

# 龙潭沟水库大坝施工度汛技术研究及应用

张作兵

五莲县水库管理服务中心

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4845

**[摘要]** 本文结合山东省日照市五莲县龙潭沟水库碾压混凝土重力坝工程实况,研究了混凝土坝度汛技术,通过对汛期和非汛期洪水分析,采取了合理的洪水度汛措施,保证了大坝的安全和工程施工进度要求,技术创新效果较好,对类似工程度汛有很好的借鉴意义。

**[关键词]** 混凝土坝; 施工; 度汛

中图分类号: TV52 文献标识码: A

## Study and Application of Flood Control Technology for Dam Construction of Longtangou Reservoir

Zuobing Zhang

Wulian County Reservoir Management Service Center

**[Abstract]** Based on the actual situation of the roller compacted concrete gravity dam project of Longtangou reservoir in Wulian County, Rizhao City, Shandong Province, this paper studies the flood control technology of concrete dam. Through the analysis of flood in flood season and non flood season, reasonable flood control measures are taken to ensure the safety of the dam and the requirements of project construction progress. The effect of technical innovation is good, which has a good reference significance for similar projects.

**[Key words]** concrete dam; construction; tide over the flood

### 1 基本情况和缘由

龙潭沟水库工程位于山东省日照市五莲县潮白河上游,流域内地貌多为低山、丘陵,是一座集防洪、灌溉等功能于一体的中型水库,工程包括大坝、泄洪洞、放水洞及管理设施。大坝为碾压式砼重力坝,最大坝高69.206m,坝顶轴线长264.0m,其中溢流坝段长30.0m,其余为非溢流坝段。坝顶宽6.0m,水库校核洪水位( $p=0.1\%$ ): 170.51m,设计洪水位( $p=2\%$ ): 168.40m,正常蓄水位: 161.85m,死水位: 137.00m。总库容: 1078万 $m^3$ 。

原设计中工程安排于非汛期施工,汛期停止施工,汛后再二次修筑围堰继续施工。但由于种种原因,工程施工进度滞后,大坝在汛前不能抢筑到安全度汛高程;原定的在汛后二次修筑围堰的方案实施起来难度较大并且工期不允许;同时工程投资方要求加快工程建设进度,汛期继续施工,如何安全度汛成为汛期施工的重点和难点问题,因此,必须研究科学合理的施工度汛方案,并采取切实可行的度汛措施,才能保证工程顺利进行,避免出现人身伤亡和财产损失的情况。

### 2 地质简介

坝址区地层岩性主要为第四系松散堆积层和基岩。第四系松散堆积层分布在河谷段,岩性为冲积堆积的卵石、漂石层。坝基基岩主要分布两种岩性,一种为晚元古代荣成超单元威海单

元片麻状正长花岗岩。一种为中生代燕山晚期崂山超单元八水河单元二长花岗岩,在两种岩体中还穿插闪斜煌斑岩脉。

### 3 导(截)流建筑物及工程进展情况

导(截)流建筑物包括:上游围堰、下游围堰和导流隧洞。上游围堰长51m,堰顶宽8m,左端堰顶高程119.2m,右端堰顶高程125.7m,粘土斜墙顶高程117.2m。下游围堰长40m,顶宽4.0m,堰顶高程111.3m,粘土心墙顶高程111.3m。设计边坡迎水坡1:2.5,背水坡1:1.5,导流隧洞位于右侧山体中,圆形断面,长274.7m,洞径3.0m,进口底高程112.0m。

截止汛前工程的进展情况:导流隧洞及上、下游围堰均已完工,正在发挥正常的导、截流功能,坝基坑为干地,基岩开挖完毕,左坝肩坝基混凝土已浇筑到125.1m高程,右坝肩坝基混凝土浇筑到118.6m高程,河床坝基混凝土浇筑至102.13m高程,受洪水影响的工程主要为河床坝基混凝土浇筑。

