

阳霞水库施工导流设计

杨恒阳

(新疆水利水电勘测设计研究院, 乌鲁木齐 830000)

摘要: 施工导流设计是水利水电工程设计中的重要内容, 合理的施工导流设计方案有益于降低施工风险、加快施工进度以及减小工程投资。结合阳霞水库施工导流设计, 针对导流标准确定、导流时段划分、导流方法选择以及导流建筑物设计等方面展开论述, 旨在为类似工程施工导流设计提供借鉴和参考。

关键词: 施工导流; 导流标准; 导流时段; 导流方法; 导流涵管

中图分类号: TV551 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-0112(2018)04-0052-03

1 工程概况

阳霞水库位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州轮台县境内, 为阳霞河流域控制性枢纽工程, 工程主要任务为灌溉、防洪。阳霞水库工程为Ⅲ等中型工程, 水库总库容为1 782万 m^3 , 主要建筑物包括沥青混凝土心墙砂砾石坝、溢洪洞和导流兼泄洪冲沙洞。

沥青混凝土心墙砂砾石坝最大坝高为87.5 m, 为2级建筑物, 其余永久建筑物等级均为3级, 临时建筑物等级为5级。

2 导流标准、时段及导流方式

2.1 导流及度汛标准

本工程大坝为2级建筑物, 根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)相关规定, 导流建筑物为4级, 相应导流设计洪水标准重现期为20~10 a^[1], 由于本工程所在河流并无实测水文资料, 依据上述规范, 本工程导流建筑物洪水设计标准选择为20年一遇洪水; 根据调洪计算成果, 相应于导流设计洪水时的坝前拦蓄库容为 $0.17 \times 10^8 \text{ m}^3$, 坝体施工期临时度汛洪水标准重现期为100~50 a, 根据施工进度计划安排, 坝体施工期仅经历1个汛期, 综合考虑施工进度、成本及安全, 本工程坝体度汛标准确定为50年一遇洪水。

2.2 导流时段

根据枢纽布置、工程规模及施工条件, 沥青混凝土心墙坝方案施工总工期计划为3.5 a。考虑当地气候条件, 施工时段主要为每年3月初至11月下旬, 汛期为每年6月至8月, 综合考虑枢纽水文条件、大坝施工强度等综合因素, 本工程共分为如下4个导流时段。

1) 开工至第2年9月, 导流洞施工, 原河床过流;

2) 第2年10月至第3年3月, 截流堤挡水, 导流涵管过流;

3) 第3年4月至第3年11月, 围堰挡水, 导流兼泄洪冲沙洞过流;

4) 第3年12月至导流洞下闸蓄水期间, 未完建坝体挡水度汛, 导流兼泄洪冲沙洞过流。

2.3 导流方式

由于本工程枢纽区位于峡谷型河段, 底部河床狭窄, 两岸山体陡峭, 不具备分期导流及修建导流明渠的条件, 因此本工程采用一次性拦断河床、导流涵管及导流兼泄洪冲沙洞过流的导流方式。

导流洞采用永临结合布置, 根据水工布置, 导流兼泄洪冲沙洞进口闸井底板高程较高, 高出河床约15 m, 而河道枯水期流量较小($P=20\%$, $Q=2.94 \text{ m}^3/\text{s}$), 如采用传统方式截流(导流洞过流), 截流堤须填筑至导流洞进口底板高程以上, 截流堤最大高度约18 m, 截流工程量较大, 且截流堤前始终保持较高水头, 截流堤渗流控制较为困难, 截流风险较大; 同时受限于本工程地形及枢纽布置特点, 大坝与上游围堰结合布置, 上游围堰迎水面坡脚线距导流洞进口较近, 用于布设截流堤的位置受限, 综合考虑地形、水文特点、枢纽的布置及工程的施工安全等因素, 结合施工进度安排, 本工程导流方式依据过流建筑物的不同在时间上分为两种。

1) 初期导流: 第2年10月至第3年3月, 采用围堰挡水、导流涵管过流的导流方式, 期间完成上游围堰填筑施工并对预埋涵管进行封堵;

