

水文测站流量间测分析探讨

柳 鹏¹, 周思宇¹, 涂 盟¹, 胡 葵²

¹长江中游水文水资源勘测局益阳分局, 湖南 益阳

²长江中游水文水资源勘测局, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年5月6日; 录用日期: 2023年6月13日; 发布日期: 2023年6月30日

摘 要

传统的水文测报方式已不适应现代水文的需求,“间测”作为一种提高效率的测验方式,能在满足推流精度的前提下,节约人力物力,是一种既经济又高效的测验方式。本文以洞庭湖区草尾水文站为例,选用该站多年实测水位、流量等成果资料,依据相关国家规范,对其2012~2021年的水文流量资料进行间测分析论证,在水文测站流量间测方面进行探索并积累经验。

关键词

水位 - 流量关系, 间测, 洞庭湖区

Discussion on the Analysis of Intermittent Measuring the Flow of Hydrometric Stations

Peng Liu¹, Siyu Zhou¹, Meng Tu¹, Kui Hu²

¹Yiyang Branch of Middle Changjiang River Bureau of Hydrology and Water Resources Survey, Yiyang Hunan

²Middle Changjiang River Bureau of Hydrology and Water Resources Survey, Wuhan Hubei

Received: May 6th, 2023; accepted: Jun. 13th, 2023; published: Jun. 30th, 2023

Abstract

The traditional hydrological measurement and reporting method are no longer suitable for the needs of modern hydrology. As a measurement method to improve efficiency, intermittent measuring can save manpower and material resources, which is an economic and efficient measurement method on the premise of meeting the accuracy of the river flow routing. Taking Caowei hydrological station in Dongt-

作者简介: 柳鹏, 1988年4月17日出生, 山东冠县人, 本科, 工程师, 主要从事水文与水资源工程, Email: 798652938@qq.com

文章引用: 柳鹏, 周思宇, 涂盟, 胡葵. 水文测站流量间测分析探讨[J]. 水资源研究, 2023, 12(3): 273-277.

DOI: 10.12677/jwrr.2023.123031

ing Lake as an example, this paper selects measured water level data, discharge and relevant data of the station for many years, and analyzes the hydrological flow data from 2012 to 2021 according to relevant national standards by intermittent measuring, so as to explore and accumulate experience in the flow intermittent measuring of hydrological stations.

Keywords

Water Level-Flow Relationship, Intermittent Measuring, Dongting Lake

Copyright © 2023 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

近年来，随着国家不断增加对水文基础设施建设的投入，水文站网的建设逐步完善。但随着测站数量的不断增加，相应的水文测验任务也随之增加，在测站管理及人力资源方面面临着诸多困难[1]。因此，如何有效地利用和协调人力、物力资源，结合测站的特性和条件，优化测验方案，改进测验方式是重中之重。目前，国内许多水文测站仍采用传统的常测方式，自 20 世纪 80 年代水利部水文司提出“站网优化、分级管理、站队结合、精兵高效、技术先进、优质服务[2]”的水文发展模式以来，各地测站一直在努力寻求巡测或巡测与驻测结合的方式来完成流量测验工作。而间测是解决当前基层水文站的人力、物力不足的有效途径，对推进水文现代化、促进水文高质量发展具有重要意义[3]。但是由于间测分析各方面有很大的工作量，而我国河流众多，其特点各

