

渭河减灾与治理研究

蒋建军 张润民 冯普林 杨武学 石长伟 著



黄河水利出版社

WEIHE JIANZAI YU ZHILI YANJIU

渭河减灾与治理研究

蒋建军 张润民 冯普林 杨武学 石长伟 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是陕西省渭河流域管理局“十五”期间渭河基础研究部分成果的总结,主要分析研究了渭河减灾与治理的若干重大问题。全书共分 17 章。主要内容包括:三门峡水库给陕西带来的灾害及治理对策、影响潼关高程的因素及合理潼关高程、三门峡水库运用控制水位方案、东庄水库调水调沙对降低潼关高程作用、东庄水库防洪减淤效益、北洛河改道直接入黄的可行性、陕西省三门峡库区已成防洪工程经济效益、渭河下游堤防隐患及处理措施、渭河下游河道横断面与河势变化、渭河下游近期清淤疏浚固堤工程方案、渭河“03”洪水及其河道影响、渭河下游近期河槽过洪能力、渭河咸阳—临潼段洪水水面线计算、渭河中下游超标准洪水应急分洪方案框架、基于年最大值选样的分期设计洪水方法、渭河洪水管理体系建设的若干战略问题、渭河健康生命的主要标志及指标体系的分析研究等。本书可供水利工程、河流泥沙、防洪减灾、环境工程等方面的科技、管理人员及高等院校相关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

渭河减灾与治理研究/蒋建军等著. —郑州:黄河水利出版社,2007.8

ISBN 978-7-80734-230-4

I.渭… II.蒋… III.渭河—防洪—研究
IV.TV882.841

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 111436 号

组稿编辑:岳德军 手机:13838122133 E-mail:dejunyue@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:35.75

字数:826 千字

印数:1—1 200

版次:2007 年 8 月第 1 版

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-230-4/TV·513

定价:116.00 元

序

陕西省渭河流域管理局的几位水利科技工作者,总结他们“十五”以来开展渭河减灾与治理研究的部分成果,编辑出版了这本专著。这是自党的十六大以来陕西省水利系统坚持以科学发展观为指导,按照中央新时期水利工作方针和省委、省政府关于水利工作的一系列部署要求,解放思想、真抓实干的一个典型,也是按照新的治水思路深入、全面探索渭河治理开发重大问题的一个良好开端,希望能够引起国内长期以来支持、研究、关心渭河治理开发事业的各级领导、专家学者、水利科技工作者和社会各界同仁的关注,将渭河问题的研究引向深入。

自 20 世纪 60 年代以来,随着黄河三门峡水库的兴建和运用,陕西省库区的泥沙淤积及洪涝、盐碱灾害日渐突出,全省付出了艰辛的努力,建成了初步的防洪除涝工程体系,最大限度地减轻了洪涝及盐碱灾害,但由于治理力度的限制和区域水沙条件的不利变化,库区及渭河下游的河道条件和生态环境不断恶化,成为关中东部经济社会发展的制约因素。

进入新世纪,随着黄河小浪底水利枢纽的建成运用,中国工程院和水利部先后组织国内相关大学与科研单位的专家,就潼关高程控制及三门峡水库运用方式进行专题研究,提出了初步的控制目标和改变水库运用方式的措施方案,准备研究实施。同时,围绕着潼关高程控制目标的实现,黄河水利委员会已开始实施汛期和桃汛期全河调水调沙,并着手研究北洛河改道直接入黄的可行性。

在积极配合中国工程院、水利部及黄河水利委员会上述相关工作的同时,省水利厅高度重视库区及渭河基础资料的监测收集,组织开展了相关专题的平行研究,为水利部潼关高程控制目标及措施方案的确定提供了参考依据。此外,围绕渭河中、下游的防洪减淤治理,还从工程措施强化、灾害性洪水处置、河道条件改善、生态需水量配置等方面加强分析研究,加大了渭洛河下游防洪续建、东庄水库及引汉济渭等项目的前期立项和渭河水量调度工作的力度,着手研究渭河中游水库错峰调度及中下游蓄滞洪区建设的可行性,正在努力探索维护渭河健康生命的工程和非工程措施体系。

展望未来,我们还必须在较长时期内面对渭河水问题这一关中经济社会发展的“瓶颈”。从维护渭河健康生命、实现人水和谐、促进可持续发展的角

度,寻求破解渭河水问题的思路 and 措施,围绕现有水库工程调度和河道径流过程优化、渭河河道整治和库区南山支流治理、渭洛河下游河道减淤、入河污染物控制和水质改善、全省水库病害处理及泥沙防治、水资源优化配置、节水型社会建设等课题研究的任务仍十分艰巨,还需广大有识之士的共同参与和长期不懈的研究。我期望,全国支持、研究、关心渭河的专家学者和社会各界同仁能够携起手来,和我们共同肩负治渭这一伟大而又艰巨的使命,站在新的起点,共同创造维护渭河健康生命的新篇章。

