

测绘地理信息技术在土地测绘中的应用研究

李洁明

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037000

摘要：本文聚焦测绘地理信息技术在土地测绘中的应用。阐述遥感、GNSS、GIS等技术体系构成及特点。分析其在土地利用现状调查、权属界定、动态监测、规划决策等核心领域的应用，探讨空天地一体化观测、智能化处理流程重构、多模态数据融合及数字孪生等创新应用模式。为土地测绘提供更高效、精准的技术支持，推动土地资源科学管理与合理利用。

关键词：测绘地理信息技术；土地测绘；遥感技术；全球导航卫星系统；数字孪生

引言：土地测绘是土地资源管理的基础工作，对合理规划利用土地、保障经济可持续发展意义重大。传统测绘方式效率低、精度受限，难以满足现代土地管理需求。随着科技发展，测绘地理信息技术不断进步，遥感、GNSS、GIS等技术日益成熟。这些技术各具优势，相互融合，为土地测绘带来新契机。研究其在土地测绘中的应用，有助于提升测绘水平，实现土地资源高效管理与科学决策。

1 测绘地理信息技术体系构成

1.1 遥感技术（RS）

多光谱遥感通过捕捉地物在不同电磁波段的反射特性实现信息提取，其传感器可同时记录多个光谱通道数据，形成包含丰富地物属性的影像。高光谱遥感则进一步细分光谱波段，能探测到更细微的光谱差异，甚至识别出物质的分子振动特征，为地物成分分析提供精准数据。雷达遥感不受光照和天气影响，通过发射微波并接收反射信号，可穿透云层、植被和地表浅层，获取全天候的地表形态与结构信息^[1]。土地覆盖分类中，多光谱数据可区分耕地、林地、建筑用地等宏观类型；高光谱数据能识别作物种类、植被健康状况等细节信息；雷达遥感则在多云多雨地区的土地覆盖监测中发挥不可替代作用。变化检测方面，不同时相的遥感数据经校正比对，可快速发现土地利用类型转换、植被覆盖度变化等现象，为土地资源动态管理提供及时依据。

1.2 全球导航卫星系统（GNSS）

实时动态定位通过基准站与流动站的数据交互实现，基准站持续接收卫星信号并计算误差改正数，流动站接收改正信息后实时修正定位结果，使厘米级定位精度在动态环境中得以保持。高精度坐标获取需融合多系统卫星信号，通过载波相位观测值解算，消除电离层、对流层延迟等误差，最终得到符合工程要求的三维坐

标。土地边界测量中，GNSS技术可快速确定权属界线拐点坐标，相比传统方法大幅提高效率与精度，减少边界纠纷。地形数据采集时，GNSS接收机与测深仪等设备结合，能同步获取地表与水下地形点坐标，为数字高程模型构建提供基础数据，支撑国土规划与工程设计。

1.3 地理信息系统（GIS）

空间数据管理涵盖矢量数据与栅格数据的存储、编辑与检索，通过空间数据库技术实现多源数据的无缝集成，支持数据版本控制与历史回溯。空间分析功能包括叠加分析、缓冲区分析、网络分析等，可挖掘数据间的空间关联规律，如分析某区域土地利用与交通网络的空间耦合关系。土地信息可视化通过专题地图、三维场景等形式直观呈现土地资源分布状况，不同图层的组合展示能清晰反映土地利用结构与空间格局。决策支持方面，GIS可构建土地适宜性评价模型、生态敏感性分析模型等，模拟不同规划方案的实施效果，为土地利用规划、耕地保护等决策提供科学参考。

1.4 三维激光扫描技术

高密度点云数据采集通过激光发射器发射脉冲激光，经目标反射后被接收器捕获，根据激光传播时间计算测点距离，结合扫描头旋转角度确定测点三维坐标，每秒可获取数十万点数据形成点云。建模方法包括点云去噪、配准、网格化等步骤，去噪剔除冗余点与误差点，配准实现多站数据拼接，网格化构建连续表面模型。地形地貌精细化表达体现在对微地形的准确刻画，如陡坡、沟壑、岩坎等细微地貌特征均能通过点云数据完整呈现，相比传统测绘方法减少信息遗漏。在古建筑保护中，可精确还原构件形态与空间关系；在矿山监测中，能实时反映边坡变形与采空区变化，为工程安全提供数据保障。