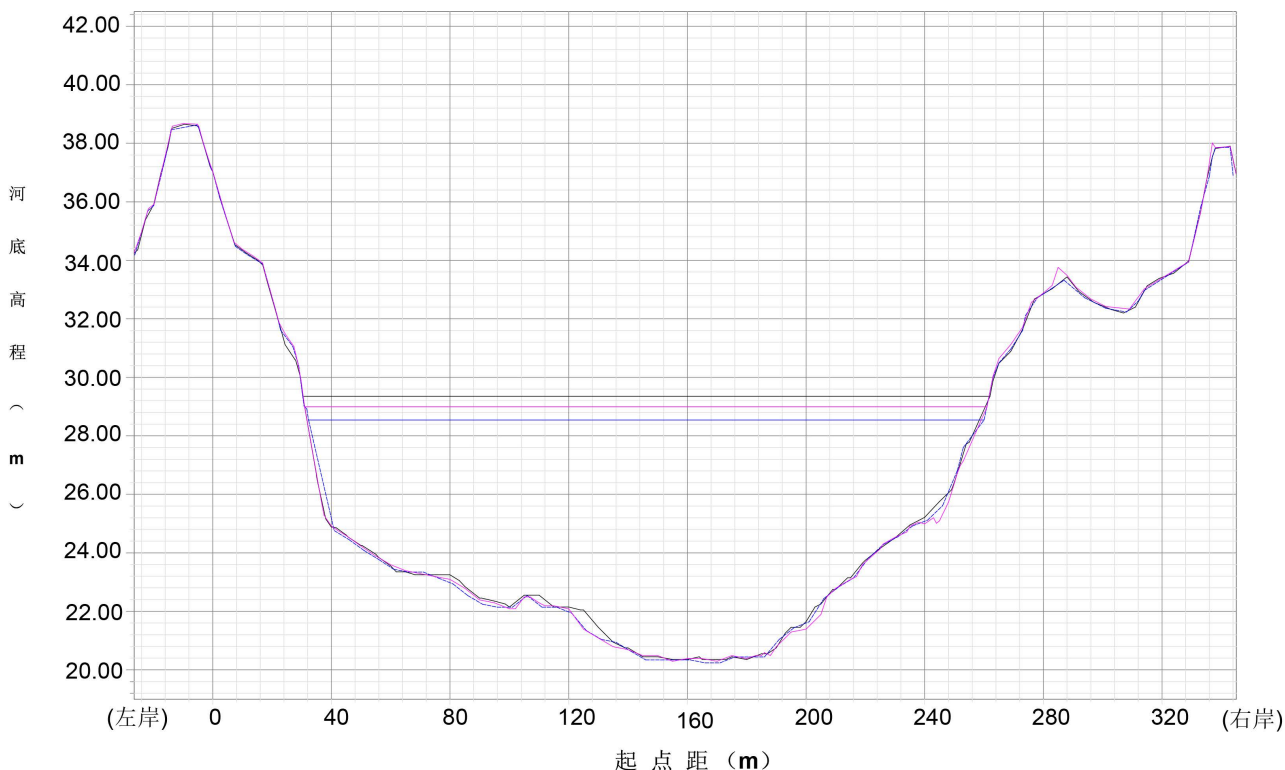


Figure 1. Large cross section of Caowei hydrologic station in recent three years

图 1. 草尾水文站近三年的断面图

异, 很难找到一个统一的数学模型进行间测分析。因此, 只能根据地区差异性匹配相应的分析方案, 如安乡水文站[4]、白云水文站[5]、雁石坪水文站等[6]。

截止至今, 草尾水文站已收集了长系列的水位 - 流量关系资料。本文着重从 2012~2021 年的资料进行分析和论证, 以此评估将草尾水文站的流量测验方式从常测转变为间测的可行性。

2. 测站情况

草尾水文站始建于 1947 年, 站址位于湖南省沅江市草尾镇草尾社区, 测验项目有水位、降水、流量和悬移质泥沙, 是监测草尾河水情的国家二类精度基本水文站。测验断面上游约 2 km 为草尾河入口, 草尾河在断面下游 56 km 处汇入东洞庭湖。本站既受上游沅水、澧水、长江来水的洪水涨落影响, 亦受下游东洞庭湖的回水顶托影响, 水位 - 流量关系稳定。测验河段顺直, 断面为单式河槽, 两岸为堤防, 河床由沙质粘土组成, 基本保持稳定, 近三年大断面图见图 1。

