

涵管导流在阳霞水库初期导流设计中的应用

杨恒阳

(新疆水利水电勘测设计研究院,新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要:涵管导流作为施工导流方式的一种,其自身具有工程规模小、施工工艺简单、施工进度快以及施工风险较低等特点,适用于天然河道狭窄且来流量较小的工程。结合工程特点分时段合理选用涵管导流不仅能够加快施工进度、降低导流风险,同时能够节约工程投资。文章结合阳霞水库初期导流设计,具体阐述了涵管导流的优缺点及适用条件,旨在为类似工程的设计和施工提供参考。

关键词:初期导流;导流方式;涵管导流;施工进度;施工风险

中图分类号:TV551.1

文献标识码:C

文章编号:1004-4701(2018)06-0429-03

0 引言

施工导流作为水利工程施工中的一个重要组成部分,其方案的合理性将直接影响到施工安全、施工进度以及工程投资等多个方面,设计时须给予高度重视。施工导流可划分为分期围堰导流和一次拦断河床围堰导流两种方式,同时,与之相配合的导流方式依据过流建筑物型式不同分为明渠导流、隧洞导流、涵管导流、以及施工过程中的坝体底孔导流、预留缺口导流和不同泄流建筑物的组合导流等型式^[1,2]。

分期围堰导流因需设置纵向围堰,对工程区场地条件要求较高,多用于河床较宽、建筑结构复杂的大中型工程;对于河道狭窄、场地条件较差的中、小型工程则多采用一次拦断河床围堰导流。相较于明渠、隧洞等泄水建筑物,涵管导流因受限于涵管自身体型尺寸及过流能力等,在实际工程中应用较少。本文结合阳霞水库初期导流设计论述涵管导流的特点及适用条件,旨在为类似工程的设计提供借鉴和参考。

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1782万 m^3 ,主要建筑物包括沥青混凝土心墙砂砾石坝、溢洪洞和导流隧洞。沥青混凝土心墙

砂砾石坝最大坝高87.50 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。

导流隧洞布置在右岸,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。导流隧洞由进口引渠段、进口闸井段、洞身段、出口消能段组成,全长417.67 m,为无压隧洞。出于后期永久泄洪冲沙考虑,导流隧洞进口底板高程为1405.00 m(黄海高程,下同),高出河床约15 m(河床高程为1390.40 m),孔口尺寸3.50 m $\times$ 4.00 m,闸井段长25.00 m;洞身段长346.67 m,纵坡3%,洞身采用城门洞型,断面尺寸5.50 m $\times$ 7.00 m;出口采用挑流消能。

阳霞水库坝址区位于阳霞河中部峡谷型河段,施工场地条件较差,两岸山体陡峭,部分岩体几近直立,河道狭窄,河床最大宽度不足20.00 m,河床基岩埋深较浅,覆盖层厚度为0.60~1.00 m,河道天然纵坡3%左右。每年6~8月为汛期,天然河道相应频率为 $P=10\%$ 、 $P=5\%$ 和 $P=2\%$ 的洪峰流量分别为257.00 m^3/s 、380.80 m^3/s 和568.30 m^3/s ;相应频率为 $P=20\%$ 的枯水期(10月~来年4月)月平均流量为2.94 m^3/s 。

鉴于河道狭窄,不具备分期围堰导流的条件,因此本工程采用一次拦断河床围堰导流。选用土石围堰,上游围堰采用浇筑式沥青混凝土心墙防渗,堰顶宽度10.00 m,上游边坡1:2.5(同大坝),下游边坡1:1.5。由于阳霞河实测水文资料年限不足20年,依据相关规范本工程导流标准定为20一遇洪水,经调洪计算确定上游围堰堰顶高程为1423.50 m,最大堰高42.50 m。上游围堰同大坝完全结合布置,背水面坡脚距离大坝心

