

黄河

第三次调水调沙试验

水利部黄河水利委员会 编



黄河水利出版社

黄河

第三次调水调沙试验

水利部黄河水利委员会 编



黄河水利出版社

内 容 提 要

本书共分为 12 章,对黄河第三次调水调沙试验的全过程进行了系统总结和分析研究。主要内容包括试验目的和指导思想,试验背景,试验预案,试验指标,试验过程,水沙过程分析,小浪底水库人工异重流分析,小浪底水库冲淤效果分析,黄河下游河道冲淤,河势、工情、险情、漫滩分析,泥沙扰动效果分析等。对试验过程进行了系统描述,对重要的技术问题如小浪底水库人工异重流、泥沙扰动效果、小浪底水库淤积形态的调整等进行了认真分析和研究,在此基础上,提出了黄河第三次调水调沙试验的认识与启示。本书可供从事水利工作的管理、规划设计、科研等人员,以及广大关心黄河治理与开发的社会各界人士阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河第三次调水调沙试验/水利部黄河水利委员会编.
郑州:黄河水利出版社,2008.1
ISBN 978-7-80621-962-1

I. 黄… II. 水… III. 黄河-水利建设-试验报
告-2004 IV. TV882.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 099737 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、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@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:14.25

彩插:4

字数:330 千字

印数:1—1 500

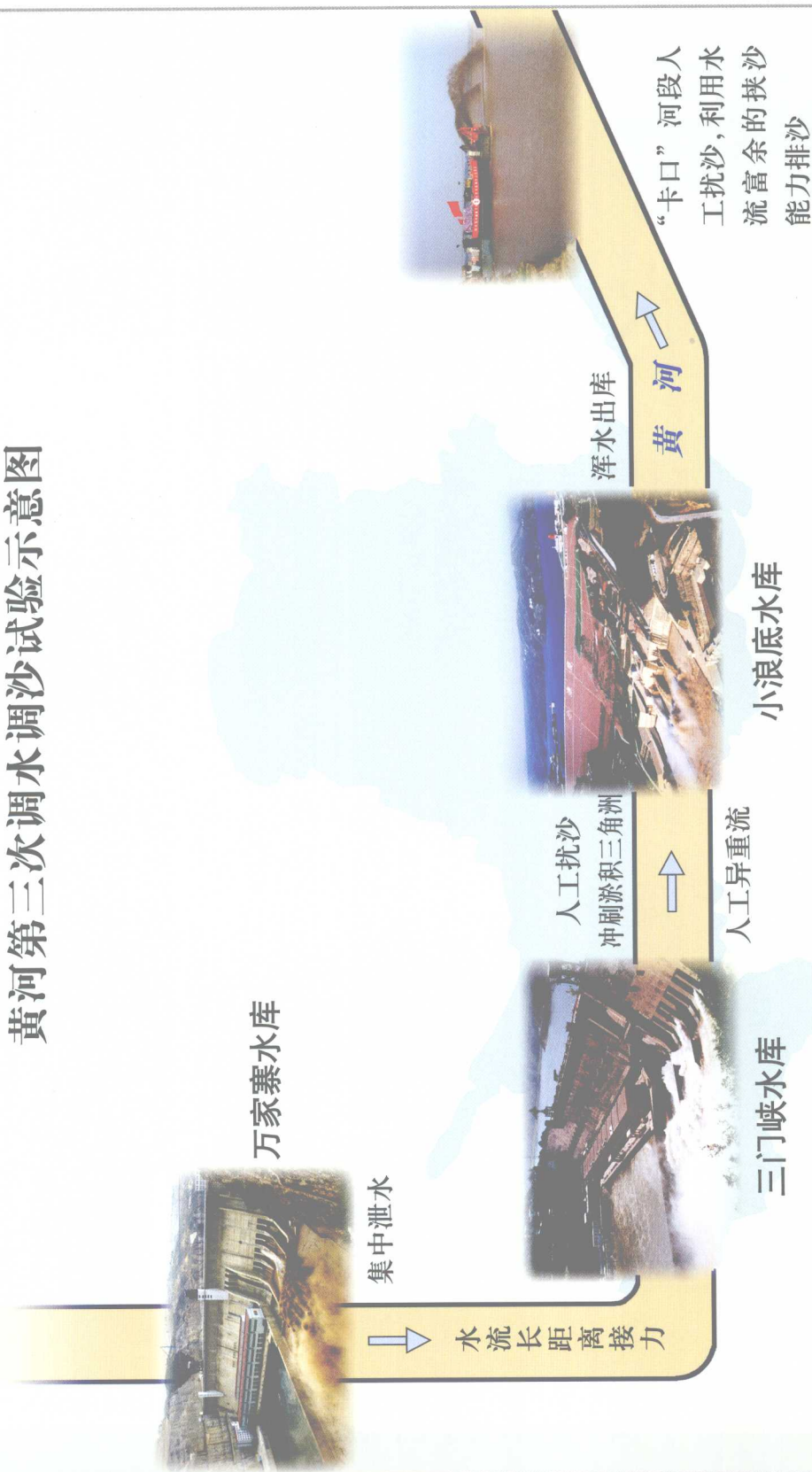
版次:2008 年 1 月第 1 版

印次:2008 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80621-962-1/TV·417

