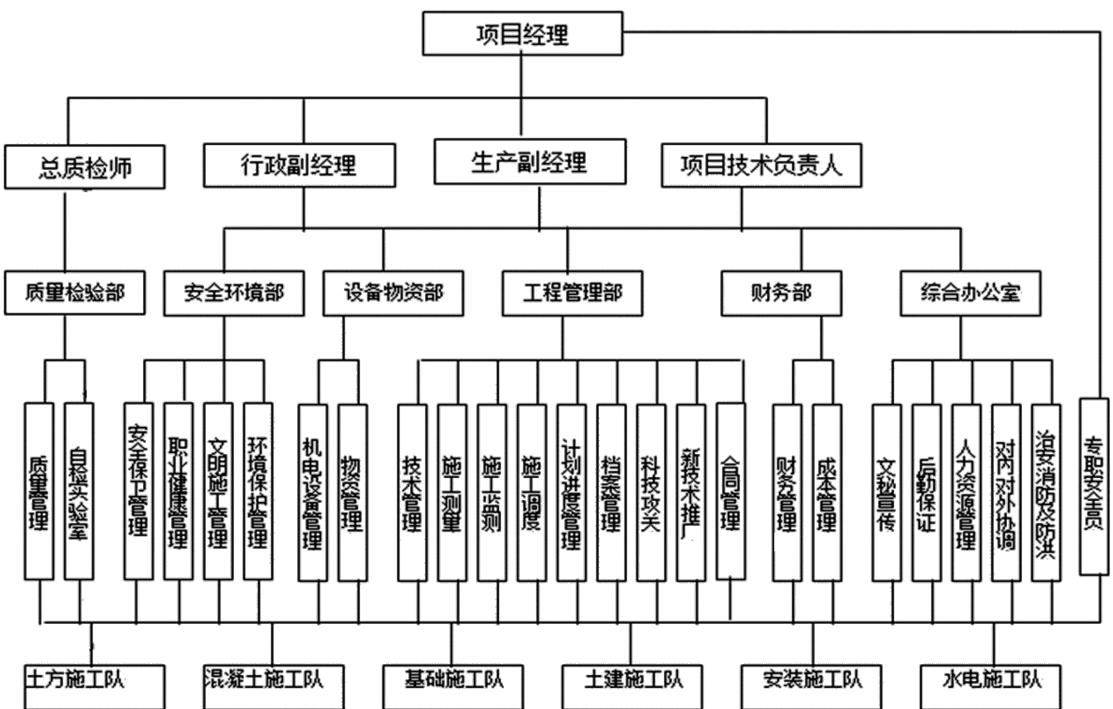


市政工程管理与实务



1K410000 市政公用工程施工技术



- 1K411000 城镇道路工程
- 1K412000 城市桥梁工程
- 1K413000 城市轨道交通工程
- 1K414000 城镇给水排水工程
- 1K415000 城市管道工程
- 1K416000 生活垃圾填埋处理工程
- 1K417000 施工测量与监控量测



道路与桥梁之间的关系

1K410000 市政公用工程施工技术

1K411000 城镇道路工程

1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411020 城镇道路路基施工

1K411030 城镇道路基层施工

1K411040 城镇道路面层施工



1K412000 城市桥梁工程

1K413000 城市轨道交通工程

1K414000 城镇水处理场站工程

1K415000 城市管道工程

1K416000 生活垃圾填埋处理工程

1K417000 施工测量与监控量测



1K411000 城镇道路工程

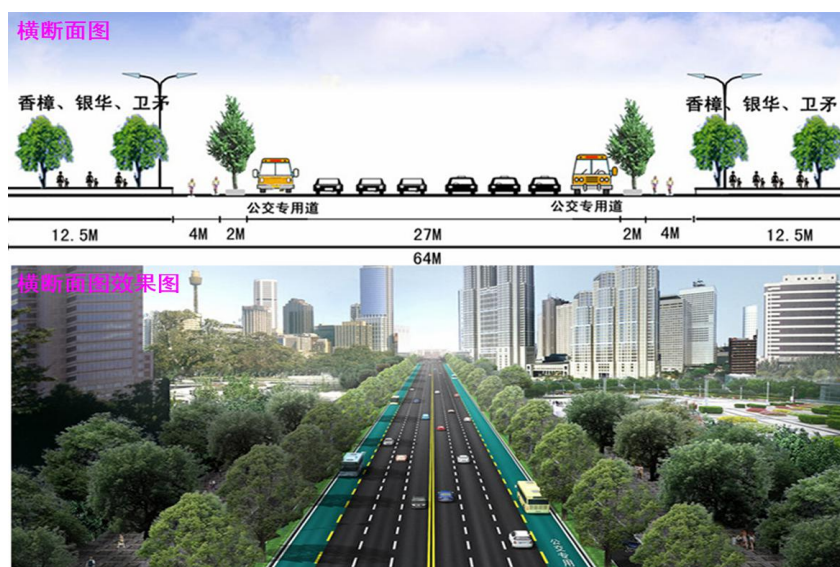


道路结构层



1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411011 城镇道路分类与分级



1K411012 沥青路面结构组成特点

1K411013 水泥混凝土路面构造特点

1K411014 沥青混合料组成与材料

1K411015 沥青路面材料的再生应用

1K411016 不同形式挡土墙的结构特点

1K411011 城镇道路分类与分级

路面结构的设计使用年限（年）

道路等级	路面结构类型		
	沥青路面	水泥混凝土路面	砌块路面
快速路	15	30	-
主干路	15	30	-
次干路	15	20	-
支路	10	20	10 (20)

一、城镇道路分级

我国城镇道路按道路在道路网中的地位、交通功能以及对沿线的服务功能等，分为快速路、主干路、次干路和支路四个等级。



(1) 快速路：应中央分隔、全部控制出入；单向设置不应少于两条车道，完全为交通功能服务。

(2) 主干路：连接城市各主要分区，以交通功能为主。

(3) 次干路：以集散交通功能为主，兼有服务功能。

(4) 支路：连接次干路和内部道路，以解决局部地区交通，服务功能为主。

道路类型	功能
快速路	完全交通功能
主干路	交通功能为主
次干路	交通兼服务功能
支路	服务功能为主





单幅路（一块板）



双幅路（两块板）



三幅路（三块板）



四幅路（四块板）

三、城镇道路路面分类

（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：

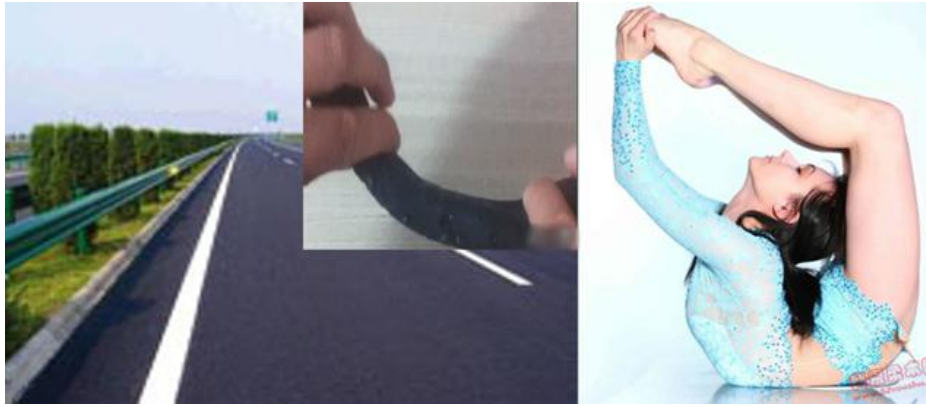
（1）沥青路面面层类型包括沥青、混合料、沥青贯入式和沥青表面处治。沥青混合料适用于各交通等级道路；沥青贯入式与沥青表面处治路面适用于中、轻交通道路。

（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

（1）柔性路面



(2) 刚性路面



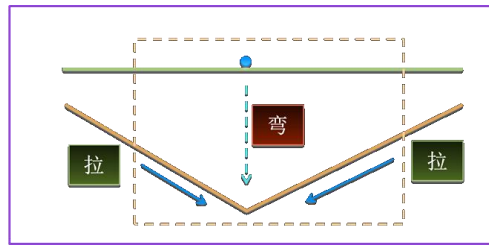
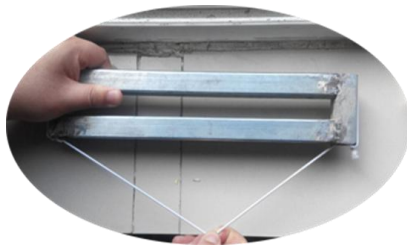
(1) 柔性路面

荷载作用下产生的弯沉变形较大、抗弯强度小，在反复荷载作用下产生累积变形，它的破坏取决于极限垂直变形和弯拉应变。柔性路面主要代表是各种沥青类面层，包括沥青混凝土面层、沥青碎石面层、沥青贯入式碎（砾）石面层等。



(2) 刚性路面

行车荷载作用下产生板体作用，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。刚性路面主要代表是水泥混凝土路面。

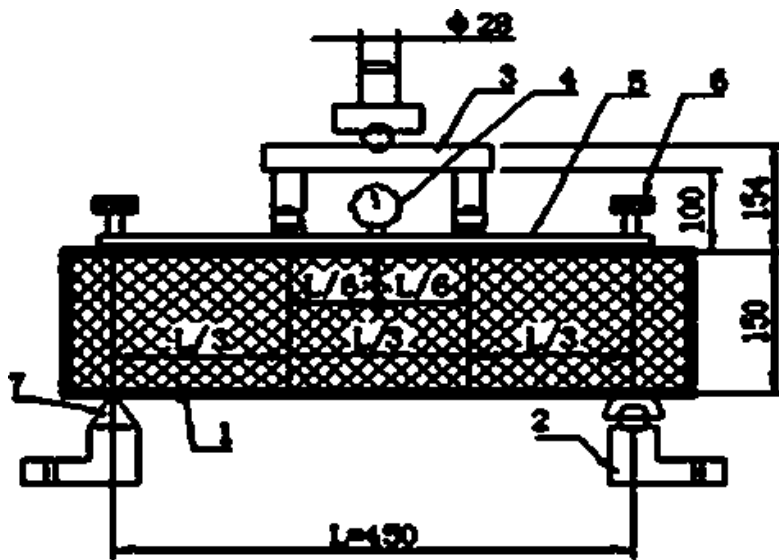


弯拉强度

道路桥梁工程常用术语，就是混凝土的抗折强度。

混凝土小梁在弯曲压力下,单位面积上所能承受的最大荷载称为混凝土抗折强度。抗折强度

试验采用 150mm×150mm×600mm (或 550mm) 的小梁作为标准试件。



弯沉

路面在荷载作用下产生竖向变形,在荷载作用后变形会恢复。国内外普遍采用回弹弯沉来表

征路基承载能力，回弹弯沉越大，承载能力越小，变形也就越大。回弹弯沉指的是路基或路

面在规定荷载作用下产生垂直变形。



1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411012 沥青路面结构组成及性能要求

1K411013 沥青混合料的组成与材料

1K411014 水泥混凝土路面的构造

1K411015 不同形式挡土墙的结构特点

1K411012 沥青路面结构组成特点

沥青贯入式路面

指的是用沥青贯入碎（砾）石作基层、联结层、面层的路面。即在初压实的碎石（或破碎砾石）上，分层浇洒沥青撒布嵌缝料，或再在上部铺筑热拌沥青混合料封层，经压实而成的沥青面层。



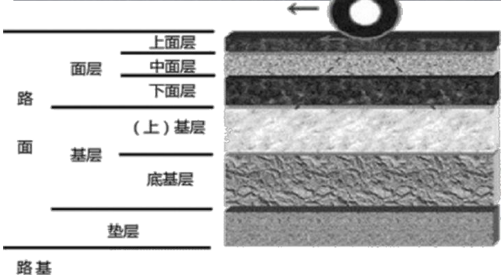
沥青表面处治

沥青表面处治路面是用沥青和集料按层铺或拌和法施工，其厚度不大于 3cm 的一种薄层面层。表面处治路面的使用寿命不及贯入式路面，设计时一般不考虑其承重强度，其作用主要

是对非沥青承重层起保护和防磨耗作用，而对旧沥青路面，则是一种日常维护的常用措施。

一般用于三、四级公路，也可用作

沥青路面的磨耗层、防滑层。



一、结构组成

(一) 基本原则

(1) 城镇沥青路面是城市的道路的典型路面，道路结构由面层基层和路基组成层间结合必须紧密稳定，以保证结构的整体性和应力传递的连续性。



(2) 行车荷载和自然因素对路面结构的影响随深度的增加而逐渐减弱，因而对路面材料的强度刚度和稳定性的要求也随深度的增加而逐渐降低。

(3) 面层、基层的结构类型及厚度应与交通量及载重量相适应，交通量大，轴载重时，应采用高级路面面层与强度较高的结合料稳定类材料基层。

(二) 路基与填料

1. 路基分类

(1) 根据材料不同，路基可分为土方路基、石方路基、特殊土路基

(2) 路基断面形式有：路堤、路堑、半填半挖



(5) 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铺筑面层时，城市的主干路快速路应适当的加后面层或采取其他措施，以减轻反射裂缝

【知识点补充】

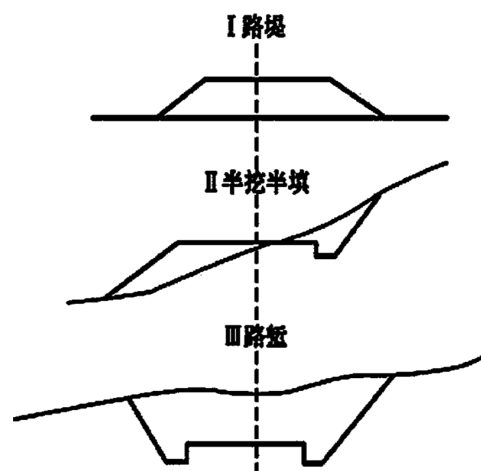


基层分类：

刚性基层：碾压混凝土、贫混凝土。

半刚性基层：无机结合料稳定材料。

柔性基层：沥青稳定类基层、级配粒料（级配碎石、级配砂砾）。



2.路基填料

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，应参加石灰或水泥等无机结合料进行改善。

岩石或填石路基顶面应铺设整平层。整平层可采用未筛分碎石和石屑或低剂量水泥稳定粒

料，其厚度视路基顶面不平整程度而定，一般为 100-150mm。

（三）基层与材料

(1)基层可分为基层和底基层，两类基层结构性能、施工或排水要求不同，厚度也不同

2.应根据道路交通等级和路基抗冲刷能力来选择基层材料。



3.常用的基层材料

(1)无机结合料稳定粒料(半刚性)

(2)嵌锁型和级配型材料(柔性)



(1)无机结合料稳定粒料(半刚性)

无机结合料稳定粒料基层属于半刚性基层，包括石灰稳定土类基层、石灰粉煤灰稳定砂砾基层、石灰粉煤灰钢渣稳定土类基层、水泥稳定土类基层等，其强度高，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）

2）级配砂砾及级配砾石属于柔性基层，可用作城市次干道及其以下道路基层。

级配砾石用作次干路及其以下道路底基层时，级配中最大粒径宜小于 53mm，用作基层时最大粒径不应大于 37.5mm。

（四）面层与材料

（1）高等级沥青路面面层可划分为上面层、中面层、下面层。

（2）沥青路面面层类型：

1）热拌沥青混合料面层（HMA），包括 SMA 和 OGFA

2）冷拌沥青混合料面层

3）温拌沥青混合料面层：拌和温度 120-130 度条件下生产的沥青混合料

4）沥青贯入式面层

5）沥青表面处治面层

二、结构层与性能要求

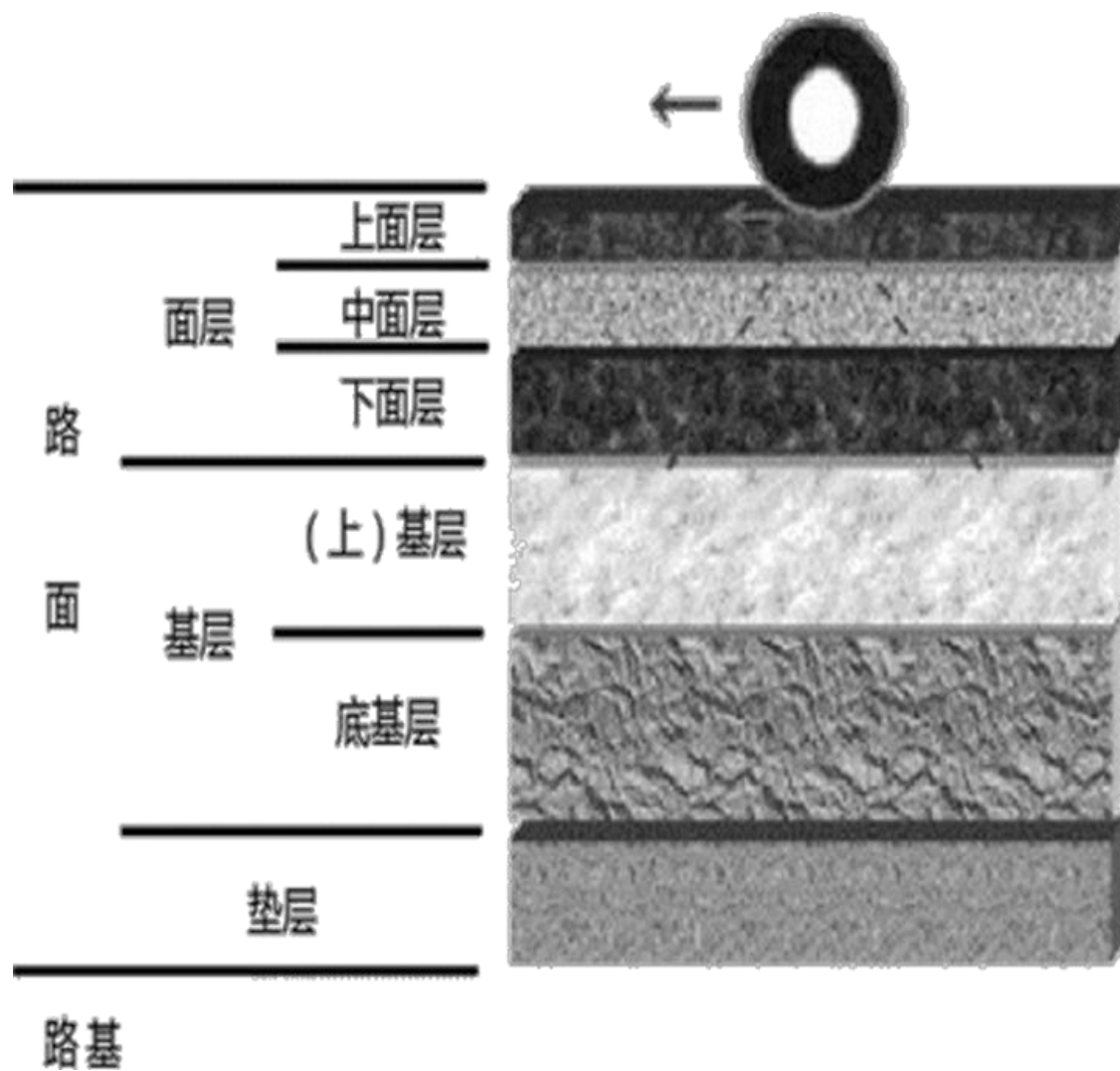
（一）路基性能指标

1）整体稳定性

2) 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在季节性冰冻地区路面结构厚度小于最小防冻厚度要求时，设置防冻垫层可以使路面结构免除或减轻冻胀和翻浆病害。



垫层:

1) 季节性冰冻地区的中湿或潮湿路段

2) 地下水位高、排水不良，路基处于潮湿或过湿状态的路段。

3)水文地质条件不良的土质路堑，路床土处于潮湿或过湿状态的路段

(2)垫层性能主要指标

1)垫层宜采用砂、砂砾等颗粒材料，小于 0.075mm 的颗粒含量不宜大于 5%

2) 排水垫层应与边缘排水系统相连接，厚度宜大于 150mm，宽度不宜小于基层底面的宽度

(三) 基层

(1) 基层是沥青路面结构中的承重层，主要承受车辆荷载的竖向力，并把由面层下传的应力扩散到垫层或土基。

(2) 基层性能指标：

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。底基层顶面铺设沥青封层或防水土工织物，为防止地下水渗水影响路基，排水基层下应设置由水泥稳定粒料或密级配力量组成的不透水的底基层。

(三) 面层

(1) 面层直接承受行车的作用，用以改善汽车的行驶条件，提高道路服务水平（包括舒适性和经济性），以满足汽车运输的要求。

(2) 面层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。



(3) 面层的性能要求

面层的使用要求指标：

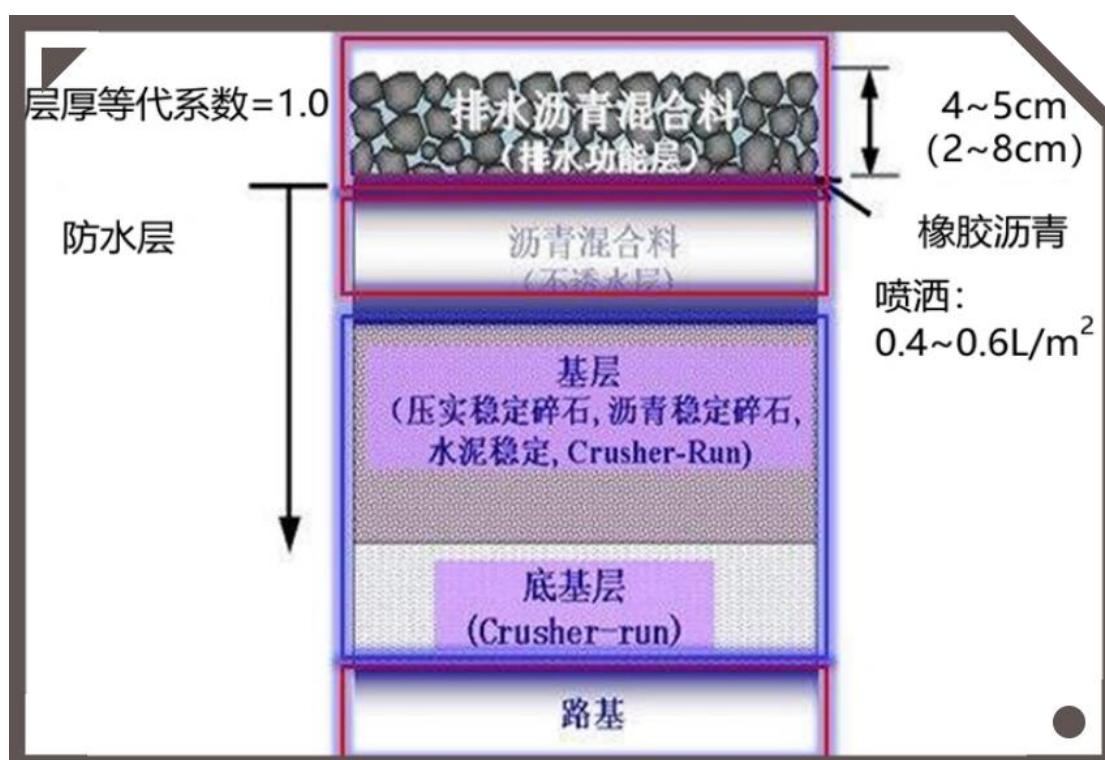
- 1.承载能力：具备相当高的强度和刚度
- 2.平整度
- 3.温度稳定性：高温稳定性、低温抗裂性
- 4.抗滑能力：具有较大的摩擦系数和较强的抗滑能力
- 5.透水性：不透水性
- 6.噪声量

面层的使用要求指标：

- 1.平整度
- 2.承载能力
- 3.温度稳定性
- 4.抗滑能力
- 5.透水性
- 6.噪声量

【记忆口诀】：成平温华水声

排水降噪路面：上面（磨耗层）层采用 OGFC（大孔隙开级配排水式沥青磨耗层）沥青混合料，中面层、下（底）面层采用密级配沥青混合料。



1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411012 沥青路面结构组成及性能要求

1K411013 水泥混凝土路面构造特点

1K411014 沥青混合料组成与材料

1K411015 沥青路面材料的再生应用

1K411016 不同形式挡土墙的结构特点

1K411013 水泥混凝土路面构造特点

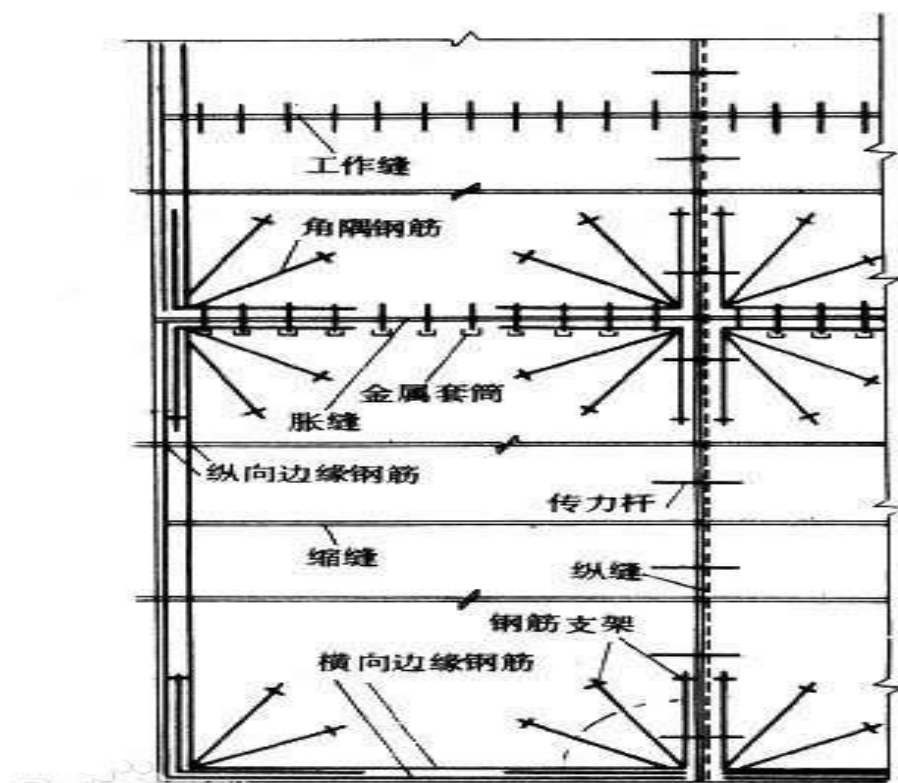
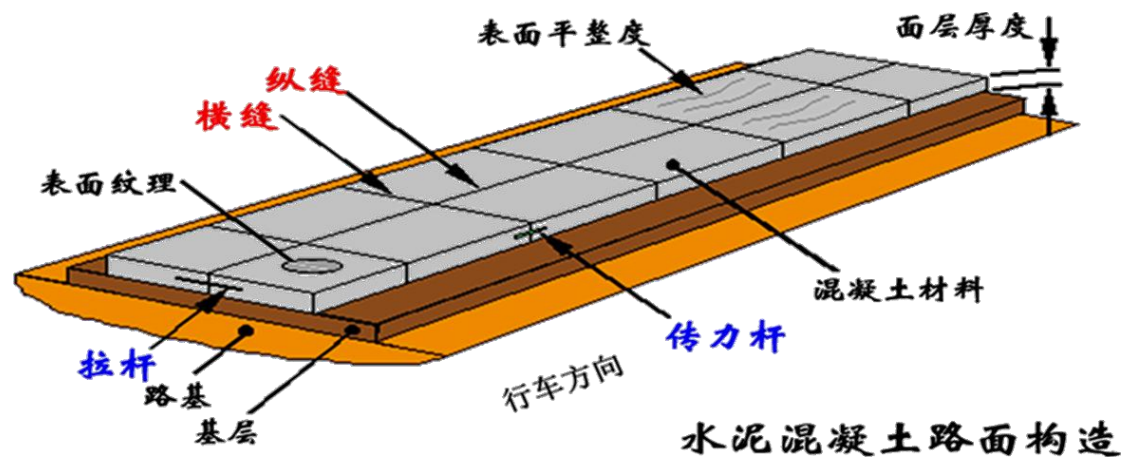
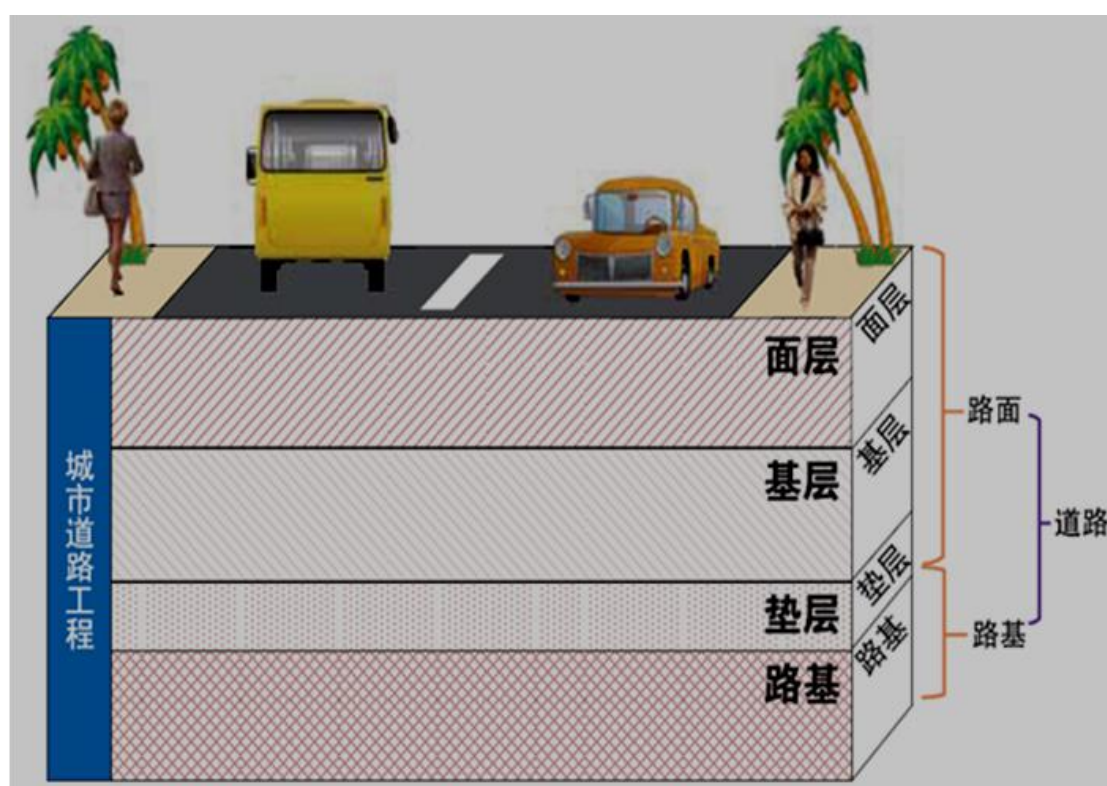


图1 水泥混凝土路面平面布置示意

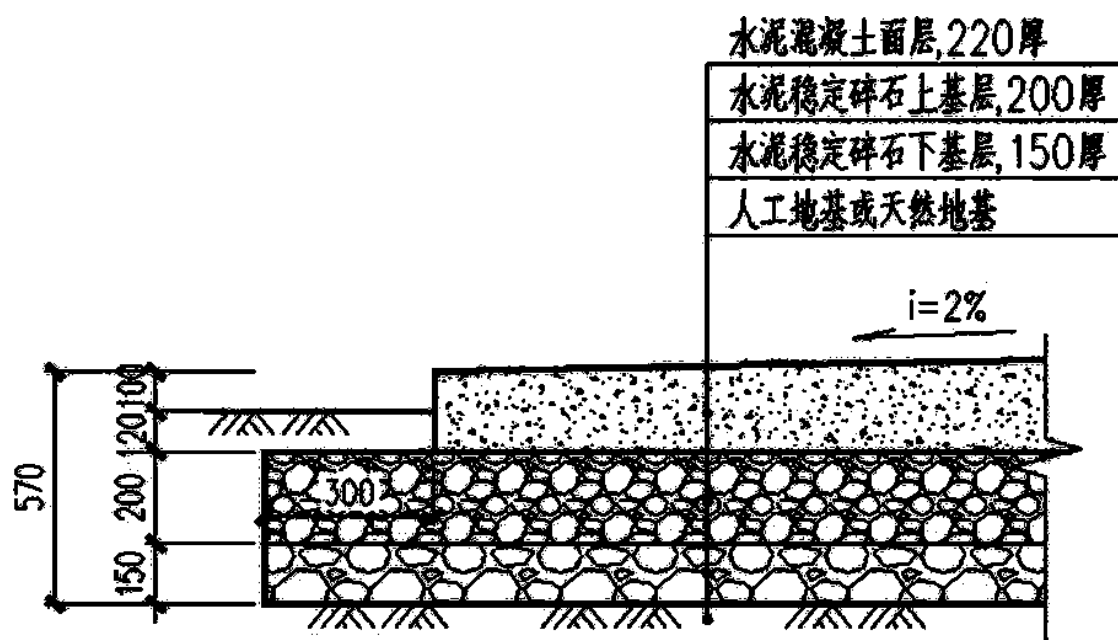


水泥混凝土路面由面层、基层及垫层组成。



一、垫层

在温度和湿度状况不良的城镇道路上，应设置垫层，以改善路面结构的使用性能。

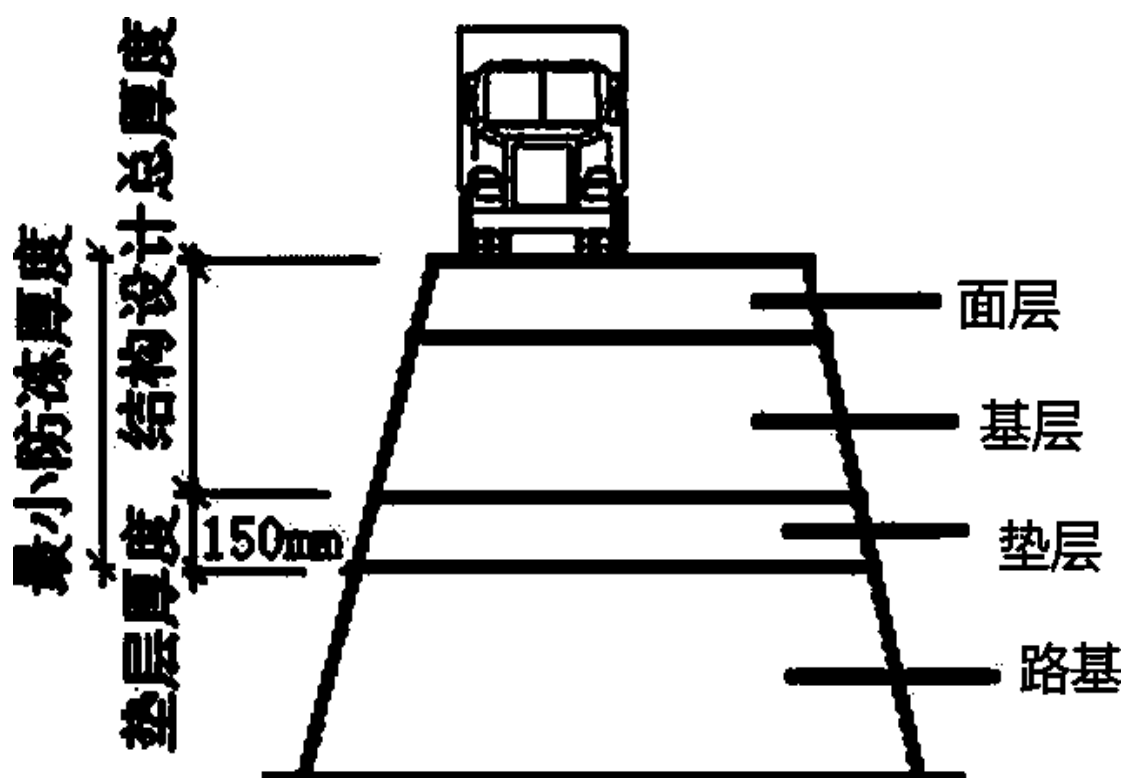


(1) 在基层下设置垫层的条件

季节性冰冻地区，路面总厚度小于最小防冻厚度要求时，根据路基干湿类型、土质的不同，其差值即是垫层的厚度。

水文地质条件不良的土质路堑，路床土湿度较大时，宜设置排水垫层。

路基可能产生不均匀沉降或不均匀变形时，宜加设半刚性垫层。



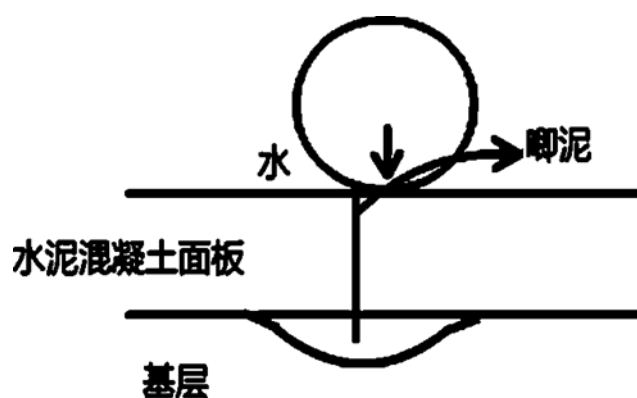
(2) 垫层的宽度

垫层材料应与路基宽度相同，其最小厚度为 150mm。

二、基层

(1) 水泥混凝土路面基层的作用

- ①防止或减轻唧泥、板底脱空和错台等病害；
- ②在垫层共同作用下，控制或减少路基不均匀冻胀或体积变形对混凝土面层的不利影响；
- ③为混凝土面层施工提供稳定而坚实的工作面，并改善接缝的传荷能力。



(2) 水泥混凝土路面基层的选用原则

根据交通等级和基层抗冲刷能力来选择基层：

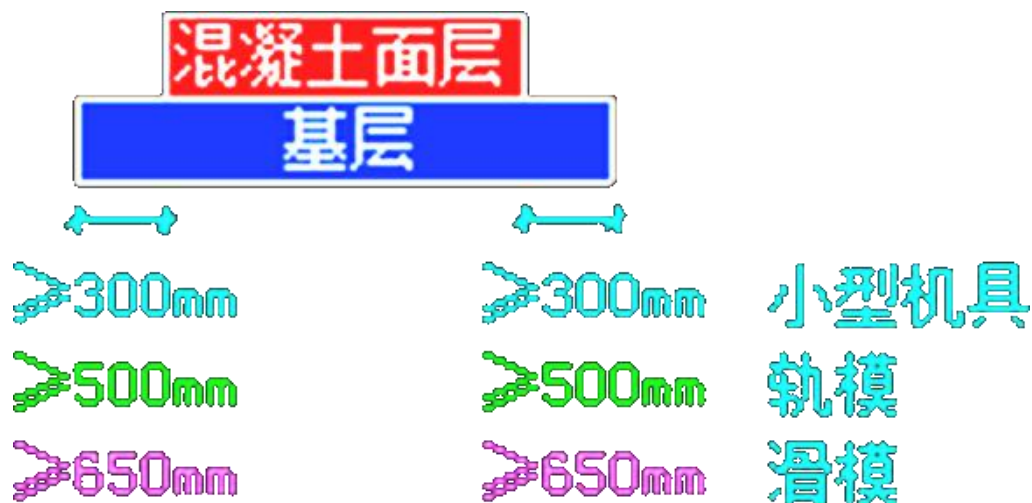
①特重交通：贫混凝土、碾压混凝土、沥青混凝土

②重交通：水泥稳定粒料、沥青稳定碎石；

③中、轻交通：水泥或石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料基层；

④湿润和多雨地区、繁重交通路段：排水基层。

【记忆口诀】：特混、重稳、中轻粒



(3) 基层的宽度应根据混凝土面层施工方式的不同比混凝土面层每侧至少宽出 300mm

(小型机具施工时) 500mm (轨模式摊铺机施工时) 或 650mm (滑模式摊铺机施工时)。

【记忆口诀】小三鬼 5 滑 65

轨道式摊铺机 (轨道充当模板)



滑膜式摊铺机直观图 (履带内侧有挡板, 充当模板)

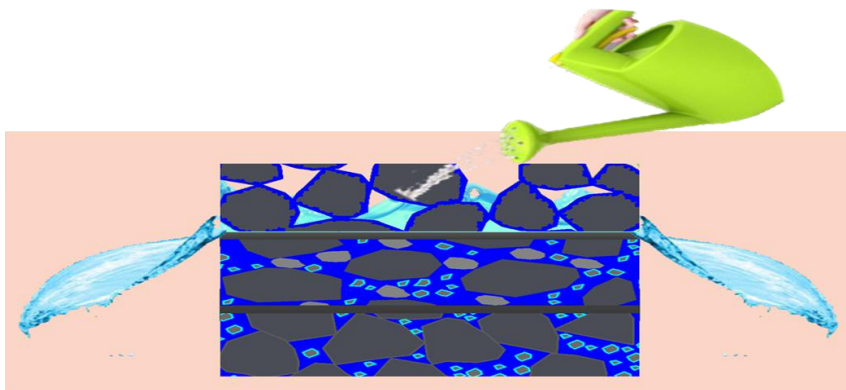


三滚轴摊铺机



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

(6) 碾压混凝土基层应设置与混凝土面层相对应的接缝。



(三) 面层

(一) 面层混凝土板常分为普通(素)混凝土板、碾压混凝土板、连续配筋混凝土板、预应

力混凝土和钢筋混凝土板等。目前我国较多采用普通（素）混凝土板。



(2)混凝土面层在温度变化影响下会产生胀缩 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 每块矩形板的板长按面层类型、厚度并由应力计算确定

(三) 接缝

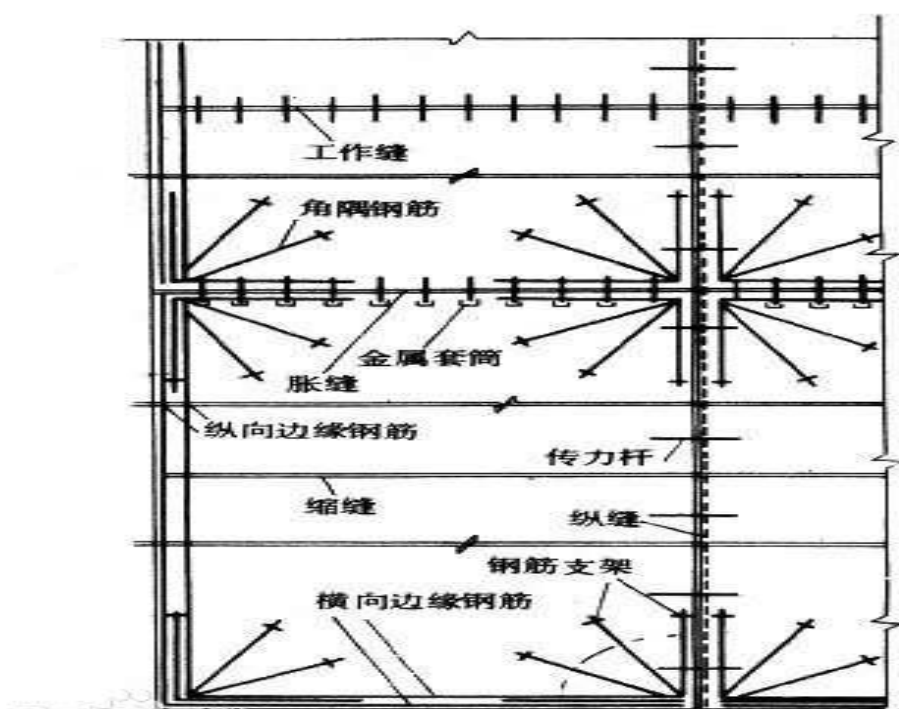


图 1 水泥混凝土路面平面布置示意

纵向接缝

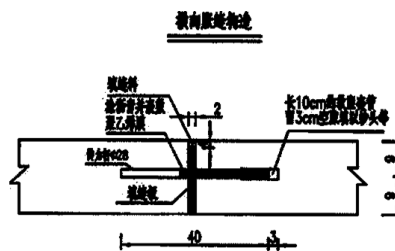
- (1) 施工缝：一车道一浇，真缝；
- (2) 缩缝：若干车道一浇，假缝；
- (3) 均应设置拉杆（螺纹钢，两端固结）。



横向接缝

(1) 胀缝 (真缝)

缝宽 20mm；必设传力杆（光圆钢筋，一端固结、一端滑动，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，夏天与板面平，冬天稍低于板面）。



(2) 缩缝 (假缝)

切缝时间：25% ~ 30%设计强度；

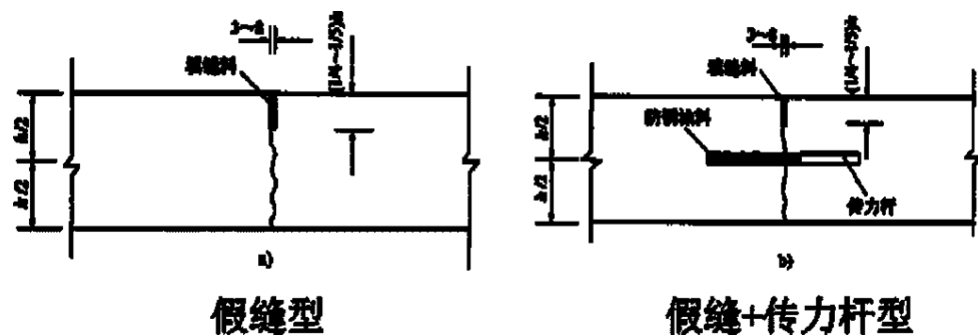
切缝宽度：4 ~ 6mm；



快速路、主干路：设传力杆；

次干路、支路：不设传力杆。

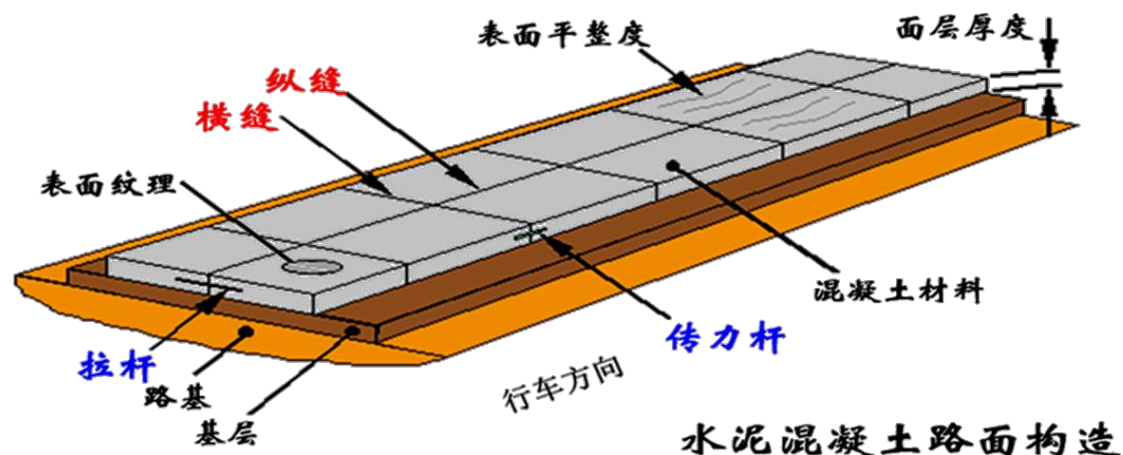
切缝深度：设传力杆时， $\leq 1/3h$ 且 $\leq 70\text{mm}$ ；不设传力杆时， $\leq 1/4h$ 且 $\leq 60\text{mm}$ 。



(3) 施工缝（真缝）

1) 留在胀缝处，同胀缝；

2) 留在缩缝处，真缝（缝宽 4~6mm），必设传力杆。



纵向接缝与路线中线平行，并应设置拉杆。

横向接缝可分为横向缩缝、胀缝和横向施工缝

快速路、主干路的横向缩缝应加设传力杆；

在邻近桥梁或其他固定构筑物处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。

(4) 水泥混凝土面层自由边缘，承受繁重交通的胀缝、施工缝，小于 90°的面层角隅，下穿市政管线路段，以及雨水口和地下设施的检查井周围，面层应配筋补强。



(四) 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。



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 级及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硅酸盐水泥，其强度等级不宜低于 32.5 级。

(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，粗集料的最大公称粒径，破碎砾石不得大于 26.5mm，碎石不得大于 31.5mm 砾石不宜大于 19.0mm; 钢纤维混凝土粗集料最大粒径不宜大于 19.0mm.

