

水文十五五规划中非常规水文测验技术的推广应用

肖博文¹, 钱程²

1.长江水利委员会水文局汉江水文水资源勘测局, 湖北 襄阳 441000

2.襄阳市营商环境发展促进中心, 湖北 襄阳 441000

DOI:10.61369/WCEST.2026010018

摘 要 : 我国水文现代化建设目前面临水资源短缺、极端水文事件频发等严峻挑战, 非常规水文测验技术的创新应用对提升水文监测能力具有重要意义。本文以“十五五”水文规划作切入点, 对非常规水文测验技术的战略定位、现状优势展开系统剖析, 着重剖析遥感水文测验、智能化测验设备、新型传感技术等典型技术的创新应用, 并提出完善技术标准体系、强化人才队伍建设、构建支撑平台等技术推广保障举措。研究旨在给推进我国水文测验技术现代化、提升水文服务保障能力供给理论依据和实践参考, 为达成水文事业高质量发展贡献力量。

关 键 词 : 非常规水文测验; 遥感监测; 智能化测验设备; 新型传感技术; 技术标准; 支撑平台

The Promotion and Application of Unconventional Hydrological Monitoring Technologies in the 15th-16th Water Resources Planning

Xiao Bowen¹, Qian Cheng²

1.Hydrological Survey Bureau of Hanjiang River, Yangtze River Water Conservancy Commission,
Xiangyang, Hubei 441000

2.Xianning Urban and Rural Economic Environment Development Promotion Center, Xiangyang, Hubei 441000

Abstract : Currently, the modernization of hydrology in China is facing severe challenges such as water resource shortage and frequent extreme hydrological events. The innovative application of unconventional hydrological monitoring technologies is of great significance for improving hydrological monitoring capabilities. This paper takes the "15th-16th Water Resources Planning" as the starting point, systematically analyzes the strategic positioning and current advantages of unconventional hydrological monitoring technologies, focuses on analyzing the innovative application of typical technologies such as remote sensing hydrological monitoring, intelligent monitoring equipment, and new sensing technologies, and proposes technical promotion guarantee measures such as improving the technical standard system, strengthening talent team building, and constructing supporting platforms. The research aims to provide theoretical basis and practical reference for promoting the modernization of hydrological monitoring technology in China and enhancing the supply of hydrological service guarantee capabilities, and contribute to achieving high-quality development of the hydrological cause.

Keywords : unconventional hydrological monitoring; remote sensing monitoring; intelligent monitoring equipment; new sensing technology; technical standards; supporting platform

引言

近年来, 气候变化程度逐渐加剧, 水资源开发利用的强度也不断提升, 这种新形势对水文监测提出新要求, 而传统的水文测验技术已难以有效应对这种要求。在此状况下, 非常规水文测验技术的发展以及在实际中的应用, 已然成为水文现代化建设进程里的关键突破口。我国的水文部门在“十四五”期间内, 大力推进非常规水文测验技术的研究和开发以及在实际中的应用, 取得了较大成效。展望“十五五”期间, 推广并且运用非常规水文测验技术, 对于提高水文监测的实际能力、提高防御水旱灾害的能力, 以及有力地支撑国家水安全战略, 都有至关重要的意义。

作者简介:

肖博文 (1992.07 —), 男, 湖北襄阳人, 本科, 工程师, 研究方向: 水文监测与水文分析计算;

钱程 (1990.05 —), 女, 湖北襄阳人, 研究生学历, 研究方向: 设计。

一、非常规水文测验技术在 "十五五" 规划中的战略定位

(一) "十五五" 水文发展面临的新形势与新要求

随着我国经济社会高质量推进以及生态文明建设不断深入,水文事业发展面临着前所未有的机遇和挑战。全球气候变化令水文气象要素的时空分布规律发生较大改变,极端水文事件频繁产生,传统的水文测验体系难以契合精细化与实时化的监测标准。城市化进程加速带来的下垫面变化、水资源开发利用方式的转变,以及生态环境保护要求的提升,都给水文监测提出了更高要求。“十五五”时期,国家针对水安全保障能力建设制定全新的战略规划,需要水文工作在全方位上帮助国家水治理体系及治理能力迈向现代化,这便要求水文测验技术在监测精准度、时空分辨率、自动化水平以及智能化程度等各方面取得质的突破。水文数据作为关键的基础性公共产品,其获取路径需要越发多元化、标准化以及规范化,以此支持水资源的优化配置、水生态的保护修复、水环境的综合整治等重大需要。在此背景之下,推动非常规水文测验技术的创新发展与推广应用成为“十五五”水文现代化建设的必定之选。

