

# 2020 年一级建造师市政工程管理实务精华考点

## 道路工程结构与材料

### 考点一、道路分类

#### 1、道路分级

功能上：快速路、主干路、次干路、支路（快主次支）

快速路	长距离、快速交通	完全交通功能
主干路	连接主要分区、城市单路网主骨架	交通功能为主
次干路	区域性交通干道与主干路组成干路网	集散交通为主兼有务功能
支路	解决局部交通	服务功能为主

#### 2、道路路面分类

##### （一）结构强度分类

道路等级	路面结构类型		
	沥青路面	水泥路面	砌块路面
快速路	15	30	—
主干路	15	30	—
次干路	15	20	—
支路	10	20	10（20）

注：砌块路面采用混凝土预制块时，设计年限为 10 年；采用石材时，为 20 年。

##### （2）按路面结构类型分类

沥青路面面层类型包括沥青混合料（适用于各交通等级道路）、沥青贯入式和沥青表面处治（适用于中、轻交通道路）。

水泥混凝土路面适用于各交通等级道路。

砌块路面适用于支路、广场、停车场、人行道与步行街。

##### （二）力学特性分类

柔性路面（沥青路面）

荷载作用下产生的弯沉变形较大、抗弯强度小，它的破坏取决于极限垂直变形和弯拉应变。

---

刚性路面（水泥混凝土路面）

荷载作用下产生板体作用弯拉强度大，弯沉变形很小，它的破坏取决于极限弯拉强度。

## 考点二、沥青路面

### 1、路基（沥青、水泥路面的路基特点都一样）

#### （1）路基分类

材料不同——土方路基、石方路基、特殊土路基

断面形式不同——路堤、路堑、半填半挖

#### （2）路基材料

高液限黏土、高液限粉土及含有机质细粒土，不适于做路基材料一如何处理？

（一般换填；不得不用时，掺加石灰或者水泥结合料）

地下水位控制，有排水措施

石方路基顶面，需要铺料整平（一般铺碎石和石屑或者低剂量水泥稳定粒料，厚度 100-150mm）

### 2、基层（沥青、水泥路面的基层特点都一样）

#### （1）基层分类

1）基层是沥青路面结构的承重层

2）基层分为基层和底基层两类

#### 3）根据交通等级和路基抗冲刷能力来选择基层材料

①湿润、多雨地区——排水基层

②无垫层且土质不良或要求高时，设置底基层

#### （2）基层材料

##### ①无机结合料稳定粒料

半刚性基层——强度高，整体性好，适用于交通量大、轴载重的道路

##### ②嵌锁型和级配型材料

柔性基层：用作城市次干路及以下道路基层

级配砾石用于底基层时，最大粒径宜小于 53mm，用于基层时不大于 375mm。

### 3、结构层的性能要求

#### (1) 路基的性能指标

a. 整体稳定性：必须保证路基在不利的环境（地质、水文或气候）条件下具有足够的整体稳定性。

b. 变形量控制：控制路基、地基的变形量。

#### (2) 基层性能要求

a. 足够的结构强度、扩散荷载的能力、水稳定性、抗冻性

b. 不透水性好（排水基层下设不透水底基层）

#### (3) 沥青面层性能要求

承载能力——较高强度和刚度

平整度——材料强度和抗变形能力

温度稳定性——温度、湿度敏感度

低抗滑能力

透水性——不透水性

噪声量——OGFC+密级配沥青混合料

降噪排水路面

上面层：采用 OGFC 沥青混合料；中、下面层：采用密级配沥青混合料。

### 4、沥青混合料的组成和材料

#### (一) 结构组成

沥青混合料主要由沥青、粗集料、细集料、填充料组成，有的还加入聚合物和木纤维素。

城镇道路面层宜优先采用 A 级沥青，不宜使用煤沥青。

#### (二) 主要材料性能

SMA、OGFC 不宜使用天然砂。

城镇快速路、主干路的沥青面层不宜用粉煤灰作填充料。

不宜使用石棉纤维。

结构形式	特点	黏聚力	内摩擦角	代表形式
悬浮-密实	次级骨料填充前级骨料空隙，前级	较高	较低	AC 混合料

	骨料被分隔不能直接互相嵌锁温度 稳定性差			
骨架-空隙	粗骨料占比大，细集料很少；粗骨 料相互嵌锁形成骨架	较低	较高	AM OGFC
骨架-密实	较多的断级配粗骨料形成骨架，由 细骨料和沥青填充骨架间的空隙	较高	较高	SMA

### （三）热拌沥青混合料

热拌沥青混合料	优点	适用范围
普通沥青混合料 AC		次干路，辅路，人行 道
改性沥青混合料	高温抗车辙、低温抗开裂、耐磨耗、 寿命长	快速路，主干路
SMA	沥青、矿粉、纤维稳定剂组成的间断 级配混合料抗变形强，耐久性好	快速路，主干路
改性 SMA	高温抗车辙、低温抗开裂、水稳定性、 构造深度大、抗滑好、耐老化、耐久 好	快速路，主干路

## 考点三、水泥路面

### 1、主要原材料选择

水泥	主交通等要求高的 道路	42.5 级以上首路硅酸盐水泥；硅酸盐水泥；普通 硅酸盐水泥
	其他道路	≥32.5 级水泥
粗骨 料	碎砾石≤26.5mm；碎石≤31.5mm；砾石≤19.0mm；钢纤维混凝土粗骨料 ≤19.0mm	
砂	细度模数在 2.5 以上；海砂不得直接用于混凝土面层；淡化海砂不应用 于快速路、主干路，次干路	

