



黄河水利职业技术学院

YELLOW RIVER CONSERVANCY TECHNICAL INSTITUTE



# 6-5 土石坝的地基处理



赵青

2021年8月25日

# 教学目标

## 素质目标

1. 人与自然和谐相处；
2. 坚定文化自信，增强民族自豪感；
3. 大国重器、大国工匠；
4. 团结协作、沟通表达

## 知识目标

1. 地基处理目的；
2. 砂卵石地基处理方法；
3. 其他地基处理方法。

## 技能目标

1. 理解地基处理目的；
2. 掌握砂卵石地基处理方法；
3. 了解其他地基处理方法。
4. 能够正确使用设计规范。



# 主要内容

- 01 土石坝地基处理的目的
- 02 岩基处理
- 03 砂砾石地基处理
- 04 细砂与淤泥地基处理
- 05 软粘土和黄土地基处理
- 06 课堂练习与训练点评及小结

## 6.5 土石坝的地基处理

### 工程案例1——黄河小浪底水利枢纽

小浪底大坝为壤土斜心墙堆石坝，最大坝高154m，坝顶长度1667m，坝顶宽15m，最大坝底宽度864m，坝体总填筑量5185万 $m^3$ 。坝址河床砂卵石覆盖层最深达70余米。



问题：  
大坝建在70m厚的砂卵石上，水库蓄水后，坝基会不会漏水？怎么防渗？

## 6.5 土石坝的地基处理

### 工程案例1——黄河小浪底水利枢纽

修建在世界上泥沙最多，洪水威胁最大，从而最难治理、长达5464公里的一条大河——黄河之上的一座控制泥沙最多、战略地位十分重要、世界上最为复杂的大型水利工程。此项工程在规划设计和施工中，创造了一系列世界之最。



体现了：大禹精神；工匠精神；新时代水利精神

## 6.5 土石坝的地基处理

### 工程案例2——陆浑水库

陆浑水库拦河坝为粘土斜墙砂壳坝，坝高55米。坝址位于嵩县盆地出口峡谷地段，冲积层分布河床内，为河流冲积亚粘土和砂砾石层，厚约27m，其中砂砾石层厚12m。



问题：陆浑水库大坝12m厚的砂砾石透水吗？如何防渗？

# 1 土石坝地基处理的目的

土石坝对地基的要求虽然比混凝土坝低，但地基的性质对土石坝的构造和尺寸仍有很大影响，土石坝失事约有40%是由于地基问题引起的，可见地基处理的重要性。

## 一、土石坝地基处理的目的

- 1.控制渗流;
- 2.保证地基稳定;
- 3.控制变形。

筑坝前要完全清除表面的腐殖土以及可能发生集中渗流和可能发生滑动的表层土石，清除深度一般为0.3~1.0m，然后再根据不同地基情况采取不同的处理措施。

## 2 岩基处理

岩石地基的强度大、变形小，一般均能满足土石坝的要求，其处理的目的**主要是控制渗流**，处理方法基本与重力坝**相同**。



### 3 砂砾石地基处理

处理的原则：“上防下排”。

上防的方法:

- 1.粘性土截水墙
- 2.板桩
- 3.混凝土防渗墙
- 4.灌浆帷幕
- 5.防渗铺盖

下排的方法:

