

# 水文资料整编标准化流程优化与质量控制研究

李蓉

新疆维吾尔自治区昌吉水文勘测中心

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6871

**[摘要]** 水文资料整编是将原始观测数据转化为规范化、系统化成果资料的关键技术流程。本研究系统分析了当前水文资料整编标准化流程的核心环节与质量控制要求。针对传统整编模式中存在的自动化程度低、时效性不足、质量控制节点分散等问题,结合实时自动整编、在线协同平台和智能化质量控制等前沿技术,提出了覆盖数据全生命周期的流程优化方案与质量控制体系强化策略。研究旨在通过流程重构、技术赋能与标准协同,提升水文资料整编的效率与成果可靠性,为水文现代化提供坚实的数据基础与决策支持。

**[关键词]** 水文资料整编; 标准化流程; 流程优化; 质量控制

中图分类号: P331 文献标识码: A

## Research on Optimization of Standardized Processes and Quality Control for Hydrological Data Compilation

Rong Li

Changji Hydrological Survey Center, Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** Hydrological data compilation is a critical technical process that transforms raw observational data into standardized and systematic outcome data. This study systematically analyzes the core components and quality control requirements of the current standardized process for hydrological data compilation. Addressing issues in traditional compilation models, such as low automation, insufficient timeliness, and decentralized quality control nodes, this research integrates advanced technologies like real-time automatic compilation, online collaborative platforms, and intelligent quality control. It proposes an optimized process solution and a strengthened quality control system covering the entire data lifecycle. The study aims to enhance the efficiency and reliability of hydrological data compilation through process reengineering, technology empowerment, and standard coordination, thereby providing a solid data foundation and decision-making support for hydrological modernization.

**[Key words]** hydrological data compilation; standardized processes; process optimization; quality control

### 前言

我国现行的《水文资料整编规范 SL/T 247-2020》(以下简称《2020规范》)在2012版基础上进行了全面修订与升级,系统规定了水文资料整编的内容、方法、技术标准以及审查归档等全流程要求,为全国水文资料整编工作提供了统一的、权威的技术基准与操作纲领。该规范明确了包括测站考证、原始资料审查、整编方法确定、数据整理计算、成果合理性检查、审查复审及存储归档在内的核心环节,构成了一个相对完备的标准化工作体系。然而,面对日益增长的高时效性业务需求(如实时洪水预报、动态水资源调度)和日益庞大的数据体量,传统上以年度或季度为周期、高度依赖人工操作与经验判断的整编模式,逐渐暴露出流程周期冗长、自动化智能化水平不足、多环节协

同效率低下、质量控制过度集中于终端等瓶颈问题。特别是在我国幅员辽阔、水文条件区域差异显著的背景下,如何将国家层面的通用技术规范,与不同流域、不同区域的特殊水文地理条件有机结合起来,构建既标准统一又兼具区域适应性、既严谨规范又高效智能的现代化整编工作体系,已成为当前推进水文信息化、赋能智慧水利建设的核心课题之一。为此,本研究旨在系统解析标准化整编流程内涵,深入剖析各环节的技术要点与质量控制关键。在此基础上,紧密结合以实时自动整编、云端协同平台、大数据与人工智能为代表的技术发展趋势,提出面向业务未来需求的流程优化路径与质量控制体系强化策略。

### 1 水文资料整编标准化流程的核心环节

水文资料整编标准化流程,是一个逻辑严密、环环相扣、逐

级控制的技术管理体系。它确保了从原始数据到最终成果的转化过程科学、规范、可追溯。其核心流程可解析为以下七个既职责清晰又紧密关联的环节。

### 1.1 测站考证与基础信息维护

这是整个整编工作的逻辑起点与根基。其核心任务是全面、准确、持续地确定并记录水文测站的一系列不变或缓变属性,包括精确的地理坐标、高程基准面及其沿革、测验断面形状与位置的历史变迁、主要测验设施与仪器的型号及更替情况等。规范以附录形式详细规定了水文要素整编说明表的填制要求。完整、连续的测站考证档案,是确保不同时期、采用不同技术手段采集的数据能够进行无缝衔接与长期对比分析的根本前提。例如,当测验断面因河道整治发生迁移,或水位观测基准面因复核而调整时,必须依据考证资料对历史数据进行合理的修正与衔接,以保障水文序列的一致性与同质性。

### 1.2 原始资料收集与初步审查

本环节负责汇聚来自各类监测手段的水位、流量、降水量、蒸发量、泥沙含量等原始数据。审查的重点在于数据的完整性、格式规范性和初步合理性。审查内容包括检查数据记录有无缺测、断档,观测时间、频率是否符合规范,原始记录是否清晰可辨,以及是否存在过于明显的孤点异常值。随着自动化监测的普及,对于从遥测终端、自动记录仪或在线监测系统获取的电子数据,审查还需关注数据传输的稳定性、仪器状态的标识信息是否完备。这一环节好比“质检入门关”,旨在剔除明显无效数据,为后续深入加工奠定基础。