(6)胀缝板宜用厚 20mm，水稳定性好，具有一定柔性的板材制作，且应经防腐处理，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。

1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411012 沥青路面结构组成及性能要求

1K411014 沥青混合料组成与材料

1K411015 不同形式挡土墙的结构特点

1K411014 沥青混合料组成与材料

一、结构组成

沥青混合料是一种复合材料，主要由沥青、粗集料、细集料、矿粉组成，有的还加入聚合物和木纤维素。



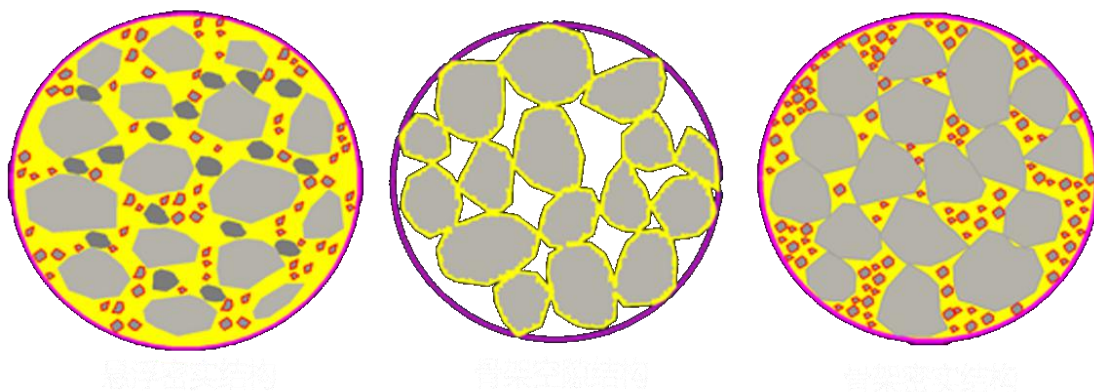
一、结构组成（高频考点）

按级配原则构成的沥青混合料，其结构组成可分为三类：

(1) 悬浮—密实结构

(2) 骨架—空隙结构

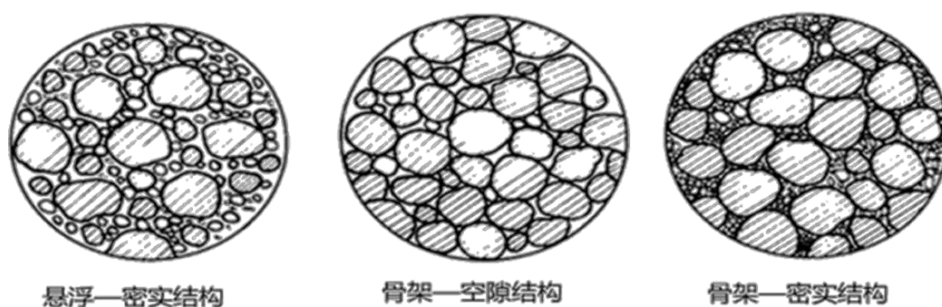
(3) 骨架—密实结构



(1) 悬浮—密实结构：黏聚力大、内摩擦角小，代表 AC 型沥青混合料。(稀饭)

(2) 骨架—空隙结构：黏聚力小、内摩擦角大，代表沥青碎石混合料 (AM)、OGFC。(干饭)

(3) 骨架—密实结构：黏聚力大、内摩擦角大，代表沥青玛蹄脂混合料 (SMA)。



二、主要材料与性能

(一) 沥青

城镇道路面层宜优先采用 A 级沥青 (即能适用于各种等级、任何场合和层次), 不宜使用煤沥青。



用于沥青混合料的沥青应具有下述性能：

1. 粘结性

2. 感温性

感温性是指沥青材料的粘度随温度变化的感应性

3. 耐久性

我国相关规范规定，采用薄膜烘箱加热试验，测老化后沥青的质变、残留针入度比、残留延度等来反映其抗老化性。通过水煮法试验，测定沥青和集料的粘附性，反映其抗水损害能力，等级越高，粘附性越好。

4. 塑性

沥青材料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。

5. 安全性

(4) 具有较好的大气稳定性：抗热、抗光，抗老化能力较强。

(5) 具有较好的水稳性：抗水损害能力较强。

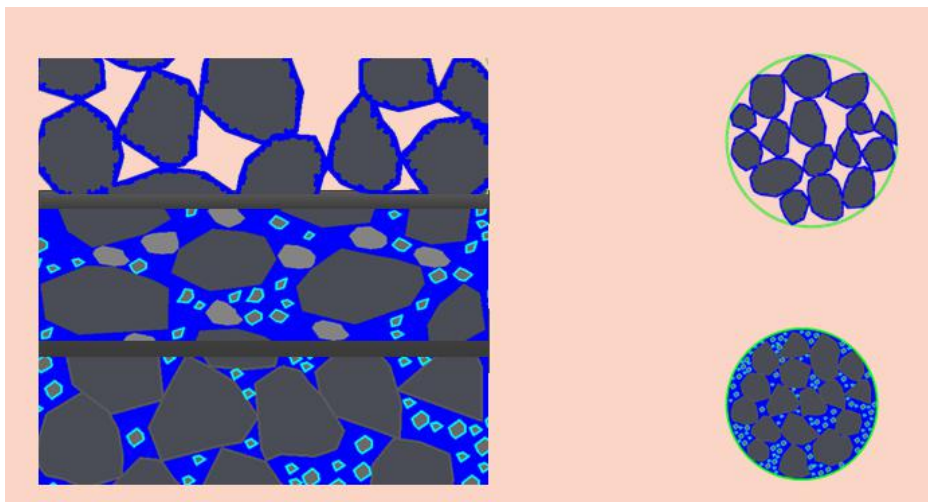
(二) 粗集料

(5) 粗集料与沥青的粘附性应有较大值，城市快速路、主干路的集料对沥青的粘附性应大于或等于 4 级，次干路及以下道路应大于或等于 3 级。



(三) 细集料

(2) 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。



(四) 矿粉

(1) 应采用石灰岩等憎水性石料磨成，应洁净、干燥，不含泥土成分。

(2) 城镇快速路、主干路的沥青面层不宜用粉煤灰作填充料。



憎水性材料

憎水性：反映材料耐水渗透的一个技术指标，以经规定的方式，一定流量的水流喷淋之后，试样中未透水部分的体积百分率来表示。

（五）纤维稳定剂

（2）不宜使用石棉纤维。

（3）纤维稳定剂应在 250℃高温条件下不变质。



三、热拌沥青混合料主要类型

（一）普通沥青混合料

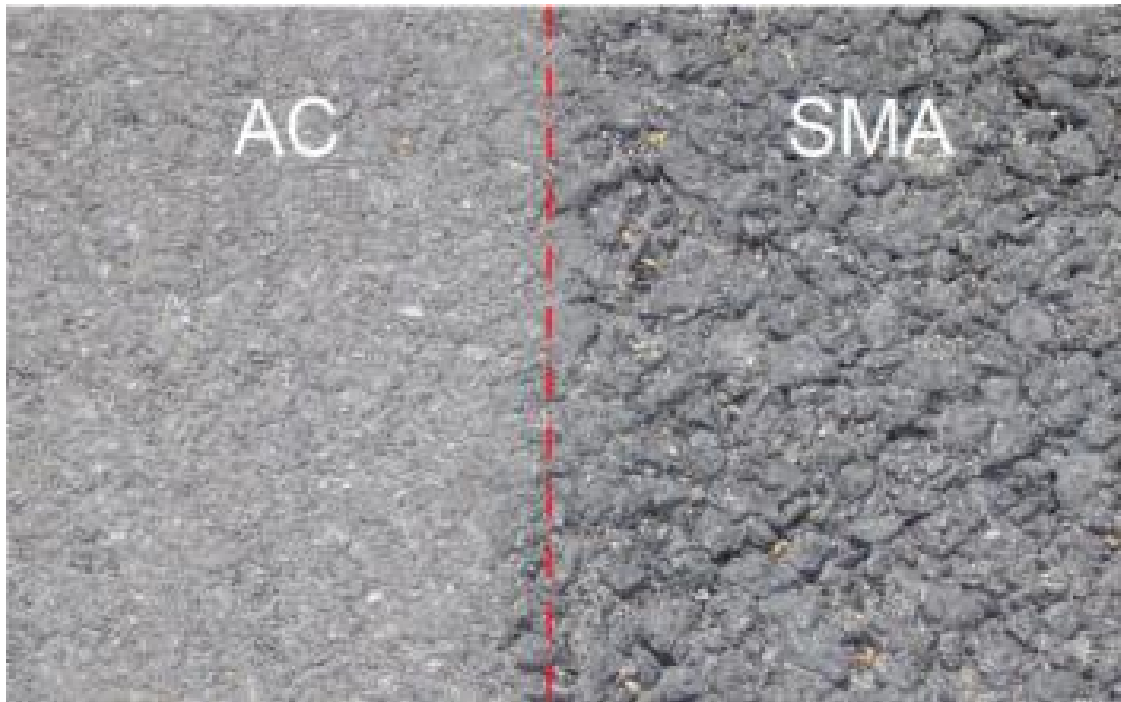
即 AC 型沥青混合料，适用于城镇次干道、辅路或人行道等场所。



（二）改性沥青混合料

（2）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。

（3）改性沥青混合料面层适用城镇快速路、主干路。



(三) 沥青玛蹄脂碎石混合料 (SMA)

(1) SMA 混合料是一种以沥青、矿粉及纤维稳定剂组成的沥青玛蹄脂结合料，填充于间断骨架中所形成的混合料。

(3) 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；适用于城镇快速路、主干路。



SMA路面

(四) 改性 (沥青) 沥青玛蹄脂碎石混合料 (SMA)

(1) 使用改性沥青，材料配合比采用 SMA 结构形式。

(3) 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。

1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411012 沥青路面结构组成及性能要求

1K411015 沥青路面材料的再生应用

1K411016 不同形式挡土墙的结构特点

1K411015 沥青路面材料的再生应用

一、再生目的与意义

(一)再生机理

(1)沥青路面材料在沥青混合料拌制、运输、施工和沥青路面使用过程中，由于加热和各种自然因素的作用，沥青逐渐老化，胶体结构改变，导致沥青针入度减小、粘度增大，延度降低，反映沥青流变性质的复合流动度降低，沥青的非牛顿性质更为显著。沥青的老化削弱了沥青与集料颗粒的粘结力，造成沥青路面的硬化，进而使路面粒料脱落散，降低了道路耐久性。

二、再生剂技术要求与选择

(二)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，复合流动度接近，显现牛顿液体性质
- (3)具有溶解分散沥青质的能力
- (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

三、再生材料生产与应用

(二)生产工艺

(3)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

(4)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，其技术标准参考热拌沥青混合料标准

1K411016 不同形式挡土墙的结构特点

一、常用挡土墙结构

(1)重力式挡土墙

依靠墙体的自重抵抗墙后土体的侧向推力（土压力），以维持土体稳定，多用料石或混凝土预制块砌筑，或用混凝土浇筑，是目前城镇道路常用的一种挡土墙形式。

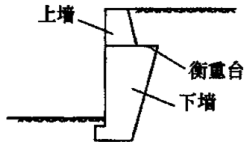
类型	结构示意图	结构特点
重力式		(1) 依靠墙体自重抵抗土压力作用； (2) 一般用浆砌片（块）石砌筑，缺乏石料地区可用混凝土砌块或现场浇筑混凝土； (3) 形式简单，就地取材，施工简便
重力式		(1) 依靠墙体自重抵抗土压力作用； (2) 在墙背设少量钢筋，并将墙趾展宽（必要时设少量钢筋）或基底设凸榫抵抗滑动； (3) 可减薄墙体厚度，节省混凝土用量

依靠墙体的自重抵抗墙后土体的侧向推力（土压力），以维持土体稳定，多用料石或混凝土预制块砌筑，或用混凝土浇筑，是目前城镇道路常用的一种挡土墙形式。



(2)衡重式挡土墙

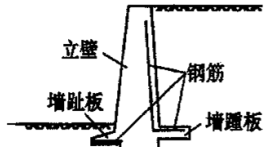
墙背在上下墙间设衡重台，利用衡重台上的填土重量使全墙重心后移增加墙体的稳定性。

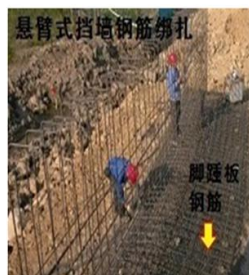
衡重式		(1) 上墙利用衡重台上填土的下压作用和全墙重心的后移增加墙体稳定； (2) 墙胸坡，下墙倾斜，可降低墙高，减少基础开挖
-----	---	--



(3) 悬臂式挡土墙

由底板及固定在底板上的悬臂式直墙构成，主要依靠底板上的填土重量维持挡土构筑物的稳定。

钢筋混凝土悬臂式		(1) 采用钢筋混凝土材料，由立壁、墙趾板、墙踵板三部分组成； (2) 墙高时，立壁下部弯矩大，配筋多，不经济
----------	--	---



(4) 钢筋混凝土扶壁式

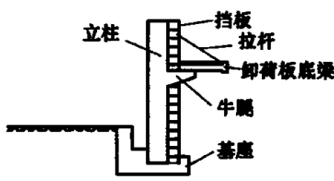
由底板及固定在底板上的直墙和扶壁构成，主要依靠底板上的填土重量维持挡土构筑物的稳定，比悬臂式受力条件好，在高墙时较悬臂式经济

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
----------	---	---



(5) 带卸荷板的柱板式

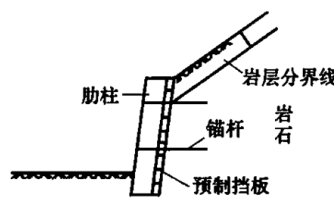
基础开挖较悬臂式少，可预知拼装，快速施工

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
----------	---	---



(6) 锚杆式

由肋柱、挡板和锚杆组成，靠锚杆固定在岩体内拉住肋柱

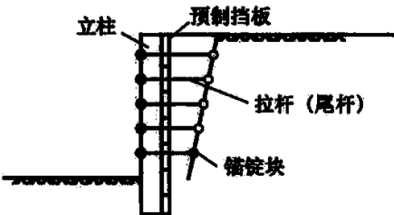
锚杆式		①由肋柱、挡板和锚杆组成，靠锚杆固定在岩体内拉住肋柱； ②锚头为楔缝式或砂浆锚杆
-----	--	--



(7) 自力式（尾杆式）

结构轻便、工程量节省、可以预制，拼装，施工快速，便捷。

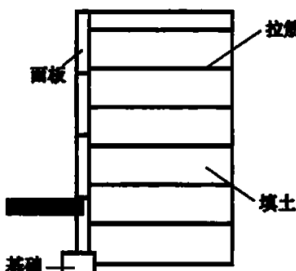
基础处理简单、有利于地基软弱处进行填土施工，但分层碾压需慎重，土也要有一定选择。

自立式 (尾杆式)		①由拉杆、挡板、立柱、锚锭块组成，靠填土本身和拉杆、锚锭块形成整体稳定； ②结构轻便、工程量节省，可以预制、拼装，施工快速、便捷； ③基础处理简单，有利于地基软弱处进行填土施工，但分层碾压需谨慎，土也要有一定选择
--------------	---	---

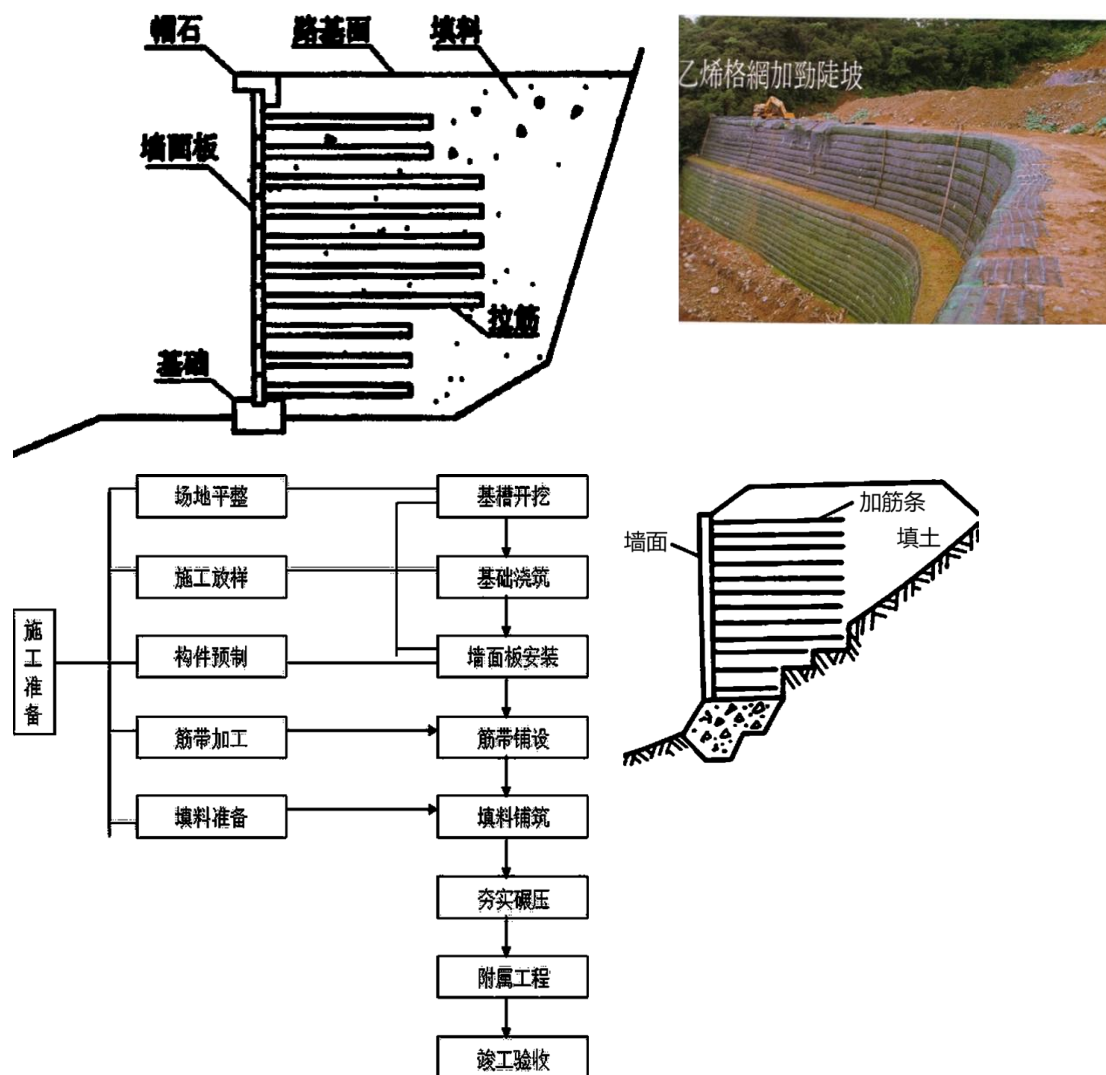


(8) 加筋土挡土墙

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，造价较低，立面美观，造型精巧与周围环境协调。

加筋土		①加筋土挡墙是填土、拉筋和面板三者的结合体。拉筋与土之间的摩擦力及面板对填土的约束，使拉筋与填土结合成一个整体的柔性结构，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可解决很高（国内有3.6~12m的实例）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，为普通挡墙（结构）造价的40%~60%； ⑤立面美观，造型轻巧，与周围环境协调
-----	---	---



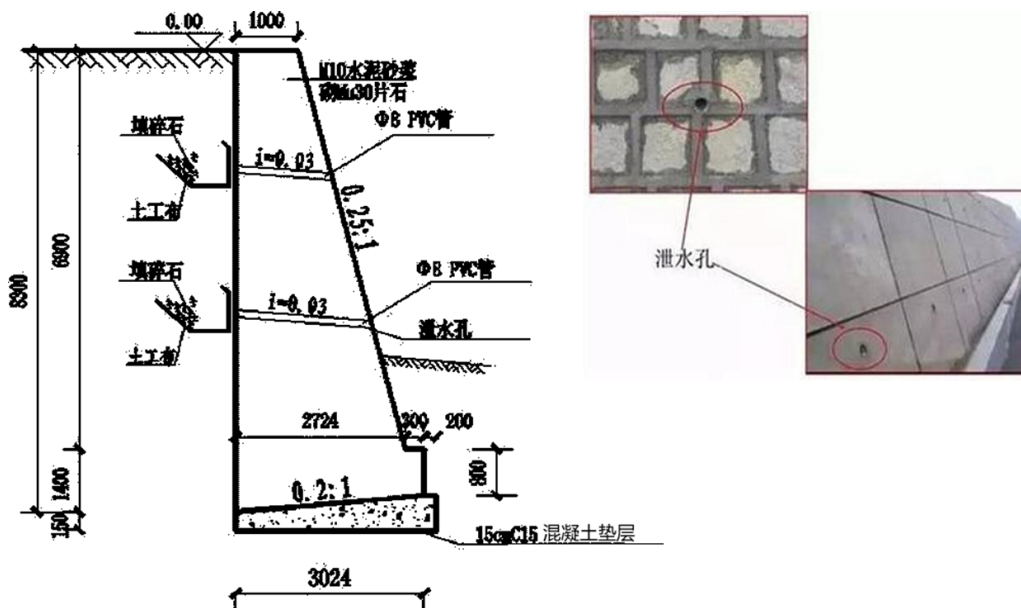
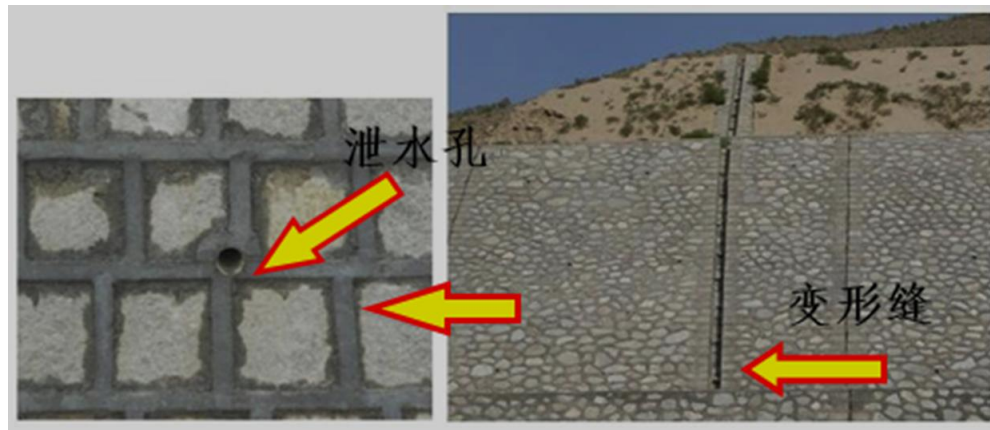


(1) 挡土墙基础地基承载力必须符合设计要求，且经检测验收合格后方可进行后续工序施工。

(2) 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。

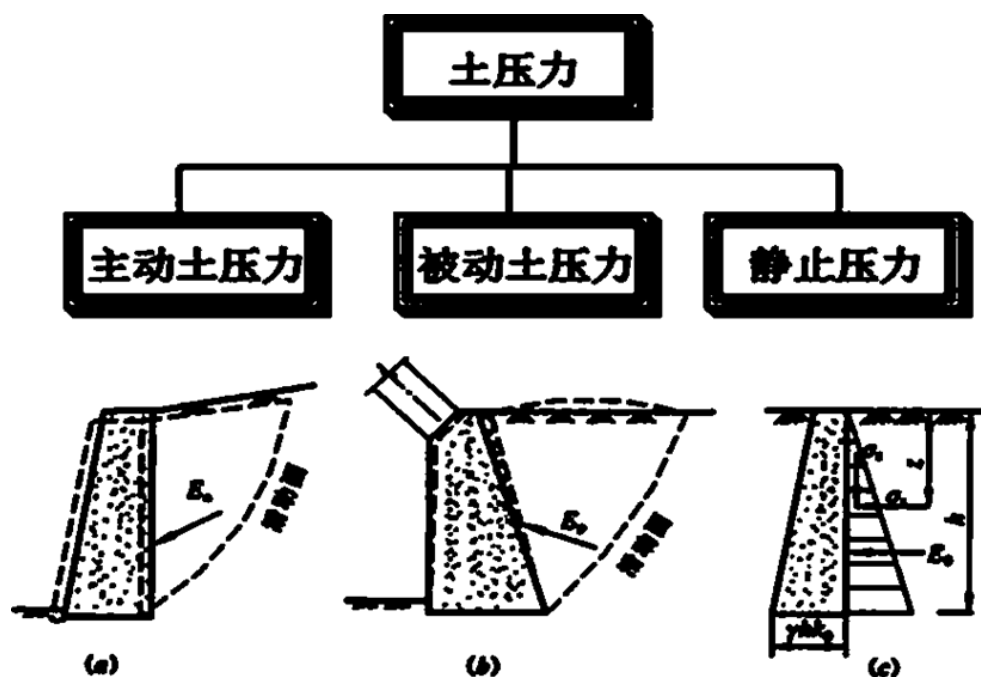
(3) 当挡土墙墙面需立体绿化时，应报请建设单位、设计单位，补充防止挡土墙基础浸水下沉的设计。

(4) 挡土墙顶设帽石时，帽石安装应平顺、坐浆饱满、缝隙均匀。



二、挡土墙结构受力

被动土压力(墙推土) > 静止土压力(土、挡墙无相对运动趋势) > 主动土压力(土推墙)。



好的态度是你走向成功的第一步。

施工测量与监控量测

- (1) 施工测量前，应依据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，适于放线工作的需要。



全站仪	经纬仪	水准仪	激光铅垂仪	激光扫平仪
棱镜	塔尺	50m 大卷尺	线锤	墨斗
5m 小卷尺	油漆	毛笔	铅笔	对讲机

施工测量与监控量测

可能涉及考点：

- 1、人员：经过培训，考核合格，持证上岗。
- 2、设备：仪器设备经过符合性检查，严禁使用不合格仪器设备。
- 3、施工测量需要编制方案。

4、测量记录真实完整、清晰。

5、测量复核制度。

测量同时需要注意竣工测量和变形观测，如果出现案例以管理方式居多，考核技术可能性不大。

施工测量与监控量测



道路施工机械



1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411020 城镇道路路基施工（平均每年 1 分）

1K411030 城镇道路基层施工

1K411040 城镇道路面层施工

1K411020 城镇道路路基施工

1K411021 城镇道路路基施工技术

1K411022 城镇道路路基压实作业要求

1K411023 岩土分类与不良土质处理方法

1K411024 水对城镇道路路基的危害

1K411021 城镇道路路基施工技术

一、路基施工特点与程序

（一）施工特点

（1）城镇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。



（二）施工项目

城镇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。

（三）基本流程

1.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。

市政公用工程施工通常需要临时占用城市道路、绿地或其他公用设施，交通导行方案是市政公用工程施工组织设计的重要组成部分，也是施工现场管理的重要任务之一。



交通导行方案设计要点

一、现况交通调查

(1) 现况交通调查是制定科学合理的交通疏导方案的前提，项目部应根据施工设计图纸及施工部署，调查现场及周围的交通车行量及高峰期，预测高峰流量，研究设计占路范围、期限及围挡警示布置。

(2) 应对现场居民出行路线进行核查，并结合规划围挡的设计，划定临时用地范围、施工区、办公区等出口位置，应减少施工车辆与社会车辆交叉；以避免出现交通拥堵。

交通导行方案设计要点

(3) 应对预计设置临时施工便线、便桥位置进行实地详堪，以便尽可能利用现况条件。

交通导行方案设计要点

(一) 获得交通管理和道路管理部门的批准后组织实施

(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。

(4) 对作业工人进行安全教育、培训、考核，并应与作业队签订《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。

交通导行方案设计要点

(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，积极协助交通民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。

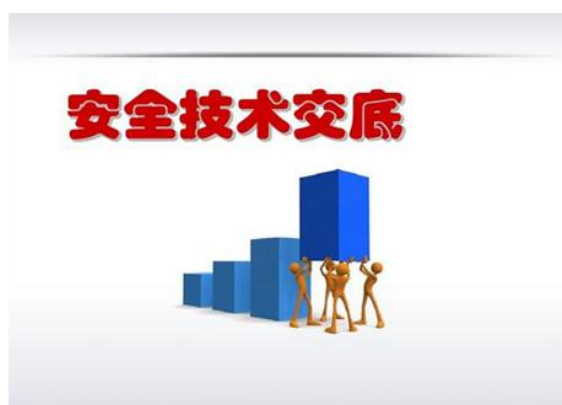
(2) 沿街居民出入口要设置足够的照明装置，必要处搭设便桥，为保证居民出行和夜间施工创造必要的条件。



(三) 基本流程

1.准备工作

(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与安全交底, 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。



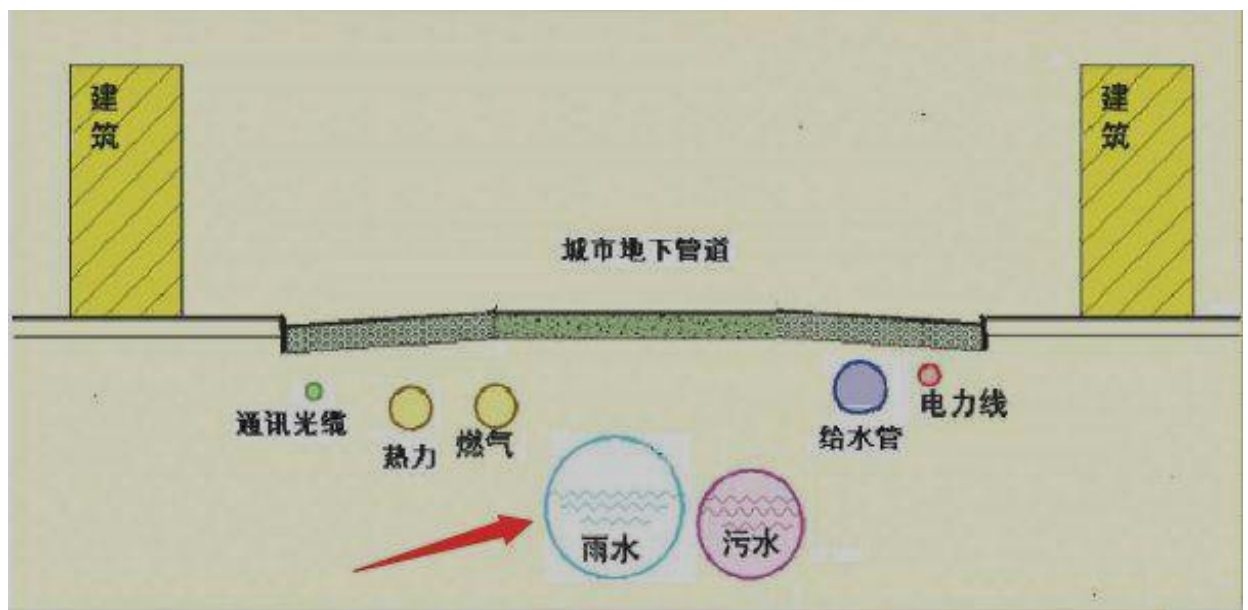
(3) 施工控制桩放线测量, 建立测量控制网, 恢复中线, 补钉转角桩、路两侧外边桩, 增设临时水准点等。

(4) 施工前, 应根据工程地质勘察报告, 对路基进行天然含水量、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。



2.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。



二、路基施工要点

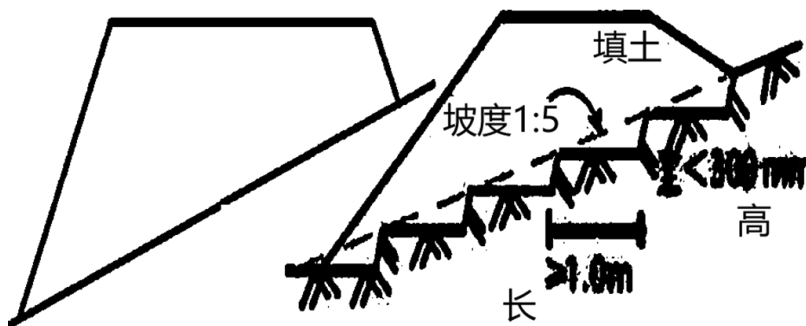
(一) 填土路基



(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



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

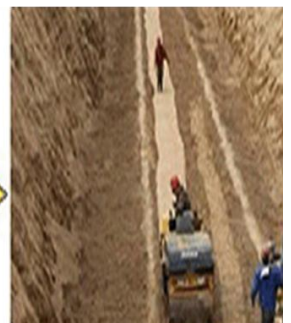


(4)碾压前检查铺筑土层的宽度与厚度，合格后即可碾压，碾压“先轻后重”，最后碾压应采用不小于 12t 级的压路机。

(6)填方高度内的管涵顶面填土 500mm 以上才能用压路机碾压。



管周及管顶
500mm以内
采用人工或
小型动力压
实机具压实



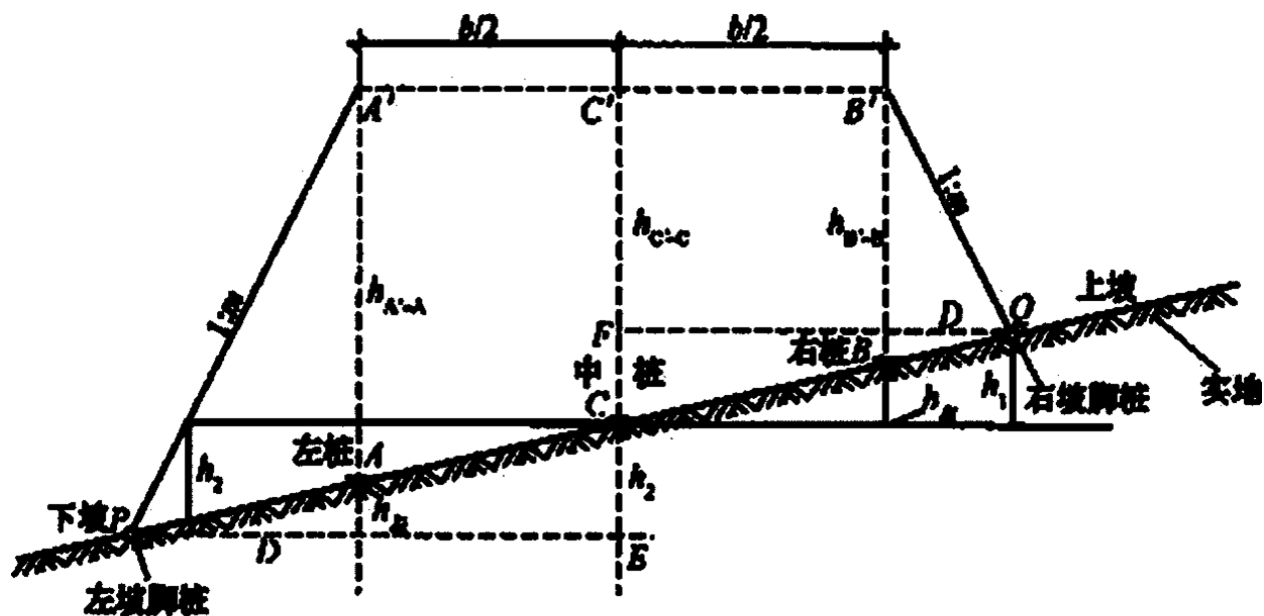


图 倾斜地面填方路堤坡脚放样

(二) 挖土路基



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、粪坑等部位进行技术处理。
- (2) 根据测量中线和边桩开挖。

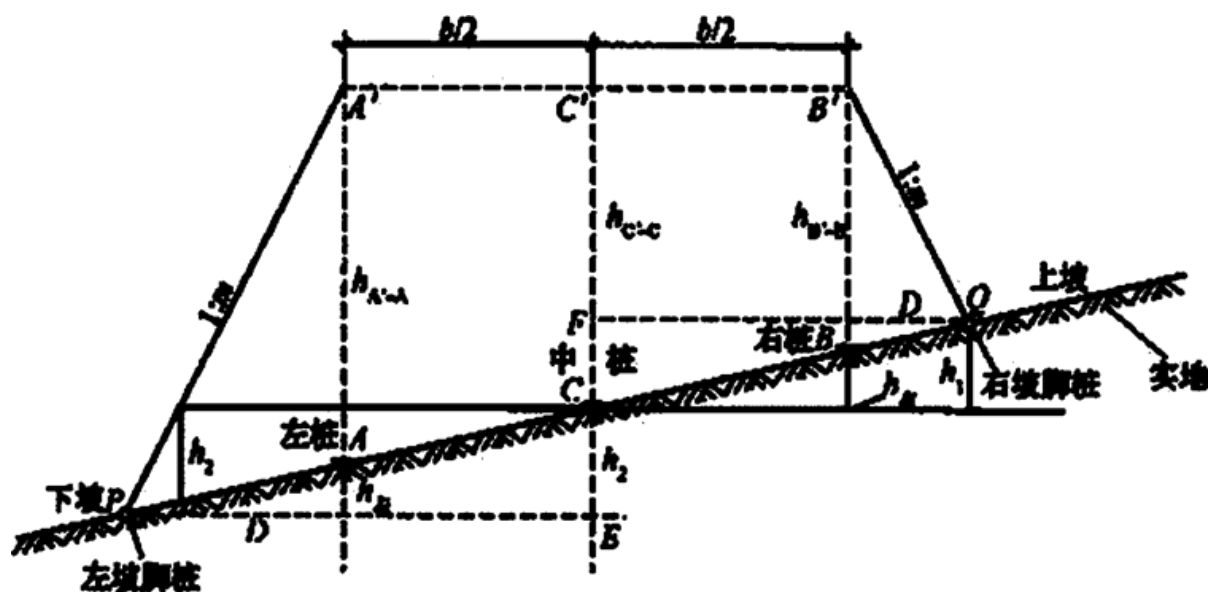
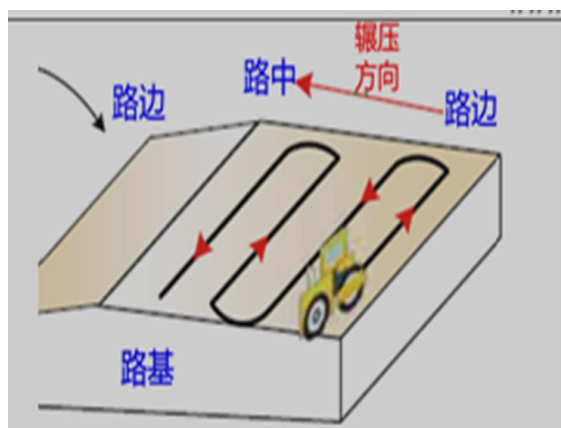


