



水利造价信息网

2022一级建造师

《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



1F412011 施工导流标准

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

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。

1F412012 施工导流方式

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。



1F412012 施工导流方式

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。



1F412012 施工导流方式



水利造价信息网



1F412012 施工导流方式



水利造价信息网





1F412012 施工导流方式

三峡工程施工导流案例（分期围堰）





1F412012 施工导流方式

三峡工程施工导流案例（分期围堰）

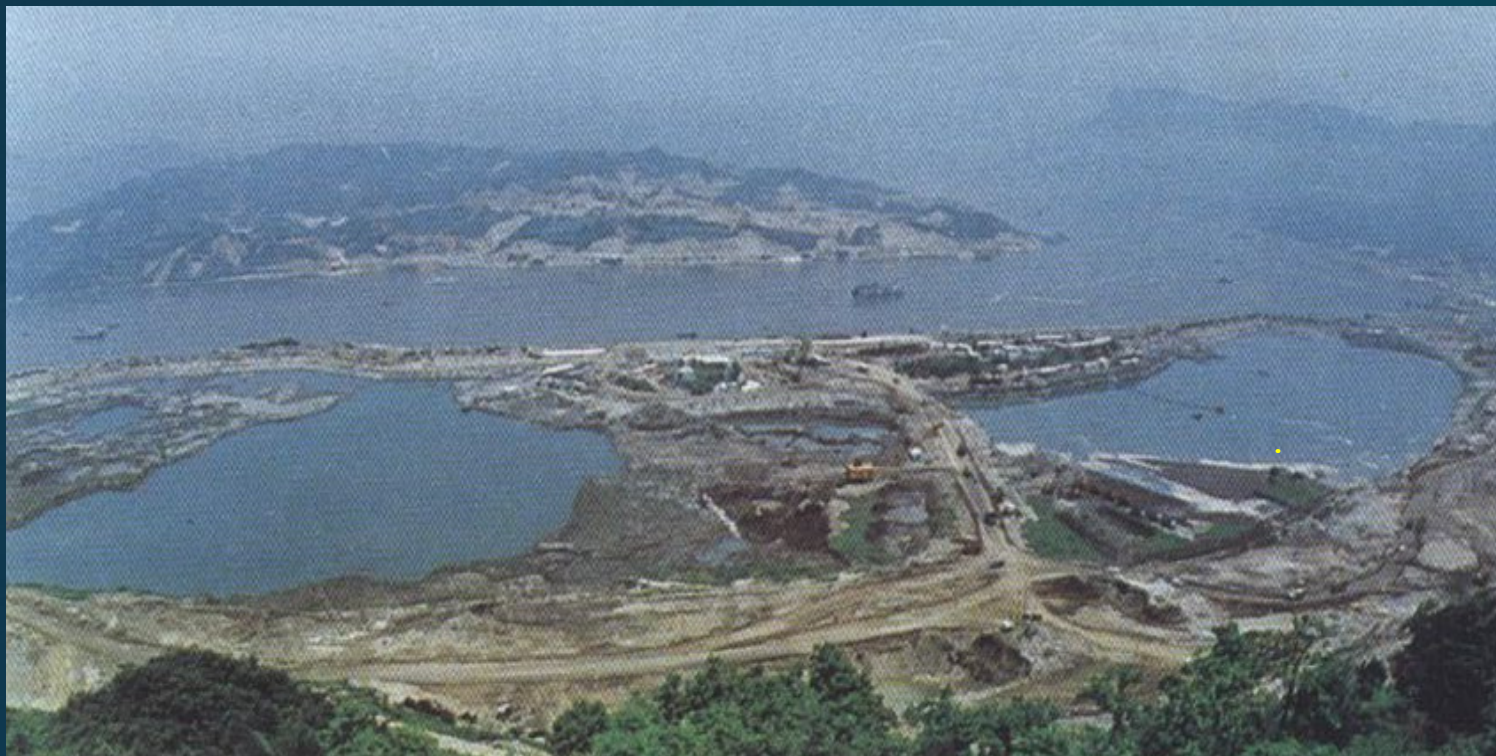


一期导流 (1993-1997)



