



长江中游藕池口水道二期工程治理方案及效果

岳志远, 付中敏, 耿佳良, 刘奇峰, 刘怀汉

(长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

摘要: 藕池口水道是长江中游重点碍航浅水道之一, 航道整治一期工程实施后, 初步稳定了河道滩槽格局, 枯水航道条件有所改善。但是, 一期工程并未能充分控制航槽边界、岸边界及主要滩体, 航道仍然存在不稳定因素, 因此, 尚须实施二期整治工程。对二期工程建设提出的2个设计方案分别进行模型试验研究, 分析其工程整治效果, 为设计方案的选取提供科学依据。

关键词: 藕池口水道; 治理方案; 二期工程; 工程效果

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)01-0139-06

Regulation scheme and effect of the second phase project of Ouchikou waterway on the middle reach of the Yangtze River

YUE Zhi-yuan, FU Zhong-min, GENG Jia-liang, LIU Qi-feng, LIU Huai-han

(Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China)

Abstract: The Ouchikou waterway is one of navigation obstruct rivers on the middle Yangtze River. The first phase of the project initially stabilizes the pattern of the breach and slot through, which ensures excellent channel condition during the dry period. However, the first phase of the project may not adequately control the navigation trough boundary, and unstable factors exist in the channel river, so it is necessary to implement the second phase of the project. Two schemes for the second phase of the project are presented, which are studied respectively by physical modeling. The comparison and analysis for the engineering effects may contribute to choosing the engineering scheme.

Keywords: Ouchikou channel; regulation scheme; the second phase of the project; engineering effect

1 概述

长江中游藕池口水道位于湖北省石首市上下荆江交界处, 上起古长堤, 下止北门口上游约4 km处, 全长约9 km。本水道上有藕池河分流, 下接石首急弯, 自古长堤以下河床逐渐放宽, 在其放宽段存在的倒口窑心滩和藕池口心滩将河道分为多汊, 主流随河床形态的改变左右摇摆, 河道演变复杂, 是长江中游重点碍航浅水道之一。1994年石首弯道自然裁弯后, 主流由右槽逐渐移

向左槽, 枯水期浅区主要在本水道进口古长堤与沙埠矶一带。

该水道河床由沙质组成, 左岸由于人工护岸工程的逐步实施, 岸线基本稳定, 现行航道维护尺度为2.9 m × 80 m × 750 m (水深 × 航宽 × 弯曲半径, 下同), 保证率为95%。根据国务院批准的《长江干线航道总体规划纲要》, 至2020年本河段航道建设标准要达到3.5 m × 150 m × 1 000 m, 保证率为98%, 通航2 000 ~ 3 000 t驳船组成的

收稿日期: 2014-05-16

作者简介: 岳志远 (1982—), 男, 高级工程师, 从事水沙运动规律及航道整治研究。

6 000 ~ 10 000 吨级船队^[1]。

藕池口水道洲滩演变频繁, 航道条件不稳定, 一直是长江中游重点碍航水道之一(图1)。尽管已经实施了一期整治工程, 但碍航问题依然存在, 因此须实施二期整治工程。分析藕池口水道碍航出浅情况及原因, 提出航道整治总体目标, 并阐述一期工程的方案及整治效果。同时, 提出二期工程的治理方案, 并对2个方案的模型效果进行综合对比分析, 最后给出藕池口水道二期航道整治工程的推荐方案, 为藕池口水道航道治理提供技术支撑。

