

无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用

文 / 祁克坤 濉溪县重点工程建设服务中心

摘要：在当今信息时代，测绘工程作为基础设施建设和社会经济发展的重要基础，其精度和效率的要求越来越高。传统的测绘方法在许多情况下受到地形、天气等自然条件的限制，难以满足快速发展的需求。随着无人机技术的飞速发展，无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用逐渐成为可能，为测绘行业带来了革命性的变革。

关键词：无人机遥感技术；测绘工程；测量应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.116

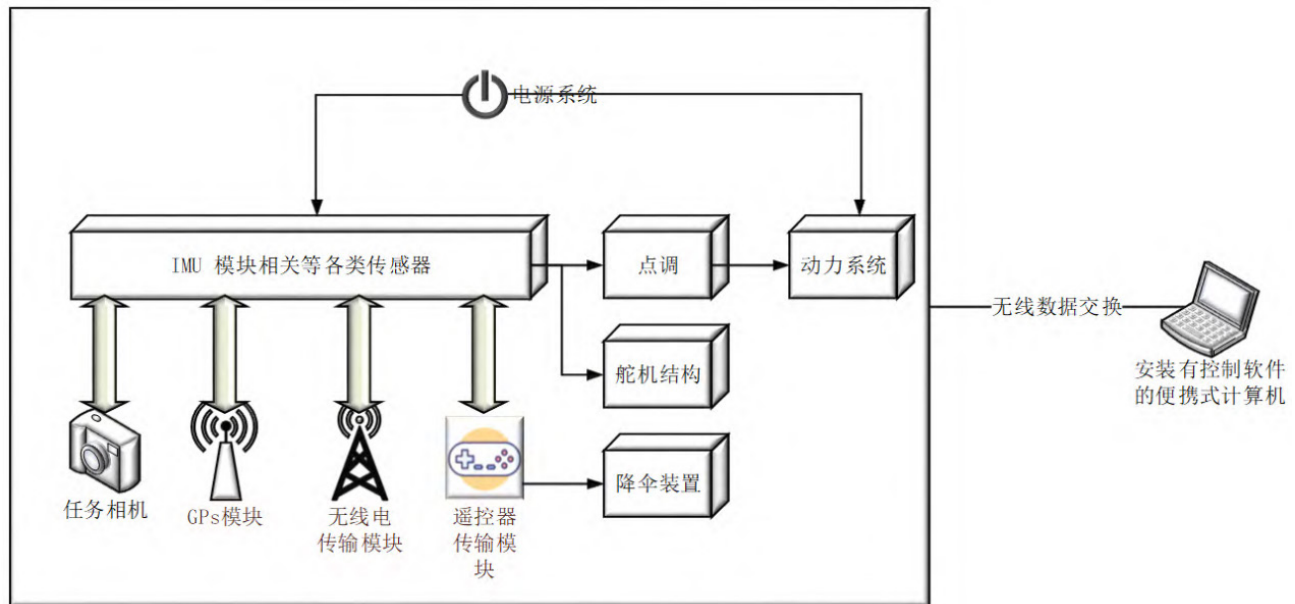
引言

近年来，随着无人机技术和遥感技术的发展，无人机遥感技术作为一种新型的测绘技术，逐渐在测量领域得到应用和推广。无人机遥感技术是指利用无人机作为飞行平台，搭载各种传感器进行空中数据采集和处理的技术，具有成本低、效率高、安全性强、精度高、灵活性强等优点，能够快速获取测绘工程的高分辨率、高精度、多维度的遥感数据，为测量提供有效的技术支持。

一、无人机遥感技术概述

无人机遥感技术是一个新兴技术，对于传统卫星遥感方法而言，它的兼容性、扩展性更强，是集定位系统、通信信息技术、飞行器信息技术为一体的综合性技术。卫星遥感技术能够不受大气环境、周围地形的影响，连续且全面地实施检测，因此获得的数据更宏观、视野更广阔；同时，低空无人机航拍具有准确性高、物理分辨

