

# 无人机航摄助力自然资源监测的实践应用

王洁怡 韦雪芬

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2073

**[摘要]** 近年来,随着科技的进步,无人机航摄技术得到了越来越多的应用。基于此,本文对无人机航摄在自然资源监测中的应用进行了较为详尽的研究,包括无人机航摄技术概述、无人机航摄数据获取与处理流程、无人机航摄助力自然资源监测的实践应用以及面临的挑战与对策,希望本文能够为我国自然资源监测工作的高效、准确、科学提供较为完整的理论与方法支撑,并推动其在自然资源管理领域的深度应用与发展。

**[关键词]** 无人机航摄; 自然资源; 监测实践

**中图分类号:** V279+.2 **文献标识码:** A

## Practical application of unmanned aerial vehicle aerial photography to assist in natural resource monitoring

Jieyi Wang Xuefen Wei

**[Abstract]** In recent years, with the advancement of technology, unmanned aerial vehicle (UAV) aerial photography technology has been increasingly applied. A detailed study has been conducted on the application of unmanned aerial vehicle (UAV) aerial photography in natural resource monitoring, including an overview of UAV aerial photography technology, the process of UAV aerial photography data acquisition and processing, the application of UAV aerial photography in natural resource monitoring, and the challenges and countermeasures faced. It is hoped that this article can provide a relatively complete theoretical and methodological support for the efficient, accurate, and scientific monitoring of natural resources in China, and promote its deep application and development in the field of natural resource management.

**[Key words]** drone aerial photography; Natural resources; Monitoring Practice

### 引言

对自然资源进行准确、动态、综合的监测,是人类社会赖以生存和发展的重要基础。由于土地调查工作的时效性和覆盖面的限制,使得人们很难在短时间内得到对自然资源的综合信息;尽管卫星遥感能够提供大范围的观测数据,但往往难以同时满足局部、特定时段、时空尺度的精细监测要求。无人机航摄技术的出现可以很好的弥补上述不足。该技术以其灵活、便捷、高分辨率成像、可对某一地区进行高频率监测等优点,在森林资源、水资源、土地等资源监测领域展现出广阔的应用前景,为自然资源监测提供了一种全新的思路,对促进自然资源监测的精细化、智能化发展具有重要意义。

### 1 无人机航摄技术概述

#### 1.1 无人机系统组成

无人机系统由飞行平台、飞行控制系统、数据传输系统、任务载荷及地面控制等部分构成。其中,飞控系统主要完成对 UAV 的定位、路径选择及导航等功能;通过该系统,可以使无人机和地面控制站进行实时的数据传送;针对监控需求,任务负载系

统配置了多种传感器,例如装备有光学摄像机、多光谱摄像机等。

#### 1.2 技术特点与优势

**高机动性:** 无人机体积小,不受限于地形,能在复杂的山地、峡谷、森林等复杂地形中自由翱翔。很快地进入所分配的监视范围,拿到想要的资料。**高分辨影像获取能力:** 搭载高分辨摄像机,获取高分辨率影像,辨识小型地物,满足自然资源精细化监测需要。比如,通过对土地利用的划分,可以清楚地将耕地、建设用地、林地等划分出来。**时效性强:** 相对于常规航拍、卫星遥感等,无人机航摄能够根据监测任务的紧迫程度,在短时间内从监测任务中脱离出来,迅速获得实时监测数据,并能实时地反映自然资源的动态变化。**高利润:** 无需租赁大的飞机,因此购买和操作费用也比较低廉。同时,该系统还可以节省人力资源,减少后期的资料处理,从而大大降低监测费用。

### 2 无人机航摄数据获取与处理流程

#### 2.1 飞行规划与数据采集

**2.1.1 航线规划.** 利用专家路径规划软件,按任务需求进行无人机的航迹规划,利用多传感器协同控制方法。在地形较为平

缓的区域,为了保证影像采集的一致性与完整性,可采用并行路径规划法。在山地地形复杂的情况下,为保证监测范围的完整,需依据地形波动及时调整航迹高度及角度,防止无人机撞山。另外,决定合适的重叠度也是必须的。为了保证在后续的数据处理中能够得到充分的叠加信息,可将交叠程度设定为60%~80%,水平交叠程度设定为30%~60%。