定价:55.00 元

黄河第三次调水调沙试验示意图



水利部索丽生副部长在调水调沙指挥中心（黄宝林 摄）



黄河水利委员会
李国英主任宣布第
三次调水调沙试验
开始（黄宝林 摄）



调水调沙试验预案分析（黄宝林 摄）



调水调沙试验新闻发布会会场（黄宝林 摄）



黄河水利委员会
薛松贵总工程师接
受中央电视台记者
专访（黄宝林 摄）



黄河水利委员会廖义伟
副主任主持调水调沙新闻
发布会（黄宝林 摄）

小浪底水库开闸放水 (黄宝林 摄)



小浪底水库大坝 (王彤琪 摄)

小浪底水库异重流排沙 (黄宝林 摄)



中央电视台记者在
调水调沙指挥中心采
访水利部索丽生副部
长（黄宝林 摄）



中央电视台现场直
播黄河第三次调水调
沙试验（黄宝林 摄）



中央电视台记者在调水调沙
指挥中心采访黄河水利委员会
李国英主任（黄宝林 摄）



黄河第三次调水调沙试验通信网络中心（黄宝林 摄）

在“卡口”河段实施人工扰动泥沙(黄宝林 摄)



人工扰动泥沙试验 (黄宝林 摄)



现场查看河势 (李胜阳 摄)



调水调沙洪水向下游顺利推进 (李胜阳 摄)

《黄河第三次调水调沙试验》编辑委员会

主任委员 李国英

副主任委员 廖义伟

委 员 徐 乘 苏茂林 郭国顺 李春安 薛松贵
朱庆平 李文家 翟家瑞 吴宾格 张金良
王震宇 毕东升

《黄河第三次调水调沙试验》编写人员

李国英	廖义伟	张金良	刘继祥	张俊华
张红月	薛松贵	赵咸榕	张 永	翟家瑞
江恩慧	牛玉国	李文学	魏向阳	王震宇
朱庆平	胡跃斌	万占伟	苏运启	李世明
李文家	赵卫民	李胜阳	张厚军	曲少军
李 勇	孙振谦	任 伟	徐长锁	李跃伦
陈银太	张建中	侯起秀	尚红霞	毕东升
胡一三	李世滢	李良年	钱意颖	潘贤娣
洪尚池	陈怡勇	温晓军	张素平	祝 杰
李书霞	王育杰	安催花	韩巧兰	魏 军
张法中	王 英	李旭东	周景芍	王庆斋
袁东良	马 骏	任汝信	戴明谦	耿明全
罗怀新	陈书奎	董年虎	孙赞盈	茹玉英
余 欣	陶 新	高德松	马怀宝	梁国亭
林秀芝	付 健	滕 翔		

