

水文水资源信息系统开发与集成应用实践

陈 辉 王 弈 翔

黄河水利委员会河南水文水资源局 河南 郑州 450000

摘 要：水文水资源信息系统作为整合水文数据采集、传输、存储、分析及应用的关键平台，其开发与集成应用对于提升水资源管理效率、优化防洪减灾决策、促进水资源可持续利用具有重要意义。本文深入探讨水文水资源信息系统的开发技术与方法，详细阐述其在数据管理、分析预测、业务应用等集成应用实践，旨在为相关领域的研究与实践提供有益参考，推动水文水资源信息系统不断完善与创新，更好地服务于水资源事业的发展。

关键词：水文水资源；信息系统；开发；集成应用

1 引言

水文水资源信息是开展水资源管理工作、进行防洪减灾事宜以及落实水环境治理等一系列工作的根基，其重要性不言而喻。传统模式下针对水文信息的获取途径以及处理的方式无法很好地契合当下在水资源管理方面所追求的精细化、科学化的高标准需求。开发先进的水文水资源信息系统，并且促使该系统能够实现高效集成应用的效果，这已然变成了应对水资源领域复杂多样问题、有效提升管理工作效能的必然走向。借助构建功能完备、数据精准、便捷好用的信息系统，便能够实时且精准地掌握水文水资源的动态变化，为各种各样的相关决策给予有力的数据支撑以及技术保障，有力地推动水资源实现合理的调配安排，实现水资源可持续发展的目标。

2 水文水资源信息系统开发技术

2.1 数据采集技术

2.1.1 传感器技术：在水文水资源数据采集领域中，传感器占据着核心地位。水位传感器通过压力感应以及超声测距等原理，能够精准地对水位变化予以测量。例如，雷达水位通过发射电磁波并且接收电磁波的方式，即便处在复杂的环境之下，也可以实现高精度的水位监测效果，测量精度能够达到正负1厘米，有效地规避了传统接触式测量会受到漂浮物、冰凌等因素干扰的状况；雨量传感器大多采用翻斗式结构，借助对雨滴冲击进行计数的办法测定降雨量。新型的翻斗式雨量计在对刃口锐角等设计加以优化之后，降雨承接效率提升了15%，在特定的雨强范围之内，测量准确度能够达到小于等于正负3%的水平。另外，水质传感器能够实时监测水体的酸碱度、溶解氧、化学需氧量等各项指标，为水质评估给予关键的数据支撑。

2.1.2 物联网技术：物联网技术融入其中后，水文数据采集更加智能化、网络化。将各种各样的传感器接入

物联网里，构建规模庞大的感知网络，能够实时且自动地采集水文数据，还能通过无线通信技术把数据传输到数据中心。在河流、湖泊等诸多水域所部署的物联网节点，可以持续不断地收集像水位、流量、水质等信息，实现对水文要素进行全方位以及全天候监测的目的，不仅提高了数据采集的时效性与准确性，也给信息系统提供了丰富又可靠的数据源。

2.2 数据传输技术

2.2.1 无线通信技术：无线通信技术在水文水资源数据传输方面占据着主导性地位。4G通信技术依靠其具备的高速率以及大容量的特点，能够快速传输数量众多的实时水文数据，很好地满足信息系统针对数据及时性所提出的要求。在地处偏远的地区或者通信基站覆盖不够充分的区域中，卫星通信发挥出了不可被替代的作用，其借助卫星链路把水文监测数据传输到地面接收站，以确保数据传输能够保持连续性。除此之外，如LoRa等低功耗广域网技术也在逐渐被应用于水文监测相关领域，其适用于对功耗有着较高要求并且数据量相对而言比较小的监测设备，延长了设备的续航时长，降低了运维成本。

2.2.2 通信协议：通信协议对数据在多设备、多系统间准确稳定传输至关重要。对于水文领域经常会用到的SL651-2014水文通讯规约这类协议而言，它针对数据格式、传输速率、校验方式等方面给出了明确的规范要求。由不同厂家所生产的监测设备能够顺利地实现相互之间的联通以及数据互通，保障了数据传输过程中的一致性以及可靠性。与此同时，随着相关技术不断地向前发展，全新的通信协议也在不停地涌现。这些新型的通信协议，在兼容性、安全性等诸多方面都做了进一步的优化处理，更进一步地提升了数据传输的质量以及传输的效率。

2.3 数据存储技术

2.3.1 数据库管理系统：数据库管理系统是水文水资源信息系统用存储以及管理数据的关键工具。对于关系型数据库而言，如Oracle、MySQL等，通过其强大的数据结构化存储的本事，能够以较高的效率管理水文监测站基本信息、历史水文数据等结构化的数据，保证数据具备应有的完整性以及一致性。而对于水文图像、视频数据等非结构化的数据而言，非关系型数据库显现了独特的优势，它能够灵活地存储这些数据，并实现快速检索。把不同类型的数据库结合运用，那就能够搭建完善的数据存储体系，以满足信息系统针对多样化数据存储所提出的各种需求。