2.1.2 数据采集。在制定好的航线后,根据预定的航线采集无人机的影像资料。在飞行中,对无人机的飞行状态进行了实时监测,包括飞行高度、速度、姿态以及摄像机的工作状态等。保证了无人侦察机在给定的条件下平稳飞行,并且获得了高品质的影像资料。为保证资料收集工作的顺利进行,在遇到突发气候或仪器出现故障时,必须立即返回,暂停任务,或调整飞行参数,以保证资料收集工作的正常进行。

### 2.2 数据分析与信息提取

2.2.1 基于图像处理的信息提取。利用图像处理的方法,从空中鸟瞰影像中撷取自然资源资讯。比如,边界识别算法被用来识别土地,水域等阈值法的目标识别方法。在植被覆盖度估计中,利用遥感影像中的植被指数(如NDVI),利用植被指数(NDVI)进行区域植被覆盖的估测。

2.2.2 基于机器学习的分类与识别。在对无人机数据进行天然资源监控时,机器学习算法起到了很大的作用。在此基础上,建立了SVM、随机森林等分类模型,实现了对图像中目标的识别。首先,选取适当数目的训练样本,对其进行光谱、纹理、形状等特征进行学习,然后利用所得到的数据对模型进行学习,从而得到相应的模型参数。在实际应用中,先将待分类影像资料输入已训练好的模型,再依据所获得的影像特征,识别影像中的地物类别,如森林类型、土地利用类型、水体污染程度等。

2.2.3 三维建模与分析。采用无人机获取的多视影像,将结构光运动复原(SfM)与多视点立体视觉(MVS)相结合,构建监测对象的3D模型。在建模过程中,先利用SfM方法将摄像机的位置、姿态等信息和物体的3D点云进行复原。首先利用MVS技术对薄点云进行加密,建立稠密的3D点云,进而建立三角格网模型,最后得到逼真的3D曲面模型。在开采过程中,通过对各阶段数据的对比分析,可以精确地估算出开采量以及开采过程中的地形变化。

## 3 无人机航摄助力自然资源监测的实践应用分析

### 3.1 助力森林资源监测的实践应用

3.1.1 森林病虫害监测。森林病虫害能够危害森林生态系统健康。利用多波段摄像机和红外热像仪,可以实现对森林疾病的早期监控与预警。利用多光谱影像进行植被光谱特征分析,发现受虫害的林木反射率与正常林木存在一定差异。由于虫害影响林木代谢,造成地表温度异常,因此,利用红外热成像技术可以探测到虫害对林木生长的影响。通过对虫害发生区域的严密监控,可以有效地降低虫害对自然资源的危害程度。

3.1.2 森林火灾监测与预警。森林火灾是目前我国森林资源最严重的一种灾害。无人机对森林火灾的监控与预警有其独到的优点。安装在无人机上的热红外线摄像机能够迅速地探测到

大片的树林,那里有可能是火源或者是初期起火点。即时的热红外线影像分析,可让使用者判断出起火地点、面积及发展趋势,并可提早发出火警警报。在森林火灾过程中,利用无人机对火情进行实时监控,为消防部门提供精确的火情信息,辅助决策。另外,利用无人机获取的森林火灾影像,可以对森林火灾的过烧量、森林植被破坏程度等进行估算。

### 3.2 助力水资源监测的实践应用

3.2.1 水资源分布与动态变化监测。无人机航摄可以获取水体的高分辨率影像,并对其进行分析,从而确定河流、湖泊、水库等水资源的分布情况。通过对不同时段的航摄影像的分析,可以对河流改道、湖面缩小或扩大等水资源的动态变化进行监控。在干旱区,利用无人机对地下水进行连续观测,可以对地下水的动态变化进行实时监测,为水资源的合理配置与管理提供科学依据。

