

目录

CONTENTS

导学篇	01
开篇：识图基础	02

1K410000 市政公用工程技术

1K411000 城镇道路工程

1K411010 城镇道路工程结构与材料	06
1K411020 城镇道路路基施工	22
1K411030 城镇道路基层施工	30
1K411040 城镇道路面层施工	37

1K412000 城市桥梁工程

1K412010 城市桥梁结构形式及通用施工技术	53
1K412020 城市桥梁下部结构施工	93
1K412030 城市桥梁上部结构施工	112
1K412040 管涵和箱涵施工	131

1K413000 城市轨道交通工程

1K413010 城市轨道交通工程结构与特点	136
1K413020 明挖基坑施工	152
1K413030 盾构法施工	176
1K413040 喷锚暗挖（矿山）法施工	190

1K414000 城市给水排水工程

1K414010 给水排水厂站工程结构与特点	203
1K414020 给水排水厂站工程施工	213

1K415000 城市管道工程

1K415010 城市给水排水管道工程施工	237
1K415020 城市供热管道工程施工	259
1K415030 城市燃气管道工程施工	273
1K415040 城市综合管廊	284

1K416000 生活垃圾处理工程

1K416010	生活垃圾填埋处理工程施工	289
----------	--------------------	-----

1K417000 施工测量与监控量测

1K417010	施工测量	298
1K417020	监控量测	305

1K420000 市政公用工程项目施工管理

1K420010	市政公用工程施工招标投标管理	310
1K420020	市政公用工程造价管理	313
1K420030	市政公用工程合同管理	316
1K420040	市政公用工程施工成本管理	321
1K420050	市政公用工程施工组织设计	323
1K420060	市政公用工程施工现场管理	332
1K420070	市政公用工程施工进度管理	337
1K420080	市政公用工程施工质量管理	341
1K420140	市政公用工程施工安全管理	344
1K420180	市政公用工程职业健康安全与环境管理	351
1K420190	市政公用工程竣工验收与备案	352

1K430000 市政公用工程项目施工相关法规与标准

1K420190	市政公用工程竣工验收与备案	357
----------	---------------------	-----

同类型知识点归纳	360
----------------	-----

导学篇

一级建造师考试与注册实行全国统一试卷，统一管理，统一划定考试合格标准（即96分）。随着近年来建筑行业管理的一系列变化，证书的需求量也逐渐增大，一级建造师是建设工程行业的执业资格，也是担任大型工程项目经理的前提条件。

一级建造师考试总共包括四门课，其中有三门公共课《建设工程经济》、《建设工程项目管理》、《建设工程法规及相关知识》，更贴近理论，把握历年真题命题趋势即可轻松拿下；实务课《专业工程管理与实务》则稍偏向实操，教材内容与施工现场结合紧密，因此已有现场施工管理经验者会在后续复习中略有助力。

《专业工程管理与实务》科目分为建筑工程、公路工程、水利水电工程、矿业工程、**市政公用工程**、机电工程、铁路工程、民航机场工程、港口与航道工程及通信与广电工程10个专业。

《市政》科目考试用书全书共3章，近五年考试各章分值分布如下：

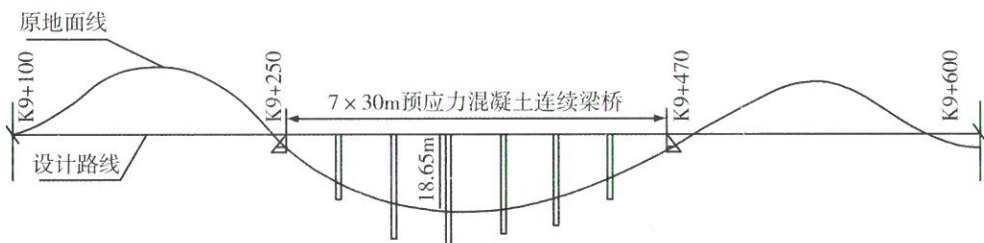
1K410000 市政公用工程 技术	100分
1K420000 市政公用工程项目 施工管理	45分
1K430000 市政公用工程项目施工相关 法规与标准	2分
此外，完全超出考试用书的内容	13分

结合历年真题试题规律，总结市政科目的特点如下：

- 一、**4小时内**完成20道单选、10道多选、5道案例（160分→合格线96）；
- 二、**技术**为王。专业面**广**，但广而不深，贴近施工现场（6大项工程+1项通用施工技术）；
- 三、**管理**考查重点明确，把握“**四大重点模块**”即可收获本章64.4%的分值（合同管理、施工组织设计、进度管理、道路工程质量检验）；
- 四、考试范围主要限于考试用书中列出的知识，通常每年**完全超出考试用书**的分值在**13分**左右；
- 五、市政科目是所有《专业工程管理与实务》中，考试用书“原文”考查最少的一科。试题灵活多变，要注重各工程知识点的**综合运用**，识别并规避隐藏的“坑”；
- 六、考试试题中，“工程图”的出现率很高，需加强**识图计算**的练习；
- 七、考试偏重“**实务操作**”。自2018年一级建造师考试起，“案例分析题”改名“**实务操作与案例分析题**”。实际上，《市政公用工程管理与实务》一直在考查“实务操作题”，考试难度没有进一步加深。

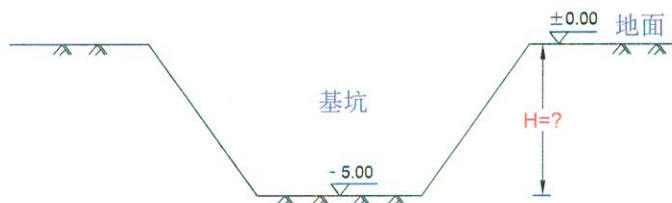
开篇：识图基础

1. 里程桩号 (K0+000)

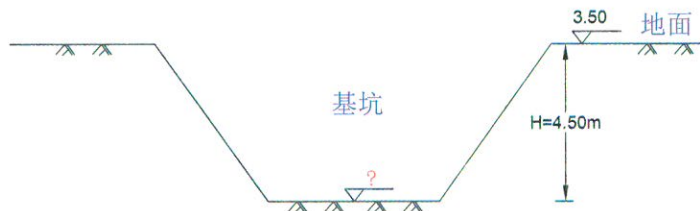


- (1) 第一段路长: $9250 - 9100 = 150\text{m}$
- (2) 第二段桥长: $9470 - 9250 = 220\text{m}$
- (3) 第三段路长: $9600 - 9470 = 130\text{m}$

2. 标高 (± 0.00 , 单位: m)

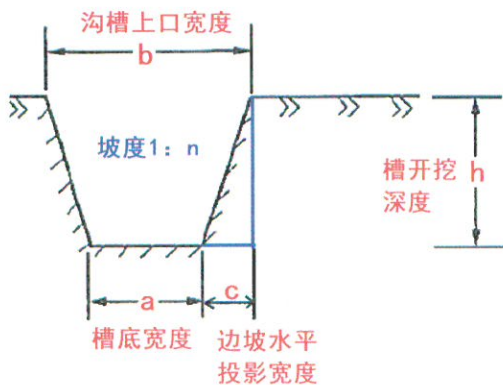


- (1) 已知两个标高求深度: $H = 0.00 - (-5.00) = 5.00\text{m}$



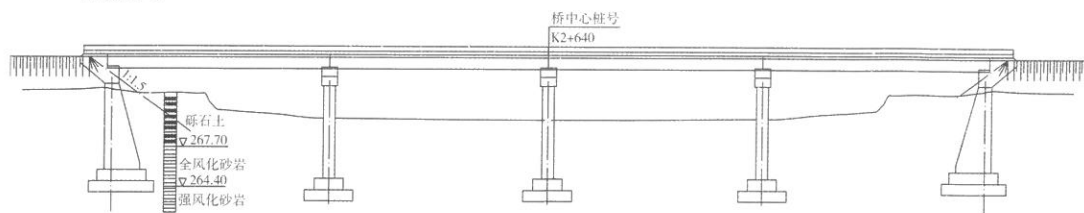
- (2) 已知一个标高和深度求另一标高: $3.50 - 4.50 = -1.00\text{m}$

3. 坡度 (=坡高/边坡水平投影宽度)

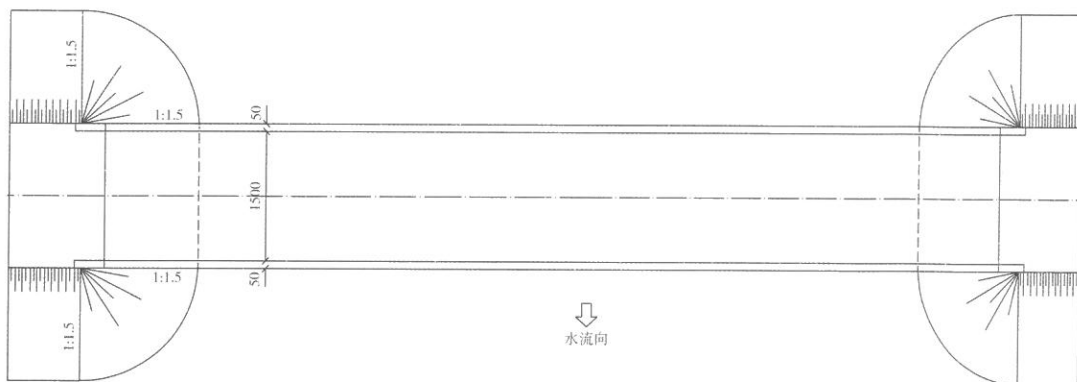


- 1、坡度相关计算
坡度 $= h/c = 1/n$
那么 $c = h \times n$, $h = c/n$
- 2、开挖上口宽度
 $b = a + 2c = a + 2hn$

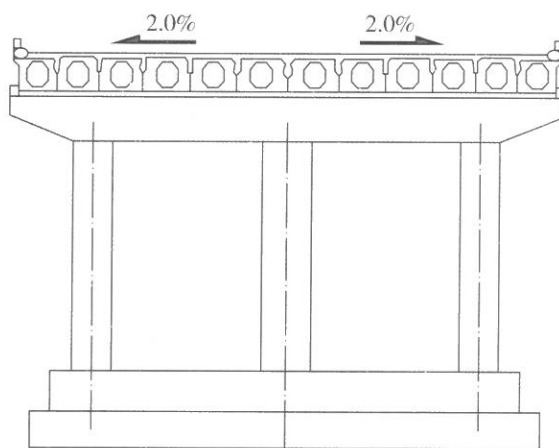
4. 视图



立面图



平面图



横断面图

1K410000 市政公用工程技术

学习难度 ☆☆☆☆☆

学习进度



本章考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016	平均分
市政公用 工程技术	城镇道路工程	12	27	8	11	5	12.6
	城市桥梁工程	22	38	29	19	48	31.2
	城市轨道交通工程	12	23	22	14	13	16.8
	城市给水排水工程	29	26	18	14	1	17.6
	城市管道工程	10	14	27	10	11	14.4
	生活垃圾处理工程	1	1	1	3	3	1.8
	施工测量与监控量测	1	9	4	6	6	5.2
平均考分		99.6					



本章命题规律解读

从命题分值分布来说,市政公用工程技术章包括7节,其中前五节是命题的重点,特别是其中的桥梁工程,是命题的重中之重,个别年份甚至有两道实务操作和案例分析题出自桥梁工程。近年来随着实务操作和案例分析题命题逐渐贴近现场,桥梁、道路、管道各节的知识点汇总在同一道题目进行考查的情况也逐渐出现。

从复习难度上来说,给水排水工程和生活垃圾处理工程、施工测量与监控量测,这几节知识难度小、考题容易得分,教材内容篇幅小,属于性价比较高的章节。

从整体知识架构角度分析,道路工程的结构与材料、管道工程属于琐碎知识点较多的部分,需要多记忆。轨道交通工程的盾构法属于知识点零碎、分值小的部分,熟悉即可。

1K411000 城镇道路工程



本节考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城镇道路工程	城镇道路工程结构与材料	5	4	3	4	1
	城镇道路路基施工	2	7	2	1	1
	城镇道路基层施工	—	2	3	2	1
	城镇道路面层施工	5	14	—	4	2

从历年考题分值分布情况看，本节近五年平均分为12.6分。其中第一目“城镇道路工程结构与材料”着重在选择题中考查，而后三目知识点常在案例题考查。由于本节书本上的知识点比较零散，在掌握各条目知识点后，应根据道路的结构特点、施工顺序以及把管理章节的质量部分内容整个联系起来学习。要注意学会对比总结，在理解的基础上加深记忆。

1K411010 城镇道路工程结构与材料



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城镇道路工程 结构与材料	单选题	1	2	1	2	1
	多选题	4	2	2	2	—
	案例题	—	—	—	—	—
合计		5	4	3	4	1
平均考分		3.4				



框架梳理

城镇道路工程结构与材料

城镇道路分类与分级

- 城镇道路分级：快速路、主干路、次干路、支路
- 城镇道路路面分类：①按路面结构类型分类：沥青路面、水泥混凝土路面和砌块路面；②按力学特性分类：柔性路面、刚性路面

沥青路面结构组成特点

- 结构组成：面层、基层和路基
- 结构层性能要求：①面层：平承温、滑水声；②基层：承重层，主要承受竖向力；③垫层：改善温湿度状况

水泥混凝土路面构造特点

- 构造特点：①垫层：防冻、排水、半刚性；②基层材料：特重交通（带“混凝土”）、重交通、中轻交通；③面层：横传纵拉
- 主要原材料：42.5级以上道路硅酸盐水泥或硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥

沥青混合料组成与材料

- 沥青混合料结构：“骨摩密黏”
- 热拌沥青混合料类型：普通沥青、改性沥青、沥青玛蹄脂碎石、改性沥青玛蹄脂碎石

沥青路面材料的再生应用

- 再生剂技术要求：“张奶奶分榴莲”
- 再生材料生产工艺：马歇尔试验方法、性能试验指标（空旷留宝马）

不同形式挡土墙的结构特点

- 常见挡土墙结构：重力式、衡重式、悬臂式、扶壁式、锚杆式、加筋土
- 挡土墙结构受力：“小主盖大被”




1K411011 城镇道路分类与分级



知识点一 城镇道路分级

我国城镇道路按道路在城市道路网中的地位、交通功能及对沿线服务功能的基础上，将城镇道路分为**快速路**、**主干路**、**次干路**和**支路**四个等级。

等级	特点	图片
快速路	完全为交通功能服务，解决城市大容量、长距离、快速交通 (必须设中央分隔带)	

等级	特点	图片
主干路	以 交通功能为主 ，为连接城市各主要分区的干路，是城市道路网的 主要骨架	
次干路	城市区域性的交通干道，为区域 交通集散服务 ，兼有 服务功能 ，结合主干路组成干路网	
支路	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，以 服务功能为主	

知识点二 城镇道路路面分类

扫码听课



(一) 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。



沥青路面



水泥混凝土路面



砌块路面

(1) 沥青路面面层类型包括沥青混合料、沥青贯入式和沥青表面处治。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。

(二) 按力学特性分类

力学特性	特点	代表
柔性路面	荷载作用下产生的弯沉变形较大、抗弯强度小，破坏取决于 极限垂直变形 和 弯拉应变	沥青类路面
刚性路面	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，破坏取决于 极限弯拉强度	水泥混凝土路面

经典考题

1.【1601】在行车荷载作用下产生板体作用，抗弯拉强度大，弯沉变形很小的路面是（ ）。

- A.沥青混合料
B.次高级
C.水泥混凝土
D.天然石材

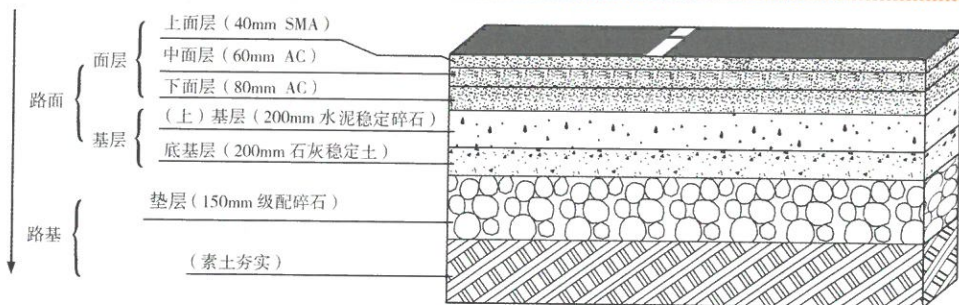


参考答案&解析

1.C 【学天解析】刚性路面：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，呈现出较大的刚性，它的破坏取决于极限弯拉强度。题干指的就是刚性路面。刚性路面主要代表是水泥混凝土路面，因此选择C。

1K411012 沥青路面结构组成特点

知识点一 结构组成



沥青混凝土路面结构示意图

(一) 基本原则

(1) 道路结构由**面层**、**基层**和**路基**组成。

(2) 行车荷载和自然因素对路面结构的影响随着深度的增加而逐渐减弱，各结构层的材料回弹模量应**自上而下递减**。

(3) 基层的结构类型可分为柔性基层、半刚性基层；在半刚性基层上铺筑面层时，城市主干路、快速路应适当**加厚面层**或采取其他措施（如**设应力消减层**、采用**土工织物**）以**减轻反射裂缝**。

(二) 路基与填料

高液限黏土、**高液限粉土**及**含有机质的细粒土**，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。

(三) 基层与材料

(1) **基层**是路面结构中的**承重层**，主要承受车辆荷载的**竖向力**，并把面层下传的应力扩散到路基。基层可分为**基层**和**底基层**。

(2) 常用的基层材料

分类	材料种类
刚性基层	碾压 混凝土 、 贫混凝土
半刚性基层 (无机结合稳定料)	水泥 稳定类
	石灰 稳定类
	石灰粉煤灰(二灰)稳定类
柔性基层	沥青 稳定类材料、 级配 粒料(级配碎石、级配砾石、级配砂砾)

(四) 面层与材料

沥青混合料类型	适用范围
热拌 沥青混合料面层	适用于 各种等级道路 的面层
温拌 沥青混合料面层	
冷拌沥青混合料面层	适用于支路及其以下道路的面层、支路的表面层,以及各级沥青路面的基层、连接层或整平层; 冷拌改性 沥青混合料可用于沥青路面的 坑槽冷补
沥青贯入式面层	宜用作城市次干路以下道路面层
沥青表面处治面层	主要起 防水层 、 磨耗层 、防滑层或改善碎(砾)石路面的作用

经典考题

- 【2001】主要起防水、磨耗、防滑或改善碎(砾)石作用的路面面层是()。
 - 热拌沥青混合料面层
 - 冷拌沥青混合料面层
 - 沥青贯入式面层
 - 沥青表面处治面层
- 【1901】行车荷载和自然因素对路面结构的影响,随着深度的增加而()。
 - 逐渐增强
 - 逐渐减弱
 - 保持一致
 - 不相关
- 【1801】基层是路面结构中的承重层,主要承受车辆荷载的(),并把面层下传的应力扩散到路基。
 - 竖向力
 - 冲击力
 - 水平力
 - 剪切力
- 【1821】下列沥青路面面层中,适用于各种等级道路的有()。
 - 热拌沥青混合料
 - 冷拌沥青混合料
 - 温拌沥青混合料
 - 沥青表面处治面层
 - 沥青贯入式面层
- 【1721】城镇沥青路面道路结构组成有()。
 - 路基
 - 基层
 - 面层
 - 垫层
 - 排水层



参考答案&解析

1.D 【学天解析】沥青表面处治面层主要起防水层、磨耗层、防滑层或改善碎(砾)石路面的作用,其集料最大粒径应与处治层厚度相匹配。

2.B 【学天解析】行车载荷和自然因素对路面的影响随深度的增加而逐渐减弱。

3.A 【学天解析】基层是路面结构中的承重层,主要承受车辆荷载的竖向力,并把面层下传的应力扩散到路基。

4.AC 【学天解析】热拌沥青混合料(HMA),包括SMA(沥青玛蹄脂碎石混合料)和OGFC(大空隙开级配排水式沥青磨耗层)等嵌挤型热拌沥青混合料,适用于各种等级道路的面层。温拌沥青混合料是通过在混合料拌制过程中添加合成沸石产生发泡润滑作用、拌合温度120~130℃条件下生产的沥青混合料,与热拌沥青混合料的适用范围相同。

5.ABC 【学天解析】城镇沥青路面道路结构由面层、基层和路基组成,选择ABC。

知识点二 结构层与性能要求

(一) 路基

性能主要指标:整体稳定性和变形量控制。

(二) 垫层

(1) 垫层主要设置在温度和湿度状况不良的路段上,以改善路面结构的使用性能。

(2) 性能主要指标

1) 垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料。

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。

(三) 基层

(1) 性能主要指标

1) 应满足结构强度、扩散荷载的能力以及水稳性和抗冻性的要求。

2) 不透水性好。

(四) 面层

(1) 面层是直接同行车和大气相接触,承受行车荷载引起的竖向力、水平力和冲击力的作用,同时又受降水的侵蚀作用和温度变化的影响。

(2) 路面使用指标

1) 承载能力:路面必须满足设计年限的使用需要,具有足够抗疲劳破坏和塑性变形的能力,即具备相当高的强度和刚度。

2) 平整度。

3) 温度稳定性:路面必须保持较高的稳定性,即具有较低的温度、湿度敏感度。

4) 抗滑能力。

5) 透水性:一般情况下,城镇道路路面应具有不透水性,以防止水分渗入道路结构层和土基,致使路面的使用功能丧失。

6) 噪声量:上面(磨耗层)层采用OGFC沥青混合料—降噪排水。

锦囊妙记 平承温,滑水声。



唧泥



错台

(2) 基层材料的选用原则:

根据道路交通等级和路基抗冲刷能力来选择基层材料。

交通等级	基层材料
特重交通	贫混凝土、碾压混凝土或沥青混凝土（带“混凝土”字的基层）
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
湿润和多雨地区的繁重交通路段	排水基层

(三) 面层

(1) 目前我国多采用普通（素）混凝土面层。

(2) 接缝

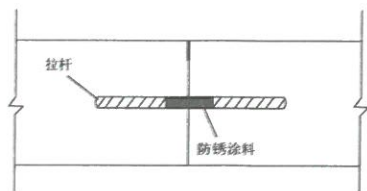
混凝土面层在温度变化影响下会产生胀缩。为防止胀缩作用导致裂缝或翘曲，混凝土面层设有垂直相交的纵向和横向接缝，形成一块块矩形板。一般相邻的接缝对齐，不错缝。

1) 纵向接缝——缩缝、施工缝

纵向接缝是根据路面宽度和施工铺筑宽度设置。

①一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置带拉杆（螺纹钢）的平缝形式的纵向施工缝。

②一次铺筑宽度大于4.5m时，应设置带拉杆的假缝形式的纵向缩缝，纵缝应与线路中线平行。



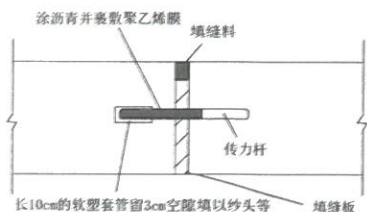
纵向施工缝

2) 横向接缝——胀缝、缩缝、施工缝

①横向胀缝（真缝）：

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。

胀缝是真缝。缝宽20mm；必设传力杆（光圆钢筋，一端固结、套管端滑动，设在板厚中间）；缝隙下部设胀缝板、上部灌注嵌缝料（嵌缝料灌注高度，常温与板面平，冬天稍低于板面）。

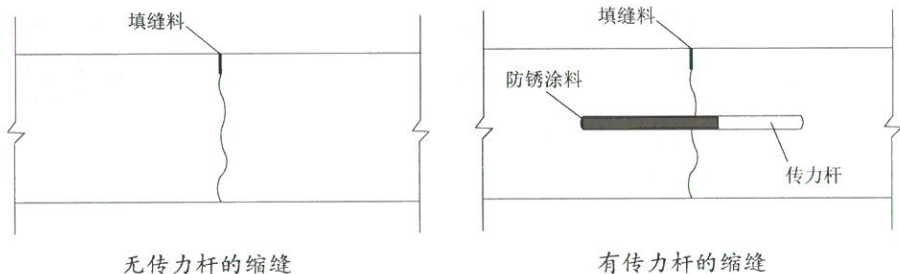


胀缝

②横向缩缝（假缝）：

缩缝是假缝。切缝宽度4~6mm。

快速路、主干路的横向缩缝应设传力杆（次干路、支路可不设传力杆）。



③横向施工缝（真缝）：

横向施工缝尽可能选在缩缝或胀缝处。

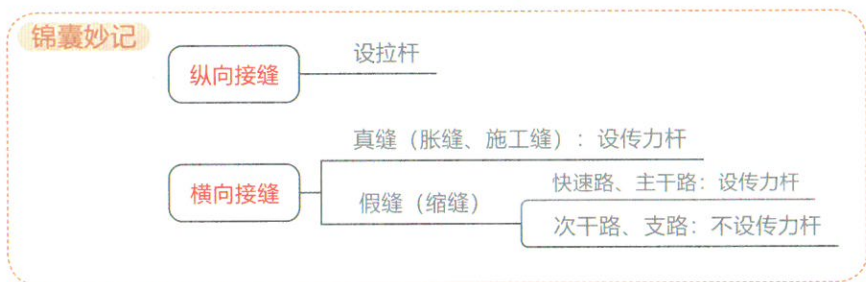
留在**胀缝**处：同胀缝。

留在**缩缝**处：**真缝**（缝宽4~6mm），必设**传力杆**。

（3）抗滑构造：可采用**刻槽**、**压槽**、**拉槽**或**拉毛**等方法形成一定的构造深度。



人工压槽



经典考题

- 1.【1921】刚性路面施工时，应在（ ）处设置胀缝。
- A.检查井周围
 - B.纵向施工缝
 - C.小半径平曲线
 - D.板厚改变
 - E.邻近桥梁

参考答案&解析

1.CDE 【学天解析】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。

知识点二 主要原材料选择

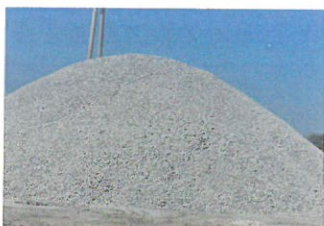
(1) 重交通以上等级道路、城市**快速路**、**主干路**应采用**42.5级以上的道路硅酸盐水泥**或**硅酸盐水泥**、**普通硅酸盐水泥**；其他道路可采用矿渣水泥，其强度等级不宜低于32.5级。

出厂期超过三个月或受潮的水泥，必须经过**试验**，**合格后方可使用**。

(2) 粗集料应采用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、砾石、破碎砾石，技术指标应符合规范要求，粗集料宜使用**人工级配**，粗集料的最大公称粒径，碎砾石不得大于26.5mm，碎石不得大于31.5mm，砾石不宜大于19.0mm。



水泥



粗集料

(3) 宜采用质地坚硬，细度模数在2.5以上，符合级配规定的洁净**粗砂**、**中砂**。海砂不得直接用于混凝土面层。**淡化海砂**不应用于城市快速路、主干路、次干路，**可用于支路**。

(4) 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。

经典考题

1. 【1702】城市主干道的水泥混凝土路面不宜选择的主要原材料是（ ）。
- A. 42.5级以上硅酸盐水泥
 - B. 粒径小于19.0 mm砾石
 - C. 粒径小于31.5 mm碎石
 - D. 细度模数在2.5以上的淡化海砂



参考答案&解析

1.D 【学天解析】海砂不得直接用于混凝土面层，淡化海砂不应用于城市快速路、主干路、次干路，可用于支路。ABC选项都可以用于主干路。

知识点二 沥青混合料主要材料与性能



沥青

粗集料

细集料

矿粉

纤维稳定剂

沥青混合料组成

(一) 沥青

城镇道路面层宜优先采用**A级沥青**，**不宜使用煤沥青（有毒）**。其主要技术性能如下：

粘结性	在外力作用下，沥青粒子产生相互位移的 抵抗变形的能力 即沥青的粘度。当需要满足高、低温性能要求时，应优先考虑高温性能的要求
感温性	指沥青材料的粘度随温度变化的感应性。 表征指标之一是软化点
耐久性	有足够的抗老化性能，使沥青路面具有较长的使用年限
塑性	在外力作用下发生变形而不被破坏的能力，即反映沥青 抵抗开裂 的能力
安全性	通过闪点试验测定沥青加热点闪火的温度—— 闪点 ，确定它的安全使用范围。沥青越软（标号高），闪点越小

(二) 细集料

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**。

知识点三 热拌沥青混合料主要类型及区别

主要类型	组成形式	特点及适用条件
普通沥青混合料	普通沥青+AC结构	适用于城镇 次干路、辅路或人行道 等场所
改性沥青混合料	改性沥青+AC结构	(1) 改性沥青混合料与AC型沥青混合料相比具有较高的高温 抗车辙 能力，良好的 低温抗开裂 能力，较高的 耐磨耗 能力和较长的 使用寿命 。 (2) 改性沥青混合料面层适用城镇 快速路、主干路
沥青玛蹄脂碎石混合料	普通沥青+SMA结构	(1) 形成：沥青玛蹄脂结合料（沥青+矿粉+纤维稳定剂）+ 间断级配骨架 。SMA是当前国内外使用较多的一种抗变形能力强，耐久性较好的沥青面层混合料。 (2) 适用于城镇 快速路、主干路
改性沥青玛蹄脂碎石混合料	改性沥青+SMA结构	(1) 具有非常好的高温抗车辙能力、低温抗变形性能和水稳定性，且构造深度大，抗滑性能好、耐久性能及耐久性等路面性能都有较大提高。 (2) 适用于交通流量和行驶频度急剧增长，客运车的轴重不断增加，严格实行分车道单向行驶的城镇 快速路、主干路

1K411015 沥青路面材料的再生应用

知识点一 再生机理



沥青耙松机械

(1) 沥青路面材料的再生, 关键在于**沥青的再生**。再生沥青比旧沥青复合流动度有较大提高, 流变性质大为改善。

(2) 旧沥青路面现场热再生是用组合加热机械将原有老化路面的沥青混凝土熔化, 再用加热的耙松机械将其耙松, 掺入定量的**再生剂和新沥青料**, 并用摊铺机重新摊铺、碾压, 使旧路变成新路面。

知识点二 再生剂技术要求与选择

再生剂主要采用低粘度石油系的矿物油(即“轻质油分”)。

(一) 技术要求

- (1) 具有软化与渗透能力, 即具备适当的**粘度**。
- (2) 具有良好的**流变性质**。
- (3) 具有**溶解分散沥青质的能力**, 即应富含芳香酚。
- (4) 具有较高的**表面张力**。
- (5) 必须具有良好的**耐热化和耐候性**。

锦囊妙记 张奶奶分榴莲。

知识点三 再生材料生产工艺

(1) 目前再生沥青混合料最佳沥青用量的确定方法采用**马歇尔试验**方法。

(2) 再生沥青混合料性能试验指标有:**空隙率、矿料间隙率、饱和度、马歇尔稳定度、流值**等。

锦囊妙记 空旷留宝马。

(3) 再生沥青混合料的检测项目有**车辙试验动稳定度、残留马歇尔稳定度、冻融劈裂抗拉强度比**等。

锦囊妙记 车冻残。

经典考题

1.【2022】再生沥青混合料生产工艺中的性能试验指标除了矿料间隙率、饱和度，还有（ ）。

- A.空隙率
B.配合比
C.马歇尔稳定度
D.车辙试验稳定度
E.流值



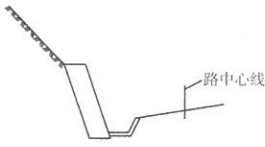
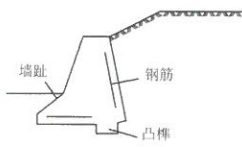
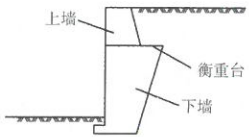
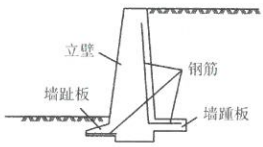
参考答案&解析

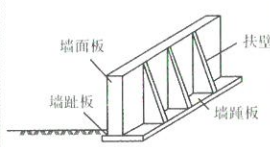
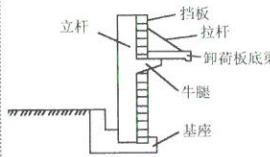
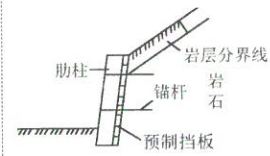
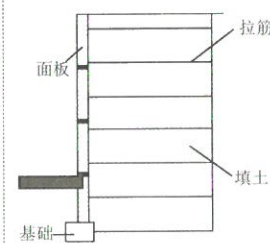
1.ACE 【学天解析】再生沥青混合料性能试验指标有：空隙率、矿料间隙率、饱和度和马歇尔稳定度、流值等。

1K411016 不同形式挡土墙的结构特点

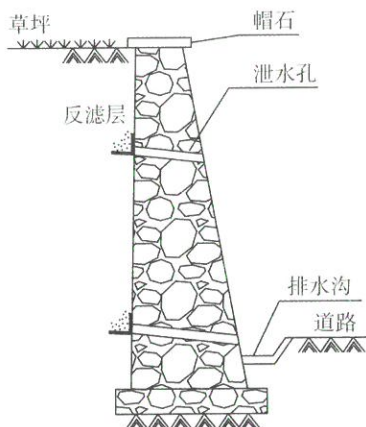
知识点一 常见挡土墙的结构形式及特点



类型	结构示意图	结构特点
重力式		<ul style="list-style-type: none"> ①依靠墙体自重抵挡土压力作用； ②一般用浆砌片（块）石砌筑，缺乏石料地区可用混凝土砌块或现场浇筑混凝土； ③形式简单，就地取材，施工简便
重力式		<ul style="list-style-type: none"> ①依靠墙体自重抵挡土压力作用； 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
衡重式		<ul style="list-style-type: none"> 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墙胸坡陡，下墙倾斜，可降低墙高，减少基础开挖
钢筋混凝土悬臂式		<ul style="list-style-type: none"> 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； ③主要依靠底板（墙踵板）上的填土重量维持挡土构筑物的稳定

类型	结构示意图	结构特点
钢筋混凝土扶壁式		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； ③主要依靠底板（墙踵板）上的填土重量维持挡土构筑物的稳定
带卸荷板的柱板式		①由立柱、底梁、拉杆、挡板和基座组成，借卸荷板上的土重平衡全墙； ②基础开挖较悬臂式少； ③可预制拼装，快速施工
锚杆式		①由肋柱、挡板和锚杆组成，靠锚杆固定在岩体内拉住肋柱； ②锚头为楔缝式或砂浆锚杆
加筋土		①加筋土挡墙是填土、拉筋和面板三者的结合体。可用于软弱地基，耐震性能好于刚性结构； ②可解决很高的垂直填土，减少占地面积； ③挡土面板、加筋条定型预制，现场拼装，土体分层填筑，施工简便、快速、工期短； ④造价较低； ⑤立面美观，造型轻巧，与周围环境协调

挡土墙基础地基承载力必须符合设计要求，并经检测验收合格后方可进行后续工序施工。施工中应按设计规定施作挡土墙的排水系统、泄水孔、反滤层和结构变形缝。挡土墙投入使用时，应进行墙体变形观测，确认合格要求。



浆砌块石挡土墙

经典考题

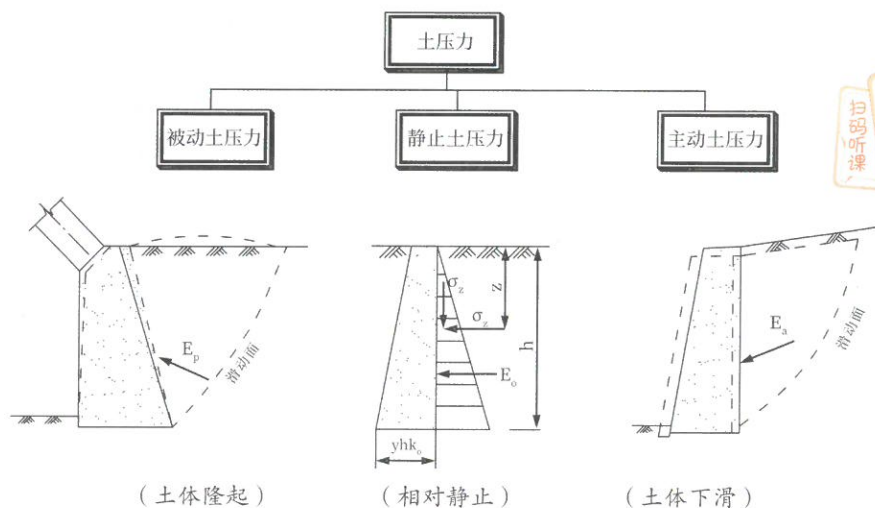
- 1.【1703】关于加筋土挡墙结构特点的说法，错误的是（ ）。
- A.填土、拉筋、面板结合成柔性结构
 B.依靠挡土面板的自重抵挡土压力作用
 C.能适应较大变形，可用于软弱地基
 D.构件可定型预制，现场拼装



参考答案&解析

1.B 【学天解析】选项B有误，加筋挡土墙是利用较薄的墙身结构挡土，依靠墙后布置的土工合成材料减少土压力以维持稳定的挡土建筑物。而依靠自重抵挡土压力的是重力式挡土墙。

知识点二 挡土墙结构受力



三种土压力中：

被动土压力（位移也最大）> 静止土压力 > 主动土压力。

锦囊妙记 小主盖大被。

1K411020 城镇道路路基施工

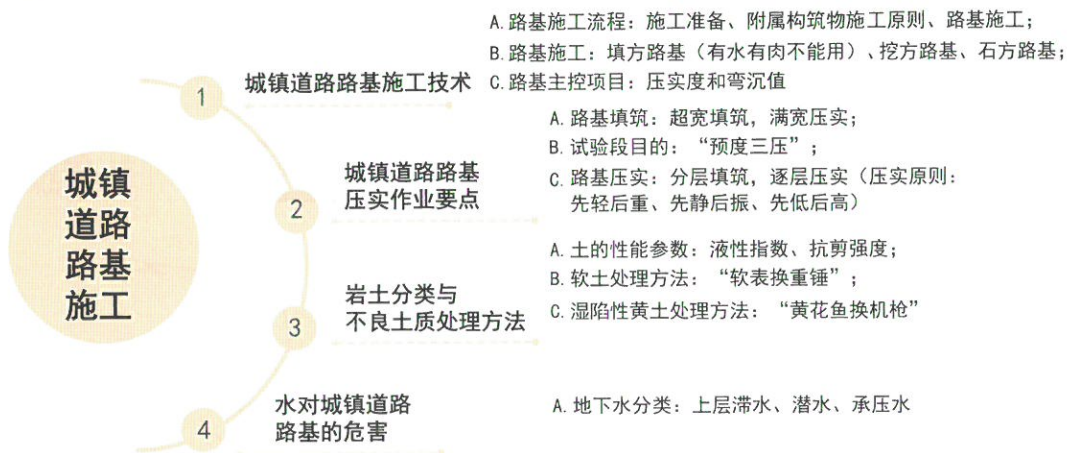


近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城镇道路路基施工	单选题	2	0	1	1	1
	多选题	0	2	0	0	0
	案例题	0	5	1	0	0
合计		2	7	2	1	1
平均考分		2.6				



框架梳理



1K411021 城镇道路路基施工技术

知识点一 路基施工特点与项目

（一）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。尤其是旧路改造工程，交通压力极大，地下管线复杂，行车安全、行人安全及树木、构筑物等保护要求高。（**市政工程的通用特点**）

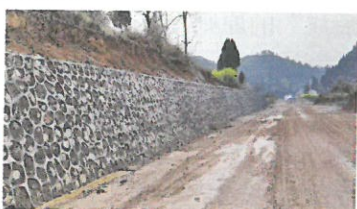
（2）路基施工**以机械作业为主**，人工配合为辅；人工配合土方作业时，必须设专人指挥；采用流水或分段平行作业方式。

(二) 施工项目

城市道路路基工程包括路基(路床)本身及有关的土(石)方、沿线的涵洞、挡土墙、路肩、边坡、排水管线等项目。



涵洞



挡土墙



排水管线

经典考题

- 1.【1602】下列工程项目中,不属于城镇道路路基工程的项目是()。
- A.涵洞
B.挡土墙
C.路肩
D.水泥稳定土基层



参考答案&解析

1.D 【学天解析】路基工程包括路基(路床)本身及有关的土(石)方、沿线的涵洞、挡土墙、路肩、边坡、排水管线等项目。而选项D指的是基层内容,与题干的路基不相干。

知识点二 路基施工基本流程

(一) 准备工作

- (1) 按照交通管理部门批准的交通**导行方案**设置**围挡**, 导行临时交通。
- (2) 开工前, 施工项目技术负责人应依据获准的施工方案向施工人员进行技术安全交底, **强调工程难点、技术要点、安全措施**。使作业人员**掌握要点, 明确责任**。
- (3) 对已知的测量控制点进行闭合加密, **建立测量控制网**, 再进行施工控制桩放线测量, 恢复中线, 补钉转角桩、路两侧外边桩等。
- (4) 施工前, 应根据工程地质勘察报告, 对路基土进行**天然含水量、液限、塑限、标准击实、CBR试验**, 必要时应做颗粒分析、有机质含量、易溶盐含量、冻胀和膨胀量等试验。



设置围挡、交通导行



安全技术交底



放线测量

(二) 附属构筑物

(1) 地下管线、涵洞(管)等构筑物是城镇道路路基工程中必不可少的组成部分。涵洞(管)等构筑物可与路基(土方)同时进行,但新建的地下管线施工必须遵循“先地下,后地上”、“先深后浅”的原则。

(2) 既有地下管线等构筑物的拆改、加固保护。(悬吊,加固,监测,征得产权单位同意)

(三) 路基(土、石方)施工

开挖路堑(挖方)、填筑路堤(填方),整平路基、压实路基、修整路床,修建防护工程等。



(开挖)路堑



(填筑)路堤



半填半挖

知识点三 路基施工要点



(一) 填土路基——土方路堤

当原地面标高低于设计路基标高时,需要填筑土方(即填方路基)。

填料:不应使用淤泥、沼泽土、泥炭土、冻土、有机土及含生活垃圾的土做路基填料,填土内不得含有草、树根等杂物,粒径超过100mm的土块应打碎。

锦囊妙记 有水有肉(有机的)不能用。



清除杂物



处理井穴



分层回填

(1) 排除原地面积水,清除树根、杂草、淤泥等。应妥善处理坟坑、井穴、树根坑的坑槽,分层填实至原地面高。(排水→清表)

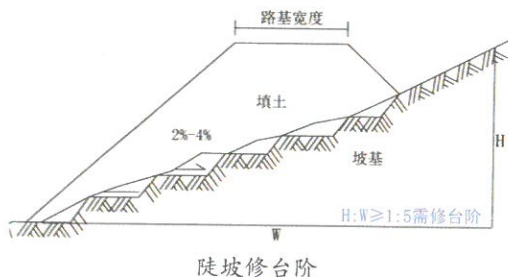
(2) 填方段内应事先找平,当地面坡度陡于1:5时,需修成台阶形式,每层台阶高度不宜大于300mm,宽度不应小于1.0m。

(3) 根据测量中心线桩和下坡脚桩,分层填土、压实。

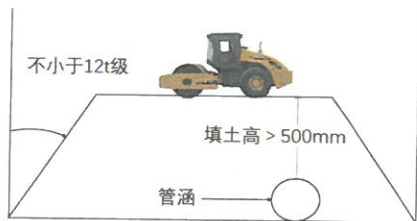
(4) 碾压前检查铺筑土层的**宽度、厚度及含水量**，合格后即可碾压，碾压“**先轻后重**”，最后碾压应采用不小于**12级**的压路机。

(5) 填方高度内的管涵顶面填土**500mm以上**才能用压路机碾压。

(6) 路基填方高度应按设计标高增加**预沉量值**。



陡坡修台阶



管涵顶回填压实

(二) 挖土路基——土方路堑

当路基**设计标高低于**原地面标高时，需要挖土成型——挖方路基。

(1) 路基施工前，应将现况地面上积水排除、疏干，将树根坑、坟坑、井坑等部位进行技术处理。

(2) 挖土时应**自上向下分层开挖**，**严禁掏洞开挖**。机械开挖时，必须避开构筑物、管线，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。



挖土路基

(3) 压路机**不小于12t级**，碾压应自路两边向路中心进行（**即先低后高**），直至表面无明显轮迹为止。

(4) 碾压时，应视土的干湿程度而采取**洒水或换土、晾晒**等措施。

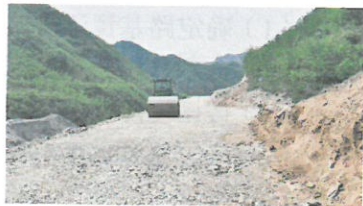
(5) 过街雨水支管沟槽及检查井周围应用**石灰土或石灰粉煤灰砂砾**填实。

(三) 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。



石方路基

(4) 路基范围内管线、构筑物四周的沟槽宜**回填土料**。

经典考题

1.【1922】关于填土路基施工要点的说法，正确的有（ ）。

- A.原地面标高低于设计路基标高时，需要填筑土方
- B.土层填筑后，立即采用8t级压路机碾压

- C.填筑前,应妥善处理井穴、树根等
- D.填方高度应按设计标高增加预沉量值
- E.管涵顶面填土300mm以上才能用压路机碾压



参考答案&解析

1.ACD 【学天解析】选项B有误,检验合格后即可碾压,碾压“先轻后重”,最后碾压应采用不小于12t级的压路机。选项E有误,填方高度内的管涵顶面填土500mm以上才能用压路机碾压。

知识点四 质量检查与验收

检验与验收项目: **主控项目**为**压实度**和**弯沉值(0.01mm)**;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。

1K411022 城镇道路路基压实作业要点

知识点一 路基材料与填筑

(1)填土应分层进行。下层填土合格后,方可进行上层填筑。路基填土宽度应比设计宽度宽**500mm**。(超宽填筑,满宽压实)

(2)对过湿土翻松、晾干,或对过干土均匀加水,使其含水量接近**最佳含水量**范围之内。

知识点二 路基压实施工要点

(一)试验段目的

- (1)确定路基**预沉量值**;
- (2)合理选用**压实机具**;
- (3)按压实度要求,确定**压实遍数**;
- (4)确定路基宽度内每层**虚铺厚度**;
- (5)根据土的类型、湿度、设备及场地条件,选择**压实方式**。

锦囊妙记 预度三压。

(二)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。
- (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**。



钢轮压路机



小型夯压机

1K411023 岩土分类与不良土质处理方法

知识点一 土的性能参数

(一) 路用工程(土)主要性能参数

(1) 含水量 ω : 土中水的质量与干土粒质量之比, 即 $\omega=W_w/W_s$, (%) ;

(2) 液限 ω_L : 土由流动状态转为可塑状态时的界限含水量为塑性上限, 称为液性界限, 简称液限;

(3) 塑限 ω_p : 土由可塑状态转为半固体状态时的界限含水量为塑性下限, 称为塑性界限, 简称塑限;

(4) 塑性指数 I_p : 土的液限与塑限之差值, $I_p=\omega_L-\omega_p$, 即土处于塑性状态的含水量变化范围, 表征土的塑性大小;

(5) 液性指数 I_L : 土的天然含水量与塑限之差值对塑性指数之比值, $I_L=(\omega-\omega_p)/I_p$, I_L 可用以判别土的软硬程度。

(二) 土体的抗剪强度

土的强度性质通常是指土体的**抗剪强度**, 即土体抵抗剪切破坏的能力。

经典考题

1.【1802】土的强度性能通常是指土体的()。

- A.压实度 B.天然密度 C.抗剪强度 D.抗压强度



参考答案&解析

1.C 【学天解析】土的强度性质通常是指土体的抗剪强度, 即土体抵抗剪切破坏的能力。

知识点二 不良土质路基的处理方法

(一) 软土: 淤泥、淤泥质土及天然强度低、压缩性高、透水性小的黏土统称为软土。由淤泥、淤泥质土、水下沉积的饱和软黏土为主组成的软土在我国南方有广泛分布, 这些土都具有天然含水量较高、孔隙比大、透水性差、压缩性高、强度低等特点。

(二) 不良土质路基的处理方法:

(1) 软土: 常用的处理方法有表层处理法、换填法、重压法、垂直排水固结法等。

锦囊妙记 软表换重锤。

(2) 湿陷性黄土: 采取化学加固法、预浸法、换土法、挤密法、强夯法等。

锦囊妙记 黄花鱼换机枪。

(3) 膨胀土: 用灰土桩、水泥桩或用其他无机结合料对膨胀土路基进行加固和改良(即掺灰改良), 或者换填、堆载预压对路基进行加固。



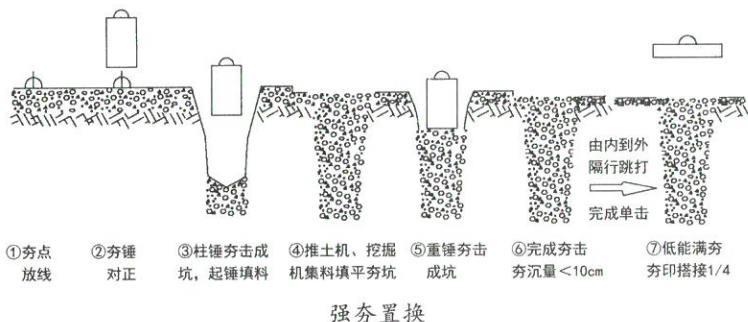
夯实



排水固结



挤密桩



强夯置换



加筋

经典考题

1. 【2002】淤泥、淤泥质土及天然强度低、() 的黏土统称为软土。

- A. 压缩性高、透水性大
- B. 压缩性高、透水性小
- C. 压缩性低、透水性大
- D. 压缩性低、透水性小

2. 【1704】湿陷性黄土路基的处理方法不包括()。

- A. 换土法
- B. 强夯法
- C. 砂桩法
- D. 挤密法



参考答案&解析

1.B 【学天解析】淤泥、淤泥质土及天然强度低、压缩性高、透水性小的黏土统称为软土。

2.C 【学天解析】湿陷性黄土的常用处理方法: 采取换土法、强夯法、挤密法、预浸法、化学加固法等方法因地制宜进行处理。

1K411030 城镇道路基层施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城镇道路基层施工	单选题	—	—	1	—	1
	多选题	—	2	2	2	—
	案例题	—	—	—	—	—
合计		—	2	3	2	1
平均考分		1.6				



框架梳理

不同无机结合料稳定基层特性

常用的基层材料：
石灰稳定类、水泥稳定类、二灰稳定类

无机结合料稳定基层施工质量检查与验收

- ① 石灰稳定土基层施工；
- ② 水泥稳定土基层施工；
- ③ 二灰稳定砂砾基层施工；
- ④ 质量检测项目：集含水率7d（打）鸭

01

02

03

04

城镇道路基层施工技术

拌合→运输→摊铺→压实→养护：

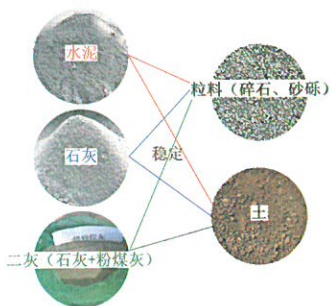
- ① 石灰（水泥）稳定土；
- ② 二灰混合料；
- ③ 级配砂砾（碎石）、级配砾石（碎砾石）基层

土工合成材料的应用

- ① 土工合成材料功能：加筋、防护、过滤、排水、隔离；
- ② 土工合成材料应用：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

1K411031 不同无机结合料稳定基层特性

知识点一 无机结合料稳定基层定义



目前大量采用**结构较密实、孔隙率较小、透水性较小、水稳性较好**、适宜于机械化施工、技术经济较合理的水泥、石灰及工业废渣稳定材料施工基层，这类基层通常被称为无机结合料稳定基层。

经典考题

1.【1822】通常被称为无机结合料稳定基层的材料一般都具备（ ），技术经济较合理，且适宜机械化施工。

- A.结构较密实
B.透水性较小
C.水稳性较好
D.孔隙率较小
E.干缩系数较大



参考答案&解析

1.ABCD 【学天解析】目前大量采用**结构较密实、孔隙率较小、透水性较小、水稳性较好**、适宜于机械化施工、技术经济较合理的水泥、石灰及工业废渣稳定材料施工基层，这类基层通常被称为无机结合料稳定基层。

知识点二 常用的基层材料



（一）石灰稳定土类基层

石灰稳定土有良好的板体性，但其**水稳性、抗冻性以及早期强度不如水泥稳定土**。石灰土的强度随龄期增长，并与养护温度密切相关，温度低于5℃时强度几乎不增长。

（二）水泥稳定土基层

（1）水泥稳定土有良好的**板体性**，其**水稳性和抗冻性都比石灰稳定土好**。水泥稳定土的初期强度高，其强度随龄期增长。水泥稳定土在暴露条件下容易干缩，低温时会冷缩，导致裂缝。

（2）**水泥土产生的收缩裂缝会比水泥稳定粒料的裂缝严重得多**；水泥土强度没有充分形成时，表面遇水会软化，导致沥青面层**龟裂破坏**；水泥土的抗冲刷能力低，当水泥土表面遇水后，容易产生**唧浆冲刷**，导致路面裂缝、下陷，并逐渐扩展。为此，**水泥土只用作高级路面的底基层**。

（三）石灰工业废渣稳定土基层

（1）应用最多、最广的是**石灰粉煤灰类**的稳定土（粒料），**简称二灰稳定土**（粒料）。

（2）二灰稳定土有良好的力学性能、板体性、水稳性和一定的抗冻性，**其抗冻性比石灰土高很多**。

（3）**二灰稳定土也具有明显的收缩特性**，但**小于水泥土和石灰土**，也被禁止用于高等级路面的基层，而只能做底基层。二灰稳定粒料可用于高等级路面的基层与底基层。

（4）二灰稳定粒料基层中的粉煤灰，若**三氧化硫含量偏高**，**易使路面起拱**，直接影响道路基层和面层的弯沉值。

锦囊妙记 土上不了大台面。(稳定土类只能做底基层)
水稳性、抗冻性以及早期强度: 水泥>石灰。
抗冻性: 二灰>石灰。
抗收缩性: 二灰>石灰、水泥。

经典考题

- 1.【1803】当水泥土强度没有充分形成时,表面遇水会软化,导致沥青面层()。
- A.横向裂缝 B.纵向裂缝
C.龟裂破坏 D.泛油破坏



参考答案&解析

1.C 【学天解析】水泥土强度没有充分形成时,表面遇水会软化,导致沥青面层龟裂破坏。

1K411032 城镇道路基层施工技术

知识点一 无机结合料稳定基层施工技术

应该根据原材料含水量变化、集料的颗粒组成变化、施工温度的变化、运输距离及时调整拌合用水量。

(一) 材料

1. 水泥

(1) 应采用初凝时间大于3h,终凝时间不小于6h的42.5级及以上普通硅酸盐水泥,32.5级及以上矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥。

(2) 贮存期超过3个月或受潮,应进行性能试验,合格后方可使用。(市政公用工程的通用知识)

2. 石灰

(1) 新石灰:宜用1~3级的新石灰;

(2) 磨细生石灰:可不经消解直接使用;

(3) 块灰:应在使用前2~3d完成消解(提前10d开始消解),未能消解的生石灰块应筛除,消解石灰的粒径不得大于10mm。

3. 土

石灰稳定类宜采用粉质黏土、黏土;水泥稳定类宜选用粗粒土、中粒土。

4. 粒料

可选用级配碎石、砂砾、未筛分碎石、碎石土、砾石和煤矸石、粒状矿渣等材料。

5. 水

宜使用饮用水或不含油类等杂质的清洁中性水(pH值为6~8)。

（二）季节

1.宜在**春末**和气温较高（**夏季**）季节施工，施工最低气温为**5℃**。（**市政工程露天施工**的最低温度多为**5℃**）

2.（1）水泥稳定类：在第一次重冰冻（-3℃~-5℃）到来之前0.5~1个月完工；

（2）石灰稳定类、二灰稳定类：在第一次重冰冻（-3℃~-5℃）到来之前1~1.5个月完工。

（三）运输

运输时，应采取**遮盖封闭**措施，其目的：

①防止水分蒸发；②防扬尘；③防止遗撒。

（四）摊铺

1.摊铺时路床应湿润。

2.混合料摊铺时应根据**试验确定的松铺系数**控制虚铺厚度，混合料每层**最大压实厚度**为200mm，且不宜小于100mm。

松铺系数（虚铺系数）=摊铺厚度/压实厚度

3.摊铺中发生粗、细集料离析时，应及时翻拌均匀。

4.水泥稳定土：自拌合至摊铺完成，不得超过**3h**（在水泥的初凝时间内）；分层摊铺时，应在下层**养护7d**后，方可摊铺上层材料。



运输混合料覆盖



无机结合料稳定基层摊铺

（五）压实

1.（1）石灰稳定土：摊铺好的石灰稳定土应当天碾压成活；

（2）水泥稳定土：宜在水泥初凝时间到达前碾压成活。

2.碾压时的含水量宜在最佳含水量的±2%范围内，应满足压实度的要求。

3.①直线和不设超高的平曲线段，应由两侧向中心碾压；②设超高的平曲线段，应由内侧向外侧碾压。（**先低后高**）

4.碾压时采用先轻型、后重型压路机碾压。

5.禁止用**薄层贴补**的方法进行找平（**宁刮勿补**）。

（六）养护

1.养护方法

（1）水泥稳定类基层

宜采用**洒水**养护，保持**湿润**，常温下成活后应经7d养护，方可在其上铺筑面层。

（2）石灰稳定类基层

压实成活后应立即**洒水**（或覆盖）养护，保持**湿润**，直至上部结构施工为止。

(3) 二灰稳定类基层

①采用洒水养护时,应及时洒水,保持混合料湿润。②采用沥青乳液和沥青下封层进行养护。采用喷洒沥青乳液养护时,应及时在乳液面撒嵌丁料。

2. 养护时间

养护期视季节而定,常温下不宜少于7d。(养护7d后,要现场取芯做无侧限抗压强度试验)

3. 养护要求

养护期封闭交通。

(七) 无机结合料稳定基层质量检验项目

原材料——集料级配,混合料配合比、含水量、拌合均匀性;

关键性实测项目——基层压实度、7d无侧限抗压强度。

锦囊妙记 集合水军 7d(打)鸭。

经典考题

1.【1930】无机结合料稳定基层的质量检验的主控项目有()。

- A.原材料
- B.纵断高程
- C.厚度
- D.横坡
- E.7d无侧限抗压强度

2.【1923】石灰稳定土集中拌合时,影响拌合用水量的因素有()。

- A.施工压实设备变化
- B.施工温度的变化
- C.原材料含水量变化
- D.集料的颗粒组成变化
- E.运输距离变化



参考答案&解析

1.AE 【学天解析】石灰稳定土、水泥稳定土、石灰粉煤灰稳定砂砾等无机结合料稳定基层质量检验主控项目:原材料质量、压实度、7d无侧限抗压强度。

2.BCDE 【学天解析】应根据原材料含水量变化、集料的颗粒组成变化、施工温度的变化、运输距离及时调整拌合用水量。

知识点二 级配砂砾(碎石)、级配砾石(碎砾石)基层

(一) 材料与拌合

采用厂拌方式,强制式拌合机拌制。

(二) 运输与摊铺

(1) 运输中应采取防止遗撒和防扬尘措施。

(2) 宜采用机械摊铺,摊铺应均匀一致,发生粗、细集料离析(“梅花”、“砂窝”)现象时,应及时翻拌均匀。

(三) 压实与养护

- (1) 碾压前和碾压中应先适量洒水。
- (2) 控制碾压速度，碾压至轮迹不大于5mm，表面平整、坚实。
- (3) 未铺装上层前不得开放交通。

经典考题

1. 【1603】下列施工内容中，属于级配砂砾基层施工要点的是（ ）。

- A.宜在水泥初凝前碾压成活
- B.压实成活后应立即浇水养护
- C.碾压时采用先轻型、后重型压路机碾压
- D.控制碾压速度，碾压至轮迹不大于5 mm，表面平整坚实



参考答案&解析

1.D 【学天解析】级配砂砾基层施工要点：①碾压前和碾压中应先适量洒水。②控制碾压速度，碾压至轮迹不大于5mm，表面平整、坚实。③未铺装上层前不得开放交通。因此选择D。

1K411033 土工合成材料的应用

知识点一 土工合成材料

(一) 分类

土工合成材料可分为土工织物、土工膜、特种土工合成材料和复合型土工合成材料等类型。

(二) 功能与作用

(1) 土工合成材料可设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。



土工布



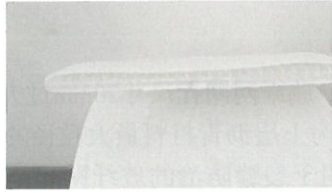
土工格栅



土工膜



土工膜隔离防渗



塑料排水板



土工模袋护坡

知识点二 土工合成材料的工程应用

(一) 路堤加筋

(1) 路堤加筋的主要目的是提高路堤的稳定性。土工合成材料应具有足够的抗拉强度、较高的撕破强度、顶破强度和握持强度等性能。

(2) 填料不应直接卸在土工合成材料上面，必须卸在已摊铺完毕的土面上；卸土高度不宜大于1m，以防局部承载力不足。卸土后立即摊铺，以免出现局部下陷。

(3) 第一层填料宜采用轻型压路机压实，当填筑层厚度超过600mm后，才允许采用重型压路机。边坡防护与路堤的填筑应**同时进行**。

(二) 台背路基填土加筋

目的是为了**减小路基与构造物之间的不均匀沉降**。加筋材料宜选用土工网或土工格栅。台背填料应有良好的**水稳定性与压实性能**，以**碎石土、砾石土**为宜。

(三) 路面裂缝防治

采用玻纤网、土工织物等土工合成材料，铺设于旧沥青路面、旧水泥混凝土路面的沥青加铺层底部或新建道路沥青面层底部，可**减少或延缓**由旧路面对沥青加铺层的**反射裂缝**，或半刚性基层对沥青面层的反射裂缝。用于裂缝防治的玻纤网和土工织物应分别满足**抗拉强度、最大负荷延伸率、网孔尺寸、单位面积质量**等技术要求。玻纤网网孔尺寸宜为其上铺筑的沥青面层材料最大粒径的0.5~1.0倍。土工织物应能耐170℃以上的高温。

(四) 路基防护——坡面防护、冲刷防护

(五) 过滤与排水

经典考题

1. 【2019年案例2.2】背景资料（局部）

某公司承建长1.2km的城镇道路大修工程，现状路面面层为沥青混凝土，主要施工内容包括：对沥青混凝土路面沉陷、碎裂部分进行处理；局部加铺网孔尺寸10mm的玻纤网以减少旧路面对新沥青面层的反射裂缝；对旧沥青混凝土路面铣刨拉毛后加铺厚40mmAC-13沥青混凝土面层。在采购玻纤网时被告知网孔尺寸10mm的玻纤网缺货，项目部拟变更为网孔尺寸20mm的玻纤网。

【问题】指出项目部玻纤网更换的错误之处并改正。

2. 【1722】用于路面裂缝防治的土工合成材料应满足的技术要求有（ ）。
- | | |
|----------|-----------|
| A.抗拉强度 | B.最大负荷延伸率 |
| C.单位面积质量 | D.网孔尺寸 |
| E.搭接长度 | |



参考答案&解析

1. 【参考答案】错误之处：玻纤网网孔尺寸20mm过大。

改正：玻纤网网孔尺寸宜为上层沥青材料最大粒径的0.5~1.0倍。

2. ABCD 【学天解析】用于裂缝防治的玻纤网和土工织物应分别满足抗拉强度、最大负荷延伸率、网孔尺寸、单位面积质量等技术要求，选择ABCD。

1K411040 城镇道路面层施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城镇道路面层施工	单选题	1	1	—	—	—
	多选题	—	—	—	—	2
	案例题	4	13	—	4	—
合计		5	14	—	4	2
平均考分		5				



框架梳理

路面改造施工技术

- A. 旧水泥混凝土路面：综合调查→病害处理；
- B. 加铺沥青面层：预防反射裂缝

城镇道路大修维护技术要点

- A. 微表处理
- B. 旧路加铺沥青混合料：黑+黑；白+黑
- C. 加铺沥青面层技术要求：
基底处理(开挖式基底处理、非开挖基底处理)

沥青混合料面层施工技术

- A. 施工准备：透层、粘层、封层应用；运输与布料
- B. 摊铺：机械施工、人工施工
- C. 压实：初压、复压、终压；接缝处理
- D. 开放交通：自然降温至50℃

改性沥青混合料面层施工技术

- A. 混合料生产：SMA 限当天使用；OGFC 宜随拌随用
- B. 混合料施工：摊铺（速度1~3m/min）、压实成型（紧跟、慢压、高频、低幅）
- C. 主控项目：原材料、压实度、面层厚度、弯沉值
- D. 压实度：钻芯法、核子密度仪法

水泥混凝土路面施工技术

- A. 配合比设计性能要求：弯拉强度、工作性、耐久性、经济性
- B. 混凝土面板施工：模板、摊铺、接缝（横传纵拉）、养护、开放交通

1K411041 沥青混合料面层施工技术

热拌沥青混合料路面施工工艺包括沥青混合料的**运输**、**摊铺**、沥青路面的**压实**和**成型**、**接缝**，**开放交通**等内容。



机械摊铺



人工摊铺

知识点一 施工准备



(一) 透层、粘层、封层

(1) **透层**。为使**沥青混合料面层与非沥青材料基层结合良好**，在基层上浇洒能很好**渗入表面**的沥青类材料薄层。沥青混合料面层摊铺前应在基层表面喷洒透层油，在透层油**完全渗入**基层后方可铺筑。根据基层类型选择渗透性好的**液体沥青**、**乳化沥青**作透层油。

(2) **粘层**。为加强路面**沥青层之间**，**沥青层与水泥混凝土路面之间的粘结**而洒布的沥青材料薄层。粘层油宜在摊铺面层**当天洒布**。

(3) 铺筑在面层表面的称为**上封层**，铺筑在面层下面的称为**下封层**。

(4) 透层、粘层宜采用**沥青洒布车**或**手动沥青洒布机**喷洒，喷洒应呈**雾状**，洒布均匀，用量与渗透深度宜按设计及规范要求并通过**试洒**确定。**封层**宜采用**层铺法表面处治**或**稀浆封层法**施工。



沥青洒布车



手动沥青洒布机

(二) 运输与布料

(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**防粘剂**。运输中沥青混合料上宜用**篷布覆盖**保温、防雨和防污染。

(2) 对高等级道路，等候的运料车宜在5辆以上。

(3) 运料车应在摊铺机前100~300mm外空挡等候。

经典考题

1.【2019年案例2.3】背景资料（局部）

交通部门批准的交通导行方案要求：施工时间为夜间22：30至次日5：30，不断路施工。为加快施工速度，保证每日5：30前恢复交通，项目部拟提前一天采用机械洒布乳化沥青（用量 $0.8\text{L}/\text{m}^2$ ），为第二天沥青面层摊铺创造条件。

【问题】改正项目部为加快施工速度所采取的措施的错误之处。



参考答案&解析

1.【参考答案】（1）乳化沥青用量应满足规范要求（ $0.3\sim 0.6\text{L}/\text{m}^2$ ）。

（2）粘层油应在摊铺沥青面层当天洒布。

知识点二 摊铺作业

扫码听课



(一) 机械施工

(1) 热拌沥青混合料应采用**机械摊铺**。摊铺机在开始受料前应在受料斗涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。

(2) 城市快速路、主干路宜采用两台以上摊铺机联合摊铺，其表面层宜采用**多机全幅摊铺**，以减少施工接缝。每台摊铺机的摊铺宽度宜小于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**，并应避开车道轮迹带，**上下层搭接位置宜错开200mm**以上。



上下层错开200mm

梯队作业

(3) 摊铺机开工前应提前0.5~1h预热熨平板使其不低于100℃。

(4) 摊铺机必须**缓慢、均匀、连续不间断地**摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度、减少沥青混合料的离析。**摊铺速度**宜控制在**2~6m/min**的范围内。当发现沥青混合料出现明显的**离析、波浪、裂缝、拖痕**时，应分析原因，予以**及时消除**。

(5) 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，**上面层**宜采用**平衡梁或滑靴**并**辅以厚度控制**方式。



钢丝绳引导



平衡梁控制

(6) 最低摊铺温度根据**铺筑层厚度、气温、风速及下卧层表面温度**等，按规范要求执行。

(7) 松铺系数应根据试铺试压确定。施工中随时检查铺筑层厚度、路拱及横坡，并以铺筑的沥青混合料总量与面积之比较验平均厚度。

(二) 人工施工

半幅施工时，路中一侧宜预先设置挡板；摊铺时应**扣锹布料，不得扬锹远甩**；边摊铺边整平，严防集料离析；摊铺不得中途停顿，并尽快碾压；低温施工时，卸下的沥青混合料应覆盖篷布保温。

知识点三 压实成型与接缝

(一) 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**。

(2) 压路机应以慢而均匀的速度碾压。

(3) 碾压温度应根据沥青和沥青混合料种类、压路机、气温、层厚等因素经试压确定。

(4) 初压应采用钢轮压路机静压1~2遍。碾压时应将压路机的**驱动轮面向摊铺机**，从**外侧向中心碾压**，在超高路段和坡道上则由**低处向高处碾压**。**复压**应紧跟在初压后开始。碾压路段总长度**不超过80m**。

(5) 密级配沥青混凝土混合料(AC)**复压**宜优先采用**重型轮胎压路机**进行碾压，以增加**密实性**，其总质量不宜小于**25t**。相邻碾压带应重叠1/3~1/2轮宽。对**粗集料**为主的混合料(SMA)，宜优先采用**振动压路机**复压(厚度宜大于30mm)。**层厚较大时宜采用高频大振幅**，**厚度较薄时宜采用低振幅**，以防止集料破碎。相邻碾压带宜重叠100~200mm。当采用三轮**钢筒式**压路机时，总质量不小于**12t**，相邻碾压带宜重叠后轮的1/2轮宽，并不应小于200mm。

(6) **终压**应紧接在复压后进行。宜选用**双轮钢筒式压路机**，碾压不宜少于**2遍**，至无明显轮迹为止。

锦囊妙记 初压——钢轮压路机静压 1~2 遍。
 复压——密级配(AC)可以用轮胎压路机，粗集料(SMA)用振动压路机，改性沥青不得用轮胎压路机。
 终压——宜选用双轮钢筒式压路机。

(7) 压路机**不得**在未碾压成型路段上**转向、掉头、加水或停留**。在**当天成型**的路面上，**不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料及杂物**。



振动压路机



双钢轮压路机



三轮钢筒压路机



轮胎压路机

(二) 接缝

(1) 路面接缝必须紧密、平顺。上、下层的**纵缝**应错开**150mm**(热接缝)或**300~400mm**(冷接缝)以上。相邻两幅及上、下层的**横向接缝**均应错位**1m**以上。应采用**3m直尺**检查，确保**平整度**达到要求。

(2) 采用梯队作业方式摊铺时应选用**热接缝**，将已铺部分留下100~200mm宽暂不碾压，作为后续部分的基准面，然后跨缝压实。如半幅施工采用**冷接缝**时，宜加设挡板或将先铺的沥青混合料刨出毛槎，涂刷粘层油后再铺新料，新料跨缝摊铺与已铺层重叠50~100mm，软化下层后铲走重叠部分，再跨缝压密挤紧。

锦囊妙记 沥青面层的纵向接缝：1. 热接缝：多台摊铺机梯队作业。2. 冷接缝：刨毛槎→清缝→涂粘层油→铺新料软化下层旧料后铲走→跨缝碾压。

(3) 高等级道路的表面层**横向接缝**应采用垂直的平接缝，以下各层和其他等级的道路的各层可采用斜接缝。平接缝宜采用机械切割或人工刨除层厚不足部分，使工作缝成直角连接。清除切割时留下的泥水；干燥后涂刷**粘层油**，铺筑新混合料，接槎软化后，**先横向碾压，再纵向充分压实**，连接平顺。

锦囊妙记 沥青面层的横向接缝：
 厚度、平整度检查→刨除层厚、平整度不足的部分→清缝→涂粘层油→铺新料软化下层旧料后铲走→先横向碾压，后纵向碾压。

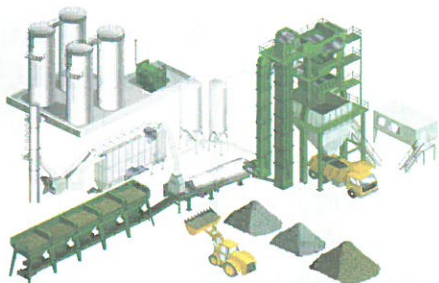
1K411042 改性沥青混合料面层施工技术

知识点一 改性沥青混合料的生产

改性沥青混合料的生产除遵照普通沥青混合料生产要求外，尚应注意以下几点：

(1) 改性沥青混合料正常生产温度应根据改性沥青品种、粘度、气候条件、铺装层的厚度确定。

(2) 改性沥青混合料宜采用间歇式拌合设备生产。



沥青混合料拌合站生产示意图

(3) 拌合机宜备有保温性能好的成品储料仓，贮存过程中混合料**温降不得大于 10°C** ，且具有**沥青滴漏**功能。改性沥青混合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**。

知识点二 改性沥青混合料的施工

改性沥青混合料的摊铺、压实成型除满足普通沥青混合料要求外，还应做到：

(一) 摊铺

(1) 宜使用**履带式摊铺机**。一般情况下，摊铺温度不低于 **160°C** 。

(2) 摊铺速度宜放慢至 **$1\sim 3\text{m}/\text{min}$** 。松铺系数应通过试验段取得。

(二) 压实与成型

(1) **初压**开始温度不低于 **150°C** ，**碾压终了**的**表面温度**应不低于 **$90\sim 120^{\circ}\text{C}$** 。

(2) 宜采用振动压路机或钢筒式压路机碾压，**不应采用轮胎压路机碾压**。OGFC混合料宜采用12t以上钢筒式压路机碾压。

(3) 振动压实应遵循“**紧跟、慢压、高频、低幅**”的原则，即紧跟在摊铺机后面，采取高频率、低振幅的方式慢速碾压。这是保证平整度和密实度的关键。

(4) 碾压改性沥青SMA混合料过程中应密切注意压实度变化，防止**过度碾压**。



初压复压终压



压实痕迹

(三) 接缝

改性沥青路面接缝（纵缝、横缝）处理方法同普通沥青路面。

1K420092 沥青混合料面层施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

知识点一 市政行业标准

沥青混合料面层施工质量验收主控项目：

原材料、压实度、面层厚度、弯沉值。

1K420095 压实度的检测方法与评定标准 (考试用书第2章)

知识点一 压实度定义

$$K = \rho_{d, \text{现场}} / \rho_{d, \text{max}} \times 100\%$$

压实度为**主控项目**，必须**100%合格**。

注：（1）现场实测干密度（ $\rho_{d, \text{现场}}$ ）

现场检测→现场湿密度、含水量（用烘干法测）→现场干密度。

（2）最大干密度（ $\rho_{d, \text{max}}$ ）

击实试验→最佳含水量、最大干密度（击实曲线极值）。

知识点二 压实度

结构层	现场实测干密度（ $\rho_{d, \text{现场}}$ ）方法
路基、基层	细粒土：环刀法
	粗粒土：灌水法或灌砂法
沥青路面	钻芯法检测；核子密度仪检测



环刀法



灌砂法



灌水法

(1) 压实质量标准

路基压实度标准

填挖类型	路床顶面以下深度 (cm)	道路类型	压实度 (%)	检验频率		检验方法
				范围	点数	
挖方	0~30	快速路、主干路	≥95	每1000m ²	每层一组 (3点)	细粒土用环刀法, 粗粒土用灌水法或灌砂法
		次干路	≥93			
		支路	≥90			
填方	0~80	快速路、主干路	≥95			
		次干路	≥93			
		支路	≥90			
	>80~150	快速路、主干路	≥93			
		次干路	≥90			
		支路	≥90			
	>150	快速路、主干路	≥90			
		次干路	≥90			
		支路	≥87			

注: 表中数字为重型击实标准压实度, 以相应的标准击实试验法求得最大干密度为100%。

沥青路面压实度标准

路面类型	道路类型	压实度 (%)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
热拌沥青混合料	快速路、主干路	≥96	1000m ²	1点	查试验记录
	次干路	≥95			
	支路	≥95			
冷拌沥青混合料	—	≥95			查配合比、复测
沥青贯入式	—	≥90			灌水法、灌砂法、蜡封法

1K411043 水泥混凝土路面施工技术

知识点一 混凝土配合比设计

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。

知识点二 混凝土面板施工

(一) 模板

(1) 宜使用钢模板, 每1m设置1处支撑装置。

(2) 模板安装应符合:

支模前应核对路面标高、面板分块、胀缝和构造物位置；模板应安装稳固、顺直、平整，无扭曲，相邻模板连接应紧密平顺，不得错位；**严禁在基层上挖槽嵌入模板**；使用**轨道摊铺机**应采用**专用钢制轨模**；模板安装完毕，应进行检验，合格后方可使用；模板安装检验合格后**表面应涂隔离剂**，接头应粘贴胶带或塑料薄膜等密封。

（二）摊铺与振动

（1）采用滑模摊铺机摊铺时应**布设基准线**，清扫湿润基层。调整滑模摊铺机各项工作参数达到最佳状态，根据前方卸料位置，及时旋转布料器，横向均匀地两侧布料。振动仓内料位高度一般应高出路面10cm。混凝土**坍落度小**，应用**高频振动、低速度摊铺**；混凝土**坍落度大**，应用**低频振动、高速度摊铺**。

（2）采用小型机具摊铺混凝土施工时，混凝土面层分两次摊铺时，**上层混凝土的摊铺应在下层混凝土初凝前完成**，且下层厚度宜为总厚的3/5；混凝土摊铺应与钢筋网、传力杆及边缘角隅钢筋的安放相配合；一块混凝土板应一次连续浇筑完毕，并按要求做好振捣。



滑模摊铺机施工



小型机具摊铺

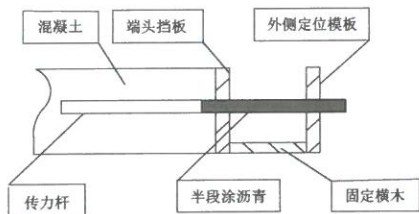
（三）接缝

（1）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**。

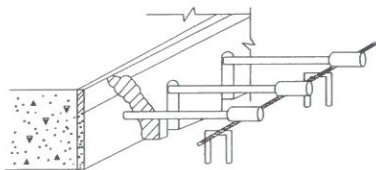
（2）传力杆的固定安装方法有两种。

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。



端头木模固定



钢筋支架法固定

（3）**缩缝**应垂直板面，采用**切缝机**施工，宽度宜为**4~6mm**。切缝深度：**设传力杆**时，不应小于**面层厚的1/3**，且不得小于**70mm**；**不设传力杆**时不应小于**面层厚的1/4**，且不应小于**60mm**。当混凝土达到设计强度的**25%~30%**时，采用**切缝机进行切割**。切割用水冷却时，应防止切缝水渗入基层和土层。



切缝机



缩缝切割施工

(4) 混凝土板**养护期满后**，缝槽应**及时填缝**。灌填缝料前，清除缝内砂石、凝结的泥浆、杂物等。浇筑填缝料时缝槽必须干燥、清洁。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**。填缝料应与混凝土缝壁**粘附紧密**，不渗水。在面层混凝土弯拉强度**达到设计强度**，且**填缝完成前**，不得**开放交通**。

(四) 养护

混凝土浇筑完成后应及时进行养护，可采取**喷洒养护剂**或**保湿覆盖**等方式；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**。养护时间应根据混凝土弯拉强度增长情况而定，不宜小于设计弯拉强度的**80%**，一般宜为14~21d。应特别注重前7d的保湿（温）养护。



喷洒养护剂

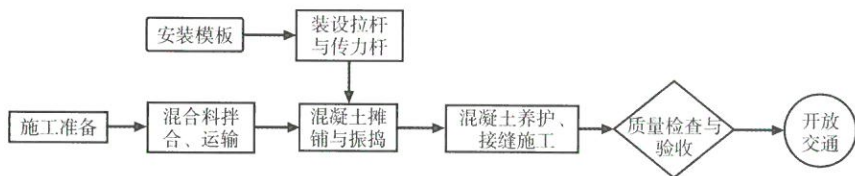


保湿覆盖养护

(五) 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（**100%**）且**填缝完成后**，方可**开放交通**。

锦囊妙记 水泥混凝土路面流程



经典考题

1. 【1904】采用滑模摊铺机摊铺水泥混凝土路面时，如混凝土坍落度较大，应采取（ ）。
- A. 高频振动，低速度摊铺
 - B. 高频振动，高速度摊铺
 - C. 低频振动，低速度摊铺
 - D. 低频振动，高速度摊铺



参考答案&解析

1.D 【学天解析】混凝土坍落度小,应用高频振动、低速度摊铺;混凝土坍落度大,应用低频振动、高速度摊铺。

1K411044 城镇道路大修维护技术要点

知识点一 微表处理工艺

原路面的强度满足要求、路面基本无损坏,经微表处理后可恢复面层的使用功能。

(一) 施工流程与要求

- (1) 清除原路面的泥土、杂物。
- (2) 可采用半幅施工,施工期间不中断行车。
- (3) 采用专用摊铺机具,摊铺速度1.5~3.0 km/h。
- (4) 橡胶耙人工找平,清除超大粒料。
- (5) 不需碾压成型,摊铺找平后必须立即进行初期



微表处施工

养护,禁止一切车辆和行人通行。

- (6) 通常,气温25~30℃时养护30min满足设计要求后,即可开放交通。
- (7) 微表处施工前应安排试验段,长度不小于200m,以便确定施工参数。

知识点二 旧路加铺沥青混合料面层工艺

(一) 旧沥青路面作为基层加铺沥青混合料面层(黑+黑)

(1) 旧沥青路面作为基层加铺沥青混合料面层时,应对原有路面进行处理、整平或补强,符合设计要求。

(2) 施工要求要点:

- 1) 符合设计强度、基本无损坏的旧沥青路面经整平后可作基层使用。
- 2) 旧沥青路面有明显的损坏,但强度能达到设计要求的,应对损坏部分进行处理。
- 3) 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。

(二) 旧水泥混凝土路作为基层加铺沥青混合料面层(白+黑)

(1) 旧水泥混凝土路作为基层加铺沥青混合料面层时,应对原有水泥混凝土路面进行处理、整平或补强,符合设计要求。

(2) 施工要求要点:

- 1) 对旧水泥混凝土路做综合调查,符合基本要求,经处理后可作为基层使用。
- 2) 对旧水泥混凝土路面层与基层间的空隙,应作填充处理。
- 3) 对局部破损的原水泥混凝土路面层应剔除,并修补完好。
- 4) 对旧水泥混凝土路面层的胀缝、缩缝、裂缝应清理干净,并应采取防反射裂缝措施。



旧沥青路面裂缝



旧水泥混凝土路面裂缝

知识点三 加铺沥青面层技术要点

(一) 面层水平变形反射裂缝预防措施

在沥青混凝土加铺层与旧水泥混凝土路面之间设置**应力消减层**，具有延缓和抑制反射裂缝产生的效果；也可采用**土工织物**来预防反射裂缝。

(二) 面层垂直变形破坏预防措施

(1) 在大修前对局部破损部位进行修补，应将这些破损部位彻底剔除并重新修复；不需要将板体整块凿除重新浇筑，采用**局部修补**的方法即可。



沥青密封膏

(2) 使用沥青密封膏处理旧水泥混凝土板缝。**沥青密封膏**具有很好的粘结力和抗水平与垂直变形能力。

(三) 基底处理要求

(1) 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。对于原水泥混凝土路面严重脱空导致**局部断裂或碎裂部位**，将**破坏部位凿除**，**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。对于局部**脱空部位**的空洞，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**。处理前应采用**探地雷达**进行详细**探查**，测出路面板下松散、脱空和既有管线附近沉降区域。

经典考题

1.【2017年案例1.4】背景资料（局部）

……事件四：旧水泥混凝土路面加铺前，项目部进行了外观调查，并采用探地雷

达对道板下状况进行扫描探测，将旧水泥混凝土道板的现状分为三种状态：A为基本完好；B为道板面上存在接缝和裂缝；C为局部板底脱空，道板局部断裂或碎裂。

【问题】事件四中，在加铺沥青混凝土前，对C状态的道板应采取哪些处理措施？



参考答案&解析

1.【参考答案】应采取两种处置措施：

(1) 道板局部断裂和碎裂部位：采用开挖式基底处理，凿除、换填、压实基底，重新浇筑混凝土。

(2) 局部道板底脱空部位：注浆处理。从地表钻孔、注浆。

1K411045 路面改造施工技术

知识点一 水泥混凝土路面改造加铺沥青面层

当原有水泥混凝土路面强度足够，且断板和错台病害少时，直接在原有旧路面上加铺沥青路面。在改造设计时，需要对原有路面进行调查，采用地质雷达、弯沉或者取芯检测等手段。由设计方给出评价结果并提出补强方案。



地面雷达



弯沉



取芯检测

(一) 病害处理

大部分的水泥混凝土路面在板缝处都有破损，如不进行修补就直接作为道路基层会使沥青路面产生反射裂缝；需采用人工剔凿的办法，将酥空、空鼓、破损的部分清除，露出坚实的部分。修补范围内的剔凿深度依据水泥混凝土路面的破损程度确定，为保证修补质量，剔凿深度5cm以上。基面清理后可涂刷界面剂增加粘结强度并采用不低于原道路混凝土强度的早强补偿收缩混凝土进行灌注。

对原水泥混凝土路面板边角破损也可参照上述方法进行修补。凿除部分如有钢筋应保留，不能保留时应植入钢筋。新、旧路面板间应涂刷界面剂。

以上做法都是为保证原有水泥混凝土路面改造后能作为道路基层使用而进行的修补。如果原有水泥混凝土路面发生错台或板块网状开裂，应首先考虑是原路基质量出现问题致使水泥混凝土路面不再适合作为道路基层。遇此情况应将整个板全部凿除，重新夯实道路路基。

(二) 加铺沥青混凝土面层

原有水泥混凝土路面作为道路基层加铺沥青混凝土面层时，应注意原有雨水管以及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应进行调整。

在加铺前可以采用洒布沥青粘层油摊铺土工布等柔性材料等方式对旧路面进行处理。

- 锦囊妙记** 旧水泥混凝土路面加铺沥青面层：
- 一、旧水泥混凝土路面
1. 综合调查（探地雷达、弯沉检测、取芯检测）。
 2. 旧水泥混凝土路面改造后满足基层使用要求时
- 病害处理：
- （1）路面板严重脱空 + 局部破裂：
开挖式基底处理——凿除破坏部位→换填基底并压实→重新浇筑混凝土。
 - （2）脱空：
非开挖式基底处理——路面板钻孔注浆填充脱空部位的空洞。
 - （3）接缝破损、大裂缝：
人工剔凿裂缝→基面清理→涂刷界面剂→灌注混凝土（不低于原道路混凝土强度 + 早强 + 补偿收缩）。
 - （4）小裂缝：
沥青密封胶灌缝。
3. 原水泥混凝土路面改造后不满足基层使用要求（原水泥路面发生错台或板块网状开裂）时：
凿除整个板→重新夯实道路基层→重新浇筑混凝土。
- 二、加铺沥青面层
1. 预防反射裂缝方法：
 - （1）设应力消减层；
 - （2）采用土工织物。
 2. 洒布粘层油。
 3. 调整检查井高程。

1K420094 冬、雨期施工质量保证措施（考试用书第2章）

知识点一 雨期施工质量控制

（一）雨期施工基本要求

项目	基本要求
雨期施工	（1）加强与气象台站联系，掌握天气预报，安排在不下雨时施工。 （2）调整施工工序，集中力量分段施工。 （3）做好防雨准备，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
路基施工	（1）对于土路基施工，要有计划地组织快速施工，分段开挖，切忌全面开挖或挖段过长。 （2）挖方地段要留好横坡，做好截水沟。坚持当天挖完、压完，不留后患。因雨翻浆地段，要换料重做。 （3）填方地段施工，应按2%~3%的横坡整平压实，以防积水

项目	基本要求
基层施工	<p>(1) 对稳定类材料基层, 应坚持拌多少、铺多少、压多少、完成多少。</p> <p>(2) 下雨来不及完成时, 要尽快碾压, 防止雨水渗透。</p> <p>(3) 在多雨地区, 应避免在雨期进行石灰土基层施工; 石灰稳定中粒土和粗粒土施工时, 应采用排除表面水的措施, 防止集料过分潮湿, 并应保护石灰免遭雨淋。</p> <p>(4) 雨期施工水泥稳定土, 特别是水泥土基层时, 应特别注意天气变化, 防止水泥和混合料遭雨淋。降雨时应停止施工, 已摊铺的水泥混合料应尽快碾压密实。路拌法施工时, 应排除下承层表面的水, 防止集料过湿</p>

经典考题

1. 【2016年案例1.5】背景资料(局部)

施工期间为雨季, 项目部针对水泥稳定土底基层的施工制定了雨期施工质量控制措施如下:

- (1) 加强与气象站联系, 掌握天气预报, 安排在不下雨时施工;
- (2) 注意天气变化, 防止水泥和混合料遭雨淋;
- (3) 做好防雨准备, 在料场和搅拌站搭雨棚;
- (4) 降雨时应停止施工, 对已摊铺的混合料尽快碾压密实。

【问题】补充和完善水泥稳定土底基层雨期施工质量控制措施。



参考答案&解析

1. 【参考答案】应补充和完善质量控制措施:

- (1) 调整施工步序, 集中力量分段施工。
- (2) 现场搭设可移动的棚罩。
- (3) 建立完善排水系统, 防排结合; 加强巡视, 发现积水、挡水处, 及时疏通。
- (4) 如有损坏, 及时修复。
- (5) 应坚持拌多少、铺多少、压多少、完成多少。
- (6) 下雨来不及完成时, 要尽快碾压, 防止雨水渗透。

知识点二 冬期施工质量控制

项目	质量控制要求
路基施工	<p>(1) 如当日达不到设计标高, 下班前应将操作面刨松或覆盖, 防止冻结。</p> <p>(2) 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%</p>
基层施工	<p>(1) 级配砂石(砾石)、级配碎石施工, 应根据施工环境最低温度洒布防冻剂溶液, 随洒布, 随碾压</p>

