

# 三维地理实体生产及质量控制技术探索

侯洪臻

泰瑞数创科技(北京)股份有限公司 北京 100000

**摘要:**随着新型基础测绘工作开展实施,地理实体数据产品建设可带动新型基础测绘技术、生产组织和政策标准的转型升级,推动传统按尺度分级的基础地理信息数据库向按地理实体分级的无尺度基础时空数据库转变。本文就现有三维地理实体生产过程中关键环节和步骤,包括三维地理实体质量检查等方面进行总结分析,以期为后续三维地理实体生产、质量控制及质量评价提供有益参考。

**关键词:**地理实体;三维地理实体生产;人工智能;深度学习;质量检查

引言:我国测绘技术正以3S为代表的技术体系,走向互联网、大数据、人工智能等高新技术深度融合的新型基础测绘时代。为适应自然资源管理与信息化发展新时代的要求,新型基础测绘需要从产品体系入手,开展地理实体数据产品建设,带动新型基础测绘技术、生产组织和政策标准的转型升级,推动传统按尺度分级的基础地理信息数据库向按地理实体分级的无尺度基础时空数据库转变。

地理实体数据生产是时空大数据建设的基础环节,数据实体化处理的目的是形成便于挂接社会经济信息的地理实体,采用实体化数据模型,以地理要素为分类分层的基本单元,进行空间数据的表达,将每个要素均赋以唯一性的要素标识、实体标识以及分类标识,通过这些标识信息能够实现地理要素与相关社会经济、自然资源信息的挂接。地理实体是新型基础测绘升级的产品,可以满足“一库多能,按需组装”的需求,是服务自然资源管理的技术手段,是关联各部门、各行业数据的核心纽带。

## 1 三维地理实体生产

目前常用的三维地理实体生产主要有两种方式,一种是基于现有存量数据,通过源数据转换派生得到三维立体表达的单体模型数据,同时记录地物实体类别等属性信息。另一种是基于多源化的新型外业采集技术,获取高分辨率、高精度的外业数据,通过专业化的三维处理软件配合高效率的集群服务器,直接生产三维地理实体。在实际项目中,三维地理实体的生产一般都需结合两种生产工艺,主要作业流程包括存量源数据收集分析、源数据预处理、外业数据采集、实体数据建模生产、实体分类与编码、数据质量检查及整合与提交。

### 1.1 存量源数据收集分析

收集用于生产地理实体数据的大比例地形图数据、国土调查数据、地理国情监测数据、不动产登记宗地和

自然幢数据等其他辅助数据,综合分析各类数据集的法定性、现势性、范围等多个方面,规划每一类数据最适宜的用途及使用优先级。

### 1.2 源数据预处理与转换

对源数据进行规范化、标准化处理。常见的处理需求有格式转换、坐标转换、图幅接边处理等,保障源数据的坐标系统一,各类要素数据接边合理,确保各要素数据完整。

源数据转换编辑环节是存量数据转换地理实体作业流程的核心,首先配置基础地理实体数据库结构,然后制作源数据要素与基础地理实体图元映射表,再对源数据进行转换编辑,生产出符合要求的基础地理实体数据。

### 1.3 外业数据采集

外业采集包括三维图元采集和属性采集,可通过专业部门的数据共享、专业测绘队伍外业或众源众包方式进行采集,两种采集需求可同步开展,也可在图元采集后,关联或挂接已有存量属性数据。

三维图元采集一般基于倾斜摄影、激光扫描(机载lidar、车载扫描仪、背包扫描仪)等新型外业采集技术,获取高分辨率、高精度的外业数据,通过专业化的三维处理软件配合高效率的集群服务器,生产分辨率和空间精度适宜的城市级实景三维模型作为提取数据源<sup>[1]</sup>。

### 1.4 实体数据建模生产

基于多源化的新型外业采集技术,通过专业内业处理技术,直接生产地理实体成果。如基于倾斜实景三维模型或者激光点云数据,采用半自动化(人工勾画)或自动化(基于深度学习)方式,获取地理实体的三维几何信息、纹理信息,构建要素白模轮廓,经过自动化纹理映射后,输出三维地理实体模型。

#### (1) 建(构)筑物生产

建筑轮廓数据:可来源于地形图中的建筑轮廓数

据, 将从地形图数据中提取的建筑底座轮廓数据与TDOM数据叠置后, 检查建筑轮廓数据的正确性, 如有错误需核查数据正确性, 并补充建筑顶部轮廓的细节; 也可来源与倾斜实景模型或高精度激光点云数据。

