

中等职业学校建筑工程施工专业国家规划教材

建筑施工技术与机械

单元5 混凝土结构工程

5.3 混凝土工程



高等教育出版社





5.3 混凝土工程



混凝土工程施工工艺过程包括混凝土的**制备、运输、输送、浇筑振捣、养护**等施工工程，各个施工过程相互联系和影响，任一施工过程处理不当都会影响混凝土工程的最终质量。

混凝土结构工程施工宜采用预拌混凝土。





5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

(一) 混凝土施工配制强度确定

普通混凝土配合比应根据原材料性能及对混凝土的技术要求（强度等级、耐久性和工作性等），由具有资质的试验室进行计算，并经试配调整后确定。





5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

(二) 混凝土施工配合比计算

确定试验室配合比所用的骨料（砂、石子等）都是干燥的，而施工现场使用的骨料通常含有一定的水分，其含水率大小随季节、气候不断变化。在施工时要按骨料实际含水率对配合比进行修正。根据施工现场骨料含水率调整以后的配合比称为施工配合比。





5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

(二) 混凝土施工配合比计算

1. 施工配合比换算

假定试验室配合比为水泥:砂 :石子=1 : x : y，水灰比为W/C，每立方混凝土水泥、水、砂、石子用量分别为 m_c 、 m_w 、 m_s 、 m_g 。现场测得砂、石子含水率分别为 W_s 、 W_g 。则施工配合比为：

$$\text{水泥} : \text{砂} : \text{石} = 1 : x(1+W_s) : y(1+W_g)$$

水灰比W/C保持不变，则必须扣除砂、石子中的含水量，即实际用水量为

$$m_w' = m_w - m_s \cdot W_s - m_g \cdot W_g$$



5.3 混凝土工程

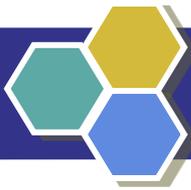


一、混凝土的制备

【例5-2】

某建筑工程混凝土的试验室配合比为每立方混凝土水泥用量280kg，水用量185kg，砂用量675kg，石子用量1250kg。测得砂的含水率为1.5%，石子的含水率为2%。试确定混凝土的施工配合比。





5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

【解】混凝土施工配合比为：

$$m_{c'} = m_c = 280\text{kg}$$

$$m_{s'} = 675\text{kg} \times (1 + 1.5\%) \approx 685\text{kg}$$

$$m_{g'} = 1250\text{kg} \times (1 + 2\%) = 1275\text{kg}$$

$$m_{w'} = 185\text{kg} - 675\text{kg} \times 1.5\% - 1250\text{kg} \times 2\% \approx 150\text{kg}$$

混凝土的施工配合比为：每立方混凝土水泥用量水泥
280kg，水用量150kg，砂用量685kg，石子用量1275kg。



5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

(二) 混凝土施工配合比计算

2. 大体积混凝土的配合比设计

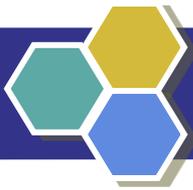
大体积混凝土的配合比设计，应符合下列规定：

(1) 在保证混凝土强度及工作性要求的前提下，应控制水泥用量，宜选用中、低水化热水泥，并宜掺加粉煤灰、矿渣粉；

(2) 温度控制要求较高的大体积混凝土，其胶凝材料用量、品种等宜通过水化热和绝热温升试验确定；

(3) 宜采用高性能减水剂。





5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

(三) 混凝土搅拌机选择

混凝土搅拌机按其搅拌原理不同分为**自落式**和**强制式**两种。

自落式搅拌机适用于搅拌塑性混凝土和低流动性混凝土。

强制式搅拌机适用于搅拌干硬性混凝土、流动性混凝土和轻骨料混凝土等。





5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

(四) 搅拌制度确定

搅拌制度，其内容包括**搅拌时间**、**投料顺序**等。

1. 搅拌时间

混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，并应搅拌均匀。混凝土搅拌的最短时间可按下表采用，当能保证搅拌均匀时可适当缩短搅拌时间。搅拌强度等级 C60 及以上的混凝土时，搅拌时间应适当延长。





5.3 混凝土工程



一、混凝土的制备

混凝土搅拌的最短时间表

混凝土坍落度	搅拌机机型	搅拌机出料量		
		<250 L	250~500 L	>500 L
≤ 40 mm	强制式	60	90	120
40~100 mm	强制式	60	60	90
≥ 100 mm	强制式	60		



5.3 混凝土工程



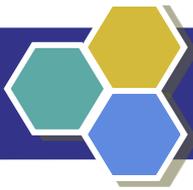
一、混凝土的制备

2. 投料顺序

采用分次投料搅拌方法时，应通过试验确定投料顺序、数量及分段搅拌的时间等工艺参数。

掺合料宜与水泥同步投料，液体外加剂宜滞后于水和水泥投料；粉状外加剂宜溶解后再投料。





5.3 混凝土工程



二、混凝土的运输

混凝土运输应符合下列规定：

- (1) 混凝土宜采用搅拌运输车运输，运输车辆应符合国家现行有关标准的规定；
- (2) 运输过程中应保证混凝土拌合物的均匀性和工作性；
- (3) 应采取保证连续供应的措施，并应满足现场施工的需要。





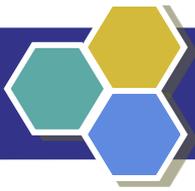
5.3 混凝土工程



二、混凝土的运输

混凝土运输车接料前，搅拌运输车应排净罐内积水；在运输途中及等候卸料时，搅拌运输车罐体应保持正常转速，不得停转；卸料前，搅拌运输车罐体宜快速旋转搅拌1以上后再卸料。





