

现代化测绘技术在全域土地综合整治中的应用研究

徐建飞

湖北省地质局冶金地质勘探大队, 湖北 十堰

收稿日期: 2025年6月4日; 录用日期: 2025年6月27日; 发布日期: 2025年7月4日

摘要

全域国土综合整治是优化国土空间布局、保障生态安全、推动城乡协调发展的重要举措。在这一过程中, 测绘技术通过提供精准的空间数据、动态监测能力和智能化分析工具, 成为支撑整治工程科学决策与高效实施的核心技术。本文从全域国土综合整治的需求出发, 结合现代测绘技术的最新进展, 系统论述了其在规划、实施、监管等全生命周期中的关键作用, 并通过典型案例分析, 提出技术优化方向, 为国土综合整治的数字化转型提供理论参考与实践路径。

关键词

测绘技术, 全域土地综合整治, 土地资源

Research on the Application of Modern Surveying and Mapping Technology in Comprehensive Land Consolidation in the Whole Area

Jianfei Xu

Yejin Geological Team of Hubei Geological Bureau, Shiyan Hubei

Received: Jun. 4th, 2025; accepted: Jun. 27th, 2025; published: Jul. 4th, 2025

Abstract

Comprehensive land consolidation in the whole area is an important measure to optimize the spatial

layout of the national territory, ensure ecological security, and promote coordinated urban-rural development. In this process, surveying and mapping technology has become the core technology supporting scientific decision-making and efficient implementation of consolidation projects by providing accurate spatial data, dynamic monitoring capabilities, and intelligent analysis tools. This article starts with the demand for comprehensive land consolidation in the whole area and combines the latest developments in modern surveying and mapping technology to systematically discuss its key role in the entire life cycle of planning, implementation, and supervision. Through typical case analysis, technical optimization directions are proposed to provide theoretical references and practical paths for the digital transformation of comprehensive land consolidation.

Keywords

Surveying and Mapping Technology, Comprehensive Land Consolidation in the Whole Area, Land Resource

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国城镇化进程的加速和乡村振兴战略的深入推进，土地资源的高效利用与可持续发展已成为国家战略的重要组成部分。全域土地综合整治作为优化国土空间格局、提升土地利用效率的关键手段，近年来在耕地保护、生态修复、城乡统筹等领域发挥了重要作用[1]-[3]。然而，土地整治工作涉及范围广、地形复杂、数据需求量大，传统的技术手段在数据采集、处理和应用中逐渐暴露出效率低、精度不足等问题。在此背景下，以数字化测绘、无人机航测为代表的现代测绘技术迅速发展，为土地整治工作提供了全新的技术路径，推动了土地资源管理的科学化与智能化[4]-[6]。

本文研究通过多技术集成与案例分析，探索全域土地综合整治中测绘技术的优化路径，旨在构建高效、安全、可持续的技术应用体系，为国土空间治理现代化提供理论支撑与实践参考。

2. 测绘技术在全域土地综合整治中的作用

2.1. 为全域土地综合整治工作提供技术支持

作为国土空间治理数字化转型的核心驱动力，现代测绘技术通过三维激光扫描、倾斜摄影等新一代空天地感知体系，实现厘米级精度的地形地貌全要素采集。其技术价值贯穿全域整治全周期：前端依托多源遥感数据构建实景三维底图，中端运用 GIS 空间分析技术优化工程设计方案，末端通过 InSAR 形变监测实现工程效果动态评估[7]。这种全链条技术赋能不仅保障了权籍数据、生态数据等空间要素的精准获取，更为多规协同决策提供了时空大数据支撑。

2.2. 提供信息决策支持

作为国土空间智慧治理的关键基础设施，测绘技术通过构建“天空地网”一体化感知系统，形成了全域整治的数字化底座。其核心功能体现在三方面：1) 多源数据融合集成卫星遥感、无人机航测等多模态数据流，构建土地利用 - 生态要素 - 工程现状的动态本底库；2) 智能分析层借助 GIS 空间建模技术实现地表覆盖变化检测、整治潜力评估等深度挖掘；3) 决策支持层通过三维实景沙盘模拟不同整治方案

的空间效应。这种“感知 - 认知 - 决策”的技术闭环，有效解决了传统整治中数据碎片化、协同效率低等痛点，如在长三角示范区实践中，通过 InSAR 沉降监测与多光谱遥感联动，成功识别出 12% 的低效建设用地整治靶区[8]。

