

# 水文缆道与视频流量测量设备比测误差分析及校正

钟超

新疆维吾尔自治区阿勒泰水文勘测中心

DOI:10.32629/hwr.v9i12.6732

**[摘要]** 水文缆道测流技术在河道高水位、急流和深槽条件下具有测量安全性高、数据稳定可靠等优势,是我国水文测验长期采用的重要手段。近年来,随着水资源监测手段的智能化发展,视频流量测量设备因其非接触性、数据采集频密及远程可控等特点,被广泛应用于洪水流量监测场景,逐渐成为缆道测量的重要补充。两种设备同时应用时的比测误差分析,是确保数据一致性和提升流量测验准确性的关键内容。文章基于现场监测实践,对缆道测流与视频测流在流速识别、断面参数解析及采样方式上的差异进行分析,从水面特征提取精度、水体光照干扰、波浪扰动和设备标定误差等角度探讨误差来源,并提出基于断面修正、流速换算关系拟合、像素映射校正和动态补偿的误差校正策略。

**[关键词]** 水文缆道; 视频流量测量; 比测误差; 数据校正; 流速识别

中图分类号: P331 文献标识码: A

## Error Analysis and Correction of Hydrological Cableway and Video Flow Measurement Equipment

Chao Zhong

Altay Hydrological Survey Center, Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** Hydrological cableway flow measurement technology demonstrates advantages such as high measurement safety and stable data reliability under conditions of high water levels, rapid currents, and deep channels in river channels. It has long been an essential method for hydrological monitoring in China. In recent years, with the intelligent development of water resource monitoring technologies, video flow measurement devices have been widely applied in flood flow monitoring scenarios due to their non-contact nature, frequent data acquisition, and remote controllability, gradually becoming an important supplement to cableway measurement. Comparative error analysis when using both devices simultaneously is crucial for ensuring data consistency and improving flow measurement accuracy. Based on field monitoring practices, this article analyzes the differences between cableway flow measurement and video flow measurement in terms of flow velocity identification, cross-sectional parameter analysis, and sampling methods. It explores error sources from perspectives such as water surface feature extraction accuracy, illumination interference, wave disturbance, and equipment calibration errors. The paper proposes error correction strategies including cross-sectional correction, flow velocity conversion relationship fitting, pixel mapping correction, and dynamic compensation.

**[Key words]** Hydrological cableway; Video flow measurement; Comparison error; data correction; Flow velocity identification

### 引言

水文监测工作是防洪减灾、水资源管理及河道治理的重要基础,其测量精度直接关系到水情信息的准确报送和工程调度决策的科学性。水文缆道作为传统测流手段,依赖断面布设与机械采集方式,能够获得断面速度分布信息,为准确计算流量提供基本依据。但缆道测验通常人工参与度高,时间分辨率不足,难以满足洪峰高速过程中的连续数据需求。随着视觉识别、图像

处理和智能算法的发展,视频测流技术实现了非接触式流速反演,能够持续监控水面运动特征,为洪水流量动态估算提供条件。不同测验技术的融合使用成为水文监测的必然趋势,而两者差异所带来的比测误差对监测数据统一性提出挑战。因此,有必要深入分析误差产生机制,通过合理校正方法提升视频测流数据与缆道测流数据的匹配程度,形成高可靠性水文流量监测体系。



视频测流依赖图像信息反演速度, 视角改变、镜头倾斜及设备移动会显著影响精度, 因此必须做好标定与视角修正。通过布设岸边固定标志点或参考尺, 建立像素坐标与真实空间距离的映射关系, 并采用多标点配准方式提高标定稳定性。对于倾斜拍摄或远近差异场景, 可利用几何校正与透视变换算法, 消除摄像机安装误差造成的成像畸变。同时, 通过改进水面纹理追踪和漂浮物识别算法, 提升特征检测的鲁棒性, 使流速反演更稳定可靠。图像噪声处理与光照变化适应性算法的引入, 也可在洪水期浑水背景下保持特征识别质量。必要时可采用多机位交叉校正, 实现视角补充, 提高整体测量精度。

