

## **1B410000 公路工程施工技术**

### **1B411010 路基施工技术**

#### **1B411011 路基施工技术准备**

技术准备工作的内容主要包括：熟悉设计文件、现场调查核对、设计交桩、复测与放样、试验及试验路段施工等。

#### **二、试验**

3.土的试验项目包括天然含水率、液限、塑限、颗粒分析、击实、CBR 等，必要时还应做相对密度、有机质含量、易溶盐含量、冻胀和膨胀量等试验。

#### **三、试验路段**

试验路段长度不宜小于 200m。下列情况下，应进行试验路段施工：

- (1)二级及二级以上公路路堤。
- (2)填石路堤、土石路堤。
- (3)特殊填料路堤。
- (4)特殊路基。
- (5)拟采用新技术、新工艺、新材料、新设备的路基。

#### **1B411012 原地基处理要求**

##### **一、土质路堤地基表层处理要求**

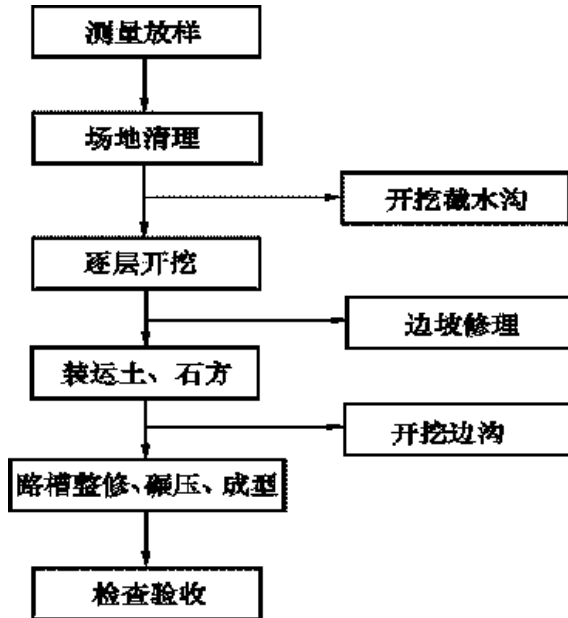
1.稳定的斜坡上，地面横坡缓于 1:5 时，清除地表草皮、腐殖土后，可直接填筑路堤；地面横坡为 1:5 ~ 1:2.5 时，原地面应挖台阶，台阶宽度不应小于 2m。



## 1B411013 挖方路基施工

### 一、土质路堑施工技术

#### 1.土质路堑施工工艺流程



#### 2.作业方法

##### 1) 横向挖掘法

方法	适用条件
单层横向全宽挖掘法	挖掘浅且短的路堑
多层横向全宽挖掘法	挖掘深且短的路堑



##### 2) 纵向挖掘法

- (1) 分层纵挖法：适用于较长的路堑开挖。
- (2) 通道纵挖法：该法适用于较长、较深、两端地面纵坡较小的路堑开挖。
- (3) 分段纵挖法：该法适用于过长，弃土运距过远，一侧堑壁较薄的傍山路堑开挖。

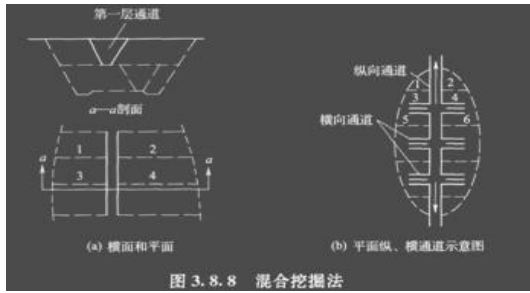


图 3.8.8 混合挖掘法

### 3) 混合式挖掘法

混合式挖掘法为多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法混合使用。该法适用于路线纵向长度和挖深都很大的路堑开挖。

## 二、石质路堑施工技术

### 2.开挖方式

方式	备注
钻爆开挖	薄层开挖、分层开挖、全断面一次开挖和特高梯段开挖等方式。



## 1B411014 路基爆破施工

### 一、综合爆破施工技术

综合爆破一般包括小炮和洞室炮两大类。小炮主要包括钢钎炮、深孔爆破等钻孔爆破。洞室炮主要包括药壶炮和猫洞炮。

(1) 钢钎炮通常指炮眼直径和深度分别小于 70mm 和 5m 的爆破方法。

(2) 药壶炮每次可炸岩石数十方至数百方，是小炮中最省工、省药的一种方法。

## 二、路基爆破施工技术

### 2. 石质路堑爆破施工技术要点

(6) 炮眼布置在整体爆破时采用“梅花形”或“方格形”，预裂爆破时采用“一字形”，洞室爆破根据设计确定药包的位置和药量。

(8) 爆破施工要严格控制飞石距离，采取切实可行的措施，如采用毫秒微差爆破技术，将一响最大药量控制为最深单孔药量，当最深梯段为 HT 时，单孔装药量 Q 按下式计算：

$$Q=e \cdot q \cdot H_T \cdot W_d$$

式中 e——炸药换算系数；

q——梯段爆破单位耗药量；

W<sub>d</sub>——最小抵抗线。

## 1B411015 填方路基施工

### 一、路基填料一般规定

3.泥炭土、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土等，不得直接用于填筑路基；确需使用时，应采取技术措施进行处理，经检验满足要求后方可使用。

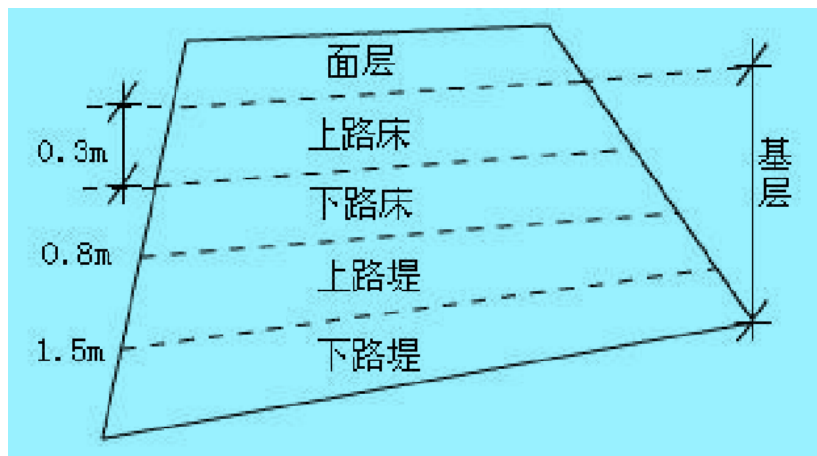
4.粉质土不宜直接用于填筑二级及二级以上公路的路床，不得直接用于填筑冰冻地区的路床及浸水部分的路堤。

### 二、路床施工技术

#### 1.零填、挖方路段的路床施工技术

(2) 路床范围为过湿土时应进行换填处理，设计有规定时按设计厚度换填，设计未规定时按以下要求换填：高速公路、一级公路换填厚度宜为 0.8~1.2m，若过湿土的总厚度小于 1.5m，则宜全部换填；二级公路的换填厚度宜为 0.5~0.8m。

(4) 路床填筑，每层最大压实厚度宜不大于 300mm，顶面最后一层压实厚度应不小于 100mm。



### 三、路堤施工技术

#### 1. 填土路堤施工技术

##### 1) 填土路堤施工工序

主要包括：施工放样、清除表土、填前处理、分层填筑、整平、碾压、整修等。



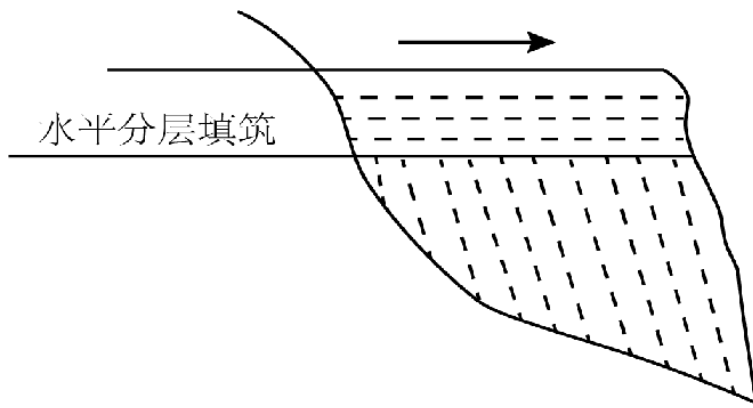
##### 2) 填土路堤的填筑技术

###### (1) 填筑方法

① 水平分层填筑。

③ 横向填筑。仅用于无法自下而上填筑的深谷、陡坡、断岩、泥沼等机械无法进场的路堤。

④ 联合填筑。一般沿线路分段进行，每段距离以 20~40m 为宜，多在地势平坦，或两侧有可利用的山地土场的场合采用。



#### 4) 土质路堤施工规定

(1) 性质不同的填料，应水平分层、分段填筑、分层压实。

①同一层路基应采用同一种填料，不得混合填筑。

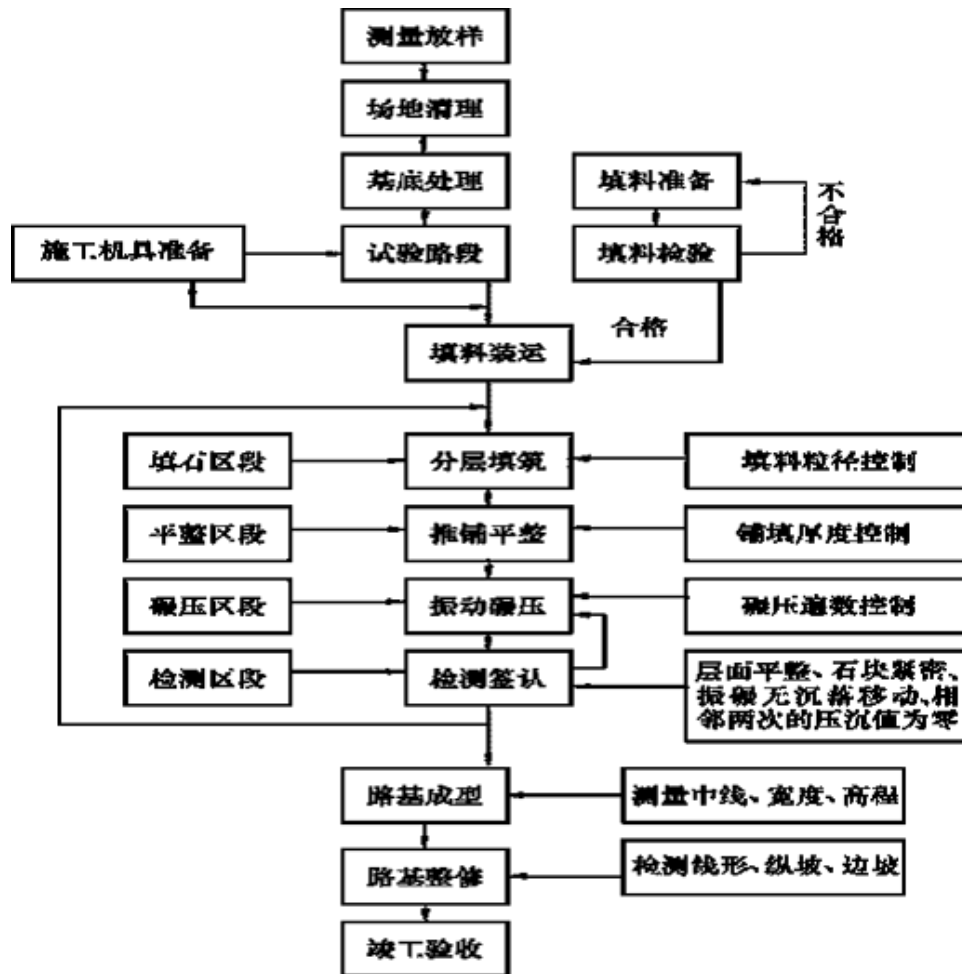
②每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于 500mm。

③路基上部宜采用水稳性好或冻胀敏感性小的填料。

④有地下水的路段或浸水路堤，应填筑水稳性好的填料。

#### 2.填石路堤施工技术

##### 1) 填石路堤施工工艺流程



### 3) 压实质量标准

填石路堤的压实质量标准宜采用孔隙率作为控制指标。孔隙率的检测应采用水袋法进行。

施工压实质量可采用孔隙率与压实沉降差或施工参数（压实功率、碾压速度、压实遍数、铺筑层厚等）联合控制。

## 1B411016 路基季节性施工

### 一、路基雨期施工

#### 3.雨期填筑路堤

(2) 每一填筑层的表面，应做成 2%~4% 的双向路拱横坡以利于排水，低洼地带或高出设计洪水位 0.5m 以下部位应选用透水性好、饱水强度高的填料分层填筑，并及时施作护坡、坡脚等防护工程。

(4) 路堤应分层填筑，并及时碾压。

#### 4.雨期开挖路堑

(1) 挖方边坡不宜一次挖到设计坡面，应预留一定厚度的覆盖层，待雨期过后再修整到设计坡面。

(2) 雨期开挖路堑，当挖至路床顶面以上 300~500mm 时应停止开挖，并在两侧挖好临时排水沟，待雨期过后再施工。

(3) 雨期开挖岩石路基，炮眼宜水平设置。

## 二、路基冬期施工

在季节性冻土地区，昼夜平均温度在 $-3^{\circ}\text{C}$ 以下且连续 10d 以上，或者昼夜平均温度虽在 $-3^{\circ}\text{C}$ 以上但冻土没有完全融化时，均应按冬期施工办理。

#### 4. 冬期填筑路堤

(1) 路堤填料应选用未冻结的砂类土、碎石、卵石土、石渣等透水性好的材料，不得用含水率大的黏质土。

(2) 填筑路堤应按横断面全宽平填，每层松铺厚度应比正常施工减少 20%~30%，且松铺厚度不得超过 300mm。当天填土应当天完成碾压。

#### 6.冬期开挖路堑

(1) 挖方边坡不得一次挖到设计线，应预留一定厚度的覆盖层，待到正常施工季节后再修整到设计坡面。

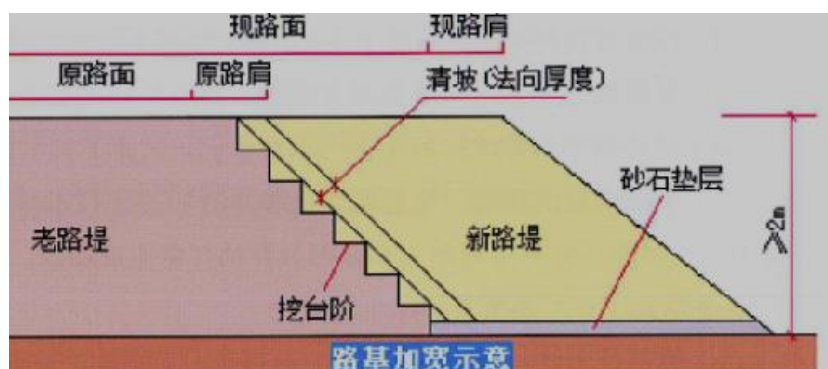
(2) 路基挖至路床顶面以上 1m 时，完成临时排水沟后，应停止开挖，待冬期过后再施工。

## 1B411017 路基改建施工

### 一、一般路堤拓宽施工要求



1.拓宽路堤填筑前，应拆除原有排水沟、隔离栅等设施。拓宽部分的基底清除原地表土应不小于 0.3m，清理后的场地应进行平整压实。老路堤坡面，清除的法向厚度应不小 0.3m。



