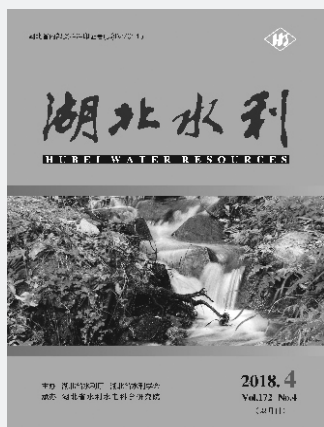




内部刊物 免费交流

双月刊  
(1984年复刊)  
2018年第4期·总第172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

践行习近平生态文明思想 加快推进水利风景区建设

.....焦泰文(1)

## 防灾减灾

远安县防汛抗旱现状及对策建议.....林立(4)

## 水文水资源

宜昌市61年的降水特性分析.....周绍文 李琼(7)

黄石市山洪灾害监测预警信息系统运行管理浅析

.....王传耕 胡定忍 冯小庆(9)

淮河上游地区降水量年际变化特征

.....王祖松 李华书(12)

## 设计与施工

浅谈洞室光面爆破施工质量控制与实践.....王万亿(16)

涵闸工程运行管理存在的问题与对策

.....陈俊波 华旭 张淑娟,等(19)

玄庙观水库拱坝基础灌浆效果分析.....贺圣权 陈娟(21)

## 水生态环境

洪湖水生植物现状调查与演替分析

.....李岚晶 封瑛(29)

城中湖发展的历史沿革与启示.....周杰(37)

ECO Lab生态模型在湖泊水环境治理中的应用

.....乔书娜 邓秋良(40)

## 水利管理

精准扶贫 水润民心.....于静森 孙波 程勇(45)

## 水利课堂

水库调洪.....(3)

## 简讯

襄阳长渠(白起渠)申遗成功.....(15)

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

2018.4

Aug.2018

( Serial No.172 )

---

## CONTENTS

|                                                                                                                                    |                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Implement Xi Jinping Thought on Ecological Civilization and Accelerate Construction of Water Conservancy Scenic Spots.....         | Jiao Taiwen(1)                               |
| Current Situation and Countermeasures of Flood Control and Drought Resistance in Yuanan County .....                               | Lin Li(4)                                    |
| Precipitation Characteristics Analysis of Yichang in 1961.....                                                                     | Zhou Shaowen,Li Qiong(7)                     |
| Simple Analysis on Operation Management of Mountain Flood Disaster Monitoring and Warning Information System in Huangshi City..... | Wang Chuangeng,Hu Dingren, Feng Xiaoqing (9) |
| Characteristics of Annual Precipitation Change in Upper Part of the River .....                                                    | Wang Zusong,Li Huashu(12)                    |
| Simple Analysis on Quality Control and Practice of Smooth Blasting of Cavern.....                                                  | Wang Wanyi(16)                               |
| Problems and Countermeasures in the Operation Management of Culvert Project .....                                                  | Chen Junbo,Hua Kui,Zhang Shujuan,et al(19)   |
| Analysis on Grouting Effect of Arch Dam Foundation of XuanMiaoguan Reservoir .....                                                 | He Shengquan, Chen Juan (21)                 |
| Investigation and Succession Analysis of Honghu Aquatic Plants.....                                                                | Li Lanjing, Feng Ying(29)                    |
| Historical Evolution and Enlightenment of Lake Development in the City.....                                                        | Zhou Jie(37)                                 |
| Application of ECO Lab Ecological Model in Lake Water Environment Management .....                                                 | Qiao Shuna,Deng Qiuliang(40)                 |
| Targeted Poverty Alleviation Moistens People's Hearts.....                                                                         | Yu Jingshen,Sun Bo,Cheng Yong(45)            |

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

# 践行习近平生态文明思想 加快推进水利风景区建设

——在2018年全省水利风景区研讨培训班上的讲话

湖北省水利厅副厅长 焦泰文

(湖北省水利厅 武汉 430071)

党的十八大以来,习近平总书记就生态文明建设 and 生态环境保护提出一系列新理念、新思想、新要求,形成了科学系统的新时代生态文明建设思想。党的十九大又把“美丽”纳入社会主义现代化强国目标,并作出了一系列根本性、长远性、开创性的战略部署。对这一重要思想和战略定位,我们必须作为新时代水利风景区建设的根本遵循,走生态优先、绿色发展的新路子,确保习近平生态文明思想在水利风景区建设中贯彻始终并推动工作。

## 1 认识要提高,充分认清水利风景区建设面临的新形势

习近平总书记指出,生态文明建设是关系中华民族永续发展的根本大计,必须树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念,像善待生命一样对待生态环境,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。这既是水利风景区建设面临的时代背景,也是躬身参与水生态文明建设的时代要求。

### 1.1 充分认识水利风景区对生态文明建设的重要性,增强使命感

水利风景区是生态文明建设的重要抓手、民生水利的重要手段、美丽中国的重要内容,建设水利风景区与生态文明理念具有广泛的内在一致性,是生态文明理念在水利工作中的重要实践。水利风景区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,结合水生态修复、水资

源保护、中小河流治理等进行保护性开发,在营造出优美休闲旅游环境的同时,起到了涵养水源、保护生态、维护河湖健康的重要作用。对此,我们要有清醒的认识,绝不能认为搞水利风景区建设就是发展水利旅游,就是搞点副业,挣点小钱。之所以推进水利风景区建设,是因为其以尊重自然为基础,目的是保护水生态和环境,改善人民的居住环境,促进经济社会发展,从而达到人与自然和谐相处的目的,对于生态文明建设的作用巨大,意义深远。

### 1.2 充分认识湖北水利风景区建设取得的明显成效,增强自信心

近年来,全省水利系统加强组织领导,创新发展思路,提升建管水平,建成了一批景色宜人、功能完备、贴近民生的水利风景区,共创建了71家,其中国家水利风景区22家,为维护水工程、保护水资源、改善水环境、修复水生态、弘扬水文化、发展水经济发挥了重要作用。开展的最美水利风景区评选活动,引起广泛关注,不少景区已成为人气旺、效益好的休闲观光地,成为开展水利科普、展示水利成就的重要窗口,成为水利服务民生的品牌业务和水生态文明建设的先行示范区;同时,景区管理日益规范,服务质量逐步提升,得到了水利部的认可。成绩的取得,进一步增强了我们抓好水利风景区建设的信心,只要坚定不移地抓、务实科学地建,就一定能让湖北水利大省实现“一湖一库一河皆能成为一景”的奋斗目标。

### 1.3 充分认识湖北水利风景区建设存在的差距和短板,增强紧迫感

(1) 不充分。湖北是水利大省,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,但湖北省水利风景区与先进省份相比还有很大差距,国家水利风景区仅占全国的 2.6%,与水资源大省在全国的地位极不相称。

(2) 不协调。现有水利风景区以水库型为主,湖泊、河流创建水利风景区的极少,类型比较单一,与丰富的水利资源不匹配。

(3) 不平衡。主要是地域发展不平衡,鄂州、仙桃、天门和神农架林区还没有水利风景区。这些差距和短板既是不足,也是潜力。只要积极地拓思路、想办法,就一定能把短板拉长为优势,把压力转化为动力,在全面提升水利风景区建设范畴、发展质量和综合效益的过程中,实现我们的后发优势,在长江大保护、水生态文明建设上后来居上,取得突破。

## 2 观念要更新,切实把握好推动水利风景区建设的机遇

### 2.1 切实把握长江大保护和习总书记湖北重要讲话精神的新机遇

高度重视生态环境保护和生态文明建设,是习近平总书记一以贯之的理念和思想。2018 年 4 月,习近平总书记时隔 5 年,再次视察湖北、考察长江,并在武汉主持召开深入推动长江经济带发展座谈会,强调坚定不移“共抓大保护、不搞大开发”,把修复长江生态环境摆在压倒性位置,指出要走生态优先、绿色发展之路,正确把握整体推进和重点突破、生态环境保护和经济发展、总体谋划和久久为功、破除旧动能和培育新动能、自身发展和协同发展共 5 个重大关系,这也是建设水利风景区的根本指引。我们要抓住长江经济带建设的重大机遇,准确把握习近平总书记视察湖北重要讲话的核心要义和精神实质,以“四个切实”为统领,扎实做好水利风景区生态环境保护修复工作,坚持在发展中保护、在保护中发展,顺势而为,强势而作,聚焦聚力,推动具有生态屏障功能的水利风景区实现大发展。

### 2.2 切实把握人民群众对美好生活需要和康养产业发展的新机遇

习近平总书记在全国生态环境保护大会上强调“要自觉把经济社会发展同生态文明建设统筹起来”。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,人民群众对优美环境的要求越来越高。我国社会主要矛盾已转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分发展之间的矛盾,人们对健康养生的需求成为继温饱之后的又一市场主流趋势和时代发展热点。《健康湖北 2030 行动纲要》提出,要积极发展健身休闲运动产业,开展健康环境治理行动,抓好环境污染治理,加强自然生态保护,打造绿色和谐人居环境。水利风景资源与健康养生产业融合具有巨大的发展潜力。水利风景区往往富含负氧离子,拥有山地、湖泊水体等运动资源和特殊的人文景观,是发展回归自然、感受传统、放松身心、运动体验、户外探险、生态采摘、休闲垂钓等康养产业的重要平台。发挥水生态优势,发展康养产业,湖北具有得天独厚的优势。我们一定要抓住机会,增强先行意识,吸引更多的力量、更多的资本向水利风景区集聚,让人民群众在家乡就能共享河流湖泊水库的美丽。

### 2.3 切实把握机构改革与加强队伍建设的新机遇

党的十九届三中全会审议通过《中共中央关于深化党和国家机构改革的决定》以及《深化党和国家机构改革方案》,明确将水利部等部门的自然保护区、风景名胜区、自然遗产、地质公园等管理职责整合,这对于水利风景区发展既是挑战也是机遇。从顶层设计来看,水利风景区是以河流、湖泊为主体,严格保护、限制开发、科学利用的特殊区域,可以开展旅游,但又不等于旅游景区,是把河流、湖泊打扮得更美丽,推动水利工程及水域水体保护利用上水平的有力抓手,与建设“美丽中国”一脉相承,与自然保护地有根本的区别。所以加强水利风景区建设依然是责任在肩,各级水利部门要坚定水利风景区发展信心,把握好机构改革政策,建立健全水利风景区建设管理领导机构,立足美丽河湖建设管理,该创建的要积极创建,已创建的要加强管理,要把展示水利形象的窗口保持好,把我们的职责履行好,努力建设一批生态环境效益显著、水利科普文化特色鲜明的水利风景区,为实施乡村振兴战略提供重要支撑。

## 3 措施要精准,推动水利风景区建设提档升级

要发挥好湖北水资源优势,把握改革发展机遇,把水利风景区建设与管理工作的切实抓紧抓好,为推动湖北高质量发展,展示水利人应有的担当。

### 3.1 抓好建设环节

(1) 在景区创建上下功夫。各地各单位要把水利风景区申报工作纳入重要议事日程,认真开展辖区内水利风景资源调查,按照“成熟一个发展一个”的创建思路,积极创建“六大类型”的水利风景区。尤其是49家省级水利风景区,要奋发有为,策马扬鞭,扎实做好提档升级工作,积极申报国家水利风景区,努力提升湖北省水利风景区在全国的位置。

(2) 在投入机制上下功夫。要积极争取各级政府对水利风景区建设的重视,加大对水利风景基础设施建设的投入。要把水利风景区建设与水利经济发展深度融合,建立多元化投资体系,用市场机制加强投资融资,吸引社会资金投入水利风景区建设,将水利风景区培植成为水利行业新的经济增长点。

(3) 在与水利工程相结合上下功夫。要将水生态景观建设纳入水利工程建设前期工作,促进主体工程 and 景观工程同步规划、同步建设。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,开发水文化景观,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。

### 3.2 抓好管理环节

(1) 严格督促检查。各市州水利部门和厅直单位要切实担负起水利风景区主管部门职责,加强景区动态监管,协调旅游、交通、林业等部门,督促景区强化智能建设,落实安全管理责任。

(2) 严格复核考评。要把水利风景区复核作为常态,每年提出复核计划,坚决实行退出机制,对达

不到相应级别要求的,严格整改或摘牌。不仅复核省级,还要复核国家级,确保湖北省水利风景区优质发展。

(3) 严格内部管理。各景区要不断健全内部管理制度,完善服务设施,制订应急预案,加强隐患排查,突出做好汛期和节假日景区内游客的安全保护工作,确保工程安全、水质安全、防洪安全、生态安全。要立足景区主业,围绕站位,拓展功能,切实提升服务水平。

### 3.3 抓好宣传环节

(1) 借助新媒体宣传水利风景区。充分利用网站、微信、微博等平台,大力宣传水利风景区在生态文明建设中发挥的巨大效益,使水利风景区充分展示现代水利的新风貌,不断提升水利风景区的社会知名度和影响力。

(2) 借助河湖长制宣传水利风景区。结合全面推行河湖长制的主要任务,宣传水利风景区在保护水资源、防治水污染、改善水环境、修复水生态、维护河湖健康的重要作用,争取各级领导像保护森林公园、湿地公园一样重视水利风景区。在水利风景区内大力开展河湖生态治理、湖泊保护管理等宣传活动,为水利风景区发展营造良好氛围。

借助水文化宣传水利风景区。开展全省水文化调查,深入挖掘水利风景区的文化内涵。充分发挥地方文化、人文资源优势,讲好水故事,传播水文化。将水利风景区建设与水情教育基地建设结合起来,使人们在享受优美水环境时,了解湖北省悠久的治水历史和丰富的水利知识,感受水利事业的巨大成就。

(收稿日期:2018-06-21)

## 水利课堂

## 水库调洪

在河流上修建水库后,拦河坝起了阻挡洪水的作用,宣泄洪水的通道由原来的河槽断面缩小为溢洪道或泄水孔断面,这种天然条件的改变,导致了要水库对洪水起调蓄作用。发生较大洪水时,可将部分洪水拦蓄在水库中,等入库洪峰过后,再将其泄出,使经过水库泄放至下游河道的洪水过程,洪峰值降低,洪水过程线的历时加长,从而达到防止或减轻下游洪水灾害的目的。

## 防灾抗灾

## 远安县防汛抗旱现状及对策建议

林立

(湖北省远安县防汛抗旱指挥部办公室 宜昌 443000)

**摘要** 介绍了远安县防汛抗旱工程措施和非工程措施现状,分析防汛抗旱建设项目及防洪工程运行管理中存在的问题,并提出对策和建议。

**关键词** 防汛抗旱;现状;对策;远安县

远安县位于湖北省西部,国土总面积 $1\,752\text{ km}^2$ ,地势西北高东南低,地貌类型以沮河为分界线,划分为沮西山地区、沮中平坝区和沮东丘陵区,属亚热带大陆性季风气候。全县年均降水量为 $1\,077\text{ mm}$ ,降水量西南多于东北,年内分配不均,主要集中在5~9月,占全年降雨量的70%~80%,年平均气温 $12.5^\circ\text{C}$ ~ $16^\circ\text{C}$ ,历年日照总时数为 $1\,878.5\text{ h}$ ,干旱指数1.458。远安县辖7个乡镇、102个村、15个居委会,总人口19.49万。县内过境客水有沮河、漳河、西河3大水系,水资源虽比较丰富,但一直是洪涝与干旱并存。

本文通过探究区域灾害发生特点及其成因,分析防汛抗旱建设项目中存在的问题,最大可能地发挥水利设施的民生保障功能。

## 1 灾害特点及成因

远安县灾害种类多,主要灾害类型为干旱、洪涝、冰雹和大风等,其中以干旱为主要灾害,洪涝次之。

### 1.1 干旱灾害

远安县干旱灾害几乎年年发生,且时间长、势头猛,呈现出连年连旱的趋势,且各个季节都会发生,一般15~30 d小旱10年9遇,31~50 d中旱2年一遇,连续50 d以上的大旱较少发生;旱情持续时间较长,农作物受灾严重,造成的损失也越来越大。其成因主要表现为:

(1)资源性缺水。主要体现在河口乡、望家村等靠近襄阳的区域降雨相对较少,俗称“旱包子”。

(2)工程性缺水。远安县过境客水多,但控制性蓄水工程少,上游仅有峡口水库,且为调峰电厂,对下游的调节能力十分有限,易出现工程缺水性干旱。

(3)水污染缺水。工业污染、生活污染等造成可用的水资源不能有效利用,可用水资源有限。

### 1.2 洪涝灾害

从时间上来看,正常年景汛期降雨量大、频次多,非汛期降雨量相对较少。从空间上来看,大致趋势是以望家、白鹤、猴子岩一线为界,西南多于东北。历史上城区曾发生过1990年“8·14”暴雨,茅坪场镇晓坪村曾发生过1996年“5·2~5·8”暴雨,河口乡张桥村曾发生过1997年“6·5”暴雨,螺祖镇曾发生过1998年“5·30”暴雨等。从洪涝灾害上看,灾害频发,损失严重,呈现出突发性、区域性、毁灭性大的特点。其成因主要为:

(1)流域性洪水。沮河上游峡口水库若出现20年一遇洪水,便会造成流域性大洪水,除鸣凤城区能抵御20年一遇设计洪水外,其他河段均达不到20年一遇防洪标准。

(2)“坨子雨”等极端天气频发。2017年“9·10”城区发生特大暴雨,2018年又发生“4·22”鸣凤城区特大暴雨,短时内降水强度大,2 h(14:00~16:00)降

水达 112.3 mm。

(3)人水争地。乡镇、居民区和农田、旅游景区等多在溪河或山洪沟两侧,部分农户侵占河道,违规建房,影响河道行洪能力;城市街道、广场等下垫面大面积硬化,致使雨水无法下渗汇流,造成城市内涝。

## 2 防汛抗旱现状

### 2.1 水利工程概况

远安县水利工程主要有中小型水库、引水沟渠、提水泵站、灌区配套、饮水工程、抗旱水池和防洪堤工程等。目前现有中型水库 1 座(付家河水库),小型水库 52 座,其中小(一)型水库 9 座、小(二)型水库 43 座,有效库容 2 486.3 万  $\text{m}^3$ ,保护人口 3.6 万。堰塘 9 284 口,引水沟渠 820 条,引水量约 1 630 万  $\text{m}^3$ ,提水泵站 122 座,装机 4 436 台,11 335 kW,万亩灌区 2 个,农村安全饮水集中式供水工程 251 处,分散供水工程 1 981 处。抗旱水池 965 口,中型灌区 1 处为沮东灌区,有效灌溉面积 638  $\text{km}^2$ ,城区防洪工程堤防 8.75 km,设防标准 20 年一遇,保护范围 11.3  $\text{km}^2$ ,保障人口 7.63 万。洋坪、旧县、花林寺等乡镇防洪工程建设已完成。

### 2.2 水利工程管理

2016 年 4 月 12 日,设立远安县沮东灌区管理处,管理 1 座中型水库、6 座重点小型水库、1 个主要灌区;其他小型水库由乡镇和村级管理。其管理模式为:

(1)严格实行行政首长负责制。

(2)落实水库专管员制度。按照小(一)型水库不少于 2 名、小(二)型不少于 1 名的标准,全县共落实 61 名水库专管员;负责日常巡视检查、工程养护、抢险救灾和雨水情监测预报、上报等工作。

(3)修订完善和落实水库防汛抢险应急预案并开展演练。

(4)加强培训。汛前针对所有水库专管员开展防汛知识业务培训,通过水库动态监管系统手机客户端实现水库水位、降雨信息动态跟踪。

### 2.3 非工程建设情况

通过 2012 年度和 2014 年度山洪灾害防治项目建设,目前已建成 28 个自动雨量站、110 个简易雨量器、4 个自动水位站、3 个自动图像站、4 个视频站以

及机房和防汛抗旱值班室等,建立山洪灾害监测预警平台、防汛工程数据库、视频会议、防汛抗旱会商等群测群防体系。通过实施 2014 年度小型水库水雨情自动测报系统项目,在县域 52 座小型水库上建成 52 个水位雨量遥测站,建立水利工程动态监管平台,实现实时掌握水库运行情况及水雨情信息。

### 2.4 防汛信息化建设情况

近年来,远安县始终坚持“以人为本、科学防控”的新理念,不断加强防汛信息化建设。2017 年 7 月,远安县建成防汛指挥决策系统。系统集成监测预警系统、指挥调度系统、GIS 系统等各类子系统,具备多路动/静态信号窗口的缩放、移动、漫游并支持单屏、跨屏以及整屏显示模式,集防汛抗旱信息采集、分析、传输、技术服务、辅助决策、指挥调度、异地视频会商等功能于一体。系统通过已建成的 GIS 平台及服务器系统实现了县域地图三维展示,可更加直观地掌握全县 116 个危险区分布情况,包括危险区房屋结构、转移路线、安置点位置、居住人员和包保责任人基本信息等。系统每天定时推送全县降雨测站数量、在线率、时段降雨量、水库超汛限运行情况以及主要河流水位、流量等信息,防汛人员可随时掌握全县降雨趋势及汛情。系统具有小流域洪水分析计算功能,可根据降雨量预判洪水等级和可能淹没的区域范围,显示转移路线、安置点位置和指挥责任人等辅助信息,指导全县山洪灾害防御工作,进而全面提升远安县防汛抗旱指挥决策能力。

## 3 存在的问题

### 3.1 防洪安全

(1)尚未实施山洪沟治理项目。远安县是全省山洪灾害重点防治区,境内共有山洪沟 52 条,数量众多,且具有突发性和毁灭性的特点。尤其是以罗汉峪沟、三道河等重点山洪沟安全隐患最为突出,目前只能依靠非工程措施进行山洪灾害防御,工作难度大。

(2)水库和堰塘工程安全隐患多。全县 52 座水库虽然已完成除险加固建设,但受投资限制,少数水库险情还未从根本上消除,有些水库工程运行多年,易出现新的险情。

### 3.2 抗旱工程

(1)抗旱工程建设力度不大。虽然沮、漳、西

3 条河流流经远安县,境内溪河纵横,但无调节能力,过境客水在现有条件下可利用率不高。

(2)现有小型灌溉工程调节能力低,无控制性工程,抗旱应急工程不足,遇到大旱难以发挥抗旱作用。

(3)旱情信息采集系统尚未建立,抗旱工作仍处于被动状态。

(4)重点区域排涝能力建设薄弱,包括城区在内的其他乡镇政府所在地排涝系统不完善。

### 3.3 应急管理体系

(1)县防指成员单位职责不清楚,履职不到位,贻误战机,易造成灾害损失。

(2)队伍建设能力低。不专职化,全县没有专门的防汛抗旱抢险救援队伍,只是由各部门抽调临时人员组成的兼职抢险救援队伍;不专业化,抢险救援人员缺乏防汛抢险技术培训和实战演练经验。

(3)防汛抗旱物资配备不完善。目前在县级防汛抗旱物资仓库配备有部分防汛抗旱物资,乡镇级防汛抗旱物资配备严重不足,缺乏大型防汛抗洪抢险救生必备器材,给抢险工作造成很大的被动。

## 4 对策与建议

### 4.1 加强防洪安全管理,提高防洪能力

(1)加快水库、堰塘工程除险加固工作。尽快根治部分水库安全隐患,加强入库道路建设,并对全县有安全隐患的堰塘进行除险加固;同时利用现代化防御技术,对小型水库加装漏洞险情监测设备,便于及时掌握水库险情。

(2)加快山洪沟治理项目进度。根据山洪灾害调查,远安县有 3 条山洪沟需要治理,面广、范围大,加快对山洪沟治理刻不容缓。

### 4.2 提高排涝能力建设

(1)提高应急排涝能力建设。根据远安县城区及乡镇内涝情况,需要配备移动排涝泵车提高应急排涝能力。

(2)重点区域排涝能力建设。加快对北城壕、南城壕、南利排洪沟实施疏挖清障工作,着力推进双利大沟整治工程及花林寺集镇排洪工程建设进度,使

防洪标准达到 20 年一遇。

### 4.3 加强排洪设施管理维护力度

建立健全完善排洪设施管理维护制度,组建管理维护队伍,配备足够专业技术人员,明确管理职责;每年汛前、汛中、汛后对排洪设施进行巡查检查,强化城区排洪沟、涵闸、地下排水管网等排水设施日常管理维护等工作,确保排洪设施良性运行。

### 4.4 逐步完善应急管理体系

(1)加强基层防洪预警体系建设。加快在全县未覆盖水雨情监测站点的危险区域建设自动雨量站、水位监测站点;同时逐步建设一批自动墒情监测站,构建全县土壤墒情与旱情信息管理系统,着力提高雨情汛情旱情预报水平。在指挥决策系统中不断补充和完善各类防汛相关数据信息,依据漳河水库模型及数学工具对数据进行深入挖掘和智能分析,实现灾险情分析与评估、预测预报,提供实时智能的技术支撑。

(2)提高队伍建设能力。县、乡、村各级都要组建专职抢险救援队伍,通过培训演练,提高抢险能力;同时也要对山洪灾害防御成员单位、防汛责任人、各乡镇及村负责人进行培训。培训方面应侧重于提升对辖区可能出现险情的紧急抢护、抢险处理能力及救援能力,采用理论与实践相结合等形式,加强培训的时效性。

(3)完善防汛抗旱物资配备。加大防汛抗旱物资储备和配置,县乡两级都要做好社会化防汛物资储备,以防急需,包括增加必要的移动排涝泵车等;同时引进无人机,开展防汛检查,便于抢险方案制定,为决策提供准确可靠的实时信息。

