

无人机倾斜摄影测量技术及三维建模的应用

王玉柱^{*1}, 孟 强¹, 孔 娟²

(1. 河南省地质局矿产资源勘查中心, 河南 郑州 450053;

2. 黄河勘测规划设计研究院有限公司, 河南 郑州 450003)

摘 要: 简要介绍了倾斜摄影测量技术的基本原理; 研究三维建模技术, 并探讨了无人机倾斜摄影测量技术在行业中的广泛应用, 为今后发展研究方向提供了一定的参考。

关键词: 无人机; 倾斜摄影; 三维建模; 优势; 应用

中图分类号: P231 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-5716(2024)02-0149-03

近几年, 无人机技术的广泛应用, 使摄影测量技术也有了较大的发展; 出现了倾斜摄影测量技术, 是由无人机与摄影测量学结合的产物。它能够全面感知复杂场景, 并以高清晰、高精度的方式来呈现; 改变了传统摄影测量的工作方式, 采集影像数据只能从正射角度进行, 可以实现对同一场景从垂直、左视、右视、前视、后视五个方向获取影像数据。该技术有效解决了在摄影测量方面存在的诸多问题, 实现了被测区域的三维模拟, 可以对被测场景进行全方位研究。从现阶段无人机倾斜摄影测量技术的实际应用情况来看, 具有效率更高、机动性强、成本低等优点, 在测绘、防灾减灾、矿山测量、水利电力、交通、规划以及大比例尺测图等方面都发挥着重要作用^[1]。

1 无人机倾斜摄影测量概述

1.1 无人机倾斜摄影测量技术的基本原理

无人机倾斜摄影测量技术由两部分组成, 无人机是搭载平台, 由倾斜摄影测量设备进行摄影测量工作。倾斜摄影测量可以实现被测场景五个方向的影像收集, 包括垂直、左视、右视、前视、后视以及垂直方向, 根据获取到的影像数据信息中分析地形地物的几何关系和纹理特征进行三维重建, 从而实现被测物体的实景三维模型, 呈现出满足精度被测场景的大小、形状、平面位置、立面、侧面、断面以及地形状况等^[2]。无人机相较于载人飞行器, 携带运输方便、组装简单、受航空管制影响较小、成本较低、工作效率高, 不需要机组人员, 在地面实现对无人机的控制^[3]。具有广泛的发展和应用前景。

1.2 无人机倾斜摄影测量的基本流程

无人机倾斜摄影测量的基本流程可以分为准备阶段、航测阶段、数据处理阶段^[4]。

准备阶段主要包括明确用户成图比例的需求, 地面分辨率要达到几厘米; 了解测区的地形起伏情况, 选择并准备合适的相机、镜头、相片重叠度, 并计算无人机的相对航高; 像控布设及测量等。

航测阶段主要包括航线的间隔和拍照间隔: 设置好航线, 外业工作一定要细心, 起飞各项检查要仔细认真, 参数设置是否正确, 操作方法是否正确等。设备检查: 设备要从开始组装直到结束整个过程中都要仔细每个环节, 各连接件情况、电机转动情况、航机工作情况、通信情况; 航线航点、拍照间隔、拍照点是否按要求正常进行等。

数据处理阶段主要包括相片质量检查、空三加密、真正射纠正、三维建模以及DSM生成、立体测图、成果整理等^[4]。

1.3 无人机倾斜摄影测量的优势

无人机倾斜摄影测量技术的优势有: 一是可以反映被测场景的真实情况: 无人机摄影测量可以获得被测场景的高度、外观以及位置等数据信息, 根据三维数据构建的被测场景三维模型相较于人工模型仿真度更高, 更具真实感。二是性价比更高: 无人机倾斜摄影测量依赖于技术上的优势, 相较于传统航摄对于人员需求较小, 总体上成本投入较低, 并且输出的成果可以有效满足需求, 整体性价比更高。三是工作效率高: 其采用的自动化三维建模, 相较于人工建模, 效率更好, 工

* 收稿日期: 2022-12-30 修回日期: 2023-01-10

第一作者简介: 王玉柱(1980-), 男(汉族), 河南镇平人, 高级工程师, 现从事摄影测量、不动产测绘、土地确权、GPS的应用与研究等相关工作。

作周期大大缩短^[5]。

2 无人机倾斜摄影测量三维建模

无人机倾斜摄影测量构建三维模型是在外业获取影像后进行的数据处理,经过影像匹配、空三加密、纹理映射等生成三维模型。目前处理软件很多,本文研究主要运用 Smart3D 软件,主要模块包括 Master、Setting、Engine、Viewer 等;Master 是一个人机交互界面、Setting 是一个中间媒介、Engine 是引擎端、Viewer 可预览生成的三维模型。应用该软件可以构建出带有纹理的一个模型,整体上更加真实、直观^[6]。

