

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河下游 游荡性河段河道整治

胡一三 张红武 刘贵芝 王恺忱 彭瑞善 刘月兰 等著



黄河水利出版社



“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河下游游荡性河段河道整治

胡一三 张红武 刘贵芝 王恺忱 彭瑞善 刘月兰 等著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书针对黄河下游游荡性河道系统论述了:河势演变及“横河、斜河”问题,已有整治工程的经验,河道整治的原则、方案及措施,河道整治对河道冲淤的影响,小浪底水库修建后对游荡性河道整治的影响,黄河模型相似律及模型设计,河型成因与转化问题以及已有工程条件下和小浪底水库修建后整治方案条件下的中常洪水、大洪水、高含沙洪水的模型检验试验。对“横河、斜河”的认识,提出的河道整治原则与新结构新材料试验原则,只有按照治导线及依其确定的整治工程位置线新修和续建工程才能有效地控导河势,河势的稳定性在很大程度上取决于整治工程的配套程度,游荡性河段的河势可以控导,微凸型整治是河道整治的好方案,二滩的滞沙作用及撇滩的调沙作用,河道整治对河道冲淤的影响主要取决于可能发生的水沙条件,小浪底水库建成后的河势演变及整治工程的适应性,以及河床综合稳定性指标、河型转化、来沙系数、高含沙洪水模型相似律等的论述,不仅对黄河河道整治有指导作用,而且对河道整治学科的发展也有促进作用。

本书可供从事河床演变、河道整治、防洪、河工模型试验、水力学及河流动力学等方面的专业科技工作者参考,也可作为高等院校相关专业的教学参考书。

“八五”国家重点科技攻关项目

“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河下游游荡性河段河道整治

胡 一 二 张红武 刘贵芝 王恺忱 彭瑞善 刘月兴 等著

责任编辑:杨国顺

责任校对:王才香

责任印制:温红建

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合大楼12层

邮编:450003

印 刷:黄河水利委员会印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

版 别:1998年7月第1版

印 次:1998年7月郑州第1次印刷

印 张:14.375

印 数:1—1500

字 数:332千字

ISBN 7-80621-158-6/TV·117
定价:16.00元

**“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著
编审委员会**

主 任 严克强

副主任 董哲仁 陈效国 庄景林

顾 问 徐乾清 龚时旻 吴致尧

委 员 (以姓氏笔画为序)

龙毓骞 朱兰琴 许红波 祁建华

华绍祖 庄景林 严克强 李文学

李春敏 沈国衣 陆亚洲 陈志恺

陈效国 陈霁巍 张启舜 张良弼

府仁寿 姚传江 徐明权 席家治

董保华 董哲仁 潘贤娣 戴定忠

序

黄河流域是中华民族的发祥地,黄河哺育了中国灿烂的古代文明。黄河流域自然资源十分丰富,是我国最大的能源和重化工基地,宁、蒙、汾渭河和黄淮海平原是我国主要的粮棉基地,流域经济发展前景广阔。但是,黄河流域水资源匮乏,人均水资源占有量仅为全国人均的四分之一,单位耕地面积水资源量不足全国的五分之一。近几年来,黄河下游在枯水季节常常出现断流,且断流时间逐年加长,断流河段逐年延伸,给下游沿黄地区的工农业生产和生态环境造成了不良影响。据有关部门的调查统计,1991年~1996年年均造成工农业产值损失30多亿元,其中1995年达70多亿元。

黄河流域降雨时空分布极不均匀,全年降雨量的60%~70%集中在6月~9月份,极易产生洪水。黄河又是世界上泥沙含量最高的大河,河道泥沙淤积形成了下游“地上悬河”,洪水灾害十分频繁。据统计,从先秦时期到民国年间的2500多年中,黄河下游决口1600多次,改道26次,基本上是三年两决口,百年一改道,每次决口和改道都给中华民族带来了极其深重的灾难。

新中国成立以来,人民治黄事业取得了举世瞩目的成就,确保了黄河的岁岁安澜,但是由于黄河流域自然地理环境脆弱,黄河的洪水仍是国家的心腹之患,治理开发任务仍十分艰巨。全国人大七届四次会议通过的《国民经济和社会发展“八五”计划和十年规划纲要》,把黄河治理开发和防洪列为重点,体现了中共中央和国务院对治黄的重视。