项目	质量控制要求
沥青混凝土面层施工	<p>(1) 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°C时, 应停止施工。</p> <p>(2) 粘层、透层、封层严禁冬期施工</p>
水泥混凝土面层施工	<p>(1) 搅拌站应搭设工棚或其他挡风设备, 搅拌机出料温度不得低于10°C, 摊铺混凝土温度不应低于5°C。</p> <p>(2) 施工中应根据气温变化采取保温防冻措施。当连续5昼夜平均气温低于-5°C, 或最低气温低于-15°C时, 宜停止施工。</p> <p>(3) 混凝土拌合料温度应不高于35°C。拌合物中不得使用带有冰雪的砂、石料, 可加防冻剂、早强剂, 搅拌时间适当延长。</p> <p>(4) 混凝土板弯拉强度低于1MPa或抗压强度低于5MPa时, 不得受冻。</p> <p>(5) 混凝土板浇筑前, 基层应无冰冻、不积冰雪, 摊铺混凝土时气温(温度)不低于5°C。</p> <p>(6) 尽量缩短各工序时间, 快速施工。成型后, 及时覆盖保温层, 减缓热量损失, 使混凝土的强度在其温度降到0°C前达到规范要求强度</p>

经典考题

1. 【1920】冬期施工质量控制要求的说法, 错误的是()。
- A. 粘层、透层、封层严禁冬期施工
- B. 水泥混凝土拌合料温度应不高于 35°C
- C. 水泥混凝土拌合料可加防冻剂、缓凝剂, 搅拌时间适当延长
- D. 水泥混凝土板弯拉强度低于 1MPa 或抗压强度低于 5MPa 时, 不得受冻



参考答案&解析

- 1.C 【学天解析】可加防冻剂、早强剂, 搅拌时间适当延长。

知识点三 高温期施工

(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, 特高温时段混凝土拌合可掺加降温材料。尽量避开气温过高的时段, 可选晚间施工。

(2) 加强拌制、运输、浇筑、做面等各工序衔接, 尽量使运输和操作时间缩短。

(3) 加设临时罩棚, 避免混凝土面板遭日晒, 减少蒸发量, 及时覆盖, 加强养护, 多洒水, 保证正常硬化过程。

1K412000 城市桥梁工程



本节考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市桥梁工程	城市桥梁结构形式及通用施工技术	4	19	14	11	41
	城市桥梁下部结构施工	16	6	—	4	—
	城市桥梁上部结构施工	2	13	15	4	7
	管涵和箱涵施工	—	—	—	—	—

从历年考题分值分布情况看,本节前三目为考查重点,这三目近五年平均分为31.2分。需要考生重点掌握施工工法、流程,容易出现哪些质量问题,出了质量问题应该采取什么措施。本节学习,必须精通原理,回归施工现场。

1K412010 城市桥梁结构形式及通用施工技术



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市桥梁结构形式及通用施工技术	单选题	2	2	2	1	2
	多选题	2	2	2	—	4
	案例题	—	15	10	10	35
合计		4	19	14	11	41
平均考分		17.8				



框架梳理

城市桥梁结构形式及通用施工技术

- 桥梁结构组成与类型**
 - 基本组成: 上部结构、下部结构、支座系统、附属设施
 - 桥梁的分类: ①按受力特点分: 梁式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥、组合体系桥; ②其他分类: 按多孔或单孔跨径; 按用途; 按跨越障碍的性质; 按车行道位置
- 模板、支架和拱架的设计、制作、安装与拆除**
 - 设计: 强度、刚度荷载组合; 预拱度设计
 - 制作与安装: ①地基预压; ②支架预压
 - 拆除: ①一般原则; ②简支、连续梁; ③悬臂梁; ④侧模、底模拆除时间
 - 施工安全措施: 施工准备; 脚手架搭设; 模板、支架和拱架拆除
- 钢筋、混凝土施工**
 - 钢筋施工: 钢筋加工制作、预应力钢筋加工制作
 - 混凝土施工: 配合比设计、搅拌、运输、浇筑振捣、养护
 - 预应力混凝土施工: 先张法、后张法
- 桥面防水系统施工**
 - 防水系统施工: 防水卷材施工、防水涂料施工
 - 质量验收: 基层检测主控项目、防水层检测主控项目
- 支座、伸缩装置安装**
 - 支座安装: 作用、支座分类、施工及质量检验
 - 伸缩装置安装: 性能要求、运输与储存、安装
- 桥梁维护与改造施工**
 - 桥梁维护: 养护工程分类
 - 桥梁改造: 改建方案; 新、旧桥梁上部结构拼接要求

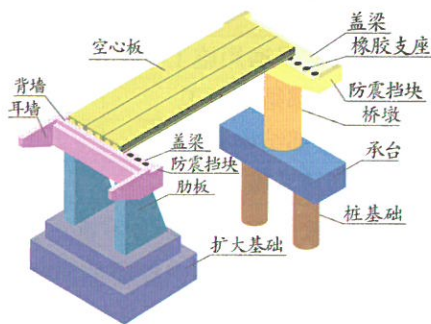
1K412011 城市桥梁结构组成与类型

知识点一 桥梁基本组成与常用术语



(一) 桥梁的基本组成

桥梁由**上部结构**、**下部结构**、**支座系统**和**附属设施**四个基本部分组成。



桥梁结构组成

(1) 上部结构（桥跨结构）：在线路遇到障碍而中断时，跨越这类障碍的主要承载结构。

桥跨结构：线路跨越障碍（如江河、山谷或其他线路等）的结构物。

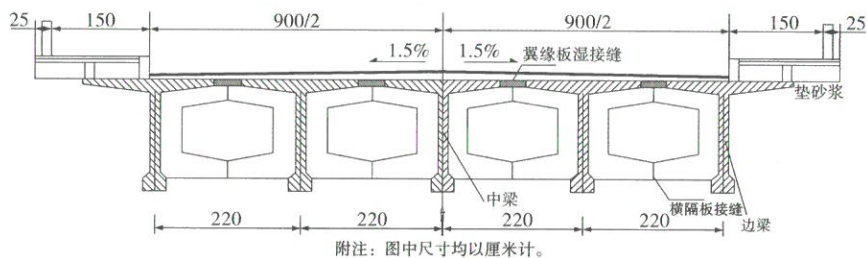
知识点补充：常用的桥跨结构类型有箱梁、T梁、空心板梁。



箱梁

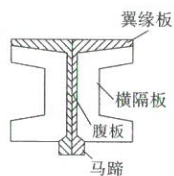
T梁

空心板梁



附注：图中尺寸均以厘米计。

T梁横断面布置示意图



T梁细部构造图

(2) 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。



桥墩及盖梁

桥台

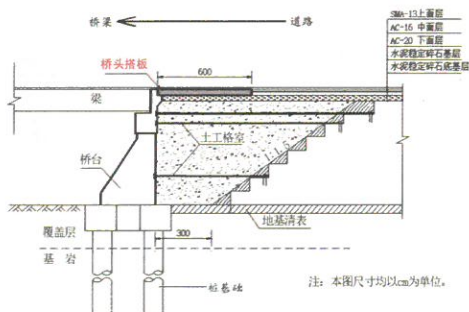
- 1) 桥墩：是在河中或岸上支承桥跨结构的结构物。
 - 2) 桥台：设在桥的两端，一边与路堤相接，以防止路堤滑塌，另一边则支承桥跨结构的端部。为保护桥台和路堤填土，桥台两侧常做锥形护坡、挡土墙等防护工程。
 - 3) 墩台基础：是保证桥梁墩台安全并将荷载传至地基的结构。
- (3) 支座系统：在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置。它不仅传递很大的荷载，并且要保证桥跨结构能产生一定的变位。



支座系统

- (4) 附属设施：包括桥面系（桥面铺装、防水排水系统、栏杆或防撞栏杆以及灯光照明等）、伸缩缝、桥头搭板和锥形护坡等。

知识点补充：桥头搭板作用：防止桥头跳车（错台）现象。



桥头搭板示意图



锥形护坡



排水系统

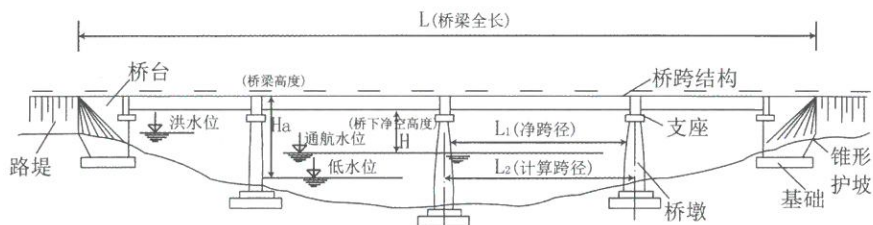


桥面系



伸缩缝

(二) 相关常用术语



桥梁相关常用术语示意图

1. 跨径术语

(1) 净跨径:

相邻两个桥墩（或桥台）之间的**净距**。对于拱式桥是每孔拱跨两个拱脚截面**最低点**之间的水平距离。

(2) 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；对于**拱式桥**，是指两相邻拱脚截面形**心点**之间的水平距离，即**拱轴线两端点**之间的水平距离。

(3) 总跨径:

多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称**桥梁孔径**，反映桥下**宣泄洪水**的能力。

(4) 桥梁全长:

简称**桥长**，是桥梁两端**两个桥台**的侧墙或八字墙后**端点**之间的距离。

2. 高度术语

(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**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。

知识点补充:

(三) 桥跨的表述方式

(1) 简支梁桥： $3 \times 20\text{m}$ ，表示该桥为3跨简支梁桥，每跨标准跨径20m。

(2) 连续梁桥： $5 \times (30+30+30)\text{m}$ ，该桥为连续梁桥，每跨标准跨径30m，3跨一联，共5联，共有15跨。联用“()”表示，一联内的桥跨是连续的，联与联之间断开。

(3) 引桥、主桥的表达： $12 \times 32\text{m} + (40+56+40)\text{m} + 6 \times 32\text{m}$ ，该桥主桥为3跨连续梁桥，每跨标准跨径为40m、56m、40m。左引桥为12跨简支梁桥，每跨标准跨径32m。右引桥为6跨简支梁桥，每跨标准跨径32m。



简支梁示意图（3跨）

连续梁示意图（3跨1联）

(四) 支座数量计算

(1) 某桥梁为 $6 \times 20\text{m}$ 简支预制预应力混凝土空心板梁，每跨设置边梁2片，中梁24片。计算支座在桥梁中的总数量。

【参考答案】共6跨梁，每跨有 $24+2=26$ 片梁，每片空心板梁一端有2个支座（共4个支座），那么总共有 $26 \times 4 \times 6=624$ 个支座。

(2) 某桥梁为 $(3 \times 20\text{m}) \times 2$ 的连续梁，其它条件同上。计算支座在桥梁中的总数量。

【参考答案】一联梁支座的数量： $26 \times 2 \times 4=208$ 个。

该桥的支座总数量： $208 \times 2=416$ 个。



知识点二 桥梁的主要类型



桥梁分类的方式很多，通常从受力特点、建桥材料、适用跨度、施工条件等方面来划分。

（一）按受力特点分

结构工程上的受力构件，**拉、压、弯**为三种基本受力方式，由基本构件组成的各种结构物，在力学上也可归结为梁式、拱式、悬吊式三种基本体系以及它们之间的各种组合。

（1）梁式桥

梁式桥是一种在**竖向荷载作用下无水平反力**的结构。由于外力（恒载和活载）的作用方向与承重结构的轴线接近垂直，故与同样跨径的其他结构体系相比，**梁内产生的弯矩最大**，通常需用抗弯能力强的材料（钢、木、钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土等）来建造。

（2）拱式桥

拱式桥的主要承重结构是拱圈或拱肋。这种结构在**竖向荷载作用下**，桥墩或桥台将**承受水平推力**，同时这种水平推力将显著抵消荷载所引起的在拱圈（或拱肋）内的弯矩作用。拱桥的**承重结构以受压为主**，通常用抗压能力强的圬工材料（砖、石、混凝土）和钢筋混凝土等来建造。

（3）刚架桥

刚架桥的主要承重结构是**梁或板和立柱或竖墙整体结合在一起**的刚架结构。**梁和柱的连接处具有很大的刚性**，在竖向荷载作用下，**梁部主要受弯**，而在**柱脚处也具有水平反力**，其**受力状态**介于梁桥和拱桥之间。同样的跨径在相同荷载作用下，刚架桥的正弯矩比梁式桥要小，刚架桥的建筑高度就可以降低。但刚架桥施工比较困难，用普通钢筋混凝土修建，梁柱刚结处易产生裂缝。



梁式桥



拱桥



刚架桥

（4）悬索桥（受拉）

悬索桥以悬索为主要承重结构，结构自重较轻，构造简单，受力明确，能以较小的建筑高度经济合理地**修建大跨度桥**。由于这种桥的**结构自重轻**，刚度差，**在车辆动荷载和风荷载作用下有较大的变形和振动**。

（5）组合体系桥

组合体系桥由几个不同体系的结构组合而成，最常见的为连续刚构，梁、拱组合等。斜拉桥也是组合体系桥的一种。

（二）其他分类方式

（1）按桥梁**多孔跨径总长**或**单孔跨径长度**，可分为**特大桥、大桥、中桥、小桥**。具体分类见下表。

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

(2) 按**用途**划分, 有公路桥、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) 按主要承重结构所用的**材料**来分, 有圬工桥、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**跨越障碍的性质**来分, 有跨河桥、跨线桥 (立体交叉桥)、高架桥和栈桥。

(5) 按上部结构的**行车道位置**分为**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。

经典考题

1. 【1906】人行桥是按 () 进行分类的。
 A. 用途 B. 跨径
 C. 材料 D. 人行道位置
2. 【2019年案例4.1】

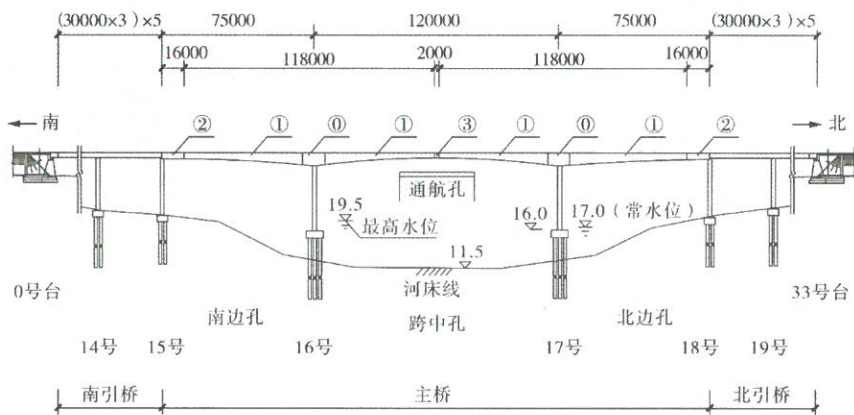


图4 桥梁立面布置及主桥上部结构施工区段划分示意图
(高程单位: m; 尺寸单位: mm)

【问题】列式计算该桥多孔跨径总长; 根据计算结果指出该桥所属的桥梁分类。

3. 【2018年案例5.1-5.2】

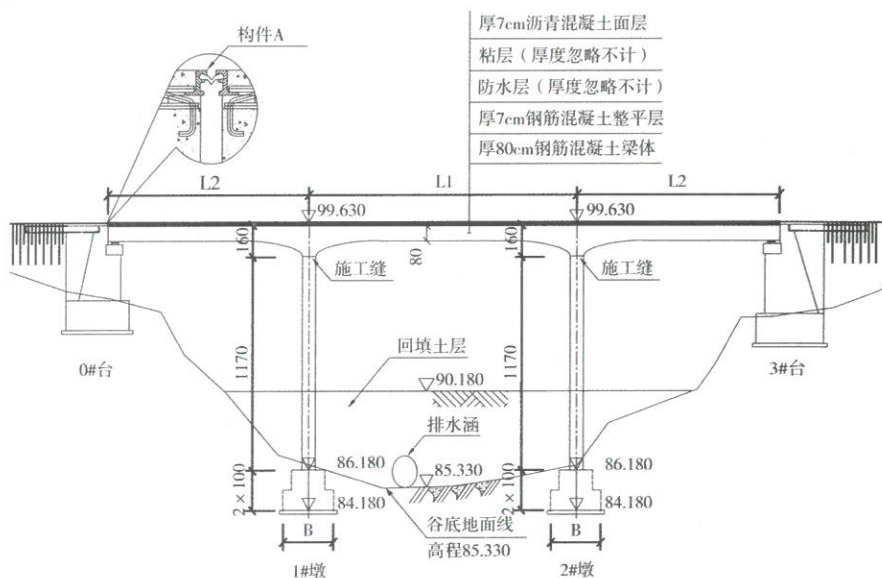


图5

【问题】一、写出图5中构件A的名称。

二、根据图5判断，按桥梁结构特点，该桥梁属于哪种类型？简述该类型桥梁的主要受力特点。



参考答案&解析

1.A 【学天解析】按用途划分，有公路桥、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）。

2.【参考答案】（1）桥梁多孔跨径总长： $75+120+75+2 \times 15 \times 30=1170\text{m}$ 。

（2）桥梁分类：特大桥。

3.【参考答案】一、构件A的名称是伸缩装置（或伸缩缝）。

二、（1）本桥为刚架桥。

（2）受力特点是：梁或板和立柱或竖墙整体结合在一起的刚架结构，梁和柱的连接处具有很大的刚性，在竖向荷载作用下，梁部主要受弯，而在柱脚处也具有水平反力，其受力状态介于梁桥和拱桥之间。

1K412012 模板、支架和拱架的设计、制作、安装与拆除

知识点一 模板、支架和拱架的设计与验算

（1）模板、支架和拱架应结构简单、制造与装拆方便，应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，并应根据工程结构形式、设计跨径、荷载、地基类别、施工方法、施工设备和材料供应等条件及有关标准进行施工设计。



(2) 设计模板、支架和拱架时应按下表进行荷载组合。

设计模板、支架和拱架的荷载组合表

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

注：表中代号意思如下：

- ①模板、拱架和支架自重（竖向力↓）；
- ②新浇筑混凝土、钢筋混凝土或圬工、砌体的自重力（竖向力↓）；
- ③施工人员及施工材料机具等行走运输或堆放的荷载（竖向力↓，临时）；
- ④振捣混凝土时的荷载（竖向力↓+侧向力→，临时）；
- ⑤新浇筑混凝土对侧面模板的压力（侧向力→）；
- ⑥倾倒混凝土时产生的水平向冲击荷载（侧向力→，临时）；
- 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冲击力（竖向力↓，或有）；
- 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（竖向力↓，或有）。

锦囊妙记 “底模（竖向力↓），侧模（侧向力→）”，
“强度（考虑所有荷载），刚度（不考虑临时荷载）”。

(3) 验算模板、支架和拱架的刚度时，其变形值不得超过下列规定：

- 1) 结构表面外露的模板挠度为模板构件跨度的1/400；
- 2) 结构表面隐蔽的模板挠度为模板构件跨度的1/250；
- 3) 拱架和支架受载后挠曲的杆件，其弹性挠度为相应结构跨度的1/400；
- 4) 钢模板的面板变形值为1.5mm；
- 5) 钢模板的钢楞、柱箍变形值为L/500及B/500（L—计算跨度，B—柱宽度）。

(4) 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**。

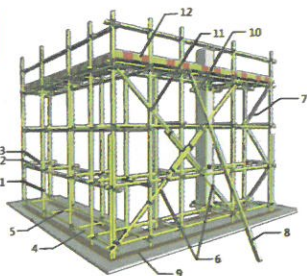
(5) 设计预应力混凝土结构模板时，应考虑施加预应力后构件的弹性压缩、上拱及支座螺栓或预埋件的位移等。

(6) 支架的立杆、水平杆步距应根据承受的荷载确定，其构造要求和剪刀撑设置应满足现行规范标准。

(7) 支架的地基与基础设计应符合所在地现行地标的规定，并应对**地基承载力**进行计算。

双排扣件式钢管脚手架各杆件位置

- 1-立杆;
2-纵向水平杆;3-横向水平杆;
4-纵向扫地杆;5-横向扫地杆;
6-剪刀撑;7-斜杆(撑);8-抛撑;
9-垫板;10-连墙件;
11-扣件;12-脚手板



脚手架搭设示意图 (搭设杆件名称同支架)

锦囊妙记 (1) 纵向剪刀撑、横向剪刀撑、水平剪刀撑; 支架整体纵、横向应设立剪刀撑。高于5m时, 须设立水平剪刀撑。

(2) 扫地杆离地距离: ①扣件式钢管脚手架, 不大于200mm; ②碗扣式钢管脚手架, 不应超过400mm; ③承插型盘口式钢管支架, 应小于550mm。

知识点二 模板、支架和拱架的制作与安装

(1) 支架和拱架搭设之前, 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。

锦囊妙记 地基加固措施: ①地基硬化、换填; ②支架底部设垫板或垫块; ③带可调底座支架。



地基预压



支架底部设垫块



可调底托

(3) 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。



支架搭设



通行孔的防护措施

(4) 安设支架、拱架过程中, 应随安装随架设临时支撑。采用多层支架时, 支架的横垫板应水平, 立柱应铅直, 上下层立柱应在同一中心线上。

(5) 施工脚手架、便桥须设立独立的支撑体系, 不得与支架或拱架共用同一支撑结构。



脚手架搭设



施工便桥



满堂支架

(6) 钢管满堂支架搭设完毕后，**预压支架合格并形成记录。**

(7) 支架、拱架安装完毕，经检验合格后方可安装模板；安装模板应与钢筋工序配合进行，妨碍绑扎钢筋的模板，应待钢筋工序结束后再安装；**安装墩台模板时，其底部应与基础预埋件连接牢固，上部应采用拉杆固定；**模板在安装过程中，必须设置防倾覆设施。



整体钢模板

(8) 模板与混凝土接触面应平整、接缝严密。钢框胶合板模板的组配面板宜采用错缝布置；高分子合成材料面板、硬塑料或玻璃钢模板，应与边肋及加强肋连接牢固。



钢框胶合板模板



硬塑料模板



玻璃钢模板

(9) 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。**



充气胶囊

(10) 浇筑混凝土和砌筑前，应对模板、支架和拱架进行**检查和验收，合格后方可施工。**

(11) 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；超过一定规模时还应对专项施工方案进行专家论证。

锦囊妙记 一、支架基础预压（地基预压）（《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T194）

2.0.1 支架基础预压：为检验支架搭设范围内基础的承载能力和沉降状况，对支架基础进行的加载预压。

3.0.1 现浇混凝土工程施工的钢管满堂支架应进行预压试验，预压分为地基预压与支架预压。

4.1.6 对支架基础的预压监测过程中，当满足下列条件之一时，应判定支架基础预压合格：各监测点连续 24h 的沉降量平均值小于 1mm；各监测点连续 72h 的沉降量平均值小于 5mm。

4.2.1 支架基础预压荷载不应小于支架基础承受的混凝土结构恒载与钢管支架、模板重量之和的 1.2 倍。

二、支架预压（《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T194）

2.0.2 支架预压：为了检验支架的安全性，收集施工沉降数据，对支架进行的加载预压。

5.2.1 支架预压荷载不应小于支架承受的混凝土结构恒载与模板重量之和的 1.1 倍。

三、支架施工要求

1. 支架基础（地基）

（1）地基承载力

（2）地基加固措施：①地基硬化、换填；②垫板、垫块；③带可调底座支架。

（3）地基排水措施（截水沟、排水沟）

（4）地基防冻胀措施

（5）地基预压：①目的：检验地基承载能力+检验地基沉降状况；②荷载：支架、模板、结构之和的 1.2 倍；③合格判定：连续 24h 沉降量平均值小于 1mm 或连续 72h 沉降量平均值小于 5mm。

2. 支架的承载能力、刚度、稳定性

3. 支架重要杆件

立杆、水平杆、纵向扫地杆、横向扫地杆、纵向剪刀撑、横向剪刀撑等。

4. 支架设预拱度

考虑因素：

（1）地基沉降；

（2）支架弹性变形；

（3）支架非弹性变形（接头、卸落设备）；

（4）结构预拱度。

5. 支架预压

（1）目的：①消除拼装间隙、地基沉降等非弹性变形；②检验支架安全性；③收集施工沉降数据。

（2）荷载：未铺设模板、结构之和的 1.1 倍。

6. 支架通行孔防护

（1）防车（船）影响支架施工

护桩；限高架；安全警示标志；夜间设警示灯；反光标志。

河中支架：设防漂流物冲撞的防护设施。

（2）防支架施工影响车（船）

作业平台上的脚手板铺满、铺稳。

作业平台下设水平安全网。

7. 支架与脚手架的关系

不相连，但一并验收。

经典考题

1.【2020年案例3.1】背景资料（局部）

……项目部编制的桩基施工方案明确如下内容：

（1）下部结构施工采用水上作业平台施工方案。水上作业平台结构为中600mm钢管桩+型钢+人字钢板搭设。

【问题】结合背景资料，指出水上作业平台应设置哪些安全设施？

2.【1823】关于空心板梁预制时使用充气胶囊作为芯模的说法，正确的有（ ）。

- A.胶囊使用前应检查确保无漏气
- B.胶囊内模直接置于钢筋骨架内可不采用固定措施
- C.从浇筑混凝土到胶囊放气为止，应保持气压稳定
- D.胶囊放气时间应经试验确定
- E.胶囊放气时间应以混凝土强度达到能保持梁体不变形为度

3.【2018年案例5.5-5.6】背景资料（局部）

……项目部编制的施工方案有如下内容：

（2）上部结构采用碗扣式钢管满堂支架施工方案。根据现场地形特点及施工便道布置情况，采用杂土对沟谷一次性进行回填，回填后经整平碾压，场地高程为90.180 m，并在其上进行支架搭设施工，支架立柱放置于20 cm×20 cm楞木上。支架搭设完成后采用土袋进行堆载预压。

支架搭设完成后，项目部立即按施工方案要求的预压荷载对支架采用土袋进行堆载预压，期间遇较长时间大雨，场地积水。项目部对支架顶压情况进行连续监测，数据显示各点的沉降量均超过规范规定，导致预压失败。此后，项目部采用了相应整改措施，并严格按照规范规定重新开展支架施工与预压工作。

【问题】试分析项目部支架预压失败的可能原因？

4.【2016年案例5.3】背景资料（局部）

……事件二，两座跨线桥施工均在跨越道路的位置采用钢管-型钢（贝雷桁架）组合门式支架方案，并采取了安全防护措施。

【问题】指出组合门式支架应采取哪些安全防护措施？



参考答案&解析

1.【参考答案】水上作业平台应设置安全设施：1）警示标志（牌）；2）周边设置护栏；3）孔口防护（或“孔口加盖”）措施；4）救生衣；5）救生圈。

2.ACDE 【学天解析】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。

3.【参考答案】（1）场地回填杂填土，未按要求进行分层填筑、碾压密实，导致基础（地基）承载力不足。

(2) 场地未设置排水沟等排水、隔水措施, 场地积水, 导致基础(地基)承载力下降。

(3) 未按规范要求进行支架基础预压。

(4) 受雨天影响, 预压土袋吸水增重(或预压荷载超重)。

4.【参考答案】组合门式支架安全防护措施:

①护桩; ②夜间警示灯; ③反光警示标志; ④防撞设施; ⑤张拉安全(或“水平”)网。

知识点三 模板、支架和拱架的拆除

(1) 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(即:拆模不伤构件)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, 方可拔出。

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。

补充知识点: 承重模板的拆模时间

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

必须做同期同条件养护试件。

(2) 模板、支架和拱架拆除应遵循先支后拆、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。

(3) 预应力混凝土结构的侧模应在预应力张拉前拆除; 底模应在结构建立预应力后拆除。

锦囊妙记 拆模顺序:

(1) 一般原则: 先支后拆、后支先拆; 横向同时卸落、纵向对称卸落。

(2) 简支梁、连续梁的拆模顺序: 由中到边。

(3) 悬臂梁的拆模顺序: 由悬臂前端到悬臂根部。

混凝土浇筑顺序、混凝土模板支架(拱架)拆除顺序、钢梁连接顺序三者一致。

1K420162 模板、支架和拱架施工安全措施 (考试用书第2章)

知识点一 施工前准备阶段

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 起重设备应经检验符合施工方案或专项方案的要求。

知识点二 脚手架搭设

锦囊妙记 单排脚手架应设置剪刀撑；
双排脚手架应设置剪刀撑与横向斜撑。

- (1) 脚手架应按规定采用连接件与构筑物相连接，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) 严禁在脚手上架设混凝土泵等设备。
- (4) 脚手架支搭完成后应与模板、支架和拱架一起进行检查验收，形成文件后，方可交付使用。

知识点三 模板、支架和拱架拆除

- (1) 模板、支架和拱架拆除现场应设①作业区，其边界设②警示标志，并由③专人值守，④非作业人员严禁入内。

锦囊妙记 现场封闭管理的要求：①作业区、围挡；②警示标志；③专人值守；
④非作业人员严禁入内。

- (2) 模板、支架和拱架拆除采用机械作业时应由专人指挥。
- (3) 模板、支架和拱架拆除应按施工方案或专项方案要求由上而下逐层进行，严禁上下同时作业。
- (4) 严禁敲击、硬拉模板、杆件和配件。
- (5) 严禁抛掷模板、杆件、配件。
- (6) 拆除的模板、杆件、配件应分类码放。

经典考题

- 1.【2020年案例5.3】背景资料（局部）
A公司承建某地下水池工程，为现浇钢筋混凝土结构。混凝土设计强度为C35，抗

渗等级为P8。水池结构内设有三道钢筋混凝土隔墙，顶板上设置有通气孔及人孔，水池结构如图5-1、5-2所示。

……水池顶板混凝土采用支架整体浇筑，项目部编制了顶板支架支拆施工方案，明确了拆除支架时混凝土强度、拆除安全措施，如设置上下爬梯、洞口防护等。

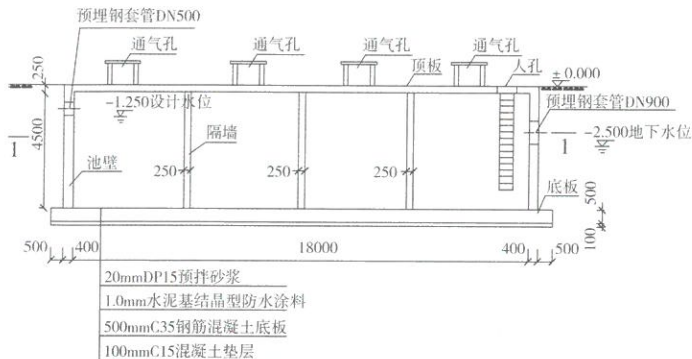


图5-1 水池剖面图(标高单位: m; 尺寸单位: mm)

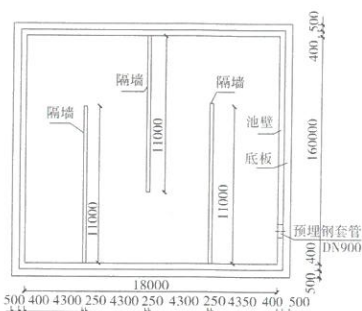


图5-2 1-1剖面图(单位: mm)

【问题】项目部拆除顶板支架时混凝土强度应满足什么要求?请说明理由。请列举拆除支架时,还有哪些安全措施?

参考答案&解析

1.【参考答案】(1)拆除顶板支架时混凝土强度应满足的要求:混凝土强度满足100%设计强度(或“混凝土强度满足35MPa”)。

(2)理由:顶板跨度 $>8\text{m}$,支架拆除时,混凝土强度需达到设计强度的100%。

(3)安全措施还有:

- ①边界设置警示标志(或“设置安全线”)。
- ②专人值守(或“专人指挥”)。
- ③拆除人员佩戴安全防护用品(或“安全帽、安全带等”)。
- ④由上而下逐层拆除(或“先支后拆、后支先拆”)。
- ⑤严禁抛掷模板、杆件等。
- ⑥拆除的模板、杆件应分类码放。

1K412013 钢筋施工技术

知识点一 一般规定

(1)钢筋应按不同钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批验收,确认合格后方可使用。

(2)钢筋的级别、种类和直径应按设计要求采用。当需要代换时,应由**原设计单位**作变更设计。

(3)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 $\leq 50\text{MPa}$ 。

(4)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。

经典考题

1.【1905】下列分项工程中，应进行隐蔽验收的是（ ）工程。

- A. 支架搭设
- B. 基坑降水
- C. 基础钢筋
- D. 基础模板



参考答案&解析

1.C 【学天解析】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。

知识点二 钢筋加工

(1) **钢筋弯制前应先调直**。钢筋宜优先选用**机械方法**调直。

(2) 钢筋下料前，应核对钢筋品种、规格、等级及加工数量，并应根据设计要求和钢筋长度配料。下料后应按种类和使用部位分别挂牌标明。

(3) 受力钢筋弯制和末端弯钩应符合设计要求或规范规定。

(4) 箍筋末端弯钩形式应符合设计要求或规范规定。箍筋弯钩的弯曲直径应大于被箍主钢筋的直径，且HPB300不得小于箍筋直径的2.5倍，HRB335不得小于箍筋直径的4倍；弯钩平直部分的长度，一般结构不宜小于箍筋直径的5倍，有抗震要求的结构不得小于箍筋直径的10倍。

锦囊妙记 箍筋末端弯钩平直部分的长度与结构类型、箍筋直径有关。

(5) 钢筋宜在**常温**状态下**弯制**，不宜加热。钢筋宜从**中部开始逐步向两端**弯制，弯钩应**一次**弯成。

经典考题

1.【1623】关于钢筋加工的说法，正确的有（ ）。

- A. 钢筋弯制前应先将钢筋制作成弧形
- B. 受力钢筋的末端钩应符合设计和规范要求
- C. 钢筋末端弯钩平直部分的长度，可根据钢筋材料的长度确定
- D. 钢筋应在加热的情况下弯制
- E. 钢筋弯钩应一次弯制成型



参考答案&解析

1.BE 【学天解析】详见知识点二。

知识点三 钢筋连接

(一) 热轧钢筋接头

- (1) 钢筋接头宜采用**焊接接头或机械连接接头**。
- (2) 焊接接头应优先选择**闪光对焊**。
- (3) 当普通混凝土中**钢筋直径等于或小于22mm**时，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采用绑扎连接**。
- (4) 钢筋与钢板的**T形连接**，宜采用**埋弧压力焊或电弧焊**。

锦囊妙记 钢筋连接方法

- (1) 绑扎连接
- (2) 焊接连接（宜用）：①**闪光对焊（优先选用）**；②**搭接焊**。
- (3) 机械连接（宜用）
机械连接包括：①**直螺纹连接**；②**锥螺纹连接**；③**冷挤压套筒连接**。



机械连接接头



电弧焊

(二) 钢筋接头设置

- (1) 在同一根钢筋上**宜少设接头**。
- (2) 钢筋接头应设在**受力较小区段**，**不宜位于构件的最大弯矩处**。
- (3) 在任一焊接或绑扎**接头长度区段内**，同一根钢筋**不得有两个接头**，在该区段内的**受力钢筋**，其接头的截面面积占总截面积的百分率应符合规范规定。
- (4) 接头末端至钢筋弯起点的距离不得小于钢筋直径的**10倍**。
- (5) 施工中钢筋受力分不清受拉、受压的，按**受拉**处理。
- (6) 钢筋接头部位横向净距**不得小于钢筋直径**，且**不得小于25mm**。
- (7) 钢筋机械连接接头，在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应选用Ⅱ级或Ⅰ级接头；当在**同一连接区段内钢筋接头面积百分率为100%**时，**应选用Ⅰ级接头**。

经典考题

- 1.【1805】钢筋工程施工中，当钢筋受力不明确时应按（ ）处理。
- A.受拉 B.受压 C.受剪 D.受扭



参考答案&解析

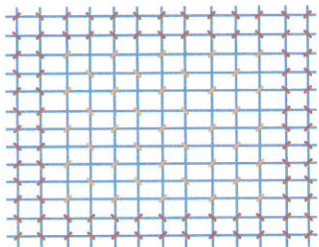
- 1.A 【学天解析】施工中钢筋受力分不清受拉、受压的，按受拉处理。

知识点四 钢筋骨架和钢筋网的组成与安装

(一) 钢筋现场绑扎

(1) 钢筋网的外围两行钢筋交叉点应全部扎牢，中间部分交叉点可间隔交错扎牢，但双向受力的钢筋网，钢筋交叉点必须全部扎牢。

(2) 钢筋骨架的多层钢筋之间，应用短钢筋支垫，确保位置准确。



普通网片四周两排全绑，中间隔一布一，
扎丝方向为八字形，双向受力全部绑牢
钢筋绑扎示意图

(二) 钢筋的混凝土保护层厚度

(1) 钢筋机械连接件的最小保护层厚度不得小于20mm。

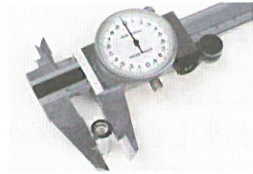
(2) 应在钢筋与模板之间设置垫块，确保钢筋的混凝土保护层厚度，垫块应与钢筋绑扎牢固、错开布置。



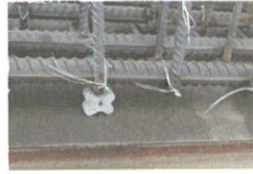
钢筋切割



钢筋骨架制作



钢筋直径检测



设置垫块

经典考题

1. 【2005】现场绑扎钢筋时，不需要全部用绑丝绑扎的交叉点是（ ）。
- 受力钢筋的交叉点
 - 单向受力钢筋网片外围两行钢筋交叉点
 - 单向受力钢筋网中间部分交叉点
 - 双向受力钢筋的交叉点



参考答案&解析

1.C 【学天解析】现场绑扎钢筋应符合下列规定：钢筋网的外围两行钢筋交叉点应全部扎牢，中间部分交叉点可间隔交错扎牢，但双向受力的钢筋网，钢筋交叉点必须全部扎牢。

1K412014 混凝土施工技术

知识点一 混凝土的抗压强度

在进行混凝土强度试配和质量评定时，混凝土的抗压强度应以**边长为150mm**的立方体标准试件测定。试件以**同龄期者3块为一组**，并以**同等条件制作和养护**。



混凝土抗压强度检测



混凝土标准试块

知识点二 混凝土配合比设计步骤

(1) **初步**配合比设计阶段，根据配制强度和设计强度相互间关系，用水胶比计算方法，水量、砂率查表方法以及砂石材料计算方法等确定计算初步配合比。

(2) **试验室**配合比设计阶段，根据施工条件的差异和变化、材料质量的可能波动调整配合比。

(3) **基准**配合比设计阶段，根据强度验证原理和密度修正方法，确定每立方米混凝土的材料用量。

(4) **施工**配合比设计阶段，根据实测砂石含水率进行配合比调整，提出施工配合比。

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。（原材料、强度、凝结时间、稠度等）

知识点三 混凝土搅拌、运输和浇筑

（一）混凝土搅拌

混凝土拌合物的**坍落度**应在搅拌地点和浇筑地点分别随机取样检测。每一工作班或每一单元结构物**不应少于两次**。评定时应以**浇筑地点**的测值**为准**。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。在检测坍落度时，还应观察混凝土拌合物的黏聚性和保水性。

锦囊妙记 混凝土的工作性（和易性）= 流动性（坍落度）+ 黏聚性 + 保水性。

（二）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，使浇筑工作不间断。

(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) 混凝土拌合物运输到浇筑地点后，应按规定检测其坍落度，坍落度应符合设计要求和施工工艺要求。



坍落度检测



坍落度筒

(4) 严禁在运输过程中向混凝土拌合物中加水。

锦囊妙记 混凝土拌合物流动性偏小的处理措施:

- ①加相同水胶比的水泥浆。
- ②加减水剂。

(5) 采用泵送混凝土时, 应保证混凝土泵连续工作, 受料斗应有足够的混凝土。
泵送间歇时间不宜超过15min。

(三) 混凝土浇筑

(1) 浇筑前的检查

浇筑混凝土前, 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。施工缝处理: 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。

(2) 混凝土浇筑

1) 混凝土一次浇筑量要适应各施工环节的实际能力, 以保证混凝土的连续浇筑。对于大流量混凝土浇筑, 应事先制定浇筑方案。

2) 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。同一施工段的混凝土应连续浇筑, 并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕。

锦囊妙记 混凝土浇筑方法:

①连续浇筑

可以分层、可以间歇, 但下层混凝土初凝前要完成上层混凝土浇筑。

②间断浇筑——施工缝。

A. 无水环境

旧混凝土达到规定强度 (水平施工缝 $\geq 1.2\text{MPa}$ 、垂直施工缝 $\geq 2.5\text{MPa}$) \rightarrow 凿毛 \rightarrow 清缝 \rightarrow 润湿 \rightarrow 坐浆 (水平施工缝铺与混凝土同配比的水泥砂浆、垂直施工缝刷水泥浆) \rightarrow 浇新混凝土。

B. 遇水环境

加做防水处理, 方法: 贴遇水膨胀胶条、设金属止水带 (止水钢板)、涂刷混凝土界面处理剂等。

3) 采用振捣器振捣混凝土时, 每一振点的振捣延续时间, 应以混凝土表面呈现浮浆、不出现气泡和不再沉落为准。



混凝土罐车



混凝土泵车



混凝土浇筑



混凝土振捣

经典考题

1.【2018年案例5.3】背景资料（局部）

……项目部编制的施工方案有如下内容：（1）根据该桥结构特点，施工时，在墩柱与上部结构衔接处（即梁底曲面变弯处）设置施工缝。

【问题】施工方案（1）中，在浇筑桥梁上部结构时，施工缝应如何处理？



参考答案&解析

1.【参考答案】施工缝的处理方法：

- （1）先将混凝土表面的浮浆凿除。
- （2）混凝土结合面应凿毛处理，并冲洗干净，表面湿润，但不得有积水。
- （3）在浇筑梁板混凝土前，应铺同配比（同标号）的水泥砂浆（厚10~20mm）。

知识点四 混凝土养护

（1）一般混凝土浇筑完成后，应在收浆后尽快予以覆盖和洒水养护。对于硬性混凝土、炎热天气浇筑的混凝土、大面积裸露的混凝土，有条件的可在浇筑完成后立即加设棚罩，待收浆后再予以覆盖和养护。

（2）洒水养护的时间，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥的混凝土，不得少于7d。掺用缓凝型外加剂或有抗渗等要求以及高强度混凝土，不少于14d。使用真空吸水的混凝土，可在保证强度条件下适当缩短养护时间。采用涂刷薄膜养护剂养护时，养护剂应通过试验确定，并应制定操作工艺。采用塑料膜覆盖养护时，应在混凝土浇筑完成后及时覆盖严密，保证膜内有足够的凝结水。

锦囊妙记 ①凝结硬化快的混凝土：湿养7d；
②凝结硬化慢的混凝土、不能出现裂缝的混凝土：湿养14d。

（3）当气温低于5℃时，应采取保温措施，不得对混凝土洒水养护。



保温覆盖



洒水养护

1K420102 大体积混凝土浇筑施工质量检查与验收
(考试用书第2章)

知识点一 控制混凝土裂缝

项目	内容
裂缝分类	<p>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:</p> <p>(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,危害性较为严重</p>
裂缝发生原因	<p>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。 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</p>

经典考题

- 1.【1620】大体积混凝土出现裂缝按深度不同,分为表面裂缝、深层裂缝和()。
- A.收缩裂缝
B.贯穿裂缝
C.应力裂缝
D.结构裂缝



参考答案&解析

1.B 【学天解析】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、贯穿裂缝。

知识点二 质量控制要点

(一)控制非沉陷裂缝的产生

防止混凝土非沉陷裂缝的关键是**混凝土浇筑过程中温度和混凝土内外部温差控制**(温度控制)。温度控制就是对混凝土的**浇筑温度**和**混凝土内部最高温度**进行人为的控制。施工前应进行热工计算。

(二)质量控制主要措施

1.材料:选用**水化热较低**的水泥;尽可能**降低水泥用量**;控制集料的**级配及其含泥量**;选用合适的**缓凝、减水**等外加剂;控制好混凝土**坍落度**(不宜大于180mm)。

2.浇筑:**分层浇筑**,应满足每一处混凝土在初凝以前就被上一层新混凝土覆盖并振捣完毕。

3.养护：①混凝土浇筑完毕、初凝前，宜立即覆盖或喷雾养护；②专人负责保温养护，做好测温记录；③控制混凝土的温差保证不超过 20°C ；④混凝土内部**预埋水管**；⑤混凝土表面以及模板外侧覆盖**保温材料**，延期拆模，拆模后立即回填或再覆盖保护。

养护时间：硅酸盐、普通硅酸盐水泥**14d**；高温期**28d**，其余**21d**。

1K412015 预应力混凝土施工技术

知识点一 预应力筋及管道

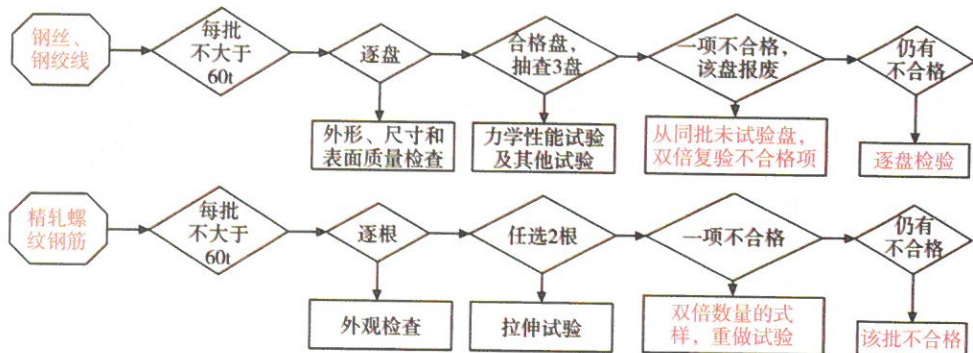
(一) 预应力筋

(1) **每批**钢丝、钢绞线、钢筋**应由同一牌号、同一规格、同一生产工艺的产品组成**。

(2) 预应力筋进场时，应对其**质量证明文件、包装、标志和规格**进行检验，并应符合下列规定：

锦囊妙记 “三证”：

- ①产品合格证；
- ②检验报告（厂家出具）；
- ③质量证明书或使用说明书。



钢丝、钢绞线、精轧螺纹钢进场验收要求图

(3) 存放的**仓库应干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质**。存放在**室外时不得直接堆放在地面上，必须垫高、覆盖、防腐蚀、防雨露，时间不宜超过6个月**。

锦囊妙记 预应力锚具、夹具、连接器应在仓库内配套保管。

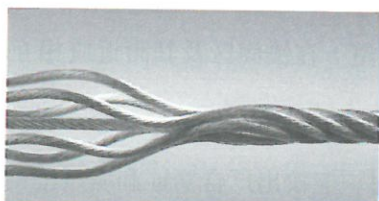
(4) 预应力筋的制作

1) 预应力筋下料长度应通过计算确定。

2) 预应力筋宜使用**砂轮锯**或**切断机**切断，**不得采用电弧切割**。



钢丝

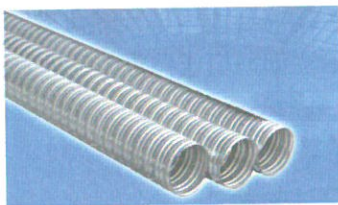


钢绞线（多根钢丝绞合）



精轧螺纹钢

(二) 管道与孔道



金属螺旋管



塑料波纹管



胶管

(1) 后张有粘结预应力混凝土结构中, 预应力筋的孔道一般由浇筑在混凝土中的刚性或半刚性管道构成。一般工程可由**钢管抽芯**、**胶管抽芯**或**金属伸缩套管抽芯**(即: 抽芯法) 预留孔道。浇筑在混凝土中的管道应具有足够**强度**和**刚度**, 不允许有**漏浆**现象, 且能按要求**传递粘结力**。

(2) 常用管道为**金属螺旋管**或**塑料(化学建材)波纹管**。

(3) 管(孔)道的其他要求:

管道的内横截面积至少应是预应力筋净截面积的**2.0倍**。不足这一面积时, 应通过试验验证其可否进行正常压浆作业。超长钢束的管道也应通过试验确定其面积比。

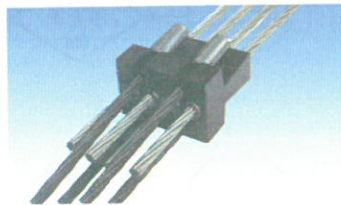
知识点二 锚具、夹具和连接器



锚具



夹具



连接器

(一) 基本要求

(1) 后张预应力锚具和连接器按照锚固方式不同, 可分为**夹片式**(单孔和多孔夹片锚具)、**支承式**(墩头锚具、螺母锚具)、**握裹式**(挤压锚具、压花锚具)和**组合式**(热铸锚具、冷铸锚具)。

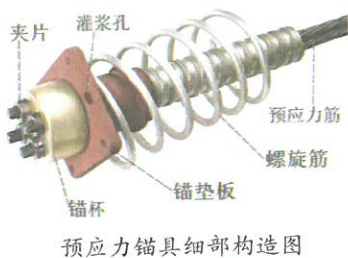
(2) 锚具应满足分级张拉、补张拉和放松预应力的要求。锚固多根预应力筋的锚具, 除应有整束张拉的性能外, 尚宜具有单根张拉的可能性。

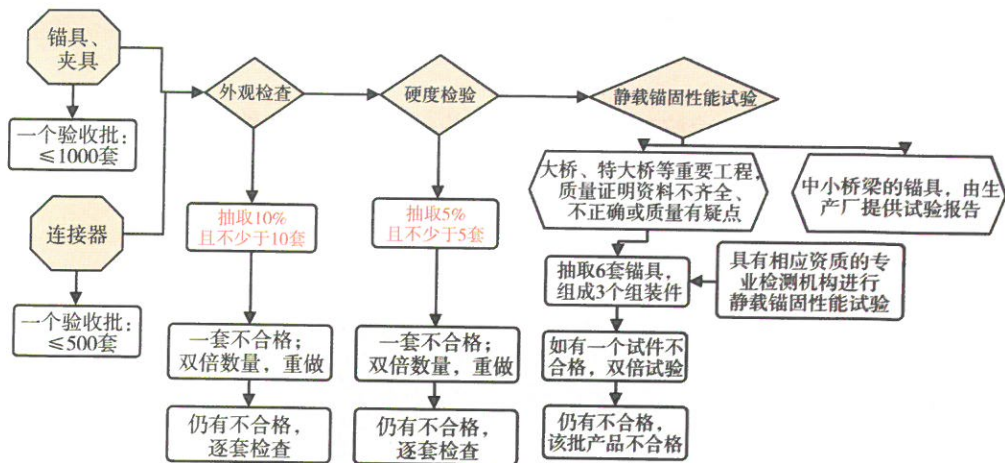
(3) 当锚具下的锚垫板要求采用喇叭管时, 喇叭管宜选用钢制或铸铁产品。锚垫板应设置足够的**螺旋钢筋**或**网状分布钢筋**。

(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**。

(二) 验收规定

锚具、夹具及连接器进场验收时, 应按出厂合格证和质量证明书核查其锚固性能类别、型号、规格、数量, 确认无误后进行**外观检查**、**硬度检验**和**静载锚固性能试验**。





锚具、夹具及连接器进场验收流程图

知识点三 预应力混凝土配制与浇筑

(一) 配制

(1) 预应力混凝土应优先采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，不宜使用矿渣硅酸盐水泥，不得使用火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥。

锦囊妙记 “优选硅普硅，渣不宜，灰不得”。

(2) 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。

(3) 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。

(二) 浇筑

(1) 浇筑混凝土时，对预应力筋锚固区及钢筋密集部位，应加强振捣。

(2) 对先张构件应避免振动器碰撞预应力筋，对后张构件应避免振动器碰撞预应力筋的管道。

经典考题

1. 【1604】预应力混凝土应优先采用（ ）水泥。
- A.火山灰质硅酸盐 B.硅酸盐
C.矿渣硅酸盐 D.粉煤灰硅酸盐

参考答案&解析

1.B 【学天解析】预应力混凝土应优先采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，不宜使用矿渣硅酸盐水泥，不得使用火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥。

知识点四 预应力张拉施工

(一) 基本规定

(1) 预应力筋采用**应力控制**方法张拉时，应以**伸长值进行校核**。实际伸长值与理论伸长值的差值应符合设计要求；设计无要求时，**实际伸长值与理论伸长值之差应控制在6%以内**。否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施后，方可继续张拉。

锦囊妙记 应力控制，伸长值校核。



预应力张拉施工

(二) 先张法预应力施工

(1) **张拉台座**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**。**张拉横梁**应有足够的**刚度**，受力后的最大挠度不得大于**2mm**。锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致。



(2) 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**。

(3) 同时张拉多根预应力筋时，各根预应力筋的**初始应力应一致**。张拉过程中应使**活动横梁与固定横梁始终保持平行**。

(4) 张拉过程中，预应力筋的断丝、断筋数量不得超过下表的规定。

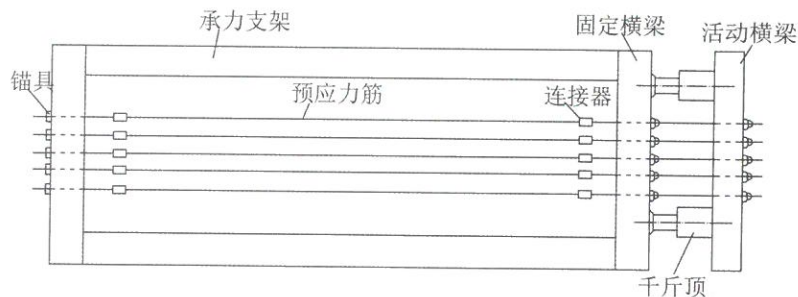
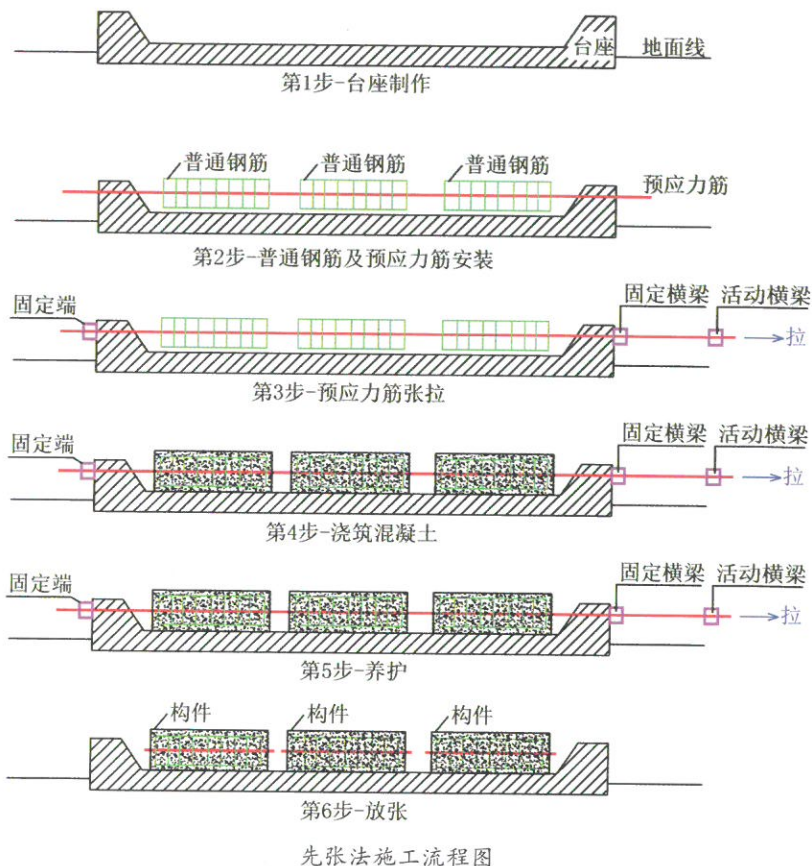
先张法预应力筋断丝限制表

预应力筋种类	项目	控制值
钢筋	断筋	不允许
钢丝、钢绞线	同一构件内断丝数不得超过钢丝总数的	1%

(5) **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。

锦囊妙记 先张法预应力施工工艺：

清理模板、台座→刷涂隔离剂→钢筋、预应力筋安装（含隔离套管安装）→整体张拉→隔离套管封堵→安装模板→浇筑混凝土→拆除模板→养护→整体放张→切除多余预应力筋→吊运存放。



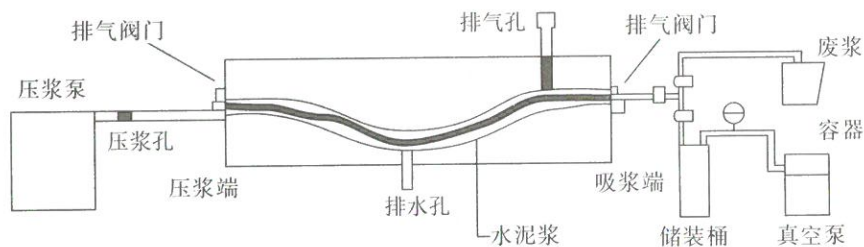
(三) 后张法预应力施工

(1) 预应力管道安装应符合下列要求：

- 1) 管道应采用**定位钢筋**牢固地定位于设计位置。（即：防止浇筑混凝土时对管道的扰动）
- 2) 金属**管道接头**应采用**套管连接**，连接套管宜采用大一个直径型号的同类管道，且应与金属管道封裹严密。
- 3) 管道应留压浆孔与溢浆孔；曲线孔道的**波峰**部位应留**排气孔**；在**最低部位**宜留**排水孔**。

锦囊妙记 高端走气，低端走水。





管道压浆示意图

4) 管道安装就位后应立即**通孔**检查,发现堵塞应及时疏通。管道经检查合格后应及时将其端面封堵,防止杂物进入。

5) 管道安装后,需在其附近进行**焊接**作业时,必须对**管道**采取**保护措施**。

(2) 预应力筋安装应符合下列要求:

1) 先穿束后浇混凝土时,浇筑混凝土之前,必须检查管道并确认完好;浇筑混凝土时应**定时抽动、转动预应力筋**。

2) 先浇混凝土后穿束时,浇筑后应**立即疏通管道**,确保其畅通。

锦囊妙记 后张法预应力施工有两种:

① 安装管道→穿预应力筋→浇筑混凝土(浇筑时定时抽动、转动预应力筋)→张拉预应力。

② 安装管道→浇筑混凝土(浇筑后立即通管)→穿预应力筋→张拉预应力。

3) 混凝土采用蒸汽养护时,养护期内不得装入预应力筋。

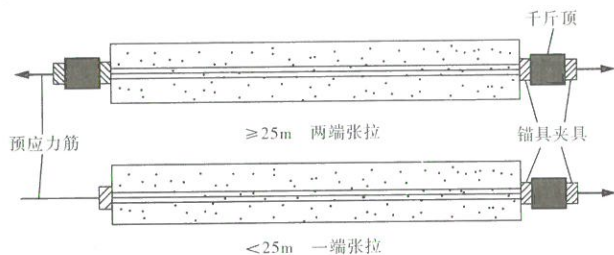
4) 穿束后至孔道灌浆完成应控制在下列时间以内,否则应对预应力筋采取防锈措施:空气湿度大于70%或盐分过大时,7d。空气湿度40%~70%时,15d。空气湿度小于40%时,20d。

5) 在预应力筋附近进行电焊时,应对预应力筋采取保护措施。

(3) 预应力筋张拉应符合下列要求:

1) 混凝土强度应符合设计要求,设计未要求时,不得低于强度设计值的**75%**。

2) 预应力筋张拉端的设置应符合设计要求。当设计未要求时,应符合下列规定:
曲线预应力筋或**长度 $\geq 25\text{m}$ 的直线**预应力筋,宜在**两端张拉**; **长度 $< 25\text{m}$ 的直线**预应力筋,可在**一端张拉**,见下图。



后张法直线预应力筋张拉端设置示意图

3) 张拉前应根据设计要求对**孔道的摩阻损失**进行**实测**,以便**确定张拉控制应力值**,并**确定预应力筋的理论伸长值**。

4) 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**。

5) 张拉过程中预应力筋断丝、滑丝、断筋的数量不得超过下表的规定。

后张法预应力筋断丝、滑丝、断筋控制值表

预应力筋种类	项目	控制值
钢丝束、钢绞线束	每束钢丝断丝、滑丝	1根
	每束钢绞线断丝、滑丝	1丝
	每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的	1%
钢筋	断筋	不允许

注:①钢绞线断丝系指单根钢绞线内钢丝的断丝。

②超过表列控制数量时,原则上应更换。当不能更换时,在条件许可下,可采取补救措施,如提高其他钢丝束控制应力值,应满足设计上各阶段极限状态的要求。

(四) 孔道压浆

(1) 预应力筋张拉后,应及时进行孔道压浆,多跨连续有连接器的预应力筋孔道,应**张拉完一段灌注一段**。孔道压浆宜采用**水泥浆**。水泥浆的强度应符合设计要求,设计无要求时不得低于**30MPa**。

(2) 压浆后应从检查孔抽查压浆的密实情况,如有不实,应及时处理。压浆作业,每一工作班应留取**不少于3组砂浆试块**,**标养(70.7mm立方块)28d**,以其**抗压强度**作为水泥浆质量的评定依据。

(3) 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。

锦囊妙记 压浆温度 5℃~35℃。

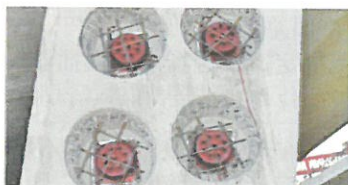
(4) 埋设在结构内的锚具,压浆后应及时浇筑**封锚混凝土**。封锚混凝土的强度等级应符合设计要求,不宜低于结构混凝土强度等级的**80%**,且不低于**30MPa**。

(5) 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,应不低于砂浆设计强度的**75%**。

锦囊妙记 (1) 先张法预应力有 1 个 75%:
混凝土到设计强度的 75% 方可放张。
(2) 后张法预应力有 2 个 75%:
① 混凝土到设计强度的 75% 方可张拉预应力筋。
② 孔道水泥浆强度到设计强度的 75% 方可吊移构件。



压浆



锚具防锈保护



封锚

经典考题

1.【2016年案例5.4】背景资料（局部）

……事件三，编制了主线跨线桥 I 的第2联箱梁预应力的施工方案如下：

（1）该预应力管道的竖向布置为曲线形式，确定了排气孔和排水孔在管道中的位置。

【问题】事件三中，预应力管道的排气孔、排水孔应分别设置在管道的哪些位置？



参考答案&解析

1.【参考答案】（1）排气孔应设置在管道的波峰（或“最高”）部位。

（2）排水孔应设置在管道的最低（或“波谷”）部位。

1K420103 预应力张拉施工质量事故预防措施

知识点一 预应力张拉人员控制

- （1）承担预应力施工的单位应具有相应的施工资质。
- （2）预应力张拉施工应由工程项目技术负责人主持。
- （3）张拉作业人员应经培训考核，合格后方可上岗。

知识点二 预应力张拉的设备控制

- （1）张拉设备的检定期限不得超过半年，且不得超过200次张拉作业。
- （2）张拉设备应配套检定，配套使用。

知识点三 准备阶段质量控制

预应力施工应按设计要求，编制专项施工方案（提示：不需要专家论证）和作业指导书，并按相关规定审批。

项目	进场检验内容
预应力筋	（1）外观检验：预应力筋展开后应平顺，不得有弯折，表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等
预应力用锚具、夹具和连接器	（1）外观检验：核对数量、型号及相应配件。锚具应无锈蚀、机械损伤和裂纹等，尺寸满足允许偏差要求。 （2）按照相关规范规定，按进场的批次抽样复验其硬度、静载锚固试验等，并检查产品合格证、出厂检验报告和进场试验报告
管道	（1）金属螺旋管外观检查应无锈蚀、空洞和不规则皱褶，咬口开裂脱扣等现象。 （2）塑料波纹管内壁应光滑，壁厚均匀，且不应有气泡、裂口、分解变色线及明显杂质

知识点四 施工过程控制要点 (★★)

(一) 下料与安装

预应力筋下料长度应经计算,并考虑模具尺寸及张拉千斤顶所需长度; **严禁使用电弧焊切割**。

(二) 张拉与锚固

(1) 张拉施工质量控制应做到“六不张拉”,即:没有**预应力筋**出厂材料合格证, **预应力筋**规格不符合设计要求, **配套件**不符合设计要求, **混凝土强度**达不到设计要求,张拉前**交底**不清,准备工作不充分, **安全设施**未做好,不张拉。

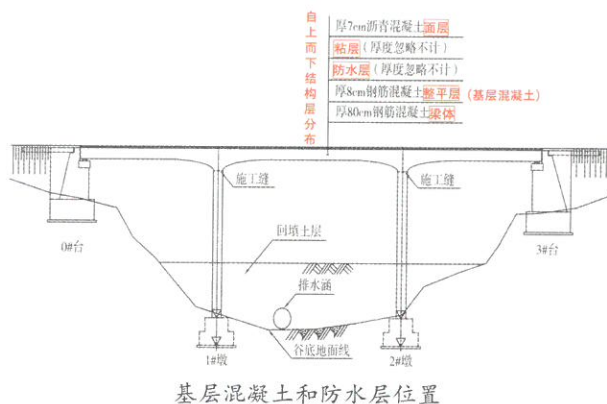
(2) 张拉控制应力达到稳定后方可锚固,锚固后预应力筋的外露长度不宜小于**30mm**。对锚具应采用封端混凝土保护,当需较长时间外露时,应采取防锈蚀措施。锚固完毕经检验合格后,方可切割端头多余的预应力筋, **严禁使用电弧焊切割**。

(三) 压浆与封锚

(1) 张拉后,应**及时**进行**孔道压浆**,宜采用**真空辅助法压浆**;水泥浆的强度应符合设计要求,且不得低于**30MPa**。

(2) 压浆时**排气孔**、**排水孔**应有**水泥浓浆溢出**。

1K412016 桥面防水系统施工技术



防水卷材施工



防水涂料

基层混凝土强度应达到设计强度的**80%**以上,方可进行防水层施工。

知识点一 防水卷材施工

(1) 卷材防水层铺设前应**先**做好节点、转角、排水口等部位的**局部**处理,然后**再**进行**大面积**铺设。

(2) 当铺设防水卷材时, 环境气温和卷材的温度应**高于5℃**, 基层的温度必须高于0℃; 当下雨、下雪和风力大于或等于5级时, 严禁进行桥面防水层体系的施工。当施工中途下雨时, 应做好已铺卷材周边的防护工作。

(3) 铺设防水卷材时, 任何区域的卷材**不得多于3层**, **搭接接头应错开500mm**以上, **严禁**沿道路宽度方向搭接形成**通缝**。接头处卷材的搭接宽度沿卷材的长度方向应为150mm, 沿卷材的宽度方向应为100mm。

(4) 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、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。

(5) 当采用热熔法铺设防水卷材时, 应满足下列要求: 卷材表面**热熔后应立即滚铺卷材**, 滚铺时卷材上面应采用滚筒均匀辊压, 并应完全粘贴牢固, 且不得出现气泡。

知识点二 防水涂料施工

(1) 防水涂料**严禁在雨天、雪天、风力大于或等于5级**时施工。

(2) 防水涂料配料时, **不得**混入已**固化或结块**的涂料。

(3) 防水涂料宜**多遍涂布**。防水涂料应保障固化时间, 待涂布的涂料**干燥成膜**后, 方可涂布后一遍涂料。涂刷法施工防水涂料时, 每遍涂刷的推进方向宜与前一遍相一致。涂层的厚度应均匀且表面应平整, 其总厚度应达到设计要求并应符合规程的规定。

(4) 涂层间设置胎体增强材料的施工, 宜边涂布边铺胎体。胎体应铺贴平整, 排除气泡, 并应与涂料粘结牢固。在胎体上涂布涂料时, 应使涂料浸透胎体, 覆盖完全, 不得有胎体外露现象。

(5) 涂料防水层内设置的**胎体增强材料**(在涂膜防水层中增强用的**化纤无纺布、玻璃纤维网布等材料**), 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**。沿胎体的长度方向搭接宽度不得小于70mm、沿胎体的宽度方向搭接宽度不得小于50mm, **严禁**沿道路宽度方向胎体搭接**形成通缝**。采用两层胎体增强材料时, 上下层应顺桥面行车方向铺设, **搭接缝应错开**, 其间距**不应小于幅宽的1/3**。

(6) 防水涂料施工应**先做好节点处理**, 然后再进行**大面积涂布**。转角及立面应按设计要求做细部增强处理, 不得有削弱、断开、流淌和堆积现象。

经典考题

1.【1605】关于桥梁防水涂料的说法, 正确的是()。

- A.防水涂料配料时, 可掺入少量结块的涂料
- B.第一层防水涂料完成后应立即涂布第二层涂料
- C.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
- D.防水涂料施工应先进行大面积涂布后, 再做好节点处理



参考答案&解析

1.C 【学天解析】A错误，防水涂料配料时，不得混入已固化或结块的涂料。B错误，防水涂料宜多遍涂布。防水涂料应保障固化时间，待涂布的涂料干燥成膜后，方可涂布后一遍涂料。D错误，防水涂料施工应先做好节点处理，然后再进行大面积涂布。转角及立面应按设计要求做细部增强处理，不得有削弱、断开、流淌和堆积现象。

知识点三 桥面防水质量验收

(一) 一般规定

- (1) 桥面防水施工应符合设计文件的要求。
- (2) 从事防水施工验收检验工作的人员应具备规定的资格。
- (3) 防水施工验收应在施工单位自行检查评定的基础上进行。
- (4) 施工验收应按施工顺序分阶段验收。

(二) 混凝土基层

- (1) 混凝土基层检测主控项目是含水率、粗糙度、平整度。
- (2) 混凝土基层检测一般项目是外观质量。

(三) 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) 防水层施工现场检测主控项目为粘结强度和涂料厚度。
- (3) 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。

(四) 沥青混凝土面层

在沥青混凝土摊铺之前，应对到场的沥青混凝土温度进行检测。

摊铺温度应高于卷材防水层的耐热度 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，低于 170°C ；应低于防水涂料的耐热度 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

经典考题

- 1.【1705】桥梁防水混凝土基层施工质量检验的主控项目不包括()。
- | | |
|-------|--------|
| A.含水率 | B.粗糙度 |
| C.平整度 | D.外观质量 |



参考答案&解析

1.D 【学天解析】桥面防水混凝土基层检测的主控项是含水率、粗糙度、平整度，而选项D外观质量是一般检测项目。

1K412017 桥梁支座、伸缩装置安装技术

知识点一 桥梁支座安装技术

(一) 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，位于桥梁和垫石之间，它能将桥梁上部结构承受的荷载和变形（位移和转角）可靠的传递给桥梁下部结构，是桥梁的重要**传力装置**。

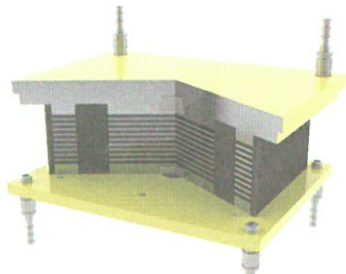
桥梁支座的功能要求：首先支座必须具有足够的**承载能力**，以保证可靠的传递支座反力（竖向力和水平力）；其次支座对桥梁变形的**约束尽可能的小**，以适应梁体自由伸缩和转动的需要；另外支座还应**便于安装、养护和维修**，并在必要时可以进行**更换**。

锦囊妙记 有强度+约束小+好施工。

(二) 桥梁支座的分类

(1) 按支座**变形**可能性分类：固定支座、单向活动支座、多向活动支座。

(2) 按支座所用**材料**分类：钢支座、聚四氟乙烯支座（滑动支座）、橡胶支座（板式、盆式）等。



橡胶支座



橡胶支座安装

(3) 按支座的**结构形式**分类：弧形支座、摇轴支座、辊轴支座、橡胶支座、球形钢支座、拉压支座等。

桥梁支座类型很多，主要根据**支承反力、跨度、建筑高度**以及**预期位移量**来选定，城市桥梁中常用的支座主要为**板式橡胶支座**和**盆式支座**等。

锦囊妙记 力跨高一。

(三) 常用桥梁支座施工

(1) 支座施工一般规定：

- 1) 当实际支座安装温度与设计要求不同时，应通过计算设置支座**顺桥方向的预偏量**。
- 2) 支座安装平面位置和顶面高程必须正确，不得偏斜、脱空、不均匀受力。
- 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) 活动支座安装前应采用**丙酮或酒精**解体**清洗其各相对滑移面**，擦净后在聚四氟乙烯板顶面**凹槽内满注硅脂**。重新组装时应保持精度。



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。



支座垫石和防震挡块

(2) 板式橡胶支座:

1) 支座安装前应将垫石顶面清理干净, 采用干硬性水泥砂浆抹平, 顶面标高应符合设计要求。

2) 梁、板安放时应位置准确, 且与支座密贴。如就位不准或与支座不密贴时, 必须重新起吊, 采取垫钢板等措施, 并使支座位置控制在允许偏差内, 不得用撬棍移动梁、板。

(3) 盆式橡胶支座:

1) 现浇梁盆式支座安装:

① 支座安装前检查支座连接状况是否正常, 不得松动上下钢板连接螺栓。

② 支座就位部位的垫石凿毛, 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。

③ 灌浆材料终凝后, 拆除模板, 检查是否有漏浆, 待箱梁浇筑完混凝土后, 及时拆除各支座的上下钢板连接螺栓。

2) 预制梁盆式支座安装:

① 预制梁在生产过程中按照设计位置预先将**支座上钢板预埋至梁体内**。

② 在施工现场吊装前, 将支座固定在预埋钢板上并用螺栓拧紧。

③ 预制梁缓慢吊起, 将支座下锚杆对准盖梁上预留孔, 缓慢地落梁至临时支撑上, 安装支座的同时, 盖梁上安装支座灌浆模板, 进行支座灌浆作业。

④ 支座安装结束, 检查是否有漏浆处, 并拆除各支座上、下连接钢板及螺栓。

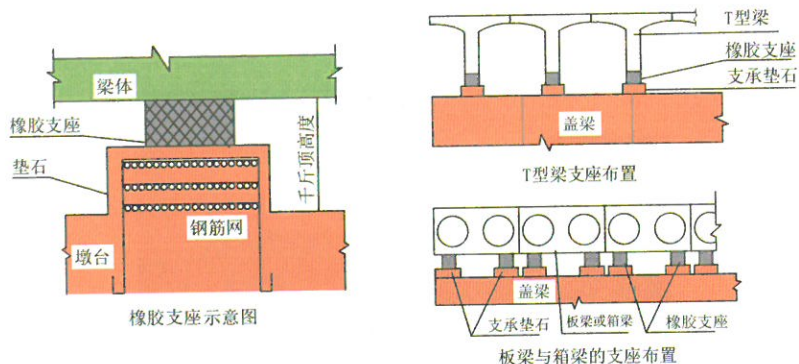


现浇梁盆式支座安装



预制梁盆式支座安装

(4) 支座安装后, 支座与墩台顶钢垫板间应密贴。



垫石和支座布置示意图

(四) 支座施工质量检验标准

(1) 主控项目:

1) 支座应进行**进场检验**。

检查数量: **全数检查**。

检验方法: **检查合格证、出厂性能试验报告**。

2) 支座安装前, 应检查**跨距、支座栓孔位置**和**支座垫石顶面高程、平整度、坡度、坡向**, 确认符合设计要求。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 用经纬仪、水准仪与钢尺量测。

3) **支座与梁底及垫石之间必须密贴**; 间隙不得大于0.3mm。**垫石材料和强度**应符合设计要求。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察或用塞尺检查、检查垫层材料产品合格证。

4) **支座锚栓的埋置深度和外露长度**应符合设计要求。支座锚栓应在其位置调整准确后固结, 锚栓与孔之间间隙必须填捣密实。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

5) 支座的**粘结灌浆和润滑材料**应符合设计要求。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 检查粘结灌浆材料的配合比通知单、检查润滑材料的产品合格证、进场验收记录。

(2) 一般项目:

支座安装允许偏差应符合规定。

项目: 支座高程; 支座偏位。

经典考题

1. 【2006】关于桥梁支座的说法错误的是()。

A. 支座传递上部结构承受的荷载

- B. 支座传递上部结构承受的位移
 C. 支座传递上部结构承受的转角
 D. 支座对桥梁变形的约束能力应尽可能的大, 以限制梁体自由伸缩
2. 【1924】下列质量检验项目中, 属于支座施工质量检验主控项目的有 ()。
- A. 支座顶面高程
 B. 支座垫石顶面高程
 C. 盖梁顶面高程
 D. 支座与垫石的密贴程度
 E. 支座进场检验
3. 【1804】桥梁活动支座安装时, 应在聚四氟乙烯板顶面凹槽内满注 ()。
- A. 丙酮
 B. 硅脂
 C. 清机油
 D. 脱模剂



参考答案&解析

1.D 【学天解析】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, 位于桥梁和垫石之间, 它能将桥梁上部结构承受的荷载和变形(位移和转角)可靠的传递给桥梁下部结构, 是桥梁的重要传力装置。

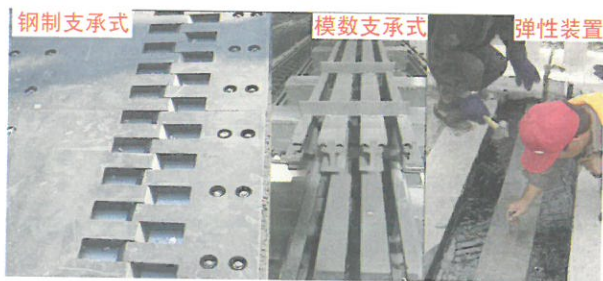
2.BDE 【学天解析】选项A不是主控项目, 支座高程、支座偏位属于支座检验的一般项目。选项C“盖梁顶面高程”与支座安装无直接关系, 不是主控项目。

2.B 【学天解析】活动支座安装前应采用丙酮或酒精解体清洗其各相对滑移面, 擦净后在聚四氟乙烯板顶面凹槽内满注硅脂。

知识点二 伸缩装置安装技术

为满足桥面变形的要求, 通常在**两梁端之间**、**梁端与桥台之间**或**桥梁的铰接位置**上设置伸缩装置。桥梁伸缩缝的作用在于调节由车辆荷载和桥梁建筑材料引起的上部结构之间的位移和连结。要求伸缩装置在**平行**、**垂直**于桥梁轴线的两个方向均能自由伸缩, 牢固可靠。车辆行驶过时应平顺、无突跳与噪声; 要能防止雨水和垃圾泥土渗入阻塞; 安装、检查、养护、消除污物都要简易方便。在设置伸缩缝处, **栏杆与桥面铺装都要断开**。

桥梁伸缩装置按传力方式和构造特点可分为: **对接式**、**钢制支承式**、**组合剪切式(板式)**、**模数支承式**以及**弹性装置**。



伸缩装置类型

(一) 伸缩装置的性能要求

(1) 伸缩装置应能够适应、满足桥梁**纵**、**横**、**竖**三向的变形要求, 当桥梁变形使

伸缩装置产生显著的横向错位和竖向错位时，要确定伸缩装置的平面转角要求和竖向转角要求，并进行变形性能检测。

(2) 伸缩装置应具有可靠的**防水、排水系统**，防水性能应符合**注满水24h无渗漏**的要求。

(二) 伸缩装置运输与储存

(1) 伸缩装置运输中**避免阳光直晒**，防止雨淋雪浸，保持清洁，防止变形，且不能与其他有害物质相接触，注意防火。

(2) 伸缩装置**不得露天堆放**，存放场所应干燥通风，产品应远离热源1m以外，不得与地面直接接触，存放应整齐、保持清洁，严禁与酸、碱、油类、有机溶剂等相接触。

(三) 伸缩装置施工安装

(1) 施工安装前按照设计图纸提供的尺寸，核对梁、板端部及桥台处安装伸缩装置的预留槽尺寸，并检查核对梁、板与桥台间的预埋锚固钢筋的规格、数量及位置。

(2) 伸缩装置上桥安装前，**按照安装时的气温调整安装时的定位值**，并应由安装负责人检查签字后方可用专用卡具将其固定。

(3) 伸缩装置吊装就位前，**将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。

(4) 安装时，**应保证伸缩装置中心线与桥梁中心线重合**，伸缩装置**顺桥向应对称放置于伸缩缝的间隙上**，然后沿桥面横坡方向测量水平标高，并用水平尺或板尺定位，使其顶面标高与设计及规范要求相吻合后垫平。随即将伸缩装置的锚固钢筋与桥梁预埋钢筋焊接牢固。

(5) **浇筑混凝土前**，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。混凝土强度等级应满足设计及规范要求，浇筑时要振捣密实。

(6) 伸缩装置两侧**预留槽混凝土强度在未满足设计要求前不得开放交通**。

经典考题

1.【2023】桥梁伸缩缝一般设置于()。

- A.桥墩处的上部结构之间
- B.桥台端墙与上部结构之间
- C.连续梁桥最大负弯矩处
- D.梁式桥的跨中位置
- E.拱式桥拱顶位置的桥面处



参考答案&解析

1.AB 【学天解析】为满足桥面变形的要求，通常在两梁端之间、梁端与桥台之间或桥梁的铰接位置上设置伸缩装置。

1K412018 桥梁维护与改造施工技术

知识点一 桥梁维护施工技术

(一) 一般规定

城市桥梁的养护工程宜分为保养小修；中修工程；大修工程；加固、改（扩）建工程；

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**较大的损坏**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**，显著提高其运行能力的工程；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。

知识点二 桥梁改造施工技术

(一) 桥梁改建方案

目前城市桥梁改建加宽按位置可分为**单侧加宽**和**双侧加宽**两种方案，按上部结构与下部结构的连接处理方式主要有以下三种方案：新、旧桥梁的上部结构与下部结构**互不连接**；新、旧桥梁的上部结构和下部结构**相互连接**；新、旧桥梁的**上部结构连接而下部结构分离**。



单侧加宽



双侧加宽

(1) 新、旧桥梁的上部结构与下部结构互不连接方式：桥梁加宽部分与原桥的上部结构及下部结构互不连接，新、旧结构之间留**工作缝**，桥面沥青混凝土铺装层采用**连续铺装**。

优点：新、旧桥结构实际上是各自受力、**互不影响**，**简化了施工程序**，**消除了施工连接技术问题**。

缺点：可能导致**连接部位桥面铺装破坏**，形成纵向裂缝和横向错台。

在具体构造方面，主要采用两种处理形式：一种是用**纵向伸缩装置连接**；另一种是在新、旧结构间留一条**纵缝**，或用钢板包边（需要采用刚性路面，可以解决啃边问题，但不能解决新、旧桥挠度差的问题，且高速行驶时容易打滑，降低了行车的安全性；一般要求桥梁结构**跨径较小**，**相对挠度差较小**，否则桥面容易开裂）。

(2) 新、旧桥梁的上部结构和下部结构相互连接方式：通过**植筋技术**及**加设钢筋骨架、浇筑混凝土**连接件与旧桥下部结构形成整体结构。

优点：拼接后桥梁**整体性较好**。

缺点：加宽桥基础沉降大于老桥基础沉降，由此产生的**附加内力较大**，可能会使**下部构造**帽梁、系梁、桥台连接处产生**裂缝**；**上部构造**连接处也可能产生**裂缝**，导致使用功能下降，维修困难，外观不雅。此外，下部构造需采用植筋连接技术，**工程成本高**。

技术措施：

1) 加强新拓宽桥梁基础，减少新、旧桥梁基础的不均匀沉降差。

锦囊妙记 加强新桥基础。

2) 为尽量减小新、旧桥梁的基础沉降差及尽量缩短施工工期，控制新拓宽桥梁预制梁（板）的安装龄期，先施工拓宽部分桥梁的基础、墩台身及台帽（盖梁）并安装部分预制梁（板），封闭道路交通后再进行下部结构拼接。

锦囊妙记 新桥下部结构施工→新桥上部结构安装→下部结构拼接。

3) 新拓宽桥梁的梁（板）安装至桥上后宜放置一段时间，再与旧桥上部结构拼接。

锦囊妙记 新桥上部结构安装→放置一段时间→上部结构拼接。

适宜于**桥梁基础较好**的条件，否则必须进行基础加固。也可用于**独柱墩的梁桥拓宽**，以使下部结构的稳定性增强。

(3) 新、旧桥梁的上部结构连接而下部结构分离方式：

优点：①下部构造不连接，加宽桥梁与旧桥在**下部结构之间没有结构上的相互影响**，上部构造连接对下部构造产生的内力影响很小。另外上部结构连接可以满足**桥面铺装的整体化需求**，并且**新桥上部结构还可以协助旧桥上部结构工作**。②与新、旧桥梁上、下部结构采用相互连接方式相比，可以减少混凝土结构**连接施工**的工程量，加快速度。③与新、旧桥梁上、下部结构采用互不连接方式相比，也可以**提高城市桥梁工程的适用性和耐久性**要求。

缺点：上部构造连接后由于**新、旧桥梁材料特性的差异**将产生附加内力，由**基础沉降**等原因产生的附加内力也使**连接部位内力增大**。这种新、旧桥梁连接的方式仍要注意**新、旧桥梁基础之间沉降差**的影响，若沉降差较大依然会在整体上部结构中产生横桥向的较大拉应力，进而导致上部结构混凝土开裂和桥面铺装开裂。

(二) 新、旧桥梁上部结构拼接的构造要求

依据桥梁的类型决定新、旧桥梁的拼接结构。根据桥梁上部结构不同类型一般采用以下的拼接连接方式：

(1) 钢筋混凝土实心板和预应力混凝土空心板桥，**新、旧板梁**之间的拼接宜采用**铰接**或近似于铰接连接。

(2) 预应力混凝土**T梁**或组合**T梁**桥，**新、旧T梁**之间的拼接宜采用**刚性连接**。

(3) 连续箱梁桥，新、旧**箱梁**之间的拼接宜采用**铰接连接**。

锦囊妙记 T梁刚接，其余铰接。

1K412020 城市桥梁下部结构施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市桥梁下部结构施工	单选题	—	1	—	—	—
	多选题	—	—	—	—	—
	案例题	16	5	—	4	—
合计		16	6	—	4	—
平均考分		5.2				



框架梳理

1

各类围堰施工要求

- 围堰适用范围：最高水位0.5~0.7m
- 围堰类型及适用条件
- 围堰施工：钢板桩围堰、套箱围堰

2

桩基础施工方法与设备选择

- 桩基础施工：沉入桩基础、钻孔灌注桩基础
- 钻孔灌注桩质量事故预防：垂直度要求、塌孔与缩径、桩端持力层判别、水下灌注和桩身混凝土质量、因故中断
- 桩基础施工安全措施：沉入桩、钻孔灌注桩、人工挖孔桩

3

墩台、盖梁施工技术

- 现浇墩台、盖梁：重力式墩台、柱式墩台、盖梁
- 重力式砌体墩台

1K412021 各类围堰施工要求

知识点一 围堰及其适用范围

1. 围堰高度应高出施工期间可能出现的最高水位（包括浪高）0.5~0.7m。



围堰高度示意图



2. 围堰类型及适用条件

围堰类型	适用条件	
土 土 石 围 堰	土围堰	水深 $\leq 1.5\text{m}$ ，流速 $\leq 0.5\text{m/s}$ ，河边浅滩，河床渗水性较小
	土袋围堰	水深 $\leq 3.0\text{m}$ ，流速 $\leq 1.5\text{m/s}$ ，河床渗水性较小，或淤泥较浅
	木桩竹条土围堰	水深 $1.5\sim 7\text{m}$ ，流速 $\leq 2.0\text{m/s}$ ，河床渗水性较小，能打桩，盛产竹木地区
	竹篱土围堰	水深 $1.5\sim 7\text{m}$ ，流速 $\leq 2.0\text{m/s}$ ，河床渗水性较小，能打桩，盛产竹木地区
	竹、铁丝笼围堰	水深 4m 以内，河床难以打桩，流速较大
	堆石土围堰	河床渗水性很小，流速 $\leq 3.0\text{m/s}$ ，石块能就地取材
板 板 桩 围 堰	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
	钢筋混凝土板桩围堰	深水或深基坑，流速较大的砂类土、黏性土、碎石土河床。除用于挡水防水外还可作为基础结构的一部分，亦可采取拔除周转使用，能节约大量木材
	套箱围堰	流速 $\leq 2.0\text{m/s}$ ，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
	双壁围堰	大型河流的深水基础，覆盖层较薄、平坦的岩石河床

知识点二 土围堰施工要求

(1) 筑堰材料宜用黏性土、粉质黏土或砂质黏土（即黏土，砂土不行）。填出水面之后应进行夯实。填土应自上游开始至下游合龙。

(2) 堰顶宽度可为 $1\sim 2\text{m}$ 。机械挖基时不宜小于 3m 。内坡脚与基坑边的距离不得小于 1m 。

知识点三 土袋堰施工要求

(1) 围堰两侧用草袋、麻袋、玻璃纤维袋或无纺布袋装土堆码。袋中宜装不渗水的黏性土。围堰中心部分可填筑黏土及黏性土芯墙。（增强抗渗性，土袋间隙会渗水）

(2) 堆码土袋，应自上游开始至下游合龙。

知识点四 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，应在用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。

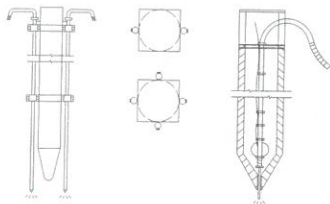
(5) 施打顺序一般从上游向下游合龙。

(6) 钢板桩可用锤击、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（通常上下错开至少 1m ）。



施打钢板桩



射水下沉



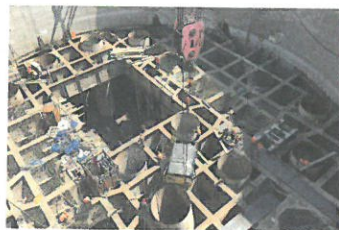
钢板桩围堰

知识点五 套箱围堰施工要求

(1) 无底套箱用木板、钢板或钢丝网水泥制作，内设木、钢支撑。套箱可制成整体式或装配式。

(2) 制作中应防止套箱接缝漏水。

(3) 下沉套箱前，同样应清理河床。若套箱设置在岩层上时，应整平岩面。当岩面有坡度时，套箱底的倾斜度应与岩面相同，以增加稳定性并减少渗漏。



套箱围堰

经典考题

1. 【2019年案例4.5】背景资料（局部）

……河床地质自上而下为厚3m淤泥质黏土层、厚5m砂土层、厚2m砂层、厚6m卵砾石层等；河道最高水位（含浪高）高程为19.5m，水流流速为1.8m/s。

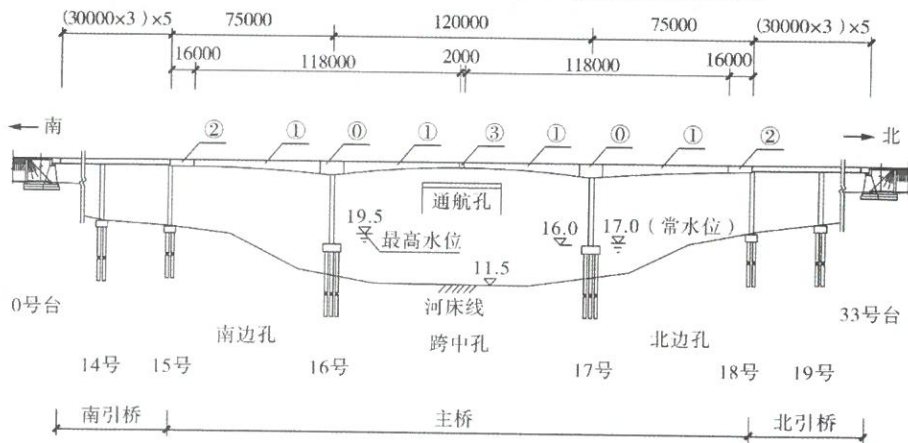


图4 桥梁立面布置及主桥上部结构施工区段划分示意图
(高程单位: m; 尺寸单位: mm)