排水减压措施

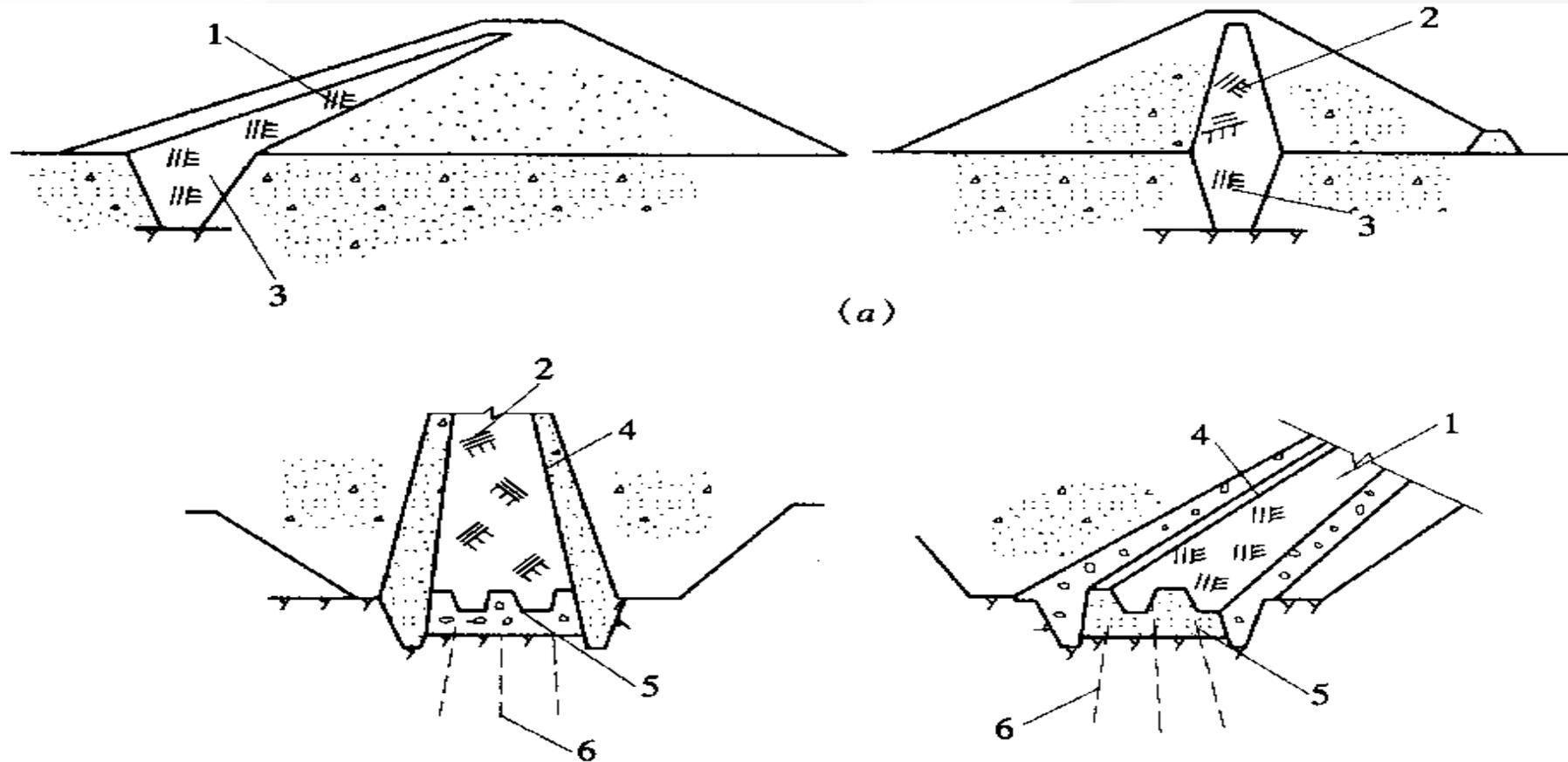
- 1.减压井
- 2.反滤式排水沟
- 3.反滤式盖重

优先采用垂直防渗体，水平防渗体起辅助作用。

### 3 砂砾石地基处理

#### (一) 粘性土截水墙

适用条件：覆盖层深度在15m以内时。



粘性土截水墙示意图

### 3 砂砾石地基处理

#### 构造要求:

1. 底宽: 常根据回填土料的允许渗透坡降即施工条件确定。粘土、重壤土时不小于 $0.1H$  ( $H$ 为作用水头), 中、轻壤土小于 $0.2H$ , 且一般不小于 $3\text{m}$ ;
2. 截水墙开挖边坡通常不陡于 $1:1$ , 以保持边坡稳定;
3. 位置: 心墙或斜墙截水墙的土料应与其上部的一致, 均质土坝截水墙的位置宜设于距上游坝脚( $1/3\sim 1/2$ )坝底宽处。

