

滩险整治实例汇编

TANXIAN ZHENGZHI SHILI HUIBIAN

交通部水运规划设计院

1991年12月 北京

前 言

《航道整治工程技术规范》已于1991年8月经交通部批准颁布执行。《滩险整治实例汇编》是其重要配套成果和背景材料。

这本《汇编》搜集了包括12省(自治区)26条河流60多个滩险的整治成果,对各类浅滩、急滩、险滩的成滩原因、治理原则、方案研究以及工程效果进行了分析、介绍。《航道整治工程技术规范》中对各类滩险均提出了治理原则和对策,而《汇编》则以实际例子印证了《规范》的科学性。

纳入本《汇编》的不少滩险的治理难度较大,经过对河流水沙条件及成滩原因进行观测分析,对工程措施和技术参数进行多方案比选,有的还经过模型试验并不断调整、改进,从而获得了成功。其中有些滩险的治理曾获得国家或省、部级的科技进步奖、优秀设计奖或优秀工程奖。从总体上看,我国航道整治理论和技术确已具有国际先进水平。其中某些经验对第三世界国家的航道滩险整治具有参考意义。

由于某些原因,原定“航道整治工程国内外论文集”的出版计划取消,而国内论文集中有关实例已大都纳入《汇编》,使《汇编》内容更为丰富。这本《汇编》能够以现有的规模同读者见面,不仅是为《汇编》提供实例的单位和个人共同努力的结果,而且也有为《论文集》撰稿的单位和个人的贡献。

本《汇编》由交通部水运规划设计院与长江航道局、天津水运科学研究所共同编辑,由交通部水运规划设计院组织出版。主编为闵朝斌,参与审稿的还有荣天富、刘书伦、傅理明和卢汉才等。为了使《汇编》介绍的实例文字更加简洁,表述更加准确,编审人员曾对某些稿件作了不同程度的删改,乃至必要的改写。对于少数滩险实例有两份以上稿件时,则由编审人员合成一稿,仍署原作者姓名,特予说明。

在本《汇编》编辑过程中,《水运工程》编辑部曾给予大力支持。

我国航道整治的滩险量大面广,成功的经验、失败的教训很多,由于时间匆促,本《汇编》只选取了一部份成功的实例。疏漏不妥之处在所难免,还希读者不吝指出。

交通部水运规划设计院
1991年12月

目 录

松花江三姓浅滩的整治·····	王益良 毕世俊(1)
淮河安徽段正阳关至峡山口浅滩整治·····	李殿中(8)
金沙江庙基子滩整治·····	徐德芳(17)
大渡河死人坝滩整治·····	周宗烈(20)
大渡河木笼溪滩的整治·····	王祥保(23)
大渡河广东房滩航道整治·····	周宗烈(26)
岷江朱石滩整治·····	周宗烈(30)
岷江上乌木桩滩航道整治·····	吴学良(34)
岷江九龙滩航道整治·····	吴学良(36)
赤水河新开滩整治·····	廖国平(40)
清水江蛇尾巴滩整治·····	廖国平(41)
赤水河石质浅滩的整治·····	廖国平(42)
嘉陵江下白鹤滩航道整治·····	吴学良(47)
乌江郭母子岔道滩整治·····	熊锡林(49)
乌江崩岩滩整治·····	廖国平(52)
川江鸡扒子滩的整治·····	王士毅(55)
川江渣角滩的整治·····	彭光瑞(59)
川江斗笠子滩的整治·····	黄 超(62)
川江甑柄碛滩的整治·····	黄 超(65)
小南海浅滩整治·····	吴炳海(67)
川江钓鱼咀滩的整治·····	陈晓云(69)
长江兰叙段神背嘴滩的整治·····	朱杏珍(72)
长江兰叙段叉鱼碛滩的整治·····	朱杏珍(75)
洞庭湖区甘溪港滩的整治·····	蒋忠绥(78)
湘江关相洲汉道浅滩整治·····	蒋忠绥(81)
油麻潭堤垸急弯的整治·····	蔡见龙(84)
沅水米家滩整治·····	王开先(87)
湘江新康滩整治工程·····	肖经城(89)
洞庭湖区岳阳港航道整治·····	袁鑑乾(91)
大湾滩裁弯取直工程·····	邹光雄(94)
湘江铜官滩的整治·····	邹光雄(97)
汉江白沙盘浅滩整治工程及效果简介·····	楚毓琴 施载玲(100)
陆水水库回水变化段航道的整治·····	顾祖翔(104)
汉江金蛙滩整治·····	宋力行 董松年(108)
汉江巴家洲滩群——胡家套浅滩的整治·····	邢保雄(112)
汉江龙门滩滩群的整治·····	王启富(115)
赣江尾间区鹿颈滩的整治·····	张慕良(118)
赣江老虎滩的整治·····	李东明(120)

赣江夏家圩滩的整治·····	李东明(122)
赣江上游三个礁石浅滩的整治·····	李东明(124)
北盘江岩架滩整治·····	廖国平(127)
右江横滩的整治·····	冯 毅(129)
金陵大滩的整治·····	冯 毅(131)
思林滩整治工程·····	林萍河(133)
右江拉侧滩的整治·····	韦景环(136)
东江大炮山滩的整治·····	谭观印(138)
北江老万山浅滩航道整治·····	刘清泉(140)
韩江湘子桥浅段航道整治·····	杨光镔(142)
甬江河口航道的整治·····	蒋睢耀(144)
瓯江中游河段航道整治·····	黄雨时 竺崇信 金海荣(149)
瓯江温州港航道整治·····	李浩麟 黄廷兰 姚兴汉(155)
闽江通海航道的整治·····	吴以喜 卢汉才(162)
澜沧江景洪大沙坝浅滩整治·····	陈石莹 徐德芳(167)
澜沧江下游——溜子滩整治·····	刘辉芳(171)
澜沧江老鸦滩整治·····	宋裕宏(174)

松花江三姓浅滩的整治

三姓浅滩位于松花江中游,在哈尔滨以下 297~332km 沙河子码头至牡丹江河段内,全长 35km。河道宽浅,岛屿、暗礁众多,基岩突出。35km 内无深槽,是松花江航深最小、航行最困难的河段,成为通往黑龙江、乌苏里江著名的卡口。三姓浅滩整治,自 1904 年开始至今已经历近一个世纪;30 年代日本人曾进行过大规模整治,因措施不当,所建工程绝大部分冰毁;新中国成立后,50 年代初即开始疏浚维护航道,并对浅滩进行系统的水文、泥沙、河道地形测量和地质钻探工作。1963~1980 年间又断续地进行局部河段疏浚整治;1983~1985 年系统地进行了第一期整治工程,工程实施后使 35km 河段,由整治前水深不足 1.0m 的航道,增加到 1.50m,航宽增加到 60m,曲率半径 > 800m。达到了预期的效果,经济效益显著。现正在总结前期工程基础上,进行二期扩建工程设计。

