

龚嘴水库泥沙淤积发展浅析

张祥金

(龚嘴水力发电总厂,四川乐山,614900)

摘要 龚嘴拦河坝是按高坝设计低坝施工,设计低坝运行年限为15年,目前已运行24年,且高坝方案尚不能在短期内上马,因此水库泥沙调度工作十分重要。本文以龚嘴水库实测泥沙资料为基础,分析研究库区泥沙淤积规律,降低库水位排沙和底孔排沙效果。提出了行之有效的调沙方式,即采用分期分流量级控制库水位的运用方式,取得了较好的成绩。还对龚嘴水库泥沙淤积发展情势进行分析。

关键词 龚嘴水库 调度 泥沙 淤积

龚嘴水库位于大渡河中下游,总库容为3.73亿 m^3 ,正常蓄水位为528 m,死水位为520 m。流域内上游植被尚好,中游以下植被较差,特别是精耕细作的汉源县境内流沙河支流上,水土流失较为严重。全流域多年平均悬移质年输沙量为3370万t,推移质年输沙量为88万t。其水库正常蓄水位以下库容与入库年输沙量之比仅为11,水库淤积年限短,工程泥沙问题突出。其泥沙问题主要表现在三方面:一是水库泥沙淤积,回水对成昆铁路的影响;二是泥沙淤积侵占水库调节库容,影响电站在电力系统的作用;三是泥沙淤积增大了枢纽防沙、漂木的难度。

1 建立泥沙观测站网,收集库区泥沙资料

为监测龚嘴水库泥沙淤积发展状况,指导水库调度运用,成都院于1966年开始筹建龚嘴水库试验站,1966年建成入库泥沙控制站——沙坪水文站,进行入库水、沙的测验工作。在库区41.37 km的范围内,共布设了64条泥沙监测断面。在库区淤积断面测量时,采集床面淤积物沙样,搜集分析淤积物级配和部分容重资料。在水库常年回水区及变动回水区内布设有11个水位站,收集库尾及库区内同时水位资料。1972年,水库试验站划归我厂领导。1976年我厂在坝下游1.9 km处设立出库站。为了加密坝前泥沙资料观测,在坝址至原1号断面间增设了24条固定断面,以利监测坝前的泥沙冲淤变化。1979、1981两年汛期进行了库区泥沙运行观测及降低库水位排沙的专门研究。并在溢流坝、机组、底孔等处进行了悬移质泥沙取样测验。

2 水库调度与泥沙淤积

龚嘴水库从1971年蓄水至今,已运行24年。水库运用可分为三个阶段:

(1)运用初期(1971年10月~1978年),是水库

的低水位运用期。多年平均坝前水位为521.18 m,最高水位为524.23 m,最低水位516.23 m,汛期6~9月平均水位为520~522.37 m。蓄水初期试运行,坝前水位变幅较大,回水变动范围也大,库区淤积呈条带分布。1973年起汛期坝前水位变幅小,入库悬移质以三角洲形式逐年向坝前推进,库尾淤积向上游延伸。库区淤积量逐年增加,调节库容开始减小。库尾成昆铁路沙坪1号洞处,同级流量下的水位比原天然情况平均抬高0.92 m。

(2)库水位按时段分期调度运用期(1978年10月~1985年)。1978年经过分析论证,坝前水位可蓄至528 m运行,并制定了坝前水位按时段分期调运。即汛期(6~9月)平均坝前水位为520 m,平水期(5、10月),坝前水位为525 m,枯水期(11月~次年4月),平均坝前水位为528 m。1983年底,悬移质泥沙淤积三角洲洲头推至坝前,库区悬移质淤积河床已初步形成。洲头出库后,水流挟沙能力改变,河床出现粗化,洲面也逐年抬高。至1984年11月,库区累计淤积量达2.123亿 m^3 ,总库容损失56.8%,520 m以下库容损失85%,调节库容损失5.2%,尚存0.965亿 m^3 ,基本满足设计要求。