图 倾斜地面填方路堤坡脚放样

(3) 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。



(4) 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。



(5) 碾压时，应视土的干湿程度而采取洒水或换土、晾晒等措施。

(6) 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。



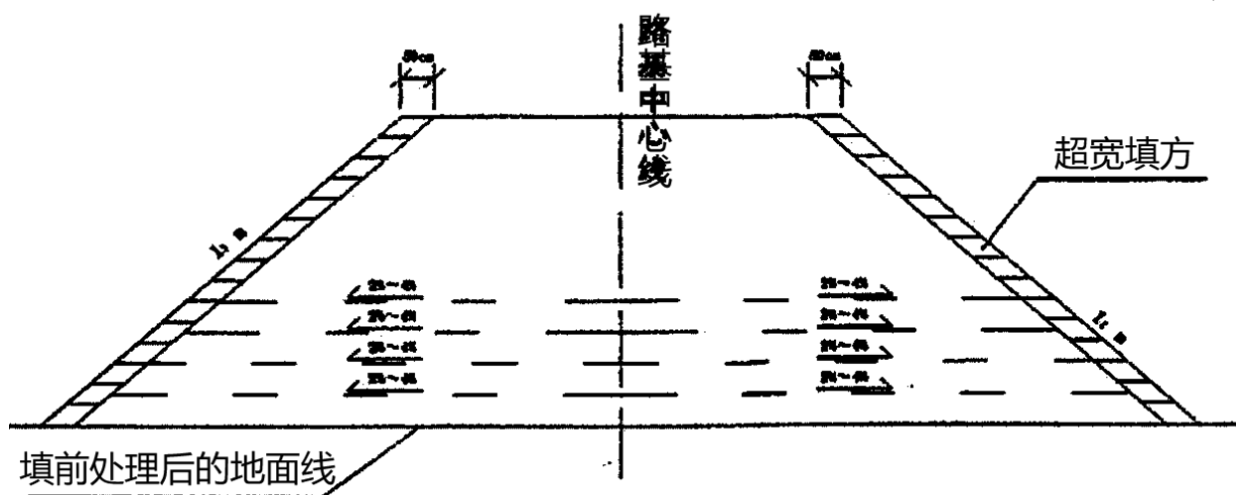
(三) 石方路基



(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。



分层填筑示意图如下：



分层填筑示意图

- 说明：
- 1、填土分层虚厚不超过50cm。
 - 2、每层每侧填筑宽度大于设计值50cm，以保证边坡压实度。
 - 3、每层填筑施工面作成2%~4%的横向排水坡。

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



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

实。

(4) 路基范围内管线、构筑物四周宜回填土料。



三、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面高程、

中线偏位、平整度、宽度、横坡及路堤边坡等要求。



压实度

压实度是路基质量控制的重要指标之一，是现场干密度和室内最大干密度的比值。压实度越

高、路基密实度越大，材料整体性能越好。

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

1K411020 城镇道路路基施工

1K411022 城镇道路路基压实作业要求

1K411023 岩土分类与不良土质处理方法

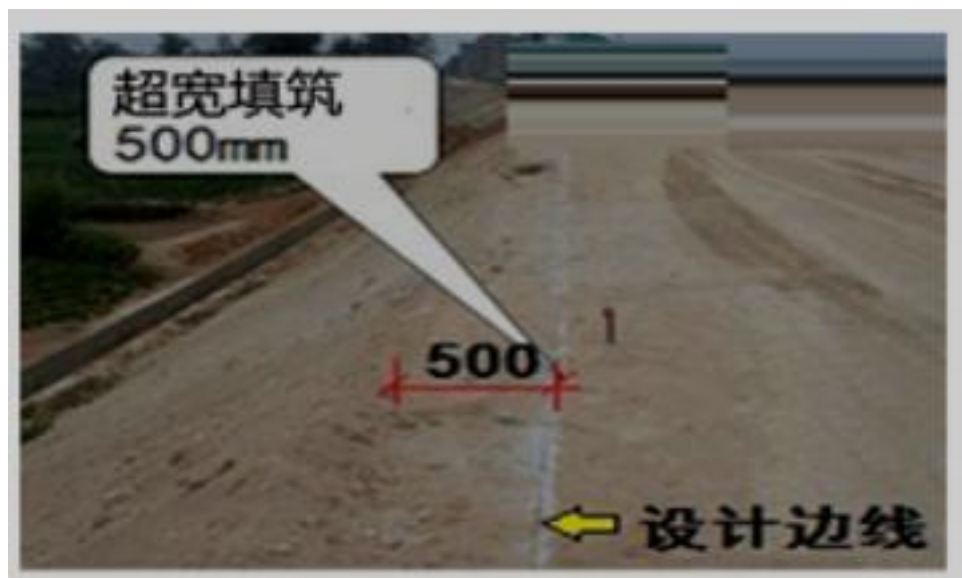
1K411024 水对城镇道路路基的危害

1K411022 城镇道路路基压实作业要求

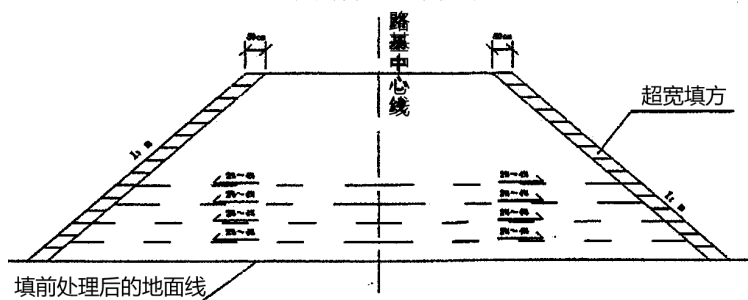
一、路基材料与填筑

(二) 填筑

(1) 填土应分层进行，下层填土验收合格后，方可进行上层填筑。路基填土宽度每侧应比设计规定宽 500mm。(即：超宽填筑，满宽压实)。



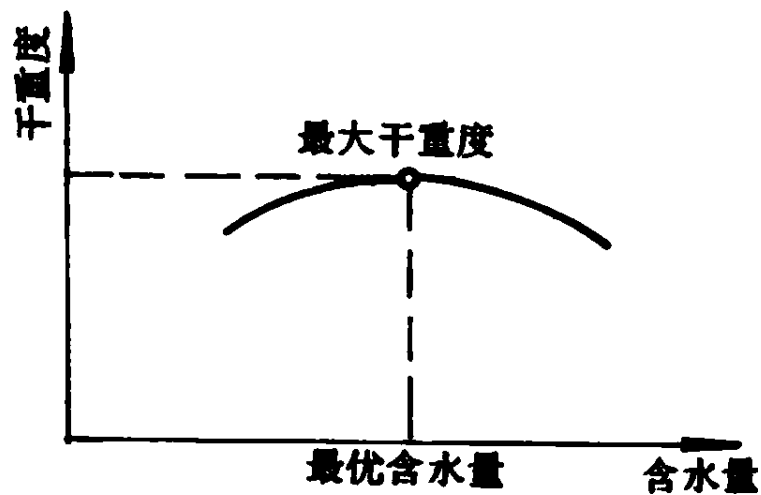
分层填筑示意图如下：



分层填筑示意图

- 说明：1、填土分层虚厚不超过50cm。
2、每层每侧填筑宽度大于设计值50cm，以保证边坡压实度。
3、每层填筑施工面作成2%~4%的横向排水坡。

(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。



二、路基压实施工要点

(一) 试验段



(2) 试验目的主要有：

- 1) 确定路基预沉量值。
- 2) 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。
- 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。

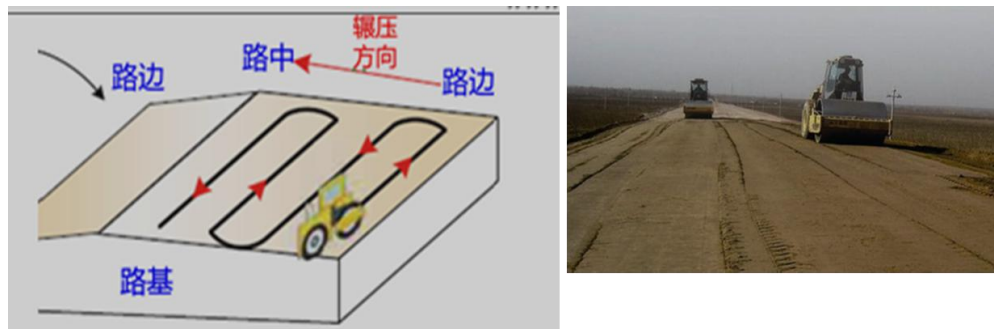
(三) 路基压实

- (1) 压实方法(式)：重力压实(静压)和振动压实两种。

(2) 土质路基压实应遵循的原则：“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快，轮迹重叠。” 压路机最快速度不宜超过 4km/h。

(3) 碾压应从路基边缘向中央进行，压路机轮外缘距路基边应保持安全距离。

(4) 碾压不到的部位应采用小型夯压机夯实，防止漏夯，要求夯击面积重叠 $1/4 \sim 1/3$ 。



三、土质路基压实不足的原因及防治（二建）

（一）路基行车带压实度不足的原因及防治

1. 原因分析

(5) 含水量大于最佳含水量，特别是超过最佳含水量两个百分点，造成“弹簧”现象。

(6) 没有对前一层表面浮土或松软层进行处治。

(7) 土场土质种类多，出现异类土壤混填；尤其是透水性差的土壤包裹透水性好的土壤，形成了水囊，造成“弹簧”现象。

(8) 填土颗粒过大（粒径大于 100mm），颗粒之间空隙过大，或采用不符合要求的填料。

2. 治理措施

(1) 清除碾压层下软弱层，换填良性土壤后重新碾压。

(2) 对产生“弹簧”的部位，可将其过湿土翻晒，拌合均匀后重新碾压，或挖除换填含水量适宜的良性土壤后重新碾压。

(3) 对产生“弹簧”且急于赶工的路段，可掺生石灰粉翻拌，待其含水量适宜后重新碾压。

1K411020 城镇道路路基施工

1K411023 岩土分类与不良土质处理方法

1K411024 水对城镇道路路基的危害

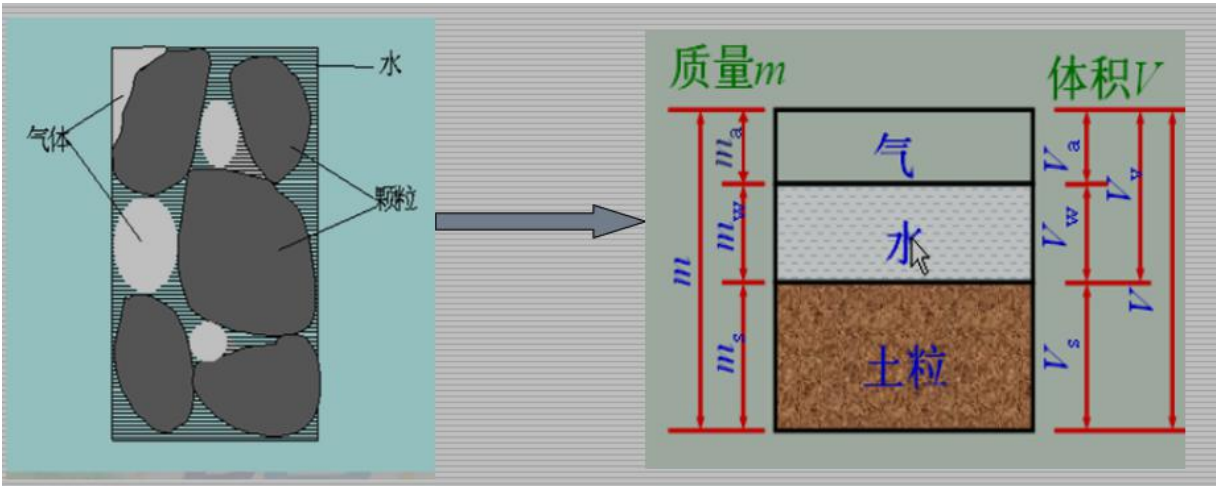
1K411023 岩土分类与不良土质处理方法

二、常用路基土的主要性能参数

参数名称	含义
含水量（率）	土中水的质量与干土粒质量之比
天然密度	土的质量与其体积之比
孔隙比	土的孔隙体积与土粒体积之比
孔隙率	土的孔隙体积与土的体积之比
塑限	土由可塑状态转为半固体状态时的界限含水量
液限	土由可塑状态转为流体状态时的界限含水量
塑性指数	土的液限与塑限之差值
液性指数	土的天然含水量与塑限之差值对塑性指数之比值

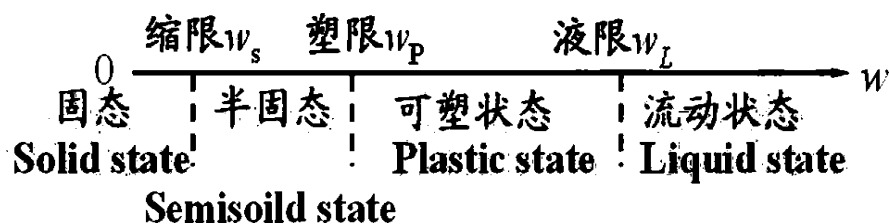
（3）孔隙比 e ：土的孔隙体积与土粒体积之比。

（4）孔隙率 n ：土的孔隙体积与土的体积之比。



（5）塑限 w_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，简称塑性。

（6）液限 w_L ：土由可塑状态转为流体状态时的界限含水量为液性上限，称为液性界限，简称液性。



(7) 塑性指数 IP：土的液限与塑限之差值。

(8) 液性指数 IL：土的天然含水量与塑性之差值对塑性指数之比值。

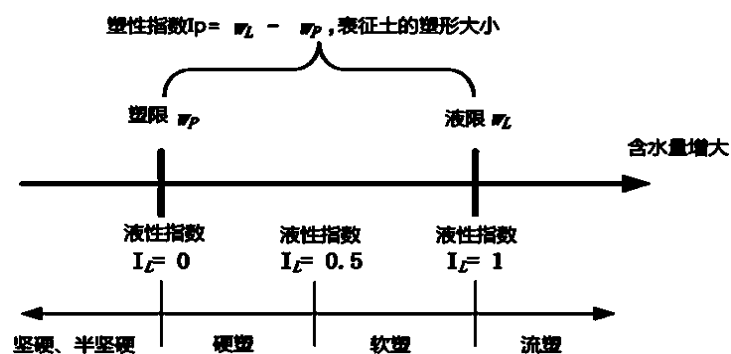
IL 可判别土的软硬程度——

IL < 0：坚硬、半坚硬状态；

0 ≤ IL < 0.5：硬塑状态；

0.5 ≤ IL < 1.0：软塑状态；

IL ≥ 1.0：流塑状态。

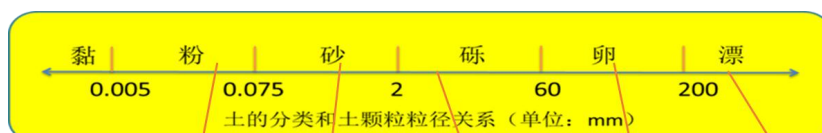


三、不良土质路基处理

(1) 不良土质路基在加固处理施工前应做好如下准备工作 进行详细的现场调查，依据工程地质勘察报告核查特殊土(黄土、湿黏土、膨胀土、软土、盐渍土、冻土等)的分布范围、埋置深度和地表水、地下水状况，根据设计文件、水文地质资料编制专项施工方案;选择适宜的季节进行路基加固处理施工



工程用土分类—土颗粒粒径



1.软土

- (1) 特性：淤泥、淤泥质土及高压、低强、透水小的黏土统称为软土。
- (2) 后果：路面沉降、路基失稳、边坡失稳。
- (3) 处理方法：表层处理法、换填法、重压法、垂直排水固结法。
- (4) 具体措施：换土、换砂、抛石挤淤、反压护道、砂桩、粉喷桩、塑料排水板、土工织物。

2.湿陷性黄土

- (1) 特性：土质均匀、结构疏松、孔隙发育；未受水浸湿时，强度高，压缩小；受水浸湿时，结构迅速破坏，强度迅速降低，产生较大附加下沉。
- (2) 后果：路基变形、凹陷、开裂；边坡崩塌、剥落；道路结构内部易被水冲蚀成土洞和暗河。
- (3) 处理方法：换土法、强夯法、挤密法、预浸法、化学加固法。

(4) 具体措施：防冲、截排、防渗等防护措施；加筋土挡墙是湿陷性黄土地区得到迅速推广的有效防护措施。

3.膨胀土

(1) 特性：具有吸水膨胀和失水收缩特性的高液限黏土称为膨胀土；

(2) 后果：在坚硬状态下工程性质较好；但其显著的胀缩特性可使路基发生变形、位移、开裂、隆起等严重破坏。

(3) 方法措施：采用灰土桩、水泥桩对膨胀土路基进行加固和改良；换填或堆载预压对路基进行加固；对路基采取防水和保湿措施，如设置排水沟，设置不透水面层，在路基中设不透水层，在路基裸露的边坡等部位植草、植树；调节路基内干湿循环，减少坡面径流，并增强坡面的防冲刷、防变形、防滑坡等能力。

1K411024 水对城镇道路路基的危害

一、地下水分类与水土作用

(一)地下水分类

(1)地下水是埋藏在地面以下土颗粒孔隙之中以及岩石孔隙和裂隙中的水，土中水具有固、液、气三种形态，其中液态水有吸着水、薄膜水、毛细水和重力水

毛细水可在毛细作用下逆重力方向上升一定高度，在 -10°C 以下仍能移动、积聚，发生冻胀。

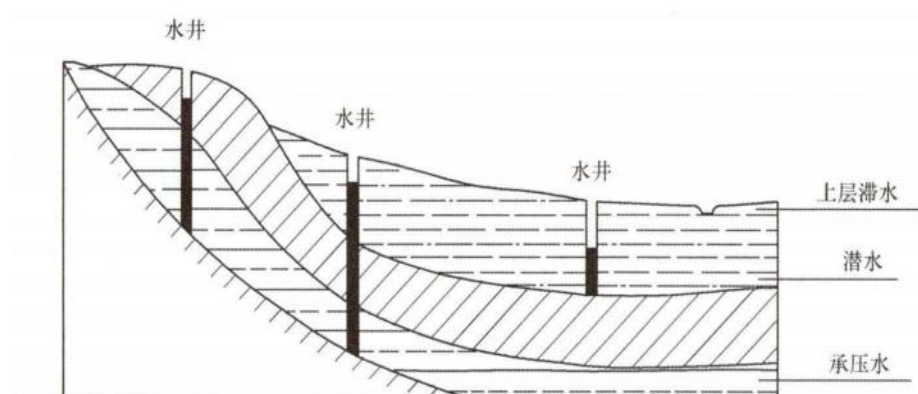


图1K411024 地下水埋藏条件与分类示意图

1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411020 城镇道路路基施工

1K411030 城镇道路基层施工

1K411040 城镇道路面层施工

1K411030 城镇道路基层施工

1K411031 不同无机结合料稳定基层特性

1K411032 城镇道路基层施工技术

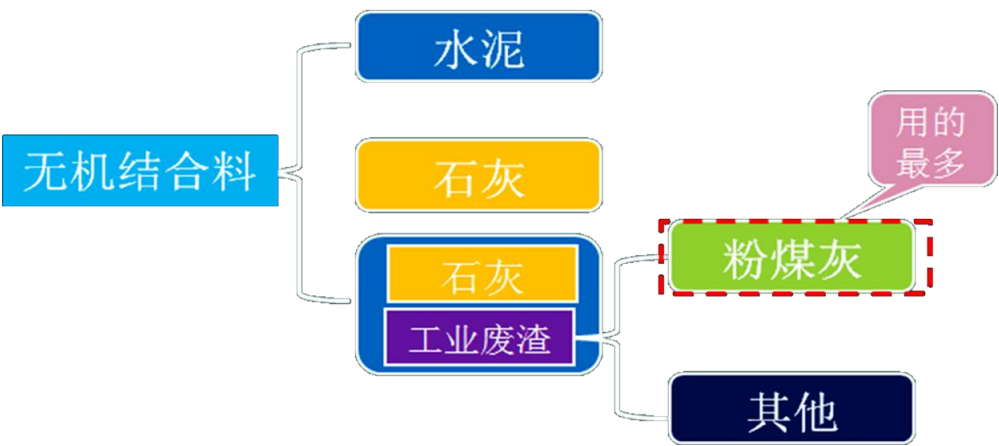
1K411033 土工合成材料的应用

1K411030 城镇道路基层施工

无机结合稳定材料基层一定义

在土中掺入一定量的水泥、石灰等无机结合料和水，经拌合得到无机结合稳定材料。

将无机结合稳定材料经压实养护后达到预期强度，在路面结构中作为承重的基层，则称为无机结合稳定基层。



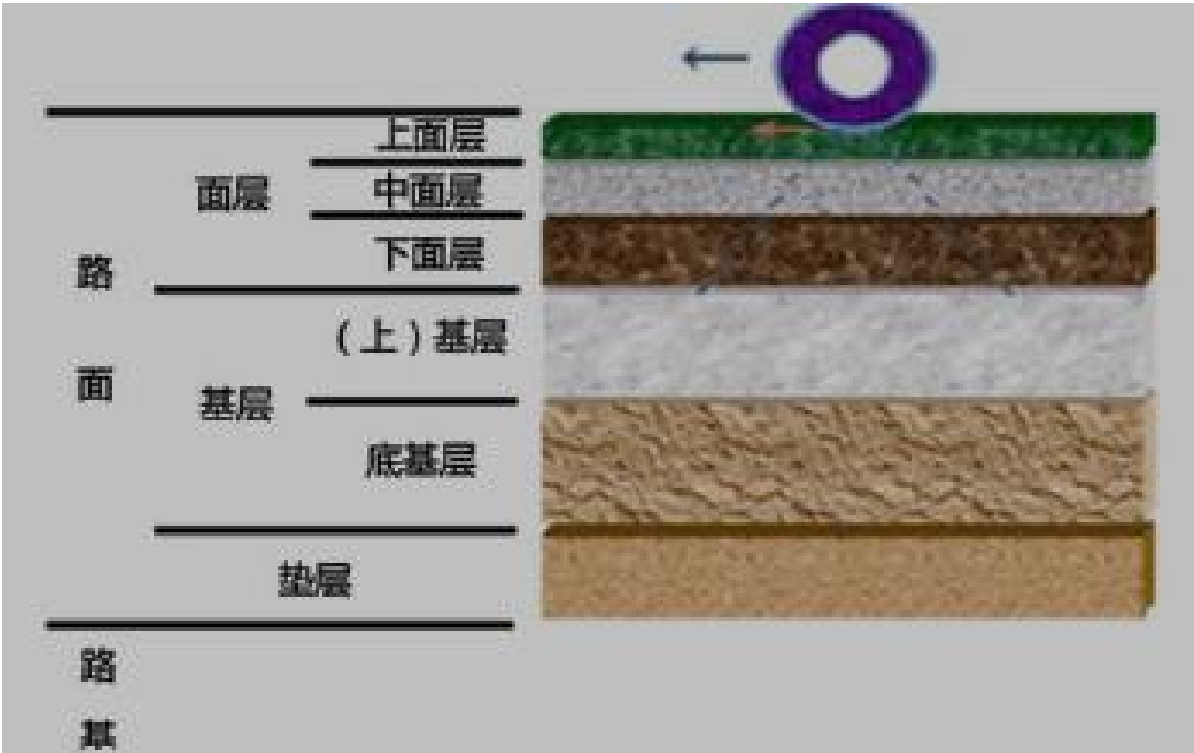
无机结合稳定材料基层一定义

在土中掺入一定量的水泥、石灰等无机结合料和水，经拌合得到无机结合稳定材料。



1K411031 不同无机结合料稳定基层特性

基层的材料与施工质量是影响路面使用性能和使用寿命的最关键因素。



一、无机结合料稳定基层

(一) 定义

目前大量采用的结构较密实、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做路面基层，这类基层通常被称为无机结合料稳定基层。



（二）分类

1.按结合料分类

（1）水泥稳定类

（2）石灰稳定类

（3）工业废渣稳定类（二灰（石灰+粉煤灰）稳定类、水泥粉煤灰稳定类）

二、常用的基层材料

1.半刚性基层材料特性

①力学性能（强度）、板体性（刚度）、水稳定性、抗冻性（温度稳定性）：

水泥稳定类 优于 二灰稳定类和石灰稳定类

（二灰稳定类抗冻性远优于石灰稳定类）

稳定碎石 优于 稳定砂砾 优于 稳定土

②抗干缩性、抗温缩性：

二灰稳定类 优于 水泥稳定类和石灰稳定类

稳定碎石 优于 稳定砂砾 优于 稳定土

2.高等级沥青路面半刚性基层材料选用

(1)(上)基层

水泥稳定粒料、二灰粒料、水泥粉煤灰稳定粒料。

(没有石灰类及土类)

(2)底基层

无机结合料稳定材料均可，常用各类稳定土。



1K411032 城镇道路基层施工技术

一、石灰稳定土基层与水泥稳定土基层

(一)材料与拌合

(2)城区施工应采用厂拌(异地集中拌合)方式，不得使用路拌方式；以保证配合比准确且达到文明施工要求。



(二) 运输与摊铺

(2) 运输中应采取防止水分蒸发和防扬尘措施。

(3) 宜在春末和气温较高季节施，施工最低气温为 5℃。

(4) 厂拌石灰土类混合料摊铺时路床应湿润。



(5) 宜用强制式拌合机进行拌合，拌合应均匀。



增加无机结合料的堆放：



(三) 压实与养护

(1) 压实系数应经试验确定。

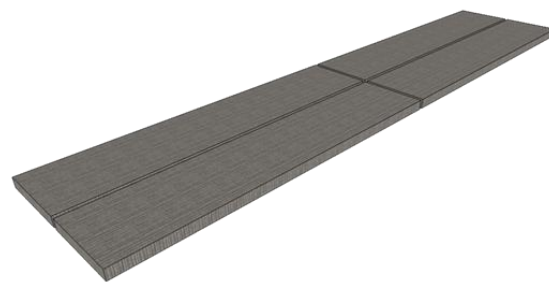
压实系数 (松铺系数、虚铺系数) = 摊铺厚度 / 设计厚度

(2) ①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 $\pm 2\%$ 范围内。

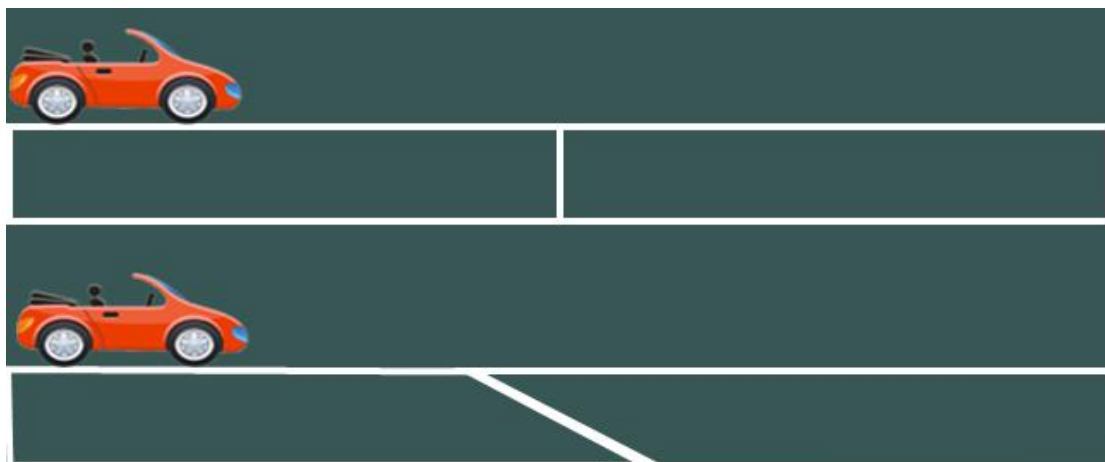
②水泥稳定土宜在水泥初凝前 (3h) 碾压成活。(案例)



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



纵、横接缝（槎）均应设直槎。



（5）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。

（6）稳定土养护期应封闭交通。



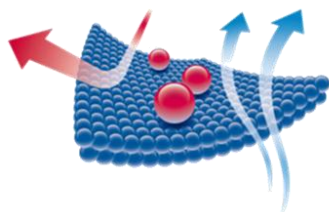
二、石灰工业废渣（石灰粉煤灰）稳定砂砾（碎石）基层（也可称二灰混合料）

（一）材料与拌合

（3）采用厂拌（异地集中拌合）方式，强制式拌合机拌制，配料应准确，拌合应均匀。

(4) 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。（先细后粗）

(5) 混合料含水量宜略大于最佳含水量。混合料含水量应视气候条件适当调整，使运到施工现场的混合料含水量接近最佳含水量。



(二) 运输与摊铺

(2) 应在春末和夏季组织施工，施工期的日最低气温应在 5°C 以上，并应在第一次重冰冻 ($-3^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$) 到来之前 1~1.5 个月完成。

知识点对比：

(1) 水泥稳定类：在第一次重冰冻到来之前 0.5~1 个月完工；

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

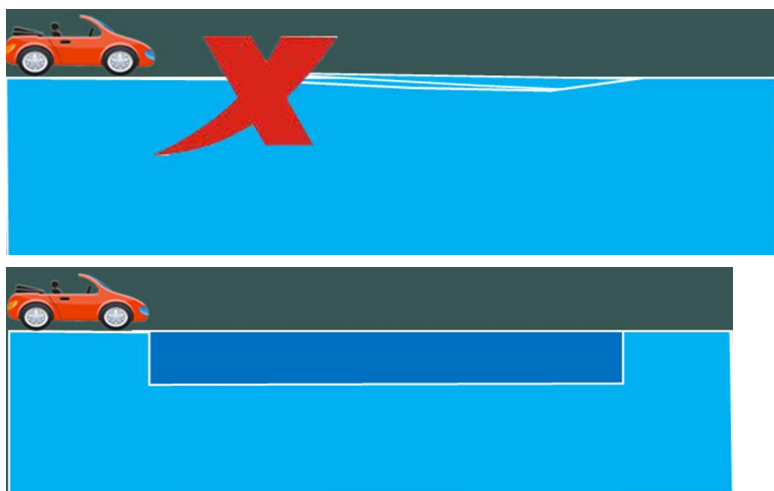
(三) 压实与养护

(1) 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。



(2) 碾压时采用先轻型、后重型压路机碾压。

(3) 禁止用薄层贴补的方法进行找平，应宁刮勿补处理。



(4) 混合料的养护采用湿养，始终保持表面潮湿，也可采用沥青乳液和沥青下封层进行养护，养护期为 7~14d。(注：养护 7d 后，要现场取芯做无侧限抗压强度试验)



三、级配砂砾（碎石）、级配砾石（碎砾石）基层

(一) 材料与拌合

(2) 采用厂拌方式和强制式拌合机拌制。

(二) 运输与摊铺

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

(3) 两种基层材料的压实系数均应通过试验段确定，每层应按虚铺厚度一次铺齐，颗粒分布应均匀，厚度一致，不得多次找补。



(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) 可采用沥青乳液和沥青下封层进行养护，养护期为 7~14d。
- (4) 未铺装面层前不得开放交通。

1K411033 土工合成材料的应用

二、种类与用途

土工合成材料种类有：土工网、土工格栅、土工模袋、土工织物、土工复合排水材料、玻纤网、土工垫等。



三、土工合成材料施工要求

1.材料

土工合成材料—以人工聚合物为原料制成的各种类型产品，是道路岩土工程中应用的合成材料的总称。

土工合成材料应具有质量轻、整体连续性好、抗拉强度较高、耐腐蚀、抗微生物侵蚀好、施

工方便等优点。

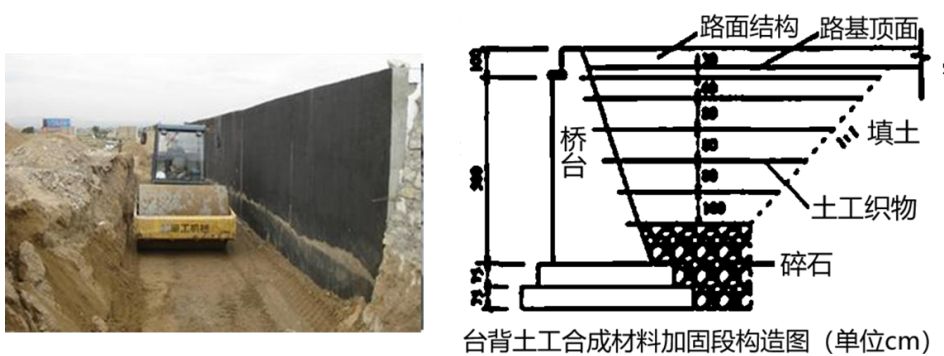


土工合成材料的用途

(1) 路堤加筋：采用土工合成材料加筋，以提高路堤的稳定性。



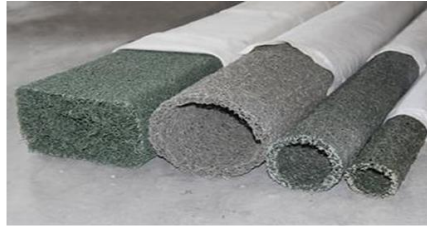
(2) 台背路基填土加筋：采用土工合成材料加筋，以减少路基与构造物之间的不均匀沉降。



台背土工合成材料加固段构造图 (单位cm)

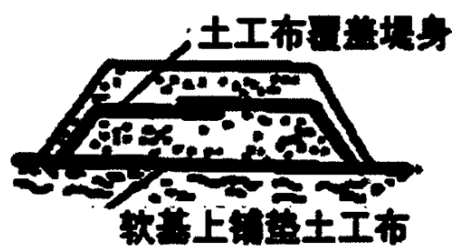
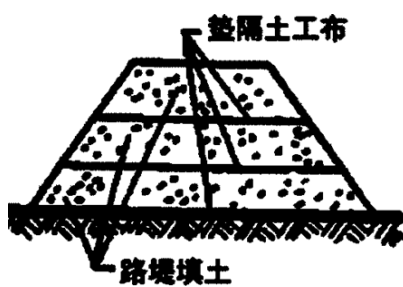
(3) 过滤与排水。

(4) 路基防护。



2.施工

- (1) 在整平好的下承层上按路堤底宽全断面铺设，摊平时拉直平顺，紧贴下承层。
- (2) 铺设土工聚合物，应在路堤每边留足够的锚固长度，回折覆盖在压实的填料面上。
- (3) 当采用搭接法连接，搭接长度宜为 0.3 ~ 0.9m ;采用缝接法时，粘结宽度不小于 50mm，粘结强度不低于土工合成材料的抗拉强度。
- (4) 上下层接缝应交替错开，错开长度不小于 0.5m。
- (5) 尽量避免长时间暴露和暴晒。



1K420090 无机结合料稳定基层施工检查与验收

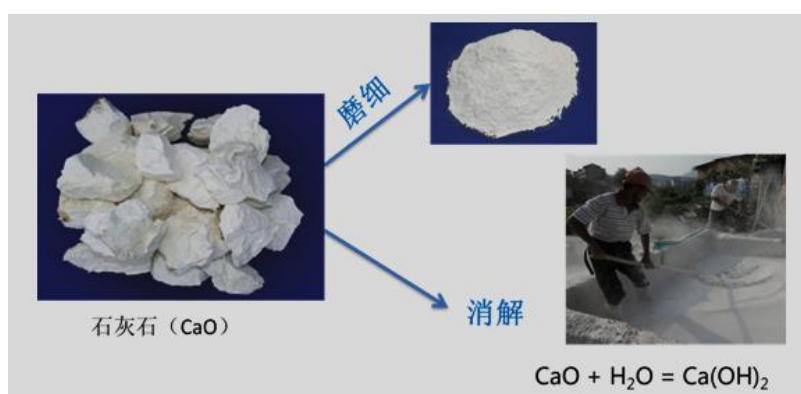
1K420091 无机结合料稳定基层施工检查与验收



一、石灰稳定土基层

(一) 材料

(2) 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（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。



(三) 施工

(2) 碾压时压实厚度与碾压机具相适应，含水量在最佳含水量的 $\pm 2\%$ 范围内，应满足压实度的要求。

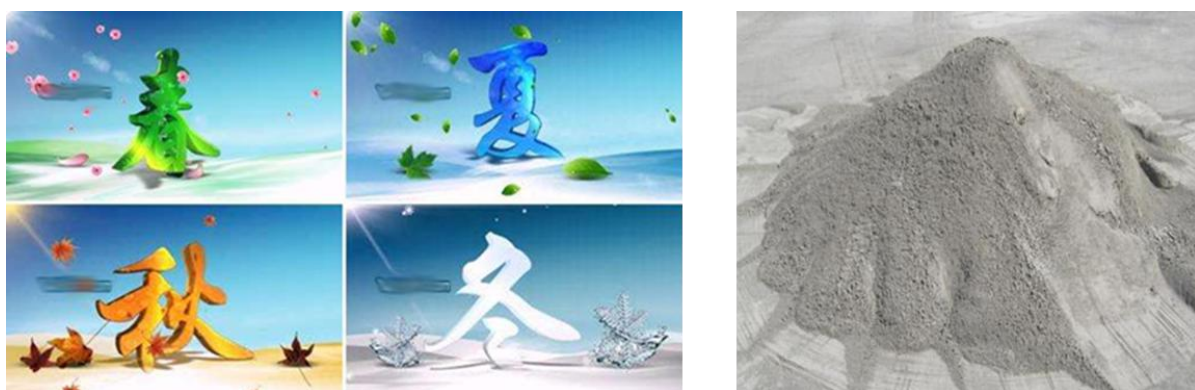
(3) 严禁用薄层贴补的办法找平。

(4) 石灰土应湿养，直至上层结构施工为止。养护期应封闭交通。

二、水泥稳定土基层

(一) 材料

(1) 应采用初凝时间 3h 以上、终凝时间 6h 以上的 42.5 级普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥。



(三) 施工

(1) 宜采用摊铺机摊铺，施工前应通过试验确定压实系数。

(2) 水泥稳定土自拌合至摊铺完成，不得超过 3h

(即：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。

(3) 宜在水泥初凝时间到达前碾压成型。

(4) 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。

三、石灰工业废渣（石灰粉煤灰）稳定砂砾（碎石）基层（也可称二灰混合料）

(一) 材料

(2) 粉煤灰中 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 （粉煤灰的活性成分）总量宜大于 70%；在温度为 700°C 的烧失量宜小于或等于 10%。



(三) 施工

(1) 混合料在摊铺前其含水量宜为最佳含水量 $\pm 2\%$ 。摊铺中发生粗、细集料离析时，应及时翻拌均匀。

(3) 应在潮湿状态下养护，养护期视季节而定常温下不宜少于 7d。采用洒水养护时，应及时洒水，保持混合料湿润。

(4) 采用喷洒沥青乳液养护时，应及时在乳液面撒嵌丁料。

(5) 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。



三、质量检验

石灰稳定土、水泥稳定土、石灰工业废渣（石灰粉煤灰）稳定砂砾（碎石）等无机结合料稳定基层质量检验项目主要有：集料级配，混合料配合比、含水量、拌合均匀性，基层压实度、7d 无侧限抗压强度等。

1K411010 城镇道路工程结构与材料

1K411020 城镇道路路基施工

1K411040 城镇道路面层施工

1K411040 城镇道路面层施工

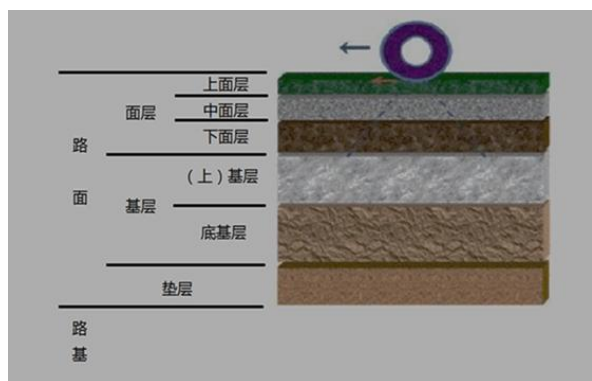
1K411041 沥青混合料面层施工技术

1K411042 改性沥青混合料面层施工技术

1K411043 水泥混凝土路面施工技术

1K411044 城镇道路大修维护技术要点

1K411045 路面改造施工技术

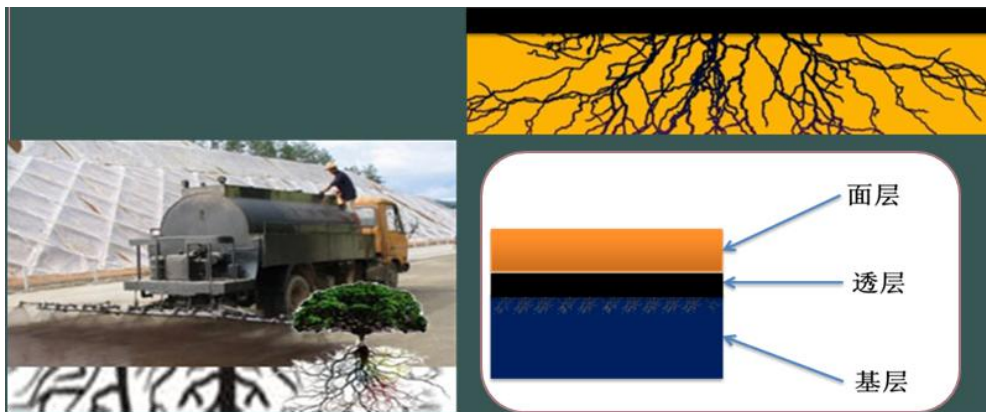


1K411041 沥青混合料面层施工技术

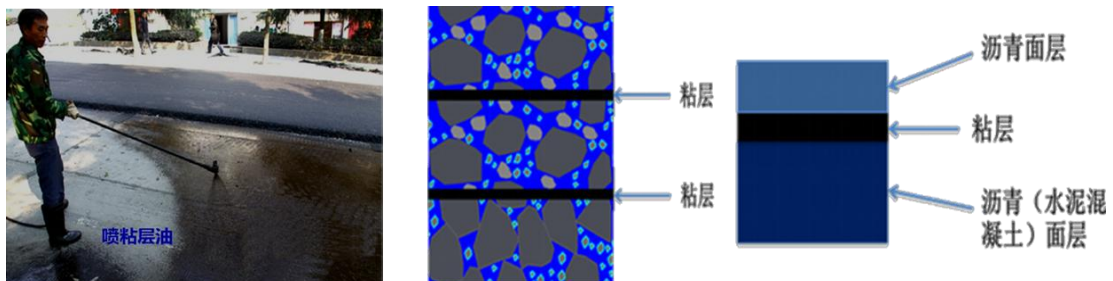
一、施工准备

(一) 透层与粘层

(1)透层 为使沥青混合料面层与非沥青材料基层结合良好，在基层上喷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。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) 双层式或多层式热拌热铺沥青混合料面层之间应喷洒粘层油



水泥混凝土路面、沥青稳定碎石基层、旧沥青路面上加铺沥青混合料时，也应在既有结构、路缘石和检查井等构筑物与沥青混合料层连接面喷洒粘层油。宜采用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快凝或中凝液体石油作粘层油。



（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结剂。运输中沥青混合料上宜用篷布覆盖保温、防雨和防污染。

（2）混合料不符合施工温度要求或结团成块、已遭雨淋不得使用。（废料）



（3）应按施工方案安排运输和布料，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，被摊铺机缓缓顶推前进并逐步卸料，避免撞击摊铺机。



二、摊铺作业

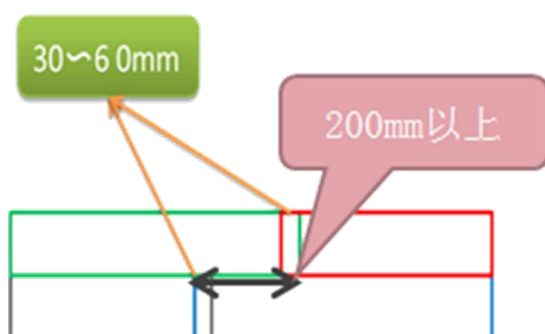
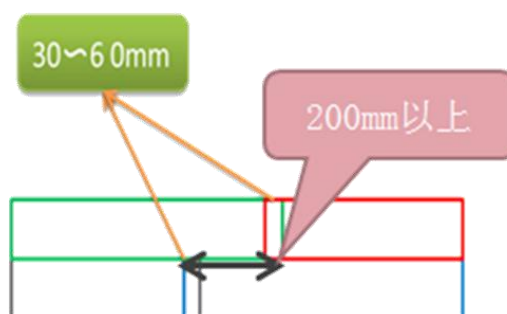
(一) 机械施工

(二) 人工施工



(一) 机械施工

(2) 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。



(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或路缘石、平石控制高程与摊铺厚度，上面层宜采用导梁或平衡梁的控制方式



