

无人机遥感技术在城市信息化管理中的应用研究

艾立萍

天津市泛亚工程咨询有限公司 天津 300000

摘要：无人机遥感凭借灵活机动的特性，在城市信息化管理中发挥着日益关键的作用。它能够快速抵达人力难以到达的区域，高效获取高分辨率的城市影像与地理信息。在土地利用监测、城市违章建筑排查、交通流量实时分析以及城市生态环境评估等多方面应用广泛。本文深入探讨其具体应用场景、技术优势，分析应用中面临的挑战，并提出相应对策，助力城市信息化管理迈向更高水平。

关键词：无人机遥感技术；城市信息化管理；应用

引言：随着城市化进程的加速，城市规模不断扩大，管理复杂度日益提升，传统城市管理方式面临诸多挑战。信息化管理成为提升城市治理效能的关键途径。在此背景下，无人机遥感技术凭借其灵活高效、覆盖范围广、信息获取精准等显著优势，迅速崛起并在城市管理中崭露头角。它能够突破空间与时间的限制，为城市信息化管理提供全面、实时、精准的数据支持，成为推动城市管理智能化、精细化发展的重要力量。

1 无人机遥感技术基础与核心能力

1.1 技术原理与系统组成

(1) 无人机平台类型。无人机遥感常用平台主要分为多旋翼与固定翼两类。多旋翼无人机凭借垂直起降能力，适用于低空近距离观测，在城市精细化监测、小型区域勘察等场景优势显著；固定翼无人机续航时间更长、覆盖范围更广，更适合大范围国土勘测、流域监测等任务，此外还有复合翼等混合类型，兼顾两者核心优势。(2) 遥感载荷。核心载荷包括光学、红外、激光雷达等类型。光学载荷可获取高清晰可见光影像，满足常规地形、地物识别需求；红外载荷能捕捉热辐射信息，适用于夜间监测、火灾预警等场景；激光雷达载荷可精准获取三维空间数据，在地形测绘、植被建模等领域作用突出。(3) 数据传输与处理系统。数据传输以无线通信为核心，实现遥感数据实时回传；处理系统通过专业软件完成数据校正、拼接、分析等操作，将原始数据转化为可用的专题信息，为决策提供支撑。

1.2 技术优势分析

(1) 高时空分辨率与动态监测能力。可实现低空近距离观测，获取厘米级高分辨率影像，且能灵活调度开展高频次观测，精准捕捉地物动态变化过程，弥补传统遥感时空分辨率不足的短板。(2) 成本效益与操作便捷性。相较于载人航空遥感和卫星遥感，无人机购置、运

维成本更低，且操作流程简化，无需复杂起降场地，普通人员经培训即可操作，大幅降低了应用门槛。(3) 多场景适应性。具备较强的地形穿透能力，可在山地、峡谷等复杂地形区域作业，同时能快速响应地震、洪涝等应急事件，第一时间获取灾害区域影像，为应急救援提供及时支撑^[1]。

1.3 技术局限性讨论

(1) 续航能力与载荷限制。受电池容量和动力系统限制，多数民用无人机续航时间较短，难以完成长时程作业；同时机身载重有限，无法搭载大型、高精度载荷，影响部分高端应用场景的观测效果。(2) 数据处理与存储压力。高分辨率观测产生海量原始数据，对数据传输带宽、存储设备容量提出较高要求，且数据处理需专业技术和算力支撑，普通用户难以高效完成全流程处理。(3) 隐私与安全风险。无人机可轻松进入私密区域上空观测，易引发隐私泄露问题；同时，无人机飞行受气象条件影响较大，且存在飞行失控、信号干扰等安全隐患，可能对公共安全造成威胁。

2 无人机遥感技术在城市信息化管理中的应用

2.1 城市规划与土地资源管理

(1) 土地利用动态监测与违法用地识别。无人机遥感凭借高时空分辨率优势，可实现对城市土地利用状况的常态化、高频次监测。通过定期获取不同时期的遥感影像，结合地理信息系统(GIS)技术进行对比分析，能够精准捕捉土地利用类型的变化，如耕地转为建设用地、闲置土地开发等。同时，针对违法用地、违规建设等行为，无人机可快速抵达现场开展航拍取证，及时获取违法点位的位置、范围、建设进度等关键信息，为自然资源执法部门提供高效、直观的执法依据，有效遏制违法违规用地行为的蔓延^[2]。(2) 三维城市建模与规划方案模拟。基于无人机激光雷达和高分辨率光学遥感