2.3.2 数据仓库技术：数据仓库技术可用整合源自多个数据源的水文数据，为数据分析以及决策支持打造出统一的数据平台。它会对原始数据展开抽取、转换、加载等操作，把分散于不同系统的数据依照主题加以组织，由此构建面向决策分析的多维数据模型。借助数据仓库，能够针对长期积累下的水文数据展开深度的挖掘与分析工作，从中发现数据背后潜藏的规律以及趋势，为水资源管理决策给予有力的支撑。

3 水文水资源信息系统功能模块开发

3.1 数据管理模块

3.1.1 数据录入与编辑：数据录入与编辑功能能够让用户把各种各样的水文监测数据手动录入到系统中，与此同时，还支持针对已有数据展开编辑以及修改。在录入期间，系统会按照预先设定的规则对数据实施实时校验工作，比如进行数据格式检查、对取值范围予以验证等，以保证录入数据具备应有的准确性。要是出现错误数据，系统会立刻提示用户对其加以修正，防止错误数据进入到数据库中，对后续的分析以及应用产生不良影响。

3.1.2 数据查询与检索：用户能够借助多种途径在数据管理模块里查询水文数据，比如依照时间范围、监测站点以及数据类型等条件做组合式查询。系统可以迅速从数量庞大的海量数据中检索出满足要求的数据，并且会以表格、图表这类直观的形式将其展示给用户，便于用户顺利获取自己所需的信息，开展数据的对比以及分析工作。

3.1.3 数据备份与恢复：为了避免数据出现丢失，数据管理模块配备了完备的数据备份以及恢复功能。系统能够定期针对重要的数据展开全量或者增量性质的备份操作，把备份数据存放于既安全又可靠的存储介质之中。一旦数据不慎遭到意外的损坏或出现丢失，那么就可以通过备份数据迅速恢复系统的数据，以确保信息系

统可以正常地运行下，同时也能保证数据具备应有的完整性。

3.2 水文分析模块

3.2.1 水文特征值计算：经由对时间序列中的水文数据展开相应处理之后，计算得出一系列关键的水文特征值，包含均值、极值以及标准差等。这些所计算的特征值能够反应水文要素于一定时期之内的总体特征还有其变化状况，给水资源评价、洪水风险分析等相关事宜供应了基础数据。例如，对于计算多年平均降水量而言，其可被用于对区域水资源总量加以评估，而对洪峰流量极值展开分析，则有助于防洪减灾策略的制定。

3.2.2 水文模型模拟：将诸多先进的水文模型加以集成，如分布式水文模型SWAT、洪水演进模型HEC-HMS等。用户依据所研究区域的地形状况、地貌特点以及气象等条件，从中挑选出与之相契合的水文模型，随后把相关的参数输入进以开展模拟计算工作。这些模型能够模拟在流域范围之内径流形成的情况以及洪水演进过程，能够对在不同情境之下的水文响应做出预测，为水资源规划事宜、防洪调度相关决策等给予具备科学性的依据。

3.2.3 趋势分析与预测：运用统计分析方法以及数据挖掘技术，针对历史水文数据展开趋势分析，以判定水文要素在长期之中的变化趋向，如降水量的增减趋向、河流水位的变化态势等。与此同时，融合机器学习算法融合，搭建预测模型，对未特定时期之内的水文数据加以预测，以提前做好水资源管理与应对极端水文事件的相关准备工作。

3.3 水资源管理模块

3.3.1 水资源供需平衡分析：全面考量区域之中的水资源能够被利用的数量以及社会经济不断发展所需要的水量情况，通过构建水资源供需平衡的相关模型，对不同水平的年份、不一样的用水具体情景之下的水资源供需实际状况展开分析。依据所得到的分析结果，拟定出合乎情理的水资源调配的方案，对水资源配置加以优化，确保区域内水资源的供需能够达到平衡状态，推动经济社会和水资源两者之间实现协调发展的局面。

3.3.2 水资源保护与规划：通过对水资源量以及水质等数据加以分析，并结合区域发展的相关规划，制定水资源保护策略以及规划方案。应明确水资源保护区的具体范围，给出水污染防治的相关措施，设定关于水资源开发利用的限制指标，实现水资源的可持续利用目标，并发挥保护水生态环境的作用，维持水资源的良性循环状态。

