

基于倾斜摄影技术的建筑物单体化模型生产

解 博

(广元市测绘地理信息中心,四川 广元 628017)

摘要:实景三维是客观真实反映现实世界的三维模型,具有单体化、实体化、结构化、语义化等特点,是可进行空间量算及综合分析的模型,是集多种模型特点于一体的三维数据成果。实景三维建设中,制作了基于倾斜摄影技术的建筑物单体化模型,其中基础地理实体数据生产、三维MESH模型数据生产、建筑物单体化数据生产为城市三维模型建设快速构建提供技术支持。

关键词:实景三维;基础地理实体;MESH模型;单体化

中图分类号:TU198

文献标志码:A

文章编号:2095-6835(2025)07-0216-04

实景三维是真实、立体、时序化地反映和表达人类生产、生活和生态空间的时空信息,是国家重要的新型基础设施,是数字中国整体框架构建的核心要素和重要内容^[1]。

针对三维建模,本文提出基于倾斜摄影技术的建筑物单体化模型,其中基础地理实体数据生产、三维MESH模型数据生产、建筑物单体化数据生产为城市三维模型建设快速构建提供技术支持。

1 基于倾斜摄影的建筑物单体化模型

在城市级实景三维建设中,利用倾斜摄影技术获取分辨率优于0.03 m的倾斜航空影像和不低于16点/m²的机载激光雷达点云数据,生产0.05 m分辨率的数字正射影像图(DOM)数据,用于测制1:500的数字线划图,转换生产基础地理实体数据,制作三维Mesh模型、建筑物单体化模型。城市级实景三维数据生产内容如表1所示。

表1 城市级实景三维数据生产内容

数据类型	覆盖范围/km ²	数据精度	现势性
0.05 m分辨率DOM	**	平面位置中误差为0.3~0.4 m	整体现势性优于2022年
机载激光雷达点云	**		
0.03 m Mesh 三维模型	**	—	
基础地理实体数据	**	转换生产:平面位置中误差为0.3~1.6 m,高程中误差为0.25~2.00 m 采集生产:平面位置中误差为0.3~0.4 m,高程中误差为0.2~0.7 m	
城市三维模型(LOD1.3)	**	平面位置中误差为0.3~7.5 m,高程中误差为0.2~5.0 m	
城市三维模型(LOD2.3)	**	平面位置中误差为0.3~7.5 m,高程中误差为0.2~5.0 m	
1:500数字线划图DLG	**	依据《城市测量规范》	满足控详规编制需要

注:**为城镇开发边界范围面积。

2 数字正射影像图DOM数据生产

利用数字摄影测量系统对0.05 m分辨率的DOM数据进行单模型DOM的制作,利用DOM影像镶嵌、裁切、接边的方式处理单模型DOM,得到分幅DOM,再通过色调和重影等合理处理分幅DOM,进一步得到DOM成果数据,如图1所示。

3 1:500数字线划图数据生产

基于倾斜三维模型成果,在室内采用立体测图方

式,直接在实景三维模型上勾绘建筑物、道路、水系等要素,测量和记录相关属性,形成线划原图;在外业对线划原图进行调绘、修补;最终基于“图库一体、先库后图”的数据编辑处理流程生产数据库成果并输出图形成果。

3.1 立体测图

按照内业立体定位和外业最终定性的原则进行采集。立体测图时,采集能够准确判读地物、地貌的要素,同时尽量采集不能准确判读的要素(包括隐秘地区、阴影部分及小的独立地物),同时做出“A”标记,再

作者简介:解 博(1987—),女,汉族,四川广元人,硕士,工程师,研究方向为测绘地理信息管理及应用服务。

由调绘确定。立体测图及等高线成果经质检合格后提交外业调绘。

3.2 外业调绘、修补测

参照图式、数据规定的要求确定调绘、补测的作业内容。在航测内业采集的基础上,组织开展外业调绘、修补测工作。外业调绘主要对房屋类别及层次、名称、水流方向、高压线路电压等进行属性调绘,纠正需要改正房檐的房屋,补测新增地物及被遮盖地物,并解决内业标明的疑点问题。

3.3 数据编辑及入库

按照图式以及数据规定的要求,对外业补测调绘成果或利用工程资料进行整理和编辑,将有关数据、属性信息追加到原始数据中,按照“先库后图,图库联动”的技术流程进行图库一体更新。