前 言

2004年6月19日9时~7月13日8时,水利部黄河水利委员会(简称黄委,下同)进行了黄河第三次调水调沙试验,历时24天。扣除6月29日0时至7月3日21时小流量下泄的5天,实际历时约19天。在万家寨水利枢纽至黄河入海口近2 000 km的试验战线上,黄委各有关单位和部门以及万家寨、小浪底等水利枢纽管理单位协调一致、联动运行,有2万余名黄河职工投入了试验。黄河第三次调水调沙试验主要依靠水库蓄水,充分而巧妙地利用自然的力量,通过精确调度万家寨、三门峡、小浪底等水利枢纽工程,在小浪底库区塑造人工异重流,辅以人工扰动措施,调整其淤积部位和形态;同时,加大小浪底水库排沙量,利用进入下游河道水流富余的挟沙能力,在黄河下游“二级悬河”及主槽淤积最为严重的河段实施河床泥沙扰动,扩大主槽过流能力。为进一步积累调水调沙运用经验,对黄河第三次调水调沙试验进行认真总结和分析是十分必要的。为此,黄委组织委属有关单位对黄河第三次调水调沙试验进行了技术总结和分析。

本书分为试验目的和指导思想,试验背景,预案,试验指标,试验过程,水沙过程,人工异重流分析,小浪底水库冲淤,下游河道冲淤,河势、工情、险情、漫滩分析,泥沙扰动效果分析,认识与启示等12章,详细分析和记录了试验全过程。希望能对今后的黄河调水调沙工作起到较大的借鉴和参考作用。

编 者

2007年9月

目 录

前 言

第一章 试验目的和指导思想	(1)
第二章 本次调水调沙试验的背景	(2)
第一节 试验的边界条件	(2)
第二节 本次试验的提出	(4)
第三节 试验时机	(5)
第三章 黄河第三次调水调沙试验预案	(6)
第一节 6月1日~7月20日潼关及伊洛沁河来水预测	(6)
第二节 黄河下游河南、山东两省引水计划及需耗水量	(6)
第三节 不同调水调沙试验方案结果比较	(7)
第四节 调水调沙试验指标论证	(10)
第五节 水库调度方案	(18)
第六节 调水调沙试验方案风险分析	(26)
第四章 试验指标	(28)
第一节 调控流量、含沙量指标体系	(28)
第二节 下游扰沙河段水沙控制指标	(29)
第三节 小 结	(35)
第五章 试验过程	(37)
第一节 整体过程概述	(37)
第二节 方案的制作过程	(39)
第三节 水库调度	(45)
第四节 人工异重流塑造过程	(46)
第五节 泥沙扰动过程	(47)
第六节 水文泥沙和水库、河道测验过程	(53)
第七节 河势观测过程	(66)
第八节 引水控制过程	(66)
第九节 小 结	(67)
第六章 水沙过程分析	(69)
第一节 试验期间三门峡、小浪底水库水沙过程	(69)
第二节 黄河下游水沙过程	(77)
第三节 库区泥沙级配变化	(85)
第四节 黄河下游泥沙级配变化	(87)
第五节 小 结	(92)

第七章 小浪底水库人工异重流分析	(94)
第一节 概 况	(94)
第二节 传播过程	(98)
第三节 流速及含沙量分布	(100)
第四节 清浑水交界面的变化	(110)
第五节 悬沙粒径变化及水库分组泥沙排沙比	(111)
第六节 异重流持续运动至坝前的临界水沙条件分析	(113)
第七节 小 结	(115)
第八章 小浪底水库冲淤效果分析	(116)
第一节 水文泥沙站网的布设	(116)
第二节 库区冲淤分析	(120)
第三节 小 结	(151)
第九章 黄河下游河道冲淤	(152)
第一节 试验期间下游河道冲淤	(152)
第二节 下游河道水位流量关系及过流能力变化	(160)
第三节 黄河口拦门沙区冲淤变化分析	(166)
第四节 黄河下游河道实体模型验证与原型观测资料对比分析	(174)
第五节 小 结	(192)
第十章 河势、工情、险情、漫滩分析	(194)
第一节 河势变化	(194)
第二节 滩岸坍塌	(197)
第三节 工程出险	(197)
第十一章 泥沙扰动效果分析	(199)
第一节 库区泥沙扰动效果	(199)
第二节 下游泥沙扰动效果分析	(209)
第三节 小 结	(215)
第十二章 认识与启示	(216)
参考文献	(220)