2.1 三维建模的基本原理

Smart3D 倾斜摄影测量三维建模的基本原理是利用空三加密计算出连接点,以连接点为基础构建不规则三角网 TIN,进而生成三维框模,然后利用软件在三维框模中输入航摄影像资料,由软件完成自动映射,进而输出完整的被测场景三维模型。

2.2 三维建模具体处理

2.2.1 准备工作

在三维建模之前做好相关准备工作,主要包括:整理并检查外业获取到的原始影像资料的质量;按照既定的格式与顺序创建相关数据信息表格;原始影像资料导入处理软件,为后续数据处理以及建模做好准备。

2.2.2 空三加密

从获取影像资料中提取出大量特征点,然后根据五个拍摄方位对提取的特征点开始同名同点匹配,找出不同影像中与之对应的外方位元素。完成空三加密操作后,可以查询相关位置的信息或者其他情况,比如空三点位置密度、航带全部飞行情况、单个影像资料覆盖范围等^[7]。

2.2.3 导入控制点

一般情况下,在导入控制点之后还需要再次重复空三加密操作,如果在首次空三加密利用数据信息表格文件完成了 Block 导入,可以省略此项操作。选择在空三加密之后进行控制点导入主要是重复 2 次空三加密操作所需要的时间明显少于完成控制点导入后再进行空三加密的时间,并且还可以利用空三加密对航带的详细情况进行了解,可以有效提升匹配控制点对应位置的效率^[8]。

2.2.4 模型贴图

完成上述操作流程后,需要进行模型分块,此项工作主要是通过选择 tile 的尺寸完成。模型分块操作结束之后,需要导出 Smart3D 计算结果当中不够理想的部分,并利用第三方软件进行修改、编辑,重新整合数

据,确保数据的有效性、准确性。最后利用 Smart3D 的回炉功能重新修改三维模型,并输出新的结果,进而构建出被测场景的三维模型。

3 无人机倾斜摄影测量的应用

无人机倾斜摄影测量相较于传统的航摄方式应用范围更加广泛、效率更高,其生成的三维模型在城市规划、大比例尺测图、矿山测量、应急测绘保障等多方面均可以得到有效应用。

3.1 城市规划

通过无人机倾斜摄影测量收集城市各区域地形地貌,对政府进行城市规划、建筑选址等多方面可以提供参考,甚至可以将工程建筑模型与倾斜摄影测量三维模型进行拼接,呈现出工程竣工后的真实效果。现阶段,在城市规划设计中,主要使用的数字化地图,这对于非专业人士而言,不够直观、真实,如果可以无人机倾斜摄影测量的影像资料与项目鸟瞰图结合,可以呈现更加直观的效果,可以分析项目与周边环境是否协调,这对于政府做出决策具有重要作用^[9]。

3.2 大比例尺测图

相较于传统的航空拍摄测量,无人机倾斜摄影测量由于采用的无人机拍摄,拍摄高度相对较低,拍摄的影像分辨率更高,因此,根据倾斜摄影测量的影像资料完成的大比例尺测图其精度更高^[10]。近几年在农村集体土地确权、不动产测绘等大比例尺测绘中得到广泛应用,并取得了较好的效果。

3.3 矿区测量

通过无人机倾斜摄影测量拍摄的影像数据,生成三维模型可以更加真实地反映出矿坑的地形地貌,尤其是深坑、陡坎、悬崖陡壁等。现阶段,保护环境是大势所趋,利用无人机倾斜摄影测量影像资料生成的三维模型可以准确反映出矿坑的实际情况,在矿区整治、修复以及开发利用等方面可以发挥极大的作用。某矿区经过多年开采后,目前已经成为废弃矿坑,政府计划对矿区进行开发利用,但是其中一个矿坑深入地下百余米,边缘位置接近于垂直,测量人员难以进入坑底,因此选择利用无人机倾斜摄影测量,生成三维模型,真实反映了矿坑的地形地貌,为政府决策提供了参考依据^[11]。

3.4 两违管控

将当前无人机倾斜摄影测量的数据与以往的房屋轮廓线以及层高 dwg 数据与进行套合,可以直观地分辨出被测区域内的房屋是否有新建或者拆迁的情况。
(下转第 154 页)