

遥感技术在区域环境监测中的应用进展与展望

李波林

南充市西充生态环境监测站

DOI:10.32629/eep.v9i2.3076

[摘要] 由于生态环境保护工作正在向精细化、科学化方向稳步发展,而遥感技术有非接触、大范围、高效快捷诸种突出优势,故遥感技术已经自然地成为区域环境监测体系中最为重要的支撑技术,在大气、水、土壤诸类环境要素监测中均有成熟应用。因此本文首先厘清遥感技术的基本内涵及发展历程,继而系统、有层次地总结其在区域大气环境、河湖水环境、农田土壤环境各领域的应用进展,客观分析现存瓶颈及不足,再结合技术发展趋势给出明确、务实的未来展望,最终为遥感技术在区域环境监测中的优化应用提供切实可行的理论参考,也由此促进区域生态环境监测向智能化、立体化、全方位升级。

[关键词] 遥感技术; 区域环境监测; 大气环境; 水环境; 土壤环境

中图分类号: P4 **文献标识码:** A

Progress and Prospects of Remote Sensing Technology in Regional Environmental Monitoring

Bolin Li

Nanchong Xichong Ecological Environment Monitoring Station

[Abstract] Due to the steady development of ecological environment protection work towards refinement and scientification, remote sensing technology has outstanding advantages such as non-contact, large-scale, efficient and fast. Therefore, remote sensing technology has naturally become the most important supporting technology in regional environmental monitoring systems, and has been maturely applied in monitoring various environmental elements such as atmosphere, water, and soil. Therefore, this article first clarifies the basic connotation and development process of remote sensing technology, and then systematically and hierarchically summarizes its application progress in various fields such as regional atmospheric environment, river and lake water environment, and farmland soil environment. It objectively analyzes the existing bottlenecks and shortcomings, and then combines the trend of technological development to provide clear and practical future prospects. Ultimately, it provides practical theoretical references for the optimization application of remote sensing technology in regional environmental monitoring, and promotes the upgrading of regional ecological environment monitoring to intelligence, three dimensionality, and all-round.

[Key words] Remote sensing technology; Regional environmental monitoring; Atmospheric environment; Water environment; Soil environment

引言

区域环境监测是筑牢生态安全屏障、实现高质量发展的基础,需精准、动态、全域监测环境要素。但传统地面定点观测方式存在覆盖范围小、效率低、数据连续性差等问题,难以满足新时代需求。遥感技术作为非接触式远距离探测技术,通过不同平台及传感器获取地物电磁波数据,经先进处理转化为环境信息,突破了传统监测的时空限制,实现了从“点式”到“面状”、从“静态”到“动态”的转变,是区域环境监测的重要技术革新。且遥感技术从黑白影像到高光谱、多光谱精准探测的升级,与区域环境监测“精细化”转型需求高度契合,应用

深度和广度持续扩展,成为破解传统监测困局、提升环境治理效能的有力工具。

1 遥感技术的核心内涵与发展概况

1.1 核心内涵

遥感技术是以航空航天、传感器、数据处理、信息技术为基本支撑的综合性探测技术,其基本逻辑十分清楚:用遥感平台搭载传感器获取目标区域电磁波信息,再经过辐射校正、几何校正等标准处理流程提取环境要素的特征参数,由此自然、合理地导出区域环境状况的监测结果。因此可以很自然、妥帖地将其核心构成归纳为遥感平台、传感器、数据传输与处理系统三大

要素,三者各就其位、互为补充,直接决定了遥感监测的精度、效率及覆盖范围。与传统监测技术相比,遥感技术有十分突出的优势:覆盖范围广、监测效率高、数据连续性强、操作成本低、环境适应性好,故而既适宜于大范围宏观监测,也有利于用高精度设备对局部区域做精细化探测,堪称不同尺度区域环境监测的理想工具。

1.2 发展概况

遥感技术发展历经起步、发展、成熟阶段,现已进入智能化、多源融合新阶段。早期以航空遥感为主,应用范围有限、精度不高,多用于大范围粗略勘察。航天技术进步推动卫星遥感兴起,实现全球环境监测,要素丰富、精度提升。近十年,无人机与高光谱传感器技术发展迅猛,无人机遥感与卫星、地面监测协同,形成“天、空、地”一体化体系,结合人工智能与大数据,实现数据快速处理与智能分析,从“查证式”过渡到“发现与查实”并重,扩展了区域环境监测应用场景。此外,生态环境规划为遥感技术指明了方向,卫星遥感空间分辨率达亚米级,无人机朝小型化发展,高光谱传感器获取信息更精细,共同支撑环境要素精准识别。

