

TB

团 体 标 准

T/CSGPC XXXXX—XXXX

实景三维 基础模型

3D Real scene — basic model

征求意见稿

（完成时间：2025 年 7 月）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国测绘学会 发 布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本框架 1

5 本体描述 2

 5.1 概述 2

 5.2 概念描述 2

 5.3 属性描述 3

 5.4 关系描述 3

6 数据表达 4

 6.1 概述 4

 6.2 空间位置 5

 6.3 形态特征 5

 6.4 纹理特征 6

 6.5 时序特征 6

 6.6 集成表达 7

7 建模应用 8

 7.1 概述 8

 7.2 应用场景定义 9

 7.3 数据收集与处理 9

 7.4 模型构建与应用 9

 7.5 模型验证 9

附 录 A （资料性） 实景三维基础模型的描述示例..... 10

附 录 B （资料性） 实景三维基础模型的表达示例..... 13

附 录 C （资料性） 实景三维基础模型建模应用示例..... 19

参 考 文 献 45

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国测绘学会提出和归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

实景三维中国是国家重要的新型基础设施，已明确列入党中央、国务院印发的《数字中国建设整体布局规划》《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》等文件中，支撑自然资源管理和国土空间规划“一张图”建设，助力数字中国建设和数字经济发展。

实景三维中国的建设离不开统一的实景三维数据模型的支撑，通过在概念层面和实践层面对实景三维进行统一描述，为实景三维构建与应用服务提供基础。但目前建设中仍然存在标准体系不完整、认识不统一以及应用模式标准化、丰富度、安全性不足等问题，严重限制了实景三维的应用效率与赋能水平。尤其是作为区别与以往任何一种地理信息数据的全新数据产品，实景三维数据缺乏与之完全匹配的模型设计。

地理实体是现实世界中客观存在的地理对象，实景三维是对地理实体以及相关地理现象真实、立体、时序化反映与表达。本文件依托实体化抽象、语义化建模和一致性描述等理论体系，围绕领域内基础对象的科学认知，面向构建稳定可复用且多场景适应性的模型需求，遵循系统性、科学性、安全性和扩展性原则，研究实景三维基础模型的基本框架，以地理实体为基本单元，为地理实体以及相关地理现象的本体描述、数据表达和建模应用提供统一定义，重点明确其在数据和应用方面的基础内容并给出示例。进而，统筹推进实景三维实现高质量发展和高水平安全良性互动，提升实景三维在行业数字化转型、数字经济发展等领域的基础支撑作用。

实景三维 基础模型

1 范围

本文件提出了实景三维模型的基本框架，并规定了本体描述、数据表达和建模应用的基本内容。本文件适用于实景三维数据的基础建模与应用服务，确保规范化建设以及应用领域的复用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 24355 测绘成果质量检查与验收
GB/T 35628 实景地图数据产品
GB/T 39610 倾斜数字航空摄影技术规程
GB/T 40765 基础地理信息本体模型
GB/T 40771 城市不动产三维空间要素表达
CH/T 6005 古建筑测绘规范
CH/T 9015 三维地理信息模型数据产品规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实景三维 3D real scene

真实、立体、时序化反映和表达生产、生活和生态空间的时空信息。

注：实景三维作为新型基础测绘的标准化产品，为经济社会发展和各部门信息化提供统一的时空基底，支撑实现在数字空间和物理空间里的生活规划、生产调度和政府决策。

3.2

基础模型 basic model

对领域内基础对象通过多维度简化和抽象，形成稳定可复用具备多场景适应性的模型。

3.3

地理实体 geo-entity

现实世界中占据一定且连续空间位置和范围、单独具有同一属性或完整功能的地理对象。

[来源：地理实体空间身份编码规则，3.1]

3.4

场 field

将地理现象空间视为连续变量或体的一种形态特征，通过坐标数学模型来描述和分析这些现象在空间中的分布和变化。

3.5

Mesh 三维模型 Mesh 3D Model

利用点云、影像等数据源制作的可量测的、具备几何形态和表面纹理信息的连续三角网格模型。

4 基本框架

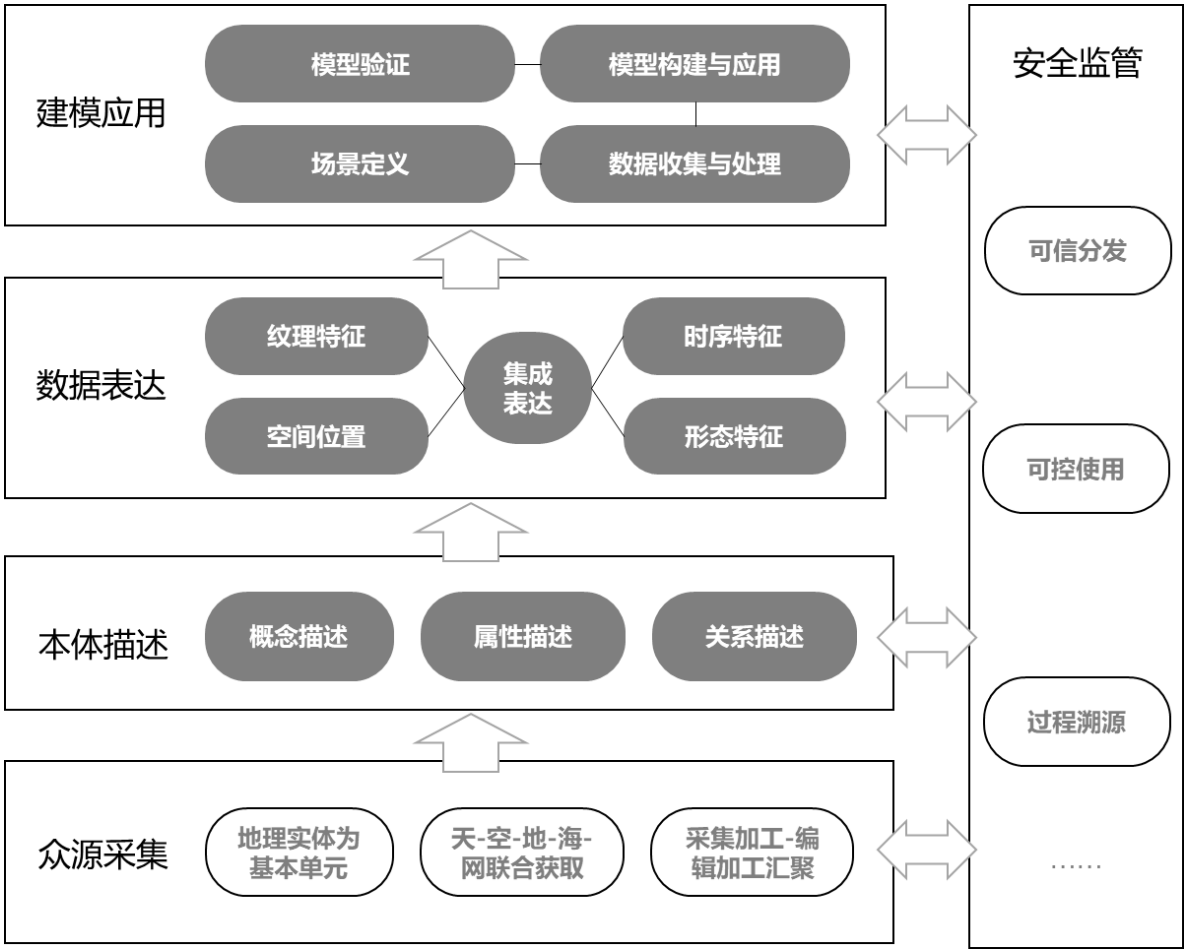


图1 基本框架

实景三维基础模型为现实世界的地理对象在真实、立体、时序化数字表达时提供统一定义，实景三维模型的基本框架如图1所示。根据图1，基本框架包含本体描述层、数据表达层和建模应用层三个核心部分，并以众源采集和安全监管为支撑要素。各部分的定位如下：

- a) 众源采集。应以地理实体为基本单元，构建天-空-地-海-网等众源数据的联合获取机制，推动数据生产由依靠专业力量采集加工为主向编辑加工共享汇聚数据为主转变。
- b) 本体描述。应使用基本词汇对现实世界进行系统性抽象与准确性表述，描述区分概念、属性和关系三方面，描述应符合地理对象的基本组织规则，并体现地理实体的基础特征。
- c) 数据表达。应按照地理对象分类系统进行表征区分，形式化表达地理实体以及相关地理现象的空间位置、形态特征、纹理特征和时序特征，并对集成表达结果进行分级组织。
- d) 建模应用。以应用场景定义为导向，开展数据收集与处理，以通用性原则为基础将本体描述内容、数据表达规则转化为数据模型，并开展第三方验证。
- e) 安全监管。应覆盖数据生产、保管、提供和使用全流程，分阶段分级别进行安全监管设置，利用国产安全可控的技术方式实现可信分发、可控使用和过程溯源。

5 本体描述

5.1 概述

本文件参照GB/T 40765的本体模型，确定实景三维模型的本体描述是以地理实体为核心，描述其分类概念、属性特征、相互关系及时序过程等内容。构成模型的本体内容主要包括：概念、属性以及相关关系。本体描述中概念描述、属性描述和关系描述应通过地理实体唯一标识码进行关联。

5.2 概念描述

概念描述应以基础地理实体的最小粒度为单位进行。基础地理实体的分类符合系统性、稳定性、衔接性和可扩展性，其门类依据功能特征分为自然地理实体、人工地理实体和管理地理实体。概念应采用文字语言进行描述，文字描述应科学、准确、规范。概念的文字描述示例参见附录A.1。

5.3 属性描述

属性描述是基于概念描述框架，对概念在某个时段或时刻固有的存在形态与性质的描述。概念的本体属性应准确、稳定。根据概念不同，应采用相应的属性进行描述，使用基本词汇（本意明确、描述现象及之间关系的定义和公理）进行形式化表达。基础属性通常包括物理属性、社会属性、空间属性和时间属性。按照实体分类进行的属性描述示例参见附录A.2。

a) 物理属性。表示概念的组成物质、动态等物理特征的属性（见表1）。

表1 物理属性类型

属性类型	说明举例	备注
物理属性	表质	土质/水质；岩溶/黄土
	动态	固定/流动

b) 社会属性。表示概念标识、功用、内容和归属等社会特征的属性（见表2）。

表2 社会属性类型

属性类型	说明举例	备注
社会属性	标识	用于唯一识别与区分实体，如空间身份编码、名称、行业代码等
	功用	灌溉/引水/排水、蓄水/发电
	内容	土/石、石油/天然气
	归属	—

c) 空间属性描述。表示概念的形态、度量等空间特征（见表3）。

表3 空间属性类型

属性类型	说明举例	备注
空间属性	形态	地上/地下、有滩/无滩、单/群
	度量	—

d) 时间属性描述。描述概念保持稳定状态的时间连续性（见表4）。

表4 时间属性类型

属性类型	说明举例	备注
时间属性	时间性	常年/季节性
	生命状态	建成/废弃

5.4 关系描述

关系描述包括概念间关系和概念实例化的关系。概念间关系应包含其分类体系的上下位关系。概念实例化的关系主要描述地理实体的空间关系、属性关系和时态关系等信息，具体内容见表5，示例参见附录A.3。地理实体关系可使用基于表结构、基于图结构方式进行记录和表达，相关要求如下：

- 地理实体关系的描述存在定性和定量方式，地理实体关系定性描述宜给出准确的定性描述词汇，地理实体关系定量描述按照实际数值录入。
- 地理实体关系的方向应按实际信息明确记录，分为单向与双向两种情况。

表5 概念实例化的关系内容

关系类型		关系描述词	备注
空间	拓扑	以定性方式记录时,可采用“相离、相交、相接、跨越、包含”等词汇	实体间的拓扑关系
	距离	以定量方式记录时通常为欧式距离,可采用实体的几何中心点进行计算;以定性方式记录时,可采用“很远、远、邻近、近、很近”等词汇或者距离分级方法。	实体间的空间距离关系
	方位	以定量方式记录时采用计算方位角或一组定量的方向关系等方式;以定性方式记录时,可采用四方位、八方位、上下方位等描述方式。	实体间的方向或角度关系
属性	组成	主要以定性方式记录,通常根据部分与整体的关联强度判断,可采用“组合、聚合”词汇	实体间存在空间与逻辑上的结构层级关系
	隶属	主要以定性方式记录,通常根据社会权属、管理目的等因素判断,可采用“归属、附属”等词汇	实体间存在管理或服务上的约束依赖关系
时态	顺序	主要以定性方式记录,通常根据查询产生时间判断,可采用“之前、之后、同时”等词汇。	不同空间区域的实体间因生存周期不同产生的先后或者共存情况
	取代	以定性方式记录,基于变更关键时间节点进行计算分析,可采用“分割、融合、置换”等词汇	一定空间区域内实体间因时间变化产生的变更情况

6 数据表达

6.1 概述

实景三维数据采用点、线、面、体、场等形式,建立本体描述与数据表达之间的映射关系,对地理实体以及相关地理现象的空间位置、形态特征、纹理特征和时序特征等进行数字化描述、结构化建模、可视化呈现、时序化表达,见图2。实景三维数据通常由空间数据、属性数据和关系数据等三部分构成,本文件主要对空间数据表达进行规范表述。

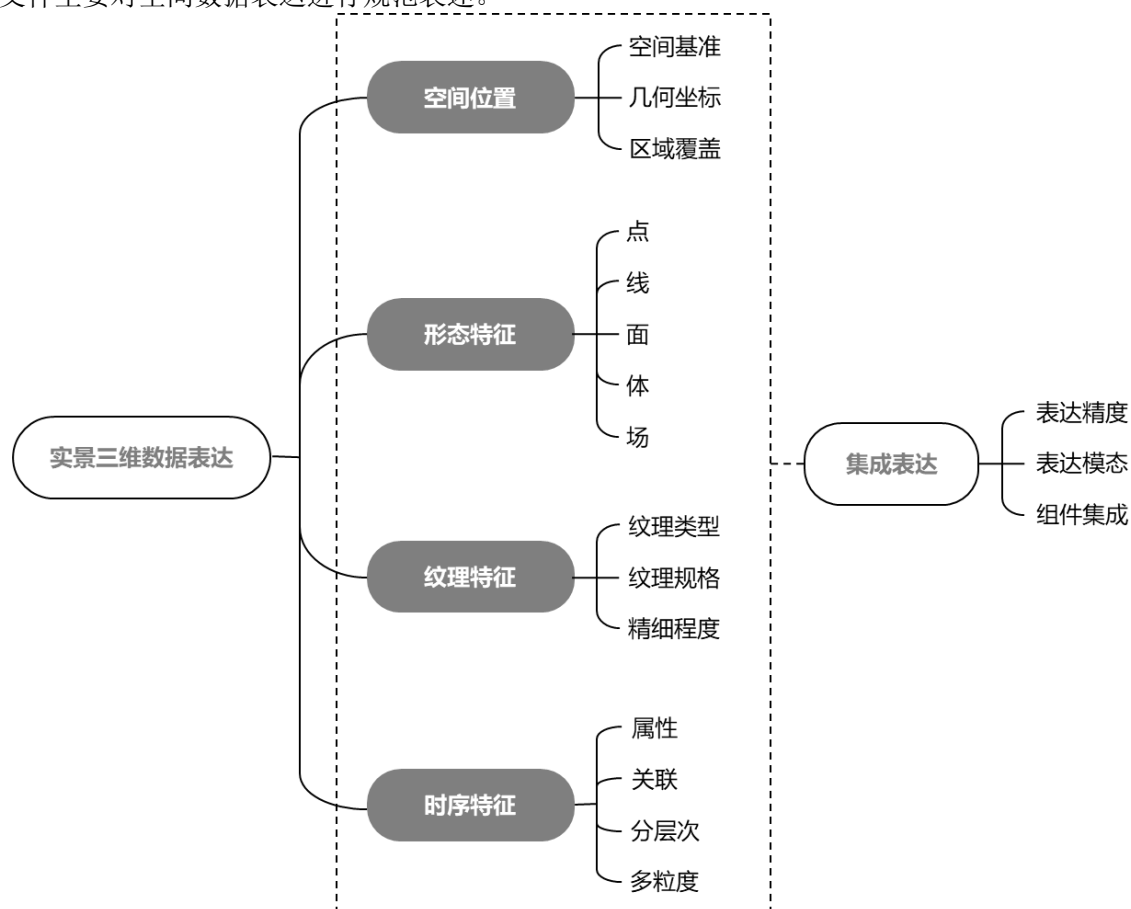


图2 空间数据表达

6.2 空间位置

6.2.1 空间基准

实景三维模型表达的地理对象必须基于统一的空间基准，应采用CGCS2000国家大地坐标系大地基准、1985年国家高程基准、中国海区采用理论最低潮面（即理论深度基准面）深度基准。当采用地方坐标系时，必须与国家统一坐标系统建立严密的转换关系。

6.2.2 几何坐标

所有几何对象均以三维坐标（ x ， y ， z ）值记录，实现地理对象分级定位并依托区域覆盖可视化呈现。

6.2.3 区域覆盖

地理实体以及相关地理现象的空间位置可基于区域覆盖数据进行表达。区域覆盖数据属于地形连续表达的数据类型，可以包含在特定数据集中，也可以作为外部文件进行引用，宜采用栅格、格网、三角面等类型进行描述。

示例：数字高程模型叠加正射影像，实现连续地形三维表达空间覆盖。

6.3 形态特征

6.3.1 类型

形态特征的表达类型主要包括点、线、面、体和场。点、线、面和体主要用于表示地理实体的几何形态以及空间范围及位置信息，场主要用于表示地理实体相关地理现象的时空信息特征。同一种形态可以有不同的数据描述方式，应采用公开、通用的数据格式。形态类型示例参见附录B.1，形态特征的图形表现示例参见附录B.2。

