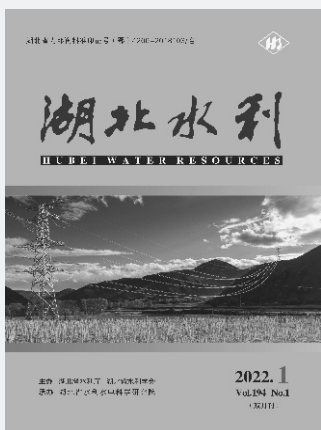




内部刊物 免费交流

双月刊
(1984年复刊)
2022年第1期·总第194期

编委会

主 任 徐少军
副 主 任 刘文平 袁俊光 陈建华
杨金春 江炎生 黄介生
周宜红 李瑞清

委 员 (以姓氏笔画为序)
王小毛 王文凯 王云鹏
王述海 王 煌 方勇生
付冬勇 伍靖伟 向亚红
刘克清 刘峻岭 刘家君
刘家春 江 浩 孙国荣
李典庆 李春生 肖迪松
肖贵清 吴遵雄 宋 平
张小高 张 铁 张笑天
张海川 陈祖梅 周用华
郑 杰 郑治军 胡焕发
姜俊涛 姚海滨 袁达燚
徐自发 高 山 高红民
郭棉明 程国银 程原升
焦 俊 靖泽文 廖 炜
熊 渤 潘 颖 戴柱新

主 编 李瑞清
副 主 编 王云鹏 王 煌 帅移海
关洪林(常务) 熊卫红
翟丽妮

责任编辑 姚 玲
印 刷 武汉科源印刷设计有限公司

目次

综 述 >>>

在2022年全国水利工作会议上的讲话(节选)
.....李国英(1)

抗灾减灾 >>>

富水水库防汛抗旱工作的实践与思考
.....胡惠双 王 杰 易 海(8)
武穴市长江干堤穿堤涵闸管理现状及思考
.....王志红 李龙绪(11)

设计与施工 >>>

大型水闸门式启闭机自动对位系统初探
.....周 浩 姜晓曦 冯 阳(13)
长距离有压输水管道水击计算及防护
.....鲍 文 李文清(18)

水生态环境 >>>

基于改进的隶属函数模糊数学法的水质评价
.....徐恩奎 熊万清 李卫青(23)

智慧水利 >>>

湖北省水资源监控平台集成设计及应用
.....刘彬彬 李子慧 廖世钧(28)
基于遥感技术的河湖空间管控研究
.....廖 炜 华 平 袁修猛,等(33)

水利管理 >>>

基于水电资源开发的资产收益扶贫模式探讨
.....贺 俊 张红梅 董 苇,等(38)

饮水安全 >>>

夷陵农村饮水公司化改革实践与思考
.....朱白丹(43)

科技动态 >>>

水面垃圾智能收集设备.....(46)

水利课堂 >>>

水污染.....(37)

简 讯 >>>

碾盘山水利水电枢纽施工进入冲刺阶段.....(32)

封面照片提供:魏东银

地址:武汉市珞狮南路286号 邮编:430070
电话:027-87608947 E-mail: hbsl666666@163.com
网址: www.hbwri.cn

准印证号(鄂)4200-2018103/连

HUBEI WATER RESOURCES

2022.1

Feb.2022

(Serial No.194)

CONTENTS

Speech at the 2022 National Conference on Water Conservancy Work (Excerpt).....	Li Guoying(1)
Practice and Thinking of Flood Control and Drought Relief Work in Fushui Reservoir	Hu Huishuang, Wang Jie, Yi Hai (8)
Current Situation and Consideration of the Management of the Changjiang River Main Dike through the Dike	Wang Zhihong, Li Longxu (11)
Preliminary Study on Automatic Alignment System of Large Sluice Gate Hoist	Zhou Hao, Jiang Xiaoxi, Feng Yang(13)
Water Hammer Calculation and Protection of Long Distance Pressure Water Conveyance Pipeline	Bao Wen, Li Wenqing(18)
Water Quality Evaluation Based on Improved Membership Function Fuzzy Mathematics Method	Xu Enkui, Xiong Wanqing, Li Weiqing(23)
Integrated Design and Application of Water Resource Monitoring Platform in Hubei Province	Liu Binbin, Li Zihui, Liao Shijun(28)
Study on river and Lake Spatial Control based on remote sensing Technology	Liao Wei, Hua Ping, Yuan Xiumeng, et al(33)
Discussion on the Mode of Asset Income Poverty Alleviation Based on Hydropower Resources Development	He Jun,Zhang Hongmei,Dong Wei,et al(38)
Practice and Thinking on the Reform of Rural Drinking Water Company in Yiling.....	Zhu Baidan (43)
Intelligent Water Surface Garbage Collection Equipment.....	(46)

Sponsored by

Hubei Provincial Bureau of Water Resources
Hubei Provincial Society of Water Resources

Edited by

Editorial Department of Hubei Water Resources
286 Luo shi Road, Wuhan 430070, China

Director of Editorial Board

Chen Bin

Chief Editor

Xu Shaoyun

(严 谨 译)

综 述

在2022年全国水利工作会议上的讲话 (节选)

李国英

(中华人民共和国水利部 北京 100000)

今年水利工作任务重、挑战多、要求高,要突出重点、把握关键,扎实有效做好以下工作。

1 做好水旱灾害防御准备,确保人民群众生命财产安全

防汛抗旱是水利部门的天职,是必须牢牢扛起的政治责任。要坚持人民至上、生命至上,增强底线意识、忧患意识、责任意识、担当意识,立足防大汛、抗大旱,坚持防住为王、“预”字当先、“实”字托底,锚定“人员不伤亡、水库不垮坝、重要堤防不决口、重要基础设施不受冲击”目标,落实预报、预警、预演、预案“四预”措施,贯通雨情、水情、险情、灾情“四情”防御,抓紧补短板、堵漏洞、强弱项,从最坏处着想,向最好处努力,做好迎战更严重水旱灾害的准备。

1.1 提高水旱灾害监测预报预警水平

改进水文测报技术和手段,积极推进测雨雷达试点应用,实现超高时空分辨率短临暴雨预警。加强降雨预报、洪水预警与水利一张图基础数据叠加分析和深度融合,并将预警信息直达一线,直达工程管理机构,直达病险水库“三个责任人”。完成全国水库、堤防、水闸、国家蓄滞洪区基础数据整合集成,建设部省两级雨水情测报和大坝安全监测平台。

1.2 优化防汛抗旱应急响应机制

修订《水利部水旱灾害防御应急响应工作规程(试行)》,科学设置应急响应条件,量化响应启动标准,健全完善联动响应机制。各流域、各地都要结合

实际,修订完善水旱灾害防御应急预案或应急响应工作规程,关口前移,变“过去完成时”为“将来进行时”。强化应急响应执行,对不响应、响应打折扣的,严肃追责问责。

1.3 强化水库安全管理

健全水库大坝安全责任制。建立覆盖所有水库的信息档案,全面、精准、动态掌握水库基本情况。严格水库运行监管,统筹病险水库除险加固与安全度汛,加快小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设,逐库修订完善调度方案、应急预案。主汛期病险水库原则上一律空库运行。每一座水库都必须落实安全运行管理责任,都必须责任到机构、责任到岗、责任到人。

1.4 开展妨碍河道行洪突出问题大排查大整治

将确保河道行洪安全纳入河湖长制目标任务,依法依规严肃处理侵占河道、湖泊等行为,违法违规建筑物、阻水障碍等突出问题清理整治要在汛前基本完成,确保河道行洪畅通。

1.5 提升山洪灾害防御能力

汛前开展山洪风险隐患排查整治,建立危险区动态管理清单。优化山洪灾害监测站网布局,完善省级监测预报预警平台,规范预警信息发布,畅通预警信息“最后一公里”,实现风险预警信息及时直达受影响区域人员。完善山洪灾害防御责任机制、动员机制,从针对性、可行性、有效性全面检视和完善县乡村三级山洪灾害防御预案。

1.6 强化工程调度运用管理

精准掌握重要江河骨干河道行洪能力,精准掌握蓄滞洪区分洪运用风险隐患,精准掌握控制性水

库影响区居民分布、重要基础设施、防洪高水位下居民及生产设施情况,研究完善超征地移民线防洪库容调度运用补偿机制和政策,分级负责强化工程日常管理和监督检查,及时完善水工程调度方案,牢牢掌握汛期工程调度决策主动权。

1.7 全面开展汛前隐患排查

针对防汛薄弱环节,组织开展汛前全面检查,各地要对辖区内各类水库逐一进行检查,重点对“三个责任人”落实情况和水库大坝、溢洪道、放空设施等关键部位安全隐患进行排查,对发现的问题建立台账,限期整改。汛前不能整改完成的,要采取临时安全度汛措施。水利部将按不低于 10% 的比例进行抽查,并建立考核奖惩机制。

1.8 抓好水利工程安全度汛

健全在建水利工程安全度汛工作监管体系、责任体系、标准体系,水利部直管工程由各流域管理机构负责,各地在建水利工程由省级水行政主管部门负责,汛前分级开展全覆盖闭环检查。抓好南水北调工程安全度汛,以渠道与河流交叉部位为重点,全面排查防范沿线安全风险。强化淤地坝安全度汛,管住增量,改造存量,加快实施病险淤地坝除险加固。抓好灾损水利工程设施修复,倒排工期、压茬推进,主汛期前基本完成修复任务。强化水库、堤防等工程汛期巡查防守,险情抢早、抢小,及时处置,确保安全。

1.9 提升流域水工程联合调度水平

统筹运用河道及堤防、水库、蓄滞洪区等各类水工程,综合采取“拦、分、蓄、滞、排”等措施,充分发挥流域水工程体系减灾效益。要充分发挥流域防总办公室作用,强化水工程联合调度,实现协同作战、集团作战,做到联调联控、共同发力,科学、精细调控洪水。

2 提升农村供水保障水平,确保农村供水安全

保障农村供水,事关亿万农民群众重大民生福祉。要加快提升农村供水工程建设管理水平,为巩固拓展脱贫攻坚成果、全面推进乡村振兴提供有力支撑保障。

2.1 加快农村供水工程改造提升

锚定 2022 年底全国农村自来水普及率达到 85% 的目标,推进城乡供水一体化、农村供水规模化发展及小型供水工程标准化改造,减少小型分散供水人口数量。严把工程建设质量关,优先利用大中

型水库和引调水等骨干水源作为农村供水水源,因地制宜建设一批中小型水库。加强水源保护和水质监测,加快划定农村饮用水水源保护区或保护范围,配套完善净化消毒设施设备,加强水源水、出厂水和末梢水水质检测监测,着力提升农村供水水质。

2.2 健全运行管理长效机制

落实农村供水管理“三个责任”,确保有名有实有效。推进农村供水工程统一运行管理,以县为单元,整体提升工程运行管理和技术服务水平。有条件的地区,要积极推进城乡供水区域统筹管理。强化数字赋能,以规模化供水工程为重点,加强智慧应用系统建设,构建农村供水信息化管理一张图。

2.3 守住农村饮水安全底线

去年水利部 12314 监督举报服务平台转办核查的问题线索中,79.6% 是农村饮水安全问题。要持续做好农村饮水安全监测排查,发挥乡镇、村组干部和水管员作用,实行农村饮水状况全覆盖排查,不漏一村一户;对脱贫地区和供水薄弱地区加大监测频次。健全农村供水问题快速发现和响应机制,继续用好水利部 12314 监督举报服务平台等监督渠道,建立问题清单、整改台账,动态清零。将农村供水问题及处置情况作为最严格水资源管理考核评分依据,推动列入脱贫攻坚后评估分省问题清单。要切实做好县级和千吨万人供水工程应急供水预案,储备应急物资,健全抢修队伍,加强应急演练,逐县逐处落实,坚决防止发生规模性、系统性、碰底线的饮水安全问题。

2.4 推进乡村振兴水利工作

推动脱贫地区、革命老区、民族地区、边疆地区巩固拓展水利扶贫成果同乡村振兴水利保障有效衔接,加大对国家乡村振兴重点帮扶县在项目、资金、人才、技术等方面支持力度,持续推进水利援疆、援藏工作,强化“一对一”监督检查,扎实抓好定点帮扶各项工作,打牢乡村振兴的水利基础。

3 完善流域防洪工程体系,加快构建抵御水旱灾害防线

坚持建重于防、防重于抢、抢重于救,从流域整体着眼把握洪水发生和演进规律,加快完善以河道及堤防、水库、蓄滞洪区为主要组成的流域防洪工程体系,提升水旱灾害防御能力。

3.1 提高河道泄洪及堤防防御能力

加快长江干流河道整治及堤防达标建设和提质

升级、黄河干流河道和滩区综合提升治理、淮河下游入海水道二期、海河河道治理、西江干流和辽河干流堤防达标建设、太湖环湖大堤后续、吴淞江及扩大杭嘉湖南排新通道等重点工程建设,保持河道畅通和河势稳定,解决平原河网地区洪水出路不畅问题。以防洪任务重、存在安全隐患、遭洪水冲毁直接威胁人民群众生命财产安全的河段为重点,加快实施大江大河主要支流和中小河流治理,确保重点河段达到规划确定的防洪标准,实现治理一条、见效一条。

3.2 增强洪水调蓄能力

以提高流域洪水整体调控能力为目标,加快珠江流域大藤峡,松辽流域阁山,长江流域牛岭、跳蹬、黄石盘、江家口,黄河流域东庄等控制性枢纽建设;推进黄河古贤,柳江洋溪等水利枢纽前期工作;开展黄河黑山峡、桃花峪水库,交溪上白石水利枢纽等前期论证。大力推进100余座大中型、3400余座小型病险水库除险加固,确保高质量完成年度建设任务,及时消除安全隐患。

3.3 确保蓄滞洪区功能

加快长江、淮河、海河等流域蓄滞洪区布局优化调整和建设,重点推进启用几率大、分洪滞洪作用明显的蓄滞洪区建设。推动长江杜家台、华阳河、康山等蓄滞洪区建设,继续实施珠江流域邕江蓄滞洪区工程和安全建设,优化松花江流域胖头泡、月亮泡蓄滞洪区启用方式。加强洲滩民垸分类管理,推进长江中下游干流及洞庭湖、鄱阳湖综合治理,推进黄河滩区居民迁建,做好淮河干流行蓄洪区和滩区居民迁建工作。加快进退洪闸建设,确保蓄滞洪区“分得进、蓄得住、退得出”,确保关键时刻能够发挥关键作用。

4 实施国家水网重大工程,提升水资源优化配置能力

立足流域整体和水资源空间均衡配置,科学谋划“纲”“目”“结”工程布局,统筹存量和增量,加强互联互通,加快构建“系统完备、安全可靠,集约高效、绿色智能,循环通畅、调控有序”的国家水网,增强我国水资源统筹调配能力、供水保障能力、战略储备能力。

4.1 加快国家水网建设

编制完成《国家水网建设规划纲要》,加快构建国家水网主骨架和大动脉。科学有序推进南水北调东、中线后续工程高质量发展,深入开展西线工程前

期论证。加快推进滇中引水、引汉济渭、引江济淮、内蒙古引绰济辽、福建平潭及闽江口水资源配置、广东珠三角水资源配置等引调水工程,以及内蒙古东台子、福建白濑、海南天角潭、贵州凤山、西藏湘河、新疆库尔干等重点水源工程建设。加快环北部湾水资源配置、河北雄安干渠引水、澳门珠海水资源保障、湖北姚家平、河南张湾、重庆福寿岩、四川三坝等重大水利工程前期工作,完善国家骨干供水基础设施网络。

4.2 推进省级水网建设

各地要切实谋划和实施好本地区水网建设任务,做好与国家水网建设布局和重点任务的有效衔接,按照“确有需要、生态安全、可以持续”的原则,重点推进省内骨干水系通道和调配枢纽建设,加强国家重大水资源配置工程与区域重要水资源配置工程的互联互通。做好北京冬奥会、冬残奥会水安全保障工作。

4.3 打通国家水网“最后一公里”

依托国家骨干网及省级水网的调控作用,优化市县河湖水系布局。加强大中型灌区续建配套和现代化改造,完善灌溉水源工程、渠系工程和计量监测设施,推进标准化规范化管理,打造一批现代化数字灌区。推动在东北三江平原、黄淮海平原、长江中下游地区、西南地区等水土资源条件适宜地区,新建一批现代化灌区,夯实保障国家粮食安全水利基础。

5 复苏河湖生态环境,维护河湖健康生命

坚持绿水青山就是金山银山理念,坚持山水林田湖草沙综合治理、系统治理、源头治理,提升江河湖泊生态保护治理能力,维护河湖健康生命,实现人水和谐共生。

5.1 开展母亲河复苏行动

全面排查确定断流河流、萎缩干涸湖泊修复名录,制定“一河一策”“一湖一策”,从各地的母亲河做起,开展母亲河复苏行动,让河流流动起来,把湖泊恢复起来。推进京津冀地区河湖复苏,恢复白洋淀,恢复永定河、潮白河、大清河、滹沱河等,统筹上下游用水,实现水流贯通。实施大运河、西辽河水生态保护修复,推进北运河、南运河具备条件的河段通水,逐步复苏西辽河生态环境。推动实施新一轮太湖流域水环境综合治理,巩固黄河、塔里木河、黑河、石羊河等水资源优化配置和修复治理成果。

5.2 保障河湖生态流量

全面确定全国重点河湖名录明确的 477 条河湖基本生态流量保障目标,有序开展已建水利水电工程生态流量复核,研究新建水利水电工程生态流量标准。将河湖生态流量目标纳入江河流域水资源调度方案及年度调度计划,作为流域水量分配、水资源统一调度、取用水总量控制的重要依据。加强生态流量日常监管,严格跨省江河流域省界断面、重要控制断面和生态流量控制断面下泄流量水量考核和监督检查。推进小水电分类整改,逐站落实生态流量,实施小水电绿色改造和现代化提升工程,持续开展绿色小水电示范创建。

5.3 加强河湖保护治理

深入落实国家“江河战略”,大力推进黄河流域生态保护和高质量发展、长江经济带发展水利工作。纵深推进河湖“清四乱”常态化规范化,坚决遏增量、清存量,将清理整治重点向中小河流、农村河湖延伸。全面完成各行政区域内河湖划界工作,划定落实河湖管理范围。加强河湖水域岸线空间分区分类管控,确保重要江河湖泊规划岸线保护区、保留区比例总体达到 50% 以上。开展丹江口“守好一库碧水”专项整治行动,全面清理整治破坏水域岸线的违法违规问题。严格依法依规审批涉河建设项目和活动,严禁未批先建、越权审批、批建不符。因地制宜实施河湖空间带修复,加快推进长江、嘉陵江、乌江、岷江、涪江、沱江等生态廊道建设。以长江、黄河等大江大河为重点,完善部际协作机制,开展全国河道非法采砂综合整治。

5.4 强化地下水超采治理

贯彻地下水管理条例,制定地下水开发利用管理办法,启动地下水回补、地下水管控指标确定等标准制定修订工作。加快推进新一轮地下水超采区划定,推进禁采区、限采区划定,强化分区管控。完善地下水监测站网,加快确定地下水管控指标,实施地下水取水总量、水位双控管理,完善地下水水位变化通报机制。统筹华北地区地下水超采综合治理、南水北调东中线一期工程受水区地下水压采、晋鲁豫地下水超采综合治理,落实地下水压采和河湖生态补水任务。不折不扣完成《华北地区地下水超采综合治理行动方案》确定的近期目标任务,全面总结评估任务落实情况和治理成效,编制华北地区地下水超采综合治理实施方案(2023~2025 年)。实施好三江平原、松嫩平原、辽河平原、西辽河流域、黄淮地

区、鄂尔多斯台地、汾渭谷地、河西走廊、天山南北麓与吐哈盆地、北部湾地区等 10 个重点区域地下水超采治理工作。

5.5 推进水土流失综合防治

全面完成年度 6.2 万平方公里水土流失治理任务,突出抓好黄河多沙粗沙区特别是粗泥沙集中来源区综合治理,实施淤地坝、拦沙工程和沙棘生态建设工程,加大长江上中游、黄河中上游、东北黑土区等重点区域水土流失治理力度。以山青、水净、村美、民富为目标,打造一批生态清洁小流域。优化国家水土保持监测站点布局,实施全国水土流失动态监测,依法严格查处水土保持违法违规行为,整体提升水土保持监测、评价、决策、管理水平。落实水土保持工程建设以奖代补政策。推进全国水土保持高质量发展先行区建设和国家水土保持示范创建。

6 加快建设数字孪生流域和数字孪生工程,强化预报预警预演预案功能

按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求,全面推进算据、算法、算力建设,对物理流域全要素和水利治理管理全过程进行数字化映射、智能化模拟。

6.1 做好顶层设计

出台《数字孪生流域建设技术大纲》《数字孪生水利工程建设技术导则》《水利业务“四预”功能基本技术要求》和成果共建共享制度办法,以流域为单元,编制七大江河数字孪生流域建设方案。三峡、南水北调、小浪底、丹江口、岳城、尼尔基、万家寨、大藤峡等工程管理部门要编制数字孪生工程建设方案。鼓励和支持有条件的流域管理机构、工程管理部门、地方水利部门先行实施建设。

6.2 构建数字化场景

优化完善监测站网布局,建立与防汛调度和国家水网相匹配的水文站网,重点提高洪水来源区、水资源来源区、行政管理边界、重要防御对象、重要用水对象等重要节点覆盖率,加大天、空、地遥感技术应用力度,构建天、空、地一体化水利感知网。在完善全国水利一张图的基础上,抓紧细化流域水利专题图、定制水利工程实体场景,构建全国统一的数据底板。建立健全物理流域及水利工程等基础数据更新机制,实时更新重要站点监测信息、发生洪水的河道遥感信息、参与调度运用的工程安全监控信息,及时更新流域下垫面、重要水文站大断面、重点河段河

道地形、模型参数等信息,及时定期更新影响区经济社会信息。

6.3 开展智慧化模拟

深入研究流域自然规律,融合流域多源信息,升级改造流域产汇流、土壤侵蚀、水沙输移、水资源调配、工程调度等水利专业模型,研发新一代具有自主知识产权的通用性水利专业模型,实现变化流场下数字孪生流域多维度、多时空尺度的高保真模拟。聚焦水利工程体系科学精细调度,推进预报调度一体化智能化、实体工程与数字孪生水利工程同步交互调度。构建水利业务遥感和视频人工智能识别模型,不断提高河湖“四乱”问题、水利工程运行和安全监测、应急突发水事件等自动识别准确率。

6.4 构建水利智能业务应用体系

坚持大系统设计、分系统建设、模块化链接,全面构建“2+N”应用体系。加快推进水工程防灾联合调度等流域防洪应用系统建设,以流域为单元,构建下垫面动态变化的数字流场,结合防洪工程数字孪生成果,升级流域防洪预报、预警功能,增强预演功能,支撑科学制定预案。建设水资源管理调配应用系统,整合水资源总量、水权分配、取用水量、省界断面监测以及经济社会等数据,完善数字孪生平台中红线预警等模型和功能,支撑水资源监管、调配决策预演等业务。结合各级数字孪生平台建设,同步抓好其他各业务应用系统建设。

7 建立健全节水制度政策,提升水资源集约节约利用能力

坚持节水优先,全方位贯彻“四水四定”原则,守住生态保护红线,严守水资源开发利用上限,精打细算用好水资源,从严从细管好水资源,把节水作为根本出路,全面提升水资源集约节约安全利用能力和水平。

7.1 健全初始水权分配和交易制度

加快推动建立水资源刚性约束制度,强化用水总量强度双控,建立健全省级行政区双控指标体系,各地要进一步分解明确到地市。新批复10条以上跨省江河水量分配方案。加快明确各地区可用水量,明晰初始水权,制定出台推进水权改革的指导意见,建立健全统一的水权交易系统,推进区域水权、取水权、灌溉用水户水权等用水权交易。鼓励通过用水权回购、收储等方式促进用水权交易。在条件具备的地区探索实行用水权有偿取得。

7.2 严格水资源保护监管措施

深入推进取用水管理专项整治行动,全面完成整改提升工作,开展专项整治行动“回头看”。建立长效监管机制,严格建设项目水资源论证和取水许可管理,推进水资源超载地区暂停新增取水许可。全面推行取用水“双随机、一公开”监管,依法规范取用水行为及管理秩序。制订规划水资源论证管理办法,推动相关行业规划、重大产业和项目布局、各类开发区和新区规划开展水资源论证。推进建设项目水资源论证区域评估和取水许可告知承诺制。强化取水口取水监测计量,加快实现非农业取水口和大中型灌区渠首取水口计量全覆盖,5万亩以上的大中型灌区渠首取水口全部实现在线计量。强化饮用水水源地监督管理。按照水资源刚性约束要求完善水资源管理考核内容,优化考核指标,改进考核机制。

