引文格式：詹松辉. 多技术融合的建筑物现状固化模式研究与应用[J]. 地理空间信息, 2026, 24(5): 128-131. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.05.025

多技术融合的建筑物现状固化模式研究与应用

詹松辉[1,2,3]
（1. 广州市城市规划勘测设计研究院有限公司，广东 广州 510060；2. 广州市资源规划和海洋科技协同创新中心，广东 广州 510060；
3. 广东省城市感知与监测预警企业重点实验室，广东 广州 510060）

摘　要：针对现有建（构）筑物现状固化方法不完善，效率低下、过程不可追溯、成果使用不便等问题，提出了一套多技术融合的建筑物现状固化工作模式，构建了“数据采集—处理—应用”全链条技术框架。通过开发“互联网+”移动调查软件、构建“互联网+”地空协同固化模式、基于无人机裸眼三维测图的固化地形图测绘、基于关系映射模型的自动化生产软件以及相片与固化地形图成果的关联挂接展示方法，实现了高效、可追溯、留痕的固化成果。该模式不仅快速准确地获取了土地征收补偿依据，避免了抢栽抢建行为；还显著提升了工作效率，规范了土地征收流程。实践表明，该技术体系在重点项目中应用效果显著，为类似项目提供了可借鉴的经验，推动了土地开发前端环节的提质增效。

关键词：土地征收；建筑物现状固化；多技术融合
中图分类号：P232　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）05-0128-04

Research and Application of the Current Solidification Mode of Buildings with Multi-technology Integration

ZHAN Songhui[1,2,3]
(1. Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute, Guangzhou 510060, China;
2. Collaborative Innovation Center for Natural Resources Planning and Marine Technology of Guangzhou, Guangzhou 510060, China;
3. Guangdong Enterprise Key Laboratory for Urban Sensing, Monitoring and Early Warning, Guangzhou 510060, China)

Abstract: In view of the imperfect solidification method of existing buildings, which had problems such as low efficiency, untraceable process, and inconvenient use of results, we proposed a set of current solidification work mode of buildings with multi-technology integration, and constructed a full-chain technical framework of “data collection-processing-application”. Through the development of “Internet+” mobile survey software, the construction of “Internet+” ground-air collaborative solidification mode, the solidified topographic map surveying and mapping based on UAV naked-eye 3D mapping, the automatic production software based on the relationship mapping model, and the correlation and hanging display method between photos and solidified topographic map results, we obtained the efficient, traceable current results. This mode not only quickly and accurately obtains the basis for land acquisition compensation, avoids the act of rushing to plant and build, but also significantly improves work efficiency and standardizes the land acquisition process. The practice shows that the application of this technology system in key projects is remarkable, which can provide a reference experience for similar projects and promote the quality and efficiency improvement of front-end link of land development.

Key words: land acquisition, current solidification of building, multi-technology integration

土地征收是国家基于公共利益需要，依法将集体土地转为国有，并给予合理补偿与妥善安置的法律行为。2021 年 4 月 21 日国务院修订通过中华人民共和国国务院令第 743 号《中华人民共和国土地管理法》，明确了土地征收的程序规范：自征收土地预公告发布后，任何单位和个人不得在拟征收范围内进行抢栽、抢建等行为；违反规定的，抢栽抢建部分不予补偿。土地征收补偿评估工作面临精细化、规范化的新要求。建（构）筑物现状固化作为补偿评估的基础性工作，其核心在于通过客观、完整的空间数据采集，建立具有法律效力的现状证据链。建（构）筑物现状固化是指在征地预公告发布时，对拟征收范围内的建（构）筑物现状进行即时锁定，为后续补偿评估提供客观依据的新型工作机制。该机制作为新政策要求下

项目来源：广州市资源规划和海洋科创协同创新中心资助项目（2023B04J0301、2023B04J0191）；广东省城市感知与监测预警企业重点实验室基金资助项目（2020B121202019）。
作者简介：詹松辉（1995—），硕士，工程师，研究方向为 GNSS 数据处理与应用、自然资源测绘应用，E-mail：925955675@qq.com。

