

山东省地表水水文站网分析及展望

刘 强,王新华,林长清

(山东省水文中心,山东 济南 250002)

【摘 要】通过站网密度、站网布局、站网功能、站网监测能力 4 个维度,分析评价山东省地表水水文站网现状。并基于新阶段水文工作的新需求和新目标,提出了构建新时期山东水文站网、监测能力、信息服务和管理保障等四大体系的建设构想,阐述建设思路和建设目标,不断完善站网布局与功能,提升水文监测能力,扩展水文服务领域,推进水文发展保障长效化。

【关键词】山东省;水文站网;站网密度;站网监测

【中图分类号】P336

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2024)-12-0068-03

Analysis and Outlook of Surface Water Hydrology Station Network in Shandong

LIU Qiang, WANG Xinhua, LIN Changqing

(Shandong Hydrology Center, Jinan, Shandong 250002, China)

Abstract: The current situation of surface water hydrographic station network in Shandong Province was analyzed and evaluated through four dimensions: density, layout, function and monitoring ability of station network. Based on the new needs and goals of hydrology in the new stage, the paper puts forward the construction concept of four major systems of Shandong hydrology station network, monitoring capacity, information service and management guarantee in the new period. Furthermore, it expounds the construction ideas and construction objectives, constantly improves the layout and functions of the station network, as well as the hydrology monitoring capacity, the hydrology service field, and the long-term guarantee of hydrology development.

Key words: Shandong Province; Hydrographic station network; Network density; Station network monitoring

1 水文站网基本情况

随着“山东省中小河流水文监测系统建设工程”“山东省大江大河水文监测系统建设工程”“山东省水文设施建设工程”“小清河防洪综合治理水文设施工程”等水文工程项目陆续实施^[1],基础设施与监测设备得到更新与改造,新仪器新设备不断引入并推广应用带动监测能力不断提升,水文站点不断增加有效填补了监测盲区,提高了水文监测的覆盖度,水文站网体系日益完善,已基本形成了空间分布科学合理、监测项目完整齐全、测站功能比较完备的地表水水文监测站网。

从水系上看,山东主要流经的黄河下游区、大汶河水系、山东沿海诸小河、运河泗河水系及南四湖区、沂河沭河水系、滨海诸小河、徒骇马颊

河水系、南运河水系等 8 大水系 436 条河流共布设了 922 处水文站,305 处水位站,2 202 处降水量站。从流经河流看,流域面积大于 3 000 km² 的河流 23 条均有水文站控制,255 条 200~3 000 km² 的中小河流中有 214 条有水文站或水位站。经过多年项目建设发展,当前山东省水文站网基本能够控制河流水文情势与满足防汛抗旱的需要。

2 水文站网分析评价

2.1 水文站网密度评价

水文站网密度是评判流域或区域水文站网布设是否科学合理的重要指标,要满足水资源评价和开发利用等最低密度要求^[2]。经计算,山东省

收稿日期:2024-05-12

作者简介:刘强(1991—),男,工程师

水文站网密度为 170 km²/站,已远远超过世界气象组织(WMO)推荐和《水文站网规划技术导则》要求的最低密度要求^[9]。整体上看,全省水文站网密度较为均匀,8 个水系中有 6 个水系水文站网密度在 150~180 km²/站之间,除黄河下游区因水系面积在山东较小而密度较大外,沂河、沭河水系水文站网密度较大,滨海诸小河密度较低。水位站网方面,独立水位站密度为 514 km²/站,加上水文站水位观测项目,水位密度达到 146 km²/站,能够满足山东省防洪和旱情监测的需求。蒸发均为水文站蒸发观测项目,经统计,全省蒸发平均密度

为 1 520 km²/站,满足站网规划导则中的要求。雨量站网方面,独立雨量站密度为 71 km²/站,雨量站加上水文站、水位站兼测雨量的观测项目,密度达到了 54 km²/站,符合站网规划导则中要求的单站最低要求,从水系看大汶河水系密度较大,滨海诸小河与运河泗河水系及南四湖区密度较低。综合水文站、水位站与雨量站站网密度分析,滨海诸小河水系站网密度较低,下一步将对滨海诸小河水系河流水文情势进行分析,结合防汛抗旱需要,适当加大站网布设。密度对照结果见表 1。

