

1B410000 公路工程技术

1B411000 路基工程

1B411011 掌握路基类型

一、一般路基干湿类型

路基的干湿类型表示路基在**最不利季节**的干湿状态，划分为**干燥、中湿、潮湿和过湿**四类。高速公路应使路基处于**干燥或中湿**状态。

原有公路路基土的干湿类型，可以根据路基的**分界相对含水量或分界稠度**划分；新建公路路基的干湿类型可用**路基临界高度**来判别。

二、特殊路基类型

特殊路段：

2. 滑坡地段路基。滑坡是指在一定的地形地质条件下，由于**各种自然的和人为的因素影响**，山坡的不稳定土（岩）体在重力作用下，沿着一定的软弱面（带）作整体、缓慢、间歇性的滑动变形现象。

3. 岩坍与岩堆地段路基。岩坍是岩崩与坍塌的统称，**包括错落、坍塌、落石、危岩**。

4. 泥石流地区路基。

5. 岩溶地区路基。岩溶对路基的危害，一般为**溶洞顶板坍塌引起**的路基下沉和破坏；**岩溶地面坍塌对路基稳定性的破坏**。

6. 多年冻土地区路基。**凡是土温等于或低于 0℃，且含有冰的土（石）称为冻土，这种状态保持三年或三年以上者，称为多年冻土**。主要集中于我国东北大、小兴安岭和青藏高原。

10. 沙漠地区路基。

11. 雪害地段路基。

12. 涎流冰地段路基。

特殊土质的：

7. 黄土地区路基。黄土是一种以粉粒为主，多孔隙，天然含水量小，呈黄红色，含钙质的黏土。黄土的**湿陷性是在外荷载或自重的作用下受水浸湿后产生的湿陷变形**。

8. 膨胀土地区路基。**多分布于全国各地二级及二级以上的阶地与山前丘陵地区**。

9. 盐渍土地区路基。

1. 软土地区路基。包括饱水的软弱粘土和淤泥。

1B411012 掌握原地基处理要求

路基范围内的原地基应在路基施工前按下列要求进行处理：

1. 路基用地范围内的树木、灌木丛等均应在施工前砍伐或移植清理。

2. 路堤修筑范围内，原地面的坑、洞、墓穴等，应在清除沉积物后，用**合格填料分层回填分层压实，压实度应不小于 90%**。

3. 原地基为耕地或松土时，**应先清除有机土、种植土、草皮等**，清除深度应达到设计要求，一般**不小于 15cm，平整后按规定要求压实**。

4. 基底原状土的强度不符合要求时，**应进行换填，换填深度应不小于 30cm，并予以分层压实到规定要求**。

5. 基底应在填筑前进行压实。高速公路、一级公路、二级公路路堤基底的压实度应不小于 90%，**当路堤填土高度小于路床厚度（0.8m）时，基底的压实度不宜小于路床的压实度标准**。

6. 路堤填筑时，**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，或设置成坡度向内并大于 4%、宽度大于 2m 的台阶**。

例题：对于原地基处理，下面哪个说法不正确（ ）。

A. 路基用地范围内的树木、灌木丛等均应在施工前砍伐或移植清理

B. 原地面的坑、洞、墓穴等应用原地土或砂性土回填

C. **当路堤填土高度小于路床厚度（80cm）时，路床压实度不宜小于基底压实度标准**

D. 路堤原地基横坡陡于 1: 5 时，原地基应挖成台阶

🔍 [答疑编号 502077101101] 【正确答案】C

1B411013 掌握填方路基施工

一、路基填料的选择

（一）路基填料的一般要求

用于公路路基的**填料要求挖取方便，压实容易，强度高，水稳定性好**。其中强度要求是按 CBR 值**确定**，应通过取土试验确定**填料最小强度和最大粒径**。最小强度和最大粒径的要求见表 1B411013。

（二）路基填料的工程性质

1. **石质土**由粒径大于 2mm 的碎（砾）石，其含量由 25%~50%及大于 50%两部分组成。如碎（砾）石土，空隙度大，透水性强，压缩性低，内摩擦角大，强度高，**属于较好的路基填料**。

2. 砂土没有塑性，但透水性好，毛细水上升高度很小，具有较大的摩擦系数。砂土路基强度高，水稳定性好。但砂土黏性小，易于松散，受水流冲刷和侵蚀易损坏，在使用时可掺入黏性大的土改善质量。

3. 砂性土是良好的路基填料，既有足够的内摩擦力，又有一定的黏聚力。一般遇水干得快、不膨胀，易被压实，易构成平整坚实的表面。

4. 粉质土不宜直接填筑于路床，必须掺入较好的土体后才能用作路基填料，且在高等级公路中，只能用于路堤下层（距路槽底 0.8m 以下）。

5. 轻、重黏土不是理想的路基填料，规范规定：液限大于 50%、塑性指数大于 26、含水量不适宜直接压实的细粒土，不得直接作为路基填料，需要使用时，必须采取技术措施进行处理，经检查满足设计要求后方可使用。

6. 黄土、盐渍土、膨胀土等特殊土体不得已必须用作路基填料时，应严格按其特殊的施工要求进行施工。泥炭、淤泥、冻土、有机质土、强膨胀土、含草皮土、生活垃圾、树根和含有腐殖物质的土不得用作路基填料。

7. 满足要求（最小强度 CBR、最大粒径、有害物质含量等）或经过处理之后满足要求的煤渣、高炉矿渣、钢渣、电石渣等工业废渣可以用作路基填料，但在使用过程中应注意避免造成环境污染。

二、路堤施工技术

（一）土质路堤施工技术

1. 土质路堤施工工艺流程（图 1B411013—1）

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：

- 水平分层填筑：填筑时按照横断面全宽分成水平层次，逐层向上填筑，是路基填筑的常用方式。
- 纵向分层填筑：依路线纵坡方向分层，逐层向上填筑。常用于地面纵坡大于 12% 用推土机从路堑取料、填筑距离较短的路堤。缺点是不易碾压密实。

- 横向填筑：从路基一端或两端按横断面全高逐步推进填筑。由于填土过厚，不易压实，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。

- 联合填筑：路堤下层用横向填筑而上层用水平分层填筑。适用于因地形限制或填筑堤身较高，不宜采用水平分层填筑或横向填筑法进行填筑的情况。单机或多机作业均可，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。

（2）机械填筑路堤作业方式

推土机填筑路堤作业方式

推土机作业方式通常是由切土、推土、堆卸、空返等四个环节组成。而影响作业效率的主要是切土和推土两个环节。推土机作业效率取决于切满土的速度、距离，以及推土过程中切满刀片中的土散失量和推运速度。其作业方式一般有坑槽推土、波浪式推土、并列推土、下坡推土和接力推土。

挖掘机填筑路堤作业方式

利用挖掘机填筑路堤施工，一般有两种方式：一种为从路基一侧挖土，直接卸向另一侧填筑路堤。这种方式，用反铲挖掘机施工比较方便。另一种方式则配合运土车辆，挖掘机挖土装车后，运至路堤施工现场卸土填筑，这是挖土机填筑路堤施工的主要方式，正、反铲挖掘机都能适用，而且一般在取土场比较集中且运距较长的情况下，最宜采用。两种方式都宜与推土机配合施工。

例题：推土机作业方式通常是由切土、推土、堆卸、空返等四个环节组成。而影响作业效率的主要是（ ）两个环节。

A. 切土和推土 B. 推土和堆卸 C. 堆卸和空返 D. 切土和空返

【答疑编号 502077101102】 【正确答案】A

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 2~4km/h 最为适宜。羊足碾的速度可以快些，在碾压黏土时最高可达 12~16km/h，还不至影响碾压质量。

