

# Application of UAV Survey Evidence in the Third Land Survey

Yinglai Ning

Beijing Zhongtian Bo Di Technology Co., Ltd., Beijing, 100101, China

## Abstract

The main task of the third National Land Survey is to investigate the land use status of each map on the basis of the results of the second National Land Survey and the base map of the survey issued by the state. In order to ensure the reliability of the investigation results, the state requires that the change spots extracted by the domestic industry should adopt the Internet mode, use the mobile phone with positioning function to carry on the investigation and photo proof, and carry on the internal verification according to the Internet investigation proof photos, and test the accuracy of the three tone results. Because of the great change of the pattern, the workload of the pattern which needs to be investigated and the proof is heavy, the time is urgent, and the task of the investigation of proof is It is arduous. For remote areas, it is difficult for manpower to reach the spot of proof, and it is difficult to get the spot of proof manually, and a lot of time is wasted on the journey. On this basis, the use of drones to investigate and prove evidence is studied. Based on the DJI UAV flight platform, the Zhongtian UAV Survey evidence Integration system adopts the UAV with GPS positioning to carry out off-line investigation, and applies it to the proof work of the third national land survey. Through the field verification in the project area, the proof results are uploaded to the national land survey cloud through the standard interface. In the third National Land Survey, the drone survey Certificate becomes an important part of proof in land investigation, which makes up for the defect of proof in manual investigation and improves the efficiency of proof in investigation.

## Keywords

the Third Nationwide Land Survey; DJI UAVs; investigation and proof; Internet +

# 无人机调查举证在第三次国土调查中应用

宁应来

北京中天博地科技有限公司, 中国 · 北京 100101

## 摘要

中国第三次全国国土调查主要任务是在第二次全国国土调查成果基础上,以国家下发调查底图为基础,实地调查每块图斑的地类、范围和权属等土地利用状况。国家为保证调查成果的可靠性,要求对内业提取的变化图斑、重点地类变化图斑采用互联网+模式,使用带定位功能的手机进行调查与拍照举证,国家根据互联网+调查举证照片进行内业核查,检验三调成果准确性。因图斑变化较大,需要调查举证的图斑工作量大,时间紧迫,调查举证任务艰巨。对于偏远地区、人力较难到达地区的图斑,人工到达举证图斑比较困难,路程上浪费很多时间,在此基础上研究使用无人机进行调查举证工作。中天无人机调查举证一体化系统基于大疆无人机飞行平台,采用带GPS定位的无人机进行离线调查、举证一体化方式开展外业调查工作,并应用于第三次全国国土调查举证工作中,通过项目区实地验证,取得成功,举证成果通过标准接口上传到国家国土调查云。在第三次全国国土调查中,无人机调查举证成为国土调查举证的重要部分,弥补了人工调查举证缺陷,提高了调查举证工作效率。

## 关键词

第三次全国国土调查; 大疆无人机; 调查举证; 互联网+

## 1 绪论

根据《国务院关于开展第三次全国土地调查的通知》(国发<sup>[2017]</sup>48号)<sup>[1]</sup>,在中国全国范围内开展第三次全国国土调查,目的是全面查清当前全国土地利用状况,掌握真实准确的土地基础数据,健全土地调查、监测和统计制度,强化土地资源信息社会化服务,满足经济社会发展和国土资源管理工作

需要。开展第三次全国国土调查,对贯彻落实最严格的耕地保护制度和最严格的节约用地制度,提升国土资源管理精准化水平,支撑和促进经济社会可持续发展等均具有重要意义<sup>[2]</sup>。

采用“互联网+”技术开展举证、核查工作,是确保第三次全国国土调查成果数据真实、准确的重要手段。各县(区)利用“互联网+”举证技术,对实地调查地类与国

家内业预判地类不一致的图斑和地方自主变更、重点地类图斑需要拍摄带定位坐标的举证照片，国家和省（区、市）利用“互联网+”技术开展内业核查、在线举证及外业实地核查工作，确保调查数据真实性<sup>[4]</sup>。

在“互联网+”举证技术下的基于手持设备开展举证工作的现状下，探索“互联网+”举证技术下的以大疆旋翼无人机为平台开展举证工作的可行性。基于手持设备的“互联网+”举证技术路线较为成熟，但其拍摄视角和工作效率上具有一定的局限性，基于旋翼无人机的举证方式可以弥补手持设备的不足。旋翼无人机用于举证工作，实现在空中悬停的情况下，以俯视、斜视的视角，拍摄完整的、清晰的图斑整体利用情况和边界信息，并且对于偏远地区、人力较难到达地区的图斑，旋翼无人机具有工作效率上的优势。当前消费级无人机市场中，通过调研选取深圳市大疆创新科技有限公司的大疆旋翼无人机为平台，设计第三次国土无人机调查举证 SDK 接口标准，采用大疆无人机在贵州省黔西县进行第三次国土三调图斑举证，并取得应用成功，对比人工调查提高外业调查举证效率。

