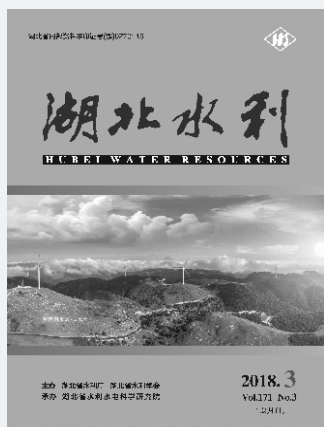




内部刊物 免费交流

双月刊

(1984年复刊)

2018年第3期·总第171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

水文水资源 >>>

- 南水北调中线水源区堵河流域降水变化分析
.....崔英 何意 计强,等(1)
- GIS技术在水文水资源领域的应用现状与展望
.....李华 华旭 陈俊波,等(5)

水生态环境 >>>

- 典型城市湖泊最低生态水位和纳污能力核算
.....肖洋 方兴海 徐红焱,等(7)
- 荆州市典型湖泊污染特征分析.....李炎 胡建军(13)

设计与施工 >>>

- 渡槽基础不整合地层岩溶地质缺陷处理方案与决策
.....张涛 张晓卿 彭玉强(18)
- 早强型高标号预应力混凝土温度裂缝预防措施
.....李勇 邓劲方 向阳,等(22)
- 多系数招标报价评审方案的分析与思考
.....艾琳 席和(28)

科技动态 >>>

- 重振美国水电行业面临的挑战.....水利水电快报(31)

水利管理 >>>

- 湖北水利工程档案管理工作的思考.....黄碧梅 程良伟(33)
- 宜昌市取水计量设施建设管理的现状与对策.....周召红(35)
- 河长制助推黄柏河流域生态保护.....贺圣权 梅莎(37)
- 浅析水文服务于河湖长制的目标任务与工作方向
.....肖贵清 尹聪 李吉涛(39)
- 丹江口市全面推行河长制的实践与探索
.....于静森 程勇 程萍(43)
- “河长制”与古代水管理制度.....李贵宝(46)

水利课堂 >>>

- 泵站枢纽.....(4)
- 进水闸.....(12)

简讯 >>>

- 湖北省一项水利推广项目入选为全国高校科技成果.....(17)
- 魏山忠到鄂开展长江大保护调研.....(32)

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

2018.3

Jun.2018

(Serial No.171)

CONTENTS

Analysis on the Precipitation Change of River Basin in the Middle Line of South-to-north Water Transfer Project.....	Cui Ying,He Yi, Ji Qiang, et al(1)
Application Status and Prospect of GIS Technology in Hydrology and Water Resources Field	Li Hua,Hua Kui,Cheng Junbo, et al(5)
The Lowest Ecological Water Level and Pollutant Carrying Capacity of Typical Urban Lakes were Calculated.....	Xiao Yang,Fang Xinghai,Xu Hongyan,et al(7)
Characteristic Analysis of Typical Lake Pollution in Jingzhou City	Li Yan,Hu Jianjun(13)
Treatment Scheme and Decision of Karst Geological Defects in Unconformity of Aqueduct Foundation	Zhang Tao,Zhang Xiaoqing,PengYuqiang(18)
Prevention Measures for Temperature Crack of Prestressed Concrete with Early Strength Type High Mark	Li Yong,Deng Jinfang,Xiang Yang,et al(22)
Analysis and Consideration of Multi-coefficient Bidding Quotation Evaluation Scheme	Ai Lin,Xi He(28)
The Challenge of Reviving America's Hydropower Industry	Express Water Resources & Hydropower Information(31)
Reflections on Hubei Water Conservancy Project Archives Management	Huang Bimei,Cheng Liangwei(33)
Current Situation and Countermeasures of Water Intake Metering Facilities Construction Management in Yichang City.....	Zhou Zhaohong(35)
The River Chief System Promotes Ecological Protection in Huangbai River Basin	He Shengqian,Mei Sha(37)
A Brief Analysis on the Target Task and Working Direction of Hydrology in the Long River and the River Chief System.....	Xiao Guiqing,Yin Cong,Li Jitao(39)
Practice and Exploration of the River Chief System in DanJiangkou City	Yu Jingsen,ChengYong,Cheng Ping(43)
“The River Length System” and Ancient Water Management System.....	Li Guibao(46)

Sponsored by

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

Edited by

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

Director of Editorial Board

Chen Bin

Chief Editor

Xu Shaoyun

(袁君宝 译)

水文水资源

南水北调中线水源地堵河流域 降水变化分析

崔英¹ 何意¹ 计强¹ 郝蓉²

(1. 湖北省十堰市水文水资源勘测局 十堰 442000;

2. 内蒙古鄂尔多斯市乌审旗水务和水土保持局 鄂尔多斯 017300)

摘要 利用线性回归法、Man-Kendall 检验法、R/S 分析方法结合 Hurst 系数等方法,分析了1964~2014年堵河流域的降水量变化。结果表明:堵河流域降水量有明显的年际变化规律,季节降水量以夏季最多,春秋两季次之,冬季最少;除夏季降水量表现为增加趋势外,年降水量与其他三季的降水量均表现为减少趋势,秋季降水量变化率达到 $-14.8\text{ mm}/10\text{ a}$ 。堵河流域除了秋季降水量,年及其他季降水量UF曲线均没有超过显著性水平线,认为没有明显的突变点;1985年为秋季降水量的突变年份。堵河流域除秋季降水量序列具有一定的相关性,其变异程度为中变异,降水减少趋势变化的持续性比较明显,年降水量及其他季节降水量序列变异程度均不显著。

关键词 堵河流域;降水变化;南水北调

南水北调中线工程从汉江丹江口水库引水,连通长江、淮河、黄河、海河四大流域,北上自流到北京、天津,是缓解京津及华北地区水资源短缺问题的战略性工程。南水北调中线工程水源区为汉江流域丹江口以上地区,集水面积 9.52 万 km^2 ,属于北亚热带季风气候,多年平均降水量为 819.5 mm 、平均气温为 14.6°C 、平均径流量 368.7 亿 m^3 。水源区的地表水资源量变化将直接影响调水工程的可靠性,是跨流域水资源调配与管理运行的重要依据。本文分析了南水北调中线工程水源区堵河流域的降水特征,探究了水源地水资源的时空变化,旨在为中线工程水资源调度及风险管理提供决策依据^[1]。

1 研究区域

堵河为汉江水系的第一大支流,西、南两支源流于竹山县两河口处汇合后即称为堵河(图1)。南源即堵河最大支流官渡河,西源为干流,源出大巴山东北麓,渝陕交界的界梁子,陕西境内汇毛坝河、大曙

河、小曙河等,由南向北纵贯镇坪县,流经竹溪县鄂坪乡彭家台入湖北后曲折向东,沿途纳入县河、泉河、官渡河等主要支流,至竹山县又折向东北,穿过长达几十公里山区性狭长型黄龙滩大型水库,于十堰市郧阳区柳陂镇堵河口注入汉江,全长 342 km ,集水面积 1.24 万 km^2 ,堵河流域多年平均降水量为 945.1 mm 。

2 数据来源及方法

本文使用的数据来源于湖北省及陕西省50个降水量观测站1964~2014年月降水量和年降水量系列观测资料。

在线性回归法($Y = aX + b$)和Man-Kendall秩次相关检验法^[2-5]进行区域水文变化趋势的判别及显著性检验的基础上,运用R/S分析方法,结合Hurst系数,整体分析堵河流域水文时间序列变异的持续性及其变异程度^[6],定量估计未来的降水变化趋势。

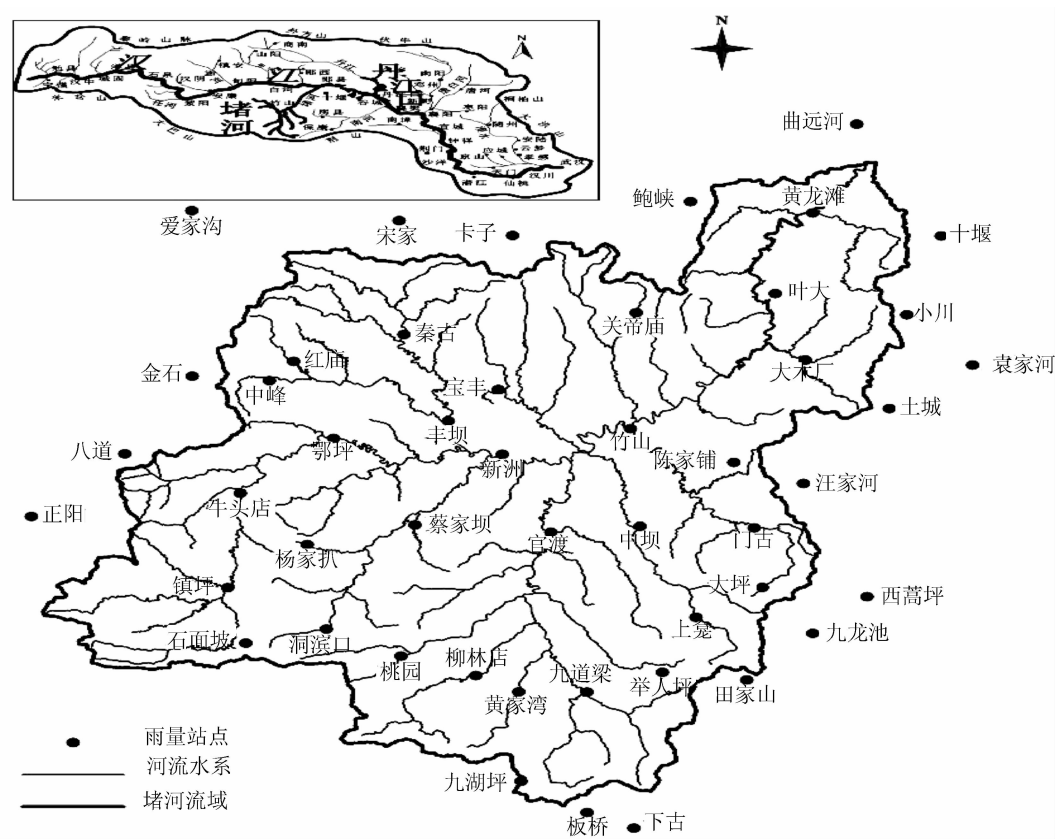


图 1 堵河流域地理位置及站点分布

3 降水特征

3.1 年际和年代际变化

1964~2014 年堵河流域多年降水量平均值为 (978.7 ± 142.5) mm, 变差系数 0.15。图 2 给出了 1964~2014 年堵河流域年降水量距平及 5 年滑动平均变化曲线。从图 2 可以看出, 堵河流域年降水量有明显的年际变化规律, 年代际变化在 20 世纪 90 年代波动较大, 其余时段变化不明显。年降水量最大值 1 261.8 mm(1964 年), 最小值 660.2 mm(1997 年)。

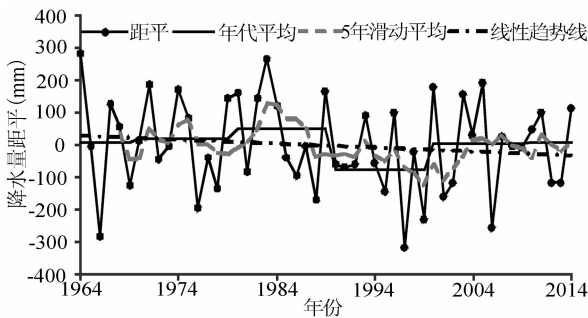


图 2 1964~2014 年堵河流域年降水量距平及 5 年滑动平均变化

3.2 季节变化

表 1 给出了 1964~2014 年堵河流域季节降水量的最大值、最小值、多年平均值、标准差以及变差系数。从降水的季节分布来看, 夏季最多, 平均降水量 425.5 mm, 占全年降水量的 43.9%; 春秋两季次之, 秋季平均降水量略多于春季, 占到全年降水量的 25.7%; 冬季平均降水量相比其他季节明显减少, 只有 48.6 mm, 仅占全年降水量的 5.0%。各季降水量的变差系数, 春夏两季较小, 说明变化较为平缓; 秋季次之; 冬季最大, 变化最剧烈。

表 1 1964~2014 年堵河流域季节降水量特征参数

特征参数	冬季	春季	夏季	秋季
最大值(mm)	114.8	416.9	632.2	487.0
最小值(mm)	18.1	155.6	240.7	94.2
平均值(mm)	48.6	245.5	425.5	248.7
标准差(mm)	19.7	50.1	103.8	85.1
变差系数	0.40	0.20	0.24	0.34

3.3 降水变化趋势与突变

表 2 给出了 1964~2014 年堵河流域年、季降水量的线性趋势系数及 MK 检验结果, 除夏季降水量表现

为增加外,年降水量与其他三季的降水量均表现为减少趋势。年降水量的变化率达到 $-12.2\text{ mm}/10\text{a}$,但没有通过显著性检验。四季中以秋季降水量变化最大,变化率达到 $-14.8\text{ mm}/10\text{a}$,并且通过了 5% 显著性检验,对年降水量的减少趋势贡献最大;春季变化率为 $-8.9\text{ mm}/10\text{a}$,也通过了 5% 显著性检验;夏冬两季降水量变化趋势没有通过显著性检验。

表 2 1964 ~ 2014 年堵河流域年、季降水量变化趋势系数及 MK 检验结果

统计指标	年均	冬季	春季	夏季	秋季
趋势系数 (mm/10a)	-12.2	-0.8	-8.9	4.6	-14.8
统计量	-0.86	-0.74	-1.82	0.62	-2.01

采用 Man - Kendall 法 $\alpha = 0.05$ 显著性检验对 1964 ~ 2014 年堵河流域年、季降水量序列进行突变性检验,分析各个时段的突变情况,如图 3 所示。

1964 ~ 2014 年堵河流域年、季降水量 MK 统计量(除了秋季降水量 MK 统计量)UF 和 UB 曲线均在 $\alpha = 0.05$ 显著性水平线之间,表明其变化不显著,平缓的变化只是一种自然的振动。UF 曲线没有超过显著性水平线,认为没有明显的突变点。

秋季降水量 MK 统计量 UF 和 UB 曲线均一度超越了 $\alpha = 0.05$ 显著性水平线,正序列线(UF)表现为缓慢的抬升之后下降,下降为主要趋势。UF 和 UB 曲线在 1976 ~ 1985 年出现多次相交,结合秋季降水序列的累积距平曲线,确定 1985 年为秋季降水量的突变年份。

3.4 降水变异分析

基于 Hurst 系数的水文变异分析方法^[6],对堵河流域的降水量序列进行变异分析,结果见表 3。在资料长度 $n = 51$,显著性水平 $\alpha = 0.05, \beta = 0.01$ 的条件下,通过 R/S 分析法,计算各序列的 Hurst 系数值、相关函数值以及对应的变异程度,结果见表 4。

表 3 变异程度分级

相关函数 $C_{(t)}$	Hurst 系数 h	变异程度
$0 \leq C_{(t)} < r_\alpha$	$0.5 \leq h < h_\alpha$	无变异
$r_\alpha \leq C_{(t)} < r_\beta$	$h_\alpha \leq h < h_\beta$	弱变异
$r_\beta \leq C_{(t)} < 0.6$	$h_\beta \leq h < 0.839$	中变异
$0.6 \leq C_{(t)} < 0.8$	$0.839 \leq h < 0.924$	强变异
$0.8 \leq C_{(t)} \leq 1.0$	$0.924 \leq h \leq 1.0$	巨变异

注: $h_\alpha = \frac{1}{2} [1 + l_n(1 + r_\alpha)/l_{n2}]$, $\alpha > \beta$

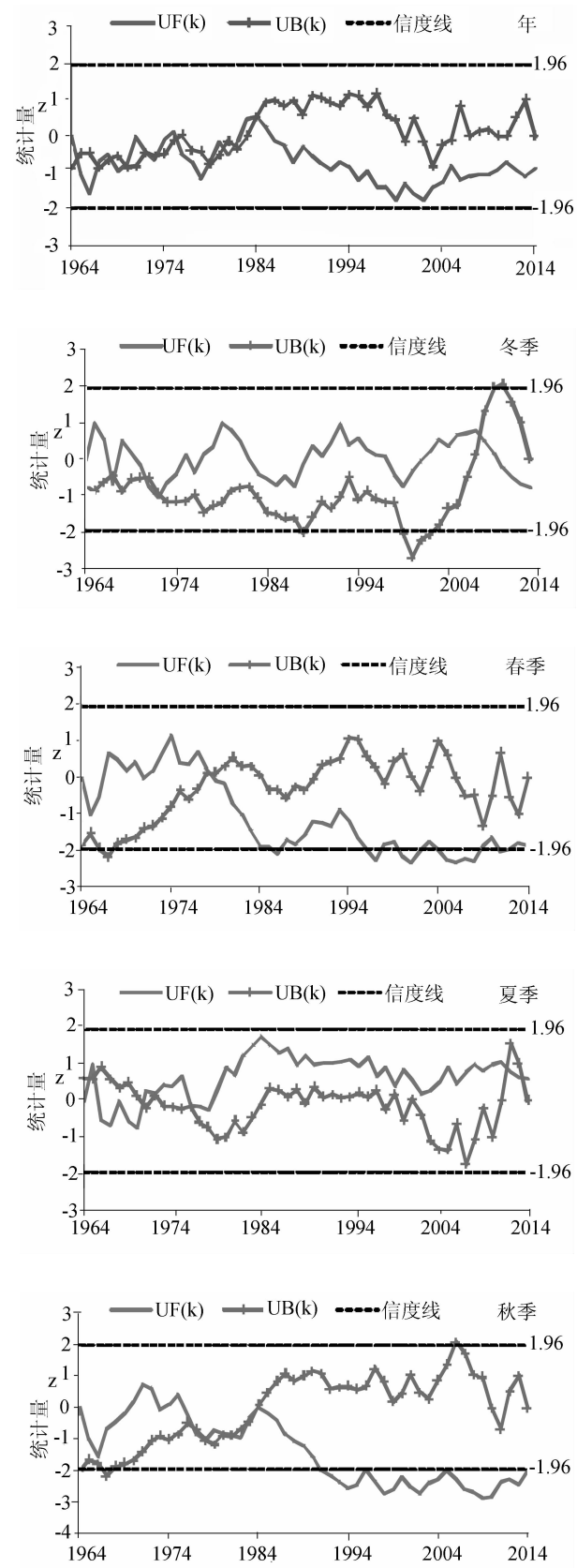


图 3 1964 ~ 2014 年堵河流域年、季降水量的 Man - Kendall 曲线

表 4 1964 ~ 2014 年堵河流域降水量序列的变异程度分析

时段	H	$C_{(t)}$	变异程度
年降水量序列	0.60	0.15	无变异
冬季降水量序列	0.65	0.23	无变异
春季降水量序列	0.68	0.28	弱变异
夏季降水量序列	0.54	0.06	无变异
秋季降水量序列	0.76	0.43	中变异

从表 3 可以看出,堵河流域年均、冬季、夏季降水量序列的相关函数值均小于 $r_{0.05} = 0.276$,Hurst 系数均小于 $h_{0.05} = 0.676$,表明序列过去对未来几乎没有影响,依据变异程度分级表将其变异程度划分为无变异。春季降水量序列的相关函数为 0.28,且 $r_{0.05} = 0.276 < 0.28 < r_{0.01} = 0.358$,通过了显著性水平 $\alpha = 0.05$ 的假设检验,但没有通过 $\alpha = 0.01$ 的假设检验,表明序列有弱的相关性,其变异程度为弱变异。秋季降水量序列的相关函数为 $0.43 > r_{0.01} = 0.358$,但小于 0.6,表明序列具有一定的相关性,其变异程度为中变异,说明降水减少趋势变化的持续性比较明显。

4 结论

利用堵河流域及其周边共计 50 个降水量观测站 1964 ~ 2014 年的月、年降水量系列观测资料,对堵河流域降水变化特征进行分析,得到以下结论:

(1) 1964 ~ 2014 年堵河流域年降水量有明显的年际变化,年代际变化在 90 年代波动较大,其余时期基本与多年平均值持平。季节降水量以夏季最多,春秋两季次之,冬季最少。夏季占全年降水量的 43.9%,冬季仅占 5.0%。从变化的剧烈程度来看,春夏两季较为稳定;秋季次之;冬季变化最剧烈。

(2) 1964 ~ 2014 年堵河流域年、季降水量线性趋势除夏季降水量表现为增加外,年降水量与其他

3 个季节的降水量均表现为减少。春秋两季降水量变化率通过了 5% 显著性检验,其中秋季降水量变化率达到 $-14.8 \text{ mm}/10\text{a}$;年降水量及夏冬两季降水量变化趋势均没有通过显著性检验。

(3) 采用 Man - Kendall 法 $\alpha = 0.05$ 显著性检验对 1964 ~ 2014 年堵河流域年、季降水量序列进行突变性检验,除了秋季降水量,年及其他季降水量 UF 曲线均认为没有明显的突变点;结合累积距平曲线,确定 1985 年为秋季降水量的突变年份。

(4) 基于 Hurst 系数的水文变异分析方法,分析堵河流域降水量序列的变异程度,堵河流域年、冬季、夏季降水量序列过去对未来几乎没有影响,其变异程度为无变异;春季降水量序列有弱的相关性,其变异程度为弱变异;秋季降水量序列具有一定的相关性,其变异程度为中变异,降水减少趋势变化的持续性比较明显。

【参考文献】

- [1] 康玲,何小聪. 南水北调中线降水丰枯遭遇风险分析[J]. 水科学进展,2011,22(1):44-50.
- [2] 张建云,王国庆,贺瑞敏,等. 黄河中游水文变化趋势及其对气候变化的响应[J]. 水科学进展,2009,20(2):153-158.
- [3] 陆文秀,刘丙军,陈俊凡,等. 近 50a 来珠江流域降水变化趋势分析[J]. 自然资源学报,2014,29(1):80-90.
- [4] 王勇,许红梅,程炳炎,等. 1951 ~ 2012 年降水变化对培江流域径流的影响[J]. 气候变化研究进展,2014,10(2):127-134.
- [5] 向亮,郝立生,安月改,等. 51a 河北省降水时空分布及变化特征[J]. 干旱区地理,2014,37(1):56-65.
- [6] 谢平,雷红富,陈广才,等. 基于 Hurst 系数的流域降雨时空变异分析方法[J]. 水文,2008,28(5):6-10.
- [7] 谢平,陈广才,雷红富. 基于 Hurst 系数的水文时空变异分析方法[J]. 应用基础与工程科学学报,2009,17(1):32-38.
- [8] 张焱,韩军青,郭刚. 晋西黄土高原区近 47 年降水量的统计分析[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(1):89-91.

