

基于无人机高分辨率影像的防违控违综合管理应用  
许真真、孙麋\*、胡卫东、张国永、李文宁、龚建华、  
武栋

浙江中科空间信息技术应用研发中心

摘要：本文从“三改一拆”业务应用入手，介绍了通过应用高精度、高效率、智能化无人机遥感技术，建立了违章建筑识别、提取、统计协同处理方法和流程，解决了传统测绘的弊端。以无人机影像为基础，基于 WebGIS、移动互联网等技术建立了首套防违控违综合 GIS 信息管理系统，为违建管理提供“天上看、地上查、网上管”的防违控违技术手段

关键词：无人机；无人机高精度航摄；三维建模；防违控违。

## 1 项目背景

《住房城乡建设部关于进一步加强违法建设治理工作的通知》（建督[2017]252号）、浙江省《关于建立健全违法建设防控治理长效机制的若干意见》（浙政办发〔2018〕23号）等国家和地方文件的出台，标志着违法建筑管理的工作重心从拆违向防违控违转。尤其是《浙江省“三改一拆”行动领导小组关于印发〈浙江省“无违建县（市、区）”创建标准〉（2018年版）的通知》（浙改拆〔2018〕4号）文件要求“无违建创建先进县（市、区）”、“基本无违建县（市、区）”的创建均须建立具备受理投诉举报、巡查发现、实时指挥、快速处置和综合督查等功能的“防违控违综合管理系统”；还提出了新增违法建筑管控、存量违法建筑处置、建立健全村（社区）网格巡查，乡镇政府（街道办事处）巡视控制等长效、动态监管方面的更高要求，以响应推进新型城市化、改善城乡面貌、优化人居环境、建设美丽中国的迫切需要。

我单位于2018年依据《浙江省防违控违综合管理平台建设导则(试行)》，以无人机遥感为基础，综合应用卫星遥感、WebGIS等空间信息技术和移动互联网技术，建立了违章建筑识别、提取、统计协同处理方法和流程，解决了传统测绘的弊端开展了防违控违综合管理应用；基于3S空间信息技术建立防违控违综合信息GIS管理系统，具有传统的MIS系统无法比拟的优势，能够实现工业彩钢棚、居住商品房、农村主体房以及农村辅助房等多种性质违建的全方位管控；以高精度遥感数据为蓝本，以信息平台为抓手，实现位置、分布、面积、属性等违建信息的多级（区/县/市、乡/镇/街道、村/社区、网格员、群众）一体化监管，辅助实现管理模式创新，实现违建信息“一张图”，把室外的工作转变为室内的工作，将逐级上报数据转变为数据核查，即将以往的“上报数字”简化为“上报是否”，不仅减轻了乡镇工作量和投入成本，更确保了数据的准确性，可以为嘉兴市各县、市、区的违建防、管、控业务工作提供高效支撑和助力在浙江省“无违建县（市、区）”工作中取得更好成绩。

