

无人机倾斜摄影测绘技术在城市实景三维建模中的应用策略

郭翠翠

新疆疆海测绘科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2068

[摘要] 为使城市实景三维建模精准、高效,本文首先采用文献总结法,阐释城市实景三维的概念与作用。以技术原理、设备组成、工作流程为切入点,对无人机倾斜摄影技术进行概述。随后,利用个案分析法,分析无人机倾斜摄影测绘技术在城市实景三维建模中的应用策略与应用效果。最终,得出以下结果。在进行城市实景三维建模时,合理应用无人机倾斜摄影测绘技术,可有效提升建模效率与精度。由此可见,无人机倾斜摄影测绘技术在城市实景三维建模中具有一定的推广、应用价值。

[关键词] 应用策略; 城市实景三维模型; 无人机倾斜摄影

中图分类号: V279+.2 文献标识码: A

Application strategy of UAV tilt photography mapping technology in 3 D modeling of urban real scene

Cuicui Guo

Xinjiang Jianghai Surveying and Mapping Technology Co., Ltd

[Abstract] In order to make the 3 d modeling of the urban real scene accurate and efficient, this paper first uses the literature summary method to explain the concept and function of the urban real scene 3 d. Taking the technical principle, equipment composition and workflow as the entry point, the UAV tilt photography technology is summarized. Then, the application strategy and effect of UAV tilt photography mapping technology in urban 3 D modeling are analyzed. Finally, the following results are obtained. In the 3 d modeling of urban real scene, the reasonable application of uav tilt photography mapping technology can effectively improve the modeling efficiency and accuracy. It can be seen that the UAV tilt photography mapping technology has certain promotion and application value in the 3 d modeling of urban real scene.

[Key words] application strategy; 3 d model of urban reality; UAV tilt photography

前言

随着城市化进程的加速,高精度、高效率的城市实景三维建模需求日益迫切。传统的测绘技术存在成本高、效率低等局限,难以满足现代城市精细化管理与规划的需求。在这样的时代背景下,无人机倾斜摄影测绘技术应运而生。该技术利用多角度相机,快速获取地物的多视角影像数据,并结合先进的计算机视觉和三维重建算法,生成高精度的实景三维模型,具有效率高,极为精准的特点。因此,对该技术在城市实景三维建模中的应用策略进行分析、研究,具有一定的现实意义。

1 城市实景三维的含义

城市实景三维是指:利用地理信息技术以及现代测绘技术,对城市内的现实场景进行客观准确、三维立体的表达。如对城市实景三维进行合理应用,可以实现数字空间与现实空间的互联互通、在线治理。在拆违治乱、规划论证、智慧公安、应急处置、数字政府、历史城区保护、城市建设更新等领域,均有重

要的促进作用。

2 无人机倾斜摄影技术概述

2.1 技术原理

无人机倾斜摄影测绘技术是一种新型的、先进的地理获取技术,运作原理如下:在无人机上安装大量高清摄影设备,在测绘区域飞行时,摄影设备会从不同的角度,对预定的地面目标进行拍摄。待技术人员获取多视角影像之后,利用Atlas Global等平台,对其予以精确的处理与整合,通过这一方式,可以实现对于建筑物与地表的三维重构,为城市管理提供依据^[1]。

2.2 设备组成

无人机倾斜摄影系统由以下部分组成:(1)数据储存单元。(2)控制系统。(3)摄影设备。(4)飞行平台。所用飞行平台必须具备操控简单、悬停稳定的特点。鉴于此,经常使用的飞行平台(无人机)共有3种类型。①固定翼无人机。②多旋翼无人机。③固定+多旋翼混合型无人机。如图1所示。摄影设备由2部分组成:

①定位定姿系统;②数码相机。无人机飞行时,定位定姿系统可确定被测绘物体的姿态与位置,旨在确保空间定位准确。测绘所用的数码相机,精度极高,则可确保图像质量,满足使用需求。控制系统,即自动导航系统,在该系统的作用下,飞行平台可自动飞行。数据储存单元的作用如下:在无人机获取信息数据后,对其进行及时的记录、储存^[2]。



图1 无人机倾斜测绘技术常用的3种无人机

2.3 工作流程

无人机倾斜摄影系统测绘以飞行规划为始,在此阶段,技术人员应对被测绘地区进行实地勘探,掌握其实际状况,并以此为依据,制定飞行路线、拍摄点。飞行路线必须覆盖整个测区、避开障碍物;拍摄点则需分布均匀,角度合理。由于无人机是1种智能化信息设备,待启动后会沿预定航线,自动进行飞行。待抵达预定地点后,无人机启动摄像头,以较高频率对预定目标进行拍摄。同时,数据储存单元会对相机姿态信息、GPS坐标等数据,进行精准、详实的记录。待拍摄任务结束后,在预定程序的引导下,无人机返回。其获得的数据,会在计算机系统中储存。由技术人员按照相关规范,对其予以处理,最终使城市实景三维建模工作完成^[3]。