(收稿日期:2017-12-15)

水利课堂

泵站枢纽

为了将低处水抽送到高处,以达到灌溉、排涝、航运、发电等目的而兴建的泵站为主体的水工建筑物综合体;以泵站及水闸为主体。

水文水资源

GIS 技术在水文水资源领域的应用现状与展望

李 华¹ 华 旭¹ 陈俊波¹ 张淑娟²

(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 地理信息系统 GIS 技术通过对空间数据进行准确收集、存储、分析管理,为相关研究提供良好的可视性精准信息,GIS 技术的广泛应用也拓展至水文水资源领域。

关键词 GIS 技术;水文水资源;应用

GIS 是一种利用计算机技术对地理信息的图像和数据采集、分析、管理、模拟计算的先进技术^[1]。将 GIS 技术引入到水文水资源的研究中,能够获得更加准确的水文资料,并且能够获取更加全面的图像资料,为水文水资源的研究提供有力的技术支撑。

近年来,地理信息系统这种普适性的技术已经被很多领域所采用,并得到了一致的肯定。地理信息系统在数据分析和处理方面的特长主要体现在对地球表面的空间信息进行分析计算,这些空间信息具有一定的代表性,是水资源在地球表面的统计信息,因此对于水资源的研究具有重要的推动作用。

1 GIS 技术在水文水资源应用范围

目前地理信息系统在水文领域的应用主要在下述 3 个方面:

(1) 通过卫星遥感等技术将水文信息和水资源的分布情况进行全面的数据采集和管理,并传送给地面的计算机系统存储。这种数据可以是实时数据,也可以是周期数据,采集频率和采集的空间范围可以根据需要确定;

(2) 利用地理信息系统的分析软件对获取的水

资源数据进行处理计算,并配合一定的理论模型预测水资源参数变化趋势;

(3) 采用高性能的计算机和卫星遥感技术,能够提高数据采集和分析计算的精度,有利于提高变化趋势的预测准确性和时效性。

2 GIS 技术在水资源的应用

2.1 建立水文模型

水文模型是水文水资源研究分析的科学依据,地理信息系统利用降水量的空间分布情况可以将其归结为流域水文模型,这种模型将不同水域的降雨量和汇流过程进行模拟计算,可以为水域汛期的预测提供有效的方法,在实际工程中可以利用卫星监测数据和水文模型实施对水域的监测。利用流域内降水时空分布不均的特点,通过 DEM 把流域划分成许多子流域单位,设计分单元处理产流与汇流过程的分布式降雨径流模型,然后再结合特定流域的汛期资料进行模拟计算,从而实现监控。

2.2 水污染控制规划

水体的污染控制是整个水资源规划重要项目之一,其中控制的根本目的在于总量控制,通过以“治本”为核心,将水体污染系统规划不同功能区水域单

元,利用 GIS 技术根据水质分布与水体污染源的排污网络规划进行统筹,采用地图的形式存储管理;而国民经济统计资料、污染物的种类及数量则可用兼容的数据库形式存储管理^[2]。借助于 GIS 系统对空间数据的管理和分析能力,管理者不仅可通过空间查询属性或者属性查询空间的方式快速、准确、直观地查询有关资料,分析水质变化的特点和未来趋势,还可以了解方案实施效果。当污染事故发生时,在了解事故地点、污染源排放强度、当时的水文情势等基本信息后,能借助 GIS 迅速模拟预测污染物未来的时空分布特征,从而为迅速采取有关应急措施提供决策依据。GIS 技术的区域水污染控制规划方案见图 1。

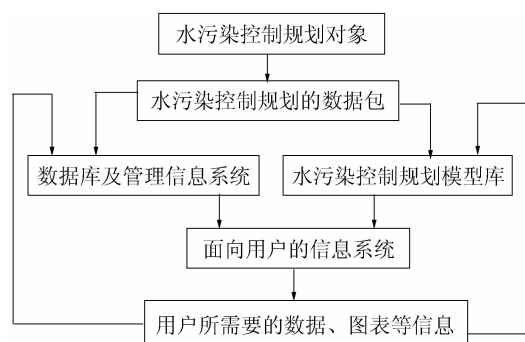


图 1 GIS 技术的区域水污染控制规划方案

2.3 防止水土流失

水土流失的情况在我国经常出现,其形式有很多种,如风力侵蚀、水流侵蚀等等,这些过程中将伴随着土壤流失和水力资源流失,还存在着很多地质灾害。水土流失严重侵害着我国的自然资源,因此国家加大力度对防止水土流失的研究,先后在主要江河流域实施了多项水土流失综合治理工程,并在重点防治区建成了水土保持监测站网。利用遥感技术的周期性和视域广的特点、地理信息系统强大的信息管理和分析功能以及全球定位系统高精度定位的特点,使流域内有关水土流失的大量信息得到统一管理,在指导水土流失的治理工作方面获得了显著效果。

2.4 生态用水量计算

选择和收集数据源,根据了解的土地覆被分布状况及其变化规律,对遥感图像进行处理,提取各种

专题信息,如土地建设情况、植被覆盖率、农作物产量和水深等;利用 GPS 系统对数据修正与精度检验;利用 GIS 集成生态环境遥感调查结果及其他数据源,为生态环境评价、调控与管理及其他应用研究提供基础资料。通过获取不同土地覆被类型的面积,应用生态用水量计算模型,计算出生态用水量^[3]。

3 发展前景

3.1 建立水文资源的数据平台

在 GIS 的应用中,已经开展了大量的测量工作,获取了较为宝贵的水文水资源资料,这些信息都是与水文研究十分相关的地理信息参数,为水文模型的发展、相关水文情况的预测以及水文水资源研究的发展提供了一定的数据基础;通过地理信息系统强大的数据管理能力,建立起一个水文资源数据平台,将能够保证数据的实时性和准确性,为今后数据的利用提供了更为便捷、高效的存储管理模式。

3.2 水文模型的 GIS 计算

在目前的 GIS 计算中没有对水文模型进行融合,不能够进行理论分析和研究,未来的 GIS 技术将逐渐融合水文模型,形成一套功能完善、能够依据理论分析水文信息的地理信息系统。

GIS 技术在水资源管理中的应用具有一定的现实意义,但也应当清楚的认识到的,地理信息系统只是在项目研究过程中的辅助工具,不可盲目夸大其作用。在这项技术使用过程当中,不能一味依靠其提供供给的数据,部分数据还不能真正达到标准化,精度上有一定的偏差,可能会给有关工作带来一定影响;应不断对其进行创新,使其更适宜于水资源管理方面的工作,做到数据更精确、使用更便捷。

【参考文献】

- [1] 尼玛次仁. GIS 技术在水文水资源领域中的应用现状与发展趋势[J]. 珠江水运, 2014(23): 68-69.
- [2] 高永芹,李家法. 分析 GIS 技术在水文水资源领域的应用现状与展望[J]. 信息与电脑(理论版), 2015(13): 34-36.
- [3] 张弘刚,王虹,徐东晶. 水文和水资源领域 GIS 应用综述[J]. 吉林地质, 2013(1): 129-132.

(收稿日期: 2018-04-19)

水生态环境

典型城市湖泊最低生态水位和 纳污能力核算

肖 洋¹ 方兴海² 徐红焱² 周念来¹

(1. 湖北省水利水电科学研究院 武汉 430070;

2. 武汉市江汉区水务局 武汉 430014)

摘 要 最低生态水位确定和纳污能力核算是保障城市湖泊防洪、水环境和水生态安全的基础工作。以武汉市江汉区北湖为研究对象,利用生物最小生存空间法和湖泊形态分析法确定北湖的最低生态水位及其对应的面积和湖容,同时结合降雨径流系数法和水量平衡原理,综合确定纳污能力计算的设计水文条件并核算湖泊纳污能力。结果表明,北湖最低生态水位为 17.59 m,平均水深 1.3 m,对应的水面面积和湖容分别为 9.0 hm² 和 13.42 万 m³;北湖 COD、TP 和 NH₃-N 的纳污能力分别为 2.406 t/a、0.090 t/a 和 1.355 t/a。研究结果对城市内涝防治、湖泊水污染防治和水环境改善具有指导意义。

关键词 生态水位;纳污能力;城市湖泊

湖泊是得天独厚的自然资源、经济资源和社会资源。为维护河湖健康生命、实现河湖功能永续利用,目前我国正大力推行河湖长制,而纳污能力核算正是河湖长制的重要工作内容之一。城市湖泊是城市生命力的美好象征和城市形象的重要标志,核定城市湖泊的水域纳污能力尤为重要。不同于大型湖泊,城市湖泊汇水区域分块独立、面积较小,且缺乏长期的水文监测资料,难以确定水域纳污能力计算所需的设计水文条件,不利于开展湖泊纳污能力核算工作,进而影响了城市湖泊的水位和水生态调控工作。

本项目以武汉市江汉区北湖为研究对象,分析典型城市湖泊的最低生态水位,在此基础上通过降雨径流系数法和水量平衡原理,综合确定典型城市湖泊纳污能力计算的设计水文条件,并核算湖泊纳污能力,为确保典型湖泊汇水区防洪和水生态系统安全、典型城市湖泊的污染治理以及水功能区管理考核提供科学合理的技术依据与决策支持。

1 研究区域

北湖位于武汉市江汉区西北湖公园内(114°15'40"E,30°36'08"N),湖底平均高程 16.29 m,湖泊常水位为 18.35 m,控制水位为 19.23 m(图 1)。北湖属于后襄河开发利用区,湖泊功能定位为景观娱乐、雨水调蓄和生态调节,水质管理目标为Ⅳ类^[1]。

北湖汇水范围内现状用地以城市居民居住用地、交通设施用地、商业服务设施用地及绿化广场为主。北湖具有丰富的水生动植物资源,主要包括小席藻、柱孢藻和伪鱼腥藻等浮游植物、蓴花臂尾轮虫和短尾秀体溞等浮游动物、美人蕉、菖蒲和芦苇等挺水植物以及鲢、鳙和鲤等鱼类资源。

2 数据和方法

2.1 数据资料

本文中气象数据主要来自于中国气象数据共享

网(<http://data.cma.cn/>)。根据 1960 ~ 2016 年日尺度的降水数据统计可得,研究区 90% 保证率时的年降水量为 921 mm,典型代表年为 1965 年。本文中水质资料和数据均由武汉市水务局提供。根据《武汉市水资源公报》(<http://www.whwater.gov.cn/water/szyt/index.jhtml>)显示,2011 ~ 2016 年北湖水水质稳定维持在Ⅳ类标准,达到水质管理目标。2011 ~ 2016 年,北湖水体营养状态以中 - 富营养化为主(表 1)。本文中湖泊岸线和地形资料由现场实测获得,成果为 1:2 000 湖泊岸线和湖底地形数据。

2.2 城市湖泊最低生态水位确定方法

根据湖泊生物资料和湖泊形态特征参数,采用生物最小生存空间法和湖泊形态分析法确定其最低生态水位^[2]。

2.2.1 生物最小生存空间法

生物最小生存空间法即根据对湖泊水位最为敏感的生物类型,确定其生存和繁殖需要的最低水位,这个最低水位就是要求的湖泊最低生态水位^[3,4]。

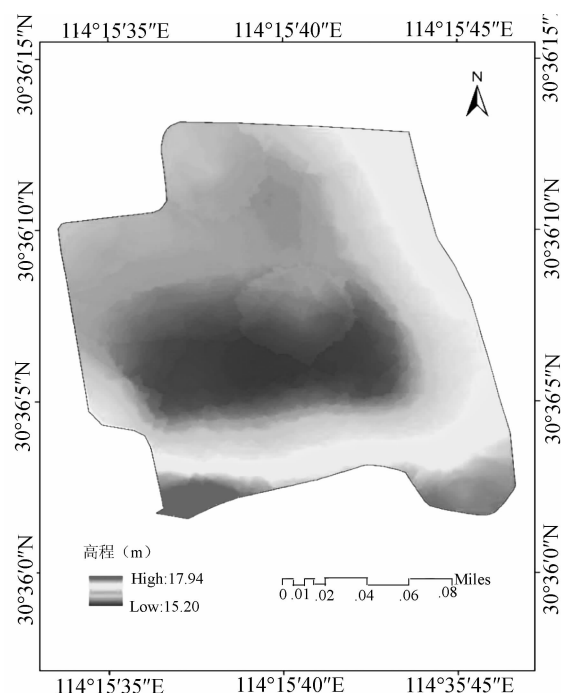


图 1 武汉市江汉区北湖位置和湖底高程示意图

表 1 2011 ~ 2016 年武汉市江汉区北湖湖泊水环境状况

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016
水质类别	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ
营养水平	中度富营养	中营养	轻度富营养	中度富营养	中度富营养	中度富营养

表 2 2016 年北湖主要水质指标监测数据

月份	1 月	3 月	5 月	7 月	9 月	11 月	年均值
COD (mg/L)	15.4	10.0	13.6	26.0	11.6	13.7	15.1
TN (mg/L)	1.05	1.53	1.97	0.451	1.98	0.871	1.31
NH ₃ - N (mg/L)	0.459	0.685	0.751	0.274	0.736	0.398	0.551
TP (mg/L)	0.070	0.050	0.070	0.056	0.060	0.080	0.064

湖泊中的水生生物主要包括浮游植物、浮游动物、浮叶植物、挺水植物、鱼类、鸟类等,各种生物相互依存而生,每种生物群落的维持都对应一个最低的生态水深。水生生物法就是找出对湖泊水位最为敏感的生物类型,确定其生存和繁殖需要的最低水深,最低水深就是要求的湖泊最低生态水深:

$$H = \text{Max}(H_{\min,1}, H_{\min,2}, \dots, H_{\min,i}, \dots, H_{\min,n}) \quad i = 1 \sim n \quad (1)$$

式中: H 为湖泊最低生态水深(m); $H_{\min,i}$ 为第 i 种生物所需的湖泊最低生态水深(m); n 为湖泊生物种类。最小生物生存空间法计算湖泊最低生态水位

如下:

$$He_{\min} = H + h \quad (2)$$

式中: $He_{\min}$ 为湖泊最低生态水位, H 为最低生态水深, h 为湖底平均高程。

2.2.2 湖泊形态分析法

湖泊生态系统服务功能与湖泊水面面积或湖泊容积密切相关,可以用湖泊水位作为湖泊水文和地形子系统特征的指标^[1,3]。随着湖泊水位的降低,湖泊面积随之减少。由于湖泊水位和面积之间为非线性的关系,当水位不同时,湖泊水位每减少一个单位,湖面面积的减少量是不同的。建立湖泊

水位和湖泊面积的减少量的关系线,湖面面积变化率为湖泊面积与水位关系函数的一阶导数(图2)。在此关系线上,湖面面积变化率有一个最大值,表示湖泊水位每降低一个单位,湖泊水面面积的减少量将显著增加,也即在此最大值向下,水位每降低一个单位,湖泊功能的减少量将显著增加。若此最大值相应的水位在湖泊天然最低水位附近,则表明此最大值向下,湖泊水文和地形子系统功能将出现严重退化。因此该最大值相应水位为最低生态水位。

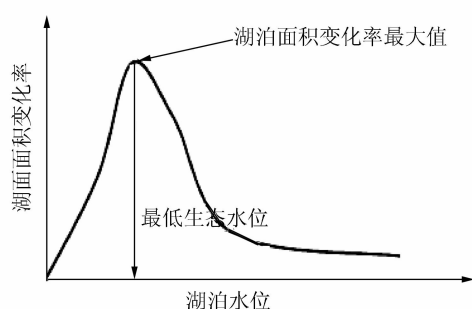


图2 湖泊水位和湖泊面积变化率的关系示意图

采用湖泊水位和湖泊面积数据建立湖泊水位和面积的关系式,湖泊最低生态水位用下式表示:

$$F = f(H)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial^2 H^2} = 0 \quad (3)$$

$$(H_{\min} - a) \leq H \leq (H_{\min} + b)$$

式中: F 为湖泊水面面积(m^2); H 为湖泊水位(m); $H_{\min}$ 为湖泊自然状况下多年最低水位(m); a 和 b 分别为和湖泊水位变幅相比较小的一个正数,求解上述方程组可得到湖泊最低生态水位。

相比水库枢纽工程,一般湖泊尤其是城市湖泊缺乏详实的水位-面积-湖容关系数据,限制了湖泊形态分析法的应用。本文采用1:2 000的湖泊岸线和湖底地形数据,通过ArcGIS 3D分析模块下的功能表面分析功能,确定不同水位条件下湖泊面积和湖容,该过程通过CAD2008和ArcGIS 10.2软件共同完成。

2.2.3 湖泊最低生态水位确定

取上述两种方法结果的最小值,即为湖泊最低生态水位 H :

$$H = \min(H_1, H_2) \quad (4)$$

式中: H_1 和 H_2 分别为生物最小生存空间法和湖泊形态分析法计算得到的最低生态水位。

2.3 城市湖泊纳污能力核算

水功能区纳污能力是指对确定的水功能区,在满足水质目标要求的前提下,按给定的水功能区水质目标值、设计水量、排污口位置及排污方式,核定出来的水功能区水体所能容纳的最大污染量,其大小与水功能区范围的大小、水环境要素的特性和水体净化能力、污染物的理化性质等有关,以 t/a 表示^[2]。因此,湖泊纳污能力的计算涉及水文条件、水质因子以及水质背景浓度和水质目标浓度等。水功能区纳污能力计算的设计水文条件,一般采用最近10年最枯月平均流量(水量)或90%保证率最枯月平均流量(水量)作为设计流量(水量),但对于流量较小的河流或湖泊,此标准明显偏严^[5]。

北湖属于城市小型浅水湖泊,且营养水平以中度富营养化为主,因此采用湖(库)均匀混合模型计算湖泊COD纳污能力,同时采用狄龙模型计算湖泊TP和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的纳污能力^[2]。然而,对于城市小型湖泊而言,因水文观测站点资源有限而缺乏长期的流量和水量观测资料,不易得到纳污能力计算的设计水文条件。因此,考虑城市湖泊汇水区域分块独立和面积较小的特点,本文采用90%保证率的年降水量条件下的平均流量作为设计流量,以湖泊最低生态水位对应的水深、面积和湖容作为设计水量条件。

2.3.1 污染源分析

经过综合治理后,北湖汇水范围内已没有明显的点源污染,主要污染为初期雨水带来的城市面源污染,主要包括大气沉降、屋面径流、街道径流和建筑工地地表径流等。污染因子主要为COD、TP、TN、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 等有机耗氧类污染物,根据《武汉市城乡建设“十三五”规划环境影响报告书》,初期路面雨水污染物平均值中COD约为120 mg/L, TN约为3 mg/L, TP约为0.81 mg/L,考虑湖泊的湖泊管理目标和水质现状,借鉴相关研究成果^[6,7]确定降雨径流污染物的平均浓度中COD、TN、TP和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 分别为20 mg/L、1.5 mg/L、0.1 mg/L和1.0 mg/L。出湖水流是削减湖泊污染物总量的方式之一,本文中假定若不同月份存在出流情况,出流水质浓度则为各月实测湖泊水质浓度。

2.3.2 设计水文条件确定

90%保证率时年降水量条件下的平均流量根据降雨径流系数法和水量平衡原理确定。根据降雨径流系数法计算湖泊汇水范围内陆地和水面产流量,如下式所示:

$$q_{in,t} = \frac{\alpha FP_t}{86.4} \quad (5)$$

式中: $q_{in,t}$ 表示第 t 日的平均入湖流量 (m^3/s), α 表示产流系数, 对于城市陆地和水域, α 分别取值 0.7 和 1.0; F 表示陆地或水域面积 (km^2); P_t 表示第 t 日的日降水量 (mm)。

根据水量平衡原理, 在忽略湖泊渗漏损失的情况下, 典型代表年湖泊水量日变化量与湖泊出流、入流和水面蒸发过程紧密相关, 即:

$$\Delta W = W_{in} - W_{out} - W_{Evap} \quad (6)$$

式中: W_{in} 表示入湖水量 (m^3); W_{out} 表示出湖水量 (m^3); W_{Evap} 表示净蒸发损失水量 (m^3); ΔW 表示湖泊水量变化值 (m^3)。当 $\Delta W > 0$ 时, 湖泊水量增加, 湖泊水位上升; 反之则湖泊水量减少, 水位下降。当湖泊水位超过控制水位时, 湖泊开始出流, 出湖流量可以用式 (7) - (8) 表示。

$$h_{t+1} = h_t + \frac{P_t - Evp_t}{1000} - h_{out,t-1} + \frac{W_{Lin}}{10^6 \times F_w} \quad (7)$$

$$h_{out,t-1} = \begin{cases} 0 & h_{t+1} < h_{limit} \\ h_{t+1} - h_{limit} & h_{t+1} \geq h_{limit} \end{cases} \quad (8)$$

$$q_{out,t+1} = 11.57 h_{out,t+1} F_w \quad (9)$$

式中: h_t 和 h_{t+1} 分别为第 t 和 $t+1$ 日湖泊水位 (m); P_t 和 $Evap_t$ 分别代表第 t 日的降水量和蒸发量 (mm); W_{Lin} 表示陆域径流总量 (m^3); F_w 表示湖泊面积 (m^2); $h_{out,t}$ 和 $h_{out,t+1}$ 分别表示第 t 和 $t+1$ 日湖泊出流水深 (m); h_{limit} 表示湖泊控制水位 (m); $q_{out,t}$ 和 $q_{out,t+1}$ 分别表示为保证汇水区域防洪安全, t 和 $t+1$ 日湖泊多余水量一日排完的湖泊日平均出流流量。

3 结果与分析

3.1 湖泊最低生态水位 - 水面 - 湖容关系

由湖泊岸线和湖底地形数据分析得到不同水位条件下湖泊面积和湖容如图 3 和图 4 所示。常水位 (18.35 m) 对应水面面积 9.4 hm^2 , 对应湖容积 18.78 万 m^3 ; 控制水位 (19.23 m) 对应水面面积 9.4 hm^2 , 对应容积 28.3 万 m^3 。分析结果与武汉市江汉区水务局发布关于北湖概况的数据一致, 表明该方法具有可行性。

根据生态系统功能, 确定湖泊最低生态水深主要考虑渔业、旅游业和挺水植物等所需要的水深。基于动物学原理, 当平原湖区水深在 1.3 m 左右时, 是鱼、虾、河蟹和甲鱼等生存所需要的最佳水深^[8]。由植物学原理可知, 芦苇等挺水植物的生长水深最

小应满足 0.8 m^[9]。对旅游休闲来说, 主要包括划船、垂钓以及其他水上娱乐等, 一般来说, 当水深达到 0.7 m 时即可满足旅游休闲功能的需求^[4]。因此, 可以确定湖泊的最低生态水深为 1.3 m。无论初始水位如何, 水位的永久性抬升或降低, 会导致湖泊物种多样性的减少和植被覆盖度降低, 随着时间的推移, 部分地区的物种会慢慢恢复以适应新的水位, 但也有地区物种长时间后仍无法自行恢复; 水位波动幅度的增加或减少对植被的影响不尽相同, 从无波动到高波动, 物种多样性经历先增加后减少的过程, 对于多数调控而言, 1~2 m 的年内变幅对生态系统生物多样性的增加和稳定最为有利^[10,11]。根据相关研究, 洪泽湖生态系统的最低生态水深为 1.24 m^[12], 洪湖生态系统的最低生态水深为 1.14 m^[13], 南四湖生态系统的最低生态水深为 1 m^[14]。综上所述, 湖泊的最低生态水深可以确定为 1.3 m。通过生物最小生存空间法确定湖泊最低生态水位为 17.59 m。

