

水利造价信息网

# 2021二级建造师
# 精讲课程

## 《水利水电工程管理与实务》

主讲老师：王飞寒

# 2F313040 混凝土工程

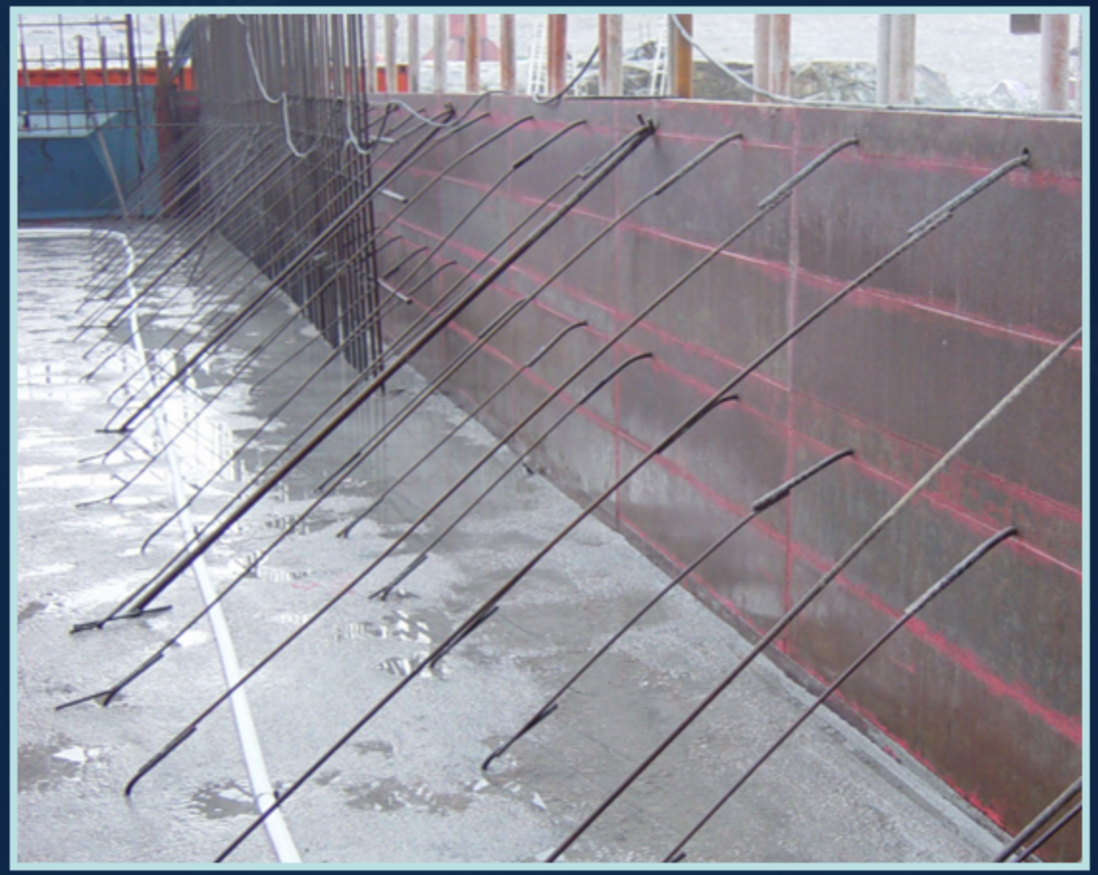


三峡二期主体工程混凝土浇筑施工

# 2F313041 模板制作与安装

一、模板的作用

起成型和支撑作用，同时还具有保护和改善混凝土表面质量的作用。



二、模板的基本类型

（4）按架立和工作特征：固定式、拆移式、移动式和滑动式。

固定式：如基础部位、蜗壳或扭曲面，难以重复使用。

拆移式、移动式和滑动式：可重复或连续使用，有利于实现标准化和系列化。

三、模板设计

要求：具有足够的强度、刚度和稳定性。结构变形应在允许范围以内。

荷载：基本荷载和特殊荷载两类。

1.基本荷载

基本荷载包括：（2013案例考点）

（1）模板及其支架的自重。

（2）新浇混凝土重量。24~25kN/m³。2020考点

（3）钢筋重量。

（4）工作人员及浇筑设备、工具等荷载。

（5）振捣混凝土产生的荷载。

（6）新浇混凝土的侧压力。与浇筑速度、捣实方法、凝固速度、坍落度及浇筑块的平面尺寸等因素有关，以前三个因素关系最密切。

（7）新浇筑的混凝土的浮托力。

（8）混凝土拌合物入仓所产生的冲击荷载。

（9）混凝土与模板的摩阻力（适用于滑动模板）。




图 2F313041 混凝土侧压力分布图

$h_m$—混凝土新浇面至初凝面的距离；$P_m$—最大侧压力

2.特殊荷载

特殊荷载有：（1）风荷载（2014、2017考点）



4.抗倾稳定性

承重模板及支架：验算倾覆力矩、稳定力矩和抗倾稳定系数。稳定系数应大于1.4。当承重模板的跨度大于4m时，设计起拱值取跨度的0.3%左右。（2013案例考点）

5.模板附件的安全

模板附件的最小安全系数　　表2F313041-2

| 附件名称 | 结　构　形　式 | 安全系数 |
| --- | --- | --- |
| 模板拉杆及锚定头 | 所有使用的模板 | 2.0 |
| 模板锚定件 | 仅支承模板重量和混凝土压力的模板 | 2.0 |
| | 支承模板和混凝土重量、施工活荷载和冲击荷载的模板 | 3.0 |
| 模板吊钩 | 所有使用的模板 | 4.0 |

