

无人机遥感技术在测绘工程中的应用现状与发展趋势

薛慧莉

山西慧远空间科技有限公司 山西临汾 041000

摘要:随着无人机技术和遥感技术的快速发展,传统测绘工程正在经历数字化、智能化的转型。无人机遥感技术以其高效、低成本、灵活性强的特点,广泛应用于地形测量、土地规划、工程监测、灾害评估等领域。本文在分析无人机遥感技术原理及应用优势的基础上,总结其在测绘工程中的现状,并探讨存在的问题,包括数据精度、法规规范及技术集成等方面。通过对国内外发展趋势的研究,提出未来无人机遥感技术在测绘工程中向智能化、自动化及多源数据融合方向发展的路径,为测绘工程技术创新和工程应用提供参考与借鉴。

关键词:无人机技术;测绘工程;遥感技术;智能化

引言

测绘工程作为基础地理信息获取的重要手段,在城市规划、土地管理、交通建设和环境监测等方面具有不可替代的作用。传统测绘方法如全站仪、水准测量及卫星遥感等,虽然精度高,但存在成本高、周期长、受环境限制明显等问题。近年来,无人机(UAV)遥感技术的兴起为测绘工程提供了新的解决方案。无人机具备低空飞行、灵活机动、数据获取快速的优势,可以在短时间内完成大面积高精度的地形与地物数据采集。同时,无人机搭载高分辨率传感器和多光谱、激光雷达等设备,进一步提升了测绘数据的精细化和多元化水平。本文旨在分析无人机遥感技术在测绘工程中的应用现状及发展趋势,为相关领域的研究与实践提供参考。

1 无人机遥感技术在测绘工程中的应用现状

1.1 地形测量与地籍管理

地形测量和地籍管理是测绘工程的基础环节,直接关系到城市规划、土地利用和资源管理的科学性与精确性。传统测绘方法依赖全站仪、水准仪及人工踏勘,尽管精度较高,但在大面积地形测量中周期长、成本高,且受地形复杂度和环境条件限制明显。无人机遥感技术的应用,为这一问题提供了有效解决方案。无人机能够低空飞行,搭载高清光学相机、多光谱或激光雷达设备,对测区进行快速覆盖拍摄或扫描,生成高分辨率影像和点云数据。通过航测影像处理与三维建模技术,可快速构建数字高程模型(DEM)、数字地面模型(DTM)和正射影像图,实现大范围高精度测绘。

在地籍管理中,无人机遥感技术同样发挥着重要作用。

土地权属界限、土地使用现状及地物变化等信息,都可以通过无人机航拍得到直观、可量化的数据支持。相比传统人工踏勘,无人机测绘能够有效规避复杂地形带来的作业困难,尤其在高原、丘陵及偏远乡镇等地形复杂区域,更显示出其灵活性与高效性。此外,多源数据融合技术可以将无人机影像与卫星遥感、地面测量数据结合,提高地籍信息的准确性和完整性。无人机还可实现定期复测,对土地利用变化进行动态监控,为城市规划调整和土地管理决策提供科学依据。

实际应用中仍存在一些问题,例如飞行环境复杂时可能导致影像畸变,航线规划和数据处理需要专业技能,部分地区法规和空域管理尚不完善,这都对无人机测绘推广提出了挑战。总体来看,无人机遥感技术在地形测量与地籍管理中的应用,显著提高了测绘效率、数据精度及操作灵活性,为现代测绘工程提供了可靠、可持续的技术支撑,也为土地资源管理和科学决策提供了有力保障。

1.2 工程建设与监测

在现代工程建设中,项目规模日益扩大,工期紧张,对施工过程的精确监控和数据支撑提出了更高要求。传统测绘手段虽然可靠,但在大面积施工场地或复杂地形中,人工测量周期长、效率低,且存在安全隐患。无人机遥感技术的引入,有效弥补了传统方法的不足,为工程建设提供了高效、灵活、低成本的数据获取手段。通过搭载高分辨率光学相机、多光谱传感器或激光雷达设备,无人机可以在施工现场低空飞行,快速获取高精度影像和三维点云数据,并通过航测处理生成数字高程模型、数字表面模型及施工进度可视化图。