当前我国改革开放和社会主义现代化建设已进入一个新的发展阶段。黄河的治理开发,事关我国经济发展的大局。为使我国经济发展实现三步走的目标,治黄作为水利工作的重要组成部分,就必须贯彻落实好“科教兴国”、“科教兴水”和可持续发展战略。黄河的出路在于科技进步。

“黄河治理与水资源开发利用”被列为“八五”国家重点科技攻关项目,既表明了国家对治黄工作的高度重视,也显示出黄河问题的高难度和复杂性。这次科技攻关中广大科研人员深入黄河两岸调查研究,收集了大量的实测资料,在认真汲取以往成果和经验的基础上开展科研试验工作,取得了新的进展和突破,科研成果为黄河的治理与开发提供了大量的科学依据和决策支持。应该说这些成果是集此次科技攻关之大成,是治黄几十年经验总结的集中体现,是广大治黄科技工作者智慧的结晶。

这次出版的项目和专题的系列专著,其目的就是把这些成果推荐给读者,并期望得以推广应用,以提高治黄工作的整体水平,加速流域治理和经济发展的步伐,取得更大的经济、社会和环境效益。

毋庸置疑,黄河问题是很复杂的。黄河自身因水沙的变化而处于不断的变化之中,在其发展过程中还会不断出现新情况和新问题,现已取得的成果只是人们现阶段的认识,要彻底解决黄河问题,还有一段很长的路要走,可以说是任重而道远。我们应当继续加强现场观测、试验和研究工作,探索黄河的规律,不断提高科技水平,充分推广应用新的科技成果,使黄河的治理开发工作不断取得新成就。

严 克 强

1997年7月17日

总 前 言

新中国成立以来,对黄河治理开发进行了大量的科学研究工作。50年代,曾组织各方面力量对全流域进行了大规模综合考察和科学试验研究,在此基础上编制了“黄河综合利用规划技术经济报告”,为黄河的全面治理开发做出了贡献。60年代,围绕三门峡水利枢纽工程改建和改变运用方式,开展了水库淤积、河道演变规律、河道整治工程和防洪等方面的试验研究。70年代,开展了三门峡水库运用泥沙问题基本经验总结、高含沙水流特性研究和水垫坝技术试验推广。80年代,开展了黄土高原地区综合治理、黄河流域环境变化和水沙变化、水资源利用、引黄灌区泥沙处理和黄河防洪工程技术等方面的试验研究工作。几十年来的治黄研究工作,取得了一大批具有国际先进水平的成果,形成了一支多学科、高水平的科研队伍,并广泛开展了国际合作交流。

“七五”后期,水利部和中国科学院提出的关于加强黄河综合治理与开发研究工作的建议,得到国务院主要领导的高度重视,在各方面专家充分论证的基础上,国家科委把“黄河治理与水资源开发利用”列为“八五”国家重点科技攻关项目,由水利部、中国科学院和地质部等部门作为项目主持部门,组织有关科技人员进行跨部门、多学科联合攻关。经过充分论证,项目分解为7个课题、22个专题和92个子专题分别开展工作。经过近4年的卓越工作,取得了辉煌的成绩,经专家鉴定委员会对成果的全面鉴定,22个专题中有2个专题成果总体达到国际领先水平,8个专题成果总体达到国际先进水平、部分达到国际领先水平,9个专题成果总体达到国际先进水平,3个专题成果总体达到国内领先水平、部分达到国际先进水平,项目通过了国家科委组织的验收。攻关成果应用所创造的经济、社会和环境效益是长期的和巨大的,其影响也将是深远的。

为了使已取得的成果在黄河治理和开发中发挥更大的作用,并在实践中不断深化,给后人留下一份宝贵的科学财富,水利部有关部门决定编辑出版这套系列专著,其中包括20册专题专著和1册项目综合专著。专题专著由原专题负责人组织编写,对原专题报告进行提炼和深化,其主要编写人员与专题研究人员不尽相同。综合专著由“黄河治理与水资源开发利用”系列专著编审委员会组织专人编写。本丛书因篇幅较大,编审委员会难以逐篇审定,故责成专著主要编写人分别请部分顾问和委员审稿。

