



陕西省三门峡库区

河道演变及库区治理研究

杨武学 著

西安地图出版社

陕西省三门峡库区

河道演变及治理研究

杨武学 著

西安地图出版社

图书在版编目(CIP)数据

陕西省三门峡库区河道演变及库区治理研究/杨武学
著.—西安:西安地图出版社,2008.7

ISBN 978-7-80748-282-6

I.陕… II.杨… III.①河道演变-研究-三门峡市
②大型水库-治理-研究-三门峡市 IV.TV147 TV697.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 109169 号

陕西省三门峡库区河道演变及库区治理研究

杨武学 著

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路 334 号 邮政编码:710054)

新华书店经销 陕西省水利印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 1/16 22 印张 542 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

印数: 001-500 册

ISBN 978-7-80748-282-6

定价:58.00 元

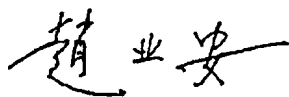
序

三门峡水利枢纽工程是治理开发黄河的一次重大实践。从工程的构想、规划、设计、改建及运行至今已70多年,由于该工程是在世界上最大的一条多泥沙河流上修建的第一座大型工程,自然条件与库区社会经济条件极为复杂,国内外没有先例可资借鉴,因此在实践过程中,经历了我国水利建设史上从未遇到的曲折与失误。70多年来对该工程一直存在着激烈的争论,至今仍未取得共识,许多遗留问题需要妥善解决。三门峡工程最大的失误与最深刻的教训就是工程修建使陕西关中地区的母亲河渭河下游由造福人民的益河,变成了地上悬河,给两岸人民带来深重的灾难,成为陕西人民的心腹之患。

三门峡工程修建以来,陕西省三门峡库区管理局对库区的河道演变与治理极为重视,做了卓有成效的工作,造就了一大批有丰富实践经验的专家,杨武学同志就是其中之一。杨武学同志工作30多年来,一直在库区第一线从事水文勘测、分析研究和治理工作,他热爱本职工作,虚心好学、认真刻苦、一丝不苟,做了大量研究工作,取得了突出的成绩,积累了丰富的经验。2004年7月他突发脑梗塞卧床不起,在顽强地与疾病作斗争的同时,仍关心着三门峡库区的治理工作,潜心研究渭河下游治理方案。特别是在2006年9月患病期间还就华阴南山支流归并(建湖)专程到郑州征求专家的意见。杨武学同志以带病之身,克服重重困难,将多年积累的工作经验加以系统地整理总结,并从已撰写的60余篇论文中选出40余篇汇编成专集,为库区的治理自费出版,其顽强拼搏与无私奉献的精神实在可嘉,令人敬佩,值得我们学习。

杨武学同志的文集全面反映了他30多年来的主要专题研究成果,总结了丰富的实践经验,其中包括他对渭河下游河道冲淤演变和治理问题所提出的一些新的认识和建议,内容丰富,通俗易懂,可供从事和关心三门峡库区和渭河治理的广泛人士阅读与参考。

在新世纪,落实科学发展观,实现经济社会全面协调、可持续发展,构建和谐社会,对治理黄河提出了新的更高要求,进一步采取综合配套措施解决三门峡工程遗留的各种问题,从困境中走出,是水利工作者面临的历史使命,需要我们继续努力奋斗。展望未来,随着黄河干流大柳树、古贤、碛口等大型水沙调节工程的兴建,长江三峡水库引江入渭济黄调水工程的实施,三门峡库区综合治理措施的完成,以及对三门峡枢纽工程采取科学的运行方式,我们深信,居高不下的潼关河床高程将逐渐降低到接近天然状态,渭河下游河道将逐渐冲刷恢复为地下河,三门峡工程所造成的历史性灾难将得以消除,三门峡库区人民将安居乐业。



2008年春节于郑州

前 言

作者从成都工学院毕业到陕西省三门峡库区管理局一直从事三门峡库区的治理研究工作，撰写的三门峡库区治理研究论文有60余篇，其中独立编写近50篇、合作编写10余篇。这本文集收录了作者40余篇论文，作者代表单位给水利部、陕西省政府、陕西省水利厅、黄委会等编写的有关报告或汇报材料（这些材料中大都涉及三门峡库区治理具体的分析研究成果或结论）没有编入；还有如《渭河下游碍洪建筑物分析》《泾河桃园站测站特性分析》《桃园站流速特性分析》《华阴市某基地防洪水位论证》《1985年黄河下峪口凌汛提前原因分析》《渭河水环境恶化加强治理势在必行》《从“03.8”洪水看库区的防洪形势》等近20多篇论文由于丢失或其他原因而未编入。

作者从事陕西省三门峡库区治理研究工作30余年，编写了很多有关三门峡库区治理的研究论文，有些论文是手写的，有些是油印的，作为废纸丢了又觉得可惜，有生之年将自己的研究论文加以整理，如果能给库区治理提供一点有用的东西、能给读者提供一些具有参考价值的资料，我就感到高兴和欣慰了。

