

基于多源数据融合的区域水资源综合评价

安永录 马永明

青海省水文水资源测报中心

DOI:10.12238/hwr.v9i1.5991

[摘要] 区域水资源的可持续利用对经济社会发展至关重要。随着数据获取技术的进步,单一数据源在水资源评价中的局限性日益显现。多源数据融合技术通过整合水文、气象、社会经济等多种数据类型,能够更全面地反映水资源的实际状况。本文分析了多源数据融合在水资源评价中的应用,构建了涵盖数据处理、模型构建和结果分析的综合评价体系。通过实际案例验证,证明该评价体系在提升水资源管理效率和科学性方面具有显著优势,为区域水资源的可持续管理提供了有力的决策支持。

[关键词] 多源数据融合; 区域水资源; 综合评价; 水资源管理; 数据集成

中图分类号: TV213 文献标识码: A

Comprehensive evaluation of regional water resources based on multi-source data fusion

Yonglu An Yongming Ma

Qinghai Hydrological and Water Resources Monitoring and Reporting Center

[Abstract] The sustainable utilization of regional water resources is crucial for economic and social development. With advancements in data acquisition technologies, the limitations of using a single data source in water resource evaluation have become increasingly apparent. Multi-source data fusion technology integrates various types of data, including hydrological, meteorological, and socio-economic data, to provide a more comprehensive reflection of the actual state of water resources. This paper analyzes the application of multi-source data fusion in water resource evaluation and establishes a comprehensive evaluation system covering data processing, model construction, and result analysis. Verified through a real-world case study, this evaluation system has proven effective in enhancing the efficiency and scientific accuracy of water resource management, providing strong decision-making support for the sustainable management of regional water resources.

[Key words] multi-source data fusion; regional water resources; comprehensive evaluation; water resource management; data integration

随着全球人口增长和经济发展,水资源需求日益增加,水资源短缺问题愈发严峻。传统水资源评价方法多依赖单一数据源,如气象或水文数据,难以全面反映复杂的水资源状况。在气候变化和经济社会环境不稳定的背景下,水资源管理面临更多不确定性。为应对这些挑战,科学界探索了更加全面的数据融合技术,通过整合多源数据对区域水资源进行综合评价。这一方法不仅提高了水资源管理的精确性,还为决策者提供了更具前瞻性的管理工具,提升了水资源利用效率和可持续性。因此,采用多源数据融合技术改进水资源综合评价体系,已成为解决当前水资源管理困境的关键方向。

1 多源数据融合的基本原理与方法

1.1 多源数据融合的定义

多源数据融合是将多个数据源的信息集成,通过数据预处理

和标准化等步骤,消除数据源间的差异和冗余,形成一致的综合数据集^[1]。在水资源评价中,常见的多源数据包括气象、水文和社会经济数据等。通过数据融合,可以全面反映区域水资源状况。水资源管理涉及诸多复杂因素,如可持续性、利用效率和生态影响等,单一数据源难以全面展现水资源的空间和时间变化。通过融合气象、地表水、地下水以及社会经济数据,可以多维度评估水资源,为科学决策提供依据。

1.2 多源数据融合的技术架构

多源数据融合的技术架构主要包括数据获取、预处理、标准化和模型构建等环节^[2]。数据获取是关键步骤,涵盖卫星遥感、水文监测和经济统计等多种来源。获取的数据需要经过清洗和转换,以确保数据质量。标准化处理至关重要,因为不同数据源的格式和单位各异,统一标准化可避免融合偏差。融合算法

的选择同样关键,常用方法包括加权平均法、贝叶斯估计和神经网络等,这些算法能够根据数据特性进行加权分析,构建统一的水资源评价模型,从而实现多源数据的有效融合,为水资源综合评价提供技术支持。

