



山区性河流航道治理研究 与实践文集

● 刘建民 著

天津科学技术出版社

山区性河流航道治理研究 与实践文集

刘建民 著



天津科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

山区性河流航道治理研究与实践文集/刘建民著.

天津:天津科学技术出版社,2007

ISBN 978-7-5308-4218-8

I. 山... II. 刘... III. 山区航道-航道整治-文集 IV. U617.4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 003416 号

责任编辑:李树云 房 芳

版式设计:邱 芳

责任印制:王 莹

天津科学技术出版社出版

出版人:胡振泰

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话(022)23332393(发行部) 23332390(市场部) 27217980(邮购部)

网址: www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

河北省三河市宏达印刷有限公司 印刷

开本 787×1092 1/16 印张 21.75 字数 527 000

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 48.00 元



作者简介

刘建民，系湖南省邵阳市北塔区茶园头乡人，1928年2月7日出生，中共党员，研究员。1953年8月毕业于武汉大学水利专修科，同年10月至水利部南京水利实验处主办的第一届水工学习班学习，1954年8月结业后，先后在南京水利科学研究所、水利部交通部西南水利水运科学研究所和交通部天津水运工程科学研究所工作。一直从事水电枢纽工程和港口、航道工程通航水流条件及泥沙治理的研究。1991年获得政府特殊津贴。

作 者 的 话

作者 1953 年毕业于武汉大学水利专修科,正逢新中国在中国共产党领导全国人民开展国民经济建设第一个五年计划之际,正需大批有知识的人才参加国家各项建设工作,使我深感幸运学有用武之地,全心全意地投入到祖国水运工程研究工作,为改变国家经济落后状态,振兴中华,实现四个现代化,奋斗了 54 个春秋。参与的国家重点工程项目研究有长江南京河段动床河工模型试验相似原理和方法的研究。负责的有山区性中小河流治理经验技术总结,金沙江航运开发试验研究,川江航道整治研究,长江葛洲坝南津关泡漩水整治及库区通航水流条件研究,川江航道整治经验技术总结研究;“七五”国家重点科技攻关,三峡水利枢纽工程回水变动区洛碛至长寿河段泥沙模型试研究,汉江中游游荡性河段航道整治研究;“八五”国家重点科技攻关,三峡工程葛洲坝坝下宜昌河段水位下降对三江和大江航道的影响及治理措施研究;“九五”国家重点科技攻关,湘江一期千吨级航道治理工程研究,三峡工程葛洲坝下游河床冲刷对重点港口航道的影响及治理措施分析研究;“山区河流航道整治关键技术研究”08 专题沙卵石滩航道整治经验总结等。1983 年由国家科委聘任为三峡工程“科技攻关”泥沙专家组成员,1986—1992 年由国务院三峡办聘任为三峡工程蓄水位论证泥沙专家组专家,1982—1990 年被聘任为闽江马尾港通海航道一、二期港口航道整治工程专家组专家。研究推荐的工程方案均被建设单位采纳,施工的效果良好,一些研究成果得到推广与应用。

几十年来,工作顺利,同志之间关系融洽,合作愉快,贤妻的支持与照顾,才得有和同仁一道在解决一些工程问题的同时,还撰写了数十篇拙文,在年届 80 岁生日之际,择其 20 余篇敬献给党和养育我的人民。由于本人水平有限,不当之处在所难免,希请赐教。

本文集的出版,得到交通部天津水运工程科学研究所、室领导的关心和资助及航道研究室同事们的支持,谨致深切的感谢。

刘建民

2007 年 2 月于塘沽

读书与读人

一

刘建民同志 1953 年毕业于武汉大学水利学院,是新中国的第一代航道治理专家,在航道整治科研领域里辛勤耕耘了半个多世纪。重视理论、重视实践是他的基本研究工作方法。他研究的成果一方面为提高我国内河航道的运输能力做出了贡献,另一方面也极大地丰富了航道整治的理论。

