



QQ/微信:  
250889902

1B410000 公路工程施工技术

1B411000 路基工程

1B411012 原地基处理要求

路基范围内的原地基应在路施工前按下列要求进行处理:

1. 稳定的斜坡上, **地面斜坡**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, 台阶的宽度  $\geq 2\text{m}$ 。当基岩面上的覆盖层较薄时, 应先清除覆盖层再挖台阶; 当覆盖层较厚且稳定时, 可予以保留。

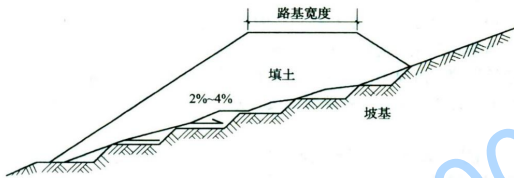


图 3.8.1 坡面路基的处理

2. 地基表层应**碾压**密实。一般土质地段, **高速公路、一级公路和二级公路**路堤基底的压实度(重型)  $\geq 90\%$ ; **三、四级公路**  $\geq 85\%$ 。低路基应对地基表层土进行**超挖、分层回填压实**, 其处理深度  $\geq$  路床深度。 (18 单)
3. 原地面**坑、洞、穴**等, 应在清除沉积物后, 用合格填料分层压实, 压实度应符合规定。
4. 泉眼或露头地下水, 应按设计要求, 采取有效**导排措施**后方可填筑路堤。
5. 填石路堤的基底承载力应满足设计要求。在非岩石地基上填筑填石路堤前, 应按设计要求设**过渡层**。
6. 土石路堤在陡、斜坡地段, 土石路堤靠山一侧应按设计要求, 做好**排水和防渗**处理。

1B411015 填方路基施工

▲ (一) 土质路堤施工技术

1. 土质路堤施工技术

- 1) 土质路堤施工工序主要包括: ①**施工放样**、②**清除表土**、③**填前处理**、④**分层填筑**、⑤**整平**、⑥**碾压**、⑦**整修**等。

2. 土质路堤的填筑技术

(1) 填筑方法

土质路堤填筑常用**推土机、铲运机、平地机、压路机、挖掘机、装载机**等机械按以下几种方式作业:

推土机	适用于 50~100m <b>短距离土或软石</b> 的挖运作业
铲运机	适用于 <b>中短距离</b> 的土体挖运, <b>不适用于潮湿的粘性土和干燥的粉砂土或陡坡路段</b>
平地机	从路线两侧取土、填筑 <b>不高于 1m</b> 的路堤; 修整路堤横断面、旁刷边坡、开挖路槽和边沟、现场拌合、摊铺路基路面材料、清理路肩杂草、冬季清雪、砂石路面养护。
挖掘机	用于各种场合挖掘各种 <b>土体和软石</b>
装载机	挖掘松土、铲土、装载、短距离运土。
压路机	

3. 土质路堤压实施工技术要点

(1) 压实机械对土进行碾压时, 一般以**慢速**效果最好, 除**羊足碾或凸块式碾**外, 压实速度以  $2\sim 4\text{km/h}$  最为适宜。**羊足碾**的速度可以**快些**, 在碾压粘土时最高可达  $12\sim 16\text{km/h}$ , 还不至于影响碾压质量。各种压实机械的作业速度, 应在填方前作试验段碾压, 找出最佳效果的碾压速度, 正式施工时参照执行。

(2) 碾压一段终了时, 宜采取**纵向退行方式继续第二遍碾压**, **不宜**采用掉头方式, 以免因机械调头时搓挤土, 使压实的土被翻松。**故压路机始终要以纵向进退方式**进行压实作业。

(3) 在整个全宽的填土上压实, 宜**纵向分行**进行, **直线段**由**两边向中间**, **曲线段**宜由**曲线的内侧向外侧**。两行之间的接头一般应重叠  $1/4\sim 1/3$  轮迹; 对于三轮压路机则应重叠后轮的  $1/2$ 。

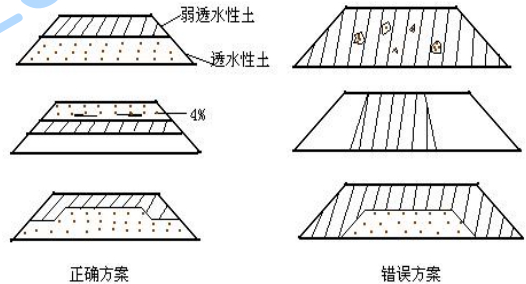
(4) 纵向分段压好以后, 进行第二段压实时, 其在纵向接头处的碾压范围, **宜重叠  $1\sim 2\text{m}$** , 以确保接头处平顺过渡。

4. 土质路堤施工规定

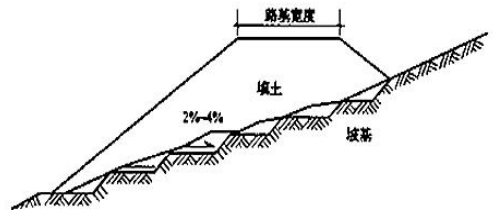
▲ (1) 性质不同的填料, 应**水平分层、分段填筑、分层压实**。同一水平层路堤的全宽应采用**同一填料**, 不得混合填筑。每种填料的填筑层压实后的**连续厚度  $\geq 500\text{mm}$** 。填筑路床顶最后一层, **压实后的厚度  $\geq 100\text{mm}$** 。

(2) 对**潮湿或冻融敏感性**小的填料应填筑在**路堤上层**, 强度较小的填料应**填筑在下层**。再有地下水的路段或临水路基范围内, 宜**填筑透水性好的填料**。

▲ (3) 在**透水性不好的**压实层上填筑透水性较好的填料前, 应在其表面设  **$2\%\sim 4\%$  的双向横坡**, 并采取相应的防水措施。**不得**在由**透水性较好的**填料所填筑的路基边坡上覆盖**透水性不好的**填料。



- (4) 每种填料的**松铺厚度**应通过**试验**确定。
- (5) 每一填筑层压实后的宽度**不得小于**设计宽度。
- (6) 路堤填筑时, 应从**低处**起**分层填筑**, 逐层压实; 当原地面**纵坡大于  $12\%$  或横坡陡于  $1:5$**  时, 应按设计要求挖台阶, 或设置坡度向内并大于  $4\%$ 、宽度大于  $2\text{m}$  的台阶。



(7) 填方分几个作业段施工时, 接头部位如不能交替填筑, 则先填路段, 应按  $1:1$  坡度分层留台阶; 如能交替填筑, 则应分层相互交替搭接, **搭接长度不小于  $2\text{m}$** 。

(二) 填石路堤施工技术 (18 广东)

2. 填筑方法

填筑方法	特点
竖向填筑法	<b>自上往下</b> 倾卸石料, 逐步推进填筑。主要用于 <b>二级及二级以下</b> , 且铺设 <b>低级路面的公路</b> , 也可用于在陡峻山坡施工特别困难或大量以爆破方式挖开填筑的路段; 以及无法自下而上分层填筑的陡坡、断岩、泥沼地区和水中作业的填石路堤。该方法施工 <b>路基压实、稳定问题较多</b> 。
分层压实法	<b>自下而上水平分层</b> , <b>逐层填筑, 逐层压实</b> , 是普遍采用并能保证填石路堤质量的方法。 <b>高速公路、一级公路</b> 和铺设 <b>高级路面</b> 的其他等级公路的填石路堤采用此方法。 填石路堤将填方路段划分为 <b>四级施工台阶、四个作业</b>

	<b>区段</b> ，按施工工艺流程进行分层施工。 <b>四级施工台阶</b> 是：在 <b>路基面</b> 以下 <b>0.5m</b> 为 <b>第一级台阶</b> ， <b>0.5~1.5m</b> 为 <b>第二级台阶</b> ， <b>1.5~3.0m</b> 为 <b>第三级台阶</b> ， <b>3.0m</b> 以下为 <b>第四级台阶</b> 。四个作业区段： <b>填石区段、平整区段、碾压区段、检验区段。</b>
<b>冲击压实法</b>	利用冲击压实机的 <b>冲击碾周期性、大振幅、低频率</b> 地对路基填料进行冲击，压实填方。它具有 <b>分层法连续性的优点</b> ，又具有 <b>强力夯实法压实厚度深</b> 的优点。 <b>缺点</b> 是在 <b>周围有建筑物时，使用受到限制。</b>
<b>强力夯实法</b>	该方法机械 <b>设备简单</b> ，击实效果显著，施工中 <b>不需铺撒细粒料，施工速度快</b> ，有效解决了大块石填筑地基层施工的夯实难题。对 <b>强夯</b> 施工后的表层松动层，采用 <b>振动碾压法</b> 进行压实。

