2025年二级建造师《市政公用工程管理与实务》口袋书

第一章　城镇道路工程

▶考点一：城镇道路分类

分类依据	分为	考点
按地位、交通功能、沿线服务功能（分级）	快、主、次、支	【快主次支】【必应可不】 【双四➡三四➡单双➡单】 【完全交通、交通为主 交通兼服务、服务为主】
按材料分	沥青路面、水泥混凝土路面、砌块路面	沥青混凝土及水泥混凝土适用于各等级
按力学特性划分	刚性路面（水泥混凝土）、柔性路面（沥青）	
按使用功能划分	机动车道、非机动车道、人行道	

▶考点二：热拌沥青路面

1. 热拌沥青混合料面层类型：热拌沥青混合料，按空隙率大小将沥青混合料分为密级配、半开级配、开级配三大类。

类型		特点
热拌沥青混合料面层	密集配	代表：AC、SMA。密集配又可分粗级配型（AC—C）和细级配型（AC—F）。 空隙率：3%～6%
	半开级配	代表：AM（沥青碎石）空隙率：8%～15%
	开级配	开级配是主要由粗集料嵌集组成，细集料和填料较少，矿料相互拨开。 代表：OGFC。空隙率：18%～23%

【提醒：空隙率为25年教材新增】

2. 沥青路面结构层的性能要求具体如下：

结构层	要求
垫层	（1）垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料，小于0.075mm的颗粒含量不宜大于5%。 （2）排水垫层应与边缘排水系统相连接，厚度宜大于150mm，宽度不宜小于基层底面的宽度。防冻垫层和排水垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料。半刚性垫层宜采用无机结合稳定粒料
基层	满足结构强度、扩散荷载的能力以及水稳性和抗冻性的要求，不透水性好
面层	具体指标包括：承载能力、平整度、温度稳定性、抗滑能力、噪声量、透水性、水稳定性（水在平稳滑升）

▶考点三：路基施工技术要点

1. 分类

（1）根据材料不同，路基可分为土方路基、石方路基、特殊土路基。

（2）路基断面形式分类有：

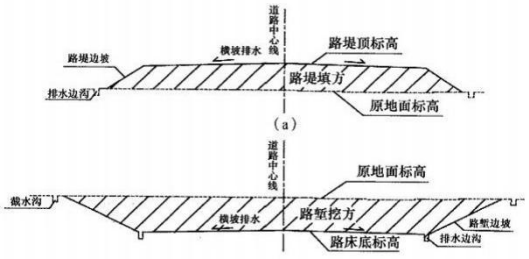
a. 路堤——路基顶面高于原地面的填方路基；

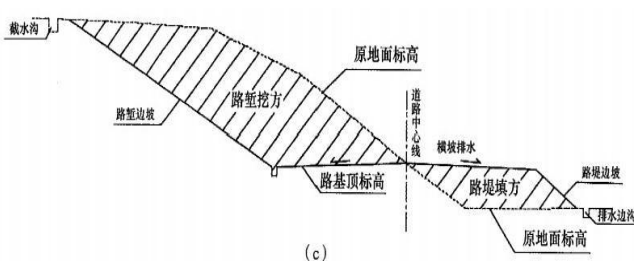
b. 路堑——全部由地面开挖出的路基；

c. 半填半挖路基——横断面一侧为挖方，另一侧为填方的路基。









2. 路基施工：机械为主，人工为辅，先地下、后地上、先深后浅。

3. 路基工程包含：土石方、涵洞、挡土墙、路肩、边坡防护、排水边沟、急流槽、各类管线等。

4. 路基处理通用步骤：排水清表→分层填压/开挖/填筑→碾压。

填土路基	（1）排除原地面积水，清除树根、杂草、淤泥，妥善处理坑、穴。 （2）不良土基需要置换、补强、改良	若坡度陡于 1:5 需修台阶，台阶宽度≥1.0m，高度≤300mm。向内倾斜	碾压前检查铺筑土层宽度、厚度、含水量。 压路机不小于 12t 级，从路两边向路中心碾压，压路机外缘与路基边缘保持安全距离	压路机最快速度不宜超过 4km/h。先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快、轮迹重叠，直至表面无明显轮迹。碾压不到的部位采用小型夯压机（蛙夯、平板夯、冲击夯、液压夯），夯击重叠 1/4～1/3	（1）管涵顶面填土 500mm 以上的，才能用压路机碾压。 （2）碾压时，视土的干湿程度采取洒水或换土、晾晒等措施。 （3）管线、沟槽、构筑物、检查井周围回填石灰土或石灰粉煤灰砂砾防止沉降
挖土路基		禁止掏洞。管道 1m、缆线 2m 范围人工开挖。不得超挖，预留压实量			
石方路基		先码砌边部，然后逐层水平填筑石料，确保边坡稳定	12t 以上振动压路机、25t 以上轮胎压路机		路基范围内管线、构筑物的四周宜回填土料（和前两种对比）

5. 检验与验收主控项目：压实度，测定方法：灌水法、灌砂法、环刀法。弯沉值（0.01mm），测定方法：弯沉仪。

▶考点四：基层施工要点

1. 基层施工工艺流程

材料与拌合	运输与摊铺	压实	养护
原材料检验后使用，应采用厂拌，不得路拌，采用强制式拌合机。混合料含水量略	（1）宜在春末和气温较高季节施工，最低气温为 5℃。 （2）摊铺时根据试	（1）混合料每层最大压实厚度为 200mm，且不宜小于 100mm。 （2）禁止用薄层贴补法进行找平。宁高勿低、宁刨勿补	（1）洒水湿养；喷洒沥青乳液和沥青下封层养护时，应在乳液面撒嵌丁料；

大于最佳含水量（考虑施工蒸发）	验确定的松铺系数控制虚铺厚度。	（3）直线和不设超高的平曲线段，应由两侧向中心碾压；设超高的平曲线段，应由内侧向外侧碾压。纵、横接缝（槎）均应设直槎。 （4）碾压先轻后重。（遵循路基碾压原则）	（2）常温养护 7 天；养护期封闭交通

2. 不同材料施工技术区别

（1）铺好的石灰稳定土应当天碾压成型，碾压时，含水量宜控制在最佳含水量的±2%内。

（2）水泥稳定土自拌合至摊铺完成，不得超过 3h，宜在水泥初凝前碾压成型。

（3）水泥土分层摊铺时，应在下层养护 7d 后方可摊铺上层材料。

3. 常用基层材料（表格对比仅限教材列举材料，三种土类材料只能用作底基层，二灰稳定粒料可以做基层。土作底、粒作基）

	水泥稳定土	石灰稳定土	二灰稳定土
板体性	好	好	好
水稳性	好		好
抗冻性	好	差	好
早期强度	高	中	低
抗干缩/温缩性			好
抗裂性			好

▶考点五：面层施工要点—沥青面层

生产与运输	摊铺	压实	开放交通
（1）运输中篷布覆盖保温、防雨、防污染 （2）运料车轮胎不能有泥污，沥青混合料不符合温度要求/结团成块/雨淋，不得使用	（1）摊铺机前 5 辆以上运料车，100～300mm 外空挡等候。 （2）每台摊铺机的铺筑宽度宜小于 6m，通常采用 2 台或多台摊铺机前后错开 10～20m 呈梯队方式同步摊铺，两幅之间应有 30～60mm 宽度的搭接。 （3）摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺。摊铺速度宜控制在 2～6m/min 的范围内。 （4）摊铺机应采用自动找平。下面层宜采用钢丝绳或路缘石、平石控制高程与摊铺厚度，上面层宜采用导梁或平衡梁控制	（1）初压：找平（钢轮静压）。 （2）复压：密实。 ①密级配沥青料用轮胎复压，以增加密实度。 ②粗集料为主的沥青料优先采用振动压路机复压。 （3）终压：消除轮迹（钢轮、钢筒式压路机，碾压至无明显轮迹）	自然降温，表面温度低于 50℃，方可开放交通

为防止粘连，影响施工。运输车车厢板、摊铺机受料斗，压路机钢轮，铁锹表面（人工摊铺时）可涂刷隔离剂、防粘结剂，严禁刷柴油，也可向碾轮喷淋添加少量表面活性剂的雾状水。

▶考点六：面层施工要点—改性沥青面层及温拌沥青面层

1. 改性沥青面层：

改性沥青混合料的摊铺除满足普通沥青混合料摊铺要求外，还应做到：

生产	摊铺	压实	接缝
（1）宜采用间歇式拌合设备。 （2）改性沥青混合	（1）在喷洒有粘层油的路面上铺筑时，宜使用履带式摊铺机。 （2）改性沥青 SMA 混合料施工温度经试验确定，	初压开始温度不低于 150℃，碾压终了表面温度不低于 90～120℃。	避免出现冷接

料的贮存时间不宜超过 24h； 改性沥青 SMA 混合料只限当天使用； OGFC 混合料宜随拌随用	一般情况下，摊铺温度不低于 160℃。 （3）摊铺速度宜放慢至 1～3m/min，松铺系数通过试验段确定。 （4）摊铺机应采用自动找平方式，中、下面层宜采用钢丝绳或导梁引导的高程控制方式，上面层宜采用非接触式平衡梁 【提醒：注意此处与普通热拌沥青材料的区别】	宜采用振动压路机不得采用轮胎压路机碾压（原因：会造成混合料搓擦挤压上浮，造成构造深度降低或泛油，需采用振动压路机复压）。 OGFC 混合料宜采用 12t 以上钢筒式压路机碾压	缝

2. 温拌沥青面层：

材料	温拌沥青混凝土是通过在混合前向沥青粘合剂中添加沸石、氧化蜡、沥青乳液，甚至是水来生产的
拌合	严格控制矿料、沥青的加热温度，保持混合料的出料温度稳定、均匀。用于温拌施工的温拌沥青混合料出料温度较热拌沥青混合料降低 20℃以上
运输	运料车装料时，应通过前后移动运料车来消除粗细料的离析现象。一车料最少应分两层装载，每层应按 3 次以上装料

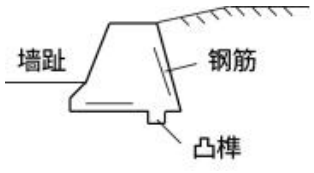
▶考点七：面层施工要点—水泥混凝土路面

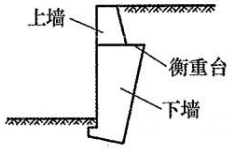
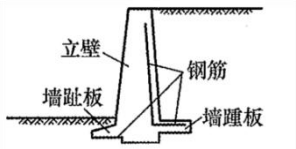
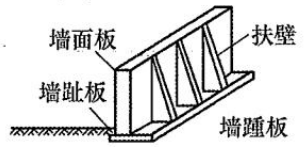
生产与运输	养护	切缝	开放交通
①混凝土的配合比设计在兼顾经济性的同时应满足弯拉强度、工作性、耐久性三项指标要求。 ②海砂不得直接用于混凝土面层。 ③运输车辆防止漏浆、漏料和离析，高温、低温天气远距离运输应有保证混凝土质量的措施	可采取喷洒养护剂或保湿覆盖等方式；用水充足时，可采用保湿膜、土工毡、麻袋、草袋、草帘等覆盖物洒水湿养护方式，不宜使用围水养护；昼夜温差大于 10℃以上的地区或日均温度低于 5℃施工的混凝土板应采用保温养护措施。养护至不宜小于设计弯拉强度的 80%，一般宜为 14～21d	拉杆：采用带肋钢筋，两端固定。可防止混凝土板块位移、接缝扩大。 传力杆：采用光圆钢筋，一端固定，另一端滑动。可传递荷载、防错台、保持整体性	达到弯拉强度 40%后，行人可通过。完全达到设计强度且填缝完成，方可开放交通

	横缝	纵缝
胀缝	真缝，宽 20～25mm。缝上部灌填缝料，下部安装胀缝板和传力杆	/
缩缝	假缝，砼强度在 25%～30%时进行，宽度 4～6mm。设传力杆时，缝深≥面层厚度的 1/3，≥70mm；不设传力杆时，≥面层厚度的 1/4，≥60mm	假缝，安装拉杆
施工缝	真缝，留在胀缝处，同胀缝处理。留在缩缝，做成真缝，缝宽 4～6mm	真缝，安装拉杆

▶考点八：挡土墙

1. 类型及特点：

重力式钢筋混凝土挡土墙		（1）依靠墙体自重抵挡土压力； （2）在墙背设少量钢筋，并将墙趾展宽（必要时设少量钢筋）或基底设凸榫抵抗滑动； （3）可减薄墙体厚度，节省混凝土用量。 细部构造（识图）：排水系统、泄水孔、反滤层和结构变形缝

衡重式挡土墙		（1）上墙利用衡重台上填土的下压作用和全墙重心的后移增加墙体稳定； （2）墙胸坡，下墙倾斜，可降低墙高，减少基础开挖
钢筋混凝土悬臂式		（1）采用钢筋混凝土材料，由立壁、墙趾板、墙踵板三部分组成。 （2）墙高时，立壁下部弯矩大，配筋多，不经济
钢筋混凝土扶壁式挡土墙		（1）沿墙长，隔适当距离加筑肋板（扶壁），使墙面与墙踵板连接。 （2）比悬臂式受力条件好，在高墙时较悬臂式经济