1.3 多源数据的类型与应用

多源数据的类型在水资源综合评价中起着至关重要的作用,主要包括水文数据、气象数据和社会经济数据。水文数据涵盖地表水和地下水,能够反映水资源的总量及其时空分布情况,为水资源的动态变化提供基础支持。气象数据如降雨量、气温和蒸发量则影响着水循环的关键过程,是水资源供给的主要决定因素。此外,社会经济数据如人口密度和用水量通过揭示人类活动对水资源的需求,能够预测未来水资源的使用趋势和需求变化。这些多源数据的融合与应用,为水资源的有效管理和规划提供了重要的依据。

1.4 多源数据融合的挑战

多源数据融合面临着诸多挑战,首要问题是数据的异构性和复杂性。不同的数据源通常具有各自独特的采集方法、时间尺度和空间尺度,因此需要通过技术手段进行合理的转换与标准化,以实现有效融合。数据质量和可靠性问题也是一个关键挑战,低质量或不完整的数据可能导致水资源评价结果产生偏差,影响决策的科学性。不同数据源的空间和时间尺度往往不一致,这需要通过插值、重采样等技术进行协调,以确保融合后的数据具有可比性和一致性,从而提高评价结果的准确性和可靠性。

2 区域水资源综合评价体系的构建

2.1 综合评价的指标体系设计

在进行区域水资源综合评价时,合理的指标体系是确保评价准确性的核心^[3]。本文基于多源数据提出了三类关键指标。首先是水资源可持续性指标,反映区域水资源供给的稳定性,涵盖水资源再生速度、降水量及地下水补给量等,利用多年气象和水文数据分析判断水资源的自我调节能力。其次是水资源利用效率指标,衡量区域内水资源的使用效率,包括人均用水量和单位GDP用水量,通过社会经济数据分析为节水政策提供参考。最后,生态环境影响指标评估水资源开发对生态系统的影响,关注河流径流变化和水质指标,通过遥感和水质监测数据全面评估开发对生态环境的长期影响,为科学管理提供依据。

2.2 区域水资源评价模型

为了更有效地进行区域水资源综合评价,基于多源数据融合的评价模型需结合数据分析与模型构建技术。常用的两种模型为层次分析法(AHP)和基于大数据的水资源管理模型^[4]。AHP通过构建层次结构和判断矩阵,定量分析各评价因素的权重,计算水资源的可持续性、利用效率及生态影响等指标的综合得分,得出区域水资源的整体评价结果。而基于大数据的水资源管理模型利用大数据技术处理海量数据,通过数据挖掘和机器学习算法实现水资源的精准评价与趋势预测。多源数据驱动的评价模型则集成水文、气象、经济和社会数据,利用多元线性回归、

贝叶斯网络等模型,提供全面、系统的水资源评价,为科学管理和优化提供有力支持。

2.3 评价过程中的数据集成与分析

在水资源评价过程中,数据集成与分析是关键环节^[5]。数据集成平台的设计至关重要,它能高效接入多源实时信息,如气象、水文和社会经济数据,对其进行清洗、存储及统一分析。通过数据分析模型,将复杂的多源数据转化为直观的可视化结果,如水资源时空分布图、供需平衡图等,帮助决策者更清晰地理解数据背后的信息。不同数据源的关联分析能够揭示水资源供给、需求和环境影响之间的复杂关系。例如,长期降水量与水资源总量的正相关性可通过多年数据积累与融合分析得出,为科学的水资源管理提供依据。

2.4 评价结果的解读与应用

通过综合评价体系,最终得出的区域水资源综合评价结果能够全面反映该区域在水资源可持续性、利用效率和环境影响等方面的现状,为水资源管理提供关键指导。决策者可以根据评价结果,制定合理的用水政策和管理措施。该评价不仅为当前管理提供数据支持,还为未来政策制定提供实证依据。例如,若评价显示某区域水资源利用效率较低,管理者可实施严格的用水控制政策,推广节水技术,从而提升利用效率,确保水资源的可持续发展与优化管理。通过多源数据融合,该综合评价体系为区域水资源管理提供了科学的决策支持。