1F412010 施工导流与截流

一期围堰宏观



1F412012 施工导流方式





1F412012 施工导流方式

大江截流前





1F412012 施工导流方式

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





1F412012 施工导流方式

不夜的三峡工地





1F412012 施工导流方式

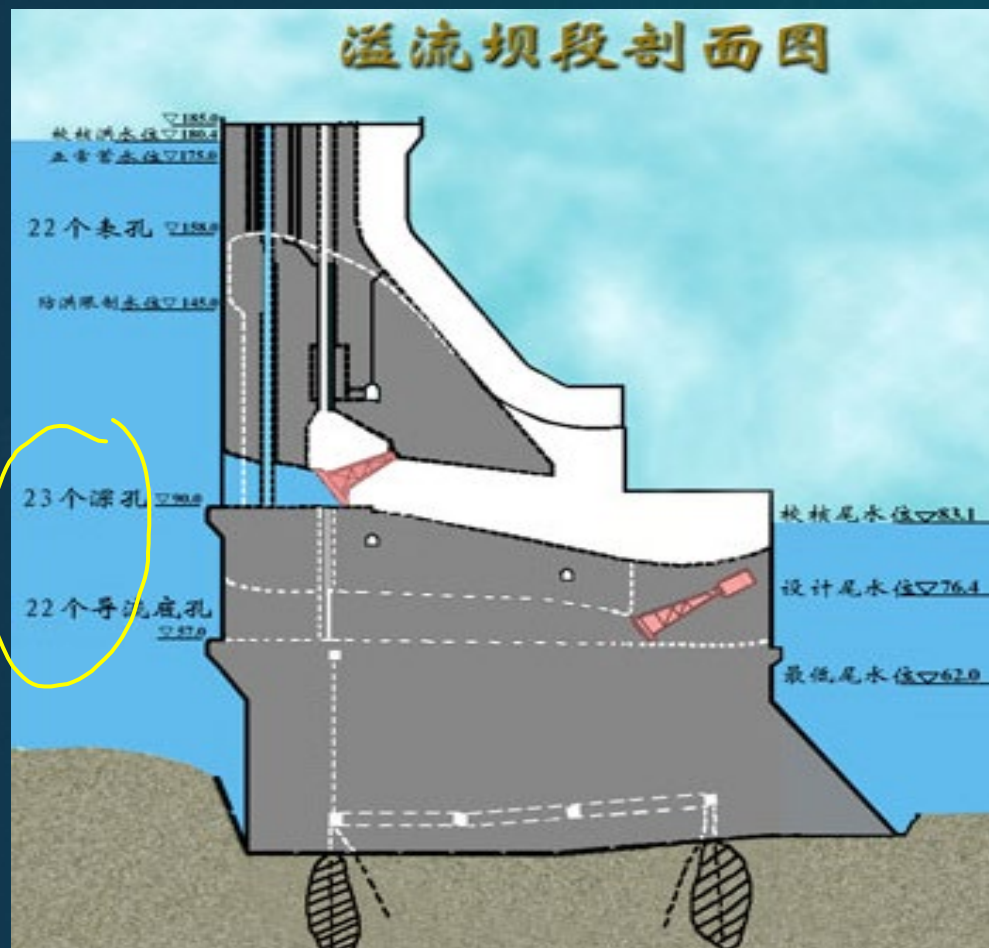
三峡工程施工导流案例（分期围堰）



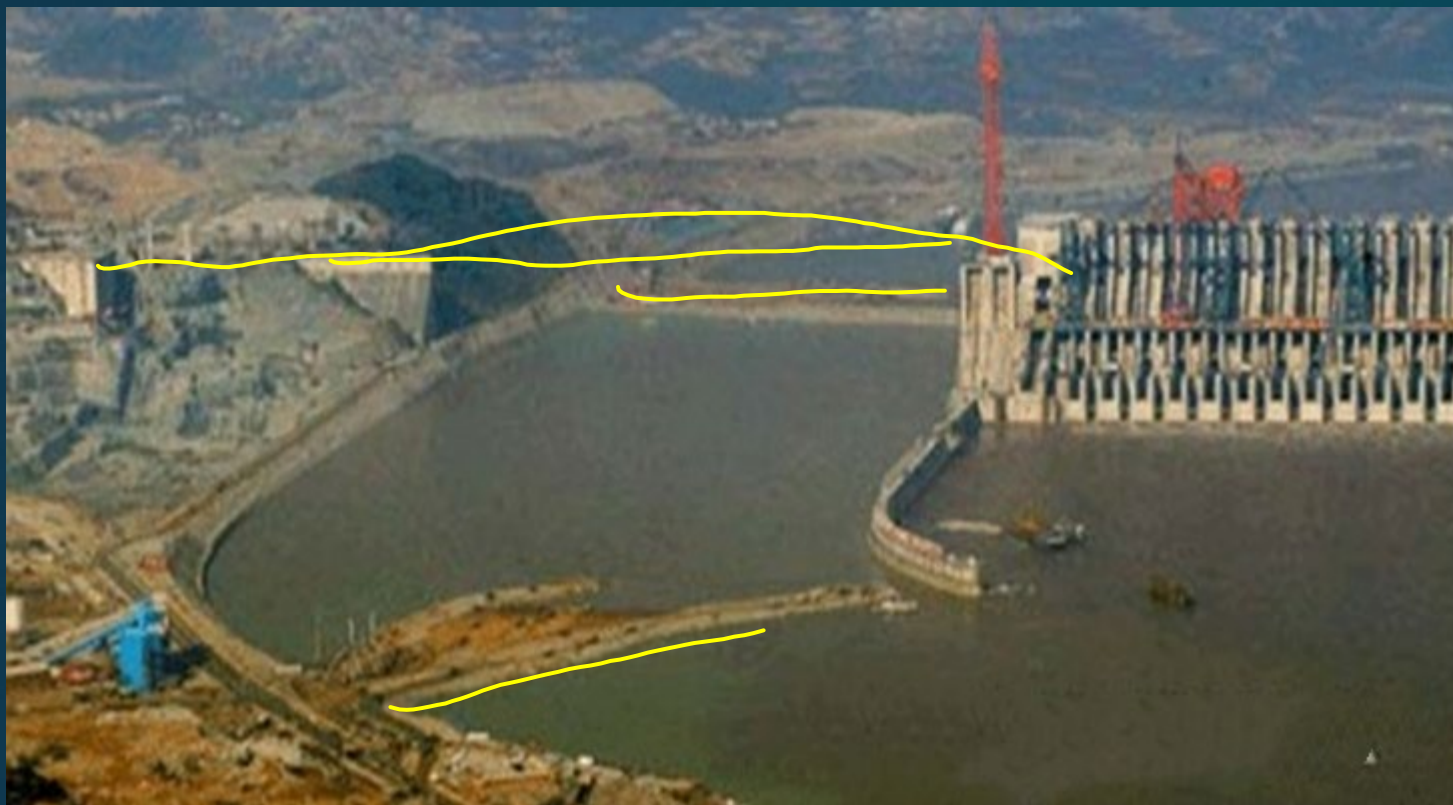
三期导流 (2002-2009)