2. 挡土墙结构受力形式：

（1）挡土墙结构承受的土压力有：静止土压力、主动土压力和被动土压力。

（2）静止土压力：墙和土都不动。

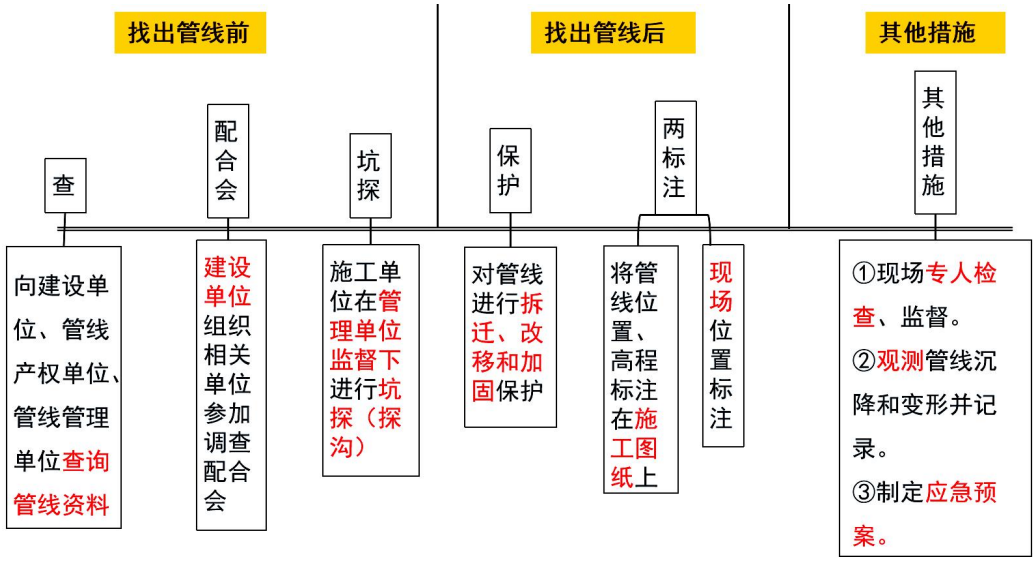
（3）主动土压力：土推墙，墙动，墙后土变松散。

（4）被动土压力：墙推土，土动，墙将土挤到拱起。

（5）三种土压力中，主动土压力最小；静止土压力其次；被动土压力最大，位移也最大。

▶考点九：道路安全控制

1. 地下管线的保护



2. 道路施工安全控制

（1）机械施工

①机械作业应设专人指挥，挖掘过程中，指挥人员应随时检查挖掘面和机械周围环境状况，与机械操作工密切配合，确保安全；机械运转时，施工人员与机械应保持安全距离，不得站在驾驶员视线盲区；非操作人员不得进入机械驾驶室，不得触碰机械传动机构。挖掘路堑边坡时，边坡不得留有松动土块，防止土块滚落砸伤人。发现有塌方征兆时，应立即将挖掘机械和施工人员撤至安全地带。

②严禁挖掘机等机械在电力架空线路下作业。需在其一侧作业时，垂直及水平安全距离应符合下表的

要求。

机械设备安全距离表								
电压(kV)		<1	10	35	110	220	330	500
安全距离(m)	沿垂直方向	1.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.5
	沿水平方向	1.5	2.0	3.5	4.0	6.0	7.0	8.5

③填土路基为土质边坡时

每侧填土宽度应大于设计宽度0.5m。碾压高填方时，应自路基边缘向路中心进行，且与填土外侧距离不得小于0.5m。

④人工配合施工时

作业人员之间的安全距离，横向不得小于2m，纵向不得小于3m；不得掏洞挖土和在路堑底部边缘休息。

⑤道路附属构筑物

应根据道路施工总体部署，由下至上随道路结构层施工，分段、分步完成，不得在道路施工中掩埋地下管道检查井。应在检查井周围设置安全标志，非作业人员不得入内；检查井(室)、雨水口完成后，应立即安装井(室)盖(箅)，井(室)盖应与各专业管线相一致，不得混用；未安装井(室)盖(箅)时，应加设临时盖板，并应设置安全防护设施、安全标志。

▶考点十：道路质量控制

1. 路基工程质量控制指标

（1）土方路基：

土方路基压实度和弯沉值应100%合格，纵断面高程、中线偏位、平整度、宽度、横坡及路堤边坡等应符合要求。

（2）石方路基：

挖石方路基边坡必须稳定、严禁有松石、险石。填石方路基，压实密度应符合试验路段确定的施工工艺，沉降差不应大于试验路段确定的沉降差。

2. 路面工程质量控制指标

（1）基层：

①石灰稳定土、水泥稳定材料、石灰工业废渣（石灰粉煤灰）稳定砂砾（碎石） 等无机结合料稳定基层原材料质量、压实度、7d 无侧限抗压强度等应符合规范规定要求。【口诀：7元（原）鸭（压）】

②级配碎石（碎砾石）、级配砾石（砂砾）基层集料质量及级配、压实度、弯沉等应符合规范规定要求。【口诀：（集）鸡压弯】

（2）面层：

①沥青混合料面层压实度（干密度与标准最大干密度之比）对城市快速路、主干路不应小于96%；对次干路及以下道路不应小于95%。厚度应符合设计要求，允许偏差为-5～+10mm。弯沉值不应大于设计要求。要考虑原材料【口诀：猿猴压弯】。原材料、厚度、压实度、弯沉值。

②水泥混凝土面层的原材料质量、混凝土弯拉强度、混凝土面层厚度、构造深度等应符合设计要求。

【口诀：猿猴拉勾】

③铺砌式路面使用的石材质量、外形尺寸应符合设计及规范要求；预制混凝土砌块的强度应符合设计要求。砂浆平均抗压强度等级应符合设计要求、任一组试件抗压强度最低值不应低于设计强度的 85%。

3. 施工质量控制

严格控制每一道施工工序。施工中应按质量标准严格控制各工序的质量。做到自检、互检、专检（三检制），上一道工序不合格绝不允许进行下一道工序的施工。

▶考点十一：道路季节性施工措施

冬期施工措施	路基施工	城市快速路、主干路的路基不得用含有冻土块的土料填筑。次干路以下道路填土材料中冻土块最大尺寸不得大于 100mm，冻土块含量应小于 15%
	基层施工	（1）石灰及石灰粉煤灰稳定土（粒料、钢渣）类基层，宜在进入冬期前 30～45d 停止施工，不应在冬期施工。 （2）水泥稳定土（粒料）类基层，宜在进入冬期前 15～30d 停止施工。当上述材料养护期进入冬期时，应在基层施工时向基层材料中掺入防冻剂
	沥青混凝土面层	城市快速路、主干路的沥青混合料面层严禁冬期施工。次干路及其以下道路在施工温度低于 5℃时，应停止施工。当风力在 6 级及以上时，沥青混合料面层不应施工
雨期施工措施	雨期施工基本要求	（1）避—掌握天气预报，安排在不下雨时施工（避开）； （2）分—调整施工步序，集中力量分段施工（避免战线拉得太长）； （3）雨—搭雨棚或可移动罩棚（防止突然下雨，遮）； （4）水—防排结合，完善排水系统（排水）； （5）快—道路如有损坏，及时修复 【快分避雨水】
高温期施工措施	高温期混凝土施工	（1）严控混凝土的配合比，保证其和易性，必要时可适当掺加缓凝剂。 （2）加强拌制、运输、浇筑、抹面等各工序衔接，尽量使运输和操作时间缩短。 （3）加设临时罩棚，避免混凝土遭日晒，减少蒸发量，及时覆盖，加强养护，多洒水，保证正常硬化过程。 （4）采用洒水覆盖保湿养护时，应控制养护水温与混凝土面层表面的温差不大于 12℃，不得采用冰水或冷水养护以免造成骤冷而导致表面开裂。 （5）高温期水泥混凝土路面切缝应视混凝土强度的增长情况，比常温施工适度提前

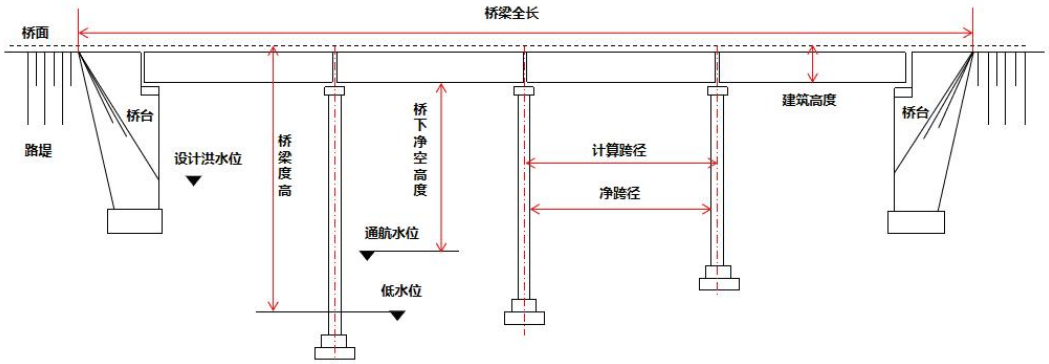
第二章　城市桥梁工程

▶考点一：桥梁基本结构

组成部位	相关要点
上部结构	桥跨结构：线路跨越障碍的结构物
支座	作用：传递荷载和保证变位（位移和转角） 城市桥梁中常用的支座主要为板式橡胶支座和盆式支座
下部结构	包括桥墩、桥台和墩台基础，是支承桥跨结构的结构物
附属设施	桥面系：铺装、排水防水系统、栏杆或防撞栏杆、灯光照明。 桥头搭板：为了防止桥梁与道路的不均匀沉降以后，产生的桥头跳车。 锥形护坡：保护桥台和路堤填土



▶考点二：桥梁常用术语



长度相关	高度相关
（1）净跨径：相邻两个桥墩（或桥台）之间的净距。 （2）总跨径：多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称桥梁孔径。 （3）计算跨径：对于具有支座的桥梁，是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离。 （4）标准跨径：梁式桥、板式桥以两桥墩中线之间桥中心线	（1）桥梁高度：指桥面与低水位之间的高差，或指桥面与桥下线路路面之间的距离，简称桥高。 （2）桥下净空高度：设计洪水位、计算通航水位或桥下线路路面至桥跨结构最下缘

的长度或桥墩中线与桥台台背前缘线之间桥中心线的长度。 （5）桥梁全长：是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离，简称桥长	之间的距离。 （3）建筑高度：桥上行车路面（或轨顶）标高至桥跨结构最下缘之间的距离

▶考点三：桥梁分类

桥梁主要类型	跨河桥、跨线桥、高架桥、互通立交桥、人行天桥、廊桥
按力学特性分	梁式桥（可分为简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥）、拱式桥、刚架桥、悬索桥、组合体系桥
按桥梁多孔跨径总长或单孔跨径分类	桥梁分类 / 多孔跨径总长L（m） / 单孔跨径L_0（m） 特大桥 / $L>1000$ / $L_0>150$ 大桥 / $1000\geqslant L\geqslant 100$ / $150\geqslant L_0\geqslant 40$ 中桥 / $100>L>30$ / $40>L_0\geqslant 20$ 小桥 / $30\geqslant L\geqslant 8$ / $20>L_0\geqslant 5$
主要承重结构所用的材料分	圬工桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥、钢—混凝土组合梁桥和木桥
上部结构的行车道位置	上承式桥（桥面结构布置在主要承重结构之上）、下承式桥、中承式桥

▶考点四：模板设计与验算的荷载组合

模板构件名称	荷载组合	
	计算强度用	验算刚度用
梁板和拱的底模及支承板、拱架、支架等	①+②+③+④+⑦+⑧	①+②+⑦+⑧
缘石、人行道、栏杆、柱、梁板、拱等的侧模板	④+⑤	⑤
基础、墩台等厚大结构物的侧模板	⑤+⑥	⑤

①模板、拱架和支架自重；

②新浇筑混凝土、钢筋混凝土或圬工、砌体的自重力；

③施工人员及施工材料机具等行走运输或堆放的荷载；

④振捣混凝土时的荷载；

⑤新浇筑混凝土对侧面模板的压力；

⑥倾倒混凝土时产生的水平向冲击荷载；

⑦设于水中的支架所承受的水流压力、波浪力、流冰压力、船只及其他漂浮物的撞击力；

⑧其他可能产生的荷载，如风雪荷载、冬期施工保温设施荷载等。

▶考点五：预拱度的设置

模板、支架和拱架的设计中应设置施工预拱度，预拱度应考虑下列因素：

（1）设计文件规定的结构预拱度；

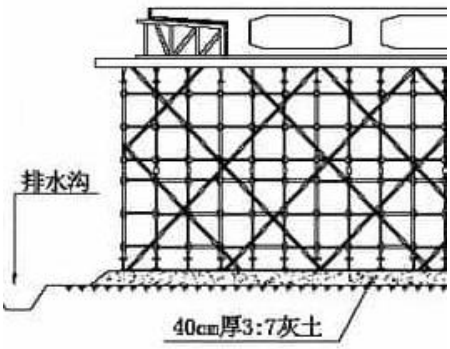
（2）支架和拱架承受全部施工荷载引起的**弹性**变形；

（3）受载后由于杆件接头处的挤压和卸落设备压缩而产生的**非弹**性变形；

（4）支架拱架基础受载后的沉降。

【口诀：二变鱼沉】

▶考点六：支架和拱架搭设和模板安装





1. 支架基础必须具有足够承载能力，并应做好地面防水排水处理，地基处理范围应宽出支架搭设范围不小于 0. 5m，表面采用混凝土硬化处理，严格控制不均匀沉降，满足设计要求。

2. 地基处理完毕后进行地基承载力检测，检测合格后方可进行支架搭设。

3. 支架必须严格掌握可调底托和顶托的可调范围，留在立杆内长度应不少于 150mm，防止因“过调”导致底、顶托失稳。

4. 施工用脚手架和便道(桥)不应与支架相连接。

5. 支架安装结束经检查符合要求后，方可进行模板安装。

6. 钢管满堂支架搭设完毕后，支架应进行预压，以检验结构的承载能力和稳定性、消除其非弹性变形、观测结构弹性变形及基础沉降情况。



7. 支架、拱架安装完毕，经检验合格后方可安装模板，模板在安装过程中，必须设置防倾覆设施。

8. 浇筑混凝土前应对模板、支架和拱架进行检查和验收，合格后方可施工。

▶考点七：模板、支架和拱架的拆除

（1）非承重侧模（包括端头模板）应在混凝土强度能保证结构棱角不损坏时方可拆除，混凝土强度宜为 2. 5MPa 及以上。

（2）芯模和预留孔道内模应在混凝土抗压强度能保证结构表面不发生塌陷和裂缝时，方可拆除。

（3）钢筋混凝土结构的承重模板、支架，应在混凝土强度能承受其自重荷载及其他可能的叠加荷载时，方可拆除。

（4）遵循“先支后拆，后支先拆”的原则。支架和拱架应按几个循环卸落，卸落量宜由小渐大。每

一循环中，在横向应同时卸落、在纵向应对称均衡卸落。简支梁、连续梁结构的模板应从跨中向支座方向依次循环卸落；悬臂梁结构的模板宜从悬臂端开始顺序卸落。

（5）预应力混凝土结构的侧模应在预应力张拉前拆除（受力相对小，保证变形余量）；底模应在结构建立预应力后拆除（保证混凝土结构稳固）。

▶考点八：钢筋施工技术

1. 一般要求

（1）钢筋在运输、储存、加工过程中应防止锈蚀、污染和变形。在工地存放时应按不同品种、规格、分批分别堆置整齐，不得混杂，并应设立识别标志，存放时间不宜超过 6 个月；存放场地应有防水排水设施，且钢筋不得直接置于地面，应垫高或堆置在台座上，钢筋与地面之间应垫不低于 200mm 的地楞；顶部采用合适的材料覆盖，防水浸、雨淋。

