Technology and application of multi-source surveying and mapping data fusion in natural resources survey and monitoring

Xiuli Zhu[1] **Huizhe Su**[2] **Chuyang Yong**[3]

1. Ningxia Institute of Surveying, Mapping and Geoinformation, Yinchuan, Ningxia, 750002, China
2. Ningxia Natural Resources Survey Institute, Yinchuan, Ningxia, 750002, China
3. China University of Geosciences, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract

In the process of urban planning, geological and mineral mining, environmental resources protection, it inevitably involves the investigation and exploration of natural resources. The application of traditional technology in natural resources survey has obvious limitations, which has been difficult to meet the needs of exploration and utilization of natural resources in the new period. The application of multi-source surveying and mapping data fusion technology makes up for the deficiency of traditional survey methods, and shows obvious application advantages in the survey of natural resources. This paper analyzes and discusses the application of multi-source mapping data fusion technology in natural resource survey, hoping to provide useful reference for related survey work

Keywords

natural resource survey and monitoring; multi-source surveying and mapping data fusion; technology application

自然资源调查监测中多源测绘数据融合的技术与应用

朱秀丽 [1]　苏慧哲 [2]　雍楚杨 [3]

1. 宁夏测绘地理信息院，中国・宁夏 银川 750002
2. 宁夏自然资源勘测调查院，中国・宁夏 银川 750002
3. 中国地质大学，中国・湖北 武汉 430000

摘　要

在城市规划、地质矿产开采、环境资源保护等工作过程中，都不可避免涉及对自然资源的调查、勘查，传统的技术方法在自然资源调查中的应用有着较为明显的局限性，已然难以满足新时期自然资源的勘查、利用工作需求。多源测绘数据融合技术的应用则很好地弥补了传统调查方法的不足，在自然资源调查工作中表现出了较为明显的应用优势。文章就多源测绘数据融合技术在自然资源调查中的应用及其相关进行了分析、探讨，希望能够为相关调查勘测工作提供有益参考。

关键词

自然资源调查监测；多源测绘数据融合；技术应用

1 引言

作为自然环境因素的总和，自然资源能够提高人类当前和未来福利 [1]，是国民经济和社会发展的重要物质基础和能量来源 [2]。自然资源调查监测被称为自然资源管理的“最初一公里”和“最后一公里”，其成果是自然资源管理、生态文明建设和经济社会发展的重要基础性数据。自然资源调查监测是国家重大基础性工作，现阶段，自然资源调查监测工作包括年度国土变更调查，城市国土空间监测，森林、草原、湿地调查监测，水资源基础调查，地表基质调查，地下空间调查。自然资源部印发的《自然资源调查监测体系构建总体方案》，明确了自然资源调查监测的对象、任务与要求，提出了构建法规制度、标准、技术、质量管理四大体系的工作思路。其中，在技术体系建设方面，提出了要充分应用现代测量、信息网络以及空间探测等技术手段，构建“空天地网”为一体的自然资源调查监测技术体系，支撑自然资源全要素、全流程、全覆盖的现代化监管 [3]。

多源测绘数据的融合应用是现代测量技术的重要内容。随着遥感、航空摄影、无人机等技术快速发展，各种技术的协同高效应用和多源测绘数据融合使用，为实现土地、森林、草原、湿地、水等多频次、高效精准的自然资源调查监测提供了技术保障和基础数据。在自然资源调查监测中，多源测

【作者简介】朱秀丽（1971–），中国宁夏银川人，本科，高级工程师、高级经济师，从事遥感、调查监测、地理信息制图方向研究。

绘数据的获取、整合、应用是提高成果质量和工作效率的关键，多源测绘数据融合技术应用能够实现对地球表面、地质地形等信息的快速有效获取[4]。例如，利用卫星遥感技术获取、记录地表地形特征，对地面高程、资源分布等情况变化进行监测；借助激光雷达技术来精确测量地面、地物之间的距离，得到高质量、高精度的数字高程模型，准确识别与提取自然环境地形地貌特征；借助无人航拍技术的应用，获得自然资源的卫星图像，为地形模型制作、自然资源调查监测等提供有效的参考依据和佐证等。在自然资源调查监测过程中，灵活应用多源测绘数据融合技术，为地质勘查、地形测绘等调查监测工作提供全面、精确、完整的地球表面信息，摸清自然资源“家底”，为资源管理、生态保护、经济发展规划提供详实的数据支撑和决策依据。

