

# 无人机遥感地理信息技术在耕地调查中的应用

俞友良

湖南中科星图信息技术股份有限公司

**摘要:**耕地资源流失影响粮食安全和生态安全,快速精准地掌握其现状信息是农业可持续发展的首要任务。运用无人机遥感地理信息技术对空间数据进行获取、处理与分析,采用室内判读、实地走访方法,联合地理标记图片、地理视频流举证及AI技术等方式应用于耕地位置、作物类型等调查工作进行讨论。从多维度剖析,实践经验对其应用进行全面梳理,找出优化调查任务、工作效率及准确性的关键环节,以期对耕地调查、监测提供帮助。

**关键词:**无人机遥感;地理信息技术;耕地调查;耕地撂荒

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.04.078

耕地,是可以种植和长期耕种的土地,也是人们生活的基础。21世纪后,我国的人口规模持续增长,生活水平得到了极大地改善,但由于经济的高速发展、农业产业结构的急剧调整、耕地退化、自然灾害及生态退耕等影响,耕地的空间分布也发生了很大的变化。近年来,我国耕地面积整体呈逐年减少趋势。根据第三次国土调查的结果,近十年内,我国的耕地面积下降了1.13亿亩。而且,耕地后备资源也表现不足。《中共中央、国务院关于做好2022年全面推进乡村振兴重点工作的意见》明确指出:坚持耕地保护党政同责,严格控制18亿亩耕地红线。划分耕地用途,以粮食、棉花、油、糖、蔬菜及牧草等为主要原料,永久基本农田重点用于粮食生产。加强对耕地的执法监督,严厉打击违法占用耕地行为。加强对耕地使用的控制,严格控制耕地向其他用途转变,保证耕地的数量与质量是维持农业可持续发展的重要任务。

近年,我国国土调查工作经历了第二次国土调查、土地承包经营权、基本农田划定、“两区”划定、第三次国土调查以及年度变更调查等,主要是利用0.5m的卫星DOM或0.2m无人机DOM,通过室内目视判读,绘制出图斑边界等矢量成果,并将两者叠加,作为野外调绘工作底图,进行全野外核查从而形成最终数据库。耕地调查与监测工作任务显著的特点是对耕地资源的细化和信息化,因此,要利用现代先进的科技手段,实现对耕地资源准确、及时的普查。目前,卫星遥感影像覆盖不全、分辨率低、时效性较差、耕地的动态变化不能及时从图面获得,为及时监测耕地撂荒、“非粮化”和“非农化”等现象,必须对耕地进行科学、高效的调查、监测。

## 一、无人机遥感及地理信息技术

### (一) 无人机遥感技术

无人机遥感是将无人机遥感技术、遥感遥控通信技术、GPS差分定位技术、遥感传感器和遥感应用技术相结合,实现自动化、智能化、专用化地快速获取自然资源、地灾应急等空间遥感信息,并通过专业软件完成遥感数据处理、地物建模和应用分析的应用技术。无人机遥感在地形测绘、土地资源调查、城市数字化建设、新农村建设、工程建设、地质灾害应急处理等方面,都有其独特的优势。

### (二) 地理信息技术

地理信息技术是地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)和遥感系统(RS)的有机结合。GIS是指在计算机软硬件支撑下,对地球表层空间的数据进行采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统;全球定位系统是一种天基无线电导航和定位系统,为地球表面或近地空间的任何地点提供全天候的三维坐标、速率和时间信息;遥感是一种非接触式远距离探测技术,利用传感器或遥感器来检测物体电磁波的辐射和反射特性。以上技术相互配合,相辅相成,可以广泛应用于地形测量、调查,大大提高工作准确率、效率的同时,也降低了工作难度。

## 二、耕地调查

耕地调查包括耕地划界及耕地细分,通过耕地内耕地资源专项调查,全面查明耕地资源的位置、范围、作物类型和面积等,掌握真实可靠的耕地资源数量和质量。同时,从第三次国土调查成果中提取的其他草地、裸地、盐碱地、沙地及其他适合作为耕地后备资源用地进行耕地后备资源调查。一方面,市场经济的发展提升了国民经济,但另一方面,它引起了耕地资源的巨大损失,加剧粮食安全和生态安全,也使人地矛盾凸显,长远来看,将严重制约中国社会和经济的可持续发展。为了科学合理地利用和保护耕地资源,实行最严格的耕地保护制度,对耕地资源的全方位调查刻不容缓。