### 2、垫层—温度湿度不良

季节性冰冻地区—防冻垫层（砂、砂砾）

---

湿度大——排水垫层（砂、砂砾）

垫层与路基同宽，最小厚度 150mm

不均匀沉降或变形——半刚性垫层（低剂量水泥、石灰无机结合稳定材料）

### 3、基层——足够的抗冲刷能力和较大的刚性

（1）作用：

- 1）防止或减轻唧泥、板底脱空和错台等病害；
- 2）控制或减少路基不均匀冻胀或体积变形对面层影响；
- 3）提供稳定而坚实基础，改善接缝的传荷能力

（2）基层的选用原则：根据交通等级和基层的抗冲刷能力来选择基层。

（3）基层下未设垫层，路床为细粒土、黏土质砂或级配不良砂（承受特重或重交通时），或者为细粒土（承受中等交通时），应在基层下设置底基层。

底基层可采用级配粒料、水泥稳定粒料或石灰粉煤灰稳定粒料等。

### 4、面层

（1）通常为：普通混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土、预应力混凝土；

（2）为防止温度变化产生胀缩导致的裂缝或翘曲，混凝土面层应设有垂直相交的纵缝和横缝。

（3）接缝

纵向接缝应设置拉杆。

横向接缝可分为横向缩缝、胀缝和横向施工缝；

快速路、主干路的横向缩缝、胀缝应加设传力杆；

在邻近桥梁或其他固定构筑物处或与其他道路相交处、板厚改变处、小半径平曲线等处，应设置胀缝。

纵向缩缝当一次铺筑的宽度大于 4.5m 时，应增设纵向缩缝。纵向缩缝可采用假缝加拉杆型。

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，下部胀缝板和安装传力杆。

胀缝板宜用厚 20mm，水稳定性好，具有一定柔性且经防腐处理。

填缝材料宜用树脂类、橡胶类、聚氯乙烯胶泥类、改性沥青类填缝材料，并宜加入耐老化剂。

---

#### (4) 抗滑性

混凝土面层应具有较大的粗糙度，即具备较高的抗滑性，以提高行车安全性。可采用刻槽、压槽、拉槽或拉毛等方法形成面层的构造深度。

### 考点四、挡土墙结构

#### 1、结构形式

##### 1) 重力式挡土墙-砌块或素混凝土

特点：依靠墙体自重抵挡土压力；形式简单，取材容易，施工简便。

##### 2) 重力式挡土墙-钢筋混凝土

特点：依靠墙体自重抵挡土压力；墙背设少量钢筋，墙趾展宽或基底设凸榫；

##### 3) 衡重式挡土墙

利用衡重台上的填土重量使全墙重心后移增加墙体的稳定性。

墙胸坡陡，下墙倾斜，可降低墙高，减少基础开挖。

##### 4) 悬臂式挡土墙

依靠底板上的填土重量维持稳定。

墙高时，立壁下部弯矩大，配筋多，不经济。

##### 5) 扶壁式挡土墙

比悬臂式受力条件好，在高墙时较悬臂式经济。

##### 6) 带卸荷板的柱板式挡土墙

借卸荷板上部填土的重力平衡土体侧压力。

基础开挖较悬臂式少；可预制拼装，快速施工。

##### 7) 锚杆式挡土墙

靠锚杆固定在岩体内拉住肋柱；锚头为楔缝式或者砂浆锚杆。

##### 8) 自立式挡土墙

利用板桩挡土，依靠填土本身、拉杆及锚锭块维持整体稳定。

结构轻便、工程量节省，可以预制、拼装，施工快速、便捷；

有利于地基软弱处进行填土施工。

##### 9) 加筋土挡墙

柔性结构，填土、拉筋和面板三者的结合体；

能适应较大变形，可用于软弱地基，耐震性能好于刚性结构。

## 2、挡土墙结构受力

土压力形式	挡土墙状态	土体状态	大小
主动	土推墙，背离填土一侧移动	沉陷	最小
静止	墙土静止，保持原位静止不动	不动	居中
被动	墙推土，向填土一侧移动	隆起	最大

## 路基施工

### 考点一、路基施工技术

#### （一）施工特点

（1）露天作业，受自然条件影响大；施工区域内的专业类型多、结构物多、各专业管线纵横交错；专业之间及社会之间配合工作多、干扰多，导致施工变化多。

（2）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。

路基要求：稳定、密实、均匀。

路基断面形式：路堤、路堑、半填半挖。

#### （二）填土路基

（1）路基填土不得使用腐殖土、生活垃圾土、淤泥、冻土块或盐渍土。填土内不得含有草、树根等杂物，粒径超过 100mm 的土块应打碎。

（2）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，并分层填实至原基面高。

（3）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。

（4）分层填土，压实

（5）碾压前检查铺筑土层的宽度与厚度，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。

（6）填方高度内的管涵顶面填土 500mm 以上才能用压路机碾压。

#### （三）挖土路基

---

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

(2) 挖方段不得超挖，应留有碾压而到设计高程的压实量。

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

(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。

#### (四) 石方路基

(1) 清表，先码起边部，然后逐层填筑石料；

(2) 先修筑试验段，以确定松铺厚度、压实机具组合、压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 2.5 的夯锤压（夯）实。

(4) 路基范围内管线、构筑物

四周的沟槽宜回填土料。

#### (五) 附属构筑物

(1) 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。

### 3、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）；

## 考点二、路基压实作业

### 1、填筑

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。

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。

### 2、试验段



(1) 有条件时应做试验段

(2) 试验段目的主要有:

确定路基预沉量值。

合理选用压实机具; 选用机具考虑因素有道路不同等级、工程量大小、施工条件和工期要求等。

按压实度要求, 确定压实遍数。

确定路基宽度内每层虚铺厚度。

根据土的类型、湿度, 设备及场地条件, 选择压实方式。

### 3、路基下管道回填和压实

当管道位于路基范围内时, 管顶以上 500mm 范围内不得使用压路机。

当管道结构顶面至路床的覆土厚度不大于 500mm 时, 应对管道结构进行加固。

当管道结构顶面至路床的覆土厚度在 500~800mm 时, 路基压实时应对管道结构采取保护或加固措施。

### 4、路基压实

压实方式: 重力压实(静压)和振动压实两种。

土质路基压实原则: “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/s。

碾压应从路基边缘向中央进行, 压路机轮外缘距路基边应保持安全距离。

#### (二) 压实度测定过程

(1) 重型击实试验: 建设单位委托独立有资格的第三方单位计算最佳含水量和最大干密度

(2) 现场实测干密度和含水量: 环刀法、灌砂法、灌水法

(3) 计算压实度: 实测干密度/最大干密度

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
挖方	0~30	快速路、主干路	≥95	每 1000m <sup>3</sup>	每层一组 (3 点)	细粒土用环刀法;

填 方		次干路	$\geq 93$			粗粒土用 灌水法或 灌砂法。
		支路	$\geq 90$			
	0~80	快速路、主干 路	$\geq 95$			
	80~150		$\geq 93$			
	>150		$\geq 90$			