（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。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（当曲线半径超过 200m 时，可按直线段方式进行）。两行之间的接头一般应重叠 1/4~1/3 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 1~2m，以确保接头处平顺过渡。

4. 土质路堤施工技术要领

（1）必须根据设计断面，分层填筑、分层压实。

- (2) 路堤填土宽度每侧应宽于填层设计宽度，压实宽度不得小于设计宽度，最后削坡。
- (3) 填筑路堤宜采用水平分层填筑施工。如原地面不平，应由最低处分层填起，每填一层，经过压实符合规定要求之后，再填上一层。
- (4) 原地面纵坡大于 12%的地段，可采用纵向分层法施工，沿纵坡分层，逐层填压密实。
- (5) 山坡路堤，地面横坡不陡于 1:5 且基底符合规定要求时，路堤可直接修筑在天然的土基上。地面横坡陡于 1:5 时，原地面应挖成台阶（台阶宽度不小于 2m），并用小型夯实机加以夯实。填筑应由最低一层台阶填起，并分层夯实，然后逐台向上填筑，分层夯实，所有台阶填完之后，即可按一般填土进行。
- (6) 高速公路和一级公路，横坡陡峻地段的半填半挖路基，必须在山坡上从填方坡脚向上挖成向内倾斜的台阶，台阶宽度不应小于 2m。
- (7) 不同土质混合填筑路堤，以透水性较小的土填筑于路堤下层时，应做成 4% 的双向横坡；
- (8) 不同性质的土应分层填筑，不得混填。每种填料层累计总厚不宜小于 0.5m。
- (9) 凡不易受潮或冻融影响而改变其体积的优良土应填在上层，强度较小的土应填在下层。
- (10) 河滩路堤填土，应连同护道在内，一并分层填筑。可能受水浸淹部分的填料，应选用水稳性好的土料。

例题：关于采用不同性质的填料填筑路堤的正确要求有（ ）。

- A. 应水平分层、分段填筑，分层压实
- B. 应将不同性质的填料进行拌和，在同水平层路基全宽范围混合填筑
- C. 每种填料的松铺厚度应该一致
- D. 不得在透水性较好的填料所填筑的路堤边坡上覆盖透水性不好的填料
- E. 强度较小的填料层应填筑在强度较大的填料层的下面

🔍 [答疑编号 502077101103] 【正确答案】ADE

(二) 填石路堤施工技术

1. 填料要求

山区填石路堤最为常见，石料来源主要是路堑和隧道爆破后的石料，其强度（饱水试件极限抗压强度）要求不小于 15MPa，风化程度应符合规定，最大粒径应不大于 500mm，并不宜大于层厚的 2/3。路床底面以下 400mm 范围内，填料粒径应小于 150mm。

2. 填石路堤施工工艺流程（图 1B411013—2）

3. 填筑方法

(1) 竖向填筑法（倾填法）：以路基一端按横断面的部分或全部高度自上往下倾卸石料，逐步推进填筑。主要用于二级及二级以下，且铺设低级路面的公路，也可用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。该方法施工路基压实、稳定问题较多。

(2) 分层压实法（碾压法）：自下而上水平分层，逐层填筑，逐层压实，是普遍采用并能保证填石路堤质量的方法。高速公路、一级公路和铺设高级路面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四级施工台阶、四个作业区段、八道工艺流程进行分层施工。四级施工台阶是：在路基面以下 0.5m 为第一级台阶，0.5~1.5m 为第二级台阶，1.5~3.0m 为第三级台阶，3.0m 以下为第四级台阶。八道工艺流程及四个作业区段如图 1B411013-2 所示。

施工中填方和挖方作业面形成台阶状，台阶间距视具体情况和适应机械化作业而定，一般长为 100m 左右。填石作业自最低处开始，逐层水平填筑，每一分层先是机械摊铺主骨料，平整作业铺撒嵌缝料，将填石空隙以小石或石屑填满铺平，采用重型振动压路机碾压，压至填筑层顶面石块稳定。

(3) 冲击压实法：利用冲击压实机的冲击碾周期性、大振幅、低频率地对路基填料进行冲击，压实填方。它具有分层法连续性的优点，又具有强力夯实法压实厚度深的优点。缺点是在周围有建筑物时，使用受到限制。

(4) 强力夯实法：该方法机械设备简单，击实效果显著，施工中不需铺撒细粒料，施工速度快，有效解决了大块石填筑地基厚层施工的夯实难题。对强夯施工后的表层松动层，采用振动碾压法进行压实。

填石路堤强力夯实法施工要点：

强夯法与碾压法相比，只是夯实与压实的工艺不同，而填料粒径控制、铺填厚度控制都要进行，强夯法控制夯击数，碾压法控制压实遍数，机械装运摊铺平整作业完全一样，强夯法须进行夯坑回填。

• 分层厚度

施工分层线采取与设计路面平行，以保证路堤、路床和路面底层压实的均匀性。强夯压实要求分层进行。分层厚度 5.0m 左右，高度 20m 以内的填石路堤分四层进行，其中底层稍厚，但不超过 5.5m，面层稍薄，一般为 4.0m。

- 各层夯点间距布置

各层夯点采用错位布置，即上层夯点位于下层四夯点间，以获得良好的击实效果。纵向上第一层和第三层在道路中线上布置夯点，并向两侧展布；第二层和第四层在距中心线两侧 2.25m 处布置夯点，夯点间距 4.5m×4.5m。

- 强夯石质填料的粒径控制一般为 40cm 以内，最大粒径不超过 60cm；施工过程若发现夯锤歪斜，应及时将坑底整平再夯；在有结构物如涵洞、挡墙等附近作业时，涵背、墙背 6m 范围填石以碾压法施工，强夯施工一定要远离涵墙、挡土墙外 6m 作业，以保证结构物安全；测量仪器架设在距离夯点 30m 远处；

(三) 土石路堤施工技术

1. 填料要求

土石混合料中石料强度大于 20MPa 时，石块的最大粒径不得超过压实层厚的 2/3；当石料强度小于 15MPa 时，石料最大粒径不得超过压实层厚，超过的应打碎。

2. 填筑方法

土石路堤不得采用倾填方法，只能采用分层填筑，分层压实。当土石混合料中石料含量超过 70% 时，宜采用人工铺填，整平应采用大型推土机辅以人工按填石路堤的方法进行；当土石混合料中石料含量小于 70% 时，可用推土机铺填，松铺厚度控制在 40cm 以内，接近路堤设计标高时，需改用土方填筑。

(四) 高填方路堤施工技术

水田或常年积水地带，用细粒土填筑路堤高度在 6m 以上，其他地带填土或填石路堤高度在 20m 以上时，称为高填方路堤。高填方路堤应采用分层填筑、分层压实的方法施工，每层填筑厚度根据所采用的填料决定。如果填料来源不同，性质相差较大时，不应分段或纵向分幅填筑。位于浸水路段的高填方路堤应采用水稳定性较高及渗水性好的填料，边坡比不宜小于 1:2，避免边坡失稳。

例题·某新建公路，设计车速 40km/h，路线全长 24km，其中部分合同段中填方路基情况见表 1。

表 1 填方路基情况

合同段编号	填方路基高度 / m	填料	原地面情况
A	0.5~5.9	细粒砂土	地表面软土厚 0.3~0.6m
B	1.2~6.4	粗粒土	地表面软土厚 3.0~5.0m
C	16.0~19.0	粗粒土	地面耕地厚 0.3~0.6m
D	16.0~22.3	片石	地表面砂性土厚 1.0~4.0m

