

# 工程测绘中无人机遥感测绘技术运用分析

文 / 崔伟杰 广州市城市规划勘测设计研究院有限公司

**摘要:** 随着工程测绘需求持续增长,为解决传统方法中存在时间效率低和成本高问题,本文以无人机遥感测绘技术为例,对其在工程测绘中的具体运用进行分析研究,通过对无人机遥感测绘技术的具体概述,对其在工程测绘中的具体优势进行详细说明,最后对具体技术运用进行概括总结,旨在进一步优化无人机遥感测绘的应用效果,提高广泛性,确保整个工程项目的顺利进行。

**关键词:** 工程测绘; 无人机遥感测绘; 技术运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.16.117

## 引言

在工程领域中,开展精确有效地形和地物数据获取始终是项目成功关键,随着科技的不断进步,无人机(UAV)搭载遥感设备已成为一种革命性测绘技术,为工程测绘带来前所未有的便利和效率,无人机遥感测绘技术凭借其高效性、经济性等优势,能在复杂或危险环境下进行操作,从而逐渐成为现代工程测量中不可或缺的一部分。同时,该技术通过使用高清摄像头、红外线传感器、雷达系统等先进装备,从空中收集地面详细信息,然后利用专业软件进行数据处理与分析,生成高精度的地图和三维模型,最终显著提升数据采集速度和精确度,极大降低整体作业的风险和成本。

### 一、无人机遥感测绘技术概述

无人机遥感测绘技术是利用无人机搭载摄影、雷达或其他感测设备进行地表和环境数据采集的一种先进技术,该技术核心在于通过无人机高效地收集大范围的地理空间信息,然后利用专业软件对收集到的数据进行处理和分析,以生成高精度的地图和三维模型。如图:

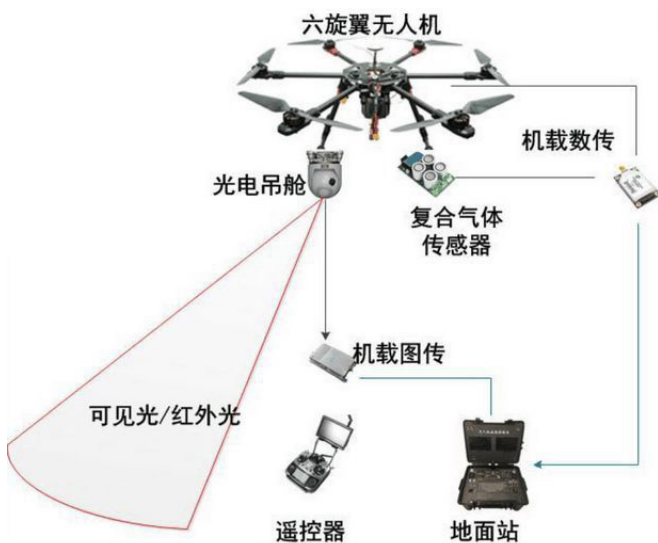


图1 无人机遥感测绘示意图

无人机遥感测绘可以视为一种融合了航空摄影、遥感探测与地理信息系统(GIS)技术,它使得数据采集过程更为迅速和经济,同时能够访问那些对于传统测绘方

法来说难以或无法到达的区域,而遥感技术依赖于无人机平台的灵活性和多样化的传感器功能,如光学相机、红外线扫描器和激光雷达等,这些传感器能够在不同的波长捕捉地表的图像和其他数据。此外,无人机遥感测绘核心原理还包括了自动化飞行规划、高效的数据捕获及快速的图像处理和分析,通过预设飞行路线,无人机可以覆盖指定的地区,系统收集所需的地表数据,随后,这些数据被导入到分析软件中,经过处理后形成可用于各种应用的精确地理信息产品<sup>[1]</sup>。

### 二、无人机遥感测绘在工程测绘中的优势分析

#### (一) 高效性

无人机在工程测绘中极大提高了测量效率,特别是在时间节约和快速部署方面,传统地面测量一般需要数周甚至数月完成任务,而无人机测绘技术可以在几小时内完成同样的工作量,例如,一个占地约100公顷的工程项目,通过使用无人机进行数据采集后,初步测量工作从原先3周缩短到仅1天,且无人机的快速部署能力使得它可以在紧急情况下迅速投入使用,如在自然灾害后的快速损伤评估中。具体如表:

