

# AIMS 多模态航摄数据在实景三维建设中的应用

吴泽洪

中山市海洋与地质环境监测站

DOI:10.12238/gmsm.v7i8.1940

**[摘要]** 针对实景三维建设过程中,面临数据资源高效获取、地理场景快速构建、地理实体精确建模等难题。基于此,本文结合实景三维中山建设实践,利用AIMS获取多模态航摄数据,在多模态数据精确配准、地理实体协同生产、多模态数据智能提取、城市三维模型快速建设、三维模型数据轻量化、构建基础测绘生产新模式等方面进行了应用研究,为城市级实景三维建设提供一定的借鉴参考。

**[关键词]** AIMS多模态航摄数据;地理实体协同生产

**中图分类号:** F129.9 **文献标识码:** A

## The Application of AIMS Multimodal Aerial Photography Data in the Construction of Real Scene Three-Dimensional Models

Zehong Wu

Zhongshan Marine and Geological Environmental Monitoring Station

**[Abstract]** Given the process of real-life 3D construction, facing problems such as efficient acquisition of data resources, rapid construction of geographical scenes, and accurate modeling of geographical entities, this article combines the practice of real-life 3D Zhongshan construction, uses AIMS (i.e. Aerial Integrated measuring system) to obtain multi-modal aerial photography data, and conducts applied research in the aspects of accurate allocation of multi-modal data, collaborative production of geographical entities, intelligent extraction of multi-modal data, rapid construction of 3D models, lightweight of 3D model data, and the construction of new basic surveying and mapping production, etc., which provides certain references for urban-level real-scene 3D construction.

**[Key words]** AIMS multimodal aerial photography data; collaborative production of geographic entities

### 引言

在实景三维数据资源建设方面,针对立体化重构、真实化描述、实体化建模等关键技术方面还需要研究探索,主要问题体现在:一是如何快速高效地获取数据资源一直是制约实景三维建设的重要因素,在技术优化、变化检测、协同更新等方面还需要深入研究。二是如何通过多传感器数据进行地理场景精确建模等技术手段,推动立体化重构技术向高精度智能化方向发展,已成为实景三维建设的关键问题。三是如何利用智能化测绘技术手段,在实体化建模方法与技术流程等方面还存在需要进一步重视和解决的问题。AIMS多传感器集成航摄仪,是目前国内唯一实现了真彩色正射影像航摄仪、激光雷达航摄仪、倾斜摄影航摄仪、高光谱航摄仪等航摄传感器高度集成于一体的设备,可一次性同步获取大幅面正视影像(2.8亿像素)、倾斜影像(1.5亿像素×4)、激光点云数据(200万点/秒)、高光谱数据(光谱分辨率5.5nm)等多源数据,可服务于新型地理信息产品建设。针对以上问题,中山市深入推进新型

基础测绘建设,利用AIMS多传感器集成航摄仪获取多模态数据,在实景三维中山建设过程中开展了相关技术探索,以“一次获取多模态数据,测绘多项成果”作为项目总体建设目标,同步生产倾斜摄影三维模型、机载Lidar点云、DEM、DSM、TDOM、基础地理信息数据等全系列测绘产品,打造地上地下一体、水上水下一体、室内室外一体、陆域海域一体的全市三维一张图,为数字中山提供统一的三维时空基底。

### 1 研究方法

本次研究区域为广东省中山市,位于北纬 $22^{\circ}11' \sim 22^{\circ}47'$ ,东经 $113^{\circ}09' \sim 113^{\circ}46'$ 之间。全市面积1783.67平方公里,辖8个街道、15个镇。地形以平原为主,地势中部高亢,四周平坦,平原地区自西北向东南倾斜。

实景三维中山数据资源建设包含地形级、城市级和部件级实景三维数据等内容,完成全市域分辨率3cm的实景三维模型数据制作,真实反映中山市地形地貌和总体格局等特点,体现中山市山水相融、风景优美的三维时空基础底座,同步开展机载

