

无人机遥感技术在测绘工程中的应用与发展趋势

朱江

宿迁市征地勘测中心, 江苏 宿迁 223800

DOI:10.61369/ETQM.2025110025

摘 要 : 无人机遥感技术因具备低成本、高效率和灵活机动等优势, 已在测绘工程中得到广泛应用。通过搭载多光谱、激光雷达和高分辨率影像传感器, 无人机能够实现精细化地形测绘、土地利用监测及工程动态监管, 大幅提升空间数据获取的时效性与准确性。随着人工智能、5G 通信与大数据分析的深度融合, 无人机遥感在自动化处理、实时传输和三维建模等方面展现出广阔前景, 推动测绘工程向智能化与精细化发展。

关 键 词 : 无人机遥感; 测绘工程; 空间数据; 发展趋势

Application and Development Trends of UAV Remote Sensing Technology in Surveying and Mapping Engineering

Zhu Jiang

Suqian Land Acquisition Survey Center, Suqian, Jiangsu 223800

Abstract : UAV remote sensing technology, characterized by its low cost, high efficiency, and flexibility, has been widely applied in surveying and mapping engineering. By equipping UAVs with multispectral, LiDAR, and high-resolution imaging sensors, precise terrain mapping, land-use monitoring, and dynamic engineering supervision can be achieved, significantly enhancing the timeliness and accuracy of spatial data acquisition. With the deep integration of artificial intelligence, 5G communication, and big data analytics, UAV remote sensing exhibits broad prospects in automated processing, real-time transmission, and 3D modeling, driving surveying and mapping engineering towards intelligent and refined development.

Keywords : uav remote sensing; surveying and mapping engineering; spatial data; development trends

引言

随着测绘工程在城市建设、资源管理与环境监测中的地位日益突出, 对数据获取的精度和效率提出了更高要求。传统测绘手段虽能满足基本需求, 但在大范围、高频次和复杂地形环境下存在局限。无人机遥感技术凭借机动灵活、实时获取和高分辨率的优势, 逐渐成为测绘领域的重要工具。其在地形测绘、土地利用动态监测及工程监管中的应用不断深化, 为测绘工程的转型升级提供了新思路与新动力^[1]。

一、无人机遥感技术在测绘工程中的优势分析

无人机遥感技术在测绘工程中的优势主要体现在数据获取的效率和精度上。相比传统的人工测量或有人机航测, 无人机能够在复杂环境和多变地形条件下快速布设与起降, 极大缩短了作业准备时间。其搭载的高分辨率相机、多光谱传感器和激光雷达能够在短时间内获取大范围高精度数据, 实现厘米级乃至毫米级的地形测绘效果。尤其是在山区、林区和灾害多发区域, 无人机能够克服传统测绘方式难以进入的限制, 保证数据采集的连续性和完整性, 为工程建设和资源管理提供及时可靠的基础资料。此外, 无人机的低成本优势也十分突出, 避免了传统方式中高额的人力和设备投入, 使测绘任务更具经济性和灵活性^[2]。

在应用层面, 无人机遥感极大提升了测绘数据的多样化和时效性。传统测绘往往需要大量的人工外业测量与后期数据处理, 而无人机能够通过快速飞行和多角度成像在较短时间内形成高精度三维模型, 支持数字高程模型 (DEM)、数字正射影像 (DOM) 和三维点云数据的生成。这些成果不仅在地形测绘中应用广泛, 还在土地利用监测、灾害评估和工程监管中发挥关键作用。例如, 在城市扩展或基础设施建设过程中, 无人机可以对地物变化进行动态监测, 为规划调整和施工管理提供直观的数据支撑。无人机遥感数据的时效性特点使得测绘工程能够实时掌握地表信息, 从而提高决策的科学性与精确度。