表1: 使用无人机与传统方法在不同规模项目中所需时间对比表

项目规模 (公顷)	传统方法所需时间 (天)	无人机方法所需时间 (小时)
10	5	2
50	15	5
100	21	8
500	60	20

从表格中可以看出,无论项目规模如何,使用无人机进行测绘都会大幅度减少所需的时间,显示出其在工程测绘领域的高效性。

#### (二) 精确性

该优势主要体现在无人机遥感测绘技术能够产生详尽的地表数据,使得测绘专家可以获取到前所未有细节水平,与传统方法相比,无人机可以飞行于较低高度,从而捕捉更精细地面特征,使得高分辨率图像对于进行精确的地形测量、对象识别和变化检测有着巨大影响。例如,在建设项目监控、土地利用规划或环境监测中,无人机提供高清晰度图像可以极大改善决策质量和速度,同时这种精确性

也支持更复杂分析任务，如三维建模和进阶的空间数据分析，为工程和科研提供强大大数据支持<sup>[2]</sup>。

**(三) 经济性**

跟传统方法比起来，无人机遥感测绘技术具有突出的经济优势，无人机操作所需成本不高，因为它们能迅速投入部署且覆盖众多地区，很大程度上降低了人力及时间的投入，实施大面积地形测绘的时候，无人机在短时间里就能完成大量数据收集，而传统的地面测量需多名人员、多日时间完成一样任务，整个工作过程会造成更多的旅行及住宿开支，从费用角度看，无人机维护和操作成本较低，特别是在考量长期项目或者存在频繁测绘要求的情形下，该成本效益表现得更为明显，由于无人机可捕获高分辨率数据，可以降低因数据短缺或不精确造成的后期修正及再测绘需求，这样进一步削减了成本<sup>[3]</sup>。

**(四) 安全性**

在工程测绘领域，使用无人机进行遥感测绘具有显著安全优势，传统测绘方法往往涉及人员直接进入复杂或危险的环境中，例如高山、峡谷、沼泽地带以及正在进行建设大型工程现场等，这些环境不仅对测绘人员的安全构成威胁，而且会因为地形或其他障碍物限制而难以获取精确数据。同时，无人机可以实现远程操作，飞行至这些危险或难以接近的区域进行空中拍摄和数据收集，极大减少了人员直接暴露在潜在危险环境中的时间和频率，并且，无人机能够到达地面车辆或步行团队难以抵达的位置，从而提供更广覆盖范围和更连贯的数据集<sup>[4]</sup>。

**三、无人机遥感测绘技术在工程测绘中的具体运用**

**(一) 航线规划布置**

在工程测绘中应用无人机遥感测绘技术时，航线规划是确保数据采集全面性和准确性的首要步骤，其工程任务所在区域的边界必须被明确定义，到对地形特征与现有地理信息系统（GIS）数据进行详细分析，以确认边界精确位置，同时，航线规划也必须考虑到地形起伏变化，尤其是在多变地形中，如山脉或河谷地区，这些自然特征会逐渐影响无人机飞行性能和数据采集质量。在设计航线时，首要任务是确定最佳飞行高度和速度，一般取决于所需图像的分辨率和覆盖范围。例如，较低飞行高度可以提供更高分辨率图像，但会减少单次飞行覆盖面积，增加必须飞行总航程，反之，较高飞行高度虽然增大覆盖范围，但会降低图像质量，因此，根据工程需求选择恰当飞行高度是至关重要的，接下来，在航线规划中还需要设置适当侧向重叠和纵向重叠率，通常这两个参数会设定在60%到80%之间，该重叠率能够确保在图像处理阶段能进行有效图像拼接，以此创建连续无缝地图，为了避免由于天气、光照等环境因素引起影响，规划航线时还应考虑这些外部条件，选择最佳飞行时间和条件。最后，飞行安全也是航线规划中必须严格遵守的重要方面，根据当地法规和安全指南来规划无人机飞行路径，确保所有飞行活动都不会对公共安全构成威胁，同时也不会干扰其他空域使用者的活动。