率强等特点，不仅有效减少气象干扰，还能够获得分辨率较高的图像，为后续测绘提供有力支持。由此可见，无人机遥感技术具备操作周期短、简单快捷、灵活机动等特点，极大地填补了航空摄影检测的空缺，使航测设备得到更新与升级，赋予航空遥感行业强烈的科技感。采矿航测的价值、意义在于它能够采集到关于的各类自然资源布局情况以及各类位置、地形等信息，然后通过计算和具体调查研究，推算出有意义的数 据，这对了解我国各个地域的矿产资源使用现状、布局分布意义非凡，为决策管理提供科学保障。无人机航测系统的卓越性主要依托各种先进设备与系统集成化，包括大数据采集处理系统、成像技术、无人驾驶飞机的关键技术以及 GPS 定位通信系统等。控制遥感仪器，可以详细记录下各项遥感图像信息，为建模奠定基础，进而进行分析应用。



二、无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用意义

提高测量精度和效率：无人机搭载的高分辨率遥感传感器能够快速、准确地获取大范围的地表信息，相比传统测量方法，无人机遥感技术能够提供更高精度的测量数据，同时减少人力成本和时间消耗。**适应复杂地形：**

无人机可以灵活地在复杂地形上飞行，包括山区、水域、森林等，而无需担心地面交通的限制，这使得无人机成为难以到达区域的理想测量工具。**实时监测与动态更新：**无人机遥感技术可以实现实时监测和数据更新，这对于需要动态监控的工程项目尤为重要，如地质灾害预警、

城市扩张监测等。降低成本：与传统测绘方法相比，无人机遥感技术具有较低的经济成本，尤其是在大范围、高密度测绘任务中，无人机能够显著降低人力和物力投入。增强安全性：无人机可以替代人工进行危险区域的测绘工作，如核辐射区域、火灾现场等，从而提高作业人员的安全性。促进技术创新：无人机遥感技术的应用推动了测绘技术的创新，促进了地理信息系统（GIS）、遥感、全球定位系统（GPS）等技术的融合与发展。提升数据质量：无人机遥感技术能够获取到高分辨率、高清晰度的图像数据，这些数据对于地形分析、土地利用规划、城市规划等领域具有重要的参考价值。支持决策制定：高质量的测绘数据对于政府决策、城市规划、资源管理等具有重要意义。无人机遥感技术提供的数据可以为这些决策提供科学依据。环境保护与资源管理：无人机遥感技术可以用于监测生态环境变化、森林资源管理、水资源调查等，有助于实现可持续发展。增强应急响应能力：在自然灾害发生时，无人机可以快速进行灾情评估和资源调查，为救援行动提供及时、准确的信息。

三、无人机遥感技术在工程测量中的缺点

(1) 受环境影响大。天气影响是一个重要的因素，恶劣的天气条件如强风、暴雨或浓雾会影响无人机的飞行稳定性和传感器的准确性，从而降低测量数据的可靠性和精准度。同时，复杂的地形地貌如高山、峡谷或森林覆盖密集的区域，也会增加无人机飞行的难度，可能导致数据采集不完整或不准确。(2) 数据处理复杂。无人机遥感技术采集的数据量较大，需要进行专业的数据处理和分析，这增加了工作量和难度。数据处理过程中需要处理大量的图像和遥感数据，进行准确的地图制作和模型构建，以确保测量结果的准确性和可靠性。此外，数据处理还涉及遥感图像的校正、配准、融合等复杂步骤，需要专业的技术和经验来完成。(3) 法律法规限制。无人机的飞行需要符合相关法规和规定，包括但不限于飞行高度、飞行区域、飞行许可等方面的规定。这些法律法规的限制可能会对无人机在工程测量中的应用造成一定的影响，需要严格遵守以确保飞行安全和数据合规性。

四、无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用策略

(一) 开发适应隧道环境的无人机系统

首先，研制适应测量的无人机系统需要考虑与环境相适应。内一般空间较窄，通风不畅，对无人机的设计要求较高。根据窄小的空间特点，可研制轻便灵活的无人机系统，以保证在窄小空间中能飞行自如并执行测量任务。其中，包括重新设计无人机结构、使用折叠式或多旋翼设计以灵活适应狭窄空间等。其次，复杂的电磁干扰在环境中极为常见，因此需要为无人机的通讯和导航系统设置更高的标准。为增强系统的抗干扰能力，可利用频率跳变和波束成形等先进的通信技术来减小干扰对系统的影响。同时，可以对无人机系统加入冗余设计，