### 考点三、岩土分类及不良土质处理

#### (1) 土的工程性质

土的强度性质一般是指土体的抗剪强度，即土体抗剪切破坏的能力。

#### (2) 土的性能参数

含水量：水质量与干土粒质量比；

孔隙比：孔隙体积与土粒体积（一相）之比；

孔隙率：孔隙体积与土的体积（三相）之比。

#### (3) 不良土质路基的处理方法

##### 1) 软土路基

方法：表层处理法、换填法、重压法、垂直排水固结法。

##### 2) 湿陷性黄土

方法：换土法、强夯法、挤密法、预浸法、化学加固法、加筋土挡土墙。

##### 3) 膨胀土——吸水膨胀、失水收缩的高液限黏土

方法：灰土桩、水泥桩或无机结合料等加固、改良；

换填或堆载预压；

防水和保湿：设置排水沟，设置不透水面层结构，在路基中设不透水层，路基边坡植草、植树。

##### 4) 冻土

增加路基总高度。

选用不发生冻胀的材料。

调整结构层的厚度或采用隔温性能好的材料。

防冻层厚度不低于标准规定。

## 基层施工

### 考点一、无机结合料稳定基层特性

#### 1、无机结合料稳定基层定义与分类

无机结合料稳定基层是一种半刚性基层

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。

#### 2、常见的基层材料

##### (1) 石灰稳定土类

水稳性、抗冻性以及早期强度不如水泥稳定土，温度低于 5℃时强度不增长。

干缩和温缩十分明显，会导致裂缝。

严禁用于高级路面的基层，只能用作高级路面的底基层。

##### (2) 水泥稳定土类

水稳性和抗冻性都比石灰稳定土好。初期强度高，易干缩，低温会冷缩，导致裂缝。

水泥稳定细粒土（简称水泥土）的干缩和温缩明显大于水泥稳定粒料；

水泥土只用作高级路面的底基层。水泥稳定粒料可用于高级路面的基层。

##### (3) 石灰粉煤灰稳定土类（简称二灰稳定土）

二灰稳定土抗冻性能比石灰土高很多。

二灰稳定土早期强度较低，温度低于 4℃时强度几乎不增长；粉煤灰用量越多，早期强度越低，3 个月龄期的强度增长幅度也越大。

二灰稳定土具有明显的收缩特性，但小于水泥土和石灰土。

二灰土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级路面的基层与底基层。

良好的板体性	石灰土、二灰土、水泥土
抗冻性	二灰土>水泥土>石灰土
收缩性（干缩温缩）	石灰土~水泥土>二灰土

### 考点二、基层施工技术及质量检查验收

#### (1) 材料

---

宜用 1~3 级的新石灰；磨细生石灰，可不经消解直接使用，块灰应在使用前 2~3d 完成消解，消解石灰的粒径不得大于 10mm。

#### （2）拌合

异地集中厂拌；保证配合比，且达到文明施工要求。宜采用强制式拌合机进行拌合，均匀，石灰土应过筛。

#### （3）运输

拌成的混合料应及时运送到铺筑现场；运输中应采取封闭措施，防止水分蒸发和防扬尘。

#### （4）摊铺

宜在春末和气温较高季节施工，施工最低气温为 5℃。厂拌石灰土混合料摊铺时路床应湿润。

#### （5）压实

根据试验确定的松铺系数控制虚铺厚度。

严禁用薄层贴补的办法找平。

摊铺好的石灰稳定土应当天碾压成活，碾压时的含水量宜在最佳含水量的±2%范围内。

直线和不设超高的平曲线段，应由两侧向中心碾压；设超高的平曲线段，应由内向外碾压。纵、横接缝（槎）均应设直槎。

纵向接缝宜设在路中线处，横向接缝应尽量减少。

#### （6）养护

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；养护期应封闭交通。

### （二）水泥稳定土基层

#### （1）材料

原料检验，符合配合比要求；

应采用初凝时间应大于 3h，终凝时间不小于 6h 的 42.5 级以上普通硅酸盐水泥，32.5 级以上矿渣、火山灰硅酸盐水泥。

#### （2）拌合

#### （3）运输

---

与石灰稳定土相同

(4) 摊铺

宜采用摊铺机械摊铺，施工前应通过试验确定压实系数。宜在春末和气温较高季节施工，施工最低气温为 5℃。自拌合至摊铺完成，不得超过 3h。分层摊铺时，在下层养护 7d 后，方可摊铺上层材料。

(5) 压实

根据试验确定的松铺系数控制虚铺厚度

宜在水泥初凝前碾压成型

直线和不设超高的平曲线段，应由两侧向中心碾压；设超高的平曲线段，应由内向外碾压。

(6) 养护

直采用洒水养护，保持湿润，常温下成活后应经 7d 养护，方可在其上铺路面层。

养护期应封闭交通。

(三) 二灰混合料

(1) 材料

原料检验，符合配合比要求；石灰用料类似石灰稳定土。

(2) 拌合

采用厂拌方式，宜采用强制式拌合机拌制。

应做延迟时间试验，确定混合料在贮存场（仓）存放时间及现场完成作业时间。

拌合时应先将石灰、粉煤灰拌合均匀，再加入砂砾（碎石）和水均匀拌合。

混合料含水量宜略大于最佳含水量。

(3) 运输

(4) 摊铺

运输混合料应覆盖，防止水分蒸发和防遗撒、扬尘。

应在春末和夏季组织施工，施工期的日最低气温应在 5℃ 以上。

根据试验确定松铺系数控制虚铺厚度。

(5) 压实

---

每层最大压实厚度为 200mm，且不宜小于 100mm。

碾压时采用先轻型、后重型压路机碾压。

禁止用薄层贴补的方法进行找平。

#### （6）养护

养护采用湿养，也可采用沥青乳液和沥青下封层进行养护，养护期在常温下不宜小于 7d（7d~14d）。

采用喷洒沥青乳液养护时，应及时在乳液面撒嵌丁料。

养护期间宜封闭交通。需通行的机动车辆应限速，严禁履带车辆通行。

### （四）级配碎石、级配砾石基层

#### 压实与养护

碾压前和碾压中应先适量洒水。

控制碾压速度，碾压至轮迹不大于 5mm，表面平整、坚实。

可采用沥青乳液和沥青下封层进行养护，养护期为 7d~14d。

未铺装面层前不得开放交通。

## 面层施工

### 考点一、沥青面层施工

#### 1、透层、粘层、封层

（1）透层：为使沥青面层与非沥青材料基层结合良好，在基层上浇洒乳化沥青、煤沥青或液体沥青而形成的透入基层表面的薄层。

（2）粘层：使上下层沥青结构层或沥青结构层与结构物（或水泥混凝土路面）完全粘结成一个整体。

（3）封层：封层可分为上封层和下封层；由水泥稳定粒料或密级配粒料组成的不透水底基层的顶面宜铺设沥青封层用来防止下渗水影响路基，下封层位于基层和底基层之间。面层表面和面层下面都需要封层。

#### 2、运输与布料

（1）装料前车厢板应喷洒一薄层隔离剂或防粘结剂。运输中宜用篷布覆盖保温、防雨和防污染。

（2）运料车轮胎干净，沥青混合料不符合施工温度要求或结团成块、已遭

---

雨淋现象不得使用。

(3) 摊铺机前应有足够的运料车等候，对高等级道路，开始摊铺前等候的运料车宜在 5 辆以上。

(4) 运料车应在摊铺机前 100~300mm 处空挡等候，被摊机缓缓顶推前进并逐步卸料，避免撞击摊铺机每次卸料必须倒净，如有余料应及时清除，防止硬结。

### 3、摊铺

#### (一) 机械作业

(1) 铺筑高等级道路沥青混合料时，1 台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 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。

(2) 摊铺机开工前应提前 0.5~1h 预热熨平板使其不低于 100° C。

(3) 摊铺速度宜控制在 2~6m/min 的范围内。

(4) 沥青混合料的松铺系数应根据试铺试压确定。

### 4、压实成型

(1) 压实层最大厚度不宜大于 100mm。

(2) 初压宜采用钢轮压路机静压 1~2 遍。

(3) 复压应紧跟在初压后开始，不得随意停顿。为防止间距过长沥青温度下降压不实，摊铺机摊铺长度不超过 80m 压路机即应跟上。

(4) ①密级配沥青混合料复压宜优先采用重型轮胎压路机进行碾压，其总质量不宜小于 25t。相邻碾压带应重叠 1/3~1/2 轮宽。

②粗集料为主的混合料，宜优先采用振动压路机复压，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。

(5) 终压应紧接在复压后进行。终压应选用双轮钢筒式压路机或关闭振动的振动压路机，碾压不宜少于 2 遍，至无明显轮迹为止。

(6) 为防止沥青混合料粘轮，对压路机钢轮可涂刷隔离剂或防粘结剂，严

---

禁刷柴油；亦可向碾轮喷淋添加少量表面活性剂的雾状水。

(7) 压路机不得在未碾压成型路段上转向、掉头、加水或停留。

## 5、开放交通

热拌沥青混合料路面应待摊铺层自然降温至表面温度低于 50℃ 后，方可开放交通。

## 考点二、改性沥青面层施工

(1) 改性沥青混合料生产温度通常宜较普通沥青混合料的生产温度提高 10~20° C。

(2) 间歇式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。

(3) SMA 混合料摊铺温度一般不低于 160℃。

(4) 改性沥青混合料初压开始温度不低于 150℃，碾压终了的表面温度应不低于 90° C。

(5) 热拌改性沥青混合料路面摊铺层自然降温至表面温度低于 50° C 后，方可开放交通。需要提早开放交通时，可洒水冷却降低混合料温度。

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。

## 考点三、沥青面层质量检查与验收

沥青混凝土面层施工质量验收主控项目：原材料、混合料、压实度、面层厚度、弯沉值。

## 考点四、水泥面层施工

水泥混凝土面层施工流程：主要材料的选择及验收→配合比设计→拌合→运输→浇筑→接缝设置及养护→开放交通。

### 1、材料选择

(1) 水泥应有出厂合格证，并经复验合格，方可使用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) 海砂不得直接用于混凝土面层，淡化海砂不得用于城镇快速路、主干路、次干路，可用于支路。