（2）预制构件的吊环必须采用未经冷拉的 HPB300 热轧光圆钢筋制作，不得以其他钢筋替代，且其使用时的计算拉应力应不大于 65MPa。

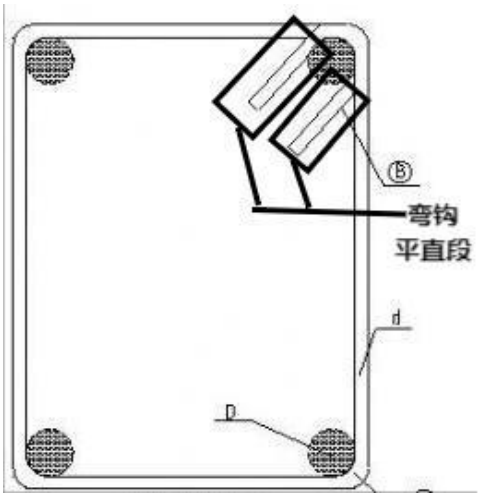
（3）在浇筑混凝土之前应对钢筋进行隐蔽工程验收，确认符合设计要求并形成记录。

2. 钢筋加工：

（1）用机械方法调直（钢筋调直机），不得利用卷扬机拉直钢筋。

（2）箍筋弯钩平直部分长度：不宜小于箍筋直径的 5 倍，有抗震要求的不得小于箍筋直径的 10 倍。

（3）钢筋宜在常温状态下弯制，不宜加热。弯钩应一次性弯成。



3. 钢筋连接

（1）钢筋接头宜采用焊接接头或机械连接接头。

（2）直径小于等于 22mm，在无焊接条件时，可采用绑扎连接，但受拉构件中的主钢筋不得使用绑扎连接。

4. 钢筋骨架和钢筋网的组成与安装

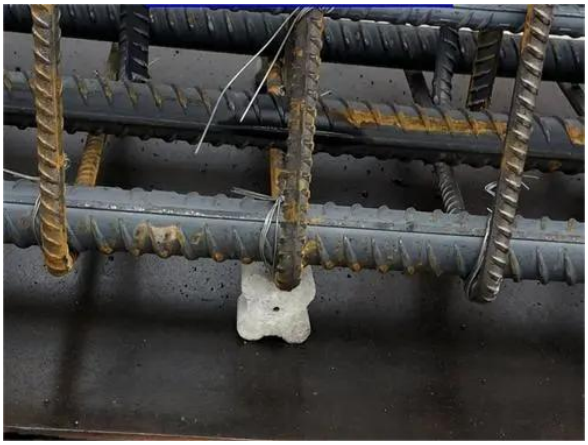
（1）钢筋的混凝土保护层厚度：

①普通钢筋和预应力直线形钢筋的最小混凝土保护层厚度不得小于钢筋公称直径，后张法构件预应力直线形钢筋不得小于其管道直径的 1/2。

②当受拉区主筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，应在保护层内设置直径不小于 6mm、间距不大于 100mm 的钢筋网（φ6@100）

③钢筋机械连接件的最小保护层厚度不得小于 20mm。

④应在钢筋与模板之间设置垫块，确保钢筋的混凝土保护层厚度，垫块应与钢筋绑扎牢固，错开布置。混凝土浇筑前，应对垫块的位置、数量和紧固程度进行检查。



▶考点九：混凝土施工技术

1. 一般要求

混凝土的强度达到 2. 5MPa 后，方可承受小型施工机械荷载，进行下道工序前，混凝土应达到相应的强度等级。

2. 混凝土原材料

混凝土原材料包括水泥、粗细骨料、矿物掺合料、外加剂和水。

3. 混凝土配合比设计

（1）混凝土配合比应采用质量比，并应通过设计和试配选定。配制的混凝土拌合物应满足和易性、凝结时间等施工技术条件（和易性：流动性、黏聚性、保水性）

（2）预应力混凝土中的水泥用量不宜大于 550kg/m³ 。

（3）预应力混凝土中严禁使用含氯化物的外加剂及引气剂或引气型减水剂。

（4）预应力混凝土从各种材料引入混凝土中的水溶性氯离子最大含量不宜超过胶凝材料用量的 0. 06%。（如超：掺加阻锈剂、增加保护层厚度、提高混凝土密实度）

4. 混凝土施工

（1）搅拌

①坍落度检测应在搅拌地点和浇筑地点分别随机取样检测，每一工作班不少于两次。

②评定时以浇筑地点的测值为准。

③如混凝土拌合物从搅拌机出料起至浇筑入模的时间不超过 15min 时，其坍落度可仅在搅拌地点检测。





（2）混凝土运输：

①混凝土的运输能力应满足混凝土凝结速度和浇筑速度的要求

②混凝土拌合物在运输过程中，应保持均匀性，不产生分层、离析等现象，如出现分层、离析现象，则应对混凝土拌合物进行二次快速搅拌。

③严禁在运输过程中向混凝土拌合物中加水（如坍落度损失应加同配比水泥浆或加减水剂）。

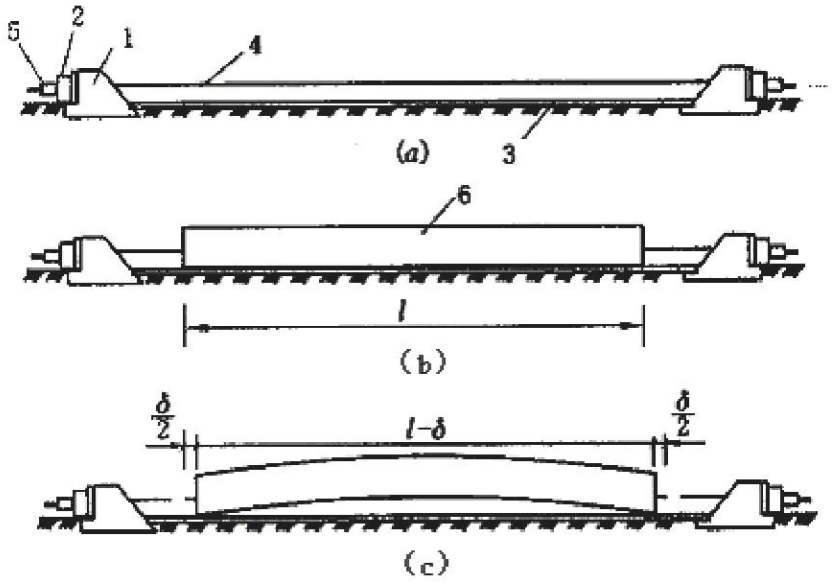
（3）混凝土浇筑

①自高处向模板内倾卸混凝土时，其自由倾落高度不得超过 2m；当倾落高度超过 2m 时，应通过串筒、溜槽或振动溜管等设施下落。

②浇筑：

浇筑前	检查模板、支架的强度、刚度、稳定性；检查钢筋和预埋件	
浇筑时	连续浇筑	①可以分层，可以停歇； ②运输、浇筑、间歇时间之和不超初凝时间； ③下层初凝之前将上层浇筑完毕； ④同一施工段尽可能连续浇筑
	间断浇筑（重点是施工缝的处理）	①施工缝处理流程：（凿、清、润、刷、浇）凿毛→清理→湿润→刷 20～25mm 厚同配比水泥砂浆→浇筑新混凝土。 ②凿除时的混凝土强度，水冲法应达到 0.5MPa；人工凿毛应达到 2.5MPa；机械凿毛应达到 10MPa
浇筑后	振捣	**需要振捣至表面呈现浮浆、不再出现气泡和不再沉落为准**
养护	养护时间普通水泥（硅酸盐、普通硅酸盐、矿渣）不少于 7 天	
	有特殊性能要求的水泥（掺缓凝剂、抗渗、高强）不少于 14d。低于 5℃时应保温养护	

▶考点十：预应力混凝土施工技术（先张法）



1. 台座应具有足够的强度和刚度。其抗倾覆安全系数不得小于 1.5，抗滑移安全系数不得小于 1.3【请我滑伞】

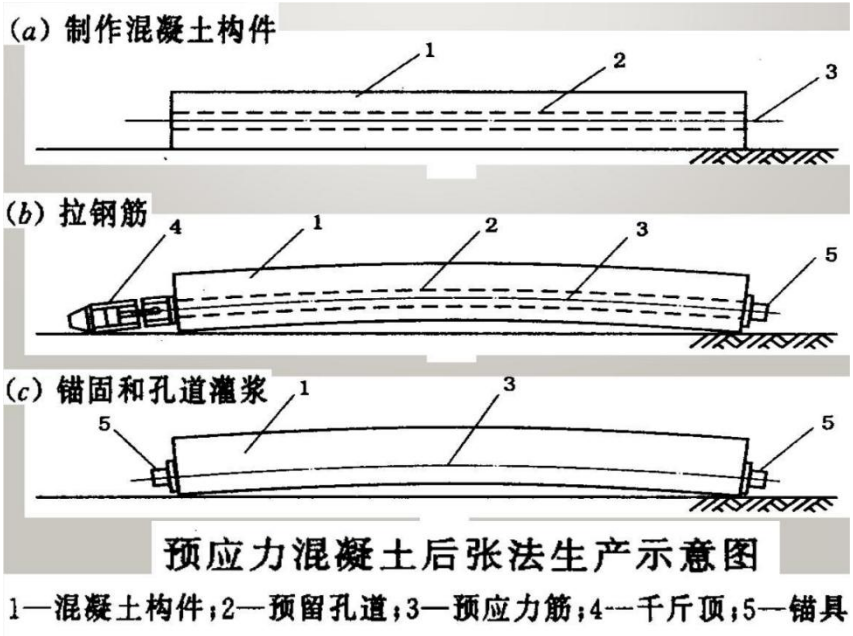
2. 隔离套管应在钢筋骨架完成后一并穿入就位。就位后，严禁使用电弧焊对梁体钢筋及模板进行切割或焊接（严禁热切割）。隔离套管内端应堵严。

3. 张拉过程中，预应力筋不得断丝、断筋或滑丝。

4. 放张预应力筋时混凝土强度必须符合设计要求，设计未要求时，不得低于强度设计值的 75%。放张

顺序应符合设计要求，设计未要求时，应分阶段、对称、交错地放张。放张前，应将限制位移的模板拆除。

▶考点十一：预应力混凝土施工技术（后张法）



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

1. 管道

（1）定位筋牢固固定，金属管道接头采用套管连接，宜采用大一个直径型号的同类管道，与金属管道封裹严密。

（2）管道留压降孔和溢浆孔；曲线孔道波峰（最高点）留排气孔，最低部位留排水孔。

（3）管道安装完成后进行通孔检查，有堵塞及时疏通。检查合格后，封堵防杂物进入。做好成品保护，防焊接烧灼，防碰撞位移。

2. 预应力筋

（1）先穿束后浇混凝土时，浇筑前检查管道完好程度。浇筑时定时抽动、转动预应力筋，防止混凝土筑死预应力筋。浇筑时可以采用 PE 管套预应力筋的方法，防止混凝土堵塞预应力管道。

（2）先浇混凝土后穿束时，浇筑后立即疏通管道，确保通畅。浇筑时可采用 PE 管内穿预应力管道，充水，充气的方式，防止管道漏浆堵塞。

（3）曲线预应力筋或长度≥25m 直线预应力筋，宜在两端张拉；长度＜25m 的直线预应力筋，可在一端张拉。当同一截面中有多束一端张拉的预应力筋时，张拉端宜均匀交错地设置在结构的两端。预应力筋的张拉顺序应采取分批、分阶段对称张拉。宜先中间，后上、下或两侧。

3. 孔道压浆

（1）压浆宜用水泥浆，设计未要求时强度不得低于 30MPa。

（2）压浆过程中及压浆后 48h 内，结构混凝土的温度不得低于 5℃，否则应采取保温措施。当白天气温高于 35℃时，压浆宜在夜间进行。

（3）埋设在结构内的锚具，压浆后应及时浇筑封锚混凝土。封锚混凝土的强度等级应符合设计要求，不宜低于结构混凝土强度等级的 80%，且不低于 30MPa。

（4）孔道内的水泥浆强度达到设计要求后方可吊移预制构件；设计未要求时，应不低于水泥浆设计强度的 75%。

数字总结	
三个 75%	先张法：混凝土达设计强度 75%可放张
	后张法：混凝土达设计强度 75%可张拉
	后张法：孔道内水泥浆达设计强度 75%方可吊移
一个 80%和 30Mpa	封锚混凝土不低于结构混凝土强度等级 80%，且不低于 30MPa