3. 规范要求

《水文巡测规范》将“间测”定义为“水文测站资料经分析证明水文要素如水位流量间历年关系稳定或其变化在允许误差范围内, 对其中一要素如流量停测一段时期后, 再行施测的测停相间的测验方式”。其中, 第 4.2.6 条规定, 对二类精度水文站, 有 5 年以上资料, 经分析论证实测流量水位变幅已控制历年水位变幅 80% 以上, 每年水位流量关系曲线(或单值化线)与历年综合关系曲线之间最大偏离: 高水不超过 5%, 中水不超过 8%, 低水不超过 12%, 可实行停 2~5 年测 1 年[7]。

4. 分析资料选用

草尾水文站自上世纪 80 年代开始按单值化方案布置流量测次及整编定线, 其流量施测方法 2012 年前采用转子式流速仪施测, 从 2012 起开始采用 ADCP 走航式施测。自本站建站以来, 水文测验和资料整编一直严格按照《河流流量测验规范》和《水文资料整编规范》的要求进行, 技术标准统一。经过上下游及单站的合理性检查和各要素对照检查, 确保所收集的资料合理、真实、精度可靠, 不存在遗留问题。此外, 每年的水文资料都经过长江中游水文水资源勘测局的复查, 并参加全江水文资料的复审、汇编和刊印, 以确保其可靠性和代表性。为了保证分析资料一致性, 本次选用 2012~2021 年连续 10 年实测流量资料, 分析其河道水力条件下的流量间测可行性。

历史上草尾水文站的最低水位为 27.61 m, 最高水位为 37.37 m, 相应水位变幅为 9.76 m。选用资料中, 最低水位为 27.72 m, 最高水位为 36.37 m, 相应水位变幅为 8.65 m, 分析年份水位变幅控制了历年水位变幅 88.6%, 且其中包含了大水年和枯水年资料, 代表性强。因此, 我们认为选取分析资料符合规范要求。

5. 历年综合线确定

本文采用南方片水文资料整编系统 2.0 协助分析[8], 将草尾站 2012~2021 年共 211 次单值化定线成果进行综合定线。结果显示, 该站的水位流量关系十分稳定, 呈现出明显的单一关系(见图 2)。为验证定线的合理性, 对其进行三项检验并计算随机不确定度和系统误差(见表 1)。根据所定综合曲线, 分析统计各年整编定线成果与历年综合线在各水位级最大偏差, 计算结果详见表 2。

通过以上分析可以看出, 分析年份综合关系曲线的各项检验指标均未超过规范标准, 定线精度满足规范要求, 所定历年综合关系曲线合理性和可靠性强, 可满足本站推流精度要求[9]。并且, 各年水位 - 流量曲线与历年综合关系曲线相比, 高水不超过 5.0%, 中水不超过 8.0%, 低水不超过 12.0%, 满足巡测规范要求, 可实行间测。