2.3. 为全域土地综合整治后期管护中的土地要素提供保障

在国土空间全生命周期治理中，测绘技术构建起“监测 - 预警 - 响应”的智慧管护闭环。通过 InSAR 形变监测、GNSS 自动化观测网等新型技术手段，形成毫米级精度的动态监测体系，实现整治区域地表沉降、生态质量等 15 项核心指标的实时感知。其技术效能具体体现在：1) 构建全生命周期数字孪生平台，集成多期遥感影像与倾斜摄影模型，实现土地要素时空演变的可视化追溯；2) 开发智能诊断系统，通过多源传感网络实时捕捉地表形变、用地变迁等异常信号，结合 AI 算法实现退化风险预警；3) 建立动态更新机制，依托区块链技术保障土地权属、工程档案等核心数据的可追溯性。这种技术体系使后期管护效率提升 40% 以上，如在杭州湾新区实践中，通过高光谱遥感识别出 7.3% 的复垦地块出现生态退化迹象，及时启动修复预案。

2.4. 为全域土地综合整治后期管护中的农田水利设施提供保障

作为智慧农业基础设施建设的数字底座，测绘技术正在重构农田水利工程全周期管理体系。其技术赋能体现在三个维度：1) 规划设计阶段，通过无人机倾斜摄影构建厘米级精度三维地形模型，结合水文地质勘测数据智能生成灌溉渠系最优路径方案，使设计效率提升 60%；2) 施工建设阶段，运用北斗高精度定位技术实现泵站、闸门等设施毫米级放样，同步建立 BIM + GIS 数字孪生系统；3) 运维管护阶段，依托多光谱遥感动态监测土壤墒情分布，通过 InSAR 技术捕捉灌区地表形变，结合 AI 算法预警渠道渗漏风险。在苏南灌区现代化改造中，该技术体系使水资源利用率提升 23%，工程维护成本降低 35%。

2.5. 为全域土地综合治理后期管护中的生态环境提供保障

在国土空间生态安全格局优化过程中，测绘技术构建起“诊断 - 修复 - 评估”的全链条技术范式。通过融合多源遥感数据与地面生态传感网络，形成涵盖生物多样性、水土保持等 8 类生态指标的空天地一体化监测体系。其技术贡献具体表现为：1) 基于时序 InSAR 与高光谱遥感实现生态退化区精准识别，如在长江经济带生态修复工程中，成功定位 23 处水土流失高风险区；2) 运用三维激光扫描技术建立生态修复区数字孪生模型，支持修复方案虚拟仿真与工程量智能测算；3) 构建生态效应评估指标体系，通过 NDVI 时序变化、地表温度反演等 20 项参数动态追踪修复成效。这种技术体系使生态修复工程决策科学性提升 45%，实施周期缩短。

3. 测绘技术在全域土地综合整治中的具体应用

3.1. 前期规划

在全域土地综合整治的规划预研阶段，测绘技术通过多维度数据融合构建起精准决策的数字化底座。通过厘米级精度的机载激光雷达扫描与倾斜摄影测量，同步获取地形三维模型、地籍产权边界等多源地理空间数据，为土地资源承载力评估与开发潜力预测建立量化分析框架。基于三维地理模拟引擎，规划团队可对田块归并方案、生态廊道布局等核心要素进行数字孪生推演，通过参数化模型验证不同规划情景下的资源适配度与生态扰动阈值。例如，借助地理实体语义化建模技术，能解译微地形对地表径流的影响系数，为水土保持工程提供动态优化建议；通过高光谱遥感反演与热红外传感器协同监测，可建立土地退化指数模型，精准识别生态脆弱区修复优先级。更为关键的是，测绘衍生的空间智能平台整合了

公众参与模块，利用三维可视化推演平台实现规划方案的多方协同评审，将专业测绘数据转化为公众可感知的空间叙事语言，有效平衡技术理性与社会共识的协同关系。这种从物理空间测绘到数字治理赋能的转型，标志着测绘技术已从传统的数据供给角色升级为国土空间治理的全流程智能决策中枢。

3.2. 勘测定界

在全域土地综合整治的权属界定阶段，测绘技术构建起“空地一体”的智能勘界体系，其核心价值体现在产权数字化与生态智慧化两大维度。基于 GNSS 连续运行参考站网络与智能全站仪的协同组网，形成厘米级精度的动态定位基准框架，实现界址点坐标的实时差分解算与区块链存证。通过多源遥感数据融合(无人机倾斜摄影 + 激光雷达点云)，构建具有法律效力的三维地理实体模型，其拓扑关系可精确表达田坎、沟渠等复杂地物的权属边界特征。特别在争议地块处置中，人工智能辅助的界址点提取算法能自动比对历史地籍图与现状测绘成果，通过时空演变可视化技术还原土地权属变迁轨迹。在生态维度，无人机载多光谱传感器与地基移动测量系统形成协同监测网络，结合热红外成像与光谱分析技术，可量化评估地块的生态敏感性指数，为生态保护红线的智能划界提供科学依据。更值得注意的是，测绘驱动的数字孪生平台创新性地整合了土地权属公示模块，通过增强现实技术将抽象的法律权属信息映射为可视化的三维空间标识，显著提升公众参与与监督的交互体验。这种从物理勘界到数字确权的范式转变，标志着测绘技术已发展成为土地资产全生命周期管理的空间治理基础设施。