第一章 试验目的和指导思想

(一)本次调水调沙试验的目的

根据黄河河道的现状,黄河防洪的近期目标是尽快恢复黄河下游河道过流能力,力争平滩流量在相对较短的时期内达到 $4\,000\sim 5\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。本次调水调沙试验的主要目的是:

- (1)实现黄河下游主河槽全线冲刷,进一步恢复下游河道主槽的过流能力。
- (2)调整黄河下游两处“卡口”段的河槽形态,增大过洪能力。
- (3)调整小浪底库区的淤积部位和形态。
- (4)进一步探索研究黄河水库、河道水沙运动规律。

(二)本次调水调沙试验的任务

(1)进入汛期后使小浪底等水库基本泄至汛限水位。通过水库群的水沙联合调度和人工泥沙扰动,使下游河道发生连续冲刷,以尽快恢复河槽尤其是徐码头和雷口两处约 30 km “卡口”河段的过流能力,改善不利的防洪局面。

(2)探索水库泥沙多年调节的调度模式(2004年主要是借助自然力量的人工异重流排沙和人工扰动排沙),调整小浪底水库泥沙淤积部位和形态并恢复部分库容。

(3)开展系统的原型观测和分析研究,进一步丰富和发展调水调沙技术。

(三)指导思想

库区以异重流排沙为主,下游河道以低含沙水流沿程冲刷为主,并在库区和下游辅以人工扰动排沙。

调水调沙试验实施的前一阶段,若中游不来洪水,小浪底水库主要是清水下泄,相应地开展人工扰动排沙试验。待库水位降低至三角洲顶点高程以下的适当时机,适时利用万家寨、三门峡水库的蓄水,加大流量下泄,进行万家寨、三门峡、小浪底水库三库的联合调度,形成人工异重流,使小浪底水库排沙出库,形成下游河道沿程冲刷,实现更大空间尺度的水沙“对接”。相应地,三门峡水库下泄较大流量前一定时间,小浪底库区开展人工扰动排沙试验,在水库异重流排沙出库后,根据拟定的控制指标,下游河道开展人工扰动排沙试验。

若调水调沙试验期间中游发生一定量级的洪水,则根据洪水情况先敞泄三门峡水库,使小浪底水库形成自然条件下的异重流排沙,充分利用异重流的输移规律,排泄小浪底水库的入库泥沙,减缓库容淤损。同时在下流适时进行泥沙扰动,使下游河槽发生长距离冲刷,输沙入海,逐步改变下游平滩流量小、“二级悬河”形势严峻的不利局面。调水调沙试验结束后,各水库水位回到汛限水位。

第二章 本次调水调沙试验的背景

第一节 试验的边界条件

一、三水库的汛限水位及相应蓄水量

万家寨水库汛限水位为 966 m, 相应蓄水量为 4.30 亿 m^3 。三门峡水库汛限水位为 305 m, 相应蓄水量为 0.66 亿 m^3 。小浪底水库汛限水位为 225 m, 相应蓄水量为 24.69 亿 m^3 。

二、各大水库蓄水情况

截止到 2004 年 6 月 3 日 8 时, 黄河干支流八大水库共蓄水 216.22 亿 m^3 , 较 2003 年同期多蓄水 89.82 亿 m^3 , 其中万家寨、三门峡、小浪底三库共多蓄 40.51 亿 m^3 , 见表 2-1。

表 2-1 主要水库蓄水量与 2003 年同期对比

水库名称	2004 年 6 月 3 日		2003 年 6 月 3 日		蓄水变量 (亿 m^3)
	水位(m)	蓄水量(亿 m^3)	水位(m)	蓄水量(亿 m^3)	
龙羊峡	2 554.13	103.00	2 531.62	56.20	46.80
刘家峡	1 722.79	25.80	1 720.99	25.10	0.70
万家寨	976.88	6.45	974.56	6.31	0.14
三门峡	317.77	4.84	316.35	2.97	1.87
小浪底	254.01	66.50	225.54	28.00	38.50
陆浑	309.81	3.33	310.44	3.51	-0.18
故县	516.91	3.73	513.91	3.38	0.35
东平湖	41.16	2.57	39.96	0.93	1.64
合计		216.22		126.40	89.82