四、模板的安装

对于大体积混凝土浇筑块，成型后的偏差不应超过木模安装允许偏差的50%～100%，取值大小视结构物的重要性而定。

2mm

五、模板的拆除

1.拆模时间

拆模时间：根据设计要求、气温和混凝土强度增长情况而定。

≥ 5MPa

（1）非承重侧面模板。强度应达到25×10$^5$Pa以上，其表面和棱角不因拆模而损坏时方可拆除。一般需2～7d，夏天2～4d，冬天5～7d。（2010考点）

（2）承重模板。（2013案例考点）

悬臂板、梁：跨度≤2m，75%；跨度>2m，100 %。

其他梁、板、拱：跨度≤2m，50%；跨度2～8m，75%；跨度>8m，100%。

2.拆模的程序和方法

在同一浇筑仓的模板，按“先装的后拆，后装的先拆”的原则，按次序、有步骤地进行，不能乱撬。

习题：1．当承重模板的跨度大于4m时，其设计起拱值通常取跨度的（　　）左右。

A．0.1%

B．0.2%

C．0.3%

D．0.4%

答案：C

习题：2．对于大体积混凝土浇筑块，成型后的偏差不应超过木模安装允许偏差的（　　），取值大小视结构物的重要性而定。

A．30%

B．50%

C．100%

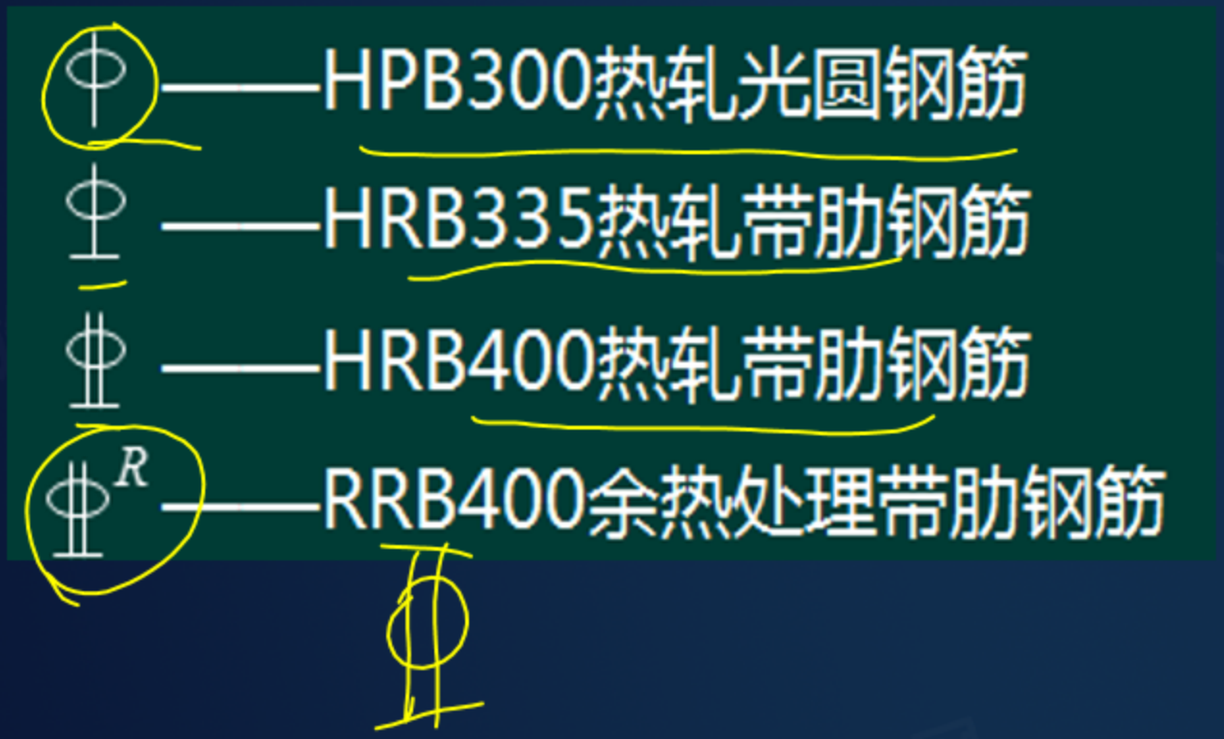
D．50%～100%

答案：D

# 2F313042 钢筋制作与安装

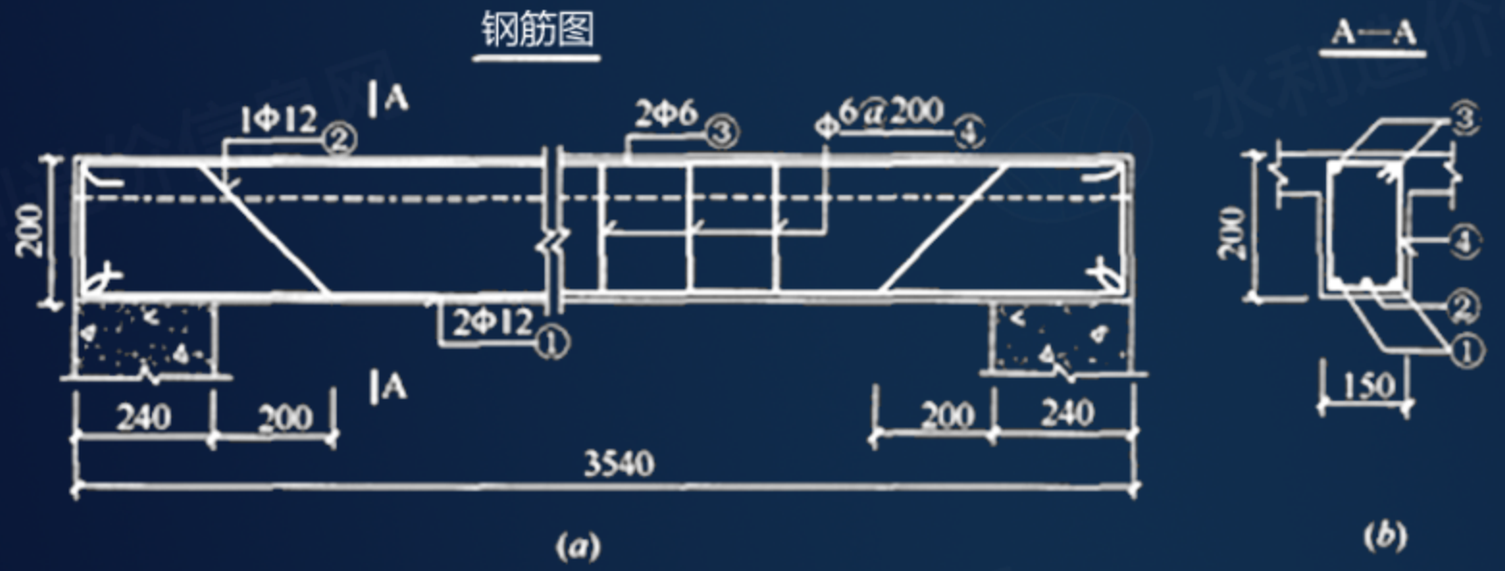
## 一、钢筋图

### 1.普通钢筋的表示方法（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ级）2020考点

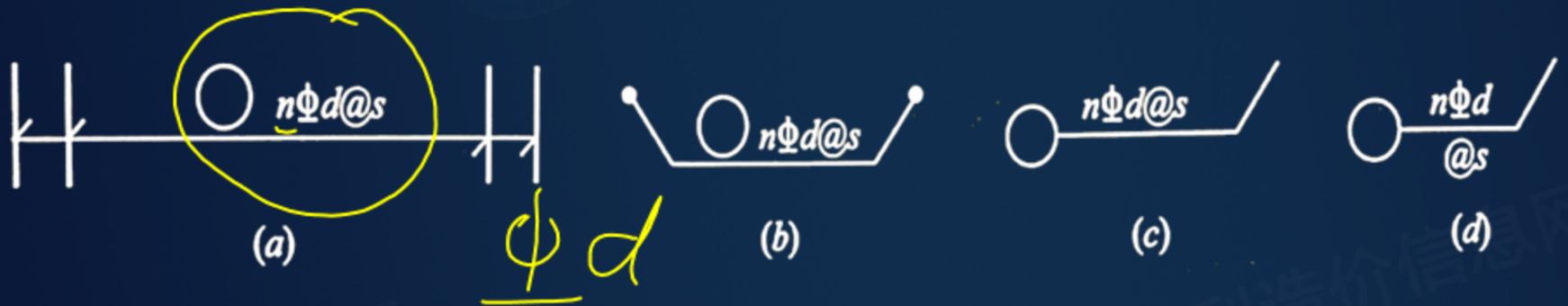


2．钢筋图的画法

(1)钢筋图中钢筋用粗实线表示，钢筋的截面用小黑圆点表示，钢筋采用编号进行分类；结构轮廓应用细实线表示，见图。



(3)钢筋图中标注结构的主要尺寸，如图所示。