数据,可快速构建高精度的三维城市模型。该模型能够真实还原城市地形地貌、建筑物、道路、绿地等各类地物的空间形态和位置关系,为城市规划提供详实的基础数据支撑。在规划方案设计阶段,可将不同规划方案融入三维模型进行模拟推演,直观展示方案实施后的城市空间格局、建筑密度、日照通风等效果,帮助规划人员优化方案细节。同时,通过三维模型还能开展规划方案的可行性分析,如交通承载力评估、生态环境影响预测等,提升城市规划的科学性和合理性。

2.2 城市环境监测与生态保护

(1) 大气污染(PM_{2.5}、VOCs)与水质监测。在大气污染监测方面,搭载了专用传感器的无人机可对城市上空的PM_{2.5}、PM₁₀、VOCs(挥发性有机化合物)等污染物浓度进行实时监测,结合气象数据分析污染物的扩散路径和分布范围,精准定位污染源头,为大气污染防治决策提供数据支撑。在水质监测领域,无人机可携带水质监测设备对城市河流、湖泊、水库等水域进行巡查监测,快速获取水体的浊度、溶解氧、COD(化学需氧量)等水质指标数据。相较于传统的人工采样监测,无人机监测效率更高、覆盖范围更广,能够及时发现水体污染隐患,助力水环境治理和保护。(2) 植被覆盖度与城市热岛效应分析。无人机遥感技术可快速获取城市植被分布影像,通过专业软件计算植被覆盖度,精准掌握城市绿地、公园、行道树等植被的生长状况和分布格局。针对植被覆盖不足的区域,为城市绿化规划和生态修复提供精准指引。同时,利用无人机红外遥感数据,可反演城市地表温度分布,清晰呈现城市热岛效应的空间范围和强度等级。通过分析热岛效应与城市下垫面类型(如建筑、绿地、水体)的关系,为优化城市绿地布局、改善城市通风条件、缓解热岛效应提供科学依据,推动城市生态环境质量提升^[3]。

2.3 城市交通与基础设施管理

(1) 交通流量实时监测与拥堵分析。无人机可从高空视角对城市主干道、交叉路口等关键交通节点进行实时航拍,通过图像识别技术自动统计车流量、人流量,分析交通运行状态。当出现交通拥堵时,能够快速定位拥堵路段和拥堵原因,实时回传现场影像数据至交通指挥中心,为交通疏导决策提供及时支撑。同时,基于长期的交通流量监测数据,可分析不同时段、不同区域的交通流量变化规律,为城市交通规划优化、公交线路调整、交通信号配时优化等提供数据依据,提升城市交通运行效率^[4]。(2) 桥梁、道路病害识别与维护评估。无人机搭载高清相机和激光雷达设备,可对城市桥梁、道路等基础设施开展全方位

巡检。在桥梁巡检中,能够精准识别桥梁裂缝、剥落、钢筋锈蚀等病害,测量病害的位置、尺寸等关键参数;在道路巡检中,可快速发现路面坑槽、裂缝、沉降等问题。通过建立基础设施病害数据库,对病害发展趋势进行跟踪分析,及时制定维护方案,避免病害扩大引发安全事故。相较于传统的人工巡检,无人机巡检不仅效率更高、成本更低,还能规避高空作业的安全风险,提升基础设施维护管理的精细化水平。

2.4 公共安全与应急管理

(1) 灾害(地震、洪水)快速评估与救援指挥。在地震、洪水等自然灾害发生后,无人机可快速升空开展应急勘测,不受道路损毁、地形复杂等因素限制,第一时间获取灾害区域的影像数据。通过对影像数据的分析,能够快速评估灾害造成的房屋损毁情况、人员被困范围、道路通行状况等,为救援指挥部门制定救援方案、调配救援资源提供精准依据。同时,无人机可搭载应急通信设备,在灾害导致地面通信中断的情况下,搭建临时通信链路,保障救援现场与指挥中心的信息畅通。此外,无人机还可用于灾害救援物资投送,向被困人员精准投放食品、药品、饮用水等急需物资。(2) 大型活动安保与人群密度监测。在演唱会、体育赛事、节日庆典等大型活动现场,无人机可开展高空巡查监测,通过图像识别技术实时统计人群密度,识别人群聚集、拥挤等异常情况,并及时向安保部门预警。同时,无人机能够全方位覆盖活动现场,捕捉现场动态影像,协助安保人员排查安全隐患,防范突发事件发生。在活动结束后,可通过无人机影像数据对活动安保工作进行复盘总结,为后续大型活动安保方案的优化提供参考。