7.3 深入实施国家节水行动

发挥节约用水工作部际协调机制作用,深入推进县域节水型社会达标建设,推动北方50%以上、南方30%以上县(区)级行政区达到节水型社会标准。全面强化计划用水管理,黄河流域和京津冀地区实现年用水量1万立方米及以上的工业和服务业用水单位计划用水管理全覆盖。大力推动农业节水,提高农田灌溉水有效利用系数。推动水利行业全面建成节水型单位,发挥示范引领作用。推动非常规水源纳入水资源统一配置,开展典型地区再生水利用配置试点。大力推广合同节水管理,严格用水定额管理,制定出台节水评价技术导则,严格规划和建设项目节水评价。强化节水宣传教育,向全社会宣传推介公民节约用水行为规范,增强全民节约用水意识。

7.4 打好黄河流域深度节水控水攻坚战

推进黄河流域水资源节约集约利用,坚决抑制不合理用水需求,严把黄河流域建设项目节水评价关。大力发展节水产业和技术,督促不符合节水标准的已建项目加快节水改造。严控高耗水项目建设,建立高耗水工业项目台账,推动火电、钢铁等高耗水行业节水型企业建设。开展黄河流域高校节水专项行动,推进节水目标责任考核,推动用水方式由粗放向集约节约转变。

8 强化体制机制法治管理,不断提升水利治理能力和水平

坚持目标导向、问题导向、效用导向,深入推进

水利重点领域和关键环节改革,加快破解制约水利发展的体制机制障碍,进一步完善水法规体系,善用体制机制法治,不断提升水利治理能力和水平。

8.1 强化流域统一治理管理

突出流域治水单元,坚持流域系统观念,强化流域统一规划、统一治理、统一调度、统一管理。以流域综合规划为龙头,健全流域规划体系,建立流域规划实施责任制,完善监测、统计、评估、考核制度,强化流域规划法定地位和指导约束作用。七大流域管理机构牵头,建立流域工程项目库,统筹工程布局 and 项目实施。统筹防洪调度、水资源调度、生态调度,建立流域水工程多目标调度体系,充分发挥流域防总办公室的平台作用。建立流域层面河湖长制工作协作机制,加强流域综合执法,强化流域河湖、水资源管理。深化流域管理机构改革,推动“三定”规定报批,理顺流域管理事权,明确权责事项。流域管理机构要履职尽责,切实当好江河湖泊“代言人”。

8.2 推动河湖长制有能有效

出台强化河湖长制指导意见,明确各部门河湖治理任务,形成党政主导、水利牵头、部门协同、社会共治的河湖管理保护机制。充分发挥全面推行河湖长制工作部际联席会议作用,在七大流域全面建立省级河湖长联席会议机制,完善流域管理机构与省级河长办协作机制,明确上下游、左右岸、干支流的管理责任,变“分段治”为“全域治”。全面建立南水北调工程河长制体系。开展河湖健康评价,把群众满意度作为重要考核指标,加强对河湖长履职情况的监督检查、正向激励和考核问责,推动河湖长考核评价与干部综合考核评价挂钩。完善基层河湖巡查管护体系,鼓励各地设立巡(护)河员等公益岗位,解决河湖管护“最后一公里”问题。

8.3 健全工程建设管理和运行管护机制

完善水利建设法规技术标准,开展水利工程建设质量提升行动,落实水利工程质量终身责任制,改进政府质量工作考核制度,深化水利建设市场信用体系建设,规范建设市场秩序,确保水利建设质量安全。严格落实水利工程注册登记和安全评价制度,强化工程检查监测和维修养护,突出病险工程安全管理,推进水利工程标准化管理和划界工作。完善水利工程安全保障制度,建立风险查找、研判、预警、防范、处置、责任等全链条管控机制。建立常态化水利设施运行管护机制,落实管护主体、经费、人员和措施,推广市场化、专业化管护模式。完善农村供水保障监管机制,探索建立小型水库“巡库员”机制。

着眼“大时空、大系统、大担当、大安全”,强化三峡工程自身安全以及防洪、供水、生态等功能安全管理。强化南水北调工程沿线水资源保护,强化安全调度管理,加大东线一期北延应急供水工程调水力度,更好地满足华北部分地区生活、生产、生态用水需求。做好水库移民安置和后期扶持、对口支援工作。

8.4 深化水利重点领域改革

落实适度超前开展基础设施投资要求,健全多元化水利投融资机制,积极争取扩大中央水利投资规模,用好水利中长期贷款等金融信贷资金,推进水利领域不动产投资信托基金(REITs)试点,支持社会资本参与水利工程建设运营。深化农业水价综合改革。推动修订水利工程供水价格管理、定价成本监审办法,完善动态调整机制。研究建立水网区域综合定价机制。推动全面推开水资源税改革试点。研究推动建立水流生态保护补偿机制。

8.5 完善水利法治体系

加快推进水法、防洪法等基础性法律修订工作,推动黄河保护法、节约用水条例等尽早出台,抓好长江保护法、地下水管理条例等配套制度建设,健全完善水利重点领域规章制度。支持上下游、左右岸、干支流省份在水资源节约利用、河湖管理、防洪调度、生态水量管控等方面立法协同。实施水行政执法效能提升行动,完善水行政执法与刑事司法衔接机制,开展重点领域、敏感水域常态化排查整治,实施地下水管理、汛前“防汛保安”等专项执法行动,依法严厉打击重大水事违法行为。严格行政决策合法性审查。加强“以案释法”,推深做实水利普法,提升水利系统运用法治思维和法治方式解决问题的能力水平。推动建立涉水领域公益诉讼制度,发挥公益诉讼保障监督作用。

9 加强水利行业能力建设,夯实水利高质量发展基础

立足推动新阶段水利高质量发展需要,扎实做好打基础、利长远的工作,着力提升行业发展综合能力。

9.1 抓好水利干部人才队伍建设

优配强领导班子,强化政治素质把关,加强年轻干部培养选拔和实践锻炼,不断优化专业结构和年龄结构,增强干部队伍整体效能,确保水利事业后继有人。加快人才创新团队、培养基地建设,加快培养水利领军人才、科技英才、重点领域人才、复合型人才、青年拔尖人才。推广水利人才“订单式”培养模

式,加强基层人才队伍建设,强化领导干部水利专业化能力培训。全链条做好人才发现、培养、使用、激励、保障工作,让水利事业激励水利人才,让水利人才成就水利事业。

9.2 强化水利科技基础支撑

抓实水利科技创新平台建设,在智慧水利、国家水网建设、水生态环境保护等领域筹建、新建一批部级重点实验室。加强科技攻关,加大泥沙、地下水、土壤侵蚀等领域基础研究力度,实施水利重大关键技术和流域水治理重大关键技术研究项目,努力取得一批突破性进展。加快生态流量、中小型病险水库除险加固、智慧水利等相关标准制定修订工作,推进水利技术标准国际化。优化水利科技投入机制、研发机制、应用机制、激励机制,形成贯通产学研用的水利科技创新链条,推广应用100项左右成熟适用水利科技成果。

9.3 推动水利国际交流合作

积极推进“一带一路”水利基础设施建设,不断深化水利多双边合作,积极参与第九届世界水论坛等重要多边水事活动,持续深化澜湄水资源合作。充分发挥协调机制作用,积极推进跨界河流涉外合作和管理工作,巩固强化跨界河流水文报汛及重大水情灾情信息共享合作。

9.4 进一步转变政府职能

推进水利“放管服”改革,公布水利行政许可事项清单,编制水行政备案事项清单,在流域管理机构推行行政许可一次申报、一本报告、一次审查、一件批文“四个一”改革。健全事中事后监管制度,完善水利部“互联网+监管”系统。完善水利部12314监督举报服务平台、在线政务服务平台,开展移动端建设,推动政务服务事项“网上办”“掌上办”。推进基层水利政务公开标准化规范化,扎实做好政务督办、信访、保密、档案、离退休干部、财务审计、后勤保障等工作,高质量完成电子政务工程建设。落实意识形态工作责任制,统筹做好新闻宣传、水情教育、水文化建设。毫不松懈抓好常态化疫情防控。

10 纵深推进全面从严治党,引领保障新阶段水利高质量发展

推动新阶段水利高质量发展必须把加强党的建设贯穿水利工作各领域各方面各环节。要认真贯彻落实新时代党的建设总要求,坚定不移推进全面从严治党,以高质量党建工作引领保障新阶段水利高

质量发展。

10.1 强化政治引领

深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想、习近平总书记“十六字”治水思路和关于治水重要讲话指示批示精神,用以武装头脑、指导实践、推动工作,确保水利工作始终沿着习近平总书记指引的方向前进。巩固拓展党史学习教育成果,推动党史学习教育常态化、长效化。扎实开展模范机关创建,推动政治机关意识教育向基层单位延伸,严格执行党内政治生活、重大事项请示报告等制度,持续抓好中央巡视反馈意见整改落实,巩固深化整改成果,进一步增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”。

10.2 抓实组织建设

将基层党组织建设作为机关党建工作的重中之重,进一步巩固完善党的组织体系,做到党的组织和党的工作全覆盖。深入推进党支部标准化规范化建设,开展第二届“水利先锋党支部”评选表彰,严格党员教育管理,开展党建督查并针对问题抓好整改、强基固本。

10.3 坚定不移推进党风廉政建设和反腐败斗争

坚定不移纠“四风”、树新风,深化整治形式主义官僚主义,切实为基层松绑减负。深入开展廉政警示教育,抓好“关键少数”,做实做好“一把手”和领导班子监督。保持反腐败高压态势,紧盯要害部门、重点领域和关键岗位,坚决查处违规违纪违法问题,纠治侵害群众利益问题,一体推进不敢腐、不能腐、不想腐。深化内部巡视巡察,加快构建上下联动、贯通融合的巡视巡察工作体系,进一步提升巡视巡察监督质量。

推动新阶段水利高质量发展对党员干部职工综合素质和能力提出了更高要求。水利系统广大党员干部职工要自觉加强思想淬炼、政治历练、实践锻炼、专业训练,特别是要悟透以人民为中心的发展思想,坚持正确的政绩观,敬畏历史、敬畏文化、敬畏生态,提高政治判断力、政治领悟力、政治执行力。要坚持系统思维、科学谋划,加强调查研究,坚持“三严三实”,崇尚实干、力戒空谈,不驰于空想,不骛于虚声,做到守土有责、守土担责、守土尽责,坚决防止简单化、乱作为,坚决反对不担当、不作为。要抓细抓实迎接党的二十大和学习贯彻工作,做到统一思想、统一意志、统一行动,意气风发迈进新征程、建功新时代。

(收稿日期:2022-01-10)

抗灾减灾

富水水库防汛抗旱工作的实践与思考

胡惠双¹ 王 杰² 易 海³

(1,2. 湖北省黄石市水文水资源勘测局 黄石 435000;

3. 湖北省富水水库管理局 阳新 435299)

摘 要 介绍了富水水库近年来在防汛抗旱工作中取得的成效,分析了存在的问题,提出了完善调度管理体制机制、加快推进水利工程建设,推进富水流域水工程联合调度、完善监测系统和提高预警能力的建议和想法。

关键词 富水水库;防汛抗旱;实践;思考

1 富水水库

1.1 流域概况

富水系长江中游下段南岸一级支流,发源于湖北省通山、崇阳和江西省修水 3 县交界处的幕阜山北麓,流域界跨湖北省通山、阳新、大冶和江西省武宁、瑞昌 2 省 5 县市。富水自西南向东主要流经湖北的通山和阳新 2 县,至阳新县富池口汇入长江,干流长度 194.6 km,河道总落差 613 m,平均坡降 3.1‰,流域面积 5 310 km²。流域内水系发育,河港纵横,下游湖泊众多,流域内长 5 km 以上河流有 110 条,其中一级河流 30 条,二级河流 52 条,三级河流 28 条;流域内较大的湖泊有 71 个,全部分布在流域下游的阳新县境内。

富水流域共建有水库 234 座,总库容 24.42 亿 m³,调洪库容 9.89 亿 m³,其中大型水库 2 座,中型水库 6 座,小型水库 226 座。富水上游干流现有堤防 30.141 km,坝下干流堤防长度 134.314 km。重要闸站有富池口闸(设计排水流量 5~6 月为 3 330 m³/s,7~9 月为 2 920 m³/s)、半壁山闸(设计排水流量 40 m³/s)、富池泵站(设计排水流量 200 m³/s)。流域内有网湖、朱婆湖、牧羊湖 3 个分蓄洪区。

1.2 水库工程

富水水库工程位于富水中游,大坝枢纽由大坝、

溢洪道、发电引水管、电站及灌溉渠道五大建筑物组成。工程于 1958 年 8 月动工兴建,1966 年 3 月竣工。是一座以防洪、发电为主,兼顾灌溉、航运以及下游灭螺等综合利用的大(1)型水库。水库正常蓄水位 57 m,死水位 48 m,防洪高水位 58.6 m,千年一遇设计洪水位 62.10 m,万年一遇校核洪水位 64.28 m。水库承雨面积 2 450.00 km²,水库总库容 16.21 亿 m³,兴利库容 5.48 亿 m³、调节库容 8.08 亿 m³、防洪库容 2.81 亿 m³、死库容 4.21 亿 m³。库区大部分位于通山县,水库大坝位于阳新县龙港镇,坝址距阳新城关 35.0 km。

作为流域性骨干控制工程,富水水库坝址年来水量 22.1 亿 m³,1976 年以来的 45 年间,开闸泄洪 23 年,最大泄洪流量为 2017 年的 1 380 m³/s,有效拦截了上游来洪,控制了下游泄水量,大大减轻了洪水对下游的威胁,改变了下游每逢暴雨山洪泛滥、十年九淹的历史。

2 工作成效

2.1 未雨绸缪,扎实备汛抗旱

(1)严格落实防汛抗旱责任。按照分级负责的原则,落实了以行政首长为首的水库防汛责任人和防汛组织机构,明确了防汛抗旱指挥部成员。

(2)全力开展防汛备汛检查。坚决按照防汛工

作抓早、抓实、抓严、抓细的要求,汛前对水库防洪工程重要部位、附属设施以及所有防洪调度系统进行了全面检查,对存在问题明确整改方案和整改措施,并限期整改到位。

(3)及时修订完善各项预案。多方调查,核实基础数据,对《富水水库汛期调度运用方案》《富水水库防汛抢险应急预案》进行了补充和完善,提高预案的科学性、针对性和可操作性。

(4)狠抓水毁工程修复。积极争取水毁资金,加快推进主干渠、溢洪道水毁工程整修进度,有效保证了水库大坝主体工程及其附属设施的安全运行。

2.2 腾空库容,为洪水到来做好准备

根据水情、雨情、汛情和气象信息,加强预测预报,抢抓有利时机,提前腾库以应对随时到来的洪水,牢牢把握防汛抗洪主动性。

2020年6月8日全省入梅,富水水库通过发电机组将库水位降低到汛限水位以下4 m,至6月底库水位始终保持在低水位运行。在6月18日第一场暴雨到来之前,水位降至汛限以下4.49 m,腾出库容2.71亿 m^3 准备洪水的到来。2021年6月16日入梅前,富水水库及时通过发电机组将库水位降低到汛限水位以下(50.22 m),腾出库容接近3亿 m^3 。

2.3 科学研判,精细调度水库

2020年7月5~8日,富水流域接连遭遇大到暴雨,此次洪水特点是峰高量大、持续时间长,最大一日入库洪量2.41亿 m^3 ,水位还在持续上涨的情况下,为了同下游区间来水错峰,水库实施错峰调度,压减下泄流量为227 m^3/s ,减轻下游防洪压力;7月8日最大入库洪峰4384 m^3/s ,水库下游遭受外洪内涝双重夹击,防汛形势十分严峻;为避免洪水恶劣遭遇,在确保水库安全的前提下,水库停止泄洪,拦蓄洪水3.75亿 m^3 ,降低下游阳新站水位3.5 m。为减轻下游阳新洪涝灾害,水库管理局关闭发电机组6次(这在往年是极为少见的),水库在高水位运行近一个月。通过控制发电流量,尽量控制库水位在正常高水位57.00 m运行,在确保水库防洪安全的前提下,充分发挥工程拦洪错峰功能,最大程度发挥水库的防洪减灾效益。

2021年从6月30日12时至7月4日11时,富水水库遭受入汛以来最大考验,水库累计平均降雨220.4 mm,库区来水量大,最大入库流量4900 m^3/s ,为2000年以来最大,起涨水位50.27 m,最大一天涨幅3.57 m(7月3日),富水水库统筹考虑上下游来水

和降雨情况拦洪3.28亿 m^3 ;同时,也为防水库后期再遭强降雨突袭,7月4日11时,在库水位55.12 m(汛限水位56 m)未超汛限水位前,以及富河水位较低和长江水位还未上涨前,及时以393 m^3/s (含发电150 m^3/s)下泄,并适时关注后期降雨情况,在后期无强降雨情况下于7月5日18时停止泄洪,此次泄洪0.26亿 m^3 ,削峰率达92%,减淹5万 hm^2 耕地。

2.4 抓好兴利抗旱,提供服务保障

梅雨期结束后,富水流域较前期降雨明显减弱,在少雨天气,通过电站发电合理调节,优化调度方案,做好蓄水保水工作,积极支持下游抗旱。

(1)高度重视,收好尾水做好抗旱准备,同时加强对渠道重点险工险段的维护和巡视,对抗旱工作早防范、早部署、早安排,做到防汛抗旱两手抓。

(2)科学调度,实行计划用水、节约用水。实时停机,减少发电用水,合理调度用水量保障生产、生活、生态用水。

(3)积极抗旱保灌。根据旱情变化,科学测算水库蓄水量,合理供水,全力保障下游农业生产用水。

2.5 舆论引导,营造防汛抗旱氛围

入汛以来,富水水库遭受强降雨袭击,我们始终坚持正确的舆论引导,及时发布汛情,有效防止造谣引起的社会恐慌。

(1)加强网络宣传。及时报道雨情、水情、汛情以及省防指、省水利厅重要决策部署,积极宣传开展防汛的实际举措和积极成效。

(2)营造共同防汛抗灾氛围。及时利用各种媒介向社会大众传递富水水库雨情、水情、汛情和防洪应急措施;同时,在水库还未超汛限水位时及时泄洪等方面主动发声,营造起支持防汛、理解防汛、参与防汛的良好工作氛围。

3 存在问题

3.1 水库汛期蓄泄矛盾突出

富水水库是一座典型的“来洪大肚子小”的水库,由于富水水库地域跨两地市,库区96.5%的面积属咸宁市通山县,下游受益保护区属黄石市的阳新县,遇到较大洪水时,不泄上涝,泄则下淹,上下游蓄泄矛盾始终存在,并且十分突出。

3.2 水库调蓄能力受限

库区移民不彻底,水库不敢蓄。由于汛期运行水位长期控制较低,库区的老百姓认为富水水库“不敢”或“不能”高水位蓄水,在移民征地水位以下修

建大量房屋和道路,甚至开荒种地。为了掌握库区的基本情况,湖北省富水水库管理局对富水水库库区 55 m~60 m 高程范围内的实物数量进行了调查,统计数据详见表 1。调查结果显示,在防洪高水位 58.6 m 下,共有房屋 18.16 万 m^2 ,居居人口 7 723 人。

表 1 富水水库库区实物指标基本情况

实物指标	高程范围(m)			
	55~57	57~58.6	58.6~60	60~62
房屋面积(m^2)	21 135	160 455	333 733	164 903
人口(人)	1 198	6 525	10 366	5 788
水田(hm^2)	54.2	57.3	27.6	27.82
旱地(hm^2)	19.0	117.2	21.0	31.44
道路(km)	1.35	19.79	30.71	
公共设施(m^2)	960	5 910	5 255	3 880

3.3 水库泄洪能力受限

水库泄洪能力受限主要有 2 个方面的原因。

(1) 由于下游河道淤积和侵占河道的人为设障,以及富水至排市段堤防没有加固等影响,下游河道行洪能力相对较低。当水库上游来水达 20 年一遇时,对应下游河道安全泄流量应为 $2\,000\text{ m}^3/\text{s}$,但目前下游河道最大安全泄量小于 $1\,300\text{ m}^3/\text{s}$,导致富河两岸淹没损失严重,如遇超标准洪水来袭,将会遭受更重大损失,防汛救灾工作面临严峻挑战和考验。

(2) 富水水库溢洪道闸门不可控开,调度不灵活,影响水库泄洪。目前,富水水库溢洪道布置在大坝右岸山坡上,为不可控开闸门。汛期调洪时,为保护下游防洪安全,需要控制下泄流量,但在实际操作过程中,由于溢洪道闸门不可控开,下泄流量往往小于下游防洪安全的可下泄流量,从而在前期错失水库最佳下泄时机,后期又不得不按大流量下泄,增加了上下游的防洪风险。

3.4 灌溉渠系利用系数较低

富水灌区骨干渠系包括总干渠、南干渠和北干渠,其中主干渠长 3.5 km,南干渠 22 km,北干渠 21 km,设计灌溉面积 0.67 万 hm^2 ,设计灌溉流量 $9\text{ m}^3/\text{s}$ 。灌区经过 40 多年的运行,由于建设初期工程建设资金投入不足,工程建设标准偏低,配套不全,加上养护维修资金短缺,工程老损严重,有的建筑物已不能启用,垮渠漏水等险情年年发生,水资源浪费十分严

重。主干渠渠系利用系数为 0.6,南北干渠渠系利用系数仅有 0.4 左右,近几年主干渠灌溉用水量见表 2。富水灌区骨干渠系实际灌溉面积远未达到设计要求,仅有 0.15 万 hm^2 ,其中水田 0.11 万 hm^2 ,旱地 0.04 万 hm^2 ,且呈逐年下降趋势。

表 2 近年主干渠灌溉用水量 (万 m^3)

年份	2016	2017	2018	2019	2020	2021
水量	9 380	7 703	9 502	10 609	8 077	8 200

3.5 预警体系不能满足新时期需求

富水水库现有的洪水预报系统建设近 20 年,社会与自然条件都有一定的变化,需通过专业数学模型进行洪水预报和河道洪水演进,来提高了洪水预报的时效性和精确度。下游河道预警设施设备缺乏,未建立相应的预警平台,仅通过传统通信设备向社会发出洪水预警,再加上下游沿河部分群众安全意识不强,给科学调度有效应对超标准洪水带来严峻挑战。如遇紧急汛情,因考虑下游河道群众安全,不能保证 24 小时随时开闸泄洪,特别是夜间不能行洪,导致水库调度有可能失去最佳开闸泄洪时机,极易造成被动局面,富水下游多年形成的夜间不能泄洪的惯例急需打破。

4 思考建议

4.1 完善调度管理体制机制

进一步完善富水水库调度体制、协调机制和信息共享机制,理顺各方职责,规范防洪调度方案审批权限、调度权限和调度程序。建立调度指令执行、调度记录、水雨情监测和调度信息报送、预警信息发布等制度,进一步规范调度运用流程。

4.2 加快推进水利工程建设

加快推进水库补短板工程建设和除险加固工程立项工作,提升水库防汛抗旱能力,消除安全隐患。充分发挥水库减灾兴利效益,提升运行管护能力和水平,实现水库安全良性运行。

4.3 推进富水流域水工程联合调度

制订和完善富水水库、王英水库、富池大坝、蓄滞洪区等工程的联合调度方案,不断拓展联合调度的广度和深度,充分发挥富水流域的整体防洪作用和综合效益。推进富水流域水工程防洪联合调度系统建设,充分利用大数据、云计算等先进科技成果,

(下转第 22 页)

抗灾减灾

武穴市长江干堤穿堤涵闸 管理现状及思考

王志红 李龙绪

(湖北省武穴市河道堤防管理局 武穴 435400)

摘要 分析了长江干堤穿堤涵闸存在工程基础条件薄弱,运行时间长,年久失修、管理人员匮乏,管理制度不完善、管理经费不足,信息化管理差等问题,提出从理顺涵闸管理体制,加强制度建设,实行管养分离,完善考核机制,提高涵闸现代化管理水平建议,其旨是为了改善长江经济带水生态环境。

关键词 长江干堤;涵洞工程;措施对策

1 工程概况

湖北省武穴长江干堤位于长江中游下段左岸,全长 34.875 km,其中国家二级堤防黄广大堤长度 28.475 km,三级堤防黄冈长江干堤长度 6.4 km(不包括山丘长度)。黄广大堤现有 3 座穿堤涵闸即武穴大闸、胜利闸、盘塘闸和在建的 2 座闸站,武黄泵站和青林闸站,黄冈长江干堤 2 座穿堤涵闸,马口闸和五里港闸。其中武穴闸为中型涵闸,其余 6 座小型涵闸,连接内陆 3 大湖泊和 4 条河道,其作用主要用于引江灌溉和防洪排涝,为所在地区提供灌溉供水和防洪排涝,其发挥了显著的经济效益和社会效益。