▶考点十二：桥梁下部结构施工--围堰施工

1. 围堰施工的一般规定

（1）围堰高度应高出最高水位 0.5～0.7m。

（2）围堰应减少对现状河道通航、导流的影响。

（3）堰内平面尺寸应满足基础施工的需要。

（4）围堰应防水严密，不得渗漏。

（5）围堰应便于施工、维护及拆除。围堰材质不得对现状河道水质产生污染。

2. 各种围堰

围堰类型	适用条件	施工要求
土围堰	水深≤1.5m，流速≤0.5m/s，河边浅滩，河床渗水性较小	自上游至下游合龙，堰顶宽度 1～2m，内坡脚与基坑边的距离不得少于 1m
土袋围堰	水深≤3.0m，流速≤1.5m/s，河床渗水性较小，或淤泥较浅	自上游至下游合龙，上下、内外层土袋均应相互错缝。围堰中心部分可填筑黏土及黏性土芯墙
钢板桩围堰	深水或深基坑，流速较大的砂类土、黏性土、碎石土及风化岩等坚硬河床。防水性能好，整体刚度较强	①一般自上游向下游合龙施打。②大漂石坚硬岩石河床不宜使用。③桩间锁口止水材料捻缝、防漏水。④黏土中不宜使用射水下沉
钢-混板桩围堰	深水或深基坑，流速较大的砂类土、黏性土、碎石土河床。除用于挡水防水还可作为基础结构一部分，亦可拔除周转使用	
套箱围堰	流速≤2.0m/s，覆盖层较薄，平坦的岩石河床，埋置不深的水中基础，也可用于修建桩基承台	可整体式或装配式，下沉前清理整平河床或岩面
双壁围堰	大型河流的深水基础（跨海大桥），覆盖层较薄、平坦的岩石河床	拼焊时按预先顺序对称进行。拼焊后进行焊接质量检验及水密性试验。下沉过程中，围堰露出水面高度不应小于 1m。向堰体壁腔内灌水应迅速、对称、均衡

▶考点十三：桥梁下部结构施工—桩基工程

1. 沉入桩

常用的沉入桩有钢筋混凝土桩、预应力混凝土桩和钢管桩。

（1）准备工作：

①采取降噪声措施；城区、居民区等人员密集的场所不得进行沉桩施工。

②为检验桩的承载能力和确定沉桩工艺应进行试桩。

③贯入度应通过试桩或做沉桩试验后会同监理及设计单位研究确定。

④有侵蚀性地区的钢桩，做好防腐。

（2）施工技术要点：

①预制桩的接桩可采用焊接、法兰连接或机械连接。

②沉桩时，桩帽与桩周间隙应为 5～10mm；桩锤、桩帽应和桩身在同一中心线上；桩身垂直度偏差不得超过 0. 5%。

③沉桩顺序：对于密集桩群，自中间向两个方向或四周对称施打，宜先深后浅，先大后小，先长后短。

④终锤以控制桩端设计标高为主，贯入度为辅。

⑤沉桩过程中应加强邻近建筑物、地下管线等的观测、监护

⑥在沉桩过程中发现以下情况应暂停施工，并应采取措施进行处理：

a. 贯入度发生剧变。

b. 桩身发生突然倾斜、位移或有严重回弹。

c. 桩头或桩身破坏。

d. 地面隆起。

e. 桩身上浮。

2. 灌注桩

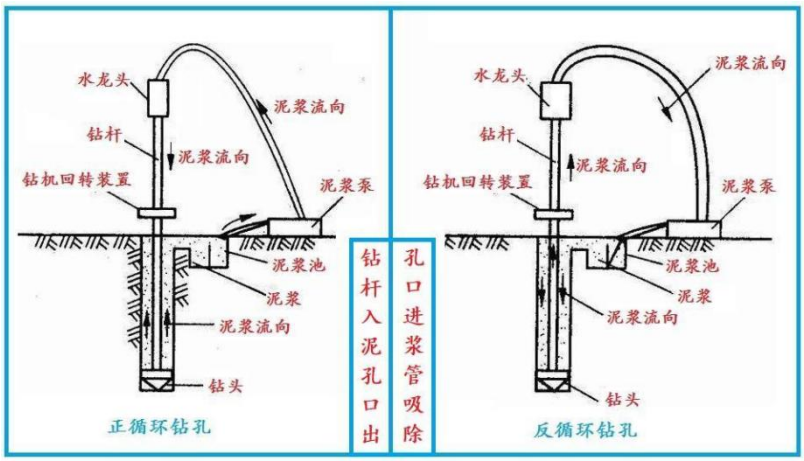
（1）护筒：护筒顶面高出施工水位或地下水位 2m，高出施工地面 0. 3m。

（2）泥浆；采用高塑性黏土或膨润土制备。改善泥浆性能的措施：加黏土粉、烧碱、木质素。泥浆作用：护壁、携渣、冷却、润滑。

（3）正反循环钻孔

①正循环：泥浆从钻杆进入，从孔口流出（护壁效果好，清渣差，功效低）

②反循环：泥浆从孔口进入，从钻杆吸出（护壁效果差，清渣好，功效高）



（4）沉渣厚度控制：

端承型桩	不应大于 50mm	
摩擦型桩	桩径不大于 1. 5m 时	≤200mm
	桩径大于 1. 5m 或桩长大于 40m 或土质较差时	≤300mm

（5）钢筋笼施工要点

钢筋笼应整体吊装，吊装时不得碰损孔壁。钢筋笼吊放前，必须清除槽底沉渣，孔底沉渣厚度满足设计及规范要求。钢筋笼放入泥浆后 4h 内必须浇筑混凝土。

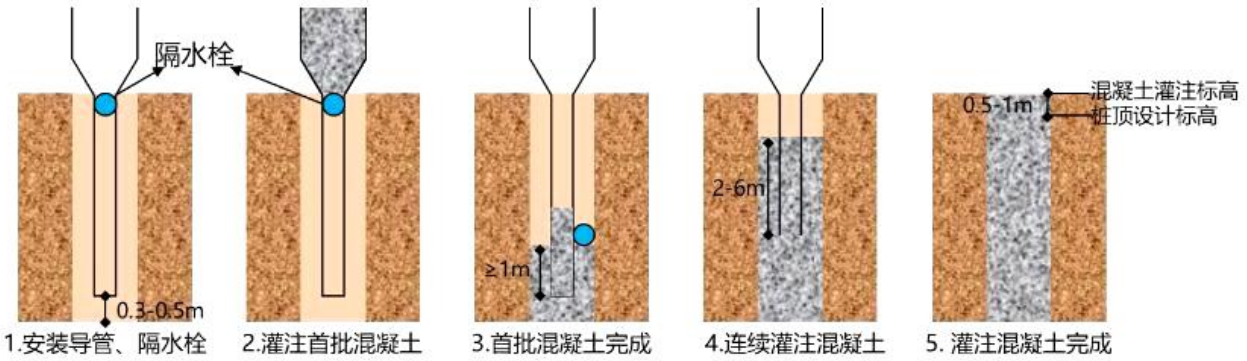
（6）混凝土灌注：

①首盘浇筑：初灌量必须保证导管底部埋入混凝土中不应少于 1. 0m。

②正常灌注时，导管底部埋入混凝土深度宜为 2～6m。

③灌注水下混凝土必须连续施工，中途停顿时间不宜大于 30min, 并应控制提拔导管速度，严禁将导管提出混凝土灌注面

④桩顶混凝土浇筑完成后应高出设计标高 0. 5～1m，确保桩头浮浆层凿除后桩基面混凝土达到设计强度。



▶考点十四：支座

1.桥梁支座的作用

桥梁支座是连接桥梁上部结构和下部结构的重要结构部件，位于梁体和垫石之间，它能将桥梁上部结构承受的荷载和变形（位移和转角）可靠地传递给桥梁下部结构，是桥梁的重要传力装置。

支座必须具有足够的承载能力，支座对梁体变形的约束尽可能地小；支座还应便于安装、养护和维修，并在必要时可以进行更换。

城市桥梁中常用的支座为板式橡胶支座与盆式支座。

2.支座施工一般要求

（1）支座垫石和挡块宜二次浇筑，垫石混凝土的强度必须符合设计要求。

（2）支座安装平面位置和顶面高程必须正确，

（3）支座滑动面上的聚四氟乙烯滑板和不锈钢板位置应正确，不得有划痕、碰伤。

（4）调整支座的顶面高程时，应采用钢垫片支垫。

3. 板式橡胶支座施工

（1）垫石顶面清理干净，采用干硬性水泥砂浆抹平。

（2）梁、板安放时应位置准确，且与支座密贴如不密贴必须重新起吊，采取垫钢板措施，不得用撬棍移动梁、板。

4. 盆式橡胶支座：

（1）现浇梁盆式支座：支座垫石凿毛，清除预留锚栓孔中的杂物和积水，安装灌浆用模板，检查支座中心位置及标高后，采用重力方式灌浆。

（2）预制梁盆式支座：预先将支座上钢板预埋至梁体内，支座固定在预埋钢板上并用螺栓拧紧。

▶考点十五：桥梁上部结构施工—装配式梁板

1. 构件预制

（1）场地应平整、坚实，设置必要的排水设施。砂石料场的地面宜进行硬化处理。

（2）预制台座的地基应具有足够的承载力。

（3）混凝土梁预计的拱度值较大时，可考虑在预制台座上设置反拱。

2. 构件移运

（1）对后张预应力混凝土梁、板，在施加预应力后可将其从预制台座吊移至场内的存放台座上再进行孔道压浆，但必须满足下列要求：

从预制台座上移出梁、板仅限一次，不得在孔道压浆前多次倒运。

（2）后张预应力混凝土梁、板在孔道压浆后移运的，其压浆浆体强度应不低于设计强度的 75%。

（3）梁、板构件移运时的吊点位置应按设计规定；设计无规定时，梁、板构件的吊点应根据计算决定。构件的吊环应顺直。吊绳与起吊构件的交角小于 60° 时，应设置吊架或起吊扁担，使吊环垂直受力。吊移板式构件时，不得吊错上、下面。

3. 构件存放

（1）构件应按其安装的先后顺序编号存放，预应力混凝土梁、板的存放时间不宜超过 3 个月，特殊情况下不应超过 5 个月。

（2）当构件多层叠放时，层与层之间应以垫木隔开，各层垫木的位置应设在设计规定的支点处，上下层垫木应在同一条竖直线上；大型构件宜为 2 层，不应超过 3 层；小型构件宜为 6～10 层。

4. 吊装

（1）依照吊装机具不同，梁板架设方法分为起重机架梁法、跨墩龙门吊架梁法和穿巷式架桥机架梁法。

（2）验算或计算：验算地基承载力；验算被吊构件强度、刚度、稳定性；验算吊具（起重夹角、吊点位置、最大起重量等）

（3）测量放线，给出高程线、结构中心线、边线、端头线。

5. 预制梁板安装

（1）采用架桥机进行安装作业时，其抗倾覆稳定系数应不小于 1.3，架桥机过孔时，抗倾覆系数应不小于 1.5。

（2）梁板就位后，应及时设置保险垛或支撑将构件临时固定，对横向自稳性较差的 T 形梁和 I 形梁等，应与先安装的构件进行可靠的横向连接，防止倾倒。

（3）梁、板之间的横向湿接缝，应在一孔梁、板全部安装完成后方可进行施工。

6. 先简支后连续梁的安装

（1）临时支座顶面高差不应大于 2mm。

（2）一联梁全部安装完成后再浇筑湿接头混凝土。

（3）永久支座应在设置湿接头底模之前安装。

（4）湿接头宜在一天中气温相对较低的时段浇筑，且一联中的全部湿接头应一次浇筑完成。养护时间应不少于 14d。

（5）湿接头应按设计要求施加预应力、孔道压浆；浆体达到强度后应立即拆除临时支座，按照设计规定的程序完成体系转换。同一片梁的临时支座应同时拆除。

▶考点十六：支架法上部结构浇筑

1. 支架法现浇预应力混凝土连续梁

（1）地基承载力应符合要求。

（2）采取预压方法消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形。

（3）设置预拱度。

（4）支架底部应有良好的排水措施，不得被水浸泡。

（5）浇筑混凝土时应采取防止支架不均匀沉降的措施。

2. 移动模架

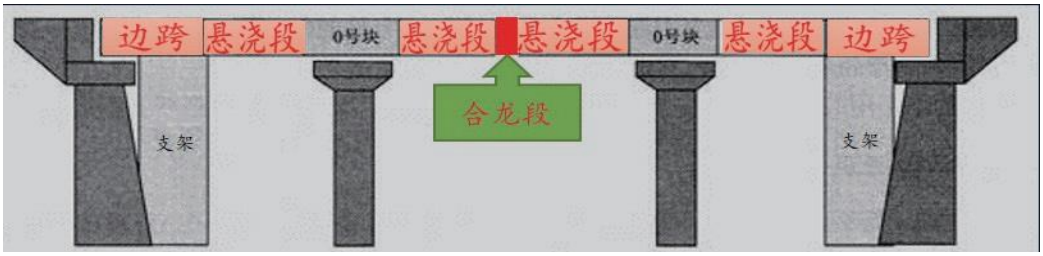
浇筑分段工作缝，必须设在弯矩零点附近。箱梁内、外模板在滑动就位时，模板平面尺寸、高程、预拱度的误差必须控制在容许范围内。挂篮组装后，应全面检查安装质量，并应按设计荷载做载重试验，以消除非弹性变形。

