

测绘新技术在测绘工程测量中的应用探究

赵晓晔

榆林市测绘地理信息中心

摘要: 为满足测绘工程现场测量的要求,本次研究将立足于测绘新技术,即从三维激光扫描与无人机摄影测量技术入手,在详细了解上述新测绘技术的技术要点之后,根据某地区不动产权籍测量的实际情况,详细阐述了测绘新技术的应用路径,并与传统工程测绘技术相比较,最终总结了测绘新技术的未来发展思路。根据本次项目的最终测试结果显示,在测绘技术精度上,三种技术的差异不明显,但测绘新技术在工作效率上具有明显优势,总体作业时间短,因此具有一定的推广价值。

关键词: 测绘工程; 三维激光扫描测量; 无人机摄影测量; 检测精度

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2023.11.237

前言

长期以来,不动产权籍测量是测绘工程项目中的重难点,根据现有经验可知,目前不动产权籍测绘的工作难度高,再加之工作内容复杂,因此对数据精度提出了严格要求。传统模式下,技术成熟的全站仪测绘技术成为很多地区的首选,但该技术在工作效率上依然存在一定的不足,在追求高效率工作的今天,该技术已经无法适用于未来测绘工程项目的发展需求。为解决上述问题,则需要寻找一种更加成熟、有效的测绘新技术,这也是本文研究的主要目的。

一、测绘新技术研究

(一) 三维激光扫描测量技术

1. 技术简介

三维激光扫描测量技术属于快速定位技术,与传统的GPS相比,该技术在精度、测量全自动属性上具有明显优势。作为一种快速兴起的定位技术,三维激光扫描测量具有更强的系统兼容性,并且具有点云速度采集效率高、功能软件齐全等技术优势,在测绘工程中利用该技术可在短时间内获取与工程相关的点云数据并构建三维模型,并实时更新模型上的线、面、体等关键技术^[1]。

目前三维激光扫描测量技术主要包括摄像采集、激光扫描、导航定位以及控制平台等功能构件,与传统技术相比,三维激光扫描技术改变了传统以单点式获取坐标信息的方式,可针对目标区域全方面收集物体的点云数据,因此数据处理精度更高。

2. 关键技术

三维激光扫描技术的出现明显改变了传统的测绘工程测量模式,其关键技术点集中在:(1)融合定位。三维激光扫描技术充分整合传统定位方式的技术优势,因此对于不同场景的信息定位均表现出良好的适应性。例如,目前主流的三维激光扫描,IAO技术中不仅融合了IMU与GNSS定位系统,还可以在SLAM算法技术上与其他定位技术高度匹配,可支持定位数据信息连续匹配的要

求,可解决测绘工程测量中的死角问题,定位的精度与效率均有显著提升。(2)点云配准技术。该技术以业内点云数据处理为基础,通过实现海量点云数据的高精度匹配,因此可进一步提升测绘数据精度。这是因为在传统测绘工程测量中经常面临地物要素多、扫描范围大等问题,而利用点云配准则可完成每次测绘技术的高精度匹配,经数据加工后将其转化为统一基准的点云数据集合并^[2]。

3. 技术优势

(1)更高的工作效率。在相同的工作条件下,三维激光扫描技术的作业速度显著高于全站仪测量技术,并且与GPS相比,该技术可适用于更大静态范围内的线程测量需求,甚至可以同时完成数个地区的测绘工程测量要求,并且整个测量过程完全解决了设备搬运以及前后视定向的问题,现场只需要配备1-2名技术人员即可满足要求。

(2)作业流程更加灵活。三维激光扫描技术在作业流程上具有明显优势,表现为相关仪器的操作便捷,并且可解决相互视通条件限制的影响,在某些遮挡条件下依然能够取得满意的测绘工程测量效果,且适用范围更广,对不同测绘工程环境表现出良好的适应能力。

(二) 无人机摄影测量技术

1. 技术概述

无人机摄影测量技术实际上是在无人机平台支持下,通过搭设不同功能的测绘软件(或传感器)来提取地区影像资料,可完成垂直或者倾斜影像数据采集的要求。近几年我国无人机技术快速发展,技术无人机测绘的技术模式开始被广泛应用在测绘工程测量中,展现出显著优势。目前无人机摄影测量技术集合了无人机技术、POS定向定位技术、GPS技术以及航空摄影技术等优势,经多功能模块快速记录地区影像资料后,即可通过实时处理的方法搭建目标区域的三维测绘模型。

2. 关键技术

(1)航摄规划技术。该技术需通过目标地区的地

形起伏变化以及地物现场配置情况正确规划无人机的飞行高度、相机参数、飞行器飞行的关键技术,保证无人机可准确无误的实现本次测绘^[3]。

(2) 影像匹配技术。针对目前无人机摄像技术中普遍存在分辨率高、覆盖范围广等问题,测绘数据处理中经常出现摄影比例尺不一致以及分辨率差异等问题,并且因为地物遮挡等相关因素影响可能造成测绘数据中存在大量的冗余数据,导致摄影数据不匹配。为解决上述问题,则需要通过基元、倾斜影像匹配等方法提升影像数据匹配精度。