2 存在问题

2.1 管理人员严重不足,业务能力低

长期以来,武穴长江堤防管理权属按照行政区域县级所属河道堤防划段分工,下设管理分段,承担着修、防、管等管理任务。中小型涵闸没有设专管机构,只是由所在堤防分段统一管理。2008 年武穴市完成水利工程管理体制改革,机构人员定员定岗。

长江干堤根据实际情况每一公里堤段配备 1 名管理人员,其中中型涵闸武穴大闸配备 1 名专管人员外,其余小型涵闸均由所在堤防管理段人员兼管。随着人员退休,加上多年没有招进年轻人,管理人员更显不足。涵闸日常维护一般通过老同志传帮带方式交接年轻人,年轻的管理人员只能操作简单的涵闸启闭以及水雨情观测和日常保洁工作;涵闸专业性的观测,因管理人员业务能力差等原因,多项常规观测不能正常进行,更谈不上及时发现涵闸安全隐患,影响了涵闸的正常运行。

2.2 闸基基础差,涵闸运行存在安全隐患

武穴长江干堤大部分堤段是建设在冲积平原上,堤防基础为二元结构,干堤上的涵闸多建成于 20 世纪 50~70 年代,闸基础采用是天然地基,地基主要土层由淤泥质壤土、壤土组成,含水量较高,允许承载力不能满足闸上荷载对地基土的承载力要求,在施工时未进行基础处理,闸基础受力不均,长江干堤 7 座涵闸其中 5 座涵闸在建成后陆续发现闸体在不同部位出现不同程度的沉降或裂缝,武穴大闸成为当时湖北省十大安全隐患工程之一,“98”大洪水后拆除重建武穴大闸、胜利闸、马口闸,近几年

龙坪闸、三八闸拆除后新建武黄泵站和青林闸站。长江涵闸作为水资源优化配置的基础和防洪工程体系的重要组成部分,在水资源利用和防洪减灾中有着特殊地位,涵闸存在一定安全隐患,不仅影响其防洪、灌溉、供水、生态保护与改善环境等各种功能,而且很可能造成一定程度的危害。

2.3 涵闸缺乏系统管理,检、观测不能正常开展

长江干堤涵闸多建 20 世纪 60 ~ 70 年代,工程运行时间长,老化严重。由于历史原因,沿江涵闸安全监测设施简陋或缺失,管理设施不完善,管理手段落后,在工程运行中出现异常和隐患不能及时发现和处理。以黄广大堤龙坪闸为例,拆除前多年汛前检查发现涵闸外八字墙与闸身两侧边墙伸缩缝错位,表面上看没有发现涵闸发生沉降和倾斜位移。2016 年汛前对龙坪闸进行了清淤,检查发现龙坪闸底板沉陷不均匀,高差达 73 cm,外八字墙与闸身两侧边墙伸缩缝错位 8 ~ 13 cm,港道淤塞,溢排能力下降,经安全鉴定龙坪闸综合评价为病险 4 类闸,2018 年底在下达了整险资金后才拆除重建。由于受人员、资金等多方面因素的制约,涵闸工程的日常、定期、特别检查和安全鉴定都不能正常开展,目前只有 2 座涵闸能进行水位和流量自动观测,对水工建筑物、闸门、启闭机和机电设备观测和检查需要投入大量资金进行维修、养护、加固,工程破损日趋严重,隐患逐步加剧,防洪效益大大降低。

2.4 经费投入严重不足,涵闸日常维护不能正常进行

“98”大水后,长江干堤进行了全面加固,防洪达到了“五四型”洪水标准。长江干堤及其涵闸的维护管养费用按照湖北省人民政府颁布《湖北省河道堤防工程修建维护管理费征收、使用和管理办法》征收河道堤防工程修建维护管理费。从 2015 年 9 月起湖北省停止征收河道工程修建维护管理费(堤防费),改由同级财政通过部门预算安排。由于地方财政资金紧张,给与补助河道工程维护管理费有限,因此长江干堤及其涵闸的工程运行管理费和维修养护费“两费”仍存在较大缺口,每年汛前只能对沿江 6 座涵闸启闭机、丝杆上油等简单检修,维持涵闸在汛期引水和排水时能够启闭,不能保证工程按需及时进行维护管养。

3 理顺管理体制,确保水工程安全运行

3.1 加强队伍建设,提高人员素质

涵闸工程管理工作有较强的技术性,特别是在

科技比较发达的今天,随着涵闸工程检测观测手段的提高,科学信息技术的广泛应用,管理工作更需要有涵闸专业技能的人员,切实加强涵闸管理队伍建设是搞好涵闸工程管理的前提。涵闸工程现代管理需要行政管理、技术管理、运行管理、工程观测、保洁巡查等各类人员,首先加强涵闸工程管理人员的业务学习,组织管理人员到学校或管理单位培训学习;还可以聘请专业人员现场技术辅导,采取各种方式切实提高管理队伍的业务水平;引进高学历的具有专业知识的管理人才,不断提升管理人员的管理水平。对管理人员进行定期专业培训,利用知识普及、教育讲堂等活动,提高管理人员的素质及工作能力。

3.2 完善管理制度,加强涵闸安全管理

强化制度建设,狠抓作风转变,建立长效管护机制。多年来,管理单位为涵闸运行管理制订了一些制度,对涵闸安全运行也起了一定的作用。随着社会的发展和时代的进步,对涵闸规范、科学、安全管理有了更高的要求,工程管理单位应根据涵闸管理内容、工程的情况和要求,建立健全并及时修订并完善工程管理细则、规程和规章制度,做到规章制度既切合实际,又方便操作,形成科学的涵闸管理制度和涵闸启闭操作规程、涵闸管理考核办法、涵闸安全管理制度等,在此基础上,熟练掌握统一的引排水报表格式、引排水计量单位及计算方法、统一的引排水数据观测办法,逐步实现涵闸管理的制度化、科学化和规范化。涵闸管理人员在涵闸管理工作中做到依法、依规管闸,确保有法可依,有规可循。

3.3 完善管理体系,实行管养分离

“管养分离”是指工程管理工作与维修养护工作的分离,其管养资金是涵闸管理部门根据水利部和财政部《水利工程管理单位定岗标准》和《水利工程维修养护定额标准》编制年度财政预算,县级财政部门根据县级财政情况安排涵闸管理单位的财政预算资金,只有保证涵闸管养资金其管养经费包括两部分资金足额到位,才能确保涵闸安全运行。涵闸管护资金一方面是涵闸管理职工的薪酬,职工在获得应有劳动报酬的同时,还可以得到相应的管理效能考核奖惩的报酬,涵闸管护积极性才能得到进一步的提高;另一方面是工程观测、检测、设备养护经费以及故障维修经费,只有定期和不定期开展工程检查、观测、检测和涵闸安全鉴定工作,才能确保涵闸设施设备维持良好运行状态。

(下转第 27 页)

设计与施工

大型水闸门式启闭机自动对位系统初探

周 浩 姜晓曦 冯 阳

(湖北省汉江兴隆水利枢纽管理局 潜江 433100)

摘 要 针对门式启闭机在兴隆水利枢纽运管场景中存在的问题与不足,设计了一种门机自动对位系统,其 RFID 技术因隔空识别、灵敏性高、运行环境要求低等特点被选作为位置检测装置,通过升级门机原有 PLC 逻辑控制程序,实现了升级 PLC 程序对门机原有控制系统的零位短接,从而带动变频器控制大车行走电机制动,实现了门机大车行走自动对位功能,解决了门机在水利运管场景下闸门起吊作业中的安全运行风险。

关键词 门式启闭机 RFID 技术 对位系统 兴隆枢纽

1 概述

1.1 门式启闭机架构

门式启闭机(以下简称门机^[1])是一种水利机械,是实现物体搬运的专业起重设备,它一般由大车行走机构、小车行走机构、横梁架构、起升机构以及支撑门机工作的动力设施和相关结构组成。汉江兴隆水利枢纽位于汉江下游湖北省潜江、天门市境内,上距丹江口枢纽 378.3 km,下距河口 273.7 km,泄水闸是兴隆水利枢纽三大主体建筑物之一,主要功能是调节水库水位和汛期宣泄汉江洪水,保障枢纽灌溉、航运及发电功能的正常发挥,结合两岸滩地过流段其设计过流标准为本河段最大入库流量为 1.94 万 m³/s;枢纽设计洪水位和校核洪水位均为 41.75 m(黄海高程,下同),正常蓄水位为 36.20 m,泄水闸共设置有 56 孔泄水闸门,为特大型 I 类水闸,56 孔泄水闸门上游共放置有 5 块叠梁式检修闸门,由布置于坝顶的 2 台 2×800 100 kN^[2] 双向门机操作。在检修闸门起吊及门机大车行走过程中,传统的操作方式是当有检修闸门起吊任务时,门机班组人员到达现场,门机司机通过与地面人员相互配合,判断门机大车位置,根据地面人员的指挥信号来完成检修闸门的门槽对位,有时甚至还需靠地面人员双手推扶闸门

完成检修闸门的对位作业。由于门机司机与地面人员位置不同,再加上又是高低配合、视线不清、沟通不便,门机对位效率很大程度上取决于操作经验以及熟练程度,这种传统的对位方式增加了地面人员的工作强度及临水作业风险。因此设计一套自动对位系统来辅助门机闸门起吊作业显得迫在眉睫。

1.2 门机大车行走机构构成

门机大车行走机构采用“三合一”驱动方式,由带制动器的变频电动机^[3]、进口摆线一锥齿轮减速器、行走门机、平衡梁等组成。大车行走机构共有 8 组,每侧 4 组对称布置,共有 16 个车轮组,其中有 8 个主动车轮组,大车行走机构采用分别驱动,全封闭传动,由电动机带动摆线锥齿轮减速器,通过花键直接带动车轮转动,实现大车行走;行走采用变频电动机,能实现起、制动平稳和变频调速的功能,布置如图 1 所示。

1.3 门机大车行走电气控制

门机大车行走机构采用变频调速控制,传动方式采用交流变频调速拖动,控制采用开环变频方式,8 台电机分别由 2 台变频器驱动,实时调整速度,达到同步要求。为了简化门机布线,门机选用 SIEMENS 公司 S7-300 可编程控制器^[4],CPU315-2DP 带 PROFIBUS-DP 总线接口组成分布式 I/O 网

络控制系统^[5],带变频调速机构的制动器受到 PLC^[6]的安全逻辑和变频器双重管理,PLC 逻辑控制程序控制大车运行机构运行、系统保护、故障诊断报警等,编程环境为西门子 STEP7 5.5 软件,编程语言为梯形图。

1.4 门机大车行走操作流程

门机大车行走可在主司机室、回转吊司机室操作。两地操作相互联锁,只允许在其中一个司机室内操作门机行走。主司机室由面板上主令控制器 - 2SD1 操作。主令控制器的操作方向是左右方向,手柄向左拉,门机左行,手柄向右推,门机右行。门机左行、右行各有 5 档,可以依据速度的要求将手柄打

向任意一档。如图 2 所示,当 PLC 输入模块 I12. 2 得电,大车零位停车;I12. 3 得电,大车左行;I12. 4 得电,大车右行;I12. 5、I12. 6、I12. 7 交错得电控制大车行走速度。主令控制器手柄操作配合 PLC 逻辑控制实现了对大车行走机构的自动控制。

1.5 自动对位系统功能实现路径分析

如何实现门机大车行走过程的自动对位,首先要明确一个方向,那就是不改变门机现有控制和操作方式,利用已有的门机 PLC 控制系统,来完成自动对位功能的深度嵌入,以达到成本最优、兼容最佳、实现路径最短的目标。其重点任务包括:位置检测装置的硬件选型;门机已有的 PLC 逻辑控制程序升

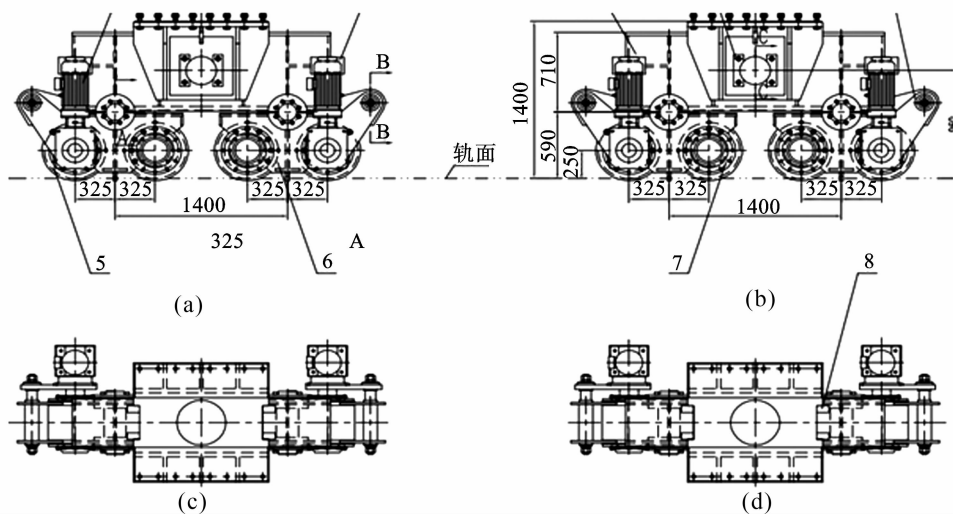


图 1 门机大车行走机构布置

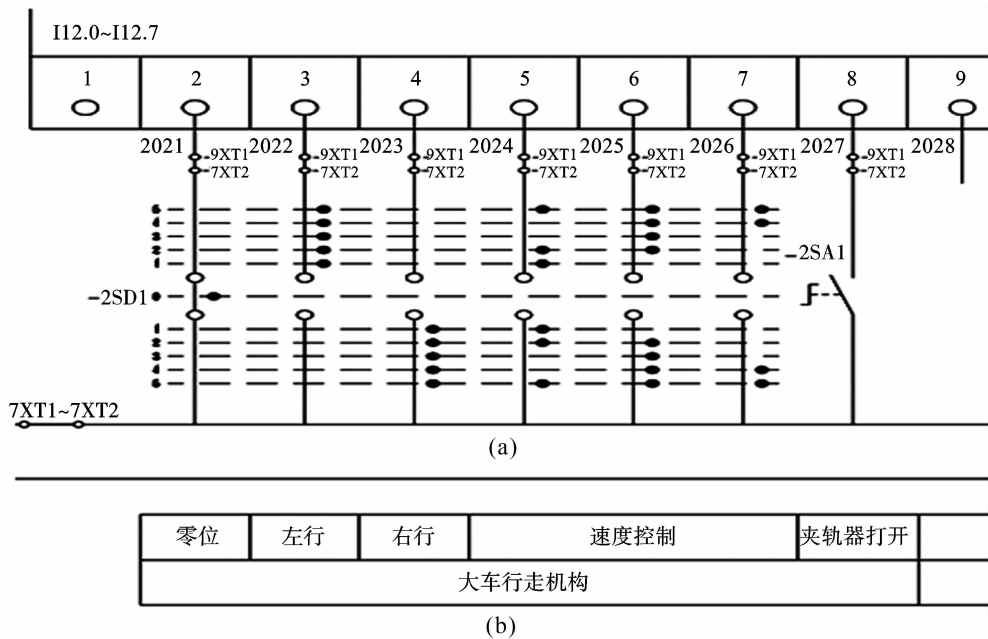


图 2 手柄电气控制原理

级,最后搭建起来的系统还要进行每一点位的制动调试,针对系统的定位误差,需要不断调整停车触发信号位置以及检测装置感应距离参数,通过实验完成自动对位系统的整体调试。

2 各种位置检测技术横向对比

位置检测技术目前主流的应用方向主要集中在编码器定位技术^[7]、激光测距定位技术^[8]、条码定位技术^[9]、RFID技术^[10]等技术。

2.1 编码器定位技术

利用光电旋转编码器测量目标在水平和垂直方向的牵引幅度,并利用PLC计数器计算接收到的脉冲数得出目标的位置量,实现目标的定位。由于门机长期运行,这种方法会导致累积误差,影响定位精度,关键是目前此技术还处在试验阶段。

2.2 激光测距定位技术

激光测距仪作为传感器并结合变频器以及基于PLC的模糊控制^[11]策略实现定位控制,模糊控制最大的特点是不需要精确的数学模型,其控制逻辑是建立在人的控制经验和知识基础上的,自适应能力有限,若控制规则过多甚至可能引起“规则爆炸”现象,导致控制系统瘫痪,而且激光测距技术对于工作环境要求较高,显然满足不了水利运管场景下的门机自动对位需求。

2.3 条码定位技术

条码定位(BPS)技术目前已应用在了多功能电解铜绝缘起重机上,解决了起重机定位问题。BPS系统主要由条码带和读码器组成,条码带安装行走机构的轨道上,读码器安装在大车上,当起重机在轨道上运行时,大车行走机构的读码器会扫描并读取位于轨道上条码带的位置信息,从而得到起重机所在的位置数据,然而条码定位系统中的条码带对于自身的清洁度要求较高,一旦条码带上有杂物便会导致条码读取数据不准,进而影响定位精度,因此条码定位技术也不适用于水利门机工作环境要求。

2.4 RFID技术及特点

RFID技术主要由电子标签、读卡器、天线3个部分组成,每一个电子标签内部设有唯一的ID编码,读卡器是一种读取电子标签中信息的设备,它是RFID技术的控制处理中心,天线负责电子标签和读卡器之间传递射频信号^[12],RFID技术可以识别特定目标并通过电磁波读取目标数据,而无需在识别系统和特定目标之间建立机械或光学接触,即可以

隔空识别,它可以在各种困难的环境下工作。对于临水布置,运行环境恶劣的门机大车行走位置检测需求,RFID技术毫无疑问是一种最优选择。

2.5 RFID技术工作原理

读卡器通过天线发送特定频率的射频信号。当电子标签进入读卡器天线的工作范围时,它会接收读卡器天线发送的无线电信号,产生感应电流,电子标签被激活并将编码信息通过内部天线发送到读卡器的内部天线,读卡器对接受的信号进行进一步的解码与解调,在兴隆水利枢纽运管场景中就是安装于门机轨道闸墩上的电子标签,被安装于门机大车行走机构上的读卡器激活并识别,然后读卡器输出信号送到门机PLC输入模块,这相当于输出一个信号,接下来就是要解决门机大车停车问题了。

3 系统改造升级

3.1 PLC系统硬件升级

PLC程序升级首先需要估计I/O点数,根据控制方式、应用场景及具体控制要求,计算出需要的PLC的输入信号、输出信号点位数量,然后看PLC预留的点位是否满足使用要求。

3.1.1 现场输入信号

(1)模式开关输入1个,大车行走机构自动对位系统不是常规的行走模式,只是在检修闸门起吊任务中发挥作用,所有需要一个模式开关,即在这种模式下自动定位系统才启动。

(2)左右行信号输入2个,手柄左右推拉信号。

(3)RFID位置检测信号输入1个,即到位输入信号。

3.1.2 现场输出信号

大车行走机构自动对位系统输出信号比较简单,整个程序升级改造唯一目的就是在原有门机大车行走PLC控制程序和手柄操作相互配合的基础上,实现PLC程序升级对原有控制程序的零位短接,从而带动变频器控制电机制动,实现门机大车停车功能。后期可以根据需要看是否增加自动对位系统运行、大车停车等指示灯输出,升级程序I/O编址如表1所示。

作为一个逻辑控制为主的系统,需要在门机大车行走PLC控制程序的基础上,将零位短接作为唯一的控制目标。当控制主令控制器手柄操作门机大车行走在轨道上时,根据监测到的停车指令给出RFID控制信号,实现原有门机大车行走PLC控制程

程序的零位停车短接,达到门机大车行走机构的制动目的。

表 1 升级程序 I/O 点位分配

序号	名称	地址	名称	地址
1	大车左行	I0.1	左右行信号保持	M1.1
2	大车右行	I0.2	模式信号保持	M1.2
3	模式开关	I0.3	RFID 信号保持	M1.3
4	RFID 信号	I0.4	停车信号保持	M1.4
5	零位停车	Q2.0		

3.2 PLC 系统程序升级

综合以上准备工作,将所分配的输入输出,按所需的控制逻辑一步步完善,依然沿用梯形图设计语言。

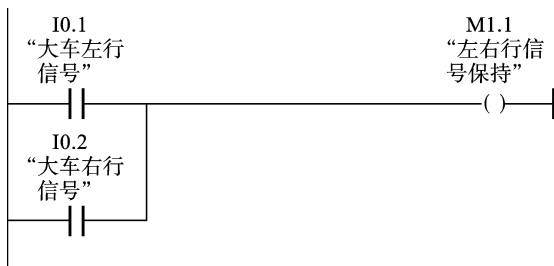


图 3 PLC 程序段 1

程序段2: 模式开关启动并信号保持



程序段3: 自动对位系统检测装置信号触发并保持

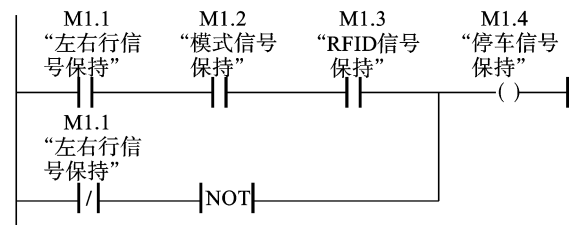


图 4 PLC 程序段 2、3

PLC 程序共分 5 段,如图 3 所示,当主令控制器手柄左右推拉操作时,PLC 内部中间寄存器 M1.1 记录左右行信号。如图 4 所示,当模式开关、位置检测 RFID 信号触发时,寄存器 M1.2 记录模式信号、寄存器 M1.3 记录 RFID 信号。如图 5 所示,程序段 4 是主控程序,有两层控制逻辑,描述为在推动手柄控制门机运行情景下,当左右行、模式开关、RFID 信号同时触发时,寄存器 M1.4 记录停车信号;控制手柄复位,则左右行信号消失,经过 PLC 程序 NOT 指令取

反,寄存器 M1.4 停车信号记录擦除。程序段 5 是寄存器 M1.4 记录停车信号触发原有 PLC 程序控制零位短接。整个程序升级可以看作原有控制程序的“补丁”。

程序段4: 左右行、模式、RFID同时触发, 停车信号保持。



程序段5: 停车信号保持激发主令控制器手柄短接零位停车



图 5 PLC 程序段 4、5

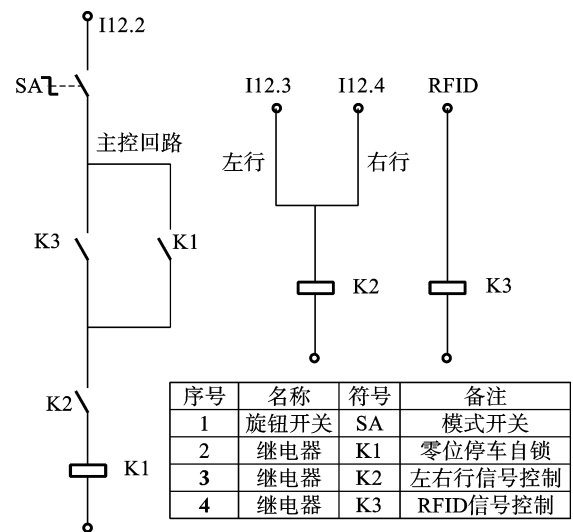


图 6 控制电路

3.3 继电器电路改造

任何的 PLC 控制电路都可以看作是继电器、接触器控制电路的“软化”。同理,可以将门机自动对位系统的 PLC 升级程序改造成继电器逻辑控制电路,如图 6 所示,需要在主令控制器操作箱里增加一个旋钮开关和 3 个直流继电器,左右行信号用 K2 继电器控制,RFID 信号用 K3 继电器控制,在主控回路里旋转模式开关(SA 开关闭合)、推动手柄左右行信号(线圈得电闭合开关 K2),当位置检测 RFID 信号到位(线圈得电闭合开关 K3),主控回路(线圈得电闭合开关 K1 并自锁)短接至主令控制器零位停车

回路里,实现门机大车自动停车目的。复位主令控制器手柄,主控回路零位信号消失,门机大车原地静止,重复推拉手柄控制大车向左或右行驶,门机进入下一个自动对位系统设置的停车区域。继电器电路改造方式,依然是在原有门机大车行走 PLC 控制电路基础上实现自动对位停车功能。