刘建民同志参与了我国最早的河道整治动床模型试验,为提出推移质运动的相似准则,奠定相似理论的基础做出了贡献,这一试验研究拓宽了航道研究方法的领域并得到了广泛的推广应用。河道动床阻力问题是河床演变研究中的一个最基本问题,他与别人合作,分析整理了大量原体河流和水槽试验资料,通过分析研究提出了冲积性河流的阻力计算方法,该方法在理论上和应用上的价值至今仍为学术界和工程界所重视。他从众多山区性河流航道滩险实践中,归纳提出的河流滩险的分类、急流滩采用的上炸下抬分散落差的治理等具有创新性。在冲积性河流浅滩整治理论上,他提出了目前广泛使用的整治线宽度计算方法,该研究成果已被高等院校航道整治教科书采用。对于难度很大的游荡性河流浅滩治理,他又提出了控制河势与低水治滩相结合的方法,较好地解决了这一难题。

刘建民同志在主持葛洲坝水利枢纽库区和南津关航道问题的研究工作中,探明了影响航道的泡漩水形成的机理,寻找到了正确的消泡方法。这一方法应用于该工程取得成功,为国家节省上千万元的投资。此研究课题作为葛洲坝科研工作的重要组成部分而获得国家科技进步特等奖。

刘建民同志在主持的三峡水库回水变动区河段河工模型试验研究工作中,根据泥沙的淤积状况及对港口、航道的影响,并考虑万吨级船队直达重庆港的要求,他从工程的综合效益出发,建议三峡大坝采用 175m 水位方案,可减轻卵石推移质对重庆港的淤积及悬沙淤积治理措施的论证做出了贡献。同时,他作为三峡工程泥沙问题研究专家组成员,参与了重大问题的研究和决策。

刘建民同志在负责 2001 年度交通部西部交通建设科技项目——“山区河流航道整治关键技术研究”项目专题“沙卵石滩航道整治技术研究”中,对航道整治采用“枯水整治”的根据做了理论上的论证和说明,论述了沙卵石浅滩采用以整治为主疏浚为辅或以疏浚为主整治为辅治理原则的主要条件;总结了水库回水变动区和水库下游的沙卵石浅滩整治的原则;一坝整治短过渡段浅滩坝位的确定方法、坝头局部冲刷坑的预测方法、通航汊道如需加大分流量和锁坝高度的确定方法、整治线宽度的准二维的计算方法等,得到了一些创新性的成果。

50 多年来,他的研究成果较多,先后获得国家及交通部科技进步奖 7 项,并撰写了大量的论文和著作,有多项研究成果经评审达到国际水平,多次被评为交通战线上的先进科技工作者,他为我国航道建设和水运工程建设做出了突出的贡献。如今,年近八旬的刘老还担任交通部天津水运工程科学研究的技术顾问,仍在为水运交通科研事业耕耘不止。

二

刘老是我的长辈,他和他的同代人也是我从事航道整治科学研究的领路者,也是我的导

师。因为工作需要,刘老的很多文章和报告我在不同的时间都认真地读过。我不想说拜读过、研读过或者学习过,我只想说读过,是认真地读过。

我理解性地记得,浅滩的变化不可能实现平衡,因为河流的来水来沙总是在变化的,但很多的浅滩却是基本稳定的,因为它和水沙条件、它和边滩是协调的、和谐的,认识这种和谐关系才能很好地实施航道整治工程,改善浅滩的碍航状况。

读到的是知识,如果仅仅只是限于它,那科学就难以进步,所以,我读刘老的文章或其他学者的文章,多关注问题的来龙去脉、问题的解决方法,即关心各种关系的逻辑和谐性、证据链的完整性。我不记得是哪一年读哪一篇文章的时候,为了搞清问题,我几乎把一本河流动力学重新又学习了一遍。

三

在刘老八十华诞来临之际,体现和反映他主要研究成果的《山区性河流航道治理研究和实践文集》付梓出版,它是河流航道整治和河流泥沙研究中的一份重要的财富,更是一种资源。

功成名就后的齐白石说自己不会画画、巴金说自己不会写文章,那是至高的一种境界,常人以为是谦虚,其实他们的不会,是因为他们把画画、写文章当作一种真诚情感的流露和表达,为了画而画、为了写而写,他们当然就“不会画”“不会写”了。

其实,文章如人,在刘老的文中,我们看到的是科学的朴实,而没有浮躁。如果将浮躁视为一种流行病毒的话,处在社会转型期的我们这一代科技工作者们是易感人群。而浮躁是科学的大忌,多读读老一代的书,对于提高免疫力应该是有益的。