由于编辑出版整个过程时间仓促,加之水平有限,难免有不足和错误之处,敬请批评指正。

“黄河治理与水资源开发利用”

系列专著编审委员会

1997年9月

前 言

黄河是世界著称的“悬河”，历史上也是一条害河。在新中国成立前的2500多年中，两岸堤防决口达1590多次，每次决口都给两岸人民带来深重的灾难。

孟津白鹤镇至东明高村的河道，属于冲淤变化剧烈的游荡性河道。河床高于两岸地面3m~5m，最大者达10m，它横亘于华北大平原上，成为淮河和海河流域的分水岭。郑州京广铁路桥以下全靠堤防约束水流，大洪水以至中小洪水都严重威胁淮河、海河流域的安全。按照决口的原因可将决口分为漫决、冲决和溃决。一般漫决少，由于水流顶冲堤防，抢护不及而冲开堤防则是造成决口的常见原因。因此整治河道，控制中、大水流流向是黄河下游急需解决的问题。

在高村以上的游荡性河段，河面宽阔，水流散乱，沙洲棋布，溜势多变。在一定的水沙条件下易于生成“横河、斜河”，造成严重塌滩，当塌至险工和堤防时就会发生严重险情，抢护不及就有破堤决口的危险。清嘉庆八年（1803年）封丘衡家楼一带（即大官）和同治七年（1868年）蒙阳县冯庄一带的老险工，都因发生横河造成决口。1949年以后也多次发生“横河、斜河”，如郑州1952年保合寨险工前和1964年花园口险工前出现的横河等。因此，整治游荡性河道，疏导主流，稳定河势，减少“横河、斜河”，防止冲决，在确保防洪安全中具有重要的意义。同时，整治之后利于两岸农业引水和城市供水；可使70多万滩区人民免遭塌村之灾，生活有个基本保证；河段内的5座铁路、公路桥梁也可减少由于河势突变而发生的紧急抢险。

由于游荡性河段河道整治的难度大，国内外尚无条件相近的其他河流的成套整治经验可供套用，在“八五”国家重点科技攻关期间，按照实践第一的观点，充分进行调查、研究，科研单位、大专院校与生产单位相结合，分析研究与模型试验相结合，共同进行攻关。在这次攻关中，对游荡性河段的河道整治进行了全面系统的研究。通过综合分析资料，提出的“横河”多发河段，对以后的防汛工作有重要参考价值。对黄河下游40年来的河道整治原则首次进行了系统研究，进而提出近期游荡性河道整治原则为：防洪为主，统筹兼顾；中水整治，洪枯兼顾；以坝护弯，以弯导流；主动布点，积极完善；料石为主，开发新材。针对20多年来10多种新结构新材料试验情况，提出今后新结构新材料的试验原则为：抗冲刷，料耐久，易修筑，少出险，省投资。主流变化是河势演变的重点体现，疏导主流是河道整治的关键，确定中水流路治导线是游荡性河道整治的核心，并首次明确了只有按照规划治导线及依其确定的整治工程位置线修建工程才能有效地控制河势。河势的稳定性在很大程度上取决于河道整治工程的配套程度。通过分析研究得出微弯型方案是黄河下游河道整治的好方案。科学地阐明了河道冲淤过程中二滩的滞沙作用和嫩滩的调沙作用。分不同水沙条件研究了游荡性河段河道整治对本河段输沙的影响。游荡性河段经过整治后调沙作用减弱，滞沙作用增强，初期稳定的滞沙量增大。游荡性河段河道整治后对艾山以下窄河道的冲淤影响主要取决于可能发生的水沙条件。

小浪底水库正在修建，首次对水库建成后游荡性河段河势演变及现有整治工程的适应性进行了全面研究。在河型研究方面，提出的河床综合稳定性指标较前人有很大进展；并系统地进行了游荡性河型的转化试验。在物理试验方面提出了高含沙洪水模型相似律，并用于指导试验工作。由于攻关成果紧密结合生产实际，在研究阶段一些成果已陆续被黄河下游河务部门直接采用；项目完成后，已先后用于水利建设及铁道部门的桥梁建设，用于黄河上、中、下游河道整治的规划设计与工程建设以及高等学校的教学中。

