



黄河水利职业技术学院

YELLOW RIVER CONSERVANCY TECHNICAL INSTITUTE



4-2 重力坝的剖面



赵海滨

2021年8月25日

教学目标

素质目标

- (1) 树立追求卓越、精益求精的岗位责任，培养工匠精神；
- (2) 传承大禹精神、红旗渠精神、抗洪精神、愚公移山精神，增强职业荣誉感。

知识目标

- (1) 了解重力坝基本剖面的主要参数、确定原则和方法；
- (2) 掌握非溢流坝实用剖面确定的内容和方法；
- (3) 溢流坝剖面形式及消能方式；
- (4) 掌握剖面图的绘制步骤和方法。

技能目标

- (1) 能根据已知条件确定坝基高程、计算坝高；
- (2) 能根据经验参数确定大坝上下游边坡系数和折点位置，确定坝顶宽度；
- (3) 能绘制非溢流坝、溢流坝剖面图

主要内容



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

01

非溢流坝剖面

02

溢流坝剖面

案例引入

案例

三峡工程主要建筑物由大坝、水电站、通航建筑物等3大部分组成。**拦河大坝**为混凝土重力坝，**坝轴线全长**2309.47米，**坝顶高程**185米，**最大坝高**181米。泄洪坝段位于河床中部，两侧为电站坝段和非溢流坝段。

问题

三峡大坝的非溢流断面形态？

溢流曲面组成？

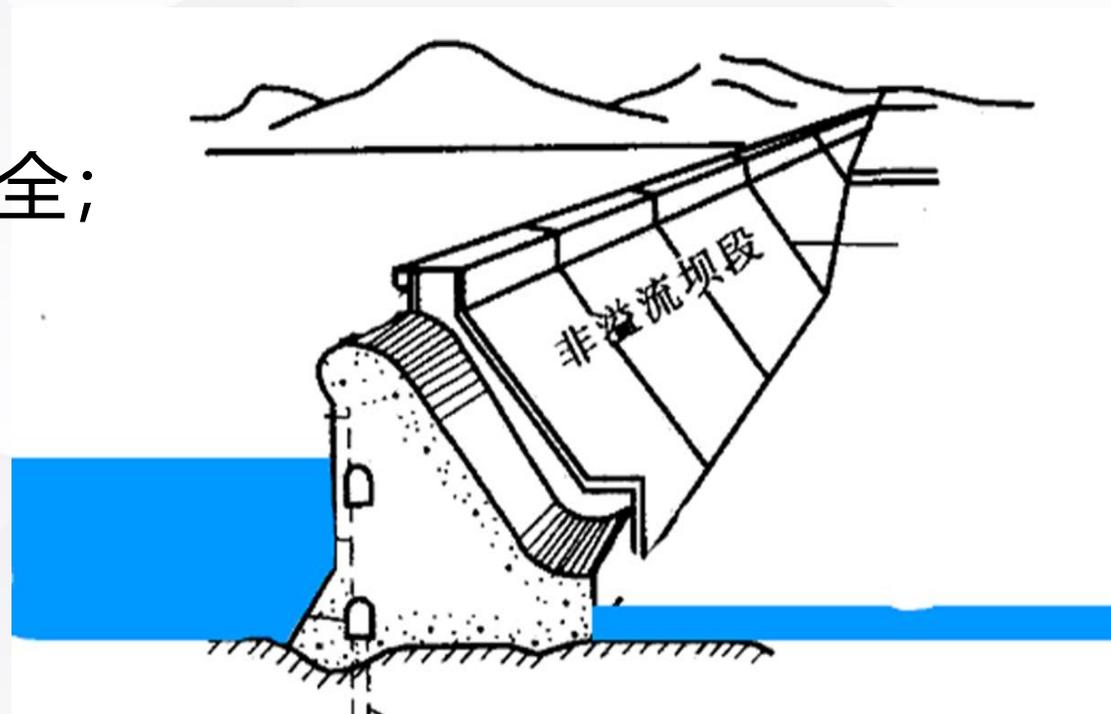


大国重器必须掌握在我们自己手里!!!

一、非溢流坝重力坝剖面

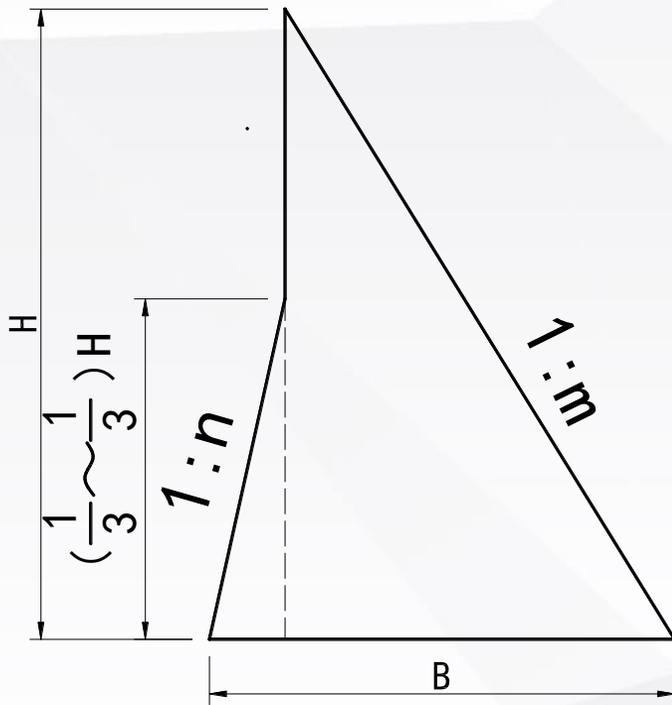
(一) 剖面设计的基本原则

- 1、满足稳定和强度要求，保证大坝安全；
- 2、工程量小，造价低；
- 3、结构合理，运用方便；
- 4、利于施工，方便维修。



一、非溢流坝重力坝剖面

(二) 非溢流坝的基本剖面



上游近视为铅直的三角形。

高程 ($\nabla_{\text{坝顶}}$ 、 $\nabla_{\text{坝基}}$)

