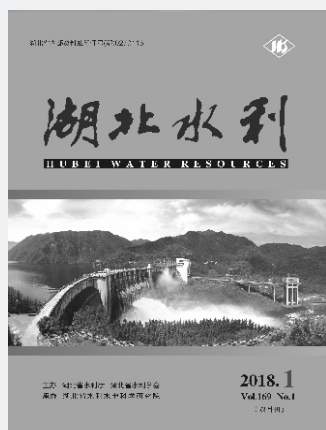




内部刊物 免费交流

双月刊

(1984年复刊)

2018年第1期·总第169期

编委会

顾问	郑守仁	茆智
主任	王万林	
副主任	魏山忠	谈广鸣 陈楚珍
	徐少军	李建林 袁兵
	虞志坚	赵金河
委员	(以姓氏笔画为序)	
	丁心红	邓华 卢金友
	史光前	帅移海 刘家君
	江炎生	李庆国 李红兵
	李春生	李瑞清 关洪林
	余中平	余希臣 吴遵雄
	别大鹏	张从银 张泽武
	张笑天	杨金春 肖贵清
	邵远亮	陈冬桥 陈建华
	陈肃利	周宜红 胡学家
	洪卫	唐俊 徐自发
	袁达燧	袁俊光 黄介生
	彭锋	潘颖 程国银
	熊春茂	鄢铁平 裴海燕
	戴柱新	
主编	李瑞清	
副主编	杨金春	帅移海 关洪林
	柳乐文	
责任编辑	姚玲	
排版	武汉科源印刷设计有限公司	

目次

综述 >>>

- 以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导 奋力开创湖北水利改革发展新局面……………周汉奎(1)
- 赴俄罗斯水旱灾害应急管理和防洪减灾的考察报告
……………湖北省水利厅赴俄考察组(8)

防灾减灾 >>>

- 湖北省富水水库2016年梅雨期暴雨洪水分析
……………胡焕发 梁家珍(12)

设计与施工 >>>

- 脚手架支撑可拆分箱涵简易钢模台车施工技术
……………陈治明 王亮 梁容(17)
- 无粘性土的渗透变形判别和临界水力比降计算值的探讨
……………周学能 翁凌云(20)

水利管理 >>>

- 湖北水利风景区发展中的问题与对策……………游翔(23)

水利信息化 >>>

- Excel软件在水位流量关系临时曲线中的应用
……………马红兵 水道兵 刘翰超(27)

学会论坛 >>>

- 清江上流域森林植被变化对水文特性的影响
……………张宝林 王平章(31)
- 基于流速法的汉北河生态需水研究
……………闫少锋 邓秋良 刘昱,等(34)
- 大东湖水系连通工程生态风险评价及防控对策研究
……………唐见 罗慧萍 曹慧群(40)

水利课堂 >>>

- 泄水建筑物……………(7)
- 挡水建筑物……………(11)

简讯 >>>

- 湖北江汉入选全国首届十条“最美家乡河”……………(30)

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

湖北省内部资料准印证号(鄂)0270115

HUBEI WATER RESOURCES

2018.2

Feb.2018

(Serial No.169)

CONTENTS

- Work Hard to Create a New Situation in Hubei Water Conservancy Reform and Development Guided
by the Ideology of Socialism with Chinese Characteristics in the New Era of Xi Jinping
.....Zhou Hankui(1)
- Investigation Report on Emergency Management of Flood and Drought Disaster and Flood
Control and Disaster Reductionthe Russian Investigation (8)
- Analysis of Rainstorm Flood in Meiyu Period of Fushui Reservoir in 2016 in Hubei Province
.....Hu Huanfa,Liang Jiazhen(12)
- Construction Technology on Scaffolding Support Can Split the Box with Simple Steel Die
..... Chen Zhiming,Wang Liang,Liang Rong (17)
- Discussion on the Evaluation of the Permeability Deformation and the Calculation Value of the
Critical Hydraulic Ratio of Non-cohesive Soil.....Zhou Xueneng ,Weng Lingyun(20)
- Problems and Countermeasures in the Development of Hubei Water Conservancy Scenic Area
.....You Xiang(23)
- Application of Excel Software in Transient Curve of Water Level Flow
.....Ma Hongbing,Shui Daobing,Liu Hanchao(27)
- The Influence of Forest Vegetation Changes on Hydrological Characteristics in the Upper Reaches
of Qingjiang River Basin.....Zhang Baolin,Wang Pingzhang(31)
- Study on the Ecological Water Demand of Hanbei River Based on Velocity Method
.....Yan Shaofeng,Deng Qiuliang,Liu Yu,et al (34)
- Study on the Ecological Risk Assessment and Prevention and Control of the Water System of the
Great East Lake.....Tang Jian,Luo Huiping,Cao Huiqun (40)

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

(袁君宝 译)

综 述

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导 奋力开创湖北水利改革发展新局面

——在2018年全省水利局长会议上的讲话

湖北省水利厅党组书记、厅长 周汉奎

(湖北省水利厅 武汉 430071)

这次会议的主要任务是:全面贯彻落实党的十九大精神,按照中央和省经济工作会议、农村工作会议和全国水利厅局长会议的部署要求,总结全省水利工作,研究分析当前水利改革发展面临的新形势、新任务,谋划部署今后一个时期水利改革发展任务和2018年重点工作,组织动员全省水利系统广大干部职工不忘初心、牢记使命,克难攻坚、砥砺奋进,奋力开创新时代湖北水利改革发展新局面。

1 迎难而上、真抓实干,2017年湖北水利发展再创佳绩

2017年,在省委、省政府的坚强领导下,在全省水利战线广大干部职工的共同努力下,全年共争取中央水利投资计划166亿元,居全国第三。一年来,我们加密调度、强化督导,提前实现年度投资计划目标,全省水利工作有条不紊扎实推进,无论是抗击历史少见洪涝灾害、推进水利补短板建设,还是构建河湖长体系、开展中央环保督察问题整改,各项任务都取得了重要进展和积极成效。

1.1 防汛抗旱工作夺取全面胜利

全省各级水利部门牢固树立灾害风险管理和综合减灾理念,坚持把确保人民群众生命安全和用水安全摆在防汛抗旱工作的首要位置,成功应对了长江夏汛、汉江秋汛和局部伏旱。一是超前部署,周密组织。及时启动防汛应急响应,加强防汛值守,强化巡查督导,汛期共派出30多个工作组、督导组、专家

组,深入一线检查指导,有效处置险情隐患。二是科学调度,综合防控。充分发挥水利工程的抗灾减灾作用,大型泵站累计排水49亿 m^3 、水库拦洪调洪212亿 m^3 ,安全转移受灾群众近3万人,最大程度地减轻了灾害损失,保证了人民群众生命财产安全。三是加强协调,保障供水。针对夏季局部严重旱情,通过加大丹江口下泄流量,联合运用库、闸、站等水利工程,优化配置抗旱水源,共提供有效抗旱用水32.1亿 m^3 ,抗灌农田111.33万 hm^2 ,解决15.7万人、4.8万头大牲畜临时饮水困难。全省防汛抗旱减灾综合效益达380多亿元。

1.2 河湖长制等水利改革取得重大进展

坚持把河湖长制作为推进长江大保护和深化水利改革攻坚的主要抓手,基本建成省、市、县、乡四级河湖长制责任体系,提前一年完成了中央确定的目标任务。明确了17位省领导担任河湖长,是全国省级河湖长最多的省份之一;近1.3万名市、县、乡级河湖长和2.4万多名村级河湖长全部进岗到位、领责履职,累计开展巡河巡湖5万多人次。各市(州)县均组建了河湖长工作机构。河湖长联席会议及多部门联动协作机制基本形成。发布第1号河湖长令,全省碧水保卫战“迎春行动”取得阶段性成果,一大批影响河湖健康的突出问题得到初步解决,湖北省的河湖长制工作受到水利部充分肯定。与此同时,统筹推进农业水价、水利投融资机制、农村水利发展机制、宜都市全国水流产权改革试点等重点改

革进展顺利。

1.3 水利薄弱环节建设实现良好开局

按照省委、省政府部署要求,打好水利补短板攻坚战。强力推进项目前期工作,采取调整省级财政预算和转贷地方政府债券等方式多方筹集资金,扎实推进重点易涝地区外排能力提升、五大湖泊堤防加固、入江重要支流治理、小型病险水库除险等“四大”水利补短板工程建设,为春节前实现年度目标奠定坚实基础。此外,鄂北地区水资源配置、洪湖东分块蓄滞洪区、大中型灌区续建配套等国家重大节水供水项目,也圆满完成了年度建设任务。同时,注重项目储备,超前谋划引江补汉、“一江三河”、鄂北地区水资源配置二期、洪湖东分块安转等重大项目,黄盖湖、华阳河、碾盘山等一批重点项目前期工作取得实质性进展。

1.4 水生态文明建设迈出坚实步伐

坚持把中央环保督察问题整改作为长江大保护和生态文明建设的刚性要求和政治任务,强势推进、全力冲刺,承担的 34 个整改项目均按期申请销号。统一思想认识,强化部门配合,有效解决了水库拦网拦坝拆除、长江入河排污口排查整治、水源保护区非法码头取缔等老大难问题。引水式电站审批全面叫停,在宜昌市成功开展了水电站生态流量泄放远程监测试点,香溪河流域 109 座水电站全部落实了生态流量泄放措施。通过最严格的水资源管理制度、湖泊保护行政首长负责制、水土保持政府目标责任考核,进一步发挥制度的约束导向作用。咸宁市、鄂州市两个国家级水生态文明城市建设试点,顺利通过水利部和省政府的联合验收。武汉“大东湖”生态水网构建、襄阳“九水润城”、咸宁淦河整治等水生态修复重点工程稳步推进。实施水资源消耗总量和强度双控行动,推动节水型社会建设。加大水土保持方案审批和监督执法力度,治理水土流失面积 1 620 km²。

1.5 民生水利建设收获新的成效

大规模的资金投入,为全省水利大建设、大改革、大发展提供了支撑。全年计划完成农村饮水安全投资 10.5 亿元,实际完成 25 亿元,共解决了 400 多万人的农村饮水安全巩固提升问题,其中建档立卡贫困人口 66 万,超额完成省政府明确的年度目标任务。全省冬春农建共完成各类水利工程 32 万多处,完成土石方超过 11 亿 m³,改善灌溉面积 46.67 万 hm²,新增节水灌溉面积 6.67 万 hm²。高效节水

灌溉面积完成近 2.67 万 hm²。农村水电增效扩容项目年度计划全面完成,4 个农村小水电扶贫试点项目完工验收。

1.6 依法治水管水能力持续提升

《湖北省河道采砂管理条例》列入了省人大 2018 年度立法计划。加大“放管服”力度,进一步强化行业监管,出台“双随机一公开”实施细则。省级水行政许可实现了与省投资项目联审平台的数据对接,审批办理时限由 20 个工作日压缩为 12 个。向县(市、区)下放部分涉河建设项目、水土保持方案、取水许可、采砂许可等审批权限。严肃查处水事违法行为 735 件。联合执法打击非法采砂,驱离遣返外籍采砂船只,查获非法采(运)砂船 472 艘(次),办理非法采砂入刑案件 18 起。创新水利建管模式,开展了咸宁鱼码头二站代建制、黄冈南湖泵站工程总承包制和洪湖腰口泵站项目管理总承包制试点工作。全年未发生重特大安全生产责任事故。水利建设质量被水利部考核为优秀等次。

1.7 从严治党不断向纵深推进

认真组织开展十九大精神学习贯彻活动,扎实推进“两学一做”学习教育常态化制度化,系统开展理想信念教育、社会主义核心价值观教育。深入贯彻落实中央“八项规定”精神,坚持不懈改作风、反“四风”。按照“管行业必须管行风”“抓业务必须抓廉政”的要求,制定了《推进全省水利系统廉政风险防控管理工作指导意见》。启动了以政治巡察为重点的厅直单位巡察工作。“智慧党建”系统上线运行,对厅直属系统基层党建进行综合检查考核,有 3 个党支部被表彰为省直机关“红旗党支部”。全省水利系统有 3 家单位荣获全国文明单位称号、9 家单位成为全国水利文明单位、27 家单位被表彰为省级文明单位。制定干部选拔任用全程纪实工作流程,公务员双职并行试点顺利实施。此外,机关综合政务、工会群团、老干部管理、新闻宣传、后勤服务以及厅直单位经济发展等工作,均取得明显成效。

2017 年湖北水利取得的一系列成绩,是我们坚决贯彻习近平总书记治水兴水决策部署成果的一个缩影。党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央高度重视水利工作,把治水兴水作为实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴中国梦的长远大计来抓。5 年来,水利改革发展事业高潮迭起,水利工作亮点纷呈。这 5 年,是湖北治水思路转变最快、投资规模最大、改革力度最强、人民群众受益

最多的五年,成绩值得充分肯定,经验需要坚持弘扬。一是必须坚持保障和改善民生。积极抢抓国家重视水利、投入水利的重大机遇,加快实施灾后水利薄弱环节和节水供水重大水利工程建设,大力兴修农田水利,倾力推进水利扶贫,不断完善保障民生、改善民生、惠及民生的水利发展格局,持续增强人民群众的获得感、幸福感。二是必须坚持保障水安全。始终抓紧抓实防汛抗洪这件天大的事,牢固树立防大汛、抗大旱、抢大险、救大灾思想不动摇,最大程度地减轻灾害损失,全力保障人民群众生命财产安全。三是必须坚持推进水生态文明建设。牢固树立“生态优先、绿色发展”的理念,始终紧盯“让千湖之省碧水长流”的奋斗目标,扎实推进河湖水生态文明建设,有效助推“美丽湖北”建设。四是必须坚持深化水利改革。以全面建立河湖长制为引领,着力推进农业水价、水资源管理体制、小型农田水利设施管护等重点水利改革,在重要领域和关键环节上实现重点突破。五是必须坚持推进全面从严治党。全面落实“一岗双责”,大力强化廉政风险防控。认真贯彻中央“八项规定”精神和省委“六条意见”,切实加强履职尽责督促检查。加强水利精神文明创建,积极推动水利行业作风转变。

十八大以来特别是2017年水利工作成绩的取得,得益于各级党委政府和社会各界的大力关心支持,凝聚了全省水利系统广大干部职工的心血和汗水。

在肯定成绩的同时,我们也要清醒地看到,湖北“优势在水、忧患也在水”的困境尚未彻底改变,与人民群众日益增长的美好生活需要相比仍有不少差距:水利薄弱环节依然存在,河湖水生态环境尚未根本改善,部分领域水利改革相对滞后,水利社会管理服务水平不够均衡,重建设、轻管理的情形时有发生,依法治水管水能力还不能完全适应新形势要求。上述诸多问题,需要我们尽快采取得力措施加以解决。

2 胸怀大局、奋发有为,主动适应新时代治水兴水新要求

以习近平同志为核心的党中央把水利摆在基础设施网络建设的首要位置,当作事关国计民生的大事来抓,作出系列安排部署,既对我们提出了新任务、新要求,又赋予我们新责任、新使命。我们必须以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,紧紧围绕建设湖北社会主义现代化强省战略目标,聚

焦防汛抗旱减灾与城乡供水保障,聚焦水生态环境保护修复,聚焦水利薄弱环节重大工程建设,聚焦水利体制机制改革创新,抓重点、补短板、强弱项、夯基础,不断提高现代水利治理和公共服务能力,为经济社会持续健康发展提供可靠支撑。

2.1 全面贯彻习近平治水兴水重要思想,科学谋划水利改革发展新蓝图

习近平总书记明确提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时代水利工作方针和水资源、水生态、水环境、水灾害统筹治理的治水新思路,就水安全保障、水网络建设、防灾减灾、江河湖泊保护、水库安全监管等作出重大部署,科学回答了节水、治水、管水、兴水的一系列重大理论和实践问题。我们要从战略定位、治水方针、治水思路、发展理念、价值取向和发展布局6个方面,深刻领会习近平治水兴水重要思想的丰富内涵和精神实质,紧密结合各地水利工作实际,准确把握水利事业发展方向,进一步完善治水思路。要以满足人民日益增长的美好生活需要为目标,牢牢抓住人民在利用水资源、保护水生态、改善水环境、防治水灾害中多层次、多方面的需求,着力解决水利发展不平衡、不充分问题,勾画水利改革发展新蓝图。要对标决胜全面建成小康社会的目标要求和分两步走全面建成社会主义现代化强国的战略安排,构建与湖北省相匹配的水安全保障体系和现代水治理体系,全面实现水利基础设施网络现代化,真正形成水生态文明与河湖健康保障格局。

2.2 牢固树立绿色发展理念,让千湖之省碧水长流

习近平总书记在2013年视察湖北时要求我们“高度珍惜大自然赋予湖北人民的宝贵财富,着力在生态文明建设上取得新成效”。省委、省政府在刚刚召开的全省经济工作暨农村工作会议上,发出了向污染宣战的号召,决定实施污染防治3年攻坚行动,重拳治水、治土、治气。湖北以水多著称,做好水文章是长远大计。我们必须举全力推进水生态环境保护与修复,打造水清岸绿、河畅湖美的美丽家园。一要落实河湖长责任,确保河湖永畅长清。建立完善协调联动、督导检查、考核奖惩、社会监督四项机制,促进各地各级河湖长履职尽责,确保河湖有人管、管得住、管得好。针对河湖存在的突出问题,制定好“一河(湖)一策”方案。积极开展长江入河排污口、河道非法采砂、长江岸线保护和利用等专项整治行动。二要坚持系统治理,推进“五水共治”。学习借

鉴浙江省的成功经验和做法,以治污水、防洪水、排涝水、保供水、抓节水为突破口,打好组合拳,精准施策推进系统治理。三要开展节水行动,建设节水型社会。深入落实最严格的水资源管理制度,强化水资源消耗总量和强度刚性约束,推广高效节水灌溉技术,加强工业节水技术改造,加大生活节水力度。四要持续抓好中央环保督察问题整改,全面推进长江大保护。省委已经决定,从 2018 年起每两年开展一次环保督察,加大环保问题问责力度,着力打造水系完整、水流通畅、水质良好的现代水生态格局。我们要按照省委的部署,加大水资源保护力度,持续加强中央环保督察问题整改工作,优化水资源配置和水工程调度,保障河湖基本生态水量下泄,维护河湖健康生命,确保各项整改措施落地见效。

2.3 完善水利基础设施网络,加强薄弱环节建设

党的十九大报告把水利摆在九大基础设施网络建设之首。中央经济工作会议强调,建设现代化经济体系,必须加快水利基础设施网络建设,为推动经济高质量发展提供强有力的水利基础支撑。全国水利厅局长会议提出,要把补齐防灾减灾短板作为关键环节,充分发挥骨干工程的辐射带动作用。我们必须抢抓机遇,着力完善湖北省水利基础设施网络,服务全省经济高质量发展。一要扎实推进水利补短板“四大工程”建设。用 3 年时间补齐补强水利短板是省委、省政府交给我们的硬任务。要进一步落实责任、加强调度、强化督导,倒排工期、挂图作战,确保圆满完成建设任务;完善防洪工程体系,提升抗灾减灾能力。二要加快重大节水供水工程建设。有序推进洪湖东分洪和杜家台蓄滞洪区、高效节水灌溉、大中型灌区续建配套等纳入国家 172 项重大节水供水工程的项目建设。特别是要抓紧鄂北地区水资源配置工程建设,努力将其打造成精品工程、生态工程、民生工程,确保 2019 年全线通水。三要强力推进一批重大项目前期工作。力争将引江补汉、“一江三河”和鄂北地区水资源配置二期等项目纳入国家规划,尽早开工建设。

2.4 实施乡村振兴战略,夯实农业农村水利基础

中央农村工作会议对乡村振兴战略作出全面部署。全省经济工作暨农村工作会议要求,统筹推进农村“五位一体”建设,推动农业全面升级、农村全面进步、农民全面发展。水是民生之本、农业之基、乡村之魂,水利是农业生产发展、农村生态宜居、农民生活富裕的基本条件和重要支撑,乡村振兴首先要

重视和解决好农村的水问题。一要服务现代农业发展。要按照把农田水利搞上去的要求,因地制宜开展农田水利基本建设,加快灌区续建配套与节水改造,建设一批高效节水灌溉工程,推进小型农田水利工程达标提质,完善运行管护机制,解决农田灌溉“最后一公里”问题,进一步提高粮食产能,夯实农业农村现代化的水利基础。二要服务“四个三”工程。省里已经启动了农村“四个三”重大生态工程建设,我们要按照统一部署,加大乡村资源环境保护力度,积极推进水土流失综合治理、清洁小流域建设和农村水环境治理,着力解决部分农村水系紊乱、河塘淤积、水质恶化等问题,保护好乡村风貌、乡土特色和田园风光,打造山清水秀的生态宜居乡村。三要服务精准脱贫。以解决贫困地区吃水、灌溉、用电以及防洪排涝、发展旅游等实际需求为重点,进一步加大对深度贫困地区和重点贫困人群的帮扶力度,优先实施农村饮水安全巩固提升、农田灌溉设施、农村水电开发、水土保持综合防治等水利工程建设,加快贫困地区脱贫进程。

2.5 坚持以改革创新为动力,着力提高水利现代化水平

水利实践永无止境,改革创新永无止境。建设现代化水利强省,离不开水利建设管理体制和机制的现代化,也离不开水利建设管理方式和手段的现代化。一要进一步深化水利改革攻坚。要贯彻落实中央和省委关于全面深化改革的决策部署,坚持问题导向和目标导向,强力推动水利改革,力争在重点领域和关键环节取得重要突破。尤其是河湖长制、水利“放管服”、农业水价综合改革,要周密组织安排,加强分类指导,不断巩固扩大改革成果;大力探索水生态补偿、水流产权确权改革等试点工作,完善改革举措,不断总结经验;积极推广水生态文明城市建设、水利工程建设总承包制和代建制、水利综合执法等成功经验和做法。二要进一步提升水利信息化水平。积极开展智慧水利建设,推动互联网、大数据、云计算、卫星遥感、人工智能等高新技术与水利业务的深度融合。以电子政务移动办公、智能生态河湖、防汛抗旱指挥决策、水土保持监测以及堤库闸站调度等为重点,统一规划、统一平台,整合资源、信息共享,下大力气实施水利信息系统建设,以水利信息化带动水利现代化。三要进一步加强水利科技攻关和成果应用。围绕水文水资源监控、河湖水生态保护修复、水利工程施工等开展重大科技课题研究,

完善水利技术标准体系,加快新材料、新技术、新工艺等水利科技成果的转化和推广应用。同时,要加大水利科技人才培养力度。

3 履职担当、埋头苦干,扎实做好2018年各项水利工作

2018年是贯彻落实党的十九大精神的开局之年,是改革开放40周年,是决胜全面建成小康社会、实施“十三五”规划承上启下的关键一年,做好2018年的水利工作至关重要。我们要全面贯彻落实党的十九大精神,以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,以满足人民群众日益增长的美好生活需要为根本目标,坚持新发展理念,围绕推动高质量发展和实施乡村振兴战略,践行习近平治水兴水重要思想,着力强化水资源节约保护,着力完善水利基础设施网络,着力提升防汛抗旱减灾水平,着力健全现代水治理体系,为湖北社会主义现代化强省建设提供坚实水利保障。重点抓好以下7个方面的工作。

3.1 深入学习贯彻党的十九大精神,全面落实从严治党要求

要把学习贯彻十九大精神和习近平治水兴水重要思想作为全省水利系统的首要政治任务,切实学懂弄通做实,武装头脑、指导实践、推动工作。要把从严治党要求贯穿水利工作全过程,扎实开展“不忘初心、牢记使命”主题教育,推进“两学一做”学习教育常态化制度化。要严格落实“两个责任”和“一岗双责”,进一步加强惩防体系建设,推动厅直单位巡察工作全覆盖。要从严从紧加强水利干部日常监督管理,严肃查处顶风违纪行为,坚决惩治各类腐败问题。要用好监督执纪“四种形态”,实现惩处极少数、教育大多数的政治效果。尽快制定省水利厅贯彻中央“八项规定”精神新要求的落实办法,特别是要对照形式主义、官僚主义“十种表现”,深入查摆,切实整改,驰而不息反“四风”,坚持不懈改作风。