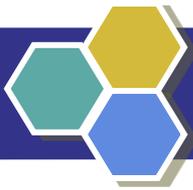
5.3 混凝土工程



三、混凝土的输送

运输至现场的混凝土，采用输送泵、溜槽等方式输送至浇筑点。





5.3 混凝土工程



三、混凝土的输送

泵送能一次连续完成水平运输和垂直运输，效率高、所需劳动力少、费用低，尤其适用于狭窄和有障碍物的施工现场。

泵送混凝土混凝土粗骨料最大粒径不大于25 mm 时，可采用内径不小于125 mm的输送泵管；混凝土粗骨料最大粒径不大于40 mm时，可采用内径不小于150 mm的输送泵管。





5.3 混凝土工程



三、混凝土的输送

输送泵输送混凝土应符合下列规定：

- (1) 应先进行泵水检查，泵水检查后，应清除输送泵内积水；
- (2) 输送混凝土前，宜先输送水泥砂浆对输送泵和输送管进行润滑，然后开始输送混凝土；
- (3) 输送混凝土应先慢后快、逐步加速，应在系统运转顺利后再按正常速度输送；
- (4) 输送混凝土过程中，应设置输送泵集料斗网罩，并应保证集料斗有足够的混凝土余量。



5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(一) 混凝土浇筑一般规定

1. 混凝土拌合物入模温度不应低于 5°C 且不应高于 35°C , 现场环境温度高于 35°C 时, 宜对金属模板进行洒水降温; 洒水后不得留有积水。

2. 混凝土浇筑应保证混凝土的均匀性和密实性。混凝土宜一次连续浇筑; 当不能一次连续浇筑时, 可留设施工缝或后浇带分块浇筑。





5.3 混凝土工程

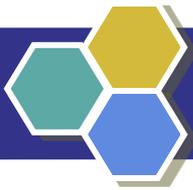


四、混凝土的浇筑

3. 混凝土浇筑过程应分层进行，分层浇筑应符合下表规定的分层振捣厚度要求，上层混凝土应在下层混凝土初凝之前浇筑完毕。

表 混凝土分层振捣的最大厚度

振捣方法	混凝土分层振捣的最大厚度
插入式振动棒	振动棒作用部分长度的 1.25 倍
表面振动器	200 mm
附着振动器	根据设置方式,通过试验确定



5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

4. 混凝土运输、输送入模的过程宜连续进行，从运输到输送入模的延续时间不应超过下表的限值规定。

表 运输、输送入模及其间歇总的时间限值 (min)

条件	气温	
	$\leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
不掺外加剂	180 min	150 min
掺外加剂	240 min	210 min





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

5. 柱、墙模板内的混凝土浇筑倾落高度应符合下表的规定；当不能满足要求时，应加设串筒、溜管、溜槽等装置。

表 运输、输送入模及其间歇总的时间限值 (mm)

条件	浇筑倾落高度限值
粗骨料粒径大于 25 mm	≤ 3 m
粗骨料粒径小于等于 25 mm	≤ 6 m

6. 混凝土浇筑后，在混凝土初凝前和终凝前，宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(二) 施工缝和后浇带的留设与处理

在混凝土的浇筑过程中，由于技术或施工组织上的原因，不能连续浇筑且停顿时间超过混凝土的初凝时间，前后浇筑的混凝土之间的接缝处便形成了施工缝。施工缝和后浇带是构件受力薄弱部位，因而宜留设在构件受剪力较小且便于施工的部位，应在混凝土浇筑之前确定。

混凝土施工缝一般分为两种：**水平**施工缝和**竖向**施工缝。

水平施工缝一般留设在竖向构件中，如柱墙、厚大基础等。

竖向施工缝一般留设在平面构件中，如梁、板、墙等构件。



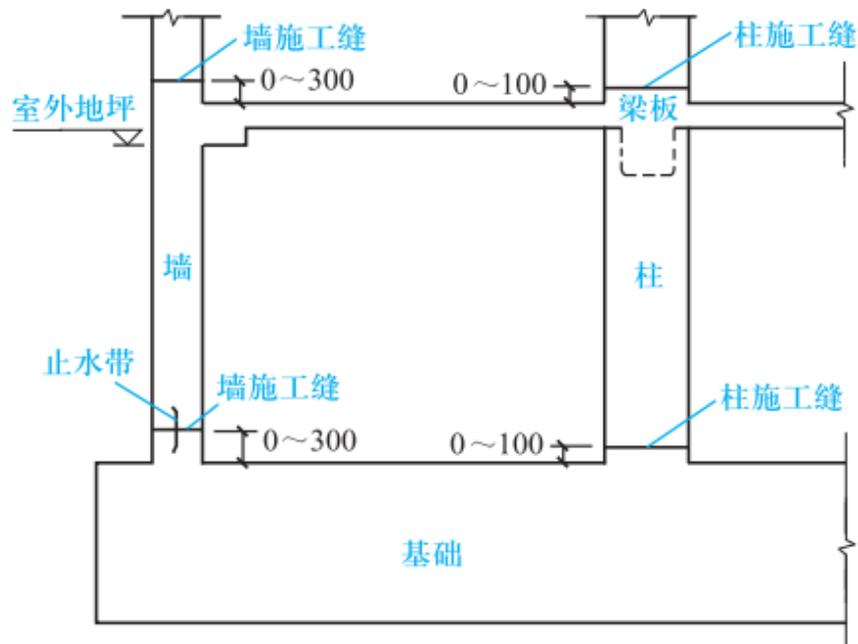
5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

