

1A412000 结构与构造

1A412010 结构可靠性要求	1A412020 结构设计	1A412030 结构构造
结构工程的安全性★	常用建筑结构体系和应用▲	结构构造设计要求▲
结构工程的适用性▲	结构设计作用★	结构抗震设计构造要求★
结构工程的耐久性★	--	--

1A412031 结构构造设计要求

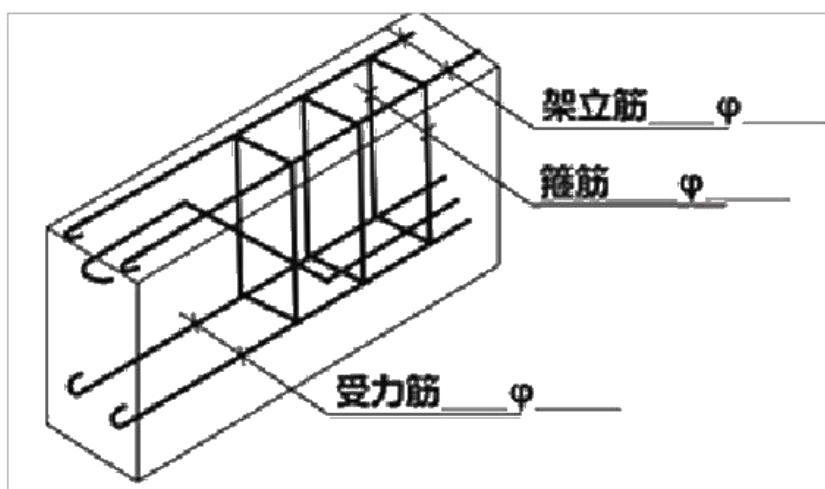
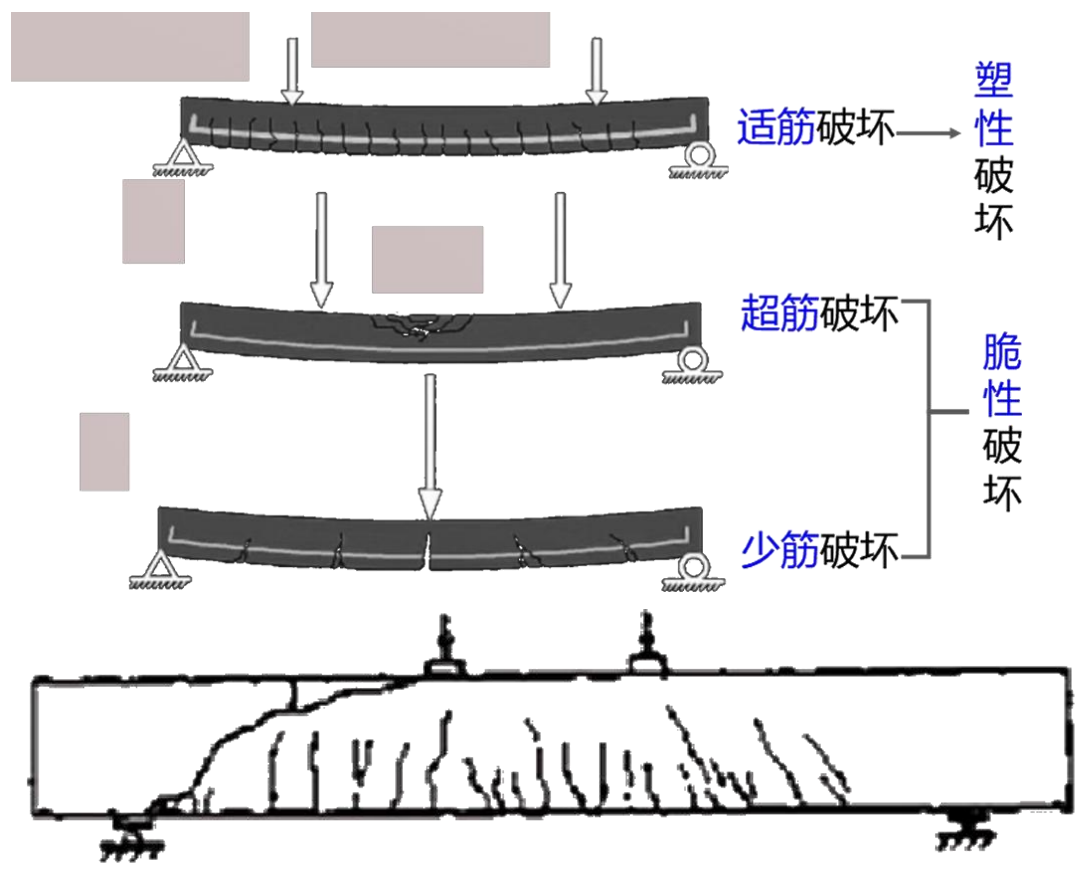
	优点	缺点
钢筋混凝土结构	强度较高,钢筋和混凝土两种材料的强度都能充分利用; 可模性好,适用面广; 耐久性和耐火性较好,维护费用低; 现浇混凝土结构的整体性,延性好,防振性和防辐射性能较好; 易于就地取材	自重大,抗裂性较差,施工复杂,工期较长
砌体结构	砌体材料抗压性能好,保温、耐火、耐久性能好; 材料经济,就地取材; 施工简便,管理、维护方便。	抗弯、抗拉强度低; 耗费大量的能源; 自重大,施工劳动强度高,运输损耗大
钢结构	钢结构的抗拉、抗压强度都很高,构件断面小,自重较轻,结构性能好	--

【2015 年】砌体结构的特点有()。

- A . 抗压性能好
- B . 材料经济、就地取材
- C . 抗拉强度高
- D . 抗弯性能好
- E . 施工简便

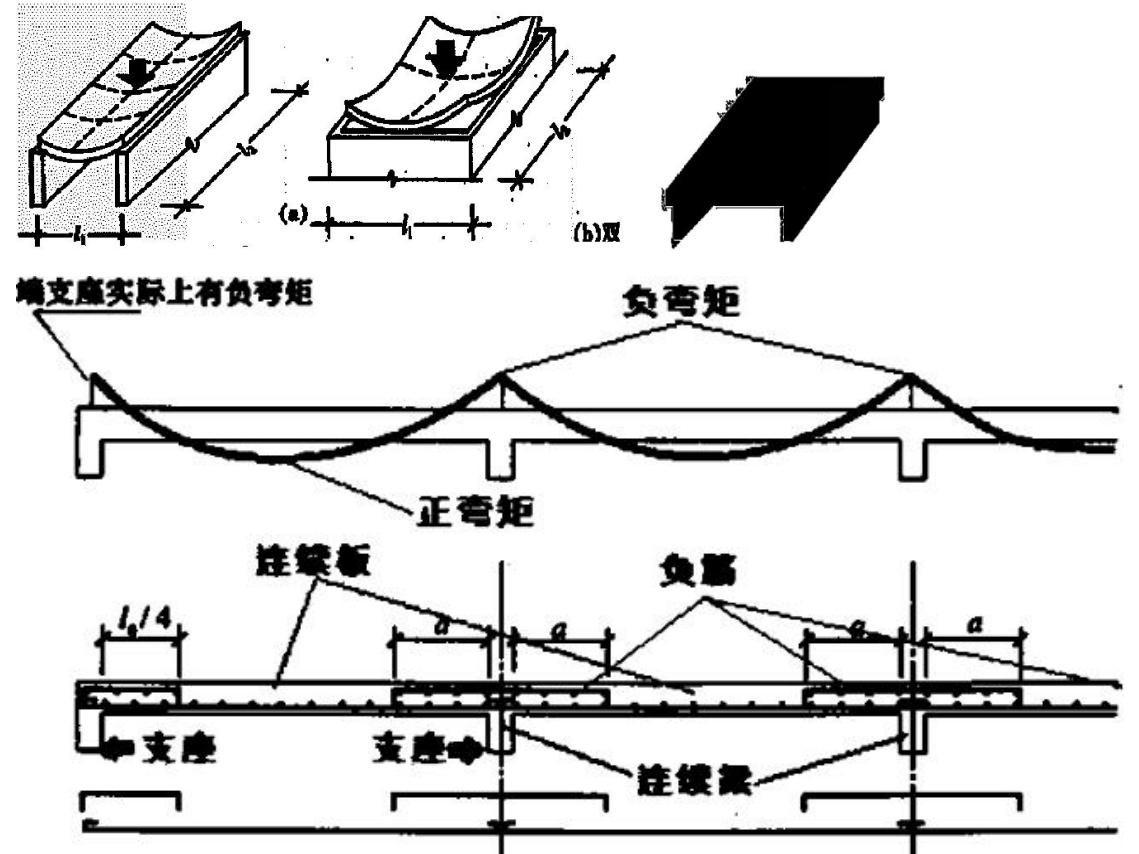
【答案】ABE

【解析】砌体的抗压强度相对于块材的强度来说还很低,抗弯、抗拉强度则更低。



钢筋混凝土结构		
粘结强度	影响粘结强度的主要因素：混凝土的强度、保护层的厚度和钢筋之间的净距离等。	
梁配筋原理构造要求	正截面	对梁的配筋量在规范中明确地作出规定，不允许设计成超筋梁和少筋梁，对最大、最小配筋率均有限值，它们的破坏是没有预兆的脆性破坏。
	斜截面	1.影响斜截面受力性能的主要因素 2.为了防止斜截面的破坏，通常采用的措施
梁配筋原理构造要求	斜截面	影响斜截面受力性能的主要因素： 1) 剪跨比和高跨比； 2) 混凝土的强度等级；

		3) 腹筋的数量, 箍筋和弯起钢筋统称为腹筋。		
	措施	1) 限制梁的截面最小尺寸, 其中包含混凝土强度等级因素; 2) 适当配置箍筋, 并满足规范的构造要求; 3) 当上述两项措施还不能满足要求时, 可适当配置弯起钢筋, 并满足规范的构造要求。		
单向板与双向板的受力特点				
支撑特点	类型	长短边之比	注	
四边支撑	双向板	≤ 2	应	双向受力筋
双向受弯		$> 2, < 3$	宜	
两对边支撑 一个方向受弯	单向板	≥ 3	可	沿短边方向受力, 应沿长边方向布置足够数量的构造筋
连续梁、板的受力特点				
连续梁、板的受力特点是, 跨中有正弯矩, 支座有负弯矩。因此, 跨中按最大正弯矩计算正筋, 支座按最大负弯矩计算负筋。				
梁、板的构造要求				
1.板的厚度与计算跨度有关, 屋面板一般不小于 60mm, 楼板一般不小于 80mm, 板的支承长度不能小于规范规定的长度, 板的保护层厚度一般为 15~30mm。受力钢筋间距不宜大于 250mm。 2.梁、板混凝土的强度等级一般采用 C20 以上。				



【2019 年】影响钢筋与混凝土之间粘结强度的因素有 ()。

A. 混凝土强度

B . 钢筋抗拉强度

C . 钢筋抗压强度

D . 钢筋屈服强度

【答案】A

【解析】影响钢筋与混凝土之间粘结强度的因素有混凝土的强度、保护层的厚度、钢筋之间的净距离。

【练习题】关于梁的配筋说法正确的是（ ）。

A.不允许设计成少筋梁

B.允许设计成超筋梁

C.对最大配筋率有限值

D.对最小配筋率有限值

E.超筋梁的破坏是塑性破坏

【答案】ACD

【练习题】关于一般环境条件下建筑结构混凝土板构造要求的说法，错误的是（ ）。

A.屋面板厚度一般不小于 80mm

B.楼板厚度一般不小于 60mm

C.板混凝土的强度等级一般采用 C25 以上

D.板的保护层厚度不小于 35mm

E.楼板受力钢筋间距不宜大于 250mm

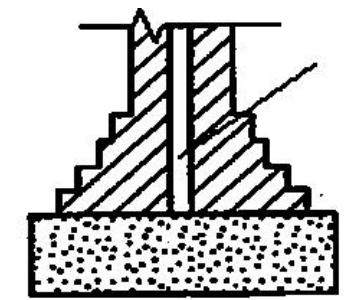
【答案】ABCD

砌体房屋结构的主要构造要求

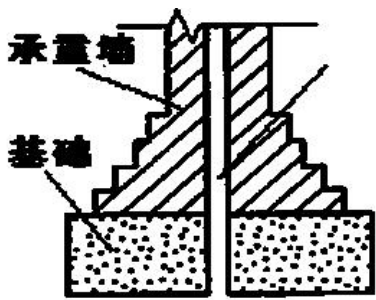
墙体的构造措施主要包括三个方面，即伸缩缝、沉降缝和圈梁。

构造措施	作用	构造要求
伸缩缝	解决温度应力	伸缩缝两侧宜设承重墙体,其基础可不分开
沉降缝	防止沉降裂缝	基础必须分开
圈梁	抵抗基础不均匀沉降 引起的墙体内拉应力,增加整体性	圈梁宜连续地设在同一水平面上, 并形成封闭状

砌体房屋结构的主要构造要求



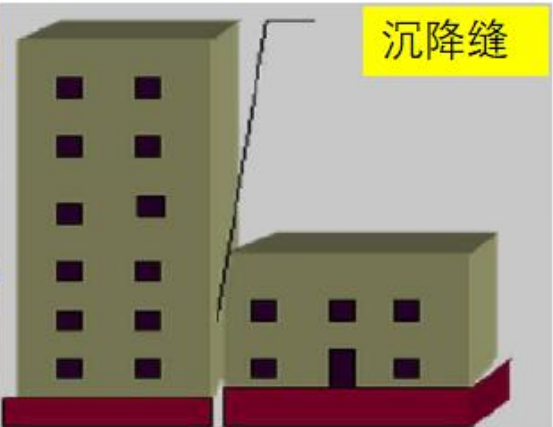
伸缩缝或防震缝



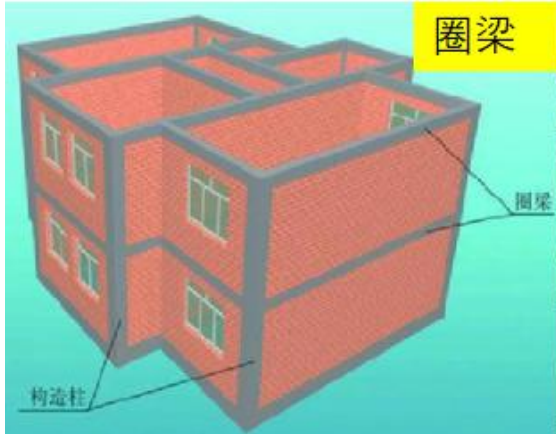
沉降缝



伸缩缝



沉降缝



圈梁



防震缝

【练习题】关于砌体房屋结构的构造要求，正确的是（ ）。

- A．伸缩缝的基础必须分开
- B．沉降缝的基础可不分开

C . 圈梁结构应有可靠连接

D . 圈梁应断开

【答案】 C

1A412032 结构抗震设计构造要求

地震的震级及烈度		
震级	震级是按照地震本身强度而定的等级标度，用以衡量某次地震的大小，用符号 M 表示。（里氏震级）	
地震烈度	地震烈度是指某一地区的地面及建筑物遭受一次地震影响的强弱程度。	
基本烈度	是指该地区今后一定时间内，在一般场地条件下可能遭遇的最大地震烈度。基本烈度大体为在设计基准期超越概率为 10% 的地震烈度。	
抗震设防烈度	抗震设防的依据（以北京地区为例，抗震设防烈度为 8 度，超越 8 度的概率为 10% 左右）。	
抗震设防		
基本思想和原则	我国规范抗震设防的基本思想和原则是"三个水准" "小震不坏、中震可修、大震不倒"	
抗震设防类别	建筑物的抗震设计根据其使用功能的重要性分为甲、乙、丙、丁四个抗震设防类别。大量的建筑物属于丙类。	
抗震构造措施		
多层砌体房屋	特点	在强烈地震作用下，多层砌体房屋的破坏部位主要是墙身，楼盖本身的破坏较轻。
	措施	设置钢筋混凝土构造柱； 设置钢筋混凝土圈梁与构造柱连接起来 加强墙体的连接，楼板和梁应有足够的支承长度和可靠连接 加强楼梯间的整体性 
抗震构造措施		
框架结构	特点	震害调查结果：框架结构震害的严重部位多发生在框架梁柱节点和填充墙处，一般是柱的震害重于梁，柱顶的震害重于柱底，角柱的震害重于

		内柱，短柱的震害重于一般柱 柱>梁柱顶>柱底角柱>内柱短柱>一般柱 (口诀：注定脚短)
	措 施	强柱、强节点、强锚固、避免短柱、加强角柱； 框架沿高度不宜突变，避免出现薄弱层； 控制最小配筋率，限制配筋最小直径等； 构造上受力筋锚固适当加强，节点处箍筋适当加密等

【2019 年】框架结构抗震构造措施涉及的原则有 ()。

- A . 强柱、强节点、强锚固
- B . 避免长柱、加强角柱
- C . 框架沿高度不宜突变
- D . 控制最小配筋率
- E . 限制配筋最大直径

【答案】ACD

【解析】框架结构抗震构造措施原则：强柱、强节点、强锚固，A 正确；避免短柱、加强角柱，B 错误；框架沿高度不宜突变，避免出现薄弱层，C 正确；控制最小配筋率，D 正确；限制配筋最小直径等原则，E 错误。

【2017 年】不利于提高框架结构抗震性能的措施是 ()。

- A . 加强角柱
- B . 强梁弱柱
- C . 加长钢筋锚固
- D . 增强梁柱节点

【答案】B

【解析】框架结构震害的严重部位多发生在框架梁柱节点和填充墙处，一般是柱的震害重于梁，柱顶的震害重于柱底，角柱的震害重于内柱，短柱的震害重于一般柱，相应抗震措施有强柱、强节点、强锚固、避免短柱、加强角柱等。

【2014】关于钢筋混凝土框架结构震害严重程度的说法，错误的是（ ）。

- A．柱的震害重于梁
- B．角柱的震害重于内柱
- C．短柱的震害重于一般柱
- D．柱底的震害重于柱顶

【答案】D

【解析】框架结构震害的严重部位多发生在框架梁柱节点和填充墙处，一般是柱的震害重于梁，柱顶的震害重于柱底，角柱的震害重于内柱，短柱的震害重于一般柱。

【2012 年】加强多层砌体结构房屋抵抗地震力的构造措施有（ ）。

- A．提高砌体材料的强度
- B．增大楼面结构厚度
- C．设置钢筋混凝土构造柱
- D．加强楼梯间的整体性
- E．设置钢筋混凝土圈梁并与构造柱连接起来

【答案】CDE

【解析】多层砌体房屋的抗震构造措施：设置钢筋混凝土构造柱；设置钢筋混凝土圈梁与构造柱连接起来；加强墙体的连接；加强楼梯间的整体性。

1A412010 结构可靠性要求	1A412020 结构设计	1A412030 结构构造
结构工程的安全性★	常用建筑结构体系和应用▲	结构构造设计要求▲
结构工程的适用性▲	结构设计作用★	结构抗震设计构造要求★
结构工程的耐久性★		

小结

1.结构可靠性要求（安全性、适用性、耐久性）；

2.混合结构、框架结构、剪力墙结构、框剪结构、筒体结构等各自适用的高度和优缺点对比；

3.荷载的分类

随时间变异分类：永久作用、可变作用、偶然作用

按作用面大小分类：面荷载、线荷载、集中荷载

4.钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构特点（注意对比记忆）；

5.框架结构、多层砌体结构的震害特点和抗震构造措施。

1A413000 装配式建筑

1A413001 装配式混凝土建筑

（一）装配式混凝土建筑的优势

- 1）保证工程质量
- 2）降低安全隐患
- 3）提高生产效率
- 4）降低人力成本
- 5）节能环保，减少污染
- 6）模数化设计，延长建筑寿命

（口诀：默认节省保安）

（二）装配式混凝土建筑的分类

类别	特点	连接	优点
全预制 装配式结构	所有结构构件都是工厂预制生产、现场装配	柔性连接	生产效率高，施工速度快，构件质量好，受季节影响小，建设量较大而又相对稳定的地区，采用工厂化生产可以取得较好的效果。恢复性能好，震后只需对连接部位进行修复即可继续使用，具有较好的经济效益
预制装配整体式结构	部分结构构件在工厂内生产	强连接节点	通常采用强连接节点，能够达到与现浇混凝土现浇结构相同或相近的抗震能力，具有良好的整体性能，具有足够的强度、刚度和延性，能安全抵抗地震力

1A413003 装配式装饰装修

装配式装饰装修主要特征

主要特征	模块化设计：模块化设计是建筑装饰工业化的基础
	标准化制作：标准化制作装配式装饰模块化产品是实现批量化生产和整体化安装的前提
	批量化生产：批量化生产是装配式装饰的重要标志之一
	整体化安装：整体化安装是装配式装饰的重要表现形式

1A414000 建筑工程材料

1A414010 常用建筑结构材料	1A414020 建筑装饰装修材料	1A414030 建筑功能材料
水泥的性能和应用★	饰面板材和建筑陶瓷的特性与应用▲	建筑防水材料的特性与应用▲
建筑钢材的性能和应用★	木材和木制品的特性与应用▲	建筑防火材料的特性与应用▲
混凝土的性能和应用★	建筑玻璃的特性与应用▲	建筑保温材料的特性与应用▲
砌体结构材料的性能和应用▲	建筑金属材料的特性与应用	

1A414011 水泥的性能和应用

通用硅酸盐水泥的代号和强度等级			
水泥名称	简称	代号	强度等级
硅酸盐水泥	硅酸盐水泥	P·I、P·II	42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R
普通硅酸盐水泥	普通水泥	P·O	42.5、42.5R、52.5、52.5R
矿渣硅酸盐水泥	矿渣水泥	P·S·A、P·S·B	32.5、32.5R
火山灰硅酸盐水泥	火山灰水泥	P·P	42.5、42.5R
粉煤灰硅酸盐水泥	粉煤灰水泥	P·F	52.5、52.5R
复合硅酸盐水泥	复合水泥	P·C	32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R

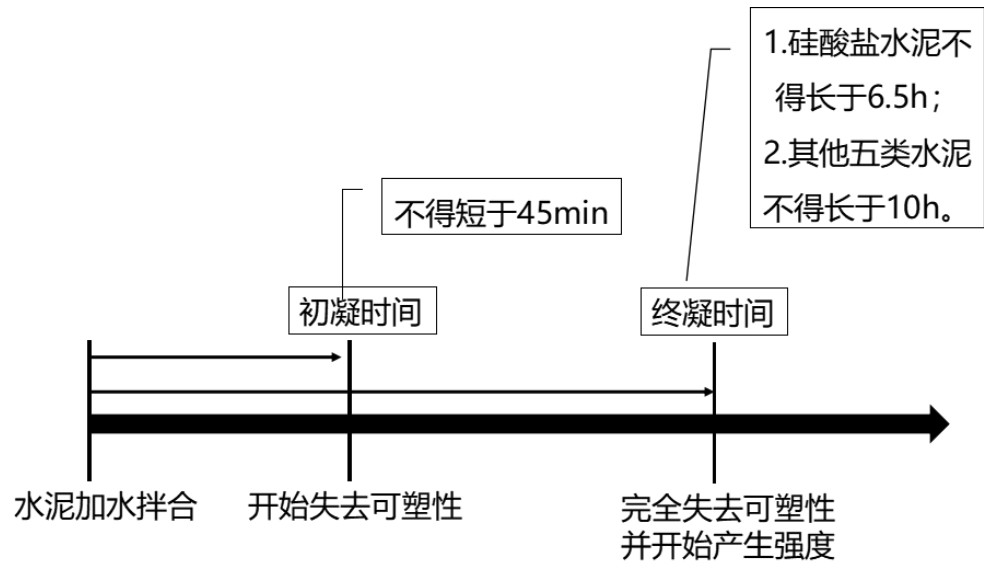
注：强度等级中，R表示早强型。

类别		硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥	粉煤灰水泥	复合水泥
六大常用水泥的主要特性	凝结硬化	快		慢			
	早期强度	高		低，后期增长快			
	水化热	大		较小			
	抗冻性	好		差			
	耐腐蚀性	差		好			
	耐热性	差	较差	好	较差	较差	与掺合料种类、掺量有关
	抗裂性	-----				好	
	抗渗性	---	---	差	较好	---	
	干缩性	小		大		小	
常用水泥的选用							

工程特点	优先选用	不宜使用
厚大体积的混凝土	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥	硅酸盐水泥
要求快硬、早强的混凝土	硅酸盐水泥	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥 复合水泥
高强（大于 C50 级）混凝土	硅酸盐水泥	火山灰水泥 粉煤灰水泥
有抗渗要求的混凝土	普通水泥、火山灰水泥	矿渣水泥

常用水泥技术要求

凝结时间



常用水泥技术要求

技术要求	凝结时间	初凝时间	不得短于 45min
		终凝时间	硅酸盐水泥不得长于 6.5h ； 其他五类水泥不得长于 10h。
	安定性	在凝结硬化过程中，体积变化的均匀性	
	强度	强度：采用胶砂法来测定水泥的 3d 和 28d 的抗压强度和抗折强度，根据测定结果来确定该水泥的强度等级	
	其他	其他技术要求：包括标准稠度用水量、水泥的细度及化学指标。水泥的细度、碱含量属于选择性指标	

- 【2019 年】水泥的初凝时间指（ ）。
- A.从水泥加水拌合起至水泥浆失去可塑性所需的时间
- B.从水泥加水拌合起至水泥浆开始失去可塑性所需的时间

C.从水泥加水拌合起至水泥浆完全失去可塑性所需的时间

D.从水泥加水拌合起至水泥浆开始产生强度所需的时间

【答案】B

【解析】水泥的初凝时间是从水泥加水拌合起至水泥浆开始失去可塑性所需的时间。

【练习题】根据《通用硅酸盐水泥》(GB175),关于六大常用水泥凝结时间的说法,正确的是()。

A.初凝时间均不得短于40min

B.硅酸盐水泥终凝时间不得长于6.5h

C.普通硅酸盐水泥的终凝时间不得长于12h

D.除硅酸盐水泥外的其他五类水泥的终凝时间不得长于12h

【答案】B

【解析】初凝时间均不得短于45min,除硅酸盐水泥外的其他五类水泥的终凝时间不得长于10h。

【2018年】关于粉煤灰水泥主要特征的说法,正确的是()。

A.水化热较小

B.抗冻性好

C.干缩性较大

D.早期强度高

【答案】A

【解析】粉煤灰水泥抗冻性差,干缩性较小,早期强度低。

【2014年】下列水泥品种中,其水化热最大的是()。

A.普通水泥

B . 硅酸盐水泥

C . 矿渣水泥

D . 粉煤灰水泥

【答案】B

1A414012 建筑钢材的性能和应用

一、常用的建筑钢材

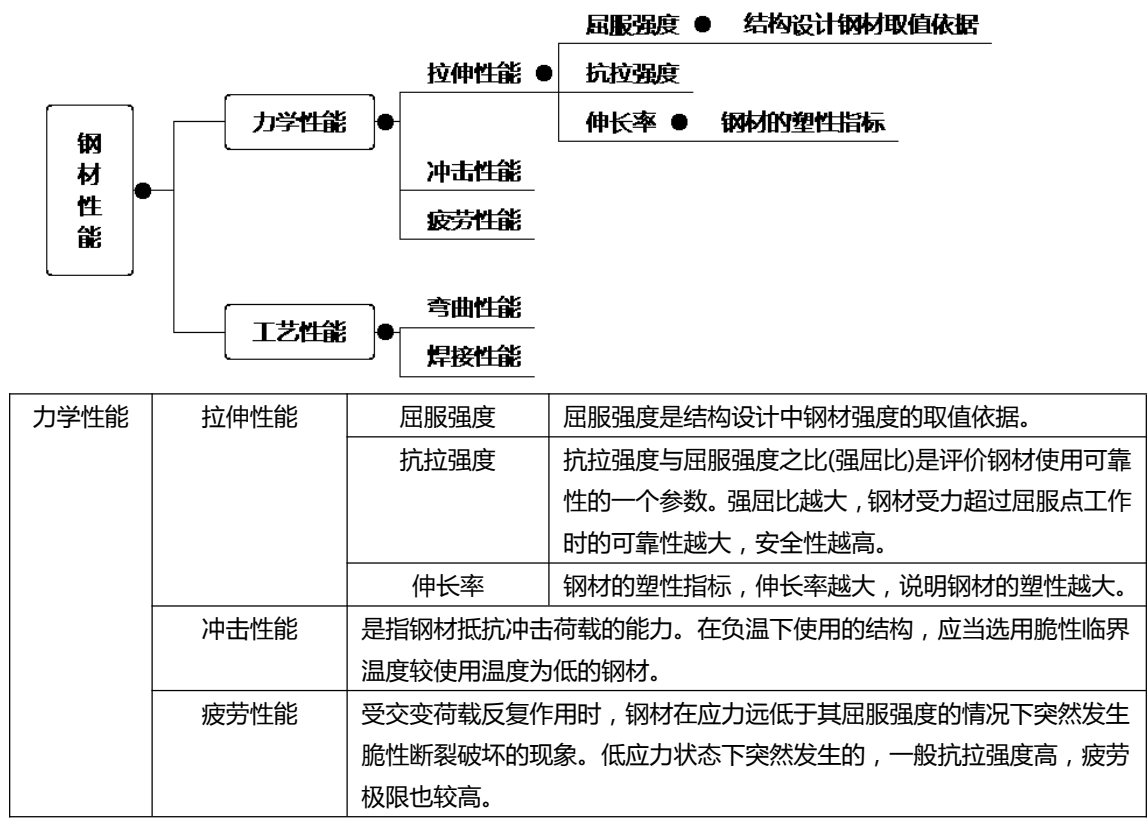
	类别、符号	用途、要求
钢筋混凝土结构用钢	光圆钢筋：HPB300	板的受力钢筋、箍筋、构造钢筋
	带肋钢筋：HRB400	主要受力钢筋
	抗震结构用钢 HRB400E	1) 钢筋实测抗拉强度与实测下屈服强度之比 ≥ 1.25 (强屈比) 2) 钢筋实测下屈服强度与规定的下屈服强度特征值 ≤ 1.30 (超屈比) 3) 钢筋的最大力总伸长率 $\geq 9\%$



二、建筑钢材的性能

力学性能是钢材最重要的使用性能

工艺性能表示钢材在各种加工过程中的行为



三、钢材化学成分及其对钢材性能的影响

元素	影响	有害
碳	决定钢材性能最重要的因素。 强度、硬度↑ ；塑性、韧性↓	
硅	含量 < 1%时，强度↑，塑性、和韧性影响不明显	
锰	能消减硫和氧引起的热脆性，使钢材热加工性能改善，强度提高	
磷	强度、硬度↑ ；塑性、韧性↓	√
硫	可焊性、冲击韧性、耐疲劳性、抗腐蚀性↓	√
氧	韧性、可焊性↓	√
氮	强度↑；塑性、韧性↓	

【2020 年】常用较高要求抗震结构的纵向受力普通钢筋品种是（ ）。

- A.HRBB500
- B.HRBF500
- C.HRB500E
- D.HRB600

【答案】 C

【2018 年】HRB400E 钢筋应满足最大力下总伸长率不小于（ ）。

- A.6%
- B.7%
- C.8%
- D.9%

【答案】D

【2015 年】在工程应用中，钢筋的塑性指标通常用（ ）表示。

- A．抗拉强度
- B．屈服强度
- C．强屈比
- D．伸长率

【答案】D

【解析】钢筋的塑性指标通常用伸长率表示。

【2018 年】下列属于钢材工艺性能的有（ ）。

- A．冲击性能
- B．弯曲性能
- C．疲劳性能
- D．焊接性能
- E．拉伸性能

【答案】BD

【解析】力学性能是钢材最重要的使用性能，包括拉伸性能、冲击性能、疲劳性能等。工艺性能表示钢材在各种加工过程中的行为，包括弯曲性能和焊接性能等。

【2017 年二建】下列建筑钢材性能指标中，不属于拉伸性能的是（ ）。

- A . 屈服强度
- B . 抗拉强度
- C . 疲劳强度
- D . 伸长率

【答案】C

【练习题】下列关于建筑钢材性能说法错误的是（ ）。

- A . 在工程应用中，钢材塑性指标通常用伸长率表示
- B . 伸长率越大，说明钢材的塑性越大
- C . 力学性能包括拉伸性能、冲击性能、伸长率
- D . 拉伸性能的指标包括屈服强度、抗拉强度和伸长率

【答案】C

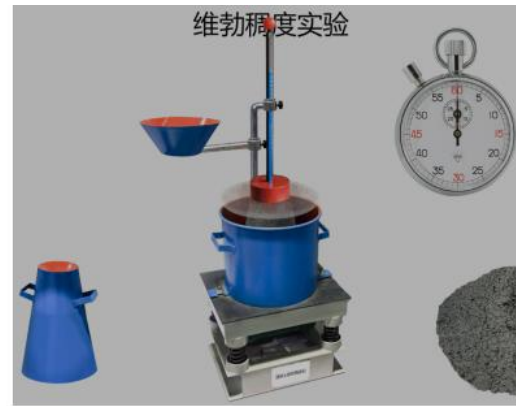
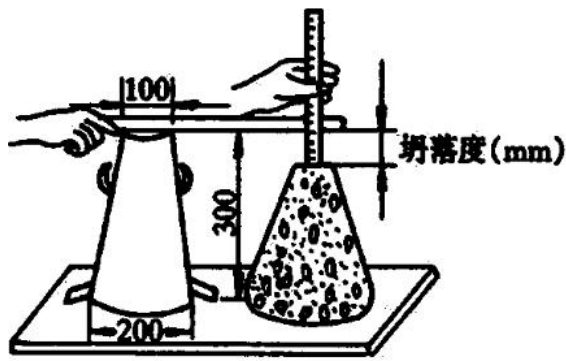
【解析】力学性能包括拉伸性能、冲击性能、疲劳性能。

【练习题】下列钢材化学成分中，属于碳素钢中的有害元素有()。

- A . 碳
- B . 氧
- C . 锰
- D . 磷
- E . 硫

【答案】BDE

1A414013 混凝土的性能和应用



混凝土技术性能			
和易性	流动性	1.坍落度（坍落度越大流动性越大）	
	黏聚性	2.维勃稠度（坍落度值小于 10mm 的干硬性混凝土，稠度值（s）越大，流动性越小）	
	保水性	3.影响其和易性的因素主要包括：单位体积用水量、砂率、组成材料的性质（组成）、时间和温度。单位体积用水量是影响混凝土和易性最主要的因素	
混凝土技术性能			
强度	试块规格	抗压标准强度	边长为 150mm 的立方体试件
		轴心抗压强度	150mm×150mm×300mm 棱柱体
		抗拉强度	混凝土抗拉强度只有抗压强度的 1/20-1/10
	养护	标准条件：温度 20±2℃相对湿度 95%以上 养护到 28d 龄期	
	划分为 C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75 和 C80 共 14 个等级，C30 表示混凝土立方体抗压强度标准值 30MPa≤f _{cu,k} <35MPa		
混凝土技术性能			
耐久性是个综合概念，包括：抗渗、抗冻、抗侵蚀、碳化、碱骨料反应以及混凝土中钢筋锈蚀等性能。			
耐久性	抗渗性	符号 P，六个等级 P4~P12 和>P12。混凝土的抗渗性主要与其密实度及内部空隙的大小和构造有关	
	碳化	碳化使混凝土的碱度降低，削弱混凝土对钢筋的保护作用，可能导致钢筋锈蚀；碳化显著增加混凝土的收缩，使混凝土抗压强度增大；但可能产生细微裂缝，而使混凝土抗拉强度、抗折强度降低。	
混凝土技术性能			
耐久性	碱骨料反应	碱骨料反应是指水泥中的碱性氧化物含量较高时，会与骨料中所含的活性二氧化硅发生化学反应，并在骨料表面生成碱-硅酸凝胶，吸水后在混凝土的长期使用过程中会产生较大的体积膨胀，导致混凝土胀裂的现象，影响混凝土的耐久性。	



【2020】施工现场常用坍落度试验来测定混凝土（ ）指标。

- A . 流动性
- B . 黏聚性
- C . 保水性
- D . 耐久性

【答案】A

【2020 年】混凝土立方体抗压强度标准试件的边长（ ）mm。

- A . 70.7
- B . 100
- C . 150
- D . 200

【答案】C

【2018 年】影响混凝土拌合物和易性的主要因素包括（ ）。

- A . 强度
- B . 组成材料的性质
- C . 砂率
- D . 单位体积用水量

E . 时间和温度

【答案】BCDE

【解析】影响混凝土拌合物和易性的主要因素包括单位体积用水量、砂率、组成材料的性质、时间和温度等。

【2014 年】在混凝土配合比设计时，影响混凝土拌合物和易性最主要的因素是（ ）。

A . 砂率

B . 单位体积用水量

C . 拌合方式

D . 温度

【答案】B

【解析】影响混凝土拌合物和易性的主要因素包括单位体积用水量、砂率、组成材料的性质、时间和温度等。最主要因素是单位体积用水量。

【2012 年】下列混凝土拌合物性能中，不属于和易性含义的是（ ）。

A . 流动性

B . 黏聚性

C . 耐久性

D . 保水性

【答案】C

【解析】和易性是一项综合的技术性质，包括流动性、黏聚性、保水性。

【2011】混凝土的耐久性能包括（ ）。

A . 抗冻性

B . 碳化

- C . 抗渗性
- D . 抗侵蚀性
- E . 和易性

【答案】ABCD

【2013 年】关于混凝土表面碳化的说法，正确的有（ ）。

- A . 降低了混凝土的碱度
- B . 削弱了混凝土对钢筋的保护作用
- C . 增大了混凝土表面的抗压强度
- D . 增大了混凝土表面的抗拉强度
- E . 降低了混凝土的抗折强度

【答案】ABCE

【解析】混凝土的碳化（中性化）：碳化使混凝土的碱度降低，削弱混凝土对钢筋的保护作用，可能导致钢筋锈蚀；碳化显著增加混凝土的收缩，使混凝土抗压强度增大，但可能产生细微裂缝，而使混凝土抗拉强度、抗折强度降低。

【练习题】下列关于混凝土技术性能，说法正确的有（ ）。

- A . 混凝土和易性包括流动性、黏聚性、耐久性
- B . 单位体积用水量决定水泥浆的数量和稠度，它是影响混凝土和易性最主要的因素
- C . 混凝土抗渗等级分为四个等级
- D . 碳化使混凝土的碱度降低，削弱混凝土对钢筋的保护作用，可能导致钢筋锈蚀
- E . 碳化使混凝土抗拉强度增大，使混凝土抗压强度、抗折强度降低

【答案】BD

【解析】混凝土和易性包括流动性、黏聚性、保水性；混凝土抗渗等级分为 6 个等级；碳

化显著增加混凝土的收缩，使混凝土抗压强度增大，但可能产生细微裂缝，而使混凝土抗拉强度、抗折强度降低。

外加剂技术性能和应用	
改善性能	外加剂种类
流变性能	减水剂、引气剂、泵送剂等
凝结时间 硬化性能	缓凝剂、早强剂、速凝剂等
耐久性	引气剂、防水剂、阻锈剂等
外加剂技术性能和应用	
类别	应用
减水剂	混凝土掺入减水剂，若不减少拌合用水量，能显著提高拌合物的流动性；当减水而不减少水泥时，可提高混凝土强度；若减水的同时适当减少水泥用量，则可节约水泥。同时，混凝土的耐久性也能得到显著改善
早强剂	多用于冬期施工或紧急抢修工程
缓凝剂	主要用于高温季节混凝土、大体积混凝土、泵送与滑模方法施工以及远距离运输的商品混凝土等
引气剂	改善和易性，减少泌水离析，提高抗渗性和抗冻性；提高混凝土的抗裂性有利；但混凝土的抗压强度会有所降低。 适用于抗冻、防渗、抗硫酸盐、泌水严重的混凝土等

【2020 年】在抢修工程中常用的混凝土外加剂是（ ）。

- A．减水剂
- B．早强剂
- C．缓凝剂
- D．膨胀剂

【答案】B

【2015 年】下列混凝土外加剂中，不能显著改善混凝土拌合物流变性能的是（ ）。

- A．减水剂
- B．引气剂
- C．膨胀剂
- D．泵送剂

【答案】C

【解析】改善混凝土拌合物流变性能的外加剂。包括各种减水剂、引气剂和泵送剂等。

【练习题】关于混凝土外加剂的说法，错误的是（ ）。

- A．大体积混凝土施工应掺加速凝剂
- B．早强剂多用于冬期施工或紧急抢修工程
- C．掺入减水剂改善混凝土拌合物的流变性能
- D．引气剂可改善混凝土拌合物的流变性能和耐久性

【答案】A

【解析】缓凝剂主要用于高温季节混凝土、大体积混凝土、泵送与滑模方法施工以及远距离运输的商品混凝土等。

1A414014 砌体结构材料的性能和应用

块体的种类				
块体 砖 砌块 石材 烧结砖 蒸压砖 混凝土砖 普通砖 多孔砖 空心砖 实心砖 多孔半盲孔砖				
块体的种类				
烧结砖	分类	孔洞率	砌筑方向	应用
	多孔砖	≤35%	砌筑时孔洞垂直于受压面	主要用于承重部位的砖
	空心砖	≥40%	砌筑时孔洞水平	主要用于框架填充墙和自承重隔墙
块体的种类				



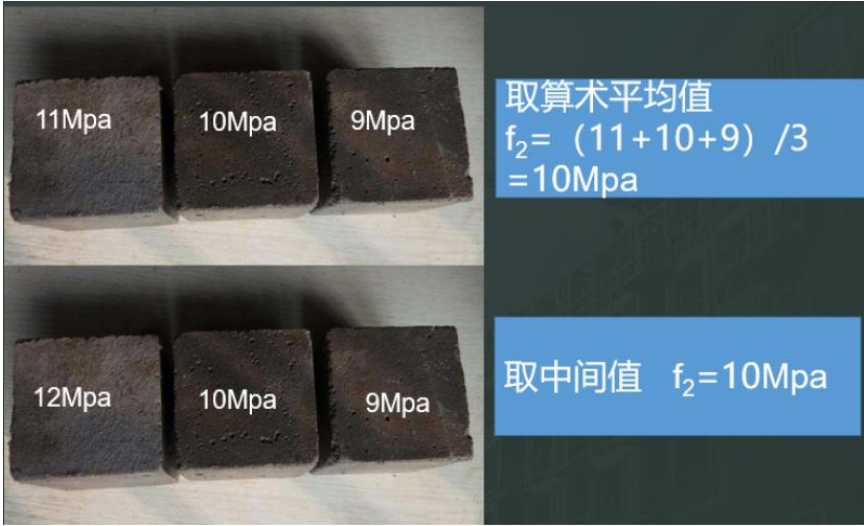
块体的种类



块体的强度等级

承重结构块体强度等级要求		表1A414014-1
块体类型	强度等级	
烧结普通砖、烧结多孔砖	MU30、MU25、MU20、MU15、MU10	
蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖	MU25、MU20、MU15	
混凝土普通砖、混凝土多孔砖	MU30、MU25、MU20、MU15	
混凝土砌块、轻集料混凝土砌块	MU20、MU15、MU10、MU7.5、MU5	
石材	MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20	

砂浆的种类及强度等级	
概念	砂浆是由胶凝材料（水泥、石灰）、细集料（砂）、掺加料（可以是矿物掺合料、石灰膏、电石膏等一种或多种）和水等为主要原材料进行拌合，硬化后具有强度的工程材料。
种类	砂浆按成分组成，通常分为水泥砂浆、混合砂浆和专用砂浆。
砂浆的种类及强度等级	
水泥砂浆	水泥砂浆强度高、耐久性好，但流动性、保水性均稍差，一般用于房屋防潮层以下的砌体或对强度有较高要求的砌体。（以水泥、砂和水为主要原材料）

混合砂浆	水泥石灰砂浆具有一定的强度和耐久性，且流动性、保水性均较好，易于砌筑，是一般墙体中常用的砂浆。 （以水泥、砂和水为主要原材料，并加入石灰膏、电石膏、黏土膏的一种或多种）
砂浆的种类及强度等级	
砌块专用砂浆	由水泥、砂、水以及根据需要掺入的掺合料和外加剂等组成，按一定比例，采用机械拌合制成，专门用于砌筑混凝土砌块的砌筑砂浆。
蒸压砖专用砂浆	由水泥、砂、水以及根据需要掺入的掺合料和外加剂等组成，按一定比例，采用机械拌合制成，专门用于砌筑蒸压灰砂砖砌体或蒸压粉煤灰砖砌体，且砌体抗剪强度不应低于烧结普通砖砌体取值的砂浆。
砂浆技术性能和应用	
强度	以边长为 70.7mm 的立方体试件，在标准养护条件下（温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$，相对湿度 90%以上），用标准试验方法测得 28d 龄期的抗压强度值（MPa）确定 砂浆立方体抗压强度的测定：立方体试件以 3 个为一组进行评定： 取算术平均值作为该组试件平均值（f_2 精确至 0.1Mpa） 最大值或最小值有一个与中间值的差值超过 15% 时，取中间值； 均超过中间值的 15% 时，则无效。
	
砂浆强度等级要求	
普通砂浆	M15 、 M10、 M7.5 、 M5、 M2.5
砌块专用砂浆	Mb20 、 Mb15、 Mb10 、 Mb7.5、 Mb5
蒸压砖专用砂浆	Ms15、 Ms10 、 Ms7.5、 Ms5
砂浆技术性能和应用	
流动性	1.稠度越大，砂浆的流动性越大；

	2.当砌筑材料为粗糙多孔且吸水较大的块料或在干热条件下砌筑时，应选用较大稠度值的砂浆，反之，应选用较小稠度值的砂浆。P115
保水性	砂浆的保水性用分层度表示。砂浆的分层度不得大于 30mm，确保砂浆具有良好的保水性。P115

砂浆稠度测定

测定砂浆稠度时，将拌合均匀的砂浆一次装入圆锥筒内，至距筒上口1cm，用捣棒插捣及轻轻振动至表面平整，然后将筒置于固定在支架上的圆锥体下方，放松固定螺丝，使圆锥体的尖端与砂浆表面接触，拧紧固定螺丝，读出标尺读数，然后突然松开固定螺丝，使圆锥体自由沉入砂浆中，10s后，读出下沉的距离(以cm计)，即为砂浆的稠度值。取两次测定结果算术平均值作为砂浆稠度的测定结果。沉入深度越大，稠度越大，砂浆的流动性越大



砂浆分层度

水泥砂浆装入分层度桶前，测定砂浆的稠度，将静止一定时间并去掉分层度桶上面三分之二的砂浆，再做一次稠度，两次的稠度差即分层度。



砂浆稠度试验



VS

干硬性混凝土维勃稠度试验



砂浆稠度值（cm）越大，流动性越大

维勃稠度值越大（s），流动性越小

维勃稠度值越大（s），流动性越小

砂浆稠度值（cm）越大，流动性越大

【2017 年】砌筑砂浆强度等级不包括（ ）。

A . M3

B . M5

C . M7.5

D . M10

【答案】A

【练习题】关于砂浆的技术性能，说法正确的是（ ）。

A . 稠度越大，砂浆的流动性越小

B . 对于吸水性强的砌体材料 and 高温干燥的天气，要求砂浆稠度要小些

C . 砂浆的保水性用分层度表示

D . 砂浆的分层度不得大于 40mm

【答案】C

1A414010 常用建筑结构材料	1A414020 建筑装饰装修材料	1A414030 建筑功能材料
水泥的性能和应用★	饰面板材和建筑陶瓷的特性与应用▲	建筑防水材料特性与应用▲
建筑钢材的性能和应用★	木材和木制品的特性与应用▲	建筑防火材料的特性与应用▲
混凝土的性能和应用★	建筑玻璃的特性与应用▲	建筑保温材料的特性与应用▲
砌体结构材料的性能和应用▲	建筑金属材料的特性与应用	

小结

1.水泥：凝结时间（初凝：≥45min；终凝：6.5h，10h）、安定性、强度（胶砂法）。

2.钢筋力学性能：拉伸（屈、拉、伸）、冲击、疲劳；

抗震用钢：强屈比≥1.25、超屈比≤1.30、伸长率≥9%。

3.混凝土：和易性（流动性、黏聚性、保水性），单位体积用水量是最主要的因素。

4.外加剂：流变性能、凝结时间和硬化性能、耐久性；

5.砖：多孔砖（≤35%，垂直）空心砖（≥40%，水平）

5.砂浆：稠度越大，流动性越大。（砂浆选用）

1A414010	1A414020	1A414030
----------	----------	----------

常用建筑结构材料	建筑装饰装修材料	建筑功能材料
水泥的性能和应用★	饰面板材和建筑陶瓷的特性与应用▲	建筑防水材料特性与应用▲
建筑钢材的性能和应用★	木材和木制品的特性与应用▲	建筑防火材料的特性与应用▲
混凝土的性能和应用★	建筑玻璃的特性与应用▲	建筑保温材料的特性与应用▲
砌体结构材料的性能和应用▲	建筑金属材料的特性与应用	

1A414021 饰面板材和建筑陶瓷的特性与应用

一、饰面石材

石材类型	天然花岗石	天然大理石
酸碱性	酸性石材	碱性石材
特点	构造致密、强度高、密度大、吸水率极低、质地坚硬、耐磨、耐酸、抗风化、耐久性好，使用年限长，属酸性硬石材。	质地较密实、抗压强度较高、吸水率低、质地较软，属碱性中硬石材
石材类型	天然花岗石	天然大理石
缺点	所含石英在高温下会发生晶变，体积膨胀而开裂，因此不耐火	耐酸腐蚀能力差
使用部位	大型公共建筑或装饰等级要求较高的室内外装饰工程	宾馆、展览馆、剧院、商场、图书馆、机场、车站、办公楼、住宅等工程的室内墙面、柱面、服务台、栏板、电梯间门口等部位

