

# 杭州水文现代化发展的思考与展望

姬战生, 王玉明, 张振林 (杭州市水文水资源监测中心, 浙江杭州 310016)

**摘要** 水文科学是水利工作的重要基础, 是推动新时代水利高质量发展的重要支撑。通过总结杭州水文发展现状, 分析当前存在的主要问题, 研判杭州水文现代化的发展目标和总体思路, 提出健全优化的现代化水文站网体系、自动先进的水文监测体系、精准全面的水文分析预报体系、智能便捷的水文信息服务体系、精简高效的水文管理体系等杭州水文“五大体系”建设, 形成“透彻感知、智能分析、精简管理、便捷服务”的现代化水文事业格局, 为杭州水文现代化建设提供重要依据, 有力支撑水利和经济社会发展。

**关键词** 水文现代化; 发展思路; 五大体系; 杭州

**中图分类号** TV 212 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2023)01-0250-03

**doi:** 10. 3969/j. issn. 0517-6611. 2023. 01. 055



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Considerations and Prospect on the Development of Hydrological Modernization in Hangzhou

Ji Zhan-sheng, Wang Yu-min, Zhang Zhen-lin (Hangzhou Hydrology and Water Resources Monitoring Center, Hangzhou, Zhejiang 310016)

**Abstract** Hydrology science is an important foundation of water conservancy work and an important support to promote the high-quality development of water conservancy in the new stage. By summarizing the current situation of hydrological development in Hangzhou, analyzing the main existing problems, studying and judging the development objectives and overall ideas of hydrological modernization in Hangzhou, the construction of “five systems” of hydrology in Hangzhou is put forward, including sound and optimized modern hydrological station network system, automatic and advanced hydrological monitoring system, accurate and comprehensive hydrological analysis and prediction system, intelligent and convenient hydrological information service system, streamlined and efficient hydrological management system. A modern hydrological pattern of “thorough perception, intelligent analysis, simplified management and convenient service” was formed, which provides an important basis for the modernization of hydrology in Hangzhou and strongly supports the development of water conservancy, economy and society.

**Key words** Hydrological modernization; Development ideas; Five systems; Hangzhou

水文作为防汛的“尖兵”和“耳目”, 在水旱灾害防御、水资源保护与管理等方面发挥了巨大作用。但随着新时代国家和行业发展的新要求 and 大数据、云计算、人工智能、图像识别等新一代技术的快速发展<sup>[1]</sup>, 水文在智能感知的覆盖面、自动监测的全面性、预报分析的时效性、便捷服务的多样性等方面存在不同程度的短板<sup>[2]</sup>。作为“重要窗口”的新定位鼓励着杭州水文加强顶层设计, 找准主要问题, 提出针对性的工作举措, 主动拓宽服务领域、丰富服务产品、提高服务质量, 加快实现水文现代化, 打造具有杭州辨识度的现代化水文体系, 更好发挥水文在防洪安全、优质水资源、宜居水环境、健康水生态等建设中的支撑保障作用<sup>[3]</sup>。

### 1 杭州水文发展现状

**1.1 水文站网建设日趋完善** 近年来, 杭州新建、改建了一批水文测站, 开展了国家基本站测站考证、标准化管理创建和水文防汛“5+1”工程建设, 扩大水文监测项目和范围, 基本形成了覆盖比较完善、监测项目比较齐全、标准化管理水平较高的水文站网体系<sup>[4]</sup>。截至 2020 年底, 全市现有各类水文测站 1 778 个, 其中包括水文遥测站点 1 117 个, 气象共享站点 581 个, 城管共享站点 147 个。按测站类别分, 水文站 21 个, 水位站 697 个, 雨量站 1240 个, 蒸发站 13 个, 地下水位站 14 个, 墒情站 15 个。

**1.2 水文监测自动化稳步提升** 杭州现有测站已全部实现雨量、水位、潮位、墒情、地下水水位在线监测, 流量、蒸发、水质主要为驻站监测和巡测。全市 11 个国家基本水文站中有 5 个实现基于 H-ADCP 的流量在线监测, 其他站点流量测验仍以缆道流速仪法为主; 泥沙自动监测尚处于起步阶段, 部分蒸发站已开展自动监测。县级以上行政交接断面水量监测站覆盖率达 100%, 省级报汛站卫星备用通道建设率提高到 100%。