3.4 自动对位系统整体运行模拟

当门机驾驶员坐在主司机室,操作主令控制器手柄控制门机大车在轨道上行走时,开启自动对位系统模式开关,若门机大车未到达制动点,位置检测装置不发送 RFID 制动信号给门机 PLC,门机继续行驶;当门机大车到达制动点,位置检测装置向门机 PLC 发送制动指令。门机 PLC 在左右行信号、模式开关信号、RFID 制动信号同时触发作用下,门机停车信号短接至门机原有控制系统零位停车控制逻辑中,变频器在接收到 PLC 制动命令后,开始在制动位置处控制电动机进行减速制动,在经过制动距离 S 后,门机大车行走机构静止;当门机大车在制动点停车静止状态下,复位主令控制器手柄,左右行信号经过程序 NOT 取反指令使门机停车信号消失,那么自动对位控制程序逻辑消失,重复推拉门机手柄继续控制大车行驶,则门机进入下一个自动对位系统停车区域,最终门机大车完成自动对位,可以开始检修门落闸操作。

4 结语

4.1 系统设计不足

可以看到,在门机大车行走自动对位系统的研究与设计过程中,仍然存在一些有待解决的问题,比如在门机主驾驶室手柄推拉不同档位速度,那么大车行走的速度也不相同,进行零位制动时的制动点位置应该也有所差距,但考虑到检修闸门自带进槽滑轮,并与闸墩门槽有一定预留空间,所以本文并未考虑门机在不同运行速度下零位制动距离。深入详实的做法是通过对门机大车行走机构零位制动在不同承重、不同速度工况下的动态分析,建立门机整体、车轮组织结构的受力分析动力学方程,求得门机在空载、负载、不同速度工况下零位制动时的加速度,精确计算制动距离,从而精准定位闸墩上的电子标签安装位置或动态调整感应距离参数,进一步提

高门机大车行走的定位精度和定位效率。

4.2 系统设计小结

对于水利运管场景中门式启闭机大车行走中存在的问题与不足,在编码器定位、激光测距定位、条码定位、RFID 等相关技术横向运用环境对比下,因 RFID 技术具有隔空识别、灵敏性高、运行环境要求低等特点被选作位置检测装置,然后通过升级门机原有 PLC 逻辑控制程序,完成自动对位程序的深度植入,达到了升级 PLC 程序对门机原有控制系统的零位短接,从而带动变频器控制大车行走电机制动,设计方案在不改变原有门机运行操作方式的条件下,具有成本最优、兼容最佳、实现路径最短的特点,相当于添加了门机大车行走自动对位功能;另外一种继电器电路改造方案,也是在原有门机大车行走 PLC 控制电路基础上实现了零位短接,从而控制大车行走制动,两种方案各有优劣,最终解决的是门机在水利运管场景下闸门起吊作业中的安全运行风险。设计过程中的一些思路、程序升级、运行模拟、缺陷分析推荐与各同类设备使用单位,但愿有一定借鉴意义。

【参考文献】

- [1] 王长营. 门式起重机行走机构制动方式的改进[J]. 吉林水利, 2019(8): 20-21, 39.
- [2] 2×800 100 kN 双向门机使用说明书[Z]. 中国水利水电夹江水工机械有限公司, 2020: 2-19.
- [3] 王昕辉. 变频电动机振动原因分析与处理[J]. 工艺设备, 2017(1): 78-79.
- [4] Siemens Simatic S7-300 系统手册[Z]. 西门子(中国)有限公司, 2020: 1-33.
- [5] 郭宽明. CAN 总线原理和应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2016: 1-260.
- [6] 史宜巧. PLC 应用技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016: 117-250.
- [7] 徐科军. 传感器与检测技术[M]. 4 版. 北京: 电子工业出版社, 2016: 1-89.
- [8] 张凤鸣. 基于象限探测器的激光定位技术研究[D]. 吉林大学, 2018.
- [9] 郭魁. 起重机定位技术浅析[J]. 有色设备, 2018(5): 7-10.
- [10] 黄立. 无线射频识别(RFID)技术应用的实际意义与策略[J]. 电子技术与软件工程, 2017(21): 83.
- [11] 董国芳. 基于高精度定位和实时数据的铅锌矿井下风险动态模糊评估研究[D]. 昆明理工大学, 2016.
- [12] 徐亮. 无线射频技术在造船起重机定位系统中的应用[J]. 工程建设与设计, 2019(13): 191-193.

(收稿日期: 2021-11-16)

设计与施工

长距离有压输水管道水击计算及防护

鲍 文 李文清

(湖北省远安县水利局 远安 444200)

摘 要 停泵水锤是长距离有压输水管线中的严重事故,破坏性强。针对湖北孝昌某长距离有压输水管道出现较大负压,最大水锤压力包络线与正常运行管道压力包络线重合的问题,运用 Bentley Hammer V8i 水力分析软件,进行水锤防护模拟,结果表明,空气阀与单向调压塔协同工作可以将负压降低到 2 m 以内,且避免因单独使用空气阀造成的升压,可确保运行期的安全,并为同类工程提供参考与借鉴。

关键词 输水工程;停泵水锤;空气阀;单向调压塔;Bentley Hammer V8i

我国总体上是缺水的国家,水体分布很不平衡,解决资源性或水质性缺水问题主要是采取跨流域调水等工程措施,主要的输水方式有泵站提水和有压管道输水。提水泵站明渠输水如山东省引黄济青工程;重力压力流输水如哈尔滨磨盘山输水工程,明渠自流输水(引黄济津)等。在以上供水方式中,明渠输水时水体易受污染,水质无法保障;有压重力流输水对地形地势有特殊要求,管道起始端的高程应高于末端管道高程;而泵站提水,有压管道供水对地形适应性好,且水质不易受到污染,是目前运用非常广泛的输水方式。泵站提水,在有压管道输水系统中,因停泵产生的水锤对输水系统的威胁非常大^[1-2];压强过高,将引起管道的破裂,反之,压强过低又会导致管子的瘪塌,可能破坏管道、水泵和阀门,因此对水锤的防护成为长距离输水重点研究方向。

为做好水锤防护,国内外工程师做了很多的研究,水锤的模拟方法经历了图解法、解析法、特征线法、和有限单元法等。其中图解法需要求解复杂的方程,很多情况下,水锤方程无法获得特定的解析解;特征线法通过离散水锤方程,采用特征线数值方法进行求解;有限元法是采用有限元格式对系统中的非恒定流进行模拟计算,但该方法网格划分相对

复杂,计算量较特征线法大。在实际工程中,不仅需要对水锤进行模拟,还要对水锤防护措施进行探索,如调压塔、空气阀、防水锤空气罐等^[3-5],在管道中设置的位置、个数和尺寸等。本文中运用的 BENTLEY HAMMER V8i 是一个水锤的高级数字模拟器,它拥有非常全面的数据库,简化了数据输入,便于观察、改进和快速专业地表达计算结果,提高了计算效率,降低了操作难度,并提出精确合理的水锤防护方案,保障工程运行期的安全。

1 工程概况

孝昌白沙某长距离输水工程的全长 4 867.53 m,采用泵站加压,压力管道输水,管道采用地下埋管方式铺设,管材选用 PCCP 管,管径 1 200 mm,管道糙率 0.015,流量为 2 m³/s,管道起始端高程为 33.8 m,管道末端高程为 54.6 m,在 524 m 与 844 m 处有两个水平转角,转角分别为 31°,24°。管道纵断面及水力坡度如图 1。

2 水泵及停泵水锤

2.1 水泵运行方式

CS500-710C 属于中开泵,其运行方式:在泵启

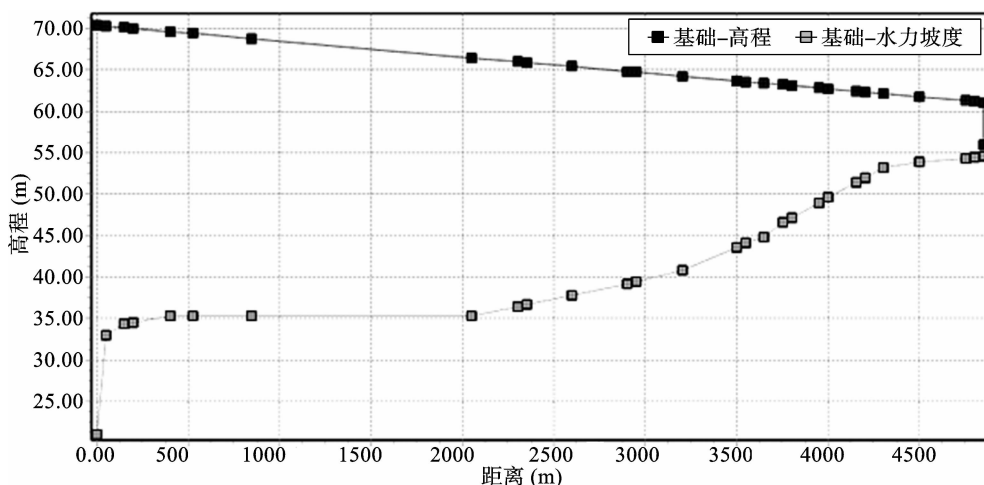


图1 管道纵断面及水力坡度

动前,泵壳内灌满被输送的液体;启动后,叶轮由轴带动高速转动,叶片间的液体也随着转动,在离心力的作用下,液体从叶轮中心被抛向外缘并获得能量,以高速离开叶轮外缘进入蜗形泵壳;在蜗壳中,液体由于流道的逐渐扩大而减速,又将部分动能转变为静压能,最后以较高的压力流出管道,送至需要的各场所。液体由叶轮中心流向外缘时,在叶轮中心形成了一定的真空,由于贮槽液面上方的压力大于泵入口处的压力,液体便被连续压入叶轮中。可见,只要叶轮不断地转动,液体便会不断地被吸入和排出。

2.2 停泵水锤及案例

水泵机组因突然事故断电或其他原因而造成开阀停泵时,在水泵及管路系统中,因流速突然变化而引起的一系列急剧的压力交替升降的水力冲击现象,即停泵水锤^[6]。停泵水锤破坏力强,对管道和泵站的威胁巨大,以下为两个停泵水锤事故案例。

银山镇某水泵房的水泵在试车过程中,由于止回阀未实现缓闭,停泵水锤严重损坏水泵和管道。2005年9月17日,1#、5#循环泵在停泵过程中,先后由于停泵水锤而遭到严重损害,表现为水泵基础出现裂缝;联轴器分别出现3 mm和8 mm错位,弹性垫圈严重磨损。

某水厂取水系统输水管道管径DN800,管线长2 km,最大落差21.4 m,管线中有一高4.5 m、长300 m的驼峰,泵站在运行过程中,泵房外消防栓、DN200 闸阀、机组液控缓闭止回阀等均因关机操作不当产生的水锤造成破坏,最为严重的是2号机组水泵轴断裂。现场观察,关阀停泵时阀时阀后压力

最高时达到1.1 MPa,远高于正常水锤升压比例的1.5,达到运行压力的3.7倍。

3 建立模型

Bentley Hammer V8i 是一款主要用于分析复杂泵站管路系统水力过渡过程的软件,可以帮助工程师更好地了解泵站管路系统,以便设计安全、经济水锤防护方式。

水锤计算模型包含上下游水库、管道、泵站、流量控制阀等基本组成部分;不同的元器件需要输入的参数各有特点,每一个参数都需要认真输入,否则建立的模型无法正常进行计算。

3.1 管道的绘制

绘图区域内可插入CAD图作为背景层,格式为DXF。用背景层辅助绘制管线后,需要在数据表中选择管道,将管道长度设置为m,也可以按需求设置部分管道长度。与管道相关的参数有管道节点高程、管径、管材、海深·威廉系数、波速(m/s)。

3.2 水泵参数设置

首先确定水泵的方向,如果与水体流动方向不一致则需点击右键一反向,进行调整,接下来输入水泵的高程,然后进入水泵定义,在水泵属性列表中选择水泵定义,即水头:在水泵定义类型中选择一设计点(1个点),输入设计流量、设计水头即可得到流量与水头、流量与水泵效率图;功率:需输入最高效率点流量、最高效率点效率;瞬时:需输入水泵与电机的转动惯量与转速。孝昌输水工程建模水泵参数如表1。

表 1 孝昌输水工程建模水泵参数

机组	水泵参数设置					
	运行台数	水泵型号	单台流量 (m ³ /h)	水泵扬程 (m)	额定转速 (r/min)	转动惯量 (kg·m ²)
1#机组	CS500 - 710C	3 600	52	970	410	2

4 模拟及方案比选

4.1 无水锤防护措施

在泵站的运行过程中,最危险的工况是在最高净杨程工况下运行时,突然停电,造成停泵水锤的发生。在此工况下,PCCP 管全管段未施加水锤的防护装置,水泵正常运行 6 秒后关闭,水泵的阀门类型为止回阀,以防止水泵发生倒转现象。软件模拟如图 2。

在突然停电造成水泵停泵,最大正水锤发生在泵站出水口,总水头为 79.20 m,此处管道中心点高程为 33.8 m,即该点的最大水锤压力为 45.4 m;最大负水锤压力为 10 m。此时的正水锤压力对管道有产生破坏的可能;最大负水锤压力达到 10 m,会造成管道被大气压力压瘪,破坏管道。因此,水锤防护措施应降低最大负水锤压力。

4.2 水锤防护措施比选

在我国,运用较多的有单(双)向调压塔、空气阀、多功能水力控制阀、水锤消除器等几种水锤防护措施,对于水锤的防护均有很好的效果,但同时也存在不同的缺点与局限,详见表 2。

本项目输水工程的管道敷设较为顺直,无起伏现象,故不易发生断流弥合水锤,选用的水锤防护措

施主要是消除管道内负水锤压力。

表 2 主流水锤防护设施缺点

序号	名称	缺点
1	单(双)向调压塔	占地大、造价高、水质易受污染。
2	空气阀	弥合水锤效防护效果差。
3	多功能水力控制阀	阻力大、在长距离多起伏输水工程中单独使用效果不明显。

表 3 水锤防护实施方案

方案	装置	内容
1	空气阀	在管道沿线设置空气阀 7 个。
2	单向调压塔	在管道沿线设置单向调压塔 1 个。
3	空气阀、单向调压塔	在管道沿线设置空气阀 6 个、单向调压塔 1 个。

如图 3 所示,选择在桩号 K0 + 075、K0 + 843.58、K2050、K2 + 950、K3 + 200、K4 + 300、K4 + 750 的 7 处设置空气阀,其入流孔口直径为 200 mm,空气出流孔口直径为 20 mm,此时最大正水锤出现在泵站出水口位置,此时的总水头为 103 m,管道中心线高程为

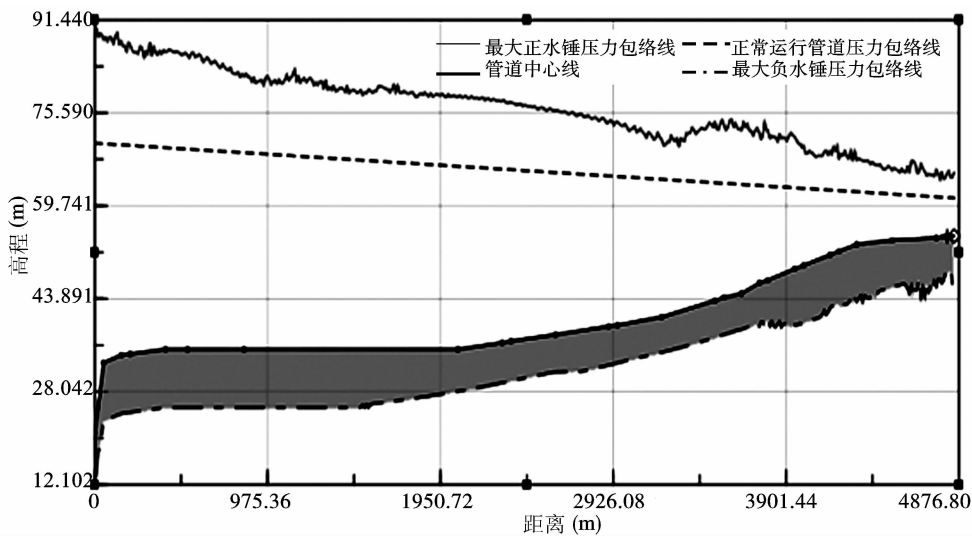


图 2 无防护水锤压力包络线

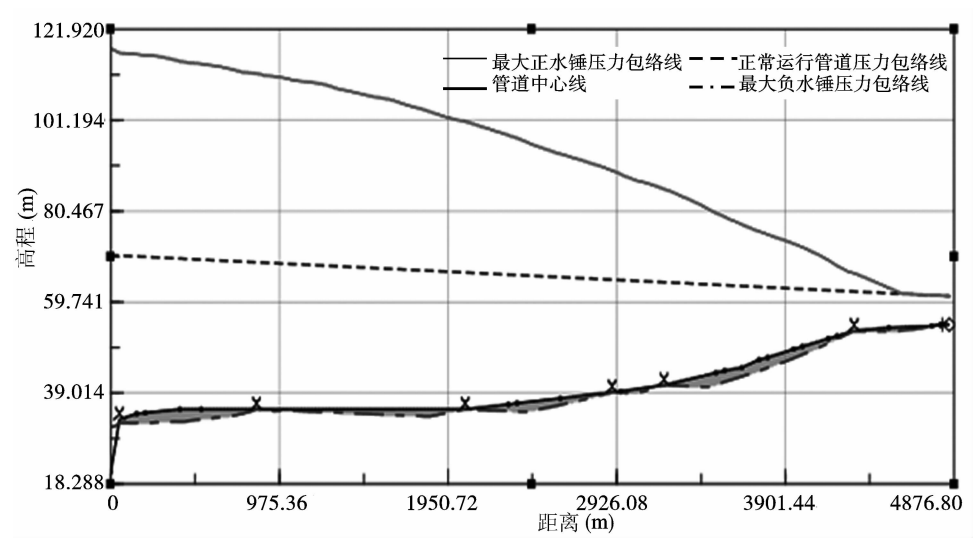


图 3 安装空气阀时水锤压力包络线

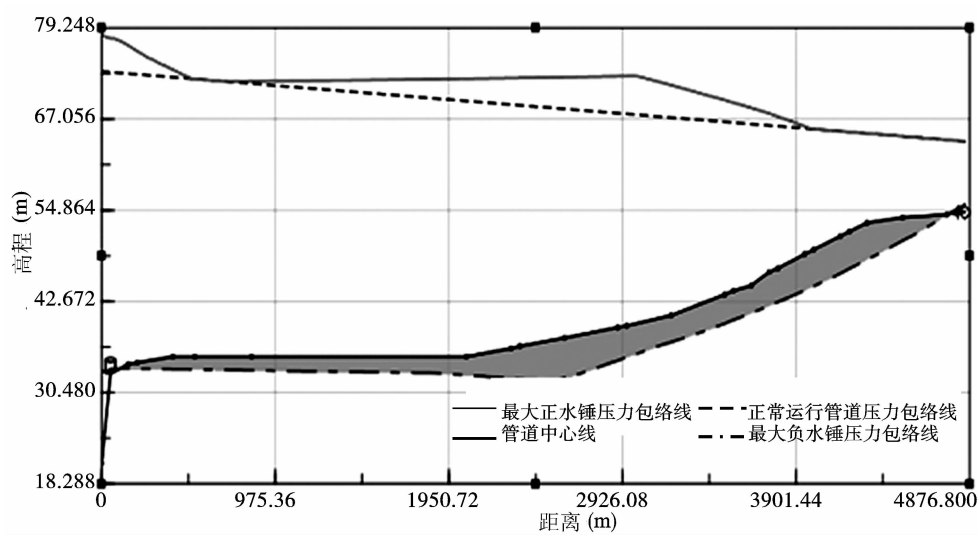


图 4 安装单向调压塔时水锤压力包络线

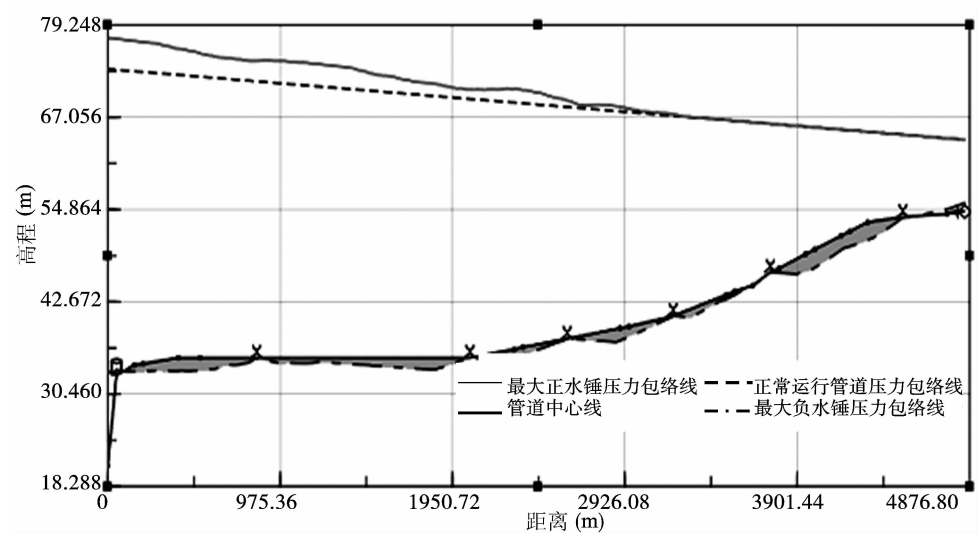


图 5 安装空气阀与单向调压塔时水锤压力包络

33.8 m,故水锤压力水头为 69.2 m(0.69MPa),此时最低压力包络线的数值与管道中心线的差值非常小。

如图 4 所示,在桩号 K0+843.58 处设置一单向调压塔,高程为 35.3 m,截面为圆形,大井直径为 3.05 m,运行的初始高程为 39 m,运行的最大高程为 40 m,与压力管道连接的孔口直径为 0.6 m,此时的最大正水锤压力包络线与正常运行时的压力包络线重合,有效降低 K0+523.91 至 K0+2350 管段的负压, K0 至 K0+523.91 与 K0+2350 至 K4+867.65 管段的负压仍较大,最大负压处达到 8 m(0.08 MPa),管道有被大气压瘪的风险,需要采取措施降低最大负水锤压力包络线。

如图 5 所示,在桩号 K0+843.58 处设置一单向调压塔,高程为 35.3 m,截面为圆形,大井直径为 3.05 m,运行的初始高程为 39 m,运行的最大高程为 40 m,与压力管道连接的孔口直径为 0.6 m。在桩号 K0+150、K2+950、K3+550、K3+750、K4+150、K4+500 的 6 处设置空气阀,其入流孔口直径为 200 mm,空气出流孔口直径为 20 mm,此时的最大正水锤压力包络线与正常运行时的压力包络线重合,有效降低全管段的负压,最大负压 ≤ 2 m。

通过 3 种方案对比可以发现,方案一:空气阀能够很好降低全管段的负压,最大负水锤压力 ≤ 2 m,但最大水锤压力升高 21.6 m,达到 0.69MPa;方案二:单向调压塔能部分降低管段最大负压力包络线,同时最大压力包络线与正常运行时的压力包络线重合;但最大负水锤压力为 8 m(0.08 MPa),管道有被大气压瘪的风险;方案三:单向调压塔与空气阀协同工作,有效降低全管段负水锤压力,且未增加最大正

水锤压力。通过比选决定方案三作为本输水工程的水锤防护方案。

5 结语

综上所述,可以得出以下结论:

(1)在不安装任何防护措施的情况下,因突然断电而导致的输水管线内正负水锤压力巨大,对管道安全与稳定运行造成巨大负面影响。

(2)空气阀对于消除输水管道内部的负水锤压力有较大的优势,但同时可能导致最大正水锤压力急剧增大,威胁供水管道安全。

(3)调压塔能有效降低输水管道内部最大正负水锤压力的数值,但其影响范围有限,因其造价偏高不宜大规模使用。

(4)采用调压塔与输水管道协同工作的方式可以有效降低全管道内部的最大正负水锤压力,经济高效。

【参考文献】

- [1] 廖宗蓉. 水泵站停泵水锤计算及其防护措施研究[J]. 工业安全与环保, 2017, 11(43): 45-48.
- [2] 张毅鹏, 刘梅清, 刘志勇, 等. 长距离输水管道事故停泵水锤防护方法分析[J]. 中国农村水利水电, 2018(8): 198-203.
- [3] 徐放, 李志鹏, 邹顺利. 高扬程泵站停泵水锤防护措施的比较与分析[J]. 给水排水, 2017(43): 106-110.
- [4] 王思琪, 俞晓东, 倪尉翔, 张健. 长距离供水工程空气罐调压塔联合防护水锤[J]. 排灌机械工程学报, 2019, 5(37): 406-412.
- [5] 贾佑东, 贺忠爱, 曹大鹏, 等. 停泵水锤事故分析及多功能阀利用[J]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004, 第 2 版: 241.
- [6] 杨远东, 邓志光. 停泵水锤计算及其防护措施[J]. 中国给水排水, 2000, 16(5): 29-32.

