

提供全套毕业论文，各专业都有

## 目 录

中文摘要.....	1
英文摘要.....	2
1 基本资料.....	3
1.1 水文资料.....	3
1.2 地形、地质条件.....	4
2 枢纽布置.....	9
2.1 工程等别的确定.....	9
2.2 坝型的选择与枢纽布置.....	10
2.2.1 坝型的选择.....	10
2.2.2 泄水建筑物的选择.....	11
2.2.3 取水建筑物.....	12
3 坝断面设计.....	12
3.1 坝顶高程确定.....	12
3.2 坝顶宽度的确定.....	17
3.3 坝坡.....	18
4 土石坝的构造.....	19
4.1 坝顶构造.....	19
4.2 坝坡的构造.....	20
4.3 防渗体.....	21
4.4 排水设施.....	22
4.4.1 棱体排水.....	22
4.4.2 坝面排水.....	23
5 土石坝的防渗计算.....	24
5.1 总渗流量的计算.....	24
5.2 防止渗透变形的工程措施.....	26
6 土石坝的地基处理.....	26
6.1 地基处理.....	27
6.2 土石坝与坝基、岸坡及其他建筑物的连接.....	27
7 隧洞的布置.....	28
7.1 导流隧洞.....	29
7.2 泄洪隧洞.....	31
7.3 发电隧洞.....	34
7.4 放空隧洞.....	34
8 施工工艺.....	34
8.1 施工布置.....	34

8.2	测量放样 .....	35
8.3	料场 .....	35
8.3.1	料场的规划 .....	35
8.3.2	土石料的开挖 .....	36
8.4	临时建筑物的修建 .....	36
8.4.1	临时交通道路 .....	36
8.4.2	围堰的修建 .....	37
8.5	清基与坝基处理 .....	37
8.6	基坑排水系统布置 .....	37
8.6.1	排水系统布置 .....	37
8.6.2	基坑排水 .....	37
8.6.3	左右两岸山沟雨水迳流的控制 .....	37
8.7	坝体填筑施工 .....	38
8.7.1	填筑作业面的划分 .....	38
8.7.2	施工试验 .....	38
8.7.3	坝料运输及卸料 .....	39
8.7.4	铺料与整平 .....	40
8.7.5	坝体碾压 .....	40
8.7.6	平整马道与岸坡 .....	44
8.7.7	干砌石护坡 .....	44
8.7.8	坝顶的布置 .....	44
8.7.9	土石坝的雨季和冬季施工 .....	44
8.7.10	机械设备表 .....	44
9	土石坝工期的计算 .....	45

# XX 水库土石坝工程初步设计

**摘要：**本毕业设计为 XX 水库土石坝工程的初步设计，在已知的地形、地质、水文、气象条件的基础上，通过对土石坝的各种坝型进行综合分析比较，最终选择粘土心墙土石坝的坝型。设计的主要有水库枢纽布置、主坝体结构设计、坝体渗流计算、泄洪与发电隧洞的布置、施工工艺流程图与主坝体的施工工期计算等内容。本设计的重点是结合实际情况编写施工组织设计，运用亿图软件编制工艺流程图。在流程图中，详细阐述了从施工准备到坝体填筑的过程中工程的施工顺序，并对各坝体分区工程进行了详细的施工设计，具体涉及到了坝体的施工布置、各坝区施工方法与分部工程施工工艺以及施工质量与安全的控制等方面。经具体的设计，完成了设计计算书和五张设计图。

**关键词：**粘土心墙土石坝；主坝体结构设计；工艺流程图；施工方法；施工工艺

**Abstract:** The graduation project of Meilin Reservoir dam preliminary design, Based on the known terrain, geological, hydrological, meteorological conditions, through the comprehensive analysis and comparison of various type of dam on the dam, the final selection of dam with clay core wall rockfill dam. The main reservoir design project layout, the main dam design, dam seepage, spillway and power tunnel layout, construction process diagram with the main dam construction period calculation etc. The key task of this design is combined with the actual situation of compiling the construction organization design, using the figure software process flow diagram. In the diagram, elaborated in detail the construction preparation and construction sequence of dam filling in the engineering process, and carries on the detailed construction design of the dam zoning engineering, in particular to the construction layout, the dam dam construction method and construction technology division of engineering and construction quality and safety control etc. The specific design, completed the design calculations and five design drawings

**Keywords:** clay core wall rockfill dam; dam body structure design; construction method; process flow diagram; construction technology

# 1 基本资料

## 1.1 水文资料

XX 水库位于我国西南某省，工程以发电为主，兼顾灌溉。水库库容为 2605 万 m<sup>3</sup>，电站装机为 3×6300KW。所在流域属典型的山区季节性河流，洪峰流量不大，但洪枯流量和水位变幅较大。

水库坝址处控制流域面积为 406KM<sup>2</sup>。工程区域地形北高南低，海拔在 780m~1250m 之间；属亚热带气候，气温较高，年平均气温 16.4C°。最高气温 33.1 C°，最低气温-6.6 C°；雨量充沛，多年平均降雨量为 1556.8mm，5~10 月为雨季，降雨集中在 6~9 月，年降雨天数约 186 天，年平均相对湿度为 84%，年蒸发量为 1260mm；坝址处年平均流量为 11.2m<sup>3</sup>/s，实测最大流量为 98 m<sup>3</sup>/s，最小流量为 1.46 m<sup>3</sup>/s。各频率分期洪水流量见表一。汛期河水面宽为 10~15m，河道天然坡降为 9.1‰，糙率为 0.046。洪水受台风的影响能形成暴雨，根据暴雨洪水季节及全年径流变化规律，施工洪水时段分为洪水期（5 月 15 日~10 月 5 日）和枯水期（10 月 5 日~翌年 5 月 15 日）。坝址处右岸坡角为 40°~50°，左岸坡在高程 930m 以下为 35~50°，以上变缓约为 20°。

