

不同功能区硬化率与管网负荷差异；结合排水管网设计与监测数据评估系统排涝能力。

数据经标准化预处理后，依托 GIS 平台构建多维度空间数据库，运用叠加分析、缓冲区分析等技术，融合降水强度、地形坡度、硬化率、管网密度等因子，建立耦合多因素的风险评估模型。模型通过历史内涝点位与评估结果的空间吻合度验证，动态优化参数权重，精准识别高风险区域。结果表明，模型能有效揭示内涝风险的空间分异规律，为城市海绵设施布局、管网改造及应急响应机制提供量化支撑，显著提升内涝防治的科学性与靶向性。

4.2 内涝风险评估模型构建与应用

在完成数据收集与整合后，本研究基于 GIS 技术构建城市内涝风险评估模型，核心方法为多因素加权分析法 (MCDA)，通过定量化集成多维度影响因子实现风险评估。首先进行数据预处理，针对降水、地形、排水系统等原始数据单位与量纲差异大的问题，采用标准化与归一化处理，将各类数据统一至 [0,1] 区间，消除量纲偏差对模型的干扰，确保不同因素在评估中具备可比性与公平性。

继而开展因素加权分析，结合历史内涝事件的时空分布特征，综合专家经验判断与统计学方法（如层次分析法 AHP），科学设定各因素权重。例如，降水强度作为内涝直接诱因被赋予 0.4 的最高权重，地形坡度 (0.3) 与排水能力 (0.3) 次之，土地利用类型（如硬化率、绿地率）等其他因素通过主成分分析确定合理权重，形成层次分明的因子权重体系。

最后依托 GIS 空间分析功能，将标准化后的单因子栅格数据与对应权重进行空间加权叠加运算，通过栅格计算器生成内涝风险等级分布图。该图以不同色阶直观区分高、中、低风险区域，清晰揭示内涝风险的空间集聚特征，如地势低洼且硬化率高、管网排水能力不足的区域呈现深红色高风险标识，为城市规划部门精准识别治理靶点、制定差异化防控策略提供可视化决策支持。此模型通过数据驱动与空间分析的有机结合，实现了内涝风险从定性认知到定量评估的科学跨越。

4.3 评估结果的应用与防控策略

基于内涝风险评估模型的量化结果，城市管理者可针对性制定分层防控策略以提升内涝治理效能。对评估识别出的高风险区域，优先实施排水设施升级改造，如对老旧城区

管径不足的排水管道进行扩容或更换，同步建设雨水收集系统增强渗透与储存能力，提升管网应对极端降水的负荷阈值。针对硬化率高、绿地匮乏的内涝敏感区域，通过增建雨水花园、透水铺装及垂直绿化等海绵设施，优化土地利用结构，恢复地表自然调蓄功能，从源头减轻排水系统压力。在地形低洼、易积水地段，科学布局地下排水泵站、应急储水池及临时排水通道，构建“快速收集—高效输送—安全蓄滞”的防涝体系，缩短积水滞留时间。此外，依托模型输出的风险分布地图，面向高风险区域居民开展定向防灾宣传，普及暴雨预警响应、应急避险等知识，强化公众参与意识，形成“技术防控+社会共治”的内涝治理新格局。

5 结语

基于 GIS 的城市内涝风险评估模型为城市内涝的防治提供了科学、系统的解决方案。通过数据集成和空间分析，能够有效识别内涝高风险区域，并为城市规划与排水系统的优化提供依据。本文提出的模型不仅帮助城市管理者识别出内涝风险区域，还为进一步的防涝措施提供了决策支持。随着技术的不断发展，GIS 技术在城市灾害管理中的应用将越来越广泛，成为提升城市抗灾能力和可持续发展的重要工具。未来，随着城市化进程的推进和气候变化的加剧，基于 GIS 的内涝风险评估模型将发挥越来越重要的作用，帮助城市在内涝防治中实现科学、精准的决策。

参考文献

- [1] 许厚泽, 蔡述明, 薛怀平, 等. 遥感及GIS在洪涝灾害监测与评估中的应用[C]//湖北省科学技术协会. 新世纪科技与湖北经济发展——2001首届湖北科技论坛论文集. 中国科学院测量与地球物理研究所; 中国科学院测量与地球物理研究所; 中国科学院测量与地球物理研究所; 中国科学院测量与地球物理研究所; 2001:38-40.
- [2] 方海东, 施斌, 王宝军. GIS在环境岩土工程中的应用的回顾与展望[J]. 桂林工学院学报, 2001, (04):371-375.
- [3] 郇莉, 许有鹏, 彭补拙, 等. 基于GIS的洪泛平原土地利用规划——以宁波市奉化城区洪泛平原为例[J]. 土壤, 2002, (02):104-108.
- [4] 张峰, 徐建刚. GIS在城市规划公众参与中的应用初探[J]. 城市规划, 2002, (08):65-68.
- [5] 刘权. GIS在河流洪泛区灾害监测中应用研究[J]. 地理科学, 2002, (06):712-716.

