

# 工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用

赵志强

徐州市贾汪区自然资源和规划局 江苏 徐州 221011

**摘要:** 无人机遥感测绘技术凭借高效、灵活、高精度的特点,在工程测绘领域得到广泛应用。本文系统阐述了该技术的核心构成与工作原理,分析了在作业效率、环境适应性、动态监测、成本优化及数据多元化等方面的显著优势,并详细探讨了在工程勘察、设计、施工、验收与运维各阶段的具体应用场景。同时,针对技术应用中的关键问题,从传感器融合、算法优化及流程标准化等方面提出了优化方向,为工程测绘的现代化发展提供了技术参考。

**关键词:** 无人机遥感; 工程测绘; 动态监测; 数据精度; 应用场景

引言: 在工程建设不断推进的当下,工程测绘的准确性和及时性愈发关键。传统测绘方式受诸多因素限制,难以满足现代工程需求。无人机遥感测绘技术凭借独特优势,逐渐成为工程测绘领域的重要手段。它融合了先进的飞行平台、遥感设备与数据处理技术,能快速获取地理信息。深入探究该技术在工程测绘中的应用,对提升测绘质量、推动工程建设发展具有重要意义。

## 1 无人机遥感测绘技术的核心构成与工作原理

### 1.1 核心技术体系组成

核心技术体系组成方面,无人机飞行平台是基础支撑。固定翼无人机飞行速度可达80-120千米/小时,航程远,一般可达100-500千米,适合大面积测绘任务,能在较短时间内覆盖广阔区域,例如一次飞行可覆盖50-200平方千米的区域;多旋翼无人机则具备灵活起降、悬停稳定的优势,可对复杂地形或特定目标进行精细测绘,其悬停精度可达 $\pm 0.1-0.5$ 米。遥感数据采集设备是获取地理信息的关键<sup>[1]</sup>。高分辨率相机可捕捉清晰的地物影像,其分辨率可达0.05-0.5米,为后续分析提供丰富细节;LiDAR能发射激光束并接收反射信号,精准测量地物高度和三维结构,其测距精度可达 $\pm 0.05-0.2$ 米;多光谱传感器可获取不同波段的光谱信息,一般可获取4-10个不同波段的光谱信息,用于识别地物类型和监测环境变化。数据传输与存储系统负责将采集的数据实时传回地面控制中心,并进行安全存储,确保数据的完整性和可追溯性,数据传输速率可达10-100兆比特每秒。数据处理与建模软件平台对采集的数据进行深度处理,通过算法和模型生成满足不同需求的测绘成果。

### 1.2 技术工作流程

技术工作流程上,前期规划至关重要。需根据测绘区域的地形地貌、目标任务等因素设计合理航线,设置飞行高度一般在50-5000米,速度在20-150千米/小时等参

数,并对飞行环境进行全面评估,排除潜在风险。现场数据采集阶段,通过地面控制中心对无人机进行精准飞行控制,实时监测飞行状态和数据采集情况,确保数据质量。数据预处理环节,对采集的原始数据进行降噪处理,去除干扰信息,再将多幅影像进行拼接,形成完整图像,拼接误差一般控制在 $\pm 0.1-0.5$ 个像素以内,并进行几何校正,消除因飞行姿态等因素导致的图像变形,校正精度可达 $\pm 0.1-0.3$ 米。最终成果生成阶段,利用处理后的数据生成数字正射影像图、数字表面模型、三维模型等多样化测绘成果,为工程建设、资源调查等领域提供有力支持。

## 2 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的核心优势

### 2.1 作业效率提升特性

在工程测绘领域,无人机遥感测绘技术显著提升了作业效率。传统测绘方式往往需要大量人力进行实地测量,例如一个10平方千米的区域,传统测绘可能需要20-50人,不仅耗费时间长,而且受地形等因素限制,工作效率低下。而无人机具备快速部署能力,能在0.5-2小时内到达指定测绘区域。其搭载的高性能传感器可同时采集多种地理信息数据,避免了传统方法多次测量、重复作业的繁琐流程。例如,在进行大面积土地测绘时,无人机可在2-8小时内完成对100-500平方千米区域的测绘工作,而传统方法可能需要10-30天时间。此外,无人机测绘数据传输迅速,能实时将采集的数据传回地面控制中心,工作人员可立即开展数据处理与分析,进一步缩短了整个测绘项目的周期,大大提高了工程建设的进度把控能力。