表 1.1 各频率分期洪水流量 (m<sup>3</sup>/s)

时段 (月.日)	均值	Q <sub>P</sub>							
		P=0.001	P=0.002	P=0.005	P=0.01	P=0.02	P=0.05	P=0.1	P=0.2
全年		212	195	177	162	146	125	104	88
10 月 5 日~翌年 5 月 15 日	28.2							48.45	39.02

## 1.2 地形、地质条件

坝址地质构造为岩层走向与河流近于垂直，岩层陡立，倾角为 60°~80°。出露地层为砂岩夹页岩。河床冲积层厚为 1~2m，产状 N40° E/SE∠89°

，下覆基岩为砂页岩；坝址上游右岸河边有几条小断层分布，破碎带宽 < 10cm。坝基为砂岩夹页岩，新鲜基岩透水性不大。

坝址附近左岸山体岩层的岩性主要为砂岩间夹薄层页岩。左岸高程为 905m 以上为全风化层，最大厚度为 30cm，全风化岩石大部呈土状及碎块状，可视为碎石质土。强风化岩石厚 4~8m，岩体松散破碎。弱风化岩石厚 4~8m，微风化岩石埋深为 45~50m。右岸山体主要为砂质页岩，右岸高程为 912m 以上全风化层 8~14m，以下无全风化岩石。强风化层厚为 6~21m，弱风化层厚 4~6m。

坝址区域在大地构造上处于相对稳定区，未发现大的构造断裂，水库蓄水条件良好。

河流两岸居民及耕地分散，除库水位以下有一定淹没外，浸没问题不大，库区未发现重要矿产和文物。

本区地震基本烈度为六级，建筑物按七级设防。

本枢纽工程的拦河大坝初步确定为土石坝，坝顶与一条三级公路衔接。根据规划，水库正常蓄水位为 925.5m，设计洪水位为 925.5m，相应的下游水位 864.85m，洪水流量为 146.5m<sup>3</sup>/s；校核洪水位为 926.0m，相应的下游水位为 855.8m，洪水流量为 210.5m<sup>3</sup>/s；死水位为 880.0m

坝址处水位流量关系可近似地用下式表示：

$$Z = 862.14715 + 0.03695086Q - 0.0001581451Q^2 + 0.0000002794Q^3$$

工程区域附近的石料及粘土储量丰富，石料以白云质灰岩为主。砂砾料颗粒组成见表 1.2。

表 1.2 砂砾料颗粒组成

粒径 (mm)	< 200	<80	<40	<20	<5	<2	<1	<0.5	< 0.25	< 0.05
含量 (%)	83.7	74.2	57.7	46.2	38.6	34.6	32.8	29.7	24.7	4.9

土石料的物理力学特性见表 1.3。

表 1.3 土石料的物理力学特性

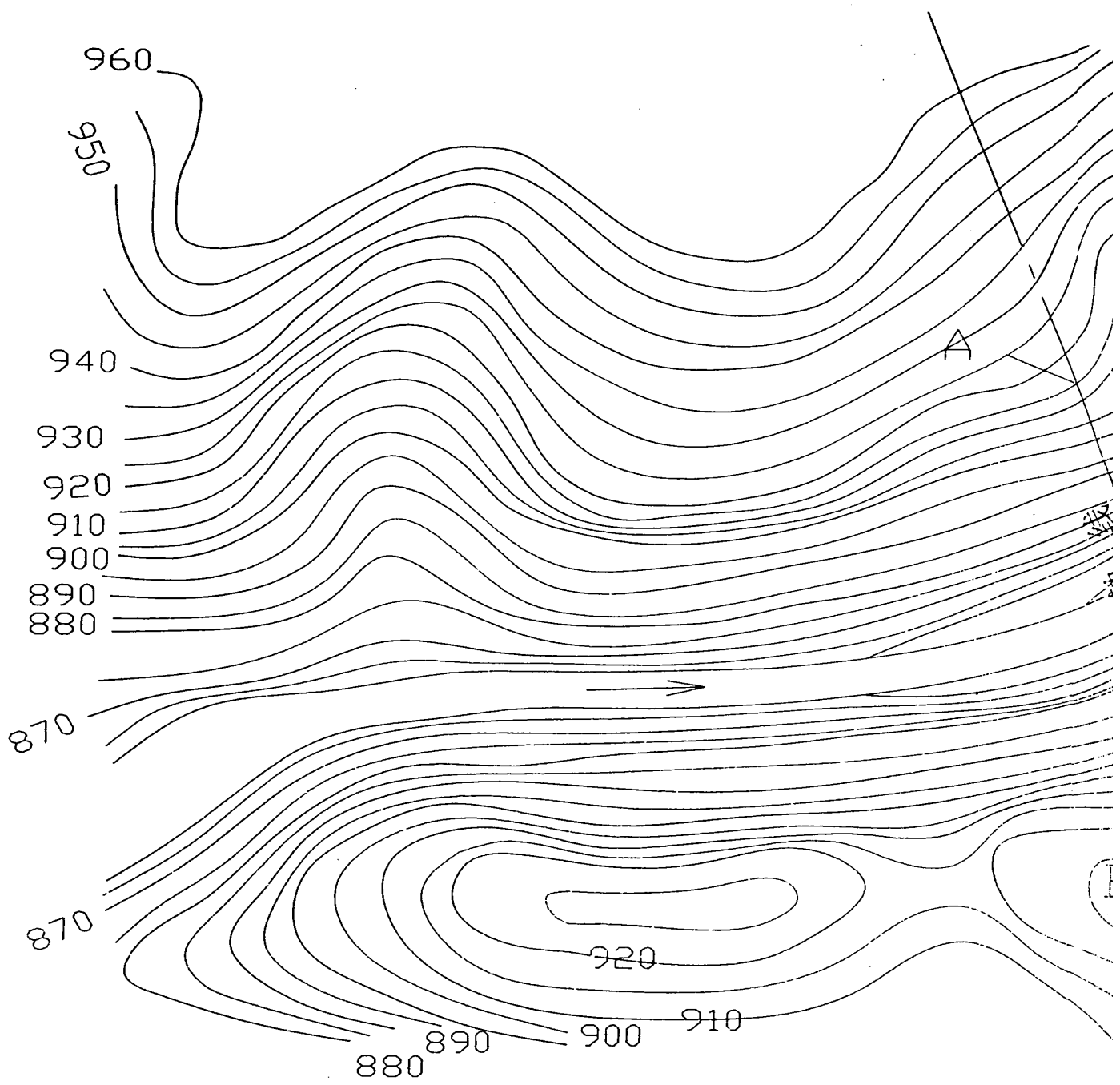
项目 名称	比重 $\rho$ (KN/M <sup>3</sup> )	干容重 $\Gamma_d$ (KN/M <sup>3</sup> )	湿容重 $\Gamma$ (KN/M <sup>3</sup> )	饱和容重 $\Gamma_s$ (KN/M <sup>3</sup> )	塑性指数 $I_p$ (%)	最佳含水量 $W_{Op}$ (%)	天然含水量 $W_o$ (%)	初始孔隙水 压力系数 B
粘土	25.7	15	23.9	17.6	18	22.5	29	0.3
砂砾石	25.3	17.7	18.5				4.8	
堆石	27.2	19.6	26.5					

