

2020 环球网校一级建造师《市政公用工程管理与实务》 内部资料

1K411000 城镇道路工程

1. 城镇道路分类【选择】(P1): 按对交通运输作用、所处环境进行分类。

2. 道路结构组成 (P2): (1) 荷载为定值, 回弹模量愈大则垂直位移愈小; 位移为定值, 回弹模量愈大则荷载愈大。

(2) 垫层: 厚度最薄 150mm, 宽度(基层底面~路基顶面), 与边缘排水系统相连; 季节性冰冻在中湿或潮湿状态, 地下水位高、排水不良、水文地质条件不良土质在潮湿或过湿状态应设置垫层。砂、砂砾等颗粒材料含量不宜大于 5%。(P4)

3. 基层选材: (P3)

(1) 沥青: 无机结合料稳定粒料(半刚性; 交通量大、轴载重); 嵌锁和级配型(柔性; 次干路及以下)。

(2) 水泥混凝土: 特重交通: 贫混凝土、碾压混凝土或沥青混凝土; 重交通: 水泥稳定粒料或沥青稳定碎石; 中、轻交通: 水泥或石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料; 湿润和多雨地区、繁重交通路段: 排水基层。(P6)

(3) 应设底基层: 未设垫层且路基为细粒土、黏土质砂或级配不良砂(承受特重或重交通), 细粒土(承受中等交通)。

4. 沥青混合料材料要求【选择】(P9)

粘结性	(1) 高等级、夏季高温持续时间长、重载、停车场等行驶速度慢、汽车荷载剪应力大: 稠度大(针入度小); (2) 冬季寒冷、交通量小: 稠度小; (3) 优先考虑高温要求
感温性	(1) 日温差、年温差大: 针入度指数大; (2) 高等级、夏季高温持续时间长、重载、停车、信号灯、车速慢: 软化点高
塑性	(1) 反映抵抗开裂的能力; (2) 冬季低温或高低温差大: 低温延度大 沥青

5. 沥青路面材料再生应用【选择】(P12-13)

(1) 再生材料: 适当稠度沥青或低粘度石油系矿物油(精制润滑油的抽出油、润滑油、机油、重油, 上述油料的废料)。

(2) 再生剂技术要求: 软化与渗透能力(粘度); 良好流变性质(复合流动度接近 1); 溶解分散沥青质(富含芳香酚, >30%); 较高表面张力; 良好的耐热化和耐候性。(3) 旧料: 直接用于面层, 交通量较大 30%~40%; 交通量不大 50%~80%。

6. 挡土墙的结构特点【注意识图】(P13-14)

带卸荷板柱板式	立柱、底梁、拉杆、挡板和基座。基础开挖较悬臂式少; 可预制, 快速
锚杆式	肋柱、锚杆、挡板
自立式	拉杆、挡板、立柱、锚锭块。基础简单, 有利于地基软弱处进行填土施工
加筋土	填土、拉筋和面板。能适应较大变形; 可解决很高垂直填土; 简便快速、工期短; 造价低

7. 填土路基施工要点 (P16-17)

(1) 试验: 天然含水量、液限、塑限、标准击实、CBR 等。

(2) 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。

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。

8. 土液限指数 (P20): $I_L < 0$ 坚硬、半坚硬, $0 \leq I_L < 0.5$ 硬塑, $0.5 \leq I_L < 1.0$ 软塑, $I_L \geq 1.0$ 流塑。

9. 岩土分类与不良土质处理方法【适用范围】(P20)

软土	表层处理法、换填法、重压法、垂直排水固结法等
膨胀土	开挖换填、灰土桩、水泥桩、堆载预压, 设置排水沟, 路基中设不透水层
冻土	采用调整结构层的厚度或采用隔温性能好的材料(多孔矿渣)

10. 水对城镇道路路基的危害及处理措施 (P22)

(1) 路基排水: 一般情况——管渠、地下排水构筑物; 地下水或地表水危害路基边坡稳定——渗沟或截水沟; 边坡较陡或可能受到流水冲刷——护坡、护墙。

(2) 路基隔水: 地下水位接近或高于路床标高——设置暗沟、渗沟或其他设施; 地下水位或地面积水水位较高, 路基处于过湿或潮湿——设隔离层、疏干、超载预压。

11. 基层适用范围 (P24-25): 石灰土——严格禁止用于高等级路面的基层; 水泥土——只能用作高级路面底基层;

二灰稳定土——二灰稳定土禁止用于高等级路面的基层; 二灰稳定粒料——可用于高级路面。

12. 基层施工技术 (P25): (1) 水泥稳定土: 自搅拌至摊铺完成不应超过 3h, 分层摊铺时, 应在下层养护 7d 后摊铺上层。

(2) 二灰稳定土: 拌合时应先将石灰、粉煤灰拌合均匀, 再加入砂砾(碎石)和水。湿养, 也可采用沥青乳液和沥青下封层进行养护, 常温不宜小于 7d。(3) 级配类: 每层按虚铺厚度一次铺齐, 颗粒分布应均匀, 厚度一致, 不得多次找补。

级配类主控项目: 集料质量及级配(查检验报告)、压实度(97%/95%; 灌砂或灌水)、弯沉值(不大于设计规定; 弯沉仪检测)。

(4) 通用: 宜在春末和气温较高季节施工, 最低气温为 5℃。养护期应封闭交通。禁止使用薄层贴补找平。

13. 土工合成材料工程应用 (P27): 路堤加筋、台背路基填土加筋、路面裂缝防治、路基防护、过滤与排水。

14. 沥青面层连接层 (P29): (1) 透层: 使面层与非沥青材料基层结合良好; 渗透性好的液体沥青、乳化沥青。

(2) 粘层: 沥青层间、沥青层与水泥路面间、沥青层与构筑物间; 快裂中裂乳化、改性乳化沥青, 快凝中凝液体石油。

(3) 封层: 改性沥青或改性乳化沥青; 层铺法表处或稀浆封层; 耐磨耗、防水保水。

15. 沥青面层试验段: (1) 试验仪器和设备、配备好的试验人员、全部机械需报请监理工程师审核。(2) 确定松铺系数、工艺、机械配备、人员组织、压实遍数等, 检查压实度、沥青含量、矿料级配、沥青混合料马歇尔各项技术指标等。(P29)

16. 温度控制 (P30-35): 改性沥青(提高 10-20℃); 废弃 195℃、摊铺 160℃、初压 150℃、碾压终了 90-120℃、开放 50℃。

生产温度: 沥青品种、粘度、气候条件、铺装层厚度。摊铺温度: 铺筑层厚度、气温、风速及下卧层表面温度等。

碾压温度: 沥青和混合料种类、压路机、气温、层厚。

17. 沥青面层接缝处理【掌握】(P32): (1) 错缝距离: 纵缝——150mm(热)、300-400mm(冷); 横缝——1m。

- (2) **横向接缝** (高等级表面层垂直平接缝、以下层可采用斜接缝): 查→切→清→涂→铺→压 (横纵)。
18. **水泥混凝土配合比参数**【选择】(P35-36): (1) **水胶比**: 满足弯拉强度和耐久性要求中的**小值**。
- (2) **单位用水量**: 取计算值和满足工作性要求中的**小值**。(3) **单位水泥用量**: 取计算值与满足耐久性要求中的**大值**。
19. **砼路面模板** (P37): (1) **钢**: **1m** 设 1 处支撑。(2) **木**: 直线板厚不宜小于 50mm, **0.8~1m**; 弯道板厚宜为 15~30mm, **0.5~0.8m**。(3) 相邻模板连接应紧密、平顺, **不得错位**。(4) **严禁在基层上挖槽嵌入模板**。(5) 检验合格后应涂隔离剂, 接头应粘贴胶带或塑料薄膜等密封。
20. **砼路面接缝**【识图】(P38): (1) 缩缝: 切缝**宁早** (达到设计强度的 25%~30%) **勿晚**、**宁深** (设传力杆不应小于面层厚 1/3, 且不得小于 70mm; 不设传力杆不应小于面层厚 1/4, 且不应小于 60mm) **勿浅**; 宽度宜为 4~6mm。(2) 纵施工缝: 平缝、企口缝等, 企口缝纵缝宜先浇筑混凝土板凹榫的一边, 缝壁涂刷沥青, 浇筑邻板时靠缝壁浇筑; 拉杆螺纹钢。(3) 横施工缝: 尽量选在缩缝或胀缝处, 传力杆光圆钢筋。(3) 填缝料: 常温施工与路面平, 冬期施工宜略低于板面。
21. **砼路面养护及开放**: 养护弯拉强度 80%, 14-21d; 弯拉强度 **40%** 行人通过, **100%** 开放交通。【数字考查】(P38)
22. **砼路面检验项目**: **原材料质量**、**弯拉强度** (设计规定; 检查试件强度试验报告)、**面层厚度** (查试验报告、复测)、**抗滑构造深度** (铺砂法)。【注意项目与方法】(补充内容)
23. **道路大修维护**: (1) **微表处理**: 宽度大于 5mm 裂缝灌注处理; 深度 15~40mm 车辙、壅包铣刨处理; 试验段长度不小于 200m。
- (2) 微表处理**流程**: 检测评定、修补、清洁原路面→放样画线→**湿润原路面或喷洒乳化沥青**→拌合、摊铺稀浆混合料 (1.5~3.0km/h)→手工修补局部施工缺陷→成型养护 (**不需碾压**, 找平后立即初期养护, 禁止一切车辆和行人)→开放交通 (气温 25~30℃ **养护 30min**)。 (3) 加铺沥青面层: **应力消减层** 减少或延缓**反射裂缝**; **板缝** (切缝机剔除到足够深度、高压空气除尘、M7.5 水泥砂浆或防腐麻绳填实下半部, 上部预留 70~100mm, 初凝后砂浆表面及接缝两侧涂抹结合剂, 填充密封膏, 厚度不小于 40mm)。(4) 路面调查方法: **地质雷达**、**弯沉** 或者 **取芯**。原有砼路面作为基层强度是否符合设计要求, 须由设计方给出评价结果并提出补强方案。(P39-P41)
24. **季节性施工**: 基层雨期与冬期, 砼面层雨期与热期。【记忆细节措施】(P353-355)

