

# 中国农业大学现代远程教育

论文题目

水库土石坝水利工程规划与设计

学 生

指导教师

专 业 水利水电工程

层 次 专升本

批 次 051

学 号 W110405131520009

学习中心 北京农林科学院

工作单位 北京住总第四开发建设有限公司

2010年 7 月

中国农业大学网络教育学院制

## 独 创 性 声 明

本人声明所呈交的毕业论文(设计)是我个人进行的研究工作及取得的研究成果:

除了文中特别加以标注和致谢的地方外,论文(设计)中不包含其他人已经发尽我所知,

表或撰写过的研究成果,也不包含为获得中国农业大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料:与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在毕业论文(设计)中作了明确的说明并表示了谢意:

学生签名: 时间: 2010年7月28 日

## 关于论文(设计)使用授权的说明

本人完全了解《中国农业大学网络教育学院本,专科毕业论文(设计)工作条例(暂行规定)》对:“成绩为优秀毕业论文(设计),网络教育学院将有权选取部分论文(设计)全文汇编成集或者在网上公开发布:如因著作权发生纠纷,由学生本人负责”完全认可,并同意中国农业大学网络教育学院可以以不同方式在不同媒体上发表,传播毕业论文(设计)的全部或部分内容:中国农业大学网络教育学院有权保留送交论文(设计)的复印件和磁盘,允许论文(设计)被查阅和借阅,可以采用影印,缩印或扫描等复制手段保存,汇编论文(设计):

[保密的毕业论文(设计)在解密后应遵守此协议]

学生签名: 时间: 2010年7月28日

**密级:**(请注明密级及保密期限)

I

**摘要**

本设计以实例系统阐述了水库土石坝水利工程规划与设计的内容与方法,通过基本资料确定工程的等别,水工建筑物级别,坝轴线的位置,坝型的选择,剖面拟定详细确定了坝顶的宽度,坝顶的高程,坝坡及平台以及路面,排水,防浪墙,缘石等的型式和尺寸,并采用水力学法对坝体进行了渗透稳定分析,采用折线滑动法对坝坡进行了抗滑稳定计算,最后确定了溢洪道形式和细部尺寸:本次设计中重点阐述了渗流计算的任务,方法和原理,并列出了详细的计算过程:

关键词:土石坝 溢洪道 水利工程

?

## 目 录

摘 要 .....	?
1 设计区域概况 .....	2 1.1
工程任务和效益 .....	2 1.2
基本资料 .....	2 2 枢纽布置
.....	3 2.1 工程标准
.....	3 2.2 坝轴线选择
.....	3 2.3 坝型选择
.....	4 2.4 枢纽布置
.....	5
3 坝工设计 .....	6 3.1
挡水坝体断面设计 .....	6 3.2
细部构造设计 .....	9 3.3
土坝与坝基,岸坡的连接.....	12 3.4
渗流计算 .....	12
3.5 稳定计算 .....	16

4泄水建筑物布置 .....	20
4.1溢洪道的布置 .....	20
4.2溢洪道的设计 .....	20

4.3 溢洪道的结构设计 .....	23
参考文献 .....	25 致谢
.....	25

1

## 1 设计区域概况

### 1.1 工程任务和效益

Z水库位于QH河干流上,水库控制面积4990km<sup>2</sup>,库容5.05亿m<sup>3</sup>:水库以灌溉发电为主,结合防洪:灌溉面积104万亩,总装机容量3.145万Kw:

### 1.2 基本资料

#### 1.2.1 地形,地质资料

##### 1. 地形资料

库区两岸分水岭高程均在820m以上,河床底高程在700m以下:右岸山高QH河为山区性河流,

坡陡,左岸岸坡较缓,对枢纽工程布置有利,筑坝在河段较窄处,上游开阔,蓄水量大,蓄水条件好:

##### 2. 地质资料

平均厚度5m,渗透系数 $1 \times 10^{-2}$ cm/s:砂卵石下为砂岩,粉砂岩,新鲜基岩透水坝基为砂卵石,

性不大:未发现大的构造断裂,地层分布详见ZF土坝坝线工程地质剖面图,如附图6:

#### 1.2.2 水文,水利计算资料

1,设计洪水位768.1m,下游水位700.55m:

2,校核洪水位770.4m,下游水位705.60m:

3,设计下泄流量2000m<sup>3</sup>/s(其中溢洪道815m<sup>3</sup>/s),校核下泄流量6830m<sup>3</sup>/s(其中溢洪道5600m<sup>3</sup>/s):

4,死水位737.0m,死库容1.05×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>:

### 1.2.3 气象,地理资料

1,多年平均最大风速9m/s,相应于设计洪水位的吹程为5.5Km,相应于校核洪水位的吹程为7.5Km:

2,多年平均最大冻土深度1.0m:

: 3,地震烈度6度

### 1.2.3 建筑材料

#### 1. 土石料分布,储藏情况

库区及坝址下游土石料丰富,满足修建当地材料坝要求:坝址上游均有土料场,平均运距小于1.5Km:砂砾料主要分布在河滩上,储量为205×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>:

#### 2. 筑坝材料物理力学指标

2

表1.1 筑坝材料物理力学指标表

坝体 坝基

筑坝材料 土料 砂砾料 堆石 砂砾料 黄土

比重 2.75 —— 2.70 —— —— 重湿重度(KN/m<sup>3</sup>) 16.5 18.0 18.0 18.0 16.0 度  
饱和重度(KN/m<sup>3</sup>) 19.8 20.8 20.3 —— 19.1

孔隙率 —— 0.33 0.33 —— ——

总应力 10° —— —— —— —— 内施工期 有效应力 22° —— —— —— —— 摩

擦稳定渗流期 有效应力 23° 31° 40° 31° 20° 角 水位降落 有效应力 23° —— —— —— ——

粘聚力C(KPa) 20 —— —— —— ——

渗透系数K(cm/s)  $1 \times 10^{-6}$   $1 \times 10^{-2}$  ——  $1 \times 10^{-2}$  —— 2 枢纽布置

## 2.1 工程标准

### 2.1.1 枢纽等别

查《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000),根据设计基本资料可知本工程:水库总库容5.05亿立方米,灌溉面积104万亩,总装机容量3.145万KW,水库以灌溉发电为主,结合防洪,综合此四方面考虑,按《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL252-2000中表2.1.1,确定本工程等别为?等,规模属于大(2)型:

### 2.1.2 水工建筑物级别及防洪标准

土石坝枢纽设计的主要水工建筑物有:土坝,溢洪道,且以上已论证本工程等别为?等,由此查SL252-2002中表2.2.1,确定土坝,溢洪道均为2级:

按SL252-

2002中表3.2.1,挡水建筑物(土坝,溢洪道等)的防洪标准为500年设计,5000年校核:

## 2.2 坝轴线选择

坝轴线根据坝址区的地质,地形条件,坝型,坝基处理方式,枢纽中各建筑物(特别是泄洪建筑物)的布置,施工条件等,经多方案的技术经济比较确定:按照给定的资料,主要考虑上坝线 and 下坝

3

线两个方案:该部分内容列表2.1进行对比说明:如下表所示:

表 2.1 坝轴线对比分析选择说明表

方案 下坝线 上坝线 因素

坝址位于上坝址同一背斜的东南翼,河床宽

坝址位于坝区中部背斜的西北,岩层倾向QH河120m,岩层倾向QH河下游:下游左岸有体积约地形条件

上游,河床宽约300m:  $4.5 \times 10^4 \text{m}^3$ 的塌滑体,对工程布置有一定影响

:

砂卵石覆盖层平均厚度5m,左岸730m高程以上

为三级阶地具有中偏弱湿陷性:岩基未发现大左岸基岩有一条宽200~250m呈北北东方向的

范围的夹层,基岩透水性不大:河床中段及近右强透水带,右岸单薄分水岭的透水性亦很大,地

岸地段,沿113-111-115-104-114各钻孔连线左右岸岩石中等透水带下限均可达岩面下80m质  
方向,在岩面下21~47m深度范围内,有一透水左右:河床地段基岩透水性中等透水带厚度条  
带,下限最深至基岩下约80m:基岩透水性从上具有从上游向下游逐渐变小的趋势:下游发现件