**1B411016 路基季节性施工**

**二、路基冬期施工技术**

在反复冻融地区，昼夜平均温度在**-3℃**以下，**连续10天以上**时，进行路基施工称为路基**冬期施工**。当昼夜平均温度虽然上升到**-3℃**以上，但**冻土**未完全融化时，亦应按冬期施工。

<b>可冬期进行的项目</b>	1. 泥沼地带河湖冻结到一定深度后，如需换土时可趁冻结期挖去原地面的 <b>软土、淤泥层</b> 换填合格的其他填料。 2. 含水量高的 <b>流动土质</b> 、流沙地段的路堑可利用冻结期 <b>开挖</b> 。 3. <b>河滩</b> 地段可利用冬期水位低，开挖 <b>基坑修建防护工程</b> ，但应采取加温保温措施，注意养护。 4. <b>岩石地段的路堑</b> 或半填半挖地段，可进行 <b>开挖</b> 作业
<b>不宜冬期施工的项目</b>	1. 高速公路、一级公路的土路基和 <b>地质不良地区</b> 的 <b>二级以下公路</b> 路堤。 2. 铲除原地面的 <b>草皮</b> 、挖掘填方地段的 <b>台阶</b> 。 3. 整修路基 <b>边坡</b> 。 4. 在河滩 <b>低洼地带</b> 将被水淹的 <b>填土</b> 路堤

**(四) 冬期填筑路堤**

1. 冬期施工的路堤填料，应选用未冻结的砂类土，碎、卵石土，开挖石方的石块石碴等**透水性良好**的土。

2. 冬期填筑路堤，应按横断面全宽**平填**，**每层松厚**应按正常施工减少**20%~30%**，且最大松铺厚度**≤30cm**。压实度不得低于正常施工时的要求。**当天填的土必须当天完成碾压。(16—多)**

3. 当路堤高距路床底面**1m**时，应**碾压密实**后停止填筑。

4. 挖填方交界处，填土低于**1m**的路堤都**不应在冬期**填筑。**(16—多)**

5. 冬期施工取土坑应远离填方坡脚。如条件限制需在路堤附近取土时，取土坑内侧到填方坡脚的距离应不得小于**正常施工**护坡道的**1.5倍**。

6. 冬期填筑的路堤，每层每侧应**超填并压实** **(16—多)**。待冬期后修整边坡削去多余部分并拍打密实或加固。

**(五) 冬期施工开挖路堑表层冻土的方法**

1. **爆破冻土法**：当冰冻深度达**1m**以上时可用此法炸开冻土层。

2. **机械破冻法**：**1m**以下的冻土层可选用专用破冻机械如冻土犁、冻土锯和冻土铲等，予以破碎清除。

3. **人工破冻法**：当**冰冻层较薄，破冻面积不大**，可用日光暴晒法、火烧法、热水开冻法、水针开冻法、蒸汽放热解冻法和电热法等方法胀开或融化冰冻层，并辅以人工撬挖。

**(六) 冬期开挖路堑**

1. 当冻土层被开挖到未冻土后，应**连续作业**，分层开挖，中间停顿时间较长时，应在表面覆雪保温，避免重复被冻。

2. 挖方边坡不应一次挖到设计线，应**预留30cm厚台阶**，待到正常施工季节再削去预留台阶，整理达到设计边坡。

3. 路堑挖至**路床面以上1m**时，**挖好临时排水沟后，应停止开挖并在表面覆以雪或松土**，待到正常施工时，再挖去其余部分。

4. 冬期开挖路堑必须**从上向下**开挖，**严禁从下向上掏空挖“神仙土”**。

(注释：“神仙土”一在没有挖土机的时候，用人工挖土，为了省力，只挖底下部分，使上面的土在下面挖空了后塌方，这样就可以达到省力的目的，但是是一种非常危险的挖土方法。)

5. 每日开工时先挖向阳处，气温回升后再挖背阴处，如开挖时遇地下水源，应及时挖沟排水。

6. 冬期施工开挖路堑的弃土要远离路堑边坡坡顶堆放。**弃土堆高度一般≤3m，弃土堆坡脚到路堑边坡顶的距离一般≥3m，深路堑或松软地带应保持5m以上。**弃摊开整平，严禁把弃土堆于路堑边坡顶上。

**1B411018 特殊路基施工技术**

**一、软土地区路基施工**

**▲2. 竖向排水体(重点)**

**适用条件**：深度大于**3m**的软土地基处理。用于对淤泥质土和淤泥地基进行处理时，**宜与加载预压或真空预压方案联合使用。**

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(圆形套管)，塑料排水板也可用**插板机**施工(宜矩形套管)。宜配置能够检测排水体施工深度的设备。

**1) 材料要求**

(1) 袋装砂井宜选用聚丙烯或其他适宜编织料制成的砂袋，渗透系数应不小于砂的渗透系数。

(2) 砂料宜采用渗透率高的风干中粗砂。

(3) 塑料排水板可采用口琴式、城墙式等断面，应根据打设深度及排水需求选择排水板型号。塑料排水板应具有足够的抗拉强度和垂直排水能力。

**2) 袋装砂井施工规定**

(1) 砂袋入井应采用桩架吊起垂直放入。

(2) 套管起拔时应垂直起吊，防止带出或损坏砂袋；当发生砂袋带出或损坏时，应在**原孔的边缘重新打入。**

(3) 砂袋顶部埋入砂垫层的长度**不应小于0.3m。**

**▲袋装砂井施工工艺流程：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**

(1) 套管桩靴和套管应配合适当，结合紧密、无缝，以免淤泥进入后增大塑料板与套管内壁的摩擦力，导致塑料板回带。可采用**混凝土圆柱靴或金属倒梯形桩靴**。混凝土圆柱靴适用于圆形导管，**金属倒梯形桩靴适用于矩形导管。**

(2) 塑料排水板与桩靴的连接，宜采用穿过桩靴上的固定架之后将板体对折不小于**0.1m**，连同桩靴一起塞入套管的方式。

(3) 塑料排水板需接长时，应采用**滤套内芯板平搭接**的方法。

(4) 塑料排水板顶端埋入砂垫层的长度**不应小于0.5m。**

**▲塑料排水板施工工艺流程：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。**

**1B411050 路基工程质量通病及防治措施(结合题型，分析)**

**1B411053 高填方路基沉降的防治**

**一、原因分析**

1. 路基施工前未认真设置纵、**横向排水系统**或排水系统**不畅通**，长期积水浸泡路基而使地基和路基土承载力降低，导致沉降发生。

2. **原地面处理不彻底**，如未清除草根、树根、淤泥等不良土壤，地基压实度不足等因素，在静、动荷载的作用下，使路基沉降变形。

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。

4. **不良地质路段未予以处理**而导致路基沉降变形。

5. 路基纵、横向填挖**交界处未按规范**要求挖台阶，原状土和填筑土密度不同，衔接不良而导致路基不均匀沉降。

6. 填筑路基时，未全断面范围均匀分层填筑，而是先填半幅，后填另半幅而发生不均匀沉降。

7. 施工中路基土**含水量控制不严**，导致压实度不足，而产生不均匀沉降。



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，而使路面使用不久就破坏。

9. 高填方路基在分层填筑时，**没有按照相关规范要求的厚度**进行铺筑，随意加厚铺筑厚度；**压实机具按规定的碾压遍数压实**时，压实度达不到规范规定的要求，当填筑到路基设计高程时，必然产生累计的沉降变形，在重复荷载与填料自重作用下产生下沉。

10. 路堤填料土质差，**填料中混进了种植土、腐殖土或泥沼土等劣质土**，由于土壤中有机物含量多、抗水性差、强度低等特性的作用，路堤将出现塑性变形或沉陷破坏。

## 二、预防措施

1. 对高填方段应**优先安排施工**，给高填方路堤留有足够的时间施工和沉降。

2. 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。

3. 路堤填筑方式应采用**水平分层填筑**，即按照横断面全宽分层逐层向上填筑。

4. 合理确定路基填筑厚度，分层松铺厚度一般控制在**30cm**。

5. 对于填挖结合部，应彻底清除结合部的松散软弱土质，做好换土、排水和填前碾压工作，按设计要求**从上到下挖出台阶**，清除松方后逐层碾压，确保填挖结合部的整体施工质量。