### 三、新旧路基连接部处治技术要点

#### 1.新路基填筑

##### 1) 地基处治

###### (1) 低路堤处治

在路基填筑时，如有必要，可铺设土工布或土工格栅，以加强路基的整体强度及板体作用，防止路基不均匀沉降而产生反射裂缝。



### 1B411018 特殊路基施工技术

#### 一、软土地区路基施工

##### (一) 软土的工程特性

软土是指天然含水率高、天然孔隙比大、抗剪强度低、压缩性高的细粒土。软土可按表进行鉴别。当表中部分指标无法获取时，可以天然孔隙比和天然含水率两项指标为基础，采用综

合分析的方法进行鉴别。

特征指标名称	天然含水率 (%)	天然孔隙比	快剪内摩擦角 (°)	十字板抗剪强度 (kPa)	静力触探锥尖阻力 (MPa)	压缩系数 $a_{v1-0.2}$ ( $\text{MPa}^{-1}$ )
黏质土、有机质土	$\geq 35$	$\geq$ 液限	$\geq 1.0$	宜小于5	宜小于35	宜小于0.75
粉质土	$\geq 30$		$\geq 0.9$	宜小于8		

## (二) 软土地基处理施工技术

### 1. 垫层和浅层处理

#### 1) 材料要求

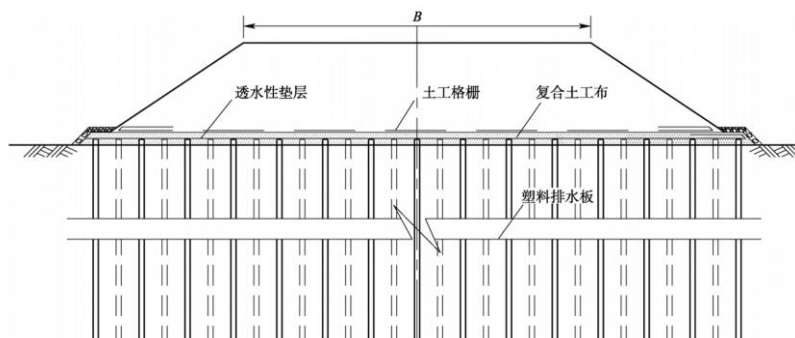
(3) 矿渣垫层宜采用粒径 20~60mm 的分级矿渣，不得混入植物、生活垃圾和有机质等杂物。



表层压实法

### 2. 竖向排水

竖向排水体适用于深度大于 3m 的软土地基处理。竖向排水体可采用袋装砂井和塑料排水板。袋装砂井和塑料排水板可采用沉管式打桩机施工，塑料排水板也可用插板机施工。



## 2) 袋装砂井施工规定

施工工艺程序: 整平原地面→摊铺下层砂垫层→机具定位→打入套管→沉入砂袋→拔出套管  
→机具移位→埋砂袋头→摊铺上层砂垫层。



## 3) 塑料排水板施工规定

施工工艺程序: 整平原地面→摊铺下层砂垫层→机具就位→塑料排水板穿靴→插入套管→拔  
出套管→割断塑料排水板→机具移位→摊铺上层砂垫层。



## 3.真空预压

真空预压施工应按排水系统施工、抽真空系统施工、密封系统施工及抽气的步骤进行。

当满足下列条件之一时，可停止抽气：

- (1) 连续 5 昼夜实测沉降速率小于或等于 0.5mm/d。
- (2) 满足工程对沉降、承载力的要求。
- (3) 地基固结度达到设计要求的 80%以上。



## 5.加固土桩

### 2) 粉喷桩施工规定

(2) 提升钻杆、喷粉搅拌时，应使钻头反向边旋转、边喷粉、边提升，提升速度宜为 0.5 ~ 0.8m/min；当钻头提升至距离地面 0.3 ~ 0.5m 时，可停止喷粉。

(3) 应根据设计要求，对桩身从地面开始 1/3 ~ 1/2 桩长并不小于 5m 的范围内或桩身全长进行复搅。

(4) 应随时记录喷粉压力、瞬时喷粉量和累计喷粉量、钻进速度、提升速度等有关参数的变化。

问题	处理
发现喷粉量不足	应整桩复打，复打的喷粉量应不小于设计用量。
遇停电、机械故障	必须复打，复打重叠桩段长度应大于 1m 。

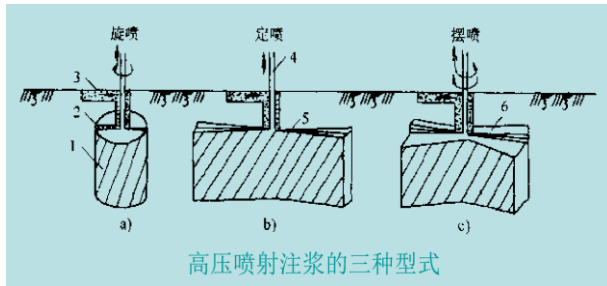
### (5) 出现沉桩

孔洞深度	处理
1.5m 以内	可用 8% 的水泥土回填夯实。
超过 1.5m	可先将孔洞用素土回填，然后在原位补桩，补桩长度应超过孔洞深度 0.5m。

### 3) 浆喷桩施工规定

(2) 提升钻杆、喷浆搅拌时，应使钻头反向，边旋转、边喷浆、边提升。当钻头提升至距

离地面 1m 时，宜用慢速提升；当喷浆口即将出地面时，应停止提升，搅拌数秒，保证桩头搅拌均匀。



高压喷射注浆的三种型式



搅拌桩机的搅拌叶片

#### (4) 施工问题处理

应随时记录喷浆压力、喷浆量、钻进速度、提升速度等有关参数的变化。

问题	处理
发现喷粉量不足	应整桩复打。
施工中因故停浆	应使搅拌头下沉至停浆面以下 0.5m，待恢复供浆后再喷浆提升。
停机超过 3h	应拆卸输浆管路，清洗后方可继续施工，防止浆液硬结堵管。

#### 10. 强夯和强夯置换

强夯法适用于处理碎石土、低饱和度的粉土与粘土、杂填土和软土等地基。强夯置换法适用于处理高饱和度的粉土与软塑、流塑的软黏土地基，处理深度不宜大于 7m。



### 11. 软土地区路堤施工要求

(2) 填筑过程中，应严格控制填筑速率，并应进行动态观测。

(3) 施工期间，路堤中心线地面沉降速率 24h 应不大于 10~ 15mm，坡脚水平位移速率 24h 应不大于 5mm。应结合沉降和位移观测结果综合分析地基稳定性。填筑速率应以水平位移控制为主，超过标准应立即停止填筑。

### 三、湿陷性黄土地区路基施工

#### 2.湿陷性黄土地基的处理措施

因地制宜采取换填土、重锤夯实、强夯法、预浸法（注水）、挤密法、化学加固法（硅酸钠溶液）等措施对地基进行处理。

#### 3. 陷性黄土路基施工

##### 1) 湿陷性黄土路堤填筑

(1) 当 CBR 值不满足要求时，可掺石灰进行改良。

(2) 黄土不得用于路基的浸水部位，老黄土不宜用作路床填料。

(3) 填挖结合处应清除表层土和松散土层，顶部宜开挖成高度不大于 2m、宽度不小于 2m 的多层台阶，并应对台阶进行压实处理。

##### 4. 地基陷穴处理方法

路基范围内的陷穴，应在其发源地点对陷穴进口进行封填，并截排周围地表水。现有的陷穴，

可采用回填夯实、明挖回填夯实、开挖导洞或竖井回填夯实、灌砂、注浆或爆破回填等处理方法。

#### 四、滑坡地段路基施工

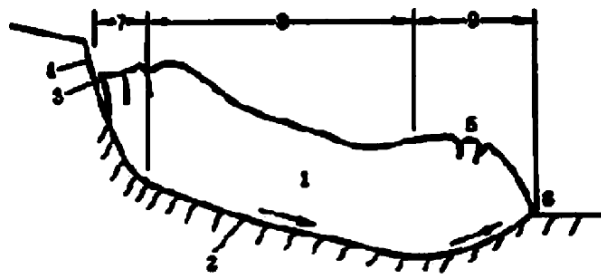
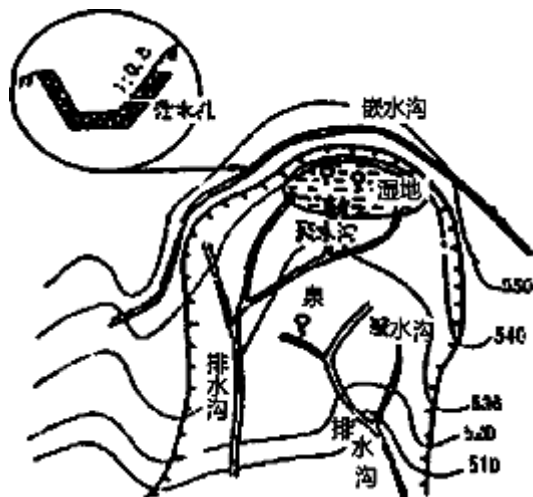


图3 滑坡断面示意图

- 1 滑坡体 2 滑动带 3 滑坡主裂缝 4 滑坡壁 5 鼓张裂缝  
6 滑坡舌 7 牵引段 8 主滑段 9 搞滑段

##### 1) 滑坡排水

- (1) 环形截水沟
- (2) 树枝状排水沟
- (3) 平整夯实滑坡体表面的土层
- (4) 排除地下水有支撑渗沟、边坡渗沟、暗沟、平孔等。



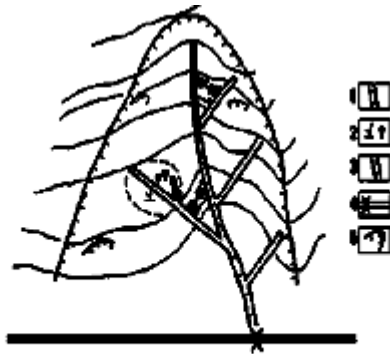


图 5-4 树枝状排水沟平面示意图

1、自然沟的清理或铺砌 2、泉水、湿地 3、排水明沟 4、公路、桥梁 5、滑坡周界

## 2) 力学平衡

当挖方路基上边坡发生的滑坡不大时，可采用刷方（台阶）减重、打桩或修建挡土墙进行处理以达到路基边坡稳定。牵引式滑坡、具有膨胀性质的滑坡不宜用滑坡减重法。

## 3) 改变滑带土

一般有焙烧法、电渗排水法和爆破灌浆法等。

## 1B411020 公路路基防护与支挡

### 1B411021 防护工程类型和适用条件

#### 一、路基防护工程类型

##### 1.坡面防护

- (1) 植物防护
- (2) 骨架植物防护
- (3) 圪工防护
- (4) 土工织物防护。





## 2.沿河路基防护

- (1) 直接防护：植物、砌石、石笼、浸水挡土墙等。
- (2) 间接防护：丁坝、顺坝等导治构造物以及改移河道。



## 1B411022 支挡工程的类型和功能

### 二、常用路基挡土墙工程施工技术

#### 1.重力式挡土墙工程施工技术

##### 1) 形式及特点

重力式挡土墙墙背形式可分为仰斜、俯斜、垂直、凸形折线（凸折式）和衡重式五种。

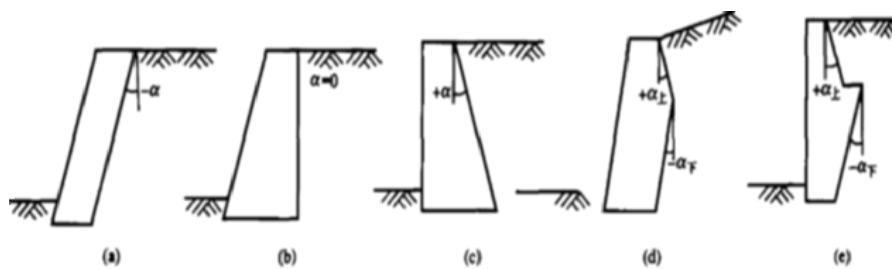


图 15-8 重力式挡土墙的断面形式

(a) 仰斜式；(b) 垂直式；(c) 俯斜式；(d) 凸形折线式；(e) 衡重式

## 2. 加筋土挡土墙工程施工技术

加筋土挡土墙墙身施工应符合下列规定：

(5) 填料摊铺、碾压应从拉筋中部开始平行于墙面进行，不得平行于拉筋方向碾压。应先向拉筋尾部逐步摊铺、压实，然后再向墙面方向进行。



(6) 路基施工分层厚度及每层碾压遍数，应根据拉筋间距、碾压机具和密实度要求，通过试验确定，不得使用羊足碾碾压。靠近墙面板 1m 范围内，应使用小型机具夯实或人工夯实，不得使用重型压实机械压实。严禁车辆在未经压实的填料上行驶。

### **1B411030 公路工程施工综合排水**

#### **1B411031 路基地下水排水设置与施工要求**

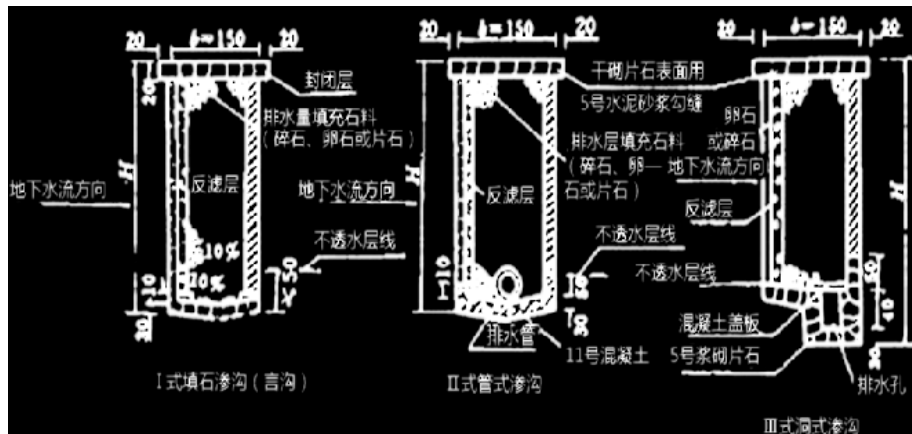
##### 一、暗沟、暗管

###### 1. 设置

路基基底范围有泉水外涌时，宜设置暗沟（管）将水引排至路堤坡脚外或路重边沟内。

##### 二、渗沟

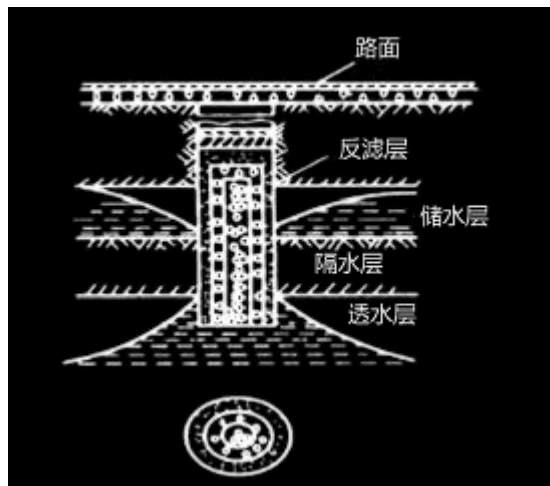
1. 为降低地下水位或拦截地下水，可在地面以下设置渗沟。渗沟均应设置排水层（或管、洞）、反滤层和封闭层。



