

无人机倾斜摄影应用于农村房屋不动产登记

投稿单位：河南省测绘工程院

投稿人：贺晓阳, 张浩, 李彬彬, 申晶晶

摘要：为贯彻落实《中共河南省委、省人民政府关于深入推进农业供给侧结构性改革加快培育农业农村发展新动能的实施意见》（豫发〔2017〕1号）的精神，加快推进全市农村不动产统一登记工作，有效支撑农村土地制度改革，切实维护农民合法权益，根据《河南省不动产统一登记制度建设联席会议办公室关于印发河南省农村房屋不动产登记实施方案的通知》（豫不动产登记联席办发〔2017〕1号）要求，结合我市实际情况，应用新技术实现农村房屋不动产登记准确、高效的完成。

关键词：农房不动产登记 集体土地使用权 房屋所有权 倾斜摄影 飞马无人机系统 EPS 测图 三维实景 首发现场

一、农房不动产登记的指导思想和总体要求

1. 指导思想

全面贯彻党的十八大和十九大会议精神，深入贯彻习近平总书记系列重要讲话精神和治国理政新理念新思想新战略，围绕现代农业强省建设，以深化农村集体产权制度改革为引领，认真落实省委省政府“加大农村改革力度，激活内生发展动力”的工作部署，为农村改革发展提供有力的产权保障。农村房屋不动产登记是省委省政府深入推进农业供给侧结构性改革，加快培育农业农村发展新动能，结合当前全省农业农村发展面临的有利形势以及困难和挑战，部署的深化农村集体产权制度改革的重要基础性工作。

2. 总体要求

采取政府统一领导、部门分工协作的组织方式实施农村房屋不动产登记。以县（市、区）为单位，以全省宅基地和集体建设用地地籍（权籍）调查成果为基础，全面查清集体所有土地上的未经登记的房屋等建筑物、构筑物权籍情况；全面查清新增的宅基地和集体建设用地以及地上房屋的权籍情况。制作房地一体的不动产权籍调查成果。按照《不动产登记暂行条例》首次登记的规定办理不动产登记。包括：房产测量、权籍调查、信息叠加、资料整理、登记发证、成果上报等具体工作。

房产测量主要是采集和表述房屋和房屋用地的有关信息，为房产产权、产籍管理、房地产开发利用、交易、征收税费，以及为城镇规划建设提供数据和资料。基本内容包括：房产平面控制测量，房产调查，房产要素测量，房产图绘制，房产面积测算，变更测量，成果资料的检查与验收等。

3. 新技术应用

传统测量往往采用人工跑点方式,利用全站仪+GPS RTK 进行每个界址点的测量(如图 1 和图 2 所示),该测量方式外业工作量比较大,项目成本高,效率低,作业周期长,而且现在房子越来越密集,形状越来越复杂,很多房屋界址点人员很难达到,也使得房产测量难度加大。同时房产测量精度要求也较高,其界址点误差要求在 5cm 以内。



图 1 GPS-RTK 测量界址点



图 2 全站仪测量界址点

无人机倾斜摄影实景三维模型测绘已广泛用于基础测绘、不动产确权、农村宅基地、旧城改造等各类业务的二维数据处理。无人机倾斜摄影测量可全方位获取建筑物纹理信息，通过三维重建技术可精确还原建筑物现状，倾斜摄影的高冗余度的影像重叠，可极大提高影像匹配精度，而不同于传统立体测图的倾斜三维测图，其所见即所得的采集方式可精确获取建筑物角点信息，不受房檐遮挡影响，非常适用于地籍测量房屋的界址点获取。在不动产确权方面，实景三维模型直接用于农房不动产登记发证，必将大大增加证书的直观可读性，成为普通民众所能看得“懂”的证书，进一步提升服务群众的能力。河南省测绘工程院凭借本单位雄厚的技术实力及创新精神，率先为驻马店实现了这一目标并形成了一套技术体系，群众终于拿到了带有一目了然的三维实景成果图的不动产证，喜悦之情溢于言表。