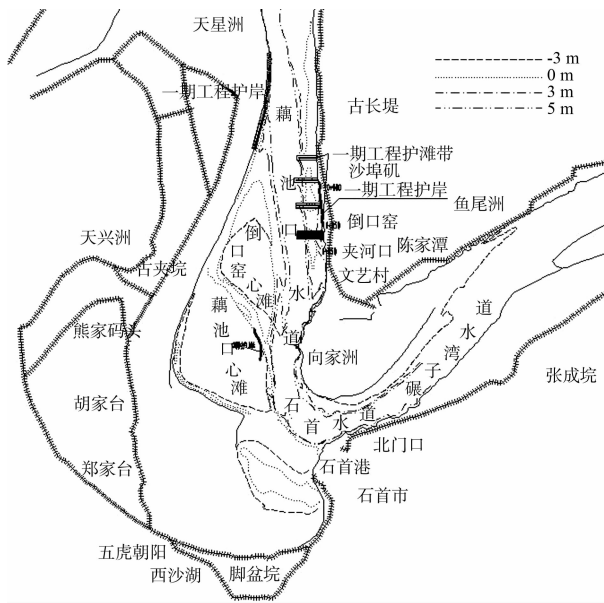


图1 藕池口水道(2012-02)

2 演变特点及浅区碍航特性

自20世纪60年代中期以来, 藕池口水道演变主要表现为左右汉的周期性兴衰交替, 伴随着藕池口心滩生成、淤长、向右并岸的变化过程。本河段的演变自1965年以来, 大致经历了以下7个阶段: 1) 1965—1976年: 左汉发展为主汉; 2) 1977—1980年: 右汉短暂发展为主汉; 3) 1981—1984年: 左汉再次发展为主汉; 4) 1984—1988年: 新右汉形成并发展为主汉; 5) 1988—1994年: 左汉又一次发展为主汉; 6) 1994—1997年: 新右汉再次形成并迅速发展成为主汉; 7) 1997年汛后至1999年: 左汉再次发展为主汉, 并趋于稳定; ⑧1999年至今, 右汉衰亡, 左汉内左、右槽交替

发展, 但左槽为主槽的时间明显较长。近年来, 右汉逐渐衰亡, 自然条件下右汉再度发展的可能性很小。左汉作为主航槽后, 在倒口窑心滩周期性形成下移的过程中, 将左汉分为左、右两槽, 目前藕池口水道已形成三滩(藕池口心滩、倒口窑心滩、陀阳树边滩)、两汉(藕池口心滩左右汉)、两槽(倒口窑心滩左右汉)并存的河势格局, 左槽为主航道所在。通过对以往的原型观测资料进行分析, 并结合物理模型和数学模型的相关研究成果, 认为目前的河势格局将长期保持。并且, 这种河势格局也有利于形成较为稳定和优良的航道。因此, 对于藕池口水道的航道治理, 重点在于稳定河势格局, 再通过适当的工程措施改善航道条件。

藕池口水道航道条件与水道内洲滩变化密切相关。由于本水道洲滩不稳, 浅区汛淤枯冲, 汛后退水初期和中期, 当倒口窑与藕池口心滩之间串沟发展、出现多槽争流时, 水流分散, 航槽冲刷发展速度较慢, 便会产生碍航问题。此时, 若主流走右槽, 很容易在水道进口沙埠矶和出口熊家码头一带出现浅区, 需根据深槽发展方向, 选择合适的槽口, 辅以清障或疏浚手段进行维护, 待时机成熟后, 进行调标改槽, 且在退水中后期仍要根据左、右两槽河床冲刷变化情况, 通过清障及疏浚加大航道维护力度, 才能维护枯水期通航; 当主流走左槽, 且倒口窑心滩与藕池口心滩相连时, 枯水期一般不会形成多槽争流的严重碍航局面, 仅通过调标即可维持通航。可见, 稳定藕池口水道目前较为有利的洲滩形态和河势格局, 是改善航道条件的必要措施。

3 总体目标

为了解决藕池口水道枯水碍航问题, 稳定洲滩形态和河势格局, 进而改善航道条件, 藕池口水道航道治理的总体目标为: 在已建工程的基础上, 通过实施一定的工程措施, 形成并稳定良好的滩槽格局, 消除航道向不利方向转化的因素(避免因心滩滩体冲刷降低、滩头后退造成的主流