1. 水平施工缝的留设位置

(1) 柱、墙施工缝可留设在基础、楼层结构顶面，柱施工缝宜距结构上表面 $0\sim 100$ mm，墙施工缝宜距结构上表面 $0\sim 300$ mm。



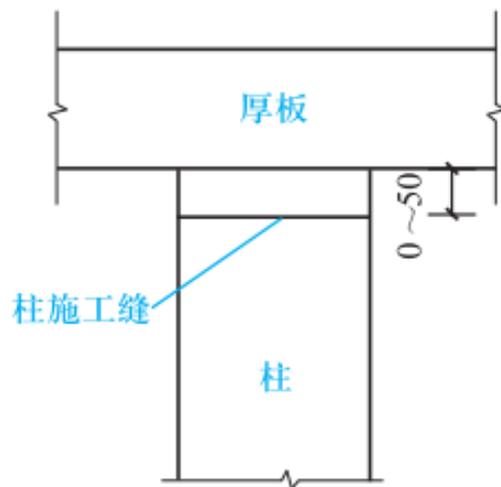
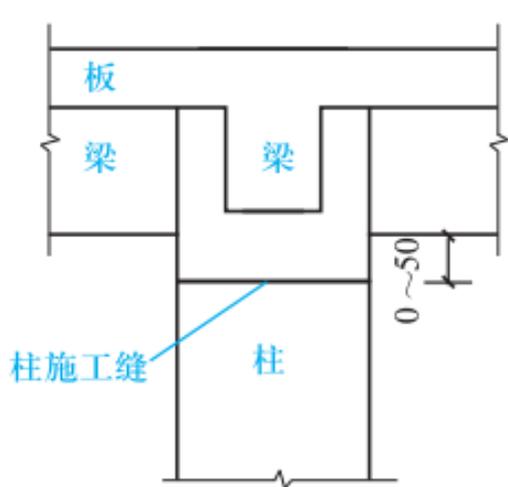


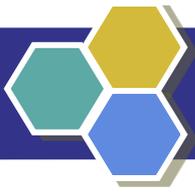
5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(2) 柱、墙施工缝也可留在楼层结构底面，距结构下表面 $0\sim 50$ mm。当板下有梁托时，可留设在梁托下 $0\sim 20$ mm。

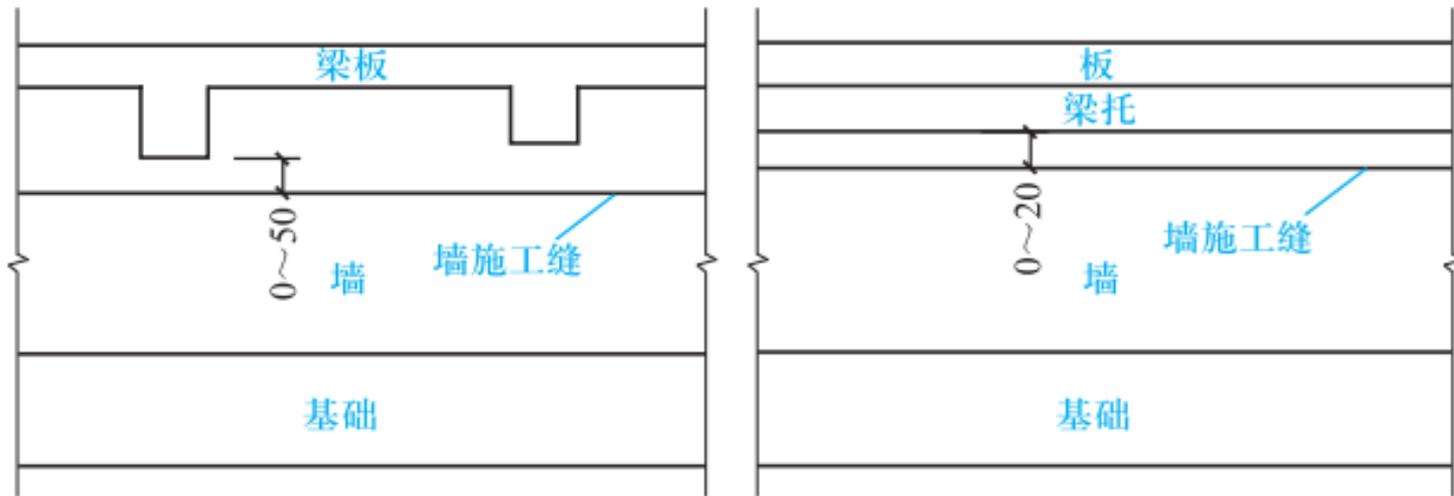


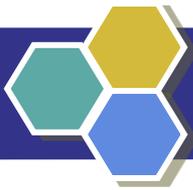


5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(3) 高度较大的柱、墙、梁以及厚度较大的基础可根据施工需要，在其中部留设水平施工缝；必要时，可对配筋进行调整，并应征得设计单位同意。

