

HUANGHE GANLIU DAXING SHUIKU XIUJIANHOU
SHANGXIAYOU ZAIZAOCHUANG GUOCHENG

黄河干流大型水库修建后 上下游再造床过程

张晓华 尚红霞 郑艳爽 李 勇 黎桂喜 编著



黄河水利出版社

黄河干流大型水库修建后 上下游再造床过程

张晓华 尚红霞 郑艳爽 编著
李 勇 黎桂喜

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是一部关于黄河干流主要大型水库运用及水库修建对干流河道演变影响的专著,全书共分5章,内容包括:刘家峡水库、龙羊峡水库、上中游其他水库(盐锅峡、八盘峡、青铜峡、天桥)、三门峡水库、小浪底水库,主要阐述了各水库不同时期的运用特点、对水沙条件的改变、对库区及水库下游河道冲淤调整的影响等。同时在书后附上3个附录,分别为宁蒙河道冲淤规律及影响因素分析、黄河水质与生态系统、黄河上中游部分水库基本资料。

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方面研究的科技人员及高等院校有关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河干流大型水库修建后上下游再造床过程/张晓华等
编著. —郑州:黄河水利出版社,2008. 12

ISBN 978 - 7 - 80734 - 557 - 2

I. 黄… II. 张… III. 黄河 - 河道整治 - 研究
IV. TV882. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 202910 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:hhslebs@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:18.5

字数:320 千字

印数:1—1 000

版次:2008 年 12 月第 1 版

印次:2008 年 12 月第 1 次印刷

定价:76.00 元

序

黄河流域是中华民族的摇篮,她哺育了华夏民族,孕育了光辉灿烂的中华文明。黄河又是一条复杂难治的河流,从公元前 602 年到 1938 年,下游共决口 1 590 次,大的改道达 26 次之多,平均三年两决口,百年一改道,给沿黄两岸人民带来巨大灾难。这种局面在新中国成立以后得到改变,特别是随着三门峡水库等黄河干流大型水库的修建,黄河下游伏秋大汛岁岁安澜,并在灌溉、发电等方面也显示出巨大的效益,但大型水利枢纽的修建,改变了水库下游的来水来沙条件,也极大地改变了水库上下游的河道状况,带来许多新的问题。黄河第一坝——三门峡水库建成运用后,因库区淤积严重,而进行多次改建并改变运用方式,又因天然因素和引用水量的增加及上游龙羊峡水库和刘家峡水库的运用,引发了黄河宁蒙河道、小北干流和下游河道淤积加重、排洪能力降低等问题。

黄河干流大型水库的修建对水库上下游河道的影响早已引起各方面的广泛关注。三门峡水库修建初期,黄河水利委员会即成立黄河下游研究组,在钱宁等的带领下,对三门峡水库运用后黄河下游河床演变进行研究,提出了许多重要研究成果,为改建工程的决策提供了科学依据。进入 20 世纪 70 年代以后,黄河水利科学研究院泥沙所河床演变室的同志结合三门峡水库蓄清排浑及小浪底水库调水调沙运用对下游河道减淤作用等,做了大量分析工作,为三门峡水库及小浪底水库运用方式的确立提供了科学依据。这期间,一批青年人加入到科研队伍,如李勇、申冠卿、张晓华、尚红霞、郑艳爽等同志,他们勤奋工作,使黄河下游及干流其他河段河床演变研究工作得以延续、拓展。

近年来,黄河水利委员会党组提出了维持黄河健康生命的新理念,黄河干流河道,特别是修建水库后上下游河道演变研究的重要性也越发凸现,如何科学调度水库,提高河道输水输沙功能,成为维持黄河健康生命的重要研究内容。由张晓华、尚红霞等编著的《黄河干流大型水库修建后上下游再造床过程》是其中优秀的代表作。该书全面分析了黄河干流水库和河道的大量实测资料,系统总结、归纳黄河干流已建的多座大型水利枢纽投入运用以来不同时期的运行特点及其对水库上游库区、下游冲积性河道的重塑作用,内容丰富,

通俗易懂,是一本具有实用参考价值的著作。

我相信,该书的出版,对于进一步地开展黄河干流河道河床演变等相关研究,对于更好地认识水利枢纽的作用与地位,对于科学选择水利枢纽的运用方式和建立合理的水沙调控体系,维持黄河健康生命,具有重要的科学价值及实用意义。在此,我对该书的出版表示衷心的祝贺,并希望有更多的专著出版。

