

大渡河长河坝水电站下闸蓄水研究

杨会刚

(四川大唐国际甘孜水电开发有限公司,四川 成都 610072)

摘要:下闸蓄水作为水电站基础建设和生产运行的关键节点,对水电站的建设和运行具有至关重要的意义。对长河坝水电站的工程、水文以及地质情况进行了剖析,以25%、50%、75%和多年平均四个系列的来水资料和下游生态流量需求为计算基础,结合工程进度、移民安置、环保进展对长河坝水电站的下闸蓄水时机进行了研究,具有较强的现实意义。

关键词:长河坝水电站;下闸蓄水;工程进度;移民安置;时间节点

中图分类号:TV7;TV697;TV72

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)02-0079-04

1 概述

1.1 工程概况

长河坝水电站位于四川省甘孜藏族自治州康定市境内,地处大渡河上游金汤河口以下约4~7 km河段,距上游的丹巴县约85 km,距下游的泸定县为50 km,距成都约360 km。工程为大渡河干流水电规划“三库22级”中的第十级,开发方式为水库大坝配合首部式地下引水发电系统,主要建筑物由砾石土心墙堆石坝、引水发电系统、两条溢洪道、一条泄洪洞和一条放空洞等建筑物组成。水库控制流域面积为56 648 km²,占全流域面积的73.2%,水库正常蓄水位高程1 690 m,库

容10.75亿m³,其中调节库容4.15亿m³,多年平均流量843 m³/s,具有季调节能力,工程以单一发电为主,无航运、漂木、防洪、灌溉等综合利用要求,电站装机容量2 600 MW,设计年发电量108亿kW·h。

1.2 径流概况

大渡河流域的径流主要来自降水,由于流域面积大,地表植被较好,山体岩层破碎、裂隙发育的特性,流域具备调蓄能力大、径流年内分配不均匀和年际变化小的特点。径流集中在丰水期,5~10月约占全年径流的81.3%,枯水期为11月~翌年4月,占年径流的18.7%。

表1 长河坝水电站蓄水设计代表时段及流量成果表

水量保证率/%	蓄水时段为10~12月 (以11~12月水量控制)				蓄水时段为1~7月 (以1~4月水量控制)			蓄水时段为11月			
	年份	平均流量/m ³ ·s ⁻¹		经验频率	年份	平均流量/m ³ ·s ⁻¹		年份	平均流量/m ³ ·s ⁻¹	经验频率/%	
		11~12月	10~12月			1~4月	1~7月				
25	1974	466	693	25	2014	270	913	25.4	1975	592	25
50	2005	419	652	50	1966	248	628	50.8	2005	527	50
75	1987	381	603	75	1998	233	725	76.2	1984	472	75

1.3 地质概况

1.3.1 地质构造

长河坝库区无区域断裂通过,水库较近区域发育的断裂有:东侧的昌昌断裂和西侧的红锋断裂等。其中:昌昌断裂距离水库约2~4.5 km,总体呈南北向展布,倾向东,倾角一般为60°~70°,断带宽十几至数十米,由断层泥、构造透镜体和挤压劈理等组成,断裂带糜棱岩化、绿泥石化甚为普

遍,显示明显的挤压特征;红锋断裂距离水库约5 km,由北到南总长度约65 km,在平面上线形特征比较明显,总体上向西倾斜,倾角较缓。对断裂地质、地貌、地震和地球物理等方面进行的调查和综合研究结果表明:昌昌和红锋断裂活动性微弱,尤其是晚第四纪以来基本不具新活动性。

1.3.2 库岸边坡情况

(1)长河坝库岸基岩边坡总体基本稳定,近坝库岸存在2处危岩体,其中,右岸坝前卸荷拉裂

收稿日期:2016-09-09

岩体已清除并完成支护,边坡基本稳定;1#泄洪洞进口下游山脊松动,岩体需采取处理或监测措施。库段其它大部分基岩滑塌体规模较小或距坝址较远,不影响大坝蓄水。金汤河支库内岩体边坡整体稳定,局部受长大顺坡裂隙影响易产生滑塌破坏。野牛沟下游左岸卸荷拉裂体和茶瓶沟下游左岸卸荷拉裂体易产生滑塌破坏和倾倒拉裂破坏,方量为10~100万 m^3 ,均距大坝较远,不影响水库蓄水。