游向下游有逐渐增大趋势,左岸台地黄土与基承压水,二,三级阶地砾石层透水性上坝线相

岩交界处的砾岩透水性强:左岸单薄分水岭岩同,左岸坝脚靠近塌滑体,对坝体稳定不利:

层应考虑排水,增加岩体稳定:

筑坝材料 库区及坝址下游土石料储量丰富,平均运距小于1.5km,有利于修建当地材料坝:

河道较窄,施工困难 施工条件 河道较宽,便于施工

导流泄有一定岩石厚度,出口段避开塌滑体的东边界,透水性较大,岩层倾向下游,出口段节理发育,宜

洪洞 采取措施予以处理:出口段宜修建无压洞,保证出口段岩体稳定:

基础以下10左右为砂质岩及夹泥层,且单薄分枢岩性主要为坚硬的细砂石,溢洪道各部分的抗溢洪  
道 水岭岩层风化严重,透水性大,对建筑物安全组滑稳定条件好: 不利: 布

灌溉发基岩以厚层粉砂岩为主,岩石完整,透水性不置

电洞及大,洞顶以上岩层厚度较小:电站厂房处岩石风

枢纽电化厚度约5~6m,对其产生的渗漏及土体坍塌需

站 采取必要的措施

比较结果 选用

## 2.3 坝型选择

根据所给出的基本资料,大坝坝型选用土石坝:



根据防渗结构的类型,常见土石坝的形式有心墙土石坝,斜墙土石坝,面板坝,均质坝等:

心墙坝是将土质防渗体设在坝体中央;斜心墙坝是土质防渗体向上游倾斜;斜墙坝是将防渗体设在坝体上游面或接近上游面;斜心墙坝介于心墙坝与斜墙坝之间,同时具有两种坝的优缺点,施工难度大,多用于高土石坝,故本设计不选用此种型式:

下面就针对均质坝,土质防渗心墙坝和土质防渗斜墙坝,这三种坝型列表进行比较,选定坝型,如表2.2所示:

表2.2 坝型对比分析选择说明表

方案 均质坝 土质防渗心墙坝 土质防渗斜墙坝

因素

地形条件 多用于低坝 适用于中高坝 适用于高坝 地质条件 适应变形能力较强,对地质条件要求低  
其抗震性能和不均匀沉陷的适应性比心墙坝差 工程量

坝体由均一的抗渗性能好的防渗体工程量降低: 土质斜墙坝的上游坝坡较缓,防

土料筑成,坝体整个断面起防渗体的粘土用量和坝体总工程

渗作用,故防渗体工程量大: 量一般要比土质心墙坝大: 建筑材料

坝体绝大部分由大体均一的抗渗性能好的土料坝体内设置专门防渗体,较于均质坝对材料性

筑成,对土料要求高: 能要求低:

施工条件 结构简单,施工方便,施工碾心墙坝由于心墙设在坝体中斜墙坝的斜墙支承在坝体上游

压困难,在多雨的条件下受含部,施工时就要求心墙与坝面,可滞后坝体施工,两者相互

水量影响,则更难压实: 体大体同时填筑,因而两者干扰小:

相互干扰大,影响施工进度:

比较结果

依据原始资料,本设计土石坝为中高坝,则不适宜修建均质坝:粘土心墙坝比粘土斜墙坝用的粘

土少,适应变形能力强:冬季施工暖棚跨度小,移动和升高方便,抗震性能好,抗御炸弹能力强,与

两岸的连接方便:由于该坝址上下游都有料场,粘土心墙坝的施工干扰相对会减少,综合考虑选

择粘土心墙坝:

## 2.4 枢纽布置

根据选定的坝轴线从地形、地质、施工、运用等方面大致确定建筑物(包括大坝、溢洪道等)的相对位置和建筑物型式,确定枢纽工程的等级及建筑物等级:

1,导流泄洪洞:其布置主要考虑地质情况,避开可能的塌滑体,并保证出口和进口的稳定,此外还应考虑岩体破碎程序及其对岩体渗漏的影响:布置在左岸单薄分水岭,沿洞线周围岩石厚度大于3倍开挖洞径,出口段已避开塌滑体的东边界,沿线岩层,岩性主要为粉砂岩,细砂岩及砾岩,岩石较为坚硬,坚固系数 $F_k=0.4 \times 10^4 \text{Mpa}$ ,透水性较大:岩层倾向下游,出口段节理发育,在导流泄洪洞出口及边坡应采取有效措施予以处理:由于导流洞沿线岩体透水性较大,为保证导流泄洪洞岩体稳定,建议该段修建无压洞:

2,溢洪道:其布置主要考虑地质情况和水流情况,不仅要保证建筑物的安全,还应尽量减小开

5

挖工程量:布置在左岸单薄分水岭,沿建筑物轴线岩层倾向下游:岩性主要为坚硬细砂岩,其中软弱层多为透镜体,溢洪道挡水部分的抗滑稳定条件较好:对溢洪道左侧的挖边坡要采取加固稳定的措施:

3,灌溉发电洞布置在左岸东凹沟附近三级阶地上:沿线基岩以厚层粉砂岩为主,岩石完整,透水性不大,洞顶以上岩层厚度较小:电站厂房处岩石风化层厚度约5~6m,对其产生的渗漏及土体坍塌应采取必要的工程措施:具体布置详见枢纽平面布置图附图5(ZF

## 坝址区地形图) 3坝工设计

### 3.1 挡水坝体断面设计

土石坝基本剖面尺寸主要包括:坝顶高程,坝顶宽度,上下游边坡,防渗和排水设备基本尺寸等:

#### 3.1.1 坝顶宽度

依据《碾压式土石坝设计规范》SL274-

2001规定:坝顶宽度应根据构造、施工、运行和抗震等因素确定:如无特殊要求,高坝的顶部宽度可选用10~15m,中低坝可选用5~10m:根据原始资料,该坝为中坝,坝顶无交通要求,故该坝坝顶宽度拟定为10m:

### 3.1.2 坝顶高程

坝顶高程等于水库静水位与坝顶超高之和,应考虑正常蓄水情况,校核洪水情况和地震情况,取其最大值:本次设计不考虑地震情况:

#### 1. 计算正常运用情况下的坝顶超高 Y

坝顶高程由水库静水位加上风壅增水高度,坝面波浪爬高,坝体沉降量,防浪墙高及安全超高决定:

$$Y = R + e + A$$

式中:Y—坝顶超高,m;

R—最大波浪在坝坡上的爬高,m;

e—最大风雍水面高度,m;

A—安全加高,m;

#### (1)最大波浪在坝坡上的爬高 R

平均爬高值Rm按下式计算:

6

$$R_m = \frac{K_\Delta K_W}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{h_m L_m}$$

(3-1)

式中:Rm—平均波浪爬高,m;

K $\Delta$ —斜坡的糙率渗性系数,根据护面类型查得;

KW—经验系数;

hm,Lm—波浪的平均波高和平均波长,m,按莆田试验公式确定;

m—坡度系数:

1)波浪的平均波高 hm

波浪的波高h和平均波长Lm可采用官厅水库公式计算

$$g(2hl)/V^2=0.0076V^{-1/12}(gD/V^2)^{1/3}$$

$$g(2ll)/V^2=0.331V^{-1/2.15}(gD/V^2)^{1/3.75}$$

式中:2hl-当 $gD/V^2=20—250$ 时,为累计频率5%时的波高;

当 $gD/V^2=250—1000$ 时,为累计频率10%时的波高;

V-计算风速,m/s:正常情况采用50年一遇风速或多年最大风速的1.5—2.0倍,校核情

况采用多年平均最大风速:本次设计正常情况风速采用多年平均最大风速的1.5倍, $1.5 \times 9=13.5$

m/s,校核情况采用多年平均最大风速9m/s:

D-吹程,相应于设计洪水位的吹程为5500m,相应于校核洪水位的吹程为7500m:  $h = 2 \ h \ L = 0.0076V^{(-1/12)}(gD/V^2)^{1/3} \times V^2/g$

$$= 0.0076 \times 13.5^{(-1/12)} \times (9.80 \times 5500 / 13.52)^{1/3} \times 13.52 / 9.80 = 0.758(m)$$
$$gD/V^2 = 9.80 \times 5500 / 13.52 = 296$$