随着三门峡水库建成运用，库区出现了河道泥沙淤积、潼关高程抬升、防洪形势严峻、灾害损失大、生态环境遭到破坏等一系列问题。40多年来全国乃至世界上有很多专家、学者、研究人员投入了大量的精力，国家也投入了不少财力研究三门峡水库的问题。三门峡库区的问题十分复杂，特别是陕西库区，集中了中国大中小河流，集中了中国乃至世界上的多泥沙河流，加上三门峡水库运用，问题更加复杂化。如潼关高程、黄渭洛河汇流区河势、渭河下游淤积等，这里有三门峡水库的影响，也有上游河道来水来沙的影响，也有各河间的互相影响。实际上三门峡库区的问题归根结底是泥沙问题。通过全国水利工作者几十年的研究，人们对库区有些问题从某些角度已经有了很大的认识，但对有些问题在认识、看法上还存在分歧，库区还有很多问题需要众多的人去关注、去研究、去认识。

书中耕地面积单位“亩”大部分已换成公顷（ hm^2 ），但还有一少部分因涉及与原数据对照等原因未作改动。

唐先海高级工程师对本书进行了审定；本书在编写过程中，三门峡枢纽局的季利同志、陕西省三门峡库区管理局的严岗、雷文清、史兴顺等同志提供了重要资料，作者的爱人王秋英做了大量校对工作，杨秉澍做了部分制图工作，在此一并表示感谢。

由于编排时间和认识水平有限，文章中难免出现错误，恳求读者批评指正。文中若有冲撞之处敬请原谅。

作者

内 容 提 要

本书是作者工作30年来从事陕西省三门峡库区治理研究成果和工作经验的总结。本书共分九章,第一至第六章是论文部分。主要分河床演变、库区治理、防洪、水资源开发与利用、渭河水环境、渭河水文化研究等。第七、八章是河床演变分析常用名词、降水和洪水级别等判别标准以及河床演变分析研究方法介绍等;第九章收录了全国部分专家对潼关高程、三门峡水库运用的观点及作者在工作中对部分问题的认识。附录是陕西关中主要河段、水库、灌区,以及渭河上的人工湖的介绍,目的是让读者对关中地区水利工程有一个初步了解。本书可供水利系统的技术、管理人员及高等院校相关专业师生参阅。

目 录

序

前言

第一章 河床演变	(1)
黄渭洛河汇流区河势演变及其带来的影响	(2)
三门峡水库运用与潼关及渭河口段的冲淤关系	(12)
渭河水沙条件对下游河道冲淤影响的分析	(19)
北洛河“94”洪水特性及冲淤情况分析	(26)
北洛河下游“94.9”洪水及有关问题的研究	(31)
渭河下游近期河势变化及其影响	(45)
北洛河水沙条件及其对库区河道冲淤影响的分析	(52)
临潼水文站来水来沙及断面冲淤特性分析	(61)
泾河水沙条件与渭河下游和潼关冲淤关系研究	(68)
渭河下游2000年防洪水位设计初步分析	(78)
陕西省三门峡库区“92.8”洪水冲淤特性及分析	(88)
渭河下游“03.8”洪水河床演变分析	(99)
渭河入黄口河道演变及其影响研究	(107)
潼关高程抬升并居高不下的原因分析	(111)
有关潼关高程的分析研究	(124)
第二章 库区治理	(132)
华阴南山支流归并方案及论证	(133)
实施渭河中下游统管和综合治理 促进关中经济可持续发展	(141)
三门峡水库给陕西带来的灾害及治理对策	(144)
渭河下游渭南以下干流堤防隐患分析研究	(154)
陕西省三门峡库区的突出问题及治理对策	(169)
东庄水库调水调沙对降低潼关高程作用的研究	(174)
东庄水库防洪减淤效益初步分析	(184)
影响潼关高程的因素及合理潼关高程的确定	(198)
降低潼关高程的措施研究	(219)
三门峡水库2003年非汛期运用水位原型试验监测分析	(225)
渭河下游泥沙淤积影响的因素及其治理思路	(231)
渭河下游防护大堤抗洪能力综合分析	(234)
关于陕西省三门峡库区治理问题综述	(241)

第三章 防洪	(243)
渭河下游目前面临的防洪形势及对策研究	(244)
渭河下游洪水特性及防洪特点分析	(251)
渭河下游近期泥沙淤积带来的防洪问题	(255)
渭河下游历史上几次典型洪水和各种频率洪水计算	(258)
第四章 水资源开发与利用	(264)
陕西省水资源开源节流措施研究	(265)
陕西关中地区水资源减少原因及其对策	(271)
陕西省黄河流域水资源开发利用及对策	(276)
渭河下游用水分析计算	(282)
陕西关中地区水资源利用现状及预测	(285)
第五章 渭河水环境	(290)
渭河水环境恶化及其治理对策	(291)
近年来渭河中下游污染状况及其带来的问题	(295)
渭河下游地下水动态规律初步分析	(300)
第六章 渭河水文化	(306)
传承渭河水文化 热爱和保护“母亲河” 实现人与自然和谐相处	(307)
渭河支流——白龙洞河名的由来	(312)
第七章 河道演变分析常用名词及降水、洪水级别等判别标准	(314)
一、常用名词	(315)
二、有关降水、洪水级别等的判别标准	(316)
第八章 河床演变分析方法简介	(318)
一、有关三门峡水库淤积的问题	(319)
二、河床演变分析方法简介	(319)
三、推算库区河道各断面各级流量天然水位的步骤	(322)
第九章 有关问题的认识	(323)
一、全国部分专家对潼关高程、三门峡水库运用的观点归纳	(324)
二、我对有关问题的认识	(324)
1.关于三门峡水库运用	(324)
2.关于三门峡水库的功过	(324)
3.关于潼关高程居高不下	(324)
4.关于渭河下游洪水削减率	(324)
5.关于渭河下游淤积	(325)
6.关于淤积末端	(325)
7.潼关断面冲淤判断指标	(325)
8.关于渭河径流减少	(325)
9.关于水资源减少	(325)
10.关于渭河下游治理	(325)

