

二级建造师《通关蓝宝书》

建 | 工 | 行 | 人

微信公众号

如需打印请关注微信公众号【建工人】发送关键词：密码 即可正常打印！

2021 年版

《市政工程项目管理与实务》

建 | 工 | 行 | 人
微信公众号



建 | 工 | 行 | 人
微信公众号

2021年二级建造师《市政公用工程管理与实务》通关蓝宝书

第一部分 城镇道路工程

考点1 路面结构的设计使用年限

路面结构的设计使用年限			
道路等级	路面结构类型		
	沥青路面	水泥混凝土路面	砌块路面
快速路	15	30	
主干路	15	30	
次干路	15	20	
支路	10	20	10 (20)

注：砌块路面采用混凝土预制块时，设计年限为10年；采用石材时，为20年。

考点2 城镇道路分级

1. 快速路：应实现交通连续通行；单向设置不应少于两条车道，两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的出入口。
2. 主干路：以交通功能为主，两侧不宜设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的出入口。
3. 次干路应与主干路结合组成干路网，以集散交通的功能为主，兼有服务的功能。
4. 支路宜与次干路与居住小区、工业区、交通设施等内部道路的连接线路，解决局部地区交通，服务功能为主。

考点3 城镇道路路面分类

1. 按路面结构类型分类

道路路面可分为沥青路面、水泥混凝土路面和砌块路面三大类：

(1) 沥青路面面层类型包括沥青混合料、沥青贯入式（先石后沥青）和沥青表面处治（先沥青后石）。沥青混合料适用于各交通等级道路；沥青贯入式与沥青表面处治路面适用于中、轻交通道路。

(2) 水泥混凝土路面面层类型包括普通混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土与钢纤维混凝土，适用于各交通等级道路。

(3) 砌块路面适用于支路、广场、停车场、人行道与步行街。

（人只逛不停）

考点4

1. 黑色=沥青类=柔性

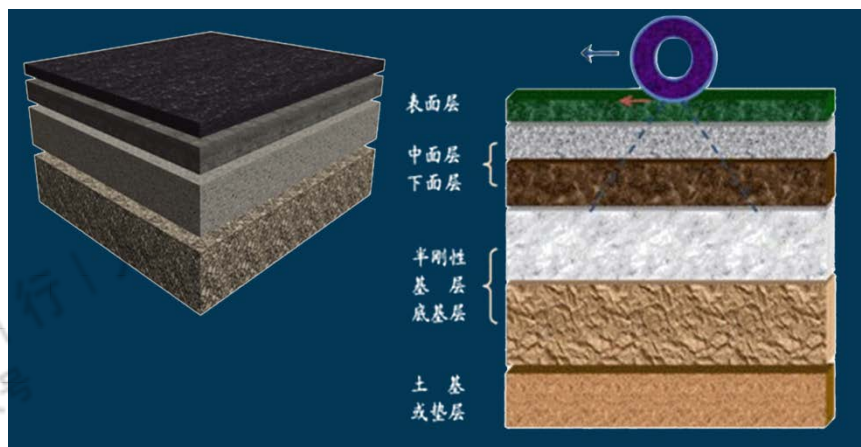
- (1) 荷载作用下产生的弯沉变形较大、抗弯强度小。
- (2) 刚度：抵抗变形能力。
- (3) 指标：变形量、弯拉应变。
- (4) 破坏取决于极限垂直变形和弯拉应变。

2. 白色=水泥混凝土=刚性

- (1) 行车荷载作用下产生板体作用，抗弯拉强度大，弯沉变形很小。
- (2) 强度：抵抗破坏能力。
- (3) 指标：弯拉强度。
- (4) 破坏取决于极限弯拉强度。

考点5

道路结构由：面层、基层、路基组成。



考点6 路基分类

- 1. 根据材料不同，可分为土方路基、石方路基、特殊土路基。
- 2. 路基断面形式有：
 - 3. 路堤：路基顶面高于原地面的填方路基。
 - 4. 路堑：全部由地面开挖出的路基。
 - 5. 半填、半挖：横断面一侧为挖方，另一侧为填方的路基。

考点7

- 1. 挖方地段要留好横坡，做好截水沟。
- 2. 明挖基础上灌注墩台第一层混凝土时，要防止水分被基础吸收或基顶水分渗入混凝土而降

低强度。

3. 明挖基础上灌注墩、台第一层混凝土时，要防止水分被基础吸收或基顶水分渗入混凝土而降低强度。

考点 8 性能主要指标

1. 整体稳定性

2. 变形量控制

考点 9 路基填料

1. 高液限黏土（特点：含水量比较高、透水性低、稳定性比较差）、高液限粉土及含有机质细粒土，不适于做路基填料。因条件限制而必须采用上述土做填料时，应掺加石灰或水泥等结合料进行改善。

考点 10 面层的性能要求

1. 平整度

2. 承载能力

3. 温度稳定性

4. 抗滑能力

5. 透水性

6. 噪声量

考点 11

沥青混凝土面层常用厚度及适宜层位			表2K311012
面层类别	公称最大粒径 (mm)	常用厚度 (mm)	适宜层位
特粗式沥青混凝土	37.50	80 ~ 100	二层或三层式面层的下面层
粗粒式沥青混凝土	31.5	60 ~ 80	二层或三层式面层的下面层
	26.5		
中粒式沥青混凝土	19	40 ~ 60	三层式面层的中面层或二层式的下面层
	16		二层或三层式面层的上面层
细粒式沥青混凝土	13.2	25 ~ 40	二层或三层式面层的上面层
	9.5	15 ~ 20	(1) 沥青混凝土面层的磨耗层(上层) (2) 沥青碎石等面层的封层和磨耗层
砂粒式沥青混凝土	4.75	10 ~ 20	自行车道与人行道的面层

考点 12 OGFC：降噪排水路面

1. 沥青路面结构组合为：上面层采用 OGFC 沥青混合料，中下面层采用密集配沥青混合料。
2. 这种组合既满足沥青路面强度高、高低温性能好和平整、密实等路用功能，又实现了城市道路排水降噪功能。

考点 13 结构组成

沥青混合料是一种复合材料，主要由沥青、粗集料、细集料、矿粉组成，有的还加入聚合物和木纤维素拌合而成；这些不同质量和数量的材料混合形成不同的结构，并具有不同的力学性质。

沥青混合料的力学强度：

主要由矿物颗粒之间的内摩阻力和嵌挤力，以及沥青胶结料及其与矿料之间的粘结力所组成。

考点 14

按级配原则构成沥青混合料			
序号	结构形式	特点	代表
1	悬浮-密实结构 (胶浆多)	黏聚力较大 内摩擦角较小	AC
2	骨架-空隙结构 (粗骨料多)	黏聚力较小 内摩擦角较大	AM OGFC
3	骨架-密实结构	黏聚力较大 内摩擦角较大	SMA

考点 15 沥青主要技术性能

1. 稠度；
2. 塑性；
3. 温度稳定性；
4. 大气稳定性；
5. 水稳性（大叔愁温水）。

热拌密级配沥青混合料中天然砂用量不宜超过集料总量的 20%，SMA、OGFC 不宜使用天然砂。

考点 16 热拌沥青混合料的主要类型

类型	普通沥青混合料 (AC) 悬浮密实	改性沥青 混合料	SMA (沥青玛蹄脂 碎石混合料) 骨架密实	OGFC (排水降噪) 骨架空隙
适用范围	次干路 辅路 人行道	快速路 主干路	快速路 主干路	排水路面 (上面层)
特点		高+低+两耐 (耐磨、耐久)	高+低+耐久+ 抗滑+水稳	排水+降噪+抗滑

考点 17 垫层

1. 在温度和湿度状况不良的环境下，水泥混凝土道路应设置垫层，以改善路面的使用性能。
2. 水文地质条件不良的土质路堑，路基土湿度较大时，宜设置排水垫层。路基可能产生不均匀沉降或不均匀变形时，宜加设半刚性垫层。
3. 垫层的宽度应与路基宽度相同，其最小厚度为 150mm。
4. 防冻垫层和排水垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料。半刚性垫层宜采用低剂量水泥、石灰等无机结合料稳定粒料或土类材料。

考点 18 水泥混凝土道路基层作用

1. 防止或减轻由于唧泥导致的板底脱空和错台等病害；
2. 与垫层共同作用，可控制或减少路基不均匀冻胀或体积变形对混凝土面层产生的不利影响；
3. 为混凝土面层提供稳定而坚实基础，并改善接缝的传荷能力。

考点 19

1. 特重交通宜选用贫混凝土、碾压混凝土或沥青混凝土；
2. 重交通道路宜选用水泥稳定粒料或沥青稳定碎石；
3. 中、轻交通道路宜选择水泥或石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料；
4. 湿润和多雨地区，繁重交通路段宜采用排水基层。

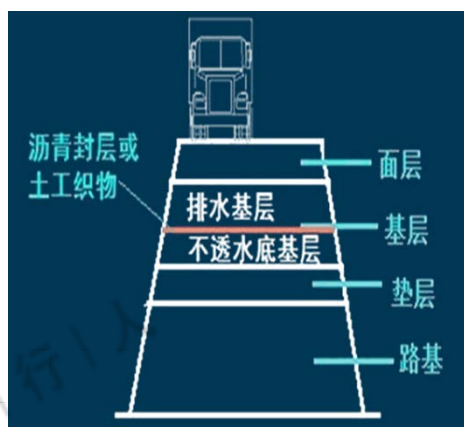
	特重交通	重交通	中、轻交通
材料	贫混凝土 碾压混凝土 沥青混凝土	水泥稳定粒料 沥青稳定碎石	水泥稳定粒料 石灰稳定粒料 级配粒料

考点 20

排水垫层和排水基层区别		
	排水垫层	排水基层
水方向	向上	向下
适用	水文不良、路基土湿度大	湿润多雨、繁重交通
材料	砂、砂砾	水泥处治开级配碎石
作用	隔水、排水、防冻，保护基层	排水、保护路基
宽度	=路基	=面层+（不同机具）×2

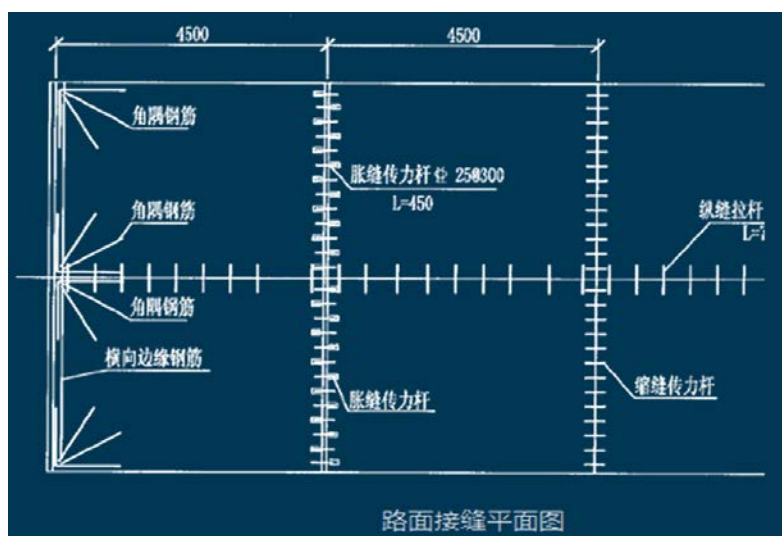
考点 21 基层

为防止下渗水影响路基，排水基层下应设置由水泥稳定粒料或密级配粒料组成的不透水底基层，底基层顶面宜铺设沥青封层或防水土工织物。





考点 22 面层（接缝）

1. 纵向接缝与线路中线平行，并应设置拉杆。横向接缝可分为横向缩缝、胀缝和横向施工缝，快速路、主干路的横向缩缝应加设传力杆；在邻近桥梁或其他固定构筑物处、板厚改变处、小半径平曲线等处，应设置胀缝。



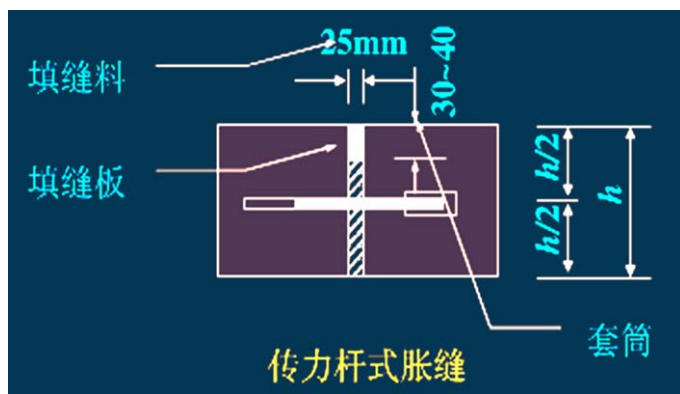
	横缝	纵缝
胀缝 (满足膨胀变形)	真 200m一道 缝宽2.0-2.5cm 必安传力杆。 (光圆钢筋，一端固定、一端滑动。)	
缩缝 (满足收缩变形)	假 3-5m一道 缝宽4-6mm， 快、主安传力杆； 次、支可不安传力杆。	假，必安拉杆。 (螺纹钢，两端固定。)
施工缝	真 在胀缝，同胀缝一样。 在缩缝，切成真缝，虽是真缝。 (缝宽4-6mm) 必安传力杆	真，必安拉杆。 (螺纹钢，两端固定。)

拉杆、传力杆的作用和区别	
<p>拉杆：螺纹钢 (HRB, 热轧带肋钢筋) H、R、B 分别为热轧 (Hotrolled)、带肋 (Ribbed)、钢筋 (Bars)。</p> <p>防止路面错动而产生横向位移。</p> <p>防止纵缝间隙扩大。(纵缝不允许扩大)</p>	<p>传力杆：光圆钢筋。</p> <p>防止路面错动而产生高低错台现象。</p> <p>板块之间传递荷载。</p>

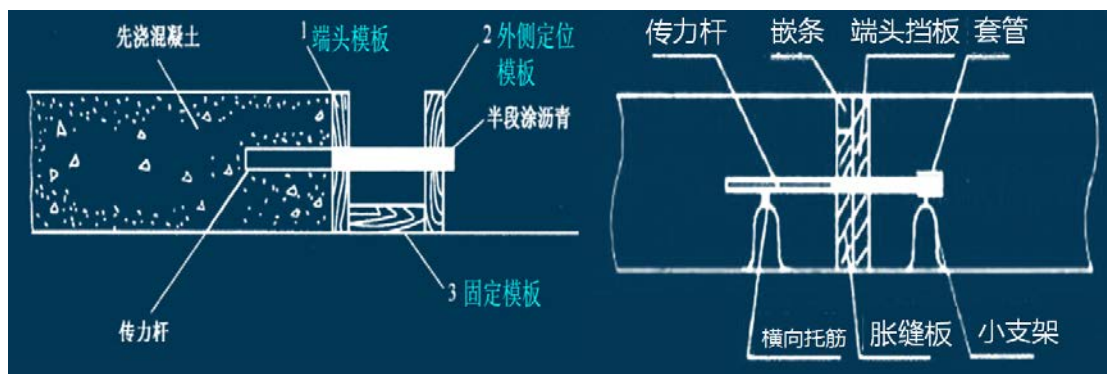



考点 23 混凝土面板施工 (接缝)

- 普通混凝土路面的胀缝应设置胀缝补强钢筋支架、胀缝板和传力杆。胀缝应与路面中心线垂直；缝壁必须垂直；缝宽必须一致，缝中不得连浆。缝上部灌填缝料，下部安装胀缝板和传力杆。



2. 传力杆的固定安装方法有两种。一种是**端头木模固定**传力杆安装方法，宜用于混凝土板**不连续浇筑**时设置的胀缝。另一种是**支架固定**传力杆安装方法，宜用于混凝土板**连续浇筑**时设置的胀缝。



3. 填缝料的充实度根据施工季节而定，**常温施工与路面平**，**冬期施工宜略低于板面**。

考点 24

水泥混凝土面层**自由边缘**，承受**繁重交通**的胀缝、施工缝，小于 90° 的面层角隅，下穿**市政管线路段**，以及**雨水口**和地下设施的**检查井周围**，应**配筋补强**。

考点 25 抗滑构造

1. 混凝土面层应具有较大的粗糙度，即应具有较高的抗滑性能，以提高行车的安全性。因此可采用**刻槽**、**压槽**、**拉槽**或**拉毛**等方法形成一定的构造深度。

考点 26

1. 海砂**不得直接**用于混凝土面层。
2. **淡化海砂**不得用于城市快速路、主干路、次干路，**可用于支路**。

考点 27

1. 钢筋的品种、规格、成分，应符合设计和现行国家标准规定，具有生产厂的牌号、炉号，

检验报告和合格证，并经复试（含见证取样）合格。

考点 28 材料要求

材料要求（全书通用）	
一、“三标准”	1.应符合国家标准 2.规范（行业标准） 3.设计要求
二、“三证”	1.产品合格证 2.厂家检测报告 3.质量证明书/使用说明书
三、复验	并经复验（见证取样）合格

考点 29 不同形式挡土墙的结构特点

考点 30

施工中应按设计规定施作挡土墙的排水系统、泄水孔、反滤层、结构变形缝。



考点 31 挡土墙结构受力

三种压力中，

1. 主动土压力最小；
2. 静止土压力其次；
3. 被动土压力最大，位移也最大。

考点 32 路基施工特点

1. 城市道路路基工程施工处于露天作业，受自然条件影响大；在工程施工区域内的专业类型多、结构物多、各专业管线纵横交错；专业之间及社会之间配合工作多、干扰多，导致施工变化多。
2. 市政公用工程通常具有专业工程多、地上地下障碍物多、专业之间及社会之间配合工作多、干扰多，导致施工变化多。

考点 33

事项	部门	手续
占路	市政工程行政主管部门、公安交通管理部门。	申报交通导行方案。
挖路	市规划部门、市政工程行政主管部门、公安交通管理部门。	规划手续、审批手续。
渣土 废物堆放	市环保部门、城市管理综合执法部门。	批准手续。

事项	部门	手续
渣土 废物运输	市环保部门、交通管理部门。	运输手续。
占绿地	城市绿化行政主管部门。	临时用地手续。
噪音	县级以上人民政府或者其有关主管部门。	证明、公告居民。

事项	部门	手续
铁路	铁路主管部门。	批准手续。
爆破	公安部门。	批准手续； 爆破拆除工程的施工单位《爆炸物品使用许可证》； 爆破器材《爆炸物品购买许可证》； 运输爆破器材《爆炸物品运输许可证》。
水中	水利部门、航运部门。	批准手续。

考点 34 交通导行方案（整体思路/措施/实施/注意事项/交通安全）

1. 占道获批准（交通、道路管理部门），修临时便线、便桥。
2. 划分警告区、上游过渡区、缓冲区、作业区；下游过渡区、终止区。
3. 设围挡，控范围、时间，保安全。
4. 设交通标志、隔离设施、夜间警示信号。
5. （1）设专职交通疏导员：协助交警；
（2）作业人员：教育、培训、考核，签订《施工交通安全责任合同》；
（3）居民：创条件（照明、便桥、警示灯）。

考点 35

对既有地下管线等构筑物的拆改、加固保护	
1.查	查阅管线资料； 向建设单位、管线产权单位、管线管理单位查询。
2.配合会	必要时由建设单位组织相关单位参加调查配合会。
3.坑探	施工单位在相关单位的现场监督下进行坑探。
4.保护	对管线进行拆迁、改移保护。
5.两标注	将管线位置、高程标注在施工图纸上； 现场管线的位置做好标注。
6.人	现场专人检查、监督； 监控测量，及时反馈指导施工； 制定应急预案。

考点 36

新建地下管线施工原则：必须遵循“先地下，后地上”、“先深后浅”的原则。

考点 37

当原地面横坡陡于 1: 5 时，应修成台阶形式，每层台阶宽度不应小于 1. 0m，台阶顶面向内倾斜。

考点 38

填方高度内的管涵顶面，填土 500mm 以上才能用压路机碾压。

1. 500mm 以上：机械填土、机械夯实；
2. 500mm 以下：人工填土、人工夯实或小型机夯，且分层、对称、高差不超标。

考点 39 路基施工要点

1. 填土路基

(1) 根据测量中心线桩和下坡脚桩，分层填土、压实。路基填方高度应按设计标高增加**预沉量值**。

(2) 碾压“**先轻后重**”，最后碾压应采用**不小于 12t 级**的压路机。

考点 40 挖土路基

1. 挖土时应**自上而下**分层开挖，**严禁掏洞**开挖。机械开挖时，在距**管道边 1m** 范围内应采用人工开挖；在距**直埋缆线 2m** 范围内必须采用人工开挖。挖方段不得超挖，应留有碾压到设计标高的压实量。