项目部编制的施工方案有如下内容：

(3) 根据桥位地质、水文、环境保护、通航要求等情况，拟定主桥水中承台的围堰施工方案，并确定了围堰的顶面高程。

【问题】施工方案(3)中，指出主桥第16、17号墩承台施工最适宜的围堰类型；围堰高程至少应为多少米？

参考答案&解析

1. 【参考答案】(1) 承台施工最适宜的围堰类型：钢套筒(筒)围堰(或双壁钢围堰)；(2) 围堰顶高程至少应为20.0~20.2m。

1K412022 桩基础施工方法与设备选择



锤击桩



钻孔灌注桩



人工挖孔桩

知识点一 沉入桩基础

常用的沉入桩有钢筋混凝土桩、预应力混凝土桩和钢管桩。



钢筋混凝土桩



预应力混凝土桩



钢管桩

(一) 沉桩方式及设备选择

(1) **锤击沉桩**宜用于**砂类土、黏性土**。桩锤的选用应根据地质条件、桩型、桩的密集程度、单桩竖向承载力及现有施工条件等因素确定。

(2) **振动沉桩**宜用于**锤击沉桩效果较差的密实的黏性土、砾石、风化岩**。(慎用**于砂土，因为液化**)

(3) 在密实的砂土、碎石土、砂砾的土层中用锤击法、振动沉桩法有困难时，可采用射水作为辅助手段进行沉桩施工。在**黏性土**中应**慎用射水沉桩**；在**重要建筑物附近不宜**采用射水沉桩。

(4) **静力压桩**宜用于**软黏土(标准贯入度 $N < 20$)、淤泥质土**。

(5) 钻孔埋桩宜用于黏土、砂土、碎石土且**河床覆土较厚**的情况。



锤击沉桩



振动沉桩



精力压桩

(二) 准备工作

(1) 对地质复杂的大桥、特大桥,为检验桩的承载能力和确定沉桩工艺应进行**试桩**。

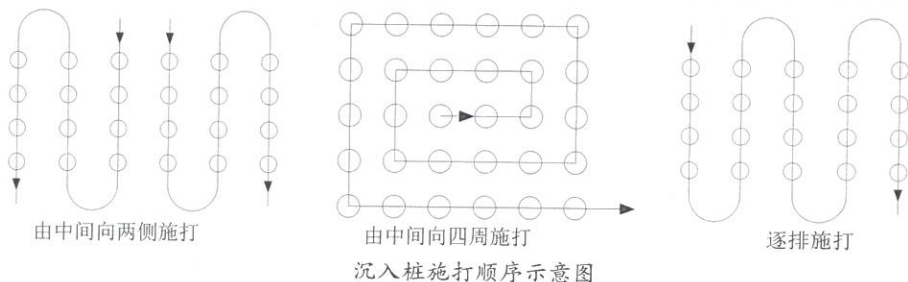
(2) **贯入度**应通过**试桩**或做**沉桩试验**后会同**监理**及**设计单位**研究确定。(试桩或沉桩试验→控制贯入度,即终止锤击时的贯入度值)

(三) 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**,接桩材料工艺应符合规范要求。

(2) 沉桩时,桩帽或送桩帽与桩周围间隙应为5~10mm;桩锤、桩帽或送桩帽应和桩身在**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(否则易偏位或断桩);根据基础的设计标高,宜**先深后浅**;根据桩的规格,宜**先大后小**,**先长后短**。



(4) 施工中若锤击有困难时,可在管内助沉。

(5) 桩终止锤击的控制应视桩端土质而定,一般情况下以控制**桩端设计标高**为主,**贯入度**为辅。

- 锦囊妙记**
- ①当桩端标高等于设计标高、而贯入度较大时,应继续锤击,使贯入度接近控制贯入度;
 - ②当贯入度已达到控制贯入度、而桩端标高未达到设计标高时,应继续锤击100mm左右(或30~50击),如无异常变化,即可停止;
 - ③桩端标高与设计值相差超过规定值,应与设计和监理单位研究决定。

(6) 沉桩过程中应加强**邻近建筑物**、**地下管线**等的观测、监护。

(7) 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:

- 1) **贯入度**发生剧变;
- 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。

经典考题

1.【1907】预制桩的接桩不宜使用的连接方法是()。

- A.焊接
- B.法兰连接
- C.环氧类结构胶连接
- D.机械连接



参考答案&解析

1.C 【学天解析】预制桩的接桩可采用焊接、法兰连接或机械连接,接桩材料工艺应符合规范要求。

知识点二 钻孔灌注桩基础

(一)成孔方式与设备选择

依据成桩方式可分为泥浆护壁成孔、干作业成孔、沉管成孔灌注桩及爆破成孔,施工机具类型及土质适用条件可参考下表。

成桩方式与适用条件表

序号	成桩方式与设备	土质适用条件	
1	泥浆护壁成孔桩	正循环回转钻	黏性土、粉砂、细砂、中砂、粗砂,含少量砾石、卵石(含量少于20%)的土、软岩
		反循环回转钻	黏性土、砂类土、含少量砾石、卵石(含量少于20%,粒径小于钻杆内径2/3)的土
		冲击钻	黏性土、粉土、砂土、填土、碎石土及风化岩层
		旋挖钻	
		潜水钻	黏性土、淤泥、淤泥质土及砂土
2	干作业成孔桩	冲抓钻	黏性土、粉土、砂、填土、碎石、风化岩(当用于深孔时,需用泥浆护壁,成为湿作业;全套管钻机为干孔作业)
		长螺旋钻孔	地下水位以上的黏性土、砂土及人工填土非密实的碎石类土、强风化岩
		钻孔扩底	地下水位以上的坚硬、硬塑的黏性土及中密以上的砂土风化岩层
		人工挖孔	地下水位以上的黏性土、黄土及人工填土
3	沉管成孔桩	夯扩	桩端持力层为埋深不超过20m的中、低压缩性黏性土、粉土、砂土和碎石类土
		振动	黏性土、粉土和砂土
4	爆破成孔	地下水位以上的黏性土、黄土碎石土及风化岩	

- 锦囊妙记**
1. 长螺旋钻只能钻强风化岩，不能钻中风化岩和微风化岩。
 2. 回转钻可钻强风化岩和微风化岩，不能钻微风化岩，且深度不深（其中反循环回转钻成孔效率较高，但护壁效果较差；正循环回转钻护壁效果较好，但成孔效率较低）。
 3. 冲击钻可用于强风化岩、中风化岩和微风化岩（微风化岩仅可选冲击钻），但成孔慢、噪声大。
 4. 旋挖钻可用嵌岩钻头，用于中风化岩及以下岩层。

（二）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，清孔后的的泥浆**相对密度**应小于1.10；**含砂率**不得大于2%；**黏度**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。

- 锦囊妙记**
- （1）泥浆作用：①护壁；②携渣；③冷却钻头；④润滑钻具。
- 泥浆性能指标：密度、黏度、含砂率、pH值。
- （2）护筒作用：①导向定位；②维持泥浆面；③保护孔口防止塌方。
 - （3）市政公用工程施工现场泥浆管理通用知识：
 - ①现场应进行封闭管理；
 - ②泥浆池应设防护栏杆、警示标志，夜间应设警示灯；
 - ③泥浆应处理后方可排放。



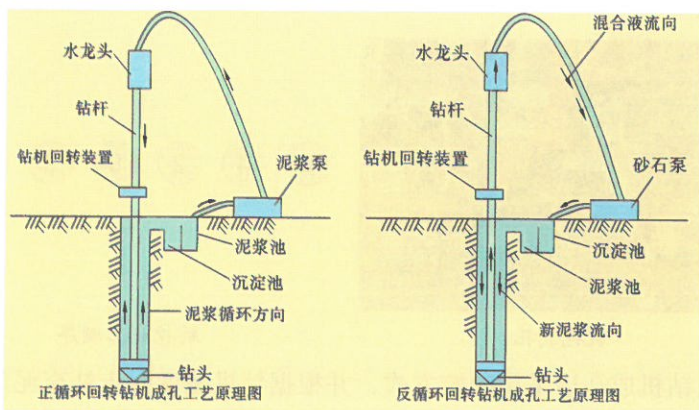
钢护筒埋设



泥浆制备

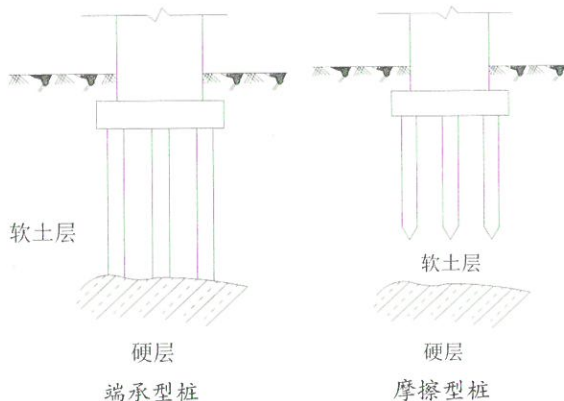


2. 正、反循环钻孔



正、反循环回转钻机原理示意图

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**。

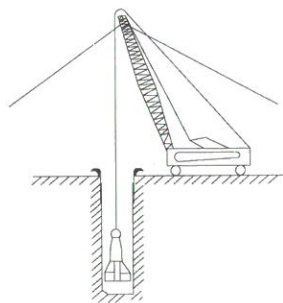


3. 冲击钻成孔

- (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**（即：**不是钻到底再验孔**），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) **稳定性差的孔壁**应采用**泥浆循环**或**抽渣筒排渣**，清孔后灌注混凝土之前的泥浆指标符合要求。



冲击钻头



冲击钻成孔

4. 旋挖成孔



旋挖成孔



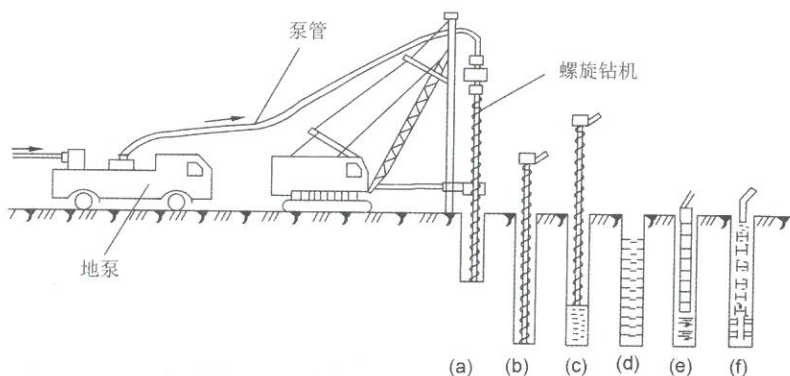
跳挖施工顺序

- (1) 旋挖钻机成孔应采用**跳挖**方式，并根据钻进速度同步补充泥浆，保持所需的泥浆面高度不变。

(2) 孔底沉渣厚度控制指标符合要求。

(三) 干作业成孔

1. 长螺旋钻孔



(a) 钻机就位 (b) 钻进 (c) 提升钻杆同时浇筑混凝土 (e) 插入钢筋笼 (f) 补混凝土

长螺旋钻孔流程图



钻进成孔



钢筋笼制作



插入钢筋笼

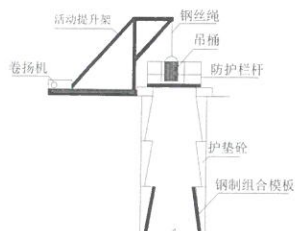
(1) 钻至设计标高后, 应先泵入混凝土并停顿10~20s, 再缓慢提升钻杆。提钻速度应根据土层情况确定, 并保证管内有一定高度的混凝土。

(2) 混凝土压灌结束后, 应立即将钢筋笼插至设计深度, 并及时清除钻杆及泵(软)管内残留混凝土。

2. 人工挖孔

(1) 人工挖孔桩的孔径(不含孔壁)不得小于0.8m, 且不宜大于2.5m; 挖孔深度不宜超过25m。(开挖深度 $\geq 16\text{m}$, 需专项方案+专家论证)

(2) 采用混凝土或钢筋混凝土支护孔壁技术, 护壁的厚度、拉接钢筋、配筋、混凝土强度等级均应符合设计要求; 井圈中心线与设计轴线的偏差不得大于20mm; 上下节护壁混凝土的搭接长度不得小于50mm; 每节护壁必须保证振捣密实, 并应当日施工完毕; 应根据土层渗水情况使用速凝剂; 护壁模板的拆除应在灌注混凝土24h之后, 强度大于5MPa以上后拆除。



人工挖孔



孔口安全防护



人工挖孔桩护壁

(四) 钢筋笼与灌注混凝土施工要点

(1) 钢筋笼加工应符合设计要求。钢筋笼制作、运输和吊装过程中应采取适当的加固措施，防止变形。

(2) 沉管灌注桩钢筋笼内径应比套管内径小60~80mm，用导管灌注水下混凝土的桩钢筋笼内径应比导管连接处的外径大100mm以上。

(3) 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。**

(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。**

锦囊妙记 泥浆护壁钻孔灌注桩施工工序：制备泥浆、埋设护筒→钻孔（泥浆护壁）→第一次清孔→吊装钢筋笼→吊装导管→第二次清孔→灌注水下混凝土→凿除桩头。



钢筋笼加工



钢筋笼尺寸检测



钢筋笼吊运

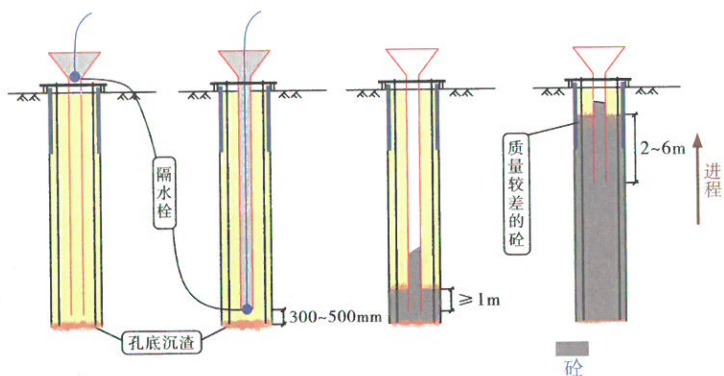


钢筋笼吊入孔



钢筋笼就位

(五) 水下混凝土灌注



水下混凝土灌注过程示意图

(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** (流动性较大的混凝土)。

(3) 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**。试压的压力宜为孔底静水压力的**1.5倍**。
- 3) 导管轴线偏差不宜超过孔深的0.5%, 且不宜大于10cm。
- 4) 导管采用法兰盘接头宜加锥形活套; 采用螺旋丝扣型接头时必须有防止松脱装置。

(4) 使用的**隔水球**应有良好的**隔水性能**, 并应保证**顺利排出** (否则堵管)。

(5) 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**。

(6) 灌注水下混凝土必须**连续施工**, 中途停顿时间**不宜大于30min**, 并应控制拔提导管速度, **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。

锦囊妙记 市政公用工程中灌注水下混凝土的通用知识: 所有水下混凝土灌注, 均采用导管法; 严禁将导管提出混凝土灌注面。

经典考题

1. 【2020年案例3.2~3.5】背景资料 (局部)

某公司承建一座跨河城市桥梁。基础均采用中 Φ 1500mm钢筋混凝土钻孔灌注桩, 设计为端承桩, 桩底嵌入中风化岩层2D (D为桩基直径)。桩顶采用盖梁连结: 盖梁高度为1200mm, 顶面标高为20.000m。河床地层揭示依次为淤泥、淤泥质黏土、黏土、泥岩、强风化岩、中风化岩。

项目部编制的桩基施工方案明确如下内容:

(1) 下部结构施工采用水上作业平台施工方案。水上作业平台结构为 Φ 600mm钢管桩+型钢+人字钢板搭设。水上作业平台如图3所示。

(2) 根据桩基设计类型及桥位水文、地质等情况设备选用“2000型”正循环回转钻机施工 (另配牙轮钻头等), 成桩方式未定。

(3) 图中A构件名称和使用的相关规定。

(4) 由于设计对孔底沉渣厚度未做具体要求, 灌注水下混凝土前, 进行二次清孔, 当孔底沉渣厚度满足规范要求后, 开始灌注水下混凝土。

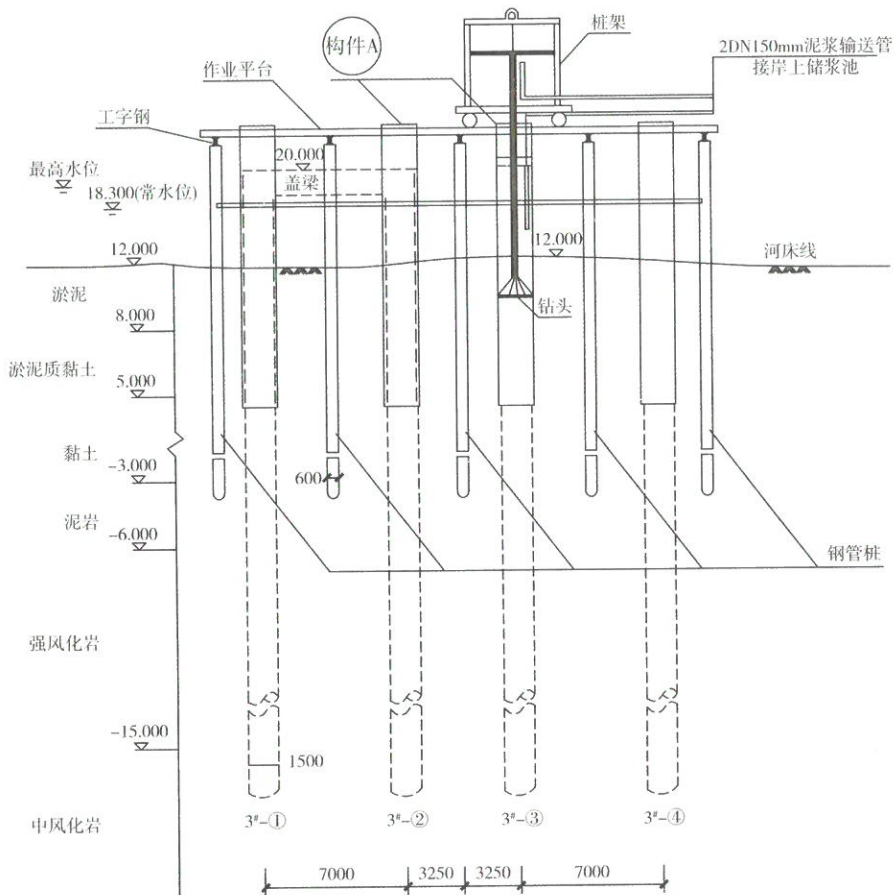


图3 3#墩水上作业平台及桩基施工横断面布置示意图
(标高单位: m; 尺寸单位: mm)

【问题】一、施工方案(2)中,指出项目部选择钻机类型的理由及成桩方式。

二、施工方案(3)中,所指构件A的名称是什么?构件A施工时需使用哪些机械配合?构件A应高出施工水位多少米?

三、结合背景资料及图3,列式计算3#-①桩的桩长。

四、在施工方案(4)中,指出孔底沉渣厚度的最大允许值。

2.【2017年案例1.3】背景资料(局部)

……事件三:在人工挖孔桩专项施工方案中,钢筋混凝土护壁技术要求有:井圈中心线与设计轴线的偏差不得大于20mm,上下节护壁搭接长度不小于50mm,模板拆除应在混凝土强度大于2.5MPa后进行。【新教材模板拆除内容已改为:护壁模板的拆除应在灌注混凝土24h之后,强度大于5MPa以上后拆除】

【问题】补充事件三中钢筋混凝土护壁支护的技术要求。



参考答案&解析

1.【参考答案】一、(1)理由:持力层为中风化岩层,正循环回转钻机能满足现场地质钻进要求(或“适合该地层条件”)。

(2) 成桩方式：泥浆护壁成孔。

二、(1) A的名称：(钢)护筒。

(2) 构件A施工时需配合机械：振动锤；吊机(或“吊车”)。

(3) 构件A应高出施工水位：2米。

三、桩顶标高=20.000-1.200=18.800m；桩底标高=-15.000-2×1.500=-18.000m；桩长=18.800-(-18.000)=36.800m。

四、规范规定端承桩孔底沉渣厚度的最大允许值：0.1m(或“100mm”)。

2.【参考答案】应补充：护壁的厚度、拉结钢筋、配筋、混凝土强度均应符合设计要求；每节护壁必须振捣密实，应在当日连续施工完毕。

1K420101 钻孔灌注桩施工质量事故预防措施 (考试用书第2章)

知识点一 钻孔垂直度不符合规范要求

项目	内容
主要原因	<p>(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；</p> <p>(2) 钻杆弯曲、钻杆接头间隙太大，造成钻孔偏斜；</p> <p>(3) 钻头翼板磨损不一，钻头受力不均，造成偏离钻进方向；</p> <p>(4) 钻进中遇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</p>
控制钻孔垂直度的主要技术措施	<p>(1) 压实、平整施工场地；</p> <p>(2) 安装钻机时应严格检查钻机的平整度和主动钻杆的垂直度，钻进过程中应定时检查主动钻杆的垂直度，发现偏差立即调整；</p> <p>(3) 定期检查钻头、钻杆、钻杆接头，发现问题及时维修或更换；</p> <p>(4) 在软硬土层交界面或倾斜岩面处钻进，应低速低钻压钻进。发现钻孔偏斜，应及时回填黏土，冲平后再低速低钻压钻进；</p> <p>(5) 在复杂地层钻进，必要时在钻杆上加设扶正器</p>

锦囊妙记 场地→钻机→钻杆→钻头→钻法(软硬土层交界面)。

知识点二 塌孔与缩径

项目	内容
主要原因	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
预防措施	放慢钻进的速度，改善泥浆的性能。没有特殊原因，钢筋骨架安装后应立即灌注混凝土

锦囊妙记 稠泥浆+慢钻进+早灌注。

知识点三 桩端持力层判别错误

1.非岩石类持力层（易判）

地质资料+现场取样。

2.强风化岩或中风化岩持力层（难判）

地质资料+钻机受力、钻杆抖动+孔口捞样；必要时原位取芯验证。

知识点四 水下混凝土灌注和桩身混凝土质量问题

质量问题	原因及预防措施
初灌时埋管深度达不到规范要求	规范规定，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
灌注混凝土时堵管	<p>1.主要原因</p> <p>灌注导管破漏、灌注导管底距孔底深度太小、完成二次清孔后灌注混凝土的准备时间太长、隔水栓不规范、混凝土配制质量差、灌注过程中灌注导管理深过大等原因引起</p> <p>2.预防堵管的措施</p> <p>（1）灌注导管在安装前应有专人负责检查，检查项目主要有灌注导管是否存在孔洞和裂缝、接头是否密封、厚度是否合格；</p> <p>（2）灌注导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验，严禁用气压。进行水密试验的水压不应小于孔内水深1.5倍的压力；</p> <p>（3）完成第二次清孔后，应立即开始灌注混凝土，若因故推迟灌注混凝土，应重新进行清孔</p>
灌注混凝土过程中钢筋骨架上浮	<p>1.主要原因</p> <p>（1）混凝土初凝和终凝时间太短，使孔内混凝土过早结块，当混凝土面上升至钢筋骨架底时，结块的混凝土托起钢筋骨架；</p> <p>（2）清孔时孔内泥浆悬浮的砂粒太多，混凝土灌注过程中砂粒回沉在混凝土面上，形成较密实的砂层，并随孔内混凝土逐渐升高，当砂层上升至钢筋骨架底部时托起钢筋骨架；</p> <p>（3）混凝土灌注至钢筋骨架底部时，灌注速度太快，造成钢筋骨架上浮</p> <p>2.预防措施</p> <p>除认真清孔外，当灌注的混凝土面距钢筋骨架底部1m左右时，应降低灌注速度。当混凝土面上升到骨架底口4m以上时，提升导管，使导管底口高于骨架底部2m以上，然后恢复正常灌注速度</p>
桩身混凝土强度低或混凝土离析	主要原因是施工现场 混凝土配合比控制不严、搅拌时间不够和水泥质量差 。预防措施：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，掌握好搅拌时间和混凝土的和易性
桩身混凝土夹渣或断桩	<p>1.主要原因</p> <p>（1）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；</p> <p>（2）混凝土灌注过程拔管长度控制不准，导管拔出混凝土面；</p> <p>（3）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；</p> <p>（4）清孔时孔内泥浆悬浮的砂粒太多，混凝土灌注过程中砂粒回沉在混凝土面上，形成沉积砂层，阻碍混凝土的正常上升，当混凝土冲破沉积砂层时，部分砂粒及浮渣被包入混凝土内，严重时可能造成堵管事故，导致混凝土灌注中断</p>

质量问题	原因及预防措施
桩身混凝土夹渣或断桩	2.预防办法 混凝土灌注过程中拔管应有 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
桩顶混凝土不密实或强度达不到设计要求	超灌高度不够 →预防措施： 桩顶混凝土灌注完成后应高出设计标高 0.5~1m 。 混凝土浮浆太多 →预防措施： 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。 孔内混凝土面测定不准 →预防措施：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

锦囊妙记 灌注混凝土时堵管的处理方法：

- ①拔插抖动导管法；
- ②附着式振捣器振动法；
- ③型钢插入疏通导管法。

知识点五 混凝土灌注过程因故中断

混凝土灌注过程中断的原因较多，在采取抢救措施后仍无法恢复正常灌注的情况下，可采用如下方法进行处理：

(1) 若刚开灌不久，孔内混凝土较少，可拔起**导管和吊起钢筋骨架**，重新**钻孔至原孔底**，安装钢筋骨架和清孔后再开始灌注混凝土。

(2) 迅速拔出导管，清理导管内积存混凝土和检查导管后，重新安装导管和隔水栓，然后按初灌的方法灌注混凝土，待隔水栓完全排出导管后，立即将导管插入原混凝土内，此后便可按正常的灌注方法继续灌注混凝土。此法的处理过程必须在混凝土的初凝时间内完成。

经典考题

- 1.【1829】钻孔灌注桩桩端持力层为中风化岩层，判定岩层界面的措施包括（ ）。
A.钻头重量
B.地质资料
C.钻头大小
D.主动钻杆抖动情况
E.现场捞取碴样



参考答案&解析

1.BDE 【学天解析】对于桩端持力层为强风化岩或中风化岩的桩，判定岩层界面难度较大，可采用以地质资料的深度为基础，结合钻机受力、主动钻杆抖动情况和孔口捞样来综合判定，必要时进行原位取芯验证。

1K420161 桩基施工安全措施（考试用书第2章）

知识点一 沉入桩施工安全控制要点

项目	内容
桩的制作	<p>1. 混凝土桩制作</p> <p>(1) 钢筋码放时, 应采取防止锈蚀和污染的措施, 标识标牌齐全; 整捆码垛高度不宜超过2m, 散捆码垛高度不宜超过1.2m。</p> <p>(2) 加工成型的钢筋笼、钢筋网和钢筋骨架等应水平放置。码放高度不得超过2m, 码放层数不宜超过3层。</p> <p>2. 钢桩制作</p> <p>(1) 根据焊接与切割安全的基本要求, 气割加工现场必须按消防部门的规定配置消防器材, 周围10m范围内不得堆放易燃易爆物品; 操作者必须经专业培训, 持证上岗。</p> <p>(2) 焊接作业现场应按消防部门的规定配置消防器材, 周围10m范围内不得堆放易燃易爆物品。操作者必须经专业培训, 持证上岗。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</p>
桩的吊运、堆放	<p>(1) 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。</p> <p>(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%。</p> <p>(3) 桩的堆放场地应平整、坚实、不积水。混凝土桩支点应与吊点在一条竖直线上, 堆放时应上下对准, 堆放层数不宜超过4层。钢桩堆放支点应布置合理, 防止变形, 并应采取防滚动措施, 堆放层数不得超过3层</p>
沉桩施工	<p>(1) 沉桩作业应由具有经验的技术工人指挥。</p> <p>(2) 振动沉桩时, 沉桩机、机座、桩帽应连接牢固, 沉桩机和桩的中心应保持在同一轴线上。</p> <p>(3) 射水沉桩时, 应根据土质选择高压水泵的压力和射水量, 并应防止急剧下沉造成桩机倾斜。高压水泵的压力表、安全阀, 输水管路应完好。压力表和安全阀必须经检测部门检验、标定后方可使用。施工中严禁将射水管冲向人、设备和设施。</p> <p>(4) 沉桩过程中发现贯入度发生突变、桩身突然倾斜、桩头桩身破坏、地面隆起或桩身上浮等情况时应暂停施工, 经采取措施确认安全后, 方可继续沉桩</p>

锦囊妙记 桩的制作:

1. 码放层数

(1) 混凝土材质(混凝土桩): ≤ 4 层。

(2) 钢材材质(钢桩; 钢筋笼、钢筋网、钢筋骨架): ≤ 3 层。

2. 码放高度

(1) “整钢”(钢筋笼、钢筋网、钢筋骨架; 整捆钢筋): ≤ 2 m。

(2) “散钢”(散捆钢筋): ≤ 1.2 m。

知识点二 钻孔灌注桩施工安全控制要点

项目	内容
钻孔施工	<p>(1) 施工场地应平整、坚实；非施工人员禁止进入作业区。</p> <p>(2) 不得在高压线线路下施工。施工现场附近有电力架空线路时，施工中应设专人监护，确认钻机的安全距离。</p> <p>(3) 钻孔应连续作业。相邻桩之间净距小于5m时，邻桩混凝土强度达5MPa后，方可进行钻孔施工；或间隔钻孔施工。</p> <p>(4) 泥浆沉淀池周围应设防护栏杆和警示标志</p>
钢筋笼制作与安装	<p>(1) 加工成型的钢筋笼应水平放置，堆放场地平整、坚实。码放高度不得超过2m，码放层数不宜超过3层。</p> <p>(2) 钢筋笼吊装机械必须满足要求，并有一定的安全储备。分段制作的钢筋笼入孔后进行竖向连接时，起重机不得摘钩、松绳，严禁操作工离开驾驶室。骨架连接完成，经验收合格后，方可松绳、摘钩。</p> <p>(3) 在孔口焊接作业时，应在护筒外搭设焊接操作平台，且应牢固平整</p>

知识点三 人工挖孔桩

(1) 在特殊条件下需人工挖孔时，应根据设计文件、水文地质条件、现场状况，**编制专项施工方案**。

(2) **护壁结构应经计算确定**。

(3) 施工中应采取防坠落、坍塌、缺氧和有毒、有害气体中毒的措施。

(4) 每日开工前必须**检测井下的有毒有害气体**。桩孔开挖深度超过10m时，应有专门**向井下送风的设备**，风量不宜少于25L/s。

(5) 孔内必须设置**应急软爬梯**供人员上下；使用的电葫芦、吊笼等应安全可靠，并配有自动卡紧保险装置；电葫芦使用前必须检验其安全起吊能力。

(6) **孔口四周必须设置护栏**，护栏高度宜为0.8m；挖出的土石方应及时运离孔口，不得堆放在孔口周边1m范围内，机动车辆的通行不得对井壁的安全造成影响。

1K412023 墩台、盖梁施工技术



重力式桥墩



柱式桥墩

知识点一 现浇混凝土墩台、盖梁

(一) 重力式混凝土墩台施工

(1) 墩台混凝土浇筑前应对基础混凝土顶面做**凿毛**处理，**清除**锚筋**污锈**。(即：施工缝处理)

(2) 墩台混凝土宜水平分层浇筑，每层高度宜为**1.5 ~ 2m**。

(二) 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。

(4) **钢管**混凝土墩柱应采用**补偿收缩混凝土**，一次连续浇筑完成。钢管的焊制与防腐应符合设计要求或相关规范规定。

(5) 采用预制混凝土管做柱身外模时，预制管安装应符合下列要求：

1) 基础面宜采用凹槽接头，凹槽深度不得小于**50mm**。

2) 上下管节安装就位后，应采用四根竖方木对称设置在管柱四周并绑扎牢固，防止撞击错位。

3) 混凝土管柱外模应设斜撑，保证浇筑时的稳定。

4) 管节接缝应采用水泥砂浆等材料密封。

(三) 盖梁施工

(1) 在城镇交通繁华路段施工盖梁时，宜采用**整体组装模板**、**快装组合支架**，以**减少占路时间**。



整体组装模板



快速组合支架

(2) 盖梁为**悬臂梁**时，混凝土浇筑应从**悬臂端开始**；预应力钢筋混凝土盖梁拆除底模时间应符合设计要求；如设计无要求，孔道压浆强度应达到设计强度后，方可拆除底模板。

知识点二 重力式砌体墩台

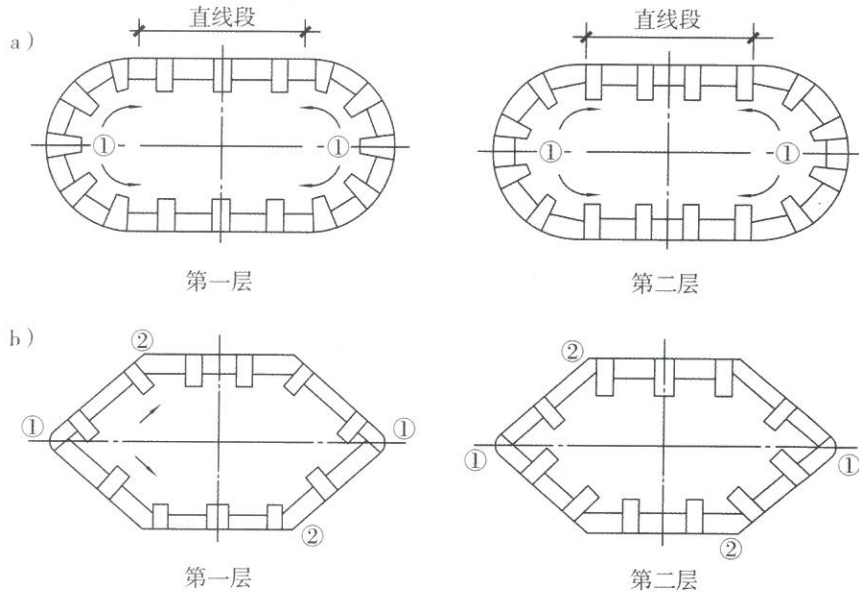
(1) 墩台砌筑前，应清理基础，保持洁净，并测量放线，设置线杆。

(2) 墩台砌体应采用**坐浆法**分层砌筑，**竖缝均应错开**，**不得贯通**。

(3) 砌筑**墩台镶面石**应从**曲线部分或角部开始**。

(4) 桥墩分水体镶面石的抗压强度不得低于设计要求。

(5) 砌筑的石料和混凝土预制块应清洗干净，保持湿润。



曲线部分或角部开始砌筑，上下层错缝

1K412030 城市桥梁上部结构施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市桥梁上部 结构施工	单选题	2	1	—	2	2
	多选题	—	2	—	2	—
	案例题	—	10	15	—	5
合计		2	13	15	4	7
平均考分		8.2				



框架梳理

城市桥梁上部结构施工

装配式梁（板） 施工技术	<ul style="list-style-type: none"> 架梁法：起重机、跨墩龙门吊、穿巷式架桥机 预制和存放：预制、移运和存放 梁板安装：吊运、简支梁板安装、简支变连续
现浇预应力连续梁 施工	<ul style="list-style-type: none"> 支（模）架法：支架法、移动模架法 悬臂浇筑法：挂篮设计与组装、浇筑段落、悬浇顺序、张拉及合龙、高程控制 箱梁浇筑施工质量检查与验收主控项目：①模板、支架和拱架；②支架浇筑；③悬臂浇筑
钢梁制作与安装	<ul style="list-style-type: none"> 钢梁制造：制作要求、文件提供 安装：方法选择、安装前检查、要点、现场涂装施工规定 质量验收主控项目：材料、连接、抗滑移系数、焊缝探伤检验、涂装检验
钢-混凝土结合梁施工	<ul style="list-style-type: none"> 施工：构成与适用条件、流程、技术要点
钢筋混凝土拱桥施工	<ul style="list-style-type: none"> 施工技术：拱桥类型、现浇拱桥施工、装配式桁架和刚构拱安装、钢管混凝土拱 钢管混凝土施工质量检查与验收：主控项目、钢管柱浇筑、钢管拱浇筑
斜拉桥施工	<ul style="list-style-type: none"> 组成：索塔、钢索和主梁 技术要点：索塔施工、主梁施工

1K412031 装配式梁（板）施工技术

知识点一 装配式梁（板）施工方案

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**；每种方法选择都应在充分调研和技术经济综合分析的基础上进行。



起重机架梁法



跨墩龙门吊架梁法



穿巷式架桥架梁法

知识点二 装配式梁（板）的预制和存放

（一）构件预制

（1）构件预制场的布置应满足预制、移运、存放及架设安装的施工作业要求；场地应平整、坚实。预制场地应根据地基及气候条件，设置必要的排水设施，并应采取有效措施防止场地沉陷。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**。预制台座应采用适宜的材料和方式制作，且应保证其坚固、稳定、不沉陷；当用于预制后张预应力混凝土梁、板时，宜对台座两端及适当范围内的地基进行特殊加固处理。

（3）预制台座的间距应能满足施工作业要求；台座表面应光滑、平整，在2m长度上平整度的允许偏差应不超过2mm，且应保证底座或底模的挠度不大于2mm。

（4）对预应力混凝土梁、板，应根据设计单位提供的理论拱度值，结合施工的实际情况，正确预计梁体拱度的变化情况，在预制台座上按梁、板构件跨度设置相应的预拱度。当后张预应力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。

（5）各种构件混凝土的浇筑的规定：

1) 腹板底部为扩大断面的T形梁，应**先浇筑扩大部分**并振实，**再浇筑其上部腹板**。

2) U形梁可上**下一次浇筑**或**分两次浇筑**。一次浇筑时，应先浇筑底板（同时腹板部位浇筑至底板承托顶面），待底板混凝土稍沉实后再浇筑腹板；**分两次浇筑时，先浇筑底板至底板承托顶面，按施工缝处理后，再浇筑腹板混凝土**。



底部扩大断面T梁



U型梁

3) 采用平卧重叠法支立模板、浇筑构件混凝土时，下层构件顶面应设临时**隔离层**；上层构件须待下层构件混凝土强度达到**5.0MPa**后方可浇筑。

（6）对**高宽比较大**的预应力混凝土**T形梁**和**I形梁**，应对称、均衡地施加预应力，并应采取有效措施防止梁体产生**侧向弯曲**。

（二）构件的场内移运和存放

（1）构件在**脱底模**、移运、吊装时，**混凝土的强度**不得低于设计强度的**75%**，后张预应力构件**孔道压浆强度**应符合设计要求或不低于设计强度的**75%**。

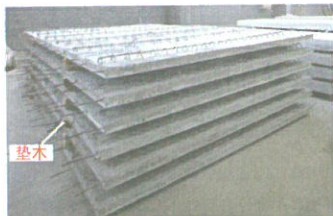
（2）存放台座应坚固稳定，且宜高出地面**200mm**以上。存放场地应有相应的防水排水设施，并应保证梁、板等构件在存放期间不致因支点沉陷而受到损坏。

（3）梁、板构件存放时，其**支点**应符合**设计规定**的位置，支点处应采用**垫木**和其他适宜的材料支承，**不得将构件直接支承在坚硬的存放台座上**；存放时混凝土养护期未满的，应继续洒水养护。

（4）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**。

(5) 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**;叠放高度宜按构件强度、台座地基承载力、垫木强度以及堆垛的稳定性等经计算确定。**大型构件宜为2层,不应超过3层;小型构件宜为6~10层。**

(6) 雨期和春季融冻期间,应采取有效措施防止因地面软化下沉导致构件断裂及损坏。



构件多层叠放

经典考题

- 【2007】关于先张法预应力空心板梁的场内移运和存放的说法错误的是()。
 - 移运时,混凝土强度不得低于设计强度的75%
 - 存放时,支点处应采用垫木支撑
 - 存放时间可长达3个月
 - 同长度的构件多层叠放时,上下层垫木在竖直面上适当错开
- 【1908】关于装配式预制混凝土梁存放的说法,正确的是()。
 - 预制梁可直接支承在混凝土存放台座上
 - 构件应按其安装的先后顺序编号存放
 - 多层叠放时,各层垫木的位置在竖直线上应错开
 - 预应力混凝土梁存放时间最长为6个月



参考答案&解析

1.D 【学天解析】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。

2.B 【学天解析】A错误,不得将构件直接支承在坚硬的存放台座上。C错误,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。D错误,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。

知识点三 装配式梁(板)的安装

(一) 吊运方案

(1) 吊运(吊装、运输)应编制**专项方案**,并按有关规定进行论证、批准。

(2) 吊运方案应对各受力部分的设备、杆件进行验算,特别是吊车等机具**安全性验算**,起吊过程中**构件内产生的应力验算**必须符合要求。梁长**25m**以上的预应力简支梁应验算**裸梁**的稳定性。

(3) 应按照起重吊装的有关规定,选择吊运工具、设备,确定吊车站位、运输路线与交通导行等具体措施。

锦囊妙记 市政公用工程中的吊运要点:

1. 吊机

(1) 基础承载力; (2) 起吊能力——强度、刚度、稳定性。

2. 被吊对象

(1) 起吊过程的内力; (2) 安全性、稳定性。

(二) 技术准备

(1) 按照有关规定进行技术及安全交底。

(2) 对操作人员进行培训和考核。

(3) 测量放线,给出高程线、结构中心线、边线,并加以清晰地标识。

(三) 构件的运输

(1) 板式构件运输时,宜采用特制的固定架稳定构件。**小型构件宜顺宽度方向侧立放置**,并应采取措施防止倾倒;如平放,在两端吊点处必须设置支搁方木。



固定架稳定构件



构件侧立放置

(2) 梁的运输应**顺高度方向竖立放置**,并应有防止倾倒的固定措施;装卸梁时,必须在支撑稳妥后,方可卸除吊钩。



顺高度方向竖立放置

(3) 采用平板拖车或超长拖车运输大型构件时,车长应能满足支点间的距离要求,支点处应设活动转盘防止搓伤构件混凝土;运输道路应平整,如有坑洼而高低不平时,应事先处理平整。

(4) 水上运输构件时,应有相应的封仓加固措施,并应根据天气状况安排装卸与运输作业时间,同时应满足水上(海上)作业的相关安全规定。

(四) 简支梁、板安装

(1) 安装构件前必须检查构件外形及其预埋件尺寸和位置,其偏差不应超过设计或规范允许值。

(2) 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%**。后张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。



构件移运



构件堆放

(3) 安装构件前，支承结构（墩台、盖梁等）的强度应符合设计要求，支承结构和预埋件的尺寸、标高及平面位置应符合设计要求且验收合格。桥梁支座的安装质量应符合要求，其规格、位置及标高应准确无误。墩台、盖梁、支座顶面清扫干净。

(4) 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，应将起重小车置于对稳定最有利的位置，且抗倾覆系数应不小于**1.5**。

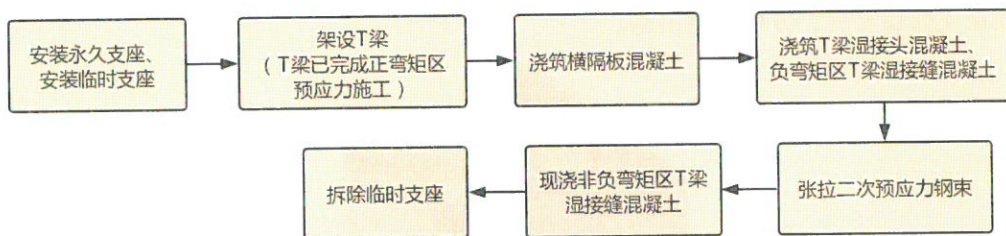
(5) 梁、板安装施工期间及架桥机移动过孔时，严禁行人、车辆和船舶在作业区域的桥下通行。

(6) 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。**

(7) 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。**

(8) 对弯、坡、斜桥的梁，其安装的平面位置、高程及几何线形应符合设计要求。

(五) 先简支后连续梁的安装



湿接头混凝土浇筑

(1) 临时支座顶面的相对高差不应大于**2mm**。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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**。

(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。

(6) 仅为桥面连续的梁、板，应按设计要求进行施工。



湿接头（在桥墩上）、湿接缝（平行于行车方向）

1K412032 现浇预应力（钢筋）混凝土连续梁施工技术

知识点一 支（模）架法

（一）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，宜采取措施**消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形**。

（4）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**。

（5）**支架基础周围**应有良好的**排水措施**，**不得被水浸泡**。

（6）浇筑混凝土时应采取措施，避免支架产生不均匀沉降。

（二）移动模架上浇筑预应力混凝土连续梁

（1）浇筑分段工作缝，必须设在**弯矩零点**附近。

（简支梁弯矩零点在墩顶处，连续梁弯矩零点在跨中1/5附近。）

（2）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。



支架预压



移动模架浇筑

锦囊妙记 模架移动程序包括：

脱模、解拆模板→主桁梁前进→导梁前进→导梁及模板就位。

经典考题

1. 【1707】浇筑分段工作缝，必须设在（ ）零点附近。

A.拉力

B.弯矩

C.扭矩

D.剪力



参考答案&解析

1.B 【学天解析】浇筑分段工作缝，必须设在弯矩零点附近。

知识点二 悬臂浇筑法



悬臂浇筑法



挂篮载重试验

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。

锦囊妙记 工序归纳：

①绑扎钢筋→②立模→③浇筑混凝土→④施加预应力→⑤挂篮对称前移→⑥进入下一节段。

(一) 挂篮设计与组装

(1) 挂篮结构主要设计参数应符合下列规定：

- 1) 挂篮质量与梁段混凝土的质量比值控制在0.3~0.5，特殊情况下不得超过0.7。
- 2) 允许最大变形（包括吊带变形的总和）为20mm。
- 3) 施工、行走时的抗倾覆安全系数不得小于2。
- 4) 自锚固系统的安全系数不得小于2。
- 5) 斜拉水平限位系统和上水平限位安全系数不得小于2。

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

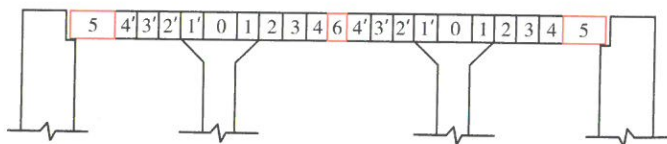
(二) 浇筑段落

悬浇梁体一般应分四大部分浇筑：

- (1) 墩顶梁段（0号块）。
- (2) 墩顶梁段（0号块）两侧对称悬浇梁段。
- (3) 边孔支架现浇梁段。
- (4) 主梁跨中合龙段。

(三) 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。



悬臂浇筑顺序（先0号块，再1、2、3、4对称施工，边跨合龙5，中跨合龙6）

托架、膺架应经过设计，计算其弹性及非弹性变形。

在梁段混凝土浇筑前，应对挂篮（托架或膺架）、模板、预应力筋管道、钢筋、预埋件、混凝土材料、配合比、机械设备、混凝土接缝处理等情况进行全面检查，经有关方签认后方准浇筑。

悬臂浇筑混凝土时，宜从悬臂前端开始，最后与前段混凝土连接。

桥墩两侧梁段悬臂施工应对称、平衡，平衡偏差不得大于设计要求。



0号块段施工



悬臂浇筑
(箭头指向为混凝土浇筑方向)



合龙段浇筑

(四) 张拉及合龙

(1) 预应力混凝土连续梁悬臂浇筑施工中，顶板、腹板纵向预应力筋的张拉顺序一般为上下、左右对称张拉，设计有要求时按设计要求施做。（同常规梁的纵向预应力筋张拉）

(2) 预应力混凝土连续梁合龙顺序一般是先边跨、后次跨、最后中跨。（由边到中）

(3) 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。



桥墩临时固结



预加压重

- 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。

(五) 高程控制

预应力混凝土连续梁，悬臂浇筑段前端底板和桥面标高的确定是连续梁施工的关键问题之一，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。

因此，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。

经典考题

1. 【2019年案例4.2-4.3】背景资料（局部）

……项目部编制的施工方案有如下内容：

(1) 根据主桥结构特点及河道通航要求，拟定主桥上部结构的施工方案，为满足施工进度计划要求，施工时将主桥上部结构划分成①、②、③等施工区段，其中，施工区段①的长度为14m，施工区段②每段施工长度为4m，采用同步对称施工原则组织施工，主桥上部结构施工区段划分如图4所示。

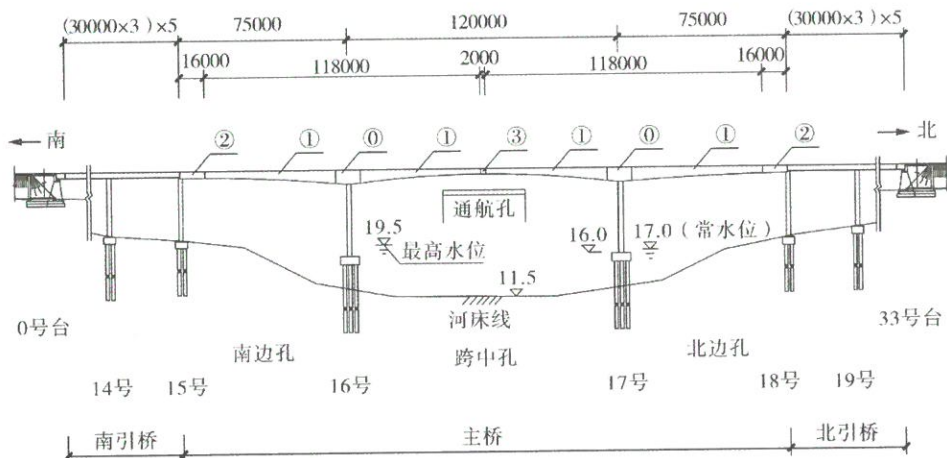


图4 桥梁立面布置及主桥上部结构施工区段划分示意图
(高程单位: m; 尺寸单位: mm)

【问题】一、施工方案(1)中，分别写出主桥上部结构连续刚构及施工区段②最适宜的施工方法；列式计算主桥16号墩上部结构的施工次数(施工区段③除外)。

二、结合图4及施工方案(1)，指出主桥“南边孔、跨中孔、北边孔”先后合龙的顺序(用“南边孔、跨中孔、北边孔”及箭头“→”作答；当同时施工时，请将相应名称并列排列)；指出施工区段③的施工时间应选择一天中的什么时候进行？

2.【1723】悬臂浇筑法施工连续梁合龙段时,应符合的规定有()。

- A.合龙前,应在两端悬臂预加压重,直至施工完成后撤除
- B.合龙前,应将合龙跨一侧墩的临时锚固放松
- C.合龙段的混凝土强度提高一级的主要目的是尽早施加预应力
- D.合龙段的长度可为2m
- E.合龙段应在一天中气温最高时进行

3.【1607】关于桥梁悬臂浇筑法施工的说法,错误的是()。

- A.浇筑混凝土时,宜从与前段混凝土连接端开始,最后结束于悬臂前端
- B.中跨合龙段应最后浇筑,混凝土强度宜提高一级
- C.桥墩两侧梁段悬臂施工应对称进行
- D.连续梁的梁跨体系转换应在解除各墩临时固结后进行



参考答案&解析

1.【参考答案】

一、(1)主桥上部结构最适宜的施工方法:悬臂浇筑法(或挂篮施工法)。

(2)施工区段②最适宜的施工方法:支架法。

(3)主桥16号墩上部结构施工区段的施工次数:

单幅:(118-14)/4/2(悬臂施工)+1(①施工)+1(②施工)=13+2=15次。

双幅:15次×2幅=30次。

二、(1)主桥合龙的顺序:南边孔、北边孔→跨中孔。

(2)施工区段③的施工时间:一天中气温最低时段进行。

2.BCD 【学天解析】选项A表述错误,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(不是到施工完成后撤除),以使悬臂端挠度保持稳定。选项E表述错误,合龙段宜在一天中气温最低时进行(不是气温最高时)。

3.A 【学天解析】选项A有误,悬臂浇筑混凝土,宜从悬臂前端开始,最后与前段混凝土连接。

1K420105 箱梁混凝土浇筑施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

知识点一 模板、支架和拱架

类别	内容
主控项目	模板、支架和拱架 制作及安装 应符合施工设计图(施工方案)的规定,且 稳固牢靠,接缝严密,立柱基础有足够的支撑面和排水、防冻融措施 。 检查数量:全数检查。 检验方法:观察和用 钢尺量

知识点二 支架上浇筑箱梁

类别	内容
主控项目	结构表面 不得出现超过设计规定的受力裂缝 。 检查数量：全数检查。 检验方法：观察或用读数放大镜观测

知识点三 悬臂浇筑

类别	内容
主控项目	(1) 悬臂浇筑必须 对称 进行，桥墩两侧平衡偏差不得大于设计规定， 轴线挠度 必须在设计规定范围内。 检查数量：全数检查。 检验方法：检查监控量测记录。 (2) 梁体表面不得出现超过设计规定的 受力裂缝 。 检查数量：全数检查。 检验方法：观察或用读数放大镜观测。 (3) 悬臂合龙时， 两侧梁体的高差 必须在设计规定允许范围内。 检查数量：全数检查。 检验方法：用水准仪测量，检查测量记录

锦囊妙记 以上主控项目的检查数量均为“全数检查”。

经典考题

1. 【1818】下列质量检验项目中，属于悬臂预应力混凝土连续梁浇筑质量检验主控项目的是（ ）。
- A. 悬臂合龙时两侧梁体的高差 B. 轴线偏位
C. 顶面高程 D. 断面尺寸



参考答案&解析

- 1.A 【学天解析】详见知识点三。

1K412033 钢梁制作与安装要求

知识点一 钢梁制造

- (1) 钢梁制作基本要求
- 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**。
- 4) 钢梁出厂前必须进行**试拼装**，并应按设计和有关规范的要求验收。
- 5) 钢梁出厂前，安装企业应对钢梁质量和应交付的文件进行验收，确认合格。

(2) 钢梁制造企业应向安装企业提供下列文件：

- 1) 产品**合格证**；
- 2) 钢材和其他材料**质量证明书**和**检验报告**；
- 3) **施工图**，拼装**简图**；
- 4) 工厂高强度**螺栓**摩擦面抗滑移系数试验报告；
- 5) **焊缝无损检验报告**和焊缝**重大修补记录**；
- 6) 产品**试板**的试验报告；
- 7) 工厂**试拼装**记录；
- 8) 杆件发运和包装**清单**。

锦囊妙记 “三证”+“两图”+螺栓+焊接+试板+试拼装+清单。

知识点二 钢梁安装

(一) 安装方法选择

(1) 城区内常用安装方法：自行式吊机整孔架设法、门架吊机整孔架设法、支架架设法、缆索吊机拼装架设法、悬臂拼装架设法、拖拉架设法等。



自行式吊机整孔架设法



门架吊机整孔架设法



支架架设法



缆索吊机拼装架设法



悬臂拼装架设法



拖拉架设法

(2) 钢梁工地安装，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。

(二) 安装前检查

(1) 钢梁安装前应对临时支架、支承、吊机等临时结构和钢梁结构本身在不同受力状态下的**强度**、**刚度**及**稳定性**进行验算。

(2) 应对桥台、墩顶顶面高程、中线及各孔跨径进行复测，误差在允许偏差范围内方可安装。

(3) 应按照构件明细表，核对进场的构件、零件，查验产品出厂合格证及钢材的质量证明书。

(4) 对杆件进行全面质量检查, 对装运过程中产生缺陷和变形的杆件, 应进行矫正。

(三) 安装要点

(1) 吊装杆件时, 必须等杆件**完全固定**后方可摘除吊钩。

(2) 钢梁安装过程中, **每完成一节段**应测量其**位置、标高和预拱度**, 不符合要求应及时校正。

(3) 钢梁杆件工地焊缝连接, 应按设计的顺序进行。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) 钢梁采用高强螺栓连接前, 应**复验摩擦面的抗滑移系数**。高强螺栓连接前, 应按出厂批号, 每批抽验不小于**8套**扭矩系数。高强螺栓穿入孔内应顺畅, **不得强行敲入**。**穿入方向应全桥一致**。施拧顺序为**从板束刚度大、缝隙大处开始**, 由**中央向外**拧紧, 并应在**当天终拧完毕**。施拧时, **不得采用冲击拧紧和间断拧紧**。

(四) 现场涂装施工规定

(1) 防腐涂料应有良好的附着性、耐蚀性, 其底漆应具有良好的封孔性能。

(2) 上翼缘板顶面和剪力连接器均**不得涂装**, 在安装前应进行除锈、防腐蚀处理。

(3) 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**。涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料说明书的规定。当产品说明书无规定时, 环境温度宜在5~38℃, 相对湿度不得大于85%; 当相对湿度大于75%时应在4h内涂完。

(4) 当规定层数达不到最小干漆膜总厚度时, 应增加涂层层数。

(5) 涂装应在天气晴朗、4级(不含)以下风力时进行, 夏季应避免阳光直射。涂装时构件表面不应有结露, 涂装后**4h内**应采取**防护措施**。

经典考题

1. 【2008】钢梁制造企业应向安装企业提供的相关文件中, 不包括()。

- A. 产品合格证
- B. 钢梁制造环境的温度、湿度记录
- C. 钢材检验报告
- D. 工厂试拼记录

2. 【2018年案例4.6】

【问题】目前城区内钢梁安装的常用方法有哪些?

3. 【1608】关于钢梁施工的说法, 正确的是()。

- A. 人行天桥钢梁出厂前可不进行试拼装
- B. 多节段钢梁安装时, 应全部节段安装完成后再测量其位置, 标高和预拱度
- C. 施拧钢梁高强螺栓时候, 最后应采用木棍敲击拧紧
- D. 钢梁顶板的受压横向对接焊缝应全部进行超声波探伤检验



参考答案&解析

1.B 【学天解析】钢梁制造企业应向安装企业提供下列文件: (1) 产品合格证; (2) 钢材和其他材料质量证明书和检验报告; (3) 施工图, 拼装简图; (4) 工厂高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验报告, (5) 焊缝无损检验报告和焊缝重大修补记录;

(6) 产品试板的试验报告; (7) 工厂试拼装记录; (8) 杆件发运和包装清单。

2. 【参考答案】城区内常用钢梁安装方法: 自行式吊机整孔架设法、门架吊机整孔架设法、支架架设法、缆索吊机拼装架设法、悬臂拼装架设法、拖拉架设法等。

3.D 【学天解析】A有误, 钢梁出厂前必须进行试拼装, 并按设计和有关规范的要求验收。B有误, 钢梁安装过程中, 每完成一节段应测量其位置、标高和预拱度, 不符合要求应及时校正。C有误, 高强度螺栓穿入孔内应顺畅, 不得强行敲入。穿入方向应全桥一致, 从板束刚度大、缝隙大处开始, 由中央向外拧紧, 应当天终拧完毕。不得采用冲击拧紧和间断拧紧。

知识点三 制作安装质量验收主控项目

- (1) 钢材、焊接材料、涂装材料应符合国家现行标准规定和设计要求。
- (2) 高强度螺栓连接副等紧固件及其连接应符合国家现行标准规定和设计要求。
- (3) 高强螺栓的栓接板面(摩擦面)除锈处理后的抗滑移系数应符合设计要求。
- (4) 焊缝探伤检验应符合设计要求规定。
- (5) 涂装检验应符合规定。

1K412034 钢-混凝土结合梁施工技术

知识点一 钢-混凝土结合梁施工

(一) 构成与适用条件

(1) 钢-混凝土结合梁一般由**钢梁**和**钢筋混凝土桥面板**两部分组成:

- 1) 钢梁上浇筑预应力钢筋混凝土, 形成钢筋混凝土桥面板。
- 2) 在钢梁与钢筋混凝土面层之间设**传剪器(剪力钉)**, 二者共同工作。对于连续梁, 可在负弯矩区施加预应力或通过“强迫位移法”调整负弯矩区内力。

(2) 钢-混凝土结(组)合梁结构适用于城市**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。

(二) 基本工艺流程

钢梁预制并焊接**传剪器**→架设钢梁→安装横梁(横隔梁)及小纵梁(有时不设小纵梁)→安装预制混凝土板并浇筑接缝混凝土或支搭现浇混凝土桥面板的模板并铺设钢筋→现浇混凝土→养护→张拉预应力束→拆除临时支架或设施。

(三) 施工技术要点

(1) 钢主梁架设和混凝土浇筑前, 应按设计要求或施工方案设置施工支架。**施工支架**设计验算除应考虑**钢梁拼接荷载**外, 应同时计入**混凝土结构和施工荷载**。

(2) 混凝土浇筑前, 应对钢主梁的安装**位置、高程、纵横向连接及施工支架**进行检查验收, 各项均应达到设计要求或施工方案要求。钢梁顶面**传剪器焊接**经检验合格后, 方可浇筑混凝土。

(3) 现浇混凝土结构宜采用**缓凝、早强、补偿收缩性**混凝土。

(4) 混凝土桥面结构应**全断面连续浇筑**, 浇筑顺序:**顺桥向**应自**跨中**开始**向支点**

处交汇，或由一端开始浇筑；横桥向应先从中间开始向两侧扩展。

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

(6) 设有施工支架时，必须待混凝土强度达到设计要求且预应力张拉完成后，方可卸落施工支架。

经典考题

1. 【1925】关于钢-混凝土结合梁施工技术的说法，正确的有（ ）。

- A. 一般由钢梁和钢筋混凝土桥面板两部分组成
- B. 在钢梁与钢筋混凝土梁之间设传剪器的作用是使二者共同工作
- C. 适用于城市大跨径桥梁
- D. 桥面混凝土浇筑应分车道分段施工
- E. 浇筑混凝土桥面时，横桥向应由两侧向中间合龙



参考答案&解析

1.ABC 【学天解析】详情见知识点一、钢-混凝土结合梁施工。

1K412035 钢筋（管）混凝土拱桥施工技术

知识点一 拱桥的类型与施工方法

（一）主要类型

按拱圈混凝土浇筑的方式分为现浇混凝土拱和预制混凝土拱再拼装。

（二）主要施工方法

(1) 按拱圈施工的拱架（支撑方式）可分为支架法、少支架法和无支架法；其中无支架施工包括缆索吊装、转体安装、劲性骨架、悬臂浇筑和悬臂安装以及由以上一种或几种施工组合的方法。

(2) 选用施工方法应根据拱桥的跨度、结构形式、现场施工条件、施工水平等因素，并经方案的技术经济比较确定合理的施工方法。

知识点二 现浇拱桥施工

（一）一般规定

(1) 装配式拱桥构件在吊装时，混凝土的强度不得低于设计要求；设计无要求时，不得低于设计强度值的75%。

(2) 拱圈（拱肋）放样时应按设计要求设预加拱度。

(3) 拱圈（拱肋）封拱合龙温度应符合设计要求，当设计无要求时，宜在当地年

平均温度或 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 时进行。

(二) 在拱架上浇筑混凝土拱圈

(1) 跨径小于 16m 的拱圈或拱肋混凝土, 应按拱圈全宽从两端拱脚向拱顶对称、连续浇筑, 并在拱脚混凝土初凝前全部完成。不能完成时, 则应在拱脚预留一个隔缝, 最后浇筑隔缝混凝土。

(2) 跨径大于或等于 16m 的拱圈或拱肋, 宜分段浇筑。分段位置, 拱式拱架宜设置在拱架受力反弯点、拱架节点、拱顶及拱脚处; 满布式拱架宜设置在拱顶、 $1/4$ 跨径、拱脚及拱架节点等处。各段的接缝面应与拱轴线垂直, 各分段点应预留间隔槽, 其宽度宜为 $0.5 \sim 1\text{m}$ 。当预计拱架变形较小时, 可减少或不设间隔槽, 应采取分段间隔浇筑。

(3) 分段浇筑程序应符合设计要求, 应对称于拱顶进行。各分段内的混凝土应一次连续浇筑完毕, 因故中断时, 应将施工缝凿成垂直于拱轴线的平面或台阶式接合面。

(4) 间隔槽混凝土浇筑应由拱脚向拱顶对称进行; 应待拱圈混凝土分段浇筑完成且度达到 75% 设计强度且接合面按施工缝处理后再进行。

(5) 分段浇筑钢筋混凝土拱圈(拱肋)时, 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, 并应在浇筑间隔槽混凝土时焊接。

(6) 浇筑大跨径拱圈(拱肋)混凝土时, 宜采用分环(层)分段方法浇筑, 也可纵向分幅浇筑, 中幅先行浇筑合龙, 达到设计要求后, 再横向对称浇筑合龙其他幅。

(7) 拱圈(拱肋)封拱合龙时混凝土强度应符合设计要求, 设计无要求时, 各段混凝土强度应达到设计强度的 75% ; 当封拱合龙前用千斤顶施加压力的方法调整拱圈应力时, 拱圈(包括已浇间隔槽)的混凝土强度应达到设计强度。

知识点三 装配式桁架拱和刚构拱安装

(一) 安装程序

在墩台上安装预制的桁架(刚架)拱片, 同时安装横向联系构件, 在组合的桁架拱(刚构拱)上铺装预制的桥面板。

(二) 安装技术要点

(1) 装配式桁架拱、刚构拱采用卧式预制拱片时, 为防止拱片在起吊过程中产生扭折, 起吊时必须将全片水平吊起后, 再悬空翻身竖立。在拱片悬空翻身整个过程中, 各吊点受力应均匀, 并始终保持在同一平面内, 不得扭转。

(2) 大跨径桁式组合拱, 拱顶湿接头混凝土, 宜采用较构件混凝土强度高一级的早强混凝土。

(3) 安装过程中应采用全站仪, 对拱肋、拱圈的挠度和横向位移、混凝土裂缝、墩台变位、安装设施的变形和变位等项目进行观测。

(4) 拱肋吊装定位合龙时, 应进行接头高程和轴线位置的观测, 以控制、调整其拱轴线, 使之符合设计要求。拱肋松索成拱以后, 从拱上施工加载起, 一直到拱上建筑完成, 应随时对 $1/4$ 跨、 $1/8$ 跨及拱顶各点进行挠度和横向位移的观测。

(5) 大跨度拱桥施工观测和控制宜在每天气温、日照变化不大的时候进行, 尽量减少温度变化等不利因素的影响。

知识点四 钢管混凝土拱

(1) 钢管拱肋制作应符合下列规定:

1) 弯管宜采用**加热顶压**方式, 加热温度不得超过800℃。

2) 拱肋节段**焊接强度不应低于母材强度**。**所有焊缝**均应进行**外观检查**; 对接焊缝应**100%**进行**超声波探伤**, 其质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

3) 在钢管拱肋上应设置混凝土**压注孔**、**倒流截止阀**、**排气孔**及**扣点**、**吊点节点板**。

(2) 钢管拱肋安装应符合下列规定:

1) **钢管拱肋成拱过程中**, 应**同时安装横向连系**, 未安装连系的不得多于一个节段, 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。

1K420104 钢管混凝土浇筑施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

城市桥梁施工中常见的钢管混凝土结构有**钢管柱**和**钢管拱**。

知识点一 钢管混凝土施工质量控制

(一) 质量标准

(1) 钢管(钢管柱和钢管拱)内混凝土浇筑的**施工质量**是验收主控项目。

(2) 钢管内混凝土应饱满, 管壁与混凝土紧密结合, 混凝土强度应符合设计要求。

(3) 检验方法:

观察出浆孔混凝土溢出情况, 检查**超声波检测报告**, 检查混凝土试件试验报告。

(二) 基本规定

(1) 钢管上应设置混凝土**压注孔**、**倒流截止阀**、**排气孔**等。

(2) 钢管混凝土应具有**低泡**、**大流动性**、**补偿收缩**、**延缓初凝**和**早强**的性能。

(3) 混凝土浇筑泵送顺序应按**设计要求进行**, 宜**先钢管后腹箱**。

(4) 钢管混凝土的质量检测应以**超声波检测为主**, **人工敲击为辅**。

知识点二 钢管柱混凝土浇筑

(1) 混凝土宜**连续浇筑**, 一次完成。

(2) 终凝后应**清除**钢管柱内上部混凝土**浮浆**, 然后焊接临时端口。

知识点三 钢管拱混凝土浇筑

(1) 应采用泵送顶升压注施工, 由两**拱脚至拱顶**对称均衡地**连续压注一次**完成。

(2) 钢管混凝土的泵送顺序宜**先钢管后腹箱**。

经典考题

- 1.【1918】下列混凝土性能中,不适宜用于钢管混凝土拱的是()。
- A.早强
B.补偿收缩
C.缓凝
D.干硬性



参考答案&解析

1.D 【学天解析】钢管混凝土应具有低泡、大流动性、补偿收缩、延缓初凝和早强的性能。

1K412036 斜拉桥施工技术

知识点一 斜拉桥组成

斜拉桥有**索塔**、**钢索**和**主梁**组成。



斜拉桥

知识点二 施工技术要点

(1) 索塔施工的技术要求和注意事项:

索塔横梁施工时应根据其结构、重量及支撑高度,设置可靠的模板和支撑系统。要考虑弹性和非弹性变形、支承下沉、温差及日照的影响,必要时,应设支承千斤顶调控。体积过大的横梁可分两次浇筑。

(2) 主梁施工的技术要求和注意事项:

施工方法与梁式桥基本相同,大体上可分为**顶推法**、**平转法**、**支架法**和**悬臂法**;悬臂法分**悬臂浇筑法**和**悬臂拼装法**。由于悬臂法适用范围较广而成为斜拉桥主梁施工最常用的方法。



顶推法



平转法



支架法



悬臂法

知识点三 斜拉桥施工监测

(1) 施工监测目的与监测对象:

1) 施工过程中, 必须对主梁各个施工阶段的**拉索索力**、**主梁标高**、**塔梁内力**以及**索塔位移量**等进行监测。

2) 监测数据应及时将有关数据**反馈给设计等单位**, 以便分析确定下一施工阶段的拉索张拉量值和主梁线形、高程及索塔位移控制量值等, 直至合龙。

(2) 施工监测主要内容:

1) **变形**: 主梁线形、高程、轴线偏差、索塔的水平位移;

2) **应力**: 拉索索力、支座反力以及梁、塔应力在施工过程中的变化;

3) **温度**: 温度场及指定测量时间塔、梁、索的变化。

1K420164 旧桥拆除施工安全措施 (考试用书第2章)

知识点一 桥梁拆除施工

(一) 安全施工管理

1. 机械拆除

采用**双机抬吊作业**时, 应选用起重**性能相似**的起重机, 每台起重机载荷不得超过允许载荷的**80%**, 且应对第一吊进行**试吊**作业, 施工中必须保持两台起重机**同步**作业。在吊装过程中, 两台起重机的吊钩滑轮组应保持**垂直**状态。

2. 爆破拆除

购买炸药、运输炸药、储存炸药、使用炸药均应有相应证书。

(二) 安全技术管理

施工现场应建立健全动火管理制度。施工作业动火时, 必须履行动火审批手续, 领取动火证后, 方可在指定时间、地点作业。作业时应配备专人监护, 作业后必须确认无火源危险后方可离开作业地点。

1K412040 管涵和箱涵施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
管涵和箱涵施工	单选题	—	—	—	—	—
	多选题	—	—	—	—	—
	案例题	—	—	—	—	—
合计		—	—	—	—	—
平均考分		0				



框架梳理

管涵施工技术

01

1. 管涵施工技术要点
2. 拱形涵、盖板涵施工技术要点

箱涵顶进施工技术

02

1. 工艺流程与施工技术要点：工艺流程、顶进前检查、顶进启动、顶进挖土、顶进作业、监控与检查
2. 季节性施工：避开雨期、地面排水、放缓边坡、作业棚
3. 施工安全措施：① 铁道线路加固、路基加固、管线迁移和保护；② 施工区域安全、施工作业安全

1K412041 管涵施工技术



管涵



盖板涵

锦囊妙记 小型断面涵洞：通常用作排水，一般采用管涵形式，统称为管涵。
大断面涵洞：分为拱形涵、盖板涵、箱涵，用作人行通道或车行道。

知识点一 管涵施工技术要点

(1) 当管涵为无混凝土(或砌体)基础、管体直接设置在天然地基上时,应按要求将管底土层夯压密实,并做成与管身弧度密贴的弧形管座,安装管节时应注意保持完整。管底土层承载力不符合设计要求时,应按规范要求进行处理、加固。

(2) 管涵的**沉降缝应设在管节接缝处**。

知识点二 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) 涵洞地基承载力必须符合设计要求,并应经检验确认合格。

(3) 拱圈和拱上端墙应由**两侧向中间同时、对称施工**。

(4) 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**。

(5) 伸缩缝、沉降缝止水带安装应位置准确、牢固,缝宽及填缝材料应符合要求。

锦囊妙记 所有埋地构筑物的开挖/回填均应:分层;对称;高差不超过规定的限值。

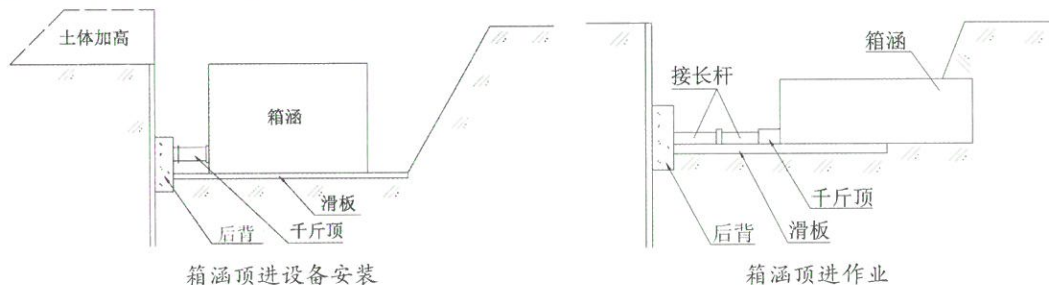
1K412042 箱涵顶进施工技术

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(∵**对上面交通影响小**)。

知识点一 箱涵顶进工艺流程与施工技术要点

(一) 工艺流程(注重理解)

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。



（二）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。

（**市政公用工程施工降水，均要降低到基底垫层以下0.5m方可施工，且应连续降水。**）

（三）箱涵顶进启动

（1）启动时，现场必须有**主管施工技术人员**专人统一指挥。

（2）液压泵站应空转一段时间，检查系统、电源、仪表无异常情况**后**试顶。

（3）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。

（4）每当油压升高**5~10MPa**时，需停泵观察，应严密监控顶镐、顶柱、后背、滑板、箱涵结构等部位的变形情况，如发现异常情况，立即停止顶进；找出原因采取措施解决后方可重新加压顶进。

（5）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；找出原因采取措施解决后方可重新加压顶进。

（6）箱涵启动后，应立即检查**后背、工作坑周围土体**稳定情况，无异常情况，方可继续顶进。



箱涵顶进挖土



箱涵顶进

（四）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。顶板切土，侧墙刃脚切土及底板前清土须由人工配合。挖土顶进应**三班连续作业，不得间断**。

（2）**两侧应欠挖50mm**，钢刃脚切土顶进。

（3）**列车通过时严禁继续挖土，人员应撤离挖面**。当挖土或顶进过程中发生塌方，影响行车安全时，应迅速组织抢修加固，做出有效防护。

（4）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。

（五）顶进作业

（1）**挖运土方与顶进作业循环交替进行**。

（2）桥涵身每前进一顶程，应观测**轴线和高程**，发现偏差及时纠正。

(3) 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, 不宜对箱涵作较大的轴线、高程调整动作。

(六) 监控与检查

(1) 箱涵顶进前, 应对箱涵原始(预制)位置的里程、轴线及高程测定原始数据并记录。顶进过程中, 每一顶程要观测并记录各观测点**左、右偏差值; 高程偏差值和顶程及总进尺**。观测结果要及时报告现场指挥人员, 用于控制和校正。

(2) 箱涵自启动起, 对顶进全过程的每一个顶程都应详细记录千斤顶开动数量、位置, 油泵压力表读数、总顶力及着力点。如出现异常应立即停止顶进, 检查分析原因, 采取措施处理后方可继续顶进。

(3) 箱涵顶进过程中, **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**, 展图, 分析结构竖向变形。对中边墙应测定**竖向弯曲**, 当底板侧墙出现较大变位及转角时应及时分析研究采取措施。

(4) 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。

知识点二 季节性施工技术措施

(1) 箱涵顶进应**尽可能避开雨期**。需在雨期施工时, 应在汛期之前对拟穿越的路基、工作坑边坡等采取切实有效的防护措施。

(2) 雨期施工时应做好**地面排水**, 工作坑周边应采取**挡水围堰、排水截水沟**等防止地面水流入工作坑的技术措施。

(3) 雨期施工开挖工作坑(槽)时, 应注意保持边坡稳定。必要时可适当**放缓边坡坡度或设置支撑**; 并经常对边坡、支撑进行检查, 发现问题要及时处理。

(4) 冬雨期现浇箱涵场地上空宜搭设固定或活动的**作业棚**, 以免受天气影响。

(5) 冬雨期施工应确保混凝土入模温度满足规范规定或设计要求。

锦囊妙记 市政公用工程中, 雨期施工的通用措施:

- ①防汛组织;
- ②雨期施工方案;
- ③工序衔接紧密, 快速施工(所有季节性施工通用);
- ④防雨棚、防淹(汛)墙、截水沟; 降、排水设备; 应急供电设备。

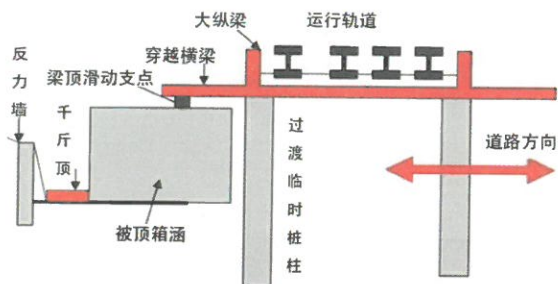
1K420163 箱涵顶进施工安全措施(考试用书第2章)

知识点一 施工安全保护

(一) 铁道线路加固方法与措施

(1) **小型箱涵**, 可采用**调轨梁或轨束梁**的加固法。

(2) 大型即跨径较大的箱涵, 可用**横梁加盖、纵横梁加固、工字轨束梁或钢板脱壳法**。



纵横梁加固

(3) 在土质条件差、地基承载力低、开挖面土壤含水量高、铁路列车**不允许限速**的情况下，可采用**低高度施工便梁**方法。

(二) 路基加固方法与措施

(1) **水平方向**：采用**管棚超前支护**和**水平旋喷桩超前支护**方法，控制路基变形在安全范围内。

(2) **垂直方向**：采用**地面深层注浆加固**方法，提高施工断面上方的土体稳定性。

(三) 管线迁移和保护措施

(1) 施工影响区的重要管线（水、气、电）应尽可能采取迁移措施。

(2) 无法迁移的管线应采取有效的保护措施。

(3) 编制应急措施，并备有相应的抢险人员、物质和设备。

知识点二 施工安全保护措施

(一) 施工区域安全措施

(1) **限制**铁路列车通过施工区域的**速度**，限制或疏导路面交通。

(2) 设置施工警戒区域**护栏**和**警示装置**，**设置专人值守**。

(3) 加强施工过程的地面、地上**构筑物**、地下**管线**的安全**监测**，及时反馈、指导施工。

(二) 施工作业安全措施

(1) 施工现场（工作坑、顶进作业区）及路基附近不得积水浸泡。

(2) 应按规定设立施工现场围挡，有明显的警示标志，隔离施工现场和社会活动区，实行封闭管理，严禁非施工人员入内。

(3) 在列车运行间隙或避开交通高峰期开挖和顶进；**列车通过时**，**严禁挖土作业**，人员应撤离开挖面。

(4) 箱涵顶进过程中，任何人**不得在顶铁、顶柱布置区内停留**。

(5) 箱涵顶进过程中，当液压系统发生故障时，**严禁在工作状态下检查和调整**。

(6) 现场施工必须设**专人统一指挥和调度**。

锦囊妙记 箱涵顶进“施工安全保护措施”的归纳：

封闭管理 + 周边环境；

车通过：禁挖土 + 人撤离 + 车限速；

险处不待 + 工时不修。

1K413000 城市轨道交通工程



本节考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市轨道交通工程	城市轨道交通工程结构与特点	2	6	1	—	—
	明挖基坑施工	9	13	21	8	6
	盾构法施工	1	3	—	1	2
	喷锚暗挖（矿山）法施工	—	1	—	5	5

从历年考题分值分布情况看，本节近五年平均分为16.8分。其中第二目“明挖基坑施工”重点在案例考查，几乎年年考，尤其是深基坑。其余目以选择题考查为主。个别知识点如盾构法施工现场平面布置、小导管施工偶尔考查案例。

基坑的学习要以理解为前提，注重不同围护结构的适用条件，熟悉外部环境的变化对基坑带来的影响。

基坑开挖过程中容易出现坍塌、淹没、变形过大等风险因素，分别采取什么措施进行处理需要熟练掌握。

由于管道基槽开挖、水池基槽开挖、桥墩基槽开挖均涉及到基坑，所以，该部分内容是全书的一个通用知识点。

1K413010 城市轨道交通工程结构与特点



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市轨道交通工程 结构与特点	单选题	—	—	1	—	—
	多选题	2	2	—	—	—
	案例题	—	4	—	—	—
合计		2	6	1	—	—
平均考分		1.8				



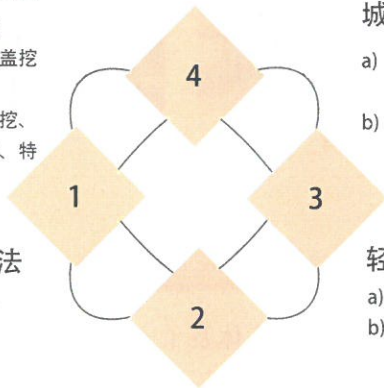
框架梳理

地铁车站结构与施工方法

- 车站结构组成：站台分类、构造组成
- 不同施工方法与车站结构：明挖法、盖挖法、喷锚暗挖法
- 明挖法施工质量控制与验收：基坑开挖、结构施工、基坑回填、主体结构防水、特殊部位防水

地铁区间隧道结构与施工方法

- 施工方法比较与选择：明挖法、喷锚暗挖法、盾构法



城市轨道交通的轨道结构

- 轨道形式：短枕式整体道床、长枕式整体道床、混凝土枕碎石
- 隔声屏障

轻轨交通高架桥梁结构

- 高架桥结构：预应力混凝土
- 墩台和基础：倒梯形、T形、双柱式、Y形

1K413011 地铁车站结构与施工方法



地铁车站结构示意图

知识点一 地铁车站结构组成

（一）地铁车站按站台形式分类

（1）岛式站台：站台位于上、下行线路之间。具有站台面积利用率高、提升设施共用，能灵活调剂客流、使用方便、管理较集中等优点。常用于较大客流量的车站。

（2）侧式站台：站台位于上、下行线路的两侧。侧式站台的高架车站能使高架区间断面更趋合理。常见于客流不大的地下站和高架的中间站。

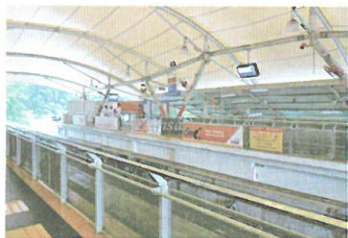
（3）岛、侧混合站台：将岛式站台及侧式站台同设在一个车站内。共线车站往往会出现此种形式。

（二）构造组成

地铁车站通常由**车站主体**（站台、站厅、设备用房、生活用房），**出入口及通道**，**附属建筑物**（通风道、风亭、冷却塔等）三大部分组成。



岛式站台



侧式站台

经典考题

- 1.【2024】地铁车站通常由车站主体及（ ）组成。
- A.出入口及通道
 - B.通风道
 - C.风亭
 - D.冷却塔
 - E.轨道及道床

参考答案&解析

1.ABCD 【学天解析】地铁车站通常由车站主体（站台、站厅、设备用房、生活用房），出入口及通道，附属建筑物（通风道、风亭、冷却塔等）三大部分组成。

知识点二 施工方法（工艺）与选择条件



在地铁施工中，若场地开阔、建筑物稀少、交通及环境允许时，应优先采用**施工速度快且造价较低**的明挖法施工。但是在城市繁忙地带修建地铁时，明挖法往往占用道路，影响交通，因此在交通不能中断而且必须确保一定交通流量的情况下，可选用盖挖法施工。

（一）明挖法施工

明挖法是指在地铁施工时挖开地面，①由上向下开挖土石方至设计标高后，②自基底由下向上进行结构施工，③当完成地下主体结构后回填基坑及恢复地面的施工方法。



放坡明挖基坑



不放坡明挖基坑

（1）在地面建筑物少、拆迁少、地表干扰小的地区修建浅埋地下工程通常采用**明挖法**。明挖法按开挖方式分为**放坡明挖**和**不放坡明挖**两种。放坡明挖法主要适用于埋深较浅、地下水位较低的城郊地段，边坡通常进行坡面防护、锚喷支护或土钉墙支护。不

放坡明挖是指在围护结构内开挖，主要适用于场地狭窄及地下水丰富的软弱围岩地区。围护结构形式主要有地下连续墙、人工挖孔桩、钻孔灌注桩、钻孔咬合桩、SMW工法桩、工字钢桩和钢板桩等。

(2) 明挖法是修建地铁车站的常用施工方法。

①优点：施工作业面多、速度快、工期短、易保证工程质量、工程造价低等。

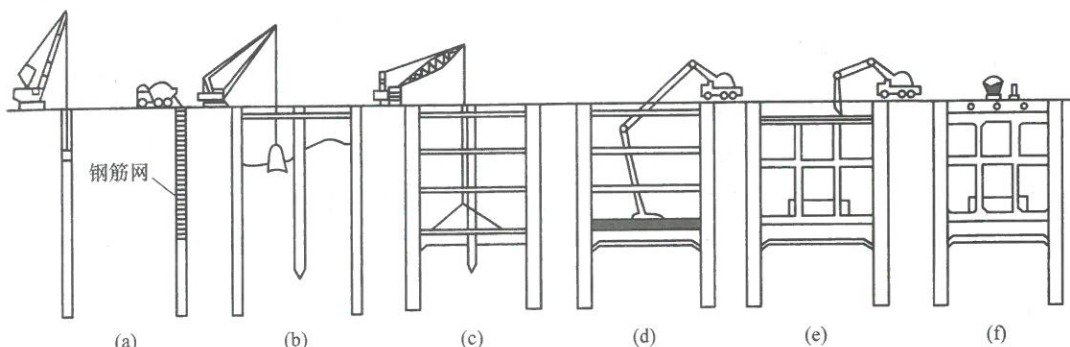
②缺点：对周围环境影响较大。

③适用：在地面交通和环境条件允许的地方，应尽可能采用。

(3) 围护结构及其支撑体系关系到明挖法实施的成败。常见的基坑内支撑结构形式有：现浇混凝土支撑、钢管支撑和H形钢支撑等。根据支撑方向的不同，可将支撑分为对撑、角撑和斜撑等，在特殊情况下，也有设置成环形梁的。

(4) 明挖法施工工序如下：

围护结构施工→降水（或基坑底土体加固）→第一层开挖→设置第一层支撑→第n层开挖→设置第n层支撑→最底层开挖→底板混凝土浇筑→自下而上逐步拆支撑（局部支撑可能保留在结构完成后拆除）→随支撑拆除逐步完成结构侧墙和中板→顶板混凝土浇筑。明挖法车站施工工序如下图所示。



(a) 围护结构施工；(b) 第一层开挖、支撑；(c) 第n层开挖、支撑；
(d) 浇筑底板混凝土；(e) 浇筑中板及顶板；(f) 车站主体结构完成
明挖法车站施工流程

(5) 明挖法施工时，土方应分层、分段、分块开挖，开挖后要及时施加支撑。

(二) 盖挖法施工

盖挖法是由地面向下开挖至一定深度后，将顶部封闭，其余的下部工程在封闭的顶盖下进行施工的一种方法。

在交通不能中断而且必须确保一定交通流量的情况下，可选用盖挖法施工。



盖挖法

(1) 盖挖法具有诸多**优点**：

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) 盖挖逆作法用于城市街区施工时，可**尽快恢复路面**，对道路交通影响较小。

盖挖法也存在一些**缺点**：

1) 盖挖法施工时，混凝土结构的**水平施工缝的处理较为困难**。

2) 由于竖向出口少，需水平运输，后期**开挖土方不方便**。

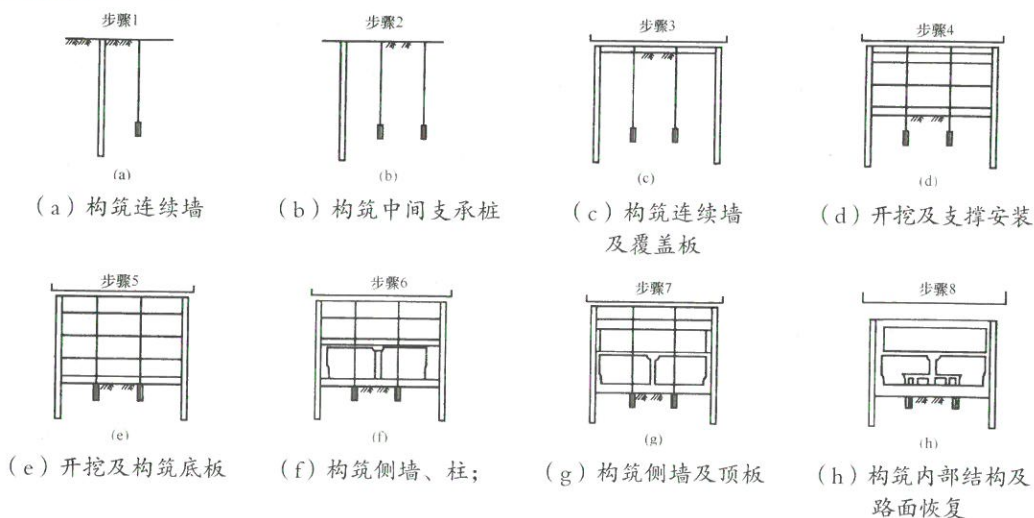
3) 作业空间小，施工速度较明挖法慢、**工期长、费用高**。

(2) 盖挖法每次分部开挖与浇筑或衬砌的深度，应综合考虑基坑稳定、环境保护、永久结构形式和由凝土浇筑作业等因素来确定。

盖挖法可分为盖挖顺作法、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**。

1) 盖挖顺作法：

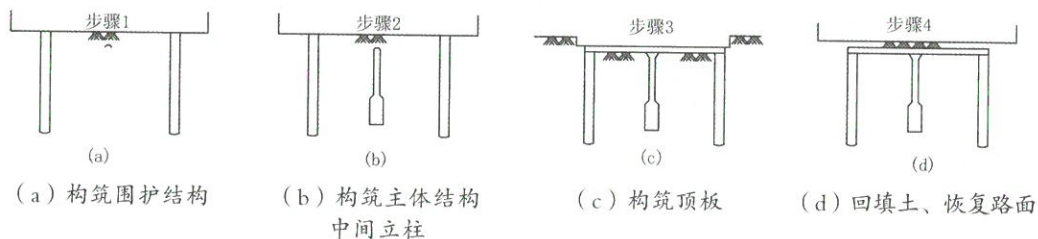
盖挖顺作法是在棚盖结构施做后开挖到基坑底，再**从下至上施作底板、边墙，最后完成顶板**，故称作盖挖顺作法。