摆动频繁、多槽争流等不利局面);稳定航道边界,促进主航道的稳定和航槽发展;逐步达到航道建设规划标准。

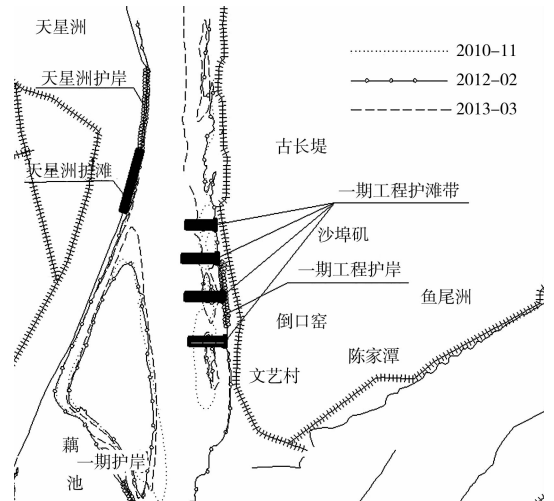
由于藕池口水道洲滩演变复杂,并涉及到水利部门、环保部门等多方面因素的影响,需要协调的外部问题较多。因此,航道整治工程方案不宜一步到位,需要分阶段实施整治工程。

4 一期工程治理方案

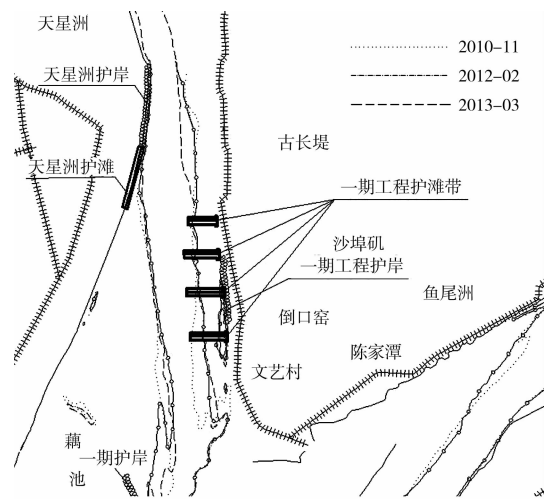
一期工程的治理目标^[2]为:通过实施局部关键性守护工程措施,初步稳定当前枯水期主流居左的较为有利的滩槽格局,保证现行航道维护尺度,并为后续工程的逐步实施和实现航道建设规划尺度奠定基础。

通过物理模型和数学模型试验研究确定的本水道航道整治一期工程方案工程布置如下:1)在陀阳树边滩上布置四道护滩带(长度分别为377、414、537、573 m),稳定陀阳树边滩;2)对岸天星洲左缘下段进行守护(长度2 275 m),与陀阳树边滩守护工程联合作用,稳定水道进口段主流于左槽。3)对藕池口心滩左缘中段进行守护(长度765 m),稳定主航道右边界,阻止河道向宽浅方向发展,并为后期航道整治工程的实施奠定基础。4)对左岸沙埠矶至夹河口岸线进行护岸守护(长度1 050 m),以利于维持该段河床边界条件(图1)。

一期工程于2010年9月30日开工建设,主体工程已于2011年10月竣工。从2010年11月和工程后的2011年12月和2012年2月本水道洲滩和0、3、5 m航深线变化情况来看(图2),藕池口心滩比较稳定,倒口窑心滩尾部明显后退,陀阳树边滩萎缩;3 m水深主航槽左边界在倒口窑心滩中上部略向左偏,在其中下部则明显向右偏移。主航槽右边界在陀阳树边滩处显著向左偏移,紧贴其护滩工程头部。3 m深航槽趋于顺直,宽度显著增大,由工程前的333 m增至工程后的520 m,满足现行航道维护尺度。



