

JI DUONISHA HELIU SHUIKU NISHA GUANJIAN JISHU YANJIU

BAJIAZUI SHUIKU

巴家嘴水库 及多泥沙河流水库 泥沙关键技术研究

郭选英 宋红霞 刘生云 陈雄波 李庆国 著



黄河水利出版社

巴家嘴水库及多泥沙河流水库 泥沙关键技术研究

郭选英 宋红霞 刘生云 陈雄波 李庆国 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书通过对巴家嘴水库建设、运行、改建过程的剖析和研究,提出了黄土高原缺水地区,多沙、高含沙河流水库工程设计关键技术问题的解决途径。本书分为上篇、中篇、下篇,上篇主要介绍建设、运用、改建及高含沙水库泥沙运动机理研究,中篇主要介绍水库除险加固工程泥沙设计,下篇介绍水库泥沙设计中的关键技术问题。本书通过对巴家嘴水库建设、设计、运用的长期实践、认识,再实践、再认识,从排沙、减淤、保持有效库容的角度,提出了“设计满足各级设计水位泄量要求的水库泄流曲线,这是多沙河流水库泄流曲线的显著特点”等观点,提出了兼顾地方用水和排沙要求的水库运用方式,为水利工程师工程设计提供了重要的参考和工程实例。

图书在版编目(CIP)数据

巴家嘴水库及多泥沙河流水库泥沙关键技术研究/郭选英等著. —郑州:黄河水利出版社,2007. 12

ISBN 978 - 7 - 80734 - 340 - 0

I. 巴 … II. 郭 … III. 水库泥沙 - 泥沙控制处理 - 研究 - 西峰市 IV. TV145

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 182966 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, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:9.5

字数:220千字

印数:1—1 000

版次:2007年12月第1版

印次:2007年12月第1次印刷

书号:ISBN 978 - 7 - 80734 - 340 - 0/TV · 535

定价:28.00元

前 言

巴家嘴水库位于水源贫乏的甘肃省庆阳市,是庆阳市不可或缺的重要水源,在当地经济社会发展中起着重要作用。由于水库年均来水含沙量高达 218 kg/m^3 ,泥沙问题非常严重,致使庆阳市用水和水库排沙之间的矛盾非常突出。当地为了解决用水,特别是用清水的问题,于 1992 年、1996 年两次改变水库排沙方式,排沙期缩短,并且在汛期平水期蓄浑用清,河槽淤积严重。加上水库泄流能力的限制,常遇洪水上滩淤积,滩槽同步抬高,防洪库容锐减,水库防洪标准降低,工程存在安全隐患。长期以来,水库泥沙问题一直困扰着巴家嘴水库,是巴家嘴水库的一大遗留问题。

本书主要研究成果如下:

(1)对巴家嘴水库高含沙水流特性和冲淤特性进行了规律性分析。总结出巴家嘴水库高含沙洪水不仅挟沙能力强,而且存在浆河、间歇流、停滞、泥沙沉降等特性;总结了巴家嘴水库高含沙水流的宾汉极限切应力与含沙量、悬移质泥沙中数粒径的关系规律。

(2)将多沙河流水库泄流规模的确定由点控制转变为线控制。从排沙、减淤、保持有效库容的角度提出了“设计满足各级设计水位泄量要求的水库泄流曲线,这是多沙河流水库泄流曲线的显著特点”的观点,在多沙河流水利水电工程设计中尚属首例。

(3)提出泥沙数模计算时段应以不引起洪水过程线有较大变形为原则确定。通过对水库防洪库容锐减原因及来水来沙特性的深入分析,认为巴家嘴水库以日为计算时段设计的洪水过程线变形严重,导致计算结果误差偏大,本次巴家嘴水库汛期及非汛期洪水期入库水沙过程线,按实测洪水过程设计。首次提出了对于山区具有暴涨暴落高含沙洪水来沙特性的水库,在泥沙数学模型计算中,计算时段应以不引起计算过程中洪水过程线有较大变形为原则确定。