坝高 $H = \nabla_{\text{坝顶}} - \nabla_{\text{坝基}}$

折坡点位置: $1/3 \sim 2/3$ 坝高处, 利用水重增加稳定性

边坡系数: $n=0 \sim 0.2$, $m=0.6 \sim 0.8$

坝底宽约为 $B = (0.7 \sim 0.9) H$

H (H 为坝高或最大挡水深度)

关键是确定坝顶高程

一、非溢流坝重力坝剖面

(三) 非溢流坝的实用剖面

基本剖面拟定后，根据作用在坝体运用条件，对基本剖面进行修改成为实用剖面，满足坝顶设备布置、交通需要、施工和检修要求等。

1. 坝顶宽度 $b = (8\% - 10\%)H$

一般要求不小于3m，碾压混凝土坝坝顶宽不小于5m；当坝顶布置移动式启闭机时，坝顶宽度要满足安装门机轨道的要求。



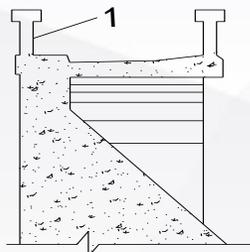
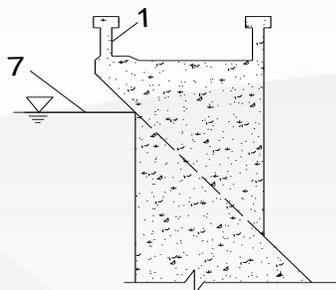
一、非溢流坝重力坝剖面

2. 坝顶结构布置

- (1) 布置原则：安全、经济、合理、实用。
- (2) 组成：防浪墙、防护墙、坝顶排水、轨道、人行道、公路

坝顶防浪墙：高度一般为1.2m，与坝体牢固地连接，在坝体分缝处也留伸缩缝，缝内设止水。

坝顶排水：设置纵向排水沟、排水出口设在上游。



一、非溢流坝重力坝剖面

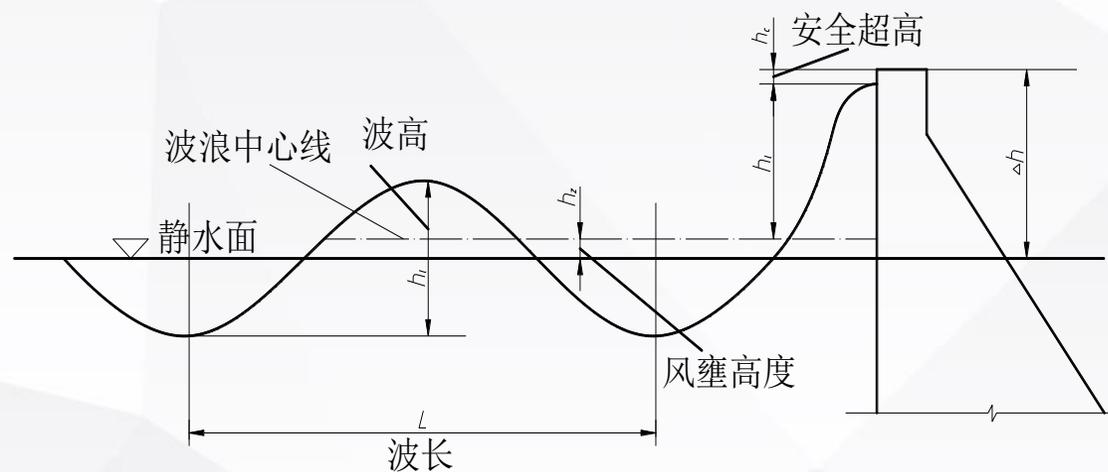
3. 坝顶高程的计算

坝顶或防浪墙顶高程 = 设计洪水位 + $\Delta h_{\text{设}}$

坝顶或防浪墙顶高程 = 校核洪水位 + $\Delta h_{\text{校}}$

取两者中的大值作为坝顶高程

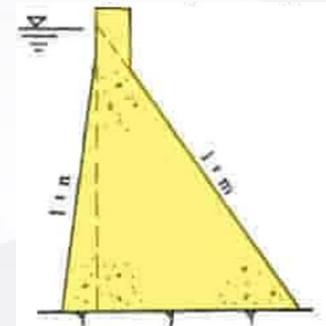
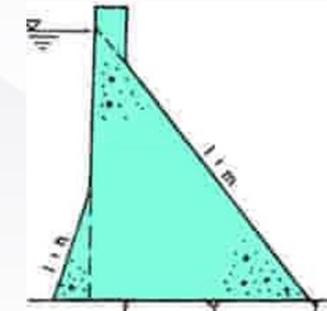
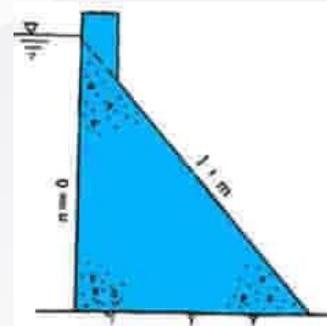
$$\Delta h = h_{1\%} + h_z + h_c$$



