

内河航道整治工程技术交流大会

文集

交通部水运司 编

人民交通出版社

1998

内河航道整治工程技术交流大会文集

Neihe Hangdao Zhengzhi Gongcheng Jishu Jiaoliu Dahui Wenji

交通部水运司 编

人民交通出版社

1998

图书在版编目(CIP)数据

内河航道整治工程技术交流大会文集/交通部水运司编. —
北京:人民交通出版社,1998.12

ISBN 7-114-03229-3

I. 航… II. 交… III. 航道整治-文集 IV. U617-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 37329 号

内河航道整治工程技术交流大会文集

交通部水运司 编

责任印制:孙树田

版式设计:刘晓方 崔凤莲 责任校对:杨 杰

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:43.75 插页:1 字数:1110 千

1998 年 12 月 第 1 版

1998 年 12 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:001-800 册 定价:98.00 元

ISBN 7-114-03229-3

U · 02295

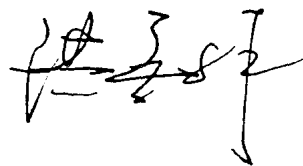
序

现代交通由铁路、公路、水运、航空和管道五种运输方式组成,各种运输方式都有自身的经济、技术特点。同其他运输方式相比,内河航运虽然速度较低,但却具有运输工具载重量大,航运建设投入少、产出多,运输成本低,能耗少,土地占用少和有利于环境保护等许多其他运输方式不可取代的优势和发展潜力。

我国幅员辽阔,江、河、湖泊众多,流域面积 1000 平方公里的河流有 1500 多条,流域面积 10000 平方公里的河流有 80 多条,河流总长 43 万多公里,绝大多数河流水量充沛,终年不冻,具有发展内河航运的优越的自然资源条件。

新中国成立后,党和国家非常重视内河航运建设,内河航运发展较快。党的十一届三中全会以来,党和国家把交通运输列为国民经济发展的战略重点之一,提出加快综合运输体系建设。尤其 1995 年成功召开了《全国内河航运建设会议》之后,国家加大了对内河建设的投资力度,调动了各方面的积极性,进一步提高了内河航运建设的发展速度。经过广大交通职工的艰苦努力,内河航运基础设施有所改善。航运建设方面,重点整治了长江干线及其主要支流、西江干线、京杭运河、黑龙江和松花江航道等,新建、改建了葛洲坝等船闸和升船机。到目前,我国内河航道通航里程达到 11.6 万公里,其中 300~500 吨级航道超过 1.16 万公里,1000 吨级以上航道 8400 余公里。内河港口建设方面,重点新建、改建长江外贸干线煤炭、矿石、件杂货、集装箱码头和客运设施,年吞吐量一万吨以上的内河港口 1760 个,拥有内河万吨级以上深水泊位 42 个。

在内河航道整治建设过程中,我们紧紧依靠科技进步,“六五”至“八五”期间,围绕内河航运建设中的重要技术问题,开展了大量科技攻关工作,取得了可喜成果。为总结我国内河航道整治工程取得的技术成果和整治工程的经验,部组织编写了《内河航道整治工程技术交流大会文集》。希望该文集的出版,能够指导我国内河航道整治工程建设,进一步提高航道整治水平,为建设我国内河航道“一纵三横”四条主通道做一点技术理论贡献。



前 言

为总结和交流近十年来我国内河航道建设技术进步的经验 and 新技术成果,交通部拟于1999年1月在广州组织召开“交通部内河航道整治工程技术交流大会”。会议共收到技术论文200余篇,经论文评审专家组严格审查,选出有代表性的论文96篇提交大会交流,并编辑成本文集。

近十年来,随着我国国民经济建设的不断发展,我国内河航道基础设施建设取得了很大的成就,航道整治技术水平明显提高。这一时期,重点治理了长江干线及其主要支流、西江干线、京杭运河、黑龙江和松花江、长江和珠江三角洲等航道,已建成的苏北运河徐州至扬州段航道,全长404公里,其中二级航道284公里,三级航道120公里;已建成的苏南运河航道,全长208公里,为四级航道;已建成的湘江航运一期工程株州至城陵矶段航道,全长257公里,为三级航道;已建成的西江航运一期工程桂平至梧州段航道,全长169公里,为三级航道;在建的江南运河浙江段航道,全长84公里,为四级航道,预计1999年建成;在建的湘江二期工程株州至衡阳段航道,全长182公里,为三级航道,预计2000年建成;在建的西江航运二期工程贵港至西津段航道,全长103公里,为三级航道,预计2000年建成。这些工程的建成,必将进一步改善我国内河航运的条件,促进交通建设事业的发展。在内河航道建设不断发展的同时,我国内河航道整治技术也有很大的发展和进步,内河航道建设技术也取得了一系列重大科技成果。