一、河道浅滩概况

1. 河道形态特征

三姓浅滩全长 35km 内,按地貌、地质特点,大体可分为四个河段:①由沙河子至西北河口,为单一微弯河道,河宽约 1.0km。两岸地势较低,洪水可漫滩,河床为砾石,航深较好。②由西北河口至大古洞河口,称为清河汉道段,也称浅滩上段,河道分汉严重,河道分为南北两汉。河宽最宽处 3.0km,河岸、江心岛地势较低,除清河镇建有防洪堤外,一般洪水均可淹没。河床底质为风化花岗岩,上积厚 0.50~1.50m 的砂砾覆盖层,其中南槽砂砾层较薄,部分河段内河底岩石露出,浚深不易。③由大古洞河口经小古洞岛至七里坑,称为中段,河槽稳定顺直,两岸地势较高,一般洪水不淹没,河底为风化岩石,没有深槽,航道两侧多布礁石,其中从小古洞岛至七里坑(满天星)河段,水面宽达 2.0km,原航道在江心岛北,汛期常有泥沙淤积,1964 年经过疏浚,开通了岛南航道,并在南侧建丁坝后,航道内基本不再淤积。④七里坑以下至牡丹江口,称浅滩下段,北岸为山岗,南岸地势亦较高,河床为砾石、粗沙并间有岩石,河宽逐渐束窄至 700m。牡丹江口以上的滩段航道,原航道较好,70 年代起因上游整治,淤积了泥沙,航道变浅,牡丹江的汇入,对本河道滩段泥沙冲淤有颇大影响。河势见图 1。

2. 水文、泥沙特征

根据浅滩上游 60km 通河水文站及本滩小古洞水位站资料分析,河段年平均流量为 $1600\text{m}^3/\text{s}$,日最大流量 $12807\text{m}^3/\text{s}$,最小流量 $400\text{m}^3/\text{s}$,变幅 30 倍,一般年份小于 10 倍($Q=400\sim6000\text{m}^3/\text{s}$)。一个水文年中畅流期七个月,流冰期半个月,封冰期四个半月。4~5 月为春季枯水期;6~7 月为涨水期,8~9 月为洪水期,10~11 月为洪水及枯水期,12 月至次年 4 月为封冻期。畅流期水位变幅 3~4m。特殊水文年受牡丹江、倭肯河洪水从滩尾汇入顶托影响,或流冰期冰凌在滩下游较狭窄河段(宽 600~700m)形成冰坝、冰塞使本滩段壅水高达 6~8m。

松花江悬移质含沙量很小,平均为 $0.175\text{kg}/\text{m}^3$ (通河站),多年平均输沙量 860 万 t,最大年 1810 万 t。50 年代曾在浅滩中部水文断面进行推移质测量,推移质 $d_{50}=0.30\sim0.50\text{mm}$,最大 10~20mm。年推移质输沙量在 10~20 万 t 左右,为悬沙的 2%。悬移质不参与造床作用。

二、浅滩成因及其演变

从总体上看,河床基岩凸出,抗冲力强,河床下切受阻,以侧蚀为主,河道宽浅,形成浅滩。但各段河床形态及底质组成不同,有其不同特点。

(一)清河汉道段

本河段河道平面形态呈藕节状,上游沙河子码头以下,河宽 850~900m,至西北河口河道平面骤然放宽,至清河镇处,宽达 3.0km。宽段内形成江心洲。至大古洞河口,两汉汇合后,河宽又缩小至 900~1000m。

分析 1929 年以来 50 余年河道图资料说明,除江心洲(岛)有冲淤变化外,河道平面变化不大,两汉的枯水分流比,长时间以来,变化在 40%~47% 范围(见表 1),基本稳定。但特大的洪水,对河段的塑造和局部地形变化有决定性的影响:①1932~1934 年特大洪水,清河南道河岸受冲,增宽了 100 余米。以后河道虽有侧蚀,但速度缓慢;②江心滩、江心洲有淤高合并的趋势,使江心洲更趋稳定,同时使清河段由顺直分岔向微弯型分岔发展;③汉道分流点受上游微弯段主流下移的冲刷,逐渐后退,从 1937 年至今已下移 1508m;由于分岔口北道正处在反向弯道的过渡区,以及汉道口河道放宽、水流分散、输沙能力降低,导致口门淤积。

表 1

年度	1929—1930	1957	1967	1981	1984	1986	1987
流量(m ³ /s)			2894	2620	2490	1353	1067
分流比(%)	47	46	47	44	40	38	41

北汉进口段淤积的冲淤变化,对北道通航水深大小有关键性影响。由于口门段位于沙河子左边滩的下沿,沙河子左边滩的发育,切割下移而堵塞口门,或以拦门槛形式堵塞航道;淤积体的大小因洪水年系列不同而异。例如 80 年代洪水系列使沙河子边滩发育,并形成北道口门北侧边滩,1985 年汛后落水过程切割北边滩根部,形成一长 1300m、头部宽 250m 的北道口门的心滩,它将北道口门段又分成南北两汉,在中枯水时,北道进口仅剩 250m 河宽入流,而心滩尾部变动,在航道内形成沙埂,水深很浅,航道难以稳定。清河北道口门地区淤浅是整治工程重点所在。

南道航道的变化,由于上游河势变化和江心洲后退,使口门段主流南移。但南道入流条件较好,南道在畅流期汛期水流作用下具有通畅入流条件,来沙小于北道,河床底质坚硬,断面冲淤变化很小。河道一直比较稳定。

由上述可见,南汉道虽有缓慢发展趋势,但有平原河流一般汉道周期性易位现象。北汉道口门及其航道内局部冲淤变化,水深难以维护。而南汉分流量较大,航道稳定,水流条件较好,但河底质坚硬,加深不易。因此航道整治时,航道选汉既要因势利导,又要考虑施工等条件难易而确定。

(二)三姓浅滩中下段

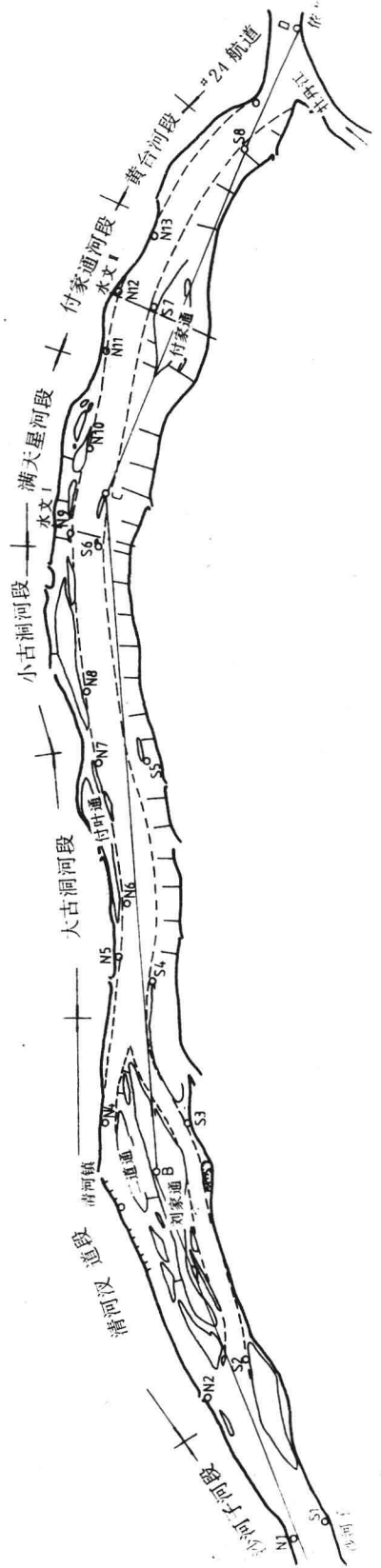


图 1 三姓浅滩一期航道整治工程布置

本段自大古洞岛至牡丹江口长约 20km。河段顺直,大古洞、小古洞、满天星段均有一条分流比很小的支汊汇入;付家通河段支汊流量约占 1/4。两岸地势自上而下逐渐增高,浅滩下段两岸山岗近临,出口处有牡丹江支流入汇,对三姓中下游段影响较大。

