

# 淮河入海水道水文测验系统提升分析

左亚会 郭亚伟 何 蕾 徐 策  
江苏省灌溉总渠管理处 江苏 淮安 223000

**摘 要:** 淮河入海水道是淮河流域防洪体系的骨干工程,其水文测验工作的精准性与时效性直接关系到下游地区的防洪安全。当前,沿线关键闸站已实现水位监测的全面自动化,但在流量监测、人员配置及应对未来二期工程高标准要求等方面存在显著短板。本文立足于实际水文测验视角,结合二期工程建设带来的防洪标准升级需求(设计泄洪流量提升至 $7000\text{m}^3/\text{s}$ ,防洪标准达300年一遇),系统分析了水文测验的现状与突出问题,并从补齐基础设施短板、创新运维模式、强化队伍建设、对标二期工程需求四个维度,提出了一套面向未来、务实可行的改进建议,以期为推动该区域水文测验的现代化与智能化转型提供决策参考,助力淮河流域水安全保障能力跃升。

**关键词:** 淮河入海水道;水文测验;自动化监测;水文监测

## 引言

随着淮河入海水道二期的建设,水文测验的建设工作问题日益受到关注。淮河入海水道沿线虽近年已在水文测验的技术、设备力量等方面显著提升,但面对二期工程的防洪标准仍存在不足。基于此,本文以淮河入海水道水文测验现状为研究对象,探讨二期工程水文测验能力提升问题,以期为准淮入海水道二期提供建设建议。

### 1 水文测验现状

#### 1.1 水位监测自动化体系成型,核心节点覆盖扎实

在江苏省水文站网的统一规划与现代化建设部署下,淮河入海水道沿线已在二河新闸、大运河立交、通榆立交、海口闸等四大控制性工程,完成了遥测水位监测系统的全覆盖建设,水位监测已100%实现自动化。各站点结合自身河道特性与水文条件,差异化布设了适配性水位监测设备:其中二河新闸作为入海水道进口龙头枢纽,布设了浮子式水位计;大运河立交、通榆立交和海口闸均布设了非接触式雷达水位计,不受水体泥沙、温度、流速等因素影响,尤其适配行洪期高流速的复杂水体环境。

所有站点均配套了RTU远程终端单元,数据采集日常工况下为1次/5分钟。采集数据通过物联网及专线接入管理处分中心及省水文中心平台,构建了“无人值守、远程监控、故障预警、应急补测”的全流程自动化水位监测模式。自系统投运以来,历年汛期水位数据到报率、准确率均稳定在99%以上,为淮河入海水道的防汛调度、工程日常管控提供了坚实、可靠的基础数据支撑。

1.2 测验要素以水位为核心,流量监测存在结构性短板

与先进的水位监测相比,流量监测是当前体系的薄弱环节。二河新闸作为泄洪控制的关键节点,目前缺乏

固定的过河测流设施,现有的ADCP(声学多普勒流速剖面仪)船测或巡测方式在大流量行洪期间存在一定安全风险,当河道行洪流量超过 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 时,河道内水流流速快、紊动强,测船航行与定点测流存在极大安全隐患,流量超过 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 时常规测船已无法进入河道作业,导致设计行洪工况下的关键流量数据难以及时获取。其他站点也主要依赖人工巡测,自动化程度低,难以满足流量实时报讯和精准调度的需求。此外,沿线站点泥沙、水质、蒸发、风速风向等水文气象要素监测基本处于空白状态,仅依托苏北灌溉总渠沿线雨量站实现降水数据同步采集,无法满足二期工程建成后河道冲淤分析、水生态环境保护、水资源精细化管理的复合需求。

#### 1.3 运维机制初步建立,二期适配性不足

针对已建成的自动化水位监测设备,管理处建立了“分级负责、上下联动、闭环管理”的运维体系,明确了管理处水文站技术统筹、各枢纽管理所现场运维的责任分工,构建了“日常检查+定期巡检+汛期专项检修+应急抢修”的四级运维机制。

日常运维中,各管理所水文人员每周对站点设备开展现场巡查,检查设备运行状态、供电系统、通讯链路和数据采集情况,及时处置设备卡顿、数据断传等常见故障;每季度由管理处水文站组织技术骨干,对全线站点设备开展全面巡检与精度校准,确保水位数据误差控制允许范围内;每年汛前、汛后分别开展专项检修,联合设备厂家对RTU终端、水位计、雨量计等核心设备进行全面检测、参数校准与固件升级,对备用电源、防雷系统进行全面测试;同时建立 $7\times 24$ 小时应急抢修机制,针对设备突发故障,确保4小时内响应、24小时内处置完成。

