

SANMENXIA SHUIKU XIUJIANHOU HUANGHE XIAYOU HECHUANG YANBIAN

三门峡水库修建后 黄河下游河床演变

潘贤娣 李 勇 张晓华 申冠卿 岳德军 著



黄河水利出版社

黄河水利委员会治黄著作出版资金资助出版图书

三门峡水库修建后

黄河下游河床演变

潘贤娣 李 勇 张晓华
申冠卿 岳德军 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是一部关于三门峡水库修建后黄河下游河床演变研究的专著,全书共分十一章,内容包括:黄河三门峡水库运用及下游河道概况、黄河下游河道来水来沙特性、三门峡水库不同运用期下游河道河床演变特点、黄河下游河道输沙特性和河床冲淤演变主要规律、黄河下游纵横断面调整规律及其与水沙间的关系、黄河下游河道调整对洪水水沙输移特性的影响、黄河下游河道输沙水量的研究、人类活动对黄河下游河道冲淤演变影响的分析计算、黄河下游河道冲淤数学模型的发展与应用及黄河泥沙调控和利用等。

本书可供从事黄河规划、治理、河床演变、河道整治、水沙资源配置与利用和防洪减灾等研究方面的科技人员及高等院校有关专业师生参考。

Abstract

Comprehensive studies, carried out in the past decades of years, on impact of Sanmenxia Reservoir under different operation modes on fluvial process on the lower Yellow River, are reviewed and summarized. A number of new understandings, concepts, relationships, tendencies, models and suggestions have been found and developed. Focus of the studies as laid down on how to regulate and manage the water-sediment in order to reduce siltation on the river channel, to transport more sediment down to the sea and to stabilize the river channel on the lower Yellow River.

图书在版编目(CIP)数据

三门峡水库修建后黄河下游河床演变/潘贤娣等著.
郑州:黄河水利出版社,2006.7

ISBN 7-80734-033-9

I.三… II.潘… III.黄河-下游河段-河道
演变-研究 IV.TV882.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 001184 号

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:河南第二新华印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:29.5

字数:682 千字

印数:1—2 000

版次:2006 年 7 月第 1 版

印次:2006 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80734-033-9/TV·448

定价:88.00 元

序 一

黄河是世界著名的多泥沙河流,其上中游流域是被侵蚀成千沟万壑的黄土高原,下游两岸则是被冲积成的一望无际的华北平原。但在筑堤开发平原的过程中,却摆脱不了河道淤高、决口、改道的怪圈,成为影响社会安定的“地上悬河”。我国的历代当政者,都以治黄作为安邦定国的大事,20世纪以后,更邀请知名的外国专家和外国设计研究机构参与,但都没有取得成功,被公认为世界性的难题。

新中国成立后,将“根治黄河水害,开发黄河水利”列入建国的日程,并在1954年制定了治理和开发黄河的规划。其基本指导思想是:以上中游黄土高原的水土保持、产沙区各支流的“拦泥水库”和干流的高坝大库为三道防线,把黄河的洪水泥沙全部拦蓄,使黄河下游变清,并利用高坝大库建成强大的水电站。1955年第一届全国人民代表大会第二次全体会议批准了这个规划和它的第一期工程——三门峡水利枢纽。1957年4月三门峡工程开工建设,但由于各方面的质疑,1958年在周总理主持下,经过专家讨论,改变了三门峡工程的建设 and 运用:“在不改变360m(海拔高程)的原设计水位情况下,按350m水位施工,近期按335m水位运用。”1960年9月建成投入运用后,水库淤积严重,而且淤积部位向库区末端发展,形成“翘尾巴”,威胁西安。迫于泥沙淤积的严峻形势,1962年3月将三门峡水库原设计的“蓄水拦沙”改为“滞洪排沙”。1964年周总理再次召开会议,鼓励科技人员,以严格的科学态度,重新审议治黄规划和三门峡工程。到1973年底,三门峡经过两次改建,从原来“蓄水拦沙”的高水头多年调节电站,改为“蓄清排浑”的低水头径流电站;下游河道相应也从原来完全依靠三门峡水库及上中游解决洪水泥沙,改为通过综合治理,尽量发挥河道的排洪排沙作用。1974~1985年,三门峡水库的“蓄清排浑”运用比较成功,淤积问题初步解决;但1986年以后,由于上游龙羊峡等水库建成蓄水等原因,黄河的水沙条件发生巨大变化,三门峡水库上下游的泥沙淤积问题又重新尖锐起来。1999年10月,三门峡下游130km处的小浪底水库投入运用,黄河下游河道进入一个新的历史时期。