3.2 坚持依法科学防控,全力抓好防汛抗旱减灾

立足于防大汛、抗大旱,全面落实以防汛抗旱责任制为核心的各项责任制,落实巡查力量、抢险队伍和物资储备,组织开展新任领导防汛抗旱业务培训,开展军民警民防汛抢险实战演练。坚持应急处置与风险防控并重,全面提升洪涝灾害综合防御能力。突出抓好汛前检查、监测预警、指挥调度、巡查防守、险情处置和人员安转等关键环节,确保大江大河大湖、大型和重点中型水库、大中城市防洪安全,努力

保证中小河流和一般中小型水库安全度汛。抓紧修复水毁工程,完善应急预案,优化水利工程洪水调度方案。强化山洪灾害防御、城市防洪排涝、中小河流和小型水库等薄弱环节安全防范。加强抗旱水源工程建设和雨洪资源利用,做好水源调度、蓄水保水工作,确保城乡供水安全。

3.3 大力推进河湖长制,持续深化水利改革

以落实河湖长责任为抓手,进一步细化、实化各级河湖长工作职责,明确各级河湖长办工作要求和年度工作目标,建立健全部门联动机制,努力形成职责明晰、分工协作、高效互动、齐心协力的工作格局。逐河逐湖制定实施方案,明确时间表、路线图,有针对性地开展突出问题治理。强化多级别、多层次监督检查,严格考核问责。加强宣传引导,积极培育民间管护力量,大力营造全社会维护河湖健康生态的良好氛围。建立健全水利改革激励机制,切实增强水利改革创新积极性、主动性、创造性,大力推进农业水价、水资源管理体制、水利工程建设管理维修养护体制以及厅直事业单位等重点改革。

3.4 突出水利薄弱环节,强力推进重大水利设施建设

强化资金筹措、施工组织和督促检查,精心组织实施水利补短板“四大工程”建设。其中,易涝地区重点泵站要全部完工;“五大湖泊”重要堤防要全面开工,争取完成总体任务的70%;入江重要支流要完成5条治理任务;小型病险水库除险要完成400座。抓紧推进鄂北地区水资源配置、洪湖东分块蓄洪工程、高效节水灌溉、大中型灌区续建配套等重大节水供水工程建设,统筹推进大中型病险水库除险、大中型水闸加固、大型灌排泵站改造。深入推进“百佳十优”示范水厂创建,再解决200万人农村饮水安全巩固提升问题,其中建档立卡贫困人口55万。聚焦深度贫困地区,加大水利支持力度,全面抓好水利行业扶贫工作。加大投资计划执行力度,严格按水利部要求圆满完成年度目标任务。同时,继续推进引江补汉、鄂北地区水资源配置二期、“一江三河”等重大水利项目前期工作,力争取得新进展。

3.5 掀起农田水利建设热潮,不断提高农业综合生产能力

充分利用好“农建”大平台,统筹整合各类涉农涉水资金投入农田水利项目。通过一冬一春的农田水利基本建设,新增、改善灌溉面积48.67万 hm^2 、除涝面积53.33万 hm^2 、节水灌溉面积7.8万 hm^2 。抓好粮食主产区高产农田灌排设施建设,以田间渠

系配套、“五小水利”和农村河塘清淤整治等为重点,集中连片搞好小型农田水利。积极推广渠道防渗、管道输水、喷灌滴灌等节水灌溉技术,完成高效节水灌溉面积 3.33 万 hm^2 。

3.6 助力长江大保护,抓紧抓好水生态文明建设

落实《长江大保护九大行动方案》,抓紧划定江湖库生态红线,积极开展水利工程保护管理范围划界确权工作,稳步推进“五大湖泊”退垸还湖,严格实施长江岸线资源管理,促进河流湖泊休养生息。全面做好中央环保督察问题整改“回头看”工作。启动湖北节水行动,实施水资源消耗总量与强度双控,推进节水型社会建设。建立完善水资源承载能力评价和预警机制,加快重点江河流域水量分配,加强取水口、排污口和饮用水水源地整治监管。总结推广 5 个国家级和 13 个省级水生态文明城市建设试点经验。进一步推进河湖水系连通和水生态修复。加强水土保持预防监督管理,加大坡耕地和石漠化综合治理、革命老区水土保持重点工程建设力度,全年新增治理水土流失面积 1 500 km^2 。推进农村水电增效扩容改造,加强水电站生态流量泄放远程监控管理。

3.7 坚持贯彻依法行政,大力提升治水管水能力

开展《湖北省节约用水条例》立法调研,推动《湖北省河道采砂管理条例》早日出台。加大水利“放管服”改革力度,推进水行政审批标准化建设,依法及时办理水行政审批事项。全面推行水利综合执法,健全水行政许可事中事后执法监管机制,完善业务监管与执法查处、行政执法与刑事司法衔接制度,加大重点水事违法行为打击力度,确保河道采砂管理秩序稳定可控。进一步厘清水利安全生产综合监管和专业监管职责,强化在建重大水利项目的安全防范。加强水利建设市场监管,规范水利工程总承包管理,加大工程竣工验收力度。突出抓好水利工程建设质量监督工作,加大水利工程质量飞检力度。与此同时,进一步加强水利干部队伍和人才队伍建设,不断规范水利资金使用绩效评价和监督审计,大力开展水文化建设和行业精神文明创建,切实提高机关综合政务和后勤服务水平,认真落实离退休干部“两个待遇”,扎实做好对外交流、科技创新、新闻宣传、援藏援疆、工会群团等各项工作。

4 严字当头、看齐对标,坚定不移推进湖北水利党建工作

党的十九大报告强调“打铁必须自身硬”,为新

时代持续推进全面从严治党指明了方向。我们要统筹推进水利党建工作,为全省水利改革发展提供坚强的政治保证和有利的组织保证。

4.1 坚决落实党建第一责任

全省水利系统各级党组织和广大党员干部,要始终把党的政治建设摆在首位,旗帜鲜明讲政治,牢固树立“四个意识”,坚定“四个自信”,坚决执行党的政治路线,严守党的政治纪律和政治规矩,在思想上、政治上、行动上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致。更加自觉地把习近平新时代中国特色社会主义思想落实到湖北水利改革发展实践中。切实加强水利基层党组织建设,突出政治功能、提升组织力,积极开展“红旗党支部”创建工作,把水利基层党组织建成坚强的战斗堡垒。要结合湖北水利工作实际建章立制,构建内容科学、程序严密、配套完备、运行有效的党建制度体系,完善党建管理考核机制,进一步织密扎牢湖北水利全面从严治党的制度笼子。

4.2 始终把纪律挺在前面

全省水利系统各级党组织要把纪律建设摆在更加突出的位置,层层压实主体责任,落实领导干部“一岗双责”,将党风廉政建设与业务工作一同研究、一同部署、一同检查、一同落实、一同考核。要加强反腐倡廉制度建设和体制机制创新,构建行之有效的反腐败体系。要推进“三重一大”集体决策制度落实,规范领导班子和领导干部决策行为,严格执行领导干部个人有关事项报告制度。严肃执纪问责,在追究当事人和相关领导责任的同时,充分发挥反面典型的警示作用,对违纪违法行为及时通报,以案说法、以案明纪,让水利干部知敬畏、存戒惧、守底线。

4.3 驰而不息强化作风建设

党的十九大对作风建设提出新要求,党中央对落实中央“八项规定”作出新部署,习近平总书记对“四风”问题作出新指示,这是在新时代新起点上的再动员、再号令、再部署。全省水利系统广大党员干部要始终绷紧作风建设这根弦,保持滴水穿石的恒心和韧劲,要结合新形势下遇到的新情况新问题,进一步规范、细化和完善贯彻中央“八项规定”精神的具体措施。深入查找“四风”突出问题,坚决杜绝以会议落实会议、以文件落实文件,表态多调门高、行动少落实差等现象。坚持以上率下,发挥示范引领作用,一级做给一级看,一级带着一级干,推动全省水利系统作风建设不断取得新成效。

4.4 充分发挥“关键少数”作用

2017年,党委政府部门领导集中换届,市县水利局长大部分都是新面孔。在这里,欢迎你们加入水利队伍,从今往后我们就是一个战壕的战友,全面做好水利工作是我们共同的奋斗目标。你们作为水利战线的“关键少数”,要倍加珍惜干事创业的平台和施展抱负的机会,尽快转换角色、适应岗位,负起关键责任,发挥关键作用。在此,提几点要求:一要提高想干事、真干事的自觉。兴水利、除水害,事关人民群众生命财产安全,事关经济社会发展大局。水利工程公益性强、涉及面广,水利建设必须坚持百年大计、质量第一、安全为先。干好水利工作,增强干事创业的事业心是最基本的要求。我们要强化使命在肩的责任感,主动想事、认真谋事;理清思路、明确方向,不驰于空想、埋头苦干,不骛于虚声、真抓实干;自觉保持奋发有为的进取心,开拓创新、迎难而上,坚持高标准、高要求、高质量推进工作,持续推动本地水利事业取得新发展。二要增强会干事、干成事的本领。水利工作专业性强、技术要求高,必须全面落实习近平总书记增强“八个本领”、做到“五个过硬”的重要指示。要增强把控大局本领,把准行业发展方向,提高科学谋划水利工作能力;要增强水利业务本领,加强业务学习,尽快进入角色,成为行家里手;要增强综合协调本领,既要争做好班长,率好班子、带好队伍,在水利局内部努力营造竞相干事创业的浓厚氛围,还要善于汇报和沟通,努力争取当地党委政府对我们水利工作的重视支持。三要具备干大事、能干事的精神。当前水利事业处于大有可为的机遇期,也是重点水利工程承上启下的攻坚期,迫

切需要各位局长有一副能担当的宽肩膀。为官一任,就应有成就一番事业的追求。在当今形势下,慵懒无为也是会被问责的!古话说的好,“为官避事平生耻”,人总是要有一点精神的,请大家振奋精神、履职担当,谋好全局、抓好大事,将防汛抗旱、河湖长制、水利补短板、计划执行进度等大事要事拿在手上亲自抓,主动过问工作中存在的问题,及时研究解决,确保按时保质完成水利部、水利厅确定的工作任务,决不能当甩手掌柜、当“二传手”。四要坚守能干事、不出事的底线。水利建设项目法人大都在县里,建设管理责任主要在县级水利部门,县级水利局的工作责任重、手中权力大、面临诱惑多、廉政风险高。前些年,全国水利系统就发生过许多腐败案件,湖北省水利系统过去也出过事,个别县级水利部门领导干部被处以党纪政纪处分,甚至被移送司法、判刑入狱,不但个人身陷囹圄,也给家庭造成巨大伤害,更给我们水利行业抹了黑、损害了水利系统形象。我们要从身边的这些反面案例中吸取教训、敲响警钟,必须始终牢记我们只有干事创业、履职尽责的权力,做到心有所畏、言有所戒、行有所止,养成在监督下工作生活的习惯,确保既要创新方式方法干成事、又要守住原则底线不出事。

同志们,新时代的湖北水利责任重大、任务艰巨、使命光荣。我们要以永不懈怠的精神状态和一往无前的奋斗姿态,在新的起点上加快推进现代化水利强省建设,努力为湖北省决胜小康社会建设、“建成支点、走在前列”提供更加强有力的水利支撑。

(收稿日期:2018-01-24)

水利课堂

泄水建筑物

用以宣泄洪水的水工建筑物。它承担着宣泄超过水库拦蓄能力的洪水,防止洪水漫过坝顶,确保工程安全的任务。其形式主要有坝身泄水道(包括溢流坝、中孔、深孔泄水孔和坝下涵管)和河岸泄水道(包括河岸溢洪道和泄洪隧洞)。

综 述

赴俄罗斯水旱灾害应急管理和 防洪减灾的考察报告

湖北省水利厅赴俄考察组

(湖北省水利厅 武汉 430071)

摘 要 为了促进湖北省水利系统水旱灾害应急管理能力,提高防洪减灾成效,通过赴俄罗斯水旱灾害应急管理和防洪减灾工程措施、非工程措施的考察交流,学习先进技术,汲取成功经验,借鉴好的做法。

关键词 水旱灾害;应急管理;防洪减灾;俄罗斯

2017 年 12 月,湖北省水利厅副厅长徐少军率领省防办、省水利水电规划勘测设计院、省高关水库管理局、荆州市长江河道管理局等部门和单位相关负责人,赴俄罗斯进行了水旱灾害应急管理和防洪减灾情况的专项考察,旨在通过与俄罗斯水利防汛抗旱应急管理相关机构和部门,交流机构设置、运行机制、应急管理能力建设等方面的经验,并实地考察圣彼得堡市城市防洪工程,交流防洪非工程措施经验,探索国际技术协作的可行性和途径,为提升湖北省水旱灾害应急管理能力、减轻洪涝灾害提供借鉴。

1 圣彼得堡涅瓦河防洪工程

1.1 圣彼得堡市及其洪灾基本情况

圣彼得堡即列宁格勒,位于俄罗斯西北部(30°E; 60°N),与芬兰赫尔辛基隔波罗的海芬兰湾相望,是前苏联最早的工业、科技、文化中心。每年都会受到海潮壅浪的侵袭,洪水不仅使市中心和滨湖带蒙受重大损失,而且波及喀朗什特德、彼德宫和罗蒙索诺夫市。

圣彼得堡洪水成因复杂,是波罗的海和芬兰湾内各种水文、气象过程相互作用的结果。这些过程与波罗的海和芬兰湾上出现旋风时下面水体失去平衡以及当旋风由海域推向内陆后形成的长浪有关。长浪自波罗的海进入芬兰湾,然后向涅瓦河三角洲

涌来,在芬兰湾风浪和潮位摆动配合下,使芬兰湾东部和涅瓦河三角洲的水位在短时间内迅猛抬高。1703 ~ 1985 年,圣彼得堡共遭受 260 次洪水侵袭(即涅瓦河水位高出波罗的海水位 1.6 m),当壅浪升高水位 2 m 时,城市受淹面积占 6.5%;3 m 时,占 17.1%;4 m 时,占 23.9%;5 m 时,占 27.2%;5.4 m 时,达 30%。1777 年 9 月 21 日和 1824 年 11 月 7 日的 2 次特大洪水,涅瓦河水位分别高出波罗的海水位 3.21 m 和 4.21 m;1924 年的特大洪水超高 3.80 m。壅浪洪水来得迅猛、历时短促、水位涨落速度快。最高水位预报的提前时间平均为 5 ~ 8 h,有时只有 3 ~ 4 h。洪水历时一般仅几个小时,最长也不超过 24 h。

1.2 防洪工程基本情况

圣彼得堡防洪工程于 1964 年提出,相关工作由列宁格勒水利设计院联合 52 家专业设计、科研单位完成。前期工作除对工程技术有深入研究外,对涅瓦河及其河口水域的水情、水生态、水环境现状及可能发生的变化进行了全面评估和系统预测,对近期和远景的洪水淹没损失由各区执委会和市内各有关企业、机关、组织按统一格式进行了细致的调查、分析、计算、核定,调查单位总计超过 12 000 家。

整个防洪工程体系由 11 座土石坝、2 座通航闸、6 座泄水闸和若干操作运行厂房、建筑物组成。沿建筑物全线建有 1 条 6 车道高速公路(包括桥梁、隧

洞、支线),与圣彼得堡的环城公路连成一体。公路从通航渠水下隧洞通过,与泄水闸相交处,则筑钢筋混凝土桥。工程地址位于高尔斯卡雅镇经喀朗什特德至罗蒙索夫市,全线总长 25.4 km,其中 22.2 km 在海湾水域,平均水深 2.9 m。工程设计标准为千年一遇,水位最大超高定为海面以上 4.55 m。

工程的初步设计于 1978 年由前苏联部长会议批准,并于 1979 年 8 月形成《关于兴建列宁格勒市防洪工程》的决议,自此项目进入开工建设期,至 2011 年 12 月 8 日全部完工。该工程建成后,圣彼得堡市经历了较大洪水的考验。测试表明,各项数据与设计基本相符,工程发挥了明显的减灾效益。

2 俄罗斯水旱灾害应急管理体制机制特点

2.1 机构设置

前苏联解体后,俄罗斯于 1994 年 1 月 10 日成立了俄联邦民防、紧急情况与消除自然灾害后果部,简称紧急情况部。该部处理的紧急情况包括人为和自然因素造成的各种灾难,还包括国内发生的流行性疾病以及对牲畜和农作物发生的疾病施行救助等。目前,该部是俄处理突发事件的指挥中心,其主要任务是制定俄民防和应对突发事件方面的政策,落实系列防灾减灾措施,承担国内外受灾地区的人道主义救助任务,其灾害应急处置能力为俄民众以及国际社会所肯定。

俄紧急情况部建立了国家危机情况管理中心,在俄各地区设立分支机构,形成高效救灾指挥中枢,通过高科技手段,对自然灾害和突发事件进行预测预报并组织救援。该部还拥有据称是世界上唯一的 24 h 预防和预测机制,其突出特点是实现了对自然灾害的全天候实时监测和预报,并对不断更新的信息数据进行分析,以便及时采取科学应对措施。按照所处环境不同,其功能有三:一是在日常准备阶段,承担诸如制定一般性紧急事件的处理预案、对周围环境的监测和对危险设施的监控以及进行应急教育培训等事务;二是在预警阶段,为应对可能发生的紧急事件做准备,如提前准备好随时为应急救援服务的各种药品和物资器材、救援队伍等;三是在应急阶段,启动疏散、搜寻、营救以及提供医疗服务等紧急事务。

2.2 人员配备

俄紧急情况部下设 7 个区域搜救中心,拥有包括水下搜救队伍在内的 28 支专业救援队伍,在编专

业搜救人员达 4 151 人。为了应对核泄漏、化学生态污染、国际人道主义物资运输、灾害地区居民疏散等紧急情况,该部于 2009 年重组其下辖的军事救灾部队。目前,该部军事救灾部队下设 10 个救援中心、4 个航空救援中心等门类齐备的分支机构,拥有 7 230 名专业军事救援人员、17 220 名各类文职人员。

2.3 信息与警报综合系统

俄紧急情况部还建立了面向民众的全俄信息和警报综合系统。该系统能够对灾害信息进行快速分析处理、利用各种视频声频终端进行高效传输,使民众在最短时间内接受到应急预警信息,提高灾害情况下信息传送的有效性,从而安抚民众情绪、降低灾害损失。该系统包括 1 个联邦信息中心、6 个跨区域信息中心、16 个区域信息中心、7 个城市信息中心、3 个由地方财政资助的信息中心。至 2010 年底,该系统共建成 37 个数据中心,在人口密集城市设立 97 个街道应急信息预警系统、3 150 个等离子预警显示终端、1 200 个逃生显示终端以及部署了众多专用车载移动信息预警显示终端。

2.4 应急物质储备

俄罗斯将应对紧急状态需要的物资纳入国家物资储备的范畴,由俄罗斯联邦国家储备局统一负责物资的采购与储存管理。俄罗斯联邦设有国家物资储备重大事项机构,其中一项重要职责就是每年根据国际国内形势变化,提出修订物资储备品种和规模的意见,直接向总统报告,通过后即可执行。目前,俄罗斯储备了粮食、食品、燃料、药品、帐篷、衣物等应急物资,主要用于灾害发生地人员的安全保护与恢复生产。2008 年,俄罗斯总结我国汶川地震救援时物资保障的经验,增添了电锯、发电机、冲锋舟、毛毯、活动板房等救灾物资的储备规模;此外,每个联邦主体都建立了食品、日用品、机械等物资储备制度;同时,俄罗斯联邦国家储备局与俄罗斯军方保持高度协同,当紧急情况发生时,借助军方的强大运输能力,能够在第一时间调运储备物资到达任何需要的地方,使得国家的战略保障效果大大提升。

3 布里渊光纤传感器在安全监测上的应用

3.1 传统的光纤传感难以达到安全监测要求

大型基础设施如堤防、大坝、高边坡等在服役过程中长期受到外力和环境侵蚀,极有可能发生变形受损而导致溃堤、溃坝、崩塌、滑坡等灾害,从而造成严重的安全事故和巨大的经济损失,因此需要加强

对基础设施的安全监测。但大型基础设施如堤防、大坝、公路、桥梁、油气和电力管线等空间尺寸长,以电阻式应变片和光纤光栅为主的点式传感器只能测量有限的离散点,无法实现待测物的全空间测量。传统的布里渊光纤传感器的空间分辨率较低(约为 1 m),无法应用于对空间分辨率要求较高的建筑物变形测量领域。

3.2 高性能布里渊光纤传感器的技术特点

俄罗斯激光协会研制的高性能分布式布里渊光纤传感器实现了 2 cm 的超高空间分辨率和 150 km 超长测量距离,打破了此前日本在高空间分辨率布里渊光纤传感分析仪在国际上的垄断。分布式布里渊光纤传感器可以实现在空间上的连续测量,具有测量距离长、定位精度高等特点,测量物理量包括温度和应变。与传统技术相比,分布式光纤传感器具有重量轻、抗恶劣环境、抗电磁干扰、在传感点无需用电等光纤传感器所共有的优点;此外,还可以实现多达百万个监测测点和长达百公里的超长距离分布式测量,特别适合用于大型基础设施的安全监测。

俄罗斯激光协会运用高性能分布式布里渊光纤传感器对桥梁、大坝、公路、油气管线等线性建筑物实施温度和变形测量,有了很多成功的案例。

4 几点启示

4.1 俄罗斯在水利工程技术和管理工作上的特点和经验值得借鉴

这次参观考察的圣彼得堡防洪工程在技术上很有特点,值得学习借鉴。比如,通航闸和泄水闸大型钢筋混凝土结构的静力计算,应用了近代先进方法。在设计实践中,第一次从弹性基础出发,根据复杂的空间结构计算结果,确定建筑物各部分的受力情况;同时,还根据各截面不同的应力状况,考虑了截面的刚性和施工的先后次序以及施工、运行、维修期间各种荷载的施加次序。鉴于钢筋混凝土建筑物在具有中等侵蚀性的海水内运行,不少承压构件的应力很大,为使建筑物经济、耐久,还对混凝土成分进行了试验与论证,以适应各部位外力的作用情况。整个结构分为水上、水下以及水位变动部分。根据试验和计算结果,水上部分主要采用 M300 号混凝土,同时加入了综合掺和料;水下部分采用 M200 号混凝土,同时添加专门的掺和料。水位变动区则另外设计专门的混凝土。对于挡潮坝,其基础为变形不等的海洋湖泊-冰川沉积物;据此条件,挡潮坝采用当地材料坝结构,不论水位在芬兰湾一侧抬高,还是涅

瓦河一侧抬高,在巨浪冲击下及冬季洪水芬兰湾一侧强大的冰荷载作用下,都能保证建筑物的安全。挡潮坝的结构由前苏联水工科学研究院以 1:10~1:2 的模型作了验证。

我们这次考察地主要是圣彼得堡和莫斯科,在与相关同行专家交流讨论的同时,也使得我们有机会亲身感受俄罗斯的风土人情和社会发展。这两座国际化大都市在城市建筑和布局上、在人的文化素养上都给我们留下了深刻印象。特别是圣彼得堡,集中荟萃了欧洲城市的精妙,城市建筑难以置信地完美、宏伟华丽、和谐流畅、艺术精湛。其建筑风格,经历了从巴洛克风格到古典主义再到折中主义和现代派建筑风格的变化,而且层次递进,老城完整留存之外创建新城,新旧结合十分完美。同时,城市设施设备几乎没有被损坏的痕迹,也没有滥刻滥画的现象。

