

水文勘测数据实时处理与生态流量监测技术研究

乔勒盼·哈德勒

阿勒泰水文勘测中心

DOI:10.12238/hwr.v9i4.6245

[摘要] 本研究探讨了水文勘测数据实时处理与生态流量监测技术的理论框架和方法体系。论文首先分析了水文勘测数据的类型、特点和实时处理需求,构建了包括数据采集、传输、存储和处理的水文数据实时处理系统。在生态流量监测技术方面,系统阐述了生态流量的概念内涵、监测指标体系和技术方法体系。最后,进一步探讨了水文数据实时处理与生态流量监测技术的融合。

[关键词] 水文勘测; 实时处理; 生态流量; 监测技术

中图分类号: P334 **文献标识码:** A

Research on real-time processing of hydrological survey data and ecological flow monitoring technology

Qiao Le Pan·Ha De Le

Altay Hydrographic and Water Resources Survey Center Altay

[Abstract] This study discusses the theoretical framework and method system of real-time processing of hydrological survey data and ecological flow monitoring technology. The paper first analyzes the types, characteristics and real-time processing requirements of hydrological survey data, and constructs a real-time processing system of hydrological data including data collection, transmission, storage and processing. In terms of ecological flow monitoring technology, the concept connotation, monitoring index system and technical method system of ecological flow are expounded systematically expounded. Finally, the integration of real-time hydrological data processing and ecological flow monitoring technology is further explored.

[Key words] hydrologic survey; real-time processing; ecological flow; monitoring technology

引言

随着全球气候变化和人类活动加剧,水资源系统的复杂性和不确定性日益凸显,对水文监测技术提出了更高要求。传统水文监测存在数据滞后、处理效率低、生态考量不足等问题,难以满足现代水资源管理的需求。水文勘测数据实时处理与生态流量监测技术的融合研究,成为解决这一问题的关键路径。水文勘测数据的实时处理能够精准把握水文动态变化,为水资源调度、防洪减灾等提供科学依据;生态流量监测则是维护河流、湖泊等自然水体生态系统平衡的重要手段。因此,深入研究这两项技术具有重要的理论和实践价值。

1 水文勘测数据实时处理

水文勘测数据实时处理是指利用先进的信息技术和数据处理方法,对通过各种水文勘测手段(如传感器、监测站等)实时采集到的水文数据(如水位、流量、水质、降雨量等)进行即时接收、传输、存储、分析和管理的過程。其核心目标在于确保数据的及时性、准确性和完整性,以便为水资源管理、防洪减灾、生态环境保护等决策提供科学依据。

1.1 水文勘测数据的分类

根据数据来源和性质,水文勘测数据可分为定点监测数据、遥感监测数据和移动监测数据三大类。定点监测数据来自水文站、雨量站等固定监测设施,具有时间连续性强但空间覆盖有限的特点;遥感监测数据通过卫星或航空平台获取,空间覆盖广但时间分辨率相对较低;移动监测数据则来自移动监测设备或无人机等,具有灵活性强但系统性不足的特征。

1.2 水文勘测数据实时处理面临的挑战

1.2.1 数据异构性问题

不同来源的水文勘测数据,其格式、结构、编码方式等存在很大差异,例如定点监测数据、遥感监测数据和移动监测数据各自具有独特的数据特征。为了实现这些数据的有效整合和利用,必须制定统一的标准和接口,将不同格式的数据转换为统一的格式,以便进行后续的处理和分析。

1.2.2 处理时效性要求

在一些紧急应用场景中,如洪水预警,及时准确的数据处理至关重要。洪水的发生和发展过程往往非常迅速,如果数据处理

出现延迟,可能导致预警信息无法及时发布,从而错过最佳的防灾减灾时机,造成严重的生命财产损失。因此,水文勘测数据实时处理系统需要具备高效的处理能力,能够在短时间内完成数据的采集、传输、分析和预警发布等一系列操作。

1.2.3 数据质量控制

在实时处理过程中,需要在保证数据实时性的同时,确保数据的准确性和可靠性。由于各种因素的影响,如传感器故障、通信干扰等,采集到的水文勘测数据可能存在误差或异常值。如果不对这些数据进行有效的质量控制,可能会导致分析结果出现偏差,影响决策的科学性。因此,需要建立严格的数据质量控制机制,对采集到的数据进行实时监测和校验,及时发现并纠正错误数据。

1.3 水文勘测数据实时处理系统

1.3.1 数据采集层

数据采集层是整个水文勘测数据实时处理模型的基石,承担着从各类传感器和监测设备获取原始数据的重要任务。具体如下:(1)传感器与设备类型。广泛分布于不同水文监测场景,如水位传感器可安装在河流、湖泊岸边,实时监测水位变化;雨量传感器分布于不同区域,记录降水情况;流量传感器安装在河道中,测量水流流量;水质传感器用于监测水体的酸碱度、溶解氧、浊度等指标。此外,还有气象传感器监测气温、风速、风向等气象要素,这些数据对于综合分析水文现象也十分重要。(2)采集方式。传感器按照预设的时间间隔自动采集数据,时间间隔可根据实际需求灵活调整。例如,在洪水易发期间,水位传感器的采集频率可能设置为每分钟一次,以便及时捕捉水位的快速变化;而在正常情况下,采集频率可适当降低,以减少数据传输和存储的压力。

