

# 固原市隆德县余家峡水库工程坝基处理与坝体排水方案

张建宾

宁夏河海工程咨询管理有限公司 宁夏 银川 750000

**摘要:**近年来,隆德县持续干旱,年降水量减少,水库蓄水不足,全县持续干旱导致县城居民生活及工业用水紧缺。针对该情况,隆德县规划在渝河流域新建余家峡水库,坝址位于隆德县陈靳乡新和村,距县城约5.3km,水库建成后可以与已建地湾水库连通,将地湾水库富裕水量通过已建隆德县城乡引水管道调入余家峡水库,实现余家峡水库与地湾水库联合调度,向隆德县城供水,以解决城镇居民生活及工业用水紧缺问题。

**关键词:**余家峡水库;坝基处理方案;坝体排水

## Dam foundation treatment and dam drainage scheme of yujiacia reservoir project in Longde County, Guyuan City

Zhangjianbin

Ningxia Hehai Engineering Consulting Management Co., Ltd. Ningxia Yinchuan 750000

**Abstract:** In recent years, the continuous drought in Longde County has reduced the annual precipitation, and the reservoir water storage is insufficient. The continuous drought in the whole county has led to a shortage of domestic and industrial water for the county residents. Given this situation, Longde County plans to build a new yujiacia reservoir in the Yuhe River Basin. The dam site is located in Xinhe village, chenjin Township, Longde County, about 5.3km away from the county seat. After the completion of the reservoir, it can be connected with the existing Diwan reservoir. The surplus water of the Diwan reservoir can be transferred to yujiacia reservoir through the existing urban and rural water diversion pipeline of Longde County, to realize the joint operation of yujiacia reservoir and Diwan reservoir and supply water to Longde County, To solve the problem of water shortage for urban residents' living and industrial use.

**Keywords:** Yujiacia Reservoir; Dam Foundation Treatment Scheme; Dam Drainage

### 1 水库基本情况

余家峡水库位于渝河流域甜水河支流上,发源于六盘山西麓山脚下,东西流向,在马家河村汇入渝河,水库流域面积10.7km<sup>2</sup>。水库总库容452.07万m<sup>3</sup>,属小(1)型水库,其中:淤积库容40.83万m<sup>3</sup>,兴利库容358.00万m<sup>3</sup>,防洪库容23.97万m<sup>3</sup>,调洪库容53.24万m<sup>3</sup>。水库设计淤积高程2182.99m,正常蓄水位2199.17m,设计洪水位2199.84m,校核洪水位2200.59m。水库设计洪水标准30年,校核洪水标准300年。工程主要由均质土坝和输(泄)水建筑物组成,最大坝高37.8m,坝轴线长603m,坝顶宽5.0m,建筑物最大泄水量8.43m<sup>3</sup>/s。

### 2 坝基处理方案

#### 2.1 坝基存在的主要问题

根据地质勘察成果,水库坝基主要存在以下问题:

一是主沟道上部土层(粉质粘土及壤土),厚度1.0~8.3m,软塑~可塑状,属于I级(轻微)非自重湿陷性(河床左侧)~II级(中等)自重湿陷性场地。下部分布碎石及

角砾,桩号范围0+137~0+408,层深0.5~3.6m,具有液化性,属强透土层。

二是左岸台地上部土层存在湿陷,最大厚度达11m,一般为4~5m,属于I级(轻微)非自重湿陷性,右岸不湿陷。但其压缩系数为0.59Mpa<sup>-1</sup>,属于高压缩性土,压缩变形量较大。

三是角砾层下部基岩表层2.0m为强风化层,属中等透土层,透水率10~100Lu,以下为弱、微风化岩层,透水率1~10Lu。

#### 2.2 坝基处理方案

##### 2.2.1 两岸台地粉质粘土、壤土层处理

两岸台地土层饱和度大部分在60%以上,依据《湿陷性黄土地区建筑标准》不适宜采用强夯法、挤密法处理。

当土层做为坝基使用时,经过沉降计算,最大厚度11.0m处(左岸)沉降量达1.7m,一般断面沉降量为0.8m左右,不能满足总沉降量小于坝高1%的要求,因此,也不宜作为持力层。

因此,对于两岸台地土层,可行的处理方案是全部挖除,并用于坝体填筑。

### 2.2.2 主沟道土层、液化角砾层处理

对于主沟道,土层及下部液化角砾层,拟定两种可行的坝基处理方案。方案一:挖除主沟道上部土层及下部液化角砾层,共挖除壤土48.86万 $m^3$ 、角砾15.1万 $m^3$ ,该方案总投资583.71万元。方案二:挖除主沟道上部壤土层,然后对液化角砾层(1.8~3.3m)进行振动压密法处理,总处理面积50030.5 $m^2$ ,该方案总投资200.12万元。从工程投资看方案二优于方案一,共节约投资383.59万元,从坝基处理技术可靠性看,方案一采用挖除法,是液化地层常用的处理方法,相对而言技术更可靠,推荐方案一。

