基于多源数据智能处理的用地报批测绘自动化方法研究

方超
杭州迈平勘测规划设计咨询有限公司 浙江 杭州 311300

摘 要 随着我国经济社会快速发展，土地资源的高效管理与利用日趋重要。传统用地报批测绘主要依赖人工野外测量，存在周期长、成本高、主观性强及成果单一等问题。本文提出一种基于多源数据智能处理的自动化测绘方法。通过整合高分辨率遥感影像、激光点云、倾斜摄影测量和GNSS-RTK等多源地理信息，运用深度学习技术构建智能识别模型，实现地类边界、建筑物等要素的自动提取。进一步结合数据融合与规则引擎，自动生成符合规范的勘测定界图、坐标表及报告等成果。研究表明，该方法可显著提升测绘效率与自动化水平，降低成本，增强成果准确性与规范性，为自然资源精细化管理提供有效技术支持。

关键词 用地报批；多源数据；智能处理；自动化测绘；土地勘测定界

Research on Automated Surveying and Mapping Method for Land-Use Approval Based on Multi-Source Data Intelligent Processing

Fang Chao
Hangzhou Maiping Survey, Planning & Design Consulting Co., Ltd., Hangzhou 311300, Zhejiang Province, China

Abstract Rapid socio-economic development in China has made efficient land-resource management increasingly critical. Conventional field surveying for land-use approval is labor-intensive, time-consuming, costly, and subjective, and it yields only single-format deliverables. This paper proposes an automated surveying and mapping method driven by multi-source data intelligent processing. High-resolution remote-sensing imagery, LiDAR point clouds, oblique photogrammetry, and GNSS-RTK data are integrated through a deep-learning model that automatically extracts parcel boundaries, buildings, and other key features. A data-fusion engine and rule-based generator are then employed to produce standard-compliant boundary maps, coordinate tables, and reports without manual intervention. Experiments show that the method significantly improves surveying efficiency and automation, reduces cost, and enhances both accuracy and regulatory compliance, providing robust technical support for refined natural-resource management.

Key words Land-Use Approval; Multi-Source Data; Intelligent Processing; Automated Surveying and Mapping; Land Demarcation

土地是民生与发展的基础，建设项目用地报批作为土地资源管理的核心环节，其前置工作——土地勘测定界的准确性与效率直接影响项目落地与资源合理利用[1]。传统测绘主要依赖全站仪、GNSS-RTK等设备进行外业测量，再通过CAD内业成图，虽精度可靠，但面临效率低、成本高、主观依赖强、成果形式单一等问题。近年来，高分辨率遥感、倾斜摄影、激光雷达等对地观测技术可快速获取多维度空间信息，而深度学习的突破则为自动解译复杂影像数据提供了可能[2]。为此，本研究融合多源数据与智能处理技术，构建涵盖协同数据处理、深度学习要素解译及自动化成果生成的完整方法体系，旨在推动用地报批测绘从“人主导”到“机器主导”的范式转变，助力国土空间治理的现代化与智能化发展[3]。

1 多源数据协同采集与预处理

1.1 数据来源与特性

本研究构建的多源数据体系整合了以下4类核心数据源：高分辨率遥感影像（源自卫星与航空/无人机），具备覆盖广、更新快与成本低的优势，是宏观地类识别与边界初步划定的主要依据，其空间分辨率通常优于1 m以满足报批精度要求；倾斜摄影测量实景三维模型通过无人机平台获取，不仅能提供高精度的平面位置（X,Y），更能生成带真实纹理的三维模型（含Z坐标），对于提取建筑物高度、坡度及体积等三维信息至关重要，其逼真的视觉效果也极大助力于地物的精准判读与核

查；机载激光雷达云点可主动发射激光脉冲穿透植被冠层，直接获取地表的高精度三维坐标，在植被茂密地区，对于生成真实数字地形模型和探测被遮挡地物边界具有不可替代的优势。GNSS-RTK测量数据作为提供厘米级精度的“金标准”，其核心作用在于为上述所有遥感数据提供精确的几何控制与检核基准，并对权属界线、重要地物拐点等关键位置进行法定精度的测量，确保成果的法律效力。

