

浅谈提高水文资料整编精度的方法

王 颖

新疆维吾尔自治区伊犁水文勘测中心 新疆 伊宁 835000

摘要: 水文资料整编是水利工作关键环节,其精度关乎防汛抗旱、水资源管理等决策的科学性。当前,受数据采集误差、整编方法局限等因素影响,整编精度有待提升。本文聚焦提高水文资料整编精度,从优化数据采集手段、引入先进整编技术与算法、强化人员培训与审核机制等方面展开探讨,旨在提出切实可行的方法,为提升水文资料质量、保障水利事业高质量发展提供有力支撑。

关键词: 水文资料;整编精度;提高方法

引言:水文资料是水资源开发利用、防洪减灾、水生态保护等工作的基础依据,其整编精度直接影响相关决策的科学性与有效性。随着气候变化和城市化进程加快,水文情势愈发复杂,对资料整编要求也日益提高。然而,目前水文资料整编仍面临数据采集误差、整编方法滞后、人工干预过多等问题,导致精度难以保障。因此,探索提高水文资料整编精度的方法,已成为当前水文领域亟待解决的重要课题。

1 水文资料整编精度的影响因素分析

1.1 数据采集环节的误差来源

(1) 仪器精度与校准问题。水文监测仪器的精度等级直接决定原始数据质量,若仪器本身精度不足,或未按规定定期校准、维护,会导致数据系统性偏差。例如,流速仪叶轮磨损未及时更换,会造成流速测量值偏小;水位计安装偏差或校准滞后,会使水位数据与实际值存在差值,这些误差会直接传导至后续整编环节。(2) 观测环境干扰。自然环境中的复杂因素会干扰数据采集的准确性。在多泥沙河流中,高含沙水流会磨损仪器传感器,还可能堵塞测流断面,导致流量测量失真;漂浮物易缠绕仪器探头,影响水位、流速等参数的正常采集。此外,极端天气如暴雨、强风等,也会破坏观测环境稳定性,增加数据采集误差。

1.2 数据处理环节的误差传递

(1) 人工整编的主观性。传统人工整编依赖工作人员经验判断,对原始数据的筛选、异常值剔除、数据插补等操作易存在主观偏差。例如,对水位流量关系曲线的拟合的人为判断差异,会导致整编出的流量数据不一致;对偶然出现的异常监测值,不同人员的取舍标准不同,进而影响整编结果的统一性和精度。(2) 自动化整编算法的缺陷。自动化整编虽降低了人工干预,但算法本身的局限性会引发误差。部分算法对复杂水文情势的

适应性不足,如在洪水期水位流量关系紊乱时,算法难以精准拟合数据;此外,算法对原始数据中的微小误差敏感,易通过计算过程放大,形成误差传递,影响最终整编精度^[1]。

1.3 整编规范与标准的适用性

(1) 现有规范的局限性。当前水文资料整编规范多基于常规水文条件制定,对特殊流域、特殊水文现象的适配性不足。例如,规范中关于数据插补、曲线拟合的标准,在喀斯特地貌流域的地下水补给型河流中难以直接应用;对于新型监测技术获取的数据,现有规范缺乏明确的整编标准,导致整编过程无据可依,影响精度。(2) 区域性差异对整编的影响。我国不同区域水文特征差异显著,南方湿润地区河流水量充沛、水位变幅小,北方干旱地区河流含沙量大、季节性断流,而统一的整编规范难以兼顾这些差异。若直接套用通用规范,会导致整编结果与区域实际水文情况不符,如北方河流因含沙量影响未被充分考量,整编出的径流数据精度偏低。

2 提高水文资料整编精度的关键方法

2.1 数据采集与预处理优化

(1) 引入高精度监测设备。原始数据的精准度是保障整编质量的基础,传统监测设备易受环境干扰且测量精度有限,引入高精度智能化监测设备成为关键突破方向。雷达水位计采用非接触式测量方式,可有效规避泥沙淤积、漂浮物缠绕等问题,在复杂水文环境下仍能实现厘米级水位监测,大幅降低观测误差;声学多普勒流速仪(ADCP)无需中断水流即可完成断面流速测量,不仅提升了测量效率,还能精准捕捉水流脉动特征,减少传统流速仪单点测量的代表性误差。通过配备这些高精度设备,可从源头上提升水文监测数据的可靠性,为后续整编工作奠定坚实基础^[2]。(2) 数据清洗与异常值剔除技术。原始监测数据中难免存在因仪器故障、环境突变

