

# 无人机测绘技术在年度国土变更调查中的应用探析

王彤 郑南岸

广西壮族自治区国土测绘院, 广西 南宁 530000

**[摘要]**随着国土资源管理工作对数据时效性以及精度的要求持续提升,传统的人工调查方式在年度国土变更调查当中碰到了不少难题,像工作效率不高、地形方面的限制多还有安全风险比较高等情况。无人机测绘技术凭借自身高效、灵活以及能采集高分辨率数据的优势,慢慢变成了年度国土变更调查里的一项重要手段。文章归纳了无人机技术应用的具体工作流程与方法,并对其未来的发展趋势进行了展望。研究说明,无人机测绘技术在推动国土变更调查走向现代化、提升土地资源管理的水平等方面有着十分广阔的应用前景以及重要的价值。

**[关键词]**无人机测绘技术; 国土变更调查; 技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i7.17391

中图分类号: P231

文献标识码: A

## Application Analysis of Unmanned Aerial Vehicle Surveying Technology in Annual Land Change Survey

WANG Tong, ZHENG Nan'an

Guangxi Land Surveying and Mapping Institute, Nanning, Guangxi, 530000, China

**Abstract:** With the continuous improvement of data timeliness and accuracy requirements in land and resources management, traditional manual survey methods have encountered many difficulties in annual land change surveys, such as low work efficiency, many terrain restrictions, and high security risks. Drone surveying technology, with its advantages of high efficiency, flexibility, and the ability to collect high-resolution data, has gradually become an important means in annual land change surveys. The article summarizes the specific workflow and methods of drone technology applications, and looks forward to its future development trends. Research shows that drone surveying technology has broad application prospects and important value in promoting modernization of land change surveys and improving the level of land resource management.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle surveying technology; land change investigation; technology application

### 引言

随着我国国土资源管理方面的需求持续提升,年度国土变更调查已然成为土地利用现状监测以及动态管理极为关键的一种手段,其肩负着保障土地资源得以合理利用、助力规划编制以及政策制定等重要任务。传统的人工调查方式由于工作强度颇高、效率较低,并且受到地形复杂性以及人员安全等诸多因素的限制,所以很难满足现代国土管理对于数据时效性以及精度这两方面的双重要求。无人机测绘技术属于一种新兴的地理信息获取途径,依靠其高效且灵活的作业模式、具备高分辨率的数据采集能力以及能够很好地适应复杂地形环境的优势,正逐步发展成为年度国土变更调查不可或缺的技术支撑。本文综合无人机测绘技术自身特点以及实际应用情况,全面且细致地分析其在国土变更调查当中的具体工作流程、所采用的方法以及取得的成效,同时与传统调查手段存在的不足之处加以比较,深入探讨无人机技术在提升调查效率以及数据质量方面所起的作用以及未来的发展趋势,期望能够为推动国土资源监测走向现代化、提高国土变更调查的科学性与精确性给予相应的理论依据以及实践方面的指导。

### 1 传统人工调查与无人机测绘技术的对比分析

#### 1.1 时效性

在年度国土变更调查当中,传统的人工调查一般依靠实地踏勘、手工记录以及测量等方式来开展,其作业所花费的时间周期比较长,而且受到地形、天气还有交通条件等诸多因素的影响较为突出,特别是在面积相对较大或者地形比较复杂的区域,调查工作常常会耗费大量的时间,很难及时获取并更新变更的相关信息。与之相比,无人机测绘技术有着快速部署、航程能够覆盖的范围比较广泛以及可以高效地获取影像数据等优势,凭借预先设置好的航线以及飞行参数,能够在较短的时间内完成大面积的高分辨率影像采集以及测绘方面的任务,还能够迅速地把采集到的数据传送到内业去进行处理,从而大幅缩减从数据获取一直到成果生成所经历的周期,切实提高了调查工作整体的时效性。