潘吴娣

2008 年 10 月

前 言

黄河是中华民族的摇篮,人类利用黄河水资源的历史可追溯到2 000年前。新中国成立以后,在全国大江大河中,对黄河灾害的治理和水利水电资源的开发利用也较早。在各种开发治理措施中,大型水利枢纽在一定时期内见效最快、发挥作用最大,同时对河流系统的改变强度也最大。迄今为止,黄河上已建和在建的水电站近20座,这些水电站在减灾、发电和灌溉等方面取得了巨大的社会效益和经济效益,为社会发展做出了贡献。

但是这些效益是通过改变黄河天然水沙运行规律而获得的,在得益的同时影响到河流系统的正常维持。尤其对黄河来说,由于水沙不协调的来水来沙条件和地上悬河的边界条件,河道调整对人类活动的影响尤为敏感,所引起的问题也更为突出和广泛。三门峡水库建成运用后即因造成严重问题而多次改建;上游龙羊峡水库和刘家峡水库(简称龙刘水库)的联合运用对河道的影响在20世纪90年代以前并未引起重视,直至近期黄河各冲积性河道(包括宁蒙河道、小北干流和黄河下游河道)出现淤积加重、排洪能力降低等问题,危及到防洪、防凌的安全,龙刘水库联合运用对河道的影响又开始引起各方的关注。

基于对河流系统的全面认识,黄河水利委员会提出维持黄河健康生命的构想,尝试建立人类开发利用与黄河自身健康和谐共赢的局面。解决黄河的河道问题,改变水少沙多、水沙不协调的来水来沙条件是关键;建立水沙调控体系通过水库联合调度协调水沙过程是主要措施。因此,如何科学调度水库,塑造合适的水沙过程以达到理想的河道冲淤,是维持黄河健康生命的重要研究课题;而充分利用修建水利枢纽后的实测资料,系统开展研究,全面认识水利枢纽对黄河健康生命的影响,是探索科学水库调度的基础和必需,也是现阶段治黄战略研究的迫切需求。

作者基于回顾历史、展望未来的目的编写了此书,总结、归纳黄河干流已建的多座大型水利枢纽投入运用以来各运用时期的运行特点及其对水库上游库区、下游冲积性河道的重塑作用,希望为黄河水沙调控体系的建设提供科技支撑。

在本书的编写和出版过程中,得到许多同志的关心和帮助。第七届全国

人大代表、著名治黄专家潘贤娣教授长期无私扶持我们这些年青治黄工作者,全程指导了本书的编写工作,提供了大量的宝贵资料,并拨冗作序;全国“五一”劳动奖章获得者、著名治黄专家赵业安教授始终关注着本书的出版,提出了许多重要的意见和建议;左卫广、王卫红、李小平、张敏、彭红、侯志军、罗立群、樊文玲、李萍、高际平、赵二玲、娄园园等也参加了本书或相关课题的部分工作,为本书的完成付出辛苦的劳动;黄河水利出版社岳德军副总编在本书的撰写过程中,也提出了许多宝贵的建议。在此,对他们表示衷心的感谢!

水库修建后上下游河道调整是一个非常复杂的过程,尤其对黄河这种水沙、河道条件都十分复杂的河流来说,更是有许多规律有待认识、许多机理有待探索。本书虽然系统阐述、总结了黄河干流大型水库修建后冲积性河道的调整过程和特点,鉴于问题的复杂性和作者的水平所限,仍有一些问题未能阐明或涉及,认识上难免偏颇或不当。作者抛砖引玉,目的是希望更多、更好的相关研究成果问世,也竭诚欢迎从事有关方面研究的领导、专家和广大读者批评指正!

