

西南山区土地整治监管关键技术及应用

土地整治是确保耕地总量平衡和保障国家粮食安全的重要举措，也是应对建设用地闲置和空间优化的重要抓手。西南山区 2° 以下耕地面积仅占36.73%。重庆市山高谷深，沟壑纵横，山地占比达到76%。如何在复杂地形场景下高效与精准开展土地整治活动，确保区域耕地与粮食安全成为重要挑战。目前存在以下突出问题：（1）自然环境复杂，空间异质性强，基础数据采集困难；（2）山区环境限制，土地整治高效施工困难，规范化整治欠缺；（3）数据整合低效，数据应用粗放，监管模式落后。如何突破复杂山区数据动态采集、高效整合、统一应用的技术难题，构建协同监测与智能评价技术体系，实现面向西南山地丘陵区土地整治的“多源数据监测与问题诊断、土地整治潜力与效果评价、生态化高效施工工艺、综合监管平台构建”的一体化土地整治实施与监管系统，是当前面临的重大科学问题。

项目组开展了15年的相关研究，共获得国家、省部级与其他计划研究课题30余项，总研究经费2000余万元。项目针对西南山区地块不规整与细碎化导致的耕地产能低、村镇建设用地空心化与低效利用等难题，土地整治数据格式多样、来源不一、结构复杂，土地整治现有监测监管平台缺乏数据内容正确性智能化检核手段，土地整治业务复杂、涉及

土地整治类型多样的问题，突破了全流程立体监测、山区模块化高效施工、知识驱动的评价决策等关键技术，构建了西南山区土地综合整治监管的数字监管系统与平台。获得国家授权发明专利 7 项、实用新型专利 7 项、软件著作权 25 项，发表论文 110 篇，编制形成地方标准 3 部。主要的关键技术创新如下：

创新一：山区土地整治全流程立体监测技术。

①针对山区耕地地形起伏大，待整治土地要素与属性空间异质性强，耕地细碎化所导致的单一监测手段难以全覆盖以及分场景的数据需求难以满足等问题，构建了融合国产高分卫星遥感、无人机和无线传感器的耕地质量立体监测技术，降低成本 50%以上，提高效率 30%以上。

②研发了融合遥感与开源大数据的低效村镇建设用地监测与识别技术。构建了基于高分遥感的建设用地精细化提取-基于 POI 与 OSM 开放数据的社会经济属性数据建模-基于 BP 神经网络模型的低效用地识别框架，实现了村镇低效建设用地的准确提取。

③提研发了基于 CORS 系统的高精度定位视频监控获取技术，雾霾天图像清晰处理方法与装置，开发出高精度视频监控终端，在建设用地整治应用实践中，满足了建设用地整治现场监测与监管的需求。

创新二：土地综合整治潜力及多维成效评价技术。

①构建了星地融合降尺度算法及耕地质量关键指标定量提取与数字制图模型；发展了多因素综合判别空间拓扑评价单元划分方法，提出了状态向量作用下的模糊变权评价算法，改进了模糊综合评判、人工免疫、关联分类等土地评价数据挖掘方法，效率提高 20%。。

②针对规模巨大、多源异构的建设用地整治大数据，设计了高效可伸缩的存储架构，提出了建设用地整治大数据的缺失值估计算法、混合分割与图模型的高效索引技术。针对具有异构性的村镇建设用整治大数据，提出增量式深度计算模型等数据挖掘方法以及基于深度学习和多目标空间优化技术的推理机制，实现了低效用地与空心村待整治地块的精准评价与识别。

③通过分析土地整治质量-产能-生态效应，构建包含耕地质量管理、农田防护、生态管护等因素的 2 层级 55 项指标的土地整治成效评价指标体系，提出多方式调查与空间插值相结合的多指标量化方法，基于多尺度地理建模，研发了兼顾质量-产能-生态效应的土地整治综合成效评价技术，实现土地整治项目综合成效的多维智能评价。

创新三：研制生态型装配式的模块化多功能土地整治高效施工工艺

①发明了由带排水沟的底座、墙身、支撑件和顶板四部分组成的生态型一体化石坎，采用扶壁式挡土墙和倒 T 形挡

土墙复合结构设计，墙身开设若干渗水孔，便于地表渗水排泄，防止墙体崩塌；墙体外侧设置背沟、前部基座上设置排水沟，有效防止地表径流冲刷。

②研发了由路肩、路面板两大部分组成的模块化多功能生产路，路肩设有排水孔缓解地面雨水下渗，从而避免路基坍塌；路面板设有生物通道，有利于保护生物多样性；每隔一段距离利用拉接杆加固路肩，以增强道路整体刚性。

③发明了生态型多功能灌排一体化沟渠，通过将插头插入底座上对应部位的插槽即可完成沟道拼装，施工难度低、安装维护方便，相比传统现浇排水沟单价减幅 30%以上。

相对传统方式（现浇混凝土+浆砌石等），模块化施工技术节水约 25%，降低施工能耗约 20%，显著降低施工粉尘和噪声污染，减少建筑垃圾 70%以上，缩短施工周期约 30%。

创新四：构建了土地综合整治监管的数字监管系统与平台

①研制了基于知识库的土地整治数据检核汇总软件，解决了土地整治多源信息融合与数据正确性智能化检查的难题，提高检核效率 80%以上，节约人工成本 50%以上。

②融合基于面向服务体系结构（SOA）的平台架构设计技术和基于中间件的系统设计技术，研发了基于国土资源综合监测平台的土地整治数字监管技术，建设了土地整治数字监管平台，实现了土地整治业务信息与监管信息的无缝结合

和图一文一档一体化以及空间辅助决策。切实解决了前沿对地观测与信息技术在山区土地整治监测、评价、监管工作中的应用难题。

项目成果已在重庆、四川、云南等地耕地质量调查、生态退化监测与评价及多个全国性土地整治重大工程的本底调查、专项监测与成效评价中得到实际应用，取得直接经济效益 44.48 亿元，间接经济效益约 300 亿元。并取得了显著的社会效益，有效的支撑了业务工作，带动了科研项目，引领了学科建设，培养了技术人才。

项目成果还可在自然资源、农业农村、生态环境等领域的管理部门、技术机构、企业单位等机构推广应用，具有广泛的应用前景。