项目 名称	空隙比 e	渗透系数 K (m/s)	粘聚力 C (kpa)	摩擦角 $\Phi$ (°)			
				施工期		稳定渗流期	水位降落
				总应力	有效应力	有效应力	有效应力
粘土	0.71	$4 \times 10^{-9}$	20	10	21	19	19
砂砾石	0.43	$4 \times 10^{-4}$	0	35			
堆石	0.39		0	39			

库区多年平均最大风速为 21.9m/s，多年平均最大风速的风向与坝轴线法向的交角为 25.8°，建坝后库内吹程约 1.5km。

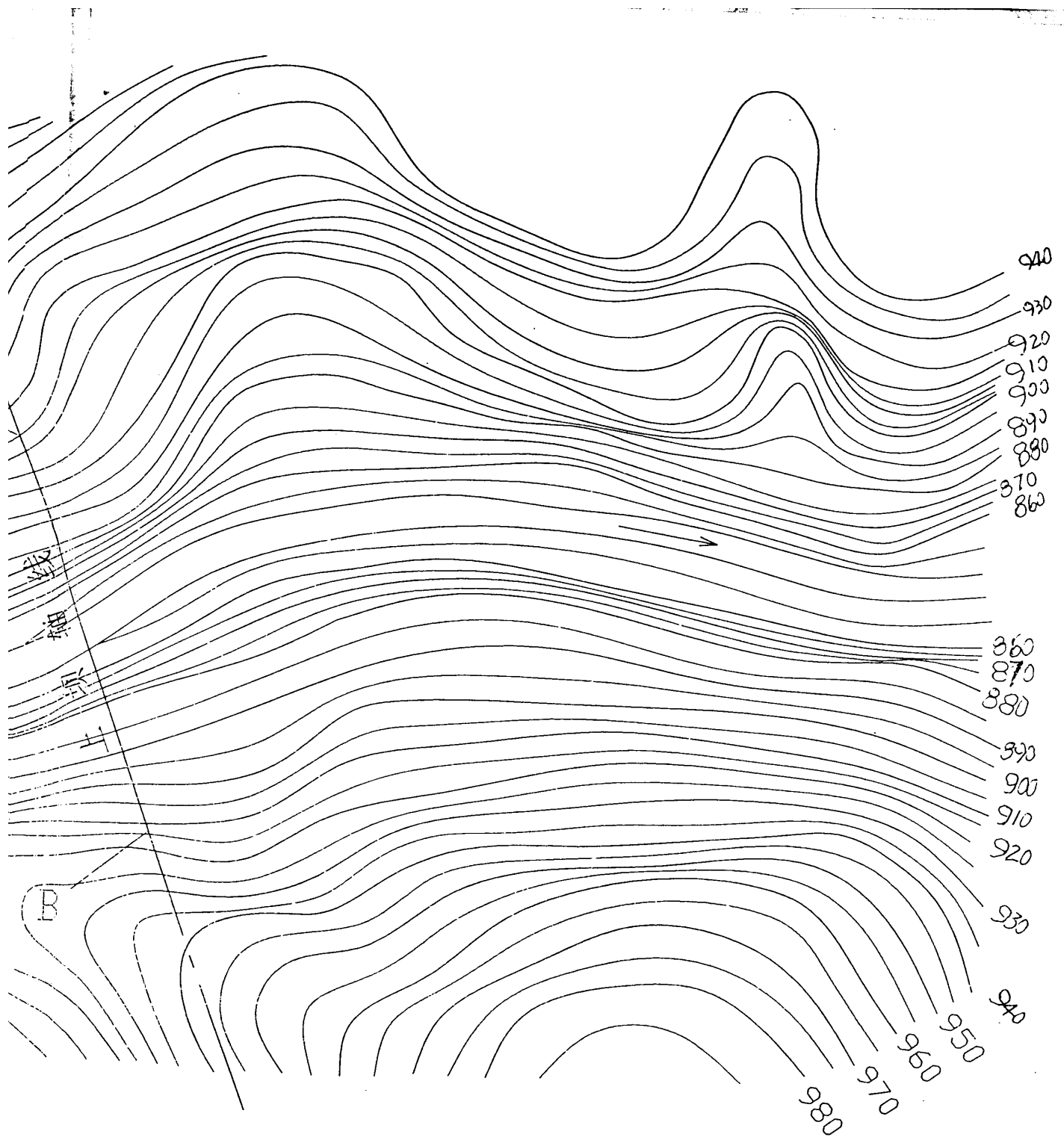
枢纽工程由挡水坝、导流泄洪洞、溢洪道、发电灌溉隧洞及枢纽电站组成。其中，发电灌溉隧洞和电站另组成发电引水系统。