河段内河床覆盖层薄,其下段多有基岩裸露。河岸及岛屿由砂、砾组成,其中夹有礁岩层。中水河宽约 1500~1700m,在满天星、付家通河段放宽至 2000m。此后沿程缩窄,至牡丹江汇流口河宽仅 650m,全段仅在尾部汇流区有深槽。水流平均比降为 $0.5\text{‰} \sim 2.5\text{‰}$ 。枯水期为 $1\text{‰} \sim 2.5\text{‰}$,洪水期牡丹江壅水,比降仅 $0.4\text{‰} \sim 0.8\text{‰}$ 。本段水位涨落平缓,水位变幅小,流速 $0.8\text{m/s} \sim 1.8\text{m/s}$ 。

河段由于河床坚硬,下切受阻。形成通航水深不足的石质浅滩群。在黄台地段,航道仅是在石梁中开拓的一个 60m 宽的航槽,船舶航行困难。

(三)牡丹江汇入对三姓浅滩的影响

牡丹江年迳流量仅为松花江的 $1/6 \sim 1/8$,但洪水流量较大,与松花江同级。牡丹江洪汛汇入一般发生在松花江涨水过程, $Q_{4t\max}$ 和 $Q_{t2} = 3000 \sim 5000\text{m}^3/\text{s}$ 流量级遭遇机率最大。一般情况下,回水顶托影响在小古洞以下河段,而回水变动区在满天星河段。在汇入比($K = \frac{Q_{4t}}{Q_{t2}}$)大于 1,而 $Q_{t2} = 4000\text{m}^3/\text{s}$ 时,影响到清河段。由于水位壅高,河槽流速也相应降低,当 $Q_{t2} = 4350\text{m}^3/\text{s}$ 及 $Q_{t2} = 8100\text{m}^3/\text{s}$, $K > 0.3 \sim 0.5$ 时,流速减到 1.0m/s 以下,导致上游来沙在涨水过程中淤积在满天星和七里坑河段,其位置因各年涨水汇流大小的入汇角度不同情况而异。满天星地区洪水河宽大,淤积最严重,成为三姓中、下游滩群的主要浅滩。如果牡丹江洪水发生于松花江洪峰之前,则松花江落水过程中不受顶托影响,冲刷能力强,泥沙淤积影响不大。

(四)冰坝、冰塞对三姓浅滩的影响

松花江解冻时间晚于牡丹江。当牡丹江大量流冰排入松花江,松花江尚未解冻而形成冰坝。三姓及其下游依兰河段,两岸多山岭,受日照时间不同,上游开江先于下游,也易形成冰塞,加上三姓下游河段河宽仅 500~600m,窄口下的依兰河段多弯道、支汊、浅滩,流冰受阻。多年资料统计说明,每三年就有一次冰塞,冰塞壅水高达 3~5m,回水长达 20~30km。小古洞站水位高 1~3m。冰塞壅水,航道泥沙淤积,流冰结束后即转入春季枯水期,此时流量小、冲刷历时短,航道出浅碍航。1964 年春,因依兰附近冰塞,满天星段壅水 1.0m 以上。加上治理措施不当,使该段北航道淤积而废弃。

三、三姓一期航道整治工程

(一)通航标准

设计流量 $Q = 900\text{m}^3/\text{s}$,相应保证率 $P = 95\%$ 。设计航深 1.50m,航宽 60m,弯曲半径大于 800m,达到通航 500 吨级通航标准要求。

(二)整治原则、方法

1. 采用因势利导,爆破、疏浚和整治相结合的原则

清河汊道河段,河床为沙质组成,多年来河道平面变化不大,分流比基本稳定,水深也较中下段好,只是在特殊洪水年份,汊道北口有较多的冲淤变化,考虑到整个河段工程量大,南道施工条件不具备,因此仍利用北道作为通航汊道,一般年份进行少量的疏浚维护即可通航,第一期工程不作重点整治,仅对北道南侧二个小支汊用锁坝堵汊,以观察其变化,对进口段用疏浚进行维护。

三姓的中下段,底质坚硬,经过多年的清炸,河底突出石堆已基本清除,要想获得 1.50m 航深和 60m 航宽的航道,必需对长达 23.3km 的石质河床进行拓深,工程量很大。另一方面,本河段处于壅水淤积状态时,尽管淤积量不大,维护相当困难,特别是一些河床宽阔地段,疏浚的航槽也难以

维持。根据这一具体情况,必需因势利导,一方面用疏炸方法拓深,一方面用锁坝集中流量,用丁坝束流壅水,既可壅水增加水深,又可增加航道流速,冲刷淤积泥沙,以达到通航要求标准。

2. 低水整治

由于河道宽浅,整治建筑物(丁坝、锁坝)长度大,随水位上涨,流量增大较快,航道流速相应增加;另一方面,当水位与丁坝坝顶齐平或略高于丁坝坝高时,丁坝壅水效果较大,因此低水整治,可以达到预期的整治效果,同时工程量也较省,有利于工程实施。

(三)整治水位及整治线宽度的确定

根据上述河流特点和整治要求,确定整治水位为设计水位以上 0.5m。用水力学方法计算设计流量和整治流量下的水面线及流速变化,确定平均整治线宽度为 850m。航道的下段,水面比降大于中段,整治线也逐渐缩小,至浅滩出口处为 650m。

(四)整治工程措施

为达到一期整治工程设计通航标准要求,采取如下整治措施:

- (1)堵汉并流,建锁坝 9 座,使全部流量纳入整治河槽范围之内。
- (2)爆破河槽和基建性挖槽,降低河底高程,一般开挖 0.3~0.40m。总长 23.3km。
- (3)全河段内共建丁坝 37 条,调整整治线宽度,归顺水流,壅高水位,增加航深。工程布置见图 1。

四、整治工程效果

(一)调整了分流比,主河流量大幅度增加。在大、小古洞、满天星、付家通、清河汉道建锁坝 9 座,坝高在设计水位上 1.0m,枯水期几乎把全部支汉流量纳入主河,洪水期仍保持分汉形式。整治前后实测分流比变化见表 2、3。