6. 施工过程中宜进行沉降观测，按照设计要求**控制填筑速率**。

## 1B411054 路基开裂病害的防治

	原因
路基纵向开裂甚至形成错台	1. 清表不彻底，路基基底存在 <b>软弱层或坐落于古河道处</b> 。 2. 沟、塘清淤 <b>不彻底</b> ，回填不均匀或压实度不足。 3. 路基 <b>压实不均</b> 。 4. 旧路利用路段， <b>新旧路基结合部未挖台阶或台阶宽度不足</b> 。 5. 半填半挖路段未按要求设置台阶并压实。 6. 使用渗水性、水稳性差异较大的 <b>土石混合料时</b> ，错误地采用了 <b>纵向分幅填筑</b> 。 7. 高速公路因边坡过陡、 <b>行车渠化</b> 、交通频繁振动而产生滑坡，最终导致纵向开裂
路基横向裂缝	1. 路基填料直接使用了液限大于 50、塑性指数大于 26 的土。 2. 同一填筑层路基 <b>填料混杂</b> ，塑性指数相差悬殊。 3. 填筑 <b>顺序不当</b> ，路基顶填筑层作业段衔接施工工艺不符合规范要求。 4. <b>排水措施不力</b> ，造成积水。
路基网裂	1. 土的塑性指数偏高或为 <b>膨胀土</b> 。 2. 路基 <b>碾压</b> 时土含 <b>水量偏大</b> ，且成型后未能及时覆土。 3. 路基压实后养护不到位， <b>表面失水过多</b> 。 4. 路基 <b>下层土过湿</b> 。

## (二) 预防及治理措施

1. 采用合格的填料，或采取**掺加石灰、水泥改性**处理措施。

2. 选用塑性指数符合规范要求的土填筑路基，控制填土**最佳含水量**时碾压。

3. **加强养护**，避免表面水分过分损失。

4. 认真组织，科学安排，保证设备匹配合理，施工衔接紧凑。

5. 若因**下层土过湿**，应查明其层位，采取**换填土或掺加生石灰粉**等技术措施处治。

## 1B412000 路面工程

## 1B412020 沥青路面的施工技术

## 1B412021 沥青路面结构及类型

## 二、沥青路面分类

### (一) 按技术品质和使用情况分类

1. 沥青混凝土路面；2. 沥青碎石路面；3. 沥青贯入式；4. 沥青表面处治。

### (二) 按组成结构分类

#### 1. 密实——悬浮结构

在采用**连续密级配矿料**配制的沥青混合料。工程中常用的 AC-I 型沥青混凝土就是这种结构的典型代表。

#### 2. 骨架——空隙结构

当采用**连续开级配矿料**与沥青组成沥青混合料。工程中使用的**沥青碎石混合料 (AM)**和**排水沥青混合料 (OGFC)**是典型的骨架空隙型结构。

#### 3. 密实——骨架结构

当采用**间断型密级配矿料**与沥青组成沥青混合料。**沥青玛蹄脂碎石混合料 (SMA)**是一种典型的骨架密实型结构。

### (三) 按矿料级配分类

1. 密级配沥青混凝土混合料。代表类型有**沥青混凝土、沥青稳定碎石**。

2. 半开级配沥青混合料。代表类型有**改性沥青稳定碎石**，用 AM 表示。

3. 开级配沥青混合料。代表类型有**排水式沥青磨耗层混合料**；另有**排水式沥青稳定碎石基层**。

4. 间断级配沥青混合料。代表类型有**沥青玛蹄脂碎石 (SMA)**。

## 1B412023 沥青路面面层施工 (重点)

### 一、热拌沥青混凝土路面施工工艺

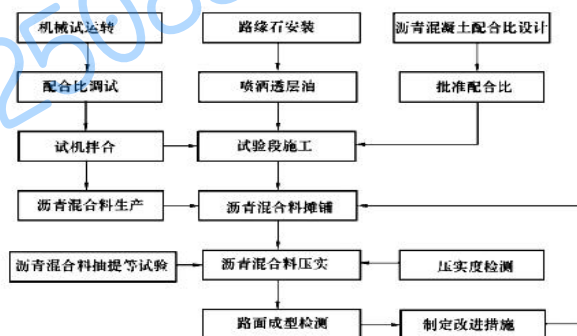


图 1B412023 热拌沥青混凝土路面施工工艺流程图

### 二、施工准备

1. 做好配合比设计报送**监理工程师审批**，对各种原材料进行符合性检验。

2. 各层开工前 14d 在监理工程师批准的现场备齐全部机械设备进行试验段铺筑，以**确定松铺系数、施工工艺、机械配备、人员组织、压实遍数**，并检查压实度，沥青含量，矿料级配，沥青混合料**马歇尔各项技术指标**等。

### 三、沥青混合料的拌和

1. 设置**间歇式**具有密封性能及除尘设备，并有**检测拌和温度**的沥青混凝土拌和站。

2. 拌和站设**试验室**，对沥青混凝土的**原材料和沥青混合料及时进行检测**。

3. 沥青的加热温度控制在规范规定的范围之内，即**150~170℃**。集料的加热温度控制在**160~180℃**；混合料的出厂温度控制在**140~165℃**。当混合料出厂温度过高时应废弃。混合料运至施工现场的温度控制在**120~150℃**。

4. 出厂的混合料须**均匀一致，无白花料，无粗细料离析和结块现象，不符合要求的应废弃**。

### 四、混合料的运输

1. 根据拌和站的产量、运距合理安排运输车辆。

2. 运输车车厢内**保持干净，涂防粘薄膜剂**。运输车配备**遮盖棚布**以防雨和热量损失。

3. **已离析、硬化**在运输车箱内的混合料，低于规定铺筑温度或被**雨淋**的混合料应予以废弃。

### 五、混合料的摊铺

1. 根据路面宽度选用 1~2 台具有自动调节摊铺厚度及找平装置、可加热的振动熨平板，并且运行良好的高密度沥青混凝土摊铺机进行摊铺。

2. **底、中面层**采用**走线法**施工，**表面层**采用**平衡梁法**施工。

3. 摊铺机**均匀行驶**，行走速度和拌和站产量相匹配，以确保所摊铺路面的**均匀不间断**摊铺。在摊铺过程中**不准随意变换速度**，尽量避免中途停顿。

4. 沥青混凝土的摊铺温度根据**气温变化进行调节**。一般正常施工控制在不低于 110~130℃，不超过 165℃，在摊铺过程中随时检查并做好记录。

5. 开铺前将摊铺机的熨平板进行加热至**不低于 65℃**。

6. 采用双机或三机梯进式施工时，相邻两机的间距控制在**10~20m**。两幅应有**5~10cm**宽度的重叠。

7. 在摊铺过程中，随时检查摊铺质量，出现离析、边角缺料等现象时人工及时补撒料，换补料。

8. 在摊铺过程中随时检查高程及摊铺厚度，并及时通知操作手。

9. 摊铺机无法作业的地方，在**监理工程师同意后**采取人工摊铺施工。

## 六、混合料的压实

1. **压路机**采用**2~3**台双轮**双振压路机**及**2~3**台重量**不小于 16t**胶轮压路机组成。

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℃**。边角部分压路机碾压不到的位置，使用**小型振动压路机**碾压。

3. 碾压顺纵向由**低边向高边**按规定要求的碾压速度均匀进行。相邻碾压重叠宽度**大于 30cm**。

4. 采用雾状**喷水法**，以**保证沥青混合料碾压过程中不粘轮**。

5. **不在新铺筑**的路面上进行停机、加水、加油活动，以防各种油料、杂质污染路面。压路机不准停留在已完成但温度尚未冷却至自然气温以下的路面上。

6. 碾压进行中压路机**不得中途停留、转向或制动**，压路机每次由两端折回的位置呈**阶梯形**随**摊铺机向前推进**，使折回处不在同一横断面上，**振动压路机**在已**成型的路面**上行驶时**应关闭振动**。

## 七、接缝处理 (18 单)

1. **梯队作业**采用**热接缝**，施工时将已铺混合料部分留下**20~30cm**宽暂不碾压，作为后摊铺部分的高程基准面，后铺部分完成**立即骑缝碾压**，以**消除缝迹**。

2. 半幅施工**不能采用热接缝时**，采用**人工顺直刨缝或切缝**。铺另半幅前必须将边缘清扫干净，并涂洒少量粘层沥青。摊铺时应重叠在已铺层上**5~10cm**，摊铺后将混合料人工清走。碾压时先在已压实路面行走，碾压新铺层 10~15cm，然后压实新铺部分，再伸过已压实路面 10~15cm，充分将接缝压实紧密。

3. **横接缝的处理方法**：**首先用 3m 直尺检查端部平整度**。不符合要求时，垂直于路中线切齐清除。清理干净后在端部涂粘层沥青接着摊铺。摊铺时调整好预留高度，接缝处摊铺层施工结束后再用 3m 直尺检查平整度。横向接缝的碾压**先用双轮双振压路机**进行横压，碾压时压路机位于已压实的混合料层上伸入新铺层的宽为 15cm，**然后每压一遍向新铺混合料方向移动 15~20cm，直至全部在新铺层上为止，再改为纵向碾压**。

