



山区河流航道整治原型观测方法及应用*

卢自来¹, 朱运权¹, 刘超群¹, 闫小平²

(1. 四川省交通勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610017; 2. 四川江源有限责任公司, 四川 成都 610041)

摘要: 针对山区河流航道整治工程的原型观测内容和方法进行深入分析, 提出一套山区河流航道整治原型观测方法。以岷江(龙溪口枢纽—宜宾合江门)航道整治工程一期工程施工图设计为案例, 阐述控制测量、地形测量和水文测验等技术难题和关键点。对枯、中、洪3个流量级别原型观测的测量方法和效率进行讨论, 合理安排测次工期, 解决了水文测验各子项需在同一流量级别进行测量的问题。研究成果对山区河流航道整治的原型观测具有参考意义。

关键词: 航道整治; 原型观测; 控制测量; 地形测量; 水文测验

中图分类号: U617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)07-0096-08

Prototype observation methods and applications for channel improvement in mountainous rivers

LU Zilai¹, ZHU Yunquan¹, LIU Chaoqun¹, YAN Xiaoping²

(1. Sichuan Transportation Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Chengdu 610017, China;

2. Sichuan Jiangyuan Co., Ltd., Chengdu 610041, China)

Abstract: The contents and methods of prototype observation for channel improvement projects in mountainous rivers are deeply analyzed, and a set of prototype observation methods for channel improvement in mountainous rivers is proposed. Taking Minjiang River (Longxikou Junction to Yibin Hejiangmen) Waterway Improvement Project Phase I construction drawing design as a case study, the technical difficulties and key points of control survey, topographic survey and hydrographic survey are expounded. The measurement method and efficiency of prototype observation at three flow levels, namely, dry, medium and flood, are discussed, and the working period of measurement is reasonably arranged, which solves the problem that each item of hydrographic survey needs to be measured at the same flow level. The research results have reference significance for the prototype observation of channel improvement in mountainous rivers.

Keywords: channel improvement; prototype observations; control survey; topographic survey; hydrographic survey

我国西南地区山区河流众多, 如金沙江、岷江、嘉陵江、大渡河、雅砻江、怒江等, 流经区域地理条件复杂, 航道整治难度大^[1-2]。“十四五”期间国家计划大力发展水利航运枢纽工程建设, 涉及到内河生态航道建设、山区河流航道整治工程^[3]。山区河流多为大江大河发源地, 河床陡

峭狭窄, 基本为基岩, 由大块石、鹅卵石等组成; 水流急而流速大, 冲刷力和破坏力强。水源是高山部的地下水或冰雪水、雨水, 落差大, 水面窄, 水深大, 水能丰富。山区河流水位和流量变化大, 最大流与最小流的比值可达几百倍。

为了解决河流航道整治工程, 学者们提出河

收稿日期: 2023-11-06

*基金项目: 四川省交通勘察设计研究院有限公司科技项目(232022015)

作者简介: 卢自来(1982—), 男, 从事内河航道及公路工程测量。

通讯作者: 朱运权(1978—), 男, 从事工程测量。E-mail: 13678033373@126.com

流原型观测方法,原型观测内容通常需要一个水文年的基础测量资料,包括控制点成果、基础地形图、水文测验及专项测量等资料,便于为整治河段的河床演变、滩险成因、模型建造等提供全面、详实的基础测绘资料,对河床演变趋势分析,掌握河床水道的特性^[4-6]。一个水文年基础测量包括河道一年之内枯、中、洪3级流量下的河道地形图及水文测验资料,包括控制测量、地形测量及水文测验^[7]。1)控制测量首先为地形测量及水文测验提供精准、可靠的基础数据,再次为勘察及施工提供放样测量的起算数据,满足地勘及施工放样的要求^[8]。2)地形测量主要测量水下及水上地形的情况,特别是水下的礁石等碍航建筑物,并绘制成地形图,为设计提供基础地形资料^[9]。3)水文测验包括水尺设置与观读、航道表面流线测量、过往船只航行轨迹测量、江心比降测量、大断面流量测量等^[10-11]。水尺设置与观读主要测量河道的水位变化及滩段的横比降;航道表面流线测量主要测量河道表面流速流向的分布情况;过往船只航行轨迹测量主要观测船只在航道上的行驶轨迹;江心比降测量主要观测河流的河心水位变化情况,特别是滩段横比降的位置,测量出河心与河边水位不同的变化情况;断面流速分布及流量测量主要观测河道水流的时空分布特征及流量。水文测验主要为航道工程设计水文分析、物理及数学模型研究提供水位、流速、流向、流量、航行轨迹、江心比降等基础水文资料^[12]。