洪小秋

2007 年 8 月

前 言

渭河发源于甘肃省渭源县鸟鼠山,流经甘肃、宁夏、陕西3省(区),在陕西潼关注入黄河,干流全长818km。支流泾河发源于宁夏泾源县六盘山东麓老龙潭,于陕西高陵县泾渭堡附近入渭。华县站以上流域面积106 498km²,支流北洛河发源于陕西省定边县白于山南麓,于河口附近入渭,朝邑站以上流域面积26 836km²。从地形上看,除关中盆地外,流域西南高而东北低,六盘山居中,将高原分为两部分:一部分是高度约在2 000m以上的陇中高山沟谷;另一部分是高度多在1 500m以下的陇东“塬”地。从侵蚀地貌特征看,流域内土壤侵蚀类型主要有丘陵沟壑区、台塬沟壑区、土石山区和冲积平原区。渭河盆地主要为新生代形成的断陷盆地。渭河断谷东西向的基底断裂控制了渭河的总流势,横贯断谷的泾河—灞河断层、三王—雨金断层、华县断层、华阴—潼关断层和区域隆起与凹陷的差异运动,对河流的发育起一定的控制作用,影响冲积层的厚薄、沉积颗粒的粗细,以及阶地的结构类型。

渭河横贯富饶的“八百里秦川”,哺育着两岸5市(区)2 150多万人,被誉为陕西人民的母亲河。渭河下游库区涉及西安、咸阳、渭南3市12县(市、区)126万人、162万亩(1亩=0.066 7hm²)耕地。自咸阳至潼关河道长209.74km,沿河北岸有泾河、石川河、北洛河,南岸有沔河、灞河、沱河及9条二华(华阴与华县,下同)南山支流汇入。按照河床平面形态、河床物质组成及河槽形态等不同可分为三种河型:咸阳至泾河口40.46km为游荡型河道,河槽比降6.38‰;泾河口至交口37.92km为微弯型河道,河槽比降3.77‰;交口以下131.36km为典型的弯曲型河道,河槽比降1.31‰。

历史上渭河下游是相对冲淤平衡的地下河。三门峡水库建设前,沿河除个别渡口及近铁路河段修有石坝外,尚无河道整治工程,平槽过洪能力约5 000m³/s,滩区没有防护堤,基本上没有洪涝灾害发生。随着20世纪50年代末黄河三门峡水库的兴建和运用,潼关以上库区泥沙迅速淤积,渭河下游累积淤积泥沙12.93亿m³(建库初到2005年汛后),河床逐步抬升演变成地上“悬河”,比降变缓,河道摆动加剧,河道生态环境和沿岸人民群众的生存环境不断恶化。仅自20世纪90年代以来,渭河下游就出现了1992年8月、1995年8月、1996年7月、1998年7月、1999年5月、2000年10月、2003年8~9月等7次34处支流堤防决口,灾害损失惨重。

多年来,在中央的关怀与黄河水利委员会的指导和支持下,经过全省上下的共同努力,国家和地方陆续在渭河中下游实施了一些治理工程,对减轻灾害损失发挥了一定作用。但因投资所限,这些治理工程多属于抢险应急工程,难以抓住有利时机形成有效的规模,常常导致治理的速度赶不上河道条件恶化的速度。

进入21世纪以来,以“水资源量锐减、河道生态用水严重不足、河床泥沙淤积不断加重、洪涝灾害频繁发生、河流水污染恶化”为突出特征的渭河水问题已成为关中经济社会持续发展的“瓶颈”。在陕西省渭河流域管理局(陕西省江河水库管理局、陕西省三门峡库

区管理局)主要领导的重视支持下,我们直面“渭河流域频繁的危害性暴雨洪水及明显的水沙异源特征、受水库运用和多泥沙河流汇聚影响而极差的河口稳定条件、持续发展的下游‘悬河’及河道摆动、单一脆弱的防洪设施和严重的洪涝灾害、矛盾突出的水资源供需和日益恶化的河流水污染状况”,由着科学精神和历史责任感的驱使,以新时期治水理念作指导,围绕渭河中下游的减灾与治理,开展了数十项以原型资料分析论证为主的专题研究工作。《渭河减灾与治理研究》就是在上述工作基础上编撰的。

参加本书各章节工作的还有马雪妍、陈乃联、邓贤艺、曹如轩、何家增、唐先海、张广林、毕银霞、王恺、赵运宏等。本书编排过程中,王文珠高级工程师进行了认真的校阅,在此谨致谢意。

回顾和总结已往的工作,主要是为了站在新的起点,通过抛砖引玉的尝试将渭河问题的研究引向深入,为维护渭河健康生命这一宏伟壮举而不懈探索。限于时间和水平,本书错漏之处在所难免,请读者批评指正。