4. **纵向冷接缝上、下层的缝错开 15cm 以上**，**横向接缝**错开**1m 以上**。

## 1B413040 桥梁基础工程施工技术

### 1B413043 沉井施工

#### 一、沉井浮运与就位

位于深水中的沉井，宜采用**浮式沉井**。

1. **沉井在浮运、就位前应做好以下准备工作**：

(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。

(2) 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。

## 二、沉井下沉与着床

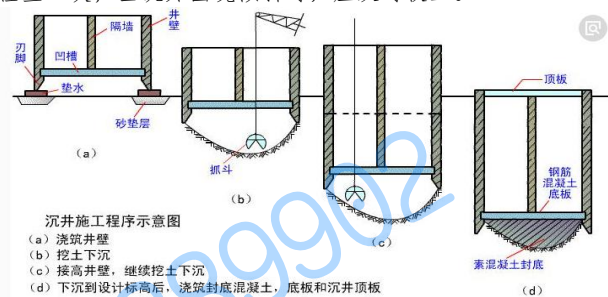
### 1. 沉井下沉

(1) 宜采用**不排水的方式**除土下沉。下沉沉井时，不宜采用爆破方法除土。

(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。

(3) 正常下沉时，应自**井孔中间向刃脚处**均匀**对称**除土。

(4) 下沉时应随时进行纠偏，**保持竖直下沉**，每下沉 1m 至少应检查 1 次；当沉井出现倾斜时，应及时校正。



### 2. 沉井着床

浮式沉井在水中下沉时，除应充分考虑**风力、浮力、水流压力、波浪力、冰压力**等对沉井的作用外，尚应符合下列规定：

(1) 浮运准确定位并接高后，应向**井壁腔格内对称、均衡地灌水**，使沉井迅速落至河床着床。

(2) 沉井下沉到**倾斜岩层**上时，应将岩层表面的松软层或风化层凿去并整平，沉井**刃脚的 2/3 以上**宜嵌搁在岩层上，嵌入深度最小处不宜小于 0.25m，其余未到岩层的刃脚部分，可采用**袋装混凝土**等填塞缺口。对刃脚以内井底岩层的倾斜面，应凿成台阶或榫槽后，**清渣封底**。

### 3. 沉井接高

(1) 接高加重应**均匀、对称**地进行。

(2) 沉井在地面上接高时，井顶露出地面**不应小于 0.5m**。水上沉井接高时，井顶露出水面**不应小于 1.5m**。

## 五、基底检验与沉井封底

### 1. 一般要求

沉井基底检验合格及沉降稳定后，应**及时封底**。不排水下沉的沉井应采用**水下混凝土进行封底**；排水下沉的沉井，可按**普通混凝土的浇筑方法**进行封底。

沉井的混凝土封底厚度应根据基底的水压力和地基土的向上反力经计算确定，且封底混凝土的顶面高度应高出**刃脚根部 0.5m 及以上**。

沉井的水下混凝土封底宜**全断面一次连续灌注**完成。

### 2. 导管法水下混凝土封底

(1) 每根导管开始灌注时所用的混凝土坍落度宜采用**下限**，首批混凝土需要数量应通过计算确定。

(2) 在灌注过程中，导管应随混凝土面升高而逐步提升，导管的埋深宜与导管内混凝土下落深度相适应，且不宜小于表 1B413043-1 的规定；采用多根导管灌注时，导管的埋深不宜小于表 1B413043-2 的规定。

不同灌注深度导管的最小埋深

表 1B413043-1

灌注深度 (m)	≤10	10~15	15~20	>20
导管最小埋深 (m)	0.6~0.8	1.1	1.3	1.5

导管不同间距的最小埋深

表 1B413043-2

导管间距 (m)	≤5	6	7	8
导管最小埋深 (m)	0.6~0.9	0.9~1.2	1.2~1.4	1.3~1.6

(3) 水下混凝土面的最终灌注高度，应比设计值**高出 150mm 以上**。



## 1B413060 桥梁上部结构施工技术

### 三、预制梁（板）的吊装

#### （一）吊装方法

根据施工现场具体情况，选用不同的安装方法。

架设方法	适用条件
自行式吊机	平坦无水桥孔的中小跨径预制梁板安装 一台吊机架设法，吊装应注意起吊绳与梁面的夹角不能太小，一般以 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 为宜，否则，应使用扁担梁。
简易型钢导梁	地面有水，孔数较多的中小跨径预制梁板安装
联合架桥机	采用钢导梁配合墩顶龙门、托架等完成预制梁的安装。适用孔数较多的中型梁板吊装
双导梁架桥机	孔数较多的重型梁吊装
跨墩龙门架	无水或浅水河滩，地形相对平坦，孔数较多的中型梁板安装
浮运、浮吊	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。同时水位应平稳或者涨落有规律，流速及风力不大，河岸能修建适宜的预制梁装卸码头

## 1B413062 桥梁上部结构支架及逐孔施工

### 一、支架施工工序（以现浇箱梁为例叙述）

支架现浇梁单个施工单元施工工艺流程主要包括：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→内膜安装→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。

### 二、逐孔施工

#### （一）移动支架逐孔现浇施工（移动模架法）

当桥墩较高，桥跨较长或桥下净空受到约束时，可以采用非落地支架的移动模架逐孔现浇施工，称为移动模架法。移动模架法适用在多跨长桥，桥梁跨径可达  $20 \sim 70\text{m}$ ，使用一套设备可多次移动周转使用。

移动模架主要由主梁导梁系统、吊架支撑系统、模板系统、移位调整系统、液压电气系统及辅助设施等部分组成。

移动模架结构按行走方式分为自行式和非自行式；

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）悬拼法施工方法

1. 梁段预制方法分长线法及短线法。

	优点	缺点
长线法	由于台座固定可靠，成桥后梁体线性较好	占地较大，地基要求坚实，混凝土的浇筑和养护移动分散
短线法	场地较小，浇筑模板及设备基本不需要移机，可调的底、侧模便于平竖曲线梁段的预制	精度要求高，施工要求严，施工周期相对较长

▲2. 长线法施工工序：预制场、存梁区布置→梁段浇筑台座准备→梁段浇筑→梁段吊运存放、修整→梁段外运→梁段吊拼。

#### （二）梁段的拼接施工

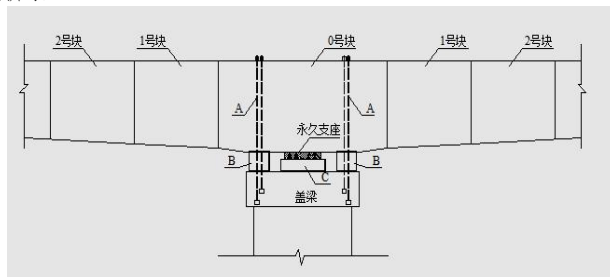
1. 0号块：与悬浇方法相同，将构件支座临时固结，必要时在墩两侧加设临时支架以满足悬拼的施工需要。

#### ▲2. 1号块：

一般采用湿接缝连接。

湿接缝拼装梁段施工程序包括：吊机就位→提升、起吊1号梁段→安设铁皮管→中线测量→丈量湿接缝的宽度→调整铁皮管→高程测量→检查中线→固定1号梁段→安装湿接缝的模板→

浇筑湿接缝混凝土→湿接缝养护、拆模→张拉预应力筋→下一梁段拼装。



#### ▲3. 其他梁段拼装：

采用胶接缝拼装，拼装施工程序包括：吊机就位→起吊梁段→初步定位试拼→检查并处理管道接头→移开梁段→穿临时预应力筋入孔→接缝面上涂胶接材料→正式定位、贴紧梁段→张拉临时预应力筋→放松起吊索→穿永久预应力筋→张拉预应力筋后移挂篮→下一梁段拼装。

#### （三）预制梁悬臂拼装时应注意的要点

1. 节段预制前，应在预制场地建立精密测量的平面控制网和高程控制网，并设置测量控制点、测量塔及靶标。测量控制点应设在远离热源和震动源的位置，且应具有良好的通视条件，必要时应设置备用的测量控制点。（19版教材改动）

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，计算其弹性及非弹性变形。

3. 采用悬臂拼装法修建预应力悬臂梁桥时，应先将梁、墩临时锚固或在墩顶两侧设立临时支承，待全部块件安装完毕后，再撤除临时锚固或支承。

4. 施工前应按施工荷载对起吊设备进行强度、刚度和稳定性验算，其安全系数应不小于2.0，节段起吊安装前，应对起吊设备进行全面安全技术检查，并应分别进行1.25倍设计荷载的静荷和1.1倍设计荷载的动荷起吊试验，经检查及起吊试验符合要求后方可正式进行节段的起吊拼装。

5. 节段悬臂拼装时，桥墩两侧的节段应对称起吊，且应保证桥墩两侧平衡受力，最大不平衡力应符合设计规定。

6. 采用胶接缝拼装的节段，涂胶前应就位试拼。胶粘剂进场后应进行力学性能及作业性能的抽检，其各项性能应满足结构设计及节段拼装施工的要求。节段的匹配面应平整，对尘土、油脂等污染物及松散混凝土、浮浆应清理干净，涂胶前的匹配面应进行干燥处理。（19版教材新增）