1.2 数据预处理与配准融合

在多源数据进入智能处理流程前，需进行严格的预处理以实现时空基准统一与信息层面融合。具体步骤包括：通过几何精校正与正射校正消除遥感影像的传感器姿态与地形起伏引起的几何畸变；借助辐射定标与大气校正将影像灰度值转换为地表真实反射率，增强不同时相、传感器数据间的一致性，为智能解译奠定基础；实施高精度配准，使所有数据统一至CGCS2000等同一坐标系，确保配准误差小于一个像元，实现空间位置的严格对齐；以及进行点云与影像融合，结合LiDAR点云的高程信息与遥感影像的光谱信息，生成高精度数字表面模型和真彩色点云，从而丰富特征维度。最终形成集光谱、纹理、几何与三维信息于一体的“多源时空数据立方体”，为后续智能信息提取提供丰富可靠的数据基础。

2 基于深度学习的用地报批要素智能识别与提取

2.1 要素定义与样本库构建

在要素定义与样本库构建阶段，首先依据《土地勘测定界规程》（TD/T1008—2016）等规范，明确需自动提取的要素类别，主要包括地类图斑（耕地、园地、林地等）、权属界线（村界、组界及国有土地使用权界线）、线性地物（道路、水系等）及建构筑物（房屋、围墙等）[4]。针对这些要素，需构建大规模标注样本库，样本库应涵盖不同季节、地域和传感器来源的数据，并包含典型与疑难样本以确保模型泛化能力。标注过程可采用LabelImg、LabelMe等工具，生成适用于目标检测的边界框或语义分割所需的像素级标签[5]。

2.2 深度学习模型选型与训练

在深度学习模型选型与训练阶段，需根据要素特性选择合适的网络架构：针对地类图斑、权属界线等面状/线状要素，采用语义分割模型（如U-Net、DeepLabV3+等）实现像素级分类，精确输出要素轮廓边界，并通过融入多波段影像、DSM等多源数据增强特征表达；对于独立建构筑物，选用目标检测模型（如FasterR-CNN、YOLO系列）实现快速定位与边界框识别；面对复杂场景则可采用实例分割模型（如MaskR-CNN），兼具目标检测与像素级轮廓分割能力。模型训练在GPU服务器上进行，通过旋转、缩放、色彩抖动等数据增强技术扩充样本，采用交叉熵损失、Dice损失等损失函数与Adam优化器进行迭代优化，直至验证集精度趋于稳定。

2.3 多模型决策融合与后处理

在模型决策融合与后处理阶段，为提升结果的鲁棒性，采用多模型决策融合策略：针对同一任务训练不同架构或输入数据的模型，通过投票或加权平均整合输出；同时利用多源数据优势，如结合光学影像的初步识别结果与LiDAR点云生成的高程特征，有效区分林地与高密度草地、消除建筑物阴影干扰。模型输出的初始栅格结果需经系统后处理：通过形态学操作（开闭运算）去除噪声与填充空洞；对锯齿状边界进行平滑优化；最终通过矢量化和拓扑重建，生成具有完整拓扑关系（无重叠、无缝隙）的洁净矢量成果。

3 自动化成果生成与质量检查

3.1 规则引擎与属性挂接

在规则引擎与属性挂接阶段，通过构建面向用地报批的规则知识库，定义了成果生成逻辑、符号化样式、属性结构及计算规则。基于此，系统实现四大核心功能：自动调用识别得到的地类图斑、权属界线与界址点等矢量数据，按规范生成符号化并标注完整的土地勘测定界图；自动提取界址点CGCS2000坐标并生成标准坐标成果表，同步完成权属单位与宗地面积计算；根据地类图斑属性与面积数据，按权属与地类进行多级汇总，输出土地分类面积汇总表；通过自动填充项目概况、勘测依据、技术方法与成果等模块化内容，辅助完成勘测定界技术报告编制，显著减少人工工作量。