### 2.2.3 坝基防渗

截水槽布置于坝轴线处,桩号范围K0+000~K0+603,梯形断面,开挖边坡1:1,截水槽底宽5.0m,深度以开挖至

相对不透水层下1.0m为准,防渗标准10LU,截水槽采用粘土回填,回填土分层夯实与主坝衔接,填筑土压实度不小于0.97,渗透系数小于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

### 3 坝体排水方案

通过坝体渗流稳定计算:当坝下设1/2水平乳垫排水时,坝坡抗滑稳定安全系数才能满足规范要求。

#### 3.1 坝体排水布置

布置范围:K0+045~K0+525,从大坝截水槽位置开始设置,上部设两层反滤厚0.8m(单层0.4m),下部设两层反滤厚0.8m(单层0.4m),中间设排水层厚0.8m,反滤层设置的主要目的是保护坝体土不发生渗透破坏。为防止坝坡脚发生冻胀破坏,坝坡脚河谷段设贴坡排水,设置范围:K0+150~K0+384,段落总长234m,贴坡排水最大高度5.0m,顶部高程2172.0m。

#### 3.2 筑坝土料颗分表、图

表1 水库筑坝土料颗分曲线表

序号	土样野外编号	颗粒分析			限制粒径	中间粒径	有效粒径	不均匀系数	曲率系数	土的定名
		砂粒	粉粒	粘粒	$d_{60}$	$d_{30}$	$d_{10}$			
		0.1-0.075mm	0.075-0.005mm	<0.005mm	mm	mm	mm	$d_{60}/d_{10}$	$d_{30}^2/(d_{60} \cdot d_{10})$	
1	击1	0.6	83.9	15.6	0.027	0.013	0.003	2.077	2.086	中粉质壤土
2	击2	0.4	82.4	17.2	0.027	0.012	0.002	2.25	2.667	中粉质壤土
3	击3	0.4	85.7	13.9	0.028	0.014	0.004	2	1.75	轻粉质壤土
4	击4	0.5	80.7	18.9	0.024	0.012	0.0015	2	4	中粉质壤土
5	击5	0.6	82.2	17.2	0.025	0.012	0.0025	2.083	2.304	中粉质壤土
6	击6	0.4	82.4	17.2	0.028	0.013	0.0022	2.154	2.744	中粉质壤土
7	击7	0.6	85.5	13.9	0.029	0.017	0.003	1.706	3.322	轻粉质壤土
8	击8	0.5	87.3	12.3	0.028	0.013	0.003	2.154	2.012	轻粉质壤土
9	击9	0.6	85.5	13.9	0.029	0.015	0.003	1.933	2.586	轻粉质壤土

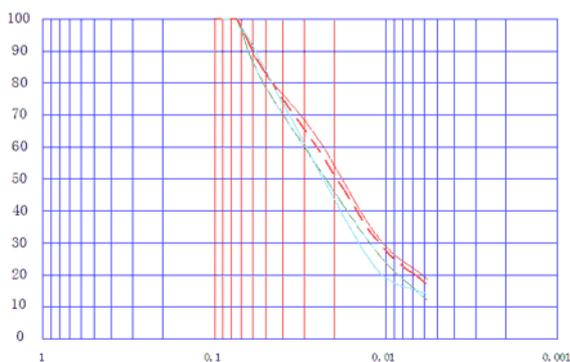


图1 水库筑坝土料颗分曲线表

### 3.3 坝基褥垫排水体设计

根据筑坝土料颗分表、图,判定被保护土均小于4号筛(4.75mm)的颗粒,不需要对土颗粒大小级配曲线进行调整。

以通过200号筛(0.075)颗粒的百分数为标准,确定被保护土的类别。查颗分图,颗粒粒径为0.075mm时,小于0.075mm粒径的土所占的百分数>85%,被保护土的类别为1

类,即细粉土和粘土。

#### 3.3.1 反滤层应满足滤土要求

由于土料小于0.075mm颗粒含量>85%,为1类,因此反滤层最大粒径 $D_{15} \leq 9d_{85}$ ,取 $D_{15} = 9d_{85} = 9 \times 0.055 = 0.50 \text{mm}$ 。式中: $D_{15}$ —反滤料的粒径,小于该粒径的土重占总土重的15%, $d_{85}$ —被保护土的粒径,小于该粒径的土重占总土重的85%。

#### 3.3.2 反滤层应满足排水要求

以透水性作为控制的必要条件,应使 $D_{15} \geq 4d_{15}$ ,且不小于0.1mm。查颗分图, $d_{15} = 0.007 \text{mm}$ , $4d_{15} = 4 \times 0.007 = 0.028 \text{mm} < 0.1 \text{mm}$ 。式中: $d_{15}$ —被保护土的粒径,小于该粒径的土重占总土重的15%。