3 在城市实景三维建模中无人机倾斜摄影测绘技术的应用策略

3.1 数据采集与飞行规划

飞行规划与数据采集策略,是三维建模的基础,均极为重要。其质量是否优异,与模型的质量,运用效果,关系密切。由此可见,在进行无人机倾斜测绘时,必须将其视为工作重点。(1)飞行规划。在进行飞行规划时,主要从以下方面考虑:飞行平台的飞行高度,飞行平台的角度,拍摄路径。在设计飞行高度时,主要根据测绘地点的实际情况而言,如果测绘地点为闹市区,各类建筑密集。飞行平台必须低空飞行,否则图像分辨率无法达到预期,难以掌握结构信息与纹理信息。低空飞行分辨率高,但效率低,因此如测绘地区为城乡结合区域,地势开阔,建筑物低矮,数量少,则可将飞行高度适当拉升,提高测绘效率,减少作业时间。在设计飞行平台倾斜角度时,亦应根据地形而定,举例而言,如地形起伏较大或地物高低差别较大,航测航线角度可以适当调大。在设计拍摄路径时,路径上应没有,或较少有障碍物,通信信号良好,可对测绘区域实现全覆盖。(2)数据采集策略。首先,应明确任务目标,确定精度、分辨率等参数。接着,对测绘地区进行分析,明确测绘地区的边界、植物覆盖情况以及当地的气象条件,确保采集策略富有针对性与可行性^[4]。

3.2 数据预处理与优化

在捕捉数据后,受多种因素的影响,数据必然存在噪音,因此,必须进行预处理,方能确保准确度,常用的方式有增强、对齐、去畸变等。技术人员在将畸变去除时,多利用高清相机,对参数进行标定,对镜头失真进行校正。这一过程,可通过式(1)做数字表达。

$$\begin{aligned} x' &= x(1 + k_1r^2 + k_2r^4) + 2p_1xy + p_2(r^2 + 2x^2) \\ y' &= y(1 + k_1r^2 + k_2r^4) + p_1(r^2 + 2y^2) + 2p_2xy \end{aligned} \quad (1)$$

在上式中,原始图像坐标为 (x, y) ,校正后的坐标为 (x', y') $r^2 = x^2 + y^2$ 。镜头畸变参数为 k_1, k_2, p_1, p_2 。

3.3 三维模型重建方法

在测绘工作中,通过多视几何关系,在二维模型当中,形成三维结构的全过程,被称之为三维模型重建。在这一过程中,应用最为广泛、常见的算法,为光束法平差。利用该算法,技术人员可对全部影像中的特征点位置、相机参数予以合理、精确的调整,这一方式,可使全部影像上投影误差最小化,确保三维模型的精度。这一过程中,技术人员可用式2予以表示。

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |P_{ij} - \hat{P}_{ij}|^2 \quad (1)$$

在上式中, P_{ij} 是第 i 张影像第 j 个特征点的观测位置; \hat{P}_{ij} 是利用当前相机位置、姿态,预估得到的投影位置,影像数量为 n ,每一影像上的特征点数量为 m 。

3.4 对模型精度的评价与分析

评价、分析模型精度,三维模型建模中至关重要的部分,其旨在对三维模型成果进行验证与分析。在对精度进行评估时,主要采取以下方式:利用均方根误差量化实际测量到的点与模型中的点,再对其偏差进行分析。如式(3)所示

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (dx_i^2 + dy_i^2 + dz_i^2)} \quad (3)$$

在上式当中 (dx_i, dy_i, dz_i) , 是第 i 个检查在3个坐标上的残差,检查点总数为 n 。在进行计算后,得到 $RMSE$ 的值越大,说明模型精度越优异。技术人员评估类型不同、性质不同的地物,可对三维模型的可靠性与稳定性有全面的了解,确保三维模型的运用效果可达到预期^[5]。