从三门峡水库建成前黄河来水来沙的原始状态,到三门峡水库建成后各种调节水沙的运用方式,提供了在不同水沙关系下黄河下游河床演变的资料。《三门峡水库修建后黄河下游河床演变》一书,汇集了50年来有关的观测和研究成果。本书系统介绍了黄河下游不同时期的河床演变情况,进而研究由于河床边界条件变化造成对水沙输移特性的反馈影响,以一系列连锁反应为主线,综合分析了多沙河流冲积性河段的演变规律。这些成果不仅为今后整治黄河下游河道提供有力支撑,也将为其他多泥沙河流的研究和治理提供借鉴。

从20世纪50年代起,中国水科院泥沙研究所和黄委会水科院泥沙研究所共同组成了黄河下游研究组,在钱宁、麦乔威等的带领下,开拓了黄河泥沙和下游河道演变规律的研究工作。以后,黄河水科院泥沙所的下游演变组,在赵业安等的带领下,继承他们的传统,为三门峡工程的改建和运行,为黄河下游河道的整治,坚持不懈、锲而不舍地工作,提

出了许多有价值的科研成果。潘贤娣等编写的《三门峡水库修建后黄河下游河床演变》，内容丰富，资料翔实，对治黄和泥沙科学的发展都有推动作用。我向作者表示祝贺，并希望新一代黄河人继承前辈的事业，在今后治黄的实践中，做出新的更大的贡献。

特为之序。

彭·2笑
2005, 6-13

序 二

三门峡水利枢纽是万里黄河第一坝,控制面积占流域总面积的 91.5%,径流量占流域多年平均值的 89%,沙量占 98%。1960 年 9 月投入运用后,经历了“蓄水拦沙”、“滞洪排沙”与“蓄清排浑”运用三个阶段,三门峡水库通过不同运用方式及来水来沙条件的变化,改变了进入黄河下游的来水来沙条件,对黄河下游河道冲淤演变具有决定性的影响。

三门峡水库修建后黄河下游河道的冲淤演变研究,从 1954 年制定黄河综合规划开始,一直是我国泥沙研究的重点课题之一,大批科技人员组织多学科联合攻关,50 多年来取得了丰硕的成果,为河流泥沙科学及工程技术的发展做出了重要贡献,也及时解决了各个时期黄河治理开发中遇到的实际问题。早在 1954~1955 年,对苏联及美国水库下游河道冲刷资料,以及官厅水库建成后下游河道冲刷发展情况分析的基础上,对三门峡水库修建后黄河下游的冲刷进行了估算。1957 年,三门峡工程开工后,黄河下游河床演变与河道整治的研究工作迫在眉睫。黄河水利委员会于 1958 年 8 月在郑州开会,成立中方工作组,组长李赋都,副组长方宗岱、钱宁,随后组成黄河下游研究组,李赋都、方宗岱、李延安、仝允杲、钱宁、麦乔威、李保如、周文浩、彭瑞善、马增禄、屈孟浩、钱意颖、潘贤娣、朱福林等 40 余人参加。同年 11 月,苏联政府派罗辛斯基及赫尔杜林来黄河,他们提出了许多重要建议,还具体介绍了苏联的河床演变研究、河床变形计算与河工模型试验的理论与方法,对中方工作有很大帮助。经过两年的工作,黄河下游研究组完成了预定的研究任务,由钱宁和我执笔编写了《三门峡水库修建后黄河下游河床演变及河道整治初步研究报告》。

1960 年 9 月三门峡水库蓄水运用,黄河下游研究组对三门峡水库下泄清水初期黄河下游河道冲刷发展情况的观测资料进行了分析。1962 年 2 月水电部在郑州召开会议,研究决定并报国务院批准:三门峡水库改为“滞洪排沙”,从而终止了“蓄水拦沙”运用的实践。自 1962 年 3 月起,黄河下游研究组开始研究三门峡水库“滞洪排沙”运用后黄河下游的河床冲淤演变及三门峡枢纽不同改建方案黄河下游河床演变预报。在多泥沙河流上水库“滞洪排沙”运用后下游河床演变的研究在国外无先例,黄河下游研究组在钱宁和我的主持下,赵业安、潘贤娣、周文浩、屈孟浩和涂启华等,在对黄河下游河道的输沙规律、滩槽水流泥沙交换规律、不同量级洪水、不同粗细泥沙组成对下游河道冲淤的影响等研究取得重大突破的基础上,抓住三门峡水库“滞洪排沙”运用对进出库水沙条件的改变,以及带来黄河下游河道输沙条件的变化与河床滩槽冲淤数量及分配的变化,提出了预报:三门峡水库改为滞洪排沙运用后,水库大量排沙,下游河道恢复淤积状态,由于水库泄流规模不够,出库水沙过程很不适应,大量泥沙淤积在主槽内,将使河道恶化并形成“二级悬河”。该项目成果受到了我国水利界的很高评价,并为 1964 年、1969 年两次三门峡枢纽改建工程的决策提供了科学依据。