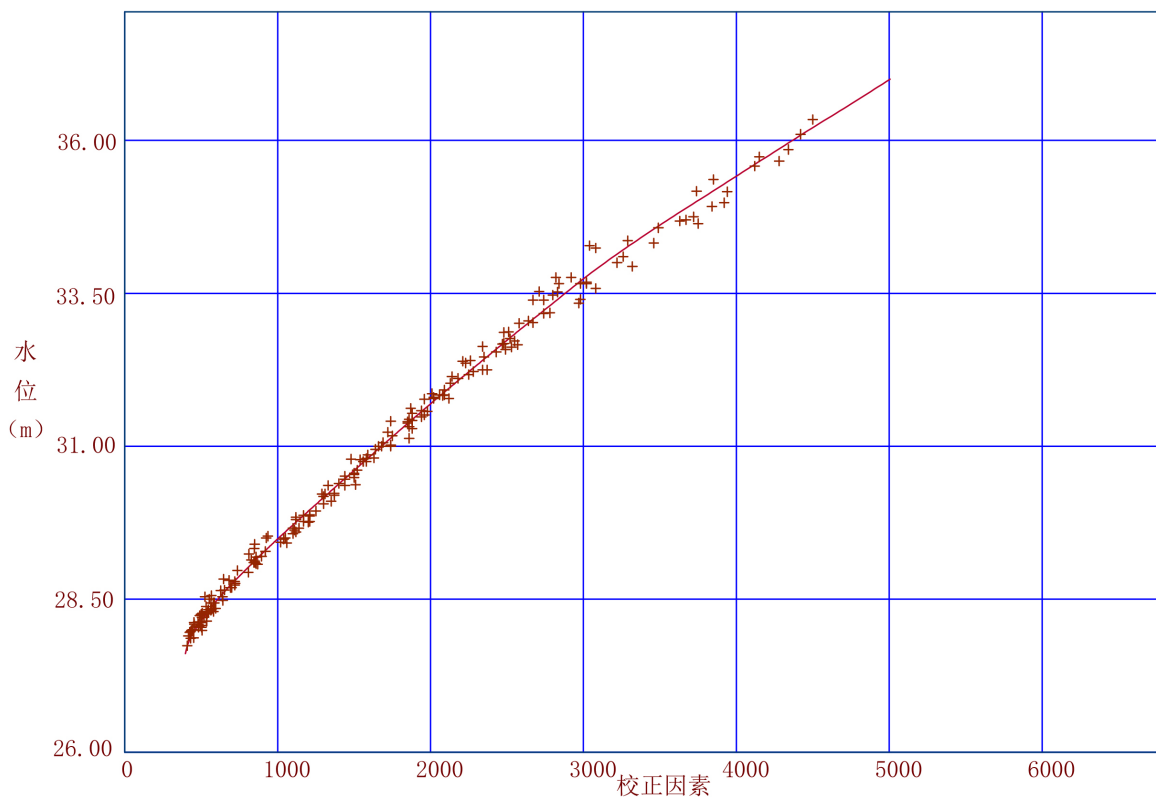


Figure 2. Comprehensive curve of water level-flow at Caowei hydrological station

图 2. 草尾水文站水位 - 流量综合曲线

Table 1. Comprehensive curve test results table

表 1. 综合曲线检验结果表

符号检验	适线检验	偏离数值检验	随机不确定度(%)	系统误差(%)
$u = 0.96 < 1.15$	$U = 0.35 < 1.64$	$ t = 0.03 < 1.65$	$8.6 < 12$	$0.0 < \pm 2.0$
合格	合格	合格	合格	合格

Table 2. Statistical table of maximum deviation

表 2. 最大偏差统计表

年份	各水位级最大偏差(%)			备注
	低估水	中水	高水	
2012	-5.4	-3.4	2.8	全年仅中低水
2013	-5.8	1.6		
2014	-4.9	-2.2	3.7	
2015	-4.4	-2.6	-2.7	
2016	6.0	3.8	3.9	全年仅中低水
2017	8.7	3.4	4.4	
2018	4.8	2.2		
2019	3.1	-1.6	-2.8	
2020	2.1	-1.8	-1.9	
2021	7.8	-2.1	-2.6	

6. 结论

根据以上资料的计算分析,草尾水文站历年综合水位-流量关系经单值化后,呈现出稳定的单一线,各年高、中、低水的最大偏差均满足国家规范中关于间测的要求,计算结果符合水文巡测规范标准,为有效开展水文间测提供了技术支撑。由此可以得出结论:草尾水文站实行流量间测的办法是可行的[10]。这种方法不仅能够解决站点人手不足的问题,优化了人力资源的利用,还能够将更多的人力投入到重要的监测站点,提高这些站点的测报能力。建议草尾水文站可试行停2年测1年的间测方案,停测期间流量采用历年综合水位-流量关系线推求,并在高、中、低水位级至少各进行一次流量测验,检查其水位-流量关系是否发生变化,如果水位-流量关系没有发生变化,则可以继续进行间测。此外,应加强本站与下游站落差分析,当受下游洪水顶托影响较严重时,应及时开展流量监测,当实测流量校正因素点与历年综合关系线偏离超过规范要求时,立即恢复正常测流。