**(二) 图像控制点布控**

在工程测绘中，无人机遥感技术有效应用极大地依赖于图像控制点的精确布设，这些控制点是地面上标记具体位置，用来校正和验证从无人机拍摄图片得到的地理数据精度，其合理布控不仅要求控制点数量的准确设定，还包括其布局科学性以及位置精确测量。一开始，使用RTK GPS技术是设立这些控制点的标准做法，该技术能提供厘米级的定位精度，通过RTK GPS，可以实时接收卫星数据并进行位置校正，确保每个控制点的位置精度高达±3厘米，而对于一个典型的中等规模测绘区域，如1平方公里，则至少需要设置四个图像控制点以覆盖整个区域，这些点通常放置在区域的四角，并确保在无人机的飞行高度下清晰可见。

其次，对于控制点的布设，必须考虑其环境稳定性及易于访问性，控制点应选择在不易被破坏、容易识别自然或人造特征上，这些点也应该避开可能由于季节变化或人为活动而改变的区域，例如，选择一块大的、颜色与周围环境对比明显的岩石作为控制点，比选择一片经常被人为耕作或者植被覆盖的土地要合适。而在控制点数量确定上，基于无人机飞行高度和相机的分辨率，以及项目所需的精度，进行科学计算和评估。例如，对于一个500米×500米的区域，在50米飞行高度下，使用具有20兆像素相机的无人机，在影像重叠度为80%情况下，一般需要设置4个控制点，这些控制点可帮助进行空间信息的校准，增强地图整体地理定位精度。最后，在所有控制点数据采集完毕后，信息输入到专业的GIS（地理信息系统）软件中，建立起精确三维模型，这一步骤是将地面真实情况与无人机捕获的图像进行有效对比，确保测绘成果的准确性。如表：

**表 2：不同规模测量任务中控制点设置情况表**

测绘区域大小 (平方公里)	控制点数量	建议的控制点布局
0.1	4	四角
1	4	四角
10	8	角落与中心各一点
50	12	边界与内部多点分布

此表格显示不同尺寸测绘任务中控制点的推荐数量及其布局，其目的是确保全面覆盖且高效利用控制点进行空间数据校验和修正。

**(三) 测绘影像数据精确获取**

在该应用中，无人机搭载高分辨率相机是获取精准影像基础，因为现代无人机通常装备有能够捕获高清影像摄像头，如具有2000万像素相机，并且支持RAW格式拍摄，这种相机不仅提供足够细节，还允许后期进行更深入图像处理，对于测绘任务来说，意味着可以从相同飞行高度获取更多地表信息，每像素可覆盖地面上较小的区域，从而提升整体数据的质量。并且，无人机飞行控制系统必须精确无误以保证数据整合的精准性，主要利用高精度GPS和其他传感器，比如惯性测量单位IMU，使得无人机可以按照预设航线自动飞行，同时保持

稳定飞行态势,借着飞行控制系统可以实现误差范围内精确定位,一般位置偏差可以控制在数厘米内,这种精确度确保从不同时间点或不同角度拍摄的影像能够被准确拼接和对齐。再者,实时数据传输功能对于提高测绘效率至关重要,通过无线传输技术,无人机可以将捕获影像实时发送回地面站,这样,操作员可以即时查看影像质量和覆盖区域,并且根据需要调整飞行计划,然后实时传输也支持快速反应,在发现问题时能够立即重飞相关区域,保证数据完整性和准确性。最后,为进一步提升影像的精确度,无人机测绘中经常采用多传感器融合技术,例如,结合 LiDAR(光检测与测距雷达)和 RGB 摄影技术,以此获取地表颜色信息,并测得地形高度信息,对于复杂地形的工程测绘尤为重要。

#### (四) 测绘数据收集

在工程测绘中,无人机遥感测绘技术数据收集强调高效性和精确度,该技术主要通过两种模式进行数据采集,分别为手动采集和自动加密数据收集,在自动模式下,无人机会配备传感器,如光学相机、红外或激光雷达(LiDAR),根据预设飞行路径自动执行扫描和拍摄任务,将拍摄得到原始图像和测量数据在无人机内部被暂存,并通过内置安全协议进行实时加密,确保数据在传输过程中安全性。在后续数据处理阶段中,会涉及多个关键步骤,首先,原始数据需经过初步筛选和预处理,为清除也许存在的噪声和干扰,开展数据叠加作业,借助软件将多次飞行任务采集的数据层叠对比,得到一个覆盖整个测绘区域连贯又详尽的图像,该图像拥有地形、地貌等关键信息,为后续分析工作铺就基础,要对收集来的数据开展精准的校验与核对,涉及控制坐标点方面的误差,采用地面控制点与无人机数据对比方式,调整发现的一切偏差,保障数据精准无误,将处理及校验后的数据整成专用的图形显示格式,像总平面图跟功能分区图,这些图形必须反映地物的真实面貌,采用比对不同时间点的测绘结论,展现区域内的变化情形。