一、非溢流坝重力坝剖面

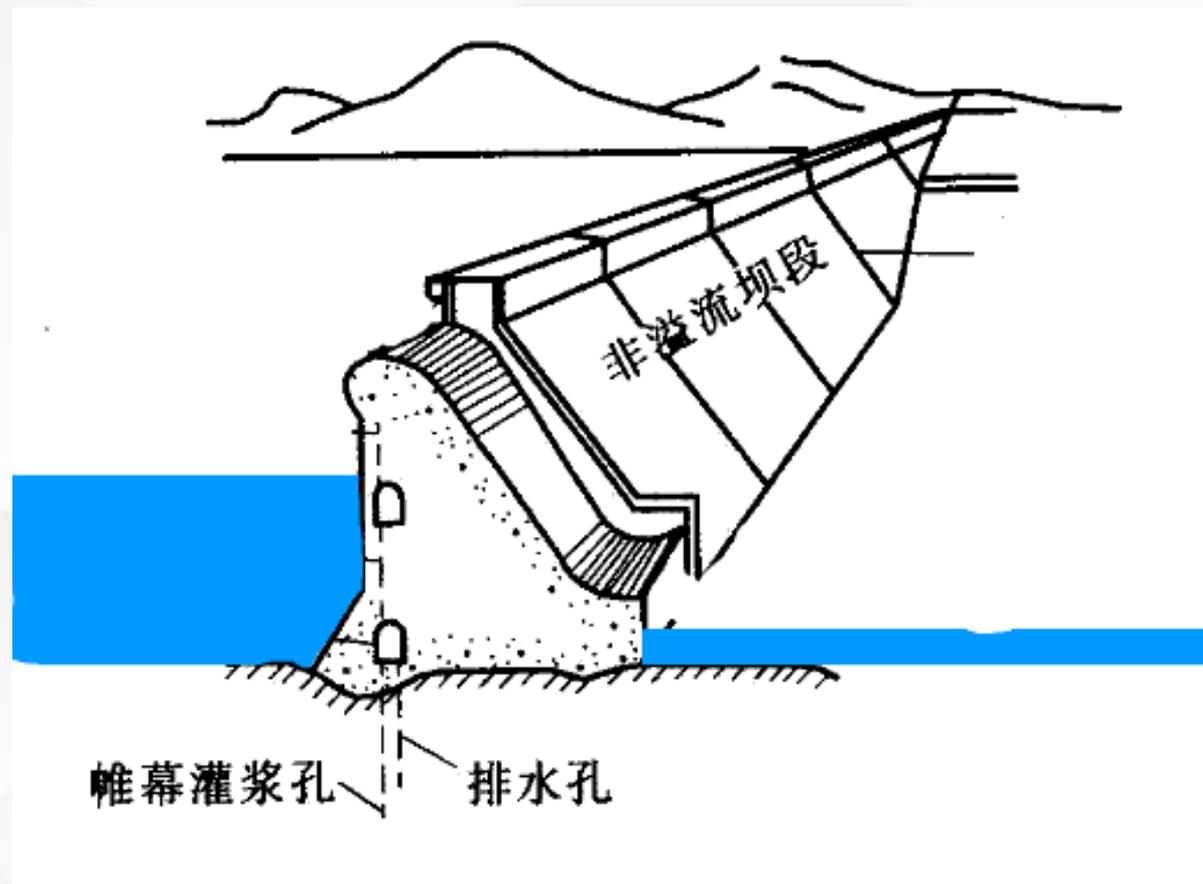
4.实用剖面形式

- ①铅直坝面 便于施工，利于布置进水口设施。
- ②斜坡坝面 可利用斜面上的水重，提高坝体的稳定性。
- ③折坡坝面 折坡点在 $1/3 \sim 2/3$ 坝前水深处，既可利用斜坡面上的水重增加稳定，又可利用铅直面布置进水口设施，还可以避免空库时下游坝面产生拉应力，应进行强度和稳定验算。



二、溢流坝重力坝剖面

溢流重力坝简称溢流坝，既是挡水建筑物，又是泄水建筑物。既要满足稳定强度要求，还要满足泄水和下游消能防冲的要求。



二、溢流坝重力坝剖面

(一) 溢流坝的设计要求

- (1)有足够的泄洪能力，满足泄洪要求；
- (2)水流平顺，尽量减小冲刷，负压和空蚀等；
- (3)防止下游产生不利流态，折冲水流及波状水跃等；
- (4)防止下游河床冲刷及冲坑安全；
- (5)能灵活的控制水流下泄，设备经常维修，正常使用。

溢流坝是枢纽中最主要的泄水建筑物。一般布置在主流对应的河床位置,并根据河床的性质,考虑溢流坝的长度。

地质差	宽一些 $B\uparrow$	q 小一些 \downarrow	冲刷高度 $Q = qB$ 冲刷较强 $Q = qB$
地质好	窄一些 $B\downarrow$	q 大一些 \uparrow	

二、溢流坝重力坝剖面

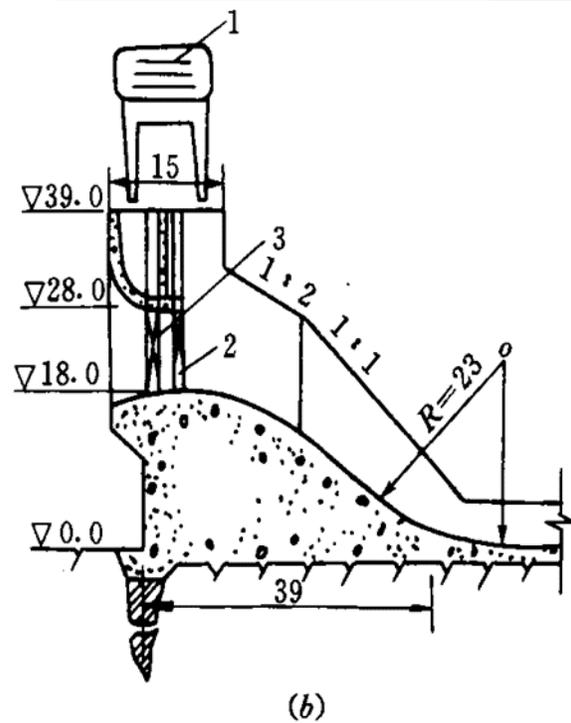
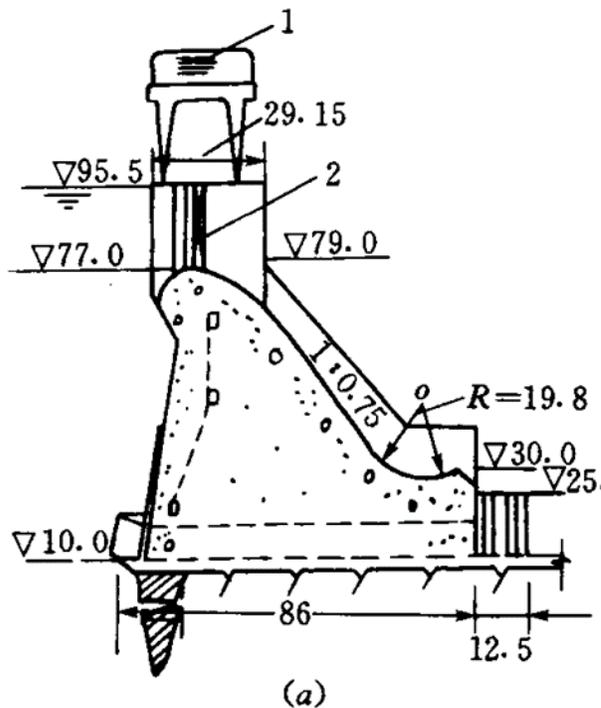
(二) 溢流坝的泄水方式