作 者

2007年3月

目 录

序

前 言

第 1 章 三门峡水库给陕西带来的灾害及治理对策·····	(1)
1.1 概 况·····	(1)
1.2 潼关高程居高不下给陕西带来严重灾害·····	(2)
1.3 建库前潼关及渭河下游段相对冲淤平衡的有关资料与分析·····	(5)
1.4 建库后潼关高程淤积抬升并居高不下的主要原因·····	(7)
1.5 降低潼关高程的对策建议·····	(9)
第 2 章 影响潼关高程的因素及合理潼关高程研究·····	(12)
2.1 概 况·····	(12)
2.2 潼关断面的演变特点·····	(13)
2.3 来水来沙条件对潼关高程的影响·····	(20)
2.4 三门峡水库运用对潼关高程的影响·····	(37)
2.5 河道冲淤及河势演变对潼关高程的影响·····	(49)
2.6 潼关高程对渭河下游冲淤变化及防洪排涝形势的影响·····	(58)
2.7 合理潼关高程分析·····	(77)
2.8 结 论·····	(90)
第 3 章 三门峡水库运用控制水位方案研究·····	(95)
3.1 概 况·····	(95)
3.2 1974 年以来水库运用存在的主要问题·····	(96)
3.3 水库运用控制水位分析·····	(100)
3.4 关于水库运用控制水位方案的建议·····	(112)
第 4 章 东庄水库调水调沙对降低潼关高程作用的研究·····	(113)
4.1 泾、渭河下游及东庄水库概况·····	(113)
4.2 泾河水沙条件分析·····	(114)
4.3 潼关及渭河下游冲淤与泾河洪水的关系·····	(116)
4.4 东庄水库对泾、渭河下游水沙过程的主要影响·····	(124)
4.5 东庄水库调水调沙对降低潼关高程的作用·····	(124)
4.6 结论与建议·····	(125)
第 5 章 东庄水库防洪减淤效益分析·····	(126)
5.1 概 况·····	(126)
5.2 渭河下游的严重灾害及东庄水库建设的必要性·····	(127)
5.3 防洪效益分析·····	(140)

5.4	减淤效益分析	(149)
5.5	对改善生态环境的影响分析	(154)
5.6	对关中东部经济社会发展的影响分析	(155)
第6章	北洛河改道直接入黄的可行性研究	(156)
6.1	北洛河下游及河口段的河道变化	(156)
6.2	北洛河入渭对渭河尾间段及潼关高程的影响	(170)
6.3	北洛河改道直接入黄的规划线路及河道地形条件分析	(185)
6.4	北洛河改道直接入黄对渭河尾间段的影响	(186)
6.5	北洛河改道直接入黄对汇流区及潼关高程的影响	(188)
6.6	北洛河改道直接入黄新线路的稳定性分析	(203)
6.7	北洛河入黄对渭、洛河下游地区的影响	(208)
6.8	认识与建议	(209)
第7章	陕西省三门峡库区已成防洪工程经济效益计算分析	(212)
7.1	洪灾损失基本资料的调查分析	(212)
7.2	洪灾损失的统计分析	(223)
7.3	无防洪工程体系时渭河下游洪灾损失的分析估算	(231)
7.4	无防洪工程体系时黄河小北干流洪灾损失的分析估算	(237)
7.5	防洪工程体系的费用分析计算	(242)
7.6	防洪工程体系的负效益分析	(250)
7.7	防洪工程体系防洪效益的综合分析	(257)
7.8	1997年以来渭河下游防洪工程经济效益分析	(262)
7.9	结论与建议	(267)
第8章	渭河下游堤防隐患及处理措施的分析研究	(269)
8.1	引言	(269)
8.2	工程概况	(269)
8.3	场地工程地质条件	(270)
8.4	堤防渗透评价	(272)
8.5	堤防抗滑稳定评价	(274)
8.6	堤防隐患分类	(275)
8.7	堤防隐患除险加固方案	(284)
8.8	结论与建议	(289)
第9章	渭河下游河道横断面与河势变化研究	(291)
9.1	渭河下游河道横断面变化及其特点	(291)
9.2	渭河下游河道横断面变化的水力学关系	(323)
9.3	渭河下游河势变化及其特点	(326)
9.4	渭河下游河道横断面及河势变化原因简析	(337)
9.5	改善渭河下游河道断面及稳定河势的治理措施建议	(340)

第 10 章 渭河下游近期清淤疏浚固堤工程方案研究	(342)
10.1 综合说明	(342)
10.2 河道水沙及冲淤演变	(348)
10.3 河道采砂现状及淤背固堤需求	(356)
10.4 河道清淤疏浚的必要性及目标任务	(359)
10.5 清淤固堤的规模及工程设计	(363)
10.6 清淤固堤施工组织设计	(375)
10.7 环境保护设计	(384)
10.8 清淤疏浚效果监测分析	(385)
10.9 工程投资概算	(386)
第 11 章 渭河“03”洪水及其河道影响分析	(403)
11.1 降雨过程及洪水组成	(403)
11.2 洪水特性	(407)
11.3 工险灾情	(414)
11.4 临潼—华县河段滞洪原因分析	(414)
11.5 洪水对渭河下游河道的影响	(417)
11.6 洪水对潼关高程的影响	(421)
11.7 认识和建议	(423)
第 12 章 渭河下游近期河槽过洪能力分析	(424)
12.1 分析计算目的	(424)
12.2 主要测站近期河槽过洪能力分析	(424)
12.3 华县站平槽过洪能力与水沙及潼关高程关系	(428)
12.4 典型断面河槽过洪能力与平槽水力因子关系	(429)
12.5 典型断面 2006 年汛前平槽过洪能力预测	(432)
12.6 结论与建议	(433)
第 13 章 渭河咸阳—临潼段洪水水面线分析计算	(434)
13.1 分析计算目的及任务	(434)
13.2 河床边界、水沙及冲淤概况	(434)
13.3 洪水组合分析	(435)
13.4 系列年冲淤分析	(436)
13.5 大洪水淤积计算	(439)
13.6 河槽及滩地糙率系数分析	(441)
13.7 控制站水位—流量关系确定	(444)
13.8 河段水面线推算	(446)
13.9 成果合理性分析	(448)
13.10 结论与建议	(452)
第 14 章 渭河中下游超标准洪水应急分洪方案框架	(454)
14.1 引言	(454)