图 1-1 是坝址处的地形图。



# 土石坝方案坝址





# 址地形图

图 1-1 坝址地形图

## 2 枢纽布置

### 2.1 工程等别的确定

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252—2000)的规定,水利水电工程根据其工程规模、效益以及在国民经济中的重要性,划分为I、II、III、IV、V五等,适用于不同地区、不同条件下建设的防洪、灌溉、发电、供水和治涝等水利水电工程,见表2.1。

表 2.1 水利水电工程分等指标

工程等级	工程规模	水库总库容 ( $10^8\text{m}^3$ )	防洪		治涝	灌溉	供水	发电
			保护城镇及工矿企业的重要性	保护农田( $10^4$ 亩)	治涝面积( $10^4$ 亩)	灌溉面积( $10^4$ 亩)	供水对象重要性	装机容量( $10^4\text{kW}$ )
I	大(1)型	$\geq 10$	特别重要	$\geq 500$	$\geq 500$	$\geq 150$	特别重要	$\geq 120$
II	大(2)型	10~1.0	重要	500~100	200~60	150~50	重要	120~30
III	中型	1.0~0.1	中等	100~30	60~15	5~50	中等	30~5
IV	小(1)型	0.1~0.01	一般	30~5		5~0.5	一般	5~1
V	小(2)型	0.01~0.001		<5	<3	<0.5		<1

注: 1.水库的总库容指水库最高水位以下的静库容。

2.治涝面积和灌溉面积均指设计面积。

对于综合利用的水利水电工程，当按综合利用项目的分等指标确定的等别不同时，其工程等别应该按其中的最高等别确定。从水库的总库容来看，该工程的等别为Ⅲ级，从装机容量来看该工程的等别为Ⅳ级，取两者之间级别最高的，所以该工程的等别为Ⅲ级。

## 2.2 坝型的选择与枢纽布置

水利工程建筑物主要包括：挡水建筑物、围堰、导流泄洪洞、溢洪道、电站等。水利枢纽的布置就是根据已有的条件合理的确定各个枢纽的位置。

### 2.2.1 坝型的选择

根据提供的资料，该处的地形、地质条件适合建造土石坝，另外、建筑材料储量丰富。因此本枢纽工程的拦河大坝初步确定为土石坝。根据防渗结构的类型，常见土石坝的型式有心墙土石坝、斜墙土石坝、面板土石坝、均质土石坝等。根据地形、地质、建筑材料、施工情况、工程量、投资等方面，经综合比较选定坝型。详见表 2.2

表 2.2 坝型的比较

方案 因素	1	2	3
	均质坝	斜心墙土石坝	心墙土石坝
地形条件	适合	适合	适合
地质条件	风化的岩基上	风化的岩基上	风化的岩基上
工程量	小	大	较大
建筑材料	粘土	石料、粘土	石料、粘土
施工条件	较为简单	复杂	较均质坝复杂

根据坝址处的地形、地质条件，虽然说修建均质坝的条件满足，但是从防渗效果来说，这个方案是不可取的。因为该处的大坝为高坝，倘若只用一种土料来修坝，压实效果不好，从而影响坝的抗渗性，这也就是说均质坝常常适用于中低坝。斜心墙坝的施工量和难度都较大，另外，修建斜心墙坝对筑坝材料的要求较高，因为坝体必须对斜墙有足够的支撑效果，也就是说斜心墙对沉降变形较为敏感，并会伴随着裂缝的产生。心墙坝位于坝体中间而不依靠在透水的坝壳上，其

自重依靠本身传到基础，不受坝壳的沉降影响，这样有利于整个坝体的稳定。综上所述分析，工程最终的坝型选择粘土心墙土石坝。

## 2.2.2 泄水建筑物的选择

泄水建筑物主要包括溢洪道、导流建筑物、放空建筑物等。泄水建筑物的布置必须根据坝址处的地形、地质条件。

### 1 导流建筑物

大坝的施工必须在干地上进行，因此首先要布置的是导流建筑物。导流的方式大体上可以分为两类，即分段围堰法导流和全段围堰法导流。根据坝址处的水位条件：汛期河水面宽为 10~15m，因此适合用全段围堰法导流。导流的方式主要有明渠导流和隧洞导流。明渠导流，主要用于岸坡平缓或有宽广滩地的平原河道上；隧洞导流，一般常用在河谷狭窄、两岸地形陡峻、山岩坚实的地方。把适用于这两种导流方式的条件和坝址处的地形、地质的条件进行比较，不难得出该处采用隧洞导流，并把隧道布置在河道的左岸。

### 2 溢洪道

溢洪道主要用来宣泄汛期或其他情况下水库中多余水量以保证大坝安全的建筑物，包括河床溢洪道和河岸溢洪道两类。土石坝不允许水流漫顶，一般选择河岸溢洪道。

河岸溢洪道包括正槽式、侧槽式、隧洞式和虹吸式四种。溢洪道在枢纽中的位置应根据地形、地质、工程特点、枢纽布置要求、施工及运行条件等综合因素确定：开敞式溢洪道应建在山凹口出；隧洞式溢洪道最好在完整的岩体中开凿，同时要避开不稳定的边坡；溢洪道应避免与发电、及灌溉建筑物相互干扰；溢洪道出口的布置应使水流顺畅，还要远离土坝坝角，避免对坝体产生冲刷。从各个方式的适用条件和该坝址本身的条件分析，隧洞式溢洪的方案较为理想。

