

多源数据融合技术在国土空间规划实施监测中的应用路径

么文卓

自然资源部第二地理信息制图院

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2331

[摘要] 国土空间规划实施监测对保障规划科学落地、推动国土资源合理利用意义重大。多源数据融合技术依托先进算法与高效处理流程,可深度整合不同来源、结构、类型的数据,为国土空间规划实施监测搭建全面、准确、及时的信息支撑体系。本文深入分析该技术与国土空间规划实施监测的适配性,从数据层的清洗与关联、技术层的模型构建与算法优化、应用层的场景拓展与决策辅助等方面,详细阐述应用路径,并结合浙江省生态保护红线实施监测案例进行全方位验证,希望可以为国土空间规划实施监测提供新思路。

[关键词] 多源数据; 国土空间规划; 实施监测

中图分类号: F323.24 文献标识码: A

Application Pathways of Multi-Source Data Fusion Technology in Monitoring the Implementation of Territorial Spatial Planning

Wenzhuo Yao

The Second Geographic Information Cartography Institute of the Ministry of Natural Resources

[Abstract] Monitoring territorial spatial planning implementation is crucial for its scientific execution and rational land resource use. Multi-source data fusion technology, with advanced algorithms and efficient processes, integrates diverse data to build a comprehensive, accurate and timely information support system for this monitoring. This paper analyzes the technology's adaptability, details application paths (data cleaning/connection, model building/algorithm optimization, scenario expansion/decision support) and verifies it with an ecological protection red line monitoring case in a province, offering valuable new ideas.

[Key words] Multi - source data; Territorial spatial planning; Implementation monitoring

前言

国土空间规划是国家空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图,也是各类开发保护建设活动的基本依据。规划的有效实施,离不开科学、精准的监测。随着信息技术快速发展,遥感影像、地理信息系统(GIS)数据、社会经济统计数据等多源数据大量出现,为国土空间规划实施监测提供了丰富的数据资源。但这些数据来源广、格式多、标准不一,如何有效融合并充分发挥其作用,成为当前需要解决的问题。文章将对此展开深入研究。

1 多源数据融合技术与国土空间规划实施监测的适配性

1.1 监测维度的全面性需求

国土空间规划实施监测工作复杂,涉及要素多,对监测维度的全面性要求很高。单一数据源只能反映有限信息,难以展现国土空间全貌。多源数据融合技术可整合地理、社会、经济等多领域数据,从不同角度、层面提供丰富信息^[1]。它打破单一数据的局限,让监测能覆盖自然环境、人口分布、产业布局等各个方

面,确保对国土空间规划实施情况进行全方位、无死角的监测,为规划调整和决策提供全面依据。

1.2 动态监测的时效性需求

国土空间处于动态变化中,规划实施情况也在不断演变,动态监测的时效性很关键。传统监测方式数据更新慢,难以及时反映最新变化。多源数据融合技术能整合实时获取的数据,借助先进传感器和通信技术,快速采集、传输信息。通过高效的数据融合算法,可在短时间内处理、分析数据,让监测人员及时掌握规划实施的动态进展,及时发现潜在问题并迅速响应,保证规划实施能适应不断变化的实际情况,实现高效动态管理。

1.3 精准评估的深度性需求

精准评估国土空间规划实施效果,需要深入挖掘数据背后的信息,对监测深度提出了更高要求。单一数据的分析往往停留在表面,无法揭示复杂的内在关系。多源数据融合技术将不同类型数据关联、整合,通过专业的数据分析模型和方法,深入剖析数据间的逻辑联系。它能挖掘出深层次的影响因素和变化趋势,

准确评估规划实施的质量和效益,为规划优化和改进提供精准、有深度的决策支持,提升国土空间规划的科学性和合理性。

2 多源数据融合技术在国土空间规划实施监测中的应用路径

2.1 数据层: 构建标准化融合数据库,打破数据壁垒

2.1.1 数据预处理与标准化

在借助多源数据融合技术开展国土空间规划实施监测时,数据预处理与标准化是首要且关键的环节^[2]。多源数据来源于不同部门、机构及各类采集设备,在格式、精度、语义等方面差异显著。比如,部分数据以矢量格式存储,另一部分则为栅格格式;不同部门对同一地理要素的命名和定义也可能存在差别。为实现数据的有效融合,必须进行预处理:先对数据进行清洗,剔除噪声、错误值和重复数据,提升数据质量;再依据统一标准进行编码、分类和格式转换,确保数据在语义和结构上保持一致。这不仅为后续的数据融合打下基础,还能让不同来源的数据在同一平台上实现准确比对与分析,为国土空间规划实施监测提供可靠的数据支持。