▶考点十七：桥梁上部结构施工—悬臂浇筑法

1. 挂篮设计与组装

挂篮组装后，应全面检查安装质量，并应按设计荷载做载重试验，以消除非弹性变形。

2. 悬浇顺序



（1）在墩顶托架或膺架上浇筑 0 号段并实施墩梁临时固结。

（2）在 0 号块段上安装悬臂挂篮，向两侧依次对称分段浇筑主梁至合龙前段。

（3）在支架上浇筑边跨主梁合龙段。

（4）最后浇筑中跨合龙段形成连续梁体系。

3. 张拉及合龙

（1）合龙顺序一般是先边跨、后次跨、最后中跨。

（2）连续梁的合龙、体系转换和支座反力调整应符合下列规定：

①合龙段的长度宜为 2m。

②合龙前应观测气温变化与梁端高程及悬臂端间距的关系。

③合龙前应按设计规定，将两悬臂端合龙口予以临时连接，并将合龙跨一侧墩的临时锚固放松或改成活动支座。

④合龙前，在两端悬臂预加压重，并于浇筑混凝土过程中逐步撤除，以使悬臂端挠度保持稳定。

⑤合龙宜在一天中气温最低时进行。

⑥合龙段的混凝土强度宜提高一级，以尽早施加预应力。

⑦连续梁的梁跨体系转换，应在合龙段及全部纵向连续预应力筋张拉、压浆完成，并解除各墩临时固结后进行。

⑧梁跨体系转换时，支座反力的调整应以高程控制为主，反力作为校核。

4. 高程控制

确定悬臂浇筑段前端标高时应考虑：

（1）挂篮前端的垂直变形值；

（2）预拱度设置；

（3）施工中已浇段的实际标高；

（4）温度影响。

施工过程中的监测项目为前三项；必要时，结构物的变形值、应力也应进行监测，保证结构的强度和稳定。

▶考点十八：钢梁施工技术

1. 制造技术要求

（1）钢梁制造焊接环境相对湿度不宜高于 80%。

（2）焊接环境温度：低合金高强度结构钢不得低于 5℃，普通碳素结构钢不得低于 0℃。

（3）主要杆件应在组装后 24h 内焊接。

2. 钢梁安装技术

（1）安装方法选择：应根据跨径大小、河流情况、交通情况和起吊能力等条件选择安装方法。

（2）安装前准备

临时支架旁有交通通行需要的，一方面要做好交通疏导，设立醒目安全警示标识，另一方面在支架外侧做好防撞墙，防止汽车撞击支架体系。

（3）安装要点

①钢梁安装前应清除杆件上的附着物。摩擦面应保持干燥、清洁。安装中应采取措施防止杆件产生变形。

②吊装杆件时，必须等杆件完全固定后方可摘除吊钩。

③钢梁杆件工地焊缝连接，应按设计顺序进行。无设计顺序时，焊接顺序宜为纵向从跨中向两端、横向从中线向两侧对称进行。

（4）落梁

①钢梁就位前应清理支座垫石，其标高及平面位置应符合设计要求。

②落梁前后应检查其建筑拱度和平面尺寸、校正支座位置。

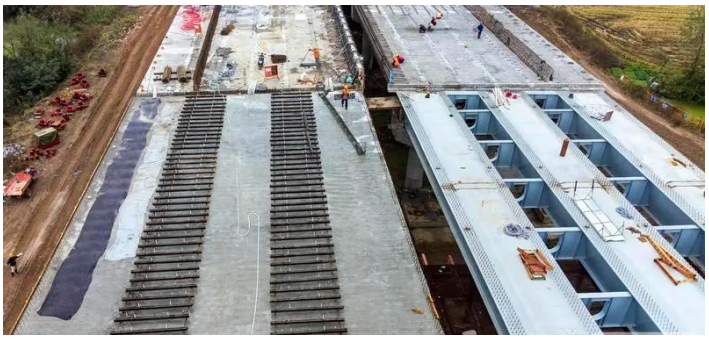
（5）现场涂装

涂装前应先进行除锈处理。首层底漆于除锈后 4h 内开始，8h 内完成。

▶考点十九：钢—混凝土组合梁施工技术

1. 构成

（1）钢——混凝土组合梁一般由钢梁和钢筋混凝土桥面板两部分组成



（2）钢梁由工字形截面或槽形截面构成，钢梁之间设横梁（横隔梁），有时在横梁之间还设小纵梁。

（3）钢梁上浇筑预应力钢筋混凝土，形成钢筋混凝土桥面板。

（4）在钢梁与钢筋混凝土板之间设传剪器，二者共同工作。

2. 适用条件

适用于城市大跨径或较大跨径的桥梁工程，目的是减轻桥梁结构自重，尽量减少施工对现况交通与周边环境的影响。

3. 钢—混凝土组合梁施工

（1）现浇混凝土结构宜采用缓凝、早强、补偿收缩性混凝土。

（2）混凝土桥面结构应全断面连续浇筑，浇筑顺序：

①顺桥向应自跨中开始向支点处交汇，或由一端开始浇筑；

②横桥向应先由中间开始向两侧扩展。

（3）桥面混凝土表面应符合纵横坡度要求，表面光滑、平整，应采用原浆抹面成型，并在其上直接做防水层。不宜在桥面板上另做砂浆找平层。

▶考点二十：桥面防水施工

1. 基层要求与处理

（1）基层混凝土强度达到设计强度 80%以上，方可进行防水层施工。

（2）喷涂法或刷涂法施工基层处理剂，先对桥面排水口、转角等处先行涂刷，然后大面积喷涂。

2. 防水卷材施工

（1）铺设时，环境温度和卷材温度应高于 5℃。基面层的温度必须高于 0℃，雨雪天气、风力≥5 级时，严禁进行防水层施工。中途下雨时，做好成品保护。

（2）先做好节点、转角、排水口等部位的局部处理，然后大面积铺设。

（3）铺设应平整顺直，搭接尺寸准确，无扭曲、皱褶。卷材沿车辆运行方向展开，由低向高铺设，高处卷材应压在低处卷材上。

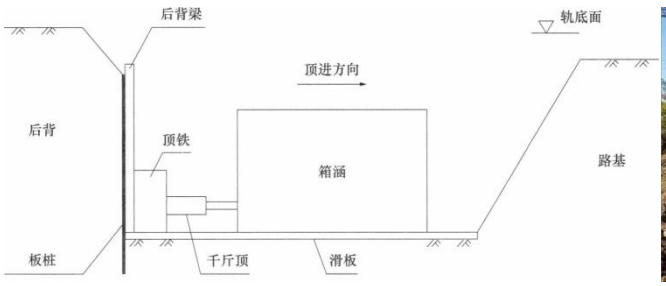
（4）铺设时，任何区域不得多于 3 层，搭接接头错开 500mm 以上，搭接宽度沿卷材长度方向应为 150mm，沿长度方向应为 100mm。主控项目：粘结强度、涂料厚度。

（5）其他要求：

①卷材防水层上摊铺沥青混凝土时，后者温度应高于卷材耐热度 10～20℃，但同时应小于 170℃。（使防水卷材微熔，与沥青混凝土结合更紧密）

▶考点二十一：箱涵顶进

当新建道路下穿铁路、公路、城市道路路基施工时，通常采用箱涵顶进施工技术。





1. 箱涵顶进前检查工作

（1）现场做到“三通一平”，满足施工方案设计要求。

（2）完成线路加固工作和既有线路监测的测点布置。

（3）完成工作坑作业范围内的地上构筑物、地下管线调查，并进行改移或采取保护措施。

（4）工程降水（如需要）达到设计要求。

2. 工艺流程与施工技术要点

（1）箱涵顶进前检查工作

①箱涵主体结构混凝土强度必须达到设计强度，防水层及保护层按设计完成。

②顶进作业面包括路基下地下水位已降至基底下 500mm 以下，并宜避开雨期施工，若在雨期施工，必须做好防洪及防雨排水工作。

③后背施工、线路加固达到施工方案要求。

（2）箱涵顶进启动

①液压千斤顶顶紧后（顶力在 0.1 倍结构自重），应暂停加压，检查顶进设备、后背和各部位，无异常时可分级加压试顶。

②当顶力达到 0.8 倍结构自重时箱涵未启动，应立即停止顶进；找出原因并采取措施解决后方可重新加压顶进。

（3）顶进挖土

①根据箱涵的净空尺寸、土质情况，可采取人工挖土或机械挖土。一般宜选用小型反铲挖掘机按侧刃脚坡度自上往下开挖，每次开挖进尺宜为 0.5m；挖土顶进应三班连续作业，（24h）不得间断。

②列车通过时严禁继续挖土，人员应撤离开挖面。

③挖土工作应与观测人员密切配合，随时根据箱涵顶进轴线和高程偏差，采取纠偏措施。

（4）顶进作业

①每次顶进应检查液压系统、传力设备、刃脚、后背和滑板等变化情况，发现问题及时处理。

②挖运土方与顶进作业循环交替进行。

③箱涵身每前进一顶程，应观测轴线和高程，发现偏差及时纠正。

④箱涵吃土顶进前，应及时调整好箱涵的轴线和高程。在铁路路基下吃土顶进，不宜对箱涵做较大的轴线、高程调整动作

（5）监控与检查

①顶进过程中，每天应定时观测箱涵底板上设置的观测标钉高程，计算相对高差。

②顶进过程中要定期观测箱涵裂缝及开展情况，重点监测底板、顶板、中边墙，中继间牛腿或剪力铰和顶板前、后悬臂板，发现问题应及时研究采取措施。

▶考点二十二：模板、支架和拱架施工安全措施

主要涉及桥梁工程模板、支架和拱架搭设与拆除的安全措施。

1. 施工前准备阶段

（1）一般要求：

①人员：作业人员应培训、考核、持证、交底。专业培训、考试合格，持证上岗，作业前进行安全技术交底。（全书通用）

②劳保：进行搭设与拆除作业时，作业人员必须戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。

（2）方案与论证

在专项施工方案中制定搭设、拆除的程序及安全技术措施。当搭设高度和施工荷载超过有关规范或规定范围时（高度超过 8m，或搭设跨度超过 18m，或施工总荷载大于 15kN/㎡，或集中线荷载大于 20kN/m），必须按相关规定进行设计，经结构计算和安全性验算确定，并按规定组织专家论证。

2. 模板、支架和拱架搭设

（1）模板、支架、拱架搭设与安装

①模板、支架和拱架支搭完成后，必须进行质量和安全检查，经验收合格，并形成文件后，方可交付使用。

②施工中不得超载，不得在模板、支架和拱架上集中堆放物料。

（2）脚手架搭设

①脚手架应按规定采用连接件（连墙件）与构筑物相连接，使用期间不得拆除；脚手架不得与模板支架相连接。

②作业平台上的脚手板必须在脚手架的宽度范围内铺满、铺稳。作业平台下应设置水平安全网或脚手架防护层，防止高空物体坠落造成伤害。

③严禁在脚手架上架设混凝土泵等设备。

3. 模板、支架、拱架拆除

（1）封闭作业区：（全书通用）

①应设围挡、栏杆封闭作业区；

②边界设警示标志；

③专人值守；

④非作业人员禁止入内。

（2）遵循先支后拆、后支先拆的顺序，严禁上下同时作业。

（3）严禁敲击与硬拉、抛掷模板、杆件、配件。

（4）拆除的模板、杆件、配件应分类码放。

▶考点二十三：钻孔灌注桩施工质量控制

1. 钻孔垂直度控制

（1）垂直度出现偏差的原因：

①场地平整度和密实度差，钻机安装不平整或钻进过程发生不均匀沉降，导致钻孔偏斜。

②钻杆弯曲、钻杆接头间隙太大，造成钻孔偏斜。

③钻头翼板磨损不一，钻头受力不均，造成偏离钻进方向。

④钻进中遇到软硬土层交界面或倾斜岩面时，钻压过高使钻头受力不均，造成偏离钻进方向。

（2）预防措施：

①施工前应压实、平整施工场地。钻进过程中应定时检查主动钻杆的垂直度。

②定期检查钻头、钻杆、钻杆接头，发现问题及时维修或更换。

③在软硬土层交界面或倾斜岩面处钻进，应低速、低钻压钻进。

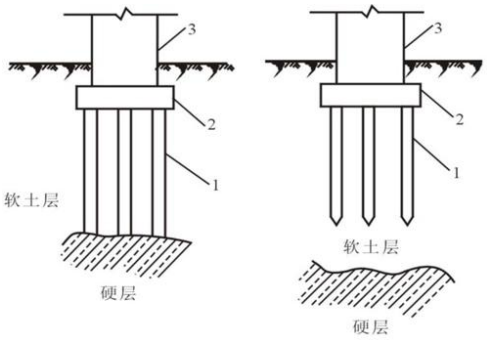
2. 塌孔与缩径控制

塌孔与缩径产生的原因基本相同，主要是地层复杂、钻进速度过快、护壁泥浆性能差、成孔后放置时间过长没有灌注混凝土等原因所致。

3. 孔底沉渣控制

（1）确保清孔彻底、充分，成孔至设计标高后进行第一次清孔，在混凝土灌注前进行第二次清孔。

平整场地→桩位放样→埋设护筒→钻机就位→钻进成孔→成孔检查与验收→清孔→安装钢筋笼→安放导管→二次清孔→灌注水下混凝土→拔出护筒→成桩检查



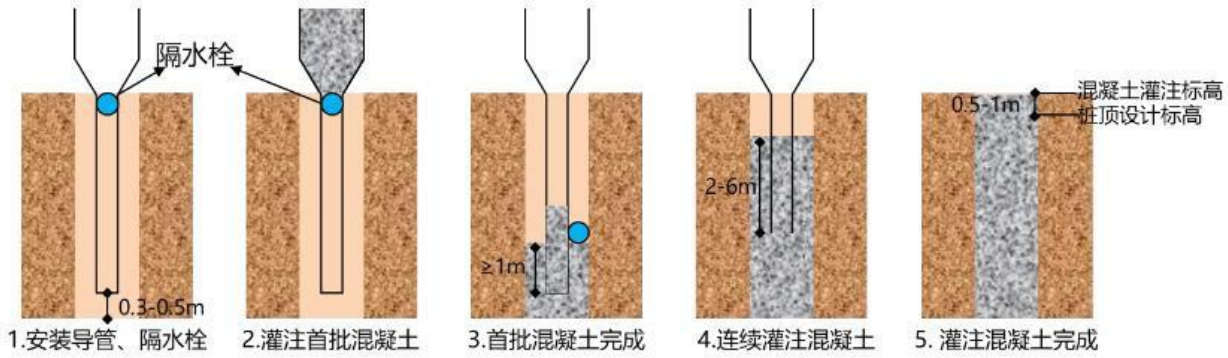
孔底沉渣厚度：

端承型桩	≤50mm	
摩擦型桩	桩径不大于 1.5m 时	≤200mm
	桩径大于 1.5m 或桩长大于 40m 或土质较差时	≤300mm

4. 水下混凝土灌注和桩身混凝土质量控制

（1）初灌时埋管深度达不到规范要求：

灌注导管底端至孔底的距离应为 0.3～0.5m，初灌时导管首次埋深应不小于 1.0m。在计算混凝土的初灌量时，除计算桩长所需的混凝土量外，还应计算导管内积存的混凝土量。