14.2	综 述	(454)
14.3	渭河中下游概况	(457)
14.4	超标准洪水的分类选型与设计	(460)
14.5	超标准洪水保护区和分蓄洪区的选定	(489)
14.6	超标准洪水分蓄洪方案计算	(500)
14.7	超标准洪水分蓄洪效益分析	(504)
14.8	分蓄洪应急工程措施	(508)
14.9	超标准洪水应急分洪方案框架建议	(514)
第 15 章	基于年最大值选样的分期设计洪水方法研究	(529)
15.1	基本问题的描述	(529)
15.2	分期设计洪水的年组合概率分析	(530)
15.3	分期设计洪水标准分析	(532)
15.4	年最大洪水出现时间的分布函数及分期划分	(533)
15.5	结 论	(535)
第 16 章	渭河洪水管理体系建设的若干战略问题	(536)
16.1	渭河中下游水问题的几个突出特点	(536)
16.2	体系建设的原则要求与思路	(538)
16.3	现阶段体系建设的重点	(539)
16.4	推进洪水管理体系建设的措施建议	(541)
第 17 章	渭河健康生命的主要标志及指标体系	(543)
17.1	河流健康生命概念的含义	(543)
17.2	渭河生命现状存在的主要问题	(546)
17.3	渭河健康生命的基本内涵和主要标志	(553)
17.4	渭河健康生命评价指标体系	(554)
17.5	维护渭河健康生命的基本思路和主要措施	(556)
附 件	维护渭河健康生命专家论坛纪要	(558)

第 1 章 三门峡水库给陕西带来的灾害及治理对策

1.1 概 况

三门峡水库是我国 20 世纪 50 年代在黄河干流上兴建的第一座大型水利枢纽工程。由于对泥沙问题认识不足,工程在建设和运用初期,不仅原设计有关指标未能达到,库容损失严重,而且给库区带来了严重的泥沙淤积问题。1964 年 12 月,周总理亲自主持召开治黄会议研究三门峡枢纽改建问题,明确提出要“减少潼关以上的淤积(注:当时潼关以上的淤积量为 8.3 亿 t),并确保西安的安全”,会议决定对枢纽实施一期改建。1969 年周恩来总理又委托召开“四省会议”,决定对枢纽进行第二期改建,要求在“确保西安、确保下游”的前提下“合理防洪,排沙放淤,径流发电”,并提出不影响潼关淤积前提下的水库运用原则。二期改建工程实施后,1973 年汛后潼关高程为 326.64m,仍较建库前抬升 3.24m,但较 1969 年汛后降低 2.01m,渭河主河槽冲刷的范围达华阴附近。1973 年 11 月以后,水库未按“四省会议”确定的原则运用,为了发电长期高水位蓄水运用,致使潼关高程又逐年抬升,自 1991 年潼关高程抬升至 328.02m 以来一直居高不下,库区洪涝灾害问题日趋严重。

小浪底水库的建成,为解放三门峡水库、解决库区问题创造了条件。三门峡水库运用 40 多年来,确保了黄河下游岁岁安澜,直接减灾效益达 600 多亿元,保证了中原、胜利两大油田和沿黄城镇的工业及生活用水,灌溉下游地区 200 万 hm^2 农田,累计发电 248 亿 kWh,取得了显著的社会效益和经济效益。目前小浪底水库已经投入运用,三门峡水库承担“确保下游”使命结束,但由于水库泄流规模不足、运用方式不合理导致的潼关高程抬升、库区泥沙淤积和洪涝灾害频繁等一系列问题,仍然是“确保西安”目标未能实现和关中东部经济受到制约的前提条件。因此,降低潼关高程,减少库区泥沙灾害,保证库区河道畅通以“确保西安”,确保关中东部防洪安全和经济发展的必要条件,将成为研究和决策三门峡水库废与存的首要 and 关键因素。

西安是“欧亚大陆桥”经济带最大的中心城市,其工业基础、商贸设施、金融机构、科技力量、高等院校、旅游资源和国际知名度等综合实力在沿桥城市中是最强的。关中应该成为经济带最发达的地段,以关中为依托的西安最有条件成为“欧亚大陆桥”经济带的“心脏”。但目前库区条件与关中地区经济社会发展的这一潜力极不相称。尽快降低潼关高程,恢复库区河道畅通行洪,是目前陕西省库区急需解决和最为紧迫的问题。引起全国政协、中国工程院高度关注和支持的三门峡库区灾害与水库存废问题研究,为从根本上解决陕西省多年来呼吁的库区防洪安全和环境恶化等问题指明了研究方向。

40 多年来,陕西省水利科技工作者和全国同行一道就三门峡水库及库区问题进行了

大量研究工作,取得丰硕成果,为三门峡水库改建及运用发挥了重要作用,也将为从根本上解决三门峡水库目前存在问题提供科学的依据。本章根据陕西省内有关单位、专家多年来已有的研究成果,就三门峡水库存在问题及治理对策提出一些初步认识,供以后专家们研究时参考。