收稿日期: 2018-03-10; 修回日期: 2018-03-17

作者简介: 杨恒阳(1986-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事水利水电工程设计工作。

2) 后期导流: 第3年4月至下闸蓄水, 采用围堰(大坝)挡水、导流兼泄洪冲沙洞过流的导流方式。工程施工期导流度汛特性见表1。

表1 工程施工期导流度汛特性

导流时段	标准 P /%	洪峰流量 $/(m^3/s)$	挡水建筑物			泄水建筑物			备注
			形式	水位/m	堰/堤顶高程/m	方式	孔口尺寸/m	下泄流量/ (m^3/s)	
第2年10月— 第3年3月	20	2.94	截流堤	1 396.37	1 397.50	导流涵管	1.5×2.0	2.94	枯期
第3年4月— 第3年11月	5	380.8	围堰	1 421.49	1 423.5	导流洞	3.5×4.0	186.5	导流
第3年12月— 下闸蓄水	2	568.3	未完建坝体	1 430.50	1 432.50	导流洞	3.5×4.0	244.7	度汛

3 导流建筑物设计

3.1 导流兼泄洪冲沙洞

导流兼泄洪冲沙洞布置在右岸, 采用永临结合布置, 按永久建筑物设计, 施工期用作导流, 运行期用作泄洪冲沙。

导流兼泄洪冲沙洞由进口引渠段、进口闸井段、洞身段、出口消能段组成, 全长为417.67 m, 为无压隧洞。进口底板高程为1 405.00 m, 孔口尺寸为3.5 m×4.0 m, 闸井段长为25 m; 洞身段长为346.67 m, 纵坡3%, 洞身采用城门洞型, 断面尺寸为5.5 m×7.0 m; 出口采用挑流消能。

3.2 导流涵管

导流涵管布置在天然河道左岸, 自截流堤上游坡脚外至上游围堰下游坡脚外, 全长约226 m, 纵坡 $i=3%$, 上游侧进口处设置一道混凝土封堵闸门, 孔口尺寸为1.5 m×2.0 m, 涵管采用直径为1.5 m、壁厚为0.2 m的钢筋混凝土预制管。

3.3 挡水围堰

3.3.1 上游围堰

根据坝址区地形、地质条件及枢纽布置方案, 考虑到土石围堰具有结构简单、施工方便且造价低等优点^[2], 结合本工程实际, 初定上游围堰采用土石围堰。

根据调洪结果, 上游围堰堰前最高水位为1 421.49 m, 设计堰顶高程为1 423.50 m, 围堰堰顶宽度为10.0 m, 围堰轴线长度为45.94 m, 最大堰高为42.50 m。围堰与大坝结合布置, 考虑到堰顶交通需要, 结合后堰顶高程上游侧预留5.0 m宽平台。围堰上游坡1:2.5(同大坝), 下游坡1:1.5, 堰体采用浇筑式沥青混凝土心墙防渗, 由于围堰基础河床覆盖层较浅(约1.0 m), 心墙防渗体坐落于基岩上, 因此不设置基础防渗。

3.3.2 下游围堰

根据调洪计算, 相应于 $P=5%$ 导流设计洪水标

准, 导流洞最大下泄流量为186.5 m^3/s , 根据下游围堰处水位~流量关系曲线内插计算求得对应的下游围堰处水位为1 370.50 m, 经计算, 下游围堰顶高程定为1 372.00 m。

下游围堰采用土石围堰, 堰顶宽度为5.0 m, 围堰轴线长度为6.30 m, 堰顶高程为1 372.00 m, 最大堰高为4.5 m。围堰背水面坡度1:1.5, 迎水面坡度1:2.25, 堰体采用粘土斜墙防渗, 由于围堰基础河床覆盖层较浅(约1.0 m), 基础防渗采用粘土截渗槽。

导流建筑物特性见表2。

表2 导流建筑物特性

项目	数量	备注
导流设计频率/%	5	
洪峰流量/ (m^3/s)	380.8	全年
导流洞下泄流量/ (m^3/s)	186.5	
导流洞进口底板高程/m	1 405.000	
导流洞出口底板高程/m	1 392.331	
孔口尺寸/m	3.5×4.0	$B \times H$
洞身断面尺寸/m	5.5×7.5	城门洞型, 宽×高
洞身长/m	422.032	
导流洞纵坡	3/100	
堰前水位/m	1 421.49	
堰顶高程/m	1 423.50	堰体防渗: 0.4 m厚
堰顶宽度/m	10.0	沥青混凝土心墙
迎水面坡度	1:2.5	基础防渗: 开挖至
背水面坡度	1:1.5	基岩
最大堰高/m	42.50	
堰顶长度/m	45.94	
堰顶高程/m	1 372.00	
堰顶宽度/m	5.0	堰体防渗: 粘土斜墙
迎水面坡度	1:2.25	基础防渗: 粘土截
背水面坡度	1:1.5	渗槽
最大堰高/m	4.50	
堰顶长度/m	6.30	