本文以岷江(龙溪口枢纽—宜宾合江门)航道整治工程一期工程施工图设计原型观测为应用研究对象,论述了山区河流原型观测中控制测量、地形测量和水文测验等关键技术。

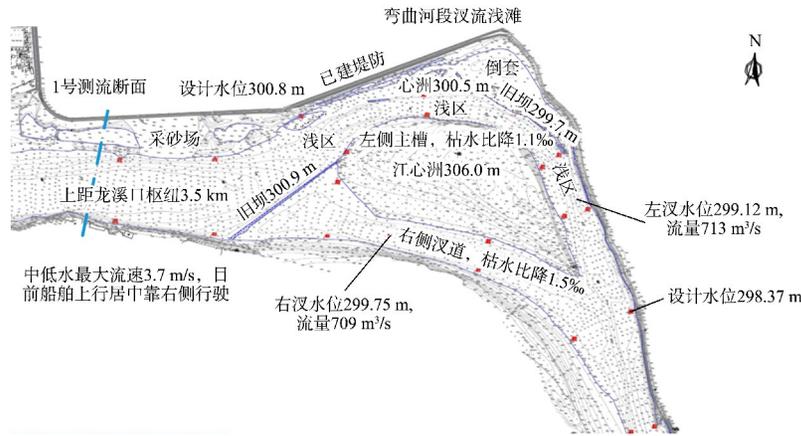
1 工程概况

岷江龙溪口枢纽—屏山岷江大桥47 km航道是岷江(龙溪口枢纽—宜宾合江门)航道整治一期工程的一部分。该河段位于低山丘陵地区,河床主要由卵石夹砂组成,河道边界的抗冲性很强。

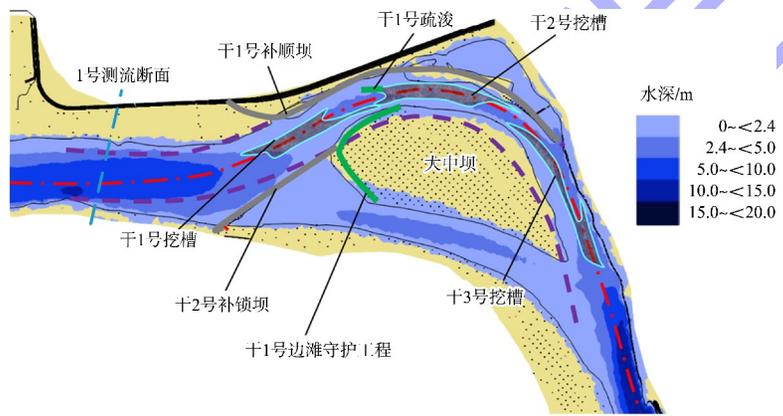
受地质构造的限制,河道走向和岸线在漫长的时间里基本未发生变化,河床的变迁也未超出原有河谷的范围。工程建成后将推动岷江水运资源的开发,解决制约岷江航运发展的问题,加快岷江高等级航道的建设进程,全面发挥岷江航运潜力,促进沿江地方经济的发展。根据河床演变特点,结合岷江港航电综合开发目标,对龙溪口枢纽—屏山岷江大桥47 km河段采取工程措施,旨在将航道维护标准从Ⅳ级提高到Ⅲ级。