(3) 使用外加剂应经掺配试验确定。

## 2、养护及开放交通

(1) 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；

(2) 在雨天或养护用水充足的情况下，不宜使用围水养护；

(3) 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。

(4) 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后，方可开放交通。

## 冬雨季道路施工

### 考点一、雨期施工质量控制

#### 1、雨期施工基本要求

(1) 加强与气象部门联系，掌握天气预报，安排在下雨时施工。

(2) 调整施工步序，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。

(4) 建立完善的排水系统，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。

#### 2、路基施工

挖方地段要留好横坡，做好截水沟。坚持当天挖完、填完、压完，不留后患。因雨翻浆地段，坚决换料重做。

填方地段施工，应留 2%~3%的横坡整平压实，以防积水。

#### 3、基层施工

对稳定类材料基层，摊铺段不宜过长，应坚持拌多少、铺多少、压多少、完成多少，当日碾压成型。

下雨来不及完成时，要尽快碾压，防止雨水渗透。

---

多雨地区，避免在雨期进行石灰土基层施工；降雨时应停止施工，已摊铺的水泥混合料应尽快碾压密实。

#### 4、面层施工

沥青面层不允许在下雨或下层潮湿时施工。

水泥混凝土路面施工时，应勤测粗细集料的含水率，严格掌握配合比。

### 考点二、冬期施工质量控制

#### 1、冬期施工基本要求

(1)当施工现场日平均气温连续 5d 稳定低于 5℃，或最低环境气温低于-3℃时，应视为进入冬期施工。

#### 2、路基施工

(1)采用机械为主、人工为辅方式开挖冻土，挖到设计高程立即碾压成型

(2)如当日达不到设计高程，下班前应将操作面刨松或覆盖，防止冻结。

#### 3、基层施工

(1)石灰及石灰粉煤灰稳定土（粒料、钢渣）类基层，宜在临近多年平均进入冬期前 30~45d 停止施工。

(2)水泥稳定土（粒料）类基层，宜在进入冬期前 15~30d 停止施工。当上述材料养护期进入冬期时，应在基层施工时向基层材料中掺入防冻剂。

#### 4、沥青混凝土面层

(1)城镇快速路、主干路的沥青混合料面层严禁冬期施工。粘层、透层、封层严禁施工。

(2)下承层表面应干燥、清洁、无冰、雪、霜等。

施工中做好充分准备，采取“快卸、快铺、快平”和“及时碾压、及时成型”的方针。摊铺时间宜安排在一日内气温较高时进行。

#### 5、水泥混凝土面层

(1)搅拌站应搭设工棚或其他挡风设备，混凝土拌合物的浇筑温度不应低于 5° C。

(2)混凝土拌合料的温度应不高于 35° C。拌合物中不得使用带有冰雪的砂、石料，可加经优选确定的防冻剂、早强剂，搅拌时间适当延长。

(3) 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, 混凝土面层的最低温度不应低于 5℃。

(4) 混凝土板弯拉强度低于 1MPa 或抗压强度低于 5MPa 时, 严禁受冻。

(5) 冬期养护时间不少于 28d。

### 考点三、高温施工质量控制

#### 1. 水泥混凝土路面施工规定

(1) 气温高于 30℃, 混凝土拌合物温度在 30~35℃ 同时空气相对湿度小于 80% 时, 应按高温季节施工的规定进行。

(2) 应避开高温季节施工水泥混凝土面板。

## 桥梁工程结构与材料

### 考点一、桥梁组成与分类

#### 一、桥梁结构组成

结构	内容
上部结构	桥跨
下部结构	桥墩、桥台、墩台基础
支座系统	
附属设施	桥面铺装、排水防水系统、栏杆、伸缩缝、灯光照明

#### 三、桥梁类型

##### (一) 受力特点

桥梁在力学上可归结为梁式、拱式、悬吊式三种基本受力体系以及它们之间的各种组合。

##### (1) 梁式桥

在竖向荷载作用下无水平反力的结构。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来建造。

##### (2) 拱式桥

主要承重结构是拱圈或拱肋。桥墩或桥台承受水平推力。

承重结构以受压为主, 通常用抗压能力强的圬工材料和钢筋混凝土等来建造。

### (3) 刚架桥

梁柱连接处具有很大的刚性，梁部主要受弯，柱脚有水平反力，受力状态介于梁桥和拱桥之间。

通常采用普通钢筋混凝土修建，梁柱刚结处易产生裂缝。

### (4) 悬索桥

悬索为主要承重结构，结构自重较轻，构造简单，受力明确，主要适用于大跨度桥。

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

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。

## 考点二、钢筋混凝土施工

### 一、模板、支架和拱架

#### (一) 模板、支架和拱架的设计与验算

(1) 结构简单，制造与装拆方便，具有足够的承载能力（强度）、刚度和稳定性。

(2) 验算抗倾覆稳定时，稳定系数均不得小于 1.3。

#### (3) 设计荷载组合

模板构件名称	计算强度	验算刚度
梁、板和拱的底模及 支承板、拱架、支架 等	①模板、支架自重 ②结构自重 ③行走运输、堆放荷载 ④振捣混凝土荷载 ⑦流水压力、漂浮物撞击 ⑧风雪荷载和保温材料荷载	①②⑦⑧
缘石、人行道、栏杆、 柱、梁板、拱等的侧 模板	④振捣混凝土荷载 ⑤浇筑混凝土对模板侧压力	⑤

基础、墩台等厚大结构物的侧模板	⑤浇筑混凝土对模板侧压力 ⑥倾倒混凝土的水平冲击力	⑤
-----------------	------------------------------	---

(4) 模板、支架和拱架的施工预拱度考虑的因素:

- 1) 设计文件规定的结构预拱度;
- 2) 支架和拱架承受施工荷载后的弹性变形;
- 3) 受载后由于杆件接头处挤压和卸落设备压缩产生的非弹性变形;
- 4) 支架拱架基础受载后的沉降。