1K412000 城市桥梁工程

25. **结构组成**: 上部结构, 下部结构, 支座系统, **附属设施**【**桥面系** (桥面铺装、防水排水系统、栏杆或防撞栏杆、灯光照明等), 伸缩缝, 桥头搭板, 锥形护坡】【客观题目】(P41-42)
26. **模板、支架和拱架的制作、安装与拆除规定**【重点记忆】(P45-46)
- (1) **施工预拱度应考虑的因素**: ①结构预拱度; ②弹性变形; ③非弹性变形; ④受载后沉降。
- (2) **预应力混凝土模板应考虑**: ①施加预应力后构件的弹性压缩; ②上拱; ③支座螺栓或预埋件的位移等。
- (3) **地基**: **预压**, 足够承载力, 必须放置**垫板或混凝土垫块**。良好排水设施严禁浸泡, 冬期必须防冻胀。
- (4) 支架或拱架**不得**与施工脚手架、便桥相连。(5) **预压** 消除拼装间隙和地基沉降等**非弹性变形**。
- (6) 脚手架应按规定采用**连接件**与构筑物相连, 使用期间不得拆除。
- (7) 支搭完成后, 必须进行**质量检查**和**安全检查**, 经验收合格, 并形成文件后, 方可交付使用。
- (8) 拆除现场应设**作业区**, 边界设警示标志, 并由专人值守, **非作业人员严禁入内**。
- (9) **拆除原则**: 先支后拆、后支先拆。**拆除方向**: 简支、连续梁——跨中向支座; 悬臂梁——悬臂端开始。
27. **钢筋规定**: (1) **机械连接接头**: 混凝土结构中要求充分发挥钢筋强度或对延性要求高的部位——II 级或 I 级; 同一连接区段内钢筋接头面积百分率为 100%——I 级。(2) **最小保护层厚度** 不得小于 D, 后张法不得小于管道直径的 1/2, 机械连接件不得小于 20mm。(3) **进场检验**: ①出厂合格证、质量证明书、检验报告等; ②外观检查, 型号、尺寸等; ③力学性能检验: 抗拉强度、抗弯强度、屈服强度、加工性能、伸长率等。(4) 存放: 仓库应干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质。室外存放不得直接堆放在地面上, 必须垫高、覆盖、防腐蚀、防雨露。不宜超过 6 个月。【选择】(P47-49)
28. **混凝土浇筑前检查**: 应检查**模板**、**支架的承载力**、**刚度**、**稳定性**, **检查钢筋及预埋件的位置、规格**并做好记录, 符合设计要求后方可浇筑。在原混凝土面上浇筑新混凝土时相接面应凿毛并清洗干净, 表面湿润但不得有积水。(P51)
29. **锚具分类**: 夹片式 (单孔和多孔夹片锚具); 支承式 (镦头锚具、螺母锚具); 握裹式 (挤压锚具、压花锚具); 组合式 (热铸锚具、冷铸锚具)。(P53)
30. **预应力施工**: (1) 宜使用砂轮锯或切断机, **不得采用电弧切割**。(2) 支点: 距离不得大于 3m, 端部悬出长度不得大于 1.5m。
- (3) 应力控制为主, 实际伸长值校核。(实际与理论之差应控制在 6%以内)。(4) 设备校准期限不得超过 6 个月, 且不得超过 200 次。(5) 项目技术负责人主持施工; 专项施工方案和作业指导书; 持证上岗。【客观题】(P52、P54)
31. **后张法**【掌握】(P56): (1) 曲线或长度大于等于 25m 的直线预应力筋, 宜在**两端张拉**; 长度小于 25m 的直线预应力筋, 可在**一端张拉**。(2) 张拉强度不得低于设计值 75% (先张法放张强度相同; 移运、存放、修整、吊装强度要求相同)。
32. **伸缩装置**【注意分类与性能要求】(P63): (1) 吊装前: 预留槽内混凝土凿毛清理。
- (2) 浇筑前: 应彻底清扫预留槽, 并用泡沫塑料将伸缩缝间隙处填塞, 然后安装必要的模板。
33. **桥梁改建方案**:【注意不同方案的特点】(P64-P67)

上与下互不连接	纵向伸缩装置: 新旧结构留纵缝, 或钢板包边, 刚性路面
上与下相互连接	加强新拓宽桥梁基础: 缩短施工工期; 梁板安装至桥上后放置一段时间再拼接
上连、下不连	尽可能采用桩基; 加强地基处理; 增加桩长或桩径、控制沉淀层厚度和沉降; 推迟湿接缝浇筑、增大配筋

34. **沉入桩施工**:【理解记忆】(P69-70、P430)
- (1) 准备: 对地质复杂大桥、特大桥, 为检验桩**承载能力**和确定**沉桩工艺**应进行**试桩**。会同监理及设计确定**贯入度**。
- (2) 顺序: 先中间后四周、先深后浅、先大后小、先长后短、**先坡顶后坡脚**、**先靠近建筑物后远离**。
- (3) **终止锤击** (一般情况以桩端设计标高为主, 贯入度为辅)
- ①当桩端标高等于设计而贯入度较大, 应继续锤击接近控制贯入度; ②当贯入度已达控制贯入度而桩端标高未达设计, 应在满足冲刷线下最小嵌固深度后继续锤击 100mm 左右 (或 30~50 击)。

(4) 焊工作业必须使用带滤光镜的头罩或手持防护面罩,戴耐火防护手套,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。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。

35. 钻孔灌注桩施工:【理解记忆】(P70-P73)

(1) 成桩方式与适用条件【掌握表 1K412022 (P70)】(2) 护筒: 顶面宜高出施工或地下水位 2m, 高出施工地面 0.3m。
作用: 稳定孔壁、防止坍孔, 隔离地表水、保护孔口地面、固定桩孔位置、钻头导向。(3) 泥浆: 高塑性黏土或膨润土。作用: 悬浮钻渣、润滑钻具、冷却钻头、增大静水压力, 隔断孔内外渗流、防止坍孔。宜高出护筒底部 0.5m 以上或地下水位 1.5~2m 以上。(4) 沉渣厚度: 端承型桩 100mm; 摩擦型桩 300mm。(5) 钢筋笼: 钢筋笼放入泥浆后 4h 内必须浇筑混凝土。(6) 导管: ①导管水密承压、接头抗拉试验: 孔底静水压力 1.5 倍。②就位 300~500mm; 首次埋入 1.0m; 灌注中 2~6m。(7) 水下灌注: ①坍落度 180~220mm。②必须连续施工, 中途停顿时间不宜大于 30min, 作业组长指挥, 严禁将导管提出混凝土灌注面。③超灌 0.5~1m。(8) 不得在高压线下施工, 专人监护。安全距离: 1kV 以下 (4m); 1~10kV (6m); 35~110kV (8m)。邻桩间净距小于 5m 时, 5MPa 后方可进行钻孔; 或间隔钻孔。

泥浆沉淀池周围应设防护栏杆和警示标志。(P431)

36. 人工挖孔桩施工【理解记忆】(P72): (1) 孔径不得小于 0.8m, 且不宜大于 2.5m。挖孔深度不宜超过 25m。

(2) 模板拆除应在灌注混凝土 24h 之后, 强度大于 5MPa 后进行。

37. 墩台盖梁施工技术 (P75)

预制柱	(1) 就位后应采用硬木楔或钢楔固定, 并加斜撑保持柱体稳定, 在确保稳定后方可摘去吊钩。(2) 安装后应及时浇筑杯口混凝土, 待混凝土硬化后拆除硬楔, 浇筑二次混凝土, 待杯口混凝土达到设计强度 75% 后方可拆除斜撑。
预制盖梁	(1) 安装时应墩台柱进行固定和支撑, 确保稳定。(2) 就位时, 应检查轴线和各部尺寸, 确认合格后方可固定, 并浇筑接头混凝土。接头混凝土达到设计强度后, 方可卸除临时固定设施。

38. 简支梁、板安装:【注意结合案例考查吊装安全问题】(P75-P78)

(1) 脱底模、移运、堆放和吊装就位强度: 设计/75%。后张预应力构件孔道水泥浆强度: 设计/30MPa。(2) 安装时抗倾覆稳定系数应不小于 1.3; 过孔时抗倾覆系数应不小于 1.5。移动过孔时严禁行人、车辆和船舶通行。