### 三、渗井

#### 1.设置

当地下水埋藏深或为固定含水层时，可采用渗水隧洞、渗井。渗井宜用于地下含水层较多，但路基水量不大，且渗沟难以布置的地段，将地面水或地下水经渗井通过下透水层中的钻孔流入下层透水层中排除。



### 1B411032 路基地面水排水设置与施工要求

#### 一、边沟

1.挖方地段和填土高度小于边沟深度的填方地段均应设置边沟。路堤靠山一侧的坡脚应设置不渗水的边沟。

#### 二、截水沟

- 1.一般土质至少应离开 5m，对黄土地区不应小于 10m 并应进行防渗加固。截水沟挖出的土，可在路堑与截水沟之间修成土台并夯实，台顶应筑成 2%倾向截水沟的横坡。
- 2.路基上方有弃土堆时，截水沟应离开弃土堆脚 1~5m，弃土堆坡脚离开路基挖方坡顶不应小于 10m，弃土堆顶部应设 2%倾向截水沟的横坡。

#### **1B411040 公路工程施工测量技术**

##### **1B411041 公路工程施工测量工作要求**

###### 一、控制测量

平面控制测量应采用 GPS 测量、导线测量、三角测量或三边测量方法进行。

##### **1B411050 路基工程质量通病及防治措施**

###### **1B411051 路基压实质量问题的防治**

###### 一、路基行车带压实度不足的原因及防治

###### 2.治理措施

(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。

###### **1B411053 高填方路基沉降的防治**

###### 一、原因分析：

3.在高填方路堤施工中，未严格按分层填筑分层碾压工艺施工，路基压实度不足而导致路基沉降变形。

8.施工组织安排不当，先施工低路堤，后施工高填方路基。往往高填方路堤施工完成后就立即铺筑路面，路基没有足够的时间固结，而是路面使用不久就破坏。

###### 二、预防措施

1.对高填方段应优先安排施工。

4.严格选取路基填料用土。宜优先采用强度高、水稳性好的材料，或采用轻质材料。受水淹、浸的部分，应采用水稳性和透水性均好的材料。

6.合理确定路基填筑厚度，分层松铺厚度一般控制在 30cm。

## 1B412000 路面工程

### 1B412010 路面基层（底基层）施工技术

#### 1B412011 路面基层（底基层）材料要求

### 三、无机结合料稳定基层原材料的技术要求

#### 8. 混合料组成设计

(1) 无机结合料稳定材料组成设计应包括原材料检验、混合料的目标配合比设计、混合料的生产配合比设计和施工参数确定四部分。

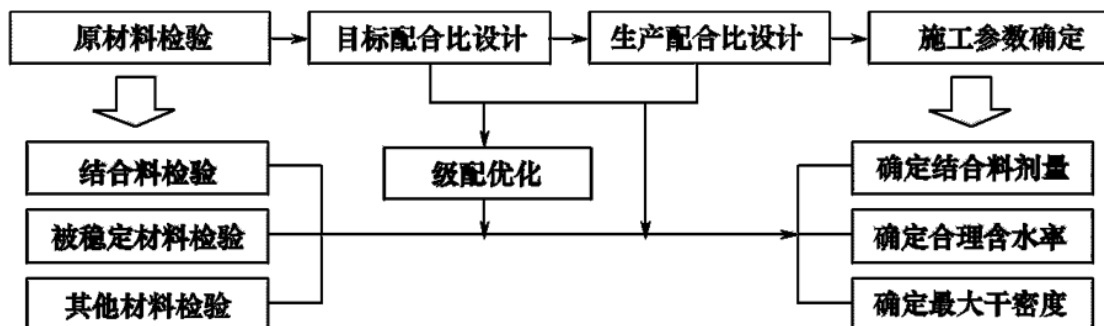


图 1B412011-1 无机结合料稳定材料设计流程图。

### 1B412012 路面粒料基层（底基层）施工

#### 一、粒料分类及适用范围

类别	分类	适用范围
粒料基层	嵌锁型	填隙碎石可用于各等级公路的底基层和二级以下公路的基层。
	级配型	级配碎石可用于各级公路的基层和底基层。级配碎石可用做较薄沥青面层与半刚性基层之间的中间层。

### 1B412014 路面无机结合料稳定基层（底基层）施工

## 二、混合料生产、摊铺及碾压

### 1. 一般规定

(3) 对水泥稳定材料或水泥粉煤灰稳定材料，宜在 2h 之内完成碾压成型，应取混合料的初凝时间与容许延迟时间较短的时间作为施工控制时间。

(6) 宜在气温较高的季节组织施工。无机结合料稳定材料施工期的日最低气温应在 5°C 以上，在有冰冻的地区，应在第一次重冰冻到来的 15~30d 之前完成施工。

### 3. 混合料人工拌和

(1) 混合料人工拌和工艺应包括现场准备、布料拌合等流程。

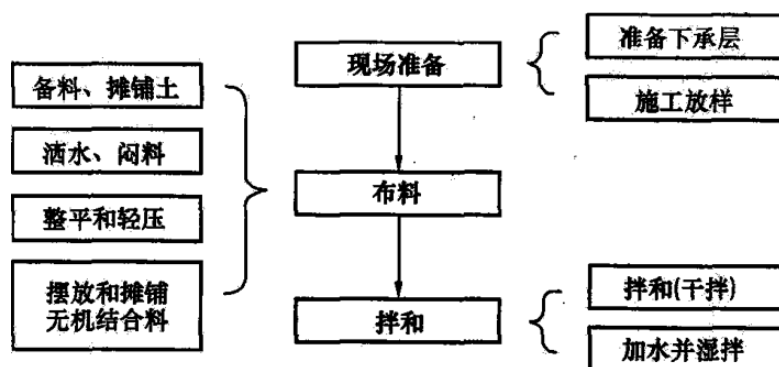


图 2B312012-2 混合料人工路拌法施工的工艺流程图

### 4. 摊铺机摊铺与碾压

(4) 下承层是稳定细粒材料时，宜先将下承层顶面拉毛或采用凸块式压路机碾压，再摊铺上层混合料；下承层是稳定中、粗粒材料时，应先将下承层清理干净，并洒铺水泥净浆，再摊铺上层混合料。

## 三、无机结合料基层（底基层）养护、交通管制、层间处理及其他

### 1. 一般规定

(1) 无机结合料稳定材料层碾压完成并经压实度检查合格后，应及时养护。

(2) 无机结合料稳定材料的养护期宜不少于 7d，养护期宜延长至上层结构开始施工的前 2d。

## 6. 基层收缩裂缝的处理

基层在养生过程中出现裂缝，经过弯沉检测，结构层的承载能力满足设计要求时，可继续铺装上面的沥青面层，也可采取下列措施处理裂缝：

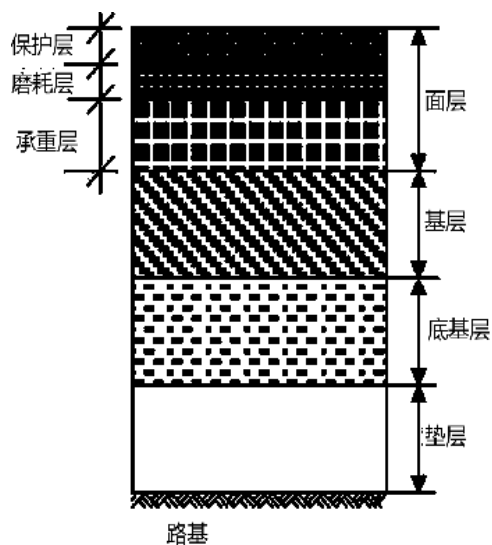
- (1) 在裂缝位置灌缝。
- (2) 在裂缝位置铺设玻璃纤维格栅。
- (3) 洒铺热改性沥青。

## 1B412020 沥青路面施工技术

### 1B412021 沥青路面结构及类型

#### 一、沥青路面结构组成

5. 垫层是设置在底基层与土基之间的结构层，起排水、隔水、防冻、防污等作用。



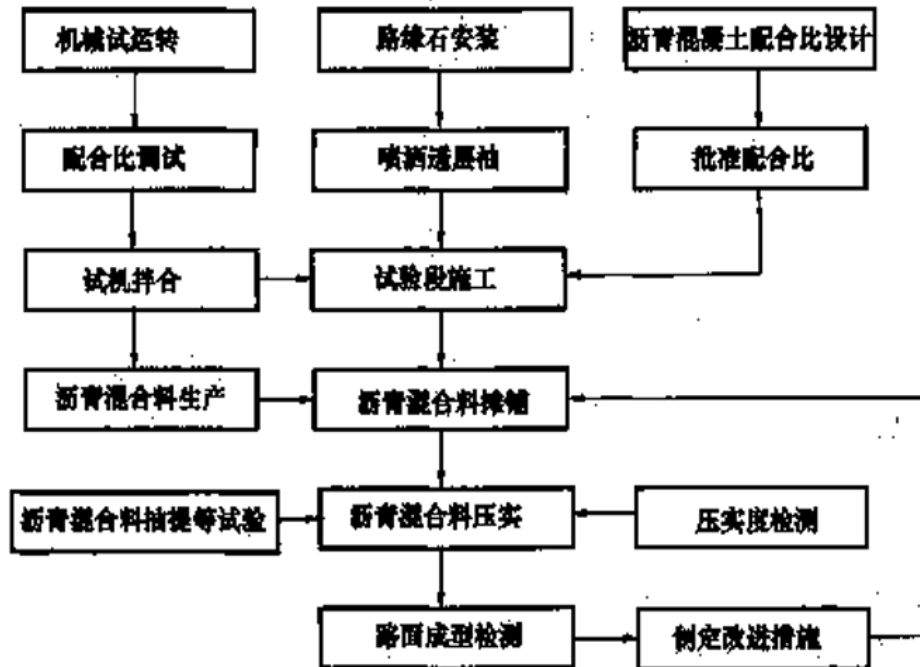
#### 二、沥青路面分类

##### 2. 按组成结构分类

分类	典型代表
密实-悬浮结构	AC-I 型沥青混凝土
骨架-空隙结构	沥青碎石混合物 (AM) 和排水沥青混合物 (OGFC)
密实-骨架结构	沥青玛蹄脂碎石混合物 (SMA)

## 1B412023 沥青路面面层施工

### 一、热拌沥青混凝土路面施工工艺



### 五、混合料的摊铺

2.底、中面层采用走线法施工，表面层采用平衡梁法施工。

### 六、混合料的压实

2.初压：采用双轮双振压路机静压 1~2 遍，正常施工情况下，温度应不低于 110℃并紧跟摊铺机进行；复压：采用胶轮压路机和双轮双振压路机振压等综合碾压 4~6 遍，碾压温度多控制在 80~100℃；终压：采用双轮双振压路机静压 1~2 遍，碾压温度应不低于 65℃。

4.采用雾状喷水法，以保证沥青混合料碾压过程中不粘轮。

## 1B412024 沥青路面透层、粘层、封层施工

### 一、透层施工技术

#### (二) 一般要求

1.根据基层类型选择渗透性好的液体沥青、乳化沥青、煤沥青作透层油，喷洒后通过钻孔或



挖掘确认透层油渗透入基层的深度宜不小于 5mm（无机结合料稳定集料基层）~ 10mm

（无结合料基层），并能与基层联结成为一体。

## 二、粘层施工技术

### （二）一般要求

#### 1.粘层沥青的技术要求

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、中凝液体石油沥青，其规格和质量应符合规范的要求，所使用的基质沥青标号宜与主层沥青混合料相同。

## 三、封层的施工技术

### （一）作用与适用条件

#### 1.封层作用

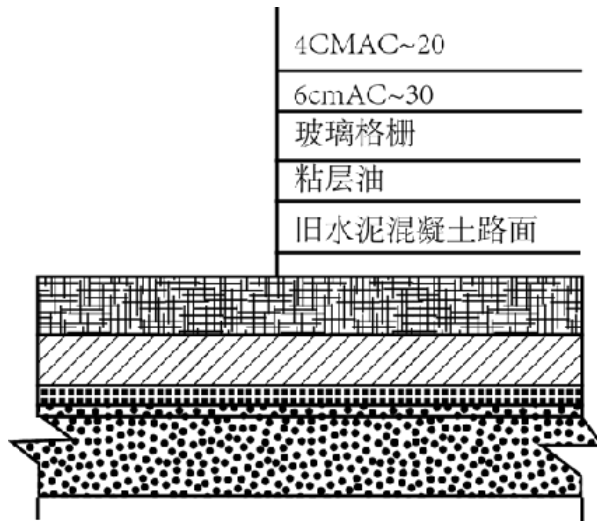
- （1）保水防水作用；
- （2）基层与沥青表面层之间过渡和有效联结作用；
- （3）路的某一层表面破坏离析松散处的加固补强；
- （4）基层在沥青面层铺筑前，要临时开放交通，防止基层因天气或车辆作用出现水毁。

## 1B412025 路面改建施工

### 一、水泥路面改造加铺沥青面层

#### （一）直接加铺法





### 1B412025 路面改建施工

病害类型	处理
错台或板块 网状开裂	必须将整个板全部凿除，重新夯实路基及基层，对换板部位基层顶面进行清理维护，换板部分基层调平均由新浇筑的水泥混凝土面板一次进行，不再单独选择材料调平。浇筑同强度等级混凝土，传力杆按原水泥混凝土面板的设置情况进行设置。

病害类型	处理
板块脱空、桥头沉陷、板的不均匀沉陷及弯沉较大	(1) 钻穿板块，然后用水泥浆高压灌注处理。 (2) 工艺流程：定位→钻孔→制浆（热沥青、水泥浆、水泥粉煤灰浆、水泥砂浆等）→灌浆（浆液进入结构孔隙，一直到相邻孔出浆、以浆液从纵横缝里冒出，或水泥混凝土板有翘起现象为止）→灌浆孔封堵→交通控制（灰浆强度达到 3MPa 时可开放交通）→弯沉检测（弯沉值控制在 0.3mm）。

### 1B412030 水泥混凝土路面施工技术

### 1B412031 水泥混凝土路面用量要求

#### 一、水泥

##### 1.类型

极重、特重、重交通荷载等级	旋窑生产的道路硅酸盐水泥、硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。
中、轻交通荷载等级	矿渣硅酸盐水泥
高温期	普通型水泥
低温期	早强型水泥