(6)最低摊铺温度根据铺筑层厚度、气温、沥青混合料种类、风速、下卧层表面温度等。

(7)松铺系数应根据混合料类型、施工机械和施工工艺等通过试铺试压确定。

(8)(8)摊铺沥青混合料应均匀、连续不间断 摊铺机的螺旋布料器转动速度与摊铺速度应保持均衡

为减少摊铺中沥青混合料的离析，布料器两侧应保持有不少于送料器 2/3 高度的混合料。



三、压实成型与接缝

(一) 压实成型

(1) 沥青路面施工应配备足够数量、状态完好的压路机，选择合理的压路机组合方式，根据摊铺完成的沥青混合料温度情况严格控制初压、复压、终压（包括成型）时机。压实层最大厚度不宜大于 100mm，各层应符合压实度及平整度的要求。



(3) 压路机的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) 初压宜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，不得随意停顿。碾压路段总不超过 80m。



(5) ①密级配沥青混合料复压宜优先采用重型轮胎压路机进行碾压，以增加路面不透水性，

其总质量不宜小于 25t。相邻碾压带应重叠 $1/3 \sim 1/2$ 轮宽。



(5) ②对粗骨料为主的混合料，宜优先采用振动压路机复压（厚度宜大于 30mm），振动频率宜为 35 ~ 50Hz，振幅宜为 0.3 ~ 0.8mm。层厚较大时宜采用高频大振幅，厚度较薄时宜采用低振幅，以防止骨料破碎。相邻碾压带宜重叠 100 ~ 200mm。



(6) 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。



(7) 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。



(8) 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。

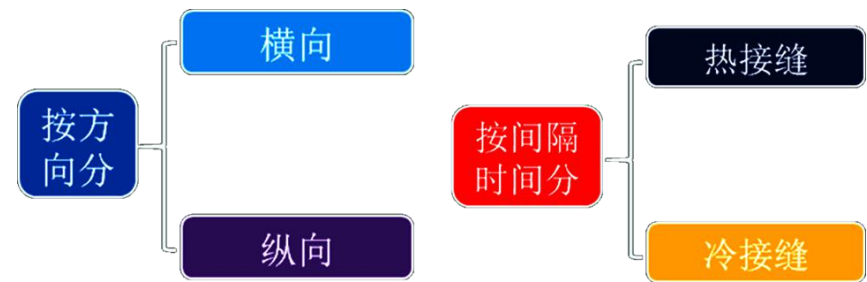
(二) 接缝

(1) 沥青混合料面层的施工接缝应紧密、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。

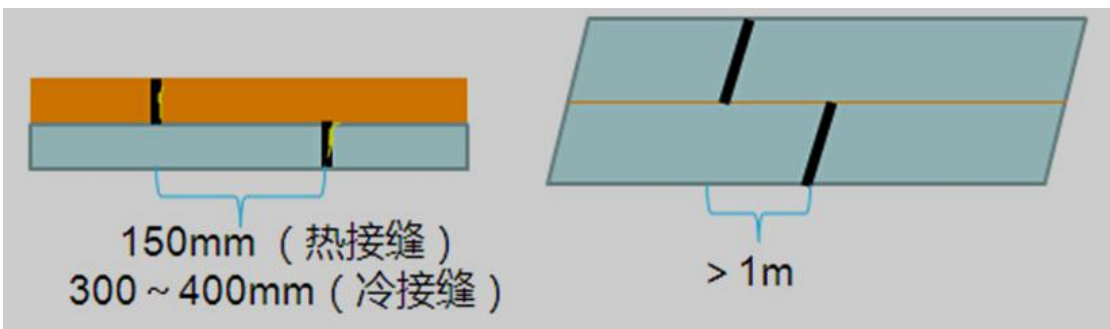


接缝



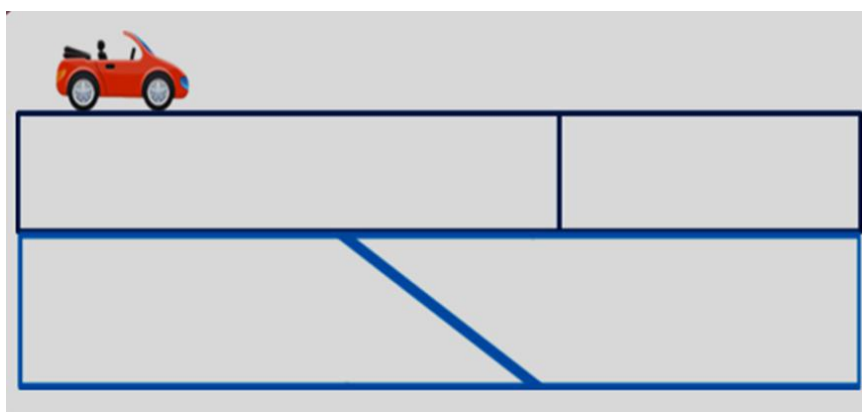
(二) 接缝

(1) 沥青混合料面层的施工接缝应紧密、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。

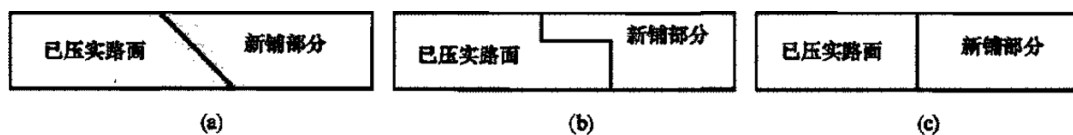




(3) 高等级道路的表面层横向接缝应采用垂直的平接缝，以下各层和其他等级的道路的各层均可采用斜接缝或阶梯形接缝。



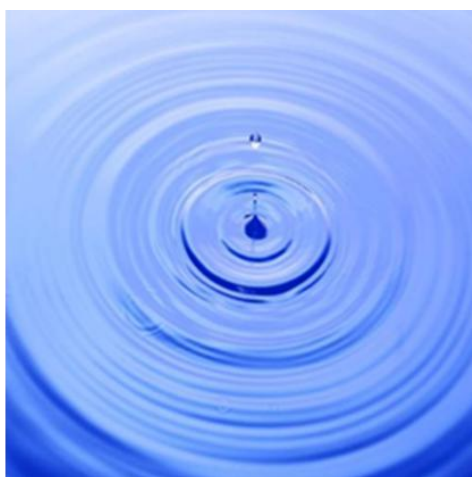
平接缝宜采用机械切割或人工刨除层厚不足部分，使工作缝成直角连接。清除切割时留下的泥水，干燥后涂刷粘层油，铺筑新混合料接头应使接茬软化，压路机先进行横向碾压，再纵向充分压实，连接平顺。



横向接缝的几种形式
(a) 斜接缝; (b) 阶梯形接缝; (c) 平接缝

四、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。



1K411040 城镇道路面层施工

1K411042 改性沥青混合料面层施工技术

1K411043 水泥混凝土路面施工技术

1K411044 城镇道路大修维护技术要点

1K411045 路面改造施工技术

1K411042 改性沥青混合料面层施工技术

一、生产和运输

(一) 生产

(1) 改性沥青混合料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。

通常宜较普通沥青混合料的生产温度提高 10~20℃。

改性沥青混合料的正常生产温度范围 (℃)

工 序	改性沥青品种		
	SBS类	SBR 胶乳类	EVA、PE类
基质沥青加热温度	160~165		
改性沥青现场制作温度	165~170	—	165~170
成品改性沥青加热温度，不大于	175	—	175
集料加热温度	190~220	200~210	185~195
改性沥青混合料出厂温度	170~185	160~180	165~180
混合料最高温度（废弃温度）	195		
混合料贮存温度	拌合出料后降低不超过 10		

(4) 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℃。

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。

二、施工

(一) 摊铺

(1) 使用履带式摊铺机。SMA 摊铺温度不低于 160℃。

(2) 摊铺速度放慢至 1~3m/min。

【知识点对比】：

基层碾压速度 4km/h；

常规热拌沥青混合料摊铺速度 2~6m/min；

改性沥青混合料摊铺速度 1~3m/min。

(二) 压实与成型

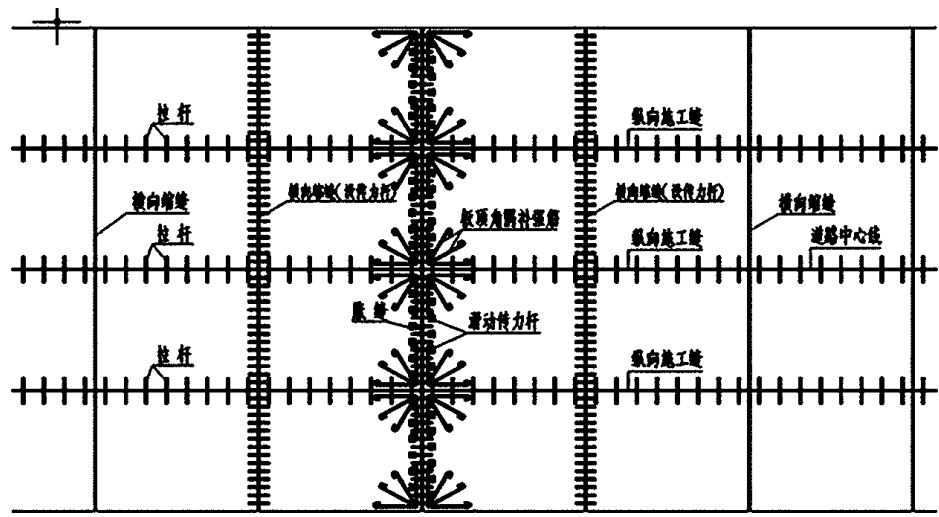
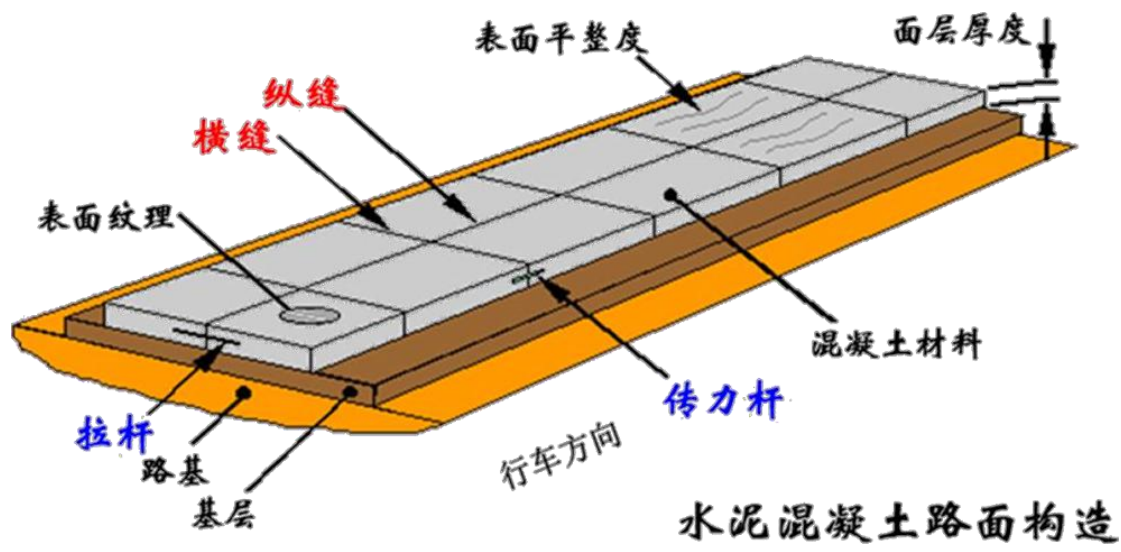
(1) 初压开始温度不低于 150℃，碾压终了温度不低于 90℃。

(3) 改性沥青混合料用振动压路机或钢筒压路机，不宜用轮胎压路机。OGFC 混合料宜采用 12t 以上的钢筒式压路机碾压。

(4) 振动压路机压实原则

“紧跟、慢压、高频、低幅”。

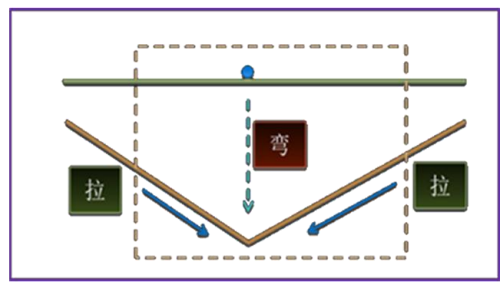
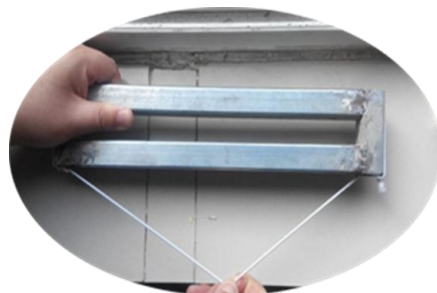
1K411043 水泥混凝土路面施工技术



一、混凝土配合比设计、搅拌和运输

(一) 混凝土配合比设计

混凝土的配合比设计在兼顾经济性的同时应满足弯拉强度、工作性、耐久性三项指标要求。



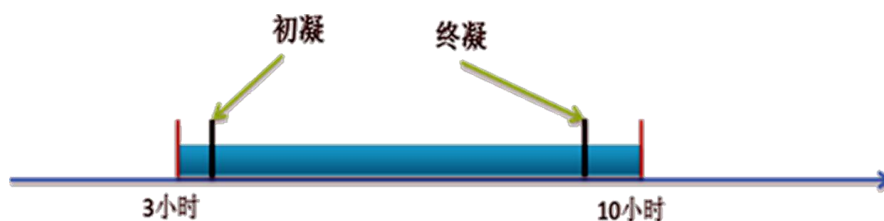
混凝土外加剂的使用应符合：高温施工时，混凝土拌合物的初凝时间不得小于 3h；低温施工时，终凝时间不得大于 10h。

（二）搅拌

（1）搅拌设备应优先选用间歇式拌合设备。

（三）运输

（1）不同摊铺工艺的混凝土拌合物从搅拌机出

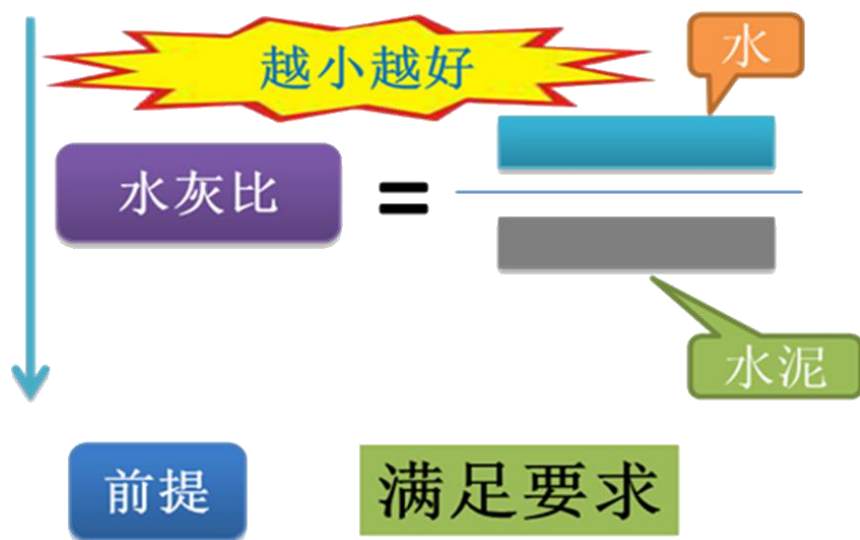


混凝土配合比参数的计算应符合下列要求：

（1）水胶比的确定应在满足弯拉强度计算值和耐久性两者要求的水胶比中取小值。

（2）根据粗骨料种类和适宜的坍落度，按规范的经验公式计算单位用水量，并取计算值和满足工作性要求的最大单位用水量两者中的小值。

（3）根据水胶比计算确定单位水泥用量，并取计算值与满足耐久性要求的最小单位水泥用量中的大值。



二、混凝土面板施工

（一）模板

（1）宜使用钢模板，钢模板应顺直、平整，每 1m 设置 1 处支撑装置。



如采用木模板，应质地坚实，变形小，无腐朽、扭曲、裂纹，且用前须浸泡，木模板直线部分板厚不宜小于 50mm，每 0.8 ~ 1m 设 1 处支撑装置；弯道部分板厚宜为 15 ~ 30mm，每 0.5 ~ 0.8m 设 1 处支撑装置，模板与混凝土接触面及模板顶面应刨光。



（2）模板安装应符合：支模前应核对路面高程、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。



（三）摊铺与振动

1.人工摊铺

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 $\frac{3}{5}$ 。



2.三辊轴机组铺筑

三辊轴整平工序之间的时间间隔不宜超过 15min；在一个作业单元长度内，应采用前进振动、后退静滚方式作业，最佳滚压遍数应经过试铺段确定。



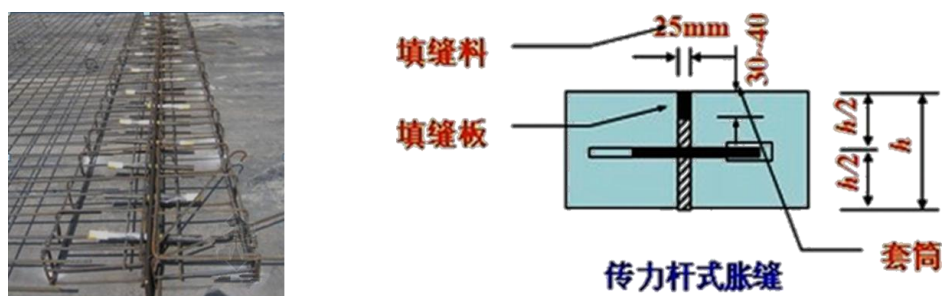
3.轨道摊铺机铺筑：最小摊铺宽度不宜小于 3.75m。

4.滑模摊铺机摊铺

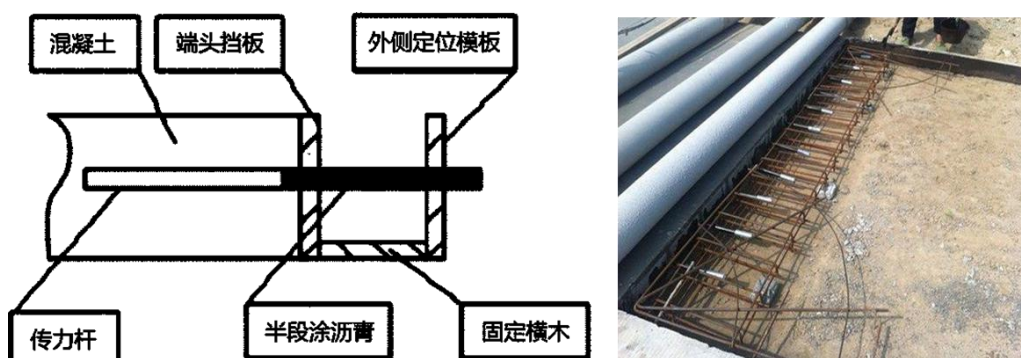


(四) 接缝

(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。



(3) 缩缝应垂直面板，采用切割机施工，宽度控制在 4~6mm，切缝深度：

设传力杆时，不应小于面层厚度的 1/3，且不得小于 70mm；

不设传力杆时，不应小于面层厚度的 $1/4$ ，且不应小于 60mm。当混凝土达到设计强度的 25%~30%时。

采用切割机进行切割，切割用水冷却时，应防止接缝水渗入基层和土层，混凝土板养护期满后应及时灌缝。



（五）养护

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。



（六）开放交通

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

1K411044 城镇道路大修维护技术要点

一、微表处理工艺

(一) 适用条件

1.城镇道路进行维护时，原有路面结构应能满足使用要求，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。

3.微表处理工程施工基本要求如下：(病处、破补、缝 5、车 15)

(1) 对原有路面病害进行处理、刨平或补缝，使其符合要求。

(2) 宽度大于 5mm 的裂缝进行灌浆处理。

(3) 路面局部破损处进行挖补处理。

(4) 深度 15~40mm 的车辙、壅包进行铣刨处理。

(5) 微表处混合料的质量应符合《公路沥青路面施工技术规程》JTG F40—2004 有关规定。



(二) 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 1.5~3.0km/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.微表处理施工前应安排试验段，长度不小于 200m；以便确定施工参数。

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（黑加黑）

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.施工要点：(平损填)

(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（白加黑）

2.施工要点（ 查空破缝 ）

(1) 对旧水泥混凝土路作综合调查，符合设计要求，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) 对旧水泥混凝土路面层局部破损的应剔除，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，

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

2.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。



三、加铺沥青面层技术要点

(三) 基底处理要求

1. 基底处理方法有两种：

一种是换填基底材料

一种是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。



1K411045 路面改造施工技术

当原有水泥混凝土路面轻度足够,且断板和错台病害少时,可直接在原有旧路面上家谱沥青路面。需要对原有路面进行调查,一般采用地质雷达,弯沉或取芯检测方法。

(一) 病害处理

1.对水泥混凝土路面在板缝处有破损:

①人工剔凿的办法,将破损剔除,为保证修补质量剔凿深度 5cm 以上

②基面进行清理

③涂刷界面剂

④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。

2.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:

①凿除部分如有钢筋应保留,不能保留时应植入钢筋

②新,旧路面板间应涂刷界面剂

(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面层时,可以采用撒布沥青粘层油摊铺土工布等柔性材料对旧路面进行处理,同时应注意原有雨水管和检查井的位置和高程,应将检查井高程进行调整。

1K420092 水泥混凝土面层施工质量检查与验收

一、材料与配合比

(一) 原材料控制

(1) 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,其强度等级宜不低于 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。

(3) 宜采用质地坚硬、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。淡化海砂不得用于城市快速路、主干路、次干路，可用于支路。

1K420094 冬、雨期施工质量保证措施

一、雨期施工质量控制

处理方法：天气预报；快；盖；疏、导、排；修复

（一）雨期施工基本要求

（1）加强与气象台站联系，掌握天气预报，安排在下雨时施工。（天气预报）

（2）调整施工步序，集中力量分段施工。（快）

（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。（盖）

（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。（疏导排）

（5）道路工程如有损坏，及时修复。（修复）

（二）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、填完、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。

（三）基层施工

（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。

（2）下雨来不及完成时，要尽快碾压，防止雨水渗透。

（3）在多雨地区，应避免在雨期进行石灰土基层施工；施工石灰稳定中粒土和粗粒土时，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。

（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。

（四）面层施工

（1）沥青面层不允许下雨时或下层潮湿时施工。雨期应缩短施工长度，加强施工现场与沥青拌合厂联系，做到及时摊铺、及时完成碾压。

（2）水泥混凝土路面施工时，应勤测粗细集料的含水率，适时调整加水量，保证配合比的准确性。雨期作业工序要紧密衔接，及时浇筑、振动、抹面成型、养生。

二、冬期施工质量控制

（一）冬期施工基本要求

（2）日平均气温连续 5d 低于 5℃时，或最低环境气温低于-3℃时，应视为进入冬期施工。

（3）在冬期施工中，既要防冻，又要快速，以保证质量。

（4）准备好防冻覆盖和挡风、加热、保温等物资。

（三）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，不得在冬期施工。

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

（四）沥青混凝土面层

（1）城市快速路、主干路的沥青混合料面层在低于 5℃时严禁冬期施工。次干路及其以下道路在施工温度低于 5℃时，应停止施工。粘层、透层、封层严禁冬期施工。

（2）必须进行施工时，适当提高拌合、出厂及施工温度。运输中应覆盖保温，并应达到摊铺和碾压的温度要求。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。

（五）水泥混凝土面层

（1）混凝土拌合物的浇筑温度不应低于 5°C 。

（4）摊铺混凝土温度不低于 5°C 。

（6）混凝土板弯拉强度低于 1MPa 或抗压强度低于 5MPa 时，不得受冻。

（7）养护时间不少于 28d。

1K420095 压实度的检测方法与评定标准

二、压实度的测定

（一）路基、基层

1.环刀法

2.灌砂法

3.灌水法

1.环刀法

适用于细粒土及无机结合料稳定细粒土的密度和压实度检测。



2.灌砂法

适用于土路基压实度检测；不宜用于填石路堤等大空隙材料的压实检测。在路面工程中也适

用于基层、砂石路面、沥青路面表面处置及沥青贯入式路面的密度和压实度检测。



3.灌水法

适用于沥青路面表面处置及沥青贯入式路面的压实度检测。

(二) 沥青路面

1.钻芯法检测

2.核子密度仪检测



五、压实度质量的评定

路基、基层、沥青面层压实质量检验的项目中，压实度均为主控项目，必须达到 100%合格；

检验结果达不到要求值时，应采取措施加强碾压。

1K412000 城市桥梁工程

1K412011 城市桥梁结构组成与类型

1K412012 模板、支架和拱架的设计和验算

1K412013 钢筋施工技术

1K412014 混凝土施工技术

1K412015 预应力混凝土施工技术

1K412016 桥面防水施工技术

1K412017 桥梁支座、伸缩装置安装技术

1K412018 桥梁维护与改造施工技术

1K412011 城市桥梁结构组成与类型



a、简支梁



b、连续梁



c、斜拉桥



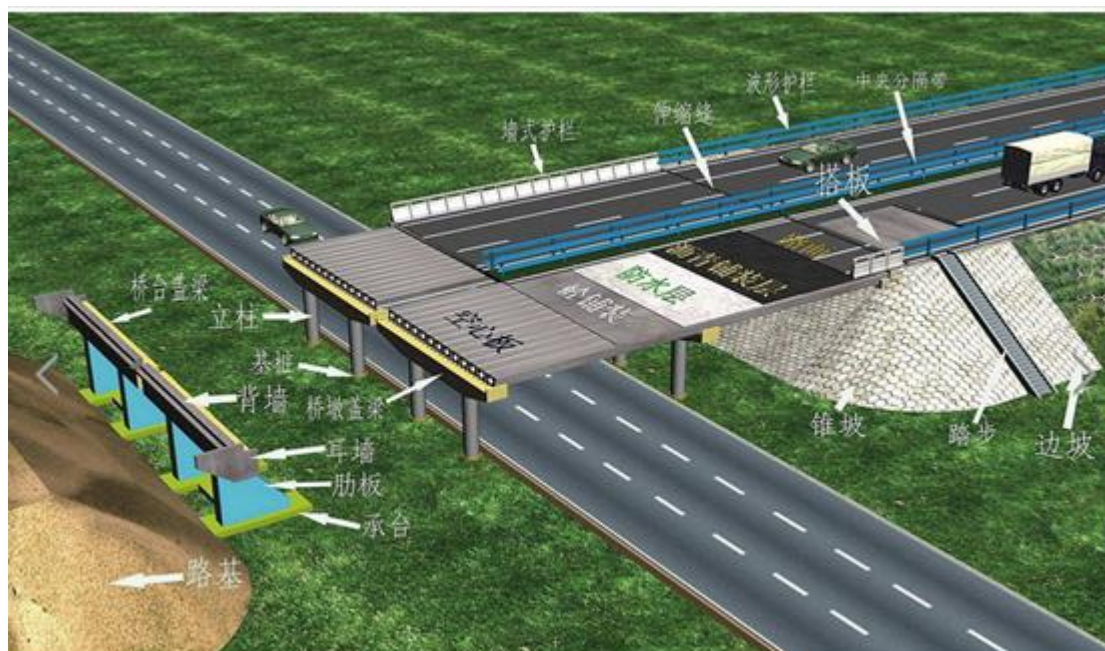
d、悬索桥



e、拱桥



f、拱桥



1K412010 城市桥梁结构形式及通用施工技术

1K412020 城市桥梁下部结构施工

1K412030 城市桥梁上部结构施工

1K412040 管涵和箱涵施工

1K412011 城市桥梁结构组成与类型

一、桥梁基本组成与常用术语

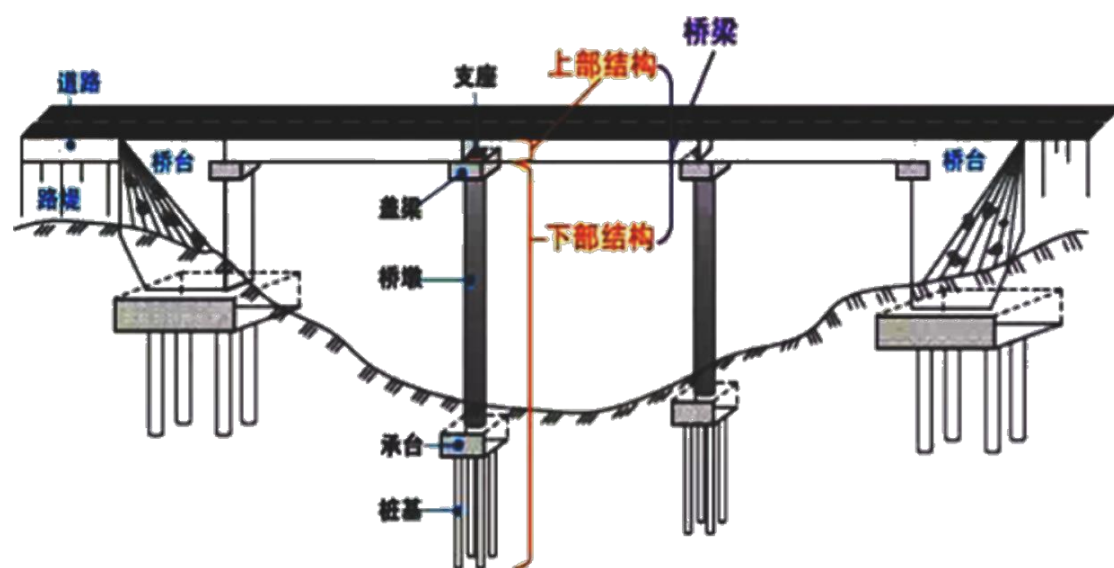
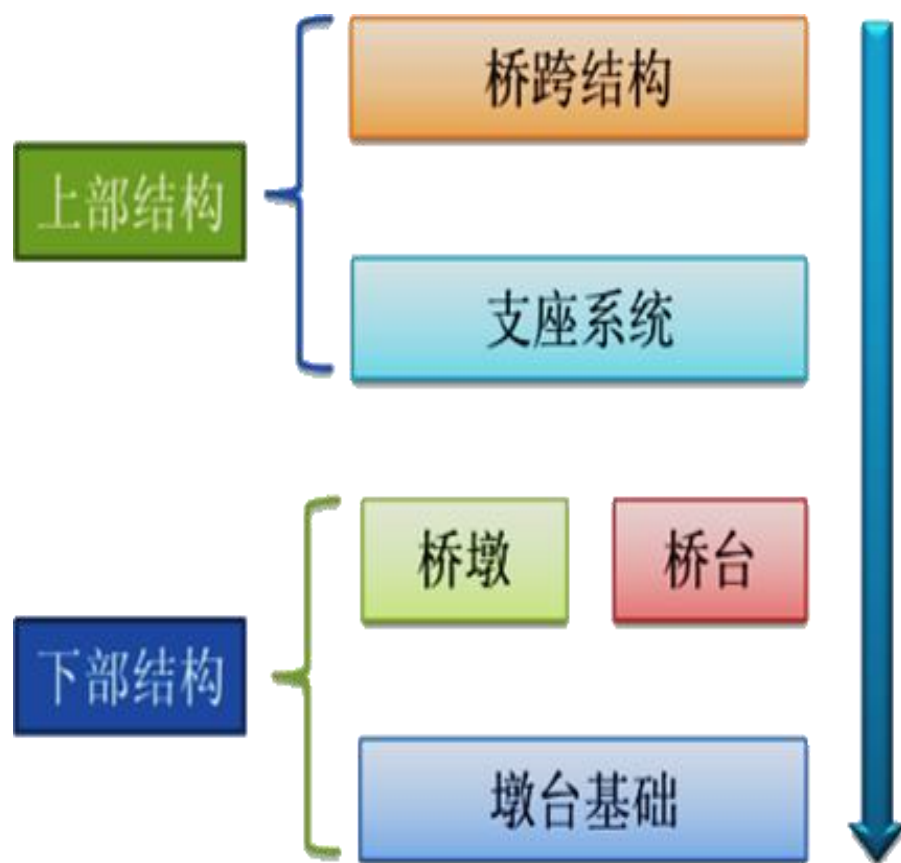
(二) 桥梁的基本组成

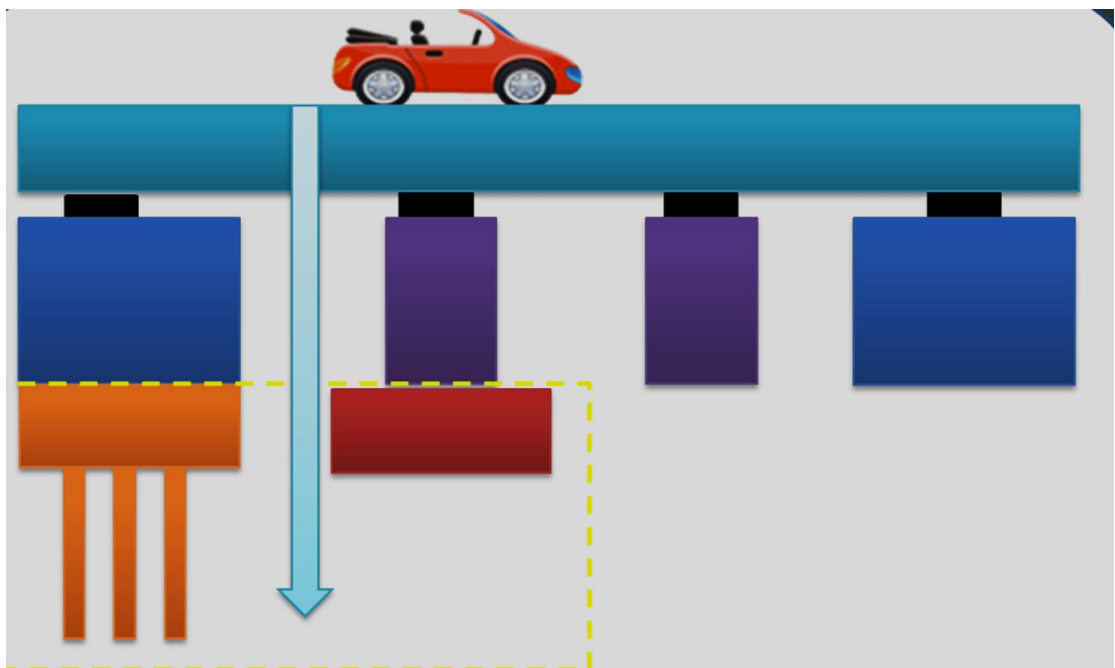
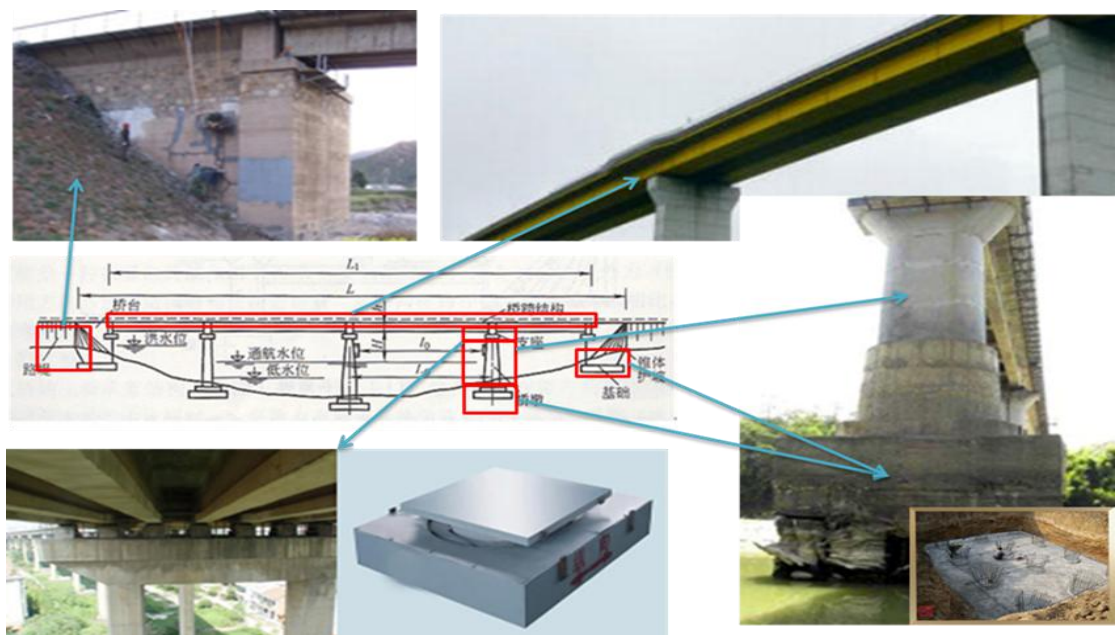
1.上部结构

2.下部结构：桥墩，桥台，墩台基础

3.支座系统

4.附属设施：桥面铺装，排水防水系统，栏杆，伸缩缝，灯光照明。



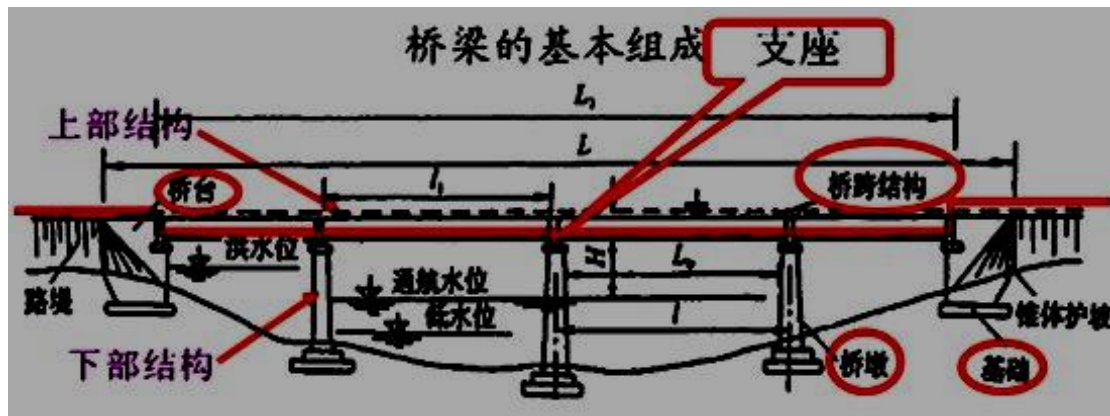


一、桥梁基本组成与常用术语

(二) 桥梁的基本组成

1.上部结构

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。



2.下部结构

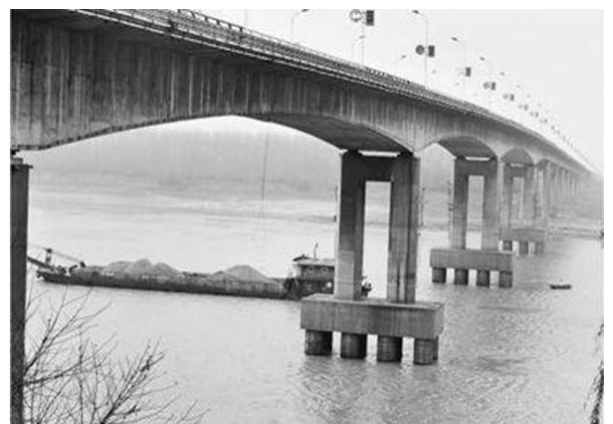
(1) 桥墩

(2) 桥台

(3) 墩台基础



(1) 桥墩：是在河中或岸上支承桥跨结构的结构物。



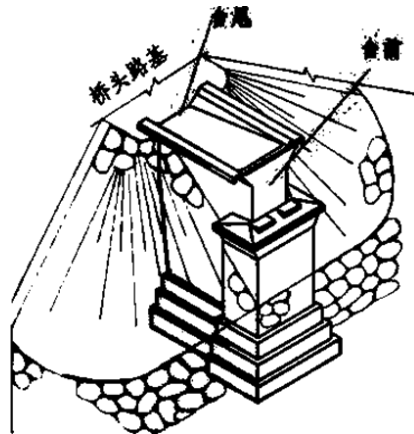
(2) 桥台：设在桥的两端；一边与路堤相接，以防止路堤滑塌；另一边则支承桥跨结构的

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。

桥台图

● 桥台的作用

- ▶ 桥梁两端的支柱，将梁以上的荷载传递给地基；
- ▶ 承受路基填土的水平推力；
- ▶ 保证与桥台相连的路基（桥头路基）的稳定。



(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。它不仅要传递很大的荷载，并且还要保证桥跨结构能产生一定的变位。

【定义】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。它能将桥梁上部结构的反力和变形（位移和转角）可靠的传递给桥梁下部结构，从而使结构的实际受力情况与计算的理论图式相符合。



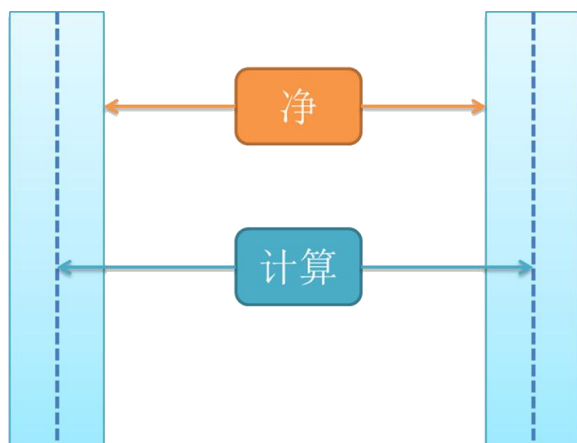
4.附属设施

- (1) 桥面铺装
- (2) 排水防水系统
- (3) 栏杆 (或防撞栏杆)
- (4) 伸缩缝
- (5) 灯光照明



(三) 相关常用术语

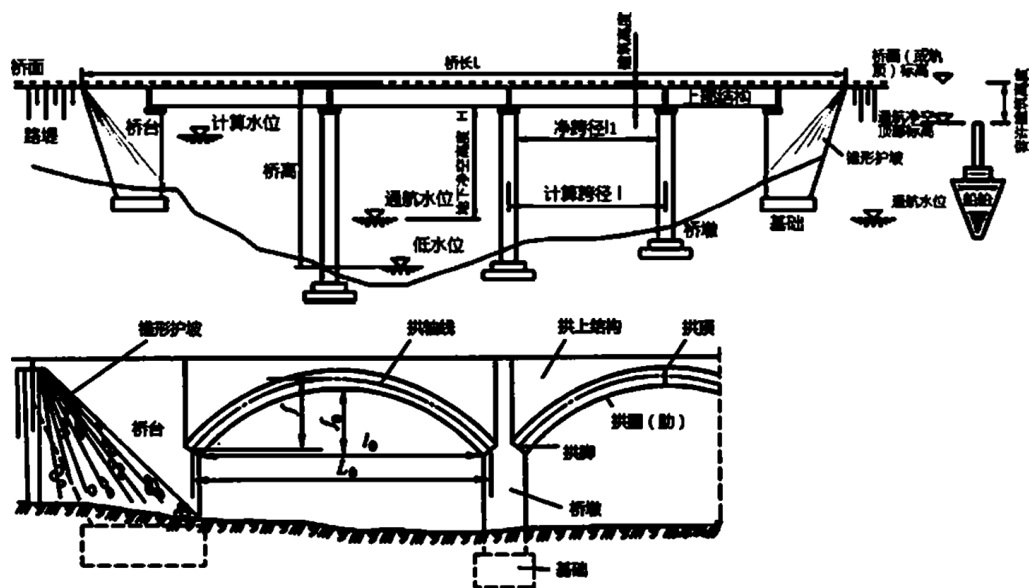
- (1) 净跨径
- (2) 计算跨径



术语	含义
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。
总跨径	多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称桥梁孔径。
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。
涵洞	用来宣泄路堤下水流的构造物。通常在建造涵洞处路堤不中断。凡是多孔跨径全长不到 8m 和单孔跨径不到 5m 的泄水结构物，均称为涵洞。