关于水下浇筑混凝土数字总结

首次灌注时，保证导管埋入混凝土	**≥1m**
导管距离孔底距离	**0.3-0.5m**
灌注过程中保证导管埋入混凝土深度	**2-6m**
超灌	**0.5-1m**

（2）灌注混凝土时堵管：

与导管、隔水球、混凝土有关；与泥浆孔、钢筋笼无关。

①导管：灌注导管破漏、灌注导管底距孔底深度太小灌注过程中灌注导管埋深过大等原因引起。

②隔水球：隔水栓不规范

③混凝土：完成二次清孔后灌注混凝土的准备时间太长、混凝土配制质量差。

（3）桩身混凝土强度低或混凝土离析：

原因：配合比控制不严、搅拌时间不够、水泥质量差。

措施：严格把好进厂水泥的质量关，控制好施工现场混凝土配合比，掌握好搅拌时间与混凝土的和易性。

（4）桩身混凝土夹渣或断桩：

①原因：

a. 初灌混凝土量不够，造成初灌后埋管深度太小或导管根本就没有进入混凝土。

b. 混凝土灌注过程拔管长度控制不准，导管拔出混凝土面。

c. 混凝土初凝和终凝时间太短，或灌注时间太长，使混凝土上部结块，造成桩身混凝土夹渣。

d. 清孔时孔内泥浆悬浮的砂粒太多。

②预防措施：

混凝土灌注过程中拔管应由专人负责指挥，并分别采用理论灌入量计算孔内混凝土面和重锤实测孔内混凝土面，取两者的低值来控制拔管长度，确保导管的埋置深度控制在 2～6m。单桩混凝土灌注时间宜控制在 1.5 倍混凝土初凝时间内。

（5）桩顶混凝土不密实或强度达不到设计要求：

①原因：

超灌高度不够、混凝土浮浆太多、孔内混凝土面测定不准。

②解决措施：

a. 桩顶混凝土灌注完成后应高出设计标高 0.5～1m。

b. 对于大体积混凝土的桩，桩顶 10m 内的混凝土应适当调整配合比，增大碎石含量，减少桩顶浮浆。

c. 在灌注最后阶段，孔内混凝土面测定应采用硬杆筒式取样法测定。

▶考点二十四：大体积混凝土浇筑施工质量控制

1. 大体积混凝土定义

大体积混凝土是指结构物实体最小尺寸不小于 1m 的大体量混凝土，或预计混凝土中胶凝材料水化引起温度变化和收缩导致有害裂缝产生的混凝土。在城市桥梁中基础、墩台、盖梁、索塔、锚锭及桥跨承重结构等常会涉及大体积混凝土。

2. 控制混凝土裂缝

（1）裂缝分类：

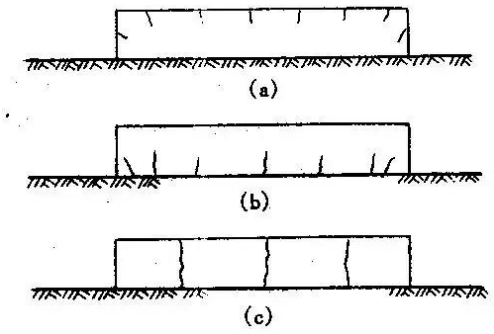
大体积混凝土出现的裂缝按深度不同，分为表面裂缝、深层裂缝和贯穿裂缝三种：

①表面裂缝主要是温度裂缝，一般危害性较小，但影响外观质量。

②深层裂缝部分地切断了结构断面，对结构耐久性产生一定危害。

③贯穿裂缝由混凝土表面裂缝发展为深层裂缝，最终形成贯穿裂缝，它切断了结构的断面，可能破坏结构的整体性和稳定性，危害性较为严重。

表面裂缝→深层裂缝→贯穿裂缝



（2）裂缝发生原因：

原因	解释
①水泥水化热影响	水泥会产生水化热。混凝土内部与表面温差过大时，就会产生温度应力和温度变形。
②内外约束条件的影响	膨胀和收缩受到约束
③外界气温变化的影响	外界气温与混凝土内部温度产生温差和温度应力，使混凝土产生裂缝。
④混凝土的收缩变形	表面干燥收缩快，中心干燥收缩慢。在设计上，混凝土表层布设抗裂钢筋网片可以控制
⑤混凝土的沉陷裂缝	支架、支撑变形下沉会引发结构裂缝，过早拆除模板支架易使未达到强度的混凝土结构发生裂缝和破损。

▶考点二十五：桥梁冬期施工措施

1. 钢筋工程

冬期施工时钢筋调直冷拉温度不宜低于-20℃。预应力钢筋张拉温度不宜低于-15℃。

2. 混凝土工程

（1）冬期施工应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制混凝土。当混凝土掺用防冻剂时，其试配强度应较设计强度提高一个等级。

（2）冬期混凝土宜选用较小的水胶比和较小的坍落度。拌制混凝土应优先选用加热水的方法，水加热温度不宜高于 80℃，骨料加热不得高于 60℃。骨料不得混有冰雪、冻块及易被冻裂的矿物质。

（3）冬期混凝土的浇筑应符合下列要求：

①混凝土拌合物入模温度不宜低于 10℃。

②混凝土分层浇筑的厚度不得小于 20cm。

（4）冬期混凝土拆模应符合下列要求

①当混凝土达到规范规定的拆模强度及抗冻强度后，方可拆除模板。

②拆模时混凝土与环境的温差不得大于 15℃。当温差在 10～15℃时，拆除模板后的混凝土表面应采取临时覆盖措施。

③采用外部热源加热养护的混凝土，当环境气温在 0℃以下时，应待混凝土冷却至 5℃以下后，方可拆除模板。

第三章　城市隧道工程

▶考点一：围护结构

1. 类型与特点：

类型		特点
排桩	预制混凝土板桩	①预制混凝土板桩施工较为困难，对机械要求高，而且存在挤土现象。 ②桩间采用槽榫接合方式，接缝效果较好，有时需辅以止水措施。 ③自重大，受起吊设备限制，不适合大深度基坑
	钢板桩	①成品制作，可反复使用。 ②施工简便，但施工较大噪声。 ③刚度小，变形大，与多道支撑结合，在软弱土层中也可采用。 ④新的时候止水性尚好，如有漏水现象，需增加防水措施
	钢管桩	①截面刚度大于钢板桩，在软弱土层中开挖深度较大 ②需有防水措施相配合
	灌注桩	①刚度大，可用在深大基坑 ②施工对周边地层、环境影响小 ③需降水或和止水措施配合使用，如搅拌桩、旋喷桩等
	SMW 工法桩	①强度大，止水性好。 ②内插的型钢可拔出反复使用，经济性好 ③具有较好发展前景，国内许多城市开始推广。 ④用于软土地层时，　一般变形较大
	咬合桩	①配筋率较低。②受力整体性好，③施工灵活
重力式水泥土墙/水泥土搅拌桩		①无支撑，墙体止水性好，造价低。 ②墙体变位大
地下连续墙		①刚度大，开挖深度大，可适用于所有地层。 ②强度大，变位小，隔水性好，同时可兼作主体结构的一部分。 ③可邻近建筑物、构筑物使用，环境影响小 ④造价高

2. 施工流程：

（1）SMW 工法桩施工流程：开挖导沟→置导向定位钢板→SMW 搅拌机定位→混合搅拌→插入型钢→施工完毕→型钢回收。

（2）地下连续墙施工流程：开挖导沟→修筑导墙→开挖沟槽（制备泥浆、泥浆处理）→清除槽底淤泥和残渣→吊放接头管→吊放钢筋笼→下导管→灌注水下混凝土→拔出接头管。

①导墙作用：挡土、基准、承重、存蓄泥浆。（类似钻孔灌注桩护筒）。

②接头类型：

刚性接头	一字形、十字形穿孔钢板接头、钢筋承插式接头；当地下连续墙作为主体地下结构外墙，且需要形成整体墙体时，宜采用刚性接头。
柔性接头	工字形钢接头、圆形锁口管接头、波纹管接头、楔形接头、混凝土预制接头。

3. 传力路径：土水压力→板墙→围檩（冠梁）→支撑结构。

▶考点二：基坑围护结构施工要求：

1. 预制混凝土板桩：预制混凝土板桩施工较为困难，对机械要求高，且挤土现象很严重，加之混凝土

板桩一般不能拔出，因此，它在永久性的支护结构中使用较多，但国内基坑工程中使用不普遍。

2. 钢板桩：

钢板桩强度高，桩与桩之间的连接紧密，隔水效果好，具有施工灵活、板桩可重复使用等优点，是基坑常用的一种挡土结构。但由于板桩打入时有挤土现象，而拔出时则又会将土带出，造成板桩位置出现空隙，这对周边环境都会造成一定影响。而且板桩的长度有限，其适用的开挖深度也受到限制，一般最大开挖深度在 7～8m。

3. 钻孔灌注桩围护结构：

排桩顶部应设置混凝土冠梁。混凝土灌注桩宜采取间隔成桩的施工顺序，应在混凝土终凝后，再进行相邻桩的成孔施工。

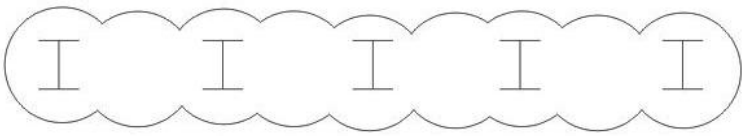
钻孔灌注桩围护结构经常与止水帷幕联合使用，止水帷幕一般采用深层搅拌桩。如基坑上部受环境条件限制时，也可采用高压旋喷桩止水帷幕，但应保证高压旋喷桩止水帷幕施工质量。

4. SMW 工法桩(型钢水泥土搅拌墙)：

（1）SMW 工法桩围护墙是利用搅拌设备就地切削土体，并注入水泥类混合液搅拌形成均匀的水泥土搅拌墙，然后在墙中插入型钢，即形成一种劲性复合围护结构。

（2）内插的型钢宜采用 H 型钢。

（3）常用的内插型钢布置形式可采用密插型、插二跳一型和插一跳一型 3 种。



插一跳一型

（4）单根型钢中焊接接头不宜超过两个，焊接接头的位置应避免设在支撑位置或开挖面附近等型钢受力较大处；

（5）相邻型钢的接头竖向位置宜相互错开，错开距离不宜小于 1m，且型钢接头距离基坑底面不宜小于 2m。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材料。

5. 钻孔咬合桩：

相邻咬合桩应按先施工素混凝土桩、后施工钢筋混凝土桩的顺序进行；钢筋混凝土桩应在素混凝土桩初凝前，通过成孔时切割部分素混凝土桩身形成与素混凝土桩的互相咬合，但应避免过早切割。

▶考点三：支撑结构

支撑结构包括内支撑和外拉锚两种形式。

1. 内支撑

材料	特点
现浇钢筋混凝土	优点：刚度大、变形小、强度高、安全
	缺点：浇筑养护时间长、支护结构暴露时间长、土体位移大、工期长、拆除困难
钢结构	优点：周转使用、可施加预应力、快速支撑土体
	缺点：刚度小、支撑不当易失稳

2. 外拉锚

外拉系统，由受拉杆件与锚固体组成。锚杆有多种类型，基坑工程中主要采用钢绞线锚杆，当设计的

锚杆承载力较低时，有时也采用钢筋锚杆。锚杆注浆宜采用二次压力注浆工艺。

▶考点四：基坑开挖

开挖要求	（1）放坡应以分级坡高和坡度为主。 （2）分级放坡时，宜设置分级过渡平台，下级坡度宜缓于上级放坡坡度。 （3）边坡的稳定控制 水：控制好基坑周边地表水、地下水和管线水； 载：控制好基坑周边的动载与静载，稳定性验算； 挖：分层开挖，严禁超挖，开挖支护交替； 坡：确定边坡坡度，留过渡平台，采取护坡措施； 监测：及时做好监测。
护坡措施	叠放砂包或土袋；水泥砂浆或细石混凝土抹面； 挂网喷浆或混凝土、锚杆喷射混凝土护面； 塑料膜或土工织物覆盖坡面等。
土钉墙的施工流程	修坡➞土钉成孔➞置入钢筋➞注浆（底部注浆）➞挂钢筋网➞喷射混凝土➞养护。

▶考点五：基坑降水

1. 集水明排

（1）工程降水降到基础垫层以下不少于 0.5m。

（2）当基坑开挖不很深，基坑涌水量不大时，集水明排法是应用最广泛，亦是最简单经济的方法。

（3）排水沟宜每隔 30—50m 设置一座集水井。

（4）明沟宜布置在拟建建筑基础边 0.4m 以外，沟边缘离开边坡坡脚应不小于 0.3m。明沟的底面应比挖土面低 0.3—0.4m。

（5）集水明排设施与市政管网连接口之间应设置沉淀池。

2. 井点降水

（1）当基坑（槽）宽度小于 6m 且降水深度不超过 6m 时，可采用单排井点，布置在地下水上游一侧；当基坑（槽）宽度大于 6m 或土质不良，渗透系数较大时，宜采用双排井点，布置在基坑（槽）的两侧；当基坑面积较大时，宜采用环形井点。挖土运输设备出入道可不封闭，间距可达 4m，一般留在地下水下游方向。

（2）轻型井点宜采用金属管，井管距坑壁不应小于 1.0—1.5m（距离太小易漏气）。井点间距一般为 0.8—1.6m。井点管的入土深度应根据降水深度及储水层所有位置决定，但必须将滤水管埋入含水层内，并且比挖基坑（沟、槽）底深 0.9—1.2m。

（3）井管之间的滤料应填充密实、均匀，宜采用中粗砂；滤料上方宜使用黏土封堵，封堵至地面的厚度应大于 1m。

▶考点六：基坑变形控制及地基加固

1. 基坑变形特征

土体变形	周围地层移动主要是由围护结构的水平位移和坑底土体隆起造成的
围护结构水平变形	开挖前期，墙顶最大，向基坑方向水平位移，呈三角形分布；后期刚性墙体三角或水平刚性位移，柔性腹部凸
基坑底部隆起	（1）不透水土层重量不能够承受下方承压水水头压力； （2）围护结构插入基坑底土层深度不足。

