



水利造价信息网

2021—一级建造师

《水利水电工程管理与实务》精讲强化

主讲老师：王飞寒



1F412000 水利水电工程施工水流控制





1F412010 施工导流与截流

1F412011 施工导流标准

包括：导流建筑物级别、
导流建筑物设计洪水标准、
施工期临时度汛洪水标准
和导流泄水建筑物封堵后
坝体度汛洪水标准等。



导流建筑物级别→导流标准→导流设计流量



例题：

1.施工导流标准包括划分导流建筑物级别，确定相应的洪水标准，还包括（ ）。

- A. 坝体施工期临时度汛洪水标准
- B. 导流建筑物封堵期洪水标准
- C. 导流建筑物封堵后坝体度汛洪水标准
- D. 施工期下游河道防洪标准
- E. 工程竣工后的第一个汛期度汛标准

答案：AC



1F412012 施工导流方式 (2014案例考点)

可分为分期围堰导流和一次拦断河床围堰导流。也可按泄水建筑物型式分：明渠、底孔、淹没基坑等。

一、分期围堰导流 (2010考点, 案例经常考)

(1) 概念：也称分段围堰导流，就是用围堰将水工建筑物分段分期围护起来进行施工的方法。工程实践中，两段两期导流采用得最多。

(2) 适用：河床宽、流量大、工期长，尤其适用通航和冰凌严重的河道。

(3) 优点：费用低。

前期一般用束窄河床，后期用完建的建筑物。



1.束窄河床导流

常用于分期导流的**前期阶段**，特别是一期导流。其**泄水道是被围堰束窄后的河床**。

2.通过建筑物导流

包括设置在混凝土坝体中的**底孔导流**、混凝土坝体上预留**缺口导流**、**梳齿孔导流**，平原河道上低水头河床式径流电站可采用**厂房导流**等。这种导流方式多用于分期导流的**后期阶段**。









三峡工程施工导流案例（分期围堰）





三峡工程施工导流案例（分期围堰）



一期导流（1993-1997）



一期围堰宏观







大江截流前





三峡工程施工导流案例（分期围堰）



二期导流 (1997-2002)