俄罗斯的经济目前在世界上的位次不如中国靠前,但是人均 GDP 和外汇储备还是远超中国。尤其是,俄罗斯国土资源辽阔并且绿水青山环境良好,国民的基本福利待遇优厚,不会因为住房、生病、养老、上学、生儿育女等而犯愁。俄罗斯的食品安全令人放心,俄罗斯的汽车和汽油大体是中国价格的一半。莫斯科和圣彼得堡街头虽然人流如织,但秩序井然,民众衣着考究并五彩斑斓,是一道亮丽的风景线。俄罗斯民众自信淡定、积极向上、有着较强的幸福感。这些都给我们留下了深刻印象。

4.2 进一步完善体制机制以全面提升湖北省水旱灾害应急管理能力

通过考察俄罗斯的应急管理体制能力和能力建设,结合我省的实际情况,应注重以下几个方面的工作:

进一步理顺体制、规范机制。我省目前的防汛抗旱体制从法理上看,省防办是省防指的办事机构,也是防汛抗旱减灾方面跨部门的一个协同平台,省水利厅、省国土资源厅、省民政厅等部门都是省防指的成员单位,而省防办是其综合协调的办事机构;但在实际运行上,无论是水利部门还是其他部门都还是把省防办定位为水利部门,而在地质灾害、城市内涝和城市供水、灾情统计和灾害救助时,基本上还是由相关职能部门负责,且地质灾害、灾害救助方面还有地质灾害防御委员会、减灾委员会这样的机构平台。因此,总体上还是一个部门分割的体制。

进一步加强预警体系建设、改进信息发布机制。目前,预警信息发布(包括调度指令的下达)从省到

市、到县、到镇基本上是点对点的传递,从镇到村、到民众则是“一对多”(即信息传输的“最后一公里”)的信息发布,而且恰恰是这一块缺乏必要的手段,也是信息发布的薄弱环节。

进一步增强应急管理能力、加强人才队伍培养。目前,专业抢险救援队伍的能力有待增强、设备手段还比较落后,难以适应防汛抗旱工作需要。巡堤查险基本上还是传统的人海战术,随着农村劳力外出打工,这种状况恐怕难以为继,需要借助高新技术手段(如高性能分布式布里渊光纤传感器)加以解决。

4.3 重大工程建设要充分论证并规定合理工期

圣彼得堡防洪工程是前苏联部长会议决定兴建的重大工程建设项目,工程轴线总长度 25.4 km,总造价 83 亿美元。不管是原苏联还是后来的俄罗斯政府,都高度重视工程的规划、勘察、设计与施工,50 多家单位也做了大量深入的工作,进行了充分论证,从规划提出到初步设计批准耗时 22 年,这充分反映出政府和有关技术单位认真、慎重的工作态度和不急不躁、一丝不苟的敬业精神。该工程开工建设至完工长达 33 年,这里面除了可能存在的政局动荡、经济实力不强等因素的影响外,主要体现了对建设工期的合理安排,保证了工程建设的质量和建成后效益的发挥。在我们以后的工程建设中,要进一步严格遵守国家基本建设程序,尤其是重大水利工程建设一定要进行充分论证,确保规划合理、设计科学、影响最小、效益最佳;一定要安排合理的建设工期,确保工程建设质量、施工期防洪安全和人身财产安全。

4.4 积极开展大型水利工程管理政府购买服务试点

政府购买公共服务起源于发达国家,是对政府提供公共服务传统方式的革新,也是通过发挥市场

机制作用,把政府直接向社会公众提供的一部分公共服务事项,按照一定的方式和程序,交由具备条件的社会力量承担,并由政府根据服务数量和质量向其支付费用。党的十八大以来,我国不断推行政府购买公共服务工作,国家先后出台了《国务院办公厅关于政府向社会力量购买服务的指导意见》以及《财政部 民政部 工商总局关于印发〈政府购买服务管理办法(暂行)〉的通知》。湖北省人民政府办公厅印发了《关于政府向社会力量购买服务实施意见(试行)》。为了进一步推动和规范政府购买服务工作,省财政厅公布了湖北省 2017 年政府购买服务指导性目录,其中包括政府投资建设的大中型农田水利工程运行维护、支持专业化服务组织开展农田灌溉和排水、农田水利工程设施维修、农田水利工程建设管护、小型集中供水工程维修管护等。就大型水利工程管理采用政府购买公共服务的管理模式问题,考察组与俄罗斯同行进行了讨论交流。

通过讨论交流,使我们进一步认识到,采用政府购买服务的管理模式是全面做好水利工程标准化管理的关键举措和破解水利工程管理难题的有效途径,应该大胆探索、大胆实践、积极推进。在试点过程中需要考虑 3 个方面:一是购买服务的方式要采取市场化手段,包括公开招标、邀请招标、竞争性谈判、单一来源、询价等方式;二是要严格审核购买主体的能力条件,如是否具有良好的信誉、设施人才技术实力和健全的内部治理结构及财务制度等;三是切实加强监管,包括承担单位的信息报送、服务能力水平的持续改进,保障工程安全,充分发挥效益。

* 执笔人:江焱生,湖北省水利厅副总规划师。

(收稿日期:2018-01-31)

水利课堂

挡水建筑物

横控河道的拦水建筑物,用以拦蓄水量,抬高水位,如各种坝、闸等。大坝按建筑材料可分为混凝土坝、浆砌石坝、土石坝、橡胶坝、钢坝和木坝等,其中混凝土坝和土石坝是最常见坝型。

防灾抗灾

湖北省富水水库 2016 年梅雨期暴雨洪水分析

胡焕发 梁家珍

(湖北省富水水库管理局 黄石 435200)

摘 要 2016 年 6 月 18~7 月 21 日,富水流域发生了自 2000 年以来最大的暴雨洪水。分析了雨量、暴雨特征、洪水特征、洪水调度过程等对 2016 年梅雨期富水水库汛情的影响,阐述了富水水库在 2016 年洪水调度中所发挥的作用以及所取得的防洪效益。

关键词 梅雨期;暴雨;洪水;富水水库

富水水库位于长江中下游南岸一级支流富水河上,流域面积 5 310 km²,水库集水面积 2 450 km²。富水发源于湖北省通山、崇阳和江西省修水 3 县交界处的幕阜山北麓,向东流经通山、阳新两县,沿途顺次纳入南北支流横石河、黄沙河、燕厦河、龙港河和三溪河等主要支流,由阳新县富池口汇入长江(图 1)。富水流域地处鄂东南暴雨中心,多年平均降水

量 1 594 mm,平均径流量 22.1 亿 m³;境内地势西南高、东北低,最高峰为西南部的老鸦尖,海拔 1 657 m,最低处为下游湖区,地势平坦,湖泊星罗棋布,海拔 12~15 m。特定的地理位置、地形地貌和气候条件决定了富水流域易受洪、涝、渍等自然灾害影响,富水水库作为富河防洪体系“上蓄、中围、下排”三大防洪控制工程之首,每年担负着十分艰巨的防洪任务。

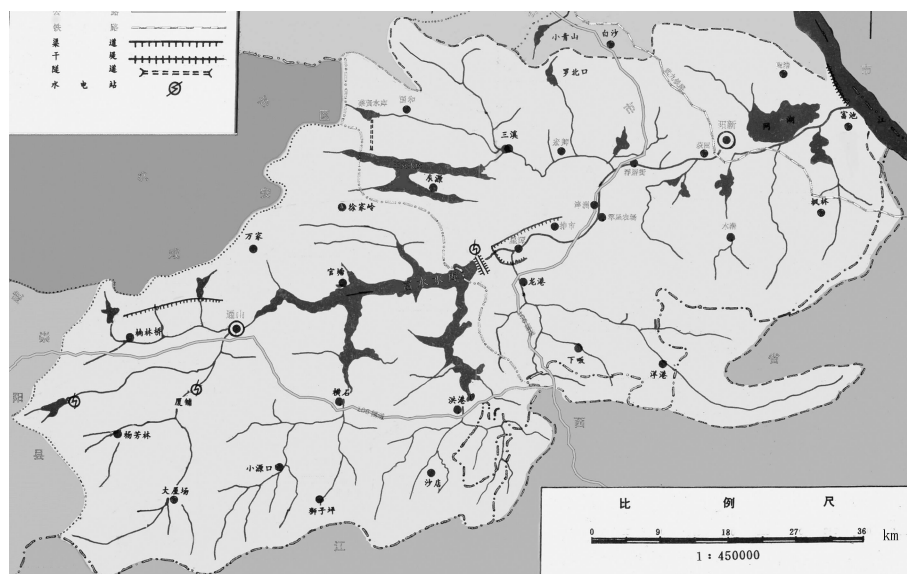


图 1 富水流域水系分布

2016 年梅雨时期,受超强厄尔尼诺现象影响,

富水流域连续遭遇强降雨袭击,发生了流域性大洪

水,加上长江高水位顶托,整个流域洪涝灾情频频告急,给水库上下游、左右岸防洪带来极大的安全威胁。上游通山县城多处内涝,多条主干道积水严重,库区道路和居民房屋受涝受淹,下游阳新县城超保证水位高达 13 d,各大湖泊、河道堤防长期处于洪水浸泡之中,多处险象环生,水库调度陷入两难境地,防汛抗洪形势十分严峻。

1 富水流域暴雨洪水过程

受暴雨影响,2016 年梅雨期雨量大、汛情急,呈现降雨总量多、暴雨强度大、降雨时段集中、洪峰水位高、来水量大、上下游蓄泄矛盾突出的特点。

1.1 暴雨特征

2016 年,湖北省 6 月 18 日入梅,7 月 21 日出梅,梅雨期为 33 天,富水库区梅雨期平均雨量 481.7 mm,占全年降雨量 24.2%,梅雨期 3 次强降水过程见表 1。

主要有以下特点:

(1)梅雨总量多。2016 年富水库区梅雨期平均雨量为 481.7 mm,比 2015 年梅雨量(210.0 mm)偏多 2.3 倍,比多年平均梅雨量(281.0 mm)偏多 1.72 倍;与多年梅雨量比较,2016 年梅雨量居历史第 4 位,见表 2。

(2)暴雨强度大。6 月 27 日的雨量最大、暴雨来势猛、强度大,12 h 平均雨量达 117.0 mm,24 h 平均雨量达 121.6 mm(5 年一遇);有 12 个站日雨量超过 100.0 mm,官塘站日雨量达 214.5 mm;入库通山河通山站 6 月 28 日 12:30 出现 1976 年建站以来最高水位 63.74 m,洪峰流量 530 m³/s。

(3)降雨时段集中。梅雨期降水主要集中在 6 月 24~28 日和 6 月 30~7 月 6 日。梅雨期面平均雨量为 481.7 mm,而这 2 场次降雨过程累计面雨量为 347.4 mm,占梅雨期雨量的 72%。

表 1 富水水库 3 次降雨过程及各站点累计降雨量统计

站点	过程降雨量(mm)			6 月 30 日~7 月 6 日	
	6 月 18 ~ 7 月 21 日	6 月 18 ~19 日	6 月 24 ~28 日	梅雨期降雨量 (mm)	日降雨量大于 50 mm 时间(d)
富 水	111.2	193.4	176.7	524.3	2
通 山	86.0	220.0	229.0	569.0	4
横 石	45.0	134.0	151.5	421.5	2
洪 港	49.0	86.5	135.5	367.5	2
沙 店	49.5	82.5	129.5	326.5	2
一天门	59.0	96.5	313.0	631.0	5
中西港	28.5	92.0	180.0	401.0	3
小源口	19.5	114.0	152.0	415.0	2
三 宝	22.0	89.5	216.0	413.5	3
林 上	30.0	122.0	207.0	399.5	3
大屋场	12.0	106.5	193.5	411.5	3
大 梁	21.0	123.0	150.5	346.5	1
杨 芳	48.0	133.5	207.5	449.5	3
厦 铺	60.5	157.5	203.0	473.5	4
杨 坪	48.5	129.0	144.0	405.5	1
明 水	80.0	173.5	219.5	503.5	4
楠林桥	75.0	197.5	278.5	634.5	4
万 家	117.5	160.0	282.0	670.5	4
官 塘	108.5	245.0	251.0	623.5	4
徐家岭	142.5	182.0	277.0	641.0	4
下 泉	101.5	179.5	177.5	488.0	2
面平均	62.6	143.7	203.7	481.7	3

表 2 富水水库典型年梅雨期和梅雨量比较

梅雨期	年份								
	1998	1969	1999	2016	2014	1973	1970	2003	2010
梅雨时长(d)	53	23	33	33	25	30	27	20	24
梅雨量(mm)	922.8	683.4	546.9	481.7	458.0	424.0	415.5	348.7	311.7

1.2 洪水特征

梅雨期由于降雨历时长、强度大,导致富水水库水位暴涨,洪水峰高量大,富水流域出现了自 1998 年和 1999 年后罕见的洪涝灾害。洪水最显著的特征为峰高、量大、涨幅快、水位高。

(1)入库洪峰流量大。入梅后受集中强降雨影响,河库水位上涨迅速,最大 1 h 涨幅 0.17 m,最大日涨幅 2.14 m,最大入库流量 3 850 m³/s,最高水位 57.89 m,均为 2000 年以来的最大值。

(2)来水总量大。2016 年梅雨期入库水量约 8.86 亿 m³,一日最大入库水量为 1.88 亿 m³,出现在 6 月 28 日。据统计,2016 年富水水库来水 31.2 亿 m³,较多年均值偏多 41%,居历史高第 6 位;2016 年梅雨期来水占全年来水的 28.4%。

(3)高水位历时长。梅雨期库水位不仅涨幅大,而且洪峰水位高,6 月 18~7 月 21 日有 22 d 超汛限

水位,最高超汛限 1.89 m。水位高、历时长、消落慢的原因,一是受连续强降雨影响,水库上游来洪大;二是 7 月 6 日富池大坝关闭,内河洪水不能自排入江,水库减少出库流量,发挥了水库拦蓄功能。

1.3 洪水过程

富水流域 2016 年梅雨期 3 个典型时段的暴雨洪水情况见表 3。

(1)“6·19”洪水。6 月 18 日 22:00~19 日 20:00,富水上游中到大雨,局部大暴雨,平均降雨 62.6 mm,这是 2016 年湖北省入梅后富水流域首场降雨;这场降雨分布不均,主要降雨强度集中在库区北部,最大点雨量在徐家岭站 142 mm。受降雨影响,6 月 19 日 10:00 水位 54.60 m 起涨,6 月 19 日 15:00 出现洪峰,洪峰流量 2 040 m³/s,至 6 月 22 日 08:00,流量下降为 58 m³/s,相应水位 55.03 m;此次洪水总量的 1.08 亿 m³。

表 3 富水流域 2016 年梅雨期暴雨洪水情况

洪水编号	暴雨起止时间	库区降雨量(mm)	下游阳新降雨量(mm)	富水水库最高水位(m)	阳新站最高水位(m)	富池口内最高水位(m)	富水水库出库流量(m ³ /s)	龙港河洪峰流量(m ³ /s)
“6·19”	6.18~6.19	62.6	91.8	55.53	20.23	19.79	380	502
“6·27”	6.27~6.28	124.2	135.0	56.36	21.00	20.24	750	297
“7·03”	6.30~7.06	203.7	210.0	57.89	23.01	22.93	930	478

(2)“6·27”洪水。6 月 27~28 日富水库区连续降雨,累计降雨 143.7 mm;其中 27 日 22:00~28 日 08:00 平均降雨 122 mm(官塘站 207 mm,通山站 188.5 mm),为特大暴雨,加上前期降雨导致土壤湿润,库水位 27 日 22:00 从 54.20 m 起涨,28 日 07:00 出现洪峰,洪峰流量 3 850 m³/s,为 2000 年以来最大入库流量。28 日 22:00 富水水库出现最高水位 56.36 m,至 6 月 30 日 20:00,流量下降为 120 m³/s,此次洪水过程峰高量大,洪水总量 2.33 m³。

(3)“7·03”洪水。6 月 30 日起,富水流域再迎 6 月以来第 4 场强降雨过程,6 月 30~7 月 6 日累计降雨 203.7 mm;由于水库调控运行,7 月 2 日 10:00 水位

开始起涨,起涨水位 55.25 m,19:00 出现洪峰,洪峰流量 1 230 m³/s,相应水位 55.49 m。7 月 3 日雨势增大,7 月 4 日 06:00 出现第 2 次洪峰,洪峰流量 2 110 m³/s,5 日 22:00 出现最高水位 57.89 m。至 7 月 8 日 08:00,流量降为 150 m³/s。受前期降雨影响,土壤含水量饱和,降雨全部产流,此次洪水过程出现复式洪峰,呈现洪量大的特点,洪水总量 4.42 亿 m³。

2 洪水调度方案与措施

2016 年梅雨期主要调度集中在 6 月 27~28 日以及 6 月 30~7 月 6 日 2 次强降雨过程,呈雨急、量

大、范围广的特点。通山县城27日降雨193.5 mm,洪水导致上游通山县城多处内涝,多条主干道积水严重;下游富河阳新城关水位持续高水位运行,超保证水位0.5 m以上,最高水位为23.01 m,系18年以来之最;富河中下游全线告急,各处堤防时有管涌、滑坡、崩塌险情发生,汛情异常紧张。富水水库加强防汛值守加密巡查,始终保持与省市防指、水文等部门沟通协调,深入实地考察,准确把握上下游防汛形势,根据降雨量、水位及工情变化,适时有效控制下泄流量,降低洪峰水位,有效减轻了下游防洪压力,最大程度发挥了水利工程的防洪减灾作用。

2.1 水库调度

(1)“6·19”洪水。6月18日入梅,19日凌晨,富水流域经历了中到大雨、局部暴雨的降雨过程,6月19日10:00水库水位54.60 m起涨。19日15:00入库洪峰 $2\,040\text{ m}^3/\text{s}$;17:00省防办下达富水水库泄洪调度令,考虑富河下游人类活动频繁,为确保泄洪安全,20日08:30分水库开1孔闸泄洪,下泄流量 $240\text{ m}^3/\text{s}$ (不含发电流量 $150\text{ m}^3/\text{s}$,下同),而后水位缓慢下降,至22日17:00水位降至54.90 m,水库关闸停止泄洪,利用发电继续腾空库容。

(2)“6·27”洪水。6月27日22:00富水流域突遭强暴雨袭击,受流域强降雨影响,库水位从54.20 m(6月27日22:00)开始上涨,28日07:00出现洪峰流量 $3\,850\text{ m}^3/\text{s}$,但为了与下游区间洪水错峰,水库延迟近5 h才泄洪。28日10:30水库开启1孔泄洪,由于来洪迅猛,28日18:00水库增开1孔,2孔下泄流量 $590\text{ m}^3/\text{s}$,28日23:00洪峰水位56.37 m,超汛限水位1.37 m。由于阳新站上游来水增大,且长江水位呈上涨趋势,富池大坝内外水位仅仅相差0.10 m,加上网湖、朱婆湖等区间洪水汇入,对阳新站形成上压下顶之势,30日09:00富河阳新站水位达到设防水位(21.00 m),为减轻下游防洪压力,30日11:00关闭1孔减少出库流量;7月2日08:00库水位降至汛限水位下0.75 m,而阳新站水位超设防水位且呈上涨趋势,为确保下游堤防的安全,富水水库于7月2日10:00关闭泄洪闸门,减轻下游防洪压力。此次泄洪历时95.5 h,泄洪 1.3 亿 m^3 ,下泄洪水基本上通过富池口自排入长江。

(3)“7·03”洪水。7月2日10:00关闸后,6月30日开始的新一轮降雨越来越强劲,强降雨再次横

行富水流域。由于此轮降雨持续时间长,土壤高度饱和,下游阳新县城及富河堤防频频告急,7月2日21:00水位达21.54 m,超警戒水位(21.50 m);考虑到下游汛情紧急,省防指决定水库延迟到3日12:00开闸,充分发挥水库拦洪错峰功能,严防上下游洪水恶性遭遇。3日12:00库水位56.14 m(超汛限0.14 m),水库开1孔泄洪,下泄流量 $282\text{ m}^3/\text{s}$ 。7月4日,整个富水流域仍在持续降雨,根据洪水预报并会商,水库水位将达到防洪高水位58.60 m,且同时下游河湖暴满,长江富池口水位涨势迅猛,趁富池口内河水位高于外江水位,省防指果断决定4日12时增开1孔,逼水入江,为水库后续洪水争取滞洪时间和腾空更多防洪库容。2孔下泄流量约 $720\text{ m}^3/\text{s}$,在此情况下库水位仍在不断上涨,而下游富河水位受区间来水和泄洪影响也涨势迅速。4日22:00阳新站水位22.51 m,超保证水位(22.50 m),下游堤防频频告急,堤防多处管涌、坍塌、滑坡。为了缓解富河下游堤防压力,5日08:15关闭1孔泄洪闸,当日22:00水库达到最高水位57.89 m。暴雨带来的汛情日趋严重,此时长江2号洪峰已经形成,7月6日10:00富河入江口富池大坝逐孔关闭,内河渍水全靠富池泵站10台机组运行启排(最大排水流量 $200\text{ m}^3/\text{s}$),且富河阳新水位超保证水位0.26 m,下游面临外洪内涝、内外夹击之势,继续下泄势必造成下游雪上加霜;面对下游异常严峻的防汛形势,7月6日22:00富水水库停止泄洪,关闸时水位57.72 m。7月9日18:00阳新站达到洪峰水位23.01 m,超保证水位0.51 m,排历史高水位第5位,富水水库压减出库流量拦蓄上游逾60%的来水。此次泄洪历时82 h,泄洪 1.39 亿 m^3 。

2.2 统筹调度

(1)综合调度,分时泄洪。水库水位持续偏高、消落缓慢,上下游蓄泄矛盾已然凸显。上游库区道路和居民房屋受涝受淹,损失严重;而下游河湖堤防已超保证水位,险情不断且抢险困难。泄则威胁阳新县城及诸多堤垸,蓄则通山库区受淹。上下游矛盾的胶着给水库调度带来很大的难度。险情就是命令,为了及时掌握全流域洪水和灾情实际情况,省防指连续派出多个工作组和专家组,富水防指也派出灾情调查小组一路风尘仆仆、马不停蹄赶往抗洪一线和受灾现场,对库区淹没情况以及富河下游防洪能力进行现场察看,全力以赴指导地方抢险救灾,并

初步形成综合调度方案,采用分阶段灵活调度,缓解蓄泄矛盾,最大限度使上下游灾损减至最小。7月9日 11:00~16:00 和 7月11日 12:00~16:00,水库 2 次短时泄洪,分别泄洪 0.036 亿 m^3 和 0.055 亿 m^3 。

(2)7月12日 09:00 按调度方案水库短时泄洪,开闸水位 57.35 m,下泄流量 380 m^3/s 。与此同时,阳新长江水位正在回落,12日 08:00 外江、内河水位分别为 22.80 m、22.81 m,外江较内河水位低,富池大坝开启 4 孔自排。抓住此有利时机,省防指

决定延长关闸时间,进一步腾空库容迎接后期可能降雨。14日富水流域再迎降雨过程,由于富河堤防退水缓慢,仍然超保证水位 0.2~0.3 m。为了与下游区间来水错峰,确保阳新县城及堤防安全,省防指果断决定充分发挥水库的拦蓄功能,于 14日 10:00 关闸停止泄洪。此后,水库利用发电消落水位,至 7月21日 08:00,水库水位已低于汛限 1.24 m。