## 2 引言

根据《国务院关于开展第三次全国土地调查的通知》、《第三次全国国土调查实施方案》<sup>[4]</sup>和《第三次全国国土调查技术规程》<sup>[1]</sup>等相关要求，基于“互联网+”技术开展的举证、核查工作，是确保第三次全国国土调查成果数据真实、准确的重要手段。以大疆旋翼无人机为平台的“互联网+”举证，即是将无人机技术用于国土三调工作的创新，又是对当前基于手持设备的“互联网+”举证工作模式的补充，提供空中独特的拍摄视角，以俯视、斜视的方式弥补手持设备视角窄、不能拍摄图斑全貌的不足。并自主设计适用于大疆旋翼无人机举证的 SDK<sup>[5]</sup>和举证成果包格式，形成一整套的旋翼无人机举证工作方案。

论文结合第三次土地调查工作任务及需求，探索无人机调查举证技术在第三次国土调查上的应用，旨在提高土地调查举证工作效率，促进先进的科学技术手段在全国土地调查中发挥重要作用。

## 3 技术路线

无人机用于第三次全国国土调查技术路线图如图 1 所示：

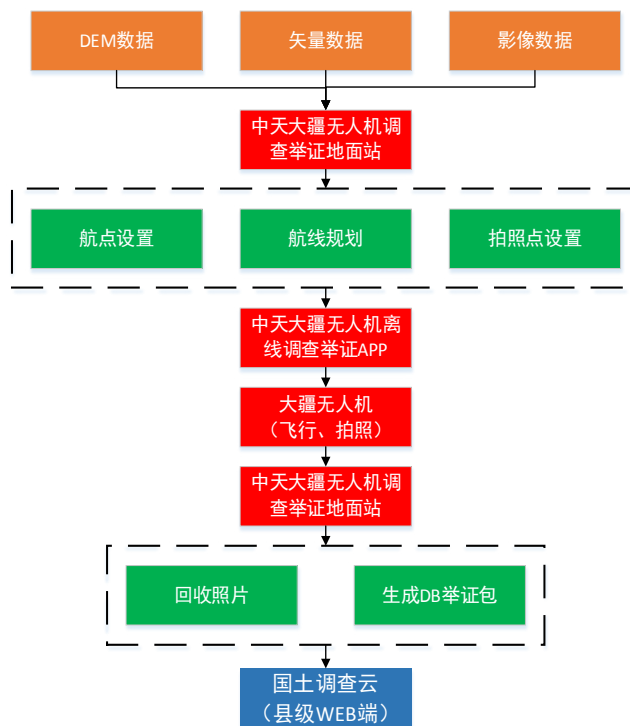


图 1 技术路线图

## 4 无人机设备介绍

无人机调查举证系统以大疆旋翼无人机 Phantom 4 Advanced（简称“精灵 4A”）、御 Mavic 2（简称“御 2”）等消费级机型为飞行平台，搭配 Android 版中天无人机外业调查 APP，开展国土外业调查相关工作。

### 4.1 大疆旋翼无人机

推荐使用精灵 4A、“御”2 等机型，除支持精灵 4 系列、“御”Mavic 2 系列外，还支持悟 2、经纬 M 系列等机型。





图 2 精灵 4A 和御 2

表 1 无人机参数

	精灵 4A	御 2
重量 (含电池及桨)	1368g	907g
最大飞行高度	默认 120m, 最高 500m	
最大水平飞行速度	50km/h	72 km/h
最大遥控距离	4km	5km
最大飞行时间	约 30 分钟	31 分钟
充电时间	1h	1h
镜头视角	84° ( 8.8 mm )	77°
照片 / 视频格式	JPEG/MP4	
云台旋转角度	俯仰 -90°~+30°	

## 4.2 Android 平板

推荐使用华为 M3、M5 系列平板。要求 Android 系统 5.0 以上, 建议存储空间不小于 64GB。

## 5 研究方法

### 5.1 无人机调查举证系统简介

中天无人机国土调查举证一体化系统, 作为国土调查云外业举证 APP 的有益补充, 提高了外业调查、举证的工作效率。系统由三部分组成: 中天无人机调查举证地面站、中天无人机离线调查举证 APP 和大疆旋翼无人机, 为国土工作的调查、举证、监管等业务提供解决方案。

