

无人机摄影测量与遥感产业创新

张沁雨

天津市测绘院有限公司 天津 300000

摘要: 在科技快速迭代的当下,无人机摄影测量与遥感产业正以蓬勃之势重塑地理信息获取与分析模式。本文聚焦无人机摄影测量与遥感产业创新。首先阐述了该技术原理与发展历程,接着从技术创新、应用模式创新以及产业生态创新三方面分析产业创新发展情况。同时指出产业发展面临空域使用与飞行限制、数据管理与传输规范、区域执行差异与协调难题等挑战。最后展望未来,认为该产业在技术、应用领域和产业发展方面将呈现智能化、多元化、规模化等趋势,为相关产业发展提供参考。

关键词: 无人机;摄影测量;遥感产业;创新

引言: 在当今科技飞速发展的时代,地理信息的精准获取与高效处理对于众多领域的发展起着关键支撑作用。传统的测绘和遥感方式在效率、成本和精度等方面逐渐难以满足日益增长的需求。无人机摄影测量与遥感技术凭借其机动灵活、成本低、可快速获取高分辨率影像等显著优势,成为地理信息获取领域的新兴力量。该技术不仅在国土资源调查、农业监测等传统领域展现出巨大潜力,还在不断拓展新的应用场景。深入研究无人机摄影测量与遥感产业的创新发展,对于推动其技术进步、拓展应用领域、促进产业健康发展具有重要的现实意义。

1 无人机摄影测量与遥感技术概述

1.1 技术原理

无人机摄影测量与遥感技术融合了航空摄影、遥感探测与测绘学原理。通过搭载高分辨率光学相机、多光谱传感器、激光雷达(LiDAR)等设备的无人机平台,从空中对地面目标进行多角度、多光谱数据采集。光学相机利用小孔成像原理获取地物影像,经空中三角测量算法,基于同名像点匹配,反演目标三维空间坐标,构建数字表面模型(DSM)与正射影像图(DOM);多光谱传感器通过捕捉不同波段电磁波反射信息,分析植被健康、水体污染等环境参数;LiDAR则发射激光脉冲,根据回波时间差精确测量目标距离,生成高密度三维点云数据。

1.2 技术发展历程

无人机摄影测量与遥感技术的发展历经多个阶段。早期受限于无人机平台性能与传感器技术,多采用轻型航模搭载简易相机,数据精度低、自动化程度差,仅适用于小范围试验。随着微机电系统(MEMS)、全球定位系统(GPS)技术成熟,2000年后小型无人机开始搭

载高分辨率相机与惯性导航系统,逐步实现自主飞行与稳定数据采集,在测绘领域得到初步应用。近年来,深度学习与人工智能算法的引入,推动数据处理从人工解译向自动化分析转变,同时多旋翼与固定翼复合式无人机、高光谱传感器、机载LiDAR等技术突破,大幅提升作业效率与数据质量^[1]。

2 无人机摄影测量与遥感产业创新发展

2.1 技术创新

2.1.1 传感器技术创新

无人机摄影测量与遥感的传感器技术正朝着高分辨率、多模态集成与微型化方向突破。传统光学相机已从千万像素级升级至亿级像素,配合防抖云台实现亚米级地面分辨率,满足精细建模需求;多光谱传感器融合红、绿、蓝、近红外等波段,可获取植被指数、水体参数等专业数据,在农业监测与生态评估中广泛应用;激光雷达(LiDAR)与惯性导航系统(INS)的集成,使无人机具备全天候三维点云采集能力,穿透植被覆盖获取地形数据。此外,红外热成像传感器与偏振光相机的普及,拓展了夜间监测、隐蔽目标识别等应用场景,传感器的轻量化与低功耗设计,则进一步适配小型无人机平台的载重限制。

2.1.2 数据处理技术创新

数据处理技术的智能化与自动化革新,大幅提升了无人机遥感数据的处理效率与精度。基于深度学习的影像匹配算法,可自动识别同名点并优化空三加密流程,将传统人工干预的作业周期缩短50%以上;点云滤波与分类技术结合机器学习模型,能快速分离地面点与植被、建筑点,生成高精度数字地形模型(DTM);边缘计算与实时处理技术的应用,使无人机在飞行中即可完成影像拼接与初步解译,减少事后数据积压。此外,三维建

模技术从传统倾斜摄影向动态时序建模升级，通过多期数据对比实现滑坡监测、工程进度分析等动态应用，而云端协同处理平台的普及，则支持多节点并行运算，应对TB级大数据量的处理需求。