1. 堰顶溢流式

不设闸门时，堰顶高程等于水库的正常蓄水位；当堰顶设闸门时，堰顶高程较低，当闸门全开时，下泄流量与堰上水头 $H_0^{3/2}$ 成正比，超泄能力较大。

2. 孔口溢流式

闸墩上部设**固定胸墙或活动胸墙**，可利用胸墙挡水，减少闸门的高度，降低堰顶高程。它可提前放水，腾出库容，提高调洪能力。遇特大洪水时可将**活动胸墙**吊起，加大泄洪能力，排放漂浮物。



二、溢流坝重力坝剖面

(三) 溢流坝的剖面

三段

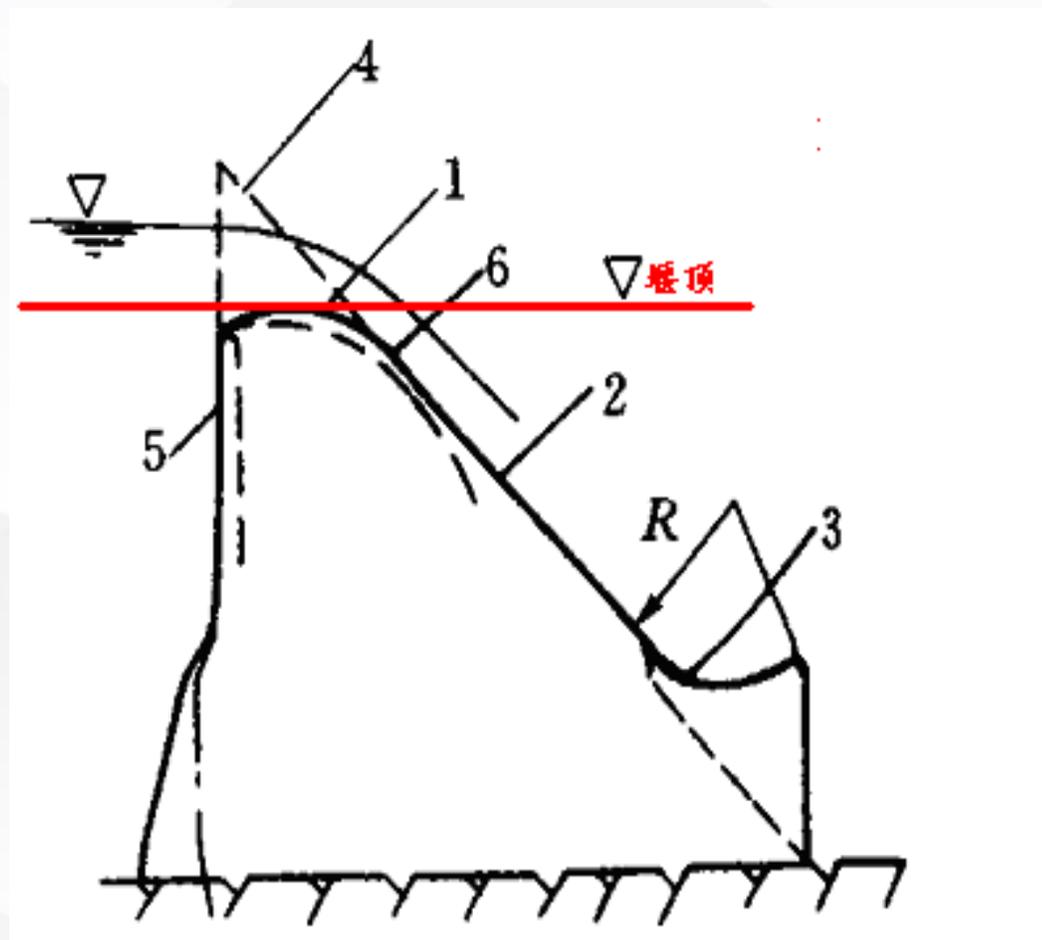
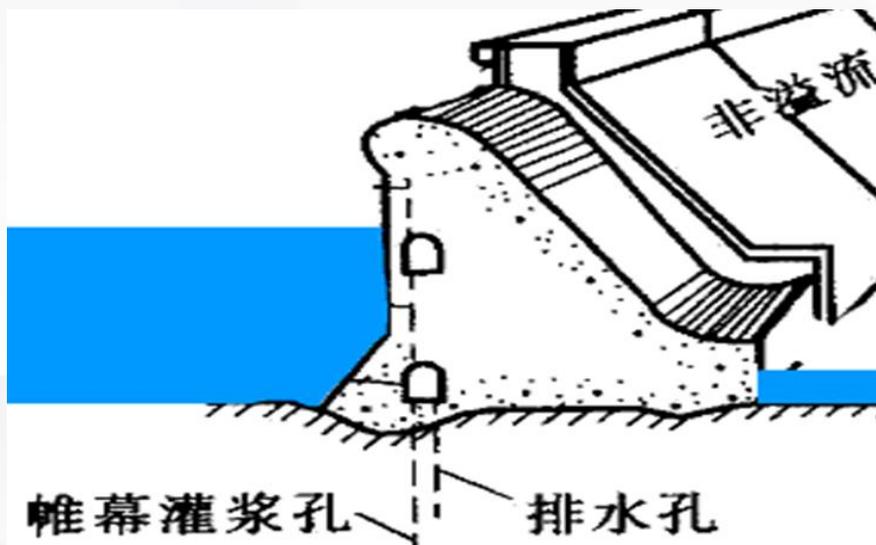
堰顶曲线段