作 者

2008 年 10 月

目 录

序

潘贤娣

前 言

第 1 章 刘家峡水库	(1)
1.1 水库基本情况	(1)
1.2 水库运用对水沙条件的改变	(6)
1.3 库区淤积发展	(9)
1.4 水库运用对黄河下游河道冲淤演变的影响	(11)
第 2 章 龙羊峡水库	(19)
2.1 水库基本情况	(19)
2.2 两库调蓄对水沙条件的改变	(26)
2.3 库区淤积情况	(27)
2.4 宁蒙河段冲淤变化	(28)
2.5 龙羊峡、刘家峡水库联合运用对下游河道冲淤演变的影响	(50)
第 3 章 上中游其他水库	(53)
3.1 盐锅峡水库	(53)
3.2 八盘峡水库	(58)
3.3 青铜峡水库	(64)
3.4 天桥水库	(72)
第 4 章 三门峡水库	(78)
4.1 水库基本情况	(78)
4.2 水库运用对水沙条件的改变	(80)
4.3 库区河道调整及相关问题	(103)
4.4 不同运用期下游河道的冲淤调整	(119)
4.5 三门峡水库运用 40 年水库上下游河道冲淤调整及面临的问题	(152)
4.6 三门峡水库调节径流泥沙对下游河道冲淤演变的影响分析估算	(162)
第 5 章 小浪底水库	(168)
5.1 水库基本情况	(168)
5.2 水库运用对水沙条件的改变	(175)
5.3 水库修建后库区冲淤演变	(176)
5.4 下游河道冲淤情况	(182)
附录 A 宁蒙河道冲淤规律及影响因素分析	(189)

A. 1 宁蒙河道淤积现状 (189)

A. 2 宁蒙河道冲淤规律研究 (200)

A. 3 河道的输沙特性 (203)

A. 4 河道淤积加重原因初步分析 (208)

A. 5 缓解宁蒙河道淤积的措施 (239)

A. 6 认识与建议 (242)

附录 B 黄河水质与生态系统 (245)

 B. 1 黄河水质现状 (245)

 B. 2 河流生态系统现状 (246)

附录 C 黄河上中游部分水库基本资料 (250)

 C. 1 龙羊峡水库 (250)

 C. 2 刘家峡水库 (252)

 C. 3 盐锅峡水库 (264)

 C. 4 八盘峡水库 (269)

 C. 5 青铜峡水库 (274)

 C. 6 天桥水库 (279)

参考文献 (285)

第 1 章 刘家峡水库

1.1 水库基本情况

1.1.1 水库概况

刘家峡水库是一座以发电为主,兼有防洪、灌溉、防凌、养殖等综合效益的大型水利水电枢纽工程,位于甘肃省永靖县境内的黄河干流上(见图 1-1),上距黄河源头 2 019 km,下距省会兰州市 100 km,控制流域面积 181 766 km²,占黄河全流域面积的 1/4,是黄河流域规划中干流开发的第 7 个梯级电站。坝址在支流洮河汇入下游 1.5 km 的红柳沟沟口,位于刘家峡峡谷出口约 2 km 处。

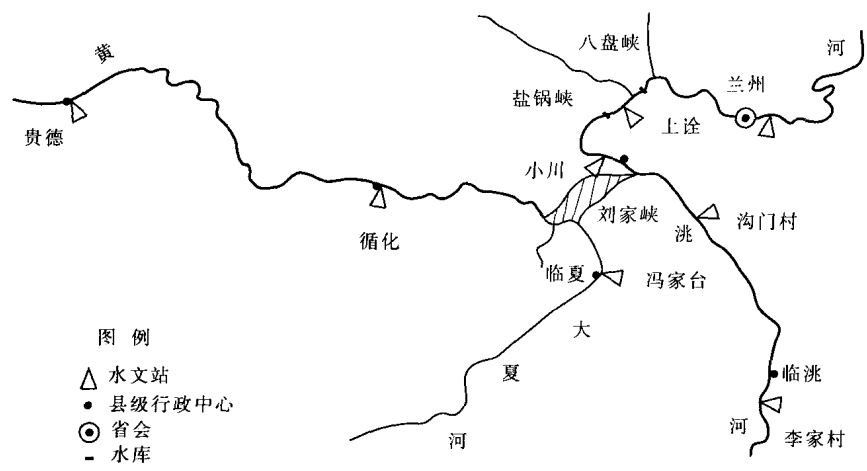


图 1-1 刘家峡水库位置图

刘家峡水电站枢纽工程由河床混凝土整体重力坝(主坝)、左右岸混凝土副坝、右岸黄土副坝、左岸泄水道、右岸泄洪洞、排沙洞、岸边溢洪道、坝后厂房和地下厂房等建筑物组成。拦河坝全长 840 m,其中主坝 204 m,右岸副坝 300 m,溢流堰 48 m,黄土副坝 236 m,左岸副坝 51 m,属一级建筑物(见图 1-2)。泄水建筑物泄流曲线见图 1-3。