衍生的技术性项目，目前尚未形成标准化的实施体系。现行征收详查测量中常用的技术手段是通过手机或相机对房屋进行逐一拍摄，但存在以下技术瓶颈亟待突破：①效率低下且存在盲区，土地征收范围通常较大，且多为农民自建房，房屋密度高，传统技术难以快速完成数据采集，平均每栋房屋耗时30 min，空间覆盖不足，尤其是房屋的阳台、走廊和屋顶等部位改建、扩建、加建的情况难以全面覆盖，易形成固化盲区；②过程无痕迹、难以追溯，补偿标准与时间节点密切相关，固化时刻的痕迹（时间、定位、技术人员行走轨迹和拍摄角度等）的留存是建（构）筑物现状固化工作的关键，传统技术劳动强度大，无法留存固化痕迹，后期若对时间界定产生争议，难以提供可追溯的依据；③成果使用不便，传统技术仅提供现场房屋照片，在查找特定房屋照片时，难以快速准确地找到对应成果。针对上述问题，本文根据“质量为底线、高新技术为依托、高效为导向”的原则，探索了一种融合多源数据移动调查软件研发、天地空协同采集模式、基于无人机裸眼三维测图的固化地形图测绘以及基于关系映射模型的自动化生产软件研发的工作模式，通过多技术融合快速获取准确可靠的土地征收补偿依据。

1　总体工作流程

为有效突破传统方法的技术瓶颈，本文提出了一种综合技术流程，涵盖数据收集、工作识别、分区规划、地形图采集、实地固化和内业处理等环节，全面固化建（构）筑物和地上附着物的现状信息。其技术特征体现为：时空唯一性，需确保数据采集时间与征收公告的法定对应；空间完整性，要求实现建筑物立面、屋顶和附属构筑物的全要素覆盖；过程可溯性，需完整记录数据采集的时空轨迹与操作日志。

多技术融合的建（构）筑物现状固化流程包括：①整合历史地形图、高清影像图、拟征收范围线、工作区域界线和限飞区域界线等资料，进行预处理并统一坐标系，生成工作底图，为后续作业提供基础数据支持；②通过叠加固化范围线与机场禁飞区范围线，明确工作内容，划分限飞区内外作业区域，并分别采用固化地形图测量、无人机倾斜摄影测量技术[1-3]和“互联网+”自然资源调查技术[4-5]有针对性地开展工作；③鉴于建（构）筑物现状固化的时间紧迫性，需在征地预公告发布当日完成任务，将固化区域划分为多个作业区，提前规划外业拍摄路线，实现多小组协同作业，提高效率，避免漏拍或重复拍摄；④利用无人机航拍技术获取固化范围内的正射影像图和倾斜三维模型，借助无人机裸眼三维测图模块的二三维联动一体化测绘功能[6-7]绘制固化地形图，重点关注可能影响补偿的问题，如房屋改建、阳台和走廊封闭改建以及抢种抢栽等情况，确保补偿依据的准确性；⑤结合无人机倾斜摄影和“互联网+”自然资源调查技术[8-15]，对楼顶、阳台、走廊等易改建区域构建“互联网+”天地协同固化模式，无人机快速采集大区域现状，地面人员补充房屋层数、阳台和走廊等细节信息，为征收补偿提供全面可靠的现状依据；⑥通过人机互动半自动化分类处理海量照片，建立固化照片数据库，基于房屋与照片的关系映射模型，在现状地形图基础上编制固化地形图成果，形成“房屋—照片—档案—痕迹”成果，实现与实地采集照片的关联，为后续补偿工作提供清晰、准确的数据支持。本文通过上述流程，实现了对建（构）筑物现状的高效固化，为白云区重点项目土地征收提供了科学、可靠的依据。