## 三、无人机遥感地理信息技术在耕地调查中的应用优势

随着无人机、数码相机、遥感技术和地理信息技术的快速发展,无人机航空摄影测量正逐步走向高分和多元化,所获得的遥感影像分辨率可达厘米级。获取的信息不仅限于多光谱、高光谱、激光点云。数据成果包括DOM、DSM、DEM、倾斜摄影测量三维模型、点云等。其独特的优势使其在耕地调查中得到越来越广泛的应用。

### （一）具有较强适应性

外业耕地实地调查环境复杂，部分地区人力所不能及。在这样的大环境下，无人机遥感地理信息技术的应用显得尤为重要。无人机一般都是低空飞行，有利于飞行空域申请，对起飞和着陆地点的限制较小，可以方便地进行飞行。无人机在低飞时，不仅能保证影像的清晰度，而且能准确地核查、留底。

#### 1. 无人机遥感时效性高

卫星遥感重返周期短，但过境时由于云量、未拍摄等原因，在耕地区域内的特定时期高分辨率卫星影像严重不足。无人机所搭载的航空摄影测量数码相机与其他设备相比，既能迅速获取高分辨率数字正射影像（DOM），又能提供高精度位置信息等，还能方便地生成倾斜摄影测量三维模型、激光点云等数据。采用无人机遥感获取遥感影像，能够快速、高效、及时地获取到厘米级的数字成果，节省了工作时间，特别在获取大范围遥感影像时，可以实现时效控制和质量控制，在耕地调查方面，极大地解决了遥感分辨率不足、时效性差等问题，提高了室内识别、预判耕地类型的准确性。

#### 2. 无人机遥感空间分辨率高

目前无人机云台搭载的相机像素基本都在千万像素以上，在航空摄影作业时，能迅速、清晰地采集到目标区域的地理空间信息，因此，通过垂直摄影测量或倾斜摄影测量，可以得到高品质的照片，进而可以生成高空间分辨率数字正射影像图、三维模型等，与民用卫星遥感影像30cm以下的空间分辨率成果相比，5cm以上的空间分辨率成果显得独具优势。影像中还含有空间地理坐标信息，为获取地理空间信息提供了一种具有较高精度且位置准确的原始数据。

#### 3. 无人机遥感灵活性强

在传统的野外调查测绘工作中，往往需要进行现场勘测，而在某些区域，如汹涌的河流、崎岖陡峭的山区、枝繁叶茂的森林等，难以实地测量。此时，无人机的灵活机动性就能完全发挥出来。由于其体积较小，便于携带，而且大多数无人机都具备了避障功能，使其在空中的安全性得到了极大提升。由于是在空中作业，故可根据复杂的地形，选择不同的飞行模式，快速、灵活地获取数据。比如在小测区，选用多旋翼无人机，仅需小场地便可完成起飞，还可从高空对地面未知区域进行量测；在大测区，可以利用固定翼或混合翼无人机获取所需要的遥感数据。

### 四、无人机遥感地理信息技术在耕地调查中的应用

#### （一）无人机耕地调查流程优化

传统耕地调查一般利用现有矢量成果叠加往年遥感卫星影像制作成外业调查工作底图，外业人员实地走访，记录耕地类型并拍照举证，内业根据调查成果进行质量检查，形成最终耕地调查数据库。该方法周期长、