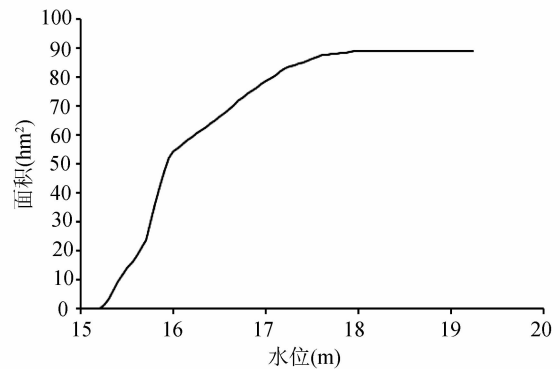


图 3 北湖水位 - 面积关系

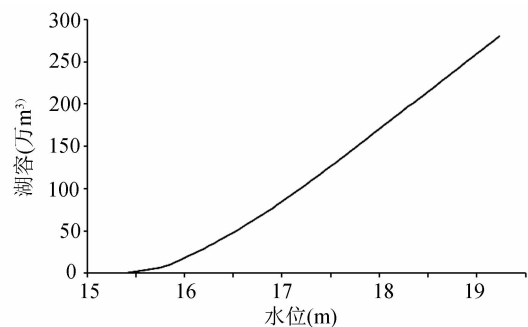


图 4 北湖水位 - 湖容关系

根据湖泊水位和面积数据建立湖泊水位 - 面积的关系式: $y = 2555.5x^3 - 142191x^2 + 3 \times 10^6x - 2 \times 10^7$ ($R^2 = 0.9918$, $P = 0$), 求解方程 (3) 得到由湖泊形态分析法确定的湖泊最低生态水位为 18.55 m。经方

程(4)计算得到北湖最低生态水位为 17.59 m,平均水深 1.3 m,对应的水面面积和湖容分别为 9.0 hm² 和 13.42 万 m³。北湖的常水位为 18.35 m,可以满足其最低生态水位要求。

北湖是典型的浅水型城市湖泊,目前岸坡以垂直护岸为主。根据生态适应性和湖泊功能定位,相比常水位,湖泊最低生态水位应能满足湖泊面积和水量不大量减少的要求。因此,从湖泊保护的角度看,确定的最低生态水位是合理的。

3.2 设计水文条件下湖泊入流和出流过程

根据降雨径流系数法和水量平衡原理计算得到典型代表年北湖入湖和出流日变化过程见图 5 和图 6。年入湖径流量和平均入流流量分别为 34.69 万 m³ 和 0.011 m³/s,年出湖径流量和平均出流流量分别为 12.61 万 m³ 和 0.004 m³/s。深可以确定为 1.3 m。通过生物最小生存空间法确定湖泊最低生态水位为 17.59 m。

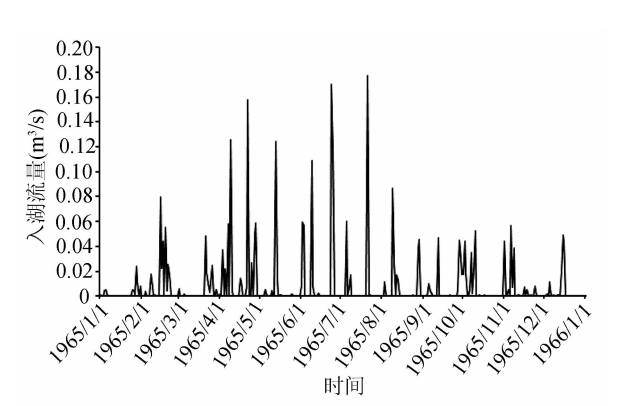


图 5 典型代表年江汉区北湖入湖流量过程

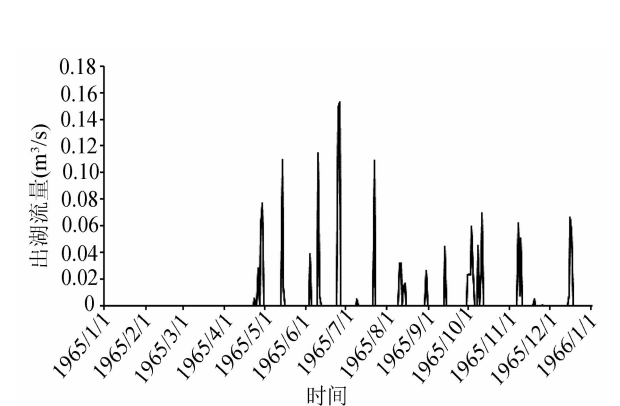


图 6 典型代表年江汉区北湖出湖流量过程

3.3 湖泊纳污能力计算

考虑最不利的情况,以 2016 年水质现状为水质背景浓度,本文使用湖(库)均匀混合模型计算北湖

COD 纳污能力,同时使用狄龙模型计算北湖 TP 和 NH₃ - N 纳污能力,计算参数如表 3 和表 4 所示。结果显示,北湖 COD、TP 和 NH₃ - N 的纳污能力分别为 2.406 t/a、0.090 t/a 和 1.355 t/a。

表 3 COD 纳污能力计算参数和结果

项目	COD
入湖浓度 C_0 (mg/L)	20
设计水文条件入湖流量 Q_0 (m ³ /s)	0.011
设计水文条件出湖流量 Q_{10} (m ³ /s)	0.004
综合衰减系数 K (1/s)	1.74×10^{-7}
K_h (1/s)	2.04×10^{-7}
现状浓度 C_h (mg/L)	15.1
排放速率 m_0 (g/s)	0.3300
库容 V (万 m ³)	13.42
计算时段 t (s)	31 536 000
$C_{(t)}$	12.070
目标水质 C_s (mg/L)	30
设计水文条件下纳污能力 M_0 (t/a)	2.406

表 4 TP 和 NH₃ - N 纳污能力计算参数和结果

项目	TP	NH ₃ - N
设计水文条件出湖水量 Q_{a0} (m ³ /a)	126 144	126 144
现状浓度 C_h (mg/L)	0.064	0.551
设计条件水面面积 A (hm ²)	9.0	9.0
设计条件湖容 V (万 m ³)	13.42	13.42
设计条件平均水深 h (m)	1.3	1.3
氮或磷在湖中的滞留系数 R_p (a ⁻¹)	0.831	0.831
氮或磷的平均控制浓度 P_s (mg/L)	0.1	1.5
纳污能力 M_N (t/a)	0.090	1.355

根据出入湖水流浓度求得污染物出、入湖和净入湖总量。北湖汇水范围内面源污染中 COD、TP 和 NH₃ - N 的净入湖总量分别为 1.68、0.04 和 0.39 t/a。根据《湖北省重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案技术细则》相关规定,得到 COD、TP 和 NH₃ - N 的限排总量为 1.68、0.04 和 0.39 t/a, COD、TN 和 TP 的削减量分别为 0、0 和 0 t/a。表明在现状污染源汇入的情况下,维护和保持湖泊生态系统的健康,能够有效维护湖泊水环境安全。

3.4 纳污能力计算结果合理性分析

对北湖纳污能力计算成果的合理性进行检验,包括基本资料的合理性分析、计算条件简化和假定的合理性分析、模型选择与参数确定的合理性分析与检验以及水域纳污能力计算成果的合理性分析与检验。

3.4.1 基本资料的合理性检验

(1)设计水文条件主要通过武汉市 1960 ~ 2016 年日尺度降水资料根据频率计算和降雨径流系数法得到,具备合理性;

(2)水质资料根据北湖长期的水质监测结果进行整理和分析,具备合理性;

(3)北湖污染源为流域内的面源污染,污染物入湖浓度参照相关研究,具备合理性。

3.4.2 计算条件简化和假定的合理性分析

北湖属于小型城市浅水湖泊,面源污染主要通过雨水管进入湖泊。因此,将污染源概化为点排放模式计算具有合理性。

3.4.3 数学模型选用、参数确定的合理性分析与检验

北湖属于小型城市浅水湖泊,现状水体营养水平为中度富营养化。根据《水域纳污能力计算规程》,采用湖(库)非均匀混合模型和狄龙模型计算湖泊的纳污能力,水体特征污染物选取现状水质超标的指标 COD、TP 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 。污染物降解系数参考相关河湖研究取值^[15,16],具备合理性。

3.4.4 纳污能力计算结果合理性检验

2011 ~ 2016 年,北湖水质稳定维持在 IV 类标准,达到水质管理目标,表明汇水范围内污染物入湖量小于湖泊水体的纳污能力,本文计算结果是合理的。

4 结论

本文以武汉市江汉区北湖为代表,对典型城市湖泊的最低生态水位进行研究,并以最低生态水位对应的水文条件对城市湖泊纳污能力进行核算。研

究表明,现状水文条件可以满足北湖的最低生态水位要求,现状污染物入湖量小于湖泊纳污能力,维护和保持湖泊生态系统的健康,能够有效维护湖泊水环境安全。

【参考文献】

- [1] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局. 地表水环境质量标准(GB 3838 - 2002)[S].
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 水域纳污能力计算规程(GB/T 25173 - 2010)[S].
- [3] 徐志侠,陈敏建,董增川. 湖泊最低生态水位计算方法[J]. 生态学报, 2004,24(10): 2324 - 2328.
- [4] 赵翔. 白洋淀最低生态水位研究[J]. 生态学报, 2005,25(5): 1033 - 1040.
- [5] 毛晓文. 水域纳污能力计算的不确定性及其定量控制[J]. 南京师范大学学报(工程技术版), 2009,9(3): 83 - 87.
- [6] 王昭. 西安市路面径流污染排放特征[D]. 西安: 长安大学, 2016: 74 - 75.
- [7] 彭亮. 武汉市白沙洲大道雨水径流水质特征及污染物指标相关分析[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2013: 28 - 33.
- [8] 周正西. 动物学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999.
- [9] 徐金英,陈海梅,王晓龙. 水深对湿地植物生长和繁殖影响研究进展[J]. 湿地科学, 2016,14(5): 725 - 732.
- [10] 刘永,郭怀成,周丰,王真,黄凯. 湖泊水位变动对水生植被的影响机理及其调控方法[J]. 生态学报, 2006, 26(9): 3117 - 3126.
- [11] 姚鑫,杨佳山,万荣荣,等. 水位变化对河流、湖泊湿地植被的影响[J]. 湖泊科学, 2014,26(6): 813 - 821.
- [12] 郁丹英,贾利. 关于洪泽湖生态水位的探讨[J]. 水利规划与设计, 2005(2): 56 - 60.
- [13] 宁龙梅,王学雷. 洪湖湿地最低生态水位研究[J]. 武汉理工大学学报, 2007,29(3): 67 - 70.
- [14] 徐志侠,王浩,董增川,等. 南四湖湖区最小生态需水研究[J]. 水利学报, 2006,37(7): 784 - 788.
- [15] 庞莹莹. 湖泊流域纳污能力及污染负荷分配研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2010: 39 - 40.
- [16] 章宏伟. 淳安城中湖主要污染物降解系数的估算讨论[J]. 科技视界, 2014(8): 298.

(收稿日期: 2018 - 03 - 12)

水利课堂

进 水 闸

为了农田灌溉或其他水利事业的需要在江河、渠道、水库或湖泊的岸边建闸取水,这类水闸称为进水闸。

水生态环境

荆州市典型湖泊污染特征分析

李 雯¹ 胡建军²

(1. 湖北省水利水电科学研究院 武汉 430070;

2. 湖北省荆州市石首市水利局 石首 434400)

摘 要 荆州市湖泊众多且水质较差,加强湖泊水环境保护迫在眉睫。根据荆州市水环境污染源特征,并结合湖泊所在地区社会经济、水文地质特征和现状水质监测情况,选择具有代表性的6个典型湖泊,估算其流域内污染物排放量,分析了荆州市湖泊污染特征,为湖泊水环境保护提供依据。

关键词 典型湖泊;污染特征;荆州市

荆州市湖泊众多,列入省人民政府办公厅公布的湖北省第一批和第二批湖泊保护名录的湖泊数量分别为65个和119个,共184个(含跨市湖泊长湖),湖泊总面积705.92 km²。湖泊数量和湖泊总面积均居全省有湖泊的13个地市州首位。荆州市湖泊水质普遍较差,加强湖泊水环境保护意义重大且迫在眉睫。

荆州市湖泊水系复杂,且多数湖泊尚未开展常规监测,本研究根据荆州市水环境污染源特征,并结合湖泊所在地区经济社会、水文地质特征和现状水质监测情况,选择具有代表性的6个典型湖泊,估算其流域内污染物入湖量,以分析荆州市湖泊污染特征,旨在为水环境保护提供决策参考和科学依据。

1 典型湖泊水质现状

根据典型湖泊2014~2016年常规水质监测资料,依据各湖泊的水功能区管理目标,按照《地表水环境质量评价技术规程》(SL395-2007),分期进行水功能区水质达标评价,结果见表1。可见,荆州市典型湖泊水质普遍较差,水质为V类或劣V类;COD、氨氮(NH₃-N、NH₄⁺-N)、TP、TN、BOD₅等营养盐指标超标严重,表明荆州市湖泊普遍受到比较严重的污染。

2 污染源分析

2.1 点源污染

荆州市排污口统计规模较齐全,其统计的废污水排放量能够完全涵盖荆州市工业点源和城镇生活废水排放量。因此,采用排污口调查结果分析典型湖泊点源污染排放量。经统计,荆州市6个典型湖泊所在集水区域内工业点源和城镇生活污染排放量见表2。

2.2 规模化畜禽养殖

规模化畜禽养殖废污水和污染物排放量大且集中。根据调查得到荆州市各典型湖泊所在集水区域内规模化畜禽养殖情况,采用排污系数法估算各典型湖泊所在集水区域内畜禽养殖污染物排放量,结果如表3。

2.3 农村生活污染

根据湖泊所在集水区域内农村人口数量,采用污染物排放系数计算农村生活污染物排放量。荆州市各典型湖泊所在集水区域内农村生活污染物排放估算结果如表4。

2.4 分散禽畜养殖污染

分散式畜禽养殖具有污染面广的特点,其污染

物产生量估算方法与规模化畜禽养殖相同,其产生的废水及污染物直接排放。荆州市各典型湖泊所在集水区域内分散畜禽养殖污染物排放量估算结果如表 5。

2.5 种植业污染

根据湖泊所在集水区域内耕地面积,采用农田径流污染源强系数的方法,估算典型湖泊集水区域

内种植业污染物排放量如表 6。

2.6 湖泊内源污染

水产养殖污染排放量采用排污系数法估算。水产养殖排放系数 COD 取 51.15 g/kg、氨氮取 5.47 g/kg、总磷取 0.94 g/kg。荆州市典型湖泊渔业养殖污染物排放量估算成果见表 7。

表 1 荆州市典型湖泊水质评价结果

序号	行政区	湖泊	2014 年		2015 年		2016 年		主要超标因子
			汛期	非汛期	汛期	非汛期	汛期	非汛期	
1	荆州区	九龙渊	-	-	-	劣 V	劣 V	-	NH ₃ -N、NH ₄ ⁺ -N、TP、TN、BOD ₅ 、COD
2	沙市区	内泊湖	-	-	-	劣 V	劣 V	-	NH ₃ -N、NH ₄ ⁺ -N、TP、TN、BOD ₅ 、COD
3	松滋市	小南海	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V	TP、TN、COD、NH ₃ -N、NH ₄ ⁺ -N、
4	公安县	玉湖	IV	IV	IV	IV	V	V	TP、TN、BOD ₅ 、COD、NH ₃ -N、NH ₄ ⁺ -N、
5	石首市	三菱湖	-	-	-	劣 V	-	劣 V	TP、TN、BOD ₅ 、COD
6	洪湖市	洪湖湖心 A	III	III	III	IV	V	IV	TN、COD
		洪湖湖心 B	V	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V	劣 V	TN、TP、BOD ₅ 、COD
		洪湖蓝田	IV	III	IV	IV	V	IV	TP、TN、COD
		洪湖排水闸	III	III	IV	IV	V	IV	TN、COD

表 2 荆州市典型湖泊工业点源和城镇生活污染排放量汇总

序号	行政区	湖泊名称	污水排放量(万 t/a)	COD(t/a)	氨氮(t/a)	总磷(t/a)
1	荆州区	九龙渊	1 944.88	1 052.44	129.24	13.72
2	沙市区	内泊湖	160.0	80.0	8.0	0.80
3	松滋市	小南海	24.5	12.3	1.2	0.12
4	公安县	玉湖	0.6	0.298	0.03	0.003
5	石首市	三菱湖	0.0	0.0	0.0	0.00
6	洪湖市	洪湖	6 818.3	20 140.1	2 081.5	287.4

表 3 荆州市典型湖泊规模化畜禽养殖污染排放量

序号	行政区	湖泊名录	折算猪(头)	废水(万 t/a)	COD(t/a)	氨氮(t/a)	TP(t/a)
1	荆州区	九龙渊	0	0	0	0	0
2	沙市区	内泊湖	3 192	1.28	14.04	1.15	0.15
3	松滋市	小南海	37 980	15.19	167.11	13.67	1.82
4	公安县	玉湖	0	0	0	0	0
5	石首市	三菱湖	667	0.27	2.93	0.24	0.03
6	洪湖市	洪湖	80 240	3 200.6	52 103.0	1 875.7	1 198.4

表 4 荆州市典型湖泊农村生活污染排放量

序号	行政区	湖泊名称	乡村人口(万)	污水量(万 t/a)	COD(t/a)	氨氮(t/a)	总磷(t/a)
1	荆州区	九龙渊	4.00	85.29	119.76	26.29	2.19
2	沙市区	内泊湖	0.20	4.26	5.99	1.31	0.11
3	松滋市	小南海	5.00	106.58	149.65	32.85	2.74
4	公安县	玉湖	5.40	115.11	161.62	35.48	2.96
5	石首市	三菱湖	0.28	5.97	8.38	1.84	0.15
6	洪湖市	洪湖	245.0	5 274.6	16 409.8	2 344.3	257.9

表 5 荆州市典型湖泊分散畜禽养殖污染排放量

序号	行政区	湖泊名称	折算猪(头)	废水(万 t/a)	COD(t/a)	氨氮(t/a)	TP(t/a)
1	荆州区	九龙渊	954	1.91	20.99	1.72	0.23
2	沙市区	内泊湖	222	0.44	4.89	0.40	0.05
3	松滋市	小南海	62 590	125.18	1 376.97	112.66	15.02
4	公安	玉湖	122 835	147.40	1 621.43	132.66	17.69
5	石首市	三菱湖	14 697	29.39	323.33	26.45	3.53
6	洪湖市	洪湖	24 600 000	4 600.7	76 083.3	804.2	2 967.3

表 6 典型湖泊种植业污染排放量

序号	行政区	湖泊名称	耕地(hm ²)	水田(hm ²)	旱田(hm ²)	废水(万 m ³ /a)	COD(t/a)	氨氮(t/a)	TP(t/a)
1	荆州区	九龙渊	200	160	40	0.013	4.82	1.30	0.15
2	沙市区	内泊湖	200	200	0	0.015	5.96	1.63	0.18
3	松滋市	小南海	4 700	3 760	940	0.296	113.16	30.66	3.44
4	公安县	玉湖	5 670	5 103	570	0.387	152.67	41.55	4.63
5	石首市	三菱湖	330	260	70	0.021	7.94	2.15	0.24
6	洪湖市	洪湖				270.0	12 134.7	426.6	163.1

表 7 典型湖泊渔业养殖污染排放量

序号	行政区	湖泊名称	总产量(t/a)	COD(t/a)	氨氮(t/a)	TP(t/a)
1	荆州区	九龙渊	0.0	0.0	0.0	0.0
2	沙市区	内泊湖	30.0	1.53	0.16	0.03
3	松滋市	小南海	1 500	76.7	8.2	1.4
4	公安县	玉湖	1 300.0	66.50	7.11	1.22
5	石首市	三菱湖	370.0	18.9	2.0	0.3
6	洪湖市	洪湖	882 050.0	3 407.7	175.7	42.2

3 不同区域湖泊污染特点

各典型湖泊所在集水区域内污染物排放总量如表 8 所示。各典型湖泊污染负荷量和组成分析见图 1 和图 2。对比各典型湖泊污染负荷可见,荆州市典型湖泊污染负荷与湖泊集水区域面积、经济社会发展关

系紧密。集水区域面积大、经济较发达地区的湖泊,污染负荷相对较大,不同区域湖泊的污染特点如下。

3.1 农村湖泊

如玉湖、小南海、三菱湖、洪湖等农村湖泊,畜禽养殖所排放的废水和污染物占比最大,尤其是小南海和洪湖集水区域内规模化畜禽养殖规模较大,

排放的废污水和污染物不容忽视;对于平原区的农村湖泊,种植业污染排放量较大,而在丘陵山区的农村湖泊,种植业污染相对较小,与集水区域内农田面积关联性较大。

3.2 城中湖

对于城中湖如九龙渊,通过排污口汇入的城镇

生活和工业企业废污水占比最大,经过乡村的入湖支流沿程所接纳的农村生活废污水和污染物也是湖泊污染负荷的重要组成部分。

3.3 城郊湖泊

对于城郊湖泊如内泊湖,通过排污口汇入的城镇生活和工业废污水是最重要的污染负荷。

表 8 典型湖泊所在集水区域污染物排放量汇总

序号	行政区	湖泊	废污水量 (万 m ³ /a)	主要污染物排放量(t/a)		
				COD	氨氮	TP
1	荆州区	九龙渊	2 032.1	1 203.7	158.5	16.3
2	沙市区	内泊湖	207.9	153.5	16.4	1.8
3	松滋市	小南海	282.2	1 901.1	199.8	24.6
4	公安县	玉湖	313.1	3 068.3	233.0	30.5
5	石首市	三菱湖	36.6	371.8	33.6	4.4
6	洪湖市	洪湖	20 164.1	180 278.6	10 707.8	4 916.1