7. 胶粘剂宜采用机械拌合，且在使用过程中应连续搅拌并保持其均匀性，胶粘剂应涂抹均匀，覆盖整个匹配面，涂抹厚度不宜超过3mm。对胶接缝施加临时预应力进行挤压时，挤压力宜为0.2MPa，胶粘剂应在梁体的全断面挤出，且胶接缝的挤压应在3h以内完成；当施工时间超过明露时间的70%时，在固化之前应清除被挤出的胶结料。胶粘剂在涂抹和挤压时，应采取对预应力孔道的端口处进行防护，防止胶粘剂进入孔道内。（19版教材新增）

8. 采用胶接缝的节段，在拼装工作结束并经检查符合要求后，应立即施加预应力对接缝进行挤压。湿接缝块件应待混凝土强度达到设计强度等级的80%以上时，才能张拉预应力束。（19版教材新增）

9. 体系转换应按设计顺序进行。

### 二、悬臂浇筑施工（14案例）

#### （一）施工准备

##### 1. 挂篮设计及加工

（1）挂篮按结构形式可分为桁架式、三角斜拉带式、预应力束斜拉式、斜拉自锚式；挂篮按行走方式可分为滑移式和滚动式；挂篮按平衡方式可分为压重式和自锚式。挂篮由主桁架、锚固、平衡系统及吊杆、纵横梁等部分组成。挂篮试拼后，必须进行荷载试验。

（2）挂篮与悬浇梁段混凝土的重量比不宜大于0.5，且挂篮的总重应控制在设计规定的限重之内。

（3）挂篮的最大变形（包括吊带变形的总和）应不大于20mm。

(4) 挂篮在浇筑混凝土状态和行走时的抗倾覆安全系数、自锚固系统的安全系数、斜拉水平限位系统的安全系数及上水平限位的安全系数均不应小于2。

(5) 挂篮制作加工完成后应进行试拼装。挂篮在现场拼装后,应全面检查其安装质量,并应进行模拟荷载试验,符合挂篮设计要求后方可正式投入使用。 (19版教材新增)

2.0号、1号块的施工

对于0号、1号块挂篮没有支撑点或支撑长度不够,一般采用扇形托架浇筑。托架可支撑在桥墩基础承台上或墩身上。托架除须满足承重强度要求外,还须具有一定的刚度。

3、临时固结

临时固结一般采用在支座两侧临时加预应力筋,梁和墩顶之间浇筑临时混凝土垫块。将梁固结在桥墩上,使梁具有一定的抗弯能力。在条件成熟时,再采用静态破碎方法,解除固结。

(二) 悬臂浇筑施工中应注意要点 (19版教材改动较大)

- 1. 挂篮安装时应保证安全、稳定、可靠。
  - (1) 浇筑混凝土时,后端应锚固于已完成的梁段上,后锚和移动架可采取保险锚、保险索或保险手拉葫芦等安全措施。
  - (2) 挂篮组拼后,应全面检查安装质量,并对挂篮进行试压,以消除结构的非弹性变形。挂篮试压的最大荷载一般可按最大悬浇梁段重量的1.3倍考虑。挂篮试压通常采用水箱加压法、试验台加压法及砂袋法。
- 2. 悬臂浇筑施工应对称、平衡,两端悬臂上荷载的实际不平衡偏差不得超过设计规定值。设计未规定时,不宜超过梁段重的1/4。悬臂梁段应全断面一次浇筑完成,并应从悬臂端开始,向已完成梁段推进分层浇筑。
- 3. 悬臂浇筑的施工过程控制宜遵循变形和内力双控的原则,且宜以变形控制为主。悬浇过程中梁体的中轴线允许偏差应控制在5mm以内,高程允许偏差为±10mm。(19版教材新增)
- 4. 挂篮行走前要测定已完成节段梁端标高,并定出箱梁中轴线。
- 5. 挂篮前移时,宜在其后方设置控制其滑动的装置或在滑道上设置止动装置;前移就位后,应立即将后锚固点锁定,防止倾覆。(19版教材新增)
- 6. 对纵向预应力长钢束的张拉,宜通过必要的试验确定其张拉程序和各项参数,张拉持荷时间宜增加1倍;当钢束的伸长值不能满足要求时,可采取补张拉或反复张拉的措施,但张拉应力不得超过设计规定的最大控制应力。横向预应力采用一端张拉时,其张拉端宜在梁两侧交错设置。竖向预应力宜采取反复张拉的方式进行,反复张拉的次数应以钢束的伸长值是否达到要求且是否可靠锚固而定。(19版教材新增)
- 7. 悬臂浇筑一般应全断面一次浇筑成型,如箱梁断面较大需分次浇筑时,除按相关要求处理好施工缝外,还应采取措施消除后浇混凝土的重力引起的挂篮变形,避免现浇混凝土开裂。(19版教材新增)
- 8. 箱梁截面混凝土浇筑顺序应按设计要求进行,若设计无明确要求,一般应按下列顺序进行浇筑:
  - (1) 浇筑混凝土时,必须从悬臂端开始,两个悬臂端应对称均衡地进行浇筑。
  - (2) 浇筑混凝土时,应加强振捣,对于高箱梁混凝土施工,可采用内侧模开仓振捣。
  - (3) 在浇筑混凝土的同时应注意对预应力管道的保护,浇筑后应及时对管道清孔,以利穿束。

(三) 连续梁的合龙、体系转换和支座反力调整 (19版教材改动较大)

- 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。
- 3. 对两端的悬臂梁段采取施加水平推力的方式调整梁体的应力时,千斤顶的施力应对称、均衡。

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。

5. 对预应力混凝土连续梁,合龙后应在规定的时间内尽快拆除墩梁临时固结装置,按设计规定的程序完成体系转换和支座反力调整。

1B414000 隧道工程

1B414020 隧道地质超前预报和监控量测技术

1B414021 隧道地质超前预报

三、公路隧道地质超前预报方法

隧道地质超前预报方法主要有:地质调查法、超前钻探法、物理勘探法(TSP法、TGP法和TRT法)、超前导洞法、水力联系观测。

四、公路隧道地质超前预报的分级 (18单)

- A级:存在重大地质灾害隐患的地段,如大型暗河系统,可溶岩与非可溶岩接触带,软弱、破碎、富水、导水性良好的地层和大型断层破碎带,特殊地质地段,重大物探异常地段,可能产生大型、特大型突水突泥地段,诱发重大环境地质灾害的地段,高地应力、瓦斯、天然气问题严重的地段以及人为坑洞等。
  - B级:存在中、小型突水突泥隐患的地段,物探有较大异常的地段,断裂带等。
  - C级:水文地质条件较好的碳酸盐岩及碎屑岩地段、小型断层破碎带,发生突水突泥的可能性较小。
  - D级:非可溶岩地段,发生突水突泥的可能性极小。
- 不同地质灾害的预报方式可采用:
- 1级预报可用于A级地质灾害。采用地质调查法、地震波反射法、超声波反射法、陆地声纳法、地质雷达法、瞬变电磁法、红外探测法、超前水平钻探法等进行综合预报。
  - 2级预报可用于B级地质灾害。采用地质调查法、地震波反射法、陆地声纳法、超声波反射法,辅以红外探测法、瞬变电磁法、地质雷达法,必要时进行超前水平钻孔。
  - 3级预报可用于C级地质灾害。以地质调查法为主。对重要地质界面、断层或物探异常地段宜采用地震波反射法或超声波反射法进行探测,必要时采用红外探测和超前水平钻孔。
  - 4级预报可用于D级地质灾害。采用地质调查法。

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位、应力量测,修改支护系统设计;
- (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. 在复合式衬砌和喷锚衬砌隧道施工时必须进行必测项目的量测。

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	净空变化	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、铟钢尺等	洞口段、浅埋段(ho≤2b)

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 (18案)

1. 开挖方式

公路隧道的开挖方式主要有全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、中隔壁法、双侧壁导坑法及中导洞法等。

开挖方式	适用范围 (18多)
------	------------



全断面法	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
台阶法	适用于Ⅲ~Ⅴ级围岩的中小跨度隧道，Ⅵ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
环形开挖预留核心土法	适用于Ⅴ~Ⅵ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%
中隔壁法(CD法)	适用于围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的场合
交叉中隔壁法(CRD法)	
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
中导洞法	适用于连拱隧道