1996年3月18日国家科委组织了鉴定验收，鉴定意见中指出：“由于黄河游荡性河道的多变性、河势演变规律的复杂性、河道整治的困难性，课题研究的难度是很大的，其研究的广度和深度均超过了现有同类成果。该专题成果实用性强，部分成果已被河务部门采用，为游荡性河段的河道整治规划、设计提供了科学依据，对提高黄河下游的防洪安全具有重大作用，效益显著。研究成果达到国际领先水平。”该项成果1997年获水利部科技进步一等奖，并已呈报国家科技进步奖。

本书论述的主要内容为“八五”国家重点科技攻关项目“黄河治理与水资源开发利用”中“黄河下游游荡性河段整治”专题的研究成果，其中还包括黄河下游河道整治40多年的实践及科学技术研究成果。游荡性河段河道整治是个难度很大的课题，尚有许多问题有待深化并进行验证，由于时间短促，加之我们的水平所限，文中欠妥和谬误之处在所难免，敬希读者批评指正。

本研究专题承担单位及人员

专 题 名 称： 黄河下游游荡性河段河道整治研究
承 担 单 位： 黄河水利委员会水利科学研究院等
专 题 负 责 人： 胡一三 王恺忱 张红武

主要完成人员： 胡一三 王恺忱 张红武 刘贵芝 彭瑞善
刘月兰 王运辉 惠遇甲 谢鉴衡 王桂仙
马荣曾 李希宁 缪凤举 江恩惠 孙东坡
主要参加人员： 刘建军 李祚谟 钟绍森 王开荣 李慧梅
韦直林 周景苟 陈书奎 黄鸿海 赵新建
孙振谦 刘宝龙 张原锋 王双锋 李国庆
赵连军 张 清 刘 燕
报告执笔人： 胡一三 刘贵芝 张红武 王恺忱

本书执笔人员

胡一三 刘贵芝 张红武 王恺忱

目 录

第一章 游荡性河段概况	(1)
第一节 自然概况	(1)
第二节 河势演变概况	(3)
第三节 河道整治概况	(6)
第二章 游荡性河段的河势演变与河型	(8)
第一节 游荡性河段河势演变分析	(8)
第二节 游荡性河段的“横河、斜河”	(17)
第三节 高含沙洪水期的河势演变	(26)
第四节 游荡性河段的河型成因探讨	(29)
第五节 游荡性河段河型转化问题的研究	(38)
第三章 已有河道整治工程分析	(45)
第一节 河道整治的经验教训	(45)
第二节 河道整治工程的作用	(54)
第三节 已有工程条件下的模型试验	(59)
第四节 游荡性河道的可整治性	(63)
第四章 游荡性河段的河道整治措施	(68)
第一节 河道整治原则	(68)
第二节 河道整治方案	(75)
第三节 河道整治措施	(80)
第四节 河道整治方案的模型检验试验	(96)
第五章 游荡性河段河道整治对河道冲淤的影响	(108)
第一节 艾山以上河道调沙特性分析	(108)
第二节 高村至陶城铺河道整治对断面形态及输沙的影响	(121)
第三节 游荡性河段河道整治对本河段的影响	(131)
第四节 游荡性河段河道整治对艾山以下河道冲淤影响分析	(137)
第六章 小浪底水库修建后对游荡性河段河道整治的影响	(145)
第一节 不同水沙条件下游荡性河道冲淤特性	(145)
第二节 小浪底水库下泄清水期的河势演变	(153)
第三节 小浪底水库拦沙期已有河道整治工程适应性分析	(163)
第四节 小浪底水库拦沙期河道整治方案适应性试验	(167)
第五节 利用有利条件加速河道整治	(177)
第七章 黄河模型相似律及模型设计	(181)
第一节 高含沙模型律研究状况及含沙量分布系数	(181)