本文集反映了我国内河航道整治工程的设计、施工、科研等各领域主要的新技术、新工艺、新结构和新材料,并结合大量的工程实例,以翔实的数据和图表论及了典型工程技术问题的处理过程以及所采取的措施和对策。全书包括山区航道,平原航道,河口航道,枢纽、运河及通航建筑物,综合等五部分。

由于条件限制,本文集在编辑出版过程中可能还存在不妥之处,望读者指正。

一九九八年十二月

目 录

一、山区航道

山区冲积性河流整治建筑物水毁原因及防治初探	唐银安	吴安江(3)
川江兰叙段航道治理	余俊华	(7)
整治建筑物在川江兰叙段航道整治中的应用	黄超	(13)
洲尾顺坝在川江航道整治中的运用	张万富	(18)
滑梁险滩表层纵向流速沿程分布初探	李庭富	(24)
三峡工程施工期变动回水区航道整治	罗 宏	(28)
赤水河香炉滩、鱼鳅石滩整治工程技术	代永智	(35)
乌江背磨子滩航道整治工程的实施及其技术经验	田永文	(39)
涪江吴家街电站下游河道治理数学模型计算分析	尹崇清 缪吉伦	张绪进(45)
放水冲淤与整治相结合治理綦江河口浅滩的试验研究	舒荣龙	李庭富(52)
云南省澜沧江景洪大沙坝整治经验	戴河清	(56)
澜沧江曼厅大沙坝航道整治工程模型试验研究	疏玉清 许光祥	张大庆(65)
澜沧江打脑新滩航道整治	陈明栋	刘德帮(74)
浅议汉道石质急流滩整治航槽开挖设计	韦巨球	(80)
分汊型石质急流滩的整治原则及整治实例	唐存本	蔡国正(86)
漓江黄牛夹滩险整治效果分析	黄耀辉	(92)
北盘江岩架滩潜丁坝整治技术	欧先明	(96)
西津枢纽变动回水区——涩滩航道整治研究	蔡国正	唐存本(101)
西江航道建设一期(广西段)航道整治几点经验	卢汉才	唐存本 王茂林(109)

二、平原航道

东平水道航道整治技术	彭钜新	(123)
西北两江双向径潮流作用下的老鸦洲浅滩航道整治技术	钟国泉	(132)
江门水道航道整治工程设计总结	李耀芬	林秀臣(141)
白坭水道牛角湾裁弯工程设计研究	程健	(150)
西江一期工程鲫鱼滩整治效果分析	林萍河	(157)
西江龙圩水道汉流浅滩整治效果分析	梁尚荣	(166)
西江盐蛇滩整治效果分析	王茂林	(174)
东莞水道航道整治技术	谢凌峰	(181)
界牌河段航道整治工程设计及已建工程效果初步分析	余帆	(187)
鄱阳湖区航道整治	李东明	文志华(199)

洞庭湖开湖航线航道整治技术	肖经城(206)
信江航运工程	金一心(211)
汉江航道整治工程设计体会	赵宗纲(216)
赣江中游汉道浅滩整治	李东明 文志华(224)
赣江(南昌~湖口)段河性与航道整治工程效果分析	张慕良 张长海(231)
湘江(株洲至城陵矶)三级航道整治工程技术	肖经城(242)
河湖两相多汊并列的煤炭湾浅滩整治经验	胡越高(253)
汉江丹江口水库坝下河床演变及其对航道的影响	董松年(259)
汉江航道整治效果遥感分析	尤玉明 朱立俊 唐惠明 赵宗纲 王桂林 张晓淮(276)
汉江襄樊至汉口航道整治工程回顾	王宝儒(283)
汉江中游整治工程对河道演变的影响	李锋(291)
松花江三姓浅滩航道整治研究	王益民(297)
松花江佳木斯至同江河段航道整治技术介绍	龚延庆(307)
松花江航道整治建筑物防冰技术及冬季冰上施工	鞠文昌 孙国发(315)
冲积河流航道整治线宽度研究述评	张幸农 孙波(320)
内河航道基建性挖槽稳定断面的计算方法	李旺生(328)

三、河口航道

长江口深水航道治理的可能性、方针及前景	金镠(337)
伶仃洋 3.5 万吨级航道开发选线问题的研究	蒋睢耀 林光裕(347)
崖门出海航道整治技术研究	陈惠珍(355)
珠江崖门口拦门沙航道开发模型试验研究	罗肇森 马启南 辛文杰(364)
轻型整治建筑物“竹木导流屏”在鳌江河口航道整治中的应用	项有法、叶建国、陈文俊(372)
闽江口内沙浅滩成因与整治效果分析	蒋文芳(379)
华能福州电厂煤码头河段整治	任益(385)