所求2 h L 为10%累计频率的波高:

$$L_m = 2LL = 0.331V^{(-1/2.15)} (gD/V^2)^{1/3.75} \times V^2/g$$

$$= 0.331 \times 13.5^{(-1/2.15)} (9.80 \times 5500 / 13.52)^{1/3.75} \times 13.52 / 9.80$$

$$= 8.36(m)$$

已知设计洪水位768.10m,由附图6?-

?坝线工程地质剖面图查得,坝底高程取在699.00m处,

则坝前水深  $H = 768.10 - 699.00 = 69.10m$ ,水域平均水深  $H_m = 69.10/2 = 34.55m$ ;  $h/H_m = 0.758/34.55 = 0.0219 < 0.1$

查得: $h_p/h_m = 1.71$

$$h_m = h_p / 1.71 = 0.758 / 1.71 = 0.44(m)$$

2) 斜坡的糙率透性系数  $K\Delta$

根据护面类型采用砌石时的  $K\Delta = 0.75 \sim 0.80$ , 取  $K\Delta = 0.80$ :

3) 经验系数  $KW$

依据  $W/(gH)^{1/2} = 13.5/(9.80 \times 69.1)^{1/2} = 0.52$ , 查得  $KW = 1.00$ :

4) 平均波浪爬高  $R_m$

将  $h_m = 0.44\text{m}$ ;  $L_m = 8.36\text{m}$ ;  $K\Delta = 0.80$ ;  $KW = 1.00$ ;  $m = 2.5$ , 代入公式 3-1:

7

$$0.80, 1.00, 0.44, 8.36 = 0.57(m)^{2.5}$$

(2) 最大风壅水面高度  $e$

计算公式:

$$e = \frac{KW^2 D}{2gH_m} \cos \beta$$

(3-2)

式中:  $K$ —综合摩阻系数, 取  $3.60 \times 10^{-6}$ ;

$\beta$ —计算风向与坝轴线法线的夹角, 取  $0^\circ$ ;

已知:  $W = 13.5\text{m/s}$ ,  $D = 5500\text{m}$ ,  $H_m = 34.55\text{m}$ , 代入公式 3-2:

$$e = \frac{3.60 \times 10^{-6} \times 13.5^2 \times 5500}{2 \times 9.80 \times 34.55} \cos 0^\circ$$

$$e = 0.005(m)$$

(3) 安全超高  $A$

依据设计洪水期, 山区, 丘陵区 2 级坝, 查得  $A = 1.00\text{m}$ :

(4) 坝顶超高  $Y$

将所求得 $R_m=0.57\text{m}$ , $e=0.005\text{m}$ , $A=1.00\text{m}$ ,代入公式3-2:

$$Y_{\text{设}}=0.57+0.005+1.00=1.575(\text{m})$$

## 2. 校核洪水位加非常运用条件的坝顶超高

计算过程同正常运用情况:

## 3. 坝顶高程

计算成果列于表3.1,如下所示:

表3.1 坝顶高程计算表

水库静水计算风速	吹程	波浪爬高	风壅高度	安全加高	坝顶超高	计算坝顶	计算工况	位	W	D	R	e	A	Y	高程(m)
(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	设计洪水	768.10	13.5	5500	0.57	0.005	1.00	1.575	
769.68							校核洪水	770.4	9	7500	0.398	0.003	0.50	0.901	771.30

以上坝顶高程指的是坝体沉降稳定后的数值,因此竣工时的坝顶高程应有足够的预留沉降值:对施工质量良好的土石坝,坝体沉降值约占坝高的0.2%~0.4%:本设计取0.2%:则施工高程为 $771.30+(771.30-699)\times 0.2\%=771.44\text{m}$ ,取为772m:

防浪墙高度取1.2m,上述高程为防浪墙顶部高程,则坝顶高程为 $772-1.2=770.8\text{m}$ ,坝高为 $770.8-699.00=71.80\text{m}$ :