1.2 潼关高程居高不下给陕西带来严重灾害

三门峡水库建库前潼关高程为 323.40m。建库后,潼关高程逐步抬升,1969 年汛后曾达到 328.4m。二期改建后潼关高程虽有较大幅度的降低,但由于 1973 年底以后水库运用违背“四省会议”的决议,潼关高程从 1976 年再次抬升。特别是 1985 年汛后至 1991 年底,潼关高程几乎是直线上升,由 326.64m 升到 327.90m,抬升了 1.26m。此后一直维持在 328.2m 左右,2000 年汛后为 328.33m。

1.2.1 库区河道泥沙淤积日渐加重,河道日趋恶化

根据实测资料统计,从建库初到 1964 年,库区淤积泥沙 40.8 亿 t,其中潼关以上为 8.3 亿 t,占 20.3%;至二期改建末的 1973 年,库区累积淤积泥沙 51.2 亿 t,其中潼关以上淤积 31.7 亿 t,占 61.9%;到 2000 年底,加上渭河华县以上淤积体 4.19 亿 m^3 ,库区累积淤积泥沙 63.0 亿 t,达历年最大值,其中潼关以上淤积 48.4 亿 t,占 76.8%。另据淤积断面测验资料统计可知,自 1990 年汛后至 2000 年汛后,由于潼关高程居高不下,库区特别是潼关以上库区河道淤积量猛增。该时段库区淤积总量增加了 9.16 亿 m^3 ,其中潼关以上淤积 7.78 亿 m^3 ,潼关以下淤积 1.38 亿 m^3 。潼关以上淤积在黄河小北干流段为 3.65 亿 m^3 ,占建库以来泥沙淤积量(21.67 亿 m^3)的 16.8%,占蓄清排浑运用以来泥沙淤积量(6.17 亿 m^3)的 59.2%;淤积在渭河下游段 2.63 亿 m^3 ,占建库以来泥沙淤积量(13.32 亿 m^3)的 19.7%,占蓄清排浑运用以来泥沙淤积量(3.01 亿 m^3)的 87.4%;淤积在北洛河下游段 1.48 亿 m^3 ,占建库以来泥沙淤积量(2.91 亿 m^3)的 50.9%,占蓄清排浑运用以来泥沙淤积量(1.63 亿 m^3)的 90.8%。据我们对历年实测淤积断面和水位变化资料的分析,目前黄河小北干流的淤积末端已发展到禹门口附近(黄淤 68 断面),渭河下游的淤积末端已发展到渭淤 34—渭淤 36 断面,超过了西安市北郊草滩,北洛河下游的淤积末端已发展到湫头站附近。

泥沙淤积的发展使渭河下游河道日趋恶化。一是河床抬升加剧。“96·7”洪水华县站洪峰流量仅 3 500 m^3/s ,但渭河下游全河漫滩,临堤水深 1~2m,渭南以下滩面普遍淤厚 0.5m 左右,使华县以下河段的临背差达 3~4.4m,华县—临潼河段的临背差达 2~3m,西安—咸阳河段的临背差达 1.5m 左右;使渭南以东的 9 条南山支流经常遭受渭河洪水的倒灌,河口段常常淤塞,河道比降平缓,甚至出现倒比降,形成二级水库,泄流不畅,常常需要清淤开挖;使二华夹槽地带及西安、大荔等低洼易涝地区近 20 万 hm^2 耕地完全丧失自流排泄条件。二是河槽萎缩加剧。据 2000 年汛后渭淤典型断面资料分析,主槽过水面积比 20 世纪 90 年代初大幅度减小,越向下游减小得越厉害,特别像渭淤 2、渭淤 9 断面已萎缩到不足 90 年代初的一半,分别为 1990 年汛前的 28.7% 和 35.4%。三是河道纵比降

变缓。交口—华县河段 90 年代汛后平均常水位比降 $1.74‰$, 较 20 世纪 80 年代的 $1.91‰$ 明显减小; 詹家—华县河段 90 年代汛后平均常水位比降为 $1.54‰$, 明显小于 20 世纪 80 年代的 $1.86‰$ 。四是河槽过洪能力降低, 中小洪水漫滩几率增大, 洪水位抬升, 滞洪时间延长。如 2000 年 10 月华县站洪峰流量 $1\,850\text{m}^3/\text{s}$ 出现全河漫滩, 洪水位 (341.30m) 比建库以来最大洪峰流量 $5\,380\text{m}^3/\text{s}$ (1981 年 8 月) 的洪水位还高 0.25m 。临潼—华县河段的洪峰传播时间为 32h (区间河长 82.3km), 几乎是 80 年代同量级洪水正常传播时间的 3 倍。五是河床稳定性降低, 河道崩滩塌岸严重, 自然裁弯现象时有发生, 出现了泾渭汇流区、吊桥、滨坝、朱家、姜方郭、席家、长兴等 20 余处河湾大幅度上提下挫, 发生了树园、滨坝、苍渡等多处自然裁弯。