四、枢纽、运河及通航建筑物

三峡工程通航建筑物	梁应辰(395)
三峡工程坝区通航水流条件与通航建筑物布置优化研究	杜国仁 李金合 孟祥瑞 李一兵 陈阳 李焱(415)
长江三峡电站日调节非恒定流对两坝间航运的影响(175m 正常蓄水位方案) ...	赵世强(423)
三峡工程临时船闸引航道口门区及连接河段通航条件试验研究	舒荣龙 杜宗伟(431)
三峡明渠汛期通航技术研究	舒荣龙 杜宗伟 蔡汝哲 (436)
通航船模相似性问题探讨	蔡汝哲(444)
三峡工程导流明渠汛期绞滩助航措施研究	杨本琪 汪厚建(448)
三峡工程施工二期临时船闸航道清淤问题探讨	汪厚建(455)
长江三峡坝区泥沙淤积及对通航影响的试验研究	孔祥柏 应强 李国斌(460)
山区河流低水头枢纽模型试验中的几个问题	张绪进 母德伟 姚志珍(466)
富春江水电站坝下航道整治研究	张瑾(474)

建设京杭运河,发展航运,综合利用	林雄威(478)
京杭运河苏北段总体设计概略	蔡家范 章丕权(486)
苏南运河整治工程总体设计	陈家伟 章丕权 陈文辽 张建康 孙学文 肖惠兴(491)
京杭大运河常州段淤积特性分析	张明明 盛昌玛 韩乃斌 张馥桂 茅志祥(499)
苏南运河船行波对斜坡式护岸工程影响的研究分析	周家宝 陈文辽(504)
施桥二线船闸大跨度双铰底板闸室墙设计	周世忠 章丕权(508)
京杭运河苏北段复线船闸工程选址和总平面布置	陈文辽 夏国星(514)
盐灌船闸下游航道整治工程试验研究	张建康 高正荣 常福田(519)
船闸人字闸门增设浮箱的观测与分析	常苏华(528)
京杭运河二线船闸输水性能的分析研究	韩昌海 陈泰春 宗慕伟(532)
江阴船闸通闸水流条件试验研究	张桂秀(538)
施桥二线船闸施工对一线船闸变形的研究	徐泽中 白忠良(541)
皂河复线船闸有关工程技术	张子明 彭宣茂 张燎军(546)
江阴二线船闸地下连续墙结构介绍	夏炜(553)
京杭运河苏北段船闸引航道平面布置的几点意见	米长胜(557)
高压喷射灌浆防渗技术在复线船闸的应用	谢元龙(562)
三峡工程通航水流条件技术标准的试验研究	杜国仁 李一兵 李金合 孟祥瑞(571)
涪江永安电航工程通航渡槽设计	曾涛(578)
引航道内往复流对通航的影响及改善措施的研究	李焱 李金合 孟祥瑞 陈阳(584)
船闸侧墙廊道支管特性及布置试验研究	刘平昌(589)

五、综 合

苏南运河整治工程建设总结	江苏省交通厅航道局(599)
土工织物在航道整治工程中的应用	胡义龙 刘旺喜 张清明 赵清江 周汝仪 陈文辽(604)
以电养航大有作为	陈卓钦 陈筱 王茂林(614)
GPS 在水深测量及水运工程施工定位中的应用	刘忠民 秦新君(618)
整治水位与整治线宽度及其走向的研究	刘建民(620)
航道工程二维泥沙数学模型的应用研究	陆永军 刘建民 陈国祥(632)
原型观测在汉江整治工程中的指导作用	刘崇年 李铎(643)
关于江苏航道技术等级评定工作的研究	张明明(650)
贵州省航道整治技术的发展及问题思考	廖国平(654)
丁坝的冲刷机理和局部冲刷计算	赵世强(664)
河道平面二维水流的变步长数值模型	黄碧珊(672)
潜坝水力学特性试验	赵连白 袁美琦 张秀芹(678)
航道通过能力的研究	闵朝斌(683)

一、山区航道

山区冲积性河流整治建筑物 水毁原因及防治初探

唐银安 吴安江

(四川省交通厅内河勘察规划设计院)

在山区冲积性河流中,整治措施大多采用筑坝和疏浚相结合,辅以护岸。在正常情况下,整治建筑物起到了修整河形、稳定洲滩、塞支强干、调整分流角和分流比、减缓比降、改善流态等作用,但当整治建筑物出现水毁溃缺时,滩势往往会迅速恶化,甚至引起河道变迁改道,危及船只安全,酿成海损事故。据1994年12月对岷江工程复查发现,由于建筑物水毁较重,航道变浅变窄,弯曲半径减小,船只减载航行,营运效益受到很大影响。

一、整治建筑物水毁现象

1. 建筑物水毁形态

(1)风化。山区航道整治建筑物常处在极为恶劣的自然环境中,风化现象较为常见。

(2)磨蚀。在山区河流中,建筑物与固体径流常彼此相互磨损,尤其是地处在卵石输移带上的建筑物,磨损尤为剧烈。

(3)沉陷。建筑物的局部或整体往往在短时间内出现均匀的或不均匀的下陷。不均匀沉陷常使建筑物断裂,整体破坏。

(4)滑落。抛石建筑物在水流和漂浮物的冲击下,石块常以滑动和滚动的形态脱离原位,被推移到下游的河滩堆积。

(5)崩陷。建筑物因基础被淘空,在自身重力作用下失去支撑,而使局部或整个砌体在短时间内崩陷塌落。

(6)剥落。建筑物在水流或漂浮物的冲击下,砌体从顶部开始,逐层剥落,出现断裂,形成溃决。

(7)整体崩毁。整个建筑物的崩毁,往往是多种局部水毁因素共同组合在一起,或是单一水毁因素未得到及时修复而扩大蔓延所致。

2. 建筑物水毁发生部位

通过实地调查发现,建筑物水毁较重或严重的主要发生在下述部位:

- (1)丁坝坝头、坝身及坝根与河岸岸坡连接处;
- (2)顺坝、堵顺坝坝身和堵口坝段及坝根与河岸岸坡连接处;
- (3)锁坝坝身和坝根;
- (4)洲头坝坝头及坝身;
- (5)护岸工程顶冲点。

二、整治建筑物水毁原因

整治建筑物水毁原因,主要有动力因素、结构设计因素、人类活动因素、施工因素、维护管理因素等五个方面。

1. 动力因素

1) 急流顶冲

地处中洪水主流顶冲部位的整治建筑物,汛期承受着很大的冲击力,在着力点处,局部集中冲刷是建筑物水毁的主要动力。实测表明,在顶冲点处,中洪水行进流速可达 $5\sim 6\text{m/s}$,因而结构松散的抛石建筑物极易被流水逐个剥落,导致溃决的发生。观察发现,水毁过程先是坝顶顶面出现单个或多个块石剥落流失,形成小缺口,之后,缺口扩展冲深,坝体断裂,水毁愈来愈重。例如,1994年8月8日在岷江九龙滩左导流顺坝急流顶冲处,发现有一个宽约 15m 、深约 1m 的缺口。由于当时正值汛期,未能及时抢修补缺,致使缺口迅速拓宽冲深,到11月初,缺口扩宽到 50m ,水深达 9.6m ,分流量占到 50% 以上。溃决处,坡降陡(水位差 1.0m 左右)、水流急(流速 $3\sim 4\text{m/s}$),流态乱,滩势恶化,客货船被迫停航2个多月。后经抢修才恢复通航(图1)。

2) 横向环流的侧向侵蚀

在一些导流顺坝、堵顺坝、封弯顺坝前沿,往往存在较强的横向环流,它侧向扫刷。迎水坡(主要是中水傍蚀,次为低水),逐步将坝基(多为沙卵石)前脚淘空,使坝体外侧失去支撑,导致砌体在自身重力作用下,失去平衡而塌陷(图2)。

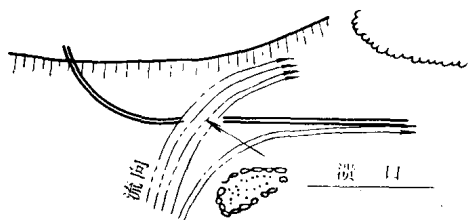


图1 岷江九龙滩导流顺坝溃口与来水流向图

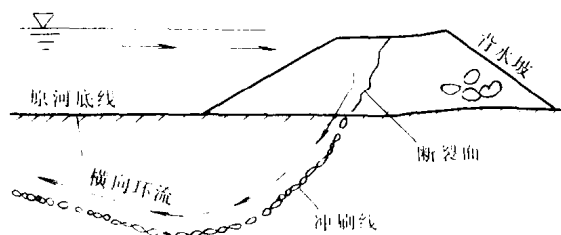


图2 顺坝前横向环流侧向侵蚀示意图

3) 斜向水流冲刷

汉道进出口和急弯河道进口处是斜向水流发育的河段。修建在汉道分流口的洲头坝和急弯河道的堵口坝,其坝身承受着较强的斜向水流冲刷。横比降是斜向水流的动力条件,横比降愈大,斜流愈强,坝体承受的冲击力愈大,破坏力愈烈。如大渡河广东房滩洲头坝,该坝地处两大汉道分流口,全年均受斜向水流冲击,尤以 $5\sim 11$ 月最为强烈,斜流流速 $5\sim 6\text{m/s}$ 日夜不减,其流向与坝轴交角约为 $50^\circ\sim 60^\circ$ 。水毁过程开始是多处坝面块石被斜流逐个剥落,形成多处小缺口,缺口宽 $2\sim 4\text{m}$ 、深 $0.4\sim 0.8\text{m}$ 。因维修不及时,小缺口扩大,最后连成一个宽约 320m 、深 1.5m 的大缺口。该坝于1985年建成,到1995年底,一座长 7000 余米的坝身被毁得面目全非,洲头坝功能消失,浅滩回淤,航道变浅变窄(图3)。