3.4 制图数据输出

对图库一体的数据进行质量检查及修改,对检查合格的数据,分别输出制图数据及库数据。对制图数据进行符号化及图面整饰,即可获得出图的成果数据。

3.5 质量检查

完成生产后应对成果数据进行质量检查。若质量不符合要求时,应及时进行修改,直至各项指标满足要求。

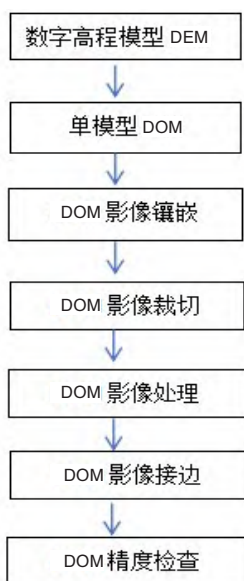


图1 数字正射影像DOM生产作业流程图

4 基础地理实体数据生产

基于1:500数字线划图(DLG)转换生产的基础地理实体数据,其作业流程包括源数据的收集分析、源数据的预处理、映射转换、语义化的处理、质量控制等处理环节。具体作业流程如图2所示。

城市级基础地理实体建设内容指标包括河渠、水库、湖泊/池塘、泉、井、池、岸、堤、坝、闸等,支线及以上街道、轨道交通、铁路、村道及以上等级道路、主要乡村

路、内部道路、人行道、路口及附属设施等,建(构)建筑物及其附属设施、城市绿地、公共场地、其他附属设施等。建(构)建筑物包括地下空间,可细化至不动产登记单元;各类管线、综合管廊及其附属设施;院落;各实体地名地址;行政区划、自然地理单元和农林用地及土质单元,农林用地细化至自然资源登记和不动产登记单元^[1]。

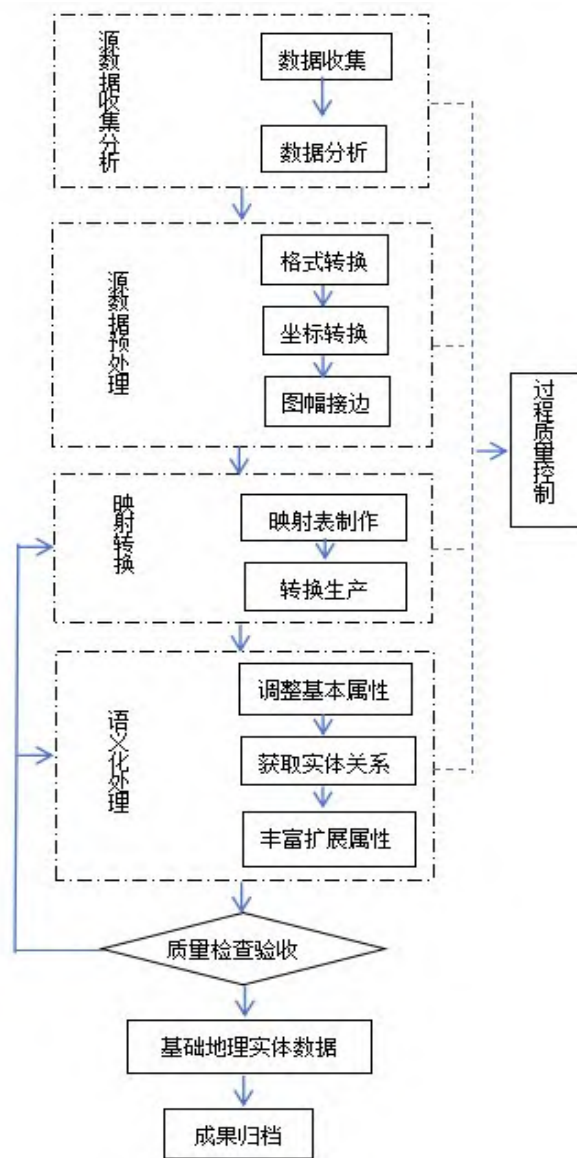


图2 基础地理实体数据生产作业流程图

4.1 源数据收集分析

源数据指为进行基础地理实体数据生产而收集的原始资料数据^[1]。收集应用于生产基础地理实体数据的基础地理信息要素的数据集及各类辅助参考的数据集(如天地图数据、地理国情监测数据、国土三调数据、空间规划数据、专业部门资料等),从法定性、限制性、范围等方面综合分析源数据的用途及参考优先级。

4.2 源数据预处理

对源数据进行规范化、标准化处理,包括格式转换、数据拼接、数据融合、数据裁切等。

4.3 映射转换

制作基础地理信息要素及基础地理实体映射表,对源数据进行映射转换和编辑处理。

4.3.1 映射表制作

按照新型基础测绘和实景三维建设相关技术文件中的要求,制作基础地理信息要素与基础地理实体映射表^[4],进一步规范基础地理信息要素和基础地理实体映射关系,其中包括几何图形映射表及属性映射表。