(4)将巴家嘴水库运用的主汛期分为主汛期平水期、主汛期基流冲刷期、主汛期洪水期三个时期,并提出了主汛期各个时期既防洪保坝,又保障供水,既控制水库淤积,又保持有效库容的水库运用限制水位和条件,为黄土高原缺水地区水库运用方式的制定提供了重要参考。

(5)坚持人与自然和谐相处的原则,提出了兼顾排沙和用水的水库运用方式。通过对水库洪水来沙特性、高含沙水库淤积特性、泄流规模及运用方式的高度综合和灵活运用,解决了黄土高原缺水地区高含沙水库的蓄浑用清问题,为类似缺水地区实现经济的可持续发展提供了可以借鉴的、有效解决问题的途径。

(6)不仅对巴家嘴水库工程关键技术问题进行了深入的研究,为水利工程师进行多沙河流水库工程设计提供参考,而且在多沙水库分组沙排沙分析、水库泥沙数学模型设计等方面提出了新的研究成果,以供广大水利工程师在水利工程设计中应用。

作者自 1992 年开始在河流泥沙工程专家涂启华的指导下,潜心研究巴家嘴水库工程泥沙问题,结合巴家嘴水库增建泄洪洞工程设计、巴家嘴水库运用方式研究、巴家嘴水库

除险加固工程设计,在高含沙河流水库工程泥沙设计及水库运用方面取得了重要的认识和成果,并且已经应用于巴家嘴水库除险加固工程设计和建设,为推广和交流研究心得,推动泥沙工程学的发展,特撰写成书。

本书前言及上篇由刘生云、宋红霞、郭选英执笔,中篇由郭选英、宋红霞、刘生云、陈雄波、李庆国执笔,下篇及参考文献由宋红霞、陈雄波、郭选英、刘生云执笔。全书由郭选英、李庆国统稿。在此向共同参与研究工作的安催花、郜国明等同志表示感谢。

作 者

2007年9月

目 录

前 言

上篇 巴家嘴水库工程泥沙问题

第一章 概 况	(3)
第一节 巴家嘴水库工程概况	(3)
第二节 库区和下游社会经济情况	(4)
第三节 水库任务和运用方式变化	(4)
第四节 水 文	(6)
第二章 巴家嘴水库来水来沙特性	(9)
第三章 巴家嘴水库高含沙水流泥沙运动机理	(16)
第四章 巴家嘴水库淤积	(26)
第一节 水库淤积形态分析	(26)
第二节 库容变化	(29)
第三节 各时期槽库容变化	(29)
第四节 滩槽同步抬高原因分析	(30)
第五章 庆阳市水资源问题	(32)
第一节 庆阳市概况	(32)
第二节 水资源量	(33)
第三节 水资源开发利用现状	(34)
第四节 实现水资源可持续利用的对策措施	(37)
第六章 巴家嘴水库出险	(38)
第一节 大坝安全鉴定	(38)
第二节 1993 年研究成果及防洪库容锐减原因分析	(39)
第七章 巴家嘴水库除险加固的必要性	(41)
第一节 工程建设的必要性分析	(41)
第二节 除险加固工程的必要性	(42)
第三节 蒲河流域修建取水枢纽的可能性分析	(42)

中篇 巴家嘴水库除险加固工程泥沙设计

第八章 巴家嘴水库除险加固设计原则与对策	(47)
第九章 除险加固来沙设计	(48)
第一节 水沙系列选择原则	(48)
第二节 设计系列水沙量及过程	(48)