小古洞、满天星、付家通整治前后主汉分流比(%) 表 2

河 段 ($Q_{\pm}/Q$)%	小古洞		满天星		付家通	
	枯	洪	枯	洪	枯	洪
整治前	88	88~90	79	82~85	70~75	70~75
整治后	97~99	80~91	95~99	88~90	95~99	70~80
分流比变化值	10~11	0~2	20~21	5~6	20~25	4~6

设计流量下($Q=900\text{m}^3/\text{s}$)小古洞、满天星、付家通整治前后主汉分流比 表 3

地 点 $Q_{\pm}/Q$ 名 称	小 古 洞		满 天 星		付 家 通	
	设计流量下	整治流量下	设计流量下	整治流量下	设计流量下	整治流量下
整 治 前	93.5	90.3	75.16	76.84	84.1	77.08
整 治 后	100		99~100		99~100	

(二)水面线壅高,航深增加

37 座丁坝按整治线宽度要求调整枯水河宽,其长度压缩比为 0.20~0.40,面积压缩比为 0.15~0.30,流量压缩比为 0.20~0.35,起到了壅高水位,增加航深的效果。设计流量下各水尺实测水位及其壅高值见表 4。

三姓浅滩整治前后设计流量下实测水面线

(大连基面; m) 表 4

水 尺 名 称	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
整治前 1963	94.99	94.83	94.40	94.27	94.07	93.93	93.65	93.50	93.13	92.83	92.42	92.17	91.88	91.40	90.84
整治后 1985	95.12	94.90	94.64	94.41	94.21	94.11	93.91	93.35	93.38	92.98	92.43	91.19	91.93	91.50	90.89
壅高值	0.13	0.07	0.24	0.14	0.14	0.18	0.26	0.25	0.25	0.15	0.01	0.02	0.05	0.10	0.07

实测和分析表明:

1. 设计流量 $Q=900\text{m}^3/\text{s}$ 条件下, 满天星以上壅高 15cm, 其中小古洞、大古洞河段为 25cm, 七里坑以下, 基本无壅高。

2. 当流量 $Q=1400\sim 2500\text{m}^3/\text{s}$ 时, 35 岛 A 至小古洞壅高 40~45cm; 大古洞至满天星为 30~35cm; 清河段为 15~20cm; 七里坑以下为 5~13cm。

3. 洪水流量 $Q=6000\text{m}^3/\text{s}$ 时, 水位壅高值很小。分析计算值在小古洞以上 10~20cm, 小古洞以下无壅水。当 $Q=8000\text{m}^3/\text{s}$, 相当于 20 年一遇洪水, 实测值已无壅水影响。

整治建筑物抬高了河段水位, 改变了水位流量关系, 利用小古洞水位站实测水位与实测流量 (包括推算值) 点绘得水位~流量关系见图 2。

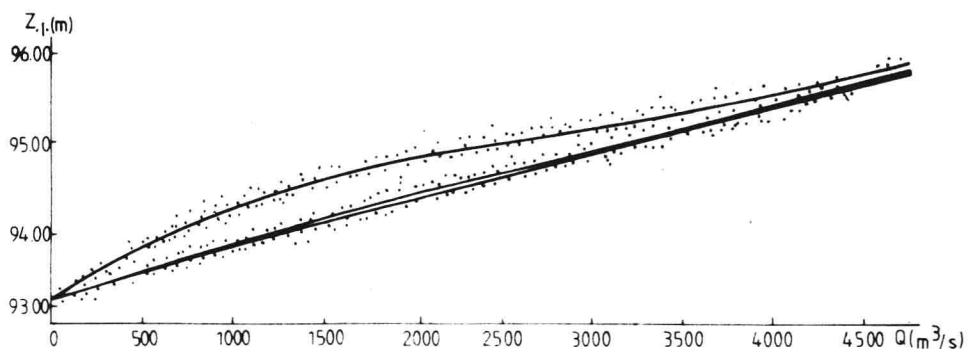


图 2 一期工程整治前后小古洞水位~流量关系曲线

由图 2 查得各流量级下水位壅高值与水面线计算相应壅高值比较如表 5。

各流量级水位壅高值比较

表 5

项 目	流量级 Q (m^3/s)	900	1400	2000	2500	4000	6000	8000
查水位~流量关系线	1982~1985 年	0.24	0.35	0.40	0.37	0.18	0.08	0
	1963~1985 年	0.26	0.42	0.44	0.41	0.20	0.08	0
计 算	1963~1985 年	0.24	0.43	0.42	0.40	0.24	0.15	0.12

(三) 整治线内流量分流比和流速得到调整

根据小古洞、满天星、35 岛 A 之 #4、#5、#6 等测流断面实测资料分析, 整治线内流量变化值见表 6。由表可见, 整治线内流量, 整治后占 89%~94%。流量增加, 有利于枯水期水位壅高。

丁坝工程后小古洞流 #4 断面整治线内流量比变化值

表 6

	时间	水位 m	总流量 m ³ /s	主江流量 m ³ /s	整治线内流量 Q _整 m ³ /s	(Q _整 /Q _主 %)	(Q _整 /Q _总 %)
整 治 前	63.8.1	94.65	2848	2537	1878	74	65.9
	64.6.2	93.93	1535	1409	790	56	51
	64.8.17	94.85	3130	2815	1802	64	58
	66.6.17	94.20	2082	1881	1212	64	58
	67.8.31	94.38	2461	2224	1571	70	64
	82.4.28	93.70	1055	959	749	78	71
整 治 后	82.8.1	93.60	886	879	645	73	73
	84.7.16	94.43	1943	1749	1722	98	89
	85.5.15	94.27	1480	1480	1391	94	94
	85.5.28	93.87	1086	1086	987	91	91

三姓浅滩河道宽浅,流速较小,且沿河宽分布均匀,与河流断面基本适应。丁坝建后加大了整治线内流速,根据实测资料分析得各级流量时流速变化见表 7。

主要测流断面整治线内平均流速值表

表 7

断面及位置	流速值 m / s	流量级 m ³ / s	设计流量	整治流量	中洪水
			Q=900m ³ /s	Q=1600m ³ /s	Q=4000m ³ /s
#4 小古洞		整治前	0.60	0.75~0.80	0.92
		整治后	0.65~0.70	0.85~0.90	1.02
#5 水文 I #35 岛 A		整治前	0.70~0.75	0.8~0.85	0.9~1.0
		整治后	0.85~0.90	1.0~1.05	1.1~1.20
#6 满天星		整治前	0.65	0.75~0.80	0.8~0.90
		整治后	0.75~0.80	0.90~0.92	1.0~1.05
#8 水文 II 付家通		整治前	0.65	0.72~0.75	0.8~0.90
		整治后	0.70~0.75	0.85~0.90	0.95
#24 黄台		整治前	0.90	0.95~1.0	1.15~1.20
		整治后	1.05	1.05~1.15	1.25~1.30

由表可见,设计水位流量时,流速由 0.6~0.7m/s 增加到 0.70~0.9m/s;整治水位流量时,0.7~0.8m/s 增加到 0.85~1.0m/s;中洪水流量时,0.8~1.0m/s 增加到 0.9~1.15m/s。