2. 压路机**不小于 12t 级**，碾压应**自路两边向路中心进行**，直至表面无明显轮迹为止。

3. 碾压时，应视土的干湿程度而采取**洒水或换土、晾晒**等措施。

4. 过街雨水支管沟槽及检查井周围应用**石灰土**或**石灰粉煤灰砂砾**填实。

考点 41 石方路基

1. 修筑填石路堤应进行地表清理，**先码砌边部**，然后逐层水平填筑石料，确保边坡稳定。

2. 先修筑试验段，以确定松铺厚度、压实机具组合、压实遍数及沉降差等施工参数。

3. 填石路堤宜选用 **12t 以上**的振动压路机、25t 以上轮胎压路机或 2.5t 的夯锤压（夯）实。

4. **路基范围内管线、构筑物四周的沟槽宜回填土料。**

考点 42 质量检查与验收

1. 检验与验收项目：**主控项目为压实度和弯沉值**；一般项目有路床纵断高程、中线偏位、平整度、宽度、横坡及路堤边坡等要求。

2. 路基压实度检验频率为范围和点数：

范围：**每 1000m²**。

点数：**每层一组（3 点）**。

3. 检验方法：**细粒土用环刀法，粗粒土用灌水法或灌砂法。**

细粒土：粘性土、粉性土。

粗粒土：砾石、卵石。

考点 43 路基压实施工要点

1. 试验目的主要有

压实方式（工）、压实遍数（工）。

虚铺厚度（料）、预沉量值（料）、机具组合（机）。

考点 44 路基压实

1. 压实方法（式）：重力压实（静压）和振动压实两种。
2. 土质路基压实应遵循的原则：“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快，轮迹重叠。”
压路机最快速度不宜超过 4km/h。
3. 碾压应从路基边缘向中央进行，压路机轮外缘距路基边应保持安全距离。
4. 碾压不到的部位应采用小型夯压机夯实，防止漏夯，要求夯击面积重叠 1/4~1/3。

考点 45

	水泥稳定土	石灰稳定土	二灰（石灰粉煤灰）稳定土
板体性	良好	良好	良好
水稳性	最好		
抗冻	高于石灰土	最低	高于石灰土
早期强度	高 龄期增长	中 龄期增长、养护温度相关 < 5℃强度不增长	低 龄期增长、养护温度相关 < 4℃强度不增长
干缩性、温缩性 （抵抗开裂）			最小 稳定碎石 > 稳定砂砾 > 稳定土

考点 46 适用范围如何选择

1. 基层可分为基层（上）和底基层。
2. 基层（上）：
无机结合料不能有石灰、粒料不能有土。
3. 底基层：无机结合料稳定粒料都行。

考点 47 城镇道路基层施工技术

1. 材料与拌和
2. 运输与摊铺
3. 压实与养护

考点 48 石灰稳定土基层与水泥稳定土基层

1. 材料与拌合

- (1) 石灰、水泥、土、集料拌合用水等原材料应进行检验，符合要求后方可使用，并按照规范要求进行材料配比设计。
- (2) 城区施工应采用厂拌（异地集中拌合）方式，不得使用路拌方式；以保证配合比准确且达到文明施工要求。
- (3) 应根据原材料含水量变化、集料的颗粒组成变化，及时调整拌合用水量。
- (4) 稳定土拌合前，应先筛除集料中不符合要求的粗颗粒。
- (5) 宜用强制式拌合机进行拌合，拌合应均匀。

考点 49 运输与摊铺

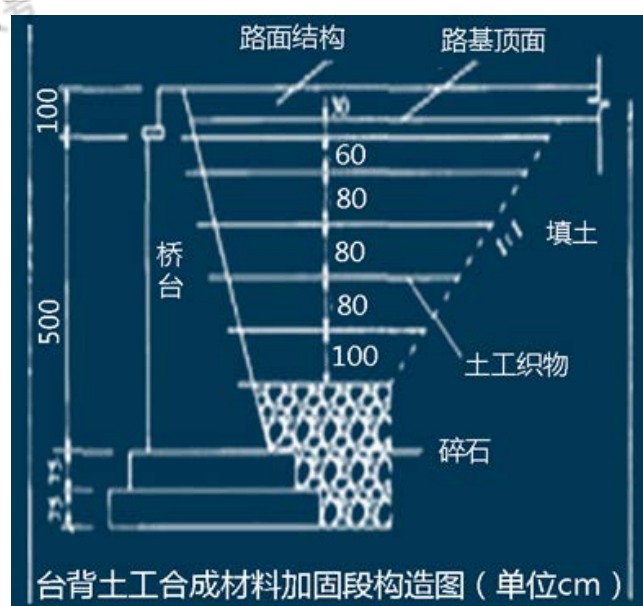
1. 拌成的稳定土类混合料应及时运送到铺筑现场。水泥稳定土材料自搅拌至摊铺完成，不应超过 3h。
（解释：时间过长，水泥初凝，影响混合料的压实度和骨料之间的粘结。）
2. 运输中应采取防止水分蒸发和防扬尘措施。
3. 宜在春末和气温较高季节施工，施工最低气温为 5℃。

考点 50

1. 土工合成材料：以人工合成的聚合物为原料制成的各类型产品，是道路岩土工程中应用的合成材料的总称。它可置于岩土或其他工程结构内部、表面或各结构层之间，具有加筋、防护、过滤、排水、隔离等功能。

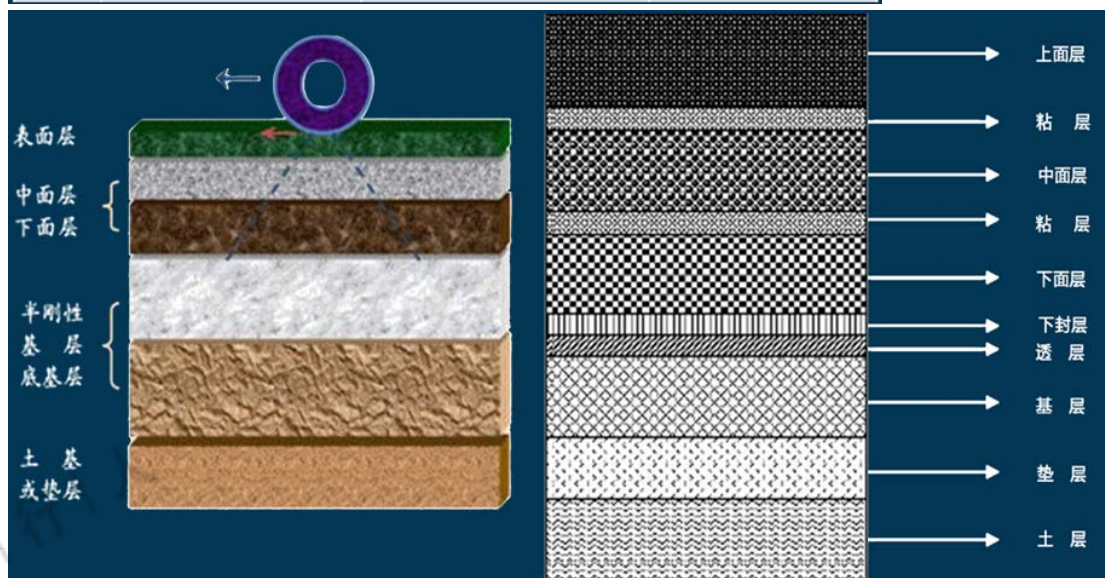
考点 51

1. 台背路基填土加筋：采用土工合成材料加筋，以减少路基与构造物之间的不均匀沉降。



考点 52

	透层（透层油）	粘层（粘层油）	封层
位置	沥青下面层和基层顶之间	沥青面层之间	铺筑在面层表面： 上封层 铺筑在面层下面： 下封层
作用	1. 结合 ：沥青混合料面层与非沥青材料基层结合良好。 2. 填隙 ：透层油下渗填补基层表面的细小缝隙。 3. 固结 ：基层表面松散细集料。	1. 粘结 ：将上下面层粘结在一起，成一体，提高路面结构的整体性。 2. 防水 ：粘层油也起到阻断路面上边水下渗的作用。	1. 防水 ：阻隔水分下渗某一层。 2. 补强 ：路的某一层表面破坏松散。



考点 53 沥青混合料路面施工工艺包括

1. 运输
2. 摊铺
3. 压实
4. 接缝处理
5. 开放交通

考点 54

1. 为防止沥青混合料粘结运料车车厢板，装料前应喷洒一薄层隔离剂或防粘结剂。运输中沥青混合料上宜用篷布覆盖保温、防雨和防污染。

总结：涂刷隔离剂或防粘结剂部位

1. 运料车车厢板。
2. 摊铺机受料斗。
3. 压路机钢轮。（还可用雾状水，严禁柴油）

考点 55

1. 摊铺前应提前 0.5~1h 预热摊铺机熨平板使其不低于 100℃。
2. 摊铺速度宜控制在 2~6m/min 的范围内。
3. 摊铺机应采用自动找平方式。下面层宜采用钢丝绳引导的高程控制方式，中、上面层宜采用平衡梁或滑靴并辅以厚度控制方式。

考点 56 压实成型

1. 压实施工应配备足够数量、状态完好的压路机，选择合理的压路机组合方式，根据摊铺完成的沥青混合料温度情况严格控制初压、复压、终压（包括成型）时机。压实层最大厚度不宜大于 100mm，各层压实度及平整度应符合要求。
2. 初压目的：找平
3. 复压目的：增加密实度
4. 终压目的：消除轮迹

考点 57

1. 密级配沥青混合料复压宜优先采用重型轮胎压路机进行碾压，以增加路面不透水性，其总质量不宜小于 25t。相邻碾压带应重叠 1/3~1/2 轮宽。对粗骨料为主的混合料，宜优先采用振动压路机复压（厚度宜大于 30mm），振动频率宜为 35~50Hz，振幅宜为 0.3~0.8mm。

解释：对于密配沥青混合料由于骨料偏小且级配连续，由于轮胎压路机的具有搓揉作用，使压实层颗粒不破坏而相嵌挤，均匀密实。

考点 58 接缝

1. 最好形成热接缝，如形成冷接缝处理办法：
2. 纵缝：刨毛槎-清缝-刷粘层油-铲走被软化旧料-跨缝碾压
3. 横缝：清除厚度不符合要求的部分（3m 直尺检查）-刨毛槎-清缝-刷粘层油-铲走被软化旧料-4. 先横向碾压-在纵向碾压

考点 59

沥青混合料面层主控项目	
原材料	
压实度	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%。 检查数量：每1000m ² 测1点。 检验方法：查试验记录（马歇尔击实试件密度，试验室标准密度）。
面层厚度	应符合设计规定，允许偏差为-5~+10mm。 检查数量：每1000m ² 测1点。 检验方法：钻孔或刨挖，用钢尺量。
弯沉值	不应大于设计规定。 检查数量：每车道、每20m，测1点。 检验方法：弯沉仪检测。

考点 60 水泥混凝土道路面层施工技术

1. 混凝土的配合比设计、搅拌、运输、
2. 浇筑施工、接缝、养护、开放交通。

切缝：混凝土达到一定强度等级；切缝时候切割机刀片不能使混凝土产生非边的时候才能切缝。

考点 61 混凝土配合比设计、搅拌和运输

1. 混凝土配合比设计
2. 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。
3. 混凝土外加剂的使用应符合：高温施工时，混凝土拌合物的初凝时间不得小于 3h（失去可塑性），低温施工时，终凝时间不得大于 10h（硬化不足，达不到强度）。

考点 62 混凝土配合比参数的计算应符合下列要求

1. 水胶比中水灰比的确定应在满足弯拉强度计算值和耐久性两者要求的水灰比中取小值。
2. 水灰比=水的质量/水泥质量；
3. 水胶比=水的质量/所有胶凝材料的质量。
4. 胶凝材料包括：水泥、粉煤灰等。
5. 根据粗骨料种类和适宜的坍落度，按规范的经验公式计算单位用水量，并取计算值和满足工作性要求的最大单位用水量两者中的小值。
6. 混凝土工作性：流动性、保水性、粘聚性、坍落度等。
7. 根据水胶比计算确定单位水泥用量，并取计算值与满足耐久性要求的最小单位水泥用量中的大值。

考点 63 混凝土面板施工

1. 模板

(1) 宜使用钢模板，钢模板应顺直、平整，每 1m 设置 1 处支撑装置。如采用木模板，应质地坚实，变形小，无腐朽、扭曲、裂纹，且用前须浸泡，木模板直线部分板厚不宜小于 50mm，每 0.8~1m 设 1 处支撑装置；弯道部分板厚宜为 15~30mm，每 0.5~0.8m 设 1 处支撑装置，模板与混凝土接触面及模板顶面应刨光。模板制作偏差应符合规范规定要求。

考点 64 开放交通

在混凝土达到设计弯拉强度 40%以后，可允许行人通过。混凝土完全达到设计弯拉强度且填缝完成后，方可开放交通。

考点 65 基底处理要求

1. 基底的不均匀垂直变形导致原水泥混凝土路面板局部脱空，严重脱空部位的路面板局部断裂或破碎。基底处理方法有两种：一种是开挖式基底处理，即换填基底材料；另一种是非开挖式基底处理，即注浆填充脱空部位的空洞。
2. 开挖式基底处理。将破坏部分凿除，换填基底并压实后，重新浇筑混凝土。这种常规的处理方法，工艺简单，修复也比较彻底，但对交通影响较大，适合交通不繁忙的路段。
3. 非开挖式基底处理。采用从地面钻孔注浆的方法进行基底处理，灌注压力宜为 1.5~2.0MPa。使用比较广泛和成功的方法。

考点 66 雨期施工基本要求

1. 掌握天气预报，安排在下雨时施工。
2. 调整施工步序，分段施工。
3. 在料场和搅拌站搭雨棚，或施工现场搭可移动的罩棚。
4. 建立完善排水系统，防排结合；并加强巡视，发现积水、挡水处，及时疏通。
5. 道路工程如有损坏，及时修复。

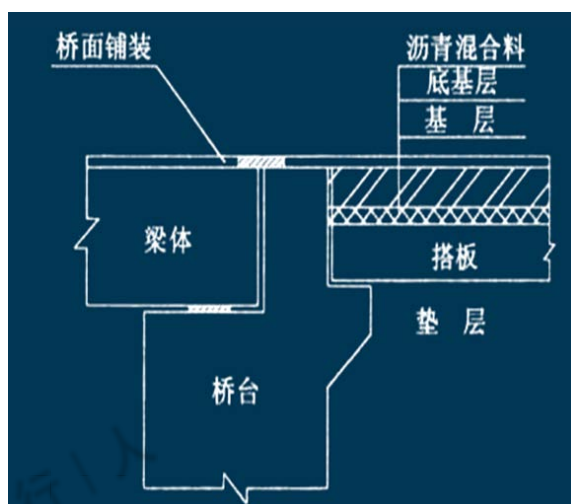
第二部分 城市桥梁工程

考点 1 桥梁的基本组成

桥梁的基本组成	上部结构	桥跨结构
	下部结构	桥墩 桥台 墩台基础
	支座系统	支座
	附属设施	桥面铺装 防水排水系统 栏杆 伸缩缝 灯光照明等

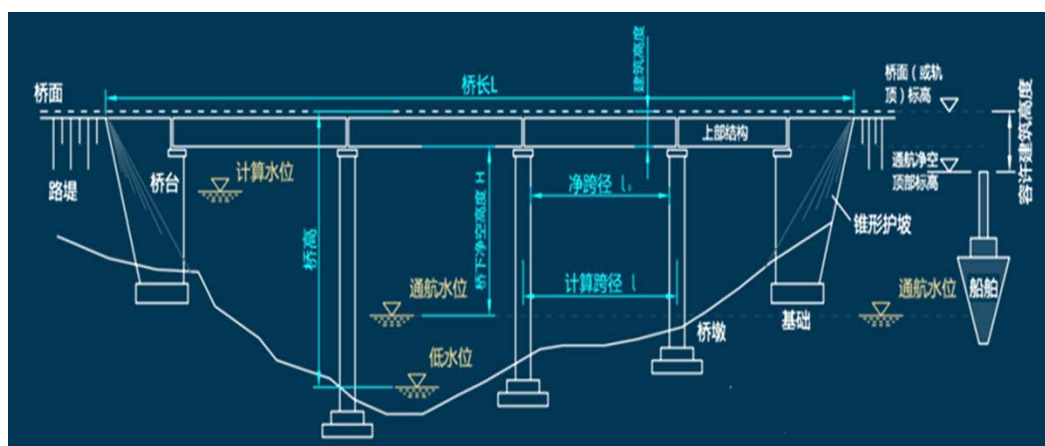
考点 2

桥头搭板：防止路桥交接处的沉降，在桥台和填土之间，车辆行驶有一个缓冲作用。



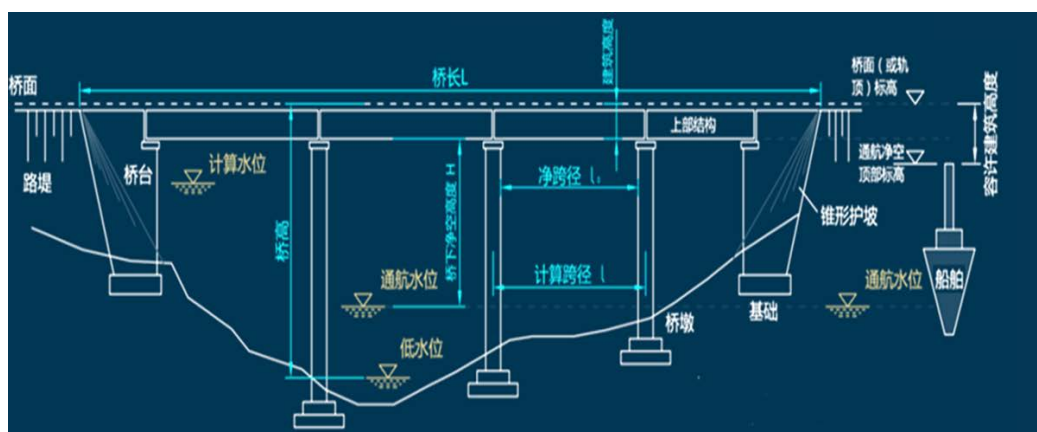
考点 3 桥梁高度

1. 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。



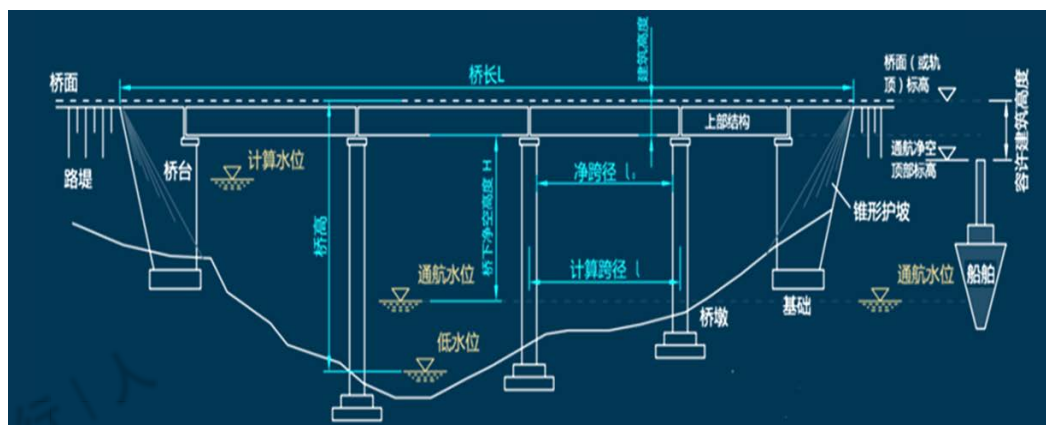
考点 4 桥下净空高度

1. 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之间的距离。



考点 5 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 6 桥梁分类

其他分类方式	
(1) 按跨径	特大桥、大桥、中桥、小桥。
(2) 按用途	公路桥、铁路桥、公铁两用桥、农用桥、人行桥、运水桥（渡槽）及其他专用桥梁（如通过管路、电缆等）。
(3) 按材料	圬工桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥、钢-混凝土结合梁桥和木桥等。
(4) 按跨越	跨河桥、跨线桥（立体交叉桥）、高架桥和栈桥。
(5) 按位置	上承式（桥面结构布置在主要承重结构之上）桥、下承式桥、中承式桥。

考点 7

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。	①②③ ④⑦⑧	①② ⑦⑧
缘石、人行道、栏杆、柱、梁板、拱等的侧模板。	④⑤	⑤
基础、墩台等厚大结构物的侧模板。	⑤⑥	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 8

1. 模板、支架和拱架的设计中应设施工**预拱度**。施工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**。

考点 9 模板、支架和拱架的制作与安装

1. 支架和拱架搭设之前，应按《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T 194-2009 要求**预压地基合格并形成记录**。
2. 支架立柱必须落在有足够承载力的地基上，立柱底端必须放置**垫板或混凝土垫块**。支架地基**严禁被水浸泡**，冬期施工必须采取防止冻胀的措施。