有高填方路堤的是 () 合同段。

- A. A B. B C. C D. D

【答疑编号 502077101104】 【正确答案】 D

(五) 粉煤灰路堤施工技术

粉煤灰路堤可用于高速公路。凡是电厂排放的硅铝型低铝粉煤灰都可作为路堤填料。由于是轻质材料，粉煤灰的使用可减轻土体结构自重，减少软土路堤沉降，提高土体抗剪强度。

粉煤灰路堤一般由路堤主体部分、护坡和封顶层以及隔离层、排水系统等组成，其施工步骤与土质路堤施工方法相类似，仅增加了包边土和设置边坡盲沟等工序。

例题：(07 考点)

背景资料：某高速公路 M 合同段 (K17+300~K27+300)，主要为路基土石方工程，本地区岩层构成为泥岩、砂岩层，抗压强度 20Mpa 左右，地表土覆盖层较薄。在招标文件中，工程量清单列有挖方 2400000m³ (土石比例为 6:4)，填方 2490000m³，填力路段填料由挖方路段调运，考虑到部份工程量无法准确确定，因此采用单价合同，由监理工程师与承包人共同计量，土石开挖综合单价为 16 元 / m³。施工过程部分事件摘要如下：

事件 2：在填筑路堤时，施工单位采用土石混合分层铺筑，局部路段因地形复杂而采用竖向填筑法施工，并用平地机整平每一层，最大层厚 40cm，填至接近路床底面标高时，改用土方填筑。

2. 指出事件 2 中施工方法存在的问题，并提出正确的施工方法。

【答疑编号 502077101105】 【正确答案】

- (1) 不应采用平地机整平。因含石量为 66%，整平应采用大型推土机辅以人工进行。
- (2) 不应采用竖向填筑法。土石路堤只能采用分层填筑，分层压实。

1B411014 掌握挖方路基施工

当铺设轨道或路面的路基面低于天然地面时，路基以开挖方式构成，这种路基为路堑。路堑开挖后破坏了原地层的天然平衡状态，路堑稳定性主要取决于地质与水文条件，以及边坡深度和边坡坡度。

一、土质路堑施工技术

土质路堑开挖方法

(一) 横向挖掘法

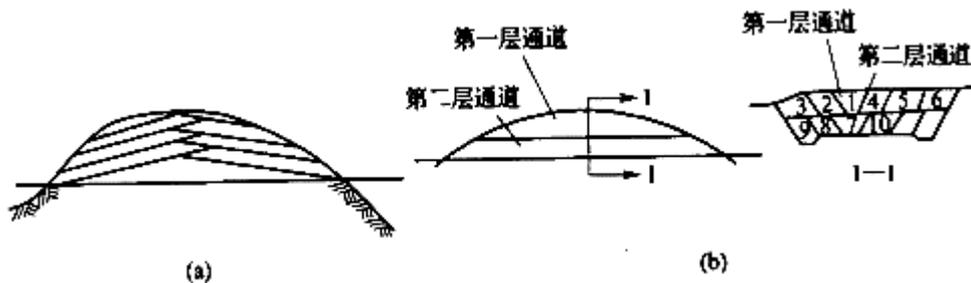
土质路堑横向挖掘可采用人工作业，也可机械作业，具体方法有：

1. 单层横向全宽挖掘法：从开挖路堑的一端或两端按断面全宽一次性挖到设计标高，逐渐向纵深挖掘，挖出的土方一般都是向两侧运送。该方法适用于挖掘浅且短的路堑。
2. 多层横向全宽挖掘法：从开挖路堑的一端或两端按断面分层挖到设计标高，适用于挖掘深且短的路堑。

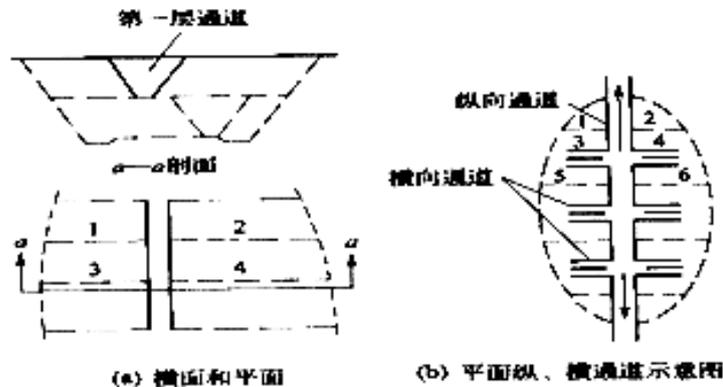
(二) 纵向挖掘法

土质路堑纵向挖掘多采用机械作业，具体方法有：

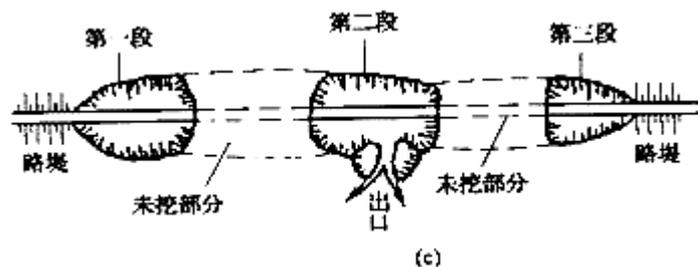
1. 分层纵挖法：沿路堑全宽，以深度不大的纵向分层进行挖掘，适用于较长的路堑开挖。（适用范围）



2. 通道纵挖法：先沿路堑纵向挖掘一通道，然后将通道向两侧拓宽以扩大工作面，并利用该通道作为运土路线及场内排水的出路。该层通道拓宽至路堑边坡后，再挖下层通道，如此向纵深开挖至路基标高，该法适用于较长、较深、两端地面纵坡较小的路堑开挖。（适用范围）



3. 分段纵挖法：沿路堑纵向选择一个或几个适宜处，将较薄一侧堑壁横向挖穿，使路堑分成两段或数段，各段再纵向开挖。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。（适用范围）



(三) 混合式挖掘法

多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法混合使用。先沿路线纵向挖通道，然后沿横向坡面挖掘，以增加开挖面。该法适用于路线纵向长度和挖深都很大的路堑开挖。（适用范围）

例题·土质路堑混合挖掘法是指（ ）混合使用。

- A. 多层横向全宽挖掘法和分层纵挖法
- B. 单层横向全宽挖掘法和分层纵挖法
- C. 多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法
- D. 单层横向全宽挖掘法和分段纵挖法

【答疑编号 502077101201】 【正确答案】 C

背景资料：

某施工单位承接了一条长 21KM 的公路的路基、路面工程，路基宽 12M，水泥混凝土路面。

K6+280~K6+910 为土质路堑，平均挖方深度约 13m，最大挖深 21.2m，路段土质为细粒土。施工单位在进行路堑开挖时，先沿路线纵向挖出一条通道，再横向进行挖掘。由于该路段地下水位较高，设置了深沟排出地下水，但路床碾压时出现了“弹簧”现象。经检查分析，出现“弹簧”的原因是渗沟的排水效果不理想，路床下局部路段地下水排不了，导致毛细水位上升，使土的含水量偏高。

【问题】指出施工单位进行路堑开挖所采用方法的名称。采用该方法是否恰当？说明理由。（6 分）

【答疑编号 502077101202】 【正确答案】

该方法叫混合式挖掘法（2 分）

恰当（2 分）；因为路较长（630m），而且深度也较深（平均 13m 最深 21.2m）（2 分）。

（三）机械开挖作业方式

1. 推土机开挖土质路堑作业

推土机开挖土质路堑作业方法与填筑路基相同的有下坡推土法、槽形推土法、并列推土法、接力推土法和波浪式推土法。另有斜铲推土法和侧铲推土法。

2. 挖掘机开挖土质路堑作业

公路工程施工中以单斗挖掘机最为常见，而路堑土方开挖中又以正铲挖掘机使用最多。正铲挖掘机挖装作业灵活，回转速度快，工作效率高，特别适用于与运输车辆配合开挖土方路堑。正铲工作面的高度一般不应小于 1.5m，否则将降低生产效率，过高则易塌方损伤机具。