### 3 放空建筑物

因为水库每隔 2~3 年，需要将水库的库容放到死库容，为了达到这个目的而建的建筑物通常称为放空建筑物。对于土石坝而言，为了保证坝体的安全不常将放空隧洞修建的岸边。为了减少工程量，可以尝试一洞多用，采用“龙抬头”的方式，把放空隧洞与导流隧洞一起使用。因为导流隧洞只是在工程的前期使用，当挡水建筑为修建完之后，常常会被堵上，这样就可以把导流隧洞改为放空隧洞。但是，由于导流隧洞的进口高程较低，而放空隧洞的进口高程较高，此时，可以开挖一段较高高程的放空隧洞与导流隧洞相连，导流任务完成后将导流隧洞进口堵塞，不影响放空隧洞的运行。

### 2.2.3 取水建筑物

该工程是以发电为主、灌溉为辅的工程，因此必须修建取水建筑物和厂房。引水隧洞的功用是集中落差，形成水头，并将水流输送到压力管道引入机组。引水管道可分为有压管道和无压管道，无压管道承受的水压不大，有压管道承受的水压较大，所以这里采用有压引水管道。

用于水力发电的引水道，除应满足一般水工引水道的要求外，应特别注意一下要求：①有符合要求的输水能力，②减少水头损失，③保证水质。

## 3 坝断面设计

### 3.1 坝顶高程确定

坝顶高程等于水库静水位与坝顶超高之和，应该按照以下 4 种运用条件计算，取其最大值：

- ① 设计洪水位加正常运用条件的坝顶超高；
- ② 正常蓄水位加正常运用条件的坝顶超高；
- ③ 校核洪水位加非常运用条件的坝顶超高；
- ④ 正常蓄水位加非常运用条件的坝顶超高，再加地震安全加高。

当坝顶上游侧设有防浪墙时，坝顶超高是指水库静水位与防浪墙顶之间的高差，但在正常运用条件下，坝顶应高出静水位 0.5m，在非常运用条件下，坝顶不得低于静水位。

坝顶超高可按照公式 (3-1)、(3-2) 计算：

$$y = R + e + A \quad (3-1)$$

$$e = \frac{Kv_0^2 D}{2gH_m} \cos \beta \quad (3-2)$$

式中:  $y$  为坝顶超高，m；

$R$  为最大风浪在坝坡上的安全爬高（图 3-1），m；

$e$  为最大风壅水面高度，即风壅水面超出原水库水位高度的最大值，m；

$H_m$  为坝前水域平均水深，m；

K 为综合摩阻系数，其值变化在  $1.5 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$  之间，计算时一般取  $K=3 \times 10^{-6}$ ；

A 为安全加高，m，可通过表 3.1 查得；

B 为风向与水域中线的夹角， $^{\circ}$ ；

$v_0$ 、D 为库区多年平均最大风速和吹程， $m^3/s$ ，m。

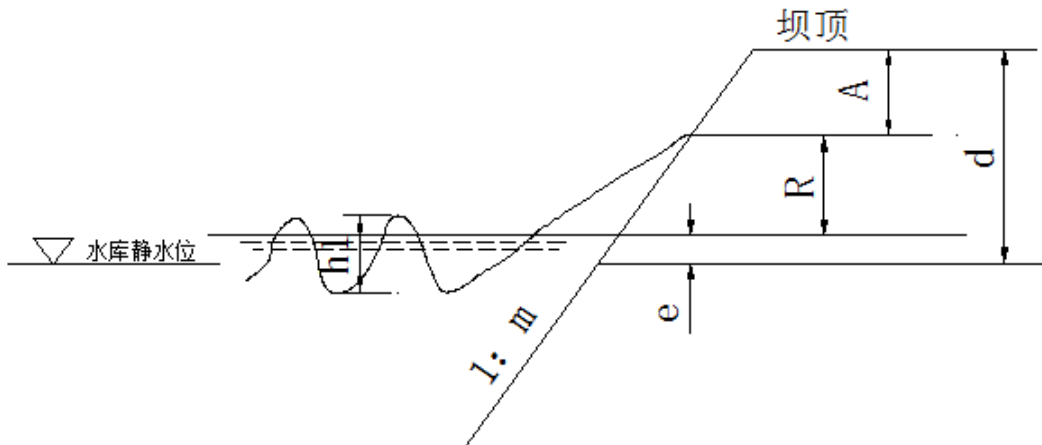


图 3-1 坝顶超高计算图

表 3.1 安全加高 A

单位：m

坝的级别		1	2	3	4、5
设计		1.50	1.00	0.70	0.50
校核	山区丘陵区	0.70	0.50	0.40	0.30
	平原滨海区	1.00	0.70	0.50	0.30

### 1. 设计洪水水位加正常运用条件的坝顶超高

正常运用情况下计算坝顶的超高，对于 III 级坝，计算风速应该取多年平均年的最大风速的 1.5 倍，所以  $v_0=32.85m^3/s$ 。

#### 1) 最大风壅水面高度

由公式 (3-2)，可以求出：

$$e = \frac{3.6 \times 10^{-6} * 32.85^2 * 1500}{2 * 9.81 * 63.9} \cos 25.8^{\circ} = 0.004m$$

## 2) 设计爬高

波浪沿建筑物坡面爬升的垂直高度成为破浪爬高。它与坝前的波浪要素、坝坡坡度、坡面糙率、坝前水深、风速等因素有关。波浪爬高的计算，常常采用莆田试验站的公式。

莆田试验站的波高和波长计算：

平均波高  $h_m$  用公式 (3-3) 计算

$$\frac{gh_m}{v_0^2} = 0.13th \left[ 0.7 \left\{ \frac{gH_m}{v_0^2} \right\}^{0.7} \right] th \left\{ \frac{0.0018 \left[ \frac{gD}{v_0^2} \right]^{0.45}}{0.13th \left[ 0.7 \left\{ \frac{gH_m}{v_0^2} \right\}^{0.7} \right]} \right\} \quad (3-3)$$