### 1.3 整编方法确定与关系曲线定线

这是技术核心环节,直接关系到成果的精度。规范根据不同的水文要素和测站特性,提供了多种整编方法。例如,对于河道流量资料,最常用的是通过建立水位—流量关系曲线(H-Q曲线)进行整编。此环节的关键在于根据测站控制条件和水力特性,选择最适合的定线方法(如单一曲线、临时曲线校正法、连时序法等),并利用实测点数据科学确定曲线线型。规范对定线的精度有明确的统计检验标准,如符号检验、适线检验等,必须满足要求方可采用。方法选择的恰当性与曲线定制的准确性,是保证整编成果能否真实反映水文规律的核心。

### 1.4 数据整理计算与图表编制

本环节依据审定通过的整编方法和关系曲线,对原始观测值进行系统化的计算、插补和统计,生产出规范的成果数据,如逐日平均水位、逐日平均流量、月年统计值、极值特征值等,并按照规定附录的统一表式编制成果表、绘制过程线图。这一过程要求极高的细致性与准确性,任何公式套用错误或数据录入失误都可能导致系统偏差。同时,成果图表的设计强调规范性与清晰性,以便于用户理解和使用。

### 1.5 单站成果合理性检查

在获得初步整编成果后,需在单站层面进行深入的、多维度的合理性分析。这包括:检查各水文要素自身过程线的连续性、平滑性与季节性规律是否合理;分析相关要素之间的物理逻辑

一致性,例如水位过程线与流量过程线是否呼应,降水输入与径流输出在时序上是否匹配(对于闭合小流域);检查本站不同时期成果的衔接是否自然。这一步骤主要依靠技术人员的水文专业知识与经验,是发现并纠正因定线局部不当或数据处理疏忽所导致错误的重要过程。

### 1.6 系统审查与集中复审

这是质量控制体系中最具权威性的两道关口。审查通常由整编单位的直接上级业务部门执行,侧重于对单站整编全过程的技术合规性、方法正确性和成果合理性进行细致审核。复审则由更高级别或流域机构的技术权威部门承担,其视角更为宏观,侧重于在流域或区域尺度上进行多站成果的综合平衡与协调性检查,例如检查上下游水量是否大致平衡,区域降水径流关系是否合理,以及整编工作的整体规范性。两级把关的制度设计,旨在最大程度地消除各类误差,确保最终成果的权威可靠。

### 1.7 资料存储与归档管理

最终验收合格的整编成果,需以符合规范要求的电子格式和纸质载体进行长期、安全、有序的存储与归档。尽管《2020规范》未再保留独立的“存储”章节,但其对成果电子文件格式、命名规则、元数据信息等提出了内在要求。现代化档案管理不仅要求数据可长期安全保存,更要求能够便捷、高效地检索与利用,从而实现水文资料宝贵价值的永续传承。

## 2 面向现代化需求的标准化流程优化路径

面对新时期的挑战与机遇,对标准化流程的优化不应是对规范的背离,而是借助先进技术与管理理念,使规范的执行更智能、更高效、更协同。优化路径主要围绕流程的自动化重构、协同化管理和区域化适配三个维度展开。

### 2.1 以实时自动整编技术驱动流程内核重构

“水文资料实时自动整编”代表了从“事后处理”到“事中处理”的范式转变。其核心是构建一个集成了水文模型、专家规则与质量控制算法的智能处理引擎。该系统能够对接实时数据流,自动识别数据类型,调用预置或动态率定的整编模型(如实时水位—流量关系模型、降雨—径流模型等),即时计算出整编成果,并同步进行基于规则的初级质量标识(如可疑值、缺测值标记)。例如,系统可自动检测水位数据的跳变,并对关联闸门开启或降水事件进行合理性判断。这种模式彻底打破了传统年度整编的周期限制,将数据产出时延从数月缩短至分钟级,为防洪抗旱的精准调度与应急指挥提供了前所未有的实时数据支撑。

### 2.2 依托云端一体化协同平台实现流程管理变革

流程优化的关键在于打破环节壁垒,实现全链条线上协同。借鉴国内先进流域机构的实践经验,构建统一的“水文资料整编在线协同平台”,可以将原始数据导入、校核、整编计算、图表生成到多级审查、成果汇交的全过程线上化、标准化、流程化。平台通过工作流引擎,将规范中的审查复审节点固化为电子流程,任务自动推送,操作痕迹全程留痕、不可篡改。这实现了不同岗位、不同地域技术人员在统一平台上的高效并行协作,