第十章 除险加固库区淤积设计	(55)
第一节 水库冲淤计算原则及方法	(55)
第二节 水库淤积计算分析方案	(59)
第三节 水库冲淤预测计算结果	(62)
第四节 各方案淤积预测结果比较分析	(67)
第十一章 除险加固淤积形态设计及有效库容	(69)
第一节 库区淤积形态设计	(69)
第二节 坝前漏斗形态	(72)
第三节 有效库容变化	(79)
第十二章 巴家嘴水库保持有效库容条件及泄流规模论证	(82)
第一节 保持库容条件	(82)
第二节 设计水位控制	(84)
第三节 水库泄流规模	(85)
第四节 水库运用方式	(88)
第十三章 除险加固水库平衡分析	(89)
第一节 巴家嘴水库淤积平衡条件分析	(89)
第二节 各方案水库淤积平衡条件对比	(91)
第十四章 除险加固工程泥沙设计评价	(93)
第一节 水沙条件预测评价	(93)
第二节 水库泥沙冲淤计算方法评价	(93)
第三节 水库敞泄排沙和冲刷计算方法评价	(94)
第四节 水库淤积预测评价	(95)
第五节 综合评价	(96)
第六节 除险加固方案评价	(96)
第七节 除险加固建设采用方案	(96)

下篇 多沙、高含沙河流水库泥沙设计中的几个关键技术问题

第十五章 来水来沙特性与水库泥沙数学模型设计	(99)
第一节 来水来沙	(99)
第二节 水库冲淤计算数学模型时间步长的确定	(101)
第三节 结 语	(102)
第十六章 多沙河流水库分组沙排沙关系研究	(103)
第一节 多沙河流水库分组沙排沙设计计算方法研究的必要性	(103)
第二节 影响分组泥沙输沙的主要因素	(103)
第三节 分析资料选取的依据和原则	(103)
第四节 分组泥沙输沙关系线	(104)
第五节 单沙级配直线插值合理性论证	(106)
第六节 分组泥沙输沙关系验算与适应性	(108)

第七节	分组沙排沙关系与黄河小北干流放淤试验调度指标论证	(112)
第十七章	多沙河流水库泄流规模论证与分析研究	(116)
第一节	巴家嘴水库历史回顾	(116)
第二节	泄流规模与水库淤积	(117)
第三节	结 论	(121)
第十八章	多泥沙河流水库平面二维泥沙数学模型研究	(123)
第一节	水流泥沙运动的控制方程	(123)
第二节	计算定解条件	(126)
第三节	泥沙模块计算时所用公式和参数的选取	(131)
第四节	模型的验证	(133)
第五节	本章小结	(140)
参考文献	(142)

上篇

巴家嘴水库工程泥沙问题



第一章 概 况

第一节 巴家嘴水库工程概况

巴家嘴水库位于甘肃省境内泾河支流蒲河中游的黄土高原地区,控制流域面积 3 478 km²,占蒲河流域面积的 46.5%,是一座集防洪、供水、灌溉及发电于一体的大(2)型水库。整个工程由一座拦河大坝、一条输水洞、两条泄洪洞、两级发电站和电力提灌站等组成。水库于 1958 年 9 月开始兴建,1960 年 2 月截流,1962 年 7 月建成,为拦泥试验库。初建坝高 58 m,相应库容 2.57 亿 m³,为黄土均质坝。左岸设一条输水发电洞,直径 2 m;一条泄洪洞,直径 4 m,用做泄洪排沙。1965 年、1974 年曾两次加高坝体,坝高 74.0 m,校核洪水水位下原始总库容为 5.110 亿 m³。第二次加高大坝的同时,又改建了泄洪洞与输水洞,泄洪洞进口底坎高程抬升 0.5 m,输水洞进口底坎高程抬升 3.5 m,泄洪洞最大泄流能力为 101.9 m³/s。1992 年 9 月增建泄洪洞工程正式开工,于 1998 年汛前投入运用。

水库自 1960 年投入运用以来,采用过蓄水拦沙、自然滞洪和蓄清排浑三种运用方式。1960 年 2 月~1964 年 5 月和 1969 年 9 月~1974 年 1 月蓄水拦沙运用时,入库泥沙大部分拦在库内,库区淤积严重。1964 年 5 月~1969 年 9 月和 1974 年 1 月~1977 年 8 月为自然滞洪期,第一次自然滞洪运用时因泄流能力未增加,汛期滞洪,淤积量仍较大;第二次自然滞洪运用时,改建了泄洪洞,且进库水沙量偏枯,因此淤积较少。1977 年 8 月以后,水库虽改为“蓄清排浑”运用方式,但由于泄流能力不足,严重滞洪,库区仍有大量淤积。1960 年 2 月~2004 年 6 月,水库总淤积量为 3.2 亿 m³,有效库容仅剩 1.78 亿 m³。