（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。



（4）桥梁高度

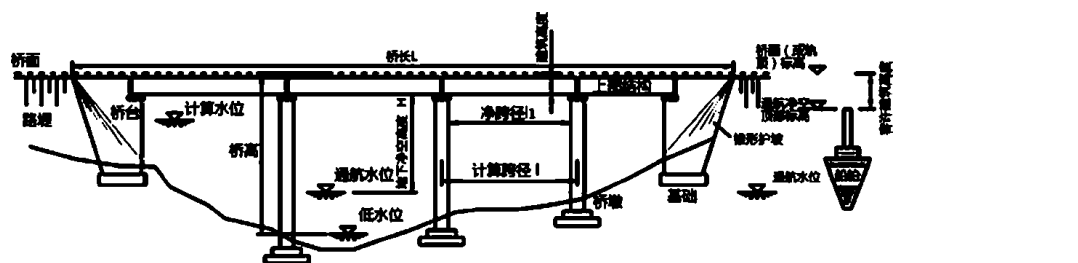
(5) 桥下净空高度

(6) 建筑高度

(7) 容许建筑高度

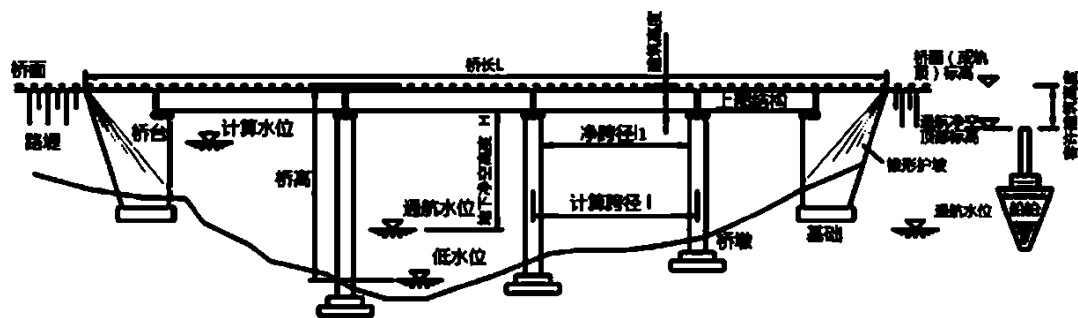
(4) 桥梁高度：指桥面与低水位之间的高差，或指桥面与桥下线路路面之间的距离，简称桥高。

(5) 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。



(6) 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。

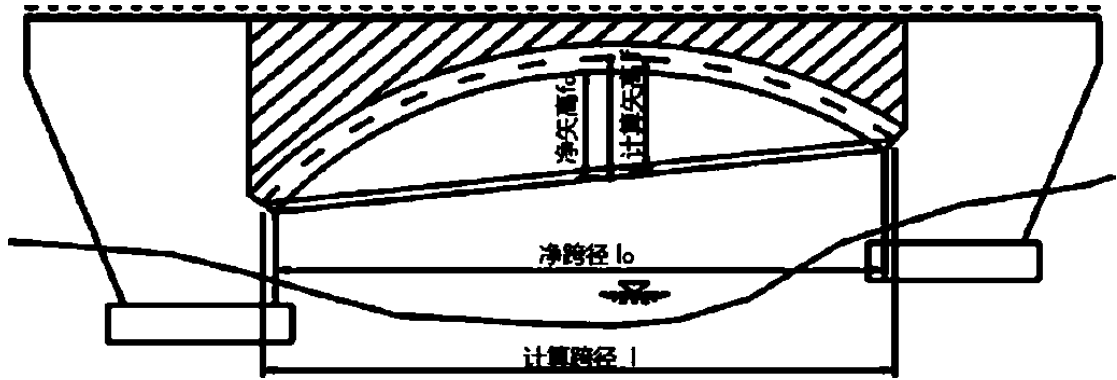
(7) 容许建筑高度：公路或铁路定线中所确定的桥面或轨顶标高，对通航净空顶部标高之差。



(8) 净矢高：从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点之连线的垂直距离。

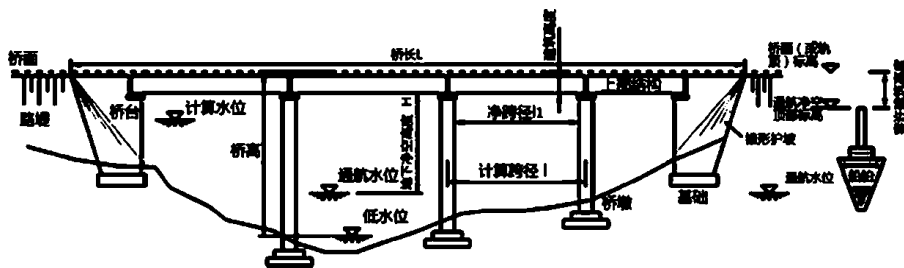
(9) 计算矢高：从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之连线的垂直距离。

(10) 矢跨比：计算矢高与计算跨径之比，也称拱矢度。



(11) 总跨径：多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称桥梁孔径。

(13) 桥梁总长：是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离，简称桥长。

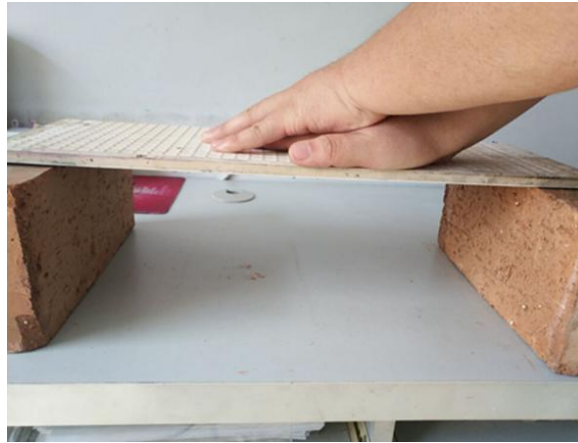
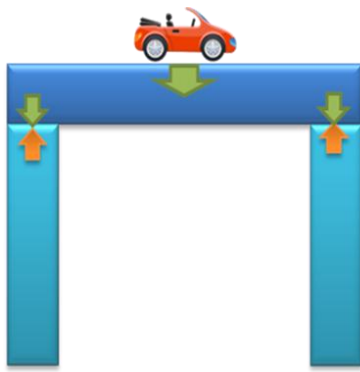


二、桥梁的主要类型

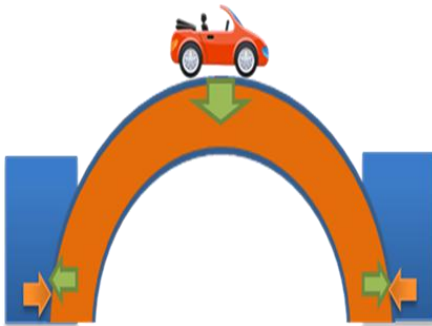
(一) 按受力特点分

1. 梁式桥
2. 拱式桥
3. 刚架桥
4. 悬索桥
5. 组合体系桥

1. 梁式桥：竖向荷载作用下无水平反力；梁内弯矩最大。



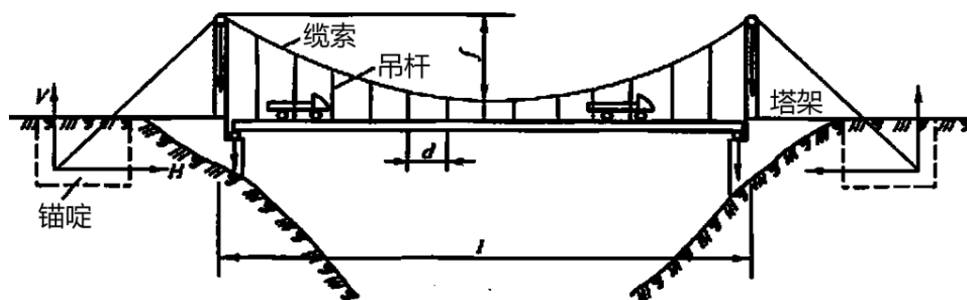
2.拱式桥：竖向荷载作用下有水平反力；承重结构受压为主。



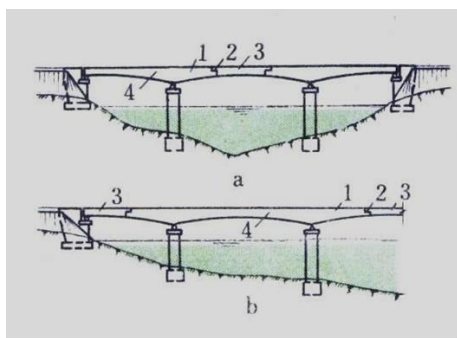
3.刚架桥：主要承重结构是梁或板和立柱或竖墙整体结合在一起的刚架结构，梁和柱的连接处具有很大的刚性。受力介于梁式桥、拱式桥之间——梁部主要受弯，柱脚处亦有水平反力。



4.悬索桥：适宜修建大跨度桥。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。



桥梁的主要类型—梁式桥和刚架桥的区别



(二) 其他分类方式

(1) 按桥梁多孔跨径总长或单孔跨径的长度，可分为特大桥、大桥、中桥、小桥。

桥梁按多孔跨径总长或单孔跨径分类 表 1K412011		
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	$100 > L > 30$	$40 > L_0 > 20$
小桥	$30 \geq L \geq 8$	$20 > L_0 \geq 5$
(1) 按桥梁多孔跨径总长或单孔跨径的长度		特大桥、大桥、中桥、小桥

(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、及其他专用桥梁
(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
(4) 按跨越障碍的性质来分	有跨河桥、跨线桥、高架桥和栈桥
(5) 按上部结构的行车道位置分	上承式桥、下承式桥、中承式桥

(5) 按上部结构的行车道位置分为上承式桥（桥面结构布置在主要承重结构之上）、中承式桥、下承式桥。



1K412012 模板、支架和拱架的设计、制作、安装与拆除



1K412000 城市桥梁工程

1K412011 城市桥梁结构组成与类型

1K412012 模板、支架和拱架的设计和验算

1K412013 钢筋施工技术

1K412014 混凝土施工技术

1K412015 预应力混凝土施工技术

1K412016 桥面防水施工技术

1K412017 桥梁支座、伸缩装置安装技术

1K412018 桥梁维护与改造施工技术

1.模板，支架施工设计应包括下列内容：

- 1) 工程概况和工程结构简图；
- 2) 结构设计的依据和设计计算书；
- 3) 总装图和细部构造图；
- 4) 制作、安装的质量及精度要求；
- 5) 安装、拆除时的安全技术措施及注意事项；
- 6) 材料的性能要求及材料数量表；
- 7) 设计说明书和使用说明书。

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（底临）	①+②+③+④+ ⑦+⑧	①+②+⑦+⑧ 自重+水平
缘石、人行道、栏杆、柱、梁板、拱等的侧模板（小侧）	④+⑤	⑤静压力
基础、墩台等厚大建筑物的侧模板（大侧）	⑤+⑥	⑤静压力

①模板、拱架和支架自重；临时结构自重

②新浇筑混凝土、钢筋混凝土或圬工、砌体的自重力；实体结构自重

③施工人员及施工材料机具等行走运输或堆放的荷载；活荷载

- ④振捣混凝土时的荷载；振捣荷载
- ⑤新浇筑混凝土对侧面模板的压力；侧压力
- ⑥倾倒混凝土时产生的水平向冲击荷载；倾倒荷载
- ⑦设于水中的支架所承受的水流压力、波浪力、流冰压力、船只及其他漂浮物的冲撞力；
- 水物冲撞
- ⑧其他可能产生的荷载，如风雪荷载、冬季保温设施荷载等。其

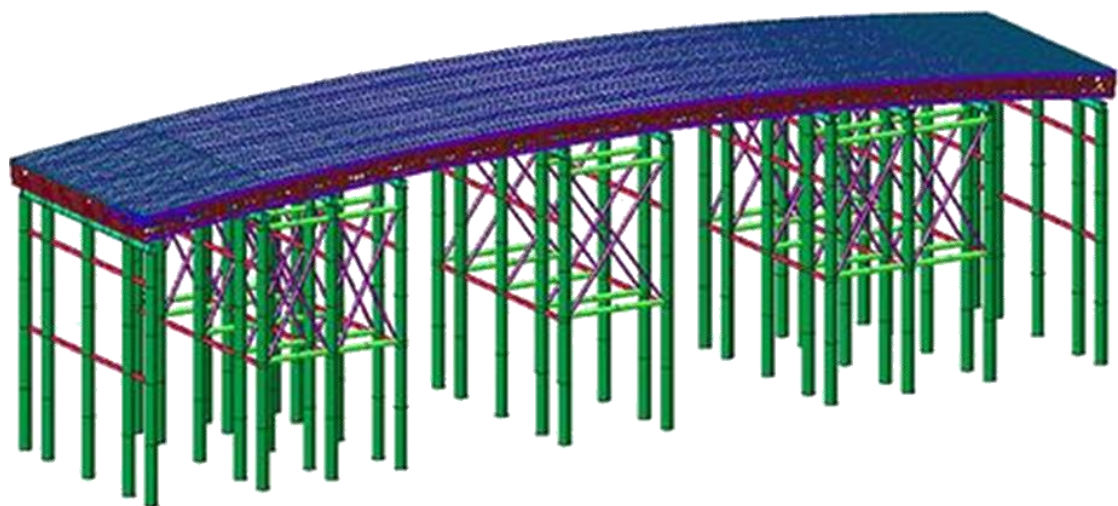
一、模板、支架和拱架的设计与验算

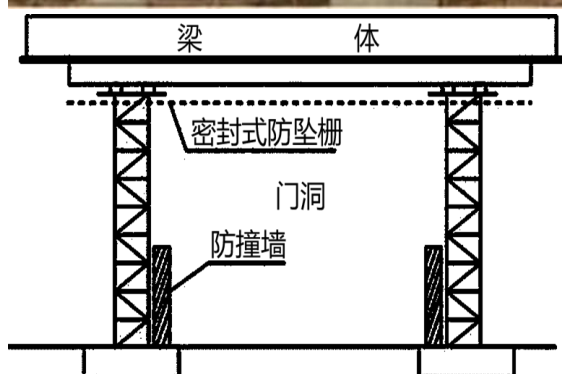
（一）模板、支架和拱架的制作与安装

（6）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。

模板、支架和拱架的设计中应设施工预拱度。





碗扣式支架：



补充：

- 1.地基强度，刚度，稳定性要满足设计要求
- 2.地面进行硬化，设置垫板，垫块，带可调底座支架，地基要进行预压，预压地基合格并形成记录
- 3.设置排水沟，防止雨水冲刷，冬期施工必须采取防止冻胀措施
- 4.应根据梁体和支架的弹性和非弹性变形设置预拱度
- 5.支架和模板安装后，应采取预压的消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形
- 6.浇筑混凝土是应采取防止支架不均匀沉降的措施
- 7.安装支架，立柱应竖直，上下层应在同一中心线上
- 8.支架和拱架不得与施工脚手架，便桥相连
- 9.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防护网
- 10.支架，脚手架必须设置斜道，安全梯等攀登设施
- 11.严禁在脚手架上拴揽风绳，架设混凝土泵等设
- 12.两张表，脚手架验收表，模板之架验收表，形成文件，交付使用
- 13.模板与混凝土接触面应平整，接缝应严密
- 14.专项方案，并组织专家论证
- 15.支架通行孔的两边应加护桩，夜间应设警示灯



二、模板、支架和拱架的制作与安装

支架或拱架不得与施工脚手架、便桥相连。



(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。



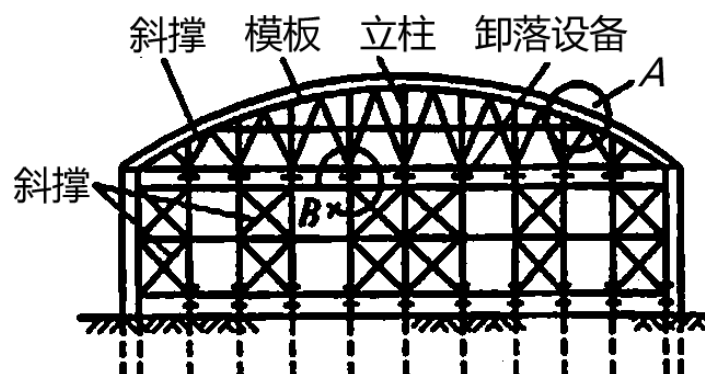
三、模板、支架和拱架的拆除

(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。

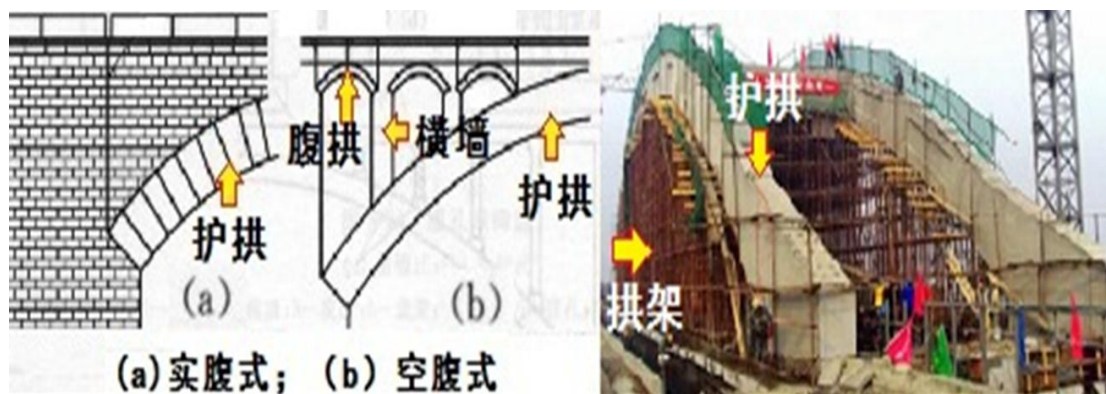
2) 芯模和预留孔道内模应在混凝土抗压强度能保证结构表面不发生塌陷和裂缝时,方可拔出。



(2) 浆砌石、混凝土砌块拱桥拱架的卸落应遵守下列规定:

1) 浆砌石、混凝土砌块拱桥应在砂浆强度达到设计要求强度后卸落拱架,设计未规定时,砂浆强度应达到设计标准值的 80%以上。

2) 跨径小于 10m 的拱桥宜在拱上结构全部完成后卸落拱架;中等跨径实腹式拱桥宜在护拱完成后卸落拱架;大跨径空腹式拱桥宜在腹拱横墙完成(未砌腹拱圈)后卸落拱架。

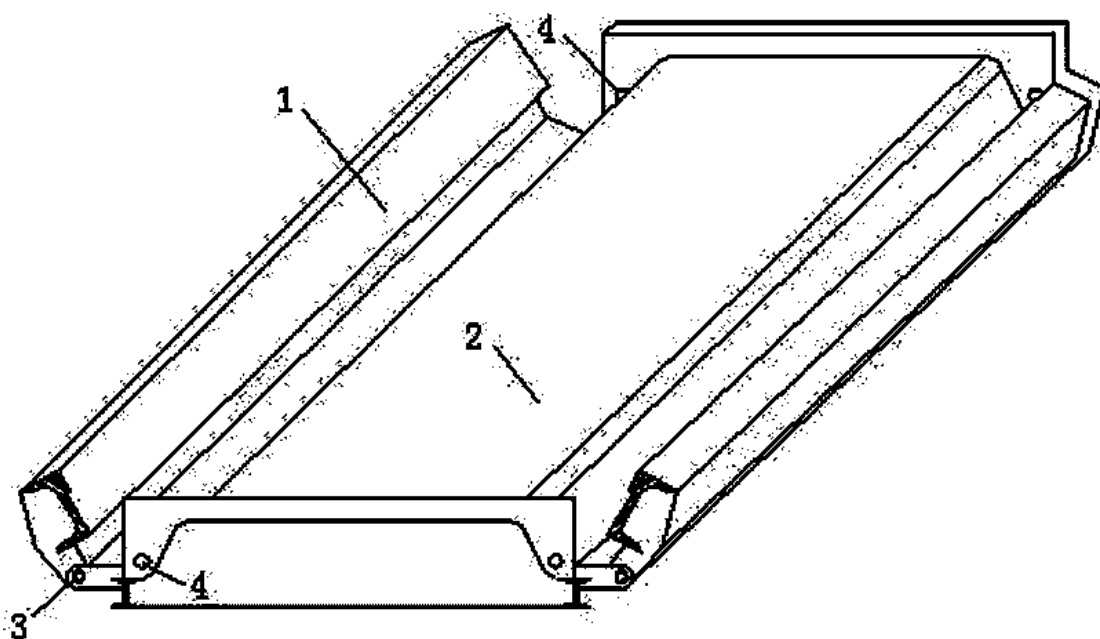


3) 在裸拱状态卸落拱架时,应对主拱进行强度及稳定性验算并采取必要的稳定措施。



(3) 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。

(4) 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。



1K420162 模板支架和拱架施工安全措施

一、工前准备阶段

(一) 一般规定

(1) 支架、脚手架应由具有相关资质的单位搭设和拆除。

(2) 作业人员应经过专业培训、考试合格,持证上岗,并应定期体检,不适合高处作业者,不得进行搭设与拆除作业。

(3) 进行搭设与拆除作业时,作业人员必须戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。



二、模板支架、脚手架搭设

（二）脚手架搭设

（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。

（5）脚手架支搭完成后应与模板支架一起进行检查验收，并形成文件后，方可交付使用。

三、模板支架、脚手架拆除

（1）模板支架、脚手架拆除现场应设作业区，其边界设警示标志，并由专人值守，非作业人员严禁入内。

（2）模板支架、脚手架拆除采用机械作业时应由专人指挥。

（3）模板支架、脚手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。



1K412013 钢筋施工技术

一、一般规定

(2) 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。

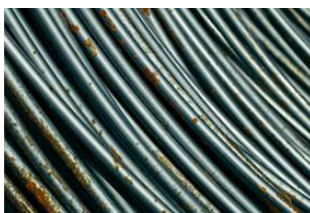
(3) 钢筋在运输、储存、加工过程中应防止锈蚀、污染和变形。

(4) 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。



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

(6) 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。



每一步都要进行验收



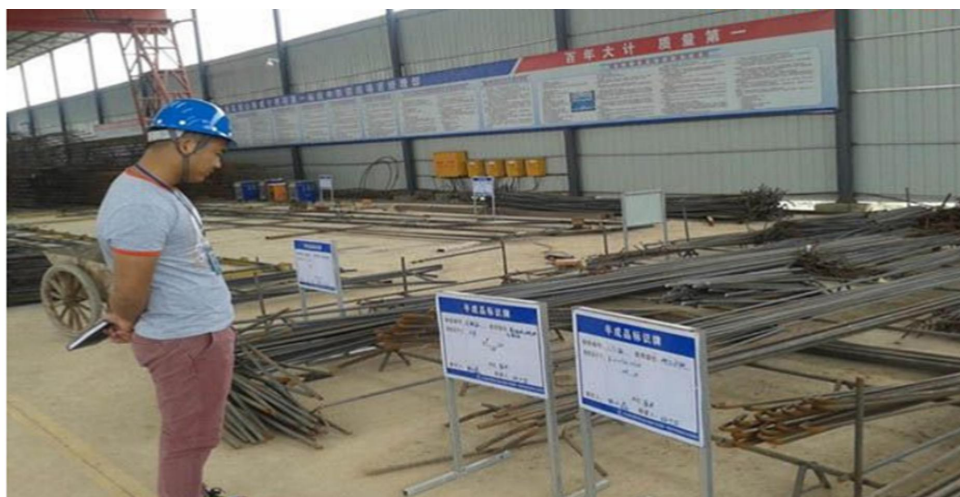
二、钢筋加工

(1) 钢筋弯制前应先调直。钢筋宜优先选用机械方法调直。当采用冷拉法进行调直时，HPB300 钢筋冷拉率不得大于 2%；HRB400 钢筋冷拉率不得大于 1%。



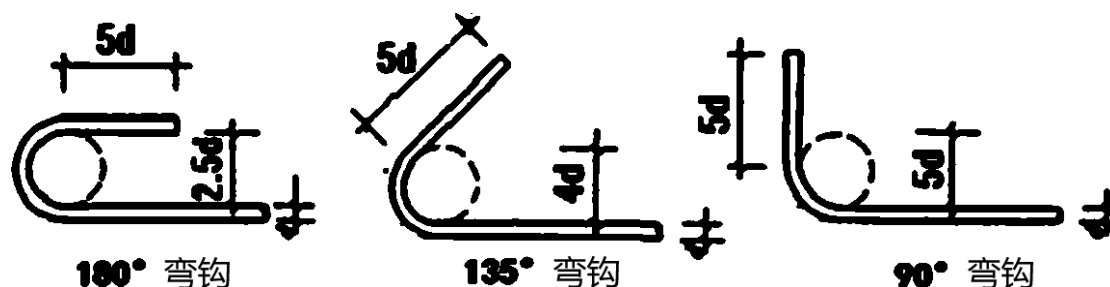
(2) 钢筋下料前，应核对钢筋品种、规格、等级及加工数量，并应根据设计要求和钢筋长度配料。

钢筋宜采用数控化机械设备在专用厂房中集中下料和加工，其形状、尺寸应符合设计的规定；加工后的钢筋，其表面不应有削弱钢筋截面的伤痕、下料后应按种类和使用部位分别挂牌标明



(4) 箍筋弯钩的弯曲直径应大于被箍主钢筋的直径，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。

(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。

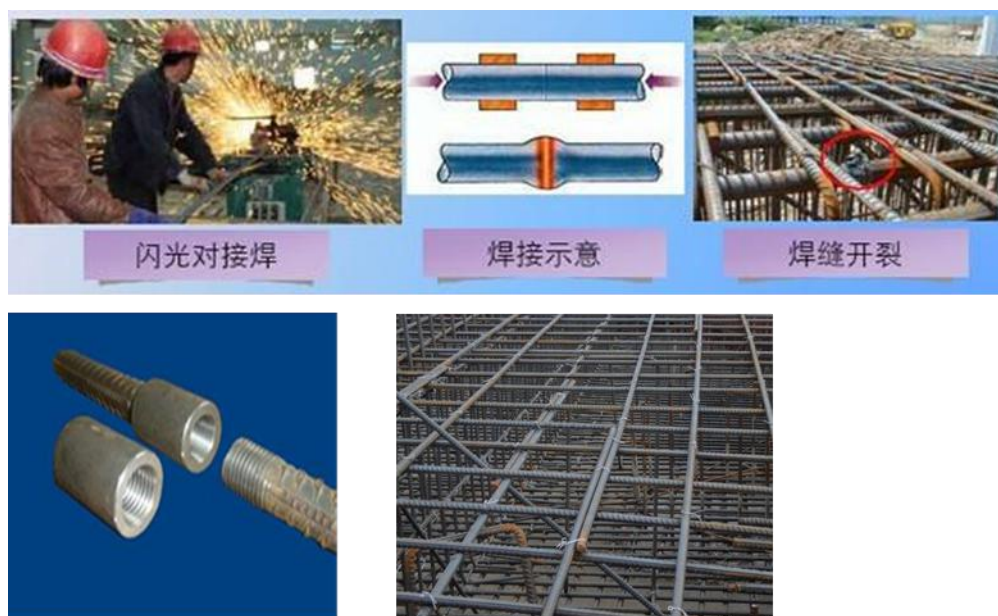


钢筋连接方法

(1) 绑扎连接

(2) 焊接连接：闪光对焊、搭接焊

(3) 机械连接：直螺纹连接、锥螺纹连接、冷挤压套筒连接



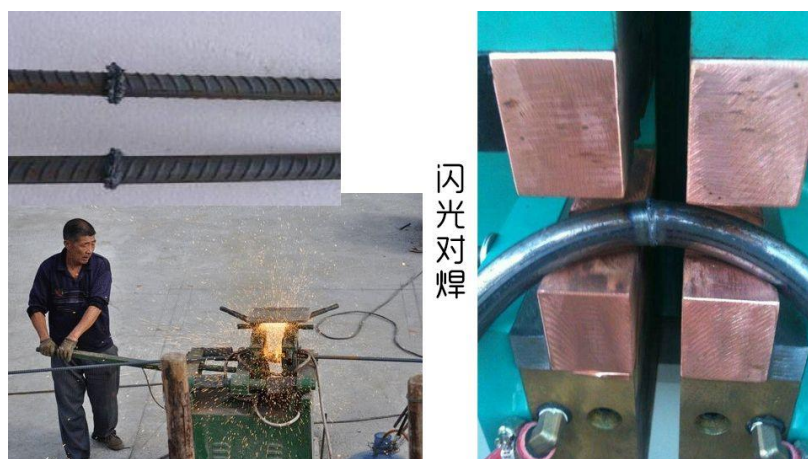
三、钢筋连接

(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。

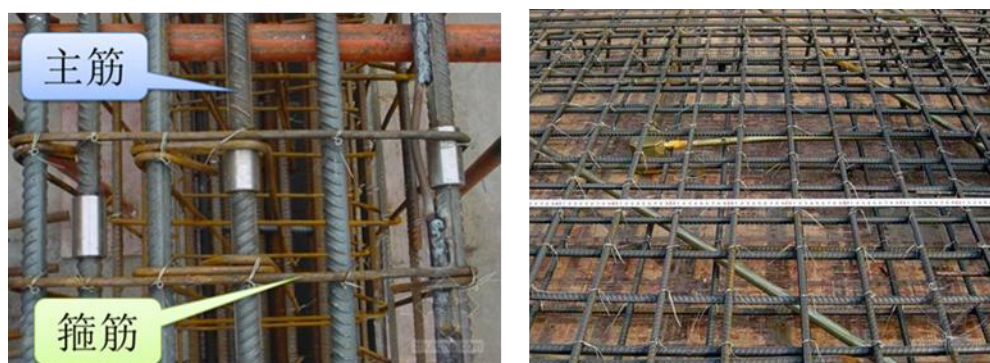
(3) 机械连接接头适用于 HRB335 和 HRB400 带肋钢筋的连接。



(4) 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。

(5) 钢筋骨架和钢筋网片的交叉点焊接宜采用电阻点焊。

(6) 钢筋与钢板的 T 形连接, 宜采用埋弧压力焊或电弧焊。

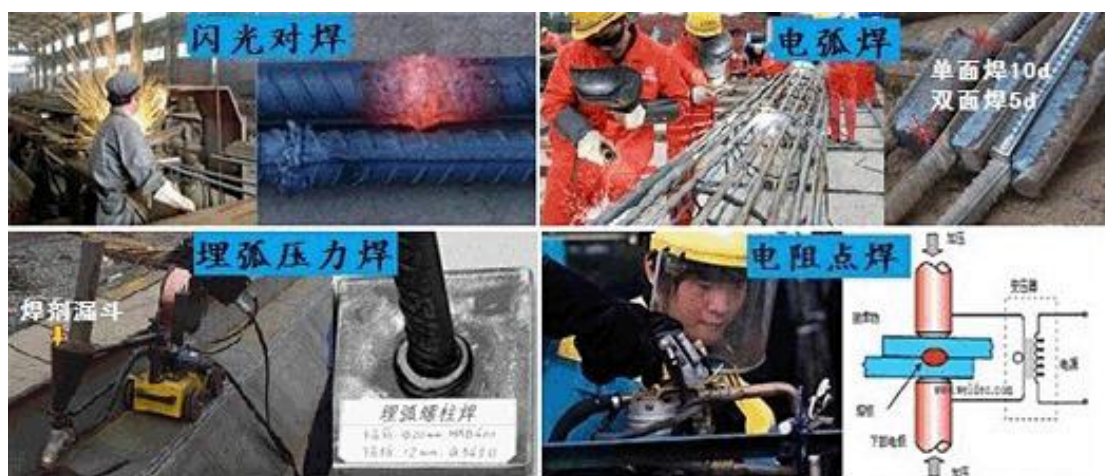


(二) 钢筋接头设置

(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。

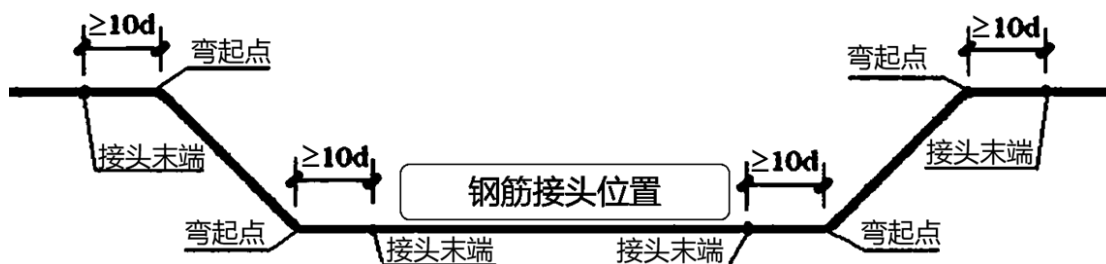
(3) 在任一焊接或绑扎接头长度区段内, 同一根钢筋不得有两个接头, 在该区段内的受力钢筋, 其接头的截面面积占总截面积的百分率应符合规范规定。



(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, 按受拉办理。

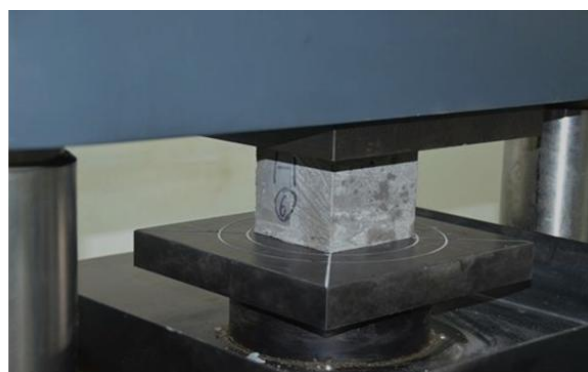
(6) 钢筋接头部位横向净距不得小于钢筋直径, 且不得小于 25mm。



1K412014 混凝土施工技术

一、混凝土的抗压强度

(一) 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。



(二) 现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107—2010 中规定了评定混凝土强度的方法，包括方差已知统计方法、方差未知统计方法以及非统计方法三种。工程中可根据具体条件选用，但应优先选用统计方法。

(三) 对 C60 及以上的高强度混凝土，当混凝土方量较少时，宜留取不少于 10 组的试件，采用方差未知的统计方法评定混凝土强度。

二、混凝土原材料

(1) 混凝土原材料包括水泥、粗细骨料、矿物掺合料、外加剂和水。

(2) 配制高强度混凝土的矿物掺合料可选用优质粉煤灰、磨细矿渣粉、硅粉和磨细天然沸石粉。

(3) 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。

四、混凝土施工

(一) 原材料计量

对砂石料的含水率的检测，每一工作班不应少于一次。雨期施工应增加测定次数，根据砂石料实际含水量调整砂石料和水的用量。

(二) 混凝土搅拌、运输和浇筑

1. 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。



2. 混凝土运输

(1) 混凝土的运输能力应满足混凝土凝结速度和浇筑速度的要求，使浇筑工作不间断。

(3) 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。



(5) 预拌混凝土在卸料前需要掺加外加剂时，外加剂的掺量应按配合比通知书执行。

(6) 严禁在运输过程中向混凝土拌合物中加水。

(7) 预拌混凝土从搅拌机卸入搅拌运输车至卸料时的运输时间不宜大于 90min, 如需延长运送时间，应采取相应的有效技术措施，并应通过试验验证

3.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。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) 对于大方量混凝土浇筑，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。
- 3) 采用振捣器振捣混凝土时，每一振点的振捣延续时间，应以使混凝土表面呈现浮浆、不出现气泡和不再沉落为准。

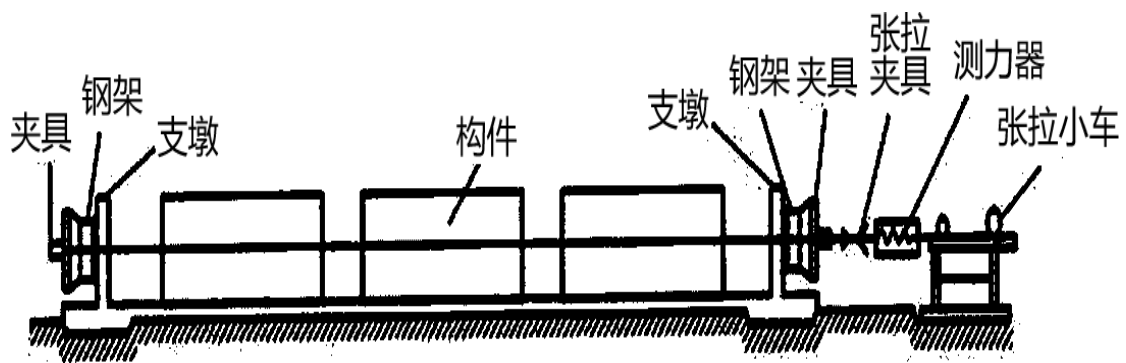


四、混凝土施工

(三) 混凝土养护

- (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。





预应力：

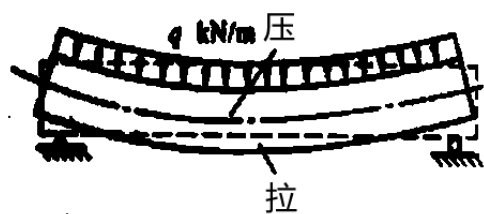


图5-4 梁的受力情况



图5-5 素混凝土梁

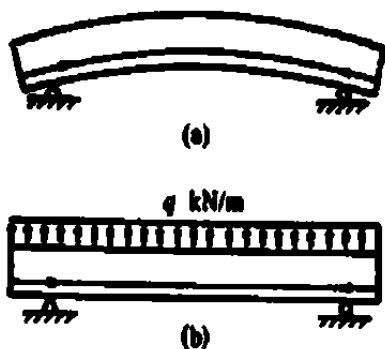


图5-7 预应力钢筋混凝土梁
(a) 施加预应力时； (b) 使用时

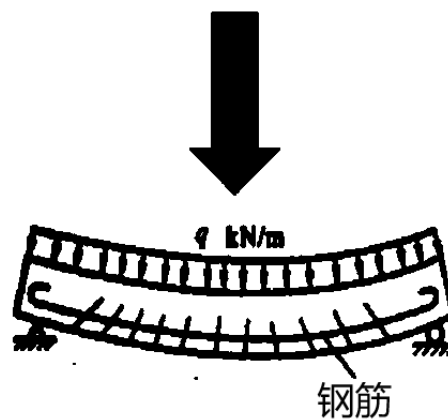
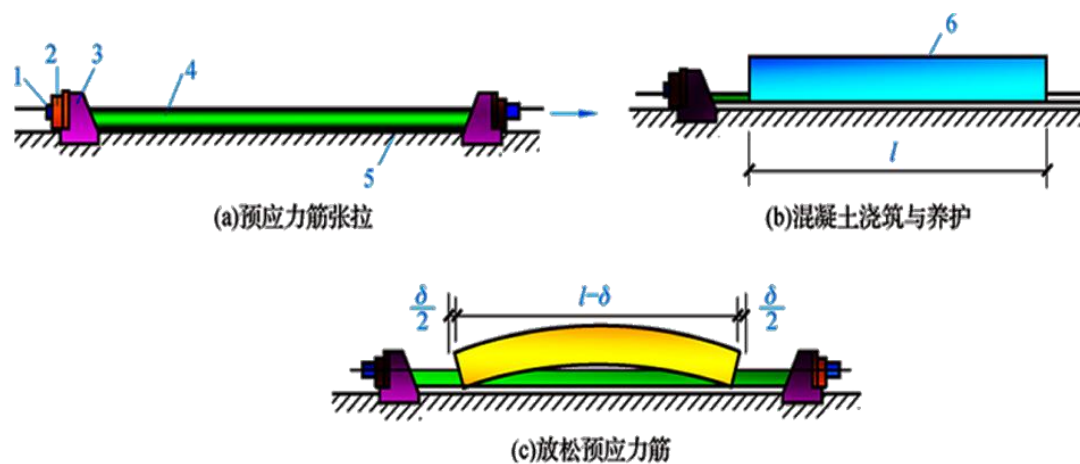
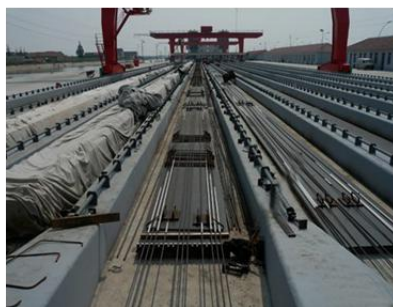
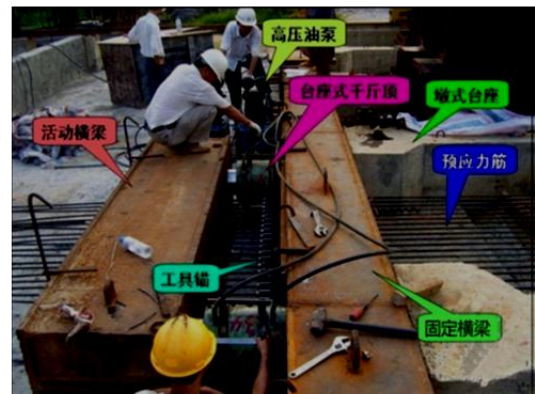
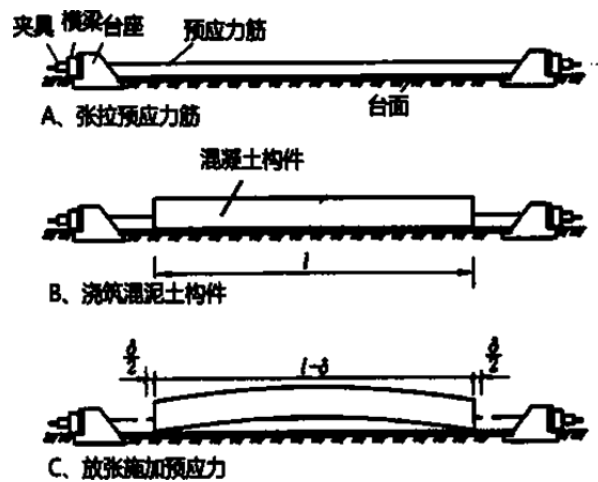


图5-6 钢筋混凝土梁

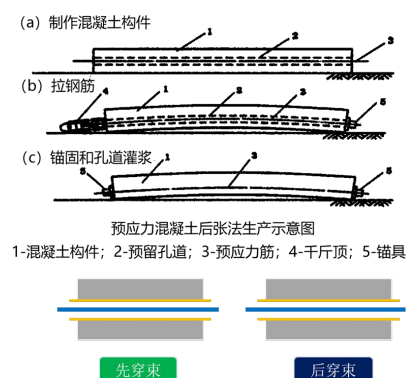
预应力先张法



先张法台座生产示意图

1-锚固夹具；2-横梁；3-台座承力结构；4-预应力筋；5-台面；6-混凝土构件

预应力后张法



(1) 钢丝检验每批重量不得大于 60t；对每批钢丝逐盘进行外形、尺寸和表面质量检查。

从检查合格的钢丝中抽查 3 盘，在每盘钢丝的任一端取样进行力学性能试验及其他试验。

试验结果有一项不合格则该盘钢丝报废，并从同批次未试验过的钢丝盘中取双倍数量的试样

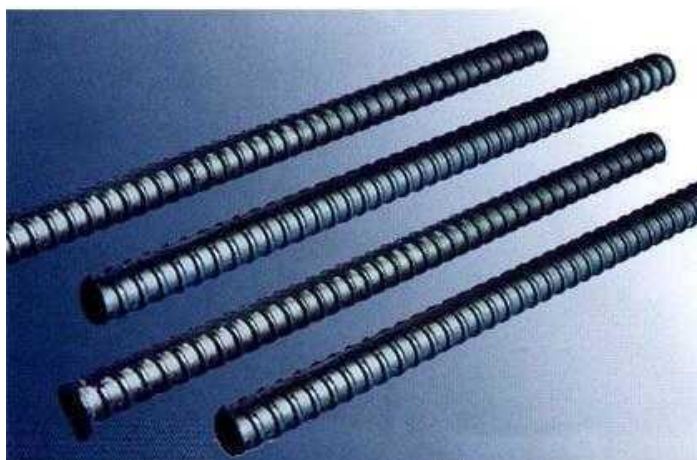
进行该不合格项的复验，如仍有一项不合格，应逐盘检验，合格者接收。



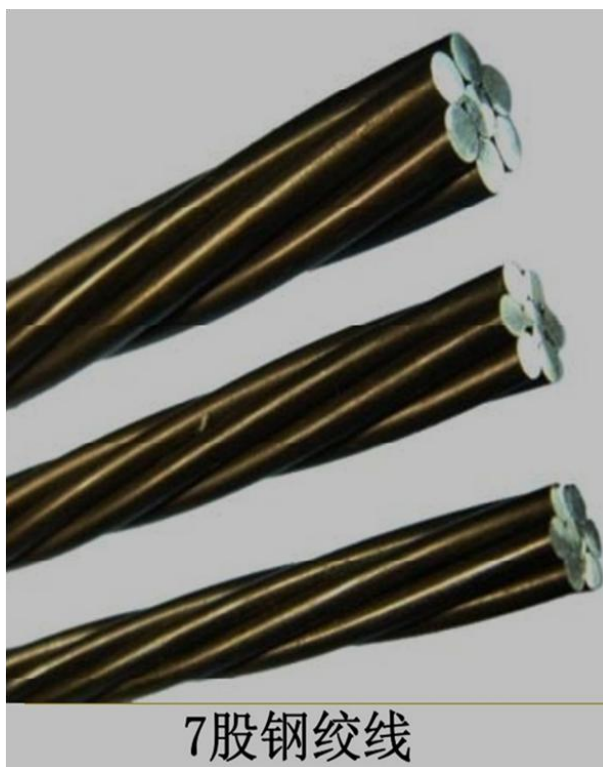
(2) 钢绞线检验每批重量不得大于 60t；逐盘检验表面质量和外形尺寸；再从每批钢绞线中任取 3 盘，并从每盘所选的钢绞线任一端截取一根试样，进行力学性能试验及其他试验。

如每批少于 3 盘，应全数检验。检验结果如有一项不合格时，则不合格盘报废，并再从该批未试验过的钢绞线中取双倍数量的试样进行该不合格项目复验，如仍有一项不合格，则该批钢绞线应实施逐盘检验，合格者接收。

（3）精轧螺纹钢检验每批重量不得大于 60t；对其表面质量应逐根进行外观检查，外观检查合格后每批中任选 2 根钢筋截取试件进行拉伸试验。试验结果有一项不合格，则取双倍数量的试样重做试验。如仍有一项不合格，则该批钢筋为不合格。



预应力 类别		钢丝 (检验批都不得大于 60t)	钢绞线 (检验批 60t)	钢筋 (检验批 60t)
进场检验	抽样数量	逐盘	逐盘	逐根
	检查项目	形状、尺寸、表面质量	表面质量、外形尺寸	外观
见证取样	抽样数量	从检查合格的钢丝中，抽查 3 盘，在每一盘钢丝任一端取样	从检查合格的钢绞线中，任取 3 盘，在每一盘钢丝任一端取样	外观检查合格后每批中任选 2 根钢筋截取试件
	检查项目	力学性能试验及其他试验	力学性能试验及其他试验	拉伸试验
	结果处理	若有一项不合格，则该盘钢丝报废，并从同批次未试验过的钢丝盘中取双倍试样进行该不合格项的复验	若有一项不合格，则不合格盘报废，并从同批次未试验过的钢绞线中取双倍试样进行该不合格项的复验	试验结果有一项不合格，则取双倍数量的试样重做试验
评定	检验批		仍有一项不合格，应逐盘检验，合格者接收	如仍有一项不合格，则该批钢筋为不合格



(5) 存放 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 6 个月。

(6) 预应力筋的制作：

1) 预应力筋下料长度应通过计算确定, 计算时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、焊接接头或墩头预留量, 冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值和外露长度等因素。

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。



(二) 管道与孔道

(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。一般工程可由铜管抽芯、胶管抽芯或金属伸缩套管抽芯预留孔道。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。管道应内壁光滑，可弯曲成适当的形状而不出现卷曲或被压扁。



二、锚具、夹具和连接器

(一) 基本要求

(2) 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）、锥塞式（钢制锥形锚具）和握裹式（挤压锚具、压花锚具等）。

(二) 验收规定

(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，同一种材料和同一生产工艺条件下生产的产品可列为同一批量。锚具、夹片应以不超过 1000 套为一个验收批。连接器的每个验收批不宜超过 500 套。

1) 外观检查：从每批（锚具 夹片或连接器）中抽取 10%且不少于 10 套，进行外观质量和外形尺寸检查。

2) 硬度检验：从每批（锚具 夹片或连接器）中抽取 5%且不少于 5 套进行硬度检验。

(3) 静载锚固性能试验 对大桥、特大桥等重要工程、由具有相应资质的专业检测机构进行静载锚固性能试验 如有一个试件不符合要求时，则应另取双倍数量的锚具(夹具或连接器)重做试验，如仍有一个试件不符合要求时，则该批产品视为不合格品

对用于中 桥梁的锚具(夹片或连接器)进场验收，其静载锚固性能可由锚具生产厂提供试验报告

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。

(2) 混凝土中的水泥用量不宜大于 550kg/m^3 。

(3) 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。

（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。

四、预应力张拉施工

（一）基本规定

（2）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；设计无规定时，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。

（3）预应力张拉时，应先调整到初应力 (σ_0)，该初应力宜为张拉控制应力 (σ_{con}) 的 10% ~ 15%，伸长值应从初应力时开始量测。

（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。隔离套管应堵严。

(4)张拉程序应符合设计要求，设计未要求时，其张拉程序应符合表 41 015-1 规定 张拉钢筋时，为保证施工安全，应在超张拉放张至 .9σ 时安装模板、普通钢筋及预埋件等.