第二节	黄河高含沙洪水模型相似律的研究·····	(187)
第三节	黄河花园口至东坝头河道整治模型设计·····	(194)
第四节	模型验证试验结果·····	(196)
第八章	结论与展望·····	(206)
第一节	主要结论·····	(206)
第二节	展望·····	(212)
后记	·····	(214)
附录一、子专题及二级子专题报告目录	·····	(215)
附录二、鉴定意见	·····	(216)

第一章 游荡性河段概况

第一节 自然概况

黄河下游游荡性河段指河南孟津白鹤镇至山东东明高村一段河道。河道全长299km,左岸全部、右岸大部在河南境内,流经洛阳、焦作、郑州、新乡、开封、濮阳及山东菏泽等地(市)区。沿岸以农业生产为主,近20多年来工业生产有了长足的发展,由于位于中原腹地,地位重要,防洪安全要求高,因此本河段的治理与开发具有重要的意义。

根据河道的地理位置、河岸边界条件及其形成特点等可划分为三个河段:白鹤镇—郑州京广铁路桥(简称铁桥,下同);铁桥—兰考东坝头;东坝头—东明高村。其中东坝头以上河道走向基本是由西向东,东坝头以下河道走向是由西南向东北(图1.1)。

一、孟津白鹤镇至郑州铁路桥

本河段长101km。河出孟津峡谷以后,河道突然放宽为3km~10km。北岸在招贤镇至孟县一带为清风岭,属形态比较破碎的黄土高崖,一般高出河道10m~40m;南岸为郎山平岗地带,一般高出河面100m~150m,属于黄土覆盖的岩石山丘。两岸除右岸孟津白鹤镇至和家庙、左岸清风岭以下有堤防外,其余全由高崖束范洪水,防洪压力相对较轻。主要支流右岸有洛河、左岸有沁河,两条支流是黄河下游洪水主要来源区之一。

河出峡谷后,水流突然展宽,溜势散乱,大量卵石和粗沙沉积。洛阳公路桥以上形成的鸡心滩及床面基本由卵石和粗沙组成。洛阳公路桥以下卵石埋深逐渐加大,床面由粗沙组成。在自然条件下,心滩多为浅滩,出没不定,溜势极为散乱,水面宽一般为3km,主溜摆动范围达3km~7km,变化十分剧烈。

本河段70年代修建了一些整治工程,主要集中在洛河口以上河段。由于左岸温孟滩需安排小浪底水库移民,90年代在铁谢至洛河口河段按整治规划增修了整治工程,对控制河势和改善河槽形态发挥了作用。

河段内有大面积滩地,约计566.5km²,宽0.5km~5.7km。因河势摆动频繁,大部分滩面高程较低,居民很少,亟待通过河道整治开发利用。

二、铁路桥至兰考东坝头

本河段全长128km。两岸均修有大堤,堤距5.5km~12.7km,河槽宽1.5km~7.2km;共有滩地973.4km²,宽0.3km~7.1km,除有嫩滩和二级滩地外,由于1855年兰阳铜瓦厢决口改道后溯源冲刷的影响,增加了一级高滩,即三级滩地。高滩上村庄较多;二级滩因受河势变化的影响,人口稀少,需要通过河道整治加以保护。