3.2.2 水质监测。一架装有多波段摄像机的无人机能够监控水质状况。叶绿素a、悬浮物和COD等多种水质指标在多光谱影像上表现出不同的光谱特性。高光谱遥感影像的水质参数反演方法,实现对大范围水体水质的快速监测。比如,利用多光谱遥感影像的反射率,对叶绿素a进行定量计算,就可以实现对湖水养分的定量测定。

3.2.3 水利设施监测。对水库、大坝、灌溉渠等水利工程进行监测,保障水资源的安全使用具有重要意义。无人机航摄能够获取高精度的水利工程影像,对其进行检测,确定其是否存在开裂、渗漏等隐患。同时,通过搭载无人机的激光雷达,实现对供水设施周边地貌的精准监测,并对其造成的环境效应进行分析,为水利设施的养护与管理提供理论基础。

### 3.3 助力土地资源监测的实践应用

3.3.1 土壤质量监测。在前期工作的基础上,利用多波段遥感影像技术,获取土壤的光谱信息,并对土壤颜色、纹理等特性进行分析,进而判断土壤的质地和肥力状况。土壤有机质、N、P、K等元素含量与土壤光谱特征具有显著的相关关系。构建合适的多波段遥感影像,实现对土壤营养元素的定量反演,为精确施肥、土壤改良等方面的应用提供理论依据。

3.3.2 地质灾害监测。在地质情况比较复杂的山区,滑坡、泥石流等地质灾害频发。利用无人机获取高精度影像和三维模型,分析地形变化,地表灾害的发生发展规律,实现地质灾害的早期预警。利用无人机航摄技术,可以在震后快速获取受灾区域、损毁程度等灾情信息,为灾后救灾与重建提供支撑。

## 4 无人机航摄在自然资源监测中面临的挑战与应对策略

### 4.1 数据处理与分析挑战

随着无人机遥感技术在自然资源监测中的应用,野外观测数据呈爆炸式增长。一方面,对海量数据的处理提出了新的挑战。高精度摄像机一次飞行就能产生海量的图像,这既需要巨大的存储容量,又需要非常高的数据传输带宽。因此,如何提高网络的性能是一个非常非常重要的问题。但同时,其耗时也是亟待解决

的问题。传统的数据处理方法由于其运算量过大,而合理运用无人机航摄,能够大大提高处理速度。在云计算框架下,研究一种先进的数据处理软件。云计算为计算与存储提供了强有力的支持。将数据处理任务分布于云服务器群上,能够有效地进行并行运算,从而大幅提升数据的处理效率。同时,利用卷积神经网络、递归神经网络等模型对图像进行自动分类、提取和检测。该方法能够从多个标志性建筑中自动学习出具有代表性的特征,进而有效地进行数据处理与分析。在此基础上,利用数据库管理技术,构建一套完整的数据管理体系和一套有效的数据检索与查询机制。透过资料管理系统,各单位、各专案人员均可方便存取资料,提升资料利用效能。

#### 4.2 飞行安全与法规监管挑战

无人机的飞行安全隐患很多。从技术上讲,尽管UAV的飞行控制系统能够持续地进行优化,但是其在运行过程中仍会遇到一些问题,如电磁干扰、硬件故障等。比如,在通讯基站、高压输电线等复杂电磁环境下,UAV通讯会发生干扰,造成信号干扰,失去对飞机的控制。此外,还有一些与硬件有关的问题,如引擎失效、电池续航时间不稳定,这些都有可能造成UAV的事故。在外界条件下,与其它航空器发生碰撞的危险是不可忽视的。由于无人机的使用越来越广泛,空中飞行的无人机也越来越多。在人类活动范围内,无人机和其它无人机发生碰撞的危险。从管制角度看,无人机产业的迅速发展给现有管制政策带来了巨大的挑战。当前,我国有关法律对UAV空域的管理还不完善,对不同地域、不同场景的空域进行了界定,造成了UAV权属界定不清。针对我国面临的飞行安全与管制问题,在技术层面上强化UAV飞行安全技术研究。避障方法,即利用激光雷达避障、超声避障等方法,通过对周围环境的实时感知,自主地进行避障路径的规划,减少事故发生的概率。对飞控系统进行冗余设计,增强飞控模块和备用电池等关键硬件设施的安全性能,增强飞行控制系统的可靠性。在系统硬件出现故障的情况下,后备系统能够迅速接管飞机的控制权,保证无人机的安全返航。加速修订有关条例及指导方针。明确无人机的飞行空间管理准则,依据各地区的职能位置及人口密集程度,对无人机进行科学分区,合理设置“禁飞区”、“禁飞区”以及适宜的“空中连线”,并通过电子地图、导航系统等将空域信息精确地传递给无人机驾驶员。要对飞行资质进行规范化,制定一套完整详尽的UAV操作人员资格制度,确定相应的操作执照、培训内容及考核标准,强化对操作人员的培训与管理,增强其安全意识与技术水平。

