

地理信息数据融合技术在环境监测中的应用研究

夏淑兰

江西宏成勘察设计有限公司，江西赣州，341000；

摘要：生态环境问题的复杂性日益凸显，精准高效的环境监测成为生态保护与治理的关键支撑。地理信息数据融合技术可整合多源异构地理空间数据，为环境监测突破传统技术局限提供有效方案。本文先梳理该技术核心内涵与环境监测发展需求，明确二者融合的现实意义。再分析环境监测中多源地理信息数据特征及融合价值，探讨主流融合技术的原理与适用场景。从大气、水、土壤要素出发，阐述技术应用模式与流程，剖析应用中数据质量、融合效率等问题并提出优化策略。最后总结应用成效，展望其在智慧监测领域的发展趋势，为环境监测体系升级提供参考。

关键词：地理信息数据融合；环境监测；多源数据；技术应用；优化策略

DOI：10.64216/3104-9664.25.02.073

引言

工业化与城市化的快速推进，使大气污染、水体富营养化等环境问题愈发突出，对环境监测的精准性、实时性提出更高标准。传统监测模式依赖单一设备与离散数据采集，存在覆盖范围有限、信息碎片化、结果滞后等问题，难以满足复杂环境的综合评估需求。地理信息数据融合技术可协同处理遥感影像、地面监测数据等多源信息，实现数据优势互补。将其应用于环境监测，能打破数据壁垒，构建全方位监测网络，为环境决策提供科学依据，对完善监测体系、提升治理能力意义重大。

1 地理信息数据融合技术与环境监测的核心内涵

1.1 技术定义与特征

地理信息数据融合技术是指将来自不同传感器、不同时空尺度的地理空间数据，通过特定算法进行整合、分析与优化，最终形成具有一致性、可靠性的综合数据成果的技术体系。该技术打破了单一数据来源的局限，实现了多源数据的优势互补。其核心特征体现在三个方面，一是数据异构性兼容能力，可处理矢量数据、栅格数据等不同类型的地理信息；二是时空关联性整合，能有效匹配不同时间节点与空间位置的数据；三是结果增值性，融合后的数据分析价值远高于各单一数据的叠加，为后续应用提供更全面的信息支撑，在环境监测等领域发挥着重要作用。

1.2 监测目标与现状

环境监测的核心目标是及时、准确地获取环境要素

的变化信息，为环境质量评估、污染溯源、治理方案制定以及生态保护决策提供科学依据。通过长期、系统的监测，掌握环境质量的时空演变规律，预防和控制环境污染事件的发生。当前，我国环境监测体系已初步形成，覆盖了大气、水、土壤等主要环境要素。但在实际应用中仍存在不足，部分区域监测站点布局不够合理，数据采集手段较为传统，多源数据之间缺乏有效整合，导致监测数据的利用率和综合分析能力有待进一步提升，难以完全适应复杂环境监测的需求。

1.3 二者适配性分析

地理信息数据融合技术与环境监测之间存在高度的适配性，这种适配性源于二者的核心需求与技术特性的契合。环境监测对数据的全面性、精准性和实时性要求，恰好能通过地理信息数据融合技术得以满足。环境监测涉及的多类监测数据，如遥感影像数据的大范围覆盖特性、地面站点数据的高精度优势，可通过融合技术形成互补。同时，地理信息数据融合技术的空间分析能力，能够与环境监测中对要素空间分布、迁移规律的研究需求精准匹配。这种适配性使得技术能够有效弥补传统监测的短板，推动环境监测向更高效、精准的方向发展。

2 环境监测中地理信息数据的类型与融合价值

2.1 多源数据分类

环境监测中的多源地理信息数据类型丰富，根据数据获取方式和来源可分为多个类别。遥感数据是重要组成部分，包括卫星遥感和航空遥感获取的影像数据，能够实现大范围、周期性的环境要素监测。地面监测站点

数据具有较高的精度，涵盖了大气污染物浓度、水质指标、土壤理化性质等实测数据。地理国情数据提供了基础地理空间信息，如地形地貌、土地利用类型等，为环境监测提供空间背景支撑。此外，还包括GPS定位数据、气象数据以及相关部门的统计数据等。这些不同类型的数据从不同角度反映环境状况，为数据融合提供了丰富的素材。