(3)汛期按入库流量分级调度库水位运用期(1985年至今),鉴于运行初期汛期运行水位偏高,近坝库段淤积严重,形成汛期低水位运行困难,同时为了适应悬移质淤积三角洲头出库后新形成的河床输沙特点,减少粗沙过机对水轮机的磨蚀危害,减缓库尾淤积洲面抬高速度,确保调节库容,维持安全发电。从1985年开始,我厂和成都院共同开展了汛期按流量分级调度库水位的原型试验研究。1989年研究取得成功,并经四川省电力局批准,确立了汛期按入库流量分级调度坝前水位的运用方式,即汛期按

不同的流量,坝前水位也将选用不同的控制范围。当入库流量小于 $2\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,坝前水位在 $523\sim 525\text{ m}$ 运行;入库流量在 $2\,000\sim 3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,坝前水位在 $521.5\sim 523\text{ m}$ 运行;入库流量大于 $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,坝前水位在 $520\sim 521.5\text{ m}$ 运行;平水期坝前水位在 $524\sim 526\text{ m}$ 运行,若入库流量大于 $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,应降低库水位运行,11月至次年4月可蓄水至 528 m 运行。

3 库区泥沙淤积规律

(1)库区淤积纵向分布。由多年的泥沙观测资料分析表明,库区泥沙淤积的纵向发展以三角洲形式向坝前推进,纵向分布可分为三段。第一段为三角洲洲面段;第二段为三角洲前坡段;第三段为坝前淤积段。每年进入龚嘴水库库区的泥沙,大部分是在三角洲前坡段落淤,历年前坡段淤积量占本时段库区淤积量的 $30.1\%\sim 79.1\%$,如表 1。

表 1 各段淤积量统计表

施测时间	总淤积量		洲面段*		前坡段*		坝前段*	
	/万 m^3	/%	/%	/%	/%	/%	/%	
1973.4~1973.11	1 400	33.1	48.9	18.0				
1973.11~1975.11	3 390	10.3	79.1	10.6				
1975.11~1977.4	2 140	7.2	66.7	26.1				
1977.4~1977.11	950	19.0	67.3	13.7				
1977.11~1978.11	1 790	26.6	51.2	22.8				
1978.11~1979.11	1 600	26.6	63.3	10.1				
1979.11~1980.11	1 910	15.7	57.6	26.7				
1980.11~1981.11	1 630	17.5	41.7	40.8				
1981.11~1982.11	1 310	-6.1	30.1	76.0				

* 为分段淤积量占总淤积量的百分数。

(2)库区淤积断面的横向变化。由于水库为狭长河道型,库面宽度在高低水位时变化不悬殊,泥沙淤积形成的新河床一般受河岸约束,平面河势变化不大。在洲面段的弯道断面,随壅水后的弯道河势而变,在凹岸形成新的主槽,凸岸又常出现淤积边滩,

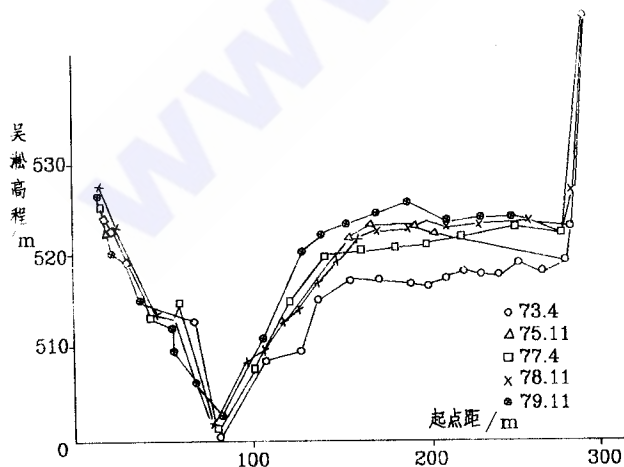


图 1 72 号断面(距坝 32.821 km)