蒲河流域属黄土高原沟壑区,水土流失严重,库区沟谷发育。河道陡峻,天然河道平均比降 22.8‰,河宽 500~700 m。河床组成为砂卵石与基岩相间,两岸不连续分布有 I~V 级阶地。出露在库区的地表岩层为白垩系,分布在河谷两侧,一般高出河床 15~40 m 不等。岩层自下而上排列为页岩、砂岩、亚黏土、黄土。

新增泄洪洞(5 m×7.5 m)进口高程 1 085 m,于 1993 年开工建设,1998 年 8 月投入运用。现状水库泄水建筑物泄流能力为:水位 1 090 m 泄量 109.6 m³/s;水位 1 100 m 泄量 340.7 m³/s;水位 1 110 m 泄量 468.8 m³/s;水位 1 120 m 泄量 568.8 m³/s;水位 1 124 m 泄量 604.1 m³/s。泄流规模虽有增大,但仍然严重不足,主要是不能控制库区滩地的淤积抬高,不能保持有较大的库容以满足防洪保坝安全的要求。按 2004 年 6 月的实测库容进行调洪计算,水库仅可防御 720 年一遇洪水,水库防洪能力严重降低。

目前,巴家嘴水库任务以防洪保坝、城市供水为主,兼顾灌溉。水库汛期需要承担城市供水任务,不可避免地要发生一定的蓄水淤积,同时,汛期洪水洪峰流量大,洪水挟带大量泥沙入库,由于泄流规模不足,洪水漫滩淤积严重,也不可避免地要发生滩地淤积,继续淤积损失库容。因此,进一步采取措施显著增大水库泄洪排沙能力,实属当务之急。增建

泄流设施,可以控制低水位大泄量,延缓库区滩面淤高,满足水库运用一定时期内,形成较大槽库容,达到水库冲淤相对平衡,库区滩面相对稳定,水库防洪保坝、供水的库容相对稳定,以长期发挥水库的综合效益。因此,自 2006 年 3 月开始了巴家嘴水库除险加固工程建设。

第二节 库区和下游社会经济情况

巴家嘴坝址以上,沟壑纵横,耕地面积较少,高塬区耕地约占 40%,丘陵区耕地约占 26%,农作物以小麦、高粱、糜子等为主,人口稀少。

库区左岸为董志塬,右岸为太平塬,塬谷高差达 300 m。董志塬地势平坦,土层深厚,土壤肥沃,有耕地 8.67 万 hm^2 ,是陇东粮食主要产区。

坝址下游蒲河、泾河沿岸主要有陕西、甘肃两省的西峰、镇原、宁县、正宁、泾川、长武、彬县、礼泉、泾阳和高陵等 10 个县(区),47 个乡镇,14.02 万人,1.9 万 hm^2 耕地,13 座水电站(抽水泵站),以及大量的厂矿企业、学校和企事业单位。其中甘肃省境内涉及 5 个县(区),15 个乡镇,2.1 万人,1 413 hm^2 耕地;陕西省境内涉及 5 个县,32 个乡镇,11.92 万人,1.76 万 hm^2 耕地。

巴家嘴水库大坝到宋家坡属蒲河段,河道长 50 km,洪水影响范围主要涉及庆阳市的西峰、镇原、宁县三县(区),10 个乡镇,724 人,耕地面积 305.87 hm^2 ,小型水电站 6 座,国家文物保护单位 1 处。