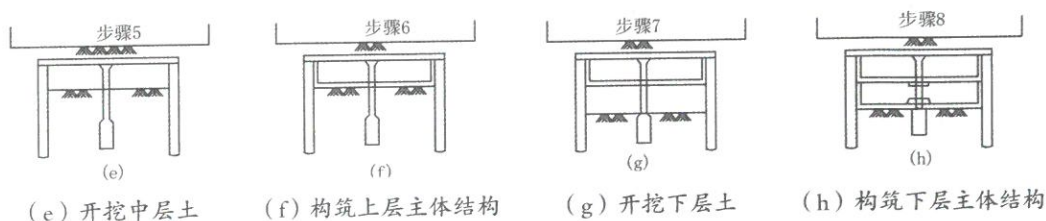


盖挖顺作法施工流程图

2) 盖挖逆作法：

盖挖逆作法施工时，先施做车站周围围护结构和结构主体桩柱，然后将结构盖板置于围护桩（墙）、柱（钢管柱或混凝土柱）上，**自上而下完成土方开挖和边墙、中板及底板衬砌**的施工，其具体施工流程见下图。





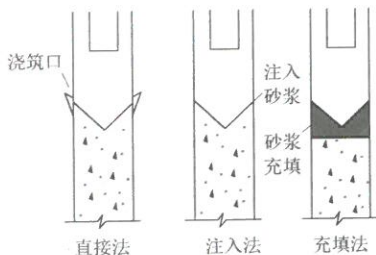
盖挖逆作法施工流程图

盖挖逆作法是在明挖内支撑基坑基础上发展起来的，施工过程中**不需设置临时支撑**，而是借助结构**顶板**、中板自身的水平刚度和抗压强度实现对基坑围护桩（墙）的支撑作用。

3) 盖挖半逆作法：

类似逆作法，其区别仅在于**顶板完成及恢复路面**过程，在半逆作法施工中，一般都必须设置横撑并施加预应力。

采用逆作或半逆作法施工时都要注意混凝土施工缝的处理问题。



混凝土施工缝处理

混凝土施工缝的处理方法：

- ①**直接法**（不好）——传统方法。
- ②**注入法**（较好）——通过预设的注入孔注入水泥浆或环氧树脂填缝。
- ③**充填法**（较好）——下部混凝土浇筑到适当高度→清除浮浆→**无收缩或微膨胀的混凝土或砂浆**充填。

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**。

（三）喷锚暗挖法

详见后面1K413012知识点一描述。

经典考题

1.【2019年案例3.2】背景资料（局部）

（2）施工工序为：

围护结构施工→降水→第一层土方开挖（挖至冠梁底面标高）→A→第二层土方开挖→设置第二道支撑→第三层土方开挖→设置第三道支撑→最底层开挖→B→拆除第三道支撑→C→负二层中板、中板梁施工→拆除第二道支撑→负一层侧墙、中柱施工→侧墙顶板施工→D。

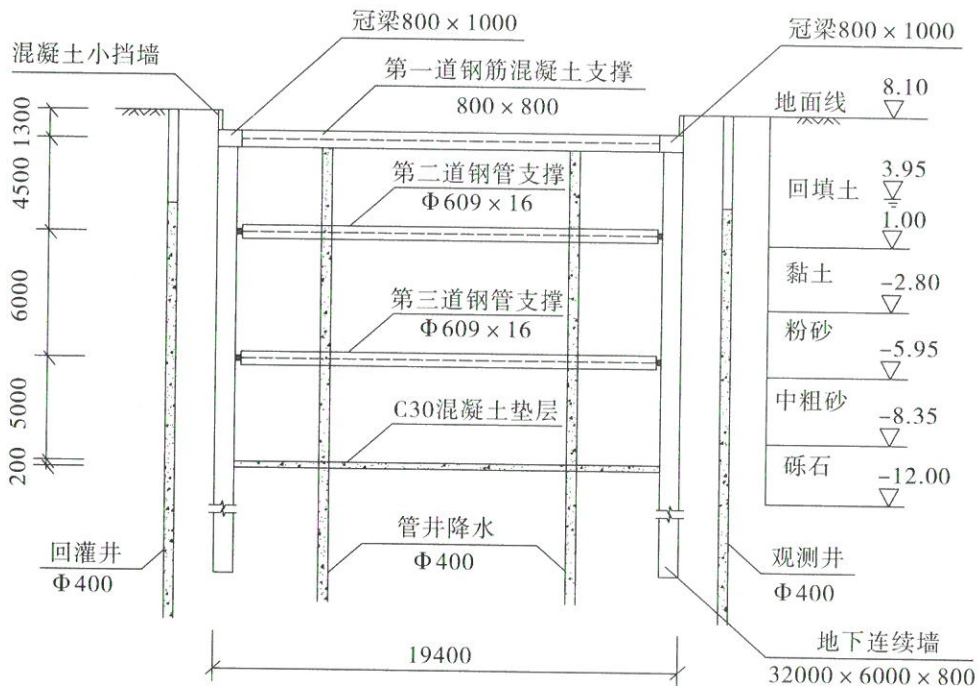


图3 地铁车站明挖施工示意图
(高程单位: m; 尺寸单位: mm)

【问题】写出施工工序中代号A、B、C、D对应的工序名称。



参考答案&解析

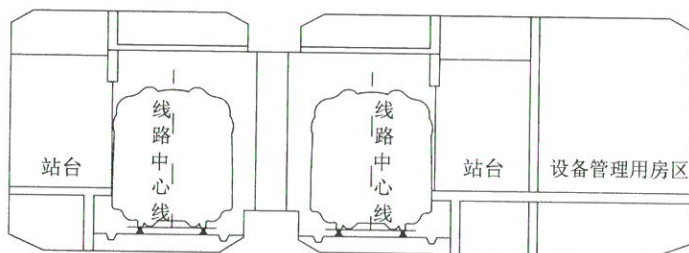
1. 【参考答案】工序名称:

A—设置第一层钢筋混凝土支撑; B—底板、部分侧墙施工; C—负二层侧墙、中柱施工; D—回填。

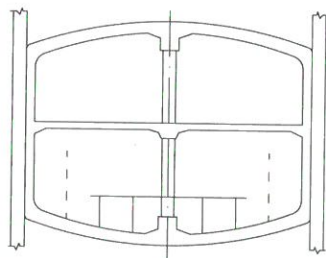
知识点三 不同方法施工的地铁车站结构

(一) 明挖法施工车站结构

明挖法施工的车站主要采用矩形框架结构或拱形结构。其中, **矩形框架结构**是明挖车站中采用最多的一种形式, 根据功能要求, 可以双层单跨、双跨或多层多跨等形式。



矩形框架结构



拱形结构

（二）盖挖法施工车站结构

盖挖法施工的地铁车站多采用**矩形框架结构**。

1. 侧墙

地下连续墙，按其受力特性可分为四种形式：

（1）临时墙：

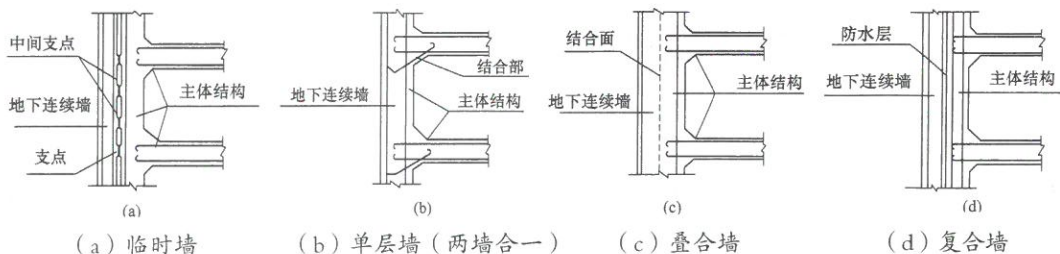
仅用来挡土的临时围护结构。

（2）单层墙：

既是临时围护结构又作为永久结构的边墙。

（3）作为永久结构边墙一部分的叠合墙。

（4）复合墙。



盖挖法施工车站侧墙结构形式图

（三）喷锚暗挖（矿山）法施工车站结构

喷锚暗挖（矿山）法施工的地铁车站，视地层条件、施工方法及其使用要求的不同，可采用**单拱式车站**、**双拱式车站**或**三拱式车站**，并根据需要做成单层或者双层。

1K420111 地铁车站工程施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

知识点一 明挖法施工质量控制与验收

项目	质量控制及验收
基坑开挖施工	<p>(1) 确保围护结构位置、尺寸、稳定性。</p> <p>(2) 土方必须自上而下分层、分段依次开挖，钢筋网片安装及喷射混凝土紧跟开挖流水段，及时施加支撑或锚杆。开挖至邻近基底200mm时，应人工配合清底，不得超挖或扰动基底土。基底经勘察、设计、监理、施工单位验收合格后，应及时施工混凝土垫层。 (基坑开挖与地基质量检验项目：①一般项目：基底高程、轴线偏位、基坑尺寸；②主控项目：地基承载力。)</p> <p>(3) 基坑开挖应对下列项目进行中间验收：</p> <p>1) 基坑平面位置、宽度、高程、平整度、地质描述。</p> <p>2) 基坑降水。</p> <p>3) 基坑放坡开挖的坡度和围护桩及连续墙支护的稳定情况。</p> <p>4) 地下管线的悬吊和基坑便桥稳固情况</p>

项目	质量控制及验收
结构施工	<p>(1) 混凝土结构施工前, 施工单位应制定检测和试验计划, 并应经监理单位批准后实施。</p> <p>(2) 模板及支架应根据安装、使用及拆除工况进行设计, 并满足承载力、刚度、整体稳固性要求。</p> <p>(3) 钢筋进场时应抽取试件做力学性能和工艺性能试验; 钢筋安装时, 受力钢筋的牌号、规格和数量必须符合设计要求, 当需要进行钢筋代换时, 应办理设计变更文件; 预埋件、预留孔洞应位置准确并安装牢固。</p> <p>(4) 混凝土强度分检验批检验评定, 划入同一检验批的混凝土, 其施工持续时间不宜超过3个月。用于检验混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。</p> <p>(5) 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定, 其原材料、强度、凝结时间、稠度等应满足设计配合比要求。</p> <p>(6) 混凝土终凝后及时养护, 垫层混凝土养护期不得少于7d, 结构混凝土养护期不得少于14d</p>
基坑回填	<p>(1) 纯黏土、淤泥、粉砂、杂土, 有机质含量大于8%的腐殖质土、过湿土、冻土和大于150mm粒径的石块不可作为基坑回填料回填。</p> <p>(2) 基坑回填质量验收的主控项目有:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 基坑回填土的土质、含水率应符合设计文件要求。 2) 基坑回填宜分层、水平机械压实, 压实后的厚度应根据压实机械确定, 且不应大于0.3m; 结构两侧应水平、对称同时填压; 基坑分段回填接槎处, 已填土坡应挖台阶, 其宽度不应小于1.0m, 高度不应大于0.5m。 3) 基坑位于道路下方时, 基坑回填碾压压实度应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ-2008的规定
主体结构防水施工	<p>(1) 防水采用的原材料、配件等应符合设计要求, 并有出厂合格证, 经检验符合要求后方可使用。</p> <p>(2) 防水卷材铺贴的基层面应符合以下规定:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 基层面应干燥、洁净。 2) 基层面必须坚实、平整。 3) 基层面阴、阳角处应做成圆弧或钝角。 4) 保护墙找平层采用水泥砂浆抹面。 5) 基层面应干燥, 含水率不宜大于9%。 <p>(3) 结构底板防水卷材先铺平面, 后铺立面, 交接处应交叉搭接; 卷材从平面折向立面铺贴时, 与永久保护墙粘贴应严密, 与临时保护墙应临时贴附于墙上。</p> <p>(4) 防水卷材在阴阳角、变形缝、穿墙管周围必须铺设附加层。</p> <p>(5) 结构顶板采用涂膜防水层时, 防水基层面必须坚实、平整、清洁, 不得有渗水、结露、凸角、凹坑及起砂现象。涂膜防水层施工前应先在基层面上涂一层基层处理剂。</p> <p>(6) 涂膜防水层涂料应分层涂布, 并在前层干燥后方可涂布后一层, 过程中检查涂膜厚度应符合设计要求。每层涂料应顺向均匀涂布, 且前、后层方向应垂直, 分片涂布的片与片之间应搭接80~100mm</p>

项目	质量控制及验收
特殊部位 防水处理	<p>(1) 结构变形缝处止水带宽度和材质的物理性能均应符合设计要求，且无裂纹和气泡。</p> <p>(2) 结构变形缝处的端头模板应钉填缝板，填缝板与嵌入式止水带中心线应和变形缝中心线重合，并用模板固定牢固。止水带不得穿孔或用铁钉固定。留置垂直施工缝时，端头模板不设填缝板。</p> <p>(3) 结构变形缝处设置嵌入式止水带时，混凝土灌注应符合以下规定： 1) 灌注前应校正止水带位置，表面清理干净，止水带损坏处应修补。 2) 顶、底板结构止水带的下侧混凝土应振实，将止水带压紧后方可继续灌注混凝土。 3) 边墙处止水带必须牢固固定，内侧混凝土应均匀、水平灌注，保持止水带位置正确、平直、无卷曲现象。</p> <p>(4) 结构外墙穿墙管处防水施工应符合以下规定： 1) 穿墙管止水环和翼环应与主管连续满焊，并做防腐处理。 2) 穿墙管处防水层施工前，应将翼环和管道表面清理干净。 3) 预埋防水套管内的管道安装完毕，应在两管间嵌防水填料，内侧用法兰压紧，外侧铺贴防水层。 4) 每层防水层应铺贴严密，不留接槎，增设附加层时，应按设计要求施工</p>

经典考题

1.【1819】地铁车站混凝土结构施工时，用于检验混凝土强度的试件应在（ ）随机抽取。

- A.混凝土拌合后30min时
 B.浇筑地点
 C.混凝土拌合后60min时
 D.搅拌站



参考答案&解析

1.B 【学天解析】混凝土强度分检验批检验评定，划入同一检验批的混凝土，其施工持续时间不宜超过3个月。用于检验混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。

1K413012 地铁区间隧道结构与施工方法

知识点一 喷锚暗挖法

(一) 新奥法

锦囊妙记 开挖→初期支护→初期支护变形基本稳定→防水层→二次衬砌。

新奥法是应用岩体力学理论，以**维护和利用围岩的自承能力为基础**，采用锚杆和喷射混凝土为主要支护手段，控制围岩的变形和松弛，使围岩成为支护体系的组成部分，并通过对围岩和支护的量测、监控来指导施工的工法。支护在与围岩共同变形中承受的

扫码听课



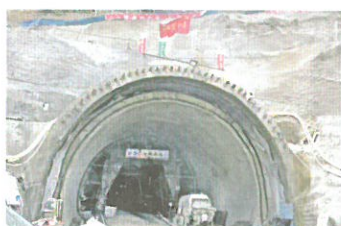
是形变应力。因此，要求**初期支护有一定柔度**，以利用和充分发挥围岩的自承能力，而从减少地表沉陷的城市要求角度出发，还要求初期支护**有一定刚度**。



初期支护



防水隔离层



二次衬砌

(二) 浅埋暗挖法

锦囊妙记 超前预支护、预加固→新奥法。

浅埋暗挖技术多用于第四纪软弱地层，由于围岩自承能力比较差，为避免对地面建筑物和地下构筑物造成破坏，需要严格控制地面沉降量，因此，初期支护要刚度大，支护要及时。初期支护必须从上向下施工，**二次衬砌模筑**必须通过变形量测确认初期支护结构基本稳定时，才能施工，而且**必须从下往上施工，绝不允许先拱后墙施工**。

浅埋暗挖法与新奥法相比，更强调**地层的预支护和预加固**。浅埋暗挖法**支护衬砌的结构刚度比较大，初期支护允许变形量比较小**，有利于减少对地层的扰动及保护周边环境。

在城镇软弱围岩地层中，在浅埋条件下修建地下工程，以改造地质条件为前提，以控制地表沉降为重点，以格栅（或其他钢结构）和锚喷作为初期支护手段，遵循“新奥法”大部分原理，按照“**十八字**”方针（即**管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测**）进行隧道的设计和施工，称之为浅埋暗挖技术。

采用浅埋暗挖法时要注意其适用条件。首先，浅埋暗挖法**不允许带水作业**，如果含水地层不能疏干，带水作业是非常危险的，开挖面的稳定性时刻受到威胁，甚至发生塌方。大范围的淤泥质软土、粉细砂地层，降水有难度的地层，不宜采用此法。其次，采用浅埋暗挖法要求开挖面具有一定的**自立性和稳定性**。

(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做，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、开挖面超前深孔注浆及管棚超前支护**。

(2) 初期支护形式：

在软弱破碎及松散、不稳定的地层中采用浅埋暗挖法施工时，除需对地层进行预加固和预支护外，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。



钢拱锚喷混凝土支护

(3) 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,可以进行二次衬砌施工。这是浅埋暗挖法中二次衬砌施工与一般隧道衬砌施工的主要区别。二次衬砌模板可以采用临时木模板或金属定型模板,更多情况则使用**模板台车**。



模板台车

(4) 监控量测:

经验证明**拱顶沉降**是控制稳定较直观的和可靠的判断依据,**水平收敛**和**地表沉降**有时也是重要的判断依据。对于地铁隧道来讲,地表沉降测量显得尤为重要。

(三) 喷锚暗挖法衬砌结构

1. 复合式衬砌

这种衬砌结构是由**初期支护**、**防水隔离层**和**二次衬砌**所组成,复合式衬砌外层为初期支护,其作用是加固围岩,控制围岩变形,防止围岩松动失稳,是衬砌结构中的主要承载单元。一般应在开挖后立即施作,并与围岩密贴。所以,最适宜采用喷锚支护,根据具体情况,选用锚杆、喷混凝土、钢筋网和钢拱架等单一或并用而成。

2. 衬砌结构的变化方案

在干燥无水的坚硬围岩中,区间隧道衬砌亦可采用单层的喷锚支护,不做防水隔离层和二次衬砌,但此时对喷射混凝土的施工工艺和抗风化性能都应有较高的要求,衬砌表面要平整,不允许出现大量的裂缝。

知识点二 盾构法

盾构法隧道采用的预制装配式衬砌是用工厂预制的构件(称为管片),在盾构尾部拼装而成的。



盾构始发



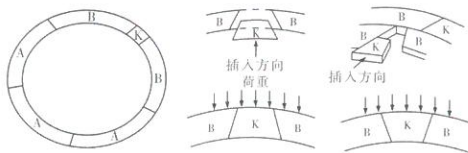
盾构机图



盾构衬砌完成

1. 管环构成

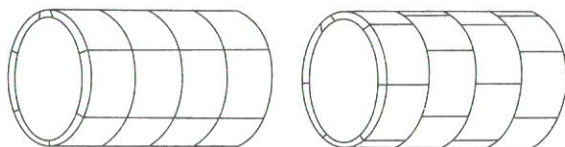
盾构隧道衬砌的主体是管片拼装组成的管环,管环通常由**A型管片**(标准环)、**B型管片**(邻接块)和**K型管片**(封顶块)构成,管片之间一般采用螺栓连接。封顶块K型管片根据管片拼装方式的不同,有从隧道内侧向半径方向插入的**径向插入型**和从隧道轴向插入的**轴向插入型**以及两者并用的类型。



管片组成和K型管片径向和轴向插入

2. 管片的通缝和错缝拼装

衬砌拼装方式分为**通缝**和**错缝**两种方式，如下图。**错缝拼装的防水效果比通缝拼装好。**



(a) 管片的通缝拼装；(b) 管片的错缝拼装
管片的拼装方式

3. 盾构法隧道优点

1) 除工作井施工外，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**。

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。

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。

4) 施工**不受风雨等气候条件影响**。

5) 当隧道穿过河底或其他建筑物时，不影响航运通行和建（构）筑物的正常使用。

6) 土方及衬砌施工安全、**掘进速度快**。

7) 在**松散含水地层**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**。

4. 盾构法隧道缺点

1) 当隧道曲线**半径过小时**，**施工较为困难**。

2) 在陆地建造隧道时，如隧道**覆土太浅**，则盾构法施工困难很大，而在水下时，如覆土太浅则盾构法施工不够安全。

3) 盾构施工中采用全气压方法以疏干和稳定地层时，对劳动保护要求较高，**施工条件差**。

4) 盾构法隧道上方一定范围内的**地表沉降**尚难完全防止，特别在饱和含水松软的土层中，要采取严密的技术措施才能把沉降控制在很小的限度内。

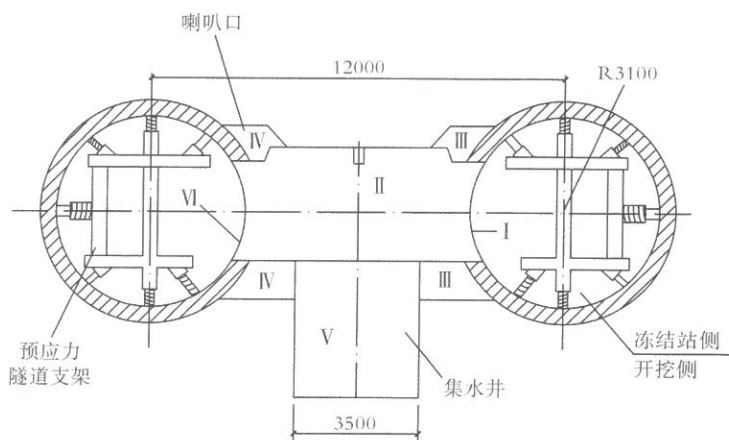
5) 在饱和含水地层中，盾构法施工所用的拼装衬砌，对达到整体结构**防水**的技术要求较高。

6) 对于**结构断面尺寸多变**的区段适应能力较差。

5. 联络通道

联络通道是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，如下图所示。

目前，国内地铁的联络通道主要采用**暗挖法、超前预支护方法**（深孔注浆或冻结法）施工。



联络通道结构图

I-冻结侧通道预留口钢管片；II-通道；III-冻结侧喇叭口；
IV-对侧喇叭口；V-集水井；VI-对侧门钢管片

经典考题

- 【1926】盾构法施工隧道的优点有（ ）。
 - 不影响地面交通
 - 对附近居民干扰少
 - 适宜于建造覆土较深的隧道
 - 不受风雨气候影响
 - 对结构断面尺寸多变的区段适应能力较好
- 【1806】两条单线区间地铁隧道之间应设置横向联络通道，其作用不包括（ ）。
 - 隧道排水
 - 隧道防火消防
 - 安全疏散乘客
 - 机车转向调头



参考答案&解析

1.ABCD 【学天解析】详情见知识点二、盾构法隧道施工优点。

2.D 【学天解析】联络通道是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。

1K413013 轻轨交通高架桥梁结构

知识点一 高架桥结构与运行特点

- (1) 高架桥大都采用**预应力或部分预应力混凝土结构**。
- (2) 上部结构优先采用**预应力混凝土结构**，其次才是**钢结构**，须有足够的竖向和横向刚度。

知识点二 高架桥的基本结构

1. 高架桥墩台和基础

高架桥墩台的基础应根据当地地质资料确定。当地质情况良好时，应尽可能采用**扩大基础**。软土地基条件下，为保证基础的承载能力，防止沉陷，宜采用**桩基础**。

(1) 倒梯形桥墩（图a）：

倒梯形桥墩构造简单，施工方便，受力合理，具有较大的强度、刚度和稳定性，对于单箱单室箱梁和脊梁来说，选用倒梯形桥墩在外观和受力上均较合理。

(2) T形桥墩（图b）：

T形桥墩占地面积小，是城镇轻轨高架桥**最常用**的桥墩形式。这种桥墩既为桥下交通提供最大的空间，又能减轻墩身重量，节约圬工材料。特别适用于高架桥和地面道路斜交的情况。

(3) 双柱式桥墩（图c）：

双柱式墩在横向形成钢筋混凝土刚架，受力情况清晰，稳定性好，其盖梁的工作条件较T形桥墩的盖梁有利，无须施加预应力，其使用高度一般在30m以内。

(4) Y形桥墩（图d）：

Y形桥墩结合了T形桥墩和双柱式墩的优点，下部成单柱式，质量轻，占地面积少，有利于桥下交通，透空性好，而上部成双柱式，对盖梁工作条件有利，无须施加预应力，造型轻巧，比较美观。

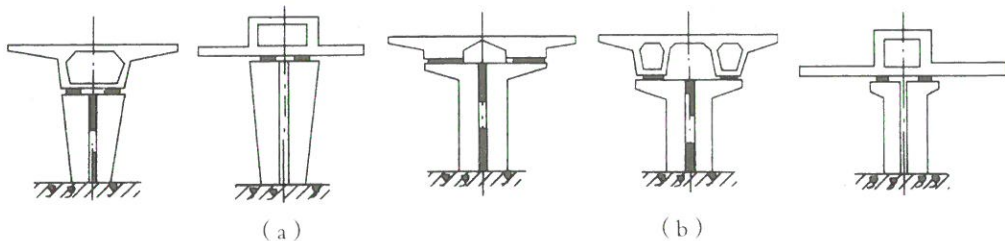
2. 高架桥的上部结构

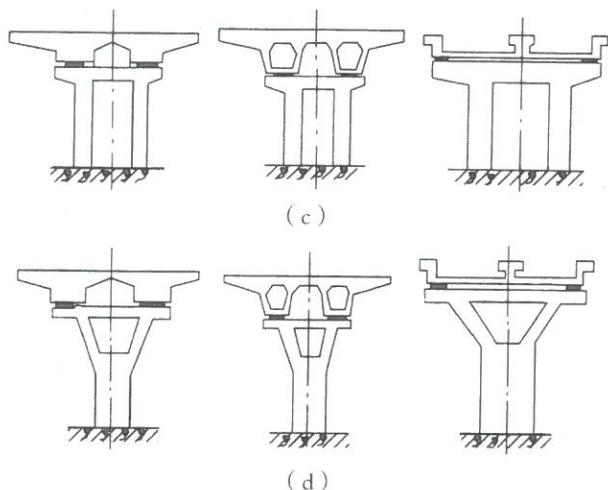
(1) 主要工程节点的桥梁

可以采用任何一种适用于城市桥梁的大跨度桥梁结构体系。采用最多的是**连续梁**、**连续刚构**、**系杆拱**。

(2) 一般地段的桥梁

结构形式简单。宜大量采用**预制预应力混凝土梁**。





桥墩基本形式示意图

1K413014 城市轨道交通的轨道结构

知识点一 轨道形式与选择

(1) 长度大于100m的隧道内和隧道外U形结构地段及高架桥和大于50m的单体桥地段，宜采用短枕式或长枕式整体道床。

(2) 地面正线宜采用混凝土枕碎石道床；基底坚实、稳定，排水良好的地面车站地段可采用整体道床。

(3) 车场库内线应采用短枕式整体道床；地面出入线、试车线和库外线宜采用混凝土枕碎石道床或木枕碎石道床。

知识点二 隔声屏障类型

目前，声屏障已发展成多种多样，按降噪功能可分为扩散反射型声屏障、吸收共振型声屏障、有源降噪声屏障；按结构类型有直立式、折壁式、表面倾斜式、半封闭或全封闭式等；根据不同顶端类型又有倒L形、T形、Y形、圆弧形、鹿角形等。

1K413020 明挖基坑施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
明挖基坑施工	单选题	1	1	—	1	2
	多选题	—	—	2	4	4
	案例题	8	12	19	3	—
合计		9	13	21	8	6
平均考分		11.4				



框架梳理



1K413021 地下水控制

地下水控制包括基坑开挖影响深度内的潜水、微承压水与承压水控制，应根据工程地质和水文地质条件、基坑周边环境要求及支护结构形式选用**截水**、**降水**、**回灌**或其组合方法。

知识点一 基本要求

(1) 当降水会对基坑周边建筑物、地下管线、道路等造成危害或对环境造成长期不利影响时，应采用截水方法控制地下水。采用悬挂式隔水帷幕时，一般应同时采用坑内降水，并宜根据水文地质条件结合**坑外回灌**的措施。

(2) 当基坑底为隔水层且层底作用有承压水时，应进行坑底突涌验算，必要时可采取**水平封底隔渗**或**钻孔减压**措施，保证坑底土层稳定。当坑底含承压水层且上部土体压重不足以抵抗承压水水头时，应布置降压井降低承压水水头压力，防止承压水突涌，确保基坑施工安全。

经典考题

1.【1724】当基坑底有承压水时，应进行坑底突涌验算，必要时可采取（ ）保证坑底土层稳定。

- A.截水
B.水平封底隔渗
C.设置集水井
D.钻孔减压
E.回灌



参考答案&解析

1.BD 【学天解析】本题考查基坑降水方法的选择要求。当基坑底为隔水层且层底作用有承压水时，应进行坑底突涌验算，必要时可采取水平封底隔渗或钻孔减压措施，保证坑底土层稳定。因此本题选择BD。若开挖深度浅，当地下水位高于基坑开挖面时，选用集水明排方式降水即选项C。若降水会对基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等造成危害或对环境造成长期不利影响时，应采取截水方式控制地下水即选项A；采用悬挂式帷幕时应同时采取坑内降水，并宜根据水文地质条件采取坑外回灌措施即选项E。

知识点二 截水

(1) 采用隔水帷幕的目的是阻止基坑外地下水流入基坑内部，或减小地下水沿帷幕的水力梯度。

(2) 基坑隔水方法应根据工程地质条件、水文地质条件及施工条件等，选用水泥土搅拌桩帷幕、高压旋喷或摆喷注浆帷幕、地下连续墙或咬合式排桩等。支护结构采用排桩时，可采用水泥土搅拌桩或高压喷射注浆帷幕，采用高压喷射注浆帷幕时应保证桩体有一定搭接宽度。

知识点三 降水

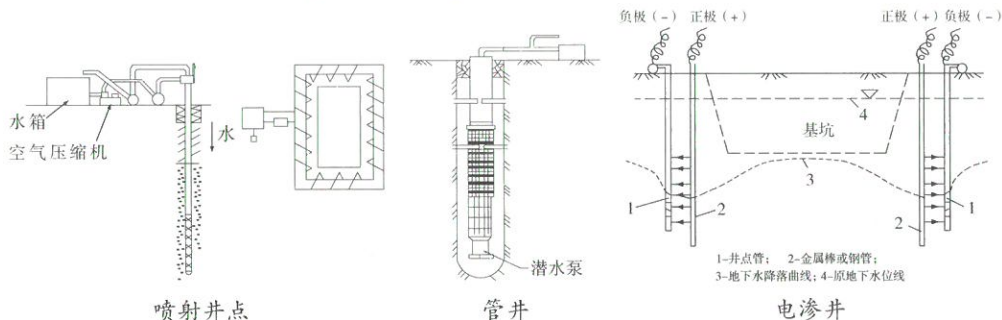
(一) 工程降水方法和选用

工程降水有多种方法，可根据土层情况、渗透性、降水深度、地下水类型等因素参照下表。

适用条件		土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度(m)
降水方法				
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



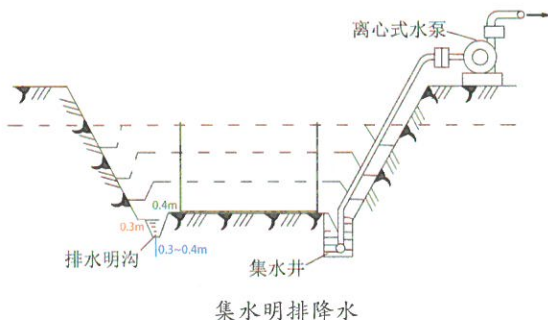
降水方法	适用条件	土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
降水井	渗井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	由下伏含水层的埋深条件和水头条件确定
	辐射井	黏性土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	4~20
	电渗井	黏性土、淤泥、淤泥质粘土	≤0.1	≤6
	潜埋井	粉土、砂土、碎石土	>0.1	≤2



(二) 集水明排

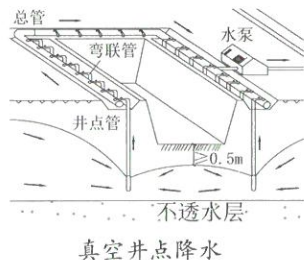
(1) 当**基坑开挖不很深**，**基坑涌水量不大**时，集水明排法是应用最广泛，亦是**最简单、经济**的方法。明沟、集水井排水多是在基坑的两侧或四周设置**排水明沟**，在基坑四角或每隔**30~50m**设置**集水井**，使基坑渗出的地下水通过排水明沟汇集于集水井内，然后用水泵将其排出基坑外。

(2) 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**。集水井底面应比沟底面低**0.5m**以上，并随基坑的挖深而加深，以保持水流畅通。明沟的坡度不宜小于**0.3%**，沟底应采取防渗措施。



(三) 井点降水

(1) 轻型 (**真空**) 井点布置应根据基坑平面**形状与大小**、**地质和水文情况**、**工程性质**、**降水深度**等而定。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**、**渗透系数比较大**时，宜采用**双排井点**；**基坑面积较大**时，宜采用**环形井点**。



锦囊妙记 真空井点（轻型井点）的平面布置：

1) L 和 B

① $L/B \leq 20$ ：环形井点（或 U 形井点（开口在下游侧））；

② $L/B > 20$ ，且 $B \leq 6\text{m}$ ：单排井点（布置在上游侧）；

③ $L/B > 20$ ，且 $B > 6\text{m}$ ：双排井点。

(2) 轻型井点宜采用**金属管**，井管距坑壁不应小于 $1.0 \sim 1.5\text{m}$ 。井点间距一般为 $0.8 \sim 1.6\text{m}$ 。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 $0.9 \sim 1.2\text{m}$ ，井点管的埋置深度应经计算确定。

(3) 孔壁与井管之间的**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 。

(4) 管井的滤管可采用**无砂混凝土滤管**、钢筋笼、钢管或铸铁管。成孔工艺应适合地层特点，对不易塌孔、缩径地层宜采用清水钻进；采用泥浆护壁钻孔时，应在钻进到孔底后清除孔底沉渣并立即置入井管、注入清水，当泥浆相对密度不大于 1.05 时，方可投入滤料。滤管内径应按满足单井设计流量要求而配置的水泵规格确定，管井成孔直径应满足填充滤料的要求；滤管与孔壁之间填充的**滤料宜选用**磨圆度好的硬质岩石成分的**圆砾**，不宜采用棱角形石渣料、风化料或其他黏质岩石成分的砾石。

经典考题

1.【2020年案例2.2】背景资料（局部）

项目部编制了“沟槽支护，土方开挖”专项施工方案，经专家论证，因缺少降水专项方案被制定为“修改后通过”。项目部经计算补充了管井降水措施，方案获“通过”，项目进入施工阶段。

【问题】管井成孔时是否需要泥浆护壁？写出滤管与孔壁间填充滤料的名称，写出确定滤管内径的因素是什么？

2.【1624】明挖基坑轻型井点降水的布置应根据基坑的（ ）来确定。

- | | |
|------------|-----------|
| A.工程性质 | B.地质和水文条件 |
| C.土方设备施工效率 | D.降水深度 |
| E.平面形状大小 | |



参考答案&解析

1.【参考答案】（1）管井成孔需要泥浆护壁。

（2）滤料名称：硬质岩石滤管与孔壁间填充滤料宜选用磨圆度好的硬质岩石成分的圆砾（或“绿豆砂”）。

（3）确定滤管内径的因素：应按满足单井设计流量要求而配置的水泵规格（或单井设计流量）确定。

2.ABDE 【学天解析】轻型井点布置应根据基坑平面形状与大小、地质和水文情况、工程性质、降水深度等而定。

知识点四 回灌

(1) 当基坑周围存在需要保护的建(构)筑物或地下管线且基坑外地下水位降幅较大时,可采用地下水**人工回灌**措施。实施地下水人工回灌措施时,应**设置水位观测井**。

(2) 回灌井施工结束至开始回灌,应至少有**2~3周的时间间隔**,以保证管井周围止水封闭层充分密实,防止或避免因灌水沿管井周围向上反渗、从地面喷溢等。**管井外侧止水封闭层顶至地面之间,宜用素混凝土充填密实**。

经典考题

1.【2018年案例4.3】

【问题】观察井、回灌井、管井的作用分别是什么?

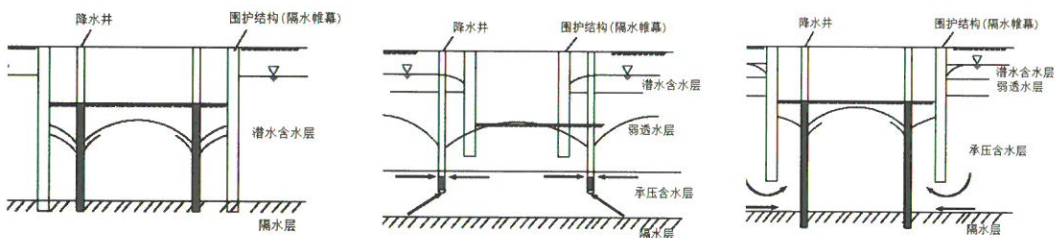


参考答案&解析

- 1.【参考答案】(1) 观察井用于观测围护结构外侧地下水位变化。
 (2) 回灌井用于通过观察井观测发现地下水位异常变化时补充地下水。
 (3) 管井用于围护结构内降水,利于土方开挖。

知识点五 基坑的隔(截)水帷幕与坑内外降水

- (1) 隔水帷幕**深入隔水底板中(落底)**:降水井布置在**坑内**,为**疏干井**。
 (2) 隔水帷幕**未落底、且未进入承压水含水层中**:降水井布置在**坑外**,为**减压井**。
 (3) 隔水帷幕**未落底、但进入承压水含水层中**:降水井布置在**坑内**,坑底未进入承压水含水层时为**减压井**,坑底进入承压水含水层时为**减压井→疏干井**。



隔水帷幕深入降水含水层底板 隔水帷幕底位于承压含水层隔水顶板 隔水帷幕底位于承压水含水层中
 隔水帷幕位置示意图

1K413022 深基坑支护结构与边坡防护

知识点一 围护结构

(一) 基坑围护结构体系

基坑围护结构体系包括**板(桩)墙**、**围檩(冠梁)**及其他附属构件。板(桩)墙主

要承受基坑开挖卸荷所产生的土压力和水压力，并将此压力传递到支撑，是稳定基坑的一种施工临时挡墙结构。



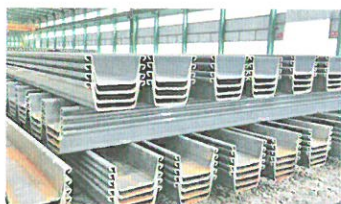
基坑整体构件图

(二) 深基坑围护结构类型

类型		特点
排桩	预制混凝土板桩	<ul style="list-style-type: none"> ①预制混凝土板桩施工较为困难，对机械要求高，而且挤土现象很严重； 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	<ul style="list-style-type: none"> 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新的时候止水性好，如有漏水现象，需增加防水措施
	钢管桩	<ul style="list-style-type: none"> ①截面刚度大于钢板桩，在软弱土层中开挖深度大； ②需有防水措施相配合
	灌注桩	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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
重力式水泥土挡墙/ 水泥土搅拌桩挡墙		<ul style="list-style-type: none"> ①无支撑，墙体止水性好，造价低； ②墙体变位大
地下连续墙		<ul style="list-style-type: none"> 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

1) 钢板桩与钢管桩

采用钢板桩作支护结构时在其上口及支撑位置需用**钢围檩**将其连接成整体，并根据深度设置支撑或拉锚。钢板桩沉放和拔除方法、使用的机械均与工字钢桩（即：**型钢桩**）相同。



U型钢板桩



U型钢板桩围护结构



Z型钢板桩

2) 钻孔灌注桩围护结构

钻孔灌注桩一般采用**机械成孔**。地铁明挖基坑中多采用螺旋钻机、冲击式钻机和正反循环钻机、旋挖钻等。对正反循环钻机，由于其采用泥浆护壁成孔，故成孔时噪声低，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。



深基坑工程



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。如果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，但要保证高压旋喷桩止水帷幕施工质量。近年来，素混凝土桩与钢筋混凝土桩间隔布置的**钻孔咬合桩**也有较多应用，此类结构可直接作为止水帷幕。



深层搅拌桩



高压旋喷桩止水帷幕

3) SMW工法桩（型钢水泥土搅拌墙）

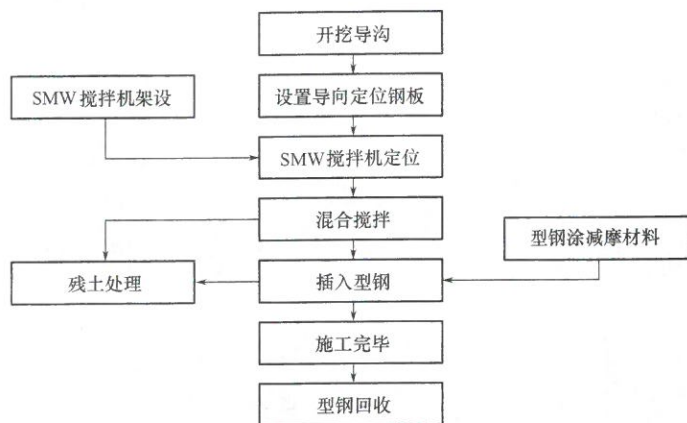
SMW工法桩挡土墙是利用搅拌设备就地切削土体，然后注入水泥类混合液搅拌形成均匀的水泥土搅拌墙，最后在墙中插入**型钢**，即形成一种劲性复合围护结构。此类结构在上海等软土地区有较多应用。



SMW工法桩



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；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，插入前应先干燥条件下除锈，再在其表面**涂刷减摩材料**。

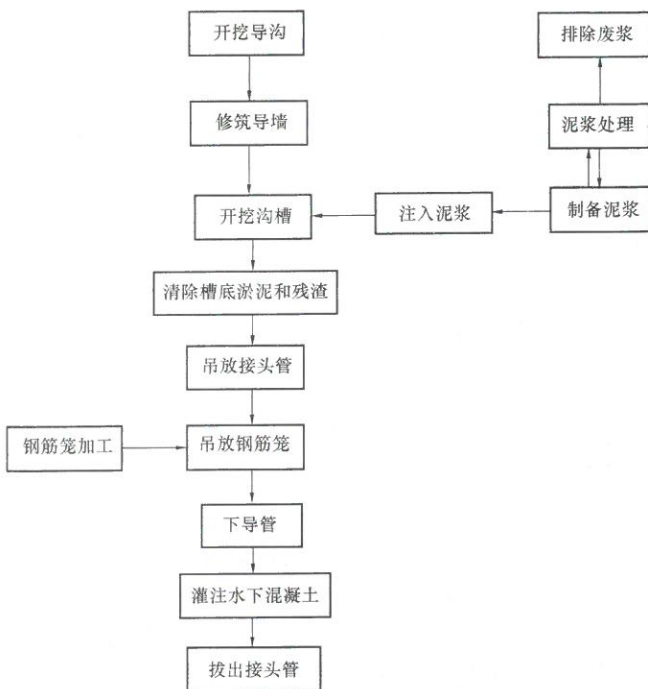


SMW工法工艺流程图

4) 重力式水泥土挡墙

深层搅拌桩是用搅拌机械将水泥、石灰等和地基土相拌合，形成相互搭接的格栅状结构形式，也可相互搭接成实体结构形式。

5) 地下连续墙



地下连续墙幅段的施工工艺流程





开挖导沟



修筑导墙



开挖沟槽



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



地连墙施工完成

地下连续墙优点：施工时振动小、噪声低，墙体刚度大，对周边地层扰动小；可适用于多种土层，除夹有**孤石**、**大颗粒卵砾石**等局部障碍物时影响成槽效率外，对黏性土、无黏性土、卵砾石层等**各种地层均能高效成槽**。

目前使用的成槽机械，按其工作原理可分为**抓斗式**、**冲击式**和**回转式**等类型。地下连续墙的一字形槽段长度宜取4~6m。当成槽施工可能对周边环境产生不利影响或槽壁稳定性较差时，应取较小的槽段长度。必要时，宜采用搅拌桩对槽壁进行加固；地下连续墙的转角处或有特殊要求时，单元槽段的平面形状可采用L形、T形等。

地下连续墙的槽段接头应按下列原则选用：①地下连续墙宜采用圆形锁口管接头、波纹管接头、楔形接头、工字钢接头或混凝土预制接头等**柔性接头**。②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**；刚性接头可采用**一字形**或**十字形**穿孔钢板接头、钢筋**承插式**接头等；在采取地下连续墙顶设置通长的冠梁、墙壁内侧槽段接缝位置设置结构壁柱、基础底板与地下连续墙刚性连接等措施时，也可采用柔性接头。

锦囊妙记 刚性接头：一乘（承）十。



工字钢接头



圆形锁口管接头

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：

①**挡土**：在挖掘地下连续墙沟槽时，地表土松软容易坍塌，因此在单元槽段挖完之前，导墙起挡土作用。

②**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。

③**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。

④**存蓄泥浆**：导墙可存蓄泥浆，稳定槽内泥浆液面。泥浆液面始终保持在导墙面以下20cm，并高出地下水位1m，以稳定槽壁。

⑤**其他**：导墙还可防止泥浆漏失，阻止雨水等地面水流入槽内；地下连续墙距现有建（构）筑物很近时，在施工时还起到一定的补强作用。

导墙一般为现浇钢筋混凝土结构，应具有必要的强度、刚度和精度，要满足挖槽机械的施工要求。

确定导墙形式时应考虑下列因素：开挖范围的地质条件，荷载情况，地下连续墙施工时对邻近建（构）筑物可能产生的影响，地下水状况。当施工作业面在地面以下（如在路面以下施工）时还要考虑对先施工临时支护结构的影响。

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。

经典考题

1.【2010】地铁基坑采用的围护结构形式很多，其中强度大、开挖深度大、同时可兼做主体结构部分的围护结构是（ ）。

- A.重力式水泥土挡墙
B.地下连续墙
C.预制混凝土桩
D.SMW工法桩

2.【2020年案例2.1】背景资料（局部）

某公司城建一项城市污水管道工程，管道全长1.5km。采用DN1200mm的钢筋混凝土管，管道平均覆土深度约6m。考虑现场地质水文条件，项目部准备采用“拉森钢板桩+钢围檩+钢支撑”的支护方式。

【问题】写出钢板桩围护方式的优点。

3.【2019年案例3.1】背景资料（局部）

车站全长200m，宽19.4m，深度16.8m，设计为地下连续墙围护结构，采用钢筋混凝土支撑与钢管支撑，明挖法施工，工程开挖区域内地层分布为回填土、粘土、粉砂、中粗砂及砾石，地下水位位于3.95m处。

【问题】根据背景资料本工程围护结构还可以采用哪些方式。

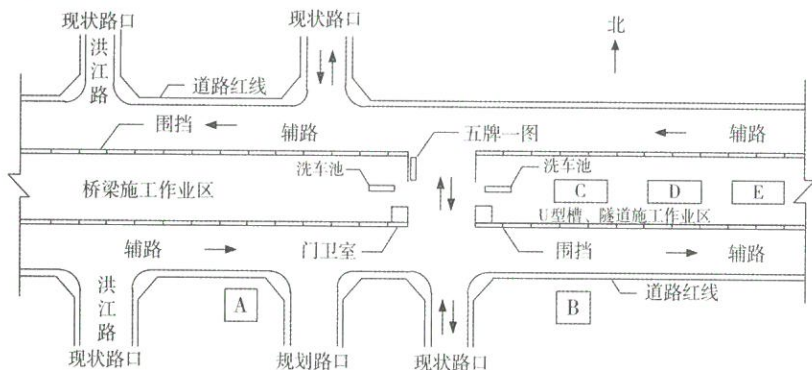
4.【2018年案例2.1】背景资料（局部）

水池基坑支护设计采用Φ800mm灌注桩及高压旋喷桩止水帷幕，第一层钢筋混凝土支撑，第二层钢管支撑，井点降水采用Φ400mm无砂管和潜水泵，当基坑支护结构强度满足要求及地下水位降至满足施工要求后，方可进行基坑开挖施工。

【问题】本工程除了灌注桩支护方式外还可以采用哪些支护形式？

5. 【2018年案例4.5】背景资料（局部）

某市区城市主干道改扩建工程，标段总长1.72 km，周边有多处永久建筑，临时用地极少，环境保护要求高；现状道路交通量大，施工时现状交通不断行。本标段是在原城市主干路主路范围进行高架桥段-地面段-入地段改扩建，包括高架桥段、地面段、U型槽段和地下隧道段。



【问题】一、根据图4-2，地下连续墙施工时，C、D、E位置设置何种设施较为合理？

二、施工地下连续墙时，导墙的作用主要有哪四项？

6. 【1725】关于地下连续墙的导墙作用的说法，正确的有（ ）。

- A.控制挖槽精度
- B.承受水土压力
- C.承受施工机具设备的荷载
- D.提高墙体的刚度
- E.保证墙壁的稳定

7. 【1708】主要材料可反复使用，止水性好的基坑围护结构是（ ）。

- A.钢管桩
- B.灌注桩
- C.SMW工法桩
- D.型钢桩

8. 【1609】SMW工法桩（型钢水泥土搅拌墙）复合围护结构多用于（ ）地层。

- A.软土
- B.软岩
- C.砂卵石
- D.冻土

参考答案&解析

1.B 【学天解析】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.【参考答案】钢板桩围护方式的优点：（1）强度高。（2）隔水效果好（或“止水性能好”）。（3）施工方便（或“施工简单”、“施工灵活”）。（4）可反复使用（或“重复使用”、“回收再利用”）。

3.【参考答案】本工程围护结构还可以采用：1）钻孔灌注桩；（2）SMW工法桩；（3）工字钢桩。

4.【参考答案】基坑支护还可以采用土钉墙、地下连续墙、SMW工法桩等。

5.【参考答案】一、C为钢筋加工区，D为泥浆池，E为钢筋加工区。

二、导墙的作用：（1）挡土；（2）基准作用；（3）承重；（4）存蓄泥浆。

6.ABC 【学天解析】导墙的作用：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，并能承受水土压力和施工机具设备等附加荷载。因此本题选择ABC。而DE是地连墙的墙体自身的结构性能决定的。

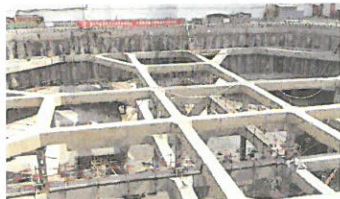
7.C 【学天解析】A选项：钢管桩的钢管可回收利用，但止水效果不好，需结合防水措施。B选项：灌注桩的主材料回收利用成本高，需配合止水措施使用。C选项：SMW工法桩的型钢可反复使用，止水性好，因此选择C。D选项：型钢桩的型钢可回收，但止水性差。因此综合分析应该选择C。【“型钢桩”已经在新教材中删去，考生作为拓展了解。】

8.A 【学天解析】SMW工法桩挡土墙适用于软土地层，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。

知识点二 支撑结构类型

（一）支撑结构体系

（1）①内支撑：钢支撑（型钢撑、钢管撑）、钢筋混凝土支撑、钢或钢筋混凝土混合支撑。②外拉锚：土锚、拉锚。



钢筋混凝土支撑体系



钢支撑体系

（2）支撑结构挡土的应力传递路径：

土、水压力→围护（桩）墙→围檩（冠梁）→支撑。

（3）在深基坑的施工支护结构中，常用的支撑系统按其材料可分为**现浇钢筋混凝土支撑体系**和**钢支撑体系**两类，其形式和特点见下表。

材料	特点
现浇钢筋混凝土	混凝土结硬后 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的暴露状态的时间长、软土中被动区土体位移大，如控制变形有较高要求时，需对被动土压区软土加固。施工 工期长，拆除困难 ，爆破拆除对周围环境有影响
钢结构	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

（二）支撑体系的布置及施工

1.内支撑体系的布置原则

（1）宜采用受力明确、连接可靠、施工方便的结构形式。

（2）宜采用**对称平衡性、整体性强**的结构形式。

- (3) 应与**主体结构**的结构形式、施工顺序**协调**，以便于主体结构施工。
- (4) 应**利于基坑土方开挖和运输**。
- (5) 有时，可利用内支撑结构施作施工平台。

2. 内支撑体系的施工

(1) 内支撑结构的施工与拆除顺序应与设计一致，必须坚持**先支撑后开挖**的原则。

(2) 围檩与围护结构之间**紧密接触，不得留有缝隙**。如有间隙应用强度不低于C30的细石混凝土填充密实或采用其他可靠连接措施。

(3) 钢支撑应按设计要求施加预压力，当监测到预加压力出现损失时，应再次施加预压力。（常用的钢管支撑一端为活络头，采用千斤顶在该侧施加预应力。施加的预应力值应比设计轴力增加10%并对预应力值做好记录。在支撑预支力加设前后的各12h内应加密监测频率，发现预应力损失或围护结构变形速率无明显收敛时应复加预应力至设计值。）

(4) **支撑拆除**应在替换支撑的结构**构件达到换撑要求的承载力**后进行。当主体结构的底板和楼板分块浇筑或设置后浇带时，应在分块部位或后浇带处设置可靠的传力构件。支撑拆除应根据支撑材料、形式、尺寸等具体情况采用人工、机械和爆破等方法。



基坑支撑切割拆除

经典考题

1. 【2019年案例3.3】

【问题】钢管支撑施加预应力前后，预应力损失如何处理？

2. 【1824】关于基坑内支撑体系的布置与施工的说法，正确的有（ ）。
- A. 宜采用对称平衡性、整体性强的结构形式
 - B. 应有利于基坑土方开挖和运输
 - C. 应与主体结构的结构形式、施工顺序相协调
 - D. 必须坚持先开挖后支撑的原则
 - E. 围檩与围护结构之间应预留变形用的缝隙



参考答案&解析

1. 【参考答案】施加预应力时应考虑以下因素：

- (1) 施加预应力前：考虑操作时应力损失，故施加的应力值应比设计轴力增加10%；

(2) 施加预应力后：发现预应力损失时应复加预应力至设计值。

2.ABC 【学天解析】内支撑体系的布置原则：(1) 宜采用受力明确、连接可靠、施工方便的结构形式；(2) 宜采用对称平衡性、整体性强的结构形式；(3) 应与主体结构的结构形式、施工顺序协调，以便于主体结构施工；(4) 应利于基坑土方开挖和运输；(5) 有时，可利用内支撑结构施做施工平台。选项D错误，必须坚持先支撑后开挖的原则；选项E错误，围檩与围护结构之间紧密接触，不得留有缝隙。

知识点三 边坡防护

(一) 基坑边(放)坡

(1) 地质条件、现场条件等允许时，通常采用**放坡开挖基坑**形式修建地下工程或构筑物的地下部分。此时保持基坑边坡的稳定是非常重要的，当基坑边坡土体中的**剪应力大于土体的抗剪强度**时，**边坡就会失稳坍塌**。

(2) 基坑放坡基本要求：

放坡应以控制**分级坡高和坡度**为主，必要时辅以局部支护结构和保护措施，放坡设计与施工时应**考虑雨水的不良影响**。按是否设置分级过渡平台，边坡可分为一级放坡和分级放坡两种形式。在场地土质较好、基坑周围具备放坡条件、不影响相邻建筑物的安全及正常使用的情况下，宜采用全深度放坡或部分深度放坡。而在分级放坡时，宜设置**分级过渡平台**。分级过渡平台的宽度应根据土(岩)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**。



基坑放坡

(3) 基坑边坡稳定控制措施：

1) 根据土层的物理力学性质及边坡高度确定基坑边坡坡度，并于不同土层处做成折线形边坡或留置台阶。(做好坡度设计)

2) 施工时严格按照设计坡度进行边坡开挖，**不得挖反坡**。

3) 在基坑周围影响边坡稳定的范围内，应对地面采取防水、排水、截水等防护措施，禁止雨水等地面水浸入土体，保持基底和边坡的干燥。

4) **严格禁止**在基坑边坡**坡顶较近范围堆放**材料、土方和其他重物以及停放或行驶较大的施工机械。

5) 对于土质边坡或易于软化的岩质边坡，在开挖时应及时采取相应的排水和坡脚、坡面防护措施。

6) 在整个基坑开挖和地下工程施工期间,应**严密监测**坡顶位移,随时分析监测数据。当边坡有失稳迹象时,应及时采取**削坡**、**坡顶卸荷**、**坡脚压载**或其他有效措施。

(4) 护坡措施:

放坡开挖时应及时作好坡脚、坡面的防护措施。常用的防护措施有:

1) **叠放砂包或土袋**:用草袋、纤维袋或土工织物袋装砂(或土),沿坡脚叠放一层或数层,沿坡面叠放一层;

2) **水泥砂浆或细石混凝土抹面**:在人工修平坡面后,用水泥砂浆或细石混凝土抹面,厚度宜为30~50mm,并用水泥砂浆砌筑砖石护坡脚,同时,将坡面水引入基坑排水沟。抹面应预留泄水孔,泄水孔间距不宜大于3~4m;

3) **挂网喷浆或混凝土**:在人工修平坡面后,沿坡面挂钢筋网或钢丝网,然后喷射水泥砂浆或细石混凝土,厚度宜为50~60mm,坡脚同样需要处理;

4) 其他措施:

包括**锚杆喷射混凝土护面**、**塑料膜或土工织物覆盖坡面**等。



叠放砂包或土袋



锚杆喷射混凝土护面

锦囊妙记 放坡基坑稳定措施:

(1) 坡顶卸载:

坡顶禁堆土方和材料,禁停或行驶施工机具。

(2) 边坡:

①坡度:严格按设计坡度开挖,随挖随刷,不得超挖,不得挖反坡。

②护坡:

A. 坡面叠放砂包或土袋;

B. 抹水泥砂浆护面、挂金属网喷浆或混凝土、锚杆喷射混凝土护面;

C. 塑料膜或土工织物覆盖坡面等。

(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) 加强监测:

严密监测坡顶位移、边坡稳定性;

当边坡有失稳迹象时,应及时采取坡顶卸荷、削坡、坡脚压载或其他措施。

(6) 缩短基坑暴露时间。

(二) 长条形基坑开挖与过程放坡

(1) 坑内纵向放坡是**动态**的边坡,在基坑开挖过程中不断变化,其安全性在施工时往往被忽视,非常容易产生滑坡事故。

(2) 应编制开挖方案,慎重确定**放坡坡度**。在施工期间,特别是**雨天**必须制定监护与保护措施。软土地区施工经验表明,降雨可能使土坡的安全系数降低40%~50%,应严密监护,做好**坡面的保护**工作,必要时可事先在放坡处加固土体,严防土坡失稳。

经典考题

1.【1610】基坑边坡坡度是直接影响基坑稳定的重要因素，当基坑边坡土体中的剪应力大于土体的（ ）强度时，边坡就会失稳坍塌。

- A.抗扭 B.抗拉 C.抗压 D.抗剪



参考答案&解析

1.D 【学天解析】基坑边坡坡度是直接影响基坑稳定的重要因素，当基坑边坡土体中的剪应力大于土体的抗剪强度时，边坡就会失稳坍塌。其次，施工不当也会造成边坡失稳。

1K413023 基坑（槽）土方开挖及基坑变形控制

知识点一 基坑土方开挖

（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水位过高造成开挖施工困难）。
- 5) 围护结构发生异常声响。
- 6) 边坡或支护结构出现失稳征兆。
- 7) 基坑周边建（构）筑物等变形过大或已经开裂。

锦囊妙记 （1）对于支护结构基坑：围护结构渗漏、异响；支护结构内力突增、变形、失稳。
（2）对于放坡开挖基坑：边坡失稳。
（3）对于所有基坑：基底异常。
（4）对于周边建（构）筑物：变形开裂。

知识点二 基坑变形特征

1. 土体变形

基坑开挖时，由于坑内开挖卸荷造成围护结构在内外压力差作用下产生水平向位移，进而引起围护外侧土体的变形，造成基坑外土体及邻近建（构）筑物沉降；同时，开挖卸荷也会引起坑底土体隆起。可以认为，基坑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。

2. 围护结构水平变形

当基坑开挖较浅，还未设支撑时，不论对刚性墙体（如水泥土搅拌桩墙、旋喷桩墙等）还是柔性墙体（如钢板桩、地下连续墙等），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**。随着基坑开挖深度的增加，**刚性墙体**继续表现为**向基坑内的三角形水平位移或平行刚体位移**；而一般**柔性墙**如果**设支撑**，则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. 基坑底部的隆起

随着基坑的开挖卸载，基坑底出现隆起是必然的，但过大的坑底隆起往往是基坑险情的征兆。过大的坑底隆起可能是两种原因造成的：

（1）基坑底不透水土层由于其自重不能够承受下方承压水水头压力而产生突发性隆起。

（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。基坑底土体的过大隆起可能会造成基坑围护结构失稳。另外，由于坑底隆起会造成立柱隆起，进一步造成支撑向上弯曲，可能引起支撑体系失稳。因此基坑底土体的过大隆起是施工时应该尽量避免的。但由于基坑一直处于开挖过程，直接监测坑底土体隆起较为困难，一般通过监测**立柱变形**来反映基坑底土体隆起情况。

经典考题

1. 【2019年案例3.5】背景资料（局部）

为防止围护变形，项目部制定了开挖和支护的具体措施：

- 开挖范围及开挖、支撑顺序均应与围护结构设计工况相一致。
- 挖土要严格按照施工方案规定进行。
- 软土基坑必须分层均衡开挖。
- 支护与挖土要密切配合，严禁超挖。

【问题】补充完善开挖和支护的具体措施。



参考答案&解析

1. 【参考答案】（1）基坑发生异常情况时应立即停止挖土，并应立即查清原因，且采取措施，正常后方可继续挖土。（2）基坑开挖过程中，必须采取措施，防止碰撞支撑，围护结构或扰动基底原状土。

知识点三 基坑的变形控制

（1）当基坑邻近建（构）筑物时，必须控制基坑的变形以保证邻近建（构）筑物的安全。

（2）控制基坑变形的**主要方法**有：

- 增加围护结构和支撑的**刚度**。
- 增加围护结构的**入土深度**。

3) **加固基坑内被动区土体**。加固方法有墩式加固、满堂加固、格栅加固、抽条加固、裙边加固及抽条加固与裙边加固相结合的形式。

4) **减小**每次开挖围护结构处土体的尺寸和开挖后未及时支撑的**暴露时间**，这一点在软土地区施工时尤其有效。

5) 通过调整围护结构或隔水帷幕深度和降水井布置来控制**降水**对环境变形的影响。

知识点四 坑底稳定控制

(1) 保证深基坑坑底稳定的方法有加深围护结构入土深度、坑底土体加固、坑内井点降水等措施。

(2) 适时施做底板结构。



加大围护结构入土深度



坑底加固和降水



施作基坑底板结构

1K420151 防止基坑坍塌、淹埋的安全措施 (考试用书第2章)

知识点一 明挖基坑安全控制特点

(一) 基坑工程安全风险

基坑工程施工过程中风险主要是基坑**坍塌**和**淹没**，防止基坑坍塌和淹没是基坑施工的重要任务。

(二) 基坑开挖安全控制技术措施

1. 基坑边坡和支护结构的确定

根据土的分类和力学指标、开挖深度等确定边坡坡度(放坡开挖时)，或根据土质、地下水情况及开挖深度等确定支护结构方法(采用支护开挖时)。

2. 基坑周围堆放物品的规定

(1) 支护结构施工与基坑开挖期间，支护结构达到设计强度要求前，严禁在设计预计的**滑裂面范围内堆载**；临时土石方的堆放应进行包括自身稳定性、邻近建筑物地基和基坑稳定性验算。

(2) **支撑结构上不应堆放材料和运行施工机械**，当需要利用支撑结构兼做施工平台或栈桥时，应进行专门设计。

(3) 材料堆放、挖土顺序、挖土方法等应减少对周边环境、支护结构、工程桩等的不良影响。

(4) 基坑开挖的土方不应在邻近建筑及基坑周边影响范围内堆放，并应及时外运。

(5) 基坑周边必须进行**有效防护**，并设置明显的**警示标志**；基坑周边要设置**堆放物料的限重牌**，严禁堆放大量的物料。

(6) 建筑基坑周围**6m以内**不得堆放阻碍排水的物品或垃圾，保持排水畅通。

(7) 开挖料运至**指定地点堆放**。

锦囊妙记 “基坑周围堆放物品规定”的归纳：

1. 材料（“材”）+ 机械（“机”）+ 土石方（“土”）。

(1) “材”+“土”：①禁堆滑裂面；②不堆坑周6m，保排水通畅；③堆放减小对周边环境的影响。

(2) “材”+“机”：①不堆支撑。

(3) “土”：①自身稳定及对周边环境的影响验算；②及时外运，至指定地点堆放。

2. 基坑周边防护 + 警示标志 + 限重牌。

知识点二 应急预案与保证措施

（一）应急预案

(1) 建立应急组织体系，配备足够的袋装水泥、土袋草包、临时支护材料、堵漏材料和设备、抽水设备等抢险物资和设备，并准备一支有丰富经验的应急抢险队伍，保证在紧急状态时可以快速调动人员、物资和设备，并根据现场实际情况进行应急演练。

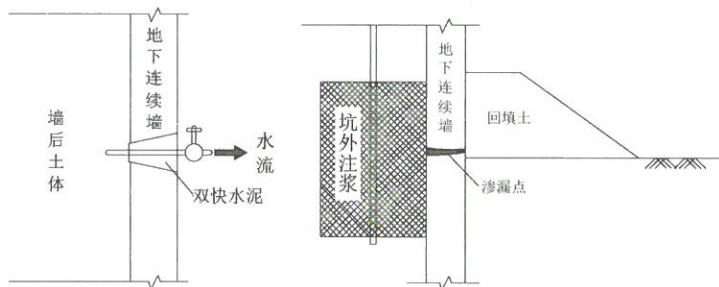
锦囊妙记 应急预案要素：体系、物资、队伍、演练。

(2) 加强监控量测信息化管理，及早发现坍塌、淹埋和管线破坏事故的征兆。如果**基坑即将坍塌、淹埋**时，应以人身安全为第一要务，及早**撤离现场**。

（二）抢险支护与堵漏

(1) 围护结构渗漏是基坑施工中常见的多发事故。在富水的砂土或粉土地层中进行基坑开挖时，如果围护结构或止水帷幕存在缺陷时，渗漏就会发生。如果渗漏水主要为清水，一般及时封堵不会造成太大的环境问题；而如果渗漏造成大量**水土流失**则会造成围护结构背后土体沉降过大，严重的会导致围护结构背后**土体失去抗力**造成**基坑倾覆**。

(2) 有降水或排水条件的工程，宜在采用降水或排水措施后再对围护缺陷进行修补处理。围护结构缺陷造成的渗漏一般采用下面方法处理：在缺陷处**插入引流管**引流，然后采用**双快水泥封堵**缺陷处，等封堵水泥**形成一定强度后再关闭导流管**。如果**渗漏较为严重时直接封堵困难**时，则应首先在**坑内回填土**封堵水流，然后在**坑外打孔灌注聚氨酯或水泥-水玻璃双液浆**等封堵渗漏处，**封堵后再继续向下开挖**基坑。



基坑围护渗漏处理措施

锦囊妙记 两种堵漏形式：第一种形式，导流管法；第二种形式，内填土、外注浆。

(3) 基坑支护结构出现变形过大或较为危险的“踢脚”变形时，可以采用**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**等处理措施。

(4) 基坑出现整体或局部土体滑塌时，应在可能条件下降低土中水位，并进行坡顶卸载，加强未滑塌区段的监测和保护，严防事故继续扩大。

(5) 基坑坍塌或失稳征兆已经非常明显时，必须果断采取回填土、砂或灌水等措施，然后再进一步采取应对措施，防止险情发展成事故。

锦囊妙记 基坑抢险支护：

第一步：加强观测、加强降水、加强支护；

第二步：坡脚堆载、坡顶卸载；

第三步：回填（填土、填砂、灌水）。

1K420152 开挖过程中地下管线的安全保护措施 (考试用书第2章)

知识点一 开挖过程中地下管线的安全保护措施

(一) 工程地质条件及现况管线调查

(1) 进场后应依据建设方所提供的的工程地质勘察报告、基坑开挖范围内及影响范围内的各种地上、地下管线及建（构）筑物等有关资料，**查阅**有关专业技术资料，掌握管线的施工年限、使用状况、位置、埋深等数据信息。

(2) 对于资料反映不详、与实际不符或在资料中未反映管线真实情况的，应向规划部门、管线管理单位查询，必要时在**管理单位人员在场**情况下进行**坑探查**明现状。

(3) 对于基坑影响范围内的地上、地下建（构）筑物，必须**查阅相关资料**并经**现场调查**，掌握结构的基础、结构形式等情况。

(4) 将调查的各种地上、地下管线及建（构）筑物的位置埋深等实际情况按照比例**标注**在**施工平面图**上，并在**现场**做出醒**目标志**。

(5) 分析调查、坑探等资料，作为编制地上、地下管线及建（构）筑物**保护方案**和采取**安全保护措施**的**依据**。

(二) 现况管线改移、保护措施

(1) 对于基坑开挖范围内的管线，应与建设单位、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。

(2) 基坑开挖影响范围内的地下管线、地面建（构）筑物的安全受施工影响，或其危及施工安全时，均应进行**临时加固**，经检查、验收，确认符合要求，并形成文件后，方可施工。

(3) 开工前，由**建设单位**召开工程范围内有关地上建（构）筑物、地下管线、人防、地铁等设施管理单位参加的**调查配合会**，由产权单位指认所属设施及其准确位置，**设明显标志**。

(4) 在施工过程中，必须设专人随时检查地下管线、维护加固设施，以保持完好。

锦囊妙记 管线施工准备梳理：

- ① 查阅管线资料；调查管线（物探与坑探）；
- ② 内、外业（图纸标记、现场标识）；
- ③ 保护管线措施（征得管理单位同意），应急预案；
- ④ 开挖过程中管线拆改、保护（支架、吊架、托架）；
- ⑤ 专人检查监督；
- ⑥ 监控测量，数据反馈指导施工。

知识点二 应急预案与抢险组织

- (1) 必须制订**应急预案**和**有效安全技术措施**。
- (2) 建立应急**组织**体系，配备应急抢险的**人员、物资和设备**，组织体系应保证在紧急状态时可以快速调动人员、物资和设备，并根据现场实际情况进行应急**演练**。
- (3) 出现异常情况，应立即通知管理单位人员到场处理、抢修。

1K413024 地基加固处理方法

知识点一 地基加固处理作用与方法选择

(一) 基坑地基加固的目的

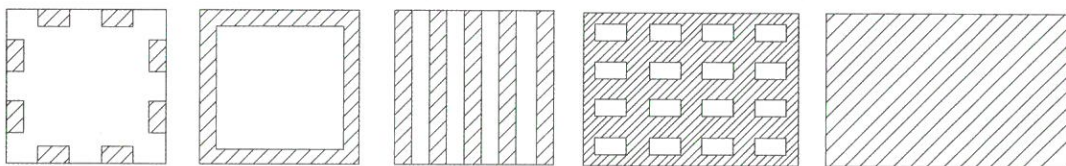
- (1) **基坑外加固**的目的主要是**止水**，有时也可**减少**围护结构承受的**主动土压力**。
- (2) 基坑内加固的目的主要有：提高土体的强度和土体的侧向抗力，减少围护结构位移，进而保护基坑周边建筑物及地下管线；防止坑底土体隆起破坏；防止坑底土体渗流破坏；弥补围护墙体插入深度不足等。

锦囊妙记 坑外止水煮鸭（止水、主压）。

(二) 基坑地基加固的方式

(1) 按平面布置形式分类，基坑内被动土压区加固形式：

- ① **墩式加固**：土体加固布置在基坑周边阳角位置或跨中区域。
- ② **抽条加固**：**长条形**基坑。
- ③ **裙边加固**：基坑**面积较大**。
- ④ **格栅式加固**：地铁车站的**端头井**。
- ⑤ **满堂加固**：**环境保护要求高**，或为了**封闭地下水**。



(a) 墩式加固

(b) 裙边加固

(c) 抽条加固

(d) 格栅式加固

(e) 满堂加固

基坑内加固平面布置示意图

(2) 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。

(3) 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**。

经典考题

1. 【1625】基坑内地基加固的主要目的有()。
- A. 提高结构的防水性能
B. 减少围护结构的位移
C. 提高土体的强度和侧向抗力
D. 防止坑底土体隆起破坏
E. 弥补围护墙体插入深度不足



参考答案&解析

1. BCDE 【学天解析】基坑内地基加固的目的主要有: 提高土体的强度和土体的侧向抗力, 减少围护结构位移, 进而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。基坑外加固的目的主要是止水, 有时也可减少围护结构承受的主动土压力。

知识点二 常用方法与技术要点



(一) 注浆法

注浆方法	适用范围
渗透注浆	只适用于中砂以上的砂性土和有裂隙的岩石。 适用于碎石土、砂卵石填料的路基。
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。
劈裂注浆	适用于低渗透性的土层。
电动化学注浆	地基土的渗透系数 $k < 10^{-4} \text{cm/s}$, 只靠一般静压力难以使浆液注入土的孔隙的地层 。

注浆设计包括注浆量、布孔、注浆有效范围、注浆流量、注浆压力、浆液配方等主要工艺参数, 没有经验可供参考时, 应通过现场试验确定上述工艺参数。

(二) 水泥土搅拌法

(1) 水泥土搅拌法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。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。



(2) 水泥土搅拌法适用于加固淤泥、淤泥质土、素填土、黏性土(软塑和可塑)、粉土(稍密、中密)、粉细砂(稍密、中密)、中粗砂(松散、稍密)、饱和黄土等土层。**不适用于含有大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土、欠固结的淤泥和淤泥质土、硬塑及坚硬的黏性土、密实的砂类土,以及地下水影响成桩质量的土层。**

(3) 水泥土搅拌桩的施工质量检测可采用下列方法:在成桩3d内,采用轻型动力触控检查上部桩身的均匀性;在成桩7d后,采用浅部开挖桩头进行检查,开挖深度宜超过停浆(灰)面下0.5m,检查搅拌的均匀性,量测成桩的直径。作为重力式水泥土墙时,还应用开挖方法检查搭接宽度和位置偏差,应采用钻芯法检查水泥土搅拌桩的单轴抗压强度、完整性和深度。

锦囊妙记 水泥土搅拌法的优点:土体加固效果好、造价低。
缺点:施工机械高。



轻型动力触控



浅部开挖桩头检查



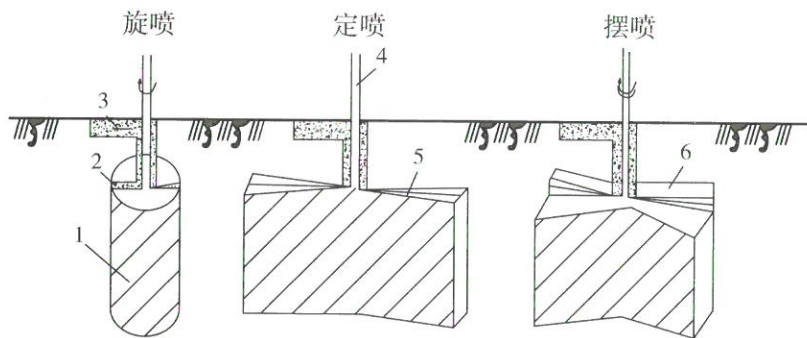
钻芯法检查

(三) 高压喷射注浆法

(1) 高压喷射注浆法对淤泥、淤泥质土、黏性土(流塑、软塑和可塑)、粉土、砂土、黄土、素填土和碎石土等地基都有良好的处理效果。但对于**硬黏性土**,含有较多的**块石**或**大量植物根茎**的地基,因喷射流可能受到阻挡或削弱,冲击破碎力急剧下降,切削范围小或影响处理效果。对于**含有过多有机质**的土层,其处理效果取决于固结体的化学稳定性。



(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:



高压喷射注浆的三种型式

1-桩 2-射流 3-冒浆 4-喷射注浆 5-板 6-墙旋喷、定喷、摆喷示意图

- 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。

锦囊妙记 液+气+液。

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) 旋喷加固体的直径受施工工艺、喷射压力、提升速度、土类和土性等因素影响。施工后旋喷加固体的强度和直径，应通过现场试验确定。

(4) 施工质量可根据设计要求或当地经验采用开挖检查、钻孔取芯、标准贯入试验及动力触探等方法检查。

(5) 高压喷射注浆的工艺流程：

钻机就位→钻孔→置入注浆管→高压喷射注浆→拔出注浆管。

施工结束后应立即对机具和孔口进行清洗。

在高压喷射注浆过程中出现：

①**压力骤然下降**、②**上升**或③**冒浆**异常时，应查明原因并及时采取措施。

经典考题

1. 【1909】适用于中砂以上的砂性土和有裂隙的岩石土层的注浆方法是（ ）。
- A.劈裂注浆
B.渗透注浆
C.压密注浆
D.电动化学注浆

**参考答案&解析**

- 1.B 【学天解析】详见知识点二。

1K413030 盾构法施工

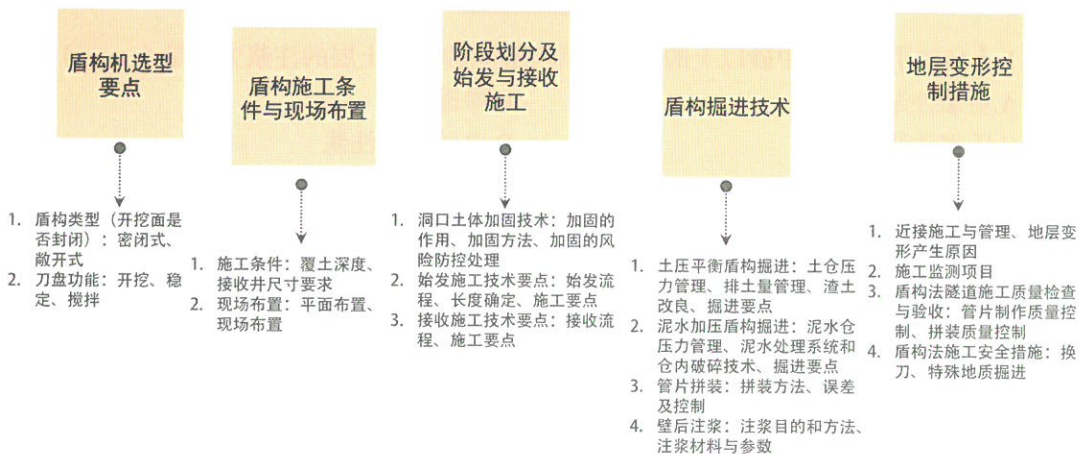


近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
盾构法施工	单选题	1	—	—	1	—
	多选题	—	—	—	—	2
	案例题	—	3	—	—	—
合计		1	3	—	1	2
平均考分		1.4				



框架梳理



1K413031 盾构机选型要点

知识点一 盾构类型与适用条件

（一）盾构类型

盾构类型可按照不同的分类方法进行分类。（**选择题知识点**）

（1）按支护地层的形式分类，主要分为自然支护式、机械支护式、压缩空气支护式、泥浆支护式、土压平衡支护式5种类型。

（2）按开挖面**是否封闭**划分，可分为**密闭式**和**敞开式**两类。按平衡开挖面土压与水压的原理不同，**密闭式盾构**又可分为**土压式**（常用泥土压式）和**泥水式**两种。**敞开式盾构**按开挖方式划分，可分为**手掘式**、**半机械挖掘式**和**机械挖掘式**三种。

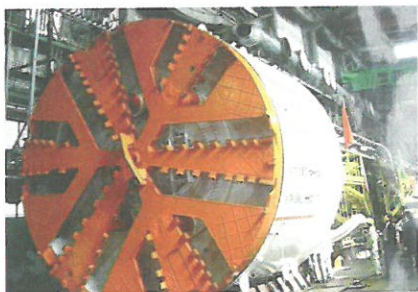
(3) 按盾构的断面形状划分, 有圆形和异型盾构两类, 其中异型盾构主要有多圆形、马蹄形、类矩形和矩形, 目前在国内轨道交通建设中, 已有双圆马蹄形、矩形和类矩形盾构应用。

(二) 盾构机的刀盘功能

(1) **开挖功能**。

(2) **稳定功能**。支撑开挖面, 具有稳定开挖面的功能。

(3) **搅拌功能**。对于土压平衡盾构, 刀盘对土仓内的渣土进行搅拌, 使渣土具有一定的塑性、流动性并在一定程度上避免形成“泥饼”的作用。

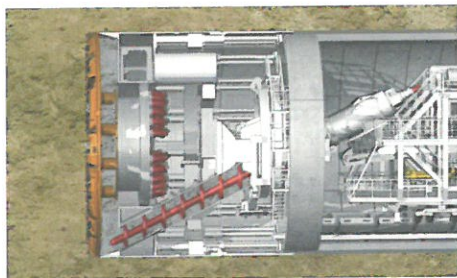


盾构机 (面板式刀盘)

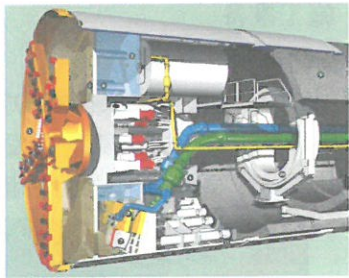


盾构机 (辐条式刀盘)

(三) 各种盾构对地质条件的适用性



土压平衡盾构机剖面图



泥水加压盾构机剖面图

1. 泥水加压盾构

2. 土压平衡盾构

土压平衡盾构用开挖出的土料作为支撑开挖面稳定的介质, 对作为支撑介质的土料, 要求其具有良好的塑性变形、软稠度、内摩擦角小及渗透率小。除**软黏土**外, 一般土壤不完全具有这种特性, 需进行改良。改良的方法通常为, **加水**、**膨润土**、**黏土**、**CMC**、**聚合物**或**泡沫**等, 根据土质情况单独或组合选用。

经典考题

1. 【1626】敞开式盾构按开挖方式可分为 ()。
- A. 手掘式
B. 半机械开挖式
C. 土压式
D. 机械挖掘式
E. 泥水式



参考答案&解析

1.ABD 【学天解析】敞开式盾构按开挖方式划分：手掘式、半机械挖掘式、机械挖掘式等。

1K413032 盾构施工条件与现场布置

知识点一 盾构法施工条件

(一) 盾构法施工适用条件

(1) 隧道埋深：隧道应有足够的埋深，覆土深度不宜小于 $1D$ （洞径）。采用压气施工法和泥水加压盾构时，隧道覆土太浅，有冒顶的可能性；覆土最大也有限制，取决于盾构对地下水的抵御能力和衬砌的防水性能。



隧道埋深示意图

(2) 对环境的影响：接近既有建（构）筑物施工时，有时需要辅助措施；除工作井部分外，对道路交通影响较小；振动、噪声一般限制在工作井洞口附近，可用隔音墙防护。

(二) 施工准备

1. 工作井断面尺寸确定

始发工作井平面尺寸应根据盾构安装的施工要求来确定。井壁上设有盾构始发洞口，井内设有盾构基座和反力架。始发工作井的长度应大于盾构主机长度 $3m$ ，宽度应大于盾构直径 $3m$ 以上；接收工作井的平面内净尺寸应满足盾构接收、解体和调头的要求。



盾构始发工作井



管片吊装

知识点二 盾构施工现场布置

(一) 施工现场平面布置与施工设施设置

1. 施工现场平面布置

主要包括盾构工作井、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等。

2. 施工现场设置

- (1) 工作井施工需要采取降水措施时，应设相当规模的降水系统（水泵房）。
- (2) 采用气压法盾构施工时，施工现场应设置空压机房，以供给足够的压缩空气。

(3) 采用泥水平衡盾构施工时, 施工现场应设置泥浆处理系统(中央控制室)、泥浆池。

(4) 采用土压平衡盾构施工时, 应设置电机车电瓶充电间等设施。

1K413033 盾构施工阶段划分及始发与接收施工技术

盾构施工一般分为始发(出洞)、正常掘进和接收(进洞)三个阶段。

知识点一 洞口土体加固技术

(一) 洞口土体加固的作用

(1) 盾构从始发工作井进入地层前, 首先应拆除盾构掘进开挖洞体范围内的工作井围护结构, 以便将盾构推入土层开始掘进; 盾构到达接收工作井前, 亦应先拆除盾构掘进开挖洞体范围内的工作井围护结构, 以便隧道贯通、盾构进入接收工作井。

(2) 拆除洞口围护结构前必须对洞口土体进行加固, 通常在工作井施工过程中实施。

(3) 拆除洞口围护结构及盾构掘进通过加固区域时, 防止地层变形, 进而引起坑外地面建筑物及地下管线等破坏。

(二) 常用的洞口土体加固方法

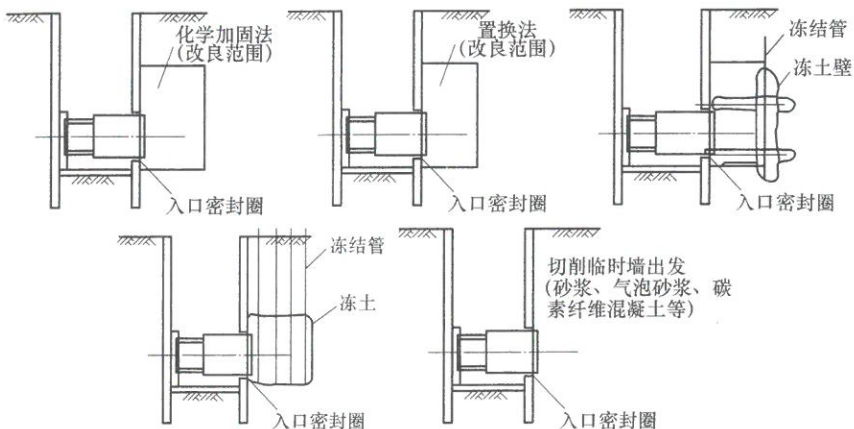
(1) 常用的加固有化学注浆法、砂浆回填料法、深层搅拌法、高压旋喷注浆法、冷冻法等。国内较常用的是深层搅拌法、高压旋喷注浆法、冷冻法(冷冻法常用的是垂直冷冻法, 也可以采用垂直冻结与水平冻结相结合的方式)。



盾构始发工作井



管片吊装



工作井洞门加固方法

(2) **冻结法**有**造价高**、解冻后存在沉降等缺点，旋喷桩加固虽然效果好，但其造价远高于深层桩。所以，除工作井较深、洞门处土层为水头较高的承压水层外，洞门土体加固较为广泛采用的是深层搅拌法，并在搅拌桩加固体与连续墙间无法加固的间隙处，用旋喷法进行补充加固。

(三) 洞口土体加固的风险防控和处理

(1) 洞口土体加固最常见的问题有两点：一是**加固效果不好**，造成开洞门时**土体坍塌**；二是**加固范围不当**，造成始发时**水土流失**。在盾构掘进至到达工作井时，一种常见的风险事故是洞门处位于承压水地层时，由于加固体长度过短，水土沿着盾构外侧涌入到达工作井。

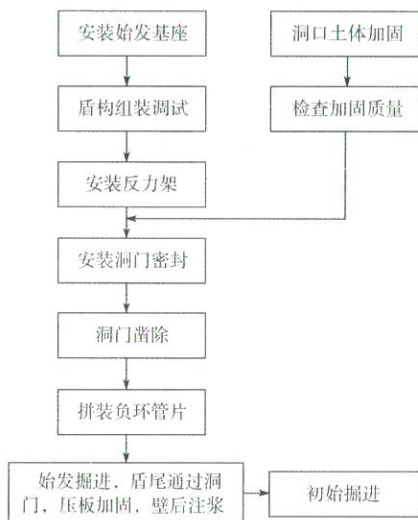
(2) 对于加固区与始发井形成的间隙要采取有效方法封堵处理。

(3) 出现开**洞门失稳**现象时，①在**小范围**的情况下可采用**边破除洞门混凝土**，边利用**喷素混凝土**的方法对土体临空面进行封闭；②如果**土体坍塌失稳情况严重**时，只有**封闭洞门重新加固**。

(4) 加固后地层应具有良好的均匀性和整体性；在凿除洞门后能够自稳，且具有低渗透性。洞口土体加固完成后，应进行**钻孔取芯试验**以检查效果。在加固区钻**水平孔**和**垂直孔检查渗水量**，水平孔分布于盾构隧道上、下、左、右部和中心处各一个，深8m。垂直孔在加固区前端布置2个孔和施工中钻孔误差较大的部位布设1个。检查孔使用后，采用**低强度水泥砂浆封孔**。

知识点二 盾构始发施工技术要点

(一) 盾构始发施工流程



盾构的始发施工流程

(二) 初始掘进长度的确定

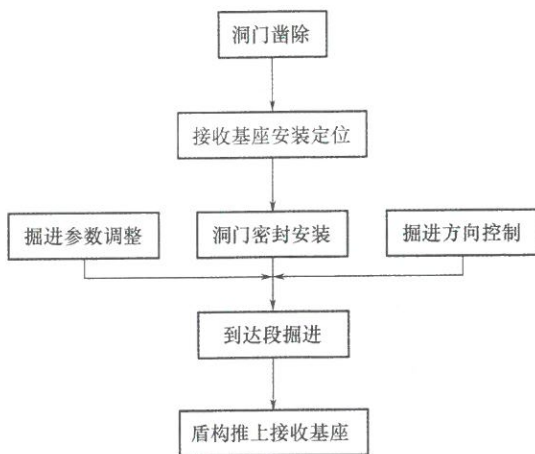
决定初始掘进长度的因素有两个：一是**衬砌与周围地层的摩擦阻力**，二是**后续台车长度**。