3.3.3 水利工程调度管理：对于水库以及大坝等水利工程而言，水资源管理模块能够通过实时水文数据、工程实际的运行状况还有下游用水需求等诸多信息，制定出科学且合理的工程调度方案。借助对水利工程中蓄水、放水这些操作加以优化的方式，实现防洪、灌溉、供水等多个目标彼此间的协调统一，让水利工程的综合效益得以充分展现。

4 水文水资源信息系统集成应用

4.1 与地理信息系统（GIS）的集成

4.1.1 空间数据融合：把水文水资源数据和GIS里的地理空间数据充分融合。借助地理坐标匹配的方式，将水文监测站点相关信息、流域的边界情况、水系具体分布等水文数据精准地叠加到GIS地图之上，实现水文信息在空间层面的可视化呈现。例如，能够在地图上很直观地展示不同区域的水位高低、流量大小，水质状况的空间分布情况，让决策者可以更加清楚的了解水文水资源的地理空间特征及其变化。

4.1.2 空间分析应用：借助GIS所具备的强大的空间分析能力，针对水文水资源数据展开深入细致的挖掘。利用缓冲区分析手段，能够精准确定洪水所淹没的具体范围，同时也能明确水源地的保护范围等相关情况；通过叠加分析的方式，可以分析土地利用类型以及水资源分布的关系，并且还能分析水利工程在建设过程中对其周边水文环境所产生的一系列影响；通过运用网络分析，能够对水文监测站点的布局予以优化，也能够对水资源调配的路线等进行优化处理。这些空间分析应用为水文水资源管理工作给予了全面且精准的决策支持。

4.2 与气象信息系统的集成

4.2.1 数据共享与交互：水文水资源信息系统与气象信息系统构建数据共享机制，能够实时获取气象部门所给出的诸如降水、气温、风速等气象数据。与此同时，还可以把水文监测得的数据反馈给气象部门，让其能够应用在气象模型的验证工作及改进工作中。通过数据共享交互，打破了部门之间存在的壁垒，实现了气象信息和水文信息相互补充的效果，为开展准确的水文预报以及气象预测工作筑牢了数据基础。

4.2.2 联合预测预警：把气象数据和天文数据相结合，构建气象-水文耦合预测模型。运用气象数据对未降水趋势加以预测，随后将该预测结果作为水文模型的输入条件，以提前对洪水、干旱等水文灾害的发生以及发展过程进行预测。在预测到或许会出现灾害性水文事件

的情况下，通过集成系统立刻向相关部门以及社会公众发出预警信息，为防灾减灾赢得宝贵的时间，提升应对灾害的水平和效率。

4.3 与水利业务系统的集成

4.3.1 防汛抗旱指挥：在开展防汛抗旱工作时，要让水文水资源信息系统同水利防汛抗旱指挥系统紧密地结合。如水位、流量、降雨量等实时水文数据，以及水库水位、闸门开度等水利工程运行数据，它们在集成之后的系统中能够实现共享的状态，并实现联动。依据实时的水情状况以及预测所得到的结果，系统会自动地生成防汛抗旱调度方案，为指挥决策给出具备科学性的依据，以实现对洪水实施精准调度的目的，同时也能对干旱情况进行有效应对，保障人民群众的生命财产安全，也能满足农业生产过程中对于用水的需求。

4.3.2 水资源日常管理：同水利部门的水资源日常管理业务系统相互融合，实现对水资源开发利用、取水许可以及水资源费征收等业务的信息化管理。借助信息系统彼此之间的联通互动，能够实时了解水资源的动态变动状况以及用水的实际情况，针对违规取水这类行为予以及时的监管把控并做出处理，推动水资源日常管理向规范化以及精细化的方向发展，助力水资源实现合理且有序利用的良好局面。

结语

水文水资源信息系统的开发以及其集成应用是科技赋予水资源治理的重要实践活动。从技术创新直到功能完善，从多个系统之间的协同作业到跨领域的融合发展，通过持续不断地演进，为水资源的科学管理给予了有力的支撑。未来，要进一步突破技术上存在的瓶颈，拓展应用场景，通过更加智能且高效的系统所具备的能力，为水资源的可持续发展保驾护航，对构建人与自然和谐共生的水生态环境具有重要的助力作用。

参考文献

- [1]田浚宏.水文水资源领域中的简析信息化技术应用探索[C]//河海大学,浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院),浙江省水利学会.2024(第十二届)中国水生态大会论文集.黄河水利委员会上游水文水资源局,2024:597-603.DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.039801.
- [2]席嘉琦,刘雪颖,王津莹.简析信息化技术在水文水资源领域的应用[J].内蒙古水利,2024,(06):77-79.
- [3]罗志凯.水利工程建设中水文水资源管理工作探讨[N].科学导报,2023-10-24(B02).