【2020 年】常用于室内装修工程的天然大理石最主要的特性是（ ）。

- A．属酸性石材
- B．质地坚硬
- C．吸水率高
- D．属碱性石材

【答案】D

【解析】质地较密实、抗压强度较高、吸水率低、质地较软，属碱性中硬石材。天然大理石易加工、抛光性好，常被制成抛光板材，其色调丰富、材质细腻、极富装饰性。

【2019 年】关于天然花岗石特性的说法，正确的是（ ）。

- A．碱性材料
- B．酸性材料

- C . 耐火
- D . 吸水率高

【答案】B

【解析】花岗石构造致密、强度高、密度大、吸水率极低、质地坚硬、耐磨，属酸性硬石材。其耐酸、抗风化、耐久性好，使用年限长。但是花岗石所含石英在高温下会发生晶变，体积膨胀而开裂，因此不耐火。

【2016 年】关于花岗石特性的说法，错误的是（ ）。

- A . 强度高
- B . 密度大
- C . 耐磨性能好
- D . 属碱性石材

【答案】D

【解析】花岗石构造致密、强度高、密度大、吸水率极低、质地坚硬、耐磨，属酸性硬石材。

1A414022 木材和木制品的特性与应用

木材特性和应用	
含水率	木材的含水量用含水率表示，指木材所含水的质量占木材干燥质量的百分比。
平衡含水率	影响木材物理力学性质和应用的最主要的含水率指标是纤维饱和点和平衡含水率。 平衡含水率是指木材中的水分与周围空气中的水分达到吸收与挥发动态平衡时的含水率。平衡含水率是木材和木制品使用时避免变形或开裂而应控制的含水率指标。所以木材在加工或使用前应预先进行干燥，使其接近于与环境湿度相适应的平衡含水率。
木材特性和应用	
湿胀 干缩	干缩：使木材翘曲、开裂，接榫松动，拼缝不严 湿胀：表面鼓凸
变形	木材的变形在各个方向上不同：顺纹方向最小，径向较大，弦向最大。

	(口诀：顺境闲) 记忆技巧： 小 $\xrightarrow{\text{顺境闲}}$ 大
--	---

【2018 年】木材的变形在各个方向不同,下列表述中正确的是 ()。

- A . 顺纹方向最小,径向较大,弦向最大
- B . 顺纹方向最小,弦向较大,径向最大
- C . 径向最小,顺纹方向较大,弦向最大
- D . 径向最小,弦向较大,顺纹方向最大

【答案】A

【解析】由于木材构造的不均匀性,木材的变形在各个方向上也不同;顺纹方向最小,径向较大,弦向最大。

【练习题】木材干缩导致的现象有 ()。

- A . 表面鼓凸
- B . 开裂
- C . 接榫松动
- D . 翘曲
- E . 拼缝不严

【答案】BCDE

【解析】干缩会使木材翘曲、开裂,接榫松动,拼缝不严。

1A414023 建筑玻璃的特性与应用



一、平板玻璃特性

- ①良好的透视、透光性能；
- ②暖房效应；
- ③无色透明平板玻璃对太阳光中的紫外线透过率较低；
- ④隔声、有一定的保温性能；
- ⑤有较高的化学稳定性；
- ⑥热稳定性较差，急冷急热，易发生炸裂。

二、装饰玻璃

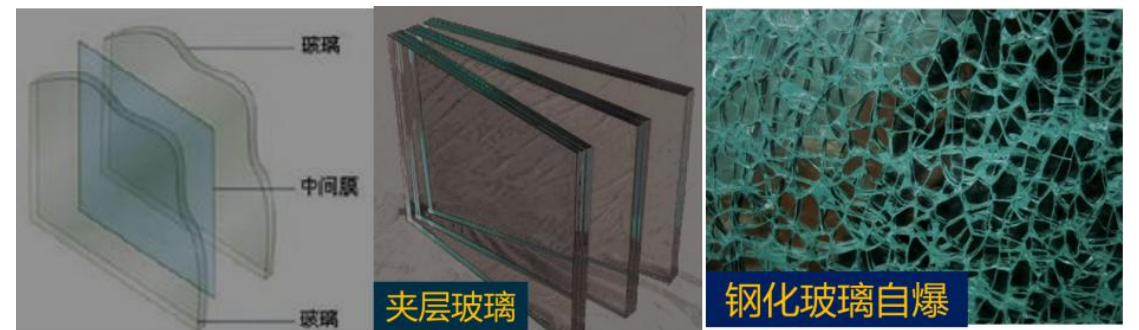
彩色平板玻璃、釉面玻璃、压花玻璃、喷花玻璃、乳花玻璃、刻花玻璃、冰花玻璃。



三、安全玻璃

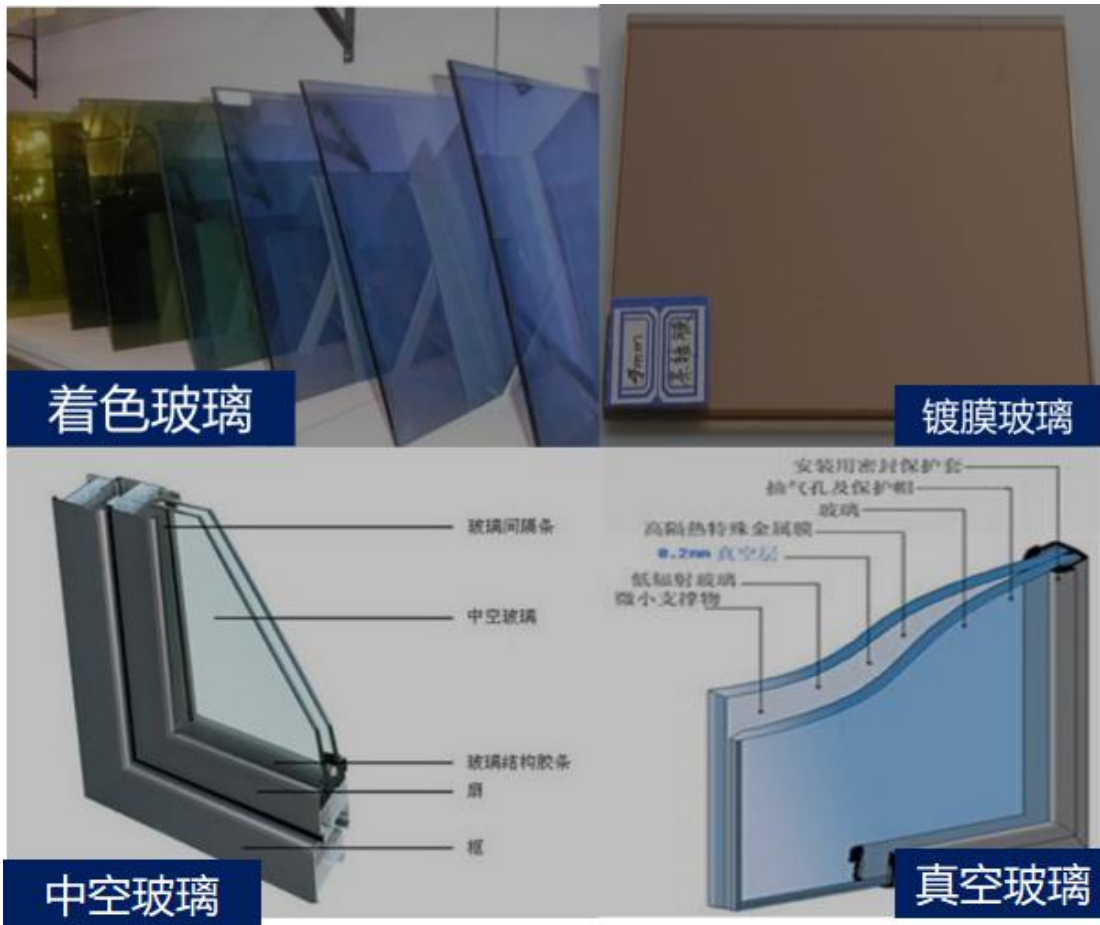
安全玻璃	钢化玻璃	机械强度高、弹性好、热稳定性好、碎后不易伤人、可发生自爆。
	均质钢化玻璃	通过对钢化玻璃进行均质（第二次热处理工艺）处理，可以大大降低钢化玻璃的自爆率
	夹层玻璃	透明度好，抗冲击性能高，由于粘结用中间层（PVB

		胶片等材料)的粘合作用,玻璃即使破碎时,碎片也不会散落伤人。通过采用不同的原片玻璃,夹层玻璃还可具有耐久、耐热、耐湿、耐寒等性能。
	防火玻璃	按结构可分为复合防火玻璃(FFB)和单片防火玻璃(DFB)



四、节能装饰型玻璃

节能装饰型玻璃	着色玻璃	既能显著地吸收阳光中热作用较强的近红外线，又能保持良好透明度。有效吸收太阳的辐射热，产生“冷室效应”，可达到蔽热节能的效果。
	镀膜玻璃	既能保证可见光良好透过又可有效反射热射线。 阳光控制镀膜玻璃：可以避免暖房效应，并具有单向透视性，单面镀膜玻璃在安装时，应将膜层面向室内。 低辐射镀膜玻璃：又称"Low-E"玻璃，是一种对远红外线有较高反射比的镀膜玻璃。
节能装饰型玻璃	中空玻璃	中空玻璃是由两片或多片玻璃以有效支撑均匀隔开并周边粘结密封，使玻璃层间形成有干燥气体空间，从而达到保温隔热效果的节能玻璃制品。 光学性能良好；保温隔热、降低能耗；防结露；良好的隔声性能。
	真空玻璃	真空玻璃是指两片或两片以上平板玻璃以支撑物隔开，周边密封，在玻璃间形成真空层的玻璃制品。比中空玻璃有更好的隔热、隔声性能



【2020 年】关于中空玻璃的特性正确的（ ）。

- A．机械强度高
- B．隔声性能好
- C．弹性好
- D．单向透视性

【答案】B

【解析】光学性能良好；保温隔热、降低能耗；防结露；良好的隔声性能。

【2013 年】关于普通平板玻璃特性的说法，正确的是（ ）。

- A．热稳定性好

- B . 热稳定性差
- C . 防火性能好
- D . 抗拉强度高于抗压强度

【答案】 B

【解析】 平板玻璃热稳定性差，急冷急热，易发生炸裂。

【练习题】 下列属于安全玻璃的是（ ）。

- A . 钢化玻璃
- B . 防火玻璃
- C . 均质钢化玻璃
- D . 夹层玻璃
- E . 镀膜玻璃

【答案】 ABCD

【解析】 安全玻璃包括钢化玻璃、均质钢化玻璃、防火玻璃和夹层玻璃。

【2016 年】 节能装饰型玻璃包括（ ）。

- A . 压花玻璃
- B . 彩色平板玻璃
- C . “Low-E” 玻璃
- D . 中空玻璃
- E . 真空玻璃

【答案】 CDE

1A414010 常用建筑结构材料	1A414020 建筑装饰装修材料	1A414030 建筑功能材料
水泥的性能和应用★	饰面板材和建筑陶瓷的特性与应用▲	建筑防水材料的特性与应用▲
建筑钢材的性能和应用★	木材和木制品的特性与应用▲	建筑防火材料的特性与应用▲
混凝土的性能和应用★	建筑玻璃的特性与应用▲	建筑保温材料的特性与应用▲
砌体结构材料的性能和应用▲	建筑金属材料的特性与应用	

1.石材：花岗石（酸性，室内外）；天然大理石（碱性，室内）；

2.木材：

（1）干缩：使木材翘曲、开裂，接榫松动，拼缝不严。

（2）湿胀：表面鼓凸。

（3）变形：顺纹缩。

3.安全玻璃：钢化玻璃、均质钢化玻璃、防火玻璃、夹层玻璃；节能装饰型玻璃：着色玻璃、镀膜玻璃和中空玻璃、真空玻璃。

小结

1A414010 常用建筑结构材料	1A414020 建筑装饰装修材料	1A414030 建筑功能材料
水泥的性能和应用★	饰面板材和建筑陶瓷的特性与应用▲	建筑防水材料的特性与应用▲
建筑钢材的性能和应用★	木材和木制品的特性与应用▲	建筑防火材料的特性与应用▲
混凝土的性能和应用★	建筑玻璃的特性与应用▲	建筑保温材料的特性与应用▲
砌体结构材料的性能和应用▲	建筑金属材料的特性与应用	

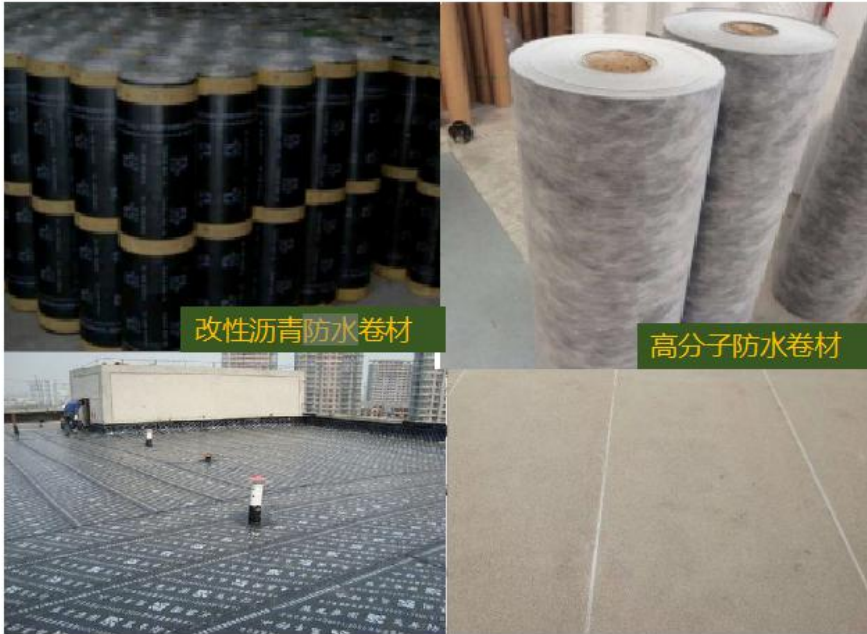
1A414031 建筑防水材料的特性与应用

建筑防水主要指建筑物防水，一般分为构造防水和材料防水。构造防水是依靠材料（混凝土）的自身密实性及某些构造措施来达到建筑物防水的目的；材料防水是依靠不同的防水材料，经过施工形成整体的防水层，附着在建筑物的迎水面或背水面而达到建筑物防水的目的。

防水材料依据不同的材料，分为刚性防水和柔性防水

刚性防水	砂浆、混凝土
柔性防水	防水卷材、防水涂料、密封材料和堵漏灌浆材料
一、防水卷材	
改性沥青防水卷材	改性沥青防水卷材主要有弹性体（SBS）改性沥青防

	水卷材、塑性体（APP）改性沥青防水卷材等。 SBS 卷材尤其适用于较低气温环境的建筑防水 APP 卷材尤其适用于较高气温环境的建筑防水
高分子防水卷材	



一、防水卷材		
	主 要 性 能	（1）防水性：常用不透水性、抗渗透性等指标表示。 （2）机械力学性能：常用拉力、拉伸强度和断裂伸长率等表示。 （3）温度稳定性：常用耐热度、耐热性、脆性温度等指标表示。 （4）大气稳定性：常用耐老化性、老化后性能保持率等指标表示。 （5）柔韧性：常用柔度、低温弯折性、柔性等指标表示。
二、防水涂料		
	概念	防水涂料是指常温下为液体，涂覆后经干燥或固化形成连续的能达到防水目的的弹性涂膜的柔性材料。
	适用	防水涂料特别适合于各种复杂、不规则部位的防水，能形成无缝的完整防水膜。
三、建筑密封材料		
	定型密封材料	是具有一定形状和尺寸的密封材料，包括各种止水带、止水条、密封条等；
	非定型密封材料	是指密封膏、密封胶、密封剂等黏稠状的密封材料。



1A414032 建筑防火材料的特性与应用

一、钢结构防火涂料

耐火性能分级

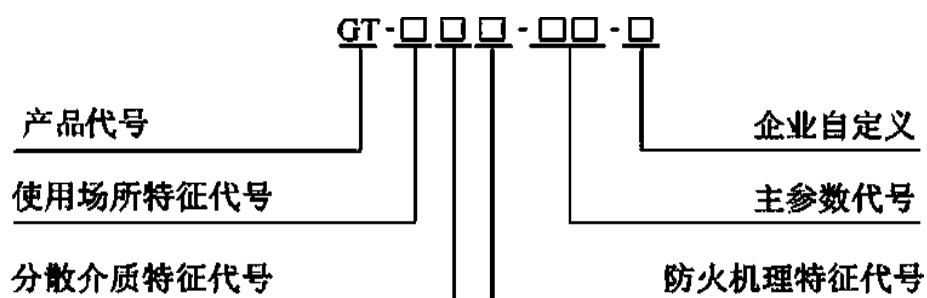
钢结构防火涂料的耐火极限分为：0.50h、1.00h、1.50h、2.00h、2.50h 和 3.00h。

(Fp0.50、Ft0.50：表示其耐火极限 $0.50 \leq F_r < 1.00$)

钢结构防火涂料型号

- ①钢结构防火涂料的产品代号以字母 GT 表示；
- ②使用场所特征代号 N 和 W 分别代表室内和室外；
- ③分散介质特征代号 S 和 R 分别代表水基性和溶剂性；
- ④防火机理特征代号 P 和 F 分别代表膨胀型和非膨胀型。

钢结构防火涂料型号



例：GT-NRP-Fp1.50-A

一般技术要求

分类	特征	涂层厚度
膨胀型	涂层在高温时膨胀发泡 ,形成耐火隔热保护层	≥1.5mm
非膨胀型	涂层在高温时不膨胀发泡 ,其自身成为耐火隔热保护层	≥15mm



二、防火堵料

防火堵料	有机防火堵料	长期不硬化，可塑性好，能够重复使用。遇火时发泡膨胀，因此具有优异的防火、水密、气密性能。尤其适合需经常更换或增减电缆、管道的场合。
	无机防火堵料	无毒无味、固化快速，耐火极限与力学强度较高，能承受一定重量，又有一定可拆性的特点，有较好的防火和水密、气密性能，主要用于封堵后基本不变的场合
	防火包	适合于较大孔洞的防火封堵或电缆桥架防火分隔，尤其是需经常更换或增减电缆、管道的场合



1A414033 建筑保温材料的特性与应用

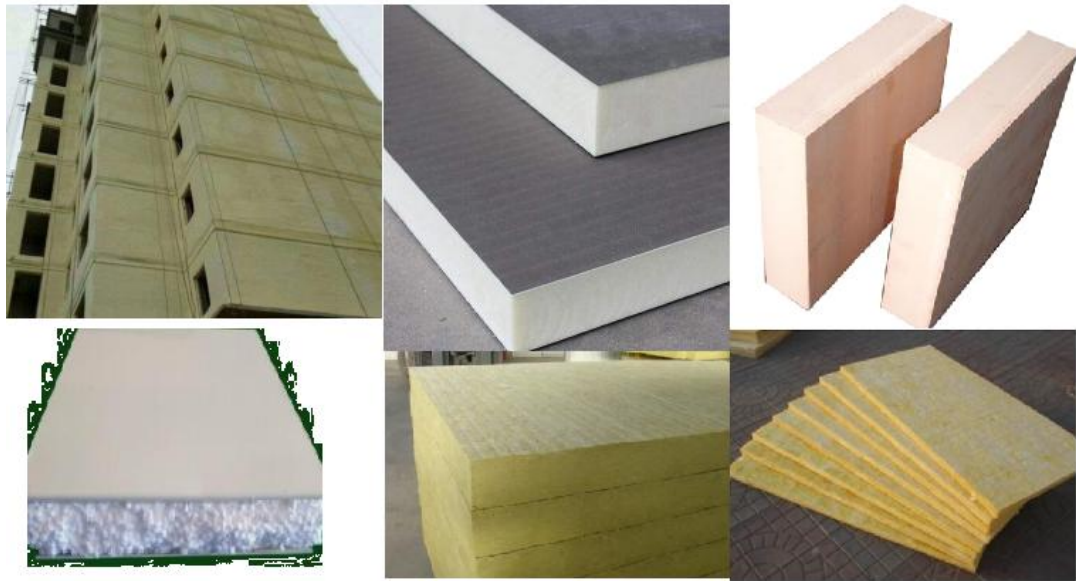
一、影响保温材料导热系数的因素

影响保温材料导热系数的因素	(1) 材料的性质：导热系数以金属>非金属>液体>气体 (2) 表观密度与孔隙特征：表观密度小的材料，导热系数小。孔隙率相同时，孔隙尺寸越大，导热系数越大。
---------------	---

	(3) 湿度：材料吸湿受潮后，导热系数就会增大。 (4) 温度：材料的导热系数随温度的升高而增大； (5) 热流方向：当热流平行于纤维方向时，保温性能减弱；垂直纤维方向时，阻热性能发挥最好。
--	--

二、常用保温材料

聚氨酯泡沫塑料		
按成型方法分类	类型	应用
喷涂型硬泡聚氨酯	I 型	屋面和外墙保温层
	II 型	屋面复合保温防水层
	III 型	屋面保温防水层
硬泡聚氨酯板材	屋面和墙体保温，可代替传统的防水层和保温层，有一材多用的功效	
类别	性能应用	
改性酚醛泡沫塑料	应用于防火保温要求较高的工业建筑和民用建筑。	
聚苯乙烯泡沫塑料	应用于建筑外墙外保温和屋面的隔热保温系统。	
岩棉矿渣棉制品	--	
玻璃棉制品	--	



【2015 年】关于有机防火封堵材料特点的说法，正确的有（ ）。

- A．不能重复使用
- B．遇火时发泡膨胀
- C．优异的水密性能
- D．优异的气密性能
- E．可塑性好

【答案】BCDE

【解析】有机防火堵料：又称可塑性防火堵料，此类堵料在使用过程长期不硬化，可塑性好，容易封堵各种不规则形状的孔洞，能够重复使用。遇火时发泡膨胀，因此具有优异的防火、水密、气密性能。施工操作和更换较为方便，因此尤其适合需经常更换或增减电缆、管道的场合。

【2019 年】影响保温材料导热系数的因素有（ ）。

- A．材料的性质
- B．表观密度与孔隙特征
- C．温度及湿度
- D．材料几何形状
- E．热流方向

【答案】ABCE

【解析】影响保温材料导热系数的因素：材料的性质、表观密度与孔隙特征、湿度、温度、热流方向。与材料几何形状无关，D 错误。

1A414010 常用建筑结构材料	1A414020 建筑装饰装修材料	1A414030 建筑功能材料
水泥的性能和应用★	饰面板材和建筑陶瓷的特性与应用▲	建筑防水材料特性与应用▲
建筑钢材的性能和应用★	木材和木制品的特性与应用▲	建筑防火材料的特性与应用▲
混凝土的性能和应用★	建筑玻璃的特性与应用▲	建筑保温材料的特性与应用▲
砌体结构材料的性能和应用▲	建筑金属材料的特性与应用	

小结

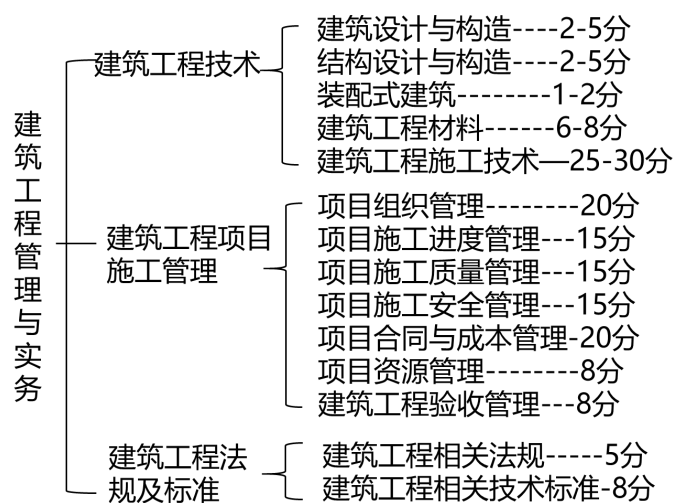
1.防水材料：改性沥青防水卷材（SBS 低、APP 高）

密封材料（定型、非定型）

2.防火材料：钢结构防火涂料型号表达

有机防火堵料、无机防火堵料、防火包

3.保温材料：影响保温材料导热系数的因素



1A415000 建筑工程施工技术

1A415010 施工测量

1A415020 土石方工程施工

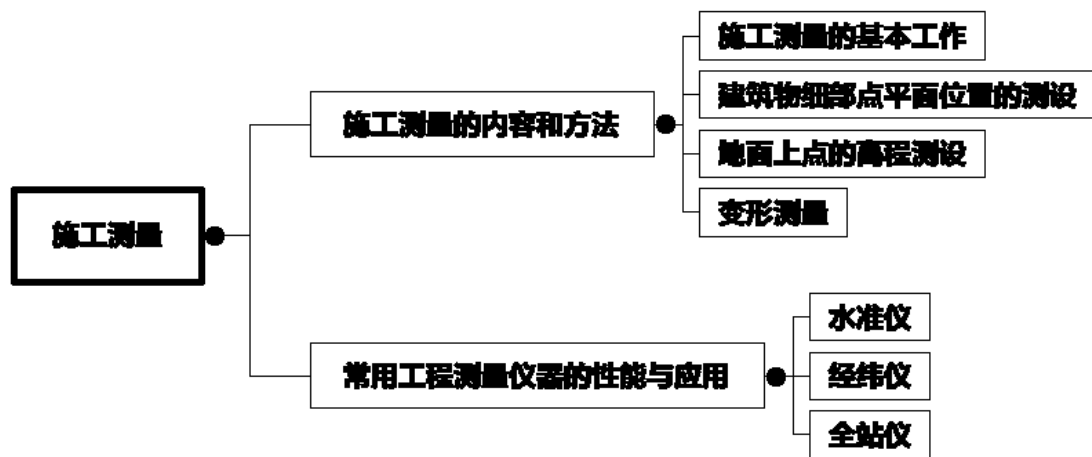
1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工

1A415011 施工测量的内容和方法



一、施工测量的基本工作

测量基本工作是测角、测距和测高差；

平面控制测量必须遵循“由整体到局部”的组织实施原则，以避免放样误差的积累；

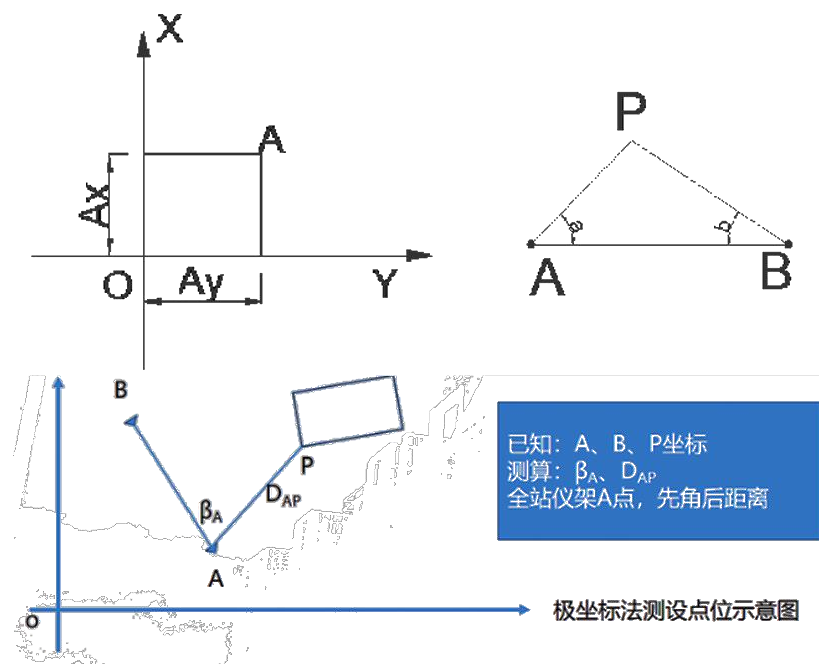
大中型的施工项目，应先建立场区控制网，再分别建立建筑物施工控制网，以平面控制网的控制点为基础，测设建筑物的主轴线，根据主轴线再进行建筑物的细部放样。

二、施工测量的方法

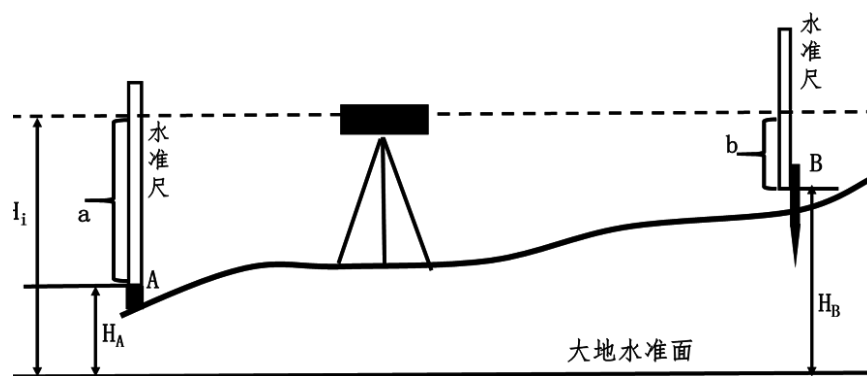
1、建筑物细部点平面位置的测设

主要测量方法有：直角坐标法、极坐标法、角度前方交会法、距离交会法、方向线交会法。

直角坐标法	当建筑场地的施工控制网为方格网或轴线形式时，采用直角坐标法放线最为方便
极坐标法	适用于测设点靠近控制点，便于量距的地方
角度前方交会法	适用于不便量距或测设点远离控制点的地方
距离交会法	用距离交会法来测定点位，不需要使用仪器，但精度较低
方向线交会法	测定点由相对应的两已知点或两定向点的方向线交会而得。方向线的设立可以用经纬仪，也可以用细线绳。



2、建筑物细部点高程位置的测设



其中, H_A 为已知水准点高程, $H_A + a = H_B + b$

a 为后视读数, 即已知高程点 A 所立标杆的读数。

b 为前视读数, 即未知高程点 B 所立标杆的读数。

【练习题】对某一施工现场进行高程测设, 已知点 A 点高程为 10.000m, 后视读数为

4.800m, 前视读数为 3.500m, 则待测点 B 点高程为 () m。

- A . 11.000
- B . 11.300
- C . 8.700
- D . 10.000

【答案】B

【解析】 $HB=10.000+4.800-3.500=11.300\text{m}$

四、建筑施工期间的变形测量

(1) 在施工期间应进行变形测量的有：

- 1) 地基基础设计等级为甲级的建筑；
- 2) 软弱地基上的地基基础设计等级为乙级的建筑
- 3) 加层、扩建或处理地基上的建筑；
- 4) 受邻近施工影响或受场地地下水等环境因素变化影响的建筑；
- 5) 采用新型基础或新型结构的建筑；
- 6) 大型城市基础设施；
- 7) 体型狭长且地基土变化明显的建筑。

(口诀：甲乙加水新长大)

(2) 建筑在施工期间的变形测量要求

- 1) 对各类建筑应进行沉降观测，宜进行场地沉降观测、地基土分层沉降观测和斜坡位移观测。
- 2) 对基坑工程应进行基坑及其支护结构变形观测和周边环境变形观测；对一级基坑应进行基坑回弹观测。
- 3) 对高层和超高层建筑，应进行倾斜观测。
- 4) 当建筑出现裂缝时，应进行裂缝观测。
- 5) 施工需要时，进行其他类型的变形观测。

(4) 建筑变形测量精度等级：特等、一等、二等、三等、四等。

(7) 变形测量的基准点分为沉降基准点和位移基准点，需要时可设置工作基点。设置要求

有：

1) 沉降观测基准点，在特等、一等沉降观测时，不应少于 4 个；其他等级沉降观测时不应少于 3 个；基准之间应形成闭合环。

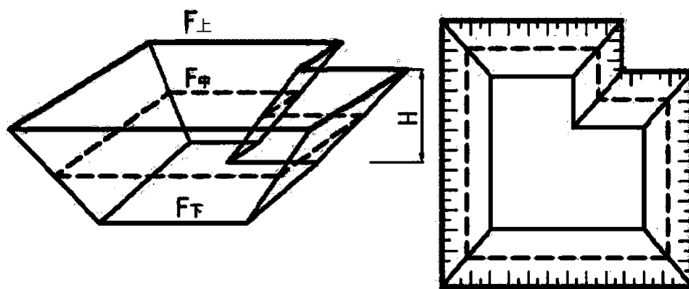
2) 位移观测基准点，对水平位移观测、基坑监测和边坡监测，在特等、一等沉降观测时，不应少于 4 个；其他等级沉降观测时不应少于 3 个。

(9) 基坑变形观测分为基坑支护结构变形观测和基坑回弹观测。要求如下：

1) 基坑围护墙或基坑边坡顶部变形观测点沿基坑周边布置，周边中部、阳角处、受力变形较大处设点；观测点间距 $\leq 20\text{m}$ ，且每侧边不宜少于 3 个。



2) 基坑围护墙或土体深层水平位移监测点宜布置在围护墙的中间部位、阳角处及有代表性的部位，监测点水平间距 20~60m，每侧边不应少于 1 个。



(10) 民用建筑基础及上部结构沉降观测点布设位置有：

1) 建筑的四角、核心筒四角、大转角处及沿外墙每 10-20m 处或每隔 2-3 根柱基上；

2) 高低层建筑、新旧建筑和纵横墙等交接处的两侧；

3) 对于宽度大于或等于 15m 的建筑，应在承重内隔墙中部设内墙点，并在室内地面中心

及四周设地面点；

4) 框架结构及钢结构建筑的每个和部分柱基上或沿纵横轴线上；

5) 筏形基础、箱形基础底板或接近基础的结构部分之四角处及其中部位置；

6) 超高层建筑和大型网架结构的每个大型结构柱监测点不宜少于 2 个，且对称布置。

(15) 当建筑变形观测过程中发生下列情况之一时，必须立即实施安全预案，同时应提高观测频率或增加观测内容：

- ①变形量或变形速率出现异常变化；
- ②变形量或变形速率达到或超出预警值；
- ③周边或开挖面出现塌陷、滑坡情况；
- ④建筑本身、周边建筑及地表出现异常；
- ⑤由于地震、暴雨、冻融等自然灾害引起的其他异常变形情况。

1A415012 常用工程测量仪器的性能与应用

测量仪器	组成		应用
水准仪	望远镜	DS05	测量两点间的高差
	水准器	DS1	测量两点间的大致水平距离
	基座	DS3	
经纬仪	照准部	DJ2	测水平角和竖直角
	水平度盘基座	DJ6	测出两点间的大致水平距离 测出两点间的大致高差 点位的竖向传递测量
激光 铅直仪	-----		点位的竖向传递
全站仪	电子测距仪 电子经纬仪 电子记录装置		同时进行角度、距离测量。同一时间测得平距、高差、点的坐标和高程。



【练习题】下列关于基坑变形监测点的布置要求说法错误的有（ ）。

- A．基坑边坡顶部变形观测点沿基坑周边布置，周边中部、阳角处、受力变形较大处设点
- B．基坑边坡顶部变形观测点间距不应大于 20m
- C．土体深层水平位移监测点，每侧边不应少于 3 个
- D．基坑边坡顶部变形观测点每侧边不应少于 3 个

【答案】C

1A415010 施工测量

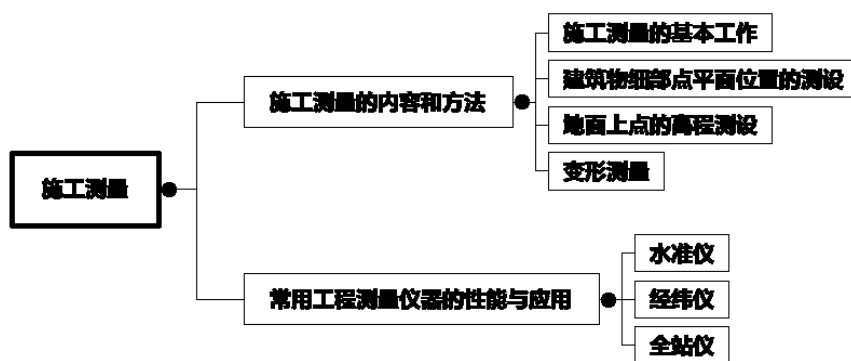
1A415020 土石方工程施工

1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工



1A415010 施工测量

1A415020 土石方工程施工

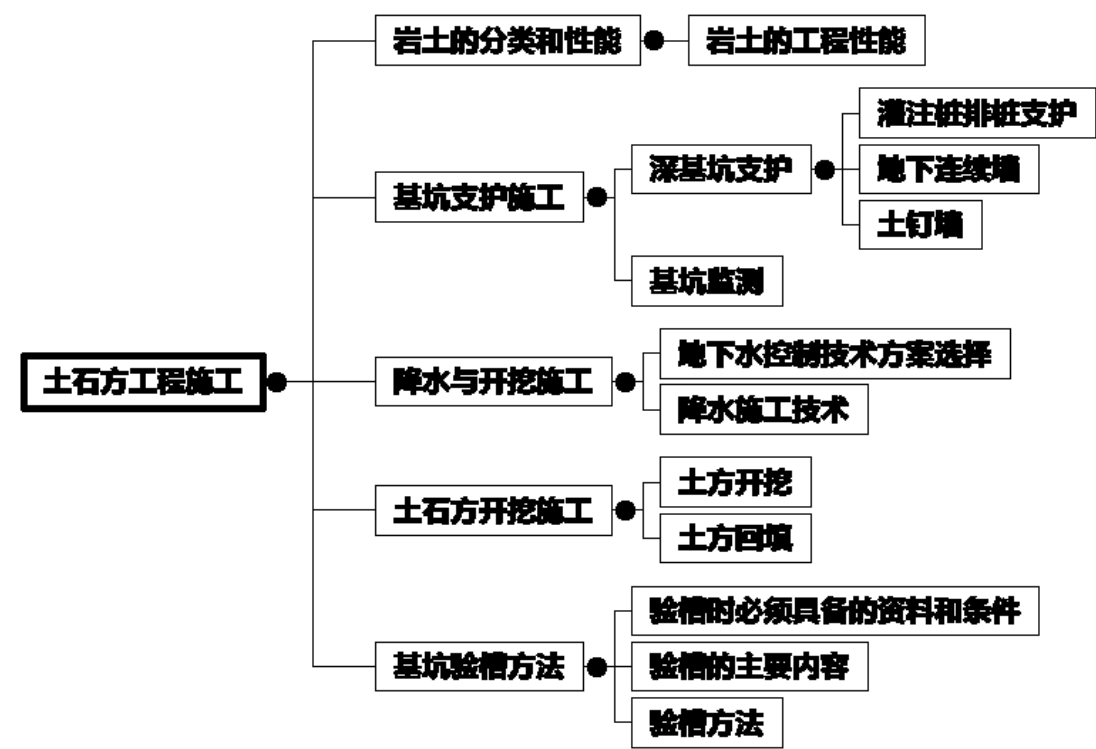
1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工

1A415021 岩土的分类和性能



性能	含义	影响
内摩擦角	土体中颗粒间相互移动和胶合作用形成的摩擦特性，是土的抗剪强度指标	
土抗剪强度	是指土体抵抗剪切破坏的极限强度，包括内摩擦力和内聚力	
天然含水量	土中所含水的质量与土的固体颗粒质量之比的百分率	对挖土的难易、土方边坡的稳定、填土的压实等均有影响
性能	含义	影响
土的干密度	单位体积内土的固体颗粒质量与总体积的比值	在土方填筑时，常以土的干密度控制土的夯实标准
土的可松性	天然土经开挖后，其体积因松散而增加，虽经振	挖填土方时，计算土方机械生产

	动夯实，仍不能完全恢复到原来的体积	率、回填土方量、运输机具数量、进行场地平整规划竖向设计、土方平衡调配的重要参数
--	-------------------	---

【2017 年】当回填土含水量测试样本质量为 142g、烘干后质量为 121g 时，其含水量是（ ）。

- A . 8.0%
- B . 14.8%
- C . 16.0%
- D . 17.4%

【答案】D

【解析】天然含水量是土中所含水的质量与土的固体颗粒质量之比的百分率， $(142-121)/121=17.4\%$ 。

【2014 年】关于岩土工程性能的说法，正确的是（ ）。

- A . 内摩擦角不是土体的抗剪强度指标
- B . 土体的抗剪强度指标包含有内摩擦力和内聚力
- C . 在土方填筑时，常以土的天然密度控制土的夯实标准
- D . 土的天然含水量对土体边坡稳定没有影响

【答案】B

【解析】内摩擦角是土体的抗剪强度指标；在土方填筑时，常以土的干密度控制土的夯实标准。天然含水量对土的天然含水量对挖土的难易、土方边坡的稳定、填土的压实等均有影响。

【2015 年】在进行土方平衡调配时，需要重点考虑的性能参数是（ ）。

- A . 天然含水量
- B . 天然密度
- C . 密实度

D．可松性

【答案】D

【解析】土的可松性是挖填土方时，计算土方机械生产率、回填土方量、运输机具数量、进行场地平整规划竖向设计、土方平衡调配的重要参数。

1A415022 基坑支护施工

一、深基坑支护

基坑监测：基坑开挖深度≥5m 或小于 5m 但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程，以及其他需要监测的基坑工程应实施基坑工程监测。

基坑监测	
基坑监测委托	基坑监测应由建设方委托具有相应资质的第三方实施
监测技术要求	监测项目、监测频率和监测报警值等
基坑监测项目	支护结构、已施工的主体结构和邻近的道路、市政管线、地下设施、周围建（构）筑物等项目

1A415022 基坑支护施工

基坑支护结构的类型有灌注桩排桩围护墙、板桩围护墙、咬合桩围护墙、型钢水泥土搅拌墙、地下连续墙、水泥土重力式围护墙、土钉墙等。

表3.1.3 支护结构的安全等级

安全等级	破坏后果
一级	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响很严重
二级	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响严重
三级	支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响不严重

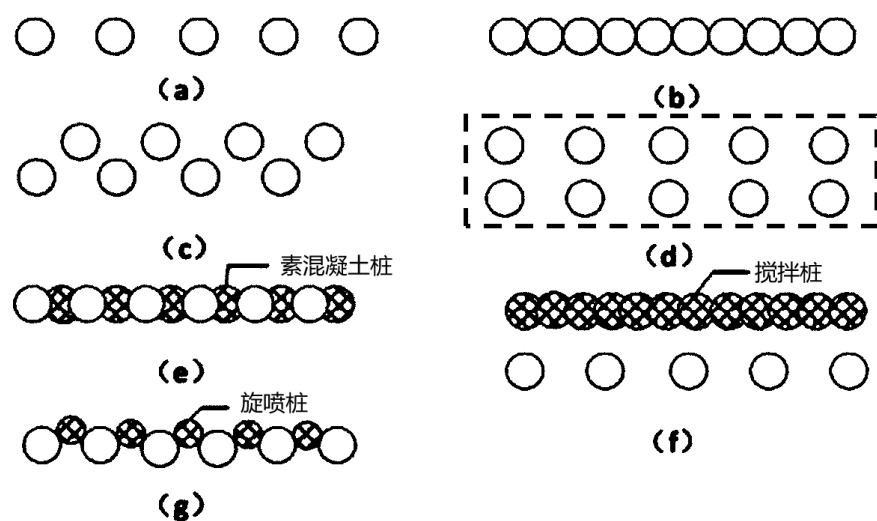
（一）灌注桩排桩支护

①支护桩、支撑（或土层锚杆）及防渗帷幕等组成。

②排桩根据支撑情况可分为：悬臂式支护结构、锚拉式支护结构、内撑式支护结构、内撑-

锚拉混合式支护结构。当以上支护方式都不适合时，可以考虑采用双排桩形式。

适用条件：基坑侧壁安全等级为一级、二级、三级；适用于可采取降水或止水帷幕的基坑。



(1) 灌注桩排桩应采取间隔成桩的施工顺序。已完浇筑混凝土的桩与邻桩间距应大于 4 倍桩径或间隔施工时间应大于 36h。

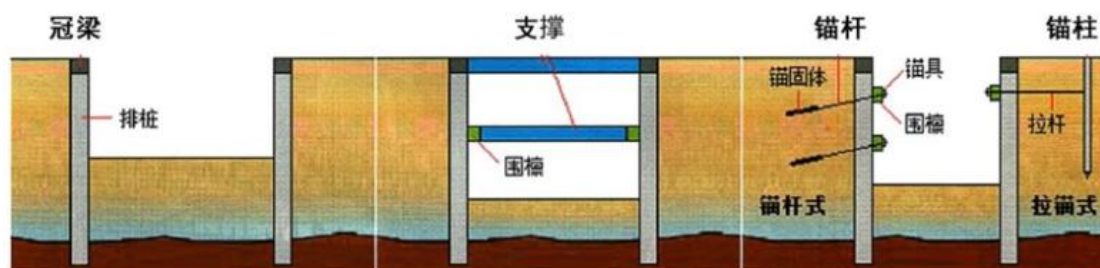
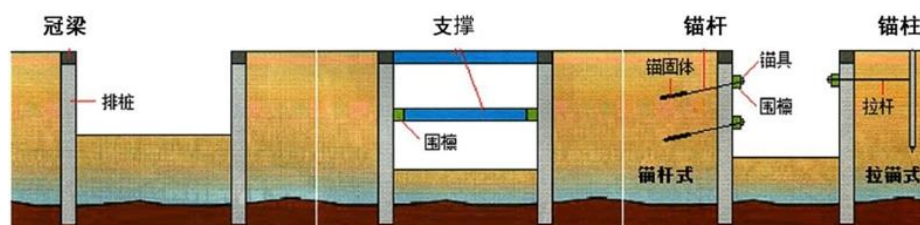
(2) 灌注桩顶泛浆高度 $\geq 500\text{mm}$ ；水下灌注混凝土时强度应比设计强度提高一个强度等级

进行配制。

(3) 灌注桩外截水帷幕宜采用单轴、双轴或者三轴水泥土搅拌桩，截水帷幕与灌注桩排桩间的净距宜 $< 200\text{mm}$ 。采用高压旋喷桩时，应先施工灌注桩，再施工高压旋喷截水帷幕。

(4) 悬臂式排桩结构桩径不宜小于 600mm ，桩间距应根据排桩受力及桩间土的稳定条件确定。p394

(5) 排桩顶部应设钢筋混凝土冠梁连接，冠梁宽度水平方向不宜小于桩径，冠梁高度竖直方向不宜小于梁宽 0.6 倍。排桩与桩顶冠梁的混凝土强度等级宜大于 $\text{C}25$ 。p394



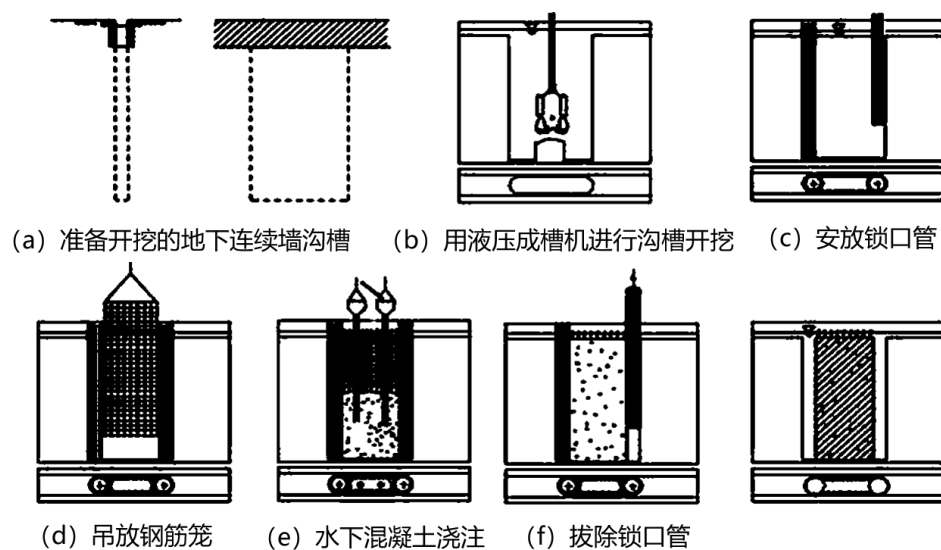
(二) 地下连续墙支护

地下连续墙施工振动小、噪声低，墙体刚度大，防渗性能好，对周围地基扰动小，可以组成具有很大承载力的连续墙。地下连续墙宜同时用作主体地下结构外墙即“两墙合一”。

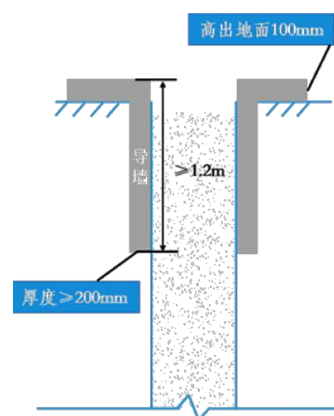
适用条件：基坑侧壁安全等级为一级、二级、三级；适用于周边环境条件很复杂的深基坑。