式中:  $h_m$  --- 平均波高(m);

$v_0$ 、 $D$ 、 $H_m$  同式 (3-2) 中。

经过计算可求出  $h_m=0.64m$ 。

求出平均波高后，通过式 (3-4)

$$T_m = 4.438h_m^{0.5} \quad (3-4)$$

则可以求出平均周期，即：

$$T_m = 4.438 * h_m^{0.5} = 3.55s,$$

接着可求出平均波长  $L_m$ ，但要分两种情况：

当  $H_m/L_m \geq 0.5$  时，称为深水波，

$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi} \quad (3-5)$$

当  $H_m/L_m < 0.5$  时

$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi} th \frac{2\pi H}{L_m} \quad (3-6)$$

式中:  $H$  为坝迎水面水深， $m$ 。

易知  $H_m/L_m \geq 0.5$ ，所以



$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi} = \frac{9.81 * 3.55^2}{2 * \pi} = 19.7m$$

又因为上游的坝坡系数  $m=2.5$ ，为求出平均爬高  $R_m$ ，需用公式 (3-7)

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

(3-7)

式中： $K_\Delta$ 为斜坡的糙率渗透性系数，可查表 3.2；

$m$  为单坡的坡度系数；

$K_w$  为经验系数，可查表 3.3；

$h_m$ ， $L_m$  为平均波高和波长， $m$ 。

表 3.2 糙率渗透性系数  $K_\Delta$

护面类型	$K_\Delta$	护面类型	$K_\Delta$
沥青混凝土	1.0	砌石护面	0.75~0.80
混凝土板护面	0.9	抛填两层块石（不透水基础）	0.60~0.65
草皮护面	0.85	抛填两层块石（透水基础）	0.50~0.55

表 3.3 经验系数  $K_w$

$v_0/(gHm)^{1/2}$	$\leq 1$	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	$> 5.0$
$K_w$	1	1.02	1.08	1.16	1.22	1.25	1.28	1.33

又因为该处采用混沥青混凝土面板，因此糙率渗透性系数  $K_\Delta=1$ ，此处的经验系数通过内插法可以得出  $K_w=1.01$

求出各个系数之后，通过式 (3-7)，可以求出  $R_m$ ，即

$$R_m = \frac{0.8 * 1.01}{\sqrt{1+2.5^2}} * \sqrt{0.64 * 19.7} = 1.06m$$

求出平均爬高后，要求出设计爬高。不同累计频率的爬高  $R_p$  与  $R_m$  的比。可根据爬高统计分布表 3.4 确定。设计爬高值按照建筑物的级别而定，对 I、II、III 级土石坝累计频率  $P=1\%$  的爬高值  $R_{1\%}$ ；对 IV、V 级坝  $P=5\%$  的  $R_{5\%}$ 。

表 3.4 爬高统计分布 ( $R_p/R_m$ )

$P(1\%)$ $h_m/H_m$	0.1	1	2	4	5	10	14	20	30	50
<0.1	2.66	2.23	2.07	1.90	1.84	1.64	1.54	1.19	1.22	0.96
0.1~0.3	2.44	2.08	1.94	1.80	1.75	1.57	1.48	1.16	1.21	0.97
>0.3	2.13	1.86	1.76	1.65	1.61	1.48	1.42	1.13	1.19	0.99

因为  $h_m/H_m=0.01<0.1$ ，则  $R_p/R_m=2.23$ ，所以  $R_p=2.37m$ 。当风向与坝轴法线成的夹角为  $25.8^\circ$ ，波浪爬高应该乘以折减系数  $K_\beta$ ，其值可由表 3.5 确定

表 3.5 斜向坡折减系数  $K_\beta$

$\beta (^\circ)$	0	10	20	30	40	50	60
$K_\beta$	1	0.98	0.96	0.92	0.87	0.82	0.76

通过内插法，经查表得  $K_\beta=0.94$ ，所以最终的波浪爬高

$$R_p = 0.94 * 2.37 = 2.23m$$

所以坝顶的高程：

$$H = 925.5 + 2.23 + 0.004 + 0.7 = 928.4m$$

通过同样的方法可以计算出其他三种情况下的坝顶的高程，把这四种情况详细的填入到下表 3.6 中。

表 3.6 四种情况下坝顶高程的计算表

单位 m

高度(m) 运用条件	①	②	③	④
计算水位高程	925.5	925.5	926.0	925.5
最大风壅水面高度 e	0.004	0.004	0.002	0.002

设计爬高 $R_p$	2.23	2.23	1.41	1.41
安全加高 A	0.7	0.7	0.4	0.7
地震安全加高	0	0	0	0.8
坝顶的高程	928.4	928.4	927.8	928.4
坝的高度	66.3	66.3	65.7	66.3
沉降加高	0.66	0.66	0.66	0.66
坝顶的最终高程	929.1	929.1	928.5	929.1
坝的高度	67.0	67.0	66.4	67.0

注：对于情况③而言，对于 III 级坝，计算风速应该取多年平均年的最大风速,所以  $v_0=21.9\text{m}^3/\text{s}$ 。

通过上面四种情况的计算，从表格中得出了不同的坝的高程，取之中的最大  $H=929.1\text{m}$ ，则坝高为  $67.0\text{m}$ 。为了进一步防浪、防洪和阻水，常在坝顶的上游侧修建防浪墙，防浪墙的高度的范围是  $1\sim 1.2\text{m}$ ，宽度是  $0.3\sim 0.6\text{m}$ ，这里防浪墙的高度取  $1\text{m}$ ，宽度取  $0.5\text{m}$ 。由于防浪墙需要设置纵沉降缝，每隔  $10\text{m}$  设置一条沉降缝，沉降缝的宽度为  $20\text{mm}$ ,采用橡胶止水。