1973 年 11 月三门峡水库采取“蓄清排浑”的运用方式,非汛期下泄清水,汛期降低水位下泄沙量。研究结果与三门峡水库“蓄清排浑”运用的实践表明,因为三门峡水库受潼关河床高程的限制,潼关以下库区调节泥沙的库容较小,每年汛初水库泄空度汛,造成小

流量时大量排沙,大洪水时受泄流能力的限制,不能进行合理的水沙调节,对黄河下游河道的减淤作用不太大。黄河水利委员会水利科学研究所(1991年改称黄河水利科学研究院)在研究三门峡水库“蓄清排浑”运用的同时,又开始研究修建黄河小浪底水库调水调沙运用对黄河下游河道的减淤作用,并为其做了大量的论证工作。

1980年以后黄河下游河床演变研究工作,由赵业安、潘贤娣主持进行,参加研究的还有樊左英、刘月兰、韩少发等人。并在1983年以后充实了李勇、申冠卿、张晓华等一批年青同志。他们在研究黄河下游的河床演变中做了大量工作,取得了很好的成果。1999年10月,位于三门峡水库下游的小浪底水利枢纽投入运用,至此黄河下游进入一个新的历史时期。

黄河是世界上泥沙问题最复杂的河流,对三门峡水库运用后黄河下游河床演变的研究成果进行系统总结,对于世界大江大河的治理、特别是多沙河流的治理开发,具有重大意义,也一直萦绕在我们这些黄河研究者的心头。早在1978年9月,钱宁就曾向我们提出撰写《三门峡水库修建后黄河下游河床演变》专著的建议,他说:“三门峡水库经历了‘蓄水拦沙’、‘滞洪排沙’及‘蓄清排浑’三种不同的运用方式,其运用方式之复杂,观测资料之丰富,是世界上其他水库不可比的。应当承认,有关三门峡水库修建后黄河下游演变分析研究工作主要是你们完成的,应由你们撰写一本有份量的专著,供国内外泥沙界参考。我深信这本书的内容将比1965年我与周文浩写的《黄河下游河床演变》一书要丰富得多。”根据钱宁的建议,1979年我与赵业安、潘贤娣等完成了《三门峡水库修建后黄河下游河床演变》编写大纲,但1980年我离开黄河水利委员会去珠江水利委员会工作,也无力完成这项工作了。时间又过了20余年,值得庆幸的是,这件大事终于有了结果。黄河下游河床演变研究的主要参加者潘贤娣等人,克服重重困难,着手撰写《三门峡水库修建后黄河下游河床演变》,终于完成了这部巨著。鉴于该专著意义重大,在初稿撰写之初即得到治河业务部门和各方专家的高度好评,并获得黄河水利委员会治黄著作出版资金的资助,这是一件非常令人高兴的事。

《三门峡水库修建后黄河下游河床演变》内容丰富,资料翔实,系统阐述了黄河水利委员会科学研究院泥沙研究所下游河道河床演变研究室三代人半个多世纪对三门峡水库修建后黄河下游河床演变的主要研究成果,是迄今为止最全面、最系统地总结三门峡水库下游河床演变的实践经验以及对黄河下游河床演变理论探索所得到认识的著作,它的出版对于认识多泥沙河流水库下游河床演变规律,对于小浪底水库的调度运用以及黄河水沙调控体系的建设,将有重要的科学意义与实用价值,我谨表示衷心的祝贺,希望本书的出版,能在我国泥沙界、特别是伟大黄河的治理开发中发挥有益的作用。



2005年9月

前 言

黄河是中华民族的摇篮,它哺育了中华民族的成长,对华夏文化的发展和社会进步有过重大的贡献。但它又是一条举世闻名的难治理的河流,新中国成立前,黄河下游经常决口泛滥,给沿黄两岸人民带来深重灾难。新中国成立后,在中国共产党和人民政府的领导下,沿黄人民以现代科学技术为基础,积极从事黄河的治理与开发,除害兴利,确保黄河下游不再决口泛滥,彻底改变了黄河的面貌。但黄河毕竟是一条难治理的河流,目前人们对黄河治理现状与彻底根治的目标还有很大的距离,加之随着人类社会的不断发展,人们对黄河治理开发的要求,愈来愈高。要彻底根治黄河,首先必须全面了解和掌握黄河河床的演变规律。只有这样,才能因势利导,有目的、有步骤地改造黄河、控制黄河,使黄河永远为人民造福。