施工要求：

(1) 应设置现浇钢筋混凝土导墙。



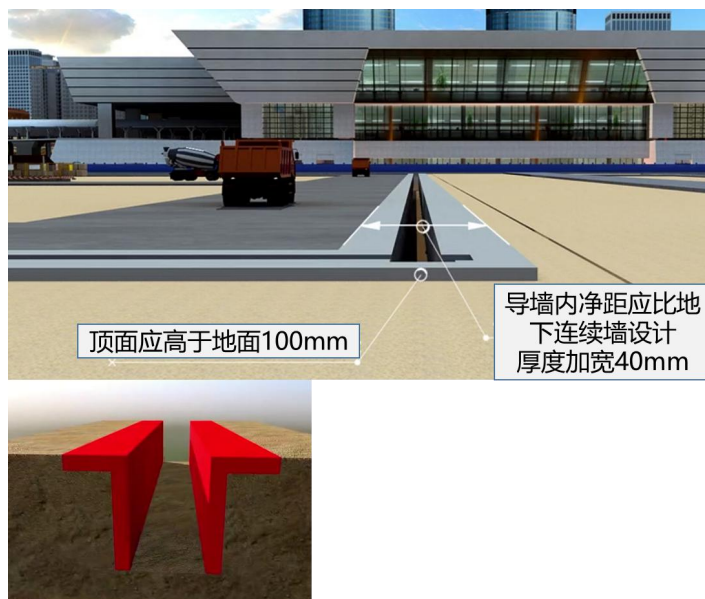
施工要求：



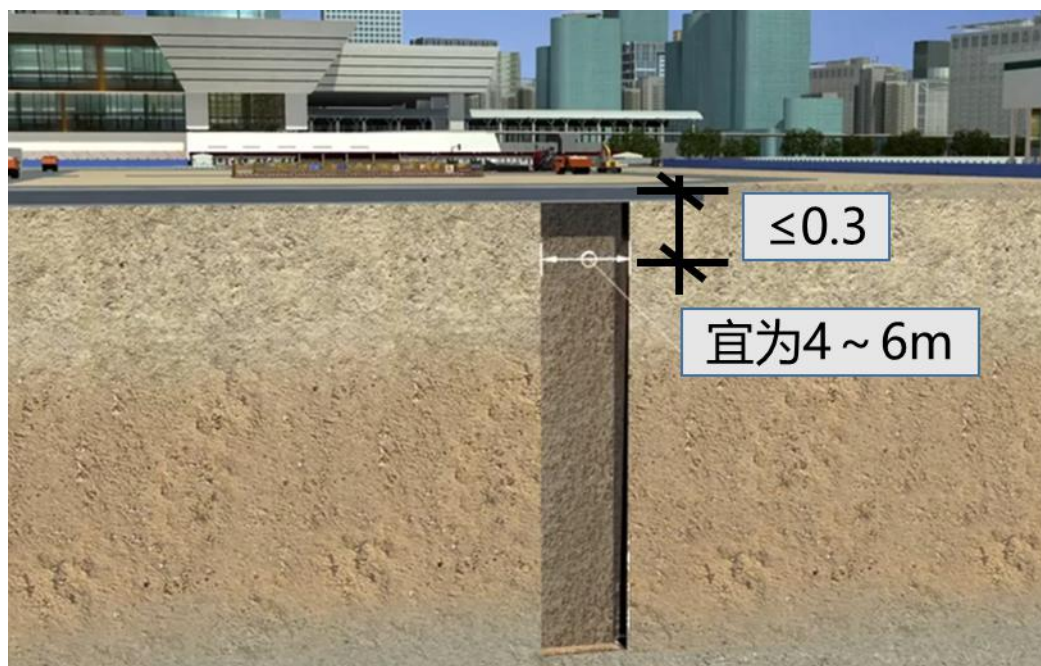
(1) 应设置现浇钢筋混凝土导墙：

- 1) 混凝土强度等级不应低于 C20
- 2) 厚度 $\geq 200\text{mm}$
- 3) 顶面应高于地面 100mm
- 4) 高于地下水位 0.5m 以上
- 5) 底部应进入原状土 200mm 以上
- 6) 高度不应小于 1.2m

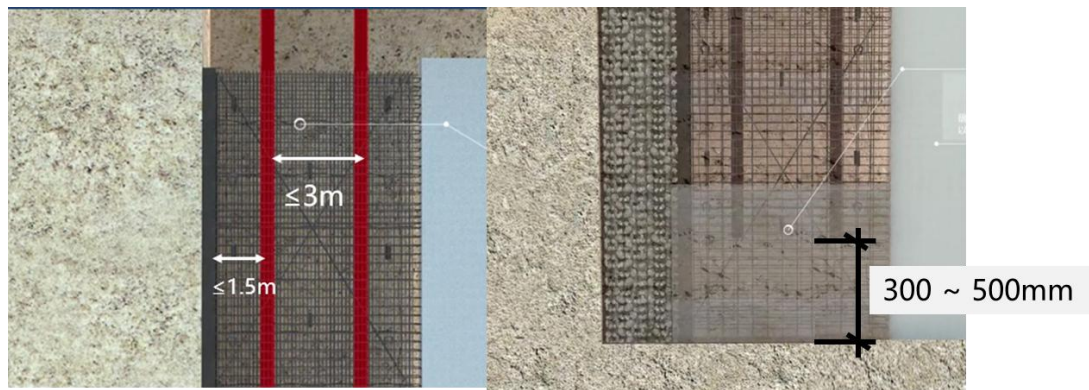
7) 导墙内净距应比地下连续墙设计厚度加宽 40mm



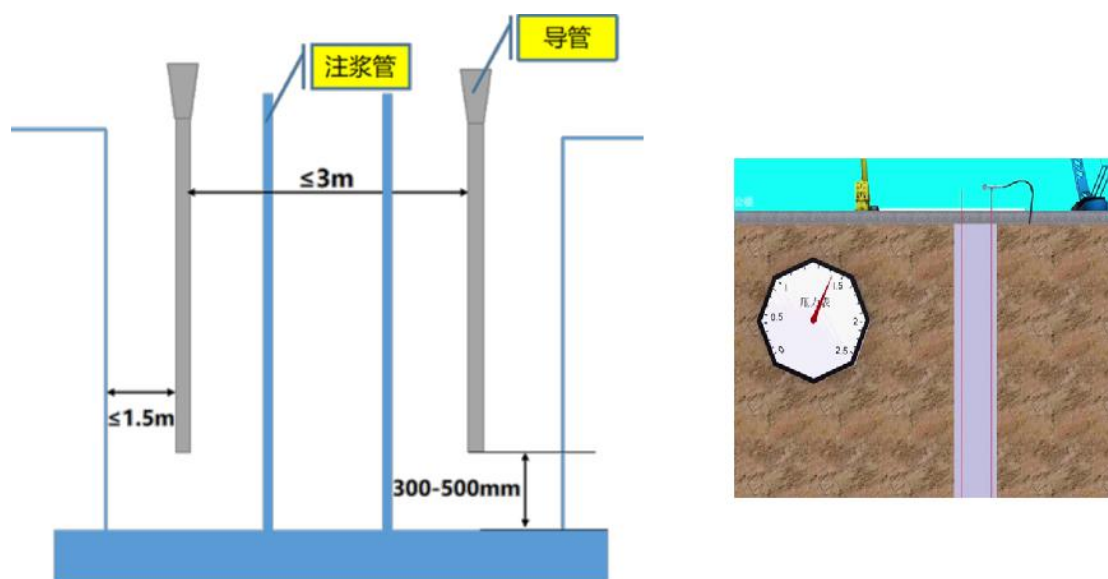
(2) 成槽：地下连续墙单元槽段长度宜为 4~6m。槽内泥浆面不应低于导墙面 0.3m，同时应高于地下水位 0.5m 以上。



(3) 混凝土浇筑：水下混凝土应采用导管法连续浇筑。导管水平布置距离不应大于 3m，距槽段端部不应大于 1.5m，导管下端距槽底宜为 300~500mm；钢筋笼吊放就位后应及时浇筑混凝土，间隔不宜大于 4h；现场混凝土强度等级应比设计强度提高一级进行配制；混凝土浇筑面宜高出设计标高 300~500mm。



(4) 注浆：混凝土达到设计强度后方可进行墙底注浆。注浆管应采用钢管；单元槽段内不少于 2 根，槽段长度大于 6m 时宜增加注浆管；注浆管下端应伸到槽底 200~500mm；注浆压力应控制在 2MPa 以内，注浆总量达到设计要求或注浆量达到 80%以上，压力达到 2MPa 可终止注浆。



(5) 悬臂式现浇钢筋混凝土地下连续墙厚度不宜小于 600mm，地下连续墙顶部应设置钢筋混凝土冠梁，冠梁宽度不宜小于地下连续墙厚度，高度不宜小于墙厚 0.6 倍。P394

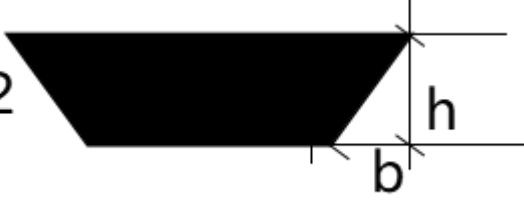
(6) 地下连续墙混凝土强度等级宜取 C30 - C40，地下连续墙作为地下室外墙时还应满足相关标准的抗渗要求。P394

(三) 土钉墙

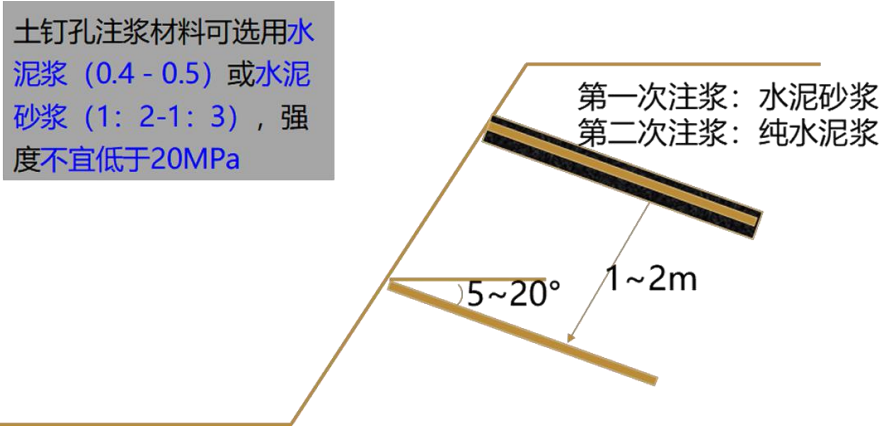
土钉墙或复合土钉墙支护的土钉不应超出建筑用地红线范围，同时不应伸入邻近建（构）筑物基础及基础下方。

适用条件：基坑侧壁安全等级为二级、三级。

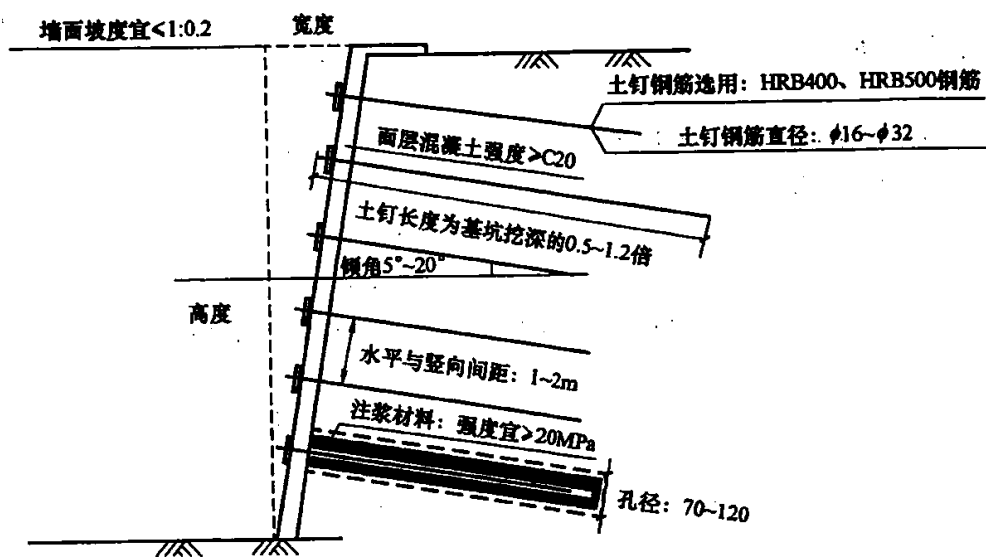
土钉墙的构造要求：

土钉墙的构造要求	
坡比	$\frac{h}{b} \leq 1: 0.2$ 
成孔	洛阳铲成孔 打入式钢管土钉 机械成孔
土钉构造	HRB400、HRB500 钢筋 ,直径 16 - 32mm ,长度为开挖深度 0.5-1.2 倍 ,间距宜为 1-2m ,与水平夹角宜为 5~20°
注浆材料	土钉孔注浆材料可选用水泥浆 (0.4 - 0.5) 或水泥砂浆

	(1 : 2-1 : 3), 强度不宜低于 20MPa
土钉墙的施工要求	
原则	基坑挖土分层厚度应与土钉竖向间距协调同步, 逐层开挖并施工土钉, 禁止超挖。土钉墙施工必须遵循“超前支护, 分层分段, 逐层施作, 限时封闭, 严禁超挖”的原则要求。
抽查	每层土钉施工后, 应按要求抽查土钉的抗拔力
时间	开挖后应及时封闭临空面, 应在 24h 内完成土钉安放和喷射混凝土面层。(淤泥质土层开挖时, 12h 内)
开挖	上一层土钉完成注浆 48h 后, 才可开挖下层土方
注浆	第一次注浆: 水泥砂浆, 注浆量 ≥ 1.2 倍钻孔体积 第二次注浆: 纯水泥浆, 注浆量为第一次注浆量的 30% - 40%



土钉墙的施工要求	
混凝土面层	同一段内应自下而上, 一次喷射厚度不宜大于 120mm, 混凝土强度 $\geq$ C20
面层钢筋网	HPB300 级钢筋 钢筋网钢筋: 直径 6 - 10mm 间距 150 - 250mm 加强钢筋: 直径 14 - 20mm
保护层	土钉筋体保护层厚度不应小于 25mm



(四) 咬合桩围护墙

适用条件: 基坑侧壁安全等级为一级、二级、三级。适用于较深的基坑, 可同时用于截水。



（五）型钢水泥土搅拌墙

适用条件：基坑侧壁安全等级为一级、二级、三级。

施工要求有：

（1）型钢水泥土搅拌墙宜采用三轴搅拌桩机施工。桩与桩的搭接时间间隔不宜大于 24h。

（2）拟拔出回收的型钢，插入前应先在干燥条件下除锈，再在其表面涂刷减摩擦材料。型钢拔出后留下的空隙应及时注浆填充。



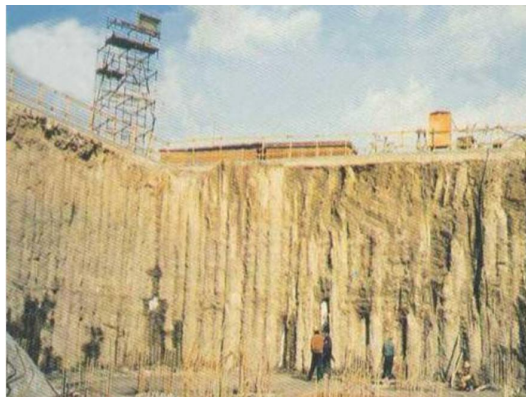
（六）板桩围护墙

适用条件：基坑侧壁安全等级为一级、二级、三级。



（七）水泥土重力式围护墙

适用条件：基坑侧壁安全等级为二级、三级。



二、基坑监测

项目	要求
应实施监测的基坑工程	（1）基坑设计安全等级为一、二级的基坑。 （2）开挖深度 $\geq 5\text{m}$ 的下列基坑： ①土质基坑； ②极软岩基坑、破碎的软岩基坑、极破碎的岩体基坑； ③上部为土体，下部为极软岩、破碎的软岩、极破碎的岩体构成的土岩组合基坑。 （3）开挖深度 $< 5\text{m}$ 但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程。
项目	要求
基坑监测委托	基坑监测应由建设方委托具有相应资质的第三方实施
监测技术要求	监测项目、监测频率和监测报警值等
基坑工程现场监测的对象	（1）支护结构； （2）基坑及周围岩土体； （3）地下水； （4）周围环境中的被保护对象，包括周边建筑、管线、轨道交通、铁路及重要的道路等； （5）其他应监测的对象。
项目	要求
下列基坑工程的监测方案应进行专项论证	（1）工程地质、水文地质条件复杂的基坑工程； （2）邻近重要建筑、设施、管线等破坏后果很严重的基坑工程；

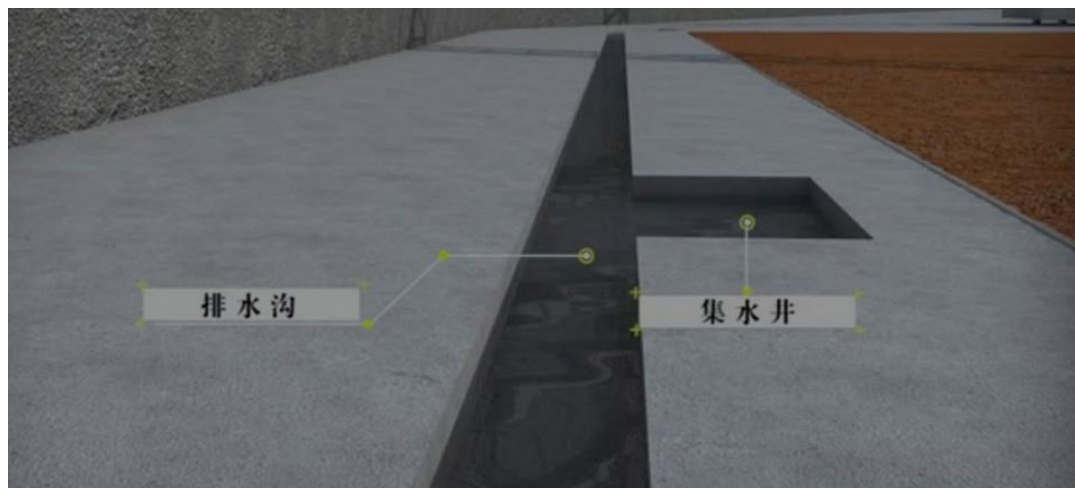
	(3) 已发生严重事故，重新组织实施的基坑工程； (4) 采用新技术、新工艺、新材料、新设备的一、二级基坑工程； (5) 其他需要论证的基坑工程。
项目	要求
监测周期	基坑工程监测工作应贯穿于基坑工程和地下工程施工全过程。监测工作应从基坑工程施工前开始，直至地下工程完成为止。对有特殊要求的周边环境的监测应根据需要延续至变形趋于稳定后才能结束。
专人巡视	基坑工程整个施工期内，每天均应有专人进行巡视检查。巡视检查应包括主要内容：支护结构、施工状况、周边环境、监测设施及其他巡视检查内容。
当出现下列情况之一时，必须立即进行危险报警，并应通知有关各方对基坑支护结构和周边环境保护对象采取应急措施。	
(1) 基坑支护结构的位移值突然明显增大或基坑出现流砂、管涌、隆起或陷落等； (2) 基坑支护结构的支撑或锚杆体系出现过大大变形、压屈、断裂、松弛或拔出的 (3) 基坑周边建筑的结构部分出现危害结构的变形裂缝； (4) 基坑周边地面出现较严重的突发裂缝或地下裂缝、地面下陷； (5) 基坑周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、泄漏等； (6) 冻土基坑经受冻融循环时，基坑周边土体温度显著上升，发生明显的冻融变形； (7) 出现其他危险需要报警的情况。	

1A415023 人工降排地下水的施工

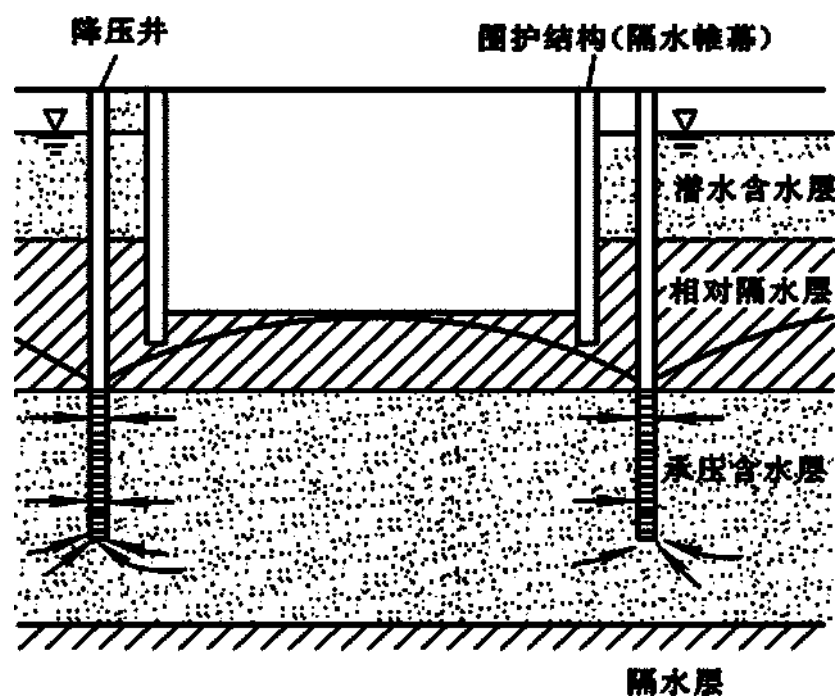
一、地下水控制技术方案选择

1、根据工程地质情况、基坑周边环境、支护结构形式选用截水、降水、集水明排或其组合的技术方案。

2、在软土地区开挖深度浅时，可边开挖边用排水沟和集水井进行集水明排；当基坑开挖深度超过 3m，一般就要用井点降水。当因降水而危及基坑及周边环境安全时，宜采用截水或回灌方法。

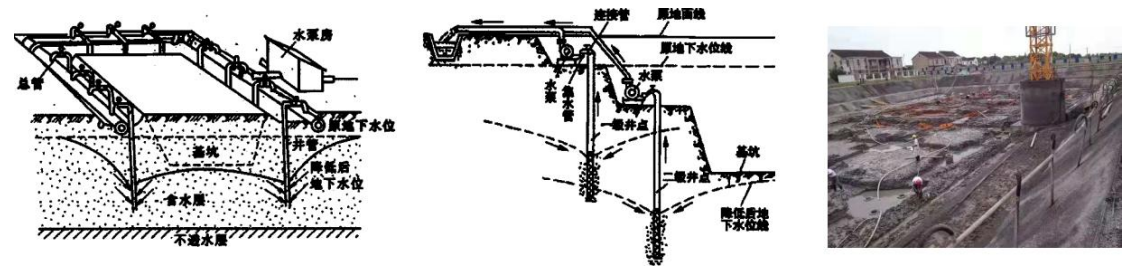


3、当基坑底为隔水层且层底作用有承压水时，应进行坑底突涌验算。必要时可采取水平封底隔渗或钻孔减压措施，保证坑底土层稳定，避免突涌的发生。



二、降水施工技术

降水类型	渗透系数	降水深度
轻型井点	1×10-7 ~ 2×10-4cm/s	单级 6m 以内
		多级 6~10m
喷射井点	1×10-7 ~ 2×10-4cm/s	8~20m
真空降水管井	真空 1×10-6cm/s	6m 以上
	非真空 1×10-5cm/s	
截水	利用截水帷幕切断基坑外的地下水流入基坑内部。截水帷幕常用高压喷射注浆、地下连续墙、小齿口钢板桩、深层水泥土搅拌桩等。	
井点回灌	井点回灌是将抽出的地下水(或工业用水) ,通过回灌井点持续地再灌入地基土层内 ,使地下降水的影响半径不超过回灌井点的范围。有效地防止降水对周围建（ 构 ） 筑物、地下管线等的影响。	

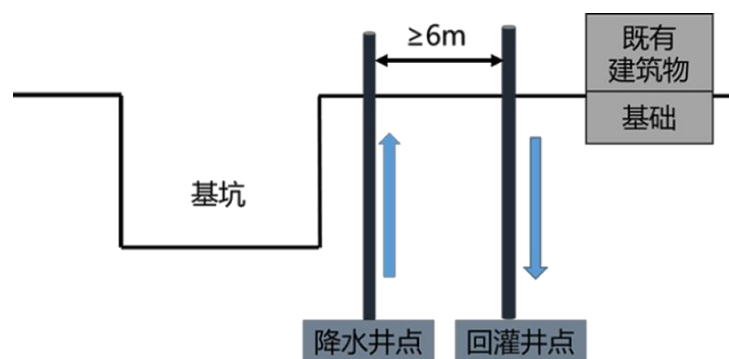


【练习题】工程基坑开挖采用井点回灌技术的主要目的是（ ）。

- A．避免坑底土体回弹
- B．避免坑底出现管涌
- C．减少排水设施，降低施工成本
- D．防止降水井点对井点周转建（构）筑物、地下管线的影响

【答案】D

【解析】回灌井点能够有效地防止降水对周围建（构）筑物、地下管线等的影响。



1A415024 土石方开挖施工

一、土方开挖

开挖原则：土方开挖的顺序、方法必须与设计要求相一致，并遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖”的原则。

（一）浅基坑的开挖

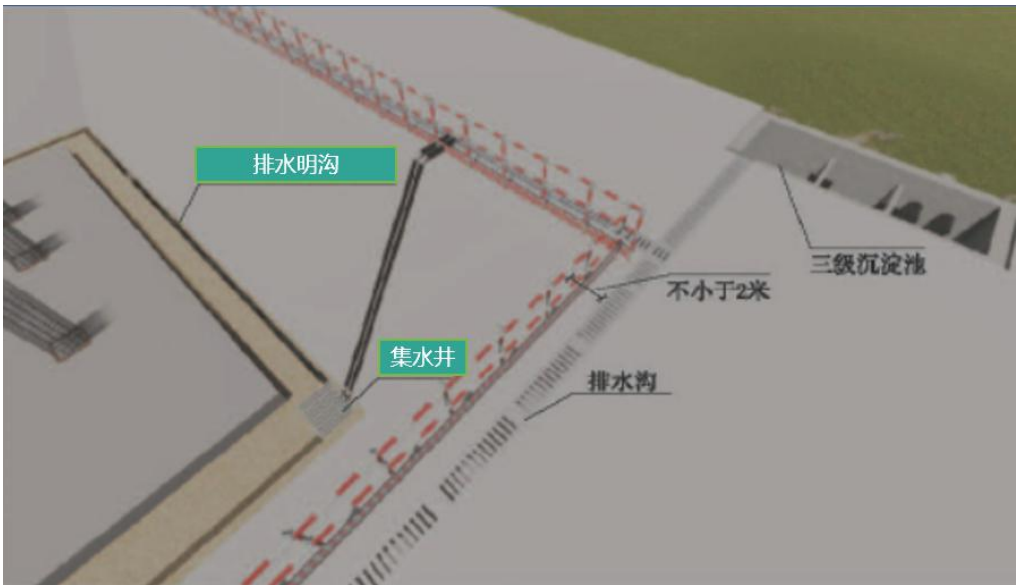
相邻基坑开挖：应遵循先深后浅或同时进行的施工程序。挖土应自上而下、水平分段分层进行。

基坑开挖应尽量防止对地基土的扰动。当用人工挖土，基坑挖好后不能立即进行下道工序时，应预留 150～300mm 一层土不挖，待下道工序开始再挖至设计标高。采用机械开挖基坑时，为避免破坏基底土，应在基底标高以上预留 200mm-300mm 厚土层人工挖掘修整。

地下水位以下挖土，应在基坑四周挖好临时排水沟和集水井，或采用井点降水，将水位降低至坑底以下 500mm 以上，以利挖方进行。降水工作应持续到基础（包括地下水位下回填

土) 施工完成。

基坑开挖时，应对平面控制桩、水准点、平面位置、水平标高、边坡坡度、排水、降水系统等经常复测检查。



(二) 深基坑开挖

(1) 深基坑工程的挖土方案：

(2) 分层厚度宜控制在 3m 以内。

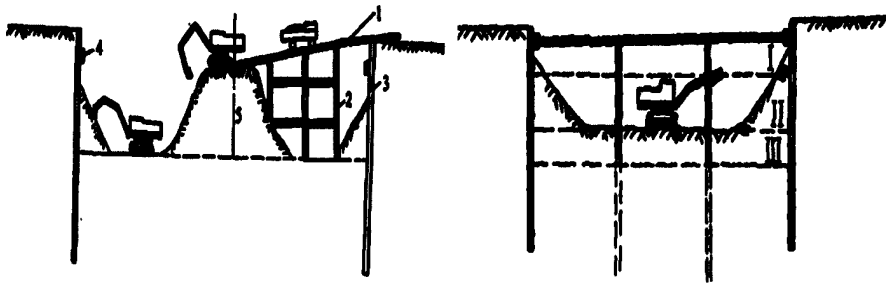
(3) 多级放坡开挖时，坡间平台宽度不小于 3m。

(4) 边坡防护可采用水泥砂浆、挂网砂浆、混凝土、钢筋混凝土等方法。

有支护	中心岛式（也称墩式）挖土、盆式挖土和逆作法挖土
无支护	放坡挖土

(6) 采用土钉墙支护的基坑开挖应分层分段进行，每层分段长度不宜大于 30m。

(7) 采用逆作法的基坑开挖面积较大时，宜采用盆式开挖，先形成中部结构，再分块、对称、限时开挖周边土方和施工主体结构。



二、土方回填

（一）土料要求

填方土料应符合设计要求，保证填方的强度和稳定性。一般不能选用淤泥、淤泥质土、有机质大于 5% 的土、含水量不符合压实要求的黏性土。填方土应尽量采用同类土。

（二）基底处理

（1）清除基底上的垃圾、草皮、树根、杂物，排除坑穴中积水、淤泥和种植土，将基底充分夯实和碾压密实。

（2）应采取措施防止地表滞水流入填方区，浸泡地基，造成基土下陷。

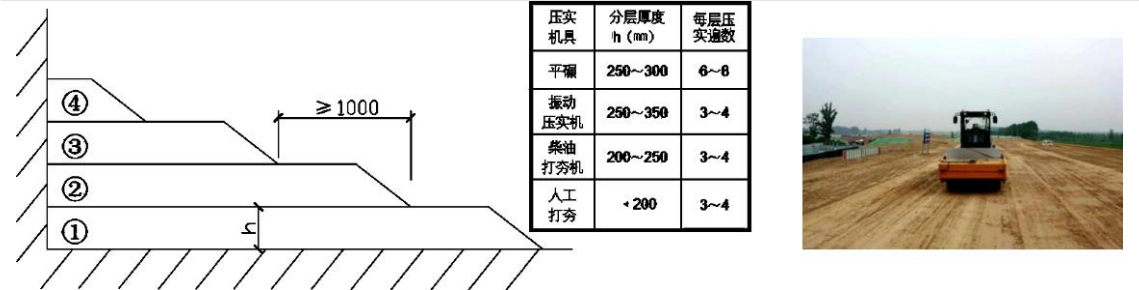
（3）当填土场地地面陡于 1/5 时，应先将斜坡挖成阶梯形，阶高 0.2 - 0.3，阶宽大于 1m，然后分层填土，以利接合和防止滑动。

（三）土方填筑与压实

（1）填土应从场地最低处开始，由下而上整个宽度分层铺填。每层虚铺厚度应根据夯实机械确定，一般情况下每层虚铺厚度如下：

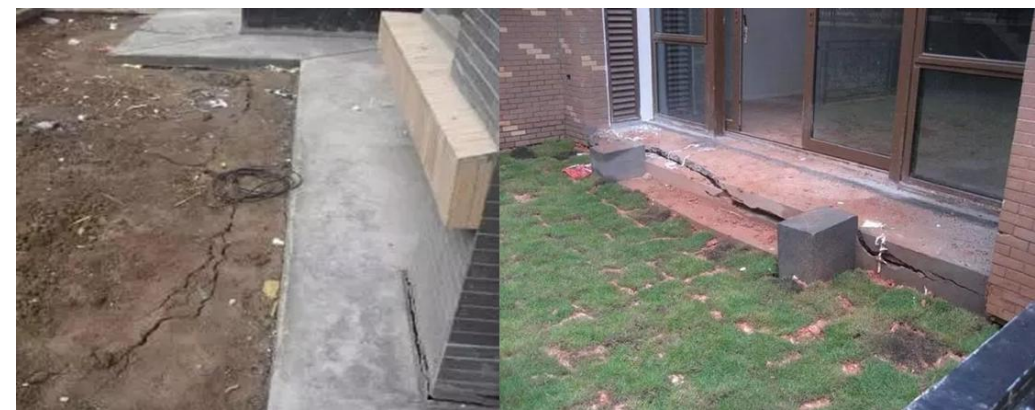
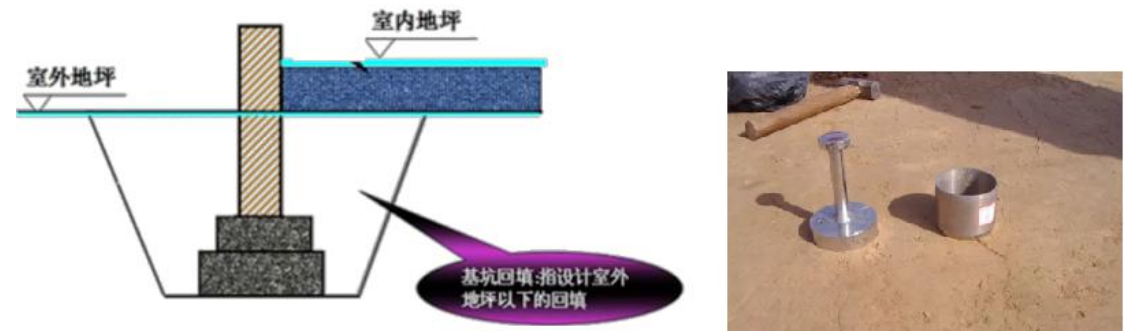
填土施工分层厚度及压实遍数

压实机具	分层厚度 (mm)	每层压实遍数
平碾	250~300	6~8
振动压实机	250~350	3~4
柴油打夯机	200~250	3~4
人工打夯	< 200	3~4



- (2) 填方应在相对两侧或周围同时进行回填和夯实。
- (3) 填土应尽量采用同类土填筑，填方的密实度要求和质量指标通常以压实系数 λ_c 表示。

$$\text{压实系数}\lambda_c = \frac{\text{土的控制 (实际) 干土密度}\rho_d}{\text{最大干土密度}\rho_{\max}}$$



【2016 年】关于土方回填施工工艺的说法，错误的是（ ）。

- A . 土料应尽量采用同类土
- B . 应从场地最低处开始回填

- C . 应在相对两侧对称回填
- D . 虚铺厚度根据含水量确定

【答案】D

【解析】每层虚铺厚度应根据夯实机械确定。

1A415025 基坑验槽方法

建（构）筑物基坑（槽）均应进行施工验槽。基坑（槽）挖至基底设计标高并清理后，施工单位必须会同勘察、设计、建设、监理等单位共同进行验槽，合格后方可进行基础工程施工。



一、验槽时必须具备的资料和条件

- ①勘察、设计、建设、监理、施工等（五方）等相关单位技术人员到场；
- ②地基基础设计文件；
- ③岩土工程勘察报告；
- ④轻型动力触探记录；
- ⑤地基处理或深基础施工质量检测报告；
- ⑥基底应为无扰动的原状土，留置有保护层时其厚度不应超过 100mm。

二、天然地基验槽

天然地基验槽内容
(1) 根据勘察、设计文件核对基坑的位置、平面尺寸、坑底标高； (2) 根据勘察报告核对坑底、坑边岩土体及地下水情况； (3) 检查空穴、古井、古墓、暗沟、地下埋设物及防空掩体等情况，并应查明其位置、深度和性状； (4) 检查基坑底土质的扰动情况及扰动的范围和程度； (5) 检查基坑底土质受到冰冻、干裂、受水冲刷或浸泡等扰动情况，并查明影响范围和深度。
可不进行轻型动力触探的情况
(1) 承压水头可能高于基坑底面标高，触探可造成冒水涌砂时；(2) 基坑持力层为砾石层或卵石层，且基底以下砾石层和卵石层厚度大于 1m 时； (3) 基础持力层为均匀、密实砂层，且基底以下厚度大于 1.5m 时。

三、地基处理工程验槽

地基处理工程验槽
(1) 对于换填地基、强夯地基，应现场检查处理后的地基均匀性、密实度等检测报告和承载力检测资料。 (2) 对于增强体复合地基，应现场检查桩头、桩位、桩间土情况和复合地基施工质量检测报告。 (3) 对于特殊土地基，应现场检查处理后地基的湿陷性、地震液化、冻土保温、膨胀土隔水等方面的处理效果检测资料。

四、桩基工程验槽

桩基工程验槽
(1) 设计计算中考虑桩筏基础、低桩承台等桩间土共同作用时，应在开挖清理至设计标高后对桩间土进行检验。 (2) 对人工挖孔桩，应在桩孔清理完毕后，对桩端持力层进行检验。对大孔径挖孔桩，应逐孔检验孔底的岩土情况。

五、验槽方法

(一) 观察法：验槽方法中主要采用观察法

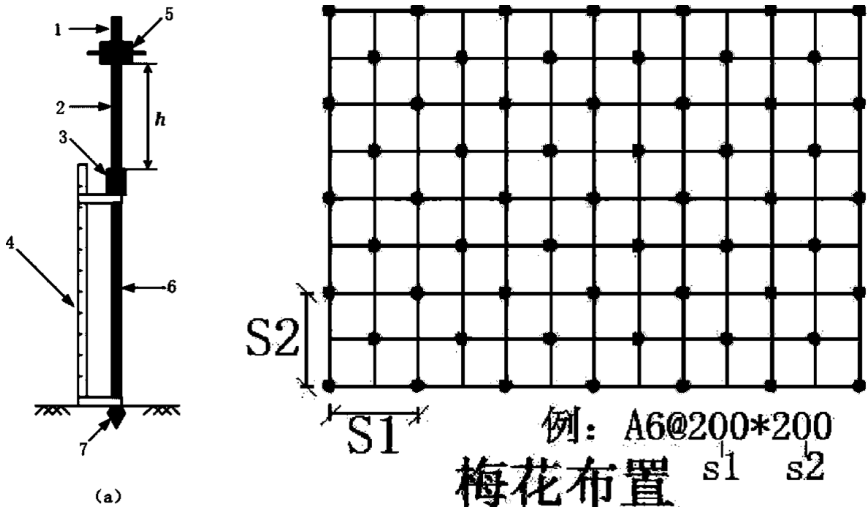
观察法检查内容
(1) 观察槽壁、槽底的土质情况，验证基槽开挖深度，初步验证基槽底部土质是否与勘察报告相符，观察槽底土质结构是否被人为破坏。 (2) 基槽边坡是否稳定，是否有影响边坡稳定的因素存在，如地下渗水、坑边堆载或近距离扰动等。 (3) 基槽内有无旧的房基、洞穴、古井、掩埋的管道和人防设施等。 (4) 在进行直接观察时，可用袖珍式贯入仪或其他手段作为验槽辅助。
验槽重点检查：应重点观察柱基、墙角、承重墙下或其他受力较大部位，如有异常部位，要会同勘察、设计等有关单位进行处理。P226

(二) 轻型动力触探

轻型动力触探应检查以下内容
(1) 地基持力层的强度和均匀性； (2) 浅埋软弱下卧层或浅埋突出硬层； (3) 浅埋的会影响地基承载力或地基稳定性的古井、墓穴和空洞等。

轻型动力触探宜采用机械自动化实施，检验完毕后，触探孔应灌砂填实。

轻型动力触探检验深度及间距 (m)			
排列方式	基坑 (槽) 宽度	检验深度	检验间距
中心一排	< 0.8	1.2	一般1.0 ~ 1.5m, 出现明显异常时, 需加密至足够掌握 异常边界
两排错开	0.8 ~ 2.0	1.5	
梅花型	> 2.0	2.1	



【练习题】可不进行轻型动力触探的有 ()。

- A . 承压水头可能高于基坑底面标高，触探可造成冒水涌砂
- B . 基坑持力层为砾石层或卵石层，且基底以下砾石层和卵石层厚度大于 1m
- C . 基础持力层为均匀、密实在砂层，且基底以下厚度大于 1.5m
- D . 有浅埋的坑穴、古墓、古井等，直接观察难以发现
- E . 浅部有软弱下卧层

【答案】ABC

【解析】可不进行轻型动力触探情况：

- (1) 承压水头可能高于基坑底面标高，触探可造成冒水涌砂时；
- (2) 基坑持力层为砾石层或卵石层，且基底以下砾石层和卵石层厚度大于 1m 时；
- (3) 基础持力层为均匀、密实砂层，且基底以下厚度大于 1.5m 时。

1A415010 施工测量

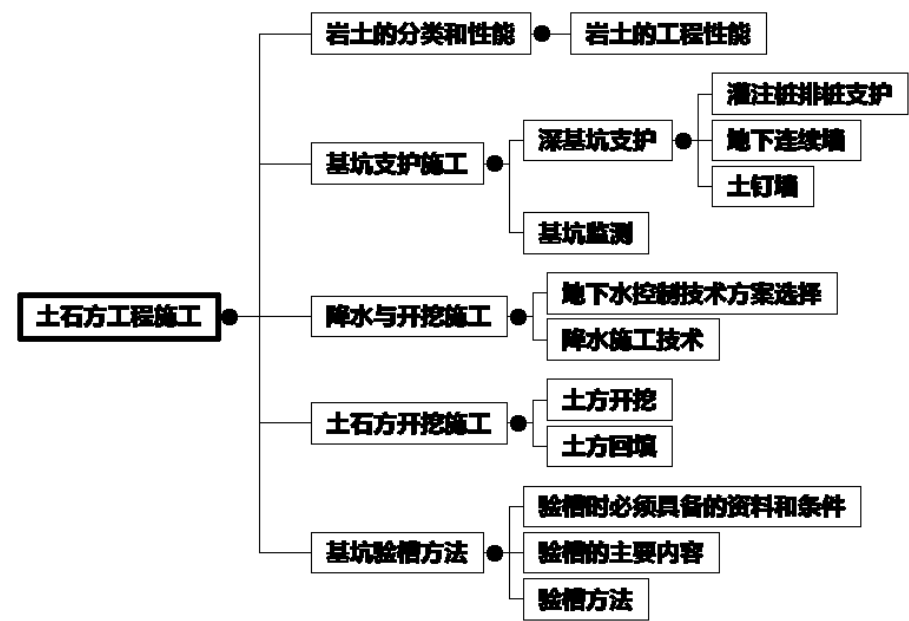
1A415020 土石方工程施工

1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工



1A415010 施工测量

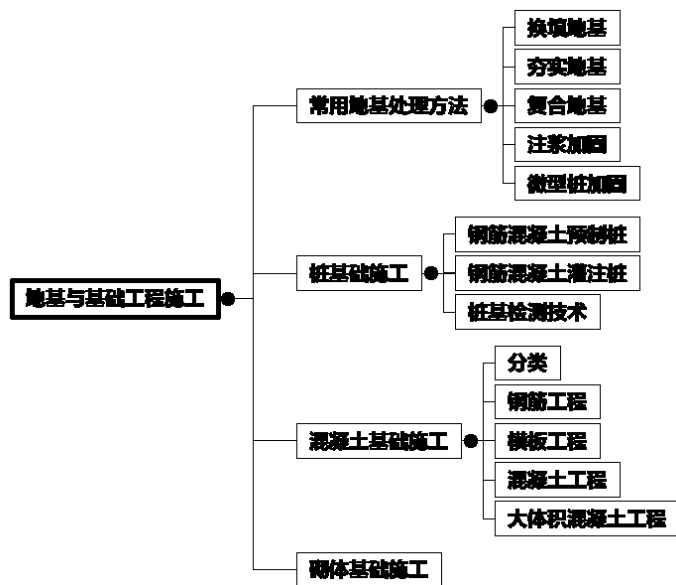
1A415020 土石方工程施工

1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

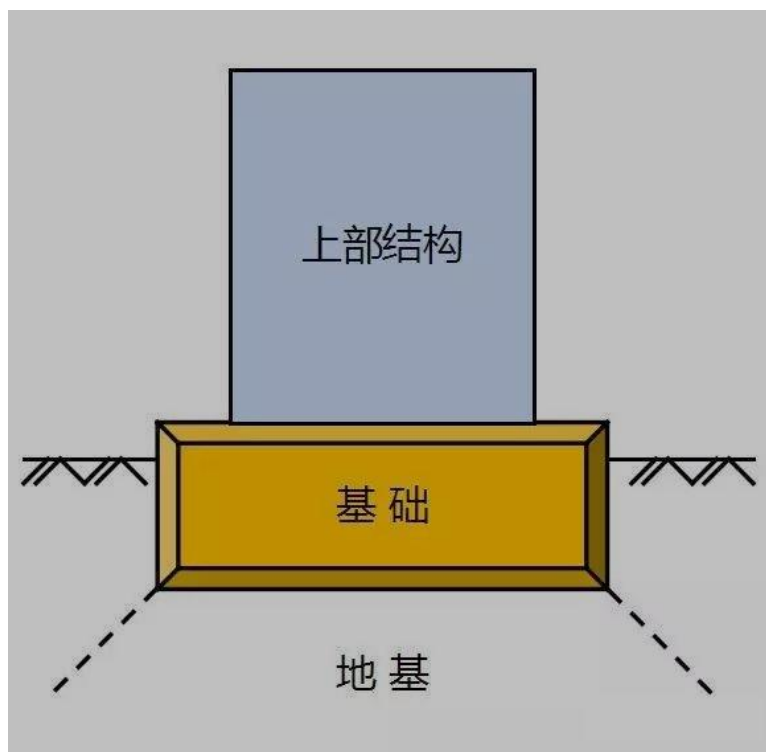
1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工



1A415031 常用地基处理方法

地基处理就是提高地基强度，改善其变形性质或渗透性质而采取的技术措施。处理后的地基应满足建筑物地基承载力、变形和稳定性的要求。常见的地基处理方式有换填地基、压实和夯实地基、复合地基、注浆加固、预压地基、微型桩加固等。



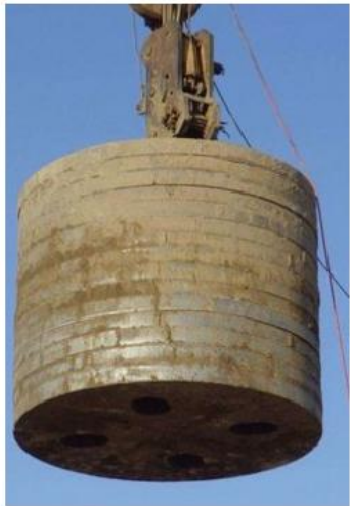
一、换填地基 (0.5~3m)

换填地基适用于浅层软弱土层或不均匀土层的地基处理。按其回填的材料不同可分为素土、

灰土地基，砂和砂石地基，粉煤灰地基等。换填厚度由设计确定，一般宜为 0.5 - 3m。

换填方法	要求
素土、灰土地基	材料：土料--黏土或砂质黏土，石灰--新鲜的消石灰，灰土体积配合比宜为 2：8 或 3：7。 分层：200~300mm 回填夯实或压实 压实系数≥0.95
砂和砂石地基	材料：宜选用碎石、卵石、角砾、圆砾、砂砾、粗砂、中砂或石屑，当使用粉细砂或石粉时，应掺入不少于总重 30%的碎石或卵石。分层夯（压）实。 压实系数≥0.97
粉煤灰地基	材料：应选用Ⅲ级以上的粉煤灰级，粉煤灰地基最上层宜覆盖土 300~500mm。 压实系数≥0.95

二、夯实地基（一般有效加固深度 3~10m）



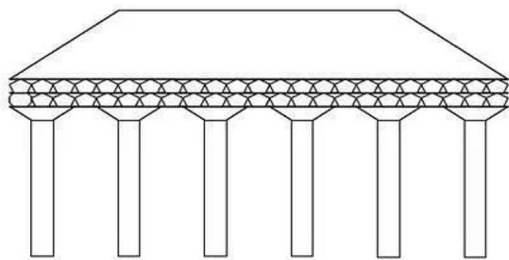
分类	强夯	1.适用于碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基； 2.夯锤质量宜为 10-60t； 3.锤底静接地压力值宜为 25-80kPa。
	强夯置换	1.适用于高饱和度的粉土与软塑~流塑的黏性土等地基上对变形要求不严格的工程； 2.夯锤底静接地压力值宜大于 80kPa。
其他施工要求	试验	施工前，应在现场有代表性的场地上选取一个或者几个试验区，进行试夯或试验性施工，每个实验区面积不宜小于 20m×20m
	降水	地下水位低于坑底面以下 2m
	管线保护	内地下构筑物 and 地下管线予以保护

二、夯实地基（一般有效加固深度 3 - 10m）

三、复合地基

概念：部分土体被增强或被置换，形成的由地基土和增强体共同承担荷载的人工地基。按照

增强体的不同可分为振冲碎石桩和沉管砂石桩复合地基、水泥土搅拌桩复合地基、旋喷桩复合地基、水泥粉煤灰碎石桩复合地基、夯实水泥土桩复合地基、灰土挤密桩复合地基、桩锤扩充桩复合地基和多桩型复合地基等。