4) 坝后冲刷

在山区河流上,丁坝、锁坝、堵顺坝迎、背水坡前后水位差值较大,一般可达 $1\sim 3\text{m}$ 。中水期坝后

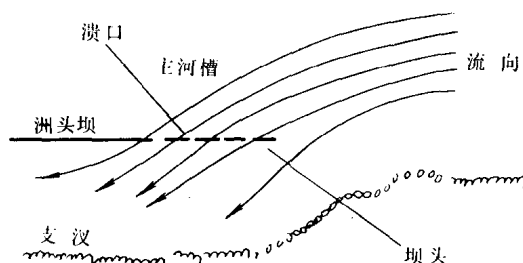


图3 大渡河广东房滩横向流图

流速大、冲刷力强,背水坡块石常被急流剥落,坝基脚常被水流淘空,失去支撑,给坝体稳定带来威胁。如岷江上乌木桩滩,当右堵顺坝建成后,在堵口坝段,上下水位差约 3m 左右,溢流时,水急浪大,冲刷强烈。1994 年堵口坝段溃决,缺口宽约 40m,深约 3~4m。

5) 推移底沙磨蚀

山区河流,推移底沙强度大,粒径粗,输移时间长。与建筑物的相互作用激烈。如大渡河沙乐河段,河床质平均粒径为 8cm。据实地考察,凡地处卵石输移带上的建筑物,其面层均被磨蚀得凹凸不平,30~40cm 厚的建筑石块,在三、四年内,可磨损 $1/3 \sim 1/2$,原因是沙砾石的硬度远比建筑物砌体大。

综上所述,建筑物水毁的动力因素概括起来有二,一是水流冲蚀;二是泥沙磨蚀。而建筑物的水毁程度则不仅取决于外力的强度,还与外力(特别是急流)作用的时间有关。观察表明:外力作用的时间长,水毁重。如大渡河、岷江汛期历时长,工程水毁重大。反之,外力作用时间短,水毁轻。如乌江汛期中洪水因受峡谷壅阻,建筑物稳定性相对较好。

2. 人类活动因素

随着城乡建筑业的发展,沿江村民为获取建材利润,汛期过后,常在建筑物的坝根和坝基处挖沙、采卵石出售,有的就导致坝体失稳,产生损毁。有的村民则拾取卡落在整治建筑物石缝中的木块,致使坝体松动,也给建筑物的安全留下隐患。

3. 设计因素

(1) 断面尺寸偏小。地处急流顶冲部位的坝体和护脚棱体,如果设计断面尺寸偏小,则易于导致工程水毁。

(2) 坝位布置不当。实践表明,凡布置在汉道内的锁坝,建成后上下水位差大,受力也大,稳定性极差。凡布置在中洪水主流流线上的丁坝、顺坝,因承受局部集中冲刷,在顶冲点处极易水毁。

(3) 坝根位置偏下。坝位地处水流转向点下游,坝轴(坝根段)与上游来水交角增大,致使水流顶冲力相对增强。

(4) 坝根先漫水。坝根与自然河岸岸坡连接处常因纵坡偏缓,而使坝根顶部溢流时间提前,此时坝下无水垫消能,导致后坡冲刷,引起水毁。

4. 施工因素

施工质量差是整治建筑物水毁因素之一。建筑石料的硬度重量、几何尺寸及抛筑密实度、块石级配、断面尺寸等,均直接影响建筑物的整体性和稳定性。由于整治建筑物大多为抛石筑成,如果施工不加注意,导致坝体结构松散,整体性差,渗漏量大,在急流冲击下,块石容易逐个逐层剥落,以至解体。或者选用建筑石料强度低,耐磨性差,易风化水解,这些都是加重建筑物水毁的重要因素。生产实践还发现,枯水水位以下的隐蔽建筑,如边坡坡度、护脚厚度、护脚宽等,质量较难保证,如果不特别注意,也会成为水毁隐患。

5. 维护管理因素

近年来,由于航道经费紧缺,不少整治建筑物因维修不及时,致使工程恶化。

三、水毁防治措施

1. 加强原型观测

(1) 观测整治河段内洪中枯主流流向轨迹,查明主流流带宽度,从而为建筑物的坝型选择、

坝位布置、断面设计提供基础资料;

(2)观测整治河段内卵石输移带的运行轨迹、推移强度、卵砾粒径,从而为坝面建材强度设计提供分析资料。

2. 优化平面设计

坝位布置要因势利导。山区河流的主要特征是坡降陡、水流急、来势猛、冲击力大。笔者认为,整治建筑物应尽可能避开中洪水急流顶冲点,坝位布置要顺应河势,因势利导,不宜强制改变中洪水流向。

(1)封堵支汉的锁坝,不宜建在汉道口门内,宜布置在汉道入口处,或改用堵顺坝封锁。例如,在大渡河沙乐段已建成的24座封堵汉道的建筑物中,有20座建在汉道入口处(称堵顺坝),4座建在汉道口门内(称锁坝)。通过近10年的冲淤检验表明,建在汉道入口处的堵顺坝,无论从稳定性、实效性、导流功能、维护工作量等方面均比建在汉道口门内的锁坝优越。原因是:堵顺坝的坝位与上下河势协调一致,顺应水流,起到了因势利导的作用。