(2)水库蓄水后库岸覆盖层边坡易产生塌滑,但大部分塌滑规模小或离坝较远,对大坝蓄水无影响。库区两岸矿产较多,矿洞和矿产便道以及矿产临时设施在岸坡和阶地上修建,蓄水后将矿产洞和矿产便道以及矿产临时设施产生不利影响,蓄水前需进行相应的搬迁,对易失稳的矿产临时设施库岸边坡进行加固或搬迁。

(3)总体看库岸边坡稳定性不制约大坝蓄水,仅局部库段塌滑对改线S211路基和居民建筑以及矿产设施等产生一定影响,需采取加固、避让或监测等措施。

1.3.3 坝基河床情况

坝基河床覆盖层深厚,一般厚度为60~70m,层次结构复杂,自下至上可分为3层,总体为块卵砾石层,骨架由粗颗粒构成,结构较密实,其抗变形能力和强度均较高,可满足基础承载变形和抗滑稳定要求。

1.3.4 封堵段地质情况

1#、2#初期导流洞封堵段上覆岩体厚度一般为240~300m,岩性为花岗岩,断层及挤压破碎带不发育,裂隙较发育。该段岩体新鲜,洞壁干燥,围岩较完整,呈次块状~块状结构,属“II”类围岩,围岩稳定性好,局部与洞轴线小角度相交裂隙对堵头抗滑稳定不利,总体而言地质条件较好,可作为永久封堵段。

中期导流洞封堵段围岩为澄江~晋宁期石英闪长岩,岩体为次块状~镶嵌结构,围岩以III类为主,可作为永久封堵段。

2 蓄水研究

2.1 蓄水要求

2.1.1 工程要求

(1)两条初期导流洞闸门、启闭机等金属结

构及机电设备安装完成并验收合格,具备下闸条件;中期导流洞具备过流条件,施工支洞封堵完成、进口封堵闸门、工作闸门及其启闭设备安装完成并验收合格。

(2)完成大坝上游库区内1600m高程以下的施工临时营地、工厂设施等的搬迁或拆除工作和1#公路、2-3#隧道、12#公路、16#公路、1601#隧道施工道路交通洞的封堵工作。

(3)在初期导流洞下闸时,坝体具备拦挡200a一遇洪水($Q=6670\text{m}^3/\text{s}$, $H=1542.4\text{m}$)的条件,并超出初期导流洞封堵洪水位(高程1594.5m)5m以上;同时,1600m高程以下坝基防渗处理工程全部完成并通过验收。左、右岸高程1460m、1520m、1580m高程灌浆平洞靠岸坡一侧堵头封堵,各类灌浆施工完成并验收合格,且封堵灌浆施工完成后的待强时间达到混凝土设计强度要求的14d以上。

(4)完成金康隧洞封堵以及1600m高程以下影响帷幕施工支洞及勘探平洞的封堵,且混凝土达到设计强度要求。

(5)完成放空洞土建施工和机电安装。完成进水口引渠、闸室及上部启闭机排架结构混凝土、基础灌浆、边坡支护;完成进口施工现场的清理,清除遗留的草袋、木材、石渣、建渣等建筑垃圾和附近坡面可能落入的渣石、危石;完成进口建筑物的验收,洞身具备过流条件;完成出口处自然边坡危岩体的处理;完成检修门、事故门,工作闸门的门叶、门槽及启闭机安装并验收合格。

2.1.2 大坝监测要求

(1)完成大坝1600m高程以下外部变形观测墩及水准标点的建造;完成应变计组、无应力计、位错计、渗压计、土压力计、温度计、测斜管、固定测斜仪、土体位移计串、电位器式位移计、强震仪等大坝监测仪器的安装埋设;完成基础廊道内测缝计、钢筋计、倾斜仪、水准点等仪器的安装埋设。

(2)完成进水口边坡、尾水出口环境边坡、开关站边坡、左右岸坝肩边坡、放空洞和泄洪洞进出口边坡、导流洞进出口边坡和小河坝不稳定边坡等内部观测设备及外部变形观测墩的修建、安装埋设并取得基准值。

(3)完成压力管道、厂房三大洞室、尾水洞、放空洞、导流洞内部观测设备安装埋设并取得基准值。

2.1.3 移民安置要求

(1)移民安置。初期蓄水水位1 600 m高程以下库区征地影响范围内的农村移民及其他人员已全部搬离;根据批准的移民安置规划或调整规划实施过渡的其过渡点应具备基本完善的生活条件;对于规划为先期用作为施工场地的安置点,应制定合理的建设进度计划和相应的保障措施;其余集中安置点建设完毕,移民完成搬迁安置。