(三) 始发掘进施工要点

- (1) 盾构前如需破除洞门，应在条件验收后进行。
- (2) 始发前，应对洞口土体加固进行质量检查，合格后方可始发掘进；应制定洞门围护结构破除方案，并应采取密封措施保证始发安全。
- (3) 始发前，**反力架**应进行安全验算。
- (4) 始发时，应对**盾构姿态**进行复核。
- (5) 当**负环管片**定位时，管片环面应与隧道轴线相适应。拆除前，应验算成型隧道管片与地层间的摩擦力，并应满足盾构掘进反力的要求。
- (6) 当分体始发时，应保护盾构的各种管线，及时跟进后配套设备，并应确定管片拼装、壁后注浆、出土和材料运输等作业方式。
- (7) 盾尾密封刷进入洞门结构后，应进行洞门圈间隙的封堵和填充注浆。注浆完成后方可掘进。
- (8) 初始掘进过程中应控制盾构姿态和推力，加强监测，并应根据监测结果调整掘进参数。

知识点三 盾构接收施工技术要点

(一) 盾构接收施工流程



盾构的到达施工流程

(二) 接收施工要点

- (1) 盾构接收可分为**常规接收**、**钢套筒接收**和**水（土）中接收**。
- (2) 盾构接收前，应对洞口段土体进行质量检查，合格后方可接收掘进。
- (3) 当盾构到达接收工作井100m时，应对盾构姿态进行测量和调整。
- (4) 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。
- (5) 当盾构到达接收工作井时，应使管片环缝挤压密实，确保密封防水效果。
- (6) 盾构主机进入接收工作井后，应及时密封管片环与洞门间隙。

经典考题

1.【2011】盾构接收施工，工序可分为①洞门凿除、②到达段掘进、③接收基座安装与固定、④洞门密封安装、⑤盾构接收。施工程序正确的是（ ）。

- A.①→③→④→②→⑤
- B.①→②→③→④→⑤
- C.①→④→②→③→⑤
- D.①→②→④→③→⑤



参考答案&解析

1.A 【学天解析】盾构接收一般按下列程序进行：

洞门凿除→接收基座的安装与固定→洞门密封安装→到达段掘进→盾构接收。

1K413034 盾构掘进技术

知识点一 土压平衡盾构掘进



（一）土仓压力管理

（1）在土压平衡盾构的施工中，为了**确保开挖面的稳定**，要适当地**维持压力舱压力**。一般，如果**土仓压力不足**，发生**开挖面的涌水或坍塌**风险就会增大。如果**压力过大**，又会引起刀盘扭矩或推力的增大而发生推进速度的下降或**地面隆起**等问题。

（2）土仓压力管理的基本思路是：

作为**上限值**，以尽量控制地表面的沉降为目的而使用**静止土压力**；作为**下限值**，可以**允许产生少量的地表沉降**，但可确保开挖面的稳定为目的而使用主动土压力。

（3）推进过程中，土仓压力维持有如下的方法：

- ①用**螺旋排土器的转数控制**；
- ②用盾构**千斤顶的推进速度控制**；
- ③**两者的组合控制**等。通常盾构设备采用组合控制的方式。

（二）排土量管理

（1）仅单独根据排土量的管理来控制开挖面坍塌或地基沉降是困难的，最好是根据**压力舱的压力管理**和**开挖土量管理**同时进行。

（2）排土量管理的方法可大致分为**容积管理法（粗略；常用）**和**重量管理法**。

（三）渣土改良

（1）改良渣土的特性：

- 1) 良好的**塑流状态**。
- 2) 良好的**黏稠度**。
- 3) **低内摩擦力**。
- 4) **低透水性**。

(2) 当渣土满足不了这些要求时,需通过向刀盘、土仓内及螺旋输送机内注入**改良材料**对渣土进行改良,常用的改良材料是**泡沫或膨润土泥浆**。

(四) 土压平衡盾构掘进要点

(1) 开挖渣土应充满土仓,渣土形成的**土仓压力应与刀盘开挖面外的水土压力平衡**,并应使**排土量与开挖土量相平衡**。

(2) 设定土压平衡盾构的**掘进参数**:盾构**刀盘转速**、**掘进速度**和**土仓压力**等。

(3) 应根据工程地质和水文地质条件,向刀盘前方及土仓**注入改良剂**,渣土应处于**流塑状态**。

知识点二 泥水加压盾构掘进

(一) 泥水仓压力管理

(1) 在泥水加压式盾构施工中,为了确保开挖面的稳定,需要根据开挖面的土质及土水压力适当地设定泥浆压力。一般,如果**泥浆压力不足**,发生**开挖面坍塌**的危险就会增大,如果**压力过大**,又会出现**泥浆喷发**和**地面隆起**的可能。

(2) 泥水仓压力管理的基本思路是

作为**上限值**,以尽量**控制地表面的沉降**为目的而使用**静止土压力**;作为**下限值**,在允许少量沉降,但以**保持开挖面稳定**为目的而使用**主动土压力**。

(3) 掌握开挖面的稳定状态,一般是用设置在隔板上的**水压计**来确认泥水仓内的泥水压力。

(二) 泥水处理系统和仓内破碎技术

泥水加压盾构维持开挖面稳定的关键是在**开挖面形成高质量的泥膜**。因此,要对排泥管排出的泥水进行处理,处理后的泥水经调整后再通过送泥管泵入泥水仓。

(三) 泥水加压盾构掘进要点

(1) **泥浆压力与开挖面的水土压力应保持平衡**,**排出渣土量与开挖渣土量应保持平衡**,并应根据掘进状况进行调整和控制。

(2) 应根据工程地质条件,经**试验确定泥浆参数**,应对**泥浆性能进行检测**,并实施动态管理。

(3) 设定泥水加压盾构的掘进参数

盾构**刀盘转速**、**掘进速度**、**泥水仓压力**和**送排泥水流量**等。

知识点三 管片拼装

(一) 拼装方法

1. 拼装顺序(由下往上对称进行)

一般从下部的**标准(A型)**管片开始,依次左右两侧交替安装标准管片,然后拼装邻接**(B型)**管片,最后安装**楔形(K型)**管片。

2. 盾构千斤顶操作

随管片拼装顺序**分别缩回**该位置的盾构千斤顶。

3. 紧固连接螺栓

先紧固**环向**（管片之间）连接螺栓，后紧固**轴向**（环与环之间）连接螺栓。

4. 复紧连接螺栓

（1）初紧：

一环管片拼装后，利用全部盾构千斤顶均匀施加压力（将**新拼环挤向已拼环**），充分紧固轴向连接螺栓。

（2）复紧：

待**推进到千斤顶推力影响不到的位置**后，用扭矩扳手等，再一次紧固连接螺栓。

（二）管片拼装误差及其控制

盾构纠偏应及时连续，过大的偏斜量不能采取一次纠偏的方法，纠偏时不得损坏管片，并保证后一环管片的顺利拼装。

知识点四 壁后注浆

注浆是向管片与围岩之间的空隙注入填充浆液。

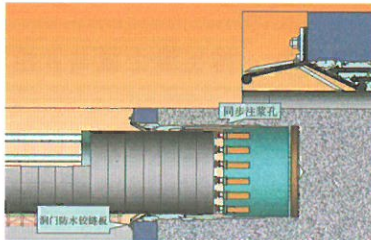
（一）壁后注浆的目的

管片壁后注浆按与盾构推进的时间和注浆目的不同，可分为**同步注浆**、**二次注浆**和**堵水注浆**。

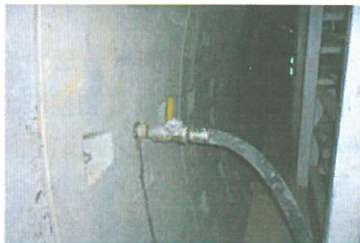
1. 同步注浆

同步注浆**与盾构掘进同时进行**，是通过同步注浆系统，在盾构向前推进盾尾空隙形成的同时进行，浆液在盾尾空隙形成的瞬间及时起到充填作用，使周围土体获得及时的支撑，可有效防止岩体的坍塌，控制地表的沉降。

2. 二次注浆



同步注浆



二次注浆

管片背后二次补强注浆则是在**同步注浆结束以后**，通过管片的吊装孔对管片背后进行**补强注浆**（补充部分未填充的空腔，提高管片背后土体的密实度），以提高同步注浆的效果。二次注浆的浆液充填时间要滞后掘进一段时间，对隧道周围土体起到**加固和止水**的作用。

3. 堵水注浆

为**提高背衬注浆层的防水性及密实度**，在富水地区考虑前期注浆受地下水影响以及浆液固结率的影响，必要时在**二次注浆结束后进行堵水注浆**。

壁后注浆的目的如下：

（1）使管片与围岩之间的环形空隙尽早建立注浆体的支撑体系，防止隧道周围土

体塌陷与地下水流失造成地层损失，**控制地面沉降值**。（防地层变形）

（2）尽快获得注浆体的固结强度，**确保管片初衬结构的早期稳定性**，防止长距离的管片衬砌背后处于无支承力的浆液环境内，使管片发生移位变形。（管片安定）

（3）作为隧道衬砌结构加强层，具有耐久性和一定强度。充填密实的注浆体将地下水与管片隔离，避免或大大减少地下水直接与管片接触的机会，从而成为管片的保护层，避免或减缓了地下水对管片的侵蚀，**提高衬砌结构的耐久性**。（管片保护层）

（二）注浆材料与参数

（1）根据注浆要求，应通过**试验确定注浆材料和配比**。可按地质条件、隧道条件和周边环境条件选用**单液**或**双液**注浆材料。

（2）注浆材料的**强度、流动性、可填充性、凝结时间、收缩率**和**环保**等应满足施工要求。

锦囊妙记 注浆材料指标：

- ①施工——流动性、可填充性、凝结时间；
- ②使用——强度、收缩率；
- ③环保——环保。

（3）应根据**注浆量**和**注浆压力**控制同步注浆过程，注浆速度应根据注浆量和掘进速度确定。

（4）二次注浆的**注浆量**和**注浆压力**应根据环境条件和沉降监测结果等确定。

知识点五 盾构姿态控制

（1）线形控制的主要任务是通过**控制盾构姿态**，使构建的衬砌结构几何中心线线形顺滑，且位于偏离设计中心线的容许误差范围内。

（2）纠偏时应控制单次纠偏量，应**逐环**和**小量纠偏**，不得过量纠偏。

1K413035 盾构法施工地层变形控制措施

知识点一 近接施工与近接施工管理

（1）新建盾构隧道穿越或邻近既有地下管线、交通设施、建（构）筑物的施工被称为**近接施工**。（即：隧道周围靠近障碍物的施工）

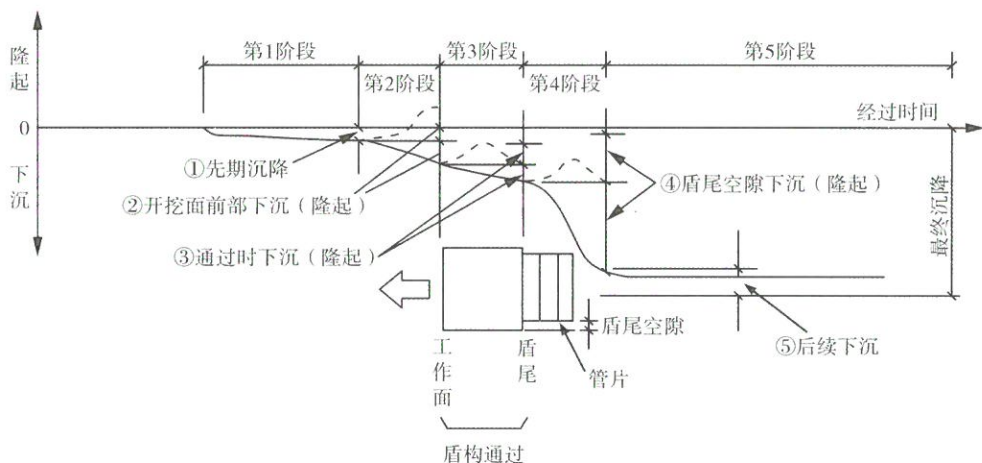
锦囊妙记 市政公用工程中，涉及地下的施工，**监控量测对象**：

- （1）周边建（构）筑物；
- （2）地下管线；
- （3）地表沉降。

（2）近接施工管理

首先，应详细**调查**；其次，制定专项施工**方案**；最后，施工过程中通过**监控量测**反馈指导施工而确保既有结构物安全。

知识点二 地层变形与既有结构物变形及控制措施



盾构掘进地层变形阶段示意图

发生阶段	产生原因	控制措施
先期沉降	砂质土地层：地下水位下降引起	保持地下水压
	软弱黏性土地层： 开挖面的过量取土引起	避免开挖面超挖
开挖面前部沉降 (隆起)	土压(泥水压)不足或过大	①土压平衡盾构： 压力平衡+渣土改良； ②泥水加压盾构： 压力平衡+泥浆特性调整（泥水加压盾构维持开挖面稳定的关键：开挖面形成高质量的泥膜）
通过时下沉 (隆起)	超挖	减少超挖
	不必要纠偏（曲线掘进或纠偏） 摩擦（盾壳与周围土体的摩擦）	“勤纠、少纠（控制好盾构姿态，避免不必要的纠偏作业）、适度” 减阻措施
盾尾空隙下沉 (隆起)	盾尾空隙或壁后注浆压力过大	①材料配比（试验确定）； ②同步注浆（及时）； ③二次注浆（及时）； ④注浆控制 （控制：注浆量+注浆压力）
后续下沉	盾构掘进造成的地层扰动、松弛等引起，在软弱黏性土地层中施工表现最为明显	①作业时尽可能减小对地层的扰动； ②向特定部位地层内注浆

经典考题

- 1.【1709】下列盾构掘进的地层中，需要采取措施控制后续沉降的是（ ）。
- A.岩层
B.卵石
C.软弱黏性土
D.砂土



参考答案&解析

- 1.C 【学天解析】后续沉降主要在软弱黏性土地层中施工时发生，因此选择C。

知识点三 地层变形的预测和施工监测

(1) 施工监测项目应符合下表的规定。当穿越水域、建(构)筑物及其他有特殊要求地段时，应根据设计要求确定。

施工监测项目

类别	监测项目
必测项目	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
选测项目	岩土体深层水平位移和分层竖向位移 衬砌环内力 地层与管片的接触应力

1K420113 盾构法隧道施工质量检查与验收

(考试用书第2章)

知识点一 钢筋混凝土管片制作质量控制要点

项目	内容
开工前质量控制	<p>1.人员、设备基本规定</p> <p>(1) 管片应由具备相应资质等级的厂家制造，制造厂家应有健全的质量管理体系及质量控制和质量检验制度。</p> <p>(2) 制作前应编制施工组织设计或技术方案，并经有关方审查批准。</p> <p>(3) 生产操作人员经培训、考核，合格后方可进行操作。特殊工种应持证上岗。</p> <p>(4) 模具材料符合质量要求；加工精度符合设计要求，并满足管片尺寸与形状要求。</p> <p>(5) 混凝土搅拌、运输、振捣、养护等设备检验符合要求，各种计量器具、设备检定必须在有效期内</p>

项目	内容
制作过程 质量控制	1.混凝土浇筑 (1) 应连续浇筑,浇筑时不得扰动预埋件。 (2) 根据生产条件选择适当的振捣方式,振捣应密实,不得漏振或过振。 (3) 浇筑成型后,初凝前再次进行压面
	2.管片质量控制 (1) 按设计要求进行结构性能检验,检验结果符合设计要求。 (2) 强度和抗渗等级符合设计要求。 (3) 吊装预埋件首次使用前必须进行抗拉拔试验,试验结果符合设计要求。 (4) 不应存在露筋、孔洞、疏松、夹渣、有害裂缝、缺棱掉角、飞边等缺陷,麻面面积不大于管片面积的5%。 (5) 日生产每15环(【注意】不是15块)应抽取1块管片进行检验。 (6) 每生产100环后应进行水平拼装检验1次
	3.管片贮存与运输 (1) 可采用内弧面向上或单片侧立的方式码放,每层管片之间正确设置垫木,码放高度应经计算确定

知识点二 管片拼装质量控制

项目	内容
拼装质量 验收标准	(1) 钢筋混凝土管片不得有内外贯穿裂缝和宽度大于0.2mm的裂缝及混凝土剥落现象。 (2) 螺栓质量及拧紧度必须符合设计要求。 (3) 当钢筋混凝土管片表面出现缺棱掉角、混凝土剥落、大于0.2mm宽的裂缝或贯穿性裂缝等缺陷时,必须进行修补
隧道防水质量 控制要点	(1) 隧道防水以管片自防水为基础,接缝防水为重点,并应对特殊部位进行防水处理,形成完整的防水体系。 (2) 特殊部位的防水: 1) 采用注浆孔进行注浆时,注浆结束后应对注浆孔进行密封防水处理

1K420171 盾构法施工安全措施(考试用书第2章)

知识点一 盾构机组装、调试、解体与吊装

由于盾构机体积庞大、重量重,且一般工作井内空间狭窄,因此,盾构机的**组装、调试、解体与吊装**是盾构施工安全控制重点之一,要制定专项施工方案。这项工作的安全控制重点是人员安全与设备安全。

知识点二 掘进过程中换刀

- (1) 换刀作业尽量选择在地质条件较好、地层较稳定的地段进行。
- (2) 在不稳定地层换刀时，必须采用**地层加固**或**气压法**等措施，确保开挖工作面土体稳定。

知识点三 特殊地段及特殊地质条件下掘进

在以下特殊地段和特殊地质条件施工时，必须采取施工措施确保施工安全：

- 1) 覆土厚度不大于盾构直径的浅覆土层地段。
- 2) 小曲线半径地段。
- 3) 大坡度地段。
- 4) 地下管线地段和地下障碍物地段。
- 5) 建（构）筑物地段。
- 6) 平行盾构隧道净间距小于盾构直径70%的小净距地段。
- 7) 江河地段。
- 8) 地质条件复杂（软硬不均互层）地段和砂卵石地段。

1K413040 喷锚暗挖（矿山）法施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
喷锚暗挖 (矿山)法施工	单选题	—	1	—	—	—
	多选题	—	—	—	—	—
	案例题	—	—	—	5	5
合计		—	1	—	5	5
平均考分		2.2				



框架梳理

喷锚暗挖(矿山)法施工	喷锚暗挖法的掘进方式选择	<ul style="list-style-type: none"> 开挖方式与选择：全断面法、正台阶法、环形开挖预留核心土法、单侧壁导坑法、双侧壁导坑法、中隔壁法、交叉中隔壁法
	工作井施工技术	<ul style="list-style-type: none"> 工作井施工技术：施工准备、锁口圈梁、竖井开挖及支护 马头门施工技术：竖井初期支护、竖井破除顺序、马头门开启顺序
	超前预支护及预加固施工技术	<ul style="list-style-type: none"> 超前小导管注浆加固：适用条件、参数设计、注浆目的、注浆材料、注浆方法 深孔注浆加固技术：注浆段长度、钻孔顺序、注浆效果检查 管棚支护：适用条件、参数设计、注浆目的、注浆材料、注浆方法
	喷锚支护施工技术	<ul style="list-style-type: none"> 主要材料：早强混凝土、速凝剂（根据工程需要） 喷射混凝土：喷射方向与距离、喷射顺序
	衬砌及防水施工要求	<ul style="list-style-type: none"> 防水结构施工原则：防水设计原则、复合式衬砌与防水体系 复合式衬砌施工：结构组成、防水层施工、二次衬砌混凝土施工
	喷锚暗挖法辅助工法施工技术要点	<ul style="list-style-type: none"> 地表锚杆及冻结法固结地层：地面锚杆布置、冻结法优缺点 喷锚支护施工质量检查与验收：土方开挖、初期支护施工、防水层施工、二次衬砌施工 暗挖法施工安全措施：工作井作业区安全防护、隧道施工开挖

1K413041 喷锚暗挖法的掘进方式选择

知识点一

喷锚暗挖法（矿山）法开挖方式与选择条件

扫码听课



施工方法	示意图	选择条件比较					
		结构与适用地层	沉降	工期	防水	初期支护拆除量	造价
全断面法		地层好，跨度 $\leq 8\text{m}$	一般	最短	好	无	低

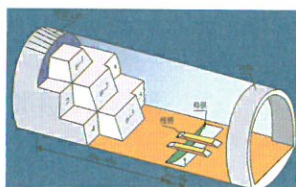
施工方法	示意图	选择条件比较					
		结构与适用地层	沉降	工期	防水	初期支护拆除量	造价
正台阶法		地层较差, 跨度 $\leq 10\text{m}$	一般	短	好	无	低
环形开挖预留核心土法		地层差, 跨度 $\leq 12\text{m}$	一般	短	好	无	低
单侧壁导坑法		地层差, 跨度 $\leq 14\text{m}$	较大	较短	好	小	低
双侧壁导坑法		小跨度, 连续使用可扩大跨度	较大	长	效果差	大	高
中隔壁法 (CD工法)		地层差, 跨度 $\leq 18\text{m}$	较大	较短	好	小	偏高
交叉中隔壁法 (CRD工法)		地层差, 跨度 $\leq 20\text{m}$	较小	长	好	大	高
中洞法		小跨度, 连续使用可扩大跨度	小	长	效果差	大	较高
侧洞法		小跨度, 连续使用可扩大跨度	大	长	效果差	大	高
柱洞法		多层多跨	大	长	效果差	大	高
洞桩法		多层多跨	较大	长	效果差	较大	高



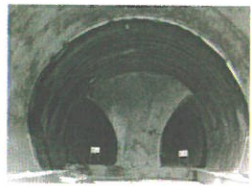
全断面法



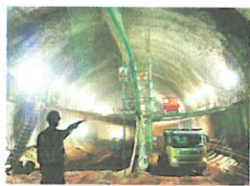
正台阶法



环形开挖预留核心土法



双侧壁导坑法



交叉中隔壁法



中洞法



侧洞法

(一) 全断面开挖法

(1) 全断面开挖法适用于**土质稳定、断面较小**的隧道施工，适宜人工开挖或小型机械作业。

(2) 全断面开挖法采取**自上而下一次开挖成形**，沿着轮廓开挖，按施工方案一次进尺并**及时进行初期支护**。

(3) 全断面开挖法的优点是可以**减少开挖对围岩的扰动次数**，有利于围岩天然承载拱的形成，工序简便；缺点是对地质条件要求严格，**围岩必须有足够的自稳能力**。

(二) 台阶开挖法

(1) 台阶开挖法适用于**土质较好的**隧道施工，以及软弱围岩、第四纪沉积地层隧道。

(2) 台阶开挖法将结构断面分成两个以上部分，即**分成上下两个工作面或几个工作面，分步开挖**。

(3) 台阶开挖法优点是具有足够的作业空间和较快的施工速度，灵活多变，适用性强。

(4) 台阶开挖法注意事项

1) 台阶数不宜过多，台阶长度要适当，对城市第四纪地层，台阶长度一般以控制在**1D**内（ D 一般指隧道跨度）为宜。

2) 对岩石地层，针对破碎地段可配合**挂网喷锚支护**施工，以防止落石和崩塌。

(三) 环形开挖预留核心土法

施工作业流程：用人工或单臂掘进机**开挖环形拱部**→**架立钢支撑**→**挂钢筋网**→**喷混凝土**。在拱部初次支护保护下，为加快进度，宜采用挖掘机或单臂掘进机**开挖核心土和下台阶**，随时**接长钢支撑和喷混凝土、封底**。视初次支护的变形情况或施工步序，安排施工**二次衬砌**作业。

(四) 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。
- 2) 双侧壁导坑法施工较为安全, 但速度较慢, 成本较高。

(五) 中隔壁法 (CD工法) 和交叉中隔壁法 (CRD工法)

当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)。

(六) 中洞法、侧洞法、柱洞法、洞桩法

当地层条件差、断面特小时, 一般设计成**多跨结构**, 跨与跨之间有梁、柱连接, 一般采用**中洞法、侧洞法、柱洞法及洞桩法**等施工, 其核心思想是**变大断面为中小断面**, 提高施工安全度。

经典考题

1. 【1910】沿隧道轮廓采取自上而下一次开挖成型, 按施工方案一次进尺并及时进行初期支护的方法称为 ()。

- | | |
|---------|---------------|
| A. 正台阶法 | B. 中洞法 |
| C. 全断面法 | D. 环形开挖预留核心土法 |

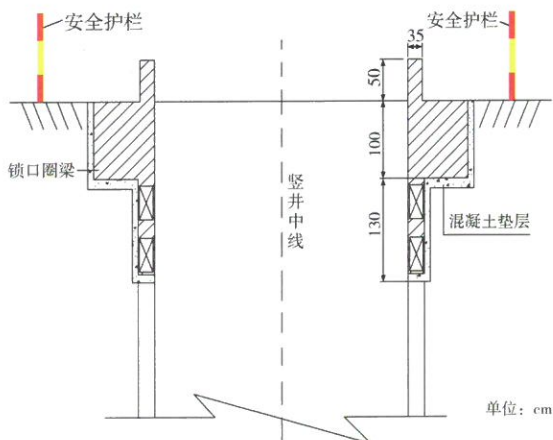


参考答案&解析

1.C 【学天解析】全断面开挖法采取自上而下一次开挖成型, 沿着轮廓开挖, 按施工方案一次进尺并及时进行初期支护。

1K413042 工作井施工技术

知识点一 工作井施工技术



工作竖井剖面示意图

(一) 施工准备

(1) 竖井施工前, 应对竖井及隧道范围内的地下管线、建(构)筑物进行调查, 并应会同产权单位确定保护方案; 施工中, 应加强对重要管线、建(构)筑物等的保护和监测。

(2) 竖井施工范围内应人工开挖**十字探沟**, 确定无管线后再开挖。

(3) 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**。

(二) 锁口圈梁

(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) 锁口圈梁与格栅应按设计要求进行连接, 井壁不得出现脱落。

(三) 竖井开挖与支护

(1) 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。

(2) 喷射混凝土的强度和厚度应符合设计要求。喷射混凝土应密实、平整, 不得出现裂缝、脱落、漏喷、露筋、空鼓和渗漏水等现象。

(3) 施工平面尺寸和深度较大的竖井时, 应根据设计要求及时安装临时支撑。

知识点二 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。

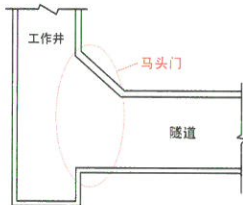
(3) 马头门开挖施工应严格按照设计要求, 并采取**加强措施**。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

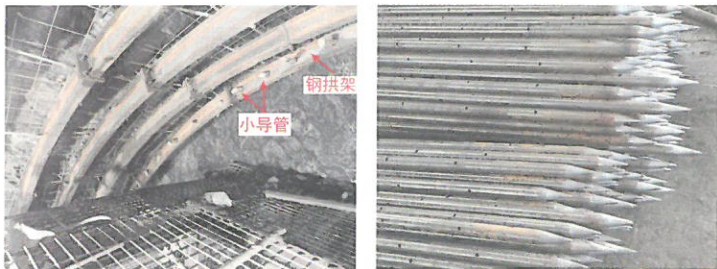
(7) 施工中严格贯彻“管超前、严注浆、短开挖、强支护、勤量测、早封闭”的十八字方针。



马头门示意图

1K413043 超前预支护及预加固施工技术

知识点一 超前小导管注浆加固



超前小导管

(一) 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处理方法。

(二) 技术要点

(1) 超前小导管应沿隧道拱部轮廓线外侧设置；其环向布设范围及环向间距由设计单位根据地层特性确定；安装小导管的孔位、孔深、孔径应符合设计要求。

(2) 超前小导管应选用直径为40~50mm的钢管或水煤气管，长度应大于循环进尺的2倍，宜为3~5m，具体长度、直径应根据设计要求确定。

(3) 超前小导管应从钢格栅的腹部穿过，后端应支承在已架设好的钢格栅上，并焊接牢固，前端嵌固在地层中。前后两排小导管的水平支撑搭接长度不应小于1m。

(4) 超前小导管的成孔工艺应根据地层条件进行选择，应尽可能减少对地层的扰动。

(5) 小导管其端头应封闭并制成锥状，尾端设钢筋加强箍，管身梅花型布设 $\phi 6\sim\phi 8\text{mm}$ 的溢浆孔。

(6) 超前小导管加固地层时，其注浆浆液应根据地质条件、并经现场试验确定；并根据浆液类型，确定合理的注浆压力和选择合适的注浆设备。

注浆材料可采用：①普通水泥单液浆；②改性水玻璃浆；③水泥-水玻璃双液浆；④超细水泥等注浆材料。

(7) 浆液的原材料应符合下列要求：

水泥：强度等级P·O42.5级及以上的硅酸盐水泥。

(8) 注浆施工应符合下列要求

1) 注浆工艺应简单、方便、安全，应根据土质条件选择注浆工艺（法）。在砂卵石地层中宜采用渗入注浆法；在砂层中宜采用挤压、渗透注浆法；在黏土层中宜采用劈裂或电动硅化注浆法。

2) 注浆顺序：

应由下而上、间隔对称进行；相邻孔位应错开、交叉进行。

经典考题

1.【2016年案例2.4】背景资料（局部）

事故调查发现，导致事故发生的主要原因有：

超前小导管支护长度不足，实测长度仅为2m，两排小导管沿纵向搭接长度不足，不能起到有效的超前支护作用。

【问题】根据背景资料，小导管长度应该大于多少米？两排小导管纵向搭接不小于多少米？



参考答案&解析

1.【参考答案】小导管长度应大于3m，因为本工程开挖进尺每循环为1.5m，小导管的长度应大于每循环开挖进尺的两倍。两排小导管纵向搭接长度不应小于1m。

知识点二 深孔注浆加固技术

(1) **注浆段长度**应综合考虑地层条件、地下水状态和钻孔设备的工作能力予以确定，宜为**10~15m**，并应预留一定的**止浆墙**厚度。

(2) 浆液的材料和类型应综合考虑土质条件、注浆要求、地下水状况、周围环境条件及效果要求等因素；且应经现场试验确定。

(3) 隧道内注浆孔应按设计要求采取全断面、半断面等方式布设，并应满足加固范围的要求；浆液扩散半径应根据注浆材料、方法及地层条件，经现场注浆试验确定。

(4) 根据地层条件和加固要求，深孔注浆可采取前进式分段注浆、后退式分段注浆等方法。

(5) 钻孔应按**先外圈、后内圈、跳孔施工**的顺序进行。钻孔时，应按规范要求作好施工记录，包括孔号、进尺、时间、地层、涌水位置、涌水量和涌水压力等内容，并根据现场条件及时调整施工工艺参数。

(6) 注浆结束后，施工单位应进行**注浆效果检查**，经检查确认注浆效果符合要求后方可开挖。

知识点三 管棚支护

(一) 结构组成与适用条件

1. 结构组成

(1) 管棚法是一种临时支护方法，与超前小导管注浆法相对应，通常又称为大管棚超前预支护法。

(2) 管棚是由钢管和钢格栅拱架组成。钢管入土端制作成尖靴状或楔形，沿着开挖轮廓线，以较小的外插角，向掌子面前方敷设钢管或钢插板，末端支架在钢拱架上，形成对开挖面前方围岩的预支护。



(3) 管棚中的钢管应按照设计要求进行加工和开孔, 管内应灌注水泥浆或水泥砂浆, 以便**提高钢管自身刚度和强度**。

2. 适用条件

(1) 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**。

(2) 通常, 在下列施工场合应考虑采用管棚进行超前支护:

- 1) 穿越铁路修建地下工程。
- 2) 穿越地下和地面结构物修建地下工程。
- 3) 修建大断面地下工程。
- 4) 隧道洞口段施工。
- 5) 通过断层破碎带等特殊地层。
- 6) 特殊地段, 如大跨度地铁车站、重要文物保护区、河底、海底的地下工程施工等。

(二) 技术要点

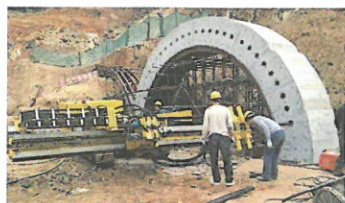
(1) 施工工艺流程: 测放孔位→钻机就位→水平钻孔→压入钢管→注浆(向钢管内和管周围土体)→封口。



拱架



测放孔位



水平钻孔



压入钢管



管棚大样



管内注浆



管棚支护完成

(2) 管棚应根据地层情况、施工条件和环境要求选用, 并应符合以下要求:

- 1) 宜选用**加厚的 $\phi 80 \sim \phi 180\text{mm}$ 焊接钢管或无缝钢管**制作。
- 2) **钢管间距**应根据支护要求(如: 防坍塌、控制建(构)筑物变形等)予以确定, 宜为 **$300 \sim 500\text{mm}$** 。
- 3) 双向相邻管棚的**搭接长度不小于 3m** 。
- 4) 为**增加管棚刚度**, 应根据需要在钢管内**灌注水泥砂浆、混凝土或放置钢筋笼并灌注水泥砂浆**。
- 5) 钢管宜沿隧道开挖轮廓线纵向近水平方向或按纵坡要求设置。

(3) **钻孔顺序**应由**高孔位向低孔位**进行。钻孔直径应比设计管棚直径大 **$30 \sim 40\text{mm}$** 。

(4) 管棚在顶进过程中, 应用测斜仪控制上仰角度。顶进完毕后应对每根管进行清孔处理。

(5) 钢管在安装前应逐孔逐根进行编号,按编号顺序接管推进、不得混接。管棚接头应相互错开。

(6) 管棚就位后,应按要求进行注浆;钢管内部宜填充水泥砂浆,以增加钢管强度和刚度。注浆应采用分段注浆方法,浆液能充分填充至围岩内。注浆压力达到设定压力,并稳压5min以上,注浆量达到设计注浆量的80%时,方可停止注浆。

锦囊妙记 小导管注浆加固与管棚支护比较。

	小导管注浆加固	管棚支护
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使用	适用于软弱地层和特殊困难地段,并对地层变形有严格要求的工程
参数设计	①直径: 40~50mm; ②搭接长度: ≥1m; ③外插角: 5°~15°; ④长度: 大于循环进尺的2倍,宜为3~5m	①直径: 80~180mm; ②搭接长度: ≥3m; ③外插角: 较小(不宜大于3°); ④加厚钢管
注浆目的	主要加固周围土体	主要提高钢管自身强度、刚度
注浆材料	①普通水泥单液浆; ②改性水玻璃浆; ③水泥-水玻璃双液浆; ④超细水泥	水泥浆或水泥砂浆
注浆方法	①砂卵石地层: 渗入注浆法; ②砂层: 挤压、渗透注浆法; ③黏土层: 劈裂或电动硅化注浆法; ④注浆顺序: 由下而上、间隔对称; ⑤相邻孔位错开、交叉进行	①钢管打入土体就位后,应及时隔(跳)孔向钢管及周围压注水泥浆或水泥砂浆; ②注浆压力达到设定压力,并稳压5min以上,注浆量达到设计注浆量的80%时,方可停止注浆
相同之处	①钢管(无缝钢管或焊接钢管)+钢拱架使用; ②钢管间距: 300~500mm; ③注浆所用水泥: P·O42.5级及以上的硅酸盐水泥(应为: 42.5级及以上的硅酸盐水泥(P·I、P·II)、普通水泥(P·O)); ④材料选用、配合比: 经试验确定; ⑤注浆后封口	

1K413044 喷锚支护施工技术

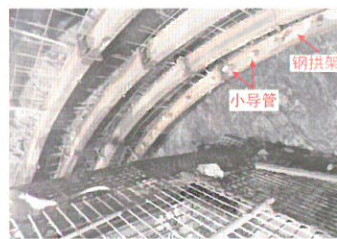
知识点一 喷锚支护施工技术



锚杆钻机



锚杆和钢筋网



钢拱架

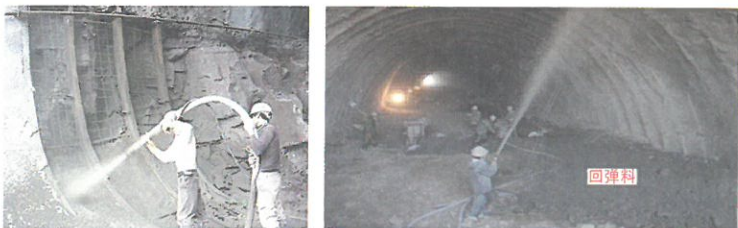
（一）主要材料

喷射混凝土应采用早强混凝土，其强度必须符合设计要求。混凝土配合比应根据试验确定。严禁选用具有碱活性的骨料。可根据工程需要掺用外加剂，**速凝剂**应根据水泥品种、水胶比等，通过不同掺量的混凝土试验选择最佳掺量，使用前应做凝结时间试验，要求**初凝时间**不应大于**5min**；**终凝时间**不应大于**10min**。

（二）喷射混凝土

（1）喷射时，应用高压风清理受喷面、施工缝，剔除疏松部分；**喷头与受喷面应垂直，距离宜为0.6~1.0m**。

（2）喷射混凝土应分段、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（右图为错误示范，距离太远）

（3）喷射混凝土时，应**先喷格栅钢架拱架与地层围岩间的混凝土**，**之后喷射格栅钢架拱架间的混凝土**。

（4）喷射混凝土应控制水胶比中的水灰比，避免喷射后发生流淌、滑坠现象，并应采取措施减少喷射混凝土材料的回弹损失。**严禁使用回弹料**。

（5）在遇水的地段进行喷射混凝土作业时，应先对渗漏水处理后再喷射，应从远离漏渗水处开始，逐渐向渗漏水处逼近。

1K413045 衬砌及防水施工要求

知识点一 防水结构施工原则

（一）相关规范规定

- （1）防、排、截、堵相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理。
- （2）防水设计的原则：以防为主，刚柔结合，多道防线，因地制宜，综合治理。

（二）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，衬砌结构组成：

- ①初期（一次）支护；②防水层；③二次衬砌。

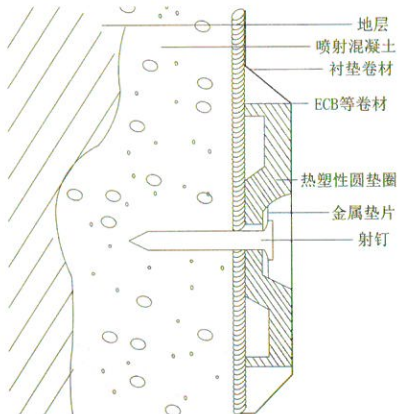
（2）喷锚暗挖（矿山）法施工隧道的复合式衬砌，以**结构自防水为根本**，**辅加防水层组成防水体系**，以**变形缝、施工缝、后浇带、穿墙洞、预埋件、桩头等接缝部位混凝土及防水层施工**为防水控制的重点。

知识点二 复合式衬砌防水层施工

扫码听课



复合式衬砌防水层施工应优先选用**射钉铺设**，结构组成如下图所示。



复合式衬砌防水层结构示意图

(1) 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。

(2) 衬砌施工缝和沉降缝的**止水带不得有割伤、破裂**，固定应牢固，防止偏移，提高止水带部位混凝土浇筑的质量。

(3) 二次衬砌混凝土施工：

1) 二次衬砌采用**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。

2) 二次衬砌混凝土浇筑应采用组合钢模板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。模板接缝要拼贴平密，避免漏浆。

3) 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。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。

1K413046 喷锚暗挖法辅助工法施工技术要点

知识点一 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**。

(3) 锚杆类型应根据地质条件、使用要求及锚固特性进行选择，可选用中空注浆锚杆、树脂锚杆、自钻式锚杆、砂浆锚杆和摩擦型锚杆。

知识点二 冻结法固结地层

(1) 冻结法是利用人工制冷技术,用于**富水软弱地层**的暗挖施工固结地层。

(2) 冻结法主要优缺点

1) 主要优点: ①冻结加固的地层**强度高**; ②地下水封闭效果好; ③地层整体固结性好; ④对工程环境污染小。

2) 主要缺点: ①**成本较高**; ②有一定的技术难度。

1K420112 喷锚支护施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

知识点一 土方开挖、初期支护质量控制

项目	内容
土方开挖	相向开挖的两个开挖面相距约2倍管(隧)径时,应停止一个开挖面作业,进行封闭,由另一开挖面作贯通开挖
初期支护 施工	(1) 喷射混凝土前准备工作: 1) 钢格栅及钢筋网安装检查合格。 2) 埋设控制喷射混凝土 厚度 的标志。 3) 检查开挖断面尺寸, 清除松动 的浮石、土块和杂物。 4) 作业区的通风、照明设置符合规定。 5) 做好排水、降水; 疏干地层的积、渗水
	(2) 喷射混凝土施工: 1) 喷射作业 分段、分层进行 , 喷射顺序由下而上 。 2) 喷头应保证 垂直 于工作面, 喷头距工作面不宜大于1m。 3) 分层喷射时, 应在前一层混凝土 终凝 后进行。 4) 钢筋网的喷射混凝土保护层不应小于20mm。 5) 喷射混凝土 终凝2h 后进行养护, 时间不小于 14d ; 气温低于5℃不得喷水养护

知识点二 防水、二次衬砌质量控制

项目	内容
防水层 施工	(1) 应在初期支护基本稳定且衬砌检查合格后进行。 (2) 清理混凝土表面, 剔除尖、突部位并用水泥砂浆压实、找平。 (3) 采用专用热合机焊接, 焊缝应均匀连续; 双焊缝搭接的焊缝宽不应小于10mm; 焊缝不得有漏焊、假焊、焊焦、焊穿等现象; 焊缝应经 充气 试验合格
二次衬砌 施工	(1) 结构变形基本稳定的条件下施做; 变形缝应根据设计设置, 并与初期支护变形缝位置重合; 止水带安装应在两侧加设支撑筋, 并固定牢固, 浇筑混凝土时不得有移动位置、卷边、跑灰等现象。 (2) 泵送混凝土质量保证措施: 1) 坍落度为: 150~180mm; 2) 减水型、缓凝型外加剂, 其掺量应经试验确定; 掺加防水剂、微膨胀剂时应以动态运转试验控制掺量; 严禁在浇筑过程中向混凝土中加水

1K420172 暗挖法施工安全措施（考试用书第2章）

知识点一 工作井施工

（一）作业区安全防护

（1）施工**机具**、运输**车辆**距工作井边缘的距离，应根据土质、井深、支护情况和地面荷载并经验算确定，且其**最外着力点与井边距离不得小于1.5m**。

（2）井口作业区必须设置**围挡**，非施工人员禁止入内，并建立人员**出入工作井的管理制度**。

（3）工作井**不得设在低洼处且井口应比周围地面高300mm以上**，**地面排水系统**应完好、畅通。

（4）不设作业平台的工作井周围**必须设防护栏杆**，**护栏高度不低于1.2m**，**栏杆底部500mm**应采取封闭措施。

（5）**井口2m范围内**不得堆放材料。

（6）工作井内**必须设安全梯或梯道**，梯道应设扶手栏杆，梯道的宽度不应小于1.0m。

知识点二 隧道施工

（一）开挖

（1）在城市进行爆破施工，必须事先**编制爆破方案**，并由专业人员操作，报**城市主管部门**批准，并经**公安部门**同意后方可施工。

锦囊妙记 爆破施工的技术管理：

①**爆破方案+专家论证**；

②**城市主管部门批准，公安部门同意**；

③**爆破工程安全评估**；

④**爆破施工单位：资质（《爆炸物品使用许可证》）**；

⑤**爆破设计人员、爆破作业人员：经过培训，考核合格，持证上岗**。

（2）两条平行隧道（含导洞）相距**小于1倍洞跨时**，其开挖面前后**错开距离不得小于15m**。

（3）同一隧道内相对开挖（非爆破方法）的两开挖面距离为**2倍洞跨且不小于10m**时，一端应停止掘进，并保持开挖面稳定。

1K414000 城市给水排水工程



本节考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市给水排水工程	给水排水厂站工程结构与特点	1	7	4	2	—
	给水排水厂站工程施工	28	19	14	12	1

从历年考题分值分布情况看，本节近五年平均分为17.6分。本节内容相对简单、原理容易理解、工艺知识点明确，教材内容篇幅较少。水池的模板、止水带、预应力筋、混凝土浇筑、沉井下沉方法、满水试验都是常规高频知识点。

大型水池施工需要开挖深基坑，故水池亦可结合基坑工程的监测、降水等进行综合考查。

1K414010 给水排水厂站工程结构与特点



近五年考情分析

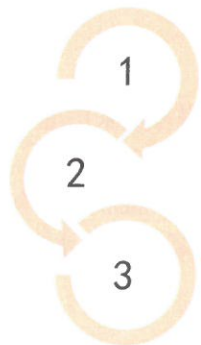
命题点		2020	2019	2018	2017	2016
给水排水厂站工程 结构与特点	单选题	1	1	2	2	—
	多选题	—	2	2	—	—
	案例题	—	4	—	—	—
合计		1	7	4	2	—
平均考分		2.8				



框架梳理

给水与污水处理工艺流程

- 给水处理：常用给水处理方法、常用处理工艺流程与适用条件、预处理和深度处理；
- 污水处理：处理方法与工艺



厂站工程结构与施工方法

- 场站构筑物组成：给水处理构筑物、污水处理构筑物、工艺辅助构筑物、辅助建筑物、配套工程、工艺管线；
- 构筑物结构形式与特点：薄壁、多筋、抗渗、整体；
- 构筑物与施工方法：全现浇、单元组合现浇

给水与污水处理厂试运行

- 试运行主要内容；
- 试运行基本程序：空车试运行、联机运行、联合试运行

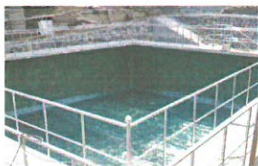
1K414011 厂站工程结构与施工方法

知识点一 给水排水场站工程结构特点

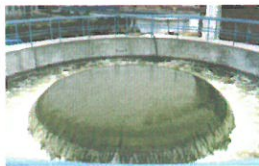
(一) 场站构筑物组成

(1) 水处理(含调蓄)构筑物是给水排水系统中对原水(污水)进行水质处理、污泥处理而设置的各种构筑物的总称。

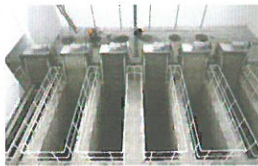
组成	内容	锦囊妙记
给水处理构筑物	调节池、调流阀井、格栅间及药剂间、集水池、取水泵房、 混凝 沉淀池、 澄清 池、配水井、混合井、预臭氧接触池、主臭氧接触池、滤池及反冲洗设备间、紫外 消毒 间、膜处理车间、 清水 池、调蓄 清水 池、配水泵站等	“清”
污水处理构筑物	污水进水闸井、进水泵房、格栅间、 沉砂 池、 初次沉淀 池、 二次沉淀 池、 曝气 池、配水井、调节池、生物反应池、 氧化沟 、 消化 池、计量槽、闸井等	—
工艺辅助构筑物	主体构筑物的走道平台、梯道、设备基础、导流墙(槽)、支架、盖板、栏杆等的细部结构工程,各类 工艺井 (如吸水井、泄空井、浮渣井)、管廊 桥架 、 闸槽 、 水槽 (廊)、 堰口 、穿孔、 孔口 等	“井、桥架、槽、口”
辅助建筑物	生产辅助性建筑物 :各项机械设备的建筑 厂房 如鼓风机 房 、污泥脱水机 房 、发电机 房 、变配电设备 房 及化验室、控制室、仓库、料库、机修(电修)间等。 生活辅助性建筑物 :综合办公楼、食堂、浴室、职工宿舍、车库等	“××房”
配套工程	厂内道路、厂区给水排水、照明、绿化、门卫室及围墙等	—
工艺管线	进水管、出水管、污水管、给水管、回用水管、污泥管、出水压力管、空气管、热力管、沼气管、投药管线等	“××管”



调节池



配水井



格栅间



氧化沟


(二) 构筑物结构形式与特点

(1) 水处理(调蓄)构筑物和泵房多数采用地下或半地下钢筋混凝土结构,特点是构件断面较薄,属于**薄板**或**薄壳**型结构,**配筋率较高**,具有**较高抗渗性**和**良好的整体性**要求。少数构筑物采用土膜结构如稳定塘等,面积大且有一定深度,抗渗性要求较高。

(2) 工艺管线中给排水管道越来越多采用水流性能好、抗腐蚀性高、抗地层变位性好的PE管、球墨铸铁管等新型管材。

经典考题

- 1.【2013】关于水处理构筑物特点的说法中,错误的是()。
- A.薄板结构 B.抗渗性好 C.抗地层变位性好 D.配筋率高
- 2.【1927】下列场站水处理构筑物中,属于给水处理构筑物的有()。
- A.消化池 B.集水池
C.澄清池 D.曝气池
E.清水池
- 3.【1807】下列场站构筑物组成中,属于污水构筑物的是()。
- A.吸水井 B.污泥脱水机房 C.管廊桥架 D.进水泵房
- 4.【1710】下列给水排水构筑物中,属于调蓄构筑物的是()。
- A.澄清池 B.清水池 C.生物塘 D.反应池


参考答案&解析

1.C 【学天解析】水处理(调蓄)构筑物和泵房多数采用地下或半地下钢筋混凝土结构,特点是构件断面较薄,属于薄板或薄壳型结构,配筋率较高,具有较高抗渗性和良好的整体性要求。

2.BCE 【学天解析】给水处理构筑物包括:调节池、调流阀井、格栅间及药剂间、集水池、取水泵房、混凝沉淀池、澄清池、配水井、混合井、预臭氧接触池、主臭氧接触池、滤池及反冲洗设备间、紫外消毒间、膜处理车间、清水池、调蓄清水池、配水泵站等。

3.D 【学天解析】污水处理构筑物包括:污水进水闸井、进水泵房、格栅间、沉砂池、初次沉淀池、二次沉淀池、曝气池、配水井、调节池、生物反应池、氧化沟、消化池、计量槽、闸井等。正确答案为D进水泵房。选项A、C错误,吸水井、管廊桥架属于工艺辅助构筑物;选项B错误,污泥脱水机房属于辅助建筑物。

4.B 【学天解析】调蓄构筑物应该是给水处理工艺末端暂存清水的构筑物,从四个选项内容应该选择清水池,其他三个都是中间处理过程的构筑物。

知识点二 构筑物与施工方法
(一)全现浇混凝土施工

(1)水处理(调蓄)构筑物的钢筋混凝土池体**大多采用现浇混凝土施工**。浇筑混凝土时应依据结构形式分段、分层连续进行,浇筑层高度应根据结构特点、钢筋疏密决定。

现浇混凝土的配合比、强度和抗渗、抗冻性能必须符合设计要求,构筑物不得有露筋、蜂窝、麻面、孔洞、夹渣、疏松、裂缝等质量缺陷,且整个构筑物混凝土应做到颜色一致、棱角分明、规则,体现外光内实的结构特点。

污水处理构筑物中**卵形消化池**,通常采用**无粘结预应力筋、曲面异型大模板**施工。



卵形消化池

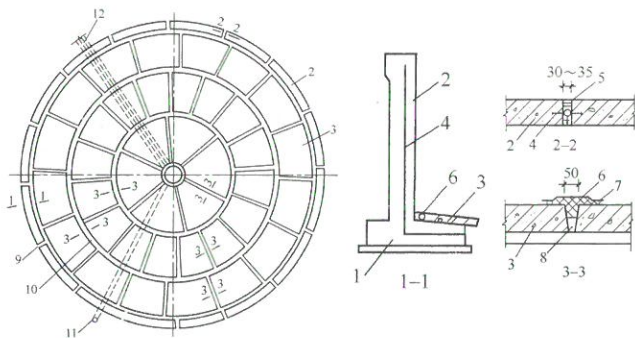
消化池钢筋混凝土主体外表面，需要做保温和外饰面的保护；保温层、饰面层施工应符合设计要求。

(二) 单元组合现浇混凝土施工

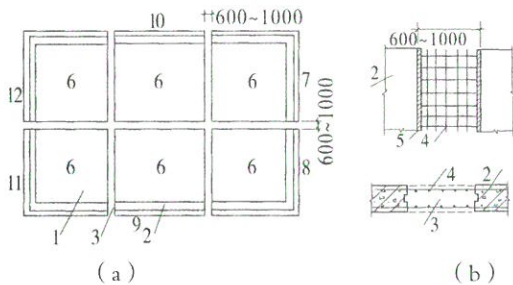
(1) 沉砂池、生物反应池、清水池等大型池体的断面形式可分为圆形水池和矩形水池，宜采用单元组合式现浇混凝土结构，池体由相类似底板及池壁板块单元组合而成。

(2) 以圆形储水池为例，池体通常由若干块厚扇形底板单元和若干块倒T形壁板单元组成，一般不设顶板。单元一次性浇筑而成，底板单元间用聚氯乙烯胶泥嵌缝，壁板单元间用橡胶止水带接缝，如圆形水池单元组合结构示意图所示。这种单元组合结构可有效防止池体出现裂缝渗漏。

(3) 大型矩形水池为避免裂缝渗漏，设计通常采用单元组合结构将水池分块（单元）浇筑。各块（单元）间留设后浇缝带，池体钢筋按设计要求一次绑扎好，缝带处不切断，待块（单元）养护42d后，再采用比块（单元）强度高一个等级的混凝土或掺加UEA的补偿收缩混凝土灌注后浇缝带且养护时间不应低于14d，使其连成整体，如矩形水池单元组合结构示意图所示。



1、2、3-单元组合混凝土结构；4-钢筋；5-池壁内缝填充处理；
6、7、8-池底板内缝填充处理；9-水池壁单元立缝；
10-水池底板水平缝；11、12-工艺管线
圆形水池单元组合结构示意图



1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12均为混凝土施工单元
其中：1、2-块（单元）；3-后浇带；
4-钢筋（缝带处不切断）；5-端面凹形槽
矩形水池单元组合结构示意图

（三）预制拼装施工

（1）圆形混凝土水池宜采用装配式预应力钢筋混凝土结构，以便获得较好的抗裂性和不透水性。

（2）预制拼装施工的圆形水池可采用：

①**缠绕预应力钢丝法**（池壁外缠丝）；

②**电热张拉法**（钢丝通电加热）进行壁板环向预应力施工。（机理：壁外预应力钢丝提供回压应力）

（3）预制拼装施工的圆形水池在满水试验合格后，应在**满水状态下**及时进行喷射水泥砂浆保护层施工。

（四）预制沉井施工

（1）钢筋混凝土结构泵房、机房通常采用半地下式或完全地下式结构，在有地下水、流砂、软土地层且地下无重要建（构）筑物及地下管线影响的条件下，可选择预制沉井法施工。

（2）预制沉井法施工通常采取**排水下沉**沉井方法和**不排水下沉**沉井方法。前者适用于渗水量不大，稳定的黏性土；后者适用于比较深的沉井或有严重流砂的情况。

排水下沉分为**人工挖土下沉**、**机具挖土下沉**、**水力机具下沉**。（人机机）

不排水下沉分为**水下抓土下沉**、**水下水力吸泥下沉**、**空气吸泥下沉**。（水吸吸）



人工挖土下沉

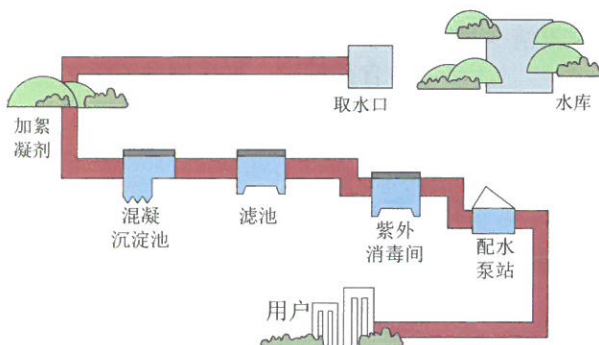


机具挖土下沉



水下抓土下沉

1K414012 给水与污水处理工艺流程



给水处理工艺流程简图

知识点一 给水处理工艺流程

(一) 处理方法与工艺

(1) 水中含有的杂质，分为无机物、有机物和微生物三种，也可按杂质的**颗粒大小**以及**存在形态**分为**悬浮物质**、**胶体**和**溶解物质**三种。

(2) 处理**目的是去除或降低原水中悬浮物质、胶体、有害细菌生物以及水中含有的其他有害杂质**，使处理后的水质满足用户需求。

(二) 常用的给水处理方法

常用的给水处理方法

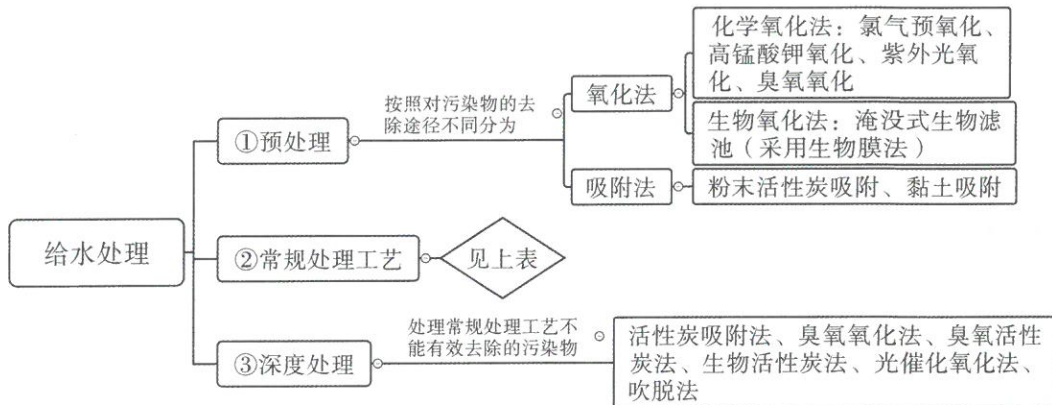
自然沉淀	用以去除水中粗大颗粒杂质
混凝沉淀	使用混凝药剂沉淀或澄清 去除水中胶体和悬浮杂质 等
过滤	使水通过细孔性滤料层，截流去除经沉淀或澄清后剩余的细微杂质；或不经沉淀，原水直接加药、 混凝、过滤 去除水中胶体和悬浮杂质
消毒	去除水中病毒和细菌，保证饮水卫生和生产用水安全
软化	降低水中钙、镁离子含量，使硬水软化
除铁除锰	去除地下水中所含过量的 铁和锰 ，使水质符合饮用水要求

(三) 工艺流程与适用条件

常用处理工艺流程及适用条件

工艺流程	适用条件
原水→简单处理 (如筛网隔滤或消毒)	水质较好
原水→接触过滤→消毒	一般用于处理浊度和色度较低的 湖泊水 和 水库水 ，进水悬浮物一般小于100mg/L，水质稳定、变化小且无藻类繁殖
原水→混凝→沉淀或澄清→过滤→消毒	一般地表水处理厂 广泛采用 的常规处理流程，适用于浊度小于3mg/L河流水。 河流、小溪水 浊度通常较低，洪水时含沙量大，可采用此流程对低浊度、无污染的水不加凝聚剂或跨越沉淀直接过滤
原水→调蓄预沉→混凝→沉淀或澄清→过滤→消毒	高浊度水 二级沉淀 ，适用于 含沙量大 ，沙峰持续时间长。预沉后原水含沙量应降低到1000mg/L以下， 黄河 中上游的中小型水厂和 长江 上游高浊度水处理多采用二级沉淀（澄清）工艺，适用于中小型水厂，有时在滤池后建造清水调蓄池

(四) 预处理和深度处理



经典考题

1.【1808】水质条件为水库水，悬浮物含量小于100mg/L时，应采用的水处理工艺流程是（ ）。

- A.原水→筛网隔滤或消毒
- B.原水→接触过滤→消毒
- C.原水→混凝、沉淀或澄清→过滤→消毒
- D.原水→调蓄预沉→混凝、沉淀或澄清→过滤→消毒

2.【1825】饮用水的深度处理技术包括（ ）。

- A.活性炭吸附法
- B.臭氧活性炭法
- C.氯气预氧化法
- D.光催化氧化法
- E.高锰酸钾氧化法



参考答案&解析

1.B 【学天解析】见知识点一中常用处理工艺流程及适用条件。一般用于处理浊度和色度较低的湖泊水和水库水，进水悬浮物一般小于100mg/L，水质稳定、变化小且无藻类繁殖，处理工艺流程为原水→接触过滤→消毒。

2.ABD 【学天解析】目前，应用较广泛的深度处理技术主要有活性炭吸附法、臭氧氧化法、臭氧活性炭法、生物活性炭法、光催化氧化法、吹脱法等。

知识点二 污水处理方法与工艺

(一) 处理方法与工艺

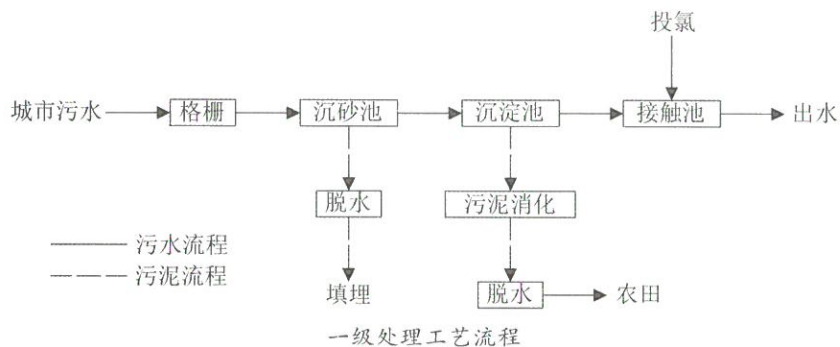
(1) 处理目的是将输送来的污水通过必要的处理方法，使之达到国家规定的水质控制标准后回用或排放。从污水处理的角度，污染物可分为悬浮固体污染物、有

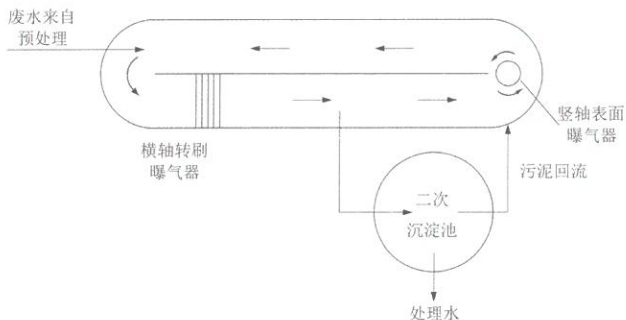
机污染物、有毒物质、污染生物和污染营养物质。污水中有机物浓度一般用生物化学需氧量（ BOD_5 ）、化学需氧量（COD）、总需氧量（TOD）和总有机碳（TOC）来表示。

（2）处理方法可根据水质类型分为物理处理法、生物处理法、污水处理产生的污泥处置及化学处理法，还可根据处理程度分为一级处理、二级处理及三级处理等工艺流程。

处理程度	处理对象	处理方法	处理设备
一级处理	水中悬浮物质	物理处理法： 筛滤截留、重力分离、离心分离 等	格栅、沉砂池、沉淀池、离心机等
二级处理	污水中呈胶体和溶解状态的有机污染物质（二级处理后， BOD_5去除率可达90%以上 ，二沉池出水能达标排放）	生物处理法： 活性污泥法、生物膜法、稳定塘、污水土地处理法 等	活性污泥处理系统（ 反应器为曝气池 ）、氧化沟
三级处理	难降解的有机物；导致水体富营养化的 氮、磷 等可溶性无机物等	①生物处理法： 生物脱氮除磷 ； ②化学处理法： 混凝沉淀 （澄清、气浮）； ③物理处理法： 过滤、活性炭吸附	—
污泥处置	—	浓缩、厌氧消化、脱水、热处理 等	—

- 注：1) **物理处理方法**是利用物理作用分离和去除污水中污染物质的方法。
2) **生物处理法**是利用微生物的代谢作用，去除污水中有机物质的方法。





氧化沟系统平面示意图



曝气池

经典考题

- 1.【1911】城市污水处理方法与工艺中，属于化学处理法的是（ ）。
- A.混凝法
B.生物膜法
C.活性污泥法
D.筛滤截留法



参考答案&解析

1.A 【学天解析】化学处理法，涉及城市污水处理混凝法，类同于城市给水处理。BC为生物处理法，D为物理处理法。

1K414013 给水与污水处理厂试运行

知识点一 试运行主要内容与程序

给水与污水处理构筑物土建工程和设备、电气安装、试验、验收完成后，正式运行前必须进行全厂试运行。

(一) 主要内容

- (1) 检验、试验和监视运行，设备首次启动，以试验为主，通过试验掌握运行性能。
- (2) 按规定全面详细记录试验情况，整理成技术资料。
- (3) 正确评估试运行资料、质量检查和鉴定资料等，并建立档案。

(二) 基本程序

- (1) 单机试车。
- (2) 设备机组充水试验。
- (3) 设备机组空载试运行。
- (4) 设备机组负荷试运行。
- (5) 设备机组自动开停机试运行。

(三) 试运行内容

- (1) 准备工作；

- (2) 单机试车;
- (3) 联机运行;
- (4) 设备及泵站空载运行;
- (5) 设备及泵站负荷运行;
- (6) 联合试运行。

锦囊妙记

- 1. 空车试运行不少于 2h。
- 2. 联机运行不少于 24h。
- 3. 联合试运行不应小于 72h, 开、停机不少于 3 次。

经典考题

1. 【1711】 给水与污水处理厂试运行内容不包括 ()。

- A. 性能标定
- B. 单机试车
- C. 联机运行
- D. 空载运行



参考答案&解析

1.A 【学天解析】 试运行要求六点:

准备工作、单机试车、联机运行、设备及泵站空载运行、设备及泵站负荷运行、联合试运行。因此选项A性能标定不在此列。

1K414020 给水排水厂站工程施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
给水排水厂站工程施工	单选题	1	1	2	-	1
	多选题	2	-	-	-	-
	案例题	25	18	12	12	-
合计		28	19	14	12	1
平均考分		14.8				



框架梳理

给水排水厂站工程施工

现浇（预应力）混凝土水池施工技术

- 施工方案与流程：整体式现浇施工流程、单元组合式现浇工艺流程
- 施工技术要点：模板、支架施工；止水带安装；施工缝设置；钢筋施工；无粘结预应力施工；混凝土施工；模板及支架拆除

装配式预应力混凝土水池施工技术

- 预制构件吊运安装：吊装方案、预制构件安装
- 现浇壁板缝混凝土：模板施工、混凝土材料与强度、浇筑时间
- 给排水混凝土构筑物防渗漏措施：混凝土原材料与配合比、模板支架安装、浇筑与振捣、养护

构筑物满水试验的规定

- 满水试验前必备条件
- 水池满水试验流程与要求：试验流程、池内注水、水位观测、蒸发量测定
- 满水试验标准：浸湿面积计算、渗水量合格标准

沉井施工技术

- 沉井构造：井筒、刃脚、隔墙、梁、底板
- 沉井准备工作与沉井制作：基坑准备、地基与垫层施工、分节制作沉井
- 下沉施工：排水下沉、不排水下沉、沉井下沉控制、辅助法下沉
- 沉井封底：干封底（采用排水下沉时）、水下封底（采用不排水下沉时）

水池施工中的抗浮措施

- 构筑物设有抗浮设计时：井点降水或集水明排
- 构筑物无抗浮设计时：水池施工应采取抗浮措施、雨期施工过程必须采取抗浮措施

1K414021 现浇（预应力）混凝土水池施工技术

知识点一 施工方案与流程



(一) 施工方案

施工方案应包括基础处理、结构形式、材料与配合比、施工工艺及流程、模板及其支架设计（支架设计、验算）、钢筋加工安装、混凝土施工、预应力施工等主要内容。

(二) 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。

(三) 单元组合式现浇钢筋混凝土水池工艺流程

土方开挖及地基处理→中心支柱浇筑→池底防渗层施工→浇筑池底混凝土垫层→池内防水层施工→池壁分块浇筑→底板分块浇筑→底板嵌缝→池壁防水层施工→功能性试验。

经典考题

1.【2018年案例2.2】背景资料（局部）

（1）水池主体结构施工工艺流程如下：水池边线与桩位测量定位→基坑支护与降水→A→垫层施工→B→底板钢筋模板安装与混凝土浇筑→C→顶板钢筋模板安装与混凝土浇筑→D（功能性试验）。

【问题】写出施工工艺流程中工序A、B、C、D的名称。



参考答案&解析

1.【参考答案】A-土方开挖；B-防水层施工；C-池壁与柱钢筋、模板安装及混凝土浇筑；D-水池满水试验。

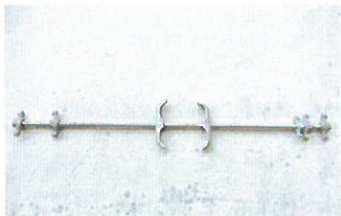
知识点二 施工技术要点（★★）



（一）模板、支架施工

（1）模板及其支架应满足浇筑混凝土时的**承载能力、刚度和稳定性**要求，且应安装牢固。

（2）各部位的模板安装位置正确、拼缝紧密不漏浆；对拉螺栓、垫块等安装稳固；模板上的预埋件、预留孔洞、穿墙套管不得遗漏，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**。在浇筑混凝土前，应将模板内部清扫干净，经检验合格后，再将窗口封闭。



普通穿墙螺栓



穿墙螺栓（止水型，亦称止水螺栓）



螺栓外露部分切割

（3）采用**穿墙螺栓（亦称对拉螺栓）**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，并应符合下列规定：

1）两端能拆卸的螺栓中部应加焊止水环，**止水环不宜采用圆形**，且与螺栓满焊牢固。

2）螺栓拆卸后混凝土壁面留有的锥形槽，应采用**无收缩、易密实、具有足够强度、与池壁混凝土颜色一致或接近的材料**封堵，封堵完毕的穿墙螺栓孔不得有收缩裂缝和湿渍现象。

对跨度不小于4m的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的1/1000~3/1000。

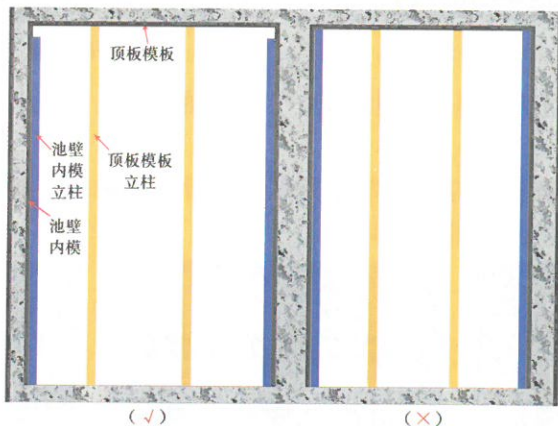
（4）池壁模板施工时，应设置确保墙体直顺和防止浇筑混凝土时模板倾覆的装置。



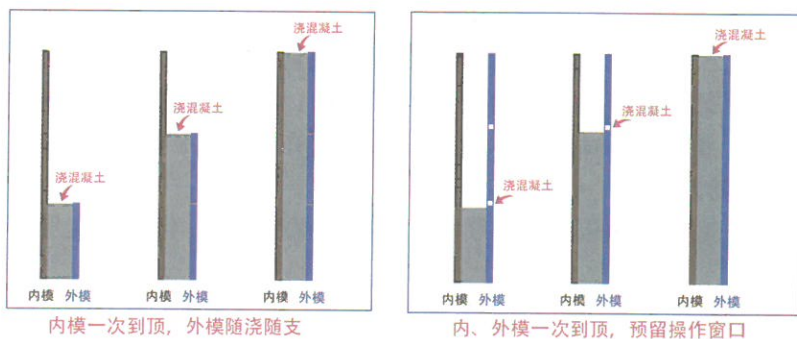
侧壁模板支撑

(5) 固定在模板上的预埋管、预埋件的安装必须牢固，位置准确。安装前应清除铁锈和油污，安装后应作标志。

(6) 池壁与顶板连续施工时，**池壁内模立柱不得同时作为顶板模板立柱**。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，或采用一次安装到顶而分层预留操作窗口的施工方法。



内模立柱不得同时作为顶板模板立柱（左为正确做法、右为错误做法）



池壁模板安装方法（两种）

（二）止水带安装

(1) 塑料或橡胶止水带的形状、尺寸及其材质的物理性能，应符合设计要求，且无裂纹，无气泡。

(2) **塑料或橡胶止水带**接头应采用**热接**，**不得叠接**；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。





橡胶止水带



十字接头



“T”形接头



止水带安装完毕



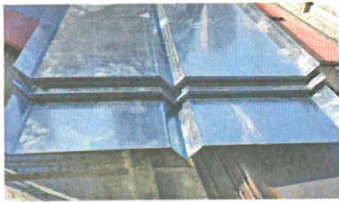
止水带焊接接长

(3) 金属止水带应平整、尺寸准确，其表面的铁锈、油污应清除干净，不得有砂眼、钉孔。

(4) 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**。



铜止水带



合金钢板止水带



钢板止水带焊接

(5) 金属止水带在伸缩缝中的部分应涂防锈和防腐涂料。

(6) 止水带安装应牢固，无孔洞、撕裂、扭曲、褶皱，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。

(三) 施工缝设置

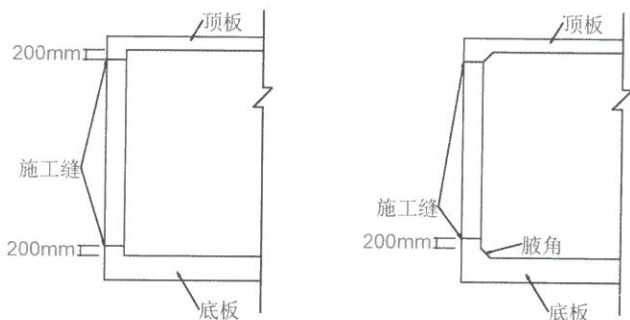
(1) 混凝土底板和顶板，应连续浇筑不得留置施工缝；设计有变形缝时，应按变形缝分仓浇筑。

(2) 构筑物池壁的施工缝设置应符合设计要求，设计无要求时，应符合下列规定：

1) **池壁与底部**相接处的施工缝，宜留在底板上面不小于200mm处；底板与池壁连接有腋角时，宜留在**腋角上面**不小于200mm处。

2) **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**。

3) 构筑物处地下水位或设计运行水位高于底板顶面8m时，施工缝处宜设置高度不小于200mm、厚度不小于3mm的止水钢板。



施工缝设置示意图

(四) 钢筋施工

(1) 根据设计保护层厚度、钢筋级别、直径、锚固长度、绑扎及焊接长度、弯钩要求确定下料长度并编制钢筋下料表。

(2) 钢筋连接的方式：根据钢筋直径、钢材、现场条件确定钢筋连接的方式。主要采取机械连接、绑扎、焊接方式。

(3) 钢筋安装质量检验应在模板支搭或混凝土浇筑之前对安装完毕的钢筋进行隐蔽验收。

(五) 无粘结预应力施工

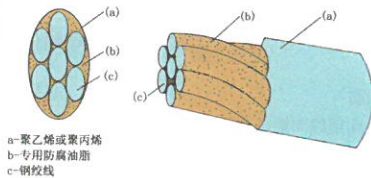
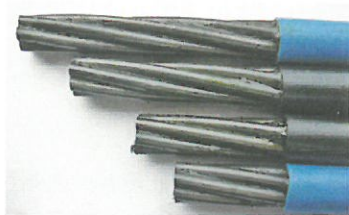
1. 无粘结预应力筋技术要求

(预应力筋外有外包层，其外才是混凝土。无粘结预应力筋与混凝土的结合靠两头的锚具，中间无粘接力。)

(1) 预应力筋外包层材料，应采用聚乙烯或聚丙烯，**不得使用聚氯乙烯**。

(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。



无粘结预应力筋结构组成



无粘结预应力筋布置

2. 施工工艺流程

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**。

3. 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，张拉段无粘结预应力筋长不超过50m，且**锚固肋数量为双数**。

(2) 安装时, 上下相邻两环无粘结预应力筋锚固位置应**错开一个锚固肋**; 应以**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加入一个锚固肋宽度及两端张拉工作长度和锚具长度。

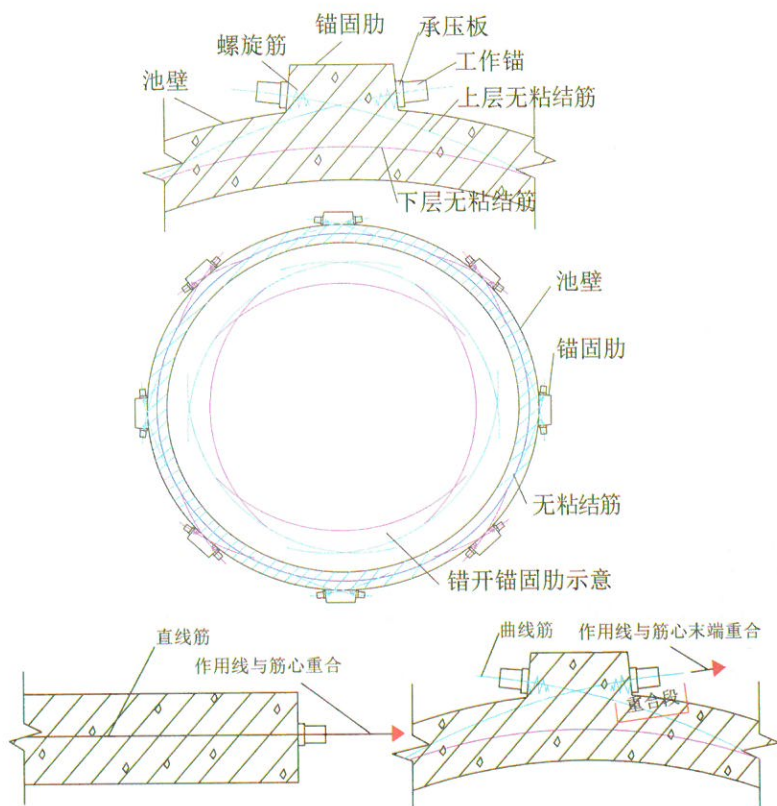
(3) 无粘结预应力筋不应有死弯, **有死弯时应切断**。

(4) 无粘结预应力筋中**严禁有接头**。

4. 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。

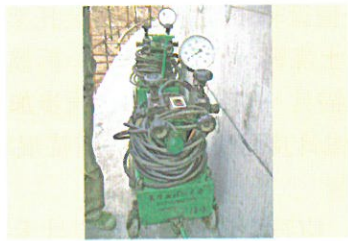
(2) 安装张拉设备时, 对直线的无粘结预应力筋, 应使张拉力的作用线与预应力筋中心重合; 对曲线的无粘结预应力筋, 应使张拉力的作用线与预应力筋**中心线末端重合**。



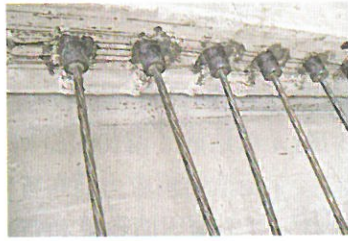
无粘结预应力筋张拉



锚固肋锚固



张拉设备



涂刷防腐材料

5.封锚要求

- (1) 凸出式锚固端锚具的保护层厚度不应小于50mm；
- (2) 外露预应力筋的保护层厚度不应小于50mm；
- (3) 封锚混凝土强度等级不得低于相应结构混凝土强度等级（100%），且不得低于C40。

（六）混凝土施工

(1) 钢筋（预应力）混凝土水池（构筑物）是给水排水场站工程施工控制的重点。对于结构混凝土外观质量、内在质量有较高的要求，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及外加剂选择，配合比设计，混凝土的搅拌及运输，混凝土的分仓布置、预留施工缝及后浇带的位置及要求，混凝土浇筑顺序、浇筑速度及振捣方法，预防混凝土施工裂缝措施，季节性施工措施，养护各环节加以控制以确保实现设计的使用功能。

（2）养护

①混凝土浇筑后的12h以内，对混凝土加以覆盖保湿养护，采用塑料薄膜、塑料薄膜加土工织物、塑料薄膜加草帘覆盖养护时，塑料薄膜应紧贴混凝土裸露表面，塑料薄膜内应保持有凝结水。

②洒水养护宜在混凝土裸露表面覆盖麻袋或草帘后进行，也可采用直接洒水、蓄水等养护方式；洒水养护应保证混凝土表面处于湿润状态，养护时间不应少于14d，养护至达到规范规定的强度。

③当日最低温度低于5℃时，不应采用洒水养护。（低温应做好保温养护，不应洒水）后浇带混凝土的养护时间不应少于14d；地下室底层墙、柱和上部结构首层墙、柱，宜适当增加养护时间。

大体积混凝土应进行保温保湿养护，保湿养护的持续时间不得少于14d。

混凝土养护，控制浇筑混凝土内外温差不大于25℃。

混凝土强度达到1.2MPa前，不得在其上踩踏、堆放物料或安装模板及支架。

（七）模板及支架拆除

(1) 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，方可拆除；底模板应在与结构同条件养护的混凝土试块达到下表规定强度，方可拆除。

整体现浇混凝土底模板拆模时所需混凝土强度

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

(2) 模板及支架拆除时, 应划定安全范围, 设专人指挥和值守。



侧模拆除



螺杆外露部分拆除



支架拆除

经典考题

1. 【2025】关于直径50m的无粘结预应力混凝土沉淀池施工技术的说法, 正确的有()。

- A. 无粘结预应力筋不允许有接头
- B. 封锚外露预应力筋保护层厚度不小于50mm
- C. 封锚混凝土强度等级不得低于C40
- D. 安装时, 每段预应力筋计算长度为两端张拉工作长度和锚具长度
- E. 封锚前无粘结预应力筋应切断, 外露长度不大于50mm

2. 【2018年案例2.4】背景资料(局部)

(3) 混凝土池壁模板安装时, 应位置正确, 拼缝紧密不漏浆, 采用两端均能拆卸的穿墙螺栓来平衡混凝土浇筑对模板的侧压力; 使用符合质量技术要求的封堵材料封堵穿墙螺栓拆除后在池壁上形成的锥形孔。

【问题】施工方案(3)中, 封堵材料应满足什么技术要求?

3. 【2017年案例4.3、4.4、4.5】背景资料(局部)

项目部编制的混凝土沉淀池专项施工方案内容包括: 明挖基坑采用无支护的放坡开挖形式; 池底板设置后浇带分次施工; 池壁竖向分两次施工, 施工缝设置钢板止水带, 模板采用特制钢模板, 防水对拉螺栓固定。沉淀池施工横断面布置如图4所示。依据进度计划安排, 施工进入雨期。

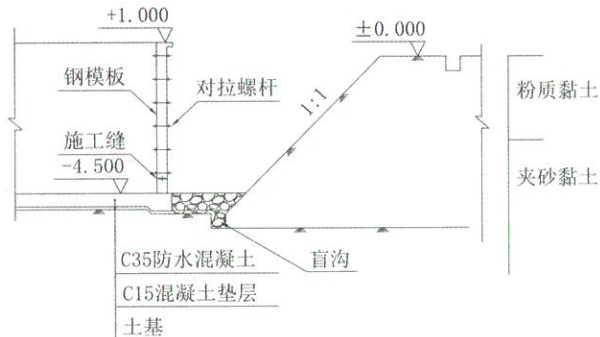


图4 混凝土沉淀池施工缝断面图(单位: m)

混凝沉淀池专项施工方案经修改和补充后获准实施。

池壁混凝土首次浇筑时发生跑模事故，经检查确定为对拉螺栓滑扣所致。

池壁混凝土浇筑完成后挂编织物洒水养护，监理工程师巡视发现编织物呈干燥状态，发出整改通知。

【问题】一、找出图4中存在的应修改和补充之处。

二、试分析池壁混凝土浇筑跑模事故的可能原因。

三、监理工程师为何要求整改混凝土养护工作？简述养护的技术要求。



参考答案&解析

1.ABC 【学天解析】选项D有误，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。选项E有误，切断无粘结筋（留100mm）。

2.【参考答案】封堵材料应满足的技术要求如下：

对池壁形成的锥形孔封堵应采用无收缩、易密实、微膨胀水泥，具有足够强度与池壁混凝土颜色一致或接近的材料。

3.【参考答案】一、（1）图中应修改之处：边坡的坡度（1：1）不符合（或陡于）规范的规定。如果条件不容许修改（放缓）坡度，应补充土钉、挂（金属）网喷混凝土等护坡措施。

（2）图中应补充之处：池壁内外设置施工脚手架，坡顶设置止水墙，设置确保池壁模板直顺和防止模板倾覆的装置。

二、池壁混凝土浇筑跑模事故的可能原因：对拉螺栓间距大、对拉螺栓直径小、对拉螺栓质量不合格、浇筑速度过快、浇筑布料集中、料管端距浇筑面过高。

三、（1）原因：因为编织物干燥表明洒水不足，且池壁属于薄壁、防水混凝土结构，养护不到位会导致混凝土裂缝，降低防水效果。

（2）防水混凝土养护技术要求：应加遮盖物洒水养护，保持湿润并不应少于14天，直至混凝土达到规定的强度。

1K414022 装配式预应力混凝土水池施工技术

知识点一 预制构件吊运安装

（一）预制构件吊运安装

吊装方案应包括以下内容：

（1）**工程概况**，包括施工环境、工程特点、规模、构件种类数量、最大构件自重、吊距以及设计要求、质量标准。

（2）**主要技术措施**，包括吊装前环境、材料机具与人员组织等准备工作、吊装程序和方法、构件稳固措施，不同气候施工措施等。

（3）**吊装进度计划**。

（4）**质量安全保证措施**，包括管理人员职责，检测监控手段，发现不合格的处理

措施以及吊装作业记录表格等安全措施。

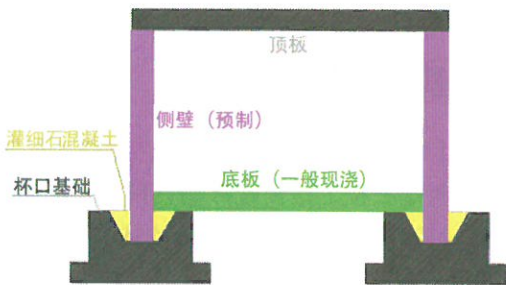
(5) 环保、文明施工等保证措施。

(二) 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。



杯口示意图



预制构件安装示意图

(2) 预制构件应按设计位置起吊，**曲梁宜采用三点吊装**。吊绳与预制构件平面的交角不应小于 45° ；当小于 45° 时，应进行强度验算。预制构件安装就位后，应采取临时固定措施。曲梁应在梁的跨中临时支撑，待上部二期混凝土达到设计强度的 75% 及以上时，方可拆除支撑。安装的构件，必须在**轴线位置及高程**进行校正后焊接或浇筑接头混凝土。

经典考题

1. 【1809】关于装配式预应力混凝土水池预制构件安装的说法，正确的是（ ）。
- A. 曲梁应在跨中临时支撑，待上部二期混凝土达到设计强度的 50% 时拆除支撑
 - B. 吊绳与预制构件平面的交角不应小于 35°
 - C. 预制曲梁宜采用三点吊装
 - D. 安装的构件在轴线位置校正后焊接



参考答案&解析

1.C 【学天解析】预制构件应按设计位置起吊，曲梁宜采用三点吊装。

选项A错误，曲梁应在梁的跨中临时支撑，待上部二期混凝土达到设计强度的 75% 及以上时，方可拆除支撑。选项B错误，吊绳与预制构件平面的交角不应小于 45° ；当小于 45° 时，应进行强度验算。选项D错误，安装的构件，必须在轴线位置及高程进行校正后焊接或浇筑接头混凝土。

知识点二 现浇壁板缝混凝土

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：

(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。

1K420121 给水排水混凝土构筑物防渗漏措施 (考试用书第2章)

知识点一 设计应考虑的主要措施

(1) 合理增配构造(钢)筋，提高结构抗裂性能。构造配筋应尽可能采用**小直径、小间距**。全断面的配筋率不小于0.3%。

(2) 避免结构应力集中。避免结构断面突变产生的应力集中，当不能避免断面突变时，应做局部处理，设计成逐渐变化的**过渡形式**。

(3) 按照设计规范要求，设置**变形缝或结构单元**。如果变形缝超出规范规定的长度时，应采取有效的防开裂措施。

知识点二 施工应采取的措施

项目	措施
混凝土原材料与配合比	<p>(1) 材料品种、规格、质量、性能应符合设计要求和国家有关标准规定，并应进行进场验收；进场时应具备订购合同、产品质量合格证书、说明书、性能检测报告、进口产品的高检报告及证件等。</p> <p>(2) 严格控制混凝土原材料质量：砂和碎石要连续级配，含泥量不能超过规范要求。水泥宜为质量稳定的普通硅酸盐水泥。外加剂和掺合料必须性能可靠，有利于降低混凝土凝固过程的水化热。</p> <p>(3) 使混凝土配合比有利于减少和避免裂缝出现，在满足混凝土强度、抗渗性和抗冻性要求的前提下，宜适当减少水泥用量和水用量，降低水胶比中的水灰比；通过使用外加剂改善混凝土性能，降低水化热峰值。</p> <p>(4) 预拌混凝土的配合比应满足设计要求并经试验确定；现场配制的材料如混凝土、砂浆、防水涂料等应经检测或鉴定合格后使用。</p> <p>(5) 热期浇筑水池，应及时更换混凝土配合比，且严格控制混凝土坍落度。抗渗混凝土宜避开冬期和热期施工，减少温度裂缝产生</p>

项目	措施
模板支架 (撑) 安装	(1) 稳固性 接缝严密平整。 (2) 后浇带处的模板及支架应独立设置
浇筑与振捣	(1) 避免混凝土结构内外温差过大: 首先, 降低混凝土的入模温度, 且不应大于25℃, 使混凝土凝固时其内部在较低的温度起升点升温, 从而避免混凝土内部温度过高。 (2) 控制入模坍落度, 做好浇筑振捣工作: 在满足混凝土运输和布放要求前提下, 要尽可能减小入模坍落度, 混凝土入模后, 要及时振捣, 并做到既不漏振, 也过振。重点部位还要做好二次振捣工作。 (3) 合理设置后浇带: 对于大型给水排水混凝土构筑物, 合理的设置后浇带有利于控制施工期间的较大温差与收缩应力, 减少裂缝。设置后浇带时, 要遵循“数量适当, 位置合理”的原则
养护	(1) 采取延长拆模时间和外保温等措施, 使内外温差在一定范围之内 (不大于25℃)。通过减少混凝土结构内外温差, 减少温度裂缝。 (2) 对于地下部分结构, 拆模后及时回填土控制早期、中期开裂。 (3) 加强冬期施工混凝土质量控制, 特别是新浇混凝土入模温度、拆模时内、外部温差控制

锦囊妙记

- ①原材料: 水泥、水、砂石、外加剂。
- ②混凝土配合比。
- ③混凝土施工: 入模温度、坍落度、振捣、后浇带。
- ④混凝土养护: 拆模时间、内外温差。

经典考题

1. 【1919】给水排水混凝土构筑物防渗漏构造配筋设计时, 尽可能选用 ()。
- A. 大直径, 大间距 B. 大直径, 小间距
C. 小直径, 大间距 D. 小直径, 小间距

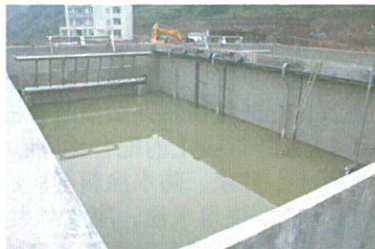
参考答案&解析

1.D 【学天解析】构造配筋应尽可能采用小直径、小间距。全断面的配筋率不小于0.3%。

1K414023 构筑物满水试验的规定



水池注水



满水试验

知识点一 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；池内清理干净，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**。

(3) 设计预留孔洞、预埋管口及进出水口等已做**临时封堵**，且经验算**能安全承受试验压力**。

(4) 池体抗浮稳定性满足设计要求。

(5) 试验用的充水、充气和排水系统已准备就绪，经检查充水、充气及排水闸门不得渗漏。

(6) 各项保证试验安全的措施已满足要求；满足设计的其他特殊要求。

(7) 试验所需的各种仪器设备应为合格产品，并经具有合法资质的相关部门检验合格。

经典考题

1.【2020年案例5.4】背景资料（局部）

项目部计划在顶板模板拆除后，进行底板防水施工然后再进行满水试验，被监理工程师制止。

【问题】

请说明监理工程师制止项目部施工的理由。



参考答案&解析

1.【参考答案】理由：满水试验应在防水施工之前进行（或“应在满水试验合格再进行防水施工”）。

知识点二 水池满水试验流程与要求



(一) 试验流程

试验准备→水池注水→水池内水位观测→蒸发量测定（**有盖水池不测，无盖水池测**）→整理试验结论。

(二) 试验要求

1.池内注水

(1) 向池内注水**应分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 。

(3) 每次注水宜测读 24h 的水位下降值，计算渗水量，在注水过程中和注水以后，应对池体做外观检查和沉降量观测。当发现渗水量或沉降量过大时，应停止注水。待作出妥善处理后续注水。

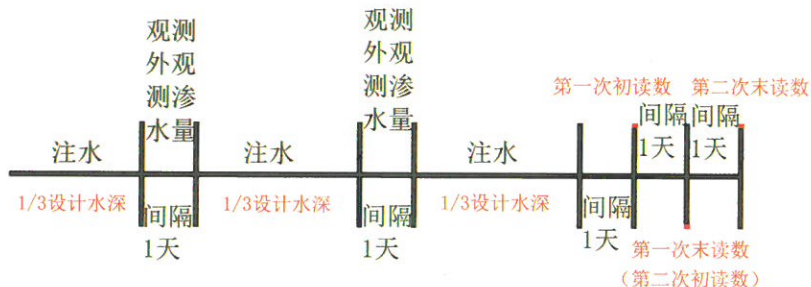
2. 水位观测

(1) 注水至设计水深进行水量测定时，应采用水位测针（不是“水位标尺”）测定水位。水位测针的读数精确度应达 $1/10\text{mm}$ 。

(2) 注水至设计水深 24h 后，开始测读水位测针的初读数（精确至 0.1mm ）。

(3) 测读水位的初读数与末读数之间的间隔时间应不少于 24h 。

(4) 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。



水池满水试验过程示意图

锦囊妙记 注满水最短时间 = (设计水深 ÷ 2 + 2) d。
 满水试验完成的最短时间 = (设计水深 ÷ 2 + 2 + 3) d。

3. 蒸发量测定

(1) 池体有盖时，蒸发量可忽略不计。

(2) 池体无盖时，必须做蒸发量测定。

(3) 每次测定水池中水位时，同时测定水箱中水位。蒸发水箱：严密不渗、直径 500mm 、高 300mm 的敞口钢板水箱，并设水位测针，注水深 200mm ，水箱固定在水池中。

经典考题

1. 【2020年案例5.5、5.6】背景资料（局部）

A公司承建某地下水池工程，为现浇钢筋混凝土结构。混凝土设计强度为C35，抗渗等级为P8。水池结构内设有三道钢筋混凝土隔墙，顶板上设置有通气孔及人孔。

项目部编制了水池满水试验方案，方案中对试验流程、试验前准备工作、注水过程、水位观测、质量、安全等内容进行了详细的描述，经审批后进行了满水试验。

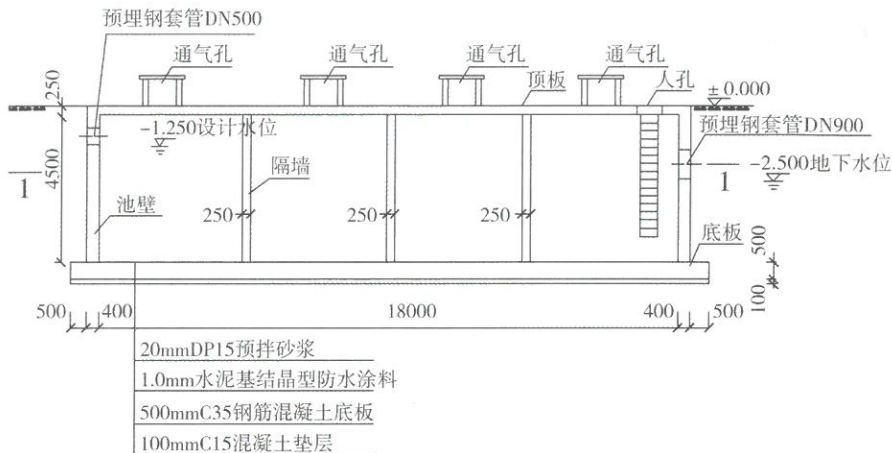


图5-1 水池剖面图(标高单位:m;尺寸单位:mm)

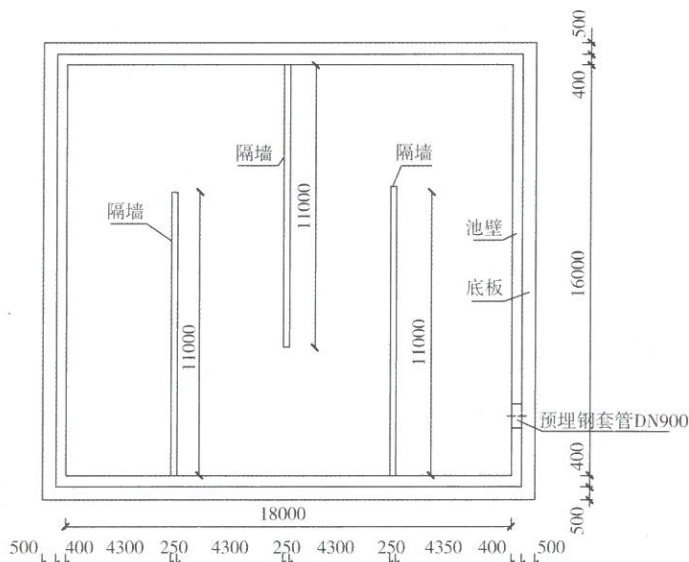


图5-2 1-1剖面图(单位:mm)

【问题】一、满水试验前,需要对哪个部位进行压力验算?水池注水过程中,项目部应关注哪些易渗漏水部位?除了对水位观测外,还应进行哪个项目观测?