4 截流设计

根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL 303—2017)有关规定, 截流设计标准应根据河流水文特性及施工条件进行选择。本工程选择汛后退水期进行截

流,相应河道来水量较小,截流时段定为第2年10月初,截流标准初步定为5年一遇,相应月平均流量为 $2.94 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

根据本工程地形、枢纽布置及水文特点,选择了截流堤+导流洞和截流堤+导流涵管2个方案进行截流方案比选,比选结果见表3。

表3 截流方案比选成果

项目	方案	
	截流堤+导流洞方案	截流堤+导流涵管方案
最大堤高/m	19.0	9.5
堤前水头/m	17.87	8.37
地形条件	围堰至导流洞进口间距离较小,截流堤布置受限	
截流难度及风险	较高	较低
工程投资/万元	258.46	164.50

截流堤+导流洞方案:由于本工程导流洞采用永临结合的布置形式,限于现代河床主河槽狭窄,考虑后期泄洪冲沙,导流兼泄洪冲沙洞进口底板高程设计为 1405.00 m ,高于河床约 15.0 m ,截流初期导流如采用导流兼泄洪冲沙洞过流,须将截流堤修建至 1407.00 m 高程,最大高度约 19.0 m 。由于截流堤填筑时未压实,且运行时上游侧始终保持近 18 m 的水头,堤身防渗较困难,对下游大坝施工存在安全隐患;同时截流堤的工程量较大,工程投资较高,施工场地条件较差,截流难度及风险较大。

截流堤+导流涵管方案:根据施工进度分析,上游围堰在1个枯水期内(第2年10月—第3年3月)能够完成施工,水文资料显示坝址处相应于5年一遇的枯水期平均流量为 $2.94 \text{ m}^3/\text{s}$,采用单根直径 1.5 m 导流涵管过流,经计算^[3]堤前水位为 1396.37 m ,堤顶高程为 1397.50 m ,最大高度为 9.5 m 。截流堤工程量较小,工程投资较小,同时在一定程度上降低了截流

难度,减小了施工风险。

考虑工程施工安全及经济合理性,为降低截流难度,经综合分析计算,确定采用截流堤+导流涵管的截流方案,至来年汛期前(4月)将导流涵管封堵,届时围堰挡水,导流兼泄洪冲沙洞过流。

截流堤顶宽为 5.0 m ,堤前水位为 1396.37 m ,堤顶高程为 1397.50 m ,最大高度为 9.5 m ,采用土方填筑,迎水面采用粘土闭气,上游边坡 $1:3.0$,下游边坡 $1:1.5$ 。

根据工程施工条件、水文条件,本工程截流采用单戛堤立堵方式,考虑从左岸向右岸单向进占,龙口设置在河道右岸。

5 结语

在水利水电工程建设施工过程中,施工导流方案的合理性将直接关系到施工安全、施工进度以及工程投资等多个方面,合理选择施工导流方案在工程施工中具有重要作用,须引起足够重视。

本工程针对河道狭窄、施工场地条件较差且流量较小的深山峡谷型水库通过合理划分导流时段、选择适宜的导截流方案,有效避开因场地狭窄导致的施工布置局限,降低了施工风险,加快了施工进度,同时节约了工程投资,为类似工程的施工导流设计提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 水利水电工程施工组织设计规范:SL 303—2017[S].
- [2] 水利水电工程围堰设计规范:SL 645—2013[S].
- [3] 李玮.水力计算手册[M].北京:中国水利水电出版社,2006.

(本文责任编辑 王瑞兰)

Construction Diversion Design of Yangxia Reservoir

YANG Hengyang

(Xinjiang Survey and Design Institute of Water Resources & Hydropower, Urumqi 830000, China)

Abstract: The design of construction diversion is an important part in the design of water conservancy and hydropower engineering. Reasonable construction diversion design plan is beneficial to reduce construction risk, speed up construction progress and reduce project investment. Based on the construction diversion design of Yangxia Reservoir, the determination of diversion standard, diversion time division, diversion method selection and diversion building design are discussed, aiming to provide reference for similar engineering construction diversion design.

Keywords: construction diversion; diversion standard; diversion period; diversion method; diversion culvert