中间直线段

下游反弧段

上游曲面

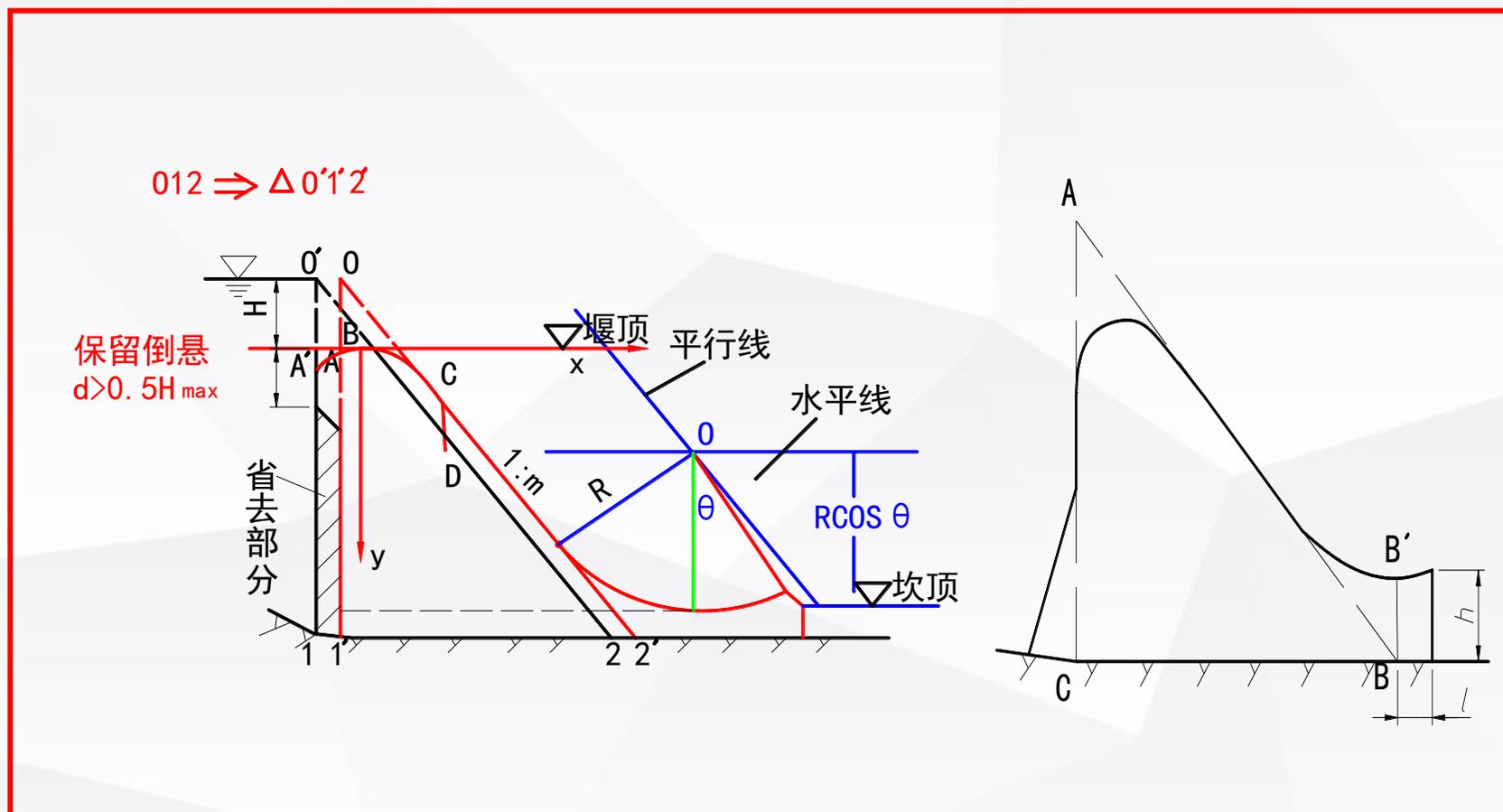
下游曲面



二、溢流坝重力坝剖面

(四) 溢流坝剖面的修正

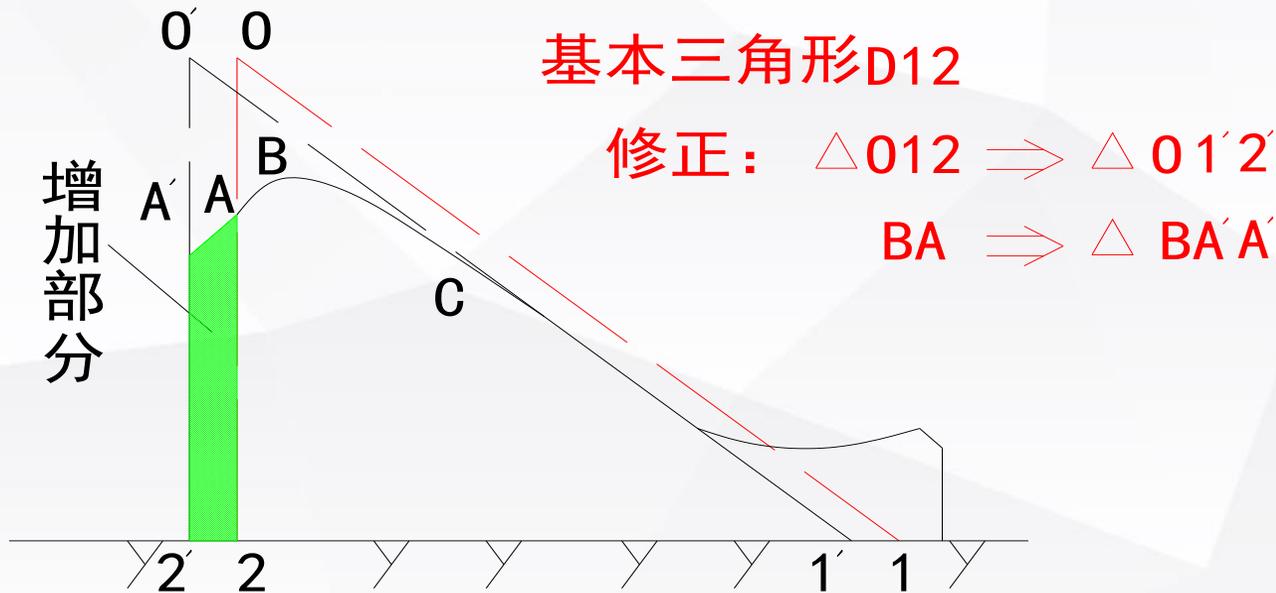
1. 坚固完好的岩基，基本剖面小，溢流坝在基本剖面之外



二、溢流坝重力坝剖面

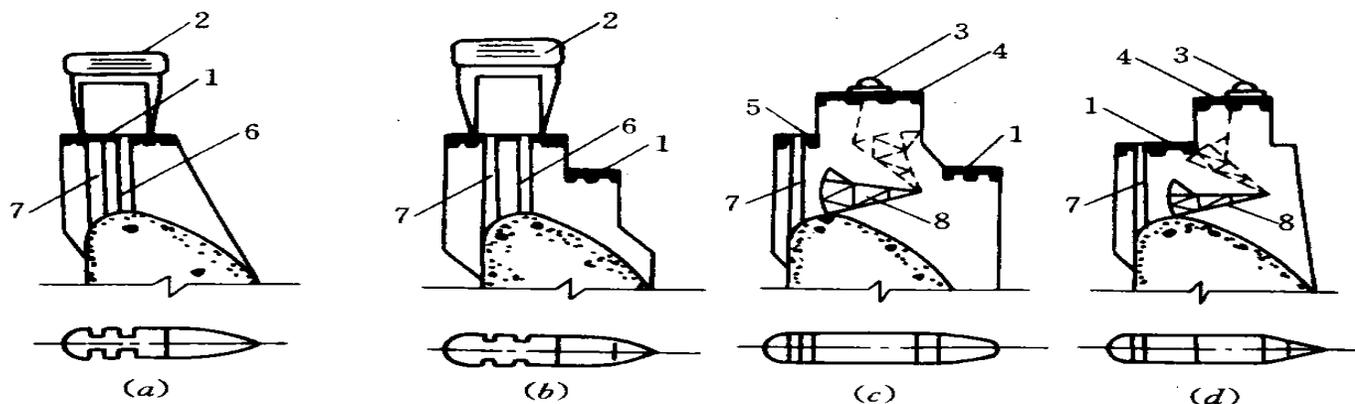
2. 岩基较差，基本剖面大，溢流坝在基本剖面之内

堰面上游采用斜坡，坡度（垂直：平）3：1~3：2。
增加一部分，满足坝体稳定和强度要求。



二、溢流坝重力坝剖面

(五) 溢流坝的上部结构布置



溢流坝顶布置图

作用：分孔，承受闸门上的水压力，支撑工作桥和交通桥

形状：使水流平顺，减小孔口的侧向收缩。流线形、圆形

工作闸门槽深0.5 ~ 2.0m
最薄处1.5 ~ 2.0m } **根据平面、弧形闸门要求不同**

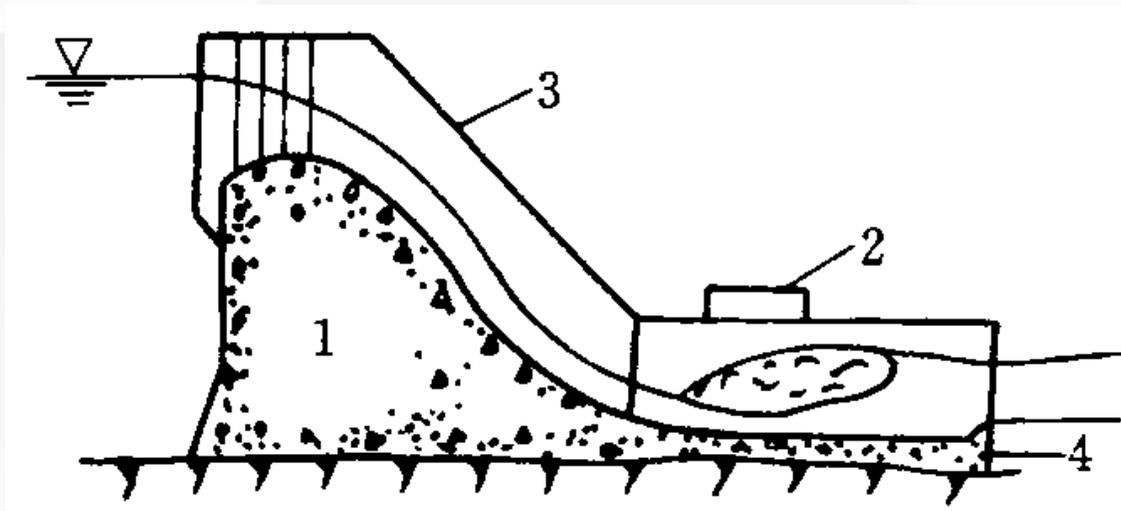
长度：满足闸门、工作桥、交通桥和启闭机械的工作要求。

高度：交通桥与非溢流坝顶保持一至高程。