2.2 融合核心价值

多源数据融合在环境监测中的核心价值体现在多个维度。首先，提升数据的完整性，单一数据源往往存在监测盲区，融合多源数据可实现监测范围的全覆盖，减少信息缺失。其次，增强监测结果的准确性，通过不同数据之间的相互验证和补充，降低单一数据的误差，提高数据的可信度。再者，实现数据的时空扩展，将不同时间、空间的数据融合，能够更清晰地呈现环境要素的时空演变过程。同时，为环境监测的智能化提供支撑，融合后的综合数据为模型构建和预测分析提供有力保障，提升环境监测的前瞻性和决策支持能力。

2.3 关键技术指标

环境监测数据融合的关键技术指标是保障融合效果的重要依据。数据精度是首要指标，包括空间精度、时间精度和属性精度，直接影响监测结果的可靠性，需通过数据预处理和融合算法优化来提升。数据一致性是核心指标，要求融合后的数据在逻辑上统一，避免出现矛盾和冲突，这需要建立统一的数据标准和规范。融合效率也不容忽视，尤其是在实时监测场景中，高效的融合算法能够快速处理海量数据，确保监测结果的及时性。此外，数据完整性和冗余度控制也是重要指标，在保证数据全面的同时，减少冗余数据，提升数据处理和存储效率。

3 环境监测中主流地理信息数据融合技术解析

3.1 数据层融合技术

基于数据层的融合技术是地理信息数据融合的基础层面，其核心原理是直接对原始数据进行整合处理，在数据采集后尚未进行特征提取之前完成融合。该技术首先对来自不同传感器的原始数据进行预处理，包括数据清洗、格式转换、去噪等操作，消除数据中的误差和不一致性。然后通过加权平均、卡尔曼滤波等算法，将预处理后的原始数据进行融合，生成统一格式的融合数据。这种融合方式能够最大程度保留原始数据的信息，避免信息丢失。其在环境监测中适用于多源同类数据的

整合，如多个地面监测站点获取的同一污染物浓度数据的融合，为后续的特征提取和分析提供高质量的数据基础。

3.2 特征层融合技术

基于特征层的融合技术是在数据层融合之后，对数据进行特征提取再开展融合处理的技术方式。其流程通常分为两步，第一步是对经过预处理的单源数据分别进行特征提取，提取出能够反映环境要素本质属性的关键特征，如污染物的空间分布特征、浓度变化特征等。第二步是采用特征选择、特征融合算法，对各单源数据的特征进行整合，形成综合特征集。该技术的优势在于能够聚焦数据的核心信息，减少数据处理量，提高融合效率。在环境监测中，适用于需要深入分析环境要素特征的场景，如通过融合遥感数据和地面数据的特征，精准识别污染区域的范围和污染程度。

3.3 决策层融合技术

基于决策层的融合技术是地理信息数据融合的最高层面，其核心是对各单源数据经过独立分析处理后形成的决策结果进行融合。该技术的要点在于先让每个数据源依据自身数据完成决策分析，生成初步的决策结论，如某区域环境质量等级评价结果。然后通过贝叶斯推理、D-S 证据理论等决策融合算法，对多个初步决策结果进行综合判断，消除不同决策之间的分歧，形成最终的统一决策。这种技术方式具有较强的容错性，当某一数据源出现误差时，不会对整体决策结果产生过大影响。在环境监测中，适用于环境质量综合评价、污染事件判断等需要最终决策支持的场景，提升决策的可靠性。

4 地理信息数据融合技术在环境监测中的具体应用

4.1 大气环境监测应用

在大气环境质量监测中，地理信息数据融合技术采用“空天地”一体化的应用模式。将卫星遥感数据、无人机航拍数据与地面监测站点数据进行融合，卫星遥感实现大范围大气污染物分布状况的宏观监测，无人机航拍聚焦重点区域的精细化探测，地面站点则提供高精度的实时污染物浓度数据。通过数据层融合技术整合各站点的浓度数据，利用特征层融合提取污染物的空间分布特征和扩散趋势，再通过决策层融合对大气环境质量等级进行综合评价。这种模式能够精准识别污染源头，追踪污染物扩散路径，为大气污染防治措施的制定提供精准依据，有效提升大气环境监测的针对性和有效性。