## 1B412032 水泥混凝土路面的施工

### 三、水泥混凝土路面施工技术

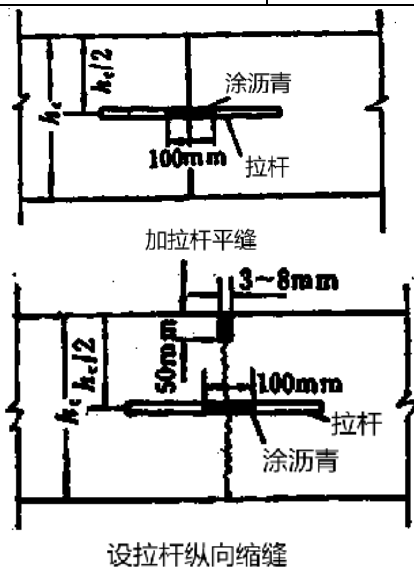
#### (一) 模板及其架设与拆除

2. 支模前在基层上应进行模板安装及摊铺位置的测量放样，核对路面标高、面板分板、胀缝和构造物位置。

3. 纵横曲线路段应采用短模板。

#### (七) 纵向接缝设置与施工

纵缝	分类	设置要求	构造形式
	纵向施工缝	一次铺筑宽度小于路面宽度	设拉杆平缝型
	纵向缩缝（假缝）	一次铺筑宽度大于4.5m	设拉杆假缝型



#### (八) 横缝设置与施工

横缝	分类	构造形式
	横向施工缝	设传力杆平缝型、设拉杆企口缝型
	横向缩缝	设传力杆假缝型和不设传力杆假缝
	横向胀缝	真缝传力杆

#### (十) 混凝土路面养护

2.养护时间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%，应特别注重前 7d 的保湿（温）养生。一般养生天数宜为 14~21d，高温天不宜小于 14d，低温天不宜小于 21d。掺粉煤灰的混凝土路面，最短养护时间不宜少于 28d，低温天应适当延长。

3.混凝土板养生初期，严禁人、畜、车辆通行，在达到设计强度 40%后，行人方可通行。面板达到设计弯拉强度后，方可开放交通。

### **1B412051 无机结合料基层裂缝的防治**

#### 一、原因分析

- 1.混合料中石灰、水泥、粉煤灰等比例偏大；集料级配中细料偏多，或石粉中塑性指数偏大。
- 2.碾压时含水量偏大。
- 4.碎石中含泥量较高。
- 5.路基沉降尚未稳定或路基发生不均匀沉降。

### **1B412054 水泥混凝土路面裂缝的防治**

#### 一、原因分析

##### （一）横向裂缝

- 1.混凝土路面切缝不及时。
- 2.切缝深度过浅。
- 3.混凝土路面基础发生不均匀沉陷。
- 4.混凝土路面板厚度与强度不足。
- 5.水泥干缩性大；混凝土配合比不合理，水胶比大；材料计量不准确；养护不及时。
- 6.混凝土施工时，振捣不均匀。

##### （三）龟裂

- 1.混凝土浇筑后，表面没有及时覆盖。

2.混凝土拌制时水胶比过大；模板与垫层过于干燥，吸水大。

3.混凝土配合比不合理，水泥用量和砂率过大。

4.混凝土表面过度振捣或抹平。

### 三、治理措施

#### (一) 横向裂缝

1.当板块裂缝较大，咬合能力严重削弱时，应局部翻挖修补，先沿裂缝两侧一定范围画出标线，最小宽度不宜小于1m，标线应与中线垂直，然后沿缝锯齐，凿去标线间的混凝土，浇筑新混凝土。

#### (三) 龟裂

1.如混凝土在初凝前出现龟裂，可采用镬刀反复压抹或重新振捣的方法来消除，再加强湿润覆盖养护。

## 1B413000 公路桥梁工程

### 1B413010 桥梁的构造

#### 三、桥梁的分类

按结构体系划分	基本体系	(1) 梁式桥 (2) 拱桥 (3) 刚架桥 (4) 悬索桥
	组合体系	(1) 连续刚构 (2) 梁、拱组合体系 (3) 斜拉桥

### 1B413012 桥梁基础分类和受力特点

#### 三、沉井

沉井基础刚度大，有较大的横向抗力，抗振性能可靠，尤其适用于竖向和横向承载力大的深基础。

#### 四、地下连续墙

地下连续墙可用于除岩溶和地下承压水很高处的其他各类土层中施工。

## 1B413013 桥梁下部结构分类和受力特点

### 一、桥梁下部结构分类

#### (一) 重力式墩、台

重力式桥墩与重力式桥台适用于地基良好的大、中型桥梁，或流冰、漂浮物较多的河流中。

拱桥重力式桥墩分为普通墩与制动墩，制动墩要能承受单向较大的水平推力，防止出现一侧的拱桥倾塌，因而尺寸较厚实。

## 1B413015 桥梁计算荷载

### 一、桥梁设计作用的分类

公路桥涵设计采用的作用分为永久作用、可变作用和偶然作用和地震作用四类。

21	偶然作用	船舶的撞击作用
22		漂流物的撞击作用
23		汽车撞击作用
24	地震作用	地震作用

## 1B413020 常用模板、支架和拱架的设计与施工

### 1B413021 常用模板、支架和拱架的设计

#### 二、模板、支架和拱架的设计

##### (二) 设计荷载

1.计算模板、支架和拱架时，应考虑下列荷载并按表 1B413021-1 进行荷载组合：

模板结构名称	荷载组合	
	计算强度用	验算刚度用
梁、板和拱的底模板以及支承板、支架及拱等	(1) + (2) + (3) + (4) + (7) + (8)	(1) + (2) + (7) + (8)
缘石、人行道、栏杆、柱、梁、板、拱等的侧模板	(4) + (5)	(5)
基础、墩台等厚大建筑物的侧模板	(5) + (6)	(5)

### 1B413022 常用模板、支架和拱架的施工

#### 二、支架、拱架的制作及安装

### (三) 支架、拱架制作安装

7.应通过预压的方式，消除支架地基的不均匀沉降和支架的非弹性变形并获取弹性变形参数，或检验支架的安全性。预压荷载宜为支架需承受全部荷载的 1.05 ~ 1.10 倍，预压荷载的分布应模拟需承受的结构荷载及施工荷载。



### 三、模板、支架和拱架的拆除

#### (一) 拆除期限的原则规定

1.模板、支架和拱架的拆除期限应根据结构物特点、模板部位和混凝土所达到的强度来决定。

(1) 非承重侧模板一般应在混凝土抗压强度达到 2.5MPa 时方可拆除侧模板。

(3) 钢筋混凝土结构的承重模板、支架，应在混凝土强度能承受其自重荷载及其他可能的叠加荷载时，方可拆除。

#### (二) 拆除时的技术要求

3.卸落支架和拱架应按拟定的卸落程序进行，分几个循环卸完，卸落量开始宜小，以后逐渐增大。在纵向应对称均衡卸落，在横向应同时一起卸落。

(3) 简支梁、连续梁宜从跨中向支座依次循环卸落；悬臂梁应先卸挂梁及悬臂的支架，再卸无铰跨内的支架。

## **1B413030 钢筋与混凝土施工技术**

### **1B413031 钢筋工程施工**

#### 一、一般规定

钢筋应具有出厂质量证明书和试验报告单，进场时除应检查其外观和标志外，尚应按不同的钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批抽取试样进行力学性能检验。

### **1B413032 混凝土工程施工**

#### 三、混凝土的拌制与运输

7.混凝土运至浇筑地点后发生离析、严重泌水或坍落度不符合要求时，应进行第二次搅拌。

二次搅拌时不得任意加水，确有必要时，可同时加水、相应的胶凝材料 and 外加剂以保持其原水胶比不变。

#### 四、混凝土的浇筑

2.自高处向模板内倾卸混凝土时，为防止混凝土离析，应符合下列规定：

(2)当倾落高度超过 2m 时，应通过串筒、溜管或振动溜管等设施下落；倾落高度超过 10m 时，应设置减速装置。

#### 六、大体积混凝土施工

1.大体积混凝土选用原材料和进行配合比设计时，应符合下列规定：

- (1)宜选用低水化热和凝结时间长的水泥品种。
- (2)在保证混凝土强度、和易性及坍落度要求的前提下，减少单方混凝土的水泥用量。
- (3)大体积混凝土进行配合比设计及质量评定时，可按 60d 龄期的抗压强度控制。

2.大体积混凝土的浇筑、养护和温度控制应符合下列规定：

(1)对大体积混凝土进行温度控制时，应使其内部最高温度不大于 75℃、内表温差不大于 25℃。



(3) 分层浇筑时，在上层混凝土浇筑之前应对下层混凝土的顶面作凿毛处理，且新浇混凝土与下层已浇筑混凝土的温差宜小于 20℃，并应采取措施将各层间的浇筑间歇期控制在 7d 以内。

(4) 分块浇筑时，块与块之间的竖向接缝面应平行于结构物的短边，并应在浇筑完成拆模后按施工缝的要求进行凿毛处理。

(5) 大体积混凝土的浇筑宜在气温较低时进行。

### **1B413033 预应力混凝土工程施工**

#### **一、预应力材料保护及预应力管道**

9.锚具、夹具和连接器进场时，除应按出厂合格证和质量证明书核查锚固性能类别、型号、规格及数量外，还应按下列规定进行验收：

- (1) 外观检查
- (2) 硬度检验
- (3) 静载锚固性能试验

#### **三、施加预应力**

##### **(一) 机具及设备要求**

2.张拉用的千斤顶与压力表应配套标定、配套使用，标定应在经国家授权的法定计量技术机构定期进行，标定时千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。

##### **(三) 张拉应力控制**

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的差值应控制在 6%以内。

3.预应力筋的理论伸长值 $\Delta L_L$  (mm) 计算：

$$\Delta L = \frac{P_p L}{A_p E_p}$$

式中  $P_p$ ——预应力筋的平均张拉力 (N)

$L$ ——预应力筋的长度 (mm) ;

$A_p$ ——预应力筋的截面面积 (mm<sup>2</sup>) ;

$E_p$ ——预应力筋的弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>) 。

4.预应力筋张拉的实际伸长值 $\Delta L$  (mm)

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

式中:

$\Delta L_1$ ——从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值 (mm) ;

$\Delta L_2$ ——初应力以下的推算伸长值 (mm) , 可采用相邻级的伸长值。

## **1B413040 桥梁基础工程施工技术**

### **1B413041 明挖扩大基础施工**

#### 二、基坑开挖

##### 2.坑壁有支撑的基坑

###### (1) 挡板支护

基坑开挖深度不宜大于 4m,在渗水量不大的情况下,可用槽钢正反扣搭,组成挡板。也可采用 H 型钢、工字钢打入地基一定深度。

地下水位较高,基坑开挖深度为 5~10m 时,宜用锁口钢板桩或锁口钢管桩。

#### 三、基坑排水

方法	适用条件
集水坑排水法	除严重流沙外，一般情况下均可适用。
井点降水法	适用于粉、细砂、地下水位较高、有承压水、挖基较深、坑壁不易稳定的土质基坑，在无砂的粘质土中不宜使用。
板桩法、沉井法、帷幕法	土质渗透性较大、挖掘较深的基坑

#### 四、基底检验和基底处理

##### 1.基底检验

- ①基底平面位置、尺寸大小、基底标高
- ②检查基底土质均匀性、地基稳定性及承载力
- ③基底处理和排水情况
- ④施工日志及有关试验资料

##### 2.基底处理

基底处理的主要方法有：换填土法、桩体挤密法、砂井法、袋装砂井法、预压法加固地基、强夯法、电渗法、振动水冲法、深层搅拌桩法、高压喷射注浆法、化学固化剂法等。对于一般软弱地基土层加固处理方法可归纳为四种类型，即

- (1) 换填土法 (2) 挤密土法
- (3) 胶结土法 (4) 土工聚合物法

#### **1B413042 桩基础施工**

##### 二、钻孔灌注桩施工

##### 2.钻孔灌注桩施工的主要工序

###### 1) 埋设护筒

护筒作用：能稳定孔壁、防止坍孔，还有隔离地表水、保护孔口地面、固定桩孔位置和起到钻头导向作用等。

###### 2) 泥浆制备

钻孔泥浆具有浮悬钻渣、冷却钻头、润滑钻具，增大静水压力，并在孔壁形成泥皮，隔断孔内外渗流，防止坍孔的作用。

对大直径或超长钻孔灌注桩，泥浆的选择应根据钻孔的工程地质情况、孔位、钻机性能、泥浆材料条件等确定。

### 三、挖孔桩施工

岩溶地区和采空区不宜采用人工挖孔施工。

#### 2.挖孔桩施工的安全要求

(3) 桩孔内的作业人员必须戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋，安全绳必须系在孔口。

(5) 孔深大于 10m 时，必须采取机械强制通风措施。

(6) 孔深不宜超过 15m，孔径不宜小于 1.2m。孔深超过 15m 的桩孔内应配备有效的通信器材，作业人员在孔内连续作业不得超过 2h；桩周支护应采用钢筋混凝土护壁，护壁上的爬梯应每间隔 8m 设一处休息平台。孔深超过 30m 的应配备作业人员升降设备。

## 1B413043 沉井施工

### 二、沉井制作

#### 1.就地制作

在水中筑岛应符合下列规定：

(1) 筑岛的尺寸应满足沉井制作及抽垫等施工的要求，对无围堰的筑岛，应在沉井周围设置不小于 1.5m 宽的护道。

### 三、沉井浮运与就位

#### 1.沉井浮运、就位前应做好以下准备

(1) 应制订专项施工技术方案，并应对沉井的定位系统以及浮运、就位的稳定性进行验算。

各类浮式沉井在下水、浮运前，均应进行水密性检查，对底节尚应根据其工作压力进行水压

试验，合格后方可下水。

(5) 浮式沉井的底节可采用滑道、涨水自浮或直接起吊等方法下水。

#### 四、沉井下沉与着床

##### 1.沉井下沉

(1) 宜采用不排水的方式除土下沉。

(2) 下沉过程中

下沉通过黏土胶结层或沉井自身重力偏轻下沉困难时，可采用井外高压射水、降低井内水位等方法助沉；在结构受力容许的条件下，亦可采用压重或接高沉井等方法助沉；在土层条件适宜的情况下，可采用空气幕、泥浆润滑套等方法助沉。

#### **1B413044 地下连续墙施工**

地下连续墙施工一般包括挖槽、下放钢筋笼、浇注混凝土、和槽段间的连接四个主要工序。

#### 二、施工平台与导墙

##### 2.导墙

(1) 导墙的形式根据土质情况可采用板墙形、□形或倒 L 形，墙体的厚度应满足施工需要。

(4) 导墙分段施工时，段落的划分应与地下连续墙划分的节段错开。

#### **1B413050 桥梁下部结构施工技术**

##### **1B413051 桥梁承台施工**

#### 一、围堰及开挖方式的选择

1.当承台处于干处时，一般直接采用明挖基坑，并根据基坑状况采取一定措施后，在其上安装模板，浇筑承台混凝土。

2.当承台位于水中时，一般先设围堰（钢板桩围堰、套箱围堰、双壁钢围堰等）将群桩围在堰内，然后在堰内河底灌注水下混凝土封底，凝结后，将水抽干，使各桩处于干处，再安装

承台模板，在干处灌筑承台混凝土。

## **1B413060 桥梁上部结构施工技术**

### **1B413061 桥梁上部结构装配式施工**

#### 一、先张法预制梁板

##### (一) 先张法预制梁板工序

先张法预制梁板施工工艺流程：张拉台座准备→穿预应力筋、调整初应力→张拉预应力筋→钢筋骨架制作→立模→浇筑混凝土→混凝土养生→拆模→放松预应力筋→成品存放、运输。

#### 二、后张法预制梁板

##### (一) 后张法预制梁板工序

2. 台座用表面压光的梁（板）筑成，应坚固不沉陷，确保底模沉降 $\leq 2\text{mm}$ ，台座上铺钢板底模或用角钢镶边代作底模。当预制梁跨大于 20m 时，要按规定设置反拱。