如图 1。库区顺直段一般表现为平淤,仅在主流处有一主槽,当前坡到达时,淤积厚度显著增大,如图 2。

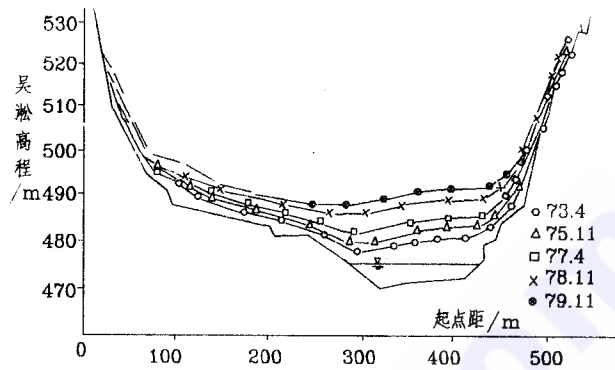


图 2 2 号断面(距坝 1.222 km)

4 降低库水位和运用底孔排沙

降低坝前水位,在水库库区造成冲刷条件,对控制淤积分布,恢复调沙库容,效果显著,是水库调度运用中的重要环节。降低水位排沙的物理过程,包括库区侵蚀基面下降过程中的溯源冲刷和入库流量增大在淤积床面造成的沿程冲刷。冲刷效果主要受侵蚀基面降落高度、入库流量大小、淤积物组成、冲刷历时等条件的制约。观测资料表明,降低水位排沙期内,入库悬移质泥沙可全部出库,在水库区不落淤,还可将部分前期淤积物排出,恢复部分淤沙库容;在入库流量大,含沙量高时,坝前水位处于低水位运用,对延缓泥沙淤积是有效的。

在大水大沙时适时开启底孔排沙也具有较好的效果。当淤积三角洲洲头达到坝前后,开启底孔,入库泥沙直接从底孔排出,减少泥沙在库内滞留时间。此外,由于加大了坝前下层水流流速,还可启动前期落淤的泥沙,冲刷河床将泥沙排出库外。近年底孔排沙效果如表 2。

表 2 底孔排沙效果统计表

年份	过坝总沙量 /万 t	底孔排沙 百分比 /%	底孔实测 最大粒径 /mm	底孔实测 中值粒径 /mm	底孔开 启时间 /h
1986	3 100	10.9	3.4	0.120	90
1987	4 390	8.7	1.72	0.156	187.6
1988	4 140	7.6	2.12	0.204	158.8
1989	6 350	18.3	1.12	0.219	650.8
1990	5 650	23.4	1.72	0.239	482
1991	3 590	12.3	1.72	0.240	273.2

5 结语

龚嘴水库泥沙调度实践表明,悬移质淤积洲头出库以后,分时期分流量级调度库水位的运用方式,对延缓水库泥沙淤积,对电站的安全发电以及对电站的防洪等都是有益可行的。

目前龚嘴水库已运行 24 年,从水库泥沙角度

看,其水库淤积发展情势仍是较为严峻的。

(1)随着库尾段泥沙淤积洲面的不断抬高上延,难以保障在大洪水时该段成昆铁路的安全运行。

(2)水库的死库容已基本淤满,汛期河槽已完全失去沉沙、调沙作用,调节库容也将进一步被淤损。这将直接影响到水库的调节性能,减少电站的发电效益。

(3)粗沙过机对水轮机过流部件磨损日趋严重。随着推移质淤积逐年向坝前推进,过机泥沙逐年变粗,对水轮机危害更大,不仅增加了每年检修水轮机叶片的补焊工作量,而且由于导叶漏水严重,造成停机困难。

(4)坝前水流条件恶化,威胁拦污栅的安全。由

于淤积边滩发展,使主流偏于左岸,汛期坝前水位降低运用时,水浅流急,坝前流态紊乱,漂木难以控制,造成漂木,水草杂物与泥沙一起随主流直逼左岸的地下厂房机组进水口,不仅威胁拦污栅安全,还将影响正常发电。

从长远看,要彻底解决龚嘴水库的泥沙淤积问题,维持正常发电,必须尽快修建上游的瀑布沟水电站。瀑布沟水库拦沙量可占龚嘴水库入库沙量的70%以上,因而对下游的龚嘴和铜街子水库的泥沙淤积都能从根本上得以缓解。

作者简介

张祥金 男 龚嘴水力发电总厂生技处 高级工程师

(收稿日期:1996-09-23)