二、石质路堑施工技术

（一）基本要求

在开挖程序确定之后，根据岩石条件、开挖尺寸、工程量和施工技术要求，通过方案比较拟定合理的方式。其基本要求是：

- 1. 保证开挖质量和施工安全；
- 2. 符合施工工期和开挖强度的要求；
- 3. 有利于维护岩体完整和边坡稳定性；
- 4. 可以充分发挥施工机械的生产能力；
- 5. 辅助工程量少。

（二）开挖方式

1. 钻爆开挖：应用最广泛

2. 机械开挖：适用于施工场地开阔、大方量的软岩石工程。不易破碎坚硬岩石。

3. 静态破碎法：将膨胀剂放入炮孔内，利用产生的膨胀力使其慢慢裂开。适用于设备附近、高压线下以及开挖与浇筑过渡段等特定条件下的开挖。优点是安全可靠，没有爆破产生的公害；缺点是破碎效率低，开裂时间长。

例题：某坚石路堑紧邻一座高压线铁塔，其最佳开挖方法是（ ）。

- A. 薄层钻爆开挖
- B. 带松土器的重型推土机破碎开挖
- C. 分层钻爆开挖
- D. 静态破碎开挖

【答疑编号 502077101203】 【正确答案】 D

1B411015 掌握路基季节性施工

一、路基雨期施工技术

（一）雨期施工地段的选择

1. 雨期路基施工地段一般应选择丘陵和山岭地区的砂类土、碎砾石和岩石地段和路堑的弃方地段。

2. 重黏土、膨胀土及盐渍土地段不宜在雨期施工；平原地区排水困难，不宜安排雨期施工。

（二）雨期施工前的准备工作

1. 对选择的雨期施工地段进行详细的现场调查研究，据实编制实施性的雨期施工组织计划。

2. 应修建施工便道并保持晴雨畅通。

3. 住地、库房、车辆机具停放场地、生产设施都应设在最高洪水位以上地点或高地上，并应远离泥石流沟槽冲积堆一定的安全距离。

4. 应修建临时排水设施，保证雨期作业的场地不被洪水淹没并能及时排除地面水。

5. 应储备足够的工程材料和生活物资。

（三）雨期填筑路堤

1. 雨期路堤施工地段除施工车辆外，应严格控制其他车辆在施工场地通行。
2. 在填筑路堤前，应在填方坡脚以外挖掘排水沟，保持场地不积水。
3. 应选用透水性好的碎（卵）石土、砂砾、石方碎渣和砂类土作为填料。利用挖方土作填方时应随挖随填及时压实。含水量过大无法晾干的土不得用作雨期施工填料。
4. 路堤应分层填筑。每一层的表面，应做成2%~4%的排水横坡。当天填筑的土层应当天完成压实。
5. 雨期填筑路堤需借土时，取土坑距离填方坡脚不宜小于3m。平原区路基纵向取土时，取土坑深度一般不宜大于1m。

（四）雨期开挖路堑

1. 土质路堑开挖前，在路堑边坡坡顶2m以外开挖截水沟并接通出水口。
2. 开挖土质路堑宜分层开挖，每挖一层均应设置排水纵横坡。挖方边坡不宜一次挖到设计标高，应沿坡面留30cm厚，待雨期过后整修到设计坡度。以挖作填的挖方应随挖随运随填。
3. 土质路堑挖至设计标高以上30~50cm时应停止开挖，并在两侧挖排水沟。待雨期过后再挖到路床设计标高后再压实。
4. 土的强度低于规定值时应按设计要求进行处理。
5. 雨期开挖岩石路堑，炮眼应尽量水平设置。边坡应按设计坡度自上而下层层刷坡。

例题：山岭地区的雨期路基施工一般应选择在（ ）地段进行。

A. 砂类土 B. 岩石 C. 碎石 D. 重黏土 E. 膨胀土

【答疑编号 502077101204】 【正确答案】 ABC

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。

（一）路基工程可冬期进行的项目

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软土、淤泥层换填合格的其他填料。
2. 含水量高的流动土质、流沙地段的路堑可利用冻结期开挖。
3. 河滩地段可利用冬期水位低，开挖基坑修建防护工程，但应采取加温保温措施，注意养护。
4. 岩石地段的路堑或半填半挖地段，可进行开挖作业。

（二）路基工程不宜冬期施工的项目

1. 高速公路、一级公路的土路基和地质不良地区的二级以下公路路堤。
2. 铲除原地面的草皮、挖掘填方地段的台阶。
3. 整修路基曲坡。
4. 在河滩低洼地带将被水淹的填土路堤。

（三）路基冬期施工前的准备工作

1. 对冬期施工项目按次排队，编制实施性的施工组织计划。
2. 冬期施工项目在冰冻前应进行现场放样，保护好控制桩并树立明显的标志，防止被冰雪掩埋。
3. 冰冻前应挖好坡地上填方的台阶，清除石方挖方的表面覆盖层、裸露岩体。
4. 维修保养冬期施工需用的车辆、机具设备，充分备足冬期施工期间的工程材料。
5. 准备施工队伍的生活设施、取暖照明设备、燃料和其他越冬所需的物资。

（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，开挖石方的石块石渣等透水性良好的土。
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%，且最大松铺厚度不得超过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。
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。
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，每层每侧超填并压实。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”。
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。弃土堆高度一般不应大于 3m，弃土堆坡脚到路堑边坡顶的距离一般不得小于 3m，深路堑或松软地带应保持 5m 以上。弃土堆应摊开整平，严禁把弃土堆于路堑边坡顶上。

【背景材料】某地区公路路基雨季施工过程中突遇冷空气气温下降，昼夜平均温度 -3°C 以下，持续一个星期，然后气温回暖，未发生冻土现象。该路段有填有挖，且需以挖做填。土质为砂类土，施工方技术人员提出为保证雨季和冬季施工质量应采用以下几条主要措施：

1. 在填方坡脚外挖好排水沟；
2. 分层填筑时，每一层表面做成 2%~4% 的排水横坡；
3. 按横断面全宽平填，每层松铺厚度按正常施工减少 20%~30%；
4. 挖填交界处、填土低于 1m 处停止填筑，待气温回暖后再实施。

【问题】

1. 请问上述 4 条措施哪些是针对雨季施工？哪些是针对冬季施工？
2. 施工方技术人员提出的 4 条措施是否合理？为什么？
3. 针对雨季路堤填筑出上述措施外还应采取哪些措施？

⑦ [答疑编号 502077101205]

【正确答案】

1. 1 和 2 条是针对雨季施工提出的措施，3 和 4 条是针对冬季施工提出的措施。
2. 施工方技术人员提出的针对雨季施工措施合理；针对冬季施工提出的措施不合理，因为该工程不属于冬季施工范畴。
3. ①雨季路堤施工地段除施工车辆外，应严格控制其他车辆在施工场地通行。
②保持场地不积水，如原地面松软，应采取换填措施。
③当天填筑的土层应当天完成压实。

1B411016 路基改建施工

一、路基加宽施工技术要点

1. 路堤加宽和边沟回填土的压实度不能低于旧路基土的压实度。新填土的压实度应适当提高 1%~2% 以免路基加宽和边沟回填的地方出现沉降。
2. 当旧路基为翻浆土时，路基的上部分应填筑砂土，或者铺筑一层 15cm 无机结合料。
3. 在加宽路堤时，填料如果是粗粒碎石屑，若其中 2mm 以下颗粒占 30%~50%，350mm 颗粒占 15%，这种材料会得到最好的压实效果。
4. 采用粉煤灰加宽路基，压实前铺筑厚度不能超过 20~25cm，如用振动压实机械，其层厚可达 35~40cm。如粉煤灰混合料中 10mm 粒料含量超过 25%，应加进 15%~30% 的黏土。
5. 在加宽深度小于 2m 的路堑时，先将边坡的种植土挖去。当路堑深度大于 6m 时，先填平边沟并压实。