注：圆圈内填写钢筋编号；n为钢筋的根数；　　为钢筋直径及种类的代号；

d为钢筋直径的数值；@为钢筋间距的代号；S为钢筋间距的数值。

(2017考点)

二、钢筋检验

根据《水工混凝土钢筋施工规范》DL/T5169-2013，现场检验内容包括资料核查、外观检查和力学性能试验等。

**（1）**每捆钢筋出厂时标牌注明的生产厂家、生产日期、牌号、产品批号、规格、尺寸等标记，是否与该批钢筋的质量合格证明书及检测报告相符。**2018案例**

（2）检查每批钢筋的外观质量，并应测量钢筋的直径。

（3）从每批钢筋中任选两根钢筋，每根取两个试件分别进行拉伸试验(包括屈服点、抗拉强度和伸长率)和冷弯试验。当有一项试验结果不符合要求时，则从同一批钢筋中另取双倍数量的试件重做各项试验。如仍有一个试件不合格，则该批钢筋为不合格。

（4）钢筋取样时，钢筋端部应先截去500mm再取试件，每组试件应分别标记，不得混淆。钢筋应按批号进行检查和验收，同一批号钢筋，每60t宜作为一个检验批，不足60t时仍按一批计。

三、钢筋代换

（1）钢筋代换后应满足规范规定的钢筋间距、锚固长度、最小钢筋直径等构造要求。

（2）以高一级钢筋代换低一级钢筋时，宜采用改变钢筋直径方法减少钢筋截面积。

用同牌号钢筋代换时，其直径变化范围不宜超过4mm，代换后钢筋总截面面积与设计文件中规定的钢筋截面面积之比不得小于98%或大于103%。

当构件按最小配筋率配筋时，可按钢筋的面积相等的原则进行代换。

当钢筋受裂缝开展宽度或挠度控制时，代换后还应进行裂缝或挠度验算。

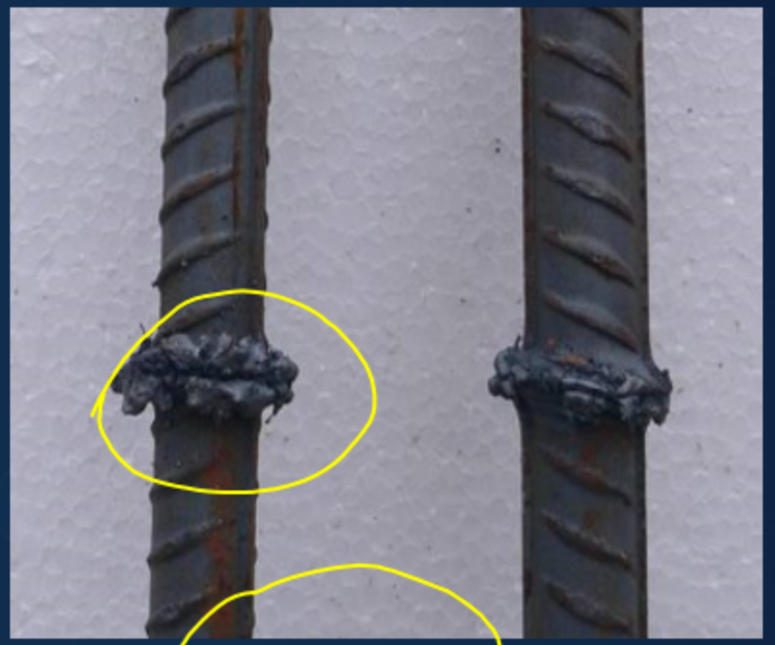
四、钢筋加工

包括调直、去锈、切断、弯曲和连接等工序。

12mm以上为重筋，12mm及以下的钢筋为轻筋。

5.钢筋连接

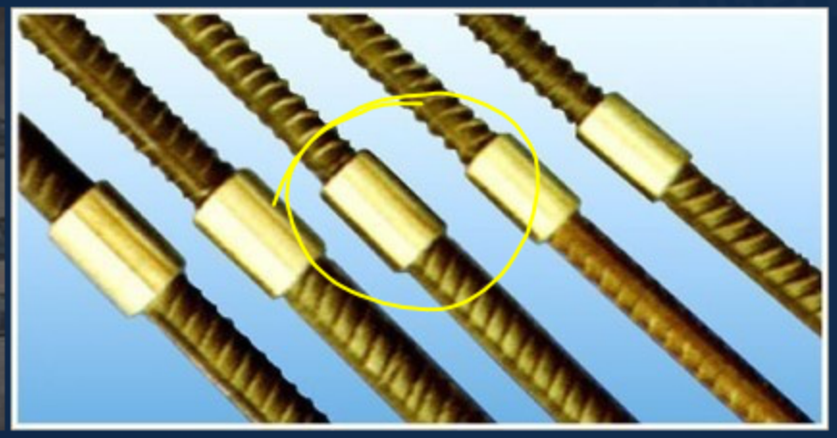
有焊接连接：有闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊和电阻点焊等。