“河床演变学”是研究在水流作用下河床形态变化的科学,是一门正在发展成长的新兴学科。我国的河床演变的研究工作,随着社会主义建设的蓬勃发展,不断发展,黄河河床演变的研究在 1958 年以前,主要是普遍布设观测站网,开展精密泥沙测验,广泛收集资料,了解黄河基本情况,对黄河泥沙特性、泥沙来源、挟沙能力、河相关系、河势变化等开展了一些初步研究,但不系统。随着三门峡水库的兴建,黄河下游河床演变的研究工作被推向一个新的阶段,为了预报三门峡水库建成后,黄河下游河床演变趋势,为制定治黄规划提供科学依据,中国水利水电科学研究院和黄河水利委员会水利科学研究所共同组成了黄河下游研究组,开展了黄河下游河床演变的研究,广泛调查老河工和沿河群众的治河经验,参阅了有关历史文献,并系统分析了水文及河道测验资料,同时在室内开展了纵向变形计算及河床演变动床模型试验,通过三种手段取得了许多有价值的科研成果,为解决治黄工作中的实际问题提供了科学依据。1965 年钱宁、周文浩编写的《黄河下游河床演变》一书,就是在以上研究成果的基础上编写而成的。

在此后的研究工作,主要以黄河水利科学研究院下游演变室为主,结合各时期的治黄需要开展大量的研究工作,并与各兄弟单位密切协作,得到许多认识,为制定黄河治理开发规划和各项重大治黄措施奠定了基础。

本书以三门峡水库运用后至小浪底水库投入运用前为重点,对 50 年来不同时期的研究成果进行总结、整合、提炼和升华,系统研究了天然条件下和三门峡水库运用后不同时期黄河下游水沙特性及由此引起的河床演变和河道排洪输沙能力的变化情况、特点和演变规律,探讨发生变化的机理,综合分析了多沙河流冲积性河段自然属性及人类活动对河流自然属性的巨大影响,定量分析了三门峡水库不同运用方式对下游河道的作用;另外,对黄河治理开发过程中上游大型水利枢纽调节径流,沿黄引水、引沙和上中游综合治理对下游河道冲淤演变的影响进行了初步分析;简要介绍了黄河下游河道冲淤数学模型的研制开发应用过程,最后介绍了 50 年来黄河泥沙调控实践及探讨各种调控措施的效果,共分十一章。力图把各种现象的物理图形阐述清楚,为此引用大量实测资料,包括较详细的

图表,用通俗的语言以弄清情况,认识规律为主线,使读者了解黄河下游河床演变全过程,以及认识水沙运行及河床演变基本规律,使更多的治黄人了解黄河,认识黄河,为更好地开展深层次的研究工作提供较系统的研究基础。

我 1953 年毕业于武汉大学水利学院,有幸参加黄河科研工作 50 余年,深化了对黄河下游河床演变的认识,参加本书的编写,感到无比欣慰,感触颇深。

黄河是一条最复杂最难治的河流,国家对黄河治理十分重视,结合治理开发的需要,投入了大量的财力和人力,在黄河上中下游干支流设立水文站网,并选择重点河段设立了专项观测组织,进行系统观测,取得了大量的实测资料,为我们能掌握河床演变的全过程打下了基础。在此,我们向河务部门和水文测验站网的同志们致以最高的敬意。

黄河下游河床演变问题很复杂,需要多学科、多单位的协作,需要依靠集体力量,树立团队精神才能取得进展。在 50 余年的科研工作中,有我们的好领导吴以敦、仝允皋和李延安,又遇到了好老师的启蒙教育,如钱宁、麦乔威、尹学良和李保如等老专家,还得到了兄弟单位的协作共战,如中国水科院的周文浩、曾庆华、陈建国,清华大学张仁、府仁寿,国际泥沙研究中心周志德、徐明权,黄河水利委员会勘测设计院陆俭益,珠江水利委员会朱起茂教授等,都给了我们最大帮助。黄科院的下游演变室历来是战斗的集体,互相理解,互相支持,为了一个共同的目标走到一起,凝聚力强,为认识和治理黄河贡献了一切力量。我为有这么一个好的战斗集体而欣慰,如老年朋友赵业安、樊左英、刘月兰、韩少发和齐璞等,还有正在成长的中青年骨干,如李勇、申冠卿、张晓华等都为黄河下游河床演变研究工作做出了贡献。本书在构思和编写过程中,得到赵业安教授的指导,是我们的技术顾问,钱颖教授对本书提出了许多宝贵意见,还得到徐福龄、龙毓骞老专家和胡一三教授的鼓励、支持和指导。在此向所有与我们协作和支持我们工作的同志们表示谢意。