支架

3. 支架被水浸泡措施
 - (1) 不严重：**晾晒**；
 - (2) 较严重：加干拌灰土以吸收多余水分（**改良**），并重新夯实；
 - (3) 严重：浸的地基土挖去，回填含水率低的土壤（**换填**），并重新夯实；

(4) 分层按部位**环刀取样**，进行**容重试验**，合格后方可进行下道工序。

考点 10

1. 支架通行孔的两边应加**护桩**、**限高架**及**安全警示标志**，**夜间应设警示灯**。施工中易受漂流物冲撞的河中支架应设牢固的防护设施。

考点 11

1. 施工脚手架、便桥须设立独立的支撑体系，
2. 不得与支架或拱架公用同一个支撑结构。
3. **施工脚手架在完工后最先拆除，而支架或拱架要等结构凝固到一定强度才能拆除。**

考点 12

1. 当采用充气胶囊作空心构件芯模时，其安装应符合下列规定：
 - (1) 胶囊在使用前应经检查确认无漏气。
 - (2) 从浇筑混凝土到胶囊放气止，应保持气压稳定。
 - (3) 使用胶囊内模时，应采用定位箍筋与模板连接固定，防止上浮和偏移。
 - (4) 胶囊放气时间应经试验确定，以混凝土强度达到能保持构件不变形为度。

考点 13

1. 模板工程及支撑体系施工属于危险性较大的分部分项工程，施工前应编制专项方案；超过一定规模的还应对专项施工方案进行**专家论证**。

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/m²**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** 及以上。

考点 14 专项方案的专家论证

1. 专家论证会的**参会人员**应当包括
 - (1) **专家**；
 - (2) **建设单位项目负责人**；
 - (3) 有关**勘察**、**设计单位项目技术负责人**及相关人员；
 - (4) **总承包单位**和**分包单位技术负责人**或授权委派的**专业技术人员**、**项目负责人**、**项目技术负责人**、**专项施工方案编制人员**、**项目专职安全生产管理人员**及相关人员；

(5) 监理单位**项目总**监理工程师及**专业**监理工程师。

考点 15 专家组成员构成

1. 专家应当从专家库选取，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。

考点 16 评标委员会构成

1. 5 人以上单数（**招标人的代表+技术经济专家**）；
2. 专家不得少于成员总数的**三分之二**；
3. 不得与投标人有利害关系；已经进入的应当更换；
4. 专家随机抽取，招标人代表直接确定；
5. 名单在中标结果确定前应当保密。

考点 17 模板、支架和拱架拆除应符合下列规定

1. **非承重侧模**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。

序号	构件类型	构件跨度L (m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
1	板	≤2	≥50
		2<L≤8	≥75
		>8	≥100
2	梁、拱、壳	≤8	≥75
		>8	≥100
3	悬臂构件	—	≥100

考点 18

1. 支架、脚手架应由具有相关**资质**的**单位**搭设和拆除。
2. 作业人员应经过专业**培训**、**考试**合格，**持证**上岗，并应定期体检，不适合高处作业者，不得进行搭设与拆除作业。
3. 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**。

考点 19

1. 焊工作业时必须使用带有**滤光镜**的头罩或手持防护面罩，戴耐火的防护手套，穿焊接防护服和**绝缘、阻燃、抗热防护鞋**；清除焊渣时应戴**护目镜**。

考点 20 城市管道维护

1. 作业人员必要时可戴上**防毒面具、防水衣、防护靴、防护手套、安全帽**等，穿上**系有绳子的防护腰带**，配备**无线通信工具和安全灯**等。

考点 21

1. 预制构件的吊环必须采用**未经冷拉的热轧光圆钢筋**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 50MPa。

2. 混凝土桩制作

- (1) 预制构件的吊环位置及其构造必须符合设计要求。吊**环必须采用未经冷拉的 HPB300 级热轧**钢筋制作，严禁以其他钢筋代替。

考点 22

归纳：起重吊运（全书通用）	
方案	编制专项施工方案 + 专家论证
检查	①起吊设备地基的承载力、刚度、稳定性、起吊能力； ②被吊物体的稳定性、安全性； ③起吊设备距高压线安全距离； ④起重设备必须经起重荷载计算，严禁超负荷使用，使用前检查验收，合格后方可使用；使用中定期检查、维修、保养。
吊点位置	按设计要求或计算决定。

起吊交角	①桥梁大于等于60°；水池大于等于45°； ②小于时，设置吊架或吊装扁担，尽量使吊环垂直受力； ③吊环应顺直，必须采用未经冷拉的热轧光圆钢筋。
操作人员	交底、培训、考核、持证（全书通用）。
试吊	吊离地面10cm左右时，检查重物捆扎情况和制动性能，安全后方可起吊，起吊时工作井内严禁站人，当吊运重物下井距作业面底部小于50cm时，操作人员方可近前工作。
联络	工作井上、下作业时必须有联络信号。

考点 23 起重吊装及起重机械安装拆卸工程

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。

解释：非常规起重吊装主要特征：使用人力比重较大；不使用或不依靠大型机械；多因地制宜，利用建筑结构等完成吊装任务。效率较低；风险较高。

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。

考点 24

在施工生产中，对**首次**使用的混凝土配合比（施工配合比） 应进行**开盘鉴定**，开盘鉴定时应**检测**混凝土拌合物的**工作性能**，并按规定**留取试件**进行检测，其检测结果应满足配合比设计要求。

考点 25 严禁在运输过程中向混凝土拌合物中加水

1. 混凝土拌合物的粘聚性和保水性降低；
2. 水灰比增大，降低混凝土的强度和耐久性；
3. 增大混凝土的变形，造成质量事故。

考点 26 混凝土浇筑

1. 浇筑前：

应检查模板、支架的承载力（**强度**）、**刚度**、**稳定性**；

检查钢筋及**预埋件**的位置、规格，做好记录，符合设计要求后方可浇筑；制定浇筑方案。

2. 浇筑时：分为**连续**浇筑和**间断**浇筑。

3. 浇筑后，振捣密实标准

- （1）表面呈现浮浆
- （2）不出现气泡
- （3）不再沉落

考点 27

连续浇筑	1.可以分层、可以停歇。 2.运输、浇筑、间歇时间之和不应超过混凝土的初凝时间。 3.底层混凝土初凝前将上一层混凝土浇筑完毕。 4.同一施工段的混凝土尽可能连续浇筑。
间断浇筑	(关键是处理施工缝) 1.已灌注混凝土强度：水平施工缝处不应低于1.2MPa；垂直施工缝处不应低于2.5MPa。 2.必须凿毛，缝处清理干净。 3.施工缝处应湿润。 4.水平施工缝处铺20-25mm厚与已灌注混凝土同配比的砂浆（垂直施工缝处刷砂浆）。 5.粘贴遇水膨胀胶条。 6.浇筑新混凝土。

考点 28

1. 预应力筋连同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。隔离套管内端应堵严。

2. 隔离管套目的：

不让所有预应力筋都使端头就受压而分散梁板的受压面。

3. 严禁使用电弧焊对梁体钢筋及模板进行切割或焊接

电弧焊切割钢筋，溅下铁水产生高温，侵害预应力筋，导致应力损失或丧失。（一般用切割机、砂轮锯）

考点 29

先张法预应力施工要求

放张时间：

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：

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，将限制位移模板拆除。

考点 30 先张法预应力施工流程

1. 制作台座
2. 涂刷隔离剂
3. 绑扎钢筋

4. 安装预应力筋及隔离套管
5. 张拉预应力筋
6. 隔离套管封堵
7. 安装模板
8. 浇筑混凝土
9. 养护
10. 放张预应力筋（不得低于强度设计值的 75%）

考点 31

1. 预应力筋的张拉顺序应符合设计要求。当设计无要求时，可采取分批、分阶段对称张拉，宜先中间，后上、下或两侧。

考点 32

1. 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。

解释：温度太低，强度基本停止发展。温度太高，水化热来不及散发，内部易留下温度裂缝，使得浆液不密实。

2. 埋设在结构内的锚具，压浆后及时浇筑封锚混凝土（锚具上放置网片筋，四周涂以聚氨酯防水涂料）。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。

考点 33

1. 从各种材料引入混凝土中的氯离子最大含量不宜超过水泥用量的 0.06%。超过 0.06%时，宜采取掺加阻锈剂、增加保护层厚度、提高混凝土密实度等防锈措施。

考点 34

1. 预应力锚具、夹具和连接器应具有可靠的锚固性能、足够的承载能力和良好的适用性。
2. 适用于高强度预应力筋的锚具（或连接器），也可以用于较低强度的预应力筋。仅能适用于低强度预应力筋的锚具（或连接器），不得用于高强度预应力筋。
3. 当锚具下的锚垫板要求采用喇叭管时，喇叭管宜选用钢制或铸铁产品。锚垫板应设置足够的螺旋钢筋或网状分布钢筋。
4. 锚垫板与预应力筋（或孔道）在锚固区及其附近应相互垂直。后张构件锚垫板上宜设灌浆孔。

考点 35 预应力“六不张拉”

1. 没有预应力筋出厂材料合格证。
2. 预应力筋规格不符合设计要求。
3. 配套件不符合设计要求。
4. 张拉前交底不清。
5. 准备工作不充分、安全设施未做好。
6. 混凝土强度达不到设计要求。

考点 36

1. 铺设防水卷材应平整顺直，搭接尺寸应准确，不得扭曲、皱褶。卷材的展开方向应与车辆的运行方向一致，卷材应采用沿桥梁纵、
2. 横坡从低处向高处的铺设方法，高处卷材应压在低处卷材之上。
3. 采用热熔法铺设防水卷材。

考点 37 防水涂料施工

1. 防水涂料严禁在雨天、雪天和风力 ≥ 5 级时施工。
2. 涂料防水层内设置的胎体增强材料，应顺桥面行车方向铺贴。铺贴顺序应自最低处开始向高处铺贴并顺桥宽方向搭接，高处胎体增强材料应压在低处胎体增强材料之上。

胎体增强材料：用的化纤无纺布、玻璃纤维网等材料。

考点 38 防水层

1. 防水层检测应包括材料到场后的抽样检测和施工现场检测。
2. 防水层材料到场后应按材料的产品标准进行抽样检测。
3. 防水层施工现场检测主控项目为粘结强度和涂料厚度。
4. 防水层施工现场检测一般项目为外观质量。

(1) 特大桥、桥梁坡度大于 3% 等对防水层有特殊要求的桥梁可选择进行防水层与沥青混凝土层粘结强度、抗剪强度检测。

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	$1000 \geq L \geq 100$	$150 \geq L_0 \geq 40$
中桥	$100 > L > 30$	$40 > L_0 \geq 20$
小桥	$30 \geq L \geq 8$	$20 > L_0 \geq 5$

考点 39 桥梁支座安装技术

1. 桥梁支座的作用：位于桥梁和垫石之间，传力装置。
2. 桥梁支座的功能要求：
 - (1) 具有足够的承载能力，以保证可靠的传递支座反力（竖向力和水平力）；
 - (2) 支座对桥梁变形的约束尽可能的小，以适应梁体自由伸缩和转动的需要；
 - (3) 支座还应便于安装、养护和维修，并在必要时可以进行更换。

考点 40 支座施工一般规定

- (2) 支座安装平面位置和顶面高程必须正确（XYZ 三向），不得偏斜、脱空、不均匀受力。
- (5) 墩台帽、盖梁上的支座垫石和挡块宜二次浇筑，确保其高程和位置的准确。垫石混凝土的强度必须符合设计要求。

考点 41 伸缩装置施工安装

1. 由安装负责人检查签字后方可用专用卡具将其固定。
2. 预留槽内混凝土凿毛并清扫干净，吊装时应按照厂家标明的吊点位置起吊，必要时做适当加强。
3. 伸缩装置中心线与桥梁中心线重合，伸缩装置顺桥向应对称放置，沿桥面横坡方向测量水平标高，并用水平尺或板尺定位，顶面标高满足要求。将伸缩装置的锚固钢筋与桥梁预埋钢筋焊接牢固。

考点 42 土围堰施工要求

1. 材料宜用黏性土、粉质黏土或砂质黏土。上游至下游合龙。
 2. 筑堰前，河床之上的杂物、石块及树根等清理干净。
 3. 堰顶宽度可为 1~2m。机械挖基时不宜小于 3m。
- 堰外边坡迎水流一侧坡度宜为 1:2~1:3，背水流一侧可在 1:2 之内。堰内边坡宜为 1:1~1:1.5。内坡脚与基坑边的距离不得小于 1m。



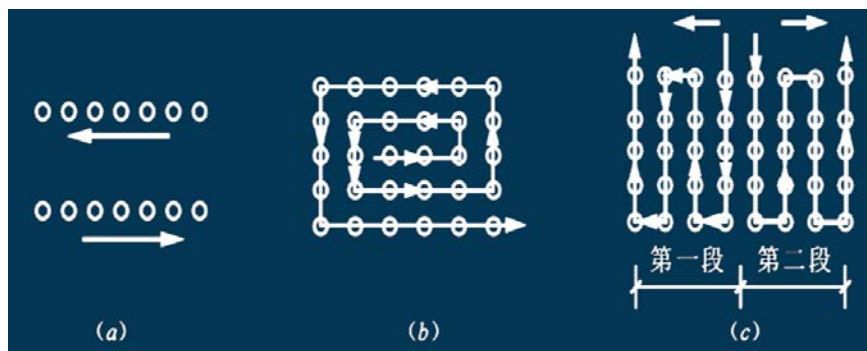
考点 43 钢板桩围堰施工要求

1. 有**大漂石**及**坚硬岩石**的河床**不宜使用钢板桩围堰**。
2. 钢板桩的机械性能和尺寸应符合规定要求。
3. 施打钢板桩前，应在围堰上下游及两岸设测量观测点，控制围堰长、短边方向的施打定位。
施打时，必须备有**导向设备**，以保证钢板桩的正确位置。
4. 施打前，应对钢板桩的**锁口用止水材料捻缝**，以防漏水。
5. 施打顺序一般从**上游向下游合龙**。
6. 钢板桩可用捶击、振动、射水等方法下沉，但在**黏土中不宜使用射水下沉办法**。
7. 经过整修或焊接后的钢板桩应用同类型的钢板桩进行**锁口试验、检查**。接长的钢板桩，其**相邻两钢板桩的接头位置应上下错开**。
8. 施打过程中，应随时检查桩的位置是否正确、桩身是否垂直，否则应立即纠正或拔出重打。

钢板桩进行 锁口试验、检查	锁口试验包括	1.拉伸试验 2.弯曲试验 3.锁口强度试验 4.延伸率试验 5.严密性试验	
	检查包括	1.长度 3.厚度 5.外观质量	2.宽度 4.平直度 6.焊缝
进场三证、做检查、做试验 （看身份证、看本人、看能力）			

考点 44 沉桩顺序

1. 对于密集桩群，自**中间向两个方向或四周对称施打**
2. 根据基础的设计标高，**宜先深后浅**；
3. 根据桩的规格，**宜先大后小，先长后短**。



考点 45

1. 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

- (1) 贯入度发生巨变。
- (2) 桩身发生突然倾斜、位移或有严重回弹。
- (3) 桩头或桩身破坏。
- (4) 地面隆起。
- (5) 桩身上浮。

考点 46 护桶作用

1. 定位
2. 保护孔口、防止坍孔
3. 桩顶标高控制依据之一
4. 防止钻孔过程中的沉渣回流

考点 47 泥浆的作用

泥浆的作用：**护壁、携渣、润滑、冷却。**

考点 48 钻孔灌注桩施工程序

- | | |
|-----------|------------|
| 1→护桶制作并安放 | 7→吊放钢筋笼 |
| 2→钻机就位 | 8→二次清孔 |
| 3→钻孔到位 | 9→放隔水球 |
| 4→终孔验收 | 10→浇筑水下混凝土 |
| 5→一次清孔 | 11→拔出护桶 |
| 6→下放导管 | 12→凿除桩头 |

考点 49 泥浆护壁成孔

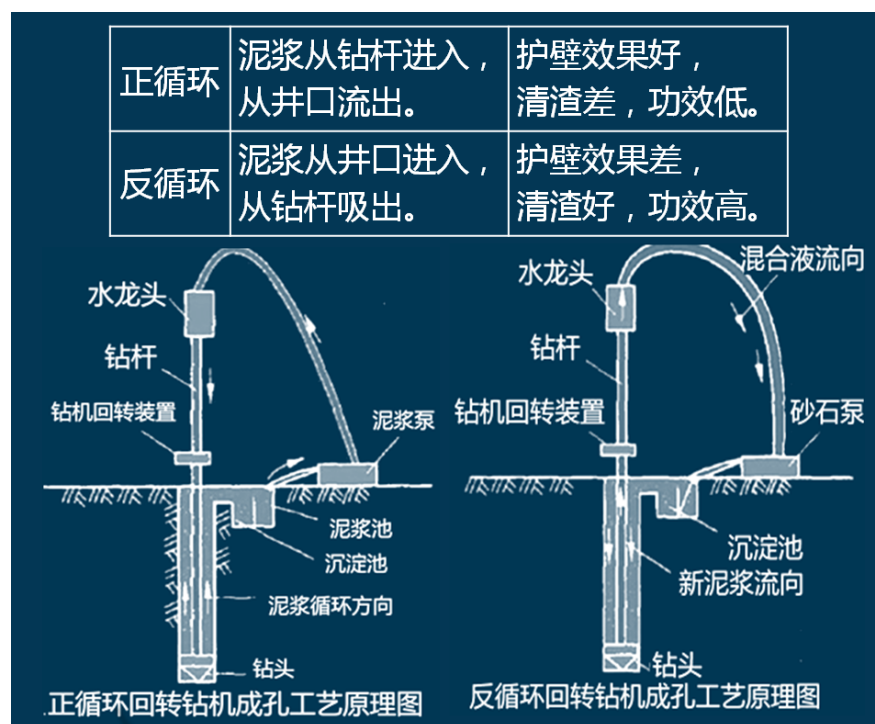
1. 泥浆制备与护筒埋设

- (1) 泥浆制备根据施工机具、工艺及穿越土层情况进行配合比设计，**宜选用高塑性黏土或膨润土。**
- (2) 护筒埋设深度应符合有关规定。护筒顶面宜高出施工水位或地下水位 2m，并宜高出施工地面 0.3m。其高度尚应满足孔内泥浆面高度的要求。
- (3) 灌注混凝土前，清孔后的泥浆**相对密度**应小于 1.10；**含砂率**不得大于 2%；**粘度**不得大于 $20\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。
- (4) 现场应**设置泥浆池和泥浆收集设施**，废弃的泥浆、钻渣应进行处理，不得污染环境。

考点 50

1. 钻孔达到设计深度，**灌注混凝土之前**，孔底**沉渣厚度**应符合设计要求。设计未要求时**端承型桩**的沉渣厚度不应大于 **100mm**；**摩擦型桩**的沉渣厚度不应大于 **300mm**。

考点 51



考点 52 冲击钻成孔

1. 冲击钻开孔时，**应低锤密击**，反复冲击造壁，保持孔内泥浆面稳定。
2. **每钻进 4~5m 应验孔一次**，在更换钻头前或容易缩孔处，均应验孔并应做记录。
3. 排渣过程中应及时补给泥浆。
4. 冲孔中遇到**斜孔**、**梅花孔**、**塌孔**等情况时，应采取措施后方可继续施工。

考点 53 人工挖孔

1. 人工挖孔桩必须在保证施工安全前提下选用。
2. **挖孔深度不宜超过 25m**。
3. **开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程**。

考点 54

	长螺旋钻机	正/反循环钻机	冲击钻机
强风化岩	√	√	√
中风化岩		√	√
微风化岩			√

考点 55 钢筋笼与灌注混凝土施工要点

1. 吊放钢筋笼入孔时，不得碰撞孔壁，就位后应采取加固措施固定钢筋笼的位置。
2. 灌注桩各工序应连续施工，钢筋笼放入泥浆后 4h 内必须浇筑混凝土。
3. 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。
4. 当气温低于 0℃ 以下时，浇筑混凝土应采取保温措施，浇筑时混凝土的温度不得低于 5℃。当气温高于 30℃ 时，应根据具体情况对混凝土采取缓凝措施。

考点 56 水下混凝土灌注

1. 桩孔检验合格，吊装钢筋笼完毕后，安置导管浇筑混凝土。
2. 混凝土配合比应通过试验确定，须具备良好的和易性，坍落度宜为 180~220mm。
3. 质量控制主要措施
 - (1) 控制好混凝土坍落度，不宜大于 180mm，一般在 120±20mm。