6.3.2 点

点类型包括标识点、定位点。

- a) 标识点：以粗略代表实体地理位置的点坐标对实体进行表示。
- b) 定位点：以精确代表实体地理位置的点坐标对实体进行表示，需满足特定精度要求。

6.3.3 线

线类型包括中心线、结构线、定位线。

- a) 中心线：实体中心点依次连接而成的线坐标组，用于长条状实体的抽象空间表达。
- b) 结构线：实体几何形态特征概括的点连接而成的线坐标组，用于形态复杂实体的特征空间表达。
- c) 定位线：实体精确空间位置及形态特征代表的点连接而成的线坐标组，需满足几何对象精度要求。

6.3.4 面

面类型包括轮廓面、范围面。

- a) 轮廓面：以明确实体边界线围成的面，具有位置明确、走向清晰、精确几何结构的空表达。
- b) 范围面：以泛化实体边界线围成的面，难以准确判断位置、走向、结构的不规则实体空表达。

6.3.5 体

体类型包括体块、仿真体、部件体。

- a) 体块：以规则几何体概括实体主体结构，忽略实体三维特征细节。
- b) 仿真体：以闭合表面完整包络实体外部轮廓，实体单体化三维特性表达。
- c) 部件体：通过组合部件实体精细化表达实体结构，实体单体化三维精细化表达。

6.3.6 场

场类型包括光照场、地形场、辐射场、密度场、温度场、风场等。

a) 光照场：表征光照强度或光照特征（如辐射量、昼夜时长）的连续空间分布，反映光资源的可利用性。

b) 地形场：描述地表高程、坡度等地貌属性连续分布的三维空间单元。

c) 辐射场：表征地物表面电磁波反射或发射特性的空间分布。

d) 密度场：反映单位空间内特定要素分布密度的连续场（如人口密度、建筑密度）。

e) 温度场：表示温度（地表或大气）连续分布的空间模型，揭示热力变化规律。

f) 风场：描述风速、风向在三维空间内动态分布的矢量场模型，包括水平和垂直分量。

6.4 纹理特征

6.4.1 类型

地理对象的外观信息以纹理和材质的形式提供可观察表面特征的表示，纹理表面通过纹理坐标的形式将影像数据映射到实体几何面上。纹理类型分为通用纹理和真实纹理。体形态表达的实体数据其纹理精度应与其几何精度相匹配。

a) 通用纹理

与实体真实纹理特征相似，可统一替代真实纹理表达的通用型规则纹理或材质，可来源于实体材质、真实影像、仿真效果制作、人工智能大模型生成等。

通用纹理可表达实体某个属性特征，使用材质库中与真实环境相似的纹理替代实地拍摄纹理，采用重复贴图方式处理规律性实体面几何对象表达；通用纹理可进行特征效果呈现，通过光源烘焙等满足实体三维特征在光源等条件下的特征效果呈现。

b) 真实纹理

与实体真实外表纹理特征表达一致，可反映实体真实外表影像的纹理，来源于倾斜摄影、人工拍摄、遥感影像、视频图像等，通过图像坐标纠正，实现与形态特征的空间精准匹配。

真实纹理的图像特征应与几何形态特征具有精确匹配精度（如倾斜影像纹理等）；真实纹理的图像应处理实体遮挡物（如行人、植被等），确保实体主要细节纹理清晰。

6.4.2 纹理规格

纹理规格包括色彩与存储、分辨率尺寸、拼接适配以及视觉效果要求。

a) 色彩与存储

纹理规格采用RGB或RGBA模式，其中真实纹理影像应统一匀光匀色处理，确保色调自然、饱和度适中，无明显色差。纹理根据实体模型应用场景需求，考虑纹理颜色深度、透明度等要求，选择使用8位或16位方式存储纹理图片。

b) 分辨率尺寸

纹理图片对应像素值为2的N次幂，如 64×64 、 128×128 、 256×256 等尺寸，一般不超过 2048×2048 。在保证视觉效果前提下，可适度降低分辨率以优化性能。

c) 拼接适配

实体面、相邻实体对应的纹理不应存在拼接缝，相邻纹理应过渡自然、无断裂、错位或眩光。纹理边缘与模型轮廓线、拐点严格重合，避免拉伸变形。

d) 视觉效果

通用纹理应清晰整洁，真实纹理应无扭曲、拉花、变形或遮挡。集成表达后的各实体纹理应整体保持协调，其中建筑物模型的纹理宜反映区域建筑群整体形态与真实景观。

6.4.3 精细程度

模型纹理精细程度可分为四个等级，分别为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级，其差异主要体现在纹理来源、遮挡、变形、接缝、仿真度等方面的处理要求。纹理从纹理类型、纹理来源、纹理遮挡、纹理变形、纹理接缝、纹理眩光、纹理仿真度、纹理适用场景、纹理典型应用等特征维度，精细程度分级特征参见附录B.3。

6.5 时序特征

地理对象的时序变化以低频和高频特征为约束分别采用属性和关联方式进行存储和检索,结合应用场景需求可采用分层次策略与多粒度管理相结合的机制进行融合表达。

a) 属性结构

对于低频变化的时序特征,通过属性结构可细分为:时间基准、实体时间、属性时间、空间时间、关系时间等。实体时间为实体产生、生命周期对应的时间,可作为基本属性字段实现挂接,满足实体属性结构化存储要求;属性时间、空间时间为实体的属性和空间特征在时序变化上的反映,可通过独立时间序列表实现挂接,满足实体属性结构化存储要求;关系时间为各实体之间关系特征在时序变化上的反映,可通过时空图谱实现挂接,其扩展属性遵循非关系型数据存储规则,避免与基础属性冲突,满足实体属性结构化存储要求。

b) 关联索引

对于高频变化的时序特征,以独立数据结构与空间特征并列存储,通过时间关联索引建立实体与时序数据的双向追溯,并以空间身份编码属性为唯一标识实现跨时态空间一致性;支持基于时间戳的版本快照,满足历史回溯与变更对比需求。

c) 分层级时序化

依据地理实体层级差异,基于地形级、城市级、部件级的时序化特征进行综合表达,其中重点区域、高频变化实体的时序化特征可实现动态空间表达。

示例:将视频监控图像进行空间三维标定,实现动态视频图像投射到实景三维数据表达中,替换原有区域覆盖。

d) 多粒度表达范式

根据应用场景需求,加载不同时间精度的数据。宏观分析的数据表达针对固定时间周期的数据聚合特征,微观监测数据表达针对实时或近实时数据时序特征。结合实体关系表达,实现时间维度与空间、语义维度的联合推理和多粒度空间表达。

6.6 集成表达

6.6.1 基本要求

一个实体可以有多种表达形态,点、线、面、体、场可组合表达同一地理实体的多维度特征,需要通过标识类属性实现语义关联。

示例:交通桥梁实体通过中心线、轮廓面和仿真体的组合来表达其多维特征。

实景三维数据的集成,依照需求解析,检索相应数据并统一空间基准,根据不同的表达精度、表达模态类型及等级,可通过组件方式建立三维视角下的一体化表达,需要注意数据适配性检验并消除空间冲突。

6.6.1 表达精度

地理实体的表达按细节层次划分为4级,形态逐步从简单平面、体块向复杂复合结构过渡,以建筑物实体为例的分级表达参见附录B.4,相关要求如下。

a) “0级模型”为对实体的抽象表达,不含纹理信息,可采用基于存量基础地理信息数据转换或基于数字高程模型套合数字正射影像数据采集生产等方式获取,成为地形级模型;

b) “1级模型”为概括表达实体外部结构的三维图形,可表现为无表面纹理的“体块模型”,也可带有通用或真实纹理,可采用基于光学立体影像数据制作、基于高等级表达模型化简或概括等方式获取;

c) “2级模型”为精细表达实体外部结构的三维图形,具有通用或真实纹理,可表现为有表面纹理的“仿真模型”,可采用倾斜摄影、激光扫描等技术建模获取;

d) “3级模型”为精细表达实体内部结构的三维图形,具有通用或真实纹理,可表现为有表面纹理的“部件模型”,可采用基于室内建模技术或基于现有建筑物信息模型(BIM)/城市信息模型(CIM)数据转换等方式获取。

不同层次表达模型的几何精度满足不同层次应用场景需求,按照基础地理实体数据成果规范要求,以基础地理实体数据为例的几何精度分类参见附录B.5表。

6.6.2 表达模态

地理实体的表达可通过符号、主体建模和细节建模区分模型表现效果,同一种形态可以有不同的数据描述方式,常见模型表现形式见表6。

表 6 模型表现形式

表现形式	表达方式	模型特征
符号表现	二三维符号替换	预置符号库、模型库
主体建模表现	基本轮廓+面片化表达	Mesh三维模型、点云模型、规则模型、参数模型
细节建模表现	全要素精细几何对象表达	Mesh三维模型、点云模型、规则模型、参数模型、3D高斯泼溅模型、高渲染仿真模型

6.6.3 组件集成

实景三维数据的集成，根据用户自身需求，宜采用不同表达等级的地形集成组件和实体集成组件进行整合。

地形集成组件在集成表达时用于表达地球表面地形的几何形态、纹理覆盖，其表达要求如下。

- a) 几何表达：由连续不规则三角网（TIN）或多级金字塔结构三角面网络构成地形框架组件，反映地表起伏形态。表达精细度分级见表7。
- b) 纹理覆盖：通过数字正射影像或真正射影像实现区域纹理映射，消除地物投影差和高程差异。
- c) 集成要求：集成表达需完整覆盖建模区域，相邻建模单元无缝衔接，避免重叠和漏缝。

表 7 地形表达精细度

单位：米

级别	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	VI 级
数字正射影像地面分辨率	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0
数字正射影像几何精度	0.3-0.4	0.6-0.8	1.2-1.6	2.5-3.75	5.0-7.5	12.5-2.0
数字高程模型格网尺寸	0.5	0.5	1	2	5	10
数字高程模型几何精度	0.2-1.0	0.37-1.5	0.37-3.0	0.75-4	1.0-5.0	4.0-13.0

实体集成组件在集成表达式用于表达地球表面地理实体的几何形态、结构化、纹理映射，其表达要求如下。

- a) 几何表达：基于人机交互采集轮廓线或自动化建模，实现二维模型、体块模型、仿真模型、部件模型的集成融合展现。表达精细度分级见6.6.1。
- b) 结构化：模型闭合无冗余，弧面以TIN构面替代曲面（如建筑模型弧形轮廓需转为折线）。
- c) 纹理映射：采用通用纹理和真实纹理进行纹理挂接，体块模型复用颜色或材质相近的纹理库，仿真和部件模型需采用真实影像纹理，进行纠正处理，消除遮挡和变形。
- d) 集成要求：各形态可组合表达同一地理实体的多维度特征，通过实体空间身份编码属性关联实体不同形态及多级模型。

实景三维数据集成表达分级可参见表8进行确定。

表 8 集成表达分级

分级	一级	二级	三级	四级	自定义
地形集成组件精细度	V级-VI级	IV级-V级	III级-IV级	I级-II级	I级-VI级
地理实体集成组件精细度	0	1	2	2-3	0-3

7 建模应用

7.1 概述

实景三维建模应用宜结合应用场景定义的实际需求将本体语义内容、空间表达规则转化为具体数据模型，支撑查询统计、关联分析、信息挖掘等功能，并可挂接各类社会经济信息，作为信息汇集融合的时空枢纽。建模应用示例参见附录C。

7.2 应用场景定义

面向应用领域特定场景的功能需求，明确实景三维建模所需数据类别、属性和关系，明确时空计算能力和预期呈现方式。

7.3 数据收集与处理

根据应用场景定义，收集相关数据，包括已有实景三维数据，相关影像数据、实时数据、专题数据等；对收集的数据进行必要的的数据变换、信息提取和时空对齐等预处理操作，以满足基础模型建模要求。

7.4 模型构建与应用

按照本体描述和数据表达要求，分场景按实体类别构建所需表达精细程度的模型数据，补齐实体属性，生成关联关系。

根据应用功能要求，结合数据表达内容，制定数据存储、数据流转、数据更新和可视化方案。面向特定场景按照已有数据调用优先原则，分区域、按类型组装并集成表达实景三维数据，基于数据表达和时空计算资源库开发标准化功能接口，进行定期维护和更新。

7.5 模型验证

建模成果实际应用前，应以单个项目为验证对象，结合项目的类型、规模和资源等特点，对照设计要求并结合试运行效果，开展符合性和安全性验证。具体要求如下。

- a) 对模型和数据进行符合性验证，包括检查模型一致性、数据准确性和完整性；
- b) 对依托模型和数据开展的应用支撑进行安全性验证，包括检查数据存储、传输的防护措施以及访问控制机制等内容；
- c) 验证主体宜由第三方机构担任；
- d) 验证方式包括初步检查、详细分析和跨平台测试。

附 录 A
(资料性)
实景三维基础模型的描述示例

A.1 概念描述示例

实景三维基础模型中，概念的文字描述示例见表A.1。

表A.1 概念描述示例

概念名称			代码	文字描述
山体	山脉	—	—	线状延伸的山体，是由若干条平行的山岭组成的山地系统。
	山岭	—	—	具有陡峭山坡和鲜明的分水线，呈线状延伸的山地。
	山峰	—	—	高耸的塔柱状岩石。孤立的为孤峰，联座成群的为峰丛。
	漏斗、坑穴	漏斗	110401	受水的溶蚀或土层、岩层塌陷而在地面形成的漏斗状或碟形的封闭洼地。
		坑穴	110402	地表面突然凹下的部分，坑壁较陡，坑口有较明显的边缘。
	山洞、溶洞	—	—	山体中的洞穴，以及受水溶蚀或岩层塌陷而形成的地下空洞。
	火山口	—	—	火山爆发后在喷出口处形成的洼地。
	沟壑	冲沟	110701	地面长期被雨水急流冲蚀而形成的沟壑。
		地裂缝	110702	地壳运动引起的地裂或采掘矿物后的采空区因地表塌陷造成的裂缝。
	其他山体相关实体	黄土柱	110801	高耸的塔、柱状黄土峰。
		独立石	110802	地面上长期独立存在的、具有方位意义的较大独立石块。
		石堆、土堆	110803	由石块、土质堆积物形成的堆形地貌。
		陡崖	110804	形态壁立、难于攀登的陡峭崖壁（坡度在 70 度以上）。
		陡石山	110805	全部或大部分岩石裸露且坡度大于 70 度的陡峻山。
		岩墙	110806	地壳裂缝被岩浆充填，冷却成板状岩体，经长期剥蚀而露出地面的墙体。
水体	流域	—	—	地表水和地下水的分水线所包围的集水区域，习惯上指地表水的集水区域。
	河流	地面河流	120201	陆地表面宣泄水流的通道，是溪、川、江、河的总称。
		地下河段	120202	河流流经地下的河段。
		地下河段出入口	120203	河流流经地下的河段在地面上的出入口。
		干涸河	120204	降水或融雪后短暂时间内有水的河床或河流改道后遗留的河道。
	湖、塘	湖泊	120301	水域宽阔、水量变化缓慢的积水的洼地，是湖盆和湖水及其所含物质的自然综合体。
		池塘	120302	自然形成的面积较小或人工挖掘的积水的洼地，是洼地和水体及其所含物质的自然综合体。

概念名称			代码	文字描述
		干涸湖塘	120303	降水或融雪后短暂时间内有水的湖塘。
	泉	—	—	地下水集中涌出的出水口。
	瀑布	—	—	从河床断面陡坡或山壁上倾泻而下水流所在的地段。
	其他水体相关实体	河、湖岛	120601	河、湖、水库中常年露出的陆地。
		沙洲	120602	河、湖、水库中高水位时淹没、常水位时露出的泥沙质小岛。
		岸滩	120603	河、湖岸边高水位时被淹没、常水位时露出的沉积沙质、泥质地或砾石块形成的滩地。
		水中滩	120604	河、湖、水库中常水位时被淹没，低水位时露出沉积沙质、泥质地或砾石块形成的滩地。
		陡岸	120605	岸坡比较陡峻、坡度在 50 度以上的地段。
		河源	120606	河流最初形成地表水流的源头部分。
		河口	120607	河流汇入海洋、湖泊或其他河流的河段或区域。

A.2 属性描述示例

实景三维基础模型中，概念的本体属性示例见表A.2。

表A.2 属性描述示例

概念名称		物理属性		社会属性				空间属性		时间属性	
一级类	二级类	表质	动态	标识	功用	内容	归属	形态	度量	时间性	生命状态
山体	山脉			√					海拔/深度/宽度/方向		
	山岭			√							
	山峰			√							
	漏斗、坑穴	√		√							
水体	流域			√			√				
	河流	√	√	√		√	√		宽度/高程	√	
	湖、塘			√	√	√	√		宽度/高程		
	泉			√	√		√		方向		
	瀑布			√			√		方向		
	其他水体相关实体	√		√			√	√			
农林用地与其他土地	耕地	√		√		√	√				
	园地										
	林地								郁闭度		

概念名称		物理属性		社会属性				空间属性		时间属性	
一级类	二级类	表质	动态	标识	功用	内容	归属	形态	度量	时间性	生命状态
	草地										
	湿地										
	其他土地							√			

A.3 关系描述示例

实景三维基础模型中，概念实例化（地理实体）的关系描述示例见A.3。

表A.3 关系描述示例

实体			关系		相关实体		
所属一级类	类名	代码	关系类型	描述词	所属一级类	类名	代码
山体	山岭	110200	组成	组合	山体	山脉	110100
山体	山峰	110300	组成	组合	山体	山脉	110100
水体	地面河流	120201	隶属	归属	水体	流域	120100
水体	地面河流（支流）	120201	拓扑	相接	水体	地面河流（干流）	120201
水体	地面河流	120201	拓扑	相接	水利	运河	210201
						地面渠	210202
水体	湖泊	120301	隶属	归属	水体	流域	120100
水体	湖泊	120301	拓扑	相接	水利	运河	210201
水体	瀑布	120500	隶属	归属	水体	地面河流	120201
水体	岸滩	120601	隶属	附属	水体	地面河流	120201
						湖泊	120301
农林用地	湿地	150500	隶属	归属	国土空间规划单元	生态保护区	330201

