

团体标准《图像识别法河流流量测验规范》 (T/CHES 99-2023)贯标说明

陈华¹, 刘继军², 王衡生³, 于洋⁴, 胡飞义⁵, 刘炳义^{1,6}, 项伍林⁶

¹武汉大学水资源工程与调度全国重点实验室, 湖北 武汉

²山东省水文中心, 山东 济南

³福建省水文水资源勘测中心, 福建 福州

⁴水利部海河水利委员会水文局, 天津

⁵郴州市水文水资源勘测中心, 湖南 郴州

⁶武汉大水云科技有限公司, 湖北 武汉

收稿日期: 2024年5月7日; 录用日期: 2024年6月3日; 发布日期: 2024年6月27日

摘要

本文旨在探讨团体标准《图像识别法河流流量测验规范》(T/CHES 99-2023)对现代水文监测的重要性, 分析其引入的必要性, 并详细阐述该标准的贯彻实施程序。通过对比传统河流流量测验方法, 本文将展示图像识别技术在提高测量精度、效率及自动化水平方面的显著优势。同时, 提出一套系统的贯标流程, 总结实际贯标经验, 指导水文监测部门有效采纳并应用此标准, 促进图像识别法河流流量测验的科学化和现代化。

关键词

图像识别法, 流量测验, 团体标准, 水文监测, 贯标程序

Guidance on Implementing the Group Standard “Specifications for River Flow Measurement Using Image Recognition Method” (T/CHES 99-2023)

Hua Chen¹, Jijun Liu², Hengsheng Wang³, Yang Yu⁴, Feiyi Hu⁵, Bingyi Liu^{1,6}, Wulin Xiang⁶

¹State Key Laboratory of Water Resources Engineering and Management, Wuhan University, Wuhan Hubei

²Shandong Hydrological Center, Jinan Shandong

作者简介: 陈华(1977.04-), 福建建瓯人, 博士, 教授, 博导, 研究方向: 流域智能感知与预报, 数字孪生流域, Email: chua@whu.edu.cn

文章引用: 陈华, 刘继军, 王衡生, 于洋, 胡飞义, 刘炳义, 项伍林. 团体标准《图像识别法河流流量测验规范》(T/CHES 99-2023)贯标说明[J]. 水资源研究, 2024, 13(3): 219-223. DOI: 10.12677/jwrr.2024.133025

³Fujian Hydrological and Water Resources Surveying and Mapping Center, Fuzhou Fujian

⁴Hydrology Bureau of the Hai River Conservancy Commission, Ministry of Water Resources, Tianjin

⁵Chenzhou Hydrological and Water Resources Surveying and Mapping Center, Chenzhou Hunan

⁶Wuhan Dashuiyun Technology Co., Ltd., Wuhan Hubei

Received: May 7th, 2024; accepted: Jun. 3rd, 2024; published: Jun. 27th, 2024

Abstract

This paper aims to investigate the significance of the group standard “Specifications for River Flow Measurement Using Image Recognition Methods” (T/CHES 99-2023) in modern hydrological monitoring, analyzing the necessity of its adoption, and elaborating on the procedures for its thorough implementation. By contrasting it with conventional river flow measurement techniques, the paper highlights the substantial benefits of image recognition technology in enhancing measurement accuracy, efficiency, and automation levels. Furthermore, it proposes a systematic approach for implementing the standard, summarizes practical experiences from standard compliance, and directs hydrological monitoring departments on effectively adopting. The application of this standard is helpful for facilitating the scientific and modern advancement of river flow measurement using image recognition techniques.