3 基于案例的多源数据融合在水资源评价中的应用

3.1 案例背景与应用过程

为验证多源数据融合技术在水资源评价中的应用效果,本文选取了中国华北地区某城市作为案例。该地区水资源匮乏,长期依赖外调水源,水资源供需矛盾突出。该城市位于半干旱区,年均降水量低,地下水因过度开采明显下降。随着人口增长和经济快速发展,用水需求急剧上升,水资源短缺成为制约发展的重要因素。为全面评价该地区水资源状况,本文采集了过去十年的气象数据(降雨量、气温等)、水文数据(地表水和地下水变化)、社会经济数据(人口增长、用水量等)及遥感监测数据。所有数据经过标准化处理后,进入多源数据融合系统进行分析与评价。

3.2 多源数据融合的应用效果

本文通过对该地区多年水资源相关数据的融合与分析,得出了水资源可持续性、利用效率及生态环境影响的综合评价结果。采用了层次分析法和基于大数据的回归模型两种数据融合方法。层次分析法量化了不同因素对水资源的影响,而回归模型动态预测了未来水资源的需求与供给。结果显示,两种方法的评价结果一致性较高,但回归模型在预测未来水资源供需平衡方面更为精准,有助于预见未来趋势。根据多源数据融合的评价结果,该城市水资源利用效率较低、可持续性较差。为应对这一挑战,本文提出以下建议:推广节水技术,提高水资源利用效率;调整产业结构,减少高耗水行业比重,优化水资源分配;加强地下水保护,实施回补计划,确保水资源的长期可持续性。同时,建议加强气象和水文数据监测,定期动态评价水资源,建立供需预测

模型, 提前应对水资源短缺, 通过合理水价政策引导居民节水, 进一步提升利用效率。

3.3 案例结果分析与讨论

通过对该案例的深入分析, 得出了一些对水资源管理具有重要参考价值的结论。首先, 多源数据融合分析显示, 该地区水资源的可持续性较低, 利用效率亟待提升, 生态环境已受到一定影响。其次, 评价结果表明, 传统单一数据源难以全面反映水资源状况, 而多源数据融合技术能够更精确地评估当前及未来水资源趋势, 为当地管理者提供科学决策依据, 尤其在制定长期管理计划时具备重要参考价值。最后, 本文提出的多源数据融合方法在其他区域也具有广泛适用性, 特别是在水资源状况复杂、数据来源多样的地区, 为科学管理和优化策略提供有力支持。

4 总结

多源数据融合技术为区域水资源综合评价提供了一种全新的解决方案, 通过集成多种类型的数据, 克服了传统水资源评价方法的局限性。本文详细探讨了多源数据融合的基本原理、技术架构以及评价模型的构建, 并通过国内的实际案例验证了该方法的有效性。评价结果表明, 多源数据融合技术能够更为全面、精准地反映区域水资源的状况, 并为管理者提供科学的决策

依据。随着数据技术的不断发展, 该方法将在未来水资源管理中发挥更加重要的作用, 助力区域水资源的可持续利用和管理。

[参考文献]

[1]严栋飞.基于多源数据融合的渭河流域径流预报模型研究及系统实现[D].西安理工大学,2021.

[2]赵杰.淮河流域多源数据融合与原型系统应用开发研究[D].华东师范大学,2010.

[3]赵琦,尤斌,帅东海.多源数据融合在水环境评价中的应用与展望[C]//中国环境监测总站.第十五次生态环境监测学术交流会议论文集.巴音郭楞蒙古自治州环境监测站;新疆维吾尔自治区生态环境监测总站,2024:6.

[4]李昊,杨洁,姚杰,等.基于多源数据融合的补水调度数据汇聚及监控技术研究及示范[J].北京水务,2022,(S1):13-18.

[5]石羽佳,王忠静,索滢.基于多源数据融合的海河流域降水资源评价[J].水科学进展,2022,33(04):602-613.

作者简介:

马永明(1991--),男,汉族,青海人,本科,助理工程师,研究方向:水利。