二、D200 房产测量的具体实施计划

针对房产测量的应用需求，飞马推出了 D200+D-OP300 倾斜测量解决方案，该方案具备以下优势：

1、多旋翼平台，飞机简单易用，便携可靠

基于 D200 多旋翼飞行平台，不受起降场地限制，灵活性高，模块化结构设计，飞机组装无需专门工具，可单人作业，携带方便；传感器采用多路冗余设计，提供多重保障。

2、高分辨率、高质量数据获取

D-OP300 采用索尼微单相机，总像素 1.2 亿，配备 35mm 镜头，可获取高分辨率、高质量影像数据，相机可通过无人机管家软件统一操作，简单可靠。

3、长航时、高效率的数据获取能力

D200 单架次海平面悬停时间 48min，采用 1.5cm 精度进行倾斜摄影测量飞行时，单架次按照 20km 航程计算，实际飞行 35 分钟，可实际作业 0.37 平方，一天即可飞行 2 平方公里。

4、RTK/PPK 融合的免像控作业模式

D200 配备 20Hz 工业级高精度差分板卡，采用 RTK/PPK 融合的作业模式，采用逐相机打标的方式，可精确获取每个相机每张照片像主点的位置信息，满足稀少控制点地籍测图、1:500 的免像控地形测图需求。

三、飞马智能航测/遥感系统 D200 简介

1、D200 系统简介

D200 是飞马着力推出的一款基于高性能旋翼平台的一体化高精度航测无人机系统，主打“高精度成图”。D200 起飞重量 7.5kg，标准载重 1kg，单架次海平面悬停时间 48min，秉承飞马产品安全可靠的设计理念，飞行器采取了多路冗余传感器设计，保障飞行作业安全可靠；可搭载两轴增稳云台的单相机正射载荷、五相机倾斜航摄载荷、LiDAR 载荷及视频载荷，具备丰富、高效的数据获取能力；配备高精度差分 GNSS 板卡，支持 PPK、RTK 及其融合作业模式，可实现稀少外业控制点或一定条件（地物特征丰富）下无控制点的 1:500 成图，支持 POS 辅助空三，实现免像控应用。配合“无人管家专业版”中精准地形跟随飞行功能，可保证所获取影像分辨率或 LiDAR 点云密度的一致性。

D200 配备的“无人管家专业版”测量版软件，满足各种应用需求的航线模式，支持精准三维航线规划、三维实时飞行监控，具备 GPS 融合解算、控制点量测、空三解算、一键成图、一键导出立体测图，提供 DOM、DEM、DSM、TDOM、标准 LiDAR 点云等多种数据成果及浏览。

2、 D200 系统参数

2.1、飞行平台参数

空机重量：6.5kg

起飞重量：7.5kg

对称电机轴距：988mm

外形尺寸：展开 830×732×378mm

折叠：955×362×378mm

续航时间：48min（单架次海平面悬停时间）

巡航速度：36~54km/h

最大爬升速度：10m/s

最大下降速度：8m/s

悬停精度 RTK：水平 1cm+1ppm；垂直 2cm+1ppm

实用升限高度：4500m（海拔）

抗风能力：5 级（正常作业）

任务响应时间：展开≤10min，撤收≤15min

测控半径：5km

起降方式：无遥控器垂直起降

工作温度：-20~50° C

外包装箱尺寸：1038×475×366.5mm

2.2、双频 GPS 导航参数

导航卫星：GPS：L1+L2

BeiDou：B1+B2

GLONASS：L1+L2

采样频率：20Hz

定位精度：5cm

差分模式：PPK/RTK 及其融合作业模式

2.3、D-OP300 倾斜模块参数



相机型号：SONY ILCE-6000 相机数量：5

传感器尺寸：APS-C (23.5×15.6mm) 有效像素：1.2 亿 (2400 万*5)

镜头焦距：下视 25mm，斜视 35mm

倾斜角度：45 度

四、D200 高精度测量流程

1、测区总体概况

在进行作业前应明确任务目标，包括精度要求、区域范围及测区概况。例如 2019 年 3 月，河南省测绘工程院服务于驿城区农房不动产登记工作，测区面积为 0.15km²，测区高差小且房屋密集，房屋多为平房。