(收稿日期: 2011-11-09)

(上接第 10 页)

实现预报调度一体化, 提高调度系统的科学化、现代化、智能化水平。

4.4 完善监测系统和提高预警能力

完善水雨情监测系统并整合水文系统数据, 提高水雨情监测的及时性、准确性和可靠性。进一步

扩大工情监测范围, 完善监测体系, 建设库区安全监视系统、完善大坝安全监测系统和坝区安全监视系统。利用长系列水文数据开发洪水预报系统, 不断提高预报精度、延长预见期, 为精准防洪调度提供有力支撑。

(收稿日期: 2021-11-24)

水生态环境

基于改进的隶属函数模糊数学法的水质评价

徐恩奎¹ 熊万清² 李卫青³

- (1. 湖北省随州市水文水资源勘测局, 随州 441300;
2. 湖北省黄冈市水文水资源勘测局, 黄冈 438000;
3. 湖北省孝感地质环境监测保护站, 孝感 432000)

摘要 基于改进的6级隶属度函数,选取溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷5项评价指标,应用模糊数学法分析评价府河随州段5个监测点水质情况。结果表明,CODMn模糊综合评价中贡献率最大,为0.3087;改进的6级隶属函数模糊数学法对于参评因子处于水质标准临界值的情形评价的精度更高,评价结果更为合理。

关键词 水质评价;6级隶属函数;模糊数学法;府河

水质评价是水资源规划管理与保护的重要环节,可以了解水体污染程度及水质变化趋势^[1]。同时,水质评价是一个复杂的过程,是按照一定的标准、指标和方法,对水域的质量状况进行定性或定量的评定^[2]。选用合适的指标以及科学合理的评价方法是水质评价的关键,直接关系评价的结果。目前,水质评价方法多种多样,按照水质级别确定原则,可分为确定性方法和不确定性方法。单因子评价法广泛应用于水质评价,但重点突出超标最严重的的评价指标对水体质量的决定性作用,从而忽略其它因子的影响,具有一定的片面性。鉴于水质监测数据、水环境质量分级本身的模糊性,水质评价主要是以统计学为主的不确定性方法^[3]。因此,基于模糊矩阵和隶属度函数的模糊数学法被广泛应用,是一种比较成熟的水质评价方法^[4-6]。宋菁等^[7]基于磁湖水水质监测数据,采用5级隶属函数模糊综合评价。模糊综合评价法充分考虑了每个因子对综合评价结果的贡献,但存在隶属函数判定区间不准确、评价结果表达单一等问题。

文章运用模糊数学法分析评价随州府河5个监测点的水质情况,将评价结果与单因子评价法的评价结果进行对比分析,为府河水质评价提供了一种

新的技术方法。

利用模糊数学法评价水质,关键点是找出影响水质的主要因素,确定评价因子集、评价集、隶属函数,计算各因素的隶属度和权重,分析综合隶属度,确定水质类别^[8]。权重是衡量某一因子对水质影响相对大小的量值,权重系数越大,则该因子对水质的影响程度越大^[9]。

1 研究方法

1.1 流域概况

府河属长江流域,位于府澠河上游,是随州的母亲河,发源于随州市随县大洪山北麓双门洞,流经随县、曾都、广水、安陆、应城、云梦、孝昌、孝南、东西湖等地,纳澠水后于黄陂区汇入长江。干流全长331.7 km,总流域面积14 769 km²;随州境内干流长度194 km,流域面积8 299 km²。其主要支流有澠水、灏水、均水、漂水、浪河、徐家河、清水河。流域水系和监测点分布情况见图1。

1.2 模糊数学法

1.2.1 模糊评价因子集和评价集

根据实测数据,采用SPSS19.0箱型图统计分析,确定评价指标,建立评价因子集。假定选取的指

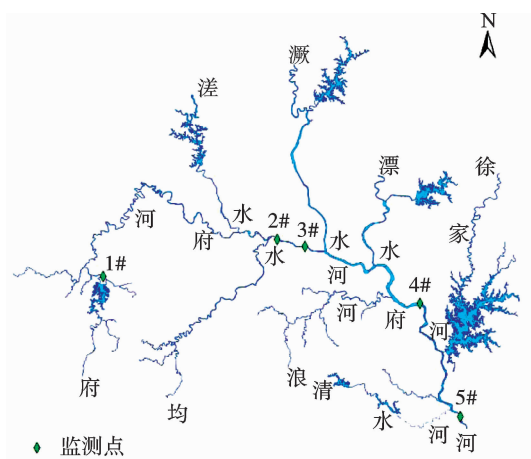


图 1 流域水系和监测点分布

标为 m 个,评价因子记为 x_i ,产生的评价因子集记为 $U = (x_1, x_2 \cdots x_m)$ 。通过统计分析,确定评价因子为 DO 、 COD_{Mn} 、 COD_{Cr} 、 $NH_3 - N$ 、 TP ,则组成模糊评价因子集:

$$U = (DO, COD_{Mn}, COD_{Cr}, NH_3 - N, TP)$$

《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)^[10]将水质划分为五类,明确了相应的标准限值,只能判定 I ~ V 类水的评价结果^[11],将劣 V 类水归为 V 类,降低了污染的严重性^[12]。基于上述原因徐建等^[13]提出了一种以水质标准上下限的中间值作为隶属度区间端点值的 6 级隶属函数,徐国宾等^[14]优化隶属度区间取值,控制水质标准隶属度为 0.5,提出了改进的 6 级隶属函数,使得隶属函数的判定区间与《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)相吻合,提高了模糊综合评价的精度。地表水环境质量标准见表 1。

表 1 地表水环境质量标准(GB3838-2002)参评因子标准值

评价因子		参评因子标准值(mg/L)				
		I	II	III	IV	V
DO	$\geq$	7.5	6	5	3	2
COD_{Mn}	$\leq$	2	4	6	10	15
COD_{Cr}	$\leq$	15	15	20	30	40
$NH_3 - N$	$\leq$	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
TP	$\leq$	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4

基于此,笔者采用基于改进的 6 级隶属函数、权重和最大隶属度原则的模糊数学法,对随州府河水环境质量状况进行分析评价,评价研究使用的各指标水质分级标准见表 2。

为说明改进的 6 级隶属函数的优越性,以总磷

(TP)为例,改进的 6 级隶属函数的隶属度区间端点值分别为 0.02、0.05、0.15、0.25、0.35、0.45,对应隶属度函数如图 2 所示,红色与蓝色折线交点对应的横坐标形成水质类别判定区间,可得出 TP 水质标准值对应隶属度 0.5,实际判定水质类别的区间为 $(0, 0.02]$ 、 $(0.02, 0.1]$ 、 $(0.1, 0.2]$ 、 $(0.2, 0.3]$ 、 $(0.3, 0.4]$ 、 $(0.4, +\infty)$ 与《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)确定的水质判断区间完全吻合。

表 2 改进的 6 级隶属度函数水质分级标准

评价因子	mg/L	参评因子分级标准					
		I	II	III	IV	V	VI
DO	$\geq$	9	6	6	4	2	2
COD_{Mn}	$\leq$	1	3	5	7	13	17
COD_{Cr}	$\leq$	15	15	15	25	35	45
$NH_3 - N$	$\leq$	0.1	0.2	0.8	1.2	1.8	2.2
TP	$\leq$	0.02	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45

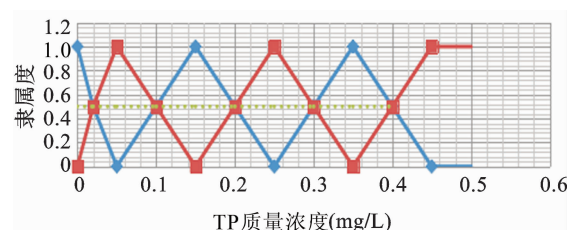


图 2 改进的 6 级隶属度函数(以 TP 为例)

1.2.2 隶属函数确定

水质污染程度是一个模糊的概念,水质分级标准本身也具有模糊性^[15]。本文用隶属度划分分级界限进行水质分析评价,控制各参评因子的水质标准值对应隶属度为 0.5,根据隶属函数计算隶属度 F_{ij} ,确保隶属函数判定的水质区间与水质标准类别区间一致。对于“越小越优”型指标,如 COD_{Mn} 、 COD_{Cr} 、 $NH_3 - N$ 、 TP ,采用“降半梯形”的函数表示,表达式^[16]如下:

当 $k=1$ 时,

$$F_{i1} = \begin{cases} 1 & x_i \leq S_{i1} \\ (x_i - S_{i2}) / (S_{i1} - S_{i2}) & S_{i1} < x_i \leq S_{i2} \\ 0 & x_i > S_{i2} \end{cases} \quad (1)$$

当 $k=2, 3, 4, 5$ 时,

$$F_{ik} = \begin{cases} 0 & x_i \leq S_{i(k-1)} \\ (x_i - S_{i(k-1)}) / (S_{ik} - S_{i(k-1)}) & S_{i(k-1)} < x_i \leq S_{ik} \\ (x_i - S_{i(k+1)}) / (S_{ik} - S_{i(k+1)}) & S_{ik} < x_i \leq S_{i(k+1)} \\ 0 & x_i > S_{i(k+1)} \end{cases} \quad (2)$$

当 $k=6$ 时,

$$F_{i6} = \begin{cases} 0 & x_i \leq S_{i5} \\ (x_i - S_{i5}) / (S_{i6} - S_{i5}) & S_{i5} < x_i < S_{i6} \\ 1 & x_i \geq S_{i6} \end{cases} \quad (3)$$

表达式中 x_i 表示个水质各水质参数的实测值, S_{ik} 表示 6 级隶属函数各参数评价区间的标准值, F_{ik} 表示各参数的隶属度,下同。

对于“越大越优”型,如 DO,采用“升半梯形”函数表示,表达式^[8]如下:

当 $k=1$ 时,

$$F_{i1} = \begin{cases} 0 & x_i < S_{i2} \\ (x_i - S_{i2}) / (S_{i1} - S_{i2}) & S_{i2} \leq x_i \leq S_{i1} \\ 1 & x_i > S_{i1} \end{cases} \quad (4)$$

当 $k=2,3,4,5$ 时

$$F_{ik} = \begin{cases} 0 & x_i \leq S_{i(k+1)} \\ (x_i - S_{i(k+1)}) / (S_{ik} - S_{i(k+1)}) & S_{i(k+1)} < x_i \leq S_{ik} \\ (x_i - S_{i(k-1)}) / (S_{ik} - S_{i(k-1)}) & S_{ik} < x_i \leq S_{i(k-1)} \\ 0 & x_i > S_{i(k-1)} \end{cases} \quad (5)$$

当 $k=6$ 时,

$$F_{i6} = \begin{cases} 1 & x_i \leq S_{i6} \\ (x_i - S_{i6}) / (S_{i5} - S_{i6}) & S_{i6} < x_i < S_{i5} \\ 0 & x_i \geq S_{i5} \end{cases} \quad (6)$$

表 3 监测点各参评因子的实测值

点位	参评因子的实测值				
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP
1#	13.2	2.8	8	0.08	0.02
2#	16.4	4.7	18	0.12	0.07
3#	11.7	5	-1	0.33	0.096
4#	13.9	6.5	28	1.32	0.15
5#	11.2	6.5	21.2	0.58	0.062

1.2.3 计算模糊关系矩阵

将水质参评因子实测值代入改进的 6 级隶属函数,计算各水质因子相应各评价等级的隶属度,得到模糊关系矩阵 R 为:

$$R = \begin{Bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{16} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{26} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{n6} \end{Bmatrix} = (r_{ik})_{n \times 6}$$

根据 6 级隶属函数定义,以 4#点位为例,监测值

详见表 3,将实测值代入式(1)~(6)得到 5×6 的隶属度矩阵:

$$R_{4\#} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0.7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

1.2.4 评价因子权重计算

评价指标的权重表明其在水环境质量评价中作用的相对大小^[17],权重的计算通常有“超标倍数法”以及“熵权法”,“超标倍数法”是一种主观赋权法,仅考虑单个因子的特征,忽略评价因子间的联系。鉴于此,笔者采用“熵权法”进行权重计算,熵表示系统的混乱程度,水质由优变劣,实际是水体物质混乱程度的增加过程,即熵值增加的过程^[18]。熵权法^[13,19-20]包含以下几个计算步骤:

第 1 步:实测数据矩阵标准化。假定有 m 个评价因子, n 个评价对象,对实测所得原始数据进行标准化处理,得到矩阵:

$$R = (r_{ij})_{m \times n}$$

式中: r_{ij} 第 i 个评价因子在第 j 个评价对象上的测定值。

对“越大越优”的指标,计算方法如下:

$$r_{ij} = [x_{ij} - \min_j(x_{ij})] / [\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})] \quad (7)$$

对“越小越优”的成本型指标,计算方法如下:

$$r_{ij} = [\max_j(x_{ij}) - x_{ij}] / [\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})] \quad (8)$$

其中 $r_{ij} \in [0, 1]$

第 2 步:定义熵。数据标准化后,定义第 i 个评价因子的熵 W_i ,有

$$W_i = (i = 1, 2, \dots, m) \quad (9)$$

其中: $f_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^n r_{ij} \quad k = 1/\ln n$

当 $f_{ij} = 0$ 时,有 $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$

第 3 步:定义熵权。计算方法如下:

$$w_i = (1 - W_i) / (m - \sum_{i=1}^m W_i) \quad (10)$$

式中: $w_i \in [0, 1], \sum_{i=1}^m w_i = 1$

依据式(7)~(10),计算参评因子的熵及熵权,从而得到各水质因子的权重,评价因子的熵大小与权重呈反比,结果见表 4。

从而得到权重级:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_m) = (0.2341, 0.3087, 0.1902, 0.1260, 0.1409)$$

表 4 参评因子的熵及权重

定义熵	参评因子				
	DO	COD _{Mn}	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP
W_i	0.7205	0.6315	0.7729	0.8496	0.8318
w_i	0.2341	0.3087	0.1902	0.1260	0.1409

从表 4 可以看出,模糊评价中,高锰酸盐指数的权重最大,然后依次为溶解氧、化学需氧量、总磷、氨氮。

1.2.5 计算模糊综合评价矩阵

建立模糊数学模型:

$$A = W * R \quad (11)$$

表 5 各监测点水质模糊数学评价结果

监测点	水质类别						水质
	I	II	III	IV	V	VI	
1#	0.8097	0.1713	0.0190	0	0	0	I
2#	0.3349	0.1418	0.4307	0.0926	0	0	III
3#	0.5428	0.0945	0.2866	0.0761	0	0	I
4#	0.2341	0	0.2836	0.1654	0.3169	0	V
5#	0.2341	0.0169	0.5379	0.2111	0	0	III

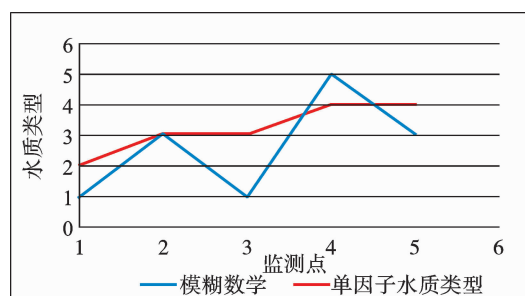


图 3 模糊数学法和单因子评价法评价结果比较

从模糊数学评价结果来看,1#、3#监测点监测时段均为 I 类;2#、5#监测点均为 III 类;4#监测点为 V 类。从单因子评价法的评价结果来看,1#监测点为 II 类,2#、3#监测点均为 III 类,4#、5#监测点为 IV 类。对照实测数据,主要污染因子为氨氮、高锰酸盐指数和化学需氧量,两种评价方法结果比较见图 3。

从模糊数学法评价结果来看,2#和 3#监测点相隔距离较近,但 2#监测点与 3#监测点相比水质明显较差,主要原因是 2#监测点上游 5 km 建有一处污水处理厂。

两种评价方法的评价结果产生较大差异的原因主要是两种评价方法的出发点不同。单因子评价法将污染状况最严重的评价指标的水质类别作为水体评价结果,是一种“一票否决法”,重点突出超标最严

2 结果分析

2.1 模型应用

利用各监测点的水质模糊关系矩阵与各评价因子的权重集,根据式(11),得出水质模糊综合评价矩阵,按照最大隶属度原则,选择 $\max(a_n) (n=1,2,\dots,6)$ 作为水质模糊数学评价结果,评价结果详见表 5。

2.2 结果分析

通过对比模糊数学和单因子评价结果发现,两者最终评价结果存在较大差异,模糊数学水质评价结果总体上优于单因子水质评价结果,具体见图 3。

重的评价指标对水体质量的决定性作用。然而,模糊数学法充分考虑各评价指标对综合评价结果的贡献,将贡献按权重进行分配,评价结果是各参评指标的综合作用^[21],能够更为客观准确的反映参评因子对水质状况的综合影响。模糊数学法和单因子评价法水质评价结果情况见图 3。

3 结论

从改进的 6 级隶属函数模糊数学法和单因子评价法的计算过程及评价结果来看,单因子评价法计算过程简单,方便快捷,但评价结果完全取决于污染最严重的指标,体现单因子否决权,适用于参评指标严重超标的水体。模糊数学法计算过程复杂,操作难度大,但本方法能整体上反映评价指标对水体水质的综合影响,评价结果较为准确合理,适用于各评价因子超标接近的情况。

本文通过使用改进的 6 级隶属函数和单因子评价法对随州市府河干流 5 个监测点的水质进行综合分析评价,评价结果存在一定的差异,采用模糊数学法得出的综合评价结果仅 4#监测点劣于单因子评价法的评价结果,其余监测点的评价结果均优于单因子评价法的评价结果,对比实测数据得出,模糊数学法适合参评指标处于水质标准临界值的情况,能

提高评价结果的准确度。

将改进的6级隶属函数、熵权、最大隶属度原则有机结合的改进模糊数学法用于水质分析评价,结果表明,改进的模糊数学法是一种合理、可靠、评价区分度较高且更加全面的水质综合评价法。

因此,水质评价宜根据实测的数据合理选择评价方法,从而使水质评价结果更加科学、准确。

【参考文献】

- [1] 孙艺珂,王琳,祁峰,等.改进综合水质指数法分析黄河水质演变特征[J].人民黄河,2018,40(7):78-87.
- [2] 刘成,袁琳,余明星,娄保峰,等.河流水质评价方法综述[J].吉林农业,2012(7):226-227.
- [3] 申杰,潘杨,黄勇,等.城市地表水环境评价方法综述[J].环保科技,2011(4):41-45.
- [4] 王新智,张虎子,贾政,等.基于单项指数法和模糊综合评价法对松花江吉林市段水质的评价[J].环境科学与管理,2012,37(9):184-187.
- [5] 潘怡,许彦卿,叶属峰,等.上海海域水质模糊综合评价[J].海洋环境科学,2009,28(3):283-287.
- [6] 尚伯晓,吕子楠,李杰年,李铁庆,等.基于模糊综合评价法与单因子指数评价法的水质评价[J].中国环境管理干部学院学报,2013,23(5):1-4.
- [7] 宋菁,曹梦璐,闫伟伟,等.磁湖湖滨带水质模糊综合评价[J].中国环境管理干部学院学报,2019,29(4):85-93.
- [8] 孙靖南,邹志红,任广,平等.模糊综合评价在天然水体水质评价中的引用研究[J].环境污染治理技术与设备,2005,6(2):45-48.
- [9] 童朝锋,吕立锐,冯骞,等.基于改进的模糊数学评价法的外秦淮河水质评价[J].水资源保护,2014,30(4):61-66.

- [10] 国家环境保护总局.GB3838-2002 中华人民共和国地表水环境质量标准[S].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [11] Ji X, Dahlgren RA, Zhang M. Comparison of seven water quality assessment methods for the characterization and management of highly impaired river systems[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2015, 188(1):1-16.
- [12] 刘春风,翟瑞彩.基于模糊数学的水质分析[J].天津大学学报,2003,36(1):87-91.
- [13] 徐健,吴玮,黄天寅,等.改进的模糊综合评价法在同里古镇水质评价中的应用[J].河海大学学报:自然科学版,2014,42(2):143-149.
- [14] 徐国宾,翟晶.基于模糊标识指数的水功能区水质评价方法[J].天津大学学报:自然科学与工程技术版,2017,50(7):710-716.
- [15] 方正,孙迎霞,程晓如,等.多级模糊模式识别方法用于湖泊水质评价[J].三峡环境与生态,2003,25(10):39-41,45.
- [16] 徐兵兵,张妙仙,王肖肖,等.改进的模糊层次分析法在南苕溪临安段水质评价中的应用[J].环境科学学报,2011,31(9):2066-2072.
- [17] 吕卓然,丁爽,王凌清,等.基于改进模糊数学法的河流水环境质量评价[J].南水北调与水利科技,2021,19(2):317-324.
- [18] 王玉萍,何玛峰.水质状况的熵值评价法[J].河北水利水电技术,2001(1):36-38.
- [19] ZOU Zhihong, YUN Yi, SUN Jingnan. Entropy method for determination of weight of evaluating indicators in fuzzy synthetic evaluation for water assessment[J]. Journal of Environmental Sciences, 2006(5):1020-1023.
- [20] 袁永强,付佳,程全国,等.基于组合权重的模糊数学法对水质的评价[J].数学的实践与认识,2015,45(16):107-113.
- [21] 曾永,樊引琴,王丽伟,等.水质模糊综合评价法与单因子评价法比较[J].人民黄河,2007,29(2):45-65.