11.关于放淤	(326)
12.关于泾河洪水对渭河的冲刷作用	(326)
13.关于南山支流归并建湖	(326)
14.关于洪水资源化利用	(326)
15.关于北洛河入黄	(326)
16.关于渭河下游治导线	(326)
17.关于1992-1996年渭河下游的严重淤积泥沙	(327)
附录 主要河段水库灌区介绍	(328)
一、主要河段	(329)
1.渭河	(329)
2.渭河中游	(329)
3.渭河下游	(329)
4.黄河小北干流	(329)
5.泾渭灞河汇流区	(329)
6.黄渭洛河汇流区	(329)
二、主要水库	(329)
1.黄河三门峡水库	(329)
2.黄河古贤水库(待建)	(330)
3.泾河东庄水库(待建)	(331)
4.千河冯家山水库	(331)
5.河王家崖水库	(332)
6.石头河水库	(332)
7.黑河金盆水库	(332)
三、主要灌区	(332)
1.泾惠渠灌区	(332)
2.宝鸡峡灌区	(332)
3.交口抽渭灌区	(333)
4.石头河水库灌区	(333)
5.桃曲坡水库灌区	(333)
6.冯家山水库灌区	(333)
7.羊毛湾水库灌区	(333)
8.洛惠渠灌区	(333)
9.东雷抽黄灌区	(333)
10.石堡川灌区	(333)
四、渭河上的人工湖介绍	(334)
1.渭河咸阳湖	(334)
2.渭河宝鸡金渭湖	(334)

第一章 河床演变

内 容 提 要

本章共收录了15篇论文,主要分析了20世纪90年代以来渭洛河下游“92.8”、“94.9”、“03.8”等几次典型洪水和典型河段河床、河势的演变规律,揭示出渭河下游河道萎缩,河道变化频繁,河弯增多,河床淤积严重,比降减小,并向不利的方向发展;揭示出造成渭河下游大灾情及影响库区河道变化的主要根源是由三门峡水库不合理运用和上游来水来沙所引起的。提出了解决陕西三门峡库区一系列问题的措施和对策,尽快使居高不下的潼关高程降下来,包括实施潼关上下河段的清淤疏浚工程、潼关以下河道的裁弯工程等;给渭河下游洪水一个畅通的排泄流路,减少洪水在库区的滞留时间。

黄渭洛河汇流区河势演变及其带来的影响

摘要 20 世纪 70 年代以来黄、渭、洛河汇流区河势恶化,其表现是黄河西倒,河床展宽,渭河口上提,汇流区水流散乱。这些不利变化的主要原因是潼关高程抬升和不合理的河道工程布设引起的。同时由于汇流区河势的不利变化减弱了黄、渭河泄洪输沙能力,又不利于潼关高程的冲刷下降。针对渭河下游及黄、渭、洛河汇流区泥沙淤积发展及河势变化,提出合理的潼关高程为 326.2 m 以下,为稳定汇流区河势、改善汇流区河道条件提出了相应的解决对策。

1 建库前汇流区河势变化及冲淤概况

1.1 汇流区河道概况

黄河小北干流自龙门出峡谷进入平原地段,流经 132km 至潼关,渭河自右岸汇入,北洛河多流入渭河,在潼关以上形成黄、渭、洛三河汇流区。三河汇流后,黄河折向东行,进入潼关至三门峡峡谷段。三门峡建库后,汇流区范围一般系指黄淤 41~45 断面、渭淤 2 断面以下以及北洛河河口段。

黄河小北干流是一条典型的游荡性河道,河槽宽 2km 左右,河道比降上陡下缓,约 $6‰ \sim 3‰$,其中汇流区河段长 19km,比降为 $3‰$,该河段具有河道宽浅,主流多变的特点,建库前主槽过洪能力 10 000m³/s 左右。

渭河下游方山河以下至河口段长 58km,河宽 0.3~0.6km,河床平均比降 $1.8‰ \sim 1.0‰$,河槽窄深,河弯发育。该河段受潼关侵蚀基准面变化和黄河河道变化以及倒灌淤积影响较大,在不利的水沙条件下,往往形成河口拦门沙,对渭河排洪及冲淤带来不利的影响。这段河道历史上冲淤基本平衡或长时期微淤状态,建库前平槽流量约 5 000m³/s。

北洛河下游为弯曲性河道,河槽单一,主槽窄深,河道比降 $1.7‰ \sim 6‰$,河口段常受黄河和渭河洪水倒灌淤积影响,河床平面变形较大,历史上曾多次改道,多数时间流入渭河,黄河向西摆动较大时,有时直接流入黄河。