参考文献

- [1] 周文静, 蒋四维. 汉江流域水文站网优化调整与管理机制研究[J]. 水利水电快报, 2021, 42(8): 12-15.
<https://doi.org/10.15974/j.cnki.slsdkb.2021.08.002>
ZHOU Wenjing, JIANG Siwei. Study on the optimization, adjustment and management mechanism of hydrological station network in the Han River basin. Express Water Resources & Hydropower Information, 2021, 42(8): 12-15. (in Chinese)
<https://doi.org/10.15974/j.cnki.slsdkb.2021.08.002>
- [2] 段文超, 陈松生, 魏进春, 赵昕. 水文测验技术标准的适应性探讨[J]. 水文, 2010, 30(1): 73-75.
DUAN Wenchao, CHEN Songsheng, WEI Jinchun and ZHAO Xin. Discussion on the adaptability of the technical standards of hydrometry. Chinese Hydrology, 2010, 30(1): 73-75. (in Chinese)
- [3] 舒大兴, 张家琼, 林传真. 单一水位流量关系测站的间测分析[J]. 河海大学学报, 1995(2): 12-17.
SHU Daxing, ZHANG Jiaqiong and LING Chuanzhen. Inter-measurement analysis of single stage-discharge relationship measuring station. Journal of Hohai University, 1995(2): 12-17. (in Chinese)
- [4] 纪彭, 徐勒铭, 元浩. 安乡水文站枯季流量间测分析[J]. 长江工程职业技术学院学报, 2013, 30(2): 31-32.
JI Peng, XU Leming and YUAN Hao. Inter-measurement and analysis of dry season flow at Anxiang hydrological station. Journal of Changjiang Engineering Vocational College, 2013, 30(2): 31-32. (in Chinese)
- [5] 雒东宁. 白云水文站流量间测分析[J]. 甘肃水利水电技术, 2013, 49(8): 3-4+7.
LUO Dongning. Flow inter-measurement analysis of Baiyun hydrological station. Gansu Water Conservancy and Hydropower Technology, 2013, 49(8): 3-4+7. (in Chinese)
- [6] 王双宁, 高玉方. 雁石坪水文站流量间测分析与探讨[J]. 长江工程职业技术学院学报, 2014, 31(4): 5-6.
WANG Shuangning, GAO Yufang. Analysis and discussion on inter-measurement of flow at Yanshiping hydrological station. Journal of Changjiang Engineering Vocational College, 2014, 31(4): 5-6. (in Chinese)
- [7] 朱晓原, 等. SL 195-2015, 水文巡测规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2015.
ZHU Xiaoyuan, et al. SL 195-2015, Specification for hydrological tour gauging. Beijing: China Water & Power Press, 2015. (in Chinese)
- [8] 李继成. 南方片《水文资料整汇编软件》SHDP 2.0 应用浅析[J]. 河南水利与南水北调, 2017(1): 41-42.
LI Jicheng. Analysis on the application of SHDP 2.0 in the southern film Hydrological Data Compilation Software. Henan Water Conservancy and South-to-North Water Transfer, 2017(1): 41-42. (in Chinese)
- [9] 陈松生, 等. SL 247-2020, 水文资料整编规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2020.
CHEN Songsheng, et al. SL 247-2020, Code for hydrologic data processing. Beijing: China Water & Power Press, 2020. (in Chinese)
- [10] 吕树龙. 水文测站流量间测可行性分析[J]. 水利技术监督, 2018(5): 113-115.
LV Shulong. Feasibility analysis of inter-measurement of hydrological stations. Water Conservancy Technical Supervision, 2018(5): 113-115. (in Chinese)