二、请说明满水试验水位观测时,水位测针的初读数与末读数的测读时间;计算池壁和池底的浸湿面积(单位: m^2)

2. 【2017年案例4.6】背景资料(局部)

某城市水厂改扩建工程,内容包括多个现有设施改造和新建系列构筑物。新建的一座半地下式混凝沉淀池,池壁高度为5.5 m,设计水深4.8 m,池底标高-4.5m,容积为中型水池;钢筋混凝土薄壁结构,混凝土设计强度C35、防渗等级P8。

【问题】写出满水试验时混凝沉淀池的注水次数和高度。



参考答案&解析

1.【参考答案】

一、(1)对预埋钢套管的临时封堵进行压力验算。

(2)易渗漏水部位:预埋钢套管(预留孔)、池壁底部施工缝部位、闸门。

(3)还应进行水池沉降观测。

二、(1)初读数的测读时间:注水至设计水深24h后;

(2)末读数的测读时间:测读初读数24h后;

(3)设计水深: $4.500+0.250-[(\pm 0.000) - (-1.250)]=3.500\text{m}$;

池壁浸湿面积: $(18.000+16.000) \times 2 \times 3.500=238.000\text{m}^2$;

池底浸湿面积: $18.000 \times 16.000 - 11.000 \times 0.250 \times 3=279.750\text{m}^2$ 。

2.【参考答案】注水应分三次,以设计水深4.8m为依据进行注水,每次注水高度为 $4.8 \div 3=1.6\text{m}$ 。

第一次注水位置:距池底深1.6m,标高: $-4.5\text{m}+1.6\text{m}=-2.9\text{m}$;

第二次注水位置:距池底深3.2m,标高: $-2.9\text{m}+1.6\text{m}=-1.3\text{m}$;

第三次注水位置:距池底深4.8m,标高: $-1.3\text{m}+1.6\text{m}=0.3\text{m}$ 。

知识点三 满水试验标准

(1)水池渗水量计算,按池壁(不含内隔墙)和池底的浸湿面积计算。

(2)渗水量合格标准。钢筋混凝土结构水池不得超过 $2\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$;砌体结构水池不得超过 $3\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

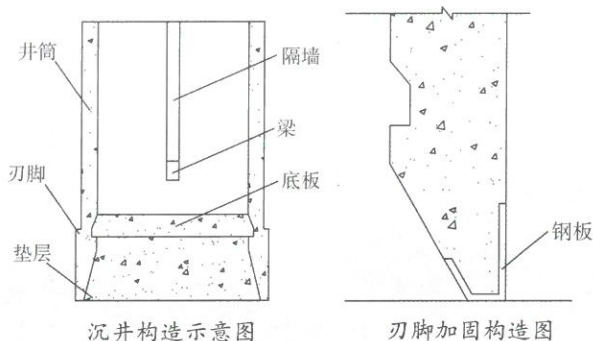
1K414024 沉井施工技术

知识点一 沉井的构造

沉井的组成部分包括井筒、刃脚、隔墙、梁、底板,如下图所示。

(1)井筒。即沉井的井壁,是沉井的主要组成部分,它作为地下构筑物的围护结构和基础,要有足够的强度,其内部空间可充分利用。井筒是靠它的自重或外力克服筒壁周围的土的摩阻力而下沉。井筒一般用钢筋混凝土、砌砖或钢材等材料制成。

(2)刃脚。刃脚在沉井井筒的下部,形状为内刃环刀,其作用是使井筒下沉时减少井壁下端切土的阻力,并便于操作人员挖掘靠近沉井刃脚外壁的土体。刃脚的高度视土质的坚硬程度而异,当土质松软时应适当加高。为防止脚踏面受到损坏,可用角钢加固;当采用爆破法清除刃脚下的障碍物时,要在刃脚的外缘用钢板包住,以达到加固的目的,如下图所示。

**锦囊妙记**

沉井施工程序：

基坑开挖→地基加固→铺砂垫层+垫木或素混凝土→浇筑沉井→养护到一定强度后抽垫木沉井下沉→边挖土沉井边下沉→沉井接高(沉井分节做、分节沉,留一定高度在地面)→沉井封底(浇素混凝土垫层→做钢筋混凝土底板)。

知识点二 沉井准备工作**(一) 基坑准备**

(1) 地下水位应控制在沉井基坑以下**0.5m**, 基坑内的水应及时排除; 采用沉井**筑岛法**制作时, 岛面标高应比施工期**最高水位高出0.5m以上**。

(二) 地基与垫层施工

(1) 制作沉井的地基应具有足够的**承载力**, 地基承载力不能满足沉井制作阶段的荷载时, 应按设计进行地基加固。



垫木设置

(2) 刃脚的垫层采用**砂垫层上铺垫木**或**素混凝土**, 且应满足下列要求:

1) 垫层的结构厚度和宽度应根据土体地基承载力、沉井下沉结构高度和结构形式, 经计算确定; **素混凝土垫层**的厚度还应**便于沉井下沉前凿除**;

2) **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;

3) **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。

知识点三 分节制作沉井

(1) 每节制作高度应符合施工方案要求且**第一节制作高度必须高于刃脚部分**; 井内设有底梁或支撑梁时应与刃脚部分**整体浇捣**。

(2) 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。

(3) 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。



沉井分节接高



钢板止水带

(4) 沉井每次接高时各部位的**轴线位置**应一致、重合, 及时做好沉降和位移监测; 必要时应对刃脚地基承载力进行验算, 并采取相应措施确保地基及结构的稳定。

(5) 分节制作、分次下沉的沉井, 前次下沉后进行后续接高施工。

1) 应验算接高后稳定系数等, 并及时检查沉井的沉降变化情况, 严禁在接高施工过程中沉井发生倾斜和突然下沉。

2) 后续各节的模板**不应支撑于地面上**, **模板底部应距地面不小于1m**; 搭设外排脚手架应与模板**脱开**。

经典考题

1. 【1912】关于沉井施工分节制作工艺的说法, 正确的是()。

- A. 第一节制作高度与刃脚部分齐平
- B. 设计无要求时, 混凝土强度应达到设计强度等级60%, 方可拆除模板
- C. 混凝土施工缝采用凹凸缝并应凿毛清理干净
- D. 设计要求分多节制作的沉井, 必须全部接高后方可下沉

2. 【2019年案例5.2】背景资料(局部)

按批准的进度计划先集中力量完成y井的施工作业, 按沉井预制工艺流程, 在已测定的圆周中心线上按要求铺设粗砂与D, 采用定型钢模进行刃脚混凝土浇筑, 然后按顺序先设置E与F, 安装绑扎钢筋, 再设置内、外模板, 最后进行井壁混凝土浇筑(地质资料显示沉井处为淤泥质黏土)。

【问题】按沉井预制工艺流程写出D、E、F的名称, 本项目对刃脚是否要加固, 为什么?



参考答案&解析

1.C 【学天解析】A错误, 每节制作高度应符合施工方案要求且第一节制作高度必须高于刃脚部分。B错误, 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。D错误, 分节制作、分次下沉的沉井, 前次下沉后进行后续接高施工。

- 2.【参考答案】(1) D为承垫木(混凝土硬化), E为内支架, F为外支架。
(2) 不需要加固, 因为土为淤泥质黏土。

知识点四 下沉施工

分为排水下沉和不排水下沉。

(一) 排水下沉

(1) 下沉过程中应进行**连续排水**, 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**; 对于有底梁或支撑梁的沉井, **严禁人员在底梁下穿越**。

(二) 不排水下沉

(1) 沉井内水位应符合施工设计控制水位, **井内水位不得低于井外水位**; 下沉有困难时, 应根据内外水位、井底开挖几何形状、下沉量及速率、地表沉降等监测资料综合分析**调整井内外的水位差**; **流动性土层开挖**时, 应保持**井内水位高出井外水位不少于1m**。

(2) 机械设备的配备应满足沉井下沉以及**水中开挖**、出土等要求, 运行正常; 废弃土方、泥浆应专门处置, 不得随意排放。

(三) 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) 沉井下沉影响范围内的地面四周不得堆放任何东西, 车辆来往要减少震动。

(3) 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;

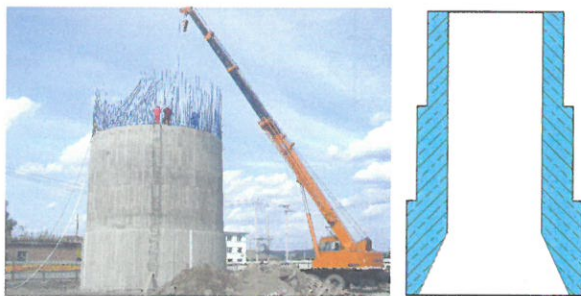
2) 终沉时, 每小时测一次, 严格控制超沉, 沉井封底前自沉速率应**小于10mm/8h**;

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**。

(四) 辅助法下沉

(1) 沉井**外壁采用阶梯形**以减少下沉摩擦阻力时, 在井外壁与土体之间应有专人随时用**黄砂**均匀灌入, 四周灌入黄砂的高差不应超过**500mm**。

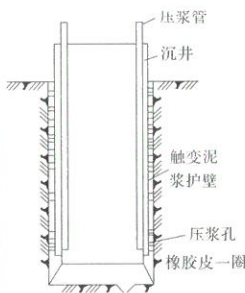


沉井阶梯形外壁

(2) 采用**触变泥浆套**助沉时, 应采用自流渗入、管路强制压注补给等方法; 触变泥浆的性能应满足施工要求, 泥浆补给应及时以保证泥浆液面高度; 施工中应采取防止泥浆套损坏失效, 下沉到位后应进行泥浆置换。



管路强制压注补给



触变泥浆套

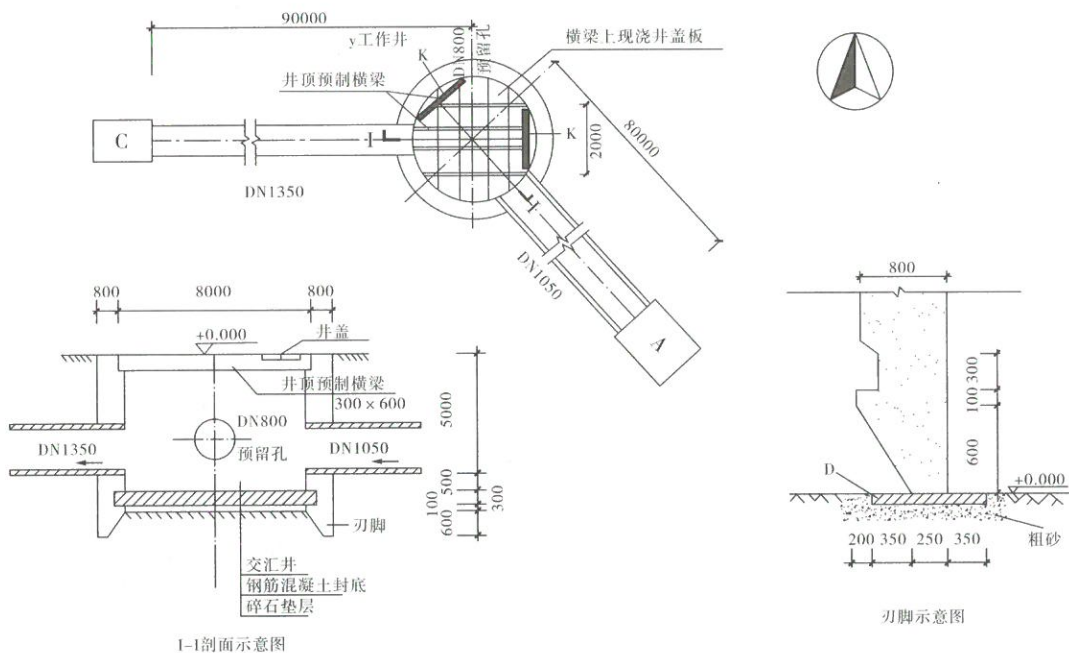
(3) 采用**空气幕助沉**时, 管路和喷气孔、压气设备及系统装置的设置应满足施工要求; 开气应自上而下, 停气应缓慢减压, 压气与挖土应交替作业; 确保施工安全。

(4) 沉井采用**爆破方法**开挖下沉时, 应符合国家有关爆破安全的规定。

经典考题

1. 【2019年案例5.3】背景资料(局部)

下沉前, 需要降低地下水(已预先布置了喷射井点), 采用机械取土; 防止y井下沉困难, 项目部预先制定了下沉辅助措施。



【问题】降低地下水的高程至少为多少米(列式计算)? 哪些机械可以取土? 下沉辅助措施有哪些?

- 2.【1606】沉井下沉过程中，不可用于减少摩擦阻力的措施是（ ）。
- A.排水下沉
B.空气幕助沉
C.在井外壁与土体间灌入黄砂
D.触变泥浆套助沉



参考答案&解析

1.【参考答案】

- (1) 降水高程至少为： $0.000 - (5.000 + 0.500 + 0.300 + 0.100 + 0.600 + 0.500) = -7.000\text{m}$ 。
- (2) 挖土机械有：长臂挖机、抓斗、皮带运输机、升降机等。
- (3) 下沉辅助措施有：压重、灌砂、触变泥浆套。

2.A 【学天解析】辅助下沉包括：(1) 沉井外壁采用阶梯形以减少下沉摩擦阻力，在井外壁与土体间随时均匀灌入黄砂；

- (2) 采用触变泥浆套助沉应采用自流渗入、管路强制压住补给等；
- (3) 空气幕助沉，管路和喷气孔、压气设备及系统装置的设置应满足施工要求；
- (4) 爆破方法开挖下沉，应符合爆破有关的安全规定。

知识点五 沉井封底



(一) 干封底（采用排水下沉时）

(1) 在井点降水条件下施工的沉井应继续降水，并稳定保持地下水位距坑底不小于0.5m；在沉井封底前应用大石块将刃脚下垫实。

(2) 封底前应整理好坑底和清除浮泥，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。

(二) 水下封底（采用不排水下沉时）

(1) 基底的浮泥、沉积物和风化岩块等应清理干净；软土地基应铺设碎石或卵石垫层。

(2) 混凝土凿毛部位应洗刷干净。

(3) 浇筑混凝土的导管加工、设置应满足施工要求。

(4) 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。

(5) 水下混凝土封底的浇筑顺序，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。

(6) 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。

(7) 水下封底混凝土强度达到设计强度等级, 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。

经典考题

1. 【2012】关于沉井施工技术的说法, 正确的是()。
- A. 在粉细砂土层采用不排水下沉时, 井内水位应高出井外水位0.5m
 - B. 沉井下沉时, 需对沉井的标高、轴线位移进行测量
 - C. 大型沉井应进行结构内力监测及裂缝观测
 - D. 水下封底混凝土强度达到设计强度等级的75%时, 可将井内水抽除
2. 【1810】关于沉井不排水下沉水下封底技术要求的说法, 正确的是()。
- A. 保持地下水位距坑底不小于1.0m
 - B. 导管理入混凝土的深度不宜小于0.5m
 - C. 封底前应设置泄水井
 - D. 混凝土浇筑顺序应从低处开始, 逐渐向周围扩大



参考答案&解析

1.B 【学天解析】选项A有误, 流动性土层开挖时, 应保持井内水位高出井外水位不少于1m。选项C有误, 大型沉井应进行结构变形和裂缝观测。选项D有误, 水下封底混凝土强度达到设计强度等级, 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。

2.D 【学天解析】水下混凝土封底的浇筑顺序, 应从低处开始, 逐渐向周围扩大。选项B错误, 导管理入混凝土的深度不宜小于1.0m; 选项A、C错误, 属于干封底的内容, 保持地下水位距坑底不小于0.5m。

1K414025 水池施工中的抗浮措施

知识点一 构筑物设有抗浮设计时

(1) 当地下水位高于基坑底面时, 水池基坑施工前必须采取**人工降水措施(井点降水或集水明排)**, 把**水位降至基坑底下不少于500mm**; 以防止施工过程中构筑物浮动, 保证工程施工顺利进行。

(2) 在水池底板混凝土浇筑完成并达到规定强度时, 应及时施做**抗浮结构**。

知识点二 当构筑物无抗浮设计时, 水池施工应采取抗浮措施

施工过程降、排水要求:

(1) 选择可靠的降低地下水位方法, 严格进行降水施工, 对降水所用机具随时做

好保养维护，并有**备用机具**。

(2) 基坑受承压水影响时，应进行**承压水降压计算**，对承压水降压的影响进行评估。

(3) 降、排水应**输送至抽水影响半径范围以外**的河道或排水管道，并防止环境水源进入施工基坑。

(4) 在施工过程中**不得间断降排水**，并应对降、排水系统进行检查和维护；构筑物未具备抗浮条件时，严禁停止降、排水。

知识点三 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，基坑内地下水位急剧上升，或外表水大量涌入基坑，使构筑物的自重小于浮力时，会导致构筑物浮起。施工中常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。



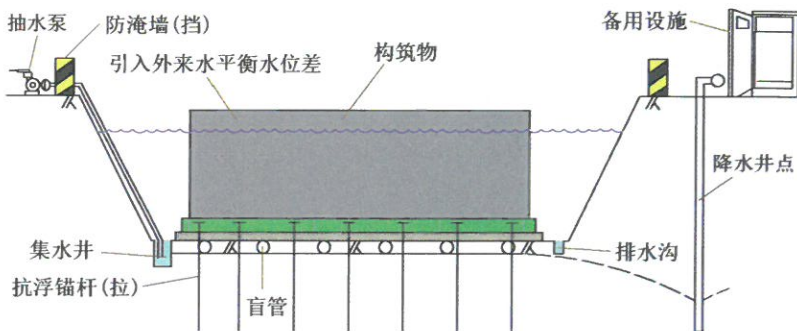
排水盲管安装



抽水设备

3) **备有**应急供电和排水设施并保证其可靠性。

(2) 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。



水池施工中的抗浮措施

经典考题

1. 【2020年案例5.2】背景资料（局部）

A公司项目部将场区内降水工程分包给B公司。结构施工正值雨期，为满足施工开挖

及结构抗浮要求，B公司编制了降排水方案，经项目部技术负责人审批后报送监理单位。

【问题】请说明B公司降水注意事项、降水结束时间。

2.【2018年案例2.5】背景资料（局部）

（4）为防止水池在雨期施工时因基坑内水位急剧上升导致构筑物上浮，项目制定了雨期水池施工抗浮措施。

【问题】写出水池雨期施工抗浮措施的技术要点。



参考答案&解析

1.【参考答案】

（1）降水注意事项：考虑到施工中构筑物抗浮要求，B公司降排水要不能间断（或“不中断”、“连续”）。

（2）降水结束时间：构筑物（或“水池”）具备抗浮条件（或“满足抗浮要求”）时方可停止降水。

2.【参考答案】雨期施工的抗浮措施技术要点：

（1）基坑顶四周设防汛墙，防止外来水进入基坑；

（2）基坑底四周埋设排水盲管（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；

（4）引入外来水进入构筑物内减小浮力。

1K420122 城市给水工程滤池与滤板施工质量检查与验收 （考试用书第2章）

知识点一 给水厂工艺设备安装

（一）滤池工艺设备安装

（1）滤池内由清水区、滤板、滤料层、浑水区组成。

（2）滤料粘附一定数量悬浮物后，滤料间孔隙减小、滤速降低，此时要对滤料进行气水反冲洗，使其恢复过滤能力。

（二）安装质量控制要点

滤料铺装后，须做反冲洗试验，通气、通水检查反冲效果。

1K415000 城市管道工程



本节考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市管道工程	城市给水排水管道工程施工	5	12	6	6	3
	城市供热管道工程施工	1	2	2	3	3
	城市燃气管道工程施工	2	—	16	1	5
	城市综合管廊	2	—	3	—	—

从历年考题分值分布情况看,本节近五年平均分为14.4分。其中,管道开槽施工、不开槽施工、管道功能性试验、管道连接及质量检查属于高频案例知识点。

1K415010 城市给水排水管道工程施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市给水排水管道工程施工	单选题	1	1	1	—	1
	多选题	—	—	—	2	2
	案例题	4	11	5	4	—
合计		5	12	6	6	3
平均考分		6.4				



框架梳理

城市给水排水管道

开槽管道施工技术

- 沟槽施工方案:主要内容、确定沟槽底部开挖深度
- 沟槽开挖与支护:分层开挖及深度、开挖规定、支撑与支护
- 地基处理与安管:地基处理、安管
- 开槽施工管道质量验收标准:原状地基承载力
- 柔性管道回填施工质量检查与验收:回填作业、变形检测与超标处理

不开槽管道施工技术

- 不开槽施工方法与适用条件:盾构法、浅埋暗挖法、顶管法、水平定向钻法、夯管法
- 非开挖管道施工质量检查与验收:顶管法、水平定向钻法、夯管铺管技术要点
- 非开挖管道施工安全措施:人员准备、作业区安全防护

管道功能性试验

- 压力管道的水压试验:管道试验准备工作、试验过程与合格判定
- 无压管道的严密性试验:闭水试验、闭气试验

砌筑沟道施工技术

- 砌筑构筑物施工基本要求:砌块、砌体
- 砌筑施工要点:变形缝施工、砖砌拱圈、反拱砌筑、圆井砌筑

给水排水管网维护与修复技术

- 城市管道维护:安全防护
- 管道修复与更新:局部修补、全断面修复(内衬喷)、管道更新

1K415012 开槽管道施工技术



沟槽开挖



管道安装



检查井安装

知识点一 沟槽施工方案



(一) 主要内容

- (1) 沟槽施工平面布置图及开挖断面图。(“图”)
- (2) 沟槽形式、开挖方法及堆土要求。(“法”)
- (3) 无支护沟槽的边坡要求；有支护沟槽的支撑形式、结构、支拆方法及安全措施。(“放坡/支护”)
- (4) 施工设备机具的型号、数量及作业要求。(“机”)
- (5) 不良土质地段沟槽开挖时采取的护坡和防止沟槽坍塌的安全技术措施。(“措施”)
- (6) 施工安全、文明施工、沿线管线及构(建)筑物保护要求等。

锦囊妙记 图法放机(有)措施+安全施工、文明施工、环境保护。

(二) 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)；

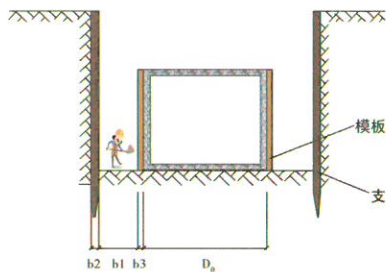
D_0 ——管外径(mm)；

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)。



沟槽底部开挖宽度

(三) 沟槽边坡最陡坡度确定

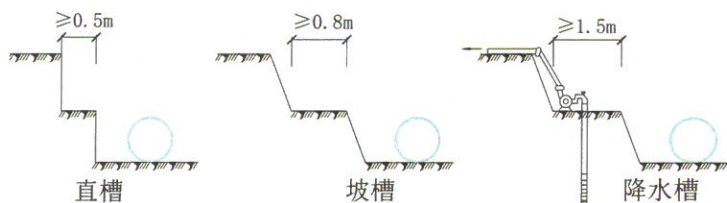
沟槽边坡坡度的影响因素：①土的类别；②坡顶荷载(坡顶无荷载、坡顶有静载、坡顶有动载)；③地下水位；④开挖深度；⑤沟槽支撑或支护。

知识点二 沟槽开挖与支护

(一) 分层开挖及深度

- (1) 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。

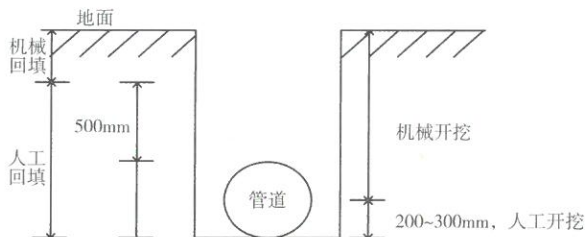
(2) 人工开挖多层沟槽的层间留台宽度：放坡开槽时不应小于0.8m；直槽时不应小于0.5m；安装井点设备时不应小于1.5m。



人工开挖的层间留台宽度示意图

(3) 采用机械挖槽时，沟槽分层的深度按机械性能确定。

(二) 沟槽开挖规定



机械开挖要点示意图

(1) 槽底原状地基土**不得扰动**，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。

(2) 槽底**不得受水浸泡或受冻**，槽底局部扰动或受水浸泡时，宜采用**天然级配砂砾石**或**石灰土**回填；槽底扰动土层为温陷性黄土时，应按设计要求进行地基处理。

(3) 槽底土层为杂填土、腐蚀性土时，应**全部挖除**并按设计要求进行地基处理。

(4) 槽壁平顺，边坡坡度符合施工方案的规定。

(5) 在沟槽边坡稳固后设置供施工人员上下沟槽的**安全梯**。

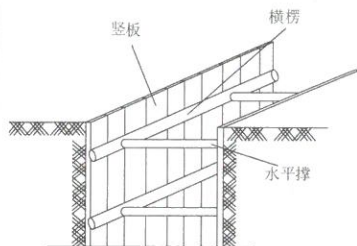
(三) 支撑与支护

(1) 撑板支撑应随挖土及时安装。

(2) 在软土或其他不稳定土层中采用横排撑板支撑时，开始支撑的沟槽开挖深度不得超过1.0m；开挖与支撑交替进行，每次交替的深度宜为0.4~0.8m。

(3) 施工人员应由安全梯上下沟槽，不得攀登支撑。

(4) 拆除撑板应制定安全措施，配合回填交替进行。



沟槽开挖支撑

经典考题

1. 【1913】关于沟槽开挖的说法，正确的是（ ）。
 - A.机械开挖时，可以直接挖至槽底高程
 - B.槽底土层为杂填土时，应全部挖除
 - C.沟槽开挖的坡率与沟槽开挖的深度无关
 - D.无论土质如何，槽壁必须垂直平顺
2. 【1811】关于沟槽开挖与支护相关规定的说法，正确的是（ ）。
 - A.机械开挖可一次挖至设计高程
 - B.每次人工开挖沟槽的深度可达3m
 - C.当槽底土层为腐蚀性土时，应按设计要求进行换填
 - D.槽底受水浸泡后，不宜采用石灰土回填



参考答案&解析

1.B 【学天解析】选项A错误，采用机械开挖时，应分层开挖，沟槽分层的深度按机械性能确定，槽底预留200~300mm，人工开挖以防超挖；选项C错误，沟槽开挖的坡率与沟槽开挖的深度有关；选项D错误，沟槽边坡坡度与土的类别有关，不同类别土放坡坡度要求不同。

2.C 【学天解析】槽底土层为杂填土、腐蚀性土时，应全部挖除并按设计要求进行地基处理。选项A错误，采用机械开挖时，应分层开挖，沟槽分层的深度按机械性能确定，槽底预留200~300mm，人工开挖以防超挖；选项B错误，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；选项D错误，槽底局部扰动或受水浸泡时，宜采用天然级配砂砾石或石灰土回填。

知识点三 地基处理与安管

（一）地基处理

（1）槽底局部超挖或发生扰动时，超挖深度**不超过150mm**时，可用挖槽**原土回填夯实**，其压实度**不应低于原地基土的密实度**；槽底地基土壤含水量较大，不适于压实时，应采取换填等有效措施。

（2）排水不良造成地基土扰动时，扰动深度在**100mm**以内，宜填**天然级配砂石或砂砾**处理；扰动深度在**300mm**以内，但下部坚硬时，宜填**卵石或块石**，并用砾石填充空隙并找平表面。

（3）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的**砂石**并夯实。

（4）原状地基为岩石或坚硬土层时，管道下方应铺设**砂垫层**。

（5）非永冻土地区，管道不得铺设在冻结的地基上；管道安装过程中，应防止地基冻胀。



卵石



砂



砂砾

锦囊妙记

(1) 超挖扰动、且槽底无水；

$h \leq 150\text{mm}$ ：原土回填，夯实； $h > 150\text{mm}$ ：石灰土回填，夯实。

(2) 超挖扰动、且槽底有水或浸水（或受冻）扰动；

① 给水管道、排水管道： $h \leq 100\text{mm}$ ，级配碎石、级配砂砾回填；

$h \leq 300\text{mm}$ ：块石、卵石回填。

② 燃气管道：级配砂石或天然砂回填。

(3) 超挖回填后应压实，压实度应接近原地基土密实度。

(4) 验槽（地基验槽是所有基坑工程、大型基槽工程的通用知识）：

① 沟槽到底后，地基应由建设、勘察、设计、施工、监理、市场监督管理部门等单位共同验收。

② 质量检验项目：槽底无水浸、扰动；槽底高程；槽底中线；槽底宽度；地基承载力。

③ 对不符合要求的地基，由设计或勘察单位提出地基处理意见。

(二) 安管

(1) 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。

【补充拓展】管道常用的连接方法：

(1) 钢管：焊接、法兰连接；

(2) 塑料管：热熔连接、电熔连接；

(3) 混凝土管：刚性（水泥抹带）接口、柔性（承插式胶圈）接口。



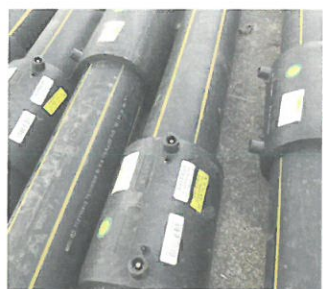
焊接



法兰连接



热熔连接



电熔连接连接



混凝土管刚性接口



混凝土管柔性接口

1K420131 城市给水、排水管道施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

知识点一 开槽施工管道质量验收标准

(一) 管道基础应符合下列规定

(1) **原状地基**的承载力符合设计要求, 检查地基处理强度或承载力检验报告、复合地基承载力检验报告。

(2) **混凝土基础**的强度符合设计要求。

(3) **砂石基础**的压实度符合设计要求或相关专业验收规范的规定, 检查砂石材料的质量保证资料、压实度试验报告。

(原状土地基承载力合格; 混凝土基础强度和施工合格; 砂石基础材料和压实度合格; 基础与管道接触紧密; 基础偏差符合设计要求。)



原状地基



混凝土基础



砂石基础

1K420133 柔性管道回填施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

柔性管道是指在结构设计上需考虑管节和管周土体共同承担荷载的管道, 在市政公用工程中通常指采用**钢管**、**球墨铸铁管**、**化学建材(塑料)管**等管材敷设的管道。柔性管道的**沟槽回填质量控制**是柔性管道工程施工质量控制的关键。(刚性管道: 混凝土类管道)

经典考题

1. 【2009】柔性管道工程施工质量控制的关键是()。
- A. 管道接口 B. 管道基础
C. 沟槽回填 D. 管道坡度



参考答案&解析

1.C 【学天解析】柔性管道的沟槽回填质量控制是柔性管道工程施工质量控制的关键。

知识点一 回填前的准备工作

(1) 管道检查：回填前，检查管道有无损伤及变形，有损伤管道应修复或更换；管内径大于**800mm**的**柔性管道**，回填施工中应在管内设**竖向支撑**。中小管道应采取防止管道移动的措施。

(2) 现场试验段：长度应为一个井段或不少于**50m**。

知识点二 回填作业

(一) 回填

(1) 【运料】管道两侧和管顶以上**500mm**范围内的回填材料，应由沟槽两侧**对称运入**槽内，不得直接扔在管道上；回填其他部位时，应均匀运入槽内，**不得集中推入**。

(2) 【材料】需要拌合的回填材料，应在运入槽内前拌合均匀，**不得在槽内拌合**。

(3) 【材料】管基**有效支承角**范围内应采用**中粗砂**填充密实，与管壁紧密接触，不得用土或其他材料填充。

(4) 【注意】管道半径以下回填时应采取防止管道上浮、位移的措施；回填作业每层的压实遍数，按压实度要求、压实工具、虚铺厚度和土的含水量，经现场试验确定。

(5) 【时间】管道回填时间宜在一昼夜中**气温最低**时段，从管道两侧**同时回填，同时夯实**。

(6) 【方式】沟槽回填从**管底基础部位开始到管顶以上500mm**范围内，必须采用**人工回填**；管顶500mm以上部位，可用机具从管道轴线两侧同时夯实；每层回填高度**应不大于200mm**。

(7) 【特殊】管道位于车行道下且铺设后即修筑路面或管道位于软土地层以及低洼、沼泽、地下水位高地段时，沟槽回填宜先用中、粗砂将管底腋角部位填充密实后，再用中、粗砂分层回填到管顶以上500mm。

(二) 压实

(1) 压实时，管道两侧应**对称进行**，且不得使管道产生位移或损伤。

(2) 同一沟槽中有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时，管道之间的回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行。

(3) 同一沟槽中有双排或多排管道但基础底面的高程不同时，应先**回填基础较低**的沟槽。

(4) 分段回填压实时，相邻段的接槎应呈台阶形，且不得漏夯。

(5) 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。

(6) 采用重型压实机械压实或较重车辆在回填土上行驶时，管道顶部以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应按压实机械的规格和管道的设计承载力，通过**计算确定**。



基础底面的高程相同



基础底面的高程不同



接槎呈台阶形

知识点三 变形检测与超标处理

(一) 变形检测

柔性管道回填至设计高程时应在12~24h内测量并记录管道变形率。

(二) 变形超标的处理措施

变形率应符合设计要求，设计无要求时：

(1) 钢管或球墨铸铁管道变形率超过2%但不超过3%时，化学建材管道变形率超过3%但不超过5%时：

- 1) 挖出回填材料至露出管径85%处，管道周围应人工挖掘以避免损伤管壁。
- 2) 挖出管节局部有损伤时，应进行修复或更换。
- 3) 重新夯实管道底部的回填材料。
- 4) 选用适合回填材料按规定重新回填施工，直至设计高程。
- 5) 按规定重新检测管道的变形率。

(2) 钢管或球墨铸铁管道的变形率超过3%时，化学建材管道变形率超过5%时，应挖出管道，并会同设计研究处理。

锦囊妙记 柔性管道变形检测结果：

- (1) 合格；
- (2) 挖出重填；
- (3) 挖出同设计研究处理。

1K415013 不开槽管道施工技术

知识点一 施工方法与适用条件



市政公用工程常用的不开槽管道施工方法有**暗挖法（盾构法、浅埋暗挖法）**与**非开挖法（顶管法、水平定向钻法、夯管法）**等。

（一）不开槽施工方法与适用条件

施工工法	密闭式顶管	盾构	浅埋暗挖	水平定向钻	夯管
工法优点	精度高	速度快	适用性强	速度快	速度快、成本较低
工法缺点	成本高		成本高、速度慢	精度低	
适用范围	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
施工精度	小于±50mm	不可控	小于或等于30mm	不超过0.5倍管道内径	不可控
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	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

锦囊妙记 不开槽管道施工方法的适用管径：
 顶山死——（顶管：300~4000mm）
 钻山移——（定向钻：300~1000mm）
 爱夯要发——（夯管：200~1800mm）
 暗移盾山——（浅埋暗挖：≥1000mm；盾构：≥3000mm）

（二）施工方法与设备选择的有关规定

（1）顶管法

1) 采用**敞口式（手掘式）顶管机**时，应将地下水位降至管底以下**不小于0.5m**处，并应采取措施，防止其他水源进入顶管的管道。

2) 当周围环境要求**控制地层变形或无降水条件**时，宜采用**封闭式的土压平衡或泥水平衡顶管机**施工；目前城市**改（扩）建给水排水管道**工程多数采用顶管法施工，机械顶管技术获得了飞跃性发展。

（2）浅埋暗挖法

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。

（3）定向钻法

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。

（4）夯管法

适用于城镇区域下**穿较窄道路**的地下管道施工。

经典考题

- 1.【1726】新建市政公用工程不开槽成品管的常用施工方法有（ ）。
- A.顶管法
B.夯管法
C.裂管法
D.沉管法
E.盾构法
- 2.【1627】适用管径800mm的不开槽施工方法有（ ）。
- A.盾构法
B.定向钻法
C.密闭式顶管法
D.夯管法
E.浅埋暗挖法



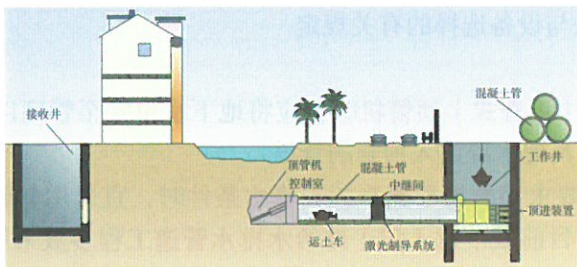
参考答案&解析

1.AB 【学天解析】不开槽施工方法包括：顶管法、盾构法、浅埋暗挖法、水平定向钻法、夯管法等。题干明确是成品管，本题选AB。

2.BCD 【学天解析】管径300~4000mm适合施工工法为密闭式顶管，管径3000mm以上用盾构法，管径1000mm以上用浅埋暗挖法，管径300~1000mm用定向钻法，管径200~1800mm用夯管。

1K420135 城市非开挖管道施工质量控制与验收 (考试用书第2章)

知识点一 顶管法

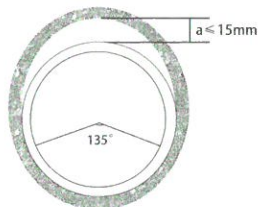


顶管法施工示意图

(一) 顶进作业质量控制

(1) 采用敞口式(手工掘进)顶管机,在允许超挖的稳定土层中正常顶进时,管下部135°范围内不得超挖,管顶以上超挖量不得大于15mm。

(2) 管道顶进过程中,应遵循“勤测量、勤纠偏、微纠偏”的原则,控制顶管机前进方向和姿态。



管顶超挖量控制

(3) 开始顶进阶段, 应严格控制顶进的**速度和方向**。

(4) 在软土层中顶进混凝土管时, 为防止管节飘移, 宜将**前3~5节管体与顶管机连成一体**。

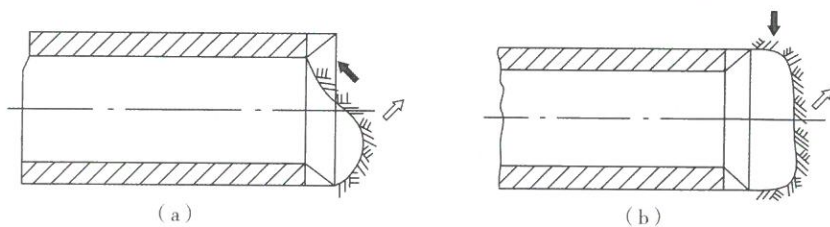
(5) 钢筋混凝土管接口应保证橡胶圈正确就位; 钢管接口焊接完成后, 应进行防腐层补口施工, 焊接及防腐层检验合格后方可顶进。

(6) 应严格控制管道线形, **对于柔性接口管道, 其相邻管间转角不得大于该管材的允许转角**。

(二) 纠偏基本要领

(1) **及时纠偏和小角度纠偏**。

(2) 刀盘式顶管机纠偏时, 可采用①**调整挖土方法**, ②**调整顶进合力方向**, ③**改变切削刀盘的转动方向**, ④在管内相对于机头旋转的**反向增加配重**等措施。



(a) 管内挖土纠偏; (b) 管外挖土纠偏

↑ 纠偏阻力; ↗ 纠偏方向

挖土纠偏示意图

(三) 顶管管道贯通后质量控制

(1) 顶管结束后进行触变泥浆置换:

采用水泥砂浆、粉煤灰水泥砂浆等易于固结或稳定性较好的浆液置换泥浆填充管外侧超挖、塌落等原因造成的空隙。

(2) 钢筋混凝土管顶进结束后, 管道内的管节接口间隙应按设计要求处理; 设计无要求时, 可采用弹性密封膏密封, 其表面应抹平、**不得凸入管内**。

(四) 顶管管道质量检验标准

(1) **管节**及附件等工程材料的产品质量应符合国家有关标准的规定和设计要求。

(2) **接口橡胶圈**安装位置正确, 无位移、脱落现象; 钢管的接口焊接质量应符合相关规定, 焊缝无损探伤检验符合设计要求。

(3) 无压管道的**管底坡度**无明显反坡现象, 曲线顶管的实际曲率半径符合设计要求。

(4) **管道接口端部**应无破损、顶裂现象, 接口处无滴漏。

(5) **管道内**应线形平顺、无突变、变形现象; 一般缺陷部位, 应修补密实、表面光洁; 管道无明显渗水和水珠现象。

(6) 管道与工作井出、进洞口的**间隙**连接牢固, 洞口无渗漏水。

(7) 钢管**防腐层**及焊缝处的外防腐层及内防腐层质量验收合格。

(8) 有内防腐层的钢筋混凝土管道, **防腐层**应完整、附着紧密。

(9) **管道内**应清洁, 无杂物、油污。

(10) 顶管施工**贯通后**管道的允许偏差应符合规定。

锦囊妙记 顶管管道质量检验标准:

- ①管节;
- ②管道连接(管道接口+接口橡胶圈+接口焊接);
- ③防腐层(钢管及焊缝内、外防腐层+钢筋混凝土管内防腐层);
- ④位置(无压管道的管底坡度+曲线顶管的实际曲率半径+管道内线形+贯通后管道允许偏差)
- ⑤管道与洞口的间隙;
- ⑥管道内清洁;
- ⑦管道无明显渗水、水珠。

经典考题

- 1.【1830】关于顶管顶进作业质量控制的说法,正确的是()。
- A.开始顶进阶段,应严格控制顶进的速度和方向
 - B.顶进过程应采取及时纠偏和小角度纠偏措施
 - C.手工掘进管道下部仅 120° 范围不能超挖
 - D.在稳定土层中,手工掘进管道管顶以上超挖量宜为25mm
 - E.在软土层中顶进混凝土管时,宜采取防管节漂移措施

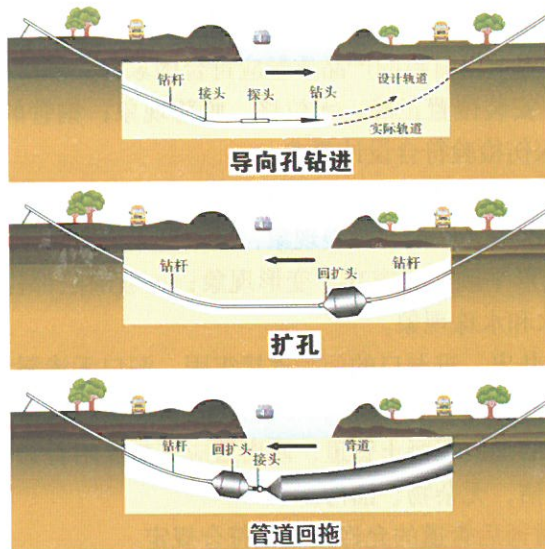


参考答案&解析

1.ABE 【学天解析】选项C、D错误,采用敞口式(手工掘进)顶管机,在允许超挖的稳定土层中正常顶进时,管下部 135° 范围内不得超挖,管顶以上超挖量不得大于15mm。

知识点二 水平定向钻法

(一) 水平定向钻进铺管技术要点

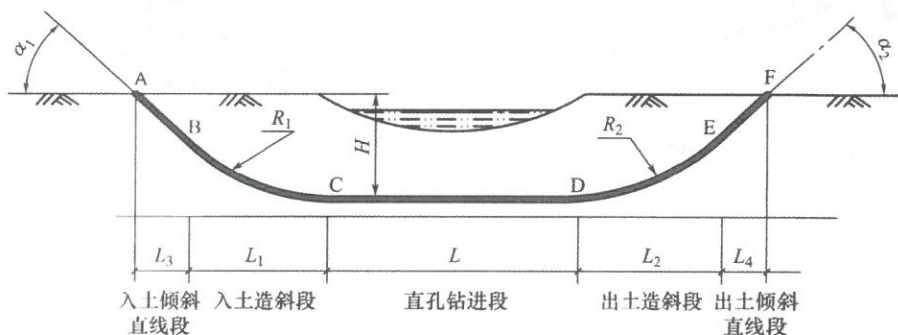


定向钻施工流程图

1. 导向孔钻进轨迹的施工设计

(1) 在理想状态下的轨迹为“斜直线段→曲线段→水平直线段→曲线段→斜直线段”组合。

(2) 钻机的选择应以回拉力估算值小于或等于70%的钻机额定的回拉力为依据，结合施工工艺及现场条件等具体确定。扩孔钻头应根据地层、铺管长度、铺管外径、施工工艺等选定。



α_1 —入土角($^\circ$); H —管线中心线深(m); R_1 —入土段的曲率半径(m);
 L_1 —入土造斜段的水平长度(m); α_2 —出土角($^\circ$); R_2 —出土时的曲率半径(m);
 L_2 —管线出土造斜段的水平长度(m)

轨迹设计示意图

2. 钻进施工要点

(1) 导向孔钻进施工要点:

1) 钻机必须先进行**试运转**，确定各部分运转正常后方可钻进；钻孔时应匀速钻进，并严格控制钻进给进力和钻进方向。钻进应保持钻头正确姿态，发生偏差应及时纠正，且采用小角度逐步纠偏；**钻孔的轨迹偏差不得大于终孔直径，超出误差允许范围宜退回进行纠偏。**

2) 第一根钻杆入土钻进时，应采取**轻压慢转**的方式，稳定钻进导入位置和保证入土角。每进一根钻杆应进行钻进导向探测。

(2) 扩孔、清孔施工要点:

根据**终孔孔径、管道曲率半径、土层条件、设备能力**扩孔可一次完成或分多次完成。

1) 扩孔：从**出土点向入土点进行**，扩孔应严格控制回拉力、转速、泥浆流量等技术参数，确保成孔稳定和线形要求，无坍孔、缩孔等现象。

2) 清孔：管线铺设之前应作一次或多次清孔，清除扩孔后孔内残留的泥渣。

3) 终孔孔径：宜控制在回拖管节外径的1.2~1.5倍。

(3) 管道回拖施工要点:

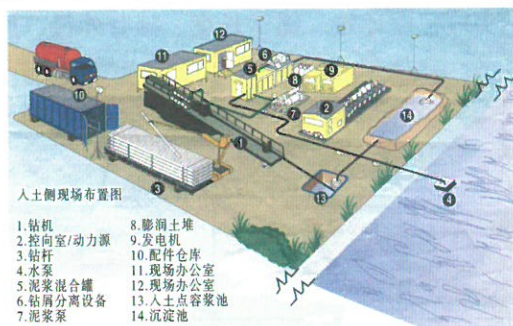
1) 扩孔孔径达到终孔要求、清孔完成后应及时进行回拖管道施工。

2) 回拖前检查：①回拖**管段**的质量（已焊接完成的管线长度、焊缝、防腐）；②**拖拉装置**安装；③拖拉装置与管段**连接**。检验合格后方可进行拖管。

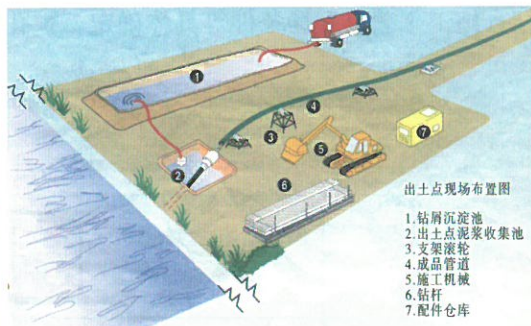
3) 管道回拖：应从**出土点向入土点**连续进行，应采用**匀速慢拉**的方法，**严禁硬拉硬拖**，严格控制钻机回拖力、扭矩、泥浆流量、回拖速率等技术参数。

(4) 定向钻施工的泥浆(液)配制要点:

导向钻进、扩孔及回拖时,及时向孔内注入泥浆(液)(即全过程泥浆护孔)。泥浆(液)的材料、配合比和技术性能指标应满足施工要求。泥浆(液)的压力和流量应按施工步骤分别进行控制。

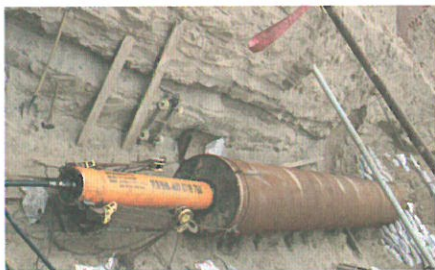
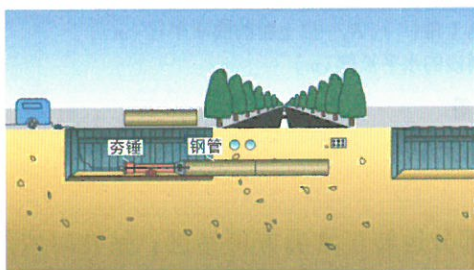


定向钻施工入土侧现场布置图



定向钻施工出土点现场布置图

知识点三 夯管法



夯管法施工

夯进的管道应为钢管,夯管长度一般不超过80m。在卵石层、杂填土层中夯进,地层中最大卵砾石粒径或最大块状物的尺寸不得超过0.5倍的夯进管外径。

1. 一般要求

穿越城市道路时,夯管覆土不小于2倍管径,且不得小于1.0m。夯管锤应根据管径、夯管长度、地质条件等选择夯管锤外径。

2. 夯进施工要点

(1) 开始夯进时应先进行试夯,试夯长度宜为3~5m,试夯时应控制供气量慢速夯进,正常夯进时可增加供气量。首节管宜设置管靴。管靴后宜设置减阻泥浆注浆孔。夯进中,一般采取在管外壁注润滑液或涂抹润滑脂等减阻措施。

(2) 后续管节每次夯进前,应待已夯入管与吊入管的管节接口焊接完成,按设计要求进行焊缝质量检验和外防腐层补口施工后,方可夯进施工。

(3) 管节夯进过程中应严格控制气动压力、夯进速率。

(4) 夯管完成后进行排土作业。

1K420173 非开挖管道施工安全措施（考试用书第2章）

知识点一 准备阶段安全措施

（一）人员准备

- （1）全部作业人员必须经过**安全培训**和**三级安全教育**，考试合格后方可进场。
- （2）特殊工种必须持证上岗。
- （3）制定应急预案，组建应急抢险队伍，并进行演练。
- （4）在有限空间内作业时的人数**不得小于2人**。

知识点二 施工阶段安全措施

（一）作业区安全防护

- （1）工作坑井口作业区必须设置围挡封闭施工，建立人员出入工作坑的管理制度。
- （2）工作坑地面排水系统应完好、畅通，井口应比周围地面高300mm以上。
- （3）井口周围必须设**防护栏杆**，高度不低于1.2m；井内必须设安全梯或梯道，宽度不应小于1.0m。
- （4）井口**2m范围内**不得堆放材料和停放施工机具、运输车辆。

1K415014 管道功能性试验

给水排水管道的功能性试验包括**压力管道**的水压试验和**无压管道**的严密性试验。

知识点一 压力管道的水压试验



压力管道水压试验前，**除接口外**，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于0.5m，留出接口位置以便检查渗漏处。

（一）基本规定

（1）分为**预试验**和**主试验**阶段；试验合格的判定依据分为**允许压力降值**和**允许渗水量值**，按设计要求确定。设计无要求时，应根据工程实际情况，选用其中**一项值**或**同时**采用两项值作为试验合格的最终判定依据。

（2）水压试验进行**实际渗水量**测定时，宜采用**注水法**进行。

（3）管道采用**两种（或两种以上）管材**时，宜按不同管材分别进行试验；不具备分别试验的条件必须**组合试验**，且设计无具体要求时，应采用不同管材的管段中试验控制**最严的标准**进行试验。

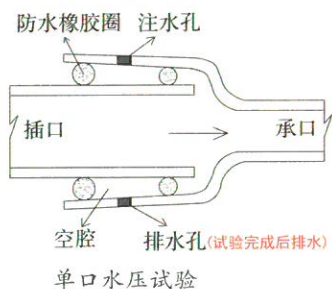
（4）大口径球墨铸铁管、玻璃钢管、预应力钢筒混凝土管或预应力混凝土管等管道单口水压试验合格，且设计无要求时，可免去预试验阶段，而直接进行主试验阶段。

单口水压试验应符合下列规定：

- 1) 安装时应注意将**单口水压试验**用的进水口（管材出厂时已加工）置于管道顶部。

2) 管道接口连接完毕后进行单口水压试验, 试验压力为管道设计压力的**2倍**, 且不得小于**0.2MPa**。

3) 水压试验时应先排净水压腔内的空气。

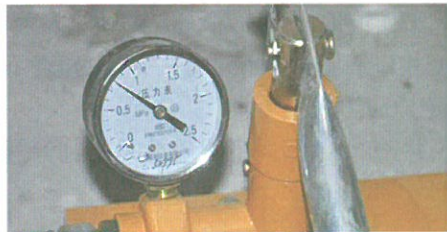


(5) 管道的试验长度: 除设计有要求外, 水压试验的管段长度不宜大于**1.0km**。

(6) 给水管道必须水压试验合格, 并网运行前进行**冲洗与消毒**, 经检验水质达到标准后, 方可允许并网通水投入运行。



管道压力试验



压力表

(二) 管道试验准备工作

1. 准备工作

- (1) 试验管段所有敞口应**封闭**, 不得有**渗漏水**现象。
- (2) 试验管段**不得用闸阀做堵板**, 不得含有**消火栓、水锤消除器、安全阀**等附件。
- (3) 水压试验前应**清除管道内的杂物**。
- (4) 应做好水源引接、排水等疏导方案。

2. 管道内注水与浸泡

(1) 应从**下游缓慢注入**, 注入时在试验管段上游的**管顶**及管段中的**高点**应设置**排气阀**, 将管道内的气体排除。

(2) 试验管段注满水后, 宜在**不大于工作压力**条件下充分浸泡后再进行水压试验, 浸泡时间规定: 非混凝土管**24h**, 内径 $\leq 1000\text{mm}$ 混凝土管**48h**, 内径 $> 1000\text{mm}$ 的混凝土管**72h**。

(三) 试验过程与合格判定

1. 预试验阶段

- (1) 试验过程: 管道内水压缓慢升至试验压力 \rightarrow 稳压**30min**; 可注水补水。
- (2) 合格判定: 检查管道接口、配件等处有无漏水、损坏现象。

2. 主试验阶段

(1) 用允许压力降值判据

停止注水补水, 稳定**15min**, 要求**15min**后压力下降不超过所允许压力下降数值 \rightarrow

降至工作压力，保持恒压30min，若无漏水现象，则水压试验合格。

(2) 用允许渗水量值判据

宜用**注水法**测定实际渗水量。

(四) 水压试验应符合下列规定：

1) 管道升压时，**管道的气体应排除**。升压过程中，发现弹簧压力计表针摆动、不稳，且升压较慢时，**应重新排气后再升压**。

2) 应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，无异常现象时再继续升压。

3) 水压试验过程中，**后背顶撑、管道两端不得站人**。

4) 水压试验时，**不得修补缺陷**；遇有缺陷时，应做出标记，**卸压后修补**。

管道排气+每级检查+险处不待+泄压修补。

锦囊妙记 水压试验流程：部分回填（除接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不应小于0.5m）→试验准备（包括注水浸泡）→水压试验（预试验→主试验（判据：允许压力降值、允许渗水量值））→冲洗与消毒（检验水质达标）→其余部分回填。

知识点二 无压管道的严密性试验



无压管道的严密性试验分为**闭水试验**和**闭气试验**，应按设计要求确定；设计无要求时，应根据实际情况选择闭水试验或闭气试验（**优选闭水试验**）。

(一) 基本规定

(1) **污水、雨污水合流管道及湿陷土、膨胀土、流砂地区**的雨水管道，必须经**严密性试验合格**后方可投入运行。

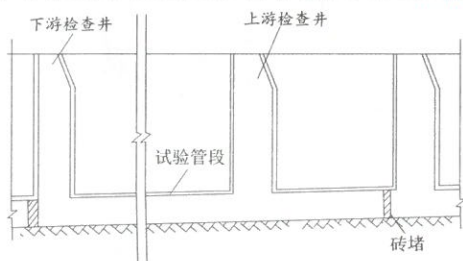
(2) **全断面**整体现浇的**钢筋混凝土无压管道**处于地下水位**以下**时，或不开槽施工的内径大于或等于**1500mm**钢筋混凝土结构管道，除达到设计要求外，管渠的**混凝土强度等级、抗渗等级**也应检验合格，可采用**内渗法**测渗水量，符合规范要求时，可不必进行闭水试验。

(3) **设计无要求且地下水位高于管道顶部**时，可采用**内渗法**测渗水量。

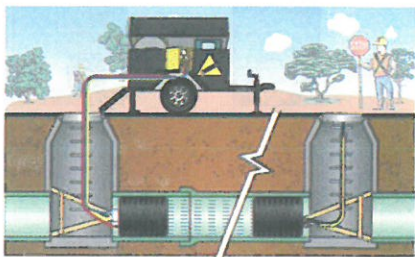
(4) 管道的试验长度

1) 试验管段应按井距分隔，**带井试验**；若条件允许可一次试验不超过**5个**连续井段。

2) 当管道内径大于**700mm**时，可按管道井段数量抽样选取**1/3**进行试验；试验不合格时，抽样井段数量应在原抽样基础上**加倍**进行试验。



闭水试验装置示意图



闭气试验装置示意图

(二) 闭水试验方案与试验过程

1. 闭水试验准备工作

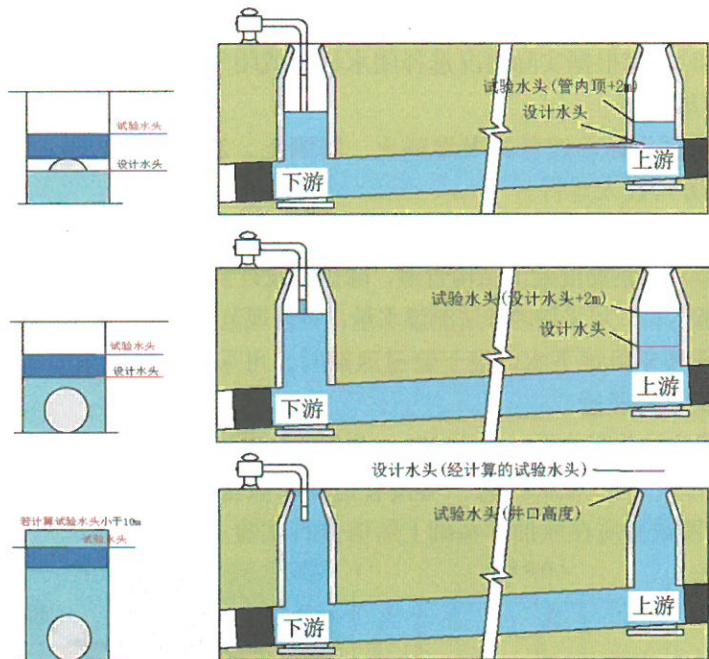
- (1) 管道及检查井外观质量已验收合格。
- (2) 管道未回填土且沟槽内无积水。
- (3) 全部预留孔应封堵，不得渗水。
- (4) 管道两端堵板承载力经核算应大于水压力的合力；除预留进水管外，应封堵坚固，不得渗水。
- (5) 顶管施工，其注浆孔封堵且管口按设计要求处理完毕，地下水位于管底以下。
- (6) 应做好水源引接、排水疏导等方案。

2. 管道内注水与浸泡

试验管段灌满水后浸泡时间不应少于24h。

3. 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。

锦囊妙记 试验水头 = max{ 设计水头, 上游管顶内壁 } + 2m 或上游检查井井口高度。



闭水试验水头图解

4. 试验观测时间

从试验水头达规定水头开始计时，观测管道的渗水量，直至观测结束，应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不得小于30min，渗水量不超过允许值试验合格。

经典考题

1.【2020年案例2.4】背景资料（局部）

……在完成下游3个井段管道安装及检查井砌筑后，抽取其中1个井段进行了闭水试验。试验渗水量为 $0.0285\text{L}/(\text{min}\cdot\text{m})$ 。[规范规定DN1200钢筋混凝土管合格渗水量不大于 $43.3\text{m}^3/(24\text{h}\cdot\text{km})$]。

【问题】列式计算该井段闭水试验渗水量结果是否合格？

2.【2018年案例3.1】背景资料（局部）

某公司承建一段新建城镇道路工程，其雨水管道位于非机动车道下，设计采用D800mm钢筋混凝土管。

施工前，项目部对部分相关技术人员的职责、管道施工工艺流程、管道施工进度计划、分部分项工程验收等内容规定如下：

（1）由A（技术人员）具体负责：确定管道中线、检查井位置与挖槽开挖边线。

（2）由质检员具体负责：沟槽回填土压实度试验；管道与检查井施工完成后，进行管道B试验（功能性试验）。

（3）管道施工工艺流程如下：沟槽开挖与支护→C→下管、排管、接口→检查井砌筑→管道功能性试验→分层回填土与夯实。

（4）管道验收合格后转入道路路基分部工程施工，该分部工程包括填土、整平、压实度工序，其质量检验的主控项目有压实度和D。

【问题】根据背景资料写出最适合题意的A、B、C、D的内容。

3.【1612】关于无压管道功能性试验的说法，正确的是（ ）。

- A.当管道内径大于700 mm时，可抽取1/3井段数量进行试验
- B.污水管段长度300 mm时，可不作试验
- C.可采用水压试验
- D.试验期间渗水量的观测时间不得小于20 min



参考答案&解析

1.【参考答案】 $0.0285\text{L}/(\text{min}\cdot\text{m})=0.0285\times 10^{-3}\times 24\times 60\times 1000\text{m}^3/(24\text{h}\cdot\text{km})=41.04\text{m}^3/(24\text{h}\cdot\text{km})<43.3\text{m}^3/(24\text{h}\cdot\text{km})$ 。所以该井段闭水试验渗水量结果合格。

2.【参考答案】A-施工员（测量员）；B-严密性试验（闭水试验、闭气试验）；C-管道基础；D-弯沉值。

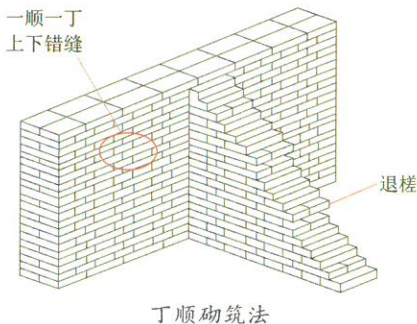
3.A 【学天解析】选项B错误，污水、雨污合流管道及湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管网必须经严密性试验合格后方可投入运行。选项C错误，题干是无压管道。选项D错误，渗水量的观测时间不得小于30 min，渗水量不超过允许值试验合格。

1K415015 砌筑沟道施工技术

知识点一 砌筑构筑物施工基本要求

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。

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**。



知识点二 砌筑施工要点

（一）变形缝施工

- （1）变形缝内应清除干净，两侧应涂刷冷底子油一道。
- （2）缝内填料应填塞密实。
- （3）灌注沥青等填料应待灌注底板缝的沥青冷却后，再灌注墙缝，并应连续灌满灌实。
- （4）缝外墙面铺贴沥青卷材时，应将底层抹平，铺贴平整，不得有塞包现象。

（二）砖砌拱圈

- （1）拱胎的模板尺寸应符合施工设计要求，并留出模板伸胀缝，板缝应严实平整。
- （2）拱胎的安装应稳固，高程准确，拆装简易。
- （3）砌筑前，拱胎应充分湿润，冲洗干净，并均匀涂刷隔离剂。



拱胎

- （4）砌筑应**自两侧向拱中心对称进行**，灰缝匀称，拱中心位置正确；灰缝砂浆饱满严密。

（5）应采用**退槎法**砌筑，每块砌块退半块留槎，拱圈应在24h内封顶，两侧拱圈之间应满铺砂浆，拱顶上不得堆置器材。

（三）反拱砌筑

- （1）砌筑前，应按设计要求的弧度制作反拱的样板，沿设计轴线每隔10m设一块。
- （2）根据样板挂线，**先砌中心的一列砖、石**，并找准高程后接砌两侧，灰缝不得凸出砖面，反拱砌筑完成后，应待砂浆强度达到设计抗压强度的25%后，方可踩压。
- （3）拱形管渠侧墙砌筑完毕，并经养护后，在安装拱胎前，两侧墙外回填土时，墙内应采取措施，保持墙体稳定。

（4）当砂浆强度达到设计抗压强度标准值的25%后，方可在无振动条件下拆除拱胎。

注：根据规范，（3）、（4）条应属于拱圈施工要点，但是，考试建议按教材回答。

(四) 圆井砌筑

(1) 排水管道检查井内的流槽，宜与井壁**同时进行砌筑**。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 内外井壁应采用**水泥砂浆勾缝**；有抹面要求时，抹面应分层压实。



圆形砌筑



砂浆抹面

经典考题

1.【2014】下列关于给水排水构筑物施工的说法，正确的是（ ）。

- A.砌体的沉降缝与基础的沉降缝贯通，变形缝应错开
- B.砌筑拱圈两侧向拱中心进行，反拱砌筑顺序反之
- C.检查井砌筑完成后再安装踏步
- D.预制拼装构筑物施工速度快，造价低，应推广使用



参考答案&解析

1.B 【学天解析】选项A有误，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。选项C有误，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。选项D有误，预制拼装构筑物施工速度快，造价低，但是容易漏水，具体采用需要结合实际情况。

1K415016 给水排水管网维护与修复技术

知识点一 城市管道维护安全防护

- (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。

知识点二 管道修复与更新

(一) 局部修补

局部修补主要用于管道内部的结构性破坏以及裂纹等的修复。目前，进行局部修补的方法很多，主要有**密封法**、**补丁法**、**铰接管法**、**局部软衬法**、**灌浆法**、**机器人法**等。

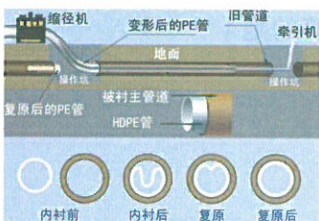
(二) 全断面修复

(1) 内衬法（插管法）

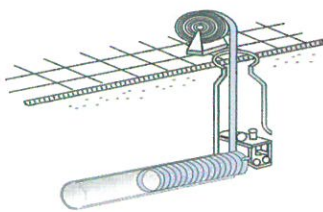
传统的内衬法也称为插管法，是采用比原管道直径小或等径的化学建材管插入原管道内，在新、旧管之间的环形间隙内灌浆，予以固结。

(2) 缠绕法

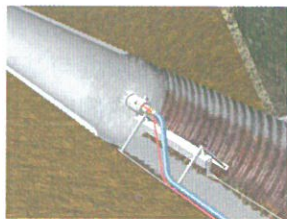
(3) 喷涂法



内衬法



缠绕法



喷涂法

(三) 管道更新

(1) 破管外挤（爆管法或胀管法）

破管外挤也称爆管法或胀管法，是使用爆管工具将旧管破碎，并将其碎片挤到周围的土层，同时将新管或套管拉入，完成管道的更换。

(2) 破管顶进



破管外挤（胀管法）

锦囊妙记 管道修复：新管直径比旧管更小；
管道更新：新管直径与旧管相同或稍大直径。

1K415020 城市供热管道工程施工

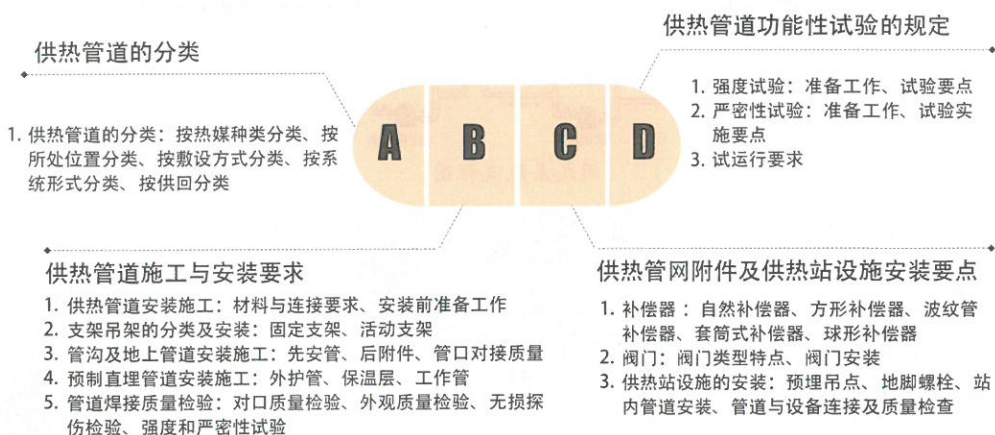


近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市供热管道工程施工	单选题	1	—	2	1	1
	多选题	—	2	—	2	2
	案例题	—	—	—	—	—
合计		1	2	2	3	3
平均考分		2.2				



框架梳理



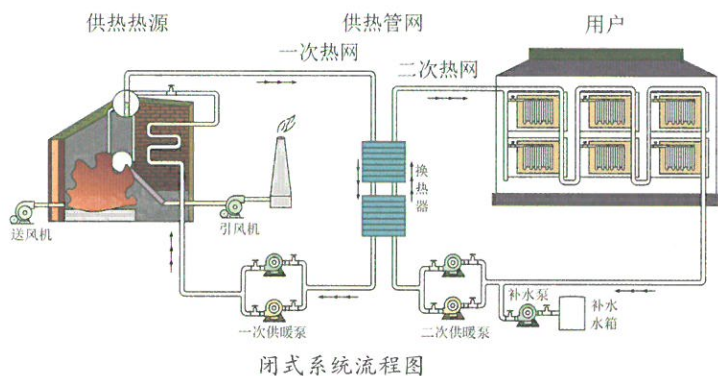
1K415021 供热管道的分类

知识点一 供热管道的分类

按热媒种类分类	蒸汽热网	分为高压、中压、低压蒸汽热网
	热水热网	高温热水热网： $T > 100^{\circ}\text{C}$ 低温热水热网： $T \leq 100^{\circ}\text{C}$
按所处位置分类	一级管网	由热源至热力站的供热管道
	二级管网	由热力站至热用户的供热管道
按敷设方式分类	架空敷设	分为高支架、中支架、低支架
	管沟敷设	可分为通行管沟、半通行管沟、不通行管沟（隧道）
	直埋敷设	管道直接埋设在地下，无管沟



按系统形式分类	开式系统	热网的循环水部分或全部从热网中取出，直接用于生产或供应热用户。中间设备极少，但一次补充量大
	闭式系统	一次热网与二次热网采用 换热器 连接， 中间设备多，实际使用较广泛
按供、回方向分类	供水管（汽网时：蒸汽管）	向热力站或热用户供给热水的管道
	回水管（汽网时：凝水管）	从热用户或热力站回送热水的管道



直埋敷设



管沟敷设



架空敷设

1K415022 供热管道施工与安装要求

知识点一 供热管道施工物资设备准备要求

(1) 根据施工进度，组织好材料、设备、施工机具的**进场接收和检验工作**。钢管的材质、规格和壁厚等应符合设计要求和现行国家标准的规定。材料的**合格证书、质量证明书及复验报告**应齐全、完整。属于特种设备的压力管道元件（管道、弯头、三通、阀门等），制造厂家应有相应的**特种设备制造资质**，其质量证明文件、验收文件应符合**特种设备安全监察机构**的相关规定。实物、标识应与质量证明文件相符。

(2) 阀门应有制造厂的产品合格证。一级管网主干线所用阀门及与一级管网主干线直接相通的阀门，支干线首端和供热站入口处起关闭、保护作用的阀门及其他重要阀门，应进行**强度和严密性试验**，合格后方可使用。

知识点二 供热管道土建工程施工要求

供热管道土建工程施工方法包括：明挖法、暗挖法、顶套管法、盾构法、定向钻法等。

(1) 施工中采用边坡支护时，支护需及时进行，合理设置开挖步距，确保支护结构的有效性。机械开挖时因预留不少于150mm厚的原状土，人工清底至设计标高，不得超挖。

(2) 沟槽开挖至基底后，地基应由**建设、勘察、设计、施工和监理**等单位共同验收。对不符合设计要求的地基，由设计或勘察单位提出地基处理意见，施工单位根据其制定处理方案。

(3) 隧道相对开挖中，当两个工作面相距15~20m时应一端停挖，单向开挖贯通；隧道开挖过程中应进行地质描述并应进行记录，必要时应进行超前地质勘探。

(4) 定向钻施工不宜用于直接拉进直埋管的施工。

(5) 防水卷材及其胶粘剂应具有良好的**耐水性、耐久性、耐穿刺性、耐腐蚀性及耐菌性**。

知识点三 供热管道安装施工要求

(一) 管道材料与连接要求

为保证管道安装工程质量，焊接施工单位应符合下列规定：

(1) 应有负责焊接工艺的焊接**技术人员、检查人员和检验人员**。

(2) 应有符合焊接工艺要求的**焊接设备**且性能应稳定可靠。

(3) 应有保证焊接工程质量达到标准的**措施**。

(二) 管道安装前的准备工作

(1) 管道安装前，应完成支、吊架的安装及防腐处理。支架的制作质量应符合设计和使用要求，支、吊架的位置应准确、平整、牢固，标度和坡度符合设计规定。管件制作和可预组装的部分宜在管道安装前完成，并经检验合格。（**安装基础合格**）

(2) 对钢管和管件进行除污，对有防腐要求的宜在安装前进行防腐处理。（**母材干净，先防腐后安装**）

(3) 安装前对中心线和支架高程进行复核。（**测量合格**）

知识点四 支架吊架的分类及安装要点

管道的支承结构称为支架，作用是支承管道并限制管道的变形和位移，承受管道的内压力、外载荷及温度变形的弹性力，并传递到支承结构。根据支架对管道的约束作用不同，可分为**活动支架**和**固定支架**。



固定支架



导向支架



滚动支架



悬吊支架

1. 固定支架

(1) 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。固定支架处的固定角板，只允许与管道焊接，严禁与固定支架结构焊接。

(2) 直埋供热管道的折点处应按设计的位置和要求设置钢筋混凝土固定墩，以保证管道系统的稳定性。

2. 活动支架

活动支架的作用是直接承受管道及保温结构的重量，并允许管道在温度作用下，沿管轴线自由伸缩。活动支架可分为：滑动支架、导向支架、滚动支架和悬吊支架等四种形式。

(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。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

1) 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。

2) 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. 支架、吊架制作和安装基本要求

(1) 固定支架的混凝土强度达到设计要求后方可与管道固定，并应防止其他外力破坏。

(2) 支架、吊架安装的位置应正确，标高和坡度应符合设计要求，管道支架支撑面的标高可采用加设金属垫板的方式进行调整，但金属垫板不得大于两层，并与预埋钢板或钢结构进行焊接。

(3) 固定支架卡板和支架结构接触面应贴实；活动支架的偏移方向、偏移量及导向性能应符合设计要求；弹簧吊架安装高度应按设计要求进行调整，弹簧的临时固定件，应在管道安装、试压、保温完成后拆除。

(4) 管道支架、吊架处不应有管道焊缝，导向支架和滑动支架、吊架不得有歪斜和卡涩现象。

(5) 有轴向补偿器的管段，补偿器安装前，管道和固定支架不得进行固定。

知识点五 管沟及地上管道安装施工要点

(1) 管道安装时管件上不得安装、焊接任何附件（先安装管道，后安附件）。

(2) 管口对接时，应在距接口两端各200mm处测量管道平直度，允许偏差0~1mm，对接管道的全长范围内，最大偏差值应不超过10mm。对口焊接前，应重点检验坡口质量、对口间隙、错边量、纵焊缝位置等。

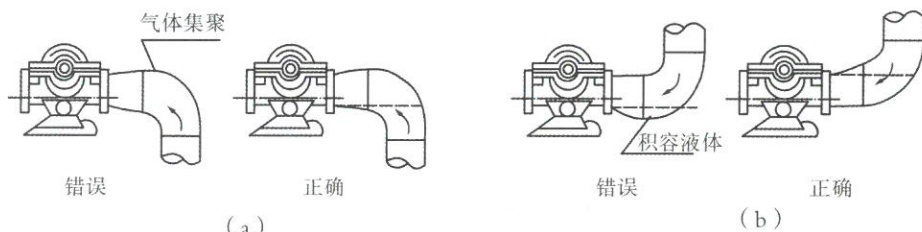
(3) 管道穿过基础、墙体、楼板处，应安装套管，管道的焊口及保温接口不得置于墙壁中和套管中，套管与管道之间的空隙应用柔性材料填塞。

(4) 电焊焊接有坡口的钢管和管件时，焊接层数不得少于两层。管道的焊接顺序和方法，不得产生附加应力。每层焊完后，清除熔渣、飞溅物，并进行外观检查，发现缺陷，铲除重焊。不合格的焊接部位，应采取措施返修。同一焊缝的返修次数不得大于两次。

(5) 采用偏心异径管（大小头）时，蒸汽管道的变径应管底相平（俗称底平）安装在水平管路上，以便于排出管内冷凝水；热水管道变径应管顶相平（俗称顶平）安装在水平管路上，以利于排出管内空气。



偏心异径管



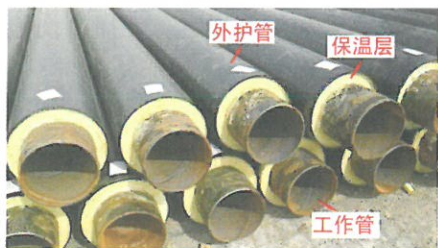
(a)

(b)

偏心异径管安装

(a) 热水管道顶平安装；(b) 蒸汽管道底平安装

知识点六 预制直埋管道安装施工要点



预制直埋保温管①



预制直埋保温管②

序号	工作管	保温层	外护管
①	钢管	聚氨酯泡沫塑料	高密度聚乙烯 (HDPE) 管
②	钢管	保温瓦	钢管

- (1) 预制直埋管道堆放时**不得大于3层**，且高度不得大于2m；施工中应有防火措施。
- (2) 预制直埋管道及管件外护管的**划痕深度**不得超过规定，当不合格时应进行修补。
- (3) 预制直埋管道的监测系统与管道安装**同时进行**，安装接头处的信号线前先清理直埋管两端潮湿的保温材料，连接完毕并监测合格后方可进行接头保温。
- (4) 施工间断时，管口应用**堵板**临时封闭。雨期施工时应有防止管道漂浮、泥浆进入管道的措施。

知识点七 管道焊接质量检验

(1) 在施工过程中，焊接质量检验依次为：**对口质量检验、外观质量检验、无损探伤检验、强度和严密性试验。**



对口质量检验



外观质量检查



无损探伤检验



焊接管道强度试验

- (2) 焊缝应100%进行外观质量检验。
- (3) 管道焊缝无损探伤检验应由具备**资质的检测单位**实施。焊缝无损检测方法有**射线探伤、超声波探伤、磁粉或渗透探伤**等。热力管道焊缝无损检测宜采用射线探伤；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) 需要进行**100%无损探伤检测的情形**包括以下几种：

- 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的范围内的焊缝**，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**各种承压设备和管件**，应进行100%无损探伤检测。

(5) 无损检测的标准和频率应符合设计要求和规范规定。无损探伤检测出现不合格，应及时进行返修，同一焊缝的返修次数不应大于两次。

返修后按下列规定扩大检验：

- 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**，按原探伤方法进行检验。
- 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焊缝**按原探伤方法进行**检验**。

经典考题

- 1.【2015】金属供热管道安装时，焊缝可设置于（ ）。
- A.管道与阀门连接处
 - B.管道支架处
 - C.保护套管处
 - D.穿越构筑物结构处
- 2.【1928】关于供热管道安装前准备工作的说法，正确的有（ ）。
- A.管道安装前，应完成支、吊架的安装及防腐处理
 - B.管道的管径、壁厚和材质应符合设计要求，并经验收合格
 - C.管件制作和可预组装的部分宜在管道安装前完成
 - D.补偿器应在管道安装前先与管道连接
 - E.安装前应对中心线和支架高程进行复核
- 3.【1812】关于供热管道固定支架安装的说法，正确的是（ ）。
- A.固定支架必须严格按设计位置，并结合管道温差变形量进行安装
 - B.固定支架应与固定角板进行点焊固定
 - C.固定支架应与土建结构结合牢固
 - D.固定支架的混凝土浇筑完成后，即可与管道进行固定



参考答案&解析

1.A 【学天解析】B选项，管道支架、吊架处不应有管道焊缝，导向支架和滑动支架、吊架不得有歪斜和卡涩现象。

C、D选项，供热管道穿过基础、墙体、楼板处，应安装套管，管道的焊口及保温接口不得置于墙壁中和套管中，套管与管道之间的空隙应用柔性材料填塞。

2.ABCE 【学天解析】管道安装前的准备工作包括：

(1) 管道安装前，应完成支、吊架的安装及防腐处理。支架的制作质量应符合设计和使用要求，支、吊架的位置应准确、平整、牢固，标高和坡度符合设计规定。管件制作和可预组装的部分宜在管道安装前完成，并经检验合格。

(2) 管道的管径、壁厚和材质应符合设计要求，并经验收合格。

(3) 对钢管和管件进行除污，对有防腐要求的宜在安装前进行防腐处理。

(4) 安装前对中心线和支架高程进行复核。

3.C 【学天解析】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。选项A错误，属于活动支架的描述，活动支架的作用是直接承受管道及保温结构的重量，并允许管道在温度作用下，沿管轴线自由伸缩；选项B错误，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；选项D错误，固定支架的混凝土强度达到设计要求后方可与管道固定。

1K415023 供热管网附件及供热站设施安装要点

知识点一 补偿器

(一) 补偿器的作用

设置于管道上的补偿器的作用是：

补偿因供热管道升温导致的管道的热伸长，从而**释放温度变形**，**消除温度应力**，避免因热伸长或温度应力的作用而引起管道变形或破坏，以确保管网运行安全。

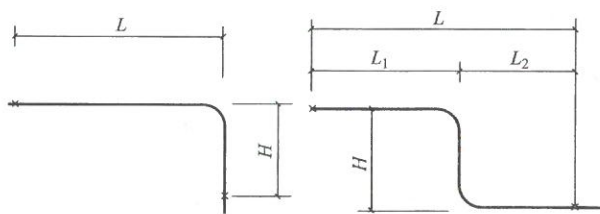
(二) 补偿器类型及特点

供热管道采用的补偿器种类很多，主要有**自然补偿器**、**方形补偿器**、**波纹管补偿器**、**套筒式补偿器**、**球形补偿器等**。



类型	名称	补偿能力	占地空间	轴向推力	其他	吸收热伸长原理
自然补偿	L型/Z型	较小	—	—	现场制作；产生横向位移	补偿材料的 变形
人工补偿	方形补偿器	大	较大	小	现场制作	
	波纹管补偿器	小	小	大	制造困难，只发生轴向变形	
	套筒式补偿器 (填料式补偿器)	较大	小	较大	易漏水漏气	管道的 位移
球形补偿器	—	小	无	易漏水漏气		

锦囊妙记 管道位移吸收热伸长：一（移）个球套。

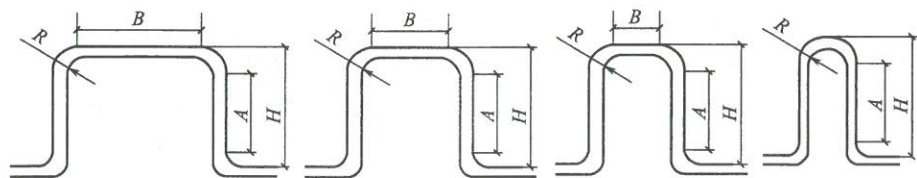


(a)

(b)

(a) L形自然补偿器；(b) Z形自然补偿器

自然补偿器类型示意图



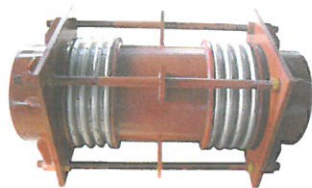
1型 (B=2A)

2型 (B=A)

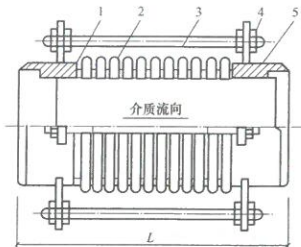
3型 (B=0.5A)

4型 (B=0.5)

方形补偿器类型示意图



波纹管补偿器

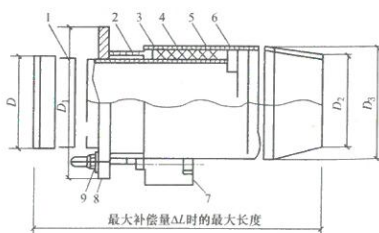


1-导流管; 2-波纹管; 3-限位拉杆; 4-限位螺母; 5-端管

轴向波纹管补偿器示意图



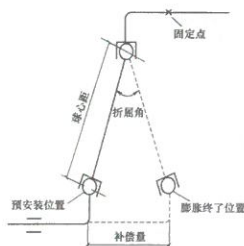
套筒式补偿器



单向套筒式补偿器示意图



球形补偿器



球形补偿器示意图

锦囊妙记 评价补偿器的关键指标:

(1) 补偿能力

① “自然补偿” (L型、Z型) 补偿能力小;

② 其余均属“人工补偿”, 补偿能力大(但波纹管补偿器补偿能力较小)。

(2) 轴向推力

内压轴向推力大的补偿器: 波纹管补偿器、套筒补偿器。

(3) 密封性能

热媒易泄露的补偿器: 球形补偿器、套筒补偿器。

(三) 补偿器安装要点

(1) 有补偿器装置的管段, 补偿器安装前, 管道和固定支架之间不得进行固定。补偿器的临时固定装置在管道安装、试压、保温完毕后, 应将紧固件松开, 保证在使用中可自由伸缩。补偿器应与管道保持同轴, 安装操作时不得损伤补偿器, **不得采用使补偿器变形的方法来调整管道的安装偏差。**

(2) 在靠近补偿器的两端, 应设置导向支架, 保证运行时管道沿轴线自由伸缩。

(3) 当安装时的环境温度**低于补偿零点** (设计的最高温度与最低温度之和的1/2) 时, 应对补偿器进行**预拉伸**, 拉伸的具体数值应符合设计文件的规定。经过预拉伸的补偿器, 在安装及保温过程中应采取**措施保证预拉伸不被释放。**

(4) L形、Z形、方形补偿器一般在施工现场制作，制作应采用优质碳素钢无缝钢管。方形补偿器水平安装时，平行臂应与管线坡度及坡向相同，垂直臂应呈水平放置。垂直安装时，不得在弯管上开孔安装放风管和排水管。

(5) 波纹管补偿器或套筒式补偿器安装时，补偿器应与管道保持**同轴**，不得偏斜，有流向标记（箭头）的补偿器，流向标记与介质**流向一致**。填料式补偿器芯管的**外露长度应大于设计规定的变形量**。

经典考题

- 1.【1628】利用补偿材料的变形来吸收热伸长的补偿器有（ ）。
- A.自然补偿器
 - B.方形补偿器
 - C.波形补偿器
 - D.填料式补偿器
 - E.球型补偿器



参考答案&解析

1.ABC 【学天解析】通过补偿材料变形来吸收热伸长的补偿器为自然补偿器、方形补偿器、波形补偿器。

知识点二 阀门

（一）阀门的类型和特点

（1）闸阀

作全启或全闭操作的阀门（即：无方向性；无法调节流量）。当管径 $DN > 50\text{mm}$ 时宜选用闸阀。

（2）截止阀

截止阀主要用来切断介质通路，也可调节流量和压力。安装时应注意方向性，即低进高出，不得装反。

（3）止回阀

止回阀是利用本身结构和阀前阀后介质的压力差来自动启闭的阀门，它的作用是使介质只做一个方向的流动，而阻止其逆向流动。止回阀常设在水泵的出口、疏水器的出口管道以及其他不允许流体反向流动的地方。

（4）蝶阀

蝶阀主要用于低压介质管路或设备上进行全开全闭操作。

（5）安全阀

安全阀是一种安全保护性的阀门，主要用于管道和各种承压设备上，当介质工作压力超过允许压力数值时，安全阀自动打开向外排放介质，随着介质压力的降低，安全阀将重新关闭，从而防止管道和设备的超压危险。

安全阀适用于锅炉房管道以及不同压力级别管道系统中的低压侧。

(6) 减压阀

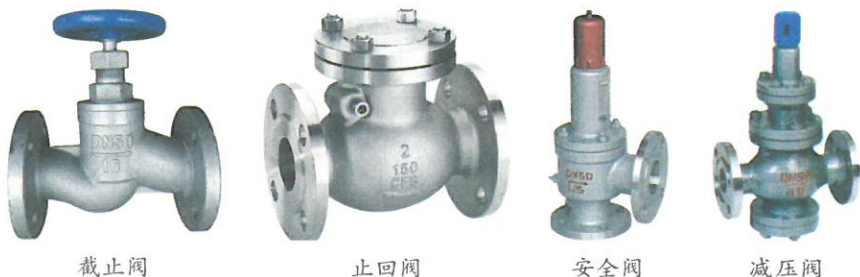
减压阀主要用于蒸汽管路，靠开启阀孔的大小对介质进行节流从而达到减压目的，它能以自力作用将阀后的压力维持在一定范围内。

(7) 疏水阀

疏水阀安装在蒸汽管道的末端或低处，主要用于自动排放蒸汽管路中的凝结水，阻止蒸汽逸漏和排除空气等非凝性气体，对保证系统正常工作，防止凝结水对设备的腐蚀以及汽水混合物对系统的水击等均有重要作用。

(8) 平衡阀

平衡阀对供热系统管网的阻力和压差等参数加以调节和控制，从而满足管网系统按预定要求正常高效运行。



(二) 阀门安装要点

(1) 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。阀门应清理干净，并严格按指示标记及介质流向确定其安装方向，采用自然连接，严禁强力对口。

(2) 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。当阀门与管道以**焊接方式**连接时，宜采用**氩弧焊打底**；焊接时阀门**不得关闭**，以防止受热变形和因焊接而造成密封面损伤。焊机地线应搭在同侧焊口的钢管上，严禁搭在阀体上。对于承插式阀门还应在承插端头留有1.5mm的间隙，以防止焊接时或操作中承受附加外力。阀门焊接完成降至环境温度后方可操作。

知识点三 供热站设备的安装要点

(1) 供热站房设备间的门应向外开。

1) 热水热力站：可只设一个出口；但站房长度大于12m或热力网设计水温超过100℃时，应设两个出口。

2) 蒸汽热力站：不论站房尺寸如何，都应设置两个出口。

(2) 管道及设备安装前，**土建施工单位、工艺安装单位及监理单位**应对预埋吊点的数量及位置，设备基础位置、表面质量、几何尺寸、标高及混凝土质量，预留孔洞的位置、尺寸及标高等共同复核检查，并办理**书面交验**手续。

(3) 设备基础地脚螺栓底部锚固环钩的外缘与预留孔壁和孔底的距离不得小于15mm；拧紧螺母后，螺栓外露长度应为2~5倍螺距；灌注地脚螺栓使用的细石混凝土（或水泥砂浆）强度等级应比基础混凝土的强度等级提高一级；拧紧地脚螺栓时，灌注

混凝土的强度应不小于设计强度的75%。

(4) 供热站内**管道安装**在主要设备安装完成、支吊架以及土建结构**完成后**进行。管道支吊架位置及数量应满足设计及安装要求。管道安装前,应按施工图和相关建(构)筑物的轴线、边缘线、标高线划定安装的基准线。仔细核对一次水系统供回水管道方向与外网的对应关系,切忌接反。

(5) 供热站内管道与设备连接时,设备不得承受附加外力,进入管内的杂物及时清理干净。泵的吸入管道和输出管道应有各自**独立**、牢固的支架,泵不得直接承受系统管道、阀门等的重量和附加力矩。管道与泵连接后,不应在其上进行焊接和气割;当需焊接和气割时,应拆下管道或采取必要的措施,并应防止焊渣进入泵内。

(6) **蒸汽**管道和设备上的安全阀应有**通向室外的排汽管**,热水管道和设备上的安全阀应有接到安全地点的排水管,并应有足够的截面积和防冻措施确保排放通畅。在排汽管和排水管上**不得装设阀门**。排放管应固定牢固。

(7) 管道焊接完成,应进行**外观质量检查**和**无损检测**,无损检测的标准、数量应符合设计和相关规范要求。合格后按照系统分别进行**强度和严密性试验**。强度和严密性试验合格后进行除锈、防腐、保温。

1K415024 供热管道功能性试验的规定

供热管道和设备安装完成后,应按设计要求进行**强度和严密性试验**。

一级管网及二级管网应进行**强度试验**和**严密性试验**。供热站(含中继泵站)内系统应进行**严密性试验**。

知识点一 强度试验

(一) 强度试验的主要准备工作

(1) 试验前应编制试验方案,并经监理(建设)、设计等单位审查同意后实施。试验前对有关操作人员进行技术、安全交底。

(2) 试验前焊接外观质量和无损检测已合格,管道安装使用的材料设备资料齐全。

(3) 管道自由端的临时加固装置安装完成并经检查确认安全。

(二) 强度试验的实施要点

(1) 管线施工完成后,经检查除现场组装的连接部位(如焊接连接、法兰连接等)外,其余均符合设计文件和相关标准的规定,方可以进行强度试验。**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**。

(2) 强度试验所用压力表应安装在**试验泵出口和试验系统末端**。

(3) 强度试验压力为**1.5倍**设计压力,且不得小于**0.6MPa**。充水时应排净系统内的气体,在试验压力下稳压10min,检查无渗漏、无压降后降至设计压力,在设计压力下稳压30min,检查无渗漏、无压力降为合格。

(4) 当试验过程中发现渗漏时,**严禁带压处理**。消除缺陷后,应重新进行试验。

知识点二 严密性试验

(一) 严密性试验的主要准备工作

(1) 试验前应编制试验方案,并经监理(建设)、设计等单位审查同意后实施;对有关操作人员进行技术、安全交底。

(2) 试验前,一个完整的设计施工段已经完成管道和设备安装,且经强度试验合格。

(3) 试验区域已经划定,设置**安全标志并专人值守有效隔绝无关人员**。

(4) 管道自由端的**临时加固装置**安装完成并经检查确认安全。

(二) 严密性试验的实施要点

(1) 严密性试验应在试验范围内的管道、支架、设备全部安装完毕,且固定支架的混凝土已达到设计强度,管道自由端临时加固完成后进行。

(2) 对于供热站内管道和设备的严密性试验,试验前还需确保安全阀、爆破片及仪表组件等已**拆除或加盲板隔离**,加盲板处有明显的标记并做记录,安全阀全开,填料密实。

(3) 严密性试验所用压力表应安装在试验泵出口和试验系统末端。

(4) 严密性试验压力为设计压力的**1.25倍**,且不小于**0.6MPa**。一级管网和供热站内管道及设备,在试验压力下稳压1h,前后压降不大于0.05MPa,检查管道、焊缝、管路附件及设备无渗漏,固定支架无明显变形,则为合格;二级管网在试验压力下稳压30min,前后压降不大于0.05MPa,且管道、焊缝、管路附件及设备无渗漏,固定支架无明显变形的为合格。

锦囊妙记

1. 非直埋供热管道焊接及试验顺序:

管道对口质量检查(坡口质量、对口间隙、错边量、纵焊缝位置)→管道对口焊接(定位焊→打底焊→填充焊→盖面焊)→焊缝外观质量检查→焊缝无损探伤检测→管道强度试验→管道严密性试验→接口除锈→接口防腐→接口保温。

2. 直埋供热管道焊接及试验顺序:

管道对口质量检查(坡口质量、对口间隙、错边量、纵焊缝位置)→管道对口焊接(定位焊→打底焊→填充焊→盖面焊)→焊缝外观质量检查→焊缝无损探伤检测→管道强度试验→接口除锈→接口防腐→接口保温→管道严密性试验。

经典考题

1.【1813】关于供热站内管道和设备严密性试验的实施要点的说法,正确的是()。

- A.仪表组件应全部参与试验
- B.仪表组件可采取加盲板方法进行隔离
- C.安全阀应全部参与试验
- D.闸阀应全部采取加盲板方法进行隔离

2.【1712】某供热管网设计压力为0.4MPa,其严密性试验压力为()MPa。

- A.0.42
- B.0.46
- C.0.50
- D.0.60



参考答案&解析

1.B 【学天解析】对于供热站内管道和设备的严密性试验，试验前还需确保安全阀、爆破片及仪表组件等已拆除或加盲板隔离，加盲板处有明显的标记并做记录，安全阀全开，填料密实。

2.D 【学天解析】供热管道的严密性试验压力为设计压力的1.25倍，且不小于0.6MPa。而题干的 $0.4 \times 1.25 = 0.5\text{MPa}$ ，又因严密性试验压力不小于0.6MPa，因此答案为D。

知识点三 试运行

试运行在单位工程验收合格，并且热源已具备供热条件后进行。试运行前需要编制**试运行方案**，并要在**建设单位、设计单位认可**的条件下连续运行72h。

试运行中应对管道及设备进行全面检查，特别要**重点检查支架的工作状况**。
试运行完成后应对运行资料、记录等进行整理，并应**存档**。

经典考题

1.【1727】关于供热管网工程试运行的说法错误的有（ ）。

- A.工程完工后即可进行试运行
- B.试运行应按建设单位、设计单位认可的参数进行
- C.试运行中严禁对紧固件进行热拧紧
- D.试运行应重点检查支架的工作状况
- E.试运行的时间应为连续运行48h



参考答案&解析

1.ACE 【学天解析】供热管道试运行要求：试运行在单位工程验收合格，并且热源已具备供热条件后进行。试运行前需要编制试运行方案，并要在建设单位、设计单位认可的条件下连续运行72h。试运行中应对管道及设备进行全面检查，特别要重点检查支架的工作状况。教材改版，选项C内容已删去，仅供了解：在试运行过程中对紧固件的热拧紧，应在0.3MPa压力以下进行。因此试运行过程是可以进行紧固件的热拧紧的，选项说法C错误。

1K415030 城市燃气管道工程施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市燃气管道工程施工	单选题	—	—	—	1	1
	多选题	2	—	—	—	—
	案例题	—	—	16	—	4
合计		2	—	16	1	5
平均考分		4.8				



框架梳理

城市燃气管道工程施工

燃气管道的分类

- 根据输气压力分类：低压、中压、次高压、高压

燃气管道施工与安装要求

- 燃气管道穿越构筑物：不得穿越的规定；穿过各种管沟、沟槽的规定；穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道的规定
- 燃气管道通过河流：采用管桥、利用道路桥梁；穿越河底

燃气管网附属设备安装要点

- 阀门：阀门特性、阀门安装要求
- 补偿器：补偿器特性、安装要求
- 凝水缸、放散管

燃气管道功能性试验的规定

- 管道吹扫
- 强度试验：气压试验、水压试验
- 严密性试验：试验压力

城市燃气、供热管道施工质量检查与验收

- 金属管道安装质量要求：先大管、后小管，先主管、后支管，先下部管、后上部管
- 管道焊接质量控制：焊接前质量控制
- 聚乙烯（PE）管道连接质量控制：热熔连接、电熔连接
- 管道防腐保温质量控制与质量标准：管道防腐、管道保温

1K415031 燃气管道的分类

知识点一 根据输气压力分类

(1) 燃气管道按压力分为不同的等级，见下表。

城镇燃气管道设计压力分类（MPa）

低压	中压		次高压		高压	
	B	A	B	A	B	A
<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

(2) **次高压燃气管道**，应采用钢管；**中压燃气管道**，宜采用钢管或铸铁管。低压地下燃气管道采用聚乙烯管材时，应符合有关标准的规定。

(3) 当管道内燃气的压力不同时，对管道材质、安装质量、检验标准和运行管理的要求也不同。

(4) **中压B和中压A管道**必须通过区域调压站、用户专用调压站才能给城市分配管网中的低压和中压管道供气，或给工业企业、大型公共建筑用户以及锅炉房供气。

一般由**城市高压B燃气管道**构成大城市输配管网系统的外环网。高压B燃气管道也是给**大城市供气的主动脉**。高压燃气必须通过调压站才能送入中压管道、高压储气罐以及工艺需要高压燃气的大型工业企业。

(5) **高压A输气管**通常是贯穿省、地区或连接城市的长输管线，它有时构成了大城市输配管网系统的外环网。

经典考题

- 1.【1614】大城市输配管网系统外环网的燃气管道压力一般为()。
- A.高压A B.高压B C.中压A D.中压B



参考答案&解析

1.B 【学天解析】一般城市高压B燃气管道构成大城市输配管网系统的外环网。高压B燃气管道也是给大城市供气的主动脉。高压燃气必须通过调压站才能送入中压管道、高压储气罐以及工艺需要高压燃气的大型工业企业。

K415032 燃气管道施工与安装要求

燃气管道对接安装引起的误差不得大于 3° ，否则应设置**弯管**，次高压燃气管道的弯管应考虑**盲板力**。

地下燃气管道埋设的最小覆土厚度（路面至管顶）应符合下列要求：埋设在**车行道下**时，不得小于**0.9m**；埋设在**非车行道下**时，不得小于**0.6m**；埋设在**机动车不能到达**地方时，不得小于**0.3m**；埋设在**水田**下时，不得小于**0.8m**；当不能满足上述规定时，应采取有效的保护措施。

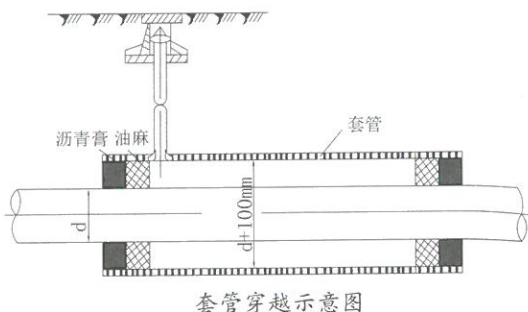
知识点一 燃气管道穿越构筑物

(1) **不得穿越**的规定：

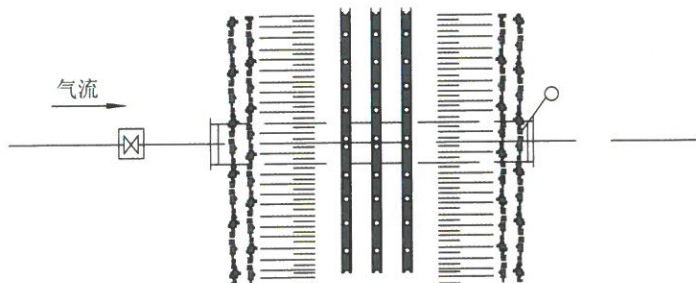
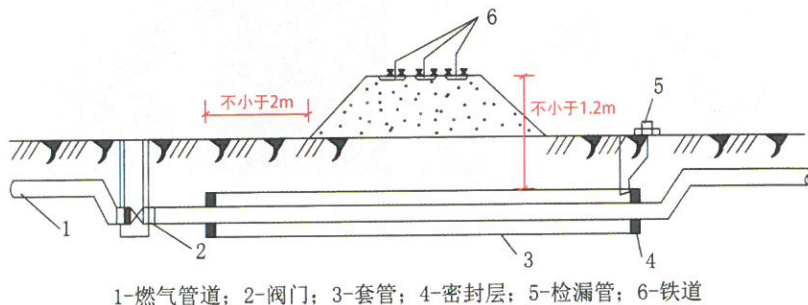
- 1) 地下燃气管道不得从**建筑物**和**大型构筑物**的下面穿越。
- 2) 地下燃气管道不得在堆积**易燃、易爆材料**和**具有腐蚀性液体**的**场地**下面穿越。

(2) 地下燃气管道穿过排水管、热力管沟、综合管廊、隧道及其他各种用途沟槽时，应将**燃气管道敷设于套管内**。套管两端的密封材料应采用**柔性**的防腐、防水材料密封。

- (3) 燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时应符合下列要求：
1) 穿越铁路和高速公路的燃气管道，其**外应加套管**，并提高绝缘、防腐等措施。



- 2) 穿越铁路的燃气管道的套管，应符合下列要求：
①套管的埋设深度：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**。



燃气管道穿越铁路示意图

- 3) 燃气管道穿越电车轨道和城镇主要干道时**宜**敷设在套管或地沟内；穿越高速公路的燃气管道的套管、穿越电车轨道和城镇主要干道的燃气管道的套管或地沟，应符合下列要求：

- ①套管内径应比燃气管道**外径大100mm**以上，套管或地沟两端应密封，在**重要地段**的套管或地沟端部**宜**安装**检漏管**。
②套管端部距电车边轨不应小于2.0m；距道路边缘不应小于1.0m。
③燃气管道宜垂直穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道。

经典考题

- 1.【2026】在采取套管保护措施的前提下，地下燃气管道可穿越（ ）。
- A.加气站
 - B.商场
 - C.高速公路
 - D.铁路
 - E.化工厂



参考答案&解析

1.CD 【学天解析】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。

知识点二 燃气管道通过河流

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。

(1) 当条件允许时，可利用道路、桥梁跨越河流，并应符合下列要求：



管桥跨越



随桥敷设

- 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**。
- 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。
- 3) 燃气管道**随桥梁敷设**，宜采取如下安全防护措施：
 - ① 敷设于桥梁上的燃气管道应采用**加厚的无缝钢管或焊接钢管**，尽量**减少焊缝**，对焊缝进行**100%无损探伤**。
 - ② 跨越通航河流的燃气管道管底标高，应符合**通航净空**的要求，管架外侧应设置**护桩**。
 - ③ 在确定管道位置时，应与随桥敷设的其他可燃的管道保持一定间距并符合有关规定。
 - ④ 管道应设置必要的**补偿和减振措施**。
 - ⑤ **过河架空的燃气管道向下弯曲时**，向下弯曲部分与水平管夹角宜采用**45°**形式。
 - ⑥ 对管道应做**较高等级的防腐保护**。对于采用阴极保护的埋地钢管与随桥管道之间应设置**绝缘装置**。



管道防腐

(2) 燃气管道**穿越河底**时,应符合下列要求:

- 1) 燃气管道**宜采用钢管**。
- 2) 燃气管道至规划河底的覆土厚度,应根据**水流冲刷条件**确定,对不通航河流不应小于0.5m;对通航的河流不应小于1.0m,还应**考虑疏浚和投锚深度**。
- 3) 稳管措施应根据计算确定。
- 4) 在埋设燃气管道位置的河流**两岸上、下游应设立标志**。

1K415033 燃气管网附属设备安装要点

知识点一 燃气管网附属设备安装要点

燃气管网附属设备包括**阀门、补偿器、凝水缸、放散管**等。



燃气管网附属设备安装

(一) 阀门

1. 阀门特性

- (1) 阀体上通常有标志,箭头所指方向即介质的流向,必须特别注意,不得装反。
- (2) 要求介质单向流通的阀门有:安全阀、减压阀、止回阀等。

锦囊妙记 安检(减)止(登不上飞机了)。

- (3) 要求介质**由下而上**通过阀座的阀门有**截止阀**等,其作用是为了便于开启和检修。

2. 阀门安装要求

- (1) 阀门**手轮不得向下**;落地阀门手轮朝上,不得歪斜;在工艺允许的前提下,阀门手轮宜位于齐胸高,以便于启阀;**明杆闸阀不要安装在地下,以防腐蚀**。
- (2) 安装位置有特殊要求的阀门,如减压阀要求直立地安装在水平管道上,不得倾斜;安全阀也应垂直安装。
- (3) 安装时,与阀门连接的法兰应**保持平行**,其偏差不应大于法兰外径的1.5‰,且不得大于2mm。
- (4) **严禁强力组装**,安装过程中应保证受力均匀,阀门下部应根据设计要求设置承重支撑。
- (5) 安装前应做严密性试验,不渗漏为合格,不合格者不得安装。

(二) 补偿器

1. 补偿器特性

- (1) 补偿器作用是消除管段的胀缩应力。

(2) 通常安装在架空管道上。

2. 安装要求

(1) 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。

(2) 安装应与管道同轴, 不得偏斜; 不得用补偿器变形调整管位的安装误差。

(三) 凝水缸

(1) 凝水缸的作用是排除燃气管道中的冷凝水和石油伴生气管道中的轻质油。

(2) 管道敷设时应有一定坡度, 以便在**低处设凝水缸**, 将汇集的水或油排出。

(四) 放散管

在管道投入运行时, 利用放散管**排出**管内的**空气**。在管道或设备检修时, 可利用放散管**排放**管内的**燃气**, 防止在管道内形成爆炸性的混合气体。

经典考题

1. 【1713】下列燃气和热水管网附属设备中, 燃气管网独有的是()。

- A. 阀门 B. 补偿装置 C. 凝水缸 D. 排气装置



参考答案&解析

1.C 【学天解析】燃气管网系统的附属设备包括阀门、补偿器、凝水缸、放散管, 其中后两者是燃气管网独有的, 因此选择C。

1K415034 燃气管道功能性试验的规定

燃气管道在安装过程中和投入使用前应进行管道功能性试验, 应依次进行**管道吹扫**、**强度试验**和**严密性试验**。



知识点一 管道吹扫

管道及其附件组装完成并在试压前, 应按设计要求进行**气体吹扫**或**清管球**清扫。气体吹扫每次吹扫管道长度不宜超过**500m**, 管道超过500m时宜分段吹扫。吹扫球应按**介质流动方向**进行, 以避免补偿器内套筒被破坏。吹扫结果可用贴有纸或白漆的木靶板置于吹扫口检查, **5min**内靶上无铁锈脏物则认为合格。吹扫后, 将集存在阀室放散管内的脏物排出, 清扫干净。

知识点二 强度试验

(一) 试验前应具备条件

(1) 编制的试验方案已获批准, 有可靠的通信系统和安全保障措施, 已进行了技术交底。

强度试验压力和介质

管道类型	设计压力PN (MPa)	试验介质	试验压力 (MPa)
钢管	PN>0.8	清洁水	1.5PN
	PN≤0.8		1.5PN且不小于0.4
球墨铸铁管	PN	压缩空气	1.5PN且不小于0.4
钢骨架聚乙烯复合管	PN		1.5PN且不小于0.4
聚乙烯管	PN (SDR11)		1.5PN且不小于0.4
	PN (SDR17.6)		1.5PN且不小于0.2

(2) 管道焊接检验、清扫合格。

(3) 埋地管道回填土宜回填至管上方0.5m以上,并留出焊口。

(4) 管道试验用仪表(经校验合格,并在检定有效期内)安装完毕,应分别安装在试验管道的两端。

(二) 气压试验

当管道设计压力小于或等于0.8MPa时,试验介质宜为空气。试验压力应为设计压力的1.5倍,但不得低于0.4MPa。当压力达到规定值后,应稳压1h,然后用肥皂水对管道接口进行检查,全部接口均无漏气为合格。

(三) 水压试验

(1) 当管道设计压力大于0.8MPa时,试验介质应为清洁水,试验压力不得低于1.5倍设计压力。水压试验时,试验管段任何位置的管道环向应力不得大于管材标准屈服强度的90%。架空管道采用水压试验前,应核算管道及其支撑结构的强度,必要时应临时加固。试压宜在环境温度5℃以上进行,否则应采取防冻措施。

(2) 试验压力应逐步缓升,首先升至试验压力的50%,应进行初检,如无泄漏、异常,继续升压至试验压力,然后宜稳压1h后,观察压力计不应少于30min,无压力降为合格。

知识点三 严密性试验

强度试验合格、管线全线回填后,进行严密性试验。

(一) 试验压力应满足下列要求

(1) 设计压力小于5kPa时,试验压力应为20kPa。

(2) 设计压力大于或等于5kPa时,试验压力应为设计压力的1.15倍,且不得小于0.1MPa。

(二) 试验

(1) 试验设备向所试验管道充气逐渐达到试验压力,升压速度不宜过快。

(2) 设计压力大于0.8MPa的管道试压,压力缓慢上升至30%和60%试验压力时,应分别停止升压,稳压30min,并检查系统有无异常情况,如无异常情况继续升压。管内压力升至严密性试验压力后,待温度、压力稳定后开始记录。

(3) 稳压的持续时间应为24h,每小时记录不应少于1次,修正压力降不超过133Pa为合格。

锦囊妙记 燃气管道功能性试验的流程：
管道吹扫→部分回填（埋地管线先回填至管上方0.5m），留出焊口
→强度试验→焊口回填（此时管线已全线回填至管上方0.5m）→严
密性试验→其余部分回填。

1K420132 城市燃气、供热管道施工质量检查与验收 (考试用书第2章)

知识点一 金属管道安装质量要求

(1) 管道安装是管道工程施工的重要工序，主要包括下管、组对、连接等。管道安装应按“先大管、后小管，先主管、后支管，先下部管、后上部管”的原则，有计划、分步骤进行。

(2) 两相邻管道连接时，纵向焊缝或螺旋焊缝之间的相互错开距离不应小于100mm，不得有十字形焊缝；同一管道上两条纵向焊缝之间的距离不应小于300mm。

(3) 管道环焊缝不得置于建筑物、闸井（或检查室）的墙壁或其他构筑物的结构中。管道支架处不得有环形焊缝。设在套管或保护性地沟中的管道环焊缝，应进行100%的无损探伤检测。

(4) 严禁采用在焊口两侧加热延伸管道长度、螺栓强力拉紧、夹焊金属填充物和使补偿器变形等方法强行对口焊接。

知识点二 管道焊接质量控制

焊接前质量控制：

(1) 首次使用的管材、焊材以及焊接方法应在施焊前进行焊接工艺评定，制定焊接工艺指导书；焊接作业必须按焊接工艺指导书的要求进行。

(2) 施焊前应检查定位焊缝质量，如有裂纹、气孔、夹渣等缺陷均应清除。在焊件纵向焊缝的端部（包括螺旋管焊缝）不得进行定位焊。为减少变形，定位焊应对称进行。

知识点三 聚乙烯（PE）管道连接质量控制

聚乙烯管道连接的方法有热熔连接和电熔连接。

（一）热熔连接

(1) 在热熔连接组对前，应刮除表皮的氧化层，清除连接面和加热工具上的污物，连接端面应采用机械方法加工，以保证与管道轴线垂直，与加热板接触紧密。施工前应对热熔连接参数进行试验，在判定连接质量能够得到保证后，方可进行施工。

(2) 在组对时，两个被连接件的管端应分别伸出夹具一定长度，以校正两连接件使其在同一轴线上；当被连接的两管件厚度不一致时，应按要求对较厚的管壁做削薄处理。

(3) 在保压时间、冷却时间内不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

(4) 热熔连接后,应对全部接头进行外观检查和不少于10%的翻边切除检验。

锦囊妙记 根据聚乙烯燃气管道工程技术标准 [附条文说明] CJJ 63-2018, 聚乙烯管道热熔接头质量检验项目:

- ①卷边对称性检验(检验比例:100%);
- ②接头对正性检验(检验比例:100%);
- ③卷边切除检验(检验比例:开挖敷设, $\geq 15\%$; 水平定向钻非开挖施工, 100%)。

(二) 电熔连接

(1) 对不同级别、不同熔体流动速率的聚乙烯原料制造的管材或管件, 不同标准尺寸比(SDR值)的聚乙烯燃气管道连接时, **必须采用电熔连接**。施工前应进行**试验**, 判定试验连接质量合格后, 方可进行电熔连接。

(2) 电熔连接是一种采用内埋电阻丝专用管件, 通过专用的连接设备, 对埋于管件中电阻丝进行加热, 达到熔接目的。

(3) 电熔连接时, 应检查插口的插入深度是否符合要求, 通电电压、电流、不通电时间应符合产品规定, 焊后进行外观检查。

经典考题

1. 【1719】关于聚乙烯燃气管道连接的说法, 错误的是()。
- A. 不同标准尺寸比(SDR值)的材料, 应使用热熔连接
 - B. 不同级别材料, 必须使用电熔连接
 - C. 施工前应对连接参数进行试验
 - D. 在热熔连接组对前, 应清除表皮的氧化层



参考答案&解析

1.A 【学天解析】电熔连接: 当材料具有不同级别、不同的熔体质量流动速率以及不同的标准尺寸比时, 必须使用电熔方法进行连接, 因此选项A描述有误。

知识点四 管道防腐保温质量控制与质量标准

(一) 管道防腐

(1) 基层处理

目前基层处理的方法有喷射除锈、工具除锈、化学除锈等方法, 现场常用的方法主要是喷射除锈和工具除锈。

(2) 防腐施工

(3) 防腐层质量检验

①主要检查防腐产品质量证明文件; ②防腐层(含现场补口)的外观质量; ③抽查防腐层的厚度、粘结力; ④全线检查防腐层的电绝缘性(100%电火花检漏); ⑤燃气工

程还应对管道回填后防腐层的完整性进行全线检查（电流法、电位法）。

（二）管道保温

（1）材料控制

保温材料进场，应具备**出厂合格证书或检验报告**，并按标准规定在现场进行抽样检测，检测材料的导热系数是否符合设计要求。

（2）管道保温层施工（注：保温瓦保温层）

1) 保温层厚度超过100mm时，应分两层或多层逐层施工，各层的厚度应接近，非水平管道的保温施工应自下而上进行，防潮层和保护层的搭接应上压下，搭接宽度不小于30mm。

2) 同层的预制管壳应错缝，内、外层应压缝，搭接长度应大于100mm，拼缝应严密，外层的水平接缝应在侧面。

3) 预制管壳缝隙不得大于5mm，缝隙内应采用胶泥填充密实。每个预制管壳最少应有两道镀锌铁丝或箍带予以固定，不得采用螺旋式缠绕捆扎方式。

（3）接头保温施工（注：聚氨酯泡沫塑料现场保温）

1) 接头保温的工艺应有合格的检验报告。

2) 接头处的钢管表面应干净、干燥。

3) 应采用发泡机发泡，发泡后应及时密封发泡孔。

4) 接头外观不应出现过烧、鼓包、翘边、褶皱或者层间脱离等缺陷。

5) 接头外护层安装完成后，必须全部进行气密性检验并应合格。

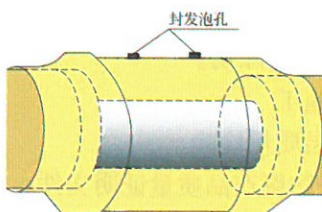
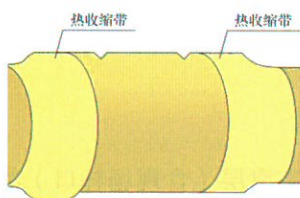
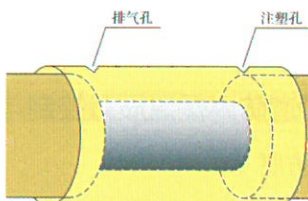
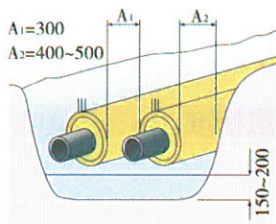
锦囊妙记 接头外护层的气密性试验操作如下：



直埋保温管



直埋保温管接口保温



直埋保温管接口

(4) 保温层质量检验

1) 保温材料的品种、规格强度、容重(容重是规范原文用词,此处指表观密度)、导热系数、耐热性、含水率等性能指标应符合设计要求和规范的相关规定;直埋保温管聚乙烯外护管的力学性能应符合设计要求。

2) 保温材料进场后,应由具有相应资质的检测单位在现场抽样测试,合格后方可使用。

(5) 防潮层和保护层施工

管沟内的管道保温应设防潮层,防潮层应在干燥的保温层上进行。

1K415040 城市综合管廊



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
城市综合管廊	单选题	—	—	1	—	—
	多选题	2	—	2	—	—
	案例题	—	—	—	—	—
合计		2	—	3	—	—
平均考分		1				



框架梳理



1K415041 综合管廊工程结构类型和特点

综合管廊是建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施。

综合管廊工程建设应以综合管廊工程规划为依据，遵循“规划先行、适度超前、因地制宜、统筹兼顾”的原则。



知识点一 综合管廊分类与断面布置

(一) 综合管廊的分类

管廊类型	容纳管线	建设方式	设置位置
干线综合管廊	城市主干工程管线	独立分舱	机动车道、道路绿化带下
支线综合管廊	城市配给工程管线	单舱或双舱	非机动车道、人行道、道路绿化带下
缆线综合管廊	电力电缆、通信线缆	浅埋沟道	人行道下

锦囊妙记 橄(干)榄(缆)枝(支)。

综合管廊覆土深度应根据地下设施**竖向综合规划**、**行车荷载**、**绿化种植**及当地的**冰冻深度**等因素综合确定。

锦囊妙记 绿龟(规)动(冻)车。

(二) 综合管廊断面布置

- (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**同舱敷设。
- (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) 进入综合管廊的排水管道应采取**分流制**，雨水纳入综合管廊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**。
- (7) 综合管廊每个舱室应设置人员出入口、逃生口、吊装口、进风口、排风口、管线分支口等。

(8) 综合管廊管线分支口应满足预留数量、管线进出、安装敷设作业的要求。

(三) 综合管廊结构类型

- (1) 综合管廊的结构设计使用年限为**100年**，结构安全等级为一级。
- (2) 综合管廊结构类型分现浇混凝土综合管廊和预制拼装综合管廊结构两种。

现浇混凝土综合管廊结构为采用现场整体浇筑混凝土的综合管廊。预制拼装综合管廊结构为工厂内分节段浇筑成型，现场采用拼装工艺施工成为整体的综合管廊。

1K415042 综合管廊工程施工方法选择

知识点一 主要施工方法

综合管廊主要施工方法主要有明挖法、盖挖法、盾构法和锚喷暗挖法等。

新城区一般采用明挖法施工；城市老(旧)城区综合管廊建设宜结合地下空间开发、旧城改造、道路改造、地下主要管线改造等项目同步进行，宜采用明挖法和盖挖法施工；当场地条件受限时可采用盾构法、锚喷暗挖法等方法施工。

经典考题

- 1.【1814】下列施工方法中，不适用于综合管廊的是（ ）。
 A.夯管法 B.盖挖法
 C.盾构法 D.明挖法

参考答案&解析

1.A 【学天解析】综合管廊主要施工方法主要有明挖法、盖挖法、盾构法和锚喷暗挖法等。

1K415043 综合管廊工程施工技术

知识点一 施工准备

(一) 材料

(1) 主要材料宜采用高性能混凝土、高强钢筋。当地基承载力良好、地下水位在综合管廊底板以下时，可采用砌体材料。

(2) 钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于C30。预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于C40。

(3) 砌体结构所用的石材强度等级不应低于MU40，并应质地坚实，无风化削层和裂纹；砌筑砂浆强度等级应符合设计要求，且不应低于M10。

知识点二 现浇钢筋混凝土结构

(1) 混凝土的浇筑应在模板和支架检验合格后进行。入模时应防止离析。连续浇筑时，每层浇筑高度应满足振捣密实的要求。**预留孔、预埋管、预埋件及止水带**等周边混凝土浇筑时，应辅助人工插捣。

(2) 混凝土**底板和顶板**，应连续浇筑**不得留置施工缝**。设计有变形缝时，应按变形缝分仓浇筑。**(混凝土结构通用知识点)**



变形缝

(3) 现浇混凝土拆模后应由建设（监理）单位、施工单位对外观质量和尺寸偏差进行检查。

(4) 现浇结构不应有影响管廊结构性能、使用功能和设备安装的尺寸偏差，对超出尺寸偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位，应由施工单位提出技术处理方案，经建设（监理）单位认可后及时进行处理。

经典考题

1.【2027】连续浇筑综合管廊混凝土时，为保证混凝土振捣密实，在（ ）部位周边人工振捣。

- A.预留孔
B.预埋件
C.止水带
D.沉降缝
E.预埋管



参考答案&解析

1.ABCE 【学天解析】现浇钢筋混凝土结构综合管廊，预留孔、预埋管、预埋件及止水带等周边混凝土浇筑时，应辅助人工插捣。

知识点三 预制拼装钢筋混凝土结构

（预制构件通用知识点）

（1）预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和必要试验检测手段。（预制单位合格）

（2）构件堆放的场地应平整夯实，并应具有良好的排水措施。（同梁体预制场）

（3）构件的标识应朝向外侧。预制构件应在明显部位标明生产单位、构件型号、生产日期、质量标准 and 检验结果。构件的预埋件、插筋和预留孔洞的规格、位置和数量应符合设计要求。

（4）预制装配式钢筋混凝土构件的模板，应采用精加工的钢模板。

（5）构件运输及吊装时的混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，不应低于设计强度的75%。

（6）预制构件安装前应对其外观、裂缝等情况进行检验，并按设计要求及现行国家标准的有关规定进行结构性能检验。（与桥梁预制加工相同）

（7）预制构件安装前，应复验合格。当构件上有裂缝且宽度超过0.2mm时，应进行鉴定。

（8）预制构件承受内力的接头和拼缝，当其混凝土强度未达到设计要求时，不得吊装上一层结构构件；当设计无具体要求时，应在混凝土强度不小于10MPa或具有足够的支撑时方可吊装上一层结构构件。已完成的装配式管廊结构应在混凝土强度达到设计要求后，方可承受全部设计荷载。

知识点四 砌体结构

砌体结构中的预埋管、预留洞口结构应采取加强措施，并应采取防渗措施。

知识点五 基坑回填

(1) 基坑回填应在综合管廊结构及防水工程验收合格后进行。回填材料应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

(2) 综合管廊两侧回填应对称、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，大型碾压机不得直接在管廊顶板上部施工。(管道是管顶0.5m)

(3) 综合管廊内实行动火作业时，应采取防火措施。

经典考题

1.【1826】关于综合管廊施工技术的说法，错误的是()。

- A. 预制构件安装前，应对裂缝进行检验，当构件有大于0.2mm裂缝时，应进行鉴定
- B. 现浇混凝土顶板和底板在留置施工缝时，必须设置缝板，且与底面保持垂直
- C. 砌体结构中，预埋管、预留洞口结构应采取防渗措施
- D. 管廊顶板上部1.0m范围内回填材料，必须采用轻型压路机压实，不得使用大型压路机压实
- E. 综合管廊内可以实行动火作业



参考答案&解析

1. BD 【学天解析】选项B错误，混凝土底板和顶板，应连续浇筑不得留置施工缝。设计有变形缝时，应按变形缝分仓浇筑。选项D错误，管廊顶板上部1000mm范围内回填材料应采用人工分层夯实，大型碾压机不得直接在管廊顶板上部施工。

1K416000 生活垃圾处理工程



本节考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
生活垃圾处理工程	生活垃圾填埋处理工程	1	1	1	3	3

从历年考题分值分布情况看,本节近五年平均分为1.8分。本节重点掌握填埋区结构图、GCL垫施工技术、HDPE膜施工检测、垃圾场选址建设位置等。

1K416010 生活垃圾填埋处理工程施工



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
生活垃圾填埋处理工程施工	单选题	1	1	1	1	1
	多选题	-	-	-	2	2
	案例题	-	-	-	-	-
合计		1	1	1	3	3
平均考分		1.8				



框架梳理

生活垃圾填埋场填埋区结构特点

- ① 填埋区结构层: 渗沥液收集导排系统、防渗系统和基础层

生活垃圾填埋场填埋区导排系统施工技术

- ① 渗沥液收集导排系统施工: 导排层摊铺、收集花管连接、收集渠码砌等施工过程
- ② HDPE 渗沥液收集花管连接: 热熔焊接连接五个阶段(预热、吸热、加热板取出、对接、冷却)
 - ③ 施工控制要点

01

02

03

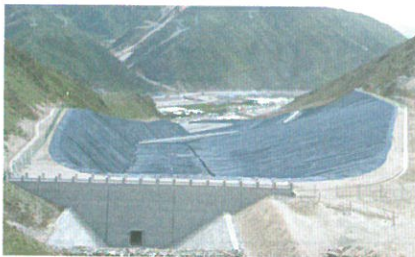
04

生活垃圾填埋场填埋区防渗层施工技术

- ① 泥质防水层施工: 施工程序、质量技术控制要点
- ② 土工合成材料膨润土垫(GCL)施工: GCL施工流程、质量控制要点
- ③ 聚乙烯(HDPE)膜防渗层施工技术: 焊接工艺与焊缝检测技术、HDPE膜施工、HDPE膜铺设工程质量验收要求

垃圾填埋与环境保护技术

- ① 垃圾填埋场选址: 标准要求、不得建的地区

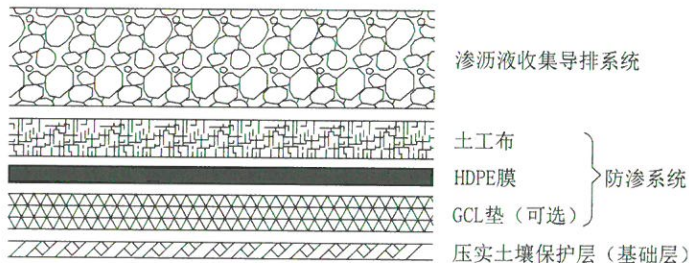


生活垃圾填埋处理工程

1K416011 生活垃圾填埋场填埋区结构特点

知识点一 生活垃圾卫生填埋场填埋区的结构形式

垃圾卫生填埋场填埋区工程的结构层次从上至下主要为：渗沥液收集导排系统、防渗系统和基础层，见下图。



渗沥液防渗系统、收集导排系统断面示意图

经典考题

1.【1714】生活垃圾填埋场填埋区防渗系统结构层，自上而下材料排序，正确的是（ ）。

- A.土工布、GCL垫、HDPE膜
- B.土工布、HDPE膜、GCL垫
- C.HDPE膜、土工布、GCL垫
- D.HDPE膜、GCL垫、土工布



参考答案&解析

1.B 【学天解析】防渗层自上而下排序依次为土工布、HDPE膜、GCL垫（可选）。

1K416012 生活垃圾填埋场填埋区防渗层施工技术

防渗层是由透水性小的防渗材料铺设而成，渗透系数小、稳定性好、价格便宜是防渗材料选择的依据。目前，常用的有四种：黏土、膨润土、土工膜、土工织物膨润土垫（GCL）。

知识点一 泥质防水层施工

泥质防水层施工技术的核心是掺加**膨润土**的拌合土层施工技术。

(一) 施工程序

验收场地基础→选择防渗层土源→做多组**不同掺量的试验**→做多组土样的**渗水试验**→选择抗渗达标又比较经济的配合比作为**施工配合比**→施工现场按照相应的配合比拌合土样→土样现场摊铺、压实→分层施工同步检验→工序检验达标完成。

(二) 质量技术控制要点

(1) 施工队伍的资质与业绩

(2) 膨润土进货质量

应采用材料**招标**方法选择供货商,审核生产厂家的资质,核验产品出厂**三证**(产品合格证、产品说明书、产品试验报告单),进货时进行产品质量检验,组织产品质量复验或见证取样,确定合格后方可进场。进场后注意产品保护。通过严格控制,确保关键原材料合格。

(3) 膨润土掺加量的确定

(4) 拌合均匀度、含水量及碾压压实度

应在操作过程中确保掺加膨润土数量准确,拌合均匀,机拌不能少于2遍,含水量最大偏差不宜超过2%,振动压路机碾压控制在4~6遍,碾压密实。

(5) 质量检验

应严格按照合同约定的检验频率和质量检验标准同步进行,检验项目包括**压实度试验**和**渗水试验**两项。

经典考题

1.【1914】关于泥质防水层质量控制的说法,正确的是()。

- A.含水量最大偏差不宜超过8%
- B.全部采用砂性土压实做填埋层的防渗层
- C.施工企业必须持有道路工程施工的相关资质
- D.振动压路机碾压控制在4~6遍



参考答案&解析

1.D 【学天解析】A错误,含水量最大偏差不宜超过2%。B错误,砂性土透水性比较好,不可以做填埋层的防渗层。C错误,施工企业必须持有生活垃圾处理工程施工的相关资质。

知识点二 土工合成材料膨润土垫(GCL)施工



(一) 土工合成材料膨润土垫(GCL)

(1) 土工合成材料膨润土垫(GCL)是两层土工合成材料之间夹封膨润土粉末(或其他低渗透性材料),通过针刺、粘接或缝合而制成的一种复合材料,主要用于**密封和防渗**。

(2) GCL施工必须在平整的土地上进行。GCL不能在有水及下雨时施工，在施工完后要及时铺设其上层结构如HDPE膜等材料。大面积铺设采用搭接形式，不需要缝合，接缝应用膨润土防水浆封闭。对GCL破损处可采用撒膨润土或者加铺GCL方法修补。

(3) GCL在坡面与地面拐角处防水垫应设置附加层，先铺设500mm宽沿拐角两面各250mm后，再铺大面积防水垫。坡面顶部应设置锚固沟，固定坡面防水垫的端部。对于有排水管穿越防水垫部位，应加设GCL防水垫附加层，管周围膨润土妥善封闭。每天防水垫操作后要逐缝、逐点位进行细致检验验收，如有缺陷立即修补。

(二) GCL施工流程

GCL施工主要包括GCL的摊铺、搭接宽度控制、搭接处两层GCL间撒膨润土。



(三) 质量控制要点

(1) 填埋区基底检验合格，进行GCL垫铺设作业，每一工作面垫铺设工艺流程图施工前均要对基底进行修整和检验。

(2) 对铺开的GCL垫进行调整，调整搭接宽度，控制在 $250 \pm 50\text{mm}$ 范围内，拉平GCL垫，确保无褶皱、无悬空现象，与基础层贴实。

(3) 掀开搭接处上层GCL垫，在搭接处均匀撒膨润土粉，将两层垫间密封，然后将掀开的GCL垫铺回。

(4) 根据填埋区基底设计坡向，GCL垫的搭接，尽量采用顺坡搭接，即采用上压下的搭接方式；注意避免出现十字搭接，而尽量采用品形分布。

(5) GCL垫需当日铺设当日覆盖，遇有雨雪天气应停止施工，并将已铺设的GCL垫覆盖好。



GCL垫成品



膨润土



坡顶锚固沟



GCL垫搭接铺设

经典考题

1. 【1815】关于土工合成材料膨润土垫(GCL)的质量控制要点的说法，错误的是()。

- A. 每一工作面施工前均应对基底进行修整和检验
- B. 铺设时应确保无褶皱、无悬空现象
- C. 避免出现品形分布，应尽量采用十字搭接
- D. 搭接时应采用顺坡搭接、上压下的搭接方式



参考答案&解析

1.C 【学天解析】GCL垫的搭接注意避免出现十字搭接,应尽量采用品形分布。

知识点三 聚乙烯(HDPE)膜防渗层施工技术



HDPE膜卷材



HDPE膜铺设



HDPE膜焊接

高密度聚乙烯(HDPE)膜自身质量及焊接质量是防渗层施工质量的关键。

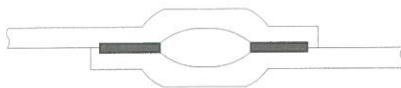
(一) 焊接工艺与焊缝检测技术

(1) 双缝热熔焊接: 气压检测。

双缝热熔焊接采用双轨热熔焊机焊接,其原理为:在膜的接缝位置施加一定温度使HDPE膜**本体熔化**,在一定的压力作用下结合在一起,形成与原材料性能完全一致,厚度更大,力学性能更好的严密焊缝。

(2) 单缝挤压焊接: 真空检测(传统方法)、电火花检测(地形复杂的地段)。

单缝挤压焊接采用单轨挤压焊机焊接,其原理为:采用与HDPE膜**相同材质的焊条**,通过单轨挤压焊机把HDPE焊条熔融挤出,通过外界的压力把焊条熔料均匀挤压在已经除去表面氧化物的焊缝上。主要用于糙面膜与糙面膜之间的连接、各类修补和双轨热熔焊机无法焊接的部位。



双缝热熔焊接焊缝示意图



单缝挤压焊接焊缝示意图

(3) 焊缝破坏性测试:

切取试件进行**剪切和剥离**试验。

(二) HDPE膜施工

HDPE膜铺设→HDPE膜试验性焊接→HDPE膜生产焊接。

1. HDPE膜铺设

(1) HDPE膜铺设时应符合下列要求:

- 1) 铺设应**一次展开到位**,不宜展开后再拖动。
- 2) 应为材料热胀冷缩导致的尺寸变化留出伸缩量。
- 3) 应对膜下保护层采取适当的防水、排水措施。
- 4) 应采取措施砂袋压重防止HDPE膜受风力影响而破坏。

5) HDPE膜铺设过程中必须进行搭接宽度和焊缝质量控制。**监理**必须全程监督膜的焊接和检验。

6) 施工中应注意保护HDPE膜不受破坏, 车辆不得直接在HDPE膜上碾压。

(2) HDPE膜铺设施工要点:

1) 铺设表面应平整, 没有废渣、棱角或锋利的岩石。

2) 按照斜坡上不出现横缝的原则确定铺膜方案, 所用膜在边坡的顶部和底部延长不小于**1.5m**, 或根据设计要求。

3) 为保证填埋场基底构建面不被雨水冲坏, 填埋场HDPE膜铺设总体顺序一般为**“先边坡后场底”**。在铺设时应将卷材自上而下滚铺, 先边坡后场底, 并确保贴铺平整。

4) 根据焊接能力合理安排每天铺设HDPE膜的数量, 在恶劣天气来临前, 减少展开HDPE膜的数量, 做到能焊多少铺多少。**冬期严禁铺设**。

5) HDPE膜铺设方式应保证不会引起HDPE膜的折叠或褶皱。

6) 应及时填写HDPE膜铺设施工记录表, 经现场监理和技术负责人签字后存档。

7) 防渗层验收合格后应及时进行下一工序的施工, 以形成对防渗层的覆盖和保护。

2.HDPE膜试验性焊接

(1) 每个焊接人员和焊接设备每天在进行生产焊接之前应进行试验性焊接。

(2) 试焊接人员、设备、HDPE膜材料和机器配备应与生产焊接相同。

(3) 焊接设备和人员**只有成功完成试验性焊接后, 才能进行生产焊接**。

(4) 试验性焊接完成后, 割下3块25.4mm宽的试块, 测试撕裂强度和抗剪强度。

(5) 当任一试块没有通过撕裂和抗剪测试时, 试验性焊接应全部重做。

(6) 填写HDPE膜试样焊接记录表, 经现场**监理和技术负责人签字**后存档。

3.HDPE膜生产焊接

(1) 通过试验性焊接后方可进行生产焊接。

(2) 焊接过程中要将焊缝搭接范围内影响焊接质量的杂物清除干净。

(3) 焊接中, 要保持焊缝的搭接宽度, 确保足以进行破坏性试验。

(4) 除了在修补和加帽的地方外, 坡度大于**1:10**处不可有**横向的接缝**。

(5) 边坡底部焊缝应从坡脚向场底底部延伸至少**1.5m**。

(6) 每一片HDPE膜要在铺设的**当天进行焊接**, 如果采取适当的保护措施可防止雨水进入下面的地表, 底部接驳焊缝, 可以例外。

(7) 所有焊缝做到从头到尾进行焊接和修补。唯一例外的是在锚固沟的接缝可以在坡顶下的**300mm**的地方停止焊接。

(8) 在需要采用挤压焊接时, 在HDPE膜焊接的地方要除去表面的氧化物, 并严格限制只在焊接的地方进行, 磨平工作在焊接前不超过**1h**进行。

(9) 临时焊接不可使用溶剂或粘合剂。

(10) 通常为了避免出现拱起, 边坡与底部HDPE膜的焊接应在清晨或晚上气温较低时进行。

(11) 为防止大风将膜刮起、撕开, HDPE膜焊接过程中如遇到下雨, 在无法确保焊接质量的情况时, 对已经铺设的膜应冒雨焊接完毕, 等条件具备后再用**单轨焊机**进行修补; 施工时尽可能创造条件, 使焊缝的强度尽可能高。

(三) HDPE膜铺设工程质量验收要求

1.HDPE膜材料质量验收观感检验和抽样检验

2.HDPE膜铺设工程施工质量观感检验与抽样检验

(1) HDPE膜铺设工程施工质量抽样检验，合格率为100%。

1) 锚固沟回填土。



锚固沟回填土

2) HDPE膜焊接质量检测：①对热熔焊接每条焊缝应进行气压检测；②对挤压焊接每条焊缝应进行真空检测；③焊缝破坏性检测。

经典考题

- 1.【1728】关于生活垃圾填埋场HDPE膜铺设的做法，错误的有（ ）。
- A.总体施工顺序一般为“先边坡后场底”
 - B.冬期施工时应有防冻措施
 - C.铺设时应反复展开并拖动，以保证铺设平整
 - D.HDPE膜施工完成后应立即转入下一工序，以形成对HDPE膜的覆盖和保护
 - E.应及时收集整理施工记录表



参考答案&解析

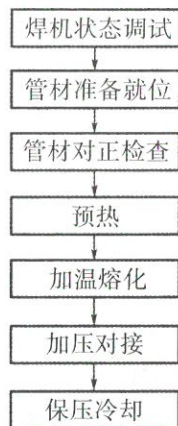
1.BCD 【学天解析】选项AE说法正确。选项B说法错误，冬期严禁铺设；选项C说法错误，铺设应一次展开到位，不宜展开后再拖动；选项D说法错误，HDPE膜在施工完成再验收合格后，应及时进行下一工序，这点从隐蔽工程角度也可以想到。

1K416013 生活垃圾填埋场填埋区导排系统施工技术

渗沥液收集导排系统施工主要有导排层摊铺、收集花管连接、收集渠码砌等施工过程。摊铺导排层、收集渠码砌均采用人工施工。

知识点一 HDPE渗沥液收集花管连接

HDPE渗沥液收集花管连接一般采用热熔焊接。热熔焊接连接一般分为五个阶段：预热阶段、吸热阶段、加热板取出阶段、对接阶段、冷却阶段。



HDPE管焊接施工工艺流程图

知识点二 施工控制要点

(1) 在填筑导排层卵石，宜采用小于5t的自卸汽车，采用不同的行车路线，**环形前进**，间隔5m堆料，避免压翻基底，随铺膜随铺导排层滤料（卵石）。

(2) 导排层滤料需要过筛，粒径要满足设计要求。导排层所用卵石CaCO₃含量必须小于10%，防止年久钙化使导排层板结造成填埋区侧漏。

(3) 热熔连接保压、冷却时间，应符合热熔连接工具生产厂和管件、管材生产厂规定，并保证冷却期间不得移动连接件或在连接件上施加外力。

(4) 设定工人行走路线，防止反复踩踏HDPE土工膜。

1K416014 垃圾填埋与环境保护技术

封闭型垃圾填埋场是目前我国通行的填埋类型。垃圾填埋场**选址、设计、施工、运行**都与环境保护密切相关。封闭型垃圾填埋场的设计概念是：要求**严格限制渗滤液渗入地下水层中**，将垃圾填埋场对地下水的污染减小到最低限度。

知识点一 垃圾填埋场选址

(1) 垃圾填埋场的选址，应考虑**地质结构、地理水文、运距、风向**等因素，位置选择得好，直接体现在投资成本和社会环境效益上。

(2) 垃圾填埋场必须远离饮用水源，尽量少占良田，利用荒地和当地地形。一般选择在远离居民区的位置，填埋场与居民区的最短距离为**500m**。

(3) 生活垃圾填埋场应设在当地**夏季主导风向的下风向**。应位于地下水贫乏地区、环境保护目标区域的地下水流向下游地区。

(4) 生活垃圾填埋场不得建在下列地区

- 1) 地下水集中供水水源地及补给区、水源保护区；
- 2) 洪泛区和泄洪道；

- 3) 填埋库区与敞开式渗沥液处理区边界距居民居住区或人畜供水点的卫生防护距离在500m以内的地区;
- 4) 填埋库区与渗沥液处理区边界距河流和湖泊50m以内的地区;
- 5) 填埋库区与渗沥液处理区边界距民用机场3km以内的地区;
- 6) 尚未开采的地下蕴矿区;
- 7) 珍贵动植物保护区和国家、地方自然保护区;
- 8) 公园, 风景、游览区, 文物古迹区, 考古学、历史学及生物学研究考察区;
- 9) 军事要地、军工基地和国家保密区。

经典考题

1. 【1615】生活垃圾填埋场一般应选在()。
- A. 直接与航道相通的地区
B. 石灰坑及熔岩区
C. 当地夏季主导风向的上风向
D. 远离水源和居民区的荒地
2. 【1629】垃圾填埋场与环境保护密切相关的因素有()。
- A. 选址
B. 设计
C. 施工
D. 移交
E. 运行



参考答案&解析

1.D 【学天解析】垃圾填埋场必须远离饮用水源, 尽量少占良田, 利用荒地和当地地形。一般选择在远离居民区的位置, 填埋场与居民区的最短距离为500 m。生活垃圾填埋场应设在当地夏季主导风向的下风向。

2.ABCE 【学天解析】垃圾填埋场选址、设计、施工、运行都与环境保护密切相关。

1K417000 施工测量与监控量测



本节考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
施工测量与监控量测	施工测量	1	7	2	1	1
	监控量测	—	2	2	5	5

从历年考题分值分布情况看，本节近五年平均分为5.2分，主要知识点是基坑的监测内容和项目、报警值的确定和处理措施。

1K417010 施工测量



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
施工测量	单选题	1	1	1	1	1
	多选题	—	—	—	—	—
	案例题	—	6	1	—	—
合计		1	7	2	1	1
平均考分		2.4				



框架梳理

场区控制测量

- A. 特点与规定：控制网分类；
- B. 场（厂）区平面控制网：控制网类型选择、准备工作、主要技术要求；
- C. 场区高程控制网

施工测量主要内容与常用仪器

- A. 施工测量的基本概念：作用与内容、准备工作、基本规定、作业要求；
- B. 常用仪器及测量方法：全站仪、光学水准仪、激光准直（铅直）仪、卫星定位（GPS-RTK）仪器、陀螺全站仪；
- C. 施工测量主要内容：道路施工测量、桥梁施工测量、管道施工测量、隧道施工测量

竣工图编绘与实测

- A. 竣工图编绘：工程竣工测量特点、竣工图编绘基本要求；
- B. 编绘竣工图的方法和步骤：竣工图编绘

1K417011 施工测量主要内容与常用仪器

知识点一 施工测量的基本概念

(一) 作用与内容

施工测量以**规划**和**设计**为依据,是保障工程施工质量和安全的重要手段。

施工测量包括交接桩及验线、施工控制测量、施工测图、钉桩放线、细部放样、变形测量、竣工测量和地下管线测量以及其他测量等内容。施工测量作业人员应遵循“**由整体到局部,先控制后细部**”的原则。

市政公用工程施工测量的特点是贯穿于工程实施的**全过程**。

(二) 准备工作

(1) 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**。

(2) 对**仪器**进行必要的**检校**,保证仪器满足规定的精度要求;所使用的仪器必须在检定周期之内,应具有足够的稳定性和精度,适于**测量**工作的需要。

(3) 测量作业前、后均应采用不同**数据**采集人**核对**的方法,分别核对从图纸上采集的数据、实测数据的计算过程与计算结果,并据以判定测量成果的有效性。

(三) 基本规定

综合性的市政基础设施工程中,使用不同的设计文件时,施工控制网测设后,应进行相关的道路、桥梁、管道与各类构筑物的**平面控制网联测**,并绘制点位布置图,标注必要的点位数据。

(四) 作业要求

(1) 从事施工测量的作业人员,应经**专业培训**、**考核合格**,**持证上岗**。

(2) 测量记录应按规定填写并按编号顺序保存。**测量记录**应做到表头完整、字迹清楚、规整,严禁擦改、涂改,必要时可斜线划掉改正,但不得转抄。

(3) 应建立测量**复核**制度。

经典考题

1.【1915】施工测量是一项琐碎而细致的工作,作业人员应遵循()的原则开展测量工作。

- A. “由局部到整体,先细部后控制”
- B. “由局部到整体,先控制后细部”
- C. “由整体到局部,先控制后细部”
- D. “由整体到局部,先细部后控制”

2.【1715】关于施工测量的说法,错误的是()。

- A. 规划批复和设计文件是施工测量的依据
- B. 施工测量贯穿于工程实施的全过程
- C. 施工测量应遵循“由局部到整体,先细部后控制”的原则
- D. 综合性工程使用不同的设计文件时,应进行平面控制网联测



参考答案&解析

1.C 【学天解析】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.C 【学天解析】施工测量应遵循“由整体到局部，先控制后细部”的原则，从大到小的把控原则，因此选项C有误。

知识点二 常用仪器及测量方法



经纬仪



水准仪



全站仪

(一) 全站仪(距离测量、角度测量;可高程测量但精度不及水准仪。)

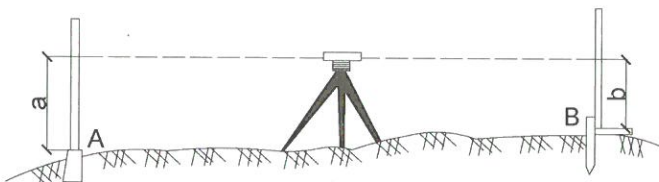
全站仪主要应用于施工平面控制网的测量以及施工过程中点间水平距离、水平角度的测量;在没有条件使用水准仪进行水准测量时,还可考虑利用全站仪进行精密三角高程测量以代替水准测量;在特定条件下,市政公用工程施工选用全站仪进行三角高程测量和三维坐标的测量。

(二) 光学水准仪(高程测量)

(1) 测量应用举例:

设B为待测点,其设计高程为 H_B ,A为水准点,已知其高程为 H_A 。为了将设计高程 H_B 测定于B,安置水准仪于A、B之间,先在A点立尺,读得后视读数为a,然后在B点立尺。为了使B点的标高等于设计高程 H_B ,升高或降低B点上所立之尺,使前视尺之读数等于b。b可按下式计算:

$$b = H_A + a - H_B$$



高程测设示意

(三) 激光准直(铅直)仪

激光准直(铅直)仪主要由发射、接收与附件三大部分组成,现场施工测量用于角

度坐标测量和定向准直测量，适用于长距离、大直径以及高耸构筑物控制测量的平面坐标的传递、同心度找正测量。

(四) 卫星定位 (GPS-RTK) 仪器 (相当于高级全站仪)

(五) 陀螺全站仪 (用于地下隧道的中线方位校核)

经典考题

1. 【1816】采用水准仪测量工作井高程时，后视尺置于已知高程3.440m的读数为1.360m，为保证设计井顶高程3.560m，则前视尺的读数应为()。

A. 1.000m B. 1.140m

C. 1.240m D. 2.200m

2. 【1616】不能进行角度测量的仪器是()。

A. 全站仪 B. 准直仪

C. 水准仪 D. GPS



参考答案&解析

1.C 【学天解析】根据公式 $b=H_A+a-H_B$ ，可得“前视读数”： $3.440+1.360-3.560=1.240\text{m}$ 。

2.C 【学天解析】全站仪主要应用于施工平面控制网的测量以及施工过程中点间水平距离、水平角度的测量。水准仪多用来测量构筑物标高和高程，适用于施工控制网的控制网水准基准点的测设及施工过程中的高程测量。激光准直仪用于长距离、大直径以及高耸构筑物控制测量的平面坐标的传递、同心度找正测量。

知识点三 施工测量主要内容

(一) 道路施工测量

(1) 道路工程各类控制桩主要包括：起点、终点、转角点与平曲线、竖曲线的基本元素点及中桩、边线桩、里程桩、高程桩等。

(2) 道路直线段范围内，各类桩间距一般为10~20m。平曲线和竖曲线范围内的各类桩间距宜控制在5~10m。

(3) 道路高程测量应采用附和水准测量。交叉路口、匝道出入口等不规则地段高程放线应采用方格网或等分圆网分层测定。

(4) 道路及其附属构筑物平面位置应以道路中心线作施工测量的控制基准，高程应以道路中心线部位的路面高程为基准。

(5) 填方段路基应每填一层恢复一次中线、边线并进行高程测设，在距路床顶1.5m范围应按设计纵、横坡放线控制。

(二) 桥梁施工测量

(1) 桥梁工程各类控制桩包括：中桩及墩台的中心桩和定位桩等。

(2) 桥梁放线应根据桥梁的形式、跨径、设计要求的施工精度及现场环境条件确定放线方法,也可根据需要重新布设或加密控制网。

(3) 当水准路线跨越河、湖等水体时,应采用跨河水准测量方法校核。**视线离水面的高度不小于2m。**

(4) 桥梁基础、墩台与上部结构等各部位的平面、高程均应以**桥梁中线位置及其相应的桥面高程**为基准。

(5) 施工前应复测桥梁中线和各墩台的纵轴与横轴线定位桩,作为施工控制依据。

(6) 支座(垫石)和梁(板)定位应以桥梁中线和盖梁中轴线为基准,依施工图尺寸进行平面施工测量,支座(垫石)和梁(板)的高程以其顶部高程进行控制。

(三) 管道施工测量

(1) 管道工程各类控制桩主要包括:**起点、终点、折点、井位中心点、变坡点**等特征控制点。排水管道中线桩间距宜为10m,给水等其他管道中心桩间距宜为15~20m。

(2) 检查井平面位置放线:**矩形井应以管道中心线及垂直管道中心线的井中心线**为轴线进行放线;**圆形井应以井底圆心为基准放线。**

(3) 管道工程高程应以**管内底高程**作为施工控制基准,检查井应以**井内底高程**作为控制基准。管道控制点高程测量应采用**附和水准测量**。

(4) 在挖槽见底前、灌注混凝土基础前、管道铺设或砌筑构筑物前,应校测管道中心及高程。

(5) 分段施工时,相邻施工段间的水准点,宜布设在**施工分界点**附近,施工测量时应对相邻已完成管道进行复核。

(四) 隧道施工测量

(1) 施工中应将地面导线测量坐标、方位、水准测量高程,通过竖井、斜井、通道等适时传递到地下,形成地下平面、高程控制网。

(2) 当贯通面一侧的隧道长度大于1000m时,应提高定向测量精度,一般可采取在贯通距离约**1/2处**通过**钻孔投测坐标点**或**加测陀螺方位角**等方法。

(3) 地面和地下的平面控制点和高程控制点应定期进行校测和联测。

(4) 盾构法施工隧道:在盾构设备就位后,应测量盾构机轴线的平面位置与高程,确定其与设计管道中心线及高程的关系。盾构机内应设置推进过程的测量视点,且实时监测盾构机的姿态及管道状态。

1K417012 场区控制测量

知识点一 特点与规定

(1) 控制网分为平面控制网和高程控制网。

(2) 设定场区控制点位置的工作,称为场区控制测量。测定场区控制点平面位置(x 、 y)的工作,称为场区平面控制测量,测定场区控制点高程(H)的工作,称为场区高程控制测量。

知识点二 场（厂）区平面控制网

（一）控制网类型选择

应根据场区建（构）筑物的特点及设计要求选择控制网类型。一般情况下，**建筑方格网**，多用于**场地平整**的大型场区控制；**边角网**，多用于建筑场地在**山区**的施工控制网；**导线测量控制网**，可视构筑物定位的需要灵活布设网点，便于控制点的使用和保存。**导线测量**多用于**扩建或改建**的施工区，新建区也可采用导线测量法建网。

（二）准备工作

- （1）根据施工方案和场区构筑物特点及设计要求的施测精度，**编制工程测量方案**。
- （2）办理桩点交接手续，施工单位应进行现场踏勘、**复核**。
- （3）复核过程中发现不符或与相邻工程矛盾时，应向**建设单位**提出，进行查询，并取得准确结果。

（三）主要技术要求

（1）坐标系统应与工程设计所采用的坐标系统相同。当利用原有的平面控制网时，应进行复测，其精度应符合需要。

（2）当原有控制网不能满足需要时，应在原控制网的基础上适当加密控制点。

1) 场地**大于 1km^2** 或**重要工业区**，宜建立相当于**一级导线精度**的平面控制网。

2) 场地小于 1km^2 或一般性建筑区，应根据需要建立相当于二、三级导线精度的平面控制网。

（3）施工现场的平面控制点有效期不宜超过**一年**，特殊情况下可适当延长有效期，但应经过控制校核。

知识点三 场区高程控制网

（1）场区高程控制网应布设成附合环线、路线或闭合环线。**高程测量的精度**，不宜低于**三等水准**的精度。

（2）施工现场的高程控制点有效期**不宜超过半年**，如有特殊情况可适当延长有效期，但应经过控制校核。

（3）矩形建（构）筑物应据其**轴线**平面图进行施工各阶段放线；圆形建（构）筑物应据其**圆心**施放轴线、外轮廓线。

1K417013 竣工图编绘与实测

知识点一 竣工图编绘

市政公用工程项目**施工完成后**，应编制或实测竣工图。竣工图主要是如实反映施工的实际情况，以编绘为主。为了使实测竣工图能与原设计图相协调，其坐标系统、高程基准、测图比例尺、图例符号等应**与施工设计图相同**。

（一）工程竣工测量特点

市政公用工程竣工图编绘具有**边竣工、边编绘**，**分部编绘竣工图**，**实测竣工图**等特点。

(二) 竣工图编绘基本要求

竣工总图编绘完成后, 应经**施工单位项目技术负责人**、**监理单位总监理工程师**审核、会签。

知识点二 编绘竣工图的方法和步骤

(一) 竣工图的编绘

1. 绘制竣工图的依据

(1) 设计总平面图、单位工程平面图、纵横断面图和设计变更资料。(即: 设计)

(2) 控制测量资料、施工检查测量及竣工测量资料。(即: 施工、竣工)

2. 根据竣工测量资料或施工检查测量资料展点成图

在市政公用工程施工过程中, 在每一个单位(体)工程完成后, 应该进行竣工测量, 并提出其竣工测量成果。

3. 展绘竣工图的要求

当平面布置改变超过图上面积 $1/3$ 时, 不宜在原施工图上修改和补充, 应重新绘制竣工图。

4. 场区、道路、建(构)筑物工程竣工的编绘

(1) 场区道路工程竣工测量包括中心线位置、高程、横断面形式、附属构筑物和地下管线的实际位置(坐标)、高程。

(2) 新建地下管线竣工测量应在**覆土前**进行。当不能在覆土前施测时, 应在覆土前设置管线待测点并将设置的位置准确地引到地面上, 做好栓点。

(3) 应将场区设计或合同规定的永久观测坐标及其初始观测成果, 随竣工资料一并**移交建设单位**。

5. 城市道路工程竣工的编绘

(1) 道路工程竣工应根据实际情况进行测量。道路中心直线段应每25m施测一个坐标和高程点; 曲线段起终点、中间点, 应每隔15m施测一个坐标和高程点; **道路坡度变化点应加测坐标和高程**。

(2) **过街管道、路边沟道以及立交桥附属的地下管线**等设施的竣工测量应在**施工**中进行。

(3) 过街天桥应测注**天桥底面高程**, 并应标注与**路面的净空高**。(防止车碰撞)

6. 城市桥梁工程竣工的编绘

(1) 在桥梁工程竣工后应对桥墩、桥面及其附属设施进行现状测量。

(2) 每个桥墩应按地面实际大小施测角点或周边坐标和高程。

(3) 桥面测量应沿梁中心线和两侧, 并包括桥梁特征点在内, 以20~50m间距施测坐标和高程点。

(4) 桥梁工程竣工测量提交的资料宜包括1:500桥梁**竣工图**、**墩台中心间距表**、**桥梁中心线**中桩高程一览表、桥梁竣工测量**技术说明**。

1K417020 监控量测



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
监控量测	单选题	—	—	—	—	—
	多选题	—	2	2	—	—
	案例题	—	—	—	5	5
合计		—	2	2	5	5
平均考分		2.8				



框架梳理



1K417021 监控量测主要工作

知识点一 监控量测主要工作

(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**基坑工程监控量测**。

(2) 基坑工程施工前，应由**建设方**委托具备相应资质的**第三方**对基坑工程实施现场监控量测。监控量测单位应编制**监控量测方案**。监控量测方案需经**建设、设计、监理**等单位认可，必要时还需与基坑周边涉及的**市政道路、交通设施、河道、地下管线、人防**等有关部门协商后方可实施。

(3) 施工过程中进行日常检查工作，存在下列情况的监控量测方案应进行专家论证：

- 1) 地质和环境条件很复杂的基坑工程。
- 2) 邻近重要建（构）筑物和管线，以及历史文物、近代优秀建筑、地铁、隧道等破坏后果很严重的基坑工程。
- 3) 已发生严重事故，重新组织实施的基坑工程。
- 4) 采用新技术、新工艺、新材料的一、二级基坑工程。
- 5) 其他必须论证的基坑工程。

1K417022 监控量测方法

知识点一 基坑工程监控量测项目表

基坑工程监控量测项目表

监控量测项目	一级	二级	三级
(坡)顶水平位移	应测	应测	应测
墙(坡)顶竖向位移	应测	应测	应测
周围建(构)筑物裂缝	应测	应测	应测
周围地下管线变形	应测	应测	应测
墙后地表竖向位移	应测	应测	宜测
围护墙深层水平位移	应测	应测	宜测
土体深层水平位移	应测	应测	宜测
地下水位	应测	应测	宜测
支撑内力	应测	宜测	可测
锚杆、土钉拉力	应测	宜测	可测
立柱竖向位移	应测	宜测	可测
周围建(构)筑物倾斜	应测	宜测	可测
周围建(构)筑物水平位移	宜测	可测	可测
土压力	宜测	可测	可测
孔隙水压力	宜测	可测	可测
土层分层竖向位移	宜测	可测	可测
墙(桩)体内力	宜测	可测	可测
坑底隆起(软土地区)	宜测	可测	可测
坑底隆起(其他地区)	可测	可测	可测

监测方法:

- (1) 围护结构水平位移一般采用测斜仪监测;
- (2) 周围建筑物、地下管线、坑边地面及支撑立柱的沉降变形采用水准仪量测;
- (3) 支撑轴力采用轴力计量测;
- (4) 地下连续墙内力采用钢筋应力计量测;
- (5) 地下水位采用水位计量测。

经典考题

1. 【1929】下列基坑工程监控量测项目中,属于一级基坑应测的项目有()。
- A.孔隙水压力 B.土压力
C.坡顶水平位移 D.周围建筑物水平位移
E.地下水位

- 2.【1827】下列一级基坑监测项目中，属于应测项目的有（ ）。
- A.坡顶水平位移
B.立柱竖向位移
C.土压力
D.周围建筑物裂缝
E.坑底隆起



参考答案&解析

1.CE 【学天解析】孔隙水压力、土压力、周围建筑物水平位移属于宜测项目。周围建筑物倾斜属于应测项目。

2.ABD 【学天解析】土压力、坑底隆起属于宜测项目。

知识点二 监控量测巡视检查

基坑工程巡视检查应包括以下主要内容：

- 1.支护结构；
- 2.施工工况；
- 3.基坑周边环境；
- 4.监控量测设施；
- 5.监控量测预警；

基坑工程监控量测报警值应以监控量测项目的**累计变化量**和**变化速率值**控制。基坑报警值应由**基坑工程设计单位**确定。

经典考题

- 1.【2016年案例2.3】背景资料（局部）

某公司承建一段区间隧道，长度12km，埋深（覆土深度）8m，净高5.5m，支护结构形式采用钢拱架钢筋网喷射混凝土，辅以超前小导管。区间隧道上方为现况城市道路，道路下埋置有雨水、污水、燃气、热力等管线，资料揭示，隧道围岩等级为IV、V级。

【问题】隧道施工中应该对哪些主要项目进行监测。



参考答案&解析

1.【参考答案】隧道施工中的检测项目包括：拱顶下沉；水平收敛；地表沉降；构（建）筑物沉降；管线位移。

1K420000

市政公用工程项目施工管理

学习难度 ☆☆☆

学习进度



本章考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016	平均分
市政公用工程项目施工管理	市政公用工程施工招标投标管理	1	—	—	2	4	1.4
	市政公用工程造价管理	2	—	—	—	—	0.4
	市政公用工程合同管理	16	4	—	9	4	6.6
	市政公用工程施工成本管理	2	—	1	—	2	1
	市政公用工程施工组织设计	13	1	5	9	28	11.2
	市政公用工程施工现场管理	—	1	2	6	—	1.8
	市政公用工程施工进度管理	7	—	12	5	12	7.2
	市政公用工程施工质量管理	4	—	—	—	—	0.8
	城镇道路工程质量检查与验收	4	9	—	1	6	4
	城市桥梁工程质量检查与验收	—	1	3	—	1	1
	城市轨道交通工程质量检查与验收	—	—	1	—	—	0.2
	城市给水排水场站工程质量检查与验收	—	1	—	—	—	0.2
	城市管道工程质量检查与验收	5	—	7	1	—	2.6
	市政公用工程施工安全管理	4	—	1	2	—	1.4
	明挖基坑施工安全事故预防	—	—	9	—	—	1.8
	城市桥梁工程施工安全事故预防	4	—	—	—	—	0.8
	隧道工程和非开挖管道施工安全事故预防	—	—	—	10	—	2
	市政公用工程职业健康安全与环境管理	—	—	—	—	—	—
市政公用工程竣工验收与备案	2	—	—	1	—	0.6	
平均考分		45					



本章命题规律解读

本章每年平均考查45分，选择题考查约5分，其余分值都在案例分析题。命题规律体现在：

(1) 本章“四大重点模块”（每年平均考查29分），占本章分值的64.4%。掌握“四大重点模块”，即拿到了本章的核心分数。

- 1) 施工组织设计；
- 2) 进度管理；
- 3) 合同管理；
- 4) 城镇道路工程质量检查与检验。

(2) 合同管理、施工组织设计、现场管理、进度管理、质量管理、安全管理等小节属于高频案例知识点，通常和施工背景结合。举例说明：

进度考法：某工程进度滞后，结合背景，应采取哪些赶工措施？

安全考法：背景中基坑开挖有哪些危险因素？

(3) 施工方案的变更、特种作业、环境保护管理、验收备案部分等属于硬性记忆型的案例知识点，直接考查。举例说明：

某基坑施工方案审批流程有哪些？

(4) 选择题本章知识点集中在道路、桥梁、基坑、水池、管道等章节的质量和安

全部分。本章学习建议：务必结合真题多练习，在记忆的基础上领悟考法，注重专业术语的积累。



近五年考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016
市政公用工程项目施工管理	单选题	3	6	4	4	3
	多选题	6	2	6	4	2
	案例题	55	9	31	38	52
合计		64	17	41	46	57
平均考分		45				

1K420010 市政公用工程施工招标投标管理

工程施工招标投标活动，依法由招标人负责。任何单位和个人不得以任何方式非法干涉工程施工招标投标活动。施工招标投标活动不受地区或者部门的限制。

知识点一 招标

(一) 招标文件主要内容

(1) 招标公告(或投标邀请书)；(2) 投标人须知；(3) **合同主要条款**；(4) 投标文件格式；(5) **工程量清单**；(6) **技术条款**；(7) **设计图纸**；(8) 评定标准和办法；(9) 投标其他材料。

知识点二 投标

(一) 投标文件

投标文件应当对招标文件有关**工期**、**投标有效期**、**质量要求**、**技术标准**和**招标范围**等**实质性内容**作出响应。

投标文件组成	主要内容
商务部分	(1) 投标函及投标函附录。 (2) 法定代表人身份证明或附有法定代表人身份证明的授权委托书。 (3) 联合体协议书。 (4) 投标保证金 。 (5) 资格审查资料。 (6) 投标人须知前附表规定的其他材料
经济部分	(1) 投标 报价 。 (2) 已标价的 工程量清单 。 (3) 拟 分包项目 情况等
技术部分	(1) 主要施工方案 (2) 进度计划及措施。 (3) 质量保证体系及措施。 (4) 安全管理体系及措施。 (5) 消防、保卫、健康体系及措施。 (6) 文明施工、环境保护体系及措施。 (7) 风险管理体系及措施。 (8) 机械设备配备及保障。 (9) 劳动力、材料配置计划及保障。 (10) 项目管理机构及保证体系。 (11) 施工现场总平面图等

(二) 投标保证金

(1) 招标人可以在招标文件中要求投标人提交投标担保。投标担保可以采用投标保函或者投标保证金的方式。投标保证金可以使用支票、银行汇票等。

(2) 投标保证金一般不得超过投标估算价的**2%**。投标保证金有效期应当与**投标有效期一致**。

(3) 投标人应当按照招标文件要求的方式和金额, 将投标保证金随投标文件提交给招标人。投标人**不按招标文件要求提交投标保证金的**, 该投标文件将被拒绝, **作废标处理**。

经典考题

- 【2018】下列投标文件内容中, 属于经济部分的是()。

A. 投标保证金	B. 投标报价
C. 投标函	D. 施工方案
- 【1729】市政工程投标文件经济部分内容有()。

A. 投标保证金	B. 已标价的工程量
C. 投标报价	D. 资金风险管理体系及措施
E. 拟分包项目情况	



参考答案&解析

1.B 【学天解析】投标文件中经济部分包括:

- (1) 投标报价。
- (2) 已标价的工程量清单。
- (3) 拟分包项目情况等。

选项A、C属于商务部分, 选项D属于技术部分。

2.BCE 【学天解析】投标文件的经济部分包括三部分: 投标报价、已标价的工程量、拟分包项目情况。因此选择BCE。选项A属于投标文件中的商务部分, 选项D属于技术部分。

知识点三 工程施工招标条件

(一) 公开招标

依法必须招标的工程项目, 应当具备下列条件才能进行施工招标:

- (1) 招标人已经依法成立。
- (2) 初步设计及概算应当履行审批手续的, 已经批准。
- (3) 招标范围、招标方式和招标组织形式等应当履行核准手续的, 已经核准。
- (4) **有相应资金或资金来源已经落实。**
- (5) 有招标所需的设计图纸及技术资料。

(二) 邀请招标

符合公开招标条件, 有下列情形之一的, 经批准可以进行邀请招标:

- (1) 项目技术复杂或有特殊要求, 只有少量几家潜在投标人可供选择的。
- (2) 受自然地域环境限制的。
- (3) 涉及国家安全、国家秘密或者抢险救灾, 适宜招标但不宜公开招标的。

(4) 拟公开招标的费用与项目的价值相比, 不值得的。

(5) 法律、法规规定不宜公开招标的。

国家重点建设项目的邀请招标, 应当经**国务院**相关部门批准; 地方重点建设项目的邀请招标, 应当经各省、自治区、直辖市人民政府批准。

知识点四 工程施工招标程序

(一) 定标原则

(1) 评标委员会推荐出中标单位排名顺序, 应**选择排名第一**的中标候选人为**中标人**; 如排名第一的中标候选人放弃其中标资格或未遵循招标文件要求被取消中标资格, 应由排名第二的中标候选人为中标人, 以此类推。

(2) 如果出现前三名中标候选人均放弃中标资格或未遵循招标文件要求被取消中标资格的, 招标人应**重新组织招标**。

(二) 订立合同

(1) 招标人应在接到评标委员会的书面评标报告并公示期满后5d内, 依据推荐结果确定**排名第一中标人**, 并发出中标通知书。

(2) 招标人不承诺将合同授予报价最低的投标人。

(3) 中标通知书发出**30d**内双方签订合同文件。

知识点五 标书编制程序

(一) 准备工作

(1) 对工程使用的材料、设备进行询价。**询价**是投标工作的重要基础。投标时除应注意**参考**定额站的**信息价格**外, 更重要的是实际询价, **调查当地市场价**。询价的主要内容应包括: **材料市场价**、**当地人工**的行情价、**机械设备的租赁价**、**分部分项工程的分包价**等。

(二) 经济标书编制

(1) 应根据招标文件中提供的相关说明和施工图, **重新校对工程数量**, 并根据核对的工程数量确定报价; 工程量清单给出的数量只是工程实体的数量, 在组价的过程中还需计算施工中所增加的数量, 合理的组价必须计算工程数量。

(2) **措施项目清单可作调整**。通常招标单位只列出措施费项目或不列项目, 投标人应分析研究清单项目, 采取必要措施降低投标报价风险。投标人对招标文件中所列项目, 可根据企业自身特点和工程实际情况结合施工组织设计对招标人所列的措施项目作适当的增减。

(三) 投标报价策略

(1) 投标策略是投标人经营决策的组成部分, 从投标的全过程分析主要表现有**生存型**、**竞争型**和**盈利型**。

(2) **最常用的**投标技巧是**不平衡报价法**。

1K420020 市政公用工程造价管理

建设项目施工图预算是建设工程项目**招标投标**和**控制施工成本**的重要依据。

知识点一 施工图预算对施工单位的作用

- (1) 施工图预算是**确定投标报价**的依据。
- (2) 施工图预算是施工单位进行**施工准备**的依据，是施工单位在施工前组织材料、机具、设备及劳动力供应的重要参考，是施工单位编制进度计划、统计完成工作量、进行经济核算的参考依据。
- (3) 施工图预算是项目二次预算测算、控制项目成本及项目**精细化管理**的依据。

知识点二 施工图预算的编制方法

- (1) **工料单价法**。
- (2) **综合单价法**是指分部分项工程单价综合了直接工程费以外的多项费用，依据综合内容不同，还可分为全费用综合单价和部分费用综合单价。**我国目前推行的**建设工程工程量清单计价其实就是**部分费用综合单价**，单价中**未包括措施项目费、规费和税金**，所以在工程施工图预算编制中必须考虑这部分费用在计价、组价中存在的风险。

知识点三 施工图预算的应用

阶段	应用内容
招投标阶段	(1) 施工图预算是招标单位 编制标底 的依据，也是工程量 清单编制 依据。 (2) 施工图预算造价是施工单位 投标报价 的依据
工程实施阶段	(1) 施工图预算在施工单位进行工程项目 施工准备 和 编制实施性施工组织设计 时，提供重要的参考作用。 (2) 施工图预算是施工单位进行 成本控制 的依据，也是项目部进行成本目标控制的主要依据。 (3) 施工图预算也是工程 费用调整 的依据

知识点四 工程量清单计价有关规定 (★)

- (1) 使用**国有资金投资**的建设工程，必须采用**工程量清单计价**。
- (2) 工程量清单应采用**综合单价计价**。
- (3) 《清单计价规范》规定，建设工程发承包及实施阶段的**工程造价**应由**分部分项工程费、措施项目费、其他项目费、规费和税金**组成。

1) 分部分项工程量清单应采用综合单价法计价。**综合单价**是完成一个规定计量单位的分部分项工程量清单项目或措施清单项目所需**的人工费、材料费、施工机具使用和企业管理费与利润**，以及一定范围内的**风险费用**。

2) 招标文件中的工程量清单标明的工程量是投标人投标报价的共同基础, **竣工结算的工程量**按发、承包双方在**合同中约定应予计量且实际完成**的工程量确定。

3) 措施项目清单中的**安全文明施工费**应按照国家或省级、行业建设主管部门的规定计价, **不得作为竞争性费用**。

4) **规费和税金**应按国家或省级、行业建设主管部门的规定计算, **不得作为竞争性费用**。

锦囊妙记 不得作为竞争性费用的:
安全文明施工费; 规费; 税金。

5) **风险费用**隐含于已标价工程量清单综合单价中。

知识点五 工程量清单计价及应用

(1) 施工中进行工程计量, 当发现招标工程量清单中出现**缺项、工程量偏差**, 或因**工程变更**引起工程量增减, 应按承包人在履行合同义务过程中**完成的工程量**计算。

(2) 因工程量**清单漏项或非承包人原因**造成的**工程变更**, 造成增加新的工程量清单项目, 其对应的**综合单价**按下列方法确定:

1) 合同中已有**适用**的综合单价, **按合同**中已有的综合单价确定。

2) 合同中有**类似**的综合单价, **参照类似**的综合单价确定。

3) 合同中**没有适用或类似**的综合单价, 由**承包人提出综合单价**, 经**发包人**确认后执行。

(3) 分部分项工程量**清单缺项、非承包人原因的工程变更**, 引起**措施项目**发生变化, 造成施工组织设计或施工方案变更, 原措施费中**已有的措施项目**, **按原有措施费**的组价方法调整; 原措施费中**没有的措施项目**, 由**承包人**根据措施项目变更情况, **提出适当的措施费变更**, 经**发包人**确认后调整。