13. 按设计要求在两端同时对称张拉，张拉时千斤顶的作用线必须与预应力轴线重合，二端各项张拉操作必须一致。

##### (二) 后张法张拉时的施工要点

1. 张拉时，设计未规定时，混凝土的强度应不低于设计强度等级值的 80%，弹性模量应不低于混凝土 28d 弹性模量的 80%。

13. 压浆时，对曲线孔道和竖向孔道应从最低点的压浆孔压入，由最高点的排气孔排气和泌水。压浆顺序宜先压注下层孔道。

16. 压浆应使用活塞式压浆泵，不得使用压缩空气。压浆应达到孔道另一端饱满和出浆，并应达到排气孔排出与规定稠度相同的水泥浆为止。

#### 三、预制梁（板）的吊装

##### (二) 吊装方法

### 1.自行式吊机架设法

适用条件：平坦无水桥孔的中小跨径预制梁板安装。

### 2.简易型钢导梁架设法

适用条件：地面有水，孔数较多的中小跨径预制梁板安装。

### 3.联合架桥机架设法

采用钢导梁配合墩顶龙门、托架等完成预制梁的安装。适用条件：孔数较多的中型梁板吊装。



### 4.双导梁架桥机架设法

适用条件：孔数较多的重型梁吊装。



### 5.跨墩龙门架架设法

适用条件：无水或浅水河滩，地形相对平坦，孔数较多的中型梁板安装。



## 6.浮运、浮吊架梁

此法要求河流须有适当的水深，以浮运预制梁时不搁浅为准。

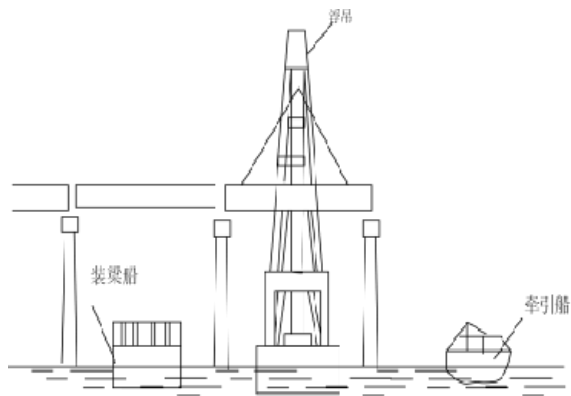


图 5.34 浮吊架梁法

## 1B413062 桥梁上部结构支架及逐孔施工

### 一、支架施工工序

地基处理→支架搭设→模板系统安装→支架加载预压→钢筋、预应力安装→内模安装→混凝土浇筑→混凝土养护→预应力张拉→预应力孔道压浆→落架、模板支架拆除。





秦沈线上采用的碗扣支架

### (一) 地基处理与支架模板施工

4. 支架的卸落设备可根据支架形式选择使用木楔、砂筒、千斤顶、U型顶托等，卸落设备尤其要注意应有足够的强度。

5. 模板：模板由底模、侧模及内模三个部分组成。混凝土的脱模剂应采用清洁的机油、肥皂水或其他质量可靠的脱模剂，不得使用废机油。

## 二、逐孔施工

### (一) 移动支架逐孔现浇施工

连续施工时每孔仅在  $0.2L \sim 0.25L$  附近处 ( $L$  为跨长) 设一道横向工作缝。

按导梁的形式分为前一跨式导梁、前半跨式导梁、前后结合导梁等；

按底模的安拆方式分为平开合式、翻转式等；

按与箱梁的位置和过孔方式分为上行式（上承式）、下行式（下承式）和复合式三种形式。

## 1B413063 桥梁上部结构悬臂施工

### 一、悬臂拼装施工

#### (一) 概述

悬臂拼装施工与悬浇施工具有相同的优点，还具备以下优点：

1. 梁体的预制可与桥梁下部构造施工同时进行，平行作业缩短了建桥周期。
2. 预制梁的混凝土龄期比悬浇法的长，从而减少了悬拼成梁后混凝土的收缩和徐变。
3. 预制场或工厂化的梁段预制生产利于整体施工的质量控制。

## 二、悬臂浇筑施工法

其特点是无须建立落地支架，无须大型起重与运输机具，主要设备是一对能行走的挂篮。



### (四) 悬臂浇筑施工中应注意要点

- 1.主梁各部分的长度应充分考虑主梁的形式、跨径、墩宽、挂篮的形式以及施工周期来确定。
- 2.桥墩顶梁段及桥墩顶附近梁段施工时，可采用托架或膺架为支架就地浇筑混凝土。托架或膺架应经过设计，计算弹性及非弹性变形。
- 3.在梁段混凝土浇筑前，应对挂篮（托架或膺架）、模板、预应力筋管道、钢筋、预埋件、混凝土材料、配合比、机械设备、混凝土接缝处理情况进行全面检查，经确认后方可浇筑。

### (五) 连续梁的合龙、体系转换和支座反力调整

- 1.合龙施工前应对两端悬臂梁段的轴线、高程和梁长受温度影响的偏移值进行观测，并应根据实际观测值进行合龙的施工计算，确定准确的合龙温度、合龙时间及合龙程序。
  - 2.合龙顺序应按设计要求办理，设计无要求时，一般先边跨，后次中跨，再中跨。
- 多跨一次合龙时，必须同时均衡对称地合龙。

合龙时，桥面上设置的所有临时荷载均应与监控单位和设计单位协商决定。



4.合龙时，宜采取措施将合龙口两侧的悬臂端予以临时刚性连接，再浇筑合龙段混凝土。合龙段的混凝土宜在一天中气温最低且稳定的时段内浇筑，浇筑后应及时覆盖洒水养护。

### **1B413064 桥梁上部结构顶推施工**

#### **一、概述**

(三) 顶推法施工工序：预制场准备工作→制作模板与安装钢导梁→顶推设备安装→预制节段→张拉预应力筋→顶推预制节段→管道压浆（循环第四至第七步骤）→顶推就位→放松临时预应力筋及拆除辅助设备→张拉后期预应力筋→管道压浆→落梁与更换支座→桥面工程→验收。

### **1B413066 桥梁上部结构缆索吊装施工**

#### **一、概述**

在峡谷或水深流急的河段上，或在通航的河流上需要满足船只的顺利通行时可选用缆索吊装施工。主要施工设备包括缆索吊机塔架、缆索吊机主索（承重索）、起重索、牵引索、扣索、工作索、风缆、横移索、跑车（天车、骑马滑车）、索鞍和锚碇等。

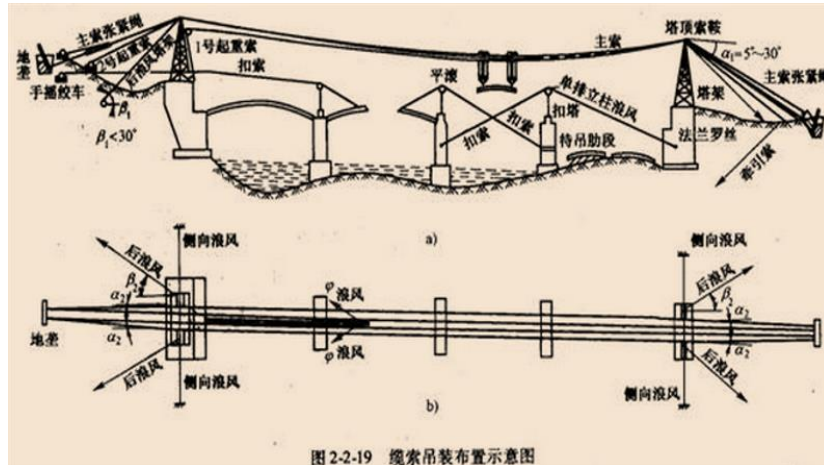


图 2-2-19 缆索吊装布置示意图

## 1B413068 桥梁施工监控

### 一、桥梁监测

监测系统对以下几个方面进行监控：

- (1) 桥梁结构在正常环境与交通条件下运营的物理与力学状态；
- (2) 桥梁重要非结构构件（如支座）和附属设施（如振动控制元件）的工作状态；
- (3) 结构构件耐久性；
- (4) 桥梁所处环境条件等。

## 1B413070 大跨径桥梁施工

### 1B413072 拱桥施工

#### 一、现浇混凝土拱圈

跨径较小的拱圈或拱肋，应按拱圈的全宽从两端拱脚向拱顶对称地连续浇筑混凝土，并应在拱脚混凝土初凝前全部完成。

跨径较大的拱圈或拱肋，应沿拱跨方向分段对称浇筑，分段的位置应以拱架受力对称、均匀和变形小为原则，且宜设置在拱顶、L/4 部位、拱脚及拱架节点等处。

#### 三、装配式混凝土、钢筋混凝土拱圈

##### (四) 钢管混凝土拱

## 2.钢管内混凝土浇筑

一般应采用泵送顶升压注施工，由两拱脚至拱顶对称均衡地一次压注完成。

钢管混凝土的质量检测办法应以超声波检测为主，人工敲击为辅。

### **1B413074 斜拉桥施工**

#### 一、索塔

##### (一) 索塔施工方法及主要设备

1. 裸塔施工宜用爬模法，横梁较多的高塔宜用劲性骨架挂模提升法。

2. 索塔施工主要机械设备一般安装一台塔吊，一台施工电梯，还有混凝土浇筑设备、供水设备及混凝土养护设备等。



#### 二、混凝土主梁

##### (二) 主梁的施工要点

##### 6. 上部结构施工控制

施工监控测试的主要内容：

①变形②应力③温度

斜拉桥的施工控制宜遵守以下原则：在主梁悬臂施工阶段以高程控制为主；二期恒载施工阶段以控制索力为主。

### **1B413075 悬索桥施工**

#### 一、悬索桥分类及施工内容

##### (一) 悬索桥分类

按主缆锚固方式分为地锚式和自锚式悬索桥。

按主缆线形分为双链式和单链式悬索桥。

按悬吊方式分为竖直吊索、三角斜吊索、竖直和斜吊索混合式、悬吊-斜拉组合体系悬索桥。



#### 四、主缆施工

主要施工程序：牵引系统→猫道→主缆架设→紧缆→索夹安装与吊索架设。

### 1B413080 桥梁工程质量通病及防治措施

#### 1B413085 悬臂浇筑钢筋混凝土箱梁的施工（挠度）控制

##### 二、防治措施

1.对挂篮进行加载试验。

3.温度控制。

4.挠度观测：在一天中温度变化相对小的时间，在箱梁的顶底板布置测点，测立模时、混凝土浇筑前、混凝土浇筑后、预应力束张拉前、预应力束张拉后的标高。

5.应力观测。

### 1B414000 隧道工程

#### 1B414010 隧道围岩分级与隧道构造

#### 1B414011 隧道围岩分级

##### 一、公路隧道围岩分级

围岩级别	围岩或土体主要定性特征	围岩基本质量指标 BQ
I	坚硬岩（饱和抗压极限强	>550

	Rb>60MPa) , 岩体完整, 巨块状或巨厚层状整体结构	
II	坚硬岩 (Rb>30MPa) , 岩体较完整, 块状或厚层状结构较坚硬岩, 岩体完整, 块状整体结构	550-451
III	坚硬岩, 岩体较破碎, 巨块 (石) 碎 (石) 状镶嵌结构较坚硬岩或较软硬质岩, 岩体较完整, 块状体或中厚层状结构	450-351

### 1B414010 隧道围岩分级与隧道构造

围岩级别	围岩或土体主要定性特征	围岩基本质量指标BQ
IV	坚硬岩, 岩体破碎, 碎裂 (石) 结构 较坚硬岩, 岩体较破碎—破碎, 镶嵌碎裂结构 较软岩或软硬岩互层, 且以软岩为主, 岩体较完整—较破碎, 中薄层状结构	350-251
	土体: (1) 压密或成岩作用的粘性土及砂性土 (2) 黄土 (Q <sub>1</sub> , Q <sub>2</sub> ) (3) 一般钙质、铁质胶结的碎、卵石土、大块石土	

V	较软岩, 岩体破碎 软岩, 岩体较破碎—破碎 极破碎各类岩体, 碎、裂状、松散结构 一般第四系的半干硬—硬塑的黏性土 及稍湿至潮湿的一般碎、卵石土、圆砾、角砾土及黄土 (Q <sub>3</sub> 、Q <sub>4</sub> )。非黏性土呈松散结构, 黏性土及黄土呈松软结构	<250
VI	软塑状黏性土及潮湿、饱和粉细砂层、软土等	

### 1B414011 隧道围岩分级

## 二、围岩分级的判定方法

3.围岩详细定级时，如遇下列情况之一，应对岩体基本质量指标 BQ 进行修正：

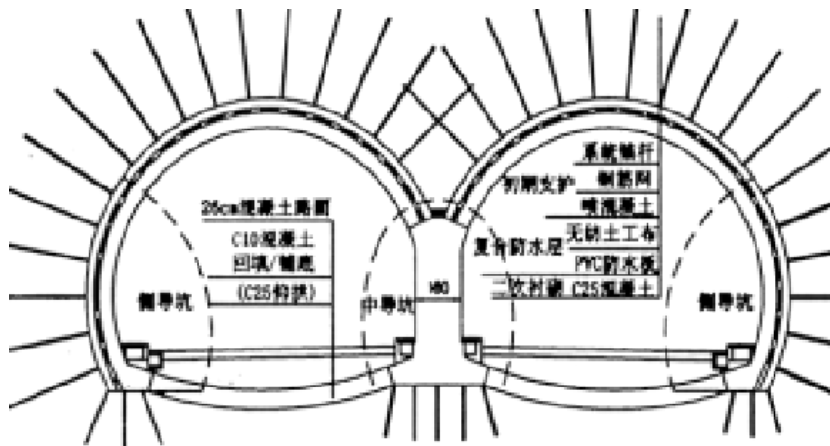
- (1) 有地下水；
- (2) 围岩稳定性受软弱结构面影响，且由一组起控制作用；
- (3) 存在高初始应力。

### 1B414012 隧道的构造

#### 一、洞门类型及构造

#### 三、洞身类型及构造

2.洞身构造：分为一次衬砌和二次衬砌、防排水构造、内装饰、顶棚及路面等。



### 1B414020 隧道地质超前预报和监控量测技术

#### 1B414022 隧道施工监控量测技术

##### 一、监控量测的目的

- 1.掌握围岩和支护的动态信息并及时反馈，指导施工作业。
- 2.通过对围岩和支护的变形、应力量测，为修改设计提供依据。
- 3.分析各项量测信息，确认或修正设计参数。

##### 二、量测内容与方法

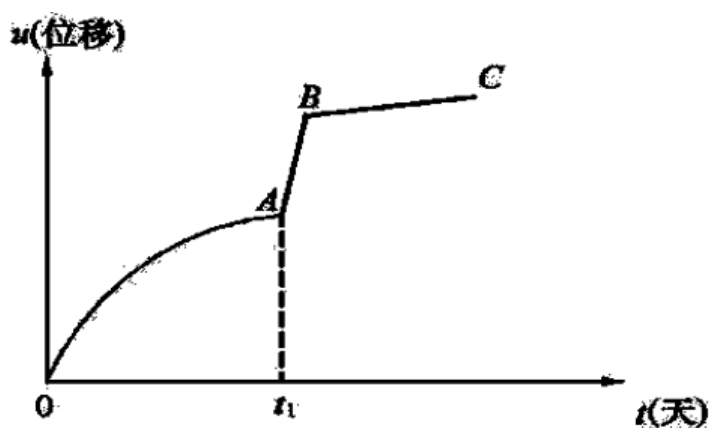


1.量测项目分必测项目和选测项目。隧道施工时必须进行必测项目的量测，选测项目应根据设计要求、隧道断面形状、大小和埋深、围岩条件、周边环境条件、支护类型和参数、施工方法等综合选择。