### 5.2 无人机调查举证地面站

中天无人机调查举证地面站是中天无人机国土应用的特色产品, 为国土业务的开展提供技术支持。以工程概念为基础, 以航线设计为核心, 真正做到了内业设计、外业飞行的状态。

地面站是基于 Arcgis 与 Windows 系统研发的桌面端软件, 目的是制作无人机外业调查、举证的飞行信息, 以及回收无人机外业调查成果、举证成果分析与提交的主要工具软件。具体功能包括设置航点、拍照点信息, 设置拍照点拍摄方向, 设置图斑与举证照片关联关系, 回收举证成果、生成举证 DB 包等。

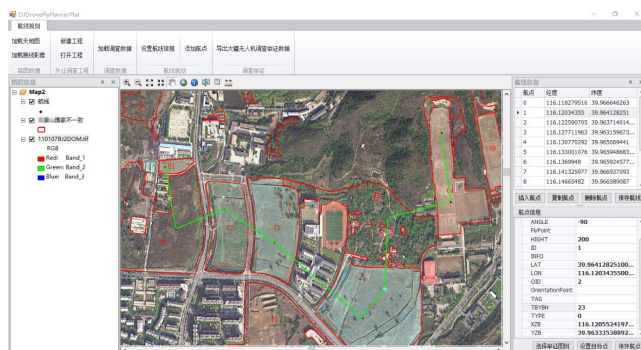


图 3 无人机调查举证地面站界面

### 5.3 无人机调查举证 APP

无人机调查举证 APP 基于 Android 系统开发, 可用于离线图斑调查和在线视频互联工作, 界面简洁、傻瓜式操作, 一键起飞、一键返航即可完成调查、举证工作。软件设计实现图斑断点续飞、单个图斑手动飞行模式, 提高了外业作业效率。

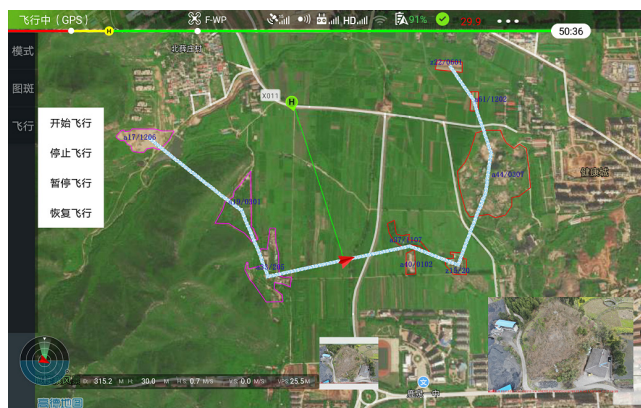


图 4 无人机调查举证 app 界面

### 5.4 无人机调查举证工作流程研究

国土调查工作均以图斑为单位, 分区域进行开展。在了解图斑分布情况的基础上, 根据作业区域地形地貌特征, 内业规划无人机飞行航线, 并设置拍摄点及拍摄方向, 以最合理的航线开展外业调查工作。无人机外业调查工作是傻瓜式操作, 只需简单培训即可上手, 通用性较强。