万家寨、三门峡、小浪底三库汛限水位以上共计蓄水 48.14 亿 m^3 , 其中小浪底水库汛限水位以上蓄水 41.81 亿 m^3 , 见表 2-2。

表 2-2 干流主要水库蓄水量

水库名称	2004 年 6 月 3 日		汛限水位及蓄水量		汛限水位以上蓄水量 (亿 m^3)
	水位(m)	蓄水量(亿 m^3)	水位(m)	蓄水量(亿 m^3)	
万家寨	976.88	6.45	966	4.30	2.15
三门峡	317.77	4.84	305	0.66	4.18
小浪底	254.01	66.50	225	24.69	41.81
合计		77.79		29.65	48.14

三、小浪底水库的淤积现状

(一)库区泥沙淤积演变状况

1. 水库库容分布情况

至2004年5月20日,小浪底库区水位为255.86 m,蓄水量为70亿 m^3 。225 m以上蓄水量为45.31亿 m^3 ,其中干流为24.41亿 m^3 ,支流为20.9亿 m^3 。

2. 库区淤积演变分析

1999年10月~2003年11月,小浪底库区共淤积泥沙14.15亿 m^3 ,其中干流淤积12.96亿 m^3 ,占总淤积量的92%,支流淤积1.19亿 m^3 ,占总淤积量的8%。

3. 淤积量的沿程分布

1) 干流淤积分布

2003年5月以前,干流淤积主要分布在距坝60 km以下,其中距坝30~60 km的范围内,断面间淤积量基本在500万 m^3 左右,变化幅度不大。距坝30 km以内断面间的冲淤量有大有小,主要受库区运用水位、水库运用方式和水库异重流等因素的影响,变化幅度较大。

2003年汛期库区淤积主要发生在距坝50~100 km之间的河段,淤积量在2 000万 m^3 左右。30~50 km之间淤积分布较以前变化不大。在距坝15 km以内则发生冲刷。2003年汛后~2004年2月,三门峡水库下泄清水,在平均流量小于700 m^3/s 的条件下,距坝85~110 km的河段内主槽发生了冲刷,最低河底高程冲刷幅度最大为10 m(HH49断面)。为了解小浪底坝前淤积情况,确定泥沙扰动的位置,2004年4月上旬对大坝—HH10断面安排了一次加测,从最新断面加测成果可以看出,在距坝14 km以内(HH10断面以下),淤积量约4 830万 m^3 。

2003年5月以前,距坝50 km以下最低河底高程呈逐年抬高的变化趋势,2003年5月~2004年2月变化不大,河道纵比降约为7‰。

2) 支流淤积分布

2003年支流淤积总量为2 000万 m^3 ,占库区淤积总量的6%。沟口断面淤积比较严重的支流有板涧河、涧河和沅西河。2003年汛期3条支流的沟口均有较大幅度的抬高,其中板涧河1断面抬高12.63 m。主要原因是干流河底高程抬高后,上游来沙倒灌入支流。

(二)库区淤积物粒径沿程分布

根据小浪底水库2003年第二次(10月中旬~11月上旬)水下淤积物测验资料, D_{50} 沿程变化的基本规律为距坝越近,断面平均 D_{50} 值越小。HH10断面—坝前 D_{50} 在0.006~0.008 mm之间(激光仪法,下同);HH44断面以上 D_{50} 在0.030 mm以上,回水末端附近HH52断面 D_{50} 为0.080 mm,HH54断面 D_{50} 为0.122 mm。

(三)坝前漏斗区淤积量

采用2004年4月加测的HH1—HH4断面的资料,估算坝前4.6 km区域2003年11月~2004年4月间的淤积量约为0.136亿 m^3 。