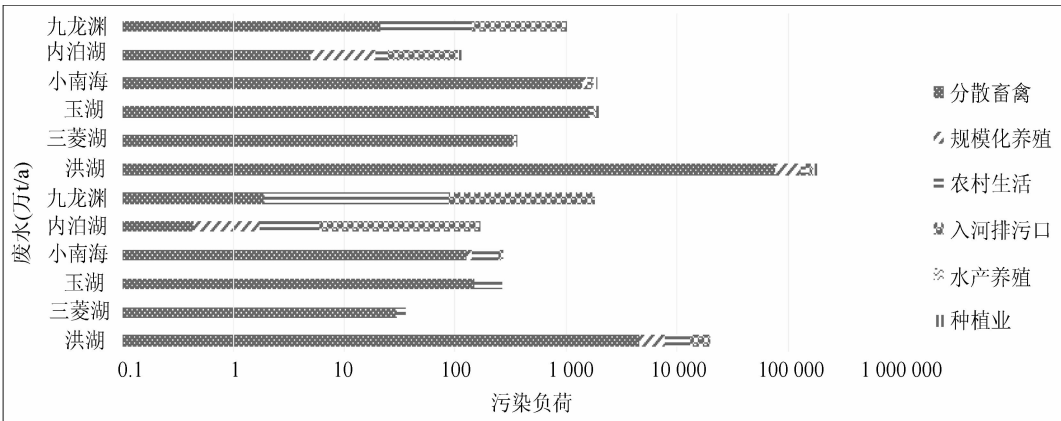


图 1 典型湖泊污染负荷分析

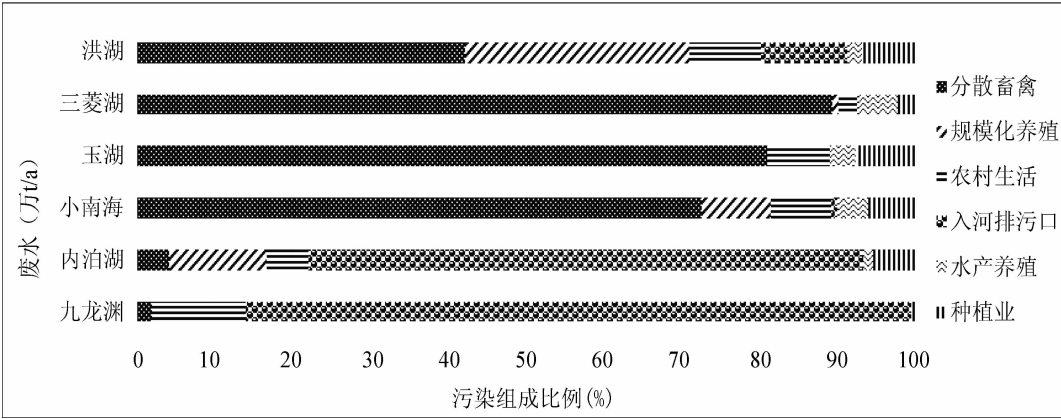


图 2 典型湖泊污染组成对比分析

4 对策与建议

荆州市湖泊水质改善应结合各自的污染特点,采取有针对性的措施。

4.1 科学规划管理,严控点源污染

按照《水功能区监督管理办法》和《入河排污口监督管理办法》,依据水功能区划、水域纳污能力和水质管理目标,通过入河排污口现状调查,结合地方经济、产业布局及城镇规划,划定荆州市湖泊禁设排污区、限设(严格限制、一般限制)排污区的位置及范围,严格控制点源污染入湖。

4.2 加强管网建设,增强减排效果

对现有城市污水处理厂进行脱氮除磷升级改造,确保尾水排放达到“一级A”标准。加快污水收集管网建设,大力推行雨污分流和污水收集管道系统,解决污水管网覆盖率低、管网渗漏等问题,提高

进水水质和实际处理量,增强污水处理厂实际减排效果。

4.3 综合整治农村环境,减少化肥农药污染

加强农村环境综合整治,实施农村清洁工程,鼓励污染物统一收集、集中处理。通过实施测土配方施肥,完善农田水利设施和环保设施,科学地使用农药、化肥,控制农田废水污染,减少盲目施肥造成的污染。

4.4 制定资源利用方案,促进生态协调发展

依据《畜禽养殖污染防治管理办法》的有关规定,加强对畜禽养殖的管理;制定畜禽粪污资源化利用方案,科学规划布局,推行标准化规模养殖;完成全市规模畜禽养殖场(户、小区)的污染治理,实现减量排放和综合利用,促进畜禽养殖与生态环境保护协调发展。

(收稿日期:2018-03-15)

简 讯

湖北省一项水利推广项目入选为全国高校科技成果

5月24~27日,教育部主办的第二届中国高校科技成果交易会在广东省惠州市召开。全国政协副主席罗富和、教育部副部长杜占元,以及14位中外院士参会。北京大学、清华大学等全国近百所“双一流”创建高校,香港城市大学、澳门大学等港澳高校,以及加州大学洛杉矶分校、匹兹堡大学等350所国内外高校代表携带8400多项科技项目参加了展示与交易,并与近3000家企业开展产学研对接合作活动。

由湖北省水利重点科技项目计划资助、省水利水电职业技术学院承担的自主创新项目“教学加工两用型车铣复合加工中心及故障检测显示装置”(IM开放实验台)入选了第二届科交会推广目录,并与武汉大学、华中科技大学等相关高校代表湖北片参展。省水利职业技术学院是湖北省唯一入选交易

会推广目录并参展的高职院校。

教学加工两用型车铣复合加工中心及故障检测显示装置项目是湖北省水利重点科技推广项目,由水职院自主研发的一款微型数控铣床。该装置可完成一般数控系统的主要功能,教学功能显著,满足了机电类专业学生学习和动手实践的需求,降低了教学实验成本。相关成果具有较强的创新性,经国家知识产权局审查,被授予国家发明专利。项目完成以来,先后在湖北省、辽宁省和黄河水利职业技术学院等水利高职院校推广应用,取得了良好的效果,培养了大批机电专业人才。湖北水职院也在2017年湖北省高校“数控机床装调”竞赛中获得2等奖。

(摘自《湖北省水利厅网》2018年6月6日)

设计与施工

渡槽基础不整合地层岩溶地质缺陷处理方案与决策

张 涛 张晓卿 彭玉强

(湖北省宜昌市东风渠灌区管理局 宜昌 433002)

摘 要 针对蜘蛛洞渡槽不整合地层岩溶地质缺陷,提出不同的处理方案,分析各方案在安全、造价、工期等方面的利弊,选定处理方案并解决问题。本项目的特殊地质缺陷处理方案体现了处理方法上的创新性,可为渡槽基础地质缺陷处理提供借鉴。

关键词 渡槽;地质缺陷;处理方案

1 项目概况

蜘蛛洞渡槽拆除重建工程位于宜昌市夷陵区,是宜昌市东风渠灌区总干渠上的咽喉建筑物,设计流量为 $14.0 \text{ m}^3/\text{s}$,满槽过流能力 $16.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 。蜘蛛洞渡槽9号基础在开挖至设计高程 154.88 m ,发现基坑下发育一条近南北向贯穿基坑的溶洞,宽 $0.6 \sim 2.1 \text{ m}$,顶部高程 $154 \sim 155 \text{ m}$,底部高程 $151 \sim 153 \text{ m}$,坡度 12° 向南(河床下游)出基坑,洞壁光滑,溶洞顺砂岩与砾岩界面发育。

因地质情况变化,重新组织补充地勘。通过地质钻孔、地质雷达和电磁波穿透测试。查清改区域均为沉积岩,岩层产状倾角较小,不整合面属陆相剥蚀,除溶蚀外,无其他褶皱、断裂等不良地质条件;该渡槽地基下部南北向贯穿发育岩溶为受岩性控制的层间洞隙,规模不大;9号基坑开挖面高程 138 m 以下再无大的溶洞空腔,穿过地基岩溶发育层位后,岩溶不发育,不存在深层岩溶问题。需对该不整合地层岩溶地质缺陷进行慎重处理,确保工程安全。

2 处理方案设计与结构计算

2.1 方案一:溶洞扩挖+充填灌浆+扩大承台

9号槽墩为渡槽 30 m T梁第三跨基础,槽墩为双臂排架,下部实心墩结构,排架总高 43.5 m ,实心

墩高 8.5 m ,为该渡槽最高排架。原设计为明挖扩大基础,建基面为 154.885 m (地面高程约 162 m),基础底面实际开挖尺寸为 $12.2 \text{ m} \times 13.8 \text{ m}$ (顺槽向 $\times$ 垂直槽向)。

按最不利工况及满槽水运行工况进行计算,每 30 m 跨:空槽自重 4363.38 kN ,满槽水重 3250.80 kN 。

按最高9号排架为例,验算基底压应力,调整基础尺寸后,经计算设计计算基面平均应力达 184.38 kPa ,最大地基应力为 210.50 kPa ,最小地基应力 158.26 kPa ,远小于基础处理后的砾岩承载力 1 MPa ,满足要求。

2.2 方案二:灌注桩+承台设计方案

灌注桩的直径 1.2 m ,用 C30 混凝土, $\Phi 25$ 的Ⅲ级钢筋。即, $E = 30 \times 10^6 \text{ kN/mm}^2$, $I = 1.018 \times 10^{11} \text{ mm}^4$

桩长为 14.8 m ,其中嵌岩深度为 14.8 m 。

2.2.1 灌注桩的纵向稳定性验算

计算单根桩基最底部承台以下(深度 14.8 m)桩底的临界荷载 P_{kp}

$$P_{kp} = \frac{\pi^2 EI}{(0.7L)^2} = \frac{3.14^2 \times 30 \times 10^6 \times 1.018 \times 10^{11}}{(0.7 \times 14800)^2} = 2.81 \times 10^{11} \text{ kN} > 3301 \text{ kN} \quad (1)$$

远远大于所承受的垂直荷载。

2.2.2 单桩验算

按照承载桩的工作原理,为安全考虑,计算不考

虑桩四周岩体对桩的摩擦作用。

计算结果:

$$Q_{sk} = u \sum q_{ski} L_i = 3.14 \times 1.2 \times 180 \times 14.8 \\ = 10\,037.95 \text{ kN} \quad (2)$$

$$Q_{rk} = \xi_u f_{rk} A_p = 23\,524.25 \text{ kN} \quad (3)$$

$$Q_{uk} = 23\,524.25 + 10\,037.95 \\ = 33\,562.20 \text{ kN} \quad (4)$$

式中: q_{sk1} 一为强风化硬质岩极限侧阻力标准值,取值为 180 kPa,岩层厚取 7.6 m; f_{rk} 一为弱风化硬质岩极限端阻力标准值,取值为 20 MPa; u 为桩身周长。

竖向单桩特征值:

$$R = \frac{1}{K} Q_{uk} = 0.5 \times 33\,562.20 \\ = 16\,781.10 \text{ kN} \quad (5)$$

因满槽水时,槽身、墩帽、墩柱、承台、灌注桩垂直总重为 19 659 kN,按照竖向轴心作用情况计算:

4 根灌注桩直径均为 1.2 m,则单根桩受压:

$$N_{\max} = 19\,659/4 = 4\,914.75 \text{ kN} < R \\ = 16\,781.10 \text{ kN} \quad (6)$$

灌注桩承载力满足要求。

2.2.3 灌注桩配筋验算

每根灌注桩最大弯矩为 1 007.49 kN·m,按照偏心受压 $M_{\max} = 1\,007.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $N = 3\,301 \text{ kN}$, $e = 0.3 < B/6 \text{ m}$,故其配筋可按小偏心受压构件考虑。选用 24 Φ 25(11 780 mm²),满足最小配筋率 0.6% 的要求。

3 处理方案比选及决策

3.1 施工安全性比较

3.1.1 方案一危险源评价

方案一仅需人工配合小型灌浆机具设备等施工,不需大型施工机械设备或爆破等作业,施工安全影响因子仅有高边坡、电击、坠物打进等风险。按照工程风险评价 LEC 法来评价作业条件,公式为:

$$D = L \cdot E \cdot C \quad (7)$$

式中: L - 事故可能性(分值 0.1 ~ 10 分); E - 暴露的频繁程度(分值 0.5 ~ 10 分); C - 事故造成的损失后果(分值 1 ~ 100 分); D - 危险性。

综合评价方案一危险源:

高边坡坠落: $D = 1 \times 6 \times 15 = 90$; 可容许风险(2 级)。

触电: $D = 0.5 \times 3 \times 15 = 22.5$; 可容许风险(2

级)。

物体打击: $D = 1 \times 6 \times 7 = 42$; 可容许风险(2 级)。

综合上述 3 项累计为 154.5 分。

3.1.2 方案二危险源评价

方案二需要大型灌注桩施工设备辅助施工,如灌注桩施工中遇到贯通溶洞,则机械钻进需更改为人工挖孔,采用风镐或爆破等人工作业方式,施工安全影响因子有高边坡坠落、物体打击、触电、爆炸、坍塌、机械伤害等。

综合评价方案二危险源:

高边坡坠落: $D = 1 \times 6 \times 15 = 90$; 可容许风险(2 级)。

触电: $D = 0.5 \times 3 \times 15 = 22.5$; 可容许风险(2 级)。

物体打击: $D = 1 \times 6 \times 7 = 42$; 可容许风险(2 级)。

爆炸: $D = 1 \times 3 \times 15 = 45$; 可容许风险(2 级)。

坍塌: $D = 1 \times 6 \times 15 = 90$; 可容许风险(2 级)。

机械伤害: $D = 1 \times 6 \times 7 = 42$; 可容许风险(2 级)。

综合上述 6 项累计为 331.5 分,如可机械钻孔,则为 5 项,累计为 286.5 分。

3.2 工程造价比较

综合对比两种方案造价,分别列入详尽的工程量及参考类似项目单价,具体工程造价对比见表 1。

经过详细计算,方案一工程造价为 13.77 万元。方案二工程造价 44.29 万元。

3.3 施工工期比较

3.3.1 方案一工期

方案一施工工序及工期为,先组织人工清理已揭示的 1 号溶洞内充填粘土及洞壁杂质并冲洗干净(工期 1 天),再浇筑基础埋石混凝土(工期 1 天),然后基面凿毛(工期 0.5 天),绑扎承台钢筋(工期 1 天),浇筑承台混凝土(工期 1 天),钻孔、灌浆(工期 13 天,其中钻 15 个孔 126 m,预计 10 天,灌浆 3 天),灌浆质量检查安排在浆液凝结后 7 天。该方案完成基础处理到上部可施工,需累计工期 24.5 天。

3.3.2 方案二工期

方案二施工工序及工期为,先乌卡斯钻机钻孔(工期 11.5 天,参考类似岩层工程,钻机每小时预计钻进 30 cm,累计 4 孔共 60 m,需 8.5 天,考虑移机 1 天,清孔及灌注 2 天),灌注桩质量检测(工期 7.5

天,需待最后一孔完成 7 天后实施,其中基础埋石砼在期间可施工)。该方案完成基础处理到上部可施工,需累计工期 19 天。方案一施工较简单,无需另行调用大型钻机,施工质量全程可控。方案二灌注

桩主要难度集中在钻孔上,受下部裂隙及溶洞影响,极有可能存在基础漏浆问题,一旦漏浆严重将影响施工方案调整,由钻机钻进改为人工挖孔,则该方案施工工期将不可控。

表 1 工程造价对比

项目	单位	单价	方案一		方案二	
			数量	总价	数量	总价
沟槽石方明挖	m ³	83	44.8	3 726		
C20 埋石混凝土回填	m ³	353	255.8	90 331	112	39 558
灌浆造孔	m	126	115.5	14 572		
灌浆	m ³	299	22.9	6 854		
Φ200PVC 花管(外包土工织物)	m	300	15.0	4 500	15	4 500
钻造 φ1200 桩孔(岩石)	m	1 200			62	74 400
φ1200 灌注桩 C30 混凝土	m ³	520			95	49 608
C30 承台混凝土	m ³	520			288	149 500
钢筋	t	6 500	5.6	36 305	25	162 500
减少墩柱 C30 承台混凝土	m ³	520	-35.8	-18 590	-72	-37 180
合计				137 699		442 886

3.4 方案一和方案二对比

方案一和方案二在技术上均可行,现从施工安全、工程投资、施工进度等方面对比、决策。

3.4.1 施工安全

两方案施工安全最大的不同是涉及的危险源不一样,从危险源评价累计分上看,方案一为 154.5 分,小于方案二的 286.5 分。方案一施工安全成熟可靠,涉及危险源少,且基本没有不可预见施工风险因素,风险因子全程可控;方案二如不能顺利采用钻机钻孔,更改为人工挖孔存在不可预见施工风险因素。同时,改用人工挖孔+爆破势必会对处于临近的双曲连拱老渡槽产生较大不确定性,安全风险远大于方案二。

3.4.2 工程造价

从工程造价上看,方案一工程造价为 13.77 万元,而方案二工程造价 44.29 万元,较方案一多 30.52 万元。方案二从造价上明显不如方案一。

3.4.3 工程工期

如工程施工进展顺利,方案一需 24.5 天,较方案二 19 天工期多 5.5 天,方案二优于方案一。而一旦钻机钻进不顺利,则工期不可控。

综合比较后,从工程安全、工程投资、工程工期及施工难易程度多方面考虑,推荐采用可靠的,简便易行、投资节省的溶洞扩挖+充填灌浆+扩大承台基础处理方案,即方案一作为本次 9 号槽墩的基础地质缺陷处理方案。

3.5 方案细化

对已揭示的大溶洞进行人工清除充填物,顺溶洞方向在基础外 1 m 处扩挖回填块石并用混凝土封堵,清除深度以溶洞底部宽度至 0.2 m 时结束,清理完毕冲洗回填 C20 埋石混凝土(回填面高程为 154.885);对 154.885~155.885 m 高程段采取现浇 C25 钢筋砼,采取满仓不立模板浇筑,增加承台面与基础四周岩面结合,利于向四周岩体扩散应力,减小对下部基础应力。将下部溶腔处理完毕,新浇 0.2 m 的 C20 混凝土,上部新浇 1 m 厚的 C25 钢筋砼底板,下部配筋 Φ25@200×200,单层双向布置。

待上部基础处理完后,砼达到 7 天龄期后,开始钻孔灌浆,经对地质情况分析,溶洞下游侧岩石较完整,溶洞上游侧裂隙溶孔发育,目前揭示 9 号基础上游侧深度 9.0~14.5 m 范围有夹泥现象,存在一组南北向溶洞,而地下水位较低,分析溶腔体积不大。

总体倾向很陡。因此对上游侧灌浆孔位加深,1~7号孔灌浆底部高程为140.0 m,8~15号孔灌浆底部高程为148.0 m。

对裂隙溶孔以充填注浆为主,严格控制注浆压力,水泥砂浆(砂细度模数2.0以下为宜)为主,浆液水灰比采用0.6~0.8,掺入4%~5%膨润土,以改善流动性。

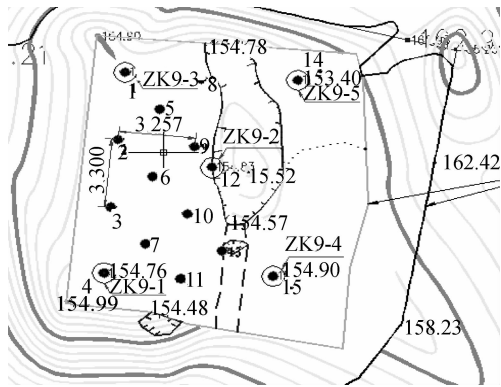


图1 蜘蛛洞渡槽9号基础灌浆孔位布置

钻孔注浆结合原地质勘察钻孔,共设计3排灌浆孔,排距2 m,孔间距3 m,钻孔直径90 mm,孔位呈梅花形布置,孔内预埋灌浆花管,具体布置详见孔位布置图1,对孔深超过9 m时,最大灌浆压力控制

在0.15~0.20 MPa。对孔深不足9 m的孔,最大灌浆压力控制在0.10~0.15 MPa。当灌浆注入率小于1 L/min后,仍持续灌注10/min,封孔,结束灌浆。

为防止基础处理对地下水文地质条件的改变,特别是9号基础回填后对上游冲沟水流进行改道,控制地表水不能进入渡槽基础,在承台顶面布设导渗措施,利用基坑右侧下游天然溶腔通道排出基础渗水,采用Φ200PVC花管外包土工织物沿基础边缘布设连接南北溶洞口。

4 结论

按照上述确定的地质缺陷处理方案对9号基础地质缺陷在回填完埋石混凝土及浇筑承台后,进行钻孔灌浆处理,钻灌浆孔共计15孔,其揭示下部地质缺陷与该次地质钻孔、物探结论基本吻合;每孔详细灌浆具体详见表2。灌浆在2次及以上、持续灌浆1 m³,灌浆压力始终为0 MPa的孔,暂停15~30 min后,再次复灌;灌浆结束28天后,进行钻检查孔检查,布置的2个检查孔钻进过程均无异常,芯样完整,钻孔完毕后,发现布置于ZG-1与ZG-8中间偏外侧JC-1孔口有持续往外返水现象,判定所灌浆液基本将基础下部裂隙、空腔等渗漏水通道封闭,但基础外围仍存在水体下渗现象。

表2 9号基础灌浆参数统计

孔号	灌浆顺序	孔底高程(m)	孔深(m)	孔径(mm)	灌浆次数	封孔压力(MPa)	累计注浆量(m ³)	备注
ZG-1	3	139.804	16.42	91	3	0.3	3.18	ZK9-3
ZG-2	7	139.724	16.50	91	1	0.3	0.69	
ZG-3	4	139.704	16.52	91	1	0.2	0.58	
ZG-4	6	140.144	16.08	91	1	0.3	0.02	ZK9-1
ZG-5	8	139.794	17.43	91	1	0.4	0.00	
ZG-6	9	139.784	17.44	91	1	0.4	0.00	
ZG-7	11	139.964	17.26	91	1	0.3	0.12	
ZG-8	5	147.664	8.56	91	1	0.2	0.96	
ZG-9	12	147.844	9.38	91	1	0.2	0.40	
ZG-10	15	147.024	10.20	91	1	0.2	0.38	
ZG-11	10	147.914	9.31	91	1	0.2	0.00	
ZG-12	14	147.224	10.00	91	1	0.2	0.73	ZK9-2
ZG-13	13	147.174	10.50	91	1	0.3	0.50	
ZG-14	2	147.914	8.31	91	1	0.2	1.07	ZK9-5
ZG-15	1	147.024	10.20	91	2	0.2	1.78	ZK9-4

注:灌注ZG-2时,ZG-5孔口冒浆;灌浆次数在2次及以上、持续灌浆1 m³以上,压力为0 MPa的孔;其中累计注浆量已扣除钻孔孔径充填数量。

设计与施工

早强型高标号预应力混凝土 温度裂缝预防措施

李 勇¹ 邓劲方¹ 向 阳² 黄妮颖¹

(1. 湖北省宜昌市东风渠灌区管理局 宜昌 443000;

2. 湖北瑞洪工程管理有限公司 荆门 448000)

摘 要 针对常年高空现浇施工的早强型高标号预应力混凝土因水化热巨大结构易出现裂缝问题,以温度裂缝控制为目标,分析了早强型高标号混凝土温度裂缝的成因,在野外条件下有效控制砼内外温差,提出了避免温度裂缝的对策,以确保高强预应力混凝土的质量。结果表明:现浇早强型高标号砼,在优化配比设计的基础上,采用有效地措施避免内外温差值不大于 $+15^{\circ}\text{C}$,是野外条件下不出现温度裂缝的有效预防措施。研究成果可为类似施工的裂缝控制提供参考。

关键词 混凝土;温度;裂缝;预防措施

在现代工程建设中,水利水电工程逐步向大型化、工厂化、标准化、装配化发展,但常年高空现浇施工的早强型高标号预应力混凝土,因水化热巨大结构易出现裂缝问题。混凝土中产生裂缝的原因很多,支撑体及模板变形、温控不到位、结构不合理、基础不均匀沉降等均能产生裂缝。混凝土导温性质极差,自然散热所需时间较长,混凝土水化过程中会产生大量的水化热,从而使其内部的热量聚集温度持续升高,而表层温度未同步升高,阻碍了混凝土表面的收缩,会在混凝土的表层产生拉应力;在后期降温阶段,因受其接触层约束,便在混凝土的内部产生拉应力;气温骤降时也会使混凝土的表层产生较大的拉应力;当这些拉应力超出此时混凝土的抗拉强度时,即会出现裂缝。

普溪河渡槽重建工程于2017年11月18日建成通水,新渡槽全长1 005.3 m,最大高度61.5 m,设计流量 $15.0\text{ m}^3/\text{s}$ 。槽身为单跨40 m长C50W4F100预应力混凝土简支结构,矩形断面净宽3.1 m,净高2.6 m,侧墙厚300 mm,底板厚450 mm,顶板厚200 mm。采用