墙轴线约 35 m。

工程计划工期 42 个月,第一年 7 月开工,第四年 12 月完工。经分析大坝上游围堰在一个枯水期能够施工完成,依据建筑物布置型式,结合工程施工进度安排,本工程导流划分为初期导流和后期导流两个时段:

初期导流:第 2 年 10 月至第 3 年 3 月,该期间主要进行上游围堰施工;

后期导流:第 3 年 4 月至导流隧洞下闸蓄水,该期间主要进行大坝填筑施工。

2 初期导流设计

2.1 导流方式比选

由于导流隧洞为永临结合布置,其进口底板高出河床约 15 m,同时,导流隧洞进口距离上游围堰较近,用于布置截流堤的场地较为局限,且初期导流时段内对应的河道五年一遇的月平均流量仅为 $2.94 \text{ m}^3/\text{s}$ 。出于施工安全、施工进度及经济性方面的考虑,依据过流建筑物的不同,本工程进行了初期导流时段导流方式的比选。

2.1.1 导流隧洞过流

初期导流采用导流隧洞过流时,由于下泄流量较小,水深未淹没洞口,过流条件近似为无坎宽顶堰,因此采用堰流公式^[3](式 1)计算截流堤前相应水位,从而确定截流堤堤顶高程,相关计算参数及成果详见表 1。

$$Q = mB \sqrt{2gH_0^{3/2}} \quad (1)$$

式中: Q 为流量, m^3/s ; m 为流量系数; B 为孔口净宽, m ; g 为重力加速度, 9.8 m/s^2 ; H_0 为包含行进流速在内的作用水头, m 。

表 1 堰流计算参数特性表

项目	特征值	备注
$Q/(\text{m}^3/\text{s})$	2.94	五年一遇枯期月平均
m	0.32	查得流量系数
B/m	3.50	导流隧洞进口宽度
H_0/m	0.71	计算水头

由于库内水流速度较小,可以忽略不计,由表 1 可知堰前水深为 0.71 m,截流堤前水位为 1 405.71 m,考虑风浪爬高及安全加高,确定截流堤顶高程为 1 407.00 m,堤身最大高度 18.10 m,堤顶宽度 10.00 m,上游边坡 1:3.0,下游边坡 1:1.5。

初期导流时段流量较小,采用导流隧洞过流实际堰前水深仅为 0.71 m,然而由于作为永久建筑物设计的导流隧洞进口底板高程较高,须抬高库水位至导流隧洞进口底板高程以上方可形成泄流。一方面导致截流堤

高度加大,其相应填筑工程量较大,工程投资较高;另一方面截流后期龙口处上下游水位差较大,截流难度及风险相应增加;同时,截流后上游围堰施工期间,截流堤前水头始终保持在 16.00 m 以上,由于截流堤填筑未经严格碾压密实,长期在高水头作用下基础及堤身渗流量较大,截流堤发生渗流破坏风险较高,严重影响到施工进度、危及施工人员安全。

2.1.2 导流涵管过流

初期导流采用导流涵管过流时,由于本工程天然河道较为狭窄,用于布置导流涵管的场地相对局限,因此选用管径 1.50 m 单根预制涵管进行导流,采用管流公式^[3](式 2、3)进行水力计算,求得相应进口水头,从而确定截流堤堤顶高程,相关计算参数及成果详见表 2。

$$Q = \mu_c A \sqrt{2gH_0} \quad (2)$$

$$\mu_c = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}} \quad (3)$$

式中: Q 为流量, m^3/s ; μ_c 为管道系统流量系数; A 为管道断面面积, m^2 ; g 为重力加速度, 9.8 m/s^2 ; H_0 为包含行进流速在内的作用水头, m ; λ 为管道系统沿程损失系数; l 为管道计算段长度, m ; d 为管道内径, m ; ζ 为管道系统局部损失系数。

表 2 管流计算参数特性表

项目	特征值	备注
$Q/(\text{m}^3/\text{s})$	2.34	五年一遇枯期月平均,截流流量
μ_c	0.129	计算流量系数
A/m^2	1.767	管径 1.50 m
H_0/m	8.49	计算水头