以干龙子滩分项整治工程为例,该滩位于乐山市犍为县新民镇,距离上游龙溪口枢纽约4 km,滩长2 700 m,位于河道转弯处。滩上游受左岸新民镇堤防工程和右岸山体控制,河势顺直微弯,枯水河宽约300 m;滩下游受两岸上体控制,河势稳定,枯水河宽约200 m;滩中部河道扩宽,最宽处中水河宽约1 000 m。该滩落差约2.8 m,枯水水面平均比降约1.1‰,最大比降1.5‰。滩中有一江心洲将河道一分为二,江心洲平面形态呈头大尾小,头部地形扁平,尾部微微隆起。江心洲洲面高程为301.0~307.0 m,洲长约1 307 m,洲面最宽处约512 m。目前该心洲较为完整,左汊为主汊(凹岸),左岸河漫滩发育,已建有导流顺坝及下部有格坝,坝顶高程约300.00 m,坝田内因采砂形成倒套,左汊枯水河宽约135 m,汊内枯水流速为1.7~3.7 m/s,最小航深1.1 m,枯水期上行船舶靠右侧走,下行船舶居中走;右汊为副汊,右汊上口现有20世纪70年代修筑的1座锁坝,坝顶高程为300.7~301.2 m,略高于设计水位,施测水位时,该处分流比接近1:1,右汊内中水河面宽约260 m,主槽内局部存在旧坝块石堆。干龙子滩设计水位为298.37~300.80 m,设计流量900 m³/s,根据经验与理论计算相结合的方法,确定整治水位为设计水位以上0.5~1.5 m。该滩航道尺度按2.4 m×60 m×500 m(水深×直线段航宽×弯曲半径)标准进行设计,整治线宽220~240 m。下行船舶出龙溪口枢纽船闸后,沿右侧深槽进入干龙子滩,沿左岸顺坝整治线规划走左汊,顺坝结束后继续沿左侧主导河岸规划整治线至下游左岸深槽结束,

整治线自上而下连成平滑的自然曲线。干龙子滩 地形见图 1a)，总平面布置见图 1b)。



a) 干龙子滩地形图



b) 干龙子滩整治方案布置

图 1 原型观测项目地形图和整治方案布置

2 山区河流航道整治原型观测

2.1 控制测量

2.1.1 控制网布设与数据处理

岷江干线测区范围内已建成高等级控制网，控制点 5 km 左右为一组，平面等级和高程等级均为三级。控制网布设是对已有高等级控制网进行加密测量，以满足工程设计需要。加密控制点均匀分布在岷江两岸，点位基本在两岸基岩上埋设，选择在空旷处，周围无高于接收机天线高度的障碍物，并远离电视差转台、微波站和高压输电线等，且建设在常年洪水位以上。控制点埋设采用现浇混凝土方式，标心采用表面刻有“+”字的锈钢条，长不少于 120 mm、 $\phi 10$ mm、露出高度小于 3 mm。

项目加密控制点平面等级为一级，高程等级

为四级。通过已有高等级高程控制点 1985 高程和 GNSS 大地高程进行比较(表 1)可知，本测区高程异常变化不大，且为规律变化，因此测区高程控制可采用千寻知寸网络 RTK，且控制点密度满足控制测量要求。

表 1 测区控制点高程异常

控制点编号	高程异常/m	控制点编号	高程异常/m
GP ₂₅	26.165	GP ₃₅	26.413
GP ₂₆	26.179	GP ₃₆	26.403
GP ₂₇	26.222	GP ₃₇	26.436
GP ₂₈	26.243	GP ₃₈	26.464
GP ₂₉	26.287	GP ₃₉	26.512
GP ₃₀	26.303	GP ₄₀	26.533
GP ₃₁	26.333	GP ₄₁	26.608
GP ₃₂	26.321	GP ₄₂	26.606
GP ₃₃	26.364	GP ₄₃	26.689
GP ₃₄	26.377	GP ₄₄	26.703