表 1 密度评价比较表^[9]

监测项目	山东站网现状/(km ² /站)	《水文站网规划技术导则》要求	WMO 要求	是否符合要求
水文站	170	湿润平原区宜小于 1 000 km ² /站,困难条件下可放宽至 3 000 km ² /站;湿润山区宜小于 500 km ² /站,困难条件下可放宽至 1 500 km ² /站	温带内陆的平原区 1 000~2 500 km ² /站;温带内陆的山区 300~1 000 km ² /站	符合
蒸发站	1 520	2 000~5 000 km ² /站	50 000 km ² /站	符合
雨量站	54	均匀分布,单站面积不宜大于 100 km ² ,荒僻地区可放宽	温带内陆的平原区 600~900 km ² /站; 温带内陆的山区 100~250 km ² /站;	符合

2.2 水文站网布局评价

1)水文站。大河控制站:全省控制流域面积 3 000 km² 以上大河控制站全部位于骨干河流上,经统计分析,各站控制流域面积变化率大都在 10%~15%之间,达到或超过站点布设上限要求,部分控制流域面积变化率较大的站点,其区间主要汇入河流均有水文站控制,大河控制站能够满足《水文站网规划技术导则》要求的干流任何一点内插年径流量误差在 5%~10%的最下限要求。

区域代表站:全省现有区域代表站主要分布在骨干河流中上游及其主要支流、独流入海较大河流上,根据区域代表站控制流域面积将其划分,考察各级别站点数量情况,除大汶河区控制流域面积 2 000~3 000 km² 级别无区域代表站外,其他各区、各级别区域代表站均满足 1~2 处的要求。

小河站:全省小河站主要位于有防洪任务的中小河流和水库上,控制流域面积以 20 km² 以上为主。从各级别小河站水文分区数量来看,小于 10 km² 的小河站小清河流域较多。目前山东省小河站主要是为服务防汛抗旱和水资源管理,

同时为研究平原区、山丘区产汇流规律布设,现状小河站基本满足上述需要。

2)水位站。山东省现有水位站大部分布设于有防洪任务的中小河流和平原水库上,另有部分为城区专用水位站、低洼地水深监测站和潮水位站。南四湖、东平湖、马踏湖、白云湖、芽庄湖等主要湖泊中除白云湖外均设有水位站。水文部门在中型平原水库建有水位站或设立了水位观测设施。4 处潮水位站分别为羊角沟、下营、埕口和东风港,分别为小清河、潍河、漳卫新河、徒骇河入海河口水位站。

3)雨量站。雨量站站点分布较均匀,由南部向中东部逐渐变密。在布局上,全省大中型水库及其流域上游、有防洪任务的河流流域内、城区均布设有雨量站,能够满足防汛及预报需要,但部分乡镇缺少雨量监测站。常年站中,胶东、鲁北地区冬季降雪较多,现有常年站多位于城区外,不利于指导城区除雪工作。

4)河流水文情势控制分析。山东省流域面积大于 3 000 km² 的河流中均有水文站控制,监测覆盖率为 100%;200~3 000 km² 的中小河流 255 条,有水文站或水位站的河流 214 条(有水位监

测的4条),监测覆盖率为84%。尚有部分河流未实现水文监测,不利于防洪指挥、水资源调度、数字孪生流域建设和开展水文映射。下一步将对有监测盲区的中小河流进行分析加强河流水文情势控制,根据规划技术导则要求布设水文站。

2.3 站网功能评价

站网功能评价是分析现有站网在为社会服务方面主要承担何种功能以及可以向各方提供准确高效的资料和信息。根据全省水文站网现状,主要承担着累积长系列资料、水情报汛、用水总量监测、水利工程调度、水资源评价、水情预报、城区防洪、生态流量服务等8项功能。经统计分析,山东省现有水文站网功能较为齐全但功能分布极不均衡,在系统收集水文资料、服务水情报汛、用水总量监测、水资源评价和服务水利工程调度等方面功能较强,但水情预报、城区防洪、生态流量等方面功能较为薄弱,需要加强。