2 遥感技术在区域环境监测中的应用进展

由于遥感技术在区域环境监测中对大气、水、土壤诸种环境要素都有很好的应用覆盖,而不同遥感技术又有各自的平台特点及传感器优势,故其不同环境要素监测中各有适用之处,因此现有应用进展可很自然地归纳为若干方面。

2.1 在区域大气环境监测中的应用

大气环境监测的根本目的是准确、可靠地获取大气污染物浓度、分布及变化信息,由此为大气污染治理提供科学支撑,而遥感技术恰如其分地弥补了传统地面监测在时空覆盖上的重大不足,因此已成为大气环境监测十分重要的工具。更难得的是,目前无人机遥感与卫星遥感在大气环境监测中已经形成成熟、互补的宏观—微观协同模式:无人机遥感利用高机动性的平台优势,搭载气体传感器、红外传感器等设备,能直接进入城市、工业区等复杂区域,对局部区域的大气污染物浓度进行高精度测量,故特别适合于局部大气污染的实时监测及溯源,为局部治理提供切实可行的数据支持。与此形成极好补充的是,卫星遥感着眼于大范围大气环境监测,从大气中污染物的电磁波特征出发,可对PM_{2.5}、PM₁₀、二氧化硫、氮氧化物等主要污染物的大范围分布做系统观测,同时能追踪污染物扩散路径及迁移规律,因而很自然地成为区域大气污染联防联控最有力的工具。更重要的是,遥感技术还可用于大气环境质量的长期动态监测,连续、客观地采集监测数据,分析大气环境质量的变化趋势,由此为大气污染治理决策提供真正有分量、有前瞻性的科学依据,也由此自然地促进城市产业结构优化、生态环境质量提高^[1]。

2.2 在区域河湖水环境监测中的应用

河湖水环境监测必然要兼顾岸线管控、水质安全、生态状况诸种要素,而传统监测模式难以做到全域覆盖、动态追踪,因此遥感技术提出的“天上看、地上查、水里测”协同监测体系

是对该痛点极为自然、妥贴的解决方式:卫星遥感作为“天上看”的核心手段,有大范围覆盖的突出优势,因而能对河湖全域进行宏观、及时的动态监测,有利于精准识别岸线变化、疑似“四乱”问题,又能利用水体电磁波反射特征反演水体浑浊度、叶绿素a浓度、悬浮物分布等重要水质指标,故而能高效完成河湖水质的大范围筛查。与此形成极好互补的是无人机遥感,其用于重点区域的精细化监测,可直接飞临河湖周边,对岸线破坏、水体污染等细节问题进行高精度调查,弥补卫星遥感的监测盲区,真正实现“天上看”与“地上查”的无缝衔接。因此,遥感技术在河湖水环境监测中的应用彻底打破了传统监测的碎片化局限,建立了真正覆盖河湖全域的立体监管网络,由此系统、完整地获取河湖生态、岸线管控、水质安全诸种要素的数据,也自然而然地为河湖长制的落实、水环境治理决策的制定提供精准化、科学化的数据支撑,进而切实促进河湖生态保护及可持续发展^[2]。

2.3 在区域土壤环境监测中的应用

土壤是生态系统最基本、最重要的载体,因此土壤环境质量直接关系粮食安全、农产品品质及生态系统稳定,而遥感技术具有高效、精准、覆盖广的突出优势,故早已成为土壤环境监测的核心手段,也由此促成了土壤环境监测模式的重大革新。具体而言,无人机遥感目前是土壤环境监测中应用最广泛、最成熟的技术形式,其可搭载多种传感器快速、同步地获取土壤理化性质、养分含量、污染状况等多维信息,真正突破传统土壤监测中“点少面广”的根本限制,因而能很好地实现土壤环境的面状普查及动态追踪。更难得的是,遥感技术获取的土壤信息有利于精准识别土壤污染的分布范围及污染程度,也有利于厘清土壤养分的空间分布规律,因此极自然地成为土壤改良、污染治理的可靠数据支撑。与此形成极好补充的是卫星遥感,其适宜于大范围区域的土壤环境宏观监测,从土壤光谱特征出发可及时、客观地监测土壤覆盖度、土壤退化等宏观变化,因而十分适合于区域土壤生态保护规划的制定。更重要的是,近年来物联网、人工智能、航空航天技术彼此深度融合,遥感技术在土壤环境监测中的应用正在加速向智能化、精细化的方向演进^[3]。

3 遥感技术在区域环境监测中应用的现存问题

遥感技术在区域环境监测中应用广泛且成果显著,但仍存在制约其效能发挥的瓶颈。

一是数据处理精度有待提升。遥感数据处理复杂,受大气、传感器、地形等因素影响,数据存在误差,复杂区域精度难以满足精细化监测需求。且多源遥感数据融合技术不成熟,兼容性差,整合利用困难,影响监测全面性与准确性。