2 多源测绘数据融合技术应用优势

多源测绘数据融合技术在自然资源调查领域中的应用优势主要体现在以下几个方面：一是多源遥感测绘技术的应用更具全面性优势。遥感测绘技术的融合，很好地实现了对不同波段、不同分辨率、传感功能优势的整合，提高了地质、地形信息获取的全面性与立体性。比如，热红外影像、SAR 影像、光学影像技术在地表地质信息获取的融合应用，提高了对地质构造、地形地貌变化、矿产分布信息等监测、分析的全面性、综合性[5]。二是多源测绘数据融合技术的应用能够为自然资源调查监测工作提供多维的信息数据。通过对不同传感器的应用能够获得调查对象不同的特征信息，在多源测绘数据融合下地质、地形信息变得更为丰富、多维。例如，在自然资源调查监测过程中借助 SAR 影像技术能够无视云层、植被的影响获得准确的水文地貌信息，借助光学影像技术又能够实现对地面植被覆盖、地质岩性等信息数据的全面获取，为自然资源调查监测提供全面的地质、地形和地表覆盖信息。三是多源测绘数据融合技术的应用提高了自然资源调查数据的可信度与精度。多源测绘技术的融合应用，实现了在各传感器获取数据方面的缺陷互补，很好地弥补了单一测绘技术应用的局限性，使得自然资源调查监测获得信息更为可靠、精确。比如，多源遥感测绘融合技术的应用，能够提高对地质岩层矿化异常情况识别的准确性，对地表变化识别更精准。

3 自然资源调查监测中多源测绘数据融合方法

3.1 基本原理应用

多源测绘数据融合在自然资源调查监测中应用的基本原理就是通过对不同数据源信息的有效整合，实现对数据质量的有效提升，为调查监测工作提供准确、丰富的地形、地貌、地质和地表数据信息[6]。尤其是能够有效处理不同数据源之间在分辨率、坐标单位、时间戳等差异方面的问题，确保各类数据之间具有较高的一致性与可比性，通过对不同数据源信息的互补、校正，数据的综合性也得以明显提升，为自然资源调查监测及利用提供可靠数据基础。

3.2 数据预处理与校正

在多源测绘数据融合过程中，数据预处理与校正是确保不同数据源信息实现协调一致的重要措施。整个过程包括了数据清洗、数据检测、数据错误修复、数据异常值处理等，其中通过对传感器进行准确校验，达到降低误差的目的，同时结合对大气环境、温度等影响的校正，尽可能地消除外部因素对多源测绘数据准确性的影响；通过对坐标系统以及时间戳校正，提高了数据的一致性；通过对数据进行归一化处理，实现了数据度量标准应用的一致性；通过进行数据噪声处理、异常数值检测等，提高测绘数据使用质量；应用多种融合技术确保多源测绘数据的精确性、可靠性、一致性，为各项自然资源调查监测工作提供可靠的测绘信息。

3.3 数据融合算法

靠数据融合算法实现对各种不同数据源信息的有效整合，得到一致数据集。这些算法通过对权重融合、模型融合、插值等实际应用，来提高数据的准确性和可靠性。在实际应用过程中需要结合实际情况选择最佳融合算法，对多源测绘数据的进行整合，为自然资源调查监测提供优质有效测绘数据信息，生产优质准确的自然资源调查监测数据，以满足城市规划、环境保护、地质矿产开发等不同工作的需求。

3.4 空间分析与模型构建

在多源测绘数据融合应用过程中，空间分析与模型构建是对自然资源特征信息进行有效提取的关键环节，主要涉及空间插值技术和空间统计分析等重要技术。空间差值技术旨在获得连续的自然资源数据分布特征，通过对这些特征的识别与描述，构建相应的数据模型，为探索自然资源空间几何特征提供有效方式[7]。空间统计分析技术主要是把得到的自然资源地理模式及相关信息的关联特征进行空间相关分析，能够为自然资源管理、矿产开发、城市规划、环境保护等决策提供有效支撑。

4 自然资源调查过程中多源测绘数据融合技术的应用

4.1 三维地图制作

通过对卫星遥感、GIS、激光雷达等多个数据源信息进行整合利用，采用高精度的三维建模技术，构建高精度、高质量的三维地图，对自然资源的地表特征，包括定性、构筑物等进行清晰呈现，为自然资源勘查与利用提供可视化工具。数据融合与精确的坐标转换是三维地图制作的关键。首先，科学利用数据配准算法把各个传感器的数据进行空间校正，保证各数据源数据的坐标系统相同。其次，严控融合过程中的数据质量，仔细分析并修正各类数据源的误差，保证最终地图的高精度性。通过对多源测绘数据的科学整合，制作形成逼真的三维地图，为自然资源调查监测工作提供丰富的地理地形信息。例如，将三维可视化技术应用到地质勘探