二、路基加高施工技术要点

1. 分层填筑到要求的宽度和高度。
2. 当路基加高的数值略大于路面的设计厚度时，将旧路面挖去。
3. 如果路基内 0.5mm 以下的高塑性石灰石颗粒超过 20%~30% 时，最好掺进 20%~25% 的砂，并在路基全宽拌匀和压实。对于旧路路面的碎石材料，再加进一些本地的低活性粘结料（如粉煤灰、石灰、炉渣、水泥灰、天然沥青砂等），可作为路面的垫层。
4. 旧路槽恢复完之后必须整形，做成不小于 4% 的双向横坡，然后再分层填筑，达到设计高程。

三、新旧路基连接部处治技术要点

(一) 新路基填筑

1. 地基处治

(1) 低路堤处治

施工中应尽量利用原状土结构强度，不扰动下卧层。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。

(2) 高路堤处治

高路堤拓宽部分地基必须进行特殊处理。在高路堤的处治过程中，不宜单独采用只适合于浅层处治以及路基填土较低等情况的换填砂石或加固土处治。高路堤一侧拓宽时，**应防止新路基失稳，防止施工过快，使路基滑动。**高路堤拓宽时，一定要进行**路基稳定性验算**，采取有效措施，防止路基失稳。

2. 新填路基

新路基填土提高和改善填料性质的措施有：

- (1) 轻质填料路堤 粉煤灰、石灰
- (2) 砂砾石填料

砂砾石可压缩性较小，采用砂砾石填料可大大减小路堤的压缩变形，提高承载力。

(3) 冲击补强

采用冲击压实方法可以有效地提高压实度，**降低工后沉降量。**

(二) 新旧路基衔接的技术处理措施

1. 清除旧路肩边坡上草皮、树根及腐殖土等杂物。
2. 将**旧土路肩翻晒或掺灰重新碾压，以达到质量要求。**
3. 由从土路肩开始下挖台阶，改为**从硬路肩开始下挖台阶**，以消除旧路基边坡压实度不足，加强新旧路基的结合程度，**减少新旧路基结合处的不均匀沉降。**

例题：下列土工合成材料，可用于防止路面反射裂缝的有（ ）

- A. 塑料格栅
- B. 油毛毡
- C. 玻璃纤维格栅
- D. 土工织物
- E. 聚丙烯拉筋带

② [答疑编号 502077101206] 【正确答案】ACD

1B411017 了解路基爆破施工

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。用药量 1t 以上的为大炮，1t 以下的为中小炮。

综合 爆破 方法 (小炮、 洞室)	{	钢钎炮 炮眼直径<70mm，深度<5m
		灵活、不可缺少的辅助炮型、不利于爆破能量的利用且工效较低
		深孔爆破 炮眼直径>75mm，深度>5m，延长药包
		潜孔凿岩机或穿孔机钻孔、劳动生产率高、施工进度快、比较安全，发展方向之一。
		药壶炮 在深 2.5~3m 以上的炮眼底部用小量炸药烘膛形成葫芦形炮眼，再集中爆破
		主要用于露天爆破，是小炮中最省工、省药的一种方法
		猫洞炮 炮眼直径 0.2~0.5m,洞穴成水平或倾斜，深度<5m,集中加药爆破岩体本身的崩塌作用，能用较浅的炮眼爆破较高的岩体，不能放孤炮。在有裂缝的软石坚石中，阶梯高度大于 4m，药壶炮药壶不易形成时，采用猫洞炮可以获得好的爆破效果。

二、路基爆破施工技术

常用 爆破 方法	{	光面爆破：有侧向临空面，用控制抵抗线和药量的方法，形成光滑平整的边坡。
		预裂爆破：没有侧向临空面和最小抵抗线的情况下，控制药量，预先炸出一条裂缝，作为隔震减震带，
		微差爆破 两相邻药包或前后排药包以毫秒的时间间隔依次起爆、也叫毫秒爆破
		定向爆破 高挖高填相间、工程量大的鸡爪形地区
		洞室爆破 将爆破岩体抛掷出路基，抛掷爆破、定向爆破、松动爆破

抛掷爆破有三种形式：

• 平坦地形的抛掷爆破（亦称扬弃爆破）。自然地面坡角 $\alpha < 15^\circ$ ，路基设计断面为拉沟路堑，石质大多是软石时，为使石方大量扬弃到路基两侧，通常采用稳定的加强抛掷爆破。

• 斜坡地形路堑的抛掷爆破。自然地面坡角 α 在 $15^\circ \sim 50^\circ$ 之间，岩石也较松软时，可采用抛掷爆破。

• 斜坡地形半路堑的抛掷爆破。自然地面坡角 $\alpha > 30^\circ$ ，地形地质条件均较复杂，临空面大时，宜采用这种爆破方法。

例题：在路基爆破施工中，可以对开挖眼以外的山体起保护作用的爆破技术是（ ）（2008、二建）

A. 光面爆破 B. 预裂爆破 C. 微差爆破 D. 定向爆破

？[答疑编号 502077101301] 【正确答案】 B

2. 石质路堑爆破施工技术要点

(1) 恢复路基中线，放出边线，钉牢边桩。

(2) 根据地形，地质及挖深选择适宜的开挖爆破方法，制订爆破方案，作出**爆破施工组织设计**，报有关部门审批。

(5) 用推土机配合爆破，创造临空面，使最小抵抗线方向面向回填方向。

(6) 炮眼按其不同深度，采用手风钻或潜孔钻钻孔，**炮眼布置在整体爆破时采用“梅花型，或“方格型”，预裂爆破时采用“一字型”**，洞室爆破根据设计确定药包的位置和药量。

(7) 在居民区及地质不良可能引起坍塌后遗症的路段，原则上不采用大中型洞室爆破。在石方集中的深挖路堑采用洞室爆破，防止超爆、少爆或振松边坡，留下后患。

(8) 爆破施工要严格控制飞石距离，采取切实可行的措施，确保人员和建筑物的安全。

(10) 确保**边坡爆破质量，采用预裂爆破技术，光面爆破技术和微差爆破技术**，同时配合选择合理的爆破参数，减少冲击波影响，降低石料大块率，以减少二次破碎，利于装运和填方。

(11) 装药前要布好警戒，做好爆破器材的防水保护工作，雨期或有地下水时，可考虑采用乳化防水炸药。

(12) **装药分单层、分层装药，预裂装药及洞室内集中装药。炮眼装药后用木杆捣实，填塞黏土。**

(14) 顺利起爆，并清除边坡危石后，用推土机清出道路，用推土机、铲运机纵向出土填方。

(16) 路基开挖至设计标高，经复测检查断面尺寸合格后，及时开挖边沟和排水沟，截水沟，经监理工程师验收合格后，按设计对边沟、边坡进行防护，边沟施工要做到尺寸准确，线型直顺，曲线圆滑，沟底平顺，排水畅通，浆砌护坡要做到平整坚实，灰浆饱满。路槽整理要掌握好，不要留孤石和超爆，做到一次标准成型验收合格。