作为晚辈,还不敢为前辈的书作序,姑且以“读书与读人”短文假序,其实它也是长期学习刘建民同志,但不限于他的文章的一点体会。

以一颗真诚的心去研读他人的研究成果,从中吸取营养、发现问题,你就有可能站在他人的肩上。

李旺生

2006年中秋于蓬勃发展的天津滨海新区

天津科学技术出版社读者服务卡

感谢您购买天津科学技术出版社第七编辑室编辑的《山区性河流航道治理研究与实践文集》。

为拉近您与我们之间的距离,让我们进一步了解您的需求,提供更好的服务并让利于您,麻烦您抽出宝贵时间详细填写本卡各栏。当您凭本卡再次购买本社图书时,您将享受VIP读者的优惠:到本社读者服务部上门购书可8折购买,或邮购图书9.5折购买并免邮寄费。

您的姓名:_____电话:_____职业:_____

通讯地址:_____邮政编码:_____

一、您从何处得知本图书:☐书店 ☐报纸或杂志 ☐医院 ☐科技新书目 ☐其他
(请填写):_____

二、您平常以何种方式购买:☐书店 ☐图书批销中心 ☐邮购 ☐书展 ☐其他(请填写):_____

三、您对本书的印象

	很好	好	一般	差	很差
内容:	☐	☐	☐	☐	☐
文字表达:	☐	☐	☐	☐	☐
插图质量:	☐	☐	☐	☐	☐
印刷:	☐	☐	☐	☐	☐
封面:	☐	☐	☐	☐	☐
版式:	☐	☐	☐	☐	☐

四、您目前最喜欢看的图书种类:_____

五、您对本书的满意程度:_____

六、您对我们工作的建议:_____

回信请寄:天津市和平区西康路35号 邮政编码:300051

天津科学技术出版社(第七编辑室)

编辑室电话:022-23332490~93 转8105

E-Mail: kjcb@eyou.com

注:反面1. 各室图书目录

2. 邮购方法:读者购书一律 85 折(免邮资),汇款请寄天津市和平区山西路光华巷 6 门 112 号

户名:天津科学技术出版社图书服务部

、邮编:300022

电话/传真:022-27217980

账号:0302010109032411870

开户银行:工行锦州道支行

联系人:赵路 沈捷

书

性

三

9

.

版

编

设

印

斗

人

页

02

w

足

注

一

8

F

4

目 录

第一篇 沙卵石浅滩航道整治

冲积性河流航道整治线宽度和整治水位的确定	1
沙卵石浅滩整治水位与整治线宽度确定方法的研究	11
平原河流浅滩整治水位与整治线宽度的确定	39
沙卵石浅滩航道整治经验技术研究	44
川江叉鱼碛浅滩整治效果分析	97
我国南方中小河流航道整治方法的初步研究	109
黄河府谷至禹门口段枯水航道查勘治理意见	125
闽江上游沙溪、富屯溪航运开发问题考察意见	130
河工模型试验在内河航道整治中的作用	135
冲积性河流糙率问题的研究	145
我国内河水运工程建设概况和展望	156

第二篇 石质与混合底质滩险航道整治

川江青滩整治工程方案效果的计算分析	165
川江弯道型浅滩及扫弯水整治措施的分析研究	176
混合底质河床浅滩险整治技术研究	191

第三篇 水电枢纽工程对通航的影响

葛洲坝水利枢纽工程南津关泡漩水整治及上游库区航行条件问题研究 …	225
水利水电枢纽工程上、下游河床冲淤变化对港口航道的影响及治理经验的 分析研究 ……………	237
长江三峡水利枢纽回水变动区洛碛—长寿河段天然情况河床演变分析 ……	258
长江三峡水利枢纽(150m 方案)回水变动区洛碛—长寿河段泥沙模型试验 研究 ……………	271
三峡工程库尾重庆港区泥沙淤积和整治方法的探讨 ……………	294
长江中游芦家河浅滩演变分析 ……………	302
芦家河浅滩整治措施(现状)二维动床数学模型研究 ……………	314
高水头水利枢纽上、下游航道治理技术问题规划研究意见 ……………	328
对湘江长沙综合枢纽工程平面布置的建议 ……………	335