(二) 模板、支架和拱架的制作与安装

(1) 模板与混凝土接触面应平整、接缝严密

(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。

(3) 支架通行孔的两边加护栏，夜间应设警示灯。

(4) 随安装随架设临时支撑。

(5) 支架或拱架不得与施工脚手架、便桥相连。

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

(7) 各种支架和模板安装后，宜采取预压方法消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形。

(8) 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。

非承重侧模应在混凝土强度能保证结构棱角不损坏时方可拆除，混凝土强度宜为 25MPa 及以上。

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。每一循环中，在横向同时卸落、纵向对称均衡卸落。

简支梁、连续梁结构的模板从跨中向支座方向一次循环卸落。

悬臂梁从悬臂端开始顺序卸落。

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。

## 二、钢筋

(一) 一般规定

---

(1) 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。

(2) 预制构件的吊环必须采用未经冷拉的 HPB300 轧光圆钢筋制作。

(3) 在浇筑混凝土之前应对钢筋进行隐蔽工程验收，确认符合设计要求。

## (二) 钢筋加工

(1) 钢筋宜优先选用机械方法调直。

(2) 钢筋宜常温弯制，不宜加热。钢筋宜从中部开逐步向两端弯制，弯钩一次弯成。

## (三) 钢筋连接

(1) 热轧钢筋接头钢筋接头宜采用焊接接头或机械连接接头。

焊接接头应优先选择闪光对焊。

机械连接接头适用于 HRB335 和 HRB400 带肋钢筋的连接。

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。

(2) 钢筋接头设置

同一根钢筋上宜少设接头。

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。

接头末端至钢筋弯起点的距离不得小于钢筋直径的 10 倍。

施工中钢筋受力分不清受拉、受压的，按受拉办理。

## (四) 钢筋的混凝土保护层厚度

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

(2) 钢筋机械连接件的最小保护层厚度不得小于 20mm。

(3) 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。

## 三、混凝土施工

### (一) 混凝土强度、原料、配合比

(1) 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。

## (2) 混凝土原材料

混凝土原材料包括水泥、粗细骨料、矿物掺合料、外加剂和水。

配制高强混凝土的矿物掺食料可选用优质粉煤灰、磨细矿渣粉、硅粉和磨细天然沸石粉。

常用的外加剂有减水剂、早强剂、缓凝剂、引气剂、防冻剂、膨胀剂、防水剂、混凝土泵送剂、喷射混凝土用的速凝剂等。

## (3) 配合比设计步骤

步骤	内容	特点
初步配合比设计阶段	配置&设计强度关系、水胶比计算、查表	理论计算
实验室配合比设计阶段	根据施工条件调整	验证、调整
基准配合比设计阶段	强度验证、密度修正每立方砼材料用量	假设无水砂石的比例
施工配合比设计阶段	实测砂石含水率	实际含水的砂石比例

## (二) 混凝土的搅拌、运输与浇筑

### (1) 坍落度

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。评定时应以浇筑地点的测值为准。

每一工作班或每一单元结构物不应少于两次。

### (2) 运输

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;

混凝土拌合物运输到浇筑地点后,应按规定检测其坍落度。

严禁在运输过程中向混凝土拌合物中加水。

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。

### (3) 浇筑与振捣

①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

②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。

### （3）浇筑与振捣

保证混凝土的连续浇筑。

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。

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

### （4）养护

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。

掺用缓凝剂、有抗渗等要求以及高强度混凝土，不少于 14d。

当气温低于 5° C 时，应采取保温措施，不得洒水养护。

## 考点三、预应力混凝土施工

### 1、预应力混凝土施工要求

#### （一）混凝土配制

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。

严禁使用含氯化物的外加剂及引气剂或引气型减水剂。

从各种材料引入混凝土中的氯离子总含量（折合氯化物含量）不宜超过水泥用量的 0.06%。

#### （二）预应力筋

预应力筋进场必须复检合格：先外观，再试验

每批重量≤60t	钢丝、钢绞线检查合格抽取三盘	一项不合格，从未取样的取双倍	再有一项不合格，逐盘检测，合格接收
			检验合格



		检验合格	
	精轧螺纹钢检查合格抽取两根	一项不合格，从未取样的取	再有一项不合格，逐盘检测，合格接收
		双倍	检验合格
		检验合格	

预应力筋必须保持清洁。

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。

### 3、先张法预应力

清理台座→穿入预应力筋，完成钢筋绑扎→张拉预应力筋→隔离套管封堵→安装侧模板→浇筑混凝土→养护→拆侧模→放张（切断）→吊运出坑。

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。

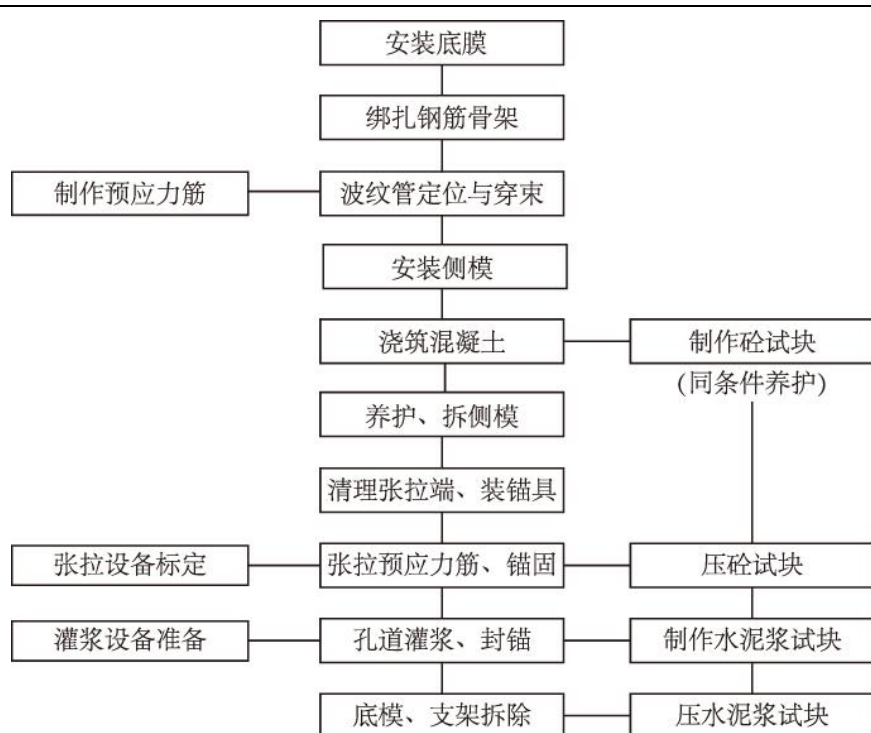
放张预应力筋时混凝土强度必须符合设计要求，设计未规定时，不得低于强度设计值的 75%。应分阶段、对称、交错地放张。放张前，应将限制位移的模板拆除。

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。

钢丝、钢绞线、钢筋先张法张拉时的断丝限制

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

### 4、后张法预应力



绑扎钢筋时，预应力管道已经固定在设计位置。

#### (一) 管道

(1) 管道应采用定位钢筋牢固地定位于设计位置。

(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。

#### (二) 预应力筋安装应符合下列要求

预应力筋可在混凝土浇筑前穿束，也可在浇筑后穿束。

先穿束后浇时，浇筑时应定时抽动、转动预应力筋。

先浇后穿束时，浇筑后应立即疏通管道，确保其畅通。

预应力筋宜使用砂轮锯或切断机切断，不得用电弧切割。

预应力筋下料长度应考虑结构的孔道长度或台座长度、锚夹具长度、千斤顶长度、焊接接头或镦头预留量、冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值和外露长度等因素。