Research on improving the efficiency of natural resources management by new surveying and mapping technology

Haobin Liu

Lanshan District Bureau of Natural Resources, Linyi City, Shandong Province, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

The current challenges in natural resource management include a wide range of complex objects, significant bottlenecks in core operations, technical application obstacles, the integration of diverse elements across the entire domain, the inability to achieve data interoperability through standardized interfaces, outdated dynamic monitoring methods that struggle to respond to frequent changes and rapid changes, and poor data timeliness due to data silos and technical standards. New surveying and mapping technologies, which focus on data acquisition, processing, and application services, use four key technologies: 3D real-scene modeling, a three-dimensional monitoring network integrating space, air, and ground, an AI intelligent analysis system, and a collaborative business model. These technologies aim to construct natural ecosystems and provide technical solutions for the digital transformation of natural resource management.

Keywords

new surveying and mapping technology; natural resources management; management efficiency; space-air-ground integrated monitoring; AI intelligent analysis

新型测绘技术对提升自然资源管理效率的研究

刘浩斌

山东省临沂市兰山区自然资源局, 中国·山东临沂 276000

摘要

目前自然资源管理面临的难题是管理对象多而杂、核心业务瓶颈明显、技术应用梗阻, 全域要素数据杂糅, 标准接口无法实现数据对接互通, 动态监测手段相对落后难以实现高频次变化和快速响应, 受数据孤岛制约和技术标准影响, 数据时效较差。新型测绘技术是以新技术应用下的数据获取技术、数据处理技术和数据应用服务为内核, 运用三维实景建模、空天地立体监测网、AI智能分析体系、协同化业务模式4个方面的技术来构建自然生态系统, 旨在为自然资源管理数字化转型提供技术解决方案。

关键词

新型测绘技术; 自然资源管理; 管理效率; 空天地一体化监测; AI智能化分析

1 引言

由于自然资源管理的对象变得越来越杂乱且需要实现动态监管, 传统自然资源管理模式无法实现要素全域的汇总集成及全时监测。而新型测绘技术因具备多源数据采集、智能分析和协同应用的优势, 能解决这个难题。因此, 探索研究新型测绘技术的应用机制及应用价值有助于突破现行自然资源管理模式瓶颈, 驱动自然资源精细化、智能化管理工作发展, 具有现实性。

2 自然资源管理效率提升的核心需求

2.1 管理对象复杂化

2.1.1 全域要素覆盖需求

山水林田湖草沙是生命共同体, 一个要素的变化都会造成连动效应, 比如山区森林植被破坏, 就会引起水土流失, 继而影响到农田、水源等。湿地退化, 其生态功能也会被破坏, 这就需要全要素集成全域监管。但由于要素众多且各要素的数据属性与采集手段均存在较大差异性, 实现全要素集成难度大。全域要素覆盖面临大规模的人力资源、资金和技术的投入, 再加上中国幅员辽阔, 一些地方的地质条件、人文地理条件差, 很多地方特别是偏远、生态脆弱地区监测站点较匮乏。如沙漠地区的植被监测就面临着自然因素和地理环境方面的种种限制^[1]。

【作者简介】刘浩斌(1972-), 男, 中国山东临沂人, 本科, 高级工程师, 从事测绘与制图和自然资源管理研究。

2.1.2 动态监测要求

耕地“非农化”、非法采矿、侵占生态红线，危害自然生态，危及粮食安全和生态安全。对其进行快速监测和制止十分重要，但由于该类行为隐蔽性强、突发性大、出现时间不确定（多发生在夜晚或者人迹罕至之地）。而且影响范围大、情况复杂，使用人力进行巡回检查和传统遥感方式的监测存在监测时间较长、监测效率低以及结果不精准的情况，不足以做到即时监管。

2.2 核心业务痛点

2.2.1 调查监测

传统的手工人工目视解译土地资源调查难以满足其准确性、精度要求。要手工观察遥感影像、依据经验判断地物，一人每日处理速度也仅能达到 350km²，对于大面积的土地资源调查将消耗更多的人力与时间。尤其是在复杂任务下的解译工作效率更低。解译漏解率达到 10% ~ 20%，并且地物光谱较相似，长时间工作易导致眼花，不便于发现地物的小变化以及隐蔽性的用地变化，进而影响调查的真实性，妨碍土地规划及耕地保护等相关政策的落实和执行。