## 2 技术路线

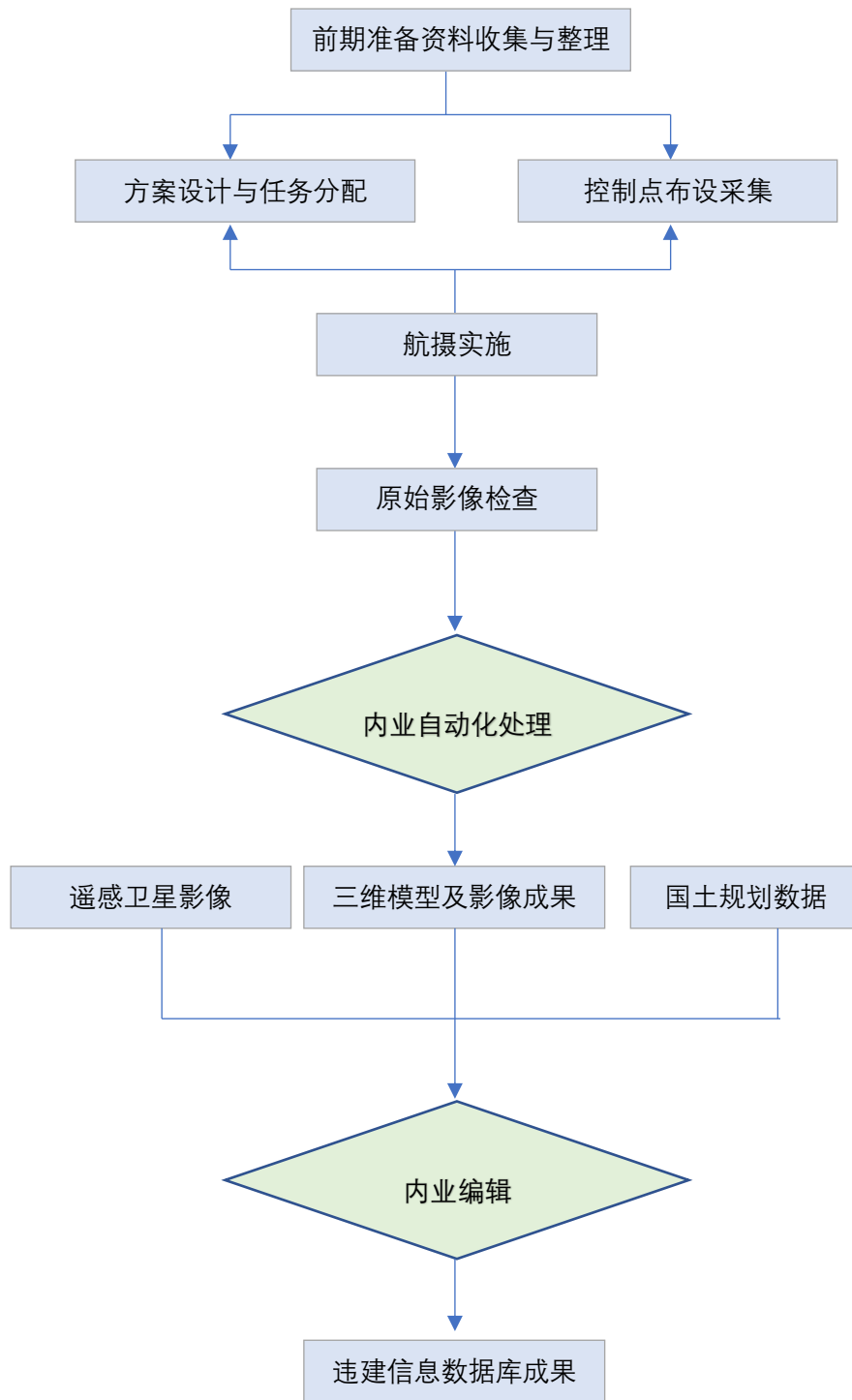


图 1 技术路线

### 3 作业流程

#### 3.1 无人机装备和航摄参数设计

本次航拍采用飞马 F1000 和 F200 电动固定翼无人机，机身采用 EPO 高强度塑料，飞机连接部位使用碳纤维复合材料，因此飞机极轻。飞马智能航摄系统具有高效率、高精度、智能化等技术特点，在满足项目所需的航摄像片要求的同时，可以智能化地开展航线工作，为

提高航摄获取数据的作业效率提供了基础保障。出于业务对无人机影像分辨率的需求，以及飞行面积和时间的考虑，无人机影像飞行高度为 500 米，航向航向重叠度为 80%，旁向重叠度为 60%，平均地面分辨率约为 8cm；倾斜摄影飞行高度为 120 米，航向航向重叠度为 80%，旁向重叠度为 60%，平均地面分辨率为 3cm；覆盖整个测区飞行的面积约为 420km<sup>2</sup>，分为 13 个测区，累积飞行架次达 52 个，大约 15 个工作日完成；而三维倾斜摄影采集面积 12 km<sup>2</sup>，累积飞行架次达 12 个，约 3 个工作日完成。