黄河小北干流及黄、渭、洛河汇流区的情况也在进一步恶化。目前黄河小北干流右岸滩区地势低于河床滩面 $1\sim 3\text{m}$, 在陕西省大荔县与合阳县交界的金水沟口以下, 主流持续西倒, 极易改道进入“咸丰故道”。随着泥沙淤积的加重, 黄、渭、洛河汇流区河床坦化, 水流散乱, 床面标高不断抬升, 一是使黄河主流持续西倒, 渭河河口较 1970 年位置上提 5km ; 二是加剧了黄河洪水对渭河的倒灌和顶托影响, 使渭河河口河势出现不利变化, 河湾增多, 固定拦门沙坎逐步发展, 不利于渭河洪水的宣泄和对河口段的冲刷。在目前汇流区情形下, 类似 1967 年的水沙条件一旦出现, 渭河尾间段淤死的可能性极大。

1.2.2 洪涝灾害制约着关中东部及西安经济社会的稳定与发展

为减轻三门峡库区洪涝灾害, 加强渭、洛河下游河道的泄洪能力, 自 1959 年开始国家陆续在库区投资兴建了一批防洪、河道治理和排水工程。到目前为止, 在渭河下游修建各类堤防 362.65km , 河道整治工程 58 处 (坝垛 1 170 座), 防汛道路 11 条, 避水楼 9 000 座; 在库区范围内修建排水干沟 10 条, 排水站 12 座; 在南山支流修建水库 4 座、拦沙坝 1 座。但由于投资力度赶不上灾害发展的速度, 工程设施标准低、隐患多, 常遇洪水灾害频繁发生。一是现有工程设施在洪水过程中险情不断, 损毁严重; 二是堤防决口现象频繁发生, 库周人民群众的生命及财产安全得不到保障。据建库 40 多年来不完全统计, 渭河下游南山支流堤防有 16 个年份出现决口, 累计决口 65 处, 仅 20 世纪 90 年代以来就出现了“92·8”、“96·7”等 5 次 21 处决口。渭河下游华县毕家和临潼南屯防护大堤分别于 1968 年 9 月和 1981 年 8 月出现决口。在移民返迁区, “92·8”洪水使渭河移民生产堤多处决口, 大片农田被淹, 8 000 多间房屋倒塌, 移民群众无家可归, 造成直接经济损失 2 亿多元; 2000 年 10 月的洪水造成华阴市冯东移民围堤决口, 淹没区积水近 1 个月; 1977 年 7、8 月两月, 黄河小北干流龙门站出现洪峰流量 $14\,500\text{m}^3/\text{s}$ 和 $12\,700\text{m}^3/\text{s}$ 洪水, 河势摆动剧烈, 多处工程被冲毁, 大片农田被淹, 洪水中死亡 40 余人; 1996 年 1 月黄河小北干流雨林河段出现历史上罕见的凌汛灾害, 造成 1.5 万人受灾, 淹没耕地 1.13万 hm^2 , 交通、邮电、水利等设施损毁严重, 直接经济损失 2.6 亿元。

频繁的洪涝灾害和严峻的防洪形势使关中东部地区及西安的经济社会发展受到严重影响。一是受库区影响, 国家基本没有在关中东部地区布设工业建设项目, 经济发展的基础非常薄弱; 二是受防洪保安条件的限制, 关中东部地区的投资环境和在西部大开发中的重要地位大受影响; 三是汛期迫使各级领导及大量的人力和物力投放到三门峡库区的防

汛抢险工作中来。

1.2.3 大洪灾的威胁成为关中东部及西安的心腹之患

(1)渭河出现大洪水的可能依然存在。渭河流域具有大陆性季风气候区的特点,年平均降水量 600~800mm,降水量年际变幅很大。如华县站最大年降水量 1 110mm(1946 年),几乎是最小年降水量 226mm(1945 年)的 5 倍。华县站水沙量在年际及不同时期的变化也很大。据建站以来资料统计,华县站多年平均径流量 84.6 亿 m^3 ,输沙量 3.95 亿 t,多年平均含沙量 $46.7\text{kg}/\text{m}^3$;最大年径流量 188 亿 m^3 (1964 年)是最小年径流量 16.8 亿 m^3 (1997 年)的 11.2 倍,1937 年汛期水量 147 亿 m^3 是 1997 年汛期水量 6.38 亿 m^3 的 23 倍;华县站年输沙量的 92.2% 出现在汛期,最大年输沙量 10.6 亿 t(1964 年)是最小年输沙量 0.497 亿 t(1972 年)的 21.3 倍。另据有关资料分析,1919~1929 年华县站平均年径流量 56.9 亿 m^3 ,与 20 世纪 90 年代平均年径流量 44.0 亿 m^3 相接近,但随后却出现了 30 年代的丰水系列及 1933 年的大水。历史洪水调查资料显示,在近 150 年的时间内,渭河下游曾出现 1843 年(清道光二十三年)、1898 年、1933 年等数次大洪水,华县水文站的洪峰流量分别为 $15\,000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $11\,500\text{m}^3/\text{s}$ 和 $8\,340\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2)渭河下游洪水的输沙作用非常强烈。据我们对渭河下游 1960~1996 年洪峰流量 $2\,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上 89 次洪水过程中最大含沙量的统计,华县水文站最大含沙量大于 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 的洪水过程 22 次,占 24.7%,历年洪水过程中最大含沙量为 1977 年 7 月的 $795\text{kg}/\text{m}^3$ 。据有关资料,1843 年 8 月,由于晋、陕两省连续多日暴雨,泾河张家山站出现洪峰流量 $18\,800\text{m}^3/\text{s}$,华县站洪峰流量 $15\,000\text{m}^3/\text{s}$ 左右,8 月 10~13 日黄河陕县站出现 3 次洪峰过程,洪峰流量 $20\,000\sim 36\,000\text{m}^3/\text{s}$,洪水总量约 120 亿 m^3 ,输沙量在 70 亿 t 以上。1933 年 8 月,由于陕北及渭河流域普遍降雨,潼关以上干、支流洪水遭遇,经分析推算,黄河龙门站洪峰流量 $15\,300\text{m}^3/\text{s}$;渭河华县站洪峰流量 $8\,340\text{m}^3/\text{s}$;泾河张家山水文站实测洪峰流量 $9\,200\text{m}^3/\text{s}$,12 天洪量 15.7 亿 m^3 ,输沙量 10 亿 t;黄河陕县站洪峰流量 $22\,000\text{m}^3/\text{s}$ 。