(3) 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。(4) 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。

39. 拱架上浇筑混凝土拱圈【记忆、掌握】(P87-88): (1) 跨径 < 16m, 拱脚向拱顶对称连续浇筑, 拱脚初凝前完成; 不能完成时留隔缝。(2) 跨径 ≥ 16m (间隔槽, 0.5~1m, 75%), 分段位置: 拱式拱架 (反弯点、拱架节点、拱顶及拱脚处); 满布式拱架 (拱顶、1/4 跨径、拱脚及拱架节点处)。(3) 分段浇筑纵向不得采用通长钢筋, 钢筋接头应安设在后浇的几个间隔槽内。

40. 钢管混凝土拱【注意识图】(P87-88、P356): (1) 成拱过程中应同时安装横向连系, 未安装连系不得多于一个节段, 否则应采取临时横向稳定措施。(2) 节段间环焊缝的施焊应对称进行, 并应采用定位板控制焊缝间隙, 不得采用堆焊。

(3) 合龙口: 应选择环境温度相对稳定的时段内快速完成。(4) 泵送顺序应按设计要求进行, 宜先钢管后腹箱。质量检测应以超声波检测为主, 人工敲击为辅。(5) 浇筑作业: 泵送顶升, 两拱脚至拱顶对称均衡, 连续压注一次完成。应先泵入适量水泥浆再压注混凝土, 直至钢管顶端排气孔排出合格的混凝土停止。压注混凝土完成后应关闭倒流截止阀。

41. 斜拉桥施工【记忆、掌握】(P89-90): (1) 裸塔宜选择爬模法, 横梁较多宜采用劲性骨架挂模提升法。(2) 主梁: 顶推法、平转法、支架法和悬臂法 (拼装、现浇) 法。(3) 混凝土主梁: 采用非塔、梁固结形式时, 施工时必须采用临时固结措施, 必须加强施工期内对临时固结的观察, 设计程序解除。(4) 防止合龙段出现裂缝: 在梁上下底板或两肋端部预埋临时连接钢构件; 设置临时纵向预应力索; 千斤顶调节合龙口应力和合龙口长度。(5) 监测内容: 变形、应力、温度。

42. 箱涵顶进【注意识图】(P92、P433-434): (1) 既有线加固: ①小型箱涵: 调轨梁、轨束梁。②大型箱涵: 横梁加盖、纵横梁加固、工字轨束梁或钢板脱壳法。③土质差、地基承载力低、开挖面土壤含水量高、铁路列车不允许限速: 低高度施工便梁。④路基加固: 管棚超前支护、水平旋喷桩超前支护、地面深层注浆。(2) 安全措施: ①应按规定设立施工现场围挡, 有明显的警示标志, 实行封闭管理, 严禁非施工人员入内。②顶进过程中, 任何人不得在顶铁、顶柱布置区内停留。③当液压系统发生故障时, 严禁在工作状态下检查和调整。

1K413000 城市轨道交通工程

43. 出入口 (P95-96): 一般独立公共区域、设备或管理区域不少于 2 个; 同方向净距不应小于 10m; 换乘通道不作为安全出口。

44. 逆作法施工缝: 直接、注入或充填【无收缩或微膨胀混凝土 (1m) 或砂浆 (0.3m) 充填, “V” 形, 倾角小于 30°】(P100)

45. 区间隧道喷锚衬砌基本结构: (1) 复合式衬砌: 初期支护 (全部荷载、从上而下)、防水隔离层、二次衬砌 (安全储备、从下而上)。(2) 单层喷锚支护: 干燥无水的坚硬围岩中 (3) 单层模筑混凝土衬砌 (整体式衬砌): 防水要求不高, 围岩有一定自稳能力, 等截面直墙式 (坚硬围岩); 等截面或变截面曲墙式 (软弱围岩)。(P107)

46. 联络通道【顺序】(P110): 冻结侧通道预留口钢管片、通道、冻结侧喇叭、对侧喇叭口、集水井、对侧门钢管片。

47. 高架桥桥墩 (倒梯形; T 形-常用; 双柱式; Y 形) 及道床与轨枕形式 (P111-114)

48. 减振结构 (P114)

一般	采用无缝线路、弹性分开式扣件和整体道床或碎石道床
较高	线路中心距离住宅区、宾馆、机关等小于 20m 及穿越地段: 轨道减振器扣件或弹性短枕式整体道床或较高减振能力轨道结构
特殊	线路中心距医院、学校、音乐厅、精密仪器厂、文物保护单位和高级宾馆小于 20m 以及直接穿越: 浮置板整体道床或其特殊

49. 隔声屏障【选择】(P114): 功能 (扩散反射、吸收共振、有源降噪); 结构 (直立、折壁、表面倾斜、半封闭或全封闭); 顶端 (倒 L、T、Y、圆弧、鹿角)。

50. 常见降水方法及适用范围【掌握表 1K413021, 重点掌握适用地层、降水深度、地下水类型, 高频考点】(P115-120)

降水方法	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
	喷射井点	粉土、砂土	0.1~20.0
	管井	粉土、砂土、碎石土、岩石	>1
	渗井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土	>0.1
	辐射井	黏性土、粉土、砂土、碎石土	>0.1
	电渗井	黏性土、淤泥、淤泥质黏土	≤0.1
	潜埋井	粉土、砂土、碎石土	>0.1

(1) **集水明排**: 最简单、经济; 明沟布置在建筑基础边 0.4m 以外, 沟边缘离开边坡脚不小于 0.3m。集水井底面应比沟底面低 0.5m 以上, 坡度不宜小于 0.3%, 明沟排水设施与市政管网的接口之间应设置沉淀池。

(2) **井点降水**: 单排、双排、环形; 井点管间距 0.8~1.6m, 距坑壁 1.0~1.5m, 滤水管比坑底深 0.9~1.2m, 喷射井点深度应比设计开挖深度大 3.0~5.0m。可根据 **土层情况、渗透性、降水深度、地下水类型** 等因素选择和设计。

真空滤料: 填充密实、均匀, 宜采用 **中粗砂**; 滤料上方宜使用 **黏土封堵**, 至地面的厚度应大于 1m。

管井滤料: 磨圆度好的 **硬质岩石成分的圆砾**, 不宜采用棱角形石渣料、风化石或其他黏质岩石成分砾石。

(3) **隔水帷幕**: 高压喷射 (旋喷或摆喷; 水灰比 0.9~1.1; 水泥掺量 25~40%), 深层搅拌 (水泥土搅拌桩; 水灰比 0.6~0.8; 水泥掺量 15~20%), 地下连续墙或咬合式排桩。

帷幕与降水井布置: ①隔断含水层 (内); ②帷幕底位于承压水含水层隔水顶板中 (外); ③帷幕底位于承压水层中 (内)。

51. 围护结构类型、工艺、特点、适用条件【理解记忆, 注意适用范围】(P121)

钢板桩	施工灵活, 板桩可重复使用; 一般最大开挖深度 7~8m。
钻孔灌注桩	刚度大, 可用在 深大 基坑, 需降水或和止水措施配合使用; 悬臂式桩径 ≥ 600mm、拉锚式或支撑式桩径 ≥ 400mm; 桩身强度不宜低于 C25。
重力式挡墙	墙体止水性好, 墙体变位大; 水泥土挡墙 28d 龄期无侧限抗压强度不宜小于 0.8MPa。
SMW 桩	止水性好, 内插型钢可拔出反复使用 ; 注意施工过程中型钢的插入与回收; 搅拌桩 28d 龄期无侧限抗压强度不宜小于 0.5MPa; 相邻型钢接头错开 1m 以上, 接头距坑底不宜小于 2m。
地下连续墙	开挖深度 大 , 可兼作主体结构的一部分, 造价 高 ; (注意不同导墙形式适用范围) 除夹有孤石、大颗粒卵砾石等局部障碍物; 黏性土、无黏性土、卵砾石层均可。 柔性接头: 圆形锁口管、波纹管、楔形、工字型钢或混凝土预制等; 刚性接头: 一字形或十字形穿孔钢板、钢筋承插式等。作为主体地下结构外墙, 且需要形成整体墙体时设置, 墙顶设通长冠梁、墙内接缝位置设结构壁柱、底板与地连墙刚性连接时也可采用。

52. 边坡稳定控制措施 (P127-128): (1) 确定 **边坡坡度**, 折线形或留置台阶。(2) 不得挖反坡。(3) 做好防、排、截水。(4) **严格禁止** 在基坑边坡坡顶堆放材料、土方和其它重物以及停放或行驶较大的施工机具。(5) 排水和坡脚、坡面防护。(6) **严密监测** 坡顶位移, 分析监测数据, 有失稳迹象, 采取 **削坡、坡顶卸荷、坡脚压载** 或其他有效措施。

53. 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。(P127-128)

54. 地铁车站端头井开挖顺序: 标准段对撑→挖斜撑范围内土方→挖除其余土方 (P131)

55. 深基坑加固: 【记忆、掌握适用土层】(P135-137)