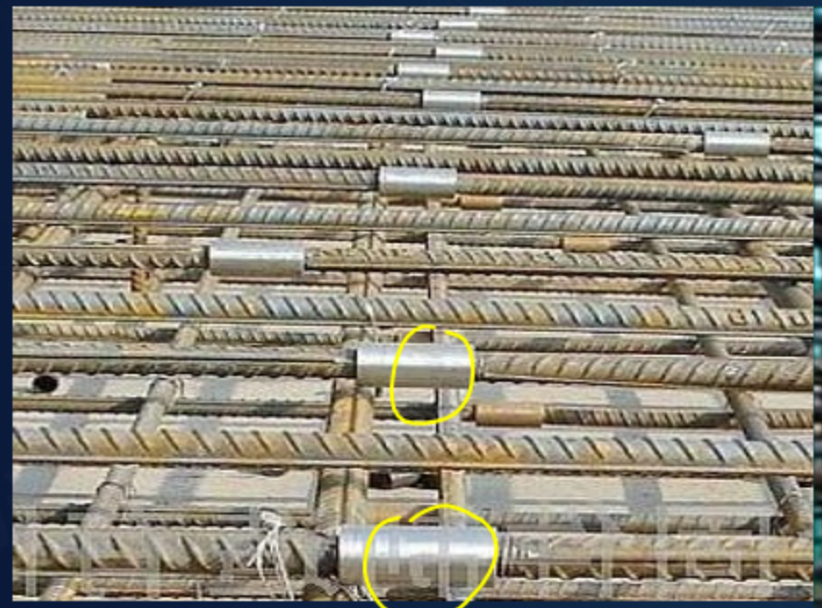


对焊连接

钢筋机械连接：套筒挤压连接、锥螺纹连接和直螺纹套筒连接等。其中直螺纹连接分为镦粗直螺纹连接和滚压直螺纹连接。



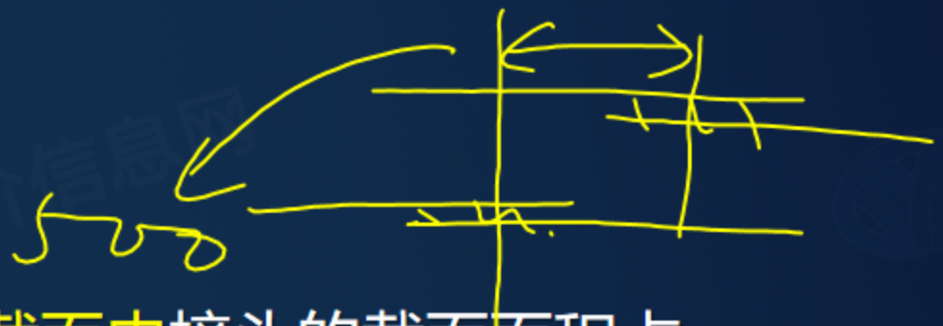




机械连接



绑扎连接



接头的分布要求：

钢筋接头应分散布置。同一截面内接头的截面面积占受力钢筋总截面面积的百分率，应符合下列规定：

(1)焊接接头：在受弯构件的受拉区，不宜超过50%；受压区不受限制。

(2)绑扎接头：在受弯构件的受拉区，不宜超过25%；受压区不宜超过50%。（2012考点）

(3)机械连接接头：在受拉区不宜超过50%。（2016考点）

(4)焊接与绑扎接头距离钢筋弯头起点不得小于10d，也不应位于最大弯矩处。

(5)同一截面：接头中距在500mm以内或两绑扎接头的中距在绑扎搭接长度以内。



五、钢筋安装

采用散装和整装两种方式。

六、质量检查与控制

核对钢筋位置、钢号、直径、根数、间距、接头位置、搭接长度是否符合规定。

习题：1．当构件设计是按最小配筋率配筋时，可按钢筋（　　）相等的原则进行钢筋代换。

A．强度

B．刚度

C．受力

D．面积

答案：D

习题：2．钢筋图中的符号“Φ”表示的是（ ）钢筋。



A.1级

B.Ⅱ级

C.Ⅲ级

D.Ⅳ级

答案：B

水利造价信息网

# 2F313043 混凝土拌合与运输

## 一、拌合方式

按照试验部门签发并经审核的混凝土配料单进行配料，严禁擅自更改。混凝土组成材料的配料量均以重量计。

混凝土材料称量的允许偏差（2018考点）

| 材料名称 | 称量的允许偏差(%) |
| --- | --- |
| 水泥、掺合料、水、冰、外加剂溶液 | ±1 |
| 骨料 | ±2 |

1.一次投料法（常用方法）：将砂、石、水、水泥同时加入搅拌筒中进行搅拌。

2.二次投料法：预拌水泥砂浆及预拌水泥净浆法。与一次投料法相比，混凝土强度可提高15%，也可节约水泥15%～20%。（2015考点）

3.水泥裹砂法（多次投料）



混凝土搅拌机

二、拌合设备生产能力的确定（按月高峰强度）

主要取决于设备容量、台数与生产率等因素。

①能满足同时拌制不同强度等级的混凝土;

②拌合机的容量与骨料最大粒径相适应;

③考虑拌合、加水和掺合料以及生产干硬性或低坍落度混凝土对生产能力的影响;

④拌合机的容量与运载重量和装料容器的大小相匹配;

⑤适应施工进度，有利于分批安装，分批投产，分批拆除转移。

## 三、混凝土的运输设备

水平运输设备主要有有轨和无轨运输两种；垂直运输设备主要有门式起重机、塔式起重机、缆式起重机和履带式起重机。

运输要求：不发生分离、漏浆、严重泌水、过多温度回升和坍落度损失。混凝土在运输过程中，应尽量缩短运输时间和转运次数。转运时，混凝土自由跌落高度不大于2m，否则，应加设缓降器。混凝土已初凝或已失去塑性时，应作废料处理。严禁在运输途中和卸料时加水。



