

基于GIS的测绘技术在土地利用动态监测中的应用

孙治敏

淮滨县自然资源局 河南 信阳 464400

摘要：土地利用动态监测是掌握国土空间变化、实施科学管理的基础。本文系统阐述基于GIS的测绘技术在其中的应用。首先介绍以遥感、GNSS、摄影测量与LiDAR等为核心的现代测绘技术体系，以及GIS的数据管理、空间分析与可视化功能。进而，重点论述其从监测规划、多源数据采集处理到信息提取、变化分析、成果输出的全流程应用。该技术能够精准划分地类、追踪时空变化、分析驱动机制，并通过高效的数据集成、精准的变化识别、动态的可视化呈现，显著提升监测的精度、效率与时效性，为土地资源可持续利用决策提供关键技术支持。

关键词：GIS测绘技术；土地利用；动态监测；多源数据；空间分析

引言：土地利用动态监测对合理规划土地资源、保障可持续发展意义重大。传统监测方式存在数据获取效率低、分析精度不足等问题。随着科技发展，基于GIS的测绘技术凭借其强大的空间数据处理与分析能力，为土地利用动态监测带来新契机。通过整合多源数据，实现土地利用信息的精准提取与深度分析，有效提升监测的科学性与时效性，成为当前土地监测领域的研究热点。

1 基于GIS的测绘技术基础

1.1 核心测绘技术体系概述

现代测绘技术以空间信息获取、处理与分析为核心，涵盖遥感、全球导航卫星系统（GNSS）、摄影测量、激光雷达（LiDAR）及地面近景测量等技术。遥感技术通过卫星、无人机等平台搭载的多光谱、高光谱或合成孔径雷达传感器，实现大范围地表信息高效采集，其空间与时间分辨率的协同提升，为土地利用动态监测提供多尺度数据支撑^[1]。GNSS技术以厘米级定位精度支持地面控制点布设与移动测量设备实时校准，确保几何数据空间基准统一。摄影测量技术通过立体像对解算生成高精度数字表面模型，LiDAR技术则通过主动激光脉冲探测直接获取地表三维坐标，在复杂地形与植被覆盖区域优势显著。地面近景测量技术如全站仪与三维激光扫描仪，以非接触式测量补充微地形与建筑立面等细节信息。这些技术相互补充，形成从宏观到微观、从静态到动态的空间信息获取能力。

1.2 GIS技术核心功能与特性

GIS技术以空间数据库为核心，集成数据存储、管理、分析与可视化功能。其空间数据模型支持矢量、栅格与三维数据统一存储，通过拓扑关系构建实现地物空间关联的精确表达。数据管理功能采用分层存储与索引机制，支持海量数据高效检索与更新，例如按地类、时

间或行政区划对土地利用数据分级管理。空间分析工具涵盖叠加分析、缓冲区分析、网络分析等，可揭示地物分布规律与相互作用关系，如叠加土地利用图与地形图分析耕地与坡度相关性。可视化功能通过动态符号化、三维建模与虚拟现实技术，将抽象数据转化为直观信息，如利用三维场景模拟城市扩张对地形的影响，或通过热力图呈现人口分布密度。GIS开放架构支持多源数据融合与二次开发，可与遥感解译、统计模型等技术深度集成，形成综合解决方案。

2 土地利用动态监测中GIS测绘技术的应用流程

2.1 监测前期准备

监测前期准备是保障土地利用动态监测科学性的基础环节，需围绕监测目标、区域特征与技术条件开展系统性规划。需明确监测范围与时间尺度，结合行政区划、自然地理单元或重点功能区划定监测边界，并依据土地利用变化速率设定合理的监测周期。需构建统一的数据基准体系，包括坐标系统、高程基准与地图投影方式，确保多源数据在空间参考上的兼容性。需制定详细的技术实施方案，涵盖测绘设备选型、数据采集参数设置、质量控制标准等内容，例如针对城市扩张监测选用高分辨率卫星影像，而对农田变化监测则优先采用无人机倾斜摄影技术。需完成人员培训与设备调试，确保操作人员掌握数据采集规范与应急处理流程，同时对传感器、导航定位设备等进行精度校准，降低系统误差对监测结果的影响。

2.2 多源测绘数据采集与预处理

多源数据采集需根据监测需求整合遥感影像、地形数据、地面调查信息等多元数据源。遥感数据采集需兼顾空间分辨率与时间分辨率，通过多时相影像叠加获取土地利用变化轨迹；地形数据采集可利用激光雷达或数