(2)专业项目处理。初期蓄水水位1 600 m高程以下库区内的工矿企业、小水电站补偿完毕,矿山企业生产通道恢复完毕;省道S211公路、金汤四级公路复建完成,具备通车条件;库区受淹没影响需要迁建的电力、通信设施已迁改出库区并恢复功能;库周交通功能得到恢复,具备通行条件;库区内的垫高防护工程基本垫高至设计高程。

(3)库底清理。初期蓄水水位1 600 m高程以下范围内的林木砍伐、建筑物拆除、卫生消毒防疫等库底清理工作已按库底清理要求完成。

(4)补偿补助资金兑付。初期蓄水水位1 600 m高程以下移民安置补偿补助资金兑付到位。

2.1.4 环保、水保要求

按照国家发改委对长河坝项目的批复意见,以及《长河坝水电站环境保护“三同时”实施方案》,完成了各环保、水保专项工程招标文件、野坝施工营地生活污水处理系统、江咀砂石加工厂污水处理系统、鱼类增殖站、长河坝施工区植被恢复及景观规划总体设计等专项环境保护设计,累计投入11 425.01万元,其中水土保持7 993.17万元,满足下闸蓄水的环保、水保要求。

2.2 蓄水方案

根据大坝、库岸、边坡稳定关系以及导流洞封堵施工要求,经设计单位论证和相关部门批准的分步蓄水方案如下:

(1)1 545 m高程以下,初期导流洞下闸蓄水;

(2)1 545~1 580 m高程,水位达到中期导流洞进口底板高程后,敞泄;

(3)1 580 m高程,中期导流洞控泄,维持30 d,初期导流洞封堵施工;

(4)1 580~1 595 m高程,中期导流洞控泄,不少于7 d,日变幅不超3 m;

(5)1 595~1 625 m高程,放空洞控泄,不少于20 d,日变幅不超2 m,中期导流洞下闸;

(6)1 625 m高程,放空洞控泄,维持7 d;

(7)1 625~1 650 m高程,放空洞控泄,不少于20 d,日变幅不超1.5 m,机组调试发电;

(8)1 650 m高程,放空洞控泄,维持15 d;

(9)1 650~1 580 m高程,放空洞控泄,1#泄洪洞敞泄,日变幅不超1 m;

(10)1 658~1 680 m高程,1#泄洪洞,2#、3#溢洪道联控,日变幅不超0.5 m;

(11)1 680 m高程,1#泄洪洞,2#、3#溢洪道联控,维持20 d;

(12)1 680~1 690 m高程,1#泄洪洞,2#、3#溢洪道联控,日变幅不超0.5 m。

2.3 下闸蓄水的影响因素

(1)猴子岩水电站蓄水的影响。

猴子岩水电站位于长河坝上游,调节库容为3.87亿 m^3 ,根据规划其将与长河坝同期蓄水。2016年11月开始初期蓄水,于12月底蓄至极限死水位(高程1 802 m),水库维持该水位运行。初期蓄水期间,通过放空洞下泄生态流量78 m^3/s ;至2017年5月再次开始蓄水,6月底蓄至死水位(高程1 835 m)后停止蓄水,7~10月维持死水位运行;汛后11月初开始蓄水蓄至正常水位。

(2)下游生态流量需求。

长河坝下游为黄金坪水电站和泸定水电站,其调节库容分别为0.199亿 m^3 和0.21亿 m^3 ,最小下泄生态流量分别为84 m^3/s 和184 m^3/s 。长河坝初期导流洞下闸至水位蓄至中期导流洞进口底板高程大约需要31 h,期间无下泄流量。调用黄金坪和泸定水电站的调节库容能够保障62 h的下游最小用水需求,满足下游工业、农业、生活、生态和泸定桥的景观用水。

2.4 蓄水计算

长河坝蓄水期间,水位上升速度过快会影响边坡稳定,水位上涨过高会造成导流洞封堵压力过大而无法进行永久封堵。因此,科学选择下闸蓄水日期至关重要。笔者按照长河坝水电站的蓄水原则,以各泄洪设施的泄流能力、猴子岩水电站