附 录 B
(资料性)
实景三维基础模型的表达示例

B.1 模型形态类型示例

实景三维基础模型中，模型形态类型示例见表B. 1。

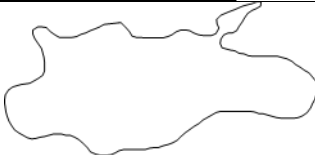
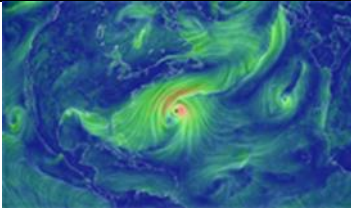
表 B. 1 模型形态类型示例

序号	形态特征	类型	示例
1	点	标识点	院落几何中心、交通场站关键位置等示意点位；地形级尺度下的水系或山脉的示意点位。
2		定位点	管线实体中地下管线的精准节点；交通实体中桥梁、轨道的定位控制点。
3	线	中心线	道路实体的中心线空间简化表达（如公路、城市道路）；河流实体的河流骨架线空间简化表达。
4		结构线	山体范围面降维后的沟壑结构线空间特征表达；建筑物内部庭院简化后的轮廓线空间特征表达。
5		定位线	建筑物屋顶脊线空间精确表达。
6	面	轮廓面	建筑物实体基底面对应规则多边形的空间表达；院落实体区域对应规则多边形的空间表达。
7		范围面	植被覆盖范围对应边界的空间表达；湖泊区域范围对应边界的空间表达。
8	体	体块	简单独立建筑物的长方体白模空间表达（统一高度，忽略屋顶形态）；建筑物分层户型墙体结构体空间表达（统一层高，忽略结构细节特征）。
9		仿真体	基于Mesh三维模型切割生成的建筑物单体空间表达；复杂建筑物主体结构几何体结合示意纹理的单体空间表达。
10		部件体	管廊实体由圆柱体、球体等布尔运算生成的部件精确空间表达；建筑物附属设施参数化部件建模的精确空间表达。
11	场	光照场	青藏高原日照时数分布场、城市夜间灯光分布场等。
12		地形场	珠穆朗玛峰周边地形高程场、黄土地貌坡度场等。
13		辐射场	森林植被光谱反射场、城市地表热辐射场等。
14		密度场	人口密度场、资源分布场等。
15		温度场	地表温度场、城市热岛效应场等。
16		风场	海上风场、风电场群等。

B.2 模型形态特征图形表现示例

实景三维基础模型中，模型形态特征图形表现示例见表B. 2。

表 B. 2 模型形态特征图形表现示例

序号	形态特征	表现形式	表示示例	标识
1	点	标识点	+	MA1001-NE104J2525034XXXXXXXXXXXXX2301010001
2	线	直线、多段线、不闭合的曲线		
3	面	轮廓面/范围面		
4	体	仿真体		
5	场	风场		

B.3 纹理精细程度分级特征维度表

实景三维基础模型中，纹理精细程度分级特征维度见表B.3。

表 B.3 纹理精细程度分级特征

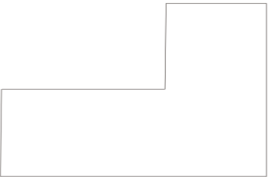
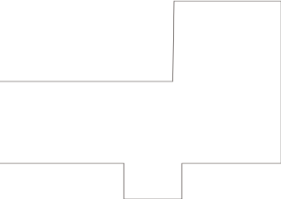
特征维度	I 级	II 级	III级	IV级
纹理类型	修饰真实纹理	不修饰真实纹理	通用纹理	示意纹理
纹理来源	现状照片	现状照片	现状照片	规则纹理库
纹理遮挡 ^a	需全部处理	需处理主要遮挡	适当处理	不处理
纹理变形 ^b	需校正至正视角度	部分校正	轻微处理	不处理
纹理接缝 ^c	无缝拼接、过渡自然	接缝轻微可见	接缝可见 不影响美观	不处理

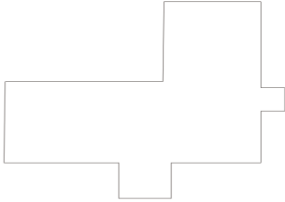
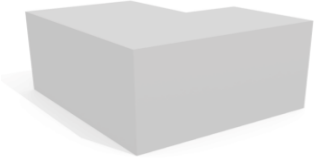
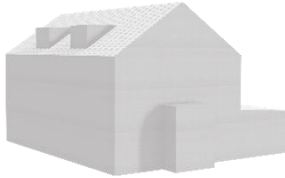
特征维度	I 级	II 级	III级	IV级
纹理眩光 ^d	完全消除眩光	减少眩光影响	适当处理眩光区域	不处理
纹理仿真度 ^e	≥95%	≥85%	≥75%	≥65% (仅保留示意特征)
纹理适用场景	高精度实景三维模型、重点区域	一般实景三维模型、城市部件	通用化场景、植被等	符号化表现或低精度需求
纹理典型应用	标志性建筑、精细部件	普通建筑立面、交通设施	重复性结构、基础地形	简化表达或远视角模型
^a覆盖建筑主体的非目标对象如行人、车辆、临时设施等。 ^b因拍摄角度引起的纹理拉伸或倾斜（如仰拍导致楼层线变形）。 ^c因光照过强导致的局部反光，需通过匀光处理消除。 ^d实体图元各相邻面以及相邻实体对应的纹理之间的接缝，需要过度自然。 ^e纹理与实体外观的一致程度，通过遮挡处理、色彩还原等综合评估。				

B. 4 建筑物类实体模型分级表达示例

实景三维基础模型中，建筑物类实体模型分级表达示例见表B. 4。

表 B. 4 建筑物实体模型分级表达示例

分级		模型描述	模型复杂度	参考数据源精度	示意图
0	0.1	二维模型，以二维图元对实体外部轮廓进行表达	以实体平面主体结构为主，忽略细部几何结构	1：50 000基础地理信息要素数据（含转换生产和采集生产）	
	0.2		以实体平面主体结构为主，增加反映实体特征的部分细部几何结构	1：5 000-1：10 000基础地理信息要素数据（含转换生产和采集生产）	

分级		模型描述	模型复杂度	参考数据源精度	示意图
	0.3		以实体平面主体结构为主，增加反映实体特征的精细几何结构	1：500-1：2 000基础地理信息要素数据（含转换生产和采集生产）	
1	1.1	体块模型，以三维体块图元对实体进行表达	平面几何形状以0.1级模型为主，各个位置具有统一高度	低于2米分辨率光学立体影像	
	1.2		平面几何形状以0.2级模型为主，各个位置具有统一高度	2米至0.5米分辨率光学立体影像	
	1.3		平面几何形状以0.3级模型为主，不同位置存在高度差	优于0.5米分辨率光学立体影像	
2	2.1	仿真模型，以包络实体的体图元对实体外部轮廓进行表达	以实体外部主体轮廓为主，忽略细部几何结构	低于20厘米分辨率倾斜摄影影像	

分级		模型描述	模型复杂度	参考数据源精度	示意图
	2.2		以实体外部主体轮廓为主，具备反映实体特征的部分细部几何结构	3-20厘米分辨率倾斜摄影影像	
	2.3		以实体外部主体轮廓为主，具备反映实体特征的精细几何结构	优于3厘米分辨率倾斜摄影影像	

B.5 基础地理实体数据几何精度分类表

基础地理实体数据几何精度分类表见表B.5。

表 B.5 基础地理实体数据几何精度

数据成果		精度值 (m)	
		平面位置中误差	高程中误差
地形级基础地理实体数据成果	国家层面	5-37.5	0.5-14
	省级层面	0.5-7.5	0.2-6.0
城市级基础地理实体数据成果	国家层面	5-37.5	0.5-14
	省级层面	0.5-7.5	0.2-76.0
	市级层面	0.3-1.6	0.2-72.0

数据成果		精度值(m)	
		平面位置中误差	高程中误差
部件级基础地理实体数据成果	省级层面	0.5-2.5	0.2-3.0
	市级层面	0.2-0.3	0.15-0.25
注1：在生产、生活空间，各层面具有的成果可根据应用需求适当提高数据几何精度；在生态空间或特殊困难区域，几何精度在原有精度基础上可放宽0.5倍 注2：几何精度应考虑地形因素(平地、丘陵地、山地、高山地)合理设定。			

附录 C

(资料性)

实景三维基础模型建模应用示例

C.1 自然资源管理应用：“一张图”

C.1.1 应用场景定义

一张图，指自然资源管理和国土空间规划“一张图”的简称。从业务视角看，涵盖现状、规划、管理三个层面；从信息化视角看，概括为“一张图”“一套数”“一个平台”和若干数字化应用场景。

C.1.2 数据收集

C.1.2.1 数据内容要求

数据内容要求如下：

1) 自然地理实体数据包括水体、海洋和农林用地与其他土地；人工地理实体数据包括水利、交通、建（构）筑物及设施和院落；管理地理实体数据包括行政区划单元、地名、国土空间规划单元和其他管理区域等。

2) 数字正射影像、数字高程模型等。

C.1.2.2 数据表达要求

数据表达要求如下：

1) 空间位置表达：数字正射影像地面分辨率应优于2米，数字高程模型格网尺寸应优于2米。

2) 几何形态表达：实体数据表达通常为0.1-0.3级，无折刺、粘连、自相交、变形扭曲、面裂隙等不合理现象；建筑物实体数据表达宜扩展至1.0-1.3级，并按照体块模型要求进行精度控制。

3) 属性信息表达：实体属性数据应包含空间身份编码。

C.1.2.3 数据质量要求

数据质量应符合前述数据内容要求和数据表达要求，其它要求如下：

1) 数据统一性：应设置统一的时空基准，包括坐标系统采用2000国家大地坐标系，高程基准采用1985国家高程基准，时间基准采用公元纪年和北京时间。

2) 数据完整性：覆盖范围和内容应全面和完整，内容无遗漏、多余或重复现象。

3) 数据准确性：测绘成果按GB/T 24355-2023等相关要求执行；其他数据应确保来源可靠，并通过准确性检查。

4) 数据一致性：几何数据和属性数据应具有逻辑一致性；应采用统一的数据格式和编码标准，并对数据语义进行标准化定义。

5) 数据时效性：分类制定合理的更新周期并及时更新；对于需要实时支撑的应用场景，数据应具备实时采集、传输和处理的能力；应保留历史数据，用于支持长期趋势分析和模型训练。

6) 数据安全性：应对敏感数据进行加密处理，确保数据在存储和传输过程中的安全性；并应建立严格的访问控制机制，确保只有授权用户才能访问和操作数据。

7) 数据共享性：通过提供标准化的数据接口，支持与其他系统和平台的数据共享。

C.1.3 “一张图”应用

C.1.3.1 概述

在“一张图”地理底图建设中，通过融入实景三维数据，经过几何形态和属性内容的数据提取，支撑精准表达要素的真实位置和形态，并与国土空间规划、自然资源调查监测等业务数据建立联系。

注：地理底图是“一张图”建设的重要基础。

C.1.3.2 技术过程

基于实景三维数据生产“一张图”地理底图的技术过程主要包括数据收集、数据分析与预处理、数据提取和编辑。其中数据提取与编辑应依据实景三维数据与地理底图要素数据之间所建立的分类、几何表达和属性对应关系进行，相关要求如下：

- 1) 对于存在对应关系，且几何表达和属性无需处理的情况，应直接提取；
- 2) 对于存在对应关系，且几何表达和属性需处理的情况，提取后几何表达可对照设计要求进行面合并、线延长、线连接等编辑处理，属性可对照设计要求进行属性的字段补充、字段修改、内容完善等编辑处理；
- 3) 对于不存在对应关系的情况，应对照设计要求增加其他数据源或者补充采集生产。

C.2 自然资源管理应用：不动产登记

C.2.1 应用场景定义

不动产登记，指不动产登记机构依法将不动产权利归属和其他法定事项记载于不动产登记簿的行为。

C.2.2 数据收集

C.2.2.1 数据内容要求

数据内容要求如下：

- 1) 人工地理实体数据包括房屋、地下建筑等；自然地理实体数据包括土地、矿产、森林、草原、水、湿地等；管理地理实体数据包括行政区划单元、地名等。
- 2) 区域覆盖数据包括数字正射影像、数字高程模型和Mesh三维模型，其中影像地面分辨率应优于0.5米，数字高程模型格网尺寸应优于2米，Mesh三维模型分辨率应优于0.03米。
- 3) 专题数据包括宗地、自然幢、分层分户图、登记成果数据、权籍数据，其中宗地是土地权属界线封闭的地块或空间，属性应包括宗地代码、权利人、权利类型、坐落、宗地六至等；自然幢是包括不同层次、结构的独立房屋，是具有同一基础的建筑物，包含对应的裙楼、塔楼等，属性应包含自然幢编号、功用类型、总层数、竣工年代等；分层分户图属性应包含宗地代码、自然幢编号、单元号、单元名称、门牌号、层高、层数等；登记成果数据是指记载了不动产自然状况、权利状况等信息的登记簿资料；权籍数据是表卡簿册证、图件和数据的总称，记录了不动产的权属、位置、界址、面积、用途、等级和价格等信息。
- 4) 其他数据主要是接入公安、气象等部门实时物联感知类的数据，可用于辅助态势监测、决策分析等。

C.2.2.2 数据表达要求

数据表达要求如下：

- 1) 空间位置表达：不动产单体信息模型的空间位置可采用地理空间绝对坐标表达，也可采用相对坐标表达。采用相对坐标表达时，应提供与地理空间绝对坐标的转换关系。
- 2) 几何形态表达：不动产单体模型中对象的几何形态可按照GB/T 40771的相关规定，用三维实体对象来表达。
- 3) 属性信息表达：不动产单体信息模型对象属性信息包含自然状况、权利状况、权利人。表达自然状况时应包含不动产单元代码、坐落、面积、用途等属性，表达权利状况时应包含权利类型、权利性质、权属状态等属性，表达权利人时应包含权利人名称、类型、特征等属性，其他属性可根据需要进行扩展。
- 4) 纹理特征表达：不动产单体信息模型表达为2.3级仿真模型，并按照CH/T 9015中规定采用真实纹理贴图。
- 5) 演化过程表达：不动产单体信息模型对象随不动产的自然状况、权利状况、开发利用、保护修复等变化而演化，以不动产单元代码为唯一标识，记录对象随时间流逝而变化或维持原状的过程。
- 6) 集成表达：地形精细度和地理实体精细度按照6.6要求对不动产单元进行可视化表达。

C.2.2.3 数据质量要求

按照C.1.2.3要求执行。

C.2.3 数据制作和处理

C.2.3.1 Mesh 三维模型制作

基于倾斜航空影像，经过数据预处理、空中三角解算、稠密点云构建、三角网表面模型构建、自动纹理映射等环节，生成Mesh三维模型。

C.2.3.2 不动产数据三维建模

包括房产分层分户图规范化处理、不动产单元单体化、三维楼盘表构建、三维不动产落宗等：

1) 房产分层分户图处理

区分栅格数据和矢量数据，开展存量不动产分层分户图赋予不动产单元代码，以栅格形式保存的存量不动产分层分户图需经影像扫描、空间位置校正、匹配、矢量化转换成矢量格式的分层分户图。

2) 不动产单元三维单体化

将二维宗地、自然幢矢量数据、房产分层分户平面图载入Mesh三维模型，完成房产分层分户平面图与Mesh三维模型的位置配准和套合。获取分层分户平面图底层的Z坐标和层高信息，分层分户图有层高的，根据分层分户图和层高批量构建每户房屋实体，并叠加成幢；分层分户图无层高的，在Mesh三维模型上量取层高后构建房屋实体，赋予房屋实体唯一的不动产单元代码。对于厂房和独幢别墅等单幢建模的不动产单元，采取“自然幢或房产分层平面图+幢高”规则批量建模；对于成套、间的商品房，分别依据“房产分层平面图+层高”及“自然幢基底+幢高”批量构建“户”和“幢”不动产单元模型。依据上述规则完成各类不动产单元的单体化建模。

3) 三维楼盘表构建

结合已有二维楼盘表，快速构建三维楼盘表，同时赋予三维楼盘表中每户要素以唯一的不动产单元代码，以便于实现不动产登记成果属性挂接和读取。

4) 三维不动产落宗

根据在实景三维表达中选择的楼幢或房屋，判断楼幢或房屋所对应的宗地进行落宗。

C.2.3.3 地理实体关系构建

参考表C.1建立不动产登记单元之间的关系。

表 C.1 不动产登记单元之间的关系

关系类型	记录方式	备注
拓扑	不动产登记单元之间的拓扑关系	两户相接
距离	不动产登记单元之间的空间距离关系	户与某学校很远
方位	空间上描述模型不动产单元与地表的上下方位关系。	地下车库位于地表以下
组成	部分组合成整体，部分聚合为一个类	户组成层，一个权力人包含多户
隶属	不动产登记单元间因社会权属、管理目的而产生的关系	宗地隶属于某个权利主体
顺序	不动产登记单元之间因生存周期不同产生的先后或者共存情况	某学校运营在某小区建成之前
取代	不动产登记单元因时间变化产生的变更情况	某小区被某道路分割