4 实例分析

4.1 研究对象

研究对象为新疆某市所辖区,其航测范围为58km²,地形较为复杂,部分区域有大量植被覆盖。在进行地面测量的过程中,影像实际分辨率需 $\geq 0.05m$ 。

4.2 采集数据

(1)航测外业。在案例项目中,所用无人机型号为大疆Matri ce 350 RTK。在飞行时,可通过多核系统进行测量,确保飞行过程中,无人机始终处于稳定状态,保证获得数据较为精准。为了使摄影数据全面、准确,主管部门购置多部SIYI思翼A8mini云台

相机4K航模无人机FPV摄像头,安装在无人机上。通过这一方式,无人机可通过不同的角度,对被测试区域、物体进行影像拍摄工作,在捕捉得到数据后,向计算机实时传输。为实现对拍摄区域的全覆盖,技术人员在进行航线敷设时,采用直线方式,避免障碍物。

考虑研究区域属于市中心,高层、超高层建筑众多,且地形极为复杂,因此无人机在进行航飞时,为确保精度,其飞行高度不得超过200m。考虑到新疆地区天气多变,如测绘时,遇到暴风骤雨,势必会影响测绘精度。因此,如需进行外业航飞作业时,技术人员会从本地气象局处,获取较为精准的气象信息,最大限度地确保测量时间内,晴朗,无风,能见度高。在外业航飞结束后,组织技术人员,召开分析会议,对图像内容进行研究。这一方式,旨在确保图像具有较高的层次性,并对覆盖拍摄区域进行有效覆盖。

(2)像控测量。在进行测绘作业的过程中,为确保获取的信息具有较高的准确性,具有良好的应用价值。技术人员必须开展像控测量。同时,以区域网为主要依据,将各个像控点均匀布设。在案例项目中,共设有20个分布均匀的像控点,各像控点均有与之相应的检查点进行配合。

4.3形成实景三维模型

(1)模型构建。技术人员利用街景广场,对空中三角进行测量,由此,获得准确、详实、数据密集度高、颜色丰富的三维点云数据。在本研究中,测绘团队共设置了八块作业区域,均数据密集,能够构建白体三维模型结构。为令TIN格网呈不规则性特点(这一特点,可使其适应复杂地形、提高计算效率),技术人员分割测量区域,使之成为较小的区域环境。

(2)技术人员结束拍摄、收集工作后,为使模型精度能够达到预期,组织技术分析会议,结合相关文献与自身工作经验,对现有模型进行检查。如存在问题,则及时修复。需要重视的是,正如前文所述,案例区域有大量高层,或超高层建筑,部分建筑物并未与连接点匹配。同时,测绘区域有大量湖泊、河流,其水面会引起反光现象,对无人机拍摄造成严重影响,引发诸多问题(如模型漏洞、水域空缺等),为解决此问题,在修复模型时,利用

Meshmixer等软件,开展辅助筛选工作。在此过程中,如有模块须要编辑,则必须组织技术人员,开展二次测量作业。

(3)实景真三维成果生成。在此阶段,案例项目组织技术人员,对三维模型进行分析、管理,所用管理平台为Atlas Global,该平台具有元数据管理、数据分类和标记、数据血缘和影响分析以及数据访问控制等功能,可实现三维数据可视化漫游,推动多源数据融合。

4.4成果展示

在本次研究中,模型覆盖率为95%,模型平均误差距离为±5cm,数据处理速度为42h。由此可见,无人机倾斜测绘技术效率高、精度准,覆盖率皆高,具有一定的推广、应用价值。

5 结语

总而言之,利用无人机倾斜摄影测绘技术能够有效提高城市实景三维建模精度,提升工作效率。因此,有关部门应在汲取国内外先进经验的同时,结合本地区的实际状况,制定科学合理、可行性强的无人机倾斜摄影测绘策略,从而为城市的高速发展做出贡献。

[参考文献]

[1]章曦,陈功勋.城市三维模型快速构建关键技术研究[J].山西建筑,2025,51(04):179-182.

[2]李可军,陈明玲,赖坚.基于无人机&数字激光扫描技术的崇安寺步行街数字化改造建设方法研究[J].自动化与仪器仪表,2024,(08):176-179.

[3]牡丹幼.浅谈数字化测绘技术在复杂地形中的应用情况——以福建某山区测绘项目为例[J].房地产世界,2024,(9):58-61.

[4]马蓓,李乔,侯丽娜.城市无人机倾斜摄影测绘与三维模型单体化构建方法分析[J].华东科技,2024,(04):47-49.

[5]文毅,朱彦臻,莫灿,等.基于城市三维模型的两种视域分析方法比较[J].四川建筑,2024,44(06):18-21.

作者简介:

郭翠翠(1998--),女,汉族,河南鄢陵人,本科,助理工程师,从事研究方向:航测遥感。