## 5 结语

防汛抗旱是一个长期的、艰巨的工作,必须科学规划、综合治理,加快防洪抗旱能力建设,依靠社会力量积极行动、有效防控,才能保障人民群众生命财产安全、保障经济社会平稳较快发展。

(收稿日期:2018-06-07)

## 水文水资源

## 宜昌市 61 年的降水特性分析

周绍文 李 琼

(湖北省宜昌市水文水资源勘测局 宜昌 443003)

**摘 要** 采用宜昌市 1956~2016 年 73 站的年均降水量资料,分析了宜昌市年降水量的年内分配及年际变化,探究了宜昌市降水量的变化特性,为水资源评价与水文计算提供参考。

**关键词** 降水特性;年际变化;宜昌市

## 1 自然地理概况

湖北省宜昌市(110°15′~112°04′E, 29°56′~31°34′N)地处长江上游与中游的结合部,鄂西山区向江汉平原的过渡地带,东西最大横距 174.1 km,南北最大纵距 180.6 km,国土面积 21 338 km<sup>2</sup>;西北部是大巴山,西南部是武陵山,长江自西向东横贯全境。从枝江沿长江西行,地势逐渐升高,西部山地属我国地势二级阶梯东端,多系燕山运动形成,新生代以来,仍在继续上升;东部地区属湖相沉积,较为平坦。山地占全市面积的 69%,丘陵占 21%,平原占 10%,构成“七山二丘一平”的地貌格局。

宜昌市属亚热带季风性湿润气候,光照充分,热量丰富,雨热同季,降水量充沛,时空分布不均。在区域分布上,五峰湾潭等地年降水量 1 800~2 000 mm,东部的远安当阳只有 800~900 mm;在年际分布上季节分配不均,降水主要集中在汛期,暴雨多、强度大。

## 2 降水量站点选择

降水特性分析选择宜昌市境内 73 站 1956~2016 年长系列降水资料,所有资料采用实测值或延长至 1956 年,经过可靠性、一致性、代表性审查,资料准确可靠;其中,秭归县 6 站、兴山县 9 站(其中神农架林区 2 站)、夷陵区 14 站、猇亭区 1 站、当阳市 4 站、枝江市 3 站、远安县 5 站、宜都市 4 站、长阳县 14

站、五峰县 13 站,城区 1 站,资料年份共 61 年。

降水站点密度 292 km<sup>2</sup>/站,满足面雨量站平均 300 km<sup>2</sup>/站的要求<sup>[1]</sup>。雨量站点山区多于平原区,西南部多于东北部,符合宜昌市的降水时空分布。降水量较大的地区,所选用的降水站点密度大;降水量较小的地区,所选用的站点密度小。

## 3 降水量年内分配

宜昌市的降水水气来源主要为印度洋孟加拉湾西南季风和太平洋东南季风,降水为涡切变类型;偏东水汽来自东海,降水多为台风类型。降水主要集中在 5~9 月,占全年降水量的 67.5%;暴雨大多集中在 6~8 月,占全年降水量的 45.6%;7 月降水量最大,占全年降水量的 17.3%;其中 6~7 月多“梅雨”,7~8 月多台风雨。宜昌市历年月平均降水量分布见图 1。

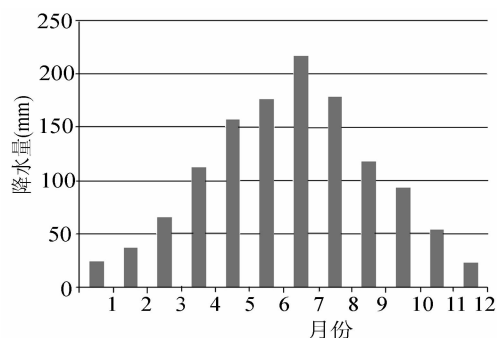


图1 宜昌市年度月均降水量分布

## 4 降水年际变化及降水特性

### 4.1 降水频率曲线分析年际水情

对宜昌市 61 年的平均降水量进行 P-Ⅲ型曲线适线分析,得出多年平均降水量为 1 259.4 mm,  $C_s/C_v=2$ ,变差系数  $C_v=0.15$ ,宜昌市年均降水量频率见图 2。

宜昌市最大降水量发生在 1983 年,为 1 737.1 mm,最小降水量发生在 1966 年,为 895.6 mm,倍比为 1.9;单站最大降水量为 1983 年五峰县的湾潭站,为 2 715.4 mm,最小降水量为 1978 年枝江市的鲁家港站,仅 497.3 mm,倍比为 5.5。宜昌市降水量年际变化大,时空分布不均。

按国家标准<sup>[2]</sup>,将河川径流丰、平、枯划分为特丰水年、偏枯水年、平水年、偏枯水年和特枯水年 5 大类别;根据经验频率,将年降水量分为:特丰水年  $P<12.5\%$ ,偏丰水年  $12.5\%\leq P<37.5\%$ ,平水年  $37.5\%\leq P<62.5\%$ ,偏枯水年  $62.5\%\leq P<87.5\%$ ,特枯水年  $P\geq 87.5\%$ <sup>[3]</sup>。

降水系列一般服从 P-Ⅲ型概率分布,采用频率分析法确定统计参数和各频率设计值作为划分降水量丰平枯水年标准。在 61 年资料中,特丰年份 8 年,偏丰年份 14 年,平水年份 11 年,偏枯年份 23 年,

特枯年份 5 年。可见宜昌市偏枯年份多于偏丰年份,丰水、枯水年份多于平水年份。

### 4.2 降水模比系数差积曲线分析年际水情

降水模比系数差积曲线能反映降水量的年际水情特性,当某一时段曲线下降,说明该时段是枯水期;反之,就是丰水期<sup>[4]</sup>。宜昌市降水模比系数差积曲线见图 3。

从图 3 可以看出,1956~1964 年降水模比系数差积曲线是上升段,该时段是丰水期,1964~1966 年是枯水期,1966~1975 年是丰水期,1975~1981 年是枯水期,1981~1984 年是丰水期,1984~1988 年是枯水期,1988~1989 年丰水期,1989~1995 年是枯水期,1995~2000 年是丰水期,2000~2006 年是枯水期,2006~2008 年是丰水期,2008~2015 年是枯水期。在模比系数差积曲线中,下降段年数多于上升段年数,降水量有逐年偏枯的趋势。

### 4.3 年降水量 5 年滑动过程线与降水周期

降水量经过滑动平均后,序列中短于滑动长度的周期将大大削弱,显现出变化趋势。降水量周期分析时,主要从滑动平均序列曲线图来判断其变化趋势,如其演变趋势有明显的波动,应分析其增加还是减小趋势。将年降水量及 5 年滑动降水量过程绘制在一起分析降水周期,降水过程线见图 4。

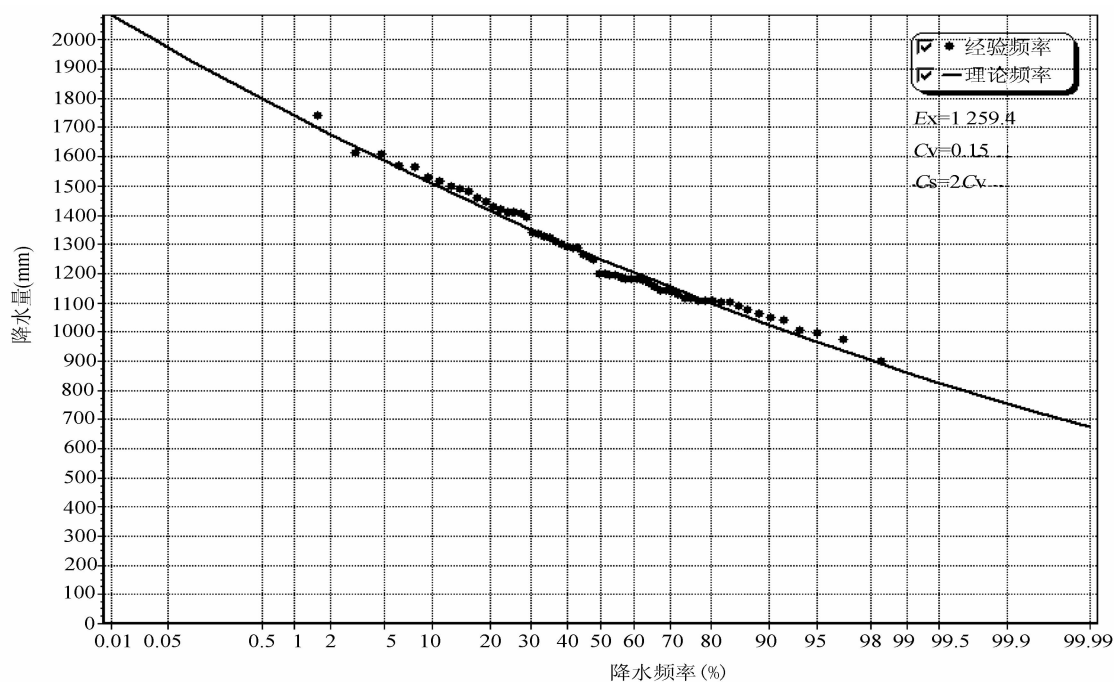


图 2 宜昌市年均降水频率

(下转第 36 页)

## 水文水资源

# 黄石市山洪灾害监测预警 信息系统运行管理浅析

王传耕<sup>1</sup> 胡定忍<sup>1</sup> 冯小庆<sup>2</sup>

(1. 湖北省黄石市水文水资源勘测局 黄石 435002;

2. 鄂北地区水资源配置工程建设与管理局(筹) 武汉 430071)

**摘 要** 介绍了黄石市山洪灾害防治项目非工程措施水雨情自动监测系统运行现状,分析了水雨情自动监测系统运行过程中存在的主要问题,并提出了相应的对策建议。

**关键词** 信息系统;监测预警;山洪灾害;黄石市

山洪灾害是当前我国自然灾害中造成人员伤亡和经济损失的主要灾种之一,其影响范围广、人口多、损失大,是汛期的重大隐患。虽然灾害无法杜绝,但可以防御。自2006年国务院批复《全国山洪灾害防治规划》,到2010年11月水利部、财政部、国土资源部、中国气象局4部局联合开展了山洪灾害防治县级非工程措施建设,再到2013年5月水利部和财政部联合印发了《全国山洪灾害防治项目实施方案(2013~2015)》,对非工程措施进行了补充完善。自2010年项目实施以来,年均因山洪灾害死亡人数较项目实施前减少60%以上;2016年受超强厄尔尼诺时间影响,我国多地频繁出现强降雨过程,山洪灾害防治体系频频发力,防灾减灾效益凸显。

山洪灾害防治项目自启动以来,湖北省14个市州、74个县(市、区)共建设了1 826处水雨情自动监测站点,其中黄石市(1市1县2区)共建设站点89处,目前移交黄石市水文局运行维护的有70处。

山洪灾害监测预警信息系统包括水雨情自动监测系统、监测预警决策系统和预警信息发布系统3大板块。水雨情自动监测系统是山洪灾害防治的“中枢神经”,能够将实时监测到的水雨情信息资料

进行汇总和分析,防汛指挥机构据此科学决策,变被动防御为主动防御,争取宝贵的转移避险时间;同时依靠监测站点实时发回的信息,通过大数据、云计算、移动互联网等方式,实现全方位监测预警,提升了预警信息发布的时效性、准确性,使山洪灾害防治的科学决策更迅速、严谨和专业,实现了从监测到预警的无缝衔接。

## 1 系统运行管理现状

根据湖北省水利厅《关于山洪灾害防治县级非工程措施项目水雨情自动监测站运行维护移交有关事项的通知》《关于做好山洪灾害防治县级非工程措施项目水雨情自动监测站运行维护工作的通知》要求,黄石市水文局于2015年6月起对本辖区的1市1县2区的89处山洪灾害水雨情自动监测站点进行了检定,主要检查了监测数据的准确度、通讯率、数据接收、入库等情况,2015年8月对达到移交要求的70处站点(大冶市30处、阳新县40处)完成了移交工作。

### 1.1 已移交站点

黄石市辖区的1市1县山洪灾害水雨情自动监

测站点分别为大冶市水位站 7 个,雨量站 23 个;阳新县水位站 8 个,雨量站 32 个;总计 70 处。山洪灾害水雨情自动监测站点统计见表 1。

表 1 山洪灾害水雨情自动监测站点统计

| 站点  | 站类  | 站数<br>(个) | 控制范围<br>(km <sup>2</sup> /站) |
|-----|-----|-----------|------------------------------|
| 大冶县 | 水位站 | 7         | 100 ~ 200                    |
|     | 雨量站 | 23        | 20 ~ 100                     |
| 合计  |     | 30        |                              |
| 阳新县 | 水位站 | 8         | 100 ~ 200                    |
|     | 雨量站 | 32        | 20 ~ 100                     |
| 合计  |     | 40        |                              |

## 1.2 已移交设备

RTU:武汉联宇 UTECH. YDJ-2 共 6 套、北京金

水燕禹 YCZ-2A-101 共 6 套、深圳宏电 H5110 共 58 套;水位传感器:气泡水位计 7 套、雷达水位计 8 套;雨量传感器:徐州伟思 JD-05 型 70 套;蓄电池:38AH 的 55 台、100AH 的 15 台;太阳能:20W 的 55 台、40W 的 15 台,共计 285 台(套)。山洪灾害水雨情自动监测站设备表见表 2。

## 1.3 运维管理举措

黄石水文局依据《湖北省山洪灾害防治项目雨量、水位自动监测站运行维护方案》《湖北省水文遥测系统维修维护技术标准(2015)》《湖北省水文测站运行维护管理暂行办法(2016)》《黄石市山洪灾害防治项目雨量、水位自动监测站运行管理及维护规程》等管理制度,明确了设备的巡查时间、次数及设备日常的运维操作方法,为设备的正常运行奠定了坚实的基础。山洪灾害水雨情自动监测站巡查频次见表 3。

表 2 山洪灾害水雨情自动监测站设备统计

| 县(市、区) | 设备名称   | 型号           | 生产安装厂家 | 台(套)数 | 备注        |
|--------|--------|--------------|--------|-------|-----------|
| 大冶市    | RTU    | YCZ-2A-101   | 北京金水燕禹 | 6     |           |
|        | RTU    | H5110        | 深圳宏电   | 24    |           |
|        | 雷达水位计  | GDRD56       | 凌久高科安装 | 2     |           |
|        | 气泡水位计  | YLN-SMQ-OOQB | 亿立能安装  | 5     |           |
|        | 雨量传感器  | JD-05        | 徐州伟思   | 30    | 水位站包含雨量项目 |
|        | 太阳能板   | VSL-T20      | 凌久高科安装 | 23    |           |
|        | 太阳能板   | VSL-T40      | 凌久高科安装 | 7     |           |
|        | 蓄电池    | 38AH         | 松下     | 23    |           |
|        | 蓄电池    | 100AH        | 松下     | 7     |           |
| 阳新县    | RTU    | UTECH. YDJ-2 | 武汉联宇   | 6     |           |
|        | RTU    | H5110        | 深圳宏电   | 24    |           |
|        | 超声波水位计 | QF-8000      | 凌久高科安装 | 4     |           |
|        | 雷达水位计  | GDRD56       | 武汉联宇安装 | 3     |           |
|        | 气泡水位计  | YLN-SMQ-OOQB | 亿立能安装  | 1     |           |
|        | 雨量传感器  | JD-05        | 徐州伟思   | 40    | 水位站包含雨量项目 |
|        | 太阳能板   | VSL-T20      | 凌久高科安装 | 32    |           |
|        | 太阳能板   | VSL-T40      | 凌久高科安装 | 8     |           |
|        | 蓄电池    | 38AH         | 松下     | 32    |           |
|        | 蓄电池    | 100AH        | 松下     | 8     |           |
| 总计     |        |              |        | 285   |           |

表 3 山洪灾害水雨情自动监测站巡查频次

| 站类  | 汛期      | 非汛期     | 备注          |
|-----|---------|---------|-------------|
| 雨量站 | 1 次/每季度 | 1 次/每季度 | 3、6、9、12 月份 |
| 水位站 | 1 次/月   | 1 次/3 月 | 各一次         |
| 水文站 | 1~3 次/月 | 1 次/3 月 |             |

2 存在的问题

黄石市辖区内 1 市 1 县 2 区先后建设了 89 处山洪灾害水雨情自动监测站点,从已接收的站点情况看,资料移交不齐全;由于建设方对基本资料重要性认识不够,导致包括设计文件、安装调试记录(数据比测、防雷地网电阻检测数据、水准点埋设)、仪器设备使用说明书、运行软件及系统说明文档、操作说明、站点入库信息等资料短缺,不利于档案管理及设备操作,造成运行维护管理难度加大。

2.1 设备更换不及时

由于黄石市一期、二期山洪灾害水雨情自动监测站点于 2011 年 9 月至 2012 年 4 月建成,到目前已进入更换周期,RTU 故障 11 处、蓄电池故障 11 处、雨量计故障 3 处、水位计故障 2 处、太阳能板故障 1 处,这些设备需及时更换,否则影响自动监测系统运行。

2.2 配套设施不完善

阳新县 6 处水位站水文观测设施的设置未按规范要求建设,水位站未设置水准点及人工校核水尺;大冶市 5 处水位站虽设立有水准点、人工校核水尺,但未引测水准点及人工水尺零点高程,造成巡查时无法校核水位。

2.3 监管责任不明确

山洪灾害水雨情自动监测站基本由乡镇水利站代管,委托看护责任不明确;大部分自动监测站点未安排看护人员,更谈不上责任落实了。

2.4 运行软件不兼容

由于各县(市、区)监测系统建设时间不同,采用了不同厂家的设备、不同软件公司开发的实用软件、

不同承建单位的设施建设,致使系统接收、入库软件存在很大差异,难以兼容,因此接收、入库存在多个软件,市级水文平台也未能进行有效整合,造成水文接收平台稳定性差,通过水文交换系统向国家防办转发的信息经常出现迟报、误报、漏报现象。

3 对策与建议

3.1 健全机制

市防办应明确站点看管人员的数量和责任,落实看管人员经费;健全看护机制,完善信息采集点人员的工作要求,工作人员对出现异常情况要及时报告,便于水文部门快速处理问题。

3.2 做好移交工作

市防办应妥善解决站点建成后存在的遗留问题,督促原承建单位提交必要的基本资料,做好技术交底,并派技术人员到现场指导,以确保信息畅通和数据准确。

3.3 加强接收软件整合

改造山洪灾害信息市级接收平台,将符合《水文监测数据通信规约》(SL651-2014)的山洪灾害自动监测站点信息整合到一台前置机接收端,从根本上解决市级平台运行不稳定和时效性差问题。

3.4 建立经费使用长效机制

水雨情自动监测站管理单位应及时更换坏损设施,建立山洪灾害水雨情自动监测系统设施设备重大维修项目申报,设备备品按总数的 10% 配置备用;建立经费使用长效机制,争取地方政府和省防办的支持。

黄石市山洪灾害水雨情自动监测站点运行实施较好,也得到了地方政府部门的重视;水文部门作为运维单位,负责水雨情自动监测站的运行维护和工作环境维护,定期和不定期对水雨情自动监测站进行全面检查和维护,修复故障站点,保障设备的正常运行。

(收稿日期:2018-06-15)

## 水文水资源

## 蛮河上游地区降水量年际变化特征

王祖松 李华书

(湖北省襄阳市水文水资源勘测局 襄阳 441003)

**摘 要** 利用实测年降水量资料系列,采用 Mann-Kendall 趋势检验、滑动平均值法、PIII 曲线法、差积曲线方法,探究蛮河上游地区年降水量的变化规律,预估该地区未来年将进入丰水期。

**关键词** 降水量;年际变化;蛮河

蛮河属于汉江中游水系,发源于湖北省保康县聚龙山北麓,流经保康、南漳、宜城、钟祥 4 县(市)。河长 188 km,流域面积 3 244 km<sup>2</sup>,多年平均流量 46 m<sup>3</sup>/s。蛮河流域是襄阳市山洪灾害和洪涝灾害多发地区之一,近几年发生了“2012·8”、“2016·8”等多场暴雨洪水,给南漳县、宜城市多个乡镇造成了重大经济损失。为了探索该地区年降水量的变化规律,给防汛抗灾当好参谋,通过探究该地区降水量年际变化特征,旨在预测未来年降水量的变化趋势。

## 1 资料与方法

蛮河流域(三道河站以上)属于山区型河流,处于蛮河上下游分界点,在蛮河上游先后设立挽鱼沟水文站、三道河水文站、李庙水文站,长坪、风岭、岷峪等雨量站,2012 年后又增设 3 处中小河流站、7 处

山洪站。挽鱼沟站、三道河站、李庙站,长坪站、风岭站、岷峪站的水均流入三道河水库,故本文选取流域内以上 6 站的年降水量资料进行分析比对。

流域内最大年点降水量发生于 1996 年风岭站(1 679.9 mm);最小年点降水量发生于 1967 年李庙站(590.3 mm);其各站的年面降水量特征值见表 1。由此可以看出,年面降水量在时间、空间上分布不均匀。

考虑到资料系列一致性<sup>[1]</sup>,因此均选取 1973 ~ 2017 年的资料,推求蛮河上游 45 年内,平均年面降水量值为 1 017.1 mm,最大年面降水量 1 395.6 mm,发生在 1996 年;最小年面降水量 696.7 mm,发生在 1986 年;极值比 2.0。说明年面降水量的偏差系数较大,在时间上具有随机性和不确定性<sup>[2]</sup>。

年面降水量的多年平均值是随时间加长而趋于

表 1 蛮河上游 6 个雨量站的特征值

| 站名  | 年点降水量<br>最大值(mm) | 发生<br>年份 | 年点降水量<br>最小值(mm) | 发生<br>年份 | 年点降水量<br>平均值(mm) | 年份时段        |
|-----|------------------|----------|------------------|----------|------------------|-------------|
| 风岭  | 1 679.9          | 1996     | 782.8            | 1986     | 1 127.4          | 1973 ~ 2017 |
| 岷峪  | 1 370.1          | 1989     | 596.0            | 1966     | 964.9            | 1965 ~ 2017 |
| 长坪  | 1 404.7          | 1996     | 627.3            | 1966     | 953.0            | 1964 ~ 2017 |
| 挽鱼沟 | 1 457.0          | 1964     | 630.5            | 1966     | 1 047.1          | 1964 ~ 2017 |
| 李庙  | 1 601.1          | 1975     | 590.3            | 1967     | 994.3            | 1966 ~ 2018 |
| 三道河 | 1 314.2          | 1996     | 763.5            | 2012     | 950.7            | 1960 ~ 2018 |

稳定,建立累积均值的年际变化过程能很好地反映这种特性。通过对以上45年的年面降水量累计值年际变化过程分析(图2),可以看出,1989年以后逐

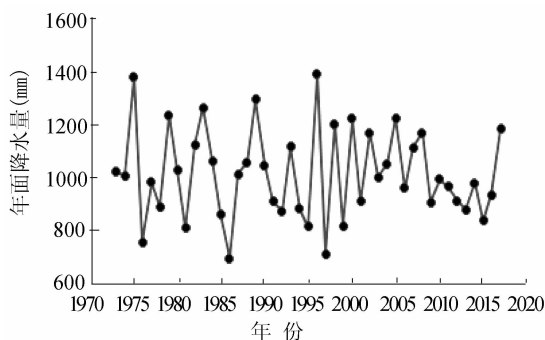


图1 逐年降水量

渐趋于稳定,说明这45年的年面降水量资料具有较好的代表性,能客观地反映此段时期的降雨特性及其降水量的周期变化规律。

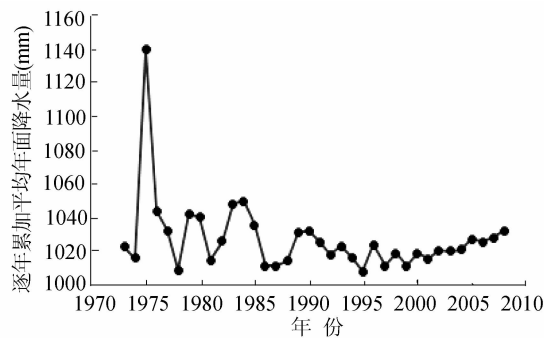


图2 逐年累加年均降水量

## 2 降水量年际变化

### 2.1 Mann-Kendall 趋势检验

Mann-Kendall 检验中,原假设  $H_0$  为时间序列的数据  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , 是  $n$  个独立的、随机变量同分布的样本;假设  $H_1$  是双边检验,对于所有的  $k, j \leq n$ , 且  $k \neq j$ ,  $x_k$  和  $x_j$  的分布是不相同,检验统计  $S$  如下式:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{Sgn}(X_j - X_k)$$

$$\text{Sgn}(X_j - X_k) = \begin{cases} +1 & (X_j - X_k) > 0 \\ 0 & (X_j - X_k) = 0 \\ -1 & (X_j - X_k) < 0 \end{cases}$$

$S$  为正态分布,其均值  $E(S) = 0$ , 方差  $\text{Var}(S) = n(n-1)(2n+5)/18$ 。当  $n > 10$  时,标准的正态系统变量通过下式计算:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases}$$

在双边趋势检验中,在给定的置信水平  $\alpha$ , 若  $|Z| \geq Z_{1-\alpha/2}$ , 则原假设是不可接受的,即在置信水平  $\alpha$ , 时间序列数据存在明显的上升或下降趋势。 $Z$  为正值表示增加趋势,负值表示减少趋势。

$|Z| \geq 1.28, 1.64, 2.32$  时,分别表示通过了信度 90%、95%、99% 显著性检验。

根据45年内实测降水量资料,经计算<sup>[3]</sup>:

$S = 942, \text{Var}(S) = 11\,155, Z = 8.91 > 2.32, n > 10$ 。

由此可判断蛮河上游的年降水量呈增加趋势,

并通过了99%显著性检验。

### 2.2 PIII 曲线法

根据45年内实测降水量资料,假设雨洪同频,采用PIII曲线法<sup>[4]</sup>计算结果:

$$C_v = 0.18, C_s = 0.45, C_s/C_v = 2.5, \bar{p} = 1\,017.1$$

根据国家标准《水文基本术语和符号标准》<sup>[5]</sup> (GB/T50095-98) 规定,将河川径流丰、平、枯划分为:  $P \leq 12.5\%$  特丰水年、 $12.5 < P \leq 37.5$  偏丰水年、 $37.5 < P \leq 62.5$  平水年、 $62.5 < P \leq 87.5$  偏枯水年和  $P \geq 87.5$  特枯水年5大类别,45年的年面降水量统计情况如表2所示。

由表2可以看出,年面降水量在时间分布上既具有随机性,又具有一定的周期性,丰水年变化周期为1~3年,枯水年变化周期为1~2年,丰枯交替出现。

### 2.3 滑动平均值法

滑动平均值法是连续  $n$  年的降水量滑动平均值随时间变化的过程线。本文采用2年、3年滑动平均值的方法,可以把小于2年或3年的小波动消除,而把大于2年或3年的周期性明显地表现出来。图1、图3、图4为蛮河上游逐年年面降水量  $n=1, n=2, n=3$  的滑动平均线图形分析,发现  $n=3$  的滑动平均线图在2004年相对已经光滑了,其波动已经呈现出稳定的周期性,周期约为3年,且丰枯交替出现。

### 2.4 差积曲线法

选取45年内的降水量资料,经计算分析,年面降水量的年际变化呈周期性变化趋势,主要表现在明显的丰水时期和枯水时期交替出现。

表 2 1973 ~ 2017 年的年面降水量统计

| 年份   | 水情   | 年份   | 水情   | 年份   | 水情   | 年份   | 水情   | 年份   | 水情   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1973 | 平水年  | 1982 | 偏丰水年 | 1991 | 偏枯水年 | 2000 | 偏丰水年 | 2009 | 偏枯水年 |
| 1974 | 平水年  | 1983 | 特丰水年 | 1992 | 偏枯水年 | 2001 | 偏枯水年 | 2010 | 平水年  |
| 1975 | 特丰水年 | 1984 | 偏丰水年 | 1993 | 偏丰水年 | 2002 | 偏丰水年 | 2011 | 平水年  |
| 1976 | 特枯水年 | 1985 | 偏枯水年 | 1994 | 偏枯水年 | 2003 | 平水年  | 2012 | 偏枯水年 |
| 1977 | 平水年  | 1986 | 特枯水年 | 1995 | 偏枯水年 | 2004 | 平水年  | 2013 | 偏枯水年 |
| 1978 | 偏枯水年 | 1987 | 平水年  | 1996 | 特丰水年 | 2005 | 偏丰水年 | 2014 | 平水年  |
| 1979 | 特丰水年 | 1988 | 平水年  | 1997 | 特枯水年 | 2006 | 平水年  | 2015 | 偏枯水年 |
| 1980 | 平水年  | 1989 | 特丰水年 | 1998 | 偏丰水年 | 2007 | 偏丰水年 | 2016 | 偏枯水年 |
| 1981 | 特枯水年 | 1990 | 平水年  | 1999 | 偏枯水年 | 2008 | 偏丰水年 | 2017 | 偏丰水年 |

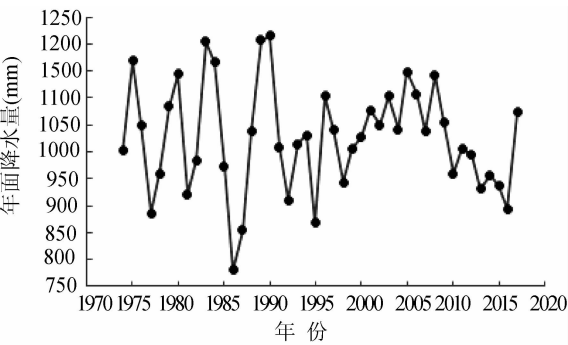


图 3 连续 2 年平均年降水量

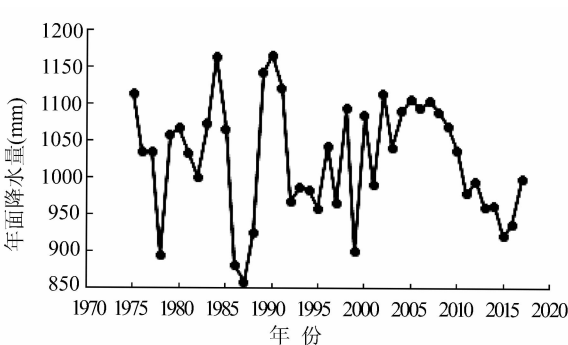


图 4 连续 3 年平均年降水量

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{n} \quad K_i = \frac{P_i}{\bar{P}} \quad K_{ci} = \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{n}$$

其中:  $\bar{P}$ —多年平均年面降水量;  $P_i$ —一年面降水量;  $K_i$ —模比系数;  $K_{ci}$ —差积值。 蛮河上游 45 年观测系列资料计算结果如图 5。

由图 5 可以看出,其模比系数<sup>[6]</sup>的差积曲线上升段与下降段交替出现,曲线斜率大于 0,表示该时间段为丰水年;曲线斜率小于 0,表示该时间段为枯水年;其中 1974 年、1977 年、1980 年、1987 年、1988 年、1990 年、2003 年、2004 年、2006 年、2010 年、2011 年、2014 年相对上一年曲线波动较小,可认为是平

水年。多年年面降水量变化趋势见表 3。

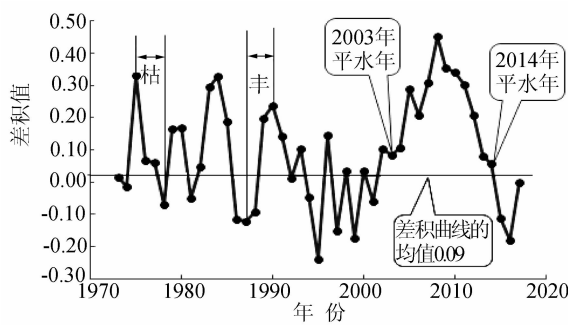


图 5 蛮河上游年面降水量模比系数的差积曲线

表 3 1974 ~ 2017 年的年面降水量变化趋势

| 年份   | 水情  | 年份   | 水情  | 年份   | 水情  | 年份   | 水情  | 年份   | 水情  |
|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 1973 |     | 1982 | 丰水年 | 1991 | 枯水年 | 2000 | 丰水年 | 2009 | 枯水年 |
| 1974 | 平水年 | 1983 | 丰水年 | 1992 | 枯水年 | 2001 | 枯水年 | 2010 | 平水年 |
| 1975 | 丰水年 | 1984 | 丰水年 | 1993 | 丰水年 | 2002 | 丰水年 | 2011 | 平水年 |
| 1976 | 枯水年 | 1985 | 枯水年 | 1994 | 枯水年 | 2003 | 平水年 | 2012 | 枯水年 |
| 1977 | 平水年 | 1986 | 枯水年 | 1995 | 枯水年 | 2004 | 平水年 | 2013 | 枯水年 |
| 1978 | 枯水年 | 1987 | 平水年 | 1996 | 丰水年 | 2005 | 丰水年 | 2014 | 平水年 |
| 1979 | 丰水年 | 1988 | 平水年 | 1997 | 枯水年 | 2006 | 平水年 | 2015 | 枯水年 |
| 1980 | 平水年 | 1989 | 丰水年 | 1998 | 丰水年 | 2007 | 丰水年 | 2016 | 枯水年 |
| 1981 | 枯水年 | 1990 | 平水年 | 1999 | 枯水年 | 2008 | 丰水年 | 2017 | 丰水年 |

由图5和表3可以得出,1974~2017年,丰水年变化周期为1~3年,枯水年变化周期为1~2年,且丰枯交替出现。

### 3 结论

(1)根据Mann-Kendall检验,从宏观上看,蛮河上游的年面降水量总趋势是增大的。

(2)蛮河上游2008~2016年的年面降水量总体呈现递减趋势,年均减少26.0 mm,递减率为19.9%,模比系数从1.145递减至0.931。

(3)2016~2017年的年面降水量、模比系数的差积曲线呈上升趋势。根据丰枯交替出现规律以及年面降水量总的趋势为增大来判断,预测蛮河上游地

区在未来的1~3年甚至更长时期,将进入丰水期。

#### 【参考文献】

- [1] 中华人民共和国水利部. 降水量观测规范(SI21-2015)[S].
- [2] 中华人民共和国水利部. 水文资料整编规范(SI247-2012)[S].
- [3] 中华人民共和国水利部. 水文基本术语和符号标准(GB/T50095-98)[S].
- [4] 严义顺. 水文测验学[M]. 北京:水利电力出版社,1984.
- [5] 赵志贡,荣晓明,营浩然,等. 水文测验学[M]. 郑州:黄河水利出版社,2014.
- [6] 韩小良. Excel VBA应用开发[M]. 北京:电子工业出版社,2007.

(收稿日期:2018-06-14)

## 简 讯

### 襄阳长渠(白起渠)申遗成功

2018年度世界灌溉工程遗产国际评审结果于北京时间8月14日上午8时许在加拿大揭晓,位于襄阳市的长渠(白起渠)被成功列入世界灌溉工程遗产名录,填补了湖北省世界灌溉工程遗产空白。

白起渠又名长渠,始建于公元前279年,是战国时期秦将白起攻楚国郢城(即楚皇城,在今宜城市郑集镇)时,在武安镇蛮河引水围城而开凿的。秦灭楚后,白起渠成为引水灌溉渠,至今仍灌溉着南漳县和宜城市的30余万亩良田。白起渠创建时间比四川都江堰早23年,比关中地区的郑国渠早33年,比广西灵渠早65年,是中国现存历史最悠久的引水工程之一。

为了更好地保护好、利用好长渠(白起渠),2016年,在湖北省水利厅和襄阳市委、市政府,灌区南漳

县和宜城市两地政府的大力支持下,襄阳市水利局正式启动了长渠(白起渠)申报世界灌溉工程遗产工作,成立了以管理单位三道河水电工程管理局为主体的申遗专班。经过近两年的艰辛努力,长渠(白起渠)顺利通过国际国内多次专家评审。

据了解,世界灌溉工程遗产与世界文化遗产、世界自然遗产等并称为世界遗产。国际灌排委员会成立于1950年,是以国际间灌溉、排水及防洪前沿科技交流及应用推广为宗旨的专业类国际组织。世界灌溉工程遗产名录由国际灌排委员会为保护、挖掘和推广具有历史价值的可持续灌溉工程及其科学经验而设立。

(摘自《湖北省水利厅网》2018年8月14日)

## 设计与施工

# 浅谈洞室光面爆破施工质量控制与实践

王万亿

(湖北省水利水电规划勘测设计院 武汉 430064)

**摘 要** 洞室光面爆破因不需要大型机械,具备时间短、成本低,可以同时组织大量的劳力进行导洞和洞室爆破开挖作业,在国内外许多重大工程基础建设施工中得以广泛运用,洞室光面爆破施工过程中,提高爆破效率显得尤为为重要。结合自身洞室光面爆破实际生产经验,并以左岸出线平洞交通洞洞室爆破开挖工况为实例,探究了洞室光面爆破施工质量控制。

**关键词** 洞室爆破;质量控制;施工实践

乌东德水电站位于四川会东县和云南禄劝县交界的金沙江,是金沙江水电基地下游河段 4 个水电梯级——乌东德、白鹤滩水电站、溪洛渡水电站和向家坝水电站的第一梯级,上距观音岩水电站 253 km,下距白鹤滩水电站 180 km。安装有 6 台单机容量为 850 MW 的混流式水轮发电机组,总装机容量 10 200 MW,为 I 等大(一)型工程。

枢纽工程主体建筑物由挡水建筑物、泄水建筑物、引水发电建筑物等组成。工程静态投资约 760 亿元。此工程左岸出线平洞交通洞起于左岸高线过坝道路 1—3 隧道内,终点位于出线平洞,是出线平洞永久交通洞,兼做施工期通道。该交通洞长约 315.81 m,底板最大纵坡 9.22%,城门洞型断面,断面净尺寸为 8.5 m×6.5 m(宽×高)。左岸出线平洞交通洞洞段岩性以 II、IV 类围岩为主,洞挖工程量约 16 797 m<sup>3</sup>,锚杆约 1 634 根,使用光面爆破开挖,即通过正确选择的爆破参数和合理的施工方法,分区分段微差爆破,达到爆破后轮廓线符合设计要求,临空面平整规则的一种控制爆破技术;其优点是减少围岩的扰动,保持围岩的稳定,充分发挥其的自承作用,确保施工安全,同时可以减少超、欠挖,提高工程质量和效率,节省成本。

## 1 洞室光面爆破存在的问题

### 1.1 安全保障欠缺

未根据现场条件进行爆破设计,报有关部门审核批准,从技术上保证爆破方案的安全可靠性;也未制定爆破施工安全管理细则和火工用品管理规定,根据设计要求和现场条件并贯彻执行;未严格落实入库领用制度,多发乱发,炮工无证上岗;未做到每次爆破严格执行警戒制度、设立明显警示标志、安全警戒人员和作业人员必须佩带安全帽或袖标要求;未通过广播和口哨提醒人员设备撤离警戒区,防止发生意外的措施不到位;爆破完成后,未进行安全检查就开放交通;每次爆破完后,未进行效果分析、总结经验,以便更好地控制爆破药量,取得最佳的爆破参数,在保证爆破效果的前提下,将用药量和震动减到最小等方面。

### 1.2 质量难以控制

未严格按施工设计及相关技术规范进行施工;未采用先进的测量仪器和先进的测量控制手段,提高观测效率、观测质量;并未在每次爆破后进行开挖掘进细部放样(画出开挖轮廓线、标定顶拱中心线和两侧腰线等);未在开挖中及时测绘开挖断面、进行测量导线复测(每循环进行测量放样时,均应对上一循环开挖断面进行规格检查,并将超欠挖情况及时

通知钻孔人员,以便对钻孔角度进行调整,减小超挖,对欠挖的部位及时进行处理,确保隧洞的开挖尺寸和规格满足设计要求);钻孔未严格按照设计钻爆图施工,各钻手未分区、分部位定人定位施钻,每排炮未安排值班工程师按“平、直、齐”的要求进行检查,未达到周边孔偏差不大于5 cm/m,爆破孔偏差不大于10 cm的要求,减少超挖和减轻对围岩破坏;未对全部施工过程进行严格的全面质量管理,质检部门对洞内的施工质量进行检查频次不够;在开挖过程中,未根据岩石变化情况修正爆破参数,减少超挖和不欠挖,在不良地质洞段的开挖和洞身交叉口段的未严格控制爆破参数,采用小药量爆破保持围岩稳定的措施等原因,导致现场施工质量无法得到控制。

### 1.3 施工效率较低

组织不当,项目部对完成本项工作的目标不明确,配备现场施工员、安全员、质检员等技术人员数量不足,协作队伍配备各劳务作业工种不足或各工种搭配不合理,导致现场组织混乱,人未尽其能,料未尽其用;欠缺管理,项目部管理思路不清晰、管理方法不妥善、管理手段欠缺或未编制进度计划,未明确时间节点目标,未落实目标责任制,导致现场作业人员未尽其责,致使进度缓慢;技术力量不足,在设计工作的前期,特别是在设计方案评审和选用时,应对设计技术与工程进度的关系进行分析比较。在工程进度受阻时,应分析是否存在设计技术影响因素,为实现进度目标有无设计变更的可能性和施工方案对工程进度有无直接的影响;在决策期,不仅应分析技术的先进性和经济合理性,还应考虑其对进度的影响。在工程受阻时,应分析是否存在施工技术的影响因素,为实现进度目标有无改变施工技术、施工方法和施工机械的可能性;而在实际设计工作时,并未考虑或考虑程度不够等因素造成,影响施工进度,也无法保证质量和安全。

## 2 对策与措施

### 2.1 做好施工准备

施工通道主要利用左岸高线过坝公路1-3隧洞。出线平洞交通洞用风、用电分两期布置。根据已报批的风、水、电布置方案及目前施工需要,交通洞开洞前将空压机、变压器等设备暂布置于交通洞洞口附近、左岸高线过坝道路1-3隧洞内。交通洞进尺达50 m后,将空压机、变压器等设备永久布置

于扩挖洞室内。施工期供水由高线1-3隧洞内供水管线接引。出线平洞交通洞洞口布置轴流风机进行压入式通风,风筒出口距离掌子面不小于30 m。风筒沿隧洞顶拱采用打插筋、铁丝挂设固定。因出线平洞交通洞整体为逆坡开挖,故施工期排水主要通过自流,必要时布置排水泵辅助抽排至左岸高线过坝道路1-3隧洞内排水沟。洞内照明采用15 W LED灯沿洞轴线,每10 m布置1盏;工作面采用1 kW移动式地灯具进行照明。左岸出线平洞交通洞施工用混凝土从指定临时拌合站运送。根据招标文件技术条款,该洞为有用料,运至指定渣场。

### 2.2 重视洞口开挖

洞口开挖采用全站仪进行放线,并辅以红外光电测距仪、水准仪进行。测量作业由专业人员实施,进行设计规格线测量放样,测量结果及时向现场施工技术人员进行交底。放样内容为隧洞中心线和顶拱中心线、底板高程、设计轮廓线、两侧腰线或腰线平行线,并按钻爆图破设计要求,在掌子面放出周边轮廓炮孔孔位。放样结束后进行装药、起爆见图1。具体要求如下:

(1) I、II、III、IV序按左岸出线平洞交通洞典型断面开挖,每循环进尺3 m;II-1、III-1、IV-1等扩挖工序跟进施工。

(2) 开洞口前必须先完成锁口锚杆施工并达到龄期,施工过程中及时支护。

(3) I序后工作面与洞轴线垂直找平,其后2个循环每循环进尺2 m,圆弧段过后每循环进尺3 m;顶部扭面光爆孔进尺根据现场测量放样确定。

(4) 光爆孔按200 g/m装药,导向孔按150 g/m装药,爆破孔按单耗0.35 kg/m<sup>3</sup>装药,光爆孔、导向孔、爆破孔孔径均为5 cm;待出渣结束后,进行四方(设计、地勘、监理、施工)验收,之后进行洞室开挖。

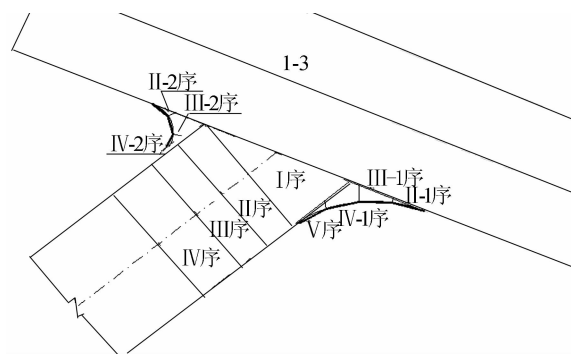


图1 典型断面开挖工序示意图

### 2.3 严格测量控制

洞室测量放线采用导线控制网方法,利用全站仪、红外光电测距仪配水准仪等仪器进行。测量作业由专业人员实施,每个循环钻孔前进行设计规格线测量放样,并检查上一循环超欠挖情况,测量结果及时向现场施工技术人员进行交底。按照 10 m 左右间距在洞壁及顶拱设桩号标记。放样内容为隧洞中心线和顶拱中心线、底板高程、掌子面桩号(每隔 5 m 在隧洞内侧打 1 条桩号线)、设计轮廓线、两侧腰线或腰线平行线,并按钻爆图破设计要求在掌子面放出底孔、掏槽孔、崩落孔、周边孔炮孔孔位。测量爆破孔的位置一般用手喷漆做爆破孔标记。周边孔为间隔不耦合装药。

### 2.4 规范爆破程序

(1)爆破孔钻孔。左岸出线平洞交通洞周边轮廓采用光面爆破,全断面开挖,在自制钻爆作业平台上,利用 YT-28 气腿钻造孔,钻孔孔径 42 mm,中部采用楔形掏槽,掏槽孔比其它爆破孔深 40 cm。1 个孔(深 3 m)的钻孔时间一般在 10 min 左右,1 个掌子面钻孔时间控制在 45 min 左右,如时间较长,影响掌子面单次循环开挖时间,从而影响施工进度,掌子面的钻孔作业钻工人数根据掌子面钻孔时间、工人施工效率及钻孔数量确定。爆破孔钻结束后,用吹孔机进行吹孔清沙。在此过程中不可避免的会出现塌孔的现象,在施工当中需要按实际情况做适当处理。钻孔和吹孔清砂噪声较大,现场施工人员需要注意。

洞内装药作业主要在可移动的钻爆作业平台上进行,在孔径 42 mm 的情况下,一般使用  $\phi 32$  乳化药卷,周边光爆孔使用  $\phi 25$  光爆药卷,非电毫秒雷管分段微差起爆。在钻孔工序开始时,按照爆破设计要求提前将炮孔堵塞物加工成型(把沙灌入塑料袋并绑扎好),准备好各种规格药卷以及各种段别雷管。

(2)爆破孔检查验收。钻孔结束后,由施工班组、施工员、监理进行“三检制”验收。验收检查一般使用与钻杆差不多的粗细轻杆插入检查。

(3)装药连线。爆破孔检查完毕后,由现场协作队伍(专业分包商)负责人持爆破炸药申请单交由施工员、安全员、监理签字后,到炸药管理单位申领炸药。炸药管理单位派专车和炮工将炸药押运至现场,待炸药到达现场后,钻工应在炮工的监管下,装药、连线、安装起爆装置(图 2)。此时现场施工员和

炮工需要严格把握炸药是否全部装到爆破孔内,是否有其他炸药带入现场或流向其他位置。在装药连线的同时,现场协作队伍(专业分包商)负责人持爆破通知单,通知相邻工作面的施工队伍,要求相关负责人签字,并要求其做好相关的保护措施。爆破通知单需要在爆破前 30 min 告知相邻工作面的施工队伍。

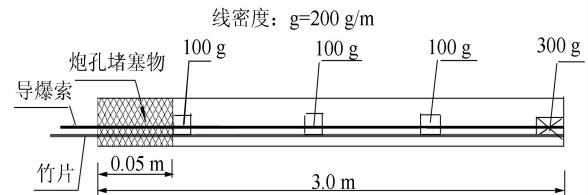


图 2 装药设计图例

(4)起爆。装药连线完毕后,在确保现场人员全部撤离后,利用非电毫秒雷管分段微差起爆,撤离范围一般为距爆破掌子面 200 m 以外,钢模台车、照明等设施一般撤离现场 30 m 以外。

(5)通风排烟、排尘。爆破结束后,通风排烟直至掌子面可以进行正常的施工作业为止,一般情况为 1 h 排烟时间,也可根据现场情况适当延长或更换更大的排烟风机。通风设施主要为在洞口位置设置轴流风机向洞内送风,风机布置在洞孔一侧。通风排烟实际上既是排烟、排尘也是排热送风,炮炸造成工作面温度较高,加之洞室一般较深,经常出现缺氧的情况。如果排烟、排尘工作不合理,现场工作人员无法进行正常的工作。

(6)开挖面检查。通风散烟后,采用人工持钢钎站在碴堆上或反铲挖掘的方法,对顶拱和掌子面上的松动危石和岩块进行撬挖清除;同时现场施工员协助现场安全员进行现场掌子面的残余炸药检查,并安全销毁;施工过程中,应经常检查已开挖洞段的围岩稳定情况,撬挖可能塌落的松动岩块。出渣前和出渣过程中应对开挖面爆破渣堆洒水除尘,所有进洞车辆均安装尾气净化器,使洞内有害气体和粉尘含量在规范允许范围以内。

(7)出渣。根据现场交通设施条件,尽可能选择工作效率高的车辆,一般选择后八轮容积为 24 m<sup>3</sup> 自卸汽车,配合 3 m<sup>3</sup> 侧翻式装载机进行渣料装车,需要 10 ~ 15 min 完成单个自卸汽车装车运输。合理选择渣土车的数量、自卸汽车容积及装载机,可有

(下转第 28 页)

## 设计与施工

# 涵闸工程运行管理存在的问题与对策

陈俊波<sup>1</sup> 华 旭<sup>1</sup> 张淑娟<sup>2</sup> 李 华<sup>1</sup>

(1. 湖北省汉江河道管理局 潜江 433100;

2. 湖北省田关水利工程管理处 潜江 433100)

**摘 要** 随着经济社会的快速发展,我国不断加强水利建设以促进农业、工业的发展,对涵闸工程运行管理也提出了更高的要求。为了确保工程安全,充分发挥工程效益,必须对涵闸进行科学管理,合理控制运用,针对涵闸目前运行管理过程中存在的问题,提出了解决办法。

**关键词** 涵闸工程;运行管理;现状;对策

水利工程对人们的生产、生活起着非常关键的作用,其中涵闸工程在水利工程起了非常重要的作用。我国水利工程的建设水平在不断的提高,涵闸工程的施工管理水平也有了长足的发展。但在实际的运行管理过程中还是会有或多或少的因素影响工程效益的发挥。本文就现阶段涵闸工程运行管理过程中存在的问题进行分析,并提出了一些可行的解决措施。