C.2.3.4 不动产登记数据整合

数据整合前应先进行数据预处理，预处理包括对各类格式数据进行清洗与梳理、数据补充完善以及规范化处理。数据清洗与梳理包括对无效数据进行剔除、拓扑纠错、属性标准化、类型规范化，并确保空间参考一致性。数据补充完善包括对专题资料进行空间数据补全、属性信息完善、历史数据整合、合规性核实等，以保证资料完整性、准确性。数据规范化处理包括将空间数据转换至统一空间基准，并对数据逻辑一致性、精度一致性问题进行检查与处理。处理流程如图C.1所示。

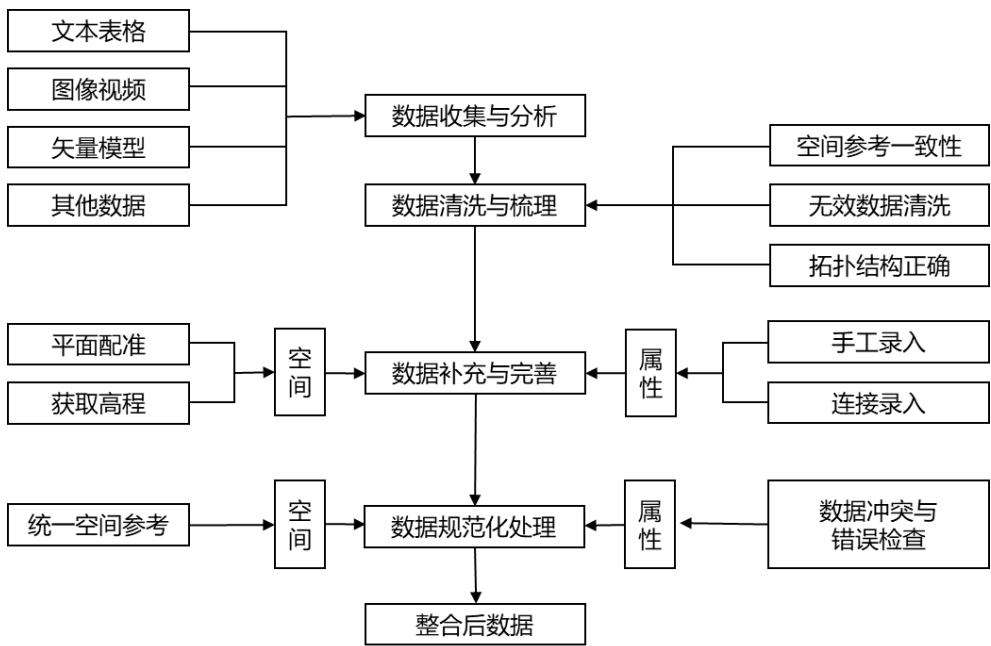


图 C.1 数据整合的预处理

数据预处理后，三维不动产单元应关联二维不动产登记系统的单元户信息和登记簿信息，构建三维不动产单体信息模型，具体要求：

- 1) 对房产分层分户平面图门牌号属性字段与二维不动产单元表（图）坐落字段进行精准匹配，实现二维不动产单元表信息与三维不动产单元关联，人工辅助匹配。
- 2) 基于自然幢定位与分层分户图人工判读完成实景三维数据挂接二维不动产单元信息，并通过不动产单元代码完成登记簿数据的挂接，实现模、图、属、档全面关联匹配。

C.2.4 不动产登记应用

C.2.4.1 概述

在传统二维登记基础上，通过融入实景三维数据，整合三维空间数据与不动产权利信息，以立体化表达和精细化管理为核心，实现建筑物、地下空间等不动产“地上-地表-地下”产权边界的可视化表达与一体化管理，为不动产确权登记等业务提供精准空间支撑。

C.2.4.2 功能

权利人通过实景三维数据参与不动产登记申请、受理、审核、登簿、发证全流程，实现二维纸质证书与三维立体登记单元的互联感知，实现感知化、立体化、自助化登记。同时，支持不动产登记资料查询、进度查询、三维空间范围可视化查询。

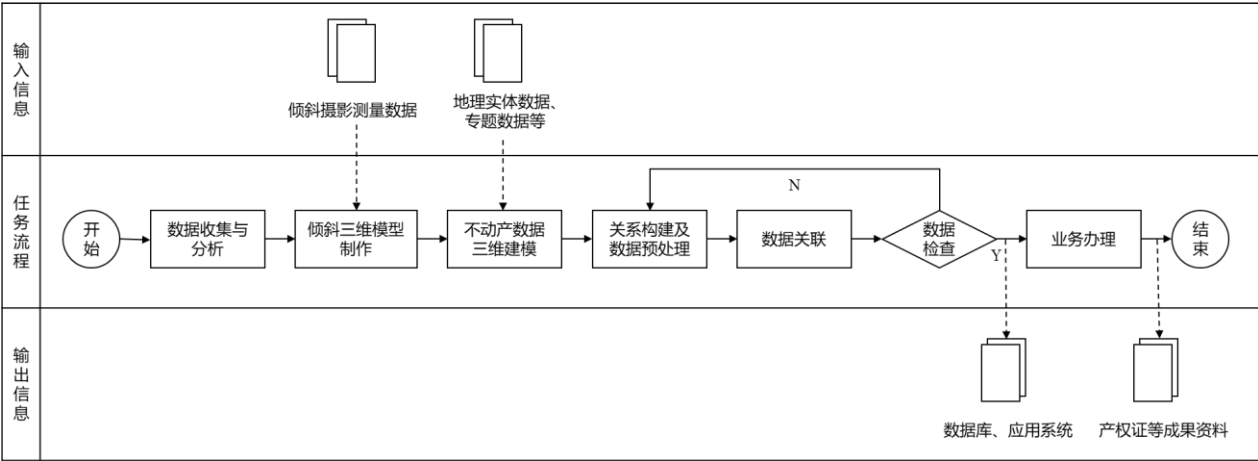


图 C.2 三维不动产登记应用流程

- 1) 申请。申请人根据不同的申请登记事项，向不动产登记机构提交登记申请材料。
- 2) 受理。不动产登记机构基于实景三维数据关联需要登记的不动产单元，选择登记的业务类型，查验申请主体、申请材料，询问登记事项，出具受理结果。
- 3) 审核。不动产登记机构依据申请登记事项，对申请事项及申请材料做进一步审查。同时依托实景三维数据的集成表达，通过不动产实体和三维不动产单元表，审查户落幢、幢落宗及不动产单元的自然状况和权利限制等情况，并决定是否予以登记。
- 4) 登簿。经审核符合登记条件的，将申请登记事项，按照要求记载于不动产登记簿。
- 5) 发证。登记事项记载于不动产登记簿后，不动产登记机构根据不动产登记簿，如实、准确填写、核发不动产权证书或者不动产登记证明，同时关联已编制的三维房产分户图。

C.3 赋能政府决策：基层社会治理

C.3.1 应用场景定义

基层社会治理，指城乡社区、村级组织以及其它基层单位中，通过居民自治、社区管理、社会组织参与等方式，解决社会问题、维护社会稳定的一种社会治理模式。

C.3.2 数据收集

C.3.2.1 数据内容要求

数据内容要求如下：

- 1) 自然地理实体数据包括山体、水体、农林用地与其他土地等；人工地理实体数据包括建筑物（含地下空间）、交通设施、管线等；管理地理实体数据包括行政区划、网格边界、应急资源点位、监控覆盖范围等。
- 2) 区域覆盖数据包括航空/航天遥感影像、数字高程模型、数字表面模型、Mesh三维模型、移动测量数据、机载激光点云数据等。
- 3) 专题数据包括一标三实数据（标准地址、实有人口、实有房屋和实有单位）、事件、设施等，其中标准地址属性包括门牌号、空间坐标等；实有人口属性包括年龄、职业、特殊需求等；实有房屋属性包括用途、面积、产权等；实有单位属性包括类型、经营状态等；事件属性包括事件类型、发生时间、处置进度、空间坐标等；设施属性包括空间坐标、状态、管护单位等。
- 4) 其他数据包括物联网感知数据、视频监控数据、社交媒体舆情数据等，其中，物联网感知数据属性包括空间坐标、监测值（温度、空气质量）、设备状态等；视频监控数据属性包括空间坐标、视角范围、视频流时间戳等；社交媒体舆情数据属性包括事件位置、情感分析结果、传播热力等。

C.3.2.2 数据表达要求

基层社会治理应用的实体数据应根据具体需求设置相应的数据粒度、精度和表达形式要求，如表C.2所示。

表 C.2 基层社会治理应用实体数据表达要求

子场景类型	数据粒度	精度要求	表达形式
社区网格管理	建筑单室级/设施单体级	平面精度优于0.3米 高程精度优于0.1米	可表达三维户室模型、属性标签联动等
治安防控	监控设备毫米级安装参数	视域角度误差小于0.5° 覆盖半径误差小于1米	可表达三维视域锥体、盲区叠加分析等
公共设施管理	管线管径大于5厘米建模 病害区域分辨率2厘米	管线埋深误差小于10厘米 病害尺寸误差小于1厘米	可表达管线碰撞预警模型、病害三维标注等
环境治理	地表变化检测单元小于1米×1米	违建边界定位误差小于0.5米	可表达多期模型对比差异着色、垃圾热力分布图等

基层社会治理应用区域覆盖数据，倾斜航空影像分辨率应优于0.05米，航天遥感影像分辨率应优于0.5米；Mesh三维模型应不低于LOD2级；数字高程模型数据格网间距优于5米；机载激光点云数据密度大于50点/平方米；车载/背包采集的街景影像、点云数据精度小于10厘米。

基层社会治理应用专题数据应进行正确的空间关联，地址编码应具有唯一性；网格员巡查轨迹与三维模型叠加，事件定位误差应小于2米，支持处置推演；消防设施三维坐标误差小于0.3米，支持灾害推演。

C.3.2.3 数据质量要求

参照C.1.2.3要求基础上，具体要求包括：

基层社会治理相关数据应进行动态更新，确保数据现势性符合使用要求。建筑实体应按需开展年更新，竣工测量、违建识别等事件触发局部更新；道路设施应按需季度巡检，道路病害识别触发局部更新；地下管网竣工测量后应执行入库更新。

C.3.3 数据制作和处理

C.3.3.1 三维建模

三维模型可采用倾斜摄影、激光雷达、移动测量车等多手段获取建模原始数据，并按照质量要求制作，处理过程包括但不限于数据预处理、空三加密、模型构建、轻量化处理、模型修饰、接边融合等。数据预处理可包括影像去噪、色彩一致性校正、点云滤波分类（宜符合CH/T 3020标准）。模型修饰可包括Mesh三维模型消除空洞、纹理错位拉花处理、结构单体化重建等。

分层分户处理包括数据收集、数据预处理、高程赋值、模型生成、空间编码、质量检查。数据预处理是对房产分户矢量数据进行空间拓扑关系检测，排除同一楼栋、同一同层内分户数据空间关系异常。高程赋值是对平面分层分户数据赋予底高、顶高，高程赋值可以依据实地调查或基于实景三维数据获取。模型生成是结合空间矢量数据与高程属性生成三维模型，可根据属性设置不同的表现方式。空间编码是对每一户数据依据空间包围盒计算唯一编码，便于属性关联。质量检查是分层分户数据成果的几何结构、模型编码进行正确性和完整性检查。

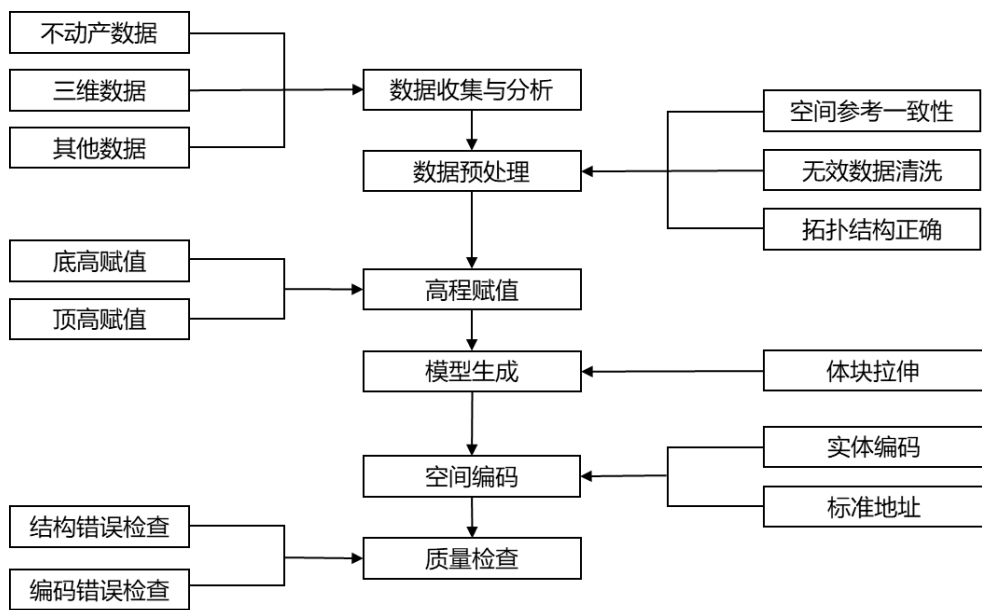


图 C.3 分层分户处理流程

单体化建模包括数据预处理、模型生产、模型编码、质量检查。数据预处理是对获取的数据源，包括倾斜摄影、点云模型等源数据，以及单体化数据进行清洗梳理、补充完善以及规范化整理。模型生产是基于地理实体矢量数据对源数据进行切割或者重构，得到单体化几何模型。模型编码是采用地理实体或建筑实体编码规则，对单体化模型进行编码处理，使其具有空间唯一身份编码。质量检查是对单体化建模成果的几何结构、模型编码进行正确性和完整性检查。

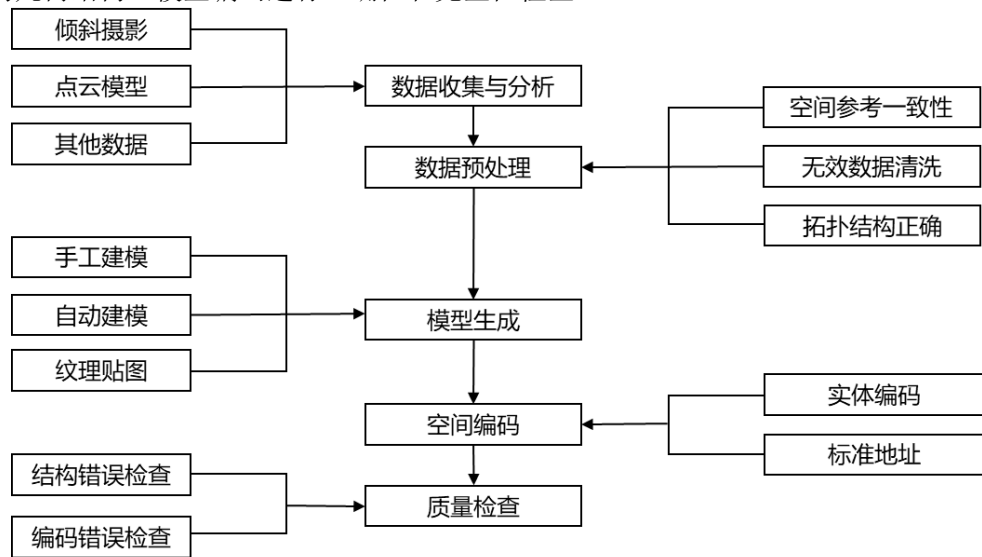


图 C.4 单体化建模流程

C.3.3.2 地理实体关系构建

基层社会治理地理实体应按需进行空间叠加、语义关联、时序融合等组合聚合。
基层社会治理地理实体属性应按需进行静态属性扩展和动态属性更新。静态属性扩展可按专题数据空间位置、编码等进行扩展。动态属性更新可对事件驱动属性、物联网感知属性、业务流属性等信息进行关联扩展。
基层社会治理地理实体关系包含连接关系、组成关系、隶属关系等，可根据场景需求进行关系构建，应准确真实表达场景中地理实体的关系。

C.3.3.3 基层社会治理数据整合

实景三维数据和基层社会治理业务数据整合前应进行数据预处理，相关流程参见C.1.3。
为满足基层智治应用需求，形成基层社会治理实景三维数据以及基层治理标准业务数据后，需进行数据关联，包括：
a) 在三维空间对二维数据进行空间落图，需要在三维空间中依据平面坐标获取高程值，例如摄像头等感知设备数据、车辆、事件位置等。
b) 人口、法人等数据与建筑实体或分层分户模型的关联，通过建筑编码或分层分户编码建立联系，实现基层治理标准业务数据与三维模型的关联匹配。

C.3.4 基层社会治理应用

C.3.4.1 概述

通过构建“三维一张图”底板，融合“地、房、人、用、管”多维数据，建立以实景三维数据为统一空间基准的跨部门数据循环体系，实现对城市空间、人口、设施等的全面、动态、精准管理，形成“动态感知-智能分析-闭环处置”的基层治理新范式。主要功能包括：一是融合数据构建基层智治三维空间底座，实现地上地下、室内室外一图呈现；二是通过空间关联、实时融合等空间赋能实现基层社会治理业务数据上图，通过空间查询、计算分析与模拟推演开展定量计算分析，支撑基层社会治理科学研判。三是融合感知数据，实现实景三维底座数据持续动态更新运维，推动实现基层智治体系化、可视化带图作战。

C.3.4.2 底座构建

收集二三维标准数据，然后根据基层镇街范围或社区范围对模型进行裁切，通过模型简化优化对模型进行切片，并建库发布数据服务，通过数据加密实现数据安全调用。各镇街通过获取对应范围的实景服务构建实景三维底座数据。持续开展数据更新维护，形成应用情况报告。