混凝土垂直运输

## 四、混凝土运输方案

主要有：门、塔机运输方案，缆机运输方案以及辅助运输浇筑方案。







习题：下列关于混凝土拌合与运输的说法正确的是（　　）。

A．采用一次投料法拌合可节约水泥用量

B．采用二次投料法拌合可提高混凝土强度

C．采用多次投料法拌合的混凝土相对不易产生离析

D．运输过程中为防止混凝土初凝应根据情况适量加水

E．运输过程中混凝土失去塑性时应作废料处理

答案：BCE

# 2F313044 混凝土浇筑与温度控制

## 一、混凝土浇筑与养护

施工过程包括：浇筑前的准备作业，浇筑时入仓铺料、平仓振捣和浇筑后的养护。

### （一）浇筑前的准备作业

#### 1．基础面的处理

砂砾地基：应清除杂物，整平建基面，再浇10～20cm低强度等级混凝土作垫层，以防漏浆；

土基：应先铺碎石，盖上湿砂，压实后，再浇混凝土；

岩基：人工清除表面松软岩石、棱角和反坡，并用高压水枪冲洗，若粘有油污和杂物，可用金属刷刷洗，直至洁净为止。

2．施工缝处理

指浇筑块间临时的水平和垂直结合缝，也是新老混凝土的结合面。形成有利于层间结合的麻面。对纵缝表面可不凿毛，但应冲洗干净，以利灌浆。

高压水冲毛：视气温高低，可在浇筑后5～20h进行；

风砂枪打毛：一般应在浇筑后一两天进行。

施工缝凿毛后，应冲洗干净使其表面无渣、无尘，才能浇筑混凝土。



3．模板、钢筋及预埋件安设。

4．开仓前全面检查。

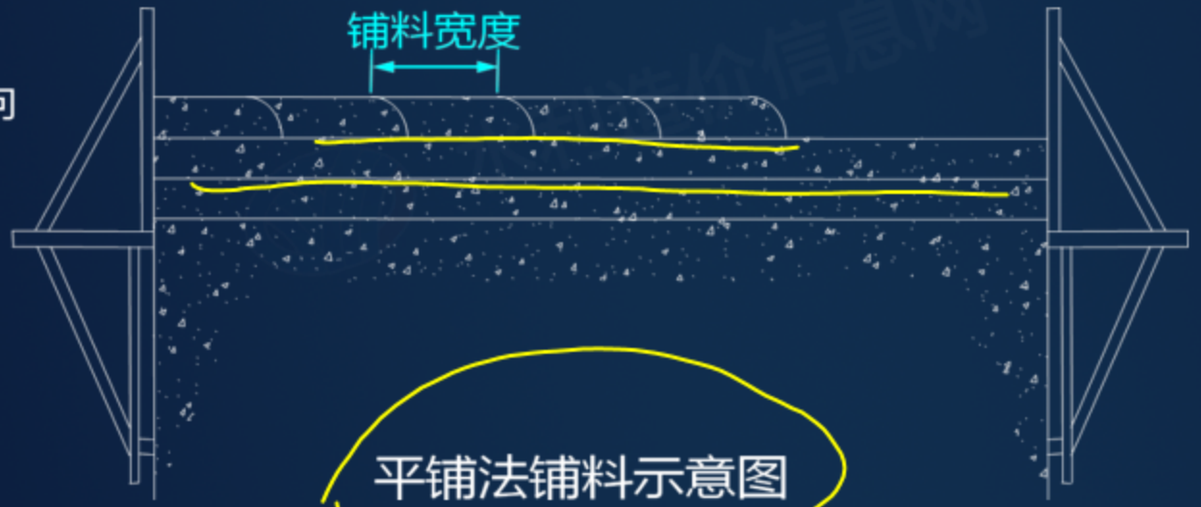
风、水、电及照明布置妥当后，才允许开仓浇筑。一经开仓则应连续浇筑，避免因中断而出现冷缝。

（二）入仓铺料

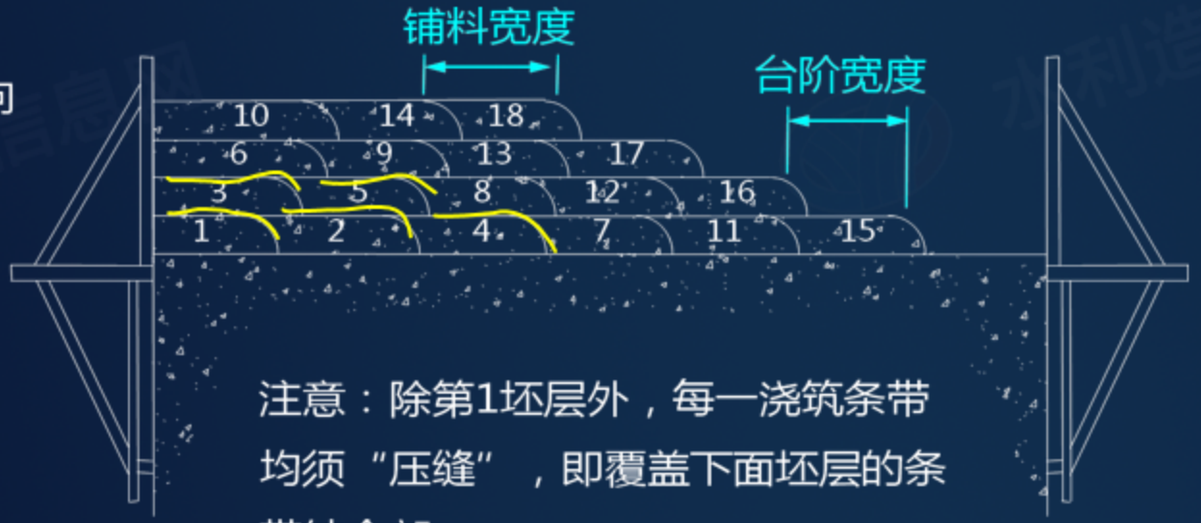
（1）混凝土入仓铺料多用平浇法。

（2）层间间歇超过混凝土初凝时间，会出现冷缝，使层间的抗渗、抗剪和抗拉能力明显降低。2020考点

（3）分块尺寸和铺层厚度：受运输浇筑能力的限制。倘设备能力难以增加，则应考虑改变浇筑方法，将平浇法改变为斜层浇筑或台阶浇筑，以避免出现冷缝。为避免砂浆流失、骨料分离，此时宜采用低坍落度混凝土。（2015考点）