### 2.2 复杂环境适应性

无人机遥感测绘技术对复杂环境具有出色的适应性,有效突破了地形和空域限制。在复杂地形条件下,如山区、沼泽、森林等,传统测绘方法难以实施,人员

和设备进入困难,测量精度也难以保证<sup>[2]</sup>。而无人机凭借灵活的飞行能力,可轻松穿越复杂地形,获取准确的地形地貌数据。在空域方面,随着低空空域管理政策的逐步放开,无人机在低空领域的飞行更加自由。相较于传统航空摄影测量受空域申请、飞行管制等严格限制,传统航空摄影测量申请空域可能需要3-10天,而无人机可根据工程测绘需求灵活安排飞行时间和航线,及时获取所需数据,为工程建设提供及时有效的支持。

### 2.3 数据获取的高时效性与动态监测能力

无人机遥感测绘技术具备高时效性的数据获取能力,能满足工程测绘对实时数据的需求。在工程建设过程中,地形地貌、施工进度等情况随时可能发生变化,需要及时掌握最新信息。无人机可定期或不定期对工程区域进行飞行测绘,例如每隔1-7天进行一次飞行测绘,快速获取最新数据,为项目决策提供依据。该技术还具有强大的动态监测能力,通过对同一区域多次飞行测绘数据的对比分析,可实时监测工程变化情况,如建筑物的沉降、边坡的稳定性等,及时发现潜在的安全隐患,为工程安全提供保障。一般可监测到0.01-0.1米的沉降变化。

### 2.4 作业成本优化逻辑

从作业成本角度来看,无人机遥感测绘技术具有明显的优化优势。传统测绘方法需要投入大量的人力、物力和时间,包括测绘人员的薪酬、设备的购置与维护、交通差旅费等,成本较高。例如一个50平方千米的测绘项目,传统测绘成本可能达到50-100万元。而无人机测绘减少了人力投入,降低了人员劳动强度和安全风险。同时,无人机设备购置成本相对较低,一般无人机设备购置费用在10-50万元,且维护简单,使用寿命较长,一般可达3-5年。在数据采集过程中,无人机可快速完成任务,减少了设备租赁和场地占用等费用,从而有效降低了整个工程测绘项目的成本,一般可降低30%-60%的成本。

### 2.5 数据成果的多元化与高精度特性

无人机遥感测绘技术能获取多元化的数据成果,满足工程测绘的不同需求。除了常见的数字正射影像图、数字高程模型外,还可生成三维模型、多光谱图像等。这些多元化的数据成果为工程建设提供了更全面、详细的信息支持。在精度方面,随着无人机技术和传感器技术的不断发展,其测绘精度不断提高。高分辨率相机和激光雷达等传感器的应用,使无人机能够获取高精度的地理信息数据,例如平面精度可达 $\pm 0.05-0.2$ 米,高程精度可达 $\pm 0.05-0.3$ 米,为工程建设的精细设计和施工提供了可靠依据。

## 3 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的核心应用场景

### 3.1 工程前期勘察阶段

在工程前期勘察阶段,无人机遥感测绘技术发挥着关键作用。地形地貌测绘与分析方面,无人机搭载高分辨率相机和激光雷达等设备,能快速获取测区的高精度三维地形数据。通过对这些数据的处理,可生成详细的地形地貌图,清晰呈现地形的起伏、坡度等信息,为工程选址和总体规划提供直观依据,例如可准确测量坡度在0-90度范围内的地形<sup>[3]</sup>。地质条件初步研判辅助上,无人机可获取多光谱影像数据,利用不同地物对不同光谱波段的反射特性,初步识别地质构造、岩性分布等情况,帮助工程人员对测区地质条件形成初步判断,降低工程建设的地质风险,一般可识别5-15种不同的地质类型。场地边界与权属范围界定辅助工作中,无人机能获得高精度的正射影像,结合地面控制点,精确确定场地边界位置,清晰呈现权属范围,避免因边界不清引发的纠纷,保障工程建设的顺利开展,边界定位精度可达 $\pm 0.1-0.3$ 米。

### 3.2 工程设计阶段

工程设计阶段,无人机遥感测绘技术优势明显。大比例尺地形图快速生成方面,无人机可在短时间内完成大面积测区的测绘工作,通过数据处理软件快速生成大比例尺地形图,满足工程设计对地形细节的精确需求,提高设计效率。线路工程选线辅助上,无人机获取的地形地貌数据能为道路、管线等线路工程选线提供全面信息。设计人员可依据这些数据,综合考虑地形起伏、障碍物分布等因素,选择最优线路方案,降低工程成本和施工难度。场地平整与土方量测算辅助工作中,无人机通过获取测区前后不同时期的地形数据,经软件处理可准确计算出土方量,为场地平整设计和施工提供科学依据,确保场地平整工程的经济性和合理性。