一定的基础研究是必不可少的,不然缺乏理论上的提高就不能使研究工作向深、高层次发展,但重大的生产任务是推动科学研究的强大动力,正是由于三门峡水库的兴建与运用推动了黄河下游研究工作的发展。因此,科学研究必须面向生产、面向实际,理论联系实际,必须与当前生产实践相结合,为治黄需要服务。

我们在解决黄河实际问题时应该发扬多年来摸索出来的经验。在研究手段上必须坚持原型实测资料的分析,理论计算及实体模型相结合的综合分析方法,而原型实测资料分析是基础。为此,一定要大兴调查研究之风,深入实际,掌握原型实际情况。

研究各阶段的成果是与黄河治理开发需要和科学技术的发展相适应的。由于黄河问题的复杂性,将有许多新的问题出现,将不断地深化对黄河的认识。本书只能看成是过去 50 多年的实践,是黄河下游河床演变研究的一个阶段,虽然我们尽了最大努力企图把 50 多年的资料和认识条理化、系统化,但由于我们水平有限,错误之处有所难免,望读者批评指正。

最后特别感谢中国工程院院士、全国政协原副主席、水利部原部长钱正英和珠江水利委员会原副总工麦乔威为本书作序。

潘贤娣

2005 年 8 月 30 日

目 录

序 一	钱正英
序 二	麦乔威
前 言	潘贤娣
第一章 黄河三门峡水库运用及下游河道概况	(1)
第一节 三门峡水库概况和运用改建	(1)
第二节 黄河下游河道概况	(6)
第二章 黄河下游河道来水来沙特性	(19)
第一节 来水来沙基本特性	(19)
第二节 不同时期的水沙特性	(26)
第三节 水沙变化的主要原因	(71)
第三章 三门峡水库蓄清排浑调水调沙控制运用以前黄河下游河道河床演变	(84)
第一节 黄河下游河道的历史变迁及形成过程	(84)
第二节 天然情况下(1950年7月~1960年6月)黄河下游河道河床演变	(95)
第三节 三门峡水库蓄水拦沙期下游河道的冲刷调整	(105)
第四节 三门峡水库滞洪排沙运用期下游河道淤积调整	(122)
第四章 三门峡水库蓄清排浑调水调沙控制运用期下游河道河床演变特点	(134)
第一节 1973年11月~1980年10月下游河道河床演变	(134)
第二节 1980年11月~1985年10月下游河道河床演变	(146)
第三节 1985年11月~1999年10月下游河道河床演变	(155)
第四节 黄河下游河道50多年来河床演变总体概貌	(179)
第五章 黄河下游河道输沙特性和河床冲淤演变主要规律	(181)
第一节 黄河下游河道的输沙特性	(181)
第二节 黄河下游河道冲淤演变主要规律	(193)
第三节 高含沙量洪水下游河道河床演变规律	(237)
第六章 黄河下游纵横断面调整规律及其与水沙间的关系	(261)
第一节 黄河下游不同时期纵剖面调整	(262)
第二节 纵剖面变化特点	(266)
第三节 纵剖面调整机理探讨	(269)
第四节 纵剖面变化对河道输沙及河型转化的影响	(273)
第五节 黄河下游不同时期横断面调整	(274)
第六节 洪水期断面调整及冲淤面积计算	(284)
第七节 横断面调整影响因素及其与水沙的关系	(290)

第八节	河道萎缩机理及后效	(299)
第七章	黄河下游河道调整对洪水水沙输移特性的影响	(311)
第一节	黄河下游河道调整特点	(311)
第二节	宽河段河道调整对洪水水位的影响	(322)
第三节	宽河段河道调整对洪峰变形的影响	(330)
第四节	宽河段河道调整对洪水传播时间的影响	(344)
第五节	宽河段河道调整后下游输沙特性的变化	(352)
第八章	黄河下游河道输沙水量的研究	(363)
第一节	汛期输沙水量的研究	(363)
第二节	非汛期输沙水量的研究	(367)
第三节	洪峰期输沙水量的研究	(372)
第四节	高效输沙洪峰分析	(375)
第五节	充分开发利用黄河水资源节约输沙水量的途径	(377)
第九章	人类活动对黄河下游河道冲淤演变影响的分析计算	(379)
第一节	三门峡水库调节径流泥沙对下游河道冲淤演变的影响	(379)
第二节	刘家峡水库单库运用对下游河道冲淤演变的影响	(386)
第三节	龙羊峡和刘家峡水库联合运用对下游河道冲淤演变的影响	(391)
第四节	引水引沙对下游河道冲淤的影响	(394)
第五节	上中游支流综合治理对黄河下游河道的冲淤影响	(402)
第十章	黄河下游河道冲淤数学模型的发展与应用	(405)
第一节	三门峡水库滞洪排沙运用前下游河道冲淤计算方法	(405)
第二节	黄河下游河道泥沙冲淤水文学数学模型	(408)
第三节	黄河下游河道泥沙冲淤水动力学数学模型	(420)
第十一章	黄河泥沙调控和利用	(431)
第一节	50 年黄河泥沙调控的实践	(431)
第二节	各种泥沙调控措施作用的探讨	(439)
后 记		(454)
主要参考文献及资料		(456)