由于堤距较宽,水面辽阔,因而溜势分散,泥沙易于淤积,河道中沙洲密布,水流散乱。

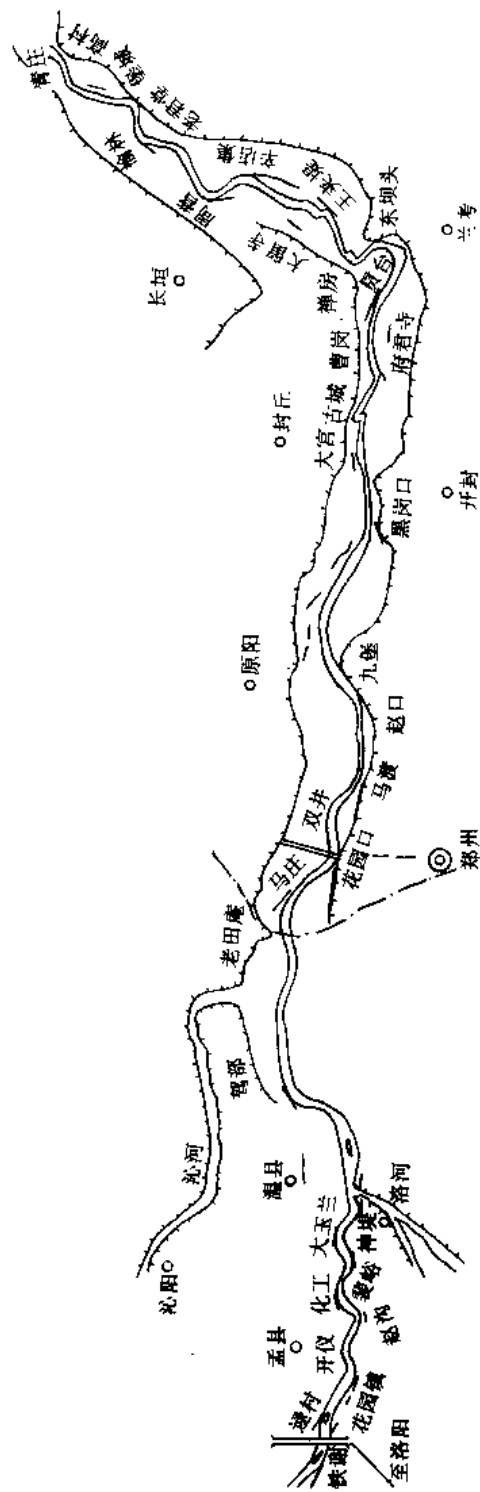


图 1-1 黄河下游游荡性河段平面图

由于主溜摆动频繁,新淤滩岸多为沙质,抗冲能力弱,进一步加剧了主溜塌滩坐弯,极易形成横河、斜河,顶冲大堤,威胁堤防安全。该河段是历史上决口频繁河段,新中国成立后虽没有发生决口,但是危及堤防安全的重大险情不断发生,如1952年9月郑州保合寨险工抢险,1964年10月郑州花园口险工下首抢险等等,因此本河段是历年汛期防守的重点。

由于历史原因,本河段没有及早得到整治,险工众多,主要集中在右岸郑州地区,郑州市河务局所辖堤防长71.4km,其中有险工10处,共长46.5km,占堤防长度的65.1%。本河段除花园口险工外,右岸还有开封的黑岗口、柳园口,兰考的东坝头及左岸封丘的曹岗等著名险工。这些险工修建早,黑岗口、杨桥等险工已有300多年的历史,至今在防洪中仍起着重要的作用。

三、东坝头至高村

本河段长70km,是清咸丰五年(1855年)铜瓦厢决口后形成的河道。除1938年花园口决口改道南行9年外,行河至今已130余年。

决口伊始,口门至山东阳谷陶城铺一段河道20年无官修大堤,水流在冲积扇上自由漫流,主溜由冲积扇左侧逐渐摆到右侧,在摆动过程中几乎没有受到任何约束,水流散乱,支汊纵横,主溜无定,大水时一片汪洋。主溜摆动的基本特征是:靠近冲积扇顶点地区,因比降陡,流速大,水流集中,摆幅较小;远离冲积扇顶点地区,比降减缓,流速降低,水流分散,摆幅加大,日久刷出深槽。清光绪元年(1875年)右岸开始筑堤,左岸以北金堤为屏障,将水流约束于两堤之间,逐渐形成现行河道。

两岸堤距上宽下窄,呈喇叭形。上段最宽处达20km,下段最窄处仅4.7km,河槽宽2.2km~6.5km。1958年汛后两岸滩地修筑生产堤后,一般洪水不能漫滩落淤,河槽淤积加重,造成河槽平均高程高于滩面平均高程的不利局面,形成了典型的二级悬河。由于两岸滩唇高昂,堤根低洼,滩面横比降大,一般在 $1/2\ 000\sim 1/3\ 000$,加之主溜摆动频繁,右岸堤河宽阔,左岸堤前有天然文岩渠,大洪水时发生“滚河”的危险性很大,是黄河下游防洪中的一个薄弱河段。