(4) 特殊结构部位留设水平施工缝应征得设计单位同意。





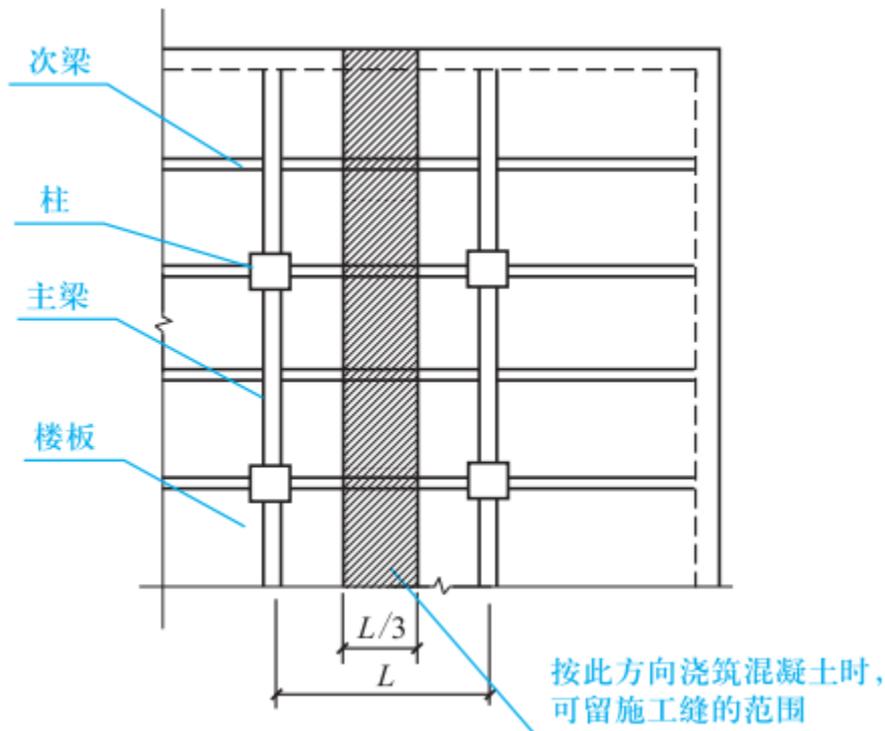
5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

2. 竖向施工缝留设位置应符合下列规定：

(1) 有主次梁的楼板施工缝应留设在**次梁跨度中间三分之一**的范围内。



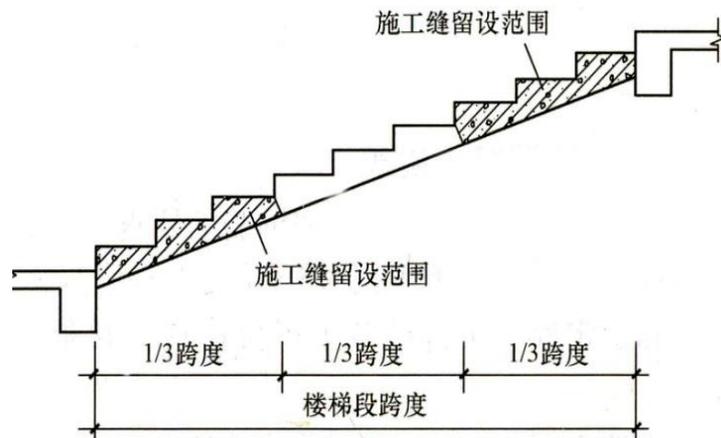


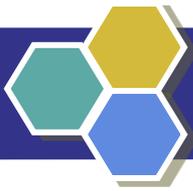
5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

- (2) 单向板施工缝应留设在平行于板短边的任何位置。
- (3) 楼梯梯段施工缝宜设置在梯段板跨度端部的三分之一范围内。
- (4) 墙的施工缝宜设置在门洞口过梁跨中1/3范围内，也可留设在纵横墙交接处。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(3) 施工缝和后浇带的处理与浇筑

在施工缝处继续浇筑混凝土时，已浇筑混凝土的强度不应低于1.2MPa时才允许浇筑，以抵抗继续浇混凝土时的扰动。浇筑前结合面应为粗糙面，并应清除浮浆、松动石子、软弱混凝土层，结合面处应洒水湿润，但不得有积水；柱、墙水平施工缝水泥砂浆接浆层厚度不应大于30 mm，接浆层水泥砂浆应与混凝土浆液成分相同。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

后浇带通常根据设计要求留设，并在主体结构完成一段时间（若无设计要求，至少28d）后再浇筑，将结构连成整体。



后浇带混凝土强度等级及性能应符合设计要求，当设计无具体要求时，后浇带混凝土强度等级宜比两侧混凝土提高一级，并宜采用减少收缩的技术措施。



5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(三) 柱墙和梁板混凝土设计强度不同时的浇筑

1. 柱墙混凝土设计强度比梁板混凝土设计强度高一个等级时，柱墙位置梁板高度范围内的混凝土经设计单位同意，可采用与梁板混凝土设计强度等级相同的混凝土进行浇筑。

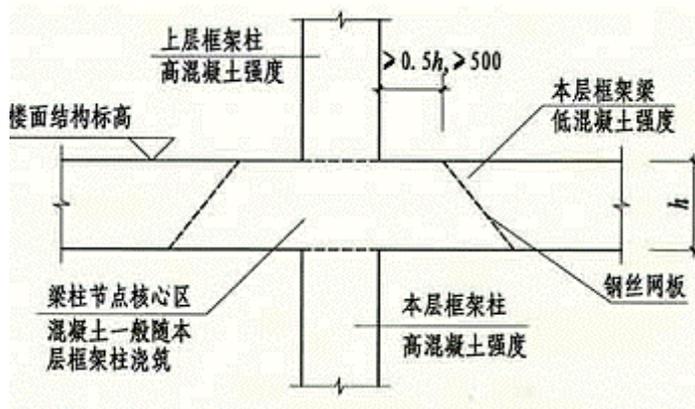


5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

2. 柱、墙混凝土设计强度比梁板混凝土设计强度高两个等级及以上时，应在交界区域采取分隔措施。分隔位置应在低强度等级的构件中，且距高强度等级构件边缘不应小于500 mm。



3. 宜先浇筑高强度等级混凝土，后浇筑低强度等级混凝土。



5.3 混凝土工程



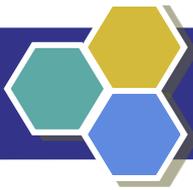
四、混凝土的浇筑

(四) 混凝土的浇筑方法

1. 混凝土基础浇筑

浇筑混凝土前，对地基应事先按设计标高和轴线进行校正，并应清除淤泥和杂物；同时，注意基坑降排水，以防冲刷新浇筑的混凝土。垫层混凝土应在基础验槽后立即浇筑，垫层混凝土强度达到设计强度标准值的75%后方可进行后续施工。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(四) 混凝土的浇筑方法