The fluvial process in the lower Yellow River after completion of Sanmenxia Reservoir

Contents

Preface

Foreword

Chapter 1 The operation of Sanmenxia Reservoir and general regime of the river channel on the lower Yellow River (1)

1.1 Main characteristic of the Sanmenxia Reservoir, its operation and rebuilding (1)

1.2 General regime of the river channel on the lower Yellow River (6)

Chapter 2 Characteristics of the incoming flow and sediment to the lower Yellow River (19)

2.1 Main characteristics of the incoming flow and sediment (19)

2.2 Characteristics of incoming flow and sediment in different periods (26)

2.3 Main reasons for variation of flow and sediment (71)

Chapter 3 The fluvial process in the lower Yellow River prior to operation of Sanmenxia Reservoir by mode of storing clear water and discharging muddy (84)

3.1 Changing of river channel of the lower Yellow River in history and process of its formation
..... (84)

3.2 The fluvial process on the lower Yellow River without Sanmenxia Reservoir (1950.7 ~ 1960.6)
..... (95)

3.3 Adjustment of the river channel by scouring on the lower reaches during period of operation of
Sanmenxia Reservoir by storing water and deterring sediment (105)

3.4 Adjustment of the river channel by aggradation on the lower reaches during period of operation
of Sanmenxia Reservoir by flood detention and sediment sluicing (122)

Chapter 4 Fluvial process of the lower Yellow River under operation of Sanmenxia Reser- voir by storing clear water and discharging muddy (134)

4.1 1973.11 ~ 1980.10 (134)

4.2 1980.11 ~ 1985.10 (146)

4.3 1985.11 ~ 1999.10 (155)

4.4 Briefing review of the fluvial process on the lower Yellow River for the past 50 years
..... (179)

Chapter 5 Characteristic of sediment transport on the lower Yellow River and main regime of the fluvial process (181)

5.1 Characteristic of sediment transport on the lower Yellow River (181)

5.2	Main regime of the erosion and deposition on the lower Yellow River	(193)
5.3	Main regime of the fluvial process under high sediment laden floods on the lower Yellow River	(237)

Chapter 6 A adjustment of the longitudinal and transversal profiles on the lower Yellow River and its relation to streamflow and sediment load

6.1	Adjustment of the longitudinal profile on the lower Yellow River in different periods	(262)
6.2	Characteristic of changes in the longitudinal profile	(266)
6.3	Approach to the mechanism of adjustment in longitudinal profile	(269)
6.4	Effect of the changes in longitudinal profile on sediment transport capacity and transformation of river pattern	(273)
6.5	Adjustments in transversae profiles on the lower Yellow River in different periods	(274)
6.6	Adjustments in profile during flood season and calculation of area of erosion or deposition	(284)
6.7	Affecting factors on the adjustment in transversal profiles and its relation to streamflow and sediment load	(290)
6.8	Mechanism of diminishing of the river channel and its effect	(299)

Chapter 7 Influence of adjustment of river channel on the lower Yellow River on the characteristics of flood routing and sediment transportation

7.1	Main characteristics of adjustment of the river channel on the lower Yellow River ...	(311)
7.2	Influence of adjustment of the channel on flood stage in the broad reaches	(322)
7.3	Influence of adjustment of the channel on deformation of flood peak in the broad reaches	(330)
7.4	Influence of adjustment of the channel on duration flood in the broad reaches	(344)
7.5	The changes in characteristic of sediment transport in the downstream channel due to adjustment of the channel in the broad reaches	(352)

Chapter 8 Studies on volume of water needed for sediment transport in the lower Yellow River