设计正常蓄水位 1 735 m,极限死水位 1 694 m,防洪标准按千年一遇洪水设计、万年一遇洪水校核,设计洪水位 1 735 m,校核洪水位 1 738 m。校核洪

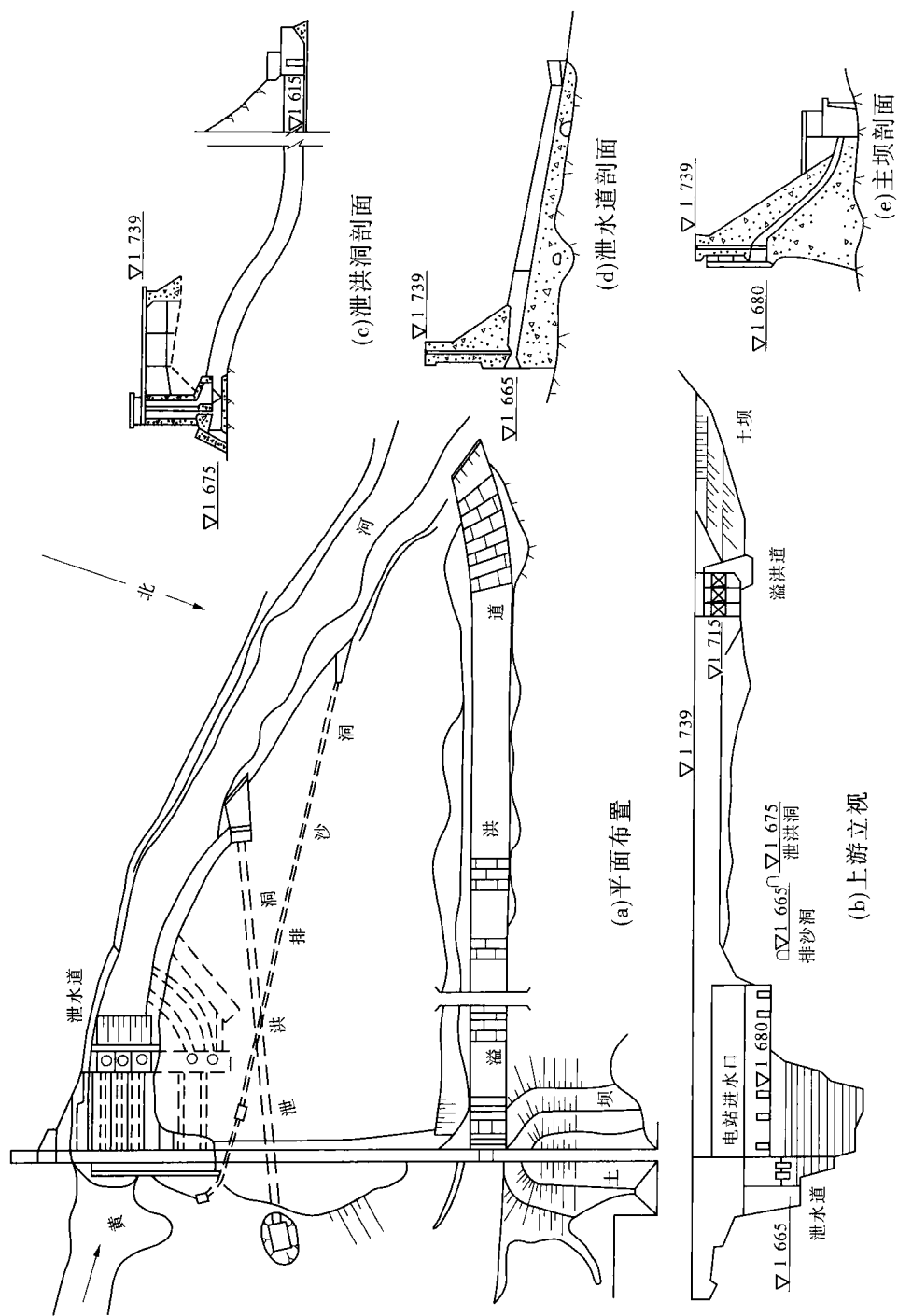


图 1-2 刘家峡水电站枢纽布置图 (单位:m)