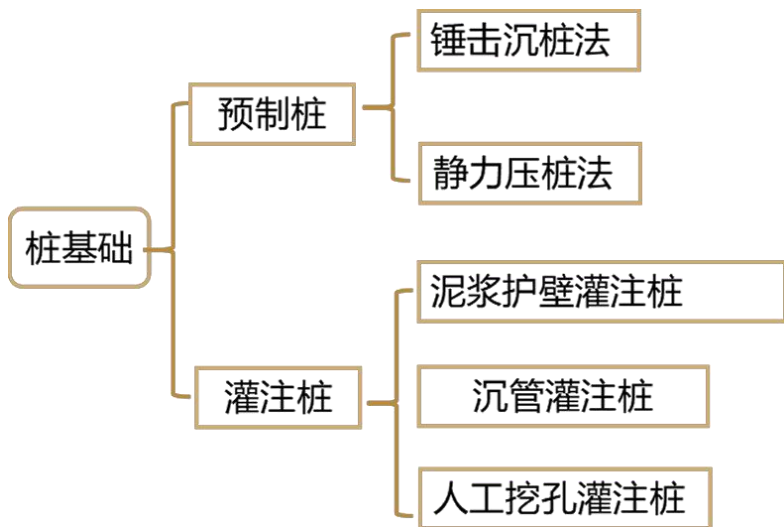
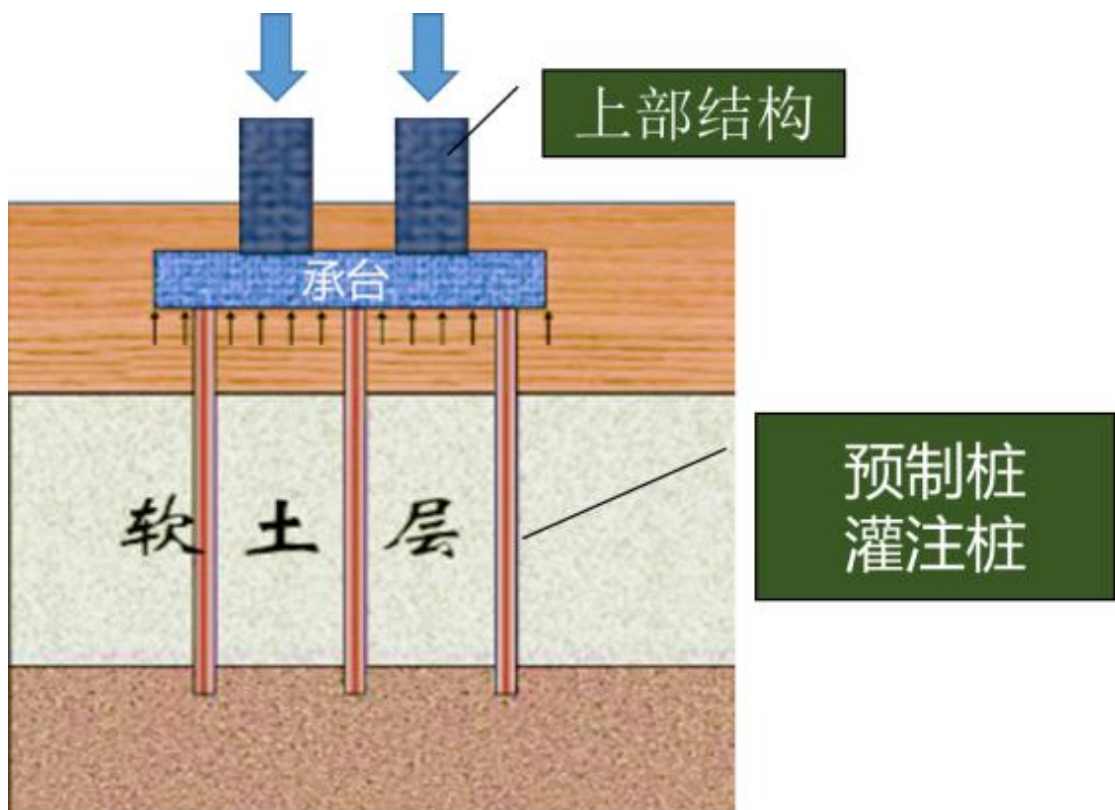
地基处理方法	要点
水泥粉煤灰碎石桩复合地基	1、水泥粉煤灰碎石桩，简称 CFG 桩，是在碎石桩的基础上掺入适量石膏、粉煤灰和少量水泥，加水拌合后制成具有一定强度的桩体。 2、适用于处理黏性土、粉土、砂土和自重固结完成的素填土地基。
灰土挤密桩	处理地下水位以上的粉土等，可处理地基的厚度为 3-15m。
地基处理方法	要点
振冲碎石桩和沉管砂石桩复合地基	适用于挤密松散砂土、粉土、粉质黏土、素填土和杂填土等地基，以及用于可液化地基。
夯实水泥土桩复合地基	适用于处理地下水位以上的粉土、黏性土、素填土和杂填土等地基。
水泥土搅拌桩复合地基	适用于处理正常固结的淤泥、淤泥质土、素填土、黏性土、粉土等土层。
旋喷桩复合地基	适用于处理淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、砂土、黄土、素填土和碎石土等地基。

四、注浆加固

适用范围	局部加固处理，适用于砂土、粉土、黏性土和人工填土等地基固。
加固材料	选用水泥浆液、硅化浆液和碱液等固化剂。

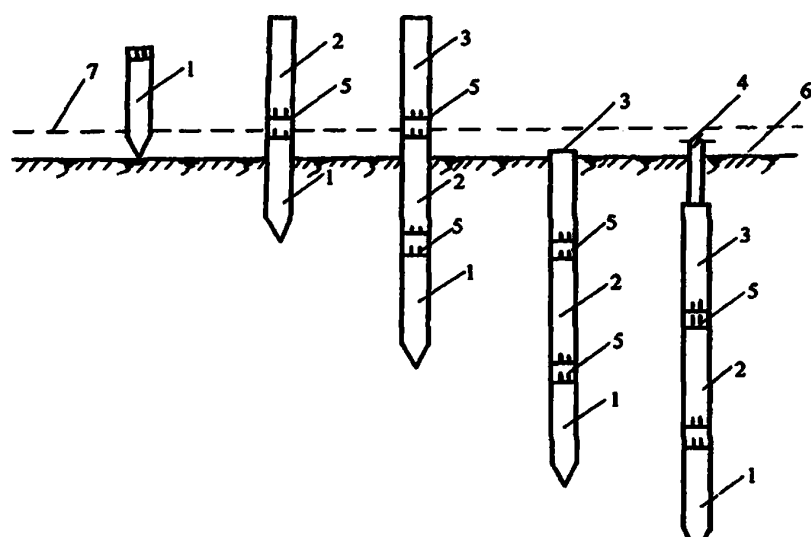
1A415032 桩基础施工

一、钢筋混凝土预制桩





(一) 锤击沉桩法

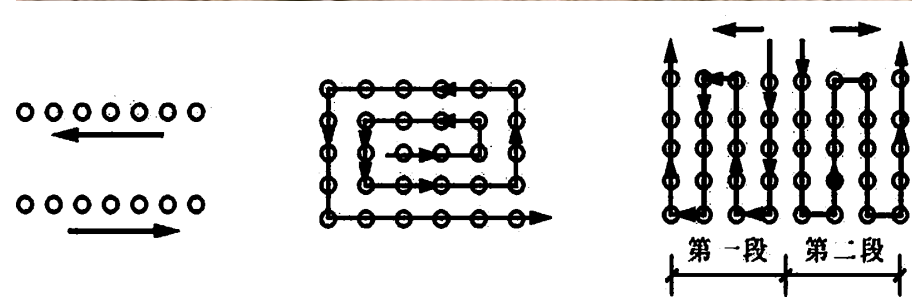
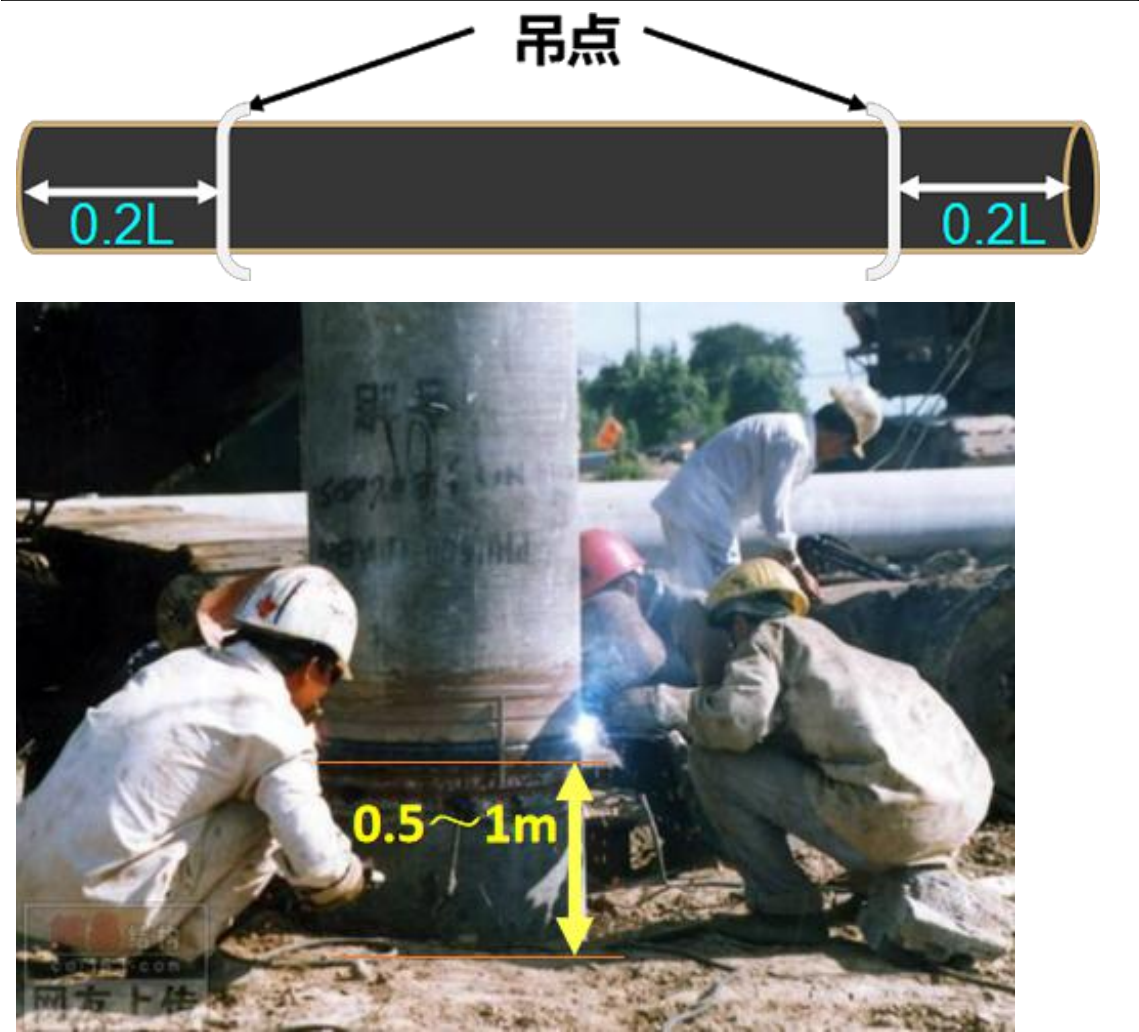


(1) 施工程序：确定桩位和沉桩顺序→桩机就位→吊桩喂桩→校正→锤击沉桩→接桩→再锤击沉桩→送桩→收锤→切割桩头。

(一) 锤击沉桩法

施工要求

起吊	预制桩的混凝土强度达到 70%后方可起吊，达到 100%后方可运输和打桩。
	单节桩采用两支点起吊时，吊点距桩端宜为 0.2L 桩段长。吊运过程中严禁采用拖拉取桩方法。
接桩	接桩接头宜高出地面 0.5 - 1m 接桩方法分为焊接、螺纹接头和机械啮合接头等。
施工要求	
沉桩顺序	应按先深后浅、先大后小、先长后短、先密后疏的次序进行；对于密集桩群，从中间开始分头向四周或两边对称施打；当一侧毗邻建筑物时，由毗邻建筑物处向另一方向施打。



【2015 年】关于钢筋混凝土预制桩锤击沉桩顺序的说法，正确的有（ ）。

- A．基坑不大时，打桩可逐排打设
- B．对于密集桩群，从中间开始分头向四周或两边对称施打
- C．当一侧毗邻建筑物时，由毗邻建筑物处向另一方向施打
- D．对基础标高不一的桩，宜先浅后深
- E．对不同规格的桩，宜先小后大

【答案】ABC

【解析】沉桩顺序：应按先深后浅、先大后小、先长后短、先密后疏的次序进行；对于密集桩群，从中间开始分头向四周或两边对称施打；当一侧毗邻建筑物时，由毗邻建筑物处向另一方向施打。

【2011 年】锤击沉桩法施工，不同规格钢筋混凝土预制桩的沉桩顺序是（ ）。

- A．先大后小，先短后长
- B．先小后大，先长后短
- C．先大后小，先长后短
- D．先小后大，先短后长

【答案】C

【解析】沉桩顺序：应按先深后浅、先大后小、先长后短、先密后疏的次序进行；对于密集桩群，从中间开始分头向四周或两边对称施打；当一侧毗邻建筑物时，由毗邻建筑物处向另一方向施打。

施工要求	
终止沉桩标准	终止沉桩应以桩端标高控制为主，贯入度控制为辅，当桩终端达到坚硬，硬塑黏性土，中密以上粉土、砂土、碎石土及风化岩时，可以贯入度控制为主，桩端标高控制为辅；贯入度达到设计要求而桩端标高未达到时，应继续

	锤击 3 阵,按每阵 10 击的贯入度不大于设计规定的数值予以确认。 注:【贯入度】贯入度一般是指锤击桩每 10 击进入的深度 mm,用 (mm/10 击) 表示

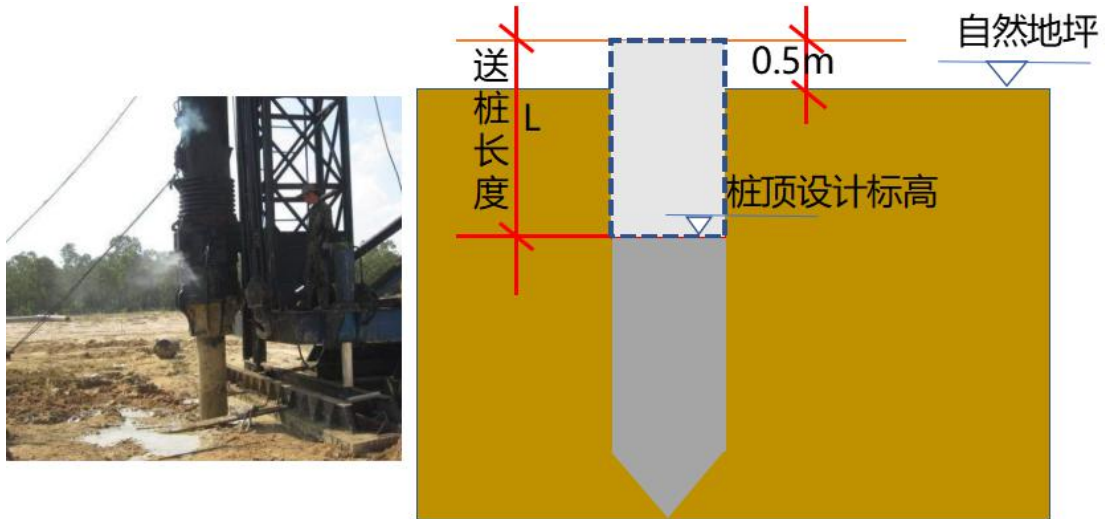
一、钢筋混凝土预制桩

(二) 静力压桩法

(1) 施工程序: 测量定位→压桩机就位→吊桩、插桩→桩身对中调直→静压沉桩→接桩→再静压沉桩→送桩→终止压桩→检查验收→转移桩机。

(2) 施工要求

施工要求	
试压桩	施工前进行试压桩,数量≥3 根
沉桩顺序	按“先深后浅、先长后短、先大后小、避免密集”原则进行。施工场地开阔时,从中间向四周进行;场地狭长时,从中间向两端对称进行;沿建筑物长度线方向进行。
接桩	桩接头可采用焊接法,或螺纹式、啮合式、卡扣式、抱箍式等机械快速连接方法。焊接、螺纹接桩时,接头宜高出地面 0.5~1m;啮合式、卡扣式、抱箍式方法接桩时,接头宜高出地面 1~1.5m
送桩	送桩深度不宜大于 10~12m。送桩深度大于 8m,送桩器应专门设计。

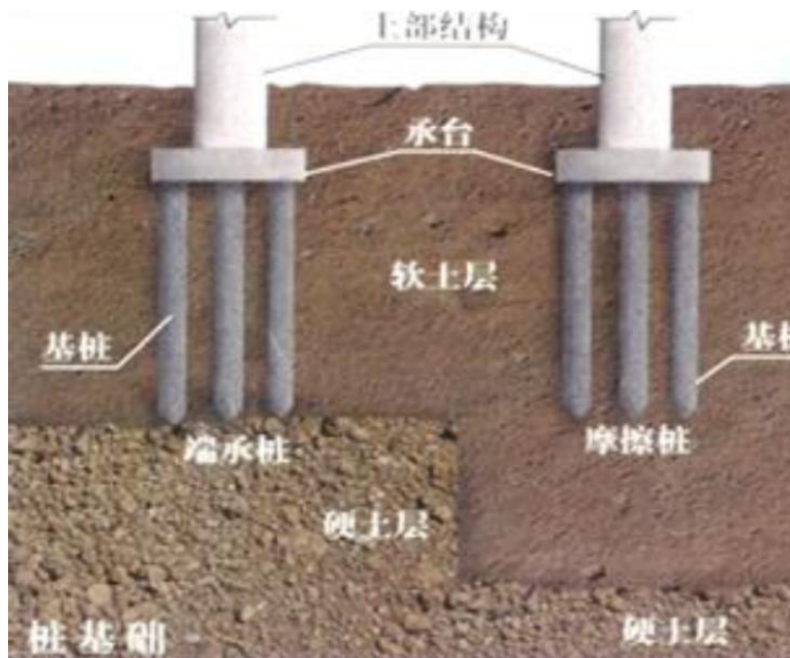


(2) 施工要求

施工要求	
日压桩量控制	同一承台桩数大于 5 根时,不宜连续压桩。密集群桩区的静压桩不宜 24h 连续作业,日停歇时间不少于 8h。
终止沉桩标准	静压桩应以标高为主,压力为辅。摩擦桩应按桩顶标高控制;端承摩擦桩,应以桩顶标高控制为主,终压力控制为辅;端承桩应以终压力控制为主,桩顶标高控制为辅。

钢筋混凝土预制桩终止沉桩条件

- 1.未知桩，默认为摩擦桩；
- 2.摩擦桩以标高为主，贯入度（终压力）为辅；【口诀“摩高”一尺】
- 3.端承桩相反。



【2013 年】采用锤击沉桩法施工的摩擦桩，主要以（ ）控制其入土深度

- A．贯入度
- B．持力层
- C．标高
- D．锤击数

【答案】C

【解析】摩擦桩以标高为主，贯入度为参考值。

二、钢筋混凝土灌注桩

钢筋混凝土灌注桩按其施工方法不同，可分为泥浆护壁灌注桩、沉管灌注桩、长螺旋钻孔灌

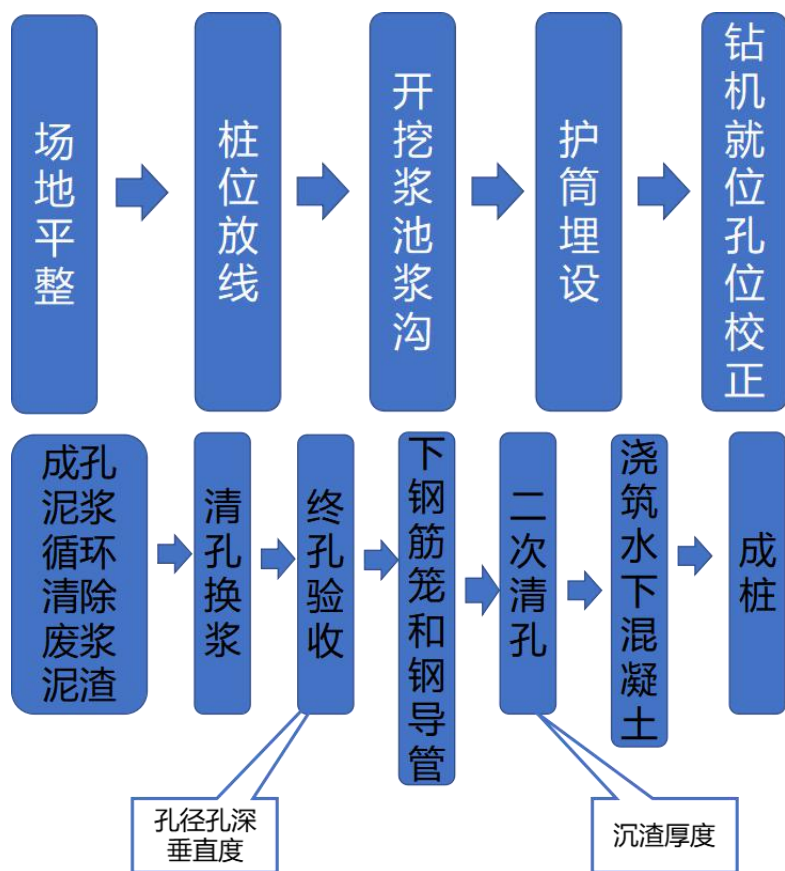
注桩和干作业（机械、人工）成孔灌注桩等。

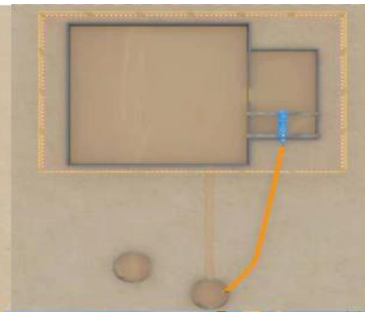
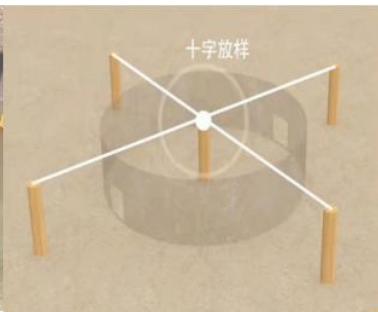
（一）泥浆护壁钻孔灌注桩施工

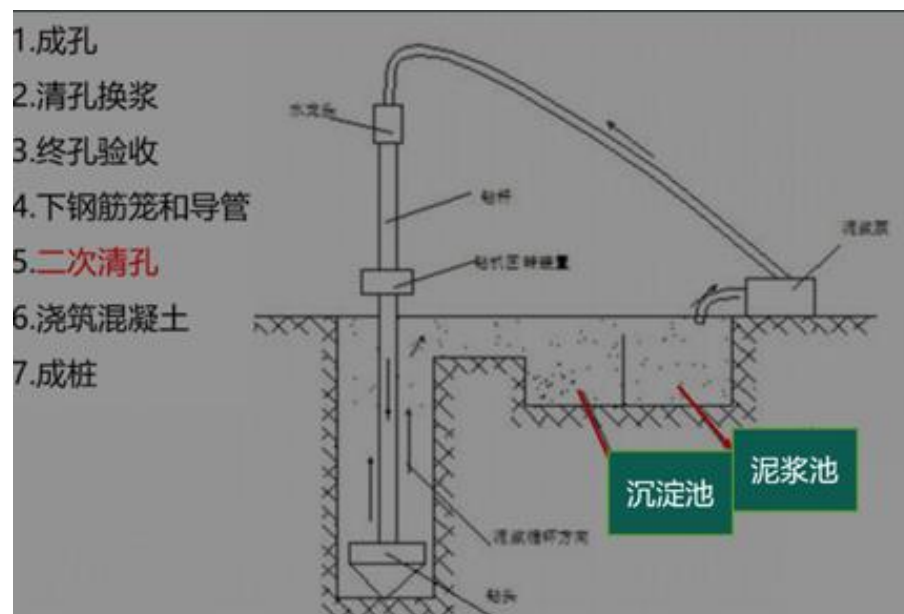
1、工艺流程：

场地平整→桩位放线→开挖浆池、浆沟→护筒埋设→钻机就位、孔位校正→成孔、泥浆循环、清除废浆、泥渣→清孔换浆→终孔验收→下钢筋笼和钢导管→二次清孔→浇筑水下混凝土→成桩。

1、工艺流程-准备阶段

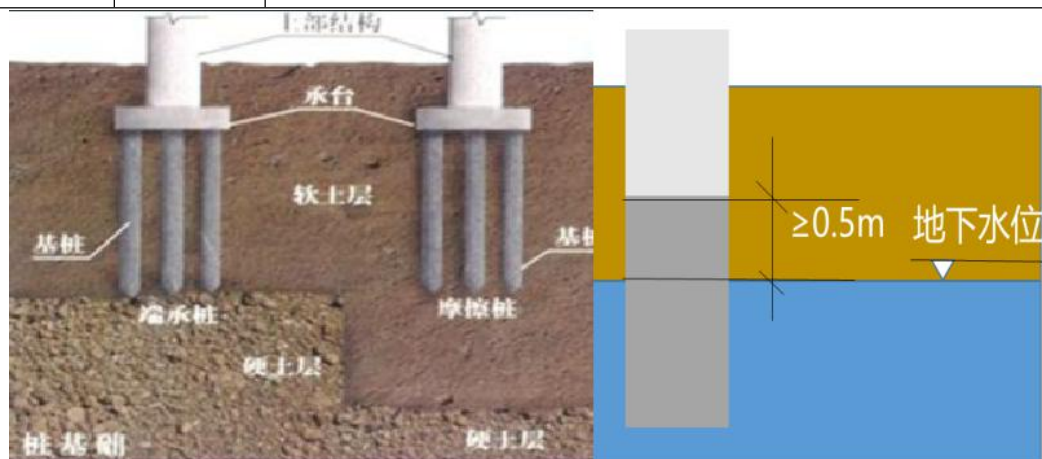


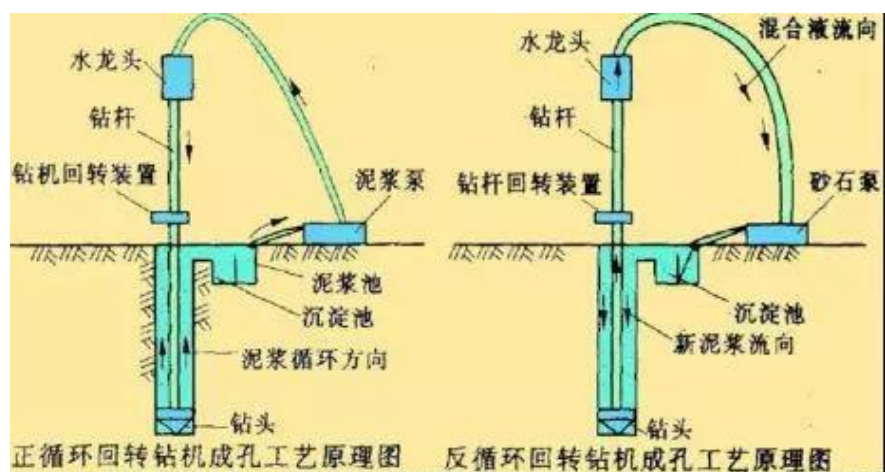




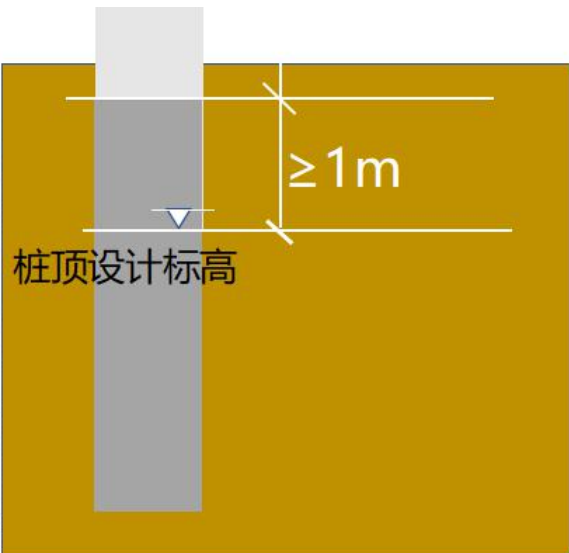
二、钢筋混凝土灌注桩

施工要求	试成孔	应进行工艺性试成孔，数量 ≥ 2 根
	泥浆	施工时，钻孔内泥浆液面高出地下水位 0.5m
	成孔机具	正、反循环成孔机具应根据桩型、地质条件及成孔工艺选择，砂土层成孔宜选用反循环钻机
	清孔	清孔可采用正循环清孔、泵吸反循环清孔、气举反循环清孔等方法。
	沉渣厚度	端承型桩应 $\leq 50\text{mm}$ 摩擦型桩应 $\leq 100\text{mm}$ 抗拔、抗水平荷载桩应 $\leq 200\text{mm}$





施工要求	钢筋笼	钢筋笼宜分段制作，接头宜采用焊接或机械连接，接头应相互错开。
	超灌	水下混凝土强度应按比设计强度提高等级配置，水下混凝土灌注应采用导管法连续灌注；超灌高度应高于设计桩顶标高 1m 以上，充盈系数不应小于 1。
	桩底注浆	桩底注浆导管应采用钢管，单根桩上数量不少于两根。满足下列条件之一即可终止注浆： (1) 注浆总量达到设计要求； (2) 注浆量不低于 80%，且压力大于设计值。
施工要求	试件	来自同一搅拌站的混凝土，每浇筑 50m ³ 必须至少留置 1 组试件；当混凝土浇筑量不足 50m ³ 时，每连续浇筑 12h 必须至少留置 1 组试件。对单柱单桩，每根桩应至少留置 1 组试件 P379





（二）沉管灌注桩

沉管灌注桩施工可选用单打法、复打法或反插法。沉管灌注桩成桩过程：桩机就位→锤击（振动）沉管→上料→边锤击（振动）边拔管，并继续浇筑混凝土→下钢筋笼，继续浇筑混凝土及拔管→成桩。

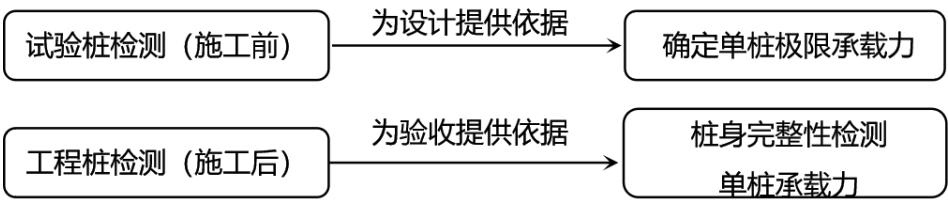
（三）人工挖孔灌注桩

护壁方法：应用较广的是现浇混凝土分段护壁。

施工要求：桩净距小于 2.5m 时，应采用间隔开挖和间隔浇筑，且相邻排桩最小施工间距不应小于 5m。



三、桩基检测技术



验收检测时，宜先进行桩身完整性检测，后进行承载力检测。桩身完整性检测应在基坑开挖后进行。

方法	目的	开始时间
钻芯法	判定桩身完整性 桩长、桩身强度、沉渣厚度、桩端持力层岩土性状	受检桩混凝土龄期应达到 28d ,或者同条件养护试块强度达到设计强度要求。
应变法	判定桩身完整性	受检桩混凝土强度不应低于设计强度 70%且不应低于 15MPa。
声波透射法	检测桩身缺陷及其位置 判定单桩竖向抗压承载力（高应变法）	
检测方法	目的	
单桩竖向抗压静载试验	确定单桩竖向抗压极限承载力	
单桩竖向抗拔静载试验	确定单桩竖向抗拔极限承载力	
单桩水平静载试验	确定单桩水平临界荷载和极限承载力，推定土抗力参数	



验收检测 的受检桩 选择条件	(1) 施工质量有疑问的桩； (2) 局部地基条件出现异常的桩； (3) 承载力验收时选择部分Ⅲ类桩； (4) 设计方认为重要的桩； (5) 施工工艺不同的桩； (6) 宜按规定均匀和随机选择。
休止时间	一般承载力检测前的休止时间：

	砂土地基不少于 7d 粉土地基不少于 10d 非饱和黏性土不少于 15d 饱和黏性土不少于 25d 泥浆护壁灌注桩，宜延长休止时间。	
桩基础施工技术P380		
工程桩检验	承载力检验	设计等级为甲级或地质条件复杂时，应采用静载试验的方法进行检验，检验桩数不应少于总桩数的 1%，且≥3 根，当总桩数少于 50 根时，≥2 根。
	桩身完整性检验	抽检数量不应少于总桩数的 20%，且≥10 根。
桩身完整性分类	桩身完整性分类为Ⅰ类桩、Ⅱ类桩、Ⅲ类桩、Ⅳ类桩共 4 类	
	Ⅰ类桩	桩身完整
	Ⅱ类桩	桩身有轻微缺陷，不会影响桩身结构承载力的正常发挥
	Ⅲ类桩	桩身有明显缺陷，对桩身结构承载力有影响
	Ⅳ类桩	桩身存在严重缺陷

【2018 年】为设计提供依据的试验桩检测，主要确定（ ）。

- A．单桩承载力
- B．桩身混凝土强度
- C．桩身完整性
- D．单桩极限承载力

【答案】D

【练习题】以下符合验收检测的受检桩选择条件的有（ ）。

- A．施工质量有疑问的桩
- B．局部地基条件出现异常的桩
- C．承载力验收时选择部分 I 类桩
- D．施工工艺相同的桩
- E．宜按规定均匀和随机选择

【答案】ABE

【2020 年】背景资料略：

静压力桩，先深后浅，先大后小，先长后短，先密后疏。使用抱箍式方法接桩，接头高出地面 0.8m，存在部分Ⅱ类桩。

【问题】施工顺序是否正确？静力桩接头不妥之处？桩基分几类？Ⅱ类桩的特点？

【答案】1) 正确。

2) 不妥之处：使用抱箍式方法接桩，接头高出地面 0.8m；

理由：抱箍式方法接桩时，接头宜高出地面 1~1.5m。

3) 桩基分为四类。

4) Ⅱ类桩：桩身有轻微缺陷，不影响桩身结构承载力的正常发挥。

【练习题】背景资料：某综合楼工程，地基基础设计等级为甲级，灌注桩筏板基础，现浇钢筋混凝土框架剪力墙结构，地下 3 层，地上 22 层，基础埋深 12.4m，筏板基础混凝土设计强度等级 P6C30，总方量 1980m³，由某商品混凝土搅拌站供应，该工程位于繁华市区，施工场地狭小。

事件一：基坑开挖前，施工单位委托具备相应资质的第三方对基坑工程进行现场监测，基坑开挖到设计标高后，施工单位和监理单位对基坑进行了验槽，并对基底进行了钎探，发现地基东南角有约 350 m² 软土区，监理工程师随即指令施工单位进行换填处理。

【问题】1.指出事件一中的不妥之处，并说明理由。

【答案】1.不妥之处一：基坑开挖前，施工单位委托具备相应资质的第三方对基坑工程进行现场监测；

理由：应由建设方委托具备相应资质第三方进行监测。

不妥之处二：基坑开挖到设计标高后，施工单位和监理单位对基坑进行了验槽；

理由：基坑挖至基底设计标高并清理后，施工单位必须会同勘察、设计、建设、监理等单位共同进行验槽。

不妥之处三：验槽时发现地基东南角有约 350 m²软土区，监理工程师随即指令施工单位进行换填处理；

理由：需要局部处理的部位由设计单位提出处理意见，施工单位处理后进行二次验收。

事件二：基础桩设计桩径 850mm、长度 40m，混凝土强度等级 C30，共计 200 根，施工单位完成灌注桩泥浆循环清孔工作后，随即放置钢筋笼、下导管，并立即水下灌注 C30 混凝土，灌注时桩顶混凝土面超过设计标高 0.5m，并且每浇筑 60m³留置 1 组混凝土试件，成桩后按总桩数的 15%对桩身完整性进行检验；采用静载试验的方法对桩基承载力进行检验，检验桩数按总桩数的 1%抽取，共检测 2 根。监理工程师认为存在诸多错误，要求施工单位整改。

【问题】2.指出事件二中的错误之处，并写出正确做法。

【答案】2.错误之处一：施工单位完成灌注桩泥浆循环清孔工作后，随即放置钢筋笼、下导管；

正确做法：施工单位完成灌注桩泥浆循环清孔工作后，应进行终孔验收，验收合格后，才可下钢筋笼和钢导管；

错误之处二：并立即水下灌注 C30 混凝土；

正确做法：下钢筋笼和钢导管后，要进行第二次清孔，再灌注桩身混凝土。且水下混凝土强度应按比设计强度提高等级配置。

错误之处三：灌注时桩顶混凝土面超过设计标高 0.5m；

正确做法：超灌高度应高于设计桩顶标高 1m 以上。

错误之处四：并且每浇筑 60m³留置 1 组混凝土试件；

正确做法：每浇筑 50m³必须至少留置 1 组试件，当混凝土浇筑量不足 50m³时，每连续浇筑 12h 必须至少留置 1 组试件。

错误之处五：成桩后按总桩数的 15%对桩身完整性进行检验；

正确做法：抽检数量不应少于总桩数的 20%，且不应少于 10 根。

错误之处六：检验桩数按总桩数的 1%抽取，共检测 2 根；

正确做法：设计等级为甲级，应采用静载试验的方法进行检验，检验桩数不应少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根。

小结

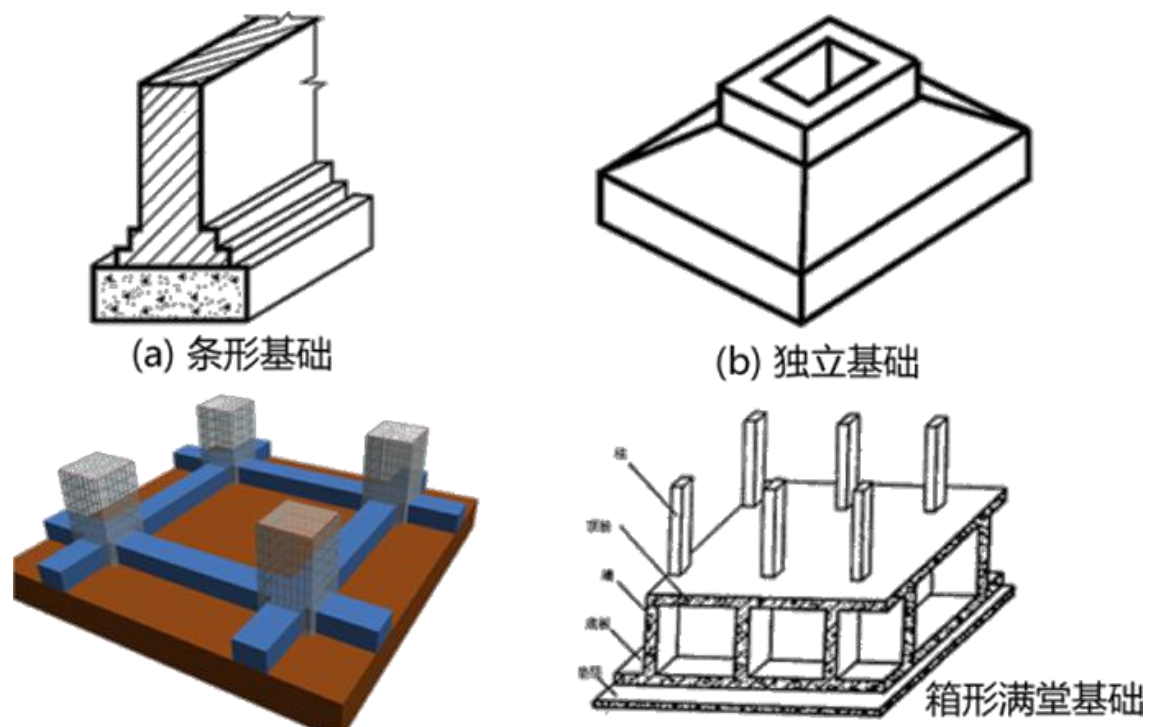
桩基础：预制桩沉桩顺序，终止沉桩的标准；

泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺；

桩基检测：承载力、完整性检测、受检桩选择条件、完整性检测类别、检测方法。

1A415033 混凝土基础施工

混凝土基础的主要形式有条形基础、独立基础、筏形基础和箱形基础等。



1A415033 混凝土基础施工

高层建筑筏形基础和箱形基础长度超过 40m 时，宜设置贯通的后浇施工缝（后浇带），后浇带宽宜 $\geq 800\text{mm}$ ，在后浇施工缝处，钢筋必须贯通。



一、钢筋工程

钢筋工程	
施工技术 要求	钢筋网的绑扎。四周两行钢筋交叉点应每点扎牢，中间部分交叉点可相隔交错扎牢，但必须保证受力钢筋不位移；双向主筋的钢筋网，须将全部钢筋相交点扎牢；绑扎时应相邻绑扎点的钢丝扣要成八字形，以免网片歪斜变形。 基础底板采用双层钢筋网时，在上层钢筋网下面应设置钢筋撑脚，以保证钢筋位置正确。 基础中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度应按设计要求，且不应小于 40mm；当无垫层时，不应小于 70mm。



【2017 年】某新建仓储工程，建筑面积 8000 m²，地下 1 层，地上 1 层，采用钢筋混凝土筏板基础，建筑高度 12m；地下室为钢筋混凝土框架结构，地上部分为钢结构；筏板基础混凝土等级为 C30，内配双层钢筋网、主筋为Φ20 螺纹钢，基础筏板下三七灰土夯实，无混凝土垫层。

项目制定的基础筏板钢筋施工技术方案中规定：钢筋保护层厚度控制在 40mm；主筋通过直螺纹连接接长，钢筋交叉点按照相隔交错扎牢，绑扎点的钢丝扣绑扎方

向要求一致；上、下层钢筋网之间拉勾要绑扎牢固，以保证上、下层钢筋网相对位置准确。

监理工程师审查后认为有些规定不妥，要求整改。

【问题】写出基础筏板钢筋技术方案中的不妥之处，并分别说明理由。

【答案】不妥之处一：钢筋保护层厚度控制在 40mm；理由：无垫层时，钢筋保护层厚度至少 70mm。

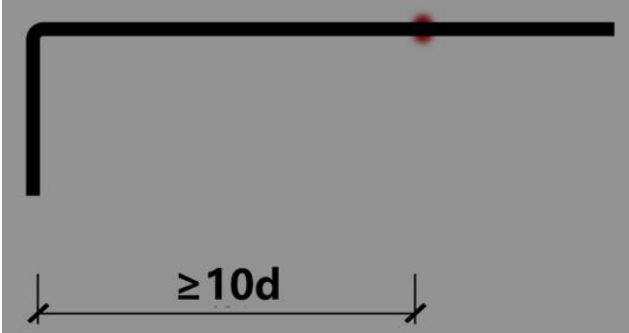
不妥之处二：钢筋交叉点按照相隔交错扎牢；

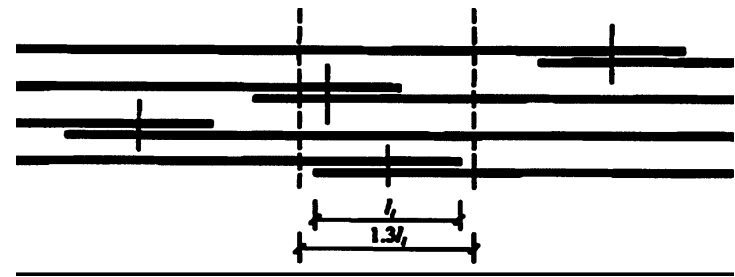
理由：双向主筋的钢筋网，须将全部钢筋相交点扎牢。不妥之处三：绑扎点的钢丝扣绑扎方向要求一致；

理由：相邻绑扎点的钢丝扣要成八字形，以免网片歪斜变形。

【答案】不妥之处四：上、下层钢筋网之间拉勾要绑扎牢固；

理由：在上层钢筋网下面应设置钢筋撑脚，保证钢筋位置正确。

钢筋工程	
钢筋接头	1) 受力钢筋的接头宜设置在受力较小处。在同一根纵向受力钢筋上不宜设置两个或两个以上接头。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。 
钢筋工程	
钢筋接头	2) 若采用绑扎搭接接头，则相邻纵向受力钢筋的绑扎接头宜相互错开。钢筋绑扎接头连接区段的长度为 1.3 倍搭接长度。凡搭接接头中点位于该区段的搭接接头均属于同一连接区段。位于同一区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率不宜大于 25% 3) 当受拉钢筋的直径 $d > 25\text{mm}$ 及受压钢筋的直径 $d > 28\text{mm}$ 时，不宜采用绑扎接头，宜采用焊接或机械连接接头。



注：同一连接区段内纵向受力钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢

筋与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。当直径不同的钢筋搭接时，按直径较小的钢筋计算

二、模板工程

模板工程	
安装	1) 模板安装位置、尺寸，必须满足图纸要求，且应拼缝严密、表面平整并刷隔离剂 2) 模板及其支撑应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。
验收	在浇筑混凝土之前，应对模板工程进行验收。
拆除	模板及其支撑拆除的顺序为：后支先拆、先支后拆，具体应按施工方案执行。

三、混凝土工程

混凝土工程	
搅拌	冬期拌制混凝土应优先采用加热水的方法。
运输泵送布料	混凝土水平运输设备主要有手推车、机动翻斗车、混凝土搅拌输送车等，垂直运输设备主要有井架等，泵送设备主要有汽车泵（移动泵）、固定泵，为了提高生产效率，混凝土输送泵管道终端通常同混凝土布料机（布料杆）连接，共同完成混凝土浇筑时的布料工作。
浇筑	垫层混凝土应在基础验槽后立即浇筑，混凝土强度达到 70%后方可进行后续施工。
混凝土浇筑	
单独基础	台阶式基础施工，可按台阶分层一次浇筑完毕，不允许留设施工缝。每层混凝土一次浇筑，顺序是先边角后中间，务必使混凝土充满模板。
条形基础	1) 根据基础深度宜分段分层（300～500mm）连续浇筑混凝土，一般不留施工缝。 2) 各段层间应相互衔接，每段间浇筑长度控制在 2～3m，做到逐段逐层呈阶梯形向前推进。



四、大体积混凝土

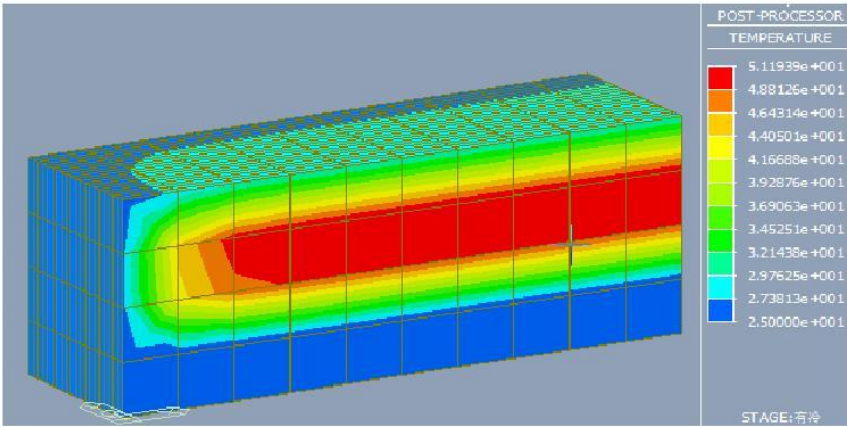
(一) 大体积混凝土施工组织	
概念	混凝土结构物实体最小几何尺寸不小于 1m 的大体量混凝土，或预计会因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生的混凝土。
强度等级	大体积混凝土的设计强度等级宜为 C25～C50，并可采用混凝土 60d 或 90d 的强度作为混凝土配合比设计、混凝土强度评定及工程验收的依据；
材料	大体积混凝土应选用水化热低的通用硅酸盐水泥
供应能力	大体积混凝土供应能力应满足混凝土连续施工需要，不宜低于单位时间所需量的 1.2 倍。

四、大体积混凝土

(一) 大体积混凝土施工组织													
滑动层	大体积混凝土置于岩石类地基上时，宜在混凝土垫层上设置滑动层												
约束	设计中应采取减少大体积混凝土外部约束的技术措施												
(一) 大体积混凝土施工组织													
配合比 设计要求	1) 混凝土拌合物的坍落度不宜大于 180mm ； 2) 拌合水用量不宜大于 170kg/m³ 3) 粉煤灰掺量不宜大于胶凝材料用量的 50%，矿渣粉掺量不宜大于胶凝材料用量的 40%；粉煤灰和矿渣粉掺量总和不宜大于胶凝材料用量的 50%； 4) 水胶比不宜大于 0.45 ； 5) 砂率宜为 38%～45%												
(二) 大体积混凝土施工要求													
跳仓法	跳仓的最大分块单向尺寸不宜大于 40m，跳仓间隔施工的时间不宜小于 7d，跳仓接缝处应按施工缝的要求设置和处理。												
<table><tr><td>1-5</td><td>2-5</td><td>1-6</td><td>2-6</td></tr><tr><td>2-3</td><td>1-3</td><td>2-4</td><td>1-4</td></tr><tr><td>1-1</td><td>2-1</td><td>1-2</td><td>2-2</td></tr></table>		1-5	2-5	1-6	2-6	2-3	1-3	2-4	1-4	1-1	2-1	1-2	2-2
1-5	2-5	1-6	2-6										
2-3	1-3	2-4	1-4										
1-1	2-1	1-2	2-2										
(二) 大体积混凝土施工要求													
浇筑	大体积混凝土浇筑应符合下列规定： 1) 混凝土浇筑层厚度应根据所用振捣器作用深度及混凝土的和易性确定，整体连续浇筑时宜为 300 - 500mm，振捣时应避免过振和漏振。 2) 整体分层连续浇筑或推移式连续浇筑，应缩短间歇时间，并应在前层混凝土初凝之前将次层混凝土浇筑完毕。 3) 混凝土的浇灌应连续、有序，宜减少施工缝。 4) 混凝土宜采用泵送方式和二次振捣工艺。												
抹压	应及时对大体积混凝土浇筑面进行多次抹压处理。												
(二) 大体积混凝土施工要求													
保温保湿养护	大体积混凝土应采取保温保湿养护。保湿养护持续时间不宜少于 14d； 保温覆盖层拆除应分层逐步进行，当混凝土表面温度与环境最大温差小于 20℃时，可全部拆除。												



