

多维度视角下新技术与传统方法在自然资源动态监测中的应用对比

胡 恒

四川省地质调查研究院测绘地理信息中心 四川 成都 610000

摘要：自然资源监测正由传统人工模式向空天地一体化智能监测转移。本研究聚焦于无人机技术与传统举证在自然资源动态监测中的协同机制，构建了“智能感知-人机校验-闭环管理”的三维监测框架，系统解决了复杂地形适应性差、监测频次不足、响应速度迟缓等长期存在的痛点问题。以成都市锦江区2025年度日常变更调查为例，实证表明无人机图斑核查作业效率较人工提升2倍以上；突破地理阻隔实现全域无缝覆盖，有效消除了监测盲区；综合成本降低50%-70%，显著提升了自然资源监测的效能、完整性与经济性。

关键词：无人机；人工举证；动态监测；人机协同

引言

自然资源动态监测作为国土空间治理体系的核心方法，其对土地利用的变化高度依赖高效、精准的动态监测工作。以传统自然资源监测为例，其主要手段为人工举证，通过外业调查人员实地踏勘对监测区域进行逐一排查和信息收集。然而，随着监测范围持续扩大与任务复杂性不断提升，人工方式在应对大面积山区、湿地等复杂地形时暴露出明显局限，受制于交通、天气与地形等因素，难以实现全面覆盖，导致监测效率与完整性不足。此背景下，无人机技术凭借其空域机动性与多源数据采集能力，可以有效推动自然资源举证方式优化转型。无人机能够从高空采集大范围的影像和数据，实现对监测区域的全方位、无死角覆盖。依托其搭载先进的传感器和智能设备，无人机可开展自动化作业，按照发布的任务需求，自动规划举证路径，高效地完成数据采集工作。此外，无人机还能把多种类型的数据融合，如光学影像、热红外影像、高光谱数据等，为自然资源监测提供更丰富、更全面的信息。

本研究旨在系统对比无人机与人工举证在自然资源动态监测中的技术特性与应用效能，结合成都市锦江区2025年度日常变更调查案例，分析二者在不同场景下的表现差异与适用条件，并探讨其协同路径与优化方向，目的是为自然资源管理在技术选择和实际工作中的协同作业提供科学、全面的参考，推动自然资源动态监测工作往更高效、更精准的方向发展。

1 传统监测模式的核心支撑与实际困境

1.1 人工举证的技术原理与作业流程

人工举证作为自然资源动态监测的传统手段，在过去

为资源管理提供了不可或缺的数据支持。根据调查人员的实地勘查，用携带定位的手机、平板等设备，直接获取监测区域的一手信息，以直观呈现土地的利用现状。

以农作物类型判别为例，调查人员通常会深入田间仔细观察农作物的形态、生长特性等，并结合当地的农业种植习惯及季节特点，准确判断农作物的种类。人工举证的优势在于通过近距离的观察和判断，能够获取大量无人机难以捕捉的细节信息。人工举证的调查人员会按照任务分配，去到每个图斑的具体位置，拍摄包含图斑全景和关键特征点的照片。在实地勘查完成后的数据整理阶段。调查人员需要对采集到的大量图像资料和文字记录进行筛选和整理，剔除重复、无效的信息。判断土地是否出现用途变更，是否由耕地变为建设用地，或是由林地转变为其他农用地。判断完成后形成标准化的、囊括所有图斑信息举证数据包，最终提交给上级部门进行审核分析^[1]。

1.2 人工举证的核心局限与痛点

效率瓶颈：人工举证效率受到多种因素的影响，以地形及交通是最为显著。人工举证的调查人员往往需要花费大量时间在路上，且部分偏远地区没有道路直达只能依靠步行，这显著增加了工作难度和时间成本。在某些复杂地形区域，调查人员单日只能核查大约 20 - 30 个的图斑数量。

成本高企：人工举证的成本主要是人力成本、交通成本、食宿成本以及设备损耗成本等。人力成本占整个成本的 70%以上。

安全风险：在人工举证时，调查人员常常需要进入山地、沼泽湿地、茂密丛林等复杂危险的区域。这些区

域不仅路况复杂,容易诱发安全事故。

数据质量参差:由于人工举证是从地面视角进行观察和拍摄,拍摄角度有局限性,难以获取图斑的全貌和周边的关联信息。导致采集到的数据可能不完整、不准确,影响后续的审核和分析工作。在审核过程中,由于人工举证的数据质量问题,会出现反复退回再调查的情况,不仅增加工作量,也降低了工作效率。