富水水库 2016 年梅雨期洪水调度过程见图 2。

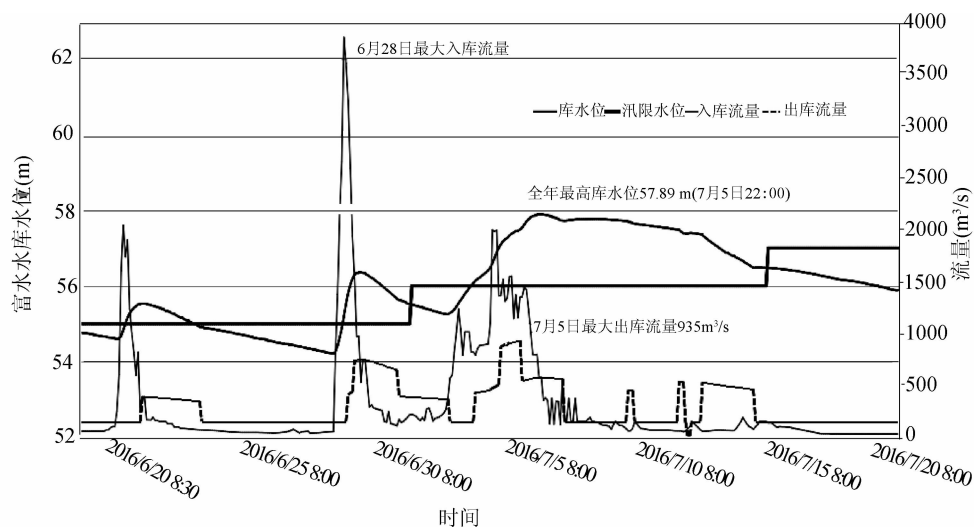


图2 富水水库 2016 年梅雨期洪水调度过程

实践证明,2016 年梅雨期洪水调度科学合理、统筹安排精准有效,综合考虑上下游利益,充分发挥水利工程拦洪、滞洪、错峰、削峰作用,最大限度减轻了上下游洪涝灾害损失,确保了水库安全度汛。

3 减灾效益分析

富水水库受降雨和上游来水等影响,最大一日入库洪量 1.9 亿 m^3 (6月28日),最大 3 日入库洪量 3.2 亿 m^3 (6月2~4日),最大 5 日入库洪量 4.1 亿 m^3 (7月2~6日),6月28日 07:00,最大入库流量为 3 850 m^3/s ,最大出库在 7月5日 08:00 为 940 m^3/s ,最大削峰约 90%。从 6 月主汛期至 7 月 21 日梅雨期结束,发生大于 2 000 m^3/s 以上入库洪峰 4 次,期间来洪 13.86 亿 m^3 ,出库总量 11.44 亿 m^3 ,拦蓄洪水 2.42 亿 m^3 。

受降雨影响,水库相继 8 次开闸泄洪,泄洪总量 4.82 亿 m^3 ,泄洪时间总计 406 h。通过及时跟踪下

游各支流入流情况,适时调控下泄流量及开闸时间,有力、有序、有效地减轻下游防洪压力,富水水库的拦洪削峰控制了洪峰流量,降低了洪峰水位,确保了阳新县内湖堤垸在超保证水位下不溃一堤一垸,减少直接经济损失 15.12 亿元。

4 几点思考

富水水库洪水调度在富水河流域洪水调度中占有重要地位,调度方式的科学与否,不仅影响水库防洪、发电、灌溉等综合效益的充分发挥,而且直接关系到水库工程本身和上下游人民生命财产的安全。对于如何做好今后富水水库洪水调度工作谈几点思考。

4.1 建立富水流域联合调度机制

富水水库地跨黄石、咸宁两市,而且上下游流域

(下转第 26 页)

设计与施工

脚手架支撑可拆分箱涵简易钢模台车施工技术

陈治明 王亮 梁容

(湖北大禹水利水电建设有限责任公司 武汉 430061)

摘 要 通过分析比较暗涵内模采用的“满堂支撑脚手架配木模”“整体式移动钢模台车”及“脚手架支撑可拆分箱涵简易钢模台车”3种立模方式,采用“脚手架支撑可拆分箱涵简易钢模台车”施工方式,不仅加快了施工进度,降低了施工成本,而且适应性较强,值得推广应用。

关键词 钢模台车;工程施工;推广应用

1 工程概况

湖北省鄂北地区水资源配置工程是从丹江口水库清泉沟隧洞进口引水,解决鄂北地区干旱缺水的一项大型水资源配置工程。

2015年度第1批项目袁冲暗涵-孟楼倒虹吸工程中,袁冲暗涵长3 850 m,采用双孔C25钢筋混凝土箱涵结构,单节长14.97 m,内空净尺寸为4.5 m×5.5 m,分15种型号,共255节。

工程施工时,暗涵分2次浇筑,底板1次,墙身及顶板1次。混凝土拌制采用2套1 m³搅拌站搅拌;运输采用10 m³混凝土搅拌车运输,浇筑采用混凝土输送泵车入仓。暗涵模板采用了“满堂脚手架配木模板、钢模台车、脚手架支撑可拆分箱涵简易钢模台车”3种立模方式。

下面将满堂支撑脚手架配木模(以下简称满堂脚手架)、整体式移动钢模台车(以下简称钢模台车)及脚手架支撑可拆分箱涵简易钢模台车(以下简称简易台车)3种不同的立模方式进行比较,说明脚手架支撑可拆分箱涵简易钢模台车的优越性。

2 简易台车

2.1 工艺原理

(1)采用满堂支撑脚手架,外挂标准钢模,形成固定结构,避免了满堂支撑脚手架施工过程中模板及其支撑结构的反复搭拆。

(2)通过将整节台车拆分成多个单节,减轻了台车重量,使人工利用跨顶、小平板拖车等简易设备推动单节台车成为现实。

(3)利用台车自重让模板与混凝土墙体自动分离,自动脱模。

2.2 施工工艺

简易台车是由满堂支撑脚手架配组合钢模组成单节台车,利用自制的小平板拖车移动的一种立模方式。支立时人工推动单节台车就位,就位后将多个单节台车连成整体,形成一节完整的暗涵内模;拆移时,先将节间连接件拆除,拆分成多个单节台车,然后插入小平车,使用跨顶,利用台车自重脱模,脱模后人工推动单节台车至下一工作面就位,就位后将多个单节台车组合成新的暗涵内模。

2.3 适用范围

简易台车适用于各种尺寸的单孔、双孔及多孔箱涵工程施工。

3 工艺流程

3.1 工艺流程

(1)首次拼装。满堂脚手架的搭设→模板拼装→模板与脚手架的连接→各连接点的固定。

(2)安装与拆移。台车就位→侧模位置校正→台车固定→顶部模板位置校正→侧模加固→安装节间连接件→混凝土浇筑→拆除节间连接件→侧模支撑点、对拉筋拆除→角模支撑点拆除→插入小平板拖车→安装跨顶、顶起小平板拖车及台车→收底座螺旋顶→松跨顶、台车整体下卸脱模、小平板拖车着地→移动台车→台车就位。

3.2 简易台车安拆过程

(1)单节拼装。单节简易台车长约 3 m,采用满堂钢管脚手架支撑,外挂标准钢模,组合成固定结构。支架采用 $\varphi 48\text{ mm} \times 3.6\text{ mm}$ 钢管进行搭设,支架纵距(顺水流方向)为 $0.7 \sim 0.8\text{ m}$,横距(垂直水流方向)为 $0.6 \sim 0.7\text{ m}$,步距为 1.5 m ,在架体两端设置剪刀撑,立杆顶部设可调上托,底部设底座。暗涵满堂脚手架示意图见图 1。

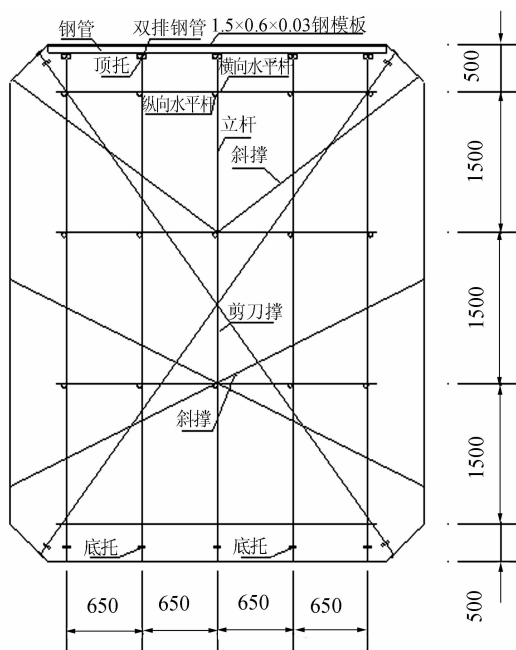


图 1 暗涵满堂脚手架示意图(单位:m)

(2)台车移动。单节台车移动时,先将 2 台自制小平板拖车插入单节台车底部,然后利用 4 台 5 t 跨顶顶起单节台车及小平板拖车,收起支撑脚手架底座的螺旋顶,接着下卸支撑跨顶,让小平板拖车及台车落地,最后移除跨顶,人工推动单节台车至作业面。小平板拖车见图 2,台车移动见图 3。



图 2 小平板拖车



图 3 台车移动

(3)台车就位。单节台车到达安装位置后,对准边墙模板位置固定。先用跨顶顶起拖车与台车,然后旋转下放脚手架底座的螺旋顶至底板及其倒角混凝土上,固定简易台车,最后松开跨顶,拉出小平板拖车,至此单节台车安装就位。

(4)模板校正加固。旋转台车下部底座螺旋顶,对顶模进行校正。顶模校正后,调整角模及侧模的支撑钢管,利用斜撑端头的螺旋顶将角模、侧模校正到位。与此同时,通过安装纵向水平钢管与对拉螺杆对内外侧模加固。

(5)组合加固。每节暗涵长约 15 m ,暗涵内模支立时将 5 个单节组合在一起,节间采用钢管、扣件及 U 形卡连接成整体,形成一节长 15 m 简易台车。

(6)模板拆迁。先拆除节间连接钢管和钢模之间的 U 形卡,将整节简易台车拆分成 5 个单节,然后拆除侧模的水平加固钢管、对拉筋及斜支撑,插入小

平板拖车,用跨顶顶起小平车及台车,收起台车底座螺旋顶,下卸跨顶,利用台车自重让模板与混凝土墙体自动分离,使小平板拖车及台车落地,移除跨顶,人工推动小平车及台车至下一节暗涵施工作业面就位。

4 简易台车特点

4.1 安装模板用时较少
以单节长 14.97 m 暗涵安装、拆移、就位用时为例,3 种立模方式用时比较结果见表 1。

表 1 3 种不同的立模方式比较

序号	立模工序	满堂脚手架		钢模台车		简易台车	
		人数(位)	工时(h)	人数(位)	工时(h)	人数(位)	工时(h)
1	安装	18	20	一次组装		一次组装	
2	拆移、就位	18	8	8	18	12	16
3	合计工时		504		144		192
4	比较结果		多		少		较少

4.2 前期投入费用较低
前期投入费用较低,3 种立模方式比较费用结果见表 2。

表 2 每套模板前期投入费用 单位:万元

序号	费用组成	满堂脚手架	钢模台车	简易台车
1	购置费	11	110	23
2	组装费		18	
3	合计	11	128	23
4	比较结果	低	高	较低

4.3 适用性较强
采用满堂脚手架施工,任何箱涵结构均适用;采用钢模台车,要求箱涵结构断面尺寸固定,平面布置上为直线,长度越长利用率越高。若箱涵结构断面尺寸类型较多,改装钢模台车尺寸耗时长、费用高,不划算。如遇转弯段,钢模台车无法通行;采用简易台车,如箱涵结构断面尺寸类型较多,改装耗时短,费用低,如转弯段,简易台车可跳仓施工,避开转弯段,适用性较强。

4.4 混凝土外观质量较好
采用满堂脚手架施工,脚手架、模板在施工过程

中需频繁拆装,周转 4~5 次,模板及其支撑枋木在浸水曝晒后容易翘曲变形,造成模板接缝不平整,致使混凝土接缝处易形成麻面,外露面成波浪状;而采用钢模施工,由于钢模刚度强于木模,混凝土外观质量、表面平整度明显好于木模,出现混凝土缺损掉角及表面气泡等质量缺陷问题均比采用满堂脚手架施工少很多。

4.5 材料及设备简单,适用性广
采用简易台车施工,所需材料是市场上常见的脚手钢管及标准钢模。满堂支撑脚手架采用 φ48×3.6 mm 钢管搭设,组合钢模采用标准钢模 1.5 m(长)×0.6 m(宽)×0.03 m(厚)的拼装而成;钢管之间采用扣件连接,模板采用螺栓连接,内外模板之间采用对拉螺杆固定。

移动简易台车设备为自制的小平板拖车和 5 t 跨顶。

5 经济分析

以鄂北地区水资源配置工程 2015 年度第 3 标段 1 000 m 暗涵施工为例,对 3 种不同的立模方式进行施工成本对比,结果见表 3。

表 3 钢模台车和木模及简易台车施工成本对比

项目名称	施工成本(万元)			比较	
	钢模台车	满堂脚手架	简易台车	简易台车与钢模台车对比	简易台车与满堂脚手架对比
鄂北地区水资源配置工程 2015 年度第 3 标段	260	255	210	82%	81%

设计与施工

无粘性土的渗透变形判别和临界水力比降计算值的探讨

周学能 翁凌云

(湖北沐楚水利水电规划勘测设计有限公司 黄冈 438000)

摘 要 以室内试验成果为依据,根据现行国标对土的渗透变形进行判别及计算临界水力比降,分析了计算得出的临界水力比降(J_{cr1})与试验取得的临界水力比降(J_{cr2})的关系,探讨了影响判别及计算结果的因素,从而为工程设计提供合理的水力比降建议值。

关键词 土的渗透变形;临界水力比降;影响因素

在工程防渗设计中,必须确定土的允许水力比降,而管涌和非管涌土的允许水力比降相差很大。由于渗透变形判别的影响因素是复杂和多方面的,导致判别和临界水力比降计算值与试验结果存在一定的差别。因此,只有准确判别渗透破坏类型、提供可靠的水力比降参数是工程选择安全可靠、经济合理防渗控措施的基础依据。

1 土的渗透变形判别

土体在渗流作用下发生渗透变形破坏,由于土体颗粒级配和土体的结构不同,存在流土、管涌、接触冲刷和接触流失 4 种类型,前 2 种类型主要出现在单一土层中,是发生在土体中 2 种基本渗流破坏形式,后 2 种类型多出现在多层结构土层中。粘性土的渗透变形主要是流土和接触流失 2 种类型。土的渗透变形判别主要内容包括渗透变形类型的判别、确定流土和管涌的临界水力比降以及允许水力比降。

1.1 无粘性土的渗透变形判别方法

《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487 - 2008)附录 G 的判别方法:

- (1) 不均匀系数 $C_u \leq 5$ 的土可判别为流土;
- (2) $C_u > 5$ 的土采用细颗粒含量法判别: $P \geq$

35% 为流土型; $P < 25\%$ 为管涌型; $25\% \leq P < 35\%$ 为过渡型。细颗粒含量法的关键是确定粗、细颗粒的区分粒径(d),相对于该粒径的颗粒为细颗粒含量(P)。

1.2 无粘性土临界水力比降确定

根据渗透变形判别结果,依据相关规范^[1],选用相应类型的临界水力比降计算公式确定。

(1) 流土型

$$J_{cr} = (G_s - 1)(1 - n)$$

式中: J_{cr} —土的临界水力比降; G_s —土粒比重; n —孔隙率(以小数计)。

流土型临界水力比降决定于土的物理性质,一般 J_{cr} 在 0.8 ~ 1.2 之间。公式适用条件为渗透水流向上,该公式对无粘性土比较合适,而对粘性土或泥化夹层等不适用^[1]。

(2) 管涌型或过渡型

$$J_{cr} = 2.2(G_s - 1)(1 - n)^2(d_5/d_{20})$$

式中: d_5 和 d_{20} 分别为小于该粒径的含量占土总重 5% 和 20% 的颗粒粒径(mm)。

计算管涌型临界水力比降的公式目前还不成熟,一般有条件尽可能通过室内试验测定,该式是中国水利科学研究院刘杰提出的,适用渗透水流向上的情况。

(3)管涌型也可采用下式计算
 $J_{cr}=42d_3/(K/n^3)^{1/2}$ 。
式中: d_3 为小于该粒径的含量占土总重 3% 的
颗粒粒径(mm); K 为渗透系数(cm/s)。

1.3 无粘性土允许水力比降确定
无粘性土允许水力比降确定计算公式如下:

$J_{允许}=J_{cr}/K$
式中: $J_{允许}$ —土的允许水力比降; J_{cr} —土的临界水
力比降; K —安全系数,流土型安全系数取 2.0 ~
2.5,2.5 用于特别重要的工程,管涌型土的安全系
数取 1.5。若无试验资料,可根据规范^[1]选用经验
值,见表 1。

表 1 无粘性土允许水力比降

水力比降	流土型			过渡型	管涌型	
	$C_u \leq 3$	$3 < C_u \leq 5$	$C_u > 5$		连续级配	不连续级配
$J_{允许}$	0.25 ~ 0.35	0.35 ~ 0.50	0.50 ~ 0.80	0.25 ~ 0.40	0.15 ~ 0.25	0.10 ~ 0.20

表 1 不适用于渗流出口有反滤层的情况^[1]。水
力发电工程地质勘察规范与表 1 的经验值相同,并
规定渗流出口若有反滤层作保护,则可提高 2 ~ 3
倍^[2]。水闸设计规范规定,当渗流出口设反滤层时,
规范中所列水平段和出口段允许渗流坡降数值可加
大 30%^[3]。若反滤层满足设计要求,一般至少增大
3 倍,当渗流呈水平向时,表中数值应乘以 $\tan\varphi$, φ 为
土体的有效内摩擦角^[4]。

从表 1 可看出,流土和管涌的允许水力比降相

差 2 ~ 4 倍。由此可见,只有准确判别渗透破坏类
型,提供可靠的水力比降参数,是工程选择安全可
靠、经济合理防渗控措施的基础依据。

2 计算实例

本文选择湖北蕲春大同水库除险加固工程^[5],
按照规范对无粘性土的渗透变形进行判别和临界水
力比降的计算,并与试验值进行对比,见表 2;临界
水力比降统计见表 3。

表 2 临界水力比降计算值与试验结果对比

序号	比重	干密度 (g/cm ³)	孔隙率	不均匀 系数	细粒含量 (%)	渗透类 型判别	临界水力比降		室内试验 破坏形式	岩性
							计算值	试验值		
1	2.67	1.46	0.453	9.35	37.9	流土	0.91	0.54	流土	粗砂
2	2.68	1.36	0.493	5.34	38.2	流土	0.85	0.36	流土	粗砂
3	2.68	1.56	0.418	8.94	42.0	流土	0.98	0.38	流土	中砂
4	2.68	1.68	0.373	7.18	42.1	流土	1.05	1.05	流土	中砂
5	2.68	1.55	0.422	4.87	42.1	流土	0.97	0.42	流土	中砂
6	2.69	1.58	0.413	21.38	36.8	流土	0.99	0.40	管涌	砾砂
7	2.71	1.56	0.424	18.47	32.4	过渡	0.33	0.40	管涌	砾砂
8	2.67	1.54	0.423	16.82	30.1	过渡	0.30	0.44	管涌	砾砂
9	2.67	1.45	0.457	30.17	14.1	管涌	0.16	0.74	管涌—流土	砾砂
10	2.70	1.49	0.448	13.76	33.5	过渡	0.35	0.40	流土	砾砂
11	2.69	1.58	0.413	14.02	32.0	过渡	0.34	0.77	管涌—流土	砾砂
12	2.69	1.61	0.402	25.98	35.6	流土	1.01	0.38	管涌—流土	砾砂
13	2.68	1.56	0.418	17.26	34.3	过渡	0.38	0.66	管涌—流土	砾砂
14	2.72	1.60	0.412	13.31	32.6	过渡	0.34	0.52	管涌—流土	砾砂
15	2.67	1.60	0.401	13.56	34.6	过渡	0.55	0.44	流土	砾砂
16	2.68	1.48	0.448	11.48	34.3	过渡	0.30	0.57	管涌—流土	砾砂

表 3 临界水力比降统计对比

岩性	数值类别	临界水力比降		差值
		计算值 J_{cr1}	试验值 J_{cr2}	
中粗砂	统计组数	5	5	
	范围值	0.85 ~ 1.05	0.36 ~ 1.05	0 ~ 0.60
	平均值	0.95	0.55	0.40
砾砂	统计组数	11	11	
	范围值	0.16 ~ 1.01	0.38 ~ 0.77	0.05 ~ 0.63
	平均值	0.46	0.52	0.06

2.1 中粗砂

在总共 5 组试验结果中,按不均匀系数和细粒含量法判别土的渗透破坏类型与试验破坏形式相同,均为流土。 J_{cr1} 为 0.85 ~ 1.05, J_{cr2} 为 0.36 ~ 1.05,两者一致仅 1 组,占总组数的 20%,前者大于后者占 80%,一般 $J_{cr1} > J_{cr2}$ 。两者相对应的差值为 0 ~ 0.60,平均值相差 0.40,差值较大,计算平均值是试验平均值的 1.73 倍。

2.2 砾砂

在总共 11 组试验结果中,渗透破坏判别流土型占 2 组,管涌型占 1 组,过渡型占 8 组,以过渡型为主。所谓过渡型土,既可以发生流土破坏,也可以发生管涌破坏,取决于土的密度。室内试验破坏形式,流土型占 8 组(包括先管涌后流土型),管涌型占 3 组,以流土型为主。 J_{cr1} 为 0.16 ~ 1.01, J_{cr2} 为 0.38 ~ 0.77,其中前者大于后者占 3 组,占总组数的 27.3%,小于后者占 8 组,占总组数的 72.7%,一般 $J_{cr1} < J_{cr2}$ 。两者相对应的差值为 0.05 ~ 0.63,平均值相差 0.06,在样品统计组数较多的情况下,两者均值的差较小,计算平均值是试验平均值的 0.88 倍。

可见,理论上的渗透变形判别与试验结果有一定的出入,水力比降计算值与试验结果差别也较大。对流土型,一般 $J_{cr1} > J_{cr2}$;对过渡型和管涌型,一般 $J_{cr1} < J_{cr2}$ 。

3 渗透变形判别的影响因素

土的渗透变形判别是分析、预测和控制渗透变形的前提,其影响因素是复杂和多方面的。

3.1 地质结构复杂及勘探测试缺陷

土的成分往往较复杂,均匀性较差;而勘探取样的试样质量等级较低,样品数量较少,代表性不强,

不能真实反映土的性状。

3.2 颗粒分析试验对判别的影响

颗粒分析试验粒径组的确定,必须按等比级数或接近等比级数的原则增长,如粒径 0.5 ~ 1 mm、1 ~ 2 mm、2 ~ 5 mm、5 ~ 10 mm、10 ~ 20 mm 等。这样选取粒径组,在半对数坐标上各粒径组的轴长为等距或接近等距。若不等距离,绘出的分布曲线是不可信的,单峰土将会绘成双峰土,不能真实反应土的颗粒级配^[4];另外,试验时最小粒径至少要测试到 d_5 ,即含量为 5% 的粒径,否则颗粒分析曲线无使用价值^[4]。实际工作中,由于颗粒分析精度不足, d_5 、 d_{10} 往往是由曲线延伸推测,而这些数据极大地影响了渗透变形判别和计算水力比降的准确性。

3.3 理解偏差

查询到的相关工程地质手册^[6-7]在谈到无粘性土的渗透变形破坏时,一般引用前苏联学者伊斯托美娜 1957 年的试验研究成果,以不均匀系数(C_u)把土划分为流土型($C_u \leq 10$)、过渡型($10 < C_u < 20$)和管涌型($C_u \geq 20$),并得出土的不均匀系数越大,临界水力比降越小的结论。有研究表明,不均匀系数不能完全代表土内颗粒组成特征,用 C_u 值作为确定临界水力比降的唯一性指标存在局限性,不能仅凭 C_u 值的大小来判别土的渗透变形类型,应按规范根据 C_u 值和细粒含量法综合判别^[1,8];否则将会误判,影响水力比降计算结果。

3.4 临界水力比降与渗透特性的关系

试验表明,无粘性土的渗透特性与渗透变形特性有着直接的关系。对于不均匀的土,如果透水性强,抵抗渗透变形的能力差,临界水力比降小;如果透水性弱,抵抗渗透变形的能力则强,临界水力比降大。因此,渗透系数的大小在一定程度上反映了土的渗透变形特性的差异。从规范^[1]临界水力比降与渗透系数的关系式也可看出,该结论适合不均匀的管涌土,对非管涌土则不成立,应正确选择其适用条件。实际工作中,不能仅凭渗透系数的大小来确定土的临界水力比降的相对大小,不能简单理解为中粗砂、砾的允许坡降值就一定小于粉细砂允许坡降值,还应判别其渗透破坏类型。如在水闸设计规范表 6.0.4 中,粉砂出口段的允许渗流坡降值为 0.25 ~ 0.30,细砂为 0.30 ~ 0.35,中砂为 0.35 ~ 0.40,粗砂