整治线内适当增加流速,有利于增加泥沙输移及洪水的冲刷能力。从而使满天星浅区和七里坑下游河段通航条件得到改善,挖槽稳定。

(四) 航道稳定性

三姓浅滩,受地质地貌影响,河槽比较稳定。一期整治后,航深增加,航槽流速增大,更有利于各段的挖槽稳定。大、小古洞河段,一直保持满足航深的稳定航道。满天星河段,过去一直是三姓浅滩通航条件最劣之处。1964 年基建性开挖南槽,以锁 #2、#3 锁坝塞支强干,以丁、丁、丁束水维护,至今南槽航行条件良好。付家通河段,受牡丹江壅水影响较大,整治后河道缩窄,洪水期流速增大,洪水淤积得以及时冲刷,1978 年进行过前期工程,至今仍保持满足航深的稳定的航道。至于清河汉道河段,原来水深条件较好。虽然北道口门有冲淤变化,但经过一期的挖泥疏浚、维护,能满足一期设计通航标准要求。

(五)整治建筑物防冰问题

松花江解冻流冰期,由于冰雪融水,河道水位上涨,形成一个不高的洪峰。一般情况下流冰开始,水位较高或处于峰顶,然后水位迅速下降而结束流冰。流冰期一般 3~7 天。根据春季流冰期水位保证率统计计算得流冰冲击频率见表 8。由表可见,当坝顶高程为 94.65m 时,受冰凌冲击概率最大。而在 94.0m 以下或 96.00m 以上,则影响不大。

表 8

水 位(m)	93.90	94.40	94.65	94.90	95.40	95.90	96.40
春季流冰保证率(%)	100	93	80	63	36	16	10
坝顶受冲击频率(%)	7	30	32	27	20	6	4

松花江流冰冰厚一般在 0.50m 左右。而丁坝坝顶高程为 94.00m(小古洞水位)。坝顶未设纵坡,因此受冰凌冲击影响是在最小限度以内。并且 94.0m 水位是流冰结束以前水位,此时流冰密度已减少,冰厚也薄,破坏力减弱。1984~1989 年最低流冰水位在 94.40m 以上,基本没有破坏性影响。1989 年曾对已建丁坝检测,证实丁坝顶部完好。而 #1 与 #3 锁坝,因坝顶设计高为 94.50m,受到严重的破坏,坝顶高下降了 0.20~0.30m。

70 年代的整治,仅限于局部,通航水深增加很少。30 年代日本人曾在浅滩中部建大量丁坝,至 50 年代初期调查,工程已全部损坏。一期整治工程采取低水整治,同时缩短了坝距,在坝群之间加设了加大断面的加强丁坝,坝头段的顶面采取石笼护面措施。因而丁坝受损较少。实践表明,丁坝群壅水作用是显著的,提高了流冰水位,减小了流冰的冲击。

五、几点经验

(一)1983~1985 年的一期整治工程,根据浅滩地区的地质、地貌及水文、泥沙特点,采取低水整治,以疏浚为主,疏浚和整治相结合的原则是正确的。采取爆破松动,挖泥船浚深航槽,以丁坝束窄河道,壅高水位,提高航深的措施、方法是合理的。

(二)三姓浅滩原来河流宽浅,流速比降都较小,束窄河槽,航道的流速大于泥沙的起动流速,使航槽浚后能维护稳定。但流速增大后,不许形成新的航行障碍。要达到这个目的,必须全面规划;上下兼顾,才能获得成功。

(三)对于冰冻河流,流冰对建筑物破坏是工程成败的关键。坝顶高程低于流冰冲击频率最大水位,可以减小或避免冰凌冲击。在工程措施上要加大丁坝断面,用石笼护面加固,也有一定效果。

三姓浅滩一期工程取得了成效,但其通航水深为 1.50m,仍低于三姓浅滩上下游航道的通航水深,为提高河流总体通航能力,目前正在进行扩建工程的设计。

交通部天津水运工程科学研究所 王益良
交通部黑龙江航道管理局 毕世俊

淮河安徽段 正阳关至峡山口浅滩整治

一、概况

淮河源于豫南桐柏山,流经豫、皖、苏三省,至扬州三江营入长江,全长 1050km。在皖境系自三河尖至红山头长 370 余公里,流域面积 65000 余平方公里,占全省面积的 48.5%。

淮河水运,历史悠久。但解放前,由于黄河长期夺淮,致使河道淤塞,水灾频繁,水运事业十分落后。1950 年人民政府对淮河开始大规模的治理,上游建了较大型水库,干流中、下游建蚌埠、三河等节制闸,水运条件得到了一定的改善。

为了适应运量不断增长,船舶吨位逐渐加大的需要,60 年代中期,对淮河从峡山口至豫皖交界 135km 航线内的八处浅滩又进行了整治(见图 1),其中峡山口至正阳关属蚌埠闸回水上游端,有三处浅滩,其余全在正阳关上游,根据河道、河床底质、流速和输沙情况,大多采用整治与疏浚相结合的措施。整治建筑物系结合防洪要求,采用易于改变坝体布局 and 有利于坝田淤积的半永久式轻型透水楔屏。在实施过程中,由于十年动乱的干扰,正阳关以上五处浅滩,未按设计要求完工,整治建筑物亦遭到破坏。而正阳关以下三处浅滩,全部按设计要求进行实施。

浅滩整治工作,在我省尚属首次。由于在设计中强调了理论与实践相结合的指导思想,并进行了较深入的调查研究,针对各浅滩的具体特点,布置了整治建筑物。经过 1967 年以来的洪枯水造床作用,效果是比较好的,随后淮河航道段及时进行维护,并对坝体破坏部位不断修复和改进以及对个别浅滩增加了丁坝条数,整治效果更加显著。以正阳关下游三处浅滩中碍航最为严重的方家坎浅滩为例,坝田淤高 1.5m 左右,布坝的左岸新成边滩宽达 70m,右岸线退缩 30m,浅滩脊普遍冲深 0.7~1.0m,这一历史上有名的碍航浅滩,现已不复存在。1977 年对上述整治工程进行了技术总结,肯定了此次淮河航运整治工程的技术效果。以下对正阳关下游的鲁口孜、冯家渡口和方家坎等三处