(1) 水泥土搅拌: **不适宜** 含大孤石或障碍物较多、不易清除杂填、欠固结的淤泥、坚硬黏性、密实砂类、地下水影响成桩质量; 注意施工流程, 必须确保全桩长上下至少 再重复搅拌一次; 成桩检查方法 (3d 动力触探、7d 浅部开挖桩头)。

(2) 高压喷射注浆: **不适宜** 硬黏性土、含较多块石或大量植物根茎的地基, 过多有机质及湿陷性经试验确定; 三管法 (注意介质类型)、三种形状; 42.5 级及以上普通硅酸盐水泥; **工序**: 钻机就位→钻孔→置入注浆管→高压喷射注浆→拔出注浆管; 施工质量检验方法 (开挖、钻芯、标准贯入试验、动力触探)。

56. 地铁车站工程【识图】(P368-369): (1) 垫层养护期不得少于 7d, 结构养护期不得少于 14d。

(2) 特殊部位防水: **变形缝** 处端头模板应钉 **填缝板**。留置 **垂直施工缝** 时, 端头模板不设填缝板。

57. 基坑施工安全措施【记忆】(P427-428): (1) **支护结构变形过大或踢脚变形**: 坡顶卸载, 适当增加内支撑或锚杆, 被动土压区堆载或注浆加固等。(2) **整体或局部滑塌**: 降低土中水位, 坡顶卸载, 加强未滑塌区段监测和保护。

(3) **坍塌或失稳征兆非常明显**: 回填土、砂或灌水。(4) 与 **建设单位、规划单位** 和 **管理单位** 协商确定管线拆迁、改移和悬吊加固措施。地下管线保护方案需要经 **建设单位、监理单位** 同意后严格按照方案实施。(5) 开工前, 由 **建设单位** 召开调查配合会, 由 **管理单位** 指认所属设施及其准确位置, 设明显标志。

58. 盾构刀盘形式: 【理解】(P139-140) (1) 面板式: **开口率相对较小**, **面板直接支撑面**, 开挖黏土层时易发生粘附面板影响效率情况 (注入改良材料)。(2) 辐条式: **开口率大** 不易堵塞, 土仓压力能有效作用于开挖面, 一般不能安装滚刀, **中途换刀安全性较差**。

59. 土压平衡与泥水加压盾构机特点: 【注意区分适用范围】(P142)

(1) 土压平衡 (EPB) **范围**: 黏稠土壤中 (黏土、粉质黏土或淤土); 改良方法: 加水、膨润土、黏土、CMC、聚合物或泡沫等, 根据土质选用。良好的塑流状态、良好的黏稠度、低内摩擦力、低透水性。

(2) 泥水加压 (SPB) **范围**: 几乎所有地层。特有系统: 泥水循环系统、综合管理系统、泥水分离处理系统。

60. 盾构施工条件【数字判定】(P144): (1) 覆土深度不宜小于 **1D** (洞径)。(2) 急转弯施工: **曲线半径/盾构外径=3~5**。(3)

工作井断面: 长度应大于主机长度 3m, 宽度应大于盾构直径 3m 以上。平面净尺寸应满足接收、解体和掉头的要求。

61. 盾构现场布置: 【识图题点, 注意联系】(P146)

(1) 平面布置: 盾构工作井、工作井防雨棚及防淹墙、垂直运输设备、管片堆场、管片防水处理场、拌浆站、料具间及机修间、同步注浆和土体改良泥浆搅拌站、两回路的变配电间等设施以及进出通道。

(2) ①降水: 降水系统(水泵房)。②气压: 空压机房; ③**泥水**: 泥浆处理系统、泥浆池; ④**土压**: 电机车电瓶充电间。

62. 盾构洞口土体加固方法: 【记忆】(P147-148)

(1) **范围**: 隧道衬砌轮廓线外——左右各 3.0m、顶板底板各 3.0m; 加固长度在富水地层必须大于盾构本体长度 2m 及以上。

(2) **常用方法**: 化学注浆法、砂浆回填法、**深层搅拌法**、**高压旋喷注浆法**、**冷冻法**。

(3) **开洞门失稳**: 小范围——边破除洞门混凝土, 边喷素混凝土; 坍塌失稳情况严重——封闭洞门重新加固。

(4) 加固完成后, 应进行钻孔(低强度水泥砂浆封口)**取芯试验**以检查效果。

水平孔——上、下、左、右、中心; 深 8m, 渗水量 $\leq 10\text{L}/\text{min}$ 。

垂直孔——加固区前端布置 2 个, 钻孔误差较大部位布置 1 个; 渗水量 $\leq 2\text{L}/\text{min}$ 。

63. 盾构施工阶段划分(始发与接收): 【属于盾构中两个重要阶段】(P149-P150)

(1) 始发与接收施工工艺流程【记忆程序, 注重排序】(P149、P150)

(2) 始发(50~100m): **初始掘进长度**: 衬砌与周围地层的摩擦阻力、后续台车长度。 $L > F/2\pi \cdot r \cdot f$

若 $L >$ 后续台车长度, L 为初始掘进长度; 若 $L <$ 后续台车长度, L 或后续台车长度为初始掘进长度。

(3) 接收(100m): 贯通前 **100m**、**50m** 处分两次对盾构姿态进行人工复核测量。**靠近洞门最后 10~15 环管片拉紧**。当盾构到达接收工作井 10m 内, 应控制掘进速度和土仓压力等。

64. 盾构掘进控制: 【记忆】(P153-159)

开挖	泥水: 开挖面稳定(泥水仓压力)、排土量; 土压: 开挖面稳定(土仓压力)、排土量、渣土改良土压(泥水压)控制值=地下水压+ 土压 +预备压 上限: 控制地表沉降使用静止土压力; 下限: 允许产生少量地表沉降, 但可确保开挖面稳定使用主动土压力。 土仓压力维持方法 : 螺旋排土器转速、千斤顶推进速度、两者组合。
衬砌	拼装: 选型→拼装顺序(ABK)→千斤顶操作→紧固连接螺栓→楔形管片安装→复紧螺栓
注浆	同步 : 与掘进同时; 水泥砂浆; 同步注浆充填系数宜为 1.30~2.50。 二次 : 同步注浆后; 单浆或双浆; 应根据环境条件和沉降监测结果等确定。 堵水 : 二次注浆后; 单双浆结合。
线形	原则上每天两次测定已组装管片、盾构相对位置、纵向横向和转动偏差等量; 姿态控制要点

65. 盾构掘进地层变形控制: 前期**保持地下水压**、开挖面前**水压、泥水压控制**、通过**盾构姿态、注浆减阻**、尾部**适宜背后注浆**、后续**减小扰动、特定部位地层注浆**【记忆】(P160-161)

66. 盾构施工必测项目【记忆】(P161): 施工区域地表隆沉、沿线建(构)筑物和地下管线变形、隧道结构变形

67. 工作井施工技术: 【重点掌握**开挖与支护措施**, 以及安全控制】(P168-169、P444)

(1) 竖井井口防护: 防雨棚、**挡水墙(300mm)**; 安全护栏不应小于 **1.2m** (底部 500mm 封闭); 安全警示装置。

(2) 作业区安全防护: 机具、运输车辆**最外着力点与井边距离 $\geq 1.5\text{m}$** ; 井口 **2m** 范围内不得堆放材料。

(3) 锁口圈梁: 开挖竖井混凝土强度应达到设计强度 **70%及以上**。(4) 提升系统: 有资质的单位安装、拆除; 安全检验。

(5) 马头门: 环形开挖预留核心土上台阶进尺 **3~5m** 时开挖下台阶。一侧掘进 **15m** 后方可开启另一侧马头门。先低后高。

68. 喷锚暗挖法的掘进方式施工工序及特点对比: 【表 1K413041 示意图及土方开挖顺序、跨径、地层、沉降、防水等特点对比; 特别关注环形开挖预留核心土、柱洞法、洞桩法的适用范围及施工方法】(P165-P166)

69. 管棚【注意流程】(P172-173): (1) **适用**: 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, 并对地层变形有严格要求的工程。

(2) **流程**: 测放孔位→钻机就位→水平钻孔(**高孔位向低孔位**), 直径比管棚大 **30~40mm**→压入钢管→注浆(钢管内或周围土体)→**封口**→开挖

70. 超前小导管【侧重方法选择】(P170): (1) **适用**: 软弱、破碎地层中成孔困难或易塌孔, 施作超前锚杆比较困难或者结构断面较大时。(2) 注浆工艺: **砂卵石**(普通水泥单液浆)——渗入法; **砂层中**(改性水玻璃浆)——挤压、渗透(0.1~0.4MPa, 终压 0.5, 每孔稳压时间不小于 2min); **黏土层**——劈裂(应大于 0.8MPa)或电动硅化注浆法。

(3) 顺序: **由下而上**、间隔对称; 相邻孔位应错开、交叉进行。(4) **监测**: 地(路)面隆起、地下水污染等。

71. 深孔注浆加固【识图】(P171): (1) 方法: 前进式、后退式分段注浆等。(2) **钻孔顺序**: 先外圈、后内圈、跳孔施工。

(3) **注浆压力**: 0.5~1.5MPa, 地层条件和隧道埋深选择终压。管线附近施工时应适当降低注浆压力。

(4) **单孔结束标准**: ①设计终压, 继续注浆 10min 以上。②进浆量小于 20L/min。③检查孔钻取岩芯, 浆液充填饱满。

(5) **全段结束标准**: ①注浆孔均符合单孔结束条件, 无漏浆现象。②浆液有效注入范围**大于设计值**。

72. 复合式衬砌结构——初期支护: 【注意结构识图】(P173-176、P370)