第一篇 沙卵石浅滩航道整治

冲积性河流航道整治线宽度和整治水位的确定*

0 前言

1961—1963 年间,我们在总结广东、贵州和四川几条河流航道整治工程中,深感整治线宽度和整治水位的确定,是一个比较重要的问题。各公式算得的结果相差较大,不易判断何种公式比较接近实际,只好依赖实践经验和优良河段的数据来鉴别。由于各滩段的水流和河床形态差异较大,难于找到较相似的实践经验和优良河段的资料。为此,我们在总结实践的基础上,曾提出如下的计算式^[1]

$$B_2 = B_1 \left(\frac{H_1}{\eta t} \right)^y \quad (1)$$

式中: $y = \frac{19+6m}{6(2+m)}$; m 为相对流速的函数,可查表求得。

此公式的基本出发点是:认为被整治的浅滩河段,在涨水和落水时虽有一些冲淤变化,但到枯水时变化不大,基本上处于相对平衡。用导治建筑物缩窄河面宽度,必然压缩过水断面,加大流速,增强输沙能力,冲深浅区。当冲深到设计航深时,此时的输沙率与整治前相同,而不再冲深,我们认为从 $G_1 = G_2$ 推求整治线宽度的概念是比较合理的。但是上式经工程实践后,所得整治线宽度大于实际宽度,在分析川江浅滩整治效果时,计算值也大于实测值,这就表明此式有些不当之处,需加改进:①在推演过程中,所用的止动流速公式,未包含相对水深 $\left(\frac{H}{d} \right)$ 的影响;②用导治建筑物缩窄河宽,目前多采用抛石建筑丁坝或顺坝,大都有一定的透水性,其渗流未加考虑,整治线宽度内的 Q_2 小于 Q_1 ;③浅滩经整治后,水深加深,断面扩大,整治后的设计水位有所降落,在计算时未计及此值。由此可知,上式必须修改才能获得满意的结果。

1 整治线宽度计算公式的推求

冲积河流中浅滩的形成原因多种多样,但总的说来,它是水流与河床相互作用的产物。浅滩大都位于河流的扩大段,或缩窄处的上游段。这是在涨水过程中,水流流速较小,降低了水流的输沙能力,造成泥沙淤积,而落水时又不能全部冲走所形成。在一个水文年内,各

* 本文原载《山区航道论文集》,1980 年 9 月,杨学忠、沈发蓉、朱杏珍参与研究。

浅滩有不同程度的冲淤变化,但多年的枯水情况,一般是变化不大的,因此可以认为这些浅滩的变化已处于相对平衡的情况。为改善这类浅滩的航行条件,需加大其水深。目前除几条大江的中下游多采用疏浚外,其上游和一般的中小河流大都采用导治建筑物缩窄河宽,并固定边滩,其目的都是加大落水时的冲刷作用,增大水深以满足航行要求。在设计时,设计航深是已知的,问题是在何种水位下,河宽需缩窄多少才能冲深到设计航深,此问题的正确解决,就是整治水位和整治线宽度的确定。

前已指出,浅滩演变基本上处于相对平衡,整治后,若不考虑冲刷的过程,而只考虑冲深到要求的水深时,其输沙量与整治前相等而不再冲刷,浅区的河床达到新的平衡,由此可得

$$G_1 = G_2 \tag{2}$$

式中: G_1 和 G_2 分别表示整治前和整治后。

关于河流泥沙运动问题,国内外做了很多研究,已取得不少成果。但对水流输沙能力,到目前为止,尚未得到大颗粒的底沙和细颗粒悬沙的统一关系式。通常是将这两类泥沙分别进行研究,并都得到一些计算式。底沙输沙能力一般的表达式为

$$G = Kdr_s \left(\frac{V}{V_{0H}} \right)^3 V_{0H} \left(\frac{V}{V_{0H}} - 1 \right) \left(\frac{d}{H} \right)^Z B \tag{3}$$

式中: G 为断面输沙率; K 为系数; r_s 为泥沙重率; d 为泥沙的平均直径; V 为断面平均流速; H 为断面平均水深; B 为河宽; Z 为指数,一般为 $1/4 \sim 1/6$,我们取 $1/4$; V_{0H} 为止动流速。可用下式表示

$$V_{0H} = Cd^{\frac{1}{3}} H^{\frac{1}{6}} \tag{4}$$

式中: C 为常数,沙莫夫求得 $C = 3.83$ 。

为计算公式导演方便起见,将式(3)中的 $\left(\frac{V}{V_{0H}} - 1 \right)$ 项改写成指数形式如下

$$\left(\frac{V}{V_{0H}} - 1 \right) = a \left(\frac{V}{V_{0H}} \right)^m \tag{5}$$