在道路、桥梁、隧道及大型建筑施工中，无人机遥感技术不仅用于初期地形测绘，还能实现施工过程的实时监测。例如，在道路建设中，无人机可以定期航拍施工段，结合三维建模和比对分析，判断土方填挖是否符合设计要求；在桥梁施工中，可通过无人机生成结构外观及位移监测图，对施工精度进行评估。通过这些数据，工程管理者能够及时发现偏差或潜在风险，调整施工方案，保证工程质量与安全。此外，无人机还能够对施工现场的安全隐患进行动态监控，如大型机械作业、边坡稳定性及物料堆放情况，提高施工安全管理水平。

无人机遥感技术在工程监测中的优势还体现在信息共享与可视化管理上。施工单位、设计单位及监理部门可以通过无人机数据实现远程协作，快速获取施工现场的最新状态，减少现场查勘和人工测量的频率。虽然无人机在应用中仍面临数据处理复杂、飞行环境受限以及法规规范不完善等问题，但其在施工测量与监控中的高效性、灵活性和安全性，已经成为现代工程管理不可或缺的技术手段。总体来看，无人机遥感技术在工程建设与监测中的应用，不仅提升了施工效率和精度，也为工程项目科学管理和风险防控提供了坚实的数据基础。

1.3 灾害评估与环境监测

在地质灾害频发和生态环境压力增大的背景下，快速、精准获取灾害及环境信息成为测绘工程的重要任务。无人机遥感技术凭借低空灵活飞行、高分辨率数据获取和多传感器集成能力，逐渐成为灾害评估与环境监测的重要手段。相比传统人工踏勘或卫星遥感，无人机能够在短时间内覆盖灾区，获取高清影像和三维点云数据，即便在地形复杂或交通不便的区域，也能高效完成测绘任务，从而大幅提升应急反应速度和决策科学性。

在灾害评估中，无人机遥感可用于洪水、滑坡、地震等突发事件的快速测绘与损失评估。例如洪水发生后，无人机能够实时航拍受灾区域，生成水位分布图和受淹范围模型，为救援调度、灾情通报和防控规划提供直观数据支撑。地质灾害如滑坡或崩塌现场，无人机可快速获取三维地形变化数据，帮助工程技术人员分析灾害形成原因及潜在风险，从而制定科学的治理方案。

在环境监测方面，无人机搭载多光谱、热红外及激光雷达传感器，可以监测植被覆盖、土地利用变化、水体污染

及城市热岛效应等多维环境指标。通过定期航测和数据比对，可掌握环境动态变化趋势，支持生态保护和资源管理决策。例如在高原牧区或森林保护区，无人机能够实现对植被健康状况的实时监测，为草地退化治理和生态恢复提供科学依据。

尽管无人机在灾害评估和环境监测中具有明显优势，但其应用仍面临数据处理复杂、飞行环境受限以及政策法规不完善等问题。总体而言，无人机遥感技术的灵活性、高精度和快速响应能力，使其在测绘工程中的灾害与环境监测领域展现出重要应用价值，为科学决策和风险管理提供了可靠技术支撑。

2 发展趋势与技术挑战

2.1 智能化与自动化发展

随着无人机遥感技术在测绘工程中应用的不断深入，智能化与自动化成为未来发展的核心方向。传统无人机测绘虽然能够实现高效率数据采集，但在航线规划、飞行控制和数据处理等环节仍依赖人工操作，存在一定的人力成本和潜在风险。智能化与自动化的发展，不仅可以提高测绘效率，还能提升数据精度和应用价值。

在智能化方面，无人机将逐步实现自主飞行和自主任务规划。通过集成人工智能算法和深度学习技术，无人机能够根据地形、气象及障碍物信息，自动优化航线、调整飞行高度和速度，实现对复杂地形的安全高效覆盖。这种智能飞行能力减少了人为干预，提高了任务执行的一致性与可靠性。同时，智能化还体现在数据处理环节。无人机采集的大量影像和点云数据可以通过人工智能算法进行自动分类、三维建模和异常检测，实现从数据采集到成果输出的半自动化甚至全自动化流程，显著提升测绘工作效率。

在自动化方面，无人机测绘逐渐形成从规划、采集、传输到分析的一体化工作流程。例如，结合地面控制站和云端数据处理平台，测绘人员可以在远程操作中心实时监控无人机状态，自动接收数据并进行初步分析与预处理，实现“无人干预”或“最小干预”的操作模式。这种自动化不仅缩短了测绘周期，还降低了复杂环境下的作业风险，尤其适用于高原、山区、森林和灾害区域等传统测绘难以覆盖的场景。