1. **初期支护**: **稳定岩体中**先开挖后支护, 支护距开挖面不宜大于 5m; **不稳定岩土体中**支护必须紧跟土方开挖工序。

2. **格栅**: (1) 首端应进行试拼装, 应经建设单位、监理单位、设计单位共同验收合格方可批量加工。

(2) **连接筋长度**: 格栅拱架间距+搭接长度(双面焊 5d; 单面焊为 10d)。(3) 拱脚处**不得座在虚土上**。

3. **喷射混凝土**: (1) **早强**、严禁选用减活性集料; 初凝时间 5min、终凝时间 10min。(2) **垂直**于工作面, 前一层**终凝后**进行, **由下而上**。(3) 应先喷格栅拱架与围岩间, 再喷拱架间。遇水地段先处理渗漏, **从远离漏水处开始, 逐渐靠近**。(4) **砂层地段**: 应首先紧贴砂层表面铺设钢筋网并用钢筋沿环向压紧后再喷射。宜先喷一层加大速凝剂掺量水泥砂浆并适当减小工作风压。

(5) 钢筋网保护层不应小于 20mm。终凝 2h 后进行养护, 不小于 14d。

4. 锁脚锚杆: 采用斜向下 **20°~30°** 打入锁脚锚杆(管)锁定。与格栅焊接牢固, 打入后应**及时注浆**。

5. 背后注浆 (1) **注浆作业点**与掘进工作面宜保持在 5~10m 的距离。**填充注浆滞后**开挖面距离不得大于 5m。

(2) 可**多次进行**注浆。宜经**雷达**等检测手段检测合格。(3) 注浆管应与格栅主筋焊接或绑扎牢固, 外露不应小于 100mm。

73. 复合式衬砌结构——防水与二衬:【结构识图, 加强识别排水盲管体系】(P177-178、P371-372)

1. **热塑垫圈**固定, **优先选用射钉铺设**。专用热焊机焊接, 均匀连续, 双焊缝搭接宽度不应小于 **10mm**。
2. 在衬砌背后设置排水盲管(沟)或暗沟和在隧底设置中心排水盲沟。
3. 二次衬砌: (1) 补偿收缩, 具有良好抗裂性能, 泵送混凝土坍落度 **150~180mm**。(2) 浇筑连续进行、两侧对称、水平浇筑, 不得出现水平和倾斜接缝。(3) 两侧边墙采用插入式振动器, 底部采用附着式振动器。(4) **仰拱混凝土**达 **5MPa**后人员方可通行, 达设计强度 **100%**后车辆方可通行。

1K414000 城市给水排水工程

74. 单元组合现浇施工方法:【记忆】(P181) (1) **圆形**: 底板用聚氯乙烯胶泥嵌缝, 壁板用橡胶止水带接缝。

- (2) **矩形**: 块间留设后浇缝带; 池体钢筋一次绑好, 缝带处不切断, 养护 42d 后再采用强度高一个等级或**掺加 UEA 的补偿收缩混凝土**灌注; 养护时间不应低于 **14d**; 后浇带处模板、支架应独立设置。

75. 预处理方法:【记忆】(P184)

预处理	氧化	生物	生物膜法: 淹没式生物滤池, 如 TOC 生物降解、氮去除、铁锰去除
		化学	氯气预氧化、高锰酸钾氧化、紫外光氧化、臭氧氧化
	吸附	粉末活性炭、黏土	

76. 污水处理方法【区分掌握去除物质】(P184-P185)

一级处理	悬浮物质(去除 40%左右, 有机物 30%)
二级处理	呈胶体和溶解状态的有机污染物质; BOD ₅ 去除率可达 90%以上; 活性污泥处理系统、氧化沟
三级处理	难降解的有机物, N、P 等可溶性无机物; 生物脱氮除磷、混凝沉淀、过滤、活性炭吸附等

77. 施工缝设置:【注意识图与止水带设置】(P189)

- (1) 底板和顶板, 应连续浇筑不得留置施工缝; 设计有变形缝, 应按变形缝分仓浇筑。
 - (2) 池壁与底部相接处的施工缝, 宜留在底板上部不小于 200mm 处; 有腋角时在腋角上不小于 200mm。
- 池壁与顶部相接处的施工缝, 宜留在顶板下面不小于 200mm 处; 有腋角时宜留在腋角下部。
- 构筑物处地下水位或设计运行水位高于底板顶面 8m 时, 宜设置止水钢板(高度 200mm、厚度 3mm)。

78. 无粘结预应力施工技术:【侧重计算下料长度】(P190)

- (1) 流程: 钢筋加工→**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→拆模及锚固肋凿毛→**割断外露塑料套管并清理油脂**→安装锚具→安装千斤顶→同步加压张拉→量测→回油撤泵→锁定→**切断无粘筋**→**锚具及钢绞线防腐**→封锚混凝土

- (2) **布置**: 上下应错开一个锚固肋; 分段数量为锚固肋数量一半。(3) **计算长度**应加入一个锚固肋宽度及两端张拉工作长度和锚具长度。(4) **张拉**: 小于 25m 宜一端、25m-50m 宜两端、大于 50m 宜分段。(5) **封锚**: 保护层 50mm。

79. 现浇壁板缝【理解】(P192): **内模宜一次安装到顶**, 外模应分段**随浇随支**(分段不宜超过 1.5m)。接缝强度应比壁板混凝土**强度提高一级**。浇筑选在壁板间**缝宽较大时**进行; 分层不宜超过 250mm。宜采取**微膨胀和快速水泥**。

80. 城市给水工程滤池与滤板施工【记忆】(P378):

- (1) **建设单位、监理工程师参与**下, 由**土建测量人员和安装测量人员**对构筑物、建筑物的各安装控制量测项目进行复测。
- (2) 设备**安装前 30d**, 应向建设单位、监理工程师和设备供应商提交施工计划。(3) 安装要求产生矛盾以较严格者为准。
- (4) **清水区、滤板**(支承梁、滤梁、滤板、滤头)、**滤料层**(承托层、滤料-石英砂或无烟煤或碳颗粒)、**浑水区**(进水管和反冲洗集水槽)。(5) **安装要求**: 滤板安装**不得出现错台**。滤头安装后须做通气试验。滤料铺装后, 须做反冲洗试验。

1K415000 城市管道工程

81. 沟槽开挖地基处理及安管规定:【重点掌握, 考查形式多为案例题】(P200-P202)

地基处理	(1) 局部超挖或扰动: 深度不超过 150mm ; 原土回填夯实, 压实度不应低于原土; 含水量较大不适于压实 : 换填等有效措施。
	(2) 排水不良: 深度在 100mm 以内 填天然级配砂石或砂砾; 深度在 300mm 以内下部坚硬 填卵石或块石、砾石填充空隙找平。
	(3) 柔性管道地基处理宜采用 砂桩、搅拌桩 等复合地基。
	(4) 灰土、砂石和粉煤灰地基 施工前必须按规定验槽并处理。
	(5) 岩石地基局部超挖时 , 应将基底碎渣全部清理, 回填低强度等级混凝土或回填粒径 10~15mm 砂石并夯实。
	(6) 原状地基为岩石或坚硬土层时 , 管道下方应铺设砂垫层。
安管	(1) 焊接 错口允许偏差应为 0.2 倍壁厚, 内壁错边量不宜超过管壁厚度的 20% , 且不得大于 2mm 。(对比供热燃气 10%, 2mm)
	(2) 法兰之间应保持平行, 其允许偏差不大于法兰外径的 1.5% , 且不大于 2mm ; 螺孔中心允许偏差应为孔径的 5%。
	(3) 电熔、热熔连接应选择在当日温度较低或接近最低时进行; 接头处应有沿管节圆周平滑对称的内、外翻边; 内翻边宜铲平。(4) 液体环氧涂料内防腐层 : 无气喷涂或离心式涂敷。相对湿度大于 85%时严禁在雨雪雾及风沙等气候条件下露天作业。
	水泥砂浆内防腐层 : 机械喷涂、人工抹压(分层)、拖筒、离心预制。不低于 30MPa, 终凝后进行 , 普通硅酸盐 7d , 矿渣 14d 。

82. 不开槽法施工方法与适用条件【掌握表 1K415013, 重点把握工法优缺点、适用管径、适用地质条件】(P203-204)

83. 供热管道连接技术: 1. 施工前**技术与物资准备**(P216)【结合质量管理中准备阶段技术准备重点记忆, P346】

2. 施工技术及要求【客观题目易考】(P217): (1) 沟槽到底, 地基由**施工、监理、建设、勘察和设计**等单位共同验收。(2) 先大管、后小管, 先主管、后支管, 先下部管、后中上部管。(3) 应在距接口两端各 200mm 处检查管道**平直度**, 允许偏差 0-1mm; 全长最大偏差值不应超过 10mm。(4) **对口**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; 焊口不得置于墙壁中。(5) **对口检验**: 坡口质量、对口间隙、错边量、纵焊缝位置等。(6) 纵向焊缝(螺旋焊缝)端部不得进行定位焊。定位焊应对称。(7) 偏心异径管(大小头): **蒸汽管道底平安装**, **热水管道顶平安装**。