#### 优缺点:

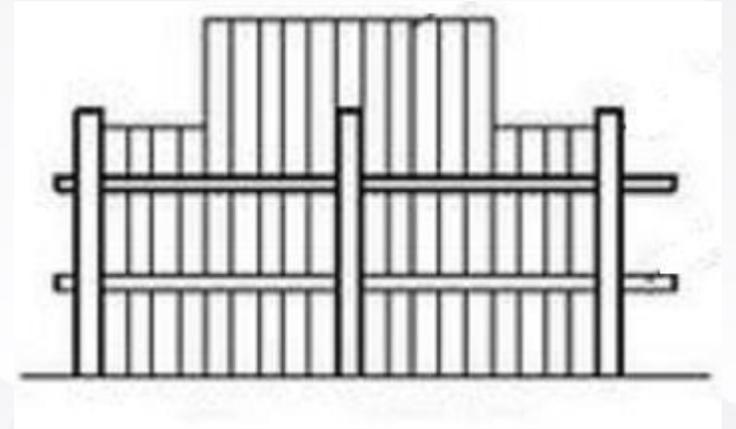
截水墙结构简单、工作可靠、防渗效果好, 得到了广泛的应用。缺点是槽身挖填和坝体填筑不便同时进行。

### 3 砂砾石地基处理

#### (二) 板桩

当透水的冲积层较厚时，可采用槽下打板桩，钢板桩（常用）和木板桩，深度可达50m以上。

缺点：在砂卵石层中打钢板桩时，由于孤石的阻力，可能使板桩歪斜、脱缝或挠曲，显著地增加透水性，另外钢板桩的造价较高。



### 3 砂砾石地基处理

#### (三) 混凝土防渗墙

用钻机或其它设备在土层中造成圆孔或槽孔，在孔中浇混凝土，最后连成一片，成为整体的混凝土防渗墙。

**适用：**地基渗水层较厚的情况

**型式：**圆孔型、板槽型

**施工顺序是：**

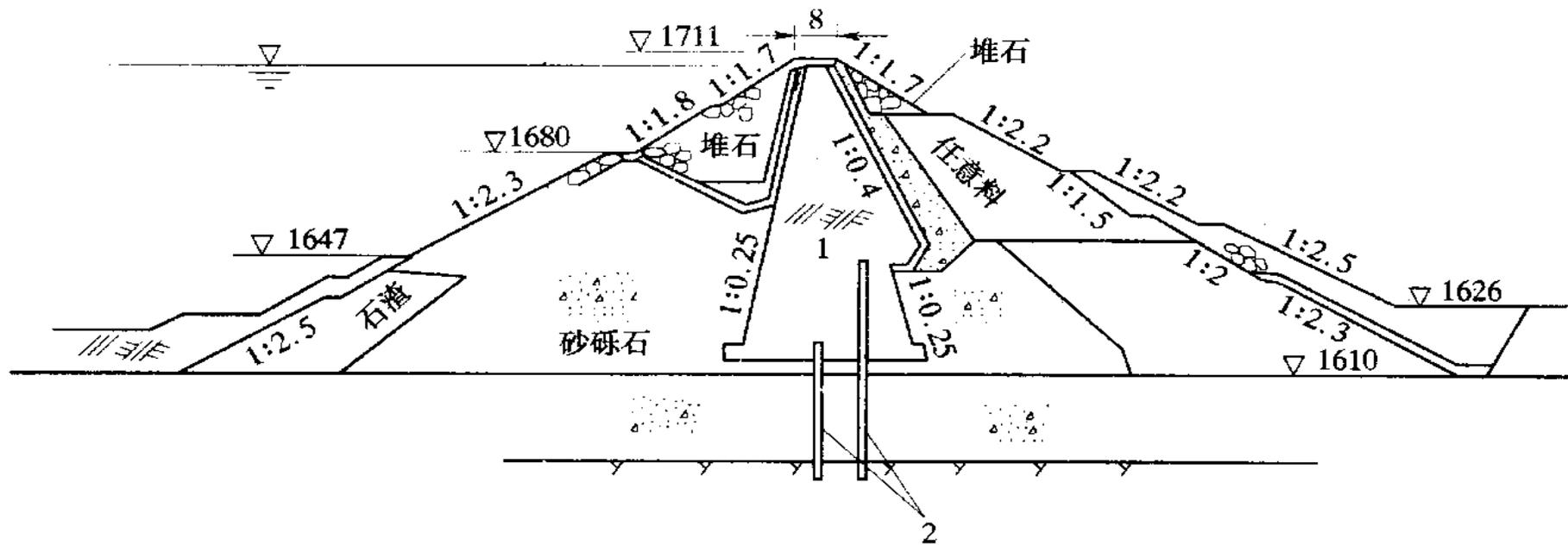
钻第一期孔 → 浇筑混凝土（约1周后） → 再钻第二期孔 → 第二期孔浇筑混凝土 → 形成一道整体的混凝土防渗墙。