正常情况下坝顶应高出静水位0.5m,在非常运用情况下,坝顶不低于静水位:坝顶高程770.8m符合正常情况的要求,也符合非常运用情况的要求:

所以,设防浪墙顶高程为772.00m,防浪墙高1.20m,坝体沉降值0.144 m,坝顶高程为770.80m,坝基高程为699.00m,最大坝高为71.80m:

8

### 3.1.3 坝坡及平台

碾压式土质防渗体心墙坝,上游坝壳采用堆石时,常用坡度为1:1.7~1:2.7,采用土料时,常用坡度为1:2.5~1:3.5;坝坡可以分段设置,每段10~30m,从上而下逐段放缓,相邻坡率差值取0.25或0.5,碾压式土坝的上游边坡一般有很好的护坡,最多设置1~2条马道,马道宽1.5~2.0m,故本设计初拟上游坝坡由上而下为:1:2.5,1:2.75,1:3.25;分别在高程746.90m和723.00m处设置2级马道,宽1.5m:

碾压式土质防渗体心墙坝,当下游坝壳采用堆石时,常用坡度为1:1.5~1:2.5,采用土料时,常用坡度为1:2.0~1:3.0,常沿高程每隔10~30m设置一道宽1.5~2.0m宽的马道,以拦截坝坡雨水,防止冲刷坝面,同时兼作交通,检修,观测之用:故本设计下游坝坡由上而下为:1:2.0,1:2.25,1:2.25,1:2.5,1:2.5;分别在高程为755.80m,740.80m,725.80m,710.80m处设置马道,宽2.0m: 3.1.4 坝底宽

$$L=(770.8-746.9)\times 2.5+(746.9-723)$$

$$\times 2.75+(723-699)\times 3.25+3+10+(770.8-755.8)\times 2.0+(755.8-740.8)\times 2.25+(740.8-725.8)\times 2.25+(725.8-710.8)\times 2.5+(710.8-699)\times 2.5+8$$

$$L=388.975 \text{ (m)}$$

### 3.1.5 挡水坝体断面图

挡水坝体断面图如图3.1所示

## 3.2 细部构造设计

### 3.2.1 坝顶构造

坝顶无交通要求,采用单层砌石厚0.3m,为便于排除坝顶雨水,坝顶路面设直线横坡,坡度采用3%,并在坝顶下游侧沿坝轴线布置集水沟,集水沟断面尺寸0.3×0.3m;在坝顶上游侧设置防浪墙高1.2m,用浆砌石筑成,墙顶宽0.6m,防浪墙基础伸入防渗体1.5m;坝顶下游侧设浆砌石路缘石,断面尺寸0.4×0.8m,超出坝顶面0.2m:

坝顶构造如图3.2所示:

### 3.2.2 坝体防渗

常见的防渗体形式有心墙,斜墙,斜墙+铺盖,心墙+截水墙,斜墙+截水墙等:土石坝的防渗体包括土质防渗体和人工材料防渗体,已建工程中以土质防渗体居多,故本设计选取土质心墙防渗体:



土质心墙一般布置在坝体中部,有时稍偏向上游,以便于和防浪墙相连接,通常采用透水性很

9

小的黏性土筑成:SL274-

2001中5.5.2规定:土质防渗体断面应满足渗透比降,下游浸润线和渗透流量的要求,应自上而下逐渐加厚,两侧边坡一般在1:0.15~1:0.30之间,顶部的水平宽度不宜小于3.00m,心墙底部厚度不宜小于水头的1/4;5.5.3规定:土质防渗体顶部设有防浪墙时,防渗体顶部高程不得低于正常运用的静水位;5.5.4规定:土质防渗体顶部应设保护层,保护层厚度(包括上游护坡垫层)应不小于该地区的冻结和干燥深度,还应满足施工机械的需要:

根据以上规定,结合原始资料所给:设计洪水位768.10m,多年平均最大冻土深度1.0m,坝底高程699.00m,校核洪水位坝前水头为71.4m,所拟定坝顶高程770.8m,且上游侧设置防渗墙,由此确定防渗心墙顶部保护层厚度1.5m,则心墙顶部高程为769.30m (770.80-1.5)超过设计洪水位768.1m,则防渗心墙高 $H=769.30-699.00=70.3$ m;防渗墙顶宽度取4.0m,心墙两侧边坡取1:0.2,则