### 4 水文气象

五莲县属暖温带大陆性季风气候,东南近海洋,容易受海洋台风登陆的影响,南北气流活动频繁。一年四季周期性变化明显,冬无严寒,夏无酷暑,雨量充沛,季节性降水明显,日照充足,热能丰富。流域多年平均年降水量为836.5mm~1387.5mm。降水量年际变化较大,降水量年内分配不均。

### 5 度汛洪水分析

#### 5.1 洪水特性

暴雨是造成本流域洪水的主要原因,主要集中在汛期6~9月。潮河雨量站多年平均最大24小时点雨量为109.4mm,实测最大24小时点雨量为1978年的304.4mm,最小24小时点雨量为2004年的55.5mm。

#### 5.2 非汛期洪水分析计算

根据流域实测资料情况,采用实测暴雨资料计算非汛期洪水。

采用非汛期最大值法进行选样,得到非汛期(10~翌年5月)点雨量系列。流域面雨量计算采用地区暴雨综合频率曲线法,采用P-III型频率曲线进行适线,经分析计算,非汛期5年一遇流量为50.6m<sup>3</sup>/s。采用泄洪洞导流,最高水位为117.67m。

#### 5.3 汛期洪水

##### 5.3.1 设计洪水成果

根据流域实际资料情况,采用暴雨资料和山东省小流域设计洪水计算办法计算洪水。

表1 五莲县龙潭沟水库不同频率设计洪水成果表

项目	频率(%)					
	0.1	0.2	1	2	3.33	5
Q <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> /s)	721	643	511	451	387	335
W3(万m <sup>3</sup> )	493	442	343	299	259	227
W6(万m <sup>3</sup> )	710	637	479	411	358	313
W24(万m <sup>3</sup> )	1001	899	663	562	489	429

##### 5.3.2 施工度汛洪水分析计算

根据施工度汛安排,洪水标准为2年一遇、5年一遇和10年一遇。

表2 五莲县龙潭沟水库不同频率设计洪水成果表

项目	频率(%)		
	P=50%	P=20%	P=10%
H24(mm)	94.6	167.8	227.6
Q <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> /s)	76.6	191.2	251.1

#### 5.4 洪水调节计算

##### 5.4.1 洪水调节计算原理

洪水调节计算的基本原理是水量平衡,即入坑流量过程线与经过水坑调蓄后的出坑流量过程线之间的关系,可用水量平衡方程式来表示,即:

$$\left(\frac{Q_1 + Q_2}{2}\right)\Delta t - \left(\frac{q_1 + q_2}{2}\right)\Delta t = V_2 - V_1$$

式中:

Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>——时段初、时段末的入坑流量,m<sup>3</sup>/s;

q<sub>1</sub>、q<sub>2</sub>——时段初、时段末的出坑流量,m<sup>3</sup>/s;

V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>——时段初、时段末的水坑蓄水量,万m<sup>3</sup>;

Δt——计算时段,单位:h(本次调算中取Δt=0.1h)。

##### 5.4.2 水位~库容~泄量关系

(1) 导流泄洪洞水位~泄量关系。根据施工手册分别采用无

压流、半有压流和有压流流量公式计算泄洪洞泄量关系。导流洞进口底高程为112.0m,圆形断面,洞径3.0m。

(2) 围堰溢流水位~泄量关系。围堰现状高程为119.2~125.7m,当水位高于119.2m时,围堰参与溢流。采用《溢洪道设计规范》(SL253-2000)中开敞式WES型实用堰泄流计算公式计算。

##### 5.4.3 洪水调节计算

起调水位采用导流泄洪洞底高程112.0m。根据分析计算不同频率的设计洪水过程线,按洪水调节计算原理及方法进行调算。分别计算仅利用泄洪洞导流及泄洪洞与围堰共同泄洪两种方案。