### 3 砂砾石地基处理

**墙厚度：**根据防渗和强度要求确定。按施工条件可在0.6~1.3m之间选用（一般为0.8m），墙厚不能超过1.3m。

墙底应嵌入半风化岩内0.5~1.0m，顶端插入防渗体，插入深度应为坝前水头的1/10，且不得小于2m。



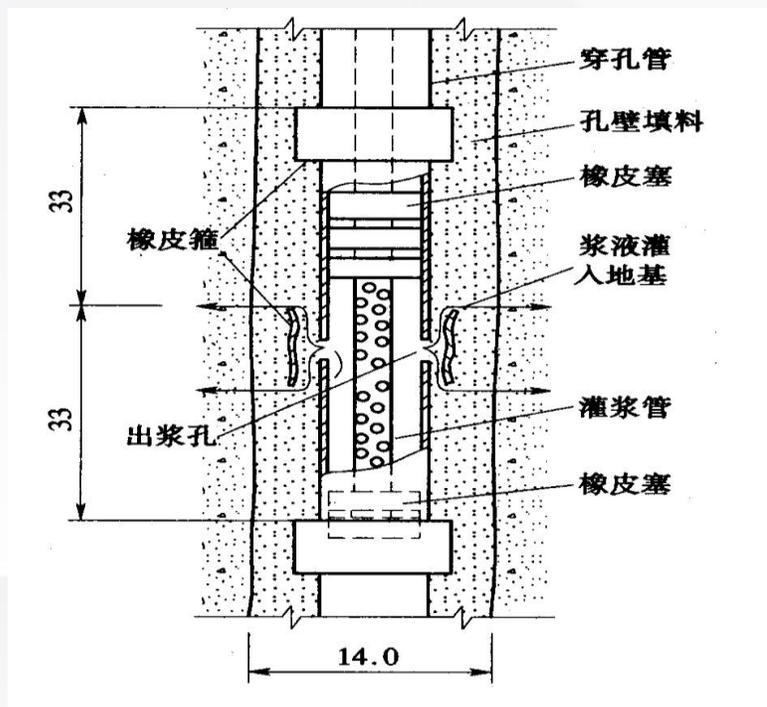
碧口土石坝的混凝土防渗墙

### 3 砂砾石地基处理

#### (四) 灌浆帷幕

当砂卵石层很厚时，上述3种处理方法都较困难或不够经济，可采用灌浆帷幕防渗。

**施工工序：**造孔 → 泥浆固壁 → 注入填料 → 插管 → 插双塞灌浆器 → 灌浆 → 浆液凝固 → 形成帷幕



砂卵石灌浆示意图