等导致的异常值,若直接用于整编会严重影响结果精度,因此需强化数据预处理环节的清洗与筛选。基于统计阈值的方法是当前应用较广泛的传统技术,通过计算数据序列的均值、标准差等统计参数,设定合理阈值范围,将超出阈值的异常数据识别并剔除,适用于数据分布相对规律的常规水文场景;机器学习方法则更适用于复杂水文情势,通过构建决策树、支持向量机等模型,利用历史有效数据训练模型,使其能够精准识别暴雨、洪水等极端条件下的异常数据,同时还能实现异常数据的分类诊断,区分仪器故障与自然水文突变导致的异常,为后续数据修复提供依据,进一步提升预处理后数据的质量。

2.2 自动化整编技术的改进

(1) 适配新疆极端水文环境的AI整编模型。新疆干旱半干旱区域广,水文过程存在极端枯水、短时暴雨洪水等特殊情势,传统自动化整编算法对这类极端场景的适配性不足。引入AI算法构建针对性智能整编模型,可显著提升本地化整编精度。基于新疆长系列水文观测数据训练的神经网络模型,能精准捕捉冰川融水、积雪覆盖与河流水位、流量的非线性关联,在山区流域枯水期径流模拟、绿洲边缘洪水过程拟合中,较传统线性方法精度提升显著;融合时序分解的时间序列算法,可挖掘新疆水文数据的季节性、年际变化规律,精准插补戈壁荒漠区监测站点的缺失数据,降低因站点稀疏导致的整编误差,提升对新疆复杂水文场景的适配能力。(2) 面向新疆流域格局的多源数据融合技术。新疆流域多呈“三山夹两盆”格局,实测站点多集中于绿洲区,荒漠、山区等区域空间代表性不足。多源数据融合技术可实现本地化数据优势互补。遥感技术可精准获取新疆山区冰川面积、积雪覆盖率、湖泊水域变化等宏观水文信息,弥补山区、荒漠区实测数据空白;GIS技术可整合新疆流域地形、绿洲分布、灌区水利工程等空间信息,构建流域尺度水文空间框架。通过数据同化算法修正遥感数据与站点实测数据的偏差,融合形成覆盖山区-绿洲-荒漠的立体化水文数据体系,使整编结果既反映绿洲核心区水文特征,又契合流域整体水循环规律,提升新疆地区水文整编的科学性与可靠性^[3]。

2.3 质量控制体系的完善

(1) 建立分级质量审核机制。完善的质量审核机制是把控整编精度的关键环节,通过构建“初审-复审-抽查”三级审核体系,可实现对整编过程的全流程质量管控。初审环节由一线整编人员完成,重点核查原始数据的完整性、监测仪器的校准记录,以及整编参数的选用是否合规,及时修正基础层面的误差;复审环节由专业

技术骨干负责,聚焦整编方法的合理性、水文曲线拟合的精度,以及异常数据处理的规范性,对初审通过的整编成果进行深度校验;抽查环节采用随机抽样方式,由质量监管部门对整编成果进行不定期核查,核查比例不低于总成果的10%,同时建立审核责任追溯制度,明确各环节审核人员责任,确保审核工作落到实处,有效规避整编过程中的人为误差^[4]。(2) 引入区块链技术实现数据溯源与防篡改。水文资料整编涉及多环节数据传递,传统数据管理方式存在篡改风险且溯源困难,引入区块链技术可构建安全可靠的数据管理体系。区块链技术基于分布式账本原理,将水文监测数据、预处理记录、整编过程数据等按时间顺序生成加密区块,每个区块与前后区块相互关联,形成不可篡改的完整数据链条;同时,通过去中心化存储方式,避免了单一节点数据丢失或被恶意篡改的风险。工作人员可通过区块链系统全程追溯每一组数据的来源、处理过程及审核记录,一旦发现整编误差,能够快速定位问题环节,不仅提升了数据管理的安全性,也为质量问题的整改提供了精准依据。

2.4 标准化与规范化提升

(1) 动态更新整编规范以适应新仪器与新方法。随着水文监测技术的快速发展,新型监测设备与整编方法不断涌现,现有规范存在的滞后性问题日益凸显,需建立规范动态更新机制。针对雷达水位计、ADCP等新型监测设备,补充完善设备数据的接入标准、格式要求及校验规范,明确其数据在整编中的应用流程;结合AI智能整编、多源数据融合等新方法,制定对应的技术标准,规范模型参数设置、数据融合流程及结果验证方法。同时,建立规范更新的征求意见机制,广泛吸纳一线技术人员、科研机构的实践经验与研究成果,确保更新后的规范具备科学性与实操性,为新技术、新方法的应用提供明确指引。(2) 区域性整编参数的本地化修正。我国不同区域水文特征差异显著,统一的整编规范难以适配所有流域的实际情况,开展区域性整编参数本地化修正至关重要。针对南方湿润地区河流水位变幅小、水量充沛的特征,优化水位流量关系曲线的拟合参数,提升中小洪水期的整编精度;针对北方干旱地区河流含沙量大、季节性断流的特点,补充含沙量对流量测量影响的修正公式,完善枯水期数据插补的参数标准;对于喀斯特地貌、高原冰川等特殊流域,结合区域水文循环规律,制定专项整编参数体系。通过开展流域水文特性专题研究,建立区域性整编参数数据库,实现通用规范与本地实际的有机结合,提升整编成果的区域适配性与精准度^[5]。