**1.3 水文预报分析能力不断增强** 编制了钱塘江干流桐庐站、富阳站和闸口站、分水江流域分水江站、兰江流域三河站、东苕溪流域瓶窑站和余杭站、运河流域拱宸桥站等主要江河控制站洪水预报方案, 基本实现全市主要江河干流洪水预报方案全覆盖、作业预报全覆盖; 制定了市级洪水预警站“四色”预警发布标准, 实现洪水预警发布全覆盖, 为各级政府和社会公众提供了及时可靠的江河水情预报预警信息, 实现了洪水的“提前知、提前控”。首次将支持向量机<sup>[5]</sup>、深度学习<sup>[6]</sup>等人工智能算法应用于运河河网、东苕溪流域洪水预报和钱塘江涌潮预报, 为水文预报分析提供了新思路。

**1.4 水文信息化水平逐步提高** 建成了杭州市水情数据中心, 实现了实时水雨情信息自动采集、存储、清洗、分发, 实现了遥测数据水文内部省、市、县 3 级共用, 外部与城管、气象等多部门共享。研发了杭州市水旱灾害监测预警平台、水文预警系统、微信报汛系统、水雨情简报系统、等值线绘制系统等, 大大提高了水旱灾害防御工作效率和服务水平<sup>[7]</sup>。在全省率先建成水文资料在线整编系统, 稳步推进了国家基本站的水文资料即时整编。研发取水实时监控管理平台, 强化了近 500 家企业取水监督管理。

**基金项目** 国家自然科学基金项目(51705114); 浙江省水利科技计划项目(RC1901, RB2102, RC2153, RA2202); 杭州市科技计划引导项目(20211231Y086)。

**作者简介** 姬战生(1980—), 男, 河南洛阳人, 高级工程师, 硕士, 从事水文监测预报预警研究。

**收稿日期** 2022-01-28

**1.5 水文服务范围不断拓宽** 落实“最多跑一次”改革,完善水文资料共享管理机制,研发水文信息便民服务 App,为公众提供便捷的水文信息查询服务。每年编制《杭州市水资源公报》《杭州市水资源质量通报》《杭州市水资源资产负债表》,完成跨行政区域交接断面水量核定,为水资源管理提供技术支撑。全年 365 天不间断开展钱塘江潮汐预报,并通过省、市电视台、广播、报纸、官方网站等各种媒介发布潮汐信息,为防潮安全管理、市民游客观潮、交通运输、河道引配水、涉水工程建设等提供技术服务。

## 2 存在的主要问题

**2.1 水文站网覆盖面不足** 水文信息采集主要依靠地面水文监测站网,监测项目以雨量和水位为主,离全面智能感知还有较大差距<sup>[8]</sup>。目前杭州市大中型水库出库流量、乡镇中心区水位、行政村雨量、县级以上河湖水位尚未完全覆盖,市级以上河道流量监测和流域面积 200 km<sup>2</sup> 以上河道流量监测需进一步补充。全市 81 个乡镇中心区,103 个山丘区中心村无雨量监测,大中型水库出库流量自动监测率较低,全市开展泥沙监测的河流仅 2 条,水土保持监测小区仅 1 处,千岛湖湖面蒸发监测空白;重要河道干流段及主要支流汇合口、防洪重要控制节点、保障亚运会等重大活动、支撑重点工程运行管理等测站不足,需适当补充建设。

**2.2 监测自动化水平有待提高** 杭州市尚未完全实现流量和蒸发实时在线监测,未开展系统性的泥沙自动测验。目前大部分水文站采用缆道流速仪法测流,少部分实现固定式 ADCP 测流,蒸发站受客观技术条件限制仍采用人工观测。因山区地理环境复杂,现有监测手段的环境适应性较低,大部分测站仍采用单一信道传输数据,水文要素的漏测、漏报、传输中断等时有发生。

**2.3 预报预警能力短板突出** 水文预报仍以经验预报模式为主,需不同程度地进行人工分析计算,预见期较短;大数据、人工智能等分析应用手段尚未与实时水文预报作业深度融合;兰江、浦阳江等需与周边地市协调的流域洪水预报开展难度较大,流域洪水、钱塘江潮汐自动预报能力明显不足。已建成的洪水预报系统均已运行多年,缺乏有效维护,下垫面及工程实际情况变化较大,且与当前计算机操作系统不兼容,已难以适用。

**2.4 信息分析处理能力不足** 随着水文监测自动化的发展,自动化监测要素增多、监测站点加密,监测数据总量呈几何式增长,但仅 108 个国家基本站数据实现了资料整编,大部分水文遥测数据尚未实现自动化整编;防汛抗旱、水资源管理等自动化情报分析能力不足;水文信息平台一体化建设滞后,水文监测数据、水文分析模型、水文装备管理、水文信息服务等信息化系统尚未集成;云计算、物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术在水文信息分析研究与应用不够<sup>[9]</sup>,难以支撑水文高质量和可持续发展。