(二) 非常规水文测验技术的现状优势

传统水文测验方法通常受到时间和空间限制,无法满足现代水文测验对实时性和准确性的需求。随着无人机遥感技术的快速发展,其在水文测验中的应用逐渐受到关注。无人机遥感技术相较于传统水文监测方法在效率上有显著提升,特别是在广域测量中优势突出。在长时间、周期性的数据采集任务中,无人机能通过编程设定飞行航线,实现精确的重复性监测,有助于进行时空变化分析。无人机具有良好的地形适应性,能够在地面监测难以抵达或条件复杂的地区开展测量,极大拓展了水文监测的覆盖范围。在传统监测中,山地、峡谷和偏远河段的测量面临较大挑战,而无人机可以灵活穿越地形障碍,轻松抵达目标区域,进行水位、流速和地形数据的稳定采集。此外,无人机能对于无人机而言,因其具备整体体积小且重量相对较轻的特点,而且在操作过程中灵活性非常高。在常规监测中,无人机可以灵活调整飞行路径和观测参数,确保数据采集的连续性和全面性。这种灵活、实时的特性不仅显著提高了监测的时效性,也大幅提升了数据的利用价值,为动态环境下的水文管理和应急响应提供了及时、可靠的数据支持,也为水文监测提供了新的解决方案。^[2]

(三) 非常规水文测验技术在水文现代化建设中的重要性

非常规水文测验技术是水文现代化建设的核心驱动力,正深度改变着传统水文测验模式。于防洪减灾这一方面,新型传感器网络以及智能监测设备的运用提高了洪水预警的时效性与准确性,给流域防洪调度提供了科学的决策支持,特别在山洪灾害多发区域,非常规测验技术开展了对险工险段的全天候监测工作,有效降低了灾害风险。在水资源管理这一领域当中,非常规水文测验技术打破了传统人工测验的局限性,开展了水量、水质参数的自动化、连续化监测工作,运用物联网的智能化测验设备可实时取得河流、湖泊以及地下水动态变化信息,借助这些信息,为水资源优化配置以及生态环境保护拥有了可靠数据支撑。^[3]这些技术创新将水文监测的空间覆盖率和时间连续性提高了许多。从长远发展视角而言,非常规水文测验技术的推广以及应用,将会把水

文监测朝着数字化、网络化以及智能化方向推动转型,是建设新时代智慧水文的重要基石。

二、典型非常规水文测验技术的创新应用

(一) 遥感水文测验技术的突破与应用

遥感水文测验技术属于非常规水文测验的前沿范畴,在“十四五”阶段取得了多项关键技术成果,随着高分辨率对地观测卫星系统的不断完善,能高精度动态监测江河湖泊的水域面积、积雪覆盖范围以及地表的含水量。这些参数,在长江、黄河等关键流域的洪水灾害监测过程当中,卫星遥感技术运用全方位的数据为应急决策提供了支持。^[4]无人机遥感平台的广泛运用开创出了水文测验的新模式,运用搭载多光谱相机以及激光扫描仪的无人机系统,可以快速获取河道地形、水面线位置以及洪水漫滩范围等关键信息。无人机遥感影像借助机器学习算法,提高了自动化处理效率。^[5]新型雷达水文监测网络的构建,对降水观测能力有明显提升,运用双偏振天气雷达以及X波段相控阵雷达协同作业,能提高降水量估测的精准度,借助多源遥感数据的融合剖析,形成了全流域覆盖的精细化降水监测成果,给水文预报与防洪调度提供了科学根据。

