

无人机影像处理技术在测绘工程中的运用

文 / 夏之雨 广州市城市规划勘测设计研究院有限公司

摘要：无人机摄影测量是新时代测绘工程中常用的先进技术，由于无人机测绘技术具有非常高的自动化、智能化水平，因而近年来也成为开展地形测量工作的首选技术。随着我国城市化建设逐步推进，测绘工程项目数量持续增多，无人机影像处理技术也得到更为广泛的应用。本文以某测绘工程项目为例，针对无人机在测绘工程中的优势进行分析，并对无人机影像处理技术在测绘工程中的实际运用加以研究。

关键词：无人机；影像处理技术；测绘工程

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.123

引言

无人机技术的问世也为我国测绘工程发展提供新思路。无人机影像处理技术是无人机测绘的核心技术之一，通过影像处理技术保证影像清晰、真实，避免在测绘过程中产生不稳定问题影响测绘质量。与传统测绘技术相比，无人机具有灵活性、适用性高的优势，在各类复杂环境中能够起到良好测绘效果，同时受到地形、气候因素的影响较小。因而近年来无人机相关技术也成为研究热点问题，如何应用无人机影像处理技术提高测绘水平，是测绘单位未来发展的首要解决目标。

一、无人机测绘的原理

无人机测绘技术是指通过远程操控无人机进行航空摄影，从而对测量区域的地形环境进行精确拍摄，用于后续地形图绘制分析。由于无人机测绘技术具有非常高的自动化、智能化水平，因而近年来也成为开展地形测量工作的首选技术。无人机测绘依赖传感器技术、通信网络、GPS系统、GIS系统以及影像处理技术实现，通过无人机装载的传感器采集环境参数信息，常用传感器例如高清摄像机、激光雷达等，获取地理环境数据后通过GPS和GIS系统实现对测绘结果的分析，生成测绘图像并通过专属通信网络传输给地面控制系统。无人机测绘的应用流程如下图1所示。目前无人机测绘在我国测绘工程领域具有非常该的应用频率，例如在各类地形图测绘工程、工程土石方测量任务、农村和城市规划建设工程项目中得到广泛应用。

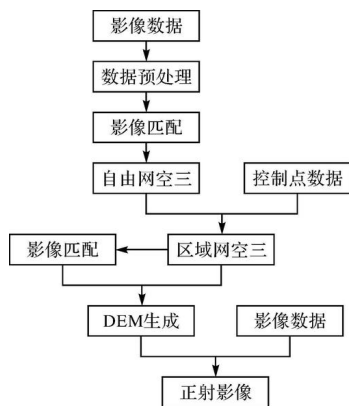


图1 无人机测绘的具体流程

二、无人机测绘技术的优势

（一）操作简单

传统测绘工程多依赖测绘人员进行人工勘测，对于测量人员的专业能力和理论知识具有非常高的要求，同时整体测绘时效性低，成本高。而无人机测绘的优势在于自动化、智能化程度高，能够有效提高测量效率、减少人力成本，同时技术人员在实际测绘中为无人机设定测绘区域和参数后即可自动完成测绘工作，整体操作简单、便捷、效率高。

（二）测绘质量稳定

在野外环境测绘中无人机具有测绘质量稳定的优势。新时代无人机多搭配高精度摄影机和传感器装置，不仅具有测量精确度高、效果好的优点，同时系统响应速度高，采集精确性高，因而在地形测量工作中具有非常高的稳定性和高效性，同时无人机搭配的高精度数码相机能够满足不同场景、环境的摄影需求，技术人员提前根据测绘方案设置参数，无人机即可实现自动测绘，并在测绘结束后对飞行方向、坐标、相位进行检测，一旦发现异常即可自动进行补拍，以此来保证测绘质量稳定。

（三）灵活性高

灵活性高是无人机测绘的重要优势之一。对于地形测量工作而言，确保测量结果真实、精确是地形测量的首要目标，而通过无人机能够在任何复杂环境中开展测绘工作。尤其在一些危险系数较高、环境复杂、人类难以进入的环境中，通过无人机能够代替人力开展测绘，因而在各类应急突发事件及野外环境测绘工程中，无人机测绘技术具有非常显著的优势。

三、选用工程项目概况

本文选用工程案例为某土地测绘工程，该工程项目位于广州市番禺区石基镇，具体测绘范围包括亚运大道前锋路节点改造工程和亚运大道海涌路节点改造工程两部分，地形测绘面积分别为35106平方米和65225平方米。由于本工程项目的测绘面积大、工作任务量较重，同时整体工程施工周期较短，采用传统测绘技术难以满足时效性要求，因而全部地形测绘采用无人机测绘技术实施，