考点 57 导管应符合下列要求

1. 导管内壁应光滑圆顺，直径宜为 20~30cm，节长宜为 2m。
2. 导管不得漏水，使用前应试拼、试压。

考点 58

1. 开始灌注混凝土时，导管底部至孔底的距离宜为 300~500mm；导管首次埋入混凝土灌注面以下不应少于 1.0m；在灌注过程中，导管埋入混凝土深度宜为 2~6m。
2. 灌注水下混凝土必须连续施工，并应控制提拔导管速度，严禁将导管提出混凝土灌注面。灌注过程中的故障应记录备案。

考点 59

问题	原因	措施
七、孔底沉渣过厚或灌注混凝土前孔内泥浆含砂量过大	1.清孔方法不当； 2.清孔泥浆质量差； 3.测量方法不当造成误判。	1.选择合适成桩方法（反循环）； 2.控制好泥浆性能指标； 3.丈量钻杆的方法。

考点 60

问题	原因	措施
（二）灌注混凝土时堵管	1.混凝土配制质量差； 2.导管破漏； 3.导管埋深过大； 4.导管底距孔底深度太小； 5.隔水栓不规范。	1.严控配合比； 2.导管做水压试验； 3.导管埋深符合要求； 4.导管底距孔底深度符合要求； 5.隔水栓应合格。

考点 61

问题	原因	措施
（四）桩身混凝土强度低或混凝土离析	1.水泥质量差； 2.配合比控制不严； 3.搅拌时间不够。	1.严格把好进厂水泥的质量关； 2.控制混凝土配合比； 3.掌握好搅拌时间和混凝土的和易性。

考点 62

问题	原因	措施
（六）桩顶混凝土不密实或强度达不到设计要求	1.超灌高度不够； 2.混凝土浮浆太多； 3.孔内混凝土面测定不准。	1.桩顶混凝土灌注完成后应高出设计标高0.5~1m； 2.桩顶10m内的混凝土，增大碎石含量。

考点 63 桩的吊运、堆放

1. 钢桩吊装应由具有吊装施工经验的施工技术人员主持。吊装作业必须由信号工指挥。

2. 预制混凝土桩起吊时的强度应符合设计要求，设计无要求时，混凝土应不小于设计强度的75%。

考点 64 柱式墩台施工

1. 模板、支架稳定计算中应考虑风力影响。
2. 墩台柱与承台基础接触面应凿毛处理，清除钢筋污锈。浇筑墩台柱混凝土时，应铺同配合比的水泥砂浆一层。墩台柱的混凝土宜一次连续浇筑完成。
3. 柱身高度内有系梁连接时，系梁应与柱同步浇筑。V 型墩柱混凝土应对称浇筑。

考点 65 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) 贯穿裂缝是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，其危害性是较严重的。

考点 66 裂缝发生原因

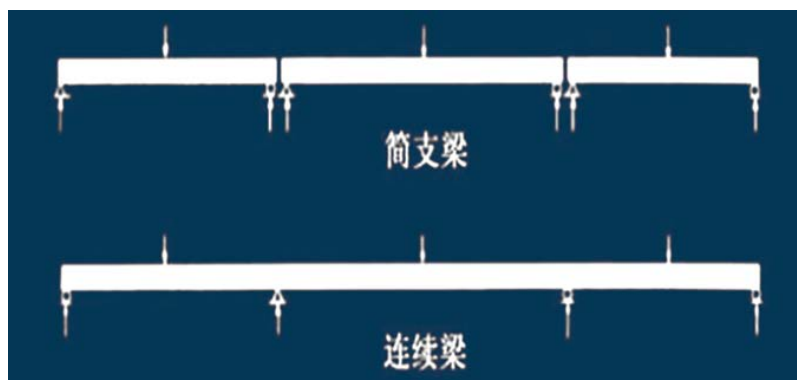
1. 水泥水化热影响
2. 内外约束条件的影响
3. 外界气温变化的影响
4. 混凝土的收缩变形
5. 混凝土的沉陷裂缝

考点 67 养护时间

大体积混凝土湿润养护时间	
水泥品种	养护时间（d）
硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。	14
火山灰质硅酸盐水泥、 矿渣硅酸盐水泥、 低热微膨胀水泥、 矿渣硅酸盐大坝水泥。	21
在现场掺粉煤灰的水泥	
注：高温期湿润养护时间均不得少于28d。	

考点 68 简支梁、板安装

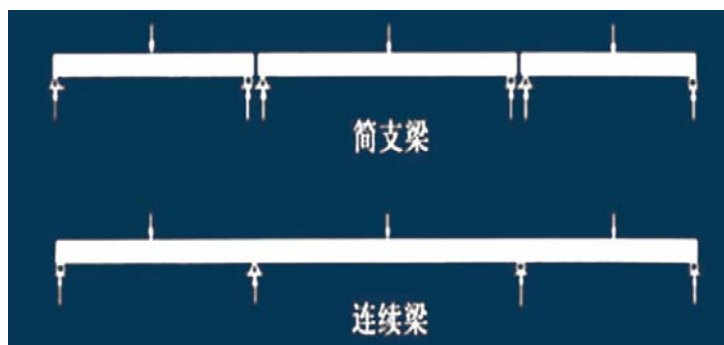
1. 装配式桥梁构件在脱底模、移运、堆放和吊装就位时，混凝土的强度不应低于设计要求的吊装强度，设计无要求时一般不应低于设计强度的 75%。预应力混凝土构件吊装时，其孔道水泥浆的强度不应低于构件设计要求。如设计无要求时，不应低于 30MPa。吊装前应验收合格。



考点 69

1. 安装在同一孔跨的梁、板，其预制施工的龄期差不宜超过 10d。梁、板上有预留孔洞的，其中心应在同一轴线上，偏差应不大于 4mm。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。
2. 干接缝：用无溶剂型环氧树脂胶结剂将相邻的 2 块梁段粘结成一个整体。
3. 湿接缝：梁体间采用现浇混凝土把梁块连成整体的接缝。

考点 70 先简支后连续梁的安装



临时支座顶面的相对高差不应大于 2mm。

考点 71

施工程序应符合设计规定，应在一联梁全部安装完成后再浇筑湿接头混凝土。

考点 72

1. 对湿接头处的梁端，应按施工缝的要求进行凿毛处理。永久支座应在设置湿接头底模之前安装。湿接头处的模板应具有足够的强度和刚度，与梁体的接触面应密贴并具有一定的搭接长度，各接缝应严密不漏浆。负弯矩区的预应力管道应连接平顺，与梁体预留管道的接合处应密封；预应力锚固区预留的张拉齿板应保证其外形尺寸准确且不被损坏。

考点 73

1. 湿接头的混凝土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。湿接头混凝土的养护时间应不少于 14d。

2. 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 74 湿接头施工顺序

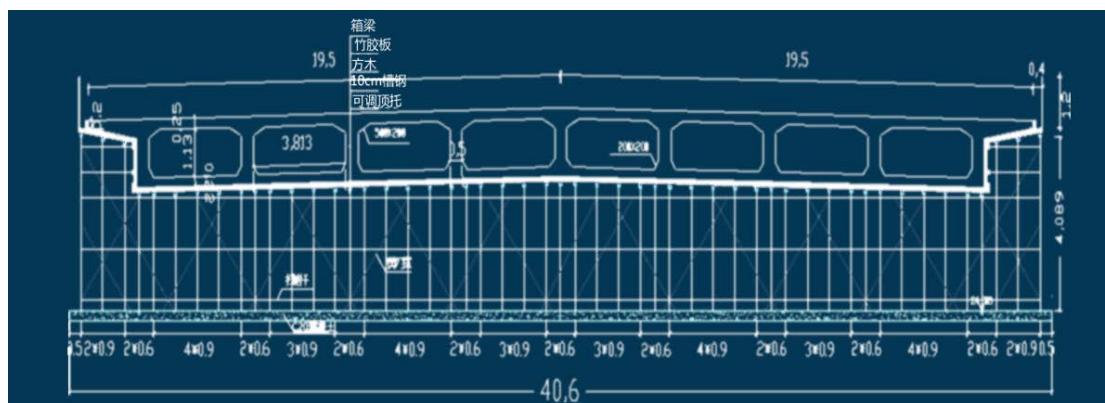
1. 测量放线
2. 临时及永久支座安装
3. 负弯矩预应力管道安装、穿筋
4. 浇筑湿接头混凝土、养护
5. 负弯矩预应力张拉、孔道压浆
6. 拆除临时支座
7. 体系转换

考点 75 支（模）架法

1. 支架法现浇预应力混凝土连续梁
- (1) 支架的地基承载力应符合要求，必要时，应采取加强处理或其他措施。
 - (2) 应有简便可行的落架拆模措施。
 - (3) 各种支架和模板安装后，宜采取预压方法消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形。

考点 76

1. 安装支架时，应根据梁体和支架的弹性、非弹性变形，设置预拱度。
2. 支架底部应有良好的排水措施，不得被水浸泡。
3. 浇筑混凝土时应采取防止支架不均匀下沉的措施。



考点 77 悬臂浇筑法

悬臂浇筑的主要设备是一对能行走的**挂篮**。挂篮在已经张拉锚固并与墩身连成整体的梁段上移动。**绑扎钢筋、立模、浇筑混凝土、施加预应力**都在其上进行。完成本段施工后，挂篮对称向前各移动一节段，进行下一梁段施工，**循序渐进**，直至悬臂梁段浇筑完成。

考点 78 悬浇顺序及要求

- (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；

考点 79

1. 连续梁（T 构）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。

考点 80 拱形涵、盖板涵施工技术要点

1. 遇有地下水时，应先将地下水降至基底以下 500mm 方可施工，且降水应连续进行直至工程完成到地下水位 500mm 以上且具有抗浮及防渗漏能力方可停止降水。
2. 拱圈和拱上端墙应由两侧向中间同时、对称施工。
3. 涵洞两侧的回填土，应在主结构防水层的保护层完成，且保护层砌筑砂浆强度达到 3MPa 后方可进行。回填时，两侧应对称进行，高差不宜超过 300mm。

考点 81 工艺流程与施工技术要点

1. 工艺流程

现场调查→工程降水→工作坑开挖→后背制作→滑板制作→铺设润滑隔离层→箱涵制作→顶进设备安装→既有线加固→箱涵试顶进→吃土顶进→监控量测→箱体就位→拆除加固设施→拆除后背及顶进设备→工作坑恢复。

考点 82 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按设计坡度开挖，每次开挖进尺 0.4~0.8m，配装载机或直接用挖掘机装汽车出土。挖土顶进应三班连续作业，不得间断。

考点 83 季节性施工技术措施

1. 尽可能避开雨期。
2. 施工现场作业棚。
3. 基坑周边设挡水围堰、截水沟，防止地面水流入工作坑。
4. 边坡稳定，放缓边坡坡度或设置支撑。
5. 冬雨期混凝土入模温度满足规范要求。

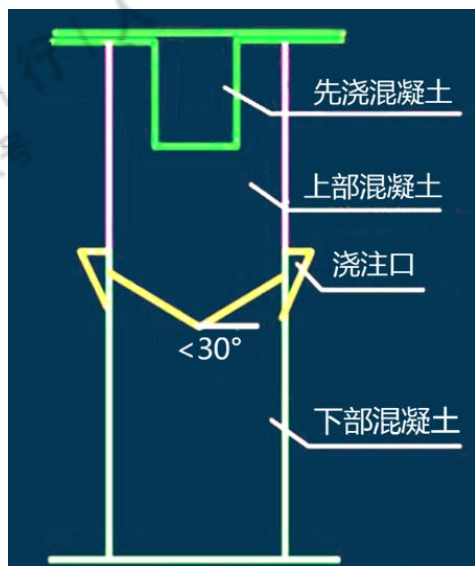
第三部分 城市轨道交通工程

考点 1 明挖和盖挖的比较

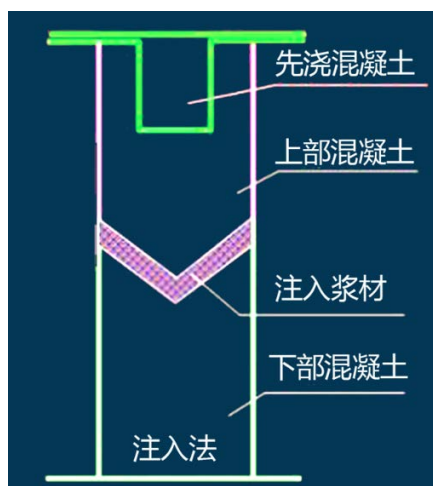
	明挖法	盖挖法
优点	明挖法是修建地铁车站的常用施工方法，具有施工作业面多、速度快、工期短、易保证工程质量、工程造价低。	1.围护结构变形小，能够有效控制周围土体的变形和地表沉降，有利于保护邻近建筑物和构筑物； 2.施工受外界气候影响小，基坑底部土体稳定，隆起小，施工安全； 3.尽快恢复路面，对道路交通影响较小。
缺点	对周围环境影响较大	1.施工缝的处理较为困难； 2.暗挖难度大、费用高； 3.后期开挖土方不方便； 4.作业空间小，施工速度较明挖法慢、工期长。
包括	放坡：埋深较浅、地下水位较低的城郊地段。 不放坡：围护结构内开挖，场地狭窄及地下水丰富的软弱围岩地区。	盖挖顺作法、盖挖逆作法及盖挖半逆作法。目前，城市中施工采用最多的是盖挖逆作法。

考点 2

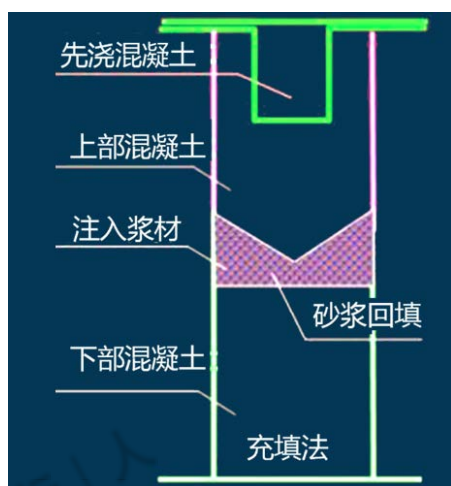
1. 采用逆作法施工时要注意混凝土施工缝的处理问题，由于它是在上部混凝土达到设计强度后再接着往下浇筑的，而混凝土的收缩及析水，施工缝处不可避免地要出现缝隙，将对结构的强度、耐久性和防水性产生不良影响。
2. 针对混凝土施工缝存在的上述问题，可采用直接法、注入法或充填法处理。其中，直接法是传统的施工方法，不易做到完全紧密接触。



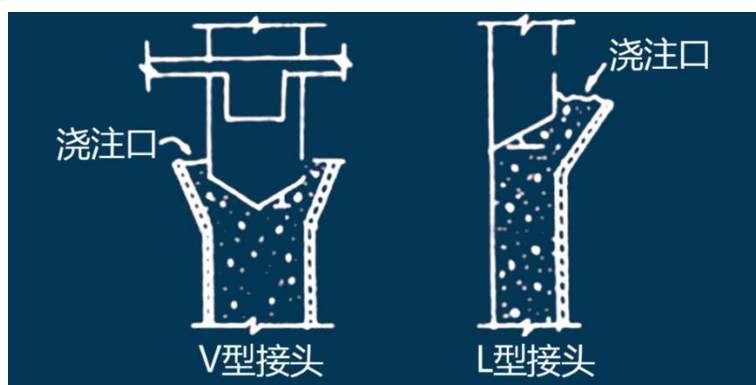
3. 注入法是通过预先设置的注入孔向缝隙内注入水泥浆或环氧树脂。



4. 充填法是在下部混凝土浇筑到适当高度，清除浮浆后再用无收缩或微膨胀的混凝土或砂浆充填，充填的高度，用混凝土充填为 1.0m；用砂浆充填为 0.3m。



5. 为保证施工缝的良好充填，一般设置“v”形施工缝，其倾角以小于 30° 为宜。试验证明注入法和充填法能保证结构的整体性。



考点 3

浅埋暗挖法：“十八字”方针：管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测。

特点：

1. 围岩自承能力弱
2. 对开挖面前方地层的预加固和预支护
3. 新奥法施工

（1）地层预加固和预支护：

在城市地铁隧道施工中，经常遇到砂砾土、砂性土、黏性土或强风化基岩等不稳定地层。这类地层在隧道开挖过程中自稳时间短暂，往往在初期支护尚未来得及施作，或喷射混凝土尚未获得足够强度时，拱墙的局部地层已开始坍塌。

为此，需采用地层预加固、预支护的方法，以提高周围地层的稳定性。常用的预加固和预支护方法有：小导管超前预注浆和管棚超前支护，详见 2K313034 条和 2K313035 条。

（2）隧道土方开挖与支护：

根据不同的地质条件及隧道断面，选用不同的开挖方法，

但其总原则是：预支护、预加固一段，开挖一段；开挖一段，支护一段；支护一段，封闭成环一段。掘进方式选择详见 2K313031 条。

（3）初期支护形式：

隧道初期支护施作的及时性及支护的强度和刚度，对保证开挖后隧道的稳定性、减少地层扰动和地表沉降，都具有决定性的影响。在诸多支护形式中，钢拱锚喷混凝土支护是满足上述要求的最佳支护形式。初期支护形式详见 2K313032 条。

（4）二次衬砌：

初期支护的变形达到基本稳定，且防水结构施工验收合格后，可以进行二次混凝土衬砌灌注工序。二次混凝土施工详见 2K313033 条。

（5）监控量测：

利用监控量测信息指导设计与施工是浅埋暗挖施工工序的重要组成部分。在设计文件中应提出具体要求和内容，监控量测的费用应纳入工程成本。在实施过程中施工单位要有专门机构执行与管理，并由项目技术负责人统一掌握、统一领导。经验证明拱顶下沉是控制稳定较直观的和可靠的判断依据，水平收敛和地表下沉有时也是重要的判断依据。

补充：管线沉降+地上建（构）筑物沉降

考点 4

适用条件	在软弱、破碎地层中成孔困难或易塌孔，且施作超前锚杆比较困难或者结构断面较大时，宜采取超前小导管注浆加固。	
技术要点	管身	布设
	钢管：钢管或水煤气管（镀锌钢管）； 直径：40-50mm； 管长：宜为3-5m； 端头封闭成锥状，尾端设钢筋加强箍， 管身梅花型6-8mm的溢浆孔。	钢管沿拱环向布置，必须配合钢拱架使用； 间距由设计单位根据地层特性确定； 水平支撑搭接长度 $\geq 1m$ 。
注浆材料	普通水泥单液浆、改性水玻璃浆、水泥—水玻璃双液浆、超细水泥。	
注浆工艺	砂卵石地层：宜采用渗入注浆法； 砂层：宜采用挤压、渗透注浆法； 黏土层：宜采用劈裂、电动硅化注浆法。	
其他要求	注浆顺序：应由下隔对称进行；相邻孔位应错开、交叉进行。注浆速度应不大于30L/min。	

考点 5

组成	钢管和钢格栅拱架组成	
适用条件	适用于软弱地层和特殊困难地段，如极破碎岩体、塌方体、砂土质地层、强膨胀性地层、强流变性地层、裂隙发育岩体、断层破碎带、浅埋大偏压等围岩，并对地层变形有严格要求的工程。	
技术要点	管身	布设
	焊接钢管或无缝钢管； 直径80~180mm。	钢管沿拱环向布置。间距为300-500mm；搭接长度应 $\geq 3m$ 。
注浆材料	水泥砂浆或者灌混凝土。	
施工流程	测放孔位→钻机就位→水平钻孔→压入钢管→注浆（向钢管内或管周围土体）→封口。	
其他要求	2. 钻孔顺序应由高孔位向低孔位进行。 3. 管棚顶进过程中，应用测斜仪控制上仰角度。	

考点 6 环形开挖预留核心土法



1. 一般情况下，将断面分成环形拱部、上部核心土、下部台阶等三部分。根据断面的大小，环形拱部又可分成几块交替开挖。环形开挖进尺为 0.5 - 1.0m，不宜过长。台阶长度一般以控制在 1D 内（D 一般指隧道跨度）为宜。
2. 环形开挖预留核心土施工顺序：
 - （1）开挖环形拱部；

- (2) 架钢支撑；
- (3) 挂钢筋网；
- (4) 喷混凝土；
- (5) 初衬保护下开挖核心土和下台阶；
- (6) 接长钢支撑+喷混凝土+封底；
- (7) 依据监测看初衬是否稳定；
- (8) 不稳定：继续监测，采取措施；
- (9) 稳定：防水隔离层+二次衬砌。

3. 注意事项

1. 虽然核心土增强了开挖面的稳定，但开挖中围岩要经受多次扰动，而且断面分块多，支护结构形成全断面封闭的时间长，这些都有可能使围岩变形增大。因此，常要结合辅助施工措施对开挖工作面及其前方岩体进行预支护或预加固。