图 2 飞行现场

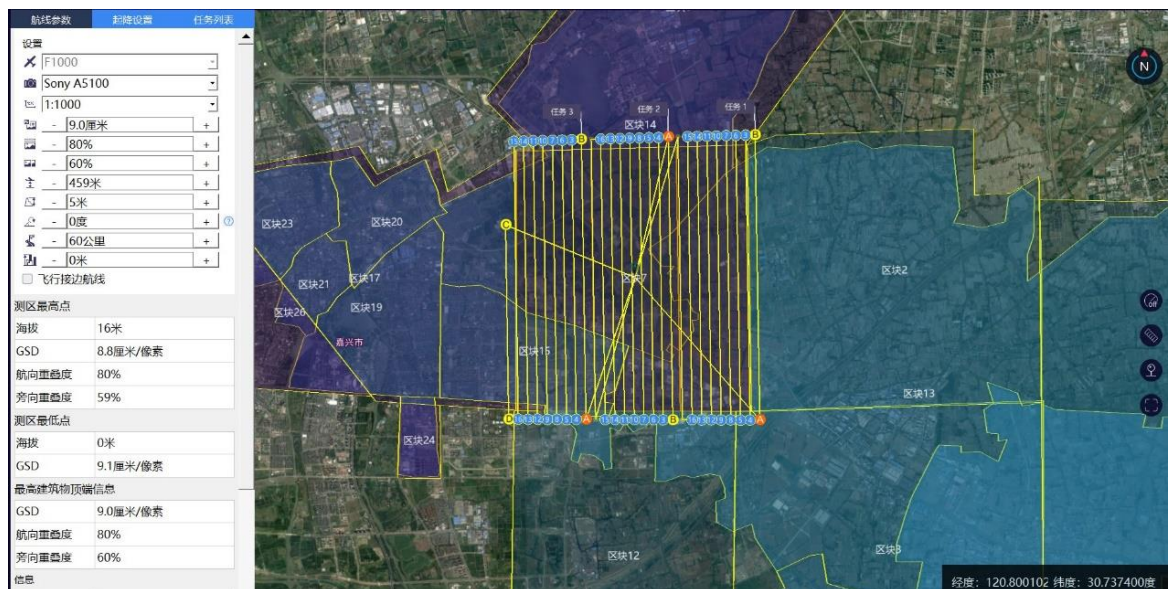


图 3 航线规划

### 3.2 地面控制测量

为了保证成果的精度以及国家对测绘项目坐标系的要求，在无人机数据拼接之前，需要对测区布设一定数量的地面控制点。像控点应该选择在航摄像片上影像清晰、目标明显的像点，实地选点时，也应考虑侧视相机是否会被遮挡。对于弧形地物、阴影、狭窄沟头、水系、高程急剧变化的斜坡、圆山顶、跟地面有明显高差的房角、围墙角等以及航摄后有可能变迁的地方，均不应当做选择目标。

测区平面像控点采用统一的区域网布设方案，而且要求所有平面控制点均为平高控制点，拟布设控制点、检查点共计 254 个。项目成果坐标系为 JX2000 坐标系，而采集获取的控制点坐标系为 CGCS2000，对此需要对控制点进行再次转换方可使用。