	一般通过监测立柱变形来反映基坑底土体隆起情况
地表沉降	围护结构的水平变形墙顶沉降及坑底土体隆起引起。悬臂时墙旁沉、支撑后最大值离墙有一定距离

2. 基坑变形控制：

增加围护结构和支撑的刚度；增加围护结构的入土深度；加固基坑内被动区土体；减小每次开挖围护结构处土体的尺寸和缩短未及时支撑暴露时间；通过降水井布置来控制降水对环境变形的影响。

3. 地基加固的目的与形式

（1）基坑地基加固的目的

①坑外加固：止水、减少围护结构承受的主动土压力。

②坑内加固：提高土体的强度和侧向抗力，减少围护结构位移，保护基坑周边建筑物及地下管线；防止坑底土体隆起破坏；防止坑底土体渗流破坏；弥补围护墙体插入深度不足等。

4. 基坑地基加固的方式

（1）被动土压区土体进行加固处理：墩式加固、裙边加固、抽条加固、格栅式加固和满堂加固。

（2）换填材料加固处理法，以提升地基承载力为主，适用于较浅基坑，方法简单、操作方便。

（3）采用水泥土搅拌、高压喷射注浆、注浆。

▶考点七：喷锚暗挖法施工—工作井与马头门

1. 工作井

（1）圈梁混凝土强度应达到设计强度的 70%及以上时，方可向下开挖竖井。

（2）应对称、分层、分块开挖，每层开挖高度不得大于设计规定，随挖随支护；每一分层的开挖，宜遵循先开挖周边、后开挖中部的顺序。

2. 工作井施工防护

（1）防雨棚、挡水墙。

（2）设置安全护栏，护栏高度不小于 1.2m。

（3）周边设安全警示装置。

（4）井口 2m 范围内不得堆放材料和机具、运输车辆其最外着力点与井边距离不得小于 1.5m

（5）井口应比周围地面高出 30cm 以上（防止雨水侵入）。

（6）必须设安全梯或梯道。

3. 马头门施工技术

（1）马头门的开挖应分段破除竖井井壁，宜按照先拱部、再侧墙、最后底板的顺序破除。

（2）马头门开启应按顺序进行，同一竖井内的马头门不得同时施工。一侧隧道掘进 15m 后，方可开启另一侧马头门。马头门标高不一致时，宜遵循“先低后高”的原则。

▶考点八：喷锚暗挖法施工—预加固与预支护

1. 超前小导管注浆加固

要点	内容
相关参数	φ40～50mm 的钢管或水煤气管（配合钢格栅）；长度应＞循环进尺的 2 倍，宜为 3～5m；纵向搭接长度≥1m
方法选择	渗入（砂卵石）；挤压、渗透（砂层）；电动硅化、劈裂（黏土）

注浆材料	改性水玻璃浆、普通水泥单液浆、水泥-水玻璃双液浆、超细水泥
注浆顺序	由下而上、间隔对称、相邻孔位错开、交叉进行

▶考点九：喷锚暗挖法施工—初期支护

钢格栅	首榀格栅拱架应进行试拼装，并应经格栅加工及安装经建设单位、监理单位、设计单位共同验收合格后方可批量加工
	在自稳能力较差的土层中安装格栅拱架时在拱脚处打设锁脚锚管，以防止拱架下沉
喷射混凝土	分段、分片、分层自下而上依次进行。分层喷射时，后一层喷射应在前一层混凝土终凝后进行
	喷射混凝土的养护在终凝后 2h 后进行，养护时间不应小于 14d
初期支护背后注浆	隧道初期支护封闭后，应及时进行初支背后回填注浆。注浆作业点与掘进工作面宜保持 5～10m 的距离。
	背后回填注浆应合理控制注浆量和注浆压力

▶考点十：喷锚暗挖法施工—防水层及二次衬砌

防水层	塑料防水板防水层宜铺设在初期支护和二次衬砌之间，由塑料防水板与缓冲层组成，在初期支护结构趋于稳定后铺设
	设塑料防水板前应先铺缓冲层，缓冲层宜采用无纺布或聚乙烯泡沫塑料
	两幅塑料防水板的搭接宽度不应小于 100mm
	塑料防水板的搭接缝应采用双焊缝，每条焊缝的有效宽度不应小于 10mm
二次衬砌	采用组合钢模板或模板台车模板体系
	混凝土浇筑采用泵送模筑，两侧边墙采用插入式振动器振捣，底部采用附着式振动器振捣
	浇筑应连续进行，两侧对称，水平浇筑，不得出现水平和倾斜接缝
	二次衬砌施工完成后应进行二次衬砌背后回填注浆施工

第四章　城市管道工程

▶考点一：管道不开槽施工

施工工法	密闭式顶管	盾构	浅埋暗挖	定向钻	夯管
工法优点	施工精度高	施工速度快	适用性强	施工速度快	施工速度快成本较低
工法缺点	施工成本高	施工成本高	施工速度慢 施工成本高	控制精度低	控制精度低
适用范围	给水排水管道 综合管道	给水排水管道综合管道	给水排水管道 综合管道	柔性管道	钢管
适用管径（mm）	300～4000	3000 以上	1000 以上	300～1000	200～1800
施工距离	较长	长	较长	较短	短
适用地质条件	各种土层	除硬岩外的相对均质地层	各种土层 （含水地层不适用）	砂卵石及含水地层不适用	含水地层不适用、砂卵石地层困难

（1）在城区地下障碍物较复杂地段，采用浅埋暗挖法施工管（隧）道是较好的选择。

（2）定向钻机在以较大埋深穿越道路桥涵的长距离地下管道的施工中会表现出优越之处。

（3）夯管法在特定场所有其优越性，适用于城镇区域下穿较窄道路的地下管道施工。

▶考点二：给排水管道开槽施工

1. 沟槽开挖基本规定

（1）沟槽开挖应遵循“先下游，后上游；先机械，后人工；先排水，后挖土”的顺序施工，使开挖作业在无水状态下进行。

（2）边坡放坡的依据：土质条件、地下水位、开挖深度、坡顶荷载。

（3）人工开挖沟槽的槽深超过 3m 时应分层开挖，每层的深度不超过 2m。

（4）机械开挖时槽底预留 200～300mm 土层，由人工开挖至设计高程，整平。

（5）每根横梁或纵梁不得少于 2 根横撑。横撑的水平间距宜为 1.5～2.0m，垂直间距≤1.5m。

（6）钢板桩拔出后应及时回填桩孔且填实。采用灌砂回填的时，非湿陷性黄土地区可冲水助沉，有地面沉降控制要求时，宜采取边拔桩边注浆的形式。

2. 沟槽地基处理

扰动情况		处理措施
局部超挖	≤150mm	原土回填夯实，其压实度不应低于原地基土的密实度
排水不良	≤100mm	宜填天然级配砂石或砂砾处理
	≤300mm，且下部坚硬	宜填卵石或块石，并用砾石填充空隙找平表面

3. 沟槽回填

（1）压力管道水压试验前，除接口外，回填高度不应小于 0.5m；无压管道在闭水或闭气合格后应及时回填。

（2）刚性管道管道两侧和管顶以上 500mm 范围内胸腔夯实，应采用轻型压实具，管道两侧压实面的高差不应超过 300mm。

（3）分段回填压实时，相邻段的接槎应呈台阶形。采用轻型压实设备时，应夯夯相连；采用压路机时，碾压的重叠宽度不得小于 200mm。

（4）柔性管道管道内径大于 800mm 的柔性管道，应在管内设竖向支撑；

▶考点三：钢管安装焊接基本要求

1. 基本规定

（1）相邻管道纵向焊缝之间应错开 100mm 弧长以上，管道任何位置不得有十字形焊缝；

（2）两相邻环形焊缝的距离：大于钢管外径，且不得小于 150mm；

（3）在焊件纵向焊缝的端部（包括螺旋管焊缝）不得进行定位焊；

（4）严禁强行对口焊接。

2. 无损检测：宜采用射线检测。当采用超声检测时，应采用射线检测复检，复检数量应为超声检测数量的 20%。

3. 焊缝扩大检验（加倍抽样检验）

（1）出现一道不合格焊缝，应再抽检两道该焊工所焊的同一批焊缝，按原检测方法进行检验。

（2）第二次抽检仍出现不合格焊缝，应对该焊工所焊全部同批的焊缝按原检测方法进行检验。

（3）同一焊缝的返修次数不应超过两次，根部缺陷只允许返修一次。

▶考点四：供热管道支架、吊架与阀门

1. 固定支架

固定支架必须严格安装在设计位置，位置应正确，埋设平整，与土建结构结合牢固。支架处管道不得有环形焊缝，固定支架不得与管道直接焊接固定。固定支架处的固定卡板，只允许与管道焊接，严禁与固定支架结构焊接。

2. 滑动支架

（1）滑动支架：滑动支架是能使管道与支架结构间自由滑动的支架，其主要承受管道及保温结构的重量和因管道热位移摩擦而产生的水平推力。滑动支架形式简单，加工方便，使用广泛。

（2）导向支架：导向支架的作用是使管道在支架上滑动时不致偏离管轴线。一般设置在补偿器、阀门两侧或其他只允许管道有轴向移动的地方。

（3）滚动支架：滚动支架是以滚动摩擦代替滑动摩擦，以减少管道热伸缩时的摩擦力。可分为滚柱支架及滚珠支架两种。滚柱支架用于直径较大而无横向位移的管道；滚珠支架用于介质温度较高、管径较大而无横向位移的管道。

（4）悬吊支架：可分为普通刚性吊架和弹簧吊架。普通刚性吊架由卡箍、吊杆、支承结构组成，主要用于伸缩性较小的管道，加工、安装方便，能承受管道荷载的水平位移；弹簧吊架适用于伸缩性和振动性较大的管道，形式复杂，在重要场合使用。

3. 阀门

（1）自动启闭：止回阀、安全阀、疏水阀。

（2）单向流通：安全阀、减压阀、止回阀。

（3）蒸汽管道上的安全阀应有通向室外的排气管；热水管道上的安全阀有接到安全地点的排水管。

（4）阀门吊装搬运时，钢丝绳应拴在法兰处，不得拴在手轮或阀杆上。

（5）当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装，以防止异物进入阀门密封座；焊接时阀门不得关闭。

▶考点五：燃气管道分类

1. 按照输气压力分类

名称		压力（MPa）	管材
高压燃气管	A	2.5＜P≤4.0	钢管
	B	1.6＜P≤2.5	
次高压燃气管	A	0.8＜P≤1.6	
	B	0.4＜P≤0.8	
中压燃气管	A	0.2＜P≤0.4	钢管、铸铁管
	B	0.01≤P≤0.2	
低压燃气管		P＜0.01	埋地可用聚乙烯管，河底宜用钢管

2. 其他分类方式

根据用途分类	长距离输气管道 城市燃气输配管道 工业企业燃气管道
根据敷设方式分类	埋地燃气管道 架空燃气管道

▶考点六：燃气管道附属设施

阀门	阀门是用于启闭管道通路或调节管道介质流量的设备。 因为有多种阀门要求介质单向流通，如安全阀、减压阀、止回阀等。截止阀为了便于开启和检修，也要求介质由下而上通过阀座
绝缘接头	将燃气输配管线的各段间、燃气调压站与输配管线间相互绝缘隔离，保护其不受电化学腐蚀，延长使用寿命
补偿器	补偿器常安装在阀门的下侧（按气流方向），利用其伸缩性能，方便阀门的拆卸和检修
排水器	排除燃气管道中的冷凝水和石油伴生气管道中的轻质油，管道敷设时应有一定坡度，以便在最低处设排水器，将汇集的水或油排出。
放散管	放散管是一种专门用来排放管道内部的空气或燃气的装置。 放散管应装在最高点和每个阀门之前（按燃气流动方向）。 放散管上安装球阀，燃气管道正常运行中必须关闭。
阀门井	地下燃气管道上的阀门一般都设置在阀门井内

▶考点七：燃气管道功能性试验

燃气管道安装完成后应依次进行管道吹扫、强度试验和严密性试验。

1. 管道吹扫

吹扫	气体 吹扫	球墨铸铁管道、聚乙烯管道和公称直径小于 100mm 或长度小于 100m 的钢质管道，可采用气体吹扫
		吹扫气体流速不宜小于 20m/s。 每次吹扫管道的长度不宜超过 500m；当管道长度超过 500m 时，宜分段吹扫
	清管球	公称直径大于或等于 100mm 的钢质管道，宜采用清管球进行清扫

	清扫	清管进出口应采用临时收、发球（器）装置。 管道直径应为同一规格，不同管径的管道应断开后分别进行清管。 对影响清管球（器）通过的管件、设施，在清管前应采取必要措施。 清管时最大压力不应大于设计压力，且不应大于 0.8MPa

2. 强度试验

（1）为减少环境温度的变化对试验的影响，强度试验前，埋地管道回填土宜回填至管上方 0.5m 以上并留出焊接口。

（2）试验压力为设计压力的 1.5 倍，且钢管、球墨管和聚乙烯管（SDR11）不得低于 0.4MPa，聚乙烯管（SDR17.6）不得低于 0.2MPa。

3. 严密性试验（应全线回填）

（1）严密性试验应在强度试验合格后进行，且管线全线应回填。

（2）严密性试验前应向管道内充空气或惰性气体至试验压力，燃气管道的严密性试验稳压的持续时间一般不少于 24h，每小时记录不应少于 1 次，修正压力降小于 133Pa 为合格。

▶考点八：燃气管道的穿越

1. 不得穿越的规定

地下燃气管道不得从建筑物和大型构筑物的下面穿越。地下燃气管道不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越。

2. 可以穿越的规定

穿越铁路的燃气管道的套管	相关考点	技术要点
	套管长度	端部距路堤坡脚外的距离不小于 2m
	套管材质	钢管或钢筋混凝土管
	套管直径	套管内径应比燃气管道外径大 100mm；套管两端与燃气管的间隙应采用柔性的防腐、防水材料密封，其一端应装设检漏管
	穿越方式	垂直穿越（通用）
穿越城市主要干道的最小覆土厚度	埋设位置	最小覆土厚度
	车行道	0.9m
	人行道、田地	0.6m