#### (五) 数据信息储存

在工程测绘领域当中,无人机遥感技术采集的数据量会极其庞大,实施合理的数据存储管理变得极为关键,采用高效存储及索引系统可实现数据快速检索与应用,采集到的数据需立即进行存储方面的分类处理,按空间和时间属性对数据进行分组是惯用方法,可按照数据采集日期与地理坐标系统去组织文件夹结构,这么做既便于理解,还能实现快速访问。在数据具体存储的进程里,应采用高性能的数据库系统,譬如 PostgreSQL 联合 PostGIS 扩展,可做到空间数据的有效管理,此类数据库应具备对地理信息存储的支撑,而且能给予强大的查询能力,如此便能依靠 SQL 语言简便地开展复杂空间数据查询,实施数据存储操作的时候,也需要对数据压缩及格式化难题进行考量,采用符合标准的 GIS 数据格式,若如 GeoTIFF、Shapefile 这般,采用此方式提高数据互操作性很关键,采用数据压缩的相关技术,借助 LZ77 或

JPEG2000 减少存储空间占用,防止出现过多的数据质量变差。做完数据采集和初步处理操作后,实施进一步排序及标记是必要步骤,在实施数据标签化的阶段里,创建包含关键词的元数据信息乃关键,这些关键词应囊括地点、时间、数据类型等,从而在未来的数据检索里,可凭借这些关键词快速找到所需的数据集。为达成数据长期安全存放目的,采用冗余存储方式,如采用 RAID 技术或者定期把数据备份到云存储服务,以此防止数据因硬件故障而发生永久丢失,务必保证所有排序分类后的数据都历经这些流程,为保证数据的完整及可用,促成后续更高效精准的数据分析及应用工作。

#### (六) 实景建模

实景建模需要借助激光雷达(LiDAR)以及高分辨率摄影测量技术,其中 LiDAR 系统借助发射激光脉冲,依靠测量反射信号的时间差获取物体精确距离信息,借此构建高精度三维地形图,这些地形图一般呈现出厘米级精度,其空间分辨率能达到每平方米有数个点的数,高分辨率摄影测量捕捉地表的可见图像,采用多视角重叠拍摄生成详细的三维模型。伴随信息技术的进步,这些数据能由自动化软件快速处理与分析,使系统可自动辨别不同的地表特征,并把它处理成标准可用格式,极大提升处理速率,这些精准数据模型为工程质量评估筑牢精确基础,让测绘专家可借助对照学习样本和实际数据,及时发现并修正施工过程中可能出现的偏差或差错,保障工程测绘精度及其应用有效性。

结语:在工程测量里合理应用无人机遥感测绘技术,可以大幅增进数据的准确性与工作效率,且规划合理的飞行路径并设置恰当参数,可保障实现高质量的数据与图像信息收集,对所采集的数据开展精准处理与分析,且要保障数据安全且妥善地存放,对支持后续工程应用起到不可替代的作用。且无人机技术在地形测绘、建筑物检查以及地表变化监测领域的应用,都极大增强了城市规划、矿山测量以及海岸地貌测定能力,故而借助高精度的遥感数据,能够更深度地掌握被测区域实际情形,以此优化方案设计,保证工程建设顺利开展以及最终质量达标。

#### 参考文献

- [1] 宗爱华,隗合翔.工程测绘中无人机遥感测绘技术的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(15):169-171.
- [2] 姚显瑞.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用研究[J].科技资讯,2024,22(09):29-31.
- [3] 李潇.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用分析[J].居业,2024,(04):102-104.
- [4] 姜瑞霞.工程测绘中无人机遥感测绘技术应用分析[J].中国高新科技,2024,(07):129-131.
- [5] 赵丽.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用探讨[J].青海国土经略,2023,(04):57-59.