**灌浆帷幕的厚度T：**

$$T = \frac{H}{[J]}$$

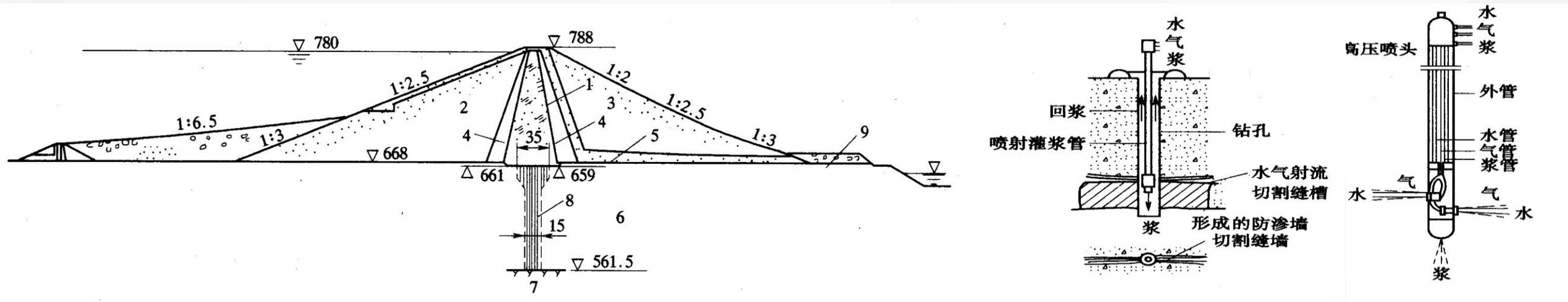
一般 $[J]=3\sim 4$ 。伸入砂卵石层下的不透水层内至少1.0m。

**灌浆顺序：**先灌边排孔，后灌中排孔，浆液由稀到浓，灌浆压力自下而上逐渐减小。

### 3 砂砾石地基处理

灌浆帷幕**优缺点**:

灌浆深度大，当覆盖层内有大孤石时，可不受限制。  
但对地基的适应性较差，有的地基如粉砂、细砂地基，不易灌进，而透水性太大的地基又往往耗浆量太大。



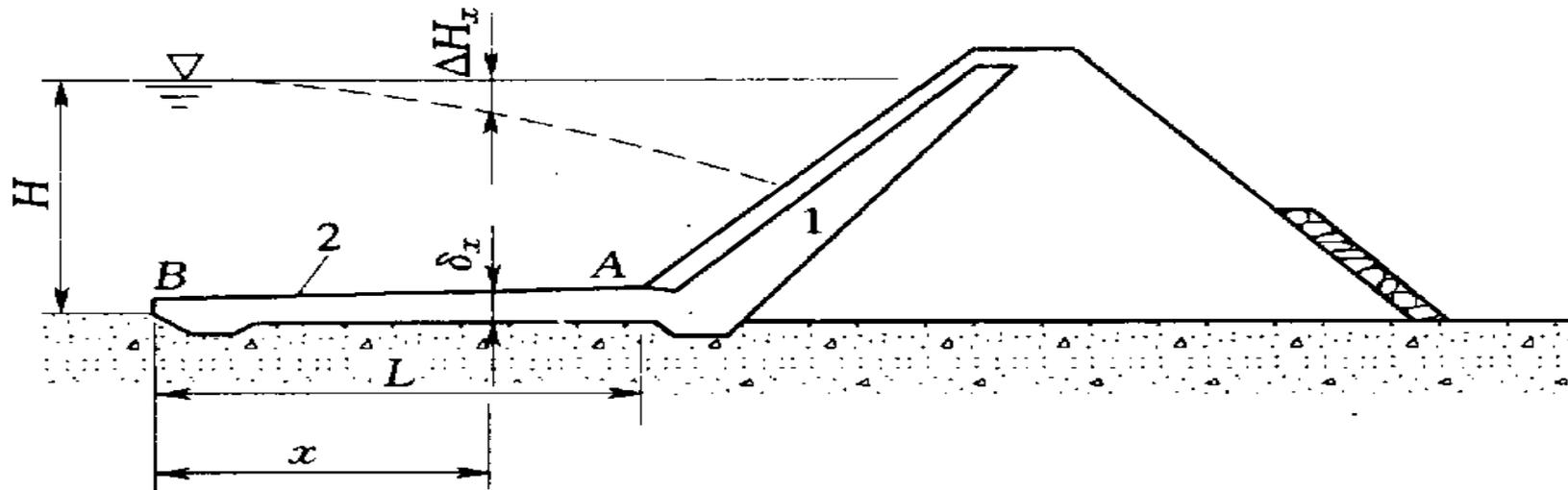
灌浆帷幕和高压喷射灌浆原理 (单位: m)

