

基于无人机倾斜摄影测量三维建模及精度评价

刘玉杰

山东莱克工程设计有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i3.1080

[摘要] 倾斜摄影测量技术不仅能获取地物的正摄影像,还能获得精准的侧面纹理信息,为建立城市三维实景模型提供了新的突破。本文详细介绍了基于无人机倾斜摄影测量技术的三维建模流程,并对其精度进行了评定和分析。

[关键词] 无人机倾斜摄影; 三维建模; 精度评定

中图分类号: P25 **文献标识码:** A

引言

目前,无人机技术正越来越多地应用到测绘领域,在三维城市建模中的重要作用更是愈发的凸显出来。因此,如何将倾斜摄影测量成果与三维城市建模衔接起来是当前的重要任务,如何获得更准确更得体的三维实景模型更是重中之重。

1 无人机倾斜摄影测量技术

目前市面上的倾斜摄影测量无人机多为多旋翼无人机,飞机自身配置自驾仪,可以做到自动导航作业。作业过程中人为参与的仅有少量的飞前准备工作以及任务规划工作,人工干预较少流程较为智能化。飞行系统内集成GPS-RTK模块加上地面基站差分系统可以做到实时定位并获得精准的POS信息。搭载五镜头量测型相机可以最大程度获取地表地物的正视及侧面纹理信息,由获取到的高分辨率地物影像数据源进行再处理可得到精准的三维实景模型,在较多的人机交互干预中做到模型的三维可视化。这种建模方式在很大意义上减少了传统方式建模的人工成本,改善了建模工作方式,减少了冗余工作量。

2 倾斜摄影测量三维建模关键技术

摄影测量方法获得的数据源,后期数据处理过程中,以野外布设的像控点为数学依据,确定后期生成模型的精确地理坐标位置。目前市面上的航测软件技术较为成熟,做的比较好的有SmartCC、Photoscan

等,软件在算法上不断更新,空中三角测量技术日趋精准完善。应用了区域网或光束网平差的方法提取高精度影像姿态数据和加密点云的空间坐标信息,为后续的建模工作打好基础。其数据处理流程主要包括:像控点布设测量-像片刺点-空三加密测量-最终产品结果生成等。

针对倾斜摄影的作业方式,目前普遍存在的误差来源大致有三个:像控点测量误差、像点位移误差、POS解算误差。为了解决这些问题,提高模型成果的准确性,这就要求从数据源获取到后续处理的严谨性与专业性。大数据显示目前从事此类工作的相关单位普遍采用的应对方式是:规范像控点测量技术手段、后差分GPS技术、提高差分数据频率、相机定期检校、增加航摄重叠度以及增加架构航线等,应用到实践中有些试验更是达到了免像控的水平。

3 技术流程

3.1像控点布设测量。像控点的布设严格按照相关规范,按航线布设像控点。像控点应外扩到成图范围外,相邻像控点之间基线间隔不超过20条,航线结合处像控点尽量公用。布设方案采取全野外布点方案,原则上要均匀的分布在测区内,面状区域可采用“品”字形布设方法,带状区域则可以采用“Z”字形或“S”形路线布设方法。为了检验空三加密的精度,在每条航线上至少布设一处检查点,应执行《1:500 1:1000 1:2000地形

图航空摄影外业规范》GB/T 7931-2008中的有关要求。

像控点的测量采用GNSS RTK方式,外业采集时要多测回多时长观测并求取平均值。

3.2像控点坐标系。(1)平面坐标系:目前我国应用较多的CGCS2000国家大地坐标系,高斯-克吕格投影,3度或6度分带,中央子午线根据需求确定。(2)高程基准:1985国家高程基准。

如有特殊要求,同时当地政府主管部门所要求的地方坐标成果和转换参数。

3.3像片刺点。在野外布设的像控点坐标,对其位置在像片上进行逐个标记,为后面的空三加密测量提供数学参考,当然现在的软件基本上已经实现了刺点工作的半自动化处理。

3.4空三加密测量。通过多视角密集匹配算法获取多方位图像中的同名点,确保同名点的匹配率误差在规范要求范围内;同时采用光束网或区域网平差技术获得无人机精准的POS数据和加密点坐标数据。多视影像联合平差是数据处理的一个关键步骤,多视影像是一种倾斜垂直影像,同时处理影像中的变形和遮挡现象,而传统的空三加密方法并不具备这一特点。通常采用SIFT特征提取算法对多视角影像联合进行调整,完成图像的特征提取。图像匹配是倾斜摄影建模成功与否的关键所在,由于图像匹配不能只通过一种元素来实现,进一步的图像匹

配计算机视觉技术和多种图像密集匹配方法目前还在研究当中,国内外众多专家学者也有各自的观点与方法。

3.5产品成果生成。生成的DSM(即数字地表模型),所需的信息均可展示,是目前空间数据基础设施发展的主要基础参考。对所得DSM数据进行滤波处理,对具有真实感的数字曲面模型进行整合、归一化处理、强化处理,最终形成一个初步的三维实景模型即粗模。目前建模工作中的一个难题是光学镜头下水面的问题,在生成的模型中水面往往是生成不了的,只能借助于别的方式来进行约束处理。如果项目有需求的话可以采用修模软件对模型进行精细化、单体化处理,生成精准的三维数字模型。最后进行检查验收,生成相应的参考文件以及产品成果。