3.2 人机协同质量检核

在现有人工智能技术条件下，完全自动化的处理仍难以保证绝对准确，因此必须引入人机协同的质量检核机制。该机制包含3个关键环节：首先，系统基于预设规则库自动标注潜在问题，如地类图斑与权属界线间的缝隙或重叠、基本农田范围内的建筑物误判、过小图斑等，并将这些疑点高亮提示；其次，提供智能解译结果、原始遥感影像与实景三维模型的同步联动可视化比对功能，辅助质检员快速定位与判断；最后，质检员可通过WebGIS或专业软件对成果进行在线编辑与确认，所有修改记录将被保存并用于深度学习模型的反馈优化，从而形成持续改进的闭环迭代流程。

4 实验与分析

为验证本方法的有效性与优势，研究团队选取了某市一个

面积为5 km^2的拟报批区域进行实验。该区域包含耕地、林地、农村宅基地、工业用地等多种地类，地形略有起伏。实验组：采用本文提出的自动化方法。数据源包括0.5 m分辨率的卫星影像、无人机倾斜摄影模型（地面分辨率5 cm）和部分RTK控制点。对照组：采用传统全野外RTK测量结合人工CAD成图的方法。实验结果对比如表1所示。

表1 传统方法与自动化方法对比数据

对比指标	传统方法	本文自动化方法	提升效果
外业工时	约120 h	约20 h（主要用于无人机飞行和RTK控制测量）	降低83%
总作业周期	15个工作日	4个工作日	缩短73%
生产成本	1.0（基准）	约0.4	降低60%
地类图斑边界精度	厘米级（RTK）	平面优于0.5 m，高程优于0.2 m	满足规程要求
成果一致性	依赖作业员水平，可能存在差异	由规则引擎驱动，格式高度统一	显著提升
三维信息丰富度	无	自动生成实景三维模型，包含建筑物高度、体积等	从无到有

分析表明，本文提出的自动化方法在保证精度的前提下，在作业效率、成本和成果丰富度方面均具有显著优势。特别是在外业工作量和大规模地类识别上，自动化方法展现出了颠覆性的能力。对于模型中个别误判的复杂地物（如阴影下的建筑物），通过人机协同质检环节得以快速修正，整体流程顺畅高效。

5 结束语

本研究系统性地提出并验证了一套基于多源数据智能处理的用地报批测绘自动化方法。通过集成遥感、LiDAR与倾斜摄影等多源数据，并深度融合深度学习智能解译技术，实现了从数据采集到成果生成的全流程自动化。实践证明，该方法能极大解放生产力，将测绘人员从繁重的外业劳动和内业绘图中解脱出来；显著提升作业效率并降低成本，缩短项目周期以适应快速报批需求；有效提高成果质量与规范性，减少人为差错，确保标准化输出；同时拓展成果维度，从传统二维图纸升级至“二维+三维”一体化成果，为智慧城市与数字孪生提供高质量数据底座。

参考文献

[1]何青海.多源数据融合技术在建设项目用地报批测绘中的应用与实践[J].资源与人居环境,2025(8):57-60.

[2]卢亚辉,张梅,和飞飞,等.多源数据智能处理系统的设计与实现[J].智能计算机与应用,2023,13(7):163-167,172.

[3]黄晨东.强化用地报批勘测定界管理的思考及建议:以福州市为例[J].海峡科学,2016(8):36-37,40.

[4]汤佳明.土地储备全流程测绘服务研究与实践:以广州市为例[J].智能城市,2025,11(3):74-76.

[5]伊孜哈尔,郭浩宇,杨志勇.基于多源数据融合技术的智能钻机在南露天煤矿中的应用[J].露天采矿技术,2025,40(5):39-43.

（本文编辑 曹 阳）