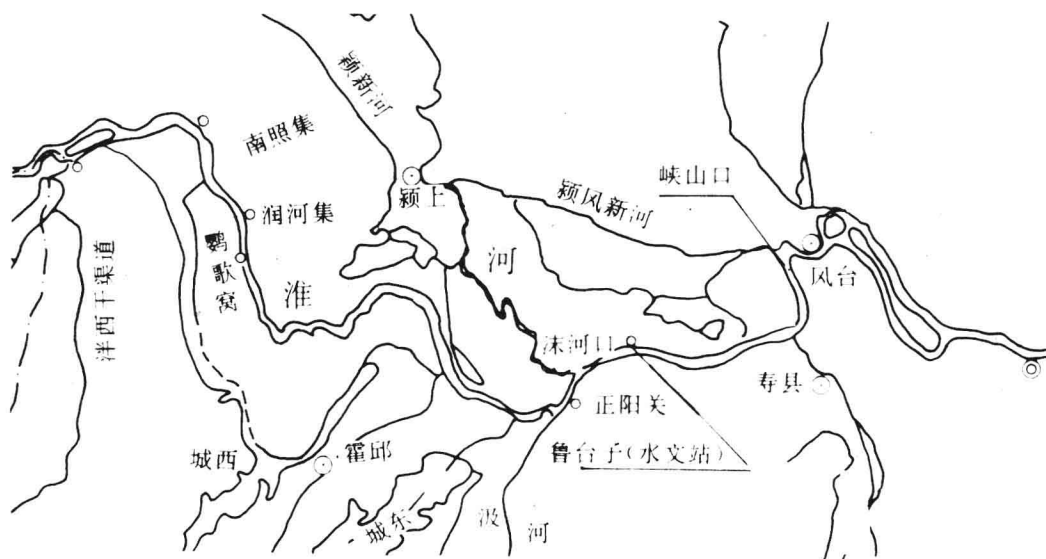


图 1 淮河干流部分河段图

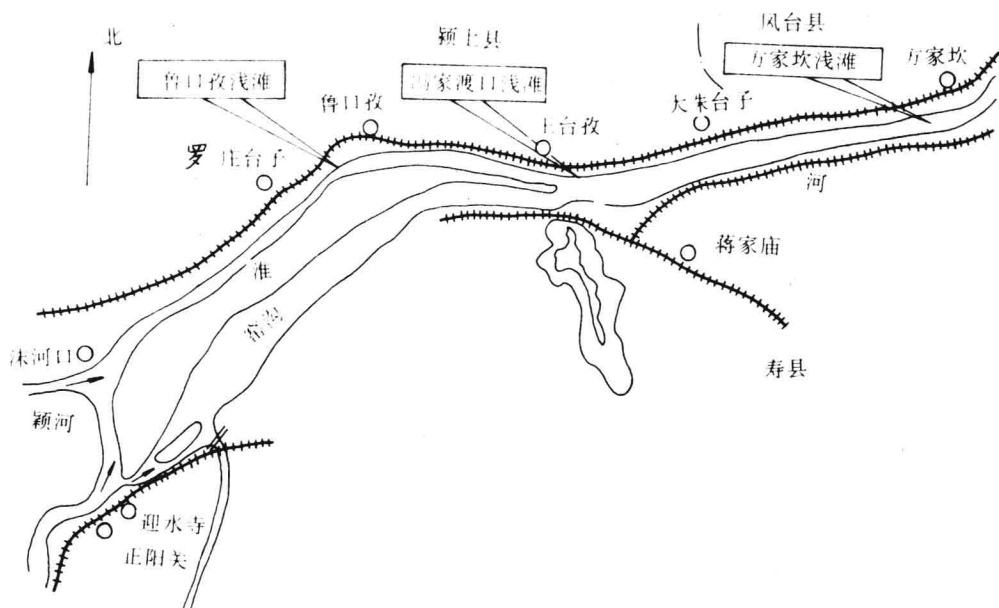


图2 浅滩位置图

浅滩(见图2)的整治措施予以介绍。因前两处浅滩较为简单,所以重点介绍冯家坎浅滩。

二、各浅滩的类型和整治措施

(一)鲁口孜浅滩(见图3)

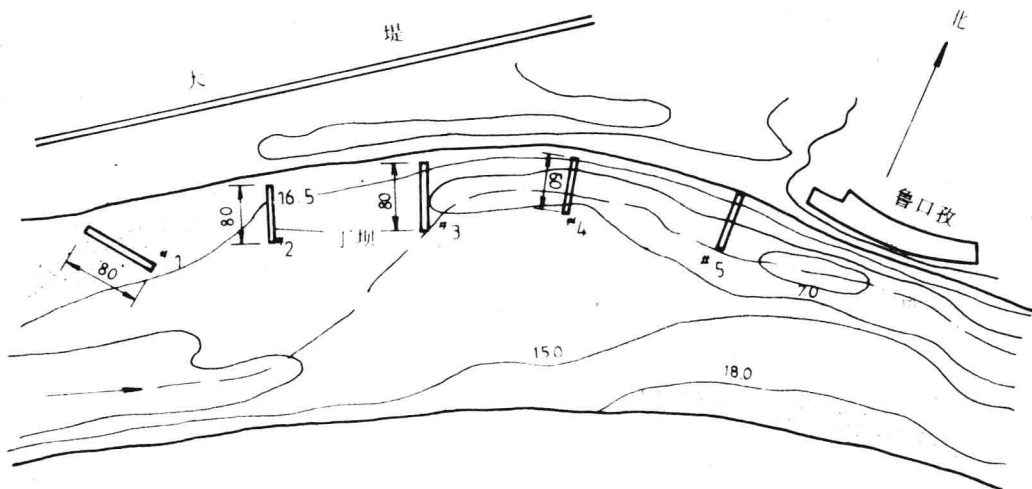


图3 鲁口孜浅滩整治工程布置图

该滩位于沙颍河与淮河交会口(沫河口)下游7km处为汉道浅滩。浅滩位居汉流河段的左汉道内(正阳关以下11km河道)。右汉河床较高,枯水期基本断流,左汉为通航河道(见图2)。当水位18.0m时(整治水水位,黄海基面下同),河面宽330m,距上游3000m处,河面宽215m,下游700m处,河面宽仅190m,浅滩具有沱口。在中洪水期,沙颍河来水及淮河干流部分来水经右汉,在冯家

渡口汇合干流。沙颍河来的泥沙绝大部分由鲁口孜浅滩经过。由于鲁口孜段洪水河床宽阔,堤距有数公里,到冯家渡口以下,洪水河床缩窄,堤距仅为 700m,因而洪水期该河段形成壅水,比降、流速减小,泥沙沉积,退水出流不畅,不能将洪水沉淀的泥沙冲走而形成浅滩。

治理措施为在左岸布丁坝五座(图 3),后在维护过程中又增加两座,上游第一条坝下挑,其余全为正挑,最后一条坝布置在沱口上站,从促使沱口淤积。除建丁坝外并辅以挖槽疏浚,弃土抛于深潭内。

(二)冯家渡口浅滩(图 4)