8.1	Studies on volume of water needed for sediment transport in flood season	(363)
8.2	Studies on volume of water needed for sediment transport during non-flood period	(367)
8.3	Studies on volume of water needed for sediment transport during flood-peak period	(372)
8.4	Analysis of flood peak discharge for high-effective sediment transport	(375)
8.5	The way for fully utilizing water resources of the Yellow River and for economizing water needed for sediment transport	(377)

Chapter 9 Analysis and calculation of impact of human activities on channel erosion and de-

position on the lower Yellow River	(379)
9.1 Analysis and estimate of channel aggradation /degradation on the lower Yellow River due to streamflow and sediment regulation by Sanmenxia Reservoir	(379)
9.2 Effect on channel aggradation /degradation in the lower Yellow River under condition of individual operation of Liujiaxia Reservoir	(386)
9.3 Effect on channel aggradation /degradation in the lower Yellow River under condition of joint operation of Longyangxia and Liujiaxia Reservoirs	(391)
9.4 Effect diverting water and sediment on channel aggradation /degradation in the lower Yellow River	(394)
9.5 Analysis and estimate of channel aggradation /degradation in the lower Yellow River due to comprehensive improvement of tributary basins in the upper and middle Yellow River	(402)
Chapter 10 Development and application of mathematic models of channel aggradation / degradation in the lower reaches of the Yellow River	(405)
10.1 Calculation method of channel aggradation /degradation in the lower Yellow River under condition of operation by “flood detention and sediment sluicing” (before 1963)	(405)
10.2 Hydrologic mathematic model of channel aggradation /degradation in the lower Yellow River	(408)
10.3 Hydrodynamic mathematic model of erosion and deposition in the lower Yellow River	(420)
Chapter 11 Regulation control and utilization sediment in the Yellow River	(431)
11.1 Practice of regulation of sediment in the Yellow River in past 50 years	(431)
11.2 Approach to effects of different measures for sediment regulation control	(439)
Postscript	(454)
References	(456)

第一章 黄河三门峡水库运用及下游河道概况

第一节 三门峡水库概况和运用改建

一、三门峡水库概况

三门峡水利枢纽是根据 1954 年编制的《黄河综合利用规划技术经济报告》提出的第一期工程的主体工程,是 1955 年 7 月 30 日第一届全国人民代表大会第二次会议《关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划的决议》决定兴建的万里黄河第一坝。三门峡水利枢纽位于河南省陕县(右岸)和山西省平陆县(左岸)境内,是一座以防洪为主,兼有发电、减淤和航运等多种效益的综合性工程,其控制流域面积占全流域面积的 91.5%,并控制黄河下游来水量的 89%和来沙量的 98%。

原规划按陕县多年平均沙量 13.8 亿 t、最大沙量 44.3 亿 t(1933 年)设计,并在中游大力进行水土保持和拦泥库建设,预计到 1967 年减少进库泥沙 50%左右,按此计算,水库运用 50 年,库区淤积泥沙为 336 亿 m^3 。黄河下游下泄清水,河床刷深,河槽日趋稳定,以解除洪水威胁。

水库正常蓄水位为 360m,相应库容 647 亿 m^3 。为减少近期库区的淹没损失和确保水库回水不影响西安市,决定第一期工程先按高程 350m 施工,坝前实际浇筑高程为 353m,相应库容为 354 亿 m^3 ,可将千年一遇洪水(推算的洪峰流量 37 000 m^3/s)削减到 6 000 m^3/s ,解除洪水威胁,使下游河床刷深。水电装机 8 台,总装机容量 101.5 万 kW·h,水库蓄水位为 350m 时,淹没耕地 13.3 万多 hm^2 ,移民 60 万人。

三门峡水利枢纽主坝为混凝土重力坝,第一期工程大坝坝顶先修筑至 353m 高程时,相应的主坝坝顶长 713.2m,最大坝高 106m。总平面布置如图 1-1 所示。其中左岸有非溢流坝段、溢流坝段、隔墩坝段、电站坝段,右岸有非溢流坝段。右侧副坝为双铰心墙斜丁坝。泄水建筑物布置在不同的高程,在溢流坝段的 280m 高程上设有 12 个施工导流底孔;在 300m 高程上设 12 个深水孔;在 338m 高程上设有 2 个表面溢流孔;水电站为坝后式,在 300m 高程上设有 8 条压力发电钢管,图 1-2 为下游立视图。

二、三门峡水库运用与改建

(一)三门峡水库运用初期

1957 年 4 月 13 日枢纽工程正式开工,1958 年 11 月 25 日截流,1960 年 9 月 15 日下闸开始蓄水拦沙运用,至 1962 年 3 月 19 日,在此期间库水位有三次较大幅度的升降:第一次蓄水从 1960 年 9 月 15 日至 1961 年 2 月 9 日,最高蓄水位为 332.58m(1961 年 2 月 9 日),回水超过潼关,渭河回水达华县附近,距坝约 169km,黄河回水距坝 145km,其后库水