序号	项目名称	方法及工具	布置
1	洞内、外观察	现场观测、地质罗盘等	开挖及初期支护后进行
2	周边位移	各种类型收敛计、全站仪	每 5~50m-一个断面，每断面 2~3 对测点
3	拱顶下沉	水准测量的方法，水准仪、钢尺等	每 5~50m-一个断面
4	地表下沉	水准测量的方法，水准仪、钢尺等	洞口气段、浅埋段 ( $h_0 \leq 2b$ )

### 三、量测数据处理与应用

3.当位移—时间曲线出现反弯点时，则表明围岩和支护已呈不稳定状态，此时应密切监视围岩动态，并加强支护，必要时暂停开挖。



5.二次衬砌的施作应在满足下列要求时进行：

- (1) 隧道水平净空变化速度及拱顶或底板垂直位移速度明显下降；
- (2) 隧道位移相对值已达到相对位移量的 90%以上。

## 1B414030 公路隧道施工技术

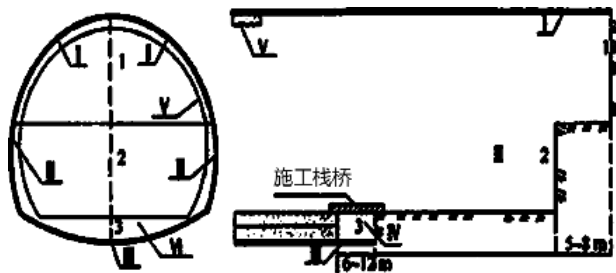
### 1B414032 公路隧道开挖

#### 一、公路隧道主要开挖方式及适用范围

## 1.适用范围

(1) 全断面法适用于 I ~ III 级围岩的中小跨度隧道, IV 级围岩中跨度隧道和 III 级围岩大跨度隧道在采用了有效的预加固措施后, 也可采用全断面法开挖。

(2) 台阶法分为二台阶法、三台阶法。台阶长度宜为隧道开挖跨度的 1 ~ 1.5 倍。台阶法适用于 III ~ V 级围岩的中小跨度隧道, V 级围岩的小跨度隧道在采用了有效的预加固措施后亦可采用台阶法开挖。



I-上台阶开挖; I-上台阶初期支护; 2-下台阶开挖  
II-下台阶初期支护; 3-仰拱开挖; III-仰拱初期支护  
IV-仰拱填充混凝土; V-拱墙混凝土

图4.2.2 二台阶法施工工序示意图

(3) 环形开挖预留核心土法适用于 IV ~ V 级围岩或一般土质围岩的中小跨度隧道, 每循环开挖长度宜为 0.5 ~ 1.0m, 核心土面积不应小于整个断面的 50%。

(4) 中隔壁法 (CD 法) 或交叉中隔壁法 (CRD 法) 适用于围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的场合。

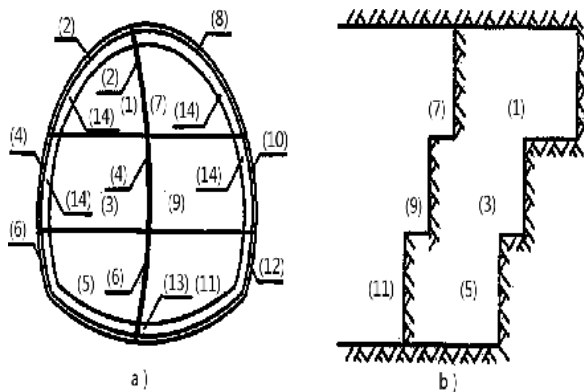
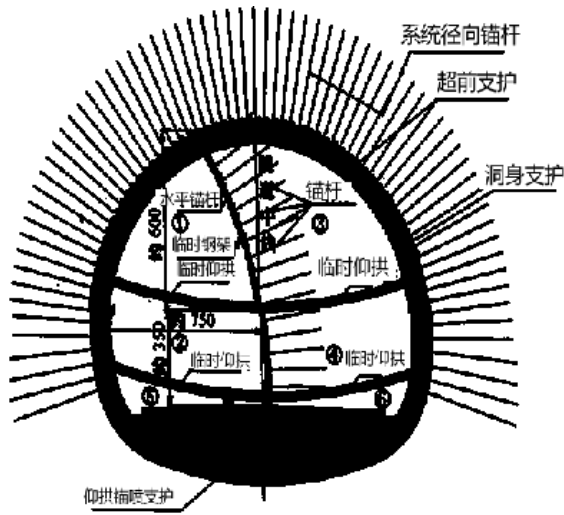


图4-4 中隔壁法 (CD法) 施工工序横断面及纵断面示意图

a) 横断面; b) 纵断面



CRD法施工示意图

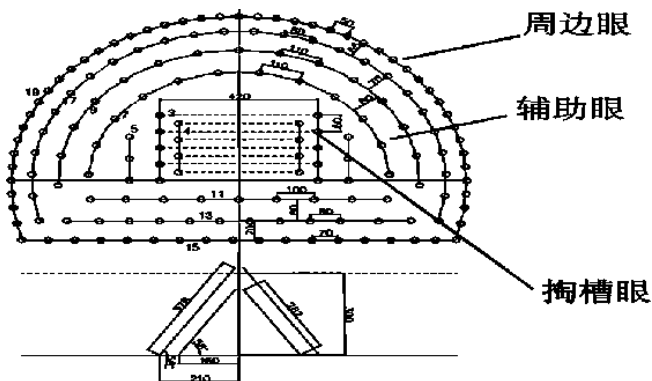
(5) 双侧壁导坑法适用于浅埋大跨度隧道及地表下沉量要求严格而围岩条件很差的情况。



#### 四、钻眼爆破掘进施工技术要点

(三) 炮眼布置和周边眼的控制爆破

掘进工作面的炮眼可分为掏槽眼、辅助眼和周边眼。



#### 4.周边眼的控制爆破

光面爆破顺序：掏槽眼→辅助眼→周边眼；

预裂爆破顺序：周边眼→掏槽眼→辅助眼。

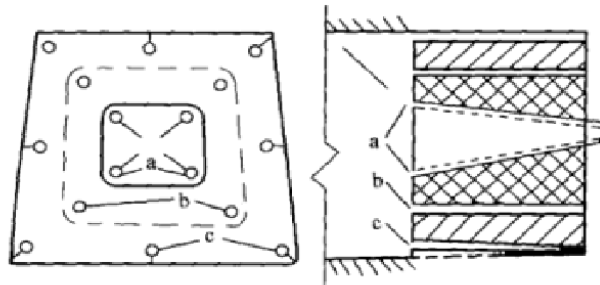


图 8-1 预进爆破炮孔类型  
a-掏槽孔；b-辅助孔；c-周边孔

### 1B414033 隧道支护与衬砌

#### 一、超前支护

##### 1.超前锚杆施工技术要点

超前锚杆主要适用于地下水较少的软弱破碎围岩的隧道工程中。

##### 2.管棚和超前小导管注浆施工技术要点

管棚主要适用于围岩压力来得快、来得大，用于对围岩变形及地表下沉有较严格限制要求的软弱破碎围岩隧道工程中。

#### 二、初期支护

##### (三) 钢支撑

##### 1.钢拱架

这种钢拱架的刚度和强度大，可作临时支撑并单独承受较大的围岩压力，也可设于混凝土内作为永久衬砌的一部分。多设在需要立即控制围岩变形的场合，在 V、VI 级软弱破碎围岩中或处理塌方时使用较多。钢拱架与围岩间的空隙难以用喷射混凝土紧密充填，与喷射混凝土粘结也不好，导致钢拱架附近喷射混凝土出现裂缝。

### 三、模筑混凝土衬砌

#### 3.仰拱和底板施工

(1) 仰拱混凝土超前拱墙混凝土施工的超前距离，宜保持 3 倍以上衬砌循环作业长度。

仰拱施工宜整断面一次成型，不宜左右半幅分次浇筑。

底板混凝土可半幅浇筑，但接缝应平顺，做好防水处理。

(2) 隧道底部（包括仰拱），超挖在允许范围内应采用与衬砌相同强度等级混凝土浇筑；超挖大于规定时，应按设计要求回填，不得用洞渣随意回填，严禁片石侵入衬砌断面（或仰拱断面）。

(3) 仰拱以上的混凝土或片石混凝土应在仰拱混凝土达到设计强度的 70%后施工。

(4) 仰拱和底板混凝土强度达到设计强度 100%后方可允许车辆通行。

### 四、公路隧道施工安全步距要求

	Ⅲ	Ⅳ	V 级及以上
仰拱与掌子面距离	不超过 90	不超过 50	不超过 40
二次衬砌距掌子面距离		不超过 90	不超过 70

#### 1B414034 隧道防水与排水

### 三、注浆防水

#### 2.注浆防水施工要求

(5) 钻孔注浆顺序应由下往上、由少水处到多水处、隔孔钻注。

(6) 预注浆检查孔的渗水量应小于设计允许值，浆液固结达到设计强度后方可开挖。

#### 1B414035 公路隧道通风防尘及水电作业

### 四、供电

#### 1.隧道供电电压应符合以下要求：

(3) 隧道照明，成洞段和不作业地段可用 220V，瓦斯地段不得超过 110V，一般作业地段不宜大于 36V，手提作业灯为 12~24V；

## **1B414040 特殊地段施工**

### **1B414050 隧道工程质量通病及防治措施**

#### **1B414051 隧道水害的防治**

##### 一、原因分析

##### 2.隧道衬砌防水及排水设施不完善

- (1) 原建隧道衬砌防水、排水设施不全。
- (2) 混凝土衬砌施工质量差，蜂窝、孔隙、裂缝多，自身防水能力差。
- (3) 防水层（内贴式、外贴式或中埋式）施工质量不良或材质耐久性差，经使用数年后失效。

## **1B420000 公路工程项目施工管理**

### **1B420010 公路工程项目施工组织与部署**

#### **1B420010 公路工程项目施工组织与部署**

#### **1B420011 公路工程项目施工组织设计的编制**

##### 一、公路工程施工组织设计的主要内容

##### 2.编制依据

##### 3.工程概况。主要包括以下内容：

- ①工程项目的**主要情况**
- ②**施工条件**
- ③**工程施工的特点和难点分析**
- ④**合同特殊要求**

##### 4.施工总体部署

##### 5.主要工程项目的施工方案

- 6.施工进度计划
- 7.各项资源需求计划
- 8.施工总平面图设计
- 9.大型临时工程
- 10.主要分项工程施工工艺
- 11.季节性施工技术措施。

#### 四、公路工程施工组织设计评价与优化

##### (二) 公路工程施工组织设计的优化

##### 2.施工方案的优化

主要包括：施工方法的优化、施工顺序的优化、施工作业组织形式的优化、施工劳动组织优化、施工机械组织优化等。

#### **1B420012 公路工程项目施工部署**

##### 一、公路工程施工部署

##### (一) 项目组织机构设置

公路工程施工项目经理部的组织结构模式一般直线式、职能式、直线职能式、矩阵式。项目经理部一般设置工程技术部、安全管理部、材料设备部、合同经营部、财务部和办公室六个职能部门。在管理层下设置各专业作业队，即作业层，作业队下设作业班组。

##### (四) 确定工程开展顺序

(3) 所有项目施工顺序均应按照“先地下、后地上，先深、后浅，先主体、后附属，先结构、后装饰”的原则进行安排。

#### **1B420020 公路工程进度控制**

##### **1B420021 公路工程进度计划的编制特点**

## 一、公路工程进度计划的主要形式

### 1.横道图

公路工程的进度横道图是以时间为横坐标,以用工程分解结构方法划分的各分部(项)工程或工作内容为纵坐标。公路工程中常常在横道图的对应分项的横线下表示当月计划应完成的累计工程量或工作量百分数,横线上表示当月实际完成的累计工程量或工作量百分数。

### 2.“S”曲线

“S”曲线是以时间为横轴,以累计完成的工程费用的百分数为纵轴的图表化曲线。实际线高于计划线则实际进度快于计划,否则就慢。

### 3.垂直图(也称斜条图、时间里程图)

垂直图是以公路里程或工程位置为横轴,以时间为纵轴。斜率越陡进度越慢,斜率越平坦进度越快。

### 5.网络图

- (1) 工期、关键线路、节点参数、工作参数的计算
- (2) 双代号网络图绘制
- (3) 单代号网络图绘制
- (4) 无时标网络图变时标网络图

## 三、公路工程常用的流水施工组织

### (一) 公路工程常用的流水参数

- 1.工艺参数: 施工过程数, 流水强度;
- 2.空间参数: 工作面 A、施工段 m、施工层;
- 3.时间参数: 流水节拍 t、流水步距 K、技术间歇 Z、组织间歇、搭接时间。

## 1B420030 公路工程项目技术管理



## 1B420033 公路工程施工方案管理

### 三、施工方案的审批流程

#### 1. 施工方案编制、审核和审批

	一般施工方案	重大施工方案
编制	各专业工程师或专业分包单位专业工程师	项目总工程师组织
审核	项目技术部门或专业分包单位技术部门	施工单位技术管理部门组织
论证		必要时施工单位组织专家
审批	项目总工程师或专业分包单位技术负责人	施工单位技术负责人

#### 3. 专家论证：

专家论证会应当由施工单位组织召开，实行施工总承包的，由施工总承包单位组织召开。专家论证主要内容为：

专家论证主要内容为：

- (1) 专项方案内容是否完整、可行；
- (2) 专项方案计算书和验算依据是否符合有关标准规范；
- (3) 安全施工的基本条件是否满足现场实际情况。

## 1B420034 公路工程施工技术交底

### 一、技术交底的分级要求

分级	交底人	接受人
第一级	项目总工	项目各部门负责人及全体技术人员
第二级	项目技术部门负责人或各分部分项工程主管工程师	现场技术人员和班组长
第三级	现场技术员	班组全体作业人员

### 二、技术交底的主要内容

分级	内容
第一级	实施性施工组织设计、技术策划、总体施工方案、重大施工方案
第二级	分部分项工程施工方案
第三级	分部分项工程的施工工序

### 三、技术交底的方法

- 1.施工技术交底以书面的形式进行，可采取讲课、现场讲解或模拟演示的方法。
- 3.负责第二和第三级交底的交底人员在交底前应写出书面材料，并经项目总工审核，交底后应由接受交底的人员签认。