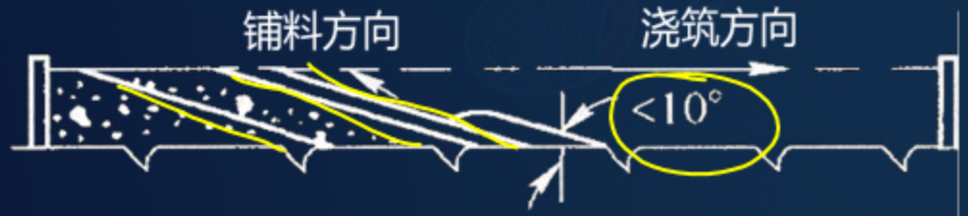

平铺法铺料示意图

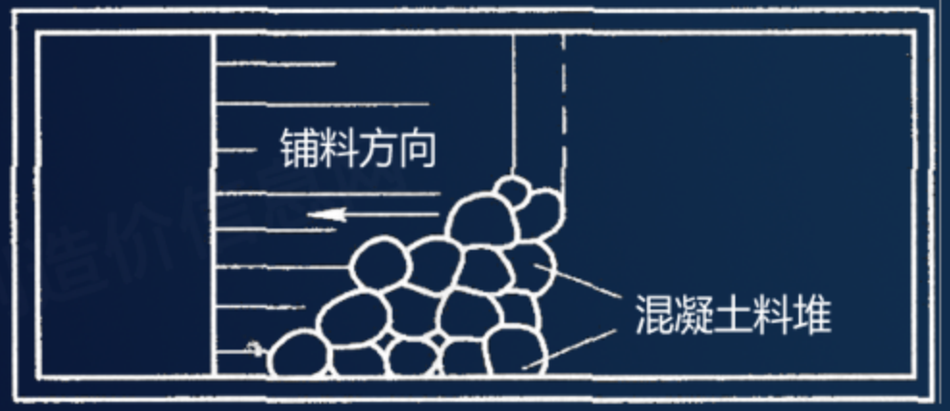



注意：除第1坯层外，每一浇筑条带均须“压缝”，即覆盖下面坯层的条带结合部。

# 台阶料头应及时保护




铺料方向
浇筑方向
<10°


铺料方向
混凝土料堆



（三）平仓与振捣

振捣是保证混凝土密实的关键。振捣器插入下层混凝土约5cm，以利上下层结合。

混凝土拌合物出现下列情况之一者，按不合格料处理：

（1）错用配料单已无法补救，不能满足质量要求。

（2）混凝土配料时，任意一种材料计量失控或漏配，不符合质量要求。

（3）拌合不均匀或夹带生料。

（4）出机口混凝土坍落度超过最大允许值。

（四）混凝土养护

采用洒水养护或安管喷雾。养护时间与浇筑结构特征和水泥发热特性有关。正常养护28天，有时更长。对于已经拆模的混凝土表面，应用草垫、锯末或保温板等覆盖。



挂花管喷水养护

二、大体积混凝土温度控制与检测《混凝土坝温度控制设计规范》NB/T 35092-2017

（一）混凝土温度控制措施**2013案例考点**

1.总体要求

（2）混凝土温度控制应提出符合坝体分区容许最高温度及温度应力控制标准的混凝土温度控制措施，并提出出机口温度、浇筑温度、浇筑层厚度、间歇期、表面冷却、通水冷却和表面保护等主要温度控制指标。

（3）气候温和地区宜在气温较低月份浇筑基础混凝土；高温季节宜利用早晚、夜间气温低的时段浇筑混凝土。

（4）常态混凝土浇筑应采取短间歇均匀上升、分层浇筑的方法。基础约束区的浇筑层厚度宜为1.5~2.0m，有初期通水冷却的浇筑层厚度可适当加厚；基础约束区以上浇筑层厚度可采用1.5~3.0m，浇筑层间歇期宜采用5~7d。在基础约束区内应避免出现薄层长期停歇的浇筑块。宜在下层混凝土最高温度出现后，开始浇筑上层混凝土。



（5）碾压混凝土宜薄层浇筑连续上升。

2.原材料温度控制

3.混凝土生产过程温度控制

4.混凝土运输和浇筑过程温度控制

5.浇筑后温度控制

（1）混凝土浇筑后温度控制宜采用冷却水管通水冷却、表面流水冷却、表面蓄水降温等措施。坝体有接缝灌浆要求时，应采用水管通水冷却方法。

6.养护

(1)常态混凝土应在初凝后3h开始保湿养护；碾压混凝土可在收仓后进行喷雾养护，并尽早开始保湿养护。

(3)混凝土宜养护至设计龄期，养护时间不宜少于28d。

（二）施工期温度监测与分析

1.原材料温度监测

（1）水泥、掺合料、骨料、水和外加剂等原材料的温度应至少每4h测量1次，低温季节施工宜加密至每1h测量1次。

（2）温度传感器或温度计插入深度不小于10cm。

2.混凝土出机口温度、入仓温度和浇筑温度（5cm~10cm处）监测

3.混凝土内部温度检测

4.通水冷却监测

5.浇筑仓气温及保温层温度监测

## 三、碾压混凝土施工



### 1.混凝土配合比设计的要求

（1）掺合料掺量：掺量超过65%时，应做专门试验论证。

（2）水胶比：宜不大于0.65。

（3）砂率：使用天然砂石料时，三级配砂率为28%~32%，二级配为32%~37%。使用人工砂石料时，砂率应增加3%~6%。

### 2.碾压施工的要求

常态混凝土垫层进行找平，厚度一般1.0~2.0m，碾压混凝土应采用大仓面薄层（一般30cm）连续浇筑（平层通仓法，也可采用斜层平推法）。坝体迎水面3~5m范围内，碾压方向应垂直于水流方向。碾压条带间搭接宽度为10~20cm，端头部位搭接宽度宜为100cm左右。振动碾行走速度应控制在1.0~1.5km/h。

3. 施工质量控制的要求

表观密度检测采用核子水分密度仪或压实密度计。每铺筑100~200m²至少应有一个检测点，每一铺筑层仓面内应不少于3个检测点。以碾压完毕10分钟后的核子水分密度仪测试结果作为表观密度判定依据。

对于建筑物的外部混凝土，相对密实度不得小于98%；对于内部混凝土，相对密实度不得小于97%。

钻孔取样评定（设计龄期后）的内容如下：（1）芯样获得率：评价碾压混凝土的均质性。（2）压水试验：评定碾压混凝土抗渗性。（3）芯样的物理力学性能试验：评定碾压混凝土的均质性和力学性能。（4）芯样断口位置及形态描述：评价层间结合是否符合设计要求。（5）芯样外观描述：评定碾压混凝土的均质性和密实性。芯样直径150~200mm。

