->**时空关联**->**时空分析**->**时空赋能**的思路，开发了实景三维广州应用服务平台



应用于**国土空间规划**、**自然资源调查监测**、**历史文化名城管理**、**地质灾害监测预警**、**城市物联感知**、**竖向标高规划设计**等领域，
成果已纳入《**广州智慧城市基础设施建设项目**》总体建设方案。

4.2 项目成果

- (1) 标准规范：基础类、专业类标准、规范**23**份；
- (2) 研究报告：语义化的地理实体识别解译样本库研究及应用等**8**份；
- (3) 应用服务平台：软件**1**套，总结**1**份；
- (4) 数据生产平台：软件**1**套，总结**1**份；
- (5) 三个试验区：技术设计各**1**份，质检报告各**1**份，总结各**1**份；
- (6) 实施方案和结题报告：项目实施方案**1**份，结题报告**1**份；
- (7) 论文**23**篇、专利**26**项、专著**5**部，软件著作权**16**项。

同行评价



课题验收会（系统演示）

- 5月14日，课题顺利通过中国工程院院士陈军、全国工程勘察大师杨伯钢、国际欧亚科学院院士刘耀林等9位国内知名专家对成果进行验收评审，专家给予本项目高度认可：“成果丰富、体系完备，为新型基测绘和实景三维的建设提供了**可复制、可推广的广州经验**”。

- **武文忠总规划师**：“新型基础测绘现还处在试点探索阶段，广州虽然不在国家试点行列，**但也做得非常好，思考非常深。**”
- 中国地理信息产业协会李维森理事长、中国测绘学会宋超智理事长给予**高度肯定**。



武文忠总规划师来院指导交流



李维森会长来院调研交流

总结

新型基础测绘与实景三维中国还没有答案，各地都在探索，任重道远

- 新型基础测绘标准体系
- 新型基础测绘技术体系
- 新型基础测绘产品体系
- 地理实体的分类、精度、粒度、无级化表达、语义化、知识图谱
- 实景三维模型的脱密
- 地理实体与实景三维中国的应用
-



Thank You All!



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