但这套运维体系是基于一期工程 $2270\text{m}^3/\text{s}$ 的设计标准、

20余台套的设备规模建立的,随着二期工程的全面推进,全线自动化监测设备数量预计将增长3-5倍,设备类型也将从单一水位计扩展至流量计、泥沙在线分析仪、水质多参数监测仪等多类型智能设备,现有运维流程、技术储备、人员力量、备品备件储备均已显现出严重的适配性不足。同时,现有运维模式以现场人工巡检为主,缺乏设备远程诊断、智能预警、全生命周期管理的信息化手段,运维效率低、成本高,难以适配二期工程大规模、多类型、高可靠性的设备运维需求。

#### 1.4 二期工程建设提速,测验能力面临升级考验

淮河入海水道二期工程是流域防洪体系核心骨干工程,对二河枢纽、京杭大运河立交等四大控制性枢纽进行扩建加固,新建改建沿线配套建筑物,同步建设智慧水利管理系统,实现工程全生命周期智能化管理。

工程标准的革命性提升,对水文测验体系提出了“高精度、全要素、强应急、智能化”的全新要求<sup>[1]</sup>。而当前淮河入海水道以单一水位监测为核心的测验体系,已无法匹配二期工程的建设标准与管理需求,若不进行系统升级改造,将成为制约工程防洪效益发挥的核心短板。

### 2 存在的问题

#### 2.1 测验要素覆盖不全,与二期综合管理需求脱节

二期工程的目标是多维度的,涵盖了防洪、排涝、航运、生态等复合功能,但当前“单要素”的测验体系已无法匹配这种综合管理的需求。一是流量监测能力严重缺失,全线缺乏能够常态化、自动化监测大流量的设施;二是泥沙与水质监测完全空白,二期工程对河道的大规模扩挖将显著改变水流条件,可能引发新的河床冲淤问题;三是辅助性水文气象要素监测薄弱,沿线仅有零星的雨量站,缺乏风速、蒸发等气象要素监测,难以满足复杂水情分析需求。

#### 2.2 大流量监测技术缺失,核心站点测验能力不足

技术手段的落后是制约测验能力提升的最致命短板,尤其体现在大流量监测方面。二河新闸作为淮河入海水道的“龙头”,承担着控制洪泽湖下泄流量的关键功能,但在二期工程7000m<sup>3</sup>/s的设计流量面前,目前其大流量即时测流能力较弱。便携式ADCP不仅在操作上难以覆盖宽阔的河道断面,其最大有效测流能力也远低于设计流量。对于大江大河的洪水测验,缆道测流是国际通行的成熟技术,然而在淮河入海水道的关键断面上,目前尚未建设可以支撑大流量监测的缆道测流设施。

#### 2.3 数据应用机制不畅,信息化支撑能力薄弱

当前的水文数据管理呈现出数据应用机制不畅,缺乏融入工程管理系统一体化应用,信息化水平与二期工

程的智慧化调度需求脱节。各枢纽管理所水文数据虽然可以集中在分中心采集平台,但水文数据尚不能完美接入工程管理应用系统,需要通过分中心的数据中转才能将水文数据进行其他应用。这种水文、工管分处不同业务系统中的现状,导致现有平台功能主要停留在数据的存储、查询和基本图表生成上,缺乏面向二期工程调度决策需求的智能化高级应用模块,如基于实时数据的洪水演进模拟、针对7000m<sup>3</sup>/s洪峰的超前预测、河道淤积风险预警等。

#### 2.4 运维体系不完善,人员配置支撑不足

二期工程建成后,全线自动化监测设备(包括水位计、流量计、水质泥沙仪等)的数量预计将增加3-5倍,现有运维体系无论在人力还是技术上都难以承载。运维力量相较不足,当前沿线站点普遍仅配备1-2名水文或工程管理人员,部分偏远站点甚至无固定人员值守<sup>[2]</sup>。现有人员的知识结构多偏向于传统水利工程或水文测量,他们不仅要负责水文测验,还需承担工程管理、设备巡检、数据校核、后勤保障等多重任务,对于新兴的雷达测流、在线水质分析、物联网传感器网络等专业技术缺乏系统性的了解和操作经验。且现有人员队伍的专业背景较为传统,知识更新速度未能跟上水文技术发展的步伐,缺乏既懂水文业务,又精通自动化控制、计算机网络、大数据分析和模型构建的复合型、创新型人才。

### 3 改进建议

#### 3.1 锚定二期标准,优化站网与要素布局

以服务二期工程“300年一遇防洪、多目标综合利用”为根本原则,结合二期工程布局,对现有水文监测站网进行系统性优化重构<sup>[3]</sup>,建设功能完备、布局合理、韧性强大的现代化水文监测站网。

核心站点实现功能跨越式升级,在二河新闸优先建设双轨重型缆道雷达波测流系统,缆道跨度覆盖全河道行洪断面,设计荷载满足7000m<sup>3</sup>/s大流量、高风速工况下的稳定运行要求,搭载非接触式雷达波流速剖面仪,实现全断面流速分布的全覆盖、高精度、自动化连续测量,彻底解决大流量测流的核心难题。在海口枢纽将现有水文站升级为“水位-流量-泥沙-水质”四要素综合监测站,布设固定式ADCP、在线激光粒度泥沙分析仪、多参数水质在线监测仪,实现入海水量、泥沙通量、水质状况的全要素实时监测。