(收稿日期:2022-01-14)

(上接第12页)

3.4 完善考核激励机制,确保管理工作落到实处

加强涵闸日常运行的管理,是确保涵闸安全运行管理的前提。涵闸工程管理部门健全管理制度体系、明晰管理工作标准、规范管理作业流程、强化管理效能考核,推进水利工程精细化管理。明确涵闸管理效能考核方式方法、奖惩处置措施,使监督管理工作有依可循,从根本上改变不愿管不会管、管不了管不好的被动局面。通过建章立制,把各级责任人的切身利益和堤防管理成效紧密联系起来,坚持“责、权、利”相统一,形成人人有目标、人人有责任、人人有利益的工作氛围。坚持用制度鼓励人、约束人,赏罚分明,严格考核,严格兑现奖惩,使管理工作步入制度化、目标化、规范化,也从根本上解决过去管理工作中“慵懒散”的问题。

4 结语

长江干堤涵闸工程是连接长江和内陆河流、湖泊的水工建筑物,要充分发挥涵闸观测设施在防汛抗旱作用,科学做好水资源调度,保障防洪抗旱的排灌能力,发挥工程经济、生态和社会效益。长江涵闸在水生态中的作用日益凸显,新时期切实加强水环境整治,秉承绿色生态理念,通过沿江涵闸实施生态水网构建工程,实现江湖连通,河渠相连,辅以水体生态保护与修复措施,引江水补充湖河港渠水源,可以大幅度改善水体质量,提高水体自我修复能力,使水系的水生态质量得到改善,不断提升老百姓的获得感与幸福感。

(收稿日期:2021-10-15)

智慧水利

湖北省水资源监控平台集成设计及应用

刘彬彬¹ 李子慧² 廖世钧³

(1. 湖北省碾盘山水利水电枢纽工程建管局 武汉 430063;

2. 湖北省黄石市水文水资源勘测局 黄石 435002;

3. 北京东华软件股份公司 北京 100190)

摘 要 湖北省水资源监控平台集成通过对系统资源、软硬件运行环境、数据库、集成要求等进行整体分析,充分整合平台资源,达到目标-整体性能最优,实现外部现有水资源业务管理系统和数据归集的集成以及与中央、流域机构平台的互联互通,达到既能独立运行,又能同时满足中央、流域机构平台之间信息共享和业务协同的应用效果。湖北省水资源监控平台集成系统建成,极大地提升了湖北省水资源监控能力,丰富了水资源管理业务应用,全面提高了水资源动态管理时效,更好地满足了科学研究及社会公众对水资源信息需求,为实行最严格水资源管理制度提供了强有力的技术支撑。

关键词 水资源管理;数据贯通;信息集成;业务应用

2012 年 9 月,水利部、财政部联合印发《国家水资源监控能力建设项目实施方案(2012~2014 年)》(水资源[2012]411 号)和《国家水资源监控能力建设项目管理办法》,启动国家水资源监控能力建设项目,即一期项目建设,湖北省纳入一期项目并完成建设任务。按照水利部提出的“三年基本建成,五年基本完善”总体部署,湖北省通过二期项目建设,进一步完成了对平台界面、应用、数据、环境等方面的内部集成,在整合一期系统的基础上,进行内部集成和外部集成本级横向集成,并进行监测和监测数据三级交换、业务流程跨级审批、业务数据上报备案、元数据三级贯通等三级贯通集成。通过完善三级信息平台建设,深化信息资源整合和业务应用开发,满足水资源定量管理和最严格水资源管理制度考核的信息化支撑需要,目前二期项目建设已完成并投入应用。

1 平台集成设计

湖北省水资源监控平台集成工作,依据《国家水

资源监控能力建设项目(2016~2018 年)三级信息平台总集成设计方案》^[1]《国家水资源监控能力建设项目湖北省技术方案(2016~2018 年)》^[2],结合湖北省节点的实际需求完成本级节点集成实施,依托水利部统一下发的集成支撑软件、基础数据运维工具、水资源监测数据检查处理通用软件,实现湖北省本级节点信息与水利部、流域、地市县的互联互通,基础数据的实时运维以及在线监测数据的科学有效监控、分析、告警和处理,最终实现水资源管理系统的智能化、精细化管理。

根据对湖北省节点的业务分析以及各应用系统的开发方式,主要分为采集传输层、基础环境层、数据资源层、业务应用层及应用交互层。

采集传输层:主要包括地下水监测体系的建设,实现地下水在线监测、相关系统接入及人工录入等功能。

基础环境层:主要包括硬件设备、计算机网络及应用支撑。

数据资源层:数据进行统一存储与管理的体系,

主要包括数据管理、数据存储管理等部分。

业务应用层:系统应用的核心,构建水资源监控平台各个软件系统,为各级领导、各部门和社会提供及时、准确、全面的水资源动态信息,满足科学研究和社会公众对水资源信息的基本需求,为优化配置、科学管理水资源,保护生态环境提供优质服务,为水资源可持续利用和国家重大战略决策提供基础支撑。

应用交互层:直接与用户交互的层面,主要包括面向地下水相关的业务管理人员、科院机构及社会公众等。

针对集成的工作内容,内部集成完成环境集成、应用集成、数据集成。外部集成完成现有水资源应用相关系统与水资源平台之间的集成,主要包括与湖北省水利业务应用系统集成门户、水资源管理系统监测信息服务平台、水资源管理年报信息系统和取水许可登记系统等水资源相关系统集成开发任务。

2 平台内部集成

2.1 环境集成管理

在平台内部集成中,对基础数据集成和应用集成工作进行了完善,并完成了环境集成,形成了与实行最严格水资源管理制度相适应的支撑环境。

通过与集成单位、信息平台承建单位的协商,对一期的软件部署进行了调整,减轻应用服务器负载,提升关键节点系统的使用效率,同时依托本节点云平台单位对服务器资源进行日常监控,保证系统环境的稳定和安全。

2.2 数据集成管理

基于政务外网水资源专项业务数据库,即集成支撑库、信息服务门户库、业务管理库以及数据汇集交换库,在一期项目中已经完成 schema 及用户划分、表权限控制,二期项目在使用数据库角色管理方面进一步整合了各用户权限,便于后期扩展及运维服务。

对于取用水户、水功能区、水质在线等监测数据,通过数据采集及交换系统,完成对数据的抽取、清洗、转换及入库;在清洗数据过程中根据历史监测数据(去异常数据后的中位数)及日最大用水量对异常数据进行排查拦截,将监测数据按照要求贯通至综合业务库及交换库中,同时通过日报、周报及月报对本节点监测数据情况进行报告,并且将异常数据情况通知承建、运维单位进行跟踪处理。

对于基础数据,利用水利部统一下发的基础数据运维工具对湖北省一期项目和二期项目中的信息化基础信息进行了全盘检查和整理,根据实际数据需求,对国控、省控站点基础信息关键字段进行补充完善;完成了取用水户、水源地、水质在线监测站等基础信息及空间数据的整理入库;根据历史数据及取水许可证信息,对日最大取水量数据进行了补充完善;多次检验和整改水功能区基础数据,通过进一步细化水功能区图层,更加直观的向用户展示保护区、保留区、缓冲区及开发利用区。湖北省水资源管理信息平台-水功能区如图1。

对各业务应用用户管理,根据业务需求对省、市、县级用户进行了维护,实现业务系统中的用户权

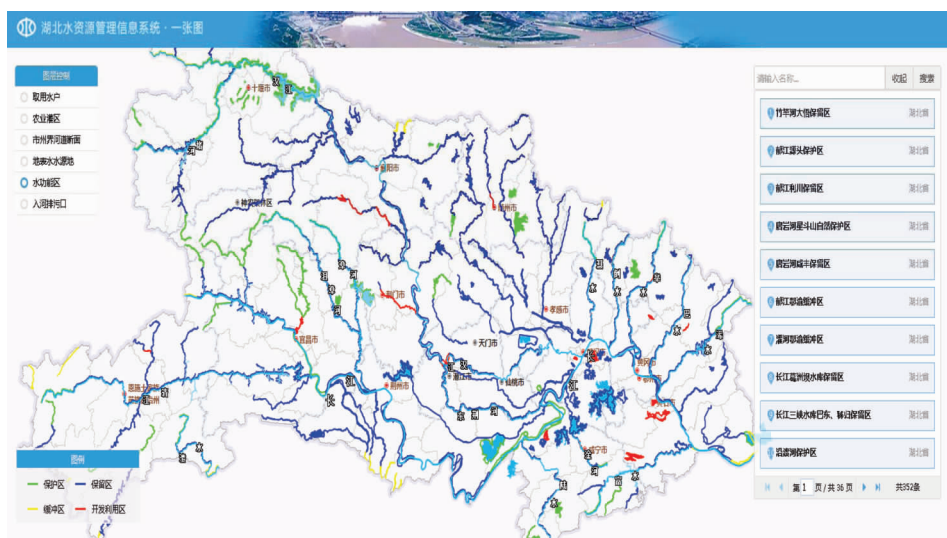


图1 湖北省水资源管理信息平台-水功能区

限管理;对可通过互联网访问的统一数据接收处理平台,可以根据取用水户自动新增系统用户,方便其进行日常管理监控;对政务外网系统用户进行了统一用户信息维护。

2.3 应用集成管理

(1) 界面展现集成

主要通过门户技术将水资源管理所包含的业务管理、应急管理、信息服务、调度决策等所有专项业务应用的展现视图进行统一集成,为水行政主管部门、科研单位及规划设计部门提供水资源业务管理工作的统一登录入口(如图 2)、“一站式”工作平台及个性化的水资源信息;为取用水户、社会公众及政府相关职能部门提供业务受理和水资源信息发布的统一窗口。

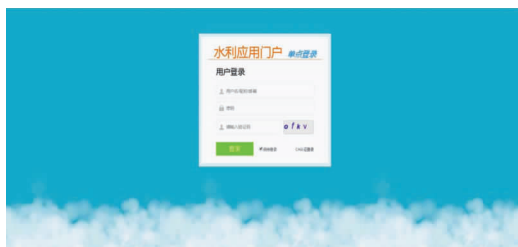


图 2 统一入口

(2) 业务应用集成

公共功能组件调用:依托水利部统一下发的统一用户管理系统及单点登陆系统,湖北省水资源信息门户系统对此进行了接口集成,实现了入口、人员及管理权限的统一,形成了一套完整的用户信息、权限控制及接口开发机制(如图 3)。

专项业务协同:通过功能界面调用、服务接口、数据库表共享等方式实现平台内水资源业务管理、水资源调配决策、水资源应急管理和水资源信息服务等专项业务应用系统之间的功能调用和数据交互(如水资源行政主管部门在进行水资源应急业务处理时,需要访问水资源业务管理系统的某个功能模块或查阅其相关数据)。

实现水利部信息化建设五个一要求:统一技术标准、统一运行环境、统一安全保障、统一数据中心和统一门户。

3 平台外部集成

3.1 监测信息服务平台

湖北省水资源管理系统监测信息服务平台以 GIS 地图为主,将全省的水资源分区、河流、湖泊、水库、堤防、大坝等在地图上展示出来,为用户提供便捷的服务。

湖北省水资源管理系统监测信息服务平台的功能主要体现在能动态掌握水情、雨情和工情等,进一步提高水情、雨情的测报能力、优化防汛抗旱调度水平,提高防汛抗旱效率。

3.2 互联网信息门户

为满足湖北省水利厅平台互联网信息门户统一入口的需求,对门户进行集中管理,如图 4,湖北省水利厅平台将水资源监测管理信息服务门户作为既有的信息门户的二级门户进行集成。通过湖北省水利厅门户网站,提供支持信息访问、传递以及协作的集成化环境,进一步加强系统内应用,为用户提供单



图 3 湖北省水资源管理信息平台



图 4 湖北省水利厅门户平台

点登录、信息展示、信息查询、信息发布等功能,并通过门户网站定期发布水资源管理相关信息^[3-4]。

4 与水利部节点的贯通集成

根据水利部节点贯通要求,贯通对象主要包括监测数据贯通、基础数据贯通、业务管理数据互联互通,并根据业务需求进行数据集成设计(如图 5)。按照数据集成需求建立政务外网水资源专项业务数据库,其内容为信息服务门户数据库和集成支撑库(含交换库和汇聚库)。

4.1 监测数据上报与订阅

湖北省水资源监控管理信息平台政务外网主要

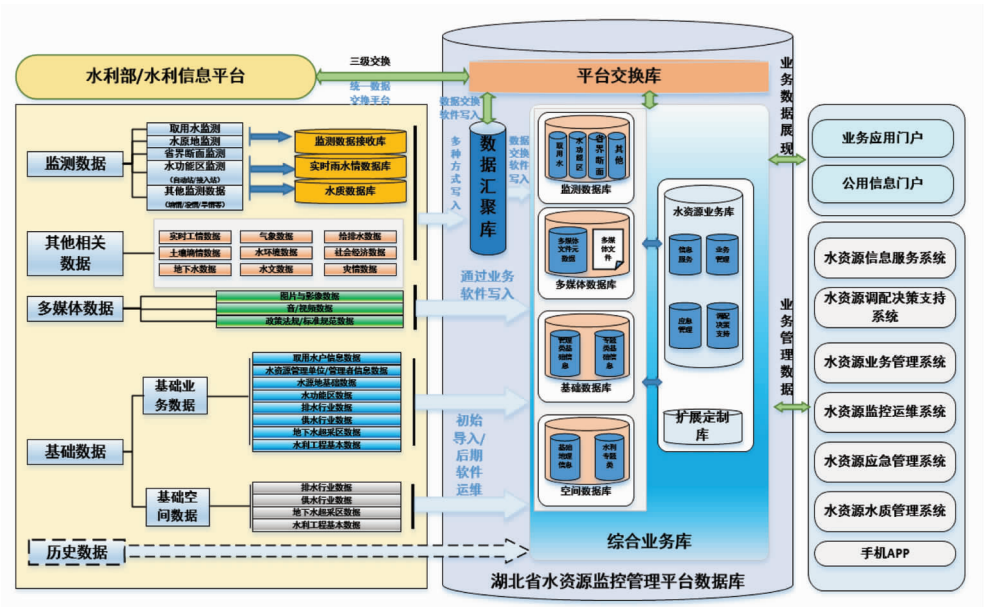


图 5 数据集成设计

存储河流数据和水库监测数据,测站的采集监测主要在政务外网进行。政务外网的监测数据上报包括河流数据和水库监测数据。

湖北省节点平台的监测数据上报与订阅工作包括以下内容。

(1) 配合中央节点,完成本级平台交换库与中央平台交换库的监测数据订阅配置,提供平台交换库及数据汇聚库访问权限及方式。

(2) 监测数据的上报,上报中央节点平台的监测数据主要为湖北省负责的行政断面、水功能区、水源地、水库等水位流量及水质等监测数据,完成监测数据从汇聚库到平台交换库的数据交换配置,主要针对数据交换支撑软件和 ETL 工具进行配置实施。

4.2 基础数据上报与订阅

湖北省水资源监控管理信息平台政务外网平台

存储基础数据,本级的基础数据根据项目统一要求,需要上报到中央平台,另外根据实际业务需要,湖北省需要从中央订阅相关流域的河流基本信息等基础数据,因此政务外网基础数据与中央平台贯通包括上报与订阅,具体如下:

(1) 基础数据上报。通过统一下发的基础数据运维工具完成本级基础数据的维护管理,通过平台交换支撑软件和已配置的数据交换支撑软件,实现数据上报。

(2) 基础数据订阅。通过事先的订阅配置,中央节点政务外网平台定时下发相关流域的基础数据到湖北省政务外网平台交换库中,湖北省节点平台主要负责通过 TI 软件将存储在本级平台交换库的基础数据抽取、同步到平台的综合库中,完成基础数据的订阅获取^[5]。

4.3 业务管理数据互联贯通

(1)业务需求。业务成果上报,对本省内的相关业务成果上报中央备案。如区域年度用水计划管理功能。

(2)集成实施。根据业务需求需要开发业务管理数据交换接口,配置 TLQ 消息队列,根据集成规范提供集成接口等开发任务。能够使业务管理系统调用集成接口,发布 XML 数据,利用应用集成支撑软件将上报备案的数据提交到中央,将需要下达的成果发送给省级节点平台,集成实施基于 J2EE 架构,WEBSERVICE 技术及 XML 技术实现,MOM 消息配置通过 TLQ 实现。

5 结语

系统集成是系统建设关键内容,集成质量直接关系到平台整体运行和后期应用,在集成过程中,要高度重视基础数据整编工作,同时平台在运行过程中,不断积累总结对异常检测数据的判定,提升数据质量;要加强日常应用,针对反馈意见对固有功能需求进行完善;推进网络安全建设,规范网络行为管理,严格执行网络安全检查及漏洞修补。本研究的集成设计思路在湖北省水资源监控能力二期建设项

目中得到有效应用,在横向上高度整合了取水许可台账管理系统、水资源管理年报系统等已有系统,完成了与防汛抗旱指挥系统、国家地下水监测工程项目系统、中小河流水文监测系统、山洪灾害防治监测预警系统、水雨情监测系统之间的数据共享,在纵向上完成了与水利部、相关流域机构平台间的集成,能够满足“三级联通、五级应用”的要求^[6],为落实最严格水资源管理制度提供有力支撑。

【参考文献】

- [1] 水利部水利信息中心. 国家水资源监控能力建设项目(2016~2018年)三级信息平台总集成设计方案[R]. 武汉:湖北省水利厅,2017.
- [2] 湖北省水资源监控能力建设项目办公室. 国家水资源监控能力建设项目湖北省技术方案(2016~2018年)[R]. 2017.
- [3] 刘思颀,刘晨辉,李丹. 湖北省“国控二期”水资源监控管理信息平台设计与实现[A]. 软件导刊,2018(7):139-142.
- [4] 卢伟成. 珠江流域水资源监控管理信息平台集成要点分析[J]. 人民珠江,2014(6):142-145.
- [5] 刘媛媛,刘佩. 松辽流域水资源监控能力建设项目二期数据集成[C]. 中国水利信息化技术论坛论文集,2021(9):2-3.
- [6] 蒋云钟,万毅. 水资源监控能力建设功能需求及实施策略[J]. 中国水利,2012(7):26-30.

(收稿日期:2022-01-17)

简 讯

碾盘山水利水电枢纽施工进入冲刺阶段

2021年以来,碾盘山水利水电枢纽建设单位克服疫情、汛情、砂石供应紧张等不利因素,科学施工,截至2月中旬,该主体工程到配套工程都进入冲刺阶段,土建及混凝土等工程量完成90%以上,工程总体完成进度达85%。

2014年和2016年,该工程分别被列入国家172项节水供水重大水利工程项目、长江经济带战略发展规划项目。工程总投资66.36亿元,以发电、航运为主,兼顾灌溉、供水。建成后,将为引江济汉工程

(南水北调中线生态补偿项目)良性运行创造资金等方面条件,并促进汉江生态经济带建设。

目前,工程各建设单位统筹质量和安全生产,开展安全生产标准化创建,1000多名建设者奋战在工地一线,“5+2”“白+黑”,全力以赴确保2022年首台机组发电目标,厂房具备挡水条件,以优异成绩迎接党的二十大胜利召开。

(摘自《湖北省水利厅网》2022年2月24日)

智慧水利

基于遥感技术的河湖空间管控研究

廖 炜 华 平 袁修猛 游 翔

(湖北省水利经济管理办公室 武汉 430071)

摘 要 我国水系发达,但是水资源的利用,水环境、水生态的保护却存在诸多问题。河湖空间管控作为水利监管的重要环节,有助于缓解“四水”问题。相较于传统水文监测,遥感技术具有高效、多功能、多时间尺度的优势,其在水利方面的应用趋于成熟与完善。介绍了遥感技术在河湖形态、水质反演、洪水监测与预警三个方面的具体应用与原理方法,以期对河湖空间管控提供科学依据与技术支撑,推进可持续发展。

关键词 河湖空间管控;遥感;形态分析;水质反演;洪水识别

1 引言

河湖作为自然生态系统的重要组成部分,不仅是水资源的载体,还具有供水、防洪、航运、发电、净化水质等多种功能,对经济社会发展有重要作用,直接关系我国生态安全^[1]。我国江河湖泊众多,第一次全国水利普查成果显示,全国约有4.5万条流域面积50 km²以上的河流,总长度150.9万 km;接近3千个常年水面面积1 km²及以上的湖泊,总面积7.8万 km²,对环境保护和经济社会发展具有重要作用。

党的十八大提出落实生态文明建设,并突出水利的重要性。党的十九大提出要加快生态文明体制改革,强化湿地保护和恢复,加快水污染防治,贯彻绿色发展方式和生活方式,建设美丽中国。习近平总书记察长江、黄河提出要坚决贯彻依法生态治水理念,树立流域统领思维,加强对涉水工程运行的监管,保障居民用水及河湖基本生态用水需求,保护河湖健康。河湖空间管控是实现上述目标的重要手段和途径,对我国河湖生态系统精准、有效的管理具有重要意义。根据河湖不同区域面临的突出问题,从系统的角度出发,根据河湖不同空间格局的生态环

境特点,明确水生态修复、水质污染治理、水源保护等重点区域,明晰管控边界,科学制定有针对性的保护和管理措施,强化河湖健康管理,实现河湖生态系统可持续发展。

为了实现河湖空间管控,合理保护与应用水资源,水利部2014年印发《关于加强河湖管理工作的指导意见》,2017年全面启动河湖长制。管理政策和制度层面,目前采用分区分类管控办法,建立管理部门间的协调机制,通过构建水生态空间管控指标体系进行评价与监督,从而落实河长制责任^[2]。随着信息科学技术的发展,遥感技术在河湖空间管控中起到越来越重要的作用,极大的加速和提升了传统河湖监测效率和质量^[3]。针对河长制的六大任务,遥感技术的应用包括地表水资源调查、水体岸线管理、水质与水污染修复及灾害监测等^[4]。本文具体阐述了遥感技术在河湖形态、水质及洪水预测等三个方面的应用,以期对河湖空间管控提供理论基础和科学依据,提升水生态空间管理效率。

2 河湖形态变化的动态监测

河湖是承载着丰富气候变化信息的地表过程的重要组成部分,其面积、岸线、水位、水量等方面的变

化会在区域范围内产生重大的水文生态影响^[5]。河湖的形态变化可通过河湖形态特征来直观展示,主要包括面积、容积、深度、底坡形态特征和湖盆形态特征等^[6]。相较于河湖自然变化,人类活动对河湖发展的影响更大。随着城市化发展,人类的各项活动导致河湖面积缩小,河湖结构功能退化,环境污染加剧,自然生态失衡,带来严重的河湖健康问题^[7]。因此,全面实现河湖形态变化的动态监测,对河湖空间管控及河湖资源的保护、开发和利用具有重要意义。

岸线监测能够为水体管理、环境保护和灾害评估等提供重要信息,需要快速和可靠的技术来监测其变化,卫星遥感技术是岸线变化监测与调查评价的重要支撑技术^[8]。不同于传统的人工监管,遥感技术通过多种探测手段可以快速、高效获取大范围水体信息^[9]。首先利用遥感影像数据获取河湖水体信息,然后计算河湖的面积,通过多年的遥感影像数据便可得到河湖面积的变化情况,还可将结果与水文、气象、社会经济等数据结合,分析引起河湖面积变化的驱动因素,并进一步预测河湖面积变化趋势。采用卫星遥感技术监测河湖面积的变化,一方面可以研究河湖面积随时间变化的规律和趋势,分析人类活动对于地表水体的影响;另一方面可以更好地对河流湖泊进行流域管理。例如 Dewi 和 Bijker^[8]利用遥感和 GIS 技术,监测了 1988 ~ 2017 年印度尼西亚 Sayung 沿海地区海岸线的动态变化,发现 25% 的区域从无水转变为有水,5% 的区域从无水转变为海岸线边缘,且主要归因于土地利用变化。因此,通过不同时期遥感影像对比,收集河岸线变化、污染物排放等信息,可以为河湖岸线监管和整治提供便利,降低人力时间成本,保障河湖岸线资源的合理及高效利用^[10]。

为了合理的利用、管理河湖资源,有必要建立系统的河湖形态变化评估模型来掌握河湖的形态变化程度以及健康状况。河湖形态的评估模型主要是通过计算一些能够表达河湖形态变化及河湖生态健康的指标,对河湖水体轮廓进行分析和比较,以此评价该河湖形态变化的程度和河湖生态的健康状况,并根据分析结果判断好坏,将其反映给河湖管控工作人员,实现自动化监测与管控^[11]。河湖形态变化主要借助于形态指标进行定量评估,可分为基本几何形态指标、欧式几何形态指标和分形几何形态指标

等^[12]。其中,基本几何形态指标包括湖泊岸线长度、湖泊面积、湖泊最长轴长度等;欧式几何形态指标包括岸线发育系数、湖泊近圆率、湖泊紧凑度、湖泊形状率等;分形几何形态指标利用河湖定量的分形特征,表征岸线的复杂程度^[13,14]。袁旻洋等利用上述形态指标对 28 个城市湖泊进行了水体形态定量研究,李新国等利用分形维数分析了 1970 ~ 2000 年太湖流域主要湖泊的岸线变化。

此外,随着大数据平台技术日益成熟,将其应用到水利监测中可以极大提升工作效率。河湖形态变化的动态监测研究需要对大量的包含河湖形态的遥感数据进行相应处理,以往的做法通常是人工使用专业的遥感处理软件对遥感数据进行处理与分析,得到河湖的形态特征变化,这种方式费时费力。而现在我们可以借助大数据平台计算技术,将数量庞大的遥感影像数据存储于大数据平台,并利用衍生的分布式计算技术对遥感影像进行快速分析处理,从而实现更加动态、智能的河湖形态变化监测。例如殷瑜霞基于大数据平台,研究了斧头湖 2015 ~ 2018 年逐月形态特征与变化趋势。利用卫星遥感技术对河流、湖泊等水体进行动态监测,有助于更好地保护水环境和水生态。

3 遥感的水质参数反演研究

河湖水质是保障饮用水安全、区域水生态安全、水资源可持续利用的关键。近年来,水环境污染的防治逐渐成为水利部和流域机构的重要工作之一。其中,水质参数的遥感反演可以直接反映河湖水质与生态环境质量,对于河湖污染防控、生态治理具有重要意义。

在水质遥感的监测中,常用的遥感数据包括多光谱遥感数据、高光谱遥感数据及无人机遥感数据。遥感数据可分为低($>200\text{ m}$)、中($10\sim200\text{ m}$)、高($<10\text{ m}$)空间分辨率,在实际河湖空间的监测和管控中,可根据需求和流域大小选择合适空间分辨率的遥感数据^[15]。其中,常用的多光谱遥感数据包括 Landsat MSS、TM、SPOT、HRV、NOAA/AVHRR 以及 GF(国产高分系列卫星)^[16];高光谱数据包括成像光谱仪和非成像光谱仪,常用的数据包括 AVIRSI(美国)、CASI(加拿大)和 AISA(芬兰),高光谱数据的优点是可以捕捉地物间细微的光谱差异,在实际水质监测中能提高水质反演的精度,但是其成本较

高,覆盖范围较小,针对大面积的水质全面监测存在一定缺陷;无人机遥感是近年来不断发展并逐渐完善的一种新型遥感技术,有着机动灵活、操作简单、使用成本低和高时空分辨率的优点,在水质监测中极具发展潜力^[17]。从现阶段来看,水质遥感中多光谱和高光谱遥感已十分成熟完善,而无人机遥感技术虽然起步较晚,但已开始应用于水质遥感监测,其相关研究相对较少,亟待探索和发展。