考点 7

单侧壁导坑法		地层差， 跨度 $\leq 14\text{m}$ 。	较大	较短	好	小	低
双侧壁导坑法		小跨度， 连续使用可 扩大跨度。	较大	长	效果差	大	高



1. 双侧壁导坑法

(1) 施工顺序：开挖一侧导坑，并及时地将其初次支护闭合。相隔适当距离后开挖另一侧导坑，并建造初次支护。开挖上部核心土，建造拱部初次支护，拱脚支承在两侧壁导坑的初次支护上。开挖下台阶，建造底部的初次支护，使初次支护全断面闭合。拆除导坑临空部分的初次支护。施作内层衬砌。

(2) 优缺点：

- 1) 双侧壁导坑法虽然开挖断面分块多，扰动大，初次支护全断面闭合的时间长，但每个分块都是在开挖后立即各自闭合的，所以在施工中间变形几乎不发展。现场实测结果表明，双侧壁导坑法所引起的地表沉降仅为短台阶法的 1/2。
- 2) 双侧壁导坑法施工较为安全，但速度较慢，成本较高。

考点 8

中隔壁 (CD工法)		地层差， 跨度 $\leq 18\text{m}$ 。	较大	较短	好	小	偏高
交叉中隔壁法 (CRD工法)		地层差， 跨度 $\leq 20\text{m}$ 。	较小	长	好	大	高

1. CD 工法不能满足要求时，可在 **CD 工法基础上加设临时仰拱**，即所谓的**交叉中隔壁法**（CRD 工法）。

2. 临时结构，为改善上部支撑结构受力条件，隧道底部反向设置的拱形结构。

3. 仰拱的作用

（1）传递荷载作用

隧道上部的地层压力传递到地下，抵抗隧道下部传来的反力。

（2）封闭作用

封闭围岩，防止围岩变形过大，提高整体承载力。

（3）支撑作用

增加底部和侧墙部的支撑抵抗力，增加了结构稳定性。

考点 9 喷锚暗挖与初期支护

1. 喷锚暗挖与支护加固

（1）浅埋暗挖法施工地下结构需采用喷锚初期支护，主要**包括钢筋网喷射混凝土、锚杆—钢筋网喷射混凝土、钢拱架—钢筋网喷射混凝土**等支护结构形式；可根据围岩的稳定状况，采用一种或几种结构组合。

（2）在诸多支护形式中，钢拱锚喷混凝土支护是满足上述要求的最佳支护形式。

2. 暗挖隧道内加固支护技术

（1）主要材料

1) 喷射混凝土应采用**早强混凝土**（速凝更合适），其强度必须符合设计要求。**严禁选用具有碱活性集料**。使用前应做**凝结时间试验**，要求**初凝时间 $\leq 5\text{min}$** ，**终凝时间 $\leq 10\text{min}$** 。

2) **钢拱架宜选用钢筋、型钢、钢轨等制成**，采用**钢筋加工而成格栅拱架**的主筋直径不宜小于 18mm。

3. 格栅加工及安装

（1）格栅拱架和钢筋网片均应在**模具内焊接成型**。

(2) 格栅拱架、钢筋网片加工制作应符合下列要求：

- 1) “8”字筋布置应均匀、对称，方向相互错开，
- 2) “8”字筋间距不得大于 50mm。节点板用连接螺栓紧固。
- 3) 格栅拱架主筋和“8”字筋之间、主筋与连接板之间应双面焊连接。
- 4) 钢架主筋应相互平行，偏差应不大于 5mm。连接板应与主筋垂直，偏差不得大于 3mm。

(3) 首榀格栅拱架应进行试拼装，并应经建设单位、监理单位、设计单位共同验收合格后方可批量加工。

(4) 连接筋长度应为格栅拱架间距+搭接长度；采用双面搭接焊时，搭接长度为 5d；单面焊的搭接长度为 10d。

(5) 在自稳能力较差的土层中安装格栅拱架时，应按设计要求在拱脚处打设锁脚锚管，以防止拱架下沉。

4. 喷射混凝土

(1) 喷射混凝土应紧跟开挖工作面，应分段、分片、分层自下而上顺序进行，混凝土厚度较大时，应分层喷射，后一层喷射应在前一层混凝土终凝后进行。混凝土一次喷射厚度宜为：边墙 70~100mm，拱部 50~60mm。

(2) 喷射时，应先喷格栅拱架与围岩间的混凝土，之后喷射拱架间的混凝土。

(3) 喷射混凝土的养护应在终凝 2h 后进行，养护时间应不小于 14d；当环境潮湿有水时，可根据情况调整养护时间。

5. 锁脚锚杆注浆加固

(1) 隧道拱脚应采用斜向下 20° ~ 30° 打入的锁脚锚杆锁定。

(2) 锁脚锚杆（管）应与格栅焊接牢固，打入后应及时注浆。

锁脚锚杆：为确保围岩安全，开挖下一断面前，在拱脚处插入锚杆。

作用：防止拱顶下沉，稳定拱脚。

6. 初期支护背后注浆

(1) 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在 5~10m 的距离。

(2) **背后注浆：**拱和围岩间有空隙（超挖），形成空洞，虽然初期支护做完，但是和围岩形成分离局面，初期支护和围岩不能一起承受荷载，无法控制沉降。

作用：加固、改善受力、控制地层沉降、防水。

(3) 背后回填注浆应合理控制注浆量和注浆压力。当注浆压力和注浆量出现异常时，应分析原因，调整注浆参数。

7. 隧道内锚杆注浆加固

(1) 锚杆施工应保证孔位的精度在允许偏差范围内，钻孔不宜平行于岩层层面，宜沿隧道周边径向钻孔。锚杆必须安装垫板，垫板应与喷射混凝土面密贴。

(2) 钻孔安设锚杆前应先进 行喷射混凝土施工，孔位、 孔径、孔深要符合设计要求，锚杆露出岩面长不大于喷射混凝土的厚度，锚杆施工应符合质量要求。

考点 10 暗挖隧道外的超前加固技术

1. 降低地下水位法

(1) 当浅埋暗挖施工地下结构处于富水地层中，且地层的渗透性较好，应首选降低地下水位法达到稳定围岩、提高喷锚支护安全的目的。含水的松散破碎地层宜采用降低地下水位法（井点降水），不宜采用集中宣泄排水的方法（集水明排）。

(2) 确保降水引起的沉降不会对已存在构筑物或拟建构筑物的结构安全构成危害。

(3) 降低地下水位通常采用地面降水方法或隧道内辅助降水方法。

2. 地表锚杆（管）

(1) 地表锚杆（管）是一种地表预加固地层的措施，适用于浅埋暗挖、进出工作井地段和岩体松软破碎地段。

(2) 地面锚杆（管）按矩形或梅花形布置，先钻孔→吹净钻孔→用灌浆管灌浆→垂直插入锚杆杆体→孔口将杆体固定。地面锚杆（管）支护，是由普通水泥砂浆和全粘结型锚杆构成地表预加固地层或围岩深孔注浆加固地层。

(3) 中空注浆锚杆、树脂锚杆、自钻式锚杆、砂浆锚杆和摩擦型锚杆。（口诀：末中枢自杀）

3. 冻结法固结地层

用于富水软弱地层

(1) 安装冻结器（工作站）→铺设冻结管网→形成冻结期（水变冰）→维护冻结期→解冻期（冰变水）

(2) 冻结法主要优缺点：

1) 主要优点：冻结地层强度高；地下水封闭效果好；地层整体固结性好；对工程环境污染小。

2) 主要缺点：成本较高；有一定的技术难度。

考点 11 复合式衬砌与防水体系

1. 喷锚暗挖（矿山）法施工隧道通常采用复合式衬砌设计，衬砌结构是由初期（一次）支护、防水层和二次衬砌所组成。

2. 喷锚暗挖（矿山）法施工隧道的复合式衬砌，以结构自防水为根本，辅加防水层组成防水体系，以变形缝、施工缝、后浇带、穿墙洞、预埋件、桩头等接缝部位混凝土及防水层施工为防水控制的重点。

3. 复合式衬砌防水层施工

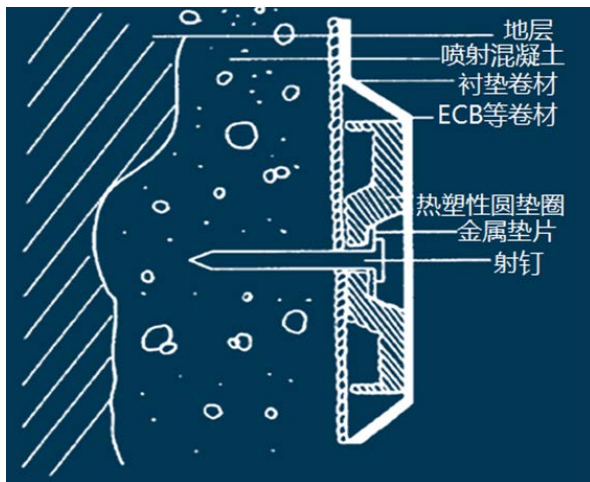
(1) 复合式衬砌防水层施工应优先选用射钉铺设。

4. ECB 卷材：乙烯共聚物改性沥青树脂，高分子热塑性材料。

5. ECB 卷材和衬垫卷材对比：

(1) 衬垫卷材被射钉固定，保护 ECB 卷材；

(2) ECB 卷材主要起防水作用。



(3) 防水层施工时喷射混凝土表面应平顺，不得留有锚杆头或钢筋断头，表面漏水应及时引排，防水层接头应擦净。

考点 12 二次衬砌混凝土施工

1. 二衬采用补偿收缩混凝土，具有良好的抗裂性能，主体结构防水混凝土在工程结构中不但承担防水作用，还要和钢筋一起承担结构受力作用。

补偿收缩混凝土：用膨胀水泥或在普通混凝土中掺入膨胀剂配制而成的一种微膨胀混凝土。它可以针对普通混凝土收缩变形大、易产生裂缝的弊病，起到相对补偿的效果。

2. 二衬混凝土浇筑应采用组合钢模板体系和模板台车两种模板体系。对模板及支撑结构进行验算，以保证其具有足够的强度、刚度和稳定性，防止发生变形和下沉。模板接缝要拼贴严密，避免漏浆。

3. 混凝土浇筑采用泵送浇筑，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。混凝土浇筑应连续进行，两侧对称，水平浇筑，不得出现水平和倾斜接缝；如混凝土浇筑因故中断，则必须采取措施对两次浇筑混凝土界面进行处理，以满足防水要求。

考点 13

1. 竖井井口防护应符合下列规定：

(1) 竖井应设置防雨棚、挡水墙。

(2) 竖井应设置安全护栏，护栏高度不应小于 1.2m。

(3) 竖井周边应架设安全警示装置。

2. 竖井开挖与支护

(1) 开挖前，应根据地质条件及地下水状态，按设计要求或专项施工方案采取地下水控制及地层预加固的措施。

(2) 井口地面荷载不得超过设计规定值；井口应设置挡水墙，四周地面应硬化处理，并做好排水措施。

(3) 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。

(4) 初期支护应尽快封闭成环，按设计要求做好格栅钢架的竖向连接及采取防止井壁下沉的措施。

考点 14 马头门施工技术

1. 竖井初期支护施工至马头门处应预埋暗梁及暗桩，并应沿马头门拱部外轮廓线打入超前小导管，注浆加固地层。

2. 破除马头门前，应做好马头门区域的竖井或隧道的支撑体系的受力转换。

延伸解释：马头门处结构受力复杂，施工方法应更为稳妥可靠，以保证此处土体的开挖过程中，保持稳定。施工时，需破除既有竖井壁混凝土及钢格栅支护，由于破坏了整个竖井的结构受力，使洞口位置处受力重新

分布，极易导致该处土体失稳，故施工前应在该位置处提前进行加固处理。

3. 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。

4. 马头门处隧道应密排三榀格栅钢架；隧道格栅主筋应与格栅主筋、连接筋焊接牢固；隧道纵向连接筋应与竖井主筋焊接牢固。

5. 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。

(7) 施工中严格贯彻“管超前、严注浆、短开挖、强支护、勤量测、早封闭”的十八字方针。

考点 15 盾构法基本施工步骤

1. 始发端和接收端各建一个工作（竖）井。

2. 盾构在始发端工作井内安装就位。

3. 依靠盾构千斤顶推力（作用在已拼装好的衬砌环和反力架）将盾构从始发工作井的墙壁预留洞门推出。

4. 盾构在地层中沿着设计轴线推进，在推进的同时不断出土和安装衬砌管片。

5. 及时地向衬砌背后的空隙注浆，防止地层移动和固定衬砌环位置。

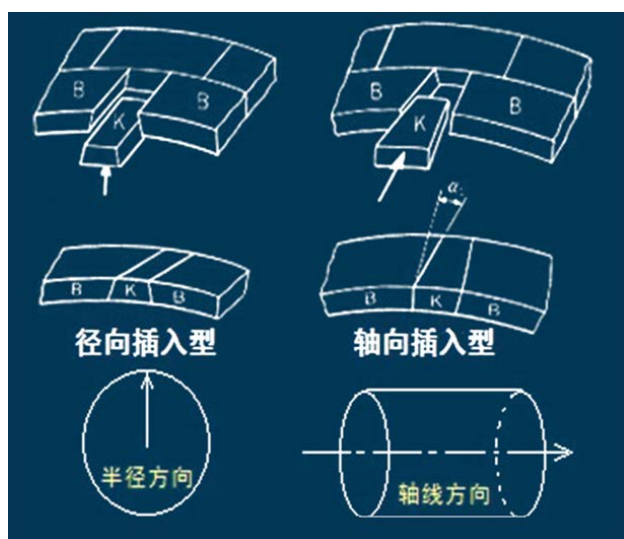
6. 盾构进入接收工作井并被拆除，如施工需要，也可穿越工作井再向前推进。

考点 16 盾构法施工隧道的优点

1. 除竖井施工外，施工作业均在地下进行，既不影响地面交通，又可减少对附近居民的噪声和振动影响。（周围环境）
2. 盾构推进、出土、拼装衬砌等主要工序循环进行，施工易于管理，施工人员也较少。（管理）
3. 在一定覆土范围内，隧道的施工费用不受覆土量影响，适宜于建造覆土较深的隧道。（造价）
4. 施工不受风雨等气候条件的影响。（自然因素）
5. 当隧道穿过河底或其他建筑物时，不影响航运通行、建（构）筑物正常使用。（周围环境）
6. 土方及衬砌施工安全、掘进速度快。（进度）
7. 在松软含水地层中修建埋深较大的长隧道往往具有技术和经济方面的优越性。（技术+造价）

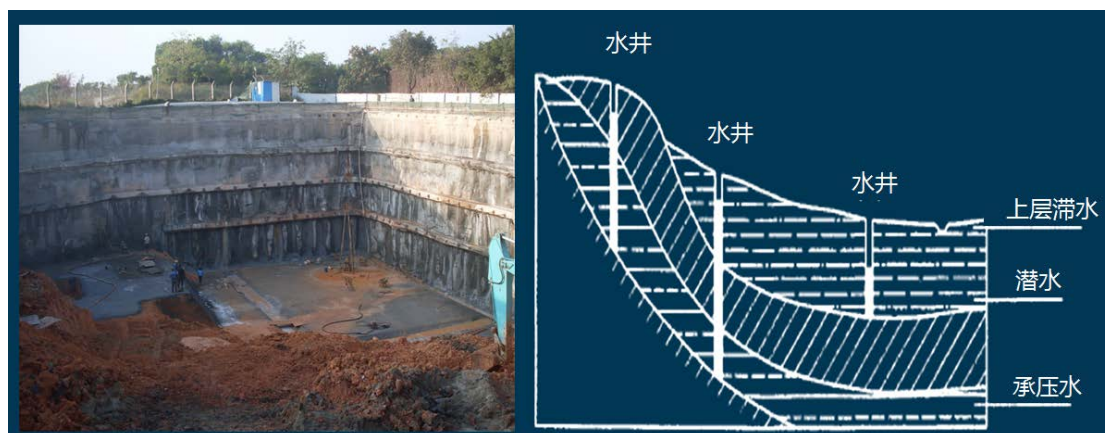
考点 17 盾构法隧道衬砌

1. 管片类型：管片按材质分为钢筋混凝土管片、钢管片、铸铁管片、钢纤维混凝土管片、复合材料管片。其中，钢管片、铸铁管片一般用于负环管片或联络通道（设置在两条地铁隧道之间的一条横向通道，起到安全疏散乘客、隧道排水及防火、消防等作用）。钢筋混凝土管片是盾构法隧道衬砌中最常用的管片类型。
2. 管片构成：盾构隧道衬砌的主体是管片拼装组成的管环，管环通常由 A 型（标准环）、B 型管片（邻接块）和 K 型管片（封顶块）构成，管片之间采用螺栓连接。
3. 封顶块 K 型管片根据管片拼装方式的不同，有从隧道内侧向半径方向插入的径向插入型和从隧道轴向插入的轴向插入型以及两者并用的类型。

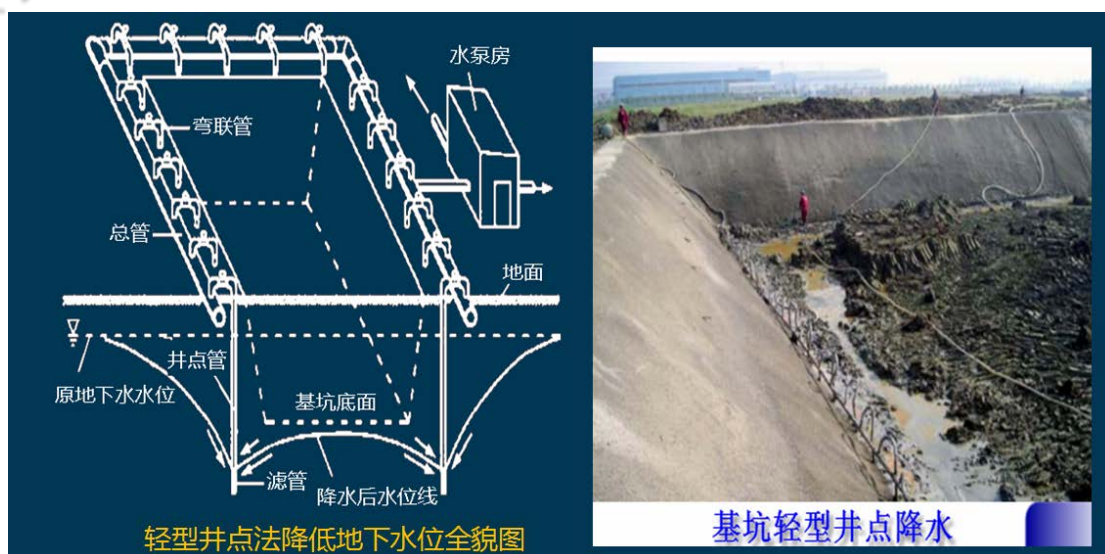


考点 18

1. 为保证地下工程、基础工程正常施工，控制和减少对工程环境影响所采取的排水、降水、隔水或回灌等工程措施，统称为地下水控制。



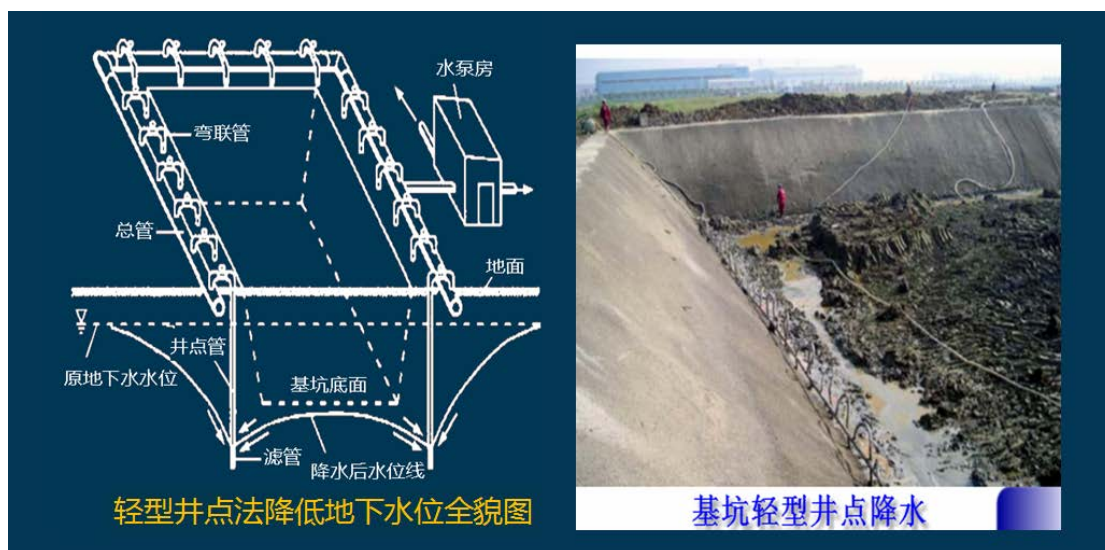
工程降水方法及适用条件				表2K313021-4
降水方法	适用条件	土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
集水明排		填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土	—	—
降水井	真空井点	粉质黏土、粉土、砂土	0.01 ~ 20.0	单级≤6, 多级≤12
	喷射井点	粉土、砂土	0.1 ~ 20.0	≤20
	管井	粉土、砂土、碎石土、岩石	>1	不限
	渗井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	由下伏含水层的埋藏条件和水头条件确定
	辐射井	黏性土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	4 ~ 20
	电渗井	黏性土、淤泥、淤泥质黏土	≤0.1	≤6
	潜埋井	粉土、砂土、碎石土	>0.1	≤2