然而，智能化与自动化发展也面临技术挑战。无人机在自主飞行中可能受到气象变化、复杂地形和信号干扰影响，导致航线偏差或数据丢失；数据自动处理虽能提升效率，但

对算法精度和计算资源要求较高；同时，智能化无人机在应对突发情况时的应变能力仍需进一步优化。此外，现行法律法规对无人机自主飞行的管理尚不完善，空域管控和安全监管存在漏洞，制约了智能化应用的推广。

智能化与自动化的发展方向为无人机遥感测绘带来了更高效率、低成本和更广应用场景。未来，结合人工智能、云计算与大数据分析技术，无人机测绘将在复杂环境下实现更精准、更安全、更高效的自主作业，为测绘工程的现代化和信息化提供坚实支撑，同时推动测绘行业向智能化时代迈进。

2.2 多源数据融合与精度提升

随着测绘工程对数据精度和信息完整性要求不断提高，单一无人机遥感数据已难以满足复杂应用需求。多源数据融合技术因此成为无人机遥感发展的重要方向，通过整合无人机影像、激光雷达点云、卫星遥感以及地面测量数据，实现信息互补和精度提升。多源数据融合不仅能够优化测绘成果的空间精度，还可以丰富数据维度，增强地形、地物及环境信息的可用性，为工程规划、资源管理及应急响应提供更科学的依据。

在实际应用中，多源数据融合的优势表现突出。例如在高精度地形测绘中，无人机航拍影像可提供细致的表面信息，而激光雷达点云能够精确反映地形起伏及障碍物高度。通过数据配准与融合处理，两者互补，可生成高精度数字高程模型和三维地形模型，显著提高测绘成果的可靠性。在工程建设监测中，将无人机数据与地面全站仪测量数据结合，可实现对施工结构和土方量的精确核算，确保施工过程符合设计要求，同时降低人工测量误差。

此外，多源数据融合还能增强动态监测和信息更新能力。在环境监测、灾害评估及土地管理中，不同时间、不同来源的数据通过融合处理，可实现对地表变化的动态追踪，为决策者提供及时、准确的信息支撑。例如，结合无人机定期航拍、卫星遥感多时相影像和地面传感器数据，可以监测河流淤积、滑坡前兆及植被覆盖变化，从而提前发现潜在风险，辅助防灾减灾和生态保护。

2.3 法规与技术规范完善

无人机遥感技术在测绘工程中应用日益广泛，但其快速发展也暴露出法规与技术规范滞后的问题。无人机涉及空域管理、飞行安全、隐私保护和数据安全等多个方面，若缺乏完善的法律制度和操作规范，容易引发安全事故、数据争议或环境风险。现行法规主要针对民用航空管理，对低空无人机自主飞行、跨区域作业及应急使用规定不足，使得实际操作中存在一定的法律空白和执行难度。

在技术规范方面，无人机测绘尚缺乏统一的作业标准和数据处理规范。不同设备、不同传感器及不同航测方法在数据精度、坐标系统、航线设计和成果格式上存在差异，导致测绘成果在工程应用中存在可比性和兼容性问题。这不仅影响数据共享和多源融合，也增加了项目实施的复杂性和技术风险。

3 结论

综上所述，无人机遥感技术因其高效、灵活和多功能性，已成为现代测绘工程的重要技术手段。在地形测量、工程监测及灾害评估等方面展现出显著优势，有助于提高测绘效率、降低成本并增强数据应用价值。随着智能化处理、多源数据融合及法规规范的不断完善，无人机遥感技术在测绘工程中将更加精准、高效和安全。结合人工智能、云计算和大数据分析，无人机遥感技术有望实现全流程自动化测绘，为城市规划、工程建设、生态保护及应急管理提供更加全面和可靠的技术支撑，为测绘行业的数字化转型奠定坚实基础。

参考文献：

- [1] 杨军义. 无人机遥感技术在生态安全监测与评价中的应用研究 [J]. 科技资讯, 2025, 23(1): 191-193
- [2] 边翠芳, 方刚. 无人机遥感技术在森林病虫害监测中的应用——以山东省泰安市徂徕山林场庙子林区为例 [J]. 中国农村科技, 2024(1): 55-56
- [3] 张李平. 基于无人机遥感技术的土地利用面积精准测量研究 [J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2024, 40(1): 14-1823
- [4] 孙振杰. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用 [J]. 世界有色金属, 2024(11): 151-153