宋家坡至泾河入渭口属泾河干流段,河道长 280 km,洪水影响范围主要涉及庆阳市宁县、正宁,平凉的泾川,陕西省的长武、彬县、礼泉和泾阳等 9 个县,37 个乡镇,12 万人,1.8 万 hm^2 耕地,以及 6 座水电站和大量的水利工程。该河段土地肥沃、经济发达、人口稠密,是泾河流域重要的产粮基地,同时,有大量的厂矿企业,城镇乡村分布两岸,张家山以下河道是咸阳市重要的沙石资源开采区,彬县县城泾水之滨,附近有国家拟建的大佛寺、小庄、孟村、红崖等煤田和重要的文物保护单位,长庆桥是庆阳市确定的经济开发区。

第三节 水库任务和运用方式变化

水库任务,历经变化。在 1954 年《黄河综合利用规划技术经济报告》中,巴家嘴水库为拟定修建的大型拦泥水库。1957 年《泾河流域规划》拟定巴家嘴水库为控制性拦泥库,其任务为拦泥、调节水量,兼顾发电、灌溉。1964 年底,周恩来总理主持召开的治黄会议,同意巴家嘴水库改为拦泥试验库。1968 年,由于地方政府坚持水库“以发电为主兼顾种地”的原则,从 1968 年 10 月开始,水库实行“非汛期蓄水发电、汛期滞洪排沙”运用,拦泥试验未能按计划继续进行。

为在水库进行拦泥试验,并用坝前淤土进行加高坝体试验,分别对大坝进行了两次加高。第一次于 1965 年 3 月开工,1966 年底完工,顺大坝背水坡加高 8 m,坝顶高程 1 116.7 m,总库容 3.63 亿 m^3 。第二次于 1974 年 11 月开工,1975 年 6 月完工,顺大坝迎水坡加高 8 m,实际坝顶高程 1 124.7 m,最大坝高 74 m,总库容 5.11 亿 m^3 。

1980年1月19日,黄河水利委员会(以下简称黄委会)以[1980]黄计字03号《关于巴家嘴水库不再进行淤土加高试验的报告》报水利部。报告称:巴家嘴水库已取得有关试验资料,不再进行淤土加高试验,由于当地发展农业的需要,已改为蓄水运用,今后水库加固和改建工程及管理,由甘肃省水利局负责实施。

黄委会设计院(现黄河设计公司)1980年4月完成《巴家嘴水库改建工程规划及增建泄洪洞工程方案比较》报水利部,根据不再进行淤土加高试验的精神,加固设计不再按拦泥试验坝的指导思想进行。根据水利部[81]水规字第86号文批复“关于编制巴家嘴增建溢洪道工程的初步设计及概算”要求,黄委会设计院于1983年9月完成《巴家嘴水库增建泄洪建筑物初步设计报告》,确定水库按“蓄清排浑,滞洪排沙”方式运用,并进行泄洪洞与溢洪道方案比较,以投资少、工程运用安全可靠、有利于减淤排沙、保持有效库容为由,推荐明流洞方案。1984年2月水利部水利水电规划设计总院对增建泄洪建筑物初步设计进行审查,要求对隧洞进口段黄土高边坡稳定、进口段布置、洞型进行补充研究。黄委会设计院于1987年完成了《巴家嘴水库增建泄洪洞工程初步设计补充报告》。1988年6月22日,水利部水规[1988]5号《关于巴家嘴水库增建泄洪洞工程初步设计补充报告的批复》称:经研究,我部原则同意初步设计报告,水库运用方式应采取蓄清排浑、空库迎汛,请设计院结合水沙情况研究汛末蓄水的可能性和水库调度方式,同意增建一条5 m × 7.5 m 城门洞型泄洪洞。

1992年8月11日24时,巴家嘴水库水位1110.6 m时,桩号0+381坝轴线上游约50 m处铺盖水面上(水深1~2 m)发生12处冒泡;13日8时,分别在沿坝轴线方向长约15 m、宽约10 m范围内增加到33处冒泡;13日21时发现在桩号0+187~0+397、宽50 m范围内大面积普遍发生气泡,计80多处;14日库水位下降至1108.85 m,仍有72处冒泡。随着库水位下降,冒泡现象随之消失。