2. 井点系统的平面布置应根据降水区域平面形状、降水深度、地下水的流向以及土的性质确

定，可布置成**环形**、**U形**和**线形**（单排、双排）。

3. 井点间距宜为 0.8~2.0m，距开挖上口线的距离不应小于 1.0m；**集水总管宜沿抽水水流方向**布置，坡度宜为 0.25%~0.5%。



4. 集水明排应符合下列规定：

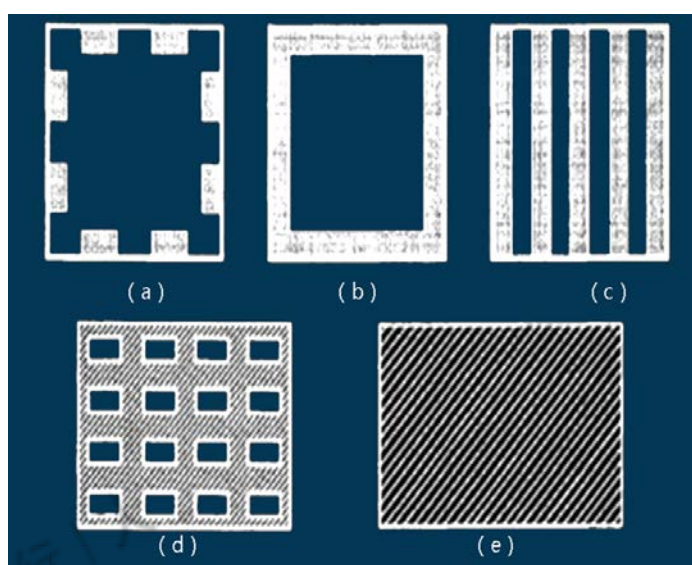
- (1) 沿排水沟宜每隔 **30~50m** 设置一座**集水井**。集水井、排水管沟不应影响地下工程施工。
- (2) 排水沟深度和宽度应根据基坑排水量确定，坡度宜为 0.1%~0.5%；集水井尺寸和数量应根据汇水量确定，**深度应大于排水沟深度 1.0m**；排水管道的直径应根据排水量确定，排水管的坡度不宜小于 0.5%。

考点 19

基坑外 加固目的	①止水。 ②减少围护结构承受的主动土压力。
基坑内 加固目的	①提高土体的强度和土体的侧向抗力。 ②减少围护结构位移。 ③保护基坑周边建筑物及地下管线。 ④防止坑底土体隆起破坏。 ⑤防止坑底土体渗流破坏。 ⑥弥补围护墙体插入深度不足等。

考点 20 基坑地基加固的方式

基坑内被动区加固形式	墩式加固； 裙边加固； 抽条加固； 格栅式加固； 满堂加固。
	长条形基坑→抽条加固； 基坑面积较大时→裙边加固； 地铁车站端头井→格栅式加固； 环境保护要求高或为了封闭地下水时→满堂加固。



考点 21

1. 换填材料加固处理法，以提高地基承载力为主，适用于较浅基坑，方法简单，操作方便。
2. 采用水泥土搅拌、高压喷射注浆、注浆或其他方法对地基掺入一定量的固化剂或使土体固结，以提高土体的强度和土体的侧向抗力为主，适用于深基坑。

考点 22

1. 在地基处理中，注浆工艺所依据的理论主要可分为渗透注浆、劈裂注浆、压密注浆和电动化学注浆四类，其应用条件见表 2K313022。

不同注浆法的适用范围		表2K313022
注浆方法	适用范围	
渗透注浆 ^①	只适用于中砂以上的砂性土和有裂隙的岩石	
劈裂注浆	适用于低渗透性的土层	
压密注浆	常用于中砂地基，黏土地基中若有适宜的排水条件也可采用。如遇排水困难而可能在土体中引起高孔隙水压力时，就必须采用很低的注浆速率。压密注浆可用于非饱和的土体，以调整不均匀沉降以及在大开挖或隧道开挖时对邻近土进行加固	
电化学注浆	地基土的渗透系数 $k < 10^{-4}$ cm/s，只靠一般静压力难以使浆液注入土的孔隙的地层	
注：①渗透注浆法适用于碎石土、砂卵石充填料的路基。		

考点 23 水泥土搅拌法

1. 利用水泥作为固化剂通过特制的搅拌机械，就地将软土和固化剂（浆液或粉体）强制搅拌，使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的水泥加固土，从而提高地基土强度和增大变形模量。

2. 根据固化剂掺入状态的不同，它可分为浆液搅拌和粉体喷射搅拌两种。

前者是用浆液和地基土搅拌，后者是用粉体和地基土搅拌。

可采用单轴、双轴、三轴及多轴搅拌机或连续成槽搅拌机。

3. 水泥土搅拌法加固软土技术具有其独特优点：

（1）最大限度地利用了原土；

（2）搅拌时无振动、无噪声和无污染，可在密集建筑群中进行施工，对周围原有建筑物及地下沟管影响很小；

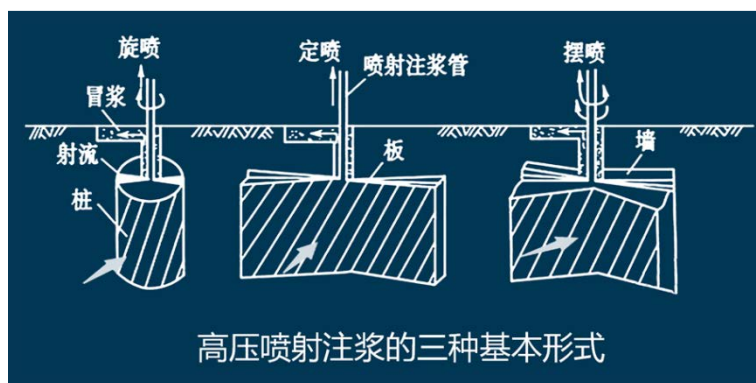
（3）根据上部结构的需要，可灵活地采用柱状、壁状、格栅状和块状等加固形式；

（4）与钢筋混凝土桩基相比，可节约钢材并降低造价。

考点 24 高压喷射注浆法

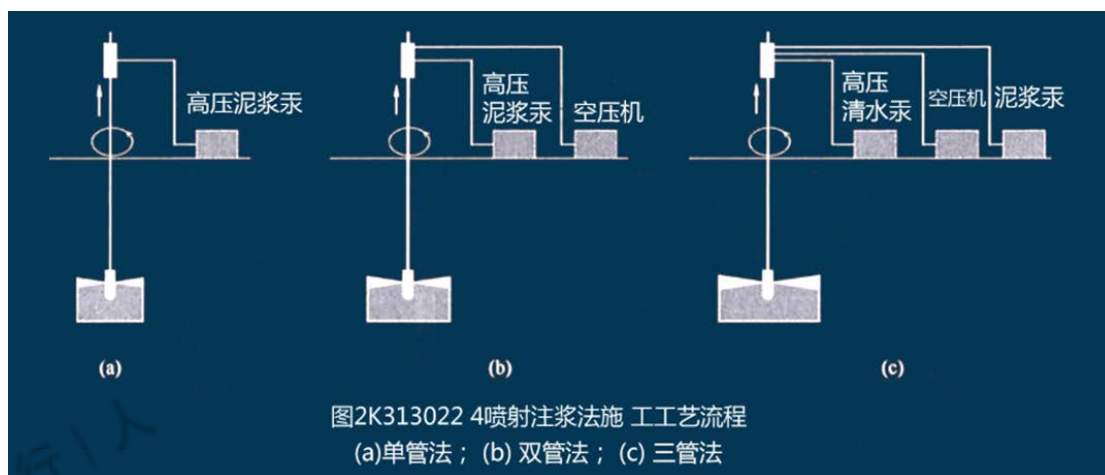
1. 解释：利用钻机钻孔，把带有喷嘴的注浆管插至土层的预定位置后，以高压设备使浆液成为 20Mpa 以上的高压射流，从喷嘴中喷射出来冲击破坏土体。部分细小的土料随着浆液冒出水面，其余土粒在喷射流的冲击力，离心力和重力等作用下，与浆液搅拌混合，并按一定的浆土比例有规律地重新排列。浆液凝固后，便在土中形成一个固结体与桩间土一起构成复合地基，从而提高地基承载力，减少地基的变形，达到地基加固的目的。

2. 高压喷射有旋喷（固结体为圆柱状）、定喷（固结体为壁状）和摆喷（固结体为扇状）等三种基本形状。



它们均可用下列方法实现：

- (1) **单管法**：喷射高压**水泥浆液**一种介质；
- (2) **双管法**：喷射高压**水泥浆液**和**压缩空气**两种介质；
- (3) **三管法**：喷射高压**水流**、**压缩空气**及**水泥浆液**等三种介质。



由于上述三种喷射流的结构和喷射的介质不同，有效处理范围也不同；

以三管法最大，双管法次之，单管法最小。

实践表明，**旋喷**形式可采用**单管法**、**双管法**和**三管法**中的任何一种方法。**定喷**和**摆喷**注浆常用**双管法**和**三管法**。

3. 高压喷射注浆的全过程为钻机**就位**、**钻孔**、**置入注浆管**、**高压喷射注浆**和**拔出注浆管**等基本工序。

考点 25 围护结构

1. 深基坑围护结构类型

(1) 预制混凝土板桩

- 1) 施工较为困难，对机械要求高，挤土现象很严重；
- 2) 桩间采用**槽榫接合**，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；

4) 板桩截面的形式有四种：矩形、T形、工字形及口字形。

2. 钢板桩与钢管桩：

(1) 成品制作，可反复使用；

(2) 施工简便，但施工有噪声；

(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；

(5) 板桩一般最大开挖深度在 7~8m，断面形式多为 U 形或 Z 形。我国地下铁道施工中多用 U 形钢板桩；

(6) 钢板桩作为支护结构时在其上口及支撑位置需用钢围檩连接成整体，并根据深度设置支撑或拉锚。

3. 钢管桩

(1) 截面刚度大于钢板桩，在软弱土层中开挖深度可大

(2) 需有防水措施相配合。

4. 钻孔灌注桩维护结构

(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) 需降水或止水措施配合使用，如搅拌桩、旋喷桩等；

(4) 成孔时噪声低，适于城区施工，在地铁基坑和高层建筑深基坑施工中得到广泛应用。

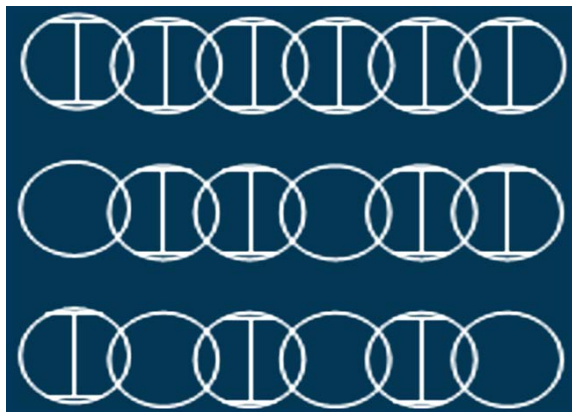
5. SMW 工法桩（型钢水泥土搅拌墙）

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



(2) 型钢水泥土搅拌墙中三轴水泥土搅拌桩的直径宜采用 650mm、850mm、1000mm；内插的型钢宜采用 H 型钢。

(3) 型钢水泥土搅拌墙中型钢的间距和平面布置形式应根据计算确定，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三种。单根型钢中焊接接头不宜超过 2 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；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。

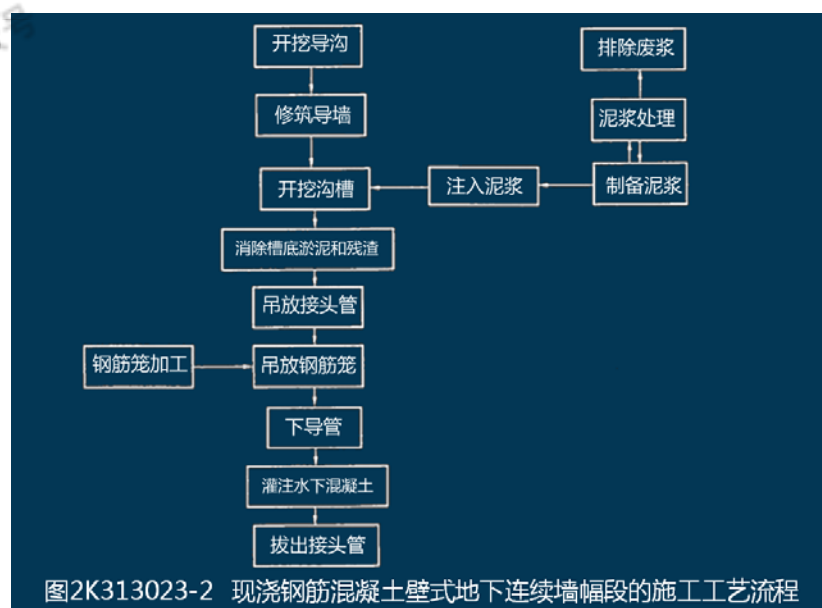


6. SMW 工法桩特点:

- (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，国内上海等城市已有工程实践；
- (4) 用于软土地层时，一般变形较大。

7. 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。



8. 导墙是控制**挖槽精度**的主要构筑物，导墙结构应建于坚实的地基之上，其主要作用有：**基准作用、承重、存蓄泥浆**。

9. 基准作用：导墙作为测量地下连续墙挖槽标高、垂直度和精度的基准。

承重：导墙既是挖槽机械轨道的支承，又是钢筋笼接头管等搁置的支点，有时还承受其他施工设备的荷载。

10. 在开挖过程中，为保证槽壁的稳定，采用特制的**泥浆护壁**。泥浆应根据地质和地面沉降控制要求经试配确定，并在泥浆配制和挖槽施工中对泥浆的**相对密度、黏度、含砂率和 pH 值**等主要技术性能指标进行检验和控制。泥浆液面始终保持在导墙顶面以下 20cm 并高出地下水位 1m，以稳定槽壁。

考点 26

材料	特点
现浇钢筋混凝土	混凝土硬化后 刚度大，变形小 ，强度的安全可靠性强，施工方便，但 支撑浇制和养护时间长 ，围护结构处于无支撑体位移大，如 对控制变形有较高要求时，需对被动区软土加固。施工工期长，拆除困难，爆破拆除对周围环境有影响。
钢结构	安装、拆除施工方便，可周转使用 ，支撑中可加预应力，可调整轴力而有效控制围护墙变形；施工工艺要求较高，如 节点和支撑结构处理不当，或施工支撑不及时不准确，会造成失稳。

考点 27 基坑的变形控制

1. 基坑变形特性

2. 围护墙体水平变形

(1) **开挖较浅，未设支撑：**不论刚性、柔性墙体，均表现为**墙顶位移最大**，向基坑方向**水平位移**，呈三角形分布。

(2) **开挖较深：**柔性墙体**设支撑**，表现为**墙顶位移不变**或逐渐向基坑外移动，墙体**腹部向基坑内凸出**。

3. 围护墙体竖向变位

(1) 围护桩或地下连续墙底下因清孔不净**有沉渣时**，**围护墙在开挖中会下沉**；

(2) 围护结构下方有**顶管和盾构等穿越时**，也会引起围护结构**突然沉降**。

4. 基坑底部的隆起

(1) 基坑底不透水土层由于其自重不能够承受不透水层下承压水**水头压力**而产生突然性隆起；

(2) 基坑由于围护结构**插入坑底土层深度不足**而产生坑内土体隆起破坏。

4. 地表沉降

围护结构的水平变形及坑底土体隆起会造成地表沉降，引起**基坑周边建（构）筑物变形**。

考点 28 基坑的变形控制

1. 控制基坑变形主要方法有

- (1) 增加围护结构和支撑的刚度。
- (2) 增加围护结构的入土深度。
- (3) 加固基坑内被动区土体。加固方法有抽条加固、裙边加固及二者结合的形式。
- (4) 减小每次开挖围护结构处土体的尺寸和开挖支撑时间。
- (5) 通过调整围护结构深度或降水井布置来控制降水对环境变形的影响。
- (6) 加强监测。（地表、管线、周边建（构）筑物沉降）

2. 坑底稳定控制

- (1) 加深围护结构入土深度。
- (2) 坑底土体加固。
- (3) 坑内井点降水。
- (4) 适时施作底板结构。

考点 29

1. 发生下列异常情况时，应立即停止开挖，并应立即查清原因和及时采取措施后，方可继续施工

- (1) 支护结构变形达到设计规定的控制值或变形速率持续增长且不收敛。
- (2) 支护结构的内力超过其设计值或突然增大。
- (3) 围护结构或止水帷幕出现渗漏，或基坑出现流土、管涌现象。
- (4) 开挖暴露出的基底出现明显异常（包括黏性土时强度明显偏低或砂性土层时水位过高造成开挖施工困难时）。
- (5) 围护结构发生异常声响。
- (6) 边坡出现失稳征兆时。
- (7) 基坑周边建（构）筑物等变形过大或已经开裂。

考点 30 放坡基坑稳定措施

1. **坡顶卸载**：禁止在基坑边坡坡顶较近范围内堆放材料、土方和其它重物以及停放或行驶较大的施工机械。

2. **坡面**：

(1) **坡度**：严格按设计坡度放坡，基坑较深时分级放坡。分级放坡时，宜设置分级过渡平台，平台宽度应根据土质条件、放坡高度及施工场地条件确定，对于岩石边坡不宜小于 0.5m，对于土质边坡不宜小于 1.0m。下级放坡坡度宜缓于上级放坡坡度。

(2) **护坡**：坡面叠放砂包或者土袋；锚杆喷射混凝土；

塑料膜或土工织物覆盖坡面。

3. **坡脚压重**：坡脚叠放砂包或土袋。

4. **基坑降排水**：保持基底和边坡干燥。

5. **缩短基坑暴露时间**。

6. **加强监测**：严密监测坡顶位移。

第四部分 城镇水处理场站工程

考点 1 施工方案与流程

1. 整体式现浇钢筋混凝土池体结构施工流程

测量定位→土方开挖及地基处理→垫层施工→防水层施工→底板浇筑→池壁及柱浇筑→顶板浇筑→功能性试验

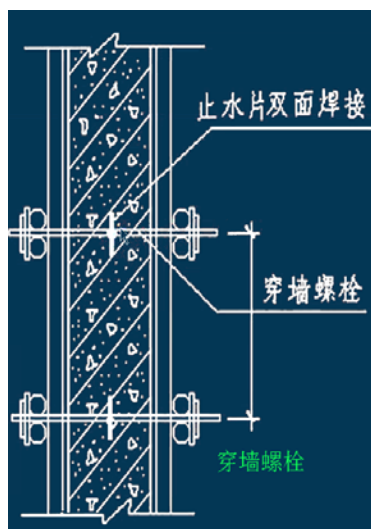
考点 2

1. 模板及支架应满足浇筑混凝土时的强、刚、稳要求，且应安装牢固。

2. 模板上的预埋件、预留孔洞不得遗漏，且安装牢固；在安装池壁的最下一层模板时，应在适当位置预留清扫杂物用的窗口。

考点 3

1. 采用穿墙螺栓来平衡混凝土浇筑对模板侧压力时，应选用两端能拆卸的螺栓或在拆模板时可拔出的螺栓。



考点 4

1. 池壁与顶板连续施工时，池壁**内模立柱**（不承重的）不得同时作为**顶板模板立柱**（浇混凝土，受压构件）。顶板支架的斜杆或横向连杆不得与池壁模板的杆件相连接。**池壁模板可先安装一侧**，绑完钢筋后，**分层安装另一侧模板**（内模一次支好，外模随支随浇），或采用一次安装到顶而分层预留操作窗口的施工方法。

考点 5

1. **塑料或橡胶止水带接头**应采用**热接**，不得采用**叠接**；接缝应平整牢固，不得有裂口、脱胶现象；T 字接头、十字接头和 Y 字接头，应在工厂加工成型。