4.3.2 转换生产

利用基础地理信息要素及基础地理实体映射表对几何图形及属性进行映射,实现基础地理实体几何图形和基本属性数据的转换生产。对于与基础地理实体不存在映射关系的基础地理信息要素数据(如等高线、高程点等),保留该部分基础地理信息要素数据,归为制图要素数据集,作为成图辅助数据进行存储或管理。

4.4 语义化处理

对经过映射转换后的数据,按照《基础地理实体语义化基本规定》相关要求进行语义化处理。具体包括:
①完善基本属性。按照《基础地理实体数据成果规范》中各类实体的基本属性设置情况,完善不能通过基础地理信息要素属性映射的空间身份编码等基本属性。
②获取实体关系。根据《基础地理实体语义化基本规定》,按照需要获取基础地理实体数据的实体关系数据。地理实体之间的基本关联关系类型包括归属、附属、相邻、连接、途经、流经、汇入、流出等。
③丰富扩展属性。根据《基础地理实体语义化基本规定》,结合实际需要丰富基础地理实体数据的扩展属性数据。

4.5 质量检查

应按照相关要求对基础地理实体数据的空间参考系、位置精度、数据组织、属性精度、逻辑一致性、完整性与正确性、附件质量以及实体语义化处理等进行质量检查。

5 三维MESH模型数据生产

利用倾斜航空影像及空中三角测量成果,在实景三维建模软件中,通过测区分块、像对筛选、密集匹配点云、点云构 TIN 和纹理自动映射等制作三维 MESH 模型^[5],对 MESH 模型中的悬浮物、漏洞等异常进行处理,对水系、道路、地面、植被等进行简单修整,确保色彩均匀、整体美观,无较大的结构问题,完成三维 MESH 模型数据生产。

三维 MESH 模型数据生产作业流程如图 3 所示。

对视场盲区或阴影造成的三维 MESH 模型错误(如漏洞、楼体缺失等)和水体漏洞进行手动修复编辑,重新贴附正确的纹理^[6]。

对三维 MESH 模型进行精细化编辑,对模型变形及空中悬浮等异常进行处理;对建筑墙面明显拉花扭曲进行处理;对水面起伏进行处理。对车辆等地物因移动造成的地物模型不完整等异常进行处理。建设房屋、棚房、破坏房屋、架空房、吊脚楼、窑洞等不进行单体化处理,需在场景中进行修整,保证其结构合理、纹理整洁。

处理后的三维 MESH 模型大场景与细节场景过渡要一致,模型无塌陷和漂浮现象,整体色调基本一致,确保展示美观、协调。



图3 三维MESH模型数据生产作业流程图

6 建筑物单体化数据生产

引入倾斜摄影空中三角测量成果,参照三维 MESH 模型进行半自动化单体建模,优先使用倾斜摄影纹理自动映射,如有缺失进行外业纹理补充采集,确保场景整体色调一致、精度正确。具体作业流程如图 4 所示。

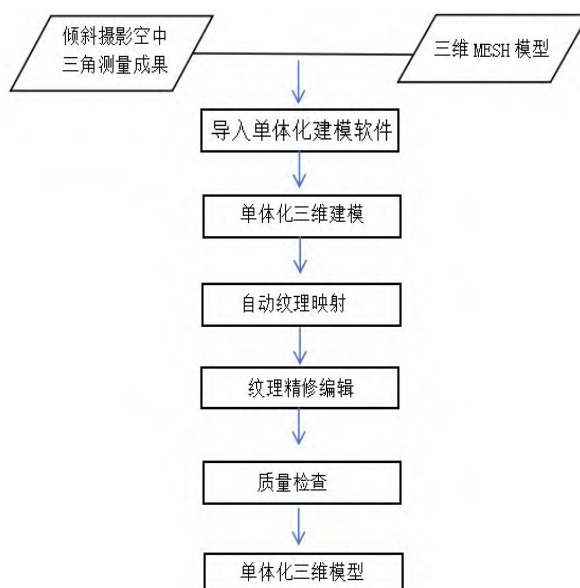


图4 三维建筑物单体化生产作业流程图

6.1 模型采集

在满足视觉效果的情况下,尽可能减少模型的几何面数。模型基底平面位置应与相应三维 MESH 模型场景平面位置吻合,基底高程位置应与相应实景场景位置的最低高程点吻合。重点区域建筑正面细节采集时,外立面轮廓线应反映外立面上各类附属设施的变化,包括直径大于 0.5 m 的立面凸出结构和直径大于 0.5 m 的凸出物或重点装饰,以及屋檐等需要建模表现;建筑物屋顶结构应该反映屋顶的结构形式及附属设施等细节,同时应按照实际形状采集鞍形屋顶、脊形屋顶、鞍脊屋顶合成及菱形屋顶等;一般台阶、门廊、檐廊、烟囱、女儿墙、围墙、栅栏等附属设施需建模表现。