图 3 测区示意图

D200 高精度地籍测量的作业流程如下图所示：

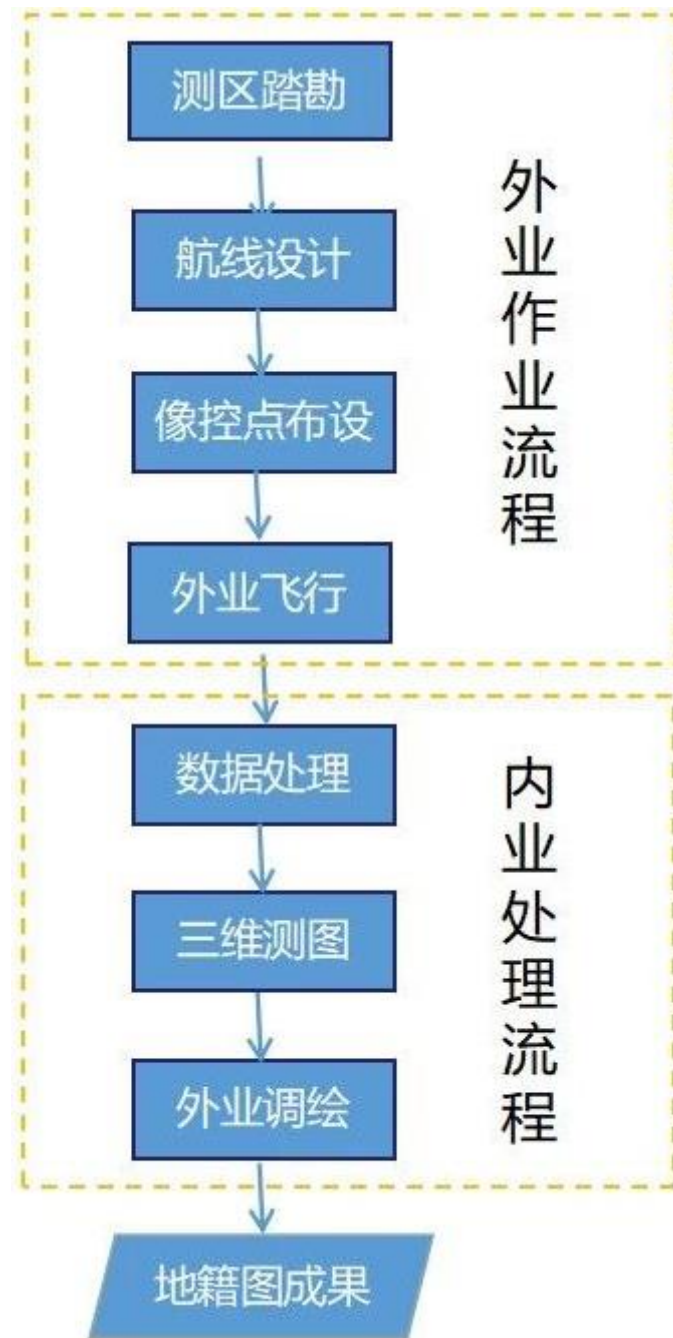


图 4 地籍测量作业流程示意图

2、测区地形踏勘

踏勘的目的是为了了解测区的情况行政区域分布，像控点保存情况，地形地貌，楼层高度是否遮挡 GPS 信号等，通过对测区的踏勘，了解测区的基本情况，以便布设像控点。同时为保证测量精度，飞行相对高度较低，现场踏勘可以有效的掌握测区总体情况，保障飞行安全。

3、飞行航线设计

为满足地籍测量 5cm 精度需求，根据测区实地踏勘的情况，建议在条件允许的情况下按照地面分辨率优于 1.5cm，航向重叠度 $\geq 80\%$ ，旁向重叠度 $\geq 70\%$ 获取倾斜摄影原始影像。针对此次试验区，D200 设计地面分辨率 1.5cm，航高为 96m，航向重叠度为 80%，旁向重叠度为 75%，预计飞行时间为 38 分钟。