加密高程及平面控制测量采用千寻知寸网络 RTK^[13] 同时进行测量, 需要获取测区范围内平面及高程转换参数, 按 5 km 范围采用 1 个高等级控制点求解转换参数, 采用 7 参数模式; 高程模型采用曲面拟合方式, 并加入似大地水准面精华模型。使用测区范围内未参加解算转换参数的控制点对转换参数进行可靠性分析, 结果表明, 项目转换参数合理, 精度完全满足要求。RTK 测量时高度截止角大于 15° 的卫星数量均大于 6, PODP 值小于 4; 测量采用 GNSS 手簿自带的控制测量程序, 同时采集平面坐标及高程, 测量时采用控制脚架对中整平, 然后进行测量, 每个控制点测量 3 次。均满足精度要求时采用 3 次结果的平均值作为最终成果, 如 1 次测量成果不满足精度要求即进行重新测量, 直至 3 次结果全部满足精度要求。

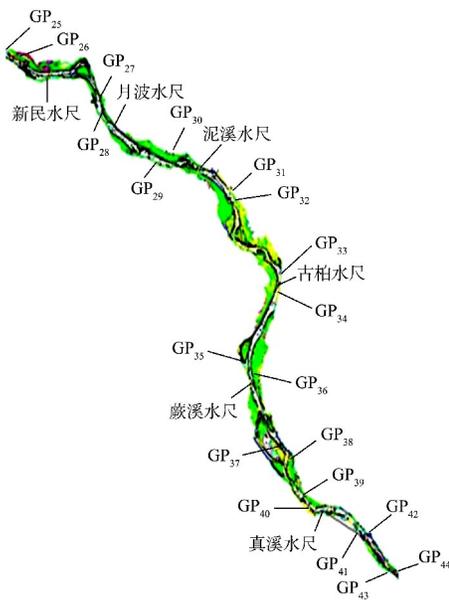


图2 部分控制点和基本水尺布置

2.1.2 控制点精度分析

为验证控制点测量精度, 抽取测区 GP₃₂ ~ GP₃₃ 控制点进行复测, 高程及平面分别采用光电测距三角高程和 GNSS 静态测量方法, 复测成果和网络 RTK 测量精度统计见表 2。结果表明, 网络 RTK 控制测量成果精度满足 JTS 131—2012《水运工程测量规范》^[14] 及施工要求对投影变形 1/40 000 的要求。

表2 复测成果和网络 RTK 测量精度统计

控制点编号	X 差值/m	Y 差值/m	Z 差值/m
GP ₃₂	0	0	0
D ₁₁₅	-0.011	-0.008	0.022
D ₁₁₆	-0.009	0.011	0.010
D ₁₁₇	0.012	0.016	0.008
D ₁₁₈	0.013	0.012	-0.012
D ₁₁₉	-0.012	-0.020	-0.024
D ₁₂₀	0.009	-0.018	-0.016
D ₁₂₁	-0.007	0.020	-0.006
D ₁₂₂	0.020	-0.007	0.018
GP ₃₃	0	0	0

山区浅丘河流控制测量方法的实施表明, 采用网络 RTK 进行山区浅丘河流控制测量是可行的, 该方法不但可以同时采集平面坐标及高程, 且每个控制点只需要单人数分钟时间, 相比采用 GNSS 静态方法进行平面控制测量和光电三角高程方法进行高程控制测量, 既节约时间, 又节约人工, 大大降低了航道控制测量成本。

2.2 地形测量

地形测量采用一体化航道地形测量方法, 即无人机低空摄影测量配合多波束水下地形测量^[15-16]。

无人机低空摄影测量以无人机为飞行平台, 搭载激光雷达、测量相机等设备, 能够快速获取地面点云数据及影像数据等。实施无人机低空摄影测量主要包括空域申请、实地踏勘、布设像控点(像控测量)、磁校准及起飞检测、航拍作业及地面站实时监控等。无人机降落后, 应及时下载数据, 对照片数据及飞行整体情况进行检查评估及综合数据质量检查。