(二) 智能化水文测验设备的研发与推广

智能化水文测验设备的研发及其应用,意味着水文测验技术步入智能时代,新一代智能化测流仪器运用声学多普勒原理,配备高精度传感器阵列,创新研发走航式多普勒测流系统。依靠新技术打破传统测流方法在暴雨洪水期间难以施测的限制,使洪水期测流作业的安全性和准确性得到提高。^[6]自动化泥沙采样系统的推广运用,解决了传统人工采样工作量大与时效性差这些问题,运用物联网技术的智能泥沙采样器,可依预设条件自动触发来进行采样,实现了泥沙含量的连续监测。采用激光散射原理的在线监测设备得以快速获取泥沙粒度分布特性,给泥沙输移规律研究提供了高质量数据支持。水质在线监测设备的技术创新主要于传感器性能提升以及智能化程度提高这两方面有所呈现,新型多参数水质传感器融合了温度、pH值、溶解氧、电导率等多种测量功能,达成了水质指标的一体化监测,配备边缘计算模块的智能监测终端拥有数据异常识别与自动校准功能,极大提高了监测数据的可靠性。

(三) 新型传感技术在水文测验中的应用

新型传感技术于水文测验领域的创新运用正引领测验方式的变革,声学多普勒测流技术凭借超声波散射原理,达成了河流速剖面的高精度量测。运用固定式与走航式相结合的布置方案,构建了全断面连续监测网络,提升了测流精准度,还做到了复杂水流条件下的自动化观测。该技术在江大河流量测验里的成功采用,有效解决了传统测流方法难以处理的深水、高流速测验难题。^[7]开展光纤传感监测系统的部署工作,为开创分布式监测水文要素的新模式提供了可能,运用分布式光纤温度传感这项技术,可达成对河床渗流、地下水补给等一系列水文过程的连续监测目标,并且在堤防安全监测领域,光纤应变传感网络可将关键作用充分发挥出来,及时察觉堤防渗漏及变形方面所存在的隐患。这些新型传感技术的集成应用,使得水文监测在空间分辨率与时间连续性上都获取了提升。运用计算机视觉的图像识别测验技术以

实现水位、流量等要素进行非接触式测量，借助部署高清摄像设备并且结合深度学习算法，可自动识别水尺读数、提取水面特征，对偏远地区和险工险段的水文监测而言，是提供功能的新技术手段，这些新型传感技术的推广运用，正促使水文测验朝着智能化、无人化方向飞速发展。^[8]

三、非常规水文测验技术推广应用的保障措施

（一）技术标准体系建设

技术标准体系建设是保证非常规水文测验技术规范化的核心关键。^[9]应开展对水文遥感监测技术规范、智能化水文测验设备技术要求等行业标准的制定，重点对测验方法、数据处理流程以及成果质量要求给予规范。这些标准的拟定能为非常规水文测验技术的推广运用给出统一的技术支撑。构建质量控制体系重点在于解决测验数据的可靠性这一问题，建立起从设备标定、现场测验一直到数据处理整个过程的质量管理机制，并制订基于不确定度评估的数据质量控制办法。借助建立设备检定实验室，开展测验仪器的定期检验以及性能评估工作，来保证测验数据的准确性以及可比性。研发智能化质量控制软件平台，达成测验数据的实时核查与异常识别。^[10]数据管理规范进行完善，重点解决非常规测验数据存储、共享及应用问题，制定出统一的数据格式标准以及元数据规范，达成多源异构数据的有效整合。依靠构建分布式数据库系统，保障测验数据安全存储并且高效访问，制定数据共享管理办法，将数据使用权限以及共享机制明确下来，推动水文数据资源的充分运用。这些规范化举措为非常规水文测验技术的业务化运行筑牢了坚实基础。

（二）人才队伍建设

人才队伍建设对于非常规水文测验技术的推广应用起着核心支撑的作用，在专业人才的培养过程中，积极推动产学研展开合作，和高等院校一同构建水文测验技术的实践基地，并设立专项的研究生培养计划，借助校企联合培养的模式，着重培养有跨学科知识背景的复合型人才。^[11]在技术培训体系建设工作的开展中，选用线上线下相结合的模式，构建出多层次、全方位类型的培训网络。在非常规水文测验技术培训基地配置先进的实训设备以及