此外, 完整的比测校正体系还需辅以质量管理机制, 例如针对对不同水位段和季节开展周期性复测, 对校正方程进行更新迭代; 建立异常值自动预警和模型稳定性评价指标, 确保成果一致性与可追溯性。通过上述三类方法协同应用, 可构建集静态标定、动态补偿与实时监测于一体的高精度视频测流校正体系, 使其在多水文情景下保持可靠表现, 从而更好支撑水文信息化建设与流域智慧防洪能力提升。

#### 4 比测分析与校正在水文业务中的应用意义

##### 4.1 提升洪水监控时效性

在洪水突发与水位快速上涨的情境下, 传统人工缆道测流存在布设时间长、作业风险高、观测频率低等问题, 难以满足应急监测需求。视频测流技术基于远距离拍摄与自动识别算法, 可在不断水、不进入河道的条件下进行高频数据采集, 实现分钟级甚至秒级的流速更新。通过比测校正, 将视频测流结果与缆道测流、声学多普勒测速等成果统一标定, 使数据精准度得到保障。洪水来临时, 系统可持续记录洪峰前、中、后不同阶段的流量变化, 为防汛调度提供更连续的水动力信息支撑, 大幅提升预警能力与应急响应速度。此外, 视频测流具备自动触发功能, 可根据水位变化智能启动采集, 减少人为干预, 提高监测时效性, 使水文部门能够提前掌握险情演变规律, 有效降低灾害风险。

##### 4.2 推动水文信息标准化管理

水文信息长期存在设备多源化、数据格式差异大、监测精度不一致等问题, 影像资料比对与评价。通过比测校正技术, 将视频测流数据与传统测流成果进行反复对比与误差修正, 可形成统一的测验标准体系, 确保数据在时序连续性和区域一致性上的可靠表现。标准化的数据不仅便于建库存档, 还能与历史统计资料无缝衔接, 为趋势分析、径流变化研究及水资源管理提供可信依据。与此同时, 通过数字化平台管理视频测流资料, 可实

现数据自动汇聚、质量实时检测与可视化展示, 使流量信息管理由“静态存储”升级为“动态监管”。由此, 水文信息建设将从单一观测向综合服务转型, 助力构建全国水文数据互联互通与共享应用格局, 为水利规划、防洪形势研判和生态调度提供标准化、长期化的数据基础。

#### 5 结语

水文缆道与视频流量测量设备互为补充, 是水文测验技术体系中的重要组成部分。在实际应用中, 由于测流机理与采样方式不同, 两者比测数据存在偏差, 开展误差分析与校正对于提升数据统一性和监测能力具有重要现实意义。通过对误差来源的分类分析, 构建关系拟合、断面补偿与图像标定等多层次校正方法, 可显著改善视频测流设备的数据可靠性, 使其能够更好地满足洪水过程监测需求, 为水文业务数字化转型提供技术支撑。未来应进一步提升算法智能化水平, 加强大数据分析在比测校正中的应用, 同时完善现场标定制度与信息共享机制, 使多源测验数据融合更加紧密, 为我国水文监测精细化发展夯实基础。

#### [参考文献]

- [1] 崔建和, 宋涛, Liu Jungang. 现代化水文缆道绞车技术应用[C]//河海大学, 河北工程大学, 浙江水利水电学院, 北京水利学会, 天津市水利学会. 2023(第二届)城市水利与洪涝防治学术研讨会论文集. 黄河水利委员会三门峡库区水文水资源局, 2023: 123-126.
- [2] 景凤. 在水文路上传承精彩[N]. 中国水利报, 2023-10-19(004).
- [3] 黄振贤. 跨河水文缆道信号传输与智能化维护技术[J]. 广西水利水电, 2023, (01): 43-46.
- [4] 黄余文. 水文缆道设计及应用[J]. 云南水力发电, 2022, 38(12): 117-121.
- [5] 方立, 李宇浩. 三角投影法在智慧水文提档建设关键技术的应用[C]//中国水利学会. 2022中国水利学术大会论文集(第四分册). 河南黄河水文勘测规划设计院有限公司; 黄河水利委员会河南水文水资源局, 2022: 42-47.
- [6] 李盛洪, 金建辉. 水文缆道信号高可靠性传输系统[J]. 陕西理工大学学报(自然科学版), 2022, 38(04): 8-13+22.

#### 作者简介:

钟超(1986—), 男, 汉族, 新疆阿勒泰人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 水文勘测与自动化设备监测运用应用精细化发展。