a) 0 m深槽



b) 3 m深槽

图2 2010年11月、2012年2月及2013年3月航道变化比较

从目前河床演变趋势来看,在遇到一般水文年份时,本水道分汉格局不会有较大改变,将继续维持两汉并存、左汉为主的格局。但由于一期工程对本水道边界控制尚不充分,2012年3月现场踏勘发现,在陀阳树边滩下段、天星洲左缘一期护岸工程起点以上仍在崩退现象(图3),航槽左边界仍不稳定;倒口窑心滩头部有所冲刷后退,主槽右边界亦不稳定。若遇大水年份,将会加剧这种不利变化,河道仍有可能向宽浅方向发展,出现枯水碍航问题。因此,需要采取相应的工程措施进一步稳定河势,确保航道的畅通。

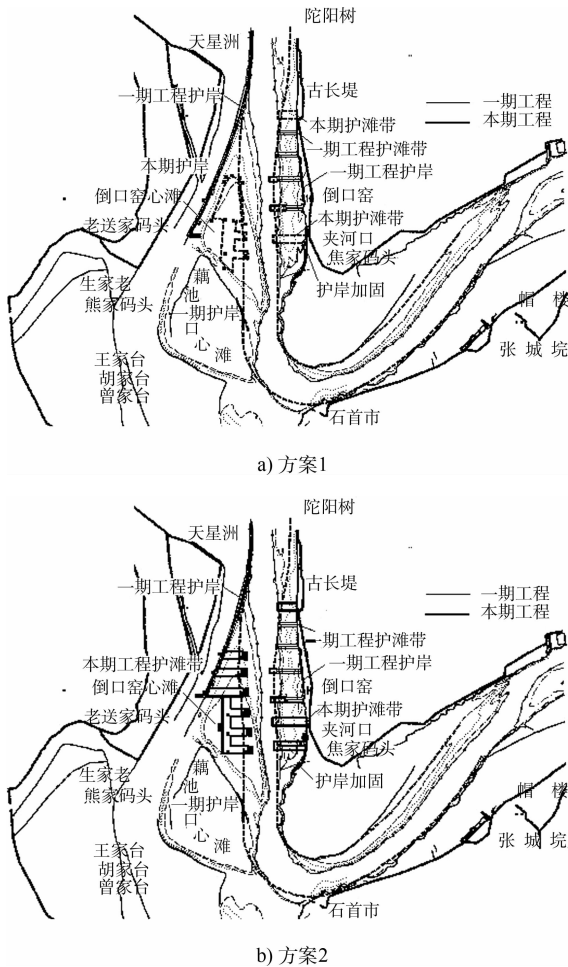


图3 藕池口水道二期航道整治方案平面布置

5 二期工程治理方案及效果研究

藕池口水道航道整治二期工程治理目标为：在一期工程的基础上，通过工程措施，进一步稳定本水道进口段航道两侧边界和现有较为有利的滩槽格局及较好的航道条件，初步达到航道建设规划尺度 $3.5\text{ m} \times 150\text{ m} \times 1\ 000\text{ m}$ 。

二期整治工程设计曾提出2类治理方案：第Ⅰ类方案的基本治理思路是维持和巩固现有较为有利的滩槽格局和较好的航道条件；第Ⅱ类是通过工程措施促进倒口窑心滩左缘崩退到规划的整治线，使整治后航槽较为顺直。综合考虑各方面因素，最终以第Ⅱ类方案作为推荐方案。本文将对该类方案中经模型试验研究优化后的2个方案及其工程效果进行对比分析，以便为设计提供参考。