DZ40/500型上行式造槽机原位现浇,工程概算总投资8 598万元。

由于大跨度薄壁结构需配制的混凝土强度高,为了尽早张拉,7 d强度须达到设计强度的85%以上,全年施工中实际环境温度 $-3.0\sim 41.3^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度55%~92%。如果混凝土出现温度裂缝,轻则影响混凝土的整体性、抗渗性和耐久性;重则将使构件在预应力张拉过程中出现结构破坏或造成重大事故。本文结合湖北省宜昌市普溪河渡槽重建拆除工程实例,以温度裂缝控制为目标,分析了早强型高标号混凝土温度裂缝的成因,提出了早强型高标号预应力混凝土温度裂缝的预防措施,旨在为类似施工的裂缝控制提供参考。

1 混凝土温度裂缝的危害

温度应力导致混凝土出现裂缝主要有两类:第一类为自生应力。对于静止结构,其内部温度分布呈非线性,尽管混凝土冷却后,表层温度大幅降低,但其内部温度依然非常高,会在混凝土表层产生较大的拉应力,而在其中间部位会产生压应力;第二类

为约束应力。结构部分边界容易受到外界的影响,通常因不能自由变向而导致应力的出现。混凝土徐变能降低温度应力,减少收缩裂缝,但在预应力混凝土结构中,徐变会引起预应力损失。

1.1 降低混凝土工程外观质量

水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准(SL632-2012)规定了表面裂缝是混凝土外观质量检测的7项指标之一。混凝土温度裂缝会降低混凝土单元工程质量评定等级。

1.2 缩短建筑物的使用寿命

混凝土结构温度裂缝使空气中的 CO_2 极易渗透到混凝土内部,与其碱性物质起化学反应后生成碳酸盐和水,使混凝土碱度降低。混凝土碳化进一步加剧混凝土收缩开裂,使其结构逐步被破坏,缩短了建筑物的使用寿命。

1.3 降低混凝土耐腐蚀性能力

水利工程中混凝土较常见的破坏因素有冻溶循环作用、钢筋锈蚀作用、碳酸盐作用、淡水溶蚀作用、盐类侵蚀作用、碱-集料反应、酸碱腐蚀作用、冲击及磨损作用等。混凝土结构存在温度裂缝,受空气或水中有害物质的作用,裂缝中形成低溶解度的新生物或溶解水化物,逐步累积后将使混凝土遭受破坏或水解流失,降低了混凝土耐腐蚀性能力。

1.4 降低混凝土的抗渗能力

水利工程中贯穿性裂缝形成了渗漏通道,在水压差作用下,极易出现渗漏水现象。未贯穿性的裂缝,在水压力作用下,水沿裂缝渗入混凝土内部,将一部分水化产物溶解并流失,裂缝会逐步发展,形成渗水通道并增加了结构渗漏可能。

1.5 危及建筑物的结构安全

混凝土裂缝不仅会引发钢筋锈蚀、降低混凝土结构的耐久性、降低建筑物的抗渗性,裂缝还会影响混凝土结构的强度、刚度和稳定性。预应力结构出现裂缝会导致预应力损失,或混凝土局部应力集中,危及结构安全;严重的裂缝直接使结构破坏,造成工程损失。

2 材料与方法

2.1 温度控制方法

当昼夜温差变化较大,或者寒潮来袭,会导致正在固化的混凝土表层温度急剧下降,而产生收缩,表层收缩的混凝土受内部混凝土的约束,将产生很大的拉应力而产生裂缝。常规的温度控制主要措施

有:

(1)优化配合比设计。尽量选用低热或中热水泥、减少水泥用量、降低水灰比、改善骨料级配、掺加减水防裂剂和纤维素等;

(2)降低混凝土入仓温度。降低骨料、水和掺和料的物理温度,改善混凝土的搅拌加工工艺;

(3)优化混凝土施工工艺。降低接触面约束,分层、分块浇筑;

(4)在混凝土内部设置冷却管道降低温差;

(5)加强混凝土的保湿保温养护等。

2.2 最优配比

通过对比不同环境温度、不同配比试验,为满足实际施工要求的早强型高标号配比为水泥:粉煤灰:江砂:黄砂:碎石:减水剂:水:纤维素=470:60:210:490:1 030:12.72:170:0.9。通过200多组的配比设计,该配合比能达到各项技术要求,水化热可控。

2.3 温度场计算模型

2.3.1 边界条件

计算施工期渡槽槽身的温度时间段为渡槽脱模以前,温度场主要有三类边界条件。

第一类边界条件:混凝土表面温度 T 是时间 τ 的已知函数。渡槽槽身顶面采用毛毡覆盖,撒水养护,此时表面温度等于已知的水温。

$$T(\tau) = f(\tau) \quad (1)$$

第二类边界条件:混凝土表面的热流量是时间的已知函数。为了减少节点,节省运算量,同时方便模型内部的温度场图的展示,在建立槽身模型时,采用1/4模型为计算模型。因此槽身的混凝土热源及养护等关于轴线是对称的,在对称面上采用此类边界条件。

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = f(\tau) \quad (2)$$

第三类边界条件:槽身混凝土与空气接触,热量与周围空气发生对流交换。

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \beta(T_1 - T_2) \quad (3)$$

式中: λ 为导热系数; β 为表面放热系数; T 为混凝土表面温度。

2.3.2 混凝土热学性能

槽身混凝土标号为 C_{50} ,混凝土配比:水泥470 kg、粉煤灰60 kg、江砂210 kg、黄砂490 kg、石子1 030 kg、水170 kg;根据混凝土配比,可得出该混凝土导温系数 $a(\text{m}^2/\text{h})$ 、导热系数 $\lambda(\text{kJ}/\text{mh}^\circ\text{C})$ 、比热 c 。混凝土热

学性能参数见表 1。

表 1 混凝土热学性能参数汇总

项目	数值
比热[$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$]	1.004
导热系数	10.52
散热系数	50.23
导温系数	0.004
线膨胀系数	1.00×10^{-5}
泊松比	0.20

2.4 渡槽温度场计算模型

基于大型有限元分析软件 MIDAS 对渡槽结构进行施工过程的温度场分析。单节一期槽身长 38.8 m 简支箱型渡槽。槽顶部宽 5.0 m, 底部全宽 4.1 m, 由于结构为简支结构, 为减少单元数量, 缩短计算时间, 选择模型(对称结构)的 1/4 进行分析。整个模型有 4 178 个单元, 结点总数为 5 987 个, 建立的有限元分析模型如图 1 所示。

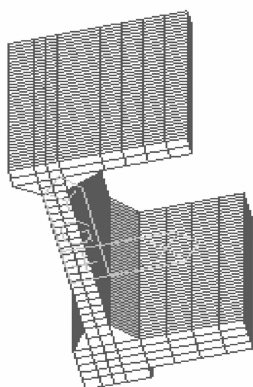


图 1 槽身有限元模型

渡槽施工期温度场仿真分析时,侧墙内、底板顶面与空气接触,渡槽槽身不同部位混凝土的内外温度是不同的。为了了解槽体结构温度随龄期发展的变化规律,可通过分析具有代表性的控制点施工期温度变化过程曲线来研究。

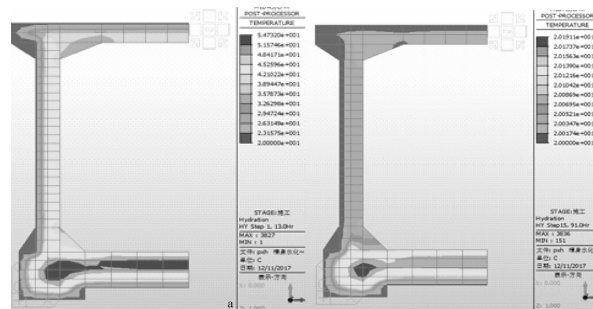
2.5 影响渡槽薄壁结构保温效果的因素

影响渡槽薄壁结构保温材料保温效果的因素主要有材料厚度、导热系数等因素。经计算水化热温度场,如图 2 所示。

2.5.1 保温材料厚度

为了研究保温层厚度对保温效果的影响,基于 MIDAS 建立了有限元分析模型,渡槽槽身保温材料

主要采用聚苯乙烯泡沫板。当环境温度为 15°C , 保温材料在空气中的放热系数为 $80 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。计算表明,对于同一种保温材料,随着保温层厚度的增加,保温效果的增幅逐渐减小,表明保温层达到一定厚度后,保温效果将趋于一致而不再提高。经计算,在造槽机外模上安装 30 mm 厚聚苯乙烯泡沫板作为隔热材料是合适的。



(a) 13 h 槽身温度场

(b) 91 h 槽身温度场

图 2 水化热温度场

2.5.2 保温材料导热系数

为了研究材料导热系数对保温效果的影响,在上述 MIDAS 模型进行分析,如图 3 所示。工程中常用保温板材的散热系数在 $30 \sim 80 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C})$; 经计算,温度极值点在散热系数为 $30 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C})$ 和 $80 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C})$ 时温度差值仅为 2°C , 因此槽身保温材料的散热系数对该工程的影响不大,选用聚苯乙烯泡沫板作为隔热材料是合适的。

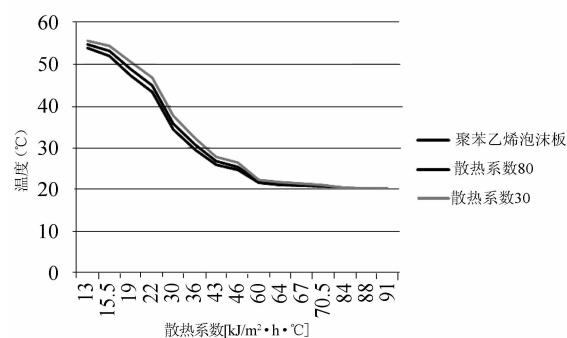


图 3 不同槽身保温材料导热系数的水化热

2.6 混凝土水化热温度计算

槽身混凝土的设计强度为 50 MPa, 混凝土施工经历了夏季最高温和冬季最低温,日均温差为 $8 \sim 14^{\circ}\text{C}$ 。考虑到槽身混凝土强度高、单方混凝土中水泥用量较大等特点,通过试验与研究,确保混凝土浇筑后不出现裂缝。

(1)混凝土的出机温度:
$$T_0 = T_h - 0.16(T_h - T_d) \tag{4}$$
式中: T_0 为混凝土出机口温度(℃); T_h 为拌和物最终温度(℃); T_d 为拌和站温度(℃)。

(2)混凝土运输时的温度损失:
$$T_s = (at + 0.032\eta)(T_0 - T_d) \tag{5}$$
式中: T_s 为混凝土运输中温度损失(℃); a 为温度损失系数(取0.25); t 为混凝土运输到成型时间(h)。

(3)混凝土入仓温度:
$$T_j = T_0 - T_s \tag{6}$$

(4)混凝土内部计算最高温度:
$$T_{\max} = T_t + T_j \tag{7}$$
$$T_t = WQ(1 - e^{-m})/C_p$$
式中: $T_{\max}$ 为混凝土内部最高温度(℃); T_j 为混凝土入仓温度(℃); T_t 为 t 龄期时混凝土的绝热温升(℃); W 为混凝土中水泥用量(kg/m^3 ,取470); Q 为水泥水化热量(kJ/kg ,取410); C 为混凝土的比热($\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{℃}$); p 为混凝土的容重(kg/m^3 ,取2300); m 为随水泥品种、比表面及浇筑温度而异(取0.7); τ

为龄期(d)。
按上式计算得出: $T_{\max} = 61.2\text{℃}$ 。

3 实测结果

为精确监测槽身表面及波纹管内部等各个位置混凝土温度随时间变化情况,在普溪河渡槽槽身浇筑完成后即进行温度监控。现抽取10号槽身温控数据进行分析,浇筑时间为2016年10月9日08:00,完成时间为19:30。在浇筑完成后第2天08:30开始监测,一直到第4天14:30结束。设置温度监测点分为:随机抽取上下游端部波纹管10cm处、槽身顶板及底板上、中、下游混凝土表面位置(上下游均距离端部2m位置)。观测数据如表2所列;砼温度实测结果分析如图4所示。

实测混凝土最高温度 $T_{\max} = 59.6\text{℃}$,在混凝土浇筑后22h达到峰值。通过对槽身顶板覆盖多层保温毯和多层塑料薄膜以及模板外侧粘贴聚苯乙烯泡沫板,分别位于槽身顶板和底板处上、中、下游位置的混凝土温度基本一致,表明混凝土保温措施良好。

表2 10号槽身温度检测数据

历时 (h)	实测温度(℃)									
	环境温度	下游 N ₁₋₁	下游 N ₁₋₆	上游 N ₄₋₂	底板上游	底板中游	底板下游	顶板上游	顶板中游	顶板下游
13	18.7	43.8	41.0	52.1	56.4	55.4	55.2	56.0	58.0	55.0
15.5	20.4	44.9	42.1	53.7	59.4	58.8	58.2	57.6	55.6	55.8
19	20.8	43.0	30.5	52.9	57.6	58.6	58.0	58.6	56.8	56.5
22	18.2	41.3	38.9	52.0	59.2	59.2	59.6	57.6	57.0	57.4
36	14.4	34.4	32.4	42.0	52.4	54.2	52.2	53.4	51.8	52.6
30	18.0	33.1	29.5	42.1	49.6	50.8	49.7	50.2	51.6	49.2
43	18.0	32.4	29.7	39.7	45.6	46.8	46.6	45.8	45.6	47.2
46	16.8	31.2	29.8	38.5	44.8	43.2	45.2	45.6	44.6	43.4
60	16.2	27.9	26.2	33.3	38.2	39.4	37.2	38.0	38.4	38.5
64	19.7	28.3	26.1	32.2	38.1	37.2	36.4	37.3	37.5	36.3
67	19.6	26.5	25.4	31.3	36.0	36.4	35.4	36.2	37.0	35.8
70.5	18.2	26.2	30.7	24.9	33.2	34.2	34.0	34.4	34.6	34.2
84	13.2	23.7	21.8	23.7	29.6	29.2	28.6	27.8	30.0	29.6
88	15.6	22.9	26.4	21.1	22.2	24.0	23.2	27.0	29.0	27.8
91	15.4	20.5	25.1	20.4	20.4	23.4	23.8	26.8	27.0	27.8

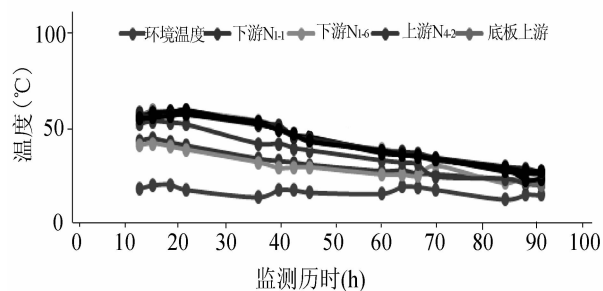


图4 砼温度散点折线

通过对波纹管口处温度监测,其温度值略低,说明该处的聚苯乙烯泡沫板整体性不够及单层油布热阻能力不够;上游端部温度高于下游端部温度,原因可能是:

(1)槽身上游侧为 1.2 m 的二期混凝土空间,下游侧为没有挡风设施的敞开状态,下游侧与外部热交换系数大于上游侧;

(2)上游测点为 N_4 ,下游测点为 N_1 ,下游测点混凝土浇筑时间比上游测点浇筑时间早 5~6 h,而端部油布封闭时间在整仓混凝土浇筑完成之后进行,下游混凝土由于先行浇筑已经开始初期发热并部分散失。

4 温度控制与裂缝预防措施

4.1 混凝土控温措施

为了能够达到槽身浇筑 7 d 后进行张拉的早强条件,采用海螺 P. O42.5R 水泥;同时槽身作为一个半封闭体薄壁结构,通过对早强型混凝土与一般混凝土的热力学性能参数分析比较,混凝土早期发热速度快,弹性模量增长快,干缩变形和自身体积变形收缩量大,虽然此时混凝土抗拉强度增长也很快,但早强型混凝土更容易产生温度裂缝。

4.1.1 原材料控温

原材料的控温措施是降低混凝土入仓温度的重要控制内容。首先,应注意对拌合用水的温度控制。采用东风总干渠的流水进行混凝土拌制,由于水源为尚家河水库底层水,温度基本处于 8~12℃。故而夏季施工时,直接取水拌合;在冬季施工过程中,提前将水池注满,确保拌合用水温度为最低值;其次,骨料场设置遮阳棚,根据现场仓储能力尽量提高骨料的堆积高度,夏季则对粗骨料进行喷水雾降温。

4.1.2 混凝土运输过程控温

混凝土的运输采用汽车搅拌车进行水平运输,再泵送至混凝土仓内。运输过程时间越长,混凝土的升温越高。故而在实际施工中,要求施工单位合理架设泵管,将搅拌车上部及泵管上均覆盖遮阳材料并定时洒水降温;环境温度大于 35℃ 时采取喷雾等方法降低仓面温度。

4.1.3 拆模时控温

槽身混凝土拆模前,控制混凝土温度与环境温度小于等于 15℃,同时在拆除槽身两端保温油布后,让槽身中段内的温度缓慢降低,控制降温速率小于等于 1°/h,当内部温度与外部温差小于 15℃ 后即可拆模。

4.2 裂缝防止措施

薄壁结构是渡槽防裂难度最大的结构之一,采用高性能泵送混凝土,水泥水化热大、早期强度高、自生体积变形相对较大、徐变较小、坍落度较大、延性较差。工程实践及仿真分析均表明,渡槽槽身工程需要控制早期混凝土内外温差。昼夜温差大,年内气温变化也较大,均易导致槽身混凝土裂缝。渡槽防裂工作的重点是早期表面防裂,对于渡槽混凝土工程的温控防裂主要措施是保湿和保温。

4.2.1 保湿

早强型高标号混凝土终凝后,根据混凝土表面颜色状态要适时补湿,此时采用和混凝土表面温度一致的同温水进行注洒,保持混凝土表面湿润。通过保湿可以有效减少水分蒸发,使混凝土表面水泥能够更有效水化,保湿材料主要用多层塑料薄膜覆盖。

4.2.2 保温

保温可以有效减小混凝土体内外温差,降低因温差而产生的温度应力。普溪河渡槽浇筑完成后,采取的保温措施包括在造槽机外模上安装 30 mm 厚聚苯乙烯泡沫板作为隔热材料;槽身浇筑完成后,及时对顶面进行薄膜+保温毯+薄膜+保温毯 4 层处理,外加一层油布覆盖;缩短混凝土直接与空气暴露时间,上下游两端进行油布封闭以降低结构热交换速度等。

通过实践,当混凝土温度与环境温度 $\leq 15^\circ\text{C}$,混凝土表面不再出现裂纹。拆模时间宜选在白天气温较高的时候进行,以避免因外界温差相对较大在混凝土表面产生过大冷冲击力,同时还要避免突然的暴晒。当昼夜温差、风速过大或出现寒潮时,宜适当推迟拆模时间。

4.2.3 遮阳与挡风

混凝土的内外温差不仅与自身的水化热、外界气温有关,还与环境风速及太阳的照射有关。为了减小混凝土的内外温差,施工过程中需要架设遮阳、挡风设施,主要有遮阳篷和挡风篷。

4.2.4 优化配合比

混凝土配合比的优化可以有效减少水化热、降低绝热温升、减少自生体积收缩变形,从而提高混凝土自身的抗裂能力,增强渡槽混凝土的抗裂能力;除了选择合适的配合比外,还能通过增添外加剂、外掺料等措施提高砼抗裂能力。如普溪河渡槽砼中掺入了 0.9 kg/m^3 纤维素纤维,可有效阻止砼因温度导致的裂缝产生。

4.2.5 其他措施

设置蒸汽养护系统或者通过内设循环水也是混凝土温控中最常用的有效办法,但在高空为截面仅为 30 cm 的薄壁混凝土实施难度较大。

5 结论

高标号预应力混凝土在大跨度槽身中的使用越来越多,其内部温度最高达 70°C 左右;野外高空条件下整体浇筑早强型高标号预应力薄壁结构,采用一般的温控措施难以避免温度裂缝产生,应加强以下措施:

(1)优化配合比设计,在满足砼可施工性能的基础上减少水化热量;

(2)加强混凝土保温养护,采取钢模外贴 30 mm 厚聚乙烯苯保温板,砼面层覆盖两膜两毡一油布的保温措施,砼内外温差不大于 15°C ;

(3)加强混凝土保湿养护,适时补充与砼同温度的养护水;

(4)遮阳和挡风可避免薄壁结构高应力区出现温度裂缝。

(收稿日期:2018-03-18)

(上接第21页)

统计灌浆数据可知,灌浆量超过 0.5 m^3 的基本上均分布于基础外围,考虑基础溶蚀裂隙发育成因及产状,分析外围孔灌浆液向基础外漫溢,分析可知基础下部溶蚀裂隙及溶洞总体积为 $6.03 \sim 7.50\text{ m}^3$ 间,占应力影响下部基础区域体积的不足 1% ,且不集中。

由以上结论可知,利用地质钻孔、地质雷达及电磁波CT扫描等综合勘察、物探技术对该工程9号基础不整合接触溶蚀裂隙的地质缺陷成因推断准确,缺陷分布分析基本无误,缺陷影响范围分析正确,制定的溶洞扩挖+充填灌浆+扩大承台基础处理方案经济、合理、有效。蜘蛛洞渡槽经过为期1年的紧张施工,现已建成投入使用,工程运行正常,9号基础无任何异常。

综上所述,随着施工技术不断创新和突破,渡槽基础地质缺陷处理技术在工程应用中得到进一步的普及和发展,今后如何针对特殊的地质缺陷,选择合适的勘察手段及分析方式,确定选择合适的基础地质缺陷处理方案成为一个新的研究方向,该项目的处理方案为类似工程提供了较好的参考。



图2 蜘蛛洞渡槽竣工

【参考文献】

- [1] 张涛,孙思施,严江华. 渡槽基础不整合地层岩溶地质缺陷勘察与分析[J]. 水利建设与管理, 2016(9):46-52.
- [2] 麦骐,闫常赫,白雪飞. 某不整合接触带地质特征及隧道工程实例分析[J]. 铁道标准设计, 2014(z1):174-176.
- [3] 巩江峰. 广昆铁路隧道通过地层不整合接触带的工程问题及对策[C]// 第七届铁路隧道年会. 2010.
- [4] 仇祥凯. 中国华北等地石炭系与奥陶系不整合带的工程地质特征[C]// 第五届全国工程地质大会文集,1996.
- [5] 沈永炬,万鹏,王永涛. 不整合带的岩土工程特征及应对措施浅析[J]. 科技致富向导, 2010(4):232,238.
- [6] 张建锋,张兴听,贾城琿. 地质雷达特征影像与岩溶不良地质现象的对应关系[J]. 市政技术, 2015, 33(3):163-165.