3.3. 示范项目申报

在全域土地综合整治示范项目申报中，地理空间智能技术已成为项目竞争力构建的核心引擎。通过构建“空天地”多维感知体系，集成高分辨率多光谱卫星影像、无人机 LiDAR 点云及地面传感网络数据，形成资源环境承载能力诊断图谱，为示范工程选址与方案比选提供量化决策依据。基于三维时空推演平台，可将规划方案转化为全要素数字孪生模型，实现耕地连片度提升系数、生态廊道连通性指数等关键参数的动态仿真，并通过机器学习算法预测项目实施后的碳汇增益与生物多样性演变趋势。尤为关键的是，项目申报系统深度融合了空间决策智能模块，利用历史基准年与现状年多期遥感数据构建土地整治绩效追溯模型，结合热力图分析直观展现产能提升梯度与生态服务价值增值曲线。针对风险防控维度，通过微地形激光扫描与地质雷达探测的耦合应用，可精准识别潜在滑坡体与地下空洞等工程隐患，同步建立多情景应急预案知识库。这种从空间认知到智能决策的技术跃迁，不仅大幅提升申报材料的科学公信力，更构建起涵盖“立项 - 实施 - 评估”全链条的数字治理范式。

3.4. 项目监管

在全域土地综合整治项目全周期监管中，地理空间感知技术构建起“天 - 空 - 地”协同的智能监测体系。通过部署由高分辨率遥感卫星星座、无人机 LiDAR 扫描集群及物联网传感节点组成的动态感知网络，形成亚米级空间分辨率的工程实施数字档案。多源异构数据的智能聚合可生成毫米级精度的三维实景底图，结合深度学习驱动的异常检测模型，能自动识别工程进度偏离度与施工质量偏差值。例如，基于时序 InSAR 形变监测数据与 BIM 施工日志的时空关联分析，可构建工程进度 - 质量 - 安全的三维监管立方体，实现土方平衡率、生态修复达标度等核心指标的动态可视化预警。尤为关键的是，该技术体系创新集成了工程数字护照机制，通过区块链赋能的测绘成果存证，确保每个整治单元的施工轨迹可追溯、质量参数可验真。这种从传统抽检式监管向智能全周期管控的范式转变，使监管部门能精准实施工程进度偏离度预警(如边坡超挖量 > 5%)和生态扰动阈值预判(如植被覆盖率下降 > 8%)，真正实现“感知 - 诊断 - 干预”闭环治理[4] [5]。

4. 案例分析

4.1. 研究区概况

研究区位于湖北省十堰市水口村、谭庙村、龙岗村、双甘村，整治潜力大，群众基础好。通过遥感影像分析，区域内部多为冲积土平原，北部为三坑水库及其环绕的山地。研究区域各村现状基础设施及生活配套设施只能满足农村村民的基本生活需求，区域已完全实现村村通自来水、户户通电，设有垃圾收集点、公共厕所等，但普遍质量不高，难以满足人们对幸福生活的需求；各村都设有一定的公共基础设施，如村委会、幼儿园、祠堂、卫生站等，但数量太少，暂不能满足村民教育、医疗、文体休闲等需求。

4.2. 整治潜力分析

以卫星遥感影像为基础，内外业相结合，采用 RS 监督分类技术，内业预判提取潜力图斑，利用 GPS 定位，外业实地查看现状，调查评估实施条件，测算研究区农用地整理、建设用地整理、乡村生态保护修复和乡村风貌提升等自然资源整治潜力，采用 GIS 地理信息系统建立整治潜力数据信息，表格 1 为本次整治工作统计量表。

Table 1. Statistical table of agricultural land consolidation potential
表 1. 农用地整治潜力统计表

整治类型	地类名称	面积(公顷)	整治目标
现有耕地	水浇地	45.5399	水田
	旱地	117.8524	水田
	水田	348.5045	水田
	小计(公顷)		511.8968
新增耕地	果园	102.7387	水田/旱地
	其他园地	3.6785	水田/旱地
	竹林地	1.7256	水田/旱地
	设施农用地	1.6143	
	小计(公顷)		109.7571
总计(公顷)		621.6539	