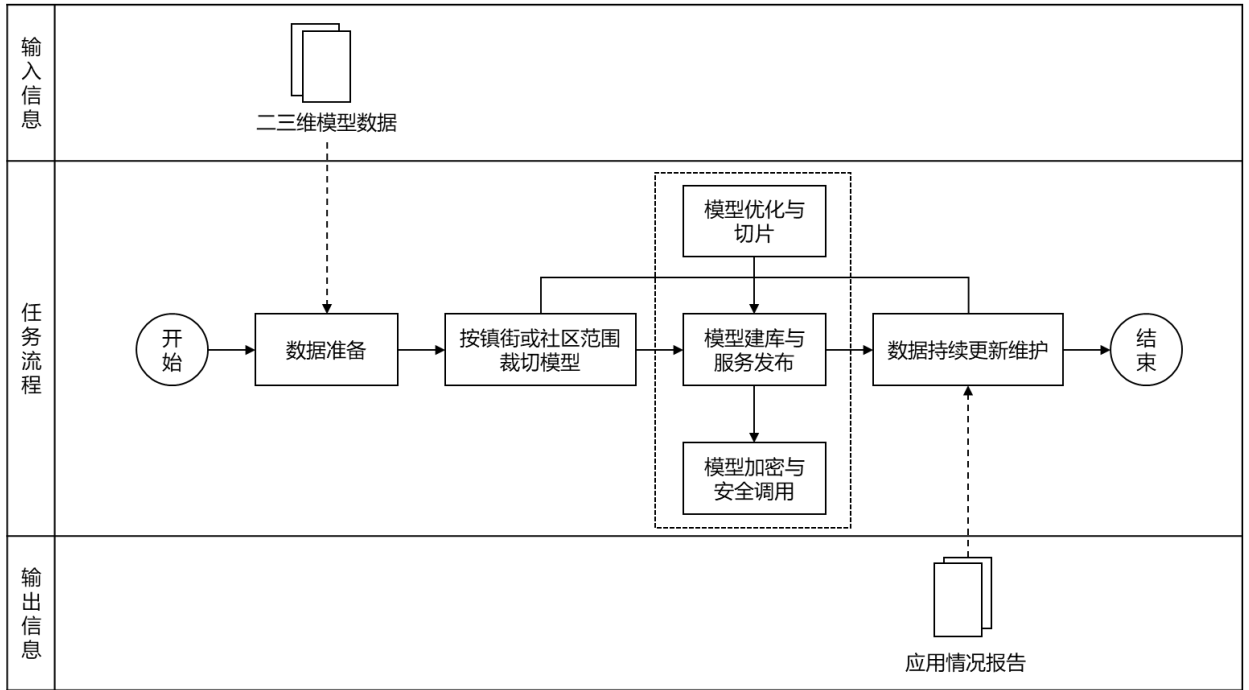


图 C.5 基层社会治理实景三维底座构建技术流程图示意

C.3.4.3 专题数据接入与应用

在基层社会治理实景三维底座构建基础上，开展标准地址挂载。包括收集二三维标准数据，接入分层分户模型，将分层分户模型与标准地址挂载，进而实现与人口、房屋、法人等管理数据关联管理。提供管理数据空间查询，或按属性查询后空间落图，实现业务数据的统计分析。持续开展数据更新维护，形成应用情况报告。

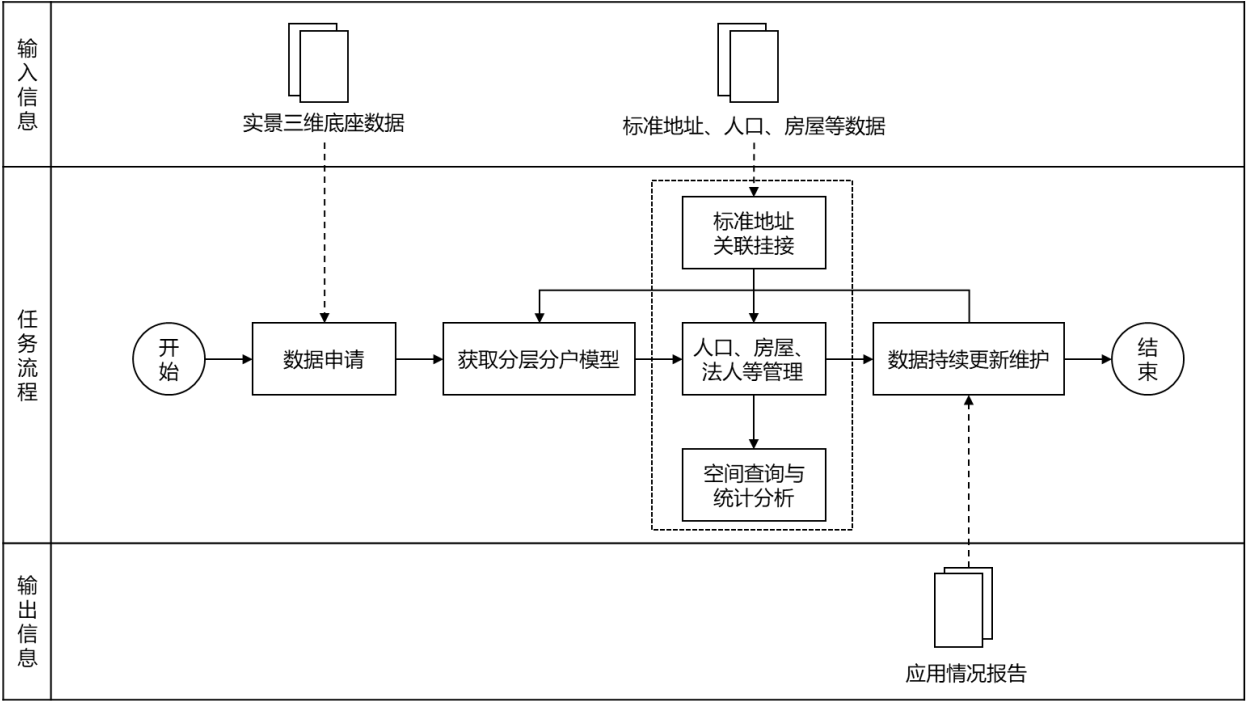


图 C.6 基层社会治理标准地址接入与应用技术流程图示意

C.3.4.4 突发事件处置

在基层社会治理实景三维底座构建基础上，数据申请授权后，按镇街或社区获取三维模型，在模型基础上，将风险点位、感知设备以及医院、消防等资源点位落图。突发事件发生后，首先对事件上图，然后通过空间查询、信息提取，开展周边公安、消防、医疗、感知设备调度，实现应急事件处置。持续开展数据更新维护，形成应用情况报告。

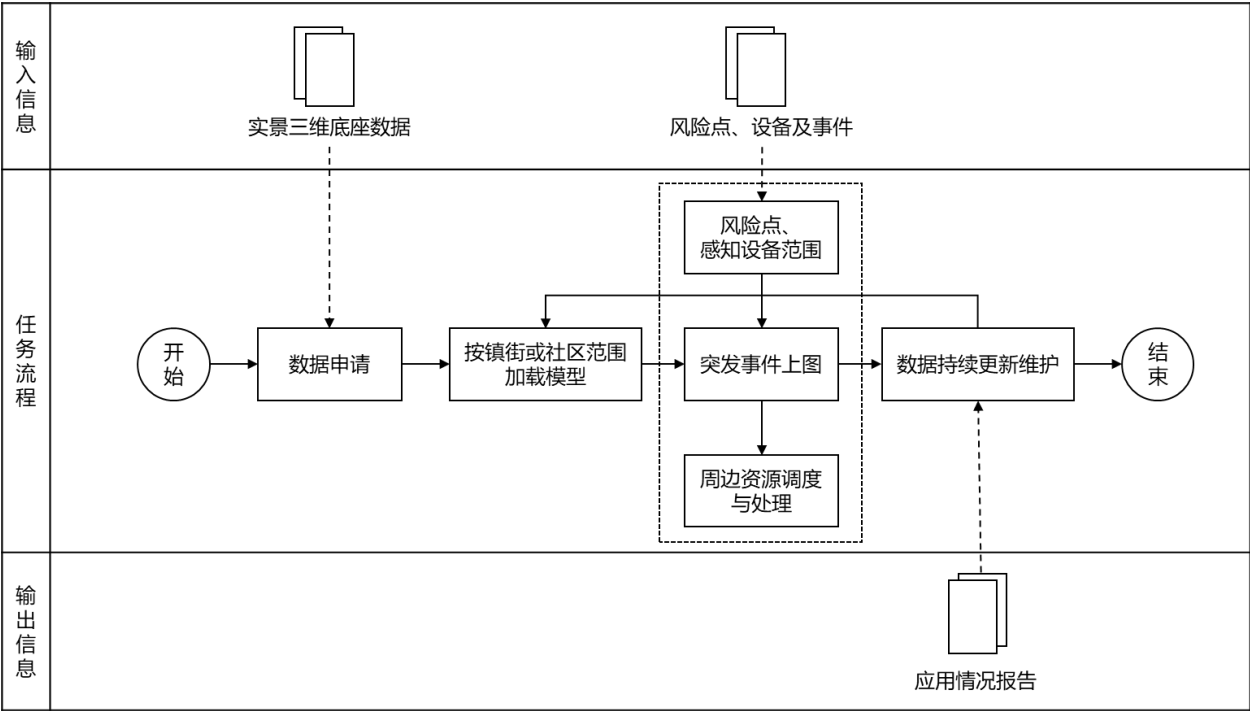


图 C.7 基层社会治理突发事件处置技术流程图示意

C.4 助力数字经济发展：港口信息模型 PIM

C.4.1 应用场景定义

港口信息模型，是以港区实物资产（码头、设备、管线等）为基础，通过整合地理空间数据、物联感知数据及港口业务数据，构建全要素数字孪生模型，融合多种技术手段实现覆盖数字绿色港口规、建、管、运、服、检全生命周期的数字化管理新模式。

C.4.2 数据收集

C.4.2.1 数据内容要求

实体数据包括人工地理实体、自然地理实体、管理地理实体，有关数据内容要求如下：

1) 人工地理实体：包括地上设施实体、地下设施实体和配套建筑及设施实体。地上设施实体应包含港机设备（岸桥、轨道吊、门机等装卸设备）、堆场与仓储（集装箱堆场、粮食筒仓、原油罐区）、交通网络（疏港道路、铁路轨道、闸口设施）、能源设施（变电站、输电线路、岸电设施）；地下设施实体应包含地下管网（输油管道、供水管网、排水管网、燃气管网、电力管网、电信管网、热力管网、综合管廊）、地下桩基、输油管道控制设备（输油管道弯头、阀门）；配套建筑及设施实体应包含建筑单体（港区办公楼、仓库）、环保设施（污水处理厂、除尘设备）。

2) 自然地理实体数据：包括陆地、水域地形实体、地质结构（三维地质模型）、岛屿与礁石实体。应包含周边地表水体、水下地形、岛屿、礁石、湿地、滩涂等。

3) 管理地理实体：包括动态设备实体和水域设施实体等，动态设备实体应包含流动机械（集卡、叉车等设备）、船舶实体。水域设施实体应包含码头结构（码头、泊位、护舷等设施）、航道与锚地。

区域覆盖数据包括Mesh三维模型、激光点云数据、卫星遥感影像、道路和标识标牌等纹理数据，有关数据内容要求如下：

- 1) 港区地表Mesh三维模型覆盖码头、堆场、建筑物等地表设施。
- 2) 构建管线、桩基等隐蔽工程三维模型。
- 3) 获取卫星影像，用于宏观地形分析与岸线变化监测。
- 4) 采集道路、标识标牌等纹理细节。

专题数据包括资源数据、规划管控数据、工程项目数据、实物资产管理数据，有关数据内容要求如下：

- 1) 资源数据：包括土地、海域、地质、交通、构筑物等。
 - 2) 规划管控数据：包括土地利用总规划图等规划管控类数据。
 - 3) 工程项目数据：包括管理单位辖区、覆盖规划、建设、运维等阶段的项目数据。
 - 4) 实物资产管理数据：包括属性数据记录资产卡片信息、资产挂接位置树信息、业务单据信息等；空间数据记录资产点、资产线、资产面。
- 物联感知数据包括车船动态、视频监控、气象、计量仪器仪表等。

C.4.2.2 数据表达要求

人工地理实体划分为地上设施实体、地下设施实体和配套建筑及设施实体三类。其中地上设施实体和配套建筑及设施实体为仿真模型，采用真实纹理贴图，以实体外部主体轮廓为主，具备反映实体特征的精细几何结构，单体化为2.3级仿真模型；地下设施实体为部件模型，以实体内部主体结构及主要功能分区为主，单体化为3.3级仿真模型。

自然地理实体为仿真模型，以实体外部主体轮廓为主，忽略细部几何结构，单体化为2.1级仿真模型。

管理地理实体为部件模型，以实体内部主体结构及主要功能分区为主，单体化为3.3级部件模型。

C.4.2.3 数据质量要求

参照C.1.2.3要求基础上，具体要求包括：

地上设施实体和配套建筑及设施实体以2.3级仿真模型构建精度要求控制，地下设施实体以3.3级仿真模型构建精度要求控制，管理地理实体以3.3级仿真模型构建精度要求控制。面向港口PIM的应用需求，在2.3级仿真模型构建质量要求基础上，补充指标如下：

建筑物模型要求建筑物大于 0.2 米的主体结构建模表现，附属结构及设施精度差小于 0.5 米。通过模型重建及纹理映射，在原有基础上达到分离效果。

道路模型要求包括破损车辆删除，结构完整的车辆保留。道路表面有异常凸起置平，修补道路面破损结构，修饰纹理贴图，补充道路交通信息等。道路黏连的情况，删除黏连结构进行重构，确保路面干净整洁、起伏平缓自然。

地面模型要求包括地面结构破损、空洞、分层等现象进行修补。确保结构自然、无明显接边和闪缝。结构修补后重新纹理映射，使其地面模型效果表达真实完整。

对非实际业务管理功能要求的地上管线、罐仓、泵房等确保大型设施主体结构精度误差小于 0.5 米，如管线阀门、罐仓楼梯及围栏不做实体化处理，采用原始Mesh三维模型表达即可。

C.4.3 数据制作和处理

C.4.3.1 三维建模

三维建模包括倾斜摄影方式Mesh三维模型、激光点云方式Mesh三维模型和地下管网精细三维模型。

1) 倾斜摄影方式Mesh三维模型

首先进行前期规划，包括测区范围划定、航线设计、地面控制点布设及空域合规性检查；然后进行无人机数据采集，通过搭载五镜头相机的无人机按预设航线飞行，同步获取垂直及四向倾斜影像，并记录POS数据；随后开展数据处理，完成空三加密、密集点云生成、三角网构建及纹理贴图，输出三维模型；最后进行质检与应用，核查模型精度与完整性。

2) 激光点云方式Mesh三维模型

首先通过机载、车载或地面激光雷达扫描目标区域，获取高精度三维点云数据，同步记录POS（定位定姿）信息；然后进行数据预处理，对原始点云去噪、滤波，并利用控制点或IMU/GNSS数据进行坐标校正与配准；接着进行分类与建模，基于点云密度和反射强度，通过算法分类地面、建筑等地物，生成数字高程模型/数字表面模型，并提取特征线构建三角网或BIM模型；最后进行纹理贴图，融合倾斜摄影或近景影像数据，增强模型真实感。

3) 地下管网精细三维模型

以地下管线二维数据库为基础，对所有管线数据进行三维建模。建模方式采用BIM建模，管线模型依据空间形态制作为圆管或方管，管径根据真实比例表达，采用颜色代替管线纹理，模型带有管点与管线的属性信息。

C.4.3.2 模型精修处理

对自动化建模形成的三维模型数据中的悬浮物、建筑物、水系、道路、地面、植被等进行修整，确保建模区域整体色彩均匀、美观，无大的结构问题。对建筑物、水系、道路、桥梁、植被等进行精细化修整，对建筑物及道路两侧部件进行实体化，确保建模区域整体色调一致，精度正确。

C.4.3.3 专题数据处理

专题数据处理包括自然资源数据、规划管控数据、工程项目数据和资产管理数据。

1) 自然资源数据

收集港区土地、水域、海域资源数据，将收集到数据的属性字段按要求进行整理，并将原有数据的投影坐标转换为地理坐标。

2) 规划管控数据

收集港区规划管控数据，将收集到数据的属性字段按要求进行整理，并将原有数据的投影坐标转换为地理坐标。

3) 工程项目数据

收集港区工程项目数据，根据工程项目开工时间、竣工时间进行分类，包含已完工项目、在建项目、待开发项目和港外单位项目。

4) 资产管理数据

按照数据类型可分为两部分，一部分是资产管理的属性数据，包含资产卡片信息、资产挂接位置树信息、业务单据信息等，此类数据主要是通过数据接口进行获取。另一部分是资产管理的空间数据，包含资产点、资产线、资产面，此类数据通过平台提供的资产卡片地址维护系统进行资产坐标的采集。

C.4.4 港口 PIM 相关数据整合

C.4.4.1 实体数据建库

完成建筑物实体和港区专题地理实体构建港区地理实体库，地理实体需要建立全球统一、唯一空间身份的编码，实体编码由多段子码组成，如分类码、位置码、时间码和顺序码等，对每一个地理实体进行编码赋值，地理实体编码和地理实体模型编号是一一对应关系。

C.4.4.2 集成表达

将生产完成的地理实体模型和区域覆盖数据进行整合处理。在不改变原始地表高程的情况下，对建模区域中实体化后的建筑物、大型港区设施、地上管线与区域覆盖数据进行叠放整合，确保坐标统一、数据格式统一、平面精度统一、色彩风格统一，最终形成完整的实景三维表达。通过系统平台中对光环境的模拟，加强模型数据的阴影效果。使其更加真切，层次更加分明。