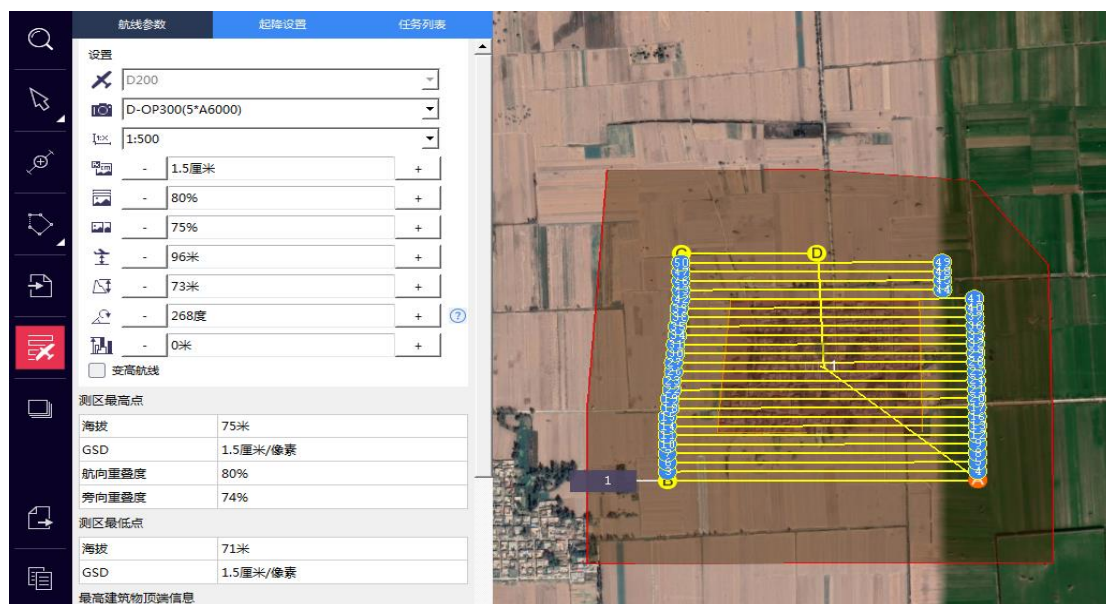


图 5 航线设计参数

4、像控点的布设

D200 采用 RTK/PPK 的融合作业模式，并具备逐相机独立打标能力，免像控精度可以满足 1:500 航摄规范要求，但要满足地籍测量的精度要求仍然需要布设少量控制点，通常情况下 1km² 建议布设不少于 10 个控制点，同时布设部分检查点。像控点可采用地面喷绘油漆作为测量标志，利用 GPS-RTK 采用强制对中杆测量像控点内角坐标，每个点位进行 2 到 3 次测量操作取其平均值，将控制点精度控制在 2cm 以内，如下图所示。



图 6 像控点测量

根据此次试验区实际情况，外业人员共布设 12 个像控点（外围 6 个作控制点，内部 6 个作检查点），像控点采用西安 80 坐标系，高斯三度带投影，中央经线 111 度，高程系统为 1985 国家高程基准。像控点分布如下图所示。



图 7 像控点分布

5、外业航飞

待像控点布测完成后即可进行飞行数据采集（如采用地物作为控制点可则不必等待）；D200 采用无遥控器全自动起降，整机模块化设计外业 10 分钟之内即可完成起飞，整个过程无需任何人工干预，即可保障数据采集；飞行完成后及时下载数据，包括照片、机载 POS、机载 GPS 数据、基站数据，并现场检查数据质量及完整性。



图 8 现场作业照片

6、内业数据处理流程

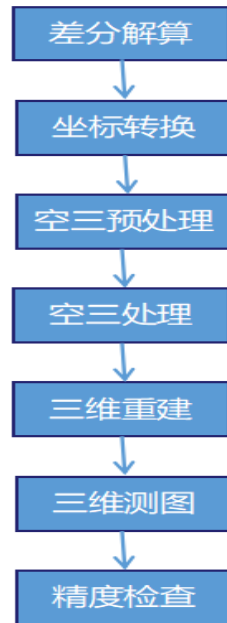


图 9 内业处理流程图

三维重建完成后，须检查三维模型效果及精度。从下图的模型效果图上可以看出，三维模型可真实还原测区真实形态，且从模型上可清晰分辨每栋房屋，且房屋棱角分明，墙体平整，可精确采集房屋矢量。