二、溢流坝重力坝剖面

➤ 边墩和导墙

边墩和导墙示意图



边墩：一方面起闸墩的作用，同时也起分隔溢坝段和非溢流坝段的作用，防止溢流坝段泄水干扰电站或其他坝段。

导墙：边墩向下游延伸形成导墙，直至鼻坎处为止；高出掺气后的水面线1~2m，并设缝（每15m）。

二、溢流坝重力坝剖面

(六) 溢流坝的消能防冲设计

一、消能的必要性

因为挡水坝雍高来水，形成水库，水流从堰顶以上落下，下泄能力很大，因此溢流坝必须采取妥善的消能措施，以免影响大坝的安全。

工程事故案例：西班牙的里拜约坝冲刷坑深度达70m，冲走岩体100万m³，当冲刷扩展到坝基时，就会危及大坝的安全

二、消能消耗方式：势能+动能=热能+动能

水流内部的互相撞击和摩擦；

下泄水体和空气之间的掺气摩阻；

下泄水流与固体边界之间的摩擦和撞击。

二、溢流坝重力坝剖面

(七) 消能方式

1.挑流消能

原理：利用溢流坝下游及反弧段的鼻坎，将下泄的高速水流挑射到空中，然后扩散掺气，水流跃落到坝下游河道内，在尾水水深中发生旋涡、冲击、摩擦、扩散，消除能量。跌落的水流将冲刷河床，形成冲刷坑，随着冲坑达到一定深度，将大量能量消耗在水流旋滚的摩擦之中，冲坑也趋于稳定。