### 3.3 工程施工阶段

工程施工阶段,无人机遥感测绘技术保障工程顺利进行。施工进度动态监测与对比方面,无人机定期对施工区域进行测绘,获取实时影像数据,与施工计划进行对比分析,及时掌握施工进度情况,发现进度滞后问题并采取相应措施,一般可每周进行1-3次测绘监测。施工区域变形监测工作中,针对边坡、基坑等关键部位,无人机可快速获取三维坐标数据,通过与初始数据对比,实时监测变形情况,为施工安全提供预警,一般可监测到0.01-0.1米的变形量。施工现场安全隐患排查辅助上,无人机可从空中俯瞰施工现场,发现人员不易察觉的安全隐患,如高处作业防护不到位、临时设施搭建不稳固

等,及时提醒施工人员整改,一般可发现5-20处安全隐患。临时工程布局优化辅助方面,无人机获取的现场数据可帮助工程人员合理规划临时工程布局,提高场地利用率,降低临时工程成本。

### 3.4 工程竣工验收与运维阶段

工程竣工验收与运维阶段,无人机遥感测绘技术同样不可或缺。工程实体尺寸复核与偏差分析工作中,无人机获取的高精度数据可与设计图纸进行精确对比,复核工程实体尺寸,分析偏差情况,确保工程质量符合设计要求,偏差分析精度可达 $\pm 0.05-0.2$ 米<sup>[4]</sup>。工程竣工图快速编制辅助方面,无人机获取的测绘数据经处理后可直接用于编制竣工图,提高竣工图编制效率和准确性,一般可提高编制效率30%-60%。建筑物长期健康监测工作中,无人机可定期对建筑物进行测绘,获取其结构变形、沉降等数据,为建筑物的长期安全运行提供数据支持,一般可每1-6个月进行一次监测。

## 4 无人机遥感测绘技术应用中的关键问题与优化方向

### 4.1 技术层面核心问题

在技术层面,无人机遥感测绘面临诸多关键问题。复杂气象条件下的作业稳定性是一大挑战。强风、暴雨、大雾等恶劣天气会影响无人机飞行姿态和传感器数据采集。强风可能导致无人机偏离预定航线,甚至引发坠机事故;暴雨会干扰相机成像,使影像模糊不清;大雾会降低激光雷达等传感器探测能力,影响数据精度。数据精度控制也存在关键影响因素。传感器性能是基础,不同类型规格的传感器在分辨率、测量精度等方面存在差异,直接影响数据质量。飞行高度和速度也会影响数据精度,过高或过快可能导致影像分辨率降低,测量数据误差增大。地面控制点布设测量精度也会对最终数据精度产生连锁反应。大规模数据处理的效率瓶颈同样不容忽视。随着测绘区域扩大和采集频率提高,无人机获取的数据量呈爆炸式增长。传统数据处理软件在处理大规模数据时,往往需要耗费大量时间和计算资源,难以满足工程测绘对实时性和高效性的要求。

### 4.2 应用层面优化方向

在应用层面,可从多个方向进行科学合理的优化。传感器融合技术的深化应用是重要方向之一。将不同类型传感器的数据进行融合,如将高分辨率相机影像与激光雷达点云数据相结合,可充分发挥各传感器的优势,提高数据丰富度和精度,突破单一传感器的局限性,获取更全面的地理信息。自动化数据处理算法的优化也至关重要<sup>[5]</sup>。通过研发更高效的算法,结合大数据分析技术,提高数据处理速度和自动化程度,减少人工干预,降低人为误差。例如,利用人工智能技术对影像进行自动分类和识别,可快速提取所需地物信息。作业流程的标准化与规范化建设是保障测绘质量的关键。制定统一的作业标准和规范,明确各环节的操作要求和质量标准,强化全流程质量管控,可使无人机遥感测绘作业更加科学、有序,提高测绘成果的可靠性和一致性。

### 结束语

无人机遥感测绘技术在工程测绘中已展现出巨大价值,从前期勘察到运维阶段,都发挥着不可替代的作用,提升了作业效率、降低了成本、保障了工程安全。然而,在技术与应用层面仍存在一些问題。通过不断优化技术、深化应用,完善作业流程,该技术将更好地服务于工程测绘,为工程建设提供更精准、高效的支持,推动工程测绘行业迈向新高度。

### 参考文献

- [1]严兵.简述工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用[J].港工技术,2023,60(2):78-81.
- [2]黄卫忠.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用研究[J].科学与信息化,2024(2):52-54.
- [3]蔡丽军.无人机遥感技术在测绘工程中的运用分析[J].低碳世界,2023,13(06):34-36.
- [4]赵亚蓓,时建新.无人机遥感技术在工程测量中的应用[J].电子技术,2023,52(3):180-181.
- [5]董飞.工程测绘领域无人机遥感测绘技术的应用探讨[J].中国战略新兴产业,2022(33):145-147.