重要节点实现监测要素全面补全,在京杭大运河立交、通榆河立交等分流汇流关键节点,增设固定式ADCP或小型雷达测流系统,实现上下游流量的自动化同步监测;在全线河道典型断面增设3-5处水文气象综合监测站,

配套雨量、风速风向、蒸发等监测设备,完善流域水文气象监测体系,提升洪水预报精度。同时统筹规划建设时序,将水文测验系统升级纳入二期工程主体工程同步设计、同步施工、同步投运,避免后期重复建设。

### 3.2 聚焦技术适配,升级核心测验能力

立足二期工程高标准需求,摒弃传统落后的人工测验模式,全面拥抱自动化、非接触、智能化、国产化的新一代水文监测技术,实现测验技术的跨越式发展。

全面推广大流量在线监测技术,将缆道雷达波测流系统作为关键断面大流量监测的标配技术,在河道宽度适中的断面推广水平式ADCP等固定式在线测流设备,实现全线流量监测100%自动化覆盖,彻底替代传统人工船测模式。积极引入新兴智能监测技术,在全线部署基于5G、LoRa技术的低功耗自组网物联网传感器,开发集成AI图像识别算法的无人机智能巡检系统,结合水下地形智能测绘系统,实现河道堤防、行洪断面、冲淤变化的常态化智能监测。推动监测设备集成化与国产化,优先选用技术成熟、性能稳定的国产集成化监测设备,降低采购与运维成本,提升供应链自主可控能力。同时构建主备双设备、双传输链路、多电源备份的冗余监测体系,确保极端工况下监测系统稳定运行、数据不中断。

### 3.3 强化队伍建设,补齐人员配置短板

围绕二期工程运行需求,构建规模适配、结构合理、技术过硬的水文专业队伍,完善运维管理体系,补齐人员配置与能力短板。

科学核定人员编制,优化岗位设置,确保每个核心站点配备不少于2-3名专职水文技术人员,偏远站点采用“区域中心站+无人值守站点”模式。实施系统化、多层次的人才培训计划,建立“岗前培训+定期轮训+技能考核+职称晋升”的全周期培训体系,每年组织不少于2次的全员集中轮训,确保一线人员熟练掌握设备操作与运维技能;针对技术骨干开展大数据分析、水文模型构建等高级培训,培养复合型技术带头人。完善人才引进与激励机制,出台专项政策引进相关专业优秀人才,建立绩效考核与激励机制,激发队伍积极性与创造力。

### 3.4 构建智能平台,打破数据协同壁垒

以智慧水利建设为引领,打破“信息孤岛”,建设统一、开放、智能、安全的“淮河入海水道智慧水文大脑”

平台,实现水文数据从“基础采集”到“智能应用”的全链条升级。

建设全线统一的数据资源中心,制定统一的数据标准、接口规范与质控体系,将全线水文、工情、雨情、水质、泥沙、气象等各类数据,全部实时汇集至统一云数据中心,实现数据集中存储、统一管理、共享调用,彻底打破数据壁垒。构建全流程智能化数据质控体系,嵌入基于规则引擎与人工智能算法的智能质控模块,实现监测数据实时校验、异常数据自动识别、缺失数据智能补全,建立“自动质控+人工复核”双重机制,确保数据准确率100%。

## 结论

淮河入海水道水文测验体系正处于从传统向现代、从单要素向全要素、从自动化向智能化转型的关键时期。面对二期工程设计泄洪流量提升至7000m<sup>3</sup>/s、防洪标准提升至300年一遇的革命性升级,现有测验体系在要素覆盖、技术装备、数据应用、运维保障、人才队伍等方面均存在显著短板,已无法适配二期工程多目标综合管理的高标准要求。

通过站网优化布局、核心技术升级、人才队伍建设、智能平台构建、保障机制完善等系统性改进措施,可彻底补齐现有体系的能力短板,构建起与二期工程相匹配的“全要素、自动化、智能化、高可靠”的现代化水文测验体系,为淮河入海水道的安全运行、精细化管理与综合效益发挥提供全方位、全周期的技术支撑,进而全面提升淮河流域的水安全保障能力。未来,随着智慧水利理念的不断深入与新一代信息技术的快速发展,淮河入海水道水文测验工作应持续推进技术创新与管理创新,不断深化水文数据的融合应用,逐步实现从“监测感知”向“智慧决策”的全面升级,为淮河流域水利高质量发展注入新的动能。

## 参考文献

- [1]傅维春.深入学习贯彻党的二十大精神推动山东水文事业高质量发展[J].山东水利,2023(9):1-3.
- [2]白岩.新时代水文测验现状与应对措施[J].人民珠江,2023(12):140-143.
- [3]方绍东.云南省水文监测方式改革思路探讨[J].人民长江,2019(6):71-74.