1F412012 施工导流方式



三期围堰宏观



1F412012 施工导流方式





1F412012 施工导流方式

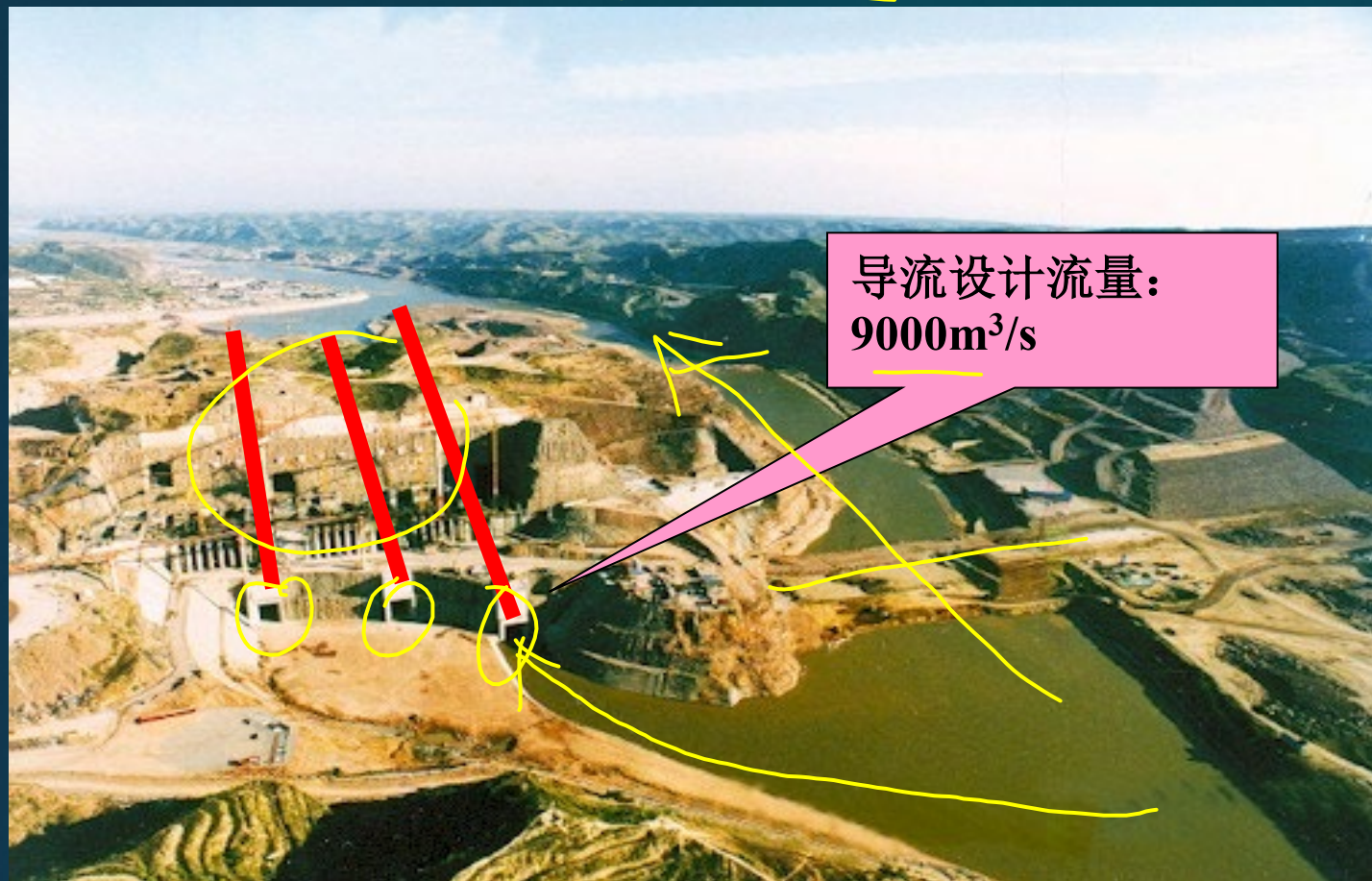
二、一次拦断河床围堰法导流（分3个阶段）

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。



1F412012 施工导流方式

小浪底工程施工导流





1F412012 施工导流方式

分期围堰和一次拦断河床的比较

导流方式	导流建筑物	
	前期	后期
分期围堰	束窄的河床	完建或未完建建筑物（底孔、缺口、梳齿）
一次拦断	初期围堰挡水；中期坝体临时挡水；后期坝体挡水（开始封堵、蓄水）。主要导流泄水建筑物：明渠、隧洞、导流涵管	

导流方法	适用范围		
	流量	河床宽度	工期
分期围堰	大	宽	长
一次拦断河床围堰	小	窄	短

通航



1F412012 施工导流方式

淹没基坑法导流





1F412012 施工导流方式

基坑淹没施工导流





1F412012 施工导流方式

基坑淹没施工导流



1F412012 施工导流方式

三、辅助导流方式

导流方式	适用范围		
	地形	地质	流量
隧洞 ²⁰¹³	岸坡陡峻	岩石	小
明渠	岸坡平缓、垭口	土或岩石	大，可通航
涵管	枯水位以上，滩地布置	土坝、堆石坝	小，或枯水导流