表3 洪水调节计算成果表

项目	P=50%	P=20%	P=10%	
仅采用泄洪洞导流	水位(m)	118.61	129.86	133.98
	库容(万m <sup>3</sup> )	7.1	85.8	109.3
	泄量(m <sup>3</sup> /s)	51.9	65.7	96.5
采用泄洪洞和溢流段共同导流	水位(m)	—	121.75	122.14
	库容(万m <sup>3</sup> )	—	15.3	16.7
	泄量(m <sup>3</sup> /s)	—	187.4	246.9

根据调洪成果可以看出,当发生2年一遇设计洪水时,采用泄洪洞导流,最高洪水水位为118.61m,比现状围堰最低处(119.2m)低0.59m。考虑风浪爬高等因素,现状围堰高程仅能防御2年一遇洪水。根据前面分析,2年一遇设计24小时暴雨量为94.6mm。建议当地水利、气象部门积极做好气象预报、洪水预报等方面的工作,特别是随时密切关注施工期天气变化及降雨预报等,当预测24小时暴雨量超过94.6mm时,应及时通报施工队伍,积极做好防御准备和汛前安排。

现状情况下,当上游水位超过119.2m时,泄洪洞和围堰共同泄洪,5年一遇设计洪水水位为121.75m,10年一遇设计洪水水位为122.14m。

### 6 度汛技术研究

#### 6.1 整体度汛方案

仅用导流洞泄流的条件下,按汛期10年一遇洪水流量调洪演算,堰前水位为133.98m;若采用汛期5年一遇洪水调洪演算,堰前水位为129.86m,均远超现状堰顶,都需要进一步加高围堰。

从现场建筑物的布置看,围堰设在导流隧洞和大坝基坑之间,空间有限,最大允许底宽为65.0m,最大允许围堰顶高程为125.25m,仍低于5年一遇的设计洪水水位。并且围堰拦蓄的水头越高,围堰失事后对大坝基坑和下游上沟村造成的冲击就越大。因此,本研究中,不考虑加高围堰,仅对围堰进行防护处理,通过部分堰段溢流,使其达到遭遇10年一遇洪水标准时不被冲毁。

#### 6.2 围堰整体稳定分析

围堰边坡迎水面为1:2.5,背水坡1:1.5,采用刚体平衡法进行稳定计算,围堰整体稳定能够满足抗滑稳定要求。

#### 6.3 围堰加固防护

围堰顶高程119.2~125.7m,基本按统一坡度形成堰顶道路,

当水位高过119.2m时, 导流隧洞和堰顶溢流段同时泄流, 经调洪演算, 五年一遇洪水位为121.75m, 十年一遇洪水位为122.14m, 考虑安全超高、风浪爬高等因素, 确定顶高程低于123.2m的围堰为溢流段, 高于123.2m的围堰为非溢流段, 长19m。

根据以往类似工程设计、施工经验, 适于本工程的围堰防护方案有两种: 一是复合土工膜配编织袋压载防护, 二是现浇混凝土防护, 前者施工简单、造价低, 但抗冲刷能力较差, 适用于非溢流段防护; 后者施工繁琐、工期长、造价高, 但抗冲刷能力强, 防护更牢靠, 可用于溢流段围堰防护。

溢流段围堰: 首先将边坡修整平顺, 将大块石清理干净, 然后铺设10mm厚C10混凝土垫层和20mm厚C20混凝土护坡, 坝顶为10mm厚C10混凝土垫层和20mm厚的C20混凝土路面。在距堰顶1.5m处的上、下游坡上设伸缩缝, 内设651橡胶止水带。上游坡顶部1.5m、堰顶和下游坡顶部1.5m的混凝土护坡需现浇成整体, 其内顺水流方向钢筋连接为整体, 不得断开, 内配设 $\phi 12@200$ 钢筋一层, 布置在中间。在与非溢流段交界处设混凝土齿墙, 齿墙深0.5m, 将复合土工膜或土工布压在齿墙下。下游坡分别在113m和111.5m高程设 $\phi 50$ 排水管, 排水管长60cm, 水平管距2.0m。下游坡脚设钢筋笼装块石护底防冲, 钢筋笼通过铅丝连接在一起, 形成整体结构。