使用公司自研SE Generator系列软件进行地理实体模型制作。该软件体系可基于倾斜模型及影像数据提取建筑的三维结构、几何关系等特征, 通过少量的人机交互工作, 即可实现大面积地理实体三维建模。利用DSM数据来确定建筑物的高度和角度等方面的信息, 利用DEM数据确定建筑物底部高度, 利用DLG数据确定单个建筑的外轮廓, 结合倾斜模型的空三文件, 经过软件的深度学习, 可智能识别构建建筑房顶的几何结构和属性信息。

利用人工智能和机器学习, 自动提取轮廓线、构建完善建筑结构。提取过程可自动检测、匹配到软件自带可持续扩展的房顶库中的不同的屋顶形式(平顶、女儿墙、鞍型、折线形屋顶、弧形顶等)智能化的房屋结构提取和房顶快速匹配方式, 避免了大规模的特征结构迭代计算, 使得软件可以更快、准确的构建出建筑的特征结构, 在处理效率和建模准确度上有质的提升。

最后, 经过空三加密输出的倾斜影像具有精确的影像方位元素, 可以准确恢复每张影像的空间位置, 具有精确的三维坐标信息。建筑白模和纹理均具有三维坐标信息, 将影像与建筑物白模进行相对位置关系匹配, 实现纹理自动映射。

#### (2) 灯杆等实体符号化建模

路灯、航道树、垃圾桶、交通信号灯、井盖等点状城市部件实体可采用符号化建模方式。形状相同的对象(如植被对象、交通信号灯等)可以表示为原型模型, 可以在不同地理空间多次复用。

#### (3) 院落、交通等实体化建模

对院落、水系、绿地、交通路面等面状实体, 通过自研软件半自动化人工干预勾勒要素轮廓线条, 套合高精度的dem成果, 自动构建高精度的表现实际高程起伏的三维要素面(白模), 最后通过附加专题纹理材质构建三维实体模型。

#### 1.5 实体分类与编码

不同省份的实体分类与编码会有差异, 一般按照对应省份出台的《基础地理实体分类标准》和《基础地理实体数据规范》要求进行地理实体分类和编码工作。

地理实体唯一标识码是地理实体的身份识别码, 体现唯一性, 作为数据提取、分析、共享等应用的唯一标识, 在一定程度上反映其地理位置和类别属性。可实现二三维实体的一体化管理, 一般由位置码、分类码、时间码和顺序码组成<sup>[2]</sup>。

## 2 三维地理实体数据质量检查

### 2.1 地理实体要素构成

地理实体主要由图元(空间信息)、属性(几何信息、关系信息、时间信息)、编码(标识信息)三个要素构成。空间信息主要描述地理实体的空间特征; 属性信息主要描述地理实体本体的特征、特点; 关系信息主要包括描述地理实体逻辑构成关系的组成关系、依存关系、层次关系; 时间信息主要描述地理实体的产生、存续、消亡的时间。标识信息主要指用于区分个体之间身份的信息, 包括地理实体的身份编码、名称、地址、编号等。

### 2.2 三维地理实体质量检查内容与方法

三维地理实体模型质量检查采用内外业结合的检查方法, 内业检查采用公司自研的SE-DataQuality质检软件套合mesh模型进行检查; 外业检查需检查单体化模型与实地是否一致。质量检查软件(SE-DataQuality)支持大面积的数据导入加载, 能够自动添加质检分级标签、自动输出附带问题截图的质检报告; 实现双屏对比、精度报告、问题标签的自动输出。

地理实体的检查内容包括数学精度、模型完整性、逻辑一致性、属性精度、表达精细度、附件质量等。具体如下:

(1) 数学基础, 检查平面基准、高程基准、地图投影的正确性;

#### (2) 时间精度

(a) 检查原始资料现势性的符合性; (b) 检查成果现势性的符合性。

#### (3) 空间精度

(a) 平面精度, 检查平面位置中误差的符合性; (b) 高程精度, 检查高程精度中误差的符合性; (c) 接边精度, 检查模型要素的接边情况。

#### (4) 地理实体完整性

(a) 检查地理实体是否缺失、遗漏; (b) 与参考源数据进行比对, 检查单体化模型几何结构、纹理和属性信息是否符合项目指标要求; (c) 检查经转换生产的制图辅助要素多余、遗漏。