多波束水下地形测量为水上水下一体化集成。首先, 通过刚性支架将三维激光扫描仪、多波束测深仪和组合导航系统进行集成, 保证水上水下数据稳定获取; 其次, 通过多传感器采集监控端及核心控制器有机协调各传感器的时间同步、运行响应、数据传输与存储, 实现水上水下数据同步获取^[17], 并建立线性特征约束的非线性整体严密平差模型解算各个传感器同惯导之间的视准轴误差参数, 使得各个传感器数据最优融合, 解决

激光扫描仪、惯导平台和多波束测深仪的坐标系统统一的问题，实现对船载一体化测量系统获得的原始激光扫描仪、多波束测深仪数据通过定位定姿数据、多传感器检校参数进行融合；最后，对测量数据进行处理、改正并归化到规定基准面后，生成水上水下一体化点云图和水上水下整体数字高程模型等。

2.3 水文测验

水文测验的关键问题包括：水文观测要求时间的同步性及流量的稳定性，如何确保流速流向测量、航迹线测量及断面流量测量在同一流量级下完成；基本水尺观读要求 24 h 逐时进行，如何保证夜间观读的精度；航迹线测量使用 500 吨级以上船舶，船身较长，如何保证航迹线的真实轨迹。

2.3.1 水位观读

水位观读的目的是为航道和港口的开发、治理、维护而收集和积累与之有密切关系的水位变化资料，以便推算设计最低通航水位，包括基本水尺和临时水尺。基本水尺是使用与观读时间较长，观读资料用于推算一定保证率下的设计最低通航水位而设置的固定水尺；临时水尺是为滩段测量服务，使用与观读时间较短，观读资料用于测量数据的水位改正或标示而设置的水尺。测区范围内共设置新民、月波、泥溪、古柏、蕨溪(图 3)、真溪 6 组基本水尺，每天 24 h 进行逐时观测，持续 1 a。采用实时水位数据采集系统记录水位，该系统由现场采集系统和应用服务系统 2 部分组成。现场采集系统包括 GNSS 模块、实时水位传感器、存储设备和通信设备，应用服务系统包括水位监控系统和通信设备。实时水位采集系统具有数据存储功能、水位数据的实时采集功能(可按时间间隔设置为 1 s~18 h)、水位实时发送功能等，且可远程设置终端工作参数和进行升级。实时水位数据采集系统见图 4。



图 3 蕨溪基本水尺

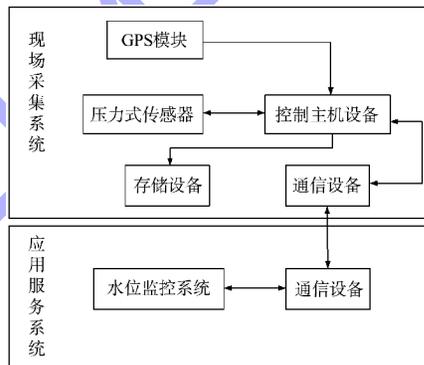


图 4 实时水位数据采集系统框架

实时水位传感器采用低功耗测控终端，即由太阳能供电的自动水位记录仪，采用压力式传感器和超声波传感器。水位数据采集按时间间隔 1 h 进行控制，选用具备 5G 通信功能、功耗低、接口丰富、透明传输等特点的通信设备。临时水尺采用自动记录水位计进行观读，枯中洪各 1 次，每次 15 d，每天 24 h 逐时观读。安装实时水位数据采集系统和自动记录水位计时，要保证低水位及高水位均在其量程之内，同时设置校核水尺，便于校核水尺零点。实时水位采集系统具有数据存储功能、水位数据实时采集功能、水位实时发送功能等，并可远程设置终端工作参数，支持远程