先张法预应力筋张拉程序		表1K412015-1
预应力筋种类	张 拉 程 序	
钢筋	0→初应力→1.05σ _{con} →0.9σ _{con} →σ _{con} （锚固）	
钢丝、钢绞线	0→初应力→1.05σ _{con} （持荷2min）→0→σ _{con} （锚固）	
	对于夹片式等具有自锚性能的锚具：	
	普通松弛力筋0→初应力→1.03σ _{con} （锚固）	
	低松弛力筋0→初应力→σ _{con} （持荷2min锚固）	

(5)张拉过程中，预应力筋的断丝、断筋数量不得超过规定。

先张法预应力筋断丝限制		
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%

四、预应力张拉施工

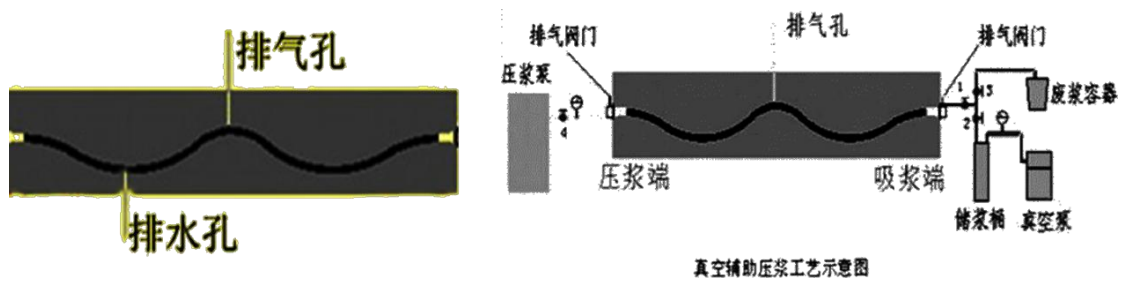
(二)先张法预应力施工

(6)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%。放张顺序应符合设计要求，设计未规定时，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。

(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（防止浇混凝土时对管道的扰动）。
- 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。



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。

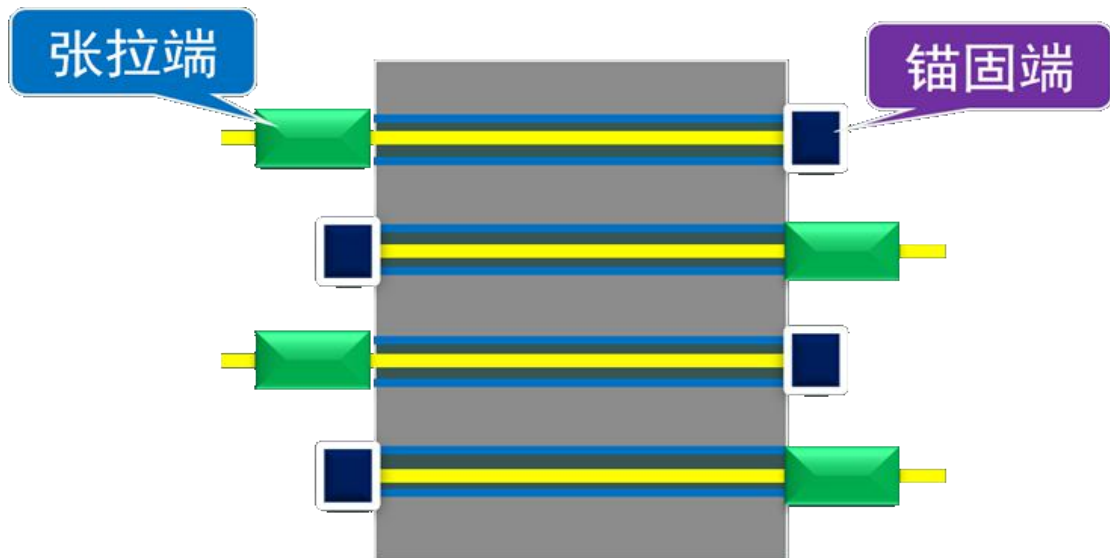
(3) 预应力筋张拉应符合下列要求

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。



当同一截面中有多束一端张拉的预应力筋时，张拉端宜均匀交错的设置在结构的两端。

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。



(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 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°C ，否则应采取保温措施。当白天气温高于 35°C 时，压浆宜在夜间进行。

(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规定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%。



预应力施工质量智能控制系统

1K420103 预应力张拉施工质量事故预防措施 P368

一、基本规定

(一) 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。

(二) 设备控制

- (1) 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。
- (2) 张拉设备应配套校准，配套使用。

二、准备阶段质量控制

(一) 方案编制

预应力施工应按设计要求，编制专项施工方案和作业指导书，并按相关规定审批。

三、施工过程控制要点

(一) 下料与安装

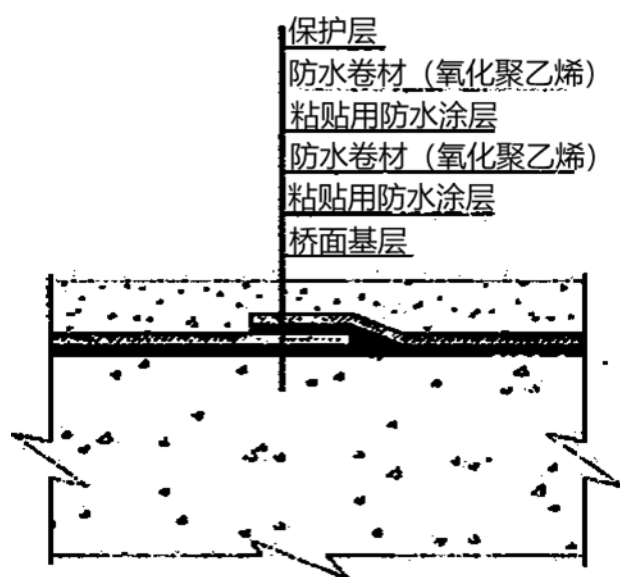
(2) 预应力筋下料长度应经计算，并考虑模具尺寸及张拉千斤顶所需长度；严禁使用电弧焊切割。



(二) 张拉与锚固

(4) 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、张拉前交底不清、准备工作不充分安全设施未做好、混凝土强度达不到设计要求，不张拉。

(5) 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。



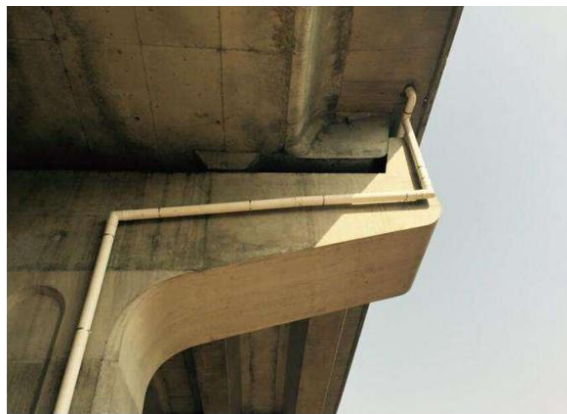
1K412016 桥面防水系统施工技术



喷涂现场



养护中的桥面防水层



一、基层要求

(1) 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。

(4) 当防水材料为卷材及聚氨酯涂料时，基层混凝土的含水率应小于 4%。当防水材料为聚合物改性沥青涂料和聚合物水泥涂料时，基层混凝土的含水率应小于 10%。

二、基层处理

(1) 基层处理剂可采用喷涂法或刷涂法施工，喷涂应均匀，覆盖完全，待其干燥后应及时进行防水层施工。

(4) 防水基层处理剂应根据防水层类型、防水基层混凝土龄期及含水率、铺设防水层前对处理剂的要求选用。



三、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

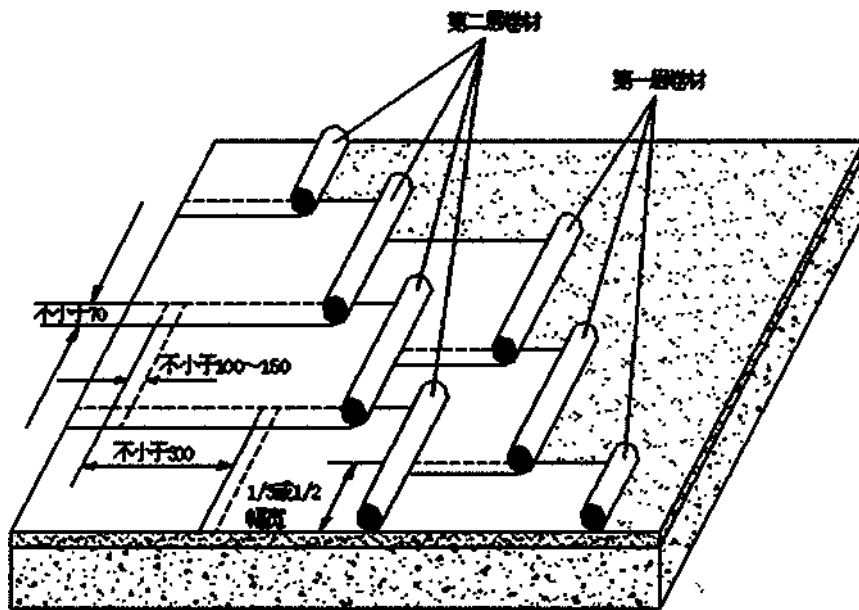
积铺设。



(2) 当铺设防水卷材时，环境气温和卷材的温度应高于 5°C ，基层的温度必须高于 0°C ；
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) 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。



四、防水涂料施工

(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。



(6) 涂料防水层内设置的胎体增强材料，应顺桥面行车方向铺贴。铺贴顺序应自最低处开始向高处铺贴并顺桥宽方向搭接，高处胎体增强材料应压在低处胎体增强材料之上。

(7) 防水涂料施工应先做好节点处理，然后再进行大面积涂布。

五、其他相关要求

(1) 防水层铺设完毕后，在铺设桥面沥青混凝土之前严禁车辆在其上行驶和人员踩踏，并应对防水层进行保护，防止潮湿和污染。

(3) 防水层上沥青混凝土的摊铺温度应与防水层材料的耐热度相匹配。

卷材防水层上沥青混凝土的摊铺温度应高于防水卷材的耐热度，但同时应小于 170°C ；

涂料防水层上沥青混凝土的摊铺温度应低于防水涂料的耐热度。

六、桥面防水质量验收

(一) 一般规定

(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。

(三) 防水层

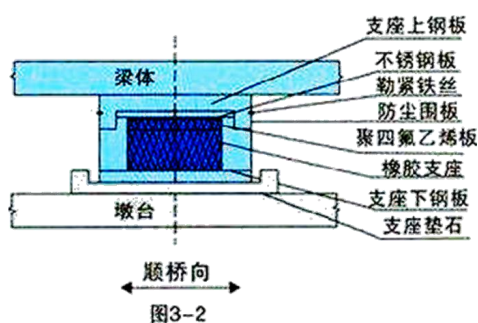
(3) 防水层施工现场检测主控项目为粘结强度和涂料厚度。



1K412017 桥梁支座、伸缩装置安装技术

桥梁支座的功能要求：

- 1.首先，支座必须具有足够的承载能力
- 2.支座对桥梁变形的约束尽可能的小
- 3.支座还应便于安装，养护和维修，并在必要时进行更换



(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。

(3) 按支座的结构形式分类：弧形支座、摇轴支座、辐轴支座、橡胶支座、球形钢 支座、

拉压支座等。

桥梁支座可按其跨径、结构形式、反力力值、支承处的位移及转角变形值选取不支座 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

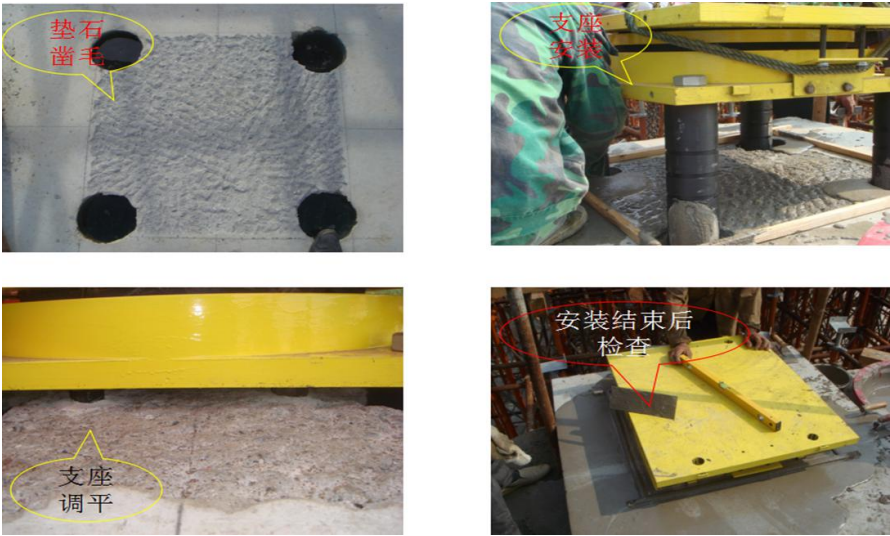


支座施工一般规定：

- 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) 支座滑动面上不锈钢板位置正确，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各相对滑移面，擦净后在聚四氟乙烯板顶面凹槽内注满住硅脂，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注，确保其高程和位置的准确。

支座安装：



一、桥梁支座安装技术

(四) 支座施工质量检验标准

序号	主控项目	检查数量	检验方法
1	进场检验	全数	检查合格证、出厂性能试验报告
2	安装前,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	检查	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		观测或用塞尺检查、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		观察
5	支座的粘结灌浆和润滑材料应符合设计要求		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

- (1) 支座高程
- (2) 支座偏位

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所引起的上部结构之间的位移和联结。在设置伸缩缝处，栏杆与桥面铺装都要断开。



（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 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。



(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) 伸缩缝装置不得堆放，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。

(3) 伸缩装置安装前，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

(4) 伸缩装置吊装就位前，将预留槽内混凝土凿毛并清扫干净，吊装时应按照厂家表明的吊点位置起吊，必要时做适当加强（间隔混凝土浇筑）

(5) 安装时，应保证伸缩装置中心线与桥梁中心线重合

(6) 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。混凝土强度等级满足设计要求，浇筑时振捣密实

(7) 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

(三) 伸缩装置施工安装

(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达到设计要求前不得开放交通。



1K412018 桥梁维护与改造施工技术

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工程
- 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、改（扩）建工程：针对城市桥梁因不适应现有的交通量、载重量增长的需要及桥梁结构严重损坏，需恢复和提高技术等级标准，显著提高其运行能力的工程。

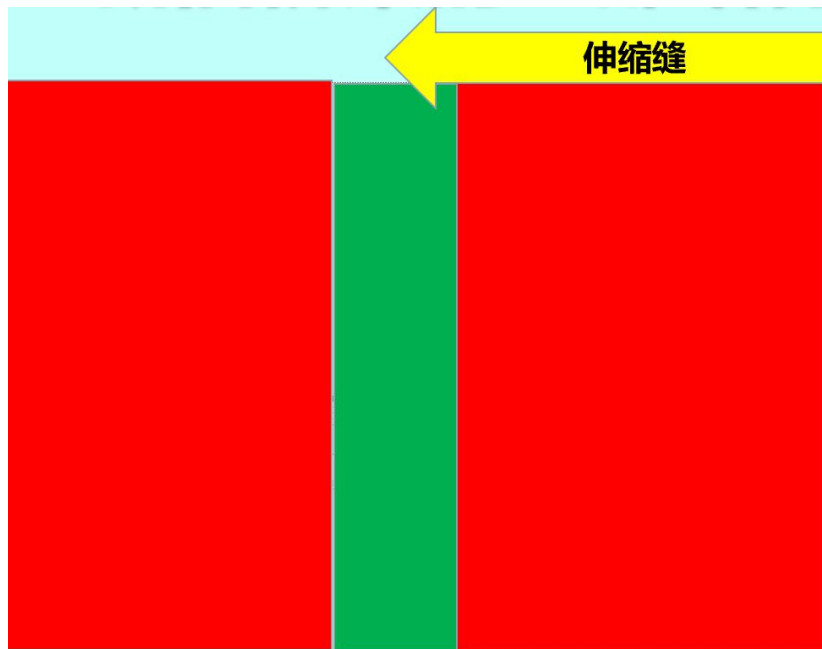
（二）桥梁改建方案

桥梁改建加宽按上部结构与下部结构的连接处理方式主要三种方案：

- 1) 新，旧桥梁的上部结构与下部结构互不连接
- 2) 新，旧桥梁的上部结构和下部结构相互连接
- 3) 新，旧桥梁的上部结构连接而下部结构分离

（1）新旧桥梁的上部结构与下部结构互不相连

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，桥面沥青铺装层采用连续铺装。



1.新旧桥梁的上部结构与下部结构互不相连

优点：新旧桥梁的上部结构与下部结构互不相连，则新旧桥结构实际上各自受力，互不影响；

而新拓宽桥梁的设计，施工也较为独立，简单。为保证桥梁铺装后桥面完整，需要采取在新旧桥上部结构相接处设置工作缝，桥梁沥青混凝土铺装层连续摊铺的措施

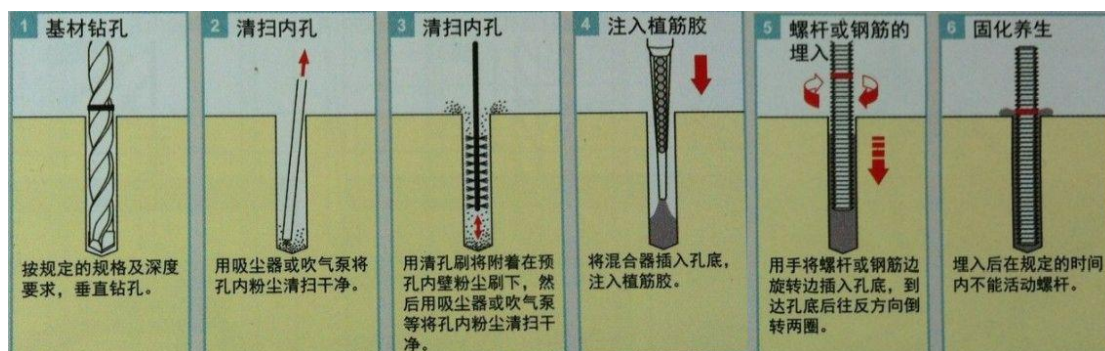
缺点：汽车荷载一级加宽新桥的后期沉降大于原桥，可能导致连接部位桥面铺装破坏，形成纵向裂缝和横向错台，影响行车舒适性，安全性和桥面外观，增加后期的养护维修费用

（2）新，旧桥梁的上部结构和下部结构相互连接方式

将加宽桥梁的上部结构与原桥对应部位沿横向通过植筋，架设钢筋骨架，然后浇筑湿接缝连接起来，同时新拓宽桥梁下部结构中的帽梁及系梁也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



博士特



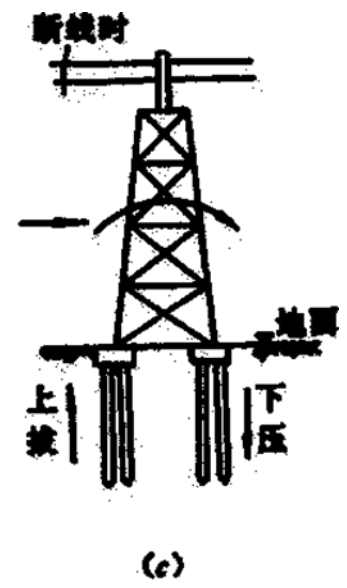
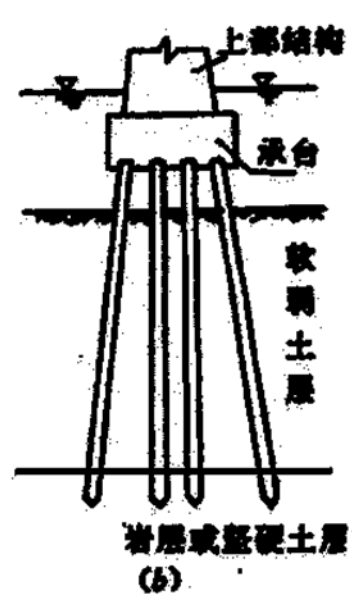
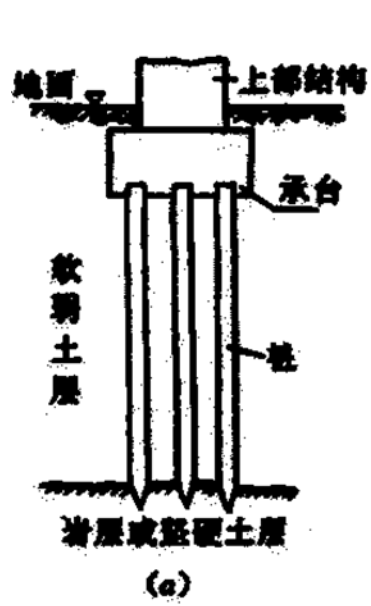
(2) 新，旧桥梁的上部结构和下部结构相互连接方式

优点：将加宽桥，原桥连成整体，拼接后桥梁整体性较好

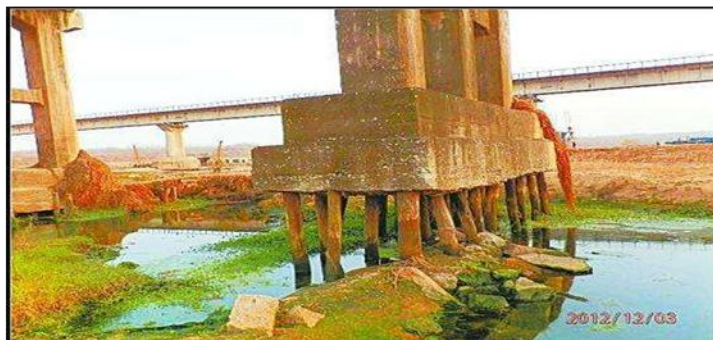
缺点：加宽桥基础沉降大于老桥基础沉降，由此产生的附加内力较大，可能会使下部构造帽梁，系梁，桥台连接处产生裂缝，上部构造连接也可能产生裂缝

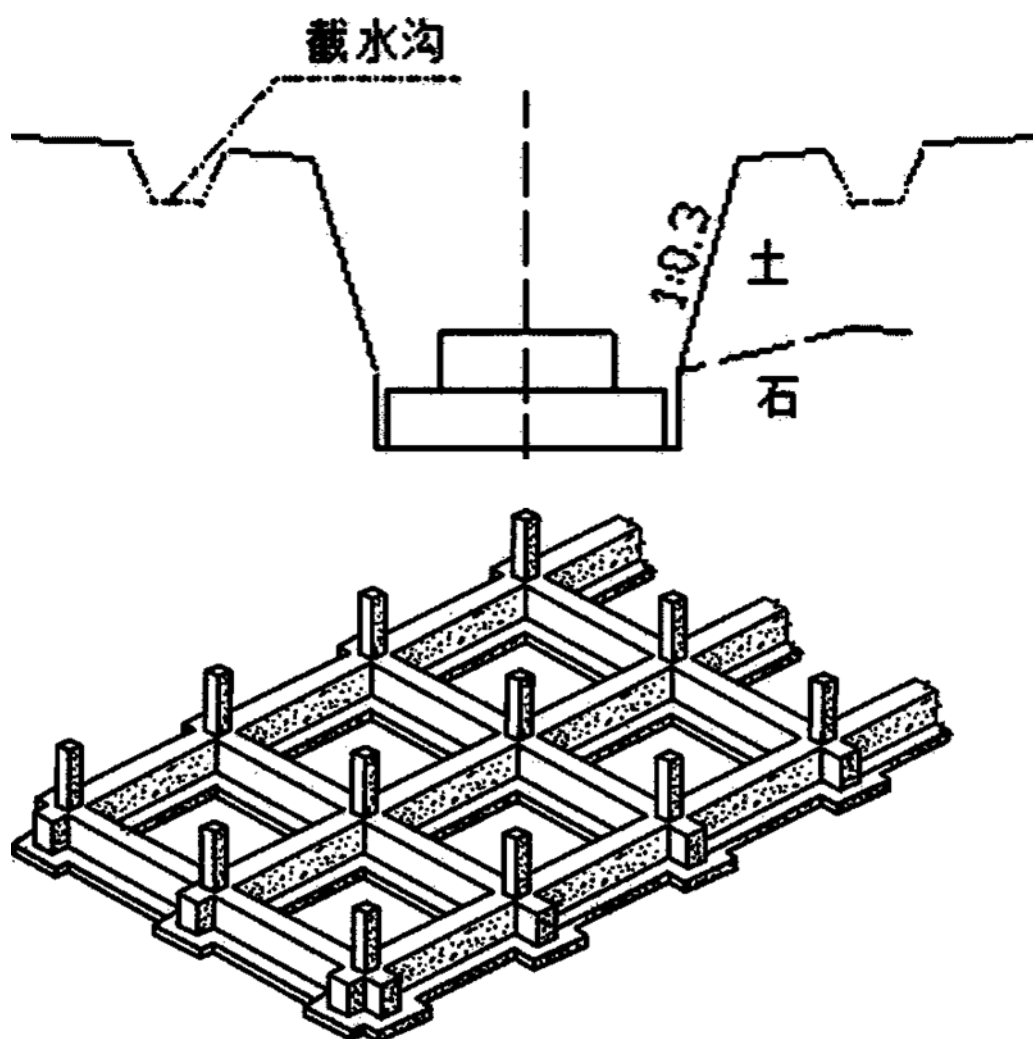
旧桥为扩大基础的，新桥同类型基础下土层较薄，岩层埋置较浅时，采用换填或直接将基础置于岩层上的方案

旧桥为扩大基础，新桥同类型基础土层较厚，岩层埋置较深，基础条件不好时，虽然地基允许承载力满足要求，应采取加强措施，如：筏式基础，粉喷桩，碎石桩



桩基础





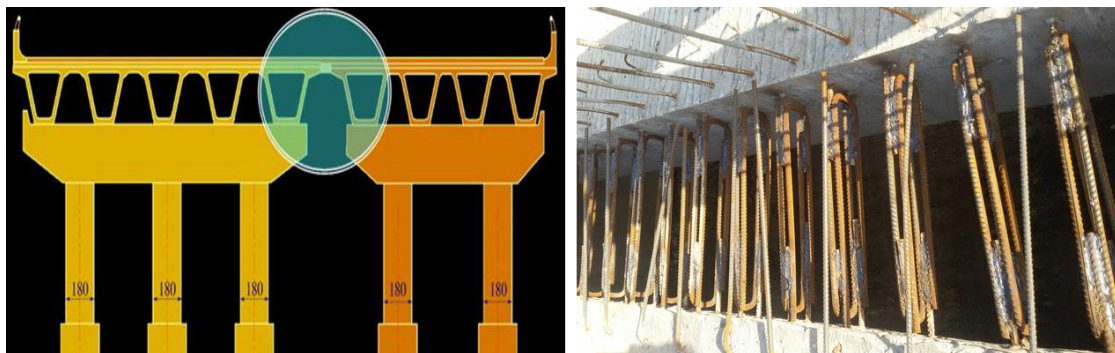
(2) 新, 旧桥梁的上部结构和下部结构相互连接方式

①先施工拓宽部分桥梁的基础, 墩台身及台帽 (盖梁)

②安装部分预制梁板 (新桥面施工完成后 30-50 天, 再进行连接, 确保新桥有一定的自然沉降和混凝土收缩徐变时间)

③再进行下部结构拼接

(3) 新, 旧桥梁的上部结构连接而下部结构分离方式



刚性连接和铰接连接是新，旧桥梁上部结构拼接的两种连接方式。（固定）

1.刚性连接：

钢筋+现浇混凝土（湿接缝）

2.铰接连接：

1）钢板或螺栓连接

2）现浇素混凝土

3）环氧树脂连接剂

预应力混凝土 T 梁或组合 T 梁桥，新旧 T 梁之间的拼接采用刚性连接

（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。

（2）连续箱梁桥，新旧箱梁之间的拼接宜采用铰接连接。



1K412000 城市桥梁工程

1K411010 城市桥梁结构形式及通用施工技术

1K411020 城市桥梁下部结构施工

1K411030 城市桥梁上部结构施工

1K411040 管涵和箱涵施工

1K412020 城市桥梁下部结构施工

1K412021 各类围堰施工要求

1K412022 桩基础施工方法与设备选择

1K412023 承台、桥台、墩柱、盖梁施工技术

1K412021 各类围堰施工要求

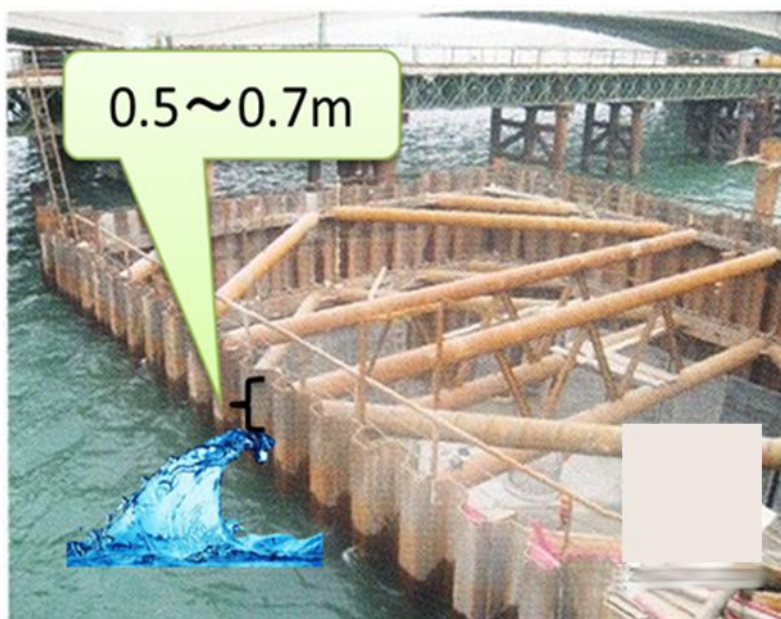
围堰

在桥梁基础施工中，当桥梁墩、台基础位于地表水位以下时，根据当地材料修筑成各种形式的土堰；在水较深且流速较大的河流可采用木板桩或钢板桩（单层或双层）围堰，以及很多会双层薄壁钢围堰。围堰的作用既可以防水、围水，又可以支撑基坑的坑壁。



一、围堰施工的一般规定

（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。



二、各类围堰适用范围

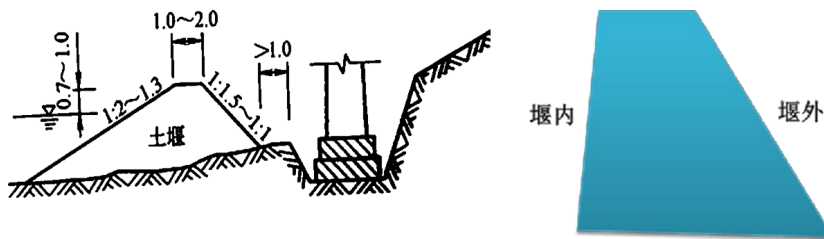
围堰类型		适用条件
土石围堰	土围堰	水深 $\leq 1.5\text{m}$ ，流速 $\leq 0.5\text{m/s}$ ，河边浅滩，河床渗水性较小
	土袋围堰	水深 $\leq 3.0\text{m}$ ，流速 $\leq 1.5\text{m/s}$ ，河床渗水性较小，或淤泥较浅
	木桩竹条土围堰	水深 $1.5 \sim 7\text{m}$ ，流速 $\leq 2.0\text{m/s}$ ，河床渗水性较小，能打桩，盛产竹木地区
	竹篱土围堰	水深 $1.5 \sim 7\text{m}$ ，流速 $\leq 2.0\text{m/s}$ ，河床渗水性较小，能打桩，盛产竹木地区
	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
围堰类型		适用条件
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（指岩石上的覆盖土），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

三、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。填出水面之后应进行夯实。填土应从上游开始自两端至下游合龙。



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

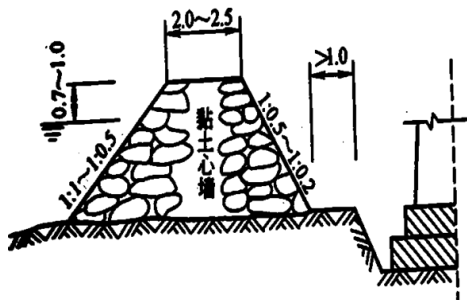


四、土袋围堰施工要求

(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。

(2) 堆码土袋，应从上游开始自两端至下游合龙。



五、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。

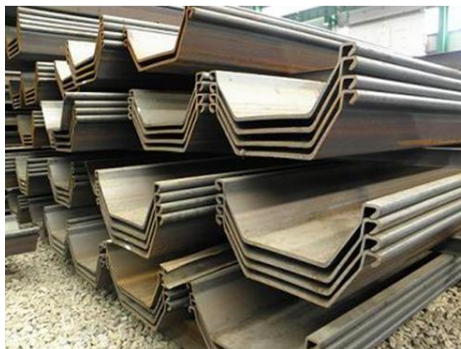
(3) 施打时，必须备有导向设备，以保证钢板桩的正确位置。



(4) 施打前，应对钢板桩的锁口用止水材料捻缝，以防漏水。

(5) 施打顺序一般从上游向下游合龙。

(6) 钢板桩可用捶击、振动、射水等方法下沉但在黏土中不宜使用射水下沉办法。



围堰类型		适用条件
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
钢套筒围堰		流速 $\leq 2.0\text{m/s}$ ，覆盖层较薄（指岩石上的覆盖土），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

六、钢筋混凝土板桩围堰施工要求

(1) 沉入砂砾层的板桩桩头，应增设加劲钢筋或钢板。

(2) 钢筋混凝土板桩的制作，应用刚度较大的模板，榫口接缝应顺直、密合。如用中心射水下沉，板桩预制时，应留射水通道。

(3) 目前钢筋混凝土板桩中，空心板桩较多。空心多为圆形，用钢管作芯模。板桩的榫口

一般圆形的较好。



七、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。

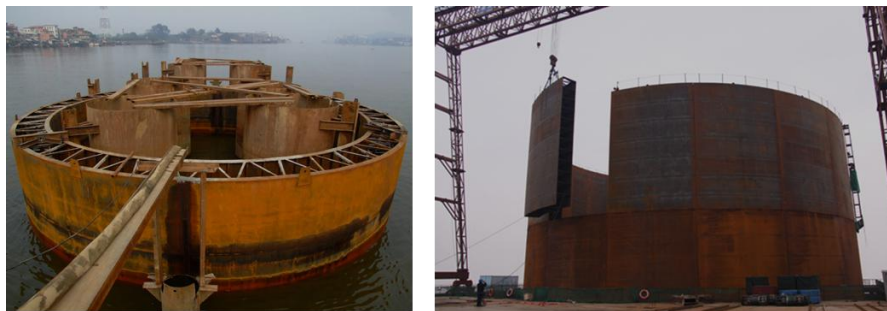


八、双壁钢围堰施工要求

(2) 双壁钢围堰应按设计要求在工厂制作，其分节分块的大小应按工地吊装、移运能力确定。

(3) 双壁钢围堰各节、块拼焊时，应按预先安排的顺序对称进行。拼焊后应进行焊接质量

检验及水密性试验。



(4) 在浮运、下沉过程中，围堰露出水面的高度不应小于 1m。

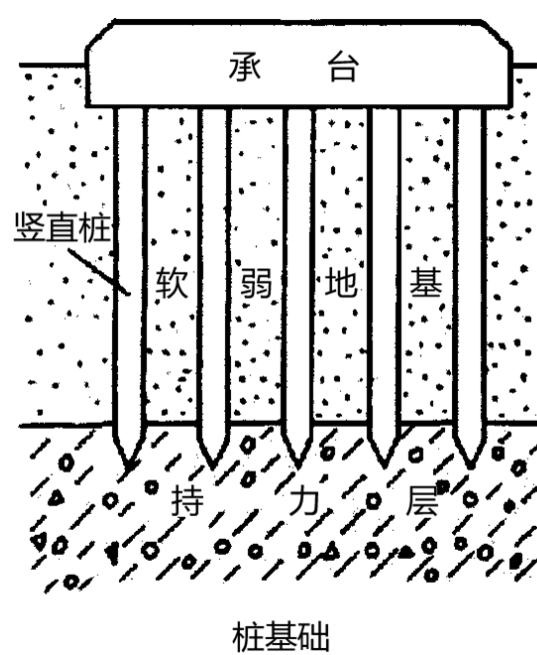
(7) 准确定位后，应向堰体壁腔内迅速、对称、均衡的灌水，使围堰落床。

(10) 钢围堰浇筑水下封底混凝土之前，应按照设计要求进行清基，并由潜水员逐片检查合格后方可封底。

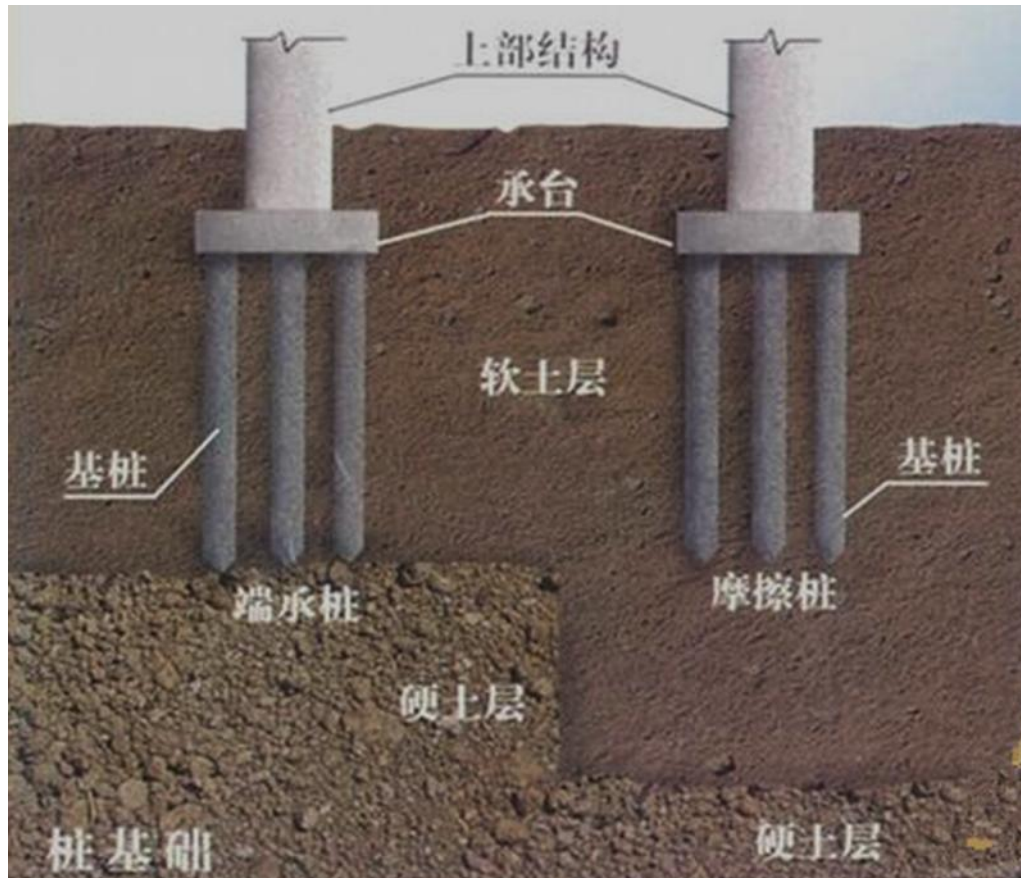




桩基础



桩基础分类



按桩的成孔施工方法

- 1) 沉入桩
- 2) 钻孔灌注桩
- 3) 人工挖孔桩



一、沉入桩基础

沉入桩种类：钢筋混凝土桩、预应力混凝土管桩、钢管桩。

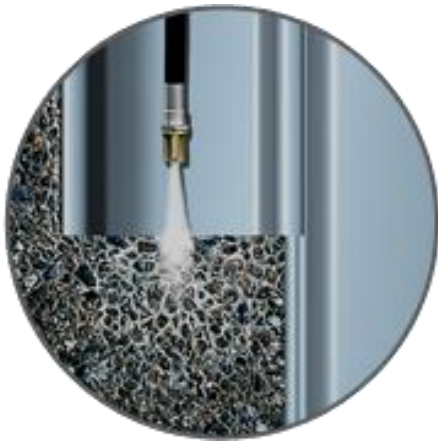


（一）沉桩方式及设备选择

（1）锤击沉桩宜用于砂类土、黏性土。

（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。

静力压桩：



振动沉桩：

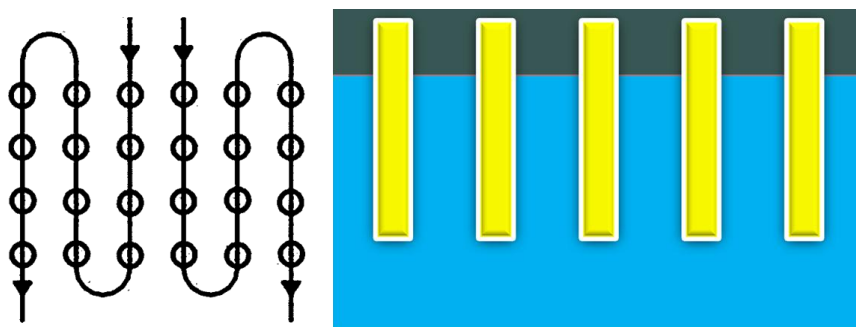


钻孔埋桩：



（二）打桩准备工作：

- 1.沉桩前应掌握工程地质钻探资料、水文资料和打桩资料。
- 2.沉桩前必须处理地上（下）障碍物，平整场地，并应满足沉桩所需的地面承载力。
- 3.应根据现场环境状况采取降噪措施；城区、居民区等人员密集的场所不应进行沉桩施工。