(8) **焊接接口严禁**在焊口两侧加热延伸管道长度、螺栓强力、夹焊金属填充物和使用补偿器变形强行对口。(9) **法兰接口不得使用**加偏垫、多层垫或强紧螺栓消除歪斜。自然状态下进行, 严禁强行扭曲组装。(9) **管道保温**: 管沟内管道保温应设**防潮层**, 在干燥的保温层上进行。**报警线应在管道上方**, 受潮应采取预热、烘烤。(P390-393)

84. 供热管道焊缝检验【掌握】(P221): **对、面、无、强、严** (1) 无损探伤: 由具备资质的检测单位实施。射线(热力管道); 超声波(应采用射线复检, 复检数量为超声波 20%); 磁粉或渗透(角焊缝处)。

(2) **100%无损**: 钢管与设备、管件连接处; 管线折点处现场焊接; 焊缝返修; 不具备强度试验条件; 穿越铁路、高速公路、江河湖—10m; 穿越主要道路—5m; 现场制作的各种管件。

85. 支架【注意支架识图判断】(P218-219): (1) **固定支架**: 有补偿器管段, 补偿器安装前, 管道和固定支架之间不得进行固定。固定角板只允许与管道焊接。(2) **导向支架**: 设置在补偿器、阀门两侧。

86. 阀门【理解各类适用范围, 联系燃气注意安装要求】(P227): 法兰或螺纹—关闭状态; 焊接—氩弧焊打底, 不得关闭。

87. 补偿器【客观题】(P222-225): (1) 分类: 自然——L、Z 型, 人工——方形、波形、球形、填料、旋转;(2) 变形原理: 自然、方形、波形; 位移原理: 填料、球形 (3) **填料式**芯管的外露长度应大于设计规定的变形量; **球形**两垂直臂的倾斜角度应符合设计要求, 外伸部分应与管道坡度保持一致; **直埋补偿器**回填后固定端应可靠锚固, 活动端应能自由变形。(4) 临时固定装置在管道**安装、试压、保温完毕后拆除**。(5) 预拉伸: 当安装时环境温度**低于补偿零点**(设计最高与最低差值的 1/2) 时, 安装中预拉伸不被释放。

88. 供热管网强度试验【注意强度与严密性试验节点】(P229): (1) 试验方案: 监理(建设)、设计等单位审查同意。

(2) **应在接口防腐、保温施工及设备安装前完成**。(3) 压力表精度不得低于 1.0 级。量程为试验压力 1.5~2 倍, 不得少于 2 块。末端安装。(4) 试验过程中发现渗漏时, **严禁带压处理**, 消除缺陷重新试验。

89. 燃气管道根据输气压力分类:【重点记忆数字】(P231)

低压 (聚乙烯)	中压(钢管或铸铁)		次高压(钢管)		高压(钢管)	
	B	A	B	A	B: 大城市外环网, 供气主动脉	A: 省市长输管线, 外环网
<0.01	≥0.01, ≤0.2	>0.2, ≤0.4	>0.4, ≤0.8	>0.8, ≤1.6	>1.6, ≤2.5	>2.5, ≤4.0

90. 管道安装基本要求: 穿越河流、公路、铁路保护措施【注重安全问题, 以客观题为主】(P233-P234)

1. **穿越铁路**套管要求: ①埋深: 铁路轨道至套管顶不应小于 1.20m; ②材质: 钢管或钢筋混凝土管; ③内径: 应比燃气管道外径大 100mm 以上; ④间隙: 应采用柔性防腐、防水材料密封, 其一端应装设检漏管; ⑤端部距路堤坡脚外距离: 路堤坡脚外不应小于(铁路、高速公路、电车边轨 2.0m; 道路边缘 1.0m); ⑥垂直穿越。

2. **通过河流**: (1) 穿越河底(钢管): ①覆土深度: 通航大于 1m、不通航大于 0.5m; ②两岸上下游应设立标志。

(2) 随桥敷设(不应大于 0.4MPa): ①加厚无缝或焊接钢管, 尽量减少焊缝, 100%无损探伤; ②与其他可燃管道保持一定间距; ③必要补偿和减震措施; ④采取较高等级防腐, 对于采取阴极保护的埋地管道与随桥管道之间应设置绝缘装置。

91. 定向钻施工【注意现场平面布置与泥浆使用】(P236-P238): 1. **入土角** $\alpha_1=6^\circ \sim 20^\circ$, **出土角** $\alpha_2=4^\circ \sim 12^\circ$ 。

2. **导向孔**: **必须先进行试运转**; 匀速钻进, 并严格控制给进力和方向。3. **扩孔**: (1) **钻头连接顺序**: 钻杆、扩孔钻头、分动器、转换卸扣、钻杆。(2) **扩孔方式**: 分次回扩级差宜控制在 **100~150mm**, 终孔宜控制在回拖管外径 **1.2~1.5 倍**。

3. **管线铺设** (1) 扩孔孔径达到终孔要求、清孔完成后。(2) **发送装置**: 水力发送沟、滚筒管架发送道等。

92. 夯管铺管技术要点:【注意适用范围及管靴要求, 结构识图】(P238-P239、P408)

1. 特点: **一般不超过 80m**; 燃气管道中一般作为钢套管。特殊地层: 卵石层、杂填土层中, 最大粒径不得超过 0.5 外径。

2. 要求: (1) 穿越道路覆土: 不小于 2 倍管径, 且不得小于 1m。(2) 夯管锤外径应根据管径、夯管长度、地质条件选择。

3. 夯进施工要点: (1) 试夯: **宜为 3~5m**, **慢速夯进**, 正常夯进可增加供气量。

(2) 管靴: ①首节宜设置(**焊接**); ②外径宜大于外径 15~25mm, 内径宜小于内径 15~25mm; ③**管靴后宜设置减阻泥浆注浆孔**; ④夯进中在管外壁注润滑油或涂抹润滑脂等减阻; ⑤正常夯进前应测量管道(线)中心线偏差, 夯进结束后应进行贯通测量。(3) 夯管完成后进行排土作业, 排土方式采用人工结合机械方式; 小口径管道可采用气压、水压方法。

4. **施工质量与安全**: (1) 每夯入 1m 应进行轴线测量, 其偏差控制在 15mm 以内。(2) 应将第一节管夯入接收工作井不少于 500mm, 并检查露出部分外防腐层及管口损伤情况。(3) 全部作业人员必须经过安全培训和三级安全教育。

93. 燃气管道功能性试验【试验基本流程、介质选择与合格标准】(P241-242): 吹扫(气体或清管球、超过 500m 分段)→**强度**

(1.5P, 水压-设计压力≥0.8MPa 或气压-设计压力<0.8MPa)→**严密性**(空气, 全线回填)。

94. 综合管廊分类:【理解识图】(P244)

(1) **干线**: 容纳城市主干工程管线; 独立分舱; 设置在机动车道、道路绿化带下面。

(2) **支线**: 容纳城市配给工程管线; 单舱或双舱; 设置在道路绿化带、人行道或非机动车道下

(3) **缆线**: 容纳电力电缆和通信线缆; 浅埋沟道; 不能满足人员正常通行(盖板)设置在人行道下。

95. 综合管廊断面布置:【图片纠错】(P244)

(1) **天然气管道应在独立舱室内敷设**。(2) 110kV 及以上电力电缆不应与通信电缆同侧布置。(3) 热力管道采用蒸汽介质时应在独立舱室内敷设。(4) **热力管道不应与电力电缆同舱敷设**。(5) 给水管道与热力管道同侧布置, 给水宜布置在热力下方。(6) 进入综合管廊排水管道应采取分流制; 污水应采用管道排水方式, 宜设置在综合管廊底部。

96. 综合管廊结构:【区分现浇与预制结构选材要求, 注意现浇施工缝设置要求】(P245-247)

(1) 回填土压实度: 绿化带下≥90%; 人行道、机动车道下≥95%。

(2) 监测对象: 支护结构、地下水状况、沟槽(基坑)底部及周边土体、周边建筑及管线、重要道路及其他。

(3) 维护管理: **建设期间**档案资料由建设单位负责收集、整理、归档。**维护期间**由日常管理单位负责收集、整理、归档。

1K416000 生活垃圾填埋处理工程

97. 高密度聚乙烯防渗膜施工:【注意监理及技术负责人全程监督】(P251、P254)

(1) HDPE 膜的焊接及检验: **双缝热熔焊接 (双轨热熔焊机)**【气压、破坏】、**单缝挤压焊接 (单轨挤压焊机)**【真空、电火花、破坏】。(2) 试验性焊接与生产性焊接: 焊接记录表经**现场监理**和**技术负责人**签字后存档。

98. 埋管区排水系统施工:【注意成品保护】(P257)

(1) 卵石粒料的运送和布料: 小吨位 (载重 5t 以内) 自卸汽车。(2) 摊铺导排层、收集渠码砌: 人工施工。(3) **收集花管连接**工艺流程: 焊机状态调试→管材准备就位→管材对正检查 (端面间隙 1mm, 错边不超过壁厚 10%)→预热 (210±10℃)→加温溶化→加压对接→保压冷却 (20~30min)。