5.1 方案研究及比选

5.1.1 工程布置

针对一期工程实施后尚存在的问题，根据工

程治理思路，对本期工程提出2类方案布置思路，并相应开展了模型试验研究。第Ⅰ类方案是双槽方案，在一期工程的基础上，继续对进口段航道两侧边界进行控制，进一步维持和巩固现有较为有利的滩槽格局和较好的航道条件。针对第Ⅰ类治理思路，最终确定方案1，平面布置（图3a）包括：①在陀阳树边滩已建护滩带的上游增加一道护滩带（1[#]），长度为366 m，宽度为180 m；②将一期工程TH3[#]、TH4[#]两道护滩带分别向河心延长92 m和269 m；③在陀阳树边滩TH4[#]下游布置1道长705 m，宽180 m的护滩带（5[#]）；④焦家码头一带已护岸线实施加固工程，长度为1 406 m；⑤对天星洲左缘下段进行守护，长度为2 888 m；⑥在倒口窑心滩上布置鱼嘴型护滩带，上段为半椭圆形，下段为一纵二横护滩带守护。纵向护滩带轴长（含鱼嘴）2 018 m，下段宽300 m，横向护滩带轴长分别为326、395 m。

第Ⅱ类方案是单槽方案，在控制进口航道边界条件并维持和巩固现有较为有利的滩槽格局的同时，加强对于右汊的控制，将倒口窑心滩与右汊连成整体。针对第Ⅱ类方案布置思路，最终确定方案2，平面布置（图3b）包括：①、②工程同方案1；③在陀阳树边滩下游倒套内布置一道长720 m、宽180 m的护滩带（5[#]）和一道潜丁坝，潜丁坝长度为669 m，坝顶宽3 m，上游边坡为1:2，下游边坡为1:2.5，头部以1:5的边坡向前延伸，坝顶高为设计水位（航行基面0 m）；④天星洲左缘下段守护工程长度为2 029 m；⑤在倒口窑心滩右槽进口及其滩面布置七道护滩带，长度分别为378、541、777、1 242、345、380、417 m，宽度均为180 m。

5.1.2 工程效果模型试验研究

本水道航道整治二期工程模型试验研究是在原建模型基础上进行的，模型范围上起郝穴荆固断面74，下至鱼尾洲下4 km荆固断面104，长约46.5 km，包含周公堤水道、天星洲水道和藕池口水道。模型平面比尺 $\alpha_L = 400$ ，垂直比尺 $\alpha_h = 100$ ，模型变率为： $\eta = 4$ 。模型沙采用由长江科学院研制的密度为 $\rho = 1.38\text{ t/m}^3$ 的新型复合塑料沙。

在模型中，对二期工程2个方案效果开展试

验研究。其中对于方案 1 采用 2002、1998、2001、2003、2005、2006、1999、2007、2008 和 2002 年的水沙资料组成 10 a 长系列年进行试验研究。对方案 2 仅进行前 8 a 试验。由于三峡水库蓄水运用后下泄泥沙大量减少, 所以在试验中, 对于 2002、1998、2001 年的来沙量按照水库蓄水运用后的情况适当进行了修正。

2 个方案系列年试验效果对比情况见表 1 和图 4。从中可以看出, 2 个方案实施后均可实现本河段航道整治目标。方案 1 工程布置有利于控制进口水流、维护现有河势和滩槽格局, 并兼顾防洪安全; 方案 2 强行限制倒口窑心滩右槽进流, 促使中枯水时水流更多地集中于左槽而下, 有利于枯水期主槽航深和航宽的增大。