教学资源，开发系列化培训教材以及在线学习课程，以便可使培训资源的标准化以及规范化得到实现。创新团队建设运用“以老带新”以及“创新引领”这两种方式相结合，打造了一批专业团队，这些团队技术过硬、有着极强的创新能力，设立技术创新工作室，鼓励技术骨干去开展技术攻关与创新研究的相关工作。借助技术比武、技能竞赛等活动，营造出良好的创新氛围，促进技术交流以及成果分享。

（三）支撑平台建设

支撑平台的建设乃是保障非常规水文测验技术高效运行的关键依托，数据共享平台选用微服务架构来进行设计，达成了多源水文数据的统一管理以及快速调用。该平台融合了遥感影像、传感器数据以及常规测验成果，搭建起了标准化的数据资源池，依靠构建分布式存储系统以及智能检索机制，极大地提高了数据服务效率。技术集成平台重点去解决非常规测验技术系统化应用的问题，借助云计算与边缘计算技术，搭建起测验设备远程管理这一系统，达成了设备状态监控以及参数配置的集中管理，研发了测验数据实时处理的模块，支持多种测验方法数据的融合分析。业务化应用平台努力提高非常规测验成果的实际应用价值，构建了有专业化的应用系统，该系统可契合不同用户需求，能在防汛抗旱、水资源管理等业务领域开展精细化管理工作，给非常规水文测验技术的持续推广提供了有力的支持。

四、结语

非常规水文测验技术的创新和发展，正在重塑传统水文测验模式，驱动着水文监测朝着数字化与智能化的方向实现转型。这些技术上的突破，让水文测验的精度得以提高，效率得以提升，同时还为水资源的管理以及防灾减灾工作提供了强大的支撑。未来要强化技术的创新与标准化的建设，完善人才培养机制，构建起协同而且高效的技术支撑体系。凭借持续不断地推进非常规水文测验技术的推广与应用，必定可有力地支撑国家水安全战略的实施，推动水文事业迈向高质量发展，为生态文明建设以及经济社会的可持续发展贡献出积极的力量。

参考文献

- [1]王松吉，宋君，陈沐. 无人机低空遥感技术在水文监测中的应用 [J]. 珠江水运, 2023, (17): 84-86.
- [2]裴丁彦，高明. 基于无人机遥感技术的水文测验方法研究与应用 [J]. 科技与创新, 2025, (11): 155-158.
- [3]刘杨. 遥感技术在水文水资源勘测中的创新应用研究 [J]. 水上安全, 2025, (20): 52-54.
- [4]袁杨林，赵思林. 基于遥感技术的区域水文地质条件分析与应用 [J]. 地质装备, 2025, 26(05): 22-27.
- [5]刘建平，孙松松，高福伟，等. 基于卫星遥感技术的近海海域海冰状态监测方法 [J]. 港口航道与近海工程, 2025, 62(05): 91-95+100.
- [6]韩昭君. 基于遥感技术的水文监测与水资源管理优化研究 [J]. 水上安全, 2025, (18): 52-54.
- [7]陈鹏飞，乔亚明，尹伟言，等. 河湖管理范围划界低空遥感技术应用 [J]. 测绘技术装备, 2025, 27(03): 63-67.
- [8]曹鸽琴，巩琳. 利用遥感技术评估水文水资源变化的案例分析 [C]// 广西网络安全和信息化联合会. 第十一届工程技术管理与数字化转型学术交流会论文集. 黄河水利委员会中游水文水资源局, 2025: 106-108.
- [9]侯晓彬，闫鹏飞. 现代化信息化技术在水文勘测中的应用研究 [J]. 水上安全, 2025, (14): 79-81.
- [10]刘伟才. 卫星遥感技术在地下水位监测中的应用 [J]. 中国新技术新产品, 2025, (05): 34-36.
- [11]李少鹏. 现代水文监测技术对洪水预报精度提升研究 [J]. 能源与节能, 2025, (S1): 200-202+228.