1K417000 施工测量与监控量测

99. 测量仪器工程应用:【客观题居多】(1) **全站仪**: 三角高程、三维坐标, 测回法;(2) 经纬仪: 参照全站仪;(3) **水准仪**: 构筑物标高和高程;(4) 激光准直仪: 索塔各层平台是否同心, 及时纠偏;(5) GPS: 范围广、地形复杂市政工程;(6) 陀螺全站仪: 地下隧道中线方位校核。(P261~P264)

100. 场 (厂) 区平面控制网:【重点记忆适用范围、精度、有效期与高程的对比】(P266、P268)

1. 控制网:(1) 建筑方格网: 场地平整大型场区;(2) 边角网: 山区;(3) **导线测量控制网**: 扩建或改建, 新建区。
2. 等级和精度规定:(1) 场地>1k m²或重要工业: 一级导线精度;(2) 场地<1k m²或一般性建筑: 二、三级导线精度;
3. **平面控制点有效期不宜超过一年**, 特殊情况下可适当延长, 但应经过控制校核。

101. 场 (厂) 区高程控制网:【客观题居多】(P268~P269)

1. **等级和精度**: 不宜低于三等水准的精度。大型场区应分两级布设 (首级 III, 其下 IV)。小型场区可用 IV 等水准一次布设。
2. **间距**: 高程控制基点组——50~100m; 利用场地附近水准点——200m; III 等——600m (400~800m);
距厂房或高大建筑物≥25m、振动影响范围以外≥5m、距回填土边线≥15m。
3. 附合在已知点上**节点平差法**; 路线比较简单**等权代替代法**; 场区高程控制水准网 (唯一高程起算点) **多边形图解平差法**。
4. **有效期不宜超过半年**。

102. 监控量测:【注意识别管理单位】(P272)

(1) 开挖深度超过 **5m**, 或开挖深度未超过 5m 但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程均应实施。
(2) 施工前应由**建设方**委托**具备相应资质的第三方**对基坑工程实施。监控量测方案需经建设、设计、监理等单位认可。
(3) 基坑工程监控量测项目表:【重点记忆表 1K417022 中一级基坑项目, 区分应测、宜测、可测】(P273)

1K420000 市政公用工程项目施工管理

103. 概算调整及编审:【记忆、掌握】(P286)

1. 设计概算批准后, 一般不得调整。特殊原因需要调整的时候, **建设单位调查分析**, 报**主管部门审批同意**, 由**原设计单位核实编制**调整概算, 并按有关审批程序报批。**一个项目只允许调整一次概算**。
2. 调整概算的原因: 1) 超出原设计范围的重大变更; 2) 超出基本预备费规定范围不可抗拒重大自然灾害引起的工程变动和费用增加; 3) 超出工程造价调整预备费的国家重大政策性调整。
3. 概算文件的编审程序和质量控制: (1) **项目设计负责人**和**概算负责人**对全部设计概算质量负责; **概算文件编制人员**对投资合理性负责。(2) 概算文件需经**编制单位自审**, **建设单位 (项目业主) 复审**, **工程造价主管部门审批**。
104. 工程量清单【记忆、掌握】(P287): (1) **综合单价**: 人工费、材料费、施工机械使用费和企业管理费与利润, 以及一定范围内风险费用。(2) **工程造价**: 分部分项工程费、措施项目费、其他项目费和规费、税金组成。
(3) **不得作为竞争性费用**: 措施项目中安全文明施工费、规费和税金。

105. 工程量出现变更时单价的调整: (1) 计量时, 若发现工程量清单中出现漏项、工程量计算偏差, 以及工程变更引起工程量的增减, 应按承包人在履行合同义务过程中**实际完成的工程量**计算。(2) 施工期内市场价格波动超出一定幅度时, 非承包人原因引起的工程量增减时, 该项变化在合同约定幅度以内的, 应执行原有的综合单价; 该项工程量变化在合同约定幅度以外的, 其综合单价及措施费应予以调整。(3) **合同有**, 按合同; **合同有类似**, 参照类似; **合同没有也没类似**, 承包人提出, 发包人确认 (监理确认)。【掌握, 能够结合案例进行分析】(P290)

106. 变更合同价款程序【掌握, 能够结合案例进行分析】(P295): 承包人收到变更指示 14d 内, **向监理人提交变更估价申请**→监理人应在收到申请后 7d 审查完毕并报送给发包人, 如有异议, 通知承包人修改后重新提交。→发包人应在提交变更估价申请 14d 内审批完毕, 逾期未完成审批或未提出异议的视为认可。

107. 索赔程序 (28d)【掌握, 能够结合案例进行分析】(P295): 提出索赔意向书 (监理工程师)→提交索赔申请报告及资料→审核索赔申请 (持续进行时应当阶段性向监理发出索赔意向通知, 终了后 28d 内向监理提出有关资料和最终索赔报告)。

108. 施组、施工方案、专项施工方案审批:【掌握】(P311~320)

分类	主持编制	审批
施工组织设计	项目负责人	企业技术负责人 并加盖企业公章, 报总监理工程师
施工方案	项目负责人	项目技术负责人 , 重难点 总承包单位技术负责人
施工方案 (专业承包单位)	专业承包单位项目技术负责人	专业承包单位技术负责人核准备案总包单位项目技术负责人
专项施工方案	总承包单位	施工单位技术负责人 审核签字、加盖单位公章 总监理工程师 审查签字、加盖执业印章
专项施工方案 (专业承包单位)	专业承包单位	总承包单位技术负责人 及 分包单位技术负责人 共同审核签字并加盖单位公章

109. 专项方案【掌握教材需要专家论证的工程范围】(P319~P321): 1. 编制与论证要求

组织	(1) 施工单位组织召开; (2) 实行总承包: 施工总承包单位组织召开。
出席人员	(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) 总包和分包单位技术负责人或授权委派的技术人员、项目负责人、项目技术负责人、专项方案编制人员、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;

2. 专项方案实施: (1) **项目专职安全生产管理人员**应当对方案实施情况进行现场监督, 未按方案施工应当要求**立即整改**, 并**及**

时报告项目负责人，项目负责人应当及时组织限期整改。

(2) 监理单位应当结合危大专项方案**编制监理实施细则**，实行专项巡视检查。**发现未按方案施工**：整改/暂停施工（报告建设单位）→报告建设单位或所在地住房城乡建设主管部门。

(3) 需要验收的危大工程，**施工单位、监理单位**应当组织相关人员进行验收。验收合格的**经施工单位项目技术负责人及总监理工程师签字确认**后，方可进入下道工序。

(4) 发生险情或事故时，**施工单位应当立即采取应急处置措施**，并报告工程**所在地住房城乡建设主管部门**。建设、勘察、设计、监理等单位应当配合施工单位开展应急抢险工作。抢险结束后，**建设单位应当组织各单位制定工程恢复方案**，并对应急抢险工作进行后评估。

110. 环境保护和文明施工【重点掌握管理单位要求，注意来源分析及不同污染源对应措施】（P331-P335）

1. **防治大气污染**：**建设**：将防治扬尘污染的费用列入工程造价，施工承包合同中明确施工单位扬尘污染防治责任。**施工**：制定具体的施工扬尘污染防治实施方案。**县级以上地方人民政府环保主管部门**：监测网、监测、信息。

(1) 场地硬化：裸露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) 密目式安全网对在建建（构）筑物进行封闭，拆除旧有建筑物时应采用隔离、洒水。

(3) 现场不得熔融沥青，严禁焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、垃圾以及其他。

(4) 应根据风力和大气湿度的具体情况，进行土方回填、转运作业；沿线安排洒水车降尘。

(5) 混凝土搅拌场所应采取封闭、降尘措施；易飞扬的细颗粒建筑材料应密闭存放或覆盖。

(6) 施工现场应设置密闭式垃圾站，专用密闭式容器调运或传送，严禁凌空抛洒。

(7) 散装、流体物料运输车辆应采用密闭或覆盖措施；出入口处保证车辆清洁；专人清扫社会交通。

2. **防治水污染**：**县级以上人民政府环保主管部门**实施统一监督管理。

(1) 排水沟及沉淀池，必须防止污水、泥浆泄漏外流。(2) 存放油料、化学溶剂等应设专门库房，地面防渗漏。

3. **防治施工噪声污染**：(1) 强噪声设备在远离居民区一侧。22 至 6 时，申请批准公告。夜间运料车：严禁鸣笛轻拿轻放。

(2) 消声、吸声、隔声措施：禁止在夜间进行打桩；规定时间内不得使用噪声大的机具，隔声棚。

111. 施工进度（P336-P338）：(1) 横道图工期：不窝工 $\Sigma K + \Sigma T$ （最后工序节拍）+ ΣZ 。

(2) 双代号网络图：关键线路；工作拖延及工期索赔问题；网络图绘制规则。【重点掌握索赔问题】

(3) 时标网络图：关键线路——没有波形线的线路；自由时差——该工作箭线上波形线的长度；

总时差——以所计算工作为起点，找到通过该工作所有线路里波形线的最小的长度和。

112. 质量控制方法：【结合合同管理，注意定责和关键节点质量控制】（P342-344）

1. 总包方对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**分包方向承包方**负责。总包方对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. 编制：**施工项目负责人主持编制**，报企业技术负责人批准并得到监理单位认可后实施。