### 3.2 坝顶宽度的确定

坝顶宽度根据运行、施工、构造、交通和地震等方面的要求综合研究后确定。根据 SL274—2001《碾压式土石坝设计规范》规定：高坝顶宽可选为  $10\sim 15\text{m}$ ，中、低坝顶宽可选为  $5\sim 10\text{m}$ 。另外，坝顶宽度必须考虑心墙及反滤层布置的要求。本工程坝顶与一条三级公路相连，按照有关规定，三级公路的路面宽度在双车道时为  $7.5\text{m}$ ；单车道时为  $6.5\text{m}$ 。在坝顶的上游侧设置防浪墙，防浪墙的厚度为  $0.5\text{m}$ ，下游侧设缘石，缘石的厚度为  $0.15\text{m}$ 。另外，应该考虑到在上游侧设人行通道，人行通道的宽度为  $1.5\text{m}$ ，为了保证行人的安全，人行道路的高度比公路的高  $0.15\text{m}$ ,这样方便行人。（如图 3-2）

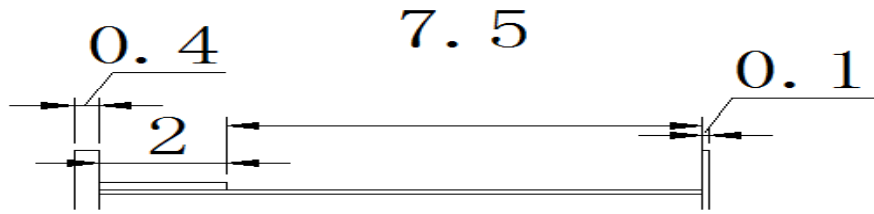


图 3-2 坝顶宽度示意图 单位：m

根据这些的要求，初选坝的宽度：

$$B=0.4+7.5+2+0.1=10.0\text{m}$$

### 3.3 坝坡

坝坡选择不仅关系到坝体的稳定，还关系到工程量。选择坝坡时应遵循以下规律：

(1) 上游坝坡长期处于水下，呈饱和状态，且水库水位有可能骤降，使坝坡稳定处于不利地位，故其坡率应比下游坝坡较缓。

(2) 当采用粘土心墙防渗方案时，因坝坡稳定性受心墙土料特性的影响，则坝的上游一般较斜墙坝的陡，下游则是相反。

粘性土料的稳定坝坡一般为一曲面，上部较陡，下部较缓，所以用粘性土料做成的坝坡，长沿着高度分成数段，每段 10~30m，从上而下逐渐放缓，相邻坡率差值取 0.25 或 0.5。

土石坝的坝坡初选可参照已有工程的实践经验拟定。

土质防渗体的心墙坝，当下游坝壳采用堆石时，常用的坡率为 1: 1.5~1: 2.5，采用土料时，常用 1: 2.0~1: 3.0；上游坝壳采用堆石时，常用 1: 1.7~1: 2.7，采用土料时，常用 1: 2.5~1: 3.5。

该方案选择的是粘土心墙土石坝，坝壳采用石料，所以坝坡的初选：上游为 1:2.5，下游为 1:2.5，上游不采用马道，下游采用。对于需要变坡的坝坡，每段的长度不宜过大，则把坝坡分为 3 段，相邻的坡度差取 0.25，从上而下逐渐变缓，因为坝的总高度为 67m，则每段的高程为 20.0m，20.0m，27.0m。为了减小雨水的冲刷作用，常常会在变坡的地方设置马道，马道的宽度为 2m。

因为坝轴线处河床的高程为 862.1m，从坝轴线到上下游坝脚出的距离分别约为 172m，162m，又有河道天然坡降为 9.1%，可求出上下游坝脚的高程  $Z_{上}=862.0m$ ， $Z_{下}=860.7m$ 。

## 4 土石坝的构造

### 4.1 坝顶构造

坝顶一般都做护面，护面的材料可以采用碎石、单层砌石、沥青或者混凝土等柔性材料。如有公路交通的要求，还应该满足公路路面的有关规定。该土石坝的坝顶设有三级公路，对于坝顶是三级公路，这里铺设为沥青混凝土公路。路面的结构体系一般分为三层，面层、基层、垫层组成。面层是直接承受车轮荷载反复作用和自然因素影响的结构层，一般可以分为三层：上面层、中面层和下面层，表面层应根据使用要求设置抗滑耐磨、密实稳定的沥青层，这里采用 3cm 厚的松散沥青；中面层、下面层应根据公路等级、沥青层厚度、气候条件等选择适当的沥青层，这里根据实际情况，采用 5cm 厚的致密的沥青。基层是设置在面层之下，并与面层一起将车轮荷载的反复作用传布到底基层、垫层、土基，起主要承重作用的层次。底基层是设置在基层之下，并与面层、基层一起承受车轮荷载反复作用，起次要承重作用的层次。基层、底基层视公路等级或交通量的需要可设置一层或两层。这里因为是土石坝坝顶上的公路，交通量不是很大，即设置一层基层即可，此处选良好的级配二灰石，厚度为 30cm。垫层是设置在底基层与土基之间的结构层，起排水、隔水、防冻、防污等作用，此处选择 12cm 碎石。这样公路的总厚度为 0.5m。详见图 4-1。

