

论测绘工程测量中无人机遥感技术运用分析

李茂永

天津市经纬智慧城市运营服务有限公司 天津 300202

摘要：无人机遥感技术凭借高效、精准、适应复杂环境等优势，广泛应用于测绘工程测量。其在大比例尺地形图绘制、工程建设各阶段及动态监测等方面发挥重要作用。但存在复杂气象影响精度、数据拼接误差、高密度点云数据处理难等问题。本文围绕无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用，从设备硬件、数据处理与应用方面提出优化方向，以提升测绘质量与效率。

关键词：测绘工程；无人机遥感技术；具体应用

引言：在测绘工程测量领域，无人机遥感技术凭借高效、精准、灵活等优势，成为地形测绘、工程建设测量及动态监测等工作的关键支撑。然而，复杂气象条件、数据拼接误差、高密度点云处理难题等，仍制约其应用效能。本文从技术基础、具体应用、现存问题及优化方向展开分析，旨在探索提升无人机遥感技术实用性的路径，为测绘工程提供更可靠的技术参考。

1 无人机遥感技术在测绘工程测量中的技术基础

1.1 无人机遥感技术的核心组成部分

无人机飞行平台有不同类型，技术参数中载重能力决定可搭载设备规格，续航时间影响单次作业覆盖范围，飞行稳定性关联数据采集质量。作业前需结合工程需求评估参数，选择适配平台以保障测绘有序开展。遥感数据采集设备类型多样且功能各异，高分辨率相机可捕捉地表影像细节，多光谱传感器能获得多波段光谱信息，LiDAR设备可快速采集三维空间数据。它们从不同维度提供原始数据，满足测绘对数据的多样化需求。数据处理与分析系统的核心模块分工明确，数据预处理软件对原始数据降噪、校正以去除干扰，三维建模工具将处理后数据转化为三维模型，地理信息集成模块整合建模结果与地理信息，协同生成符合标准的测绘成果。

1.2 无人机遥感技术的测量原理

空中数据采集的几何定位原理通过定位与导航方式结合实现，定位系统确定无人机实时空间位置，导航系统保障其按预设航线飞行。二者配合精准记录采集时的空间坐标，为测绘数据赋予准确地理信息，保障成果空间精度。遥感影像成像原理是设备捕捉地表电磁波信号并转化为可见影像，成像时受大气、光照影响，易出现亮度偏差与失真。辐射校正机制分析干扰因素，用技术手段调整影像，还原地表真实信息，提升影像质量以支撑后续分析^[1]。点云数据生成与地形建模的数学算法，先

处理离散数据生成反映地表特征的三维点，再基于这些点构建连续地形模型。通过数学计算整合重构数据，清晰呈现被测区域地形起伏与地貌特征，满足精准表达需求。

1.3 无人机遥感技术的技术优势

数据采集效率上，对比传统测量技术，无人机遥感覆盖范围更大，可一次性完成较大区域采集，无需人工逐点测量；作业速度更快，能按预设航线高速采集，大幅缩短周期，减少人力成本，快速为工程提供数据。测量精度控制方面，该技术可实现较高定位精度，借助定位与导航系统的精准配合，结合数据处理中的误差校正，达到高定位标准。同时有完善手段控制各环节误差，确保数据精度符合工程建设、地形分析等场景要求。复杂环境适应性上，无人机遥感对地形障碍和恶劣天气有一定耐受能力，在复杂地形区域可灵活飞行，克服人工无法到达的障碍；部分设备在不良天气下仍能作业，受环境限制小于传统测量，拓展了测绘场景。

2 无人机遥感技术在测绘工程测量中的具体应用

2.1 地形测绘中的应用

大比例尺地形图绘制时，无人机先依据测绘范围规划飞行航线，搭载高分辨率设备按航线完成数据采集，获取的原始影像需经过降噪、几何校正等预处理步骤，消除外界干扰因素。随后将处理后的影像与定位数据整合，导入专业成图系统，通过影像匹配、地物识别与标注等环节，生成符合精度要求的大比例尺地形图，整个流程可减少传统测量中大量实地作业环节，提升成图效率。地形剖面测量与等高线生成需先利用无人机采集的三维点云数据构建数字高程模型。地形剖面测量通过在模型中设定特定剖面线，提取沿线高程数据并生成剖面图；等高线生成则基于数字高程模型，按预设高程间隔提取高程相同的点，经平滑连接形成等高线，过程中需对模型边缘数据进行优化，避免因数据缺失导致等高线