消能途径：空中掺气扩散消能、冲坑中冲击、摩擦。

适用条件：基石比较坚固的中高溢流坝。

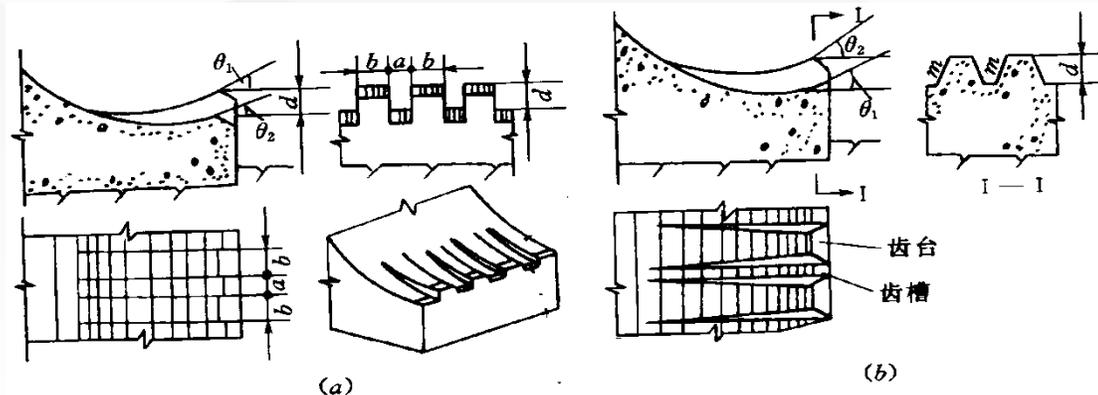
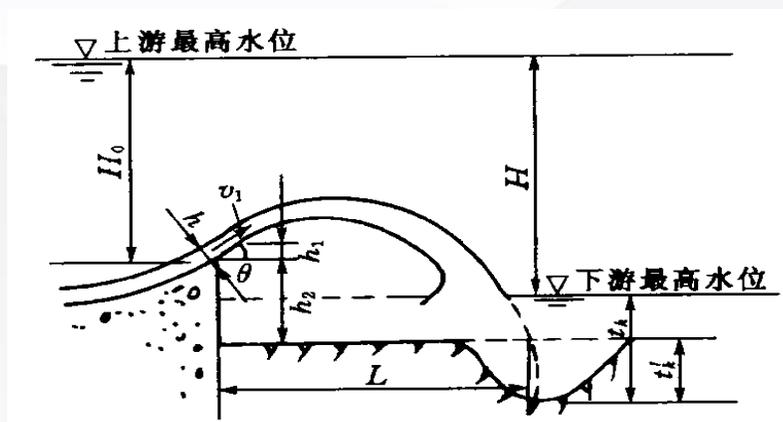


