

# 双塔水库除险加固工程主坝施工方案浅析

蒲晓琪

(甘肃省疏勒河流域水资源管理局,甘肃 玉门 735211)

**【摘要】** 双塔水库除险加固主坝段在下游坝脚清基过程中出现了较厚的淤泥层,当水库处于高水位状态时,先行下游坝体培厚还是先行坝体防渗施工出现了两难的选择。通过对比两种方案的施工安全、施工成本和施工工期,确定先进行下游坝体培厚的方案,同时采取主坝坝基淤泥换垫措施,实施后取得了较好效果。

**【关键词】** 水库;除险加固;坝体培厚;防渗墙

中图分类号: TV698.2 +3

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)06-011-04

## Analysis on main dam construction plan of Shuangta Reservoir Risk Removal & Reinforcement Project

PU Xiaoqi

(Gansu Shule River Basin Water Resources Bureau, Yumen 735211, China)

**Abstract:** Since thicker silt seam appears in Shuangta Reservoir risk removal & reinforcement main dam section during downstream dam toe foundation cleaning process, it is difficult to select first implementation of downstream dam thickness cultivation or first implementation of dam anti-seepage construction in the reservoir under high water level. The construction safety, construction cost and construction duration of the two plans are analyzed and compared. First implementation of downstream dam thickness cultivation is selected optimally. Main dam foundation silt cushion replacement measures are formulated. Better effects are obtained after implementation.

**Key words:** reservoir; risk removal reinforcement; dam thickness cultivation; anti-seepage wall

### 1 项目概况

双塔水库位于酒泉市瓜州县城以东约48km的疏勒河中游河段上,始建于1958年,1960年3月建成蓄水,是一座以灌溉为主,兼顾城乡和生态用水、防洪、发电、养殖等综合利用的大(2)型水库。原设计库容2.4亿 $m^3$ ,兴利库容1.2亿 $m^3$ 。水库枢纽主要建筑物有主坝、1号副坝、2号副坝、输水洞、1号溢洪道、2号溢洪道、泄洪渠、输水渠等。主坝为黏土心墙砂砾石坝,坝

顶长1040m,坝顶宽8m,最大坝高26.80m,坝基防渗型式为黏土截水槽和混凝土防渗墙。

双塔水库自建成后已先后进行过三次除险加固。由于受当时经济、技术条件的制约,工程质量存在一定的缺陷。2015年8月批复进行第四次除险加固,概算总投资1.53亿元,计划2015年12月1日开工,2017年11月30日完工。主坝的主要除险加固内容为坝基及坝体防渗处理、下游坝坡培厚、坝顶加宽改造及上游坝坡混凝土面板浇筑等。

由于水库不能空库运行,无论是坝顶防渗墙施工,还是下游坝体填筑培厚施工均处在高水位下,加之坝顶狭窄,安全风险大。当主坝 0+326~0+371 段开挖至设计基面高程后,未发现原状砂砾石层或片麻状花岗岩层基面,基面以下均为淤泥层,此段原坝体渗漏比较严重,在坝基清基后进行坝体填筑,有可能出现坝体滑塌,危及坝体安全。常规施工顺序为先进进行防渗墙及帷幕灌浆施工,后进行下游坝体填筑培厚,施工中不仅存在很大的安全风险,而且坝顶施工面宽度达不到机械施工条件,直接影响工期,将造成施工成本大幅增加。故对基于坝体培厚的施工顺序进行研究比较,以求获得最优、最经济的施工方案。

## 2 先进行下游坝体培厚施工方案

此方案(以下简称方案1)是先进行下游坝体培厚

施工,然后利用加宽后的坝顶作为施工平台,再进行防渗墙施工。采取平行交叉方式进行施工,即施工平台加宽(坝体培厚)一段后,随即用进占法进行防渗墙施工,直至全部平台和防渗墙施工完毕。

### 2.1 防渗墙施工平台设计

双塔水库主坝原坝顶宽 8.0m,防渗墙施工设备液压抓斗作业半径为 9.5m,液压抓斗后方需留出 2.5m 作为其他设备进出通道,因此坝顶施工道路需加宽至 12.0m 后方可形成施工平台供防渗墙施工。