Lidar点云、DEM、DSM、TDOM、1:500、1:2000基础地理信息数据生产工作。

AIMS多模态航摄仪集成多传感器,实现倾斜航空影像、航摄影像、高光谱影像、三维激光点云等多模态数据的一体化采集,通过综合采用航空影像、航摄影像、高光谱影像、三维激光点云、地面影像等多尺度多模态数据,融合无人机RTK/PPK技术、预制地形影像空三匹配策略方法、连接点约束等关键手段,实现实景三维的协同重建。本次项目以“一次获取多模态数据,测绘多项成果”作为总体建设目标,基于国产倾斜航空摄影仪器和激光扫描设备一体化集成方案,推进高质量倾斜摄影及Lidar点云同步采集,构建实景三维和新型基础测绘一体化协同生产体系。基于一次测绘、协同作业、成果共享的理念,形成“海量协同、弹性定制、在线智能”的生产能力,实现倾斜摄影三维模型、DEM、DSM、TDOM等多项测绘成果间的任务分配协同,大幅提升了生产效能。

## 2 关键技术

### 2.1 多模态数据精确配准

使用载人P750飞机,搭载AIMS航空集成多传感器航摄仪,集成了VQ-780II激光LiDAR设备、iXM-RS280F、iXM-RS150F倾斜设备、PikaXC2高光谱成像系统等设备开展航空摄影任务,同步获取地面分辨率3cm的倾斜影像数据和16点/m<sup>2</sup>的激光点云数据。实际应用中,激光雷达数据和倾斜影像数据的精准匹配始终是数据处理关键难题,对AIMS的多个传感器,提出了保特征的多角度影像密集匹配方案,通过对POS数据的预处理和转换,把POS数据解算结果注入多个传感器数据采集所获取的时间文件,实现时间的同步、空间上的一致,实现了多模态实景三维数据精确配准。

### 2.2 地理实体协同生产

地理实体多级化表达是实景三维建设难点,结合中山自然地理环境和独特人文风貌进行了细化和拓展,以地理实体为对象,在国家分类和《中山市1:5001:10001:2000基础地理信息数据建库规范》基础上,通过一套底图数据生产二三维一体化多类型图元,构建了\*大类\*亚类\*小类的地理实体分类。根据定位点精度、结构取舍尺寸、结构表达内容、纹理真实度、纹理分辨率等差别,提出四个层级的单体化建筑物实体数据产品,分为重要地标性建筑、主要地标、高层小区和别墅、低矮房屋,分别以不同形式表现建筑的结构与细节。利用iData\_3D测图软件采集数字化三维地形图地物要素,以DPMoDeler软件采集三维单体化数据,iData及CASS软件进行数据编辑,构建内业自动生产为主、外业人工调绘为辅的基础地理实体生产技术体系,实现基础地理实体与实景三维成果的无缝融合。

### 2.3 多模态数据智能提取

针对传统生产中自动化程度低的复杂点云噪声去除、地面点提取、点云分类、断裂线制作、移动地物点滤除等环节,提出多模态点云的互检校去噪、适用于多模态点云的多尺度误分地面点纠正、基于矢量边界的点云分类扩张、高光谱影像辅助的

LiDAR点云水体断裂线自动提取、光学影像辅助的动静态车辆点提取等一系列智能改进方法,有效提高了实景三维数据生产效率。通过指定多模态影像数据中效果最佳的高光谱影像作为母版影像,在不改变原始影像数据的前提下,采用高斯滤波器使空间域误差和频率域误差的关系得到最优化,对其他色彩不统一的影像进行处理,让不同色彩平滑过渡,减小不同影像间色彩差异,统一整个测区影像色彩,增强影像可读性,提高了实景三维建设的地理场景纹理质量。

### 2.4 城市三维模型快速建设

开展城市三维模型(LOD1.3级)自动构建技术路线探索,提出一种基于多源点云、数字高程模型和矢量数据进行海量LOD1.3级单体化模型快速构建技术方法,利用激光点云辅助建筑物高度提取,Mesh模型辅助纹理挂接方法,解决了城市三维模型自动化构建准确度低的难题,确立了一套面向广域场景的建筑实体高效低成本构建技术方案,通过点云分类与建筑物高程拟合技术结合应用,为构建全市建(构)筑物城市三维模型奠定了坚实基础。