二、溢流坝重力坝剖面

挑流鼻坎的型式

连续式

差动式



连续式：构造简单；射程远；

差动式：在鼻坎末端设齿墙；形成两股不同挑射角的水流，在空中摩擦，增加空中消能效果。

优点：工程量小，投资省，检修方便；

缺点：冲坑容易使下游岩石形成冲刷坑后，对坝体稳定不利，水舌附近雾化区对电厂运行不利。

二、溢流坝重力坝剖面

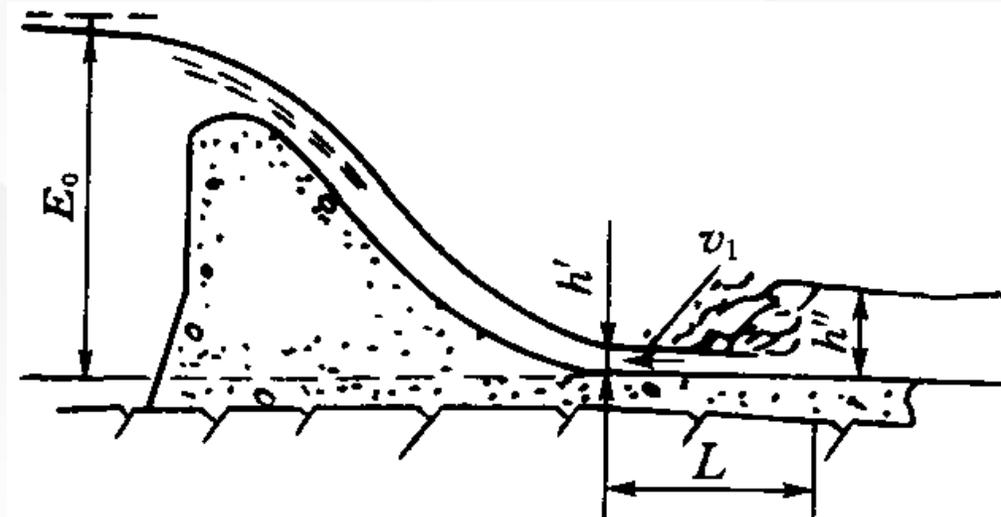
2.底流消能

原理：下泄水流在消力池内产生水跃、翻滚、摩擦、掺气和撞击达到消能的目的。

适用条件：低水头、大流量的溢流重力坝。

优点：工作可靠，尾水位平稳，下游冲刷较轻。

缺点：工程量大，投资大。



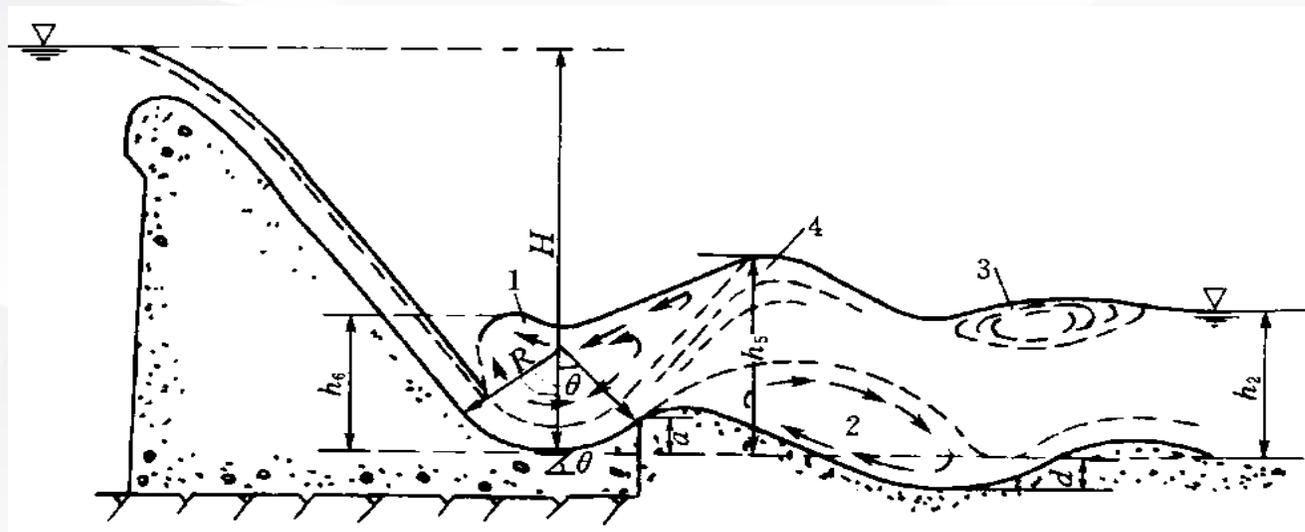
二、溢流坝重力坝剖面

3. 消力戽消能简介

原理：类似于挑流消能设施, 大挑角 $\theta = 45^\circ$, 鼻坎潜没在水下1/6处, 水流被鼻坎挑到水面 (形成涌浪) 的同时, 还在消力戽内、消力戽下游的水流底部以及消力戽下游的水流表面形成三个旋滚, 即所谓“一浪三滚”。大量的能量消耗于漩滚中, 并减轻对河床的冲刷。

适用条件：下游尾水较深, 下游水位及小泄流量变幅较小。

优点：工程量小、冲刷坑较浅。



二、溢流坝重力坝剖面

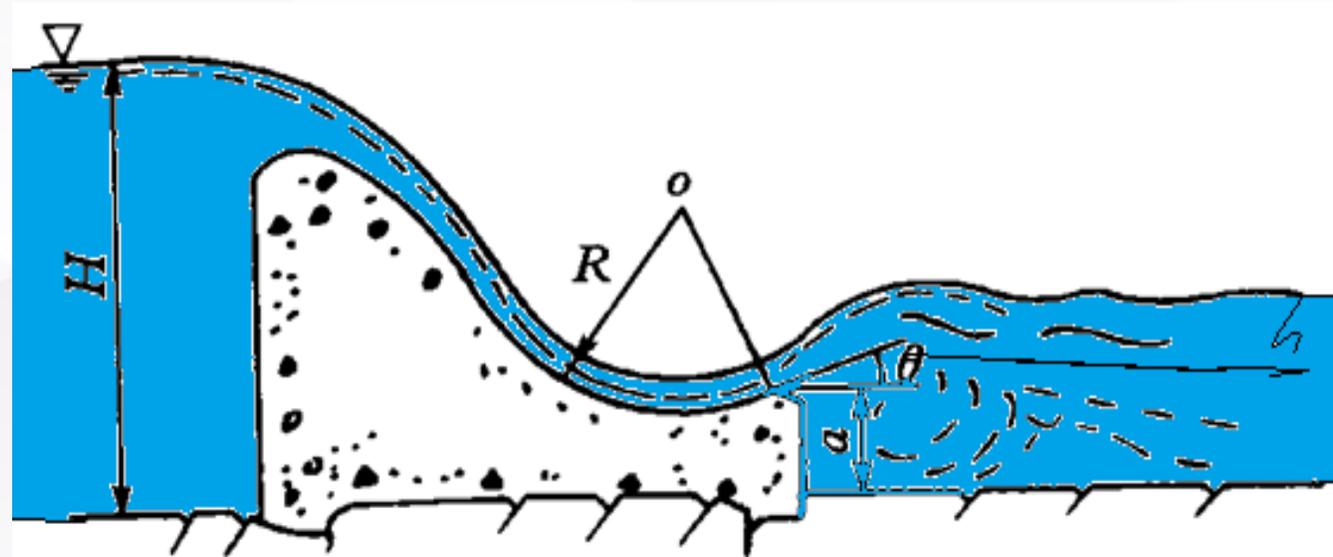
4.面流消能

原理：将高速水流挑至尾水表面，表面主流沿水面逐渐扩散以及反向旋滚的作用故产生消能效果

适用条件：下游水位较深，中、低坝。

优点：水流表面可排水，过水，不损伤坝面。

缺点：严格控制下游水位及下泄流量，下游水流波动较大，影响发电及航运



4.3 重力坝的类型

(七) 消能方式比较

消能方式	工程量	冲刷坑	尾水位	下泄量	适用河床 基岩 较好
挑流	最小	最深	较大		较好
底流	较小	——	较浅		各种
面流	较小	——	较深	变化小	各种
消力戽	较小	——	较深	变化小	各种



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

敬 请 指 导

Thank You