由于库内水流速度较小,可以忽略不计,由表 2 可知导流涵管进口水深为 8.49 m,截流堤前水位为 1 396.49 m(该方案截流堤位置处河床高程为 1 388.00 m),考虑风浪爬高及安全加高,确定截流堤顶高程为 1 397.50 m,堤身最大高度 9.50 m,堤顶宽度 8.00 m,上游边坡 1:3.0,下游边坡 1:1.5。

采用涵管导流由于截流堤高度降低,工程量减小,工程投资(计入导流涵管部分投资)相比于导流隧洞过流方案有所降低;另一方面,截流堤前最大静水水头仅为 8.37 m,且仅当对应五年一遇标准时才出现,大大降低了截流难度和截流风险,同时减小了截流堤发生渗流破坏的风险,提高了施工安全保障;另外,由于采用预制涵管,涵管铺设施工进度较快,可有效加快施工进度,为上游围堰及早施工创造条件。

基于表3成果,本工程初期导流选用涵管导流方式。

表3 初期导流方案比选成果表

项目	过流方式	
	导流隧洞方案	导流涵管方案
最大堤高 /m	18.10	9.50
堤前水头 /m	16.81	8.49
地形条件	截流堤布置场地空间受限,截流堤填筑施工场地条件较差	
截流难度及风险	较高	较低
上游围堰施工风险	较高	较低
工程投资 万元	258.46	164.50
比选结论		较优

2.2 涵管导流设计

结合坝址区河道地形条件,导流涵管布置在天然河道左岸,自截流堤上游坡脚外延伸至上游围堰下游坡脚外,其出口位于大坝防渗体上游侧,距离大坝心墙轴线约30 m,导流涵管未穿越大坝防渗体。

导流涵管全长226.00 m,纵坡 $i=3\%$,上游侧进口处设置一道预制混凝土叠梁门用作后期封堵,孔口尺寸 $1.50\text{ m}\times 2.00\text{ m}$ 。导流涵管选用直径1.50 m承插式钢筋混凝土预制管,单节长度2.00 m。导流涵管底部设置0.50 m厚C25现浇混凝土管座。

截流堤顶宽8.00 m,堤顶高程1 397.50 m,最大高度9.50 m,采用砂砾石填筑,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,本工程截流采用单戕堤立堵方式,考虑从左岸向右岸单向进占,龙口设置在河道右岸。

上游围堰施工完成后开始导流涵管封堵工作,首先将进口预制混凝土叠梁门下放,采用高压水进行管壁冲洗,清除管底沉积泥沙,再由出口泵送C25混凝土进行回填密实即可。

3 结 语

涵管导流(尤其是钢筋混凝土预制管)具有工程规模小、技术成熟、施工速度快、施工工艺简单、工程投资小、施工风险较低等特点,较适用于施工场地条件较差、河道狭窄且河道天然来流量较小的工程。

本工程针对河道狭窄、施工场地条件较差且来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、施工提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 水利水电工程施工组织设计规范(SL303-2017)。
- [2] 水利水电工程施工导流设计规范(SL623-2013)。
- [3] 李玮.水力计算手册[M].北京:中国水利水电出版社,2006。

编辑:张绍付

The application of culvert diversion in the design of Yang Xia reservoir's initial diversion

YANG Hengyang

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

Abstract: As a kind of construction diversion method, culvert diversion has its own small-scale projects, the construction process is simple, quick construction progress and construction risk is low. It's suitable for natural river flow to narrow and small project. Combined with the engineering characteristics of sub period reasonable selection of diversion culvert can not only accelerate the construction progress and reduce the risk of diversion and closure and can save the project investment. According to the design of Yang Xia reservoir's initial diversion, the paper expounds the advantages and disadvantages of the diversion culvert and the applicable conditions, in order to provide reference for the design and construction of the similar project.

Key words: Initial diversion; Diversion method; Culvert diversion; Construction progress; Construction risk

翻译:杨恒阳