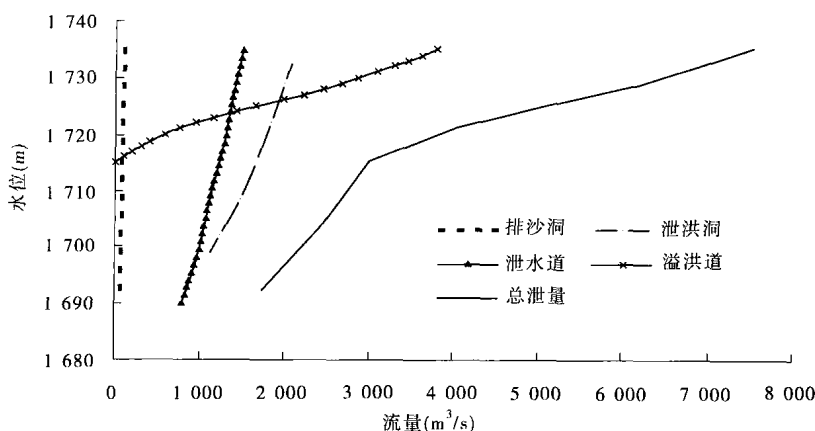


图 1-3 刘家峡水库泄水建筑物泄流曲线

水位以下总库容 64 亿 m^3 , 设计洪水位以下总库容 57 亿 m^3 , 兴利库容 41.5 亿 m^3 , 为不完全调节水库 (见表 1-1)。设计选用的水文系列为 1919 ~ 1963 年, 后延长到 1972 年, 多年平均流量为 $866 \text{ m}^3/\text{s}$, 径流量为 273 亿 m^3 。经调节后, 当库水位为 1 735 m 时, 泄水建筑物可宣泄出千年一遇洪水流量 $7\,500 \text{ m}^3/\text{s}$, 当宣泄万年一遇校核洪水流量 $9\,220 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 库水位可升到 1 738 m。

表 1-1 黄河刘家峡水库主要技术经济指标

指标	序号	名称	单位	数值	备注
水库技术指标	1	水库水位	校核洪水位 ($p=0.01\%$)	m	1 738.00
			设计洪水位 ($p=0.1\%$)	m	1 735.00
			设计正常蓄水位	m	1 735.00
			汛期限制水位	m	1 726.00
			极限死水位	m	1 694.00
	2	正常蓄水位的水库面积	km^2	140	
	3	水库容积	校核洪水位以下总库容 (1 738.0 m 以下)	亿 m^3	64
			设计洪水位以下总库容 (1 735.0 m 以下)	亿 m^3	57
			防洪库容 (1 738.0 ~ 1 726.0 m)	亿 m^3	14.7
			兴利库容 (1 735.0 ~ 1 694.0 m)	亿 m^3	41.5
			死库容 (1 694.0 m 以下)	亿 m^3	15.5
	4	回水长度 (1 735.0 m 以下)	km	66	洮河回长水度约 30 km 大夏河回水长度约 15 km
	5	水库系数 (径流利用程度)	%	16	不完全调节

续表 1-1

	序号	名称	单位	数值	备注
水电站经济指标	1	发电效益			
		装机容量	万 kW	122.50	
		保证出力(95%)	万 kW	40.00	
		平均年发电量	亿 kWh	57.00	
		年利用小时数	h	4 650.00	
	2	防洪效益	m ³ /s	6 500	
	3	灌溉效益	万 hm ²	105.33	
	4	航运效益	km	830	
	5	防凌效益	km	700	
	6	增加梯级发电效益			
	7	城市及工业用水			
	8	水库内养鱼效益	t	30	
	9	单位千瓦投资	元/kW	521	1980 年
	10	单位千瓦造价	元/kW	420	1980 年