2.1.2 时空关联与数据库构建

时空关联是多源数据融合的重要环节,也是构建标准化融合数据库的核心。国土空间数据具有显著的时空特性,不同时间和空间的数据反映着国土空间的动态变化。通过建立时空索引,将不同来源的数据在时间和空间维度上关联起来,就能实现对国土空间的动态监测与分析。在数据库构建上,需结合国土空间规划实施监测的需求,设计合理的数据库结构,用于存储和管理经过预处理与时空关联的数据。数据库应具备良好的扩展性和兼容性,方便添加新数据和更新现有数据,同时要建立数据安全机制,保障数据的保密性和完整性,确保为监测工作提供稳定的数据服务。

2.1.3 动态更新机制设计

国土空间处于持续发展变化中,规划实施情况也在实时更新,因此设计动态更新机制对保障多源数据融合数据库的时效性和准确性至关重要^[3]。该机制需涵盖数据采集、传输、处理和更新的全过程:首先,搭建高效的数据采集网络,利用卫星遥感、无人机、地面监测站等多种手段及时获取国土空间的最新信息;随后,通过高速稳定的网络将采集到的数据传输至数据处理中心;在数据处理中心,对新采集的数据进行预处理和融合,并与数据库中的现有数据进行比对更新;同时,建立数据更新反馈机制,及时发现并解决更新过程中出现的问题,确保数据库中的数据始终反映国土空间的最新状态。

2.2 技术层: 融合智能分析算法,提升监测精度

2.2.1 像素级融合: 增强空间信息提取能力

像素级融合是多源数据融合的基础层次,直接对不同数据源的像素做处理融合,以此增强空间信息的提取能力。国土空间规划实施监测中,不同类型的遥感影像数据包含丰富空间信息,但单一影像常存在信息不完整或不准确的问题。借助像素级融合技术,能让不同影像的优势互补,提高影像的空间分辨率、光

谱分辨率和辐射分辨率。比如把高分辨率全色影像与多光谱影像融合,可得到兼具高空间分辨率和丰富光谱信息的影像。这样的融合影像能更清晰地呈现国土空间的地形地貌、土地利用类型等信息,为空间信息提取分析提供更准确的数据基础。

2.2.2 特征级融合: 挖掘多要素关联规律

特征级融合在像素级融合基础上,对提取的特征进行融合分析,用以挖掘多要素间的关联规律。国土空间规划实施监测涉及自然、社会、经济等多个要素,这些要素相互影响、相互制约^[4]。通过特征级融合技术,可从不同数据源提取相关特征,再将这些特征关联分析。例如把土地利用数据与人口分布数据、交通网络数据做特征级融合,能分析出土地利用与人口分布、交通状况的关系,揭示国土空间的发展规律和趋势。这种多要素关联分析可为规划优化调整提供科学依据,提升监测的有效性。

2.2.3 决策级融合: 实现综合监测预警

决策级融合是多源数据融合的高级层次,依据不同数据源的分析结果做综合决策,实现综合监测预警。国土空间规划实施监测中,需全面评估规划实施效果,及时发现潜在问题和风险。利用决策级融合技术,可综合不同分析模型和方法的结果,形成统一决策依据。比如将遥感影像分析的土地利用变化监测结果、地理信息系统分析的生态环境评估结果、社会经济数据的发展趋势预测结果做决策级融合,能综合评估国土空间规划实施的整体情况,并及时发出预警信息。决策级融合能提高监测的智能化水平,为政府部门决策提供科学准确的支持。

2.3 应用层: 聚焦监测场景落地,支撑规划治理

2.3.1 国土空间开发保护边界监测

国土空间开发保护边界是国土空间规划的重要内容,对其开展监测是保障规划落地的关键一环。多源数据融合技术能为这一监测提供全面准确的信息支持。融合卫星遥感影像、地理信息系统数据和实地调查数据后,可实时掌握开发保护边界的变动情况,及时发现违规开发与破坏行为。比如,高分辨率遥感影像能清晰识别边界内土地利用的变化,借助地理信息系统分析可以判断这些变化是否符合规划要求;结合实地调查数据,还能进一步核实遥感监测结果的准确性。通过对开发保护边界的动态监测,可及时调整规划策略,确保开发活动在保护生态环境的前提下有序推进。