(收稿日期:2018-03-15)

设计与施工

多系数招标报价评审方案的分析与思考

艾琳¹ 席和²

(1. 武汉江河臻泰建设工程有限公司 武汉 430071;

2. 湖北省防汛抗旱机动抢险总队 武汉 430071)

摘 要 多系数招标报价评审方案是抽取 J 值法报价评审方案的发展,不同之处多家投标单位呈规律报价不能影响投标报价得分的变动趋势,排除了投标单位报价对评标基数的影响,31 个系数分成了 31 个投标计分档次,档次以下得 0 分,增加了报价得 0 分的概率。该评审方案在规则方面一定程度上可以抑制串通投标,但也存在适用范围局限性。

关键词 系数;概率;投标;抑制

某招标文件对投标报价评审的设计方案新颖和严密,本文通过数学概率分析和招标法律法规解读,浅析其优缺点和适用范围。

1 概况

该项目商务标 85 分,其中工程量清单报价 80 分,工程量清单报价表 5 分。评标基数计算方法为:评标基数 = 招标控制价 $\times$ (100 - 固定下浮系数 - 浮动下浮系数) $\div$ 100。投标报价的偏差率计算公式:偏差率 = 100% $\times$ (投标人报价 - 评标基数) $\div$ 100。固定系数设定为 8;浮动系数由建设单位代表随机抽取 2 个系数与投标人代表随机抽取的一个系数共计 3 个系数之和除以 3 的平均值(浮动系数的计算结果四舍五入,保留小数点后两位),抽取系数设定为 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5 共 11 个等级,3 个系数之和的最大值为 15,最小值为 0。通过了形式评审、资格评审和响应性评审的投标人,其投标报价在招标控制价下浮 8% 与评标基数之间的投标报价为有效投标报价,其余投标报价为无效投标报价。无效投标报价的商务标报价得分以 0 分计取。当所有的投标均为无效报价时,则以招标控制价下浮 13% 作为评标基数,即确定浮动系数之和为 13,在招标控制价下浮 8% 与评标基数(招标控制价下浮 13%)之间的投标报价为有效报价,其

余投标报价为无效投标报价,无效投标报价的商务标报价得分以 0 分计取。

以上述方法确定的评标基数为基准,有效投标报价每高于 1%,则在 80 分基础上扣 10 分,评分结果保留小数点后 2 位。

2 分析

2.1 下浮系数的产生

本报价得分计算方案中影响得分的因素有:固定下浮系数、浮动下浮系数。其中固定下浮系数的作用主要是明确了招标人最大资金投入度,也是影响施工企业是否参与投标的核心因素(假设浮动下浮系数恰好为 0 时,招标限价还不能保证企业利润,施工企业不参加投标活动的可能性最大)。但是自投标文件开始发售之日起,该系数已经确定,对于已经决定投标的施工企业没有考虑价值。

浮动下浮系数由从 3 组 11 个数字组成的序列中随机抽取 3 个数字组成,共计有 1 331 种组合,相加之和中有一定的重复数字,不重复数字共有 31 个,因此评标基数也有 31 种,但出现概率有些不同,投标人猜中评标基数的最大可能性为 6.837%,最小可性为 0.075%,投标单位保证自己投标报价趋近某个评标基数的概率从理论上大大降低。浮动下浮系数统计及出现概率表,见表 1。

表 1 浮动下浮系数统计及出现概率表

序号	不重复系数	个数	出现概率(%)	备注
1	0.00	1.00	0.075	最低概率
2	0.17	3.00	0.225	
3	0.33	6.00	0.451	
4	0.50	10.00	0.751	
5	0.67	15.00	1.127	
6	0.83	21.00	1.578	
7	1.00	28.00	2.104	
8	1.17	36.00	2.705	
9	1.33	45.00	3.381	
10	1.50	55.00	4.132	
11	1.67	66.00	4.959	
12	1.83	75.00	5.635	
13	2.00	82.00	6.161	
14	2.17	87.00	6.536	
15	2.33	90.00	6.762	
16	2.50	91.00	6.837	
17	2.67	90.00	6.762	
18	2.83	87.00	6.536	
19	3.00	82.00	6.161	
20	3.17	75.00	5.635	最高概率
21	3.33	66.00	4.959	
22	3.50	55.00	4.132	
23	3.67	45.00	3.381	
24	3.83	36.00	2.705	
25	4.00	28.00	2.104	
26	4.17	21.00	1.578	
27	4.33	15.00	1.127	
28	4.50	10.00	0.751	
29	4.67	6.00	0.451	
30	4.83	3.00	0.225	
31	5.00	1.00	0.075	
合计	31.00	1331.00	100.00	最低概率

2.2 商务标得高分的可能性及产生结果

浮动下浮系数在开标时产生。开标前,各投标人只能从理论上计算出 2.5 这个系数出现的最大概率(6.837%),则以在招标限价下降 10.5% 为投标控制价进行报价,商务标不计为 0 分的可能性最低。而按照前述得分计算方法,投标报价无限下降趋近 10.5% 而不会超过,得分最高,于是在基于理想投标人

(讲究公平守信、守法经营、充分了解市场,独立自主的投标人,非理想投标人与之相对)理论上,各投标人都计算出招标限价下降 10.5% 概率最大,并按这个计算概率进行投标报价,那么各投标报价很接近,商务标得高分的机会均等,产生的结果为投标竞争由报价竞争为主要竞争转化为人 员组织、施工方法、工期、质量安全保证、业绩、资质等方面的竞争了。此时,招标单位招到综合实力最高强的投标人的可能性大大提高。

3 影响

3.1 投标报价随机出现

浮动下浮系数共 31 个,出现最大概率与最小概率相差为 6.762%,在只有一组抽取机会的情况下,计算出这些概率对指导投标没有太大意义,评标基数的出现基本上是随机的,假设哪一个评标基数出现理由都不充分,因此各投标人确定投标报价决策时最可能采取各报价机会等可能性准则方案,立足于实际情况,不能过分考虑自身对投标活动的影响,投标报价按本企业需求确定。基于所有投标人都是理想投标人,那么他们的报价都是根据自本企业需求确定,各企业情况差异性为客观事实,因此投标报价会随机出现。

3.2 抑制投标人串标

《中华人民共和国招标投标法实施条例》第四十条第(四)款规定有“不同投标人的投标报价呈规律性差异”情形的视为投标人之间串通投标。《工程建设项目施工招标投标办法》第四十六条规定有第(一)款投标人之间相互约定抬高或压低投标报价;第(二)款投标人之间相互约定,在招标项目中分别以高、中、低价位报价;第(三)款投标人之间先进行内部竞价,内定中标人,然后再参加投标;第(四)款投标人之间其他串通报价行为等视为串通投标。首先,对于款投标人之间相互约定抬高或压低投标报价行为,因为不知道评标基数产生可能性,那么约定的报价恰好符合评标基数可能性只有 1/31,约定不符合评标基数的可能性为 30/31,这种约定意义不大,还不如直接碰运气。其次对于投标内部竞价,内定投标人行为的抑制表现为内定报价恰好符合评标基数可能性只有 1/31,也没有意义。最后对其他串通行为的抑制体现在对串通的前提的抑制,串通的前提是对投标价的规律掌握以及投标费用最低,目前这种投标方案产生的规律多达 31 种,投标人即使从理论上都推算出来了,也不可能确定哪一种会最后出现,没有能力一一掌握,且投标人报价对评标基数没有影响,投标人之不能形成有组织的合力,因此

串通的理论基础被大大削弱了。

3.3 杜绝招、投标人之间相互串通

《中华人民共和国招标投标法实施条例》第四十一条第(三)款规定:“招标人明示或暗示投标人压低或抬高报价”情形的视为招、投标人之间串通投标。《工程建设项目施工招标投标办法》第四十七条规定第(三)款有同样的规定。浮动系数由建设单位代表随机抽取 2 个系数与投标人代表随机抽取的 1 个系数共计 3 个系数之和除以 3 的平均值,抽取行为是在公开有监督的情况进行的,外力无法干涉抽取过程,抽取人也没有能力直接抽中自己需要的系数,招标人对浮动下浮系数是没有控制力;投标人也同样没有控制力,因此明示或暗示的报价最多只符合 31 个评标基数产生规律中的一种,做这样的明示或暗示对招投标活动的影响有限,操作意义不大。

3.4 对正常投标活动的影响

当浮动下浮系数为 0 时,所有投标均为无效报价,此时商务标得分计算规则重新回低价(接近招标控制价下浮 13% 的评标基数)中标规则上来了,可能对后续施工带来管理风险。当浮动下浮系数为 5 时其对招投标活动的影响同浮动下浮系数为 0 时。当浮动下浮系数极小时,有效报价的投标人可能很少,存在不确定风险。

3.5 投标模拟

设定某项目招标控制价 4 000 万,固定下浮系

数为 8,A 公司组织 B、C、D、E、F、G、H 8 家单位约定高、中、低价格串通投标(A 公司为组织者,希望中标秩序为 $A > B > C > D > E > F > G > H$)。假设抽中浮动下浮系数为 2,报价及得分如表 2。

表 2 模拟工程招投标报价与得分

序号	投标人	报价(元)	报价偏差(%)	报价得分
1	A	36 095 000	0.26%	77.36
2	B	36 180 000	0.50%	75.00
3	C	36 270 000	0.75%	72.50
4	D	36 290 000	0.81%	71.94
5	E	36 300 000	0.83%	71.67
6	F	36 400 000	1.11%	68.89
7	G	36 500 000	1.39%	66.11
8	H	36 600 000	1.67%	63.33

投标方案一:通过计算发现:按以前报价得分计算方案,各投标人的报价会影响评标报价基数,而本方案中各投标人的报价不会影响评标报价基数,希望通过多投标人来影响评标报价基数走向,进而确定最有利报价的作法没有必要性,只要猜对浮动下浮系数就足够确定最有利报价了,其他工作可以少作甚至不作。方案一没有实施价值。

投标方案二:将单一猜中浮动下浮系数为 2,扩大到:1.83、2.00、2.17、2.33、2.50、2.67、2.83、3.00 8 个系数,约定按表 3 报价。

表 3 模拟工程招投标改变下浮系数的报价与得分

序号	投标人	抽中浮动下浮系数	报价(元)	报价偏差(%)	报价得分	出现概率(%)
1	A	2.00	36 005 000	0.01	79.86	6.16
2	B	2.17	35 937 000	0.01	79.86	6.54
3	C	2.33	35 873 000	0.01	79.86	6.76
4	D	2.50	36 290 000	0.01	79.86	6.84
5	E	2.67	35 805 000	0.01	79.86	6.76
6	F	2.83	35 673 000	0.01	79.86	6.54
7	G	3.00	35 605 000	0.01	79.86	6.16
8	H	1.83	36 073 000	0.01	79.86	5.63

由表 3 可以看出,8 个单位都可以得到很高的报价得分,8 家单位中有一家理论上中标率超过 50%,可以尝试一下了,但产了两个问题,一是中标单位不一定是按组织者希望的秩序出现,二是如果另一个家不受控单位的报价无限接近投标基数,双

方的机会是均等的,其他 7 家单位不能形成助力,中标者就可能改变,而投标成本为 1:8。

进行有组织参加投标活动,可能会有面临 3 个问题:谁能做到只有 8 家单位投标?怎样保证概率
(下转第 36 页)

科技动态

重振美国水电行业面临的挑战

《水利水电快报》

1 水电行业现状

如何保持水电实惠的价格或开发新的水电资源,对美国能源开发和经济前景都是至关重要的。美国早期修建的大坝为其对外扩张、工业化进程和经济增长做出了贡献。大多数人对美国水电行业的了解是通过胡佛(Hoover)坝和大古力(Grand Coulee)坝,以及建于20世纪初的尼亚加拉瀑布(Niagara Falls)坝。这些大坝至今仍然是数百万美国居民重要的电力来源,其中大古力水电站是美国最大的发电站,装机容量较第二大水电站多3 000 MW。美国水电未来发展很大程度上都将依赖于过去打下的坚实基础。据美国能源部(DOE)《2016年水电前景报告》预计,对现有大坝升级改造将新增装机容量50 GW,使该国总装机容量增加50%。

美国约有8万座大坝不具备发电功能,即仅有3%的大坝可以发电,因此仍具有较大的开发潜力,包括对私营大坝及其开发商、国有大坝的开发,国有大坝由联合国自然资源委员会(CNR)管辖范围内的田纳西河流域管理局(TVA)、美国陆军工程师兵团(USACE)和美国垦务局(USBR)共同所有。这些大坝均可通过公私合营的形式实现联合发电。密苏里河能源服务公司(MRES)是一家位于美国中西部以北地区的市政电力供应商,目前在位于爱荷华州佩拉(Pella)的雷德洛克(Red Rock)湖上新建1座水电站,USACE对该水电站拥有所有权和运营权。最初、修建该坝的目的是防洪和休闲,而今它将为约18 000户居民提供清洁廉价的水电。同样在俄亥俄(Ohio)州,市政电力署(AMP)将承担俄亥俄河项目的开发工作,该项目是美国数十年以来规模最大的水电项目,计划在USACE现有的水闸和水坝基础上

增设4座径流式水电站,装机容量将增加300 MW。

2 挑战与措施

2.1 融资困难

国有水利基础设施融资面临巨大挑战,该问题在有关改善国内老化基础设施的讨论中经常提到。一般情况下水电设备至少可以工作50年,几乎无需维护,但水轮机、发动机和自动化技术都将落后于50年后的能效和环保标准。

2.2 项目审批需改革

联邦政府可以采用多种方式刺激水电行业的发展。多年来,水电行业一直呼吁对水电项目审批进行改革,有些水电站项目审批或更新许可审批时间要长达10年或更久,甚至超过核电反应堆项目的审批时长。各级部门办事效率低下,加之各项繁琐的规定,使原本高效协同的审批过程变得冗长。

由于缺少办事标准和牵头机构协调各方工作,造成了审批的无限期延误。这种情况在新项目开发过程中仍存在,对于既有项目亦是如此。未来10年,美国约有15%的水电装机容量将进入更新许可审批程序。目前已经不止一家运营商因时间过长、费用过高而选择退出参与项目。若有更多的运营商因此选择退出,美国将无法承担其严重后果。

2.3 完善机构立法

过去几年来,国会在对水利建设的立法监管方面有所进步,《水电监管效率法》于2013年正式获得通过,该法旨在改善和简化小水电项目审批程序,其中包括由联邦能源管理委员会(FERC)实施的一项“2年审批”试行方案。

2016年起草的《能源政策现代化法》进一步简化了水电审批流程,并特别指定FERC为负责审批

的牵头机构。遗憾的是,因该法与第 114 届国会会议日程相冲突而最终未能通过。希望此次国会能将该法视为能源监管改革的起点,特别是其中有关水电方面的规定。

CNR 近期实施的有利于水电开发的举措值得称赞,其中《垦务局抽水蓄能开发法案》的通过为 USBR 所拥有的非国有抽水蓄能项目的开发铺平了道路。抽水蓄能是唯一经证实的大型储能源,为电网稳定性以及其他(间歇性)可再生能源发展带来巨大效益。此外,CNR 于 2013 年提出通过《垦务局小管道水电开发和农村就业法》,该法案最终正式立法,对 USBR 所有的输水系统授权进行水电开发,可简

化监管流程,并降低小型运河和管道水电开发项目的行政费用。

开发低水头发电系统具有较好前景,尽管其单个输出电力相对较小,但与其他设施并用,可为美国未来供电做出重大贡献。如福伊特(Voith)公司研发的“溪流驱动器”(Stream Driver)就采用了这种新技术,在既有工程上安装标准化无油水轮发电机组,可用于沟渠甚至小溪流。圣母大学 2018 年也会在印第安纳南湾的圣乔瑟夫(St. Joseph)河上安装该系统。

注:此文摘自《水利水电快报》

(收稿日期:2018-06-01)

简 讯

魏山忠到鄂开展长江大保护调研

6月4日,水利部副部长魏山忠一行到湖北调研长江大保护水利有关工作,现场调研了青山江滩、青山倒口湖及武昌余家头水源地保护等工作。副省长万勇就湖北省长江大保护水利重点工作情况在会上与魏山忠进行了交流。

魏山忠充分肯定了湖北水利工作的成绩,他表示,湖北省水利工作在全国一直是出经验的地方,湖北堤防管理水平在全国领先。在新时代,湖北水利工作依然得到高度重视,站位高、措施实、成果多,有很多可推广复制的经验。

魏山忠从抓机构改革、抓防汛抗旱、抓习近平总书记治水思想的学习等方面,阐述了新形势下水利工作要干什么。魏山忠指出,习近平总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思想为我们做好新时代的水利工作提供了科学的思想武器和行动指南,要真学懂真弄通真落实。要抓好水利工程补短板及行业管理工作,深入贯彻落实习近平总书记在深入推动长江经济带发展座谈会上的重要讲话精神,加快推进长江保护的水利工作。

万勇表示,习近平总书记在视察湖北、考察长江经济带发展时发表的重要讲话,进一步明确了新时代深入推动长江经济带发展的指导方针。我们要在深入学习贯彻习近平关于生态文明建设思想上下功夫;要在依法治水管水上下功夫;要在建立健全长效机制上下功夫;要在补齐补强短板上下功夫;要在落实“三水共治”上下功夫;要在抓好今年防汛抗旱工作上下功夫,把湖北水利工作抓得更紧、更实、更好,担负起在推动长江经济带发展中的历史责任,守护好绿水青山,为永葆长江母亲河生机活力贡献湖北力量、争创湖北作为。

魏山忠在现场实地调研时,要求青山区充分总结绿水青山就是金山银山的先进经验,他仔细询问武汉市关于黑臭水体的治理问题,并要求武汉水务部门下决心从根源解决,切实推动生态文明建设。

省水利厅党组书记、厅长周汉奎作工作汇报并陪同调研,厅党组成员、副厅长徐少军参加调研。

(摘自《湖北省水利厅网》2018年6月3日)

水利管理

湖北水利工程档案管理工作的思考

黄碧梅 程良伟

(湖北省水利厅办公室 武汉 430071)

摘 要 针对湖北省水利工程档案管理目前普遍存在的不足,提出了加强工程档案管理的几点思考,旨在提升水利工程档案管理水平,促进全省水利档案事业的进一步发展。

关键词 水利工程;档案管理;思考

水利工程档案是水利工程建设活动中直接形成的具有保存价值的文字、文件、图纸、光盘等各种形式的历史记录,它记载了水利工程从勘测、设计、立项、审批、招投标、施工、监理到竣工验收各个环节的真实情况,是水利工程建设过程和成果的真实反映,加强水利工程档案管理,是水利工作中值得重视的一个问题。近年来,湖北省水利项目大规模投资、水利工程高密度建设,水利工程档案管理工作越发重要。针对湖北省水利工程档案管理中存在的问题,提出了加强工程档案管理的几点建议,旨在提升水利工程档案管理水平,促进全省水利档案事业的进一步发展。

1 水利工程档案管理工作存在的不足

1.1 重要性认识不够

经过不懈努力,全省水利部门各级领导对水利工程档案管理工作已形成共识,未规范管理的项目档案不能通过项目验收。但是,部分水利工程档案管理部门和管理人员还未充分认识工程档案管理的意义和作用,导致水利工程档案管理工作一直处于被动状态,很多水利工程档案的收集、整理不及时,水利工程档案管理没有充分发挥其作用;另外部分项目法人存在重建设、轻管理的思想,没有认识到工程档案对于工程运行、管理、维护、决策等方面的重要性。

1.2 档案管理未同工程管理同步

部分水利工程项目法人未将档案管理工作纳入

合同管理范围,监督检查项目建设过程中,未同步检查文件材料的收集、归档情况,等到工程项目完工需办理竣工验收手续时,再来组织大量的人力、物力,突击补充档案资料,导致工程竣工档案“事后算总账”的被动局面,档案资料未实现同步管理,其真实性、完整性、准确性难以控制。

1.3 档案管理设施有限

由于档案管理经费投入不足,造成档案室面积较小、档案设施配套不全等问题;部分临时组建的项目法人机构,没有固定的办公地点,也没有专门的档案室和档案保管设施,随意堆放,易造成文件资料遗失或损坏;还有的水利工程档案管理部门对借阅档案的人员管理不严,出现水利工程档案借出后不能及时归档等现象;另外,受条件限制,部分基层水利工程档案电子信息化管理水平低,档案保存质量差,使用效率低,不利于工程项目档案管理规范化建设。

1.4 档案人员的业务能力不强

目前,湖北省部分水利工程建设项目管理单位缺少专业档案管理人员,一般由施工员兼职档案管理员或聘请刚参加工作的人员作为档案管理人员,他们缺乏工程建设和档案管理知识,没有进行系统的学习和培训,档案管理业务水平较低,导致档案分类混乱、组卷不合理,造成水利工程档案管理效率低;有的档案管理人员在水利工程档案数据信息的采集上,不能够深入工程一线实地调研,侧重于施工单位提供档案材料;有的水利工程时间跨度长,档案管理

人员更迭频繁,未能较好履行文件材料交接手续,导致文件材料收集不完整、不齐全。

2 水利工程档案管理工作的几点思考

2.1 强化档案意识,落实管理责任

实践表明,只有重视档案,才能管好档案。强化水利工程档案管理部门和水利工程档案管理人员的档案意识,对提高水利工程档案管理实效尤为必要。各级水利部门领导在调研检查水利项目建设工作时,既要检查工程建设进展情况,也要坚持对工程档案同部署、同检查;同时,强化项目法人和参建各方项目经理的档案管理意识也必不可少。项目法人要履行对工程档案工作负总责的责任,在认真做好自身产生档案的收集、整理、保管工作的同时,加强对各参建单位归档工作的监督、检查和指导;设计、施工、监理等参建单位需明确本单位的归档责任,切实做好职责范围内水利工程档案的收集、整理、归档和保管、移交工作。

2.2 健全档案制度,落实管理标准

湖北省水利厅结合湖北水利工程实际,按照不同的建设内容,先后制定并颁发了病险水库除险加固、大型泵站更新改造、灌区续建配套工程、中小河流水文监测系统建设项目档案验收管理办法、河道堤防建设工程档案管理细则等多项档案管理制度,对工程档案的管理机制、管理措施、归档和移交、档案验收提出明确要求。各项目办作为基层水利监管单位,也要依据全省水利工程档案管理办法和实际情况,及时制定本工程的档案管理制度,包括工程档案管理办法,本工程档案的分类方案、归档范围和保管期限表,档案立卷和整理办法以及档案的收集、利用、保管等制度,确保工程档案管理都能做到有章可循,有据可依,规范化管理。

2.3 加强督促检查,落实管理保障

各级水利档案管理部门要切实履责,定期对各工程建管单位档案工作开展档案专项检查指导,查领导重视程度、查规章制度落实情况、查同步管理工作、查档案安全状况和档案整理质量,帮助指导制定整改措施,要加强与参建各方档案管理人员的交流,对档案归档整理方面的问题及时答疑解惑。在项目建设前期阶段,还要督促项目法人建立项目档案管理体制,落实档案管理的责任、措施、制度、人员和经费,从各方面为工程档案工作的依法开展提供保障。此外,还要督促工程档案与工程项目建设同布置、同

检查、同考核、同验收。确保各个工程项目从水利工程建设前期就进行文件材料的收集和整理工作;在签订有关合同、协议时,对水利工程档案的收集、整理、移交提出明确要求;检查水利工程进度与施工质量时,同时检查水利工程档案的收集、整理情况;在进行项目鉴定和水利工程重要阶段验收与竣工验收时,同时审查、验收工程档案的内容与质量,使所有水利工程档案都能达到真实、准确、完整的要求。

2.4 提升业务水平,落实管理规范

水利工程项目档案管理的好坏取决于档案管理人员的素质和能力,也取决于档案人员的事业心和责任心。随着水利工程项目档案种类增多,对档案管理的要求和档案员业务能力提出了更高的要求,必须加强对基层单位人员进行相关的档案专业培训,掌握档案管理的基础理论知识,掌握最基本的实际操作技能。一是定期组织业务培训。各地水行政主管部门要结合本地档案管理实际需求,有针对性地组织短期培训,增强实际操作技能,帮助一线工程档案人员学习和理解档案管理工作的规范和标准,掌握业务技能。二是提高档案人员综合素质。不管是专职档案管理员,或者是施工过程中的兼职档案管理人员,都要参加地方档案部门组织的培训,系统学习档案概论、文书档案、科技档案、档案保管、档案利用等档案常识,以及档案管理相关法律法规,增强基层档案管理规范化、科学化意识。

3 结语

在水利工程建设大规模推进的新形势下,做好水利工程档案工作既责任重大又大有可为。湖北省各级水利档案人员应秉持对现实和未来负责的态度,紧紧围绕档案管理“规范化、标准化、数字化”的要求,创新机制,强化管理,切实把水利工程档案工作抓实抓好,努力实现“建优质工程,交一流档案”的工作目标。

【参考文献】

- [1] 沈红梅. 对水利工程档案管理现状的反思[J]. 价值工程, 2014(9): 49-50.
- [2] 刘婉珍. 做好水利工程档案管理工作的几点思考[J]. 黑龙江档案, 2015(6): 86.
- [3] 顾芸. 基层水利工程项目档案管理的现状与对策建议[J]. 水利发展研究, 2018(1): 71-72.