1.3.2 数据传输层

数据传输层负责将数据采集层获取的原始数据通过有线或无线网络传输至处理中心。具体如下:(1)有线网络。如光纤通信,具有传输速度快、稳定性高的特点,适用于数据量较大且对实时性要求极高的监测站点。例如,大型水库的水文勘测数据通常通过光纤网络传输,确保数据的及时准确送达。(2)无线网络:包括4G/5G网络、卫星通信等,具有灵活性强、部署方便的优势。在一些偏远山区水文监测点,由于地理条件限制,无法铺设有线网络,此时可采用卫星通信方式将数据传输到处理中心。同时,随着5G技术的发展,其高带宽、低延迟的特性为水文数据的实时传输提供了更高效的解决方案。

1.3.3 数据存储层

数据存储层采用时序数据库等专用存储方案来管理海量水文数据。具体如下:(1)时序数据库特点。时序数据库专为处理时间序列数据而设计,能够高效地存储和查询按时间顺序排列的数据。例如,InfluxDB是一种常用的时序数据库,它可以快速存储和检索水文勘测数据,支持高并发的数据写入操作,并且能够根据时间范围快速查询数据。(2)数据存储管理。在存储过程中,需要对数据进行合理的组织和分类,建立索引以提高查询效

率。同时,为了保证数据的安全性和可靠性,还需要定期进行数据备份。可以采用全量备份和增量备份相结合的方式,减少备份时间和存储空间。

1.3.4 数据处理层

数据处理层运用统计分析、机器学习等方法从海量水文勘测数据中提取有价值的信息。具体如下:(1)统计分析方法。通过描述性统计可以了解水文数据的基本特征,如平均值、最大值、最小值等;相关性分析可以找出不同水文要素之间的关系,例如水位与流量之间的关系;趋势分析可以预测水文数据未来的变化趋势。(2)机器学习方法。如神经网络算法可以建立复杂的水文模型,预测洪水、干旱等水文事件的发生概率和影响范围。支持向量机算法可以用于水质分类和预测,判断水体是否受到污染以及污染的程度。决策树算法可以根据水文数据和气象数据,合理的水资源调度方案。

2 生态流量监测技术

2.1 生态流量监测的意义

生态流量是指维持河流生态系统健康和功能完整所需的水文情势,这一概念涵盖了水量、水质、水温和水流动态等多个关键要素。生态流量监测技术是一种用于实时、准确地监测和评估河流、湖泊、水库等水体中生态流量的技术手段。它综合运用多种传感器、数据传输、存储和分析方法,旨在确保水体的生态功能完整性和生物多样性,促进水资源的可持续利用。其具体应用主要体现在以下方面:(1)水电站生态流量监管。借助生态流量监测,可确保水电站在进行发电的同时,维持一定的下泄流量,从而满足下游河流的生态需求,保障河流生态系统的平衡与稳定。(2)水资源合理配置。依据生态流量的需求,能够对水资源进行科学、合理的调配,提高水资源的利用效率,实现水资源的可持续利用,避免水资源的过度开发和浪费。(3)河流生态修复。通过持续监测生态流量的变化,可以全面评估河流生态系统的健康状况,准确识别生态问题,进而为河流生态修复提供具有针对性的决策支持,推动河流生态系统的恢复和改善。

2.2 生态流量监测指标体系

2.2.1 水文指标

水文指标是生态流量监测的基础,其中基本指标包括流量、水位、水深和水温等,这些指标能够直观地反映水体的基本水文特征,如流量的大小直接体现了水体的流动规模,水位和水深的变化则反映了水体的空间分布状态,水温则影响着水生生物的生理活动和生态系统的代谢过程。备选指标如泥沙含量、流速变化等,进一步丰富了水文信息的维度,泥沙含量对于河道的冲淤变化和水质有重要影响,流速变化则与水体的动力学过程和生态过程密切相关。

2.2.2 水环境指标

水环境指标主要关注水体的质量状况,基本指标涵盖常规水质参数,如溶解氧、pH值、浊度等,这些参数能够反映水体的化学性质和物理性质,对于评估水体的污染程度和生态风险具有重要意义。备选指标如富营养化指标、底泥污染状况等,

则针对特定的水环境问题,为深入了解水体的生态健康状况提供依据。

2.2.3 水生态指标

水生态指标是生态流量监测的核心内容之一,基本指标涉及鱼类、浮游植物、浮游动物、底栖动物等水生生物的生存状况,这些生物是生态系统的重要组成部分,它们的生存状况直接反映了生态系统的健康程度。备选指标如指示性水生生物或关键水生物种的数量、分布等,能够更敏感地反映生态系统的变化,为生态保护和修复提供早期预警。