(3)库区现状河道条件极不利于大洪水的演进和宣泄。由于建库后泥沙淤积的发展,库区黄、渭、洛河河床抬升,比降变缓,滩槽分化明显,河槽萎缩,这一河道条件变化必然延缓大洪水的演进过程,使本来就具有槽冲滩淤特征的渭河下游河床发生严重的洪水淤积,极大地增加大洪水的防御负担。就出口条件而言,由于潼关河床的淤积抬升,不仅潼关高程较建库前抬升 5m,2000 年汛后黄淤 41(三)断面 330m 以下过水面积 $2\,140\text{m}^2$,仅相当于建库前 1960 年汛前 330m 以下过水面积 $6\,582\text{m}^2$ 的 32.5%,而且潼关—埧埧河段的比降由建库前的 3‰ 左右减小到 2.0‰ 以下,使潼关卡口断面的壅水滞洪作用更为显著。此外,三门峡水利枢纽泄流能力不足的滞洪影响也将进一步加剧潼关河段的滞洪作用。据初步分析,如果发生类似 1933 年洪水,按现状泄流能力(315m 水位下泄流量 $9\,700\text{m}^3/\text{s}$,305m 水位下泄流量 $5\,455\text{m}^3/\text{s}$)敞泄推算,三门峡水库的滞洪水位为 323.0m。

(4)渭河流域现有防洪工程设施难以抗御大洪水。目前,渭河流域干、支流上还没有一座供防洪调度用的水库,现有的冯家山、羊毛湾、石头河等大型水库汛期的蓄洪能力不足 0.8 亿 m^3 ,这对于洪水总量在 20 亿 m^3 (一次 20 年一遇洪水过程)以上的洪水过程来

说是微不足道的。据黄河水利科学研究院有关资料统计,渭河流域灌溉引水和水土保持工程对径流的影响主要表现在非汛期,对汛期洪水尤其是大洪水的影响很小。渭河下游干、支流堤防质量差,隐患多,尚存在诸多薄弱环节,抗洪能力极低,常遇洪水极易造成决口灾害。此外,渭河横贯狭长的关中平原,河谷宽度有限,沿岸城镇密布,人口集中,没有合适的蓄滞洪区。因此,一旦出现大洪水,包括西安、咸阳、渭南 3 市及二华地区等重要防护区的关中将全面遭受严重洪灾。

1.3 建库前潼关及渭河下游段相对冲淤平衡的有关资料与分析

对于建库前潼关及渭河下游是否是相对冲淤平衡的,在建库初期就有不同的认识。1963 年 8 月,水电部技术委员会组织北京水利水电科学研究院、西北水利科学研究所、黄河水利委员会、陕西省水利厅三门峡库区管理局、陕西工业大学水利系、西北大学地理系、陕西省交通厅设计院等单位,成立了渭河下游研究组,通过深入细致的河道查勘和研究分析,得出了历史时期渭河下游“滩地是淤积的,淤积厚度下段(华县附近)比上段(咸阳及西安附近)稍大,但淤积的绝对量不是很大”、河槽“冲淤变化不大”这一较为客观的结论。作为渭河下游河道的侵蚀基准面,要维持渭河下游相对平衡的动力比降,潼关河床既不可能持续淤积,也不可能持续冲刷,只能在动态相对冲淤平衡的基础上进行冲淤演变。由于具备有利于河床相对稳定的下边界条件,又受到峡谷两岸边界对水流的约束作用,而且具有干支流洪水尤其是高含沙洪水这一维持冲淤平衡的动力条件,建库前的潼关河床只能保持动态相对冲淤平衡。下面从不同方面提出有关证据及分析。