#### (5) 属性精度

(a) 分类正确性: 检查三维模型分类编码的正确性; (b) 属性项: 检查三维模型属性项的正确性; (c) 检查空间身份编码的唯一性、正确性; (d) 属性值: 检查三维模型属性值的正确性。

#### (6) 逻辑一致性

(a) 检查数据集(层)定义的符合性; (b) 检查实体语义关系表项定义的符合性; (c) 检查数据文件存储组织、数据文件格式、文件命名的符合性; (d) 检查数

据文件是否缺失、多余、数据无法读出；(e)检查拓扑关系的一致性。

(7) 表达精细度

(a) 模型粒度：检查模型采集粒度与项目存量源成果的符合性；(b) 模型几何精细度：检查模型几何结构精细度是否符合分级表现的标准；(c) 纹理精细度：检查纹理精细度是否符合分级表现的标准。

(8) 附件质量

(a) 元数据：检查元数据的完整性和正确性；(b) 附属资料：检查各类附属文档的完整性<sup>[3]</sup>。

2.3 三维地理实体质量元素

目前，关于三维地理实体数据产品的质量检查尚无统一的标准和参考依据，总结相关地理实体项目实施经验，比较合理的三维地理实体质量元素及错漏分类项如下：

表1 三维地理实体成果质量元素及权重表

质量元素	权	质量子元素	权	检查项
数学基础	0.05	坐标系	0.30	检查采用的坐标系统的符合性
		高程基准	0.30	检查采用的高程基准的符合性
		地图投影	0.40	检查采用的地图投影的符合性
时间精度	0.05	资料现势性	0.50	检查原始资料现势性的符合性
		成果现势性	0.50	检查成果现势性的符合性
空间精度	0.15	平面精度	0.40	检查平面位置中误差的符合性
		高程精度	0.40	检查高程中误差的符合性
		接边精度	0.20	检查接边的正确性
地理实体完整性	0.1	图元多余、遗漏	0.80	检查实体图元数据多余、遗漏
		辅助要素多余、遗漏	0.20	检查经转换生产的辅助要素多余、遗漏
属性精度	0.2	空间身份编码正确性	0.40	检查空间身份编码的唯一性、正确性
		分类正确性	0.20	检查分类代码的正确性
		属性项正确性	0.20	检查三维模型属性项的正确性
		属性值正确性	0.20	检查三维模型属性值的正确性
逻辑一致性	0.1	概念一致性	0.30	1.检查数据集(层)定义的符合性 2.检查基本属性项定义(如名称、类型、长度、值域范围等)的符合性 3.检查实体拓展属性项定义的符合性 4.检查实体语义关系表项定义的符合性
		格式一致性	0.30	1.检查数据文件存储组织、格式、命名符合性 2.检查数据文件是否缺失、多余
		拓扑一致性	0.40	检查拓扑关系的正确性
表达精细度	0.3	模型精细度	0.5	模型结构精度是否满足要求、结构比例是否失调
		纹理精细度	0.5	模型纹理是否满足项目要求、是否协调(有无立面错位、纹理错误)、有无明显变形、拉伸、是否存在脏乱差的情况
附件质量	0.05	元数据	0.60	1.检查元数据文件、属性项正确性、完整性 2.检查元数据内容的正确性
		附属资料	0.40	检查附属资料的完整性、齐全性、正确性

结束语

本文基于实际的地理实体生产、质检实践，结合公司自有的成熟处理软件，总结了目前三维地理实体生产关键技术和质量控制方法。在地理实体生产方面，可以通过存量地理信息数据的有效转换，配合新型外业采集技术和高效的内业处理技术，实现三维地理实体的高效高质量生产；在质量控制方面，综合了二维地形图和三维实景模型的质检内容，规范了三维地理实体特有的质检内容。

参考文献

[1] 张号,王虹,王炜,王程.二维地理实体质量特性分析[J].北京测绘2022(11):1570-1575  
 [2] 王琳,郭功举,刘一宁.面向智慧城市建设的地理实体构建方法[J].测绘通报,2022(2):20-24.  
 [3]张亮,周志诚,厉芳婷等.基于地理实体的数据库建设探讨[J].地理空间信息,2021.19(1):122-124.