(三) 大体积混凝土施工试验与监测

混凝土试验取样	
总方量	取样数量
≤1000m ³	取样不应少于 10 组
1000 ~ 5000m ³	超出 1000m ³ 的混凝土，每增加 500m ³ 取样不应少于一组，增加不足 500m ³ 时取样一组
> 5000m ³	超出 5000m ³ 的混凝土，每增加 1000m ³ ，取样不应少于一组，增加不足 1000m ³ 时取样一组
大体积混凝土温度监测与控制	
温控指标	大体积混凝土施工温控指标应符合下列规定： 混凝土浇筑体在入模温度基础上的温升值不宜大于 50℃； 混凝土浇筑体里表温差（不含混凝土收缩当量温度）不宜大于 25℃； 混凝土浇筑体降温速率不宜大于 2.0℃/d； 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℃。
大体积混凝土温度监测与控制	
监测点布置	大体积混凝土浇筑体内监测点布置，可采用下列布置方式： 测试区可选混凝土浇筑体平面对称轴线的半条轴线，测试区内监测点应按平面分层布置； 测试区内，监测点的位置与数量可根据混凝土浇筑体内温度场的分布情况及温控的规定确定； 在每条测试轴线上，监测点位不宜少于 4 处，应根据结构的平面尺寸布置；
	
大体积混凝土温度监测与控制	
监测点布置	④沿混凝土浇筑体厚度方向，应至少布置表层、底层和中心温度测点，测点间距不宜大于 500mm； ⑤保温养护效果及环境温度监测点数量应根据具体需要确定； ⑥混凝土浇筑体表层温度，宜为混凝土浇筑体表面以内 50mm 处的温度； ⑦混凝土浇筑体底层温度，宜为混凝土浇筑体底面以上 50mm 处的温度。

【2019 年节选】某工程钢筋混凝土基础底板，长度 120m，宽度 10m，厚度 2.0m。混凝土设计强度等级 P6 C35，设计无后浇带。采用跳仓法施工方案，分别按 1/3 长度与 1/3 宽度分成 9 个浇筑区（见图 1-1），每区混凝土浇筑时间 3d，各区依次连续浇筑，同时按照规

范要求设置测温点（见图 1-2）。（资料中未说明条件及因素均视为符合要求）

- 【问题】1.写出正确的填充浇筑区 A、B、C、D 的先后浇筑顺序（如表示为 A-B-C-D）。
- 2.在答题卡上画出 A-A 剖面示意图（可手绘），并补齐应布置的竖向测量点位置。

【答案】1.浇筑顺序为 C-A-D-B。

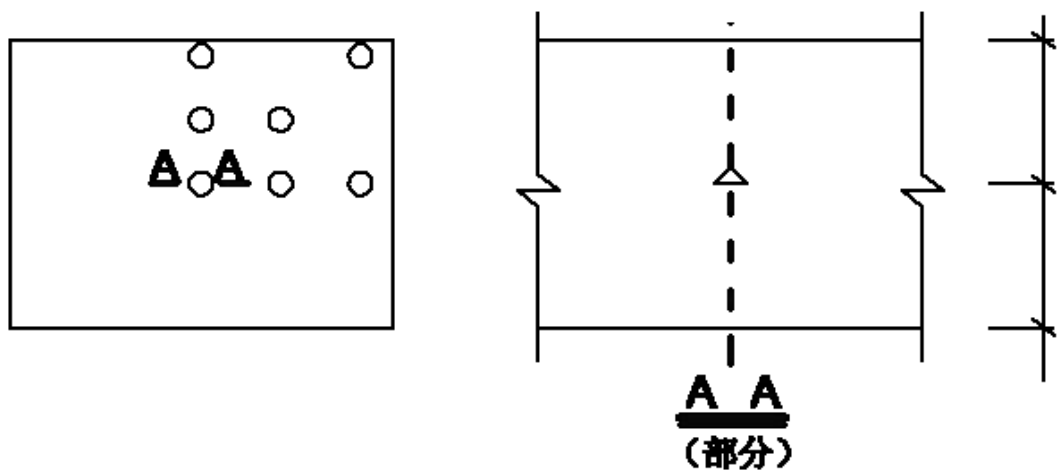
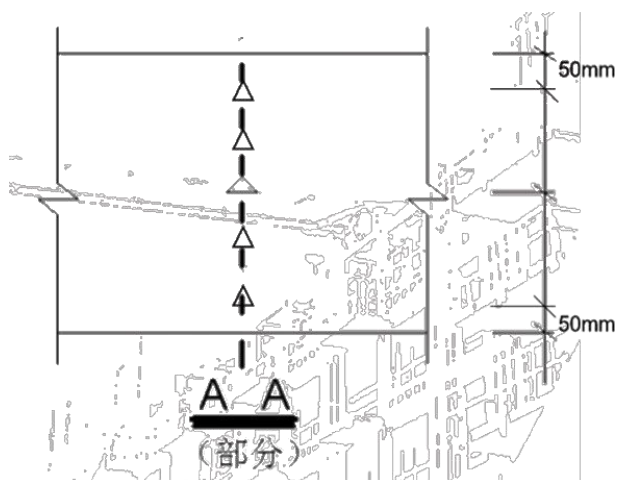


图1-2 分区测温点位置平面布置示意图

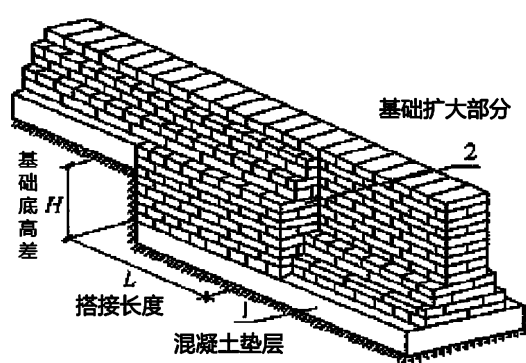
【答案】1.浇筑顺序为 C-A-D-B。



1A415034 砌体基础施工

施工技术要求：

- 1、"三一"砌砖法：即一铲灰、一块砖、一挤揉。
- 2、砌体基础必须采用水泥砂浆砌筑。
- 3、构造柱可不单独设置基础，但应伸入室外地面下 500mm 或锚入浅于 500mm 的基础圈梁内。
- 4、基础标高不同时，应从低处砌起，并应由高处向低处搭砌。当设计无要求时，搭接长度不应小于基础底部扩大部分的高度。



- 5、多孔砖砌体应上下错缝、内外搭砌，宜采用一顺一丁或梅花丁的砌筑形式。砖柱不得采用包心砌法。
- 6、多孔砖砌体采用铺浆法砌筑时，铺浆长度不得超过 500mm.
- 7、卫生间等有防水要求的空心小砌块墙下应灌实一皮砖，或设置高 200mm 的混凝土带。

底层室内地面以下或防潮层以下的空心小砌块砌体，应用 C20 混凝土灌实砌体的孔洞。



【2014 年】关于小型空心砌块砌筑工艺的说法，正确的是（ ）。

- A.上下通缝砌筑
- B.不可采用铺浆法砌筑
- C.先绑扎构造柱钢筋后砌筑，最后浇筑混凝土
- D.防潮层以下的空心小砌块砌体，应用 C15 混凝土灌实砌体的孔洞

【答案】C

【2014 年】砖砌体“三一”砌筑法的具体含义是指（ ）。

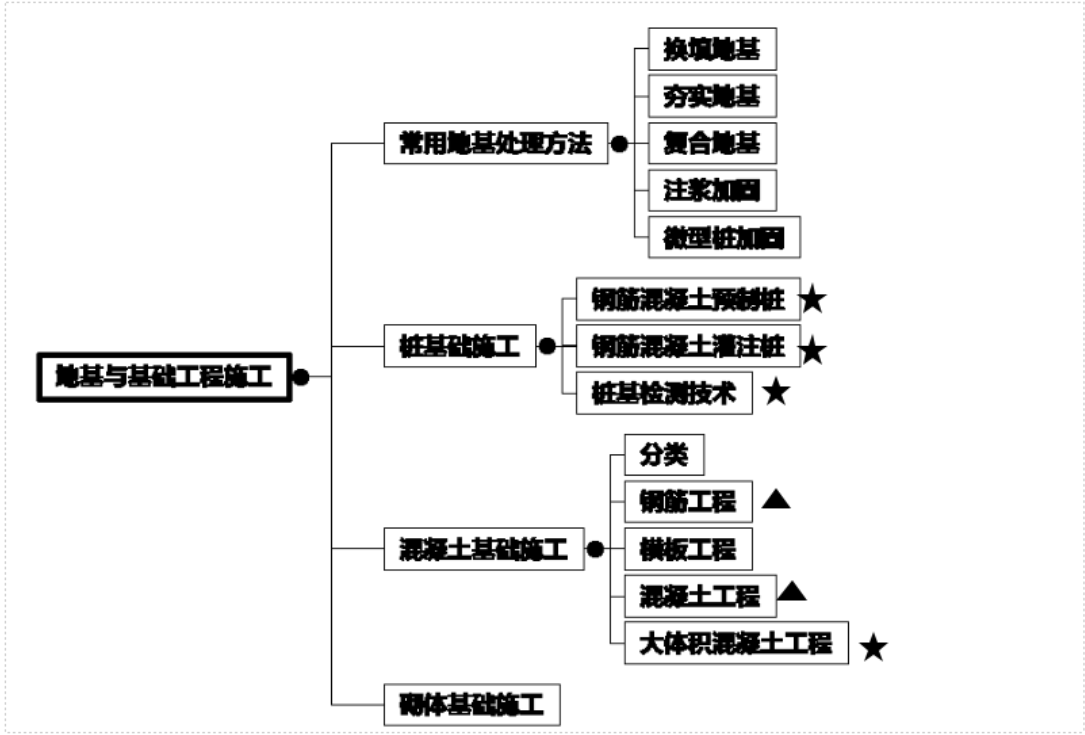
- A.一个人
- B.一铲灰
- C.一块砖
- D.一挤揉
- E.一勾缝

【答案】BCD

小结

砌体基础：三一砌筑法；必须采用水泥砂浆砌筑；

卫生间等有防水要求的空心小砌块墙下应灌实一皮砖，或设置高 200mm 的混凝土带。



1A415010 施工测量

1A415020 土石方工程施工

1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工

1A415010 施工测量

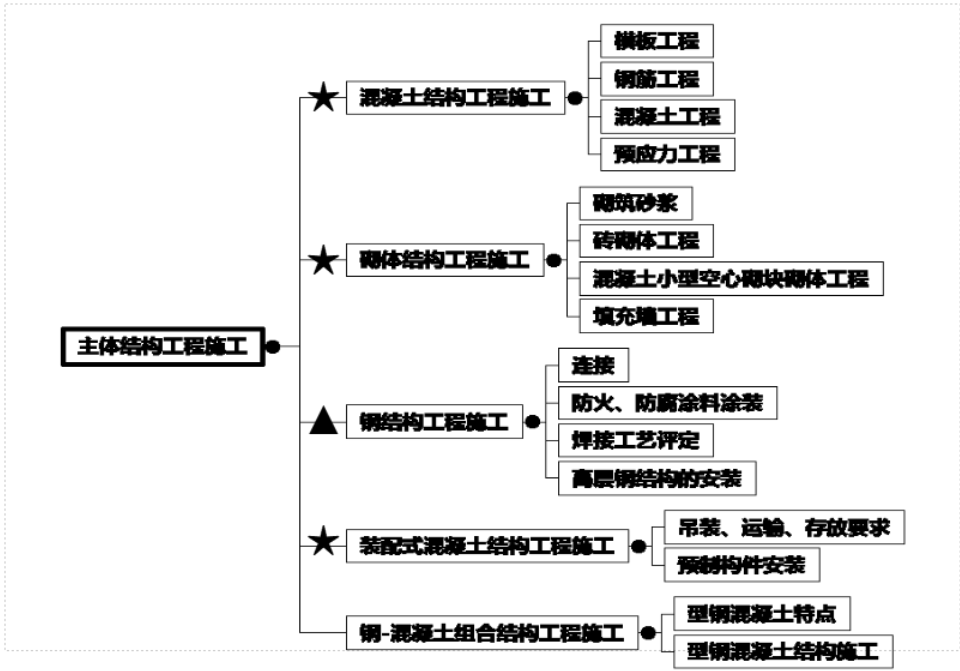
1A415020 土石方工程施工

1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

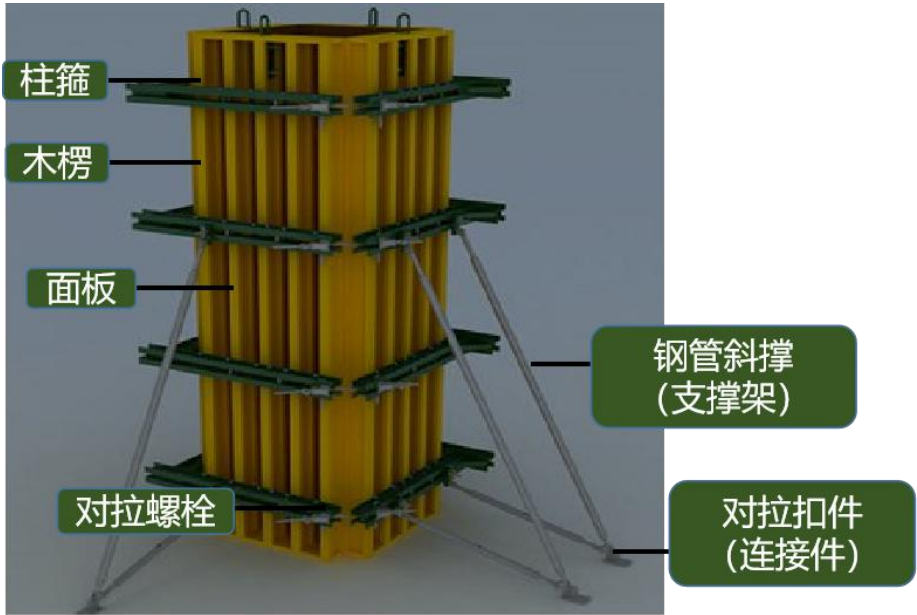
1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工



1A415041 混凝土结构工程施工

一、模板工程：主要包括模板和支架两部分。

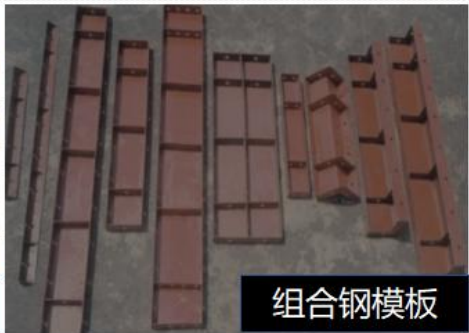


类型	优点	缺点
胶合板模板	自重轻、板幅大、板面平整、施工安装方便简单等	
组合钢模板	轻便灵活、拆装方便、通用性强、周转率高	接缝多且严密性差 ,导致混凝土成型后外观质量差

大模板	模板整体性好、抗震性强、 无拼缝	模板重量大 ,移动安装需起重机械吊运
组合铝合金模板	重量轻、拼缝好、周转快、成型误差小、利于早拆体系应用。	成本较高、强度比钢模板小、产品规格较少，应用还不太广泛
早拆模板体系	部分模板可早拆，加快周转，节约成本	
其他	滑膜、爬模、飞模等	



木模板



组合钢模板



大模板

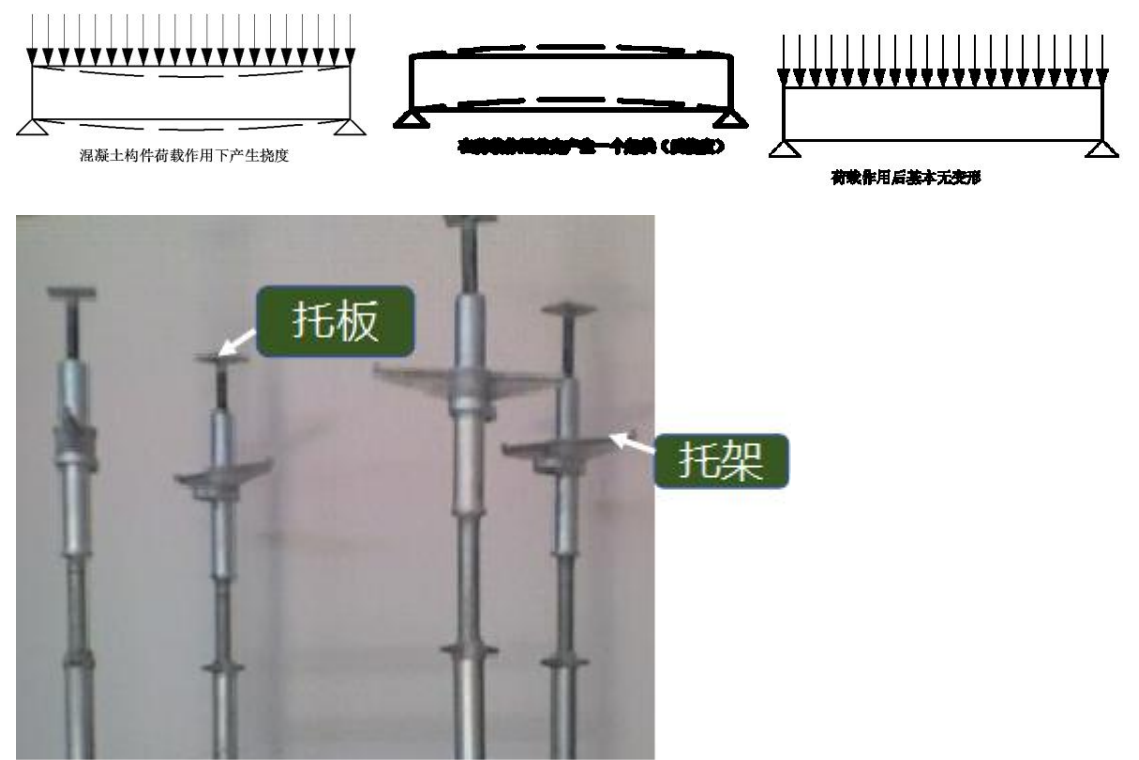


组合钢模板

一、模板工程

设计原则	实用性、安全性、经济性			
安装要点	立柱	模板的木杆、钢管、门架等支架立柱不得混用		
	起拱	对跨度≥4m的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，起拱高度应为跨度的1/1000～3/1000。		
	浇水	木模板应浇水湿润，但模板内不得有积水		
拆除	拆模的顺序和方法应按模板的设计规定进行。当设计无规定时，可采取先支的后拆、后支的先拆，先拆非承重模板、后拆承重模板的顺序，并应从上而下进行拆除。			
模板拆除	底膜	设计无具体要求时，按下表拆（根据同条件养护试件）		
		构件类型	构件跨度（m）	达到设计混凝土强度值百分比
		板	≤2	≥50%
			> 2, ≤8	≥75%
			> 8	≥100%
		梁、拱、壳	≤8	≥75%
			> 8	≥100%
		悬臂构件	-----	≥100%
	侧模	只要混凝土强度保证其表面、棱角不因拆模而受损坏，即可拆除		

模板拆除	拆除顺序	模板的拆除顺序：一般按后支先拆、先支后拆，先拆除非承重部分后拆除承重部分的拆模顺序进行。
	快拆支架体系	快拆支架体系的支架立杆间距不应大于 2m 。拆模时应保留立杆并顶托支承楼板，拆模时的混凝土强度可取构件跨度为 2m 按上表规定确定。



【练习题】对于跨度为 9m 的钢筋混凝土简支梁，当设计无要求时，其梁底模板跨中可采用的起拱高度有（ ）。

- A . 6mm
- B . 12mm
- C . 18mm
- D . 24mm
- E . 30mm

【答案】BCD

【解析】对跨度≥4m 的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，起拱高度应为跨度的 1/1000～3/1000。

【2015 年】某跨度 8m 的混凝土楼板，设计强度等级 C30。模板采用快拆支架体系，支架立杆间距 2m，拆模时混凝土的最低强度是（ ）Mpa。

- A . 15
- B . 22.5
- C . 25.5
- D . 30

【答案】A

【解析】快拆支架体系的支架立柱间距应 $\leq 2\text{m}$ ，拆模时应保留立杆并顶托支撑楼板，拆模时的混凝土强度可取构件跨度为 2m 按下表的规定确定：即 $30 \times 50\% = 15\text{Mpa}$ 。

【练习题】某跨度 8m 的钢筋混凝土简支梁，设计强度等级 C40。模板采用快拆支架体系，支架立杆间距 2m，拆模时混凝土的最低强度是（ ）Mpa。

- A . 20
- B . 30
- C . 35
- D . 40

【答案】B

【解析】快拆支架体系的支架立柱间距应 $\leq 2\text{m}$ ，拆模时应保留立杆并顶托支撑楼板，拆模时的混凝土强度可取构件跨度为 2m 按表的规定确定：即 $40 \times 75\% = 30\text{Mpa}$ 。

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计混凝土强度值百分比
板	≤ 2	$\geq 50\%$
	$> 2, \leq 8$	$\geq 75\%$
	> 8	$\geq 100\%$
梁、拱、壳	≤ 8	$\geq 75\%$
	> 8	$\geq 100\%$
悬臂构件	-----	$\geq 100\%$

【练习题】背景资料略：

综合楼 10 层的会议室主梁跨度为 10m，截面尺寸（b×h）为 450mm×900mm，梁板模板安装完毕后，用水准仪超平，保证整体在同一个平面上，不存在凹凸不平现象，梁底模支撑拆除前，实验员从标准养护室取一组试件进行试验，试验强度达到设计强度的 75%，项目部据此开始拆模。

【问题】指出事件中的不妥之处？并说明理由。该梁跨中底模的最小起拱高度、跨中混凝土浇筑高度分别是多少（单位：mm）？

【答案】（1）不妥之处一：梁板模板安装完毕后，用水准仪超平，保证整体在同一个平面上，不存在凹凸不平现象；

理由：对跨度 $\geq 4\text{m}$ 的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，起拱高度应为跨度的 $1/1000 \sim 3/1000$ 。

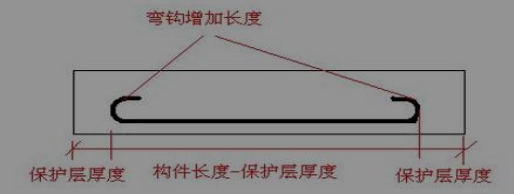
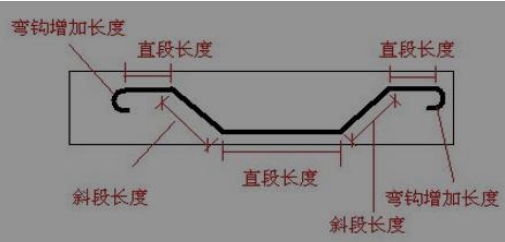
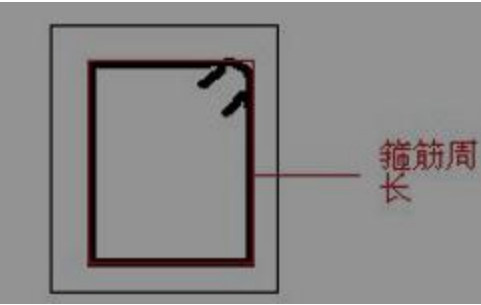
不妥之处二：实验员从标准养护室取一组试件进行试验；

理由：应以同条件养护试件的混凝土抗压强度作为拆模依据；

不妥之处三：试验强度达到设计强度的 75%，项目部据此开始拆模；理由：梁跨度为 10m，应待同条件养护试件的混凝土抗压强度达到设计抗压强度 100%后才可拆除底模。

（2）该梁跨中底模的最小起拱高度 $=10 \times 1/1000 = 10\text{mm}$ 跨中混凝土浇筑高度为 900mm。

二、钢筋工程

钢筋配料	钢筋配料是根据构件配筋图，先绘出各种形状和规格的单根钢筋简图并加以编号，然后分别计算钢筋下料长度、根数及重量，填写钢筋配料单，作为申请、备料、加工的依据。	
	直钢筋下料长度 = 构件长度 - 保护层厚度 + 弯钩增加长度 	
钢筋配料	弯起钢筋下料长度 = 直段长度 + 斜段长度 - 弯曲调整值 + 弯钩增加长度 	
	箍筋下料长度 = 箍筋周长 + 箍筋调整值 	
钢筋代换	等强度代换或等面积代换。当构件配筋受强度控制时，按钢筋代换前后强度相等的原则进行代换； 当构件按最小配筋率配筋时，或同钢号钢筋之间的代换，按钢筋代换前后面积相等的原则进行代换。 当构件受裂缝宽度或挠度控制时，代换前后应进行裂缝宽度和挠度验算。	
满足要求	应征得设计单位的同意，应满足设计要求和构造要求。	
	设计要求	应满足设计要求的构件承载力、最大力下的总伸长率、裂缝宽度验算以及抗震规定
	构造要求	还应满足最小配筋率、钢筋间距、保护层厚度、钢筋锚固长度、接头面积百分率及搭接长度等

【2020 年】钢筋代换时应满足构造要求有（ ）。

A . 裂缝宽度验算

B . 配筋率

C . 钢筋间距

D．保护层厚度

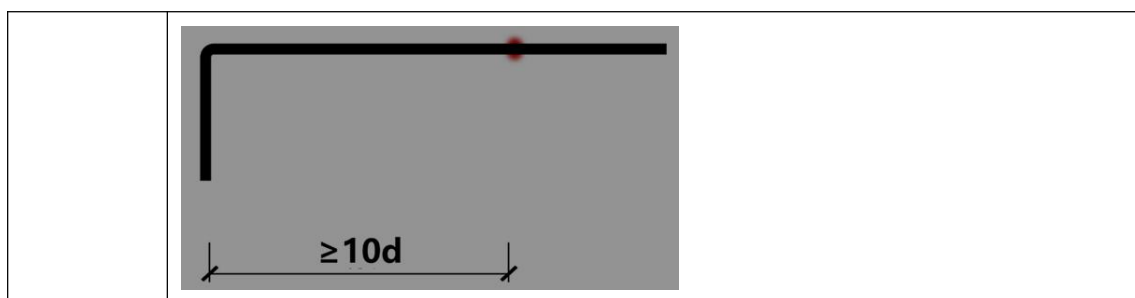
E．钢筋锚固长度

【答案】BCDE

连接方式	焊接	直接承受动力荷载的结构构件中，纵向钢筋不宜采用焊接接头。
	机械连接	目前最常见的方式是钢筋剥肋滚压直螺纹套筒连接。
	绑扎连接	不宜采用绑扎搭接接头情况： 轴心受拉及小偏心受拉杆件(如桁架和拱架的拉杆等)和直接承受动力荷载结构中的的纵向受力 钢筋； 当受拉钢筋直径大于 25mm、受压钢筋直径大于 28mm 时。



接头	钢筋接头位置宜设置在受力较小处。同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的 10 倍。
----	--

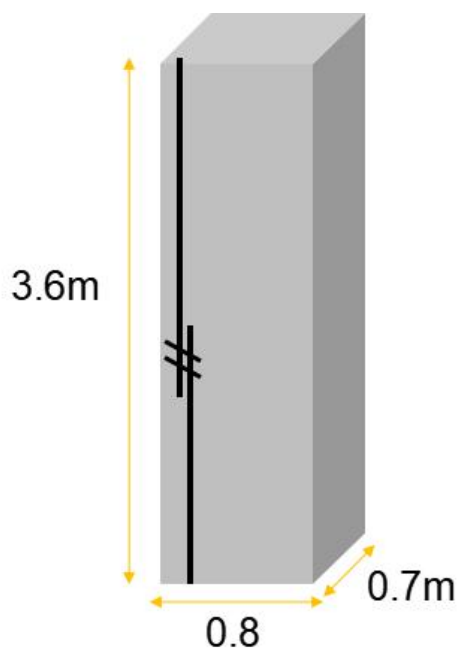


钢筋加工	调直、除锈、下料切断、接长、弯曲成型等	
	调直	钢筋宜采用无延伸功能的机械设备进行调直，也可采用冷拉调直。当采用冷拉调直时： HPB300 级光圆钢筋的冷拉率不宜大于 4% HRB400 HRB500 级带肋钢筋的冷拉率不宜大于 1%
	除锈	在钢筋冷拉或调直过程中除锈；可采用机械除锈机除锈、喷砂除锈、酸洗除锈和手工除锈 (口诀：杀鸡手酸、冷拉调直)
	切断口	钢筋的切断口不得有马蹄形或起弯等现象。
	弯曲	钢筋弯折应一次完成，不得反复弯折。

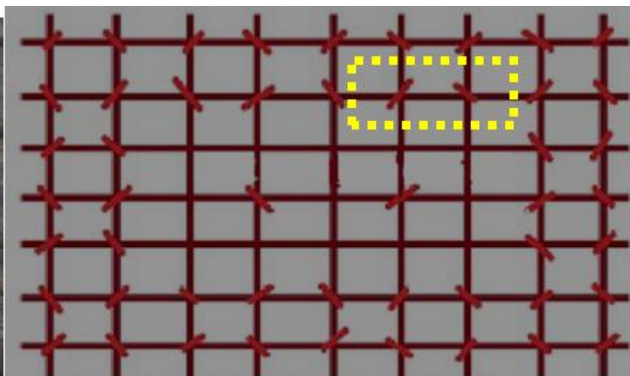
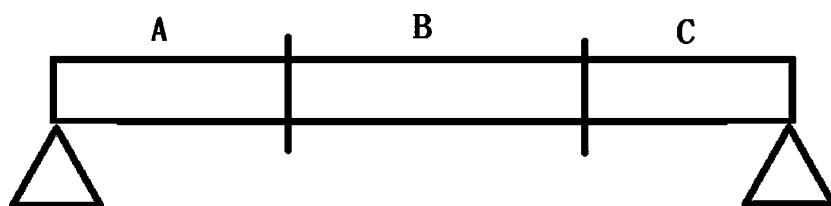


钢筋安装	
柱钢筋绑扎	柱钢筋的绑扎应在柱模板安装前进行
	每层柱第一个钢筋接头位置距楼面高度不宜小于 500mm ，柱高的 1/6 及柱截面长边（或直径）中的较大值。
	框架梁、牛腿及柱帽等钢筋，应放在柱子纵向钢筋内侧。
墙钢筋的绑扎	墙钢筋的绑扎，也应在模板安装前进行。
钢筋安装	
梁、板钢筋绑扎	连续梁、板的上部钢筋接头位置宜设置在跨中 1/3 跨度范围内，下部钢筋接头位置宜设置在梁端 1/3 跨度范围内。
	应注意板上部的负筋，要防止被踩下；特别是雨篷、挑檐、阳台等悬臂板，要严格控制负筋位置，以免拆模后断裂。
	板、次梁与主梁交叉处，板的钢筋在上，次梁的钢筋居中，主梁的钢筋在下。
钢筋安装	
梁、板钢筋绑扎	板的钢筋网绑扎，四周两行钢筋交叉点应每点扎牢，中间部分交叉点可相隔交错扎牢，但必须保证受力钢筋不位移。双向主筋的钢筋网，则须将全部钢筋相交点扎牢。采用双层钢筋网时，在上层钢筋网下面应设置钢筋撑脚，以保证钢筋位置正确。绑扎

时应注意相邻绑扎点的钢丝扣要成八字形，以免网片歪斜变形。



Max (500mm, 0.6m, 0.8m)



【2019 年】直接承受动力荷载的结构构件中，直径为 20mm 纵向受力钢筋的连接宜选用

()。

A．绑扎连接

B．直螺纹套筒连接

C．帮条焊

D . 搭接焊

【答案】B

【解析】直接承受动力荷载的结构构件中，纵向钢筋不宜采用焊接接头。目前最常见、采用最多的方式是钢筋剥肋滚压直螺纹套筒连接。其通常适用的钢筋级别为 HRB335、HRB400、RRB400，适用的钢筋直径范围通常为 16~50mm。

【2015 年】关于钢筋加工的说法，正确的是（ ）。

- A . 不得采用冷拉调直
- B . 不得采用喷砂除锈
- C . 不得反复弯折
- D . 不得采用手动液压切断下料

【答案】C

【解析】钢筋加工宜在常温状态下进行，加工过程中不应加热钢筋。钢筋弯折应一次完成，不得反复弯折。

【练习题】关于钢筋加工的说法，正确的是（ ）。

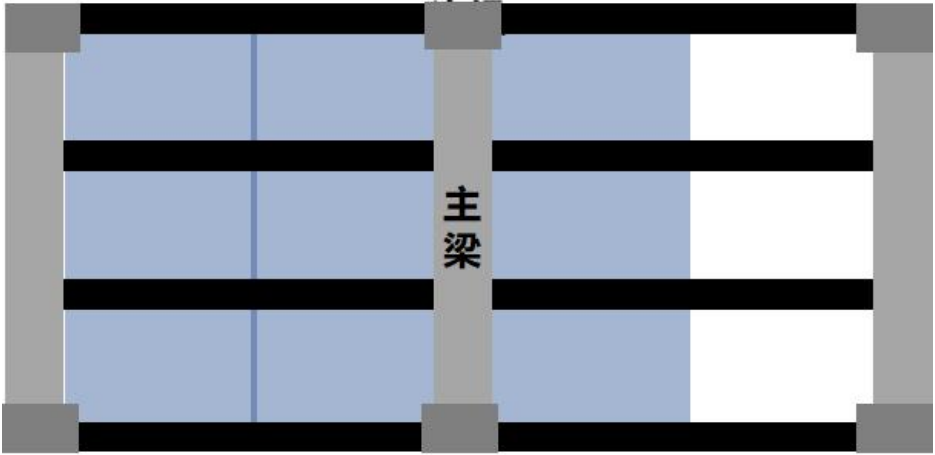
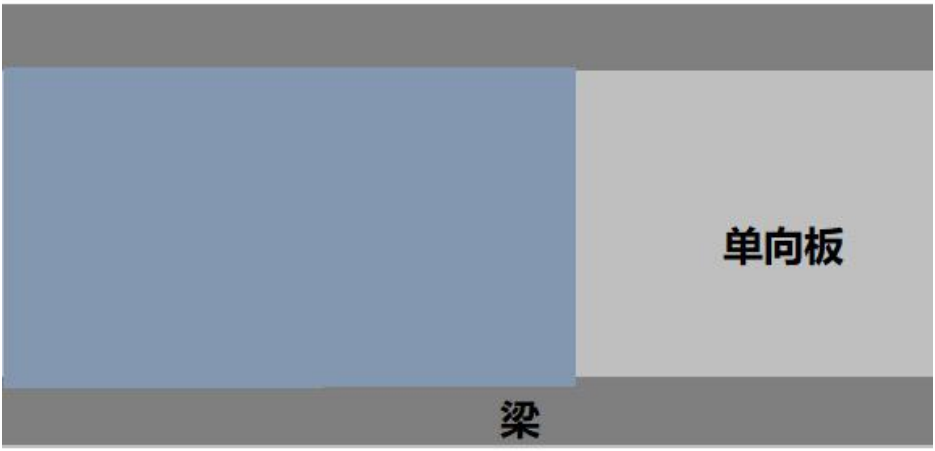
- A . 钢筋冷拉调直时，不能同时进行除锈
- B . HRB400 级钢筋采用冷拉调直时，冷拉率最大值为 4%
- C . 钢筋的切端口可以有马蹄形现象
- D . 对于弯折过度的钢筋，不得回弯

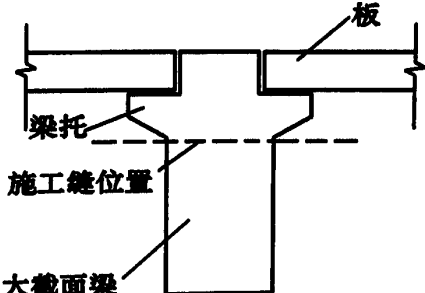
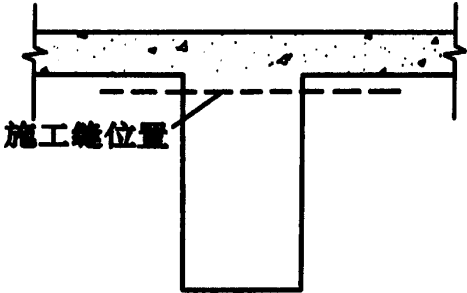
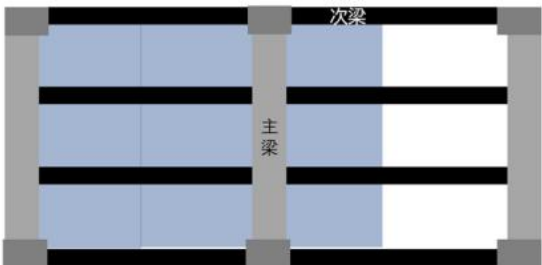
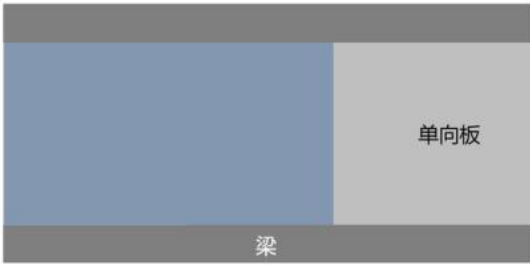
【答案】C

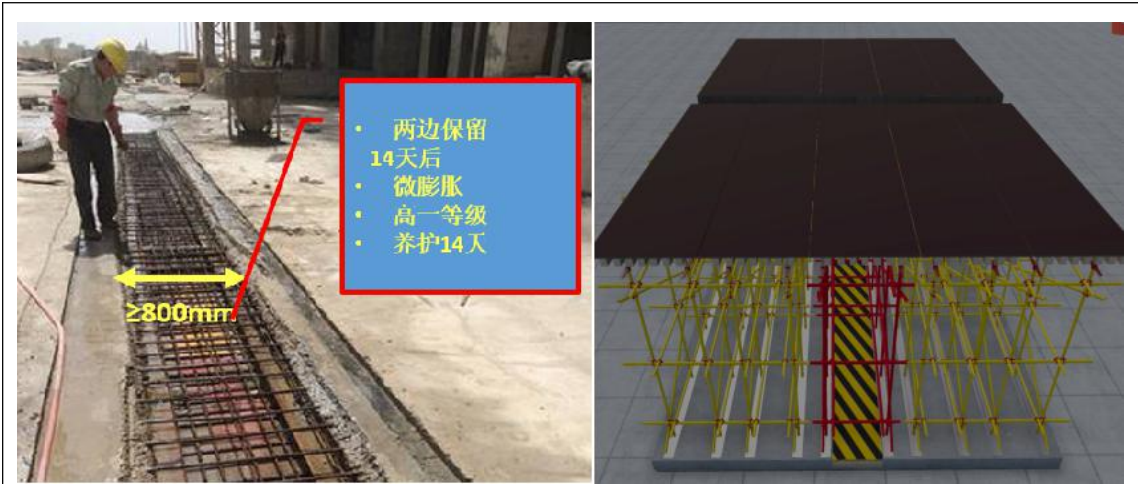
【解析】钢筋可在冷拉或调直过程中除锈；HRB400 级钢筋采用冷拉调直时，冷拉率最大值为 1%；钢筋的切断口不得有马蹄形或起弯等现象。

三、混凝土工程

原材料	水（1）进场检查：应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对其强度、安定性、凝结时间及其他必要的性能指标进行复验。 （2）施工中复验：在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月（快硬硅酸盐水泥超过一个月）时，应进行复验，并按复验结果使用 （3）检验批：按同一生产厂家、同一品种、同一等级、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批每批抽样不少于一次。P225 水拌制混凝土宜采用饮用水。当采用其他水源时，水质应符合《混凝土用水标准》 JGJ 63-2006 的规定。
	
配合比	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。混凝土配合比应为重量比。
浇筑	1）混凝土输送当采用泵送方式时，输送泵管安装接头应严密，输送泵管道转向宜平缓。输送泵管应采用支架固定，支架应与结构牢固连接，输送泵管转向处支架应加密。 
浇筑	2）在浇筑竖向结构混凝土前，应先在底部填以不大于 30mm 厚与混凝土内砂浆成分相同的水泥砂浆。 3）柱、墙模板内的混凝土浇筑时，为保证混凝土不产生离析，其自由倾落高度应符合如规定，当不能满足时，应加设串筒、溜管、溜槽等装置： 粗骨料料径大于 25mm 时，不宜超过 3m 粗骨料料径小于 25mm 时，不宜超过 6m

	
浇筑	3) 浇筑混凝土应连续进行。当必须间歇时,其间歇时间宜尽量缩短,并应在前层混凝土初凝之前,将次层混凝土浇筑完毕;否则,应留置施工缝。 4) 在浇筑与柱和墙连成整体的梁和板时,应在柱和墙浇筑完毕后停歇 1~1.5h ,再继续浇筑。 4) 混凝土宜分层浇筑,分层振捣。当采用插入式振捣器振捣普通混凝土时,应快插慢拔,移动间距不宜大于振捣器作用半径的 1.4 倍,与模板的距离不应大于其作用半径的 0.5 倍,振捣器插入下层混凝土内的深度应不小于 50mm。
浇筑	5) 梁和板宜同时浇筑混凝土,有主次梁的楼板宜顺着次梁方向浇筑,单向板宜沿着板的长边方向浇筑。 
浇筑	5) 梁和板宜同时浇筑混凝土,有主次梁的楼板宜顺着次梁方向浇筑,单向板宜沿着板的长边方向浇筑。 
施工缝留置	施工缝留置要求:应在混凝土浇筑之前确定,并宜留置在结构受剪力较小且便于施工的部位,应符合下列规定: 柱:宜留置在基础、楼板、梁的顶面,梁和吊车梁牛腿、无梁楼板柱帽的下面;

	与板连成整体的大截面梁（高超过 1m），留置在板底面以下 20～30mm 处。当板下有梁托时，留置在梁托下部； 
施工缝留置	单向板：留置在平行于板的短边的任何位置； 有主次梁的楼板，施工缝应留置在次梁跨中 1/3 范围内； 墙：留置在门洞口过梁跨中 1/3 范围内，也可留在纵横墙的交接处；
	
施工缝继续浇筑	在施工缝处继续浇筑混凝土时，应符合下列规定： （1）已浇筑的混凝土，其抗压强度不应小于 1.2N/mm²； （2）在已硬化的混凝土表面上，应清除水泥薄膜和松动石子以及软弱混凝土层，并加以充分湿润和冲洗干净，且不得积水；（3）在浇筑混凝土前，宜先在施工缝处刷一层水泥浆（可掺适量界面剂）或铺一层与混凝土内成分相同的水泥砂浆； （4）混凝土应细致捣实，使新旧混凝土紧密结合。 （旧强度+除杂+刷浆+新捣实）
后浇带设置和处理	后浇带的设置和处理：后浇带是在现浇钢筋混凝土结构施工过程中，为克服由于温度、收缩等原因导致有害裂缝而设置的临时施工缝。 后浇带通常根据设计要求留设，并保留一段时间（若设计无要求，则至少保留 14d）后再浇筑，将结构连成整体。 填充后浇带，可采用微膨胀混凝土、强度等级比原结构强度提高一级，并保持至少 14d 的湿润养护。后浇带接缝处按施工缝的要求处理。 后浇带的模板及支架应独立设置。



混凝土养护	对已浇筑完毕的混凝土，应在混凝土终凝前（通常为混凝土浇筑完毕后 8~12h 内），开始进行自然养护。 混凝土采用覆盖浇水养护的时间：对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d；对火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 14d；对掺用缓凝型外加剂、矿物掺合料或有抗渗要求的混凝土，不得少于 14d。浇水次数应能保持混凝土处于润湿状态，混凝土的养护用水应与拌制用水相同。
-------	--

易混点总结

混凝土的养护时间总结：

- ①采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不应少于 7d；
- ②采用缓凝型外加剂、大掺量矿物掺合料配置的混凝土≥14d；
- ③抗渗混凝土、强度等级 C60 及以上的混凝土≥14d；
- ④后浇带：≥14d。
- ⑤有防水要求的后浇带：28 天

（记住 7 天、28 天的，其他的都是 14 天）

【练习题】以下关于混凝土施工的说法，正确的有（ ）。

- A．在浇筑竖向结构混凝土前，应先在底部填以 30mm 厚与混凝土内砂浆成分相同的水泥砂浆
- B．混凝土浇筑有间歇时，应在前层混凝土终凝之前，将次层混凝土浇筑完毕
- C．有主次梁的楼板宜顺着主梁方向浇筑

D．有主次梁的楼板宜顺着次梁方向浇筑

E．单向板宜沿着板的长边方向浇筑

【答案】ADE

【解析】浇筑混凝土应连续进行。当必须间歇时，其间歇时间宜尽量缩短，并应在前层混凝土初凝之前，将次层混凝土浇筑完毕，否则，应留置施工缝；梁和板宜同时浇筑混凝土，有主次梁的楼板宜顺着次梁方向浇筑。

【练习题】关于后浇带混凝土施工的说法，正确的是（ ）。

A．两侧主体结构至少保留 28d 后再浇筑后浇带

B．后浇带养护时间不得少于 7d

C．混凝土强度等级不得低于原结构强度

D．采用微膨胀混凝土填充后浇带

【答案】D

【解析】后浇带通常根据设计要求留设，并保留一段时间（若设计无要求，则至少保留 14d）后再浇筑，将结构连成整体。填充后浇带，可采用微膨胀混凝土、强度等级比原结构强度提高一级，并保持至少 14d 的湿润养护。

四、预应力工程

①分为先张法预应力混凝土和后张法预应力混凝土；

②先张法：先张拉预应力筋再浇筑混凝土，靠预应力筋与混凝土之间的粘结力传递给混凝土预压力；

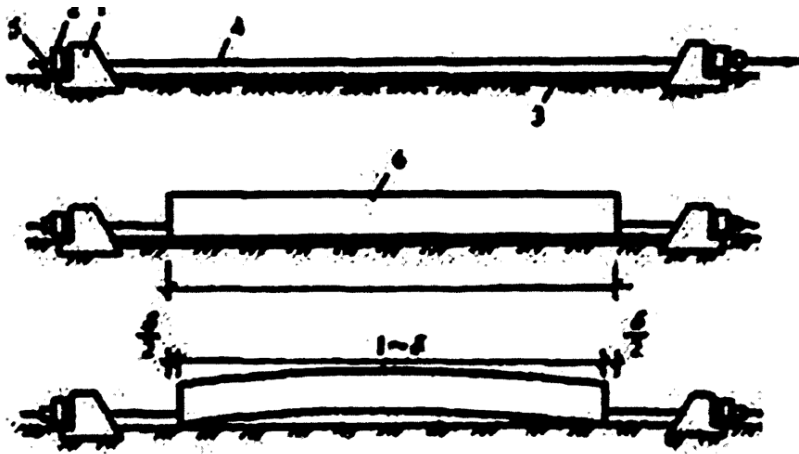
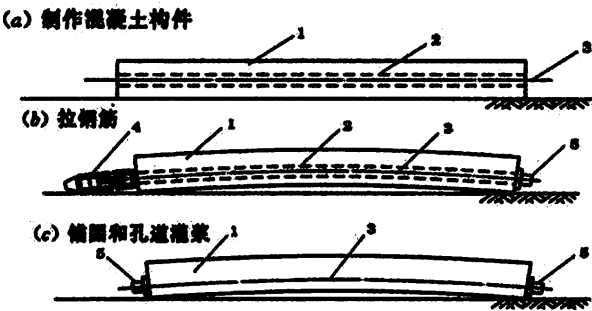


图4.5.1 先张法生产示意图

③后张法：先浇混凝土再张拉预应力筋，靠锚具传递给混凝土预压力。



预应力混凝土后张法生产示意图

1—混凝土构件；2—预留孔道；3—预应力筋；4—千斤顶；5—锚具

先张法施工

台座	台座在先张法生产中，承受预应力筋的全部张拉力。台座应有足够的强度、刚度和稳定性。
放张	放张时混凝土强度，设计无要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的 75% ,方可放张。