表 1 系列年试验方案 1 与方案 2 工程效果比较

方案	滩槽冲淤变化	航道尺度	建筑物头部局部冲深/m		
			护滩带序号	陀阳树边滩	倒口窑心滩
方案 1	1) 工程实施后, 天星洲左缘崩退得到控制; 2) 陀阳树边滩基本稳定, 尾部串沟得到控制, 3 [#] ~6 [#] 护滩带头部试验最大冲深达到 4.5 m; 3) 倒口窑心滩淤积抬升 2~3 m, 滩体左缘冲刷后退, 左航槽右移, 右汊淤积, 有与藕池口心滩合并趋势; 4) 石首弯道主流顶中点上提, 藕池口心滩尾有所向右冲刷后退, 弯道出口主流左移, 冲向家洲凸岸边滩下部。	系列年试验后, 本水道进口流路得到控制, 倒口窑心滩左缘和陀阳树边滩右缘之间深槽在汛后吸流作用明显, 航槽明显右移, 3.5 m 航深线上下游贯通且相对平顺, 航宽也较工程实施前大幅增加。	1 [#]	不明显	
			2 [#]	不明显	
			3 [#]	4.1	
			4 [#]	3.8	
			5 [#]	4.5	
			6 [#]	4.2	
方案 2	1) 工程实施后, 天星洲左缘崩退得到控制; 2) 陀阳树边滩基本稳定, 尾部串沟得到有效控制, 4 [#] ~7 [#] 建筑物头部冲刷明显, 试验最大冲深达到 5.0 m。因边滩下游倒套内潜坝使滩尾淤积幅度大于方案 1; 3) 倒口窑心滩淤积抬高 2~4 m, 滩体左缘冲刷后退, 主航槽右移, 心滩右槽进口三道护底带工程, 加快了右槽淤积速度; 4) 石首弯道河床及流态变化同方案 1。	系列年试验后, 本水道进口流路稳定, 倒口窑心滩左缘冲刷和陀阳树边滩右缘淤积使该处航槽明显右移, 3.5 m 航深线上下游贯通且相对平顺, 航道条件变好。	1 [#]	不明显	不明显
			2 [#]	不明显	3.4
			3 [#]	不明显	3.1
			4 [#]	3.9	2.4
			5 [#]	5.0	1.3
			6 [#]	4.6	
			7 [#]	4.3	

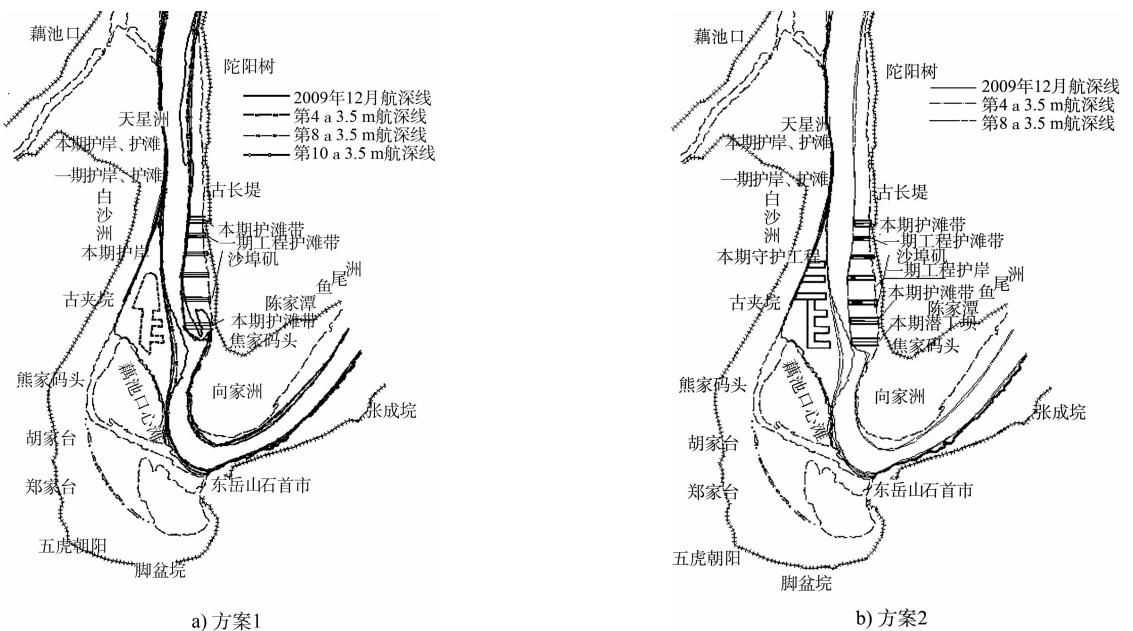


图 4 二期整治工程 2 个方案系列年试验 3.5 m 深航槽变化情况

如果从维护现有河势格局稳定和防洪角度出发,方案1略优于方案2;但若从航道治理和维护航道水深的效果来讲,方案2略优于方案1,但差别不大,且一期整治工程实施后,本水道航道条件已有所改善,基本满足航道规划尺度,稳定本水道进口段航道两侧边界和现有较为有利的滩槽格局及较好的航道条件,是实施二期工程主要目的(表1)。因此,综合来看,将方案1作为推荐方案。