考点 6

1. **金属止水带**接头应按其厚度分别采用**折叠咬接或搭接**；搭接长度**不得小于 20mm**，咬接或搭接必须采用**双面焊接**。
2. 金属止水带在伸缩缝中的部分应**涂防锈和防腐涂料**。
3. 止水带安装应牢固，位置准确，其中心线应与变形缝中心线对正，止水带不得有裂纹、孔洞等。**不得在止水带上穿孔或用铁钉固定就位**。

考点 7 无粘结预应力筋技术要求

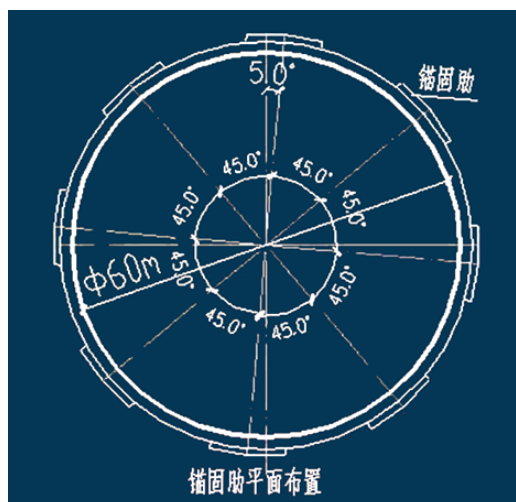
1. 预应力筋外包层材料，应采用**聚乙烯或聚丙烯**，**严禁使用聚氯乙烯**；
2. 预应力筋涂料层应采用**专用防腐油脂**；
3. 必须**采用 I 类锚具**，锚具规格应根据无粘结预应力筋的品种、张拉吨位以及工程使用情况选用。

考点 8 施工工艺流程

1. 钢筋施工→安装内模板→**铺设非预应力筋**→安装托架筋、承压板、螺旋筋→**铺设无粘结预应力筋**→外模板→混凝土**浇筑**→混凝土**养护**→拆模及锚固肋混凝土凿毛→**切断外露塑料套管并清理油脂**→**安装锚具**→**安装千斤顶**→同步加压→量测→回油撤泵→**锁定**→**切断无粘结筋**（留 100mm）→锚具及钢绞线防腐→**封锚混凝土**。

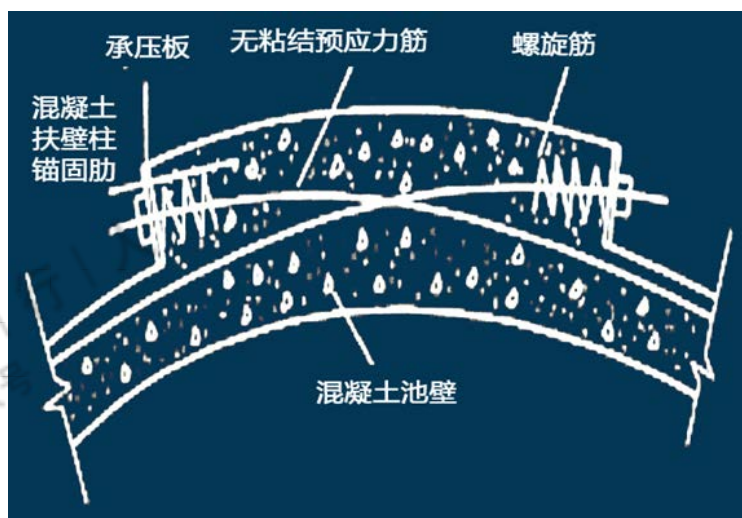
考点 9 无粘结预应力筋布置安装

1. 锚固肋数量和布置，应符合设计要求；设计无要求时，应保证张拉段无粘结预应力筋**不超过 50m**，且锚固肋数量为双数；



考点 10

1. 安装时，上下相邻两无粘结预应力筋锚固位置应错开一个锚固肋；以锚固肋数量的一半为无粘结预应力筋分段（张拉段）数量；每段无粘结预应力筋的计算长度应考虑加入一个锚固肋宽度及两端张拉工作长度和锚具长度。



考点 11 无粘结预应力张拉

1. 张拉段无粘结预应力筋长度小于 25m 时，宜采用一端张拉；张拉段无粘结预应力筋长度大于 25m 而小于 50m 时，宜采用两端张拉；张拉段无粘结预应力筋长度大于 50m 时，宜采用分段张拉和锚固。（增加锚固肋数量）

考点 12 封锚要求

封锚混凝土强度等级不得低于相应结构混凝土强度等级，且不得低于 C40。

考点 13 混凝土施工

结构混凝土，设计上有抗冻、抗渗、抗裂要求。对此，混凝土施工必须从原材料、配合比、混凝土供应、浇筑、养护各环节加以控制，以确保实现设计的使用功能。

考点 14 模板及支架拆除

1. 应按模板支架设计方案、程序进行拆除。
2. 采用整体模板时，侧模板应在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆除模板而受损坏时，
3. 方可拆除；其他模板应在与结构同条件养护的混凝土试块达到表 2K314021 规定强度时，方可拆除。

整体现浇混凝土底模板拆模时所需混凝土强度			表2K314021
序号	构件类型	构件跨度 L (m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
1	板	≤ 2	≥ 50
		$2 < L \leq 8$	≥ 75
		> 8	≥ 100
2	梁、拱、壳	≤ 8	≥ 75
		> 8	≥ 100
3	悬臂构件	—	≥ 100

考点 15 构件吊装方案

1. 吊装前必须编制吊装方案。吊装方案应包括以下内容
 - (1) 工程概况。
 - (2) 主要技术措施。
 - (3) 吊装进度计划。
 - (4) 质量安全保证措施。
 - (5) 环保、文明施工等保证措施。

考点 16 预制构件安装

1. 安装前应经复验合格；有裂缝的构件，应进行鉴定。预制柱、梁及壁板等构件应标注中心线，并在杯槽、杯口上标出中心线。预制壁板安装前应将不同类别的壁板按预定位置顺序编号。壁板两侧面宜凿毛，应将浮渣、松动的混凝土等冲洗干净，并应将杯口内杂物清理干净，界面处理满足安装要求。

考点 17 现浇壁板缝混凝土

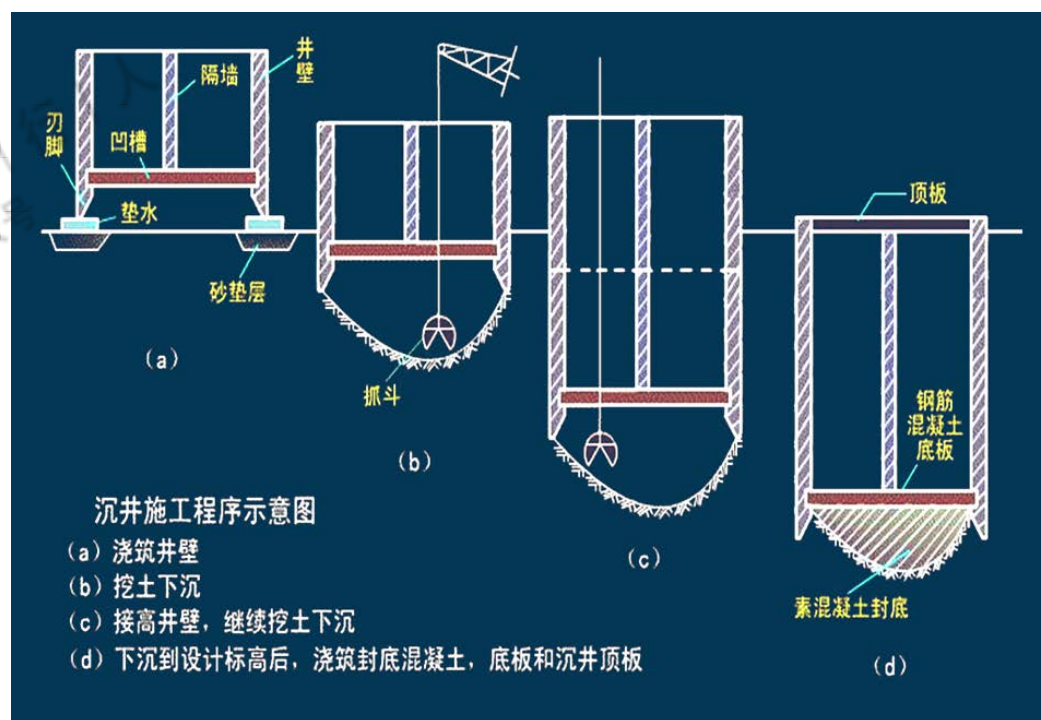
1. 预制安装水池满水试验能否合格，除底板混凝土施工质量和预制混凝土壁板质量满足抗渗标准外，现浇壁板缝混凝土也是防渗漏的关键；必须控制其施工质量，具体操作要点如下：

考点 18

1. 壁板接缝的内模宜一次安装到顶；外模应分段随浇随支。分段支模高度不宜超过 1.5m；
2. 浇筑前，接缝的壁板表面应洒水保持湿润，模内应洁净；接缝的混凝土强度应符合设计规定，设计无要求时，应比壁板混凝土强度提高一级；
3. 浇筑时间应根据气温和混凝土温度选在壁板间缝宽较大时进行；混凝土如有离析现象，应进行二次拌合；混凝土分层浇筑厚度不宜超过 250mm，并应采用机械振捣，配合人工捣固；
4. 用于接头或拼缝的混凝土或砂浆，宜采取微膨胀和快速水泥，在浇筑过程中应振捣密实并采取必要的养护措施。

考点 19 沉井施工顺序

1. 场地平整，铺垫木、制作底节沉井。
2. 拆模板，对称抽出垫木。
3. 对称开挖下沉沉井，底节沉井下沉完毕。
4. 接高井壁，继续挖土下沉。
5. 下沉至设计标高。
6. 浇筑封底混凝土。
7. 封顶。



考点 20

1. 砂垫层分布在刃脚中心线的两侧范围，应考虑方便抽除垫木；砂垫层宜采用中粗砂，并应分层铺设、分层夯实；

2. 垫木铺设应使刃脚底面在同一水平面上，并符合设计起沉标高的要求；平面布置要均匀对称，每根垫木的长度中心应与刃脚底面中心线重合，定位垫木的布置应使沉井有对称的着力点。

考点 21 沉井预制

1. 混凝土应对称、均匀、水平连续分层浇筑，并应防止沉井偏斜。

2. 分节制作沉井

(1) 设计无要求时，混凝土强度应达到设计强度等级 75%后，方可拆除模板或浇筑后节混凝土。

(2) 混凝土施工缝处理应采用凹凸缝或设置钢板止水带，施工缝应凿毛并清理干净；内外模板采用对拉螺栓固定时，其对拉螺栓的中间应设置防渗止水片；钢筋密集部位和预留孔底部应辅以人工振捣，保证结构密实。

考点 22 下沉施工

1. 排水下沉

(1) 下沉过程中应进行连续排水，（保持在基底以下 0.5m）保证沉井范围内地层水疏干。

(2) 挖土应分层、均匀、对称进行；对于有底梁或支撑梁沉井，其相邻格仓高差不宜超过 0.5m；严禁超挖。

(3) 用抓斗取土时，井内严禁站人，严禁在底梁以下任意穿越。

考点 23 沉井下沉控制

1. 下沉应平稳、均衡、缓慢，发生偏斜应通过调整开挖顺序和方式“随挖随纠、动中纠偏”。

2. 沉井下沉监控测量

(1) 下沉时标高、轴线位移每班至少测量一次，每次下沉稳定后应进行高差和中心位移量的计算；

(2) 终沉时，每小时测一次，严格控制超沉，沉井封底前自沉速率应小于 $10\text{mm}/8\text{h}$ ；

(3) 如发生异常情况应加密量测；

(4) 大型沉井应进行结构变形和裂缝观测。

考点 24 沉井封底

1. 干封底

(1) 施工的沉井应继续降水，水位距坑底不小于 0.5m。

(2) 对超挖部分应回填砂石至规定标高。

(3) 采用全断面封底时，混凝土垫层应一次性连续浇筑；有底梁或支撑梁分格封底时，应对称逐格浇筑。

(4) 钢筋混凝土底板施工前，井内应无渗漏水且新、老混凝土接触部位凿毛处理，并清理干净。

(5) 封底前应设置泄水井，底板混凝土强度达到设计强度等级且满足抗浮要求时，方可封填泄水井、停止降水。

2. 水下封底

(1) 浇筑前，每根导管应有足够的混凝土量，浇筑时能一次将导管底埋住。

(2) 封底的浇筑顺序，应从低处开始，逐渐向周围扩大；井内有隔墙、底梁或混凝土供应量受到限制时，应分格对称浇筑。

(3) 每根导管的混凝土应连续浇筑，且导管埋入混凝土的深度不宜小于 1.0m；各导管间混凝土浇筑面的平均上升速度不应小于 0.25m/h；相邻导管间混凝土上升速度宜相近，最终浇筑成的混凝土面应略高于设计高程。

(4) 水下封底混凝土强度达到设计强度等级（100%），沉井能满足抗浮要求时，方可将井内水抽除，并凿除表面松散混凝土进行钢筋混凝土底板施工。

考点 25

1. 当构筑物无抗浮设计时，雨期施工过程必须采取抗浮措施

(1) 雨期施工时，采用的抗浮措施如下：

1) 基坑四周设防汛墙，防止外来水进入基坑；建立防汛组织，强化防汛工作。

2) 构筑物下及基坑内四周埋设排水盲管（盲沟）和抽水设备，一旦发生基坑内积水随即排除。

3) 备有应急供电和排水设施并保证其可靠性。

考点 26

1. 当构筑物的自重小于其承受的浮力时，会导致构筑物浮起；应考虑因地制宜措施：引入地下水和地表水等外来水进入构筑物，使构筑物内、外无水位差，以减小其浮力，使构筑物结构免于破坏。

考点 27 试验必备条件与准备工作

1. 满水试验前必备条件

(1) 池体的混凝土或砖、石砌体的砂浆已达到设计强度要求；池内清理洁净，池内外缺陷修补完毕。

(2) 现浇钢筋混凝土池体的防水层、防腐层施工之前；装配式预应力混凝土池体施加预应力且锚固端封锚以后，保护层喷涂之前；砖砌池体防水层施工以后，石砌池体勾缝以后。

考点 28 水池满水试验与流程

1. 试验流程

试验准备→水池注水→水池内水位观测→蒸发量测定→整理试验结论。

考点 29 试验要求

1. 池内注水

(1) 向池内注水宜分 3 次进行，每次注水为设计水深的 1/3。对大、中型池体，可先注水至池壁底部施工缝以上，检查底板抗渗质量，当无明显渗漏时，再继续注水至第一次注水深度。

(2) 注水时水位上升速度不宜超过 2m/d。相邻两次注水的间隔时间不应小于 24h。

2. 水位观测

(1) 利用水位标尺测针观测、记录注水时的水位值。

(2) 注水至设计水深进行水量测定时，应采用水位测针测定水位。水位测针的读数精确度应达 1/10mm。

(3) 注水至设计水深 24h 后，开始测读水位测针的初读数。

(4) 测读水位的初读数与末读数之间的间隔时间应不少于 24h。

(5) 测定时间必须连续。测定的渗水量符合标准时，须连续测定两次以上；测定的渗水量超过允许标准，而以后的渗水量逐渐减少时，可继续延长观测。延长观测的时间应在渗水量符合标准时止。

第五部分 城市管道工程

考点 1 确定沟槽底部开挖宽度

(1) 沟槽底部的开挖宽度应符合设计要求。

(2) 当设计无要求时，可按经验公式计算确定：

$$B=D_0+2\times(b_1+b_2+b_3)$$

式中：

B——管道沟槽底部的开挖宽度 (mm)；

D_0 ——管外径 (mm)；

b_1 ——管道一侧的工作面宽度 (mm)；

b_2 ——有支撑要求时，管道一侧的支撑厚度，可取 150~200mm；

b_3 ——现场浇筑混凝土或钢筋混凝土管渠一侧模板厚度 (mm)。

考点2

管道一侧的工作面宽度			表2K315011-1
管道的外径 D_0 (mm)	管道一侧的工作面宽 b_1 (mm)		
	混凝土类管道	金属类管道、化学建材管道	
$D_0 \leq 500$	刚性接口	400	300
	柔性接口	300	
$500 < D_0 \leq 1000$	刚性接口	500	400
	柔性接口	400	
$1000 < D_0 \leq 1500$	刚性接口	600	500
	柔性接口	500	
$1500 < D_0 \leq 3000$	刚性接口	800 ~ 1000	700
	柔性接口	600	

考点3 验槽

1. 由建设、设计、勘察、监理、施工五方共同验收。
2. 不符合条件的地基，由设计或勘察单位提出处理意见。

考点4 安管

1. 采用法兰和胶圈接口时，安装应按照施工方案严格控制上、下游管道接装长度、中心位移偏差及管节接缝宽度和深度。
2. 采用焊接接口时，两端管的环向焊缝处齐平，错口的允许偏差应为0.2倍壁厚，内壁错边量不宜超过管壁厚度的10%，且不得大于2mm。
3. 采用电熔连接、热熔连接接口时，应选择在当日温度较低或接近最低时进行；

考点5 热熔连接流程

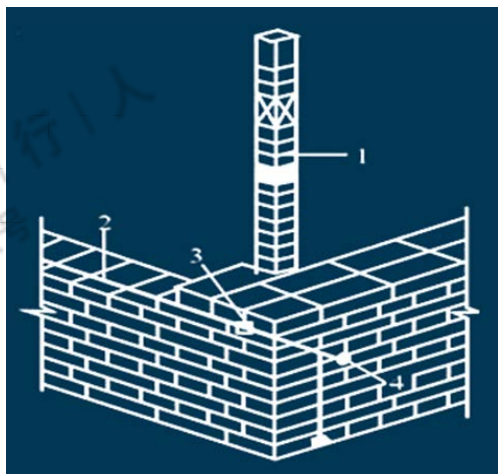
1. 焊机调试就位；
2. 管材准备就位；
3. 管材对正检查；
4. 预热；
5. 加温融化；
6. 加压对接；
7. 保压冷却。

考点 6

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 适用于钢管
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)	φ300 φ4000	φ3000以上	φ1000以上	φ300 φ1000	φ200 φ1800
施工距离	较长	长	较长	较短	短
适用地质 条件	各种土层	除硬岩外相对 均质地层	各种土层	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

考点 7

1. 砌筑前砌块（砖、石）应充分湿润；砌筑砂浆配合比符合设计要求，现场拌制应拌合均匀、随用随拌；砌筑应立皮数杆、样板挂线控制水平与高程。砌筑应采用满铺满挤法。砌体应上下错缝、内外搭砌、丁顺规则有序。



2. 砌筑砂浆应饱满，砌缝应均匀不得有通缝或瞎缝，且表面平整。
3. 砌体的沉降缝、变形缝、止水缝应位置准确、砌体平整、砌体垂直贯通，缝板、止水带安装正确，沉降缝、变形缝应与基础的沉降缝、变形缝贯通。

考点 8 圆井砌筑

1. 砌块应垂直砌筑；收口砌筑时，应按设计要求的位置设置钢筋混凝土梁；圆井采用砌块逐层砌筑收口时，四面收口的每层收进不应大于 30mm，偏心收口的每层收进不应大于 50mm。

2. 砌块砌筑时，铺浆应饱满，灰浆与砌块四周粘结紧密、不得漏浆，上下砌块应错缝砌筑。

3. 砌筑时应同时安装踏步，踏步安装后在砌筑砂浆未达到规定抗压强度等级前不得踩踏。

考点 9 水压试验

1. 预试验阶段：将管道内水压缓缓地升至规定的试验压力并稳压 30min，期间如有压力下降可注水补压，补压不得高于试验压力；检查管道接口、配件等处有无漏水、损坏现象；有漏水、损坏现象时应及时停止试压，查明原因并采取相应措施后重新试压。

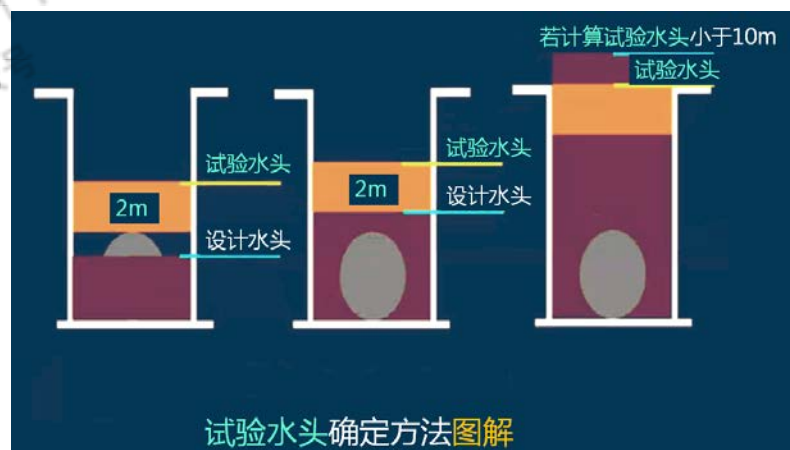
2. 主试验阶段：停止注水补压，稳定 15min，15min 后压力下降不超过所允许压力下降数值时，将试验压力降至工作压力并保持恒压 30min，进行外观检查，若无漏水现象，则水压试验合格。