以保证即使处于干扰环境时仍然能够保持通信顺畅。此外，因内光照条件比较恶劣，可通过在无人机系统上增加低光传感器和红外传感器，来改善低光环境下图像采集的质量和保证测量数据精度。例如：在某工程中，为了提高测量效率和准确性，采用了无人机遥感技术进行内部的测量。该无人机系统采用了折叠式设计，使无人机在狭窄的内能够灵活飞行。同时，系统配备了先进的通信技术，如频率跳变和波束成形技术，以确保在内部复杂的电磁环境下，无人机的通信和导航系统依旧能够稳定运行。此外，无人机系统还配备了低光传感器和红外传感器，即使在内部光照条件较差的情况下，也能采集清晰的图像数据。在实际应用中，该无人机系统在内飞行了约 10 千米，成功采集了隧道内部的高清图像和三维数据。通过这些数据，工程师们能够准确地评估的结构状况，并及时发现潜在的安全隐患。数据显示，该无人机系统在内部的飞行速度平均为每小时 5 千米，飞行高度保持在 10 米左右，且飞行过程中无人机的稳定性良好，未发生任何故障。通过应用无人机遥感技术，不仅提高了测量的效率，还显著提升了测量数据的准确性和可靠性。

(二) 无人机遥感技术在堆体测量中应用

地体工程测量测绘中，无人机遥感技术是通过计算飞行控制系统、通信系统等加以集成，构成完整的测绘系统进而展开测量作业。在堆体测量工程当中，常见使用轻型固定翼无人机，其具有 2.7m 的宽度，在巡航测绘中，需要保持 90km/h 的速度，有效巡航时间可达到 3h，最大荷载量控制在 5kg 左右。通过无人机进行航拍拍摄之后，获得影像数据，从中提取信息，并获得数字正射影像，可确定堆体的实际情况，便于对工程进度加以管控。同时在堆体工程的测绘中，基于区划情况的差异，可通过创建数字模型的方式对堆体高度变化加以分析。在航测过程中应注意，飞行高度通常为地面以上的 350m，航向重叠度应满足 80%，旁向重叠度则应当满足 50%。

(三) 其他应用

在工程测量领域，无人机遥感技术的应用不仅局限于传统的测量，还可以拓展到其他领域。比如，在城市规划和建设领域，通过无人机航拍获取城市地理信息数据，可以为城市规划提供精准的地形数据和空间信息，帮助规划者更好地制定城市发展规划；在建筑工程测量领域，通过航拍建筑工地，实现对建筑结构、施工进度等方面的监测，提高建筑工程的效率和质量；在采矿工程测量领域，也具有广阔的应用前景，通过搭载高精度相机和激光雷达等设备，无人机可以对矿区进行全方位、高分辨率的测量，为规划、资源评估和环境监测提供重要数据支持。

(四) 数据采集与处理

采集原始遥感数据，包括图像、点云等。使用专业

的数据处理软件对数据进行预处理，如几何校正、辐射校正、影像融合等。图像增强：通过对比度增强、亮度调整、锐化等手段，提高图像的视觉效果，便于后续分析。图像分类：利用监督或非监督学习算法，对图像进行分类，如土地覆盖分类、植被类型识别等。图像分割：将图像分割成多个区域，以便于更精细的分析和测量。点云处理。去噪：去除点云中的噪声点，提高数据质量。滤波：通过平滑处理，减少数据中的突变和异常值。点云分类：对点云进行分类，如地面点、植被点、建筑物点等。三维重建。利用激光雷达或高分辨率光学图像，进行三维重建，生成地形模型或建筑物模型。结合多个视角的数据，进行多视角立体重建，提高三维模型的精度。几何校正。对原始遥感数据进行几何校正，消除传感器畸变、投影误差等，确保数据的几何精度。使用地面控制点或卫星定位技术，对图像进行精确的几何校正。辐射校正。对遥感数据进行辐射校正，消除大气、传感器等因素引起的辐射误差，恢复地物的真实反射率。采用物理模型或统计方法，对图像进行辐射校正。影像融合。将不同波段的遥感影像进行融合，如多光谱影像与全色影像融合，提高图像的空间分辨率和光谱信息。选择合适的融合算法，如主成分分析（PCA）、Brovey变换等。数据质量控制。对处理后的数据进行质量检查，确保数据的完整性、一致性、可靠性。通过交叉验证、重复测量等方法，评估数据的精度和可靠性。数据存储与管理。建立数据管理系统，对原始数据、处理数据和成果数据进行分类、存储和管理。采用标准化的数据格式，方便数据共享和后续处理。数据输出与报告。根据项目需求，将处理后的数据输出为不同格式，如GIS格式、CAD格式等。编制详细的数据处理报告，记录数据处理过程、方法和结果。