(4) **非承包人原因**引起的**工程量增减**, 该项工程量变化在**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**。(提示: 可考查计算题。)

(5) 施工期内**市场价格波动超出一定幅度**时, 应按**合同约定调整工程价款**; 合同没有约定或约定不明确的, 应按省级或行业建设主管部门或其授权的工程造价管理机构的规定调整。(提示: 可考查计算题。)

(6) **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:

由 发包人 承担	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损害
	发包人人员伤亡
	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
	工程所需清理、修复费用

由**承包人**承担

承包人人员伤亡

承包人施工机具设备的损坏及停工损失

锦囊妙记 不可抗力影响到谁的东西，谁自认倒霉。

经典考题

- 1.【2029】关于因不可抗力导致相关费用调整的说法，正确的有（ ）。
- A.工程本身的损害由发包人承担
 - B.承包人人员伤亡所产生的费用，由发包人承担
 - C.承包人的停工损失，由承包人承担
 - D.运至施工现场待安装设备的损害，由发包人承担
 - E.工程所需清理、修复费用，由发包人承担



参考答案&解析

- 1.ACDE 【学天解析】详见以上知识点。

1K420030 市政公用工程合同管理

知识点一 施工项目合同管理

(一) 发包人的义务

(1) 遵守法律。

(2) 发出开工通知：发包人应委托**监理人**按照约定**向承包人发出开工通知**。

(3) **提供施工场地**：

发包人应按专用合同条款约定向承包人提供施工场地，以及施工场地内地下管线和地下设施等有关资料，并保证资料的真实、准确、完整。

(4) 协助承包人办理证件和批件：

发包人应协助承包人办理法律规定的有关施工证件和批件。

(5) **组织设计交底**：

发包人应根据合同进度计划，**组织设计单位向承包人**进行设计交底。

锦囊妙记 设计交底 / 图纸会审：

① 建设单位组织；

② 设计、施工、监理单位参加；

③ 设计单位就审查合格的施工图作解释、说明；

④ 形成文件名称：设计交底记录 / 图纸会审记录。

(6) 支付合同价款。

(7) **组织竣工验收**：

发包人应按合同约定及时**组织竣工验收**。

(8) 其他义务：

发包人应履行合同约定的其他义务。

经典考题

1. 【2020年案例4.2】背景资料（局部）

某市为了交通发展，需修建一条双向快速环线，里程桩号为K0+000~K19+998.984。建设单位将该建设项目划分为10个标段，项目清单如表4所示，当年10月份进行招标，拟定工期为24个月，同时成立了管理公司，由其代建。

各投标单位按要求中标后，管理公司召开设计交底会，与会参加的有设计、勘察、施工单位等。

【问题】成立的管理公司担当哪个单位的职责？与会者还缺哪家单位？



参考答案&解析

1. 【参考答案】(1) 管理公司担当建设单位（甲方）职责。

(2) 与会者还缺监理单位。

知识点二 施工项目合同变更与评价

(一) 合同变更

(1) 施工过程中遇到的**合同变更**，如工程量增减，质量及特性变更，工程标高、基线、尺寸等变更，施工顺序变化，永久工程附加工作、设备、材料和服务的变更等，**项目负责人**必须掌握变更情况，遵照有关规定及时办理变更手续。

(2) 承包方根据施工合同，向监理工程师提出**变更申请**，监理工程师进行审查，将审查结果通知承包方。监理工程师向承包方提出**变更令**。

锦囊妙记 设计变更：

施工单位向监理工程师提出设计变更申请→监理单位审查后报建设单位→建设单位审查后通知设计单位→设计单位认可后进行设计变更，将变更后的设计文件和设计变更通知单交建设单位→建设单位将以上文件交给监理单位→监理单位将以上文件交给施工单位→施工单位只有在接到监理工程师的变更令后方可变更。

(二) 合同评价

当合同约定内容完成后，承包方应进行总结与评价，内容应包括：**合同订立情况评价、合同履行情况评价、合同管理工作评价、合同条款评价**。

知识点三 工程索赔的处理原则

承包方必须掌握有关法律政策和索赔知识，进行索赔须做到：

- (1) 有正当索赔理由和充分证据。
- (2) 索赔必须以**合同**为依据，按施工合同文件有关规定办理。
- (3) 准确、合理地记录索赔事件并计算索赔工期、费用。

锦囊妙记 索赔必须发生在有合同关系的双方当事人之间。

知识点四 承包方索赔的程序

【提示】掌握前两个“28d”。

程序	内容
提出索赔意向通知	索赔事件发生28d内，向 监理工程师 发出 索赔意向通知 。合同实施过程中，凡不属于承包方责任导致项目拖延和成本增加事件发生后的28d内，必须以正式函件通知监理工程师，声明对此事件要求索赔，同时仍需遵照监理工程师的指令继续施工， 逾期提出时，监理工程师有权拒绝承包方的索赔要求
提交索赔申请报告及有关资料	发出索赔意向通知后，承包方应抓紧准备索赔的证据资料，包括事件的原因、对其权益影响的资料、索赔的依据，以及其他计算出该事件影响所要求的索赔额和申请工期延期的天数，并在 28d内 向 监理工程师 提交 索赔申请报告 及有关资料

程序	内容
审核 索赔申请	监理工程师在收到承包方送交的索赔报告和有关资料后,在 28d内给予答复 ,或要求承包方进一步补充索赔理由和证据。监理工程师在 28d内未给予答复或未对承包方作进一步要求 ,视为该项索赔已经认可
持续性 索赔事件	当 索赔事件持续进行时 ,承包方应当 阶段性地向监理工程师发出索赔意向通知 ,在 索赔事件终了后28d内 ,向监理工程师提出索赔的有关资料和 最终索赔报告

锦囊妙记 不可抗力影响到谁的东西,谁自认倒霉。

知识点五 索赔项目概述及起止日期计算方法(即:索赔原因)

施工过程中主要是**工期索赔**和**费用索赔**。

(一)延期发出图纸产生的索赔:一般只进行**工期索赔**。

(二)恶劣的气候条件导致的索赔:可分为**工程损失索赔**及**工期索赔**。

(三)工程变更导致的索赔。

(四)以承包方能力不可预见引起的索赔。

(五)由外部环境而引起的索赔:该类项目一般进行**工期**及**工程机械停滞费用**索赔。

属**发包方原因**,由于外部环境影响(如**征地拆迁**、**施工条件**、**用地的出入权和使用**权等)而引起的索赔。

(六)监理工程师指令导致的索赔。

(命题模式提示:(1)事件→可否索赔→理由;(2)事件→可否索赔→索赔项目。)

锦囊妙记 索赔项目包括**工期索赔**、**费用索赔**。

1. **工期索赔**:即**工期顺延**。

2. **费用索赔**

(1)人工费;(2)材料费;(3)设备费;(4)管理费;(5)利润。

知识点六 同期纪录

(1)索赔意向书提交后,就应从索赔事件起算日起至索赔事件结束日止,认真做好同期记录。**每天**均应有**记录**,并经现场**监理工程师的签认**;索赔事件造成现场损失时,还应留存好现场照片、录像资料。

(2)**同期记录的内容**有:事件发生及过程中**现场实际状况**;导致现场人员、设备闲置的清单;对**工期**的**延误**;对**工程损害程度**;导致**费用增加**的项目及所用的**工作人员**、**机械**、**材料数量**、**有效票据**等。

知识点七 最终报告应包括以下内容

(1)**索赔申请表**:填写索赔项目、依据、证明文件、索赔金额和日期。

- (2) **批复的索赔意向书**。
- (3) **编制说明**：索赔事件的起因、经过和结束的详细描述。
- (4) **附件**：与本项费用或工期索赔有关的各种往来文件，包括承包方发出的与工期和费用索赔有关的证明材料及详细计算资料。

知识点八 索赔台账

索赔台账应反映索赔发生的原因、索赔发生的时间、索赔意向提交时间、索赔结束时间、索赔申请工期和费用、监理工程师审核结果、发包方审批结果等内容。

知识点九 常见风险种类与识别

(一) 工程常见的风险种类

- (1) 工程项目的**技术、经济、法律**等方面的风险。
- ①现代工程规模大，功能要求高，需要新技术、新工艺、新设备；
- ②**承包商**面临风险：技术力量、施工力量、装备水平、工程管理水平不足，在投标报价和工程实施过程中存在一些失误；
- ③**承包商**资金供应不足，周转困难；
- ④在**国际**工程中还常常出现对当地**法律、语言**不熟悉，对技术文件、工程说明和范理解不正确或误解的情况。

(2) **业主资信风险**。应对业主的资信进行评价，以控制风险程度（如业主的业绩、管理运作能力、经济状况、信誉）。

(3) 外界环境的风险。

①【社会环境】在国际工程中，工程所在国**政治环境**的变化（如发生战争、禁运、罢工、社会动乱等造成工程中断或终止）；**经济环境**的变化（如通货膨胀、汇率调整、工资和物价上涨）；合同所依据的**法律变化**；

②【工程环境】**现场条件**复杂，干扰因素多；施工技术难度大，特殊的**自然环境**；**水电供应、建材供应**不能保证等。

(4) 合同风险。

(二) 合同风险因素的分类

- (1) 按风险**严峻程度**分为特殊风险（非常风险）和其他风险。
- (2) 按工程实施**不同阶段**分为投标阶段的风险、合同谈判阶段的风险、合同实施阶段的风险。
- (3) 按风险的**范围**分为**项目**风险、**国别**风险和**地区**风险。
- (4) 从风险的**来源性质**可分为**政治**风险、**经济**风险、**技术**风险、**商务**风险、**公共**关系风险和管理风险等。

经典考题

- 1.【2019】在施工合同常见的风险种类与识别中，水电、建材不能正常供应属于（ ）。
- A.工程项目的经济风险
B.业主资信风险
C.外界环境风险
D.隐含的风险条款



参考答案&解析

- 1.C 【学天解析】详见以上知识点。

知识点十 管理与防范措施

(1) 合同风险的规避

充分利用合同条款；增设保值条款；增设风险合同条款；增设有关支付条款；外汇风险的回避；减少承包方资金、设备的投入；加强索赔管理，进行合理索赔。

(2) 风险的分散和转移

向**保险公司**投保；向**分包商**转移部分风险。

(3) 确定和控制风险费

工程项目部必须加强成本控制，制定成本控制目标和保证措施。**编制成本控制计划**时，每一类费用及总成本计划都应适当留有余地。

1K420040 市政公用工程施工成本管理

知识点一 施工成本管理组织

(一) 管理的组织机构设置应符合下列要求：(1) 高效精干；(2) 分层统一；(3) 业务系统化；(4) 适应变化。

市政公用工程施工项目具有**多变性**、**流动性**、**阶段性**等特点，这就要求成本管理工作 and 成本管理组织机构随之进行相应调整，以使组织机构适应施工项目的变化。

(二) 企业和施工项目部应依据自身情况和实际需求进行选用，选用时应遵循以下原则：(1) 实用性原则；(2) 坚定性原则；(3) 灵活性原则；(4) 开拓性原则。

经典考题

1. 【2030】在设置施工成本管理组织机构时，要考虑到市政公用工程施工项目具有()等特点。
- A.多变性
B.阶段性
C.流动性
D.单件性
E.简单性



参考答案&解析

1.ABC 【学天解析】市政公用工程施工项目具有多变性、流动性、阶段性等特点，这就要求成本管理工作 and 成本管理组织机构随之进行相应调整，以使组织机构适应施工项目的变化。

知识点二 施工成本管理的流程

施工成本管理是项目的核心，是对工程项目施工成本活动过程的管理。

(一) 施工成本管理基本流程

施工成本管理的基本流程：成本**预测**→成本**计划**→成本**控制**→成本**核算**→成本**分析**→成本**考核**。

锦囊妙记 预计控核分考。

(二) 施工成本管理基本原则

- (1) **领导者推动**原则(企业领导和项目经理)
- (2) **以人为本，全员参与**原则
- (3) **目标分解，责任明确**的原则
- (4) 管理层次与管理内容(对象)**一致性**原则
- (5) 工程项目成本控制的**动态性**、**及时性**、**准确性**原则
- (6) 成本管理**信息化**原则

经典考题

- 1.【1817】下列施工成本管理流程中，正确的是（ ）。
- A.成本计划→成本预测→成本核算→成本控制→成本考核→成本分析
 B.成本分析→成本预测→成本计划→成本控制→成本考核→成本核算
 C.成本核算→成本分析→成本预测→成本计划→成本控制→成本考核
 D.成本预测→成本计划→成本控制→成本核算→成本分析→成本考核



参考答案&解析

1.D 【学天解析】施工成本管理的基本流程：
 成本预测→成本计划→成本控制→成本核算→成本分析→成本考核。

知识点三 施工成本目标控制主要依据

- (一) 工程承包合同
- (二) 施工成本计划
- (三) 进度报告
- (四) 工程变更

工程变更一般包括设计变更、进度计划变更、施工条件变更、技术规范与标准变更、施工顺序变更、工程数量变更等。

锦囊妙记 能识别出“背景资料”中的工程变更即可。

知识点四 成本分析的方法

方法	内容
比较法	比较法又称指标对比分析法
因素分析法	因素分析法又称连锁置换法或连环替代法。可用这种方法分析各种因素对成本形成的影响程度
差额计算法	差额计算法是因素分析法的一种简化形式，是利用各个因素的目标值与实际值的差额计算对成本的影响程度
比率法	比率法是用两个以上指标的比例进行分析的方法。常用的比率法有相关比率、构成比率和动态比率三种

1K420050 市政公用工程施工组织设计

1K420051 施工组织设计编制的注意事项

知识点一 中标后组织实施阶段的施工组织设计

(一) 基本规定

(1) 市政公用工程项目的施工组织设计是市政公用工程施工项目管理的重要内容，应经现场踏勘、调研，且在**施工前**编制。**大中型**市政公用工程项目还应编制**分部、分阶段**的施工组织设计。

(2) 施工组织设计必须经**企业技术负责人**批准方可实施，有变更时要及时办理**变更审批**。

锦囊妙记 施工组织设计的编审程序：

施工组织设计由**施工单位项目负责人**主持编制，经**施工单位技术负责人**审批，并加盖**企业公章**，再经**监理单位总监理工程师、建设单位项目负责人**审查后方可实施。

(二) 主要内容

- (1) 工程概况与特点。
- (2) 施工平面布置图。
- (3) 施工部署和管理体系。
- (4) 施工方案及技术措施：**施工方案**是施工组织设计的**核心部分**。
- (5) 施工质量保证计划。
- (6) 施工安全保证计划。
- (7) 文明施工、节能环保降耗保证计划以及辅助、配套的**施工措施**。

经典考题

1. 【1916】施工组织设计的核心部分是（ ）。

- A. 管理体系
- B. 质量、安全保证计划
- C. 技术规范及检验标准
- D. 施工方案

2. 【2017年案例1.1】背景资料（局部）

事件一：项目部将原已获批的施工组织设计中的施工部署：

非机动车道（双侧）→人行道（双侧）→挖孔桩→原机动车道加铺，改为：挖孔桩→非机动车道（双侧）→人行道（双侧）→原机动车道加铺。

【问题】事件一中，项目部改变施工部署需要履行哪些手续？



参考答案&解析

1.D 【学天解析】施工方案是施工组织设计的核心部分。

2.【参考答案】应履行手续：

施工部署是施工组织设计的主要内容之一，有变更时要及时办理变更手续。

1K420052 施工方案确定的依据

知识点一 施工方案主要内容

(1) 施工方法

施工方法（工艺）是施工方案的**核心内容**，具有**决定性**作用。

(2) 施工机具

(3) 施工组织

(4) 施工顺序

(5) 现场平面布置

科学的布置现场可以**减少材料二次搬运**和**频繁移动施工机具产生的现场搬运用费**，从而**节省开支**。

(6) 技术组织措施

季节性措施、四新（新技术、新工艺、新材料、新设备）技术措施等。

1K420053 专项施工方案编制与论证的要求

知识点一 超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围

《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第37号）和《住房城乡建设部办公厅关于实施〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知》（建办质【2018】31号）规定：

（一）施工单位应当在**危险性较大的分部分项工程施工前编制专项施工方案**；对于**超过一定规模**的危险性较大的分部分项工程，**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。

（二）超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围：

工程类型	范围
深基坑工程	开挖深度超过5m（含5m）的基坑（槽）的①土方开挖、②支护、③降水工程
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

工程类型	范围
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 。 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
脚手架工程	①搭设高度 50m 及以上的 落地式 钢管脚手架工程。 ②提升高度在 150m 及以上的 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
拆除工程	①码头、桥梁、高架、烟囱、水塔或拆除中容易引起有毒有害气体（液）体或粉尘扩散、易燃易爆事故发生的特殊建、构筑物的拆除工程。 ②文物保护单位建筑、优秀历史建筑或历史文化风貌区影响范围内的拆除工程
暗挖工程	采用 矿山法 、 盾构法 、 顶管法 施工的隧道、洞室工程
其他	①施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。 ② 跨度36m 及以上的 钢结构 安装工程，或跨度 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。 ③开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。 ④ 水下作业 工程。 ⑤重量 1000kN 及以上的大型结构整体顶升、平移、转体等施工工艺。 ⑥采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程

经典考题

1.【2018年案例5.4】背景资料（局部）

某公司承建一座城市桥梁工程。该桥跨越山区季节性流水沟谷，上部结构为三跨式钢筋混凝土结构，重力式U型桥台，基础均采用扩大基础；桥面铺装自下而上为厚8 cm钢筋混凝土整平层+防水层+粘层+厚7 cm沥青混凝土面层；桥面设计高程为99.630 m。桥梁立面布置如图5所示。

项目部编制的施工方案有如下内容：

（2）上部结构采用碗扣式钢管满堂支架施工方案。根据现场地形特点及施工便道布置情况，采用杂土对沟谷一次性进行回填，回填后经整平碾压，场地高程为90.180 m，并在其上进行支架搭设施工，支架立柱放置于20cm×20cm楞木上。支架搭设完成后采用土袋进行堆载预压。

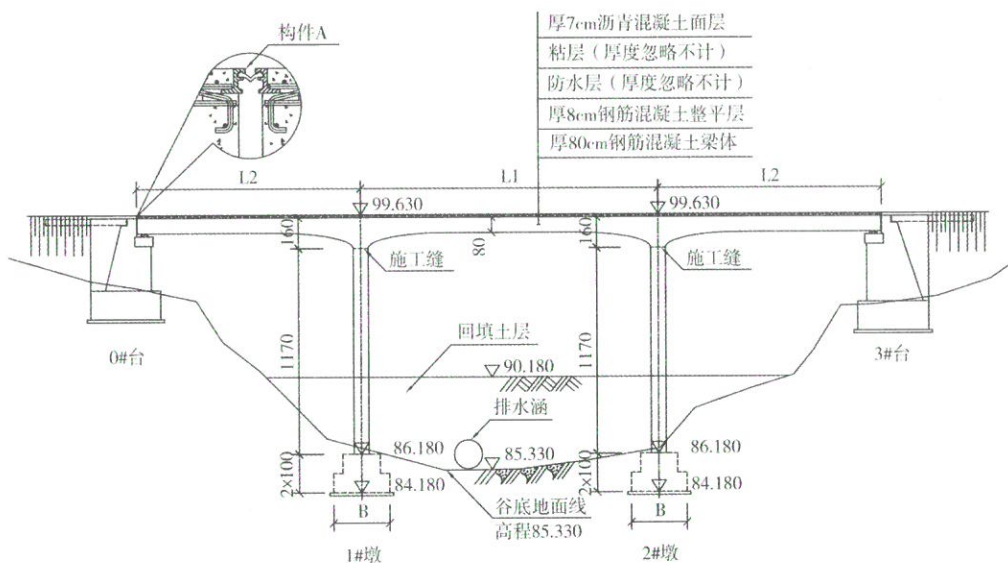


图5 桥梁立面布置示意图 (高程单位: m; 尺寸单位: cm)

【问题】根据施工方案(2),列式计算桥梁上部结构施工时应搭设满堂支架的最大高度;根据计算结果,该支架施工方案是否需要组织专家论证?说明理由。

2.【2017年案例1.2】背景资料(局部)

某施工单位承建城镇道路改扩建工程,全长2km,工程项目主要包括:

- (1) 原机动车道的旧水泥混凝土路面加铺沥青混凝土面层;
- (2) 原机动车道两侧加宽、新建非机动车道和人行道;
- (3) 新建人行天桥一座,人行天桥桩基共设计12根,为人工挖孔灌注桩,灌注桩的桩径、桩长见表1-1。

表1-1 桩径、桩长对照表

桩号	桩径 (mm)	桩长 (m)
①②③④	1200	21
⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫	1000	18

施工过程中发生如下事件:

事件二:项目部编制了人工挖孔桩专项施工方案,经施工单位总工程师审批后上报总监理工程师申请开工,被总监理工程师退回。

【问题】写出事件二中专项施工方案被退回的原因。

参考答案&解析

1.【参考答案】(1) 满堂支架搭设的最大高度=桥梁行车路面高程-桥梁建筑高度-场地高程=99.630-0.070-0.080-0.800-90.180=8.500m。

(2) 根据计算结果,该支架需要组织专家论证。

(3) 理由: 根据相关文件规定, 搭设高度5m及以上的模板支撑工程属于危险性较大的分部分项工程, 搭设高度8m及以上需要组织专家论证。根据背景资料的计算得出的支架搭设最大高度为 $8.500\text{m} > 8\text{m}$, 达到需专家论证的要求。

2.【参考答案】原因: 挖孔桩深度大于16米, 属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程, 需要通过专家论证后实施。

知识点二 专项方案编制

(1) 施工单位应当在危大工程施工前组织工程技术人员编制专项施工方案。

实行施工总承包的, 专项施工方案应当由**施工总承包单位**组织编制。危大工程实行分包的, 专项施工方案可以由相关专业分包单位组织编制。

(2) 专项施工方案应当由**施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章**, 并由**总监理工程师审查签字、加盖执业印章**后方可实施。

危大工程实行分包并由分包单位编制专项施工方案的, 专项施工方案应当由**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。

(3) 专项方案编制应当包括以下内容:

- 1) 工程概况;
- 2) 编制依据;
- 3) 施工计划;
- 4) 施工工艺技术;
- 5) 施工安全保证措施;
- 6) 施工管理及作业人员配备和分工;
- 7) 验收要求;
- 8) 应急处置措施;
- 9) 计算书及相关施工图纸。

知识点三 专项方案的专家论证

对于**超过一定规模的危大工程**, 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。实行施工总承包的, 由**施工总承包单位**组织召开**专家论证会**。**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**。

项目	内容
专家论证会的参会人员	(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) 总承包单位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。 【提示】 专家+参建各方的负责人及相关人员

项目	内容
专家组构成	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
论证报告	专项方案经论证后，专家组应当提交论证报告，对论证的内容提出 明确的意见 ，并在论证报告上 签字 。经专家论证后结论为“ 通过 ”的，施工单位可参考专家意见自行修改完善；结论为“ 修改后通过 ”的，专家意见要明确具体修改内容，施工单位应当 按照 （【 注意 】不是“ 参照 ”）专家意见进行修改，并履行有关 审核和审查手续 后方可实施，修改情况应及时告知专家

经典考题

1. 【2016年案例4.6】

【问题】项目部邀请了含本项目部技术负责人在内的四位专家对两个专项方案进行论证的结果是否有效？如无效请说明理由并写出正确做法。



参考答案&解析

1. 【参考答案】（1）论证结果无效。

（2）理由：本项目参建各方（或“五方”）的人员不得以专家身份参加论证会。

（3）正确做法：应当由5名以上符合相关专业要求的、非项目参建方的专家组成专家组。

知识点四 专项施工方案实施

（1）施工单位应当在施工现场显著位置**公告危大工程**名称、施工时间和具体责任人员，并在危险区域设置**安全警示标志**。

（2）专项施工方案实施前，**编制人员**或者**项目技术负责人**应当向**施工现场管理人员**进行**方案交底**。**施工现场管理人员**应当向**作业人员**进行**安全技术交底**，并由**双方**和**项目专职安全生产管理人员**共同**签字确认**。

（3）施工单位应当严格按照专项施工方案组织施工，**不得擅自修改专项施工方案**。因规划调整、设计变更等原因确需调整的，修改后的专项施工方案应当按照规定**重新审核和论证**。涉及资金或者工期调整的，建设单位应当按照约定予以调整。

锦囊妙记 专项施工方案的编审程序：

施工单位项目负责人主持编制→施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章→项目总监理工程师审查签字、加盖执业印章（→施工单位组织专家论证，并根据专家论证意见修改专项方案→施工单位技术负责人审核签字、盖章→项目总监理工程师审查签字、盖章）→实施。

【注意】回答专项施工方案的修改必须将原审批程序重新写一遍。

(4) 对于按照规定需要进行**第三方监测**的危大工程，**建设单位应当委托**具有相应勘察资质的单位进行监测。监测单位应当编制监测方案。监测方案由监测单位技术负责人审核签字并加盖单位公章，报送监理单位后方可实施。

(5) 对于按照规定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，方可进入下一道工序**。危大工程验收合格后，施工单位应当在施工现场明显位置设置验收标识牌，公示验收时间及责任人员。

经典考题

1. 【2020年案例5.1】背景资料（局部）

A公司承建某地下水池工程，为现浇钢筋混凝土结构。混凝土设计强度为C35，抗渗等级为P8。水池结构内设有三道钢筋混凝土隔墙，顶板上设置有通气孔及人孔。

A公司项目部将场区内降水工程分包给B公司。结构施工正值雨期，为满足施工开挖及结构抗浮要求，B公司编制了降排水方案，经项目部技术负责人审批后报送监理单位。

【问题】B公司方案报送审批流程是否正确？说明理由。



参考答案&解析

1. 【参考答案】（1）不正确；

（2）理由：应先由B公司（或“分包单位”）的技术负责人审批（或“签字”）、加盖单位公章，再由A公司（或“总包单位”）的技术负责人审批（或“签字”）、加盖单位公章，再送审。

1K420054 交通导行方案设计的要点

知识点一 交通导行方案实施

（一）获得**交通管理和道路管理部门的批准**后组织实施

（1）占用慢行道和便道要获得交通管理和道路管理部门的批准，按照获准的交通疏导方案**修建临时施工便线、便桥**。

（2）按照施工组织设计设置**围挡**，严格控制临时**占路范围和时间**，确保车辆行人安全顺利通过施工区域。

（3）按照有关规定设置临时**交通导行标志**，设置路障、隔离设施。

（4）组建现场**人员协助**交通管理部门疏导交通。

（二）交通导行措施

（1）严格划分**警告区、上游过渡区、缓冲区、作业区、下游过渡区、终止区**范围。

（2）统一设置各种**交通标志、隔离设施、夜间警示信号**。

（3）严格控制**临时占路时间和范围**，特别是分段导行时必须严格执行获准方案。

(4) 对**作业工人**进行安全教育、**培训**、考核，应与作业队签订《施工交通安全责任合同》。

(5) 依据现场变化，及时**引导交通车辆**，为行人提供方便。

(三) 保证措施

(1) 施工现场按照施工方案，在主要道路交通路口设**专职交通疏导员**，积极配合交通民警与协警搞好施工和社会交通的疏导工作；减少由于施工造成的交通堵塞现象。

(2) 沿街居民出入口要设置足够的**照明装置**，必要处搭设**便桥**，为保证居民出行和夜间施工创造必要的条件。

经典考题

1. 【2020年案例1.1-1.2】背景资料（局部）

某单位承建城市主干道大修工程，…接到任务后，项目部对现状道路进行综合调查，编制了施工组织设计和交通导行方案。并报监理单位及交通管理部门审批，导行方案如图1-2所示，因办理占道、挖掘等相关手续，实际开工日期比计划日期滞后2个月。

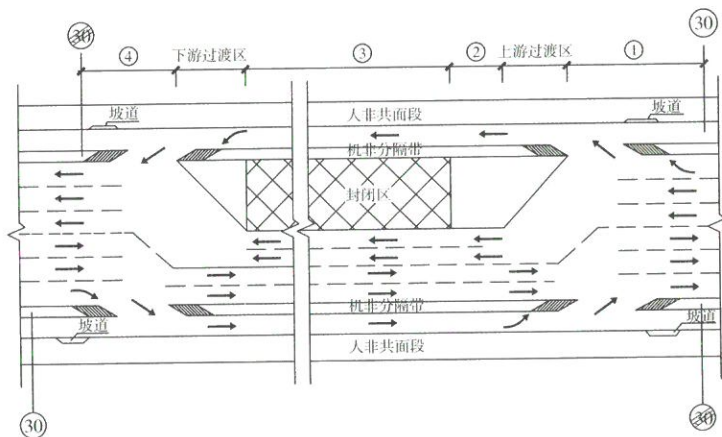


图1-2 左幅交通导行平面示意图

【问题】一、交通导行方案还需要报哪个部门审批？

二、根据交通导行平面示意图，请指图中①、②、③、④各为哪个疏导作业区？

2. 【2016年案例1.3-1.4】背景资料（局部）

为减少管道施工对交通通行的影响，项目部制定了交叉路口的交通导行方案，并获得交通管理部门和路政管理部门的批准。交通导行措施的内容包括：

(1) 严格控制临时占路时间和范围；

(2) 在施工区域范围内规划了警告区、终止区等交通疏导作业区域；

(3) 与施工作业队伍签订了《施工安全责任合同》。

【问题】一、交通疏导方案(2)中还应规划设置哪些交通疏导作业区域？

二、交通疏导方案中还应补充哪些措施？



参考答案&解析

1.【参考答案】一、交通导行方案还需要报道路管理部门批准。

二、①：警告区（或“警示区”）。②：缓冲区。③：作业区（或“工作区”）。
④：终止区。

2.【参考答案】一、交通疏导作业区域还包括：上游过渡区、缓冲区、作业区、下游过渡区。

二、交通疏导方案中还应补充：

- （1）统一设置各种交通标志、隔离设施、夜间警示信号；
- （2）对作业工人进行安全教育、培训、考核；
- （3）依据现场变化，及时引导交通车辆，为行人提供方便；
- （4）在路口设专职交通疏导员；
- （5）沿街居民出入口设置照明装置、搭设便桥。

1K420060 市政公用工程施工现场管理

1K420061 施工现场布置与管理的要点

知识点一 施工现场的平面布置与划分

(一) 平面布置的内容

- (1) 施工图上所有地上、地下建筑物、构筑物以及其他设施的平面位置。
- (2) 给水、排水、供电管线等临时位置。
- (3) 生产、生活临时区域及和仓库、材料构件、机具设备堆放位置。
- (4) 现场运输通道、便桥及安全消防临时设施。
- (5) 环保、绿化区域位置。
- (6) 围墙(挡)与入口(至少要有两处)位置。

知识点二 施工现场封闭管理

(一) 封闭管理的原因

未封闭管理的施工现场的作业条件差,不安全因素多,在作业过程中既容易伤害作业人员,也容易伤害现场以外的人员,因此,施工现场必须实施封闭式管理,将施工现场与外界隔离,以保护环境、美化市容。

锦囊妙记 施工现场封闭管理的要求:

- (1) 作业区、围挡;
- (2) 警示标志;
- (3) 专人值守;
- (4) 非作业人员严禁入内。

(二) 围挡(墙)

(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、金属材板等**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**,且应符合当地主管部门有关规定。

(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。

(5) **雨后、大风后**以及**春融季节**应当**检查围挡的稳定性**,发现问题及时处理。

(三) 大门和出入口

(1) 施工现场应当有固定的出入口,出入口处应设置**大门**,并应在适当位置留有供紧急疏散的出口。

(2) 施工现场的大门应牢固美观,大门上应标有**企业名称或企业标识**。

(3) 出入口应当设置**专职门卫及安保人员**,制定**门卫管理制度**及**交接班记录制度**。

(4) 施工现场的进口处应有整齐明显的“五牌一图”。

- 1) 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**，制作文明施工承诺牌，内容包括：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。

2) 一图——**施工现场总平面图**。可根据情况再增加其他牌图，如工程效果图、项目部组织机构及主要管理人员名单图等。

(四) 警示标牌布置与悬挂

安全警示标志的类型、数量应当根据危险部位的性质不同，设置不同的安全警示标志。

禁止标志	禁止烟火、禁止吸烟	指令标志	必须戴安全帽
警告标志	当心触电、当心伤手	指示标志	设置安全通道

经典考题

- 【1917】在施工现场入口处设置的戴安全帽的标志，属于()。
 - 警告标志
 - 指令标志
 - 指示标志
 - 禁止标志
- 【1828】施工现场“文明施工承诺牌”的基本内容包括()。
 - 泥浆不外流
 - 轮胎不沾泥
 - 管线不损坏
 - 渣土不乱抛
 - 红灯不乱闯



参考答案&解析

- B 【学天解析】注意区分警告标志与指令标志。
- ABCD 【学天解析】文明施工承诺牌，内容包括：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。

知识点三 临时设施种类

- (1) **办公**设施，包括办公室、会议室、门卫传达室等。
- (2) **生活**设施，包括宿舍、食堂、厕所、淋浴室、小卖部、阅览娱乐室、卫生保健室等。
- (3) **生产**设施，包括材料仓库、防护棚、加工棚(站、厂，如混凝土搅拌站、砂浆搅拌站、木材加工厂、钢筋加工厂、机具(械)维修厂等)、操作棚等。
- (4) **辅助**设施，包括道路、院内绿化、旗杆、停车场、现场排水设施、消防安全设施、围墙、大门等。

1K420062 环境保护管理的要点

知识点一 管理主要内容与要求

(一) 防治大气污染

(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) 使用**密目式安全网**对在建建筑物、构筑物进行封闭。拆除旧有建筑物、构筑物时, 应采用隔离、洒水等措施防止施工过程扬尘, 并应在规定期限内将废弃物清理完毕。

(3) 不得在施工现场熔融沥青。严禁在施工现场焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。

(4) 施工现场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, 洒水降尘。

(5) 施工现场混凝土搅拌场所应采取**封闭、降尘**措施; 水泥和其他易飞扬的细颗粒建筑材料应密闭存放, 砂石等散料应采取**覆盖**措施。

(6) 施工现场应设置**密闭式垃圾站**, 施工垃圾、生活垃圾应分类存放, 并及时清运出场; 施工垃圾的清运, 应采用专用封闭式容器吊运或传送, **严禁凌空抛撒**。

(7) 从事土方、渣土、砂石、灰浆和施工垃圾等散装、流体物料运输的车辆应采取密闭或覆盖措施, 并按规定路线行驶; 现场出入口处应采取**保证车辆清洁**的措施; 设**专人清扫社会交通路线**。

(8) 城区、旅游景点、疗养区、重点文物保护单位及人口密集区的施工现场应使用清洁能源; 施工现场的机具设备、车辆的尾气排放应符合国家环保排放标准要求。

(二) 防治水污染

(1) 施工场地应设置排水沟及沉淀池, 污水、泥浆必须防止泄露外流污染环境; 按照规定排入市政污水管道或河流, 泥浆应采用**专用罐车**外弃。

(2) 现场存放的油料、化学溶剂等应设有专门的库房, 地面应进行**防渗漏**处理。

(3) 食堂应设置**隔油池**, 并应及时清理。

(4) 厕所的化粪池应进行**抗渗处理**。

(5) 食堂、盥洗室、淋浴间的下水管线应设置**隔离网**, 应与市政污水管线连接, 保证排水通畅。

(6) 给水管道**严禁取用污染源施工**, 如施工管段距离污染水水域较近时, 须严格控制污染水进入管道。如不慎污染管道, 应按有关规定处理。

(三) 防治施工噪声污染

(1) 施工现场应按照现行国家标准制定降噪措施, 各单位应依据程序、文件规定对施工现场的噪声值进行**监测和记录**。

(2) 施工现场的**强噪声设备**宜设置在**远离居民区**的一侧。

(3) 对因生产工艺要求或其他特殊需要, 确需在**22时一次日6时**期间进行强噪声施工的, 施工前**建设单位和施工单位**应到有关部门提出申请, 经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**。

(4) 夜间运输材料的车辆进入施工现场, **严禁鸣笛**, 装卸材料应做到**轻拿轻放**。

(5) 对使用时产生噪声和振动的施工机具, 应当采取**消声、吸声、隔声**等有效控制和降低噪声; **禁止在夜间进行打桩作业**; 在规定的时间内不得使用空压机等噪声大的机具设备, 如必须使用, 需采用**隔声棚降噪**。

(四) 防治施工**固体废弃物**污染

(1) 运输砂石、土方、渣土和建筑垃圾的施工车辆, 在出场前一律用**苫布覆盖**, 要采取**密封、避免泄露、遗撒**, 并按**指定地点**倾卸, 防止固体废物污染环境。

(2) 运送车辆**不得装载过满**; 车辆出场前设**专人检查**, 在场地出口处设置**洗车池**, 待土方车出口时将**车轮冲洗干净**; 应要求司机在**转弯、上坡时减速慢行**, **避免遗撒**; 安排**专人对土方车辆行驶路线进行检查**, **发现遗撒及时清扫**。

(五) 防治施工**照明**污染

(1) 夜间施工严格按照建设行政主管部门和有关部门的规定, **未经批准, 禁止夜间施工**。

(2) 对施工照明器具的种类、灯光亮度应严格控制, 现场照明灯具应配备**定向照明灯罩**, 使用前调整好照射角, **不得射入居民家**, 夜间施工照明灯罩使用率达**100%**。

经典考题

1. 【2017年案例5.5】背景资料(局部)

施工区域项目部采取了以下环保措施: 对现场临时路面进行硬化, 散装材料进行覆盖。临时堆土采用密目网进行覆盖。

夜间施工部进行露天焊接作业, 控制好照明装置灯光亮度。

【问题】结合背景资料, 补充项目部应采取的环保措施。



参考答案&解析

1. 【参考答案】环保措施还应包括:

- (1) 土方、渣土运输应采用密闭式运输车或进行严密覆盖。
- (2) 出入口清洁车辆。
- (3) 设专人清扫社会道路。
- (4) 夜间装卸材料做到轻拿轻放。
- (5) 对产生噪音的设备采取消声、吸声、隔声等降噪措施。

1K420063 劳务管理的有关要点

知识点一 管理措施及管理方法

(一) 管理措施

(1) 劳务企业要与劳务人员依法签订**书面劳动合同**, 明确双方权利义务、工资支

付标准、支付形式、支付时间和项目。应将劳务人员**花名册、身份证、劳动合同文本、岗位技能证书**复印件报总包方项目部备案，并确保人、册、证、合同、证书相符统一。劳务队的劳务工必须符合国家规定的用工条件，对关键岗位和特种作业人员，必须持有相应的**职业（技术）资格证书或国家认可的操作证书**。人员有变动的要及时变动花名册、并向总包方办理变更备案。**无身份证、无劳动合同、无岗位证书**的“三无”人员不得进入现场施工。

(2) 加强劳务企业注册、准入、选用、监督、考核、评价以及分类、建档、编号等工作，现场**一线作业人员年龄不得超过50周岁，辅助作业人员不得超过55周岁**，要逐人建立劳务人员入场、继续教育**培训档案**，档案中应记录**培训内容、时间、课时、考核结果、取证**情况，并注意动态维护、确保资料完整、齐全。项目部要定期检查劳务人员培训档案，了解培训开展情况，抽查检验培训效果。

(3) 劳务企业要根据劳务人员花名册编制考勤表，每日点名考勤；逐人记录工作量完成情况，并定期制定考核表。**考核表**须报总包方项目部备案。进入现场施工的劳务人员要佩戴工作卡，**工作卡**应注明**姓名、身份证号、工种、所属劳务企业**。没有佩戴工作卡的人员**不得进入现场施工**。

(4) 劳务企业要根据劳务人员考勤表**按月编制工资发放表**，记录工资支付时间、支付金额，经本人签字确认后，**张贴公示**。劳务人员工资发放表须报**总包方项目部备案**。

(5) 劳务企业要按照施工所在地政府要求，根据劳务人员花名册为劳务人员缴纳**社会保险**，并将缴费收据复印件、缴费名单报总包方项目部备案。

(6) 提高劳务队伍文化，搞好文明施工。

(二) 管理方法

(1) IC卡

IC卡可实现如下管理功能：

- 1) **人员信息管理**；
- 2) **工资管理**；
- 3) **考勤管理**；
- 4) **门禁管理**。

(2) 监督检查

1) 项目部应**每月进行一次**劳务实名制管理检查，检查内容主要如下：

- ①**劳务管理员**身份证、上岗证；
- ②**劳务人员**花名册、身份证、岗位技能证书、劳动合同证书；
- ③**考勤表、工资表、工资发放公示单**；
- ④**劳务人员**岗前培训、继续教育**培训记录**；
- ⑤**社会保险缴费凭证**。不合格的劳务企业应限期进行整改，逾期不改的要予以处罚。

2) 各法人单位应**每季度进行一次**项目部**实名制管理检查**。

1K420070 市政公用工程施工进度管理

知识点一 施工进度计划编制

(一) 工程进度计划方法

常用的表达工程进度计划方法有**横道图**和**网络计划图**两种形式。

补充：施工组织方式：

- (1) **依次施工**：单位时间的资源消耗最小，但**工期最长**。
- (2) **平行施工**：**工期最短**，但单位时间的资源消耗最大。
- (3) **流水施工**：专业化施工；**工期**、单位时间的资源消耗**居中**。

一、横道图进度计划备考要求：

- (1) 要求给工序，会**绘制横道图**（【注意】“**间歇时间**”）。
- (2) 要求会用最大差法（即：**累加数列错位相减最大差法**）**计算流水步距**，并**绘制无节奏流水施工横道图**。
- (3) 要求会根据横道图确定**工期**。

二、双代号网络图进度计划备考要求：

- (1) 要求会绘制**双代号网络图**（通常考补绘）。
- 【注意】①紧前、紧后工作的应用；
- ②虚工作的应用。
- (2) 要求会计算双代号网络图的**工期**，确定**关键线路**、**关键工作**。

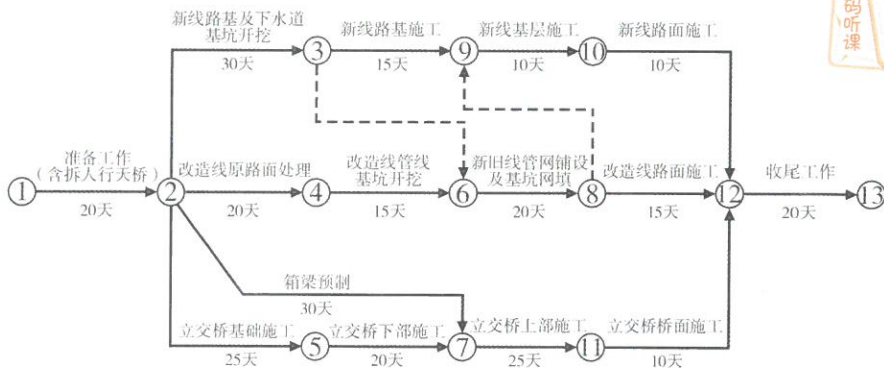
经典考题

一、双代号网络图

某公司承接了某城市道路的改扩建工程。工程中包含一段长240m的新增路线（含下水道200m）和一段长220m的路面改造（含下水道200m），另需拆除一座旧人行天桥，新建一座立交桥。工程位于城市繁华地带，建筑物多，地下管网密集，交通量大。

新增线路部分地下水位位于-4.0m处（原地面高程为±0.0m），下水道基坑设计底高程为-5.5m，立交桥上部结构为预应力箱梁，采用预制吊装施工。

项目部组织有关人员编写了施工组织设计（其中进度计划见图1）。



施工中，发生了如下导致施工暂停的事件：

事件一：在新增路线管网基坑开挖施工中，业主提供的地下管网资料标注的城市主供水管和光电缆位于-3.0m处，但由于标识的高程和平面位置的偏差，导致供水管和光电缆被挖断，使开挖施工暂停14天。

事件二：在改造路面施工中，由于摊铺机设备故障，导致施工中断7天。

【问题】

- 1.计算工程总工期，并指出关键线路（指出节点顺序即可）。
- 2.分析施工中先后发生的两次事件的工期能否索赔，并说明理由。



二、横道图

某项目部承建一项新建城镇道路工程，指令工期100d。

道路工程施工在雨水管道主管铺设、检查井砌筑完成、沟槽回填土的压实度合格后进行。项目部将道路车行道施工分成四个施工段和三个主要施工过程（包括路基挖填、路面基层、路面面层），每个施工段、施工过程的作业天数如表1-1。工程部按流水作业计划编制的横道图如表1-2，并组织施工，路面基层采用二灰混合料，常温下养护7d。

表1-1 施工段、施工过程及作业天数计划表

作业天数 (d)	施工段			
	①	②	③	④
路基挖填	10	10	10	10
路面基层	10	20	20	20
路面面层	5	5	5	5

表1-2 新建城镇道路施工进度计划横道图

施工过程	施工段 (d)																					
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
路基挖填	①	②	③	④																		
路面基层																						
路面面层																						

【问题】

1.按表1-1、表1-2所示，补画路面基层与路面面层的横道图线（将表1-2复制到答题卡上作画，在试卷上作答无效）。确定路基挖填与路面基层之间及路面基层与路面面层之间的流水步距。

2.该项目计划工期为多少天？是否满足指令工期？



参考答案&解析

一、【参考答案】1.工程总工期为120天。关键线路为：①→②→⑤→⑦→⑩→⑫→⑬。

2.①事件一索赔工期4天。理由：原有地下管网资料由业主提送，并应保证资料的准确性，所以承包人应获得工期索赔。

②事件二施工单位自己的责任，不能进行工期索赔。

二、1.（1）补画横道图线：

施工过程	施工段 (d)																					
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
路基挖填	①	②	③	④																		
路面基层			①				②				③				④							
路面面层																	①	②	③	④		

（2）路基挖填与路面基层之间的流水步距= $\max\{10, (20-20), (30-40), (40-60), -80\}d=10d$ 。

（3）路面基层与路面面层之间的流水步距= $\max\{20, (40-5), (60-10), (80-15), -20\}d=65d$ 。

2.（1）计划工期=最后一道施工过程在各施工段的作业时间和+路基挖填与路面基层之间的流水步距+路面基层与路面面层之间的流水步距+间歇时间= $(5d+5d+5d+5d)+10d+65d+7d=102d$ 。

（2）不满足指令工期。

知识点二 进度计划控制与实施

（一）计划控制

（1）控制性计划

年度和季度施工进度计划，均属**控制性计划**，是确定并控制项目施工总进度的重要节点目标。

（2）实施性计划

月、旬（或周）施工进度计划是**实施性**的作业计划。作业计划应分别在每月、旬（或周）末，由项目部提出目标和作业项目，通过工地例会协调之后编制。

知识点三 进度调整（结合网络图考查进度滞后的具体措施）

（1）跟踪进度计划的实施并进行监督，当发现进度计划执行受到干扰时，应及时

采取调整计划措施。

(2) 施工进度计划在实施过程中进行的必要调整必须依据施工进度计划检查审核结果进行。调整内容应包括:

①**工程量**、②**起止时间**、③**持续时间**、④**工作关系**(提示:依次施工、流水施工、平行施工;工艺关系×、组织关系√)、⑤**资源供应**。

(3) 在施工进度计划调整中,工作关系的调整主要是指**施工顺序的局部改变或作业过程相互协作方式**的重新确认,目的在于充分利用施工的时间和空间进行合理交叉衔接,从而达到控制进度计划的目的。

锦囊妙记 一、进度调整案例分析题(文字描述型)的答题思路:

(1) 增加资源供应,缩短工作持续时间;

(2) 调整工作关系——依次施工的工期>流水施工的工期>分段平行施工的工期。

二、进度调整案例分析题(优化网络图型)的答题思路:

(1) 找出关键线路,缩短关键线路上关键工作的持续时间;

(2) 调整工作关系。

①依次施工→流水施工→平行施工;

②调整工作间的组织关系。

1K420080 市政公用工程施工质量管理

知识点一 质量计划应包括的内容

- (一) 质量控制流程
- (1) 实施班组**自检**、工序或工种间**互检**、**专业检查**的“三检制”流程。
 - (2) 明确施工项目部内、外部(监理)验收及隐蔽工程验收程序。
 - (3) 确定分包工程的质量控制流程。
 - (4) 确定更改和完善质量保证计划的程序。
 - (5) 确定评估、持续改进流程。

知识点二 质量计划实施基本规定

- (1) ①**总包方**就工程施工质量和质量保修工作**向发包方负责**。
 - ②分包工程的质量由**分包方向承包方负责**。
 - ③总包方就分包方的工程质量向发包方承担**连带责任**。
 - ④**分包方**应**接受总包方**的**质量管理**。
- (2) 质量控制应实行**样板制**和**首段验收制**。施工过程中均应按要求进行自检、互检和专检。施工中,前一分项工程未经验收合格严禁进行后一分项工程施工。
- (3) 施工项目部应建立质量责任制和考核评价办法。

知识点三 质量管理与控制

- (一) 按照施工阶段划分质量控制目标和重点
- (1) 施工准备阶段质量控制,重点是质量计划和技术准备。
 - (2) 施工阶段质量控制,应随着工程进度、施工条件**变化**确定重点。
 - (3) 分项工程成品保护,重点是不同施工阶段的成品保护。
- (二) 控制方法
- 应在施工过程中确定**关键工序**及**特殊过程**并明确其质量控制点及控制措施。影响施工质量的因素包括与施工质量有关的人员、施工机具、建筑材料、构配件和设备、施工方法和环境因素。

知识点四 质量计划的验证

- (1) **项目技术负责人**应定期组织项目管理人员进行内部质量审核,验证质量计划的实施效果,当存在问题或隐患时,应提出解决措施。
- (2) 对重复出现的不合格质量问题,责任人应按规定承担责任,并应依据验证评价的结果进行处罚。
- (3) 质量控制应坚持“质量第一,预防为主”的方针,实施“**计划、执行、检查、处理**”(PDCA)循环工作方法,不断改进过程控制。

知识点五 施工准备阶段质量管理内容

项目	内容
组织准备	<p>(1) 建立以项目经理为第一责任人的管理组织机构和质量管理体系,明确各级岗位责任制及职能分工。</p> <p>(2) 在满足施工质量和进度前提下合理组织和安排施工队伍。</p> <p>(3) 施工项目部组织全体施工人员进行质量管理和质量标准的培训,并应保存培训记录</p>
技术管理准备	<p>(1) 建设单位负责提供完整的通过审查的施工图纸、地质勘察报告等相关技术资料,施工项目部收集整理,指定专人管理并公布有效件清单。</p> <p>(2) 图纸会审。建设单位负责组织并记录,设计单位对图纸内容及相关问题进行交底。</p> <p>(3) 工程开工前,编制施工组织设计、施工方案编制计划、质量计划、试验检验及设备调试工作计划、样板制作计划等。</p> <p>(4) 根据施工组织,分解和确定各阶段质量目标和质量保证措施。</p> <p>(5) 确认分项、分部和单位工程的质量检验与验收程序、内容及标准等</p>
物资准备	—
现场准备	<p>(1) 工程开工前,完成场地整平、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。</p> <p>(2) 做好设计、勘测的交桩和交线工作,建立施工控制网并测量放样。</p> <p>(3) 建设符合国家及地方标准要求的现场试验室。</p> <p>(4) 按照交通疏导(行)方案修建临时施工便线、导行临时交通。</p> <p>(5) 根据现场施工条件及实际需要,搭建现场生产、生活、办公等临时设施</p>
资金准备	根据 施工进度计划 编制资金使用计划

知识点六 施工质量因素控制

- (一) 施工**人员**控制
- (二) **材料**的质量控制
- (三) **机具**(械)设备的质量控制

知识点七 施工过程质量控制

项目	内容
分项工程(工序)控制	<p>(1) 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。</p> <p>(2) 在施工过程中,施工方案、技术措施及设计变更实施前,项目技术负责人应对执行人员进行书面交底</p>
特殊过程控制	<p>(1) 依据一般过程质量控制要求编制针对性作业指导书。</p> <p>(2) 编制的作业指导书,应经项目部或企业技术负责人审批后执行</p>

项目	内容
不合格产品控制	<p>(1) 控制不合格品进入项目施工现场。</p> <p>(2) 对发现的不合格产品和过程, 应按规定进行鉴别, 标识、记录、评价和处置。</p> <p>(3) 不合格处置应根据不合格程度, 按返工、返修, 让步接收, 降级使用, 拒收(报废) 四种情况进行处理。构成等级质量事故不合格的, 应按国家法律、行政法规进行处理。</p> <p>(4) 对返修或返工后的产品, 应按规定重新进行检验和试验, 并应保存记录。</p> <p>(5) 进行不合格让步接收时, 工程施工项目部应向发包方提出书面让步接收申请, 记录不合格程度和返修的情况, 双方签字确认让步接收协议和接收标准。</p> <p>(6) 对影响建筑主体结构安全和使用功能不合格的产品, 应邀请发包方代表或监理工程师、设计人, 共同确定处理方案, 报工程所在地建设主管部门批准。</p> <p>(7) 检验人员必须按规定保存不合格控制的记录</p>

锦囊妙记 作业指导书:

- ①由熟悉该项施工的专业技术人员编制;
- ②由施工单位/项目技术负责人审核签字;
- ③现场严格按作业指导书操作。

1K420140 市政公用工程施工安全管理

知识点一 安全风险评估

(一) 市政公用工程特点与安全控制重点

(1) 高处坠落、物体打击、触电、机械伤害、坍塌、中毒和窒息、火灾是市政公用工程施工项目最常见的职业伤害事故。

1) 高处坠落是作业人员从2m以上(含2m)的高处发生坠落造成人身伤亡的事故。根据高处作业人员工作时所处的部位不同,常见的高处作业坠落事故易发生在临边作业、“四口”(楼梯口、电梯口、预留洞口、通道口)作业、攀登作业、悬空作业、操作平台作业等处。

(2) 影响施工安全生产的因素主要有:

施工中人的不安全行为、物的不安全状态、作业环境的不安全因素和管理缺陷。项目部应从人、物、环境和管理等方面采取有针对性的控制,把好安全生产“六关”,即措施关、交底关、教育关、防护关、检查关、改进关。

1) 环境因素包括:工程技术环境(如地质、水文、气象等),工程作业环境(如作业面大小、防护设施、通风、通信等),现场自然环境(如冬期、雨期等),工程周边环境(如邻近地下管线、建(构)筑物等)。

(二) 安全风险识别

施工过程的危险、有害因素分为:人的因素、物的因素、环境因素、管理因素。

(三) 安全风险等级评价

安全风险等级由安全风险发生概率等级和安全风险损失等级间的关系矩阵确定。

安全风险损失等级包括直接经济损失等级、周边环境影响损失等级以及人员伤亡等级,当三者同时存在时,以较高的等级作为该风险事件的损失等级。

(1) 概率等级:

风险事件发生概率描述及其等级表

描述	等级	发生概率区间
非常可能	1级	$0.1 \leq P \leq 1$
可能	2级	$0.01 \leq P < 0.1$
偶尔	3级	$0.001 \leq P < 0.01$
不太可能	4级	$0 \leq P < 0.001$

(2) 损失等级:

直接经济损失等级

损失等级	1级	2级	3级	4级
经济损失(万元)	$EL \geq 10000$	$5000 \leq EL < 10000$	$1000 \leq EL < 5000$	$EL < 1000$

注:EL指经济损失;参考《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令493号)。

周边环境影响损失等级表

损失等级	涉及范围	影响描述程度
1级	很大	周边环境发生严重污染或破坏
2级	大	周边环境发生较重污染或破坏
3级	一般	周边环境发生轻度污染或破坏
4级	很小	周边环境发生少量污染或破坏

注：周边环境指自然环境、周边场地及邻近建（构）筑物、市政设施等。

人员伤亡等级

损失等级	1级	2级	3级	4级
人员伤亡	是指造成30人以上死亡，或者100人以上重伤	10人以上30人以下死亡，或者50人以上100人以下重伤	3人以上10人以下死亡，或者10人以上50人以下重伤	3人以下死亡，或者10人以下重伤

注：①表中文字“以上”包括本数，“以下”不包括本数；②重伤包括急性工业中毒。

(3) 安全风险等级评价：

1) 安全风险评价分为4个等级：①一级风险——风险等级最高，风险后果是灾难性的，并造成恶劣社会影响和政治影响。

②二级风险——风险等级较高，风险后果严重，可能在较大范围内造成破坏或人员伤亡。

③三级风险——风险等级一般，风险后果一般，可能造成破坏的范围较小。

④四级风险——风险等级较低，风险后果在一定条件下可以忽略，对工程本身以及人员等不会造成较大损失。

2) 通过风险概率和风险损失综合评估得出的风险等级应符合下表的规定。

风险等级矩阵表

风险等级		损失等级			
		1	2	3	4
概率等级	1	I级	I级	II级	II级
	2	I级	II级	II级	III级
	3	II级	II级	III级	III级
	4	II级	III级	III级	IV级

经典考题

1. 【1730】工程施工过程中，影响施工安全生产的主要环境因素有（ ）。

- A. 水文地质
- B. 项目人文氛围
- C. 防护设施
- D. 冬雨期施工
- E. 邻近建（构）筑物



参考答案&解析

1.ACDE 【学天解析】环境因素包括：工程技术环境（如地质、水文、气象等），工程作业环境（如作业面大小、防护设施、通风、通信等），现场自然环境（如冬期、雨期等），工程周边环境（如邻近地下管线、建构筑物等）。针对环境条件，采取必要的措施，是控制环境对施工安全影响的重要保证。

知识点二 安全生产管理要点

（一）一般规定

（1）认真贯彻“**安全第一，预防为主，综合治理**”的安全生产方针。

（二）安全生产管理体系

（1）企业应当设置独立的安全生产管理机构，配备**专职安全生产管理人员**。

工程项目应建立以**项目负责人为组长**的**安全生产领导小组**，实行施工总承包的，安全生产领导小组由**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。

项目**专职安全生产管理人员**具有以下**主要职责**：（考查案例分析题）

- 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。

（2）总承包单位配备项目专职安全生产管理人员应当满足下列要求：（案例分析题人数判定）

土木工程、线路管道、设备安装工程按照**工程合同价**配备：

合同价	5000万元以下	5000万元以上，1亿元以下	1亿元以上
专职安全员人数	≥1名	≥2名	≥3名

（3）分包单位配备项目专职安全生产管理人员应当满足下列要求：

施工人员数量	专业承包单位	劳务分包单位		
	依据工程量、危险程度	50人以下	50~200人	200人以上
专职安全员人数	至少1名	1名	2名	≥3名，且不得少于工程施工人员总数的5%

（4）总承包与分包安全管理责任：（案例考查）

1) 实行总承包的项目，**安全控制由总承包方负责**，**分包方应服从总承包方管理**，落实总承包企业的安全生产要求。

总承包方对分包方的安全生产责任包括：

①**审查**分包方的**安全施工资格**和安全生产保证体系，不应将工程分包给不具备安全

生产条件的分包方；

②在分包合同中应**明确**分包方**安全生产责任**和义务；

③对分包方提出**安全要求**，并认真**监督**，检查；

④对违反安全规定冒险蛮干的分包方，应令其**停工整改**；

⑤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。

2) 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，认真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。

(三) **安全生产责任制**

项目部应建立**安全生产责任制**，逐级**全员签约**，将**安全责任**落实到每一个人、每一个岗位，并建立**安全生产责任制考核制度**，定期进行考核。

1) 项目负责人：是项目工程**安全生产第一责任人**，负全面领导责任。

2) 项目技术负责人：对项目的**安全生产负技术责任**。

3) 专职安全员：**负责安全生产，并进行现场监督检查；发现安全事故隐患，应当及时向项目负责人和安全生产管理机构报告；对于违章指挥、违章作业的，应当立即制止。**

(四) **安全培训教育**

(1) 项目安全培训教育率应实现**100%**。

(2) 项目应建立**安全培训教育制度**，对**管理人员和作业人员**的安全培训教育情况记入档案。安全培训教育考核不合格的人员，不得上岗。

(3) 企业的主要负责人、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**或者其他有关部门考核合格后方可任职。

(4) 新进场的工人，必须接受**公司、项目、班组**的**三级安全培训教育**，经考核合格后，方能上岗。

(5) 其他安全培训教育：

1) 班前安全活动交底。

2) 季节性施工安全教育。

3) 节假日安全教育。

4) 特殊情况安全教育。

(6) 持证上岗：**项目经理、专职安全员和特种作业人员**，必须经**行业主管部门**培训考核合格，取得相应资格证书，方可上岗作业，并按规定年限进行**延期审核**。

(五) **安全技术管理措施**

施工负责人在分派施工任务时，应对相关**管理人员、施工作业人员**进行**书面安全技术交底**。安全技术交底应符合下列规定：

1) 安全技术交底应按**施工工序、施工部位、分部分项工程**进行。

2) 安全技术交底应结合**施工作业场所状况、特点、工序**，对**危险因素、施工方案、规范标准、操作规程和应急措施**进行交底。

3) 安全技术交底是法定管理程序，必须在**施工作业前**进行。安全技术交底应留有

书面材料，由交底人、被交底人、专职安全员进行签字确认。

锦囊妙记 安全技术交底

“安全”→危险因素、应急措施；

“技术”→施工方案、规范标准、操作规程。

(1) 交底要求

施工作业前，施工单位的施工负责人向所有管理人员、作业人员交底，交底必须书面，由交底人、被交底人、专职安全员签字，并存档。

(2) 交底内容

危险因素、施工方案、规范标准、操作规程、应急措施等。

(六) 设备管理

(1) 工程项目要严格设备**进场验收工作**。中小型机械设备由施工员会同专业技术人员管理人员和使用人员共同验收；**大型设备、成套设备**在项目部自检自查基础上报请**企业**有关管理部门，组织企业技术负责人和有关部门验收；**塔式或门式起重机、电动吊篮、垂直提升架**等重点设备应组织**第三方具有相关资质**的单位进行验收。检查技术文件包括各种**安全保护装置及限位装置说明书、维修保养及运输说明书、产品鉴定及合格证书、安全操作规程**等内容，并建立**机械设备档案**。

(2) 项目部应根据现场条件设置相应的**管理机构**，配备设备**管理人员**，设备出租单位应派驻**设备管理人员**和**维修人员**。

(3) 设备操作和维护人员必须经过专业技术培训，考试合格且取得相应操作证后，持证上岗。机械设备使用实行**定机、定人、定岗位**责任的“**三定**”制度。

(4) 按照安全操作规程要求作业，任何人**不得违章指挥和作业**。

(5) 施工过程中项目部要**定期检查和不定期巡回检查**，确保机械设备正常运行。

(七) 应急救援预案与组织计划

(1) 项目部制定施工现场生产安全事故应急救援预案。实行施工总承包的由**总承包单位统一组织编制建设工程生产安全事故应急预案**。

(2) 应急预案分为**综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案**。

(3) 应制定应急预案演练计划，根据事故风险特点，**每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练**。

锦囊妙记 应急预案：

①应急预案由**总承包单位统一编制**。总承包单位和分包单位按照应急预案，各自建立组织或配置人员，配备设备、器材，定期组织演练。

②专项应急预案的内容：

危险性分析、可能发生的事故特征、应急组织机构与职责、预防措施、应急处置程序和应急保障。

经典考题

1.【2020年案例2.5】

【问题】1.写出新进场工人上岗前应具备的条件。



参考答案&解析

1.【参考答案】新进场工人上岗前应具备的条件:

- (1) 实名制平台登记。
- (2) 签订劳动合同(或“用工合同”)。
- (3) 进行岗前教育培训。
- (4) 特殊工种需持证上岗。

知识点三 安全检查的形式

项目部安全检查可分为**定期检查**、**日常性检查**、**专项检查**、**季节性检查**等多种形式。

定期检查	(1) 由 项目负责人每周 组织专职安全员、相关管理人员对施工现场进行联合检查。 (2) 总承包工程项目部应组织各分包单位每周进行安全检查,每月至少进行一次定量检查。
日常性检查	由 项目专职安全员 每日巡检。包括:项目安全员或安全值班人员对工地进行的巡回安全生产检查及班组在班前、班后进行的安全检查等。
专项检查	施工机具、临时用电、防护设施、消防设施 等专项安全检查 每月 一次。专项检查应结合工程项目进行,如沟槽、基坑土方的开挖、脚手架、施工用电、吊装设备专业分包、劳务用工等安全问题均应进行专项检查,专业性较强的安全问题应由项目负责人组织专业技术人员、专项作业负责人和相关专职部门进行。
季节性检查	(1) 雨期的防汛、冬期的防冻 等。 (2) 主要是项目部结合冬期、雨期的施工特点开展的安全检查。

【补充】安全生产事故

1.事故等级划分、报告、处理

(1) 事故等级划分

***特别重大事故**:是指造成30人以上死亡,或者100人以上重伤(包括急性工业中毒,下同),或者1亿元以上直接经济损失的事故;

***重大事故**:是指造成10人以上30人以下死亡,或者50人以上100人以下重伤,或者5000万元以上1亿元以下直接经济损失的事故;

***较大事故**:是指造成3人以上10人以下死亡,或者10人以上50人以下重伤,或者1000万元以上5000万元以下直接经济损失的事故;

***一般事故**:是指造成3人以下死亡,或者10人以下重伤,或者1000万元以下直接经济损失的事故。

锦囊妙记 “313, 151, 151” 含小不含大。

一般	较大	重大	特别重大
3人	10人	30人	(死亡人数)
10人	50人	100人	(重伤人数)
1000万	5000万	1亿	(直接经济损失)

(2) 事故报告

事故现场有关人员应当立即向本单位负责人报告；单位负责人接到报告后，应当于1小时内向事故发生地县级以上人民政府应急管理部门和负有应急管理职责的有关部门报告。紧急情况下，事故现场有关人员可以直接向事故发生地的县级以上人民政府应急管理部门和负有应急管理职责的有关部门报告。

锦囊妙记 “民报管 1h，官报官 2h”。

(3) 事故报告内容：

单位概况，时间地点现场，简要经过，已经造成或可能造成的伤亡人数，初步估计直接经济损失，已经采取的措施，其他应当报告的情况。

(4) 采取措施：妥善保护现场及相关证据，因抢救伤员、防止事故扩大及疏散交通等原因，需要移动现场的，应当做出标志，绘制现场简图，做出书面记录，妥善保存重要痕迹、物证。

2. 事故处理的“四不放过”原则：

- ① 事故原因未查清不放过。
- ② 整改措施未落实不放过。
- ③ 责任人员未受到处理不放过。
- ④ 有关人员未受到教育不放过。

经典考题

1. 【1820】下列安全检查内容中，属于专项检查的是（ ）。

- | | |
|-----------|-----------|
| A. 临时用电检查 | B. 防洪防汛检查 |
| C. 防暑降温检查 | D. 班前班后检查 |



参考答案&解析

1.A 【学天解析】主要由项目专业人员开展施工机具、临时用电、防护设施、消防设施等专项安全检查。选项B、C为季节性检查，D为定期检查。

知识点四 安全检查方法

1. 常规检查

通常是由**专职安全员**作为检查工作的主体。

2. 安全检查表法（SCL）

3. 仪器检查法

1K420180 市政公用工程职业健康安全管理

知识点一 安全风险控制措施计划制定与评审

职业健康安全风险控制措施计划是以改善项目劳动条件、防止工伤事故、预防职业病和职业中毒为主要目的的一切技术组织措施。具体包括以下四类：

(1) 职业健康安全技术措施：以预防工伤事故为目的，包括**防护装置、保险装置、信号装置及各种防护设施**。

(2) 工业卫生技术措施：以改善劳动条件、预防职业病为目的，包括防尘、防毒、防噪声、防振动设施以及通风工程等。

(3) 辅助房屋及设施：指保证职业健康安全生产、现场卫生所必需的房屋和设施，包括淋浴室、更衣室、消毒室等。

(4) 安全宣传教育设施：包括职业健康安全教材、图书、仪器，施工现场安全培训教育场所、设施。

知识点二 劳动保护和职业病预防

(一) 劳动保护

(1) 严格按照劳动保护用品的发放标准和范围为相关人员配备符合国家或行业标准要求的**口罩、防护镜、绝缘手套、绝缘鞋**等劳动保护用品，尤其是一线工人的特殊劳动保护用品和必要的劳动保护用品。

(二) 职业病预防

(1) 应根据具体情况编制特殊工种（如：电气焊、油漆、水泥操作工等）职业病预防措施。

(2) 施工现场预防职业病的主要措施：

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的设施。

5) **减轻或消除工作中的噪声及振动**的设施。

知识点三 市政公用工程文明施工

1) 进行现场文化建设。

2) 规范场容，保持作业环境整洁卫生。

3) 创造有序生产的条件。

4) 减少对居民和环境的不利影响。

1K420190 市政公用工程竣工验收与备案

知识点一 施工质量验收规定

(一) 验收程序

(1) 检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量(技术)负责人等进行验收。

(2) 分部工程(子分部)应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和项目技术、质量负责人等进行验收。

对于涉及重要部位的**地基**与基础、主体结构、主要设备等分部(子分部)工程,其**勘察、设计**单位工程项目负责人也应参加验收。

(3) 单位工程完工后,施工单位应组织有关人员进行**自检**,总监理工程师应组织各专业监理工程师对工程质量进行**竣工预验收**,对存在的问题,应由**施工单位**及时**整改**。整改完毕后,由**施工单位向建设单位提交工程竣工报告**,申请工程竣工验收。

(提示:工程竣工报告≠工程竣工验收报告)

(4) 单位工程中的分包工程完工后,**分包单位**应对所承包的工程项目进行**自检**,并按标准规定的程序进行验收。验收时,**总包单位应派人参加**。分包单位应将所分包工程的质量控制资料整理完整后,移交总包单位,并应由总包单位统一归入工程竣工档案。

(5) 建设单位收到工程竣工验收报告后,应由**建设单位(项目)负责人组织施工(含分包单位)、设计、勘察、监理**等单位(项目)负责人进行**单位工程验收**。

(二) 基本规定

(1) 检验批的质量应按**主控项目**和**一般项目**验收。

(2) 工程质量的验收均应在施工单位**自行检查、评定合格**的基础上进行。

(3) 隐蔽工程在**隐蔽前**应由**施工单位通知监理单位**进行验收,并形成验收文件,验收合格后方可继续施工。

(4) 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。单位工程的验收人员应具备工程建设相关专业**中级**以上技术职称并具有**5年**以上从事工程建设相关专业的工作经历,参加单位工程验收的签字人员应为各方**项目负责人**。

(5) 涉及结构安全和使用功能的试块、试件以及有关材料,应按规定进行**见证取样检测**。对涉及结构安全、使用功能、节能、环境保护等重要分部工程应进行**抽样检测**。

(6) 承担**见证取样检测**及有关结构安全、使用功能等项目的**检测单位**应具备相应**资质**。

锦囊妙记 1. 验收程序

检验批验收(专监组织;按主控项目、一般项目验收)→分项工程验收(专监组织)→分部工程验收(总监组织)→单位工程验收(竣工验收)(建设单位(项目)负责人组织)。

锦囊妙记

2. 竣工验收的各方:

①组织方: 建设单位。

②参加方: 勘察单位、设计单位、施工总包单位、施工分包单位、监理单位。

③监督方: 市场监督管理部门(工程质量监督机构)。

3. 见证取样检测:

①取样: 施工单位+现场+随机取样;

②见证: 监理单位或建设单位;

③检测: 具有见证取样检测资质的检测机构。

经典考题

1.【2028】关于工程竣工验收的说法,正确的有()。

A.重要部位的地基与基础,由总监理工程师组织,施工单位、设计单位项目负责人参加验收

B.检验批及分项工程,由专业监理工程师组织施工单位专业质量或技术负责人验收

C.单位工程中的分包工程,由分包单位直接向监理单位提出验收申请

D.整个建设项目验收程序为:施工单位自验合格,总监理工程师预验收认可后,由建设单位组织各方正式验收

E.验收时,对涉及结构安全、使用功能等重要的分部工程,需提供抽样检测合格报告



参考答案&解析

1.BDE 【学天解析】选项A有误,分部工程(子分部)应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和项目技术、质量负责人等进行验收。对于涉及重要部位的地基与基础、主体结构、主要设备等分部(子分部)工程,其勘察、设计单位项目负责人也应参加验收。选项C有误,单位工程中的分包工程完工后,分包单位应对所承包的工程项目进行自检,并应按本标准规定的程序进行验收。验收时,总包单位应派人参加。

知识点二 质量验收合格的依据

1.检验批

(1) **主控项目**的质量经抽样检验合格。(即:100%合格)

(2) **一般项目**的质量应经抽样检验合格;当采用计数检验时,除有专门要求外,一般项目的合格点率应达到**80%**及以上,且超差点的最大偏差值应在允许差值的**1.5倍**范围内。

(3) 主要工程材料的进场验收和复验合格,试块、试件检验合格。

(4) 主要工程材料的质量保证资料以及相关试验检测资料齐全、正确;具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

2.分项工程

分项工程所含的验收批质量验收全部合格。

3.分部（子分部）工程

分部（子分部）工程所含分项工程的质量验收全部合格。

4.单位（子单位）工程

单位（子单位）工程所含分部（子分部）工程的质量验收全部合格。

知识点三 工程竣工报告和工程竣工验收报告对比

报告名称	工程竣工报告	工程竣工验收报告
编制单位	施工单位	建设单位
递交	在施工单位自行检查验收合格基础上，向建设单位提出竣工验收申请	工程竣工验收合格之日起 15d 内，提交竣工验收报告，向工程所在地县级以上地方人民政府建设行政主管部门（备案机关） 备案
主要内容	(1) 工程概况。 (2) 施工组织设计文件。 (3) 工程施工质量检查结果。 (4) 符合法律法规及工程建设强制性标准情况。 (5) 工程施工履行设计文件情况。 (6) 工程合同履行情况	(1) 工程概况。 (2) 建设单位执行基本建设程序情况。 (3) 对工程勘察、设计、施工、监理等单位的评价。 (4) 工程竣工验收时间、程序、内容和组织形式。 (5) 工程竣工验收鉴定书。 (6) 竣工移交证书。 (7) 工程质量保修书。 (8) (监理单位出具的) 工程质量评估报告。 (9) (勘察单位出具的、设计单位出具的) 质量检查报告。 (10) 工程竣工报告。 (11) 施工许可证。 (12) 施工图设计文件审查意见。 (13) 验收组人员签署的工程竣工验收意见。 (14) 法规、规章规定的其他有关文件

知识点四 施工资料管理

(一) 基本规定

(1) 施工合同中应对施工资料的编制要求和移交期限作出明确规定；施工资料应有**建设单位**签署的意见或**监理单位**对认证项目的认证记录。

(2) 施工资料应由**施工单位**编制，按相关规范规定进行编制和保存，其中部分资料应移交**建设单位**、**城建档案馆**分别保存。

(3) 总承包工程项目，由**总承包单位负责汇集**，并**整理所有**有关施工资料；分包单位应**主动向总承包单位**移交有关施工资料。

(4) 施工资料应**随施工进度及时整理**，所需表格应按有关法规的规定认真填写。

(5) 施工资料，特别是需注册建造师签章的，应严格按有关法规规定**签字、盖章**。

(6) 竣工验收前, 建设单位应请当地城建档案管理机构对施工资料进行预验收, 预验收合格后方可竣工验收。

锦囊妙记 施工资料移交: 分包单位→总包单位→建设单位→城建档案馆。

经典考题

1. 【1720】市政工程竣工验收前, 建设单位应请()对施工资料进行预验收。
- A. 监理单位
B. 工程质量监督机构
C. 设计单位
D. 城建档案管理机构



参考答案&解析

1.D 【学天解析】竣工验收前, 建设单位应请当地城建档案管理机构对施工资料进行预验收, 预验收合格后方可竣工验收。注: 选项B的“工程质量监督机构”已更名为: 市场监督管理部门。

知识点五 工程档案编制与管理

(一) 资料编制要求

- (1) 工程资料应字迹清楚, 图样清晰, 图表整洁, **签字盖章手续完备**。
- (2) 所有竣工图均应加盖**竣工图章**。
- (3) 利用施工图改绘竣工图, 必须标明变更修改依据; 凡施工图**结构、工艺、平面布置**等有重大改变, 或变更部分**超过图面1/3**的, 应当**重新绘制竣工图**。

(二) 项目部的施工资料管理

项目部应设**专人**负责施工资料管理工作。实行主管负责人责任制, 建立**施工资料员岗位责任制**。

知识点六 竣工验收备案的程序

- (1) 经施工单位自检合格并且符合要求方可进行竣工验收。
- (2) 由**施工单位**在工程完工后向建设单位提交**工程竣工报告**, 申请竣工验收, 并经**总监理工程师签署意见**。
- (3) 对符合竣工验收要求的工程, **建设单位**负责组织**勘察、设计、施工、监理等单位组成的专家组实施验收**。
- (4) **建设单位**必须在竣工验收**7个工作日前**将验收的时间、地点及验收组名单书面通知负责监督该工程的**市场监督管理部门**。
- (5) **建设单位**应当自工程**竣工验收合格之日起15d内**, 提交**竣工验收报告**, 向工程所在地县级以上地方人民政府建设行政主管部门(备案机关)**备案**。
- (6) 备案机关收到建设单位报送的竣工验收备案文件、验证文件齐全后, 应当在

工程竣工验收备案表上签署文件收讫。工程竣工验收备案表一式两份，一份由**建设单位**保存，一份留**备案机关**存档。

(7) 市场监督管理部门，应在竣工验收之日起**5个工作日内**，向备案机关提交**工程质量监督报告**。

(8) 列入城建档案馆档案接受范围的工程，城建档案管理机构按照建设工程竣工联合验收的规定对工程档案进行验收。

知识点七 竣工验收备案应提供资料

- (一) 基建文件
- (二) 质量报告
 - (1) 勘察单位质量检查报告。
 - (2) 设计单位质量检查报告。
 - (3) 施工单位工程竣工报告。
 - (4) 监理单位工程质量评估报告。
- (三) 认可文件
- (四) 质量验收资料
- (五) 其他文件

锦囊妙记 对比：工程质量评估报告：监理单位出具；
工程质量监督报告：市场监督管理部门出具。

知识点八 城市建设工程档案管理的有关规定

(一) 有关规定

(1) 城建档案管理机构应对工程文件的立卷归档工作进行监督、检查、指导。必须出具**工程档案认可文件**。

(2) 当地城建档案管理机构负责接收、保管和使用城市建设工程档案的日常管理工作。

(二) 城市建设档案的报送期限

(1) 列入城建档案管理机构接收范围的工程，**建设单位**在工程**竣工验收后3个月内**，必须向**城建档案管理机构**移交一套符合规定的工程档案。

(2) 停建、缓建建设工程的档案，可暂由**建设单位**保管。

(3) 对改建、扩建和维修工程，**建设单位**应组织设计、施工单位对改变部位据实编制新的工程档案，并应在工程竣工验收后3个月内向城建档案管理机构移交。

(4) 当建设单位向城建档案管理机构移交工程档案时，应提交移交案卷目录，办理移交手续，双方**签字、盖章**后方可交接。

(三) 城市建设工程档案组卷

- (1) 应分专业按单位工程，分为**基建文件**、**施工文件**、**监理文件**和**竣工图**分类组卷。
- (2) 场站房屋建设和内部设备安装，应按建筑安装工程的要求组卷。

1K430000 市政公用工程 项目施工相关法规与标准

学习难度 ☆

学习进度



本章考情分析

命题点		2020	2019	2018	2017	2016	平均分
市政公用工程项目施工相关法规与标准	相关法律法规	—	—	—	3	4	1.4
	相关技术标准	1	—	—	—	—	0.2
平均考分		1.6					



本章命题规律解读

本章内容的考核主要在案例中，集中于占路、掘路的审批流程；钢管焊接人员的资格审查。

知识点一 占用或挖掘城市道路的管理规定

(1) 因工程建设需要**占用、挖掘**道路，或者**跨越、穿越**道路架设、**增设**管线设施，应当事先征得道路主管部门的同意；影响交通安全的，还应当征得公安机关交通管理部门的同意。未经**市政工程行政主管部门**和**公安交通管理部门**批准，任何单位或者个人不得**占用或者挖掘城市道路**。

(2) 因特殊情况需要临时占用城市道路的，须经**市政工程行政主管部门**和**公安交通管理部门**批准，方可按照规定占用。

经批准临时占用城市道路的，**不得损坏**城市道路；占用期满后，应当及时**清理**占用**现场**，**恢复**城市道路**原状**；损坏城市道路的，应当修复或者给予赔偿。

(3) 因工程建设需要挖掘城市道路的，应当持**城市规划部门**批准签发的文件和有关设计文件，到**市政工程行政主管部门**和**公安交通管理部门**办理审批手续，方可按照规定挖掘。

锦囊妙记 市政公用工程施工影响到其他行业的审批部门：

1. 城市道路：

(1) 占、挖、跨、穿：市政工程行政主管部门 + 公安交通管理部门。

(2) 挖：(1) 的部门 + 城镇规划部门。

2. 城市绿地：城市绿化行政主管部门（办理临时用地手续）。

3. 其他行业：“背景资料”中影响到的其他行业名称 + “管理部门”。

经典考题

1.【2017年案例5.2】背景资料（局部）

施工前，项目部编制了浅埋暗挖隧道下穿道路专项施工方案，拟在工作竖井位置占用部分机动车道搭建临时设施，进行工作竖井施工和出土，施工安排3个竖井同时施工，隧道相向开挖以满足工期要求。

【问题】工作竖井施工前项目部应向哪些部门申报、办理哪些报批手续。



参考答案&解析

1.【参考答案】应履行的手续：

(1) 向市政工程行政主管部门和公安交通管理部门，申报交通导行方案、规划审批文件，设计文件等，办理临时占用道路和掘路审批手续。

(2) 向道路管理部门申报下穿道路专项施工方案和应急预案。通过专家论证程序。

知识点二 城镇道路工程施工开放交通的规定

(1) 沥青混合料面层不得在雨、雪天气及环境最高温度低于 5°C 时施工。

(2) 道路施工应满足道路结构的强度、稳定性及耐久性要求。

(3) 高填土路基与软土路基施工，应进行沉降观测，在沉降稳定后再进行道路基层施工。

知识点三 水池气密性试验的要求

需进行满水试验和气密性试验的池体，应在满水试验合格后，再进行气密性试验（如：消化池满水试验合格后，还应进行气密性试验）。

测读气压应符合下列规定：

(1) 测读池内气压值的初读数与末读数之间的间隔时间应不少于24h。

(2) 每次测读池内气压的同时，测读池内气温和池外大气压力，并换算成同于池内气压的单位。

水池气密性试验合格标准：

(1) 试验压力宜为池体工作压力的1.5倍。

(2) 24h的气压降不超过试验压力的20%。

经典考题

1.【2020】下列水处理构筑物中，需要做气密性试验的是（ ）。

A.消化池

B.生物反应池

C.曝气池

D.沉淀池



参考答案&解析

1.A 【学天解析】需进行满水试验和气密性试验的池体，应在满水试验合格后，再进行气密性试验（如：消化池满水试验合格后，还应进行气密性试验）。

知识点四 焊接人员应具备要求

承担燃气钢质管道、设备焊接的人员，必须具有**锅炉压力容器压力管道特种设备操作人员资格证（焊接）焊工合格证书**，且在证书的**有效期及合格范围内**从事焊接工作。间断焊接时间超过**6个月**，再次上岗前应**重新考试**；承担其他材质燃气管道安装的人员，必须经过**培训**，并经**考试合格**，间断安装时间超过**6个月**，再次上岗前应**重新考试和技术评定**。当使用的安装设备发生变化时，应针对该设备操作要求进行**专门培训**。

锦囊妙记

1. 钢管焊接人员应具备的条件：

焊接人员必须经过培训，考试合格，具有特种设备操作人员资格证（焊接）焊工合格证书；在证书的有效期及合格范围内从事焊接工作。间断焊接时间超过6个月，再次上岗前应重新考试；当使用的安装设备发生变化时，应专门培训。

2. 间断焊接再次上岗前的规定：

钢质管道焊工：重新考试；

其他材质管道焊工：重新考试 + 技术评定。

同类型知识点归纳

一、混凝土强度（40%、75%、80%、100%）

40%	<p>水泥混凝土道路的混凝土达到设计弯拉强度40%，可允许行人通过</p>
75%	<p>(1) 先张法：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75%</p>
	<p>(2) 后张法：预应力张拉时混凝土强度应符合设计要求，设计未要求时，不得低于强度设计值的75%</p>
	<p>(3) 孔道内的水泥砂浆强度达到设计要求后方可吊移预制构件；设计未要求时，不低于砂浆设计强度的75%</p>
	<p>(4) 预制柱安装，待杯口混凝土达到设计强度75%后方可拆除斜撑</p>
	<p>(5) 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%</p>
	<p>(6) 曲梁应在梁的跨中临时支撑，待上部二期混凝土达到设计强度的75%及以上时，方可拆除支撑</p>
	<p>(7) 分节制作沉井，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一节混凝土</p>
	<p>(8) 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，混凝土应达到设计强度的75%以上</p>
80%	<p>(1) 水泥混凝土道路养护时间应根据混凝土弯拉强度增长情况而定，不宜小于设计弯拉强度的80%</p>
	<p>(2) 后张法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</p>
	<p>(3) 桥面基层混凝土强度应达到设计强度的80%以上，方可进行防水层施工</p>
100% 达到设计强度	<p>(1) 水泥混凝土路面完全达到设计弯拉强度且填缝完成后，方可开放交通</p>
	<p>(2) 预制钢筋混凝土盖梁，接头混凝土达到设计强度后，方可卸除临时固定设施</p>
	<p>(3) 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后方可顶进</p>
	<p>(4) 水池无粘结预应力筋：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</p>
	<p>(5) 沉井封底混凝土强度达到设计强度等级，沉井能满足抗浮要求时，方可继续进行下道工序</p>

二、混凝土养护时间（7d、14d、28d、42d）

7d	<p>(1) 无机结合稳定基层养护时间（石灰土、水泥土、二灰土）</p> <p>(2) 桥梁采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥的混凝土养护时间</p>
----	---

14d	(1) 桥梁采用掺用缓凝型外加剂或有抗渗等要求以及高强度混凝土养护时间
	(2) 简支变连续, 湿接头混凝土养护时间
	(3) (初期支护) 喷射混凝土的养护应在终凝2h后进行, 养护时间
	(4) 单元组合结构水池后浇带混凝土养护时间
	(5) 大体积混凝土采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥养护时间(其它水泥均为21d)
28d	(1) 大体积混凝土高温期湿润养护时间
	(2) 地铁车站工程后浇带养护时间
42d	单元组合结构将水池分块浇筑, 各块养护时间

三、施工顺序

新建地下管线	“先地下, 后地上”、“先深后浅”
简支梁、连续梁	拆模顺序: “从跨中向支座方向”依次循环卸落
悬臂梁	拆模顺序: “从悬臂端开始”顺序卸落
预应力筋	张拉顺序: “宜先中间, 后上、下或两侧”
桥面防水涂料/卷材	施工顺序: 先做好节点处理, 然后再进行大面积涂布/铺设
围堰	合龙顺序: 从上游向下游合龙
预制桩	沉桩顺序: 自中间向两个方向或四周对称施打, 先深后浅, 先大后小, 先长后短
预应力混凝土连续梁悬臂浇筑	合龙顺序: “先边跨、后次跨、再中跨”
水下混凝土	封底浇筑顺序: “从低处开始, 逐渐向周围扩大”
HDPE膜	铺设顺序: “先边坡后场底”
隧道初期支护混凝土	喷射顺序: “由下而上”
施工测量	原则: “由整体到局部, 先控制后细部”

四、坍落度

泥浆护壁成孔灌注桩混凝土	180 ~ 220mm
大体积混凝土	不宜大于180mm
二次衬砌泵送混凝土	150 ~ 180mm

五、施工流程

先张法施工	清理模板、台座→涂刷隔离剂→钢筋、钢绞线安装→整体张拉→隔离套管封堵→安装模板→浇筑混凝土→拆除模板→养护→整体放张→切除多余钢绞线→吊运存放
-------	---

后张法施工	底模制作→钢筋制作和预应力管道安装→预应力筋穿束→安装模板→ 浇筑混凝土 →定时抽动、转动预应力筋→ 养护 →拆除侧模与内模→ 预应力张拉 →压浆施工→ 封锚 （先穿束后浇筑混凝土法）
泥浆护壁成孔灌注桩	制备泥浆→埋设护筒→钻孔（泥浆护壁）→ 第一次清孔 → 吊装钢筋笼 → 吊装导管 →第二次清孔→灌注水下混凝土→凿除桩头
长螺旋钻孔灌注桩（干作业）	钻机就位→钻进→提升钻杆同时浇筑混凝土→插入钢筋笼→补混凝土
围护结构类明挖法施工	围护结构 施工→ 降水 （或基坑底土体加固）→第一层开挖→设置第一层支撑→第n层开挖→设置第n层支撑→最底层开挖→底板混凝土浇筑→自下而上逐步拆支撑（局部支撑可能保留在结构完成后拆除）→随支撑拆除逐步完成结构侧墙和中板→顶板混凝土浇筑
SMW工法	开挖导沟→ 设置导向定位钢板 →SMW搅拌机定位→混合搅拌→插入型钢→施工完毕→型钢回收
地下连续墙	开挖导沟→修筑 导墙 →开挖沟槽→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
高压喷射注浆	钻机就位→钻孔→置入注浆管→高压喷射注浆→拔出注浆管
管棚超前支护施工	测放孔位→钻机就位→水平钻孔→压入钢管→注浆（向钢管内和管周围土体）→封口
整体式现浇水池	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→ 池壁及顶板 支撑柱浇筑→顶板浇筑→功能性试验
单元组合式现浇水池	土方开挖及地基处理→ 中心支柱 浇筑→池底防渗层施工→浇筑池底混凝土垫层→池内防水层施工→ 池壁分块 浇筑→ 底板分块 浇筑→底板嵌缝→池壁防水层施工→功能性试验
无粘结预应力筋施工	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→ 切断无粘筋 （留100mm）→锚具及钢绞线防腐→ 封锚混凝土
排水管道	沟槽开挖与支护→管道基础→ 下管、排管、接口 → 检查井砌筑 → 管道严密性试验 →分层回填土与夯实
燃气管道	沟槽开挖→管道安装、焊接→ 表面质量检验 → 无损探伤 → 管道吹扫 →部分回填（回填土至管顶上0.5m），留出焊口→ 强度试验 →焊口防腐→焊口回填（此时管线已全线回填至管上方0.5m）→ 严密性试验 →其余部分回填
塑料管热熔连接	焊机状态调试→ 管材 准备就位→管材对 正 检查→ 预热 → 加温 熔化→ 加 压对接→ 保压 冷却
GCL垫施工	基底检验→吊运就位→人工铺展→搭接宽度调整（250±50mm）→搭接处撒膨润土粉→ 检验合格 后进行后续施工。

六、各类管道功能性试验总结