二是技术应用缺乏针对性。不同区域环境特征和监测需求不同,但遥感技术多采用通用模式,缺少针对具体区域和要素的定制方案,监测效率与精度难以提高。

三是技术成本与人才储备受限。高精度设备及软件研发应用成本高,不少地区无力承担,限制了技术推广。同时,交叉学科专业人才稀缺,偏远、欠发达地区更缺乏技术力量,应用停留在基础层面。

此外,遥感技术与环境管理融合不足,监测数据向决策转化效率低,未能充分发挥其在环境管理中的支撑作用^[4]。

4 遥感技术在区域环境监测中的应用展望

从目前科技发展的趋势及区域环境监测的实际需要出发可以十分自然、妥帖地想到,今后遥感技术将向智能化、精细化、多源融合、协同化的方向发展,由此解决已有问题,开拓新应用,切实提高应用效能,也更有利于区域生态环境保护。

首先,推动遥感技术智能化升级,要利用人工智能、大数据、云计算等诸种技术优化遥感数据处理流程,做到遥感数据自动校正、智能分析、自适应提取,由此切实提高数据处理效率和结果精度,再据此开发智能监测系统,实现监测数据的实时传输、动态分析、及时预警,因此能自然、妥帖地让遥感技术从“监测”转向“预警”,极大增强区域环境监测的主动性及前瞻性。更重要的是,借助机器学习算法,可对遥感影像中所含的环境异常信息做到自动识别、自动标注,最大限度减少人工干预,监测效率得到极大提高,在突发环境事件发生时能快速、准确地厘清污染范围及扩散趋势,为应急处置争取宝贵时间。与此形成极好补充的是,要扎实、系统地推进多源遥感技术融合应用,完善卫星遥感、无人机遥感、地面监测三者协同联动的机制,突破多源数据融合的技术瓶颈,将不同类型、不同尺度的数据高效、可靠地融合在一起,真正建成“全方位、高精度、短周期”的立体遥感监测体系,从而弥补单一遥感技术之不足,让监测结果更加全面、更高精度。

系统、有层次地讨论定制化应用,即根据不同区域的环境特征及监测需求,研发定制化遥感监测方案及设备,对大气、水、土壤诸种环境要素分别优化传感器配置、监测流程,因此能切实提高遥感技术的针对性和实用性,又自然、妥帖地将其应用场景拓展到碳汇监测、生态红线监管、环境应急监测诸领域,真正服务于减污降碳协同增效及美丽中国建设。继而顺理成章地提出降低技术应用成本、加强人才储备的具体举措:加大遥感技术研发投入,推进高精度设备及软件的国产化,系统降低应用成本,让遥感技术更广泛、更充分地应用于中小区域。同时完善人才培养体系,培养既懂环境科学又精通遥感技术的复合型人才,以

技术应用能力的提升促进遥感与环境管理的深度融合,最终提高监测数据向决策应用转化的效率^[5]。

5 结论

遥感技术作为区域环境监测的核心技术,有非接触、大范围、高效快捷诸种突出优势,在大气、水、土壤各环境要素监测中都已有十分成熟、成功的应用,因而有力地革新了区域环境监测模式,也自然地成为生态环境保护决策最可靠的数据支撑手段。毋庸讳言,目前遥感技术的应用尚存在数据处理精度不够高、应用针对性不强、成本较高、人才短缺等明显问题,其应用效能尚未完全释放出来。因此,未来遥感技术的发展必然要与人工智能、大数据技术深度融合,沿着智能化、精细化、多源融合的方向系统推进,以技术创新为基础,以方案优化为手段,以人才培养为支撑,以成本控制为保障,切实做到从被动监测转向主动发现,从监测转向会诊,从评估转向预警,最终为区域生态环境高质量发展提供真正全面、有力的技术保障。

[参考文献]

- [1]韩世鹏.浅谈无人机遥感监测在大气环境监测中的运用[J].皮革制作与环保科技,2025,6(13):44-46.
- [2]白忠,嵇东方,程程.基于遥感技术的河湖天地网监管系统设计与应用[J].中国水利,2026,(04):64-71.
- [3]王亚龙.生态环境监测技术在大气污染治理中的应用研究[J].火炮科技与市场,2026,33(01):148-150.
- [4]蒋宇,贾滨.无人机遥感技术在城市工程测绘中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2026,(02):45-47.
- [5]杨方玉.无人机遥感技术在农田土壤环境监测中的创新应用[J].智慧中国,2026,(01):100-101.

作者简介:

李波林(1979--),男,汉族,四川西充人,福建师范大学本科,化学教育专业。从教13年,从事生态环境监测12年,南充市西充生态环境监测站站长、法人。西华师范大学“环境教育1+N”专委成员,长期从事环境学院实习生指导。研究方向:生态环境监测实践与应用。