(1) 独立基础浇筑

① 台阶式基础浇筑，可按台阶分层一次浇筑完毕，不允许留设施工缝。每层混凝土要一次浇筑，顺序是**先边角后中间**，务必使混凝土充满模板。

浇筑台阶式柱基时，为防止垂直交角处可能出现吊脚现象，可采取如下措施：





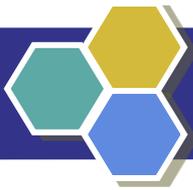
5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

在第一级混凝土捣固后暂停0.5-1.0h，继续浇筑第二级。先用铁锹沿第二级模板底圈做成内外坡，然后再分层浇筑，外圈边坡的混凝土于第二级振捣过程中自动摊平，待第二级混凝土浇筑后，再将第一级混凝土齐模板顶边拍实抹平。

② 锥式基础浇筑，应注意斜坡部位混凝土的捣固质量，在振捣器振捣完毕后，用人工将斜坡表面拍平，使其符合设计要求。



5.3 混凝土工程

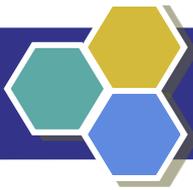


四、混凝土的浇筑

(四) 混凝土的浇筑方法

(2) 条形基础浇筑

浇筑前，应根据混凝土基础顶面的标高在两侧木模上弹出标高线。如采用原槽土模时，应在基槽两侧的土壁上交错打入长 **100mm** 左右的标杆，并露出**20-30mm**，标杆面与基础顶面齐平，标杆之间的距离约**3m**。根据基础深度宜分段分层（每层厚度**300-500mm**）连续浇筑混凝土，一般不留施工缝。各段、层间应相互衔接，每段浇筑长度控制在 **2-3m**，做到逐段逐层呈阶梯形向前推进。



5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(四) 混凝土的浇筑方法

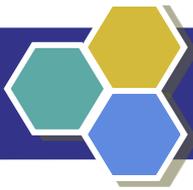
2. 柱墙浇筑

(1) 墙混凝土浇筑应连续进行，间隔时间不应超过混凝土初凝时间。

(2) 墙混凝土浇筑完后，将上口甩出的钢筋加以整理，用木抹子按标高先将墙上表面混凝土找平。

(3) 使用插入式振动棒时每层浇筑厚度不应大于500mm，振动棒不得触动钢筋和预埋件。





5.3 混凝土工程



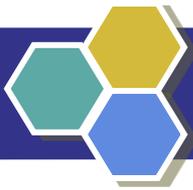
四、混凝土的浇筑

(4) 柱墙混凝土应**一次浇筑完毕**，如需留施工缝时应留在主梁下面。在柱墙与梁整体浇筑时，应在柱浇筑完毕后停歇**1-1.5h**，使其初步沉实，再继续浇筑。

(5) 每一排柱的浇筑顺序应**从两端同时开始，向中间推进**，以免浇筑混凝土后使柱发生弯曲变形。

(6) 剪力墙浇筑应采取长条流水作业，分段浇筑，均匀上升。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(四) 混凝土的浇筑方法

3. 梁板浇筑

肋形楼板的梁板应同时浇筑，由一端开始用“赶浆法”，先将梁根据高度分层浇筑成阶梯形，当达到板底位置时即与板的混凝土一起浇筑，随着阶梯的不断延伸，连续向前推进。倾倒混凝土的方向应与浇筑方向相反。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

梁与柱、主梁与次梁交叉处，钢筋比较密集，浇筑时，这一部分可改用细石混凝土进行浇筑，应选择小型振动棒辅助振捣，加密振捣点，并应适当延长振捣时间。

浇捣时，浇筑与振捣必须紧密配合，第一层下料慢些，梁底充分振实后再下第二层，用“赶浆法”保持水泥浆沿梁底包裹石子向前推进，每层应振实后再下料，梁底及梁侧部位要注意振实，振捣时不得触动钢筋及预埋件。



5.3 混凝土工程



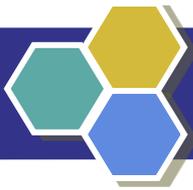
四、混凝土的浇筑

(五) 大体积混凝土浇筑

大体积混凝土是指混凝土结构物实体最小尺寸不小于1m的大体量混凝土，或预计会因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生的混凝土。

大体积混凝土在建筑中多为**设备基础**、**桩基础承台**或**厚大的基础底板**等。





5.3 混凝土工程



四、大体积混凝土浇筑

1. 大体积混凝土浇筑的温控指标

要防止大体积混凝土浇筑后产生裂缝，就要降低混凝土的温度应力。大体积混凝土施工前，应对施工阶段大体积混凝土浇筑体的温度、温度应力及收缩应力进行试算，并确定施工阶段大体积混凝土浇筑体的温升峰值、里表温差及降温速率的控制指标，制订相应的温控技术措施。





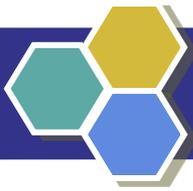
5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

大体积混凝土浇筑的温控指标应符合下列规定：

- (1) 混凝土浇筑体在入模温度基础上的温升值不宜大于 50°C 。
- (2) 混凝土浇筑体的里表温差（不含混凝土收缩的当量温度）不宜大于 25°C 。
- (3) 混凝土浇筑体的降温速率不宜大于 $20^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 。
- (4) 拆除保温覆盖时混凝土浇筑体表面与大气温差不应大于 20°C 。