#### 1.2 测绘数据精度

数据精度是衡量国土调查测绘精度质量的关键指标。在传统的人工调查方法中,数据精度往往受限于地形复杂、地貌多变等多种因素,数据精度有所降低,这种误差主要源于人工判断的主观性以及复杂地貌下的测量困难。而测

量误差,不仅影响了调查结果的可靠性,也可能导致错误的土地资源管理决策,从而影响土地资源的合理保护和利用<sup>[1]</sup>。此外,由于人工测绘通常涉及多个团队协作,数据整合过程中的误差累积也是导致总体数据精度降低的一个重要因素。无人机测绘技术在提供高精度数据方面具有显著优势。据相关报道,无人机搭载的先进成像系统能够捕捉到分辨率高达1 cm的地表影像,同时,搭载基于北斗卫星技术的RTK提供了高精度定位系统,这种高精度的数据对于复杂地形和密集建筑区域的调查尤为重要,能够提供更加精确和详细的地表信息。

### 1.3 复杂地形限制影响

在年度国土变更调查期间,传统的人工调查方式碰到山地、丘陵、河谷以及湿地这类地形较为复杂的状况时,其作业所面临的难度以及存在的风险都会有明显的提升。人工调查往往要求调查人员要长时间地徒步行走,有时候甚至还得进行攀爬活动。并且,还极有可能受到植被遮挡、道路不通畅或者天气情况恶劣等诸多条件方面的限制,如此一来,就会使得测量所能够达到的精度出现下滑的情况,同时工作效率也会随之降低。与之相比,无人机测绘技术有着灵活的飞行能力,并且具备从多个不同角度去采集影像的优势,所以它可以在完全不受地形高低起伏变化、交通受到阻碍等因素影响的情形下顺利完成对测区的全面覆盖工作。特别是在那些人工很难抵达或者存在较大危险的区域当中,它能够安全且快速地去获取到高精度的地理信息方面的数据,进而大幅减少复杂地形给调查作业所带来的种种限制情况。

### 1.4 调查人员安全保障

在年度国土变更调查期间,传统人工调查要求工作人员耗费大量时间身处野外开展作业,他们往往会碰到陡峭山地、茂密林草、湿地沼泽以及河流渡口这类复杂且颇具危险性的自然环境,而且还极有可能遭受高温、低温、暴雨等极端天气以及野生动物所带来的威胁,存在着相当高的安全风险。然而无人机测绘技术则可以通过远程操控的方式在空中完成大规模影像采集以及测绘相关工作,使得调查人员不必长时间停留在高风险区域,极大地削减了地形与环境所引发的安全隐患,既降低了作业过程中人身伤害的风险,同时也提升了调查工作在安全保障方面的水准。

## 2 无人机测绘技术在年度国土变更调查中的应用

### 2.1 工作任务

在年度国土变更调查当中,无人机测绘技术所承担的工作任务并非仅仅是单纯地获取航拍影像,而是一套围绕着调查范围内土地利用现状、空间格局以及年度变化信息来展开的作业流程,其核心目的在于为国土变更调查给予客观且精确的数据支撑,进而为国土资源管理、规划调整以及政策制定提供科学依据。具体来讲,该任务要求依据年度调查的总体工作方案,合理制定无人机航摄计划,综

合地形特征、调查范围、气象条件以及飞行安全要求等因素,设定最佳航线、高度、重叠率以及拍摄参数,以此确保在规定的窗口内完成覆盖范围内的高分辨率且无遗漏的影像获取。在外业作业期间,要同步布设地面控制点并测定其精确坐标,以达成后续影像数据的几何校正与精度保障。在针对疑似变更图斑的外业举证环节,无人机得依照调查任务单精确定位目标位置,并获取多角度、全方位的影像证据,以便判定土地利用类型以及变化属性时有直观且可对比的依据。与此任务还涉及到飞行数据与影像成果的实时或者准实时传输,方便内业人员快速开展数据处理、图斑判读以及统计分析工作<sup>[2]</sup>。并且,整个任务过程必须兼顾作业安全与质量控制,包含飞行设备的维护检验、作业风险评估、飞行记录留档以及气象监测等内容,以此确保成果的真实性、完整性以及可用性。