不同水质具有不同的光谱特征,可以利用不同遥感数据源获取的遥感影像数据对水质进行反演研究^[18]。水质遥感常用的反演方法主要包括物理分析法、经验法、半经验法。物理分析法是基于物质的物理性质而建立起来的分析方法,可以根据不同水体所固有的光学性质,利用遥感数据反演水体中各种组分的含量^[19]。然而在实际监测中,由于光照、散射等因素,水体的部分物理性质往往发生改变,很难获取全面的数据,导致监测的结果精度较低^[20]。经验法是根据遥感数据与实测水质数据之间的关系,选取相关系数最高的波段或波段组合进行统计分析,构建水质参数的最佳模型,多用于大洋开阔水体的水质监测。经验法利用简单的回归模型构建相对复杂的关系,可以提高水质反演的精度,但是也存在一定的局限性,通用性较低。因为模型的精度很大程度上取决于现场实测的参数,若实测数据质量低,将导致反演结果很不理想,直接影响水质反演的结果^[21]。半经验方法通过水质参数的光谱特征和实测数据的关系获取最佳波段或波段组合,选取合适的数学模型(线性回归、多项式回归、贝叶斯分析、主成分分析等)来反演水质参数,多用于近岸和内陆水体水质监测。该方法以一定的物理机制为基础,其普适性高于应用经验法构建的模型,且操作简单,在现阶段应用较为普及^[22]。随着现代信息技术的发展,机器学习、人工智能等方法在水质遥感监测领域也得到了进一步应用。机器学习具有较强的适应性和容错性,可以通过不断的学习、校正提升遥感反演模型的精度和泛化能力,能够模拟出遥感影像与水质参数间的复杂关系^[23]。

随着遥感技术与反演方法的不断发展完善,河湖空间中能够被监测的水质参数也逐渐增多。水质参数可分为光敏参数和非光敏参数两类,光敏参数是指具有明显光学特性的水质参数,主要包括叶绿素a、有色可溶性有机物、悬浮物等;非光敏参数是指

无明显光学特征的水质参数,主要包括总氮(TN)、总磷(TP)、化学需氧量和高锰酸盐指数等^[24]。叶绿素a是衡量水体富营养化的重要指标,其含量高低能够反映水体初级生产力以及水中浮游植物的生物量。利用叶绿素a在近红外波段和可见光波段遥感影像上的高吸收率和反射率的特性,构建反演模型,可预测河湖空间中叶绿素a的分布情况^[25]。吴仪和He等分别针对新丰江水库和加拿大圣劳伦斯湾,利用遥感反演研究叶绿素a的时空分布特征。有色可溶性有机物(CDOM)是决定自然水体水色的重要生物光学参数,会影响河湖空间中浮游植物的光合作用和生长,可通过在蓝色附近短波波段的强烈吸收作用进行反演监测。悬浮物是水环境监测和评价的重要指标,包括无机物、有机物、泥沙等,其组成成分和含量高低将直接影响水体的透明度和浑浊度。悬浮物是最早应用遥感技术反演的水质参数,目前已经有大量的模型用于定量监测和时空分布特征的研究。

非光敏参数的光学特性弱,无法直接通过遥感数据反演,可以凭借半经验法或者机器学习的方法进行间接遥感反演。国内相关学者通过相关分析、机器学习算法以及贝叶斯概率神经网络模型等手段反演河湖空间中的TN、TP、化学需氧量和高锰酸盐等指数,实现了高精度、大规模的水质监测^[26,27]。综上,以后的研究应当更注重探讨水体中不同组分的光谱特征,掌握水质参数光谱的相互影响,建立起不同时空尺度下的反演模型,最终形成一套完整综合的水质遥感监测体系。

4 洪水风险识别与动态模拟

遥感手段在获取资料、访问周期、受限条件、观测范围等方面具有重要优势,已成为防洪减灾工程的主要技术手段^[28]。在2021年全国水旱灾害防御工作视频会上,李国英部长提出要建设“空天地一体化”的遥感监测系统,提高流域洪水监测的精度与准确度^[29]。国家对于洪水风险的管控正在逐步实现政策转型,以洪水的风险识别与动态模拟的数据源需求为社会导向,亟需实现高分辨率数据的可获取性及时效性,遥感平台的访问渠道的便利性,以及数据模拟的易操作性,直接导致遥感手段的进程也从仅能逐步满足洪水风险识别的需求转移至高时空精度模拟,并且现阶段逐渐向大数据手段分析水文情

势和演变规律。如何筛选多源复杂且信息冗余的天地一体化大数据,实现洪水过程的情景模拟,准确而可靠的预测洪灾区域,对实现抗洪抢险,灾后恢复有着重要意义。

洪水风险识别与动态模拟方法主要分为危险分区法、水文模型和微波遥感监测这三种典型方法^[30]。在历时早期,危险分区法致力于刻画山洪灾害危险性。该方法主要通过量化地理因子(坡度、植被覆盖、地物类型和土壤质地等)对山洪风险的贡献,反映了山洪灾害的潜在风险源区^[31]。随着产业生态学的发展,基于自然及社会经济数据的风险区划逐渐兴起,地理数据与经济数据的耦合有效的预测了洪水风险的分布,但数据源的短缺限制了区划图动态的表达。此外,作为评价型的水文模型,基于水文站点观测数据推算的降雨-径流过程是早期历时发展中的另一手段。建模手段的不断发展,促使了流域水文模型逐渐由黑箱模型向物理模型转变,更注重机理性的解释,分布式水文模型应运而生。借助遥感数据可提取流域河网、集水面积等模型参数、确定边界输入条件,模拟河道洪水淹没过程^[32]。除了模型本身物理机制外,外源数据包括降水、DEM 地形数据等对水文水动力学模拟也存在直接影响。相对于前两者,微波遥感^[30,33]可直接探测洪水淹没范围,对地物介质的穿透能力强,并且能全天候全时段工作,不受区域限制,几乎不依赖 DEM、河道数据等地面资料,可直接用于洪水范围动态模拟。Shen 等开发的近实时洪水地图系统,依赖于 SAR(多源合成孔径雷达)影像数据,可以准确重现 2016 年尼伯特台风和 2017 年哈维飓风分别引起的长江和德克萨斯洪水淹没过程。不同于被动微波遥感,主动微波遥感正逐步成为主流的应用形式。随着传感器设备等技术突破,大大丰富了洪水数据的来源,全方位的覆盖、低廉的成本,洪水模拟的可操作性,为防洪减灾提供了新的视野。从历史时期的角度来看,危险分区以及水文模型已经是成熟的范式。但基于微波遥感的洪水范围模拟尚处于起步阶段,可应用与创新空间大有可为。

随着遥感算法的成熟和空天地大数据平台的构建,未来洪水风险识别与动态模拟需要从以下几个方面着手:首先,实现多源数据的融合,以空间代替事件,信息与算法相结合;其次,要逐步开发新的遥感反演算法与系统;最后,大数据时代的来临要求我

们紧跟时代的步伐,学习最先进的数据挖掘手段,实现理论应用于实践。当下,我国遥感技术已进入全面发展时代,将来必将提升国家洪水应急响应能力与灾害风险管理水平,实现大灾面前无大难,取得生态环境和社会经济的积极互馈。

5 研究展望

遥感技术在河湖空间管控的应用具有高效获取信息、方便常态监测、及时防治污染、修复生态、快速进行应急管理等优势,有助于实现河湖水质、水环境、水生态要素管控全覆盖,管控河湖水域面积,维护河湖生态,保障国家水安全。在未来,除了大力推广遥感技术的应用,还应该从以下几个方面深入遥感技术的水利应用研究:

(1) 遥感数据的筛选与获取,综合考虑光谱数据的精度、时效性,融合多源遥感数据,协同多平台监测数据进行分析;

(2) 模型的建立与优化,包括系统的河湖形态变化评估模型、水质要素半经验模型、洪水监测与预测模型,其中河湖形态和洪水评估模型的建立与优化主要依赖于大数据平台的发展与算法的优化;水质要素模型的优化在于精度与普适性的提高,在扩大研究尺度的同时,不断调试模型,最终获得高精度和普适性统一的模型;

(3) 数据的深入挖掘,包括算法优化,如应用机器学习方法提高信息获取效率;开发精确的大气校正模型,降低冗余和干扰。在管理政策与制度的指导下,结合地域特点,科学地应用遥感技术,有助于获取更多、更准确的信息,提升监测与预测的可靠性,为我国河湖空间管控、水资源保护及后续研究提供强大的技术支持。

【参考文献】

- [1] 肖义,郑庄,陶雷,等. 浅析长江流域湖泊水资源及其保护对策[J]. 人民长江,2012,S2:164-166.
- [2] 杨晴,赵伟,张建永,等. 水生态空间管控指标体系构建[J]. 中国水利,2017,9:1-5.
- [3] 冯天时,庞治国,江威,等. 高光谱遥感技术及其水利应用进展[J]. 地球信息科学学报,2021,23(9):1646-1661.
- [4] 阎雨,鞠勇,王亚娟. 遥感技术在河长制中的应用探讨[J]. 水利信息化,2017,6:12-16.
- [5] Wu Y, Li M, Guo L, et al. Investigating Water Variation of Lakes in Tibetan Plateau Using Remote Sensed Data Over the Past 20 Years [J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observa-

- tions and Remote Sensing, 2019, 2557 – 2564.
- [6] 霍雨. 鄱阳湖形态特征及其对流域水沙变化响应研究[D]. 南京大学, 2011.
- [7] Yang P, Liu X, Xu B. Spatiotemporal pattern of bird habitats in the Poyang Lake based on Landsat images[J]. Environmental Earth Sciences, 2016, 75: 1230.
- [8] Dewi RS, Bijker W. Dynamics of shoreline changes in the coastal region of Sayung, Indonesia[J]. Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 2019, 23(2): 181 – 193.
- [9] 黄诗峰, 孙亚勇, 胡梦成, 等. 卫星遥感技术在河湖监管中的应用与展望[J]. 卫星应用, 2021, 6: 27 – 32.
- [10] 金晶, 庞亚威, 温旋, 等. 无人机遥感技术在河海岸线监管中的应用研究[J]. 科技创新与应用, 2020, 14: 175 – 176.
- [11] 殷瑜霞. 基于大数据平台的河湖形态变化评估关键技术研究及应用[D]. 华中科技大学, 2019.
- [12] 袁咏洋, 朱辰昊, 成玉宁. 城市湖泊景观水体形态定量研究[J]. 风景园林, 2018, 25(8): 80 – 85.
- [13] 李新国, 江南, 王红娟, 等. 近30年来太湖流域湖泊岸线形态动态变化[J]. 湖泊科学, 2005, 4: 294 – 298.
- [14] 王红娟, 姜加虎, 李新国. 岱海湖泊岸线形态变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 5: 674 – 677.
- [15] 周岩, 董金玮. 陆表水体遥感监测研究进展[J]. 地球信息科学学报, 2019, 21(11): 1768 – 1778.
- [16] Olmanson LG, Brezonik PL, Bauer ME. Airborne hyperspectral remote sensing to assess spatial distribution of water quality characteristics in large rivers: The Mississippi River and its tributaries in Minnesota[J]. Remote Sensing of Environment, 2013, 130: 254 – 265.
- [17] 管文尧, 潘盼. 无人机遥感系统在河湖管理中的应用[J]. 中国水利, 2021, 10: 60 – 61.
- [18] Kuhn C, Aline DMV, Ward N, et al. Performance of Landsat – 8 and Sentinel – 2 surface reflectance products for river remote sensing retrievals of chlorophyll – a and turbidity[J]. Remote Sensing of Environment, 2019, 224: 104 – 118.
- [19] 张春桂, 曾银东. 台湾海峡海水透明度遥感监测及时空变化分析[J]. 气象与环境学报, 2015, 31(2): 73 – 81.
- [20] 吴仪, 邓孺孺, 秦雁, 等. 新丰江水库叶绿素浓度时空分布特征的遥感反演研究[J]. 遥感技术与应用, 2017, 32(5): 825 – 834.
- [21] Majid N, Mohammad A, Ahmad W. Evaluation of empirical and machine learning algorithms for estimation of coastal water quality parameters[J]. ISPRS International Journal of Geo – Information, 2017, 6(11): 360.
- [22] Chang NB, Imen S, Vannah B. Remote sensing for monitoring surface water quality status and ecosystem state in relation to the nutrient cycle: A 40 – year perspective[J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2015, 45(2): 101 – 166.
- [23] 周正, 桂圣熙, 李玉翠, 等. 基于组合光谱指数的巢湖典型水质参数反演研究[J]. 人民长江, 2020, 51(9): 45 – 50 + 182.
- [24] 王波, 黄津辉, 郭宏伟, 等. 基于遥感的内陆水体水质监测研究进展[J]. 水资源保护, 2021, 1 – 10.
- [25] He JY, Chen YJ, Wu JP, et al. Space – time chlorophyll – a retrieval in optically complex waters that accounts for remote sensing and modeling uncertainties and improves remote estimation accuracy[J]. Water Research, 2020, 171: 115403.
- [26] 刘静, 况润元, 李建新, 等. 基于实测数据的鄱阳湖总氮、总磷遥感反演模型研究[J]. 西南农业学报, 2020, 33(9): 2088 – 2094.
- [27] 孙骄阳. 基于多源遥感与机器学习的密云水库水质参数反演研究[D]. 北京林业大学, 2019.
- [28] De Risi R, Jalayer F, De Paola F, Carozza S, Yonas N, Giugni M, & Gasparini, P. From flood risk mapping toward reducing vulnerability: the case of Addis Ababa[J]. Natural Hazards, 2020, 100(1): 387 – 415.
- [29] 黄诗峰, 马建威, 孙亚勇. 我国洪涝灾害遥感监测现状与展望[J]. 中国水利, 2021, 15: 15 – 17.
- [30] 曾子悦, 许继军, 王永强. 基于遥感空间信息的洪水风险识别与动态模拟研究进展[J]. 水科学进展, 2020, 31(3): 463 – 472.
- [31] Maggioni V, Massari C. On the performance of satellite precipitation products in riverine flood modeling: A review[J]. Journal of Hydrology, 2018, 558: 214 – 224.
- [32] 贺骥, 王海锋, 郭利娜, 等. 遥感技术在水利强监管领域的应用研究[J]. 水利发展研究, 2020, 20(1): 14 – 17 + 38.
- [33] Shen X, Anagnostou EN, Allen GH, et al. Near – real – time non – obstructed flood inundation mapping using synthetic aperture radar[J]. Remote Sensing of Environment, 2019, 221: 302 – 315.

(收稿日期: 2022 – 01 – 18)

水利课堂

水 污 染

排入水体的污染物质在水体中的含量超过了水体的自净能力, 从而破坏了水体原有用途的现象。水污染后使水中的鱼虾有的携带毒素, 有的死亡, 甚至使人们日常的饮用水的品质也受到了影响。

水利管理

基于水电资源开发的资产收益扶贫模式探讨

——以梅家河流域水电资源开发项目为例

贺俊¹ 张红梅¹ 董第^{2,3} 吴瑕^{2,3} 刘路广^{2,3}

(1. 湖北省高关水库管理局 京山 431806;

2. 湖北省水利水电科学研究院 武汉 430072;

3. 湖北省节约用水研究中心 武汉 430072)

摘要 在总结资产收益扶贫原理与模式的基础上,结合湖北省梅家河流域水电资源开发项目情况,设计基于水电资源开发的资产收益扶贫模式措施,考虑资金筹措比例、小水电上网电价、税收优惠政策、贷款年利率、折旧等因素设置了不同政策保障方案,通过对效益的测算分析提出了适宜的政策保障方案,相关成果为今后资源开发资产收益扶贫模式的设计和收益分配提供参考依据。

关键词 资产收益扶贫;水电资源开发;扶贫模式措施;精准扶贫

贫困地区大多分布在山区,水电资源丰富,资源开发项目较多,但受现有资源开发收益分配机制的影响,资源开发对当地经济社会发展特别是贫困人口脱贫的带动作用有限,且大多项目对参与者的劳动力、资金、技术等有一定的要求,因贫困者自身发展能力不足也使其无法有效参与到资源开发项目中。党的十八届五中全会提出“探索对贫困人口实行资产收益扶贫制度”,《中共中央国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》则进一步明确要求探索资产收益扶贫,即科学合理有序开发贫困地区水电资源,财政专项扶贫资金和其他涉农资金投入水电等项目形成的资产,具备条件的可折股量化给贫困村和贫困户。授人以“渔”,增强贫困户“造血”功能,资产收益扶贫模式有望破解贫困人口脱贫致富难题。但如何开展基于水电资源开发的资产收益扶贫,具体扶贫措施与保障措施如何确定等问题已成为目前我国精准扶贫机制研究的重点。本文根据《国务院办公厅关于印发贫困地区水电矿产资源开发资产收益扶贫改革试点方案的通知》的规定,将结合具体水电资源开发项目,重点探讨水电资源开发资产收益扶贫改革模式,相关成果对类似地区的扶贫改革具有重要的参考价值。

1 资产收益扶贫原理与模式

资产收益扶贫是将贫困户获得的财政补助资金或所拥有的资源、资金等折股量化投入到企业等经营性组织中,从而实现“资源变资产、资金变股金、农民变股民”。该举措为自身发展能力不足的贫困者提供参与资源开发项目的渠道,拓宽了贫困户收入来源,同时也为资源开发产业发展提供了资金支持,形成脱贫致富与资源开发互促共赢的局面^[1]。

根据资产类型不同,资产收益扶贫可主要分为资源收益扶贫和资金收益扶贫两种模式^[2]。资源收益扶贫模式主要包括土地资源收益扶贫模式、旅游资源收益扶贫模式和劳力资源收益扶贫模式等,其中土地资源和旅游资源收益扶贫模式是以贫困户所承包的土地资源或所拥有的旅游资源等作为资产入股,选定相关扶贫项目,采取委托经营、合作经营等方式,与当地企业、集体经济组织合作社等组成股份制公司运营,使贫困户所拥有的资源有效转化为优质产业的发展资产,可持续的享受资源开发带来的红利,达到精准扶贫效果^[3-5];劳力资源收益扶贫模式是将贫困户劳动力务工收入作为资产入股到当地企业或合作社,鼓励贫困者劳动力到当地企业或合

作社务工,采取自愿入股的原则,将其务工收入折算成股份作为投资,从而贫困户既可获得基本工资,又可获得按股份投资收益分红,增加了贫困人口的财富。资金收益扶贫模式主要包括投资收益扶贫模式和理财收益扶贫模式两种,其中投资收益模式是把财政专项扶贫资金或支农资金投入作为资产入股,并将股份分配给贫困户,明晰各方持股比例和股权,形成“利益共享、风险共担”的利益共同体,按持股比例分配股利,保障贫困户较持续稳定的收入来源,提高精准扶贫的效果;理财收益扶贫模式是将扶贫资金通过理财方式实现保值、增值。

2 梅家河流域水电枢纽概况

梅家河流域位于湖北省秭归县西南部。根据流域水能规划,梅家河流域为八级开发总体布置方案,八级电站从上至下分别为香龙电站(已建)、水磨溪电站、南坪电站(已建)、桂花园电站、香坡河电站(已建)、金竹园电站(已建)、梅家河水电站和楠水溪电站。研究区域位置如图1。

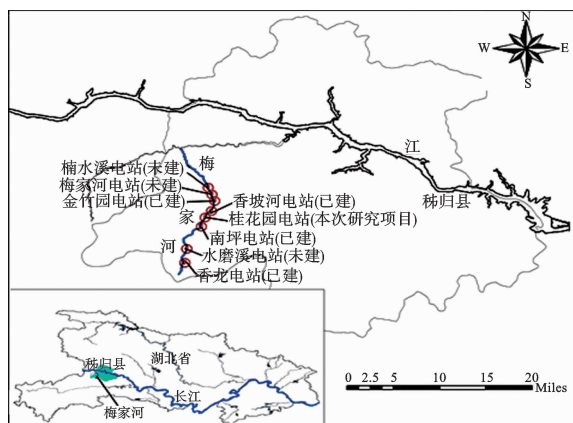


图1 研究区域位置及水电站工程分布示意图

本次研究范围为桂花园水库和桂花园电站,涉及2个行政村30户农户115人,其中贫困户12户42人。该工程上接已建南坪电站尾水,为水库引水式电站,电站设计装机容量 $2 \times 1\,000\text{ kW}$,设计年发电量 $546.60\text{ 万 kW}\cdot\text{h}$ 。根据设计方案测算,桂花园水库工程建成后,可使下游梯级电站具有良好调节性能,使下游电站年发电量增加 $970.47\text{ 万 kW}\cdot\text{h}$ (香坡河增发 $348.97\text{ 万 kW}\cdot\text{h}$,金竹园增发 $368.3\text{ 万 kW}\cdot\text{h}$,梅家河增发 $253.2\text{ 万 kW}\cdot\text{h}$)。

3 梅家河流域水电资源开发的扶贫实践

3.1 扶贫模式措施

梅家河流域水电资源开发项目的资产收益扶贫

模式是采取土地资源收益与投资收益相结合的扶贫模式,即对本次水电资源开发占用农村集体土地的,给原住居民集体股权方式进行补偿,本项目获得的财政补助资金也折股量化到集体经济组织,并在收益分配时对贫困户予以倾斜支持,帮助其进一步分享资源开发收益^[6]。资产收益扶贫模式措施主要包括以下7个方面:

(1)界定入股资产范围。农村集体经济组织入股资产限于其所有的耕地、林地、草地、未利用地等非建设用地的土地补偿费。因此,首先确定项目征收、征用的农村集体土地范围;然后合理确定以土地补偿费量化入股的农村集体土地数量、类型和范围;最后,按照“归属清晰、权责明确、群众自愿”的原则,合理确定农村集体经济组织的集体股权。

(2)明确入股主体和受益主体。项目所涉及的农村集体经济组织分别成立农民股份经济合作社,将征地的土地补偿费以合作社名义入股到项目中,集体股权的入股主体为各村的农民股份经济合作社,受益主体为农民股份经济合作社的成员。

(3)制定集体股权设置办法。进行集体土地的清产核资和资产量化,集体股权的份额由集体股权的资本金占项目竣工决算后总投资资本金的比例确定,最终的股权设置结果必须经项目所在县政府、项目投资建设单位、被占地农村集体经济组织共同确定^[7]。

(4)保障集体股权收益。建立集体股权收益保障制度,明确其权利与义务,项目运营公司按集体股权份额进行收益分配,每年及时按期将集体股权的收益支付给农村集体经济组织;无论项目盈利与否,项目运营公司保障集体股权最低收益率,其比例由双方协定的集体股权收益率不少于6%;集体股权原则上不得用于质押、担保,对依法转让的集体股权,其持有者享有对按照公司法和企业破产法有关规定清偿后剩余财产的优先分配权;集体股权持有者享有知情权、监督权等股东基本权利,但不参与项目经营管理和决策。

(5)健全收益分配制度。划定农村集体经济组织内各成员的股份份额,优先保障贫困户的收益分配;通过协商,农民股份经济合作社将村集体土地补偿的股权收益按一定的比例计提,专项用于扶持其内部贫困户,剩余收益由其他参股成员均分;待贫困户稳定脱贫后,合作社将重新分配集体土地补偿的股权收益,已脱贫农户享有与本合作社其他成员平

等的收益分配权^[8]。

(6)保障农村集体经济组织成员权益。按照《中共中央国务院关于稳步推进农村集体产权制度改革的意见》,对征地范围内土地进行摸底清查,科学确认农村股份经济合作社成员身份,明晰产权关系,建立农村股份经济合作社成员登记备案、收益权证书管理等制度;结合实际情况,探索建立农民经济股份合作社成员对集体股权收益权的转让、继承、质押、担保等机制;加强集体股权民主监督管理,防止被少数人控制,发生侵蚀、侵吞原住居民利益的行为^[9-10]。

(7)建立风险防控机制。强化领导,做好宣传;建立利益申诉机制,包括利益表达、利益博弈、矛盾调处、利益保障等一系列的环节;加强运营监督;建立应急预案制度。

3.2 政策保障措施计算方案的拟定与计算原则

由于研究项目是以帮扶贫困村和贫困农民脱贫为目标且需优先考虑贫困户收益分配的公益性工程,在安排财政补助资金时,应予以优先支持,并需加大各方政策支持力度。参考小水电代燃料、绿色小水电等项目的政府投资比例,设置了 9 种资金筹措方案;考虑项目的公益性,参考其他扶贫项目的贷款优惠政策,贷款年利率设置 4.9%、3.92%、2.94%、1.96%、0.98%、0.49% 6 种方案;根据小水电上网电价现状,设置 0.3407 元/kW·h、0.39 元/kW·h、0.42 元/kW·h 3 种方案;参考现行税收优惠政策,设置所得税免 3 减 2、企业所得税税率为 20%、免征所得税三种优惠方案;是否考虑折旧设置了 2 种方案。将以上考虑因素进行组合,共设置了 26 种组合方案,具体见表 1。