(收稿日期: 2018-05-21)

水利管理

宜昌市取水计量设施建设管理的现状与对策

周召红

(湖北省宜昌市水资源管理中心 宜昌 433002)

摘 要 通过调研全市取水许可计量设施运维水平、计量精度、数据可信度等情况,分析了计量设施建设、运维、管理过程中存在的问题,提出了强化取水计量监控管理的措施和建议。

关键词 计量设施;管理现状;措施;宜昌

《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》(中发〔2011〕1号)明确提出水是生命之源、生产之要、生态之基,提出要实行最严格的水资源管理制度,并把严格水资源管理作为加快转变经济发展方式的战略举措。《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3号)明确提出“三条红线”控制目标,加强水资源监控能力建设。因此,严格取水许可计量是落实取用水总量控制目标的重要举措。

1 管理现状

目前,宜昌市颁发取水许可证总数为249个(不含发电用水,不含省厅、长江委颁发),取用水许可总量为6.15亿 m^3 。为提高宜昌市水资源总量监控水平,湖北省水利厅先后组织实施了国家水资源监控能力建设项目和湖北省水资源监控能力建设项目,对64家规模以上取用水户实施了取用水在线监控;监控计量设备主要为插入式和外敷式超声波流量计,监控取用水户占颁发取水许可证总数的25.7%。

2 存在的问题

2.1 计量监控设施尚未全覆盖

(1)少数取用水户未安装取水计量设施

如秭归县自来水二水厂、国营江河化工厂(远安

县)、远安县洋坪镇清泉自来水厂等。

(2)部分计量设施安装不全

部分计量设施安装在支管上,或者多处取水却未全部安装计量设施的,导致已安装的计量设施未能监控全部的取水量。如兴发化工股份有限公司白沙河化工厂(兴山县)、湖北山水化工有限公司(枝江市)等。

(3)农业灌溉用水尚未安装计量设施

2.2 计量设施运维水平参差不齐

(1)计量设施老旧

从目前计量设施运行情况来看,大部分计量设施安装时间较早,多以机械式水表为主,电磁计量水表较少,且计量水表等级较低(以B级为主),环境较为潮湿,水表生锈较为普遍;水表安装之后较少进行第三方定期校验,甚至有些水表停止运行,造成计量数据可信度较低。

(2)计量数字不准确

部分已安装的电磁流量计安装位置不符合规范要求,导致计量数据出现较大波动,计量不准确。

2.3 在线计量联网监控覆盖度较低

目前湖北省强制实施在线联网监控,但其缺乏充足的法律依据。《中华人民共和国水法》《水资源费征收和使用条例》(国务院令第460号)《取水许可管理办法》(水利部令第34号)规定取水应当实

施计量,但并未明确规定计量设施必须联网在线监控,水利部以及湖北省也未对此作明确规定。但宜昌市已实现取用水在线联网监控,其取用水设施建设均为政府财政资金。

3 措施和建议

3.1 加强取水计量设施在线联网监控能力建设

逐步停止由政府出资建设取水计量监控设施行为,采取下列措施替代。

(1) 实时在线监控

参照《中华人民共和国水污染防治法》第二十三条,出台地方性法规,补充完善《中华人民共和国水法》《水资源费征收和使用条例》有关取水计量相关规定,要求取用水户必须将安装的计量设施与水行政主管部门的水资源监控管理信息平台联网,实现实时在线监控。

(2) 实时数据传输

根据计量设施运行情况,要求取用水户逐步采用电子计量设施取代老化的纯机械式水表,并由政府出资建设监控数据传输设施,将监控数据实时接入水行政主管部门的水资源管理信息平台。

上述措施中建设、运行、监管各方面的职责要清晰,便于监督检查执法。

3.2 规范取水计量设施运维管理

水行政主管部门和质量技术监督管理部门可联合出台关于取用水量设施建设运维管理办法,明确计量设施安装、效验、使用、运维等要求,提高计量精度和运维水平,增强计量数据可信度。

3.3 出台取用水户监控名录,强化监督执法

在“双随机一公开”基础上,探索实施取水计量设施“飞检”制度,加强计量设施监管,并按照《社会信用体系建设规划纲要》(国发〔2014〕21号)要求,将失信企业信息录入相关信用平台。

(收稿日期:2018-04-16)

(上接第 30 页)

等于事实?最被希望中标的单位处于哪个系数附近合适呢?这 3 个问题都无法回答。

4 结语

4.1 体现了招投标规则的进步

与抽取 J(一般为 5 个修正值)值法相比较,评标基数的规律增加了 26 种,大大增加了评标基数的产生空间,减少了投标人猜中的概率,从投标成本上减少串标的动力。另外,因投标报价不参与评标基数的计算,减少了投标人对评标基数控制力。这种设计方案从制度上减少串标的可能性,是招标规则的进步。

4.2 并不利于找到最合适的投标人

这种方案的设计,使各投标人在猜中评标基数上基本处于同等竞争水位,优秀企业的成本控制能力在投标时得不到体现;企业经验、业级、人员、技术水平、施工方法等得分项只有浮动下浮系数抽出后才可能参与竞争,参与竞争的概率最大为 6.837%,最小为 0.075%,对选择优秀合适的中标人选出没有

多少帮助。

4.3 有利于中小企业有成长

投标活动是排它性的,一个标段只有一个中标人,而大型企业可以凭借自身的优势占有更多的市场份额,挤占中小企业的生存空间,然而这种方案的设计一定程度上抑制了大企业的优势,提高了中小企业的竞争力。

4.4 不利于技术进步

通过前述计算分析,本招标报价方案竞争主要是运气的竞争,其次才是技术等因素的竞争,企业的工作重心可能不在寻求技术突破,不利于技术进步。

4.5 招投标适用范围受限

招投标工作初衷是希望通过一系列规范化的活动,选取合适的中标人。合适包括:中标价格、技术能力、人员保证、质量安全保证能力、协调能力、履约能力等。对于技术要求高的项目如电站、泵站等复杂建筑物选择这种方法应该慎重,而对于技术要求一般的如土地平整、堤防回填,渠道工程等个人认为是比较适用的。

(收稿日期:2015-05-16)

水利管理

河长制助推黄柏河流域生态保护

贺圣权¹ 梅莎²

(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 在全面推行河长制之际,宜昌市黄柏河流域水环境保护取得体制机制性突破,建一支专业的综合执法队伍,立一部专门的地方性法规。注重顶层设计,科学施策,系统治理。党委政府重视与部门联动形成合力,综合运用市场、行政、法治手段,水环境质量得到明显改善。

关键词 河长制;综合执法;生态补偿;生态监测;黄柏河

1 流域概况

黄柏河是宜昌市境内长江中游左岸的一条一级支流,流经远安县、夷陵区等7个乡镇,全长162 km,流域面积1 902 km²。黄柏河流域分东西两支,东支河长130 km,集水面积1 165 km²;西支河长78 km,集水面积566 km²;东西两支于夷陵区两河口汇合,流经32 km后于葛洲坝三江上游引航道汇入长江,集水面积171 km²。经过半个多世纪的综合开发,流域自上而下依次建有玄庙观、天福庙、西北口、尚家河、汤渡河5座水库,多年平均来水量为8.95亿m³,每年经尚家河水库向东风渠灌区输水3亿m³,经汤渡河水库向东山运河输水3.5亿m³。目前,黄柏河已形成供水、防洪、发电和生态保护综合水利体系,承担夷陵、远安、当阳、枝江、西陵、伍家、猇亭共计7个县、市、区的生产生活补水重任,是宜昌200万人口的生命之源,是实现转型跨越的生产之要,也是推进绿色发展的生态之基。

黄柏河流域也是磷矿资源富集地。近年来,随着黄柏河流域内矿产资源开发活动的加剧以及人口数量的不断增多,流域水环境承载能力面临严峻挑战。根据长期水质监测结果,2012年以前黄柏河4座水库水质基本保持在Ⅰ~Ⅱ类,2012年水库水质开始出现下降趋势,下游西北口、尚家河水库出现Ⅲ

类水质,上游天福庙、玄庙观水库部分时段出现Ⅳ类水质,超标项目以总磷为主。2013年5月,天福庙、玄庙观水库首次发生大面积水华,水华藻类主要是甲藻和硅藻。因此,加大黄柏河流域保护刻不容缓。

宜昌市于2013年9月启动黄柏河东支流域综合整治,2017年开始实行河长制,黄柏河流域内的夷陵区列入全国全面推行河长制信息化16个试点县(区)之一;该流域1位市级河长、6位县级河长、8位乡级河长和27位村级河长纷纷上岗履职,按照“一河一策”的要求开启了黄柏河流域综合治理的新篇章。

2 主要措施

2017年,市级河长先后2次检查督导黄柏河流域环保问题整改工作。夷陵区、远安县政府以及市县两级水利、环保、国土等部门根据黄柏河东支流域综合整治的工作部署,结合实际细化工作措施,不断加强部门沟通和协作,大力推进黄柏河流域水环境综合治理。

2.1 科学制定方案

为查明水华原因,寻求治理对策,市水利局聘请科研单位开展了《黄柏河磷矿开采对水环境的影响研究》《黄柏河流域管理研究》《黄柏河流域水生态补偿机制研究》《黄柏河流域河道污染物阻滞实验研

究》《黄柏河流域水库底泥疏浚可行性研究》《黄柏河磷矿涌水处理提标工艺研究》等课题研究。一系列超前研究为市委市政府科学决策提供了技术依据,市政府于 2016 年 7 月制定出台了《黄柏河东支流流域水环境综合治理实施方案(2016~2020)》,以源头截污、过程管控、末端治理为重点,建立了涵盖制度、规范、审批、监管、工程等一套完备的综合治理方案;环保部门启动了黄柏河流域磷矿开采废水特别排放限制的确定;水利部门完成了黄柏河流域纳污能力核定工作,正在积极配合环保部门制定并实施磷矿企业污染物总量控制的分解方案,明确各企业全年允许排放的废水总量。

2.2 完善顶层设计

市人大常委会将《宜昌市黄柏河流域保护条例》列入 2017 年度地方立法唯一项目。经过深入调研和反复征求意见,《宜昌市黄柏河流域保护条例》于 2017 年 9 月市人大常委会审议通过,11 月 29 日经省人大常委会表决批准,已于 2018 年 2 月 16 日正式实施。《条例》的制定出台,为加强黄柏河流域资源管理和生态保护提供了系统性、可操作性的法规依据。市政府为加强黄柏河的保护和治理,制定了一系列规范性文件,先后出台《关于在西北口库区实施“两减一扶”促进水资源保护工作的意见》和《关于加强黄柏河东支流流域磷矿开发利用环境监督管理的意见》。

2.3 实施生态补偿

市委市政府于 2017 年 12 月研究制定了《黄柏河东支流流域生态补偿方案(试行)》,以流域稳定达到Ⅱ类水质为目标,市级财政每年以专项列支 1 000 万元黄柏河生态补偿资金,夷陵区和远安县每年分别缴纳 700 万元和 300 万元水质保证金。按照“谁污染、谁治理,谁保护、谁受偿”的原则,以生态补偿资金为引导,与磷矿开采计划挂钩,促进水源保护区加强生态建设。黄柏河生态补偿机制的建立,通过综合运用市场、行政、法治手段,加强流域保护共建共享,实现合作共赢,有力调动了流域内各类主体保护生态的积极性。

2.4 推进综合执法

积极推进黄柏河流域水资源保护综合执法改革,于 2015 年 9 月组建黄柏河水资源保护综合执法支队,2016 年 11 月正式取得省政府综合执法授权。黄柏河流域水资源保护综合执法机构依法开展相对集中水资源保护行政处罚权工作,集中行使水利、环保、农业、渔业、海事 6 项行政监督检查、96 项行政处

罚、14 项行政强制职能。按照执法监督重心下移的要求,在流域内樟村坪集镇和分乡镇界岭村建立了 2 个基层执法点,执法人员常驻一线开展执法巡查监督。2017 年共完成巡查 295 次,夜查 32 次。综合执法机构组建以来,先后对 45 家单位和个人涉违规排污、侵占河道、非法采砂、违法捕捞等行为下达各类执法文书 86 份,实施行政处罚 21 起,其中办理环保类违法案件 12 起、非法电鱼案 6 起、侵占河道案 3 起,责令拆除违法构筑物 2 处、关闭磷矿井口 1 处。

2.5 加强综合治理

(1)加强黄柏河东支流流域水资源保护项目建设。先后投入 2 065 万元资金,实施了水源地安全保障项目以及天福庙大坝水域微生物水质处理、神龙河入口底泥固化、天福庙库尾底泥清淤、神龙河生态治理等几项实验性工程。

(2)加强生态调度,泄放生态流量。流域内梯级水库均按照要求落实了生态流量泄放,其中尚家河水库按照 $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量下泄,汤渡河水库按照 $2.58 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量下泄。

(3)加强重点污染源治理。督促黄柏河东支流流域 50 多家磷矿企业新建、改扩建矿井废水沉淀池 66 个,安装生活污水微动力处理装置 42 套、埋地式污水处理设施 16 套,新建垃圾池 45 个、维修垃圾池 65 个。流域内螺祖镇、樟村坪镇、雾渡河镇、黄花镇、分乡镇以及殷家坪、张家口集镇等污水处理厂均已开工建设,计划 2018 年内投入运行。

(4)压减磷矿开采量。鼓励和支持磷矿企业实施兼并重组,提高规模效益和管理水平;停止审核年产 30 万 t 以下的采矿项目,逐步关闭 15 万 t 以下的采矿项目。流域年度磷矿开采总量自 2015 年开始每年削减 5%,由 1 450 万 t 缩减到 1 000 万 t(2018 年计划磷矿开采总量)。

2.6 强化生态监测

黄柏河东支流流域设立了 26 个水质监测断面。自 2015 年 1 月 1 日起委托宜昌市水文局每 10 天监测 1 次,监测成果发送黄柏河市县乡 3 级河长、市县政府以及市直有关部门。环保部门大力推进磷矿企业排污在线监控系统建设,新安装排污口实时在线监控设施 24 套,监测数据实现环保、水利共享。市黄柏河综合执法支队加强核查,对流域内 65 家磷矿企业的 146 个矿洞、68 处矿井废水排污口、61 处生活污水排污口进行详细核查定位和建档,并每月对流域磷矿企业生产废水开展监督性监测。

(下转第 45 页)

水利管理

浅析水文服务于河湖长制的目标任务与工作方向

肖贵清 尹 聪 李吉涛
(湖北省水文水资源局 武汉 430071)

摘 要 全面推行河湖长制对于推动生态文明建设、维护河湖健康生命、保障国家水安全具有重要意义。结合河湖长制的工作背景,探讨了推行过程中存在的主要问题,提出了水文部门从技术层面积极服务于河湖长制的主要目标任务和工作方向。

关键词 河湖长制;水文;目标任务;工作方向

河湖管理保护是一项复杂的系统工程,涉及上下游、左右岸、不同行政区域。全面推行河长制是落实绿色发展理念、推进生态文明建设的内在要求,是解决我国复杂水问题、维护河湖健康生命的有效举措,是完善水治理体系、保障国家水安全的制度创新^[1,2]。湖北省目前已全面推行河湖长制,并取得一定进展。本文结合河湖长制的工作背景和推行过程中存在的主要问题,提出水文部门从技术层面积极服务于河湖长制的主要目标任务和工作内容。

1 工作背景

1.1 《关于全面推行河长制的意见》文件出台

2016年11月28日,中共中央办公厅、国务院办公厅联合印发了《关于全面推行河长制的意见》,本着坚持生态优先、绿色发展、党政领导、部门联动、问题导向、因地制宜、强化监督、严格考核的基本原则,提出建立省、市、县、乡四级河长体系,明确各级河长工作职责和主要任务^[3]。

1.2 湖北省推行河湖长制基本情况

湖北省水网密布、河湖众多,全省境内长度5 km以上的河流有4 230条,长约6.1万 km,其中流域面积50 km²以上的河流有1 232条,长约4万 km;列入省政府保护名录的湖泊有755个。为充分结合河

湖众多的特有省情,进一步突出对湖泊的管护,湖北省将河长制定为河湖长制,并印发了《关于全面推行河湖长制的实施意见》。省委主要领导同志任第一总河湖长,省政府主要领导同志任总河湖长,分管领导任副总河湖长,跨市(州)重要河流、重要湖泊由省级负责同志分别担任河湖长,各河湖所在市、县、乡分级分段设立河湖长,由同级党委、政府负责同志担任;实行联席会议制度,联席会议由14个厅局及各市(州、林区)政府有关负责同志组成,省水利厅、省环保厅为牵头单位,省级河湖长制办公室设在省水利厅。

1.3 湖北省河湖长制的总体目标

到2017年底,初步建成四级河湖长制体系,覆盖全省流域面积50 km²以上的1 232条河流和列入省政府保护名录的755个湖泊。经过3~5年的努力,全省入河湖主要水污染物排放总量明显下降,河湖水环境明显改善,饮用水水源地水质基本达标,黑臭河、黑臭湖基本清除,河湖面积不萎缩、功能不退化,并建立河湖长效管护机制。

2 存在的主要问题

2.1 河湖现状资料系统性不强

一段时间以来,占滩侵岸、围湖造田、污水排放

等人类活动对河湖影响较大,河流岸线改变、湖泊水面缩小、防洪能力降低、水污染严重,河湖基本情况发生了很大变化。河道岸线范围、河长、河宽、过水断面面积、坡降、糙率、水位、水深、流量、流速、含沙量和湖泊岸线、水域面积、水位、水深、蓄水量、出入湖河道情况以及河湖的排污口分布、污染源、污染物入河湖量、水质状况、生态状况、取水工程、社会经济供用水结构等资料系统性不强,且未建立相应的河湖档案,水体家底情况不清。

2.2 水资源监控体系不能满足需求

目前全省水文系统已开展了对水位、流量、降水、蒸发、水质、泥沙、地下水、墒情、取用水量、水生态等的监测工作,各类水文监测站点 4 565 处,包括水文站 291 处、水位站 706 处、雨量站 2 638 处、水质站 425 处、地下水站 33 处、墒情站 61 处、取水口水量监控站 358 处、水生态站 53 处。已有监测站网重在对于水系、流域的面上监控,对行政界、水系交汇连通点、重点水域(敏感区、脆弱区、恶化区)、入河排污口、水生态等的监控不足,无法满足河湖长制分级分段管理的需求。

2.3 河湖情况复杂导致管理落后

湖北省河湖众多、情况复杂,每一处河湖的自然属性、水文水资源特性、社会经济情况、水资源开发利用状况等均具有特殊性,要实现河湖管理保护工作的针对性、有效性,必须制定“一河一策、一湖一策”的管理策略,根据不同河湖存在的具体问题及其成因,因地制宜解决首要问题和关键问题。但是,河湖名录、自然资源信息以及保护管控等基本情况不清,也缺少统一的信息共享及发布平台,不仅不利于各级政府、部门之间的信息交换共享,影响工作推进的实时有效性,也不利于水资源管理和水生态文明建设的宣传,无法从民众层面提高水危机意识、节水意识和水资源保护意识,限制了河湖长制的顺利推进。

3 水文的目标任务

河湖长制的推行工作任务艰巨、时间紧迫,针对河湖水资源、水环境、水生态、水灾害等问题,水文部门应重行责任担当,从技术层面实现有效支撑,积极服务于河湖长制。

3.1 摸清河湖现状

3.1.1 合理确定河湖保护名录

充分发挥水文自身的职能优势和技术优势,利

用已完成的河湖普查及其图集等技术成果,积极参与与省、市、县、乡四级河湖保护名录的划定工作。

3.1.2 科学划定河湖岸线及保护范围

确定河湖的自然岸线、水域面积、水体形态、沿岸绿化、天然深潭浅滩、泛洪漫滩等信息,积极配合各级各地完成河湖和水利工程管理 with 保护范围确权划界,完成保护名录中河湖的水域岸线登记,依法划定岸线保护区、保留区、控制利用区和开发利用区,全面摸清水体自然地理信息和水域岸线现状。

3.1.3 全面进行河湖本底调查

调查确定河湖的水位、流量、流速、洪枯水特征、实测和天然来水量、水体水力联系情况、水资源时空分布和变化趋势,水功能区划、点源面源分布、入河湖排污口分布、水质状况、水质管理目标,退渔还湖、退田还湖还湿、河湖水系连通等生态工程,取水工程、社会经济供用水结构等。准确表征水域在人类活动和社会经济发展作用下的水资源、水环境、水生态现状。

3.2 完善水资源监控体系

3.2.1 优化水文监测站网

根据划定的省、市、县、乡四级河湖保护名录,按照河湖长制工作涉及的水资源管理、水环境保护、水生态修复等工作需要,统筹兼顾现有水文监测站网,建立能客观反映各地各级河湖长制推行效能的水量、水质、水环境、水生态等监测站网。

3.2.2 开展水量水质同步监测

对河湖跨界断面、主要水系交汇处、水工程连通点、重点水域、社会重点关注区、政府公共管理重要区的水量、水质开展同步监测,强化突发水污染应急处置监测,实施集中式饮用水水源地和农村安全饮用水水源地的日常监测,提高监测频率,掌握水量水质动态。

3.2.3 实时监控入河湖排污口

全面调查、掌握市县入河湖排污口及潜在污染源基本情况,建立入河湖排污口及潜在污染源台账,对入河湖废污水水量、水质进行实时监控。

3.2.4 加强水生态监测

根据河湖实际情况,合理设置水生态监测要素,开展河湖生态环境主要因子、生物状况与水环境的关联性系统性分析,建立河湖健康指标体系。

3.3 开展河湖综合评价

3.3.1 自然资源现状

充分利用流域水系阶段性成果,针对性地开展

补充勘测和基础资料实地调查,广泛收集河湖自然地理信息和水文水资源信息,把握河湖自然地貌、形态特征、水域岸线、植被和下垫面状况、水文特征以及水资源时空分布等自然资产要素,开展自然资源现状评价,摸清河湖自然资源现状。