2　关键技术方法

建（构）筑物现状固化成果是后续征收补偿的重要辅助依据，其真实性直接关系到各方的合法权益。因此，确保固化成果真实可靠且过程可追溯至关重要。

1）多源数据融合的“互联网+”移动调查软件研制。本文开发了一款移动平板调查软件，采用Java NIO进行多源数据文件的读取与预处理，利用GDAL解析地理数据格式数据，调用安卓内置相机API进行拍照，结合GPS定位信息进行位置校准和标注。该软件整合了历史地形图、影像图、GNSS定位和固化红线等多源数据，并嵌入信息记录、时间水印和定位水印等模块，能实时记录技术人员的作业轨迹、固化时间和拍摄位置，实现数据的实时采集、处理、输出和上传，推行无纸化、信息化调查模式，从而显著提高工作效率，降低数据错误率，确保数据的准确性和可靠性。软件利用GNSS实时定位和时间水印模块，记录技术人员的作业路径，辅助外业人员快速定位目标区域，提升作业效率。同时，软件将拍摄时间、定位信息嵌入照片中（图1），形成完整的溯源证据链，有效防止技术人员造假或骗取补偿，保障固化过程的可



图1　时间定位水印示意图

追溯性和成果的真实性。为提高作业效率，软件还支持“互联网+”实时更新功能，作业人员可通过移动设备实时查看作业范围的完成度，实现动态调度。

2）“互联网+”地空协同的固化留存模式构建。本文综合运用历史地形图、高清影像图、征收红线，结合无人机倾斜摄影测量技术和“互联网+”自然资源调查技术等多元手段，构建了“互联网+”天地空协同的固化留存模式。该模式通过无人机的“天空视角”实现大范围快速覆盖固化区域，同时借鉴三调和变更调查等自然资源监测模式，对地面小范围区域进行精细化覆盖，从而提供全方位、无死角的固化成果。在空中固化方面，通过无人机悬挂多镜头倾斜相机，构建三维模型和高分辨率正射影像图，快速采集技术人员难以进入的房屋天面、高层阳台、空地等大区域的现状信息，与地面手段形成互补与协同。在地面固化方面，利用“互联网+”移动调查软件，针对阳台、走廊等易加建改建的重点位置进行固化，可有效防止因封阳台等行为导致补偿面积虚增的情况，弥补无人机盲区，重点关注城中村“握手楼”间的未封闭阳台、开放走廊等位置，为征收补偿提供更可靠的现状依据。

3）基于无人机裸眼三维测图的固化地形图测绘。本文采用大疆M350无人机对固化范围进行航拍，并通过数据处理生成高精度的正射影像图和倾斜三维模型。经检测，正射影像图的点位中误差优于0.010 m，高程中误差优于0.015 m，完全满足1∶500地形图测量的精度要求。在三维测图方面，本文采用北京清华山维公司研发的EPS平台。通过地理信息工作站模块，对二维与三维模型进行叠加和联动，利用裸眼三维数字模型实现一体化内业测绘成图[16-20]。该方法有效减少了外业数据采集的工作量，显著缩短了工期，满足了征收项目对时间的要求。

4）基于关系映射模型的自动化生产软件开发。重点项目范围内房屋多、工作量大、人工处理加工易出错。覆盖一栋建筑物的固化相片有几十张，相片如何关联建（构）筑物，实现快速查阅十分重要。本文分析了项目、目标、照片、固化痕迹等之间的映射关系，建立了“项目—目标点编码—固化时坐标、时间、角度方位、人员—照片编号—技术人员行走轨迹”的关系映射模型以及其对应的固化数据库，高效管理海量固化信息记录，开发自动化生产一体化软件[21]，实现“外业采集—相片分类—成果输出—归档材料”的自动化生产，满足了固化时间节点的要求，也保证了成果质量。

5）相片与固化地形图成果关联挂接展示方法研究。海量相片与二维平面地形图关联挂接展示可有效解决成果使用不便的问题，在查阅某栋房子相片时，可快速准确找到对应的固化相片。本文从关系映射模型出发，抽取采样点信息、相片信息、固化地形图的关联关系，形成“1图+1库+1表”的配套成果，将独立的建（构）筑物现状与固化信息挂接关联展示，有效提高了成果使用的便捷度。