成本高、风险大，且不利于定期动态更新耕地地块信息。根据笔者多年工作经验，提出以下基于无人机的耕地调查方法。

在进行耕地调查时，利用无人机获取厘米级空间分辨率、多波段的数字正射影像或倾斜摄影测量模型等，将“两区”划定、永久基本农田、“三调”、土地利用现状等信息进行叠加，结合无人机视频影像资料，通过人工编辑、判读和综合分析进行地物识别，确定耕地大致范围、耕地地类、撂荒地及非法占耕范围，形成耕地调查工作底图。通过对耕地的全面调查，掌握耕地的空间位置、数量、边界等。根据上图图斑进行分类面积量算，并汇总生成耕地面积、作物类型、撂荒地、违法占耕（“非粮化”、“非农化”）面积，最终将基础资料、图表和文本成果经质量检查合格后整合入库，建立初期耕地调查数据库。在此基础上，定期对作业区耕地范围内进行无人机航拍获取数字正射影像、视频影像、实地照片等资料，适时补充遥感卫星影像、地面实调资料，持续摸清耕地面积、耕地内作物类别、长势情况、撂荒地、非法占耕等情况；同时，将调绘成果制作AI样本库，供AI模型训练，最终形成AI智能变化检测模型，为后续耕地识别和动态变化监测提供智能化、自动化的技术手段，为耕地保护和保障国家粮食安全提供技术支持。

#### （二）在地理空间数据获取中的应用

无人机可以根据不同的传感器，进行不同的地理空间数据采集。通过垂直摄影相机获取下视对地观测照片，利用Inpho、Pix4Dmapper等软件进行DOM、DSM及其他产品生产；通过五镜头倾斜摄影测量相机或单镜头相机，采集前、后或左、右加下视共三个方向，或前、后、左、右和下视共五个方向的照片，利用Pix4Dmapper、Smart3D、PhotoScan等软件生成倾斜摄影测量模型，并能生成DOM、DLG及数字地表模型等；通过机载激光雷达，对激光点云进行采集，对三维真实世界进行有效测量，形成DEM、等高线等，为土地填挖方、耕地后备资源调查等提供有力支撑；通过多光谱相机，可以获得除红绿蓝波段外的其他波段信息，并生成丰富的数字产品，为作物长势分析、作物分类等提供数据基础；利用高光谱设备，可为作物精细分类与识别、作物病虫害防治等服务。

#### （三）作物类型识别

农作物精细分类是农业资源与环境监测的重要环节，提取不同作物种植信息能够为我国农业生产提供基础数据支撑。而无人机遥感所获取的高分辨率、多光谱、高位置精度的地理空间信息，可提供丰富的光谱特征、空间特征、时相特征、纹理特征、物候等特征，满足常规的作物遥感分类提取方法，有利于实现对作物类型的目视解译及机器识别。

#### （四）在外业调绘中的应用

在传统耕地调查工作中，主要采取室内判读和实地调绘方式进行。通过这种方法，获得人工核实后的耕地相关信息，尽可能确保图形、属性与实地一致。但在核实过程中，必须实地走到、看到、记到，开展工作异常艰难且成本高昂。此时，定期通过无人机遥感地理信息技术获取DOM、倾斜摄影三维模型、DSM等，室内即可完成大部分地类预判。对于室内判读不准的区域，可以根据无人机获取的最新地形信息，制定更为合理的外业调查规划路线。另外，按照耕地调查要求，实地举证的远景、全貌和近景照片必不可少，但人工实地举证潜藏极大的工作量和风险。无人机可实现多角度、机动灵活举证等，使人工实地走勘的外业调查工作任务减少，也增强了调查可靠性。

#### （五）助力监督核查

地表的不断动态变化导致耕地变化的全程跟踪、及时动态监测变得非常困难，该工作既要对其已有信息进行有效整理，又要对其进行频繁的全面核实和更新，从而确保数据的现势性。目前，我国耕地监查工作面临很大压力，因此，如何保证这一成果的准确性和时效性成为各个相关部门共同关注的问题。若仅依靠人工，不仅效率低下，精度也难以保证。利用无人机遥感地理信息技术可以有效解决以上问题。无人机可以快速、大规模地获取最新的耕地图片、视频等资料，同时还可以生成具有较高精度的三维立体模型等，以便于对土地的真实情况进行全面的了解，从而对问题图斑进行有效的分类和分析。对于有遮蔽的区域，可以通过航点飞行和手动拍照等方法进行识别和采集。在复杂地形、物体遮挡等复杂情况下，利用该技术对现场取证进行有效的监测，大大提高了核查工作的准确性和安全性，起到很好的震慑作用，将耕地撂荒、“非粮化”、“非农化”等防患于未然。