四、公路小净距及连拱隧道施工

(一) 小净距隧道施工

常用于洞口地形狭窄或有特殊要求的中、短隧道以及长或特长隧道洞口局部地段。

(二) 连拱隧道施工

连拱隧道主要适用于洞口地形狭窄，或对两洞间距有特殊要求的中、短隧道。连拱隧道按中墙形式不同分为整体式中墙和复合式中墙两种形式。

1. 连拱隧道开挖要求

(1) 连拱隧道开挖宜先贯通中导洞、浇筑中隔壁，然后依次开挖主洞。

(2) 主洞开挖时，左右两洞开挖掌子面错开距离宜大于30m。

(3) 中隔壁混凝土模板宜使用对拉螺杆。

(4) 采用导洞施工时，根据围岩变化情况和监控量测资料及时调整设计与施工方案，导洞宽度宜大于4m。

1B414033 公路隧道支护与衬砌

一、超前支护

预支护技术	技术要点
超前锚杆	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。 超前锚杆宜采用早强砂浆锚杆，锚杆可用不小于φ22的螺纹钢筋
管棚和超前小导管注浆	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。 超前小导管注浆不仅适用于一般软弱破碎围岩，也适用于地下水丰富的松软围岩。但超前小导管注浆对围岩加固的范围和强度是有限的，在围岩条件特别差而变形又严格控制的隧道施工中，超前小导管注浆常常作为一项主要的辅助措施，与管棚结合起来加固围岩。(15)
预注浆加固围岩	预注浆一般可超前开挖面30~50m，它更适用于有压地下水及地下水丰富的地层中。 预注浆加固围岩有洞内超前注浆、地表超前注浆和平导超前注浆三种方式。 对于浅埋隧道，可以从地表向隧道所在区域打辐射状或平行状钻孔注浆；对于深埋长大隧道，可设置平行导坑，由平行导坑向正洞所在区域钻孔注浆。

三、模筑混凝土衬砌

1. 单层衬砌中的现浇整体式混凝土衬砌常用于Ⅱ、Ⅲ级围岩中。

▲2. 复合式衬砌中的二次衬砌，除了起饰面和增加安全度的作用外，也承受了在其施工后发生的外部水压，软弱围岩的蠕变压力，膨胀性地压，或者浅埋隧道受到的附加荷载等。

3. 衬砌施工顺序：下到上、先墙后拱的顺序连续浇筑。在隧道纵向，分段长度一般为8~12m。

项目	要求
衬砌模板施工	①混凝土衬砌模板及支架必须具有足够的强度、刚度和稳定性，模板不凹凸、支架不偏移、不扭曲。 ②浇筑模板混凝土前应将模板内的杂物、积水和钢筋上的油污清除干净；钢模板应涂脱模剂，木模板应用水湿润；模板接缝不应漏浆
主洞模板施工	①隧道主洞模筑混凝土衬砌施工宜采用全断面衬砌模板台车。 ②全断面衬砌模板台车模板应留振捣窗。 ③顶模设置通气孔、注浆管
特殊洞室模板施工	①对车行横洞、人行横洞、紧急停车带等特殊洞室，宜采用移动式模架和拼装模板施工。 ②采用拼装模板施工时，应采用先墙后拱或全断面浇筑，不得采用先拱后墙浇筑
混凝土施工	①采用拼装模板施工时，边墙基础宜结合边墙一次施工完成。 ②边墙基础与边墙分次浇筑时，边墙基础顶面应凿毛、清洗。 ③采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土养护时间不得少于7d，有抗渗要求的混凝土养护时间不得少于14d
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。 (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

1B414050 隧道工程质量通病及防治措施

1B414053 隧道超欠挖的防治 (18广东)

一、原因分析

(一) 测量放样错误或误差较大

(二) 钻孔操作台架就位不准确

(三) 司钻工操作不熟练

(四) 装药量及装药结构不合理

(五) 爆破网路连接不规范

(六) 围岩节理发育，层面倾角小，爆后拱顶呈方形塌落，而未能形成弧形，也会产生超挖。

二、预防措施

(一) 重视钻爆设计

钻爆设计中，对掏槽眼、辅助眼、周边眼的布置和数量，眼孔深度和角度，各眼孔的装药量及装药结构、起爆次序、网路连接等细节均应周密考虑。为减少隧道的超欠挖，应采取光面爆破、预裂爆破或缓冲爆破等技术。

实际上应将平滑度作为衡量超欠挖的重要指标，为此采取以下措施：

1. 应合理选择周边眼的眼距及周边眼的最小抵抗距。

2. 应严格控制周边眼的药量，并采用合理的装药结构。

3. 适当增加开挖断面底部两隅处辅助眼的药量，消除爆破死角，减少角隅处的欠挖。

4. 周边眼一般应同时起爆，即采用同段雷管，围岩差时可分部同时起爆。

1B420000 公路工程项目施工管理

1B420010 公路工程施工组织与部署

1B420012 公路工程项目施工部署

一、公路工程施工部署

总体部署的内容	要点
项目组织机构设置	组织结构模式一般有四种：直线式、职能式、直线职能式、矩阵式。 目前主要采用的组织结构模式有直线式和直线职能式，大型项目可采用矩阵式。

施工段落划分	<p>①段落划分不能过小，也不能过大，应根据单位本身的技术能力、管理水平、机械设备状况结合现场情况综合考虑。</p> <p>②各段落之间工程量基本平衡，投入的人、材、机及技术力量基本一致。</p> <p>③避免造成段落之间的施工干扰。</p> <p>④工程性质相同的地段（如石方、软土段）或施工复杂难度较大而施工技术相同的地段尽可能避免化整为零。</p> <p>⑤保持构造物的完整性，除特大桥外，尽可能不肢解完整的工程构造物。</p>
施工队伍选择与布置	<p>1、施工队伍的布置应根据项目或施工段落划分情况，结合施工作业方式进行。</p> <p>2、一般路基工程可按照工程项目来划分和布置，也可以按照专业作业方式划分。</p> <p>3、一般大型项目按照专业划分若干作业班组进行施工。</p>
施工顺序	<p>包括工艺顺序和组织顺序，其中以组织顺序为主。在确定施工开展顺序时，主要应考虑以下几点：</p> <p>（1）在保证总工期的前提下，实行分期、分批施工。</p> <p>（2）统筹安排各类施工项目施工，保证重点、兼顾其他，确保项目按期完成。</p> <p>（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。</p> <p>（4）考虑施工的季节性影响。</p>
拟定主要项目的施工方案	施工方案的拟订包括 <b>选择施工方法、确定工艺流程、配备施工机械设备、确定需要的临时工程</b> （临时设施）等
主要施工阶段工期分析	根据拟定的施工方案，结合工程量、水文地质条件，分析确定主要施工阶段与关键节点的工期时间，以便于进行总体工期控制。

1B420030 公路工程项目技术管理

1B420033 公路工程施工方案管理

#### 一、施工方案的编制

项目	内容
编制内容 (18案)	<p>(1) 编制依据</p> <p>(2) 工程概况</p> <p>(3) 工艺流程及操作要点、关键技术参数与<b>技术措施</b>等。</p> <p>(4) 施工技术方案设计图</p> <p>(5) 技术方案的主要有关计算书</p> <p>(6) 安全、环保、质量保证、文物保护及文明<b>施工措施</b>。</p> <p>(7) 预案措施</p>
审批流程	<p>(1) 对于一般施工方案，应由<b>施工单位或项目专业工程师</b>编制，项目技术部门组织审核，由项目技术负责人审批。</p> <p>(2) 对于重大施工方案，应由<b>项目技术负责人</b>组织编制，<b>施工单位技术管理部门</b>组织审核，必要时组织相关专家进行论证，由<b>施工单位技术负责人</b>进行审批。</p>
专家论证 (18案)	<p>专家论证会应当由<b>施工单位组织召开</b>，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：</p> <p>(1) 专项方案内容是否完整、可行；</p> <p>(2) 专项方案计算书和验算依据是否符合有关<b>标准规范</b>；</p> <p>(3) 安全施工的基本条件是否满足现场实际情况。</p>

1B420034 公路工程施工技术交底 (18广东)

技术交底的分级要求	<p>第一级：<b>项目总工</b>向项目各部门负责人及全体技术人员进行交底。</p> <p>第二级：<b>项目技术部门负责人</b>或各分部分项工程主管工程师向现场技术人员和班组长进行交底。</p> <p>第三级：<b>现场技术员</b>负责向班组全体作业人员进行技术交底。</p>
技术交底的主要内容	<p><b>第一级交底主要内容</b>为实施性施工组织设计、技术策划、总体施工方案、重大施工方案及超过一定规模的危险性较大的分部分项工程施工方案等。</p> <p><b>第二级交底主要内容</b>为分部分项工程施工方案、危险性较大的分部分项施工方案等。</p> <p><b>第三级交底主要内容</b>为分部分项工程的施工工序等。</p>
技术交底的方法	<p>1. 施工技术交底以书面的形式进行，可采取<b>讲课、现场讲解或模拟演示</b>的方法。</p> <p>2. 负责第一级交底的<b>项目总工</b>在交底前应按照交底内容写出书面材料，交底后应由接受交底的人员履行签字手续。</p> <p>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<b>经项目总工审核</b>，交底后应由接受交底的人员签订。</p>