3 实例应用

2022年广州市白云区明确了建设高质量发展中心城区的总体目标，启动“一园两城三都四区”重大发展平台建设。其核心战略包括枢纽经济驱动、生态智慧城市建设、产业集群升级三大方向，要求土地收储过程兼顾效率与合规性，实现土地开发前端环节的提质增效，高效支撑重点项目顺利推进。本文以广州轨道交通装备产业园项目建（构）筑物现状固化项目为例，项目总面积为9.4 km²，涉及2 460栋民房，建筑面积约为67万m²。采用本文提出的多技术融合建筑物现状固化工作模式快速完成项目范围的建（构）筑物现状固化，形成了固化照片集、轨迹记录库等成果（图2）。多技术融合的建筑物现状固化工作模式与传统征收详查测量模式的对比见表1，结果表明多技术融合的建筑物现状固化工作模式具有更好的适应性。



固化照片集　　轨迹记录库

图2 广州轨道交通装备产业园项目应用

表1 本文模式与传统测量模式的对比

项目	本文模式	传统测量模式
人员效率	3人外业航飞，日均覆盖4 km²；4人外业，日均260栋建筑	每组2人，日均外业固化32栋，20人组日均固化320栋建筑
成本	低，外业减少60%工作量	非常高
工期	7 d	26 d
成果适用性	高、使用方便	一般、不便于使用
成果覆盖率	全覆盖，无盲区	存在盲区，如楼顶、围蔽场地等
施行难度	低，非接触测量，无需进场协调，可100%完成	高，楼顶、围蔽场地等非常依赖于村民配合程度，存在拒测现象
数据优势	衍生产品丰富，为信息化进行铺垫	仅有照片，产品再开发利用价值低

4 结 语

本文系统阐述了土地征收中建（构）筑物现状固化的背景与作用，并详细介绍了多技术融合的固化工作流程。通过这些技术手段，实现了建（构）筑物现状的高效固化，为土地征收提供可追溯、留痕且使用便利的成果。研究结果有效规范了土地征收流程，解决了拟征收范围内抢栽抢建、多补征收款等问题，保障了各方合法权益，为其他城市的土地征收工作提供了新思路。

参考文献

[1] 邓清军,张士武,许邦鑫. 无人机倾斜摄影技术在农村不动产确权中的应用[J]. 北京测绘,2018,32(2):225-228

[2] 周光耀,史超凡,孙健. 无人机倾斜摄影快速地形图测绘方法研究[J]. 北京测绘,2019,33(1):76-79

[3] 周志峰,安志宏,郑少开,等. 无人机倾斜摄影技术在自然资源督察中的探索与实践[J]. 工程勘察,2021,49(3):43-46

[4] 朱建伟,袁国辉. 基于倾斜摄影测量技术的无人机城市建筑监测系统在违建查找中的应用[J]. 工程勘察,2017,45(7):59-62

[5] 张郁,吴辉. “1+X”型自然资源调查体系的举证平台技术研究[J]. 工程勘察,2021,49(5):51-53

[6] 田泽海,余星. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图中的应用[J]. 地理空间信息,2021,19(10):49-52