极大减少了数据交换的中间环节和时间成本,同时使得整个管理过程更加透明、规范,责任可追溯。

### 2.3 结合区域水文地理特征进行流程的精细化适配

国家规范提供的是通用框架,在具体流域或区域应用时,必须与当地的特殊性相结合。流程优化应包含在标准框架下,针对特定自然条件的适应性调整策略。例如,在水文情势受人类活动(如水利工程调度)影响强烈的流域,整编流程中需强化对人工扰动信息的同步采集与融合分析,在定线和方法选择时需考虑受控状态下的特殊水力学关系。又如,在北疆这类干旱半干旱区,河流以冰雪融水和降水混合补给为主,径流年内分配高度集中,且受气温影响显著。对此,在整编流程中,就需要特别关注春季融雪洪峰过程的准确捕捉与定线。研究指出,北疆河流水化学组成具有明显的季节演化规律,如矿化度与主要离子浓度在洪水期因稀释作用而降低。这一认识可以转化为质量控制知识:当整编出的高流量时段数据,与同步收集的水质监测数据中显示的矿化度显著偏高现象同时出现时,系统应触发警报,提示复核流量数据或水质样本的时序对应关系。这体现了将区域水文、水化学规律知识模型化,并嵌入整编质量控制流程的优化思路。

## 3 贯穿全生命周期的水文资料整编质量控制体系强化策略

质量控制是水文资料整编的生命线。现代化的质量控制体系必须从传统的“终端产品验收”模式,转变为预防为主、贯穿全过程、人机结合、持续改进的全面质量管理模式。

### 3.1 强化基于规范条文的刚性控制节点嵌入

质量控制体系建设的首要任务是将国家规范中具体的技术标准、精度要求、操作禁令,转化为嵌入工作流程的强制性控制节点。例如,在软件系统中,当进行关系曲线定线时,必须完整执行符号检验、偏离数值检验等统计检验程序,并由系统自动判断检验结果是否满足规范附录中的精度指标。只有检验“通过”,程序才允许进入下一环节,否则必须返回调整。在审查环节,平台可强制要求填写格式统一的电子审查意见表,且上一环节未完成签署则无法流转至下一环节。这种“硬约束”确保了标准规范在操作层面得到不折不扣的执行。

### 3.2 构建基于全过程追溯的动态质量监控网络

质量控制的重点应从结果回溯至过程。应建立与整编流程并行的全过程质量跟踪与溯源档案。系统自动记录每一份数据从接收到成为最终成果的每一次计算、每一次修改、每一次人工干预(包括操作人、时间、原因)。当在后续综合审查或资料使用中发疑点时,可通过这个溯源档案,快速定位到问题可能产生的原始环节。例如,若某年径流统计值异常,可回溯检查是原始降水数据存在缺失插补不当,还是水位—流量关系曲线的高水部分外延不合理,抑或是数据录入有误。这种能力使得质量

问题的诊断与纠正更加精准高效,同时也为积累“错题案例”、优化整编规则提供了数据基础。

### 3.3 发展融合多源信息与区域规律的智能化校验技术

这是质量控制迈向智能化的高级阶段。其核心是突破单站、单要素的局限,利用水文模型、数据同化、机器学习等技术,构建多要素关联、多时空尺度对比的智能化校验模型。具体可以体现在:其一,基于水文模型的仿真校验。利用流域分布式水文模型,以整编前的原始降水等驱动数据模拟出径流过程,将模拟结果与整编后的实测径流成果进行对比分析,从水文学物理规律角度评估整编成果的整体合理性。其二,基于多源数据的一致性校验。例如,利用遥感反演的土壤含水量、水体面积变化等信息,与地面整编的径流、水位数据进行时空关联分析,发现潜在的不协调点。如前文提及的北疆案例,将水化学指纹特征作为辅助验证信息,就是此类应用的体现。其三,基于机器学习的异常模式识别。利用历史高质量整编成果数据训练模型,学习正常水文序列的时空变化模式,从而对新的整编成果进行自动扫描,识别出偏离历史正常模式的异常片段,供技术人员重点复核。这些智能化手段将技术人员的经验与机器的计算能力相结合,极大提升了发现复杂、隐蔽质量问题的能力。

## 4 结束语

展望未来,水文资料整编工作将迎来更深层次的变革。一方面,人工智能、数字孪生、区块链等新兴技术的深度融合,将在智能定线、虚实数据交互校核、整编过程可信存证等方面开辟全新局面。另一方面,随着“空天地一体化”监测体系的完善,整编对象将从传统的站点数据,拓展到多源、异构、海量的监测大数据融合产品,这要求标准化流程具备更大的包容性与弹性。更重要的是,在生态文明建设和“四水四定”原则指导下,水文资料整编的成果形态与服务模式,需要从供给标准化产品,向提供满足水资源精准管控、水生态精细保护等定制化、场景化数据服务转型。因此,未来的流程优化与质量控制研究,必须坚持需求导向、科技引领、标准支撑,持续推动水文资料生产能力的现代化演进,为江河战略的实施与国家水网建设提供更为坚实、智能、高效的数据保障。

### [参考文献]

- [1]牟芸,张亭.水文资料整编在线一体化技术研究与应用[J].人民长江,2022,53(S2):188-191.
- [2]王军,李娟.吐曼河水文站水文勘测技术要点及资料整编成果分析[J].水利技术监督,2023,31(4):124-127+131.
- [3]中华人民共和国水利部.水文资料整编规范SL/T247-2020[S].北京:中国水利水电出版社,2020.

### 作者简介:

李蓉(1987—),女,汉族,四川南充南部县人,本科,工程师,研究方向为水文测验及水文资料整编。