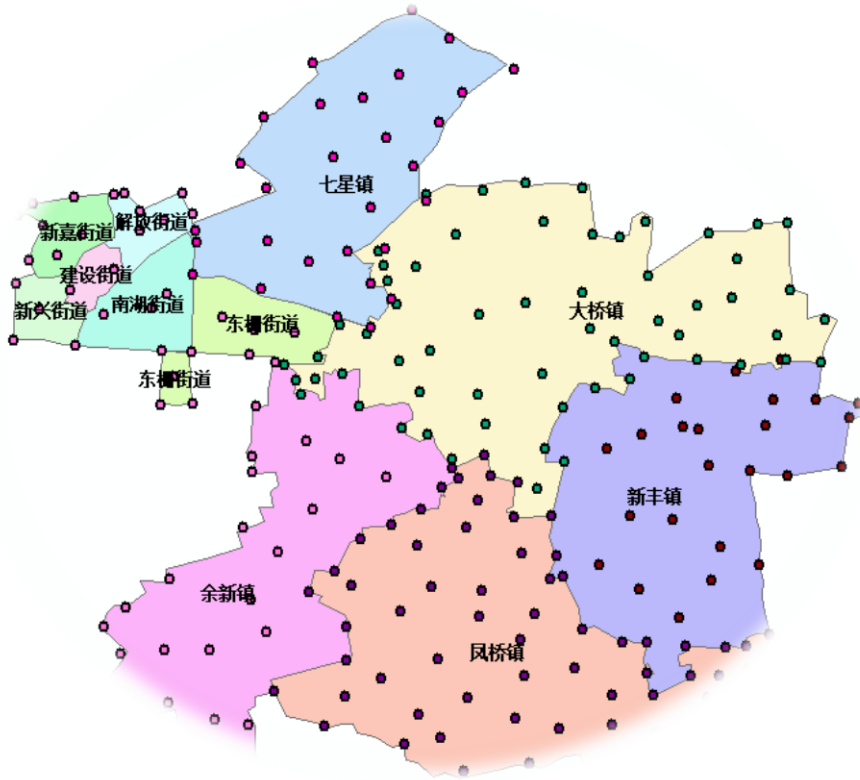


图 4 控制点布设



图 5 控制点采集

### 3.3 飞行作业

根据项目范围，依托飞马 F1000 无人机管家智能航线设计管理系统，飞行实施之前，完成分区以及飞行航线的规划。航摄作业受天气、光照的影响较大，需选择天气良好、光照充足的环境下进行安全作业，为保障航拍的姿态稳定，宜选择风量较小的天气进行作业。作业场地相对平坦，周围 100 米范围无建筑物，大面积水体以及电塔等，保证起降安全。作业前做好装备检查，保证作业的安全。

拍摄后的影像，应用飞马无人机管家进行数据检查，通过检查报告评估影像质量，确保影像重叠度满足要求，颜色饱和，色调均匀，反差适中，不偏色等，方可进入数据处理。

### 3.4 飞行数据处理

对航摄原始影像进行检查合格后，选择 Pix4d Mapper 软件进行无人机影像自动化处理，经过空中三角测量，影像匹配融合等，获得的成果为点云数据，数字正射影像图和数字表面模型等一系列数字产品。