具体工程项目如下图 2 所示。开展无人机测绘前需要技术人员严格按照测绘工程方案进行设备检查和调试，首先对无人机搭配的各项设备仪器进行检查，例如检测传感器测量精度、网络设备性能等，而后对传感器和无人机设备进行调试，确保设备能够稳定运行。无人机的检查内容主要包括滚转角、俯仰角、转速、空速等各项参数，确保参数处于正常范围内才能允许航空飞行。在无人机航空前需要工作人员在地面选定通讯点，并提前将各项地面监控设备和数据传输系统安全调试完成，以此来保证测绘数据得以顺利传输。



图 2 亚运大道前锋路节点改造工程

四、无人机测绘的关键技术

(一) GPS 系统

GPS 技术是指全球定位系统，通过全球定位系统能够对测量区域的地质、地形相关信息进行精确测量，根据传输信息对地质环境的实时动态进行成像。GPS 技术在无人机摄影中能够起到非常好的辅助效果，帮助无人机实现精确定位、实时监控，同时还能够提高测量精确性和质量。目前 GPS 技术得益于科技的发展，已经实现对我国领土资源的全覆盖，通过 GPS 技术能够对我国所有土地资源进行实时监测和测量，同时通过 GPS 技术还能够实现对不同地区土地资源信息的采集，从而监测土地资源的动态变化情况，通过 GPS 技术有效提高地形测绘的时效性和效率，为后续土地资源规划和开发提供更好的保障。

(二) GIS 系统

GIS 技术也被称为地学信息系统，是指通过信息技术对全球地理环境信息进行收集，从而在计算机设备的支持下将空间地理信息加以整合，以此来实现对地球表层空间数据进行储存、分析。目前 GIS 技术在实际使用过程中能够对 1 米之内的距离进行精确测量，测绘精确度非常高。将 GIS 技术与信息技术进行结合，能够以 GIS 技术为基础构建海陆空一体化测绘体系，通过应用各类先进信息设备对 GIS 技术收集信息进行实

时分析处理，将传统静态数据处理升级为动态处理，同时改变传统测绘工作中的被动式观测，采取主动观测、主动处理的控制方法，从而提高信息数据的处理能力，满足不同用户的各类应用需求。GIS 技术通过采集地理信息进行建模，将地理信息相关数据进行汇总并制定模型。GIS 技术不仅能够用于信息数据查询，同时通过 GIS 技术还能够进行空间定位、图像生成、数据保存等各类相关作用，是新时代开展工程测绘、城市规划设计、地理环境分析等工作的重要基础。除此之外 GIS 技术还能够实现对空间地理信息数据的有效管理和运算，从而为城市规划设计提供更精确、科学的数据支撑和决策意见。

(三) 遥感技术

遥感技术同样是目前无人机摄影测量中常用的辅助技术之一，遥感技术的原理是利用传感器设备从远距离收集地理信息数据。通过无接触方式完成测绘工作。遥感技术使用卫星或航空器携带的传感器，捕获和记录电磁波谱中的各种波段信息，以监测和分析地球表面及大气层的特性。目前遥感技术多与无人机摄影测量技术搭配，成为国土资源管控、地质分析、环境检测和城市规划中的重要技术。目前市场环境中较为常见的影像处理技术包括特征融合处理和贝叶斯法处理两种，首先将人造卫星采集的信息数据通过电磁辐射的方式传输至分析中心，由计算机对数据进行可视化呈现，而后通过测量目标地图与生成的影像进行对比即可获取测绘信息加以利用。通过遥感技术能够对复杂环境进行数据采集，并将数据信息通过图像的方式进行呈现，以供相关人员分析。遥感技术具有精度高、适用性强等优点，因而在新时代地形测绘工作中得到广泛应用^[1]。

五、无人机影像处理技术在测绘工程中的运用

(一) 数据预处理

数据预处理是无人机测绘的重要环节之一，通常通过无人机采集的地理数据信息往往格式不规范，影像数据无法满足后续成像分析要求，因而需要通过预处理环节对地理数据的格式进行转换，而后再通过导入数据、生成影像等方式加以利用。在数据预处理中常见的内容包括对图像要素进行检查，例如检测采集数据是否存在地理矛盾、线路矛盾和线路连续性等。同时针对图像关系、标记符号选用、字体大小等相关因素进行检查。通过信息设备建立拓扑关系并对各项要素进行审查，确保图像的编码属性、图层正确性、符号、线形线宽等参数符合要求标准，避免在空间层面存在重叠或缝隙，导致测绘图像无法正常使用。所有地理数据信息满足要求后，还需要通过滤波技术去除采集测绘数据存在的噪声和孤立点，例如通过高斯滤波、双边滤波技术将测绘数据进

行处理,而后再通过KD树进行数据压缩,有效减少无关数据量、提高数据传输和处理效率,最终即可对采集测绘数据进行关键点提取,根据提取特征绘制地形测绘影像加以利用^[2]。