3 水文资料整编工作的挑战与对策

3.1 技术挑战

(1) 高精度设备的成本与维护问题。高精度水文监测设备如雷达水位计、声学多普勒流速仪等,其购置成本普遍较高,对于基层水文站点或经济欠发达地区流域而言,大规模普及面临较大资金压力。同时,这类设备的维护技术要求严苛,需配备专业技术人员定期开展校准、检修工作,而基层站点往往存在技术人员短缺问题,导致设备易因维护不及时出现故障,无法充分发挥高精度监测效能,制约了整编精度提升。(2) 复杂水文条件下的算法适应性。我国流域水文情势复杂多样,极端天气事件频发,给整编算法带来严峻挑战。在强暴雨、特大洪水等极端场景下,水文参数突变且关联性紊乱,现有智能整编算法难以快速精准捕捉数据变化规律,易出现拟合偏差;而在枯水期断流、多泥沙河流淤积等特殊水文条件下,算法对数据缺失、异常值的处理能力不足,导致整编结果与实际水文情况存在偏差,算法的普适性和适应性亟待提升。

3.2 管理挑战

(1) 人员培训与整编队伍专业化建设。随着水文整编技术向智能化、自动化转型,对从业人员的专业素养提出更高要求。当前部分基层整编人员仍停留在传统人工整编思维,缺乏对新型监测设备操作、AI算法应用、多源数据融合等新技术的掌握;同时,行业内缺乏系统的常态化培训机制,技术更新迭代速度快与人员专业能力提升滞后的矛盾突出,难以满足高精度整编工作的需求。(2) 跨部门数据共享与协同机制。水文资料整编需整合气象、水利、地质等多部门数据资源,当前各部门数据管理体系相对独立,存在数据格式不统一、共享渠道不畅通等问题。例如,气象部门的降水遥感数据与水文站点实测数据格式差异较大,难以直接融合应用;跨区域、跨部门间缺乏常态化协同工作机制,数据传递滞后、信息不对称,导致多源数据融合整编效率低下,影响整编成果的时效性和完整性。

3.3 应对策略

(1) 政策支持与资金投入。一方面,需加强顶层设

计,出台专项扶持政策,将水文资料整编技术升级纳入行业发展规划,明确各级部门的资金投入责任;另一方面,建立多元化资金保障机制,除财政专项资金外,积极引导社会资本参与,缓解基层站点设备购置压力。同时,加大对基层技术维护的资金倾斜,设立专项维护经费,开展设备维护技术培训,提升基层站点自主维护能力。(2) 产学研合作推动技术落地。搭建科研机构、高校与水文管理部门的产学研合作平台,聚焦高精度设备成本控制、复杂水文条件下算法优化等核心技术难题开展联合攻关,推动科研成果快速转化应用。例如,通过合作研发低成本、易维护的高精度监测设备替代品,降低普及门槛;依托高校科研资源优化算法模型,提升对复杂水文条件的适应性。同时,借助合作平台开展人才联合培养,为整编队伍注入专业力量,强化队伍专业化建设。

结束语

提高水文资料整编精度是一项长期且系统的工作,关乎水利事业诸多领域的科学决策与可持续发展。通过优化数据采集设备与流程、引入先进整编技术与算法、强化人员专业素养以及完善审核监督机制等多维度举措,能有效提升整编精度。未来,随着科技持续进步,我们应紧跟时代步伐,不断探索创新,持续优化整编方法,为水利事业提供更精准、可靠的数据支撑,助力我国水资源合理利用与保护迈向新高度。

参考文献

- [1] 王安琪.水文资料整编工作存在问题及对策研究[J].黑龙江水利科技,2021,49(02):206-208.
- [2] 吾守卡日·吾布里.水文资料整编工作相关问题分析[J].黑龙江水利科技,2021,46(06):111-112.
- [3] 韦贤彬.水文资料在线整编系统设计与应用[J].水利信息化,2020,(03):61-64.
- [4] 杨兆辉.中型水库水文资料整编思路探索[J].治淮,2024,(05):69-70.
- [5] 于莉,于锟.水文水资源监测存在的问题及对策研究[J].中国建材,2024,(08):114-116.