图 10 三维模型房产要素成果

五、EPS 实景三维农房不动产生建库与发证应用

1、EPS 倾斜模型裸眼三维测图

基于 EPS 倾斜模型裸眼三维测图与 EPS 三维不动产权籍调查技术实现，其各项精度指标均满足河南省不动产登记工作要求。该技术体系能够系统的解决农村房屋不动产登记工作中房地信息不一致、房屋密集不通视、现场核实困难等问题，具有数据成果丰富、生产效率高等特点，成果可直接接入各应用系统，为今后三维化的“自然资源一张图”奠定基础。

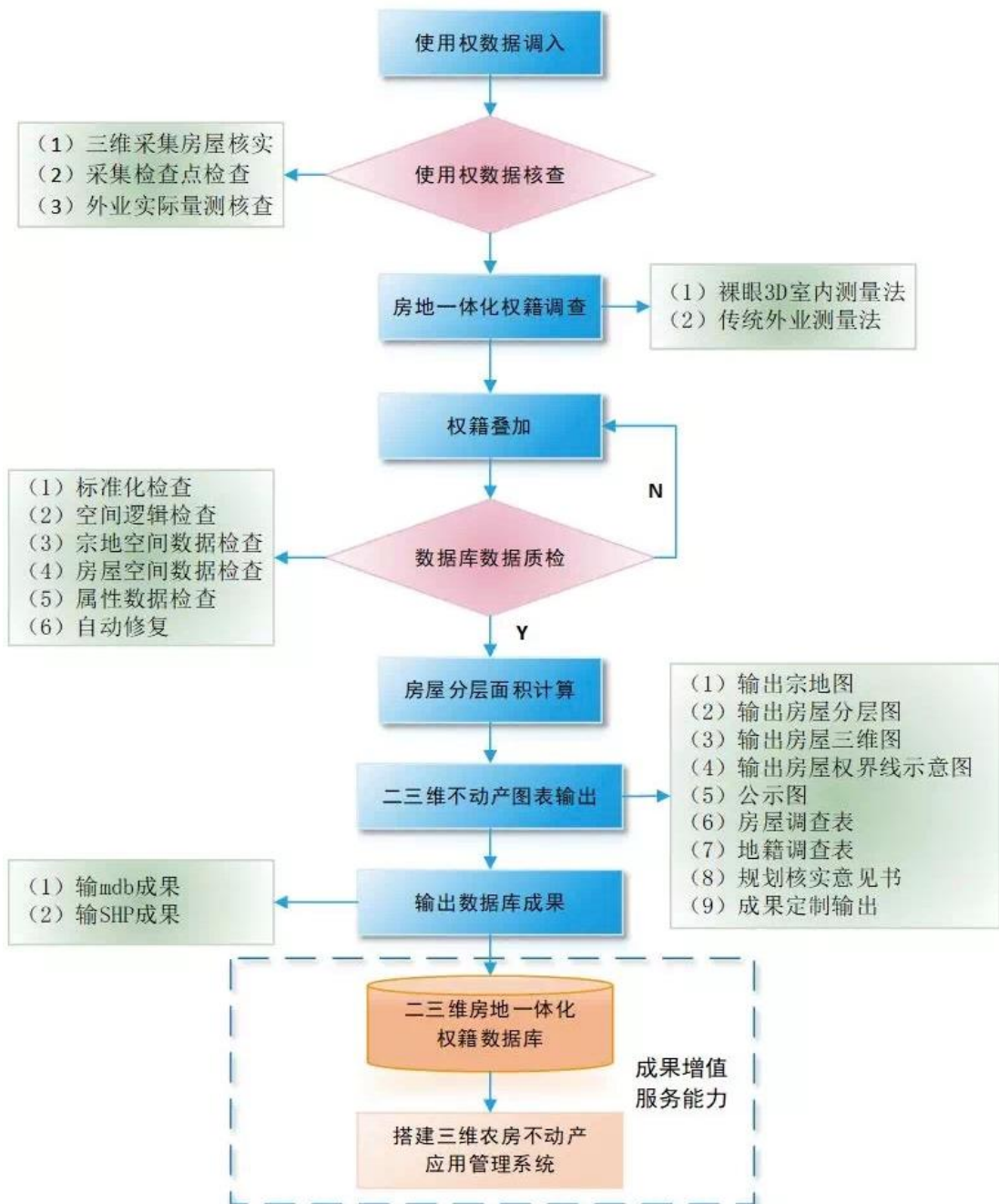