C.4.4.2 专题数据整合

整合港区资源数据（土地、海域、地质、交通、构筑物等）、规划管控数据、工程项目、实物资产管理、物联感知（车船动态、视频监控、气象、计量仪器仪表等）等专题数据。

1) 资源数据

包括土地与海域数据、地质数据、交通与构筑物数据，具体包括高精度三维模型覆盖码头、堆场等地表设施，融合多光谱遥感影像实现岸线变化监测；海域使用范围及水深数据，支撑港口航道规划与疏浚工程；基于钻孔数据构建三维地质模型反演地层渗透系数、承载力等参数；地下管线三维模型；港区道路、铁路网络拓扑关系，整合交通流量实时监测数据；建筑物BIM模型，包含结构荷载、抗震等级等设计参数。

2) 规划管控数据

包括规划方案（港口总体规划三维可视化模型，用地红线、生态保护区等管控边界数据），审批与合规（港口开挖施工电子许可证，危险品堆存合规记录）。

3) 工程项目数据

工程档案：设计图纸、施工记录及验收报告数字化存档，隐蔽工程三维模型，关联施工阶段点云扫描数据。

BIM数据：应用于港口运营模拟，规避设备安装冲突。

4) 实物资产管理

资产台账：基于资产编码关联设计参数、运维记录、全生命周期数据。

运营资产：运营阶段产生的资产数据。

5) 物联感知数据

设备与环境监测：港机振动、温度传感器数据、气象站风速、潮汐预报。

车船动态：AIS船舶定位，融合泊位三维模型实现靠泊模拟；集卡GPS轨迹数据，优化堆场集装箱调度路径；码头自动化监测数据，包含监测仪器位置和实时监测数据

视频与计量：监控摄像头智能分析，识别违规作业行为；皮带秤计量数据实时校核，同步至生产管理。

C.4.5 港口信息模型（PIM）应用

C.4.5.1 概述

构建全港高精度实体化实景三维集成表达，建立实物资产与地理实体的时空关联模型，实现港区全要素、全流程的数字化映射与协同管理，支持资产台账的动态更新与全流程追溯，为港口智慧化运营提供核心支撑。主要功能包括：PIM平台、资产全生命周期管理、港口设备运维与生产调度、绿色港口建设、工程建设与规划

C.4.5.2 港口信息模型（PIM）平台

港口信息模型（PIM）平台主要包括以下几个方面：一是建立整个港区的高精度实景三维底座；二是建设港区地下管线三维模型数据以及由地质钻孔数据反演的三维地质模型；三是构建港区资产全生命周期可视化管理机制；四是支撑港区规划建设决策。五是深度融合港区业务流程；六是建立港区PIM基础平台及其数据标准规范管理体系。

C.4.5.3 资产全生命周期管理

通过标准化编码与位置树技术，实现港口实物资产的数字化映射与动态管理。具体包括：PIM平台与资产管理系统对接，覆盖设备新增、维护、报废全流程，支持资产状态实时可视；PIM整合图纸资料、维护记录等非结构化数据，建立资产档案库，支持快速检索与历史版本回溯，显著提升审计与维保效率；资产处置阶段，PIM提供三维表达下的空间占用分析，辅助决策设备拆除或迁移方案，避免影响港区作业连续性；港区管理人员可实时监控资产状态，优化资源配置，降低运维成本；PIM平台支持多部门协同，提升决策效率，确保港区运营安全稳定。

C.4.5.4 港口设备运维与生产调度

集成物联网技术实时采集设备运行数据，结合AI算法预测故障并制定维护计划，降低停机风险。具体包括：依托IoT传感器、激光扫描、无人机巡检等技术，实时采集港口设备的运行状态数据、作业数据及环境数据；通过BIM+GIS融合建模技术，构建港口设备的三维数字孪生体；利用AI算法对设备数据进行挖掘，预测故障风险、优化维护策略，并结合生产调度需求生成作业指令；通过可视化驾驶舱为管理者提供设备健康度、作业效率及能耗的实时监控，支持快速决策；实时分析堆场集装箱的分布密度与提箱频率，动态调整场桥作业路径，减少翻箱率。

C.4.5.5 绿色港口建设

整合数字孪生、物联网、大数据分析等技术，从污染监测、能源管理、生态保护及合规治理四大维度，实现污染精准防控、能耗优化及生态可持续发展。具体包括：通过多源数据融合，构建“污染地图”（如船舶尾气、污水排放、粉尘扬散等污染源）并实现智能管控；通过能耗分析、清洁能源调度及碳足迹追踪，推动港口向低碳化转型；通过生态数据建模与智能决策，开展生态敏感区监测和绿色基础设施规划；通过自动化监管与数据留痕，结合气象、潮汐数据模拟危化品泄漏扩散路径，预判对敏感目标的影响，优化应急物资部署。

C.4.5.6 工程建设与规划

整合BIM、GIS、物联网及大数据分析技术，在港口工程建设与规划中发挥全流程、多维度赋能作用。具体包括：在规划阶段，基于高精度三维建模与多源数据融合，可模拟港口地形地貌、水文地质、交通网络等复杂环境，辅助决策者优化布局方案；在资源调度方面，通过整合历史吞吐量、设备效率、堆场容量等数据，结合AI算法预测未来货物增长趋势，动态规划码头泊位长度与堆场空间配比，避免资源闲置或超负荷运行；在工程设计阶段，支持多专业协同设计与冲突检测，如结合风洞模拟与抗震分析，对岸桥基础结构进行力学仿真，优化桩基深度，节省混凝土用量；在施工阶段，通过IoT传感器实时采集施工进度、材料消耗及设备状态数据，并与BIM模型联动，实现“进度—成本—质量”三重管控。

C.5 助力数字经济发展：城市低空航路网规划

C.5.1 应用场景定义

城市低空航路网规划，指低空管理机构根据需求类型、需求规模与时空分布等特征，实施数字空域离散化建模、基础设施配置、航路航线划设以及立体网络构建工作，并开展综合评估和使用管理，支撑空地协同的立体航路网络建设。

C.5.2 数据收集

C.5.2.1 数据内容要求

实体数据包括人工地理实体、自然地理实体、管理地理实体，有关数据内容要求如下：

- 1) 人工地理实体：包括建（构）筑物及设施（房屋、房屋附属设施）、城市部件（高压线、路灯、航标等）、分布式起降点、能源保障设施、通信导航基站。
- 2) 自然地理实体数据：包括山体、水体（流域、河流、湖泊等）、植被、田地。
- 3) 管理地理实体：包括动态空域（限飞区、空域电子围栏）、航路网络拓扑数据（飞行走廊空间坐标、航段通行能力）、气象数据（风速、降水概率、能见度）、行政区划（县级行政区、乡、行政区、村）、地名地址、障碍物、城市规划管控数据。

区域覆盖数据包括低空航线规划区域地表Mesh三维模型以及地表建筑、植被、电力设施等三维数据，分辨率优于3厘米，同步整合BIM模型。

专题数据包括空域资源数据、基础设施数据、城市运行数据、产业与场景数据资源数据，有关数据内容要求如下：

- 1) 空域资源数据：包括空域分层管理、气象动态数据、飞行规则库等。
- 2) 基础设施数据：包括低空服务设施、城市立体设施、应急避障设施、地下管线等。
- 3) 城市运行数据：包括交通网络数据、人口热力分布数据。
- 4) 产业与场景数据资源数据：包括产业需求热力图、应用场景数据。

物联感知数据包括飞行器实时数据和空域状态数据，其中空域状态数据含空域占用率、设备故障告警等数据。

C.5.2.2 数据表达要求

人工地理实体单体化为2.3级仿真模型。

自然地理实体平面几何形状以0.3级模型为主，不同位置存在高度差，单体化为1.3级体块模型。

管理地理实体平面几何形状以0.3级模型为主，不同位置存在高度差，单体化为1.3级体块模型。

C.5.2.3 数据质量要求

参照C.1.2.3要求基础上，具体要求包括：人工地理实体以2.3级仿真模型构建精度要求控制，自然地理实体和管理地理实体以1.3级体块模型构建精度要求控制。

C.5.3 数据制作和处理

C.5.3.1 Mesh 三维模型制作和处理

Mesh三维模型数据采集与制作流程可参照章节C.3.3.1，相关实体模型生产2.3级成果。并开展如下处理。

1) 数据标准化

对原始数据进行坐标统一、噪声过滤及多源数据配准，确保数据空间一致性，满足多级空域规划的需求。

2) 模型轻量化

采用多细节层次分层技术，对原始模型进行网格简化、动态调度优化，满足低空航路规划实时交互需求。

3) 数据质检与标准化

依据DB3706/T-2025，对模型几何精度（建筑物轮廓误差优于10厘米）、纹理真实性（色彩偏差率小于5%）及逻辑一致性（拓扑关系正确率100%）进行自动化质检。

4) 数据管理

统一管理模型数据，定义结构化属性字段（如建筑高度、材质、电磁干扰等级），支持与低空航路规划系统无缝对接。

5) 动态更新与治理

结合无人机众包采集、AI变化检测，建立增量更新机制，实现模型动态迭代。

C.5.3.2 低空航路规划相关数据整合

低空航路规划相关数据整合包括空域资源数据、基础设施数据、城市运行数据、产业与场景数据和动态监测数据。

1) 空域资源数据

空域分层管理：整合禁飞区（如高压线塔、机场净空区）、适飞区三维边界数据，构建低空数字孪生空间，支撑干、支、短线分级航线规划。

气象动态数据：接入风速、降水概率等实时气象流，优化航路动态避障策略。

飞行规则库：集成空域占用优先级（应急>商业>公共）、飞行高度层等规则数据，实现空域资源按需分配。

2) 基础设施数据

低空服务设施：整合飞行服务站、无人机起降场坐标及5G-A基站覆盖范围，构建“空中交巡警站”网络。

城市立体设施：标注轨道交通、桥梁隧道等三维空间属性，生成三维缓冲区（禁飞区）。

3) 城市运行数据

交通网络数据：叠加城市道路流量、轨道交通时刻表，优化物流无人机与地面交通协同调度。

人口热力分布：整合商圈、住宅区人流密度数据，划定夜间静音飞行区与日间限飞区。

4) 产业与场景数据

物流需求热力图：接入电商平台配送订单分布数据，生成即时航线需求。

农业环境数据：融合多光谱影像（作物生长指数）、热红外数据（病虫害监测），规划专项业务应用无人机作业路径。

5) 动态监测数据

飞行器实时数据：接入北斗定位、ADS-B广播式数据，实现航空器轨迹追踪与冲突预警。

空域状态数据：整合空域占用率、设备故障告警等数据，支持管理部门“挂图作战”。

C.5.3.3 低空航路规划数据管理

低空航路规划数据管理包括层分块存储、分布式数据库部署、动态更新与版本管理和多源数据协同。

1) 层分块存储

空间分块与LOD分层：采用地形级、城市级、部件级三级模型分层体系，结合LOD（多细节层次）技术对不同精度模型进行分块存储，例如地形模型按不同LOD级别划分层，同一层采用相同尺寸分块，并通过平面网格索引实现快速调用。

多源数据融合存储：整合Mesh三维模型（OSGB格式）、BIM模型（IFC标准）、激光雷达点云（LAS格式）等异构数据，通过空间网格编码实现统一坐标基准下的数据集成，并实现三维模型与属性数据关联存储。

2) 分布式数据库

关系型数据库与对象存储结合：属性数据采用关系型数据库存储，三维模型数据通过分布式对象存储系统管理，实现数据高并发访问。

云边协同架构：核心数据存储于云端，边缘节点缓存高频访问数据（如航路规划热点区域模型），通过负载均衡降低网络延迟。

3) 动态更新与版本管理

增量更新机制：采用无人机众包采集、AI变化检测实现数据动态迭代，通过时间戳标记版本，保留历史数据支持回溯分析（如历史航路冲突点对比）。

区块链存证：对航路规划关键数据（如障碍物坐标、空域分层方案）进行哈希上链，防止数据被篡改。

4) 多源数据协同

通过整合和利用多种来源的数据，实现航路规划与城市部件（如高压线、路灯、航标等）以及气象数据的联动分析，从而提升航路规划的精确度和效率。确保无人机在复杂环境中的安全飞行，减少碰撞风险，同时优化航线设计，提高航线的时效性，实现空域资源的最大化利用。

C.5.4 城市低空航路网规划应用

C.5.4.1 概述

融合测绘地理信息、动态感知与智能分析技术，构建低空数字空域三维底座，实现低空资源精细化治理与全流程管控，服务低空空域利用、航路协同、设施管理、安全管控等。具体功能包括：通过多源数据融合与时空计算能力重构城市低空航线规划流程，满足空域分层需求；通过划分禁飞区、适飞区三维边界，结合空域占用优先级实现动态空域资源分配；通过城市地理实体用途属性，支撑航路与建筑安全间距自动检测，满足航线动态调度需求；结合实时整合交通流量、人口热力数据，优化无人机路径与起降场调度策略，满足物流配送场景需求，融合北斗高精度定位与气象动态数据，实现航线快速调度。

C.5.4.2 空域管理与动态调度

实景三维数据整合实时动态数据，构建低空航路动态网络，低空航路网需建立分层空域管理体系，包括航路建模、安全间隔计算与实时监控。航路建模需明确三维空间形状、最低安全高度（由无人机性能与管制规则确定），并通过通信导航系统（如北斗+5G）实现厘米级定位。动态调度中，AI算法根据交通流密度、气象条件实时优化航路拓扑。此外，区块链技术用于航路数据存证，确保规划方案的可追溯性。

C.5.4.3 线路规划方案模拟与优化

综合考虑城市空域类型、建筑分布、飞行器类型、特殊气象等要素，开展低空空域数字化和网格化，加强空地协同，明确垂直起降场等地面基础设施保障，建立低空实际运行场景与航路划设动态关联关系，实现航空器飞行路径最优动态调整与规划。主要从实时动态规划、多目标优化、协同飞行、智能决策、人机交互、绿色环保等方向优化，支持航路规划方案的动态推演与效能评估。

示例：在高铁站周边通过三维空间冲突分析，调整航路高度与转向半径，避免与新建商业体的视觉干扰和物理碰撞

C.5.4.4 城市基础设施规划

低空航路规划数据为桥梁、隧道、地铁等基础设施规划提供三维空间基准。通过无人机搭载激光雷达与倾斜摄影设备，采集地形地貌、建筑布局的高精度数据，构建厘米级实景三维模型。辅助评估城市景观设计，如滨水空间、公园规划中，利用低空影像分析地形高差与视线通廊，提升景观与航路的协调性。通过三维模型优化高铁站周边航路布局，避免与新建商业综合体的空间冲突。

C.5.4.5 物流配送

低空航路规划结合动态避障算法与气象仿真技术，通过大数据分析预测配送需求，优化航线布局，规避复杂的道路状况，实现对小型包裹、生鲜冷链产品的快速配送。例如，在商务区，无人机用于投递文件、电子产品等，能够显著提升配送的时效性并降低物流成本。在生鲜冷链运输过程中，无人机通过搭载温控舱体，确保了海鲜、水果等产品从产地直接送达销售终端，有效降低了产品损耗率。无人机配备的智能调度系统能够实时调整飞行路径，确保高效配送，助力城市物流的智能化升级，推动智慧城市建设。

C.5.4.6 应急救援

依托基于实景三维构建的航空气象模型（集成了实时风速、降雨等数据）以及动态航路重构技术，在突发事件发生后能够迅速完成增量建模，确保应急通道的畅通无阻。在灾害救援如山区地震或泥石流灾害中，无人机能够迅速抵达灾害现场，执行救援物资的投放任务，并实时回传高清晰度影像资料，从而为救援方案的制定提供关键信息支持。在医疗领域，无人机能够搭载急救药品、疫苗等关键物资，实现对半径 50 公里范围内（特别是在偏远地区医院）的快速覆盖，相较于传统运输方式，能够显著缩短 70% 的运输时间。

C.6 服务百姓美好生活：数字孪生城市建设

C.6.1 应用场景定义

数字孪生城市，指通过构建城市物理世界与网络空间一一对应、相互映射、协同交互的复杂系统，实现城市全要素数字化、城市状态可视化、城市管理智能化。

C.6.2 数据收集

C.6.2.1 数据内容要求

数字孪生城市有关数据内容要求如下：

- 1) 自然地理实体数据包括山体、水体、海洋、农林用地与土质等；人工地理实体数据包括水利设施、交通设施、建（构）筑物、场地设施、管线设施、人工地貌等。
- 2) 倾斜摄影获取相关数据，包括多视角影像数据、三维模型数据、地理信息数据、纹理信息数据。
- 3) 专题数据包括宗地、自然幢、登记成果数据等，其中，宗地应包括地表、地下、宅基地等；自然幢应具有明确边界和独立的建筑结构，包括地上、地下数据，不包括宅基地内的自然幢；登记成果数据包括不动产或自然资源的权属、位置、面积、用途等信息。

C.6.2.2 数据表达要求

1) 数据分类与层级

地形级实景三维模型：主要通过倾斜摄影、激光雷达扫描等方式生成，承载生态空间的数字映射，用于表现大区域地形地貌，如山川河流、村镇、城市分布等。

城市级实景三维模型：数据来源包括倾斜摄影影像、激光点云、纹理等。是对地形级模型的细化，用于表现城市风貌、地形地物，如居民地、工矿建筑、交通设施、水系、植被等。

部件级实景三维模型：对地形级和城市级实景三维模型进一步分解和细化，用于专业化、个性化应用，如绿化、街头小品、道路附属设施等。

2) 数据精度

位置精度：根据应用场景和数据类型规定不同位置精度要求，其中城市级、区域级的位置精度应优于 5 米，场景级位置精度应优于 1 米，构件级位置精度应达到厘米级。

高度精度：根据应用场景和数据类型规定不同高度精度要求，其中城市级、区域级的高度精度应优于5米，场景级高度精度应优于1米，构件级高度精度应达到厘米级。

纹理精度：纹理应能精确反映物体的色调、饱和度、明暗度等特征。其中，城市级纹理精度较低，主要用于呈现大致的地形地貌和建筑外观，通常使用卫星影像叠加；区域级纹理精度适中，能够呈现建筑和地形的基本纹理，适用于中等范围的场景；场景级纹理精度较高，能够精细呈现建筑和地形的纹理细节，如建筑表面的材质、植被的纹理等；构件级纹理精度达到超高精度，能够精细呈现建筑和地形的纹理细节，如建筑表面的砖石纹理、植被的叶片纹理等。