#### (三) 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大于等于 25m 的直线预应力筋，宜在两端张拉；

长度小于 25m 的直线预应力筋，可在一端张拉。

（3）人员控制：施工单位应具有施工资质；应由项目技术负责人主持；张拉作业人员应经培训考核合格后方可上岗。

设备控制：张拉设备的校准期限不得超过半年，且不得超过 200 次张拉作业；张拉设备应配套校准，配套使用。

（4）预应力筋张拉逐渐加大拉力，张拉顺序当设计无要求时，可采取分批、分阶段对称张拉（宜先中间，后上、下或两侧）。

（5）张拉控制应力稳定后方可锚固。锚固后预应力筋外露长度不宜小于 30mm，用封端混凝土保护。

#### （四）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；水泥浆的强度不得低于 30MPa。

（2）压浆时排气孔、排水孔应有水泥浓浆溢出。

（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° C。当白天气温高于 35° C 时，压浆宜在夜间进行。

（4）压浆后应及时浇筑封锚混凝土。封锚混凝土的强度不宜低于结构混凝土强度等级的 80%，且不得低于 30MPa。

（5）后张法张拉过程中预应力筋断丝、滑丝、断筋的数量控制。

预应力筋种类	项目	控制值
钢丝束	每束钢丝、钢绞线、断丝、滑丝	1 丝
钢绞线束	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

#### （五）锚具和连接器

##### （1）基本要求

夹片式、支承式、握裹式、组合式

可靠的性能、足够的承载能力、良好的适用性

##### （2）验收

---

1) 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。

2) 验收应分批进行, 批次划分时, 锚具、夹片以不超过 1000 套为一个验收批。连接器的每个验收批不宜超过 500 套。

#### 考点四、桥面防水及支座、伸缩装置安装

##### 一、桥面防水

方式: 防水涂料、防水卷材

防水前处理: 桥面基层混凝土含水率、粗糙度、平整度处理; 喷涂或者涂刷基层处理剂; 节点、转角、排水口部位局部处理。

下雨下雪和风力大于 5 级时, 严禁桥面防水体系施工。

卷材不得多于 3 层, 严禁出现通缝;

防水涂料宜多遍涂布。前一遍干燥成膜后, 再涂布后一遍;

沥青混凝土摊铺温度高于防水卷材耐热度  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ , 低于  $170^{\circ}\text{C}$ ; 应低于防水涂料耐热度  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

##### 二、桥梁支座安装

###### (一) 支座的作用

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

###### (二) 分类

城市桥梁常用的支座主要是板式橡胶支座和盆式支座等。

##### 三、伸缩装置

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。

###### (一) 性能要求

(1) 伸缩装置应能够满足桥梁纵、横、竖三向的变形要求。

(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）运输与储存

伸缩装置不得露天堆放，存放场应干燥通风，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）安装

伸缩装置两侧预留槽内混凝土强度为达到设计要求前，不得开放交通。

## 桥梁下部结构施工

### 考点一、围堰施工

#### 一、类型及一般规定

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。

围堰外形一般有圆形、圆端形（上、下游为半圆形，中间为矩形）、矩形、带三角的矩形等。

#### （三）土围堰施工要求

填土应自上游开始至下游合龙。

#### （四）土袋围堰施工要求

围堰中心部分可填筑黏土及黏性土芯墙。

上下层和内外层的土袋均应相互错缝。

#### （五）钢板桩围堰施工要求

有大漂石及坚硬岩石的河床不宜使用钢板桩围堰。

钢板桩的锁口用止水材料捻缝，以防漏水。

#### （六）套箱围堰施工要求

#### （七）双壁钢围堰

### 考点二、桩基础施工

#### 一、沉入桩—预制桩

常用的沉入桩有钢筋混凝土桩、预应力混凝土管桩和钢管桩。

#### （一）沉桩方式及设备选择

（1）锤击沉桩宜用于砂类土、黏性土

(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。

(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,可采用射水辅助进行沉桩施工,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、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。

## (二) 施工要点

(1) 预制桩的接桩可采用焊接、法兰连接或机械连接。

(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;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,可以管内助沉。

(5) 终止锤击的控制,一般以控制桩端设计高程为主,贯入度为辅。

## 二、钻孔灌注桩

### (一) 成桩方式

泥浆护壁成孔桩	正循环回转钻
	反循环回转钻
	冲抓钻
	冲击钻(深孔时湿作业,全套管钻机为干作业)
	旋挖钻
	潜水钻
干作业成孔桩	长螺旋钻孔
	钻孔扩底
	人工挖孔
沉管成孔桩	夯扩
	振动
爆破成孔	

### (二) 泥浆护壁成孔

泥浆的作用:①护壁;②悬渣;③冷却;④润滑。

#### (1) 泥浆制备

---

护筒内的泥浆面应高出地下水位 1.0m 以上。

护筒顶面宜高出施工水位或者地下水位 2m，并高出施工作业面 0.3m。

(2) 正、反循环钻孔

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。

(三) 干作业成孔

(1) 长螺旋钻孔

(2) 人工挖孔

挖孔深度不宜超过 25m。

采用混凝土或钢筋混凝土护壁；

(四) 水下浇筑混凝土

(1) 桩顶混凝土浇筑完成后应高出设计高程 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。

(2) 混凝土须具备良好的和易性，坍落度宜为 180~220mm。

(3) 使用的隔水球应有良好的隔水性能，并应保证顺利排出。

(4) 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 1m；正常灌注时导管埋入混凝土深度宜为 2~6m。

(5) 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维形活套；采用螺旋丝扣接头时必须有防止松脱装置。

### 考点三、承台、桥台、墩柱、盖梁施工

#### 一、承台、墩台、盖梁

---

(1) 承台混凝土宜连续浇筑成型；

(2) 重力式墩台混凝土宜水平分层浇筑，每层高度 1.5~2m。

(3) 柱式墩台混凝土宜一次连续浇注完成。柱身高度内有系梁连接时，系梁应与柱同步浇筑。钢管混凝土墩柱应采用补偿收缩混凝土。

盖梁上一般要另外浇筑垫石、防震挡块。

## 二、大体积混凝土质量检查与验收

混凝土结构物实体最小几何尺寸不小于 1m 的大体量混凝土，或预计会因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生的混凝土。

### 1、裂缝分类：

①表面裂缝（温度裂缝，危害小）

②深层裂缝（结构部分切断，对耐久性产生危害）

③贯穿裂缝（切断结构，破坏了整体性和稳定性）

### 2、裂缝发生原因：

水泥水化热影响

内外约束条件的影响

外界气温变化的影响

混凝土的收缩变形

混凝土的沉陷裂缝

### 3、预防裂缝的质量控制措施：

#### 1) 优化混凝土配合比：

使用水化热低的水泥或者减少水泥用量；

控制含泥量，适用合适的缓凝剂、减水剂等外加剂；

控制坍落度在  $120 \pm 20\text{mm}$ ，不宜大于 180mm；

#### 2) 分层浇筑（全面分层、分段分层、斜面分层）

3) 养护温度控制，一直保持①内部与表面温度差小于  $20^{\circ}\text{C}$ ；②表面与室外温度差小于  $20^{\circ}\text{C}$ ；

内部降温方法：预埋冷却水管，投毛石；

覆盖保温材料（草袋、锯末、湿沙等）

保证养护时间：



水泥品种	养护时间 (d)
硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	14
火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、低热微膨胀水泥、矿渣硅酸盐大坝水泥	21
在现场掺粉煤灰的水泥	