2.1.3 飞行平台技术创新

无人机飞行平台的创新聚焦于续航能力、环境适应性与任务灵活性。油电混合动力与氢燃料电池技术的应用，使固定翼无人机续航时间从2小时延长至8小时以上，覆盖范围提升至数百平方公里；多旋翼与固定翼复合式平台结合垂直起降（VTOL）技术，兼顾起降灵活性与长航时优势，适应复杂地形作业；抗风等级提升至6级以上的气动设计，配合差分GPS与视觉惯性导航（VIO），确保强风或卫星信号弱区的稳定飞行。模块化设计允许快速更换传感器舱，如在测绘任务中切换光学相机与LiDAR模块；集群控制技术支持多架无人机编队作业，通过任务分配算法实现大面积区域的协同数据采集，作业效率较单机提升3倍以上。

2.2 应用模式创新

2.2.1 跨领域融合应用

无人机摄影测量与遥感技术正打破行业壁垒，与多个领域深度融合，催生全新应用场景。在智慧城市建设中，结合物联网与GIS技术，无人机可实时监测城市管网、交通拥堵及违章建筑，为城市精细化管理提供动态数据支撑；农业领域与物联网、大数据结合，实现无人机植保、作物长势监测、产量预估的一体化服务；在应急救援场景中，无人机与通信技术融合，构建空中临时基站，同时搭载热成像设备进行人员搜救，为抢险救灾争取黄金时间。此外，在文化遗产保护方面，通过无人机倾斜摄影与三维建模技术，可实现古建筑、遗址的数字化存档与虚拟复原，助力历史文化资源的传承与研究。

2.2.2 服务模式创新

产业服务模式从传统设备销售与数据采集，向定制化、平台化、全周期服务转型。企业推出“硬件+软件+数据+服务”一体化解决方案，根据客户需求定制无人机作业方案，并提供数据处理、分析报告等增值服务；云平台服务模式兴起，用户可通过在线平台预约无人机作业，实时获取处理后的影像数据，降低中小客户使用门槛；租赁服务与分时共享模式的普及，使企业无需购置设备即可按需使用无人机资源，提升资产利用率。

2.3 产业生态创新

2.3.1 产业链协同发展

无人机摄影测量与遥感产业通过产业链上下游协同，构建高效产业生态。上游核心部件企业聚焦无人机

飞控系统、传感器、电池等研发制造，与中游无人机整机厂商紧密合作，根据应用需求定制硬件配置；中游企业与下游数据处理服务商、行业应用企业深度联动，共同开发适配农业、测绘、环保等领域的解决方案。此外，产学研合作不断深化，高校与科研机构提供技术创新支持，企业加速成果转化应用。产业联盟的成立促进资源共享，例如无人机制造商与地理信息企业合作，将高精度测绘数据与无人机采集能力结合，实现优势互补，推动产业整体竞争力提升，形成从技术研发、产品制造到应用服务的完整产业闭环。

2.3.2 产业标准与规范制定

无人机摄影测量与遥感产业通过产业链上下游协同，构建高效产业生态。上游核心部件企业聚焦无人机飞控系统、传感器、电池等研发制造，与中游无人机整机厂商紧密合作，根据应用需求定制硬件配置；中游企业与下游数据处理服务商、行业应用企业深度联动，共同开发适配农业、测绘、环保等领域的解决方案。此外，产学研合作不断深化，高校与科研机构提供技术创新支持，企业加速成果转化应用。产业联盟的成立促进资源共享，例如无人机制造商与地理信息企业合作，将高精度测绘数据与无人机采集能力结合，实现优势互补，推动产业整体竞争力提升，形成从技术研发、产品制造到应用服务的完整产业闭环^[2]。

3 无人机摄影测量与遥感产业发展面临的挑战

3.1 空域使用与飞行限制

无人机摄影测量与遥感作业高度通常处于低空领域，与民航、通用航空航线存在潜在冲突，导致空域审批流程复杂且周期长。部分区域受军事管制、机场净空保护等限制，无人机难以进入高价值目标区域执行任务；同时，不同国家和地区对无人机飞行高度、速度、禁飞区划定的规则差异显著，跨国作业或跨区域项目需反复适应新规，增加运营成本与执行难度。此外，实时获取空域动态信息的渠道有限，作业人员难以提前规避突发禁飞情况，导致任务中断风险高，严重制约产业在应急响应、大区域测绘等场景的快速应用能力。