C.6.2.3 数据质量要求

参照C.1.2.3要求基础上，具体要求包括：

1) 数据应涵盖城市物理空间（如地形地貌、建筑物、基础设施等）、社会空间（如人口、经济活动等）以及时间维度的各类信息

2) 应通过实时数据反映城市运行的最新状态，确保数字孪生城市能够及时响应城市变化。对于需要实时决策的应用场景，如交通管理、应急响应等，数据应具备实时采集、传输和处理的能力。

3) 对于非实时数据，如城市基础设施信息、人口统计数据等，应根据数据的性质和应用场景制定合理的更新周期。例如，城市基础设施数据可每季度或每半年更新一次，人口统计数据可每年更新一次。

4) 针对实时性较强的动态数据应用，如交通流量、环境监测数据等，应建立动态数据更新机制，确保数据能够实时反映城市运行状态。

C.6.3 数据制作和处理

C.6.3.1 多源数据采集

多源数据采集包括物联感知数据、业务数据和基础时空数据。

1) 物联感知数据：通过卫星遥感、激光雷达、无人机、物联网传感器等设备实时采集交通流量、空气质量、能源消耗、基础设施状态等动态数据。

2) 业务数据：整合政府部门现有的地理信息、BIM、政务系统数据（如交通、能源管理）及第三方社会数据（如互联网舆情）。

3) 基础时空数据：包括矢量地图、三维模型、高程数据等。

C.6.3.2 数据预处理

数据预处理包括数据收集与分析、数据清洗和数据集成。

1) 数据收集与分析

明确数据来源，包括地理信息数据、传感器数据、实时运行数据、社会经济数据等。对收集到的数据进行初步分析，了解数据的结构、类型、范围和分布情况，识别数据中的潜在问题。

2) 数据清洗

如果数据缺失值占比较小，且对整体数据影响有限，可以考虑直接删除包含缺失值的行或列。此外可使用均值、中位数、众数或基于模型的方法（如KNN、MICE）填充缺失值。

针对异常值，使用统计方法（如Z-Score、IQR）或基于模型的方法（如Isolation Forest、LOF）检测异常值。通过删除、替换、变换或分箱等策略处理异常值。

针对重复值，检测并移除数据中的重复记录，以避免对分析结果的影响。

3) 数据集成

将来自不同数据源的数据进行整合和融合，包括数据的转换、映射、合并等操作，确保数据的一致性和完整性。应通过最小二乘配准法等方法，使数据在时间维度同步、在空间处于同一坐标系。

C.6.3.3 数据关联整合

基于空间位置的要素关联多源数据，按图形属性和位置属性分为以下两种类型：

1) 若数据源均具有空间图形，应基于空间图形的特征建立要素关联。例如信息模型与矢量数据关联、信息模型与物联感知数据关联、信息模型与含有空间位置的POI数据关联。

2) 若数据源具有自然语言位置描述信息，应基于位置描述信息确定要素关联关系。例如地名、地址等含有位置描述信息的数据与POI数据、空间图形数据等关联。

在两类数据基于空间位置关联后，应根据应用需求将要素关联关系信息保存到TIM的空间关系数据集中，实现通过检索一类数据，基于关联关系查询到另一类数据信息。

C.6.4 数字孪生城市应用

C.6.4.1 概述

通过全息测绘构建涵盖“人、房、业、物、事”的全要素底图，建设与实景一一对应的数字化空间底座，分类形成多个信息系统，如市民信息系统用于居民管理，商办信息系统助力市场监管和招商，视频信息系统实现安全监管。这些系统根据管理需求不断增量建设，随着精细化管理要求提高，其与实体城市的映射关系愈发具体。依托完善的数据基础，孪生城市还针对街道多部门工作场景开发应用，为精细化治理提供智能化解决方案，提升基层工作效能。

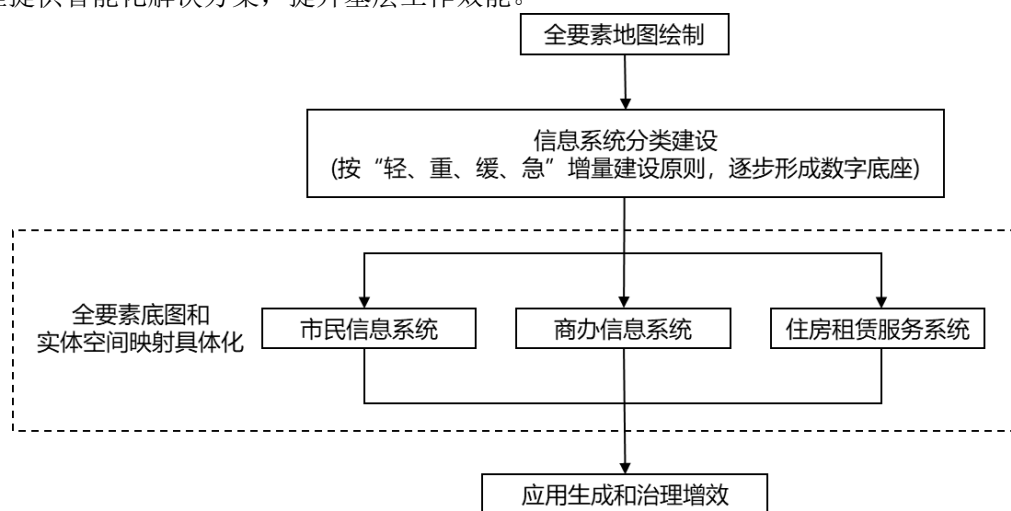


图 C.8 应用建设流程图

C.6.4.2 市民信息管理

市民信息管理系统根据住宅房屋数据和居民数据，建立市民身份标签，实现居民信息的智能化管理，提供各级数据的汇总展示、空间分布分析、电子房态图查询、居民信息搜索、多重标签查询、自定义表格下载、数据智能化管理等功能，在该系统建立过程中逐步建立专题数据的采集、更新、维护机制，从而形成市民数据底座。

在市民信息专题数据基础上，针对各条线工作的重点人群特征，市民信息系统进一步延展出党员信息系统、志愿者信息系统、重点关怀对象信息系统等，实现对各类特征人群深度了解和交叉分析，帮助管理部门解决了数据打通、流程简化等问题，为基层工作减负，提高居民信息管理效率。

C.6.4.3 商办服务管理

商办信息系统即街道经济运行“驾驶舱”，主要提供汇集展示商办楼宇空间和企业具体信息的功能，并将载体空间与营商主体进行关联，帮助招商、营商部门一屏总览管辖范围内每幢商办楼宇内部企业和商铺的分布情况，并汇总分析楼宇间企业发展情况，使城市管理者明晰商办要素的底图底数。

基于公共服务设施资源的基础数据，结合十五分钟服务圈算法和楼宇产业集聚度算法，拓展开发优化营商环境相关应用，主要提供楼宇产业集聚特征分析，以及楼宇配套服务水平评价的功能，有效帮助管理部门发现营商环境的不足之处，进而对相关楼宇所缺失的配套设施进行及时补充，留住现有企业、吸引外来企业，实现城市营商环境管理及优化，提高管理效率。

C.6.4.4 住房租赁服务管理

基于住房价格数据，建立住房租赁服务系统。例如，用户输入“张江高科”区域，系统显示近12个月租金涨幅，形成“租金波动曲线”并预测未来价格趋势。基于租客的工作地点、生活习惯（如健身频率、社交需求），推荐用户匹配度最高的房源。例如，程序员群体可优先推荐地铁沿线、24小时便利店密集的公寓。

住房租赁服务系统解决了传统租赁模式中的信息不对称、风险高、效率低等痛点，更通过数字化手段推动租赁市场向规范化、智能化、绿色化转型，为市民提供更安全、便捷、舒适的居住体验。

C.7 服务数字文化建设：传统村落数字化保护利用

C.7.1 应用场景定义

传统村落数字化保护利用，指利用数字化技术对传统村落及其文化进行保存、守护和传承的过程，具体包括对传统村落及其文化资源的数字化记录、存储、展示和传播。

C.7.2 数据收集

C.7.2.1 数据内容要求

数据内容要求如下：

- 1) 基础地理实体数据包括村落行政界线、河流、道路、房屋等，村落房屋数据可综合采用“房地一体”农村不动产登记数据，精度达到1:2000比例尺。
- 2) 区域覆盖数据包括Mesh三维模型和全景影像，其中Mesh三维模型分辨率优于0.05米；全景影像单幅影像总像素均不少于 10000 x 5000，无明显偏离水平面现象。
- 3) 专题数据包括院落、人文地理及历史文化、多媒体数据等，其中院落数据包括现存院落地面、现存历史环境要素、院落形成年代、院落质量等；历史建筑数据包括建筑的形成年代、建筑结构、建筑高度、建筑质量等；多媒体数据包括与村落相关的文字、建筑照片、视频、音频等。

C.7.2.2 数据表达要求

数据表达要求如下：

- 1) 实景影像产品按照GB/T 35628-2017的规定，影像反差适中、色调均匀、无曝光过度或曝光不足、无明显失真、无明显模糊、无明显污点、无明显拼接痕迹。
- 2) 倾斜摄影影像数据按照 GB/T 39610 要求。
- 3) 历史建筑按照CH/T 6005的规定，采用真实纹理贴图。

C.7.2.3 数据质量要求

参照C.1.2.3要求基础上，数据需覆盖村落全域，关键要素（如建筑、界址点）无缺失。

C.7.3 数据制作和处理

C.7.3.1 实景影像制作

实景影像包括地面实景影像和空中实景影像。地面实景影像制作流程包括路线设计、实景摄影、数据预处理、影像匹配与拼接、色彩调整等工作；空中实景影像制作流程包括点位设计、摄影、数据预处理、影像匹配与拼接、色彩调整等工作。

C.7.3.2 三维建模

通过无人机数字航空摄影获取测区高分辨率倾斜航空影像，野外实测一定数量的地面控制点进行空中三角测量获取航空影像精确外方位元素，建立立体模型，利用影像匹配技术生成数字表面模型，对航空影像进行微分纠正和映射纹理，生成mesh三维模型。

选择村落中有代表性历史建筑、遗迹进行精细三维建模（包括室内三维建模），其成果可以服务于传统村落文化遗产展示及保护、文创产品开发、文化核心元素提取。精细三维建模工作分为控制测量、三维激光扫描数据采集、纹理数据处理、三维模型构建等步骤。成果数据可支持部署到VR设备，实现虚拟漫游。

C.7.3.3 专题数据整合

专题数据整合包括数据预处理、村落专题数据归整、数据关联和数据共享发布

1) 数据预处理

实景三维数据和传统村落业务数据整合前应进行数据预处理，相关流程参见C.1.3.4。

2) 村落专题数据归整

传统村落数字化涉及资料来源包括住建、文旅、农业农村等主管部门有关建设资料、地方志、古村落的人文地理和历史文化相关资料、重要景点的解说及视频资料、现场收集的文字资料，现场拍摄的照片及视频等多媒体资料。对于收集到的资料、图件、信息、多媒体资料等，需要根据工作需要对其进行资料情况分析，并按照类型、格式用途、来源等进行分类和入库。

3) 数据关联

将传统村落文化相关的文字、图像、视频、音频等多媒体资料转换为通用格式，并通过空间关联、语义关联等方式与矢量数据进行关联。为传统村落的数字化保护提供了直观的感官体验，增强了信息的传达效果。

3) 数据共享与发布

数据成果可采用在线、离线等方式进行交换、共享，数据交换应符合 GB/T 17798 的有关规定，属性信息的数据交换宜采用 XML 格式或关系数据库格式。元数据交换宜采用 XML 格式。数据交换应当遵守国家有关保密规定。

在线交换采用的接口服务应符合国家地理信息服务或 OGC 服务等相关标准，功能上应包括目录服务、数据服务、网络地图服务、空间分析服务、元数据服务等。

C.7.4 传统村落数字化保护应用

C.7.4.1 概述

运用三维建模及影像制作技术，实现传统村落文化遗产的数字存档，通过高精度数字化记录与动态监测能力再现传统村落的风貌辅助开展保护规划设计，构建虚实融合的文化展示体系增强公众对传统村落文化遗产的认识和了解，助力文化遗产发掘及保护、旅游开发等方面的工作。

C.7.4.2 支撑传统村落数字化存档与管理

运用三维建模及影像制作技术，利用数字化技术再现传统村落的风貌，通过整理关于地方历史、相关事件、相关人物、历史建筑、非物质文化遗产等相关材料，结合地理演变规律，将复古和现代元素结合，整合矢量数据和历史资料，以历史演变、风土人情、风光、食宿游娱等全面的旅游内容为依托，实现多源数据标准化，形成传统村落数字化保护的空間数据库，为每个传统村落建立保护信息档案，补充村落微观尺度的资源信息，为村落的文化阐释和传播提供基础。

C.7.4.3 辅助传统村落规划设计

基于实景三维数据辅助开展传统村落保护规划设计工作，辅助规划设计者和政策决策者更好地了解传统村落的空間布局、建筑风貌和环境特征，实现对传统村落的保护规划进行可视化展示，以便于理解和评估规划方案的影响。并可模拟生成不同的规划和设计方案，以评估其对传统村落的影响，确保规划和设计方案与村落的历史、文化和环境相协调，保留传统村落的独特性和美感。

C.7.4.4 助力传统村落数字化保护成果推广宣传

使用 WEBGIS、VR 等技术，整合精细三维模型、全景数据、音频和视频，打造传统村落数字体验站，用户可“身临其境”，以虚拟现实、数字化、可视听化的方式，实现二维与三维一体化、室内与室外一体化、宏观与微观一体化等多维度的一体化应用，使传统村落数字化成果展示效果更加逼真、生动和全面。同时系统通过关联古村落相关人文历史与地理空间数据，在线提供古村落时空演变、导览、交通指引等地图服务，展示古村落的文化内涵以及时空演变，助力文化遗产发掘及保护、旅游开发等方面的工作。

C.8 支撑数字生态文明：生态要素保障

C.8.1 应用场景定义

生态要素保障，指确保生态环境中各种要素的稳定和可持续利用，以支持生态系统的健康和人类社会的可持续发展。

C.8.2 数据收集

C.8.2.1 数据内容要求

数据内容要求如下：

- 1) 自然地理实体数据包括耕地、林地、园地、草地、湿地、其他土地等农林用地与其他土地实体数据，流域、河流、湖塘、其他水体相关水体实体；人工地理实体数据包括公路、桥梁、乡村道路等交通类实体；管理地理实体数据包括地级行政区、县级行政区、乡（镇、街道）行政区、村（社区）行政区划单元，以及自然地实体地名、人工地理实体地名、管理地理实体地名。
- 2) 专题数据包括土地综合整治、林权不动产登记发证、生态产品价值实现数据等，其中，土地综合整治包括土壤质地、土壤酸碱度、有机质含量、土层厚度、耕(表)层石砾量、灌溉条件、排水条件、耕作便利度等、水文、气候等；林权不动产登记包括林权宗地数据库、林权不动产登记成果、生态保护红线、公益林划定成果等；生态产品价值实现包括国土变更数据、生物质获取量、水源涵养量、土壤保持量、洪水调蓄量、固定二氧化碳量、释放氧气量、净化二氧化硫量、净化氮氧化物量、净化粉尘量、净化COD量、净化总氮量、净化总磷量、蒸散模型消耗量、噪声消减量、提供负氧离子个数、旅游总人次、休闲游憩总人时、收益土地与房产面积等。

C.8.2.2 数据表达要求

数据表达要求如下：

- 1) 自然地理实体数据表达为0.1-0.2级；人工地理实体数据表达为0.1-0.2级；管理类地理实体数据表达为0.1-0.2级。
- 2) 地形级集成表达以分辨率优于0.5米的数字高程模型构建；正射影像数据优于0.5米分辨率；倾斜摄影影像驱动的Mesh三维模型优于0.5米分辨率；卫星影像驱动的Mesh三维模型优于0.3米，精度满足1：5000调查精度。

C.8.2.3 数据质量要求

按照C.1.2.3要求执行。

C.8.3 数据制作和处理

C.8.3.1 三维建模

利用航空摄影平台搭载倾斜数字航摄影仪获取倾斜影像，经原始航空影像及POS数据预处理与质量检查，再对倾斜影像进行色彩增强、特征提取、同名点匹配、自由网光束法平差、GPS辅助的刚性变换、刺点、控制点约束的光束法平差、影像畸变纠正等处理。随后进行密集匹配、点云合并与去噪，构建三维三角网并映射纹理，最后修补模型生成Mesh三维模型。

利用高分辨率卫星影像获取多视角立体像对，通过卫星影像预处理、辐射校正、几何精校正后，结合RPC参数与地面控制点进行联合平差。采用立体匹配算法生成密集点云，经点云滤波分类、不规则三角网构建、纹理自动映射及模型优化，最终形成卫星影像驱动的Mesh三维模型。

C.8.3.2 专题实体数据制作

专题实体数据数据源主要包括林权宗地数据库、第三次全国国土调查数据、自然地理专题数据、其他部门专题数据等专题数据；根据实际需求，制作土地综合整治、林权不动产登记、生态产品价值等专题基础地理实体。