1F412012 施工导流方式

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



1F412012 施工导流方式

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



1F412012 施工导流方式

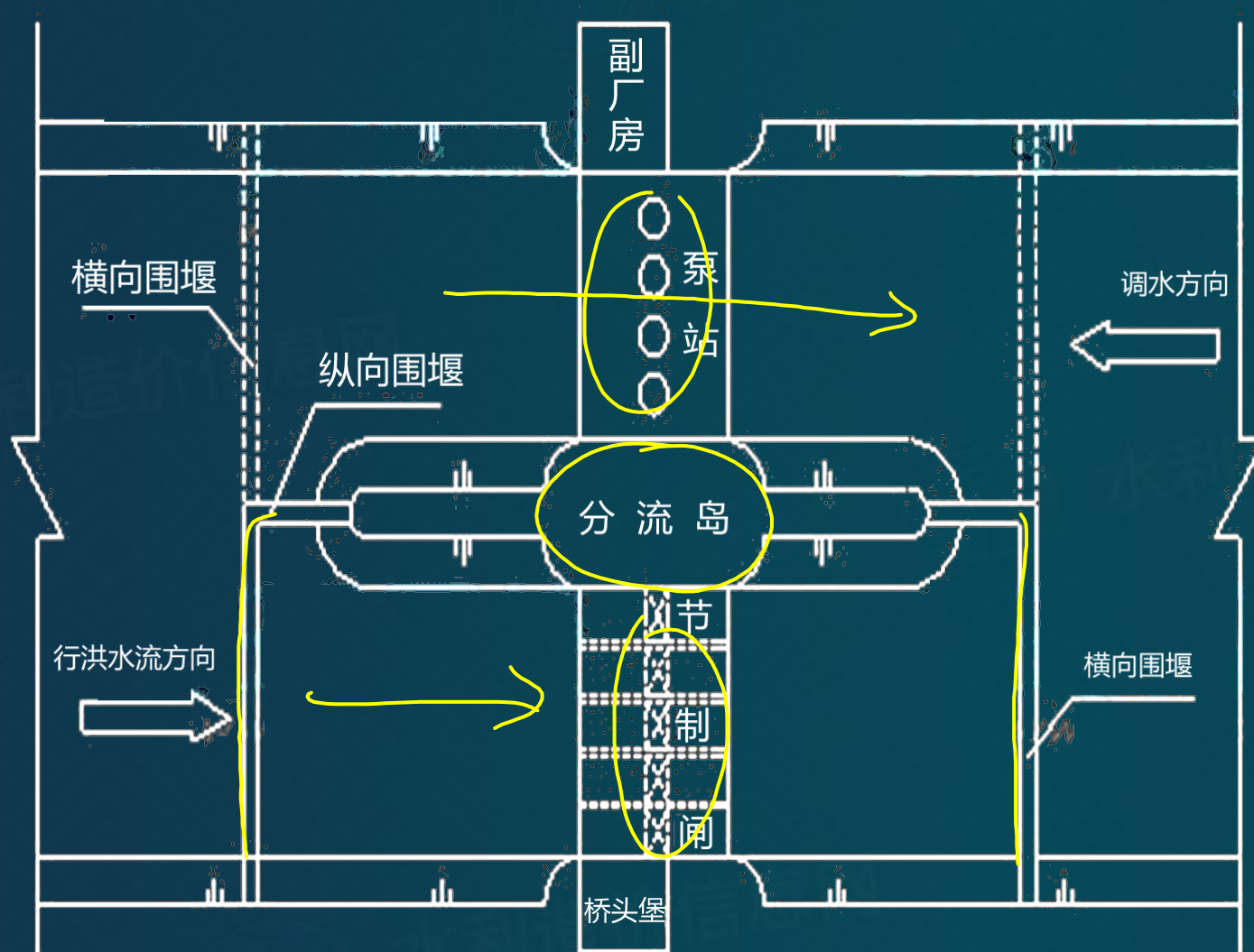
案例：背景资料

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。



1F412012 施工导流方式





1F412012 施工导流方式

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？

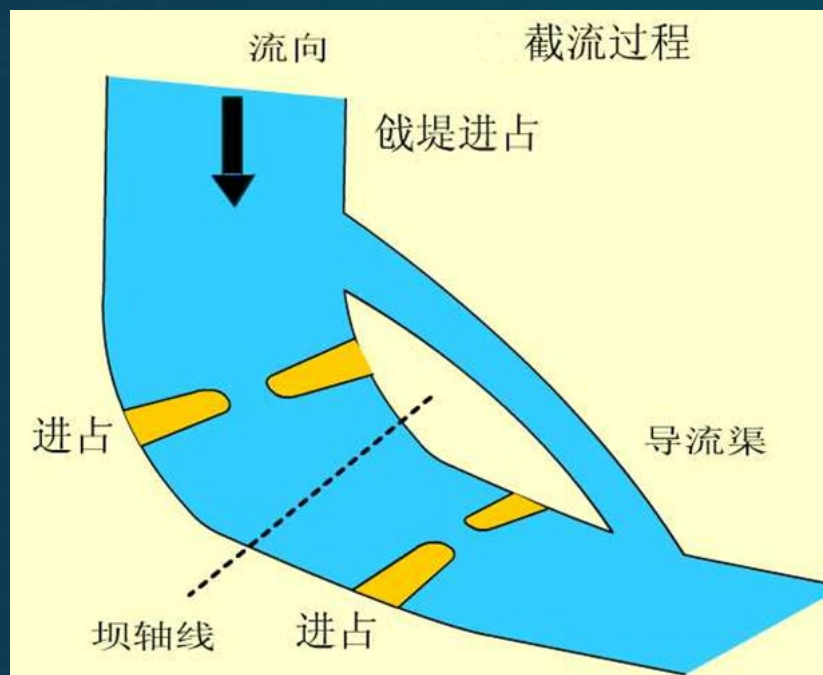
答案：先施工节制闸。利用原有河道导流（泵站无法进行施工导流）；在泵站施工时可利用节制闸导流。