### 3 砂砾石地基处理

#### (五) 防渗铺盖

由粘性土做成的**水平防渗**设施，是斜墙、心墙或均质坝体向上游延伸的部分。

**作用：**通过**延长渗径**的办法，降低渗透坡降，减小渗透流量，不能截断渗流。



防渗铺盖示意图

### 3 砂砾石地基处理

**材料：**铺盖常用粘土或砂质粘土材料，渗透系数应小于砂砾石层渗透系数的1/100；

**长度：**一般为4-6倍水头；

**厚度：**主要取决于各点顶部和底部所受的水头差 $\Delta H_x$ 和土料的允许坡降 $[J]$ ，即距上游端为 $x$ 处的厚度应不小于  $\Delta H_x / [J]$ ；

$[J]$ 值对于粘土可取5~10，对壤土可取3~5。

上游端部厚度不小于0.5m，与斜墙连接处常达3~5m。

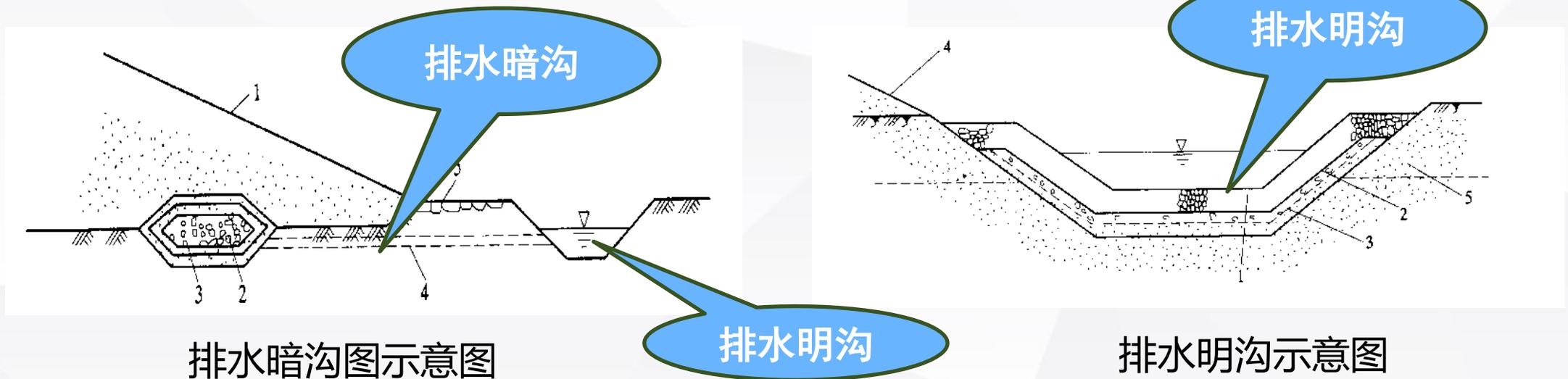
### 3 砂砾石地基处理

#### (六) 排水减压措施

作用：导出渗水，降低渗透压力。确保土石坝及其下游地区的安全。

排水减压设施：排水沟和排水减压井。

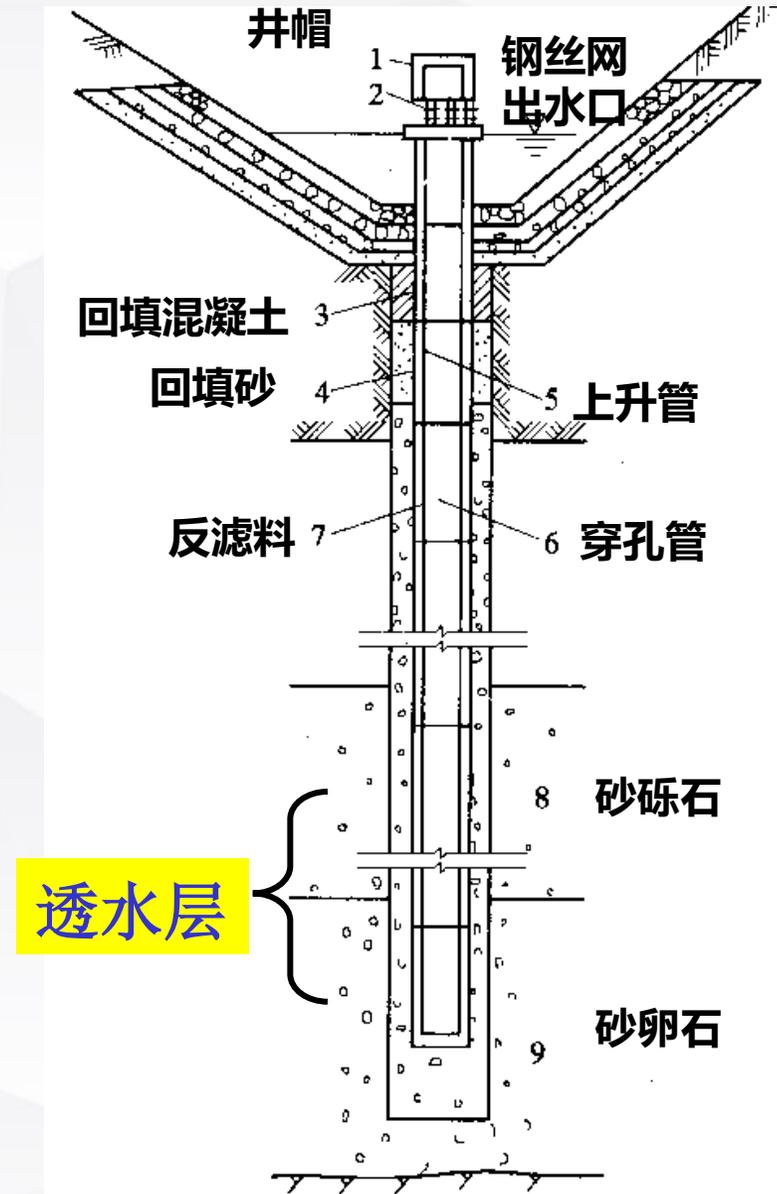
##### 1. 排水沟



### 3 砂砾石地基处理

#### 2. 排水减压井

将深层承压水导出水面，  
然后从排水沟中排出，在钻孔中  
插入带有孔眼的井管，周围包以  
反滤料，管的直径一般为20~  
30cm，井距一般为20~30m。