1.5 无人机测绘技术

灵活部署体现在设备运输便捷、场地要求低,小型无人机可通过车载、手提方式快速抵达作业区域,数分钟内完成组装与起飞准备^[2]。低空高分辨率成像得益于无人机飞行高度低,通常在100-500米范围内,搭载的高清相机或多光谱相机可获取厘米级分辨率影像,细节清晰度远超卫星遥感。复杂区域包括山地峡谷、城市建筑群、湿地沼泽等,传统测绘难以抵达或效率低下。无人机借助自主飞行与避障系统,可在峡谷中沿预设航线穿梭采集数据;在建筑群间灵活绕行获取立面信息;在沼泽区域低空掠过避免地面作业风险,突破地形限制实现数据全覆盖,为灾害应急测绘、文物考古调查等提供关键数据支持。

2 测绘地理信息技术在土地测绘中的核心应用领域

2.1 土地利用现状调查

多源数据融合通过遥感技术与地理信息系统的结合,形成互补性数据处理模式。遥感技术提供大范围、多波段的地表影像信息,地理信息系统则承担数据整合与空间分析职能,二者协同实现地类信息的快速识别。不同分辨率的遥感影像与地形数据、权属数据等多层信息叠加,可细化地类划分层级,提高分类颗粒度。自动化分类算法通过机器学习模型对样本数据进行训练,不断优化分类规则。基于样本特征的提取与匹配,减少人工判读的主观性,算法迭代过程中引入混淆矩阵分析,针对性调整易混淆地类的分类阈值,逐步提升分类精度。结合实地验证数据的反馈,构建误差修正机制,形成从数据输入到结果输出的全流程精度控制体系。土地利用结构时空演变分析依托长时间序列的遥感数据与地理信息系统的时空数据库,通过空间插值、趋势面分析等方法,揭示不同地类在时间维度上的数量变化与空间维度上的分布迁移规律。建立地类转化矩阵,量化耕地与建设用地、林地与草地等类型间的转化强度,为土地利用结构调整提供动态数据支撑。

2.2 土地权属界定与纠纷处理

GNSS高精度边界测量通过实时动态定位技术获取边界点的三维坐标,测量数据直接接入电子档案系统,形成标准化的权属边界数据库。电子化存档流程采用加密存储与权限管理机制,确保数据安全性与可追溯性,边界坐标与权属证书信息关联,实现权属信息的快速查询与调用。GIS空间分析通过叠加分析功能对不同时期、不同来源的权属数据进行比对,识别权属边界的重叠区域。基于拓扑关系规则,自动检测边界线交叉、重叠等异常情况,生成冲突区域报告,为权属核查提供精准的空间定位依据。空间分析算法可计算重叠区域的面积与

空间分布特征,辅助确定争议范围。三维可视化技术将争议区域的地形数据、权属边界信息转化为三维立体模型,通过纹理映射与光照渲染,真实还原区域的地形地貌与地表附着物状态。模型支持多角度旋转与缩放,可清晰展示争议区域的空间关系,为权属纠纷调解提供直观的可视化参考,增强争议处理的客观性与说服力。

2.3 土地动态监测与预警

时间序列遥感影像通过不同时相的影像比对,识别地表覆盖的异常变化区域。针对非法占用行为,通过影像特征提取,总结其在空间形态上的不规则性与时间分布上的突发性特征,建立典型非法占用模式的识别指标体系。结合历史监测数据,分析非法占用行为的高发区域与时间段,提高监测针对性。变化检测算法中,归一化植被指数差值法通过计算不同时期植被指数的差异,识别植被覆盖度降低的区域,进而推断土地退化程度。指数变化与土壤侵蚀、沙化等退化现象关联,建立量化分析模型,揭示土地退化的空间蔓延趋势与影响范围,为退化土地治理提供数据支持。预警模型构建整合遥感监测数据、气象数据、土壤数据等多源信息,通过相关性分析确定影响土地质量变化的关键因子。基于因子权重的计算与阈值设定,建立分级预警机制,当监测数据超出阈值范围时,自动触发预警信号,实现对土地退化、旱涝灾害等风险的提前预判。

2.4 土地规划与决策支持

GIS空间分析功能通过叠加地形坡度、土壤质地、水文条件等因子图层,构建用地适宜性评价指标体系。采用层次分析法确定各因子权重,通过加权求和计算适宜性指数,划分不同适宜性等级区域。分析结果为各类用地布局提供科学依据,实现土地资源的合理配置。三维建模技术基于地形数据与规划方案,构建虚拟三维场景,模拟城市扩张过程中建筑物、道路等基础设施的空间形态变化^[3]。通过生态敏感性分析模块,评估城市扩张对绿地、水体等生态要素的影响范围与程度,预测生态系统服务功能的变化趋势,为生态保护红线划定提供技术支撑。多情景规划方案通过调整规划参数,生成不同发展路径下的土地利用方案。地理信息系统对各方案的用地结构、交通可达性、环境影响等指标进行量化评估,通过对比分析筛选最优方案。引入遗传算法等优化工具,对方案中的不合理布局进行自动调整,形成兼顾经济发展与生态保护的规划方案。