(下转第 39 页)

水利管理

湖北水利风景区发展中的问题与对策

游 翔

(湖北省水利经济管理办公室 武汉 430071)

摘 要 水利风景区作为水生态文明建设的重要抓手,对其资源进行保护性开发,顺应了民众对良好生态产品的时代需求。湖北江河纵横交错,水系发达,展现了靓丽的水生态景观,积淀了底蕴深厚的水文化,聚集了众多的水利风景区。介绍了湖北水利风景区的发展现状,针对水利风景区建设中的问题,提出了相应的发展对策与改进措施。

关键词 水利风景区;问题;对策;湖北省

进入21世纪,中国经济社会发展已步入新时代,在取得巨大经济发展成就的同时,也面临诸多挑战,尤其是资源环境问题成为中国未来经济发展的重大瓶颈。随着经济社会发展与城镇化进程的不断加快,物质与文化生活水平的不断提高,人民群众对干净的水源、清新的空气、优美的环境等要求越来越高,生态环境在民众生活幸福指数中的地位不断凸显。

水利风景区作为水生态文明建设的重要抓手,按照“尊重自然、顺应自然、保护自然、天人合一”的要义和“山青、岸绿、水美”的要求,对水利风景资源进行保护性开发,在营造出优美休闲旅游环境的同时,还具有涵养水源、保护生态、维护河湖健康的重要作用,促进了水资源利用与水生态环境保护的平衡。水利风景区的产生和发展顺应了人们对良好生态产品的时代需求,是经济社会发展的必然结果,也是对国家生态文明战略的积极响应,还是水利行业服务民生的重要内容。

水利风景区是水利行业拓展的新领域,国家水利风景区由水利部评定,省级水利风景区由各省水利厅评定。2001年,水利部成立水利风景区评审委员会,组织开展国家水利风景区评审工作;2004年,

水利部出台《水利风景区管理办法》,对水利风景区的设立、规划建设、管理保护、奖惩等方面做出明确指示,对本行业风景区创建工作起到了重要作用。截至2017年底,水利部已批准设立了17批共832家国家水利风景区,全国各地创建省级水利风景区超过2000家,形成了涵盖主要江河湖库、重点灌区、水土流失治理区的水利风景区群落,水利风景区更是成为了传播水生态文明建设的重要品牌。

1 水利风景区概论

1.1 水利风景区的定义与标准

水利风景区是指以水域(水体)或水利工程为依托,以优化水环境、保护水资源、修复水生态、维护水工程、弘扬水文化为宗旨,实现社会效益、环境效益和经济效益有机统一,具有一定规模和质量的风景资源,可供开展观光、娱乐、休闲、度假或科学、文化、教育等活动的区域。水利风景区与旅游景区既有交叉也有不同,水利风景区不以盈利为目的,严格把“保护”放在第一位,将水质和水利工程安全运行作为准入门槛,通过工程措施和非工程措施,保证工程安全、水质安全、防洪安全和生态安全,展示水利建设成效、水文化风采与水生态魅力。

在水利风景区发展实践中,水利旅游资源也被称为水利风景区资源。在水利部《水利风景区评价标准》(SL300-2013)中,水利风景资源是水域(水体)或水利工程以及与其相关联的岸地、岛屿、林草、建筑等形成的自然和人文吸引物,包括水文景观、地文景观、天象景观、生物景观、工程景观、人文景观等。该概念一方面强调了水资源的依托性,另一方面,也强调了旅游吸引物的特点。

1.2 水利风景区的类型与功能

按照水利工程性质,水利风景区分为“水库型、自然河湖型、城市河湖型、水土保持型、湿地型、灌区型”6 大类。水利风景区建设按照“绿水青山就是金山银山”的理念和习近平总书记“共抓大保护、不搞大开发”的指示精神,以壮观的水利工程为依托,以自然的山貌水体为景观,以深厚的水文化为内涵,科学利用水利风景资源,在水利工程建设上创新融入美学元素和文化要素,统筹协调水利建设与生态建设、人工景观与自然景观、经济效益与社会效益;强化人工造林、封山育林、退耕还林等手段绿化周边环境;采取河湖连通、雨污分流、人放天养等措施净化水体水质;通过政府规划、行业管理、企业投资等模式打造滨水景观,为人们提供宜游、宜居、优雅的环境,营造休闲、养生、开放的空间,不断满足城镇居民“望得见山、看得见水、记得住乡愁”的美好愿景,让人民群众共享水利建设红利,以实际成效践行了“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念。

2 湖北水利风景区建设情况

2.1 水工程现状

湖北地处长江中游,江河纵横交错,水系发达。除长江和汉江外,全省共有流域面积 50 km² 以上河流 1 232 条。境内湖泊星罗棋布,形态各异,共有湖泊 755 个。长期的治水实践,建成了众多宏伟壮观的水利工程,现有水库 6 921 座、大型灌区 43 处、各类堤防 2.628 万 km、大中小型涵闸 2.6 万座、泵站 4.8 万座、水电站 1 774 座,治理水土流失面积 5.73 万 km²,展现了大量靓丽的水景观,积淀了底蕴深厚的水文化。

2.2 机构设置

2000 年,按照水利部 1997 年 8 月公布的《水利旅游区管理办法(试行)》,湖北省水利厅积极与省

旅游局合作,发展水利旅游,共同建设“省级水利旅游度假区”。水利部启动“国家水利风景区”评审工作后,漳河水库于 2002 年获批湖北省第一家国家水利风景区(全国第 2 批);2005 年,湖北省水利厅成立厅水利风景区建设与管理领导小组,由分管厅领导任组长,分管湖泊水库工作的副厅长级领导任副组长,厅相关职能部门为成员,明确省水利经济领导小组办公室为领导小组办公室,每年至少召开 1 次领导小组会议,审定省级水利风景区,并设立了湖北省水利学会水利风景区专业委员会,建立了省级水利风景区创建专家库;同时,对以前批准的 33 家“省级水利旅游度假区”重新审定并更名为“省水利风景区”,正式启动省级水利风景区评审工作;2015 年,国务院取消“设立水利旅游项目审批”(国发〔2015〕27 号),湖北省人民政府将“国家水利风景区审核转报”和“省级水利风景区评定”列入《湖北省省级权责清单》。

2.3 水利风景区分布

截至 2017 年底,湖北省已建成省级以上水利风景区 71 家,其中国家级 22 家、省级 49 家。

(1)地理位置分布。武汉城市圈水利风景区居多,包括武汉、黄石、鄂州、黄冈、孝感、咸宁、仙桃、天门、潜江市,共有 32 家水利风景区,其中国家级 12 家;鄂西北的襄阳、十堰、随州、神农架 4 市(林区)共有 15 家水利风景区,其中国家级 2 家;鄂西南的宜昌、荆门、荆州、恩施 4 市(州)共有 24 家水利风景区,其中国家级 8 家。

(2)行政区域分布。黄冈市排行首位,共有水利风景区 17 处;其次是荆门市,共有水利风景区 10 处(含厅直漳河水库、高关水库、吴岭水库);宜昌市第三,有水利风景区 9 家。国家水利风景区最多的仍是黄冈市,共有 7 家;武汉市和荆门市并列第二,均有国家水利风景区 3 家(含厅直漳河水库)。

(3)景区类型分布。湖北省水利风景区以水库型为主,共有 52 处,占总量的 73.3%;自然河湖型 11 处,占 15.5%;灌区型 2 处,占 2.8%;城市河湖型 3 处,占 4.2%;湿地型 1 处,占 1.4%;水土保持型 2 处,占 2.8%。其中,22 处国家水利风景区中,水库型共有 16 处,占总量的 72.8%;自然河湖型 2 处,占 9.1%;城市河湖型 3 处,占 13.6%;水土保持型 1 处,占 4.5%。

3 存在的问题

3.1 推进水利风景区建设的共识不够

水利风景区建设难、投入大、周期长、见效慢,且对水资源保护、水生态环境保护及土地利用规划等方面要求高,某种程度上制约了地方政府及水管单位的自主性,导致有些地方积极性不高。一些地方和单位对快速增长的水利风景区社会需求形势认识不够,对水利风景区的珍贵价值认识不高,导致不少景区仍处于“被景区”、“被发展”的状态。一些地方把水利风景区等同于旅游景区,有的认为建设水利风景区会破坏饮用水源,不敢发展水利风景区;有的认为创建水利风景区既没钱又没权,搞不搞无所谓;有的将创建水利风景区作为获批“A级旅游景区”的跳板,将其完全做成旅游规划。这些观点都是对水利风景区的概念范畴认识不清楚,对发展水利风景区的必要性和重要性认识不足。

3.2 开发水利风景区的动力不足

湖北是水利大省,坐拥千湖、千河、千库,水利工程点多、面广,具有发展水利风景区得天独厚的天然资源,但湖北水利风景区建设的规模、水平和质量与之极不相称。目前,湖北国家水利风景区仅占全国的2.6%,远低于国家平均水平;且现有的水利风景区多为水库型,天然湖泊创建水利风景区仅武汉金银湖一家,与“千湖之省”的地位极不相称。鄂州市、仙桃市、天门市和神农架林区还处于空白状态,与湖北省现已发展的旅游景区规模和水利风景资源含量极不匹配。

3.3 水利风景区管理体制机制需要优化

目前,湖北省水利风景区管理体制上的矛盾还比较突出,明确水利风景区专(兼)管机构的市县较少。有的景区成立了水利风景区管理委员会,如漳河风景区管理委员会;有的水利风景区经当地编委批复成立单独的管理机构,如武汉市汉口江滩管理办公室、长阳县清江水利风景区管理局等;有的水利风景区由基层水管单位代管,加挂水利风景区管理处牌子或设立二级单位管理,如襄阳市三道河水利风景区设立景区管理科等;部分景区存在多头管理问题,当地政府和水管单位的协作不紧密,甚至在旅游项目设立上存在分歧,给水利工程和水质保护埋下了安全隐患。

4 对策与措施

党的“十九大”强调,建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计,必须树立“绿水青山就是金山银山”的理念,像对待生命一样保护生态环境,统筹山水林田湖草系统治理,形成绿色发展方式和生活方式。习近平总书记在报告中指出,人与自然是生命共同体,人类必须尊重自然、顺应自然、保护自然;我们要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要,还自然以宁静、和谐、美丽。这些要求是做好水利风景区建设管理工作的强大动力和行动指南。

4.1 提高认识,加强领导

切实加强水利风景区重要性的认识,把水利风景区建设与管理作为水生态文明建设的一项重要内容来抓、作为水资源统一管理的重要政绩,纳入湖泊保护行政首长年度目标考核以及河湖长制职责范围和考评内容。建立健全水利风景区建设管理领导机构,设立专门机构或明确现有机构具体管理水利风景区建设与管理;建立完善水利风景区发展中的重大问题会商、会审制度,并将水利风景区发展与河湖治理、水土保持、水库除险加固、农村水利建设等有机结合起来;在相关的投资安排上,对水利风景资源保护开发、景区规划建设与管理等方面给予资金扶持。

4.2 科学规划,统筹协调

积极争取各级政府对水利风景区建设的重视,将水利风景区纳入区域生态文明、旅游发展和水利现代化建设的大系统中进行谋划,建立市(县)级配套、生态补偿等激励奖励机制,加大对水利风景区基础设施建设的投入;进一步完善本级水利风景区建设发展规划,纳入水利发展总体规划,与经济社会发展总体规划和其他水利专项规划相衔接,统筹水利风景资源的合理利用、优化配置、全面节约、有效保护、科学管理。按照《水利风景区规划编制导则》(SL471-2010)要求,认真编制景区总体规划,突出水利风景区的特点;加强与各级发改、财政、环保、林业、交通、农业、旅游等行政主管部门的沟通协调,建立合作机制,协调相关单位从政策、项目、资金、管理等方面更好地支持水利风景区建设,建立涉景区部门的联席会议制度,形成水利风景区管理合力。

4.3 加快建设,积极申报

加强不同类型的水利风景区创建指导,把此项内容及申报工作纳入重要议事日程,认真开展水利风景资源调查。将水生态景观建设纳入水利工程建设前期工作。新建水利工程要统筹道路、供水、供电、通讯、排污等基础设施建设,建立水科普场馆;已建水利工程应结合工程的扩建改造、治理、水生态和水资源保护等工作,统筹安排水利风景区建设,示范推广水生态修复与保护技术,彰显水利风景区科普文化功能。严格按照水利部确定的申报要求,准备好国家级和省级水利风景区的申报材料。履行好申报景区审核职责,加大天然湖泊创建水利风景区力度,积极推动著名景区创建水利风景区,推进省级水利风景区向国家级晋升,不断提高水利风景区的数量和质量。

4.4 加大投入,严格管理

把水利风景区建设与水生态文明建设、水利经济发展深度融合,科学确定生态底线,划分禁止开发、限制开发及重点开发区域,建立多元化投资体系,吸引社会资金投入水利风景区建设。切实加强水利风景区动态监管,持续开展省级水利风景区复核工作,严格实行退出机制;大力开展水利风景区安

全检查,加强汛期和节假日水利风景区隐患排查,制订应急预案。着力加大水利风景区宣传推介力度,积极开展水利风景区建设管理培训,推进与大专院校和科研院所合作交流;加强自然文化遗产保护,开展全省水文化调查,深入挖掘水利风景区的文化内涵;充分利用电视、网络、微信、微博、报纸、广播等平台推介“两级”水利风景区,并联合有关部门开展宣传活动;大力推荐优秀景区参加“全国水利风景区博览会”、全国水利风景区经验交流会等,全力做好湖北水利风景区品牌推介工作。

5 结语

水资源是湖北最大的资源禀赋、最大的发展优势、最大的发展潜力。建设发展水利风景区就是要将荆楚大地独特的水生态魅力展示出来,通过水利风景区这个平台,激发民众更多地关注水生态环境保护,更好地融入到新时代水利建设中;同时,以问题为导向,正视差距、突破瓶颈,不断提升湖北水利风景区的发展质量和综合效益,努力打造安全河湖、生态河湖、文化河湖、美丽河湖,为长江大保护绿色发展和促进中部地区崛起发挥积极作用。

(收稿日期:2018-01-16)

(上接第 16 页)

状况不同,水库上游多为山区丘陵,下游地势平坦且状况不同,水库上游多为山区丘陵,下游地势平坦且多为湖区,因此洪水调度既受自然因素影响,还受人为活动影响,多年来存在上下游地区之间、单位之间防洪与兴利的矛盾,建议省防办组织开展富水流域现状及防洪能力专项调研,积极探索流域综合调度方案,打破常规、创新方式,提高富水水库科学调度水平。

4.2 加强富水河道行洪能力

随着时间的推移和人类活动的影响,富河下游河道大量存在违法垦殖、采砂行为,造成河道阻塞,行洪能力减弱,下游河道堤防达不到防御洪水的要求。因此,地方政府需采取一系列措施,建立富河河长管理机制,加大河道治理管理力度,确保河道行洪能力。

4.3 加强预警机制建设

富水水库防汛任务重、协调难度大、流域上下游群众防灾抗灾意识不强以及预警手段落后,在水库洪水调度的关键时期,每遇傍晚及夜间的特殊节点,往往只能延迟开闸泄洪,错过最佳调度时间,造成了洪水调度的被动。为此,必须尽快加紧富水水库与下游河道预警机制建设,着力提高预警时效,确保洪水调度畅通无阻。

4.4 提高洪水预报精度

富水水库地处鄂东南暴雨中心,气候变化迅速,天气预报的误差直接影响洪水预报精度。今后应积极加强与气象部门合作,共享气象资料,适时掌握动态气象数据,提高洪水预报精度,为科学调度提供技术支撑。

(收稿日期:2018-01-23)

水利信息化

Excel 软件在水位流量关系临时曲线中的应用

马红兵 水道兵 刘翰超

(湖北省随州市水文水资源勘测局 随州 441300)

摘要 应用 Excel 软件的数据计算功能,利用指数函数、规划求解和图表功能绘制 2016 年万店水文站水位流量关系临时曲线,该方法操作简单、快速,简化了手工绘制水位流量关系曲线的工作量,提高了定线效率及精度。

关键词 Excel 软件;水位流量关系;万店水文站

水位流量关系曲线的合理性及精度直接影响到水文资料整编的可靠性及精度,但手工绘制工作量大,且线上查读流量容易出差错。本文探讨沿用手工定线的思路和步骤,借助 Excel 软件的数据计算功能、指数函数、规划求解和图表功能,在计算机上完成定线。下面具体介绍应用 Excel 软件绘制 2016 年万店水文站水位流量关系临时曲线的过程。

1 水位流量关系拟合曲线

万店水文站于 2007 年 1 月由塔儿湾水文站上迁 7 km 而设立,为长江流域沔汉湖水系漂水控制站,集水面积 489 km²,测验河段顺直长 300 m,河床由细沙组成,高水有漫滩及冲淤,低水受水草生长影响;该观测站控制条件和河床在一定时期内基本稳定,但受断面不经常冲淤影响,局部时段内存在变

化,因此采用临时曲线法定线推流。按定单一曲线的要求,分别定出各稳定时段的水位流量关系曲线。

1.1 水位流量关系点分组

(1)绘制水位过程线图。根据 2016 年万店站遥测水位数据,应用 Excel 软件图表功能绘制水位过程,并把测流水位数据点绘于同一坐标图上(图 1)。由图 1-a 可知,2016 年万店站流量测次基本控制了水位变化过程。

(2)绘制实测大断面图。2016 年在万店站通过流速仪进行了 2 次断面测量,应用 Excel 软件图表功能点绘的实测大断面见图 1-b。可见流速仪测流断面起点距 45.5~53.5 m 位置冲刷深度达 0.66 m,断面的形状变化主要是 7 月 20 日洪水冲刷造成。由此可见,7 月 20 日洪峰前后的水位流量关系明显不一样,同级水位峰后流量大于峰前流量。

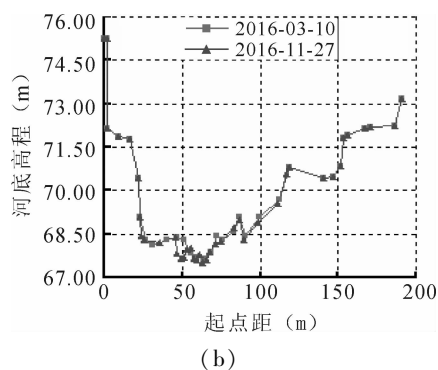
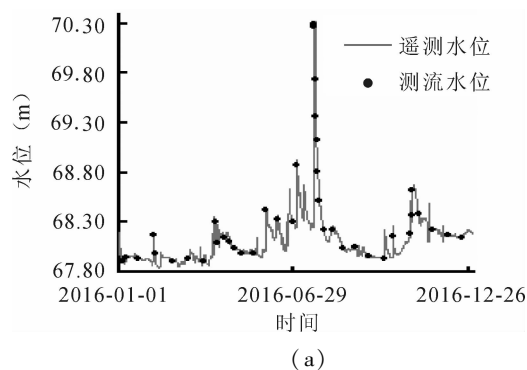


图1 2016年万店站水位过程(a)与实测断面放大图(b)

(3) 绘制实测水位流量点据图。为寻求水位流量关系规律,将万店站 2016 年实测水位流量点据、2015 年末 2 个测点和 2017 年初 4 个测点均点绘于同一坐标图上,见图 2。由水位流量关系点分布情况可知,水位 68.50 m 以上的关系点分布比较集中(图 2-a),水位 68.50 m 以下的关系点分布散乱(图 2-b)。

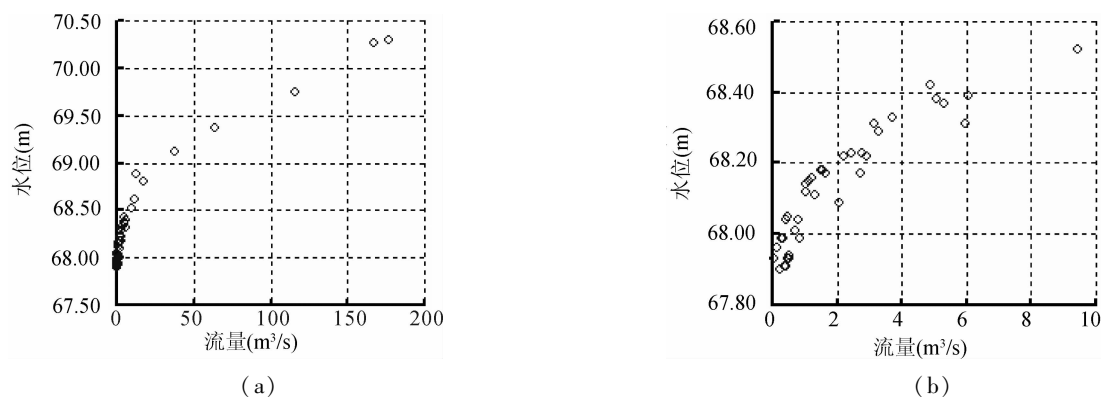


图 2 万店站实测水位流量点据图(a)与低水位放大图(b)

1.2 拟合单一曲线

《水文资料整编规范》(SL247-2012)规定:单一曲线法推流,应结合测站特性,通过选用指数方程、对数方程、多项式方程的数学模型来拟合曲线,用水位推算流量。万店站拟合单一曲线的数学模型选用 Excel 软件内置函数中的指数函数:

$$Z = aQ^b + c \quad (1)$$

式中: Z 为水位(m); Q 为流量(m^3/s);参数 a 、 b 、 c 为待定系数。

利用 Excel 软件的规划求解功能对式(1)进行最优系数率定,流量计算公式为:

$$Q = \exp \frac{\ln \left[\frac{Z - c}{a} \right]}{b} \quad (2)$$

式中: Z 为水位(m); Q 为流量(m^3/s);参数 a 、 b 、 c 为待定系数。

2016 年万店站有 12 条临时曲线,其中单一曲线 6 条,编号分别为 1、2、5、7、9、11;过渡曲线 6 条,编号分别为 3、4、6、8、10、12。下面以 7 号曲线的拟合为例,介绍应用 Excel 软件的指数函数和规划求解功能拟合单一曲线的过程。

(1) 在表 1 的 A、B、C 列单元格分别输入测次、实测水位和实测流量,在 D2~D4 单元格分别输入参数 a 、 b 、 c 任意假定的数据。

(2) 在 E 列单元格按照式(1),计算出“计算水

结合水位过程线图、实测大断面图和实测水位流量点据图,2016 年万店站水位流量关系点大致分组为:上年末 2 个测点同本年 1~3 号、11~13 号测点一起定线;4~10 号测点一起定线;14~15 号、38~40 号测点同下年初 4 个测点一起定线;16~21 号测点一起定线;22~28 号、35~37 号测点一起定线;29~34 号测点一起定线。

位”值;在 F 列单元格按照公式:(实测水位 - 计算水位)²,计算出“水位绝对误差的平方”值,并把“水位绝对误差的平方之和”存放在 F2 单元格中。

(3) 利用 Excel 软件的规划求解功能求出参数 a 、 b 、 c 的最优值,将其代入式(2)得:

$$Q = \exp \frac{\ln \left[\frac{Z - 65.4667}{2.4111} \right]}{0.1345} \quad (3)$$

式中: Z 为水位(m); Q 为流量(m^3/s)。

(4) 在 G 列单元格,按照式(3)计算出“计算流量”值;在 H3 单元格按照公式“100 * (实测流量 - 计算流量)/计算流量”,计算出“流量相对误差”值,并把“流量相对误差的平均值”存放在 H2 单元格,即 7 号线的系统误差。