3. 技术优势

目前无人机摄像测量技术可充分满足测绘工程测量的要求,其技术优势表现为:(1) 测绘数据采集更加全面。与传统测绘技术相比,无人机摄像测量则可分别从前后左右与垂直等多个角度测量地物信息,可为用户提供更详细、明确的测量数据。(2) 操作自动化水平高。在测绘工程测量中,用户只需要设定无人机的飞行航线以及相机控制参数后,无人机即可自动完成现场测绘,当然用户也可通过手工操作的方式控制飞行器运行轨迹。除此之外,该技术还可以实时输出测绘工程的数字表面模型语句数字划线图等关键数据,解决了传统技术模式下工作人员“二次加工”的问题^[4]。

二、测绘新技术的应用实例分析

(一) 测绘工程测量项目简介

为满足某地区综合发展规划的要求,决定对当地开展不动产权籍测量,总占地面积约为0.12平方公里,虽然测绘工程测量的面积不大,但是当地在现场测绘中面临以下问题:(1) 在测绘过程中面临明显地形变化等因素影响,导致部分居民的宅基地地形不规格,建筑物无完整,多边形建筑物在当地较为常见。同时因为早期缺乏细致的规划,导致当地随处可见耕地、宅基地混淆的情况,导致不动产权籍测量中无法划定宗地界址。

(2) 测量过程中发现当地部分建筑物的建成时间早,危房数量偏多,导致工作人员无法接近现场勘查。

(二) 无人机测量技术实施路径

1. 现场准备工作

本次测绘工程测量中为确保无人机系统正常运行,应做好充足的准备工作,包括采集项目所在地的地区资料、无人机以及航摄设备等。本次项目中使用的无人机型号为大疆AC1500,其关键性能参数如表1所示。

表1 无人机关键参数

评估项目	关键参数	评估项目	关键参数
适应海拔 (m)	≤4500	适应环境湿度	≤95%
持续航行时间 (h)	2	最小起飞场地面积 (m ²)	20
理想作业高度 (m)	100-500	飞行方式	自动飞行与手动
最大飞行速度 (m/s)	15	环境温度	-10℃~40℃

2. 航摄规划

1) 航高设计

在行高距离选择上,本次项目中参照公式①计算无人机的航行高度值。

$$H = \frac{f \times GSD}{b} \quad \text{公式①}$$

在公式①中,H表示无人机的航行高度,单位为“m”;f表示摄像设备的焦距,单位为“mm”;b表示像元大小,单位为“μm”;GSD表示地面分辨率,单位为“m”。

参照公式①的计算方法,考虑到该型号无人机的焦距为24mm,像元大小为4.88 μm,根据本次测量要求确定地面分辨率为0.02米。基于上述计算方法,最终确定本次工程中飞行器的理想高度约为150m~170m。

2) 影像重叠度设定

在无人机航行摄影中,设定相邻影像重叠度是保证测绘工程测量结果精度的关键,根据相关学者的研究结果可知,理论上航向重叠占比应控制在50%~80%左右,其理想最低值为55%;在旁向重叠度设定上,其重叠面积应维持在15%~58%左右,理想的旁向重叠度为18%。除此之外,现场测绘中也应考虑被测区域地形地貌、建筑物密集度等因素影响。

基于上述要求,本次项目确定的航向重叠度为70%,旁向重叠度为50%,确保测绘数据可满足精度要求。

3. 航摄飞行

在航摄飞行前认真检查各项硬件设备的性能参数,选择当地光照条件最适宜时间后启动飞行任务。设备航行阶段注意随时检查飞机的航行高度与航线,采用无人机自动化航行模式,减少地面操控人员的干扰。

飞行器按照设定的路线完成飞行后,由工作人员检查图像质量,如图像是否模糊、有无大面积反光等。最终本次项目中无人机航行的总长度约为4.12公里,拍摄高精度相片141张,飞行器的航行时间约为0.2小时。

(三) 三维激光扫描技术应用

1. 准备工作

(1) 本次测绘工程测量期间准备一台徕卡Pegasus移动背包扫描仪(见表2)、GPS双频接收机等。

表2 移动背包扫描仪的关键数据

评估项目	关键参数	评估项目	关键参数
视场角(水平角/垂直角)	270°/300°	数据采集速度(点/秒)	600,000
通道数	16	扫描频率(Hz)	10.0
扫描范围(m)	50	-	-