2.3 生态流量监测技术方法

2.3.1 数据采集环节

在数据采集环节,流量计法是常用的方法之一,如超声波流量计、雷达流量计等,这些设备能够精确地测量水体的流量,适用于满流管道或开放水道的流量监测;水表法通过读取水表数据来推算下泄流量,具有操作简单、成本较低的优点,适用于小流量或精度要求不高的场景;水工建筑物法利用闸门、孔口、测流堰等水工建筑物的特性来推算流量,在一些特定的水利工程中具有较好的应用效果;实时雷达波测流法利用雷达波测量水流表面流速,进而推算断面流量,具有非接触式测量的优势,适用于一些难以直接测量流量的场合;多普勒测流法利用超声波多普勒原理测量流速,适用于含有一定量悬浮颗粒的流体监测,能够提供较为准确的流速和流量数据。

2.3.2 数据传输环节

数据传输环节根据监测现场的实际情况,选择有线或无线传输方式。有线传输如以太网、光纤通信等,具有传输速度快、稳定性高的特点,适用于监测站点距离监控中心较近或有线网络覆盖的区域。无线传输如GPRS、4G/5G、LoRa等,具有安装方便、灵活性高的优点,适用于偏远地区或无线信号覆盖良好的区域。数据存储采用时序数据库等专用存储方案,能够高效地管理海量水文数据,确保数据的长期保存和高效查询。

2.3.3 数据分析环节

数据分析环节综合运用统计分析方法、机器学习方法和生态模型方法。统计分析方法如描述性统计、相关性分析、趋势分析等,用于了解水文数据的基本特征和变化趋势,为后续的分析 and 决策提供基础;机器学习方法如神经网络算法、支持向量机算法等,能够建立复杂的水文模型,预测水文事件的发生概率和影响范围,提高监测的智能化水平;生态模型方法结合生态学原理和经验,确定生态流量的合理范围,评估生态系统的健康状况,为生态保护和在水资源管理提供科学依据。

3 水文勘测数据实时处理与生态流量监测技术的融合

3.1 数据共享与交互技术

数据共享与交互是融合的基础,其核心在于建立统一的数据共享平台。该平台需具备强大的数据整合与传输能力,能够打破不同部门、不同监测系统之间的信息孤岛,实现水文勘测数据

与生态流量监测数据的无缝对接与实时共享。通过制定统一的数据标准和接口规范,确保各类数据能够准确、高效地交互,从而提高数据的整体利用效率。在实际应用中,数据共享平台可借助云计算、大数据等技术,实现数据的集中存储与分布式处理,为后续的融合分析提供坚实的数据基础。

3.2 多源数据融合技术

多源数据融合技术旨在将来自不同传感器、不同监测站点的数据进行深度整合与处理。由于水文勘测和生态流量监测涉及水位、流量、水质等多个维度的数据,这些数据具有不同的时空尺度和精度特征,因此需要通过多源数据融合技术,综合考虑各因素之间的相互关系,提取有价值的信息。具体而言,可采用数据同化、特征提取、模型融合等方法,将不同来源的数据进行有机结合,形成全面、准确的生态流量评估数据集。通过多源数据融合,能够有效提高生态流量评估的准确性和可靠性,为水资源管理和生态保护提供科学依据。

3.3 智能分析与预警技术

智能分析与预警技术是融合体系中的高级应用,它运用智能算法和模型对融合后的数据进行深度分析和挖掘。通过构建基于机器学习、深度学习等技术的智能分析模型,能够自动识别数据中的异常模式和潜在风险,实现对生态流量的实时监测和预警。当监测到生态流量异常时,系统能够迅速发出预警信号,并通过可视化界面、短信、邮件等多种方式通知相关部门和人员。同时,智能分析模型还能够根据历史数据和实时数据,预测生态流量的变化趋势,为相关部门制定应对措施提供决策支持。通过智能分析与预警技术,能够显著提高水资源管理和生态保护的响应速度和决策水平。

4 结束语

水文数据实时处理为生态流量监测提供了数据基础,而生态流量需求又反过来指导水文监测的优化,二者形成良性互动关系。未来研究应着力突破多学科交叉的理论障碍,发展适应气候变化的水文生态监测新方法,推动监测技术向智能化、网络化和集成化方向发展。同时,需要加强技术标准体系和共享平台建设,促进水文勘测数据的开放共享和成果转化,为全球水生态安全提供技术支撑。

[参考文献]

- [1]王振,林毅鸿,余文森.小型水电站生态流量监测系统设计与[J].现代计算机,2021,27(32).017.
- [2]朱晓原,张留柱,姚永熙.水文测验实用手册[M].中国水利水电出版社,2013.
- [3]杨晓斌.海量水文数据处理和管理技术的探讨[J].中国农村水利水电,2010(8):102-105,109.

作者简介:

乔勒盼·哈德勒(1997--),女,哈萨克族,新疆阿勒泰市人,本科,助理工程师,研究方向为水文水资源。