断裂或失真,确保能准确反映地形起伏特征^[2]。地形坡度、坡向等地形因子提取前,需将无人机获取的地形数据转换为规则网格数据。坡度计算通过分析网格单元内相邻点的高程差异,结合水平距离计算坡度值;坡向则依据网格单元内高程变化的最大方向确定,通过方位角表示。提取过程中需对异常高程值进行剔除,防止极端数据影响计算结果,确保地形因子能真实反映地表倾斜程度与朝向特征,为后续地形分析提供可靠数据。

2.2 工程建设测量中的应用

工程选址阶段,无人机可对备选区域进行全方位数据采集,覆盖范围能涵盖区域内所有地形地貌特征,获取的影像与三维数据经处理后,可生成数字地形模型与地表覆盖图。通过对模型的分析,能明确区域内高程分布、坡度变化及地物分布情况,准确判断区域是否满足工程建设对地形条件的要求,为选址方案的比选提供详细数据支撑,帮助筛选出最优建设区域。施工阶段的场地平整监测需定期利用无人机采集施工区域数据,每次采集间隔根据施工进度确定,确保能及时跟踪平整情况。将不同时期的地形数据对比,计算土方开挖与回填量,判断平整进度是否与施工计划一致;工程进度跟踪测量则通过采集构筑物的三维数据,与设计模型进行对比,检测构筑物的尺寸偏差与建设高度,及时发现施工中的问题,保障工程按设计要求推进。工程竣工后,无人机采集的竣工区域地形数据与建设前的地形数据对比,可计算地表高程变化与植被恢复面积,评估地形恢复是否达到预设标准;工程质量验收测量针对构筑物,采集其外观尺寸、空间位置及垂直度等数据,与设计图纸中的参数进行核对,验证构筑物是否符合质量标准,同时检查工程周边地形是否因施工产生不良变化,为工程验收提供全面的数据依据。

2.3 动态监测类测绘中的应用

地表沉降监测的数据采集频率需根据监测区域的沉降情况确定,对于沉降速率较快的区域,需缩短采集间隔,可能从每月一次调整为每半月一次,以精准捕捉沉降变化趋势;对于沉降稳定的区域,可适当延长间隔。精度控制方面,在监测区域周边布设稳定的基准点,每次采集数据时,先对基准点进行测量,再以基准点为参考对监测数据进行校正,消除大气折射、设备误差等因素对监测精度的影响,确保沉降数据准确可靠。植被覆盖变化监测中,无人机多光谱传感器获取的不同波段数据,需先进行辐射校正,消除光照强度、大气散射等因素对数据的影响,再进行几何配准,确保不同时期数据的空间一致性^[3]。通过计算归一化植被指数等指标,量化

植被生长状况,对比不同时期的指数变化,分析植被覆盖度的增减情况,过程中需排除非植被因素的干扰,确保变化分析结果仅反映植被覆盖的真实变化。水域面积动态监测时,无人机获取的影像先经过去雾、去噪等预处理,提升影像清晰度。采用影像分割技术,根据水体与其他地物在光谱特征上的差异,将水体区域从影像中分离出来,避免将阴影或湿润地面误判为水体;边界提取通过边缘检测算法,识别水体区域的轮廓,再结合影像的坐标信息,计算水体边界的坐标值,进而求出水域面积,实现对水域面积变化的动态监测,及时掌握水域扩张或萎缩情况。

3 无人机遥感技术在测绘工程测量中的现存问题与优化方向

3.1 现存技术问题

复杂气象条件会直接影响无人机遥感数据采集精度,强风会导致无人机飞行姿态不稳定,使采集的影像出现偏移或模糊,难以保证数据的空间位置准确性;雾霾天气会削弱光线穿透力,导致影像对比度降低、细节信息丢失,增加后续数据处理的难度,甚至影响最终测绘成果的精度。这些气象因素的不确定性,给户外测绘作业的开展带来较大限制,尤其在气象条件多变的区域,作业计划易受干扰。大面积测绘作业中,数据拼接误差与一致性控制是突出难题。由于单次无人机作业覆盖范围有限,需多次飞行采集数据并进行拼接,而不同飞行架次的光照条件、飞行高度可能存在差异,导致相邻影像在色调、几何位置上出现偏差,形成拼接缝隙。不同区域数据的精度一致性难以保障,部分区域可能因地形遮挡或设备参数波动,出现数据精度不均衡的情况,影响整体测绘成果质量^[4]。高密度点云数据处理过程中,计算效率与存储压力问题显著。高密度点云包含海量空间坐标数据,传统数据处理软件在处理时需消耗大量计算资源,导致数据处理周期长,难以满足测绘工程对时效性的需求。海量点云数据的存储需要大容量存储设备,且数据备份与传输过程中易出现耗时久、稳定性差的问题,增加了数据管理的难度与成本,制约了高密度点云数据在测绘工程中的高效应用。