潼关为一天然卡口,河宽约 900m,影响黄、渭、洛河洪水的排泄。潼关河床高程的升降变化对黄、渭、洛河起着局部侵蚀基准面的作用。

1.2 汇流区冲淤情况

建库前,渭河下游长时期冲淤是基本平衡的,而黄河小北干流则为微淤河段。潼关断面处在黄渭交汇处的下游,历史文物的调查及有关资料都说明潼关河床高程长期以来是基本稳定的。在潼关高程稳定的前提下,黄、渭、洛三河汇流区也保持相对冲淤平衡状态。黄渭河的河床比降、断面形态、边界条件等又各有其特点,潼关河道天然卡口对渭河的直接影响是:汛期高水时起卡水、滞洪滞沙作用,若此时渭河水小,便发生黄河洪水倒灌渭河,从而在渭河口形成拦门沙;其后黄河水退,渭河发生洪水则逐渐冲刷拦门沙。因此,建库前在渭河口很难形成固定的拦门沙沙坎。

拦门沙的消长变化随着各河水沙条件的变化而变化。渭河拦门沙的形成和发展过程与一般河口拦门沙的形成条件是大同小异,但渭河口拦门沙由于其所处的地理条件又决定了其具有明显的特殊性。建库前较为严重的倒灌年份 1936 年、1942 年、1953 年、1954 年、1959 年等 5 次倒灌中,淤积只在主槽中进行,没有形成固定的拦门沙。因此,建库前倒灌淤积对渭河下游的影响只是暂时的,对两岸居民的生产生活影响相对较小。

1.3 历史上汇流区河势演变概况

据地方史志资料记载,汇流区黄河河道从北魏初(公元 386 年)至明代的 1569 年前后 1183 年间,黄河主流靠东岸,长时期没有大的摆动,基本是稳定的。自 1570 年黄河河道西徙后,摆动频繁,1570-1694 年主流靠西岸或在朝邑至蒲州间摆动达 124 年,之后有短期的东摆后又游荡于朝邑至蒲州之间,沿岸流传着“30 年河东,30 年河西”说明黄河主流变化频繁。1801-1928 年河道又西摆 127 年,1937 年以后主河道在东岸下行,但局部摆动也很频繁,历史上虽然黄河主流变化频繁,但对社会安定和人民生活造成的影响较小。

由于河道大幅度摆动,渭河河口也随之变迁,其中明代万历十二年(公元 1584 年)、清道光十六年(公元 1836 年)等年代黄河曾多次西徙,冲毁三河口镇,使渭河口上提到三河口附近,距潼关约 12km。在历史上黄河主流靠东岸多于靠西岸,因此渭河口也多在潼关港口附近入黄。

北洛河也由于黄河主流的变迁时而入渭、时而入黄。据历史记载,明嘉靖三十四年即 1555 年“洛水入河至赵渡镇东街与河合、不复入渭”,明万历十二年(公元 1584 年)、清道光十六年(公元 1836 年)黄河洪水冲崩三河口镇而夺洛河,1876 年改入渭。1921-1937 年入黄,以后改入渭。从历史上河道变迁来看,一般情况下,黄河主流靠东岸,则洛河入渭,如果黄河主流靠西岸,则洛河直接入黄,见图 1。

从历史记载来看,黄河主流变迁主要和黄河大洪水有关,并且造成大的灾害,所造成的灾害和影响往往是西岸大于东岸,这与汇流区地理条件等因素有关。

2 三门峡建库后汇流区河势变化及冲淤分析

2.1 河势变化

三门峡水库 1960 年建成投入运用,由于水库几次高水位蓄水,同时由于枢纽的泄流排沙能力不够,水库泥沙淤积严重,到 1969 年潼关高程抬升 5m 左右,致使库区出现了一系列问题。随着水库的严重淤积并上延,黄、渭、洛河淤积也在不断发展,相应汇流区河势也发生了很大的变化。在枢纽经两次改建后水库实行全年控制运用以来,由于黄河西倒汇流区主流向西摆动超过 5km,加之潼关高程再次抬升,渭河口不断上提。

汇流区黄河主流向西摆动,主要是从 20 世纪 70 年代开始的,主流从东岸的黄淤 45 断面突然折向西南方向进入汇流区,主流大幅度西摆夺渭,渭河口也从此开始逐年向上提。由于渭河口上提,加重了渭河下游的淤积发展和洪水位的抬升。黄河主流向西摆动后,并未形成集中流势,而是水流散乱,多股分流,主流不明显。由于汇流区河床展宽坦化、水流不集中、流速减小和输沙能力降低,河床抬升。20 世纪 70 年代以前黄河主流顺畅,主流靠东岸。之后汇流区河势西摆渭河口上提,分析其原因,主要是受左岸河道工程的影响,把水流较集中的黄河主流挑向汇流区,黄河多股分流;另外自 20 世纪 70 年代以后汇流区又呈回淤趋势,比降变缓,滩槽高差减小,水流散乱。加之黄河多年又无大洪水,上游龙羊峡等水库调洪蓄水,