Keywords

Image Recognition Method, Flow Measurement, Group Standard, Hydrological Monitoring, Standard Implementation Procedure

Copyright © 2024 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/>



1. 引言

流量是单位时间内通过江河某一横断面的水量，是反映水资源量以及江河、湖泊、水库等水体水量变化的基本资料，也是河流最重要的水文要素之一。精确、高效的流量监测技术成为保障水资源可持续利用与防洪减灾决策的重要基石。《图像识别法河流流量测验规范》(T/CHES 99-2023) [1] (下文简称“团体标准”)的出台，标志着我国在水文监测领域向智能化、自动化迈出了关键一步，为传统水文测验方法带来了革新性的转变。本文旨在深入探讨该团体标准在水文监测实施中的必要性及其贯标程序，以期为推动我国水文现代化进程提供理论支撑与实践指导。

长期以来，受制于复杂多变的河流流动特性以及恶劣艰苦的户外作业环境，天然河道的流量测量一直都是一项较为困难的工作。随着科技的飞速发展，图像识别技术以其非接触、全天候、高精度的特点，在诸多领域展现出巨大潜力。在水文监测领域，传统的流量测验方法如转子流速仪法、声学多普勒流速剖面仪(ADCP)等，虽然成熟可靠，但在复杂水流条件下的应用限制日益凸显，尤其是在大范围、连续监测方面。正是基于这样的背景，引入图像识别技术，通过视频或静态图像捕捉水流特征，结合先进的图像处理算法，实现流量的快速、精准估算，从而有效提升水文数据的获取效率与质量[2]。这一创新不仅能够弥补传统测验手段的不足，还为远程监控、自动预警等智能水文系统的构建提供了技术基础，对于提升水文信息服务水平、增强洪水预警预报能力具有深远的意义。

为了统一图像识别法在流量测验中的技术要求、操作流程、质量控制及数据处理方法，填补图像识别法流量测验标准规范的空白，武汉大学和长江水利委员会水文局编制了《图像识别法河流流量测验规范》(T/CHES 99-2023)，该标准详细规定了图像采集设备的技术指标、图像处理算法的选择原则、流量计算模型的建立方法以及测验成果的评估标准，为全国范围内推广图像识别技术在水文监测中的应用提供了科学依据和操作指南。通过标准化流程的实施，可确保不同地区、不同机构间测验结果的一致性与可比性，促进技术共享与互认，加速技术创新成果的转化应用。

2. 团体标准实施的必要性

“十四五”时期是加快水利改革发展的关键期，也是水文支撑服务能力全面提升的攻坚期。新发展阶段水利高质量发展的标志是实现数字化、智慧化。水文现代化是水利现代化最重要的基础，是实现数字水利、智慧水利的有力支撑。亟需大力推进河流流量监测新技术新设备研发和推广应用，加强基础研究与科技创新，充分运用现代科技手段，打造自动、智能、高效的流量监测技术方法。

河流流量测验经过多年发展虽然取得了长足进步，但与经济社会和水利高质量发展需求相比，河流流量测验基础设施建设在站网布局与功能、监测能力、预测预报和信息服务水平以及基础工作和新技术应用方面存在诸多不足与短板。特别是现有设备都无法实现非接触、全天候、无人值守的流速测量[3]。

与传统测流方法相比，基于图像识别法的流量测验方法具有以下显著优势：1) 测量安全高效。仅需根据拍摄的河流视频与表面图像就可以得到河流流速、流量等信息，避免了以往繁琐的人工操作以及水文测验人员高洪时期的危险作业；2) 测量适用范围广。无论是在普通测量环境下，还是在洪水、河流含沙量大等极端情况或应急抢险情况下均可施测；3) 测量及时准确。可以准确捕捉包括洪峰流量在内的各时段流量信息，实现流量测量动态化、实时化；4) 成本低廉。图像识别法作为河道流量测验的一种重要方法，具有广阔的应用前景和实用价值。因此为了基于图像识别法的河流流量测验方法能快速在市场推广，亟需制定相应的测流标准来规范技术装备的应用和检验产品的精度和适应性。

3. 团体标准的应用实施

3.1. 贯标程序

不同的单位和组织在标准应用实施可根据实际情况采用不同的步骤和方法，标准实施贯标的程序一般分为标准实施体系的确定、标准实施文件编制、标准实施运行这三个阶段。

3.2. 团体标准实际应用经验

《图像识别法流量测验规范》(T/CHES 99-2023)自正式公布实施以来，该技术有关产品已经广泛应用到水文站现代化改造、山洪灾害防治、灌区量测水、入库流量监测、生态流量监测和数字孪生流域建设等各类涉水场景流量监测中。

