

工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用

武红丽 朱 辉

周口市淮阳区自然资源局 河南 周口 466700

摘要：文章探讨无人机遥感测绘技术在工程测绘领域的广泛应用。随着技术的不断进步，无人机以其高效、灵活、高精度的特点，在工程测绘中发挥着越来越重要的作用。通过无人机获取的遥感数据，经过预处理、分析与建模，能够生成高精度的地形图、三维模型等测绘成果，为城市规划、建筑设计、环境保护等多个领域提供有力支持。分析无人机遥感测绘技术的优势，总结其在数据预处理、空间分析、三维建模及数据质量控制等方面的应用方法，展示其在工程测绘中的巨大潜力和广阔前景。

关键词：工程测绘；无人机遥感；测绘技术；应用分析

1 无人机遥感测绘技术概述

无人机遥感测绘技术，作为现代测绘领域的革新力量，集成了无人机平台、遥感传感器、全球定位系统及数据处理软件等先进技术于一体。该技术通过无人机搭载高分辨率相机、激光雷达（LiDAR）或多光谱传感器等设备，在低空或超低空进行自主飞行作业，快速、高效地获取地表三维空间信息及多光谱影像数据。相比传统测绘手段，无人机遥感测绘具有灵活性高、成本低、周期短、精度高等显著优势。它能够轻松穿越复杂地形，如山区、森林、城市建筑群等，实现难以到达区域的精确测量与监测，借助先进的图像处理与三维建模技术，可实时生成高精度地形图、三维模型及变化监测报告，广泛应用于国土规划、环境保护、灾害应急、农业监测、智慧城市构建等多个领域。随着人工智能、大数据等技术的不断融合，无人机遥感测绘技术正朝着智能化、自动化、实时化的方向发展，进一步提升了测绘工作的效率与精度，为经济社会发展和自然资源管理提供了强有力的技术支撑。

2 无人机遥感测绘的基本原理

无人机遥感测绘的基本原理基于无人机平台搭载的专业遥感传感器，通过自主飞行或遥控操作，在目标区域上空进行数据采集。无人机利用内置的GPS和惯性导航系统（INS）精确定位并稳定飞行于预设的航线和高度上。这一过程中，无人机能够按照规划路径自主导航，确保数据的连续性和一致性^[1]。搭载的遥感传感器开始工作，高分辨率相机捕捉地表的详细图像，提供地表纹理和特征信息；LiDAR则通过发射激光脉冲并测量其回波时间，精确测定地表及其上方物体的三维坐标，生成高精度的点云数据；多光谱成像仪则能够收集不同波段的光谱信息，用于分析地表物质的成分和特性。采

集到的数据通过无线传输技术实时或事后回传至地面站，经过专业的软件处理，将原始数据转换为可用的地理信息产品，如数字正射影像（DOM）、数字高程模型（DEM）、三维地形图、变化监测报告等。这些产品广泛应用于地图制作、城市规划、环境监测、灾害评估、农业资源管理等多个领域，为决策提供了科学依据。

3 无人机遥感测绘的优势与特点

无人机遥感测绘的优势与特点主要体现在几个方面；（1）高效灵活：无人机能够迅速响应任务需求，快速部署至作业区域，不受地形和交通条件限制，显著提高了测绘工作的效率和灵活性。它们能够轻松穿越复杂环境，如山区、森林、水域等，获取传统方法难以获取的数据。（2）成本效益高：相较于有人驾驶飞机或卫星遥感，无人机遥感测绘的成本更低。无人机平台较为经济，且维护和使用费用相对较低，同时减少了人员风险和作业成本，使得大规模、高频次的测绘任务成为可能。（3）高精度：随着技术的不断进步，无人机搭载的遥感传感器精度日益提高。高分辨率相机、激光雷达等设备能够获取高精度的地表影像和三维数据，满足多种测绘应用的需求，如城市规划、工程建设、环境监测等。（4）实时性强：无人机遥感测绘能够实现数据的实时采集和传输，通过无线通信技术将数据即时回传至地面站进行处理和分析。这种实时性使得测绘结果能够迅速应用于决策支持，提高了应急响应能力和管理效率。（5）多源数据融合：无人机可以搭载多种类型的遥感传感器，同时获取地表的多源信息，如可见光影像、红外影像、雷达数据等。这些数据经过融合处理，能够提供更全面、更丰富的地理信息，增强测绘结果的可靠性和应用价值。（6）环境友好：无人机遥感测绘减少对地面的直接干扰和破坏，降低对自然环境的影响，它也减少