政策保障措施计算方案的计算原则:优先保障

集体股权 6% 的收益率(在还贷期利润不足以支付时作为成本计入);项目投产后保障政府资本金的收益;政府资本金不考虑折旧。

3.3 扶贫模式效益分析

计算结果显示,适当考虑政府投资,本研究项目具有盈利能力,可以保证集体股权 6% 的净利润率,且政府资本可以盈利。若考虑将政府资本金的收益作为扶贫资金分配给项目涉及行政村内的贫困户,则政府资本投资比例对贫困户的收益影响较大,具体见图 2 和图 3 所示。根据 26 个计算方案的结果显示,政府与企业资本金的净利润率大于 3% 的方案有 11、17、19,其中方案 11 政府与企业资本金的净利润率最高,为 3.76%,且政府资本金的年均利润最大,贫困户均年扶贫额最大,为 2 758 元。

由方案 6、7、8 的计算成果对比分析可知,上网电价越高,资本金净利润率与总投资收益率越高,如图 4 所示。通过对比分析方案 1~6 的计算成果可知,贷款利率越低,政府与企业资本金的净利润率越高,总投资收益率不变,如图 5 所示。

由方案 8~11 的计算成果对比分析可知,税收政策越优惠,政府与企业资本金的净利润率越高,总投资收益率不变,如图 6 所示。分别对比方案 9、12、13、14 的计算成果可知,政府投资比例越大,贫困户的收益越高,如图 7 所示。

分别对比方案 8 与 21、9 与 22、11 与 23、17 与 24、19 与 25、20 与 26 的计算成果可知,折旧将导致总投资的收益率降低。分别对比方案 10 与 16、11 与 17、14 与 15、23 与 24 的计算成果可知,贷款与企业资本金的比例对总投资的收益率无影响,但对资本金收益率有影响,在不考虑折旧的情况下,贷款与企业资本金的比例越小,资本金收益率越高;在考虑

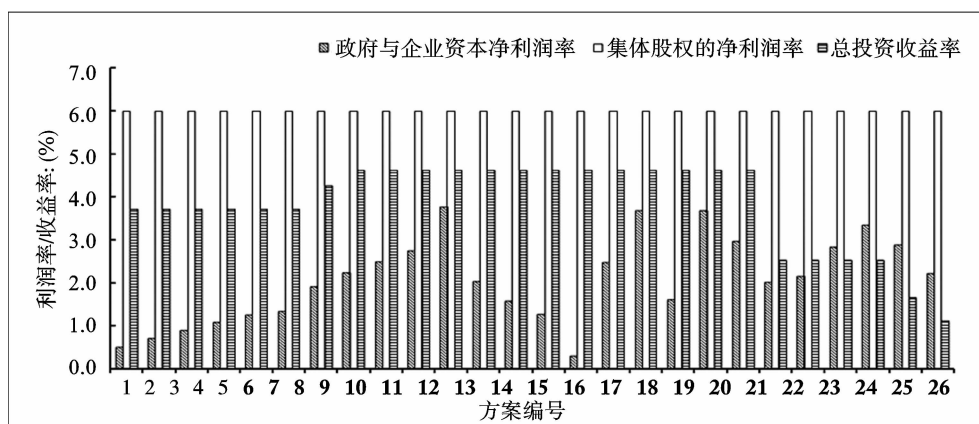


图2 不同计算方案计算成果对比

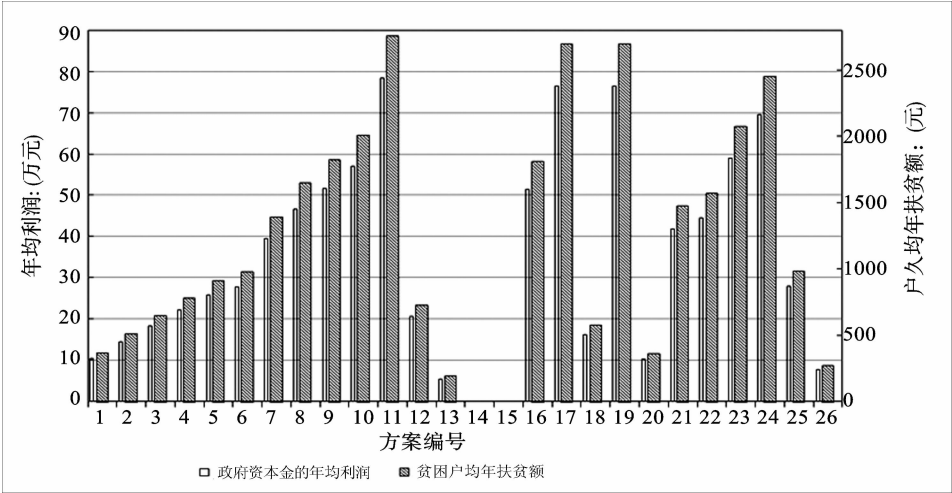


图 3 不同计算方案扶贫效益对比

表 1 政策保障措施计算方案设置的组合方式

组合方案	资金筹措方案			是否考虑折旧	上网电价 (元/kw·h)	税收优惠	贷款 年利率
	集体股权 资本(%)	政府资本金 比例(%)	贷款:企业 资本金				
方案 1	4.95	45	6:4	否	0.3407	—	4.9
方案 2							3.92
方案 3							2.94
方案 4							1.96
方案 5							0.98
方案 6							0.49
方案 7					0.39	—	0.49
方案 8							
方案 9							
方案 10	0.42	所得税免 3 减 2	0.49				
方案 11		所得税免 3 减 2,企业 所得税率为 20%					
方案 12		免征所得税					
方案 13	4.95	22	6:4		0.42	所得税免 3 减 2	0.49
方案 14		7.48					
方案 15		0					
方案 16		0					
方案 17	4.95	45	8:2		0.42	所得税免 3 减 2,企业 所得税率为 20%	0.49
方案 18						免征所得税	
方案 19		22			0.42	所得税免 3 减 2,企业 所得税率为 20%	0.49
方案 20				免征所得税			
方案 21		7.48		0.42	免征所得税	0.49	
方案 22	4.95	45	6:4	是	0.42	—	0.49
方案 23						所得税免 3 减 2	
方案 24						免征所得税	
方案 25		45	8:2		0.42	免征所得税	0.49
方案 26						22	
	7.48						

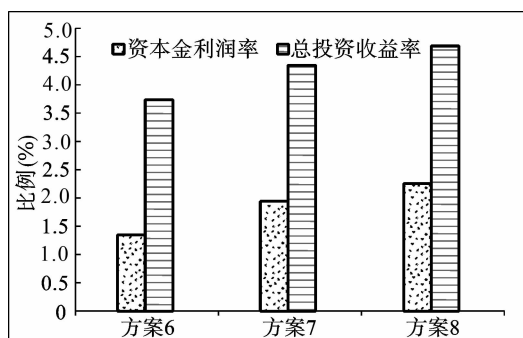


图4 电价对计算结果的影响对比分析

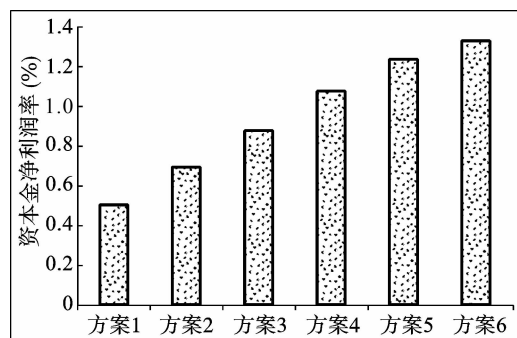


图5 贷款利率对资本金净利润率的影响对比分析

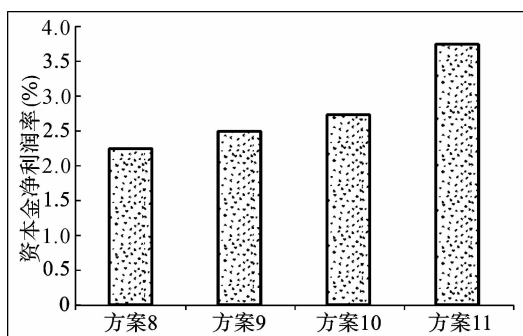


图6 税收优惠政策对资本金净利润率的影响对比分析

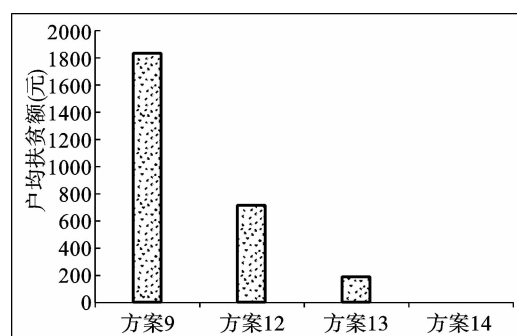


图7 政府投资比例对贫困户均扶贫额的影响对比分析

资本金折旧的情况下,贷款与企业资本金的比例越大,资本金收益率越高。

综上所述,为确保集体股权的收益和扶贫效果,建议将政府资本投资的收益作为项目征地涉及行政村内的贫困户专项扶贫资金进行管理和分配,待贫困户脱贫后,逐步减少政府资本投资收益对其的分配,并将剩余的收益纳入秭归县扶贫资金专项账户,用于该县内的扶贫支出;同时建议财政补助资金比例不低于45%,上网电价不低于0.42元/kW·h,贷款年利率不高于0.49%;并考虑免收企业所得税等。

4 结语

基于水电资源开发的资产收益扶贫将土地资源和财政补助资金作为农村集体经济组织的资产和股份,入股水电资源开发项目,农户可分享股利收益,其中贫困户可更多的享受到国家扶贫政策带来的收益,更高效的达到精准扶贫效果。本项目保证集体股权6%的收益率,大于一般投资的收益率,可保证项目涉及范围内农民的收入得到提高。

本次研究在总结现有资产收益扶贫模式的基础上,通过对水电资源开发项目进行资产形式划分和

股权分配,设计制定收益分配方式,对各股份形式的收益分配进行了量化计算与分析,完善了基于水电资源开发的资产收益扶贫模式,创新了贫困地区水电资源开发占用农村集体土地补偿方式,为今后资源开发资产收益扶贫模式的设计和收益的分配提供了技术支持。

【参考文献】

- [1] 戴旭宏. 精准扶贫:资产收益扶贫模式路径选择——基于四川实践探索[J]. 农村经济, 2016(11): 22-26.
- [2] 向延平,陈友莲. 我国农村精准扶贫最优选择:资产收益扶贫模式[J]. 内蒙古农业大学学报(社会科学版), 2016(6): 17-20. DOI:10.6853/j.issn.1009-4458.2016.06.004
- [3] 白芸蔓. 旅游精准扶贫的实践研究——以国家水利风景区为例[J]. 中国水利, 2015(23): 22-24.
- [4] 伍贤斌,付梅臣,汤敏. 农村集体土地使用权入股收益分配模式的探索[J]. 安徽农业科学, 2011(01): 579-582. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2011.01.220.
- [5] 宿盟,李志红. 农村资产收益扶贫实践探讨——以光伏产业扶贫为例[J]. 中国高新技术企业, 2016(23): 195-196. DOI: 10.13535/j.cnki.11-4406/n.2016.23.097.
- [6] 崔新宇,潘仲尼,刘艳萍. 资产收益扶贫的机制和实施过程——以山西省典型模式为例[J]. 江苏农业科学, 2018: 1-6. DOI: 10.15889/j.issn.1002-1302.2018.02.077.

(下转第45页)

饮水安全

夷陵农村饮水公司化改革实践与思考

朱白丹

(湖北省宜昌市夷陵区水利和湖泊局 宜昌 443100)

摘 要 针对农村饮水公司化改革存在的困难和问题,提出了探索多种形式并存的供水模式、落实国家对农村饮水相关政策、将农村饮水安全纳入目标考核、增强供水公司造血功能等对策。

关键词 农村饮水;公司化改革;夷陵

农村饮水安全是脱贫攻坚、乡村振兴的基础条件之一,是“两不愁三保障”重要内容。党中央高度重视农村饮水安全工作,习近平总书记提出:“让农村人口喝上放心水,统筹研究解决饮水安全问题”。2020 年下半年,为建立农村饮水公司化改革长效管理机制,夷陵区对所辖的 13 个乡镇(街道、试验区)农村饮水公司化改革工作开展了实地调研。

1 夷陵区概况

宜昌市夷陵区位于鄂西山区向江汉平原过度地带,是典型的山地、丘陵结合部,全区国土面积 3 419.57 km²,人口 52 万;共有 13 个乡镇(街道、试验区)193 个村(社区),涉及农村人口 35.4 万。自 2005 年开展饮水安全工程建设以来,全区已建成 691 处集中供水工程(含民生水厂)和 4 832 处分散供水工程。

2016 年 11 月,湖北省人民政府印发《关于巩固提升农村饮水安全工作的意见》(鄂政发[2016]63 号)要求:“以乡镇中心水厂为依托成立乡镇农村供水公司,对全乡镇工程统一经营管理”。2018 年 7 月,宜昌市人民政府办公室印发《关于加快推进农村饮水公司化改革的通知》(宜府办发[2018]70 号),提出“以乡镇为单位组建供水公司,负责统筹辖区内集镇、村集中供水工程的建设、运营及管理。”2018

年 11 月,夷陵区人民政府办公室印发《关于加快推进农村饮水公司化改革实施方案的通知》(夷政办函[2018]35 号),提出“以乡镇为单位,由乡镇政府组建乡镇供水公司,依法登记注册,负责统筹辖区内集镇、农村集中供水管理”,要求 2018 年底,各乡镇(小溪塔街道、试验区)完成农村供水公司组建工作,目前已全部完成。

2 取得的成效

夷陵区农村供水公司组建两年多来,取得了较大成效。

2.1 运行管理逐步规范

各公司结合自身实际,制定了经营、制水、巡查等管理制度和水管员等岗位职责。为加强农村饮水抄表收费管理,部分供水公司安装了抄表收费管理软件,将用水户信息录入系统,使抄表率、水损率、水费回收率等数据一目了然,解决了以前水费收入、支出全靠水管员一张嘴、一本糊涂账的问题。东城试验区梅子垭村,公司化改革前村委会一年要补贴 13 万元,改革后收支基本持平。

2.2 组建了一支专业队伍

供水公司成立前,水管人员不稳定,服务质量差,经营效率低。供水公司成立后,现有管理人员

60 余人,太平溪、东城试验区等供水公司为员工购买了养老保险。确定了一批专兼职水管员,实行分片负责制,管理责任得到落实。通过公司化改革,稳定了管护队伍,实现了专业化管理。

2.3 提升了水质和供水保证率

公司化改革后,药剂投放、水池清洗、管道维修由专业人员管理,从源头上节约了原材料和原水,实现了供水保证率、水质、用户满意度和水费收取率“四提升”。调研中,基层群众反映,以前水管坏了没人修,无水吃不知道找谁。公司成立后,供水有水源、水质有保障、诉求有人应,饮水安全率达到 99.99%。

3 存在的问题

3.1 亏损严重,举步维艰

全区成立的 13 个乡镇(街道、试验区)供水公司,大多只是在形式上挂了牌,其供水覆盖面偏低(80.66%),且都存在不同程度的亏损。以经营、队伍、管理相对完善的太平溪镇为例,2019 年该镇供水公司水费收入 24 万元,镇财政补贴 3 万元,总收入 27 万元;支出 59.1 万元,亏损 32.1 万元。

各乡镇供水公司亏损的主要原因有 3 点。

(1) 管护成本高。夷陵区农村人口居住分散、管网线路长、用水量小、漏损率高,导致管护成本居高不下。

(2) 供水公司主要来源为水费收入,缺少造血功能。

(3) 水费回收率低。部分山区村民水商品意识差,认为小型供水工程村民投了工,国家投入了建设资金,不应缴纳水费。有的乡镇村民为节省水费,自架一套水管,供水公司在没有水费收入的情况下,仍要进行管网维护。

3.2 人员不足,队伍不稳

对照中国农业节水和农村供水技术协会《农村集中供水工程供水成本测算导则》岗位定员,全区 13 个乡镇(街道、试验区)仅 4 个供水公司人员配齐,其他 9 个乡镇均未配齐。一方面,人员不足导致供水设施巡查管护困难,水质监测率也偏低;另一方面,足额配齐人员,又会增加公司运行成本。按照省

政府要求的“实现公司化经营的水厂,应成立维修养护服务队”,也难以实施;同时,由于水厂经营困难,收入低,待遇差,技术人才难以引进,导致在岗职工素质参差不齐,工作不安心,员工大多为临时聘用可随时离岗。

3.3 体制不顺,运行多样

省政府《关于巩固提升农村饮水安全工作的意见》(鄂政发[2016]63 号)要求:“以乡镇中心水厂为依托成立乡镇农村供水公司,对全乡镇工程统一经营管理”。目前,各乡镇中心水厂管理体制多样,国有、集体、民营企业、镇属企业、私人经营并存。乡镇中心水厂由于居民集中,居民水商品意识强、管护难度小,大多都有盈利。供水企业由私人经营,虽然不存在政策障碍,但供水属于公益事业,涉及社会稳定,是水利反恐的重点监控单位。私人经营水厂不仅留下治安安全隐患,也不符合省政府农村供水公司化改革要求。

3.4 主体责任,落实不够

对照省政府《关于巩固提升农村饮水安全工作的意见》(鄂政发[2016]63 号)对市、区、乡三级政府职责要求,基层反映由于市、区、乡三级政府财力紧张,各级政府责任还应进一步加强。区政府出台的“按集中供水工程实际供水的农村人口补贴 8 元/人·年”的奖补政策没有落地,各乡镇期盼能弥补亏欠款。区对乡镇、乡镇对村未把农村供水纳入目标考核内容。

4 对策与措施

4.1 探索多种形式并存的供水模式

夷陵区山大人稀,镇与镇、村与村、组与组、户与户情况千差万别,现阶段供水公司覆盖所有村民饮水存在诸多困难。建议因地制宜,探索多种形式并存的供水模式,视条件成熟逐步推行供水一体化。

(1) 一体化供水模式。即由供水公司统一经营、管理全乡(镇)农村供水工作。该模式优点是集中统一管理,机构健全,队伍稳定,符合省政府“规模化发展、标准化建设、专业化管理、企业化运营”的要求。

(2) 公司+村组供水模式。即供水公司负责适

合集中供水的村组,其余农村供水由村组负责。供水公司负责对有关村组供水的指导、服务、监督和考核,根据考核结果,兑现供水补助经费。

(3) 转售水模式。即向民生供水公司购水,转售农户,由农村供水公司负责技术服务。

(4) 单户或连片供水模式。即各级负责初次供水设施建设和技术指导,由农户1户或多户自行管理供用水。

4.2 落实相关政策

落实“集中供水工程实际供水的农村人口补贴8元/人·年”和维修养护资金补贴政策。2010年前后,省财政厅、省水利厅每年安排夷陵区水资源费返还近700万元,这是一项农村安全饮水制度性资金。建议严格落实《区政府办公室关于印发夷陵区农村饮水安全工程维修养护资金管理办法(试行)的通知》第七条规定:“上级补助资金,由区财政局、区水利局统筹安排”两项。

(1) 落实供水补贴政策。“纳入乡镇供水公司管理的工程,按集中供水工程实际供水的农村人口补贴8元/人·年”(夷政办函[2018]35号),经测算,每年约需300万元。

(2) 维修养护资金补足。根据《区政府办公室关于印发夷陵区农村饮水安全维修养护资金管理办法(试行)》精神,每年补助东部丘陵岗地供水公司维修养护资金10万元、西部山区供水公司维修养护资金20万元。经测算,每年约需220万元。

4.3 饮水安全纳入考核目标

将农村饮水安全纳入区对乡镇、乡镇对村和供水公司目标考核。

根据省政府《关于巩固提升农村饮水安全工作的意见》(鄂政发[2016]63号)规定,明确各乡镇(街道、试验区)按集中供水工程实际供水的农村人口1~2元/人·年补贴供水公司,并纳入区委、区政府对乡镇(街道、试验区)目标考核内容;乡镇(街道、试验区)党委、政府把管网维护、纠纷调解、水费计收、供水水质等纳入对村和供水公司考核内容。

4.4 乡镇水厂纳入公司化管理

根据省政府文件规定,由乡镇政府回购集镇中心水厂,纳入供水公司统一经营管理,其盈利部分弥补本乡镇农村供水经费不足。

4.5 增强供水公司造血功能

落实市政府办公室《关于加快推进农村饮水公司化改革的通知》(宜府办发[2018]70号)要求,对30万元以下的小型水利建设项目,发挥供水公司人才、技术、管理优势,交由供水公司承建,其利润弥补农村供水经费不足。

4.6 营造农村供水发展环境

落实省政府鄂政发[2016]63号、市政府办公室宜府办发[2018]70号等文件要求,区发改、供电、税务、环保、卫生等部门在农村供水水价、电价、税费等方面给予政策支持。

(收稿日期:2021-11-15)

(上接第42页)

- [7] 张晓山. 关于农村集体产权制度改革的几个理论与政策问题[J]. 中国农村经济, 2015(2): 4-12+37.
- [8] 汪三贵, 梁晓敏. 我国资产收益扶贫的实践与机制创新[J]. 农业经济问题, 2017(9): 28-37+110. DOI: 10.13246/j.cnki.iae.2017.09.005.

- [9] 熊波, 王修贵, 关红林, 刘英萍, 翟丽妮. 水利事权划分的现状与完善思路——基于湖北省调研情况的分析[J]. 水利发展研究, 2016(2): 36-43. DOI: 10.13928/j.cnki.wrd.2016.02.008.
- [10] 罗琳, 李晓晓. 新型农业经营主体参加农田水利建设和管理存在的问题及对策[J]. 中国农村水利水电, 2017(1): 23-26.

(收稿日期:2021-12-01)

科技动态

水面垃圾智能收集设备

(湖北省武汉银之源科技有限公司 武汉 430071)

改革开放以来,随着我国经济社会的高速发展和人民生活水平的大幅提升,工农业生产和人们生活的垃圾越来越多,其中不少垃圾流入江河、湖泊、水库、渠道、塘堰,漂浮在水面上或融入水体中,既不美观,又污染水质,破坏水生态环境,危害了因水而生的人类和动植物的生命安全。

“青山绿水,就是金山银山”。党的“十八大”以来,我国高度重视生态环境保护,加大了水环境保护和水污染治理工作力度,全国各地每年为清理水面漂浮垃圾,投入了大量的人力、财力、物力,水生态环境得到明显改善。

传统的水面漂浮物清理办法是人工打捞。打捞工具多为勺、网等,这种作业方式人力劳动强度大、工作效率低、安全隐患多、清理效果也不理想。

随着科技进步与社会的发展,出现了水面垃圾自动打捞船等自动化、机械化打捞设备。自动打捞船对漂浮物可自动打捞,也就是船只航行过程中依托水流的力气将打捞的树枝、水生植物、塑料袋等漂浮废物送入船舱内,可快速的大量清理废物,缩短保洁时刻,比起人工打捞有着显著的优势,节省人力,降低劳动强度,同时,为了保证清洁效率,这些打捞船设计都很大,适用于大中型水域环境,无法使用于人们的日常生活总经常接触到的小型水环境。随着水面漂浮物的逐年增多和打捞工作量的加重,很多单位和人员开展打捞设备的研究设计,应用新技术,创新研制出适用于不同水面环境、能够完全替代人工打捞的水面垃圾智能收集设备。

水面垃圾智能收集设备通过流体力学产生的液位差,经滤网过滤,将水面的漂浮物收集到设备中。其设备可在水中长期运行,运转稳定无噪音,操作维护简单,可收集水草树叶等常见垃圾,也可吸收油

污、柳絮等细小漂浮物。实现水面保洁工作由“传统人工打捞”向“智能收集设备”转变。另外可实现 24 小时持续或定时工作,时时保持水面的持续清洁,大大降低人工成本及保洁过程中的安全隐患,提升效率,可将漂浮物、水面油渍、污渍等“一网打尽”。单台设备每小时约 80 立方水的循环交换量,起到活水增氧、净化的作用。升级版还具有水质监测、景观效果等功能。该设备能用于湖泊、河道、水库、表流湿地、污水处理厂、港口等各种水体中水面垃圾的收集。

水面垃圾智能收集设备的优势如下:

1. 体积小,安装简单;能耗低,维护成本低;收集面广;
2. 可 24 小时持续或间歇运行,具有定时启停功能;
3. 不锈钢材质,防腐耐用,可根据需求增加景观效果;
4. 自动收集效率高,更经济、安全、环保;
5. 可根据需求加装曝气、推流、增强水循环,到达增氧活水的效果;
6. 智能化程度高,远程 4G 网络、短信推送,质检测等多种需求;
7. 可加载太阳能供电,更节能,更环保。

水面垃圾智能收集设备,已经在全国各地运行作业,担负着水面保洁任务,说明水面垃圾清理方式的智能化是符合现状需求,非常值得大力推广与应用。

电话:15623499881

(收稿日期:2021-10-20)