6 结论

1) 藕池口水道是长江中游河段重点碍航河段之一,航道整治一期工程通过实施局部守护工程措施,初步稳定了河道滩槽格局,确保航道畅通。但是,一期工程并未能充分控制岸边界及主要滩体,航道仍然存在不稳定因素,因此,需要实施二期整治工程。

2) 从模型对二期工程建设提出的2个设计方

案工程效果试验研究结果来看:2个方案实施后均可实现本水道航道整治目标,方案1更有利于维护现有河势和较好的滩槽格局,并兼顾防洪安全;方案2强行限制倒口窑心滩右槽进流,可在枯水期集中更多水流于左槽,有利于主航槽的冲深和拓宽。由于本水道一期整治工程实施后,航道条件已有所改善,基本满足规划尺度,实施二期工程的主要目的在于稳定其进口段边界条件和现有较为有利的滩槽格局,因此,综合来看,将方案1作为推荐方案。

参考文献:

[1] 交通运输部. 长江干线航道总体规划纲要 [Z]. 北京: 交通运输部, 2008.
 [2] 付中敏, 闫军, 刘奇峰, 等. 长江中游藕池口水道航道整治一期工程初步设计报告 [R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2010.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 138 页)

4 结语

向家坝水电站为金沙江下游最后一个梯级,坝下紧邻长江干线,其最小出库流量备受争议。笔者在不考虑河床冲刷的条件下对向家坝水电站应满足的最小下泄流量进行了分析,认为:

1) 《金沙江向家坝水电站水库运用和电站运行调度规程(试行)》提出的向家坝水电站最小出库流量 $1\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$ 难以满足长江干线航道基本尺度需要。

2) 按照干支流天然汇流比,按保证率 50% 考虑,认为向家坝水电站最小下泄流量不应小于 $1\ 296\ \text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 在向家坝水电站论证及建设期间,航运相关研究较少,未充分考虑与航运密切相关的调度方式(如日调节方式等)对航运的影响。应根据相关要求抓紧研究确定,确保长江干线航运安全、畅通。

4) 为保护好、利用好有限的航道资源,《内河通航标准》等相关规范对于枢纽最小下泄流量

的相关规定应更加明确、具体。

参考文献:

[1] GB 50139—2004 内河通航标准[S].
 [2] 中国长江三峡集团公司向家坝指挥部. 向家坝金沙江向家坝水电站水库运用和电站运行调度规程(试行)[S].
 [3] 中国水电顾问集团中南勘测设计研究院, 长江重庆航运工程勘察设计院. 金沙江向家坝水电站升船机完建期航运调度方案[R]. 重庆: 长江重庆航运工程勘察设计院, 2013.
 [4] 长江重庆航运工程勘察设计院. 向家坝水电站运行下泄流量对长江叙渝段航道维护尺度影响研究[R]. 重庆: 长江重庆航运工程勘察设计院, 2013.
 [5] 长江重庆航运工程勘察设计院. 溪洛渡、向家坝水库蓄水及电站运行长江干线上游河段航道维护保障需求研究[R]. 重庆: 长江重庆航运工程勘察设计院, 2013.
 [6] 中华人民共和国交通运输部. 交通运输部办公室关于《金沙江向家坝水电站升船机完建期航运调度方案》的复函[厅水便[2013]125号][Z]. 北京: 中华人民共和国交通运输部, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)