上式中 a 和 m 值的确定,可给出一系列的 $\frac{V}{V_{0H}}$ 值,在对系数纸上绘出 $\left(\frac{V}{V_{0H}} - 1 \right) \sim \frac{V}{V_{0H}}$ 的关系曲线。再将此曲线分成若干段,每段可近似地视为直线关系,这样即可定出各段的 a 和 m 的数值,列于表 1。

表 1 指数 m 、 y_1 和 y_2 的数值表

$1.1 < \frac{V}{V_{0H}} < 1.5$			$1.5 < \frac{V}{V_{0H}} < 2.5$			$2.5 < \frac{V}{V_{0H}} < 10$		
m	y_1	y_2	m	y_1	y_2	m	y_1	y_2
5.36	1.13	1.34	2.22	1.23	1.46	1.26	1.31	1.55

将式(5)代入式(3)并合并系数项得

$$G = K' d \left(\frac{V}{V_{0H}} \right)^{3+m} V_{0H} \left(\frac{d}{H} \right)^{\frac{1}{4}} B \tag{6}$$

又因
$$V = \frac{Q}{BH} \tag{7}$$

将式(6)和式(7)代入式(2), K' 为常数。整治后泥沙平均直径 d 一般是要变粗些,其粗化的程度,目前无实测资料,估计变化不大,可近似地取 $d_1 = d_2$,化简后得

$$B_2 = B_1 \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{\frac{3+m}{2+m}} \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^{\frac{43+14m}{12(2+m)}} \quad (8)$$

若令

$$y_1 = \frac{3+m}{2+m}; y_2 = \frac{43+14m}{12(2+m)}$$

则

$$B_2 = B_1 \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{y_1} \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^{y_2} \quad (9)$$

式(9)为河流以底沙为主的浅滩整治线宽度的计算式。其中的断面平均水深 H_2 与航槽边缘的水深 t 是不相同的,通常 H_2 与 t 成比例关系,即

$$H_2 = \eta t \quad (10)$$

系数 η 不是常数,它随断面的形态和航宽而变。根据我国南方几条中小河流和川江的实测资料,其值与相对航宽 $\frac{B}{b_n}$ 之间成曲线关系,如图1。在解决生产实际问题时,最好从本河流整治效果较好的断面资料求得;若无这方面的实际资料,可根据断面的形态从图1中查取。

将式(10)代入式(9)得

$$B_2 = B_1 \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{y_1} \left(\frac{H}{\eta t} \right)^{y_2} \quad (11)$$

式中: Q_1 和 Q_2 为整治前后的流量。由于目前导治建筑物大都由透水性的材料所建成,因此整治后整治线宽度内的流量应为

$$Q_2 = Q_1 - Q' \quad (12)$$

式中: Q' 为渗流量。在分汊河流的航道整治中常有两种情况。一是在非通航汊道中筑锁坝,加大通航汊道的流量,同时也增大其来沙量,原则上不能应用式(11)来确定 B_2 ,若来沙量改变不大,仍可用此公式进行计算。二是在江心洲尾部筑丁坝和岛尾顺坝,整治线宽度内的流量有可能加大,也有可能减小,这要按具体的情况才能确定,

由此可见 $Q_1 \neq Q_2$,在单一河道中, $\frac{Q_2}{Q_1}$ 是小于1;在分汊河道中其值有可能大于1或小于1。

以悬沙运动为主的河流,其输沙量一般可由下式表示

$$G' = \rho Q = G' \frac{V_3}{gH\omega} Q \quad (13)$$

式中: G' 为断面输沙率, ρ 为断面平均含沙量, Q 为流量, C' 为常数, g 为重力加速度, ω 为泥沙平均沉降速度。将式(13)代入式(2),其中的 V 以 $\frac{Q}{BH}$ 来代换,并认为 $C'_1 = C'_2$, $g_1 = g_2$, $\omega_1 = \omega_2$,化简后得