字摄影测量技术生成高精度数字高程模型,为地形因子提取提供基础;地面调查数据则通过移动终端设备实时采集地类边界、权属信息等属性数据。数据预处理环节需解决多源数据融合中的几何畸变与语义差异问题,通过辐射校正消除传感器差异导致的影像亮度偏差,通过几何精校正统一不同数据源的空间坐标,并通过语义映射建立地类编码与分类体系的对应关系。还需对缺失数据进行插值处理,对异常值进行滤波剔除,确保数据质量满足分析要求。

2.3 基于GIS的土地利用信息提取与建模

GIS平台通过空间分析工具实现土地利用信息的深度挖掘。需利用分类算法从遥感影像中提取地类信息,传统方法包括监督分类与非监督分类,而深度学习技术的引入显著提升了复杂场景下的分类精度。需构建土地利用数据库,将分类结果与地形数据、社会经济统计数据等进行关联,形成包含空间位置、地类属性、权属信息等多维特征的综合性数据集。需建立土地利用演化模型,通过转移矩阵分析量化不同地类间的转换方向与强度,或利用元胞自动机模型模拟未来土地利用格局变化趋势,为政策制定提供科学依据。

2.4 土地利用变化识别与分析

变化识别需通过多时相数据对比揭示土地利用的时空演变规律。可采用图像差值法、主成分分析法或变化向量分析法检测地表覆盖变化区域,并结合分类后比较法确定具体地类转换类型。变化分析需从数量、速度、方向与空间分布四个维度展开,统计不同地类的面积变化量与变化率,识别变化热点区域与驱动因素。需结合地理加权回归模型分析自然因素与社会经济因素对土地利用变化的贡献度,揭示变化背后的深层次机制。

2.5 监测结果输出与更新

监测结果输出需兼顾专业需求与决策应用,生成包含土地利用现状图、变化检测图、统计报表与专题分析报告等多样化成果。可视化表达通过二维地图、三维场景与动态图表等形式直观呈现监测结果,支持缩放、查询与空间分析等交互操作,二维地图可缩放10-100倍,查询响应时间小于0.5秒^[2]。结果更新需建立动态维护机制,通过定期数据采集与模型迭代保持监测结果的时效性,数据更新周期可根据需求设为1-12个月,同时构建历史数据回溯系统,支持多时相对比与长期趋势分析,为土地资源可持续利用提供持续支撑,历史数据可回溯5-20年。

3 基于GIS的测绘技术在土地利用动态监测中的核心应用方向

3.1 土地利用类型精准划分与现状呈现

土地利用类型精准划分是动态监测的基础性任务,需通过多源数据融合与智能解译技术实现。遥感影像的高光谱与多光谱特性可捕捉地表覆盖的细微差异,结合面向对象分类算法,可有效区分耕地、林地、建设用地等主要地类。激光雷达点云数据通过提取植被高度、建筑轮廓等三维特征,进一步提升了复杂场景下的分类精度。GIS平台通过构建地类编码体系与语义关联规则,将分类结果与地形数据、权属信息等进行空间叠加,生成包含位置、面积、权属等多维属性的土地利用现状图。这种图件不仅支持按行政区划或自然单元的统计汇总,还可通过动态符号化技术直观呈现地类分布密度与空间关联特征,为资源调查与规划编制提供基础依据。

3.2 土地利用时空变化特征捕捉与追踪

时空变化特征捕捉需依托多时相数据对比与序列分析技术。通过叠加不同时期的土地利用图件,利用变化检测算法识别新增建设用地、耕地撂荒、林地退化等典型变化区域。结合转移矩阵分析,可量化不同地类间的转换方向与强度,例如统计耕地转为建设用地的面积比例与空间分布。时空追踪功能通过构建土地利用变化轨迹数据库,记录每个地块的演变历史,支持按时间序列回溯其利用方式变更过程。这种能力为分析变化速率、识别变化热点区域提供了技术支撑,有助于揭示土地利用变化的阶段性规律与区域差异。

3.3 土地利用变化驱动因素关联分析

驱动因素分析需整合自然环境与社会经济等多维度数据。GIS平台通过空间叠加分析,将土地利用变化图层与地形坡度、河流距离、交通网络等自然因子图层,以及人口密度、GDP、政策区划等社会经济因子图层进行关联,构建驱动因素指标体系。利用地理探测器模型或空间回归模型,可量化各因子对土地利用变化的贡献度,识别主导驱动因素。例如,分析发现建设用地扩张与道路密度、人口增长呈显著正相关,而耕地减少则主要受地形条件与农业政策影响。这种分析为制定差异化管控策略提供了科学依据。