同时, 无人机遥感与人工智能、大数据等新兴技术的结合, 进一步放大了其在测绘工程中的优势。通过深度学习和智能识别

算法，无人机获取的影像数据能够实现自动化解译，减少人工干预，提高数据处理效率。在5G通信和云平台的支持下，测绘成果可以实现实时传输和共享，推动跨部门、跨区域的协同应用。这种智能化与网络化的发展趋势，使无人机遥感不仅是单一的数据获取工具，更成为智能测绘体系的重要组成部分^[3]。未来，随着传感器性能的提升与算法优化的深入，无人机遥感将在精细化测绘、环境监测和应急管理中展现出更强的价值和应用潜力，无人机遥感与传统测绘方式对比分析如表1所示。

表1 无人机遥感与传统测绘方式对比分析

指标	无人机遥感	传统测绘方式	提升幅度
数据获取精度	2 - 5 cm	20 - 50 cm	提升约 80%
数据获取效率	50 km²/天	10 km²/天	提升约 400%
成本投入	约降低 30%	基准 100%	节约 30%
作业适应性	高，适用复杂地形	中，受环境限制	显著提高

二、无人机遥感在地形测绘与土地监测中的应用

无人机遥感在地形测绘与土地监测中的应用表现出独特优势。首先，在地形测绘方面，无人机凭借灵活机动的飞行能力与高分辨率影像传感器，能够快速获取不同地形区域的详细数据。在山区、丘陵和高原等复杂地貌中，传统测绘方式往往受限于人力和设备条件，而无人机则可以低空、多角度获取地表影像，结合数字高程模型、三维点云数据和倾斜摄影技术，形成高精度、多维度的地形成果。这种方式不仅大大提高了测绘效率，还有效减少了因人工测量产生的误差，保证了数据的完整性与精确度^[4]。尤其是在灾害地形或人迹罕至的区域，无人机遥感能够克服恶劣环境带来的困难，确保数据采集的安全性与连续性。

其次，在土地利用监测中，无人机遥感可实现对农田、林地、水体及建设用地的动态识别与变化跟踪。通过多光谱和高光谱传感器的应用，可以分析植被覆盖度、农作物长势、土壤湿度及土地退化情况，为农业管理和自然资源保护提供可靠依据。例如，在农业生产中，无人机遥感不仅能够监测作物生长状况和病虫害分布，还可结合人工智能算法进行病害识别与产量预测，为农户提供更科学的管理建议。在城市扩展和土地规划中，无人机可以高频次监测建设用地的扩张速度和形态变化，帮助政府部门实现实时监管，并对非法占地或环境破坏行为及时作出反应。这种高时效性和可重复性，使无人机遥感成为土地利用调查与环境评估的重要技术支撑，其成果在生态环境保护、国土资源管理和城乡规划中具有重要意义^[5]。

最后，无人机遥感在灾害应急和工程监管中同样展现出不可替代的价值。地震、洪水、泥石流和滑坡等自然灾害发生后，无人机能够在短时间内进入灾区，快速获取大范围高精度影像，全面反映受灾区域的范围和损毁情况，为应急救援、资源调配和风险评估提供数据支撑。在工程建设中，无人机能够对施工进度、施工质量及环境影响进行动态监控，实时记录施工现场的变化情况，避免因信息滞后而导致的管理失误或资源浪费。随着人工智能与大数据技术的引入，无人机获取的监测数据不仅可以自动化处理，还能通过模式识别与趋势分析为决策提供深层次的支持。

可以预见，无人机遥感将在未来测绘工程和土地资源管理中发挥越来越重要的作用，其在精度、效率和覆盖度方面的综合优势将更加突出，成为推动测绘行业智能化和精细化发展的核心动力，如图1所示。