$$B_2 = B_1 \left(\frac{Q_2 H_1}{Q_1 H_2} \right)^{\frac{4}{3}} \quad (14)$$

再将式(10)代入式(14),即

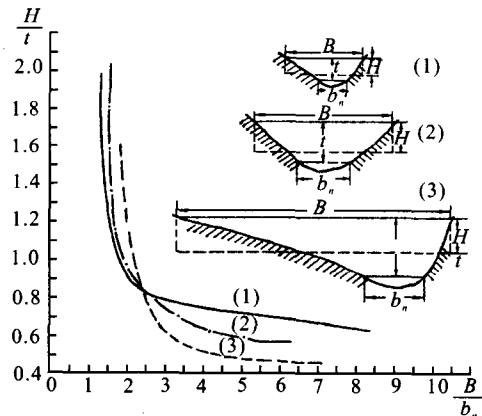


图1 断石形态系数与相对航宽图

$$B_2 = B_1 \left(\frac{Q_2 H_1}{Q_1 \eta t} \right)^{\frac{4}{3}} \quad (15)$$

式(15)和式(11)的形式基本相同,但其指数不一样。当式(11)的 $\frac{V}{V_{0H}}$ 小于2.5时,与式(15)的结果甚为接近;大于2.5时,就有所出入,应分别考虑。

2 整治水位的确定问题

对冲积性河流浅滩进行整治时,建筑物头部的高程,习称为整治水位。整治水位的正确确定,对整治建筑物能否发挥充分的作用至关重要。通常浅滩整治要求水流能发生最大的造床作用,在比其高的某一水位落至枯水位时,加强输沙能力和增长冲刷时间,使浅区冲刷到设计航道尺度和稳定的断面形态。

目前对整治水位确定的方法,归纳起来如下。

(1)根据对本河流或河段整治工程实践,总结出效果较好的经验数值。例如,某一河流的整治水位高出设计水位1.0~1.2 m,称为经验的方法。

(2)采用过渡段优良浅滩的边滩高程作为整治水位。实践经验表明,只要被整治河段的水流和河床组成物与优良浅滩基本相似,一般都能获得较好的整治效果,此为优良河段的模拟方法。

(3)应用河流动力学的方法计算造床流量,以此流量的相应水位作为整治水位^[7]。分析计算表明,一般河流有两个造床流量,即第一造床流量和第二造床流量,前者相当于保证率5.0%左右的洪水流量,后者约相当于保证率50%~30%的中低水流量。在航道整治工程中,一般都采用第二造床流量的水位作为整治水位。分析一些河流的计算结果可知:采用优良浅滩的断面来计算,所得第二造床流量的水位与其边滩的高程大体相当,这叫造床流量法。

(4)浅滩在落水过程中,当落至某一水位开始冲刷,降到某一水位冲刷更大,再低时其作用减小,到接近设计水位后,有些浅滩又有回淤。这类浅滩在落水时虽有冲刷,但到枯水时仍不能满足航行的要求,这表明其冲刷能力还不够强。若采用冲刷较大的水位或取冲刷期的平均水位进行整治工程,加大其冲刷能力来达到要求的航道尺度,也是确定整治水位可行的方法之一。

以上几种方法我们认为第三种方法比较恰当,在分析时若采用优良浅滩的资料,也可说包含了第二种方法在内。其具体计算步骤不再详述,可参阅参考文献^[6]。在浅滩观测资料比较多的情况下,也可采用第四种方法,实践证明,对卵石滩的整治能取得较好的效果。顺便指出:我们在现场勘查时,发现若干河流的河岸上,都存在有洪水和中小低水位下的痕迹线,这说明在这两个水位下水流持续的时间长,其造床作用较大。根据岷江某一河段的中小低水痕迹线,实测其高程高出设计水位1.5~1.7 m,与第二造床流量的水位大致相当。若在没有水文资料和实践经验的河段上进行整治工程时,可将这条痕迹线与优良浅滩边滩高程相互对照来决定整治水位,具有一定的参考意义。

3 计算步骤

应用式(10)或式(14)进行整治线宽度计算时,其步骤如下。

(1) 整治水位的确定 按第二节中所述的基本方法, 确定整治水位, 再从水位流量关系曲线中查出相应的流量。若整治河段没有实测流量资料, 可用实测的水位与附近无大支流来汇的水文站的水位相关, 从相关图中找出水文站的相应水位, 由水位流量关系曲线求出相应的流量。