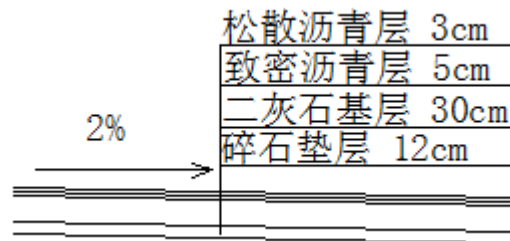


图 4-1 坝顶公路结构

坝顶上游侧设置防浪墙，防浪墙应坚固而不透水，此处使用浆砌石修建。防浪墙要与坝体防渗体可靠的连接起来，以防止高水位时漏水。防浪墙的高度一般为1.0~1.2m，此处选1.0m，防浪墙的宽度一般是0.3~0.5m，此处选择0.4m。为了排除雨水，坝顶应做成向一侧或两侧倾斜的横向坡度，坡度宜采用2%~3%。对于有防浪墙的坝顶，则要采用单向向下游倾斜的横坡，在该坝顶采用2%的单向向下游倾斜的横坡。

坝顶的下游侧设置缘石，缘石的尺寸为10\*10\*100cm,埋入的深度为0.2m，每隔1.5m设置一块缘石。

## 4.2 坝坡的构造

土石坝的上游坡面要经受波浪的淘刷、冰层和漂浮物的撞击等危害作用；下游坡面要遭受雨水、大风、尾水部位的风浪、冰层和水流的损害以及冻胀干裂等破坏作用。因此，上下游坝面都需要设置护坡。

上游护坡的常用型式为干砌石、浆砌石或堆石，在这里采用干砌石。护坡的厚度、型式根据坝的等级、使用条件和当地材料等情况通过技术经济比较确定。对波浪压力较大的坝段和部位，可采用与其他部位不同的护坡厚度。由于块石的厚度为12cm，又因为上游的护坡易受到波浪的影响，故上游护坡的砌石厚度取为0.6m，砌筑时要层间错缝。砌石护坡下应按反滤原则设置碎石或砾石垫层，当坝壳料与护坡连接符合反滤要求是可以免设，但从安全角度来说，仍然会设置。垫层的厚度与材料的粒径有关，由于护坡的材料基本与坝壳的材料基本一致，此处选择两层垫层。上垫层的材料为15cm的砾石，下垫层的材料为25cm碎石。护坡范围应自坝顶或者防浪墙起延伸至水库最低水位以下一定距离，一般为2.5m。对于4级以下的坝，可减少到最低水位以下1.5m，当最低水位不确定时则应护至坝脚，此处延伸至水库最低水位以下2.5m，这里由于波浪的影响较大，上游水位变化也大，为了增加护坡的稳定性，护坡砌石的延伸到坝基上。在上游坝坡的底脚，为了进一步加固坝体的稳定，设置了堆石的压重，具体尺寸如图4-2：

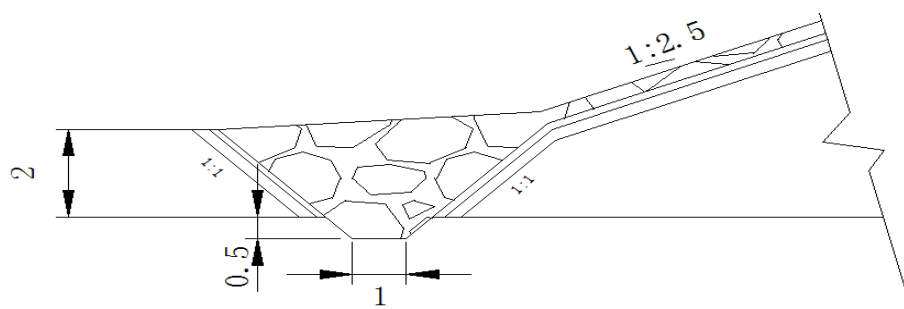


图 4-2 下游坝坡坝脚



下游坝面为防雨水冲刷和人为破坏，一般常采用简化形式的护坡。护坡的范围应延伸至坝脚，护坡材料为干砌石，砌石的厚度为 0.3m。上垫层的材料为 15cm 的砾石，下垫层的材料为 25cm 碎石

### 4.3 防渗体

设置防渗设施的目的是：减少通过坝体和坝基的渗流量；降低浸润线，增加下游坝坡的稳定性；降低渗透坡降，防止渗透变形。防渗体主要包括心墙、斜墙、铺盖、截水墙等，在这个工程中，由于粘土的储量丰富，且粘土施工较简单，防渗效果好，选择的是粘土心墙防渗体。

粘土心墙防渗体布置在坝体的稍偏上游，这样便于和坝顶的防浪墙相连接，并使心墙后的坝壳先期施工，得到充分的先期沉降，以避免或者减少裂缝。

土质防渗体断面一般是上薄下厚，但考虑到机械化施工，粘土心墙顶部水平厚度一般不小于 3m，由于坝顶的宽度为 10m，为了使心墙能够与防浪墙连接在一起，心墙顶部的宽度应适当的提高，这里取 6m，并且心墙布置时，应该稍微偏上游。防渗体底部的厚度取决于土料的允许坡降，一般不应小于按照表 4.1 取的值。

表 4.1 防渗墙底部宽度

土料 \ 型式	粘土	中壤土
	斜墙	H/8
心墙	H/6	H/4

防渗墙的顶部高程应高于设计洪水位 0.3~0.6m，且不低于校核洪水位，但当心墙有防浪墙连接时不受限制，心墙的粘土部分高程为 926m。另外，心墙顶部应有无粘性土料的保护层，以防心墙干缩或冻裂。保护层的厚度应根据当地干缩深度或冻胀厚度而定，但不得小于 1m，此处取 1.0m，所以防渗墙的高 926+1=927m，坝高为 69.1m。因为这里的最大作用水头为 70.2m，采用的材料为粘土心墙，所以底部的宽度： $b=70.2/6=11.7m$ 。因为粘土心墙两侧边坡多在 1:0.15~1:0.3，这里选择的坡度为 1:0.2，则心墙的宽度为

$$b = (927 - 862) * 0.2 * 2 + 6 = 32m$$

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/478136121042006062>