二期围堰宏观





二期 基坑施工





不夜的三峡工地





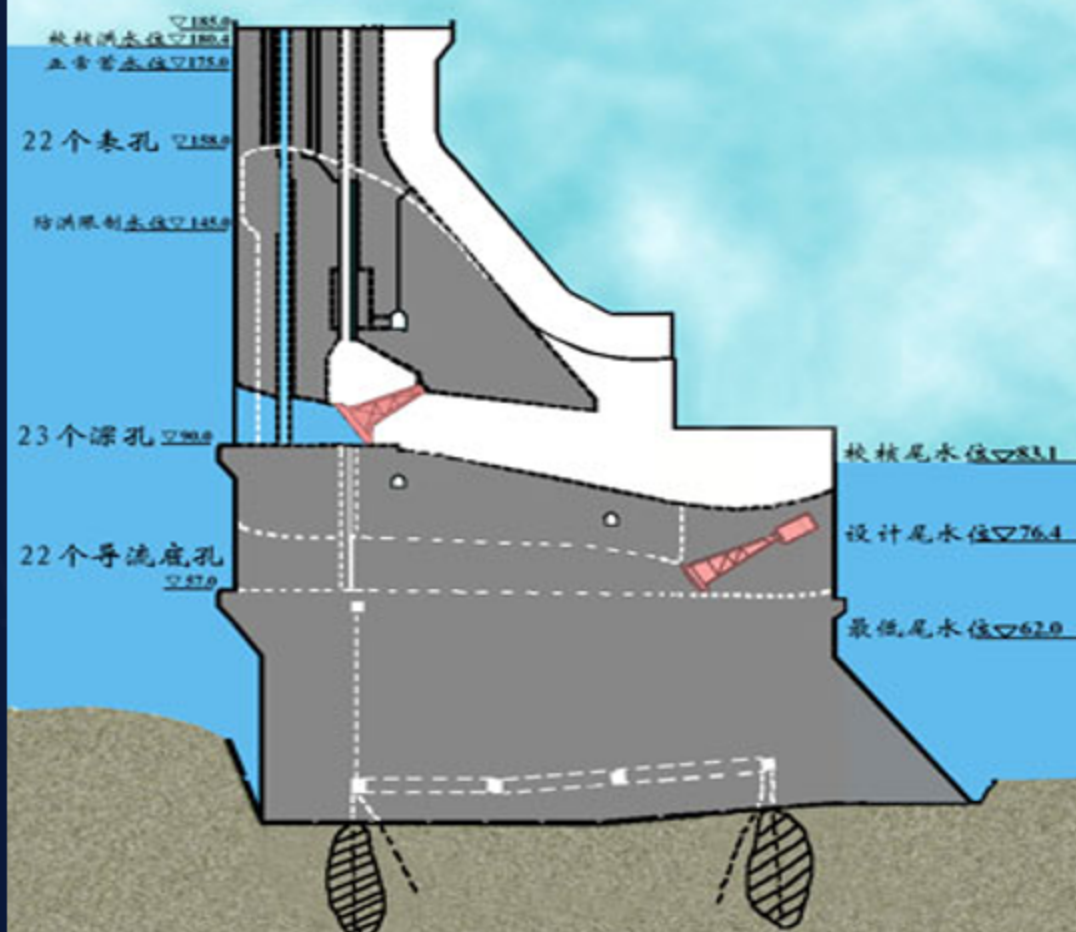
三峡工程施工导流案例（分期围堰）



三期导流（2002-2009）



溢流坝段剖面图





三期围堰宏观







二、一次拦断河床围堰法导流

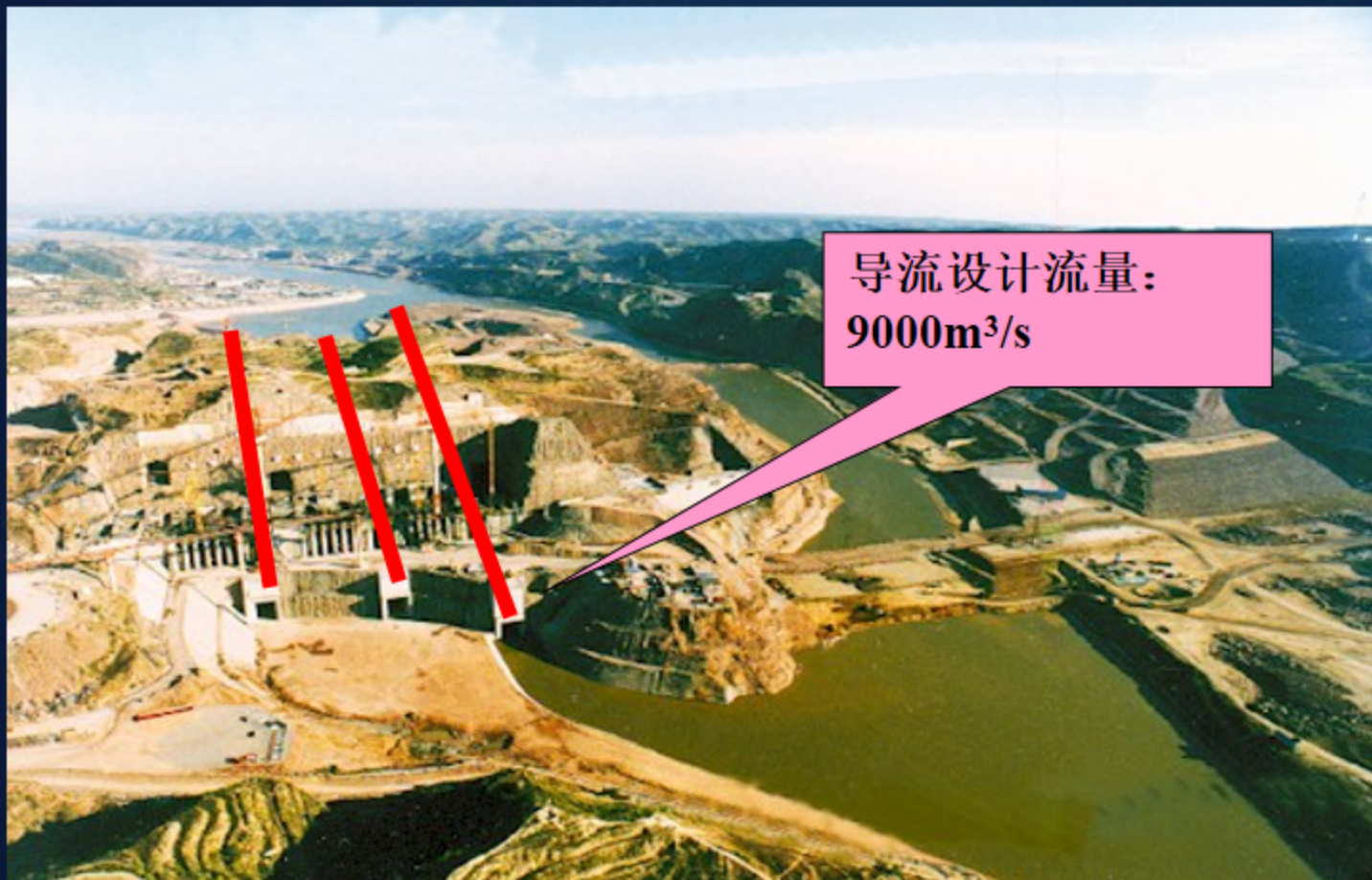
1. 概念：在河床内距主体工程上下游一定的距离，修筑拦河堰体，**一次性截断河道**，使河道中的水历经**河床外**修建的临时泄水道或永久泄水建筑物下泄。