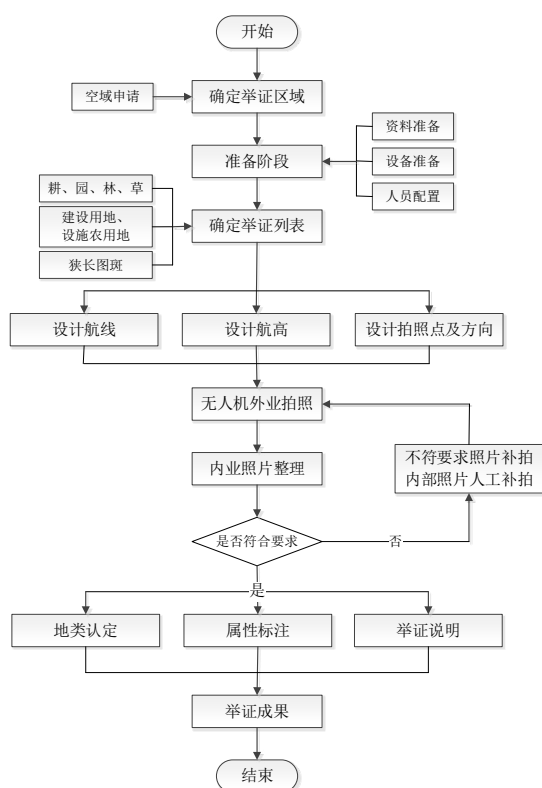


图 5 无人机调查举证技术路线图

#### 5.4.1 确定采集区域

使用无人机用于外业调查举证，首先需要确定调查区域，并根据相关要求，申请作业区空域。

#### 5.4.2 准备阶段

项目开始前，需要做好充足的准备，主要从资料、设备（无人机、电池、笔记本电脑）和人员三方面进行准备。

#### 5.4.3 确定采集列表

分析讨论作业区内图斑情况，分别根据图斑地类、面积、形状、密集情况进行分类，对农用地、建设用地、未利用地不同地类类型的图斑，进行举证拍摄。根据面积划分，50 亩以上为大面积图斑、5-50 亩为中等面积图斑、5 亩以下为小面积图斑，根据形状划分河流、沟渠、道路等为狭长图斑。

#### 5.4.4 设计航线、设计航高、设计拍照点及方向

根据确定的采集图斑列表类别，分别设计无人机飞行航线和航高，根据图斑分布及密度情况，合理规划航线；根据相机参数，在保证拍摄照片清晰的前提下，将图斑拍摄完整，合理设计航高；逐图斑或分块区域设计拍照点及拍照方向，保证拍摄照片、视频的科学性、可用性。

根据当地地形情况，建议在设计航线时考虑山区地形，航高设计在 150-200 米之间，航线设计采用分块区域设计拍

摄点，采用斜拍、正拍交叠方式进行拍摄点布设与规划，斜拍角按不同图斑类型设置 30-50 度之间，拍摄点距离拍摄区域图斑设置在 100-150 米左右。

#### 5.4.5 无人机外业拍摄

航线室内规划完成后，在申请的空域及申请的时间内，进行无人机外业调查举证拍照工作，根据预先设计的航线、航高、拍摄点方向，分架次依次或多架次同时开展外业调查工作。此外，还应保证出行路线的合理及无人机起飞点的安全性。

#### 5.4.6 内业照片整理

将无人机拍摄的照片与图斑进行关联，逐图斑筛选，去掉质量明显不符合要求的照片，比如拍摄角度不佳、照片模糊不清等情况；选择质量较好的照片进行内业分析处理。

#### 5.4.7 照片补拍

经过内业整理后，对内业整理筛选的不合理照片，按照工作流程重新进行无人机或人工补拍；对建设用地、临时用地和设施农用地等需要内部照片的图斑，进行人工补拍。

#### 5.4.8 地类认定、属性标注、举证说明

对经过内业照片整理合格的图斑，对照无人机举证照片进行图斑地类认定、属性标注工作，并填写举证说明。

#### 5.4.9 举证成果

上述工作完成后，进行项目组内部讨论，确定举证图斑，挑选举证照片，形成举证成果数据包。

## 6 无人机举证拍摄方法研究

为保证调查成果真实性与易辨性，无人机调查举证照片每个图斑需要保证至少一张正拍照片，一张斜拍照片，根据内业预判地类及外业调查地类情况，设置不同航高进行拍摄举证。在无人机禁飞区，缓冲区范围内图斑建议不使用无人机进行举证，人工实地调查举证。

### 6.1 耕地、园地、林地、草地图斑举证拍摄

中、小面积图斑需要设置至少一个正拍拍摄点，每个图斑需要有至少一张正拍与斜拍举证照片，平地地区图斑正拍照片设置航高 150-200 米，俯仰角设置 -90 度，斜拍照片设置 150 米，斜拍俯仰角设置 -30-45 度。山区图斑需考虑坡度问题，正拍照片设置航高 200 米，俯仰角设置 -90 度，斜拍照片设置航高 150 米，斜拍俯仰角设置 -45 度。园地、

林地图斑航高与俯仰角设置需要考虑植被茂密情况及树冠大小情况，树冠小的建议航高设置低点，俯仰角小点；树冠大的园地、林地建议航高设置高点，俯仰角可以适当设置大点。

大面积、横纵向跨度大于 200 米的图斑需要设置两个以上正拍拍摄点，确保拍摄的照片、视频能够覆盖整个图斑范围，对图斑宽度大于 200 米的图斑，需要多设置航线，横向拍摄点设置间隔 150-200 米左右。平底区域图斑正拍照片设置航高 150-200 米，俯仰角设置 -90 度，斜拍照片设置航高 150 米，斜拍俯仰角设置 -30—-45 度。山地区域图斑正拍照片设置航高 200 米，俯仰角设置 -90 度，斜拍照片设置航高 150 米，斜拍俯仰角设置 -45 度。