### 2.2 无人机外业举证工作流程

无人机外业举证工作流程属于关键环节,在年度国土变更调查里,此流程实施时得满足技术精度要求,且要符合调查规范以及作业安全标准。该流程一般从前期准备起步,调查人员依据内业判读以及年度调查任务清单,确定需举证的图斑具体位置、面积、变化类型还有周边环境条件,并且在飞行之前把航线规划好,设定好飞行高度以及相机参数,与此同时还要检查设备的状态、存储容量还有电池的续航情况,以此来保证外业任务的连续性以及稳定性。抵达作业区域之后,需要凭借地面控制点数据以及实时定位信息,精准定位目标图斑,依照预设航线或者手动操控方式展开多角度、多高度的影像采集,从而获取能够完整呈现地物特征以及变化状况的高清照片或者视频。在采集期间,还得针对存在遮挡或者地形复杂的区域灵活改变飞行路线以及拍摄角度,确保举证资料的完整性以及可判读性。作业结束以后,应当立刻对影像数据开展现场快速检查,核实是否涵盖了所有目标区域、是否达到了清晰度以及重叠率的要求,防止出现数据缺失或者质量不达标的情形。把采集到的影像资料以及飞行记录依照规定格式进行整理、备份,并且和任务单一道提交给内业处理团队,为后续的变更判定、属性核实以及成果编制给予有力的第一手证据。

### 2.3 工作内容及方法

在年度国土变更调查期间,无人机测绘技术所涉及的工作内容以及采用的方法贯穿了从前期准备工作开始,经由外业数据采集环节,一直到内业数据处理阶段以及成果分析整个过程。一开始,依据国土变更调查的具体任务要求以及调查区域的地理方面的特征状况,去制定出科学且合理的飞行计划,这里面包含了航线的设计事宜、飞行的高度设定、重叠率的相关安排以及拍摄参数的具体设置等方面,其目的在于要确保所覆盖区域能够具备全面性特点,同时影像还能够达到高分辨率的要求。接着,着手开展地

面控制点的布设工作并实施精准的测量操作,以此来保障无人机影像在空间定位方面能够有较高的准确性<sup>[3]</sup>。在外业阶段当中,凭借无人机搭载着高精度的传感器依照预先制定好的计划去执行航拍任务,从而能够快速地从覆盖范围内的多角度且高重叠率的影像数据,特别是针对那些疑似存在变更的图斑区域,会着重进行举证拍摄操作,进而确保能够获取到详尽且真实的影像证据。之后,在内业处理环节里,运用摄影测量以及遥感技术针对影像展开空三加密操作、正射纠正处理以及拼接镶嵌等工作,并且要结合地面控制点的数据来实施精度校正操作,最终生成出高精度的正射影像图还有数字高程模型等一系列的空间数据产品。

#### 2.4 数据处理与精度评价

在年度国土变更调查期间,无人机测绘技术所获取的诸多高分辨率影像数据得经过系统的处理以及精度方面的评定,如此才能转变为可被利用的调查成果。数据处理一般包含影像的空三加密、正射纠正、拼接镶嵌还有坐标配准等一系列步骤,以此来保证生成的正射影像图以及数字高程模型在空间方面具备极高的一致性和准确性。空三加密是通过构建影像之间的空间关联,达成三维点位的重建工作,进而为后续的正射纠正奠定基础;正射纠正会借助地面控制点以及高程数据,把影像里的几何畸变消除掉,使其能够精准地反映出地表的真实位置。拼接镶嵌这个环节要把多幅影像无缝地合成为一个完整的调查区域影像,确保视觉上的连续性以及信息的完整性。精度评价是通过对比无人机测绘成果与实测地面控制点的空间坐标差异,去剖析影像定位以及高程数据的误差区间,从而判定成果是否符合年度国土变更调查的精度标准。除此之外,还得结合土地利用变化的特点以及地形的复杂程度,综合评定测绘数据在实际运用当中的可靠性以及适用性。