2.4 站网监测能力评价

1)流量监测。山东省流量测验主要是依托水文缆道、交通桥等过河设施,使用流速仪和走航式ADCP人工施测。通过近年来水文设施工程,先后引进固定及移动雷动、侧扫雷达、H-ADCP、V-ADCP、无人机、无人船、视频测流系统等自动测流设备,但尚有许多水文站尚未实现流量自动监测新设备的投产应用。目前建设的流量自动监测设备只适用于中高洪水,无法满足部分水文站服务生态流量保障对低洪水、小流量的监测需求。

2)水位监测。山东省地表水水位监测已全部实现自动化监测,依据《水位观测标准》进行人工校测。自记水位以浮子式、雷达式为主,部分测站安装有气泡式自记水位计,个别测站建有视频水位识别系统。目前部分自记水位计尚不能实现全量程覆盖,如无法测到死水位,部分测站自记水位计防洪标准偏低。

3)蒸发监测。近年来水文设施工程建设先后引进了一批自动蒸发设备,但从应用情况来看,早期建设的自动蒸发设备稳定性、可靠性不高,普遍存在日蒸发量以及降雨时与人工监测误差较大的情况。另外,封冻期均为人工采用20 cm蒸发皿监测,无自动监测手段。

4)降水量监测。山东省雨量站均实现了自动监测,均配备有翻斗式雨量计,部分测站配备有

雨雪量计。在实现自动监测的时段上,目前翻斗式雨量计只能在非冰冻期实现自动监测,常年站的冰冻期观测以人工观测为主,自动化程度较低。

3 存在的问题

一是水文站网布局不均匀。主要表现在部分同河相邻水文站、水位距离过近且之间无明显支流汇入且无明显监测目标,数目偏多,部分水文水位站偏少对主要河流控制不够;蒸发监测区域代表性不强,距离过近或过远;部分乡镇行政区域内缺乏雨量站覆盖,常年雨量站数量偏低,不利于准确计算区域面雨量。

二是水文监测能力不足。主要表现在流量监测自动化水平不高,尚有部分国家基本水文站和绝大多数的中小河流水文站流量监测未实现自动化,只能通过借用交通桥或涉水方式开展流量监测;蒸发监测自动化精度不够,自动化覆盖率低;泥沙监测手段落后,劳动强度大,效率低下,自动化监测技术手段尚不成熟。

三是站网功能发挥不充分。主要表现在开展水情预报、服务城市防洪、生态流量功能薄弱,为防洪减灾、水资源监测等单一目的设立的站点较多,综合功能的比例偏低,不能充分发挥站网功能作用。

四是水文服务水平与发展保障能力不强。主要表现在水生态监测、大运河补水、小清河通航等水文服务大多通过人工监测,智慧化自动化水平不高,水文要素采集、传输和处理分散,缺乏边缘计算和智能应用,且服务于防汛水文测报的测站通讯方式单一,遇有重大自然灾害时易发生通讯中断,缺乏卫星通讯保障,保障能力不强。

4 建议

为此,围绕着站网布局与功能、监测能力、水文服务与保障,提出了山东水文站网发展展望框架,如图1所示。

一是以构建布局合理、功能完备的综合站网体系为基础,全面满足流域、区域和重要部位防洪预报预警及调度,水生态、水资源、水土保持监测与评价,水量调度及区域用水总量监测与分析,河流水、流、沙沿程演变规律分析研究、涉水工程规划设计的需要。(下转第79页)

设备在线、站点展示功能;雨量、水位实时数据校验修正功能;水文职工通讯录功能等。

3 应用成效

“日照水文查询”APP 系统界面简洁、操作简单方便,工作人员无需培训即可使用,提升了水文测报工作灵活性;集成各类水文要素齐全,数据信息安全可靠性,信息量更加丰富,除实现常规水文要素查询基本功能外,软件中还使用了图形统计、地图展示,如等值面、过程线、趋势图等,将水文信息展现得更加生动直观。