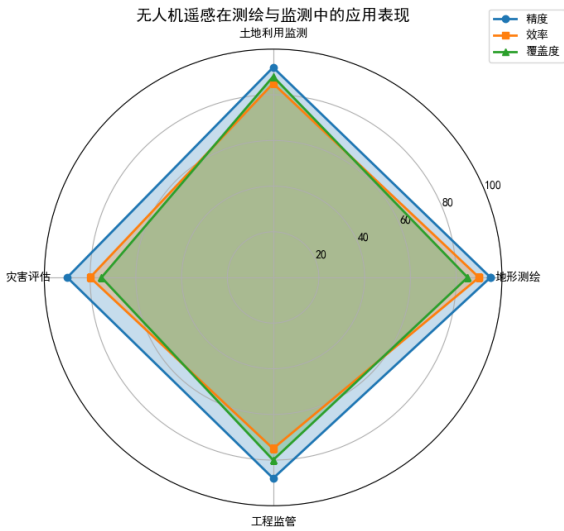


图1 无人机遥感再测绘与监测中的应用表现

三、无人机遥感与新兴技术融合的发展路径

无人机遥感与新兴技术的融合为测绘工程的发展提供了全新的动力。在过去，无人机遥感主要依赖影像采集与人工数据处理，虽然在效率和精度上已经优于传统测绘方式，但仍存在数据量庞大、处理周期长和成果利用率不高的问题。随着人工智能、大数据和云计算的快速进步，这些技术被逐步引入到无人机遥感的各个环节，推动数据从“采集—处理—应用”的流程全面升级。例如，深度学习算法能够自动识别遥感影像中的地物类别，从而大幅减少人工解译的工作量；大数据技术则可以整合不同时间和空间尺度的数据集，实现历史对比与趋势预测；云计算和边缘计算平台的应用则使无人机在任务执行过程中能够实现实时上传和分析，显著提升数据处理速度和决策的及时性。这种与前沿信息技术的深度融合，不仅解决了数据冗余和时效性不足的问题，也让无人机遥感具备了更强的适应性与智能化水平，为测绘行业注入了前所未有的发展活力^[6]。

在技术应用层面，无人机遥感与5G通信、物联网及虚拟现实技术的结合，为测绘工程拓展了更广的场景。5G网络的高带宽和低延时特性，使无人机在飞行过程中能够实现高清视频和点云数据的实时回传，满足大型工程和应急救援中对即时数据的迫切需求。物联网技术的介入，让无人机不再是单一的数据采集终端，而是能够与地面传感器、卫星定位设备和监测平台形成一个互联互通的体系，实现对地表动态变化的多源协同监控^[7]。同时，虚拟现实和增强现实技术为无人机遥感成果的展示和应用提供了直观的方式，用户可以在虚拟三维空间中漫游观察测绘成果，提升数据可视化和决策体验。例如，在城市规划中，结合无人机三维建模与虚拟现实，能够模拟道路扩建或建筑新增对整体空间格局

的影响，为管理者提供科学直观的参考。这种多技术的集成应用，让无人机遥感不再局限于数据获取，而是走向了智慧化、场景化的应用新阶段，推动成果在实践中发挥更高价值。

未来的发展路径中，无人机遥感与新兴技术的融合将进一步向自动化、智能化和系统化方向迈进。无人机集群协同作业将成为趋势，借助人工智能算法和区块链技术实现多架无人机的自主协同与数据安全共享，从而在大范围测绘或灾害监测中发挥更高效的作用。同时，随着传感器精度的持续提升，无人机遥感不仅能提供高精度二维与三维数据，还能通过多源融合实现对地下结构、气候环境和生态系统的全面监测。在政策和产业推动下，无人机遥感技术还将与智慧城市建设、智慧农业和绿色能源等领域深度结合，推动测绘工程服务范围的不断延伸。可以预见，无人机遥感与人工智能、5G、大数据等新兴技术的协同发展，将逐步构建起一个开放、智能和高效的测绘体系，不仅提升行业整体水平，也将对社会治理、资源利用和环境保护产生深远影响，成为推动人类与自然和谐共生的重要技术支撑^[9]。

四、测绘工程中无人机遥感技术的未来趋势与挑战

未来测绘工程中无人机遥感技术的发展趋势，将集中在智能化、自动化和多元化方向。随着传感器分辨率和性能的不断提升，无人机在数据采集方面的精度将进一步增强，厘米级甚至毫米级测绘成果将成为常态。同时，多传感器融合技术也会得到更广泛应用，无人机可以同时搭载可见光相机、红外传感器、激光雷达和高光谱设备，实现对地物的多角度、多维度观测。结合三维建模与虚拟现实，测绘成果将更加立体化和直观化，为城市规划、灾害模拟与生态保护提供全方位数据支撑。此外，无人机集群作业有望在未来普及，多架无人机通过协同飞行和智能分工，可以在短时间内完成大范围区域的数据采集，大大提高作业效率和空间覆盖能力，为复杂工程提供更加及时而精准的基础数据。