## 1 存在的问题

### 1.1 涵闸安全隐患突出

部分涵闸工程建设时间较长,由于当时条件所限,水利工程设计标准较低,工程闸身抗滑稳定性系数不能满足工程设计要求,闸身的防渗长度设计不足,工程的消力池长度较短,工程的抗震性亦不能够满足安全需求。在长期使用过程中,部分工程的混凝土出现较为严重的碳化现象,闸身也出现贯穿裂缝,致使工程出现较为严重的安全问题,如果不能够及时进行修复和管理,工程将失去作用,亦将成为影响人们生产生活的安全隐患<sup>[1]</sup>。

### 1.2 管理经费投入不足

涵闸工程点多面广、管理范围大,其所在地多位于经济相对落后地区,政府投入少,维修养护经费不足,使得涵闸工程长时间失修,老化损坏严重,重要部件超期服役、带病运转,存在着许多问题和安全隐患,

严重时还可能出现重大安全事故,为此我们要保持高度警惕。

### 1.3 配套设施不够健全

近几年来,国家持续加强水利基础设施建设投入,虽然水利配套设施得到明显改善,但涵闸管理单位的生产生活条件还是十分落后,部分涵闸管理间破败,启闭设施陈旧、老化,通讯、观测设施缺失,致使涵闸难以充分发挥应有的效益。

### 1.4 管理制度有待完善

管理体制不够健全、制度不够完善、管理不够规范、管理人员经验不丰富、业务水平低下等问题在涵闸运行管理过程中普遍存在;这些不利因素,不利于涵闸工程功能的较大发挥<sup>[2]</sup>。

### 1.5 人才队伍建设滞后

受计划经济的影响,一些涵闸工程管理人员年龄老化,临近退休人员占比大,由于受编制限制,人员补充受限,会出现大批人员同期退休的情况,对管理工作造成不利影响;同时,基层涵闸管理单位专业技术队伍人才流失现象严重,与水利发展不相适应。由于地处偏远,工作生活条件艰苦,工资待遇低,导致出现人才引不来、留不住的现象。

## 2 工程管理与养护的措施

### 2.1 加强涵闸管理队伍建设与人才培养

涵闸工程管理工作有较强的技术性,随着涵闸

工程检测手段的提高,科学信息技术的广泛应用,更需要有涵闸专业知识的人才,因此切实加强涵闸管理队伍建设是搞好涵闸工程管理的前提。管理机构需要对涵闸的养护人员进行专业化、科学化的培训,提高养护人员的养护技能,提高养护人员处理各种可能存在的险情和故障,最大限度保障涵闸的安全运行;同时还要引进高学历的具有专业知识的管理人才,并通过走出去学习、请进来指导等方式不断提高管理人员的管理水平。

## 2.2 完善管理制度,严格按照规定规程运行

涵闸要做到安全运行,在管理上必须要建立健全各项规章制度,使涵闸运行管理有章可查,有法可依。针对涵闸工程安全运行,制订相关运行细则,依据每座涵闸特定的设计标准和运行条件,按《涵闸技术管理规程》制定涵闸工程运用调度方案,规范涵闸工程的控制运用工作;同时还要制定相配套的岗位责任制,落实有关专职人员加强管理与维护维修。通过科学管理,合理运用,保证涵闸工程的安全运行和发挥最大的效益。

## 2.3 加强涵闸工程日常维修和养护

涵闸工程必须经常养护,随时维修,并且要求养护重于修理。要经常对涵闸工程各部位包括重点部位闸门、机械及动力设备进行检查与维修养护,以保证安全运行,发挥最佳效益。对于病险涵闸还要进行制度化检测,有效把握病险涵闸的实际情况,及时为技术人员提供相关参数,有利于管理人员制定出科学的应对措施,提高病险涵闸的预警级别,最大限度的保障人们的生产、生活安全<sup>[3]</sup>。

在每年汛前要认真做好涵闸工程设备的检查保养工作,消除可能引起事故的隐患。汛期要加强巡视,严密监视运行工程运行情况,以便及早发现存在的问题;汛后要认真总结经验教训,针对存在的问题,着手分析问题,解决问题,以确保涵闸工程设备的安全运行。

## 2.4 提高涵闸工程管理的信息化水平

涵闸工程管理中需要充分利用先进的信息技术,提高监测管理的自动化水平。管理人员需要及时对涵闸进行相关采样和监测设备的安装,利用互联网进行远程管理。通过远程监测,可实现对涵闸工程的安全监测及运行参数监测;通过远程监视,实现对涵闸工程的运行环境、运行状态进行动态掌握,并及时做出安全防范;还可以对涵闸工程进行远程控制,对启闭闸门、操作云台、调整摄像台、开关照明

灯等进行远程控制。涵闸工程信息化水平的提升可优化运行,提高管理人员工作效率,更好的发挥工程效益。

## 2.5 加强工程资金筹集和养护费用的管理

在涵闸工程管理和养护工作中,需要大量的资金。一方面需要对涵闸工程管理和养护核算其成本,降低其费用,按照涵闸工程养护定额标准,使用好、管理好经费,加强财务审计监督;另一方面由于政府投入资金有限,因此必须依靠涵闸工程受益群众,可以尝试按照市场经济要求,实行有偿服务,将所管辖的涵闸移交给有关单位或者个人,并向他们颁发相应的产权或使用权证书。通过采取专业管护、拍卖经营、个人承包等形式,以便形成切实有效的运行管护模式,从而使涵闸工程进入良性运行。

## 2.6 强化舆论宣传

要切实加强涵闸工程安全运行的宣传教育,提高工作人员的安全意识。为了保证涵闸工程的效益最大化,还需要倡导全民支持参与,需要在全社会开展多种渠道、多种形式的宣传教育活动,切实提高和增强社会的关心度,树立人人监督保护意识,形成全社会积极参与涵闸工程建设管理共同协作的良好氛围。

# 3 结语

涵闸工程是我国水利工程中重要组成部分,是一项水利改造工程,工程的质量状况将直接影响到工程经济、生态和社会效益的发挥。如何正确运行维护涵闸是水利工作者需要认真思考的问题。加强涵闸工程管理需要多方面的参与,运行管理应该得到足够的重视,还需要严格的制度和具体的措施,通过制度和措施提高涵闸的管理水平,一旦发现问题,需及时处理,保证涵闸的正常运用,为人们的生产生活提供安全的环境,为社会的发展做出贡献,发挥涵闸工程最大的效益。

## 【参考文献】

- [1] 郎佳生. 水闸工程施工要点与质量控制分析[J]. 民营科技, 2016(4):417.
- [2] 冯永军. 浅议宿州市埇桥区中小型涵闸工程管理运用[J]. 科技创新导报, 2012(19):211.
- [3] 张保同. 水利水电建筑工程施工技术及管理[J]. 江西建材, 2015(5):103-104.

(收稿日期:2018-06-06)

## 设计与施工

## 玄庙观水库拱坝基础灌浆效果分析

贺圣权<sup>1</sup> 陈娟<sup>2</sup>

(1. 湖北省宜昌市黄柏河流域管理局 宜昌 443005;

2. 湖北省吴岭水库管理局 京山 431899)

**摘要** 碾压混凝土拱坝基础水泥灌浆施工是通过水泥灌浆增强坝基及两岸边坡的整体性与稳定性,形成防水幕,减少渗漏,降低坝基扬压力,控制渗漏对坝基及两岸边坡稳定的不利影响。分析了玄庙观水库14年蓄水运行效果,坝体稳定,坝基防渗效果明显持久,灌浆效果满足《混凝土拱坝设计规范》要求。

**关键词** 拱坝基础;固结灌浆;帷幕灌浆;玄庙观水库

## 1 工程概况

宜昌市玄庙观水库位于远安县境内,是长江一级支流黄柏河流域东支上游的一座中型水利枢纽工程,工程等级为Ⅲ等,兼具发电、防洪、灌溉等功能。碾压混凝土抛物线型双曲拱坝,为3级水工建筑物,坝顶长度191 m,坝顶宽度4.55 m,拱冠处坝底宽度14.55 m,最大坝高65.5 m(中坝),拱冠处厚高比0.22,属于中厚拱坝;坝顶高程497.0 m,设计水位495.0 m,校核洪水位496.9 m,控制流域面积380 km<sup>2</sup>,总库容4 215万 m<sup>3</sup>,坝后式电站装机容量5 000 kW。

玄庙观水库工程由中水北方勘测设计研究有限公司设计、宜昌水利水电工程团施工、宜昌水利水电建设工程监理中心监理。枢纽工程于2003年4月开工建设,2005年4月开始试验性蓄水,2005年8月完工,2010年2月竣工验收合格。截止目前,工程安全运行达14年,生态效益、社会效益及经济效益显著。

## 2 基础灌浆设计

### 2.1 坝址地质概况

玄庙观水库坝址段河谷呈“U”型,天然坡角35°~70°,河水位435~439 m时水面宽度15~40 m。坝址岩

体为厚至巨厚层硅质白云岩,岩体属Ⅲ类。岩层为平缓单斜构造,走向NW325°~345°,倾向NE,倾角5°~15°,倾向上游偏左岸。层间剪碎(切)带较发育,主要分布于岩层面间,基本顺层发育,高程444~497 m范围内左岸发现13条,右岸发现15条,带宽0.1~0.3 m,影响带宽0.5~1.0 m,带内物质组成为母岩碎块、岩屑、泥质物及角砾岩,碎块中有溶蚀现象。坝址共有断层19条,其中F1、F20、F21、F22、F25、F30规模较大,其余规模不大,倾角一般较陡。坝址外F10断层在左坝肩外约百米处穿过,为地下水径流通道。左岸高程467~480 m溶蚀洞、溶孔较发育,发现形态不一的溶洞7个(洞内有粘土、岩屑填充物),溶洞主要沿裂隙发育,其形状多为串珠状。地下水赋存形式主要为岩溶裂隙水,其化学类型一般为重碳酸钙镁型,河水水化学类型为重碳酸钙型,水质对混凝土无侵蚀性。

### 2.2 坝址地质勘探

根据《混凝土拱坝设计规范》要求,岩溶地区的坝基处理应通过特定的勘测、试验手段,查明坝基范围岩溶洞穴、暗河系统、连通管道以及地下水位等基本情况,进行专门研究。初设阶段在坝址范围钻勘测孔8个,压水试验95段次。压水试验表明,岩体透水性较强,一般表现为河谷表部岩体透水性较强,

深部透水性有逐渐变弱的趋势,但具不均匀性。压水试验结果见表 1。

表 1 坝址地质勘探压水试验结果统计

| 位置                | 河床   | 右岸    | 左岸     |
|-------------------|------|-------|--------|
| 设计帷幕深度(m)         | 75   | 50~82 | 60~125 |
| 钻孔数(个)            | 2    | 2     | 4      |
| 试验段数              | 18   | 27    | 50     |
| 透水率小于 2 Lu 占比(%)  | 17.5 | 35.7  | 22.2   |
| 透水率 2~10 Lu 占比(%) | 0    | 34.6  | 56.0   |
| 透水率大于 10 Lu 占比(%) | 82.5 | 29.7  | 21.8   |

### 2.3 基础灌浆设计

根据工程地质状况和勘探试验成果,按照《混凝土拱坝设计规范》关于基础处理的规定,除采取(左岸)抗剪桩、(右岸 F25 断层)抗剪洞浇筑钢筋混凝土、固结灌浆增强基础整体性、稳定性外,还对一般建基面上的断层、裂隙密集带等软弱岩体进行挖槽处理,对溶洞进行掏挖、冲洗、回填混凝土、灌浆处理,基础防渗采用帷幕灌浆处理,帷幕下游侧设排水孔一排,左(右)岸山体设水平排水孔。由此,玄庙观水库拱坝基础水泥灌浆设计包括坝基固结灌浆、右岸山体加强固结灌浆、帷幕灌浆。

#### 2.3.1 固结灌浆

对坝基及上下游一定扩大区域浅部岩体进行固结灌浆。基础固结灌浆采用普通硅酸盐水泥,孔距 3 m,梅花形布孔,入基岩深度为河床 5 m、左岸坝肩 7 m、右岸坝肩 12 m,灌浆压力 0.5 MPa~0.7 MPa,固结灌浆在覆盖一定厚度混凝土后施工,接触灌浆结合固结灌浆同时进行。对右岸山体断层、层间剪碎带密集区进行加强固结灌浆,孔距 2.5 m,梅花形布孔,孔深 34~54 m,经灌浆试验确定孔内灌浆全压力为 0.33 MPa~0.81 MPa。

#### 2.3.2 帷幕灌浆

鉴于帷幕灌浆占工程总造价比重大,按照投资最省、施工方便、技术可靠、符合《混凝土拱坝设计规范》要求的原则优化设计。帷幕线布置在压应力区且靠近上游侧,河床段设置灌浆廊道,左右岸坝肩设置灌浆平洞(右岸平洞长 50 m,左岸平洞长 150 m 穿过 F10 断层)。帷幕灌浆采用水泥灌浆。

本工程最大坝高 65.5 m,防渗帷幕深度按透水率  $q=3$  Lu 考虑防渗界限,参考地质勘探压水试验成果,大致按 1 倍水头确定帷幕灌浆深度:河床段帷幕

灌浆孔深入基岩 66.0 m(下限至高程 365.0 m);左岸帷幕灌浆孔深入基岩 57.0 m(下限至高程 440.0 m);右岸帷幕灌浆孔深入基岩 42.0 m(下限至高程 455.0 m);左(右)岸坡坝段的帷幕灌浆孔入岩深度介于坝基帷幕和两岸帷幕深度之间,为 57.0 m(42.0 m)~66.0 m。

帷幕灌浆采取单排布孔,孔距一般为 2.5 m,为确保帷幕线的连续性、可靠性,在帷幕线拐弯处孔距加密为 1.25 m。防渗帷幕在 F10 断层位置(约 30 m 范围)采用双排布置,孔距 2.0 m,排距 0.8 m,梅花形布置。帷幕灌浆垂直钻孔。灌浆压力按照在一定覆重条件下不抬动岩体为原则,通过现场灌浆试验确定。

### 2.4 排水孔

灌浆廊道内排水孔孔口中心线距帷幕中心线间距 1.3 m(距廊道下游侧壁 0.6 m),山体排水洞内排水孔沿排水洞中心线布设。单排布孔,孔距 3 m,排水孔孔深约为帷幕入岩深度的一半,一般倾向下游 10.5°,排水孔孔径  $\varphi 110$  mm(回转钻机造孔),帷幕灌浆检查合格后钻排水孔。

## 3 基础灌浆施工

施工单位按设计施工图和《钻孔及灌浆技术要求》《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T 5148-2001)规定组织施工,质量保证措施到位。监理全程跟踪控制,在孔位、孔深、孔斜测量,特殊情况处理、浆液变换、灌浆结束阶段的灌浆过程等质量控制重要节点,实行旁站监理。帷幕灌浆在固结灌浆完成并验收合格之后施工。

### 3.1 固结灌浆施工

本工程坝基固结灌浆施工工期为 360 d(2003 年 8 月至 2004 年 7 月);大坝右岸山体加强固结灌浆施工工期为 120 d(2004 年 10 月至 2005 年 1 月)。主要技术指标及施工方法如下:

(1) 钻孔:孔径 42 mm,垂直钻孔,孔位偏差不大于 10 cm。

(2) 灌浆段长与压力:灌浆段长度 7 m 以内不分段,超过则分段,第 1、2 段灌浆压力分别为 0.3 MPa、0.5 MPa。

(3) 灌浆水灰比:采用 3、2、1、0.5 共计 4 个等级,稀浆开灌。

(4) 灌浆结束标准:在规定的灌浆压力下,灌浆段注入率不大于 1 L/min 后,持续灌注 30 min,结束灌浆。

①河床段坝基固结灌浆时,有 5.3 m 混凝土盖重,入岩深度 5.0 m,全孔一次灌浆法,分Ⅱ序造孔灌浆。

②左岸段坝基范围固结灌浆,结合坝体上升提前造孔(孔深 7 m)、预埋  $\phi 32$  塑料进(回)浆管(一般 3 孔 1 组并联),待坝体升高超过 10 m 盖重后孔内循环灌浆。

③右岸段坝基范围固结灌浆,结合坝体上升提前造孔(孔深 12 m)、下段 6 m 孔内循环灌浆,上段 6 m 预埋  $\phi 32$  塑料进(回)浆管(一般 3 孔 1 组并联),待坝体升高超过 10 m 盖重后孔内循环灌浆。

④坝基外扩大范围固结灌浆待坝基固结灌浆孔灌浆后,按常规方法分Ⅱ序造孔灌浆。

⑤右岸山体断层和层间剪碎带密集区进行加强固结灌浆,垂直造孔  $\phi 75$  mm,孔深 34 ~ 54 m,分Ⅱ序施工,逐渐加密,分段孔内循环灌浆。

3.2 帷幕灌浆施工

帷幕灌浆施工工期为 540 d(2004 年 3 月至 2005 年 8 月),主要技术指标及施工方法如下:

(1)现场施工方法:大坝廊道段根据透水率大小,灵活采用自上而下分段阻塞孔内循环法和孔口封闭法灌浆,其它坝段采用自上而下分段阻塞孔内循环法灌浆。

(2)灌浆孔布置:灌浆廊道及左、右岸灌浆平硐内的帷幕灌浆孔中心线距廊道或平硐上游侧壁 0.6 m,坝顶帷幕灌浆孔中心线距顶拱拱圈下游体型线 1.0 m。灌浆孔孔径  $\phi 91$  mm(回转钻机造孔),孔位偏差不大于 10 cm。钻孔深度按设计图纸要求,其中先导孔加深 5 m,遇特殊地质条件视情况加深。廊道段剖面图如图 1 所示。

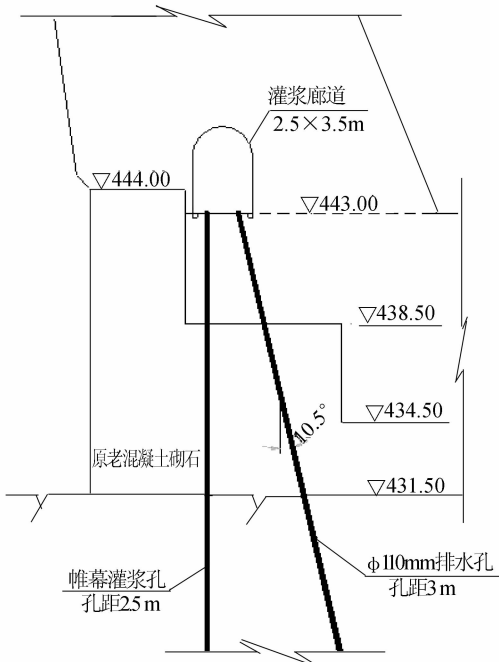


图 1 廊道剖面图

(3)灌浆次序:依次分大坝廊道段、左坝段、右坝段、左右岸山体段,约 20 孔为 1 个单元,每单元按Ⅰ序孔(或先导孔)、Ⅱ序孔、Ⅲ序孔三序逐渐加密施工。

(4)灌浆工艺:依次为放线、钻孔(测斜)、冲洗、压水试验、灌浆、待凝(视情况)、下一段钻孔(测斜)、冲洗、压水试验、灌浆、依次分段往下进行至末段灌浆结束、自下而上分段复灌、封孔。为保证灌浆效果,灌浆塞阻塞在灌浆段顶 0.5 m,射浆管距孔底 0.5 m。

(5)灌浆压力:经现场灌浆试验,确定分段长度和灌浆压力如表 2。

表 2 帷幕灌浆施工分段长度和灌浆压力

| 段号        | 1         | 2     | 3      | 4       | 5 及以上 |
|-----------|-----------|-------|--------|---------|-------|
| 基岩深(m)    | 0 ~ 2     | 2 ~ 5 | 5 ~ 10 | 10 ~ 15 | 15 以上 |
| 分段长度(m)   | 2         | 3     | 5      | 5       | 5     |
| 设计压力(MPa) | 0.5 ~ 0.8 | 1.0   | 1.5    | 2.0     | 2.0   |

(6)浆液变换及灌浆结束标准:灌浆浆液的浓度由稀到浓逐级变换,浆液水灰比采用 5、3、2、1、0.8、0.5 共计 6 个比级,一般情况下开灌水灰比选 5:1。

①当灌浆压力保持不变,注入率持续减少时或当注入率不变而压力持续升高时,不改变水灰比。

②当某一比级浆液的注入量已达 300 L 以上,或灌注时间已达 30 min,而灌浆压力和注入率均无改变或改变不显著时,变浓一级。

③当注入率大于 30 L/min 时,视具体情况越级变浓。

- ④自上而下灌浆,在 2 MPa 压力下注入率小于 1 L/min,持续 60 min,结束灌浆,按规范要求封孔。
- ⑤自下而上灌浆段,在该段设计灌浆压力下,注入率小于 1 L/min,持续 30 min,结束灌浆,按规范要求封孔。
- 浆液浓度用比重计按表 3 控制。

表 3 水泥浆液浓度 - 比重对照

|       |       |       |       |       |         |         |         |
|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|
| 水: 水泥 | 5: 1  | 3: 1  | 2: 1  | 1: 1  | 0. 8: 1 | 0. 6: 1 | 0. 5: 1 |
| 比 重   | 1. 12 | 1. 20 | 1. 29 | 1. 50 | 1. 59   | 1. 71   | 1. 80   |

(7)特殊情况处理:对断层、吸浆量大的孔段,在灌注时以机械最大排量而无回浆时,采用越级变浆,间歇灌注,如无明漏且无回浆,则一次灌注的水泥量不少于 10 t 后停灌,待凝 24 h 后扫孔重灌,直至达到结束标准。已经达到设计深度,但透水率大于设计规定值 3.0 Lu 时,则加大灌浆深度。因故中断灌浆则按规范规定处理。

(8)综合统计分析:各次序单位注灰量见表 4,符合随孔序的增加而逐渐减少的灌浆规律。

表 4 帷幕灌浆各次序单位注入量占比

| 灌浆次序 | 灌浆段长 (m) | 注入量 (kg)  | 单位注入量 (kg/m) | 各次序孔单位注入比 (%) |
|------|----------|-----------|--------------|---------------|
| I    | 2 025. 7 | 683 939   | 337. 63      | 100           |
| II   | 1 873. 2 | 191 832   | 102. 41      | 30. 33        |
| III  | 3 960. 7 | 197 195   | 49. 79       | 14. 75        |
| 合计   | 7 859. 6 | 1 072 965 | 136. 52      |               |

4 施工质量检查

4. 1 固结灌浆质量检查

根据《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》规定,大坝坝基固结灌浆质量检查以压水试验为主,检查孔数量按灌浆孔总数的 5% 确定。本工程固结灌浆完成 7 d 后的检查孔压水试验成果表明:合格段数大于规范规定的 85%,不合格段最大透水率小于设计规定值 3.0 Lu 的 150%。据此,固结灌浆 4 个单元工程质量均评定合格。固结灌浆检查孔压水试验结果见表 5。

本工程在河床段、左岸段、右岸段固结灌浆完工 60 d 后进行了声波检测(表 6)。固结灌浆区域 1 - 1、2 - 2、3 - 3 剖面较未固结灌浆区域 0 - 0 剖面的波速分别提高 10%、5%、15%。鉴于右岸坝肩下游侧 2 - 2 剖面的波速仅提高 5%,低于设计要求,综合各种因素后,对右岸山体段(断层、层间剪碎带密集区)进行了加强固结灌浆。

表 5 固结灌浆检查孔压水试验结果统计

| 单元    | 孔数 | 平均透水率<br>(Lu) | 透水率频率( 区间段数/频率) |       |       |         |       |       |       | 最大透水率<br>(Lu) |
|-------|----|---------------|-----------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------------|
|       |    |               | 总段数             | < 1Lu |       | 1 ~ 3Lu |       | > 3Lu |       |               |
|       |    |               |                 | 段数    | 占比(%) | 段数      | 占比(%) | 段数    | 占比(%) |               |
| 河床段   | 10 | 1.6           | 10              | 2     | 20.0  | 7       | 70.0  | 1     | 10.0  | 3.9           |
| 左岸段   | 9  | 1.4           | 9               | 5     | 55.6  | 3       | 33.3  | 1     | 11.1  | 3.6           |
| 右岸段   | 11 | 0.8           | 22              | 16    | 72.7  | 6       | 27.3  | 0     | 0.0   | 2.4           |
| 右岸山体段 | 2  | 0.9           | 17              | 10    | 59.0  | 7       | 41.0  | 0     | 0.0   | 2.2           |

表 6 声波测试结果汇总

| 剖面编号  | 0 - 0     | 1 - 1     | 2 - 2     | 3 - 3     |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 位置    | 右坝肩下游侧    | 右坝肩下游侧    | 右坝肩下游侧    | 左坝肩下游侧    |
| 工况    | 未灌浆       | 已灌浆       | 已灌浆       | 已灌浆       |
| 高程(m) | 486 ~ 500 | 475 ~ 489 | 428 ~ 451 | 460 ~ 467 |
| 波速最大值 | 4 518     | 5 069     | 4 592     | 4 813     |
| 波速最小值 | 3 195     | 3 680     | 3 750     | 3 982     |
| 波速平均值 | 3 884     | 4 285     | 4 070     | 4 483     |

4.2 帷幕灌浆质量检查

根据《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》规定,帷幕灌浆质量检查,以检查孔压水试验成果为主,结合钻孔取岩芯资料、灌浆施工记录和测试成果等评定质量。本工程现场检查孔位偏差小于 10 cm、孔深不小于设计深度、孔底偏差(孔斜)满足规范规