非溢流段围堰: 在围堰上游坡铺设复合土工膜, 下游坡及堰顶铺设土工布, 上、下游坡上采用编织袋装砂砾料垒砌压实, 垒砌厚度0.5m, 由于堰顶兼做施工道路, 为避免土工布被车辆碾坏, 土工布上采用水泥土垫层覆盖, 厚0.3m, 然后铺设泥结碎石路面, 厚0.2m。在与溢流段交界处, 复合膜或土工布压在混凝土齿墙下。

筑堰土料压实度不小于0.94。下游围堰采用复合膜和土工布防护即可满足要求。考虑到上游围堰溢流时, 下游围堰临基坑侧成为迎水坡, 需采用复合土工膜配编织袋装砂砾料压载防护。堰顶和背水坡采用土工布配编织袋装砂砾料压载防护。

#### 6.4 径流拦截

左、右岸盘山的施工道路与上游围堰溢流段堰顶连接, 经下堰坡道进入基坑, 暴雨时, 山上的径流顺施工道路流入基坑。此时, 若洪水较小, 河水不需要溢流, 则采用编织袋装砂砾料在堰顶垒砌成墙, 截断径流入基坑的通道; 若水位超过溢流堰顶, 则拆除编织袋装砂砾料挡墙, 敞泄洪水。

同时在基坑外围、径流易汇集的地带多设几条截水沟, 防止地表径流入入基坑。

## 7 结论及效果

### 7.1 结论

本工程利用非汛期洪水施工措施进行度汛, 合理分析洪水调蓄计算和加固施工导流措施是工程成败的关键。

(1) 在初步设计洪水计算的基础上, 准确进行汛期和非汛期洪水分析计算。

(2) 根据汛前工程实际情况, 分析具备的调蓄条件和导流能力, 合理计算调蓄和过堰水位。

(3) 通过对不同围堰加过措施, 进行经济技术比选, 确定切实可行的围堰加固方案。

(4) 做好度汛预案和组织安排。

(5) 在实施过程中, 加强气象观测, 做好气象、洪水预报等工作, 特别是随时密切关注施工期天气变化及降雨预报。

### 7.2 度汛效果

在施工过程中库区多次发生强降雨, 坝址附近的黄崖川雨量站实测24小时降雨量139.0mm, 上游来水通过导流隧洞敞泄, 现状围堰堰前河水水位最高达到115.5m, 没有产生渗漏及不稳定等问题, 围堰经受了此次洪水的考验。在整个汛期期间, 工程安全度过汛期, 保证了工程安全, 也满足了工程进度的需要。

从汛期洪水情况和对工程建设的影响分析, 度汛措施是成功的, 对类似工程问题的处理有很好的借鉴意义。

## [参考文献]

[1] 胡志根, 刘全, 贺昌海, 等. 水利水电工程施工初期导流标准多目标风险决策研究[J]. 中国工程科学, 2001, 3(8): 58-63.

[2] 任金明, 葛益恒, 王永明. 高坝水库水电工程导流阶段划分及度汛安全[J]. 大坝与安全, 2012, (3): 1-5.

[3] 徐唐锦, 李衡, 马永锋. 坝体度汛及导流泄水建筑物洪水标准研究与探讨[J]. 人民长江, 2011, 42(16): 69-72.

[4] 匙召君. 公伯峡水电站施工度汛方案优化设计[D]. 陕西: 西安理工大学, 2002.

## 作者简介:

张作兵(1971--), 男, 山东省五莲县叩官镇人, 大专, 工程师, 从事水利水电工程方面的研究。