4 倾斜摄影测量三维建模精度评定

4.1项目简介。睿铂DG4pros摄像机搭载大疆M300 RTK无人机,在达州市某地区进行航摄作业。该测区山林密布,地势起伏较大,房屋密集,地面场景复杂,航摄困难,危险系数高,内业数据处理工作较为复杂。无人机在160米的高度作业,为确保飞行安全,航高预留60米的安全高度。在此基础上,设计了80%的航向重叠度和75%的旁向重叠度,以保证楼顶的重叠度。

4.2数据处理。倾斜摄影测量系统获取图像时,首先要保证数据源质量,原始数据要进行严格的检查整理工作。文件格式、POS信息的准确性、图像光学质量、图像航向重叠度、旁向重叠度等方面要进行细致的检查筛选,以减少不必要的偶然误差。此外,如航摄天气原因造成的过曝或者欠曝,要对原始数据进行曝光、匀光匀色处理等;将相机的标定数据、图像数据和POS解析数据导入到SmartCC或者Photoscan软件,进行图像空三处理、加密点云、映射纹理模型、附着纹理生成模型。三维模型输出为.OBJ格式或.OSGB格式,支持3DMAX等常用建模软件编辑修饰,如项目有需求可以在清华

表1 检查点误差统计表

检查点数量	平面位置		高程		小于1倍中误差数量	小于2倍中误差数量
	中误差/m	最大误差/m	中误差/m	最大误差/m		
44	0.072	0.166	0.058	0.177	9	35

表2 空中三角测量检查点、公共点较差最大限值(单位为m)

点别	平面位置中误差				高程中误差			
	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
检查点	0.175	0.175	0.35	0.35	0.15	0.28 (0.15)	0.4	0.6

表3 全野外数字测图地物点精度(单位为m)

地形类别	平地	丘陵	山地	高山地
基本等高距	0.5	1.0 (0.5)	1.0	1.0
平面位置中误差	±0.15 (±0.25)	±0.15 (±0.25)	±0.23 (±0.40)	±0.23 (±0.40)
高程中误差	1/3 基本等高距	1/2 基本等高距	2/3 基本等高距	1 倍基本等高距

山维EPS或者航天远景Mapmatrix3D软件平台中进行三维模型的DLG数字化处理。

4.3空三精度校验。在空三报告中检查未参与空三解算检查点的三维坐标位置与实际偏差,经报告得出像素误差在1个以内,三维误差均在厘米级。

4.4精度评定。为验证倾斜摄影三维模型结果的准确性,在生成好的三维模型中,随机抽样特征点(房屋角点、斑马线角点、水泥地角点等)或线(建筑物的高度、道路的宽度、杆状地物的高度等)距离,以确保随机抽样的代表性。采集了54个控制点的坐标,其中10个用于空中三角测量,其余的用作检查点。所有点采用高精度莱卡全站仪(TS30)观测,与模型上立体采集的点或线作对比分析,统计两种方法所获得的坐标位置,计算出误差,误差公式为:

$$m_1 = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta_i \Delta_i) / n}$$

公式中: m_1 为检查点中误差, Δ_i 为检查点与立体观测的误差值, n 为参与计算的检查点的个数。利用图像构造的三维模型和现场采集的数据进行误差分布统计分析和评定,结果如表1。表2、3分别为GB/T 23236-2009《数字航空摄影测量中三角测量规范》、GB/T 14912-2005《1:5001:10001:2000外业数字测图技术规程》关于1:500比例尺的精度要求。

从平面、高程两个角度分析,此次三维

建模成果达到了1:500的几何精度要求。

5 结束语

传统航空摄影测量技术仅从一个视角获取地面影像,这种方式已经不能满足空间信息日益发展的需求。倾斜摄影测量作为一种新技术,采用多传感器载体可以获得更高精度更高质量的数据源,有效的丰富了航空摄影测量技术的范畴。使垂直和多个倾斜角度的影像数据工作得以实现,在很大程度上避免了传统航空摄影侧向技术不能提供真实的地表情况的缺陷。在多镜头摄影基础上,利用机载POS数据和数字曲面模型等完成三维建模,在未来也将广泛的应用的各个领域。

参考文献

- [1]周轶凡.倾斜摄影测量技术应用及展望[J].智能城市,2020,6(12):71-72.
- [2]田超,王书阳.基于无人机倾斜摄影测量技术的三维建模及其精度分析[J].资源信息与工程,2019,34(1):125-126
- [3]张建利.无人机航测成图质量控制研究[D].西安科技大学,2018.
- [4]邓国庆,段怡红,肖学年,等.《数字航空摄影测量 控制测量规范》编写说明[J].测绘标准化,2011,27(02):3-9.
- [5]GB/T 14912-2005,1:5001:10001:2000 外业数字测图技术规程[S].
- [6]GB 7931-1987,1:500、1:1000、1:2000地形图航空摄影测量外业规范[S].