3 技术集成与创新应用模式

3.1 空天地一体化观测网络

卫星宏观监测覆盖全球尺度,通过周期性重访获取

大范围地表变化信息,其数据具有稳定的时间序列特征,适合捕捉区域尺度的长期趋势。无人机局部详查聚焦特定区域,在卫星影像发现异常变化后迅速出动,获取亚米级分辨率的细节数据,二者通过统一的时空基准实现数据衔接。卫星数据提供的变化区域边界引导无人机飞行航线规划,无人机采集的高精度数据则补充卫星影像在细节表达上的不足。地面传感器网络由分布在关键区域的监测设备组成,持续采集土壤湿度、地表温度、植被生长状况等微观数据。这些数据通过无线传输实时汇入数据中心,与空天观测数据形成互补,为遥感影像解译提供地面验证依据,同时为空天地数据的精度校正提供实测参数,形成从宏观到微观的完整数据链条。

3.2 智能化处理流程重构

自动化数据预处理包含辐射校正与几何精校正等环节。辐射校正消除传感器响应差异、大气散射等因素对影像亮度的影响,使不同时相、不同传感器的数据具有可比性。几何精校正通过地面控制点匹配,将影像精确贴合到参考坐标系,确保空间位置的准确性,校正过程借助算法自动完成控制点识别与匹配,大幅缩短处理时间。边缘计算将部分数据处理任务部署在无人机或地面采集设备端,在数据生成现场完成快速解译。通过轻量化算法对原始数据进行实时分析,即时生成初步结果,满足灾害应急等场景对时间的严苛要求,减少数据传输量与中心处理压力。云计算平台具备强大的并行计算能力,可同时处理海量遥感影像、点云数据等多源信息。通过分布式存储与计算架构,将大规模数据处理任务分解为多个子任务并行运算,显著提升数据处理效率,为长时间序列数据分析、大范围建模等提供算力支撑。

3.3 多模态数据融合技术

点云与影像的几何配准通过特征提取与匹配实现。从点云数据中提取平面、棱线等几何特征,从影像中提取同名特征点与轮廓线,通过坐标转换算法使两种数据在三维空间中精确对齐。配准后的点云提供精确的三维坐标信息,影像提供丰富的纹理与光谱信息,共同构建兼具精度与细节的三维模型。语义信息融合需整合不同

数据的属性描述,通过机器学习算法识别各类地物的语义标签,建立包含空间关系、属性特征的知识图谱^[4]。图谱中地物的类别、功能、相互关联等信息被系统化组织,为土地利用分析、规划决策等提供深层次的知识支持,实现从数据到信息再到知识的转化。

3.4 数字孪生应用探索

虚拟土地管理环境通过构建与现实世界一致的数字模型,实现土地资源的动态映射。模型包含地形地貌、土地权属、利用现状等全部要素,且能实时接收实测数据更新,精准反映现实土地的每一处变化,成为土地管理的虚拟镜像。仿真推演依托数字孪生模型进行,通过设定不同政策参数模拟土地利用变化过程。分析不同规划方案实施后可能出现的土地供需矛盾、生态环境影响等结果,提前发现潜在问题。政策预评估基于仿真结果展开,量化各项政策的实施效果,为土地管理政策的制定与优化提供科学依据,提高决策的前瞻性与准确性。

结束语

测绘地理信息技术在土地测绘中发挥着关键作用,从数据采集到分析决策,各环节紧密配合,为土地测绘提供了全面、精准、高效的技术支撑。空天地一体化观测网络、智能化处理流程等创新应用模式,进一步拓展了技术的应用边界,提升了土地测绘的智能化水平。未来,随着技术的持续创新,测绘地理信息技术将在土地测绘领域创造更大价值,助力国土资源管理迈向新台阶。

参考文献

- [1]陆庆龙.测绘地理信息技术在土地调查监测中的应用研究[J].林业科技情报,2024,56(4):201-203.
- [2]张婷婷.测绘地理信息技术在土地整治中的应用及展望[J].南方农机,2025,56(11):105-108,120.
- [3]李凤英.测绘地理信息技术在土地调查监测中的应用研究[J].魅力中国,2025(10):181-183.
- [4]谢平.测绘地理信息技术在国土空间规划中的应用研究[J].IT经理世界,2025(1):227-229,236.