2. 适用：**枯水期流量不大，河道狭窄。**

按导流泄水建筑物的类型可分为**明渠导流、隧洞导流、涵管导流**等。



小浪底工程施工导流





淹没基坑法导流





基坑淹没施工导流





基坑淹没施工导流

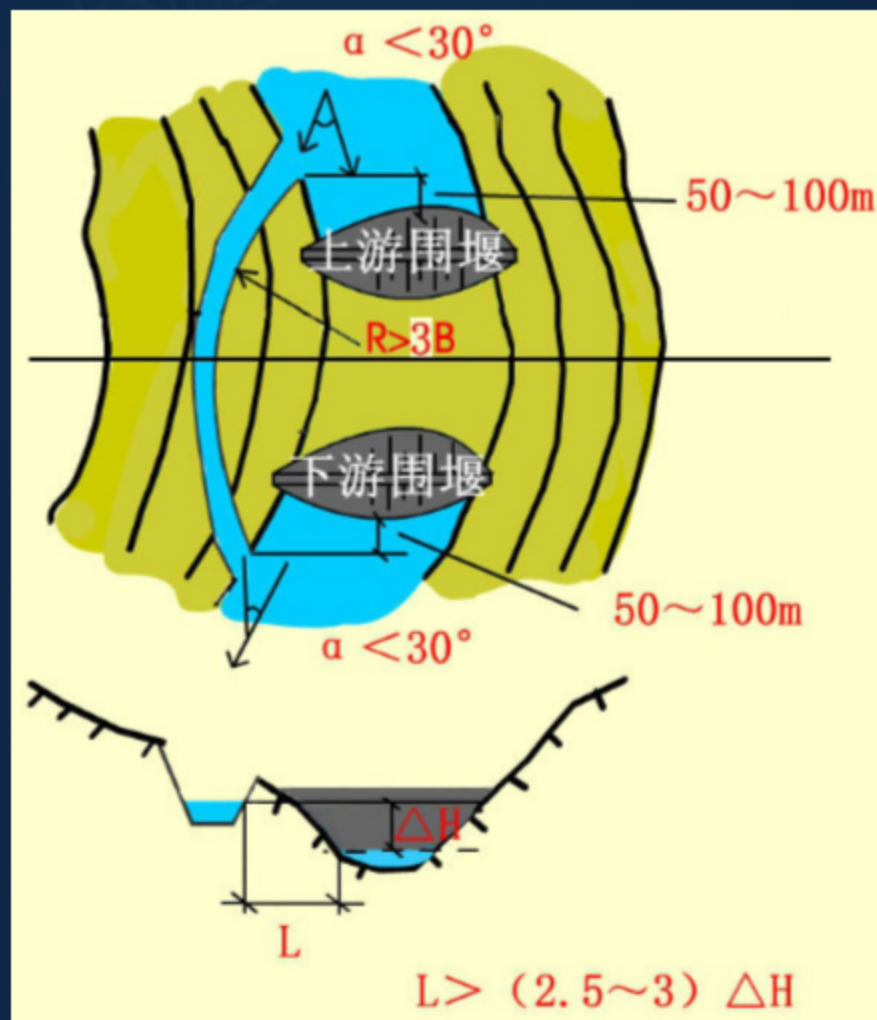




1.明渠导流

适用：岸坡平缓、或有一岸具有较宽的台地、垭口或古河道的地形。

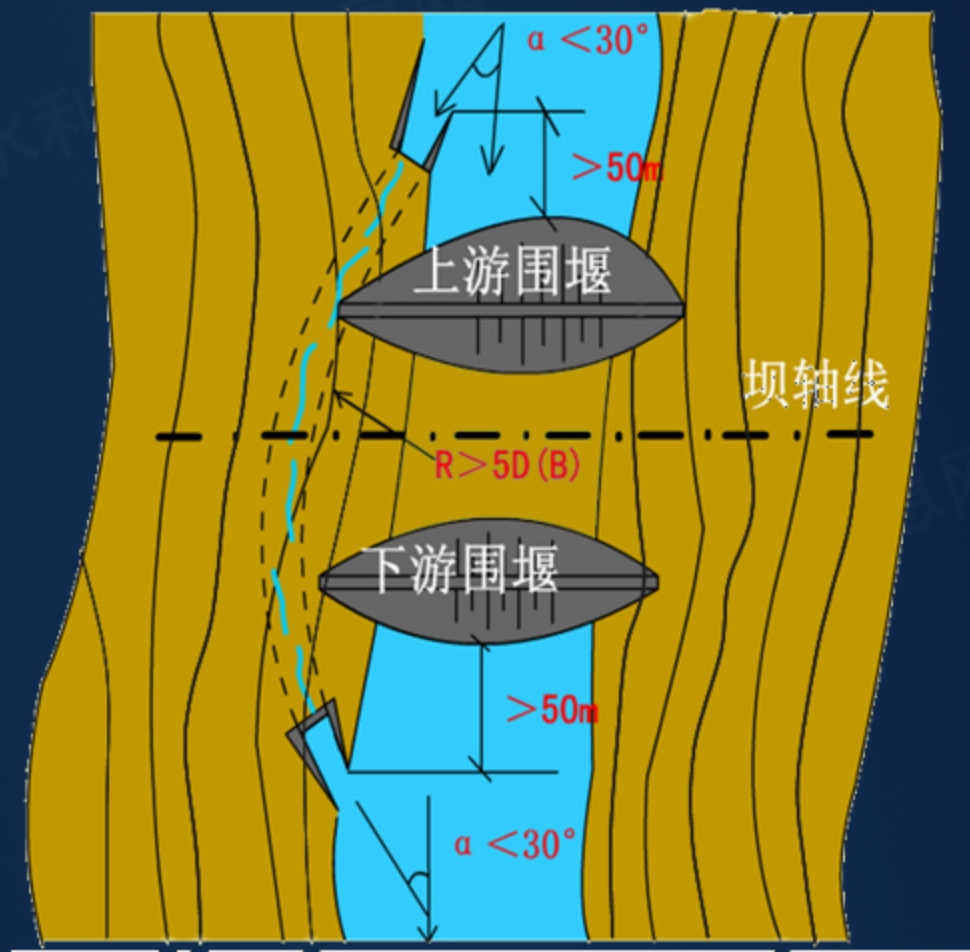
优点：施工简单，适合大型机械施工；有利于加速施工进度，缩短工期；对通航、放木条件也较好。





2.隧洞导流 (2013考点)

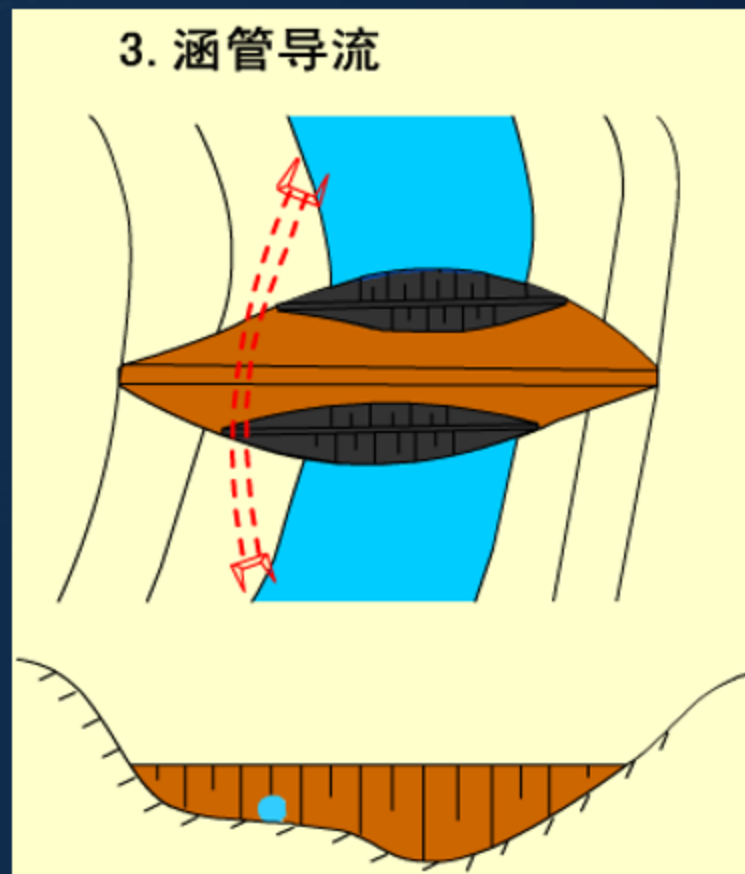
适用：河谷狭窄、两岸地形陡峻、山岩坚实的山区河流。





3.涵管导流

适用：导流流量较小的河流或只用来担负枯水期的导流。一般在修筑土坝、堆石坝等工程中采用。涵管通常布置在河岸滩地上，枯水位以上，这样可在枯水期不修围堰或只修小围堰就可将涵管筑好，节省费用。





例题：

1.全段围堰导流法包括明渠导流、隧洞导流和（ ）。

- A. 涵管导流
- B. 永久建筑物导流
- C. 厂房导流
- D. 束窄河床导流

答案：A



2. 通过建筑物导流的主要方式包括（ ）。

- A. 混凝土坝体中的底孔导流
- B. 涵管导流
- C. 低水头河床式径流电站的混凝土坝体上预留缺口导流
- D. 隧洞导流
- E. 混凝土坝体上梳齿孔导流