坝址断面多年平均输沙量为 8 940 万 t,其中洮河占 2 740 万 t。输沙量往往集中在汛期时间很短的几次洪峰过程中。

电站安装五台水轮发电机组,总容量 1 225 MW,其中 1、2、4 号机组为 225 MW,3 号机组为 250 MW,5 号机组为 300 MW。竣工验收核定全厂出力为 1 160 MW,其中 3 号机组为 225 MW,5 号机组为 260 MW。保证出力 400 MW,多年平均发电量 57 亿 kWh。1968 年 10 月水库蓄水成功,1969 年 3 月 29 日第一台机组开始发电,1974 年年底最后一台机组安装完毕。近年来,对发电机组又进行了增容改造,2、4 号机组分别于 1994、1998 年增容为 255 MW,1999 年 3 号机组增容为 260 MW;1999 年底开始改造 5 号机组,2000 年完成后增容到 320 MW;1 号机组 2002 年初增容到 260 MW,现在全厂总机容量达到 1 350 MW。

水库主要由黄河干流、右岸支流洮河及大夏河 3 部分组成,洮河及大夏河分别在坝址上游 1.5 km 和 26 km 汇入。设计水库正常蓄水位 1 735 m 以下库容 57.0 亿 m³ 中,黄河干流占 94%,洮河占 2%,大夏河占 4%。库区水域呈西南—东北向延伸,长约 54 km,面积 130 多 km² (见图 1-4)。干流库区由刘家峡、永靖川地和寺沟峡组成;洮河库区由茅笼峡和唐汪川地组成;大夏河库区处在野狐峡以下河段。各库区的原始地形特征值见表 1-2。

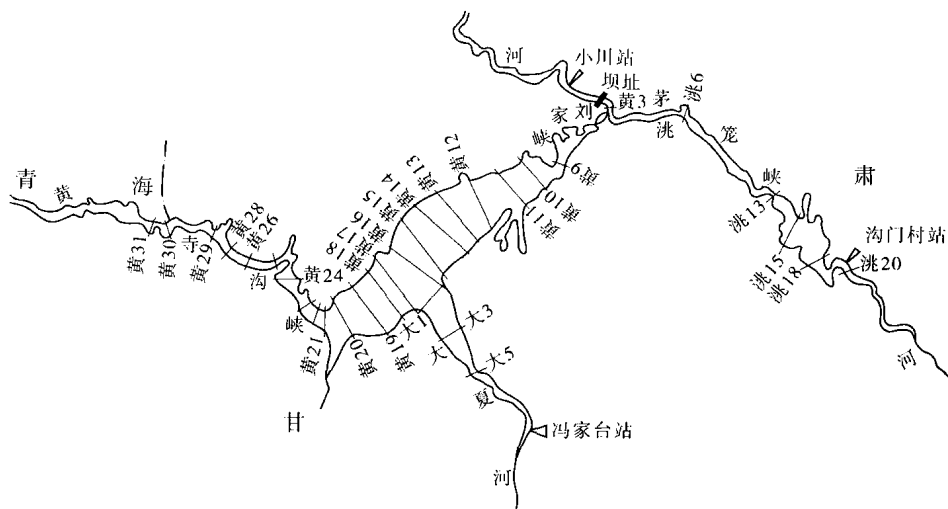


图 1-4 刘家峡库区淤积测量断面布置

表 1-2 刘家峡干支流库区地形特征值

项目	黄河干流			洮河	大夏河
	刘家峡	永靖川地	寺沟峡	茅笼峡	野孤峡以下
长度(km)	8.5	23.8	22.0	20.0	15
宽度(m)	100~200	3 000~6 000	100~200	100~200	400~500
坡度(‰)	2.0	1.4	3.4	2.5~10	4.5
断面编号	黄 0—9	黄 9—21	黄 21 以上	洮 0—13	大 1—9

刘家峡水库入库控制站为干流循化站(距坝址 113 km)、支流洮河红旗站(距坝址 28 km)和大夏河折桥站(距坝址 48 km)之和(以下简称三站),出库控制站为小川站。小川下游至上埝站 30 km 间无大支流入汇,因此在小川没有观测资料前可用上埝站代替。

1.1.2 入库水沙条件

1950 年 11 月~1968 年 10 月,三站入库年平均水量为 296.8 亿 m^3 ,其中支流洮河和大夏河分别占 18% 和 4%;三站年水量最大与最小比值为 2,年内水量主要来自汛期,约占年水量的 60%。三站入库年平均沙量为 0.757 亿 t,其中支流洮河和大夏河分别占 40% 和 6%;沙量年际间变幅比较大,年最大与最小比值为 5,年内沙量主要来自汛期,集中程度大于水量,占年沙量的 80% 左右。