- 4.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。

【重点】试桩或沉桩试验→控制贯入度。

- 5.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。
 - 6.用于地下水有侵蚀性的地区或腐蚀性土层的钢桩应按照设计要求做好防腐处理。
- 1.预制桩的接桩可采用焊接、法兰连接或机械连接。
 - 2.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；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。
 - 6.沉桩过程中应加强邻近建筑物、地下管线等的观测、监护。

（三）施工技术要点

- （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；根据基础的设计高程，宜先深后浅；根据桩的规格，宜先大后小，先长后短。

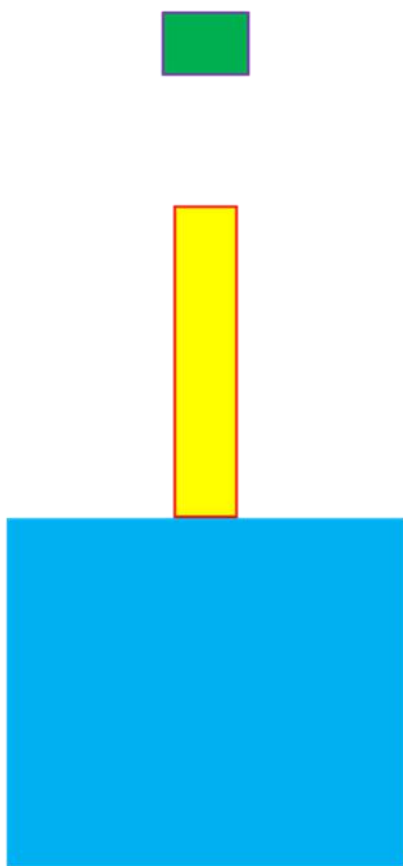
(5) 终止锤击标准：控制桩端设计标高为主、贯入度为辅。

①当桩端标高达到设计标高、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若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。

解释：贯入度是指在地基土中用重力击打贯入体时，贯入体进入土中的深度。贯入体可以是桩，也可以是一定规格的钢钎。进行贯入测试的目的，是通过贯入度判断地基土的软硬程度，从而确定桩基或地基土的承载能力。



(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。

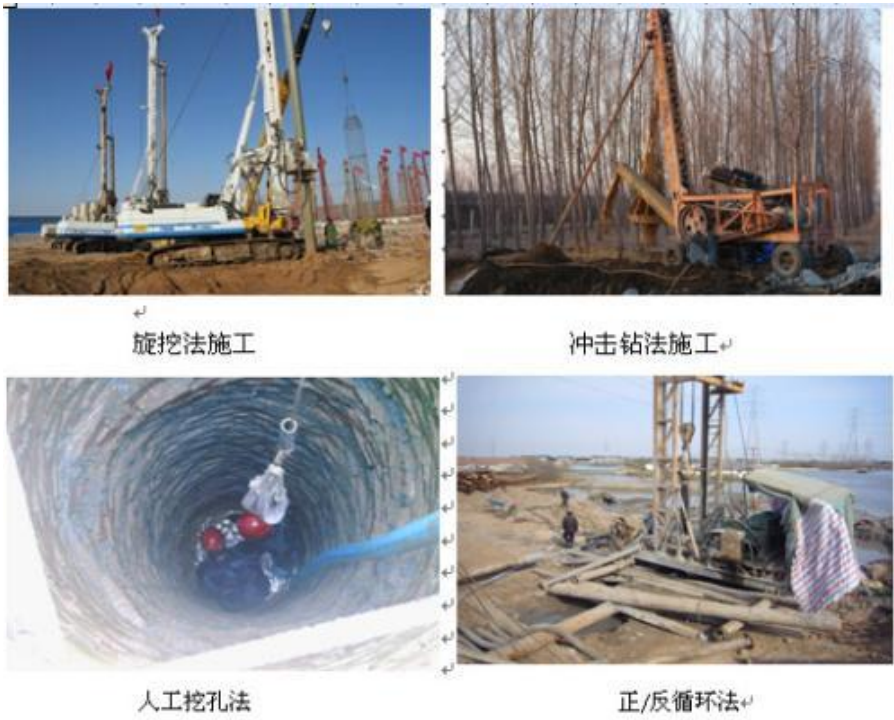
4) 地面隆起。

5) 桩身上浮。

二、钻孔灌注桩基础

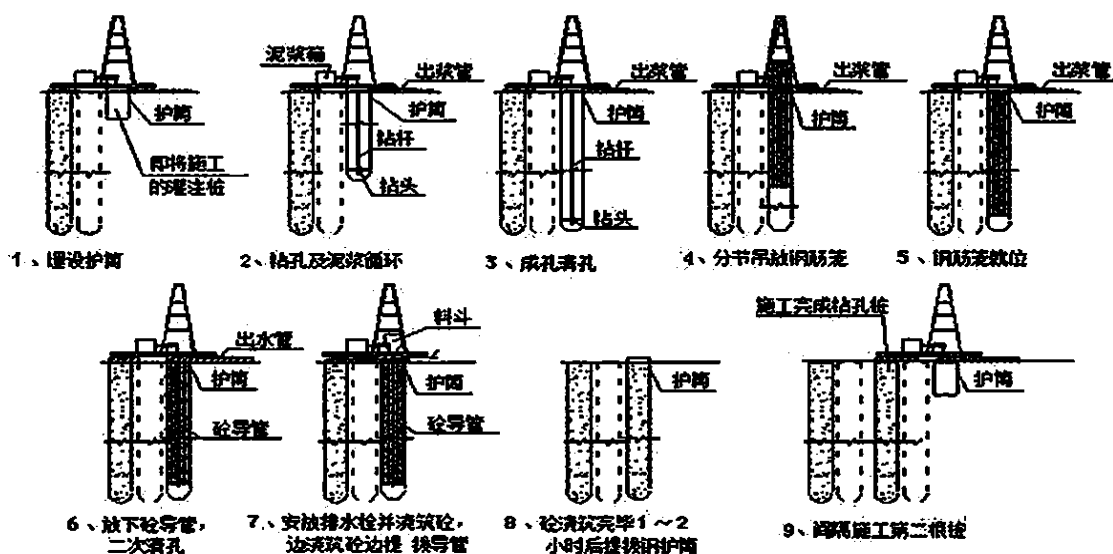
(二) 成孔方式与设备选择

成桩方式与适用条件			
序号	成桩方式与设备		适用土质条件
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、风化岩层
		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	地下水位以上的坚硬、硬塑的黏性土及中密以上的砂土风化岩层
3	沉管灌注桩	夯扩	桩端持力层为埋深≤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



二、钻孔灌注桩基础

钻孔桩施工工艺流程图



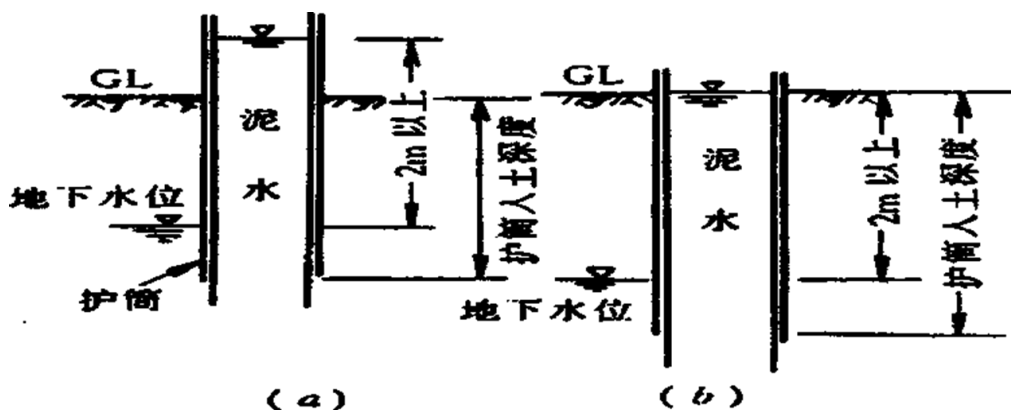
(1) 泥浆制备：宜选用高塑性黏土或膨润土。

【考点】泥浆作用：

①护壁；②携渣；③冷却钻头；④润滑钻具。

(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。

【考点】泥浆护壁施工期间护筒内的泥浆面应高出地下水位 1.0m

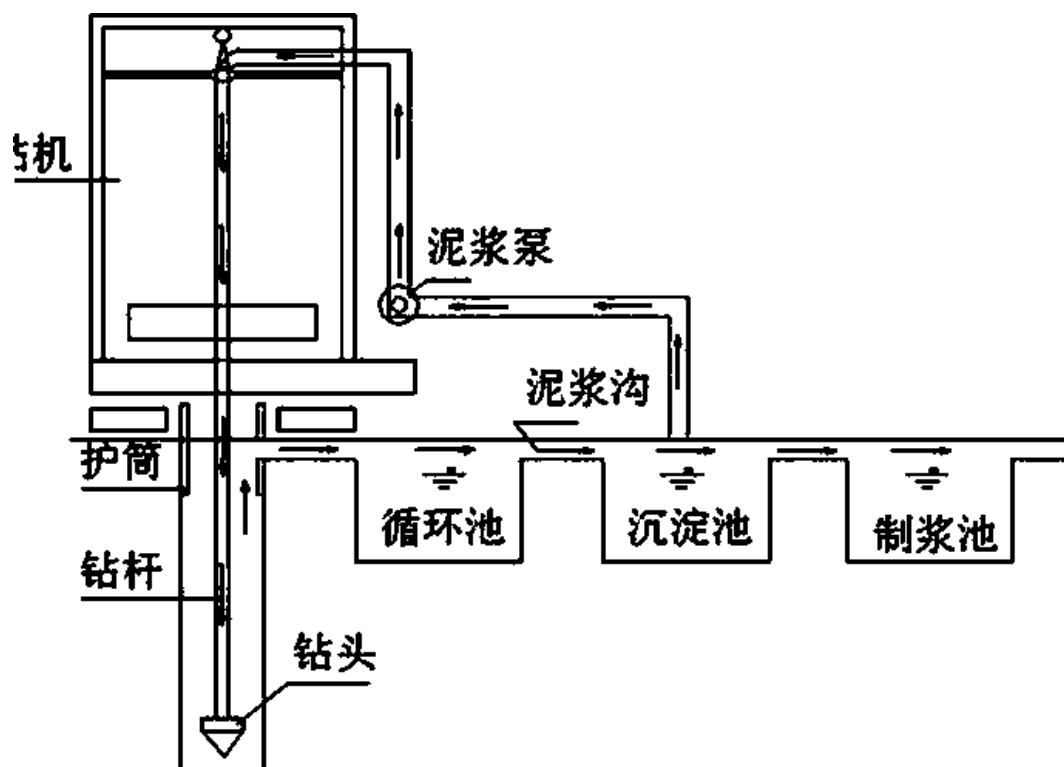


(3) 灌注混凝土前，清孔后的泥浆相对密度应小于 1.10；含砂率不得大于 2%；粘度不得大于 20Pa.S。

(4) 现场应设置泥浆池和泥浆收集设施，废弃的泥浆、渣应进行处理，不得污染环境。



(4) 现场应设置泥浆池和泥浆循环处理设施，废弃的泥浆、钻渣应进行处理，不得污染环境。

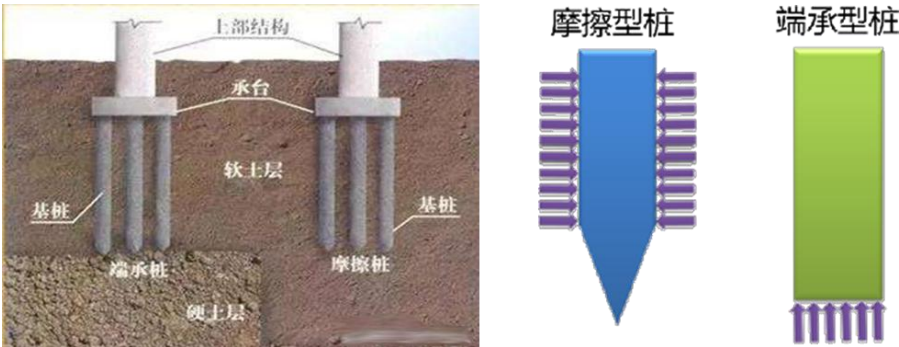


(三) 泥浆护壁成孔

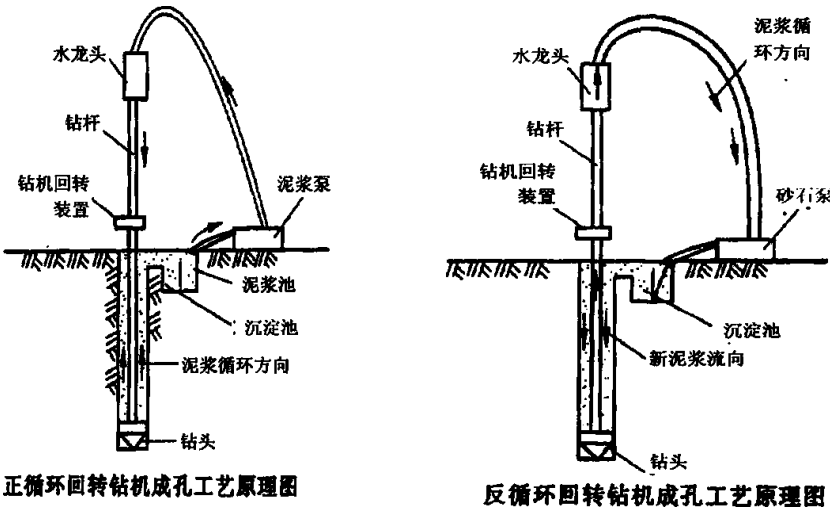
2.正、反循环钻孔

(3) 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。



正、反循环钻：



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。

(3) 每钻进 4~5m 应验孔一次，在更换钻头前或容易缩孔处，均应验孔并应做记录。



4.旋挖成孔

(4) 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。



(四) 干作业成孔

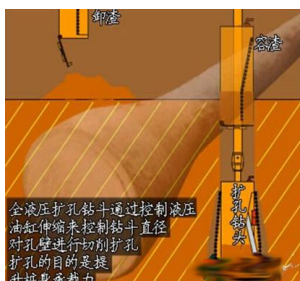
1. 长螺旋钻孔：

(1) 钻进过程中，不宜反转或提升钻杆。

(2) 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. 钻孔扩底



3. 人工挖孔

(2) 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

(3) 采用混凝土或钢筋混凝土支护孔壁技术；模板拆除应在混凝土强度大于 2.5MPa 后进行。



(五) 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，防变形

(3) 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。

(4) 灌注桩采用的水下灌注混凝土宜采用预拌混凝土，其骨料粒径不宜大 40mm。

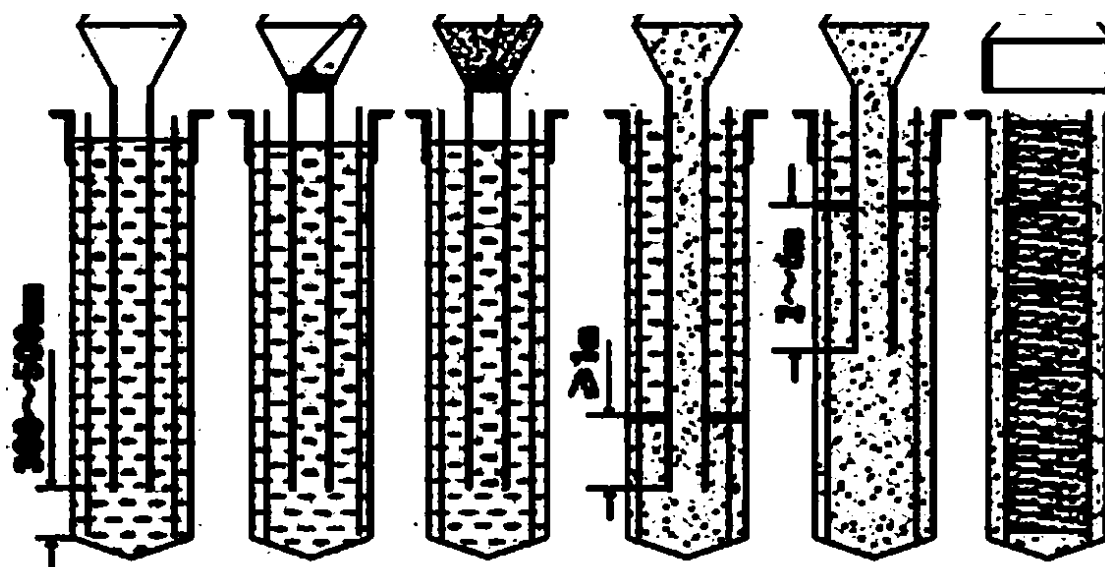
(5) 灌注桩各工序应连续施工，钢筋笼放入泥浆后 4h 内必须浇筑混凝土。



(6) 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。



水下灌注混凝土：



导管灌注水下混凝土示意图

**1-下导管；2-放置封口板；3-在灌注漏斗中装入混凝土；
4-拔出封口板，初灌混凝土；5-连续灌注；6-拔出护筒**

(六) 水下混凝土灌注

(1) 桩孔检验合格，吊装钢筋笼完毕后，安置导管浇筑混凝土。

(2) 混凝土配合比应通过试验确定，须具备良好的和易性，坍落度宜为 180 ~ 220mm。

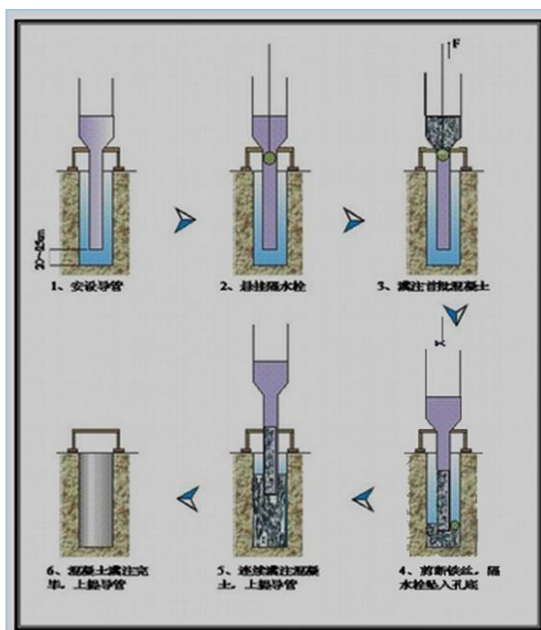


(3) 导管应符合下列要求：

- 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。

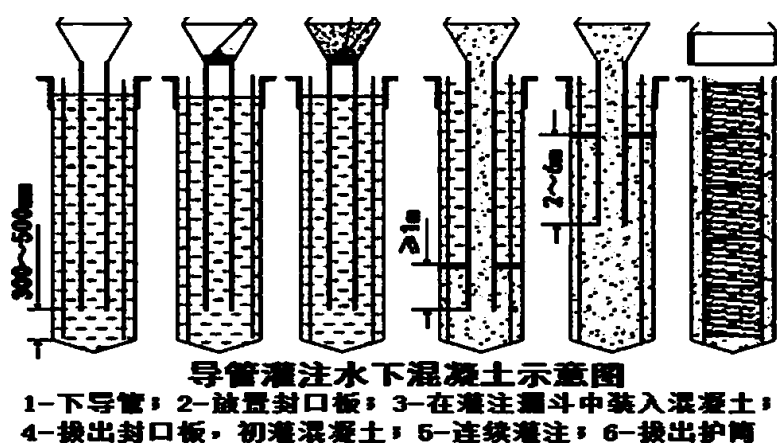


(4) 使用的隔水球应有良好的隔水性能，并应保证顺利排出。



(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 1m；在灌注过程中，导管埋入混凝土深度宜为 2 ~ 6m（边浇混凝土边拔导管——埋深 6m，拔 4m（即卸掉 2 根导管），再浇混凝土）。

(6) 灌注水下混凝土必须连续施工，并应控制提拔导管速度，严禁将导管提出混凝土灌注面。灌注过程中的故障应记录备案。



- (1) 场地平整度和密实度差, 钻机安装不平整或钻进过程发生不均匀沉降, 导致钻孔偏斜;
- (2) 钻杆弯曲、钻杆接头间隙太大, 造成钻孔偏斜;
- (3) 钻头翼板磨损不一, 钻头受力不均, 造成偏离钻进方向;
- (4) 钻进中遇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。

(二) 控制钻孔垂直度的主要技术措施

- (1) 压实、平整施工场地;
- (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;
- (3) 定期检查钻头、钻杆、钻杆接头, 发现问题及时维修或更换;
- (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;
- (5) 在复杂地层钻进, 必要时在钻杆上加设扶正器。

五、塌孔与缩径

(一) 主要原因

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。

(二) 预防措施

钻(冲)孔灌注桩穿过较厚的砂层、砾石层时, 成孔速度应控制在 2m/h 以内, 泥浆性能主要控制其密度、黏度、含砂率指标;

钢筋骨架安装后应立即灌注混凝土。

八、水下混凝土灌注和桩身混凝土质量问题

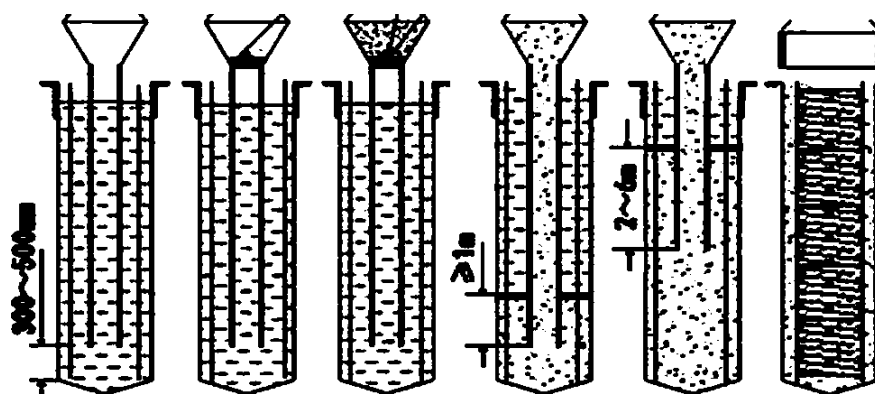
(一) 初灌时埋管深度达不到规范要求

灌注导管底端至孔底的距离应为 $0.3 \sim 0.5\text{m}$ ，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。

（二）灌注混凝土时堵管

1.原因

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（橡皮球）不规范、混凝土配制质量差、灌注过程中灌注导管埋深过大等。

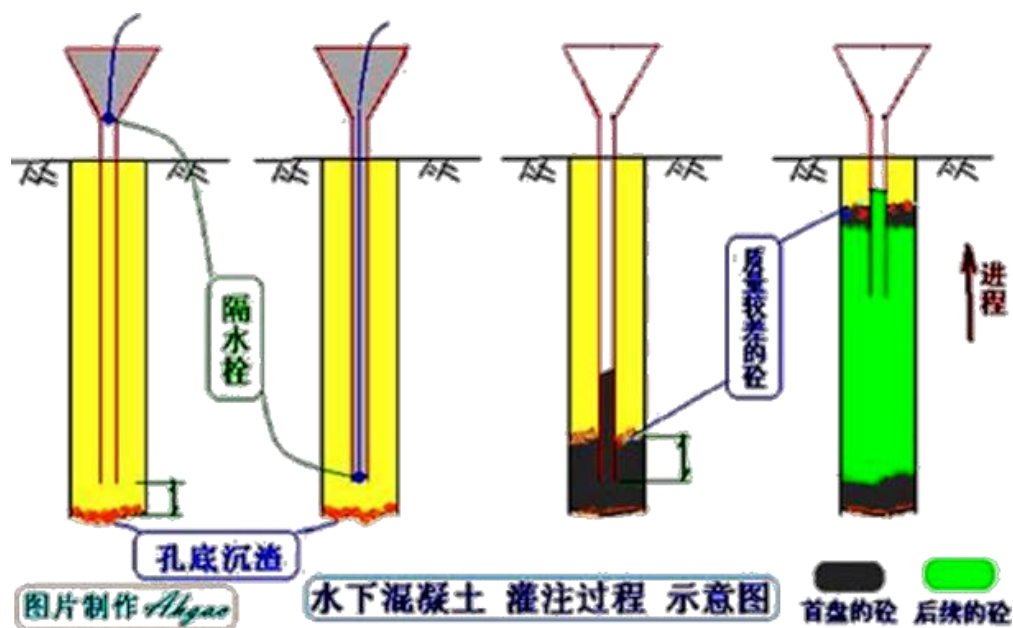


导管灌注水下混凝土示意图

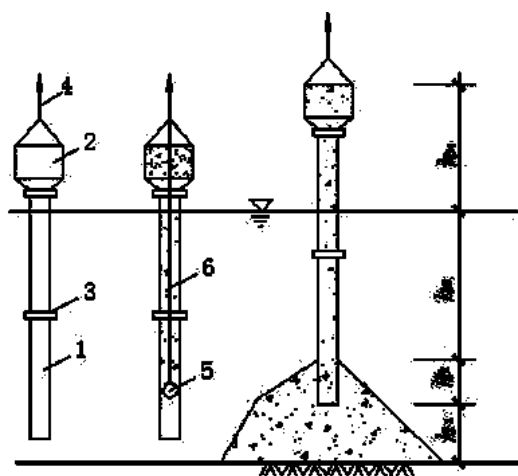
1-下导管；2-放置封口板；3-在灌注漏斗中装入混凝土；
4-拔出封口板，初灌混凝土；5-连续灌注；6-拔出护筒

2.对策

（1）灌注导管在安装前应有专人负责检查，可采用肉眼观察和敲打听声相结合的方法进行检查，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。



(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 1.3 倍的压力，也不应小于导管壁和焊缝可能承受灌注混凝土时最大内压力的 1.3 倍。



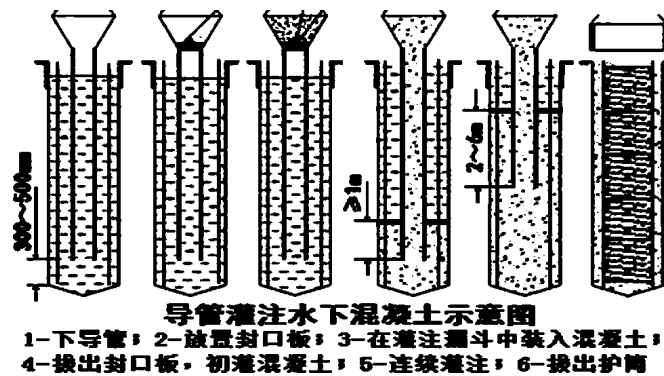
导管法水下浇筑混凝土

1—钢管，2—漏斗，3—接头，4—吊索，5—隔水塞，6—铁丝

(3) 灌注导管底部至孔底的距离应为 300 ~ 500mm，在灌浆设备的初灌量足够的条件下，应尽可能取大值。隔水栓应认真细致制作，其直径和椭圆度应符合使用要求，其长度应 ≤ 200mm。

(4) 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。



(三) 灌注混凝土过程中钢筋骨架上浮

1.主要原因

(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部时，结块的混凝土托起钢筋骨架；

(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；

(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。

2.预防措施

(1) 认真清孔。

(2) 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部 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。

(四) 桩身混凝土强度低或混凝土离析

1.原因

施工现场混凝土配合比控制不严、搅拌时间不够；水泥质量差。

2.预防措施

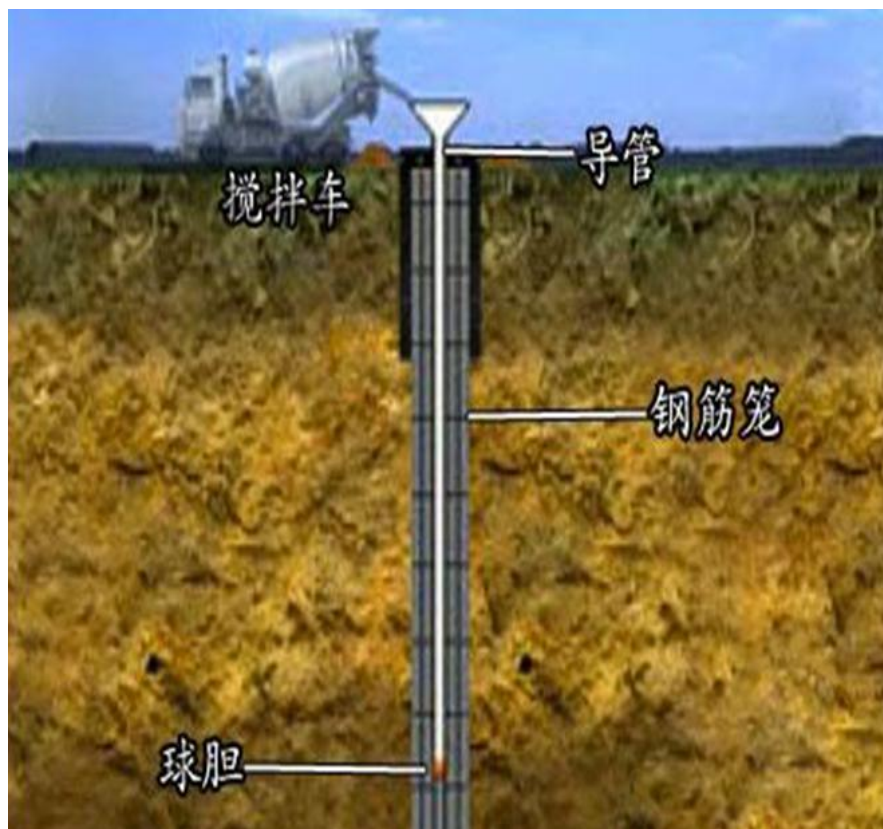
严格把好进厂水泥的质量关；控制好施工现场混凝土配合比；掌握好搅拌时间和混凝土的和易性。

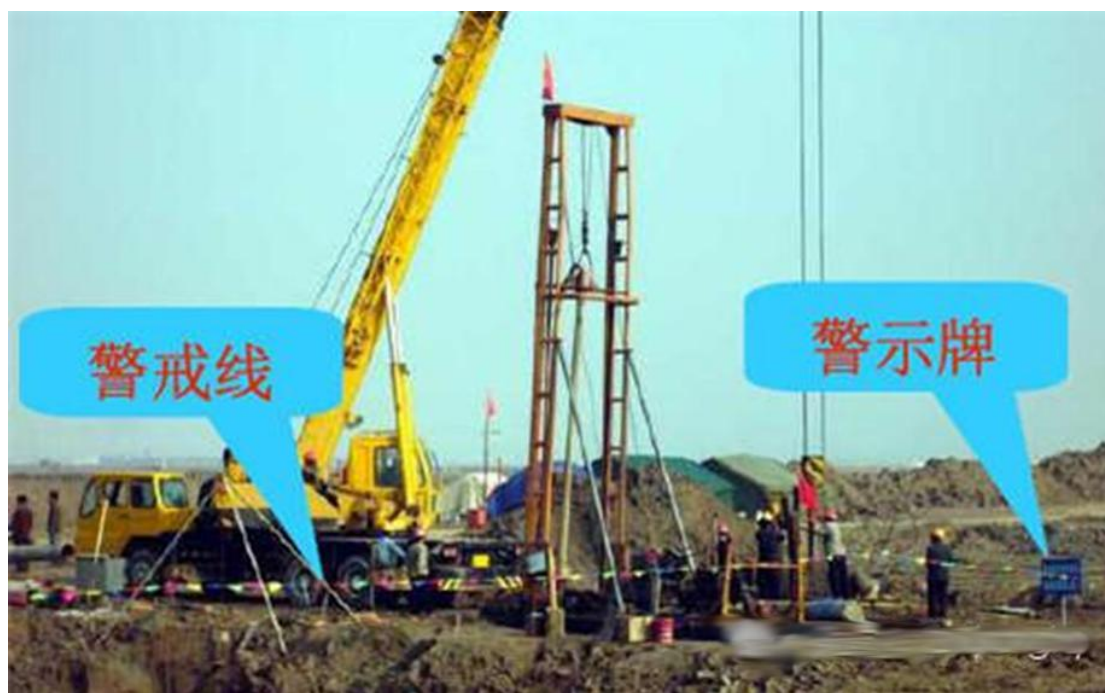
九、混凝土灌注过程因故中断

处理方法：

- (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。
- (3) 混凝土灌注过程因故中断后拔除钢筋骨架，待已灌混凝土强度达到 C15 后，先用同级钻头重新钻孔，并钻除原灌混凝土的浮浆，再用直径 500 钻头在桩中心钻进 300 ~ 500mm 深，这样就完成了接口的处理工作，然后便可按新桩的灌注程序灌注混凝土。

钻孔灌注桩质量问题汇总：





二、沉入桩施工安全控制要点

（一）桩的制作

1.混凝土桩制作

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

（2）码放时，应采取防止锈蚀和污染的措施，不得损坏标牌；整捆码垛高度不宜超过 2m，散捆码垛高度不宜超过 1.2m。

（3）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。



（二）桩的吊运、堆放

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

（2）预制混凝土桩起吊时的强度应符合设计要求，设计无要求时，混凝土应达到设计强度的 75%以上。

（4）桩的堆放场地应平整、坚实、不积水。混凝土桩堆放层数不宜超过 4 层。钢桩堆放层数不得超过 3 层。

（三）沉桩施工

（2）沉桩作业应由具有经验的技术工人指挥。

（3）振动沉桩时，沉桩机和桩的中心应保持在同一轴线上。

（5）沉桩过程中发现①贯入度发生突变、②桩身突然倾斜、③桩头桩身破坏、④地面隆起或⑤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。

三、钻孔灌注桩施工安全控制要点

（二）钻孔施工

（6）钻孔应连续作业（防塌孔）。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。

(9) 泥浆沉淀池周围应设防护栏杆和警示标志。

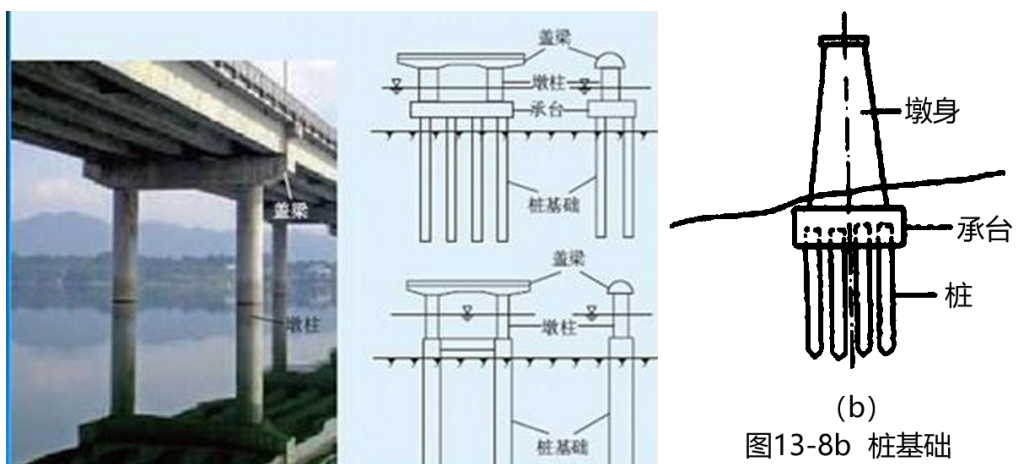


图13-8b 桩基础



二、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，并清除钢筋污、锈。

（2）墩台混凝土宜水平分层浇筑，每层高度宜为 1.5 ~ 2m。



1K412023 承台、盖梁施工技术

（二）柱式墩台施工

（1）模板、支架除应满足强度、刚度外，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形墩柱混凝土应对称浇筑。



（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。

（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，孔道压浆强度达到设计强度后，方可拆除底模板。

三、预制混凝土柱和盖梁安装

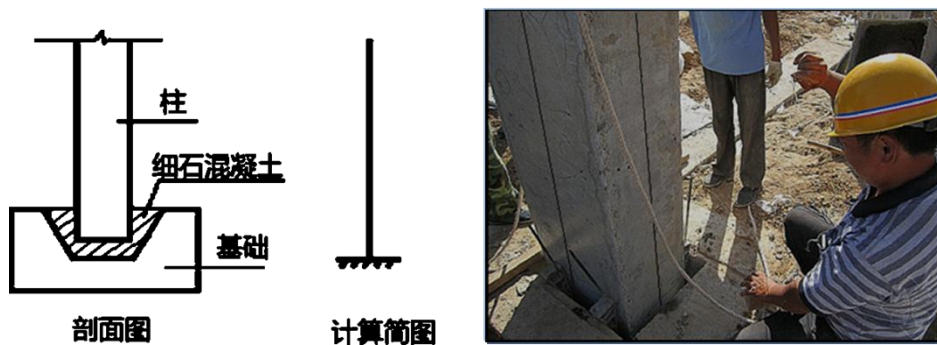
（一）预制桩安装

（1）基础杯口的混凝土强度必须达到设计要求，方可进行预制柱安装。杯口在安装前应校核长、宽、高，确认合格。杯口与预制件接触面均应凿毛处理，埋件应除锈并应校核位置，合格后方可安装。



（2）预制柱安装就位后应采用硬木楔或钢楔固定，并加斜撑保持柱体稳定，在确保稳定后方可摘去吊钩。

（3）安装后应及时浇筑杯口混凝土，待混凝土硬化后拆除硬楔，浇筑二次混凝土，待杯口混凝土达到设计强度 75%后方可拆除斜撑。



1K420101 大体积混凝土浇筑施工质量检查与验收 P366



一、控制混凝土裂缝

(一) 裂缝分类

- (1) 表面裂缝：主要是温度裂缝；危害性较小，但影响外观质量。
- (2) 深层裂缝：对结构耐久性产生一定危害。
- (3) 贯穿裂缝：可能破坏结构的整体性和稳定性，危害性较严重。

(二) 裂缝发生原因

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

二、质量控制要点

(二)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)。

(三)质量控制主要措施

(1)混凝土配合比措施

1)水泥：

①选用低水化热水泥；

②降低水泥用量——利用混凝土中后期强度；混凝土坍落度不宜过大(一般 $120\text{mm} \pm 20\text{mm}$)。

2)骨料：①控制骨料级配；②控制骨料含泥量；③投毛石法；④预冷骨料。

3)水：冰水搅拌。

4)外加剂：掺缓凝剂、减水剂等。

5)掺合料：掺粉煤灰、矿渣粉等。

(2)混凝土浇筑措施

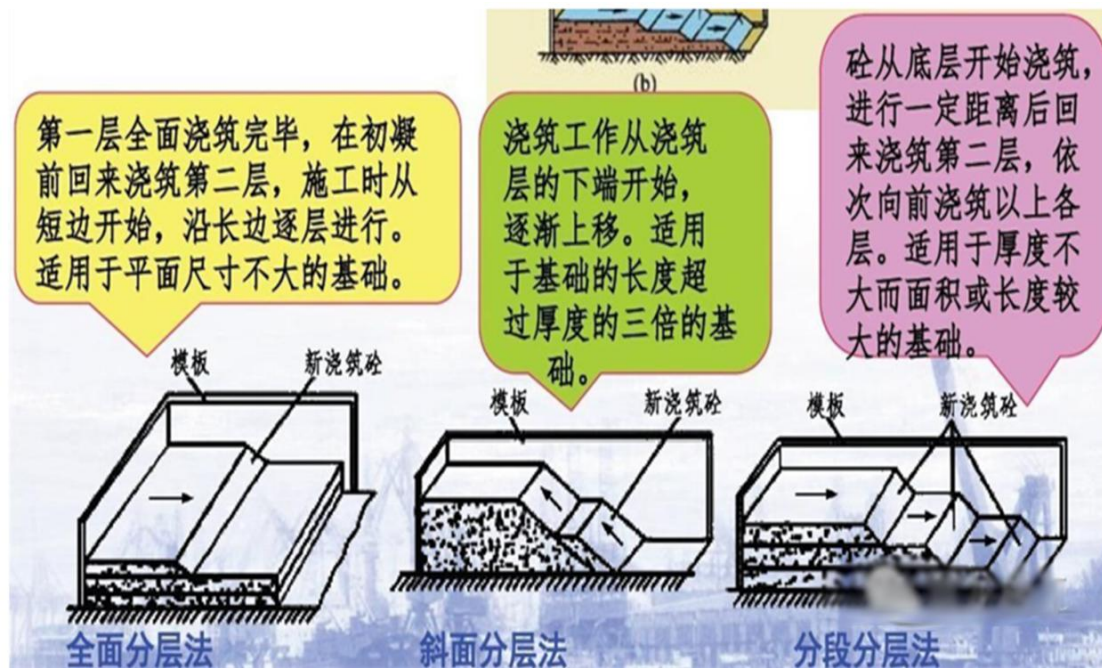
1)分层浇筑混凝土(均要求浇第二层混凝土时，第一层混凝土未初凝)。

①全面分层；

②分段分层；

③斜面分层。

2)避开高温时段浇筑。



(3) 混凝土养护措施

- 1) 保持适当的温度和湿度，养护阶段和拆模时均要求：混凝土中心温度与表面温度、混凝土表面温度与外界气温的温差不超过 20°C 。
- 2) 降温法：预埋冷却水管。
- 3) 保温法：结构外露的混凝土表面以及模板外侧覆盖保温材料（如草袋、锯木、湿砂等）。
- 4) 延长混凝土湿润养护时间
 - ①硅酸盐水泥、普通水泥（早期强度高水泥）：14d；
 - ②其它水泥：21d；
 - ③高温期湿养28d。