施工平台构建是防渗墙施工的前置条件,该方案防渗墙施工平台充分利用原坝顶宽度,并在下游坝坡培厚至 1332.8m 后作为整个防渗墙施工平台。施工完成后,多余坝体削坡外运。抓斗和冲击钻均布置在防渗墙下游侧,具体如图 1 所示。

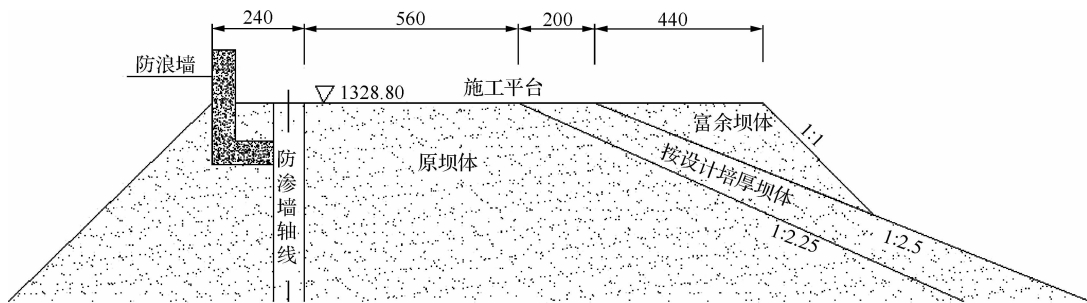


图 1 主坝防渗墙施工平台示意图(单位:cm)

### 2.2 总体施工程序

根据工程项目间的相互关系,总体施工程序如图 2 所示。

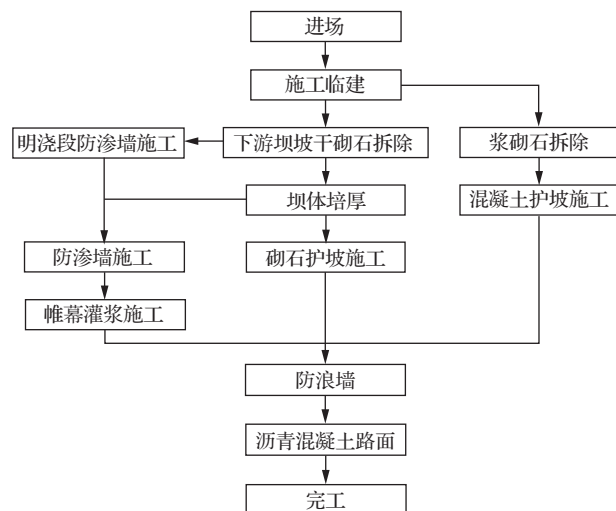


图 2 施工总程序

### 2.3 施工工期

工程计划于 2016 年 3 月 14 日开工,2016 年 6 月 25 日完工,总工期 103 天。

具体施工进度计划为坝体培厚(含干砌石拆除、外运)自 2016 年 3 月 14 日—6 月 10 日需 88 天,防渗墙施工自 2016 年 4 月 21 日—6 月 25 日需 65 天。

先进行左坝肩段(桩号 0+000~0+400)坝体培厚,自 2016 年 3 月 14 日—4 月 20 日。防渗墙施工自 2016 年 4 月 21 日开始,可以实现此段防渗墙连续施工。在进行左坝肩段防渗墙施工期间,同时进行 0+400~0+567.9 段坝体培厚,2016 年 5 月 7 日可以完成此段坝体培厚,而后转至右坝肩(0+895~1+015)段施工,依序进行。最后培厚明浇墙段(桩号 0+567.9~0+895)坝体。