注：高温期湿润养护时间均不得少于 28d。

## 桥梁上部结构施工

### 考点一、装配式梁桥施工

(1) 装配式桥梁构件在脱底模、移运、堆放和吊装就位时，混凝土的强度不应低于设计要求的吊装强度，一般不应低于设计强度的 75%；

预应力混凝土构件吊装时，其孔道水泥浆的强度一般不低于 30MPa。吊装前应验收合格。

(2) 吊运（吊装、运输）应编制专项方案，梁长 25m 以上的预应力简支梁应验算裸梁的稳定性。

(3) 吊装时构件的吊环应顺直，吊绳与起吊构件的交角小于  $60^\circ$  时，应设置吊架或吊装扁担，尽量使吊环垂直受力。

(4) 先简支后连续梁的安装

湿接头的混凝土宜在一天中气温较低的时段浇筑，且一联中的全部湿接头应一次浇筑完成。养护不少于 14d。

### 考点二、现浇预应力混凝土连续梁

#### 一、支架法

(1) 支架的地基承载力应符合要求，必要时，应采取加固处理或其他措施。

(2) 应有简便可行的落架拆模措施。

(3) 各种支架和模板安装后，宜采取预压方法消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形。

(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) 支架底部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防止支架不均匀下沉的措施。

## 二、悬臂浇筑法—挂篮施工

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。

### (一) 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。

### (二) 悬浇顺序及要求

- ①浇筑 0 号段且墩梁临时固结；
- ②在 0 号块安装挂篮且对称分段浇筑主梁至合龙前段；
- ③支架浇筑边跨主梁合龙段；
- ④浇筑中跨合龙段形成连续梁体系。

### (三) 合龙

先边跨、后次跨、再中跨

- 1) 合龙段的长度宜为 2m。
- 3) 合龙前应按设计规定，将两悬臂端合龙口予以临时连接，并将合龙跨一侧墩的临时锚固放松或改成活动支座。
- 4) 合龙前，在两端悬臂预加压重，并于浇筑混凝土过程中逐步撤除，以使悬臂端挠度保持稳定。
- 5) 合龙宜在一天中气温最低时进行。
- 6) 合龙段的混凝土强度宜提高一级，以尽早施加预应力。
- 7) 连续梁的体系转换应在合龙段及全部连续预应力筋张拉、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。

### (四) 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高程的确定是连续梁施工的关键问题之一，确定悬臂浇筑段前段高程时应考虑：

- 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高程。
  - 4) 温度影响。监测项目为前三项

## 管涵与箱涵施工

### 考点一、管涵施工

管涵通常采用工厂预制钢筋混凝土管的成品管节。

当管涵设计为混凝土或砌体基础时，基础上面设混凝土管座，其顶部弧形面应与管身紧贴合，使管节均匀受力。

### 考点二、箱涵施工

#### 1、顶进施工工艺流程

#### 2、箱涵顶进启动

启动时，现场必须有主管施工技术人员专人统一指挥。

液压泵站应空转一段时间，检查系统、电源、仪表无异常情况试顶。

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。

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。

#### 3、顶进挖土

可采取人工挖土或机械挖土。一般宜选用反铲开挖，每次开挖进尺 0.4~0.8m。挖土顶进应三班连续作业，不得间断。

两侧应欠挖 50mm，钢刃脚切土顶进。

列车通过时严禁继续挖土，人员应撤离开挖面。

挖土工作应与观测人员密切配合，随时观测，及时纠偏。

#### 4、季节性施工技术措施

(1) 箱涵顶进应尽量避免雨期。

(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。

(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。

## 基坑工程

### 考点一、地下水控制

#### 一、截水

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。

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。

当支护结构为排桩时，可采用高压喷射注浆或水泥土搅拌桩与排桩相互衔接（咬合）组成的嵌入式隔水帷幕。

#### 二、降水

##### 1、降水作用：

- (1) 截住坡面及基底的渗水。
- (2) 增加边坡的稳定性，并防止边坡或基底的土粒流失。
- (3) 减少被开挖土体含水量，便于机械挖土、土方外运、坑内施工作业。
- (4) 有效提高土体的抗剪强度与基坑稳定性。
- (5) 减小承压水头对基坑底板的顶托力，防止坑底突涌。

##### 2、降水方法

适用条件		土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
集水明排		填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土	—	—
降水井	真空井点	粉质黏土、粉土、砂土	0.01~20.0	单级≤6, 多级≤12
	喷射井点	粉土、砂土	0.1~20.0	≤20
	管井	粉土、砂土、碎石土、岩石	>1	不限
	渗井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	由下伏含水层

				的埋藏条件和水头条件确定
	辐射井	黏性土、粉土、砂土、碎石土	$>0.1$	4~20
	电渗井	黏性土、淤泥、淤泥质黏土	$\leq 0.1$	$\leq 6$
	潜埋井	粉土、砂土、碎石土	$>0.1$	$\leq 2$

### 3、集水明排

沿排水沟宜每隔 30~50m 设置一座集水井。集水井、排水管沟不应影响地下工程施工。

集水井深度应大于排水沟深度 1.0m。

### 4、降水井布设

1) 当真空井点孔口至设计降水水位的深度不超过 6.0m 时, 宜采用单级真空井点;

当大于 6.0m 且场地条件允许时, 可采用多级真空井点降水, 多级井点上下级高差宜取 4.0~5.0m。

#### 2) 布设要求

当基填(槽)宽度小于 6m 且降水深度不超过 6m 时, 可采用单排井点, 布置在地下水上游一侧;

当基坑(槽)宽度大于 6m 或土质不良, 渗透系数较大时, 宜采用双排井点, 布置在基坑(槽)的两侧;

当基坑面积较大时, 宜采用环形井点。挖土运输设备出入道可不封闭, 间距可达 4m, 一般留在地下水下游方向。

3) 井点间距宜为 0.8~2.0m, 距开挖上口线的距离不应小于 1.0m。

## 考点二、地基加固

### 一、加固目的与方法

#### 1、地基加固目的

(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: ①提高土体的强度和土体的侧向抗力, 减

少围护结构位移，保护基坑周边建筑物及地下管线；②防止坑底土体隆起破坏；③防止坑底土体渗流破坏；④弥补围护墙体插入深度不足等。

## 2、基坑地基加固方式

（1）基坑内被动土压区加固形式主要有墩式加固、裙边加固、抽条加固、格栅式加固和满堂加固。

（2）换填材料加固处理法，以提高地基承载力为主，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。

## 二、常用方法技术要点

### 1、注浆法

（1）注浆法是利用液压、气压或电化学原理，通过注浆管把浆液均匀地注入地层中，浆液以填充、渗透和挤密等方式，赶走土颗粒间或石裂隙中的水分和空气后占据其位置，经人工控制一定时间后，浆液将原来松散的土粒或裂隙胶结成一个整体，形成一个结构新，强度大、防水性能好和化学稳定性良好的“结石体”。

（2）水泥浆材料是以水泥为主的浆液，适用于岩土加固，是国内外常用的浆液。

#### （3）常用的注浆方法

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
劈裂注浆	适用于低渗透性的土层
压密注浆	常用于中砂地基，黏土地基中若有适宜的排水条件也可采用。如遇排水困难而可能在土体中引起高孔隙水压力时，就必须采用很低的注浆速率。压密注浆可用于非饱和的土体，以调整不均匀沉降以及在大开挖或隧道开挖时对邻近土进行加固
电动化学注浆	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