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

##### (一) 现场质量检查控制

现场工程质量检查分开工前检查、施工过程中检查和分项工程完成后的检查。现场质量检查控制的方法主要有：**测量、试验、观察、分析、记录、监督、总结改进**。

##### (二) 工程质量控制关键点

##### 1. 质量控制关键点的设置

应根据不同管理层次和职能，按以下**原则分级**设置：①施工过程中的**重要项目、薄弱环节**和关键部位。②**影响工期、质量、成本、安全、材料消耗等重要因素的环节**。③新材料、新技术、新工艺的施工环节。④质量信息反馈中**缺陷频数**较多的项目。

##### 2. 公路工程质量控制关键点

项目	控制关键点
准备工作	<p>(1) 施工<b>放样</b>与断面测量。</p> <p>(2) 路基<b>原地面处理</b>，按施工技术合同或规范规定要求处理，并认真整平压实。</p>
材料选择	使用 <b>适宜</b> 材料，必须采用设计和规范规定的适用材料，保证原材料合格，正确确定土的 <b>最大干密度和最佳含水量</b> 。
压实度	<p>①<b>压实设备及压实方案</b></p> <p>②每层的松铺<b>厚度</b>，<b>横坡</b>及填筑速率</p> <p>③分层压实，控制填土的<b>含水量</b>，确保压实度达到设计要求</p>
排水设置	<b>路基纵横向排水</b> 系统设置

**土的最佳含水量**是土基达到**最大干密度**所对应的含水量。根据不同的土的性质，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**。

1B420042 公路工程质量检查与检验 ★

#### 五、质量检验评定

工程质量评定	<p>1. 工程质量评定等级分为<b>合格与不合格</b></p> <p><b>2. 分项工程</b>质量评定合格应符合的规定：(1) 检验记录应完整；(2) 实测项目应合格；(3) 外观质量应满足要求</p> <p><b>3. 分部工程</b>质量评定合格应符合的规定：(1) 评定资料应完整；(2) 所含分项工程及实测项目应合格；(3) 外观质量应满足要求</p> <p><b>4. 单位工程</b>质量评定合格应符合的规定：(1) 评定资</p>
--------	--



料应完整；(2)所含分部工程应合格；(3)外观质量应满足要求

5. 评定为不合格的分项工程、分部工程,经**返工、加固、补强或调测**,满足设计要求后,可**重新进行检验评定**

6. 所含**单位工程合格**,该合同段评定为合格;所含合同段合格,该建设项目评定为合格。

#### 1B420050 公路工程项目安全管理

##### 三、实施与控制

以安全生产责任制为核心,建立健全本单位安全生产规章制度,落实**“一岗双责、党政同责、失责追责”**和**“管行业必须管安全、管业务必须管安全、管生产经营必须管安全”**的“三个必须”原则。体现在计划、布置、检查、总结、评比生产工作的同时,**计划、布置、检查、总结、评比**安全生产工作,即安全管理“五同时”。

##### (一) 专项方案与安全技术交底

1. 施工单位应当依据风险评估结论,对风险等级较高的分部分项工程编制专项施工方案,并附安全验算结果,经**施工单位技术负责人签字**后报**监理工程师**批准执行。

必要时,施工单位应当**组织专家**对专项施工方案进行论证、审核。

分项工程实施前,**施工单位负责项目管理的技术人员**应当按规定对有关安全施工的技术要求向**施工作业班组、作业人员**详细说明,并由双方签字确认。

2. 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。

##### 3. 专项施工方案应包括下列主要内容:

(1) **工程概况**:工程基本情况、施工平面布置、施工要求和技术保证条件。

(2) 编制依据

(3) 施工计划:包括施工进度计划、材料与设备计划。

(4) 施工工艺技术:技术参数、工艺流程、施工方法、检查验收等。

(5) 施工安全保证措施:组织保障、技术措施、应急预案、监测监控等。

(6) 劳动力计划:专职安全管理人员、特种作业人员等。

(7) 计算书及图纸。

#### 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**。(19版教材新增)

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

##### 三、变更程序

##### ▲ (一) 工程变更的审批程序

工程变更通常实行**分级审批**的管理制度。

##### 1. 一般工程变更的审批程序。

提出人(申请)→驻地监理(评估、审查意见)→总监(审定并签变更令)→承包人(施工)→监理和承包人(协商价格、结算)。

(1) 工程变更的**提出人**向**驻地监理工程师**提出工程变更的申请,包括变更的原因、工程变更对造价的影响等分析,必要时附上有关的变更设计资料。

(2) **驻地监理工程师**对变更申请的可行性进行评估,并写出**初步的审查意见**。

(3) **总监理工程师**对驻地监理工程师审查的变更申请进行进一步的**审定**,并签署审批意见。总监理工程师签署**工程变更令**。

##### (18单)

(4) **承包单位**组织变更工程的施工(包括可能的设计工作)。

(5) **监理工程师和承包人**协商确定变更工程的造价及办理有关的结算工作。

**2. 重要工程变更**的审批程序。其审批程序是:监理工程师在下达工程变更令之前,一是要**报业主批准**,二是要同承包人协商确定**变更工程的价格不超过业主批准的范围**。

**3. 重大工程变更**的审批程序。对这些工程变更工作,业主在审批工程变更之前应事先取得**国家计划主管部门**的批准。

各省对工程变更的审批程序会有所不同。

#### 1B420065 公路项目施工索赔管理

##### (二) 不利于承包商原则

不利于承包商原则:在**交叉时段**内,只要出现了承包商的责任或风险,不管其出现次序,亦不论干扰时间的性质,该时段的**责任全部由承包商承担**。

共同延误有以下几种组合:

1. **可补偿延误与不可补偿延误同时存在**。承包人不能要求工期延长和经济补偿。

2. **不可补偿延误与不可原谅延误同时存在**,承包人无权要求工期延长。

3. **不可补偿延误与可补偿延误同时存在**,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。

##### (三) 责任分摊原则

**责任分摊原则**:在交叉时段内的事件由**业主、承包商**共同承担**责任**时,按各干扰事件对**干扰**结果的影响分摊责任,并由**双方共同承担**。

##### (四) 工期从宽、费用从严原则

**工期从宽、费用从严原则**:**工期索赔业主责任优先,费用索赔承包商责任优先**。即:

1. 在多事件检查时段内,对工期索赔,只要存在业主责任或风险,即给予承包商工期补偿。

2. 只要在交叉时段存在承包商责任或风险,则承包商费用索赔均不成立。

3. 只要在交叉时段存在承包商责任,业主索赔成立。

#### 1B420070 公路工程施工成本管理

#### 1B420072 公路项目标后预算编制

##### 一、公路工程标后预算的概念

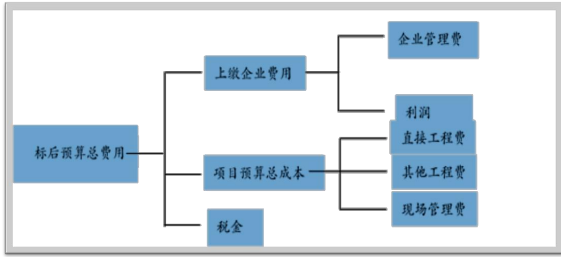
标后预算是在施工企业中标后,施工前编制的施工预算。包括**直接工程费和其他工程费以及现场管理费**。其中直接工程费和其他工程费构成标后预算清单单价。标后预算按照不同的管理阶段,可以分为**项目预算(直接)成本、计划预算(直接)成本、实际预算(直接)成本**等。

项目分类	阶段	成本计算的依据	作用
项目预算(直接)成本	施工准备阶段	根据 <b>企业中标的主合同工程量清单预估的工程数量</b> 和标后预算清单单价计算的预算成本	是 <b>施工企业和项目经理部签订责任书</b> 的主要依据
计划预算(直接)成本	施工过程中	根据 <b>年度生产计划中计划的工程数量</b> 和标后预算清单单价计算的预算成本	是 <b>成本管理中编制成本计划</b> 的依据
实际预算	施工过	根据 <b>年(季、月)度</b>	是企业 <b>考核项</b>

(直接)成本	程中	业主批复的支付证书中累计计量工程量和标后预算清单单价计算的预算成本	目经理部成本管理成效的依据
--------	----	-----------------------------------	---------------