例题·预裂爆破的主要目的是（ ）。（06 考点）

A. 为了节省炸药 B. 为了加强岩石的破碎效果 C. 形成光滑平整的边坡 D. 形成隔震减震带

？[答疑编号 502077101302] 【正确答案】 D 或保护岩体不受震

2010 考点：背景资料

某施工单位承接了某高速公路路基 H 合同段工程施工，该区段设计车速 100km/h，平均挖深 19m，路基宽度 26m，其中 K20+300~ K20+520 为石质路堑。该区段岩石为石炭系硅质灰岩，岩石较坚硬，多为厚层构造，局部呈薄层状构造，裂隙发育。要求路堑采用钻爆开挖，爆破石渣最大允许直径为 30cm，对开挖石渣尽可能提高利用率。

施工单位编制的爆破设计方案摘要如下：

(1) 边坡采用预裂爆破，路基主体尽量采用深孔爆破，局部采用钢钎炮，烘膛炮等方法。

(2) 采用直径 8cm 的钻头钻孔，利用自行式凿岩机或潜孔钻一次钻到每阶平台设计标高位置。

(3) 爆破顺序采用从上至下的分台阶，顺路线方向纵向推进爆破，控制最大爆破深度不超过 10m，纵向每 40~50m 为一个单元，边坡和主体采用微差爆破一次性完成。

(4) 边坡预裂爆破孔间距为 1m，采用“方格型”布置，按水平方向控制炮杆位置，路基主体内炮孔间距 4m，采用“梅花型”均匀布置。

爆破设计方案报主管部门审批时未通过，退回后由施工单位重新修改。

在确定爆破安全距离时，施工单位按《爆破安全规程》中安全距离不小于 200m 的规定，将安全距离设为 200m，并布置警戒线。爆破结束后，未出现安全事故。

K20+300~ K20+520 段需开挖石方 140000m³，采用 2 台装载机（每台作业率 720m³/台班）和 6 台自卸汽车（每台作业率 300m³/台班）配合装运石方，其他机械均配套，将石方调运到两端的填方路段。施工完成后，对路基工程进行了质量检验，其中针对 K20+300~ K20+520 路段，实测了纵断高程、中线偏位、宽度、横坡。

问题 1. 指出并改正爆破设计方案中的错误之处。

2. 施工单位确定爆破安全距离的做法是否恰当？说明理由。

？[答疑编号 502077101303]

【正确答案】 1. 采用“方格型”布置（1 分），按水平方向控制炮杆位置错误（1 分）。

应改为：采用“一字型”布置（2 分），按**边坡坡度控制炮杆位置**（2 分）。

2. 不恰当（1 分）。因为除考虑《爆破安全规程》中露天爆破安全距离不得小于 200m 外，还应考虑个别飞散物影响、地震波、空气冲击波的影响（3 分），经计算后再确定安全距离（2 分）。

1B411020 特殊路基施工技术

1B411021 掌握软土地区路基施工

一、软土地基的工程特性

淤泥、淤泥质土及天然强度低、压缩性高、透水性小的一般黏土统称为软土。

对于高速公路，标准贯击次数小于4，无侧限抗压强度小于50kPa且含水量大于50%的黏土或标准贯击次数小于4且含水量大于30%的砂性土统称为软土。

大部分软土的天然含水量大30%—70%，孔隙比大1.0—1.9，渗透系数小 10^{-8} — 10^{-7} cm/s，压缩性系数高0.005—0.02，抗剪强度低(快剪粘聚力10kPa，快剪内摩擦角 0° — 5°)，具有触变性，流变性显著。

修建在软土地区的路基，主要是路堤填筑荷载引起软基滑动破坏的稳定问题和量大且时间长的沉降问题。

二、软土地基处理施工技术

软土地基处理施工具体方法，按加固性质，主要有以下几种：表层处理法、换填法、重压法、垂直排水固结法，其他软基处理施工技术。常常多种方法综合应用。

按加固性质，主要有以下几类：

(一) 表层处理法(砂垫层、反压护道、土工聚合物处治)

1. 砂垫层

在软土层顶面铺砂垫层，主要起浅层水平排水作用，使软土加速沉降发展，缩短固结时间。但对基底应力分布和沉降量的大小无显著影响。

适用条件：该法适用于路堤高度小于2倍极限高度(在天然软土地基上，基底不作特殊加固处理而用快速施工方法修筑路堤的填筑最大高度)，软土层及其硬壳较薄，或软土表面渗透性很低的硬壳等情况。亦适用于软土层稍厚但具有双面排水条件的地基。

特点：砂垫层施工简便，不需特殊机具设备，占地较少。但需放慢填筑速度，严格控制加荷速率，使地基有充分时间进行排水固结。适用于施工期限不紧迫、砂料来源充足、运距不远的施工环境。

形式：有排水砂垫层、换土砂垫层、砂垫层和土工布混合使用等形式。



图 2-39 排水砂垫层(尺寸单位:m)

2. 反压护道

机理：在路堤两侧填筑一定宽度和高度的护道，以改善路堤荷载方式来增加抗滑力的方法，使路堤下的软基向两侧隆起的趋势得到平衡，从而保证路堤的稳定性。

适用条件：路堤高度不大于1.5~2倍的极限高度，非耕作区和取土不太困难的地区。(特点决定了使用条件)

特点：采用反压护道加固地基，不需特殊的机具设备和材料，施工简易方便，但占地多，土用量大，后期沉降大，以后的养护工作量也大。(特点)

3. 土工聚合物处治

(1) 土工布

机理：土工布铺设于路堤底部，在路基自重作用下受拉产生抗滑力矩，提高路基稳定性。土工布在软土地基加固中的作用包括排水、隔离、应力分散和加筋补强。

土工布连接一般采用搭接法或缝接法。目前缝接法有一般缝法、丁缝法和蝶形法。

(2) 土工格栅

机理：土工格栅加固土的机理存在于格栅与土的相互作用。一般可归纳为格栅表面与土的摩擦作用、格栅孔眼对土的锁定作用和格栅肋的被动抗阻作用。三种作用均能充分约束土的颗粒侧向位移，从而大大地增加了土体的自身稳定性，对土的加固效果，明显高于其他土工织物。

优点：可迅速提高地基承载力，加快施工进度；控制软基地段沉降量发展，缩短工期，使公路及早投入使用。

(二) 换填法(开挖换填法、抛石挤淤法、爆破排淤法)

换填法一般适用于地表下0.5~3.0m之间的软土处治。

1. 开挖换填法

将软弱地基层全部挖除或部分挖除，用透水性较好的材料(如砂砾、碎石、钢渣等)进行回填。该方法简单易行，也便于掌握。对于软基较浅(1~2m)的泥沼地特别有效。但对于深层软基处理，要求沉降控制较严的路基、桥涵构造物、引道等，应考虑采用其他方法。

(1) 开挖方式

基底开挖深度在 2m 以内可用推土机、挖掘机或人工直接清除至路基范围以外堆放或运至取土坑还填；深度超过 2m 时，要由端部向中央分层挖除，并修筑临时运输便道，由汽车运载出坑。

软土在路基坡脚范围以内全部清除。边部挖成台阶状再回填；路基穿过沼泽地只需要清除路基坡角（含护坡道）范围以内的软土。

(2) 泥沼基底的换填

①第一类泥沼，完全为稳定的泥炭所充满，相对稳定；

②第二类泥沼，为不稳定的泥炭所充满，相对不稳定；

③第三类泥沼，为水或流动的泥炭或淤泥所充满，表面有或无飘浮的泥炭皮，极不稳定。

在第一类泥沼地区，路堤高度小于 3m 时，应采取部分挖填的方法，换填深度一般超过 2m，横向换填底宽应等于路基面宽；路堤高度大于 3m 时，一般不予挖除；沼底横坡陡于 1:10 时应整平处理。

在第二类泥沼地区，泥沼深度小于 3m 时，不论路堤高度多少，均应将泥沼全部挖除，换填渗水土，使路堤落到沼底。泥沼深度大于 3m 时，应考虑部分换填和采取路堤两侧增建反压护道的措施，换填深度不得小于 3m；沼底横向坡度陡于 1:15 时，应进行整平处理。