2.2.2 空间规划

传统的二维底图不能满足三维空间的管控需求，因为传统的二维底图只能展示地物的平面信息，对于地下空间设施的位置、走向和地上建筑间的关系等无法直接反映出来，这就容易引起地下空间的乱搭乱建，浪费宝贵的土地资源，同时也会发生设施之间的冲突。在建筑高度上，由于没有实际的高度数据无法得到正确的显示结果，也就无法做出合理的分析评价，在一定程度上会影响自然资源规划的效果。

2.2.3 执法督察

自然资源执法督察存在违法取证难和跨部门协同效率低的问题。一是违法隐蔽性较强、时效性较高，违法者多采取掩饰或销毁证据的方式，增加了行政执法取证工作的难度。二是行政执法属于不同部门行使职权，面对同一行为时往往各自为战，没有建立相关协调沟通联络机制，产生职责不清、扯皮推诿的现象，容易出现重复调查或者管理空白的情况，难以形成合力，进而影响执法工作效率和工作质量。

2.3 技术应用瓶颈

2.3.1 数据孤岛

基础测绘、土地调查等自然资源管理工作长期独立开展，形成了多套底图标准。不同的数据在格式（Shapefile/CAD）、坐标系（国家大地坐标系/地方独立坐标系）、精度和要素分类等方面各有差别，因此很难做到共享协调，不能快速将各类数据合在一起做综合管理，从而影响了信息流转。国土空间规划等工作由于缺少集成关联的数据源，难以掌握整体情况，降低了工作科学性，各个部门各自单独采集、处理数据，会造成大量的资源浪费。

2.3.2 更新滞后

目前自然资源管理工作主要依靠每年度一次变更调查

更新数据，从采集到完成需要花费数月时间。在经济社会发展过程中资源的变化更快，不能适应每年度更新慢的问题，数据滞后大程度上增加了耕地保护、矿产监管等工作困难性，导致工作效率偏低，影响了决策准确性和及时性，极易造成管理决策错误，难以实时掌握存在问题^[2]。

3 技术赋能管理效率提升的路径设计

3.1 三维实景技术：构建自然资源“数字底板”

3.1.1 地形级实景

在新型基础测绘体系建立中可以利用倾斜摄影和激光雷达对区域内部分进行数据采集。使用无人机携带多镜头倾斜相机进行低空航摄获取地物侧面纹理以及几何信息，同时利用激光雷达测得高密度的激光点云，进而得到地貌起伏，并且能够得到高精度的三维地形数据。

经过组合、镶补、滤波、分类等一系列操作后形成高分辨率的地形级实景三维模型，并且真实的展现了各种地形地貌细节，可以运用于资源管理当中去真实分辨土地的使用情况，提高土地调查的精度和效率。而且可以根据实景三维模型的变化监测地形的变化，及时预警地质灾害，在查看场景后也可以快速浏览整个地区的景观分布，为后期的生态修复提供大量的资料参考。

3.1.2 城市级实景

对于城市的建成区，采用城市级实景三维来精细化地建立三维模型，并为城市的规划、建设和管理工作提供空间信息。重大项目选址阶段可将规划方案展现在三维场景中，并能自动生成标高、占用地类等重要参数，通过模拟不同选址方案、对比选址方案优劣情况加快项目用地落实进度。此外，还可处理好农村房屋的数据，在项目方案比选过程中，精确地找到一些数据，智能计算出相关拆迁费用、推荐一些最好的方案供项目选择，并进行科学选址，将自然资源合理化地分配到应用上。

3.2 空天地一体化监测：全时全域感知网络

空天地一体化监测是集合天基、空基、地表（水）下多种手段的一种方式，实现全天候、全方位自然资源感知网络的搭建，更好地服务于管理和决策，进一步提高管理水平。

天基监测中，高分卫星凭借高分辨率、大范围的优势对自然资源开展监测工作，如自然资源部对于湖南省区域的自然条件开展实时监测，运用其中的传感器设备对地球表面采集高清图像，识别土地类型，监测耕地变动，掌握矿产资源分布和开发现状。同时还可以比对前期拍摄的影像资料，找出土地利用情况的变化，进而监测矿山开采现状，判断出环境破坏程度，并且将一些在自然资源方面的数据提供给管理部门，对资源进行合理的管理以及保护生态环境。

空基监测中应用无人机航摄技术，空基监测具有灵活性强、成像分辨率高的优点，在山东矿山修复中，无人机搭载设备实现多角度拍摄，通过获取影像资料及建立三维模