定。每单元工程至少布置 1 个检查孔,检查孔各段透水率均小于设计值 3 Lu。坝体混凝土与基岩接触段透水率的合格率 100%、其余各段合格率不小于 90%、不合格段透水率不大于合格标准的 150% 且不集中分布时,帷幕灌浆质量可评定为合格;帷幕灌浆各单元工程质量均评定为合格,试验结果见表 7。

表 7 帷幕灌浆检查孔压水试验结果统计

| 单元   | 孔数 | 平均透水率<br>(Lu) | 透水率频率( 区间段数/频率) |       |       |         |       |       |       |
|------|----|---------------|-----------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|      |    |               | 总段数             | < 1Lu |       | 1 ~ 3Lu |       | > 3Lu |       |
|      |    |               |                 | 段数    | 占比(%) | 段数      | 占比(%) | 段数    | 占比(%) |
| 左平硐段 | 2  | 1.00          | 26              | 17    | 65    | 9       | 35    | /     | /     |
| 左支坝段 | 1  | 1.22          | 11              | 2     | 18    | 9       | 82    | /     | /     |
| 左坝段  | 2  | 0.76          | 25              | 18    | 72    | 7       | 28    | /     | /     |
| 廊道左段 | 1  | 0.70          | 15              | 13    | 87    | 2       | 13    | /     | /     |
| 廊道右段 | 1  | 1.13          | 14              | 9     | 64    | 5       | 36    | /     | /     |
| 右坝段  | 2  | 0.96          | 24              | 14    | 58    | 10      | 42    | /     | /     |
| 右平硐段 | 2  | 0.45          | 20              | 17    | 85    | 3       | 15    | /     | /     |

5 水库运行监测

根据《混凝土拱坝设计规范》规定,玄庙观水库大坝运行中对坝基的主要安全监测项目有上(下)游水库、降雨量、气温、裂缝、位移、扬压力、基础渗流量、绕坝渗流等参数。对与灌浆施工质量有关联的监测项目,采取特征值统计法和比较法,分析其变化趋势和规律,认为灌浆工程效果明显、质量可靠,满足设计及规范要求。

5.1 大坝位移观测

本工程大坝水平、垂直位移监测点分别布置在坝顶及两岸坝肩。位移观测资料显示,大坝和坝肩山体位移受温度应力及库内水压力共同作用的影响,温度变化对大坝变形的影响明显,水位变化对大坝变形的影响相对较小,符合位移变化规律,且无异常变化。同一测点水平位移历年变化过程相似,且年变化量在年际间基本相同;大坝不同部位水平位移年变幅不同,拱冠处水平位移年变幅最大(23.28 mm),两端水平位移年变幅最小(<5.00 mm);大坝水平位移时效变量较小,拱冠处累计向下游位移 14.55 mm,左坝端推力墩最大时效变量向上游位移 1.89 mm。大坝垂直位移基本趋于稳定,垂直位移与水位变化

的关系不明显,与环境温度呈相关性,气温上升时坝体膨胀阶段测点上升,气温下降时坝体收缩阶段测点沉降。大坝位移年变化量见表 8 和表 9。

5.2 大坝基础渗水量观测

基础渗流量大小是帷幕防渗效果最直接的表现。观测表明(表 10),基础渗流量变化与库水位基本呈对应关系。从历年的变化过程看,在最高库水位或同等库水位情况下,基础渗流量明显呈逐年减小趋势,表明帷幕未发生水力侵蚀破坏,控制渗流的效果明显、持久、可靠。分析认为灌浆时无法注入水泥浆液的基岩细微缝隙,因长期渗流被附着的碳酸钙镁阻塞,渗流量减小。

5.3 大坝基础扬压力观测

水库蓄水运行 14 年来,扬压力变化与库水位呈相关性(过程略滞后于水位的变化),扬压力随库水位上升而增大,观测点越靠近帷幕线扬压力越大,符合扬压力变化规律且无异常变化。基础扬压力观测结果统计见表 11。除灌浆廊道内拱坝中心线处(扬 2)自 2010 年 4 月后呈增大趋势外,其余各观测点扬压力均无增大趋势,扬压力折减系数  $\alpha$  基本稳定。2017 年 7 月 30 日观测结果显示,左岸坝趾和右岸坝趾对应的折减系数  $\alpha$  分别为 0.082 和 0.095,远远低

于《混凝土拱坝设计规范》规定的计算扬压力时采用的折减系数 0.25,呈增大趋势的扬 2 点折减系数

0.146 仍然小于 0.25;说明扬压力在设计范围内,帷幕控制坝基面渗透压力的作用明显、可靠。

表 8 大坝水平位移年变化量统计

(mm)

| 年份        | 左坝端<br>(左 1) | 右坝端<br>(右 1) | 左 1/4 拱<br>(左 2) | 右 1/4 拱<br>(右 2) | 拱冠     | 左岸<br>推力墩 | 右岸<br>山体探坑 | 左坝肩   |
|-----------|--------------|--------------|------------------|------------------|--------|-----------|------------|-------|
| 2005      | +0.40        | -3.22        | +5.00            | +7.33            | +15.82 | -1.93     | -0.97      | -4.10 |
| 2006      | -0.83        | -0.23        | -3.45            | -5.98            | -3.16  | +0.42     | +1.55      | +1.33 |
| 2007      | -0.13        | -2.52        | +0.15            | +0.28            | +1.89  | -0.72     | -2.12      | -2.67 |
| 2008      | +4.62        | +5.92        | +5.75            | +8.25            | +7.54  | -0.22     | +0.56      | +3.69 |
| 2009      | -3.99        | -3.81        | -0.23            | -1.90            | +3.17  | -2.17     | -4.45      | -1.81 |
| 2010      | +1.00        | -1.43        | -4.18            | -4.93            | -7.27  | +2.71     | +5.09      | +3.82 |
| 2011      | -4.30        | -1.74        | -5.30            | -4.40            | -9.46  | -1.17     | -3.32      | -2.85 |
| 2012      | +4.92        | +3.07        | +8.03            | +9.86            | +13.30 | -0.18     | +1.30      | +0.52 |
| 2013      | -5.14        | -4.48        | -5.95            | -8.68            | -7.61  | -0.22     | -0.22      | +0.22 |
| 2014      | +5.52        | +4.11        | +3.82            | +5.45            | +3.61  | -1.43     | -0.65      | -3.06 |
| 2015      | -1.01        | +2.64        | -3.51            | -1.94            | +0.78  | +1.80     | -0.31      | +1.47 |
| 2016      | -0.47        | -0.21        | +1.12            | +2.57            | -2.95  | +1.50     | +2.29      | +2.83 |
| 2017      | +0.44        | -1.18        | -0.08            | -0.84            | -1.12  | -0.28     | +1.98      | +1.66 |
| 累计变化量(mm) | +1.03        | -3.08        | +1.17            | +5.07            | +14.54 | -1.89     | +0.73      | +1.05 |

注: + 表示向下游位移, - 表示向上游位移。

表 9 大坝垂直位移年变化量统计

(mm)

| 年份       | 左坝端<br>(左 1) | 右坝端<br>(右 1) | 左 1/4 拱<br>(左 2) | 右 1/4 拱<br>(右 2) | 拱冠 | 左岸<br>推力墩 | 右岸<br>山体探坑 | 左坝肩 |
|----------|--------------|--------------|------------------|------------------|----|-----------|------------|-----|
| 2005     | -1           | 4            | +1               | +3               | -5 | 0         | +14        | -2  |
| 2006     | -3           | -2           | -2               | -2               | -3 | -3        | +3         | -1  |
| 2007     | +3           | 0            | +2               | +1               | +6 | +2        | 0          | +2  |
| 2008     | +1           | +4           | +1               | +3               | -1 | +1        | +3         | 0   |
| 2009     | 0            | +1           | +1               | -1               | +2 | +1        | -4         | -3  |
| 2010     | 0            | -1           | 0                | -1               | +1 | 0         | +10        | -2  |
| 2011     | +2           | -1           | +1               | +1               | +2 | +1        | -14        | +5  |
| 2012     | -1           | -1           | 0                | -1               | -1 | -1        | +6         | -5  |
| 2013     | -1           | -2           | 0                | -2               | 0  | -1        | -3         | -1  |
| 2014     | +3           | +3           | 1                | +3               | +1 | +2        | +2         | +4  |
| 2015     | -1           | 0            | -1               | 0                | -1 | 0         | +1         | -6  |
| 2016     | +2           | +1           | +2               | +1               | +3 | +1        | -3         | +6  |
| 2017     | 0            | +1           | -1               | -1               | +1 | +1        | +6         | -4  |
| 总沉降量(mm) | +4           | +7           | +5               | +4               | +5 | +4        | +21        | -7  |

注: + 表示沉降, - 表示上升。

表 10 基础渗流量观测结果统计

| 年份   | 最大值        |        | 最小值        |        | 较差         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | 渗水量(L/min) | 库水位(m) | 渗水量(L/min) | 库水位(m) | 渗水量(L/min) | 库水位(m) |
| 2006 | 428.98     | 484.37 | 298.23     | 480.63 | 130.75     | 3.74   |
| 2007 | 427.61     | 488.24 | 242.27     | 479.32 | 185.34     | 8.92   |
| 2008 | 444.73     | 494.80 | 222.77     | 480.90 | 221.96     | 13.90  |
| 2009 | 430.97     | 494.33 | 192.91     | 481.08 | 238.06     | 13.25  |
| 2010 | 414.19     | 494.63 | 194.56     | 480.50 | 219.63     | 14.13  |
| 2011 | 334.47     | 494.08 | 179.49     | 481.55 | 154.98     | 12.53  |
| 2012 | 251.99     | 488.08 | 153.44     | 480.64 | 98.55      | 7.44   |
| 2013 | 240.95     | 489.61 | 125.15     | 483.50 | 115.80     | 6.11   |
| 2014 | 225.70     | 493.60 | 105.02     | 483.13 | 120.68     | 10.47  |
| 2015 | 215.21     | 493.74 | 131.21     | 486.68 | 84.00      | 7.06   |
| 2016 | 199.47     | 491.91 | 100.04     | 483.31 | 99.43      | 8.60   |
| 2017 | 196.28     | 494.09 | 96.49      | 483.93 | 99.79      | 10.16  |

表 11 基础扬压力观测结果统计

| 观测日期       | 灌浆廊道内左岸<br>(扬1) |          | 灌浆廊道内坝<br>中心线(扬2) |          | 灌浆廊道内右岸<br>(扬3) |          | 左岸坝趾<br>(扬4)   |          | 右岸坝趾<br>(扬5)   |          | 上下<br>游水位差<br>(m) | 库水位<br>(m) | 下游<br>水位<br>(m) |
|------------|-----------------|----------|-------------------|----------|-----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|-------------------|------------|-----------------|
|            | 压力表读数<br>(MPa)  | 折减<br>系数 | 压力表读数<br>(MPa)    | 折减<br>系数 | 压力表读数<br>(MPa)  | 折减<br>系数 | 压力表读数<br>(MPa) | 折减<br>系数 | 压力表读数<br>(MPa) | 折减<br>系数 |                   |            |                 |
| 2006.1.23  | 0.016           | 0.146    | 0.013             | 0.116    | 0.085           | 0.303    |                |          | 0.024          | 0.128    | 44.19             | 484.12     | 439.93          |
| 2007.6.25  | 0.021           | 0.147    | 0.018             | 0.120    | 0.061           | 0.232    | 0.007          | 0.083    | 0.024          | 0.121    | 47.82             | 487.64     | 439.82          |
| 2008.7.25  | 0.030           | 0.142    | 0.021             | 0.105    | 0.065           | 0.209    | 0.005          | 0.063    | 0.018          | 0.089    | 52.71             | 493.01     | 440.30          |
| 2009.12.22 | 0.021           | 0.126    | 0.009             | 0.085    | 0.071           | 0.220    | 0.005          | 0.065    | 0.022          | 0.099]   | 53.58             | 493.67     | 440.09          |
| 2010.8.4   | 0.020           | 0.121    | 0.013             | 0.090    | 0.068           | 0.211    | 0.008          | 0.068    | 0.018          | 0.089    | 54.10             | 494.3      | 440.20          |
| 2011.2.28  | 0.022           | 0.129    | 0.021             | 0.108    | 0.065           | 0.211    | 0.005          | 0.065    | 0.022          | 0.099    | 52.96             | 493.11     | 440.15          |
| 2012.2.17  | 0.015           | 0.124    | 0.015             | 0.103    | 0.061           | 0.220    |                |          | 0.016          | 0.094    | 48.42             | 488.68     | 440.26          |
| 2013.1.27  | 0.014           | 0.116    | 0.024             | 0.116    | 0.047           | 0.182    |                |          | 0.016          | 0.089    | 50.90             | 491.16     | 440.26          |
| 2014.9.9   | 0.015           | 0.116    | 0.034             | 0.132    | 0.050           | 0.181    | 0.012          | 0.079    | 0.015          | 0.087    | 53.89             | 493.92     | 440.03          |
| 2015.7.25  | 0.020           | 0.125    | 0.040             | 0.144    | 0.052           | 0.186    | 0.014          | 0.083    | 0.020          | 0.096    | 53.71             | 493.74     | 440.03          |
| 2016.8.9   | 0.015           | 0.113    | 0.035             | 0.132    | 0.052           | 0.184    | 0.017          | 0.086    | 0.017          | 0.087    | 52.58             | 492.88     | 440.30          |
| 2017.7.30  | 0.012           | 0.109    | 0.042             | 0.146    | 0.056           | 0.191    | 0.014          | 0.082    | 0.020          | 0.095    | 54.39             | 494.41     | 440.02          |

注:已计入各压力表安装高程;扬1、扬2、扬3在坝内离帷幕线近,扬4、扬5在坝外离帷幕线远。

5.4 两岸绕渗观测

两岸山体绕渗观测孔的地下水位变化与库水位、降雨量呈相关性,库水位上升或降雨量较大时地下水位上涨,库水位下降或不下雨时,地下水位下降。各观测孔的水位变化幅度与该点离临空面及帷幕线远近呈相关性,绕渗观测结果统计见表 12。连续 12 年观测数据显示这种相关性无明显变化,说明帷幕防渗性能稳定。

在非连续降雨期,地下水位由低至高排序依次为 R. S10、R. S3、R. S1、R. S14、R. S12;其中,R. S1、R. S3、R. S14 与库水位的相关性最明显。

在连续降雨期,R. S1、R. S14 受雨水影响较大,地下水位由低至高排序依次为 R. S10、R. S3、R. S12、R. S14、R. S1,在连续的强降雨时段,右岸 R. S1、左岸 R. S14 孔内水位高于库水位,表明该孔与山体地表渗水裂隙相通。

表 12 绕渗观测结果统计

| 观测日期        | 地下水位（m）  |          |          |          |          | 库水位<br>（m） | 降雨<br>（mm） |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|------------|
|             | 右岸山体     |          | 左岸山体     |          |          |            |            |
|             | R. S1    | R. S3    | R. S10   | R. S12   | R. S14   |            |            |
| 2006. 7. 7  | 475. 690 | 460. 720 | 452. 127 | 480. 409 | 479. 600 | 485. 22    | 2          |
| 2007. 7. 21 | 492. 046 | 466. 453 | 453. 667 | 482. 169 | 484. 910 | 488. 36    | 109. 5     |
| 2008. 7. 24 | 492. 756 | 467. 433 | 453. 477 | 482. 449 | 484. 040 | 492. 18    | 126. 5     |
| 2009. 7. 15 | 479. 926 | 461. 653 | 451. 047 | 479. 529 | 476. 160 | 481. 42    | 8. 3       |
| 2010. 7. 22 | 491. 616 | 467. 243 | 452. 557 | 482. 109 | 482. 080 | 488. 63    | 118. 7     |
| 2011. 7. 6  | 478. 006 | 462. 813 | 451. 067 | 481. 339 | 477. 650 | 482. 82    | 4. 6       |
| 2012. 7. 20 | 478. 630 | 464. 970 | 451. 540 | 481. 280 | 479. 950 | 485. 71    | 4. 9       |
| 2013. 7. 19 | 487. 086 | 464. 533 | 452. 147 | 481. 239 | 479. 550 | 486. 17    | 113. 3     |
| 2014. 7. 21 | 478. 106 | 465. 893 | 451. 707 | 481. 329 | 480. 280 | 486. 39    | 18. 2      |
| 2015. 7. 25 | 488. 556 | 473. 173 | 452. 977 | 482. 889 | 485. 650 | 493. 74    | 37. 9      |
| 2016. 7. 7  | 479. 086 | 469. 123 | 452. 667 | 481. 399 | 481. 760 | 488. 61    | 47. 7      |
| 2017. 7. 31 | 484. 306 | 473. 403 | 452. 707 | 482. 889 | 485. 370 | 494. 46    | 0. 0       |

6 结语

为了控制坝基面渗透压力、渗流量,提高坝基整体性、抗滑稳定性,必须进行大坝基础处理,水泥灌浆是基础处理的重要措施之一。坝基灌浆属隐蔽工程,施工条件复杂,质量受多种因素影响,既是施工过程中质量控制的重点,也是后期监测的重要项目。

玄庙观水库大坝坝基灌浆工程严格按施工技术规范规定施工,做到每项质量指标符合规范要求,由近 14 年的大坝运行监测资料分析显示,坝体稳定、坝基防渗效果明显、持久,灌浆效果满足《混凝土拱坝设计规范》要求,实现了灌浆工程目标。

( 收稿日期:2018 - 07 - 20)

( 上接第 18 页)

效控制出渣时间。一般情况下,渣料( 爆破后的散方) 数量为在原有计算洞室体积的基础上乘以系数 K 计算散方数( 散放数根据爆破后的块度决定: 块度直径 1. 0 ~ 1. 5 m 时,  $K = 1. 03 \sim 1. 10$ ; 块度直径最大为 1. 0 ~ 1. 5 m 时,  $K = 1. 2 \sim 1. 3$ ; 块度直径为 0. 6 ~ 0. 7 m 时,  $K = 1. 40 \sim 1. 65$ ; 块度直径在 0. 2 m 以下时,  $K = 1. 60 \sim 1. 85$ ; 爆破设计一般会让块度达到装车需要,基本在 1. 0 ~ 1. 5 m, 系数 K 选择 1. 3 或 1. 4 较为合适)。出渣渣车一般需要选择 4 辆以上同时进行,具体自卸汽车数量根据运距予以调整,满足现场侧翻式装载机不间断作业为合适。

2. 5 强化检查验收

施工过程中强化对单次循环过程的验收,即对钻孔、装药、起爆后的掌子面分别检查验收,重点包括洞内清洁有无杂物、是否残存爆破器材、爆渣和金属物、洞顶洞壁有无浮石、支护地段稳固程度、洞内

有无积水、渗漏时药室洞内是否设防水棚和排水沟、药室容积是否不小于设计要求、中心坐标误差是否在  $\pm 30$  cm 范围内、洞内杂散电流是否不大于 30 MA 几个方面进行检查; 同时,严格控制施工过程,并注意地质编录( 一般情况开挖进尺达 30 m 时编录 1 次,具体情况根据实际情况做适当调整)。

3 结语

通过结合具体案例及实际经验,分析了目前洞室爆破施工现状,根据实际存在问题,系统性提出了相应的对策与方案,并对各环节中的注意事项进行了说明,为提高洞室爆破施工效率、保障洞室爆破安全和质量、控制爆破成本起到了指导作用,对相似工程有一定的借鉴意义; 同时,作为施工的总结,也利于总结经验,发现不足,为以后的工作起到积极的作用。

( 收稿日期:2018 - 05 - 04)

## 水生态环境

## 洪湖水生植物现状调查与演替分析

李岚晶<sup>1</sup> 封 瑛<sup>2</sup>

(1. 曼尼托巴大学生命科学系 加拿大 曼尼托巴;

2. 湖北大学资源环境学院 武汉 430062)

**摘 要** 为了探究水生植物群落现状,2017年7月在洪湖设15个断面、61个采样点进行调查。结果表明,洪湖主要水生植物有18科22属31种,沉水植物组成了7个群丛48个群落,覆盖了洪湖49.14%的面积。20世纪60年代,洪湖主要优势沉水植物是耐污能力差、饵料价值高的竹叶眼子菜、苦草和黑藻,表明洪湖水质清洁、鱼类饵料丰富、生态系统优良;80年代耐污能力强的微齿眼子菜、菹草和金鱼藻占优势,90年代一直维持着这个格局,表明1980~2000年洪湖水质比较差。本次调查显示,虽然优势沉水植物还是耐污能力比较强的菹草和篦齿眼子菜,但苦草和竹叶眼子菜又重回优势种位置,表明洪湖局部地区水质开始好转,生态健康程度有所回升。为提高生态系统稳定性,建议进一步取缔围网、绞草、拖螺等人为干扰,同时改善入湖水质,增加水体透明度,促进水生植物的恢复。

**关键词** 水生植物;现状;演替;洪湖

湖泊具有调节河川径流、发展灌溉、提供工业和饮用的水源、繁衍水生生物、沟通航运、改善区域生态环境等多种功能,在国民经济的发展中发挥着重要作用的同时,湖泊本身对全球变化响应敏感,具有调节区域气候、记录区域环境变化、维持区域生态系统平衡和保持生物多样性的特殊功能<sup>[1]</sup>。自20世纪50年代以来,湖泊在自然和人为活动双重胁迫的共同作用下,其功能发生了剧烈的变化,总体趋势是湖泊面积的萎缩乃至消失,贮水量相应骤减,湖泊水质不断恶化,生态系统严重退化,给区域经济和社会可持续发展带来严重威胁。20世纪80年代,洪湖水质保持在Ⅱ~Ⅲ类水平,湖泊水生植物繁茂,湖水清澈见底。随着围网养殖面积的恣意扩大,大量消耗水生植物,从而造成水生植被的消失,降低了湖泊的自净能力,损害了湖泊生态系统前置库的生态服务功能。2000年湖泊围网养殖面积占湖泊面积的30%左右,之后超过50%,洪湖的水生植被遭受严重破坏,水质已呈现恶化趋势,湖泊营养水平不断升

高,处于富营养化的边缘,蓝藻水华开始出现<sup>[2]</sup>。

水生植物在生长过程中会吸收水体中的氮、磷等营养物质,因此针对富营养化的湖泊和湿地,可采用每年有计划地收割沉水植物的方式转移水体中过量的营养物质,对缓解水体富营养化起到积极作用<sup>[3]</sup>。沉水植物可以净化水质,其吸收水中磷、氮物质的速率大大优于水藻类植物,使得水藻植物不能吸收足够的磷、氮物质,而停止生长<sup>[4]</sup>。沉水植物具有高效的生态修复功能,对于富营养化水体修复、改善水体生态与质量等方面有巨大的价值<sup>[5]</sup>;水生植物可以增加生物多样性。水生植物群落为水鸟、昆虫和其他野生动物提供食物来源和栖居场所;此外,水生植物具有很强的景观价值功能。

尽管洪湖为“千湖之省”湖北省最大的湖泊,但其水生植物长期以来并没有引起重视<sup>[6]</sup>。王飞等<sup>[7]</sup>从结构和功能方面论述了洪湖湿地生态系统的演替趋势,并提出其管理对策;李伟等<sup>[8-10]</sup>对主要沉水植物群落进行了定量分析;之后,很多学者采样不同的

分析方法进行了探索性的应用研究<sup>[11-14]</sup>。本研究以洪湖夏季水生植物的种类、群落、调查为基础,分析其组成及分布面积、群落演替以及其生态意义,从而为洪湖及江汉湖群生态环境保护和生态恢复提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 区域概况

洪湖位于湖北省的中南部,是中国第七大淡水湖、湖北省第一大湖泊。洪湖为长江和汉江支流东荆河之间的大型浅水洼地壅塞湖,横跨荆州市洪湖市和监利县,是整个四湖(长湖、三湖、白露湖、洪湖)水系的水量调蓄湖泊和通江出入口。据 2012 年实地测量,洪湖水域(扣除内垸)东西最大长度 23.4 km,南北最大宽度 20.8 km,岸线长 108.4 km。洪湖平面形态略呈三角形,分别为螺山干渠、四湖总干渠及与长江平行的湖岸为三边。洪湖湖岸平直,湖盆呈浅碟形,湖底平坦。根据荆州市水文局提供的数据,2015 年洪湖正常水位为 24.5 m,平均水深 1.16 m,丰水期水深 2.32 m,枯水期水深 0.76 m,平水期水深 1.3 m,最大水位变幅为 1.56 m。湖底高程为 23.38 m,底质以泥沙为主,平均泥深为 0.93 m。洪湖承雨面积为 5 980 km<sup>2</sup>,平均入湖流量为 100 m<sup>3</sup>/s,年最大流量为 566 m<sup>3</sup>/s,平均径流量 31.53 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,多年平均入湖水量 20.28 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,洪湖调蓄容量为 5.424 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup><sup>[15]</sup>。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 采样点布置

根据洪湖湖泊外形,采用断面法进行调查和采集植物,调查和采样过程中用 GPS 进行定位,并记录采样点坐标,根据采样点获取的植物种类信息和采样途中目视范围内的植被分布,对植物群落进行标注,为后期绘制植物分布图提供线索和依据。全湖共设 15 个断面、61 个采样点,采样点和采样断面分布如图 1。

#### 1.2.2 种类调查

由于是进行群落分析,调查只在采样点进行,并未涵盖全湖。采集样方面积为 1 m<sup>2</sup> 左右,样方内的全部植物连根夹起,及时冲洗干净,分出种类,再称其湿重。对采集的标本进行编号,初步进行现场鉴定,有疑问的带回实验室参考文献进行鉴定<sup>[16]</sup>。