#### （六）无人机遥感地理视频的应用

不同角度的物体，人眼的辨识能力不一，多角度拍摄可以帮助人或机器更好地辨认。但由于获取的地面资料有限，可以利用时空同步、数字一体的无人机遥感地理视频技术，将动态视频赋予地理空间信息感知能力，并将时空数据与多应用平台深度融合，将地理视频流推送到地理信息实时平台。内业人员通过对无人机的多角度地理视频进行地物判读，逐步替代外业人员实地走访调查，从而达到“足不出户，便知天下”的目的。

#### （七）无人机遥感与AI结合

在自然资源调查、监测和管理等方面，利用深度学习技术进行遥感影像信息的提取，将大幅提升遥感数据解译和信息提取的精度和效率。利用人工智能技术进行耕地调查与监测，主要有：耕地目标检测、耕地定量信息提取、耕地变化检测和多源遥感信息处理等。“AI+

遥感”的影像目标检测技术、耕地类型分割分类技术、耕地多时相变化检测技术，将为无人机遥感地理信息技术在耕地统计、耕地变化、耕地综合治理方面的应用奠定基础。只有找出耕地的变化特点和分布，才能更好地为耕地利用提供实际、有效的支持。

同时，利用无人机遥感地理信息技术，也为利用人工智能和遥感在地物识别中的应用提供了更加有效、丰富的样本库。随着无人机遥感地理信息技术的不断发展，将使其更高效、更智能化、更低成本地获取更多的地理空间信息。

#### 五、结束语

当前，我国的人口规模不断扩大，对农业的需求与日俱增，农业的战略地位就显得尤为重要。利用无人机进行耕地调查，可以有效地监测耕地的稳定性，促进农业的持续健康发展。

综上所述，利用无人机遥感地理信息技术，可以在耕地调查全闭环工作流程中实现，有效地解决了实时获取基础地理信息、内业成图、辅助外业调绘、耕地监管等问题，极大地降低了现场取证工作量，同时提高了工作效率，保障了工作人员的安全。该技术全面反映地图上的土地使用情况，弥补人工作业中的缺陷，极大地提高了工作的效率和质量，为耕地调查的准确性提供了有力的支撑和保障。得到最大限度的发挥，为今后的耕地调查、监测与保护提供科学依据。

#### 参考文献

- [1] 郭庆华, 胡天宇, 刘瑾, 金时超, 肖青, 杨贵军, 高显连, 许强, 谢品华, 彭焱刚, 闫利. 轻小型无人机遥感及其行业应用进展[J]. 地理科学进展, 2021, 40(09): 1550-1569.
- [2] 纪景纯, 赵原, 邹晓娟, 宣可凡, 王伟鹏, 刘建立, 李晓鹏. 无人机遥感在农田信息监测中的应用进展[J]. 土壤学报, 2019, 56(04): 773-784.
- [3] 徐存东, 李洪飞, 谷丰佑, 张鹏, 高德坤. 基于无人机遥感影像的盐碱地信息的精准提取方法[J]. 中国农村水利水电, 2021(08): 116-122.
- [4] 张景华, 欧阳渊, 陈远智, 李富, 刘小霞, 刘洪, 赵银兵. 基于无人机遥感的四川省昭觉县农业产业园土地适宜性评价[J]. 中国地质, 2021, 48(06): 1710-1719.
- [5] 任泽茜, 丁丽霞, 刘丽娟, 谢锦莹, 敖伊颖, 张继艳, 何嘉莹. 利用无人机遥感监测农作物种植面积[J]. 测绘通报, 2020(07): 76-81.
- [6] 徐朋, 徐伟诚, 罗阳帆, 赵祚喜. 基于无人机可见光遥感影像的耕地精准分类方法研究[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21(06): 79-86.
- [7] 黄慧. 遥感航测技术在地图测绘中的应用探析[J]. 智能城市, 2021, 7(06): 57-58.