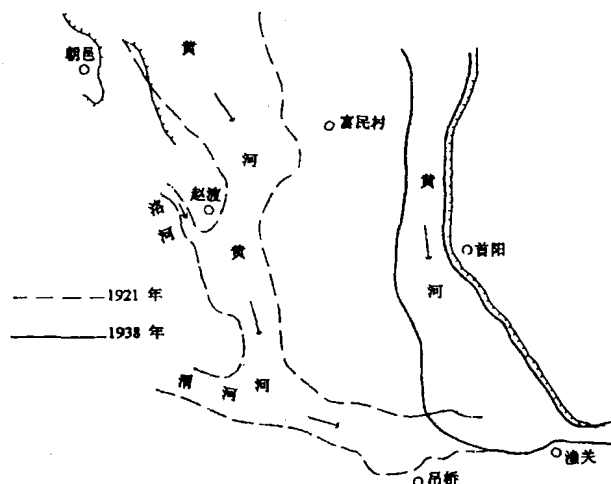


图1 黄、渭、洛河近代变迁图

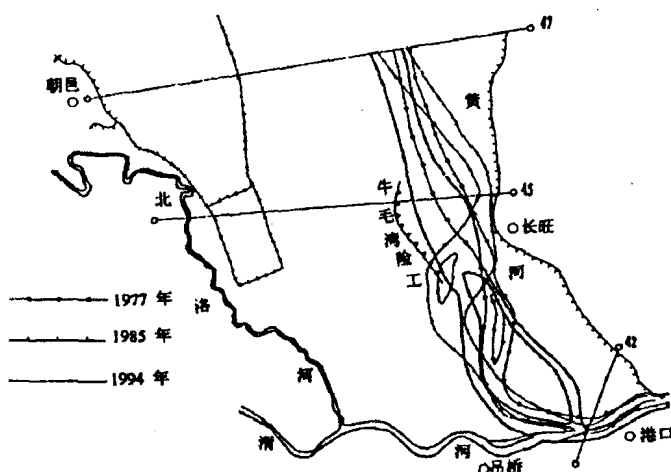


图2 黄、渭、洛汇流区河势图

来水量相对减少,使汇流区河势进一步恶化。近期汇流区河势见图2。

由于黄河主流西摆,汇流区河势发生较大变化,自1985年以后潼关高程又进一步抬升,渭河口逐年上提,汇流区黄、渭汇流条件和口门处河床条件相应发生变化,同时由于渭河口上提,口门处黄河河床及其水位抬高,沿渭河产生溯源淤积,因此加剧了渭河下游的泥沙淤积。

2.2 汇流区冲淤情况

2.2.1 汇流区的冲淤变化

1960年9月三门峡水库开始蓄水运用,由于三门峡水库设计对泥沙问题认识估计不足,水库运用后泥沙淤积严重,汇流区泥沙淤积也发展迅速,到1999年10月,汇流区共计淤积泥沙 $5.27 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中黄淤41~45断面淤积 $3.74 \times 10^8 \text{ m}^3$,渭拦5~渭淤2断面淤积 $1.54 \times 10^8 \text{ m}^3$,分别占汇流区淤积体的70.9%和29.1%。在汇流区总淤积体中,其中三门峡水库改建前淤积 $2.98 \times 10^8 \text{ m}^3$,占汇流区总淤积体的56.5%;第一期改建时期淤积 $1.42 \times 10^8 \text{ m}^3$,占汇流区总淤积体的27%;第二期改建期冲刷 $0.0843 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。全年控制运用期淤积 $0.95 \times 10^8 \text{ m}^3$,占总淤

表 1

黄、渭河汇流区不同运用阶段冲淤情况表

单位: $\times 10^8 \text{ m}^3$

黄渭河断面	改建前 1960.6 - 1966.5	第一期 改建时期 1966.5 - 1969.10	第二期 改建时期 1969.10 - 1973.10	全年控制运用期			总淤 积体
				1973.10 - 1999.10	其 中		
					1973.10 - 1986.10	1986.10 - 1999.10	
渭拦—渭淤 2	0.490 9	0.535 9	- 0.033 5	0.542 5	0.180 9	0.361 6	1.535 8
黄淤 41 - 45	2.488	0.887 1	- 0.508	0.414 3	- 0.017 4	0.431 7	3.738 6
合 计	2.978 9	1.423	- 0.843	0.956 8	0.163 5	0.793 3	5.274 4
占总淤积体 %	56.5	27.0	- 1.6	18.1	3.1	15	100

积体的 18.1%, 其中 1986 年 10 月至 1999 年 10 月淤积 $0.79 \times 10^8 \text{ m}^3$, 而控制运用期的 1991 年 10 月至 1995 年 10 月四年淤积 $0.46 \times 10^8 \text{ m}^3$, 见表 1。

从上述数据变化可以看出, 水库运用到改建前是汇流区主要淤积时段, 占总淤积体的 56.5%, 随着水库的不断运用和枢纽改建过程, 淤积速度有所减缓, 特别是第二期改建期间, 水库溯源冲刷超过潼关, 汇流区有所冲刷, 但是 20 世纪 70 年代后由于黄河主流西摆, 淤积又在回升, 如 1973 年 10 月至 1999 年 10 月淤积速度和增加幅度加大。