3.3.2 水环境状况

实地调查入河湖排污口位置及污染物入河湖数量,全面掌握包括重点企业、规模养殖、农业种植等方面的点源和面源情况,开展水域、河段、水功能区和水源地水质评价,从污染源、污染物组成、主要污染指标、水质管理目标等方面评价河湖水环境状况。

3.3.3 水生态状况

开展水生生物多样性、种类构成、栖息地状况和生态工程调查,从生物群落多样性与河流生境形态的统一性原理出发,研究河湖的自净能力和环境调节能力,进行河湖生态的系统与全面评价。

3.3.4 水资源开发利用

调查流域范围内人口、耕地、产业结构等社会经济指标及分布,摸清水资源供用关系、工程供水结构和行业用水结构,研究水资源开发利用和水资源管理指标体系,分析河湖范围内水资源供需矛盾和开发利用问题。

3.3.5 河湖管控效益

根据水资源、水环境、水生态现状以及水资源利用与保护方面存在的问题,研究制定河湖治理、管控、保护对策,落实河湖管控行动计划,开展河湖水环境监督性监测和阶段性考核评估,建立河湖健康档案,评价河湖治理管控的社会效益和生态效益。

3.4 建立河湖实时信息共享及预警机制

3.4.1 搭建河湖监测管控信息化平台

引入GIS技术,将本辖区河湖的保护名录、基础信息等基本情况纳入水利一张图,形成基础信息数据库。开发河湖长手机APP系统,搭建各级政府、部门以及河湖长之间互联互通的信息共享平台、河湖信息服务查询平台、分析评价及信息发布平台,充分利用信息化手段,着力提升河湖监测管控能力和实效。

3.4.2 发布县级水资源月报

对县域内河湖的水资源、水环境、水生态和开发利用监测信息进行逐月统计比对,并细化至各级河湖长管理的河段,形成动态监测评价机制。每月发

布《水资源月报》,为政府公共管理和各级河湖长履行职责提供技术支撑。

3.4.3 建立河湖预警机制

充分利用水域监控站网实时监测信息和评价成果,向各级河湖长及有关部门发送水资源、水环境、水生态信息,提供责任水体基础信息和水资源、水环境变化趋势信息,并对指示性水质参数劣化和突发水事件进行预警。形成各级河湖长各负其责、相互协作的工作机制,将河湖长对责任对象的管控落到实处,充分发挥河湖长制的效能。

4 水文的工作方向

4.1 资料收集整理及补充调查

4.1.1 自然地理特征

包括自然分区、自然岸线、水域面积、水体形态、沿岸绿化、天然深潭浅滩、泛洪漫滩等信息,并辅以必要的自然地理调查与测量。

4.1.2 水文水资源

包括水位、流量、流速、洪枯水特征及组合、实测和天然来水量以及水化学特征、水资源时空分布和变化趋势等,并辅以必要的水文调查。

4.1.3 水环境状况

包括水功能区划、环境敏感区、生态脆弱区、水环境恶化区范围,入河湖排污口、污水处理、点源面源分布、水质管理目标、纳污能力核定、污染负荷控制,企业污染、城镇生活污染、畜禽养殖污染、农业面源污染、船舶港口污染防治和农村水环境整治状况等,并辅以必要的点源面源和入河湖排污口调查。

4.1.4 水生态现状

包括退渔还湖、退田还湖还湿、河湖水系连通工程、水生生物增殖放流、植树造林、坡耕地、小流域生态清洁型治理、农村清洁工程的建设情况和成效等,并辅以必要的水利、环保、城建、景观旅游等行业的涉水工程调查和水生生物现状调查。

4.1.5 水资源开发利用状况

包括供用水工程、水资源调度和优化工程、供水结构、高耗水对象、行业用耗水指标、用水总量及用水效率控制目标等,并辅以必要的供用水状况调查。

4.1.6 社会经济状况

包括社会经济分区、人口、耕地、种植结构、产业

布局、文化和城市建设等,并辅以必要的社会经济调查。

4.2 水文监测评价

4.2.1 充分利用现有站网

为适应水资源管理需要,水文部门已开展对重点河流、湖泊和水库的水质监测,近年来又新增省界断面、水功能区、少部分规模以上入河排污口的水质监测。应按照河湖长制所确定的对象名录,把监测站点落实到各对象河湖和各级河湖长的管理范围上去,摸清已监测河段(湖泊)的数量和对象。

4.2.2 合理构建监测体系

河湖长制推行中的水文站网定位为专用监测站网,应坚持以需求为目标,兼顾流域和行政管理要求的监测原则:一是按河流水系关系在干支流交汇处设立水文监测控制断面,回答水量组合和贡献、污染物输入性问题;二是以行政区划为单位,在行政界设立水文监测断面,回答行政区划之间的水量水质考核问题;三是在各级河湖长管理范围分界处设立水文监测断面,回答对管理对象的监督和考核问题。

4.2.3 科学开展河湖监测评价

根据河湖现状评价成果,构建以问题为导向的河湖综合评价指标体系,突出主要因子,合理确定监测项目和评价参数。一般流域水系控制断面可按常规监测频次开展监测,行政界监测断面可按常规酌减监测频次,河段之间监测断面可以监督考核为目标,按需定测,减少监测频次。及时开展水量、水质监测评价,建立河湖基础数据和健康评价档案,为河湖管控监督性考核和河湖治理效益评估提供数据支持。

4.3 河湖水资源综合分析评价

4.3.1 水文分析计算

运用水文学方法,分析河湖水文要素变化规律,把握水文情势变化特点,为河湖管理提供基础数据。包括河湖水位、流量(蓄水量)、流速等的统计特征、时空分布特征,多年平均与典型年年内分配、洪枯水特点、极端枯水与断流情况,流域水系水力联系、水量组合与贡献分析计算等。

4.3.2 河湖来水量计算

运用长系列操作方法,结合特殊水文事件典型调查,分析河湖来水量变化情况,为河湖管控提供技术支持。包括不同保证率下的实际与还原水量、河

湖合理流量、生态水位(流量)、设计枯水流量、枯水期生态基流量计算等。

4.3.3 污染负荷控制分析

充分利用入河湖排污口监测资料和水质评价成果,合理分析河湖纳污现状和纳污能力,结合水质管理目标,科学确定水体污染物控制量,为河湖环境保护提供支撑。包括水域设计来水、污染负荷与组成、污染源与扩散情况、污染现状与纳污能力、水质管理目标、不达标水功能区成因分析、限制排污总量分解等。

4.3.4 水资源开发利用分析

采用水资源平衡和供需分析等方法,统筹水资源系统、社会经济系统和生态环境系统,协调生产、生活、生态用水之间的关系,为最严格水资源管理提供支撑。包括水资源开发利用水平、水资源管理水平、水资源利用率、利用潜力、水环境、水生态趋势分析、水资源承载能力计算等。

4.3.5 水资源风险分析

从区域可持续发展的战略高度出发,针对重点影响区、社会特别关注区、水资源量质承压区、水污染防治重点区等水资源、水环境、水生态风险区,加强风险分析、预警和管控,提高区域水资源应急管理能力和河湖管控能力。包括重点河湖水域富营养化、水污染显著变化、突发水事件、供需矛盾激化、河道断流、湖泊湿地萎缩、生态环境脆弱风险分析等。

4.3.6 建立河湖综合评价指标体系

根据河湖现状评价成果,分析河湖水资源、水环境、水生态等方面存在的问题,并以问题为导向,建立河湖评价指标体系。包括自然资源指标、水质针对性监测评价参数和指示性生物指标等。各项指标应做到既是问题指标,也是预警指标,还是治理指标,更是效益指标,形成河湖长保护治理与管控责任的考核体系。

【参考文献】

- [1] 王兰兰. 全面推行河长制工作思考[J]. 水政水资源, 2017(5): 23-25.
- [2] 卞欢. 国家治理现代化视野下的“河长制”探析[D]. 南京: 南京工业大学, 2016.
- [3] 李贵宝. 全面推行河长制一年来的进展及思考建议[J]. 水资源开发与管理, 2018(3): 13-16.

(收稿日期: 2018-05-16)

水利管理

丹江口市全面推行河长制的实践与探索

于静森¹ 程勇¹ 程萍²

(1. 湖北省丹江口市水务局 丹江口 442700;

2. 湖北省丹江口市水政监察大队 丹江口 442700)

摘 要 为了全面推行河长制工作,结合丹江口市的工作实际与实施现状,阐述了河长制推行的相关措施、做法和后期工作计划。

关键词 河长制;推行;实践与探索;丹江口

丹江口市是南水北调中线工程大坝所在地、调水源头、核心水源区和移民安置区,地位突出、功能重要、贡献巨大。初期工程,全市淹没面积达347 km²,占全省的67%;丹江口大坝加高后,全市又淹没108 km²,淹没面积158.7 km²,占全省的68%,淹没综合指标占湖北省、河南省5县市区的1/3,占湖北省4县市区的2/3;两期工程共淹没土地面积455 km²,占丹江口市国土总面积的16.2%,是主要淹没区。汉江穿境81.52 km,库岸线长2 313 km,占丹江口水库库岸线4 610.6 km的50.2%,是库区水质安全的主要守护区。

丹江口市还是国家新阶段扶贫开发重点县(市)和国家秦巴山片区扶贫县(市),全市版图面积3 121 km²,市域以汉江为界划分为江南、江北两大自然区域,拥有大小河流57条,丰富的水资源、良好的水生态环境构筑起了经济社会可持续发展的独特优势。

1 河长制开展情况

全面推行河长制是落实绿色发展理念、推进生态文明建设的内在要求和完善水治理体系、保障水安全的制度创新。丹江口市从讲政治、讲大局的高度全面认识河长制的重大意义,率先谋划,抢抓开局,创新工作方法和措施,全力推进河长制工作落实,取得了初步成效。

1.1 认真落实“四个到位”

1.1.1 工作方案到位

2017年2月16日,丹江口市印发了《全面推进

河长制工作实施方案》,各镇(办、处、区)的镇级河长制实施方案也于3月底前编制完成上报,村级河长制实施方案于9月底前编制完成。实施方案明确了水资源保护、河流岸线管理保护、水污染防治、水环境治理、水生态修复、执法监管六大任务;同时,制定了年度工作计划,河长制范围覆盖全市所有57条河流,其中流域面积50 km²以上11条。2017年2月23日召开了全面推行河长制动员会,明确任务分工,完成了省级河长所负责的汉江“一河一策”编制和市级30条河流“一河一策”编制工作。

1.1.2 组织体系和责任落实到位

设立了河长制办公室,办公地点设在市水务局,配备人员4名,其中主任1名(水务局局长兼任)、专职副主任1名(副科级)、科员2名。按照“党政主导、党政同责”的要求,3月底前明确了市、镇、村三级河长,并将总河长、副总河长和河长名单通过主要媒体——水都网站向社会公示。市政府划拨30万元用于河长公示牌制作等相关工作,全市境内共设置河长公示牌96块,明确河道管理员157名。

1.1.3 相关制度和政策措施到位

逐步建立了河长制信息报送制度、信息共享制度、河长会议制度、工作督查制度、考核与激励制度、验收制度、联合执法制度、河长巡河制度及重大问题报告制度,制度完整、可操作性强;信息报送及时、准确、完整,无迟报、漏报、错报现象。2017年9月底

前,各镇(办、处、区)也相继建立河长制系列制度,实现了市镇两级制度全覆盖。

1.1.4 监督检查和考核评估到位

制定并认真执行工作督查制度,2017年共开展市级层面督查4次,做到工作督查有记录、有整改意见、有情况反馈、有实际效果。2017年7月25日,出台全市河长制工作考核办法,内容包括考核主体、对象、内容、形式、步骤、结果运用等方面,操作性强,进一步落实了全市各部门、各镇(办、处、区)的工作责任。

1.2 加强宣传培训

1.2.1 强化宣传

2017年初制定宣传计划,采用网站、报刊、广播电视、微信公众号等多种方式进行宣传引导,积极主动在中央、省、市各级媒体宣传,在中国水利报(网)、中国供水节水报、湖北水利网、省河长制简报等媒体发表新闻简报97条,其中中国水利报(网)20条、省河长制简报1条。

1.2.2 加强培训

组织开展河长制专题培训2次,积极组织河长制工作人员参加上级培训8人次;其中水利部1次、省级4次、十堰市3次。

1.3 创新工作举措

1.3.1 首创检查表格

自制河长巡河痕迹管理检查表,要求河长巡河时将发现的问题和整改建议及时填写进表格,为今后督办打下基础。

1.3.2 创新工作旬志

印制旬志笔记本,由专人填写河长制旬志。每10天一登记,每月一小结,并提出下月工作计划。

1.3.3 创新“1+5”联合执法机制

“1”就是成立一个综合执法办公室,“5”就是由公安、水务、环保、水产、海事5个部门组成,严厉打击涉水、涉河违法行为。2017年以来,共开展集中行动13次,清理耕种20.3 hm²,拆除违章建筑3 563 m²,清理乱堆乱放杂物118处、垃圾超过690 t,新增防护栏网2 200 m,设置水上警戒线浮筒427 m,拆除拦库筑坝及库汉拦网30处,取缔713个库汉网箱120 775只,面积7 043 hm²,筏钓鱼488处。

1.3.4 创新河道管理员+贫困户脱贫模式

六里坪镇从建档立卡贫困户录用20名河道保洁员,每人年补贴4 000元,既增加了家庭收入,又加快了脱贫步伐。

1.3.5 创新绩效评估制度和水环境突发应急预案

创新出台水环境治理绩效评估制度和水环境突发事件应急预案。龙山镇在全市率先建立河长制水环境治理绩效评估制度和突发事件应急预案。

2 主要做法

2.1 领导重视,压实责任

成立河长制工作领导小组,十堰市委常委、丹江口市委书记孙咏平任组长,市长李翔任第一副组长,先后于2017年2月23日、5月5日、5月16日在全市大会上安排部署河长制工作;8月1日,市委、市政府又召开河长制联席会,要求各市、镇级河段长,切实履行责任。市委书记、市长亲任丹江口市第一总河长和总河长,并分别任汉江、丹江河长,为河长制工作落地生根奠定了坚实的组织领导保障。

2.2 因地制宜,深化落实

各镇(办、处、区)结合实际,积极推进河长制落实。六里坪镇是官山、泗河流域核心区域,该镇从“建档立卡”贫困人员中录用河道专管员20名,资金从精准扶贫统筹资金和专项资金中列支,实现了全镇所有河流常态化巡查;石鼓镇结合村庄环境整治,把河长制、河道环境卫生等纳入各村考核范围,采取一月一检查,一季一通报,对排名靠后的村由镇纪委进行约谈;龙山镇通过整合资金,加大河道管理与保护投入,对境内所有排水河道、溢洪道、沟渠、下水道、坑塘等进行全面的清障和疏通,结合五城联创,聘用15名保洁员对河面上的漂浮物、废弃笼网进行打捞,专项整治了河道旁乱堆乱放的现象;浪河镇关停产值过亿的磷化工企业1家,转产包装印刷、铸锅、锻造企业3家,集中整治畜禽禁养区、限养区养殖大户6家,关停1家。在各镇(办、处、区)的共同努力下,丹江口市的各条河流都实现了水清河畅。

2.3 创新举措,巡查监督

一是加强河道巡查。市水务局成立5个小组,每2个月1次,到江南、江北河流进行巡查,尤其是经常到汉江(大坝下游段)、丹江、浪河、官山河进行巡查;二是强化执法。建立健全部门联合执法机制,实行河库动态监管,严厉打击涉河违法行为。开展专项治理行动123次,其中清理垃圾、淤泥、水草及整修坡岸环境等120次、打击非法采砂3次;立案2起,关停取缔2家,拆除、摧毁非法采砂设备2台套;查处侵占河湖水域及岸线案件5起,查处电、毒、炸鱼等非法捕捞行为45起,取缔投肥养殖和非法网箱面积767 hm²;查处非法侵占林地、破坏湿地和野生动物资源等违法案件23起;查处河湖水域治安案件14起,清理河湖垃圾及杂物量200 m³;畜禽养殖污

染控制 248 家,其中关停 50 家、规范 198 家。

2.4 加大投入,护河护水

2017 年,累计投入资金 8.57 亿元,专项治理和保护河流。其中,投入 3.2 亿元,开展库区综合执法“雷霆行动”;投资 2.5 亿元,启动沙沟河生态修复工程;投资 0.8 亿元,建设老旧城区雨污分流工程;投资 0.21 亿元,开工了六里坪镇等 6 座乡镇垃圾填埋场渗滤液处理工程,新建 6 座垃圾填埋场渗滤液处理站;投资 0.28 亿元,建设安乐河生态修复工程;投资 0.33 亿元,建设官山河河道内源污染治理及生态修复工程;投资 0.18 亿元,建设山洪沟治理工程;投资 0.13 亿元,建设坡耕地水土流失综合治理工程;投资 0.5 亿元,建设大柏河治理工程;投资 0.06 亿元,建设饮用水水源地保护工程;投资 0.38 亿元,实施农业面源污染工程。

3 后期工作计划

丹江口市通过强力推行河长制,既促进了城市品牌创立,也助推了美丽乡村建设和“五城联创”工作,经过一年多的努力,全市水环境得到进一步改

善,人民群众满意度进一步提高,河长制各项工作取得了良好的成效,但对比上级的要求和群众的期待,还有需要进一步提升的短板,河道综合整治还任重道远,为更好建设“水清、河畅、岸绿、景美”的生态愿景,2018 年将重点做好以下几点工作:

(1)进一步突出宣传,提高全社会对水质保护的思想认识。通过会议、媒体等广泛宣传河长制的重大意义和工作举措,切实增强抓好河长制工作的强烈使命感和责任感。

(2)进一步密切配合,提高各成员单位抓好河长制的合力。经常召开联席会,互通信息,互提建议,加强沟通,积极配合,共同抓好河长制工作。

(3)进一步强化督办,提高全市河长制工作落实的成效。加强工作督办,促使各级河长真正履职尽责,管好每条河流,确保水清河畅。

(4)进一步综合治理,提高水质和水生态环境质量。加大项目争取力度,抓好清洁小流域、水土保持、城市污水综合整治等项目实施,以真正行动落实好河长制。

(收稿日期:2018-05-16)

(上接第 38 页)

3 治理成效

根据水质监测结果,黄柏河流域综合治理以来,流域水质整体达标率(达到Ⅲ类及以上的占比)呈逐年上升趋势,水质恶化的趋势得到遏制(表 1)。2017 年黄柏河东支流域水质达标率为 95.13%,较 2016 年提高了 1.95%,较 2015 年提高了 2.54%,较 2014 年提高了 5.71%;其中Ⅱ类水质及以上的占比为 71.49%,Ⅰ类水质占比为 24.33%,详见表 2。

表 1 黄柏河东支流域水质达标率(2014~2017)

监测水体	不同监测年度的水质达标率(%)			
	2014	2015	2016	2017
黄柏河东支流域	89.42	92.59	93.18	95.13
东支流域河流总体	92.59	95.46	97.33	97.67
东支流域干流	94.44	99.04	98.15	100
玄庙观水库	66.67	75.00	72.22	69.44
天福庙水库	62.50	75.71	66.67	84.72
西北口水库	100	97.01	100	100
尚家河水库	100	97.10	97.22	100

注:数据来源于宜昌市水文局。

表 2 黄柏河主要断面水质监测情况(年均值)

断面名称	断面类型	考核目标	不同年度的水质类型			
			2015	2016	2017	2018
东支(天府庙)	市控跨界断面	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
石碑滩	省控断面	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
黄柏河大桥	省控断面	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ

注:数据来源于宜昌市环境保护监测站。

经过不断探索和完善,黄柏河流域综合执行改革取得了阶段性成效,综合执法改革在全省乃至全国产生了一定的典型示范作用。2017 年 6 月 12 日《人民日报》生态版对流域水资源保持综合执法

改革进行了专题报道,《中国水利报》《湖北日报》也对黄柏河水资源保护综合执法改革予以了报道和推介。

(收稿日期:2018-05-16)

水利管理

“河长制”与古代水管理制度

李贵宝

(中国水利学会 北京 100000)

摘要 “河长制”作为一种河流管理制度,它的起源在哪里?我国的水管理制度又经历了哪些变迁?当今的“河长制”关注点和以往又有什么不同?中国水利学会教授级高级工程师李贵宝和读者分享。

关键词

2007年,太湖蓝藻暴发引发舆论聚焦。江苏省无锡市出台了《无锡市河(湖、库、荡、汊)断面水质控制目标及考核办法(试行)》,要求将河流断面水质的检测结果“纳入各市(县)、区党政主要负责人考核内容”。这被认为是国内推行“河长制”的起源。此后,“河长制”陆续在各地推广并取得了不错的效果。2016年12月11日,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于全面推行河长制的意见》,2017年“世界水日”和“中国水周”的宣传主题为“落实绿色发展理念,全面推行河长制”等一系列举措,标志着“河长制”已在全国范围推行。

如果从河流管理来说,“河长制”其实由来已久。

我国历代负责水利建设和管理的机构及官员,在长期实践中逐渐形成了一套完整的体系。古代水政系统包括行政管理机构和工程修建机构、中央职官系统和地方职官系统、中央派往地方的各级机构和职官的设置,说明水利是我国历史上一项重要的政府职能和政府行为。

我国水利职官的设立,可上溯至原始社会末期。

司空是古代中央政权机关中主管水土等工程的最高行政长官。司空一职,被认为是“水利设专司之始”。春秋战国时各诸侯国多设有司空或类似官史。西汉末期,设御史大夫为大司空;东汉,将司空、司徒和司马并称为“三公”,是类似宰相的最高政务长官,虽负责水土工程,但不是专官。隋代以后,设工部尚书,主管六部(吏、户、礼、兵、刑、工)中的工部,亦通称

司空。工部掌管工程行政,在明代以前为宰相下属。

我国历史上还设将作监或都水监,来管理水利建设的实施、维修等,与工部分工。

明清,废都水监,施工维修等职能划归流域机构或各省,中央只留工部管理行政。工部以下具体负责中央水利行政的机构是水部。与工部并行的都水监系统则是中央政权中主管水利工程设计、规划、施工和管理等工作的专职技术机构。

历史上管水的官员大多将注意力放在防洪、灌溉等方面;而今天的河长关注更多的是水质和水生态的变化。

2015年8月国家出台了《党政领导干部生态环境损害责任追究办法(试行)》,其中一个核心内容,就是生态环境损害责任首提“党政同责”;地方名级党委和政府对本地区生态环境和资源保护负总责,党委和政府主要领导成员承担主要责任,其他有关领导成员在职责范围内承担相应责任。

以此来看,党政负责人担任河长、湖长,不仅是给河流、湖泊找到主人,而且是把所有生态资源从根本上纳入明确的责任体系之中,不再有责任的盲区和死角。由此推开,无论一条河、一片湖,还是一座山,一片林,是不是都要为他们指定一个个“长”,不是最主要的,重要的是本应有的责任是否清晰,是否得到落实。

注:本文转自《江河》,2016年第5期。

(收稿日期:2018-04-18)