(2) 代表断面的选择 代表断面的选择应根据实测浅滩的地形资料, 选取浅滩定较高处(即水深最小处)的断面较为合适。但此处有时不一定布置导治建筑物, 若用丁坝群来固定边滩和缩窄浅区的河宽, 可按上式计算所得的整治线宽度, 并结合河岸条件布置整治线, 然后在整治线内布置导治建筑物; 若浅区不太长, 边滩的情况尚好, 有时可用一条丁坝即可改善。这时丁坝应布置在浅区上游若干距离, 才能使丁坝约束的水流到浅区产生较大冲刷作用。也就是说水流受丁坝的挑流作用后, 水流存在一个最大的收缩断面, 比丁坝处断面的宽度小, 流速大。此断面应为选取的代表断面, 这样才能保证航深要求。据川江的经验, 下挑丁坝与水流的夹角为 $60^\circ \sim 75^\circ$ 时, 其坝位应在浅区上游 $120 \sim 140$ m, 约为整治线宽度的 $0.3 \sim 0.4$ 倍, 或用卢汉才同志改正的公式进行计算^[8]。

丁坝挑流后, 收缩断面的宽度应为

$$B_2 = \varepsilon B_1 \quad (16)$$

式中: B_2 为整治线宽度(即是水流收缩最大处的河宽); B_1 为丁坝的河面宽度; ε 为收缩系数。在天然河流中, 收缩系数一般无实测资料, B_2 虽可用式(11)或式(15)计算, 建坝处河面宽度 B_1 尚不能由式(16)求出, 为安全起见, B_1 可采用 B_2 之值来确定丁坝的坝长。

(3) 整治建筑物渗流量的确定 目前各河流的航道整治建筑物, 大都用块石抛筑而成。一般不做防渗处理, 坝体的孔隙率较大, 约为 $35\% \sim 50\%$ 。由于建筑物缩小过水断面, 必然要产生一定的壅水, 建筑物的上、下游存在水位差, 坝体渗流量的大小, 与其孔隙率和水位差有关。我国一些中小河流的实测资料表明, 一般渗流量占总流量的 $15\% \sim 20\%$, 个别河段的长顺坝可高达 45% 。因此在进行这类工程时, 渗流量较大, 计算时不能忽略。川江过去建的导治建筑物, 都没有做过渗流量的测量, 其值难于估算。可以肯定的是川江整治水位下流量较大, 渗流量所占的比例小, 没有中小河流那样影响严重, 但是否可以忽略不计, 目前尚缺乏资料做出这样的结论。

整治建筑物渗流的确定, 是一个比较复杂的问题, 目前对这个问题研究的还非常不够, 积累的资料也不多。在解决实际问题时, 可根据本河的实测资料来确定, 若没有这方面的资料, 可用依兹巴什^[6]所提出的计算公式估算, 即可求得 Q_2 。

(4) 指数 y_1 和 y_2 的确定 指数 y_1 和 y_2 都随相对流速 $\frac{V}{V_{0H}}$ 的变化而变化, 当 $\frac{V}{V_{0H}}$ 在一定范围内, y_1 和 y_2 可近似为一定值。这样可用整治前的水力要素和泥沙平均直径, 算出 $\left(\frac{V}{V_{0H}}\right)_1$ 之值, 由表可查得 y_1 和 y_2 , 然后按式(11)或式(13)求得 B_2 。 H_2 为已知值, 并认为泥沙平均直径 d 整治前后变化不大, 即可求出 $\left(\frac{V}{V_{0H}}\right)_2$ 之值, 此值若与 $\left(\frac{V}{V_{0H}}\right)_1$ 之值在同一范围内即可。若不在同一范围时, 需重新进行计算, 直到 B_2 值相同为止。多数以底沙运动为主的河流计算实践表明, 整治前后断面的平均流速 V 和止动流速 V_{0H} 的比值, 大都在表中的同一范围内, 但仍应校核一次为宜。