5.3 混凝土工程



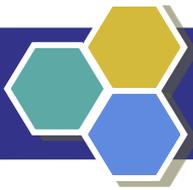
四、混凝土的浇筑

2. 大体积混凝土的材料和配合比要求

(1) 所用水泥应符合现行国家标准有关规定，应选用水化热比较低的通用硅酸盐水泥，其3天的水化热不宜大于 250kJ/kg ，7天的水化热不宜大于 280kJ/kg 。

(2) 骨料的选择，细骨料宜采用中砂，含泥量不应大于3%；粗骨料宜选用粒径 $5\sim 31.5\text{ mm}$ ，并应连续级配。





5.3 混凝土工程

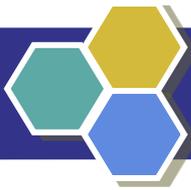


四、混凝土的浇筑

(3) 粉煤灰或矿渣粉掺量不宜大于胶凝材料用量的50%；粉煤灰和矿渣粉掺量总和不宜大于胶凝材料用量的50%；水胶比不宜大于0.48；砂率宜为35%~45%。

(4) 拌合水用量不宜大于 $170\text{kg}/\text{m}^3$ ，混凝土坍落度不宜大于180 mm。





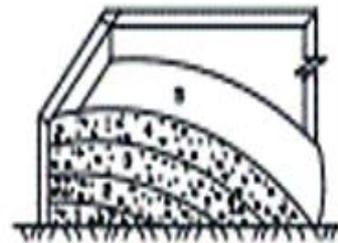
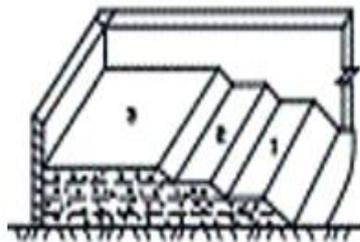
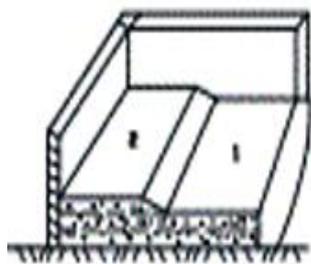
5.3 混凝土工程

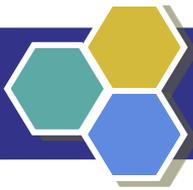


四、混凝土的浇筑

3. 大体积混凝土浇筑方法

(1) 大体积混凝土工程的施工宜采用**整体分层**连续浇筑施工或**推移式**连续浇筑施工。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(2) 超长、超宽大体积混凝土施工，应选用采用**跳仓法施工**、**留设变形缝**或**后浇带**等方法控制结构不出现有害裂缝：

跳仓法是在大体积混凝土施工中，将超长、超宽的混凝土块体分为若干小块体间隔施工，经过短期的应力释放，再将若干小块体连成整体，依靠混凝土抗拉强度抵抗下一段的温度收缩应力的施工方法。





5.3 混凝土工程

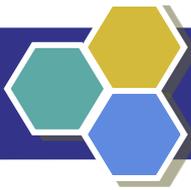


四、混凝土的浇筑

跳仓的最大分块尺寸不宜大于40m，跳仓间隔施工的时间不宜小于7d，跳仓接缝处按施工缝的要求设置和处理。变形缝或后浇带的设置和施工应符合现行国家有关标准的规定。

(3) 大体积混凝土可采用二次抹面工艺，减少表面收缩裂缝。





5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

(六) 泵送混凝土浇筑

泵送混凝土浇筑符合下列规定：

1. 根据结构平立面形状及尺寸、混凝土供应、混凝土浇筑设备、场地内外条件等划分每台 输送泵浇筑区域及浇筑顺序。
2. 采用泵管浇筑混凝土时，宜由远而近浇筑；多根泵管同时浇筑时，其浇筑速度宜保持一致。
3. 润滑泵管的水泥砂浆应与混凝土浆液成分相同，接浆厚度不应大于30mm。



5.3 混凝土工程



四、混凝土的浇筑

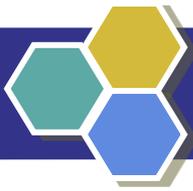
(六) 泵送混凝土浇筑

泵送混凝土浇筑符合下列规定：

4. 泵送浇筑应连续进行；当混凝土不能及时供应时，宜采取间歇泵送方式，放慢泵送速度，每隔 4-5min 进行两个行程反泵，再进行两个行程正泵，以防混凝土拌合物在泵管内结块 或离析沉淀，造成管道堵塞。

5. 混凝土浇筑后，应清洗输送泵和泵管。





5.3 混凝土工程



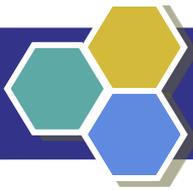
四、混凝土的浇筑

(七) 自密实混凝土浇筑

自密实混凝土是指无须外力振捣，能够在自重作用下流动并密实的混凝土。

自密实混凝土浇筑时，应根据**结构部位、结构形状、结构配筋**等确定合适的浇筑方案。自密实混凝土粗骨料最大粒径不宜大于20mm，浇筑应能使混凝土充填到钢筋、预埋件周边等模板内各部位。