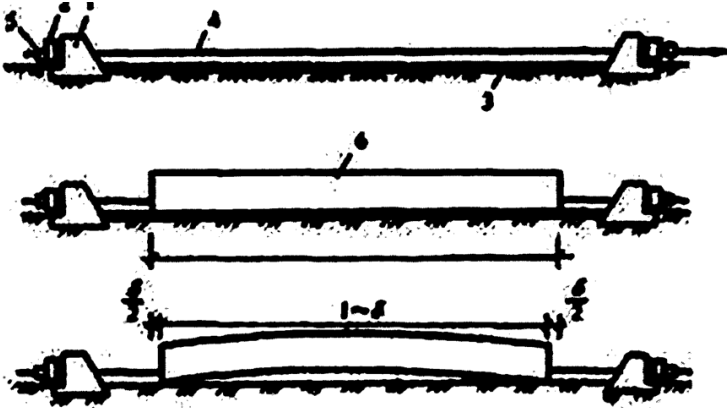


图4.5.1 先张法生产示意图

后张法施工

类别	特点	其他
有粘接	留设预应力筋孔道、灌浆孔、排气孔和泌水管	预应力筋张拉完毕后应及时进行孔道灌浆，水灰比不应大于 0.45，强度不应小于 30N/mm^2
无粘接	不需预留孔道和灌浆，施工简单等	施工的主要工作是无粘结预应力筋的铺设、张拉和锚固区的处理。

张拉要求：预应力筋张拉时，混凝土强度必须符合设计要求；当设计无具体要求时，不低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的 75%。

预应力损失

根据预应力筋应力损失发生的时间可分为：瞬间损失和长期损失。	
瞬间损失	张拉阶段瞬间损失：孔道摩擦损失、锚固损失、弹性压缩损失等；
长期损失	张拉以后长期损失：预应力筋应力松弛损失和混凝土收缩徐变损失等。

【2016 年】无粘结预应力施工包含的工序有（ ）。

- A．预应力筋下料
- B．预留孔道
- C．预应力筋张拉
- D．孔道灌浆
- E．锚头处理

【答案】ACE

【解析】无粘结预应力混凝土施工不需预留孔道和灌浆。

【2018 年】关于预应力工程施工的说法，正确的是（ ）。

- A．都使用台座
- B．都预留预应力孔道
- C．都采用放张工艺
- D．都使用张拉设备

【答案】D

【解析】先张法需要台座，后张法不需要台座；先张法不需要预留预应力孔道；先张法采用放张工艺；两者都需要适用张拉设备。

【2017 年】下列与应力损失中，属于长期损失的是（ ）。

- A．孔道摩擦损失
- B．弹性压缩损失
- C．锚固损失
- D．预应力筋应力松弛损失

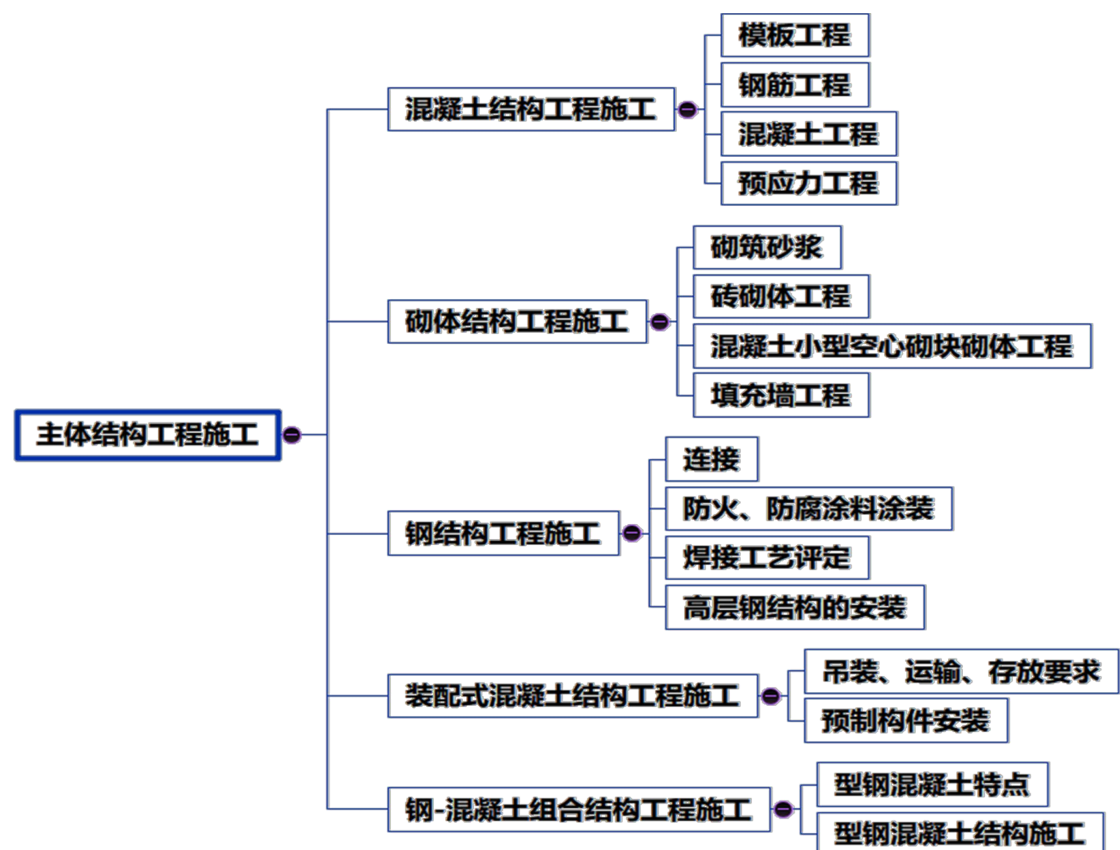
【答案】D

【解析】张拉阶段瞬间损失：孔道摩擦损失、锚固损失、弹性压缩损失等；张拉以后长期损失：预应力筋应力松弛损失和混凝土收缩徐变损失等。

小结

- 1、模板工程：起拱、底模拆除；
- 2、钢筋工程：钢筋代换、钢筋连接、钢筋加工；
- 3、混凝土浇筑
 - ①施工缝的留置（单向板、双向板）
 - ②后浇带的设置和处理（14d、微膨胀、高一等级）
 - ③养护时间总结（7、14、28）
- 4、预应力工程：先张法、后张法施工

1A415000 建筑工程施工技术



1A415042 砌体结构工程施工

(一) 砂浆配合比

砌筑砂浆的稠度（流动性）宜按下表选用：

砌筑砂浆的稠度（流动性）		表1A415042
序 号	砌体种类	砂浆稠度（mm）
1	烧结普通砖砌体	70~90
2	混凝土实心砖、混凝土多孔砖砌体，普通混凝土小型空心砌块砌体，蒸压灰砂砖砌体，蒸压粉煤灰砖砌体	50~70
3	烧结多孔砖、空心砖砌体，轻骨料混凝土小型空心砌块砌体，蒸压加气混凝土砌块砌体	60~80
4	石砌体	30~50

（1）当砌筑材料为粗糙多孔且吸水较大的块料或在干热条件下砌筑时，应选用较大稠度值的砂浆；反之，应选用较小稠度值的砂浆。（稠度越大越稀）

砂浆稠度测定

测定砂浆稠度时，将拌合均匀的砂浆一次装入圆锥筒内，至距筒上口1cm，用捣棒插捣及轻轻振动至表面平整，然后将筒置于固定在支架上的圆锥体下方，放松固定螺丝，使圆锥体的尖端与砂浆表面接触，拧紧固定螺丝，读出标尺读数，然后突然松开固定螺丝，使圆锥体自由沉入砂浆中，10s后，读出下沉的距离(以cm计)，即为砂浆的稠度值。取两次测定结果算术平均值作为砂浆稠度的测定结果。沉入深度越大，稠度越大，砂浆的流动性越大



易混知识点总结

混凝土流动性

①坍落度：坍落度越大流动性越大；

②维勃稠度：坍落度值小于 10mm 的干硬性混凝土，稠度值（s）越大，流动性越小。

砂浆稠度：稠度（mm）越大，砂浆的流动性越大。

（2）砌筑砂浆的分层度不得大于 30mm，确保砂浆具有良好的保水性。

（3）施工中不应采用强度等级小于 M5 的水泥砂浆替代同强度等级水泥混合砂浆，如需替代，应将水泥砂浆提高一个强度等级。

（二）砂浆的拌制及使用

砂浆应采用机械搅拌，搅拌时间自投料完算起，应为：

（1）水泥砂浆和水泥混合砂浆 $\geq 2\text{min}$ ；

（2）水泥粉煤灰砂浆和掺用外加剂的砂浆 $\geq 3\text{min}$ ；

（3）砂浆应随拌随用，水泥砂浆和水泥混合砂浆应分别在 3h 内使用完毕；当施工期间最高气温超过 30°C 时，应分别在拌成后 2h 内使用完毕。

（三）砂浆的强度

（1）由边长为 7.07cm 的正方体试件，经过 28d 标准养护，测得一组三块的抗压强度值来评定。

(2) 砂浆试块应在搅拌机出料口随机取样、制作，同盘砂浆只应制作一组试块。

(3) 每一检验批且不超过 250m^3 砌体的各种类型及强度等级的砌筑砂浆，每台搅拌机应至少抽验一次。

①应以三个试件测值的算术平均值作为该组试件的砂浆立方体试件抗压强度平均值 (f_2)，精确至 0.1MPa ；

②当三个测值的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过中间值的 15% 时，则把最大值及最小值一并舍去，取中间值作为该组试件的抗压强度值；

③当两个测值与中间值的差值均超过中间值的 15% 时，则该组试件的试验结果为无效。

砌筑砂浆试块强度验收时，同一验收批砂浆试块抗压强度平均值应 $\geq$ 设计强度等级值的 1.10 倍，同一验收批砂浆试块抗压强度的最小一组平均值应 $\geq$ 设计强度等级值的 85%，其强度才能判定为合格。

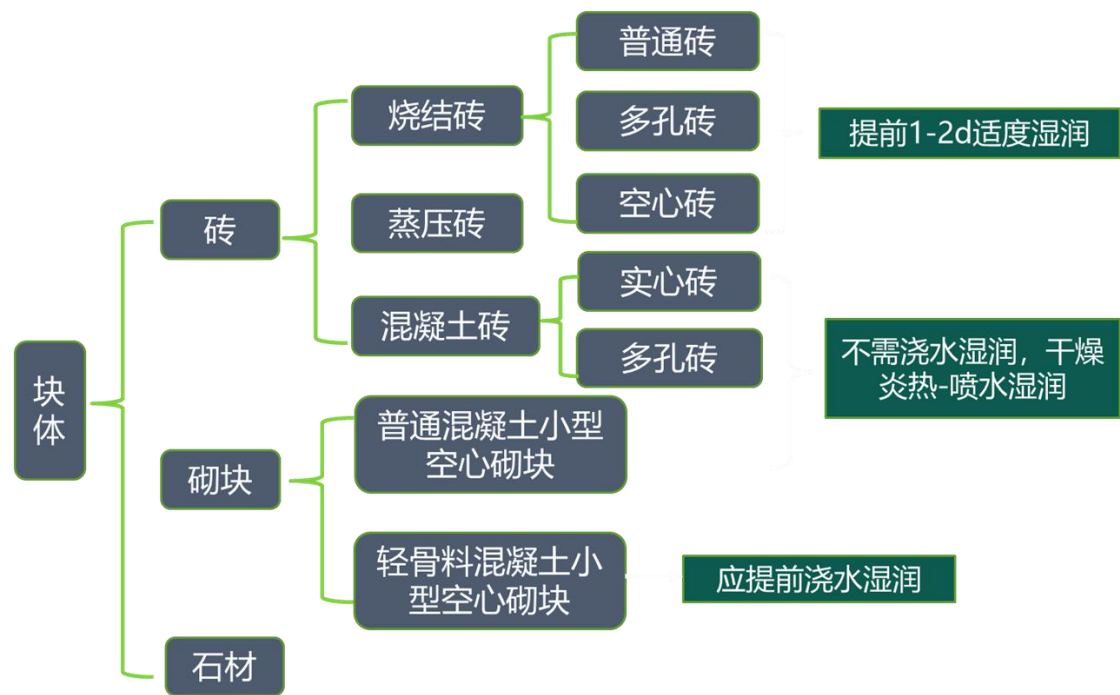
(四) 砖砌体工程

1、含水率：

砌筑烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体时，应提前 $1 \sim 2\text{d}$ 适度湿润，不得采用干砖或处于吸水饱和状态的砖砌筑，块体湿润程序应符合下列规定：

①烧结类块体的相对含水率 $60\% \sim 70\%$ ；

②混凝土多孔砖及混凝土实心砖不需浇水湿润，但在气候干燥炎热的情况下，宜在砌筑前对其喷水湿润。其他非烧结类块体的相对含水率 $40\% \sim 50\%$ 。

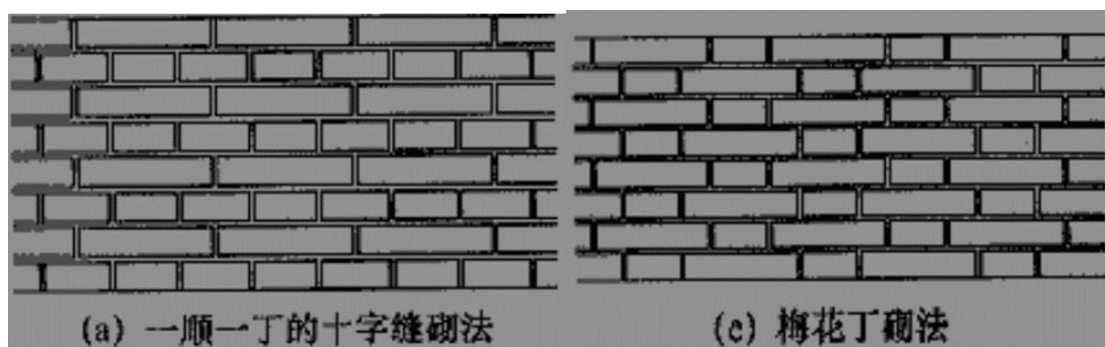


2、烧结普通砖砌体砌筑要求

(1) 通常宜采用“三一”砌筑法，即一铲灰、一块砖、一揉压的砌筑方法。

(2) 当采用铺浆法砌筑时，铺浆长度 $\leq 750\text{mm}$ ，施工期间气温超过 30°C 时，铺浆长度 $\leq 500\text{mm}$ 。

(3) 砖墙砌筑形式有全顺、两平一侧、全丁、一顺一丁、梅花丁或三顺一丁等。通常情况下宜采用一顺一丁、梅花丁、三顺一丁方式组砌。



(4) 灰缝要求：砖墙的水平灰缝砂浆饱满度不得小于 80% ；垂直灰缝宜采用挤浆或加浆方法，不得出现透明缝、瞎缝和假缝。不得用水冲浆灌缝。



(5) 240mm 厚承重墙的每层墙的最上一皮砖，应整砖丁砌。

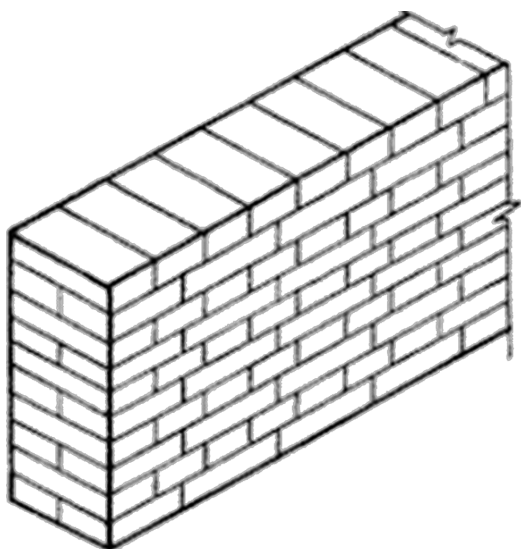


图 14-6 一顺一丁

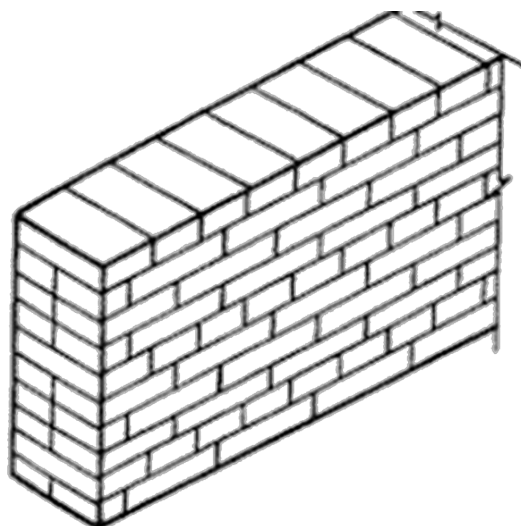
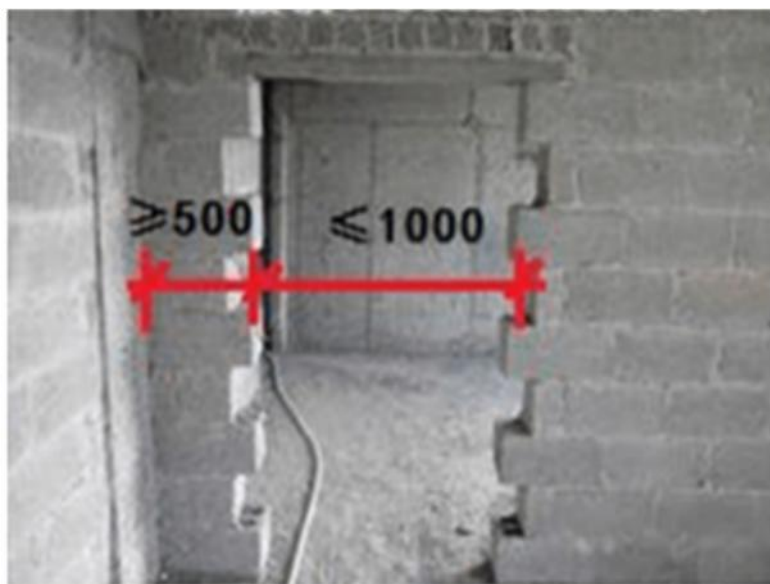


图 14-8 三顺一丁

3、施工洞口

在砖墙上留置临时施工洞口，其侧边离交接处墙面应 $\geq 500\text{mm}$ ，洞口净宽应 $\leq 1\text{m}$ 。临时施工洞口应做好补砌。



4、脚手眼留置要求（不能设置脚手眼部位）

- （1）120mm 厚墙、料石清水墙和独立柱；
- （2）过梁上与过梁成 60° 的三角形范围及过梁净跨度 $1/2$ 的高度范围内；
- （3）宽度小于 1m 的窗间墙；

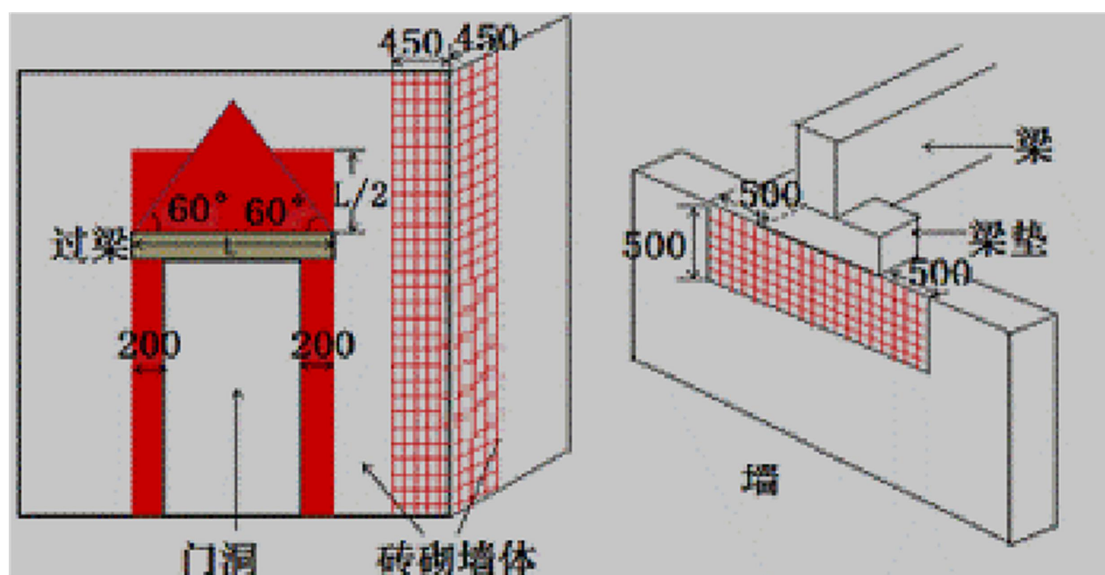
(4) 门窗洞口两侧石砌体为 300mm 其他砌体 200mm 范围内 转角处石砌体为 600mm , 其他砌体 450mm 范围内 ;

(5) 梁或梁垫下及其左右 500mm 范围内

(6) 设计不允许设置脚手眼的部位。

(7) 轻质墙体

(8) 夹心复合墙外叶墙。



①过梁上与过梁成60°的三角形范围及过梁净跨度1/2的高度范围内;

②门窗洞口两侧石砌体为300mm, 其他砌体200mm范围内, 转角处石砌体为600mm, 其他砌体450mm范围内;

③梁或梁垫下及其左右500mm范围内。

【2014 年】当设计无要求时, 在 240mm 厚的实心砌体上留设脚手眼的做法, 正确的是

()。

A . 过梁上一皮砖处

B . 宽度为 800mm 的窗间墙上

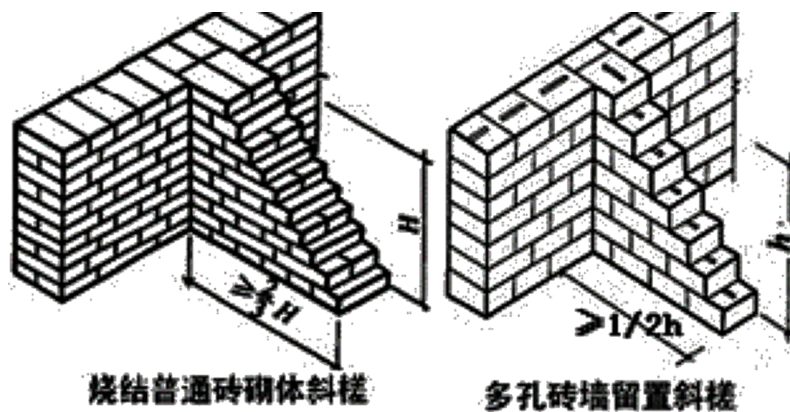
C . 距转角 550mm 处

D . 梁垫下一皮砖处

【答案】C

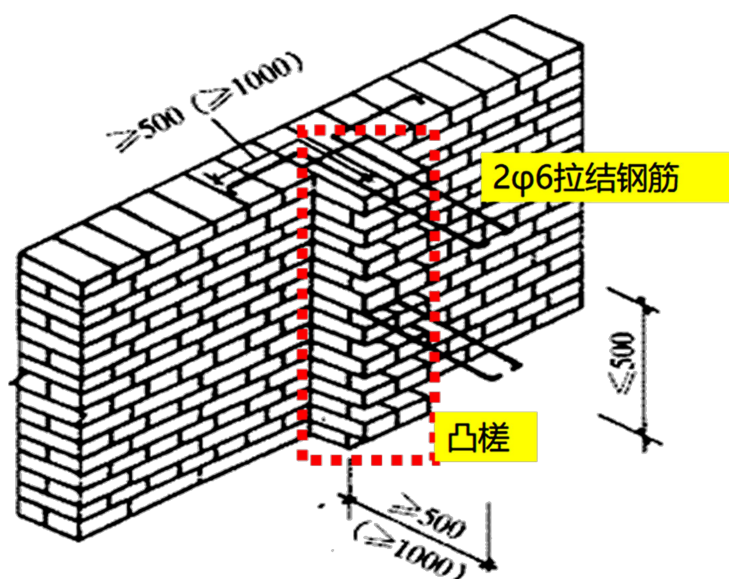
5、留槎要求

斜槎：在抗震设防烈度为 8 度及以上地区，对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎，普通砖砌体斜槎水平投影长度不应小于高度的 $2/3$ ，多孔砖砌体的斜槎长高比不应小于 $1/2$ 。斜槎高度不得超过一步脚手架的高度。



非抗震设防及抗震设防烈度为 6 度、7 度地区的临时间断处，当不能留斜槎时，除转角处外，可留直槎，但直槎必须做成凸槎，且应加设拉结钢筋，拉结钢筋应符合下列规定：

- ①每 120mm 墙厚放置 1φ6 拉结钢筋（120mm 厚墙放置 2φ6 拉结钢筋）；
- ②间距沿墙高不应超过 500mm，且竖向间距偏差不应超过 100mm；
- ③埋入长度从留槎处算起每边均不应小于 500mm；抗震设防烈度 6 度、7 度地区，不应小于 1000mm；
- ④末端应有 90°弯钩。



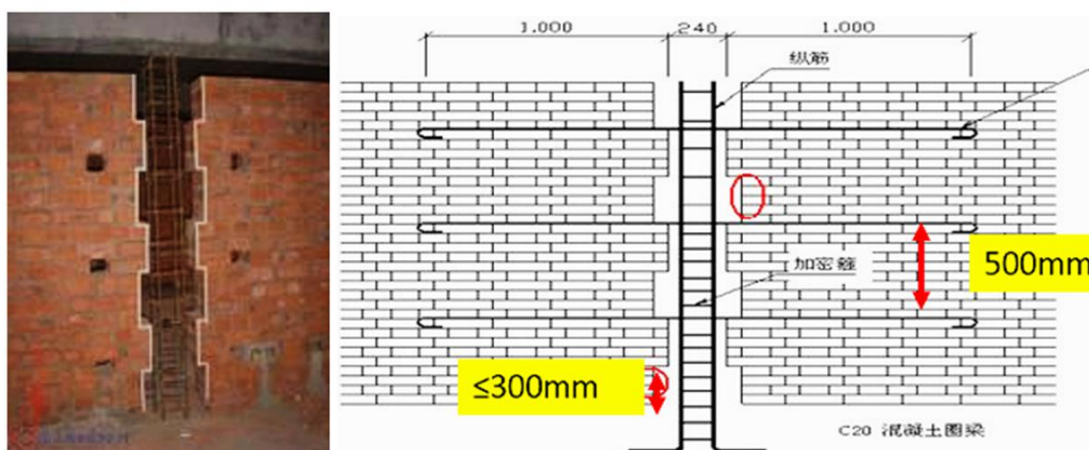
6、构造柱要求

①设有钢筋混凝土构造柱的抗震多层砖房，应先绑扎钢筋，然后砌砖墙，最后浇筑混凝土。

②墙与柱应沿高度方向每 500mm 设 2φ6 拉筋，每边伸入墙内不应少于 1m；构造柱应与圈梁连接；

③砖墙应砌成马牙槎，每一马牙槎沿高度方向的尺寸不超过 300mm，马牙槎从每层柱脚开始，先退后进。

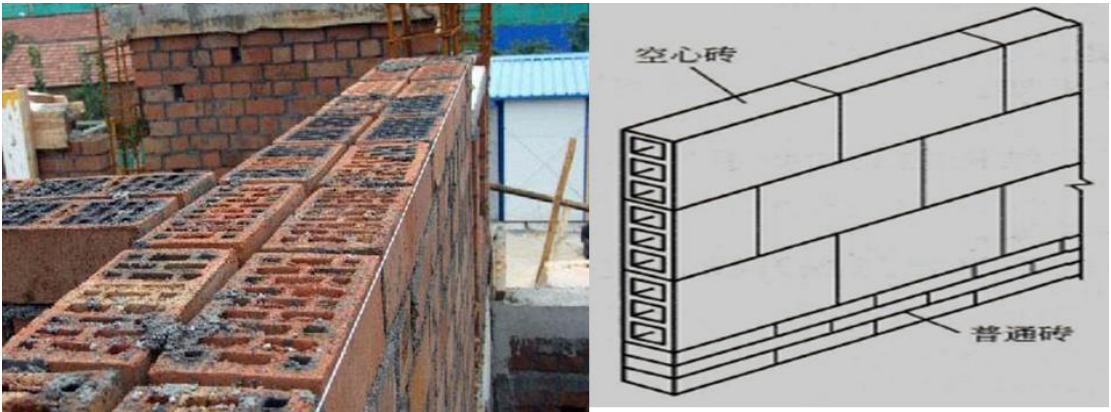
④该层构造柱混凝土浇筑完以后，才能进行上一层施工。



7、正常施工条件下，砖砌体每日砌筑高度宜控制在 1.5m 或一步脚手架高度内。

8、多孔砖的孔洞应垂直于受压面砌筑。半盲孔多孔砖的封底面应朝上砌筑。 P398

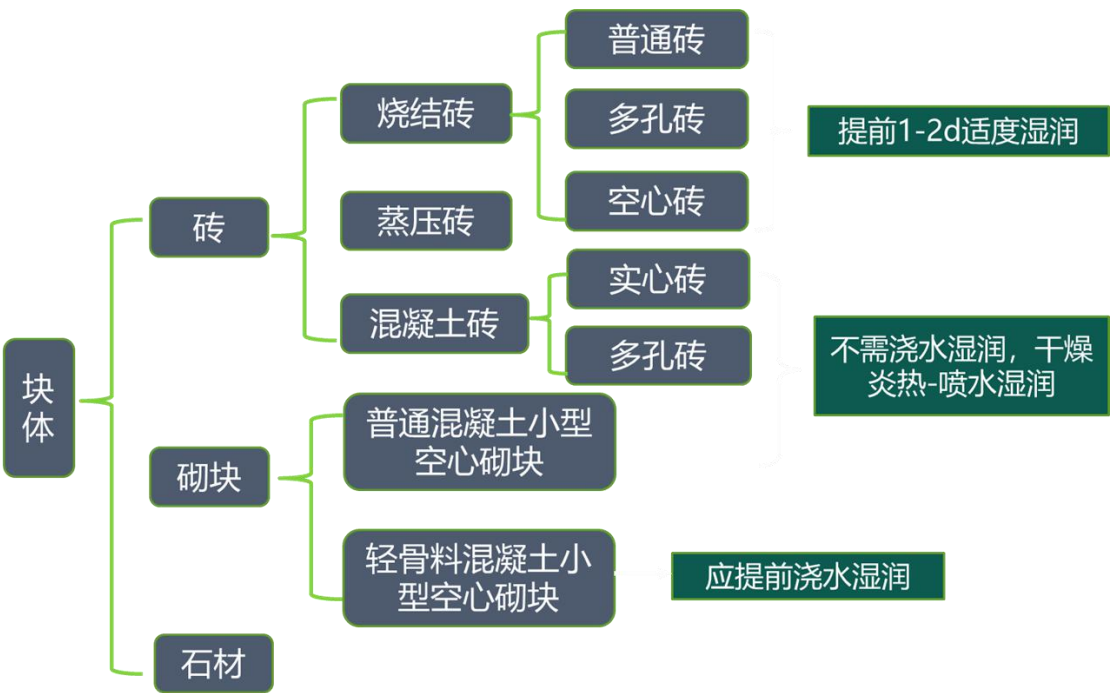
9、空心砖孔洞应呈水平方向。



(五) 混凝土小型空心砌块砌体工程

普通混凝土小型空心砌块砌体，不需对小砌块浇水湿润；如遇天气干燥炎热，宜在砌筑前对其喷水湿润；对轻骨料混凝土小砌块，应提前浇水湿润，块体的相对含水率宜为 40% - 50%。雨天及小砌块表面有浮水时，不得施工。

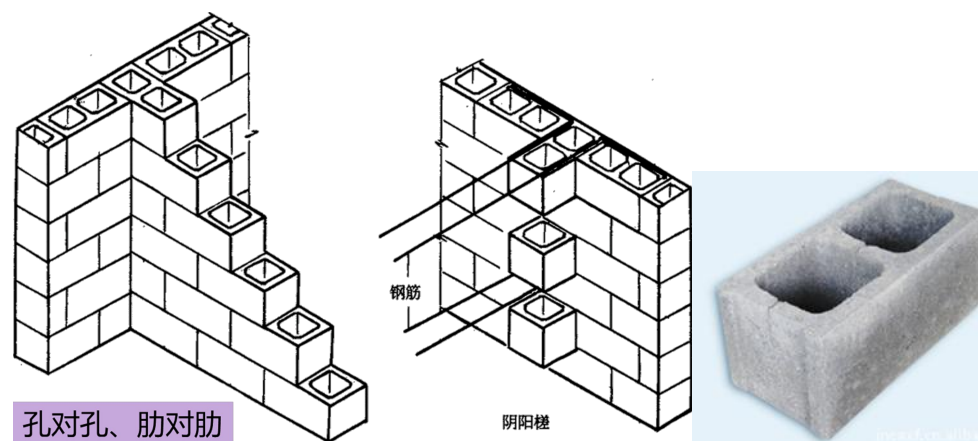
含水率：



(五) 混凝土小型空心砌块砌体工程

- ①小砌块墙体应孔对孔、肋对肋错缝搭砌。
- ②单排孔小砌块的搭接长度应为块体长度的 1/2；

- ③多排孔小砌块的搭接长度可适当调整,但不宜小于小砌块长度的 $\frac{1}{3}$,且不应小于90mm。
- ④砌块施工应对孔错缝搭砌,灰缝应横平竖直,宽度宜8~12mm。砌体水平灰缝和竖向灰缝的砂浆饱满度,按净面积计算不得低于90%,不得出现瞎缝、透明缝等。
- ⑤小砌块应将生产时的底面朝上反砌于墙上。P399



(六) 填充墙砌块工程

- ①填充墙砌体工程通常采用烧结空心砖、蒸压加气混凝土砌块、轻骨料混凝土小型空心砌块等。
- ②砌筑填充墙时,轻骨料混凝土小型空心砌块和蒸压加气混凝土砌块的产品龄期应 $\geq 28d$ 。
- ③进场后应按品种、规格堆放整齐,堆置高度宜 $\leq 2m$ 。
- ④吸水率较小的轻骨料混凝土小型空心砌块及采用薄灰砌筑法施工的蒸压加气混凝土砌块,砌筑前不应对其浇(喷)水湿润。
- ⑤在厨房、卫生间、浴室等处采用轻骨料混凝土小型空心砌块、蒸压加气混凝土砌块砌筑墙体时,墙底部宜现浇混凝土坎台,其高度宜为150mm。
- ⑥蒸压加气混凝土砌块、轻骨料混凝土小型空心砌块不应与其他块体混砌,不同强度等级的同类块体也不得混砌。



【2016 年】关于砌筑砂浆的说法，正确的有（ ）。

- A．砂浆应采用机械搅拌
- B．水泥粉煤灰砂浆搅拌时间不得小于 3min
- C．留置试块为边长 7.07cm 的正方体
- D．同盘砂浆应留置两组试件
- E．六个试件为一组

【答案】ABC

【解析】由边长为 7.07cm 的正方体试件，经过 28d 标准养护，测得一组三块的抗压强度值来评定。砂浆试块应在搅拌机出料口随机取样、制作，同盘砂浆只应制作一组试块。

【2015 年】关于砖砌体施工要点的说法，正确的是（ ）。

- A．半盲孔多孔砖的封底面应朝下砌筑
- B．多孔砖的孔洞应垂直于受压面砌筑
- C．马牙槎从每层柱脚开始先进后退设置
- D．多孔砖应饱和吸水后进行砌筑

【答案】B

【解析】半盲孔多孔砖的封底面应朝上砌筑；马牙槎从每层柱脚开始先退后进设置；烧结多孔砖应提前 1～2d 适度湿润，不得采用干砖或处于吸水饱和状态的砖砌筑。

【练习题】240mm 厚砖砌体承重墙，每个楼层墙体上最上一皮砖的砌筑方式应采用（ ）。

- A．整砖斜砌
- B．整砖丁砌
- C．半砖斜砌
- D．整砖顺砌

【答案】B

【解析】240mm 厚承重墙的每层墙的最上一皮砖，应整砖丁砌。

【练习题】关于普通混凝土小型空心砌块的说法，正确的是（ ）。

- A．施工时先灌水湿透
- B．生产时的底面朝下正砌
- C．生产时的底面朝上反砌
- D．出场龄期 14 天即可砌筑

【答案】C

【解析】普通混凝土小型空心砌块应将生产时的底面朝上反砌于墙上。

【练习题】以下块体材料砌筑前不需提前浇水湿润的是（ ）。

- A．烧结普通砖
- B．混凝土实心砖
- C．蒸压砖
- D．烧结空心砖

【答案】B

【解析】混凝土实心砖不需提前浇水湿润。

【2020 年】设有钢筋混凝土构造柱的抗震多层砖房，施工顺序正确的是（ ）。

A . 砌砖墙→绑扎钢筋→浇筑混凝土

B . 绑扎钢筋→浇筑混凝土→砌砖墙

C . 绑扎钢筋→砌砖墙→浇筑混凝土

D . 浇筑混凝土→绑扎钢筋→砌砖墙

【答案】C

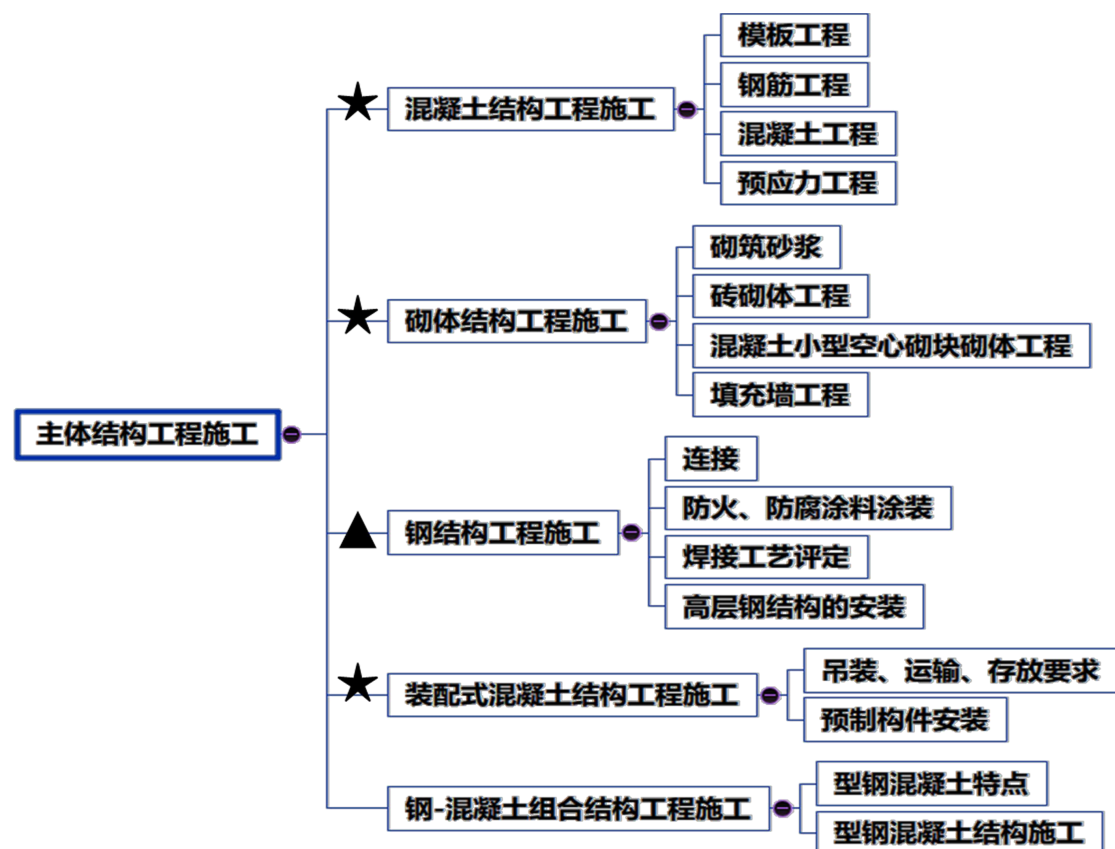
小结

1、砌筑砂浆（配合比、拌制使用、强度）

2、烧结普通砖砌体：含水率、最上一皮砖、水平灰缝 80%、施工洞口、脚手眼、留槎、构造柱、每日砌筑高度；

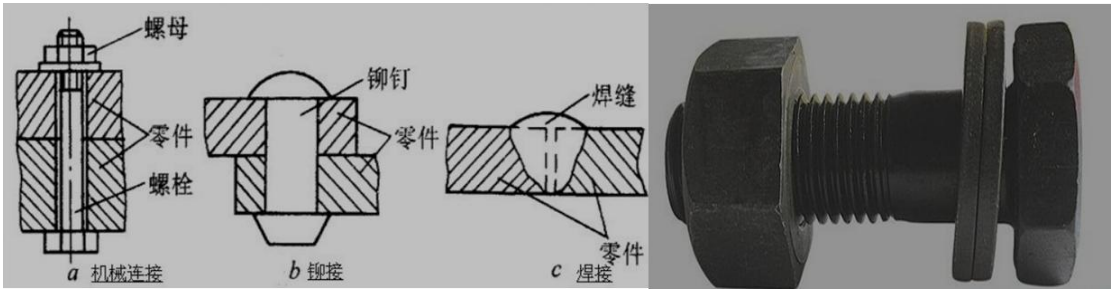
3、混凝土小型空心砌块砌体工程：应孔对孔、肋对肋错缝搭砌，灰缝 90%；

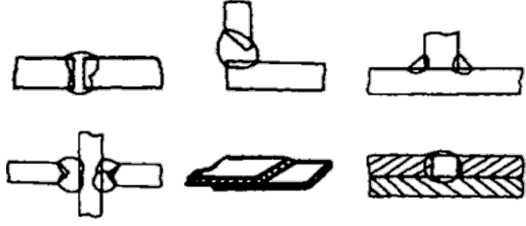
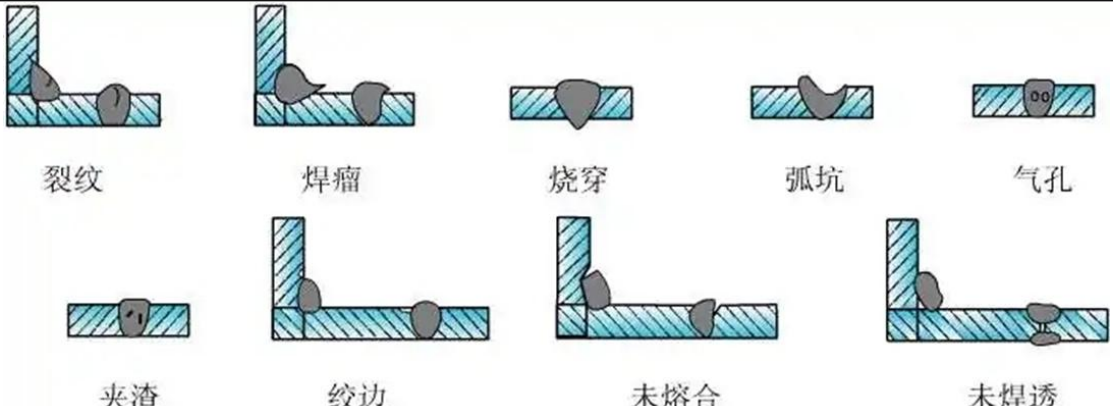
4、填充墙砌体工程（龄期 28d、坎台 150mm）



(一) 钢结构连接

钢结构的连接方法有焊接、普通螺栓连接、高强度螺栓连接和铆接；



焊接		
钢材可焊性	钢材的可焊性：是指在适当的设计和工作条件下，材料易于焊接和满足结构性能的程度。可焊性常常受钢材的化学成分、轧制方法和板厚等因素影响。为了评价化学成分对可焊性的影响，一般用碳当量（ C_{eq} ）表示， C_{eq} 越小，钢材的淬硬倾向越小，可焊性就越好；反之， C_{eq} 越大，钢材的淬硬倾向越大，可焊性就越差。	
接头	根据焊接接头的连接部位，可以将熔化焊接头分为：对接接头、角接头、T 形及十字接头、搭接接头和塞焊接头等。 	
焊工	焊工应经考试合格并取得资格证书，应在认可的范围内进行焊接作业，严禁无证上岗。	
焊接工艺评定	施工单位首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、接头形式、焊接位置、焊后热处理制度以及焊接工艺参数、预热和后热措施等各种参数及参数的组合，应在钢结构制作及安装前进行焊接工艺评定试验。	
焊缝缺陷	焊缝缺陷通常分为六类：裂纹、孔穴、固体夹杂、未熔合、未焊透、形状缺陷和上述以外的其他缺陷。 	

裂纹	热裂纹	产生热裂纹的主要原因是母材抗裂性能差、焊接材料质量不好、焊接工艺参数选择不当、焊接内应力过大等；
----	-----	--

	冷裂纹	产生冷裂纹的主要原因是焊接结构设计不合理、焊缝布置不当、焊接工艺措施不合理，如焊前未预热、焊后冷却快等。
孔穴	气孔	产生气孔的主要原因是焊条药皮损坏严重、焊条和焊剂未烘烤、母材有油污或锈和氧化物、焊接电流过小、弧长过长，焊接速度太快。
	弧坑缩孔	产生弧坑缩孔的主要原因是焊接电流太大且焊接速度太快、熄弧太快，未反复向熄弧处补充填充金属等
固体夹杂	夹渣	产生夹渣的主要原因是焊接材料质量不好、焊接电流太小、焊接速度太快、熔渣密度太大、阻碍熔渣上浮、多层焊时熔渣未清除干净等。
	夹钨	产生夹钨的主要原因是氩弧焊时钨极与熔池金属接触。
未熔合未焊透		产生的主要原因是焊接电流太小、焊接速度太快、坡口角度间隙太小、操作技术不佳等。

【2018 年】下列属于产生焊缝固体夹渣缺陷主要原因的是（ ）。

- A．焊缝布置不当
- B．焊前未预热
- C．焊接电流太小
- D．焊条未烘烤

【答案】C

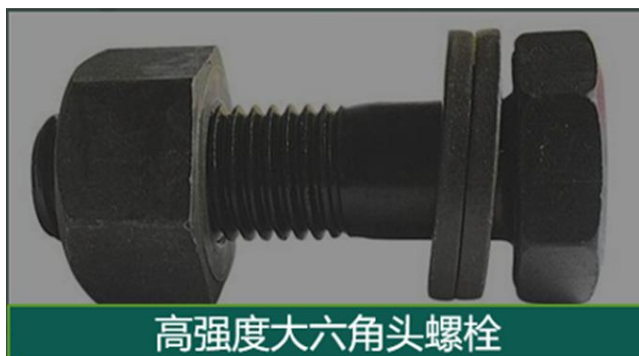
【解析】产生夹渣的主要原因是焊接材料质量不好、焊接电流太小、焊接速度太快、熔渣密度太大、阻碍熔渣上浮、多层焊时熔渣未清除干净等。

2、螺栓连接

①普通螺栓的紧固：螺栓的紧固次序应从中间开始，对称向两边进行

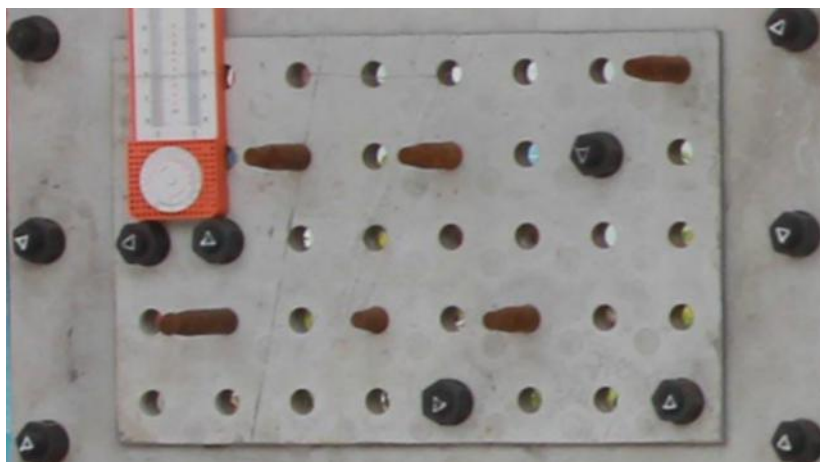
②高强度螺栓按连接形式通常分为摩擦连接、张拉连接和承压连接等。其中，摩擦连接是目前广泛采用的基本连接形式。

④高强度大六角头螺栓连接副由一个螺栓、一个螺母和两个垫圈组成，扭剪型高强度螺栓连接副由一个螺栓、一个螺母和一个垫圈组成。



⑤安装环境气温不宜低于-10℃。当摩擦面潮湿或暴露于雨雪中时，停止作业。

⑥高强度螺栓安装时应先使用安装螺栓和冲钉。高强度螺栓不得兼做安装螺栓。



⑦高强度螺栓现场安装时应能自由穿入螺栓孔，不得强行穿入。若螺栓不能自由穿入时，可采用绞刀或锉刀修整螺栓孔，不得采用气割扩孔，扩孔数量应征得设计同意，修整后或扩孔后的孔径不应超过 1、2 倍螺栓直径。



⑧高强度螺栓超拧应更换，并废弃换下来的螺栓，不得重复使用。严禁用火焰或电焊切割高强度螺栓梅花头。

⑨高强度螺栓长度应以螺栓连接副终拧后外露 2-3 扣丝为标准计算，应在构件安装精度调整后拧紧。扭剪型高强度螺栓终拧检查，以目测尾部梅花头拧断为合格。



⑩同一接头中，高强度螺栓连接副的初拧、复拧、终拧应在 24h 内完成。应以接头刚度较大的部位向约束较小的方向、螺栓群中央向四周的顺序进行；

⑪高强度螺栓和焊接并用的连接节点，当设计文件无规定时，宜按先螺栓紧固后焊接的施工顺序。

【练习题】高强度螺栓施工的说法正确的是（ ）。

- A．高强度螺栓不得强行穿入
- B．高强度螺栓可兼做安装螺栓
- C．高强度螺栓应该一次性拧紧到底
- D．高强度梅花头可用火焰切割

【答案】A

【解析】高强度螺栓不得兼做安装螺栓；同一接头中，高强度螺栓连接副的初拧、复拧、终拧应在 24h 内完成；严禁用火焰或电焊切割高强度螺栓梅花头。

【练习题】关于钢结构高强度螺栓安装的说法，正确的有（ ）。

- A . 应从刚度大的部位向不受约束的自由端进行
- B . 应从不受约束的自由端向刚度大的部位进行
- C . 应从螺栓群中部开始向四周扩展逐个拧紧
- D . 可以用火焰切割高强度螺栓梅花头
- E . 同一接头中高强度螺栓的初拧、复拧、终拧应在 24 小时内完成