3. **三检制**：实施班组自检、工序或工种间互检、专业检查。

4. 质量控制方法：(1) 应在施工过程中确定**关键工序及特殊过程**并明确质量控制点及控制措施。(2) **质量通病**：保证措施。

(3) **“四新”**：技术操作规程和质量验收标准。(4) **实行分包**的分项、分部工程：验收程序和保证措施。(5) **隐蔽工程**：实行监理的严格执行分项工程验收制；未实行监理事先确定验收程序和组织方式。

113. 施工准备阶段质量管理内容：【重点记忆内容】（P345-P346）

1. 组织准备（以项目经理为第一责任人）

2. **技术管理准备**：(1) 施工图纸、地质勘察报告等相关技术资料（建设单位）。(2) 图纸会审（建设单位组织、设计单位进行）。

(3) 开工前编制施组、施工方案编制计划、质量计划、试验检验及设备调试计划、样板制作计划等。(4) 根据施工组织，分解和确定各阶段质量目标和保证措施。(5) 确认分项、分部和单位工程质量检验与验收程序、内容及标准等。

3. **现场准备**：(1) 场地整平、施工路由通畅，并由建设单位提供给水水源、排水口位置、电源、通信等。(2) 设计、勘测交桩和交线，建立施工控制网并测量放样。(3) 建设符合国家及地方标准要求的现场试验室。(4) 按照交通疏导（行）方案修建临时施工便线、导行临时交通。(5) 搭建现场生产、生活、办公等临时设施。

114. 交底要求：【高频案例考点，重点掌握】（P347、P420）

分类	阶段	交底人	被交底人	时间	形式	签字归档
技术 交底	分项工程（工序）	施工管理人员	作业人员	施工前	书面	交底人
	施工方案、技术措施及设计变更	项目技术负责人	执行人员	实施前		被交底人
安全 技术 交底	分派任务时	施工负责人	相关管理人员、施工作业人员	施工前		交底人
	以施工方案为依据	编制人员或项目负责人	现场管理人员和作业人员			被交底人 专职安全员

115. 钻孔灌注桩质量事故预防措施：垂直度不符合规定、塌孔与缩径、钢筋上浮、桩身夹渣或断桩。【原因措施】（P357）

116. 大体积混凝土质量控制措施：**优化混凝土配合比**、**浇筑和振捣措施**、**养护措施**。【注意新教材变动点】（P362）

117. 职业伤害【掌握】（P409）：**物体打击**、车辆伤害、**机械伤害**、起重伤害、**触电**、淹溺、灼烫、**火灾**、**高处坠落（≥2m）**、**坍塌**、冒顶片帮、透水、放炮、火药爆炸、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、**中毒和窒息**以及其他伤害。

118. 安全风险等级评价：【注意矩阵判定方法：损失等级与概率等级判定】（P412）

I 级：最高，灾难性，恶劣社会和政治影响；**完全不可接受，应立即排除**。【重点管控】

II 级：较高，严重，可能在较大范围内造成破坏或人员伤亡；**不可接受，应立即采取有效的控制措施**。【重点管控】

III 级：风险及后果一般，可能造成破坏的范围较小；**允许一定条件下发生，必须进行监控并避免其风险升级**。

IV 级：较低，一定条件下忽略，不会造成较大损失；**可接受，尽量保持当前风险水平和状态**。

119. 安全领导小组【记忆组员与组长】（P416）：以**项目负责人为组长**；实行工程总承包的由总承包企业、专业承包企业和劳

务分包企业的项目经理、技术负责人、专职安全生产管理人员组成。

120. 专职安全员职责:【掌握】(P416)

- (1) 负责施工现场安全生产日常检查并做好检查记录。(2) 现场监督危险性较大工程安全专项施工方案实施情况。
- (3) 对作业人员违规违章行为有权予以纠正或查处。(4) 对施工现场存在的安全隐患有权责令立即整改。
- (5) 对于发现的重大安全隐患,有权向企业安全生产管理机构报告。(6) 依法报告生产安全事故情况。

121. 专职安全员数量【记忆数字】(P416-P417): (1) **总承包单位**(土木工程、线路管道、设备安装): 5000 万以下 1 人; 5000 万~1 亿 2 人; 1 亿以上 3 人, 分专业。(2) 分包单位: **专业承包至少 1 人**; 劳务分包 50 人以下 1 名, 50~200 人 2 名, 200 人以上 3 名, 不得少于工程施工人员 5%。

122. 总分包安全生产责任划分:【注意判断责任】(P417)

总承包方对分包方的安全生产责任包括: 审查分包方的安全施工资格和安全生产保证体系; 在分包合同中应明确分包方安全生产责任和义务; 对分包方提出安全要求, 并认真监督, 检查; 对违反安全规定冒险蛮干的分包方, 应令其停工整改; 总承包方应统计分包方的伤亡事故, 按规定上报, 并按分包合同约定协助处理分包方的伤亡事故。

分包方安全生产责任应包括: 分包方对本施工现场的安全工作负责, 履行分包合同规定的安全生产责任; 遵守总承包方的有关安全生产制度, 服从总承包方的安全生产管理, 及时向总承包方报告伤亡事故并参与调查, 处理善后事宜。

123. 安全教育与培训:【注意记忆培训时长对比以及必须持证的人员】(P418)

1. **企业主要负责人**、**项目负责人**、**专职安全生产管理人员**应当经建设行政主管部门或者其他部门考核合格后方可任职。法定代表人、项目经理——30h; 专职安全管理人员——40h; 其他管理人员和技术人员、特殊工种——20h; 其他职工——15h; 待岗、转岗、换岗的职工——重新上岗前, 至少一次, 20h。
2. **新进场工人三级安全教育**: 必须接受, 公司(15h)→项目(15h)→班组(20h)。
3. **持证上岗**: 项目经理、专职安全员和特种作业人员。

124. 设备进场验收:【侧重验收要求】(P421)

- ① **中小型**: 施工员会同专业技术管理人员和使用人员共同验收;
- ② **大型、成套**: 项目部自检自检、企业技术负责人组织有关部门验收;
- ③ **塔式或门式起重机、电动吊篮、垂直提升架等重点设备**: 组织第三方具有相关资质的单位进行验收。

125. 施工现场职业病预防主要措施:【客观题目】(P450)

- (1) 为**保持空气清洁**或使**温度**符合职业卫生要求而安设的通风换气装置和采光、照明设施;
- (2) 为**消除粉尘危害和有毒物质**而设置的除尘设备和消毒设施;
- (3) **防治辐射、热危害**的装置及隔热、防暑、降温设施;
- (4) 为**职业卫生**而设置的对原材料和加工材料消毒设施;
- (5) 减轻或消除工作中的**噪声及振动**的设施。(6) 为**改善劳动条件**而铺设的各种垫板。
- (7) 为消除有限空间空气**含氧量不达标**或**有毒有害气体超标**而设置的设施。

126. 施工质量验收规定:【区分掌握基本规定, 梳理程序】(P454-P455)

1. 验收程序

检验批及分项工程: 专监组织施工单位项目专业质量(技术)负责人;

分部工程: 总监组织施工单位项目负责人和项目技术、质量负责人;【勘察、设计特殊情况】

单位工程: 施工单位自检→总监组织专监预验收→施工单位整改→施工单位向建设单位工程竣工报告→建设单位组织施工(含分包)、设计、勘察、监理等进行单位工程验收。

2. 基本规定

(1) 单位工程: **验收人员**中级以上技术职称, 5 年; **签字人员**各方项目负责人。

(2) **见证取样**: 涉及结构安全和使用功能的试块、试件以及有关材料;

抽样检测: 涉及结构安全、使用功能、节能、环保等重要分部工程(检测单位应具备相应资质)。

3. 质量验收不合格: 经返修或加固处理的分项工程、分部工程, **虽然改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求**, 可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

127. 工程竣工备案的有关规定:【记忆数字与教材变点】(P459)

(1) 建设单位: **7 个工作日内**书面通知市场监督管理部门。

(2) 建设单位: 验收合格 **15d 内**提交竣工**验收报告**, 向所在地县级以上人民政府建设行政主管部门(及备案机关)备案; **3 个月**内向城建档案馆报送一套符合规定的**建设工程档案**。

(3) 市场监督管理部门: **5 个工作日内**, 向备案机关提交工程质量监督报告。

(4) 城建档案管理机构: 按照建设工程竣工验收的规定对工程档案进行验收。

1K430000 市政公用工程施工相关法规与标准

128. 斜拉桥、悬索桥的索鞍、索夹与吊索施工有关规定:【注意施工节点判断, 结构识图】(P465)

(1) **悬索桥施工**: 主缆防护工程完工后, 方可拆除猫道。

(2) **悬索桥索夹**: 安装前必须测定主缆空缆线型, 经设计单位确认索夹位置; 放样定位应在温度稳定时进行; 三个荷载阶段(索夹安装时、钢箱梁吊装后、桥面铺装后)进行螺栓紧固。