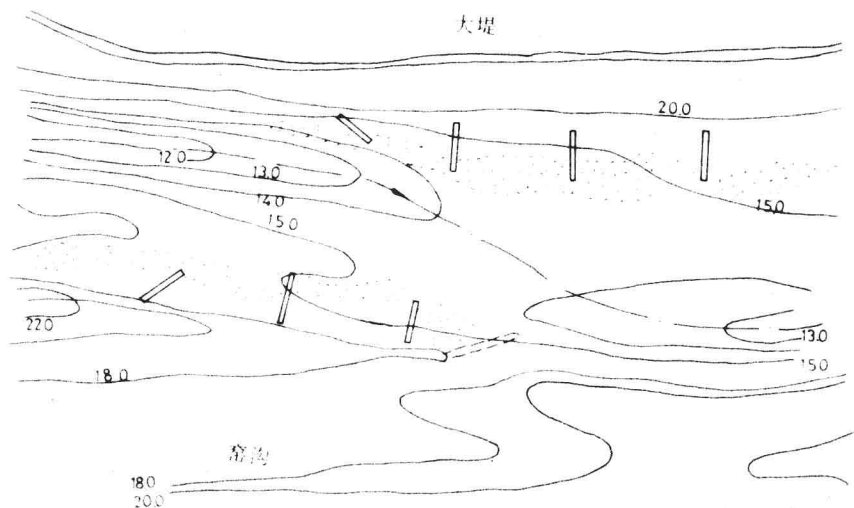


图 4 冯家渡口整治工程布置图

该浅滩在鲁口孜浅滩下游 3.5km 处,地形较复杂,右岸为从上游来的小汊河入汇,当水位为 18.0m 时,小汊河面宽 200m,与主流几乎垂直相交。左岸主流河面宽 280m,主支流汇合处下游河面缩窄为 330m。浅滩成因,一是地形上宽下窄,支流又与主流接近垂直交汇,使流速减缓;二是 1964 年特大春汛,沙颍河来沙量大。此外在鲁口孜浅滩进行疏浚时,有浮泥流入本滩上深槽,逐渐在滩上淤积。

整治冯家渡口浅滩,有两种措施可供选择:一是疏浚;二是整治与疏浚相结合。据资料记载,该浅滩形成的历史不长,50 年代尚可通航,60 年代初特别是 1964 年才出现碍航。而浅滩上下两深槽相距较近,近似良性浅滩。因此,用单一疏浚方式,也可能成功。但考虑到蚌埠建闸后,枯水流速减缓等影响,因而采取整治与疏浚相结合的措施。针对该滩具体条件,在两岸建坝并辅以挖槽疏浚,效果良好。

(三)方家坎浅滩

1. 成滩原因分析(图 5)

方家坎浅滩,位于沫河口下游 16km 处,上距冯家渡口 8km。该处河道较顺直,河底较为平坦,属沙质河床,床沙 $d_{50}=0.26\text{mm}$,浅滩顶高程 14.1~24.5m(黄海基面)。为运输需要,1952 年及 1964 年都曾对该滩进行过疏浚。但一次洪水过后几乎淤平。浅滩的淤积原因和河床形态、上游来水来沙条件有关。

(1)河床形态

该滩位于两弯道之间的直河段中,当水位为 18.0m 时,上深槽河面宽为 350m,下深槽为

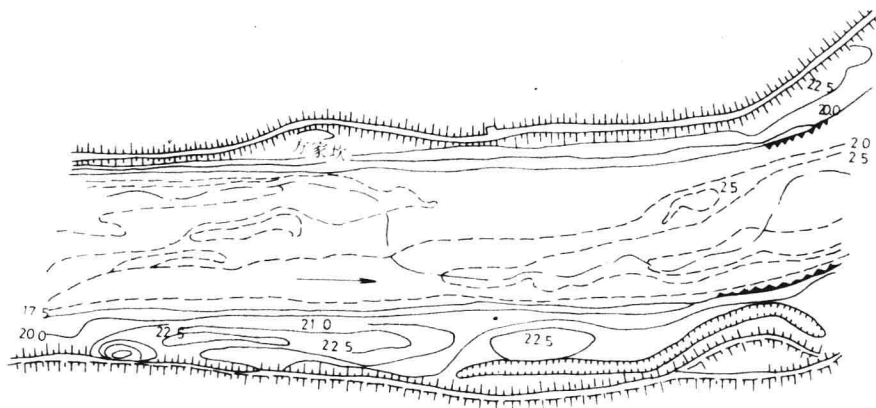


图5 方家坎浅滩地形图

360m,浅滩处为 440m,河床宽浅,泥沙沉积,形成两深槽间长 1500m~1900m 的浅滩。洪枯水流向不一致,航槽多变,流向变化,如图 6 所示。

(2) 蚌埠建闸的影响

蚌埠于 1961 年建节制闸,正常蓄水位 16.5~17.5m,当水位低于 17.5m 时,浅滩处流速很小。建闸前如 1954 年 1 月,鲁台孜水文站水位 17.0m 时,流速可达 0.76m/s,而建闸后如 1964 年 1 月,当相应水位为 17.0m 时,流速仅 0.26m/s。输沙能力小,航道淤浅。

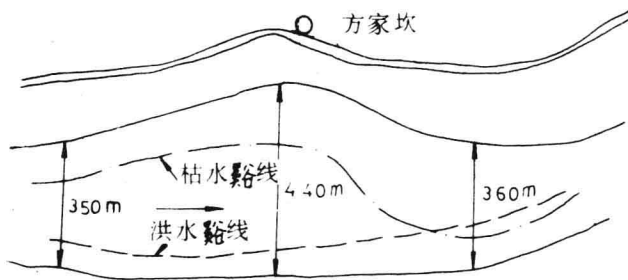


图6 方家坎浅滩洪枯水流向图

(3) 上游来水来沙条件影响

随着各年来水来沙的不同,浅滩的变化幅度也较大。1964 年来沙量较大,浅滩随之恶化,1965 年来沙量较小,浅滩冲刷,两深槽间的距离缩短约 400m。上述两年的含沙量过程线见图 7、8。1962 年~1966 年的来水来沙及浅滩相应变化见附表。

上游来水来沙及浅滩相应变化情况表

附表

年 份	上 游 来 沙 (万 t)	上 游 来 水 (亿 m ³)	浅 滩 变 化		
			浅滩长 (m)	浅滩最小水深 (m)	平均水深 (m)
1962	907	175.9	—	—	—
1963	2200	429.4	—	1.8	1.9
1964	3380	414.7	1900	1.10	1.7
1965	1680	225.3	1500	1.70	1.9
1966	69.6	34.9	1650	1.8	1.9