河道滩地宽阔,一般0.4km~8.7km,面积590.3km²,大部分都已开垦种植。滩区人口众多,村庄稠密,农田水利、交通道路等基础设施比较配套,中原油田部分钻井也位于滩内。本段河道在整治以前,河势变化很大,主溜摆动不定,两岸塌滩掉村严重,群众生活水平低下;60年代末以来,修建了一些控导工程,1978年已完成了布点,现在主溜摆动范围明显减小,河势初步受到了控制。护滩保村效益很大,社会经济得到了明显改善和发展。

第二节 河势演变概况

一、河道形态

白鹤镇至高村河段是典型的游荡性河道。河道比降大,约在 $1.72\text{‰}\sim 2.65\text{‰}$ 之间。河床断面宽浅,河槽一般宽达1.5km~3.5km,有时超过4.0km;水深很浅,平滩流量下的 $\sqrt{B}/H$ 值变化在20~40之间。滩(唇)槽高差小,多在2m以下,河身顺直,平均曲折系数

为 1.15。河道内沙洲密布,水流分散,歧流丛生,一般 1 股~3 股,有时多达 4 股~5 股。游荡性河道的这些平面形态特征常简称为“宽、浅、乱”。修建了部分河道整治工程后,“宽、浅、乱”的河槽形态有所改善,主溜基本为 1 股,仅少数局部河段出现 2 股~3 股,有的河段如花园口至马渡、曹岗至禅房、辛店集至堡城等河势已趋于稳定。但从整体看,河道的游荡性质并没有改变,如遇不利的水沙条件,仍会出现“宽、浅、乱”的原有面貌。

二、河势演变

河势演变受来水来沙及河床边界条件等因素影响很大。三门峡水库的修建及河道整治工程不断加强使河势演变前后具有不同的特点。

三门峡水库修建以前的 50 年代,丰水丰沙,河势变化剧烈,主溜摆动频繁。例如铁桥至东坝头河段,除高滩以外,两岸大堤之间处处都有行河的痕迹。年际之间主溜线位置变化很大,有时经过一个汛期或一场洪水,主槽就会南北易位。据河道变迁图统计,该河段主溜摆动范围一般在 5km~7km 之间,最大可达 10km。由于主溜摆动,造成滩地大量坍塌,仅 1949 年~1958 年,铁桥至高村河段就塌滩 500km²。

游荡性河道河势演变虽具有很大的随机性,但是仍有一定的规律性可循。主要体现在具体河段平面变化与进口水流条件的关系上,这些关系在一些河工用语中多有反映,主要有:①河势传播关系:“一弯变,多弯变”,即一个控制性河湾的河势变化,往往会影响到以下若干个河湾的河势变化。②溜势与流量的变化关系:“小水上提,大水下挫”、“小水坐弯,大水趋中”,即流量大,水流惯性大,流路趋直;流量小,水流惯性小,流速小,泥沙落淤,横向环流引起的泥沙输移,都促使流路向弯曲发展。③滩险冲淤关系:“南弯北滩,南滩北险”,来源于铁桥以上河段,河在南山崖坐弯,北岸出滩;河在南岸出滩,北岸大堤将要出险。游荡性河道虽然水面宽阔,河分多股,但多股溜有时又常汇成一股,在险工处常会形成河脖,河宽仅 100 多米,水流集中,造成大险。④主槽摆动方面:一般是汛期大,非汛期小;落水期多,涨水期少;河槽摆动前宽浅,摆动后窄深;河床愈宽,摆幅愈大等。

三门峡水库修建后,对游荡性河段的河势演变产生了很大影响。在蓄水拦沙期及滞洪排沙初期,河道发生严重冲刷,河床迅速下切展宽,造成坝垛冲刷坑加深、工程抢险频繁、滩地坍塌严重等现象,但就河势总体而言,这一时期河形仍然比较规顺,1958 年大水后所形成的高滩对约束主溜摆动起了重要作用。在三门峡水库滞洪排沙后期,下游河道发生了严重淤积,而且大部分泥沙淤积在河槽内。由于河槽发生严重淤积,使蓄水拦沙期清水冲刷下切展宽的河道不仅恢复到建库前的宽、浅、乱状态,而且有的河段变得更坏。1964 年~1972 年各主要断面的主溜平均摆动范围为 3 360m。三门峡水库蓄清排浑控制运用后,河道发生了冲刷和淤积的交替变化。据统计,1981 年~1990 年,东坝头以上 22 个断面的主溜平均摆动范围仍达 2 459m。