(2)在急流顶冲点河滩上布置丁坝时,宜用多座丁坝组成一个群体,让水流逐步转向,引入设计河槽。这样,有利于减轻中洪水主流对坝体的正面顶冲。例如,岷江黄院子滩,因资金短缺,施工中只建一座丁坝,而该丁坝坝位又处在中洪水主流顶冲点上,汛期急流冲击坝体,受力很大,经历了3年时间,全坝崩毁。而岷江下游的乌木桩滩,在相似情况下,用3座丁坝组成一个群体,将中洪水水流逐步从左岸引到右岸,丁坝建成后,坝体稳定,效果良好。

(3)导流顺坝、封弯顺坝、堵顺坝的坝根宜建在水流转向点的上游。这样一可提前导引来水,让水流逐步转向;二可减小上游来水与坝根处坝轴线之间的交角,削减水流对坝根的冲击力。例如,岷江老木孔滩堵顺坝坝根因位置较下,中水时坝轴线与跨弯横流交角较大(约 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$),常遭水毁,后将坝根上移200余米,提前导流,建成后效果较好。

3. 优化结构设计

1)建筑物横断面尺寸按受力条件确定

不同的坝型,不同的坝位,或同一座坝的不同坝段,在不同的水位条件下,其受力条件差异很大。因此,对受力大的坝段或护岸等,如中洪水顶冲点,强度大的斜向水流冲刷区,与水流成正交或交角大的部位要适当加大断面尺寸。而受力较小的坝段或护岸,则可适当减小断面尺寸。在同一座建筑物上,不同的部位断面尺寸可以有适当差异。

2)加大坝根纵坡

顺坝坝根与自然河岸岸坡连接处,纵坡可适度提高,让坝身溢流先于坝根溢流。这样有利于坝根后坡水垫的形成,使坝根溢流后有消能水域,以减小坝后冲刷,有利于坝根的稳定。

3)基础防冲处理

承受扫弯横向流冲蚀的迎水坡坡脚和承受急流顶冲的背水坡坡脚常因基脚被淘蚀,出现空虚,致使上部建筑失去支撑而崩毁。解决的办法最好是将基础伸埋在冲刷线以下,以增加稳定性,但该措施投资大,施工难度大。生产中通常处理的办法:一是用铁丝笼装大粒径卵石或块石铺置在迎水坡坡脚,以提高基脚防冲能力;二是汛后补抛块石护脚,以填补被淘空的坡脚;三是放缓迎、背水边坡。实践表明,放缓迎、背水边坡,比用护脚或护坦更为有效。原因是坝前坝后流速大,急流容易将护脚护坦冲毁。如大渡河北槽支汉内锁坝下的护坦(厚40cm),仅1985年一度洪水便全部水毁,取而代之的是2m左右的冲刷坑。

4)提高建材强度

在石质较差的地区建坝或筑护岸时,宜选用混凝土块代替石料,已确保工程质量。如岷江

九龙滩和大渡河广东房滩的修复工程中,选用了 C15 混凝土块作补坝材料,从使用效果看,混凝土块的耐磨性和抗风化性能均佳。

5) 提高整治建筑物的整体性

目前广泛使用的抛石坝、抛石护脚,从总体看,整体性差、抗冲蚀能力低、使用年限短,为此,改善和提高建筑物的整体性是非常必要的。据岷江九龙滩和大渡河广东房滩修复工程的经验,将预埋有带弯环的钢筋混凝土块串连起来(串连个数一般 6~12 个)铺筑坝面,安砌边坡,封堵缺口,效果良好。例如,九龙滩肖公嘴处的引流堵顺坝,因坝身地处中洪水主流顶冲点上,建成后连续溃决三次。后改用串连 C15 混凝土三棱锥块体来补缺,取得相当好的效果,从此,坝体未出现溃决。

4. 分期施工,加固基脚

导流顺坝、堵顺坝、护岸坝等建成后,迎水坡前沿水域形成较强的横向环流,在傍蚀作用下,基脚空虚危及坝体安全。为此,对该种坝型的迎水坡施工可分两期完成:第一期按设计断面边坡将块石抛筑到河底(多为沙卵石河床),待横向环流将前坡基脚傍蚀到接近坝基休止角时;第二期再用块石补筑冲蚀的边坡,使其达到稳定。

5. 强化施工监理

在生产实践中发现,出露在枯水水面上的整治建筑物,其标高、顶宽、长度、纵坡、横坡、轴线位置等,一般都能达到设计要求,但隐蔽在枯水位下的工程,如建筑物的边坡坡度、底宽、块石质量、坝体密实度等,其质量就难于保证,甚至有偷工减料的现象。因此,强化施工监理,非常重要。

6. 加强维护管理

山区河流,坡陡流急,漂浮物多,破坏力大,因此建筑物在汛期出现一些局部水毁是难免的,问题在于要及时发现,及时修复,这是管理工作的关键。

川江兰叙段航道治理

余俊华

(长江重庆航道工程局)