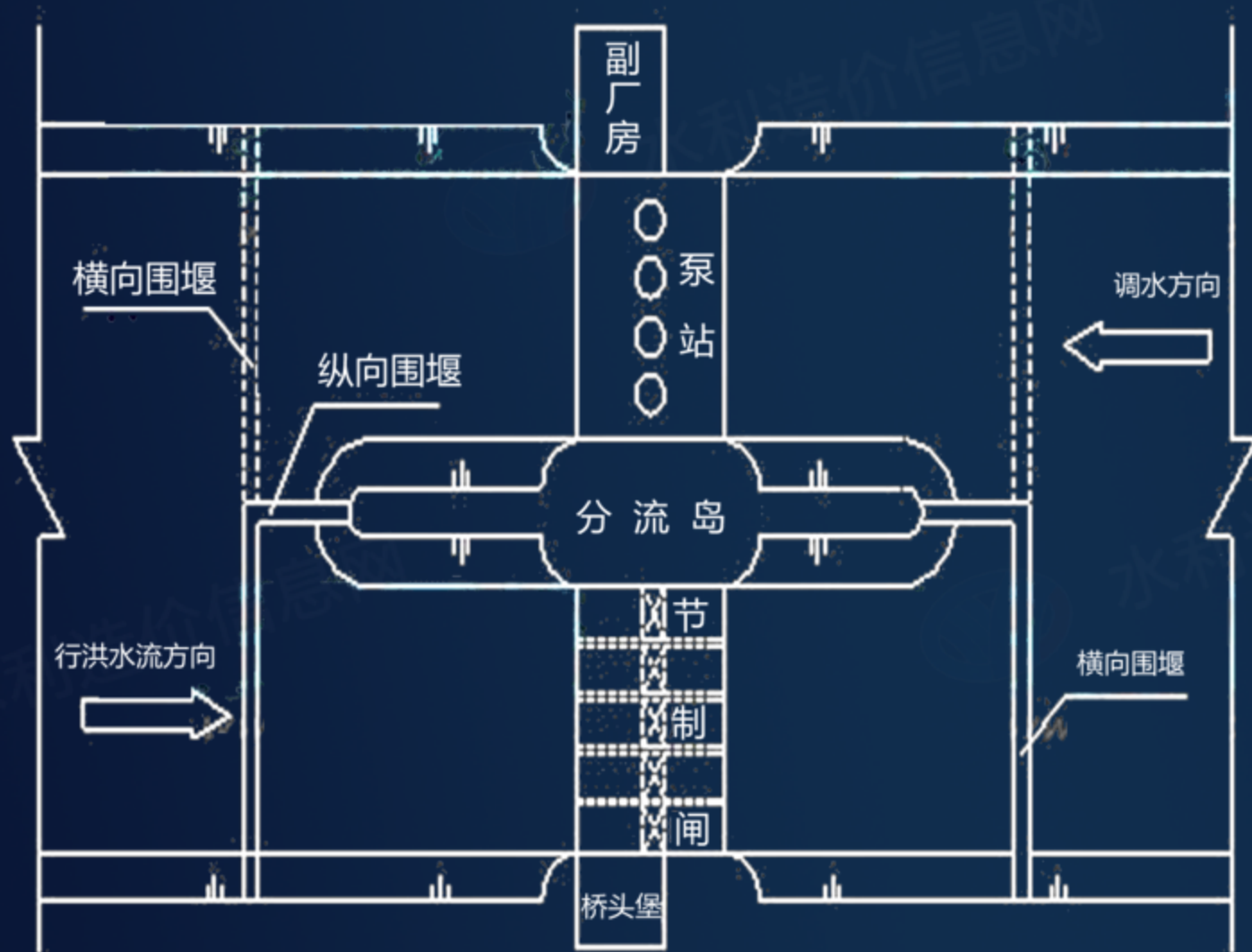
答案：ACE



案例：背景资料

某平原区枢纽工程由泵站、节制闸等组成，采用闸、站结合布置方式，泵站与节制闸并排布置于调水河道，中间设分流岛，如图所示。

为方便施工导流和安全度汛，施工单位计划将泵站与节制闸分两期实施，在分流岛部位设纵向围堰，上、下游分期设横向围堰，如图所示。纵、横向围堰均采用土石结构。在基坑四周布置单排真空井点进行基坑降水。