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。



1F412013 截流方法



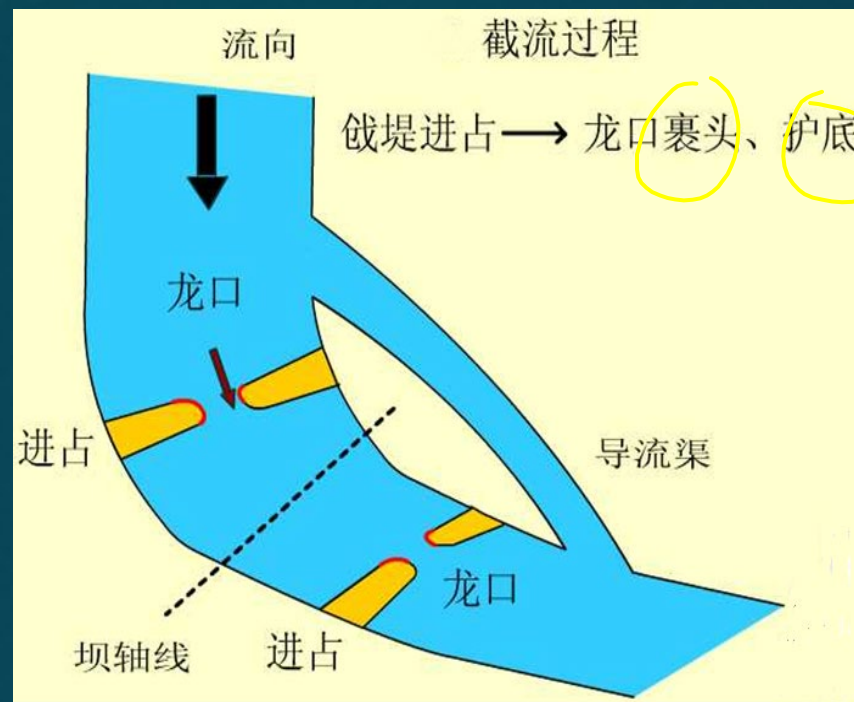
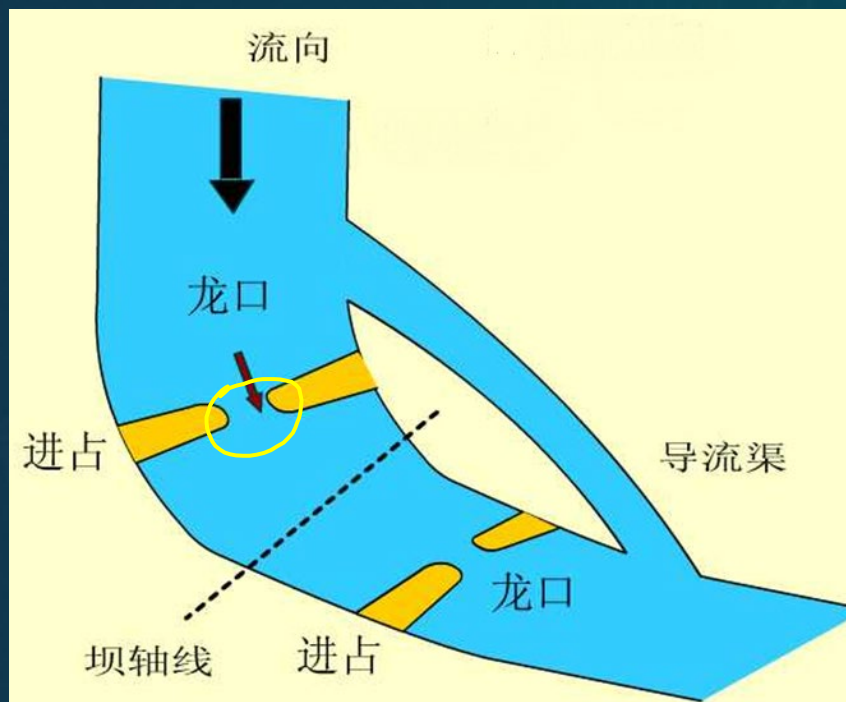
水利造价信息网