习题：1．混凝土入仓铺料多用（　　）。

A．斜浇法

B．平浇法

C．薄层浇筑

D．阶梯浇筑

答案：B

习题：2．下列混凝土温控措施中，能减少混凝土发热量的措施有（　　）。

A．对骨料进行预冷

B．采用低流态干硬性贫混凝土

C．增大骨料粒径

D．大量掺粉煤灰

E．采用高效减水剂

答案：BCDE

## 2F313045 分缝与止水的施工要求

为了适应地基的不均匀沉降和伸缩变形，在水闸、涵洞等水工结构设计中均设置温度缝与沉陷缝，缝宽一般为1.0～2.5cm。

### （一）填料的施工

沉陷缝的填充材料：沥青油毛毡、沥青杉木板及泡沫板等多种。有先装法和后装法两种。

1．先装法

2．后装法

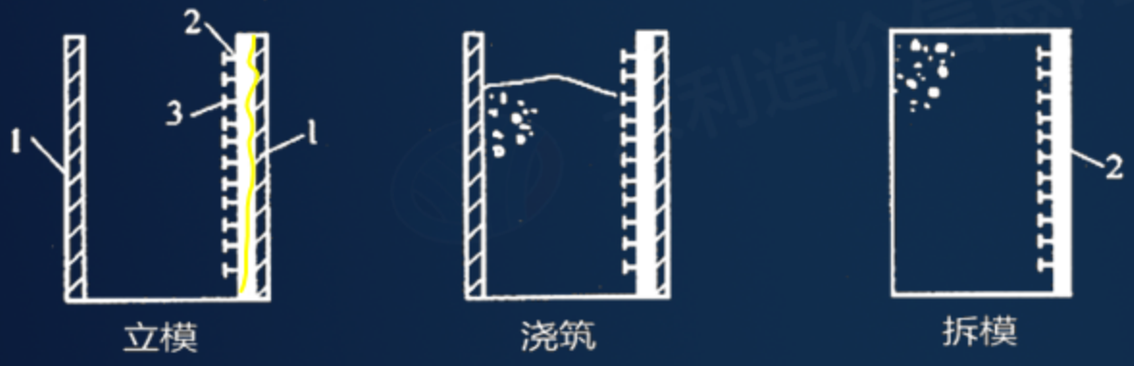



图 2F313045-1　先装法施工

1—模板；2—填料；3—铁钉

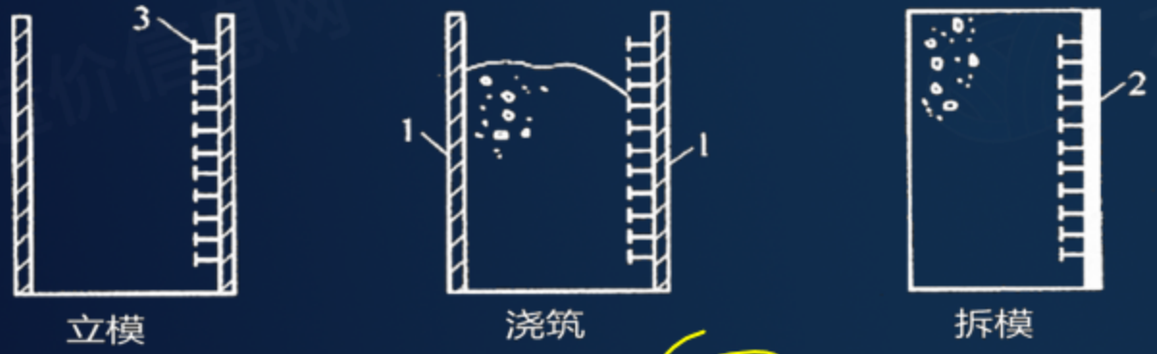



图 2F313045-2　后装法施工

1—模板；2—填料；3—铁钉

（二）止水的施工

包括水平止水和垂直止水。

1．水平止水

采用塑料（或橡胶）止水带，其安装与填料的安装方法一样。

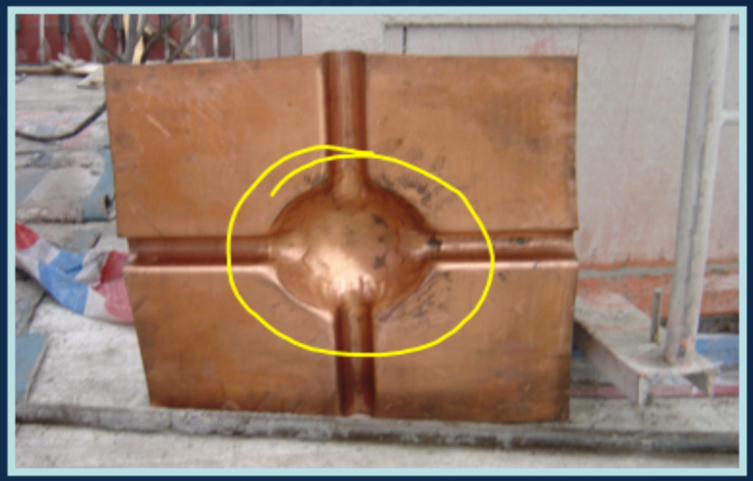
2．垂直止水

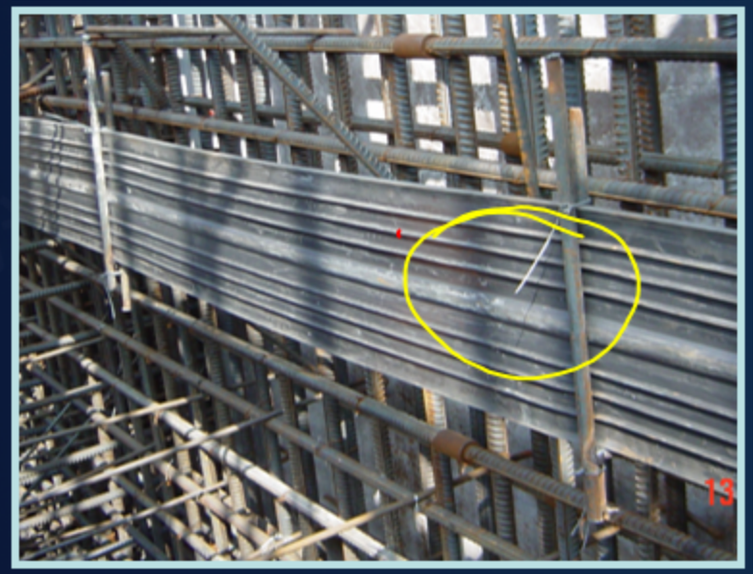
重要部分用紫铜片，一般用铝片、镀锌铁皮或镀铜铁皮等。

3．接缝交叉的处理

止水交叉有两类：一是铅直交叉，二是水平交叉。铅直交叉常用柔性连接，而水平交叉则多用刚性连接。








固定好的竖直塑料止水带　　固定好的水平塑料止水带

（三）止水缝部位的混凝土浇筑

注意事项包括：

（1）水平止水片应在浇筑层的中间，在止水片高程处，不得设置施工缝。

（2）浇筑混凝土时，不得冲撞止水片，当混凝土将要淹没止水片时，应再次清除其表面污垢。

（3）振捣器不得触及止水片。

（4）嵌固止水片的模板应适当推迟拆模时间。

（四）面板坝面板混凝土分缝及止水施工

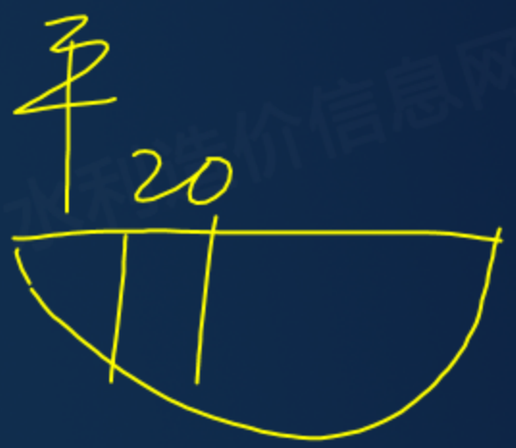
分缝：根据坝体变形及施工条件进行面板分缝分块。面板的宽度决定了混凝土浇筑能力（滑模浇筑）。垂直缝的间距可为12~18m。

施工顺序：砂浆条铺设→止水铺设→架立侧模。垂直缝砂浆条一般宽50cm，是控制面板体型的关键。

（五）混凝土坝分缝及止水施工

横缝：坝段之间的缝（15~24m）。





习题：1．关于止水缝部位混凝土浇筑，下列说法不正确的是（　　）。

A．水平止水片应在浇筑层中间

B．浇筑混凝土时，不得冲撞止水片

C．振捣器可触及止水片

D．嵌固止水片的模板应适当推迟拆模时间

答案：C

习题：2．水闸闸墩施工中，常用的沉降缝填充材料有（　　）等。

A．沥青油毛毡

B．水泥砂浆

C．沥青杉木板

D．黏土

E．泡沫板

答案：ACE