APP 系统于 2023 年 5 月试运行以来,系统整体运行稳定,经过 2023 年汛期的考验,系统小、快、灵的高效查询模式,在水文测报实战中得到良好应用,极大地提高了水文测报工作的主动性,提高了响应速度,为实现水文现代化提供了很好的实践。

综上所述,日照市水文中心针对水文测报业务需要,研发了手机 APP 系统,通过对水文要素的全面整合,实现了手机设备随时查询水文信息的功能,极大提高了水文测报一线人员的工作效率、信息化水平和服务能力,为水文信息的高效处理提供了全新的方案,符合水文精细化管理和智能应用的要求,实现了对传统的水文测报业务的有效补充,具有较好的推广意义和应用价值。

参考文献

[1] 王立海,肖志远,高露雄.长江水文移动应用服务系统设计与实现[J].水利信息化,2014(5):26-304.
[2] 赵杏杏,张晓祥.移动水利信息 APP 模块的设计与实现[J].测绘工程,2014,23(7):46-50.
[3] 唐锚,尹晓楠,李霞.北京河长智慧移动终端应用设计与开发[J].人民黄河,2020,42(3):164-168.
[4] 蔡阳,谢文君,程益联,等.全国水利一张图关键技术研究综述[J].水利学报,2020,51(6):685-694.

(责任编辑 崔亚男)

(上接第 70 页)

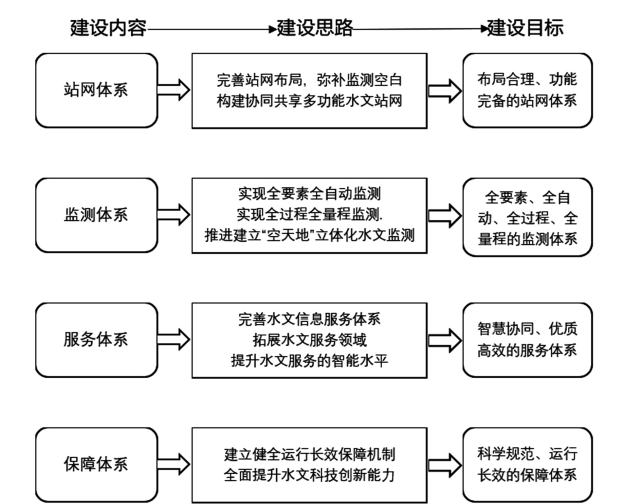


图 1 山东水文发展展望框架

二是以建设全要素、全自动、全过程、全量程的监测体系为关键,实现流量、水位、雨量等水文要素全自动采集、网络传输全保障,卫星通讯全覆盖,实现全天候、全地域、全时段机动监测,通过卫星遥感、无人机、地面监测等手段推进水文立体化监测。

三是以提供智慧协同、优质高效的服务体系为目标,强化自主创新与新技术新设备推广应用,强化算力支撑,建立算力资源池,推进物理分

布、逻辑集中、协同工作的高性能算力建设,为品质更好、时效更高、种类更多的数据服务提供算力支撑。

四是以建设科学规范、运行长效的体系为保障,建立健全运行长效保障机制全面提升水文科技创新能力,全力护航水文现代化建设与高质量发展。

下一步,山东省将锚定构建适应新时代水利高质量发展的现代化水文站网、水文监测、水文服务、水文保障“四大体系”目标,全链条发力,加快推进水文现代化,不断提升水文测报能力,提高水文信息化水平,扩展水文服务领域,为水文高质量发展夯基固本。

参考文献

[1] 陈勇.东营市水文站网现状评价与优化调整[J].山东水利,2023(1):21-23.
[2] 杨增元,林海洋,李君宇.济南市水文站网现状及优化完善对策[J].山东水利,2017(4):41-42.
[3] 中华人民共和国水利部.SL34-2013.水文站网规划技术导则[S].北京:中国标准出版社,2013.
[4] 刘玉玉,宗瑞英,庄会波.山东省黄河流域水文监测站网分析[J].山东水利,2021(9):30-33.

(责任编辑 崔春梅)