4, 0.2, 70.3, 2, 32.12 m防渗墙底部宽度为: $>71.4/6=11.9$ m:

心墙与上,下游坝体之间,应设置足够厚度的过渡层或反滤层,以防渗流将心墙粘土颗粒带走,并利于与坝壳紧密结合:过渡层或反滤导层,从心墙底部一直延伸到顶部:反滤层一般由1~3层级配均匀,耐风化的砂,砾,卵石或碎石构成,每层粒径随渗流方向而增大:水平反滤层的最小厚度为0.3m,铅直或倾斜反滤层的最小厚度为0.5m:本设计采取3层反滤层形式: $d_1=0.25-1$ mm厚0.15m, $d_2=1-5$ mm厚0.15m, $d_3=5-20$ mm厚0.25m:

反滤层构造如图3.3所示:

### 3.2.3 坝基防渗

土石坝修建在砂卵石地基上时,地基的承载力通常是足够的,而且地基因压缩产生的沉降量一般也不大:总的说来,对砂卵石地基的处理主要是解决防渗问题,通过采取“上堵”,“下排”相结合的措施,达到控制地基渗流的目的:土石坝渗流控制的基本方式有垂直防渗,水平防渗和排水减压:垂直防渗设施能可靠而有效地截断坝基渗透水流,解决坝基防渗问题,在技术条件可能而又经济合理时,应优先采用:

垂直防渗可采取黏性土截水槽,混凝土截水墙,混凝土防渗墙,水泥黏土灌浆帷幕等基本形式:黏性土截水槽适用于:当透水砂卵石覆盖层深度在10—15m以内,最多不超过20m时,其结构简单,工作可靠,防渗效果好;当砂卵石深度小于30m时,如果采用黏性土截水槽,则开挖工程太大,施工排水比较困难,此时可用混凝土截水墙防渗措施;当坝基砂卵石层深度大于30m时,如果仍采用混凝土截水墙,则施工困难,工期较长,造价也相应增加,因而可采用机械造孔的方法,浇筑混凝土防渗墙,以控制坝基渗流;当砂卵石层很深时,用上述处理方法都较困难或不经济,可采用帷幕灌浆防渗:

由坝线地质地形剖面图分析可知,砂砾石厚度6.5m左右,未超过20m,所以采用黏性土截水槽,开挖边坡1:1.5,底部高程695.00m,槽顶与心墙同宽:为加强截水槽与岩石的连接,在截水槽底部浇筑砼盖板,并设置砼齿墙:在截水槽两侧边坡铺设反滤层,以免槽内回填土颗粒被渗透水流带走,构造同防渗墙反滤层:

截水槽底宽 =  $32.12 - (699 - 695) \times 1.5 \times 2 = 20.12\text{m}$

因基岩节理发育,需在砼底板下进行灌浆处理,深度应达到弱透水层,钻也两排,梅花交错布置,间距3m,排距3m:左岸单薄分水岭采用井点排水:

10

坝体及坝基防渗构造,详见图3.4:

### 3.2.4 坝体排水

排水设备是土石坝的一个重要组成部分:土石坝设置坝身排水的目的主要是:

- (1)降低坝体浸润线及孔隙压力,改变渗流方向,增加坝体稳定;
- (2)防止渗流逸出处的渗透变形,保护坝坡和坝基;
- (3)防止下游波浪对坝坡的冲刷及冻胀破坏,起到保护下游坝坡的作用:

设计坝体排水设备需综合考虑坝型,坝基地质,下游水位,气候和施工条件等因素,通过技术经济比较确定:排水设备应具有足够的排水能力,同时应按反滤原则设计,保证坝体和地基土不发生渗透破坏,设备自身不被淤堵,且便于观测和检修:

常见的排水形式有:棱体排水,贴坡排水,褥垫排水和组合式排水,另外还有网状排水带,排水管和竖式排水体等形式:

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。  
如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/186202031014010141>