三、近 10 年来的河势演变

近 10 年来游荡性河段河势演变发生了一些变化,主要表现为:河宽减小,大部分河段

* 溜:在水道中流速大、可明显代表全部或部分水流动力轴线的流带。在一个水流横断面内,可出现几股溜,其中最大的称为主溜,也叫大溜。

主槽单一,汴河仅在部分河段发生。主溜游荡摆动范围有所减小,“横河、斜河”及畸形河湾经常出现并造成重大险情。原因是:河道整治工程不断修建,主溜受到一定的控制,摆动受到了约束;1982年大水河势没有发生大的变化,新淤二滩对水流的约束作用增强,为近10年河势创造了有利的前期条件;近10余年来水偏少,河槽淤积严重,易于形成横河、斜河甚至畸形河湾。

(一)白鹤镇至铁桥

洛河口以上河段两岸工程布点已经完成,但各工程还不完善,控制主溜能力还较弱,因此大的主溜摆动还不断发生,出现了一些较大的险情,如1986年大玉兰工程出险,抢险用石达4200m³。近几年为安排移民完善了该河段的河道整治工程,河势已开始发生有利的变化,洛河口以下河段除左岸有一处工程外,其余全无工程控制,河道仍处于天然游荡状态,主溜摆幅很大,不仅左岸滩地不断塌失,而且右岸山崖也不断后退,一些战国时期的古迹也受到威胁。

(二)铁桥至东坝头

目前已有一些关键性的河道整治工程,主溜摆动范围有所减小,最大值由过去的5km~7km减少到现在的3km~5km。但是由于有些河段还缺乏工程,已有的工程也很不完善,以致河势变化仍然很大,“横河、斜河”时有发生。

铁桥至马渡工程布点已经完成,工程布局比较合理,随着老田庵工程不断续建,河段进口入溜条件将得到改善,花园口至马渡河势将会进一步稳定。

马渡至九堡南岸大堤已全部修有险工,北岸是高滩,60年代修建的护滩工程业已不起作用。近几年主溜靠南岸,流路为马渡—三坝—万滩—赵口—九堡。由于仅南岸有工程,河势极不稳定,常在左岸塌滩坐弯,形成“横河、斜河”顶冲右岸险工,使坝垛发生大险。例如1988年汛期,花园口最大洪峰流量为7000m³/s,由于横河顶冲三坝险工,从8月13日开始,自下而上13道坝相继出险,其中尤以14号坝、15号坝险情最严重,坝前水深达9m,虽然奋力抢护,坝头还是被冲掉15m。

九堡至黑岗口仅在北岸有一处控导工程,河势很不稳定。九堡以下河势一度右移在太平庄、南仁、辛庄一带坐弯,造成滩地大量坍塌,威胁堤防安全,黑岗口险工靠溜不稳,上提下挫变幅很大。

黑岗口至东坝头河段。柳园口以上主溜多走南岸,但1993年汛期黑岗口盖坝以上靠河,至柳园口间多处形成“横河”,造成高朱庄临堤抢险。柳园口过去靠河较好,但近几年河势逐渐下滑,现已脱河,使大宫工程河势不稳,新修王庵工程不能靠河,王庵至古城间出现S形畸形河湾。府君寺至东坝头河势虽有变化,但基本流路一直比较稳定,即府君寺—曹岗—常堤—贯台—东坝头。

(三)东坝头至高村

该河段整治工程布点已经完成,河势得到初步控制,但工程较短,尚需完善,从长远看河势仍处于不稳定状态。

东坝头险工河势一直比较稳定,但靠溜部位偏上,影响禅房工程溜势入弯,为此1992年续建东坝头控导工程,溜势虽有所下降,但仍不能使禅房工程中段靠河。随着禅房工程下延,蔡集、王夹堤工程于1995年汛期常河着溜。以下河势多变。辛店集全老君堂河势一直