坝体培厚每完成一段,防渗墙随即施工。后坝坡 坝体培厚与防渗墙施工关系如图3所示。

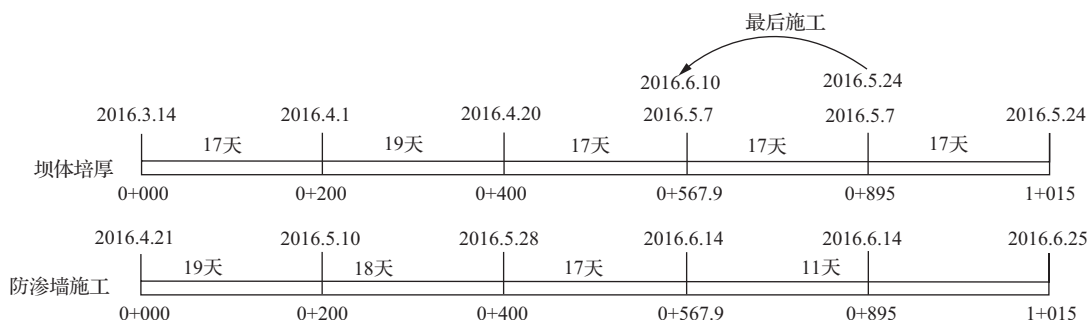


图3 后坝坡坝体培厚与防渗墙施工关系

### 3 先进行防渗墙施工方案

先进行防渗墙施工方案(以下简称方案2)是用编织袋装土加宽坝顶形成临时施工平台,进行防渗墙施工,然后进行下游坝体培厚,最后拆除临时施工平台。为保证大坝安全,坝体培厚作业需待防渗墙施工全部完成后方可进行。

#### 3.1 防渗墙施工平台设计

防渗墙施工平台总体宽度同方案1,均为12m。底

层铺设前应开槽,并沿坝轴线方向在坡脚处打入1~2排木桩,防止编织袋发生滑动,然后利用编织袋装土逐层码放至坝顶1332.80m高程,与原坝顶作为整个防渗墙施工平台,上铺钢板。逐层码放编织袋时每隔一定高度应用装载机机械进行碾压。抓斗和冲击钻均布置在导墙下游侧。具体如图4所示。

#### 3.2 总体施工程序

根据工程项目间的相互关系,总体施工程序如下页图5所示。

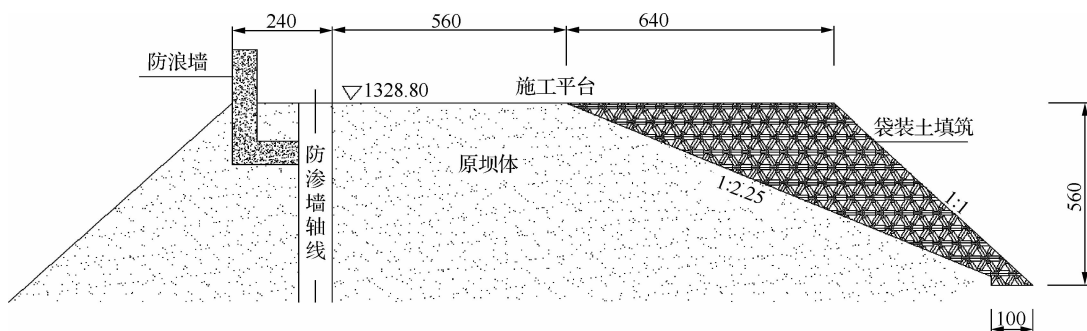


图4 主坝防渗墙施工平台示意图(单位:cm)

#### 3.3 施工工期

工程计划于2016年3月14日开工,2016年10月7日完工。工期204天。其中防渗墙施工122天,下游坝坡培厚填筑施工88天。

该方案搭建施工平台是关键。自2016年3月14日开始平台人工铺设,至7月8日铺设完毕,总工期116天。加宽时需由人工装袋后分层铺设,用挖机1辆、自卸车1辆辅助转运料土,人工功效 $3\text{m}^3/\text{d}$ ,人工70人,铺设用时大约为88天,因原坝顶路面较窄,施工