我们分析了三门峡水库全年控制运用以来汇流区的冲淤情况, 在汇流区的渭河部分除个别年份外, 非汛期均为淤积, 汛期冲刷, 分析认为这与非汛期水库蓄水和潼关高程的抬升有关。非汛期淤积量的多少, 除与潼关高程抬升值有关外, 同时还与非汛期的来水来沙条件有关, 特别是进入 20 世纪 90 年代以来, 不但非汛期淤积, 而且汛期也淤积。但汇流区的黄河部分就不一样, 非汛期大都冲刷, 而汛期多为淤积。总的趋势仍然淤积, 特别是进入 20 世纪 90 年代以来黄河的泥沙淤积更为严重, 据统计, 1985-1995 年龙门至潼关共淤积泥沙 $5.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 分布情况是全河段上下均为淤积, 其中黄淤 41~45 断面淤积 $0.45 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占该时段淤积的 8.2%。

2.2.2 黄河洪水倒灌渭河及拦门沙发展变化

渭河河口段有其特殊的地理条件, 黄、渭交汇处的下端有潼关卡口, 对汛期洪水起卡水作用, 如果黄河洪水大于渭河, 必将倒灌渭河。当黄、渭河同时出现洪水, 而黄河洪水大时, 黄河洪水顶托渭河洪水, 从而在渭河口造成泥沙淤积, 有时还形成拦门沙坎, 如果又遇北洛河来水加沙, 则加重拦门沙的淤积, 甚至把渭河口全部堵塞, 造成渭、洛河下游的严重淤积。例如 1967 年 8 月, 潼关连续出现 $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上洪峰达 5 次之多, 而 8 月份华县站洪峰流量很小, 月平均流量仅 $177 \text{ m}^3/\text{s}$, 而月平均含沙量高达 $538 \text{ kg}/\text{m}^3$, 同时又遇上北洛河小水大沙, 8 月份朝邑站曾出现 8 次沙峰过程, 其含沙量为 $600 \sim 950 \text{ kg}/\text{m}^3$, 月输沙量为 $0.846 \times 10^4 \text{ t}$, 从而造成渭河仓西至西阳河段 8.8 km 淤塞。拦门沙的形成取决于黄、渭、洛河的水沙遭遇情况, 三门峡水库修建后又受到水库运用方式、潼关高程升降与水沙组合相互作用的影响。如前所述, 三门峡建库前发生的历次大洪水倒灌回水影响较小, 渭河河口段的淤积只是在主槽中变化, 倒灌淤积对渭河下游影响的时间是短暂的, 影响程度相对较小。三门峡建库后, 渭河口拦门沙形成的几率增多, 倒灌比较严重, 几乎黄河每次洪水时, 当渭河无洪水的情况下均发生黄河洪水倒灌渭河, 比较严重的有 1967 年、1971 年、1977 年、1979 年、1981 年等年份见图 3。

判定黄河洪水倒灌渭河的指标或方法较多, 本次我们采用以华阴站出现负流量或吊桥水位显著变化判定倒灌淤积情况。据不完全统计, 建库后黄河倒灌渭河次数达 70 次, 实际上

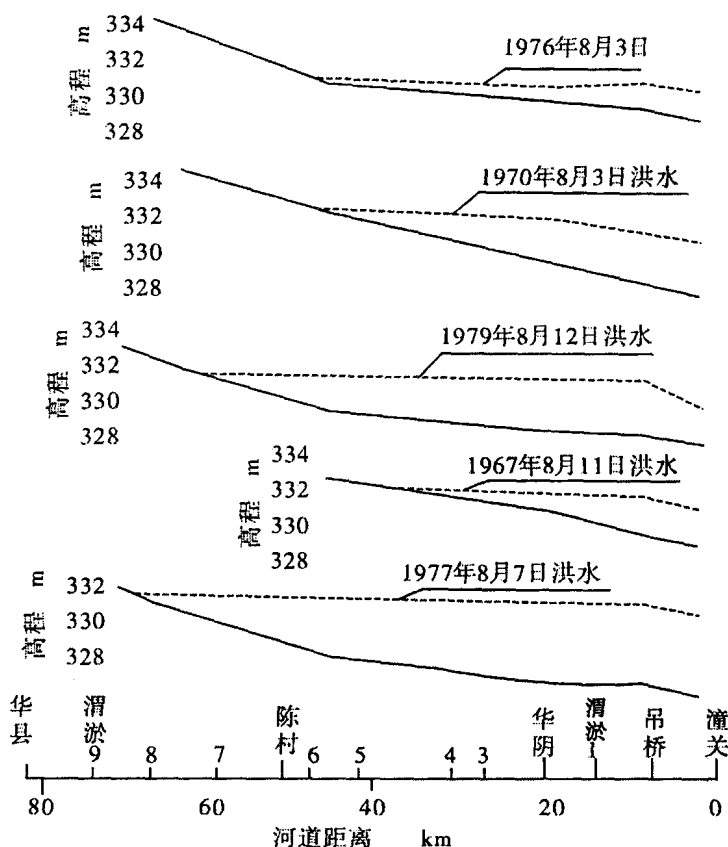


图3 渭河洪水倒灌渭河情况

建库后每当黄河发生不同洪水时均有倒灌,只不过倒灌的距离、范围、淤积程度有所不同。另外,当黄、渭河同时出现洪水,一般黄河洪水较大时,黄河洪水顶托渭河洪水,顶托的位置视其两河洪水的大小而有所不同,顶托的持续时间及淤积的厚度也不相同。