▶考点九：供热管道功能性试验

强度试验	强度试验应在试验段内的管道接口防腐、保温施工及设备安装前进行 强度试验的试验压力为 1.5 倍设计压力，且不得低于 0.6MPa，其目的是检验管道本身与安装焊口的强度
严密性试验	严密性试验应在试验范围内的管道工程全部安装完成后进行 严密性试验的试验压力为 1.25 倍设计压力，且不得低于 0.6MPa 这种试验是对管道的一次全面检验
清洗	可分为人工清洗、水力冲洗和气体吹洗 当采用人工清洗时，管道的公称直径应大于或等于 DN800mm；蒸汽管道应采用蒸汽吹洗 冲洗水流方向应与设计的介质流向一致
试运行	供热管线工程应与换热站工程联合进行试运行

第五章　城市综合管廊工程

1. ▶考点一：综合管廊类型

综合管廊一般分为干线综合管廊、支线综合管廊、缆线综合管廊

干线综合管廊	容纳城市主干工程管线，采用独立分舱方式建设，设置在机动车道、道路绿化带下
支线综合管廊	容纳城市配给工程管线，采用单舱或双舱方式建设，设置在绿化带、人行道或非机动车道下
缆线综合管廊	容纳电力电缆和通信线缆，采用浅埋沟道方式建设，设置在人行道下

▶考点二：综合管廊管线布置

（1）天然气管道应在独立舱室内敷设。

（2）热力管道采用蒸汽介质时应在独立舱室内敷设。

（3）热力管道不应与电力电缆同仓敷设。

（4）110KV 及以上电力电缆不应与通信电缆同侧布置。

（5）给水管道与热力管道同侧布置时，给水管道宜布置在热力管道下方。

（6）排水管道应采取分流制，雨水可利用结构本体或采用管道方式；污水应采用管道排水方式，宜设置在综合管廊底部。

▶考点三：综合管廊断面形式

综合管廊的断面形式主要有矩形、圆形和异形三大类；其中圆形与矩形更为常见，矩形断面相较于圆形断面对空间的利用率更高，异形断面空间利用率介于圆形、矩形断面管廊之间。

空间利用率：矩形＞异形＞圆形。

▶考点四：综合管廊回填

（1）基坑回填应在综合管廊结构及防水层工程验收合格后进行。

（2）综合管廊回填应对称、分层、均匀。管廊顶板上部 1000mm 范围内回填材料应采用人工分层夯实；禁止大型压路机直接在管廊顶板上部施工。

（3）压实度要求：绿化带下≥90%；人行道、机动车道下≥95%；检查方式为环刀法。

第六章　海绵城市建设工程

▶考点一：海绵城市建设技术设施类型

渗透设施	透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘
存储与调节设施	湿塘、雨水湿地、蓄水池、调节塘、调节池
转输设施	植草沟、渗透管渠
截污净化设施	植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤设施

▶考点二：海绵城市建设技术设施选择

存储与调节设施	建筑小区、城市绿地、广场等区域的低洼水塘或其他具有空间条件的场地，宜设置湿塘
	有自然净化需求的区域，宜设置雨水湿地
	雨水回用需求的设置蓄水池
	建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域，宜设置调节塘
	城市雨水管渠系统较难改造时，可采用调节池
转输设施	建筑与小区内道路、广场、停车场等不透水面的周边宜采用植草沟
	建筑与小区及公共绿地内转输流量较小且土壤渗透情况良好的区域，可采用渗管或渗渠

第七章　城市基础设施更新工程

道路改造	沥青旧路加铺沥青层	填补旧沥青路面凹坑，应按高程控制、分层摊铺，每层最大厚度不宜超过 100mm
	混凝土旧路加铺沥青层	1. 旧路调查：一般采用地质雷达、弯沉或者取芯检测等手段。 2. 基底处理： ①一种是开挖式基底处理：（处理彻底但影响交通） 凿除破坏部位➡换填基底并压实➡浇筑混凝土作为新面板 ②另一种是非开挖式基底处理：（不影响交通但处理不彻底） 地质雷达确定脱空部位➡钻孔➡注浆➡养护➡封孔 3. 加铺新的沥青层 原有路面作为道路基层加铺沥青混凝土面层时，应注意原有雨水管、检查井的位置和高程，为配合沥青混凝土加铺应将检查井高程进行调整。加铺前，可以采用洒布沥青粘层油摊铺土工布等柔性材料的方式对旧路面进行处理
桥梁改造	养护工程分类	（1）保养、小修—对管辖范围内的城市桥梁进行日常维护和小修作业。 （2）中修工程—对城市桥梁的一般性损坏进行修理，恢复城市桥梁原有的技术水平和标准的工程。 （3）大修工程—对城市桥梁的较大损坏进行综合治理，全面恢复到原有技术水平和标准的工程及对桥梁结构维修改造的工程。 （4）加固工程—对桥梁结构采取补强、修复、调整内力等措施，从而满足结构承载力及设计要求的工程。 （5）改扩建工程—城市桥梁因不适应现有的交通量、载重量增长的需要，需提高技术等级标准，显著提升其运行能力的工程；以及桥梁结构严重损坏，需恢复技术等级标准，拆除重建的工程
管道更新修复	管道更新	破管外挤、破管顶进
	局部修复	密封法、补丁法、铰接管法、局部软衬法、灌浆法、机器人法
	全断面修复	穿插法、改进穿插法、原位固化法、不锈钢内衬法、管片内衬法、缠绕法和喷涂法

第八章　施工测量

▶考点一：主要内容

1. 作用与内容

施工测量是一项琐碎而细致的工作，作业人员应遵循“由整体到局部，先控制后细部”的原则，掌握工程测量的各种测量方法及相关标准，熟练使用测量器具正确作业，满足工程施工需要。

2. 准备工作

施工测量前，应依据设计图纸、施工组织设计和施工方案，编制施工测量方案。

▶考点二：常用仪器

全站仪	采用红外线自动数字显示距离和角度的测量仪器
经纬仪	一般用来测量水平角和竖直角
水准仪	用来测量构筑物标高和高程
激光准直（指向）仪	用于角度测量和定向准直测量，适用于长距离、大直径隧道或桥梁墩柱、水塔、灯柱等高耸构筑物控制测量的点位坐标传递及同心度找正测量
卫星定位仪器（GPS、BDS）	实时获得测量点的空间三维坐标
陀螺全站仪	用于地下隧道的中线方位校核，可有效提升隧道贯通测量的精度
激光铅锤仪	垂直定向，地面向井下传递平面坐标和方向

第九章　施工监测

▶考点一：基坑施工监测

监测项目	工程监测等级		
	一级	二级	三级
支护桩（墙）、边坡顶部水平位移	应测	应测	应测
支护桩（墙）、边坡顶部竖向位移	应测	应测	应测
支护桩（墙）体水平位移	应测	应测	选测
立柱结构竖向位移	应测	应测	选测
立柱结构水平位移	应测	选测	选测
支撑轴力	应测	应测	应测
锚杆拉力	应测	应测	应测
地表沉降	应测	应测	应测
竖井井壁支护结构净空收敛	应测	应测	应测
地下水位	应测	应测	应测

▶考点二：监测报告

（1）监测报告统称为监测成果，可分类为监测日报，警情快报，阶段（月、季、年）性报告和总结报告。

（2）监测报告应完整、清晰、签字齐全，监测成果应包括现场监测资料、计算分析资料、图表、曲线、文字报告等，表达应直观、明确。

管理部分

▶考点一：超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围（超危大）

1. 深基坑工程：

开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。

2. 模板工程及支撑体系：

（1）各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。

（2）混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载（设计值）15kN/㎡及以上，或集中线荷载（设计值）20kN/m 及以上。

（3）承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载 7kN 以上。

3. 起重吊装及安装拆卸工程：

（1）采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。

（2）起重量 300kN 及以上，或搭设总高度 200m 及以上，或搭设基础标高在 200m 及以上的起重机械安装和拆卸工程（常规起重）。

4. 脚手架工程：

（1）搭设高度 50m 及以上落地式钢管脚手架工程。

（2）提升高度在 150m 及以上附着式升降脚手架工程或附着式升降操作平台工程。

（3）分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程。

5. 暗挖工程：

采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。

6. 其他：

（1）开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。

（2）水下作业工程。

（3）重量 1000kN 及以上的大型结构整体顶升、平移、转体等施工工艺。

▶考点二：索赔

1. 总体原则：非施工单位原因且造成了实际损失即可索赔。

2. 索赔类型

（1）延期发出图纸产生的索赔。

（2）恶劣的气候条件导致的索赔。

（3）工程变更导致的索赔（项目增加或局部尺寸、数量变化）。

（4）以承包方能力不可预见引起的索赔（地质情况、软基处理）。

（5）由外部环境引起的索赔（征地拆迁、施工条件、用地出入权和使用权）

3. 因不可抗力事件导致的费用，发、承包双方应按以下原则分担并调整工程价款：

（1）工程本身的损害、因工程损害导致第三方人员伤亡和财产损失以及运至施工现场用于施工的材料和待安装的设备的损害，由发包人承担。

（2）发包人、承包人人员伤亡由其所在单位负责，并承担相应费用。

（3）承包人施工机具设备的损坏及停工损失，由承包人承担。

（4）停工期间，承包人应发包人要求留在施工现场的必要的管理人员及保卫人员的费用，由发包人

承担。

（5）工程所需清理、修复费用，由发包人承担。

▶考点三：专项施工方案

1. 专项施工方案编制、审批、内容

类型	组织编制	审批	内容
专项施工方案	总包单位	单位技术负责人审核签字加盖公章，总监理工程师审查签字加盖执业章	工程概况、编制依据、施工计划、施工工艺技术、施工安全保证措施、施工管理及作业人员配备和分工、验收要求、应急处置措施、计算书及相关施工图纸
	分包单位	总包与分包的单位技术负责人共同审核签字，总监理工程师审查签字加盖执业章	

2. 专项施工方案的专家论证

（1）施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。专家论证前专项施工方案应当通过施工单位审核和总监理工程师审查。

（2）专家应当从地方人民政府住房城乡建设主管部门建立的专家库中选取，符合专业要求且人数不得少于 5 名。与本工程有利害关系的人员不得以专家身份参加专家论证会。

（3）专家论证的主要内容：专项施工方案内容是否完整、可行；专项施工方案计算书和验算依据、施工图是否符合有关标准规范；专项施工方案是否满足现场实际情况，并能够确保施工安全。

（4）专家论证会后，应当形成论证报告，对专项施工方案提出通过、修改后通过或者不通过的一致意见。专家对论证报告负责并签字确认。专项施工方案经论证后不通过的，施工单位应当按照论证报告修改，并重新组织专家进行论证。

▶考点四：文明施工

1. 施工现场封闭管理

（1）施工现场围挡（墙）应沿工地四周连续设置，不得留有缺口，并根据地质、气候、围挡（墙）材料进行设计与计算，确保围挡（墙）的稳定性、安全性。

（2）围挡的用材应坚固、稳定、整洁、美观，宜选用砌体、金属板材等硬质材料，不宜使用彩布条、竹篱笆或安全网等。

（3）施工现场的围挡一般应不低于 1. 8m，在市区内应不低于 2. 5m。

（4）禁止在围挡内侧堆放泥土、砂石等散状材料以及架管、模板等。

2. 五牌一图

五牌：工程概况牌、管理人员名单及监督电话牌、消防安全牌、安全生产（无重大事故）牌、文明施工牌。有些地区还要签署文明施工承诺书（泥浆不外流、轮胎不沾泥、管线不损坏、渣土不乱抛、爆破不扰民、夜间少噪声）。一图：施工现场总平面图（动态）。

3. 施工噪声污染防治

（1）夜间施工时间：22 时至次日 6 时。

（2）领证：施工前建设单位和施工单位到有关部门提出申请，批准后方可进行夜间施工并协同当地居委会公告附近居民。

（3）施工：强噪声设备远离居民区一侧，车辆严禁鸣笛，材料轻拿轻放，有噪声的施工工具应采取消声、吸声、隔声措施。

（4）施工场界声强限值昼间不大于 70dB（A），夜间不大于 55dB（A）。

4. 施工固定废弃物污染防治

（1）为减少扬尘，施工场地的主要道路、料场、生活办公区域应按规定进行硬化处理；裸露的场地和集中堆放的土方应采取覆盖、固化、绿化、洒水降尘措施。

（2）土方运输：车辆苫布覆盖、密封；装载不过满；出口洗车池，车轮冲干净；转弯上坡减速慢行；专人车辆行驶清扫；

▶考点五：施工质量管理与竣工验收

1. 施工质量管理

（1）总、分包的质量责任

总包方就工程施工质量和质量保修工作向发包方负责。分包工程的质量由分包方向总包方负责。总包方就分包方的工程质量向发包方承担连带责任。分包方应接受总包方的质量管理。

（2）图纸会审：建设单位负责组织并记录。

（3）隐蔽验收的质量责任

①无论监理人是否组织过验收，当要求重新检验时，承包人应按要求钻孔探测并覆盖。

②如重新检验合格，费用、工期、利润由发包人承担。

③如重新检验不合格，费用、工期、利润由承包人承担；承包人按监理人要求整改，自检合格后，重新报验。

④如私自隐蔽，监理人应要求承包人钻孔探测，不论是否合格，由此增加的费用由承包人承担，延误工期不予顺延；如不合格，承包人应按监理人要求整改，自检合格，重新报验。

2. 技术交底

（1）单位工程、分部工程和分项工程开工前，项目技术负责人对承担施工的负责人或分包方全体人员进行书面技术交底。技术交底资料应办理签字手续并归档。

（2）施工管理人员在每分项工程（工序）施工前应对作业人员进行书面技术交底，交底内容包括工具及材料准备、施工技术要点、质量要求及检查方法、常见问题及预防措施。

3. 竣工验收与备案

施工单位自检合格→总监理工程师组织预验收合格→施工单位提交工程竣工报告→建设单位组织参建各方（监理、施工、设计、勘察）和工程质量监督机构进行竣工验收。