【答案】ACE

【解析】应以接头刚度较大的部位向约束较小的方向、螺栓群中央向四周的顺序进行；严禁用火焰或电焊切割高强度螺栓梅花头

（二）钢结构防火涂装

1、钢结构构件的耐火验算和防火设计，可采用耐火极限法、承载力法或临界温度法。

2、钢结构的防火保护可采用下列措施之一或其中几种的复（组）合：

（1）喷涂（抹涂）防火涂料；

（2）包覆防火板；

（3）包覆柔性毡状隔热材料；

（4）外包混凝土、金属网抹砂浆或砌筑砌体。

3、钢结构采用喷涂防火涂料保护时，应符合下列规定：

（1）室内隐蔽构件，宜选用非膨胀型防火涂料；

（2）设计耐火极限大于 1.50h 的构件，不宜选用膨胀型防火涂料；

（3）非膨胀型防火涂料涂层的厚度不应 $< 10\text{mm}$ ；

（5）防火涂料与防腐涂料应相容、匹配。

4、钢结构采用外包混凝土、金属网抹砂浆或砌筑砌体保护时，应符合下列规定：

(1) 当采用外包混凝土时,混凝土的强度等级不宜低于 C20;

(2) 当采用外包金属网抹砂浆时,砂浆的强度等级不宜低于 M5;砂浆最小厚度不宜小于 25mm;

(3) 当采用砌筑砌体时,砌块的强度等级不宜低于 MU10。

【练习题】钢结构采用喷涂防火涂料保护时,正确得是()。

A. 室内隐蔽构件,宜选用膨胀型防火涂料

B. 设计耐火极限大于 1.50h 的构件,宜选用膨胀型防火涂料

C. 防火涂料与防腐涂料应相容、匹配

D. 非膨胀型防火涂料涂层的厚度应大于等于 20mm

【答案】C

【解析】钢结构采用喷涂防火涂料保护时,应符合下列规定:

(1) 室内隐蔽构件,宜选用非膨胀型防火涂料;

(2) 设计耐火极限大于 1.50h 的构件,不宜选用膨胀型防火涂料;

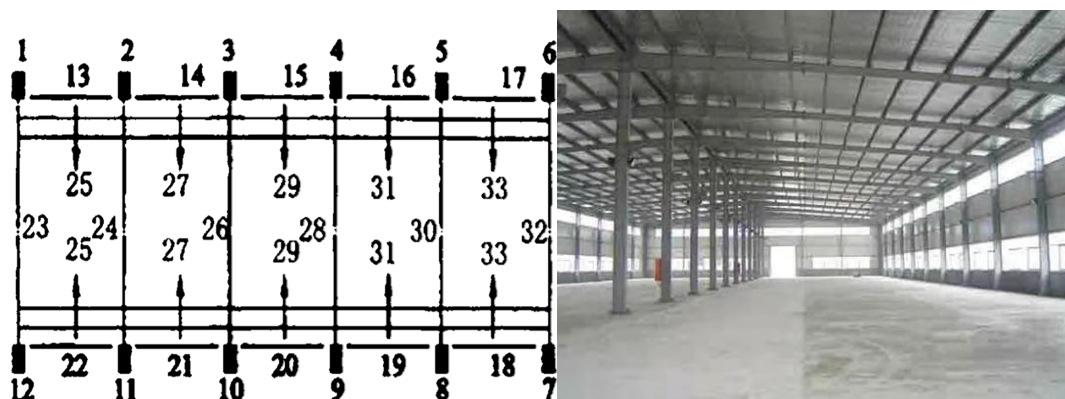
(3) 非膨胀型防火涂料涂层的厚度不应 $< 10\text{mm}$;

(5) 防火涂料与防腐涂料应相容、匹配。

(三) 钢结构单层厂房安装

单层钢结构安装工程施工时,对于柱子、柱间支撑和吊车梁一般采用单件流水法吊装;此种方法尤其适合移动较方便的履带式起重机;当采用汽车式起重机时,考虑到移动不方便,可以 2~3 个轴线为一个单元进行节间构件安装。对于屋盖系统安装通常采用"节间综合法"吊装,即吊车一次安装完一个节间的全部屋盖构件后,再安装下一个节间的屋盖构件。

单件流水法吊装

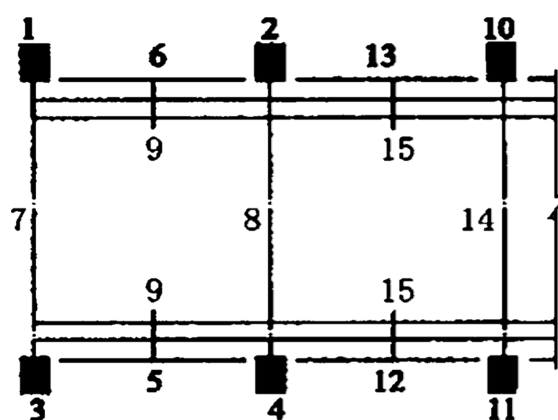


(四) 高层钢结构的安装

1、安装准备工作：钢构件预检和配套、定位轴线及标高和地脚螺栓的检查、钢构件现场堆放、安装机械的选择、安装流水段的划分和安装顺序的确定、劳动力的进场。

2、安装方法与顺序：在分片区的基础上，多采用综合吊装法。平面从中间或某一对称节间开始，以一个节间的柱网为一个吊装单元，按钢柱→钢梁→支撑顺序吊装，并向四周扩展；采取对称安装、对称固定的工艺。

综合吊装法

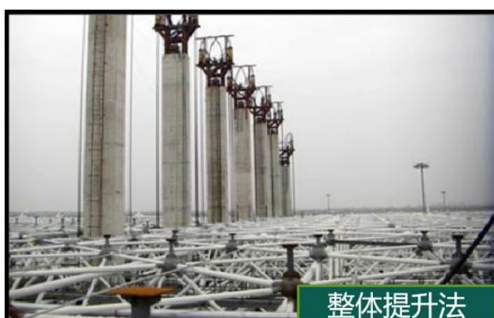


3、高层建筑的钢柱通常以 2~4 层为一节，吊装一般采用一点正吊。安装时，每节钢柱的定位轴线应从地面控制轴线直接引上，不得从下层柱的轴线引上。

(三) 网架结构安装

类别	适用条件
高空散装法	适用于全支架拼装的各种类型的空间网格结构，尤其适用于螺栓连接、销轴连接等非焊接连接的结构。
分条或分块	适用于分割后刚度和受力状况改变较小的网架；分条或分块的大小应根据起重能力而定。

安装法	
滑移法	适用于能设置平行滑轨的各种空间网格结构,尤其适用于必须跨越施工(不允许搭设支架)或场地狭窄、起重运输不便等情况。
整体吊装法	适用于中小型网架,吊装时可在高空平移或旋转就位。
整体提升法	指利用安装在结构柱上的提升设备提升网架,适用于各种类型的网架,结构在地面整体拼装完毕后用提升设备提升至设计标高、就位。
整体顶升法	适用于支点较少的多点支承网架。



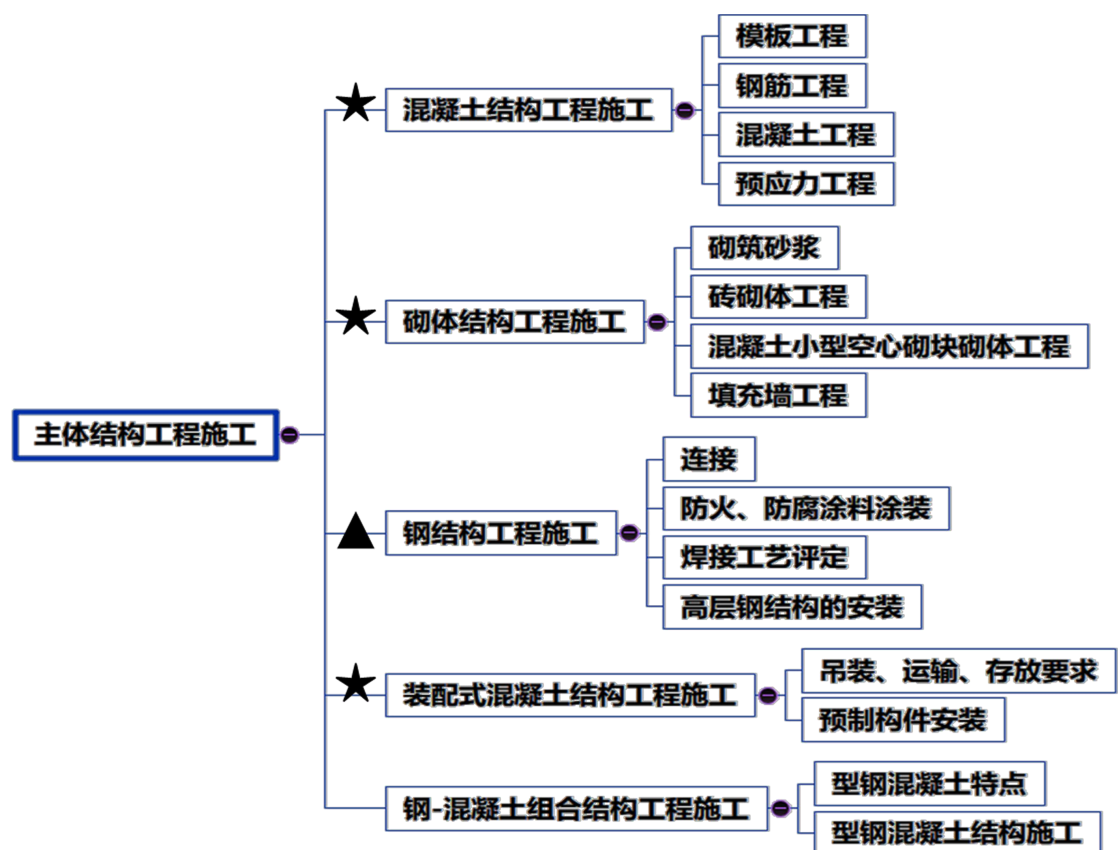
【2020 年】高层钢结构吊装中,广泛采用的吊装方法是()。

- A . 综合吊装法
- B . 单件流水法
- C . 整体吊装法
- D . 整体提升法

【答案】A

小结

- 1、钢结构作业人员：焊接、防腐防火涂料作业人员特殊工种作业操作证。
- 2、作业环境：-10℃。
- 3、高强度螺栓不得兼做安装螺栓。
- 4、高强螺栓超拧更换，废弃，不得重复使用。
- 4、不得气割扩孔。
- 5、严禁用火焰或电焊切割高强度螺栓梅花头。
- 6、高强度螺栓长度应以螺栓连接副终拧后外露 2-3 扣丝为标准计算。
- 7、扭剪型高强度螺栓终拧检查，以目测尾部梅花头拧断为合格。
- 8、初拧、复拧、终拧应在 24h 内完成。
- 9、钢结构采用喷涂防火涂料保护时，室内隐蔽构件，宜选用非膨胀型防火涂料；设计耐火极限大于 1.50h 的构件，不宜选用膨胀型防火涂料。



1A415044 装配式混凝土结构工程施工

(一) 施工准备

装配式混凝土结构施工应制定专项方案，内容宜包括工程概况、编制依据、进度计划、施工场地布置、预制构件运输与存放、安装与连接施工、绿色施工、安全管理、质量管理、信息化管理、应急预案等。

(二) 预制构件生产、吊运与存放

生产要求	预制构件生产宜建立首件验收制度
吊装要求	根据预制构件的形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊具和起重设备。吊索水平夹角不宜小于 60° ，不应小于 45° 。
运输要求	1、外墙板宜采用立式运输，外饰面层应朝外，梁、板、楼梯、阳台宜采用水平运输； 2、采用靠放架立式运输时，构件与地面斜角应大于 80° ，构件应对称靠放，每层不大于 2 层； 3、水平运输时，预制梁、柱构件叠放不宜超过 3 层，板类构件叠放不宜超过 6 层。



（二）预制构件生产、吊运与存放

存放要求	预制构件多层叠放时，每层构件间的垫块应上下对齐；预制楼板、叠合板、阳台板和空调板等构件宜平放，叠放层数不宜超过 6 层。
	

（三）预制构件安装

一般要求	（1）预制构件与吊具的分离应在校准定位及临时支撑安装完成后进行。 （2）竖向预制构件安装采取临时支撑时，应符合下列规定： 1）预制构件的临时支撑不宜少于两道； 2）对预制柱、墙板构件的上部斜支撑，其支撑点距离板底的距离不宜小于构件高度 $2/3$，且不应小于构件高度的 $1/2$
	

预制柱安装要求	(1) 宜按照角柱、边柱、中柱顺序进行安装,与现浇部分连接的柱宜先行安装。 (2) 预制柱的就位以轴线和外轮廓线为控制线,对于边柱和角柱应以外轮廓线控制为准。
预制剪力墙板安装要求	(1) 与现浇部分连接的墙板宜先行吊装。其他宜按照外墙先行吊装的原则进行吊装。 (2) 墙板以轴线和轮廓线为控制线,外墙应以轴线和轮廓线双控制。
预制梁叠合梁、板	(1) 安装顺序:先主梁、后次梁,先低后高的原则。 (2) 临时支撑拆除:后浇混凝土强度达到设计要求后。

【2018 年】预制混凝土板水平运输时,叠放不宜超过()。

- A . 3 层
- B . 4 层
- C . 5 层
- D . 6 层

【答案】D

【解析】水平运输时,预制梁、柱构件叠放不宜超过 3 层,板类构件叠放不宜超过 6 层。

【2019 年】关于装配式混凝土结构工程施工的说法,正确的是()。

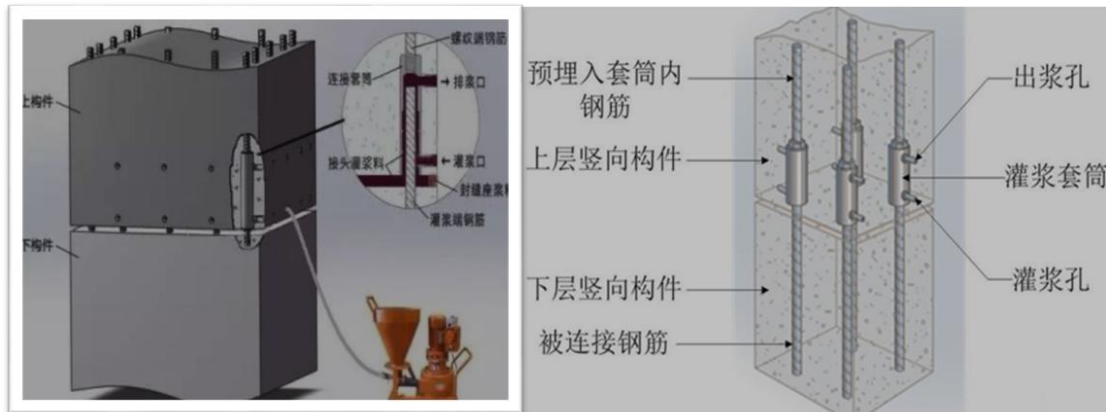
- A . 预制构件生产宜建立首件验收制度
- B . 外墙板宜采用立式运输,外饰面层应朝内
- C . 预制楼板、阳台板宜立放
- D . 吊索水平夹角不应小于 30°

【答案】A

【解析】预制构件生产宜建立首件验收制度;外墙板宜采用立式运输,外饰面层应朝外;预制楼板、叠合板、阳台板和空调板等构件宜平放,叠放层数不宜超过 6 层;吊索水平夹角不宜小于 60°,不应小于 45°。

(五) 预制构件连接

1、预制构件钢筋可以采用钢筋套筒灌浆连接、钢筋浆锚搭接连接、焊接或螺栓连接、钢筋机械连接等连接方式。



2、预制构件就位前，应检查下列内容：

- ①套筒、预留孔的规格、位置、数量和深度；
- ②被连接钢筋的规格、位置、和长度。



3、灌浆作业应符合国家现行标准和施工方案的要求，并符合下列规定：

- ①灌浆施工时，环境温度不应低于 5°C ，当连接部位养护温度低于 10°C 时，应采取加热保温措施；
- ②灌浆操作全过程应有专职检验人员负责旁站监督并及时形成施工质量检查记录；
- ③灌浆料拌合物应进行流动度的检测；
- ④灌浆料拌合物应在制备后 30min 内用完；
- ⑤灌浆作业应采用压浆法从下口灌注，浆料从上口流出后应及时封堵，必要时可设分仓进行灌浆。



混凝土预制构件安装与连接的主控项目要求 P408	
灌 浆	灌浆应饱满、密实，所有出口均应出浆。 灌浆料强度应符合标准的规定和设计要求。每工作班应制作 1 组且每层不应少于 3 组 40mmx40mmx160mm 的长方体试件，标养 28 天后进行抗压强度试验。 3组 40mm×40mm×160mm
坐 浆	预制构件底部接缝坐浆强度应满足设计要求。每工作班同一配合比应制作 1 组且每层不应少于 3 组边长为 70.7mm 的立方体试件，标养 28 天后进行抗压强度试验。
防水 性能	外墙板接缝的防水性能应符合设计要求。每 1000 m² 外墙（含窗）面积应划分为一个检验批，不足 1000 m² 时也应划分为一个检验批；每个检验批应至少抽查一处，抽查部位应为相邻两层四块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 10 m²，进行现场淋水试验。

易混点

1、教材中涉及到的试块规格，注意区分，对比记忆

混凝土：按国家标准制作边长为 150mm 的立方体试块

棱柱体抗压强度试块：150mmx150mmx300mm

砂浆：边长 70.7mm 的立方体试件；

灌浆料：装配式施工中预制构件安装与连接中，钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接连接的灌浆料

强度检验试块为 40mmx40mmx160mm 的长方体试件。

坐浆 :装配式施工中预制构件底部接缝坐浆强度检验试块为边长为 70.7mm 的立方体试件。

2、标准养护条件

混凝土试件：温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 95%以上；

砂浆试块：温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 90%以上。

【2018 年】某新建高层住宅工程建筑面积 16000 m^2 ，地下一层，地上十二层，二层以下为现浇钢筋混凝土结构，二层以上为装配式混凝土结构，预制墙板钢筋采用套筒灌浆连接施工工艺。

监理工程师在检查第 4 层外墙板安装质量时发现；钢筋套筒连接灌浆满足规范要求；留置了 3 组边长为 70.7mm 的立方体灌浆料标准养护试件；留置了 1 组边长 70.7mm 的立方体坐浆料标准养护试件；施工单位选取第 4 层外墙板竖缝两侧 11mm 的部位在现场进行淋水试验，对此要求整改。

【问题】指出第 4 层外墙板施工中的不妥之处？

【答案】不妥之处一：钢筋套筒连接灌浆留置了 3 组边长为 70.7mm 的立方体；

正确做法：每工作班应制作 1 组且每层不应少于 3 组 40mm×40mm×160mm 的长方体试件，标养 28 天后进行抗压强度试验。

不妥之处二：留置了 1 组边长 70.7mm 的立方体坐浆料标准养护试件；

正确做法：每工作班同一配合比应制作 1 组且每层不应少于 3 组边长为 70.7mm 的立方体试件，标养

28 天后进行抗压强度试验。

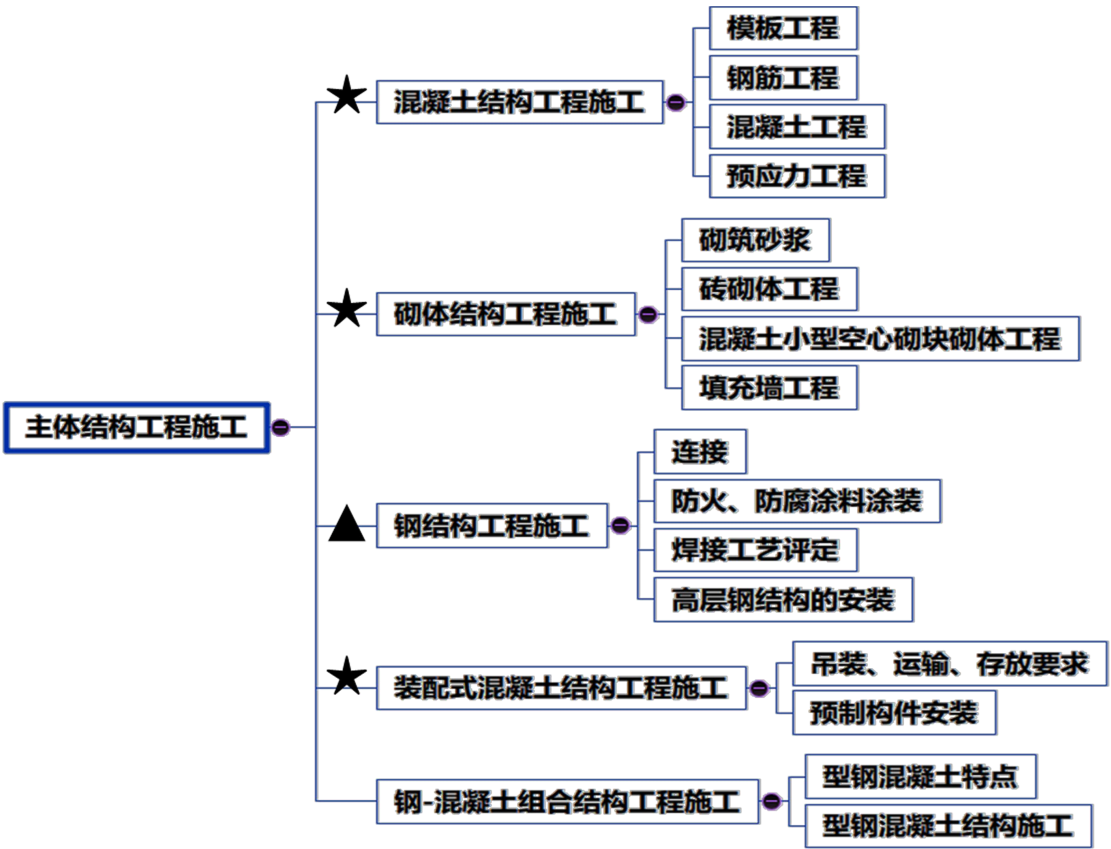
不妥之处三：施工单位选取第 4 层外墙板竖缝两侧 11mm 的部位在现场进行水试验；

正确做法：抽查部位应为第 4 层外墙板相邻两层四块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，

面积不得少于 10 m²，进行现场淋水试验。

小结

- 1、预制构件吊装、运输、存放要求。
- 2、灌浆作业规定；环境温度≥5℃；旁站监督、施工质量检查记录；灌浆料流动度的检测、30min 内用完；下口灌注，上口流出。
- 3、混凝土预制构件安装与连接的主控项目要求：
灌浆料强度：每工作班应制作 1 组，每层不应少于 3 组，40mmx40mmx160mm 的长方体试件，标养 28 天；
坐浆强度：每工作班同一配合比应制作 1 组，每层不应少于 3 组边长为 70.7mm 的立方体试件，标养 28 天。
- 4、外墙板接缝的防水性能：进行现场淋水试验。



五、钢-混凝土组合结构工程施工

(一) 型钢混凝土组合结构的特点与应用

- 1、由混凝土包裹型钢做成的结构称为型钢混凝土组合结构。型钢混凝土梁和柱是最基本的构件。
- 2、型钢分为实腹式和空腹式两类。
- 3、型钢混凝土组合结构的混凝土强度等级不宜小于 C30。

型钢混凝土组合结构优点	
减截面	型钢混凝土中型钢不受含钢率的限制，型钢混凝土构件的承载能力可以高于同样外形的钢筋混凝土构件的承载能力一倍以上，因而可以减小构件截面。
节材	混凝土外壳能与钢结构共同受力。型钢混凝土框架较钢框架可节省钢材 50% 或者更多。
缩短工期	在高层建筑中型钢混凝土不必等待混凝土达到一定强度就可继续上层施工，可缩短工期。由于无临时立柱，为进行设备安装提供了可能。
抗震	型钢混凝土组合结构的延性比钢筋混凝土结构明显提高，尤其是实腹式型钢，因而此种结构有良好的抗震性能。
耐久耐火	型钢混凝土组合结构较钢结构在耐久性、耐火等方面均胜一筹。

型钢混凝土结构施工
在梁柱节点部位，柱的箍筋要在型钢梁腹板上已留好的孔中穿过，由于整根箍筋无法穿过，只好将箍筋分段，再用电弧焊焊接。不宜将箍筋焊在梁的腹板上，因为节点处受力较复杂。如腹板上开孔的大小和位置不合适时，征得设计者的同意后，再用电钻补孔或用铰刀扩孔，不得用气割开孔。

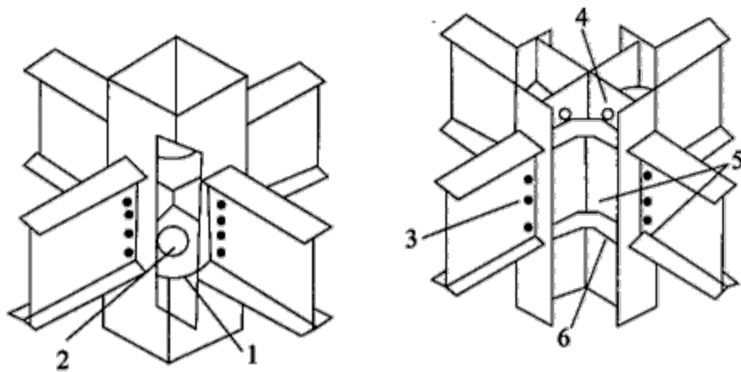


图1A415045-2 梁柱接头处预留孔洞位置

1—柱内加劲肋板；2—混凝土浇筑孔；3—箍筋通过孔；
4—梁主筋通过孔；5—排气孔；6—柱腹板加劲肋

【2015 年】关于型钢混凝土组合结构特点的说法，错误的是（ ）。

- A . 型钢不受含钢率限制
- B . 抗震性能好

C . 构件截面大

D . 承载能力高

【答案】 C

【2017 年】型钢混凝土梁、柱节点处，柱箍筋绑扎的正确做法有（ ）。

A . 铰刀扩孔

B . 气割开孔

C . 采用焊接箍筋与钢梁腹板焊牢

D . 电钻补孔

E . 腹板留孔

【答案】 ADE

【2019 年】关于型钢混凝土组合结构特点的说法，正确的是（ ）。

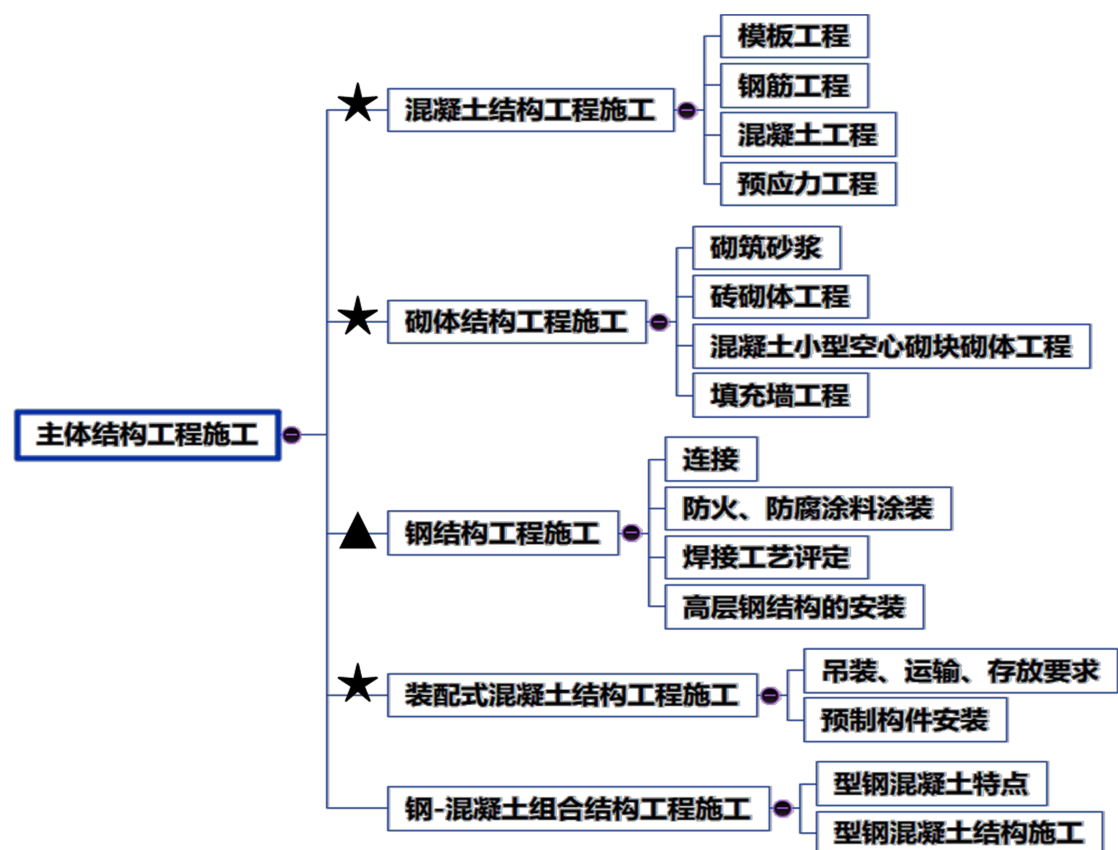
A . 型钢混凝土梁和板是最基本的构件

B . 型钢分为实腹式和空腹式两类

C . 型钢混凝土组合结构的混凝土强度等级不宜小于 C25

D . 须等待混凝土达到一定强度才可继续上层施工

【答案】 B



1A415010 施工测量

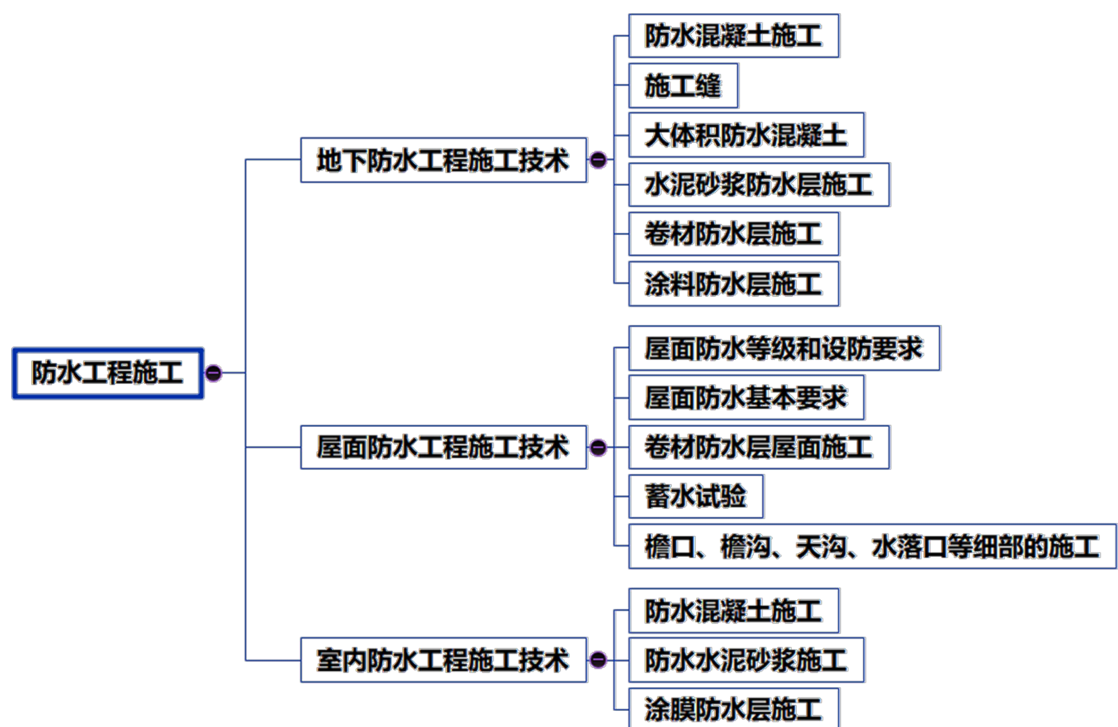
1A415020 土石方工程施工

1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工



地下防水工程施工

一、一般要求

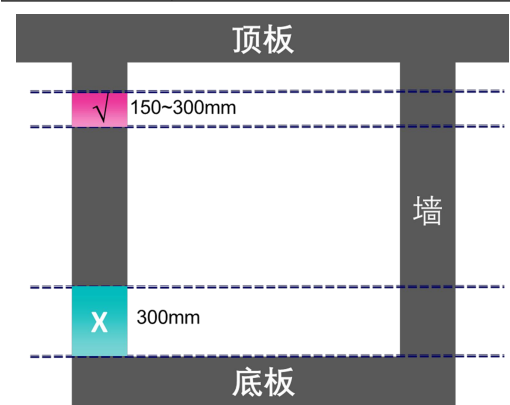
等级	地下防水等级分为四级。防水混凝土适用环境温度不得高于 80℃。	
	防水等级	防水标准
	一级	不允许渗水，结构表面无湿渍
	二级	不允许漏水，结构表面可有少量湿渍
	三级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂
	四级	有漏水点，不得有线流和漏泥砂

P383

一、防水混凝土施工

防水混凝土施工	
抗渗等级	防水混凝土其抗渗等级不得小于 P6。其试配混凝土的抗渗等级应比设计要求提高 0.2MPa。
原材料	防水混凝土宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，宜选用坚固耐久的石子，其最大粒径不宜大于 40mm。水胶比不得大于 0.50。
搅拌浇筑	防水混凝土采用机械搅拌，搅拌时间不宜小于 2min。 防水混凝土应分层连续浇筑，分层厚度≤500mm。
施工缝	防水混凝土应连续浇筑，宜少留施工缝。当留设施工缝时，应符合下列规定： ①墙体水平施工缝不应留在剪力与弯矩最大处或底板与侧墙的交接处，应留在高出底板表面不小于 300mm 的墙体上；

	②拱（板）墙结合的水平施工缝，宜留在拱（板）墙接缝线以下 150mm～300mm 处； ③墙体有预留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm； ④垂直施工缝应避开地下水和裂隙水较多的地段，并宜与变形缝相结合。
--	--



防水混凝土施工		
施工缝防水构造	水平施工缝	水平施工缝浇筑混凝土前，应将其表面浮浆和杂物清除，然后铺设净浆或涂刷混凝土界面处理剂、水泥基渗透结晶型防水涂料等材料，再铺 30 - 50mm 厚的水泥砂浆，并应及时浇筑混凝土。（除杂—刷剂—铺浆—浇砼）
	垂直施工缝	垂直施工缝浇筑混凝土前，应将其表面清理干净，再涂刷混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，并应及时浇筑混凝土。（除杂—刷剂—浇砼）

大体积防水混凝土	
原材料	大体积防水混凝土宜选用水化热低和凝结时间长的水泥，宜掺入减水剂、缓凝剂等外加剂和粉煤灰、磨细矿渣粉等掺合料。
龄期	在设计许可的情况下，掺粉煤灰混凝土设计强度等级的龄期宜为 60d 90d 。
温控养护	高温期施工时，入模温度不应大于 30℃ 混凝土内部预埋管道，进行水冷散热 大体积防水混凝土应采取保温保湿养护 混凝土中心温度与表面温度的差值不应大于 25℃ 表面温度与大气温度的差值不应大于 20℃ 养护时间不得少于 14d



二、水泥砂浆防水层施工

水泥砂浆防水层施工		
适用	水泥砂浆防水层可用于地下工程主体结构的迎水面或背水面，不应用于受持续振动或温度高于 80℃的地下工程防水。	
原材料	水泥	应使用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或特种水泥。
	砂	宜采用中砂，含泥量不应大于 1%。
	水	拌制用水质量要求应符合国家现行标准的有关规定。
基层处理	水泥砂浆防水层施工的基层表面应平整、坚实、清洁，并应充分湿润、无明水。基层表面的孔洞、缝隙，应采用与防水层相同的防水砂浆堵塞并抹平。	
施工	防水砂浆宜采用多层抹压法施工。应分层铺抹或喷射，铺抹时应压实、抹平，最后一层表面应提浆压光。	
环境	水泥砂浆防水层不得在雨天、五级及以上大风中施工。 冬期施工时，气温不应低于 5℃。 夏季不宜在 30℃以上或烈日照射下施工。	
养护	水泥砂浆防水层终凝后，应及时进行养护，养护温度不宜低于 5℃，应保持砂浆表面湿润，养护时间不得少于 14d。	

【2017 年】背景资料略：项目部对地下室 M5 水泥砂浆防水层施工提出了技术要求；采用普通硅酸盐水泥、自来水、中砂、防水剂等材料拌和，中砂含泥量不得大于 3%；防水层施工前应采用强度等级 M5 的普通砂浆将基层表面的孔洞、缝隙堵塞抹平；防水层施工要求一遍成型，铺抹时应压实、表面应提浆压光，并及时进行保湿养护 7 天。

【问题】找出项目部对地下室水泥砂浆防水层施工技术要求的不妥之处，并分别说明理由。

【答案】不妥之处一：采用普通硅酸盐水泥、自来水、中砂、防水剂等材料拌和，中砂含泥量不得大于 3%；

正确做法：拌制用水质量要求应符合国家现行标准的有关规定，砂宜采用中砂，含泥量不应大于 1%。

不妥之处二：防水层施工前应采用强度等级 M5 的普通砂浆将基层表面的孔洞、缝隙堵塞抹平；

正确做法：基层表面的孔洞、缝隙，应采用与防水层相同的防水砂浆堵塞并抹平。

不妥之处三：防水层施工要求一遍成型，铺抹时应压实、表面应提浆压光。

正确做法：防水砂浆宜采用多层抹压法施工。应分层铺抹或喷射，铺抹时应压实、抹平，最后一层表面应提浆压光。

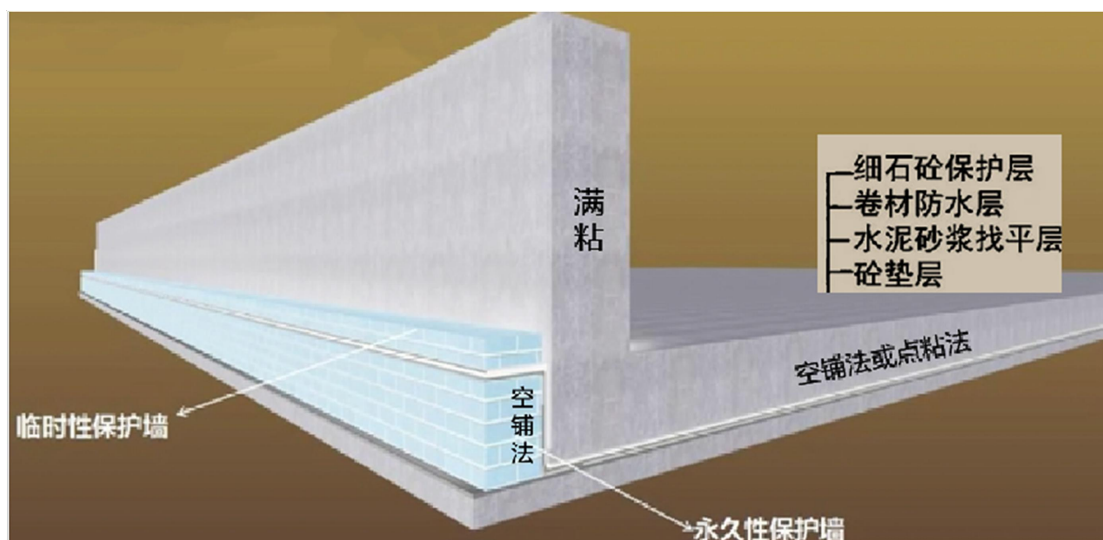
不妥之处四：并及时进行保湿养护 7 天

正确做法：水泥砂浆防水层终凝后，应及时进行养护，养护时间不得少于 14 天。

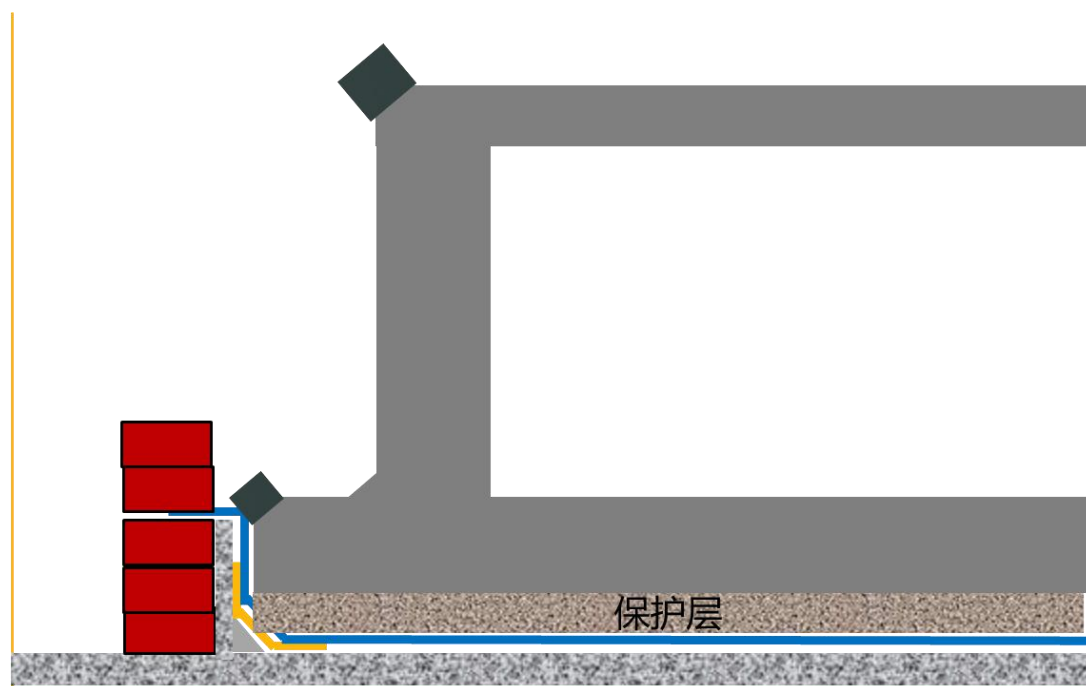
三、卷材防水层施工

卷材防水层施工	
适用	卷材防水层宜用于经常处于地下水环境，且受侵蚀介质作用或受振动作用的地下工程。 卷材防水层应铺设在混凝土结构主体的迎水面上。
环境	铺贴卷材严禁在雨天、雪天、五级及以上大风中施工。 冷粘法、自粘法：施工的环境气温不宜低于 5℃ 热熔法、焊接法：施工的环境气温不宜低于-10℃
加强层	卷材防水层的基面应坚实、平整、清洁、干燥，阴阳角处应做成圆弧或 45°坡角，其尺寸应根据卷材品种确定。 在阴阳角等特殊部位，应铺设卷材加强层，如设计无要求时，加强层宽度宜为 300 - 500mm。
	
铺贴	结构底板垫层混凝土部位的卷材可采用空铺法或点粘法施工，侧墙采用外防外贴法的卷材及顶板部位的卷材应采用满粘法施工。铺贴立面卷材防水层时，应采取防止卷材下滑的措施。 铺贴双层卷材时，上下两层和相邻两幅卷材的接缝应错开 1/3 ~ 1/2 幅宽，且两层卷材不得相互垂直铺贴。

外防外贴法	
(1) 先铺平面，后铺立面，交接处应交叉搭接。 (2) 临时性保护墙宜采用石灰砂浆砌筑，内表面宜做找平层。 (3) 从底面折向立面的卷材与永久性保护墙的接触部位，应采用空铺法施工；卷材与临时性保护墙或围护结构模板的接触部位，应将卷材临时贴附在该墙上或模板上，并应将顶端临时固定。 (4) 结构底板垫层混凝土部位的卷材可采用空铺法或点粘法施工，侧墙及顶板部位的卷材应采用满粘法施工。 (5) 卷材接搓的搭接长度，改性沥青类卷材应为 150mm，合成高分子类卷材应为 100mm；当使用两层卷材时，卷材应错搓接缝，上层卷材应盖过下层卷材。	

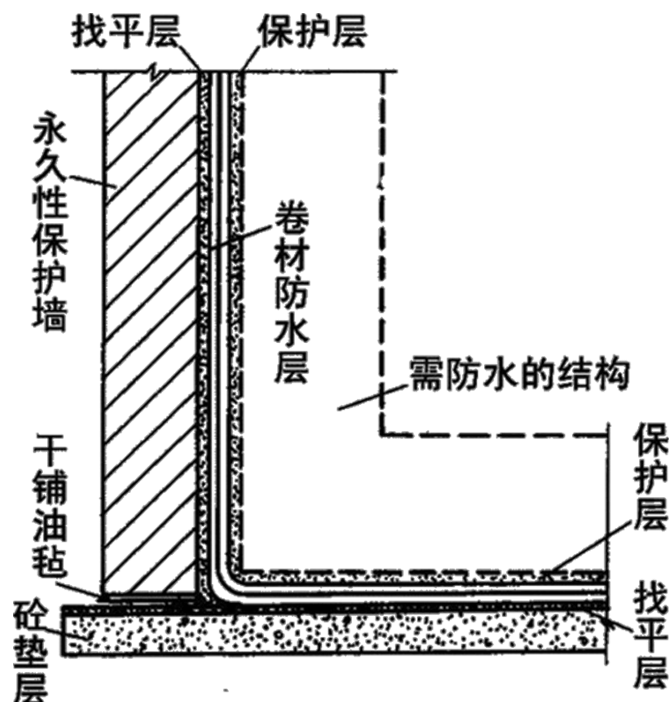


- (1) 先铺平面，后铺立面。
- (2) 临时性保护墙宜采用石灰砂浆砌筑，内表面宜做找平层。
- (3) 永久性保护墙的接触部位，应采用空铺法施工。
- (4) 结构底板垫层混凝土部位的卷材可采用空铺法或点粘法。
- (5) 侧墙及顶板部位的卷材应采用满粘法施工。



外防内贴法

- (1) 混凝土结构的保护墙内表面应抹厚度为 20mm 的 1:3 水泥砂浆找平层，然后铺贴卷材。
- (2) 卷材宜先铺立面，后铺平面；铺贴立面时，应先铺转角，后铺大面。



卷材防水层	
保护层	卷材防水层经检查合格后，应及时做保护层。顶板卷材防水层上的细石混凝土保护层采用人工回填土时厚度不宜小于 50mm，采用机械碾压回填土时厚度不宜小于 70mm，防水层与保护层之间宜设隔离层。底板卷材防水层上细石混凝土保护层厚度不应小于 50mm。

【练习题】关于施工防水卷材的说法正确的是（ ）。

- A．基础底板防水混凝土垫层上铺卷材应采用满粘法
- B．地下室外墙外防外贴卷材应采用点粘法
- C．基层阴阳角处应做成圆弧或折角后再铺贴
- D．铺贴双层卷材时，上下两层卷材应垂直铺贴
- E．铺贴双层卷材时，上下两层卷材接缝应错开

【答案】CE

【解析】结构底板垫层混凝土部位的卷材可采用空铺法或点粘法施工，侧墙采用外防外贴法的卷材及顶板部位的卷材应采用满粘法施工。铺贴双层卷材时，上下两层卷材不得垂直铺贴。

四、涂料防水层施工

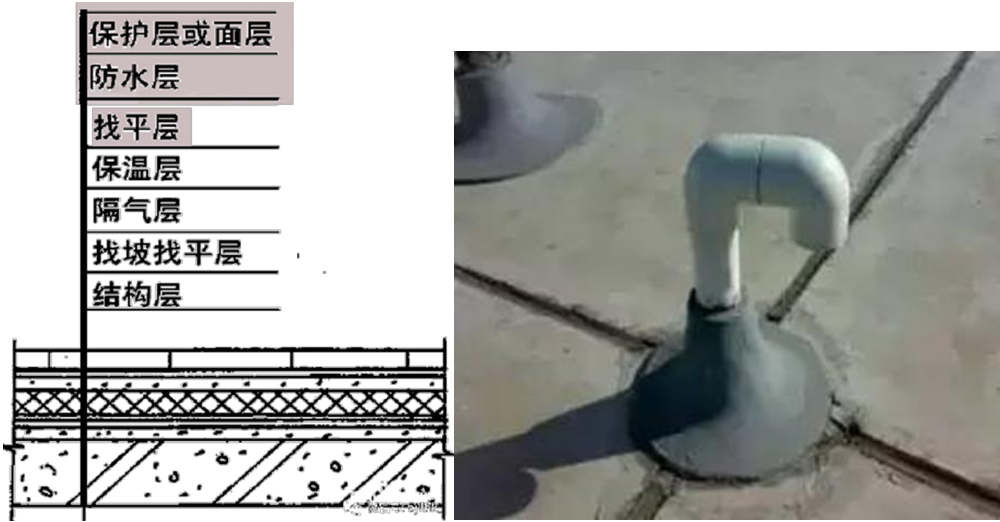
涂料防水层	
使用条件	无机防水涂料宜用于结构主体的背水面，有机防水涂料宜用于地下工程主体结构的迎水面。
环境	涂料防水层严禁在雨天、雾天、五级及以上大风时施工，不得在施工环境温度低于 5℃及