3.2 设备与硬件优化方向

无人机飞行平台的续航能力与负载能力提升是硬件优化的重要方向。续航能力提升可通过研发高能量密度电池,突破传统电池能量存储上限,同时优化动力系统能耗控制,对电机运转、设备供电进行精准调控,减少无效能耗,从而延长单次飞行时间。这能减少大面积测绘作业中的起降次数,避免频繁起降导致的时间损耗

与数据采集中断,显著提升作业连续性。负载能力提升需在保证飞行稳定性的前提下,优化平台结构设计,采用轻量化高强度材料,在降低机身自重的同时增强结构承载强度,使平台能搭载更精密的遥感设备,拓展数据采集的维度与精度,满足复杂测绘场景下对多类型、高精度数据的需求。遥感传感器的分辨率与光谱范围拓展需依托技术创新。分辨率提升可通过改进传感器光学系统,优化镜头焦距与成像光路设计,搭配高像素成像芯片,提高影像的空间细节捕捉能力,让微小地物特征更清晰,减少地物信息遗漏。光谱范围拓展则需研发多波段集成传感器,通过整合不同波段探测单元,覆盖更广泛的光谱区间,不仅能获取可见光波段信息,还能捕捉近红外、热红外等波段数据。

数据传输模块的实时性与稳定性优化需从传输技术与硬件设计两方面入手。实时性优化可采用高速无线传输技术,升级传输协议与信号调制方式,提升数据传输速率,实现采集数据的实时回传,便于作业人员及时监控数据质量,一旦发现数据异常可及时调整作业参数,避免无效作业。稳定性优化需增强模块抗干扰能力,通过优化信号编码方式,提高信号抗噪声能力,同时增加信号放大装置,强化弱信号传输效果,减少复杂环境中电磁干扰、地形遮挡对传输信号的影响,确保数据传输过程中不出现丢失或延迟,保障测绘作业的顺畅推进。

3.3 数据处理与应用优化方向

人工智能算法在自动数据校正与误差剔除中的应用可大幅提升数据处理效率。通过构建深度学习模型,利用大量标注好的测绘数据进行训练,使模型掌握影像几何畸变、辐射偏差的特征规律,进而自动识别这些问题,并依据预设校正规则,结合地物空间关系与光谱特性完成数据修正。算法能对数据进行逐点、逐区域分析,智能筛选出因设备故障、环境干扰产生的错误数据并予以剔除。云端协同处理平台的构建是解决大规模数据快速分析的关键。平台可整合多节点计算资源,搭建分布式计算架构,将大规模测绘数据按照数据类型、处理任务拆分至不同计算节点,各节点并行开展数据去噪、配准、建模等操作,大幅提升数据处理速度,避免

传统单节点处理的效率瓶颈。平台具备数据共享与协同管理功能,通过设置权限管理体系,不同作业团队可实时访问处理进度与成果,实现数据处理与应用的无缝衔接,无需反复传输数据,满足测绘工程中多部门协作的需求,进一步提升整体作业效率^[5]。

多源数据融合应用策略需重点解决数据互补与精度统一问题。在技术层面,需建立统一的数据坐标体系与精度标准,通过坐标转换算法与特征匹配技术,将无人机遥感数据与卫星遥感数据进行空间配准,消除数据间因采集设备、坐标系差异导致的位置偏差,确保数据空间一致性。在应用层面,利用无人机数据高分辨率、高时效性的优势,弥补卫星数据在局部细节捕捉上的不足,清晰呈现小范围地物特征;同时借助卫星数据大范围覆盖的特点,拓展无人机数据的应用范围,实现从局部精细测绘到宏观区域分析的过渡,形成优势互补的多源数据应用模式,提升测绘成果的全面性与可靠性。

结束语:无人机遥感技术为测绘工程测量带来了高效、精准与灵活的变革,在多方面应用成效显著。然而,其发展仍面临气象干扰、数据处理等难题。通过设备硬件升级、数据处理优化及多源数据融合等举措,可有效突破瓶颈。未来,随着技术持续创新,无人机遥感技术将在测绘领域发挥更大作用,为各类工程建设与地理信息分析提供更坚实可靠的数据支撑。

参考文献

- [1]卢灏璇.测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].视界,2020,0(12):0323-0323.
- [2]闫峰.测绘工程测量中无人机遥感技术的运用[J].明日,2021,(08):0126-0126.
- [3]王建辉.测绘工程测量中无人机遥感技术[J].中国科技投资,2022,(08):122-124.
- [4]史思明.探讨测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].装备维修技术,2021,(09):0280-0280.
- [5]张国满.测绘工程测量中运用无人机遥感技术探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023,(06):0087-0090.