3.4 土地利用格局演化规律探究

格局演化规律探究需结合景观生态学与空间统计方法。通过计算景观指数,如斑块密度、边缘密度、形状指数等,可量化土地利用格局的破碎化程度与空间异质性。利用空间自相关分析,可识别格局演化的空间集聚特征,例如发现建设用地扩张呈现沿交通干线轴向延伸的规律。结合马尔科夫链模型或元胞自动机模型,可模拟未来土地利用格局的演化趋势,预测不同情景下的景观变化。这种探究有助于理解人类活动与自然过程对土

地利用格局的协同作用,为生态保护与区域可持续发展提供前瞻性指导。

4 基于GIS的测绘技术应用于土地利用动态监测的优势

4.1 提升监测数据的集成与管理效率

GIS技术通过构建统一的空间数据框架,实现了多源异构数据的高效整合。传统监测中,遥感影像、地形数据、地面调查信息等常因格式差异或坐标系统不统一导致融合困难,而GIS平台通过数据转换工具与坐标配准算法,可自动完成不同数据源的空间对齐与语义关联。这种集成能力不仅减少了数据预处理时间,更通过建立关联数据库,支持按地类、时间或区域等维度进行快速检索与统计分析^[1]。例如,将土地利用现状数据与地形坡度、河流分布等自然因子叠加,可直接生成适宜性评价图,避免了人工叠加的繁琐操作。GIS的分层存储机制允许对海量数据进行分级管理,既保障了数据安全性,又提升了系统响应速度,为大规模土地利用监测提供了技术支撑。

4.2 强化土地利用变化识别的精准度

GIS与测绘技术的融合显著提升了变化检测的可靠性。遥感影像分类精度受地物复杂度与影像分辨率限制,而GIS通过引入地形数据、权属信息等辅助图层,可对分类结果进行空间约束与语义修正。例如,在建设用地图扩张监测中,结合地形高程数据可排除山区阴影区域对影像解译的干扰,结合规划红线数据可验证变化区域的合法性。GIS的空间分析工具支持多时相数据对比的精细化处理,通过变化向量分析或主成分分析,可识别微小变化区域,甚至捕捉到单株树木砍伐或临时建筑搭建等细微变化,为生态保护与违法用地查处提供精准依据。

4.3 实现监测结果的可视化与直观呈现

GIS技术通过动态符号化与三维建模功能,将抽象数据转化为直观信息。二维地图中,不同地类可通过颜色、纹理或填充图案进行区分,变化区域则通过闪烁标注或动态箭头突出显示。三维场景构建进一步增强了空间感知能力,例如将土地利用变化叠加到数字高程模型

上,可直观呈现城市扩张对地形的影响,三维场景渲染帧率可达30-60帧/秒。此外,GIS支持交互式查询与动态图表生成,用户可通过缩放、平移或点击操作获取地块属性信息,或生成面积变化柱状图、转移矩阵热力图等统计图表。这种可视化能力降低了数据解读门槛,使监测结果更易被决策者与公众理解。

4.4 支撑土地利用监测的动态化与实时化

GIS平台通过数据更新机制与自动化分析流程,推动了监测模式的革新。遥感影像的定期获取与自动解译技术,结合GIS的增量更新功能,可实现土地利用现状的季度或月度更新,数据更新周期可缩短至1-3个月。对于重点区域,通过无人机低空遥感或地面传感器网络,可获得更高频次的监测数据,结合GIS的实时处理能力,可及时捕捉违法用地、耕地抛荒等突发变化,重点区域监测频率可达每日1-3次。GIS与云计算技术的结合,支持分布式存储与并行计算,使大规模数据处理效率显著提升,为动态监测的规模化应用提供了技术保障,数据处理速度可提升10-100倍。这种动态化与实时化能力,使土地利用监测从“事后统计”转向“过程管控”,为资源可持续利用提供了更及时的决策支持。

结束语

基于GIS的测绘技术在土地利用动态监测中展现出显著优势,从数据集成管理到变化精准识别,从结果可视化呈现到监测动态实时化,全方位提升了监测水平。该技术不仅为土地资源合理规划与利用提供了有力支撑,还在生态保护、违法用地查处等方面发挥重要作用。随着技术持续创新,其应用将更加广泛深入,为土地资源的高效管理与可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]刘明.土地动态监测中遥感与地理信息GIS技术探析[J].科学与信息化,2023(20):41-43.
- [2]王玲,吕新.GIS和RS技术在土地利用动态监测中的应用[J].湖北农业科学,2021(1):5-47.
- [3]孟文慧,张玉林.基于GIS与RS的土地利用动态监测及其消费空间响应机制研究[J].消费导刊,2025(28):87-90.