[7] 赵海强,陈小燕. 新型测绘技术在大比例尺测图中的应用[J]. 地理空间信息,2022,20(1):82-84

[8] 陈二强,何华贵. 建构筑物数据固化模式研究及应用[J]. 城市勘测,2024(4):65-68

[9] 张志刚,尤春芳. 基于3S技术的自然资源一体化监测调查体系探索[J]. 北京测绘,2019,33(4):476-479

[10] 郭振宇,廖容升,李正强,等. 自然资源调查监测系统开发及关键技术研究[J]. 北京测绘,2022,36(5):595-599

[11] 杨旭东,杨伯钢,刘博文,等. 北京市地理国情监测外业调查与核查技术探讨[J]. 北京测绘,2018,32(5):532-535

[12] 王天应. 城市更新改造基础数据调查模式研究及实践[J]. 工程勘察,2018,46(6):55-58

[13] 朱晓武,周正玉,刘剑,等. 自然资源外业调查通用平台技术研究[J]. 地理空间信息,2021,19(7):27-30

[14] 杜甘霖. 无人机航测技术在城市违法建筑变化监测中的应用[J]. 工程勘察,2018,46(5):60-63

[15] 段明霞,郭光明. 无人机航空摄影测量在征地拆迁工程中的应用[J]. 工程勘察,2021,49(1):62-66

[16] 何敬,李永树,徐京华,等. 无人机影像制作大比例尺地形图试验分析[J]. 测绘通报,2009(8):24-27

[17] 韩友美,艾林,刘东明,等. 基于轻小型无人机城区1∶500地形图测绘技术研究[J]. 测绘工程,2023,32(4):51-58

[18] 卢学成. 大疆精灵PHANTOM 4 RTK无人机在铁路勘测中的应用[J]. 城市勘测,2023(3):124-127

[19] 周小杰,胡振彪,乔新. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J]. 城市勘测,2019(1):63-66

[20] 吴献文,张鹏,曾琳. 基于消费级无人机倾斜影像的三维测图技术探讨[J]. 测绘通报,2019(7):92-95

[21] 吴幼丝,程铭宇,杨崴,等. 城市更新土地调查自动化处理研究[J]. 工程勘察,2024,52(6):34-37

（上接第120页）

[9] Liu H, Mi X, Li Y. An Experimental Investigation of Three New Hybrid Wind Speed Forecasting Models Using Multi-decomposing Strategy and ELM Algorithm[J]. Renewable Energy, 2018, 123:694-705

[10] Li N, Nguyen H, Rostami J, et al. Predicting Rock Displacement in Underground Mines Using Improved Machine Learning-based Models[J]. Measurement, 2022, 188:110552

[11] Zha W, Liu Y, Wan Y, et al. Forecasting Monthly Gas Field Production Based on the CNN-LSTM Model[J]. Energy, 2022, 260:124889

[12] Huang X, Li Q, Tai Y, et al. Time Series Forecasting for Hourly Photovoltaic Power Using Conditional Generative Adversarial Network and Bi-LSTM [J]. Energy, 2022, 246:123403

[13] 王彦兵,王震洲,童涛,等. 抽水蓄能电站地下厂房围岩稳定性监测与分析[J]. 水电能源科学,2025,43(1):177-181

[14] Yu B, Ma E, Cai J, et al. A Prediction Model for Rock Planar Slides with Large Displacement Triggered by Heavy Rainfall in the Red Bed Area, Southwest, China[J]. Landslides, 2021, 18 (2):773-783

[15] He P, Xu F, Sun S Q. Nonlinear Deformation Prediction of Tunnel Surrounding Rock with Computational Intelligence Approaches [J]. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2020, 11(1):414-427

[16] Smagulova K, James A P. A Survey on LSTM Memristive Neural Network Architectures and Applications [J]. The European Physical Journal Special Topics, 2019, 228 (10): 2313-2324

[17] Xiao C, Chen N, Hu C, et al. Short and Mid-term Sea Surface Temperature Prediction Using Time-series Satellite Data and LSTM-AdaBoost Combination Approach [J]. Remote Sensing of Environment, 2019, 233:111358

[18] Zhong C, Li G, Meng Z, et al. Starfish Optimization Algorithm (SFOA): A Bio-inspired Metaheuristic Algorithm for Global Optimization Compared with 100 Optimizers[J]. Neural Computing and Applications, 2025, 37(5):3641-3683

[19] 陈谦,冯源,陈嘉雯,等. 基于Bi-LSTM网络的时变综合负荷模型参数辨识[J]. 电力电子技术,2024,58(11):67-71