1.1.3 水库运用情况

刘家峡水库于1968年10月15日开始蓄水,1969年11月5日库水位至1 735 m开始正常运用。最高水位1 735.5 m(1979年10月30日),最低水位1 693.39 m(1978年5月28日)。水库为不完全年调节水库,根据水库实际调度情况,将一年内运用情况分为两个阶段:①每年11月~次年6月为非汛期。一般情况下泄水以满足下游灌溉和盐锅峡、青铜峡电厂用水,以及保证宁蒙河道安全防凌需要,控制下泄流量到次年6月底泄到死水位1 694 m左右。其中每年11月1日~次年3月31日为黄河防凌期,每年4~6月为春灌期。②7~10月为汛期。水库从6月底开始蓄水到防洪限制水位1 726 m左右,汛末逐步抬高水位,10月底蓄水到正常水位1 735 m。运用以来10月末的最高蓄水位都比较接近,为1 733.6~1 735 m,但水库泄水降低水位的变幅比较大,最低水位1 693.39 m,1982年以来有所增加,为1 711.89 m,1983年10月末水位1 719.7 m。汛期9月上旬以前的主要任务是保证其下游兰州的防洪安全,7~8月坝前水位控制在1 720 m左右,9月10日前后蓄至防汛限制水位1 726 m,如果来水流量不超过 $1\,500\text{ m}^3/\text{s}$,水库开始蓄水,10月底水库蓄满。

在分析刘家峡水库调节径流情况时,以干流入库站循化的径流量加上支流大夏河和洮河的径流量与出库站小川的径流量的差值计算水库的蓄泄量,1968年11月~1986年10月,年平均汛期蓄水27.8亿 m^3 ,非汛期泄水26.7亿 m^3 ,年内水库水量基本平衡。但年际变化大,除1969年汛期外,汛期最大蓄水量44.17亿 m^3 (1978年),汛期最小蓄水量6.33亿 m^3 (1977年);非汛期最大泄水量44.1亿 m^3 (1973年11月~1974年6月),非汛期最小泄水量12.4亿 m^3 (1977年11月~1978年6月)。

1.2 水库运用对水沙条件的改变

1.2.1 入库水文泥沙特性

进入刘家峡水库的径流量和输沙量的控制站,有黄河干流的循化水文站、支流大夏河的冯家台(折桥)水文站和洮河的红旗水文站。多年平均径流量为272.7亿 m^3 ,输沙量为0.655亿t,水库入库径流量、输沙量见表1-3。

表 1-3 刘家峡水库入库径流量、输沙量

河名	站名	径流量(亿 m ³)			输沙量(亿 t)			统计年
		汛期	非汛期	全年	汛期	非汛期	全年	
黄河	循化	126.10	91.19	217.29	0.285	0.076	0.361	1979
洮河	红旗	26.82	19.50	46.32	0.221	0.042	0.263	1978
大夏河	冯家台	5.45	3.64	9.09	0.025	0.006	0.031	1978
合计		158.37	114.33	272.70	0.531	0.124	0.655	1978 ~ 1979

从表 1-3 中可以看出,汛期径流量占全年径流量的 58% ~ 60%,输沙量占全年输沙量的 79% ~ 84%。输沙量更集中在洪水期,甚至集中在一场洪水或一天之内。洮河红旗水文站,1959 年全年输沙量为 4 720 万 t,该年 8 月 21 ~ 25 日一场洪水的输沙量就高达 1 640 万 t,8 月 24 日一天的输沙量达到 1 340 万 t,占全年输沙量的 28.4%。洮河的沙峰频繁、丰沙年份的 7、8 月可出现 4 ~ 8 次沙峰。虽然洪峰流量不大,但它对刘家峡水电站的安全运行威胁极大,迫使刘家峡水电站停机泄空冲刷坝区淤积,以减少过机泥沙及过流部件的磨损。

刘家峡水库入库的径流量和输沙量来自干支流,其洪峰与沙峰不对应。洪水主要来自黄河干流,泥沙主要来自支流洮河。黄河来沙较粗,洮河来沙较细,入库(汛期)泥沙颗粒级配见表 1-4。