(5) 在 2016 年万店站水位过程线图中,查找出 16~21 号测点所在 7 号线的使用时段为 5 月 27 日 01:00~7 月 20 日 16:00,水位界限为 67.96~70.32 m;在水位界限内,按照式(3)推算出 7 号线的水位流量关系节点数据;根据水位流量关系节点数据,将 7 号线点绘于坐标图上。见图 3。

其它单一曲线的拟合方法类同 7 号线的拟合,定线精度均应符合水文资料整编规范要求,否则应删减或添加测点重新拟合至满足定线要求,且拟合曲线均点绘于同一坐标图上。对水位流量关系点分布比较反常的测点,应认真分析,找出原因,按规范

要求取舍。

将主要临时曲线 7 号和 9 号线与万店站历年综

合水位流量关系曲线进行对照,检查两曲线是否与综合线的趋势基本一致,否则修正两曲线至满意。

表 1 2016 年万店站 7 号水位流量关系曲线规划求解过程

A	B	C	D	E	F	G	H
测点编号	实测水位 (m)	实测流量 (m ³ /s)	参数 a,b,c	计算水位 (m)	水位绝对 误差的平方	计算流量 (m ³ /s)	流量相对 误差(%)
			2.4111		0.0020		-0.1
16	68.42	4.86	0.1345	68.45	0.0009	4.52	7.6
17	68.33	3.69	65.4667	68.34	0.0001	3.61	2.2
18	68.31	3.16		68.28	0.0008	3.42	-7.6
19	68.88	12.90		68.87	0.0001	13.30	-2.7
20	70.27	167.00		70.27	0	168.00	-0.6
21	70.30	177.00		70.30	0	176.00	0.6

2 绘制相邻曲线的过渡线

《水文资料整编规范》(SL247-2012)规定:两相邻曲线间的过渡线,应根据过渡段的水位变化和关系点的分布情况,可分别采用自然过渡、连时序过渡、内插曲线过渡等方法,过渡曲线直接查读流量。

分析 2016 年万店站拟合的单一曲线可知,7 月 20 日洪水断面冲淤变化较大,7 号与 9 号曲线间过渡段的水位流量关系呈单式绳套;1 号与 2 号两曲线的底部、9 号与 11 号两曲线的中上部接近重合,可定自然过渡线;其余两相邻曲线间无过渡性测点,只能定内插过渡线。

2.1 绘制绳套型过渡线

从 7 号线最高水位 70.32 m(7 月 20 日洪水峰顶水位)开始,在电脑屏幕上向 9 号线方向点绘 8 号过渡线,曲线应呈绳套型,其绳套顶部、底部分别与 7 号、9 号线相切。8 号线的过渡时段为 7 月 20 日

16:00~7 月 21 日 0:00,水位界限为 70.32~70.05 m。见图 3-a。

2.2 绘制自然过渡线

参照 9 号线的趋势,通过拖动电脑屏幕上 11 号线 68.25 m 以上的水位流量关系节点,修正 11 号线至两线 68.50 m 以上的线体重合,使 11 号线自然过渡到 9 号线,同时应保证修正后的 11 号线定线精度符合规范要求。1 号线与 2 号线的自然过渡方法于此类同。见图 3-b。

2.3 绘制内插过渡线

在 2016 年万店站水位过程线图中,查找出 5 号与 7 号两曲线间水位变化平缓的短时期过渡时段为 5 月 26 日 8:00~5 月 27 日 1:00,水位界限为 67.94~67.96 m。分别在 5 号、7 号线上查找出水位 67.94 m、67.96 m 对应的水位流量关系节点,用直线连接两节点,该线即为 6 号内插过渡线。其他内插过渡线的绘制方法于此类同。

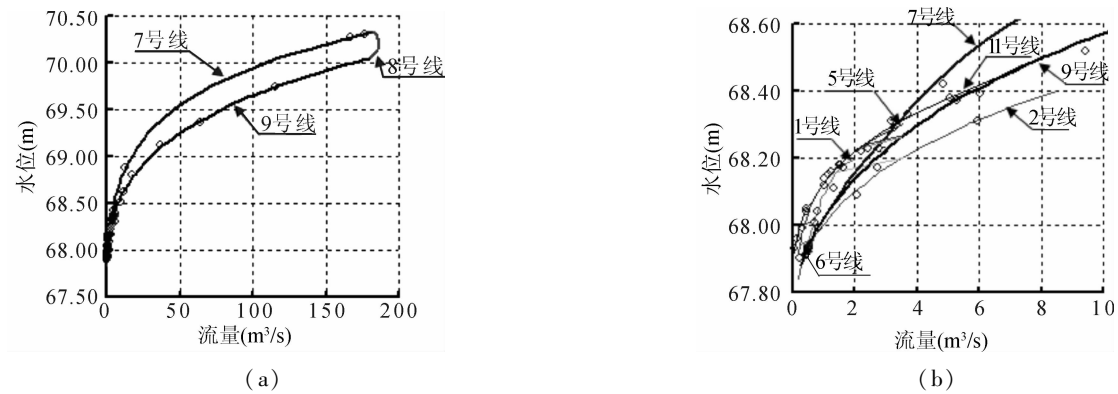


图 3 2016 年万店站水位流量关系曲线(a)与低水位放大图(b)

3 结语

应用 Excel 软件绘制水位流量关系临时曲线与手工定线相比,能达到减轻工作量、减少人为误差的目的。Excel 软件计算数据不但准确,而且在修改数据时,后面的结果也会发生相应的改变,使得计算和修改数据更加方便快捷;计算机绘制的水流曲线,既便于保存,又方便查询任意瞬时水位对应的流量,还

可以根据要求对图形进行放大、美化等操作处理。

【参考文献】

- [1] 刘东生,陈松生. 水文资料整编规范[M]. 北京:中国水利水电出版社,2012.
- [2] 中华人民共和国水利部水文局. 中华人民共和国水文年鉴 2016 年第 6 卷第 16 册[Z]. 2017.

(收稿日期:2017-12-11)

简 讯

湖北汉江入选全国首届十条“最美家乡河”

2017 年 12 月 17 日,全国首届“寻找最美家乡河”大型主题活动揭晓仪式在西安举行,水利部副部长魏山忠等领导出席揭晓仪式。湖北省推送的汉江成功入选全国 10 条“最美家乡河”,湖北省水利厅获“最佳组织奖”。湖北清江也入围全国最终 19 条河流候选名单。湖北省水利厅党组成员、副厅长焦泰文应邀出席仪式并为“最佳组织奖”获奖代表颁奖。

“寻找最美家乡河”活动由水利部水情教育中心、阿里巴巴天天正能量、新浪微公益联合主办,是水利部面向社会公众开展的一项国情水情教育活动。首届“寻找最美家乡河”得到了全国各地的积极响应,共有 23 个省(自治区、直辖市)向主办方积极推荐,46 条各具特色的家乡河参加角逐。经过大众网络投票,19 条河流入围专家推荐阶段,经由水利专家、生态学家、社会学者、文化名人、媒体记者等 18 位专家共同认定,湖北汉江、陕西渭河、山东沂河、江苏丁万河、重庆璧南河、甘肃疏勒河、广东韩江、浙江永安溪、福建木兰溪、广西下枳河 10 条河流最终登上首届“最美家乡河”榜单。

“寻找最美家乡河”活动自 2016 年 9 月份启动以来,湖北省水利厅宣传中心(省水情教育中心)按照厅党组部署,从全省层面遴选河流参评,最终推荐孕育了璀璨荆楚文化、承载了厚重荆楚历史、最能体现荆楚特色的汉江、清江参加全国角逐。在此过程

中,湖北省水利厅宣传中心(省水情教育中心)先后联合省汉江局、宜昌市水电局、恩施州水利水产局邀请“寻找最美家乡河”组委会以及水文化研究专家,多次赴汉江、清江进行实地踏访和专题水文化研究推广。在“寻找最美家乡河”活动的网络票选、专家评审、大赛终评等环节,汉江以其厚重的历史文化底蕴、丰富的动植物资源、良好的生态环境、人水和谐的动人画卷,深深打动广大公众和每一位评委。

汉江是长江最长的支流,也是中国腹地唯一一条南北走向的河流。它全长 1 577 km,湖北境内长 920 km,位于汉江中游的丹江口水库是南水北调中线工程的水源地,清澈的汉江水由此一路奔流向北,润泽豫、冀、津、京等地区,有效缓解了中国北方地区水资源紧缺状况。此次“寻找最美家乡河”活动组委会予以汉江的颁奖词称颂道:她如银河之水天上来,带着《诗经》《楚辞》的文脉和风度,她像雄风万里呼啸而去,带着两汉王朝的余韵和气势,极目楚天,碧水苍茫,她吟诵千古绝唱泽被华夏的心腹之地,她就是连东西贯南北的通衢之河。

省汉江河道管理局、长阳县水利局主要负责人参加揭晓仪式并领奖,厅宣传中心主要负责人参加揭晓仪式。

(摘自《湖北省水利厅网》2017 年 12 月 18 日)

学会论坛

清江上游流域森林植被变化 对水文特性的影响

张宝林 王平章

(湖北省恩施州水文水资源勘测局 恩施 445000)

摘 要 以清江上游流域为研究对象,通过收集流域植被资料和实测水文资料,采用对比分析法,研究清江上游植被变化对流域产流、产沙、径流过程及蒸发等水文特性的影响。结果表明,随着流域森林植被覆盖率的提高,流域产沙量减少,陆面蒸发增大,产水量减少,地下径流比重增加,河流雨峰模数降低,洪水退水历时延长。

关键词 植被变化;水文特征;清江上游

森林植被具有水土保持、涵养水源、调节径流、改善水质、保护水生态和水环境作用。国内外有关森林植被与水文效应的影响研究较多,总体认为,在不同的地区,由于气候原因、地质条件、土壤结构与地形因素、森林植被结构的综合影响,森林植被的变化可以导致不同的水文影响效应。因此,对特定区域开展流域植被覆盖变化对水文特性影响规律研究,探索区域水文演变规律及生态环境影响效应,对指导生态环境的修复、改善区域生态环境和保持经济可持续发展具有重要的指导意义。

森林植被对水文效应的影响研究起步较早,国际上主要集中在20世纪60~80年代,但目前仍没有一种成熟的理论研究方法,大多采用对比流域试验法与流域自身对比法。本文通过收集流域水文和植被资料,采用流域自身对比法,研究流域下垫面植被因素变化对流域产流、产沙量、洪水过程等水文特性的影响。由于水文特性是降雨、气候、流域下垫面等综合因素的体现,对于一个天然流域,降雨、气候因素是随机变化的,下垫面因素是连续渐变的,为尽可能降低随机变化因子的影响,体现连续渐变因子的作用,本次研究通过对比分析不同时期各影响因子平均值的变化,探究流域森林植被覆盖率变化对

水文要素的影响。

1 清江流域概况

清江是长江一级支流,发源于湖北省利川市齐岳山龙洞沟,于枝城市汇入长江,流域面积17 000 km²,属典型的山区性河流。清江干流恩施水文站以上为上游,流域面积2 928 km²。

据2007年湖北省林业勘察设计院《恩施州森林资源状况的报告》及后期当地林业部门的相关森林资源状况调查资料,自新中国成立以来,清江流域恩施州境内森林植被种类及结构基本无变化,但不同时期森林植被覆盖率变化较大。20世纪50年代前期,生产力相对落后,区域人口稀少,工农业发展迟缓,人类对自然破坏程度小,清江流域恩施州境内森林覆盖率较高,生态环境相对较好,基本处于原生态时期,森林覆盖率达到68%。1958年开始的“大跃进”运动,由于大办钢铁,伐木炼钢,森林植被覆盖率逐年减少。据林业部门统计,至1978年,清江流域恩施州境内森林覆盖率仅为32.72%;1978年以后,国家先后实施了长江防护林保护、天然林保护和退耕还林工程,开展植树造林、退耕还林、生态农村建设等措施,流域生态植被得以有效恢复,森林覆盖率逐步提高;

1985 年清江流域恩施境内森林覆盖率恢复到 40.5%, 1999 年为 58.8%, 2005 年上升到 60.3%, 到 2010 年达到 65.7%。清江流域恩施境内森林覆盖率变化过程见图 1。

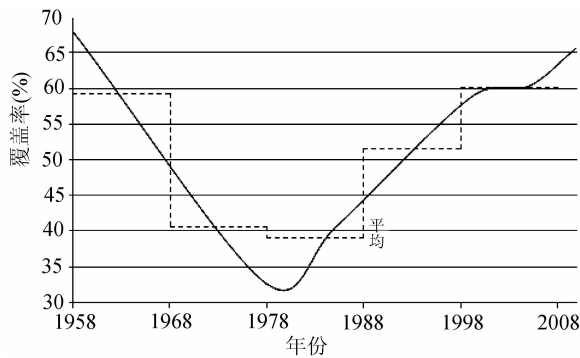


图 1 清江上游流域森林植被覆盖率变化过程

2 流域森林植被对水文因子的影响

2.1 对河流泥沙的影响

山区流域河流泥沙的形成,主要是由于降水形成的地面径流侵蚀流域地表,造成水土流失,携带大量泥沙直下江河。流域地表的侵蚀程度与土壤、气候、植被、地形地貌及人类活动等因素有关,流域地表条件是影响河流泥沙的重要因素。本文收集了清江上游控制站恩施水文站不受水利工程影响的 1958 ~ 2006 年共计 49 年实测悬移质泥沙资料,采用时段平均分析各时段河流泥沙情况,以 10 年为 1 个时段,

对清江河流悬移质泥沙演变进行定性分析,对照流域森林植被覆盖率变化的分析结果见表 1。可见森林植被覆盖率与河流泥沙因子关系密切。森林植被覆盖率越高,流域侵蚀模数、平均含沙量、单位降雨量(5 ~ 8 月)及产沙量就越小。侵蚀模数、河流含沙量是反映流域水土流失的重要指标,其值越小,水土流失越轻微,说明提高森林植被覆盖率对减少流域水土流失作用明显。通过对 20 世纪 80 年代后期分析,清江上游流域森林植被覆盖率每提高 10%,多年平均含沙量降低 0.285 kg/m³,相当平均每年减少水土流 75 万 t。

2.2 对流域蒸发的影响

对山区性河流,在无大型水库工程的情况下,流域蒸发主要是陆面蒸发,表现形式为土壤蒸发与植物蒸发,因此流域植被条件是影响水分蒸发的重要因素。有研究认为,植物的蒸发能力取决于其叶面指数、根系深度及反射率等因素,不同区域森林植被的变化对流域蒸发的影响是不一样的,流域蒸发量还取决于气候条件,因此蒸发量不能准确反应流域蒸发能力,但流域蒸发量与水面蒸发量的比值可真实反应流域蒸发能力;流域蒸发能力越强,流域蒸发量就越接近水面蒸发量。通过对清江流域上游实测径流、降水、蒸发资料分析,随着森林植被率的提高,植物的总体蒸腾作用增强,流域陆面蒸发越接近水面蒸发量,流域蒸发能力增大,分析结果见表 2。

表 1 不同时间段清江上游森林覆盖率对河流泥沙的影响

时间段(年)	1958 ~ 1968	1969 ~ 1978	1979 ~ 1988	1989 ~ 1998	1999 ~ 2006
平均森林覆盖率(%)	59.2	40.7	39.1	51.6	60.1
平均含沙量(kg/m ³)	0.368	0.561	0.798	0.326	0.162
侵蚀模数(t/km ²)	331.9	352.5	819.1	337.3	126.2
单位降雨(10mm)产沙量(t)	10.35	22.74	27.27	13.32	4.97

表 2 不同时间段清江上游森林覆盖率对流域蒸发的影响

时间段(年)	1956 ~ 1965	1966 ~ 1975	1976 ~ 1985	1986 ~ 1995	1996 ~ 2005	2006 ~ 2014
平均森林覆盖率(%)	61.8	46.0	38.4	47.7	57.6	62.7
流域平均蒸发量(mm)	519.6	558.9	600.0	539.1	579.7	589.9
平均水面蒸发量(mm)	575.8	644.8	654.4	568.2	588.5	598.9
流域蒸发/水面蒸发	0.902	0.867	0.917	0.949	0.985	0.985

2.3 对径流量及雨峰模数的影响

(1) 径流量。森林植被作为重要水文下垫条件,

直接影响流域径流的产汇流过程,但研究森林变化的径流效应影响是一个非常复杂的过程,目前尚属

研究热点,总的研究结论认为,不同区域、不同植物类型和结构体现不同的效应。本次通过对清江上游流域实测径流、降雨量资料分析结果表明(表 3),清江上游流域森林植被变化对径流影响效应表现为,随着森林覆盖率的提高,流域径流系数、产水能力降低;从上述蒸发作用分析,流域森林覆盖率每增加 10%,径流系数降低 0.01 左右,清江上游多年降雨量为 1 554.3 mm,多年平均径流量 26.3 亿 m³,相应减少产水量 0.45 亿 m³,相对减少 1.7% 左右。

(2)径流过程。径流过程受降雨强度、过程、分布及下垫面状态等多重因素影响。因此,进行下垫面单因子的影响分析较为困难,为分析森林覆盖率对径流过程的影响,本次采用分时期综合退水曲线下包线法分析其影响程度。通过选取 3 个典型时期(1965 ~ 1970 年、1985 ~ 1990 年、1995 ~ 2000 年)的年最大洪水过程,可见随着森林覆盖率的提高,洪水退水过程变缓、退水时间变长。分析结果见图 2。

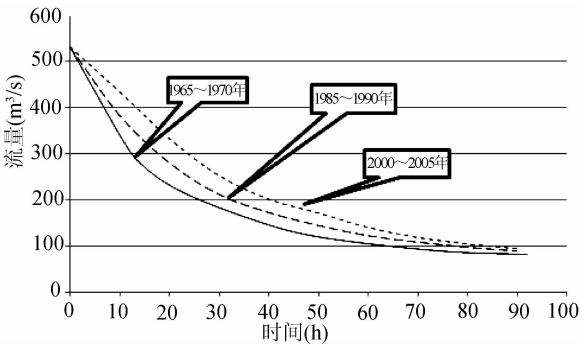


图 2 恩施水文站各时期综合退水曲线

(3)雨峰模数。通过对各时期 24 h 平均降雨量与产峰量之比(即雨峰模数)进行分析。结果表明,随着森林覆盖率的提高,峰雨模数变小,说明森林覆盖率变化对径流过程影响作用明显(表 4)。因此,森林覆盖率的提高,对水资源的利用和有效降低洪水灾害具有重要作用。

表 3 不同时间段清江上游森林覆盖率对径流的影响

时间段(年)	1956 ~ 1965	1966 ~ 1975	1976 ~ 1985	1986 ~ 1995	1996 ~ 2005	2006 ~ 2014
平均森林覆盖率(%)	61.8	46.0	38.4	47.7	57.6	62.7
流域平均降雨量(mm)	1 481.1	1 516.5	1 556.4	1 428.4	1 424.7	1 368.4
流域平均径流深(mm)	893.5	957.6	956.5	889.3	845.0	778.5
径流系数	0.60	0.63	0.62	0.61	0.59	0.56

表 4 不同时间段森林覆盖率与雨峰模数的关系

时间段(年)	1956 ~ 1965	1966 ~ 1975	1976 ~ 1985	1986 ~ 1995	1996 ~ 2005
平均森林覆盖率(%)	61.8	46.0	38.4	47.7	57.6
雨峰模数[m ³ /(s·mm)]	20.2	19.8	20.8	19.1	17.2

3 结论

森林植被是流域重要下垫面因素,其覆盖率的变化直接影响流域的水文特性。清江上游流域森林植被变化对水文特性的影响主要表现在以下几个方面:

- (1)森林植被覆盖率的提高能有效增强流域下垫面的防护作用,对减少水土流失、降低河流泥沙、涵养水源具有明显作用。
- (2)森林植被发生变化,流域蒸发结构随之变化;森林植被覆盖率提高,流域蒸发能力明显增强,

- 可有效改善区域气候条件。
- (3)森林植被覆盖率提高,植物截流与蒸腾作用增强,径流系数和产水能力降低。流域森林覆盖率每增加 10%,蒸发量增加 10 mm 左右,径流深减少 10 mm 左右。
- (4)森林植被率的变化直接影响流域坡面汇流过程。流域森林植被覆盖率提高,河道洪水退水过程变长变缓、峰雨模数变小、洪峰降低。森林植被增加对水资源有效利用和降低洪水灾害具有重要作用。

(收稿日期:2017 - 09 - 15)

学会论坛

基于流速法的汉北河生态需水研究

闫少锋 邓秋良 刘 昱 吴建学

(湖北省水利水电规划勘测设计院 武汉 430064)

摘 要 基于汉北河2个典型断面(天门断面、汉北河民乐闸断面)的鱼类调查资料与长时间序列实测数据(水深、流量、断面等),引入生径比概念,运用流速法(最小、平均、最大)进行生态需水量计算。结果表明,汉北河流域目前水流量可较好地满足最小生态需水,部分月份满足适宜生态需水。

关键词 流速法;最小生态需水;适宜生态需水;汉北河

水资源是人类社会生存和发展的物质基础,而水资源短缺和水污染问题制约着全球经济和社会的发展,并对人类的生存环境产生深远的影响^[1]。21世纪的水资源问题正面临着巨大的挑战,主要包括如何满足社会与经济发展对水资源日益增长的需要、维持生态需水和控制因发展而带来的水污染以及不断改善水生态环境要求^[2]。近年来,面对严峻的水环境与生态问题,为实现我国经济社会又好又快发展,调整经济结构,转变经济增长方式,缓解我国能源、资源和环境的瓶颈制约,国家多次强调水资源、水环境问题的重要性^[3]。随着我国国民经济的快速发展,对河流的干扰程度大大超过了世界上同类自然条件的国家和地区,水资源供需矛盾日益尖锐,水污染、水环境恶化等河流生态环境问题愈加凸显,水资源合理利用与生态保护日渐成为突出的社会问题,人们开始重视生态需水,其在河流生态系统中地位和作用也愈加重要。

关于生态需水的研究始于20世纪40年代,此后相继研究并提出了各种生态需水量计算方法^[4]。多年来,各国学者提出了众多的河道内生态需水量计算方法,主要有水文学方法、水力学方法、生态学方法和综合法^[4]。有学者借鉴水力半径法与R2-CROSS法提出流速法,该方法选取影响鱼类生存

的重要水力要素——流速作为指标来确定河道内生态需水量^[5]。流速法即以流速作为反应生物栖息地指标,以此确定河道内生态需水量;该方法认为,满足水生生物相应的流速要求,也就满足了水生生物对栖息地的相应要求,对于河流生态需水量的计算有重要的指示作用。

湖北省水资源量及其分布特征决定了区域性缺水时有发生,加之水污染日益严重,在一些地区已经成为社会经济发展的制约因素^[6]。由于长期以来生态用水被大量挤占,汉北河流域水环境压力巨大,工业排放导致河流污染严重,由于缺水,还出现了断流、甚至部分河段干涸等严重情况。研究汉北河生态需水量有助于流域水资源合理科学的分配,可以为生态环境的保护提供重要依据,同时也为水资源管理提出科学合理的建议^[7]。

1 材料与方法

1.1 研究区域

本文以汉北河流域为研究对象。汉北河始于天门市,终于新沟闸入汉江河口(图1)。汉北河濒临汉江、天门河、府袁河,水土资源丰富,自然条件优越,农业生产十分发达。流域内多年平均降水量950~1200 mm,降水年际变化大,年内分配不均,汛期5~

9 月降水量占全年的 70% 左右。

1.2 数据资料

依据稳定性、代表性、可靠性和连续性原则^[5],在汉北河上选取天门和民乐闸 2 个断面。收集 2 个断面 1997 ~ 2015 年的实测数据(水深、流量、断面等),并根据研究文献查询本河流的典型鱼类信息。