#### 1.2.3 植被分布面积与覆盖率计算

根据采样过程中采集的植物分布信息、实地绘制的简易植物分布图以及采样点的地理坐标,利用地理信息系统(GIS)软件求算各群丛的分布面积。在 GIS 软件 ARC/INFO 的支持下进行调查点位及丛群边界线条绘制,并进行拓扑关系建立,求算各丛群类型的实际分布面积及湖泊总植被面积,其中由于洪湖周围存在未拔起的围网残桩,采样船只难以进入,尤其是洪湖西北区域和靠近螺山干渠的洪湖南部,最后将总植被面积除以该湖泊总面积得到全湖沉水植被覆盖率。

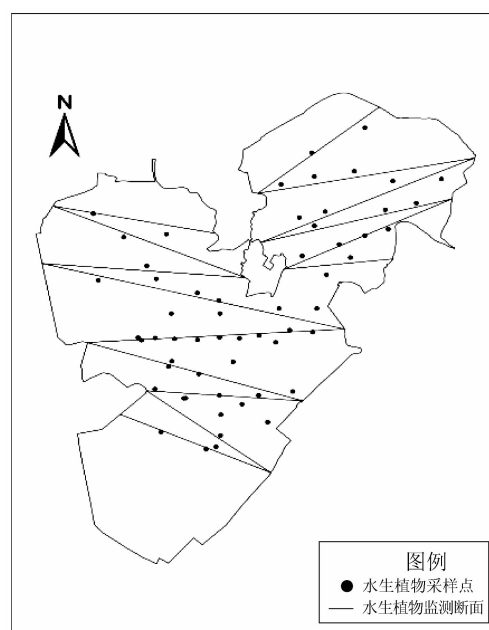


图 1 水生植物监测断面及监测点分布

## 2 结果

### 2.1 水生植物种类

2017 年 7 月的调查发现,21 个采样点共发现 18 科 22 属 31 种水生植物(表 1)。其中,菹草、篦齿眼子菜、狐尾藻、微齿眼子菜(黄丝草)、金鱼藻、苦草、竹叶眼子菜和黑藻最为常见。

主要沉水植物群落包括金鱼藻、五刺金鱼藻、黑藻、苦草、水车前、穗花狐尾藻、轮叶狐尾藻、菹草、光叶眼子菜、微齿眼子菜、竹叶眼子菜、篦齿眼子菜和小眼子菜。

由于洪湖是浅水湖泊,沉水植物分布区伴生着挺水植物和浮叶植物,常见的有凤眼莲、浮萍、槐叶萍、水绵、水鳖,挺水植物包括菖蒲、菰、芦苇、莲、睡莲、菱、水芹、莲子草和香蒲。

2.2 沉水植物群落

根据植被分类原则,调查显示洪湖沉水植被共包含 7 个群丛 48 个群落。群丛为菹草群丛(1 个群落)、竹叶眼子菜群丛(3 个群落)、苦草群丛(16 个

群落)、黄丝草群丛(6 个群落)、狐尾藻群丛(3 个群落)、黑藻群丛(4 个群落)和篦齿眼子草群丛(15 个群落)。群落类型见表 2。

表 1 洪湖水生植物名录

| 科名    | 属名   | 序号 | 种名    | 拉丁名                                |
|-------|------|----|-------|------------------------------------|
| 金鱼藻科  | 金鱼藻属 | 1  | 金鱼藻   | <i>Ceratophyllum demersum</i>      |
|       |      | 2  | 五刺金鱼藻 | <i>C. oryzetorum</i>               |
| 水鳖科   | 黑藻属  | 3  | 黑藻    | <i>Hydrilla verticillata</i>       |
|       | 苦草属  | 4  | 苦草    | <i>Vallisneria natans</i>          |
|       | 水车前属 | 5  | 水车前   | <i>Ottelia alismoides</i>          |
| 睡莲科   | 荇菜属  | 6  | 荇菜    | <i>Nymphoides peltata</i>          |
|       |      | 7  | 金银莲花  | <i>Nymphoides indica</i>           |
| 小二仙草科 | 狐尾藻属 | 8  | 穗花狐尾藻 | <i>Myriophyllum spicatum</i>       |
|       |      | 9  | 轮叶狐尾藻 | <i>M. verticillatum</i>            |
| 眼子菜科  | 眼子菜属 | 10 | 菹草    | <i>Potamogeton cristatus</i>       |
|       |      | 11 | 光叶眼子菜 | <i>P. lucens</i>                   |
|       |      | 12 | 微齿眼子菜 | <i>P. maackianus</i>               |
|       |      | 13 | 竹叶眼子菜 | <i>P. malaianus</i>                |
|       |      | 14 | 篦齿眼子菜 | <i>P. pectinatus</i>               |
| 茨藻科   | 茨藻属  | 15 | 小眼子菜  | <i>P. pusillus</i>                 |
|       |      | 16 | 小茨藻   | <i>Najas minor</i>                 |
|       |      | 17 | 大茨藻   | <i>N. marina</i>                   |
| 雨久花科  | 凤眼莲属 | 1  | 凤眼莲   | <i>Eichhornia crassipes</i>        |
| 菖蒲科   | 菖蒲属  | 2  | 菖蒲    | <i>Acorus calamus</i>              |
| 浮萍科   | 浮萍属  | 3  | 浮萍    | <i>Lemna minor</i>                 |
| 禾本科   | 菰属   | 4  | 菰     | <i>Zizania caduciflora</i>         |
|       | 芦苇属  | 5  | 芦苇    | <i>Phragmites communis</i>         |
| 槐叶萍科  | 槐叶萍属 | 6  | 槐叶萍   | <i>salvinia natans</i>             |
| 莲科    | 莲属   | 7  | 莲     | <i>Nelumbo nucifera</i>            |
|       | 睡莲属  | 8  | 睡莲    | <i>Nymphaea tetragona</i>          |
| 菱科    | 菱属   | 9  | 野菱    | <i>Trapa incisa</i>                |
| 伞形科   | 水芹属  | 10 | 水芹    | <i>Oenanthe javanica</i>           |
| 双星藻科  | 水绵属  | 11 | 水绵    | <i>Spirogyra communis</i>          |
| 苋科    | 莲子草属 | 12 | 莲子草   | <i>Alternanthera philoxeroides</i> |
| 水鳖科   | 水鳖属  | 13 | 水鳖    | <i>Hydrocharis dubia</i>           |
| 香蒲科   | 香蒲属  | 14 | 香蒲    | <i>Typha orientalis</i>            |

表 2 洪湖 2017 年夏初沉水植物群落类型

| 群丛 |         | 群落 |                             |                      |
|----|---------|----|-----------------------------|----------------------|
| 序号 | 名称      | 序号 | 名称                          | 面积(hm <sup>2</sup> ) |
| 1  | 菹草群丛    | 1  | 菹草 + 金鱼                     | 273.42               |
| 2  | 竹叶眼子菜群丛 | 2  | 竹叶眼子菜 + 黄丝草 + 狐尾 + 菹草       | 1 133.66             |
|    |         | 3  | 竹叶眼子菜 + 狐尾藻 + 菹草            | 64.06                |
|    |         | 4  | 竹叶眼子菜 + 狐尾藻                 | 3.94                 |
|    |         | 5  | 苦草 + 菹草 + 金鱼藻               | 167.66               |
| 3  | 苦草群丛    | 6  | 苦草 + 菹草                     | 1 167.6              |
|    |         | 7  | 苦草 + 金鱼藻                    | 186.41               |
|    |         | 8  | 苦草 + 黄丝草 + 菹草 + 金鱼藻         | 3                    |
|    |         | 9  | 苦草 + 黄丝草 + 菹草               | 47.23                |
|    |         | 10 | 苦草 + 黄丝草 + 狐尾藻 + 菹草         | 216.87               |
|    |         | 11 | 苦草 + 狐尾藻                    | 5.05                 |
|    |         | 12 | 苦草 + 狐尾藻 + 菹草               | 392.3                |
|    |         | 13 | 苦草 + 黑藻 + 黄丝草 + 狐尾藻 + 菹草    | 0.02                 |
|    |         | 14 | 苦草 + 黑藻 + 狐尾藻 + 菹草          | 14.4                 |
|    |         | 15 | 苦草 + 黑藻 + 狐尾藻               | 24.32                |
|    |         | 16 | 苦草 + 黑藻                     | 3.16                 |
|    |         | 17 | 苦草 + 篦齿眼子草 + 菹草 + 金鱼藻       | 180.53               |
|    |         | 18 | 苦草 + 篦齿眼子草 + 菹草             | 80.99                |
|    |         | 19 | 苦草 + 篦齿眼子草 + 金鱼藻            | 60.43                |
|    |         | 20 | 苦草 + 篦齿眼子草 + 黄丝草 + 菹草 + 金鱼藻 | 93.74                |
| 4  | 黄丝草群丛   | 21 | 黄丝草 + 菹草                    | 211.58               |
|    |         | 22 | 黄丝草 + 金鱼藻                   | 7.14                 |
|    |         | 23 | 黄丝草 + 狐尾藻                   | 130.95               |
|    |         | 24 | 黄丝草 + 菹草 + 金鱼藻              | 69.05                |
|    |         | 25 | 黄丝草 + 狐尾藻 + 菹草              | 898.76               |
|    |         | 26 | 黄丝草 + 狐尾藻 + 金鱼藻             | 51.52                |
|    |         | 27 | 狐尾藻 + 菹草 + 金鱼藻              | 33.74                |
| 5  | 狐尾藻群丛   | 28 | 狐尾藻 + 菹草                    | 645.01               |
|    |         | 29 | 狐尾藻 + 金鱼藻                   | 383.79               |
|    |         | 30 | 黑藻 + 黄丝草 + 狐尾藻 + 菹草         | 55.09                |
| 6  | 黑藻群丛    | 31 | 黑藻 + 黄丝草 + 狐尾藻              | 7.7                  |
|    |         | 32 | 黑藻 + 狐尾藻 + 菹草               | 8.17                 |
|    |         | 33 | 黑藻 + 狐尾藻                    | 65.82                |
|    |         | 34 | 篦齿眼子草 + 菹草 + 金鱼藻            | 857.98               |

续上表

| 群丛 |         | 群落 |                         |                      |
|----|---------|----|-------------------------|----------------------|
| 序号 | 名称      | 序号 | 名称                      | 面积(hm <sup>2</sup> ) |
| 7  | 篦齿眼子草群丛 | 35 | 篦齿眼子草 + 菹草              | 3 955.32             |
|    |         | 36 | 篦齿眼子草 + 金鱼藻             | 281.27               |
|    |         | 37 | 篦齿眼子草 + 黄丝草             | 108.08               |
|    |         | 38 | 篦齿眼子草 + 黄丝草 + 菹草 + 金鱼藻  | 150.51               |
|    |         | 39 | 篦齿眼子草 + 黄丝草 + 菹草        | 81.11                |
|    |         | 40 | 篦齿眼子草 + 黄丝草 + 金鱼藻       | 13.35                |
|    |         | 41 | 篦齿眼子草 + 黄丝草 + 狐尾藻 + 菹草  | 27.77                |
|    |         | 42 | 篦齿眼子草 + 黄丝草 + 狐尾藻 + 金鱼藻 | 16.46                |
|    |         | 43 | 篦齿眼子草 + 狐尾藻 + 菹草        | 8.53                 |
|    |         | 44 | 篦齿眼子草 + 狐尾藻 + 金鱼藻       | 24.55                |
|    |         | 45 | 篦齿眼子草 + 狐尾藻             | 1.77                 |
|    |         | 46 | 篦齿眼子草 + 黑藻 + 狐尾藻 + 菹草   | 1.49                 |
|    |         | 47 | 篦齿眼子草 + 黑藻 + 狐尾藻        | 27.89                |
|    |         | 48 | 篦齿眼子草 + 黑藻              | 91.17                |

2.3 沉水植被面积及分布

调查结果显示,2017 年夏季洪湖分布的沉水植物主要有菹草、篦齿眼子菜、狐尾藻、黄丝草、金鱼藻、苦草、竹叶眼子菜和黑藻共计 8 类。全湖沉水植物覆盖面积约为 171.13 km<sup>2</sup>,占全湖面积的 49.14%。

该时期分布面积最广的沉水植物为菹草,达 132.34 km<sup>2</sup>,占全湖面积的 38.03%,夏季菹草生长旺盛,几乎遍布湖面大部分地区;其次为篦齿眼子菜,分布面积为 70.93 km<sup>2</sup>,蓝田、湖心 A、排水闸、杨柴湖、小港和湖心 B 周围都有分布,分布面积占全湖面积 20.38%。由于夏季菹草和篦齿眼子菜生长旺盛,且两种植物植株较长,在湖面上有大片的水草漂浮。狐尾藻分布面积约为 45.03 km<sup>2</sup>,其主要分布在排水闸和杨柴湖附近,分布面积占全湖面积的 12.94%。黄丝草、苦草和金鱼藻分布面积大致相近,分别为 33.85 km<sup>2</sup>、29.60 km<sup>2</sup> 和 34.79 km<sup>2</sup>,分别占全湖面积的 9.73%、8.51% 和 10.00%。黄丝草主要分布在两片区域,一片区域在桐梓湖、杨柴湖附近,另一片在湖心 B、小港附近。苦草主要分布在蓝田、桐梓湖附近,小港与杨柴湖也有少量分布。金鱼藻分布相对较为分散,在小港和排水闸附近有两较大的群落,面积分别为 17.89 km<sup>2</sup> 和 8.07 km<sup>2</sup>,在桐

梓湖和蓝田也有发现其群落的存在。竹叶眼子菜和黑藻分布面积相对较小,分布也较集中,竹叶眼子菜分布面积为 12.02 km<sup>2</sup>,分布面积占全湖面积的 3.45%,仅在桐梓湖和杨柴湖中间的位置有出现。黑藻分布面积为 3.91 km<sup>2</sup>,占全湖面积的 1.12%,仅在杨柴湖附近发现其存在。具体分布情况见图 2。

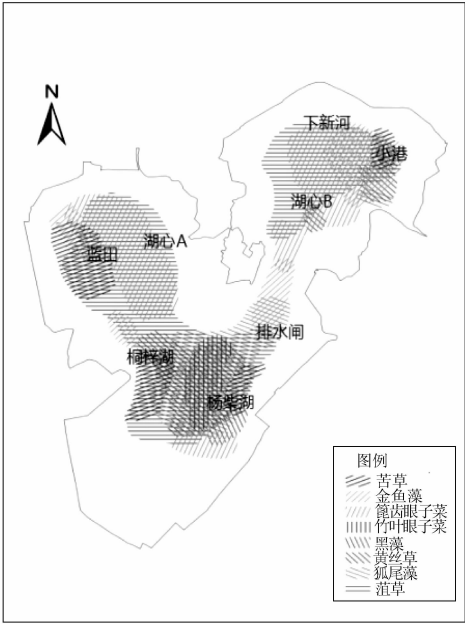


图 2 沉水植物群落分布情况 (2017 - 01 - 07)

### 3 讨论

#### 3.1 洪湖水生植物种类演化

近 40 年来,受湖泊水文、水质条件以及人类活动的影响,水生植被群落发生了明显的演替过程,主要表现为种类组成和优势种群结构的演变<sup>[17]</sup>。

20 世纪 60 年代初,洪湖面积为 600 km<sup>2</sup>,分布最广的水生植物是菱、竹叶眼子菜、苦草、黑藻,其次为穗花狐尾藻(聚草)、微齿眼子菜(黄丝草)、金鱼藻、菹齿眼子菜、菰、莲、芦苇、黄花狸藻和棕荇等。水生植被明显地分为湿生植被带、挺水植被带、浮叶植被带和沉水植被带,并以浮叶植被带面积为最大。主要的植物群落有 11 种,包括荇草群落、荇草 + 黑藻群落、菱 - 黄丝草群落、菱 - 竹叶眼子菜 + 聚草群落、菱 - 竹叶眼子菜 + 黄丝草群落、菱 - 聚草 + 黄丝草群落、黄丝草群落、莲群落、菰群落、芦苇 + 菰群落<sup>[18-19]</sup>。

20 世纪 80 年代初,洪湖面积约 355 km<sup>2</sup>,组成洪湖植被的优势种类是微齿眼子菜、穗花狐尾藻、菰、金鱼藻和黑藻,其次为莲、睡莲、轮藻、水鳖、竹叶眼子菜、大茨藻和菱,从频度上看,分布较广的水生植物为微齿眼子菜(92.75)、穗花狐尾藻(95.65)、黑藻(76.81)、金鱼藻(55.07)、菱(23.19)、菰(13.30)、轮

藻(7.25)、睡莲(5.80)、莲(3.30)、竹叶眼子菜(2.90)、苦草(2.90)、槐叶苹(2.90)、大茨藻(1.45)、小茨藻(1.45)、水鳖(1.45)、狸藻(1.45)。水生植被分布较为明显的只有挺水植被带和沉水植被带,20 世纪 60 年代初分布面积最大的浮叶植被带已不明显,湿生植被带基本消失。60 年代的主要优势种类菱、竹叶眼子菜、苦草、菹齿眼子菜、莲、菹草已大为减少,而微齿眼子菜和穗花狐尾藻则成为全湖的优势种。优势群落主要有 5 种,分别为聚草 - 金鱼藻群落、聚草 - 黄丝草群落、黄丝草群落、莲 + 菰群落、菰群落。与 20 世纪 60 年代相比,80 年代的优势群落总数减少了 5 个,只有黄丝草群落和菰群落是共同的优势群落,其余 4 种为新增优势群落<sup>[19]</sup>;至 90 年代初,微齿眼子菜和穗花狐尾藻是洪湖沉水植物中的绝对优势种并遍布全湖,其次为金鱼藻、黑藻、菹草、轮藻和光叶眼子菜。浮叶植物菱等的分布零散,未能形成大面积的群落。生物量也有所减少。优势群落增至 18 个,且大多数为新增的优势群落<sup>[20]</sup>。

本次调查结果显示,洪湖分布的优势沉水植物主要有菹草、菹齿眼子菜、狐尾藻、黄丝草、金鱼藻、苦草、竹叶眼子菜和黑藻 8 类,全湖沉水植物覆盖面积约为 171.13 km<sup>2</sup>,占全湖面积的 49.14%。

表 3 洪湖沉水植物优势种演变

| 优势种排序 | 60 年代 | 80 年代 | 90 年代 | 本次调查  |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第一优势种 | 竹叶眼子菜 | 微齿眼子菜 | 微齿眼子菜 | 菹草    |
| 第二优势种 | 苦草    | 菹草    | 菹草    | 菹齿眼子菜 |
| 第三优势种 | 黑藻    | 金鱼藻   | 金鱼藻   | 穗花狐尾藻 |
| 第四优势种 | 穗花狐尾藻 | 黑藻    | 黑藻    | 微齿眼子菜 |
| 第五优势种 | 微齿眼子菜 | 轮藻    | 轮藻    | 金鱼藻   |
| 优势种   | 金鱼藻   | 竹叶眼子菜 | 光叶眼子菜 | 苦草    |
| 优势种   | 菹齿眼子菜 | 大茨藻   |       | 竹叶眼子菜 |
| 优势种   | 黄花狸藻  |       |       | 黑藻    |

从表 3 的比对可以看出,20 世纪 60 年代耐污能力差、饵料价值高的竹叶眼子菜、苦草和黑藻是洪湖沉水植物的优势种群,表明当时洪湖水质清洁,鱼类饵料丰富、生态系统优良;80 年代,耐污能力强的微齿眼子菜、菹草和金鱼藻占据优势,90 年代一直维持着这个格局,表明 1980 ~ 2000 年期间洪湖水质比较差;本次调查表明,虽然最优势沉水植物还是耐污能力比较强的菹草和菹齿眼子菜,但苦草和竹叶眼子菜又重新回到优势中的位置,表明洪湖局部地区

水质开始好转,生态健康程度有所回升。

#### 3.2 水生植被演替

现代洪湖是明代开始形成的一个浅水河间洼地,经过几百年的自然演化和人类活动的影响,已初步向沼泽化发展。莲、菰和芦苇等群落植物的水上部分和水下的根状茎极为发达,其残体以及淤积的泥沙逐渐聚集起来,使湖泊基底不断抬高,而最终露出水面,土壤水分也随之减少,这就为湿生植物创造了条件,逐渐为禾本科、莎草科以及灯心草科的一些

喜湿植物所演替,形成了新的植被类型。芦苇和菰群落则向原浮水植物区域侵移,依次类推,原浮水植物群落向原沉水植物区域侵移;而原沉水植物群落则向原深水水域侵移,由于各水域内植物残体的积累与泥沙的堆积,年复一年,湖底不断抬高,由深水湖变为浅水湖,进而变为湖沼。由于环境条件的变化,加速了水生植物向沼生植物甚至湿生植物的演替过程,出现草甸、灌草丛和森林植被<sup>[21,22]</sup>。近40年来,洪湖水生植被在自然因素和人为因素的共同作用下,经历了3个不同的演替阶段<sup>[23]</sup>。

20世纪50年代江湖阻隔以前,洪湖植被以自然演替为主,植被类型分布主要受长江、汉水泛滥泥沙和水位大涨大落的影响,湿生植被占有明显的优势<sup>[7]</sup>。

50年代末江湖阻隔之后,水利建设和围湖垦殖使洪湖面积由阻隔前的600 km<sup>2</sup>左右减至80年代的355 km<sup>2</sup>,原有的湿生植物带和大部分挺水植物带被围垦,由于水位落差减少,而挺水植物带由浅水区向湖心扩展,至1987年达到顶峰,超过全湖面积的50%以上,这是洪湖植被演替的第二个阶段;另一方面,沉水植物微齿眼子菜等抗干扰能力弱而竞争力较强的物种在湖水运动显著减少、水位落差波动较小情况下快速扩展,使竹叶眼子菜和苦草等60年代以前的优势种退缩。在与挺水植物和沉水植物的竞争过程中,菱等竞争力较弱的浮叶植物处于劣势,进而使浮叶植物带为挺水植物和沉水植物带所演替<sup>[21]</sup>。

20世纪80年代中期以后,围湖圈养草食性鱼类快速发展,水生植被被开发利用的强度不断加大,至90年代基本形成了水生植物开发利用下的恢复性演替过程,其表现有两个特点:挺水植物菰群落的面积不断减少。虽然菰有发达的地下茎系统,能与水面叶片系统一起将氧气转输到地下高度厌氧环境以维持正常生理代谢,但大规模刈割菰叶饲养草食性鱼类,减少了地下部分的氧气供应;另一方面水从菰轴条断面进入维管系统,阻断了植物体内的交换过程,使得菰地下茎系统无法进行正常的生理活动而腐烂,从而导致菰群落大面积死亡。沉水植被的演替也是人为干扰作用的结果。由于微齿眼子菜和穗花狐尾藻皆主要依赖无性繁殖来实现种群的恢复、更新和扩展,但两者的繁殖策略迥然不同:微齿眼子菜主要依靠其匍匐茎和营养茎的生长扩展,而穗花狐尾藻主要靠丛生的茎的破碎及随后的飘流来实

现。因而,随着洪湖水产养殖业大规模开发<sup>[24]</sup>,对微齿眼子菜的压力越来越大,尤其是在绞草过程中使用铁耙,破坏了微齿眼子菜赖以生成的匍匐茎,造成对该群落毁灭性的破坏;而穗花狐尾藻则相反,养殖活动对其影响较小,甚至绞草过程中加速穗花狐尾藻的断裂还有助于其扩展,通过茎的破碎及随后的飘流迅速占据以前微齿眼子菜占据而现由于绞草而几乎成为裸地的区域。

从目前植被的现状看,洪湖水生植物正处于剧变阶段。2017年洪湖沉水植物分布范围有所增加,但其水生植物群落类型多,破碎化程度还较高。为加快洪湖生态修复,提高生态系统稳定性,应提高水体的透明度,增加水中光照强度。进一步取缔围网、绞草、拖螺等人为干扰,同时改善入湖水质,增加水体透明度,促进沉水植物的恢复;增加水位变幅,促进水生植物资源的合理利用,避免沼泽化重演。

#### 【参考文献】

- [1] 王志强,崔爱花,缪建群,等. 淡水湖泊生态系统退化驱动因子及修复技术研究进展[J]. 生态学报,2017,37(18):6253-6264.
- [2] 王学雷,蔡述明. 洪湖湿地自然保护区综合评价[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2006,40(2):279-281.
- [3] 李琳琳,汤祥明,高光,等. 沉水植物生态修复对西湖细菌多样性及群落结构的影响[J]. 湖泊科学,2013,25(2):188-198.
- [4] 王圣瑞,金相灿,赵海超,等. 沉水植物黑藻对上覆水中各形态磷浓度的影响[J]. 地球化学,2006,35(2):179-186.
- [5] 姚会文. 沉水植物的富营养水体修复研究[J]. 环境与发展,2017,29(7):198-200.
- [6] 杨凯,林开愚. 遥感技术在洪湖水生植物分布状况调查中的应用[J]. 武汉测绘学院学报,1983(1):1-13.
- [7] 王飞,谢其明. 洪湖湿地生态系统的演替趋势及管理对策[J]. 农村生态环境,1990(2):21-25.
- [8] 李伟,程玉. 洪湖主要沉水植物群落的定量分析 I. 微齿眼子菜群落[J]. 水生生物学报,1999(1):53-58.
- [9] 李伟,程玉. 洪湖主要沉水植物群落的定量分析 II. 微齿眼子菜+穗花狐尾藻+轮藻群落[J]. 水生生物学报,1999(3):240-244.
- [10] 程玉,李伟. 洪湖主要沉水植物群落的定量分析 IV. 穗花狐尾藻+微齿眼子菜+金鱼藻群落[J]. 水生生物学报,2000(3):257-262.
- [11] 王学雷,刘兴土,吴宜进. 洪湖水环境特征与湖泊湿地净化能力研究[J]. 武汉大学学报(理学版),2003(2):217-220.
- [12] 杜耘,陈萍,Kieko SATO,等. 何报寅. 洪湖水环境现状及主导因子分析[J]. 长江流域资源与环境,2005(4):481-485.
- [13] 厉恩华,刘贵华,李伟,等. 洪湖三种水生植物的分解速率及氮、磷动态[J]. 中国环境科学,2006(6):667-671.
- [14] 王学雷,厉恩华,余璟,等. 生态恢复前后洪湖水生植被景观各向异性动态变化研究[J]. 湿地科学,2010,8(2):105-109.