（五）三维建模与地形分析

利用三维建模软件，将遥感数据转化为三维模型，用于地形分析、土地规划等。对地形进行分析，提取高程信息、坡度、坡向等数据。三维模型构建：使用专业的三维建模软件，如AutoCAD、ArcGIS3D、Blender等，将遥感数据转换为三维模型。通过点云数据构建地形模型，通过光学图像构建建筑物、植被等物体模型。结合不同的数据源，如激光雷达和光学图像，构建更加精确的三维模型。地形分析。高程分析：计算地形的平均高程、最高点、最低点等信息，用于评估地形复杂度和适宜性。坡度分析：分析地形坡度的分布，识别陡峭或平缓的区域，对于道路规划、建筑选址等具有重要意义。坡向分析：确定地形坡向，了解阳光照射情况，对于农业、林业等领域的布局规划有指导作用。地形可视化。利用三维可视化技术，将地形模型以三维形式展示，便于直观理解和分析。通过地形渲染，增强模型的视觉效果，使地形特征更加突出。土地覆盖分类。对三维模型中的地

表进行土地覆盖分类，识别不同类型的土地使用，如森林、农田、水域、城市用地等。土地覆盖分类对于环境监测、资源管理、城市规划等具有重要作用。地形变化监测。通过对比不同时期的三维模型，监测地形变化，如土地平整、植被生长、城市建设等。这种变化监测对于城市规划、环境保护、灾害预警等领域至关重要。地形模拟。使用地形模型进行水文模拟、侵蚀模拟等，预测地形变化对环境的影响。模拟结果可以用于指导工程建设、灾害预防等决策。三维模型应用。将三维模型应用于城市规划、建筑设计、景观设计等领域，提供直观的设计方案和评估依据。在虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术中，三维模型可以用于展示和交互。数据输出与报告。将处理后的三维模型和地形分析结果输出为报告，包括地形特征描述、分析结论、建议等。报告应清晰、详细，便于相关专业人士理解和应用。

结语

无人机遥感技术具有高度的灵活性和机动性，能够在复杂多变的环境中快速部署，适应各种地形和气候条件，这对于传统测绘方法来说是一个巨大的突破。无人机搭载的高精度传感器能够获取高分辨率、高精度的遥感数据，这些数据对于地形分析、土地覆盖分类、城市规划等领域具有重要意义。无人机遥感技术能够实现大范围、快速的数据采集，这对于大规模工程项目的测绘和监测提供了有力支持。无人机遥感技术的应用还降低了人力成本和环境破坏，提高了工作效率，符合可持续发展的理念。然而，无人机遥感技术在测绘工程中的应用也面临一些挑战，如数据处理的高复杂性、数据安全与隐私保护、技术标准与规范的不统一等。未来，随着技术的不断发展和完善，这些问题有望得到解决。总之，无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用前景广阔，它将为测绘行业带来革命性的变化。我们期待无人机遥感技术能够继续创新，为测绘工程提供更加高效、精准的服务，助力我国测绘事业的发展。

参考文献

- [1] 吴昌程. 无人机遥感测绘技术在测绘测量中的应用[J]. 工程建设与设计, 2023, (23): 142-144.
- [2] 朱青. 无人机测量技术在地形测量及制图方面应用分析[D]. 唐山: 华北理工大学, 2021.
- [3] 付钟. 无人机遥感技术在测绘测量工程中的有效运用探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(5): 165-167.
- [4] 张子珺, 张霖琳. 生态环境监测工作的安全风险及防控措施[J]. 中国环境监测, 2020, 36(6): 44-50.
- [5] 陈俊松, 刘永杰, 赵磊磊, 等. 西藏创建全国草原生态修复示范区的思考[J]. 林业建设, 2022(6): 55-58.
- [6] 廉旭刚, 韩雨, 刘晓宇, 等. 无人机低空遥感地质灾害监测研究进展及发展趋势[J]. 金属, 2023(1): 17-29.