升级。相比于人工观读, 实时水位数据采集系统具有精度高、成本低等优势, 且建成后可长期使用。临时水尺采用自动记录水位仪, 安装回收方便, 可反复使用, 相比于人工观读, 不需要埋设水位桩, 具有成本低、精度高的特点。水位监测系统流程见图 5。

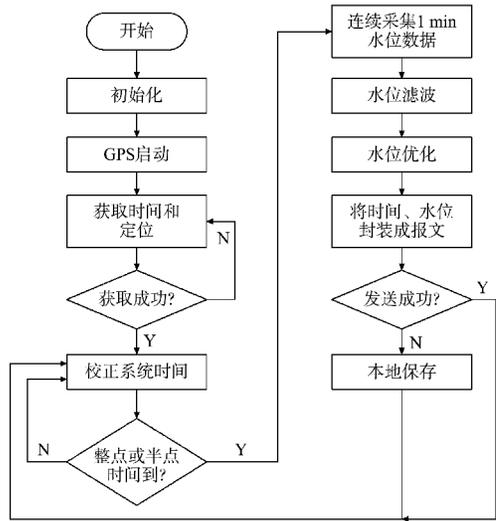


图 5 水位监测系统流程

2.3.2 流速流向测量

为了测定滩段某一水位下水面的流速、流向分布, 采用浮桶配合网络 GNSSRTK 法进行, 即把 GNSS 接收机与手簿同时放在桶中, 采用网络 RTK 按时间间隔记录数据, 一次可以漂流整个河面^[18]。测量结果分别绘制在地形测图上, 将表面流速计算结果也同时标识, 并注明每次观测时的风况条件。与传统的前方交会法比较, 流向分布更符合自然规律; 网络 RTK 按时间间隔记录数据, 消除了时间同步的误差; 网络 RTK 采集的坐标数据精度可达到厘米级, 位置精度更准确; 一次可以漂流整个河面, 极大提高了作业效率, 可以在 1 d 之内完成整个项目的流速流向测量, 消除了水位变化的误差, 见图 6。

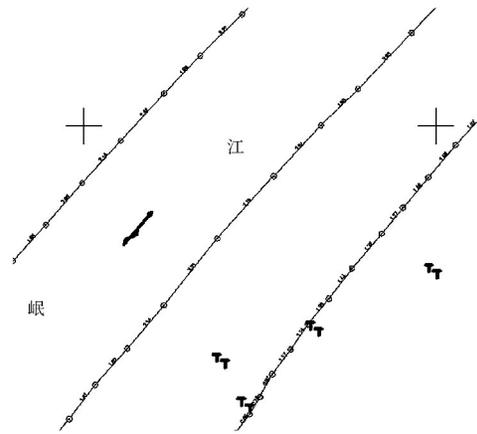


图 6 流速流向示意

2.3.3 航迹线测量

为了对影响航道流态和船舶航行安全程度的因素进行定量分析, 需要测量航迹线, 即在某一水位下测定上下水船舶的行走轨迹。采用网络 RTK 方法进行观测, 并选择岷江下段 500 吨级以上的船只进行测量。观测时将 GNSS 接收机固定在船头和船尾, 并同时按照一定时间间隔自动记录数据。测量的航迹观测点包括船头和船尾, 现场记录观测船只的载质量、吃水、功率等相关参数。航行轨迹测量分为上水航线和下水航线。观测时间间隔根据大船行驶的轨迹确定, 上水航线观测不大于 10 s, 下水航线观测不大于 5 s。每个测段的上水航线和下水航线分别测量 3 条, 航迹线见图 7。

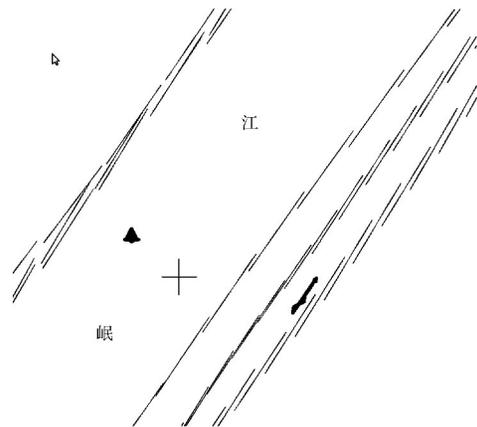


图 7 航迹线

航迹线测量方法可以提供船舶在不同水位下的行走轨迹数据,为航道流态和船舶航行安全的定量分析提供重要参考。同时,通过记录船只的相关参数,可以进一步分析船舶的性能和航行特点。