一、前 言

长江上游兰家沱至宜宾为兰叙段,该段航道地处西南腹地,是我国西南地区的主要水运干线,它上接金沙江,旁通岷江、沱江、赤水河等支流,伸入四川腹地和云、贵两省,下游直接与重庆市联结,是沟通大西南与长江中下游、至海外的唯一水运通道。兰叙段全长 303km,流经四川南部的丘陵地区和重庆市,两岸地势较平缓,峡谷甚少,洪水河宽 500~1000m,枯水河宽 400~600m,水面平均纵比降 0.28‰,江面开阔,江心洲较多,岸边多为卵石边滩或石梁岩嘴,河床质多为卵石,间有部分基岩,河床相对稳定,无大的冲淤变化。兰叙段水量充沛,据朱沱水文站的资料统计,最大流量 $63800\text{m}^3/\text{s}$,最小流量 $1900\text{m}^3/\text{s}$,多年平均流量 $8340\text{m}^3/\text{s}$,多年平

均径流量 2633 亿 m^3 。

兰叙段共有滩险 56 处,其中浅滩 26 处,急滩 6 处,险滩 24 处,由于滩多水急,航槽窄弯,对水运发展和航行安全影响极大。当水位退至设计水位时,700 吨级的拖驳船队须减载 40% 以上方可上驶合江,枯水期的航道维护尺度为 1.8m (水深) $\times 40\text{m}$ (航宽) $\times 400\text{m}$ (弯曲半径),个别滩险如神背嘴、风簸碛的曲率半径只有 220m 左右。

为了改善兰叙段的航行条件,促进川江航运及西南地区经济建设的发展,将航道尺度扩大到 $2.7\text{m}\times 50\text{m}\times 560\text{m}$,达到千吨级船队的航行要求,先后对兰叙段航道进行了两期整治工程,一期工程开始于 1987 年 1 月,于 1990 年 12 月结束,共整治滩险 11 处,而且兰叙段一期工程的设计也获得了交通部 1992 年优秀设计二等奖;二期工程开始于 1990 年 3 月,结束于 1997 年 3 月,先后整治滩险 15 处,两期工程均通过了交通部组织的竣工验收。

经过 10 年的整治,川江兰叙段航道整治工程全面完工,在山区航道整治理论和实践上均取得了较多的成功经验,本文就从以下几个方面进行介绍:

二、浅滩整治

兰叙段的河床相对稳定,其浅滩主要为卵石浅滩,多出现在宽浅河段、弯道河段、汉道河段与支流入汇河段。其整治目的为扩大航道尺度,满足航行要求,整治基本方法为筑坝和疏浚。特别是某些浅滩浅区不长,根据川江水流动量大的特点,创造了“一坝治滩”的成功经验,如冰盘碛、铜鼓滩就是采用一道丁坝或丁顺坝解决问题。根据浅滩的不同类型,整治方法亦有其不同的特点。

1. 过渡段浅滩

过渡段浅滩主要出现在两反向弯道间的过渡段或较宽阔的顺直段,其成因一般源于河床展宽,水流扩散,流速缓慢,弯道环流消失,汛期挟沙力减弱,卵石推移质在滩段淤积,汛后冲刷不及,以致出浅碍航,根据浅滩不同的河床形态,过渡段浅滩可分为正常型和交错型两种。

正常型浅滩的水流较平顺,上、下深槽尖端相对,浅区较短,多位于较顺直河段中,碍航特征主要是浅,航道尺度不足,其整治方法一般仅需在枯水期的主导河岸一侧布置一道丁坝,缩窄河床断面,将主流挑入航槽,加大冲刷流速,就可冲深浅区,从而达到要求的航道尺度,必要时辅以疏浚浅区,可使航槽稳定,如冰盘碛(距宜昌上游 881km)为兰叙段一典型正常型过渡段浅滩,整治该滩时仅在右岸布置一道正挑丁坝,同时疏浚浅区,炸除左岸垫舵石暗礁(图 1),整治后航槽达到要求的航道尺度且一直较为稳定。

交错型浅滩的水流流态较坏,横流大,河床弯曲,浅区较长,上、下深槽相互错开一定距离,一般位于宽阔或不规则的河道中,其碍航特征往往是上浅下险,这种浅滩采用一道丁坝不易取得好的整治效果,而需采用两道或多道丁坝,必要时还需配合其它整治建筑物进行综合治理,如川江兰叙段著名的浅险滩——小米滩(距宜昌上游 907km),是一交错型过渡段浅滩,通过在右岸筑两道丁坝堵塞上尖潭,调顺水流和航槽方向,在左岸深槽雨丘石上、下游建两道潜坝,扩散集中在深槽中的水流,调整断面流速分布,从而达到了较好的整治效果。又如距宜昌上游 927km 的称杆碛亦为一交错型浅滩,通过在右岸筑两道丁坝,左岸筑一道潜坝,也基本上达到了整治要求。