3.2 数据管理与传输规范

无人机作业产生的海量影像、点云数据存在传输效率低、存储成本高的问题。高分辨率影像数据量庞大，传统4G网络难以满足实时回传需求，而5G覆盖不足使偏远地区数据传输受限；数据加密、隐私保护与传输效率之间的矛盾突出，敏感区域数据的合规传输缺乏统一标准，容易引发安全风险。此外，数据格式兼容性差，不同传感器与处理软件生成的数据存在格式壁垒，导致数

据整合困难；随着数据规模持续增长，缺乏系统化的数据全生命周期管理机制，数据质量监管、长期归档存储等环节亟待完善。

3.3 区域执行差异与协调难题

无人机摄影测量与遥感产业政策、法规及行业标准在区域间存在显著差异。不同省市对无人机资质认证、飞行审批流程的要求不一，跨省项目需重复办理手续，延长作业周期；地方监管力度不均衡，部分区域对无人机飞行管理宽松，易引发安全隐患，而部分区域过度严格的限制又阻碍技术落地应用。此外，区域间缺乏统一的协调机制，跨区域数据共享存在政策障碍，涉及跨部门、跨行业的数据调用权限不明确，导致应急救灾、流域监测等需要多区域协同的数据采集与分析工作难以高效推进，削弱产业综合服务效能。

4 无人机摄影测量与遥感产业未来发展趋势

4.1 技术发展趋势

无人机摄影测量与遥感技术将向智能化、集成化、高分辨率方向加速演进。在硬件层面，传感器将进一步融合多光谱、高光谱、激光雷达与毫米波雷达，实现多模态数据的同步采集，满足复杂场景下的精准探测需求；无人机平台将采用更高效的新能源技术，如固态电池、太阳能动力系统，大幅提升续航能力与作业半径。软件技术上，人工智能与深度学习算法深度嵌入数据处理流程，实现影像自动解译、目标智能识别与动态变化监测，降低人工干预成本；边缘计算与云计算的协同应用，将支持数据的实时处理与云端存储，显著提升作业效率。此外，卫星导航与视觉导航的融合技术，将增强无人机在复杂环境下的自主导航能力，为无人化、集群化作业提供技术保障。

4.2 应用领域拓展趋势

无人机摄影测量与遥感的应用领域将持续向纵深拓展，催生更多创新性应用场景。在传统领域，农业植保将向精准变量作业升级，结合作物生长模型实现农药、肥料的按需喷洒；城市管理中，无人机将与数字孪生技术结合，构建动态的城市三维模型，支撑智慧交通、城市规划等精细化管理。新兴领域方面，在深海探测、太

空探索等极端环境中，无人机技术衍生的微型飞行器将承担数据采集任务；在医疗救援领域，无人机搭载AED设备、药品等物资，实现紧急医疗物资的快速投送。

4.3 产业发展趋势

无人机摄影测量与遥感产业将形成更完善的生态体系，向产业化、协同化、全球化方向迈进。产业链上下游企业将强化协同创新，从单一设备或服务供应转向提供整体解决方案，增强产业附加值；产业联盟与协会的作用日益凸显，通过整合资源、制定标准，推动行业规范化发展。在市场层面，行业竞争将从价格竞争转向技术与服务竞争，中小企业将聚焦细分领域形成差异化优势。国际化进程加速，中国企业凭借技术优势与成本优势，在“一带一路”等国际项目中占据更大份额；同时，国际合作与技术交流将促使产业标准趋同，推动全球无人机遥感产业生态的互联互通与共同发展^[3]。

结束语

无人机摄影测量与遥感产业正以创新为引擎，重塑地理信息产业格局。技术上的持续突破、应用模式的跨界融合及产业生态的完善升级，使其在经济社会发展中发挥日益关键的作用。尽管空域管理、数据规范等挑战仍存，但随着政策优化、技术迭代及标准统一，产业将加速迈向智能化、全球化新征程。未来，无人机摄影测量与遥感有望深度融入数字孪生、元宇宙等新兴领域，为城市治理、生态保护、科研探索等提供更高效、精准的解决方案，成为驱动数字经济高质量发展的重要支撑力量。

参考文献

- [1]张敏峡,范高林,范东林.基于无人机低空摄影测量技术的露天矿山开采监测研究[J].世界有色金属,2022(17):73-74.
- [2]杨青山,范彬彬,魏显龙,包琦,许正鹏,喻帆.无人机摄影测量技术在新疆矿山储量动态监测中的应用[J].测绘通报,2021(05):91-94.
- [3]周晓敏,孟晓林,张雪萍,等.倾斜摄影测量的城市真三维模型构建方法[J].测绘科学,2021,41(9):159-163.