#### 4.3 传感器技术局限性挑战

当前,无人机搭载的传感器在一些性能指标上受到限制,很难适应日益复杂的自然资源监测需求。就空间分辨率而言,虽然已有大量的高精度影像资料,但仍有部分影像无法辨识。比如,

在对珍稀植物进行监测时,由于目前的摄像机分辨率不能很好地反映某些种类的形态特征,严重制约了其物种的鉴定与保护。在测量结果的精度上,受加工工艺、环境等因素的影响,传感器采集到的数据存在一定的误差。比如,在水环境监测过程中,一些传感器所测得的一些参数,如温度、pH等均有可能偏离真实情况,从而影响到对水质的正确评价。要突破感官科学的局限与挑战,就必须加大对感官科学的研发投入。通过新型成像传感材料与器件设计方法来提升成像分辨率,从而提升单像素成像的灵敏度与空间分辨率。比如,发展基于CMOS背光源的高精度摄像机,改善低光照环境下的成像质量与分辨率。为拓宽光谱探测范围,发展新型多光谱、高光谱遥感技术,使其光谱覆盖从可见至近红外、短波红外等更广的波段。通过获取更为丰富的光谱信息,对各类地物的鉴别与分类具有重要意义。要使测量结果的准确度达到最佳,就必须改善传感器的制作过程、使用高精密度元件及校正技术、降低房间内的噪声及感测器错误。通过多源观测资料的综合分析、互补与修正,提升资料的精度与可靠性。比如,将遥感影像与雷达探测到的地物信息进行融合分析,可以有效地提高地物识别的精度。

## 5 结语

综上所述,无人机航摄在自然资源监测领域具有广阔的应用前景。随着云计算、深度学习、传感制造等技术的革新,以及相关法律、政策的逐步完善,UAV摄像技术持续创新,最后能为我国自然资源的科学管理、合理利用以及生态环境保护等提供更加精准有效的数据与技术支撑,促进自然资源监测产业向着更高层次的智能化和精细化发展。

### [参考文献]

- [1]王莹.无人机航空摄影技术和GIS技术在自然资源监管中的应用[J].测绘与空间地理信息,2022,45(10):129-131,135.
- [2]华秀兵.基于无人机倾斜摄影的自然资源调查监测成果质量检查研究[J].测绘与空间地理信息,2023,46(1):86-89,93.
- [3]梁卫卫.无人机倾斜摄影测量技术在自然资源巡查中的应用[J].中国金属通报,2024(11):216-218.
- [4]李正忠,陈建华.低空无人机航空摄影测量技术在矿产资源储量监测方面的一种应用[J].测绘与勘探,2023,5(1):16-18.
- [5]钱育君,束平,胡伟.多旋翼无人机在自然资源监测监管中的应用研究[J].江苏科技信息,2022,39(25):54-58.

### 作者简介:

王洁怡(1998--),本科,从事国土调查等地理信息相关工作,毕业于闽江学院。

韦雪芬(1997--),本科,从事国土调查等地理信息相关工作,毕业于闽江学院。