

# 无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用简析

陈剑锋 罗邦

江西省自然资源测绘与监测院

DOI:10.12238/gmsm.v7i8.1938

**[摘要]** 无人机遥感技术因其独特的优势,在测绘工程测量中得到了广泛应用。本文分析了无人机遥感技术的优势,包括快速响应能力、高分辨率影像获取能力、高效信息处理等。在此基础上,详细论述了无人机遥感技术在测绘工程中的具体应用,涵盖像控点布设、空中三角测量、外业补测、数据资料获取及突发事件处理等多个方面。最后,文章指出无人机遥感技术将成为测绘工程未来发展的重要方向,但仍需在数据处理、法规完善等方面进一步努力。

**[关键词]** 无人机遥感技术; 测绘工程测量; 应用

**中图分类号:** V279+.2 **文献标识码:** A

## A brief analysis of the application of UAV remote sensing technology in surveying and mapping engineering

Jianfeng Chen Bang Luo

Jiangxi Provincial Institute of Natural Resources Surveying and Monitoring

**[Abstract]** UAV remote sensing technology has been widely used in surveying and mapping engineering because of its unique advantages. This paper analyzes the advantages of UAV remote sensing technology, including fast response ability, high resolution image acquisition ability, efficient information processing, etc. On this basis, the application of UAV remote sensing technology in surveying and mapping engineering is discussed in detail, including the layout of image control points, aerial triangulation, field survey, data acquisition and emergency processing. Finally, the paper points out that UAV remote sensing technology will become an important direction in the future development of surveying and mapping engineering, but it still needs to make further efforts in data processing and regulation improvement.

**[Key words]** UAV remote sensing technology; Surveying and mapping engineering; Apply

近年来,随着现代测绘技术的飞速发展,无人机遥感技术凭借其灵活机动、获取数据快速、分辨率高等特点,在测绘工程测量中得到了广泛应用。将无人机遥感技术与传统测绘方法相结合,能够大幅提升测绘工程的效率和精度,为工程建设提供精准可靠的地理信息支持。本文将围绕无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用展开深入分析。

### 1 无人机遥感技术的优势

无人机遥感技术之所以能在测绘工程测量中大显身手,主要得益于其独特的技术优势。这些优势使其能够弥补传统测绘方法的不足,为测绘工程提供更加高效、精准的服务。

#### 1.1 快速响应能力

无人机体积小巧、灵活机动,可快速到达指定区域执行任务。与传统有人飞机相比,无人机的起降对场地要求低,能够通过车载、弹射等多种方式快速部署。这种快速响应能力,使其在应急测绘、灾害监测等领域具有独特优势。当突发事件发生时,

无人机能够在最短时间内抵达现场,为救援决策提供宝贵的第一手资料<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 高分辨率影像获取能力

搭载高精度成像设备的无人机,能够获取分米级乃至厘米级分辨率的遥感影像,远超传统卫星遥感和有人飞机航测。超高分辨率影像能够清晰反映地物细节特征,满足大比例尺测图和精细化监测的需求。例如,在自然资源调查、精准农业、城市规划等领域,高分辨率遥感数据能够大幅提升工作精度。

#### 1.3 高效信息处理

无人机遥感系统通常配备高性能处理设备,能够在获取数据的同时快速完成预处理。通过自动化算法,无人机遥感能够快速生成正射影像、三维模型等空间信息产品。相比人工处理,自动化处理大幅缩短了数据生产周期,提高了测绘效率。此外,无人机遥感平台还可与云计算平台无缝对接,依托大数据分析能力,充分发掘数据价值。

除上述优势外,无人机遥感还具有系统集成度高、经济成本低等特点。正是凭借这些突出优势,无人机遥感技术得以在测绘工程测量领域迅速普及,并呈现出广阔的应用前景。

## 2 测绘工程测量中无人机遥感技术的具体应用

### 2.1 像控点布设

无人机遥感技术在像控点布设中的应用,极大地提高了测绘工程的效率和精度。传统测绘中,像控点布设需要测量人员深入野外,逐点进行测量和标识。这一过程不仅耗时耗力,而且受地形、天气等因素制约,存在较大的工作风险。而采用无人机遥感技术,可在测区上空快速获取高分辨率影像,再通过人工或自动化方法提取像控点坐标。这种无人化作业模式能够显著减轻外业工作强度,降低野外测量风险。同时,得益于RTK、PPK等高精度定位技术,无人机布设像控点能够达到厘米级测量精度,较人工测量更加可靠。在山区、丛林等复杂地形条件下,无人机更能发挥低空灵活机动的优势,对人工难以到达的区域实现像控点布设,从而扩展了航测的应用范围。