根据建库以来倒灌情况分析可知,当黄河洪水越大时,其倒灌淤积的范围越大,渭河下游各站水位抬升值越大;反之,黄河洪水越小,其倒灌距离越小,淤积影响也越小,且黄、渭河洪水的比例大小与倒灌距离也有一定的关系(见图4)。如1977年8月7日潼关站洪峰流量 $15400\text{m}^3/\text{s}$,相应华县站流量只有 $60\text{m}^3/\text{s}$,华阴站倒灌流量达 $810\text{m}^3/\text{s}$,倒灌距离达 77km ,在渭淤10~渭淤9之间,但未超过华县站,渭河下游吊桥、华阴、陈村各站水位分别抬升 4.3m 、 4.2m 、 3.3m 。黄河中型洪水一般倒灌达陈村附近,小型洪水达华阴附近。可以看出,一般黄河发生洪水时均有倒灌,渭河下游也

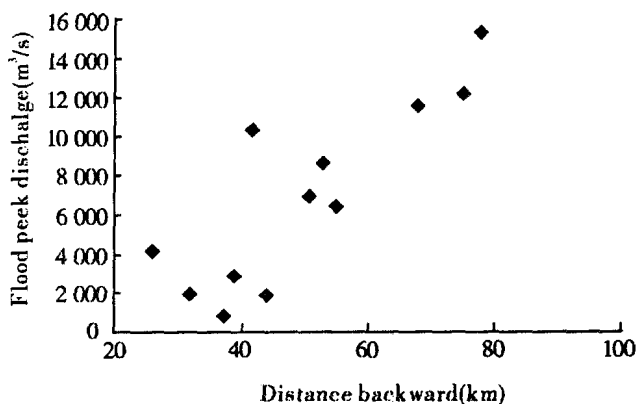


图4 潼关站洪峰流量与黄河倒灌渭河距离的关系

均造成淤积并抬高水位。如 1981 年 6 月 22 日,潼关流量 1 150m³/s,华阴站倒灌流量 64m³/s,倒灌回水达陈村附近。

2.3 汇流区河势变化与潼关高程的关系

三门峡建库前,潼关河床长期上升十分缓慢,可以认为基本冲淤平衡。其升降变化主要受来水来沙条件的影响,一般情况下,汛期大水大沙洪水时河床冲刷下降,小水大沙回淤,非汛期多为回淤。建库后,除了受水沙条件影响外,还主要受水库运用方式的影响,自水库建成运用以来,潼关断面产生严重淤积,同高程下过水面积减小,潼关高程不断抬升。水库全年控制运用以来,潼关高程冲淤淤,仍以抬升为主要趋势,特别是 20 世纪 90 年代以来,潼关高程一直在较高范围内变化,近 10 年来,水库运用水位并不高,但潼关高程却有较大幅度升高(见图 5)。

三门峡水库蓄水前黄、渭河交汇口在潼关港口至五里铺长约 2km 范围内挪动,水库蓄水后经放空冲刷,黄河主流更是紧依东岸,黄、渭河汇流口向下延至潼关港口潼河口附近,河口变动范围较前缩小。但自 1973 年以后,由于黄河主流西摆,东岸滩地露出,潼关高程又呈上升之势,渭河口自此逐渐上提,到 1978 年累计上提 2.4km,1991 年累计上提 4.2km,到 1995 年累计上提 5km 之多,在此期间潼关高程由 1973 年 10 月 326.6m 上升到 1995 年 9 月 328.2m 见图 5、图 6。

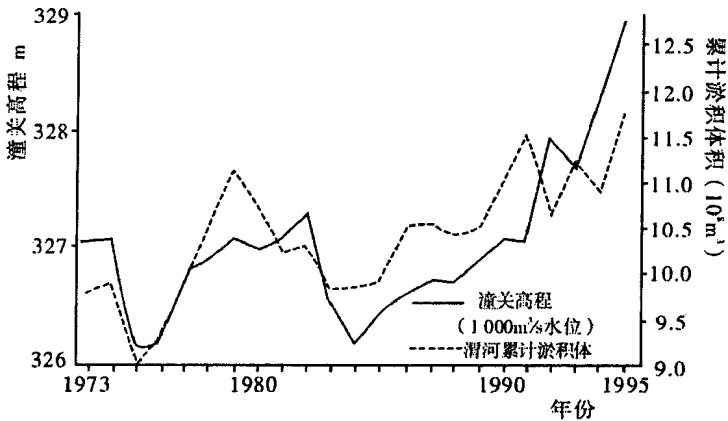
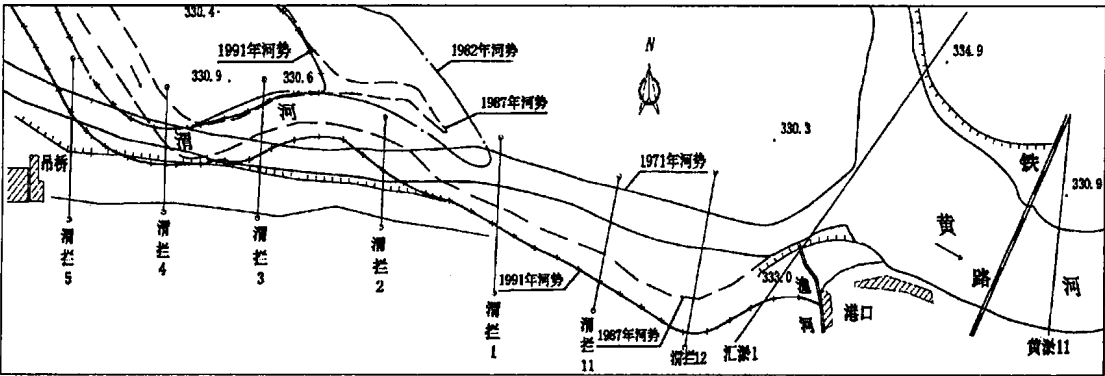