人员进入危险或难以到达区域的风险，保障测绘人员的安全。

4 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用

4.1 地形测绘与数字地图制作

无人机遥感测绘技术在地形测绘与数字地图制作领域的应用，极大地推动了测绘行业的现代化进程。传统地形测绘往往依赖于地面测量和航空摄影测量，这些方法不仅耗时耗力，而且在复杂地形条件下难以实施。而无人机凭借其灵活性和高精度，成为地形测绘的理想工具。无人机搭载的高分辨率相机和激光雷达（LiDAR）系统，能够在低空飞行中快速获取地表的三维坐标和影像数据。这些数据经过专业软件处理，可以生成高精度的数字高程模型（DEM）、数字正射影像（DOM）以及三维地形图^[2]。DEM能够直观展示地形的起伏变化，为道路设计、水利工程建设等提供重要依据；DOM则提供了地表纹理和特征的详细信息，有助于识别地貌类型和地质构造；三维地形图则集成了DEM和DOM的信息，以三维立体的方式呈现地形全貌，为城市规划、灾害评估等提供直观、全面的参考。在数字地图制作方面，无人机遥感测绘技术同样展现出巨大潜力。通过无人机获取的数据，可以快速生成大比例尺、高精度的数字地图，这些地图不仅包含了地表的几何信息，还可以融合多光谱、雷达等多种数据源，提供丰富的地表属性信息。

4.2 城市规划与土地利用调查

在城市规划方面，无人机可以高效获取城市的三维空间信息，包括建筑物的高度、形状、分布以及道路、绿地等基础设施的布局情况。这些信息通过三维建模和可视化技术，可以构建出城市的虚拟模型，帮助规划者进行空间分析和布局优化，无人机还可以实时监测城市的发展变化，为规划调整提供及时的数据支持。在土地利用调查方面，无人机遥感测绘技术能够快速识别土地类型、利用状况和变化趋势。通过多光谱成像技术，无人机可以区分出耕地、林地、草地、建设用地等不同类型的土地，并评估其利用效率和潜力。无人机还可以监测土地利用中的违法行为，如非法占地、违规建设等，为土地执法提供有力证据。

4.3 建筑物测绘与监测

建筑物测绘与监测是保障建筑安全、提升城市管理水平的重要工作。无人机遥感测绘技术以其非接触、高效率的特点，在建筑物测绘与监测中发挥着重要作用。在建筑物测绘方面，无人机可以搭载高分辨率相机和激光雷达系统，对建筑物进行全方位、高精度的测量。通过获取建筑物的立面影像和三维点云数据，可以构建出

建筑物的三维模型，为建筑设计、施工和验收提供精确的数据支持。无人机还可以对大型建筑群进行批量测绘，提高测绘效率和质量。在建筑物监测方面，无人机可以定期或不定期地对建筑物进行巡查和监测。通过对比不同时间点的影像和三维数据，可以及时发现建筑物的变形、裂缝等安全隐患，并评估其严重程度和发展趋势。这些信息对于制定维修加固方案、预防灾害发生具有重要意义，无人机还可以监测建筑物的周边环境变化，如地质沉降、植被覆盖等，为建筑物的长期安全提供综合保障。

4.4 环境保护与资源管理

环境保护与资源管理是维护生态平衡、促进可持续发展的重要任务。在环境保护方面，无人机可以监测空气质量、水质状况、土壤污染等环境指标。通过搭载相应的传感器和仪器，无人机可以实时采集环境数据，并传输至地面站进行处理和分析。这些数据有助于评估环境质量、识别污染源和制定治理措施。无人机还可以监测森林火灾、水体污染等突发环境事件，为应急响应提供及时、准确的信息支持。在资源管理方面，无人机可以监测自然资源的分布、数量和质量。通过高分辨率影像和激光雷达数据，可以识别出森林、草原、湿地等自然资源的类型和范围，并评估其生态价值和保护需求，无人机还可以监测矿产资源的开采情况、农业用地的利用状况等，为资源管理和政策制定提供科学依据。无人机还可以监测人类活动对自然资源的影响，如过度开发、非法侵占等，为资源保护提供有力支持^[3]。

5 无人机遥感测绘数据处理与分析

5.1 数据预处理

无人机遥感测绘所获取的数据，虽然具有高效、高精度的特点，但在实际应用前，必须经过一系列严谨的预处理流程，以确保数据的准确性和可用性。数据预处理是无人机遥感测绘数据处理与分析的首要环节，其主要目的在于纠正原始数据中的误差，整合分散的数据片段，为后续的分析与建模奠定坚实基础。（1）畸变差纠正：无人机在飞行过程中，由于平台的不稳定、相机镜头的畸变以及大气折射等因素，会导致获取的影像产生几何畸变。畸变差纠正便是针对这一问题进行的处理步骤。首先，通过地面控制点（GCPs）的精确测量，建立影像与地面坐标之间的对应关系。然后，利用专业的软件工具，如Pix4D、Agisoft Metashape等，对影像进行几何校正，消除畸变影响，恢复影像的真实几何形态。这一步骤是确保后续影像拼接和三维建模精度的基础。（2）影像拼接：无人机遥感测绘通常需要在多个航点拍