近年来,随着倾斜摄影测量等新技术的兴起,布设像控点对于提高空三加密精度、保证高精度三维建模质量显得尤为重要。传统航测中,由于飞行高度限制,像控点多布设在山顶、阶地等开阔地带,难以兼顾到地形起伏变化较大的区域。而无人机则能够灵活调整飞行高度和航线,实现对地形复杂区域的优化布点。此外,在像控点信号设计方面,无人机遥感也带来了诸多创新。传统航测多采用人工布设的白色十字或“L”型标志,易受背景干扰,自动识别难度大。而在无人机航测中,可采用彩色编码标志、电子标签等新型像控点,不仅布设方便,而且易于自动提取,大幅提高了像控点制作和测量的自动化水平<sup>[2]</sup>。

### 2.2 空中三角测量

空中三角测量是摄影测量的核心环节,其精度直接决定了最终成图质量。传统的空中三角测量主要依靠人工立体量测的方式建立空中三角网,需要大量的人力投入,工作周期长,而且容易受人为因素影响出现误差。引入无人机遥感技术后,空中三角测量的自动化程度得到大幅提升。

首先,无人机能够获取高分辨率、高重叠度的影像数据,为自动化空三提供了良好的数据基础。相比传统航测影像,无人机影像分辨率更高,相邻影像重叠度可达80%以上,有利于自动匹配和连接点提取。其次,无人机遥感平台可搭载高精度POS系统,实时记录飞行姿态和位置信息,为空三加密提供了可靠的初始值,减少了人工测量的工作量。

其次,在数据处理方面,无人机遥感可充分利用SFM(Structure from Motion)、SIFT(尺度不变特征变换)等计算机视觉算法,实现影像匹配、连接点提取、光束法平差等关键步骤的自动化处理。与人工量测相比,自动化空三不仅效率更高,而且能够在影像之间提取出大量高质量的同名点,有效控制误差传播,提高空三精度。

最后,得益于无人机低空灵活飞行的特点,即便在地形起伏较大、地物遮挡严重的区域,也能获取多视角、多层次的影像数

据,从而为空三自动化处理提供了更为丰富的匹配信息,提高了空三精度。近年来,随着多视影像匹配、联合平差等算法的不断发展,无人机空三自动化水平进一步提高,在很大程度上替代了传统的人工建模方式<sup>[3]</sup>。

### 2.3 外业补测

传统测图受技术手段限制,很难对地物细节进行全面采集。一方面,卫星遥感和高空航测分辨率有限,难以满足大比例尺测图的精度要求;另一方面,人工外业测量耗时费力,难以实现全要素、全覆盖的补测。而无人机遥感技术凭借其低空灵活飞行的特点,能够对图形控制点、地物轮廓等开展针对性补充测量,有效弥补了常规测绘手段的不足。

在城市地形图测绘中,建筑物、道路等人工设施是重要的测绘对象。传统测绘多采用人工测量和卫星遥感影像解译相结合的方式。但对于高大建筑、狭窄街巷等复杂地物,常规方法难以实现精细化采集。引入无人机遥感技术后,测绘人员可利用多旋翼无人机对重点区域实施低空补测,获取厘米级分辨率影像,清晰刻画屋顶轮廓、建筑材质等细节特征,大幅提高了测图的完整性和真实性。

在矿山开采现场、湿地保护区等特殊区域,地形条件复杂,危险系数高,常规测绘手段难以深入。而无人机遥感则能充分发挥其机动灵活的优势,对露天矿坑、河道沟谷、湖泊沼泽等困难地形实施低空补测。相比卫星遥感和高空航测,无人机获取的影像不仅分辨率更高,而且成像角度更加灵活,能够获取地物侧面信息,真实反映地貌结构和植被参数。此外,在管线普查、城市灾害监测等应用中,无人机低空补测也发挥着重要作用。例如,在地下管线普查中,无人机可搭载管线探测雷达,对地表开挖痕迹进行大范围排查,快速锁定管线分布区域。在城市内涝监测中,无人机可对积水路段、低洼地区进行快速巡查,并利用激光雷达获取高精度地表高程,为内涝模拟和防治提供数据支撑。总之,作为常规测绘的有益补充,无人机外业补测能够针对性地提高测图的精细程度,拓展了测绘的应用领域。

### 2.4 数据资料获取

遥感技术是获取地理信息的重要手段,但受平台性能和成本限制,传统卫星遥感和航空遥感难以兼顾高时空分辨率和广覆盖性。而无人机遥感技术则凭借其机动灵活、经济高效等特点,能够获取不同时空尺度上的高分辨率影像,在自然资源调查、生态环境监测等领域发挥着越来越重要的作用。

在森林资源监测中,及时掌握森林的空间分布、树种组成、林下植被等信息对森林经营管理至关重要。传统森林调查多采用地面样方调查和卫星遥感监测相结合的方式。但地面调查工作量大、周期长,难以实现大范围森林的动态监测;而常规卫星遥感分辨率较低,难以准确获取冠层结构、郁闭度等林分参数。引入无人机遥感后,可在重点区域开展针对性的低空数据获取。通过穿越森林上空的航线设计,无人机能够获取乔木树冠、林隙、林下植被等多个垂直层次的高分辨率影像,从而准确测算郁闭度、枝下高等林分参数,为森林资源清查、可持续经营提供数据支撑。