问题：

指出本枢纽工程是先施工泵站还是先施工节制闸？
为什么？

答案：先施工节制闸。利用原有河道导流（泵站无法进行施工导流）；在泵站施工时可利用节制闸导流。

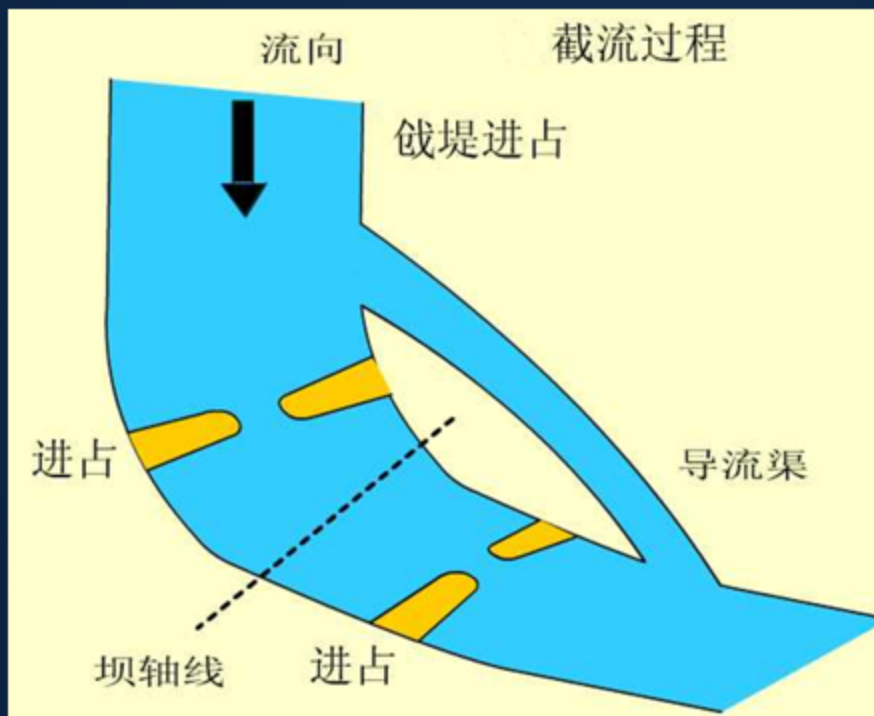
总结：先做具有导流功能的建筑物。



1F412013 截流方法

一、截流方式

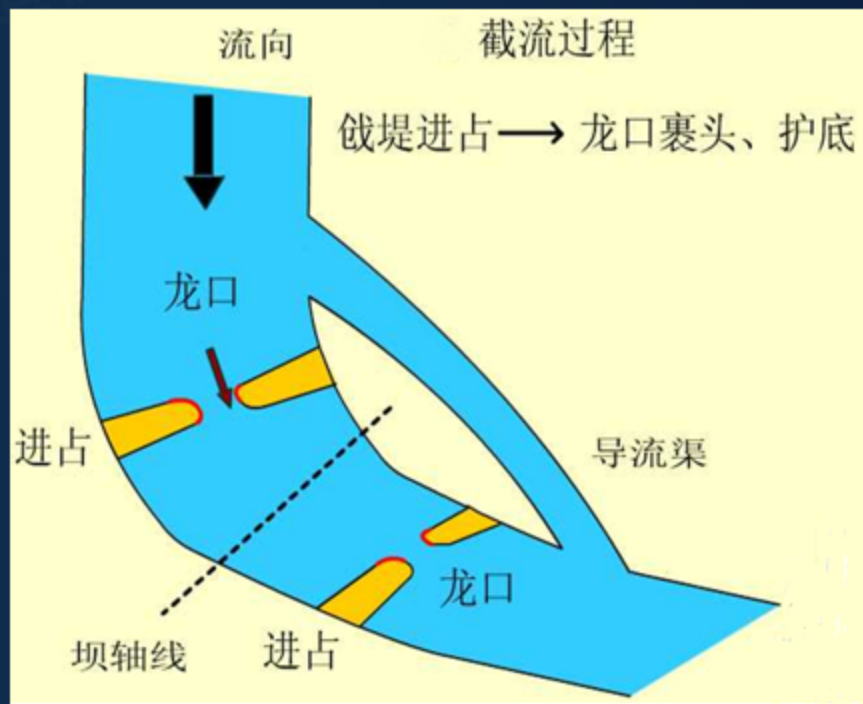
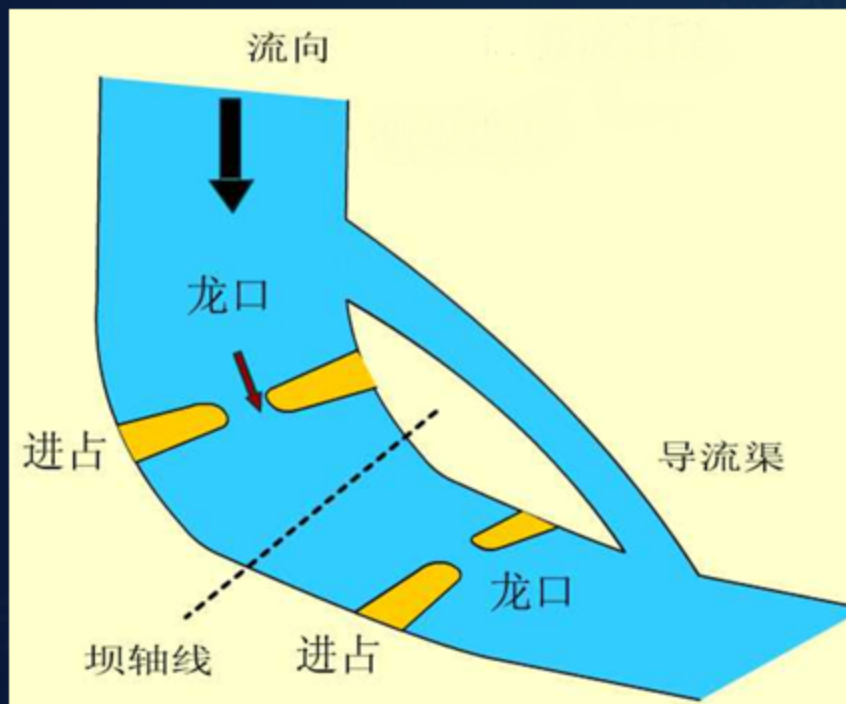
过程：戗堤**进占**形成龙口、**龙口加固**、**合龙和闭气**等工作。