蓄水计划以及下游生态流量需求(166.5 m³/s)为边界条件,对长河坝控制流域25%、50%、75%和

多年平均四个来水系列进行了蓄水计算,得到长河坝下闸蓄水各个关键节点的日期(表2)。

表2 不同来水频率下的蓄水关键节点日期统计表

来水频率 /%	最早蓄水日期	初导封堵 高程 1 580 m	调试发电 日期	极限死水位 高程 1 650 m	死水位高程 1 680 m
丰水年	20161015	20161020	20161225	20170120	20170413
中水年	20161011	20161018	20161224	20170115	20170406
枯水年	20161008	20161014	20161221	20170323	20170530
多年平均	20161001	20161009	20161214	20160108	20170424

从安全角度考量,以长河坝水电站25%的来水频率为例,不同阶段的蓄水计算结果如下:2016年10月15日下闸蓄水,当日水位变幅为62.29 m;10月20日水位达到高程1 580 m,进行

初期导流洞封堵;11月27日水位超过高程1 595 m,利用放空洞控泄,进行中期导流洞封堵;12月25日,进行机组发电调试。笔者计算的蓄水过程见图1。

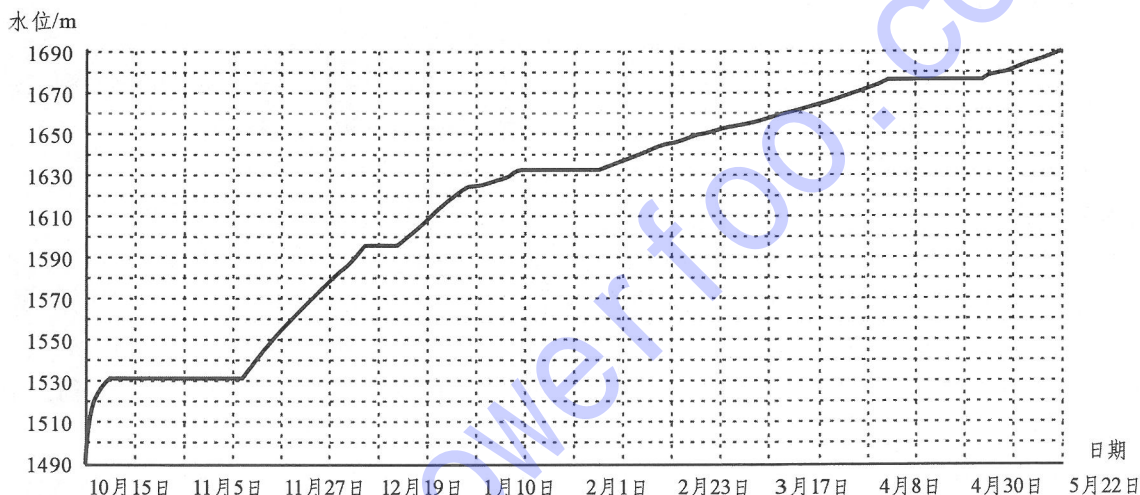


图1 长河坝水电站下闸蓄水过程模拟示意图(25%来水频率)

3 结 语

大型水电站的下闸蓄水对工程安全和上下游人民群众的生命、财产安全至关重要。因此,笔者建议:加强气象预报和降雨、来水监测,结合电网的流域发电安排,科学合理地选择下闸蓄水日期。下闸蓄水后,长河坝水电站即面临投运发电,由于长河坝、黄金坪梯级电站装机容量大,调节库容较小,为提高水资源利用率,实现梯级水库的优化运

行,建议加强上、下游水电站单位的水情信息共享,从长河坝、黄金坪的流域水文特性和梯级电站特点入手,探索梯级电站间的出力匹配联动机制,进行长河坝、黄金坪梯级水库优化调度研究。

作者简介:

杨会刚(1985-),男,河南南阳人,工程师,硕士,从事泄流安全管理、水库优化调度等工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第78页)

关部门。作为企业,可以将此项工作作为调度管理的约束,也可为政府的应急管理提供参考。在企业层面,一定要与政府层面的预案相对接,做好应急规划,由政府统筹实施。笔者以紫坪铺风险应急管理为例,可为同行提供参考。

作者简介:

由丽华(1964-),女,山东蓬莱人,副总经理,教授级高级工程师,工程硕士,从事水利水电工程建设和运行管理工作;
阳 莉(1972-),女,四川彭州人,主任,高级工程师,工程硕士,从事水利水电工程建设管理和水库调度工作。

(责任编辑:李燕辉)