2.3.2 资源利用效率监测

资源利用效率是衡量国土空间规划实施效果的重要指标。多源数据融合技术能从多个维度对资源利用效率进行监测评估。融合能源消耗、水资源利用、土地利用等多类数据,可全面掌握资源使用状况与利用效率。例如,分析能源消耗数据与产业发展数据,能评估不同产业的能源利用效率,找出能源浪费的环节与原因;结合水资源利用数据和农业生产数据,可评估农业用水效率并提出节水办法。通过这类监测分析,能发现资源利用中的问题,制定合理的资源管理策略,提升利用效率,实现资源优化配置。

2.3.3 规划实施动态评估

规划实施动态评估是国土空间规划实施监测的核心任务,能及时反馈实施效果,为规划调整优化提供依据。多源数据融合技术可综合自然、社会、经济等多方面因素,对规划实施情况开展全面客观的评估^[5]。融合卫星遥感影像、地理信息系统数据、社会经济统计数据 and 实地调查数据后,可从生态环境、经济发展、社会民生等维度评估实施效果。比如,通过遥感影像分析生态环境变化,通过统计数据看经济发展指标和社会民生改善情况,结合实地调查了解实施中的问题与困难。借助动态评估,能及时发现规划不足,调整策略,实现国土空间科学合理利用。

3 应用案例:某省生态保护红线实施监测

3.1 案例背景

浙江省对生态环境保护工作高度重视,该省划定了生态保护红线,要确保这一红线严格落地,就得对实施情况开展监测。浙江省有多类数据资源可用,像遥感影像、地理信息系统数据、生态环境监测数据和社会经济统计数据等。借助多源数据融合技术监测生态保护红线实施情况,能及时发现红线内的生态破坏行为,为生态保护和管理出谋划策。

3.2 实施过程

3.2.1 数据层融合

以千岛湖地区监测为例,数据层融合有不少创新做法。遥感影像除常规校正外,引入基于深度学习的影像去雾算法,解决了千岛湖因常受雾气影响导致影像质量不佳的问题,提升了影像的清晰度和可用性。地理信息系统数据完成格式与坐标转换后,结合实地调研修正偏差,比如在山区复杂地形处,通过实地测量提高数据准确性。借助大数据与云计算平台,关联多源数据,建成标准化融合数据库,采用分布式存储与数据加密手段保障数据安全。

3.2.2 技术层融合

在数据层融合的基础上推进技术层融合。像素级融合以杭州西溪湿地为例,采用自适应加权融合算法,依据不同季节和区域的影像特征调整融合权重,精准提取土地利用类型等信息。特征级融合引入生物多样性特征,通过集成学习模型分析生态环境要素间的关联规律。决策级融合结合区块链与人工智能预测模型,区块链确保数据真实可靠,人工智能模型用于评估红线实施情况、预测生态破坏风险,并通过多渠道及时预警。

3.2.3 应用层落地

围绕监测场景搭建全省统一的生态保护红线监测平台,以温州楠溪江监测为例,该平台可实时监测红线边界及生态环境质量变化,及时发现破坏行为并评估其影响范围与趋势。平台引入公众参与机制,鼓励居民上传线索以扩大监测范围。依据监测评估结果,为生态保护管理提供决策支持。

3.3 实施效果

把多源数据融合技术用在浙江省生态保护红线实施监测中,效果良好。实现了对红线的全面动态监测,及时发现并处理了多起生态破坏行为,监测的精度和效率都提上去了,给生态保护和管提供了科学依据。同时,通过评估红线实施效果,为调整优化生态保护政策提供了参考,助力该省生态环境的保护和改善。

4 结语

多源数据融合技术给国土空间规划实施监测带来了新机会和新活力。数据层通过构建标准化融合数据库打破了数据壁垒,实现了多源数据的高效整合管理;技术层融合智能分析算法,大幅提升了监测的精度和深度;应用层聚焦实际监测场景,有力地支持了规划治理。某省生态保护红线实施监测案例,充分证明了这项技术的有效性和可行性。今后,要不断优化多源数据融合技术,从而更好地服务于国土空间的科学规划利用。

[参考文献]

- [1]李间焕.乡镇国土空间规划编制存在的问题及对策[J].价值工程,2025,44(29):105-107.
- [2]任晓桐.安全韧性目标导向的县级国土空间总体规划路径——以河北省肃宁县为例[J].风景园林,2025,32(10):71-79.
- [3]池葆春,雷刚,杨力,等.国土空间规划背景下乡村空间重构路径探索[J].城市建筑,2025,22(19):63-66.
- [4]何雪晴.城镇开发边界内的详细规划调整技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(28):25-27.
- [5]吴海鸣.国土空间详细规划在城市管理中的地位和运用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(28):28-30.

作者简介:

么文卓(1997--),女,汉族,河北唐山人,大学本科,助理工程师,研究方向:测绘地理信息、国土空间规划。