设备较多,为了保证设备进出道路通畅,需待防渗墙完工后才能拆除施工平台,拆除至少用时20天。

### 4 施工方案比较

从施工安全、施工成本、施工工期3个方面进行比较,择优确定施工方案。

#### 4.1 施工安全

方案1的防渗墙施工平台是碾压后的坝体,密实度已达到设计干密度,不存在施工时平台出现滑塌的

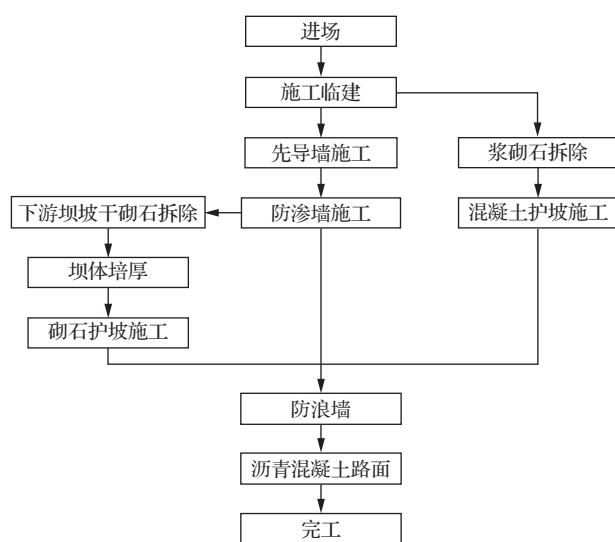


图5 施工总程序

可能,最大限度降低了安全风险。缺点是进行坝体培厚时清基面临坝体滑塌的可能。

方案2防渗墙施工平台用袋装土填筑,加宽部分无法进行碾压,建造工序多。液压抓斗自重约为150t,在液压抓斗施工时,存在一定的侧滑隐患,易发生设备倾覆危险。同时其他施工设备也需要在填筑的施工平台上行走,同样存在一定安全隐患。

#### 4.2 施工成本

方案1在拆除防渗墙施工平台时,只需将设计线以外的多余坝体削坡外运。填筑及拆除方量约为5200m<sup>3</sup>,填筑及拆除成本为每方28元,合计施工成本14.56万元。

方案2施工平台的填筑及拆除方量分别约为15680m<sup>3</sup>。机械运输、人工装袋填筑及拆除的综合单价至少90元/m<sup>3</sup>,直接施工成本141.12万元。管理成本35万元。两相比较,方案1较方案2节约成本161.56万元。

#### 4.3 施工工期

方案1总工期103天,方案2总工期210天,方案1较方案2工期缩短101天,既完全满足防渗墙施工工期要求,又可以保证防渗墙施工工作面,不产生窝工现象。

综上所述,先进行坝体培厚,后进行防渗墙施工的

方案1,即节约施工成本,又能缩短工期,安全隐患较小,各工序施工有序进行,是最优、最经济、最安全的施工方案。该方案实施后,不仅极大加快施工进度,也为施工单位创造了较好的经济效益。

## 5 先进行下游坝体培厚后进行防渗墙施工的难点及处理

### 5.1 坝基处理过程中发现的问题

双塔水库主坝下游坝体培厚是坝体及坝基防渗处理的基础,为顺利完成坝体培厚施工,清基时全面掌握主坝下游坝脚基底地层情况,在坝脚0+326~0+371段原干砌石排水沟位置处开挖7个探坑,对基底情况进行勘察,勘察结果为设计开挖基面下均为淤泥层,层厚0.5~3.0m,下部为全风化片麻花岗岩,此段原坝体渗漏比较严重,必须对坝基进行换基处理。

### 5.2 坝体清基换垫处理方案的确定及实施

#### 5.2.1 坝体清基换垫方案确定

为保证坝体培厚的顺利进行,防止坝体培厚施工完成后,坝体出现不均匀沉降或局部塌陷等现象,确定采用“砂砾石换填”方式对坝基淤泥进行处理。拟定每段施工长度为3~5m(具体视开挖时坡脚稳定性而定)。从0+326向0+371顺序施工。

#### 5.2.2 换基材料的选择

坝基淤泥段换填采用砂砾石,直径不小于20mm;后坝坡淤泥层护面采用施工时已拆除的干砌石废料,块石直径不小于10cm。

#### 5.2.3 坝体清基换垫实施

为确保坝体清基换垫过程中的施工安全,减少开挖临空面,保证坝坡稳定,采用分段换填进占方式进行,严格按照拟定的分段长度进行施工。坝基开挖至全风化片麻花岗岩或原状砂砾石层后,方可进行砂砾石换填。后坝坡挖除淤泥层后,立即将块石抛入淤泥,用挖掘机斗体将块石拍入淤泥层,每向前开挖1m,进行一次块石挤压,使其完全挤入淤泥层,保证后坝坡淤泥层边坡稳定。(下转第19页)