II号隧洞

R=65

R=65

200.0

200.0

280.0

6-12号深水孔

双层孔

1-3号底孔

护脚板

280.5

6-8号泄流排沙钢管

1:5

1:2.5

1-5号发电机组

289.5

电站操作间

进厂铁路 373.0

110kV变电站

287.0

1号隧洞

262.0

262.0

276.0

冲刷坑

260.0

排水墙

张公岛

中流砥柱

北

钢桥

黄河

溢流坝

隔墩坝

293.5

神门岛

右非溢流坝段

鬼门岛

在此期间,除汛期异重流泥沙排出库外,大量泥沙淤在库内,排沙比仅有 6.8%,库区淤积 18.4 亿 m^3 。潼关站同流量($1\,000\text{m}^3/\text{s}$)的水位,从 1960 年 7 月 5 日的 323.50m 至 1962 年汛前升至 326.10m,升高 2.6m,并在渭河口形成拦门沙,渭河下游泄洪能力迅速降低,两岸地下水位抬高,水库淤积末端上延,渭河下游两岸农田受浸没,土地盐碱化面积增大。

为了减缓水库淤积,1962 年 2 月,经国务院批准,三门峡水库由蓄水拦沙运用方式改为滞洪排沙运用方式,汛期闸门全开敞泄,只防御特大洪水的任务。

水库改变运用方式后,渭河口“拦门沙”逐渐冲出一个深槽,但潼关高程并未降低,至 1964 年汛后为 328.09m,升高 1.99m。又由于泄水孔位置较高,泄流能力较小,入库泥沙仍有 60%淤在库内,淤积泥沙 26 亿 m³,特别遇 1964 年为丰水多沙年,水库淤积非常严重,一年淤积泥沙 15.94 亿 m³。

三门峡水库开始蓄水运用至滞洪排沙期的 1964 年 10 月,库区淤积泥沙 44.4 亿 m³, 330m 高程以下库容由原始库容 55.4 亿 m³ 减至 21.5 亿 m³,损失库容 33.9 亿 m³,为原库容的 61%,其中槽库容损失 12.6 亿 m³,为原库容的 54%,滩库容损失 21.3 亿 m³,为原库容的 66%,滩库容损失大于槽库容,使滩槽库容比例发生变化,由原滩槽库容比例各占总库容的 60%和 40%,变成约各占一半。

由于出现上述问题,1964 年 12 月,周恩来总理主持召开治黄会议,指出:治理黄河规划与三门峡枢纽工程,做得全对或是全不对,是对得多或是对得少,这个问题有争论,还得经过一段时间的试验、观察才能看清楚,不宜过早下结论。总的战略是要把黄河治理好,把水土结合起来解决,使水土资源在黄河上中下游都发挥作用,让黄河成为一条有利于生产的河流。

关于三门峡枢纽改建问题,周总理说:当前关键问题是泥沙,五年三门峡水库淤成这个样子,如不改建,再过五年水库淤满后遇上洪水,无疑将会对关中平原有很大影响,不能只顾下游不看中游,要有全局观点。他集中了大家的意见,最后决定:三门峡工程改建不能再等,尽快进行改建。

(二) 工程改建

三门峡枢纽工程的改建,实际上经历了两个阶段或两个时期。第一期改建包括了第一次和第二次改建,主要是增加及改建泄流设施以加大各级水位下的泄流能力;第二期改建主要是对底孔进行大修和改建,增开底孔以及改造和扩建机组等。工程改建情况见表 1-1。

表 1-1 三门峡水库泄流排沙建筑物改建情况

项目		投入运用时间 (年-月)	泄流排沙建筑物个数						机组
			深孔	底孔	双层孔	隧洞	钢管	总计	
原设计		1960-09	12					12	
第一期改建	第一次	1966-07	12				4	16	
		1967-08	12			1	4	17	
		1968-08	12			2	4	18	
		1970-07	12	3		2	4	21	
	第二次	1971-10	7	3	5	2	4	26	
		1973-12	7	3	5	2	3	25	1
第二期改建		1975 ~ 1978 1984	每年一台机组投入运用 开始对底孔逐个改建修复						
		1990	5	3	7	2	3	27	5
	扩建工程后	1991 ~ 1993	5	3	7	2	1	25	7
	增开 11、12 号底孔	1999、2000	3	3	9	2	1	27	7