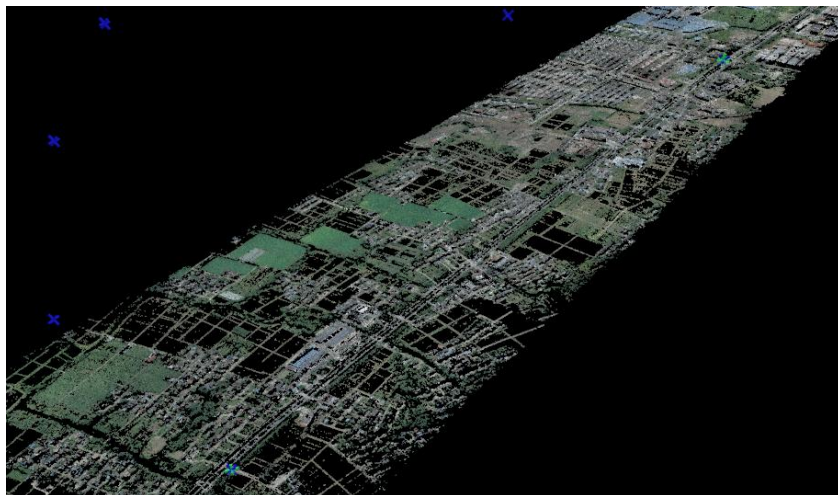


图 6 点云数据

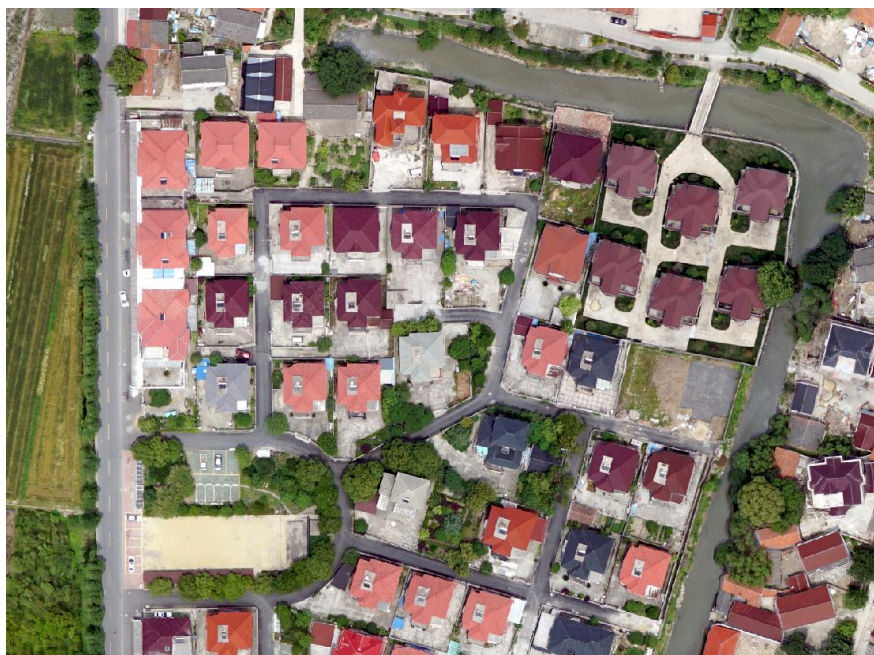


图 7 无人机影像

#### 4 精度分析

根据以往的无人机影像拼接成图经验，随着成图面积的增大，误差会逐渐累积，最终超出误差限制。为控制测区的整体精度，采用 RTK 方式布设地面控制点。经检测，影像平面精度中误差完全满足项目设计要求，具体如下：

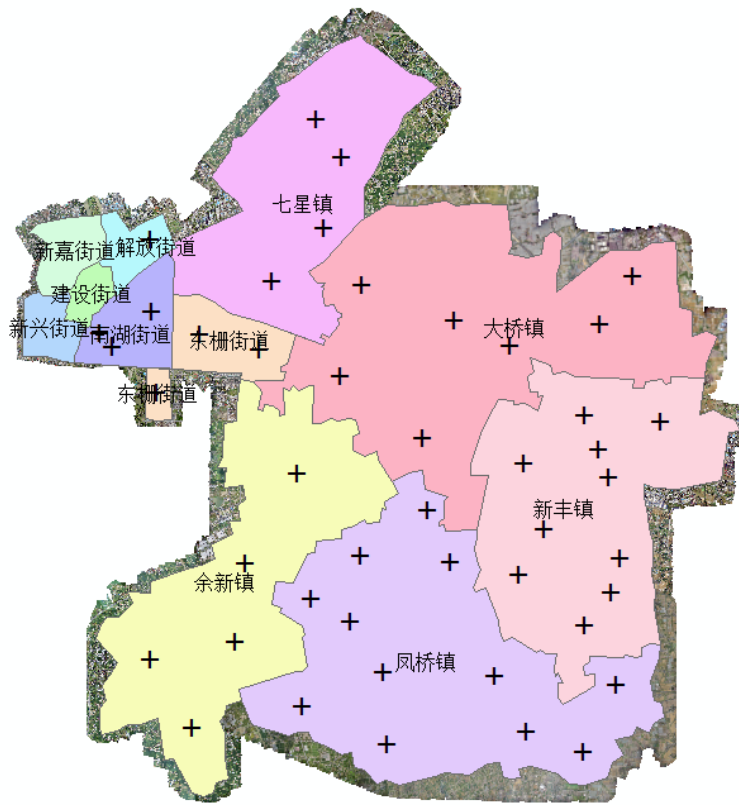


图 8 检查点布设

表 1 检查精度

点号	$\Delta X$	$\Delta Y$
1	-0.0003	0
2	0.0003	0
3	0.018	0.315
4	0	0
5	-0.172	0.131
6	0.058	0.069
7	0.038	0.091
8	0	0
9	-0.02	0.242
10	-0.059	0.222
11	-0.045	-0.146
12	0.213	0.363
13	0.371	0.28
14	-0.125	0.392
15	0.133	0.148
16	-0.0003	0
17	0	0
18	-0.186	0.229



19	0.0001	0
20	0.087	0.13
21	-0.0001	0
22	0.0003	0
23	-0.0001	0
24	-0.0002	0
25	0.0002	0
26	0.163	0.189
27	-0.023	0.227
28	0.0003	0
29	0	0
30	0	0
31	-0.0003	0
32	-0.0003	0
33	-0.0003	0
34	-0.075	-0.063
35	-0.0003	0
36	-0.0003	0
37	0.162	-0.353
38	0.318	-0.097
39	0.0003	0
40	-0.0003	0
41	-0.0003	0
42	-0.0003	0
43	0.0003	0