图 11 三维农房采集处理建库应用管理一体化流程

2、成果鉴定

项目进行了精度检验，试点项目成果精度平面中误差为±3.52，满足不动产项目精度要求。

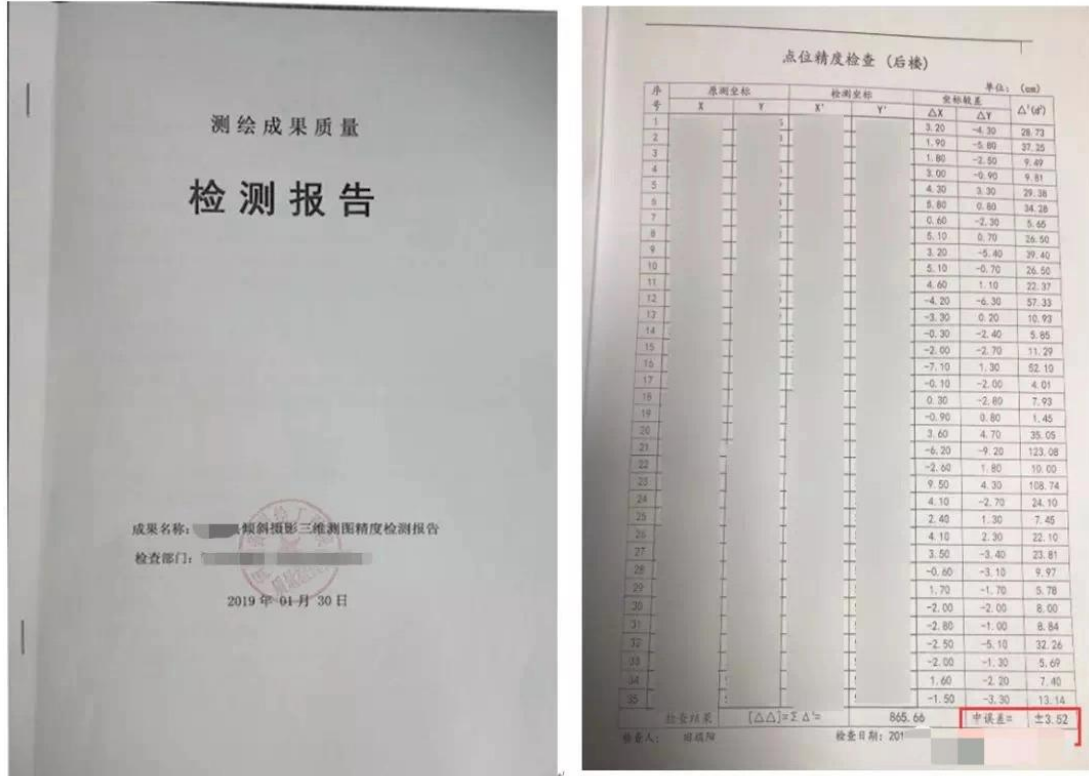


图 12 三维测图精度合格报告

3、技术优势

多源多格式数据高度融合；基于倾斜模型数据的裸眼三维采集技术；农房不动产地楼层户三维空间融合技术；数据生产流程化作业模式；采编质检同步技术；图表输出批量打印技术；二三维成果一体化输出技术；



