引文格式：刘冬枝. 基于高分七号卫星影像生产建筑白模[J]. 地理空间信息, 2023, 21(11): 104-106. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.11.025

基于高分七号卫星影像生产建筑白模

刘冬枝[1]
（1. 自然资源部重庆测绘院，重庆 401120）

摘　要：高分七号卫星是我国首颗民用亚米级高分辨率光学传输型立体测绘卫星，在建筑密集地区或地形起伏较大的山区易发生遮挡。建筑基底高程、建筑高度提取是生产建筑白模的关键，构建实景三维场景可实现建筑白模的自动生成与可视化。对高分七号与资源三号卫星影像进行多视准核线影像匹配，以高分七号卫星影像为主，通过全局优化遮挡检测与视差空洞修补等技术生成高精度DSM数据，有效获得建筑顶部高程。基于高分七号卫星影像选取建筑物密集区域进行建筑白模生产实验，为后期实景三维中国建设做好技术支撑。

关键词：高分七号卫星影像；多视准核线影像匹配；实景三维场景；建筑白模
中图分类号：P228　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）11-0104-03

Building White Model Production Based on GF-7 Satellite Images

LIU Dongzhi[1]
(1. Chongqing Institute of Surveying and Mapping, MNR, Chongqing 401120, China)

Abstract: The GF-7 satellite is China's first civilian sub-meter high-resolution optical transmission stereoscopic surveying and mapping satellite, which is prone to occlusion in densely building areas or mountainous areas with undulating terrain. The extraction of building base elevation and building height is the key to the production of building white model. Building a 3D real scene can realize the automatic generation and visualization of building white model. We performed multi-horizon epipolar image matching on the satellite images of GF-7 and ZY-3, mainly used GF-7 satellite image to generate high-precision DSM data through globally optimized occlusion detection and parallax hole repair, and effectively obtained building top elevation. Based on the GF-7 satellite images, we selected the densely building areas to conduct building white model production experiments, so as to provide technical support for the later 3D real scene China construction.

Key words: GF-7 satellite image, multi-horizon epipolar image matching, 3D real scene, building white model

实景三维数据作为真实、立体、时序化反映人类生产、生活和生态空间的时空信息，是国家重要的新型基础设施，通过“人机兼容、物联感知、泛在服务”实现数字空间与现实空间的实时关联互通，为数字中国提供统一的空间定位框架和分析基础，是数字政府、数字经济重要的战略性数据资源和生产要素。实景三维中国建设是面向新时期测绘地理信息事业服务经济社会发展和生态文明建设的新定位、新需求，对传统基础测绘业务的转型升级，是测绘地理信息服务的发展方向和基本模式，已纳入“十四五”自然资源保护和利用规划。《实景三维中国建设总体实施方案（2022—2025年）》[1]中提出，在城市级实景三维建设时，国家层面开展基础三维模型（建筑白模）建设，覆盖地级以上城市的城镇开发边界范围；地方层面基于国家层面建设的基础三维模型，开展纹理构建、属性补充，覆盖地级以上城市的城镇开发边界范围。

1　基于高分七号卫星的DSM、DEM、DOM生产

高分七号（GF-7）卫星采用两线阵立体成像模式，分辨率为后视0.65 m、前视0.8 m，立体成像效率较高；但相机安装角为后视5°、前视26°，两台相机夹角达到31°，在建筑物密集地区或地形起伏较大的山区易发生遮挡，出现一定范围的匹配盲区。资源三号（ZY-3）卫星采用三线阵立体成像模式，分辨率最高为正视2.1 m，但3台相机能实现视角互补，至少有两个相机能观测到简单形状建筑物的所有区域，可作为GF-7卫星生产DSM的重要辅助数据，更好地保障DSM的精度和连续性[2]。

根据GF-7、ZY-3卫星的特点，首先利用SRTM数

收稿日期：2022-08-07。
项目来源：自然资源部“自然资源科技创新发展”资助项目（12130041）。
作者简介：刘冬枝（1985—），硕士研究生，高级工程师，主要研究方向为摄影测量与遥感技术，E-mail：380316976@qq.com。