- [15] 李兆华,邓楚洲,张斌,等. 洪湖神态环境调查与评价[M]. 武汉:湖北科技出版社,2016.
- [16] 赵家荣,刘艳玲. 水生植物图鉴[M]. 武汉:华中科技大学出版社出版,2009.
- [17] 陈萍. 洪湖近1300年来的环境演变[D]. 武汉:中国科学院测量与地球物理研究所,2004.
- [18] 卢山,王圣海. 洪湖湖泊环境演变与湿地生态产业发展的思考[J]. 湿地科学与管理,2009,5(4):46-48.
- [19] 刘毅,任文彬,舒潼,等. 洪湖湖滨带植被现状以及近五十年的变化分析[J]. 长江流域资源与环境,2015(SI):38-45.
- [20] 姚书春,薛滨,夏威岚. 洪湖历史时期人类活动的湖泊沉积环境

响应[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(4):475-480.

- [21] 邓为中,李雪松,郑晨昀,等. 洪湖现状问题及对策研究[J]. 农村经济与科技,2016,27(19):60-61.
- [22] 卢碧林,严平川,田小海,等. 洪湖水体藻类藻相特征及其对生境的响应[J]. 生态学报,2012,32(3):680-689.
- [23] 朱明勇,王学雷,吴后建. 江湖关系演变对洪湖湿地的生态影响与对策[J]. 湿地科学与管理,2007,3(4):59-61.
- [24] 班璇,余成,魏珂,等. 围网养殖对洪湖水质的影响分析[J]. 环境科学与技术,2010,33(9):125-129.

(收稿日期:2018-07-25)

(上接第8页)

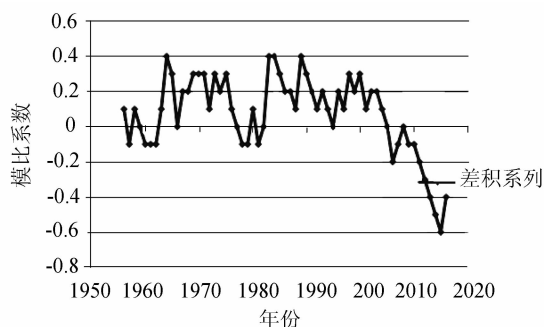


图3 宜昌市降水模比系数差积系列分析

由图4间距5年滑动过程线可以看出,1960~1969年为10年周期,1969~1978年为10年周期,1978~1988年为11年周期,1988~1995年为8年周期,1995~2005年为11年周期,2005~2015年为11年周期。宜昌市年降水量平均10年为一个长周期,一个长周期又分曲线上扬段、下降段两个5年短周期。

#### 4.4 降水量直线图分析降水变化趋势

在61年资料中,降水距平偏大的28年,偏小的33年。由图4中直线图可以看出,降水量呈逐年减少趋势,即每10年平均减少9 mm左右,但减少趋势不明显,61年资料无突变。

## 5 结论

(1)宜昌市年降水量在时间上分布不均,年际变化大,偏枯年份多于偏丰年份。年降水量呈周期性变化,平均10年为一个长周期,5年为一个短周期。

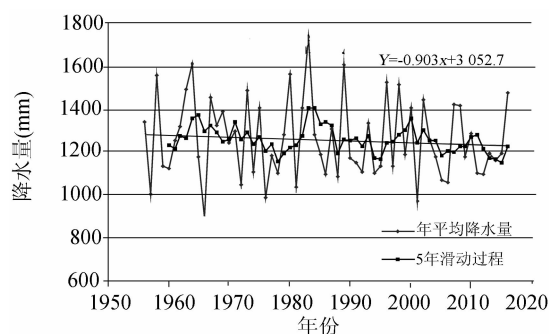


图4 间距5年滑动降水量过程分析

宜昌市年降水量有逐年减少的趋势( $-9 \text{ mm}/10 \text{ a}$ ),但趋势不明显。

(2)宜昌市年降水量在空间上分布不均,地区分布特点为南多北少,山区多,平原河谷小。总趋势是由南向北、自西向东递减。东部当阳、枝江一带、北部香溪河峡谷区域为降水低值区,西南部的五峰湾潭一带以及长阳堡子一带为降水高值区。

#### 【参考文献】

- [1] 中华人民共和国水利部. 水文站网规划技术导则(SL34-2013)[S].
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 水文情报预报规范(GB/T22482-2008)[S].
- [3] 湖北省水文水资源局. 湖北省水资源调查评价技术细则[S]. 2017.
- [4] 王双银,宋孝玉主编. 水资源评价[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008.

(收稿日期:2018-06-08)

## 水生态环境

## 城中湖发展的历史沿革与启示

周杰

(武汉市青山区水务局水政科 武汉 420100)

**摘要** 党的十九大胜利召开,昭示着城中湖发展保护步入新时代。这是一个统筹“五位一体”、注重生态文明的时代。从城市与城中湖发展关系着手,分析了4个不同阶段城中湖的历史沿革,总结了城中湖的形态演变,为构建新时代城湖关系,推进城中湖保护开发提供启鉴。

**关键词** 城中湖;历史沿革;生态文明

城中湖是城市的有机组成,见证了城市的发展进步,彰显了城市文明的兴替,因此,城中湖是城市发展的缩影,体现了城市发展历程、发展理念和发展成效。城中湖的存在形态与城市发展程度紧密相连,也与城市文明程度密不可分,城市文明的发展程度,一定程度上左右了城中湖的命运。鉴于城市发展认知的滞后,在历史长河中,数不清的城中湖成为城市发展的牺牲品,让城中湖这类宝贵资源日益萎缩、日益稀缺。从文明进程的视角回溯城中湖的历史沿革,对接城市文明理念主张,对正确处理城湖关系,推进城市与城中湖泊的生态健康发展意义重大。

城中湖的形成总体可分为四类:一是江河干流横向摆动形成的河渠湖;二是区域低洼积水形成的残积湖;三是地壳运动形成的构造湖;四是人类自然改造形成的人工湖。城中湖的历史沿革结合人类文明进程可分为以下4个阶段。

## 1 农耕文明的城湖共存

在历史的长河中,农耕文明跨越了数个世纪。这是一个人与自然和谐相处的时代,是自然生态吐露傲然风姿的时代。山水田园,浑然一体;自然风光,美不胜收。然而,落后的生产能力、薄弱的技术体系和有限的认知水平,注定这并不是最美的时代。面对自然灾害人们束手无策、疲于应对;面对自然瑰宝,人们望洋兴叹,不知所措。自然之美与暴力肆掠

携手同行,古代人民用勤劳智慧与自然斗智斗勇。这个时期的城市似乎是一个集散地,是行政、军事、商业的结合体,而城中湖过多地扮演着文人商贾的游胜场所,或是局部军事防御的天然掩体。城与湖相处共存,在各自的命运转轮里独自前行。

这个时期,城中湖与城市是一种相存的状态。所谓相存,即各自存在、联系不紧、交织有限。城或因水而兴,湖或因水而生。鉴于城市的规模以及城中湖体量有限,大型城中湖屈指可数,城与湖虽大多相伴却相容极少,双方联系并不紧密,彼此影响也算有限,人对湖的认知如同对山对水对花草的认知,规划理念尚未萌生,治理措施捉襟见肘,主动开发寥寥无几。面对湖水泛滥,往往退湖而居;面对丰沃岸线,置之阡陌,务农耕作,湖边往往是一派田园风光。湖为城提供了水源,提供了风光,提供了良田,提供了保护,这是湖对城有限的贡献。

然而,城对湖的影响又如何?农耕文明也经历漫长的演变,人类社会改造自然的能力总体增强,城市的兴起和建设难免影响湖泊的形态和生态,但可以肯定的是这种影响很小,存在的扩张活动和污染行为基本被湖泊自然演变和自然净化能力消纳。人类在湖泊演变能力面前还不算强大,或者说城中湖略占优势,例如湖水泛滥,人类要耗费大量的人力物力财力开展治理。

总而言之,农耕文明生产技术相对落后,城市体

量、规模、面积相对较小,人口数量相对较少,城与湖总体处在一种被动平衡的状态。该阶段的城中湖以自然变迁为主,人类与湖泊处于被动和谐。人类开发湖泊意识淡薄、治理湖泊技术有限、影响湖泊能力不足、破坏湖泊强度轻微。城中湖是局部的取水地,也是文人商贾的游乐之地,这个时期人类社会还尚未具备对自然进行大刀阔斧改造的能力,湖泊也以原生态在城市中安然存在。江河改道、水涨水落等自然因素决定了湖泊形态变迁。

## 2 工业文明的城湖共建

步入近代,是工业文明兴起的时代,寥寥几个世纪,人类创造了前所未有的财富,这是生产力代际更新的时代。人类信心膨胀,面对自然肆意征伐,这个时代坚信一切皆有可能,人类可以改造自然。物资的进步,带来了文明的繁荣,也衍生了新的文明盲区。盲目扩张,肆意利用资源,为后期恶化的生态环境埋下了伏笔。

这也是一个城进湖退的时代,城中湖被人为消亡或被人为创造已成常态。工业化的兴起,生产生活方式发生了巨大变化,人类改造自然的能力增强,城中湖在与城市共处的进程中,逐渐处于被利用、被侵占的地位,城中湖的功能属性逐渐被经济利益、经济扩张占领。在这个时期,城似乎取得绝对主导地位,对湖泊命运的左右能力更强。城中湖为城市的扩张、商业产业兴起让步。如青山北湖地处武汉青山东部地区,50 年代以来,该区域重化工产业集聚,区域生产活动对北湖的侵占加剧,致使北湖生态现状堪忧,自然属性急剧下降,北湖水质、生态环境、区域景观及水体效益不容乐观。

从表面看,可认为是当时的人们为了获取更好的生存方式,重点强调自身对生存需要与安全性的要求、城市土地扩张带来的经济效益、满足市政建设和农业、渔业、工业、运输业等发展,而对湖泊自身的性质和特点考虑较少。水患凶猛,便修堤建坝,隔断江湖;人多地少,便以粮为纲,围湖造田;发展商业便填湖造地,获取经济利益。从深层次看,这些强烈呈现人类自我意识,忽略湖泊天然属性的“短视”行为,既是处于城市中湖泊的悲哀与无奈,也为往后一系列的灾难埋下了伏笔。

从本质看,这依然是时代发展的局限所迫。虽然生产技术体系得以换代更新,但物资财富的积累依然难以覆盖全人类,茹毛饮血旧时代让这个时期

的人类更具忧患意识和征服意识,在保障不完善的时代,要求人类社会尊重自然顺应自然似乎过于苛求。城中湖的发展不可避免进入了历史上最惨淡的时期,水体污染、围湖造田、占湖建房,经济的扩张,商业的蔓延,城中湖为城市发展扩张付出了沉重的代价。

步入工业文明中期,人类逐渐意识到社会发展不能以牺牲环境为代价,开始注重环境保护与污染治理,这个时期城市的决策者开始注重城中湖保护规划,成立组织机构,进行统一管理,但这个时期的保护管理主要还是弥补发展的过失,对湖泊的建设主要是开展污染治理,还原水质生态环境,通过截污、清淤、岸线绿化等措施。保护城中湖的主流意识还是服务城市发展,为城市居民创造良好的生活环境,简而言之,湖泊保护工作依旧是服务人类社会,并未真正遵从湖泊本身的自然属性。这个时期,很多城中湖的形态被改变,如开展江湖联通、湖湖联通工程,打通湖体循环,却未将湖泊治理纳入体系化、自然化考虑的范畴。因此,很多城中湖的治理仍旧是治标不治本。

## 3 信息文明的城湖共享

农业文明和工业文明的共同基础主要是以物质和技术为手段,通过对资源的开发,谋求人类社会的发展,这是基于传统经济学的假设——资源稀缺,是一种物化的思维。而信息文明则是以信息技术为主要手段,通过对信息资源的创造、创新、开发、利用,实现经济社会发展,“以人为本”和“人的全面发展”成为新文明时代真正可持续发展的动力源泉和终极目标,这是一种后工业文明时代,总体依旧属于工业文明,只不过随着网络及通信技术体系的建立,工业文明的发展进入了一个新的模式和阶段。在信息文明时代,良好的虚拟技术体系为共享提供了可能,共享共建成为发展的新潮流,人们惊奇地发现,在共享模式下,能各取所需,各取所长,城湖关系也展现出一种新的业态。

现代文明的进步,带来全新的生活生产方式和较先进的价值体系,人类社会深刻认识到注重与自然和谐共处,尊重自然并顺应自然是正确的价值取向;在城市建设发展中,让湖泊充分享受城市的进步成果,对城市的资源进行再分配,让湖泊享受城市红利,同时通过对湖泊的治理保护,让城市发展享受湖泊的生态红利,社会的主流价值体系认同湖泊的生

态价值和经济价值。例如,对湖泊的保护开发带动周边土地升值,为房产和商业增值,进而促进城市再发展。这是一种成本的考量,或者说是城市建设决策者进行的经济考量,所谓共享,背后依旧是经济成本的运作,是对闲置资源进行再分配;而城中湖俨然是长期的闲置资源,人们开始大刀阔斧地对城中湖进行保护开发,让城中湖成为其他经济载体的附加品,将城中湖的保护成本转嫁到其他的商业主体上去,这似乎是一种十分巧妙的设计,让湖城共融共享。

然而,辩证地看待这个模式时,就不难发现,这依旧是工业文明时代的高级延伸,城中湖依旧没有逃脱为城市发展进步服务的窠臼和桎梏,人类依旧将自身利益树立在湖泊利益之上,并未考虑人为的改造活动对湖泊的深远影响。例如,部分地方出台湖泊保护条例,明确占湖还湖的原则,即先还后占、面积同等,这样湖泊的面积总数虽未下降,但其自然形态已然已被破坏,水科研体系尚未对这种占补平衡政策的科学性、风险性提出论证。简单的占补未必可实现平衡,毕竟湖泊生态是一个复杂的系统,其中任何一个内部环节的改变,可能已经伤害到湖泊整体。

#### 4 生态文明的城湖共兴

城市与湖泊在历史的长河中交织千年,不管是农耕文明的城湖相存、工业文明的城进湖退、信息文明的城湖共享,人类似乎总想牢牢管控城中湖的演变命运。那么城中湖的保护发展是否必须纳入人类社会当中进行考量?这需要人们进行深刻的反思,毕竟传统的城中湖治理模式都是源于此,可真正建树者并不多见,而且消耗的资源并不在少数,治理反扑也时有发生,期待人类社会探究一种治本治标的新模式。

生态文明时代似乎给予了希望和路径。300年的工业文明以人类征服自然为主要特征,世界工业化的发展使征服自然的努力达到极致,一系列全球性的生态危机说明,地球再也没有能力支持工业文明的继续发展,需要开创一个新的文明形态来延续人类的生存,这就是“生态文明”;如果说农业文明是“黄色文明”,工业文明是“黑色文明”,那生态文明就是“绿色文明”。所谓生态文明,是人类文明的一种形式。它以尊重和维护生态环境为主旨,以可持

续发展为根据,以未来人类继续发展为着眼点。

这个时代城对湖应该更多地给予和让步,是城让湖的格局,这种让步和给予不是被动,而是人类主观的认同与哲学辩证的考量,或许这与西方的普世价值观契合,更与新时代“五位一体”的发展格局契合。在这种的大背景下,沿湖产业要转移、转型、升级,对待湖泊生态任何需求和形态要求都要谨慎对待,宁可发展放缓,也不可重走老路;先污染后治理代价之大,教训之深,不能置若罔闻。法规要更加完善、更加严厉,对侵湖占湖行为要零容忍,即使涉及公共利益,也要学会让步;否则,严格的保护政策只会是一纸空文。

当前,中国社会总体是在向生态文明前行,建设的步伐和力度空前强大,但后工业文明的影响依旧较深,这预示着生态文明的形成必将是一个漫长而又艰辛的历程,是矛盾迸发和利益博弈的阶段。一方面,城中湖种种问题似乎在延续上阶段的惯性,不断恶化;另一方面,管理阶层的相关政策法规不断出台。一方面是各个利益集团通过种种手段进行合法化的“官填”而获取经济利益;另一方面是普通民众逐渐警醒的湖泊保护生态意识。各种力量交织形成不同效力的合力,以令人难以察觉的方式,影响甚至主导着城中湖泊的形态。与此同时,绿色生态发展理念将会引领传统产业转型升级,促进利益格局转变,在经济总体放缓的前提下,将会有更多的资源向生态倾斜,当这种倾斜实现由量的积累向质的转变时,生态文明将会破壳而出,城湖共兴的时代也会到来。

这个时代,城中湖的天然本色将逐步回归,并拥有健康的生命机体;而城市在发达的技术及生产体系下保持繁荣兴盛,城对湖的负面影响全面消除,湖对城的正面效用全面迸发,城湖共兴格局傲人。

综上所述,城中湖的历史演变进程与城市命运交织相联。全新的时代,或许城归城,湖归湖,城湖相依,才会相向而行。尊重城中湖的自然秉性,回归城中湖的自然形态是发展所指、时代所趋。增强爱湖护湖的使命担当,在追求人类自身发展的同时,更加尊重湖泊自身的生态本性,只有人与自然和谐相处,一个美丽的时代必将到来,一个城兴湖兴的时代必将到来。

(收稿日期:2018-06-17)

## 水生态环境

# ECO Lab 生态模型在湖泊水环境治理中的应用

乔书娜 邓秋良

(湖北省水利水电规划勘测设计院 武汉 430064)

**摘 要** 以武汉大东湖生态水网工程实施为应用背景,采用 ECO Lab 生态动力学模型,描述水环境的物理、化学、生物及生态过程,建立了大东湖水网二维水质水量调度数值模型。通过探究浅水湖泊群连通、调水对湖泊水质影响的大小及规律,为湖泊水环境治理及具体工程的实施提供科学参考和依据。

**关键词** 生态模型;环境治理;大东湖;生态水网工程

我国天然湖泊众多,大部分为浅水湖泊,是我国许多城市重要的饮用水源和备用水源,其生态健康与安全是我国 21 世纪经济社会发展的重要保障。20 世纪 80 年代以来,经济高速发展,人口迅速膨胀,使得水资源需求量急剧增加,湖泊的开发利用不断加大,湖泊水质持续下降,水环境愈发恶劣,水生态平衡严重遭到破坏。为了采取有效的湖泊治理措施以改善湖泊水环境、修复湖泊水生态系统,需正确了解水体运动规律,研究污染物的迁移转化过程,最重要的研究手段便是数学模型。水质数值模拟是湖泊治理的重要工具。

湖泊水环境是一个受多种不确定性因素限制、参数众多、机制十分复杂的系统,利用数学模型精确地模拟水质的动态过程一直是个难题。迄今为止,国内已有很多运用数学模型模拟预测水质变化的研究<sup>[1-2]</sup>,但在计算模拟过程中,都一定程度忽略了影响水质变化的某些因素,仅考虑污染物质在水体中的对流扩散,各污染指标的生化反应项仅作一级简化处理,只考虑衰减、沉降与释放,此种方法忽略了磷循环、氮循环、溶解氧平衡等一系列复杂的生化反应过程,有其局限性。

## 1 项目概况

为解决大东湖水系湖泊水质恶化、水体流动性差等问题,武汉市提出构建大东湖生态水网工程,主要实施三大工程,即污染控制工程、生态修复工程、水网连通工程<sup>[3]</sup>。其中,水网连通工程将东湖、沙湖、杨春湖、严西湖、严东湖、北湖 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,以达到城湖和谐、人水和谐。

本研究以武汉大东湖生态水网工程实施为工程应用背景,采用 ECO Lab 生态动力学模型,系统全面地描述水环境中的物理、化学、生物及生态过程,建立了大东湖水网二维水质水量调度数值模型,通过探究浅水湖泊群连通、调水对湖泊水质影响的大小及规律,为湖泊水环境治理及具体工程的实施提供科学的参考和依据。

## 2 模型构建

### 2.1 模型简介

MIKE21 是丹麦 DHI 公司开发的专业二维自由水面流动模拟系统工程软件包,包含水动力模型(HD)、对流扩散模型(AD)、生态模型(ECO Lab)

等。本研究利用 MIKE21 HD 模型构建城市浅水湖泊水动力学模型,在水动力基础上,利用 ECO Lab 模型构建城市浅水湖泊群生态模型,重点解析实施大东湖引清调水方案对沙湖、东湖水动力学及水质条件的影响。

ECO Lab 生态模型内嵌富营养化、重金属等模块,本研究主要采用富营养化(EU)模块。富营养化模块(EU)主要用来描述水中溶解氧状态、营养物循环、浮游植物和浮游动物的生长过程以及根系植被和大型藻类生长和分布等,主要转化过程如图 1 所示。

2.2 计算网格

东沙湖水系水下地形及计算网格如图 2 所示。模型计算网格为三角形网格,共 3 231 个,网格节点共 2 123 个。

2.3 初始及边界条件

湖泊入流由各汇水分区降雨量按径流系数法计算,暴雨径流系数根据暴雨量级和下垫面条件综合确定。湖区风场采用武汉市 6 月多年月平均风速

3.5 m/s,风向 105 deg。东湖和沙湖运行水位分别为 19.15 m 和 19.15 m,初始流速均为 0。根据降水量与入湖点源、面源和内源污染负荷计算得到入湖污染物浓度。

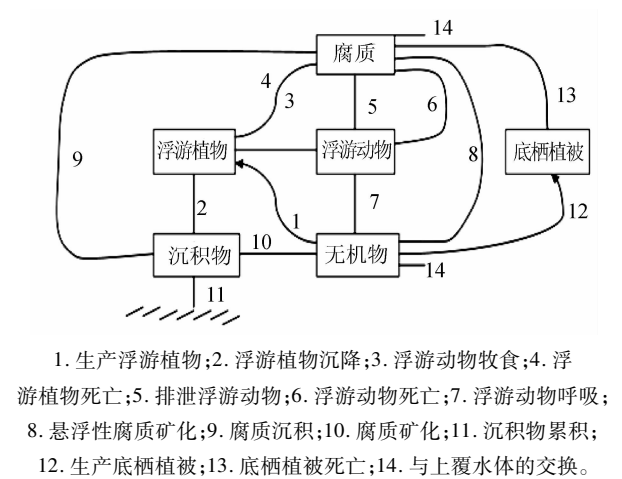
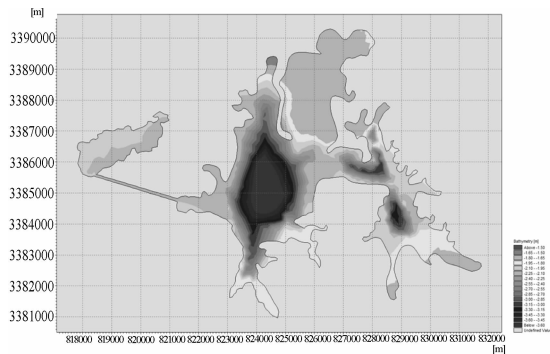
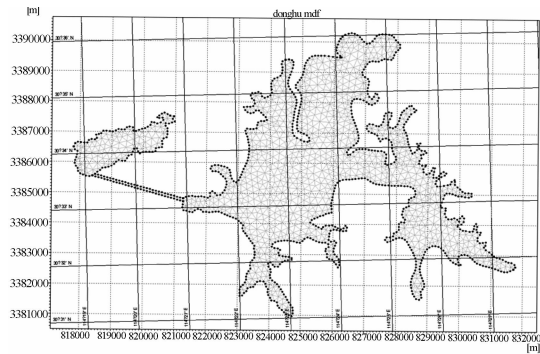


图 1 ECO Lab 生态模型富营养模块原理简图



(a) 水下地形



(b) 计算网格

图 2 东湖和沙湖水系水下地形及计算网格模拟

3 模拟结果

3.1 模型率定与验证

利用 2012 年 6 月 16 个监测点的实测数据对模型水动力和水质参数进行率定,利用 2013 年 6 月的相关数据对模型进行验证,结果如图 3 所示。水深、COD、TN、TP 验证平均误差为 11.49%、11.60%、20.25%、25.49%,误差均在可接受范围内。

3.2 引水方案模拟

大东湖生态水网构建工程共提出 3 个引水方案,引水计算方案如表 1 所示。研究采用 MIKE21 ECO Lab 生态动力学模型,对不同的引水方案进行湖泊流场和水质变化规律的数值模拟研究。模型模

拟时段为 2013 年 6 月 10 日至 7 月 10 日。

表 1 引水方案模拟结果 (m³/s)

| 方案  | 青山港 | 曾家港 | 新沟渠 | 九峰渠 | 其他      |
|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 方案一 | 40  | 0   | -10 | -20 | 沙湖港 -10 |
| 方案二 | 0   | 40  | -10 | -20 | 青山港 -10 |
| 方案三 | 30  | 10  | -15 | -20 | 沙湖港 -5  |