## 二、标后预算的费用构成

### 1. 标后预算总费用构成



### 三、标后预算编制方法

标后预算总费用中的**项目预算总成本**包括**直接工程费、其他工程费与现场管理费**三项。

**直接工程费**是指施工过程中耗费的构成工程实体的和有助于工程形成的各项费用。

直接工程费	人工费	人工费是指直接从事建筑安装的生产工人开支的各项费用。生产工人主要指 <b>钢筋工、混凝土工、辅助工、普工</b> 等
	材料费	材料费是指施工过程中耗用的构成工程实体的各种原材料、辅助材料、构(配)件零件、半成品、成品的用量以及周转材料摊销量,根据工程所在地的 <b>材料市场价格</b> 计算的费用。 <b>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</b>
	机械费	(1) 自有机械 不变费用包括 <b>折旧费、维修费和安装拆卸及辅助设施费</b> 。 可变费用包括: <b>燃、油料费,电费,机驾人员工资,养路费及车船使用税</b> 等。 (2) 租赁机械 如果租赁合同约定机驾人员工资、油料、维修等使用费由 <b>项目经理部</b> 承担
其他工程费		包括 <b>冬季施工增加费、雨季施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费、临时设施费、行车干扰工程施工增加费、施工辅助费、施工标准化与安全措施费、工地转移费</b> 等。
现场管理费		(1) 保险费。 (2) 安全措施费。 (3) 管理人员工资。 (4) 工资附加费。工资附加费包括内容:职工福利费、工会经费、职工教育经费、职工养老统筹、失业保险、住房补贴、医疗保险、提取合计比率。 (5) 指挥车辆使用费 (6) 通讯费、办公费、水电费、差旅交通费、取暖降温费等

## 1B420080 公路工程造价管理

## 1B420084 公路工程施工进度款的结算 ★

### 一、工程价款的主要结算方式

- 按月结算
- 竣工后一次结算
- 分段结算
- 目标结算方式

### 二、合同价款的调整

#### (一) 工程价款价差调整的主要方法

- 工程造价指数调整法
- 实际价格调整法
- 调价文件计算法

### 4. 调值公式法

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

式中 P ——调值后合同价款或工程实际结算款;

$P_0$  ——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;

$a_1、a_2、a_3\dots$  ——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,  $a_0+a_1+a_2+a_3+\dots=1$

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

$A、B、C\dots$  ——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

### 一、各种款项支付的约定

#### (一) 预付款

##### 1. 开工预付款支付的条件

- (1) 承包人和发包人**已签订了施工合同**;
- (2) 承包人已提交了**开工预付款保函**。

##### 2. 材料预付款支付的条件

- (1) 材料、设备**符合规范要求并经监理工程师认可**;
- (2) 承包人**已出具材料、设备费用凭证或支付单据**;
- (3) 材料、设备**已在现场交货**,且存储良好,监理工程师认为材料、设备的存储方法符合要求。

##### 3. 预付款的扣回与还清

(1) 开工预付款在进度付款证书的**累计金额**未达到签约合同价的**30%**之前不予扣回。在**达到签约合同价 30%**之后,开始按工程进度以固定比例(即每完成签约合同价的 1%,扣回开工预付款的 2%)分期从各月的进度付款证书中扣回。全部金额在进度付款证书的累计金额**达到签约合同价的 80%时扣完**。

(2) 当材料、设备已用于或安装在永久工程之中时,材料、设备预付款应从进度付款证书中扣回,**扣回期不超过 3 个月**。

#### (二) 质量保证金的支付(3%)

1. 监理工程师应从**第一个付款周期**开始,在发包人的进度付款中,按项目专用合同条款数据表规定的**百分比扣回质量保证金**,直至扣留的质量保证金总额达到项目专用合同条款数据表规定的限额为止。质量保证金的计算额度**不包括预付款的支付以及扣回的金额**。

#### (三) 农民工工资保证金的支付与返还(19 版教材新增)

1. 承包人应按照项目专用合同条款约定的时间和金额缴存农民工工资保证金。
2. 农民工工资保证金可采用**银行保函或现金、支票形式**。采用银行保函时,出具保函的银行须具有相应担保能力,且按照发包人批准的格式出具,所需费用由**承包人承担**。
3. 农民工工资保证金的**扣留条件、返还时间**按照项目**专用合同条款**的约定执行

#### (四) 其他支付

##### 1. 拖期违约损失赔偿金(违约金)

拖期违约损失赔偿金是因承包人原因,使得工程不能按期完工时,承包人应向业主支付的赔偿金。原则上其赔偿标准**应与业主的损失相当**。一般规定,每逾期 1d 赔偿合同价的**0.01%~0.05%**;同时也规定,赔偿总额不超过**合同价的 10%**。

##### 2. 逾期付款违约金

(1) 监理工程师在收到承包人进度付款申请单以及相应的支持性证明文件后的**14d 内**完成核查,提出发包人到期应支付给承包人的金额以及相应的支持性材料,经发包人审查同意后,由监理工程师向承包人出具经发包人签认的**进度付款证书**。监理工程师**有权扣发**承包人未能按照合同要求履行任何工作或义务的相应金额。

(2) 发包人应在监理工程师收到进度付款申请单后的**28d 内**,将进度应付款支付给承包人。发包人不按期支付的,按专用合同条款的约定支付逾期付款违约金。

承包人向监理工程师**提交交工付款申请单**的份数在项目专用合同条款数据表中约定;期限:交工验收证书签发后**42d 内**。

承包人向监理工程师**提交最终结清申请单**的份数在项目专用合同条款数据表中约定;期限:缺陷责任期终止证书签发后**28d 内**。



最终结清申请单中的总金额应认为是代表了根据合同规定应付给承包人的全部款项的最后结算，否则将支付迟付款息。如果项目专用合同条款规定计复利，则计算公式如下：

$$\text{迟付款利息} = P(1+r)^n - P$$

式中： $P$ ——迟付的人民币或外汇数额；  
 $r$ ——日利率；  
 $n$ ——迟付款天数。

## 1B420090 公路工程施工现场临时工程管理

### 1B420091 项目部驻地建设

#### 二、场地建设

2. 自建房屋最低标准为活动板房，建设宜选用阻燃材料，搭建不宜超过两层。驻地办公区、生活区应采用集中供暖设施，严禁电力取暖。（18单）

#### 三、硬件实施

项目部一般设项目经理室（书记办公室）、项目总工程师办公室、项目副经理室办公室、各职能部门办公室、档案室、试验室、会议室等。

### 1B431023 公路建设信用信息管理相关规定

#### 二、公路施工企业信用评价规则（18单）

1. 评价内容由公路施工企业投标行为、履约行为和其他行为构成。

2. 投标行为和履约行为初始分值为100分，实行累计扣分制。其中，投标行为占20%，履约行为占80%，若有其他行为的，从企业信用评价总得分中扣除。

3. 公路施工企业投标行为由招标人负责评价，履约行为由项目法人负责评价，其他行为由负责行业监管的相应地方人民政府交通运输主管部门负责评价。

#### 4. 评价程序

（1）投标行为评价。招标人完成每次招标工作后，对参与投标的公路施工企业不良投标行为进行评价。联合体有不良投标行为的，联合体各方均按相应标准扣分。

（2）履约行为评价。

（3）其他行为评价。

5. 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≤X≤100分，信用好；

A级：85分≤X<95分，信用较好；

B级：75分≤X<85分，信用一般；

C级：60分≤X<75分，信用较差；

D级：X<60分，信用差。

6. 公路施工企业信用升级实行逐级上升制，每年只能上升一个等级，不得越级。

7. 公路施工企业信用评价结果有效期1年。

8. 公路施工企业资质升级的，其信用评价等级不变。企业分立的，按照新设立企业确定信用评价等级，但不得高于原评价等级。企业合并的，按照合并前信用评价等级较低企业等级确定。

### 1B431026 公路工程验收相关规定

#### 2. 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。

## 1B432000 公路施工安全生产和质量管理相关规定

### 1B432010 公路工程施工安全生产相关规定、

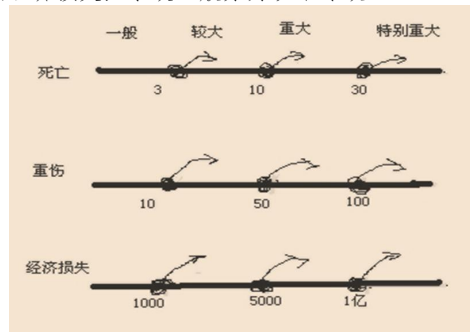
### 1B432014 公路工程施工安全事故报告

#### 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：



### 1B432020 公路工程质量管理规定

### 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（18广东）

##### 1. 公路工程质量事故报告的责任人

（1）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；

（2）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

一般及以上工程质量事故	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
重大及以上质量事故	省级交通运输主管部门应在接报2小时内进一步核实，并按工程质量事故快报统一报交通运输部应急办转部工程质量监督管理部门
特别重大质量事故	由交通运输部应急办会同部工程质量监督管理部门及时向国务院应急办报告



QQ/微信：  
250889902