通过对兰叙段过渡段浅滩的整治,发现当在主导河岸建的一道或两道丁坝,其拦截流量占总流量的 30% 左右时,坝头冲刷坑较大,且能与航槽相连,整治效果较佳。

2. 弯道浅滩

弯道浅滩主要是由于过分弯曲的弯道环流所造成,其河床特征是凹岸一侧的为深槽,凸岸一侧为伸向航槽的卵石碛,其水流特征为面流冲向凹岸,底流指向凸岸的弯道环流,其整治方法一般是通过布置整治建筑物或疏浚,以调整弯道的流速、流向,扩大航道尺度,弯道浅滩一般可分为常年弯道浅滩和枯水弯道浅滩。

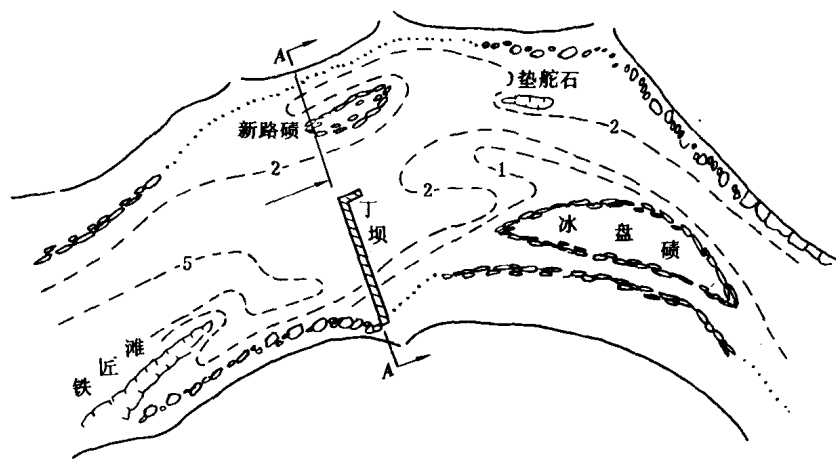


图1 冰盘碛滩整治方案示意图

常年弯道浅滩河床一般较枯水弯道浅滩宽阔,其碍航特征为凸岸水浅,凹岸水深但流态较坏,航道尺度不足,水流紊乱,整治措施一般为疏浚凸岸浅区,在凹岸筑坝,调整流向,加快流速以维持挖槽稳定,如位于宜昌上游

923km 的三漩子为一常年弯道浅、险滩,左岸为凹岸,岸线极不规则,右岸有一巨大的卵石边滩挑流,形成强烈横流,直冲左岸突出的石梁,产生回流、泡漩,流态紊乱(图2),弯曲半径仅400m左右,造成航行困难。针对上述碍航特征,制定的整治方案是将右岸突出的边滩浅碛挖除部分,以扩大航道尺度,同时因地制宜,在宽阔段凹岸的中部建丁坝一道,调整流向。整治后,

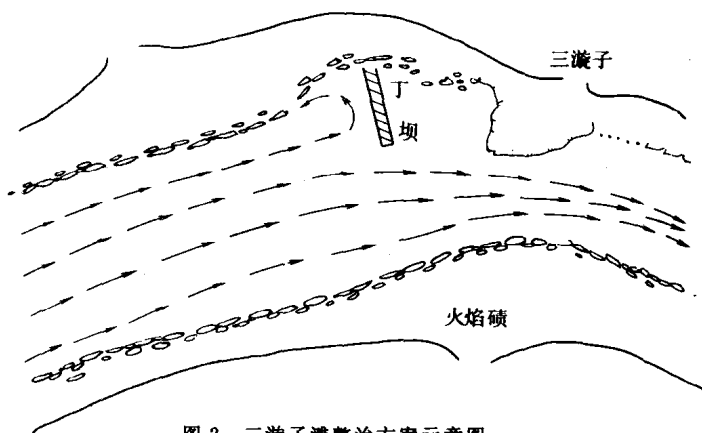


图2 三漩子滩整治方案示意图

经过3个水文年,航道基本趋于稳定,除疏浚区有少量回淤外,航道尺度和水流情况基本上满足了航行要求。

枯水弯道浅滩多出现在分汊河段的枯水通航河道上,河床比较弯窄,其碍航特征主要是弯道凸岸水浅,河床窄,航道尺度不足,整治措施一般采用碛头坝,疏浚凸岸浅区,必要时可配合建潜坝以调整流速分布,保持航槽稳定,如位于宜昌上游809km的东溪口滩,是典型的枯水弯道浅滩,疏浚浅区后,仅在江心碛上筑一碛头坝,就使航槽达到航行要求且保持稳定。

综合上述,弯道浅滩的整治方法仍应以筑坝为主,配合必要的疏浚措施。一般说来,常年弯道浅滩可在凹岸采用勾头丁坝或丁顺坝,以缩窄河床,增加冲刷。枯水弯道浅滩为了避免过分缩窄河床,可优先选用碛头坝、潜坝等。