经计算中误差为 0.180 米，成果符合项目设计书中相关精度要求。

## 5 成果应用

以往，通过传统的人工调查的方式进行排摸、收集违法建筑的信息往往效率低下且收集的信息不完整，在障碍遮挡情况严重、人员难以进入的区域往往不能收集到完整的违法信息。

本项目在无人机影像基础上，结合甲方提供的土地信息数据，分析、提取疑似违法建筑的信息，并最终确定违法建筑的位置、分布情况等重要信息，作为“三改一拆”信息化管理平台的数据基础，建立了全国首套防违控违综合 GIS 信息管理系统平台。目前，基于本项目开发的信息管理系统平台，已取得 2 个软件著作权登记证书。通过平台对区域范围内违法建筑的全面高精度排摸，可以及时发现、管控违法建筑，并建立违法建筑信息数据库，极大的提高了“三改一拆”信息化管理水平。



图 9 彩钢棚数据提取核查



图 10 倾斜三维模型辅助困难区域提取



图 11 防违控违综合 GIS 信息管理系统培训现场

## 6 项目创新

### 6.1 遥感技术辅助全方位监测违建

以往，通过传统人工调查的方式进行排摸、收集违法建筑的信息往往效率不够高且收集的信息不够全，尤其在障碍遮挡情况严重、围墙内、高层建筑等人员难以进入的区域更是不能收集到完整的违法信息。无人机航测具有快速航测反应能力、突出的时效性、生产成本低、响应快速等特点，在高清晰度、高精度数据快速获取方面具有明显优势。

本系统通过获取无人机二维高分辨率影像、高分辨率历史卫星影像、无人机倾斜摄影真三维模型，针对辖区范围内重点区域，通过摄影测量与遥感等技术手段建立重点区域的实景三维模型，以实现重点、复杂区域范围内违法建筑信息的全方面、多角度、高精度排摸，使“三改一拆”信息调查的工作更加科学、准确、高效地开展。

### 6.2 3S 空间信息技术实现量化违建信息管理

本项目在传统信息技术的基础上，综合应用了遥感（RS）、地理信息采系统（GIS）、全球定位系统（GPS）等 3S 空间信息技术实现了违建信息管理的量化和精准化，采集了辖区高达 10CM 分辨率的无人机遥感影像，结合国土、规划、住建等部门提供的土地信息数据，一方面全方位分析、识别了疑似违章建筑；另一方面，进一步利用无人机遥感数据本身具有测绘级位置和几何精度等其他多媒体数据不具体的优势，最终确定违法建筑的位置、分布情况、面积、形状等定量信息以及统计信息，为新增违法建筑管控、存量违法建筑的排摸管理、

处置计划、绩效评估等工作奠定科学的数据基础和提供便利分析工具。

### 6.3 数据和系统双重驱动下防违控违多级联动工作网络化与数字化

基于 WebGIS、移动互联网等技术的防违控违综合信息 GIS 管理系统，以精准的数据为蓝本，以系统为抓手，为区县、乡镇（街道）、村（社区）、网格员、群众等多级用户提供同时面向移动终端和 PC 终端的统一信息化平台，支持涵盖违法举报、移动终端巡查、信息提取、实时指挥、违法处置、批后监管、综合督查接等全流程的网络化和数字化防违控违联动管理，面向公众、政府部门、移动巡查人员等提供违建相关“看得见、摸得清、管得到”的公众服务和行业治理信息化支撑手段，为新增违法建筑管控、存量违法建筑处置、建立健全村（社区）网格巡查，乡镇政府（街道办事处）巡视控制等要求奠定基础。

## 7 总结

本项目采用飞马 F1000 和 F200 作业，获取测区无人机影像和倾斜三维模型，不仅工作效率高，成果也符合测绘产品质量要求。在无人机影像的基础上，结合国土、规划等数据进行深层数据提取，解决了通过传统的人工调查的方式进行排摸、收集违法建筑的信息往往效率低下且收集的信息不完整，在障碍遮挡情况严重、人员难以进入的区域往往不能收集到完整的违法信息以及人工排摸效率不高等方面的问题，为三改一拆工作决策部署、动态监管、绩效评估、业务对接等提供科学、准确、高效的数据支撑。

目前，该项目已开展二期建设，因影像处理及违建信息提取工作繁重，初步建立无人机局部更新机制，同时，针对违建信息人工提取效率低的问题，已研发深度学习技术，致力于违建信息的自动化提取，提高数据生产效率。随着无人机技术的不断发展，操作更便捷，续航能力更高，安全性的逐渐提高，相信其在违建治理领域和其他领域都会有更加深入和更广阔的应用。