金沙江溪洛渡水电站

金沙江干流水能资源开发以发电为主,落差3280m,可开发水能资源7512万kW,约占全国可开发水能资源总容量的1/5,居全国12大水电基地第一位。下游河段为攀枝花至宜宾段,该段水能资源富集,约占金沙江水能资源的50%;开发条件优越,有多个建设高坝大库的优良坝址。按照该河段规划,自上而下分为乌东德、白鹤滩、溪洛渡和向家坝4级开发,共有库容414亿 m^3 ,调节库容160亿 m^3 ,保证出力965万~1759万kW,装机容量3070万~4310万kW,年发电量1560亿~1844亿 $kW\cdot h$ 。

由电力工业部成都勘测设计研究院负责勘测设计的溪洛渡水电站是该河段第三级水电站,目前正在进行可行性研究前期阶段工作。溪洛渡水电站初拟正常蓄水位为600m,水库总库容115.7亿 m^3 ,年发电量572.2/648.4亿 $kW\cdot h$,装机16台,单机容量为75万kW,总装机容量1200万kW,年利用小时4770/5560h。电站最大水头230m,最大引用流量7488 m^3/s 。电站距下游宜宾市的河道里程为184km,是一座以发电为主,兼有拦沙、防洪、漂木和改善下游航运等综合利用效益的巨型水电站,将是我国仅次于三峡水电站的第二座巨型水电站。

溪洛渡水电站为一等工程,主要建筑物按1000年一遇洪水设计。初步的枢纽布置由混凝土双曲拱坝、左右岸地下厂房及引水尾水系统、泄洪隧洞和过木设施组成。混凝土双曲拱坝坝顶长约700m,最大坝高273m。坝身设中孔和表孔宣泄洪水,并在坝下游设二道坝形成水垫塘消能。在两岸布置多条泄洪隧洞以达到分散泄洪、分区消能的目的。在左、右岸山体内各设一座地下厂房,厂房开挖跨度32.8m,最大高度74m,长352m。电站初期导流将采用断流围堰挡水,隧洞导流,主体工程全年施工的导流方式。在左右两岸各设3条导流隧洞,导流标准为50年一遇洪水,后期用坝体上10个临时导流底孔过水。

经过电力部成都院广大工程技术人员多年来的不懈努力,溪洛渡水电站预可研报告于1996年5月经电力部审查通过。审查意见肯

定了溪洛渡水电站坝址地形地质条件良好,淹没损失小,具有建设高坝大库和巨型水电站的条件,电站的单位千瓦工程量和移民指标低,综合技术经济指标优越,为金沙江西电东送的骨干电源之一,是国内大中型水电站中难得的好电源点。电力部在审查意见批复中要求成都院抓紧开展可行性研究工作。为此,我院于1996年7月成立了溪洛渡项目管理部,下设现场指挥部,积极开展了电站的可行性研究工作,勘测设计科研工作进展迅速,已保质保量地提交了有关阶段的中间报告。

随着三峡工程大江截流的成功,溪洛渡水电站由于自身的优越条件和前期工程基础,将有可能成为三峡工程的后续开发项目,被列为金沙江水电基地首选的理想电源点。溪洛渡水电站是金沙江18级规划方案中最大的水电站,发电量大,保证出力高,供电质量好,是继三峡工程之后送电华中、华东地区最为现实和理想的电源点。电站建成后,可增加下游三峡和葛洲坝两电站的保证出力40.2万kW,枯水期电量16.41亿 $kW\cdot h$,增加向家坝电站保证出力40.9万kW,枯水期电量13.54亿 $kW\cdot h$,相当于两个百万千瓦级的电站。金沙江悬移质年输沙量为2.43亿t,约占长江寸滩站年输沙量的50%,溪洛渡水电站位于金沙江产沙区的末端,坝前雍水高度达230m,对河道天然输沙条件改变较大,可有效地控制金沙江泥沙,减少三峡水库的入库泥沙,并可减少下游洪灾损失。据计算,蓄水运用到50年,可拦截金沙江入库泥沙62.4%,出库泥沙的中值粒径约为0.010mm,这部份泥沙在三峡库区不起造床作用。

总之,建设溪洛渡水电站,符合我国经济开发向中、西部地区转移的构想,也是实现民族团结,保证国家长治久安的经济措施之一。它的建设,对控制长江洪水、拦蓄泥沙、促进三峡工程效益的充分发挥和西电东送,必将发挥重要的作用;业已引起各方面人士的高度重视,将溪洛渡水电站列为三峡工程首选的后续项目的呼声已愈来愈高。我们衷心期盼着溪洛渡水电站能早日开工兴建,为民造福。

(成都院 李燕辉)

CONTENTS.