根据水利部指示,对巴家嘴水库坝体上游铺盖发生冒气泡现象进行了查勘和座谈,形成了《甘肃省庆阳地区巴家嘴水库大坝险情座谈会纪要》,对冒泡原因分析认为属正常现象,不危及大坝安全。对大坝安全和今后加固措施提出了意见,认为现有输水和泄洪洞泄洪能力低,最大泄量仅 $137\text{ m}^3/\text{s}$,严重影响到水库排沙运行和水库安全,要加快增建一条泄洪洞工程。

1993年3月和6月,黄委会设计院完成了《巴家嘴水库增建泄洪洞工程初步设计洪水复核》、《巴家嘴水库泥沙淤积分析计算》报告。水利部在兰州召开会议进行审查,审查意见称:巴家嘴水库属大(2)型水库。水利部1981年审查水库加固设计中曾确定洪水标准为500年一遇洪水设计,5000年一遇洪水校核。根据1990年5月颁发的《水利水电枢纽工程等级划分标准补充规定》,同意洪水标准改为100年一遇洪水设计,2000年一遇洪水校核。近几年水库淤积严重除因来沙量较大外,与调度运用也有一定关系。今后必须坚持蓄清排浑的运用方式。1994年7月11日水利部下达水规计[1994]137号文《对巴家嘴水库增建泄洪洞工程洪水复核和补充初步概算的批复》提出:“增建泄洪洞工程必须抓紧施工。同意暂不加高坝体。坚持蓄清排浑、空库迎洪(汛期限制水位1100 m),汛后蓄水,发挥水库综合效益。”

第四节 水 文

巴家嘴水库出库站巴家嘴水文站,位于大坝下游约 500 m 处,集水面积为 3 522 km²。坝下至水文站区间有南小河沟汇入,集水面积 44 km²。巴家嘴水文站始建于 1951 年 9 月,1962 年水库建成后作为出库站。1964 年 1 月在蒲河姚新庄、支流黑河兰西坡等处设立入库水文站。姚新庄站距坝 31 km,集水面积 2 264 km²;兰西坡站距坝 23 km,集水面积 684 km²。入库站至巴家嘴站区间汇流面积 574 km²。1976 年库区淤积已影响至兰西坡测流断面,故于 1976 年上移至太白良,距坝 35 km,集水面积 334 km²,入库站至巴家嘴站之间有汇流面积 924 km²。

巴家嘴水库库区属于大陆性气候,年均气温 11 ℃,全年 1 月份气温最低,7 月份最高,极端最高气温 35.1 ℃,极端最低气温 -22.4 ℃,多年平均降水量为 570 mm。降水年内分配极不均匀,多集中在 7~8 月,暴雨强度大而集中,入库泥沙主要为暴雨洪水所挟带。每逢暴雨,水沙俱下,洪水暴涨暴落,含沙浓度很高。

一、设计洪水

自 1958 年以来,不同单位曾先后对巴家嘴水库的设计洪水进行过多次分析计算,各次计算采用的资料系列不尽一致,历史洪水资料的采用也有所不同。如 1964 年计算设计洪水时,1947 年的历史洪水重现期按 1841 年以来第二大洪水处理,重现期为 61 年。而 1981 年计算设计洪水时,1947 年的历史洪水重现期按 1901 年以来第一大洪水处理,重现期为 87 年。各次设计成果见表 1-1。

1981 年巴家嘴水库增建泄洪洞工程初步设计成果是经水利部审查通过并作为巴家嘴水库增建泄洪洞工程初步设计时的设计成果(水规计[1994]137 号)。100 年一遇洪水,设计洪峰流量为 10 100 m³/s,3 日洪量为 1.36 亿 m³;2 000 年一遇洪水,设计洪峰流量为 20 300 m³/s,3 日洪量为 2.55 亿 m³。坝址设计洪水过程线采用仿典型年的方法进行计算,典型洪水过程选择 1958 年 7 月 14~16 日的洪水过程。巴家嘴水库各频率洪水特征值见表 1-2。