考点 10 试验方案

1. 试验方案主要内容包括：后背及堵板的设计；进水管路、排气孔及排水孔的设计；加压设备、压力计的选择及安装的设计；排水疏导措施；升压分级的划分及观测制度的规定；试验管段的稳定措施和安全措施。

考点 11 闭水试验

1. 试验水头的确定方法：试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游管顶内壁加 2m 计；试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；计算出的试验水头小于 10m，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准。



考点 12 城市管道维护

1. 管道维护安全防护

(1) 养护人员必须接受安全技术培训，考核合格后方可上岗。

(2) 作业人员必要时可戴上防毒面具、防水衣、防护靴、防护手套、安全帽等，穿上系有

绳子的防护腰带，配备无线通信工具和安全灯等。

(3) 针对管网维护可能产生的气体危害和病菌感染等危险源，在评估基础上，采取有效的安全防护措施和预防措施，作业区和地面设专人值守，确保人身安全。

考点 13 管道安装与焊接

1. 在实施焊接前，应根据焊接工艺试验结果编写焊接工艺方案，方案应包括以下主要内容：

- (1) 管材、板材性能和焊接材料。
- (2) 焊接方法。
- (3) 坡口形式及制作方法。
- (4) 焊接结构形式及外形尺寸。
- (5) 焊接接头的组对要求及允许偏差。
- (6) 焊接电流的选择。
- (7) 焊接质量保证措施。
- (8) 检验方法及合格标准。

考点 14 管道安装与焊接

1 在管道中心线和支架高程测量复核无误后，方可进行管道安装。

2. 管道安装顺序：一般情况下，应先安装主线，再安装检查室，最后安装支线。

3. 管道安装坡向、坡度应符合设计要求。

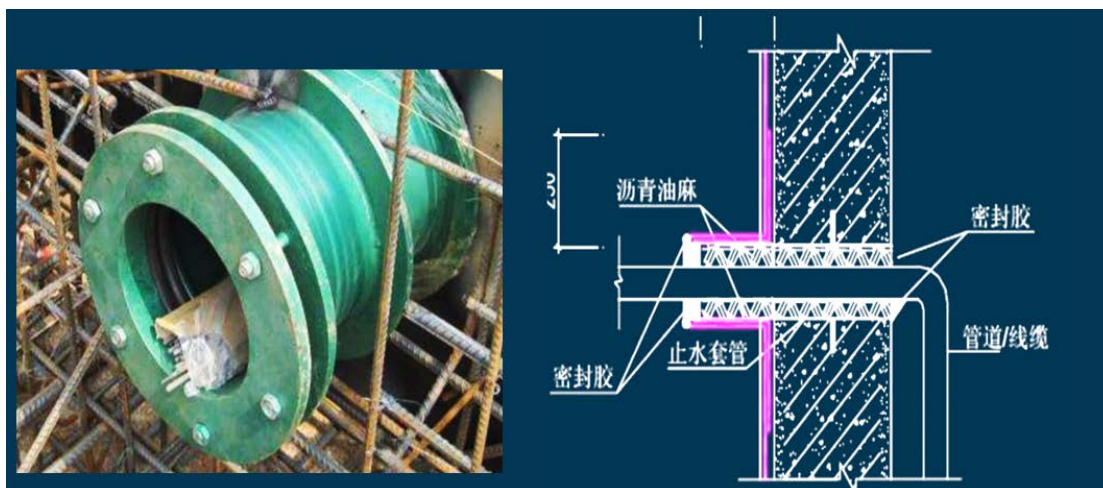
4. 钢管对口时，纵向焊缝之间应相互错开 100mm 弧长以上，管道任何位置不得有十字形焊缝。

5. 管道两相邻环形焊缝中心之间的距离应大于钢管外径，且不得小于 150mm。

6. 套管安装要求：

(1) 管道穿越建（构）筑物的墙板处应按设计要求安装套管，穿过结构的套管长度每侧应大于墙厚 20mm；穿过楼板的套管应高出板面 50mm。

(2) 套管与管道之间的空隙应采用柔性材料填充。



(3) 管道支架处不得有环形焊缝。

(4) 壁厚不等的管口对接，应符合下列规定：

- 1) 外径相等或内径相等，薄件厚度小于或等于 4mm 且厚度差大于 3mm，以及薄件厚度大于 4mm 且厚度差大于薄件厚度的 30% 或超过 5mm 时，应将厚件削薄。
- 2) 内径外径均不等，单侧厚度差超过上款所列数值时，应将管壁厚度大的一端削薄，削薄后的接口处厚度应均匀。

考点 15 在 0℃ 以下的环境中焊接时的要求

1. 现场应有防风、防雪措施。
2. 焊接前应清除管道上的冰、霜、雪。
3. 应在焊口两侧 50mm 范围内对焊件进行预热，预热温度应根据焊接工艺确定。
4. 焊接时应使焊缝自由伸缩，不得使焊口加速冷却。

考点 16 不合格焊缝的返修应符合下列规定

1. 对需要返修的焊缝，应分析缺陷产生的原因，编制焊接返修工艺文件。
2. 返修前应将缺陷清除干净，必要时可采用无损检测方法确认。
3. 补焊部位的坡口形状和尺寸应防止产生焊接缺陷及便于焊接操作。
4. 当需预热时，预热温度应比原焊缝适当提高。
5. 同一部位的返修次数不应超过两次。

考点 17 接头保温

1. 直埋管接头保温应在管道安装完毕及强度试验合格后进行。
2. 接头保温施工前，应将接头钢管表面、两侧保温端面和搭接段外壳表面的水分、油污、杂质和端面保护层去除干净。
3. 接头保温的结构、保温材料的材质及厚度应与预制直埋保温管相同。

考点 18 保温

1. 保温材料进场时应对其品种、规格、外观等进行检查验收，并应从进场的每批材料中，任选 1-2 组试样进行导热系数、保温层密度、厚度和吸水（质量含水、憎水）率等测定。（细胞厚度）

考点 19 保温保护层

1. 复合材料保护层

2. 石棉水泥保护层

3. 金属保护层

考点 20

常用支、吊架的简明作用及特点				表2K315023-1
名 称		作用	特点	
支架	固定支架	使管道在该点无任何方向位移，保护弯头、三通支管不被过大的应力所破坏，保证补偿器正常工作	承受作用力很大，多设置在补偿器和附件旁	
	滑动支架	管道在该处允许有较小的轴向自由伸缩	形式简单，加工方便，使用广泛	
	导向支架	只允许管道沿自身轴向自由移动	形式简单，作用重要，使用较广泛	
	弹簧支架	主要是减震，提高管道的使用寿命	管道有垂直位移时使用，不能承受水平荷载，形式较复杂，使用在重要场合	
吊架	刚性吊架	将管道（件）吊在空中	适用于垂直位移为零的管道（件），加工、安装方便，能承受管道（件）荷载及水平位移。但应注意及时调整吊杆的长度	
	弹簧吊架	将管道（件）吊在空中	能承受三向位移和荷载，形式较复杂，使用在重要或有特殊要求的场合	

考点 21

1. 固定支架卡板和支架结构接触面应贴实，但不得焊接，以免形成“死点”，发生事故；管道与固定支架、滑托等焊接时，不得损伤管道母材。

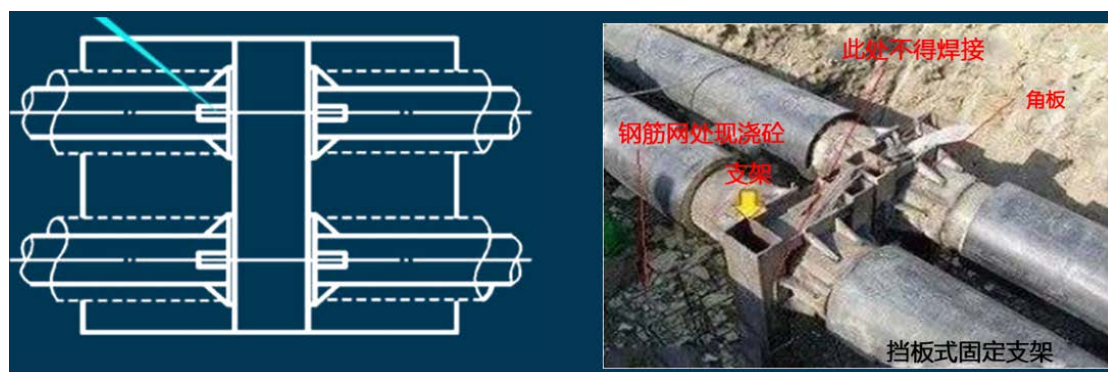
2. 固定支架、导向支架等型钢支架的根部，应做防水护墩。

3. 固定支架处的固定角板，只允许与管道焊接，严禁与固定支架结构焊接。

固定支架——管道——固定角板

4. 固定角板作用：限制管道膨胀产生位移。

5. 防止形成“死点”目的：限制管道的伸缩，不易发生爆管。



考点 22 阀门安装应符合下列规定

1. 阀门进场前应进行**强度**和**严密性试验**，试验完成后应进行记录。
2. 安装前应**清除阀口的封闭物及其他杂物**。
3. 有安装**方向**的阀门应按要求进行安装，有**开关程度指示标志**的应准确。
4. 并排安装的阀门应整齐、美观，便于操作。
5. 阀门吊装应平稳，**不得用阀门手轮作为吊装的承重点**，不得损坏阀门，已安装就位的阀门应防止重物撞击。

考点 23

项目	试验方法和合格判定		检验范围
强度试验	升压至试验压力，试验压力为设计压力的1.5倍，且不小于0.6MPa，稳压10min，检查无渗漏、无压力降后降至设计压力，稳压30min，检查无渗漏、无异常声响、无压力降为合格。		每个试验段
严密性试验	升压至试验压力，为设计压力的1.25倍，且不小于0.6MPa，当压力趋于稳定后，检查 管道、焊缝、管路附件及设备 等无渗漏， 固定支架无明显的变形 等。		全段
	一级管网及站内	稳压 1h 内，压力降不大于0.05MPa；为合格。	
	二级管网	稳压 30min 内，压力降不大0.05MPa，为合格。	

考点 24

低压	中压		次高压		高压	
	B	A	B	A	B	A
<0.01	$0.01 \leq P \leq 0.2$	$0.2 < P \leq 0.4$	$0.4 < P \leq 0.8$	$0.8 < P \leq 1.6$	$1.6 < P \leq 2.5$	$2.5 < P \leq 4.0$
取低						

考点 25 穿越铁路的燃气管道的套管的要求

1. 套管埋设的深度：**铁路轨道至套管顶**不应小于 **1.20m**，并应符合**铁路管理部门**的要求。
2. 套管**宜**采用**钢管或钢筋混凝土管**。
3. 套管**内径**应**比燃气管道外径大 100mm 以上**。

4. 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。
5. 套管端部距路堤坡脚外距离不应小于 2.0m。

考点 26

1. 燃气管道通过河流时，可采用穿越河底或采用管桥跨越的形式。当条件许可时，也可利用道路桥梁跨越河流，但应符合下列要求：

- (1) 利用道路、桥梁跨越河流的燃气管道，其管道的输送压力不应大于 0.4MPa。（低压、中压 B、中压 A）
- (2) 当燃气管道随桥梁敷设或采用管桥跨越河流时，必须采取安全防护措施。

考点 27 警示带敷设

1. 埋设燃气管道的沿线应连续敷设警示带。警示带敷设前应将敷设面压平，并平整地敷设在管道的正上方且距管顶的距离宜为 0.3 - 0.5m，但不得敷设于路基和路面里。
2. 警示带宜采用黄色聚乙烯等不易分解的材料，并印有明显、牢固的警示语，字体不宜小于 100mm×100mm。

考点 28 聚乙烯燃气管道安装

1. 聚乙烯管道优缺点

与传统管材相比，聚乙烯管道具有重量轻、耐腐蚀、阻力小、节约能源、安装方便、造价低、可缠绕等优点。

2. 但与钢管相比，聚乙烯管也有使用范围小、易老化、承压能力低、抗破坏能力差等缺点，所以聚乙烯管材一般用于中、低压燃气管道中。

考点 29 聚乙烯管材、管件进场检验

1. 验收管材、管件时，应按有关标准检查下列项目：

- (1) 检验合格证。
- (2) 检测报告。
- (3) 使用的聚乙烯原料级别和牌号。
- (4) 外观。
- (5) 颜色。
- (6) 长度。
- (7) 不圆度。
- (8) 外径及壁厚。
- (9) 生产日期。

(10) 产品标志。

检查项目	检查方法
A	查看资料
检测报告	查看资料
使用的聚乙烯原料级别和牌号	查看资料
B	目测
颜色	目测
长度	量测
不圆度	量测
外径及壁厚	量测
生产日期	查看资料
产品标志	目测

考点 30

1. 不同级别和熔体质量流动速率差值不小于 0.5g/10min 的聚乙烯原料制造的管材、管件和管道附属设备，以及焊接端部标准尺寸比（SDR）不同的聚乙烯燃气管道连接时，必须采用电熔连接。

2. 公称直径小于 90mm 的聚乙烯管道宜采用电熔连接。

考点 31

管道安装完毕后应依次进行管道吹扫、强度试验和严密性试验。事前应编制施工方案，制定安全措施，做好交底工作，确保施工人员及附近民众与设施的安全。

考点 32 管道吹扫

管道吹扫应按下列要求选择气体吹扫或清管球清扫

- (1) 球墨铸铁管道、聚乙烯管道、钢骨架聚乙烯复合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。
- (2) 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。

考点 33 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. 试验长度

强度试验应分段进行，试验管道分段最大长度宜按表 2K315034-2 执行。

管道试压分段最大长度		表2K315034-2
设计压力PN (MPa)	试验管段最大长度 (m)	
PN≤0.4	1000	
0.4 < PN≤1.6	5000	
1.6 < PN≤4.0	10000	

考点 34 严密性试验

严密性试验应在**强度试验合格后进行**，且**管线全线应回填**，以减少管内温度变化对试验的影响。

考点 35

总结：四种管道功能性试验	
排水管道 (无压)	严密性试验 (闭水或闭气) → 全部回填
给水管道 (有压)	部分回填 → 水压试验 (主试验、预试验) → 冲洗消毒 → 全部回填
供热管道 (有压)	强度试验 (1.5PN, 介质水) → 严密性试验 (1.25PN, 介质水) → 全部回填 部分回填 → 强度试验 (1.5PN, 介质水) → 严密性试验 (1.25PN, 介质水) → 全部回填
燃气管道 (有压)	管道吹扫 (气体吹扫或清管球) → 部分回填 → 强度试验 (1.5PN, 气压试验或水压试验) → 严密性试验 (1.15PN, 介质空气)

考点 36 对焊工资格和施焊环境的检查

1. 对焊工资格的检查

从事燃气、热力工程施工的**焊工**，必须按《特种设备焊接操作人员考核细则》TSGZ6002-2010的规定**考试合格**，并持有国家市场监督管理总局统一印制的《**特种设备作业人员证**》，证书应在有效期内，且焊工的焊接工作不能超出持证项目允许范围；中断焊接工作超过 6 个月，再次上岗前应重新考试。

考点 37

1. 翻边对称性检验：接头应具有沿管材整个圆周平滑对称的翻边，翻边最低处的深度 (A) 不应低于管材表面 (如图 2K320131-2 所示)。

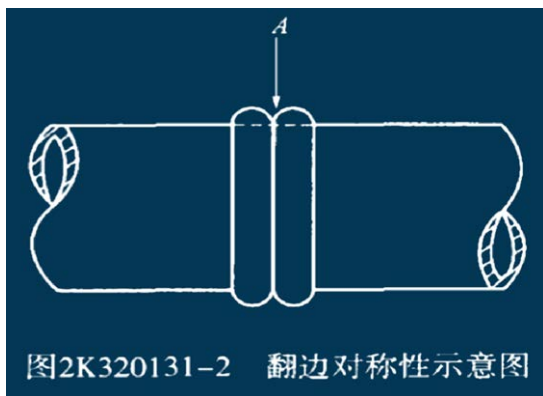


图2K320131-2 翻边对称性示意图

2. 接头对正性检验：焊缝两侧紧邻翻边的外圆周的任何一处**错边量（V）**不应超过管材壁厚的10%（如图2K320131-3所示）。

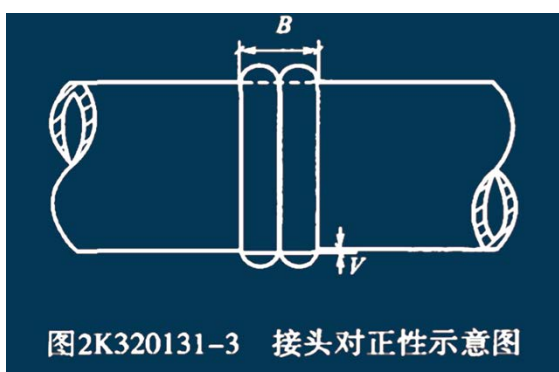


图2K320131-3 接头对正性示意图

3. 翻边切除检验：应使用**专用工具**，在不损伤管材和接头的情况下，切除外部的焊接翻边（如图2K320131-4所示）。翻边切除检验应符合下列要求：

- （1）**翻边应是实心、圆滑的**，根部较宽（如图2K320131-5所示）。
- （2）**翻边下侧不应有杂质、小孔、扭曲和损坏**。

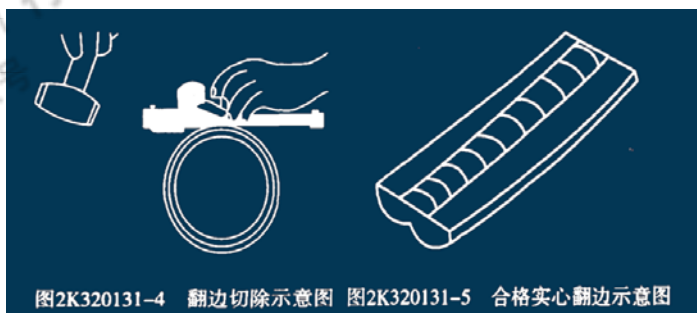
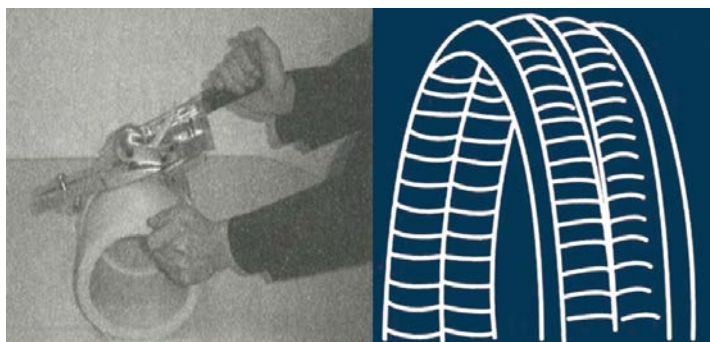


图2K320131-4 翻边切除示意图 图2K320131-5 合格实心翻边示意图



考点 38 城镇供热管网施工质量检查与验收

1. 对焊接工程质量检查与验收
2. 焊接质量检验次序
 - (1) 对口质量检验。
 - (2) 外观质量检验。
 - (3) 无损探伤检验。
 - (4) 强度和严密性试验。

考点 39 对口质量检验项目

1. 对口质量应检验坡口质量、对口间隙、错边量和纵焊缝位置。

考点 40 焊缝无损探伤检测应符合的规定

1. 焊缝无损探伤检测应由有资质的检测单位完成。
2. 无损检测人员应按照国家特种设备无损检测人员考核的相关规定取得相应的无损检测人员资格。
3. 宜采用射线探伤。当采用超声波探伤时，应采用射线探伤复检，复检数量应为超声波探伤数量的 20%。角焊缝处的无损检测可采用磁粉或渗透探伤。
4. 无损检测数量应符合设计的要求，当设计未规定时，应符合下列规定：
 - (1) 干线管道与设备、管件连接处和折点处的焊缝应进行 100%无损探伤检测。
 - (2) 穿越铁路、高速公路的管道在铁路路基两侧各 10m 范围内，穿越城市主要道路的不通行管沟在道路两侧各 5m 范围内，穿越江、河、湖等的管道在岸边各 10m 范围内的焊缝应进行 100%无损探伤检测。
 - (3) 不具备强度试验条件的管道焊缝，应进行 100%无损探伤检测。
 - (4) 现场制作的各種承压设备和管件，应进行 100%无损探伤检测。