2.5 智慧城市其他领域延伸应用

(1) 城市照明与能源设施巡检。无人机可对城市路灯、景观照明等照明设施开展常态化巡检,快速发现路灯损坏、线路故障等问题,及时反馈至相关管理部门进行维修更换,保障城市夜间照明质量。在能源设施领域,无人机可对城市电网线路、变电站、燃气管道等进行巡检,识别线路老化、管道泄漏等安全隐患。相较于传统的人工巡检,无人机巡检效率更高,能够覆盖人工难以抵达的区域,降低巡检成本和安全风险,保障城市能源供应的稳定和安全^[5]。(2) 历史文化遗产保护与数字化存档。无人机遥感技术可对古城墙、古建筑、历史文化街区等历史文化遗产进行全方位、无接触式勘测,获取高精度的影像和三维数据。基于这些数据,可建立历史文化遗产的数字化档案,精准记录遗产的空间形态、结构特征和保存状况。同时,通过对不同时期的

数字化数据进行对比分析,能够实时监测遗产的病害发展情况,为遗产保护修复方案的制定提供科学依据。此外,数字化档案还可用于历史文化遗产的展示和传播,让更多人了解和认识历史文化遗产的价值,推动文化遗产的传承和保护。

3 无人机遥感技术在城市信息化管理中的挑战与对策建议

3.1 技术层面挑战

(1) 数据标准化与互操作性问题。当前无人机遥感数据格式繁杂,不同厂家设备获取的数据结构、编码规则存在差异,缺乏统一标准规范。这导致不同部门、不同系统间的数据难以互通共享,形成“数据孤岛”,降低了数据利用效率。同时,数据在整合分析过程中需额外进行格式转换,增加了操作成本,也易造成数据精度损失,制约了技术在城市信息化管理中的规模化应用。

(2) 人工智能算法的精度与鲁棒性提升。无人机遥感数据处理高度依赖人工智能算法,但现有算法在复杂场景下仍存在不足。例如,在恶劣天气、复杂地形或地物遮挡情况下,目标识别精度大幅下降;算法对数据噪声的容忍度较低,易出现误判、漏判问题。算法鲁棒性不足,难以适应城市多样化的监测需求,影响了技术应用的可靠性。

3.2 管理层面挑战

(1) 跨部门协同与数据共享机制缺失。城市信息化管理涉及自然资源、环保、交通、应急等多个部门,各部门对无人机遥感技术的应用需求不同,且存在数据归属、使用权限等利益考量。目前缺乏有效的跨部门协同机制,数据共享流程繁琐、权责不清,导致无法形成监测管理合力,难以充分发挥无人机遥感数据的综合价值。(2) 隐私保护与法律法规完善需求。无人机遥感可快速获取城市全域影像,易涉及个人隐私和公共安全信息。当前相关法律法规对无人机飞行范围、数据采集边界、数据使用规范等界定不够清晰,隐私保护监管机制不健全。这既可能引发隐私泄露风险,也限制了无人机在部分敏感区域的合法作业,阻碍技术规范应用。

3.3 对策建议

(1) 构建“空天地一体化”监测网络。整合无人机

低空遥感、卫星遥感、地面监测站点等资源,建立多层次、全覆盖的监测网络。通过统一技术标准实现各类监测数据的互联互通,提升对城市动态的全方位感知能力,为信息化管理提供更全面、立体的数据支撑。(2) 推动产学研用协同创新平台建设。鼓励科研机构、企业、管理部门深度合作,搭建协同创新平台。聚焦技术瓶颈开展联合攻关,提升人工智能算法精度与鲁棒性;同时推动技术成果快速转化,结合管理实际需求优化应用方案,提升技术实用性^[6]。(3) 完善无人机遥感数据管理规范与标准。制定统一的数据格式、采集流程、质量评估等标准,明确数据共享的权责与流程,打破“数据孤岛”。同步健全隐私保护相关法规,界定数据采集与使用的合法边界,建立全流程监管机制,保障技术应用合规有序。

结束语

综上所述,无人机遥感技术为城市信息化管理带来了全新变革,在规划、监测、应急等诸多领域展现出巨大应用价值,有效提升了城市管理的效率与精准度。然而,其发展仍面临技术瓶颈、法规限制等挑战。未来,需持续加大技术研发力度,突破关键难题,完善法规标准体系。同时,加强多部门协同合作,推动数据共享与融合应用。相信随着技术不断进步,无人机遥感技术将在城市信息化管理中发挥更大作用,助力打造更智慧、宜居的城市。

参考文献

- [1]任敬.无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用[J].有色金属设计,2022,49(01):66-69.
- [2]范恒利.无人机航空摄影测量技术在地形测绘中的应用研究[J].测绘与勘探,2023,5(1):19-21.
- [3]刘超.智慧城市建设中无人机遥感技术的应用探讨[J].大科技,2021,(15):193-194.
- [4]杨盛勇.无人机遥感技术在城市测绘中的应用[J].建筑技术科学,2021,(06):87-89.
- [5]崔昌云.智慧城市社区信息化建设分析[J].电子世界,2021(03):9-10.
- [6]张梦雨.无人机遥感技术在城市测绘中的应用[J].市政工程,2024,(10):105-107.