在第三类泥沼地区，不论泥沼多深，路堤均应落到实地上，或将泥炭皮挖除后，抛填片石沉落到沼底。沼底横向坡度陡于 1:20 时，应进行整平处理。

(3) 填筑及压实

软基在开挖时要注意解决渗水或雨水两个问题，可采用边挖边填，也可全部或局部清除后进行全部或局部回填，尽可能换填渗水性材料，并注意及时抽水。

碎石土及粉煤灰等工业废渣常作为换填材料。压实时为达到较好的压实效果，常采用振动压路机和重型静力压路机（三轮压路机 12~15t）。

如果路基与两侧沼泽完全隔离，就可按照一般路堤填筑方式进行填筑

路堤与两侧沼泽不能完全隔离，在清除路基地部软土后，如渗透性良好的土源缺乏，可在路堤底面用砂石料设置透水性路堤。护面墙应在路堤压实稳定后再开挖砌筑。

2. 抛石挤淤法

这种方法施工简单、迅速、方便，适用于常年积水的洼地，排水困难，泥炭呈流动状态，厚度较薄，表层无硬壳，片石能沉达底部的泥沼或厚度为 3~4m 的软土；在特别软弱的地面上施工由于机械无法进入，或是表面存在大量积水无法排除时；石料丰富、运距较短的情况。

抛投顺序，应先从路堤中部开始，中部向前突进后再渐次向两侧扩展，以使淤泥向两旁挤出。当软土或泥沼底面有较大的横坡时，抛石应从高的一侧向低的一侧扩展，并在低的一侧多抛填一些。

片石露出水面后，宜用重型压路机反复碾压，然后在其上面铺反滤层，再行填土。

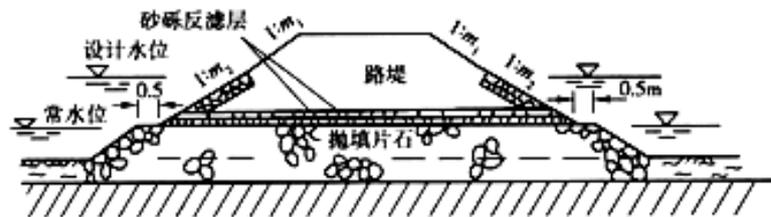


图 2-40 抛石挤淤

3. 爆破排淤法

机理：将炸药放在软土或泥沼中爆炸，利用爆炸时的张力作用，把淤泥或泥沼扬弃，然后回填强度较高的渗水性土壤，如砂砾、碎石等。爆破排淤较一般方法换填深度大、工效较高，软土、泥沼均可采用。

适用条件：爆破排淤法用于当淤泥（泥炭）层较厚，稠度大，路堤较高和施工期紧迫时；路段内没有桥涵等构造物，路基承载力均衡一致，因整体沉降对道路不会产生破坏，也可考虑换填。但对桥涵构造物及两侧引道等，应考虑采用其他方法。

施工方法：爆破排淤分为两种，一种方法是先在原地面上填筑低于极限高度的路堤，再在基底下爆破，适用于稠度较大的软土或泥沼。另一种方法是先爆后填，适用于稠度较小，回淤较慢的软土。

例题：以下关于换填法的作法正确的是：（ ）

- A. 直接用砂、砾、卵石、片石等渗水性材料置换部分软土
- B. 先采用人工或机械挖除公路路堤下全部软土
- C. 换填强度较高的粘性土
- D. 换填砂、砾
- E. 换填卵石、片石

【答疑编号 502077101304】 【正确答案】 ABDE

(三) 重压法

1. 堆载预压法

机理：在软基上修筑路堤，通过填土堆载预压，使地基土压密、沉降、固结，从而提高地基强度，减少路堤建成后的沉降量。

方式：进行预压的荷载超过设计的道路工程荷载，称为**超载预压**；预压荷载等于道路工程荷载，称为**等载预压**。

特点及适用范围：堆载预压法**对各类软弱地基均有效**；使用材料、机具简单，施工操作方便。但堆载预压需要一定的时间，适合工期要求不紧的项目。

2. 其他重压法

(1) **真空预压法**：利用大气压强 0.098MPa 等效堆载预压法对软基进行加固。即依靠真空抽气设备，使密封的软弱地基产生真空负压，使土颗粒间的自由水、空气沿着纵向排水通道，上升到软基上部砂垫层内，由砂垫层过滤再排到软基密封膜以外，从而使土体固结。

该法适用于含水量高、孔隙比大、强度低、渗透系数和固结系数均较小的黏土。

(2) **真空预压加堆载预压法**：是堆载预压和真空预压两种方法的结合，原理与真空预压相同，但加载更大，预压时间缩短了一半。

(四) 垂直排水固结法

利用砂井、袋装砂井、塑料排水板增加土层竖向排水途径，缩短排水距离、加速地基固结。

1. 砂井 在施工时考虑避免“缩颈”和减少对土的扰动。

(1) **套管法**：将带有活瓣管尖或套有混凝土端靴的套管沉到预定深度，然后在管内灌砂后，拔出套管，形成砂井。根据沉管工艺的不同，又分为静压沉管法、振动沉管法等。

(2) **水冲成孔法**：通过专用喷头，在水压力作用下冲孔，成孔后清孔，再向孔内灌砂形成。适用于土质较好且均匀的砂性土。

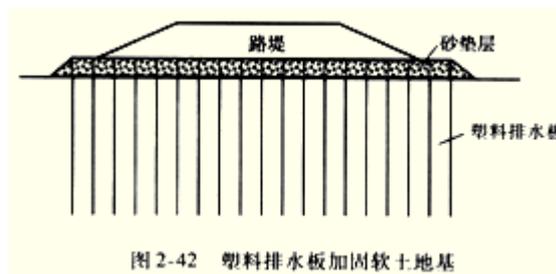
(3) **螺旋钻成孔法**：以动力螺旋钻钻孔，提钻后灌砂成砂柱。适用于陆上工程，砂井长度 10m 以内，且土质较好，不会出现缩颈、塌孔现象的软弱地基。优点是设备简单机动，成孔规则。缺点是灌砂质量较难掌握，不太适用于很软弱的地基。

2. 袋装砂井

采用**渗水率较高的中、粗砂**（大于 0.5mm 的砂的含量宜占总重的 50% 以下，含泥量不应大于 3%，渗透系数不应小于 5×10^{-3} cm/s）制成砂袋。

3. 塑料排水板

用插板机或与袋装砂井打设机共用（将圆形套管换成矩形套管）打设。按整平原地面→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→摊铺上层砂垫层的施工工艺程序进行。



【案例 1B411021】

1. 背景

某高速公路 M 合同段，路面采用沥青混凝土，路线长 19.2 km。该路地处平原地区，路基横断面以填方 3~6 m 高的路堤为主，借方量大，借方的含石量 40%~60%。地表层以黏土为主，其中 K7+200~K9+800 段，地表层土厚 7~8m，土的天然含水量为 40%~52%，地表无常年积水，孔隙比为 1.2~1.32，属典型的软土地基。结合实际情况，经过设计、监理、施工三方论证，决定采用砂井进行软基处理，其施工工艺包括加料压密、桩管沉入、机具定位、拔管、整平原地面等。完工后，经实践证明效果良好。