### 2.5 三维模型数据轻量化

利用ContextCapture、DPMoDeler、3DMax等软件结合,通过集群多组节点作业,提高三维建模生产处理效率,解决三维模型快速构建、自动纹理映射、修模处理及单体化模型编辑等难点。在三维模型数据轻量化上,通过删除模型对象、简化三角网、压缩模型纹理、共享图片材质以及分级分块多细节层次剖分处理等技术手段实现数据轻量化。对于大范围实景三维数据,针对不同地物(如建筑物与植被)、不同区域(如城市与乡村)分级分类进行不同程度的轻量化,把数据压缩到极致。对于平坦区域的激光点云数据,在保证其几何特征完整的情况下,利用八叉树数据结构进行点云数据的压缩,实现点云数据抽稀。通过融合高光谱影像提供的树种信息和LiDAR点云提取的树木几何参数、位置信息,建设海量三维植被样本库,构建出具有精细性和真实感强的三维植被模型,解决了实景三维模型中树木模型拉花、真实感欠佳的问题。地理场景模型通过边缘压平、纹理修整、破洞处理、接边缝合等调整,与构建建筑物模型、路网、地形等基础数据进行衔接,配以花木符号栽植,达到和谐统一的真实性效果。

### 2.6 构建基础测绘生产新模式

通过面向时空同步的多模态航摄数据的融合处理,探索城市三维模型自动单体化、多层次地理实体产品制作、大场景三维模型快速生产等关键技术,构建了新型基础测绘技术体系,解决了点云、实景三维模型、4D产品生产过程中,因单一模态数据固有缺陷导致部分内业环节周期长、精度低、人工干预多问题,打造了具有中山特色的生产流程,实现以变化发现为核心,数据高效更新生产业务流程,提高了基础测绘能力供给水平。

## 3 应用实践

采用一次获取多模态数据,测绘多项成果的数据生产新模式,实现了多种形态成果同步获取,全部测绘产品实现数源统一、现势性统一,新的数据生产模式带来了显著的经济效益,形

成的实景三维中山产品,构建了数字中山的三维空间基底。中山市充分挖掘实景三维数据价值,针对不同的政务应用场景,进一步探索项目成果应用。在行政审批方面,支持项目预审和规划选址进行可视域分析和合规性审查。在城市规划设计方面,支持规划设计方案在典型区域一键导入数字孪生平台并生成三维模型。在历史文化名城保护方面,实现历史文化资源数字空间与物理空间一体化管理。在自然资源三维确权登记方面,满足二维登记信息与实景三维数字底座相融合需求,取得了较好的社会效益。

#### 4 结语

本文结合实景三维中山建设实践,在多模态数据精确配准、地理实体协同生产、多模态数据智能提取、城市三维模型快速建设、三维模型数据轻量化、构建新型基础测绘生产模式等方面进行了生产技术研究。由于实景三维建设是一项技术难度极大的新型基础测绘创新工程,需要加强实景三维与云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术融合,加强核心关键技术探索创新,未来需要研究大模型智能学习技术框架,实现点云、影像、视频等多模态感知数据一体化联合学习、多任务协

同处理,提升智能提取精度,提高生产效率。需要进一步围绕自然资源数字化、信息化和智能化要求,构建多源异构多模态数据统一治理、动态更新的新型基础测绘数据更新方法,形成具有中山特色的新型基础测绘生产体系,为城市国土空间规划、自然资源管理发展提供更坚实的数据基础,支撑中山市社会经济高质量发展。

#### [参考文献]

[1]顾建祥,杨必胜,董震.面向数字孪生城市的智能化全息测绘[J].测绘通报,2020(6):134-140.

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

[3]陈思,冯学兵,刘阳.基于倾斜摄影实景三维模型单体化分类与应用[J].北京测绘,2018(4):409-414.

[4]杨福秋,潘宝昌,辛晓东.大场景实景三维模型精细化生产与单体化研究[J].测绘与空间地理信息,2019,42(5):199-201.

#### 作者简介:

吴泽洪(1976--),男,汉族,广东中山人,本科,研究方向:测绘、遥感、地理信息、国土、地质防灾、海洋防灾。