表 1-4 刘家峡水库入库(汛期)泥沙颗粒级配

河名	站名	小于某粒径的沙重百分数(%)							平均粒径 (mm)
		0.01 mm	0.025 mm	0.05 mm	0.1 mm	0.25 mm	0.5 mm	1.0 mm	
黄河	循化	27.9	50.6	73.2	88.4	97.7	99.5	100	0.061
洮河	红旗	28.2	53.0	77.2	91.7	97.8	99.6	100	0.049

由于洮河泥沙颗粒较细,粒径 $d < 0.01$ mm 的沙重百分数为 28.2%,进入库区壅水范围以后,容易发生异重流,可利用异重流排沙,减少水库淤积。

1.2.2 对入库水沙条件的改变

1.2.2.1 改变天然径流过程,致使年内水量和沙量分配发生变化

刘家峡水库运用(1968 年 11 月 ~ 1986 年 10 月)以来,年平均入库水量为 288.2 亿 m³,较天然情况下(1950 ~ 1968 年)减少 8.6 亿 m³,其中洮河和大夏河分别减少 4.8 亿 m³ 和 2.3 亿 m³,但入库水量汛期占全年的比例变化不大。

由于水库为年调节,出库站小川年平均水量与天然情况下接近,但汛期水量占年水量的比例发生了变化,由 61% 下降至 51%。

年平均入库沙量为 0.726 亿 t,较天然情况下减少 4%;由于水库拦沙,出库年平均沙量仅为 0.157 亿 t,较天然情况下减少 81%。汛期沙量占年沙量比例也发生了变化,由天然情况下的 83% 下降至 60%。

1.2.2.2 洪峰流量大幅度削减,洪量有所减少

统计刘家峡水库对洪峰的削减情况。建库后入库洪峰流量超过 $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的有 3 次,而出库洪峰流量均小于 $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。1968~1986 年的 71 次洪水,平均削减洪峰 20% 左右,主要发生在流量为 $1\,500\sim2\,500\text{ m}^3/\text{s}$;平均削减洪峰 20% 左右,流量为 $2\,000\sim3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的洪水削减洪峰 25% 左右,大于 $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的洪水削减洪峰 15% 左右。

1.2.2.3 汛期出库流量趋于均匀,小流量持续时间延长

从汛期不同流量级入出库历时和水沙量变化情况看,刘家峡水库单库运用期间,出库流量小于 $1\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的流量级历时由 27 d 增加到 51 d,而 $1\,000\sim3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的流量级历时由 88 d 减少到 66 d。仅个别大水年份,水库汛初蓄水较多,汛期水库运用限制在一定水位,入库流量大时,出库流量亦较大。如 1981 年汛期流量级为 $4\,500\sim5\,000\text{ m}^3/\text{s}$,入库历时为 4 d 而出库历时为 9 d,而大于 $5\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的流量级,由入库历时 7 d 减少到出库历时 2 d。

1.2.2.4 拦截部分泥沙

水库调节径流的同时也拦截了部分泥沙,因此库区逐年淤积。到 1980 年 10 月,年均拦沙 0.58 亿 t,其中汛期拦沙 0.47 亿 t 左右,非汛期拦沙 0.11 亿 t,总库容损失 20% 左右。1968 年 11 月~1986 年 10 月水库年平均排沙比为 22%,其中汛期平均排沙比为 17%。由于来沙量较大的洮河距大坝仅 1.5 km,因此造成坝前泥沙淤积严重,从 1972 年开始每年进行异重流排沙,1972~1985 年累计排沙量约 1 亿 t,同时 1981 年、1984 年和 1985 年汛期短时间降低水位冲刷库内泥沙,以改善发电引水条件。

至 1985 年 10 月,水库实测淤积泥沙 9.91 亿 m^3 ,占原始总库容的 17.4%。其中,洮河库区淤积 0.425 亿 m^3 ,占其库容的 32%;大夏河库区淤积 0.306 亿 m^3 ,占其库容的 11%。泥沙主要淤积在高程 172 m 以下库容,全库区死库容淤积 6.9 亿 m^3 ,损失 44.8%;有效库容淤积 3.01 亿 m^3 ,仅损失 7.2%。干流淤积量占总淤积量的 92.6%。