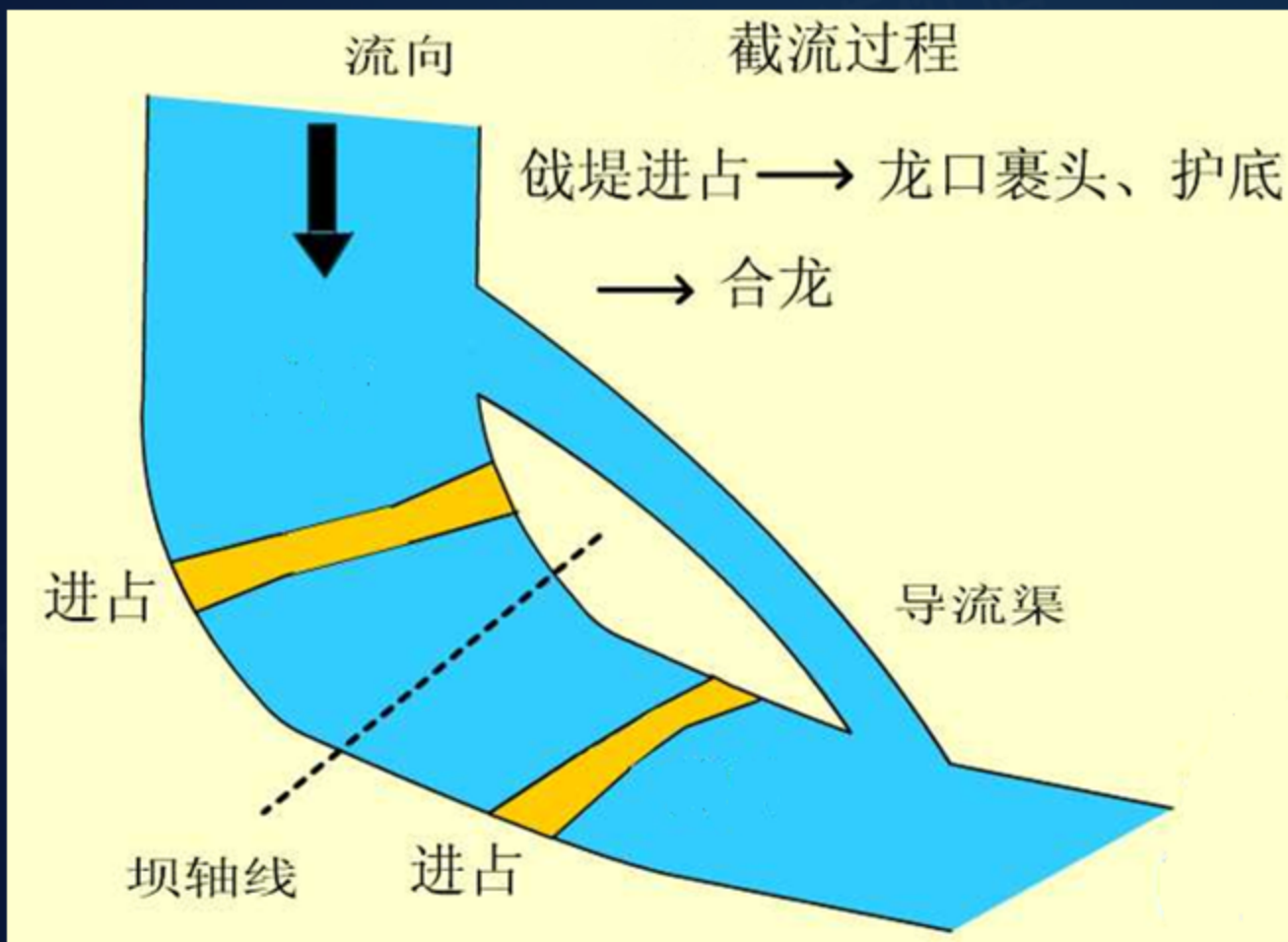


钱堤进占





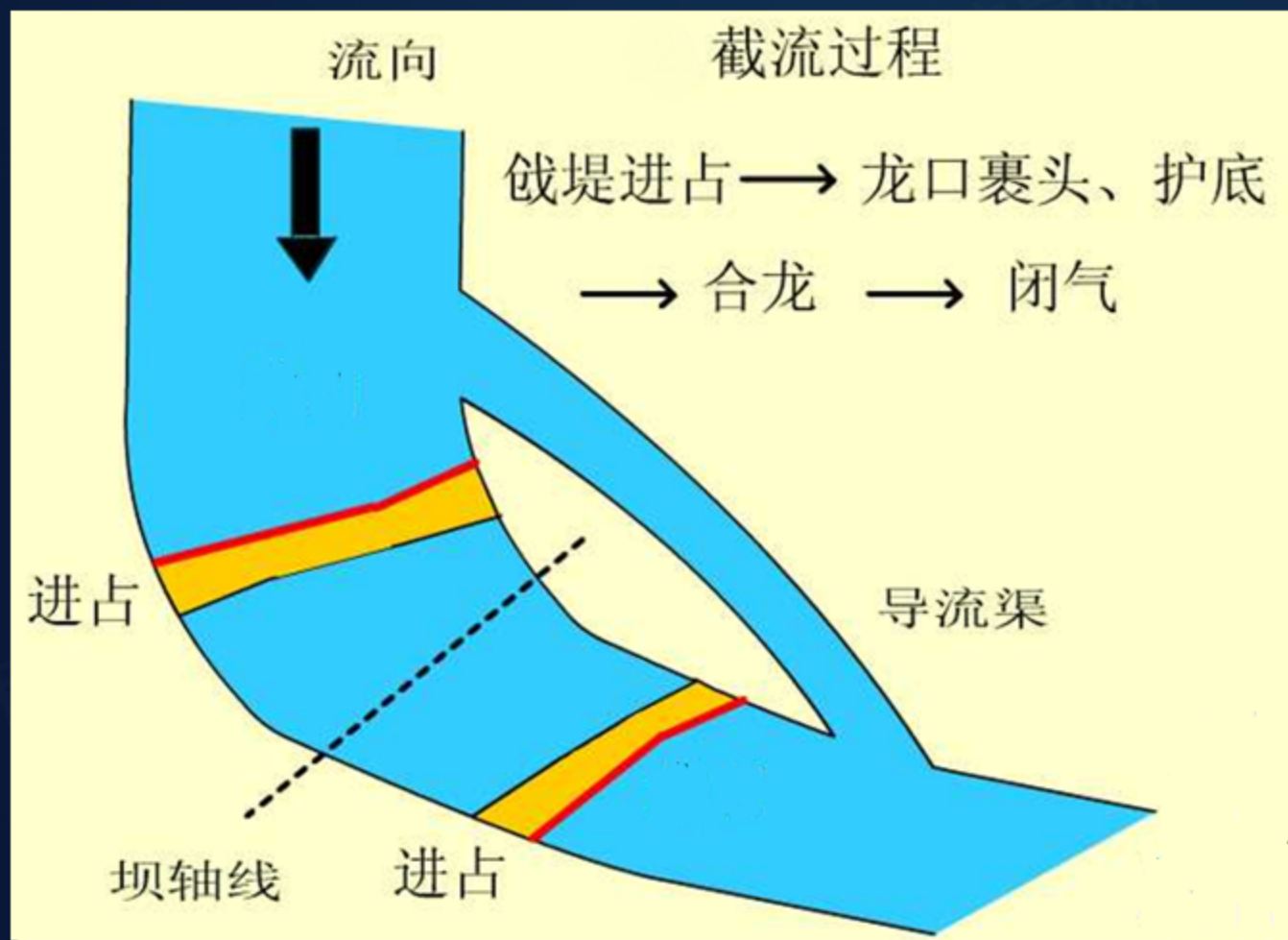






**1997年大江截流
(合龙)**

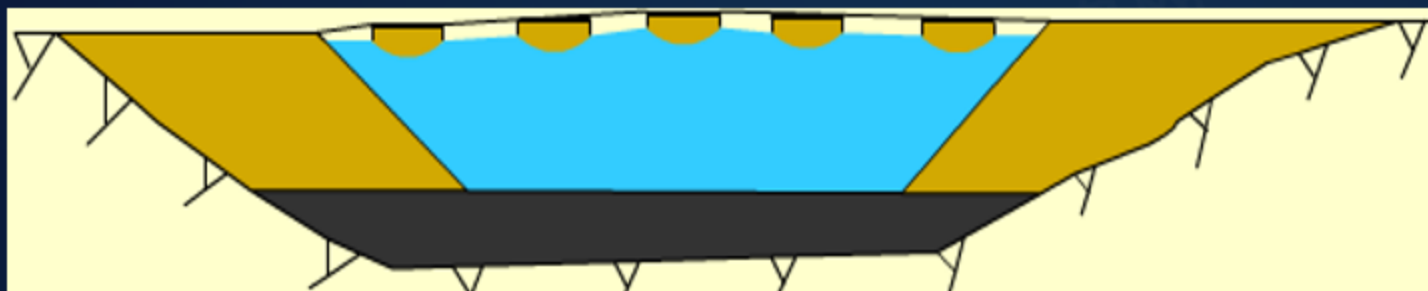






**1997年大江截流
防渗墙施工（闭气）**





平堵截流



立堵截流

截流多采用**戗堤法**，
宜优先采用**立堵截流**
方式；在条件特殊时，
经充分论证后可选用
建造浮桥及栈桥**平堵**
截流、定向爆破、建
闸等其他截流方式。



混合堵是采用立堵与平堵相结合的方法，有立平堵和平立堵两种。

1. 立平堵。为了充分发挥平堵水力条件较好的优点，降低架桥的费用，工程中可采用先立堵、后架桥平堵的方式。2017考点



2. 平立堵。对于**软基河床**，单纯立堵易造成河床冲刷，往往采用先平抛护底，再立堵合龙的方案。此时，**平抛多利用驳船进行**。





截流方式应综合分析水力学参数、施工条件和截流难度、抛投材料数量和性质、抛投强度等因素。应根据以下条件选择：

(1) 落差不超过4.0m，流量较小，宜用单戗立堵截流；

(2) 落差超过4.0m，流量较大，宜选择双戗或多戗立堵截流。

截流水力计算应确定：落差、单宽流量、流速等水力学参数，确定截流抛投材料尺寸和重量。



二、减小截流难度的技术措施

截流工程的难易程度取决于河道**流量**、泄水条件、**龙口的落差**、**流速**、地形地质条件、材料供应情况及施工方法、施工设备、时段选择等因素。主要技术措施包括：

1. 加大分流量，改善分流条件
2. 改善龙口水力条件 (2014年考点)

双戗截流、三戗截流、宽戗截流、平抛垫底

3. **增大抛投料的稳定性，减少块料流失**
4. **加大截流施工强度**
5. **合理选择截流时段**

对航运影响小时段、避开流冰期、尽量提前。



例题：

1. 在岩质河床，广泛应用的截流方法是（ ）。

- A. 平堵法
- B. 立堵法
- C. 立平堵法
- D. 平立堵法

答案：B



2. 下列关于水利水电工程截流的说法正确的是（ ）。

- A. 平堵法较立堵法的单宽流量及最大流速都小
- B. 立堵法不适用于地质条件较差的河道截流
- C. 宽戗截流可以分散水流落差，且抛投强度较小
- D. 双戗截流可减少戗堤进占的龙口落差和流速
- E. 加大截流施工强度可以减少龙口流量和落差