一般区域建筑物模型外立面表达主体结构,直径大于 1 m 的立面凸出结果和屋檐建筑需建模表现,装饰不表现,建筑物屋顶结构可简化表示,能够反映屋顶的主要结构形式即可。

单体化建筑模型结构尽可能将主体建筑物和附属建筑独立构建,但遇到成片的棚房、违章建筑物等,也可根据具体情况进行综合选择。

临时搭建的棚房(无墙棚房)、商贩临时搭建的遮阳棚(伞)、已遭破坏的房屋、尚未完成主体架构的建筑中房屋不采集,地下停车场入口处车棚、哨亭、门卫室、移动厕所、墙壁采用铁皮类单薄材质的建筑物不采集,门卫室、报亭、宣传栏、楼梯、台阶、门顶、雨罩、车棚、遮阳棚、无墙棚房、破坏房、尚未完成主体架构的建筑房屋以及长、宽、高均小于 3 m 的附属房屋均不采集,农村院落中的厕所、墙壁采用铁皮类单薄材质的建筑物不采集,农村搭建的猪牛羊圈等附属棚房不采集。长、宽、高均小于 3 m 的独立房屋中,砖、钢、砼等材质的应该采集,石棉瓦、草制屋顶且墙体简陋棚房和借围墙为墙体的附属棚房不采集。

6.2 纹理修饰

立面纹理采用能准确反映物体色调、饱和度、明暗

度等特征的倾斜影像。

若外立面纹理被植被或建筑物遮挡,无法从所有的倾斜影像中提取可用纹理时,可根据具体情况对其进行编辑,即当前场景中存在与被遮挡的纹理结构相似的立面纹理时,可利用影像处理软件对其进行纹理替换;若不存在相似立面纹理及遮挡面积较小时,不影响整个建筑美观的情况下,可不处理。重点区域建筑模型纹理经过编辑纹理仍有不符合要求的,必要时结合外业补充采集。

7 结束语

实景三维中国作为数字中国的数据底座,起着至关重要的作用。基于倾斜摄影技术制作了建筑物单体化模型,其中,基础地理实体数据生产、三维 MESH 模型数据生产、建筑物单体化数据生产对实景三维中建筑物单体化建模起到借鉴作用。

参考文献:

- [1] 张毕祥,冯亚飞.基于倾斜摄影测量技术在大比例尺地形图测绘中的研究[J].软件,2018,39(7):146-151.
- [2] 自然资源部.实景三维中国建设技术大纲[EB/OL].[2025-02-14].<https://zrzygh.km.gov.cn/c/2021-08-25/4062114.shtml>.
- [3] 杨燕.基于天地图·新疆自治区节点矢量数据与国家主节点矢量数据融合技术方法探讨[J].测绘与空间地理信息,2017,40(4):126-128.
- [4] 沈天贺,高飞,张迁.无人机倾斜摄影在黄山三维建模中的应用[J].安徽建筑,2019(11):41-43,47.
- [5] 王武生,黄昶.基于无人机倾斜摄影与实景三维建模的工程土石方量审计方法探讨[J].测绘,2021,44(3):111-114.
- [6] 刘冰鑫,张永军,刘欣怡.实景三维建模方法及应用研究[J].测绘地理信息,2023,48(4):1-6.

(编辑:严丽琴)

(上接第215页)

国家对创新创业教育与智慧建造技术的深切关注,有效提高了学生创新思维、创业能力和实践技能。广州铁路职业技术学院通过一系列创新实践和政策机制的深化,不仅提升了教育质量,还进一步促进了双创教育体系的成熟以及完善,显著增强了学生的创新创业意识和实践操作能力,成功地将学生培养成复合型人才。

随着“十四五”规划的深入实施,创新创业实践中心的探索与成就为行业不断提供了多方面复合型人才,充分展示了通过教育创新与产教融合,能够有效推

动轨道交通领域迈向更高质量、更具创新力的未来。

参考文献:

- [1] 陈爱雪.“互联网+”背景下大学生创新创业教育的新模式探究[J].黑龙江高教研究,2017(4):142-144.
- [2] 史进玲.“互联网+”视域下高校创新创业教育模式的构建[J].中国现代教育装备,2017(5):71-74.
- [3] 赵淑明.以就业为导向的大学生创业孵化基地研究[J].沈阳农业大学学报,2015(3):273-277.

(编辑:严丽琴)