#### 2.5 传统人工调查与无人机测绘技术在难度大图斑上的作业效率对比

在年度国土变更调查工作当中,针对那些难度颇高、地形状况复杂或者交通条件极为不便的图斑而言,传统的依靠人工来进行的调查方式,由于受到地形方面条件以及自身作业方式的诸多限制,往往得投入数量众多的人力资源以及大量的物力资源,而且还需要耗费相当长的一段时间才能够完成现场踏勘、相关测量以及数据记录等一系列的工作流程。并且,其工作效率还会受到天气情况、所处环境状况以及人员安全等多种不同因素的影响,所以在实际操作过程中,很容易就会出现数据采集不够完整亦或是在存在误差的情况。与之相比,无人机测绘技术依靠着自身灵活的飞行能力以及高效的数据采集方面的优势,在面对难度较高的图斑展开作业的时候,其效率有着十分明显的提升表现<sup>[4]</sup>。无人机可以快速地对广阔且地形复杂的区域加以覆盖,能够巧妙地绕过地面存在的各种障碍物,进而

达成从多个角度且具有较高重叠率的影像采集效果,这样一来就大幅减少了对于人工现场作业的依赖程度,进而也极大地缩减了整个调查工作的周期时长。

### 3 发展前景

随着遥感技术、人工智能、大数据以及云计算等新兴技术持续发展,无人机测绘技术在年度国土变更调查方面的应用前景变得更为广阔且多样。在未来,无人机自主飞行能力以及智能化程度会得到进一步提升,能够达成更为精准的航线规划、自动避障以及实时数据采集,进而大幅提升作业效率与数据质量。与此借助人工智能的图像识别以及变化检测算法,可以实现对土地利用变化的自动化识别与分类,降低人工判读工作量,提高调查结果准确性与及时性。大数据技术的融合可助力对多时相、多源测绘数据展开综合分析挖掘,支撑国土资源管理的动态监测与科学决策。云计算平台建设为数据存储、共享以及协同处理带来了便利,推动各相关部门之间信息互通与资源整合。随着政策支持力度不断加大以及相关标准体系逐步完善,无人机测绘技术在国土变更调查中将会发挥愈加关键的作用,其不仅能提升调查科学性与效率,而且会推动国土资源管理朝着数字化、智能化方向转型,助力达成土地资源可持续利用与生态环境有效保护的目标。

### 4 结语

无人机测绘技术因其高效灵活、数据精度颇高以及能够适应复杂地形等优势,已然成为年度国土变更调查里极为重要且不可或缺的一种手段。借助应用无人机测绘这种方式,一方面使得调查效率以及数据质量都得到了较为显著的提升,另一方面还切实有效地降低了人员在作业过程中所面临的风险,进而有力地推动了国土资源监测工作朝着现代化的方向不断发展向前。在未来,随着无人机技术持续不断地创新发展,再加上相关配套技术也在不断完善之中,它在国土变更调查当中的应用将会变得更为广泛且更加深入,从而为达成精准的国土管理目标以及实现可持续发展这一大计给予强有力的支撑。

#### [参考文献]

- [1] 张海燕. 无人机测绘技术在年度国土变更调查中的应用探析[J]. 工程建设与设计, 2024(20): 88-90.
- [2] 彭莉, 田罗. 无人机测绘技术在国土空间规划中的运用研究[J]. 中国设备工程, 2025(14): 245-247.
- [3] 王敬泉, 孙琦, 王春光. 无人机测绘数据处理关键技术及应用探究[J]. 工程建设与设计, 2018(22): 266-267.
- [4] 赵正绪. 国土空间工程测量中无人机测绘技术分析[J]. 中国战略新兴产业, 2025(23): 130-132.

作者简介: 王彤(1992.11—), 毕业院校: 湖北国土资源职业学院, 所学专业: 地理信息系统与地图制图技术, 当前工作单位: 广西壮族自治区国土测绘院, 职务: 技术员, 职称级别: 工程师。