答案：ABDE

1F412020 导流建筑物及基坑排水

1F412021 围堰的类型

围堰：临时性挡水建筑物，用来围护施工基坑，保证水工建筑物能在干地施工。在导流任务完成后，若围堰不能与主体工程结合成为永久工程的一部分，应予以拆除。2016考点





围堰的类型（土石围堰、混凝土围堰、钢板桩围堰、草土围堰、袋装土围堰等）

不同围堰形式应符合以下要求：

（1）土石围堰充分利用当地材料，适应性强，工艺简单，应优先采用。

（2）混凝土围堰，优先采用重力式碾压混凝土。河谷狭窄且地质条件好采用混凝土拱围堰。

（4）装配式钢板桩围堰适用于岩基或混凝土基座上建造，最大挡水水头不超30m；打入式钢板桩围堰适用于细砂砾石地基，最大挡水水头不宜超20m。



1.土石围堰

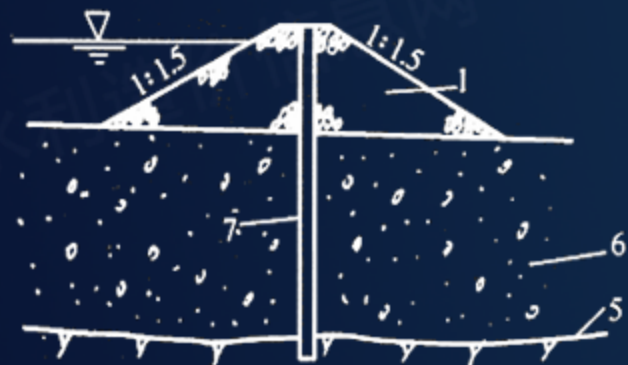
我国应用最广泛的围堰形式。



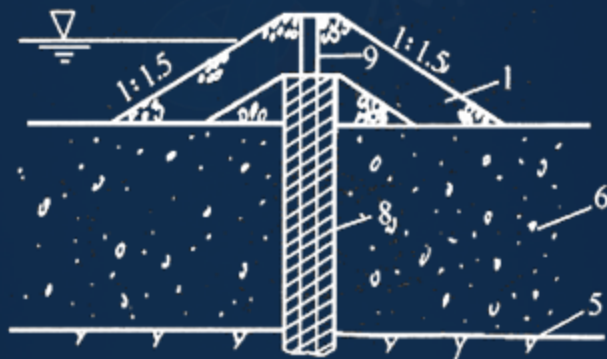
(a) 斜墙式



(b) 斜墙带水平铺盖式



(c) 垂直防渗墙式



(d) 灌浆帷幕式



2.混凝土围堰

特点：挡水水头高，底宽小，抗冲能力大，堰顶可溢流。

多为纵向围堰，可以两面挡水，而且可与永久建筑物相结合作为坝体或闸室体的一部分。混凝土围堰结构形式有重力式、拱形等形式。

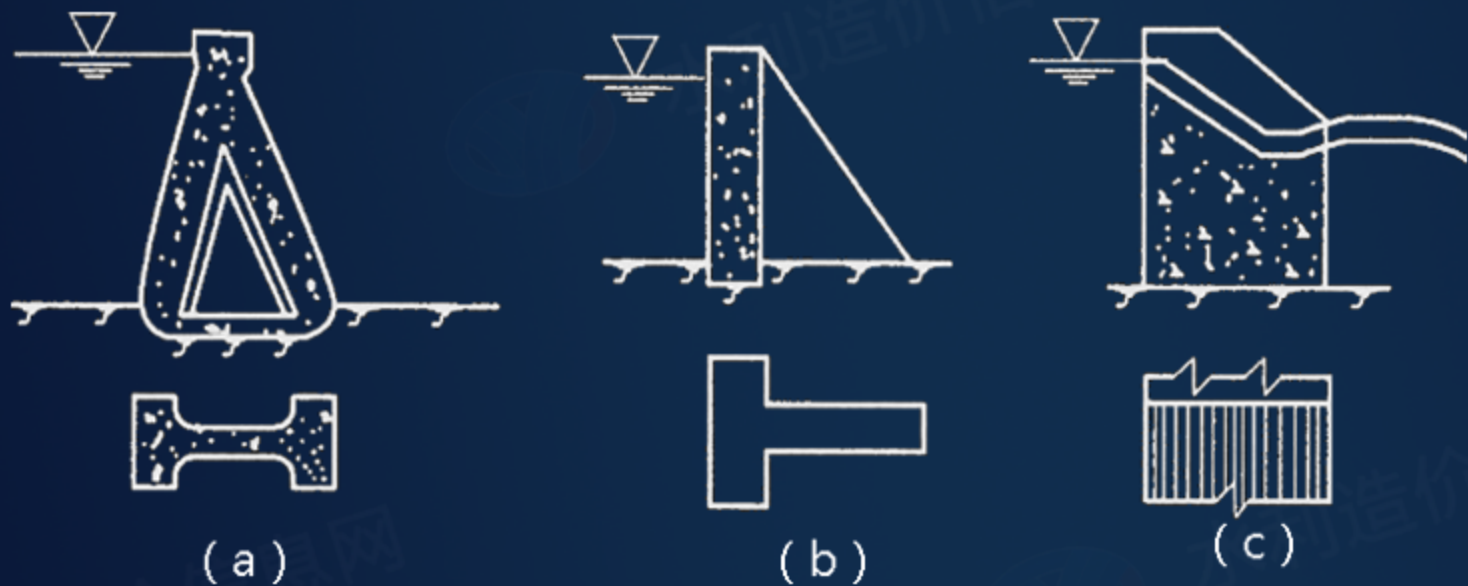


图1F412021-2 混凝土围堰断面示意图

(a) 双向挡水支墩式; (b) 撑墙式; (c) 溢流重力式



3. 钢板桩格形围堰





1F412022 围堰布置与设计

一、围堰的平面布置

一般情况下，围堰背水坡坡脚距永久性建筑物基坑开挖轮廓线不宜小于10m，同时满足布置排水设施、道路交通以及堆放建筑材料和模板以及安放其他设备等需要。

分期围堰法导流时，上、下游横向围堰一般不与河床中心线垂直。其平面布置通常为梯形，既有利于水流顺畅，也便于道路交通的布置和衔接。采用全段围堰导流时，围堰尽量与河床中心线垂直。

纵向围堰不作为永久性建筑物的一部分时，基坑应满足布置排水设施和堆放模板的需要。如无此需要时，一般只留0.4~0.6m的距离。



二、土石围堰填筑材料

(1) 均质土围堰填筑材料渗透系数不宜大于 $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；防渗体土料渗透系数不宜大于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

(2) 心墙或斜墙土石围堰堰壳填筑料渗透系数宜大于 $1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，可采用天然砂卵石或石渣。