1.3 研究方法

河道内基本生态需水是指为了维持大多数水生生物的正常生长发育、维持水生生态系统基本动态

平衡的水资源量。一般情况下,鱼类是水生生态系统中的顶级群落,其种群的稳定性是水生生态系统稳定的标志,因此鱼类可作为河流生态系统稳定的指示物。鱼类需要在一定流速等生态条件的水域中生长繁殖,并且河道流速处在水生生物适宜的范围时,也能保证水量和水深处于良好的范围^[5]。其原理是根据断面关键指示性物种确定生态流速,再依据断面 $(v-Q)$ 关系得到其生态流量^[8]。

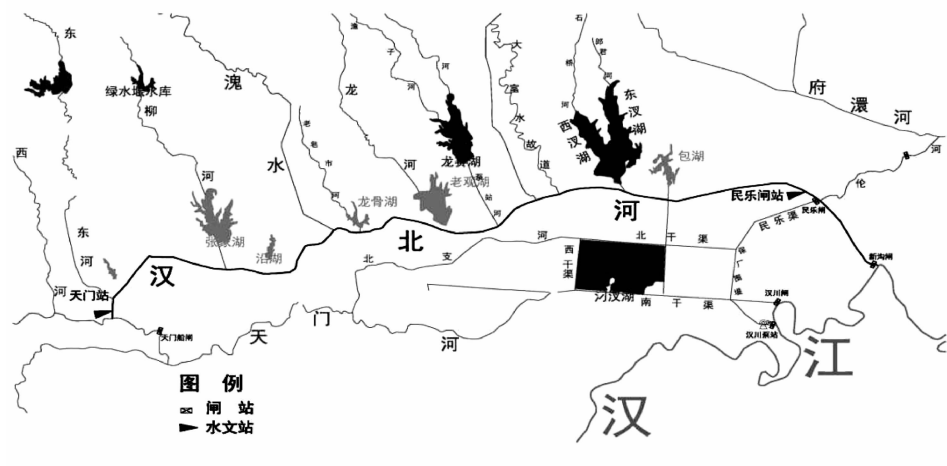


图 1 汉北河及河流断面位置

$$Q = \nu \times A \quad (1)$$

式中: Q 为河流断面径流量(m^3/s); v 为河流流速(m/s); A 为河流断面面积(m^2)。据公式(1)可知,流速和流量为正相关关系,流量随着流速的增加

而增大,适宜的流速就能保证流量处在较好范围。

基于文献^[9]以及我院的调查,汉北河流域主要鱼类有鲤、鲫、青鱼、草鱼、鲢、鳙等鱼类,以上鱼类的喜爱流速与极限流速如表1所示。

表 1 汉北河鱼类的喜爱流速与极限流速

种类	产卵月份	卵类型	感觉流速 (m/s)	喜爱流速 (m/s)	极限流速 (m/s)
鲤	2 ~ 5	粘性	0.2	0.3 ~ 0.8	1.1
鲫	4 ~ 7	粘性	0.2	0.3 ~ 0.6	0.8
青鱼	4 ~ 7	漂流性	0.2	0.3 ~ 0.6	0.8
草鱼	3 ~ 6	漂流性	0.2	0.3 ~ 0.6	0.8
鲢	4 ~ 7	漂流性	0.2	0.3 ~ 0.6	0.9
鳙	4 ~ 7	漂流性	0.2	0.3 ~ 0.6	0.8

汉北河流域的鱼类产卵期大多在每年的2~7月,各种鱼类的感觉流速为0.2 m/s,喜欢流速范围为0.3~0.8 m/s。前人研究发现,当非产卵期流速为0.1 m/s时,鱼类游动缓慢,仅在特定区域作小幅

运动^[9,10];故本文取 0.1 m/s 为非产卵期最小生态流速,以感觉流速为产卵期最小生态流速。喜爱流速的上限和下限则分别作为产卵期和非产卵期适宜生态流速^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同月份的径流状况

统计分析表明(见图 2),汉北河径流年内分布不均衡,4~8 月的流量最大,9~10 月次之,1~3 月和 11~12 月较小。这反映出鱼类从产卵期(4~8 月)、育幼期(9~10 月)到成长期(1~3 月和 11~12

月)对流速的喜爱程度具有不同的偏爱^[12]。

2.2 流量与流速的关系

利用天门、民乐闸断面流量、流速与断面数据,根据公式(1)对断面多年日径流量与流速数据进行拟合,得到流量与流速的关系,从而根据鱼类所需的生态流速来确定对应的流量,最终确定生态需水量。汉北河 2 个断面流量与流速的关系如图 3 所示。

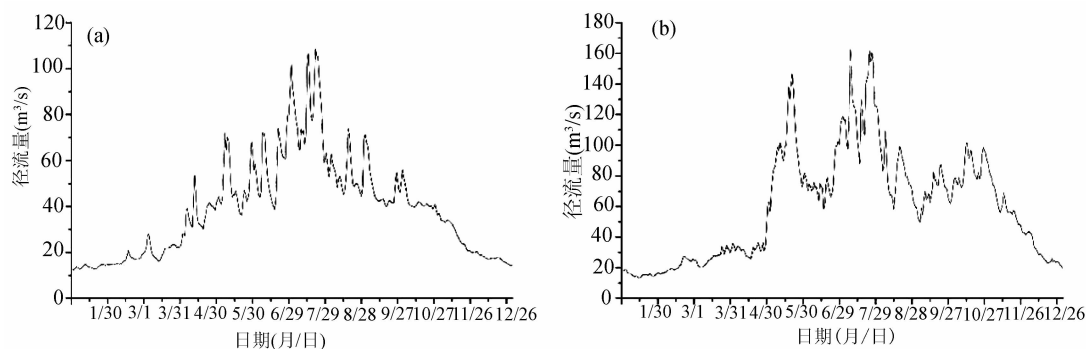


图 2 汉北河天门断面(a)和民乐闸断面(b)多年的年内平均流量统计

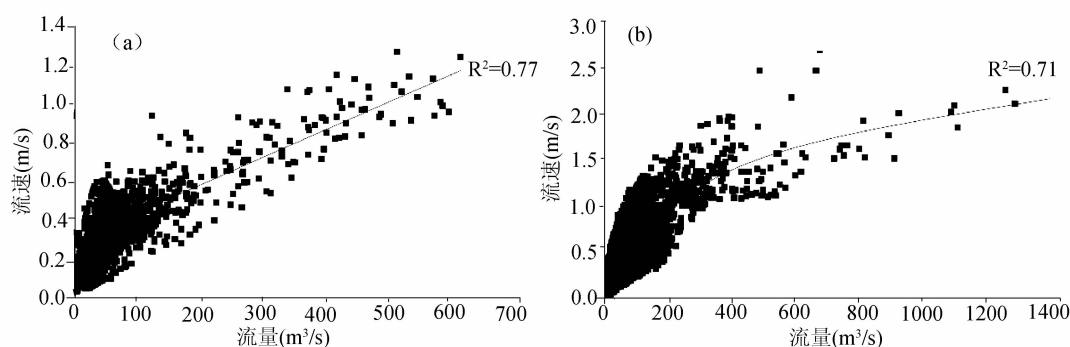


图 3 汉北河天门断面(a)和民乐闸断面(b)流量与流速的关系

构建模型计算汉北河生态流速的最小值、平均值以及最大值模型如下:

$$v_{ei} = \min(v_{ei,j}) \quad (2)$$

$$v_{ei} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ei,j} \quad (3)$$

$$v_{ei} = \max(v_{ei,j}) \quad (4)$$

式中: v_{ei} 为第 i 月生态流速; $v_{ei,j}$ 为第 j 种鱼类第 i 月的生态流速;式中 $i=1,2,\dots,12$; $j=1,2,\dots,n$; n 为该断面鱼的总种类数。

综合最小和适宜生态流速及上述 3 种模型,得出生态需水等级,如表 2 所示。

2.3 生态流量

本文以汉北河调查鱼类为保护性物种,并依据

上文鱼类生态流速确定最小和适宜生态流速(表 3)。根据流速-流量关系,得出年内各月满足鱼类流速要求的最小生态需水与适宜生态需水(表 4)。

2.4 生态需水生径比

生径比是指一定时空范围内生态系统为维持某一生态目标状态所需的生态需水量与其天然径流量之比^[13]。生径比可以反映生态需水量的动态变化特征及与天然径流之间的吻合情况。利用生径比对流速法求得的汉北河生态需水进行评价。

图 4-a 为天门断面最小生态需水条件下的生径比值,可见 2~3 月份方案三的生径比较高,且 2 月的生径比略大于 1(生态需水量计算值超过实际流量值),其余月份 3 个方案的生径比均低于 0.5,

平均值为 0.17,属于正常可满足范围。

图 4-b 为天门断面适宜生态需水条件下的生径比,可见 7~9 月的 3 个方案和 5~6 月的方案一,生径比均在 0~1 范围内,平均比值为 0.63,河流实际径流量可满足生态需水量;而其他月份的计算结果均大于 1,河流径流量不足以支撑适宜生态需水量。

图 4-c 为民乐闸断面最小生态需水条件下的生径比,1 月的 3 个方案以及 2~3 月的方案三,生径比大于 1,其余月份的生径比均小于 1,平均比值为 0.52,处于实际径流可以满足生态需水量的范围。

图 4-d 为民乐闸断面适宜生态需水条件下的生径比,7~11 月的 3 个方案、5~6 月的方案一、二,其生径比均在 0~1 范围内,平均值为 0.69,河流实际径流量可满足生态需水量;而其他月份的计算结果均大于 1,河流径流量不足以支撑适宜生态需水量。

表 2 生态需水等级

等级		方案一(小)	方案二(中)	方案三(大)
最小生态需水	最小生态流速	I	II	III
适宜生态需水	适宜生态流速	IV	V	VI

表 3 鱼类最小与适宜生态流速计算结果

项目	不同月份的最小生态流速(m/s)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
鲤	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
鲫	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
青鱼	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
草鱼	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
鲢	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
鳙	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
方案一	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
方案二	0.1	0.12	0.13	0.2	0.2	0.18	0.17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
方案三	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

项目	不同月份的适宜生态流速(m/s)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
鲤	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
鲫	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
青鱼	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
草鱼	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
鲢	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
鳙	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
方案一	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
方案二	0.3	0.38	0.43	0.63	0.63	0.55	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
方案三	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

表 4 鱼类最小与适宜生态需水计算结果

汉北河 断面	不同月份最小生态需水(m^3/s)												
	方案	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
天门	一	2.5	2.5	2.5	17.1	17.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	二	2.5	5.2	6.5	17.1	17.1	13.9	12.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	三	2.5	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
民乐闸	一	15.6	15.6	15.6	27.0	27.0	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6
	二	15.6	17.8	18.9	27.0	27.0	24.6	23.5	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6
	三	15.6	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6

汉北河 断面	不同月份适宜生态需水(m^3/s)												
	方案	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
天门	一	35.5	35.5	35.5	125.2	125.2	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5
	二	35.5	53.6	66.8	138.1	138.1	105.6	88.1	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5
	三	35.5	231.3	231.3	231.3	231.3	125.2	125.2	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5
民乐闸	一	39.5	39.5	39.5	84.9	84.9	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5
	二	39.5	50.4	57.7	90.2	90.2	76.4	68.4	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5
	三	39.5	123.0	123.0	123.0	123.0	84.9	84.9	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5

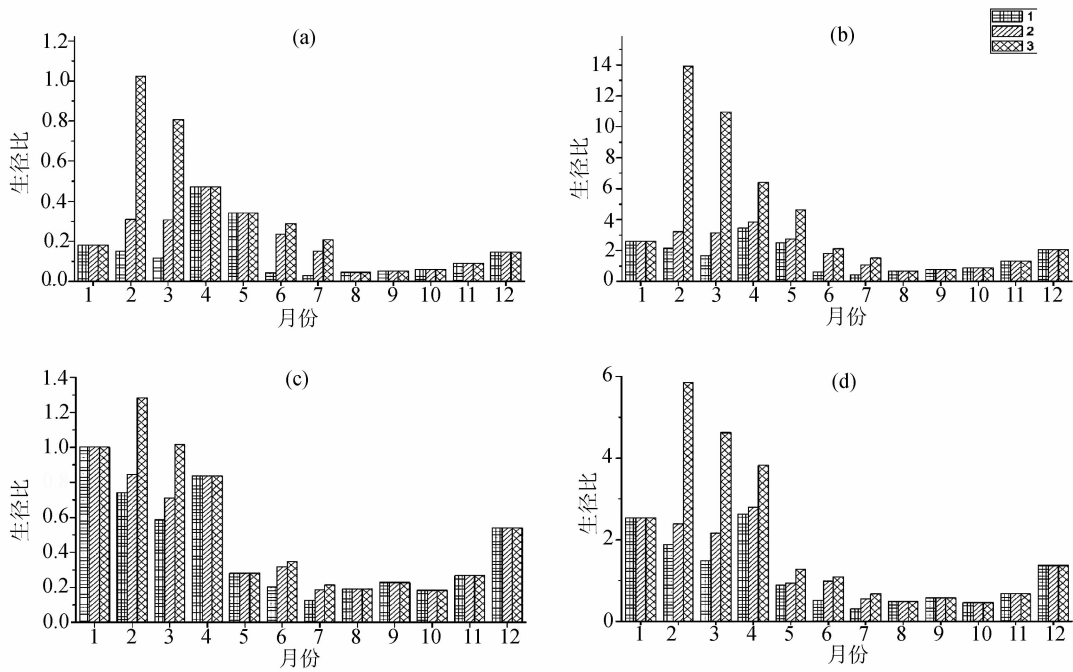


图 4 不同月份天门断面(a,b)和民乐闸断面(c,d)最小生态需水与适宜生态需水生径比计算结果

3 结论

(1)天门断面与民乐闸断面的生态需水量差别较大,天门断面 3 个方案的最小生态需水量均小于

民乐闸断面;对于适宜生态需水量,两断面在不同月份有不同表现。

(2)通过生径比计算发现,除 1~3 月外,天门和民乐闸断面径流量均能满足其最小生态需水量;只

有径流量较大的月份(5~9月)才可以满足生态需水量,但这些月份的生径比较高,如要完全满足生态需水的要求,则容易影响其他方面的用水需求。

(3)汉北河现有条件下的径流量可以满足鱼类基本生存、产卵等方面的需求。

【参考文献】

- [1] 刘昌明,王红瑞.浅析水资源与人口、经济和社会环境的关系[J].自然资源学报,2003,18(5):635-644.
- [2] 刘昌明.关于生态需水量的概念和重要性[J].科学对社会的影响,2002(2):25-29.
- [3] 李瑞清.江汉平原水安全战略研究[J].中国水利,2016(5):12-14,18.
- [4] 万东辉,夏军,刘苏峡,等.南水北调西线工程雅砻江生态需水与可调水量研究:第三届黄河国际论坛[C].山东东营,2007.
- [5] 吉利娜.水力学方法估算河道内基本生态需水量研究[D].咸

阳:西北农林科技大学,2006.

- [6] 陈敏.湖北省水功能区划暨水资源保护规划研究[D].武汉:武汉大学,2004.
- [7] 陈朋成.黄河上游干流生态需水量研究[D].西安:西安理工大学,2008.
- [8] 王俊钊,张翔,吴绍飞,等.基于生径比的淮河流域中上游典型断面生态流量研究[J].南水北调与水利科技,2016,14(5):71-77.
- [9] 赵长森,刘昌明,夏军,等.闸坝河流河道内生态需水研究——以淮河为例[J].自然资源学报,2008,23(3):400-411.
- [10] 李修峰,黄道明,谢文星,等.汉江中游产漂流性卵鱼类产卵场的现状[J].大连水产学院学报,2006,21(2):105-111.
- [11] 刘建康.高级水生生物学[M].北京:科学出版社,1999.
- [12] 李梅,黄强,张洪波,等.基于生态水深-流速法的河段生态需水量计算方法[J].水利学报,2007,38(6):738-742.
- [13] 朱才荣,张翔,穆宏强.汉江中下游河道基本生态需水与生径比分析[J].人民长江,2014(12):10-15.

(收稿日期:2017-09-15)

(上接第22页)

为0.40~0.45,中砾、细砾为0.45~0.50;随着渗透系数的增加,允许渗流坡降反而增大,这是因为规范给出的是防止流土破坏的允许渗流坡降值,而不是土的管涌破坏的允许渗流坡降值。

4 结语

(1)土的级配和孔隙率对临界水力比降的影响较明显,只有真实反映土的性状和颗粒级配,提高样品质量和统计数量,才能较准确地判别渗透变形类型,提高水力比降计算精度。地质规范给出的几种通用临界水力比降计算方法,可根据土层的地质条件选择或进行综合比较。

(2)对渗透变形的机理认识至今尚不成熟,缺乏充分的数理力学基础。从判别和计算结果进行对比分析,理论上的渗透变形判别与试验结果有一定的出入,水力比降计算值与试验成果差别也较大。对流土型,一般是 $J_{cr1} > J_{cr2}$;而对过渡型和管涌型,一般是 $J_{cr1} < J_{cr2}$;因此不能机械地套用规范中的公式,

应有一定可靠数量的室内渗透变形试验,并与规范允许水力比降值进行对比,才能对渗透破坏做出合理的评价,提供可靠的水力比降参数。

【参考文献】

- [1] 水利水电工程地质勘察规范(GB50487-2008)[S].北京:中国计划出版社,2009.
- [2] 水力发电工程地质勘察规范(GB50287-2006)[S].北京:中国计划出版社,2008.
- [3] 水闸设计规范(SL265-2016)[S].北京:中国水利水电出版社,2016.
- [4] 刘杰,谢定松.堤防渗流控制基本原理与方法[M].北京:中国水利水电出版社,2011.
- [5] 水利部天津水利水电勘测设计研究院.湖北大同水库除险加固工程初步设计阶段工程地质勘察报告[R].2001.
- [6] 水利水电工程地质手册[M].北京:水利水电出版社,1985.
- [7] 彭士标,袁建新,王慧明,等.水力发电工程地质手册[M].北京:水利水电出版社,2011.
- [8] 殷宗泽等编著.土工原理[M].北京:中国水利水电出版社,2007.

(收稿日期:2018-01-08)

学会论坛

大东湖水系连通工程生态 风险评价及防控对策研究

唐 见 罗慧萍 曹慧群

(长江科学院 流域水环境研究所 流域水资源与生态环境科学湖北省重点实验室 武汉 430010)

摘 要 针对大东湖水系连通工程,结合美国国家环境保护局(USEPA)的生态风险评价框架,构建了大东湖生态风险概念模型,以大东湖水网连通的各个湖泊为风险评价小区,选取底泥悬浮、水位变动、引水水质和生物入侵作为风险源,选择水域生态系统的水环境、浮游和底栖生物多样性为风险受体。利用相对风险模型(RRM)评价方法对大东湖水网连通的湖泊生态风险进行评价。结果表明,大东湖水系连通过程中,杨春湖和沙湖总的相对风险值较大,约为东湖的 6 倍,主要原因是二者的水位变动和底泥悬浮风险较大。从湖泊底泥疏浚、水体生态功能恢复和涵闸工程布局优化方面提出风险防控对策。

关键词 水系连通;生态风险;底泥;大东湖

由于人口的急剧增加,加上人类对资源的过度开发利用,大量湖泊失去了与河流的水体联系,出现河湖阻隔现象,湖泊的水文过程和生态系统结构均发生剧烈变化,导致严重的水环境恶化和水生态退化等问题。随着湖泊生态环境的日益恶化,人们逐渐认识到河湖水系连通的重要性,恢复水系连通性是河湖生态修复的重要措施,河湖水系连通已经成为国家江河治理的重大战略规划^[1-3]。近 20 年来,武汉大东湖水生态环境日趋恶化。针对大东湖存在的生态环境问题,2006 年 8 月,水利部与湖北省人民政府联合下发了《水利部、湖北省人民政府关于武汉市水生态系统保护与修复试点工作实施方案的批复》(水资源[2006]351 号文),拟进行武汉市大东湖水网连通工程,该工程利用已有的闸、站、渠道并适度新建,从长江引水,在东湖、沙湖、北湖、杨春湖、严东湖、严西湖等湖泊之间进行水体交换,最后排水入长江。大东湖水系连通的实施,不可避免地改变了湖区与天然江河的水文过程、水质状况以及水生生物栖息环境,对大范围内的水文过程与生态环境产

生长期而深远影响,势必存在一定的生态环境风险。为揭示河湖水系连通工程的水文过程与生态环境效应关系,急需开展相关的生态风险评价和防控对策研究^[4-6]。

目前,大多数研究侧重于探究引水或连通后的水文与水动力、水质和水生生物等要素的变化。郑清等^[7]建立大东湖的二维水动力模型,分析了连通工程对大东湖水系流场的影响范围和程度;王秀荣等^[8]分析了东沙连通工程实施前后,东湖沉积物中有机质、总氮、总磷、酸挥发性硫化物和同步提取金属的变化,揭示了连通工程对于湖泊沉积物和污染物迁移转化的影响;王琴等^[9]对武汉东湖水网区 15 个湖区的底栖动物进行了调查,利用多种生物指数进行了生物学评价,优选能够反映东湖水网区水体状况的生物监测指标。这些研究成果为大东湖生态水网工程的运行调度及水生态环境保护提供了决策依据,但对于连通工程实施过程中的生态风险及其防控对策研究,尚未见相关报道。因此,本研究针对大东湖水系连通工程,结合美国国家环境保护局

(USEPA)的生态风险评价框架,构建了大东湖生态风险概念模型;以大东湖水网连通的各个湖泊为生态风险评价小区,构建其生态风险概念模型;利用相对风险模型(RRM)的评价方法,对大东湖水网连通的湖泊生态风险进行评价,并在此基础上提出了防控对策与措施。

1 研究区概况

大东湖生态水网是以国家级风景区也是全国最大的城中湖——东湖为中心,由以东沙湖水系和北

湖水系为主要组成部分的江、湖、港、渠共同组成的庞大水网,将东湖、沙湖、杨春湖、严西湖、严东湖、北湖共 6 个主要湖泊以及青潭湖、竹子湖等湖泊连通,远期拓展到与汤逊湖水系中的南湖和汤逊湖连通,远景与梁子湖水系连通,实现江湖相通,构建生态水网湿地群。通过实施污染控制、生态修复、水网连通、建立监测研究评估平台等综合手段、辅以水体生态保护与修复措施,使整个大东湖水系的水生态环境得到改善,重建自然生态多样性的动植物生长、栖息、繁殖场所(图 1)。

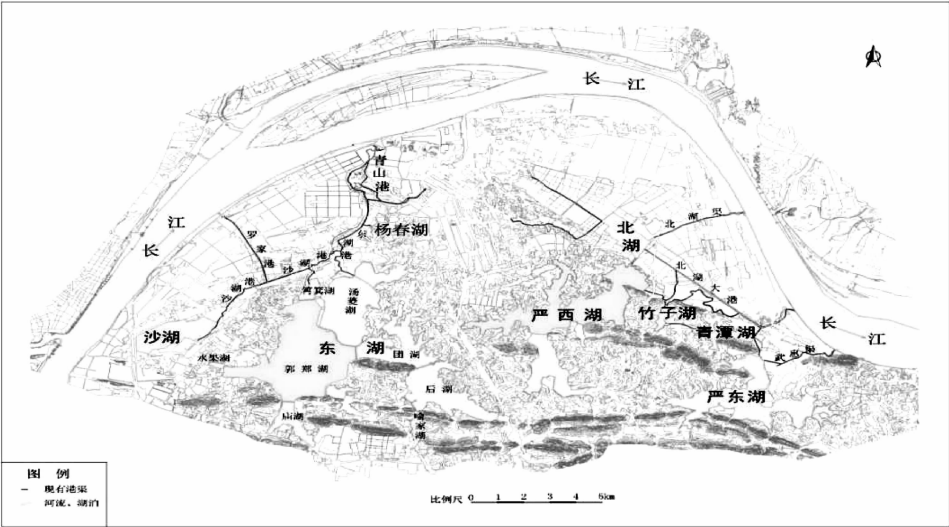


图 1 大东湖生态水网区位图

2 研究方法

2.1 风险评价方法

Landis & Wiegers 提出相对风险模型(Relative Risk Model, RRM)^[10],该模型有 4 个基本假设:

- (1)对任意风险小区,风险源密度越大,与生态终点相联系的生境密度越大,其暴露于风险的可能性就越高;
- (2)生态终点的类型、种群密度与其相联系的生境密切相关;
- (3)风险受体对风险源的敏感程度与生境类型相关,受体对风险源越敏感,则对风险的响应程度就越高;
- (4)作用于生态终点的多个风险可以按其相对风险等级进行累加。

RRM 采用分级系统对评价小区内的各种风险源及生境进行评定,通过分析风险源 - 生境间的生

态风险暴露关系和生境 - 生态受体间的生态风险响应关系,给出区域生态风险评价的综合方法,从而实现区域风险的量化。RRM 得到的生态风险值是一种相对风险值,可用于区域内不同评价小区间风险程度的比较,因此,RRM 已被成功地运用到水域、海域和陆地的生态风险评价^[11]。

按照 RRM 模型的 4 个基本假设,通过综合计算区域压力源的压力密度、生境丰度、暴露系数和响应系数之积,计算大东湖水系连通影响下各风险小区的相对风险。针对 2 种不同的主体,细化为 2 种生态风险评价。公式(1)为针对不同风险小区的潜在生态风险评价,公式(2)是针对不同风险源类型的潜在生态风险评价。风险计算公式如下:

$$RS_i = \sum \frac{S_{ij} \times X_{jl} \times E_{lm}}{H_{il}} \tag{1}$$

$$RS_j = \sum \frac{S_{ij} \times X_{jl} \times E_{lm}}{H_{il}} \tag{2}$$

式中: i 为风险小区的序号; RS_i 为第 i 风险小区相对风险值; RS_j 为第 j 风险源的相对风险值; j 为风险源类型的标号; l 为生境类型的标号; m 为生态受体类型的序号; S_{ij} 为第 i 风险小区内风险源 j 的丰度等级; H_{il} 为第 i 风险小区内生境的丰度等级; X_{jl} 为风险源对生境的暴露系数; E_{lm} 为生态受体对生境的响应系数。

2.2 大东湖生态风险概念模型

概念模型是对风险源、压力因子、生境和风险终

点之间关系的一系列假设,通常可通过图表来表示,以此说明风险评估各组分之间的假设关系。通过文献调研,在区域风险源、生境和生态受体的暴露响应途径全面了解的基础上,以此分析确定大东湖水网连通的风险源及相应评估终点间的接触暴露关系(图 2)。根据大东湖水网连通生态风险接触暴露途径,构建一个概念模型,用以描述大东湖水网连通的风险源、压力因子、生境和风险终点间的相互作用关系(表 1)。

表 1 大东湖水系连通生态风险暴露-响应概念模型

生境	风险源释放的胁迫因子				生态受体暴露方式		
	底泥悬浮	水位变动	引水水质	生物入侵	水环境	浮游生物	底栖生物
水体	WR,CJ	WL,CJ	WR,SJ	SJ	SW,SC	SC,WD,SF	SC,WD,SF

注:WR-污染;CJ-改变沉积;WL-物理扰动;SJ-生境破坏;SW-水体污染;SC-水文结构改变;WD-物种多样性变化;SF-生物分布格局变化。

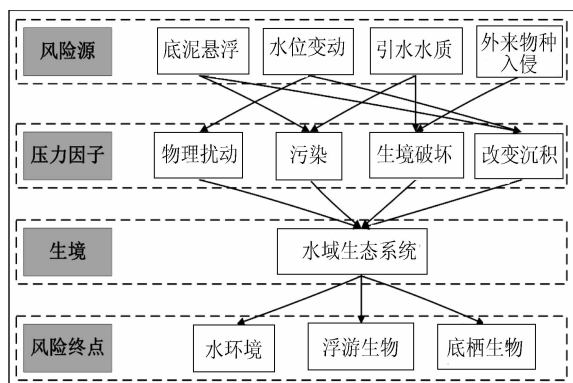


图 2 大东湖水系连通风险接触暴露路径

根据水网连通后,湖泊水位水动力变化以及区域经济发展变化特点,风险源选取底泥悬浮、水位变动、引水水质和生物入侵。依据水网连通过程中风险源的影响特点,选取水体为生境。

风险受体指对风险因子作用较为敏感或在生态环境中具有重要地位的关键物种、种群、群落或生态系统。水网连通风险评价属于区域性评价,选择水域生态系统的水环境、浮游生物和底栖生物多样性为风险受体。

3 结果与分析

3.1 风险过程量化

本研究选取与长江连通的东湖、沙湖、杨春湖、北湖、严东湖和严西湖作为生态风险评价单元,6 个湖泊的特征值见表 2。

基于评价小区的数据,计算风险小区风险密度和生境丰度,研究风险评价小区的生态风险暴露和响应途径,计算出风险源对生境的暴露系数和受体对生境的响应系数,实现对风险源的定量分析。风险密度是风险源体现其在各风险小区间相对值,数值仅代表相对大小,基于表 1 提供的湖泊属性数据和前人研究结果,计算出各小区的风险密度。相对风险密度计算依据:

(1)底泥悬浮。由于大东湖水系连通过程中底泥污染物含量及释放规律的数据缺乏,本研究假设各风险小区单位面积湖泊沉积物的污染物总量是相同的,利用湖泊水域面积与湖泊容量的比值来计算其底泥污染物释放的风险密度值,计算方法为风险小区内风险密度与区域内最大风险密度的比值;

(2)水位变动。由于大东湖水系连通过程中水位变动的数据缺乏,本研究利用湖泊水位变幅与湖泊水深的比值来计算其水位变动的风险密度,计算方法为风险小区内风险密度与区域内最大风险密度的比值;

(3)引水水质。本研究利用湖泊水质类别计算风险密度,各风险小区多年水质类别状况为:东湖劣 V 类水、杨春湖 V 类水、沙湖劣 V 类水、严东湖 III 类水、严西湖劣 V 类水、北湖劣 V 类水。计算方法为区域内优水质类别与各风险小区内水质类别的比值,确定风险源密度;

(4)外来物种入侵。引水流速对于钉螺等外来

生物随漂浮物进入东湖水系极为重要,本研究以连通过程中各引水港渠的过流流速计算风险密度(表 3);计算方法为风险小区内风险源面积(过流能力)百分比与区域内该风险源最大面积(最大过流能力)百分比的比值。

采用 RRM 模型评估得到的区域生态风险值反映的是生态风险在不同区域间的空间差异,因此表 4 中压力源的密度值仅体现其在区域间的相对多少。压力密度值高,并非代表压力源在生态系统中的释放或引起的绝对暴露量就大。

表 2 大东湖连通水网的湖泊特征

指标	东沙水系			北湖水系		
	东湖	杨春湖	沙湖	严东湖	严西湖	北湖
集水面积(km ²)	128.00	4.00	23.20	34.22	69.30	75.20
岸线长度(km)	138.25	3.71	8.63	35.07	86.00	6.88
平均水深(m)	2.2	1.5	1.5	3.3	2.5	2.0
水位变幅(m)	0.50	0.50	0.50	1.25	1.15	1.15
水域面积(km ²)	33.002	0.205	2.822	7.527	10.780	1.817
容积(万 m ³)	5 699.9	20.9	260.0	421.0	2 282.0	332.0

表 3 大东湖水系连通工程港渠规划

港渠名称	渠道长度(m)	平均渠底宽(m)	渠坡	平均水深(m)	过流能力(m ³ /s)
东湖港(东杨港-东湖)	4 746	10	2~4	2.1	12.5
东杨港(东湖港-杨春湖)	430	8	2~4	1.6	6.9
罗家港(沙湖港-长江)	3 850	12	3~4	2.5	24.0
北湖渠(北湖闸-北湖)	3 253	8~40	1.2~4	3.0	28.0
武惠渠(严东湖-武惠渠)	2 202	10~15	2~3	2.8	13.0
红旗渠(严西湖-北湖)	315	30	1.5~2.5	2.4	49.0

表 4 大东湖水系连通风险源风险密度值

风险源	东湖	杨春湖	沙湖	严东湖	严西湖	北湖
底泥悬浮	0.32	0.55	0.61	1.00	0.26	0.31
水位变动	0.40	0.58	0.58	0.66	0.80	1.00
引水水质	0.50	0.60	0.50	1.00	0.50	0.50
外来物种入侵	0.26	0.14	0.49	0.27	1.00	0.57

生境丰度是一个相对值。本研究利用浮游生物的多样性计算生境丰度,计算过程中认为生物多样性越大,生物群落越容易受到风险源影响,生态风险也就越大。计算方法为风险小区内生物多样性与区域内最大生物多样性的比值作为其生境的丰度等级。东湖、杨春湖、沙湖、严东湖、严西湖和北湖的生物多样性值分别为 3.42、1.58、2.10、3.05、2.11 和 1.58;因此,东湖、杨春湖、沙湖、严东湖、严西湖和北

湖的生境丰度分别为 1.00、0.46、0.61、0.89、0.62 和 0.46。

暴露系数大小对于衡量不同风险源之间的相对暴露程度具有至关重要的作用,为描述暴露的相对强度,量化其系数为:0、0.3、0.5、0.7 和 1.0,对于暴露系数,0 为暴露路径不存在,1.0 表示暴露量大,0.5 表示暴露量适中,其余类推。对大东湖水系连通 4 种风险源在各风险小区的水域生态系统的暴露程

度进行实地调研发现,港口码头在 2 种生境中均有暴露,从较低到中等水平,而船舶运输仅在近海水体中有暴露且均较高,据此确定其风险源和暴露系数见表 5。

响应系数反映生态受体对生境的响应程度,等级标准划分和暴露系数相同,根据生态受体及水系连通过程特征,生态受体在水系连通过程中产生相应的响应系数如表 6 所示。

表 5 大东湖水系连通生态风险暴露系数

风险源	东湖	杨春湖	沙湖	严东湖	严西湖	北湖
底泥悬浮	WR,CJ,0.3	WR,CJ,0.7	WR,CJ,1.0	WR,CJ,0	WR,CJ,0.5	WR,CJ,0.5
水位变动	WL,CJ,0.7	WL,CJ,1.0	WL,CJ,1.0	WL,CJ,0.3	WL,CJ,0.3	WL,CJ,0.3
引水水质	WR,SJ,0.7	WR,SJ,0	WR,SJ,0	WR,SJ,1.0	WR,SJ,0.5	WR,SJ,0.5
外来物种入侵	SJ,0.3	SJ,0.5	SJ,0.5	SJ,0.3	SJ,0.3	SJ,0.3

注:WR-污染;CJ-改变沉积;WL-物理扰动;SJ-生境破坏。数值为暴露系数。

表 6 大东湖水系连通中受体对生境的响应系数

风险受体	东湖	杨春湖	沙湖	严东湖	严西湖	北湖
水环境	SW,SC,0.3	SW,SC,0.7	SW,SC,0.7	SW,SC,0.3	SW,SC,0.3	SW,SC,0.3
浮游生物	SC,WD,SF,0.3	SC,WD,SF,0.7	SC,WD,SF,0.7	SC,WD,SF,0.3	SC,WD,SF,0.3	SC,WD,SF,0.3
底栖生物	SC,WD,SF,0.3	SC,WD,SF,0.5	SC,WD,SF,0.5	SC,WD,SF,0.3	SC,WD,SF,0.3	SC,WD,SF,0.3

注:SW-水体污染;SC-水文结构改变;WD-物种多样性变化;SF-生物分布格局变化。数值为响应系数。

3.2 大东湖水系连通生态风险表征

利用公式(1)计算得到的大东湖水系连通影响下各风险小区的相对风险状况见图 3。结果表明:大东湖水系连通过程中,杨春湖和沙湖的相对风险值较大,分别为 4.24 和 4.39,这 2 个风险小区处于引水的起始端,水文水动力条件受到的影响较为直接,底泥在引水冲击下发生悬浮的可能性较大,鉴于这 2 个风险小区的底泥污染非常严重,底泥悬浮过程中污染物释放的风险较大。东湖的相对风险值较小,可能由于东湖水体面积较大且处于引水路线的中间节点,水文水动力条件受到的影响较小;处于北湖水系的 3 个风险小区的相对风险值基本相同。

利用公式(2)计算得到的大东湖水系连通影响下各风险源相对风险状况见图 4。

底泥悬浮风险源的分布状况为:沙湖>杨春湖>北湖>严西湖>东湖>严东湖。底泥悬浮主要受水动力条件改变的影响,引水过程中沙湖和杨春湖是起始节点,这 2 个小区的底泥悬浮风险较大。

水位变动风险源的分布状况为:杨春湖>沙湖>北湖>严西湖>东湖>严东湖。鉴于各风险小区处于引水路线的位置及自身的水位变幅,杨春湖和沙湖本身容量较小且处于引水路线起始端,水位的变动的范围较大,超出了 2 个湖泊的适宜水位变动范围,所以风险值也较大。

引水水质风险源的分布状况为:严东湖>北湖>严西湖>东湖>沙湖=杨春湖。严东湖的水质较其他几个湖泊相对较好,在引水过程中受到其他湖泊污染的风险较大。杨春湖和沙湖的水质较差,长江水质明显好于这 2 个湖泊的水质,所以这 2 个湖泊的水质风险为 0。

外来物种入侵风险源的分布状况为:沙湖>严西湖>北湖>杨春湖>严东湖>东湖。引水流速对于钉螺等外来生物随漂浮物进入东湖水系极为重

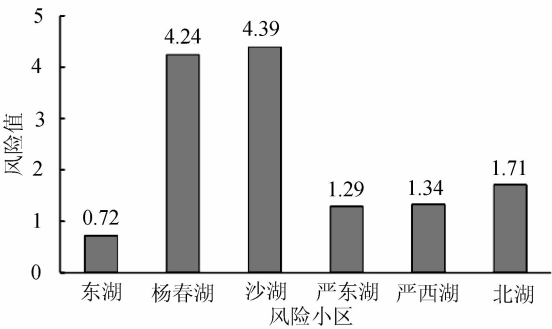


图 3 大东湖水系连通过程中各风险小区的相对风险值

要,沙湖与长江连通港渠的设计流速较大,钉螺等外来生物随漂浮物进入湖泊的可能性较大,所以风险值相对较大。

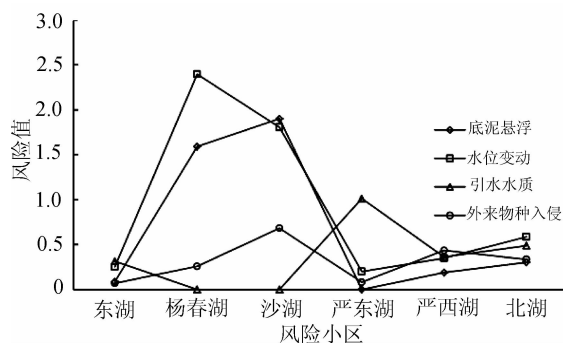


图4 大东湖水系连通过程中各风险源的相对风险值

4 风险管控建议

4.1 开展底泥疏浚,降低湖泊污染物释放风险

东湖内源氮磷污染十分严重,底泥中沉积的氮和磷总量约为 21 823 t 和 1 469.7 t^[12];年均底泥 TN 的释放量为 733.2 t,TP 的释放量为 36.7 t^[13]。不考虑内源污染释放的情况下,通过有效的外源控制,东湖水质只需要 3 年左右的时间就能得到改善;由于内源释放,水体中氮磷等营养元素浓度仍会保持较高水平,其水质需要 35 年以上才能得到恢复^[14]。因此,东湖氮磷等营养物质外源汇入通过截污工程得到控制后,如何控制底泥营养盐释放带来的污染就显得十分关键。

疏浚工程能从水体中将污染底泥永久性去除,可削减水体内源性污染物的释放量,是目前国内外控制河湖内源污染的主要措施^[15]。如在东湖-沙湖水系开展的外沙湖和水果湖污染底泥疏浚与处置工程,都在控制内源污染过程中发挥了重要作用。外沙湖底泥疏浚与处置工程是武汉市有史以来规模最大的湖泊污染底泥疏浚工程,采用在浅水区干湖机械疏挖和深水区水下环保疏浚相结合的方式对污染底泥进行清除。外沙湖水体总氮从清淤前的 11.6 mg/L 下降到 2.7 mg/L,总磷浓度从 1.61 mg/L 下降到 0.12 mg/L;水果湖实施的环保疏浚,将处于污染层 80~130 cm 底泥作为疏挖的对象。疏浚工程实施后,水果湖区的水体中总氮从清淤前的 7.5 mg/L 下降到 3.5 mg/L,总磷浓度从 1.21 mg/L 下降到 0.26 mg/L,水体氮磷浓度的下降为水果湖生态恢复创造了有利的条件^[16]。

底泥疏浚控制内源氮磷污染效果明显,但如果

疏浚措施不当,会造成更严重的污染,如荷兰的 Zierikzee 湾由于底泥疏浚措施失当,导致水质在短期内迅速恶化。选用疏浚方案时,必须加强相关实验研究,为科学决策奠定基础,防止底泥疏浚过程中的二次污染^[17]。

4.2 恢复水体生态功能,降低水质恶化风险

东湖连通的各湖泊水环境质量时空分布差异明显,引水闸口所在的沙湖和杨春湖的水环境质量比东湖和严东湖差。为防止大东湖水网连通过程中出现水质好的湖泊被水质差的湖泊污染的情况发生,建议从以下几个方面开展水污染控制工程和生态修复工程,恢复水体的生态功能,降低水环境质量恶化风险。

(1)彻底截污。东湖周边的排污口大多数已被截污,但仍有几个小排污口没有完全截污,有污水排入东湖。实现东湖排污口的完全封堵和污水零入湖,是各连通湖泊恢复水体生态功能具有可能性的前提。

(2)雨季大东湖周边汇水区地表径流会携带大量污染物排入湖中。有研究显示,东湖周边地表径流污染负荷占整个入湖污染负荷的 25% 左右。因此,采取措施防治地表径流和农田灌溉回水对大东湖水网的污染非常有必要。具体措施包括收集初期雨水到污水处理厂进行处理;在有条件的地方建设人工湿地,使地表径流和农田回灌水经人工湿地处理后排入东湖,尽量减少入湖污染物。

(3)污染控制工程是降低大东湖水系连通水环境质量恶化风险的基础。包括集中点源控制、分散点源控制、城市面源控制、农村面源控制、污泥处置等方面。重点是按照“全收集、全处理”的要求,进一步完善污水处理厂配套收集系统。

(4)生态修复工程是实现水环境长期稳定的核心,主要包括湖泊、港渠水域、滨湖带和汇水区等区域生态修复工程等;生态修复工程的实施将促进水网水体修复,实现湖泊生态平衡^[18]。

4.3 优化涵闸工程布局,降低生物入侵风险

大东湖水系连通工程会引起水流速度、水质、土壤、植被、气候等环境因素的改变,从而形成有利于生物漂浮物扩散的自然条件,如不采取有效的防范措施和监测,容易造成血吸虫病传播扩散,进而可能使该潜在危险区演变为血吸虫病流行区,威胁区域居民身体健康,并对社会产生严重影响。涵闸引水是长江中游可能存在的生物漂浮物从河道扩散到城

市浅水湖泊的主要原因,涵闸工程不具备阻碍生物漂浮物进入湖泊的功能,依据水力生物力学的研究结果,在涵闸前方、涵闸后方和渠道中修建合适的水工设施,能够降低生物漂浮物的扩散风险^[19];同时,在涨水期尽可能减少开闸引水的次数和时间,因地制宜采取中层或深层取水法、拦网法等阻拦漂浮物,以减少生物漂浮物进入湖区的机率。

5 结论

(1)以东湖、沙湖、杨春湖、北湖、严东湖和严西湖作为生态风险评价单元,确定了各小区的风险密度和生境丰度、生态风险暴露和响应系数。

(2)杨春湖和沙湖总的相对风险值较大,约为东湖的 6 倍,主要原因是二者水位变动和底泥悬浮的风险较大。

(3)大东湖水系连通工程实施过程中,应开展湖泊底泥疏浚、水体生态功能恢复和涵闸工程布局优化,防控湖泊底泥污染物释放、水环境质量恶化和生物入侵风险。

【参考文献】

- [1] 中共中央国务院. 中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定[Z]. 2010-12-31.
- [2] 陈雷. 全面提升规划计划工作执行力,着力推进“十二五”水利跨越式发展[EB/OL]. http://www.mwr.gov.cn/slxz/slyw/201102/t20110201_254281.html. 2011-02-01.
- [3] 陈雷. 关于几个重大水利问题的思考[J]. 中国水利, 2014(4): 1-7.
- [4] 李原园, 郦建强, 李宗礼, 等. 河湖水系连通研究的若干问题与挑战[J]. 资源科学, 2011, 33(3): 386-391.
- [5] 刘伯娟, 邓秋良, 邹朝望. 河湖水系连通工程必要性研究[J].

人民长江, 2014, 45(16): 5-6.

- [6] 李青云. 长江科学院流域水环境专业研究进展及展望[J]. 长江科学院院报, 2015, 32(6): 7-14.
- [7] 郑清, 李建, 段功豪, 等. 水网连通工程对大东湖水动力影响的研究[J]. 水电能源科学, 2016, 34(2): 90-93.
- [8] 王秀荣, 王广召, 罗鑫, 等. 连通工程对富营养化湖泊沉积物中污染物的影响[J]. 水生生物学报, 2016, 40(1): 139-146.
- [9] 王琴, 王海军, 崔永德. 武汉东湖水网区底栖动物群落特征及其水质的生物学评价[J]. 水生生物学报, 2010, 34(4): 739-746.
- [10] Landis WG, Wiegers JA. Design considerations and a suggested approach for regional and comparative ecological risk assessment[J]. Human and Ecological Risk Assessment, 1997, 3(3): 287-297.
- [11] 吴金华, 张伟, 刘小玲. 基于 RRM 模型的神木县土地整治规划生态风险评价[J]. 中国土地科学, 2014(3): 76-82.
- [12] 甘义群, 郭永龙. 武汉东湖富营养化现状分析及治理对策[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(3): 277-281.
- [13] 陈雄志, 王芳. 武汉东湖水污染成因和特征分析及综合治理措施探索[J]. 城市规划学刊, 2009(7): 209-212.
- [14] 姜建国, 沈韩芬. 截污工程完成后武汉东湖自然净化速率探讨[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(5): 460-464.
- [15] 林莉, 李青云, 吴敏. 河湖疏浚底泥无害化处理和资源化利用研究进展[J]. 长江科学院院报, 2014, 31(10): 80-88.
- [16] 朱波, 张继良, 肖义, 等. 武汉水果湖环保疏浚工程[J]. 水利水电快报, 2008, 29(1): 17-20.
- [17] 许炼烽, 邓绍龙, 陈继鑫, 等. 河流底泥污染及其控制与修复[J]. 生态环境学报, 2014, 23(10): 1708-1715.
- [18] 陈雷, 李海涛, 李延春, 等. 城市河渠保护与综合整治技术在大东湖项目中的应用[J]. 水利水电技术, 2016, 47(8): 13-18.
- [19] 许静, 李石柱, 黄铁昕, 等. 中国血吸虫病潜在流行区的风险评估[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2012, 30(6): 428-433.

(收稿日期: 2017-09-15)

(上接第 19 页)

由表 3 可知: 简易台车与钢模台车对比, 简易台车费用减少约 18%; 简易台车与满堂脚手架支撑对比, 简易钢模台车费用减少约 19%。

6 结语

(1) 采用满堂脚手架方式施工前期投入较小, 但使用过程中钢管脚手架需反复安拆, 费工费时; 为保

证混凝土外观质量, 模板在周转 4~5 次后须及时更换面板和支撑枋木, 施工成本逐步增加;

(2) 采用钢模台车一次性投入大, 机动性差, 适用范围受限制;

(3) 通过对比, 简易台车较好弥补了以上两者的不足之处, 施工进度较快, 施工成本较低, 适应强, 值得应用推广。

(收稿日期: 2017-10-15)