戗堤进占





1F412013 截流方法

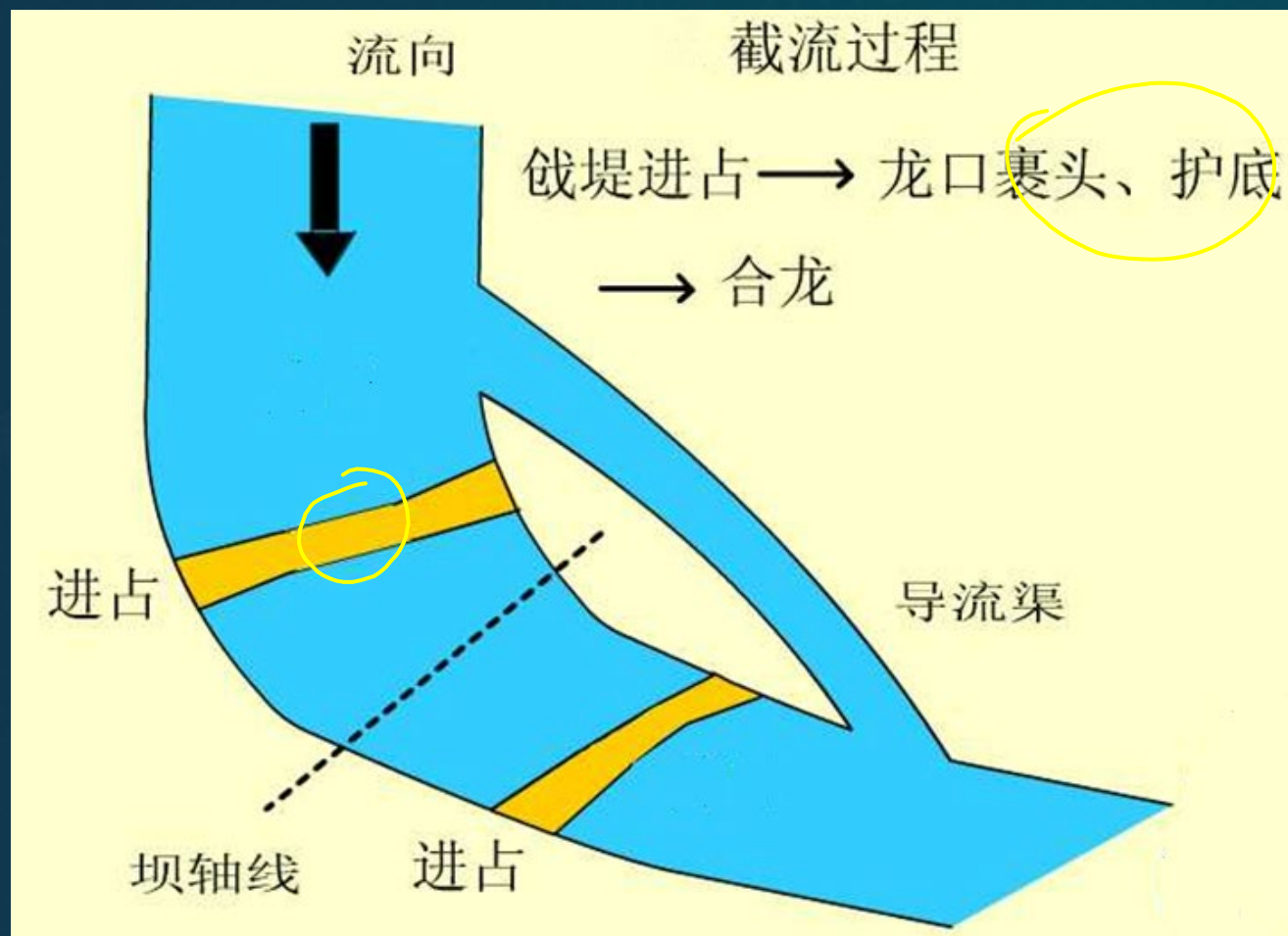




1F412013 截流方法



1F412013 截流方法





1F412013 截流方法

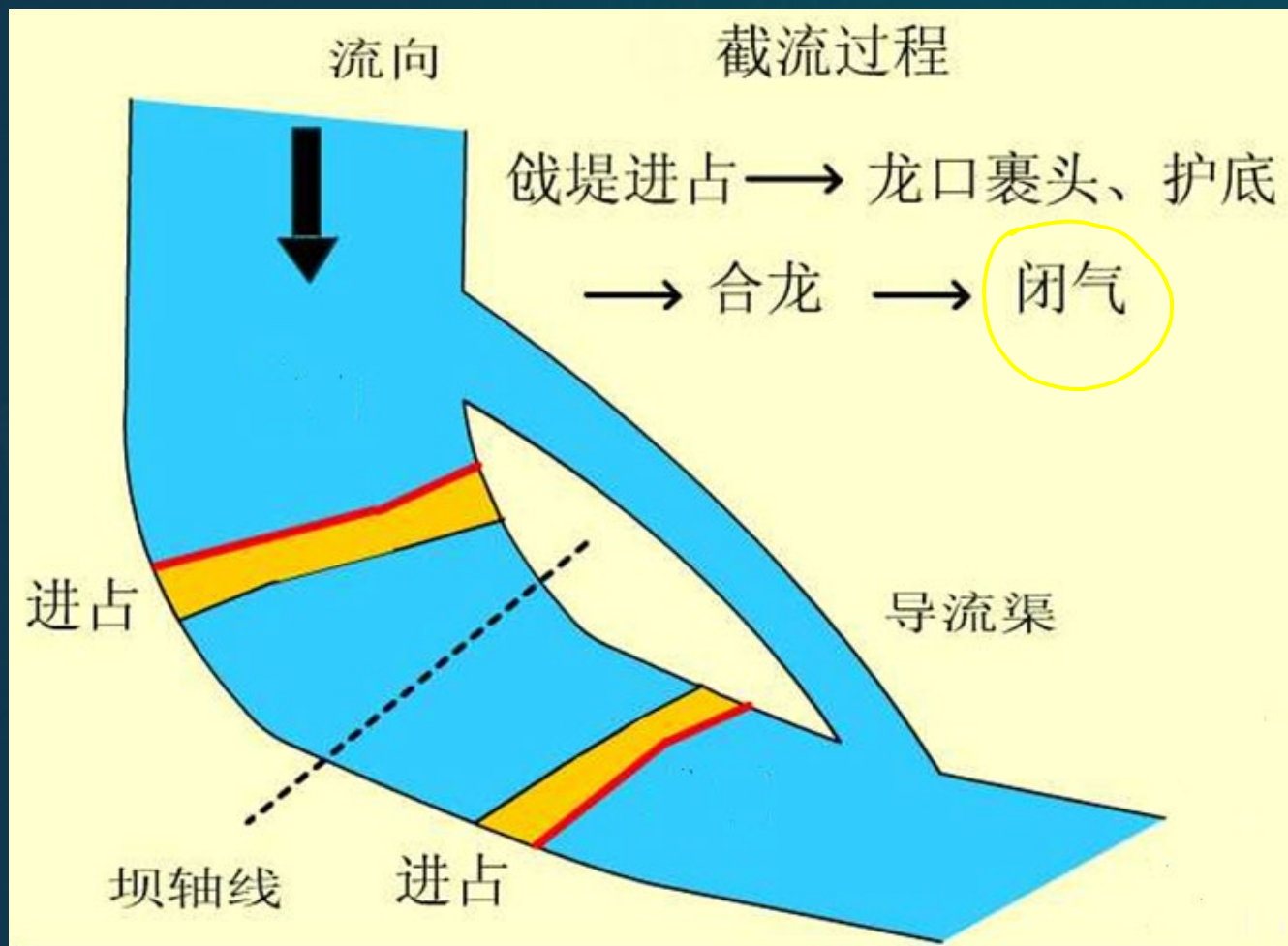


1997年大江截流
(合龙)





1F412013 截流方法





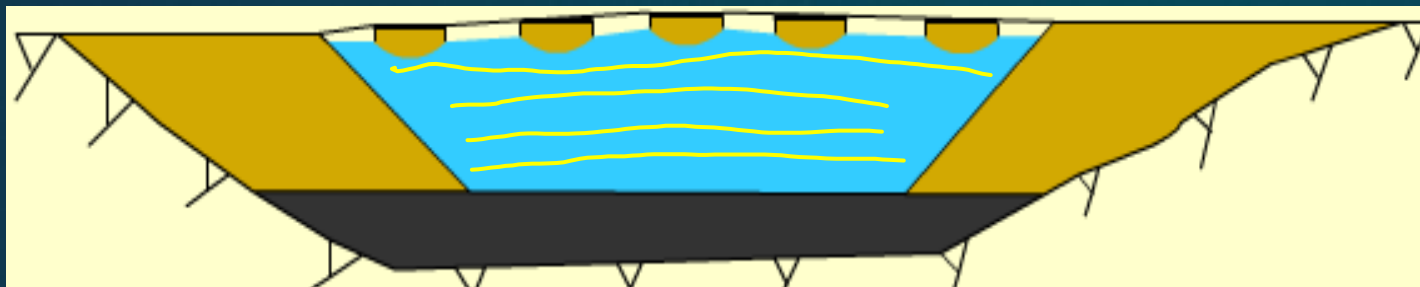
1F412013 截流方法



1997年大江截流
防渗墙施工（闭气）



1F412013 截流方法



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。



1F412013 截流方法

截流方法	概念	优点	缺点	适用
立堵法	端进抛投	<u>准备简单, 时间短</u>	<u>流速、单宽流量大, 截材尺寸大</u>	<u>大流量, 岩基或覆盖层较薄的岩基河床</u>
平堵法	架桥全线抛投	<u>水流条件较好, 抛投强度大</u>	<u>架设浮桥或栈桥</u>	<u>宜冲刷河床</u>

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。2017考点

1F412013 截流方法



水利造价信息网





1F412013 截流方法

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。并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。



1F412013 截流方法

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、2021 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。