(5)关于 t 值的决定问题 浅滩整治由导治建筑物约束水流冲刷浅区,达到要求航深时,其 t 值应包括图2中所示的诸值,即有

$$t = T + \Delta t + \Delta z + \Delta E \quad (17)$$

式中: t 为整治水位时航槽边缘的要求水深; T 为船舶吃水深度; Δt 为富裕水深(包括动吃水和一定的超深值); Δz 为设计水位的降落值; ΔE 为整治水位至设计水位的差值。以上各值均以 m 计。

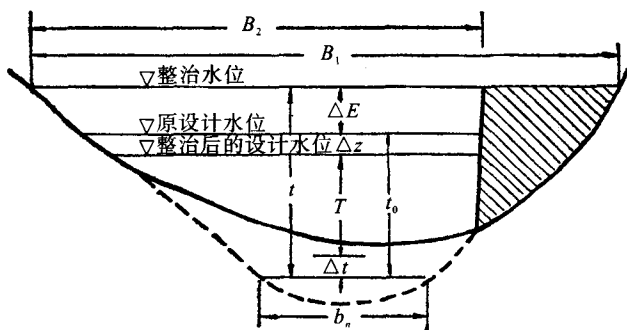


图2 丁坝冲刷浅脊示意图

船舶吃水深度 T 可由航行的标准船舶的吃水来确定; Δt 可按设计规范规定的标准选用,或采用实船试验的数据。 ΔE 为整治水位减设计水位,这些皆为已知值。但 Δz 通常不是一个常量,它与设计水位下浅滩冲深的程度和河宽缩窄多少有关。根据川江浅滩整治后的实测资料分析,设计水位都有一些降低,其他中小河流也有这种情况^[2]。设计时若没有实测资料可供应用,可按如下所推求的方程式进行估算。浅滩整治后水面降落的情况如图3所示,计算时并假定下游水位不变。

设整治后浅滩段上游的水位降落值为 Δz ,则整治前在设计水位时通过的流量为

$$Q_0 = \frac{1}{n} B_0 H_0^{\frac{5}{3}} \left(\frac{\Delta z_0}{L} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

整治后设计水位时通过的流量为

$$Q_0 = \frac{1}{n} B'_0 (H'_0)^{\frac{5}{3}} \left(\frac{\Delta z_0 - \Delta z}{L} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

式中: n 为糙率系数; B_0 和 B'_0 分别为整治前、后设计水位时的河宽; H_0 和 H'_0 分别为整治前、后设计水位时的断面平均水深;

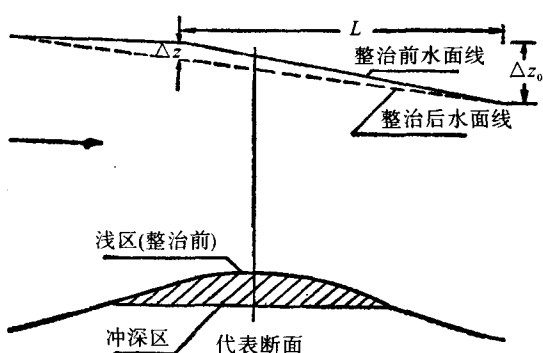


图3 浅滩冲刷后设计水位降落示意图

Δz_0 为整治前设计水位的落差; $\Delta z_0 - \Delta z$ 为整治后设计水位的落差; L 为浅滩段上下游水尺距离。两式的流量值显然相等,经简化后得

$$\left(\frac{B'_0}{B_0} \right)^2 \left(\frac{H'_0}{H_0} \right)^{\frac{10}{3}} \left(1 - \frac{\Delta z}{\Delta z_0} \right) = 1 \quad (20)$$

式中: B_0 、 H_0 和 z_0 可从整治前实测的资料求得; B'_0 之值,严格地说为一未知数,但有一些卵石浅滩整治后实测地形资料表明,建坝对对岸岸坡的影响不大,可近似地认为 B'_0 等于 B_0 减去导治建筑物所占的宽度; H'_0 按 $H'_0 = \eta t'_0$ 来决定,其中 $t'_0 = T + \Delta t$,系数 η 值可由整治效果较好的断面求出。在没有资料的情况下,可利用图1的曲线查得,便可第一次算出滩头的水位降落值 Δz 。然后再由此值按距离插补到计算断面,查出降落的 B_0 值,减去建筑物的宽度,可得到相应的 B'_0 和 H'_0 。由式(19)又算得一个 Δz 值,若两值相符,不需再算;不然,则需计算到相符为止。