(二) 空三加密测绘

空间三角测量技术是新时代航空测绘中常用的测量方式,空间三角测量技术的原理是通过测量目标点与固定基准线某一已知端点之间所形成的角度进行测算,从而获取测量点与测量目标之间的距离。空间三角测量技术是确保测量定位精确度的关键,因而在航空测量中工作人员务必重点关注三角测量技术的应用。

在空间三角测量前需要对测绘数据进行几何校正并加密处理,并在进行三角测量加密前对布控基点、观测计算等相关内容加以明确完善,避免影响三角测量技术应用质量。三角测量技术在实际应用中需要在测量区域中设置加密点,加密点尽可能选择测量区域内较为显著、突出的位置,并在布设时严格把控各个加密点之间的距离,确保加密点在地图上的距离在1km以内。在设置加密点时可以通过GPS系统作为辅助,以此来提高布置点位的精准度。目前无人机测绘中常见的空间加密技术多为光束法,即利用影像光线作为平差单元,将中心投影共线方程作为基础方程进行计算,借助光束的移动对整体测绘区域进行分析设计,从而确定设计布置点的具体参数坐标^[3]。

(三) 影像畸形矫正

影像畸形矫正技术是保证无人机测绘质量的关键,通常在遥感测绘工程中,由于传感器成像时容易产生几何畸变和辐射失真现象,因而导致往往最终生成的测绘影像与实际情况存在误差,进而导致测绘精确度下降,影响测绘影像的利用。除此之外由于气候因素、飞行环境、无人机摄影角度等外部因素的影响,也会导致测绘影响产生畸变和失真,因而需要通过影像畸形矫正技术进行处理,从而保证生成测绘影像的精确度。无人机测绘中常用的影像畸形矫正技术多为RTK实时差分定位技术,以实时动态载波相位差分技术作为核心,通过实时处理测量站载波相位观测量来解算坐标,从而实现精准、快速定位。实时动态载波相位差分技术能够实现实时坐标解算,因而具有非常高的时效性和检测精确度,在各类野外环境及较为恶劣的环境中均能够起到较好的测量效果。通过观测数据和坐标位置进行测算,从而得到具体定位。RTK测绘技术能够实现厘米级别的定位测算,具有非常高的精确度,通过RTK实时差分定位技术能够帮助无人机实现对各类野外环境的精确地形测量,以此来避免产生几何畸形误差。除此之外部分无人机也对现

有摄影设备进行更新,采用具备自动处理功能的镜头用于测绘摄影,例如Pix4D、Agisoft Metashape等,能够在采集后自动对镜头畸变问题进行处理,以此来优化测绘质量^[4]。

(四) 绘制测绘大比例尺

无人机测绘对于测绘基准的要求较高,需要在测绘前提前对无人机的测绘比例尺进行明确。通常在测绘工程项目中常见的比例尺从1:500到1:10000不等,本文选用测绘工程选定的比例尺为1:5000,由于选用比例尺较大,因而需要技术人员对无人机的测绘飞行路线进行提前规划,并在无人机航拍过程中加强管控,避免在无人机转弯、缓冲等环节出现拍摄质量问题影响整体测绘结果。本过程在无人机测绘中采用倾斜摄影测量技术,通过设置角度倾斜的摄像机来实现不同角度的拍摄测量,通过倾斜摄像机能够从不同角度进行摄影,同时倾斜摄影机与常规摄影机之间还能够形成三角空间,从而将需要进行拍摄的区域进行精确划分。通过三角测量技术可以将拍摄区域中的元素进行三维建模,从而使测绘人员可以从各个点来进行测绘工作,弥补了传统测绘技术的单点局限性。在实际应用中共计设置4个四周控制点和1个中心控制点,根据控制点实时解算倾斜空间三角摄影测量角度和精度。该测绘项目中自由网精度选定为1.82pix,像控点精度平面中误差0.033m,高程中误差0.063m^[5]。

结语

综上所述,无人机是新时代地形测绘工程中常用的先进设备,借助无人机不仅能够实现自动化、智能化测绘,同时还能够保证测绘效率和精度,提高测绘质量。对于无人机测绘工程项目而言,影像处理质量直接决定测绘精确度,因而针对无人机测绘的各类配套技术及影像处理技术需要技术人员加以深入研究,从而科学开展地形测绘,为工程项目提供精准的数据支撑。

参考文献

- [1] 陈晓江. 无人机影像处理技术在测绘工程中的运用[J]. 工程建设与设计, 2025, (07): 189-191.
- [2] 杜艳忠, 黄东锋. 测绘工程中无人机影像处理技术的应用策略探究[J]. 新疆有色金属, 2025, (01): 14-16.
- [3] 张英杰. 无人机影像处理技术在测绘工程中的应用[J]. 居舍, 2021, (11): 156-157.
- [4] 周仲海. 无人机影像处理技术在测绘工程中的应用[J]. 建材发展导向, 2020, 18(24): 29-30.
- [5] 迟磊. 无人机影像处理技术在测绘工程中的应用[J]. 河南建材, 2020, (04): 11-12.