(3) 围堰堆石体水下部分不宜采用软化系数值大于 0.7 的石料。



三、围堰的接头和防冲

土石围堰与岸坡的接头：扩大接触面和嵌入岸坡的方法。土石围堰与混凝土纵向围堰的接头：刺墙形式插入土石围堰的塑性防渗体中，并将接头的防渗体断面扩大，也可以利用土工膜进行横向围堰与纵向围堰防渗搭接。

围堰的防冲一般采用抛石护底、铅丝笼护底、柴排护底等措施。围堰转角处设置导流墙，也可以解决冲刷问题。



四、围堰防渗

围堰基础处理应满足强度、渗流、沉降变形等要求，堰基覆盖层防渗处理宜采用下列方式：

- (1) 覆盖层及水深较浅时，修建截水墙防渗。
- (2) 根据覆盖层厚度和组成情况，可比较选用塑性混凝土防渗墙、混凝土防渗墙、高压喷射灌浆等处理方式。
- (3) 在满足渗透稳定的条件下，位于深厚覆盖层上的低水头围堰，可采用铺盖或悬挂式防渗形式。
- (4) 卵石和漂石含量多的地层，不宜采用钢板桩。



堰体防渗材料选择应符合下列规定：

(1) 在挡水水头不超过35m时宜优先选用土工膜。

(2) 当地土料储量丰富，满足防渗要求，且开采条件较好时，可用做围堰防渗体材料。

(3) 采用铺盖防渗时，堰基覆盖层渗透系数与铺盖土料渗透系数的比值宜大于50，铺盖土料渗透系数宜小于 $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；铺盖厚度不宜小于2m。



五、土石过水围堰的防护

土石过水围堰可采取下列防护措施：

(1) 过水前向基坑充水形成水垫；基坑边坡覆盖层预先作好反滤压坡。

(2) 土石过水围堰溢流面采用钢筋石笼、大块石（串）、合金网石兜或混凝土板等保护，并设置反滤垫层。



(3) 堰脚岩基上设重力式镇墩，也可在堰脚覆盖层上设置柔性防护结构，保护堰体坡脚和堰后基础。

(4) 过水围堰堰顶宜做成两岸高、中间低的断面形式，并在两岸接头处采取防止岸坡冲刷的工程措施，保证过水水流位于主河道。



六、围堰稳定及堰顶高程

(1) 土石围堰边坡稳定安全系数**2018考点, 2019案例**

围堰级别	计算方法	
	瑞典圆弧法	简化毕肖普法
3级	≥ 1.20	≥ 1.30
4级、5级	≥ 1.05	≥ 1.15

(2) 重力式混凝土围堰、浆砌石围堰采用抗剪断公式计算时, 安全系数 K' 应小于3.0, 排水失效时, 安全系数 K' 应不小于2.5; 采用抗剪强度公式计算时, 安全系数 K' 应不小于1.05。



不过水围堰堰顶高程和堰顶安全加高值应符合下列规定：堰顶高程**不低于设计洪水的静水位与波浪高度及堰顶安全加高值之和。**

围堰类型	围堰级别	
	3	4~5
土石围堰	0.7(m)	0.5
混凝土围堰、浆砌石围堰	0.4	0.3



1F412023 基坑排水技术

一、初期排水

1.排水量的组成及计算

初期排水总量：基坑积水量、围堰及地基渗水量、堰身及基坑覆盖层中的含水量，以及可能的降水量等组成计算。2017考点，2020案例

$$Q=\eta V/T$$

式中 Q ——初期排水流量 (m^3/s) ;

V ——基坑的积水体积 (m^3) ;

T ——初期排水时间 (s) ;

η ——经验系数，主要与围堰种类、防渗措施、地基情况、排水时间等因素有关，一般取 $\eta=3\sim6$ 。当覆盖层较厚。渗透系数较大时取上限。



2.水位降落速度及排水时间

土质围堰或覆盖层边坡，开始排水降速以 $0.5 \sim 0.8\text{m/d}$ 为宜，接近排干时可允许达 $1.0 \sim 1.5\text{m/d}$ 。

排水时间：一般情况下，大型基坑可采用 $5 \sim 7\text{d}$ ，中型基坑可采用 $3 \sim 5\text{d}$ 。

二、经常性排水

经常性排水量：围堰和地基在设计水头的渗流量、覆盖层中的含水量、排水时降水量或施工弃水量。降水量按抽水时段最大日降水量在当天抽干计算。2016考点



练习：基坑初期排水总量的计算，应考虑的因素包括（ ）。

- A. 基坑初期积水量
- B. 可能的降水量
- C. 施工弃水量
- D. 堰身及基坑覆盖层中的含水量
- E. 围堰及基础渗水量

答案：ABDE



1F412024 导流泄水建筑物

一、导流明渠

导流明渠布置应符合下列规定：

- (1) 泄量大，工程量小，宜优先考虑与永久建筑物结合。
- (2) 弯道少，宜避开滑坡、崩塌体及高边坡开挖区。
- (3) 应便于布置进入基坑交通道路。
- (4) 进出口与围堰接头应满足堰基防冲要求。
- (5) 弯道半径不宜小于3倍明渠底宽，进出口轴线与河道主流方向的夹角宜小于 30° 避免泄洪时对上下游沿岸及施工设施产生冲刷。



二、导流隧洞

导流隧洞的布置应符合下列要求：

(2) 导流洞进、出口与上、下游围堰堰脚的距离应满足围堰防冲要求。

(3) 有条件时宜与永久隧洞结合。

(4) 断面形式应根据水力条件、地质条件、与永久建筑物的结合要求、施工方便等因素确定。

导流隧洞弯曲半径不宜小于5倍洞径（或洞宽），转角不宜大于60°。且应在弯段首尾设置直线段，其长度不宜小于5倍洞径（或洞宽）。



三、导流底孔

导流底孔布置应遵循下列原则：

- (1) 宜布置在近河道主流位置。
- (2) 宜与永久泄水建筑物结合布置。
- (3) 坝内导流底孔宽度不宜超过该坝段宽度的一半，并宜骑缝布置。
- (4) 应考虑下闸和封堵施工方便。

四、坝体预留缺口

坝体泄洪缺口宜设在河床部位，避免下泄水流冲刷岸坡。



总结：水利工程施工与导流关系密切，做题要有导流思想。

施工顺序：导流建筑物施工→截流→围堰→基坑排水→降水→开挖→地基处理→主体建筑物施工（如大坝）→围堰拆除→导流建筑物封堵→蓄水（发挥效益）



案例：某工程施工单位进场后，对工程施工项目进行了合理安排。工程主要施工项目包括：①涵身施工，②干砌石河底护底，③排水清淤，④土方回填，⑤降水井点，⑥围堰填筑，⑦基坑开挖。

问题：指出施工项目的合理施工顺序（用工作编号表示）。

解答：施工工序：⑥③⑤⑦①④②（围堰填筑 - 排水清淤 - 降水井点 - 基坑开挖 - 涵身施工 - 土方回填 - 干砌石河底护底）



水利造价信息网

谢谢收看!