中，生动立体地呈现地下矿体的形态、分布以及资源储量，给决策人员提供可靠的空间数据参考。

4.2 地质与土地利用分析

通过对卫星遥感、地质信息、地形数据等多源测绘数据的科学整合，为地下矿产资源勘查、地质特征分析、土地利用调查等自然资源调查监测工作提供有效依据。其中，在分析地质工作中，将各种分辨率的遥感数据和地面测量数据结合起来，揭示地质形态的特点以及构造分布情况。合理融合激光雷达数据以及高分辨影像，制作具有较高精度的地质结构图，从而确定地址要素，如断层、地层等具体位置和演化规律。在分析土地利用情况过程中，高清遥感和航空影像数据以及三维实景等新型测绘数据的应用，可以更准确地判读土地利用现状的类型、范围、面积等信息，满足调查监测时相要求的精度数据，还可以作为举证数据，为准确调查和精确核查提供参考和依据。

4.3 在灾害监测预测中的应用

气象数据、GIS、卫星遥感等多源测绘数据融合应用，有利于实现对洪水、火灾、地震、台风等自然灾害的实时监测与准确预测，是灾害防控措施制定的重要依据。自然资源调查监测过程中多源测绘数据融合能够为地质灾害的应急响应管理提供依据，降低灾害损失，保护群众的生命、财产安全。例如，在监测与预测洪水过程中，可以综合使用遥感技术、数字高程模型、三维实景数据、气象数据、河流水位监测数据以及水文模型来模拟灾害发生以及发展情况，将洪水影响的区域还有可能会演变的趋势识别出来。又如，在监测滑坡过程中，可以有效结合激光雷达数据以及地质调查数据，以准确识别并评估滑坡区域。同时联系相关参数，如土壤湿度、坡度等预测潜在滑坡的发生位置。通过融合多源测绘数据，不但让监测灾害预警的效率提高，还能够提升预测模型的精准程度，及时更新灾害发展的情况动态，提高相关决策部门与人员预警的准确率和时效性。

4.4 在地质矿产勘查中的应用

多源测绘数据融合技术的应用能够实现不同层面数据之间的有效结合，通过不同角度来获取地质信息，进而得到全面、准确的地质岩性数据，借助对最优指数因子法、去相关拉伸法等的应用，绘制出调查区域的岩性单元，清晰展示调查监测区域不同地质岩性情况，为地质勘查奠定重要基础。同时在地质岩层蚀变信息提取过程中，通过将多源测绘数据融合，结合对光谱、辐射、形态等特征参数的分析，清晰展示地质岩层的蚀变信息，为进一步分析矿物的分布和含量提供依据。

4.5 在自然资源管理中的应用

遥感数据、气象数据、地形数据、地理信息等多源测绘数据融合，为自然资源管理等工作提供了有效依据。在资源管理工作中，将遥感影像、地质勘探数据以及地面测量数据相融合，可以高效评估森林、土地与矿产资源情况。特别是在林业资源管理中，融合地面调查数据以及遥感影像，可以将森林的覆盖情况进行实时检测，并对其健康状况进行评估，为实现资源管理策略的制定实施提供有效依据，提高自然资源的保护力度。

5 结语

综述可知，多源测绘数据融合技术在自然资源调查监测和管理有着较为重要作用，并表现出了传统的、单一的数据源所不具备的、明显的应用优势，拓宽了自然资源调查监测的发展渠道，是构建“空天地网”一体化的自然资源调查监测技术体系不可或缺的内容，是建设自然资源管理统一底版，提高国土空间治理能力的重要技术手段 [8]。

参考文献

[1] 自然资源部、自然资源调查监测体系构建总体方案[FB/OL].[2020-01-04-08].http:www.gov.cn/zhengce/zhengcku/2020-01/18/content_5470398

[2] 陈军，武昊，张继贤，等.自然资源调查监测技术体系构建的方向与任务[J].地理学报, 2022.77(5):1041-1055.

[3] 陈军，王东华，武昊，等.自然资源统一调查监测技术体系构建试点设计与进展[J]地理信息世界.2022.29(5):4-5.

[4] 王晓娇　武慧珍　贾瑞娟.地质矿产勘查中多源遥感数据融合技术的应用研究[J]. 2023.

[5] 王思雨,范雪环,孙强.基于多源数据融合技术的生态环境数据应用场景分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2022(10):5.

[6] 刘娇.不同地貌条件下多源DEM数据融合方法研究[D].太原理工大学,2023.

[7] 丁忠园.融合无人机多源遥感数据的自然灾害应急测绘技术研究[J].移动信息, 2024, 46(9):262-263,270.

[8] 冯文利，吴海平，曾珏.“天空地网”自然资源调查监测技术体系构建的业务实践[J/OL].自然资源情报.