- 1) 土地综合整治专题地理实体制作应包括基期耕地、规划新增耕地、规划减少耕地、规划耕地升级等级、基期永久基本农田、规划调入永久基本农田、规划调出永久基本农田等数据类。
- 2) 林权不动产登记专题地理实体制作应包括林地图斑数据、林地所有权及使用权人信息，及林木的基本信息，如造林年度、主要树种、株数、林种等基本信息。
- 3) 生态产品价值专题数据包括地域范围、物质供给产品、水源涵养、固碳释氧等专题信息。

表 C.3 专题地理实体扩展属性内容示例

序号	属性项名称	属性项英文简称	字段类型	约束条件	备注
1	地形坡度	Slope	Float	0	
2	土壤质地	SoilTexture	Char（50）	0	
3	土壤酸碱度	SoilpH	Float	0	

序号	属性项名称	属性项英文简称	字段类型	约束条件	备注
4	有机质含量	OrganiCmatter	Float	0	
5	土层厚度	SoilThickness	Float	0	
6	耕(表)层石砾量	GravelContent	Float	0	
7	灌溉条件	Irrigation	Char (50)	0	
8	排水条件	Drainage	Char (50)	0	
9	耕作便利度	Framing	Char (20)	0	
10	林地所有权人	Owner	Char (20)	0	
11	使用权人	User	Char (20)	0	
12	造林年度	Year	Char (10)	0	
13	树种	Tree	Char (10)	0	
14	株数	Number	Char (10)	0	
15	林种	ForestCategory	Char (10)	0	
16	物质供给产品	Product	Char (10)	0	
17	水源涵养	WaterCon	Char (10)	0	
18	固碳释氧	Carbon	Char (10)	0	

C. 8. 3. 3 生态要素保障数据整合

生态要素保障数据整合包括数据预处理、数据管理和集成表达。

1) 数据预处理

实景三维数据和生态要素保障等数据整合前应进行数据预处理，相关流程参见C. 1. 3. 4。其中规范化整理阶段应对耕地、林地、园地等地理实体进行拓扑重构和几何校正，同步建立Mesh三维模型、数字高程模型、正射影像及林权宗地数据库、生态产品基础信息数据库的数学基准映射体系，实现多源异构数据的空间基准统一与逻辑一致性表达。

2) 数据关联

不同来源的数据中对于同一地理实体往往有着不同的属性描述字段，为满足数据各类生态要素保障需求，在形成各类生态要素数据后，可以通过建立属性映射表，补充实体扩展属性信息，通过实体唯一标识信息（如实体名称、实体空间身份编码）、空间位置、知识图谱等方式，实现专题数据与实体数据属性叠加，如生态实体与耕地、林地等用地的属性结构进行关联，属性表达内容可采用手动输入、挂接录入的方式。

3) 集成表达

将地理实体、mesh三维模型、数字高程模型，按需组合成各类业务场景，可应对各类生态要素保障任务，实现业务流程开展、实体要素查询、编辑一体化、实景三维展示等业务流程一体化。

土地综合整治场景以林地、耕地、园地等农林用地与其他土地实体集和数字高程模型按需组合并集成表达，构建土地综合整治场景。

林权不动产登记场景以卫星影像驱动的Mesh三维模型、林权不动产登记数据集实现集成表达，构建林权不动产登记发证场景。

生态产品价值实现场景主要为植被覆盖实体集、水域生态数据库、生态保护红线数据按需组合，并和Mesh三维模型、数字高程模型、正射影像数据一起构建生态产品价值评估场景。

C. 8. 4 生态要素保障应用

C. 8. 4. 1 概述

依托实景三维数据、多源遥感动态监测等关键技术，将碎片化生态信息整合为可量化、可追踪的地理实体对象，形成包含耕地、林地、水域等要素的数字化空间体系，统筹土地综合整治、林权不动产登记发证和生态产品价值实现，实现土地整治工程量的立体核算、林权宗地的垂直空间确权、生态服务价值的梯度评估，推动资源要素在立体空间上的优化配置，支撑生态安全格局的动态模拟与优化调控。

C. 8. 4. 2 土地综合整治

依托数字高程模型，结合耕地、林地、园地等实体可精准赋值耕地单元坡度参数，同步集成土壤质构、灌溉保障度、排水效能等多源属性构建复垦潜力评价体系，实现复垦区域精确落位，助力土地综合整治工程的实现。

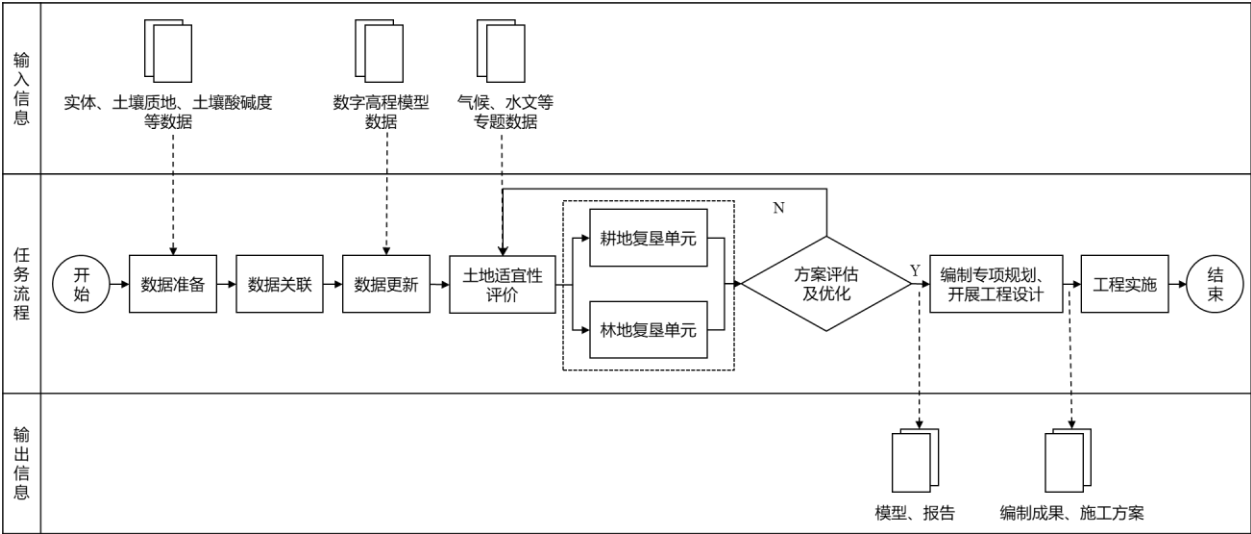


图 C.9 土地综合整治技术流程

- 1) 数据输入：数字高程模型和数字高程模型，耕地、林地、园地和道路地理实体数据，水文、气候、土壤质地等专题资料。
- 2) 时空粒度：实体采集粒度保证为0.1-0.2级别，陆域数字高程模型粒度应保障平坦地区（高程变化小于30米，坡度仅为0.1%-1%）精度优于30米，中等复杂山区（500-2000米），坡度15° -30°，陆域数字高程模型精度优于5米；高复杂度山区（海拔大于2000米），坡度大于30°，数字高程模型精度优于1米。
- 3) 技术实现要求如下：
- 步骤一：根据专题资料，确定评价范围。
- 步骤二：扩展评价范围内损毁区的耕地、林地、道路用地实体数据属性字段，包括地形坡度、土壤质地、土壤酸碱度、有机质含量、土层厚度、耕(表)层石砾量、灌溉条件、排水条件、耕作便利度，利用专题资料与实体属性实现数据关联。
- 步骤三：将数字高程模型与耕地实体数据叠加，进行数据融合，更新各类实体坡度。
- 步骤四：依据地形坡度、土壤质地、土壤酸碱度等九类指标，结合水文、气候及土壤质地等专题资料开展土地适宜类评价，确定最终复垦的实体区域。
- 步骤五：根据评价结果确定复垦为耕地、林地的实体区域。
- 步骤六：编制复垦区规划，开展工程设计。
- 步骤七：开展综合整治工程。

C.8.4.3 林权不动产登记

精准构建林地立体模型，叠加宗地矢量等多源数据、融合历史数库，可突破二维底图数据采集模式，提升林权调查工作效率，实现三维权籍调查全流程业务，实现一键式输出宗地 图、界址点、权属调查表、公示图等成果，为登记业务提供三维可视、数据贯通、动态更新的技术支撑。

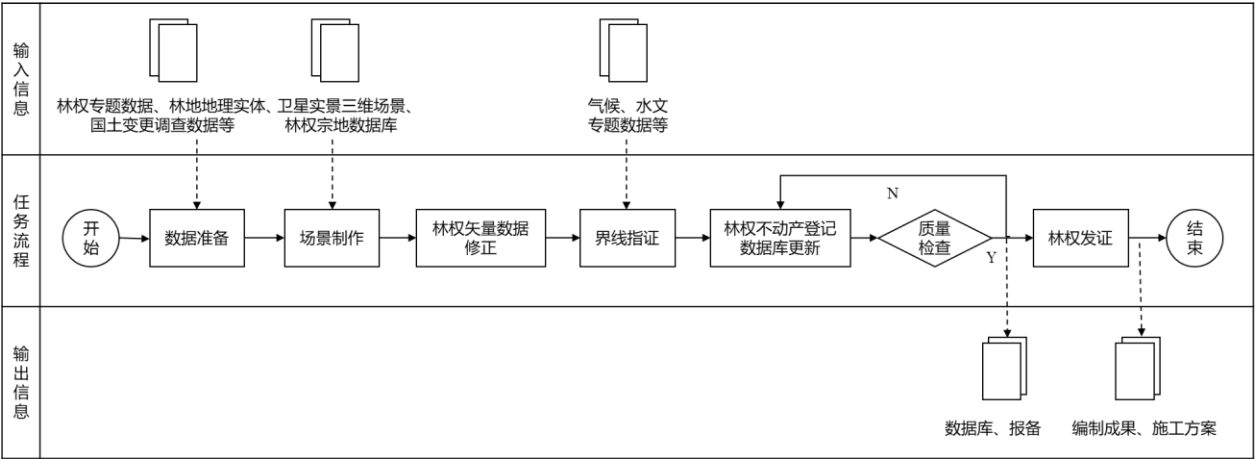


图 C.10 林权不动产登记技术流程

- 1) 数据输入：林地地理实体数据、Mesh三维模型、大比例尺正射影像、专题资料数据（国土变更调查数据、林权宗地数据库、林权不动产登记成果、生态保护红线、公益林划定成果等）。
- 2) 时空粒度：实体采集粒度表达为0.1-0.2级别，Mesh三维模型分辨率优于0.3米，满足1：5000调查精度。
- 3) 技术实现要求如下：
- 步骤一：基于Mesh三维模型叠加林权宗地矢量数据，并结合林地地理实体数据、国土变更调查数据、生态保护红线、公益林划定成果等对林权宗地矢量进行修正，完成林权不动产存量数据成果。
- 步骤三：利用Mesh三维模型叠加不动产存量数据成果，在林权不动产登记区开展通过实景三维集成表达的林权界线指认工作。
- 步骤四：修正林权矢量数据，更新林权宗地数据库，完成数据库质检工作。实现宗地图、界址点、权属调查表、公示图等成果一键式输出。
- 步骤五：发放林权登记证书。

C.8.4.4 生态产品价值实现

通过高精度的实景三维数据，提供生态系统的立体化、动态化数据，综合运用资料分析、多源异构时空数据融合技术、无人机遥感技术、实地调查技术等方法，掌握生态产品的权属、结构、空间分布等信息，摸清各类生态产品的数量、质量等底数，解决生态产品“难度量、难抵押、难交易、难变现”的问题。

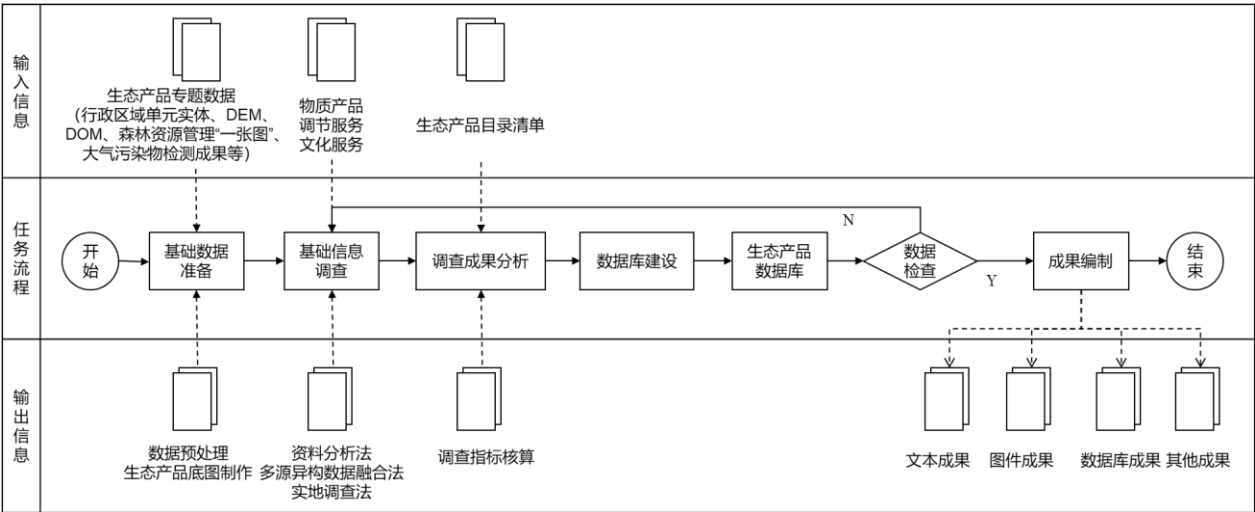


图 C.11 生态产品价值实现技术流程

1) 数据输入：行政区划单元、地名等管理类地理实体，高精度数字高程模型和正射影像数据，专题数据（国土变更调查数据、森林资源管理“一张图”、大气污染物监测成果以及自然资源、生态环境、林业、农业农村、水利、气象、统计、文化广电体育和旅游、住房和城乡建设等政府部门等专题数据集）。

2) 时空粒度：调查最小上图图斑面积应符合城市生态系统实地面积大于200平方米，农田生态系统实地面积大于400平方米，森林生态系统、草地生态系统和湿地生态系统实地面积大于600平方米；调绘图斑的明显界线与数字正射影像图上同名地物移位不得大于图上0.3毫米，不明显界线不得大于图上1.0毫米；外业补充调查监测的测量仪器精度和采样精度要符合大气、水、土壤等国家标准或行业标准的要求；各调节服务调查要素空间精度可根据获取难易程度适当调整。

3) 技术实现要求如下：

步骤一：从政府部门、权威平台获取生态产品专题基础数据，包括高精度数字高程模型、正射影像等，构建区域地形地貌的实景三维表达，同时整合多部门的权威数据为后续生态产品调查提供数据支撑。

步骤二：融合资料分析法、多源异构数据融合法、实地调查法，结合实景三维数据辅助解译，调查生态产品的物质产品、调节服务、文化服务三大基础信息要素。

步骤三：构建生态产品目录清单，以物质供给、调节服务、文化服务为指标进行生态产品实物量的核算，取得核算统计结果。

步骤四：整合二维属性数据与实景三维数据，构建生态产品基础信息数据库，包括数字高程模型衍生的地形地貌因子、正射影像解译的土地覆盖数据等。

步骤五：依托生态产品工作底图，利用三维可视化技术跟踪生态产品空间变化，以物质产品要素、调节服务要素、文化服务要素为基底构建生态产品动态监测机制。

步骤六：根据以上调查监测内容及要求，形成生态产品基础信息调查数据库类成果、生态产品动态监测数据库类成果、报告类成果、图件类成果及其他成果等。

C.8.4.5 部门联动

土地综合整治信息部门联动可以实现：

1) 与农业农村部门信息共享耕地三维模型，可开展田块平整坡度智能计算、灌溉网络优化布局等精细化设计；

2) 与生态环境部门构建生态修复实景三维数据，能实时推演不同整治方案对生物多样性、水土保持等生态指标的影响效应。

林权不动产登记信息部门联动可以实现：

1) 与林业部门共享三维登记成果，可开展林分结构可视化分析、碳汇储量空间化核算，辅助制定采伐限额与生态补偿政策；

2) 与林权主管部门建立三维电子权证互认机制，能使林权纠纷调解从平面图纸比对转向三维表达场景还原，形成“调查-登记-监管-维权”的闭环治理新格局。

生态产品价值实现部门联动可以实现：

1) 与生态环境部门共享实景三维数据与生态监测数据，动态关联土壤保持、水源涵养等调节服务的空间分布与实物量，实现生态产品从静态评估向动态转型，为生态产品立体化分析提供精确的数据技术支持；

2) 与文旅部门协同基于倾斜Mesh三维模型构建生态景区数字镜像，动态关联游客热力分布与植被覆盖变化数据，形成“客流承载-生态修复-收益分配”的智能调控闭环，推动观光旅游升级为生态友好型深度体验。

参 考 文 献

- [1] GB/T 22022 地理信息 时间模式
 - [2] GB/T 33187.1 地理信息 简单要素访问 第1部分：通用架构
 - [3] GB/T 25529 地理信息分类与编码规则
 - [4] GB/T 35647 地理信息 概念模式语言
 - [5] GB/T 37118 地理实体空间数据规范
 - [6] DB 3706/T-2025 城市级实景三维数据生产技术规范
 - [7] 自然资发〔2023〕31号 自然资源部办公厅关于印发《实景三维中国建设总体实施方案（2023-2025年）》的通知
 - [8] 自然资办发〔2024〕55号 自然资源部办公厅关于加快实景三维中国建设和应用的通知
-