### **1B420037 公路工程项目试验管理**

#### 一、工地试验室人员管理

- 2.工地试验室应保持试验检测人员相对稳定，因特殊情况确需变动的，应由母体检测机构报经建设单位同意，并向项目质监机构备案。

### **1B420040 公路工程施工质量管理**

### **1B420041 公路工程质量控制方法及措施**

#### 一、公路工程质量控制的常用方法

##### (三) 工程质量控制关键点

#### 5.公路工程质量控制关键点

##### 1) 土方路基工程施工中常见质量控制关键点

①施工放样与断面测量。

②路基原地面处理，按施工技术合同或规范规定要求处理，并认真整平压实。

土的最佳含水量是土基达到最大干密度所对应的含水量。测定最佳含水量的试验方法通常

有：①轻型、重型击实试验；②振动台法；③表面振动击实仪法。

压实度是现场干密度和室内最大干密度的比值。其现场密度的测定方法有：①灌砂法；②环

刀法；③核子密度湿度仪法。

##### 2) 路面基层（底基层）施工中常见的质量控制关键点

(2) 路面基层（底基层）所用结合料（如水泥、石灰）剂量。

(3) 路面基层（底基层）材料的含水量、拌合均匀性、配合比。

(5) 如采用级配碎（砾）石还应注意集料的级配和石料的压碎值。

## 8) 桥梁上部结构施工中常见质量控制关键点

### (1) 简支梁桥

①简支梁混凝土的强度控制

②预拱度的控制

③支座预埋件的位置控制

④大梁安装时梁与梁之间高差控制

⑤支座安装型号、方向的控制

⑥梁板之间现浇带混凝土质量控制

⑦伸缩缝安装质量控制

### (2) 连续梁桥

③挂篮悬臂施工：浇筑过程中的线形控制、边跨及跨中合拢段混凝土的裂缝控制。

## 1B420042 公路工程质量检查与检验

分项工程质量检验应按基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料等检验项目分别检查。

对结构安全、耐久性和主要使用功能起决定性作用的检查项目为关键项目，以下叙述以“△”

标识。关键项目的合格率不得低于 95%（机电工程为 100%）；一般项目，合格率应不低

于 80%。

### 一、路基工程质量检验

#### (一) 土方路基工程质量检验

压实度（△）、弯沉值（△）、纵断高程、中线偏位、宽度、平整度、横坡、边坡。

## (二) 填石路基

压实 ( $\Delta$ )、弯沉 ( $\Delta$ )、纵断高程、中线偏位、宽度、平整度、横坡、边坡坡度和平顺度。

## (三) 砌体、片石混凝土挡土墙

3.片石混凝土挡土墙实测项目：混凝土强度 ( $\Delta$ )、平面位置、墙面坡度、断面尺寸 ( $\Delta$ )、顶面高程、表面平整度。

## 二、路面工程质量检验

### (二) 路面基层、底基层的检验

1.稳定土基层和底基层实测项目有：压实度 ( $\Delta$ )、平整度、纵断高程、宽度、厚度 ( $\Delta$ )、横坡、强度 ( $\Delta$ )。

## 二、路面工程质量检验

### (二) 水泥混凝土面层的检验

弯拉强度 ( $\Delta$ )、板厚度 ( $\Delta$ )、平整度、抗滑构造深度、横向力系数 SFC、相邻板高差、纵横缝顺直度、中线平面偏位、路面宽度、纵断高程、横坡、断板率。

## 三、桥梁工程质量检验

### (四) 钢筋加工及安装

受力钢筋间距 ( $\Delta$ )，箍筋、构造钢筋、螺旋筋间距，钢筋骨架尺寸，弯起钢筋位置、保护层厚度 ( $\Delta$ )。

## 三、桥梁工程质量检验

### (十) 悬臂施工梁

1.悬臂浇筑梁的实测项目：混凝土强度 ( $\Delta$ )、轴线偏位、顶面高程、断面尺寸 ( $\Delta$ )、合龙后同跨对称点高程差、顶面横坡、平整度、相邻梁段间错台。

### (十一) 混凝土桥面铺装

1.水泥混凝土桥面铺装实测项目：混凝土强度（△）、厚度、平整度、横坡、抗滑构造深度。

2.沥青混凝土桥面铺装实测项目：压实度（△）、厚度、平整度、渗水系数、横坡、抗滑构造深度。

#### 四、隧道工程质量检验

##### （一）隧道总体质量检验

车行道宽度、内轮廓宽度、内轮廓高度（△）、隧道偏位、边坡或仰坡坡度。

#### 1B420050 公路工程项目安全管理

#### 1B420051 公路工程项目职业健康安全管理体系

##### 一、危险源辨识、评价与控制措施

在确定控制措施或考虑改变现行控制措施时，可考虑按如下顺序选择风险控制方法：

- 1.消除；
- 2.替代；
- 3.工程控制措施；
- 4.标志、警告或管理控制；
- 5.个人防护设备。

#### 四、实施与控制

##### （二）专项方案与安全技术交底

2.《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015），公路工程施工应进行现场调查，应在施工组织设计中编制安全技术措施和施工现场临时用电方案，对危险性较大的工程应编制专项施工方案，并附具安全验算结果，或组织专家进行论证、审查。

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
1	基坑开挖、支护、降水工程	1.开挖深度不小于3m的基坑（槽）开挖、支护、降水工程	1.深度不小于5m的基坑（槽）的土（石）方开挖、支护、降水。

		2.深度小于3m但地质条件和周边环境复杂的基坑(槽)开挖、支护、降水工程	2.开挖深度虽小于5m,但地质条件、周围环境和地下管线复杂,或影响毗邻建(构)筑物安全,或存在有毒有害气体分布的基坑(槽)开挖、支护、降水工程。
--	--	--------------------------------------	--

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
2	滑坡处理和填、挖方路工程	1.滑坡处理。 2.边坡高度大于20m的路堤或地面斜坡坡率陡于1:2.5的路堤,或不良地质地段、特殊岩土地段的路堤。 3.土质挖方边坡高度大于20m、岩质挖方边坡高度大于30m,或不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡。	1.中型及以上滑坡体处理。 2.边坡高度大于20m的路堤或地面斜坡坡率陡于1:2.5的路堤,且处于不良地质地段、特殊岩土地段、特殊岩土地段的路堤。 3.土质挖方边坡高度大于20m、岩质挖方边坡高度大于30m且处于不良地质地特殊岩土地段的挖方边段的挖方边坡。

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
3	基础工程	2.挡土墙基础。 3.沉井等深水基础	2.平均高度不小于6m且面积不小于1200㎡的砌体挡土墙的基础。 3.水深不小于20m的各类深水基础。

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
4	大型临时工程	1.围堰工程。 2.各类工具式模板工程。 3.支架高度不小于5m;跨度不小于10m,施工总荷载不小于10kN/㎡;集中线荷载不小于15kN/m。 5.挂篮。 6.便桥、临时码头。 7.水上作业平台	1.水深不小于10m的围堰工程。 2.高度不小于40m墩柱、高度不小于100m索塔的滑模、爬模、翻模工程。 3.支架高度不小于8m;跨度不小于18m,施工总荷载不小于15kN/㎡;集中线荷载不小于

			20kN/m。 5.猫道、移动模架
--	--	--	----------------------

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
5	桥涵工程	1.桥梁工程中的梁、拱、柱等构件施工。 2.打桩船作业。 3.施工船作业。 4.边通航边施工作业。	1.长度不小于 40m 的预制梁的运输与安装, 钢箱梁吊装。 2.跨度不小于 150m 的钢管拱安装施工。 3.高度不小于 40m 的墩柱、高度不小于 100m 的索塔等的施工。 7.转体施工。

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
6	隧道工程	1.不良地质隧道。 2.特殊地质隧道。 3.浅埋、偏压及邻近建筑物等特殊环境条件隧道。 4.IV 级及以上软弱围岩地段的大跨度隧道。 5.小净距隧道。	1.隧道穿越岩溶发育区、高风险断层、沙层、采空区等工程地质或水文地质条件复杂地质环境; V 级围岩连续长度占总隧道长度 10%以上且连续长度超过 100m; VI 级围岩的隧道工程。 3.埋深小于 1 倍跨度的浅埋地段; 可能产生坍塌或滑坡的偏压地段; 隧道上部存在需要保护的建筑物地段; 隧道下穿水库或河沟地段。 4.IV 级及以上软弱围岩地段跨度不小于 18m 的特大跨度隧道。 5.连拱隧道 6.高瓦斯或瓦斯突出隧道。

### 3.专项施工方案应包括下列主要内容

#### (1)工程概况

- (2)编制依据
- (3)施工计划
- (4)施工工艺技术
- (5)施工安全保证措施
- (6)劳动力计划
- (7)计算书及图纸

### **1B420052 公路工程安全隐患排查与治理**

#### 二、安全生产事故隐患排查的目标及内容

##### (一) “两项达标”

- 1.施工人员管理达标
- 2.施工现场安全防护达标

### **1B420053 公路工程项目应急管理体系**

#### 四、应急预案体系

专项应急预案，是指生产经营单位为应对某一种或者多种类型生产安全事故，或者针对重要生产设施、重大危险源、重大活动防止生产安全事故而制定的专项性工作方案。

现场处置方案，是指生产经营单位根据不同生产安全事故类型，针对具体场所、装置或者设施所制定的应急处置措施。

### **1B420054 公路工程项目安全管理措施**

#### 七、特种设备安全管理措施

2.特种设备使用单位应当在设备投入使用前或者投入使用后 30d 内到设备所在地市以上的特种设备安全监督管理部门办理特种设备使用登记。

#### 八、其他安全管理措施



## 1.触电事故预防管理措施

(2) 施工用电设备数量在 5 台及以上, 或用电设备容量在 50kW 及以上时, 应编制用电组织设计。施工现场临时用电必须符合下列规定:

①采用三级配电系统。

②采用 TN-S 接零保护系统。

③采用二级保护系统。

3.坚持“一机、一闸、一漏、一箱”。

4.雨天禁止露天电焊作业。

## **1B420060 公路工程施工合同管理**

### **1B420062 公路项目施工合同的履行与管理方法**

#### 一、合同文件的优先顺序

1.合同协议书及各种合同附件(含评标期间和合同谈判过程中的澄清文件和补充资料)。

2.中标通知书。

3.投标函及投标函附录。

4.项目专用合同条款。

5.公路工程专用合同条款。

6.通用合同条款。

7.工程量清单计量规则。

8.技术规范。

9.图纸。

10.已标价工程量清单。

11.承包人有关人员、设备投入的承诺及投标文件中的施工组织设计。

12.其他合同文件。

## **1B420064 施工阶段工程变更的管理**

### 二、工程变更的基本类型

- 1.取消合同中任何一项工作。
- 2.改变合同中任何一项工作质量或其他特性。
- 3.改变合同工程的基线、高程、位置或尺寸。
- 4.改变合同中任何一项工作的施工时间或改变已批准的施工工艺或顺序。
- 5.为完成工程需要追加的额外工作。

### 三、变更程序

#### (一) 变更提出

3.承包人收到监理工程师按合同约定发出的图纸和文件,经检查认为其中存在合同约定变更情形的,可向监理工程师提出书面变更建议。监理工程师应与发包人共同研究,确认存在变更的,应在收到承包人书面建议后的 14d 内作出变更指示。

#### (二) 变更的估价原则

- 2.已标价工程量清单中有适用于变更工作的子目的,采用该子目的单价。
- 3.已标价工程量清单中无适用于变更工作的子目、但有类似子目的,可在合理范围内参照类似子目的单价,由监理工程师按合同约定商定或确定变更工作的单价。
- 4.已标价工程量清单中无适用或类似子目的单价,可在综合考虑承包人在投标时所提供的单价分析表的基础上,由监理人按合同约定商定或确定变更工作的单价。
- 5.如果本工程的变更指示是因承包人过错、承包人违反合同或承包人责任造成的,则这种违约引起的任何额外费用应由承包人承担。

## **1B420065 公路项目施工索赔管理**

## 二、共同延误的责任归属原则

### (一) 初始事件原则

(2) 如果初始延误者是发包人原因，则在发包人原因造成的延误期内，承包人既可得到工期延长，又可得到费用补偿。

(3) 如果初始延误者是客观原因，则在客观因素发生影响的延误期内，承包人可得到工期延长，但很难得到费用补偿。

(4) 如果初始延误者是承包人原因，则在承包人原因造成的延误期内，承包人工期补偿和费用补偿均不能得到。

### (二) 不利于承包商原则

(1) 可补偿延误（非承包人责任）与不可原谅延误（承包人责任）同时存在。承包人不能要求工期延长和经济补偿。

(2) 不可补偿延误（客观原因引起）与不可原谅延误（承包人责任）同时存在，承包人无权要求工期延长。

(3) 不可补偿延误（客观原因引起）与可补偿延误（非承包人责任）同时存在，承包人可获得工期延长，但不能要求经济补偿。

(4) 两项可补偿延误同时存在。承包人只能得到一项工期延长或经济补偿。

## **1B420070 公路项目施工成本管理**

## **1B420072 公路项目标后预算编制**

### 三、标后预算编制方法

#### (一) 直接工程费

#### 2.材料费计算

材料预算价格由材料原价、运杂费、场外运输损耗、采购及仓库保管费组成，其中材料原价、

运杂费按不含增值税（可抵扣进项税额）的价格确定。

材料单价=（材料采购单价+运杂费）×（1+场外运输损耗率）×（1+采购及保管费率）-  
包装品回收价值

## **1B420080 公路工程造价管理**

### **1B420081 公路工程工程量清单计价的应用**

#### 二、工程量清单的内容

##### （二）工程量清单的内容

##### 1.前言

（8）工程量清单中的每一子目须填入单价或价格，且只允许有一个报价。

（10）工程量清单中投标人没有填入单价或价格的子目，其费用视为已分摊在工程量清单中其他相关子目的单价或价格之中。承包人必须按监理人指令完成工程量清单中未填入单价或价格的子目，但不能得到结算与支付。

### **1B420084 公路工程施工进度款的结算**

#### 三、合同价款的调整

##### （二）工程价款价差调整的主要方法

##### 1.工程造价指数调整法

##### 2.实际价格调整法

##### 3.调价文件计算法

##### 4.调值公式法

$$P=P_0 (a_0+a_1A/A_0+a_2B/B_0+a_3C/C_0+.....)$$

P—调值后合同价款或工程实际结算款；

P<sub>0</sub>—合同价款中工程预算进度款；

$a_0$ —固定要素，代表合同支付中不能调整部分占合同总价的比重；

$a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ ...—代表各有关费用（如人工费、钢材费用、水泥费用等）在合同总价中所占的比重， $a_0+a_1+a_2+a_3+\dots=1$

$A_0$ 、 $B_0$ 、 $C_0$ ...—与  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  对应的各项费用的基期价格指数；

$A$ 、 $B$ 、 $C$ ...—与  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  对应的各项费用的现行价格指数。

## **1B420085 公路工程合同价款支付**

### 二、各种款项支付的约定

#### （一）预付款

1.在承包人签订了合同协议书并提交了开工预付款保函后，监理工程师应在当期进度付款证书中向承包人支付开工预付款的 70%的价款；在承包人承诺的主要设备进场后，再支付预付款 30%。

## **1B420090 公路工程施工现场临时工程管理**

## **1B420092 预制场布设**

### 一、预制梁场布设

#### （三）场地建设

1.场地建设前施工单位应将梁场布置方案报监理工程师审批，方案内容应包含各类型梁板的台座数量、模板数量、生产能力、存梁区布置及最大存梁能力等。

2.宜采用封闭式管理，场地内应按办公区、生活区、构件加工区、制梁区和存梁区、废料处理区等科学合理设置。生活区应与其他区隔开。

4.场内路面宜做硬化处理，主要运输道路应采用不小于 20cm 厚的 C20 混凝土硬化，基础不好的道路应增设碎石掺石屑垫层。场内不允许积水，四周设置砖砌排水沟，并采用 M7.5 砂浆抹面。