**2.5 服务能力亟需提升** 水情分析仍以实时水雨情统计分析为主,对历史水文数据深度挖掘和精加工不足,高技术附加值、多层次的产品化服务不多,高频次智能化分析相对薄

弱,提供的服务自动化和时效性不够,产品质量有较大提升空间,与水旱灾害防御、水资源保护和经济社会发展等需求存在差距。除水雨情简报、洪水预报预警、钱塘江潮汐预报等常规水文分析预报产品外,洪水风险、交通出行、取水管理等贴近人民群众生活实际的水文服务产品不够丰富。围绕杭州水利中心工作和经济社会发展面临的新情况新需求,不能提供更多精细化、多样化水文服务<sup>[10]</sup>。

## 3 杭州水文现代化发展思路

**3.1 发展目标** 围绕水利改革发展总基调,紧扣杭州打造“全国数字经济第一城”“全国数字治理第一城”的定位与部署,积极践行“大水文”发展理念,落实“补短板、强监管”<sup>[11]</sup>,以数据底座为基础,以预报预警为核心,以数字化转型为抓手,稳步推进杭州水文“五大体系”建设,即健全优化的现代化水文站网体系、自动先进的水文监测体系、精准全面的水文分析预报体系、智能便捷的水文信息服务体系、精简高效的水文管理体系,最终形成“透彻感知、智能分析、精简管理、便捷服务”的现代化水文事业格局。

### 3.2 总体思路

**3.2.1 健全优化的现代化水文站网体系建设。**以服务和支撑水旱灾害防御、水资源保护与管理、水生态保护为目标,通过增加监测要素、加密站点布设、统筹站点功能,健全水文站网功能,优化站网布局,逐步实现水文站网管理的自动化、智能化和智慧化,实现水文站网监测“1 个百分百、8 个全覆盖”,即全市专用水文测站标准化率达 100%;所有大中型水库、行政交接断面、平原区重要引配水口门、市级以上河道、流域面积 200 km<sup>2</sup> 以上河道流量监测全覆盖<sup>[12]</sup>,所有县级以上河湖、乡镇中心区水位监测全覆盖,所有行政村雨量监测全覆盖。

通过在重要河道干支流上加密布设水文测站,依托重点工程配套建设水文测站,为保障亚运会等重大活动、控制防洪重要节点、监管重要湖库水资源等建设必要站点,进一步优化完善水文站网。建成一批水文示范站,进一步推进新技术新装备的应用示范;建设水文试验站、河道动植物水生态监测示范站等,为开展科学研究提供基础信息。构建水文站网建设管理指标体系,并定期评估,在保证站网全覆盖的前提下精简优化站网密度。

**3.2.2 自动先进的水文监测体系建设。**充分利用新一代信息和传感技术,构建空天地一体化水文感知网<sup>[13]</sup>,不断提高水文监测时效性和精确性,大幅降低水文监测的人工依赖,全面实现杭州水旱灾害、水资源、水环境、水生态等要素指标的全量程、全过程、全要素、全环境、全自动监测。

基于各水文要素监测技术特点与服务对象实际需求,以攻坚流量、蒸发、泥沙、墒情、含氯度等要素自动监测为重点,积极推进北斗卫星、5G 等新一代通信技术应用,全面提升测站监测标准,不断提高全要素监测自动化水平、监测量程适用性水平、监测环境适应性水平,在国内率先研究监测设备健康管理技术、监测数据质量智能化甄别技术,构建多技术交叉监测、自动化监测为主、巡检驻检为辅,集水文要素自动

化监测、水文设备集成化管理、水文数据智能化甄别于一体的现代化水文监测新格局。

**3.2.3 精准全面的水文分析预报体系建设。**充分利用传统的水文学、水动力学等模型和大数据、云计算、区块链、人工智能算法等新技术,建设“一标一仓一库双平台”,即研编涵盖水文数据仓、工具库、系统平台和数据产品的水文业务通用标准集;基于统一标准构建杭州综合水文数据仓和包括模型库、算法库、方案库的杭州水文预报分析工具库;建设东苕溪、分水江、运河等主要流域洪水预报系统、钱塘江潮汐智能预报系统、中长期预报分析系统等,构建杭州水文预报平台;构建包括知识图谱与知识推理、水文大数据分析、城市洪涝模拟预报、智慧化自动决策分析和发布系统的杭州智慧水文平台。

从标准体系、数据仓、工具库、业务系统、产品集“五个层次”上,通过实用洪水预报方案数字化、数据模型算法产品仓库化、传统模型与智能模型集合化、预报分析评估作业实时化、水文决策支持智慧化“五个阶段”逐步推进,实现全市主要流域洪水预报分析全覆盖,实现全域洪水实时滚动预报,打造全面支撑杭州市水安全保障和强监管需求的智能预报分析体系,提高水文智慧化分析决策支撑能力<sup>[14]</sup>。