2.3.4 流量测量

流量采用华微4号无人船搭载 RiverPro 瑞普多普勒声学流速剖面仪测量。华微4号无人船专为水文测验设计,拥有全自动水文测验逻辑,率先遵循水文规范标准,最大船速可达7 m/s,确保

船速接近水速。测量符合水文多普勒流量测验标准,往返测流断面走直线,姿态平稳,航线无偏。瑞普型走航式测流仪 ADCP 是美国 TRDI 公司最新推出的一款适用于浅水河流应用的智能全自动流量测验系统,提供一个集5波束、智能自适应采样、友好的软件界面、高质量的服务和技术支持为一体的测流系统。该设备能够在水深0.12~25.00 m范围内测出5~20 m/s的流速,精度可达被测流速的 $\pm 0.25\%$ 、 ± 2 mm/s。测流断面流量(部分内容)见表3、图8。

表3 1号测流断面流量

测次文件名	顶部流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	实测流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	底部流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	左岸边流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	右岸边流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	总流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	流量 误差/%
1000	112.3	880.2	84.6	1.4	4.3	1 082.9	0.1
1001	107.5	870.8	85.9	1.0	2.8	1 068.1	-1.2
1002	117.3	886.4	89.6	1.1	1.7	1 096.1	1.4
1003	110.6	873.9	89.3	5.0	-0.1	1 078.8	-0.3
平均值	111.9	877.8	87.4	2.1	2.2	1 081.5	0
标准差	4.1	6.9	2.5	1.9	1.9	11.6	1.1

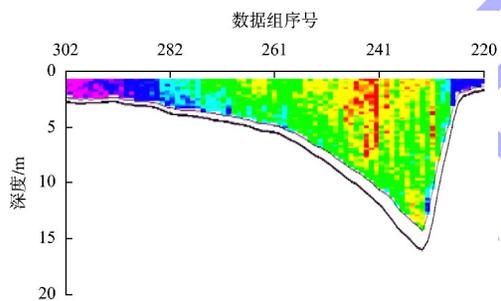


图8 1号测流断面流量

3 实施原型观测时的注意事项

1) 电站对观测的影响。山区河流一般都建有电站,上游电站的发电和泄洪会对原型观测产生影响。在启动原型观测之前,需要考虑高洪水位的出现概率和时间。2) 进行现场技术交底和现场检校。在原型观测作业前,对参与人员进行技术交底,并做好船舶签证准备和人员组织工作。进场后,对需要使用的仪器设备进行现场检校,确保其准确性和稳定性。3) 控制测量坐标系统选择。选择适合工程设计和满足施工对投影长度变形要求的测量坐标系统。4) 注意重点部位的细部测量,尤其是滩险河段的测量。测深线的布置原

则上应与原有测图断面基本一致,以便比对和分析。5) 控制水文观测中的关键环节,包括水尺位置的选择、表面流速和流向的测量。每个测次的水位观读、流速流向航迹线测量和大断面流量测量等水位测量需要时间同步,并确保在同一位置进行测量。在枯水期、中水期和洪水期,需要确保水尺位置和测流断面等在同一位置进行观测。6) 做好数据记录和管理,确保数据的准确性和完整性,并按照规定的格式进行存储和备份。7) 注意安全问题,严格遵守安全操作规程,确保人员和设备的安全。8) 定期检查和维护测量设备,确保其正常工作。及时处理设备故障和损坏,以保证测量的连续性和准确性。9) 关注环境保护,遵守环境保护法规,减少山区对河流周围生态环境的影响。