斜拍拍摄点坐标距按设置俯仰角来设置拍摄点离图斑边界距离，-45 度角离图斑边界距离为飞行航高的 1/2 为宜，俯仰角越大，拍摄位置离图斑边界应缩小，俯仰角越小，拍摄位置离图斑边界应扩大。山区斜拍方位角应朝下坡方向进行拍摄。

拍摄的照片应以细节清晰为主，尽量保证地类特征信息明显，在保证照片的清晰下，尽量覆盖图斑范围。

### 6.2 狭长面积图斑举证拍摄

(1) 狭长面积图斑一般包括道路、河流、沟渠、林带等线状地物。

(2) 狭长图斑拍摄照片的，应沿图斑走向 45° 与正拍方向拍摄单一地类的照片。

(3) 拍摄的照片应以细节清晰为主，尽量保证地类单一、特征信息明显，在保证照片的清晰下，尽量覆盖图斑范围。

### 6.3 建设用地、设施农用地图斑举证拍摄

(1) 对内业认定为新增建设用地、设施农用地的图斑，需人工补充拍摄内部照片。

(2) 正拍照片设置航高 150 米，俯仰角设置 -90 度，斜拍照片设置 100 米，斜拍俯仰角设置 -30—-45 度。

### 6.4 农变未图斑调查举证

二调数据库为农用地，三调数据库中变为未利用的图斑举证，集中连片图斑举证正拍照片设置航高 150 米，俯仰角 -90 度，斜拍照片设置航高 100 米，俯仰角 -40 度，对于集中连片图斑宽度大于 200 米的区域，需要多设置航线，横向拍摄点设置间隔 150-200 米左右。

## 6.5 集中连片图斑整体调查举证

图斑密集区域，采用集中连片区域整体举证方式，在一张正拍照片范围内图斑采用一张照片整体举证方式进行举证，保证区域内的每个图斑至少存在一张正拍照片，一张斜拍照片。

集中连片区域整体举证按图斑分布情况整体设计飞行航线，图斑区域宽度大于 200 米的区域，需要多设置航线，纵向、横向正拍、斜拍拍摄点设置间隔 150-200 米左右。航高参考区域内地类情况，设置合适航高进行拍摄，正拍航高设置 150-200 米，斜拍航高设置 100 米，俯仰角设置 -35—45 度之间。

## 7 无人机调查举证应用

论文通过对无人机调查举证新技术的介绍与方法研究，并成功用无人机调查举证技术在第三次土地调查中的应用。并通过对黔西县举证图斑外业调查、实践，验证了无人机调查举证新技术的可行性，为第三次国土调查技术提供新思路，并在第三次土地调查工作中的应用奠定理论及实践基础。无人机调查举证技术作为第三次国土调查互联网 + 举证技术提供新的方案，弥补人工调查中交通不便到达图斑，提高调绘效率。

采用无人机外业调查举证，在内业规定设计好航线后，每个架次能举证图斑 20-30 个，保证电量充足的情况下，初次举证每天能完成外业图斑 150 左右，效率明显高于人工实地调查。调查成果通过无人机调查软件处理，标注外业认定后通过离线或在线方式上传县级管理端，完成调查举证工作<sup>[6]</sup>。



图 6 平台成果展示

采用无人机调查举证技术,能高效完成图斑调查举证工作,技术可行,但在使用过程需要作业员技术要求高,在内业设计航线时需要综合考虑图斑分布规律,图斑所在高程差,设计合理的航线,外业时选择合适的起飞点位置,航线航高及拍摄点位置设计不合理,会造成图斑拍摄不全或不清晰,影像外业地类认定;外业起飞点位置选择不合适,造成拍摄图斑比实际设计航高不一致,造成成果显示还原误差增大。如果起飞点位置通视性不好,会造成图传信号丢失<sup>[6]</sup>,无人机举证照片无法加密传回,造成加密照片丢失现象。

## 参考文献

- [1] 第三次全国土地调查技术规程 [S].TD/T2015-2019
- [2] 第三次全国土地调查总体方案 [S]. 国土调查办发 [2018]1 号.
- [3] 国务院关于开展第三次全国土地调查的通知 [S]. 国发 [2017]48 号.
- [4] 第三次全国国土调查实施方案 [S]. 国土调查办发 [2018]18 号.
- [5] 国土调查互联网 + 举证 SDK 接口开发设计文档.
- [6] 李德仁,李明. 无人机遥感系统的研究进展与应用前景 [J]. 武汉大学学报 (信息科学版),2014,39(5):505-513,540.