图 5 三门峡水库全年控制运用时期潼关高程与渭河下游累计淤积变化



分析认为,潼关高程的抬升,必然加重黄、渭、洛河汇流区泥沙淤积的发展,同时也加剧了汇流区河势的进一步恶化。三门峡水库全年控制运用以来,汇流区淤积泥沙 $0.72 \times 10^8 \text{m}^3$,其中 1986 年以后由于潼关高程持续抬升,进入 20 世纪 90 年代一直居高不下,汇流区淤积 $0.79 \times 10^8 \text{m}^3$,充分说明潼关高程抬升,致使汇流区的泥沙淤积加重和河势的进一步恶化。潼关高程抬升后,由于汇流区河道比降变缓,加之黄河主流西倒,主流散乱,流速减缓,相应地降低了汇流区的输沙能力,从而形成河槽坦化,沙洲四起,黄河主槽由东岸逐渐向西岸发展,甚至形成目前的多股分流,黄河由原来 1km 左右的河宽,目前已发展到 5km 左右。

相应的汇流区河势进一步恶化,对潼关高程的稳定下降也带来不利的影响。影响潼关高程变化的因素比较复杂,一是水沙条件,二是水库运用,除了这两个主要因素而外,汇流区的河势变化对潼关高程的影响也是不能忽视的。根据分析,1973 年以前渭河在汇淤 1 断面附近入黄,且黄、渭河交汇的角度小于 30° ,两河洪水通过西太铁路大桥后沿着各自的河槽下泄。据潼关站实测资料表明,其流速和含沙量分布,在黄、渭河汇流后相当长的范围内仍然保持各自的输水输沙特性,测流断面上同时保留着黄河河槽和渭河河槽。因此在汛期潼关河床可受到黄河和渭河洪水的交替冲刷,对潼关河床的下降是有利的。黄河主流西倒后,渭河口上提且黄河西岸主流与渭河汇流角度加大,几乎成正交汇流,渭河洪水进入汇流区后受黄河水流顶托必然流速减缓,主流分散,从而减弱了黄、渭河洪水对潼关河床的冲刷作用,对潼关高程的下降带来不利的影响。例如 1994 年 8 月 5 日黄河龙门站洪峰流量 $10\,900 \text{m}^3/\text{s}$,8 月 6 日潼关站相应洪峰流量 $7\,400 \text{m}^3/\text{s}$,照理这样的水沙条件对潼关高程的冲刷是有利的,但潼关站洪水前后同流量水位仅降低 0.15m。又如 1993 年潼关河床经过一个汛期,但潼关高程尚未下降。进入 20 世纪 90 年代以来,特别是 1992 年以来,潼关高程一直居高不下,从水库运用上看水位不是太高,除了水沙条件外,汇流区的河势变化也是一个重要因素。

综上所述,由于汇流区河段黄河主流西倒,致使渭河口不断上提,特别是近几年以来,潼关高程持续抬升且居高不下,使汇流区的河势进一步恶化,泥沙淤积更加严重。汇流区河势的进一步恶化和泥沙淤积的加重,河床进一步坦化,从而减弱了黄河洪水和渭河洪水对潼关河床的冲刷作用,对潼关高程的下降是不利的。潼关河床上升,渭河下游淤积,水位升高;潼关河床下降,渭河下游冲刷,水位下降。这是河床与水流规律所导向的,不依人们的意志为转移。潼关河床的上升导致渭河下游淤积,潼关河床下降导致渭河下游冲刷,这是以潼关河床为新的侵蚀基面,建立新的渭河下游河道纵向冲淤平衡剖面。潼关高程对渭河的冲淤规律是以潼关河床高程变化为基础的。实践证明,三门峡水库运用后,各个时期的潼关高程升降变化与渭河下游的冲淤性质完全相同,升降变化与渭河下游的冲淤关系是一致的。同理,汇流区渭河口上提后,必将引起潼关高程进一步抬升,潼关高程抬升后,又加大汇流区的泥沙淤积,渭河下游及黄河小北干流淤积也将进一步增加,这是汇流区河势变化后引起的连锁反应。

3 汇流区河势变化带来的影响

前已述及,自 20 世纪 70 年代以来黄、渭、洛河汇流区河势变化较大,其主要表现在黄河西倒夺渭和渭河口上提。我们从汇流区河势变化可以看到,黄河小北干流在 1971 年以前紧依东岸,顺流而下经凤凰嘴流过潼关,而 1971 年以后由于左岸挑流工程原因,水流从长旺斜冲右岸,使黄河主流进入汇流区西摆,形成黄河夺渭、渭河口上提的不利局面。由于黄河西