# 2F313046 混凝土工程加固技术

混凝土的质量问题主要有：混凝土表层损坏，混凝土裂缝，结构渗漏，结构失稳等。

一、混凝土表层损坏

（一）混凝土表层损坏的原因

（1）施工质量缺陷。蜂窝、麻面、骨料外露、接缝不平等。

（2）碳化、气蚀破坏、水流冲刷、撞击等。

（3）冻胀、侵蚀性水的化学侵蚀。

（二）混凝土表层损坏的危害

强度降低、局部剥蚀、钢筋锈蚀等。缩短建筑物的使用年限甚至直接导致建筑物失稳和破坏。

混凝土表层加固，有以下几种常用方法。（2012考点）

1．水泥砂浆修补法

2．预缩砂浆修补法（适用高流速区的表层缺陷）

3．喷浆修补法（干料法和湿料法）：易裂，影响寿命。

4．喷混凝土修补法：广泛应用

5．钢纤维喷射混凝土修补法

投料顺序：保证钢纤维在混凝土中均匀分布。砂、石、钢纤维、水泥、外加剂、水。（2010考点）

6．压浆混凝土修补法：水下加固。（2018考点）

7．环氧材料修补法：强度高，有毒。

**注：主要采用砂浆、混凝土**

## 二、混凝土裂缝

### （一）混凝土工程裂缝的类型

按产生原因：沉陷缝、干缩缝、温度缝、应力缝和施工缝(竖向为主)。

### （二）裂缝处理的目的和一般要求

1．裂缝处理的目的

恢复整体性，保持混凝土的强度、耐久性和抗渗性。

2．裂缝处理的一般要求

(1) 在低水头或地下水位较低时修补，在适宜于修补材料凝固的温度或干燥条件下进行；

(3) 宜在低温季节裂缝开度较大的情况下修补；对不受气温影响的裂缝，宜在裂缝已经稳定的情况下修补。（2015考点）

（三）裂缝修补的方法（2013考点）

（1）龟裂缝或开度小于0.5mm的裂缝，表面涂抹环氧砂浆或表面贴条状砂浆。

（2）渗漏裂缝：渗水出口处，表面凿槽嵌补水泥砂浆或环氧材料，有些需要进行钻孔灌浆处理。

（3）沉陷缝和温度缝的处理：环氧砂浆贴橡皮等柔性材料修补，也可用钻孔灌浆或表面凿槽嵌补沥青砂浆或者环氧砂浆等方法。

（4）施工(冷)缝：一般采用钻孔灌浆处理，也可采用喷浆或表面凿槽嵌补。（2016考点）

三、混凝土结构失稳

加固方法：外粘钢板加固法、粘贴纤维复合材加固法、植筋（锚栓）技术等。**（2017考点）**

习题：1．混凝土坝裂缝处理的目的是（　　）。

A．保证刚度

B．保证抗渗性

C．提高混凝土的强度

D．保持混凝土的耐久性

E．恢复结构整体性

答案：BDE

习题：2．下列关于混凝土裂缝处理的说法正确的是（　　）。

A．受气温影响的裂缝宜在高温季节修补

B．不受气温影响的裂缝宜在裂缝尚未稳定时修补

C．龟裂缝可用表面涂抹环氧砂浆的方法处理

D．渗漏裂缝可在渗水出口进行表面凿槽嵌补水泥砂浆处理

E．施工冷缝一般应采用钻孔灌浆处理

答案：CDE

习题： 3．下列关于植筋锚固施工的说法中，正确的是（　　）

A．施工中钻出的废孔，可采用与结构混凝土同强度等级的水泥砂浆

B．植筋可以使用光圆钢筋

C．植入孔内部分钢筋上的锈迹、油污应打磨清除干净

D．化学锚栓如需焊接，应在固化后方可进行

答案：C

水利造价信息网

# 谢谢收看！