- 1、以次充好----用水化热低的水泥；
- 2、偷工减料----尽量减少水泥用量，抛毛石；
- 3、有加有减----掺加外加剂（减水剂、缓凝剂），级配控制含泥量（减少泥土含量）；
- 4、流水施工----内部通冷水管
- 5、层次分明——分层（全体、斜面、分段）；
- 6、控制温度——砼养护阶段，中心和表面、表面与外界；拆模时，砼内部与表面、表面与周围都是不超过 20°C。（极限 25°C~30°C）
- 7、严控坍落度——【坍落度（120±20）】。
- 8、加强养护——覆盖、养护剂、回填。

1K412000 城市桥梁工程

1K411010 城市桥梁结构形式及通用施工技术

1K411020 城市桥梁下部结构施工

1K411030 城市桥梁上部结构施工

1K411040 管涵和箱涵施工

1K412031 装配式梁（板）施工技术

1K412031 装配式梁（板）施工技术

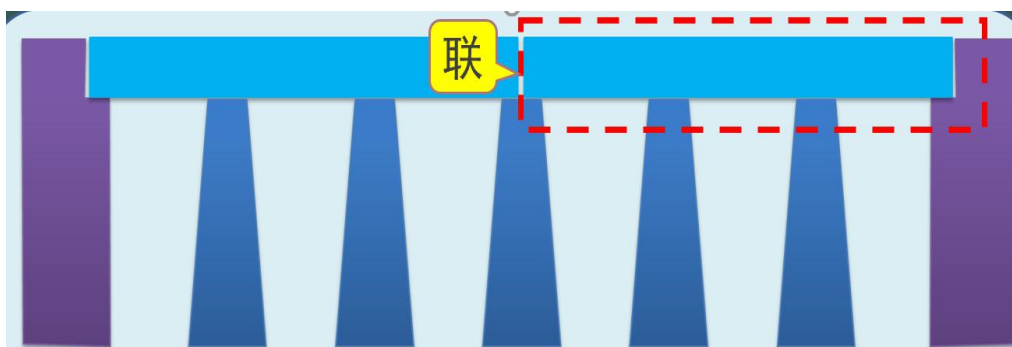
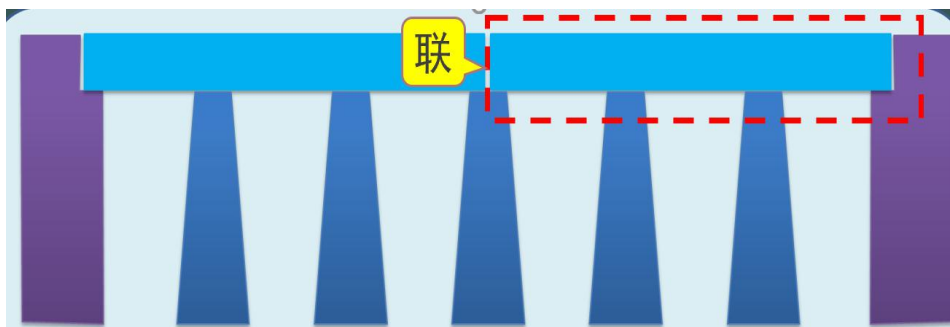
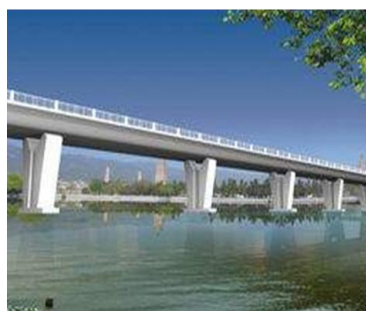
1K412032 现浇预应力（钢筋）混凝土连续梁施工技术

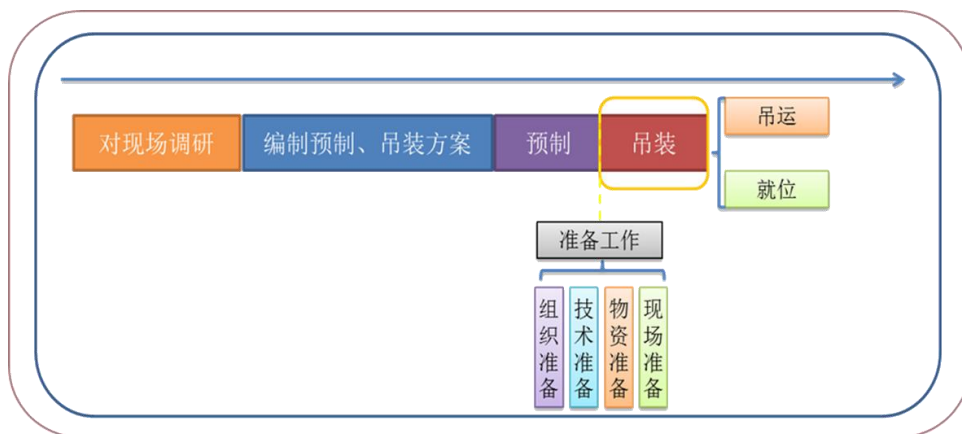
1k412033 钢梁制作与安装要求

1K412034 钢-混凝土结合梁施工技术

技术

1K412031 装配式梁（板）施工技术





一、装配式梁（板）施工方案

（1）装配式梁（板）施工方案编制前，应对施工现场条件和拟定运输路线社会交通进行充分调研和评估。

（2）预制和吊装方案

应按照设计要求，并结合现场条件确定梁板预制和吊运方案。

应依据施工组织进度和现场条件，选择构件厂（或基地）预制和施工现场预制。

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。



二、装配式梁（板）的预制、场内移运和存放

（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；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。

(1) 构件预制场的布置以满足预制台座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，并采取有效措施防止场地沉陷。

(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。

(3) 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。

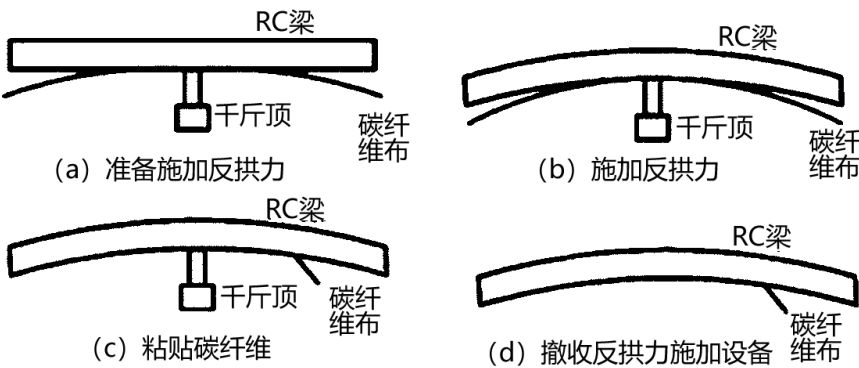


图1 反拱法碳纤维加固混凝土梁过程示意图

(5) 各种构件混凝土的浇筑应遵守如下规定：

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后，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。



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）构件的存放

（1）构件台座应坚固稳定，高出地面 200mm 以上。

（2）构件应按其安装的先后顺序编号存放预应力混凝土梁，板存放时间不宜超过三个月，特殊情况下不宜超过 5 个月。

（5）雨期和春季冻融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。。

（4）当构建多层叠放时。层与层之间应以垫木隔开各层垫木的位置应设计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，应按照构件的强度，台座地基承载力，垫木强度以及堆垛的稳定性经过计算确定大型构件宜为 2 层，不应超过三层，小型构件宜为 6~10 层，



简支梁转换成连续梁，会出现湿接缝的问题：



三、装配式梁（板）的安装

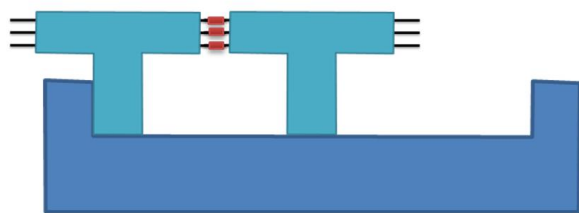


(四) 简支梁、板安装

(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。

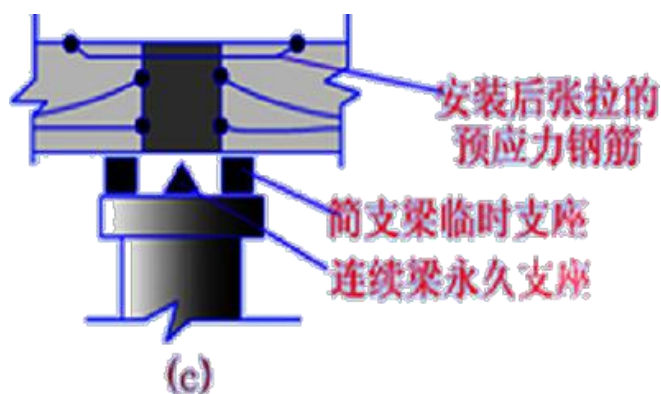
(6) 两板就位后并及时设置保险，及时支撑，将构件临时固定对横向自稳性较差的 T 形和 I 形梁，应与先安装的构件进行可靠的横向连接，防止倾倒。

(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。

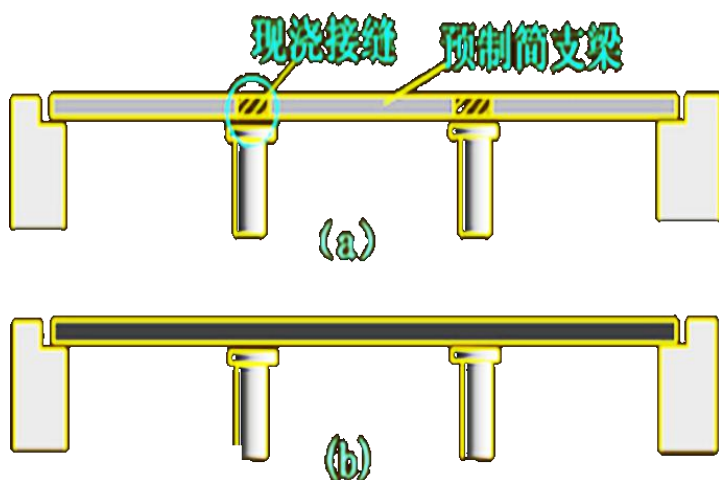


(五) 先简支后连续梁的安装

- (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) 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。



- (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。



1K412030 城市桥梁上部结构施工

1K412032 现浇预应力（钢筋）混凝土连续梁施工技术

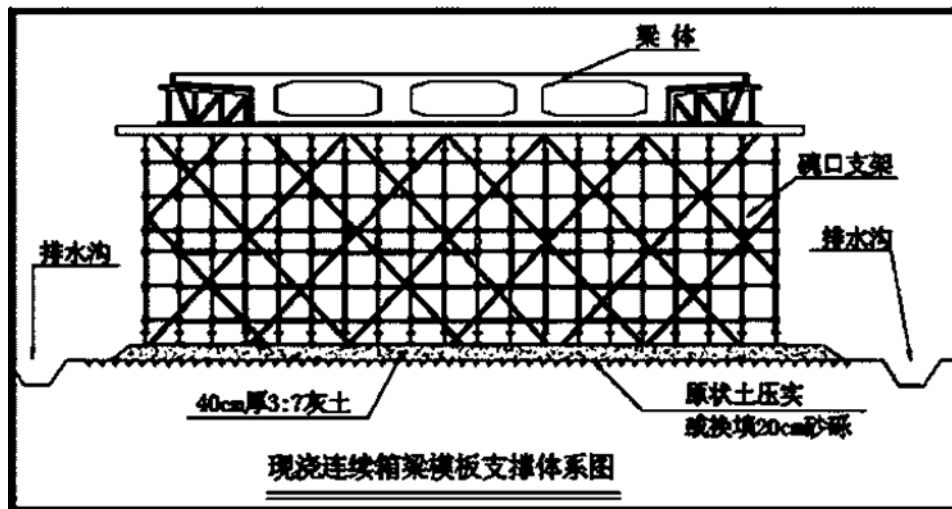
1k412033 钢梁制作与安装要求

1K412034 钢-混凝土结合梁施工技术

技术

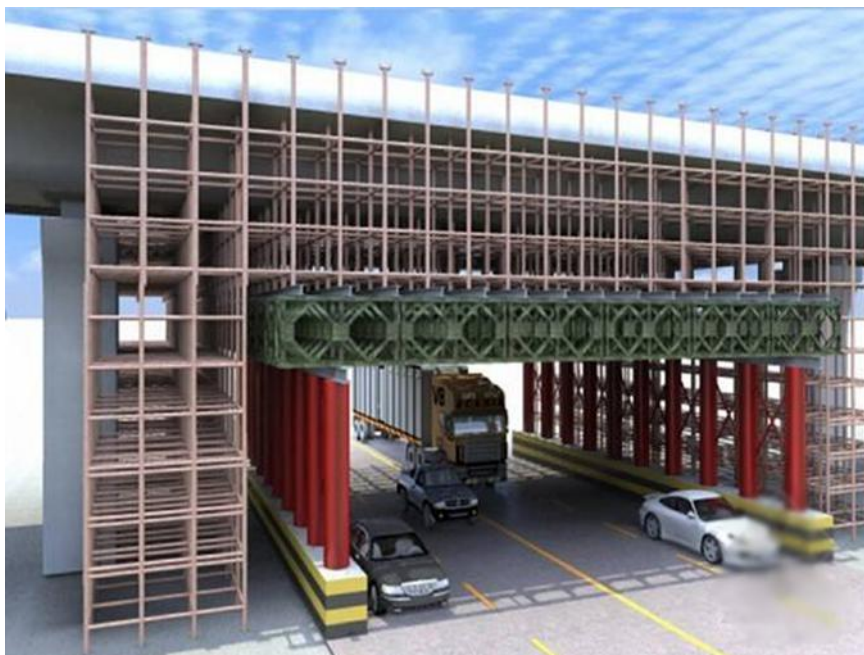
1K412032 现浇预应力（钢筋）混凝土连续梁施工技术

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，应采取加固处理或其他措施。



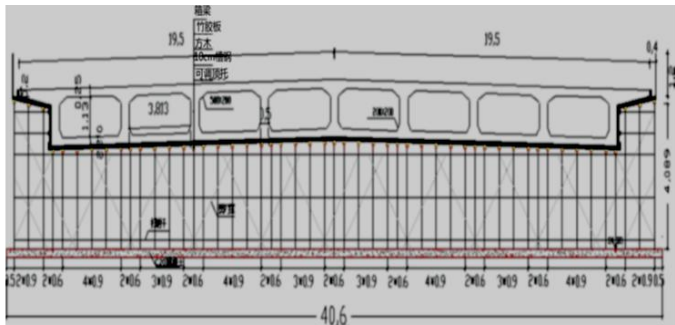
附註：本表係根據2012年12月31日之資料編製。



(3) 各种支架和模板安装后,宜采取预压方法消除①拼装间隙和②地基沉降等非弹性变形。

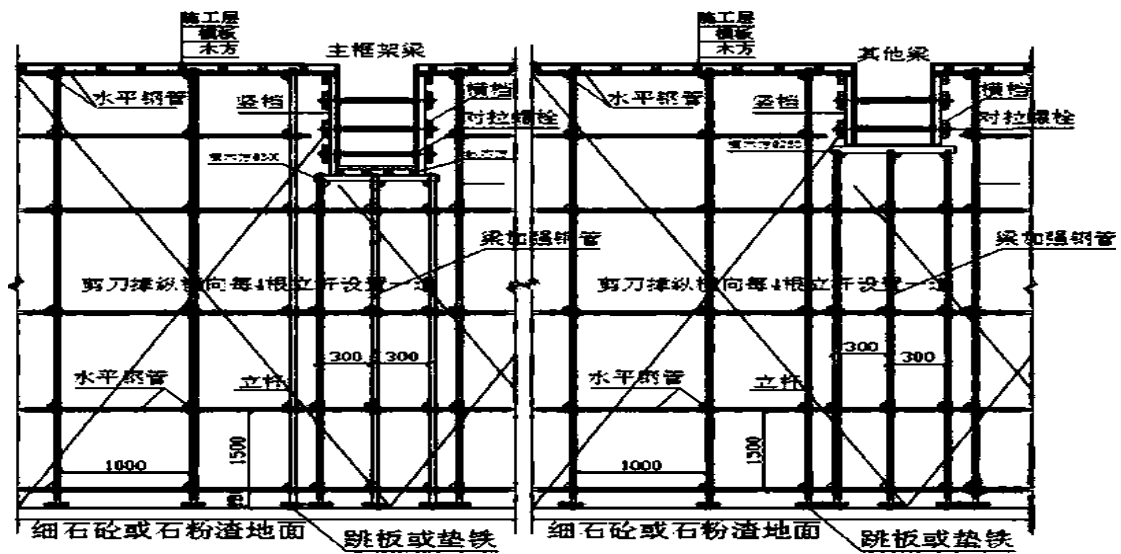


(4) 安装支架时, 应根据梁体和支架的弹性、非弹性变形, 设置预拱度。



(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) 移动模架上浇筑预应力混凝土连续梁

(3) 浇筑分段工作缝，必须设在弯矩零点附近。



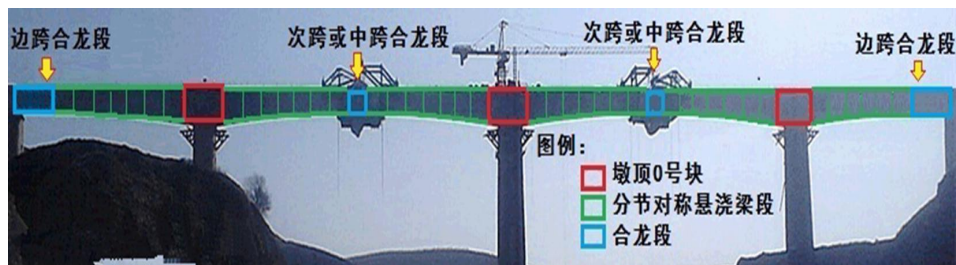
二、悬臂浇筑法

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

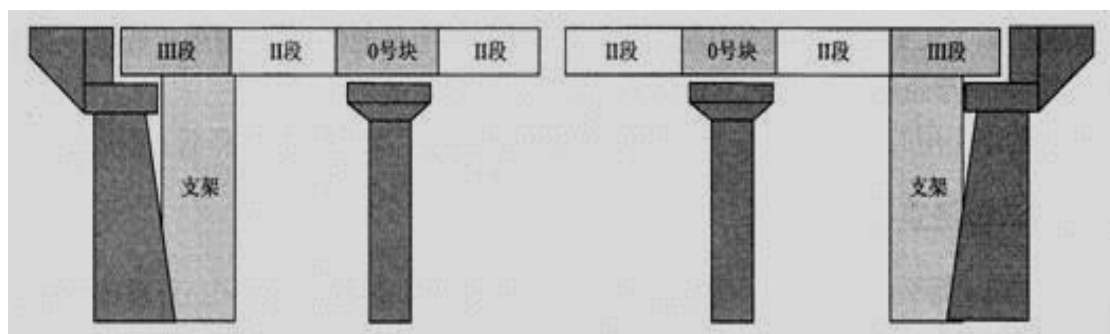


悬浇梁体一般应分四大部分浇筑：

- 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。



悬臂浇筑施工：



（一）挂篮设计与组装

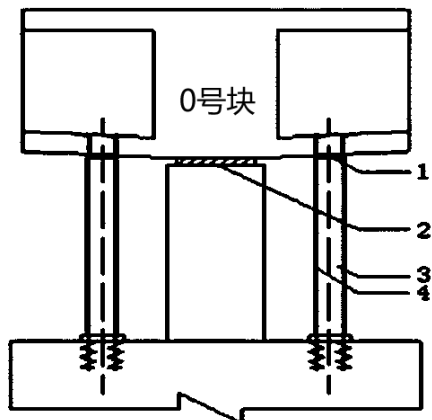
(2) 挂篮组装后，应全面检查安装质量，并按设计荷载做载重试验，以消除非弹性变形。



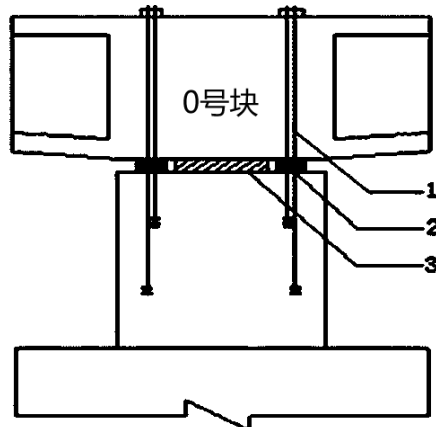
(三) 悬浇顺序及要求

(1) 在墩顶托架或膺架上浇筑 0 号段并实施墩梁临时固结；





1.临时支座 2.永久支座
3.临时支撑 4.预应力钢绞线



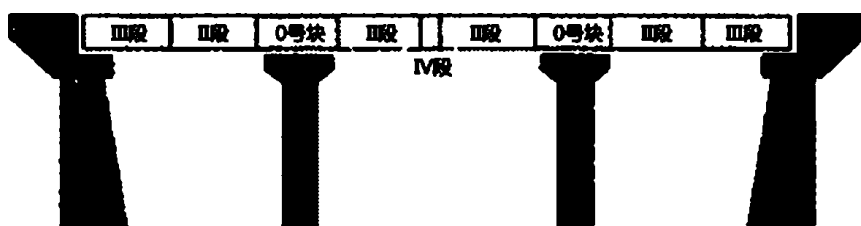
1.锚固钢筋 2.临时支座
3.永久支座

(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；

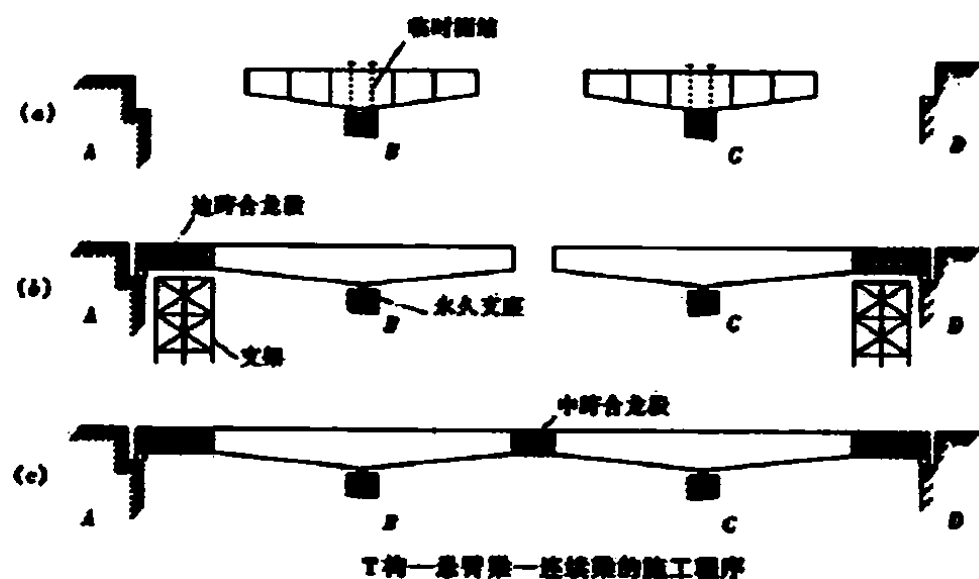
(4) 最后浇筑中跨合龙段形成连续梁体系。



(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。



(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，在两端悬臂预加重压，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。(即 + C5)
- 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、压降完成，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。

1K412033 钢梁制作与安装要求



(二) 钢梁制作基本要求：

2. 钢梁制造焊接环境相对湿度不宜高于 80%。(热力管道湿度大于 90%严禁焊接)
3. 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℃。(五金零碳)
4. 主要杆件应在组装后 24h 内焊接。
5. 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。
6. 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

(3) 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。

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（架桥机）、门架吊机整孔架设法（龙门吊）、支架架设法、缆索吊机拼装架设法（吊车）、悬臂拼装架设法、拖拉架设法等。

（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。

钢梁安装：



（三）安装要点

7. 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。
8. 钢梁杆件工地焊缝连接，应按设计的顺序进行。无规定时，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；

9. 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) 落梁就位要点：

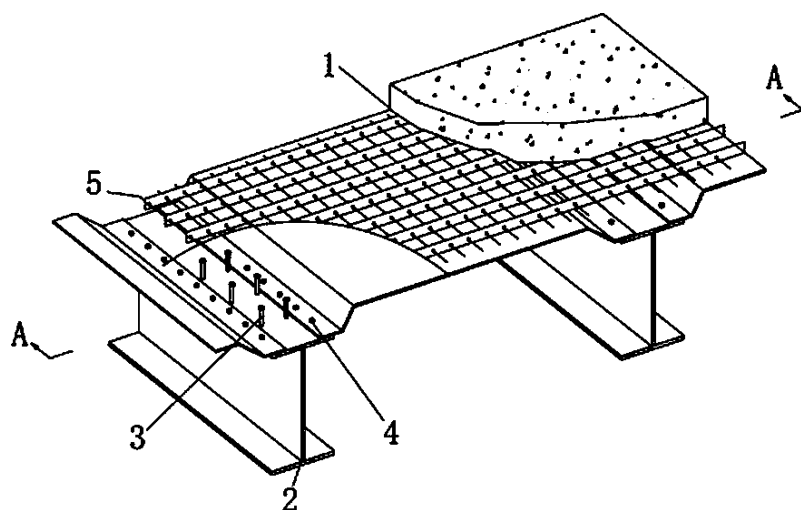
1. 钢梁就位前应清理支座垫石，其标高及平面位置应符合设计要求。
2. 固定支座与活动支座的精确位置应按设计图并考虑安装温度、施工误差等确定。
3. 落梁前后应检查其建筑拱度和平面尺寸、校正支座位置。
4. 连续梁落梁步骤应符合设计要求。

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和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2—2008 有关规定。

5. 涂装检验应符合《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 第 14.3.1—2008 条规定

1K412034 钢-混凝土结合梁施工技术



一、钢—混凝土结合梁的构成与适用条件

(一) 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：

2. 钢梁上浇筑预应力钢筋混凝土，形成钢筋混凝土桥面板。

3. 在钢梁与钢筋混凝土面层之间设传剪器，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。



图 1.12 梁板共同工作



图 1.14 高强度螺栓连接件



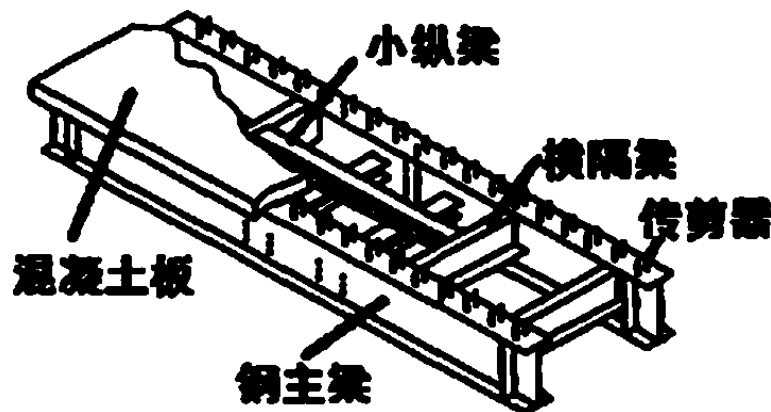
(二) 钢—混凝土结（组）合梁结构适用于城市大跨径或较大跨径的桥梁工程，目的是减轻桥梁结构自重，尽量减少施工对现况交通与周边环境的影响。



二、钢—混凝土结合梁施工

（一）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）→安装预制混凝土面层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



（二）施工技术要点：

2. 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。

3. 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。

土。

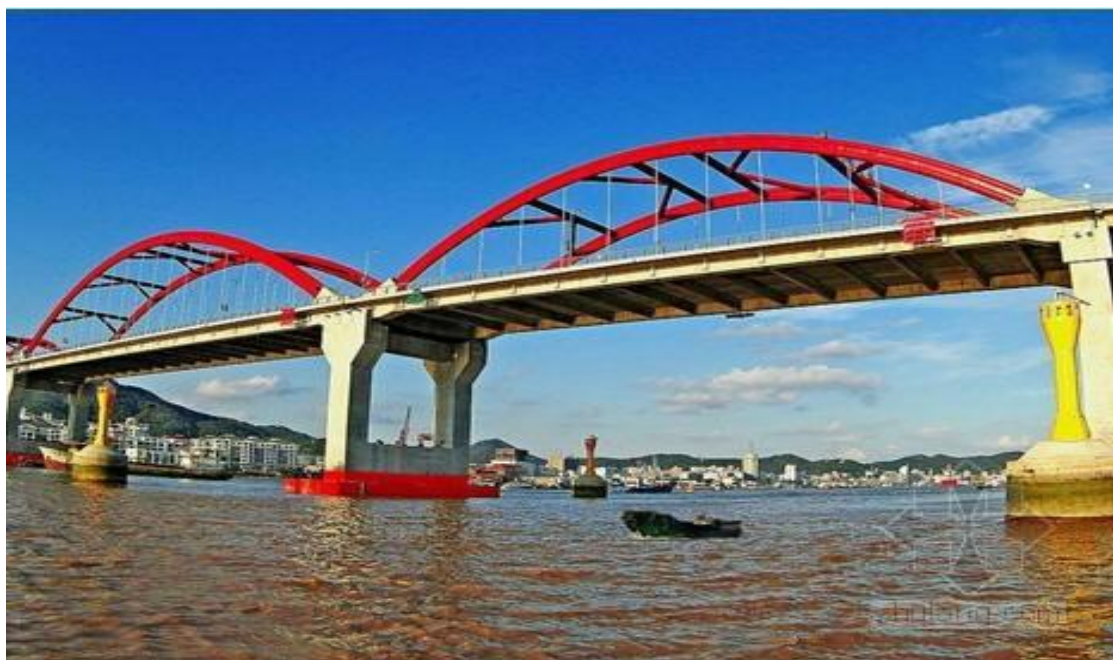
4 . 现浇混凝土结构宜采用缓凝、早强、补偿收缩性混凝土。

5 . 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；横桥向应先由中间开始向两侧扩展。

7 . 施工中，应随时监测主梁和施工支架的变形及稳定，确认符合设计要求；当发现异常应立即停止施工并启动应急预案。



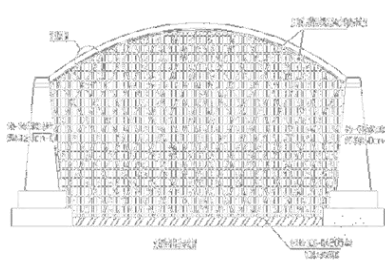
1K412035 钢筋（管）混凝土拱桥施工



一、拱桥的类型与施工方法

(一) 主要类型

1. 按拱圈和车行道的相对位置以及承载方式分为上承式、中承式和下承式；
2. 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。

二、现浇拱桥施工

(一) 一般规定

2. 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%。
3. 拱圈（拱肋）放样时应按设计要求预加拱度，当设计无要求时，可根据跨度大小、恒载挠度、拱架刚度等因素计算预拱度，拱顶宜取计算跨度的 $1/1000 \sim 2/1000$ 。放样时，水平长度偏差及拱轴线偏差，当跨度 $> 20\text{m}$ 时，不得大于计算跨度的 $1/5000$ ；当跨度 $\leq 20\text{m}$ 时，不得大于 4mm 。



(二) 在拱架上浇筑混凝土拱圈

1. 跨径 $< 16\text{m}$ 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 $\geq 16\text{m}$ 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 $1/4$ 跨径、拱架节点、拱顶及拱脚等处。各段的接缝面应与拱轴线垂直，各分段点应预留间隔槽（相当于后浇带），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。

三、装配式桁架拱和刚构拱安装

(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



四、钢管混凝土拱

(一) 钢管拱肋制作应符合下列规定：

1. 拱肋钢管的种类、规格应符合设计要求，应在工厂加工，具有产品合格证。
2. 钢管拱肋加工的分段长度应根据材料、工艺、运输、吊装等因素确定。在制作前，应根据温度和焊接变形的影响，确定合龙节段的尺寸，并绘制施工详图，精确放样。
3. 弯管宜采用加热顶压方式，加热温度不得超过 800°C 。



4. 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。
5. 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。



(二) 钢管拱肋安装应符合下列规定：

2. 节段间环焊缝的施焊应对称进行，并应采用定位板控制焊缝间隙，不得采用堆焊。
3. 合龙口的焊接或栓接作业应选择在环境温度相对稳定的时段内快速完成。

4. 采用斜拉扣索悬拼法施工时，扣索采用钢绞线或高强钢丝束时，安全系数应大于 2。

1K412036 斜拉桥施工技术

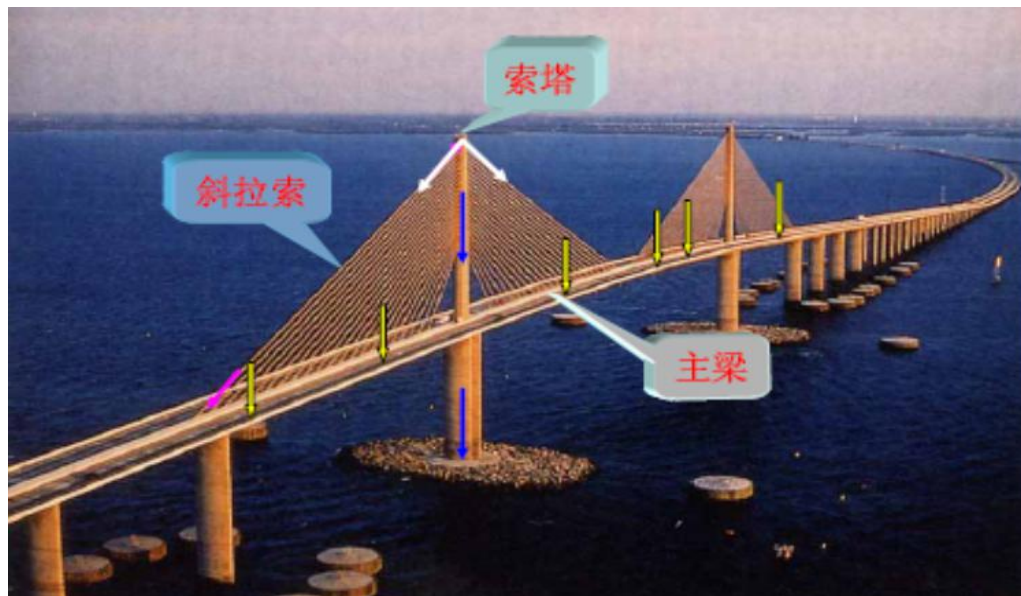
一、斜拉桥类型与组成

（一）斜拉桥类型：

通常分为预应力混凝土斜拉桥、钢斜拉桥、钢—混凝土叠合梁斜拉桥、混合梁斜拉桥、吊拉组合斜拉桥等。

（二）斜拉桥组成：

斜拉桥由索塔、钢索和主梁组成



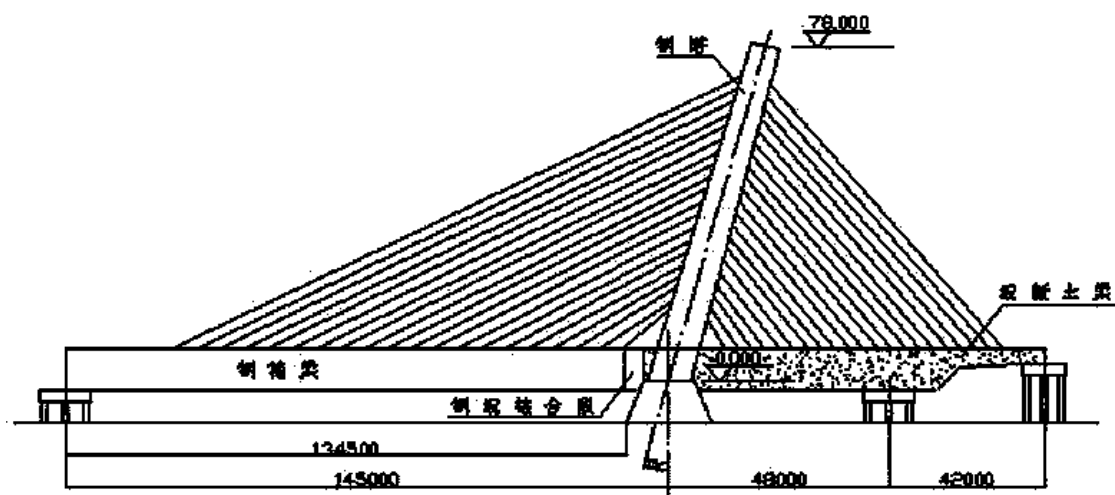
二、斜拉桥施工技术要点：

（一）索塔施工的技术要求和注意事项：

1. 裸塔施工宜用爬模法，横梁较多的高塔，宜采用劲性骨架挂模提升法。



3.倾斜式索塔施工时，必须对各施工阶段索塔的强度和变形进行计算，应分高度设置横撑，使其线形、应力、倾斜度满足设计要求并保证施工安全。



(图 1) 斜拉索桥钢塔及钢梁主视图

7.索塔施工必须制定整体和局部的安全措施，如设置塔吊起吊重量限制器、断索防护器、钢索防扭器、风压脱离开关等；防范雷击、强风、暴雨、寒暑、飞行器对施工影响；防范掉落和作业事故，并有应急的措施；应对塔吊、支架安装、使用和拆除阶段的强度稳定等进行计算和检查。



(二) 主梁施工技术要求和注意事项

1. 斜拉桥主梁施工方法：

(1) 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。



2. 混凝土主梁施工方法：

(1) 斜拉桥的零号段是梁的起始段，一般都在支架和托架上浇筑。支架和托架的变形将直接影响主梁的施工质量。在零号段浇筑前，应消除支架的温度变形、弹性变形、非弹性变形和支承变形。



三、斜拉桥施工监测

（一）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。

（二）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。

1K412000 城市桥梁工程

1K411010 城市桥梁结构形式及通用施工技术

1K411020 城市桥梁下部结构施工

1K411030 城市桥梁上部结构施工

1K411040 管涵和箱涵施工

1K411040 管涵和箱涵施工

1K412041 管涵施工技术

1K412042 箱涵顶进施工技术

1K412041 管涵施工技术

涵洞有管涵、拱形涵、盖板涵、箱涵。



涵洞

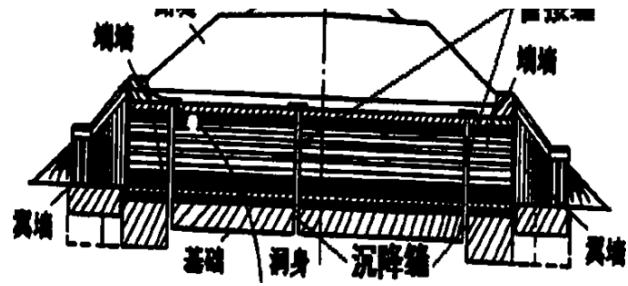
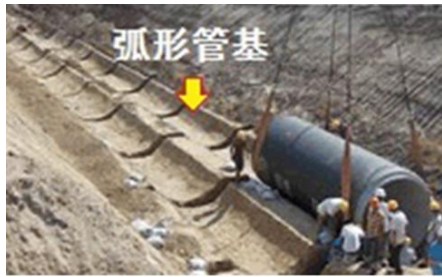
涵洞是公路路基通过洼地或跨越水沟(渠)时设置的,或为把汇集在路基上方的水流宣泄到下方而设置的横穿路基的小型地面排水结构物,它是公路上广泛使用的一种人工结构物。



一、管涵施工技术要点

(三) 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,应按照设计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。

(四) 管涵的沉降缝应设在管节接缝处。



二、拱形涵、盖板涵施工技术要点

(四) 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。

(七) 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。



1K412042 箱涵顶进施工技术

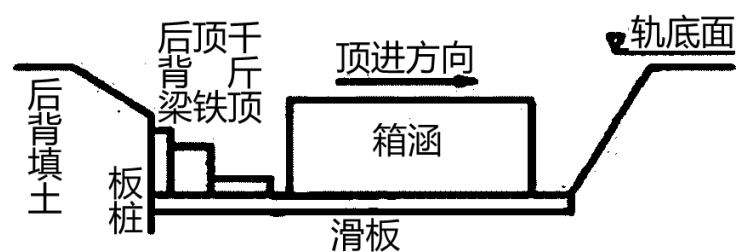
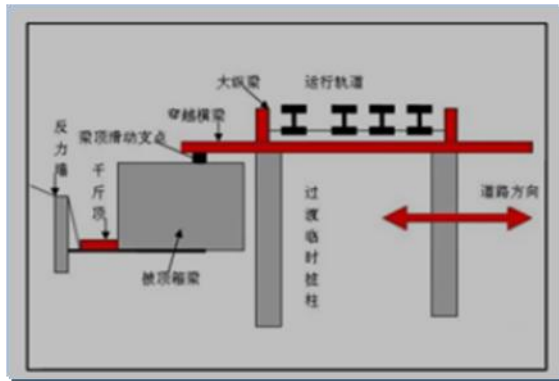


图1 桥涵顶进示意

二、工艺流程与施工技术要点

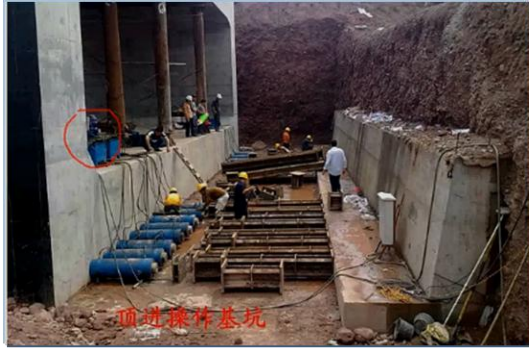
(一) 工艺流程

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



(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。
- (4) 顶进设备液压系统安装及预顶试验结果符合要求。
- (5) 工作坑内与顶进无关人员、材料、物品及设施撤出现场。



(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。

(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。

(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。



(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（一般不用正铲）按设计坡度开挖，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（否则不稳定、不安全）。

(2) 两侧应欠挖 50mm，钢刀脚切土顶进。

(3) 列车通过时严禁继续挖土，人员应撤离开挖面。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。



（五）顶进作业

（1）每次顶进应检查液压系统、顶柱（铁）安装和后背变化情况。

（2）挖运土方与顶进作业循环交替进行。

（3）箱涵身每前进一顶程，应观测轴线和高程，发现偏差及时纠正。



（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①左、右偏差值；②高程偏差值和③顶程及④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。



三、季节性施工技术措施

(1) 箱涵顶进应尽可能避开雨期。



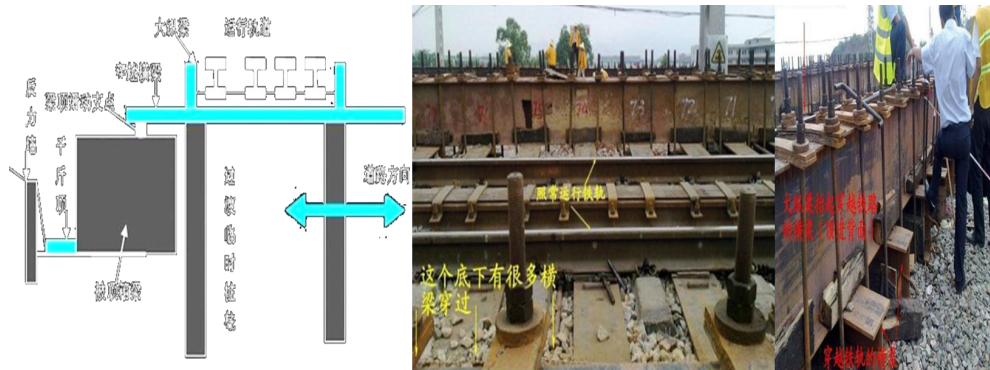
1K420163 箱涵顶进施工安全措施 P437

二、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。



三、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

- (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。