1.3.1 历史文献及人文古迹

1.3.1.1 关于渭河滩面的淤积

从渭河下游河漫滩出土文物的淤埋情况可以看出渭河滩面高程的变化。据陕西省考古研究所有关成果,1959 年在渭河左岸咸阳长陵车站一带发现大批古井及几千件陶器,初步断定为战国时期及秦代古物(距今约 2 500 年),一般陶器在现地面下 1m 处发现,文化层厚度约 3m。古井井圈上口一般淤在现地面下 0.6~1.0m。1963 年渭河下游研究组在进行河道查勘时,发现西安北郊草滩高庙汉城北门外中渭桥桥基块石,块石最大者长径约 0.5m,短径一般为 0.2~0.3m,石质主要是片麻岩及蓝田花岗岩,与南山石质相同。据华县群众反映,1958 年华县打井时在河漫滩面以下 1 丈 5 尺(1 丈=10 尺=3.333m)处发现古坟(年代不详),按当地居民习惯,一般坟墓埋于地下 4~5 尺,估计淤高 1 丈,约 3m。

1.3.1.2 关于渭河主槽的淤积

对秦代古井潜水面、中渭桥木桩及河床钙质结核层的分析说明多年来渭河下游河槽冲淤变化不大。由沿河岸一级阶地剖面组成物质可以分析古井修建的地质条件,其底部多系粗沙层夹有细砾,上覆次成黄土及粉沙壤土,沙层分布的位置多在地面以下 2~3m,即地下水的潜水层。据西北大学地理系实测长陵车站附近秦代古井草图,古井的顶部和底部高程都有一定的规律性,底部随潜水高程向河岸边递减,顶部随地面高程而变化。秦

代潜水面是由古井底部砂层受地下水还原作用影响变为浅蓝色而确定的,一般浅蓝色的砂层比古井底部高约 0.4m,较 20 世纪 60 年代初潜水面高 1~1.3m。高庙是秦汉时中渭桥的南端,据历史文献记载,“桥宽六尺,南北三百八十步,六十八间,七百五十柱,二百二十梁,桥南北有堤,激立石柱……”按文献记载中渭桥长约为 626.13m,桥建于高庙第一级阶地下,现不仅有一些石块,且在地面下 2~3 尺还有柏木桥桩(直径约 2 尺)。20 世纪 60 年代以前,高庙一代群众认为河中木桩出露是不祥之兆,可能有旱灾来临。虽然木桩未经科学研究,不能确定是否就是秦汉中渭桥的木桩,但至少也是唐宋或明清古代护岸的遗物,由其出露的高程可以证明这一段河槽近期冲淤变化不大。1963 年河道查勘时在船北及仁义村(渭淤 5 断面附近)均发现河床出露有钙质结核层。钙质结核层底面有乳状小枝,上面则较光滑,质地较硬,抗冲能力较强,因而渭河下游不仅华县以上而且华县以下主槽也不会有大幅度的冲淤。

潼关老县城是建库前潼关河床动态相对冲淤平衡的历史见证。潼关老县城于明初重建,距今约 500 年。城墙北面及西北面均临黄河河岸,为保护城墙,城墙处曾有戗台,台高 3~4m,顶宽 3m 多,用条石砌筑,戗台外的黄河滩面上又打了护根木桩。据 1963 年调查,1933 年洪水中护根木桩冲刷出露,九龙口(镇河的迷信建筑物)原在地面下 2 尺,大水后冲刷露出 2 尺。

1.3.2 地质地貌分析

科学出版社 1983 年出版的《渭河下游河流地貌》一书,较为系统地反映了中国科学院地理研究所渭河研究组 20 世纪 70 年代中期与水利系统有关单位协作,围绕三门峡库区地质时期以来的渭河下游河流地貌形成历史、河流塑造的过程等进行了较系统的考察研究,得出如下结论:“渭河平原及其河流地貌模式的形成,受控于断陷盆地的地质构造,其发展经历了长期的构造运动和侵蚀、搬运、堆积轮回的相互作用,直到现代,渭河平原仍然处于缓慢沉降和泥沙淤积的发展阶段,河道发育较为稳定,接近于冲淤平衡的状况。”

渭河研究组通过分析西安铁路局 1966 年在潼关黄河河床钻探取得的地貌结构剖面图所反映的河床岩性结构与冲淤动态关系后得出:“大约春秋时期,渭河下游普遍进行过一次侵蚀作用,河槽下切到下更新统地层。潼关附近,侵蚀不整合面以上冲积物约有两层:下层砂砾石(底部砾卵石直径 40~70mm,最大 150mm),颗粒不均匀,分选差,成分主要是火成岩,向上过渡为粗沙夹砾石和中砂夹少量砾石(砾石占 15%~20%,平均直径 20~50mm),这时潼关黄河河床是冲刷性的砂砾质河床;上层细沙沉积,与下层砂砾石分界清楚,层位稳定,颗粒粗细比较均匀,分选好,这些特点表明细沙颗粒已经过较长距离搬运,为多次分选后的沉积物。上下层岩性结构的变化,反映潼关黄河河床由冲刷性河床演变为相对稳定的,然而又是淤积的河床,即平衡微淤性的河床。”春秋时期至 1960 年,历时 2 436~2 730 年,河床冲刷后回淤厚度为 16m,平均年淤积高度仅 0.006m。

1.3.3 水文泥沙资料分析

建库前渭河下游有咸阳、华县水文站和道口水位站,泾河有张家山水文站。1963 年 4 月,根据水电部指示,由北京水利水电科学研究院、黄河水利委员会、三门峡水库水文实验