(2) 规划扫描轨迹。本次项目中规划扫描轨迹中应确保整个测绘区域全覆盖,并根据移动背包扫描仪的自身特征确定扫描路径,根据现场实地勘察结果以及不

动产密集度等确定初始化地点，最终确定了本次三维激光扫描技术的扫描轨迹图。

2. 点云数据采集方案

由于本次项目中使用的移动背包扫描仪使用高精度定向技术，该技术可在SLAM技术基础上，可完成不同路径的数据采集。整个实验过程为：在已经确定的基准点上设置GPS接收机并作15分钟的静态观测；之后完成设备的初始化，在无遮挡区域静态观察5分钟再做动态初始化。根据设计好的路线，尽量保持在GNSS信号强区域行走；在进入庭院或者接近复杂地形时应先了解地物实际情况，避免因探查路线缺失而影响信号质量。测绘工程测量中时注意用远程监控软件探查勘察区域折叠情况，了解现场勘查的扫描断面、GNSS信号状态分布情况等。在测绘结束后，运动至无遮挡的空旷地区静态检查5分钟。

经上述处理后，即可将测绘工程的关键数据上传至内业平台做进一步加工。

3. 扫描数据处理

(1) 解算运动轨迹。本次测绘工程测量中采用inertial轨迹解算图软件处理后做运动轨迹解析。先转换移动背包与基准站的数据，再合并移动背包的POS与静态观察结果解算POS数据。之后采用估算法与数据采集率等算法消除因为信号误差造成的POS数据失真问题，并结合轨迹结果做统计分析后即可形成详细的点云参数。

(2) 形成三维点云数据。数据处理中采用AutoP自动处理软件自动匹配时间参数，在保证相同区域重叠记录的情况下完成测绘数据与运动轨迹匹配并消除其中的数据误差。为保证数据参考精度，参照1985国家高程基准下运用坐标系转换软件求出WGS-84坐标系，将本次测量的数据代入其中后即可获得三维点云数据与详细的位置值^[5]。

三、应用效果评估

(一) 实验方法设计

为综合评估测绘新技术在测绘工程测量中的可行性，本次研究中将按照上文提出的方法分别做无人机摄像测量与三维激光扫描，再以传统的测量全站仪测绘结果为参照，综合比较不同测绘技术的应用价值。

(二) 测量结果精度对比

在综合比较三种方法在不动产权籍测量中的应用效果，本文将从以下几方面展开评估：

(1) 界址点精度对比。根据本次不同测绘技术的应用效果可判断，三种测绘技术的界址点精度的中误差分配结果差异不显著。其中传统的测量全站仪测试结果的误差约为0.024米，而无人机摄像测量技术的误差为0.022米，三维激光扫描结果误差约为0.030米。

(2) 界址线边长精度对比。根据三种测绘技术的

检查结果可发现，不同技术在界址线边长精度上的数据差异不显著，其中三维激光扫描技术的最大误差约为0.051米，无人机摄像测量技术的边长误差约为0.044米，全站仪测试技术的最大误差约为0.048米。

(三) 效率对比

根据本次实验测试结果，测绘新技术在运行效率上具有明显优势，详细对比结果如表3所示。

表3 不同测绘技术的应用效果对比（单位：h）

测绘方法	基准站	影像采集	像控点	内业成图	侧补返工
传统测绘技术	10	38	2	15	8
三维激光扫描技术	10	12	2	10	8
无人机摄像测量技术	10	0.2	2	3	8

根据表3所统计的相关数据可知，在三种测绘技术中，测绘新技术在影像采集以及业内成图等几方面均具有更高的工作效率。

四、未来发展展望

在测绘工程测量中，测绘新技术的出现可显著提升测绘精度与效率，具有可行性。但根据本次项目的经验发现，部分技术人员对相关新技术的认知不全面，导致技术应用效率偏低，因此本文认为未来在测绘工程测量中应做好技术宣教，即详细说明测绘新技术的操作方法与关键步骤。同时当前部分测绘新技术相关硬件设备的采购成本偏高，未来还需要通过技术创新等方法降低成本。

结束语

在测绘工程测量中，测绘新技术可保证现场测量精度，并且在工作效率等方面具有明显优势。因此相关人员应在详细了解新技术操作流程与关键工艺基础上改进技术实施方案，争取获得更加详细的测绘工程数据，最终为提升工程测量质量奠定基础。

参考文献

- [1] 郑智勇, 魏国, 陆海凤. 测绘新技术在国土三调以及国土管理中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (32): 151-153.
- [2] 渠兴龙. 测绘新技术在煤矿测量中的应用分析[J]. 矿业装备, 2023, (11): 34-36.
- [3] 田鑫雨. 现代数字化测绘新技术及其在工程测量中的应用[J]. 现代农村科技, 2023, (11): 120-121.
- [4] 王婷婷. 新型基础测绘建设中新技术的应用——以倾斜摄影和激光雷达技术为例[J]. 四川建材, 2023, 49(10): 38-40.
- [5] 郭丽华. 测绘新技术在国土测绘工程中的实践研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (27): 157-159.