5.预制梁场应尽量按照“工厂化、集约化、专业化”的要求规划、建设，每个预制梁场预制的梁板数量不宜少于 300 片。

8.设置自动喷淋养护设备，预制梁板采用土工布包裹喷淋养护，养护水应循环使用。

#### (四) 预制梁板台座布设

1. 先张法施工的张拉台座不得采用重力式台座，先张法施工的张拉台座应采用钢筋混凝土框架式台座。

4.梁板预制完成后，移梁前应对梁板喷涂统一标识和编号，标识内容包括预制时间、张拉时间、施工单位、梁体编号、部位名称等。

5.设计文件无规定时，空心板叠层不得超过 3 层，小箱梁和 T 梁堆叠存放不超过 2 层。

### **1B420093 拌合站设置**

#### 一、拌和站选址

2、拌和站选址尽量靠近主体工程施工部位，做到运输便利，经济合理；并远离生活区、居民区，尽量设在生活区、居民区的下风向。

#### 二、场地建设

5.拌合站各罐体宜连接成整体，安装缆风绳和避雷设施，每一个罐体应喷涂成统一的颜色，并绘制项目名称及施工单位名称，两者竖向平行绘制。

### **1B420100 公路工程施工机械设备的使用管理**

#### **1B420101 公路工程施工机械设备的生产能力及适用条件**

#### 四、路面机械

##### (一) 沥青混凝土搅拌设备

1.沥青混凝土搅拌设备分类。

按我国目前规范要求，高等级公路建设应使用强制间歇式搅拌设备，连续滚筒式搅拌设备用

于普通公路建设。

## 2. 沥青混合料拌合设备的生产能力

(1) 间歇式设备生产率计算公式：

$$Q_J = \frac{nG_j K_B}{1000} \quad (\text{t/h})$$

式中  $G_j$ ——每拌制一份料的质量 (kg)；

$n$ ——每小时拌制的份数；

$K_B$ ——时间利用系数， $K_B = 0.8 \sim 0.9$ 。

$$n = \frac{60}{t_1 + t_2 + t_3}$$

式中：

$t_1$ ——搅拌器加料时间 (min)；

$t_2$ ——混合料搅拌时间 (min)；

$t_3$ ——成品料卸料时间 (min)。

## (二) 沥青混凝土摊铺机

### 1. 沥青混合料摊铺机的生产能力

$$Q = hBv_o p K_B \quad (\text{t/h})$$

式中  $h$ ——铺层厚 (m)；

$B$ ——摊铺带宽 (m)；

$v_o$ ——摊铺工作速度 (m/h)；

$\rho$  ——沥青混合料密度 ( $t/m^3$ ) ;

$K_B$  ——时间利用系数 (0.75~0.95) 。

#### (六) 稳定土厂拌设备、稳定土拌合机

稳定土拌合机的生产能力由拌合宽度、深度和工作行进速度决定。

#### (七) 沥青场 (站) 设备、工程运输车辆

倾翻式运输车将工程建筑材料运往工地时, 在生产中所用运输车辆数量  $n$  视工程建筑材料的生产能力  $G$  ( $t/h$ )、车辆的载重能力  $G_0$  ( $t$ ) 及运输时间等因素而定, 可按下式计算:

$$n = a \frac{t_1 + t_2 + t_3}{T}$$

式中

$t_1$ ——重载动程时间 ( $min$ ) ;

$t_2$ ——空载动程时间 ( $min$ ) ;

$t_3$ ——在工地卸料和等待的总时间 ( $min$ ) ;

$T$ ——拌制一车混合料所需的时间  $T = 60G_0/G$  ( $min$ ) ;

$a$ ——储备系数, 一般取  $a = 1.1 \sim 1.2$ 。

### 五、桥梁基础施工机械

#### (一) 钻孔设备

#### 3.螺旋钻机、冲击钻机、回转斗钻机

(2) 冲击钻机: , 尤其在卵石、漂石地质条件下具有明显的优点;

4.液压旋挖钻孔机: 适用于除岩层、卵石、漂石地质外的各种土质地质条件。

#### (二) 桩工机械

常用的冲击式打桩机械有: 蒸汽打桩机、柴油打桩机、液压打桩机、振动沉拔桩机、静压沉



桩机等。生产能力由桩锤重量、冲击能量和桩的大小决定。

## 六、桥梁上部施工机械

### (一) 预应力张拉成套设备

预应力张拉成套设备主要由千斤顶、油泵车、卷管机、穿索机和压浆机组成。其能力由张拉千斤顶的吨位和锚具强度决定。

## 1B420102 公路工程主要机械设备的配置与组合

### 一、合理配置施工机械

#### (三) 施工机械的选择方法

4.根据工程量、计划时段内的台班数、机械的利用率和生产率来确定施工机械需要数量，可用公式计算：

$$N = \frac{P}{W_1 Q K_B}$$

式中 N——需要机械的台数；

P——计划时段内应完成的工程量（m<sup>3</sup>）；

W<sub>1</sub> ——计划时段内的台班数；

Q ——机械的台班生产率（m<sup>3</sup> / 台班）；

K<sub>B</sub> ——时间利用系数。

### 二、路基工程主要机械设备的配置

#### (二) 根据作业内容选择施工机械

4.对于土石填筑工程，选择的机械与设备主要有：推土机、铲运机、羊脚碾、压路机、洒水车、平地机和自卸汽车等；

### 四、沥青路面施工的机械配置和组合

### （一）沥青混凝土搅拌设备的配置

沥青混合料拌合厂一般包括原材料存放场地，沥青贮存及加热设备，搅拌设备，试验室及办公用房。高等级公路一般选用生产量高的强制间歇式沥青混凝土搅拌设备。

### 五、水泥混凝土路面施工主要机械设备的配置

混凝土搅拌楼、装载机、运输车、布料机、挖掘机、吊车、滑模摊铺机、整平梁、拉毛养护机、切缝机、洒水车等。

### 六、桥梁工程施工主要机械设备的配置

#### （一）通用施工机械

- 1.常用的有各类吊车，各类运输车辆和自卸车等；
- 2.桥梁混凝土生产与运输机械，主要有混凝土搅拌站、混凝土运输车、混凝土泵和混凝土泵车。

#### （三）上部施工机械

- 3.悬臂施工方法：主要施工设备有吊车、悬挂用专门设计的挂篮设备；
- 4.预制吊装施工方法：主要施工设备有各类吊车或卷扬机、万能杆件、贝雷架等；

另外，对海口大桥的施工需配置相应的专业施工设备，如打桩船、浮吊、搅拌船等。

## **1B430000 公路工程项目施工相关法规及标准**

### **1B431022 公路建设市场管理的相关规定**

#### 一、《公路建设市场管理办法》的主要规定

##### （二）市场主体行为管理

- 1.国家投资的公路建设项目，项目法人与施工、监理单位应当按照国务院交通运输主管部门的规定，签订廉政合同。

### **1B431023 公路建设信用信息管理相关规定**

9.公路施工企业信用评价等级分为 AA、A、B、C、D 五个等级，各信用等级对应的企业评分 X 分别为：

AA 级：95 分 $\leq$ X $\leq$ 100 分，信用好；

A 级：85 分 $\leq$ X $<$ 95 分，信用较好；

B 级：75 分 $\leq$ X $<$ 85 分，信用一般；

C 级：60 分 $\leq$ X $<$ 75 分，信用较差；

D 级：X $<$ 60 分，信用差。

### **1B431024 公路工程设计变更管理相关规定**

2.公路工程设计变更分为重大设计变更、较大设计变更和一般设计变更。重大设计变更由交通部负责审批。较大设计变更由省级交通主管部门负责审批。项目法人负责对一般设计变更进行审查。

1) 有下列情形之一的属于重大设计变更：

- (1) 连续长度 10km 以上的路线方案调整的；
- (4) 互通式立交的数量发生变化的；
- (6) 超过初步设计批准概算的。

2) 有下列情形之一的属于较大设计变更：

- (1)连续长度 2km 以上的路线方案调整的；
- (3)特殊不良地质路段处置方案发生变化的；
- (4)路面结构类型、宽度和厚度发生变化的；
- (7)互通式立交的位置或方案发生变化的；
- (8)分离式立交的数量发生变化的；
- (11)其他单项工程费用变化超过 500 万元的；

(12)施工图设计批准预算的。

## **1B431025 公路工程施工招标投标管理相关规定**

### 一、招标

2.有下列情形之一的公路工程项目，可以不进行招标：

(1) 涉及国家安全、国家秘密、抢险救灾或者属于利用扶贫资金实行以工代赈、需要使用农民工等特殊情况；

(2) 需要采用不可替代的专利或者专有技术；

(3) 采购人自身具有工程施工或者提供服务的资格和能力，且符合法定要求；

(4) 已通过招标方式选定的特许经营项目投资人依法能够自行施工或者提供服务；

(5) 需要向原中标人采购工程或者服务，否则将影响施工或者功能配套要求；

### 二、投标

1.对公路工程施工招标，招标人采用资格预审方式进行招标且评标方法为技术评分最低标价法的，或者采用资格后审方式进行招标的，投标文件应当以双信封形式密封，第一信封内为商务文件和技术文件，第二信封内为报价文件。

2.投标人在投标截止时间前撤回投标文件且招标人已收取投标保证金的，招标人应当自收到投标人书面撤回通知之日起 5 日内退还其投标保证金。

投标截止后投标人撤销投标文件的，招标人可以不退还投标保证金。

## **1B431026 公路工程验收相关规定**

### (二) 公路工程竣工验收

1.竣工验收应具备的条件

(1)通车试运营 2 年以上。

(2)交工验收提出的工程质量缺陷等遗留问题已全部处理完毕，并经项目法人验收合格。

(3)工程决算编制完成，竣工决算已经审计，并经交通运输主管部门或其授权单位认定。

(4)竣工文件已完成全部内容。

(5)档案、环保等单项验收合格，土地使用手续已办理。

(6)各参建单位完成工作总结报告。

(7)质量监督机构对工程质量检测鉴定合格，并形成工程质量鉴定报告。

## 5.竣工验收质量评定

竣工验收工程质量评分采取加权平均法计算，其中交工验收工程质量得分权值为 0.2，质量监督机构工程质量鉴定得分权值为 0.6，竣工验收委员会对工程质量的评分权值为 0.2。

工程质量评分大于等于 90 分为优良，小于 90 分且大于等于 75 分为合格，小于 75 分为不合格。

## 1B432012 公路工程承包人安全责任

2. 建设工程实行施工总承包的，由总承包单位对施工现场的安全生产负总责。分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理，分包单位不服从管理导致生产安全事故的，由分包单位承担主要责任。

## 1B432013 公路工程项目施工安全风险评估

### 二、公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估

#### (一) 评估范围

#### 1.桥梁工程

(2) 跨径大于或等于 140m 的梁式桥，跨径大于 400m 的斜拉桥，跨径大于 1000m 的悬索桥；

(3) 墩高或净空大于 100m 的桥梁工程；

(4) 采用新材料、新结构、新工艺、新技术的特大桥、大桥工程；

- (5) 特殊桥型或特殊结构桥梁的拆除或加固工程;
- (6) 施工环境复杂、施工工艺复杂的其他桥梁工程。

## 2.隧道工程

(1) 穿越高地应力区、岩溶发育区、区域地质构造、煤系地层、采空区等工程地质或水文地质条件复杂的隧道;

(3) 长度 3000m 及以上的隧道工程, VI、V 级围岩连续长度超过 50m 或合计长度占隧道全长的 30%及以上的隧道工程;

(4) 连拱隧道和小净距隧道工程;

### (二) 评估方法

3.评估方法。一般采用风险指标体系法、作业条件危险性分析法等。

### (三) 评估步骤

1.开展总体风险评估

2.确定专项风险评估范围。总体风险评估等级达到Ⅲ级(高度风险)及以上工程应进行专项风险评估。

3.开展专项风险评估

4.确定风险控制措施

### (四) 评估组织与评估报告

1.当被评估项目含多个合同段时,总体风险评估应由建设单位牵头组织,专项风险评估工作仍由合同施工单位具体实施。

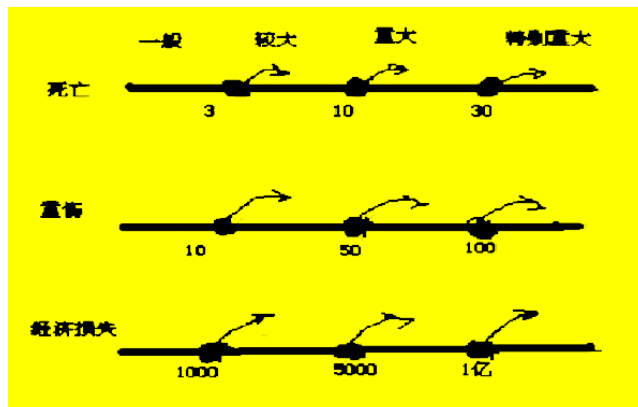
3.报告内容应包括评估依据、工程概况、评估方法、评估步骤、评估内容、评估结论及对策建议等。

## 一、事故分类及等级

(一) 《企业职工伤亡事故分类标准》事故分 20 类:

- 1.物体打击; 2.车辆伤害; 3.机械伤害; 4.起重伤害; 5.触电;
- 6.淹溺; 7.灼烫; 8.火灾; 9.高处坠落; 10.坍塌; 11.冒顶片帮;
- 12.透水; 13.放炮; 14.火药爆炸; 15.瓦斯爆炸; 16.锅炉爆炸;
- 17.容器爆炸; 18.其它爆炸; 19.中毒和窒息。

(二) 根据生产安全事故 (以下简称事故) 造成的人员伤亡或者直接经济损失, 事故一般分为以下等级:



### 1B432014 公路工程施工安全事故报告

## 二、事故报告

2.报告事故应当包括下列内容:

- (1)事故发生单位概况;
- (2)事故发生的时间地点以及事故现场情况;
- (3)事故的简要经过;
- (4)事故已经造成或者可能造成的伤亡人数和初步估计的直接经济损失;
- (5)已经采取的措施;

### 1B432020 公路工程质量管理的有关规定

## 1B432022 公路工程质量事故管理的规定

### 一、公路工程质量事故的等级划分

根据直接经济损失或工程结构损毁情况（自然灾害所致除外），公路水运建设工程质量事故分为特别重大质量事故、重大质量事故、较大质量事故和一般质量事故四个等级；直接经济损失在一般质量事故以下的为质量问题。

事故等级	判断依据
特别重大质量事故	直接经济损失 1 亿元以上
重大质量事故	直接经济损失 5000 万元以上 1 亿元以下；特大桥主体结构垮塌、特长隧道结构坍塌大型水运工程主体结构垮塌、报废
较大质量事故	直接经济损失 1000 万元以上 5000 万元以下；高速公路项目中桥或大桥主体结构垮塌、中隧道或长隧道结构坍塌、路基（行车道宽度）整体滑移；中型水运工程主体结构垮塌、报废
一般质量事故	直接经济损失 100 万元以上 1000 万元以下；除高速公路以外的公路项目中桥或大桥主体结构垮塌、中隧道或长隧道结构坍塌；小型水运工程主体结构垮塌、报废

### 二、公路工程质量事故报告的规定

#### 1. 公路工程质量事故报告的责任人

工程项目交工验收前，施工单位为工程质量事故报告的责任单位；

自通过交工验收至缺陷责任期结束，由负责项目交工验收管理的交通运输主管部门明确项目建设单位或管养单位作为工程质量事故报告的责任单位。

#### 2. 公路工程质量事故报告相关规定

(1) 事故报告责任单位应在接报 2 小时内，核实、汇总并向负责项目监管的交通运输主管部门及其工程质量监督机构报告。