二、水库设计防洪标准

根据中华人民共和国《防洪标准》(GB 50201—94),巴家嘴水库属大(2)型水库工程,其防洪标准应是 100 年一遇至 500 年一遇洪水设计、2 000 年一遇至 5 000 年一遇洪水校核。经水利部审查同意增建泄洪洞工程建设时采用了防洪标准的下限,即 100 年一遇洪水设计、2 000 年一遇洪水校核。(水规计[1994]137 号)。

三、水库实际防洪能力

由于大坝坝顶沉陷 0.27 m,按照 1.79 m 安全超高计算,水库实际允许的防洪最高水位为 1 123.84 m,按照 2004 年 6 月实测库容曲线,水库的有效库容仅为 1.75 亿 m³(1 123.84 m 库容)。经调洪计算复核,1 123.84 m 防洪水位相应的洪水重现期约为 720 年,即巴家嘴水库现状防洪能力达不到 1 000 年一遇。

表 1-1 巴家嘴水库历次设计洪水计算成果

(单位: Q , m^3/s ; W , 亿 m^3)

序号	设计单位	设计时间 (年·月)	项目	资料年份	N/年份	n	a	设计参数			不同频率 P(%) 设计值					备注
								\bar{x}	C_u	C_s/C_u	0.05	0.1	0.2	0.5	1	
1	黄委会 设计院	1958.6	Q_m	1952~1958 1901、1947	57/1947	7	2	707	1.25	3	7.750	4.450	0.701	1947年洪水为1901年以来 首大,1901年洪水为第二大		
			W_3												1.10	3
2	甘肃省 水利厅	1959.12	Q_m	1952~1958 1901、1947	50/1947	7	2	929	1.20	4	11.000	7.400	6.000	1947年洪水按55年一遇; 1958年洪水按33年一遇		
			W_3													
3	甘肃省 水利厅 设计院	1961.8	Q_m	1952~1960 1901、1947	100/1947	9	2	1.290	1.07	3	11.900	6.740	1.03	1958年洪水为第二大洪 水;1901年按一般系列		
			W_3												0.89	3
4	甘肃省水利 厅设计院 (水电部水电 总局审查后)	1961.11	Q_m	1952~1960 1901、1947	60/1947	8	2	1.350	1.00	3	11.000	6.800	1.45	1958年洪水按60年第二 大;1958年洪水按一般系列		
			W_3												0.29	3
5	黄委会	1964.10	Q_m	1952~1960、 1962~1963 1841、1901、1947	123/1841	11	3	1.322	1.50	3	18.700	16.300	1.30	1841年洪水按1841年来首 大;1947年洪水为第二大, 1958年洪水次于1947年洪水		
			W_3												0.228	3
6	黄委会规 划二分队	1973.6	Q_m	1952~1960、 1962~1971 1841、1901、1947	180/1841	20	2	1.530	1.30	3	17.700	10.100	1.32	1841年洪水按1613年来第 二大;1947年洪水按1901年 来首大		
			W_3												0.252	3
7	黄委会 规划大队	1976.12	Q_m	1952~1960、 1962~1975 1841、1901、1947	180/1841	24	2	1.443	1.34	3	19.600	17.400	1.32	1841年洪水按1613年来第 二大;1947年洪水按1901年 来首大		
			W_3												0.237	3
8	黄委会 设计院	1981.12	Q_m	1952~1960、 1962~1975 1841、1901、1947	180/1841	24	2	1.475	1.34	3	20.300	17.800	15.440	12.360	10.100	各次洪水的重现期同1976 年
			W_3													
9	黄委会 设计院	1993.4	Q_m	1952~1960、 1962~1987 1841、1901、1947	188/1841	36	2	1.370	1.30	3	17.800	15.890	1.21	各次历史洪水的重现期同 1976年处理方法一致。但 1947年洪水计算时按第二大 洪水计算		
			W_3												0.226	3
10	黄委会 设计院	2001.7	Q_m	1952~1960、 1962~2000 1841、1901、1947	194/1841	50	1	1.423	1.34	3	19.500	17.200	14.900	9.760	1841年洪水按1613年来第 二大处理,1901年、1947年洪 水计算时按实测系列考虑	
			W_3													