(4) 谿线位置变化

1966 年以前谿线比较稳定。在 1963 及 1964 年,其走向为由上深槽沿左岸至方家坎附近,然

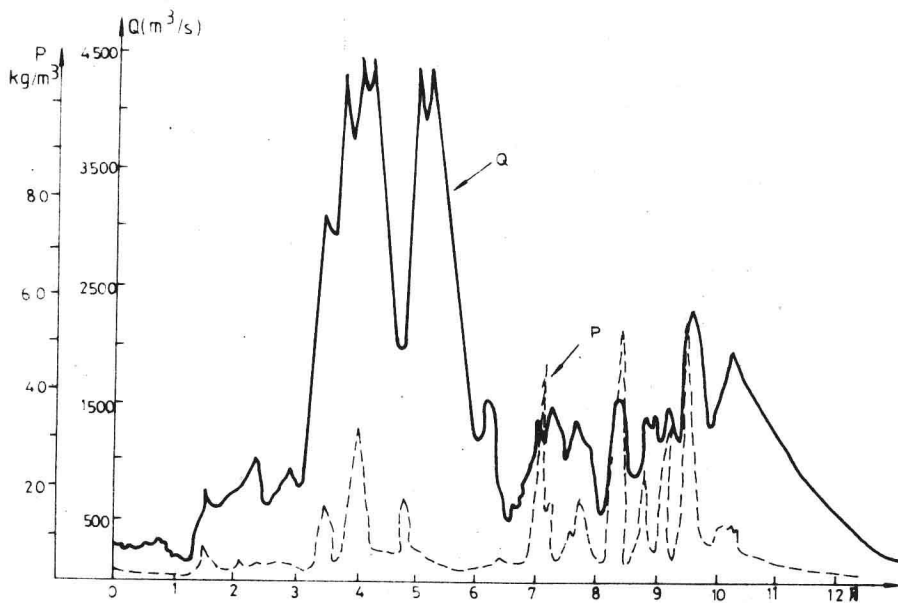


图7 1964年鲁口孜水文站流量、含沙量过程线

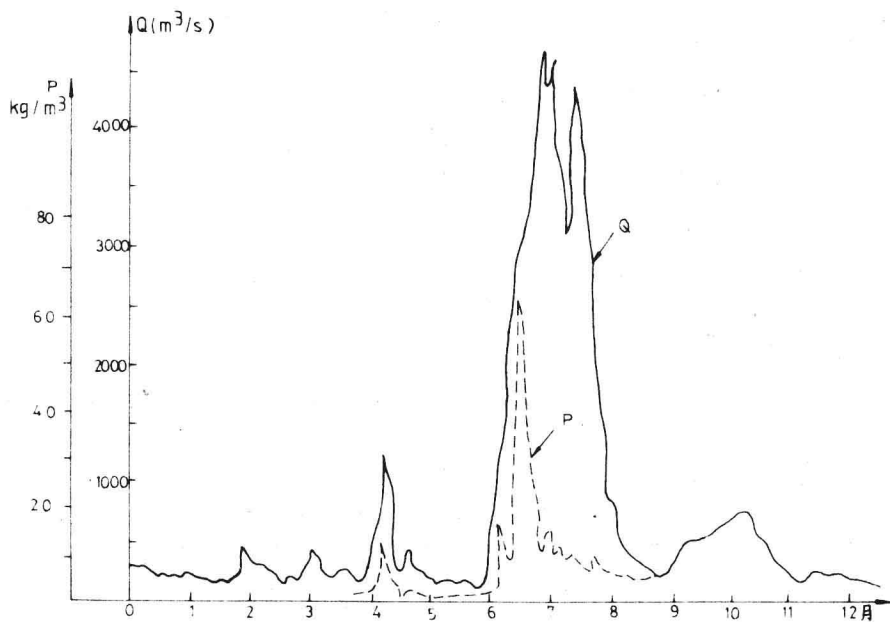


图8 1965年鲁口孜水文站流量、含沙量过程线

后与河轴线接近垂直而达右岸,并沿右岸进入下深槽。在过渡处为浅滩部位。1965年谿线稍向右摆动,变化不大,截至1966年整治以前谿线又移回原处。谿线变动情况见图9。

(5)断面流速分布

1964年1月,枯水期 $V_{\max}=0.457\text{m/s}$ 分布在左岸;5月较高水位时 $\bar{V}_{\max}=1.29\text{m/s}$ 分布在中间偏右。左岸底流速均比中间及右岸为小,因而淤积量较大。有关水位~流速关系及洪枯水位时断面流速分布分别见图10、11、12。

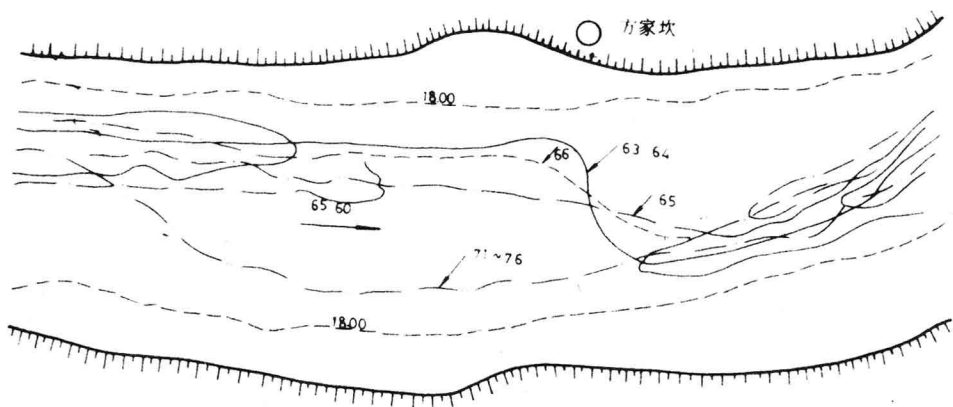


图9 方家坎浅滩淤线深槽比较图

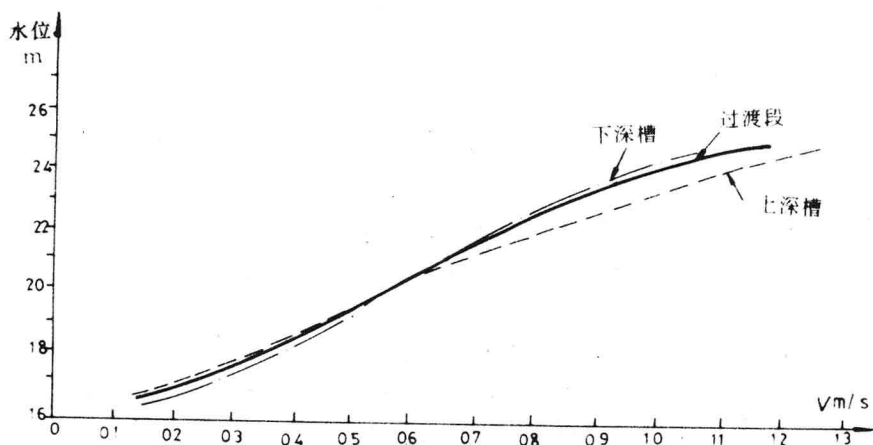


图10 方家坎浅滩水位~流速关系图

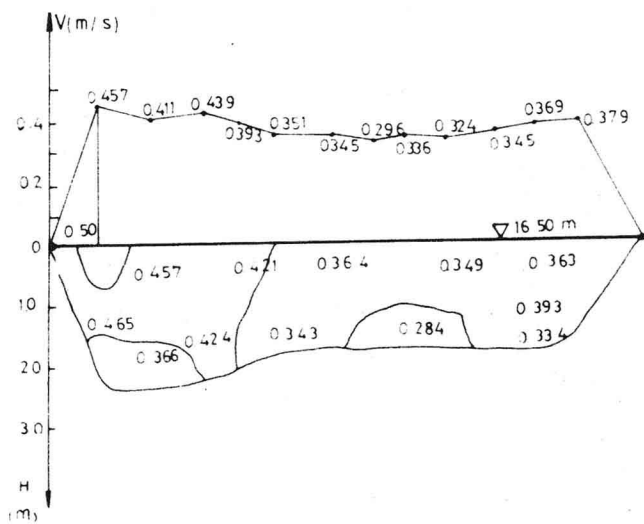


图11 方家坎浅滩过渡段断面流速分布图(枯水)