2 技术赋能下的监测模式变革

2.1 硬件平台与载荷配置

在自然资源动态监测中,无人机的硬件平台与载荷配置是开展高效监测的基础。多旋翼无人机依靠其卓越的机动性和灵活性,在复杂地形和对监测精度要求极高的场景中脱颖而出。在日常变更调查工作中,多旋翼无人机能够在复杂的农田环境中灵活穿梭,实现低空悬停,对每一个图斑进行多角度、全方位和近距离的拍摄。而且凭借搭载先进的相机和高精度的 RTK 定位系统,获取的影像精度达到了 0.05 米级,能够精确识别耕地边界的细微变化、农作物种植种类类型差异,以及是否存在非法占用耕地,为日常变更调查提供了可靠的数据。

2.2 智能化作业流程

自动规划:导入图斑坐标后,系统按照 DEM 数据生成最优路径,避开禁飞区与障碍物,无人机举证软件已实现“一键起飞-拍摄-返航”全流程自动化(素材1)。

无人机举证的智能化作业流程是其高效运行的关键,其中路径规划与任务部署环节充分体现了智能化。当接到任务时,工作人员只需将举证图斑的信息导入无人机的飞控系统,自动生成最佳举证路径。真正实现了“一键起飞-拍摄-返航”的全流程自动化操作模式,大大减少人工干预,提高了作业效率^[2]。



素材1 由于围栏阻挡,使用无人机进行举证,选中图斑,无人机自动规划举证路径,升空拍摄

2.3 多维度技术优势

效率突破:单个无人机一天可核查100-200个图斑,

相比人工举证,无人机举证在效率方面实现了质的突破。

全域覆盖:突破地面交通限制,利用无人机解决人工无法到达核查图斑的监测盲区。在一些地形复杂、交通不便的区域,人工难以到达,而无人机可以轻松飞越这些区域,对图斑进行核查,达到了调查全覆盖。

成本优化:人工举证不仅包含调查人员的薪资,还涉及交通、食宿等费用。无人机举证的成本优势,令其在大规模自然资源监测中具有更高的性价比。

3 构建“空天地”一体化监测体系

3.1 一体化监测体系的技术互补

3.1.1 初判与详查结合:在自然资源动态监测中,充分发挥卫星遥感、无人机和人工举证各自优势,通过初判跟详查相结合的技术互补场景,可有效提升监测的准确和效率。其中,卫星遥感因其广阔的监测范围和高分辨率图像,可对大面积区域进行迅速扫描,筛选疑似变化的图斑。在全国土地利用动态监测项目中,利用高分卫星影像进行图像解译初步筛选疑似土地用途变更、违法建设等图斑,为后续的详查提供线索。

在对卫星遥感影像的初筛完成后,利用无人机快速和灵活的优势,获取卫星遥感推送的疑似图斑信息,并对目标区域进行低空摄影,获取高分辨率的局部影像。相较于卫星遥感影像,无人机可以更清晰地呈现局部图斑的细节,锁定问题区域,为进一步开展调查提供准确的位置及影像资料。

对于存在争议或难以借助影像判断的图斑采用人工举证的方式,发挥其专业判断和实地勘查的优势。调查人员到现场实地观察、测量、询问周边群众等方式,对图斑进行实地复核。例如:在凉山州林地监测期间,通过卫星遥感和无人机影像显示一处林地疑似存在砍伐迹象,但由于地形复杂影像无法确定砍伐的范围和缘由。后经调查人员实地走访结合当地林业部门和村民沟通,了解是因修建防火通道而进行的合法砍伐,并获取了相关的审批文件进而准确判断了图斑的性质。

利用卫星遥感初筛和无人机航拍可以有效把需要人工核查的图斑数量削减约 60%,切实提高了工作效率的同时保障了核查结果的准确性。

3.1.2 动态与静态协同:这种动态监测与静态验证的协同,形成了一套完整的“宏观监测-微观验证”闭环。无人机开展动态监测,提供宏观层面的变化信息,人工进行静态信息采集,则从微观层面深入分析变化的原因及影响,两者彼此互补,相互验证,确保了自然资源监测数据的全面性与准确性。

3.2 不同自然资源类型的差异化场景互补:

自然资源类型	无人机举证的核心优势	人工举证的不可替代性
水域（河流、湖泊）	搭载热红外传感器监测水域面积变化、水质热异常（如排污口），避免人工涉水风险	实地采集水样、核查权属
矿产资源（露天矿区）	低空航拍监测开采范围、边坡稳定性，生成三维模型计算开采量，覆盖人工难以到达的危险边坡	核查矿区审批边界、实地测量开采深度，确认是否存在超范围开采（无人机难以精准判断地下开采部分）
湿地生态	无接触式监测湿地植被覆盖度、候鸟栖息地分布（避免人工踩踏破坏生态）	实地识别湿地珍稀植物种类、核查人为干扰痕迹（如非法围垦），补充无人机影像“物种识别盲区”
城市建成区	快速核查违法建筑、用地性质变更，生成 DOM（数字正射影像）对比历史数据	确认建筑权属、走访商户 / 居民了解实际用途（如住宅改商用），解决无人机“权属判断困境”