据辅助ZY-3卫星三线阵影像进行数据处理，得到DSM、DOM数据；再将DSM、DOM数据作为控制资料，对GF-7卫星两线阵影像进行控制点采集、区域网平差；最后对更新RPC后的GF-7和ZY-3卫星影像进行多视准核线影像匹配，GF-7与ZY-3卫星的分辨率差异达到3倍以上，可将GF-7与ZY-3卫星多视立体影像通过RPC实现多视坐标映射，在视差层级进行融合处理，以GF-7卫星影像为主，通过全局优化遮挡检测剔除错误匹配，对遮挡区域进行视差空洞修补，实现无遮挡视差图，生成连续性良好的高精度DSM数据。首先对高精度DSM数据进行水域置平、异常值编辑、建筑物高度核查反演，得到高精度DSM成果；再将建筑、桥梁、林地等非地面高程降至地面，编辑后的区域需与周围合理过渡，消除局部高程异常，得到高精度DEM成果；最后对GF-7卫星影像进行正射纠正、影像融合、影像降位、波段重组、匀光匀色等处理，得到DOM成果。

2　建筑白模的生产

生产建筑白模的基础数据包括GF-7卫星生产的高精度DSM、DEM、DOM成果[3-5]和建筑数据。

1）建筑数据的获取。建筑数据的获取途径主要包括：①收集城市大比例尺地形图，按照图层、属性等提取建筑数据；②收集高分辨率卫星影像或航空影像，通过影像自动分类解译和人工后期处理获得建筑数据；③向正规渠道的图商采购或借助网络数据抓取手段获取建筑数据[6]。

2）建筑高程、高度的提取。按照建筑白模生产的模型精细度要求，先对收集的建筑数据进行数据规整；再以规整后的建筑数据为轮廓基底数据，以GF-7卫星后视DOM成果为基础，参考前视DOM成果综合判定建筑底座范围。需建筑白模的建筑按照应采尽采的原则，在影像上能独立分辨的建筑应按外轮廓线逐幢独立采集。基于建筑底座范围、高精度DSM成果，利用ArcGIS软件的分区统计工具求取建筑底座范围内高精度DSM成果格网高程值的最大值，并作为建筑顶部高程。基于建筑底座范围、高精度DEM成果，利用ArcGIS软件的分区统计工具求取建筑底座范围内高精度DEM成果格网高程值的平均值，并作为建筑基底高程。对建筑顶部和建筑基底高程进行高程求差，获取建筑高度[7]。

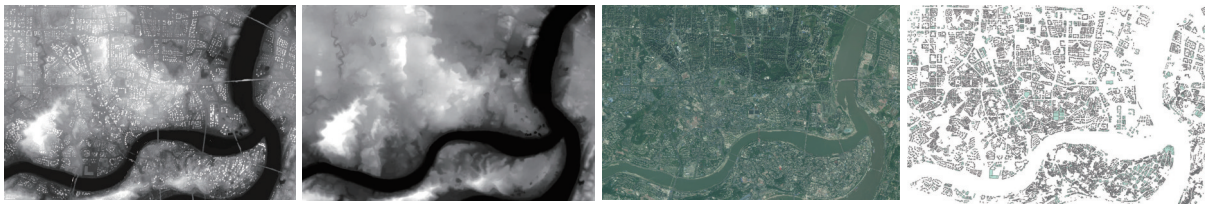
3）实景三维场景的构建。利用ArcGIS软件将GF-7卫星生产的后视DOM成果和高精度DEM成果构建三维地理模型，为建筑白模自动生成与可视化提供实景三维场景。打开ArcScene软件，加载高精度DEM、DOM成果，右键打开图层属性；在Base Heights属性项中，选择高精度DEM成果设置曲面高程，通过设置分辨率来调整实景三维场景显示的精细度。

4）建筑白模的自动生成与可视化。在构建的实景三维场景下，利用ArcGIS软件根据建筑基底高程属性值调整建筑基底到实景三维场景的地形高程，根据建筑高度属性值进行拉伸自动生成建筑白模。打开ArcScene软件，加载建筑数据矢量文件，右键打开图层属性；在Base Heights属性项中，选择建筑基底高程设置要素高程，调整建筑基底到实景三维场景的地形高程；在Extrusion属性项中，选择建筑高度设置拉伸值，生成建筑白模[8]。

3　建筑白模实验与分析

本文在重庆市主城区选取建筑物密集区域进行建筑白模生产实验，共收集4景GF-7卫星立体影像，拍摄时间集中在2021年5—10月；两景ZY-3卫星立体影像，拍摄时间集中在2019年7—8月。