General Situation and Prospect of Sichuan Electric Power Industry Development	<i>Ma Huaixin</i> (1)
Study on Hydropower Rolling Development at Dadu River	<i>Zhang Dengshi Dai Weiyang</i> (4)
Derivation of Mean Annual Sediment Content in Rivers Without Sediment Data in Sichuan	<i>Cao Jianxinag</i> (9)
Rainfall Runoff Forecast Based on Nervous Network	<i>Chen Ke</i> (12)
Elementary Study on Sediment Deposit at Gongzui Reservoir	<i>Zhang Xiangjin</i> (17)
Derivation of Design Flood at Substation Project in Very Small Basin	<i>Cai Xinghe</i> (20)
Fracture Geometry Properties in Fissure Effect of Clay Mass	<i>Hu Xiewen Wand Shiping</i> (22)
Application of Relative Approximation in Rock Quality Sequencing	<i>Shang Xinsheng</i> (27)
Landsliding Treatment during the Construction Period in 220 kV Step-up Substation at Longtan Hydropower Station	<i>Li Daipei</i> (29)
Study on Hybrid Finite Element Method for Stress Intensity Factor of Three Dimensional Interface Crack	<i>Tian Winye Huang Shongmei Jian Zheng</i> (31)
Raise Reaming Machine and Its Application in Chinese Hydropower Project	<i>Liang Haibo Ma jiming Gu Zhaoqi Liu Zhiqiang</i> (34)
Probing into Controlled Blasting in Rock Trench near Newly Placed Concrete	<i>Xu Chengguang</i> (37)
Discussion on Crack Grouted With Epoxy Material in the Block 6 at Baozhusi Hydropower Station	<i>Wang Zhengsheng</i> (39)
Construction of Roof Beam With Prestressing Steel Strand in Main Erection Bay of Powerhouse at Boazhusi Hydropower Station	<i>Jie Jianjun Zhao Jun</i> (42)
Brief Comment on Construction of Giant Hydropower Station (I)	<i>Deng Nianyuan</i> (48)
Effect of Asymmetric Wire Breakage on Relay Protection for Generator and Transformer at Gongzhui Hydropower Station (II)	<i>Liu Bingzhang</i> (54)
Application of 700 t Metal and Elastica Fluorite Plastic Thrust Bearing Liner made in China in Generators in Our Plant	<i>Lin Yunhai</i> (63)
Treatment of Capping Plate Cracking in Runner at Gongzhui Hydropower Station	<i>Lui Fukun</i> (64)
Review on Hydraulic Study and Application of Stilling Basin for Flood Discharge from Surface and Middle-level Outlets on High Arch Dam	<i>Zeng Xiang Xiao Xingbing</i> (66)
Elementary Study on Hydraulic Property of Stepped Spillway	<i>Wu Xiansheng</i> (73)
Field Coordinated Management by Engineer Under FIDIC Contract Conditions	<i>Gao Zhongcheng</i> (78)
Supervision on Shotcrete Quality in Underground Works at Ertan Project	<i>Luo Yi</i> (82)
Schedule Control by Supervision Engineer in Construction of International Bidding Project	<i>Li Ming</i> (85)
Maintaining Normal Operation of Equipment by Scientific Advance	<i>Xiang Jin</i> (90)
Strengthening Environmental and Legal Senses and Law Enforcement	<i>Pu Jidong</i> (93)

Editor: Editorial Office of Sichuan Water Power

Post Address: Qingyanggong, Chengdu, Sichuan, China

Post Code: 610072

Chief Editor: Li Yuanhui

Distributor: China International Book Trading Corporation (P. O. Box, 399, Beijing, China)