3.2.1. 团体标准实施体系的建立

在实践中，我们始终坚持按照贯标程序开展技术产品推广工作。经过与业主、建设单位深入沟通交流，充分发挥“产-学-研-用”一体化策略优势，获得广大客户认可，统一了标准实施的思路，运用PDCA循环管理模型保障了标准实施体系质量。

3.2.2. 团体标准实施文件编制

围绕该标准规范要求，我们通过大量的室内外的实验摸索，不断归纳总结和编制标准实施文件，快速形成系列与该技术有关的产品应用的标准化文件，为标准实施运行提供保障。根据技术产品应用的流程顺序(详见图

1), 先后编制了《站点踏勘指导手册》《产品应用标准化方案》《安装实施指导手册》《设备标定指导手册》《设备调试指导手册》《设备运维指导手册》等全套标准化文件。



图 1. 图像识别法河流流量测验产品应用的流程图

3.2.3. 团体标准实施运行

本团体标准第 1 范围章节规定了图像识别法河流流量测验所涉及的内容包含总体要求、仪器设备及安装、流速测量和流量计算等技术要求。有关技术要求适用于天然河流和人工河渠的流速时空图像法流量测验，其他图像方法如粒子图像法、粒子跟踪法、光流法等基本技术环节可参照本团体标准使用、执行。

在标准实施运行前期，需要对用户和建设单位进行集中的标准实施教育培训，保证使用者提前掌握标准内容和重点环节。在标准实时运行过程中，推动设备厂商、设计单位、建设单位、用户等各方单位严格遵守团体标准，根据图像识别法河流流量测验产品的应用流程逐一开展标准实施工作：

1) 在勘察环节，建设单位按照本团体标准 4.1 和 4.4 章节进行现场勘察，通过了解现场测验环境和安装条件来判断图像识别法流量测验的适用性。标准中明确：测验河段选择应符合 GB 50179 [4]的相关规定。主要包括：1、测验河段应顺直，河道顺直长度应大于 3 倍以上河宽；2、测验河段不受下游水工建筑物调蓄、顶托等造成雍水影响；3、现场有可供设备安装的视野开阔场地等。

2) 在方案编制环节，涉及到安装位置选择、安装方式和设备选型的时候，设计单位需要根据标准进行选择，以保证监测精度。在安装位置选择方面，应按照本团体标准 5.1 章节进行位置选择，要保证单台摄像机图像覆盖断面河宽范围不宜超过 100 m，当测验断面河宽超过 100 m 时宜采用多个摄像机组合的方式，且图像重叠范围宜不小于单台摄像机拍摄范围的 5%；在设备选型方面，设备配置选择上要保障设备配置满足测流需要。标准中明确：图像识别法河流流量测验仪器设备应包括摄像机和算法处理器；算法处理器根据安装现场供电与通信条件，可选择边缘终端处理器或算法服务器；边缘终端处理器内存不宜小于 4 GB，存储容量不宜小于 256 GB；算法服务器内存不应小 8 GB，存储容量不应小于 1 TB。在设备采购时，建议将现场详细情况同步给设备厂家技术人员，辅助确认一下设备配置和选型的合理性再下单发货。

3) 在设备安装环节，要严格按照要本团体标准 5.1 章节进行，要注意合理确定摄像头安装位置离水边的距离和高度，保证摄像机拍摄范围应覆盖测验河段水面，沿水流方向图像长度与宽度的比值宜为 3:1，摄像机拍摄俯角不应小于 15°。在进行摄像头固定前，建议将初步设置好的摄像头画面截图发给设备厂家技术人员确认无误后再进入下一个环节。

4) 在现场标定环节，应当在现场应布设地面标定点，采用全站仪测量点面标定点坐标。地面标定点的布设与标定应符合团体标准附录 A 相关规定。标定的操作过程参照本团体标准附录 A 进行，标定完之后，建议保持现场全站仪和标定牌姿态不变，将标定文件、断面数据发给厂家技术人员验证无误后进入下一个环节。