在这一趋势下，测绘工程中无人机遥感还将与人工智能、5G、大数据和区块链等新兴技术进一步融合。人工智能算法的介入，让影像解译和地物识别实现自动化，从而缩短成果生成周期；5G通信的高速率和低延时特点，使无人机能够实现远程实时

控制与数据回传，满足应急测绘和动态监测的需求；大数据技术则通过历史资料与现有监测成果的整合，帮助研究者发现地理变化规律并进行预测；区块链技术则能够确保数据在共享与传输过程中安全可靠，避免信息篡改和资源浪费。这些融合趋势将推动无人机遥感从单一的数据采集工具，发展为一个覆盖数据获取、处理、共享与应用的完整智能系统，不仅提升测绘工程的整体水平，还将为社会治理、资源开发和环境保护提供更强有力的支撑和发展动力^[9]。

然而，无人机遥感在未来发展中也面临诸多挑战。首先是法律与监管问题，目前各国在无人机飞行高度、航线规划和数据安全方面的法规尚未统一，限制了大规模跨区域应用。其次是技术瓶颈依然存在，例如无人机续航能力有限、电池性能难以满足长时间作业需求，传感器在极端天气和复杂环境下的稳定性也有待提高。再次，数据处理和存储压力巨大，高分辨率遥感数据在采集后需要占用大量计算与存储资源，如何降低处理成本、提高分析效率仍是难题。此外，专业人才的缺乏也制约了无人机遥感的普及，既懂测绘工程又掌握无人机操作与数据分析的复合型人才依然不足。可以预见，未来无人机遥感技术在测绘工程中的发展既是机遇也是挑战，只有在技术创新、政策规范和人才培养等方面协同推进，才能真正实现其在工程建设与社会服务中的最大价值和长远意义。

五、结束语

无人机遥感技术凭借高精度、低成本和灵活性，正逐步成为测绘工程的重要支撑手段。在地形测绘、土地利用监测、灾害评估及工程监管中展现出显著优势，并在与人工智能、大数据、5G等新兴技术的融合中不断拓展应用边界。未来，该技术将向智能化、自动化和集群化方向发展，为城市建设、资源管理与环境保护提供更科学的决策依据。然而，其在法规规范、续航能力、数据处理和人才储备方面仍面临挑战。只有持续推进技术创新、健全政策体系、加强专业人才培养，才能充分发挥无人机遥感在测绘工程中的价值，推动行业迈向高质量发展^[10]。

参考文献

[1] 支晨阳, 赵培楠. 无人机遥感技术在城市测绘工程中的应用与发展趋势研究 [J]. 住宅产业, 2024, (08): 81-83.
[2] 李因国. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用 [J]. 信息记录材料, 2025, 26(06): 198-200.DOI: 10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2025.06.036.
[3] 任彭睿智. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用分析 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(10): 1-3.DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx.2025.0422.
[4] 段志伟. 无人机遥感技术在测绘工程中的应用 [J]. 中国信息界, 2025, (03): 237-239.
[5] 杨杰. 无人机遥感技术在测绘工程中的应用研究 [J]. 房地产世界, 2025, (02): 167-169.
[6] 方少涛. 无人机遥感技术在测绘工程中的应用研究 [J]. 世界有色金属, 2024, (18): 151-153.
[7] 张俊鹏. 论遥感影像处理在测绘工程中的技术创新 [J]. 产品可靠性报告, 2024, (06): 70-71.
[8] 晁冲, 褚会鹏. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用研究 [J]. 工程技术研究, 2024, 9(12): 202-204.DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2024.12.065.
[9] 付威克. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用研究 [J]. 中国战略新兴产业, 2024, (17): 104-106.
[10] 王林. 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用 [J]. 工程与建设, 2023, 37(06): 1694-1696.