5.3 混凝土工程

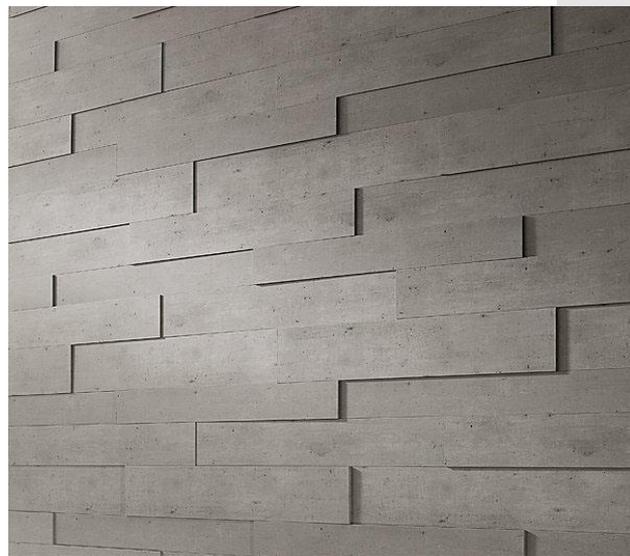


四、混凝土的浇筑

(八) 清水混凝土浇筑

清水混凝土是直接利用混凝土成型后的自然质感作为饰面效果的混凝土。

清水混凝土结构不需要装饰，不用抹灰、吊顶、装饰面层，舍去了涂料、饰面等化工产品，并且不剔凿修补、不抹灰，减少了大量建筑垃圾，有利于保护环境。





5.3 混凝土工程



五、混凝土的振捣

混凝土振捣分人工捣实和机械振捣两种方式。

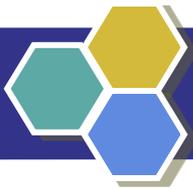
振捣机械按其工作方式分为：

插入式振动棒

平板振动器

附着振动器





5.3 混凝土工程



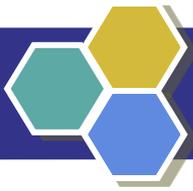
五、混凝土的振捣

1. 插入式振动棒

插入式振动棒的工作部分是一个棒状空心圆柱体，内部装有偏心振子，在电动机带动下高速转动而产生高频小幅的振动。

多用于振实梁、板、柱、墙、厚板和大体积混凝土结构等。





5.3 混凝土工程

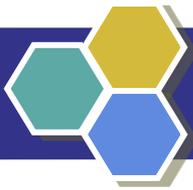


五、混凝土的振捣

振动棒应按分层浇筑厚度分别进行振捣，振动棒的前端应插入前一层混凝土中，插入深度不应小于50mm。

振动棒应垂直于混凝土表面**快插慢拔**，均匀振捣。振动棒与模板的距离不应大于振动棒作用半径的 50% ；振捣插点间距不应大于振动棒的作用半径的 1.4 倍。





5.3 混凝土工程



五、混凝土的振捣

2. 平板振动器

这种振动器适合于振捣**楼板、地面、板形构件和薄壳**等薄壁结构。

振捣倾斜表面时，应由低处向高处进行振捣。





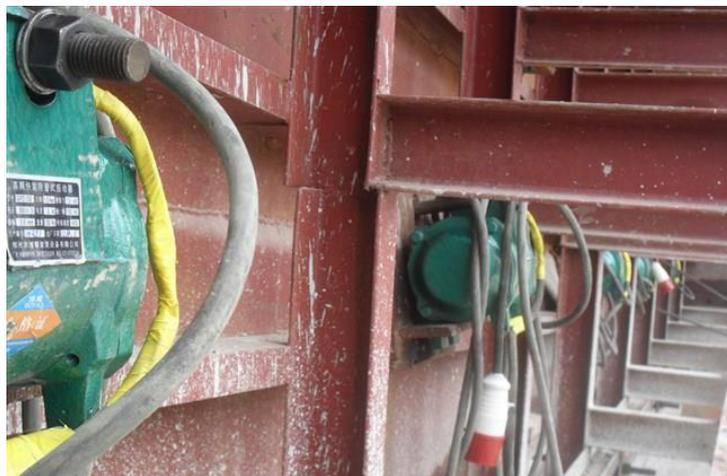
5.3 混凝土工程



五、混凝土的振捣

3. 平板振动器

这种振动器固定在模板外侧的横档或竖档上，偏心块旋转时所产生的振动力通过模板传给混凝土，使之振实。





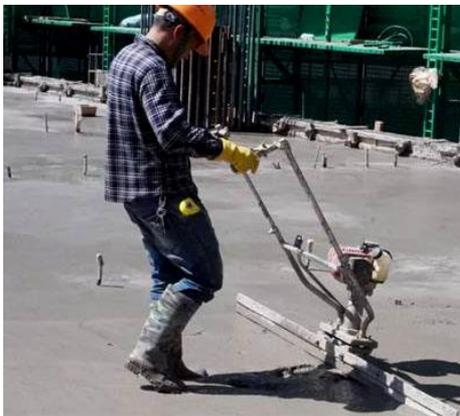
5.3 混凝土工程

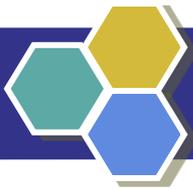


五、混凝土的振捣

4. 混凝土的二次抹面处理

其主要作用是控制表面裂缝的开展。混凝土刚振捣完毕就对混凝土表面进行的抹平压实，叫作混凝土的一次抹压。混凝土一次抹压完，并在混凝土表面水分析出后进行第二次抹压叫作混凝土的二次抹压。





5.3 混凝土工程



六、混凝土的养护

混凝土浇筑后应及时进行保湿养护，保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式。

混凝土浇筑完毕后8~12h以内就开始养护。干硬性混凝土应于浇筑完毕后立即进行养护。混凝土强度达到1.2MPa前，不得在其上踩踏、堆放物料、安装模板及支架。





5.3 混凝土工程

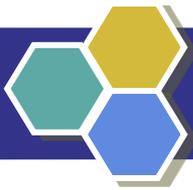


六、混凝土的养护

(一) 混凝土的养护时间

1. 采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，不应少于**7d**；采用其他品种水泥时，养护时间应根据水泥性能确定；
2. 采用缓凝型外加剂、大掺量矿物掺合料配制的混凝土，不应少于**14d**；