图 13 数据生产全过程流程化



图 14 二三维采编质检一体化



图 15 面积精度检测自动生成

房屋平面图

单位: m, m²

宗地代码		结构	混合	专有建筑面积	/
幢号	F9999	总层数	1	分摊建筑面积	/
户号	0001	所在层次	/	总建筑面积	143.39
坐落					

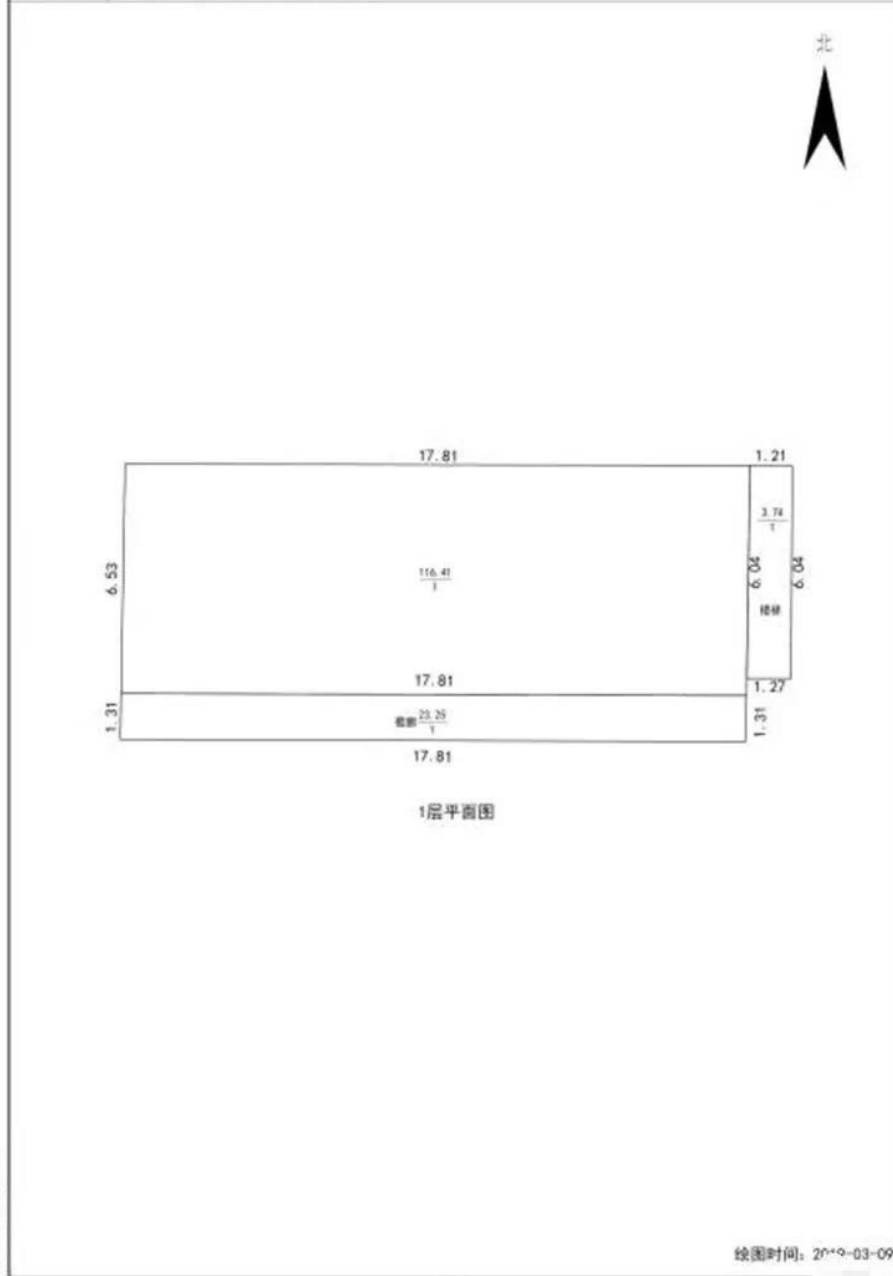


图 16 农房不动产图表批量输出

房屋三维图



图 17 实景三维不动产成果登记

4、三维实景农房不动产证首发现场

驻马店市农村房屋不动产登记工作推进会暨发证仪式在驻马店市自然资源和规划局举行。驻马店市驿城区沙河店镇温庄村和遂平县和兴镇后楼村的 9 位权利人代表首先拿到了全省首批三维呈现的农村不动产权证书。



图 18 首批发证现场



图 19 权利人手持证书合影

六、总结

本试点项目使用了飞马 D200 无人机倾斜摄影技术和山维科技 EPS 三维农房不动产系统，使用了基于低空无人机倾斜摄影技术的裸眼三维测图，同时面向三维农房不动产登记发证。系统已在河南省驻马店市驿城区、遂平县不动产项目调查中应用，并于 2019 年 4 月 10 号发不动产权证书。技术工艺包括无人机倾斜摄影测量、实景三维建模、三维农房不动产等测绘新技术，成果各项指标均满足农村不动产登记工作要求。