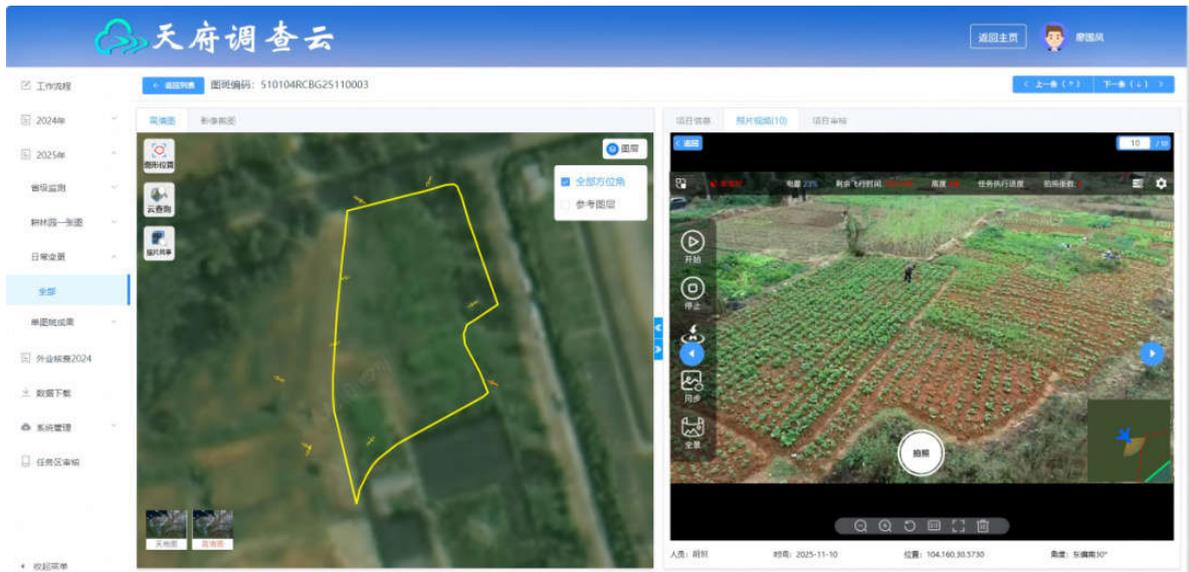
4 典型案例：成都市锦江区 2025 年日常变更调查

以成都市锦江区的日常变更调查工作为例，使用无人机进行图斑核查，单机单日能够完成150个左右图斑的核查任务，而人工核查相同数量的图斑则需要花费3-4天的时间，无人机的效率较人工提升了2倍之多。

无人机能够突破地面交通的约束，实现对全域范围的监测覆盖。由于栏杆围墙等阻挡，采用无人机进行图

斑举证。无人机的应用，成功解决了这些监测盲区的难题，确保了监测工作的全面性和完整性^[3]。

从成本角度来看，无人机举证具有明显优势。单次飞行成本约为200-500元，主要是电池损耗、设备折旧等费用，通过成都市锦江区2025年日常变更调查项目的成本花销对比，相比人工举证，成本降低了50%-70%。



素材2 举证510104RCBG25110001图斑

结语

本文通过对无人机与人工举证在自然资源动态监测中的对比分析，得出无人机与人工举证在自然资源动态监测中各自发挥着独一无二的关键的作用，它们不是彼此替代，而是互相配合，共同构建起一个“高空俯瞰-地面深耕”的立体化监测体系模式。

未来我们应以“问题导向、效能优先”为原则，积极推进无人机技术与人工举证的深度融合。应充分发挥无人机的高效和人工举证的精准，做到数据的互补兼共享。构建一个“智能为主、人工为辅、陆空协同”的自然资源动态监测新方法^[4]。更高效、精准的掌握自然

资源的动态变化，为国土空间治理提供更强有力的技术支撑。

参考文献

[1]全昌文,李翔,盘貽峰,等.中航时无人机在自然资源调查监测中的应用[J].地理空间信息,2024,22(06):57-60.
 [2]武兴隆,郭磊.浅析测绘无人机应用标准化体系构建[J].中国标准化,2024,(08):69-72.
 [3]田生龙.无人机测绘技术在自然资源动态监管系统中的应用[J].科技与创新,2025(3):204-206.
 [4]姜敏,任耀.基于物联网技术的自然资源无人机测绘数据采集方法[J].物联网技术,2024,14(11):137-139.