5.3 混凝土工程



六、混凝土的养护

3. 抗渗混凝土、强度等级C60及以上的混凝土，不应少于14d；
4. 后浇带混凝土的养护时间不应少于14d；
5. 地下室底层墙、柱和上部结构首层墙、柱，宜适当增加养护时间。





5.3 混凝土工程



六、混凝土的养护

(二) 混凝土的养护方法

1. 洒水养护

宜在混凝土裸露表面覆盖麻袋或草帘后进行，也可采用直接洒水、蓄水等养护方式。洒水养护应保证混凝土处于湿润状态为宜。

当日最低温度低于 5°C 时，不应采用洒水养护。





5.3 混凝土工程



六、混凝土的养护

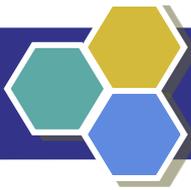
2. 覆盖养护

宜在混凝土裸露表面覆盖塑料薄膜或塑料薄膜加麻袋、塑料薄膜加草帘，塑料薄膜应紧贴混凝土裸露表面，塑料薄膜内应保持有凝结水。

3. 喷涂养护剂养护

适用于不宜洒水养护**高耸构筑物**和**大面积**混凝土结构。





5.3 混凝土工程



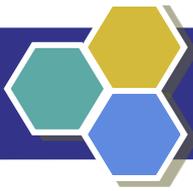
六、混凝土的养护

4. 大体积混凝土养护

基础大体积混凝土裸露表面应采用覆盖养护方式；当混凝土表面以内 40~100 mm 位置的温度与环境温度的差值小于 25℃时，可结束覆盖养护。

覆盖养护结束但尚未到达养护时间要求时，可采用洒水养护方式直至养护结束。





5.3 混凝土工程



六、混凝土的养护

5. 柱墙混凝土养护

地下室底层和上部结构首层柱墙混凝土带模养护时间不应少于 3d ；其他部位柱墙混凝土可采用洒水养护，也可采用覆盖养护或喷涂养护剂养护。

6. 同条件养护试件及标准养护试件

同条件养护试件的养护条件应与实体结构部位养护条件相同，并应妥善保管。标准养护试件的养护条件应符合国家现行有关标准的规定



5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

混凝土工程施工质量检查可分为过程控制检查和拆模后的实体质量检查。

混凝土结构拆模后的实体质量检查包括下列内容：混凝土强度、构件轴线位置、标高、截面尺寸、表面平整度、垂直度等。





5.3 混凝土工程

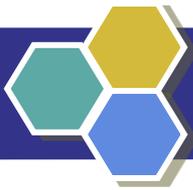


七、混凝土工程施工质量检查

1. 混凝土强度检查

根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》的规定，混凝土结构工程施工应按规定留置标准养护混凝土强度试件，以确定结构混凝土的强度是否满足设计要求。

强度等级是以混凝土试件的抗压强度指标为依据，根据边长为 **150mm** 的标准立方体试件在标准条件下 [$(20 \pm 2^\circ\text{C})$ 的温度，相对湿度 **90%** 以上] 养护 **28d** 的抗压强度来确定。



5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

(1) 试件的留置

混凝土强度试件应在混凝土的浇筑地点随机抽取。取样与试件留置应符合下列规定：

- ① 每拌制100盘且不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- ② 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足100盘时，取样不得少于一次；





5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

- ③ 当一次连续浇筑超过 1000m^3 时，同一配合比的混凝土每 200m^3 取样不得少于一次；
- ④ 每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- ⑤ 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。





5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

(2) 试件强度的确定

混凝土试件每组三个应在同盘混凝土中取样制作，并按下列规定确定该组试件的混凝土强度代表值：

- ①取三个试件强度的**平均值**，作为该组试块的代表值。
- ② 当三个试件强度中的最大值或最小值与中间值之**差超过中间值的15%** 时，以**中间值**作为该组试块的代表值。
- ③ 当三个试件强度中的最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的15%时，该组试件不应作为强度评定的依据。



5.3 混凝土工程



七、 混凝土工程施工质量检查

当混凝土强度评定不合格时，可采用从结构或构件中钻取试件的方法或采用非破损检验方法，按有关标准的规定对结构或构件混凝土的强度进行推定





5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

2. 混凝土质量缺陷

混凝土结构缺陷可分为尺寸偏差缺陷和外观缺陷。

尺寸偏差缺陷和外观缺陷可分为一般缺陷和严重缺陷。

表 混凝土结构外观缺陷分类

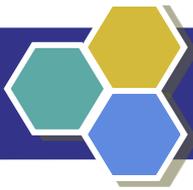
名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞

5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土有缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷



5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

3. 混凝土结构质量缺陷处理

混凝土结构外观**一般缺陷**修整：对于露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、外表缺陷，应凿除胶结不牢固部分的混凝土，应清理表面，洒水湿润后应用 1:2~1:2.5 水泥砂浆抹平；





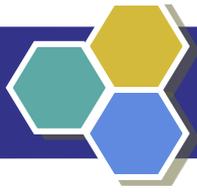
5.3 混凝土工程



七、混凝土工程施工质量检查

混凝土结构外观**严重缺陷**修整：对于露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、外表缺陷，应凿除胶结不牢固部分的混凝土至密实部位，清理表面，支设模板，洒水湿润，涂抹混凝土界面剂，应采用比原混凝土强度等级高一级的细石混凝土浇筑密实，养护时间不应少于 7d；





Thank You !