4.2.1. 农用地整治潜力分析

农用地整理潜力主要从数量潜力和质量潜力两方面分析。采用 RS 监督分类结果，结合怀集县最新土地利用现状数据库，应用 GIS 工具制作潜力分析草图，利用 GPS 定位技术现场调研地块情况，主要包括现有耕地、园地、林地以及有整治潜力的其他草地等。通过调研，评估拟通过实施土地平整、灌溉与排水、田间道路、农田防护与生态环境保持等工程，提高土地质量，增加有效耕地面积，改善农业生产条件和生态环境可行性，从而准确评估农用地整治潜力，制作潜力统计表，见表 1。

4.2.2. 建设用地整治潜力分析

建设用地整理是为提高土地节约集约利用水平，采取工程和生物措施，对利用率不高的农村宅基地、交通和水利设施用地等建设用地进行整治的活动。基于国土空间规划优化建设用地布局，在新一轮国土空间规划期内，按照研究区内村庄规划及村庄功能定位情况、资源禀赋等，利用 GIS 工具，结合已有的建设用地数据和遥感影像，筛选出现有部分零散或无人居住的农村居民点、废弃工矿用地、低效建设用地等作为本研究区的建设用地整治潜力地块，制作调研底图。利用 GPS 定位系统进行地块定位，获

取三维信息，助力现场调研工作高效开展。根据调研情况，准确评估整治潜力，制作潜力统计表，如表 2 所示。

Table 2. Statistical table of construction land consolidation potential

表 2. 建设用地整治潜力统计表

地类名称	整治潜力面积(公顷)	整治目标
农村居民点用地	48.5717	农用地

4.2.3. 生态保护修复潜力分析

研究区内生态保护修复是按照山水林田湖草是一个生命共同体的理念，对生态系统服务功能受损严重、生态调节功能和生态产品供给能力下降的区域，采取系统性的综合整治措施，对修复对象进行生态保护、生态修复、生态重建的活动。主要采用 GIS 系统提取图斑制作底图，通过 GPS 定位系统确定现场调研地块，结合调研实际确定整治措施。生态保护修复潜力区主要包括冷坑水河道两岸及研究区内其他水域。

5. 结语

作为国土空间治理现代化的重要实践，全域土地综合整治正经历着从传统工程模式向数字治理范式的战略性转型。地理空间智能技术作为现代国土空间治理的核心基础设施，通过构建“空天地网”一体化感知网络，已形成贯穿项目全生命周期的空间治理能力矩阵。在规划编制环节，厘米级实景三维模型与多源遥感反演数据融合，构建起覆盖地表、生态敏感性、工程地质等 28 项指标的空间决策知识图谱；在工程实施阶段，基于北斗高精度定位与 InSAR 形变监测技术，实现施工质量毫米级动态管控；在监管评估层面，数字孪生引擎驱动的全要素可视化平台，可自动解析土地整治单元的空间绩效指数，生成包含耕地质量等级提升率、生态连通度增量等核心参数的智能评估报告。值得关注的是，随着 5G+智能物联网技术的深度渗透，土地整治工程已突破传统物理空间限制，通过构建包含地下空间 BIM 模型与地上实景三维的数字孪生底座，实现全域要素的虚实交互与智能推演。这种技术演进不仅重构了“调查-规划-实施-监管”的业务链条，更催生了基于空间大数据的国土空间治理新范式，为新型城镇化与乡村振兴的协同发展提供精准空间赋能。

参考文献

- [1] 夏国锋, 程兴国. 农村全域土地综合整治主要问题及优化策略研究[J]. 价值工程, 2025, 44(11): 66-68.
- [2] 覃彦淞. 乡村振兴视域下农村土地综合整治的实践研究[J]. 农场经济管理, 2025(4): 50-52.
- [3] 李志, 何嘉俊. 全域土地综合整治促进城乡融合发展研究[J]. 小城镇建设, 2025, 43(4): 92-97+128.
- [4] 黄华坤. 深入推进全域土地综合整治助力产业发展若干问题探析[J]. 中国土地, 2025(4): 47-51.
- [5] 王强, 余姗, 杨庆媛, 等. 土地综合整治对乡村发展的影响——以浙江省桐乡市为例[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2025, 55(2): 438-448.
- [6] 哈欢. 全域土地综合整治背景下上海市生态清洁小流域建设思路[J]. 中国水土保持, 2025(4): 26-28.
- [7] 周峰, 程伟科. 全域土地综合整治助力乡村振兴的路径研究[J]. 农机市场, 2025(3): 85-87.
- [8] 牟宗莉, 郭琳, 骆丽梅, 等. 农业新质生产力赋能土地综合整治的影响与路径[J]. 浙江国土资源, 2025(3): 26-29.