4 结语

1) 控制测量采用千寻知寸网络 RTK 测量方法,提高作业效率,保证了测量精度。

2) 地形测量采用无人机航空摄影测量和无人

船多波束水下地形测量技术,将先进的测量技术应用于航道测量,提高测量效率,缩短测量时间,丰富航道测量成果的内容,提高航道设计的水平。

3) 水尺测量采用实时水位数据采集系统,相较于人工观读,具有高精度、低成本等优势,并可长期使用。流速流向测量采用浮桶配合网络GNSS RTK法进行,相比传统的前方交会法,时间间隔更精确,位置精度更准确,提高了作业效率。航迹线观测采用网络RTK方式,完美展现船只的航行轨迹。大断面流量测量采用无人船搭载走航仪ADCP测量,实现全自动测流,使流量测量更精确,误差控制在1%以内。

4) 通过原型观测方法的应用,取得了较好的观测效果,并满足山区河流航道整治原型观测的要求,为山区河流航道整治与航道设计提供技术支持和参考。

参考文献:

- [1] 原辉,梁秀忠,赵琼娟.山区河流航道整治方法综述[J].水利科技与经济,2011,17(11):22-24.
- [2] 詹世富.航道工程学(Ⅱ)[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [3] 王永兴,周俊伟.内河生态航道建设综述[J].水运工程,2022(9):106-111.
- [4] 祁学斌,潘帮文,万鹏,等.长江下游东北水道原型观测技术实施方案[J].中国水运(下半月),2015,15(8):271-272.
- [5] 韩亚民,江木春.江乌航道整治工程水文泥沙原型观测方法与实践[J].海洋测绘,2023,43(4):42-46.
- [6] 陈建桥,万鹏,甘建国,等.浅谈航道整治初设原型观测内容及技术要点[J].测绘与空间地理信息,2016,39(12):203-204.
- [7] 梁向棋,舒晓明,曹树青,等.长江下游黑沙洲水道原型观测技术实施[J].中国水运,2014(9):60-61.
- [8] 唐立明,袁红喜,彭云.长江中游荆江航道整治工程控制测量的投影变形问题的分析和解决[J].现代测绘,2014,37(2):29-30,35.
- [9] 沈杰.水利工程河道地形测量技术探析[J].水利技术监督,2021(11):117-120,124.
- [10] 卢自来.长江上游河流航道观测及整治的应用分析[J].中国新技术新产品,2022(5):137-139.
- [11] 沃玉报,殷鹏远,朱春光,等.长江南京新济洲河段河道整治工程实践[J].人民长江,2021,52(S2):12-14.
- [12] 应航震,张正康.我国水文测验驻测、巡测、遥测发展述评:以浙江省为例[J].中国防汛抗旱,2023,33(6):73-76.
- [13] 江木春,王柱,洪剑.千寻位置在江乌航道测量中的应用[J].水运工程,2019(7):179-183.
- [14] 中交天津航道局有限公司,中交天津港航勘察设计研究院有限公司.水运工程测量规范:JTS 131—2012[S].北京:人民交通出版社,2012.
- [15] 卢自来,刘超群,朱运权.“水陆空”一体化测量在航道测量中的应用[J].中国水运(下半月),2023,23(3):59-62.
- [16] 刘超群,卢自来,刘敏,等.基于无人机和无人船的河(江)道地形测绘技术应用[J].水运工程,2023(S1):138-142.
- [17] 刘强,翟国君,卢秀山.船载多传感器一体化测量技术与应用[J].测绘通报,2019(10):127-132.
- [18] 冯玉全,卢自来,高桃峰.几种新测绘方法在西部航道原型观测中的应用[J].水运工程,2023(7):164-168.

(本文编辑 王传瑜)

著作权授权声明

本刊已许可《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司、北京万方数据股份有限公司、重庆维普资讯有限公司、北京世纪超星信息技术发展有限责任公司以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含上述公司著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

《水运工程》编辑部