4.2 水生态环境监测应用

在水生态环境监测中，地理信息数据融合技术的实施路径围绕水质监测、水量监测和水生生态监测展开。融合遥感数据、水质自动监测站数据、水文站数据以及地理国情数据，遥感数据可快速识别水体范围和富营养化等宏观特征，自动监测站实时获取pH值、溶解氧等水质指标，水文站提供水量、流速等数据。通过融合技术将这些数据关联分析，构建水体环境综合评价模型。该路径能够实现对河流、湖泊等水体的全面监测，及时发现水质异常变化，分析污染成因与水量变化的关联，为水资源保护、水污染治理和水生态修复提供科学支撑。

4.3 土壤环境监测应用

在土壤环境监测中，地理信息数据融合技术的应用方法以土壤污染物监测和土壤质量评估为核心。整合遥感数据、土壤采样分析数据、地形数据和土地利用数据，遥感技术可快速筛查土壤污染疑似区域，土壤采样分析提供重金属、有机物等污染物的精准含量数据，地形和土地利用数据则反映土壤污染的潜在影响因素。运用数据融合算法将这些数据结合，建立土壤污染空间分布模型，明确污染范围、浓度和污染程度。该方法能够克服传统土壤监测采样点有限的缺陷，实现土壤环境的全面监测与评价，为土壤污染修复、土地资源合理利用提供精准的数据支持。

5 地理信息数据融合技术应用的问题与优化策略

5.1 应用主要挑战

地理信息数据融合技术在环境监测应用中面临诸多挑战。数据质量问题最为突出，不同数据源的数据格式、精度标准不统一，部分数据存在缺失、误差等问题，增加了数据融合的难度。融合算法的适应性不足，复杂的环境场景下，单一算法难以满足多源异构数据的融合需求，导致融合效率和效果不佳。系统集成难度大，现有监测设备和数据管理系统差异较大，实现技术与系统的无缝对接较为困难。此外，数据安全与共享机制不完善，环境监测数据涉及隐私和安全问题，数据共享不足制约了融合技术的充分应用，这些问题都需要针对性解决。

5.2 技术优化措施

提升数据融合质量的技术优化措施需从数据处理和算法改进两方面入手。在数据处理环节，建立统一的数据标准体系，规范数据格式、精度要求和采集流程，

确保多源数据的一致性。加强数据预处理技术应用，采用数据清洗、去噪、补全等算法，消除原始数据中的误差和缺失问题，提升数据质量。在算法改进方面，研发自适应的融合算法，结合深度学习等技术，增强算法对异构数据的处理能力，提高融合效率和准确性。构建算法优化模型，根据不同的环境监测场景，动态调整算法参数，实现融合效果的最优化。同时，加强算法的测试与验证，确保技术在实际应用中的稳定性和可靠性。

5.3 应用体系保障机制

完善技术应用体系的保障机制需要从多个维度构建。建立健全政策法规体系，明确环境监测数据的共享规则、安全规范和责任划分，为技术应用提供制度保障。加强跨部门协作机制，环境监测涉及多个部门，通过建立协同工作平台，打破部门间的数据壁垒，实现数据资源的高效共享。加大技术研发投入，鼓励科研机构与企业合作，推动融合技术与环境监测需求的深度结合，开发针对性的技术产品和系统。建立人才培养机制，培养既掌握地理信息技术又熟悉环境监测业务的复合型人才，为技术应用提供人才支撑。

6 结论

本文通过对技术与环境监测核心内涵的梳理，明确了二者高度的适配性；从数据分类、融合价值和技术指标出发，阐述了数据融合在环境监测中的基础支撑作用；系统解析了数据层、特征层、决策层三类主流融合技术，为实际应用提供了技术参考；结合大气、水、土壤三大环境要素，构建了具体的技术应用模式。随着技术的不断迭代，地理信息数据融合技术将在智慧环境监测中发挥更大作用，推动环境监测体系向更高效、智能的方向发展，为生态环境保护提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]范雪环,孙强,尹民,等.信息技术在提升生态环境数据质量中的应用研究[J/OL].环境与健康杂志,1-5[2025-11-30].
- [2]李伟,崔庆帅.土壤环境质量监测现状及发展趋势探研[J].资源节约与环保,2021,(10):63-65.
- [3]李其原.环境监测在生态环境保护中的作用和发展探讨[J].皮革制作与环保科技,2021,2(06):153-154.
- [4]赵晶晶.大数据环境下地理国情监测的发展思路[J].经纬天地,2019,(06):54-55+67.
- [5]田海芬.遥感技术在生态环境监测与保护中的应用[J].门窗,2019,(24):286.