#### 3.3.3 其他要求

防止采用间断级配的反滤料:设计反滤料应满足过筛率为60%粒径中任一粒径的最大与最小值的比率不大于5。反滤料级配范围:不均匀系数小于等于6。

#### 3.3.4 其他反滤料粒径的计算

主要计算内容如下:

$$\text{最大}D_{10} = \text{最大}D_{15}/1.2 = 0.5/1.2 = 0.42\text{mm}。$$

$$\text{最大}D_{60} = \text{最大}D_{10} \times 6 = 0.42 \times 6 = 2.52\text{mm}。$$

$$\text{最小}D_{60} = \text{最大}D_{60}/15 = 2.52/15 = 0.50\text{mm}。$$

$$\text{最大粒径}D_{100} < 75\text{mm}, \text{取}D_{100} = 50\text{mm}。$$

$$\text{最小粒径}D_5 = 0.075\text{mm}。$$

$$\text{最小}D_{10} = \text{最小}D_{15}/1.2 = 0.1/1.2 = 0.08\text{mm}。$$

当最小 $D_{10} < 0.5$ 时根据防分离准则, 最大 $D_{90} = 20\text{mm}$ 。

$$\text{最小}D_{90} = 20/5 = 4\text{mm}。$$

式中:  $D_5$ —反滤料的粒径, 小于该粒径的土重占总土重的5%。

$D_{10}$ —反滤料的粒径, 小于该粒径的土重占总土重的10%。

$D_{60}$ —反滤料的粒径, 小于该粒径的土重占总土重的60%。

$D_{90}$ —反滤料的粒径, 小于该粒径的土重占总土重的90%。

$D_{100}$ —反滤料的粒径, 小于该粒径的土重占总土重的100%。

### 3.3.5 反滤料级配设计包络图

根据上述计算成果绘制反滤料级配设计包络图, 见下图。

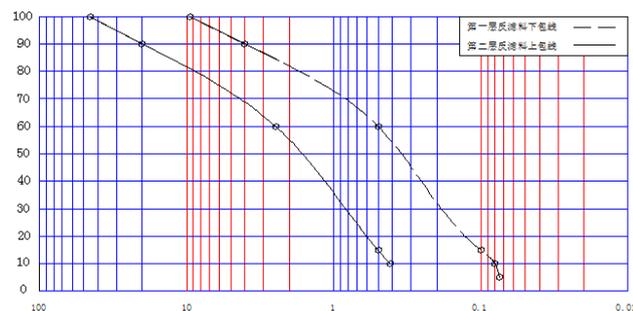


图2 水库反滤料包络图

### 3.3.6 排水料设计

排水料的被保护料为选定的反滤料, 属于无粘性土, 且 $C_u$ 值 $\leq 5 \sim 8$ , 排水料按照规范公式B.0.4-1、B.0.4-2进行计算, 即公式:

$$D_{15}/d_{85} \leq 4 \sim 5, D_{15}/d_{15} \geq 5。$$

根据第一级反滤料的级配设计包络图得:  $d_{85} = 3 \sim 10\text{mm}$ ,  $d_{15} = 0.1 \sim 0.5\text{mm}$ 。

$$D_{15} \leq 4 d_{85}, \text{则}D_{15} \leq (12\text{mm} \sim 40\text{mm})。$$

$$D_{15} \geq 5 d_{15}, \text{则}D_{15} \geq (0.5\text{mm} \sim 2.5\text{mm})。$$

### 3.3.7 坝基褥垫式排水体设计

坝基褥垫排水体厚2.4m, 上、下两层反滤的结构均为0.4m厚细反滤料 ( $D = 0.3 \sim 2\text{mm}$ ) + 0.4m厚粗滤料 ( $D = 2 \sim 10\text{mm}$ ), 中间层为0.8m厚的排水层 ( $D = 20 \sim 40\text{mm}$ ), 坝基褥垫式排水体属外购料, 需严格控制其含泥量、级配、强度等指标以满足设计要求。

水库抗震烈度属于VIII度区, 地震动峰值加速度0.2g, 峰值加速度较高。依据抗震设计规范, 从防止液化的角度出发, 褥垫排水压实相对密度要求不小于0.8。

### 3.4 贴坡排水体设计

贴坡排水厚1.2m, 从内至外排水体结构依次为: 第一层0.4m厚细反滤料 ( $D = 0.3 \sim 2\text{mm}$ )、第二层0.4m厚粗滤料 ( $D = 2 \sim 10\text{mm}$ )、第三层粗碎石层 ( $D = 20 \sim 40\text{mm}$ )。

### 结束语

新建小型水库工程坝基处理方案, 应根据坝基存在的主要问题, 提出两种以上可行的坝基础处理方案进行比选确定。当坝坡抗滑稳定不能满足规范要求时, 可以考虑增设坝内排水, 以确保坝体稳定安全。

### 参考文献:

- [1] 《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)。
- [2] 《水工建筑物地基处理设计规范》(SL/T792-2020)。
- [3] 《湿陷性黄土地区建筑标准》(GB50025-2018)。
- [4] 毛昶熙. 渗流计算分析与控制 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003: 21-24.

作者简介: 张建宾 男 汉族 1983年10月生 宁夏回族自治区银川市人 河北工程大学毕业 本科学历 职称: 水利工程师 研究方向: 农业水利工程 邮箱: 306232833@qq.com