5) 在安装配置环节，应当参照本团体标准 6.1 和 6.2 章节进行设备调试和配置。其中需要注意的是，1、单次流速计算采用的视频历时宜为 5~30 s；2、采用图像识别法测流时，应根据具体情况，选取每 2~5 min 流量平均值作为单次流量测验成果；3、洪水期测验频次宜为每间隔 5~10 min 测量一次，平枯水期测验频次宜为每间隔 30~60 min 测量一次或根据实际需求确定测验频次；4、测速线设置密度应不低于 GB 50179-2015 中测速垂线布设相关规定，并宜根据图像识别法河流流量测验方法的优势加密测速线。

6) 在试运行环节，除了要观察设备是否正常运行之外，还需根据团体标准酌情开展垂线水面流速系数与断

面综合流量系数确定工作。在目前实际应用中,采用比测流量数据和图像识别法测得的虚流量进行对比分析确定断面综合流量系数较多。

7) 在运维环节,日常的设备运维建议参照设备厂家有关运维手册开展,参照本团体标准 6.5 章节控制误差。应当保证摄像机固定安装后,高度和角度应保持不变;当测验河段的控制条件发生变化时,应及时对垂线水面流速系数进行校核;应控制摄像机受风力影响的摆动和受强光、弱光影响的图像变形,对摄像机产生的图像畸变应及时进行图像校正;应剔除大风、大雾、暴雨、暴雪等期间的测量数据。遇到复杂问题可以及时咨询设备厂家协助解决。

除此之外,用户在实际使用过程中,对于该团体标准理解上或者约定上有异议,随时可以与设备厂家进行沟通反馈,统一汇总到本团体标准编制单位处进行统一回复,适当的时候可以组织进行标准修编。

4. 结论与展望

本文通过对《图像识别法河流流量测验规范》(T/CHES 99-2023)的深入探讨,总结了该团体标准在推动我国水文监测现代化进程中的核心作用与实施成效。该标准的出台标志着水文监测技术由传统向智能化、自动化转型的关键突破,极大地促进了流量监测的精确度与效率,为水资源管理、防洪减灾提供了坚实的科学依据。实施成效显著,不仅提升了水文数据的实时性和准确性,还通过非接触式的图像识别技术,克服了复杂水域监测难题,减少了人力物力投入,彰显了科技创新在水文领域的强大驱动力。

然而,标准的推广与应用并非一帆风顺,仍面临若干挑战与问题。其中包括图像识别技术在极端天气条件下的稳定性和适应性待加强,图像处理算法的优化升级需求紧迫,以及跨区域、跨机构间数据共享与互认机制尚需完善。此外,如何有效整合图像识别技术与其他传统测验方法,形成互补优势,也是未来发展中需深入研究的课题。展望未来,图像识别技术在水文监测中的应用将更加广泛且深入。持续的技术迭代与算法优化将是提升测量精度和扩大应用范围的关键。同时,结合人工智能、大数据等前沿技术,构建智能分析与预测平台,将进一步强化洪水预警预报能力,提升水文信息服务水平。我国水文监测现代化的发展方向应侧重于构建集成化、网络化的智能监测体系,实现从数据采集到信息处理、再到决策支持的全链条智能化升级。此外,加强国际交流与合作,吸收全球先进经验,对于推动我国水文科技持续进步、提升国际影响力具有重要意义。

总之,《图像识别法河流流量测验规范》的发布与实施,不仅是我国水文监测技术革新的重要里程碑,更为探索未来水文科学发展的新路径提供了宝贵的实践经验与理论启示。面对未来,持续的技术创新与标准优化将是推动我国水文监测事业迈向更高层次现代化的不竭动力。

基金项目

感谢水利部重大科技项目 SKS-2022020 对本研究的支持。

参考文献

- [1] 中国水利学会. T/CHES 99-2023. 图像识别法河流流量测验规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2024.
- [2] 陈华, 赵浩源, 黄凯霖, 刘炳义, 王俊. 基于图像智能识别的河流流量计算方法[M]. 北京: 电子工业出版社, 2022.
- [3] 黄炜, 王丽, 王聪聪. 非接触式河流流量监测技术研究[J]. 江苏水利, 2022(9): 19-22.
- [4] GB 50179-2015. 河流流量测验规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2016.