1F412013 截流方法

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



1F412013 截流方法

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





1F412021 围堰的类型

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。

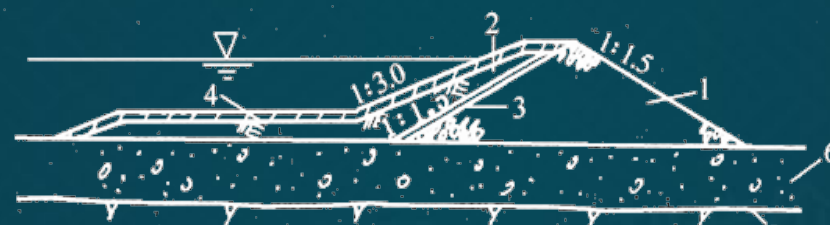
1F412021 围堰的类型

1. 土石围堰

我国应用最广泛的围堰形式。



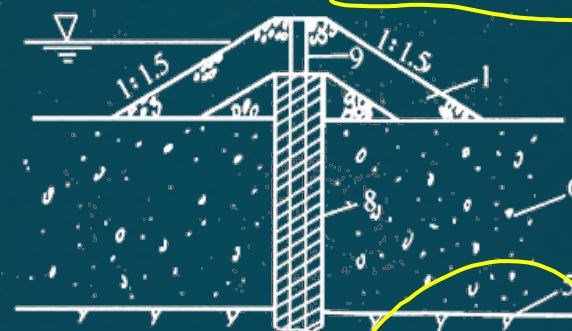
(a) 斜墙式



(b) 斜墙带水平铺盖式



(c) 垂直防渗墙式



(d) 灌浆帷幕式



1F412021 围堰的类型

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。

1F412021 围堰的类型

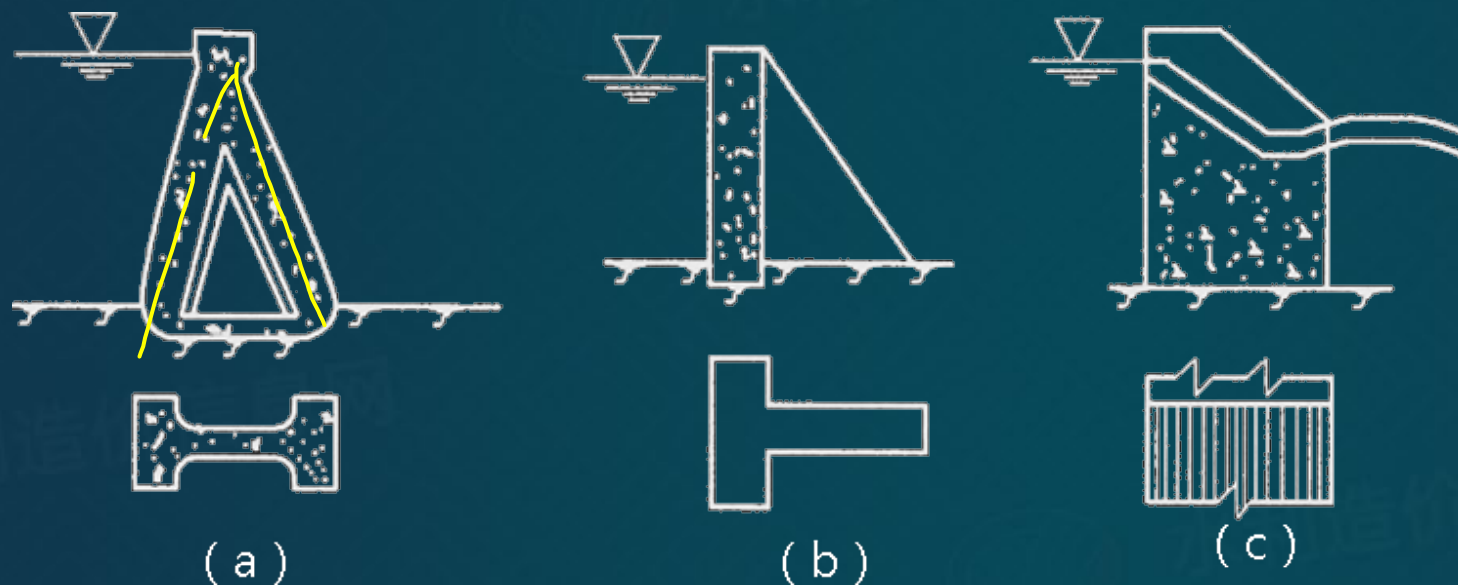


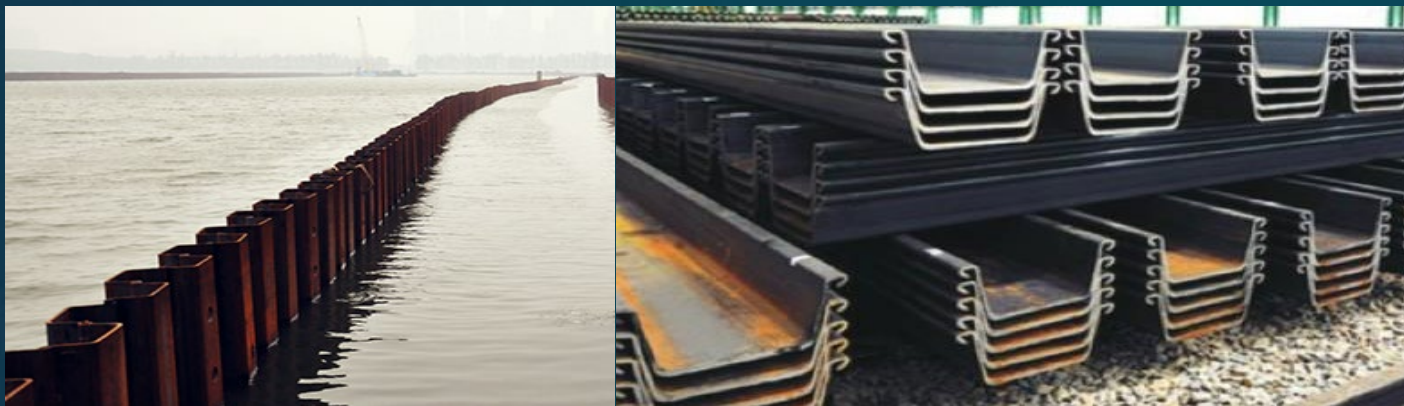
图1F412021-2 混凝土围堰断面示意图

(a) 双向挡水支墩式; (b) 撑墙式; (c) 溢流重力式



1F412021 围堰的类型

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。





1F412022 围堰布置与设计

二、土石围堰填筑材料

10^{-4} cm/s

(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 $1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 。2021

考点

③ ④ ⑤

(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。



1F412022 围堰布置与设计



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。



1F412022 围堰布置与设计

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。





1F412022 围堰布置与设计

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。



1F412022 围堰布置与设计

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。



1F412022 围堰布置与设计

(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。



1F412022 围堰布置与设计

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' 应不小于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。



1F412022 围堰布置与设计

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。



1F412023 基坑排水技术

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



1F412023 基坑排水技术

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。



1F412024 导流泄水建筑物

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）。



1F412024 导流泄水建筑物

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。



1F412024 导流泄水建筑物

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）



1F412024 导流泄水建筑物

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!