**3.2.4 智能便捷的水文信息服务体系建设。**以全面服务水文工作、满足政府部门和社会公众需求为总体目标,建设现代化水文综合管理服务平台,形成水文信息监测、分析、管理、服务全业务链条的智能化管理服务模式。

分阶段建成站网运行智能化监管系统、水文数据质量智能化诊断系统、水文资料智能化整编系统、水旱灾害监测预警系统、水文信息共享服务系统、防汛水情会商系统、信息安全监控系统等功能模块,最终形成集水文数据自动化监测、水文装备智能化监管、水文数据智能化整编、水文信息泛在化服务于体的现代化水文综合管理服务平台,为政府和社会公众提供数据权威可靠、产品形式丰富、发布及时高效、获取方便快捷的水文服务<sup>[15]</sup>。

**3.2.5 精简高效的水文管理体系建设。**建立“标准规范、精兵高效、全面服务、杭州特色”的现代化杭州水文管理体系,建成制度健全、标准规范、多级协同、监督有力的杭州水文治理体系,建设理念现代、工具先进、知识更新、能力胜任的杭州水文人才队伍,推广产学研合作攻关、实验站先行先试的科研创新平台机制,展示以水文铅鱼精神和大运河百年水文为特色的杭州水文文化窗口。

全面完善水文业务管理制度,建设水文业务流程标准规范,建成市县两级水文机构联动合作机制,建立“准入评测—运管监督—跟踪评估”的全链条社会化服务体系。实施“112”人才培养计划,开展水文勘测技能和预报技术竞赛,保障技术人员有提升路径、技能人员有评价机制。开展水文水资源关键技术研究,强化水旱灾害支撑,开拓资源生态服务。弘扬水文铅鱼精神,讲好水文故事,提高水文队伍凝聚力,扩大水文社会影响力。

#### 4 展望

根据浙江省争创社会主义现代化先行省的发展目标,紧扣杭州“全国数字经济第一城”的定位与部署,围绕省市“智慧水利”行动,以共享理念和科技创新两大发展动力为引领,以数字化转型为抓手,稳步推进“五大体系”建设,最终形成“透彻感知、智能分析、高效管理、便捷服务”的现代化水文事业格局,为政府和社会提供全面、及时、便捷的水文服务,有力支撑水利和经济社会发展,在浙江省内展现水文“头雁”风采,在国内争创现代化示范。

#### 参考文献

- [1] 项炳义,吴东.温州市“互联网+河长制”信息管理技术的应用[J].浙江水利水电学院学报,2019,31(3):27-33,37.
- [2] 谷源泽.黄河水文现代化发展思考与展望[J].人民黄河,2019,41(10):16-19.
- [3] 郭世民.新时代湖南水文高质量发展的思考[J].水利发展研究,2020,20(11):29-31,48.
- [4] 姬战生,孟健,陈雪芹,等.杭州市水文事业发展“十四五”规划报告[R].杭州:杭州市水文水资源监测中心,2020.
- [5] 姬战生,章国稳,黄薇.基于在线SVM的平原河网河道水位预报方法[J].安徽农业科学,2021,49(14):191-195.
- [6] 姬战生,章国稳,张振林.基于卷积神经网络的东苕溪瓶窑水文站水位预报[J].水电能源科学,2021,39(8):46-49.
- [7] 张建云,刘九夫,金君良.关于智慧水利的认识与思考[J].水利水电工程学报,2019(6):1-7.
- [8] 刘志雨.我国水文监测预报预警体系建设与成就[J].中国防汛抗旱,2019,29(10):25-29.
- [9] 江丽娟.辽宁省智慧水利总体方案编制思考[J].黑龙江水利科技,2020,48(6):186-188.
- [10] 丁明华,李宇楠.利用SMS构建水情信息服务系统[J].黑龙江水专学报,2008,35(3):84-86.
- [11] 张蕾.衢州市水利工程补短板思考[J].浙江水利水电学院学报,2020,32(2):38-43.
- [12] 苗建中.深入推进“三条红线”实施努力开创淮河流域最严格水资源管理工作的新局面[J].治淮,2014(12):13-14.
- [13] 张建新,蔡阳.水利感知网顶层设计与思考[J].水利信息化,2019(4):1-5,19.
- [14] 刘志雨.我国水文监测预报预警业务展望[J].中国防汛抗旱,2019,29(11):31-34,61.
- [15] 王彦兵,李硕.宁夏水文发展方向及对策浅析[J].中国水利,2016(17):47-49.