## 2、水泥土搅拌法

(1) 适用于加固饱和黏性土和粉土等地基。

(2) 根据固化剂掺入状态的不同，它可分为浆液搅拌和粉体喷射搅拌两种。必须确保全桩长上下至少再重复搅拌一次。

(3) 水泥土搅拌法加固软土技术具有其独特优点：

1) 最大限度地利用了原土。

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

3) 根据上部结构的需要，可灵活地采用柱状、壁状、格栅状和块状等加固形式。

4) 与钢筋混凝土桩基相比，可节约钢材并降低造价。

## 3、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，效果不理想。

(2) 高压喷射有旋喷（国柱状）、定喷（壁状）和摆喷（扇状）等三种基本形状；

2) 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。

3) 定喷和摆喷注浆常用双管法和三管法。

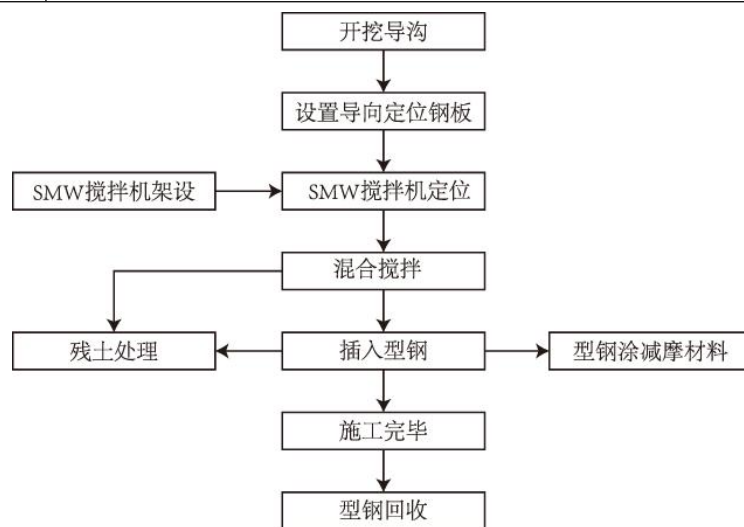
## 考点三、深基坑支护结构与变形控制

### 一、围护结构

(1) 基坑围护结构体系包括板（桩）墙、围檩（冠梁）及其他附属构件。

预制混凝土板桩	①预制混凝土板桩施工较为困难，对机械要求高，而且挤土现象很严重； 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	①成品制作，可反复使用：

	②施工简便，但施工有噪声； ③刚度小，变形大，与多道支撑结合，在软弱土层中也可采用； ④新的时候止水性尚好，如有漏水现象，需增加防水措施。
钢管桩	①截面刚度大于钢板桩，在软土层中开挖深度大； ②需有防水措施相配合
SMW 工法桩	①强度大，止水性好； ②内插的型钢可拔出反复使用，经济性好； ③具有较好发展前景，国内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
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



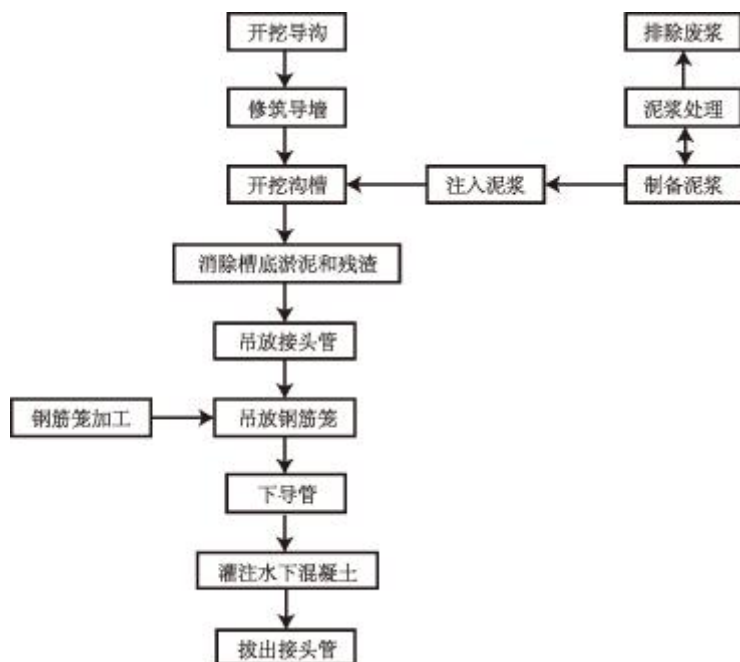
SMW 工法工艺流程图

- 1、开挖导沟
- 2、修筑导墙
- 3、开挖沟槽、注入泥浆
- 4、清槽除渣
- 5、吊放接头管
- 6、吊放钢筋笼
- 7、下导管



## 8、灌注混凝土

## 9、拔出接头管



导墙的作用：①挡土；②基准作用；③承重；④存蓄泥浆：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防止泥浆漏失，防止地面水流入槽内；补强作用。

## 二、支撑结构

(1) 内支撑一般有钢支撑和钢筋混凝土支撑，也可采用钢或钢筋混凝土混合支撑；外拉锚有土锚和拉锚两种形式。

(2) 在软弱地层的基坑工程中，支结构承受围护墙所传递的土压力、水压力。支撑结构挡土的应力传递路径是围护（桩）墙→围檩（冠梁）→支撑；

(3) 现浇钢筋混凝土支撑体系由围檩（圈梁）、对撑及角撑、立柱和其他附属构件组成。

## 三、基坑开挖与变形控制

### 1、基坑变形

(1) 开挖卸荷会引起坑底土体隆起。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) 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。

---

(3) 随着基坑的开挖卸载，基坑底出现隆起是必然的。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承受不透水土层下承压水水头压力而产生突然性的隆起；②由于围护结构插入基坑底土层深度不足而产生坑内土隆起破坏。

(4) 基坑底土体的过大隆起是施工时应该尽量避免的，一般通过监测立柱变形来反映基坑底土体隆起情况。

## 2、控制基坑变形的主要方法有

(1) 增加围护结构和支的刚度。

(2) 增加围护结构的入土深度。

(3) 加固基坑内被动区土体。加固方法有抽条加固、裙边加固及二者相结合的形式。

(4) 减小每次开挖围护结构处土体的尺寸和开挖支撑时间，这一点在软土地区施工时尤其有效。

(5) 通过调整围护结构深度和降水井布置来控制降水对环境变形的影响。

## 二、基坑（槽）的土方开挖方法

### 1、开挖方式

(1) 浅层土方开挖

(2) 深层土方开挖：坑底以上 0.3m 的土方采用人工开挖。

## 三、边坡防护

### 1、边坡基本要求

(1) 放坡应以控制分级坡高和坡度为主。

(2) 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；在分级放坡时，宜设置分级过渡平台；下级放坡坡度宜缓于上级放坡坡度。

### 2、基坑边坡稳定控制措施：

1) 做好坡度设计，不同土层处做折线、留台阶等。

2) 开挖控制，不得挖反坡。

3) 做好排水控制，保持基底和边坡的干燥。

4) 做好控制荷载，基坑边坡坡顶较近范围严禁重载。

5) 做好边坡防护。

---

6) 开挖监测、数据分析、有失稳迹象进行削坡、坡顶卸荷、坡脚压载等。

### 3、护坡措施

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：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。

3) 挂网喷浆或混凝土：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) 锚杆喷射混凝土护面、塑料膜或土工织物覆盖。