建筑白模生产实验的基础数据主要为GF-7卫星生产的高精度DSM、DEM、DOM成果和重庆综合市情系统借助网络数据抓取手段获取的建筑数据（图1）。GF-7卫星在建筑密集地区或地形起伏较大的山区易发生遮挡，因此对GF-7与ZY-3卫星影像进行多视准核线影像匹配，以GF-7卫星影像为主，通过全局优化遮挡检测与视差空洞修补等技术，生成高精度DSM数据，有效获得建筑顶部高程。由于借助网络数据抓取手段获取的建筑数据可靠性低，后期实景三维中国建设项目建议收集城市大比例尺地形图，按照图层、



a 高精度DSM成果　b 高精度DEM成果　c DOM成果　d 建筑数据

图1　建筑白模生产的基础数据

属性等提取建筑数据。

建筑白模采用SHP格式进行数据组织与存储，用于记录建筑顶部高程、建筑基底高程和建筑高度等属性，以利用ArcGIS软件将三维模型导出为通用数据格式或编写程序实现数据格式转换。建筑白模属性定义见表1。

表1 建筑白模属性定义

属性项	字段	数据类型
建筑顶部高程	TOPELEV	Double
建筑基底高程	BASEELEV	Double
建筑高度	HEIGHT	Double

基于ArcGIS软件，利用DOM和DEM成果生产三维地理模型，为建筑白模可视化提供实景三维场景（图2）；再根据建筑基底高程属性值调整建筑基底到实景三维场景的地形高程，根据建筑高度属性值进行拉伸，自动生成建筑白模（图3）。

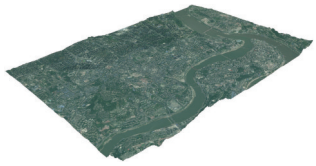


图2 实景三维场景

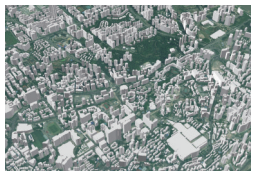


图3 建筑白模自动生成与可视化

4 结 语

实景三维是对一定范围内人类生产、生活和生态空间进行真实、立体、时序化反映和表达的数字空间，是新型基础测绘的标准化产品，是国家重要的新型基础设施，为经济社会发展和各部门信息化提供了统一的空间基底。本文基于GF-7卫星影像选取建筑物密集区域进行建筑白模生产实验，为后期实景三维中国建设做好技术支撑，以满足国土空间规划、自然资源调查监测、自然资源政务服务等自然资源管理以及经济社会发展各领域对实景三维数据的亟需[9]。

参考文献

[1] 自然资源部. 实景三维中国建设总体实施方案(2022-2025年)[G]. 北京:自然资源部,2022

[2] 曹海翊,戴君,张新伟,等. “高分七号”高精度光学立体测绘卫星实现途径研究[J]. 航天返回与遥感,2020,41(2):17-28

[3] 侯位昭,张欣海,吴士珂,等. 基于卫星影像立体像对数据的三维重建技术研究[J]. 中国电子科学研究院学报,2021,16(4):369-373

[4] 周智勇,欧阳晖. 山地城市大范围实景三维制作与建库[J]. 城市勘测,2020(3):5-10

[5] 肖建华,李鹏鹏,彭清山,等. 武汉市实景三维城市建设的实践和思考[J]. 城市勘测,2021(1):8-11

[6] 白畯文,李念容,郑永新,等. 城市级三维GIS场景快速构建及应用实践[J]. 国土资源信息化,2021(2):54-59

[7] 杨文婧. 大区域三维建筑白模建设及关键技术研究[J]. 测绘与空间地理信息,2017,40(6):58-60

[8] 谭金石,吴云辉,范海生,等. 基于ArcGIS与航空影像的城市三维建模方法研究[J]. 测绘地理信息,2014,39(6):59-61

[9] 自然资源部. 实景三维中国建设技术大纲(2021版)[G]. 北京:自然资源部,2021

本刊声明

为适应我国信息化建设，扩大本刊及作者知识信息交流渠道，本刊数据已被《中国核心期刊（遴选）数据库》《CNKI 中国期刊全文数据库》和《中文科技期刊数据库（全文版）》等收录。在《地理空间信息》发表的论文均默认将其在著作权保护期内的复制权、发行权、汇编权、翻译权以及网络传播权授权给《地理空间信息》编辑部，编辑部可将上述权利转授给第三方使用。作者不再许可他人以任何形式使用该篇论文，但可以在其后续作品中引用（或翻译）该论文中部分内容或将其汇编在作者的非期刊类文集中。如不同意，请事先声明，本刊另作处理。其文章的著作权使用费与本刊稿酬一次性给付（已在收取发表费时折减和换算为杂志赠阅）。

（本刊编辑部）