在地质灾害调查中,滑坡、泥石流等地质灾害具有突发性强、破坏力大等特点,及时获取灾害体的空间信息对灾害评估和防治至关重要。但受地形限制,传统人工调查难以快速获取灾区全貌。采用无人机遥感技术,可在灾区上空快速获取高分辨率影像,并通过数字表面模型(DSM)和数字正射影像图(DOM)的制作,直观反映滑坡体、泥石流沟道的空间分布和地貌特征。通过多期数据的对比分析,还能及时掌握灾害体的演化趋势,为灾害预警预报提供科学依据。

在湿地生态监测中,卫星遥感虽能实现大范围监测,但受时相和空间分辨率限制,难以精细刻画湿地植被的物候动态。而地面调查虽然精度高,但难以在湿地内部开展大规模采样。无人机遥感则兼具高时空分辨率和机动灵活的优势。通过在湿地典型区开展周期性航飞,可获得湿地植被不同生长期的清晰影像,并结合地物光谱信息,准确判读植被类型,监测植被长势,为湿地生态评估和保护提供第一手资料。

### 2.5突发事件应急处置

当地震、洪水、森林火灾等突发灾害事件发生时,快速获取灾区的第一手影像资料对于灾情评估、应急救援至关重要。而无人机遥感以其机动灵活、响应迅速等特点,在灾害应急中得到越来越广泛的应用。

在汶川地震发生后,以无人机为代表的遥感技术首次投入震区应急监测。中国测绘科学研究院等单位利用固定翼无人机对震中映秀镇等重点灾区实施了航测。获取的高分辨率遥感影像直观反映了地震造成的地表破坏状况,为震后废墟搜索、交通抢通、地质灾害排查等救援行动提供了重要的判读依据。相比直升机等有人飞行平台,无人机能以更低的成本、更高的分辨率对灾区进行全天候、大范围覆盖,有效弥补了卫星遥感时效性不足、航空摄影机动性差等缺陷。

在森林火灾监测和扑救中,无人机搭载可见光、红外双传感器,可全天候获取火场的实时影像。相比瞭望塔等传统火情监测手段,无人机视角更加灵活,覆盖范围更广。特别是在复杂地形条件下,无人机还可穿越浓烟,对火势蔓延区进行近距离侦查。通过与地面扑火指挥部的实时链路,无人机能够持续跟踪火情,并对风向、火势等关键信息进行共享,从而为扑救决策提供可靠依据,最大限度控制火灾损失。

在洪涝灾害监测中,无人机也发挥着不可替代的作用。相比静态的水文观测站网,无人机可对洪水淹没区、堤防缺口等重点区域进行动态巡查,并对河道水位、洪水流量进行快速估算。

这些动态监测信息能够很好地弥补水文站网密度不足、时效性差等不足,为抗洪抢险提供更加直观、准确的数据支撑。

除了在灾中应急监测中发挥作用外,无人机遥感在灾前预警、灾后评估等环节也有广泛应用。例如,在台风来临前,无人机可对海堤、港口码头、河道堤防等重点防御对象进行全方位体检。通过低空慢速巡检,无人机可获得防汛基础设施的高清影像,并利用机载光学、多光谱传感器等分析混凝土开裂、渗漏等病害隐患,从而评估基础设施的抗灾能力。与传统的人工检查相比,无人机巡检不仅效率更高,而且数据更加客观、量化,可为管理部门制定有针对性的防汛加固措施,从而将灾害风险降到最低。

### 3 结束语

综上所述,无人机遥感技术以其快速响应、高分辨率、高效处理等优势,深刻影响着测绘工程的作业方式。从像控点布设到空中三角测量,从外业补测到应急测绘,无人机遥感在测绘工程的各个环节大显身手。将无人机遥感与传统测绘技术深度融合,能够显著提升测绘工程的效率和质量。尽管如此,无人机遥感技术在测绘工程中的应用仍面临一些挑战。首先,海量无人机遥感数据给数据处理带来了巨大压力,需要研发更加智能高效的处理算法和软件系统。其次,无人机航测还面临着空域管理、法律法规等方面的制度障碍,需要政府、企业、学术界的共同努力加以破解。展望未来,随着技术的不断进步和完善,无人机遥感必将成为测绘工程的重要技术手段。一方面,无人机平台将向小型化、智能化方向发展,极大拓展无人机遥感的应用空间;另一方面,无人机遥感数据处理将向自动化、实时化方向迈进,用户将更快速便捷地获取所需的空信息产品。此外,无人机遥感与北斗导航、移动测量等技术的深度融合,也将催生出更多创新应用模式。

### [参考文献]

- [1]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.
- [2]石伟波.基于测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].中华建设,2023,(09):151-153.
- [3]时顺.无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用探讨[J].产业科技创新,2023,5(03):97-99.

### 作者简介:

陈剑锋(1992--),男,汉族,江西省抚州市人,大专,助理工程师,研究方向:测绘工程。