3.3 水质模拟

采用表 1 所示的 3 种引水方案,持续引水 30 d,利用建立的二维生态动力学模型计算得到沙湖、东湖污染物分布情况如图 4~图 7 所示。

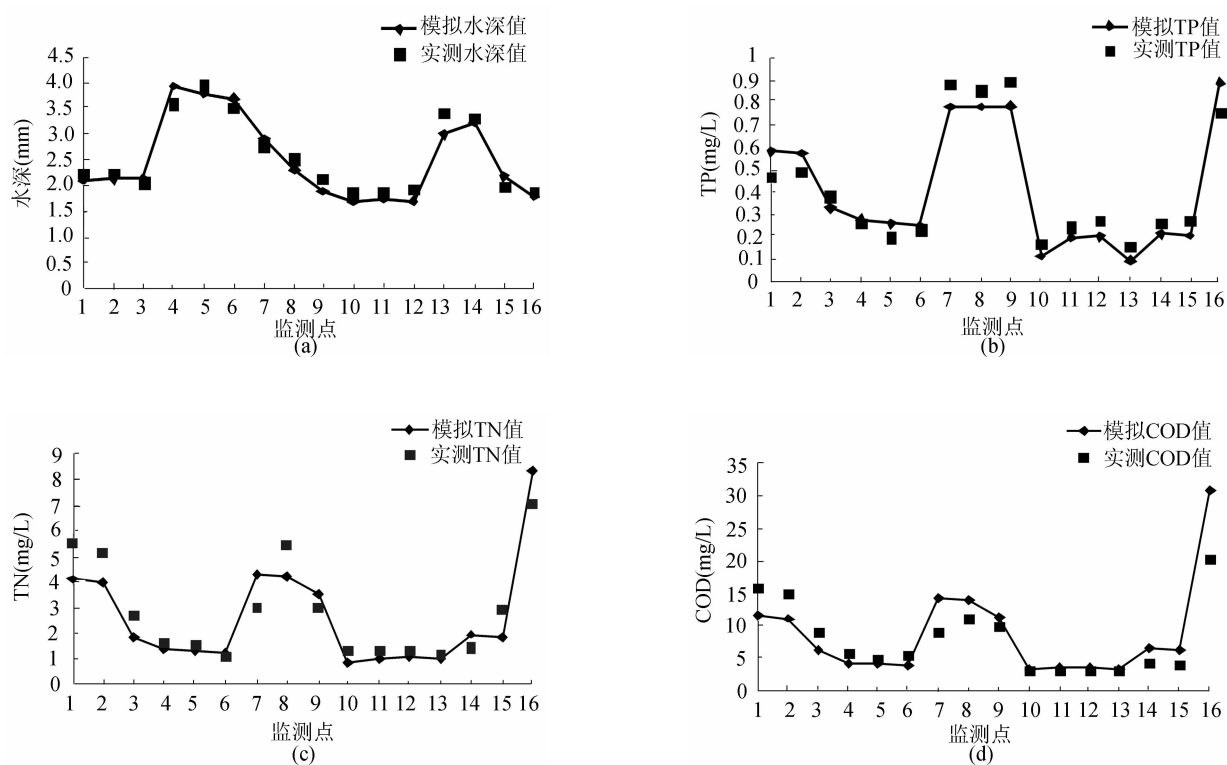


图 3 模型水深(a)、TP(b)、TN(c)和 COD(d) 验证结果

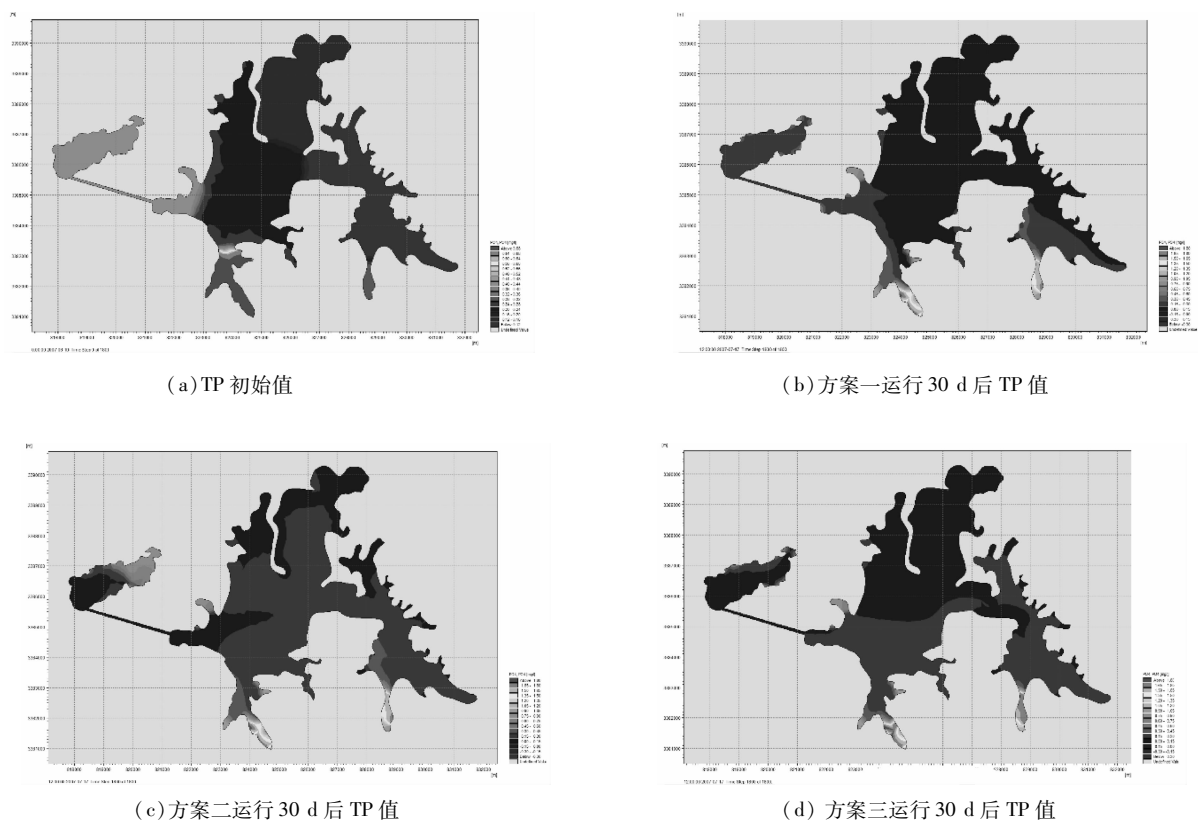


图 4 TP 模拟分布图

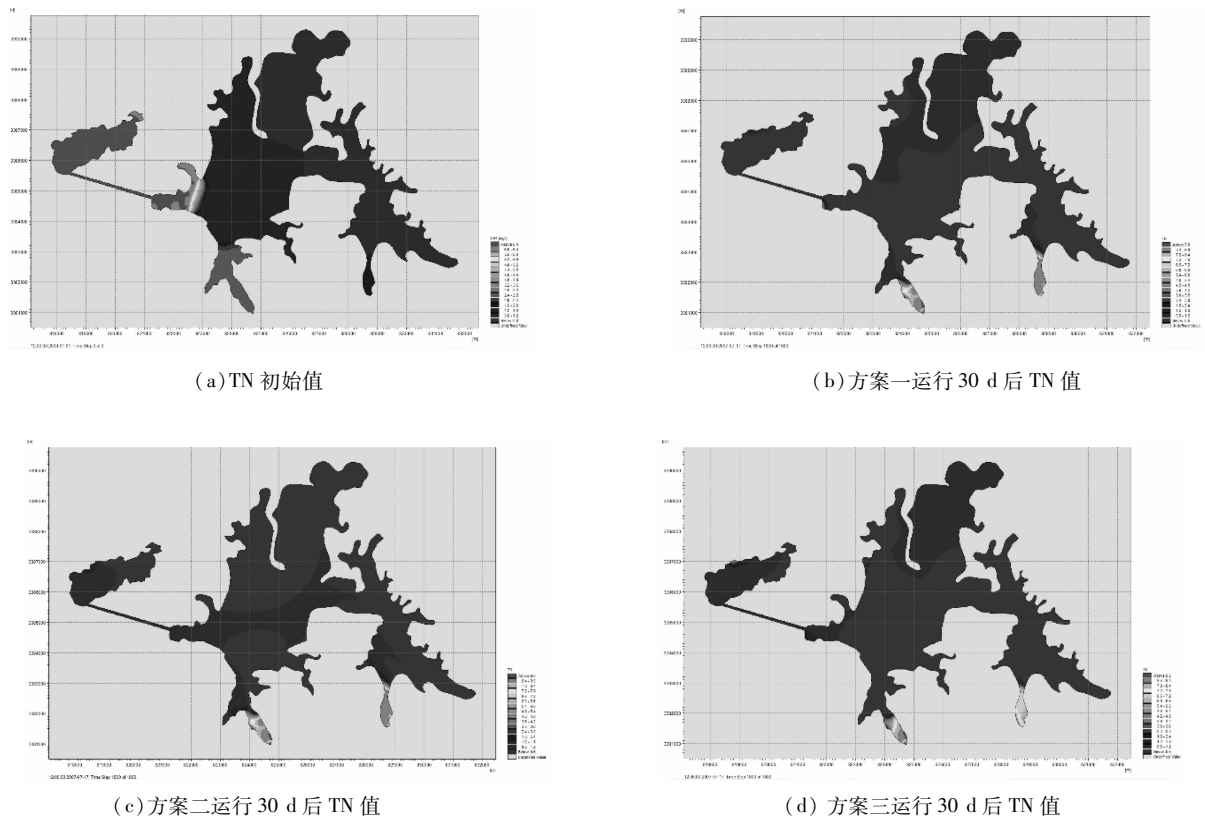


图 5 TN 模拟分布图

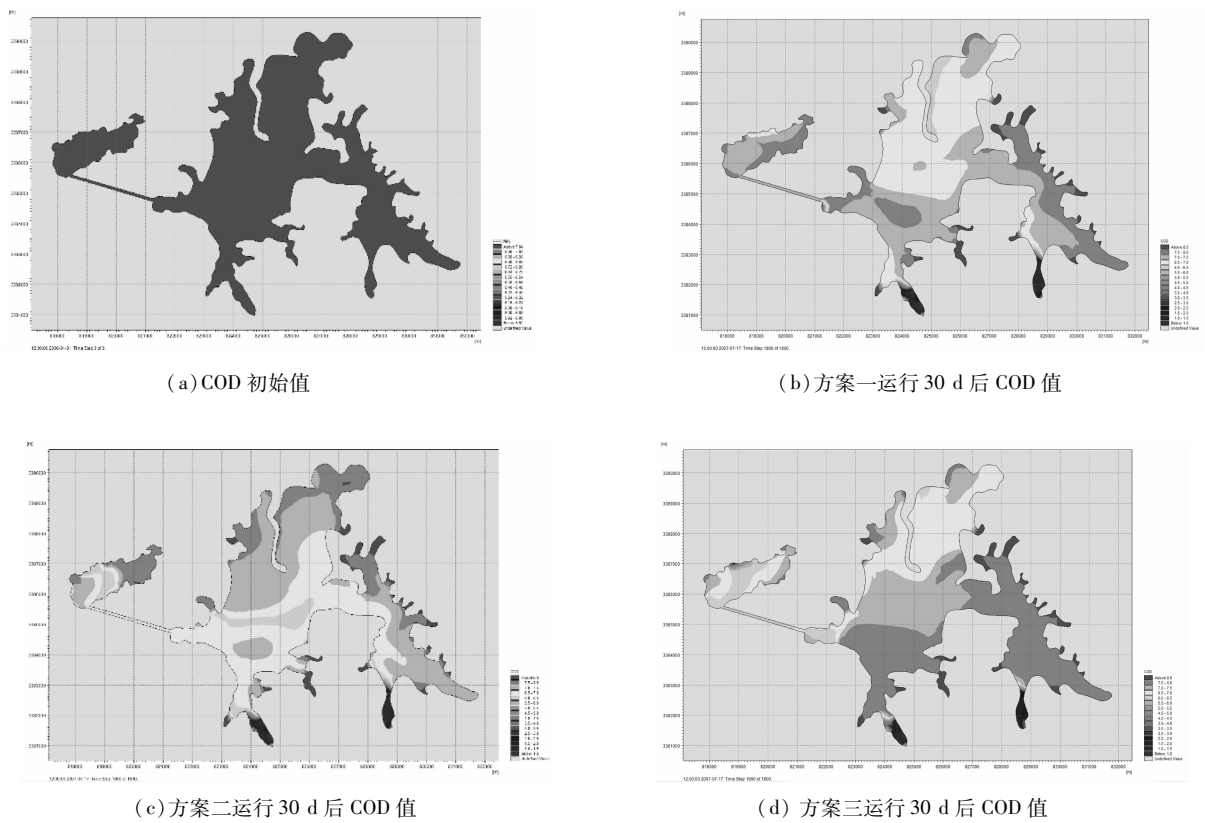


图 6 COD 模拟分布图

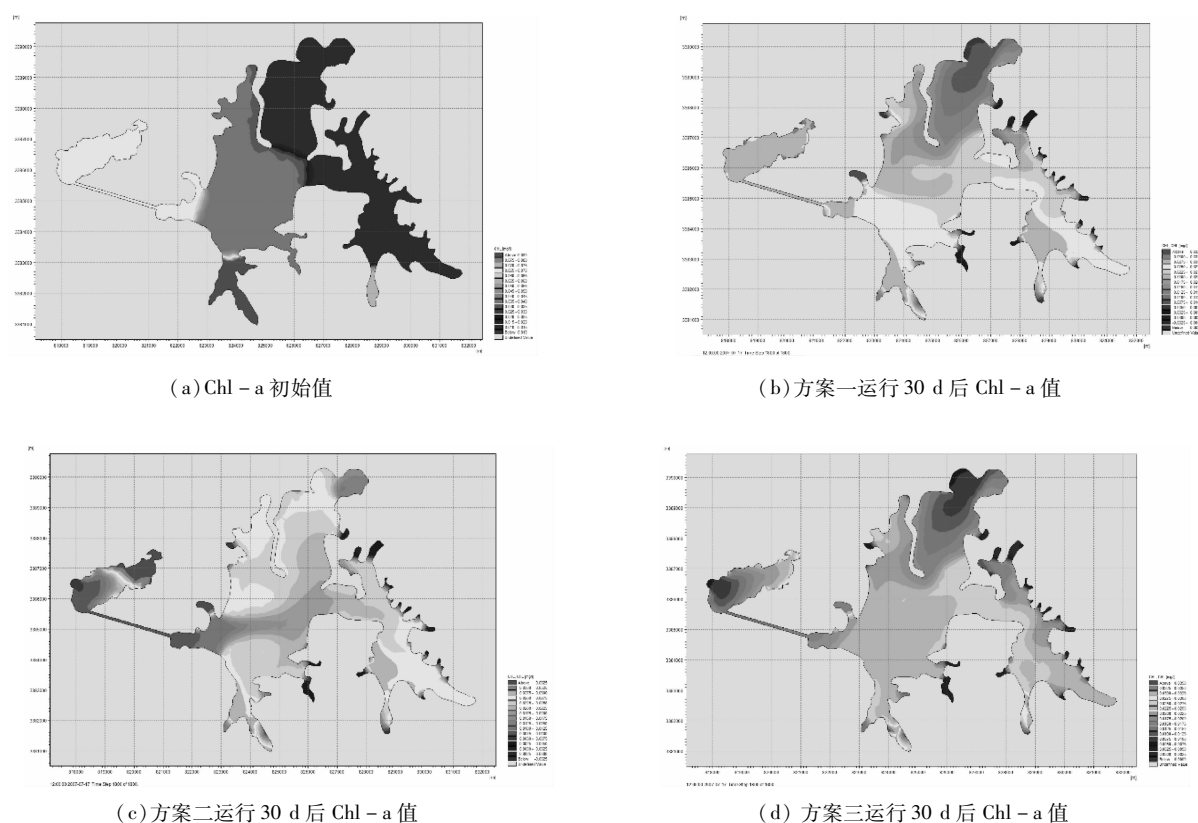


图 7 Chl - a 模拟分布图

由图 7 可知,在 3 种引水方案下运行 30 d 后,湖区 TP、TN、COD 和 Chl - a 浓度都有明显的改变。相比于调水前,污染物的分布更均匀,有利于改善湖区生态;受引水模式流量大小、入水口分布以及污染源分布影响,3 种工况下污染物的分布有一定的差别,会出现个别湖区污染物浓度不升反降的情况,但湖区总体污染物都有较大的改善。整体来看,引水方案二的生态改善效果最好。

## 4 小结

本研究以武汉大东湖生态水网工程实施为工程应用背景,采用 ECO Lab 生态动力学模型,在经典的溶解氧—生化需氧量—营养物质模型的基础上引入叶绿素 a 等状态变量,系统全面地描述水环境中的物理、化学、生物及生态过程,建立了大东湖水网二维水质水量调度数值模型。

考虑入湖点源、面源和内源污染,对 3 种不同的引水方案(青山港引水、曾家巷引水、青山港和曾家巷同时引水)进行了模拟计算,3 种方案对 TP、TN、COD、Chl - a 浓度都有明显地改变。方案二的生态改善效果最好,这对于进一步降低大东湖的富营养化水平,加速改善湖泊水生态环境起到重要的作用。

## 【参考文献】

- [1] 中国水利水电科学研究院,武汉市水务局,武汉市水利规划设计研究院. 武汉市汤逊湖纳污能力研究项目二期[R]. 武汉, 2010.
- [2] 华中科技大学,清华大学,水利部中科院水工程生态研究所. 大东湖水网调度关键技术研究及应用[R]. 武汉, 2013.
- [3] 武汉市发展和改革委员会,武汉市水务局. 湖北省武汉市“大东湖”生态水网构建总体方案[R]. 武汉, 2009.

(收稿日期:2018-07-15)

## 水利管理

## 精准扶贫 水润民心

## ——丹江口市农村饮水安全精准扶贫工作总结

于静森 孙波 程勇

(湖北丹江口市水务局 丹江口 442700)

**摘 要** 水资源关乎民生,更关乎着精准扶贫工作的成败。结合湖北省丹江口市农村饮水安全精准扶贫工作开展情况,阐述了积极实施农村饮水安全工程的措施与做法。

**关键词** 精准扶贫;饮水安全;丹江口

位于鄂西北、汉江中上游的丹江口市是我国著名的南水北调中线工程水源地,素有“中国水都”之称;全市版图面积 3 121 km<sup>2</sup>,总人口 46.49 万,其中农业人口 30.32 万。青山秀水是丹江口市最靓丽的名片,然而这里也是有名的贫困区。集山区、库区、移民区、边区和苏区于一体,属国家新阶段扶贫开发重点县(市),也是湖北省 7 个重点脱贫奔小康试点县市之一和国家秦巴片区扶贫县市之一。

在众多的致贫因素中,水是导致贫困的最大因素,在服务南水北调中线工程建设中,丹江口市有 9 万多内安移民被安置在二高山居住,这里“听水响、看水流、人在山上为水愁”,高山生态较差;加之许多原有的泉水、溪水、小河、水井逐年枯竭,饮水难和饮水不安全问题成为影响农民生产生活和经济发展的最大障碍,同时也是最大的水利短板。截止 2016 年,丹江口市仍有 53 427 人饮水安全需要巩固提升,其中精准扶贫易地搬迁 49 170 人。

水资源关乎民生大事,更关乎着丹江口市精准扶贫工作的成败。自精准扶贫工作开展以来,丹江口市委市政府把解决贫困群众吃水用水难纳入脱贫的硬性指标,多措并举、全力推进农村饮水安全服务精准扶贫工作。丹江口市水务局紧紧围绕市委市政府决策部署,不等不靠,创新举措,精准设计,超前实施,高位推进精准脱贫供水全覆盖,为全市脱贫摘帽提供了坚实保障。

## 1 精准设计,科学规划精准施策

农村安全饮水工作摆在解决精准扶贫“两不愁、三保障”中的第一位。为完成好这项实实在在的民生工程,丹江口市结合精准扶贫基础设施建设,高标准规划设计,编制完成了《丹江口市精准扶贫农村饮水安全专项规划》和《丹江口市十三五期间农村饮水安全巩固提升工程规划》。结合实际,提出了“建设大水源、铺设大管网、建设大水厂”的总体思路。

选择大水源,保障供水保证率。环丹江口库区、环汉十路、丹郢路沿线乡镇通过集中从丹江口库区提水,规划建设大型泵站提水工程 14 处。规划大工程,保障供水生命力。通过库库联网、库泉联网、泉泉联网,规划建设大水厂 14 处;其中新建六里坪三合堰、官山、牛河等 6 处水厂,日总供水 28 300 t。改造浪河、凉水河等 8 处水厂,日总供水 45 000 t。铺设大管网,保障集中覆盖率。全市建设加压站 8 处,建设小型提水工程 10 处。规划并启动了城区水厂土关垭镇、三官殿办、丹赵路办、新港办农村管网延伸工程,六里坪镇三合堰水厂管网延伸工程、均县集镇水厂至黄胡湾片区管网延伸工程、官山水厂管网延伸工程、石鼓水厂管网延伸工程、牛河水厂管网延伸工程、城区水厂土关垭镇农村管网延伸工程和龙山镇水厂管网延伸工程;同时,同步规划建设加压站 17 处。

大水源建设、大管网铺设、大水厂建设,让水质优良、水量充足、取用便捷的农饮工程散布丹江口广袤大地上,为 30 多万农村群众送去了汩汩清泉。

## 2 超前实施,高位推进供水全覆盖

丹江口市委、市政府高度重视农村饮水安全工作。市委成立了以市委副书记任组长的全市农村饮水安全工作建设领导小组,市政府把饮水安全工作纳入任期目标考核内容,层层签订责任书,并把农村饮水安全作为向全市人民承诺办理的十件实事之一。坚持每月召开一次例会,研究解决饮水安全工作中的各种问题。市领导经常深入项目乡镇和工程建设现场实地指导、督办。各乡镇办也成立了工作专班。市水务部门组建 8 个工作督导专班,实行班子成员包片联系制度,实行一月一巡查、一月一通报、一月一会商,全市上下形成了齐抓共管的良好工作局面。

为保障农村饮水安全项目实施和资金需要,丹江口市按照“多渠引水”保投入的原则,除积极争取国家、省专项补助资金外,重点以地方债券或者其他方式进行融资,3 年内共筹措到位资金 2.6 亿元。

各级的关心重视和坚实的资金基础,保证了精准脱贫供水全覆盖的超前实施和高位推进。目前,全市 2016 年和 2017 年投资计划全部下达完成;2016 年、2017 年、2018 年基本完成目标;新建或改造水厂已基本完成通水,集中供水覆盖人口达到 29.53 万,集中供水覆盖率达到 97%。

## 3 强化管理,确保供水高效运行

农村安全饮水工程点多面广、独立分散,过去存在着工程质量监督难、管护主体缺乏、供水可靠性和保证率不高等问题。为了把农村饮水安全工程真正建成“民心工程”和“放心工程”,在工程施工中,市水务部门严格把好项目法人责任关、施工队伍选择关、材料设备采购关、资金支付报账关、工程质量监督关和工程竣工验收关。建立健全了工程质量领导责任制、参建单位工程质量责任制、质检人员巡回监理和受益村民代表跟踪监督等机制,加强工程质量

监督。目前,已经竣工投入使用的饮水工程全部达到“防渗、耐用、经济、美观、水质好、水压够、水量足”的总要求,运行良好。

在供水管护管理模式上,成立了农村供水用水管理局,与市水务局实行两块牌子、一套班子,增加了农村供水管理科。注册成立了丹江口市利源农村供水用水管理有限公司,进行专业化运行管理模式改革探索。结合小型水利设施管护机制改革,探索出了专业水厂+协会管护“二合一”、水利站+水厂+协会“三合一”、水利站+协会管理“二合一”3 种小型供水设施管护管理模式,成为全市小型水利设施管护改革风向标。各水厂也都建立健全了各项规范管理制度,职责清晰、分工明确。2016~2017 年县级财政预算内安排的 115 万元维修养护基金已全部到位。集镇水厂水源区保护划定工作已基本完成。水质监测中心和“千吨万人”以上水厂水质化验室也全部到位。通过政府、市场两手发力,促进了农饮工程正常运营管护;通过落实维修养护基金,疾病控制部门检测等措施,保障了农村安全饮水工程的水质安全,使得全市农饮工程持续高效地为农村百姓安全饮水发挥作用。

让清泉流进千家万户,让所有群众都能喝上干净放心的水,是不断满足人民日益增长美好需求的现实要求,更是水务部门在精准扶贫精准脱贫工作中义不容辞的责任。截至目前,丹江口市农村饮水安全精准扶贫项目已建成工程 194 处,完工率 100%,全市易地扶贫搬迁总任务中,370 个集中安置点 13 202 户 42 513 人完成供水入户。全市农村安全饮水水质达标率 70.59%,超出十堰市水利水电局测算认定目标值 62% 的 8.59 个百分点。

精准扶贫,水润民心。现在农村饮水安全巩固提升工作已进入冲刺阶段,丹江口市将以习近平新时代中国特色社会主义思想为引领,进一步开拓创新、克难奋进、全力抓好农村饮水安全巩固提升,稳步提升农村饮水安全保障水平,为全面建成小康社会提供坚实的饮水安全支撑。

(收稿日期:2018-07-12)