摄大量重叠的影像，以覆盖整个目标区域。影像拼接便是将这些重叠的影像按照一定的算法拼接成一幅完整、无缝的影像图。在拼接过程中，需要考虑影像之间的色彩一致性、亮度差异以及几何对准等问题。通过特征匹配、优化算法等技术手段，实现影像间的精确拼接，形成高分辨率、高质量的影像成果。这一步骤不仅提高了影像的利用率，还为后续的空间分析和三维建模提供了丰富的数据源。数据预处理还包括影像去噪、增强对比度、裁剪无用区域等步骤，以进一步优化影像质量，满足不同应用需求。

5.2 数据分析与建模

经过预处理的无人机遥感数据，已具备较高的准确性和可用性，接下来便可利用地理信息系统（GIS）技术进行深入的空间分析和三维建模。GIS支持多种空间分析方法，如叠加分析、缓冲区分析、网络分析等，这些方法可应用于无人机遥感数据的处理中。例如，通过叠加分析，可以将无人机获取的影像图与已有的矢量图层（如行政区划、道路网等）进行叠加，分析特定区域内的土地利用情况、植被覆盖变化等；通过缓冲区分析，可以围绕特定目标（如河流、湖泊等）生成一定宽度的缓冲区，评估其周边环境的潜在影响；通过网络分析，可以模拟交通流、物流等网络运行状况，为城市规划提供决策支持^[4]。无人机遥感数据中的三维点云数据是构建三维模型的重要基础。通过点云数据的处理和分析，可以提取出地表的几何形态和特征信息，进而构建出高精度的三维地形模型、建筑物模型等。GIS软件中的三维建模功能，如ArcGIS的CityEngine、Skyline的TerraExplorer等，都支持基于无人机遥感数据的三维建模。这些模型不仅具有高度的真实感和沉浸感，还能够进行量测、剖切、漫游等操作，为城市规划、建筑设计、灾害评估等领域提供直观、全面的可视化支持。

5.3 数据质量控制

无人机遥感测绘数据的质量直接关系到后续分析与应用的准确性和可靠性。数据质量控制是无人机遥感测绘数据处理与分析不可或缺的一环。有效的质量控制策略与评估方法能够确保数据的准确性、完整性和一致

性，提高数据的使用价值。第一、质量控制策略：应从源头上控制数据质量。在无人机飞行作业前，应对无人机平台、传感器、电池等关键部件进行全面检查和维护，确保设备处于良好状态；根据作业需求和现场条件制定合理的飞行计划，避免恶劣天气和复杂环境对飞行和数据采集的影响。在数据采集过程中，应严格遵守操作规程和作业标准，确保数据的规范性和一致性。在数据预处理和后续处理过程中，应实施严格的质量控制措施，如定期校准传感器、采用多种算法进行数据处理和验证等，以减少误差和偏差。第二、评估方法：数据质量的评估通常包括准确性、完整性、一致性和时效性等方面。对于无人机遥感数据而言，准确性的评估可以通过与地面实测数据进行比对来实现；完整性的评估则主要关注数据是否覆盖了整个目标区域且没有遗漏；一致性的评估则需要检查数据内部是否存在矛盾或不一致之处；时效性的评估则关注数据更新的频率和及时性。在实际应用中，可以根据具体需求和条件选择合适的评估方法和指标，对数据质量进行全面、客观的评估。

结束语

无人机遥感测绘技术作为现代测绘领域的一项重要创新，正深刻改变着工程测绘的工作方式和效率。其高效的数据采集能力、高精度的数据处理技术和广泛的应用场景，为工程测绘提供了前所未有的便利和可能性。随着技术的不断成熟和应用场景的不断拓展，无人机遥感测绘技术将在未来发挥更加重要的作用，为城市建设、环境保护、资源管理等领域贡献更多智慧和力量。

参考文献

- [1]王鸿鸽.无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用[J].华北自然资源,2020(06):90-91.
- [2]农堂起.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用[J].科技创新与应用,2020(08):172-173.
- [3]郑艳光.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用研究[J].世界有色金属,2019(06):233-234.
- [4]祖琪.探析无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J].工程建设与设计,2020(1):188-189,195.