	高于 35℃，或烈日暴晒时施工。
涂刷	防水涂料应分层刷涂或喷涂，涂刷应待前遍涂层干燥成膜后进行，每遍涂刷时应交替改变涂层的涂刷方向。
细部	采用有机防水涂料时，基层阴阳角处应做成圆弧；在转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等部位应增加胎体增强材料和增涂防水涂料，宽度不应小于 500mm，上下两层胎体不得相互垂直铺贴。

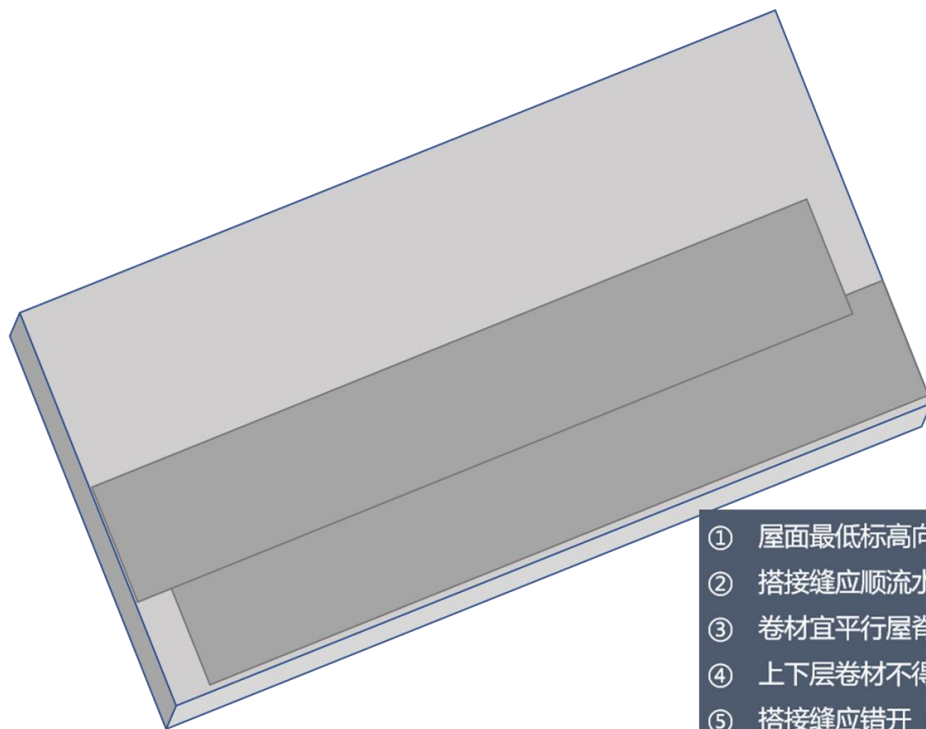
屋面防水工程施工

屋面防水等级和设防要求		
防水等级	建筑类别	设防要求
I 级	重要建筑和高层建筑	两道防水设防
II 级	一般建筑	一道防水设防

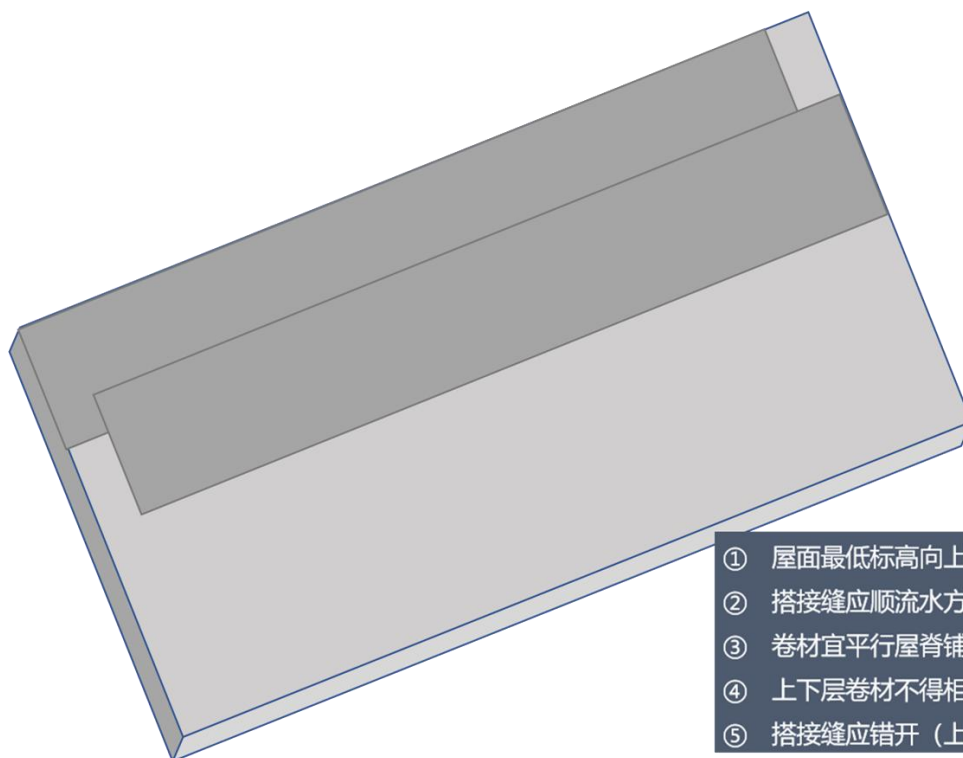
屋面防水基本要求	
原则	屋面防水应以防为主，以排为辅。
找坡层	混凝土结构层宜采用结构找坡，坡度不应小于 3% 当采用材料找坡时，宜采用质量轻、吸水率低和有一定强度的材料，坡度宜为 2% 檐沟、天沟纵向找坡不应小于 1% 找坡层最薄处厚度不宜小于 20mm
找平层	保温层上的找平层应留设分格缝，缝宽宜为 5~20mm，纵横缝的间距不宜大于 6m。养护时间不得少于 7d。找平层设置的分格缝可兼作排气道，排气道宽度宜为 40mm；排气道纵横间距宜为 6m，屋面面积每 36 m ² 宜设置一个排气孔，排气孔应作防水处理。



卷材防水层屋面施工
先细部构造处理，然后由屋面最低标高向上铺贴； 卷材宜平行屋脊铺贴，上下层卷材不得相互垂直铺贴； 立面或大坡面铺贴卷材时，应采用满粘法； 平行屋脊的搭接缝应顺流水方向； 同一层相邻两幅卷材短边搭接缝错开不应小于 500mm； 上下层卷材长边搭接缝应错开，且不应小于幅宽的 1/3； 搭接缝宜留在屋面与天沟侧面，不宜留在沟底； 厚度小于 3mm 的改性沥青防水卷材，严禁采用热熔法施工。



- ① 屋面最低标高向上铺贴
- ② 搭接缝应顺流水方向
- ③ 卷材宜平行屋脊铺贴
- ④ 上下层卷材不得相互垂直铺贴
- ⑤ 搭接缝应错开 (上下两层/相邻)



- ① 屋面最低标高向上铺贴
- ② 搭接缝应顺流水方向
- ③ 卷材宜平行屋脊铺贴
- ④ 上下层卷材不得相互垂直铺贴
- ⑤ 搭接缝应错开 (上下两层/相邻)

屋面防水工程施工

蓄水试验	防水层完工后,应在雨后或持续淋水 2h 后(有可能做蓄水试验的屋面,其蓄水时间不应少于 24h),检查屋面有无渗漏、积水和排水系统是否畅通,施工质量符合要求方可进行防水层验收。P230
保护层 隔离层	施工完的防水层应进行雨后观察、淋水或蓄水试验,并应在合格后再进行保护层和隔离层的施工。水泥砂浆及细石混凝土保护层铺设前,应在防水层上做隔离层。 (先隔离、后保护)
细部构造	(1) 檐沟和天沟的防水层下应增加附加层,附加层伸入屋面的宽度不应小于 250mm; (2) 女儿墙泛水处的防水层下应增设附加层,附加层在平面和立面的宽度均不应小于 250mm。 (3) 水落口杯应牢固地固定在承受结构上,水落口周围直径 500mm 范围内坡度不应小于 5%,防水层下应增设涂膜附加层;防水层和附加层伸入水落口杯内不应小于 50mm,并应粘结牢固。

【2016 年】关于屋面卷材防水施工要求的说法,正确的有()。

- A . 先施工细部,再施工大面
- B . 平行屋脊搭接缝应顺流方向
- C . 大坡面铺贴应采用满粘法
- D . 上下两层卷材垂直铺贴
- E . 上下两层卷材长边搭接缝错开

【答案】ABCE

【解析】卷材宜平行屋脊铺贴,上下两层卷材不得相互垂直铺贴。

室内防水

防水混凝土施工	(1) 防水混凝土必须按配合比准确配料。当拌合物出现离析现象时,必须进行二次搅拌后使用。当坍落度损失后不能满足施工要求时,应加入原水胶比的水泥浆或二次掺加减水剂进行搅拌,严禁直接加水。
---------	--

	(2) 防水混凝土终凝后应立即进行养护, 养护时间$\geq 14d$。 (3) 防水混凝土冬期施工时, 其入模温度不应低于 5°C。
防水水泥砂浆施工	(1) 防水砂浆施工环境温度不应低于 5°C。终凝后应及时进行养护, 养护温度不宜低于 5°C, 养护时间不应小于 14d。 (2) 聚合物水泥防水砂浆未达到硬化状态时, 不得浇水养护或直接受水冲刷, 硬化后应采用干湿交替的养护方法。潮湿环境中可在自然条件下养护。
涂膜防水层施工	涂膜防水层应多遍成活, 后一遍涂料施工应待前一遍涂层实干后再进行, 前后两遍的涂刷方向应相互垂直, 并宜先涂刷立面, 后涂刷平面。
检查与检验 P230	厨房、厕浴间防水层完成后, 应做 24h 蓄水试验, 确认无渗漏时再做保护层和面层。设备与饰面层施工完后还应在其上继续做第二次 24h 蓄水试验, 达到最终无渗漏和排水畅通为合格, 方可进行正式验收。墙面间歇淋水试验应达到 30min 以上不渗漏。

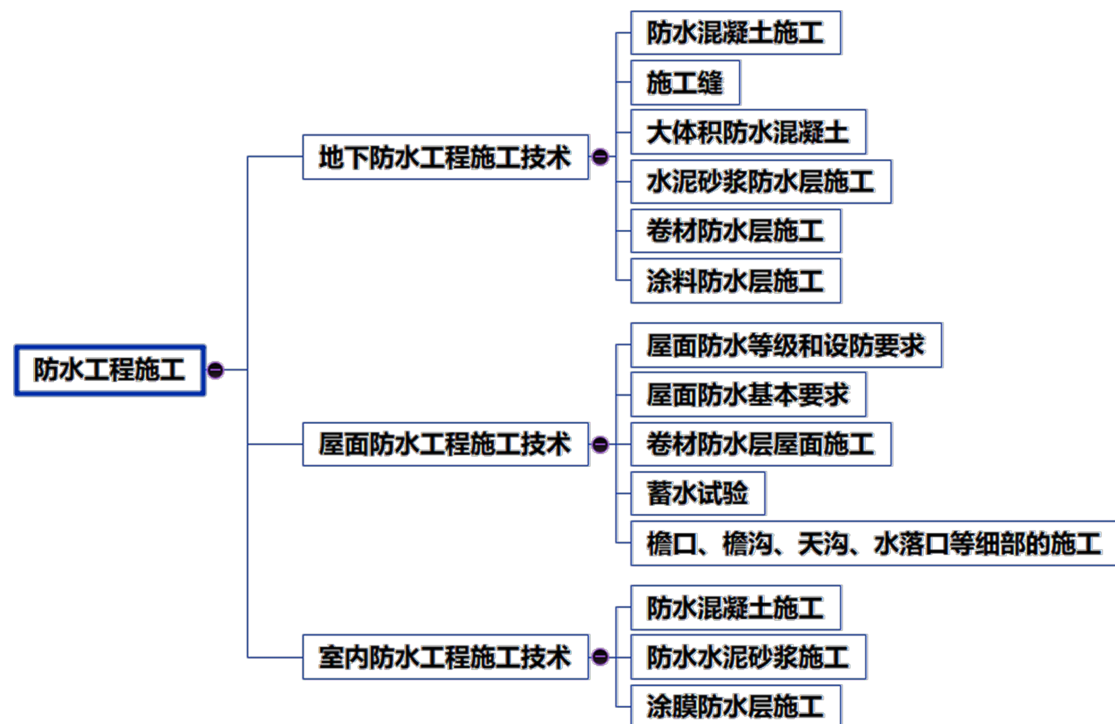


【2015 年】关于防水混凝土施工的说法, 正确的有 ()。

- A. 应连续浇筑, 少留施工缝
- B. 宜采用高频机械分层振捣密实
- C. 施工缝宜留置在受剪力较大部位
- D. 养护时间不少于 7 天
- E. 冬期施工入模温度不应低于 5°C

【答案】ABE

【解析】防水混凝土应连续浇筑, 少留施工缝, 当留设施工缝时, 宜留置在受剪力较小、便于施工的部位。防水混凝土终凝后应立即进行养护, 养护时间不得少于 14d; 防水混凝土冬期施工时, 其入模温度不应低于 5°C 。



小结：

- 1、地下防水：防水混凝土施工缝的留置，底板表面不小于 300mm；板墙接缝线以下 150mm～300mm 处；大体积混凝土温控措施：入模 30℃，里表 25℃，表环 20℃；
- 2、水泥砂浆防水层施工：5℃～30℃；
- 3、卷材防水层：搭接缝顺水流方向、短边错开 500mm、长边错开不小于幅宽的 1/3；
- 4、屋面卷材铺贴顺序：最低标高向上铺贴

1A415010 施工测量

1A415020 土石方工程施工

1A415030 地基与基础工程施工

1A415040 主体结构工程施工

1A415050 防水工程施工

1A415060 装饰装修工程施工

一、抹灰工程施工

（一）材料的技术要求

（1）水泥：抹灰用的水泥其强度等级应 $\geq 32.5\text{MPa}$

（2）砂子：砂子宜选用中砂

（3）石灰膏：抹灰用的石灰膏的熟化期不应少于 15d；

（二）施工工艺

基层处理→浇水湿润→抹灰饼→墙面充筋→分层抹灰→设置分格缝→保护成品。

1、基层处理

（1）非常规抹灰的加强措施：当抹灰总厚度 $\geq 35\text{mm}$ 时，应采取加强措施。不同材料基体交接处表面的抹灰，应采取防止开裂的加强措施。当采用加强网时，加强网与各基体的搭接宽度 $\geq 100\text{mm}$ ；

（2）细部处理：室内墙面、柱面和门洞口的阳角做法应符合设计要求。设计无要求时，应采用 1：2 水泥砂浆做暗护角，其高度 $\geq 2\text{m}$ ，每侧宽度 $\geq 50\text{mm}$ 。

2、保护成品

水泥砂浆抹灰层应在湿润条件下养护，一般应在抹灰 24h 后进行养护。

【练习题】关于抹灰工程的施工做法，错误的是（ ）。

- A．抹灰用的石灰膏的熟化期不少于 15d
- B．设计无要求时，室内墙、柱面的阳角用 1：2 水泥砂浆做暗护角
- C．水泥砂浆抹灰层在干燥条件下养护
- D．当抹灰总厚度大于 35mm 时，应采取加强措施

【答案】C

二、轻质隔墙工程施工

（一）轻质隔墙工程

分类：轻质隔墙主要有：骨架隔墙、板材隔墙。



轻钢龙骨罩面板施工流程：

弹线→安装天地龙骨→安装竖龙骨→安装通贯龙骨→机电管线安装→安装横撑龙骨→门窗等洞口制作→安装罩面板→安装填充材料（岩棉）→安装罩面板（另一侧）。

①罩面板安装，宜**竖向铺设**，其长边（包封边）接缝应落在**竖龙骨**上。
②罩面板可**单层**铺设，也可**双层**铺设，由设计确定

① 装配的板缝与对面的**板缝不得布在同一根龙骨上**
② 隔墙两面有**多层罩面板**时，应**交替封板**。



板材隔墙施工工艺流程

基层处理→放线→配板、修补→支设临时方木→配置胶粘剂→安装 U 形卡件或 L 卡件（有抗震设计要求时）→安装隔墙板→安装门窗框→设备、电气管线安装→板缝处理。

二、轻质隔墙工程施工

（二）饰面板工程

饰面板工程	
概念	饰面板安装工程一般是指内墙饰面板工程和高度 $\leq 24\text{m}$ 、抗震设防烈度 ≤ 8 度的外墙饰面板安装工程。
复验	饰面板工程应对下列材料及其性能指标进行复验： （1）室内用花岗石板的放射性、室内用人造木板的甲醛释放量； （2）水泥基粘结料的粘结强度； （3）外墙陶瓷板的吸水率； （4）严寒和寒冷地区外墙陶瓷板的抗冻性。
隐蔽验收	饰面板工程应对下列隐蔽工程项目进行验收： （1）预埋件（或后置埋件）； （2）龙骨安装； （3）连接节点； （4）防水、保温、防火节点； （5）外墙金属板防雷连接节点。

（三）饰面砖工程

饰面砖工程	
概念	饰面砖工程是指内墙饰面砖粘贴和高度 $\leq 100\text{m}$ 、抗震设防烈度 ≤ 8 度、采用满粘法施工的外墙饰面砖粘贴等工程。
复验	饰面砖工程应对下列材料及其性能指标进行复验： (1) 室内用瓷质饰面砖的放射性； (2) 水泥基粘结材料与所用外墙饰面砖的拉伸粘结强度； (3) 外墙陶瓷饰面砖的吸水率； (4) 严寒及寒冷地区外墙陶瓷饰面砖的抗冻性。
隐蔽验收	(1) 基层和基体； (2) 防水层。

【2019 年】抗震设防烈度 7 度地区，采用满粘法施工的外墙饰面砖粘贴工程高度不应大于（ ）。

- A . 24m
- B . 50m
- C . 54m
- D . 100m

【答案】D

【2018】下列板材内隔墙施工工艺顺序中,正确的是（ ）。

- A . 基层处理→放线→安装卡件→安装隔墙板→板缝处理
- B . 放线→基层处理→安装卡件→安装隔墙板→板缝处理
- C . 基层处理→放线→安装隔墙板→安装卡件→板缝处理
- D . 放线→基层处理→安装隔墙板→安装卡件→板缝处理

【答案】A

三、吊顶工程施工

吊顶工程的分类：按照施工工艺不同，分为暗龙骨吊顶和明龙骨吊顶。

1、暗龙骨吊顶：又称隐蔽式吊顶。是指龙骨不外露，饰面板表面呈整体的形式。

2、明龙骨吊顶：又称活动式吊顶。一般是和铝合金龙骨或轻钢龙骨配套使用，是将轻质装饰板明摆浮搁在龙骨上，便于更换。龙骨可以是外露的，也可以是半露的。



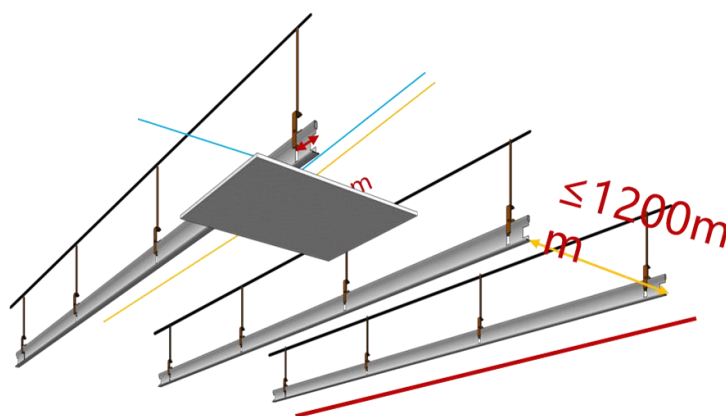
暗龙骨吊顶施工

1、施工流程：放线→弹龙骨分档线→安装水电管线→安装主龙骨→安装副龙骨→安装罩面板→安装压条。

2、施工工艺

(1) 主龙骨应从吊顶中心向两边分，吊杆的固定点间距 $\leq 1200\text{mm}$ 。

(2) 吊顶系统应直接连接到顶部结构受力部位上。当吊杆长度大于 1500mm 时，应设置反支撑，当吊杆长度大于 2500mm 时，应设置钢结构转换层。



(3) 吊杆距主龙骨端部距离 $\leq 300\text{mm}$ 。

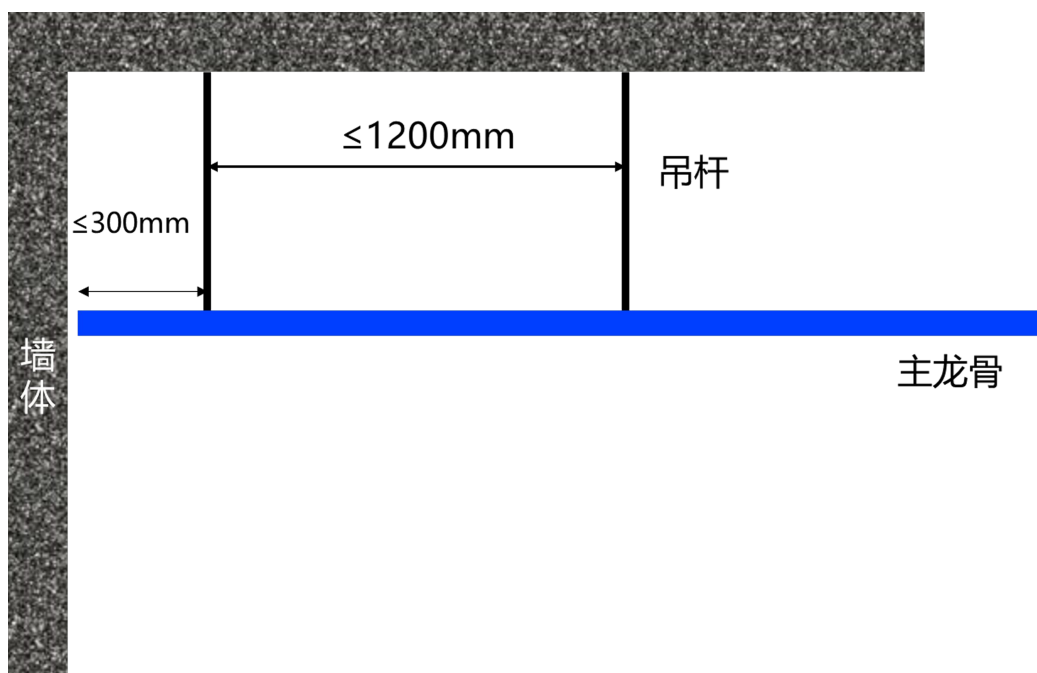
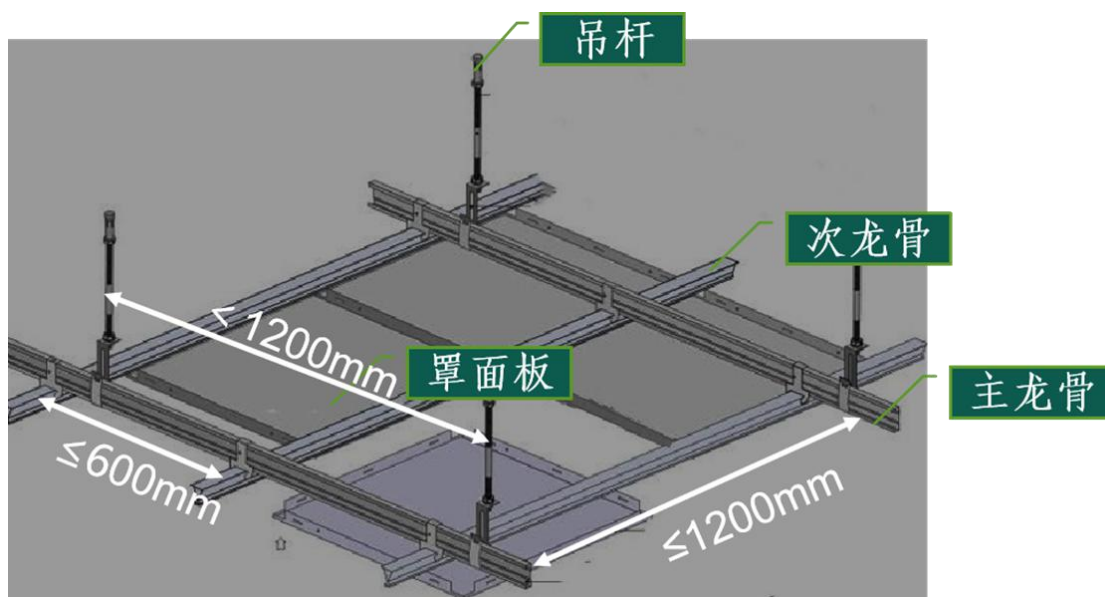
(4) 吊顶灯具、风口及检修口等应设附加龙骨及吊杆。

(5) 安装主龙骨：主龙骨间距 $\leq 1200\text{mm}$ 。主龙

骨宜平行房间长向安装。主龙骨的悬臂段应 $\leq 300\text{mm}$ ，主龙骨的接长应采取对接，相邻龙骨的对接接头要相互错开。

(6) 安装次龙骨：次龙骨间距 $\leq 600\text{mm}$ 。

(7) 罩面板安装：面石膏板的长边（即包封边）应沿纵向次龙骨铺设。



【2016】下列暗龙骨吊顶工序的排序中，①安装主龙骨；②安装副龙骨；③安装水电管线；④安装压条；⑤安装罩面板。正确的是（ ）。

A . ①③②④⑤

B . ①②③④⑤

C . ③①②⑤④

D . ③②①④⑤

【答案】C

明龙骨吊顶施工

1、施工流程：顶棚标高弹水平线→弹龙骨分档线→安装水电管线→安装主龙骨→安装副龙骨→安装罩面板→安装压条。

2、施工工艺

（1）采用膨胀螺栓固定吊挂杆件。如吊杆长度大于 1500mm ，要设置反向支撑。

（2）吊杆距主龙骨端部距离不得超过 300mm ，否则应增加吊杆。

（3）吊顶灯具、风口及检修口等应设附加龙骨和吊杆。

（4）主龙骨间距 $\leq 1000\text{mm}$ 。主龙骨应平行房间长向安装，主龙骨的悬臂段 $\leq 300\text{mm}$ ，主龙骨的接长应采取对接，相邻龙骨的对接接头要相互错开。

（5）次龙骨间距 300~600mm。用连接件把次龙骨固定在主龙骨上。

四、涂饰、裱糊工程施工

涂饰工程施工环境要求

（1）水性涂料施工的环境温度应在 5~35℃之间；

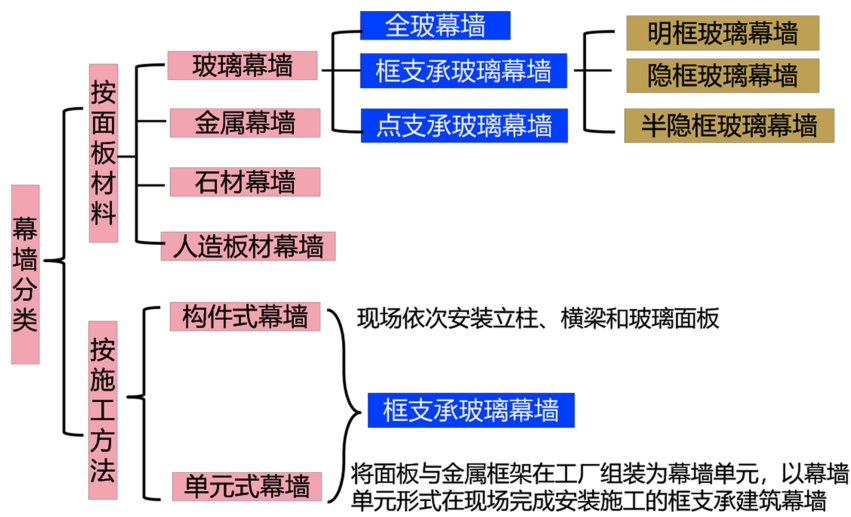
（2）涂饰工程应在抹灰、吊顶、细部、地面湿作业及电气工程等已完成并验收合格后进行。

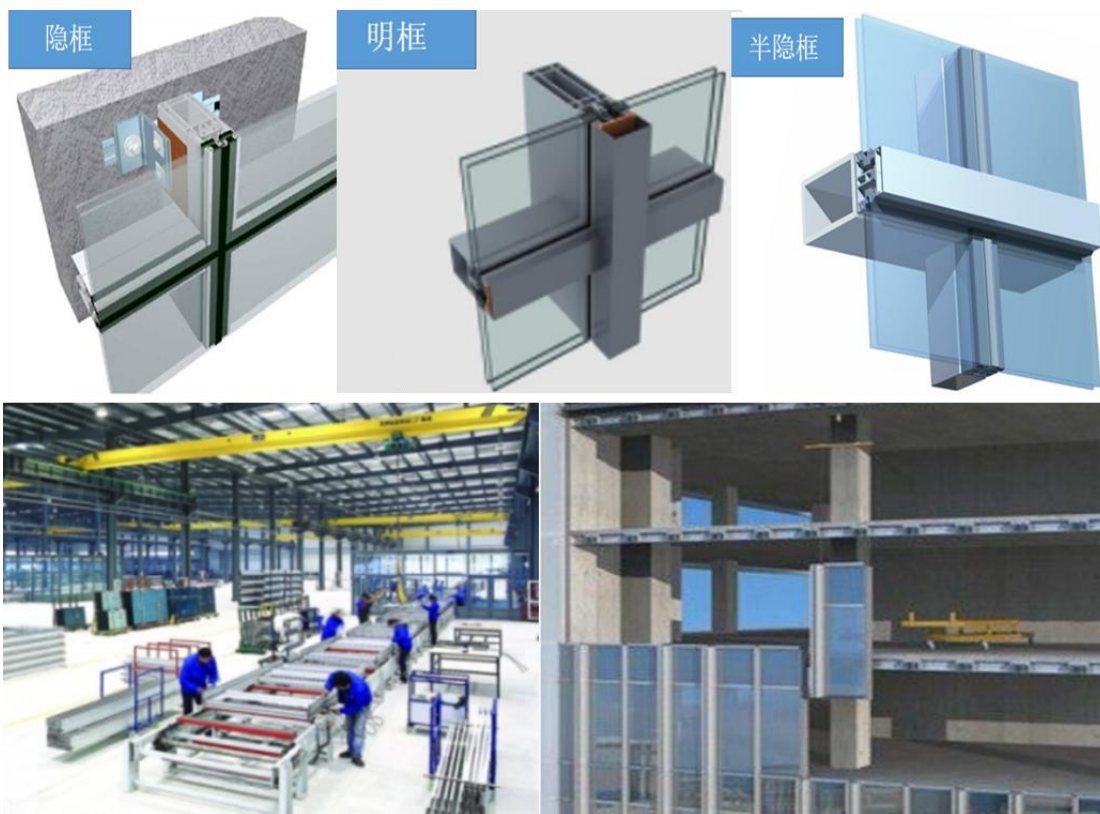
其中新抹的砂浆常温养护 14d 以上，现浇混凝土常温养护 21d 以上，方可涂饰建筑涂料。

裱糊工程

- (1) 新建筑物的混凝土或抹灰基层墙面在刮腻子前应涂刷抗碱封闭底漆。
- (2) 水泥砂浆找平层已抹完 , 经干燥后含水率不大于 8% , 木材基层含水率不大于 12%。

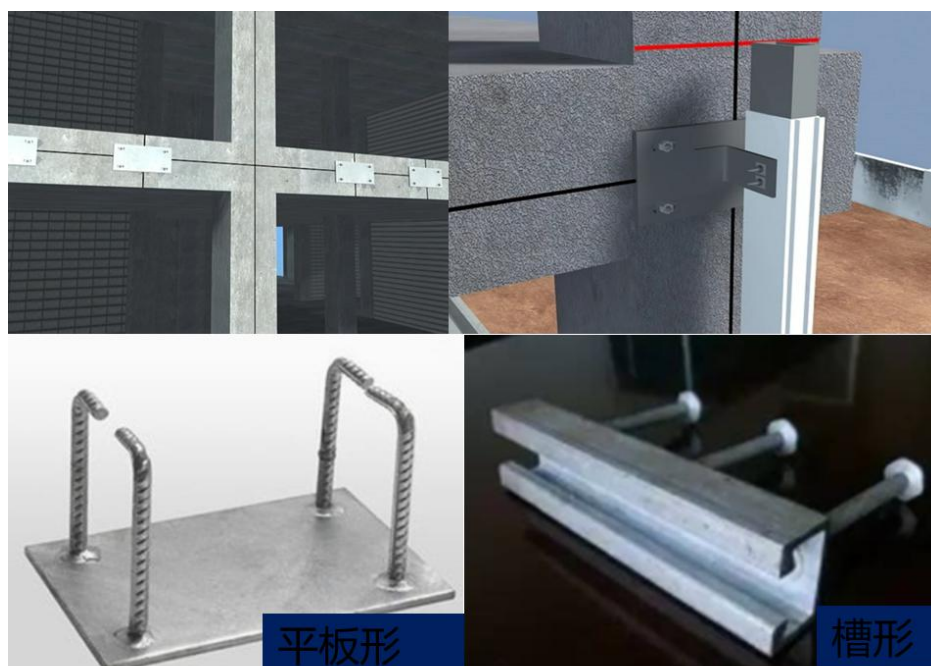
五、幕墙工程





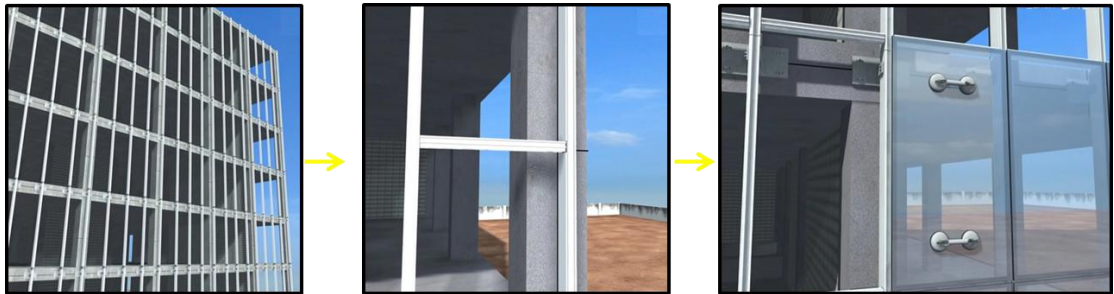
(一) 对后置埋件的验收要点

- 1) 后置埋件的品种、规格是否符合设计要求；
- 2) 锚板和锚栓的材质、锚栓埋置深度及拉拔力等是否符合设计要求；
- 3) 化学锚栓的锚固胶是否符合设计和规范要求。



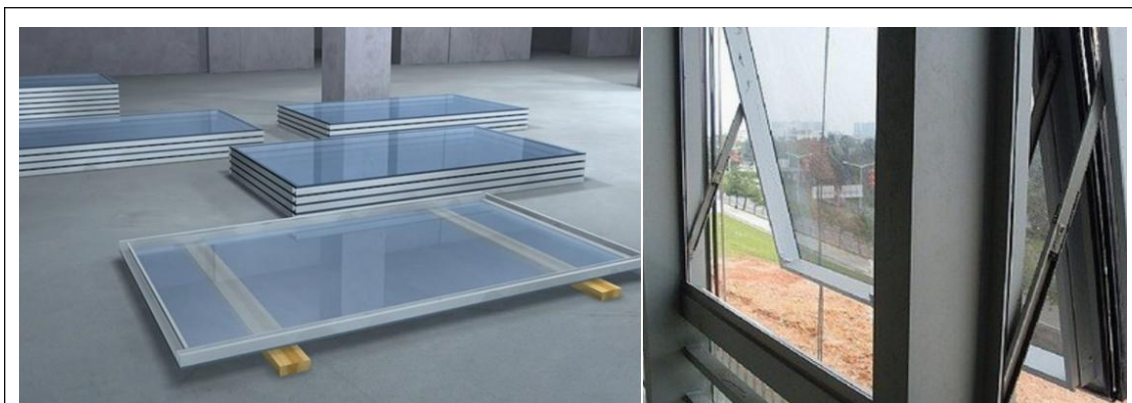
(二) 构件式玻璃幕墙

构件式玻璃幕墙是在现场依次安装立柱、横梁和玻璃面板的框支承玻璃幕墙，包括明框玻璃幕墙、隐框玻璃幕墙和半隐框玻璃幕墙三类。



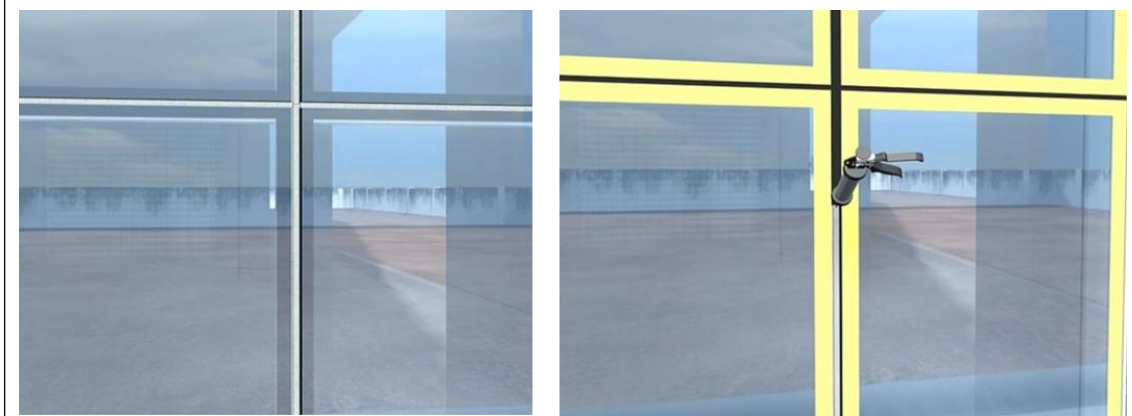
立柱 → 横梁 → 玻璃面板

构件式玻璃幕墙	
立柱	铝合金立柱通常是一层楼高为一整根，接头处应有一定空隙，上、下立柱之间通过活动接头连接。铝合金立柱与钢镀锌连接件（支座）接触面之间应加防腐隔离柔性垫片。每个连接部位的受力螺栓，至少需要布置 2 个。立柱应先与连接件（角码）连接，然后连接件再与主体结构预埋件连接。
横梁	横梁一般分段与立柱连接，连接处应设置柔性垫片或预留 1~2mm 的间隙，间隙内填胶，以避免型材刚性接触。
玻璃面板	（1）半隐框、隐框玻璃幕墙的玻璃板块在经过抽样硅酮结构密封胶剥离试验和质量检验合格后，方可运输到现场。 （2）幕墙开启窗的开启角度不宜大于 30°，开启距离不宜大于 300mm 。



密封胶

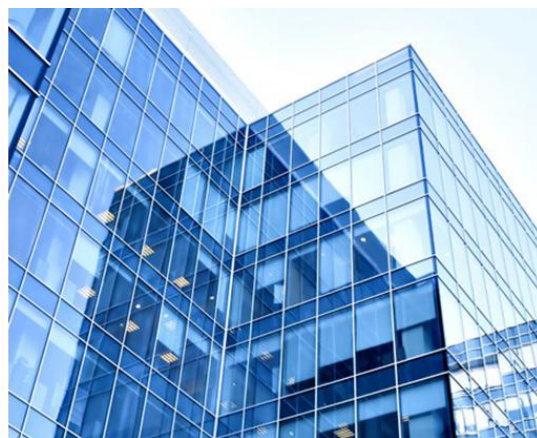
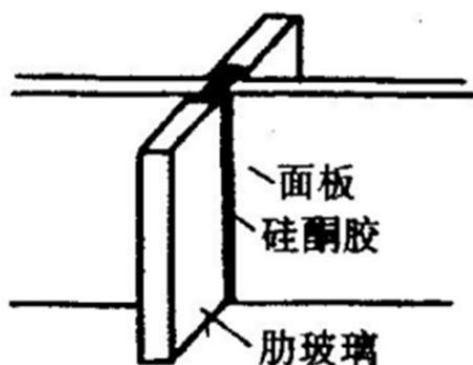
- (1) 密封胶的施工厚度应大于 3、5 mm，一般控制在 4、5mm 以内，密封胶的施工宽度不宜小于厚度的 2 倍。
- (2) 密封胶在接缝内应两对面粘结，不应三面粘结。
- (3) 硅酮结构密封胶与硅酮耐候密封胶不能互换使用。



(三) 全玻璃幕墙

全玻璃幕墙是由玻璃肋和玻璃面板构成的玻璃幕墙。

全玻璃幕墙面板与玻璃肋的连结胶缝必须采用硅酮结构密封胶，可以现场打注。



(四) 建筑幕墙防火构造

1、幕墙与各层楼板、隔墙外沿间的缝隙，应采用不燃材料封堵，填充材料可采用岩棉或矿棉，其厚度不应小于 100mm，在楼层间形成水平防火烟带；防火层应采用厚度不小于 1.5mm 的镀锌钢板承托，不得采用铝板；承托板与主体结构、幕墙结构及承托板之间的缝隙应采用防火密封胶密封；防火密封胶应有法定检测机构的防火检验报告。

2、同一幕墙玻璃单元不应跨越两个防火分区。

（五）建筑幕墙防雷构造

1、幕墙的金属框架应与主体结构的防雷体系可靠连接。

2、幕墙的铝合金立柱，在不大于 10m 范围内宜有一根立柱采用柔性导线，把上柱与下柱的连接处连通。

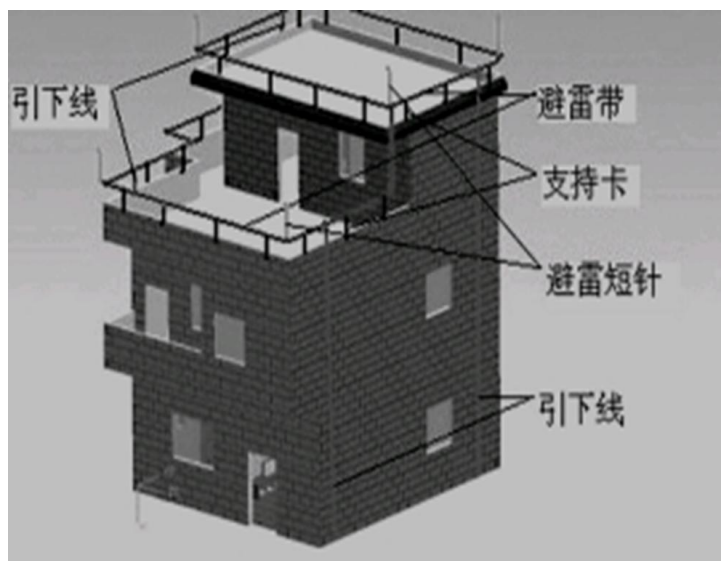
3、主体结构有水平均压环的楼层，对应导电通路的立柱预埋件或固定件应用圆钢或扁钢与均压环焊接连通，形成防雷通路。避雷接地一般每三层与均压环连接。

4、在有镀膜层的构件上进行防雷连接，应除去其镀膜层。

5、使用不同材料的防雷连接应避免产生双金属腐蚀。

6、防雷连接的钢构件在完成后都应进行防锈油漆。

7、防雷构造连接均应进行隐蔽工程验收。



【2015】通常情况下，玻璃幕墙上悬开启窗最大的开启角度是（ ）。

- A . 30°
- B . 40°
- C . 50°
- D . 60°

【答案】A

【2018】幕墙工程中，后置埋件的验收要点有（ ）。

- A . 锚板和锚栓的材质
- B . 锚板的位移
- C . 后置埋件的规格
- D . 锚栓埋置深度
- E . 化学锚栓的锚固胶

【答案】ACDE

【2019 年】关于建筑幕墙防火、防雷构造技术要求的说法，正确的有（ ）。

- A . 防火层承托应采用厚度不小于 1.5m 铝板
- B . 防火密封胶应有法定检测机构的防火检验报告
- C . 同一幕墙玻璃单元不应跨越两个防火分区
- D . 在有镀膜层的构件上进行防雷连接不应破坏镀膜层
- E . 幕墙的金属框架应与主体结构的防雷体系可靠连

【答案】BCE

【2020】建筑幕墙的防雷做法正确的（ ）。

- A . 避雷接地一般每三层与均压环连接

- B . 防雷构造连接不必进行隐蔽工程验收
- C . 防雷连接的钢构件上完成后都应进行防锈油漆
- D . 在有镀膜的构件上进行防雷连接应除去其镀膜层
- E . 幕墙的金属框架应与主体结构的防雷体系可靠连接

【答案】 ACDE

【2020】全玻璃幕墙面板与玻璃肋的连结用胶应用（ ）。

- A . 硅酮耐候密封胶
- B . 环氧胶
- C . 丁基热熔密封胶
- D . 硅酮结构密封胶

【答案】 D

小结：

- 1、玻璃幕墙开启窗：开启角度不宜大于 30°，开启距离不宜大于 300mm。
- 2、密封胶：施工厚度应大于 3.5mm，4.5mm 以内，两面粘接；结构胶与耐候胶两者不能互代；
- 3、防火：厚度 $\geq 100\text{mm}$ 岩棉或矿棉，厚度不小于 1.5mm 的镀锌钢板承托，缝隙应采用防火密封胶密封。同一幕墙玻璃单元不应跨越两个防火分区。
- 4、防雷：幕墙的铝合金立柱，在不大于 10m 范围内宜有一根立柱采用柔性导线，把每个上柱与下柱连通；在有镀膜层的构件上进行防雷连接，去镀膜层。

六、节能工程施工

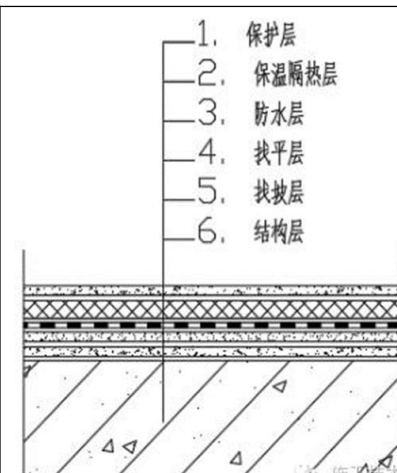
根据《建筑工程施工质量验收统一标准~ GB 50300 对建筑工程分部工程、分项工程的划分，建筑节能作为一个新增的分部工程列入了统一标准。下分围护系统节能、供暖空调设备

及管网节能、电气动力节能、监控系统节能和可再生能源等 5 个子分部工程。其中只有围护系统节能工程属于建筑工程专业（指建造师专业）。围护系统节能包括墙体节能、幕墙节能、门窗节能、屋面节能和地面节能等 5 个分项工程。

（一）屋面节能工程

屋面节能设计要点	
宜选用热导率小、重量轻、吸水率低、有一定强度的保温材料； 保证保温层厚度； 保温层的含水率相当于当地自然风干状态下的平衡含水率，必须做好防水层，防止渗漏。 设置排汽层； 淘汰老旧工艺； 采用新型屋面；	

屋面保温层施工	
材料	进场的保温材料应检验下列项目： 板状保温材料检查：表观密度或干密度、压缩强度或抗压强度、导热系数、燃烧性能； 纤维保温材料应检验：表观密度、导热系数、燃烧性能。
施工要点	1) 当设计有隔汽层时，先施工隔汽层，然后再施工保温层。隔汽层四周应向上沿墙面连续铺设，并高出保温层表面不得小于 150mm； 2) 现浇泡沫混凝土保温层施工时，浇注出口离基层的高度不宜超过 1m，泵送时应采取低压泵送；泡沫混凝土应分层浇筑，一次浇筑厚度不宜超过 200mm，保湿养护时间不得少于 7 天。

倒置式屋面保温层要求	
1) 倒置式屋面基本构造自下而上宜由结构层、找坡层、找平层、防水层、保温层及保护层组成。 2) 当采用二道防水设防时，宜选用防水涂料作为其中一道防水层；硬泡聚氨酯防水保温复合板可作为次防水层。	



种植屋面保温层要求

- 1) 种植屋面不宜设计为倒置式屋面。
- 2) 种植屋面防水层应采用不少于两道防水设防，上道应为耐根穿刺防水材料；两道防水层应相邻铺设且防水层的材料应相容。
- 3) 种植平屋面的基本构造层次包括（从下而上）：基层、绝热层、找（坡）平层、普通防水层、耐根穿刺防水层、保护层、排（蓄）水层、过滤层、种植土层和植被层等。



（二）墙体节能工程

墙体节能工程施工要点

- (1) 防火隔离带的保温材料，其燃烧性能应为 A 级（宜用岩棉带）。
- (2) 防火隔离带宽度不应小于 300mm。防火棉的密度不应小于 100kg/m^3 。



小结：

1、围护系统节能包括墙体节能、幕墙节能、门窗节能、屋面节能和地面节能等 5 个分项工程；

2、进场的保温材料应检验下列项目：

①板状保温材料检查：表观密度或干密度、压缩强度或抗压强度、导热系数、燃烧性能；

②纤维保温材料应检验：表观密度、导热系数、燃烧性能。

3、防火隔离带的保温材料，其燃烧性能应为 A 级（宜用岩棉带）。防火隔离带宽度不应小于 300mm。