排水减压井构造图

## 4 细砂与淤泥地基处理

### (一) 细砂地基处理

问题：动力作用下，地震作用下易于液化



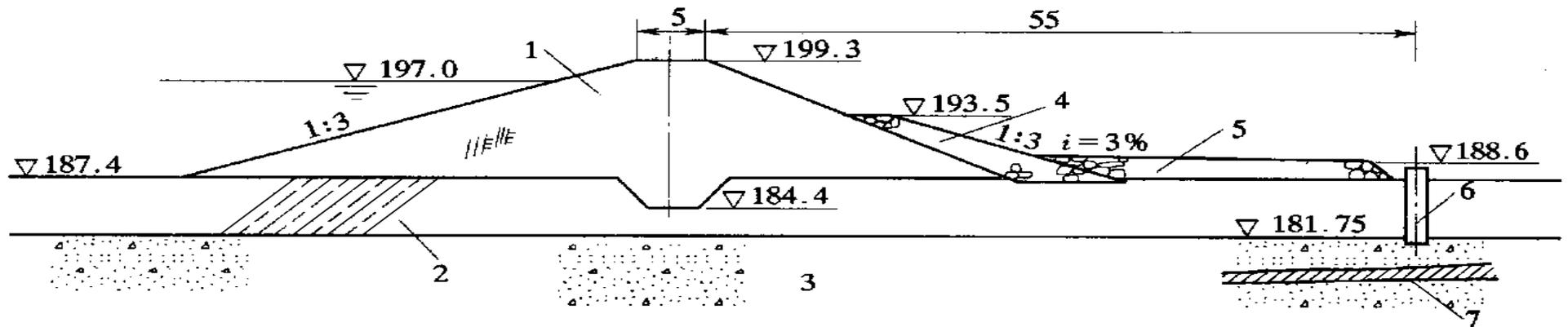
## 4 细砂与淤泥地基处理

### (二) 淤泥层的地基处理

**问题：**抗剪强度低、承载能力小。

处理措施

- 埋藏浅 → 全部挖除
- 埋藏深
  - 压重法（坝趾处）
  - 砂井排水法（加速地基排水固结）



太平湖土坝减压井和透水盖重（单位：m）

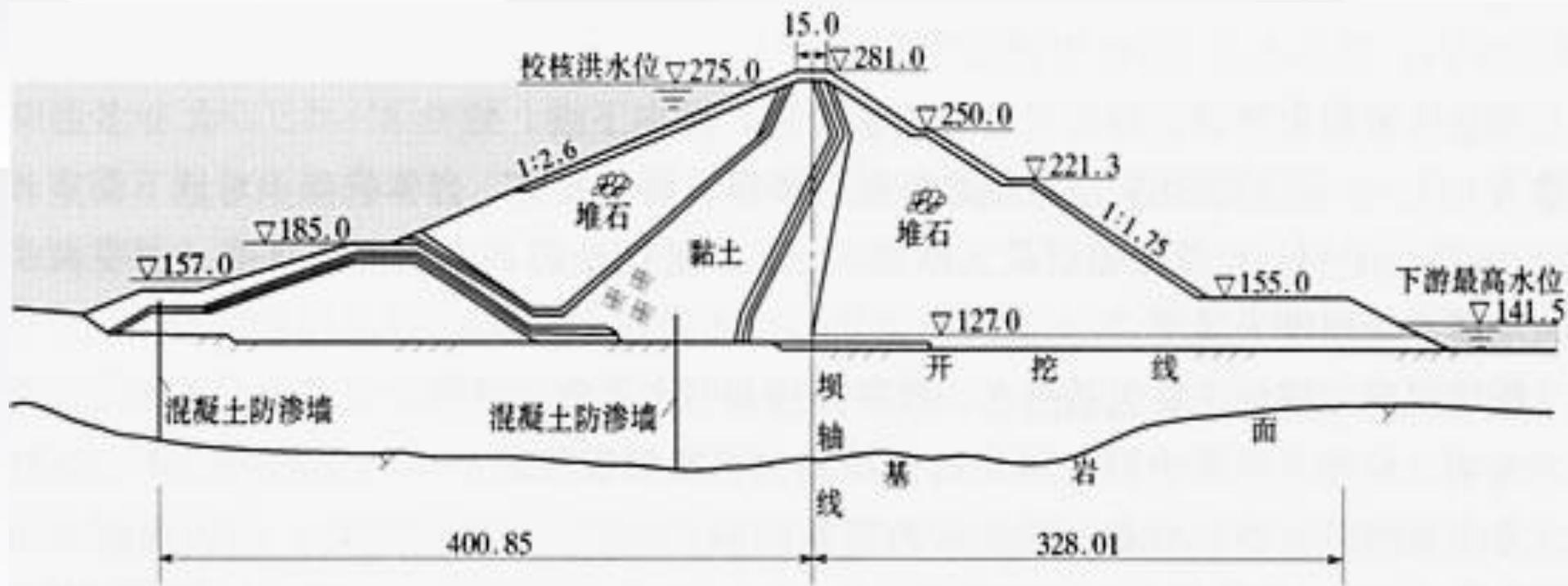
## 5 软粘土和黄土地基处理

软粘土层较薄时，一般全部挖除。

当土层较薄而其强度并不太低时，可只将表面较薄的可能不稳定的部位挖除，换填较高强度的砂，称为换砂法。有时只在表面上填筑一层砂，以改善坝基的排水条件，加快软粘土的固结。

当采用上述方法不能解决问题时，也可采用排水砂井法。

## 案例实训



小浪底水库大坝70m厚砂砾石层坝基采用混凝土防渗墙防渗；  
陆浑水库大坝12m厚砂卵石地基采用粘土截水槽防渗；

## 6 训练点评与课堂小结

### 重点：

坝顶的构造组成、设计要求；  
防渗体作用、常见的型式级设计要求；  
排水体作用、常见型式级适用条件；



黄河水利职业技术学院  
YELLOW RIVER CONSERVANCY TECHNICAL INSTITUTE

敬 请 指 导

Thank You