表 1-2 巴家嘴水库各频率洪水特征值

频率 $P(\%)$	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	2.5
洪峰流量(m^3/s)	20 300	17 800	15 440	12 360	10 100	7 950	7 270
最大 3 日洪量(亿 m^3)	2.550	2.260	1.990	1.630	1.360	1.107	1.026
频率 $P(\%)$	3.3	5	10	20	33.3	50	
洪峰流量(m^3/s)	6 450	5 270	3 450	1 920	1 090	660	
最大 3 日洪量(亿 m^3)	0.926	0.780	0.550	0.343	0.216	0.135	

第二章 巴家嘴水库来水来沙特性

巴家嘴水库位于高含沙的蒲河上,来水来沙具有山区、黄土高原河流双重特性。水库入库径流量与输沙量为两个入库站(姚新庄、太白良)加上区间入汇的总和。按1950年7月~1996年6月统计,年平均水量13 059万 m^3 ,年平均沙量2 848万t,年平均含沙量218 kg/m^3 。从各年代统计情况来看,未见趋势性变化,水库来水来沙平均情况相对稳定,见表2-1。

表2-1 巴家嘴水库水文年入库水沙特征值

时段	水量(万 m^3)				沙量(万t)				流量(m^3/s)			含沙量(kg/m^3)		
	7~8月	7~9月	10月~次年6月	年	7~8月	7~9月	10月~次年6月	年	7~9月	10月~次年6月	年	7~9月	10月~次年6月	年
1950~1959年	6 762	7 814	5 825	13 639	2 164	2 283	167	2 450	9.83	2.47	4.32	292	29	180
1960~1969年	6 237	7 656	5 751	13 407	2 692	2 919	451	3 370	9.63	2.44	4.25	381	78	251
1970~1979年	5 508	6 742	5 234	11 976	2 244	2 490	208	2 698	8.48	2.22	3.79	369	40	225
1980~1989年	5 157	6 371	5 934	12 305	1 675	1 845	585	2 430	8.02	2.51	3.90	290	99	197
1990~1996年	7 307	8 250	6 329	14 579	2 795	2 930	660	3 590	10.38	2.68	4.62	355	104	246
平均	6 098	7 290	5 770	13 060	2 272	2 456	393	2 849	9.17	2.44	4.14	337	68	218
占 年 均 百 分 数 (%)	1950~1959年	49.6	57.3	42.7	100.0	88.3	93.2	6.8	100.0					
	1960~1969年	46.5	57.1	42.9	100.0	79.9	86.6	13.4	100.0					
	1970~1979年	46.0	56.3	43.7	100.0	83.1	92.3	7.7	100.0					
	1980~1989年	41.9	51.8	48.2	100.0	68.9	75.9	24.1	100.0					
	1990~1996年	50.1	56.6	43.4	100.0	77.9	81.6	18.4	100.0					
	平均	46.7	55.8	44.2	100.0	79.8	86.2	13.8	100.0					

一、水沙量年际年内分配不均

从年际变化情况看,巴家嘴水库来水来沙分布不均,年最大来水量为27 875万 m^3 (1958年),最小来水量为7 769万 m^3 (1965年);年最大来沙量为10 395万t(1964年),最小来沙量为419万t(1952年)。

巴家嘴水库入库水沙年内分配很不均匀,基本上与降水在年内分配一致,即水、沙多集中在7~8月,见表2-2,而沙之集中更甚于水。据1950年7月~1996年6月统计,7~8月水量6 098万 m^3 ,占全年水量的46.7%;沙量2 272万t,占全年沙量的79.8%。7~9月水量7 290万 m^3 ,占全年水量的55.8%;沙量2 456万t,占全年沙量的86.2%。10月~次年6月水量5 770万 m^3 ,沙量393万t。