2. 问题 (1) 本项目若采用抛石挤淤的方法处理软基，是否合理？请说明理由。

(2) 根据背景资料所述，按施工的先后顺序列出砂井的施工工艺。

【答疑编号 502077101305】 【正确答案】

(1) 不合理。原因有：软基深度较深、面积大（25 程经济性较差）。地表无常年积水、土质呈软塑~可塑状态（施工速度慢）。

(2) 砂井施工工艺的先后顺序为：整平原地面→机具定位→桩管沉入→加料压实→拔管。

(五) 其他软基处理施工技术

1. 旋喷桩

用水泥、生石灰、粉煤灰等作为加固料。其中粉喷桩的施工要点如下：

- (1) 施工准备。
- (2) 施工机具和材料。

施工主要机具包括：喷粉桩机及配套贮灰罐及喷粉系统、空气压缩机、75kW 以上的发电机等，喷粉桩机由液压步履式底架和导向加减压机构、钻机传动系统、钻具、液压系统、喷粉系统、电气系统等部分组成。

- (4) 施工中注意事项

。施工参数，应在施工前做好标定，施工工艺应经工艺试桩后确定。

• 施工所用的固化材料通过室内试验满足要求后方可使用。

• 为保证搅拌桩的垂直度，应注意起吊设备的地面平整度和导向架对地面的垂直度，**垂直度误差不超过 1.5%。**

• 喷粉桩机必须配置粉料计量装置。

• 预搅时应将软土完全切碎，以利于同固化材料均匀搅拌，保证施工质量。

• 施工中，发现喷粉量不足时应整桩复打，复打的喷粉量仍应不小于设计用量。遇有故障而停止喷粉时，第二次喷粉接桩时，其喷粉重叠长度不得小于 1m。

2. 粒料桩

主要用振冲器、吊机或施工专用平车和水泵，将砂、碎石、砂砾、废渣等粒料（粒径宜为：20~50mm，含泥量不应大于 10%）加入振密。

选择振冲器型号应与桩径、桩长及加固工程离周围建筑物距离相适应。

现以振冲碎石桩为例：

(1) 振冲器对准桩位，打开水源和电源，检查水压、电压和振冲器的空载电流是否正常。

(2) 当振冲器到达设计加固深度以上 **30~50cm** 时可把振冲器往上提至孔口，**提升速度可增至 5~6m/min**，以清除孔壁泥块，防止“缩颈”。

(3) 重复上述步骤 1~2。然后将振冲器停留在设计加固深度以上 30~50cm 处，借循环水使孔内泥浆变稀，即清孔。清孔 1~2min 以后将振冲器提出孔口，准备加填料。

(4) 填料：往孔内倒入填料，将振冲器下放至填料中，进行振实，振冲器一方面将填料振密，另一方面使填料挤入孔壁的土中，从而使桩径扩大。

(5) 成桩：重复上一步骤，自下而上制作桩体，直至孔口。

(6) 表层清理：加固区碎石桩全部完成后，应进行表层清理。将桩顶部约 1m 范围内的桩体挖去，或者用振动碾使之压实。

3. 生石灰桩

主要用振冲器、吊机或施工专用步履式、门架式振动沉桩设备。使用材料为生石灰（颗粒直径不超过 30mm 要求填充材料要密实）。

选择振冲器型号应与桩径、桩长及加固工程离周围建筑物距离相适应。

例题·09 年真题某换填工程，工期紧，换填面积广，淤泥层较厚且稠度大。该工程最适合采用的换填方法是（ ）。

- A. 抛石挤淤法 B. 爆破排淤法 C. 开挖换填法 D. 水冲成孔法

🔍 [答疑编号 502077101306] 【正确答案】 B

1B411022 掌握膨胀土地区路基施工

一、膨胀土的工程特性及主要特征

具有较大吸水膨胀、失水收缩特性的高液限黏土称为膨胀土。按工程性质分为强膨胀土、中等膨胀土、弱膨胀土三类。

膨胀土对公路路基及工程建筑有较强的潜在破坏作用。

膨胀土地区的路堤会出现沉陷、边坡溜塌、路肩坍塌和滑坡等变形破坏。

路堑会出现剥落、冲蚀、溜塌和滑坡等破坏。

二、膨胀土地区路基的施工技术要点

(一) 膨胀土地区原地面处理

高速公路、一级公路路堤原地面处理应按下列规定办理：

1. 填高不足 1m 的路堤，必须挖去地表 30~60cm 的膨胀土，换填非膨胀土，并按规定压实。

2. 地表为潮湿土时，必须挖去湿软土层换填碎、砾石土、砂砾或利用挖方坚硬岩石碎渣，或将土翻开，掺石灰稳定并按规定压实。

(二) 膨胀土的填筑

1. 强膨胀土稳定性差，不应作为路基填料；中等膨胀土宜经过加工、改良处理后作为填料；弱膨胀土可根据当地气候、水文情况及道路等级加以应用，对于直接使用中、弱膨胀土填筑路堤时，应及时对边坡及顶部进行防护。

2. 高速公路、一级公路、二级公路等采用中等膨胀土用作路床填料时，应作掺灰改性处理。改性处理后要求胀缩总率不超过 0.7 为宜。

3. 限于条件，高速公路，一级公路用中等膨胀土填筑路堤时，路堤填成后，应立即作浆砌底护坡封闭边坡。当填至路床底面时，应停止填筑，改用符合规定程度的非膨胀土或改性处理的膨胀土填至路床顶面设计标高并严格压实。如当年不能铺筑路面，作为封层的填筑厚度，不宜小于 30cm，并做成不小于 2% 的横坡。

4. 使用膨胀土作填料时，为增加其稳定性，可采用石灰处治，石灰剂量可通过试验确定，要求掺灰处理后的膨胀土，其胀缩率接近零为佳。

5. 可用接近最佳含水量的中等膨胀土填筑路堤，但两边边坡部分要用非膨胀土作为封层。路堤顶面也要用非膨胀土形成包心填方。挖方地段当挖到距路床顶面以下 30cm 时，应停止向下开挖，并挖好临时排水沟。待作路面时，再挖至路床顶面以下 30cm，并用非膨胀土回填，并按要求压实。

（三）膨胀土地区路基碾压施工

根据膨胀土自由膨胀率的大小，选用工作质量适宜的碾压机具，碾压时应保持最佳含水量；压实土层松铺厚度不得大于 30cm；土块应击碎至粒径 5cm 以下。在路堤与路堑交界地段，应采用台阶方式搭接，其长度不应小于 2m，并碾压密实。

（四）膨胀土地区路堑开挖

挖方边坡不要一次挖到设计线，沿边坡预留厚度 30~50cm 一层，待路堑挖完时，再削去边坡预留部分，并立即浆砌护坡封闭。

膨胀土地区的路堑，高速公路、一级公路的路床应超挖 30~50cm，并立即用粒料或非膨胀土分层回填或用改性土回填，按规定压实，其他各级公路可用膨胀土掺石灰处治。

1B411023 熟悉滑坡地段路基施工

一、各类滑坡的共同特征

1. 滑带土体软弱，易吸水不易排水，呈软塑状，力学指标低；
2. 滑带的形状在匀质土中多近似于圆弧形，在非匀质土中为折线形；
3. 水多是滑坡发展的主要原因，地层岩性是产生滑坡的物质基础，滑坡多是沿着各种软弱结构面发生的；
4. 自然因素和人为因素引起的斜坡应力状态的改变（爆破、机械振动等）均有可能诱发滑坡。

二、滑坡防治的工程措施

滑坡防治的工程措施主要有排水、力学平衡和改变滑带土三类。

1. 对于滑坡的处治，应分析滑坡的情况，以了解滑坡体的形式和形成的原因，根据公路路基通过滑坡体的位置、水文、地质等条件，充分考虑路基稳定的施工措施。
2. 路基滑坡直接影响到公路路基稳定时，不论采用何种方法处理，都必须做好地表水及地下水的处理。
3. 对于滑坡顶面的地表水，应采取截水沟等措施处理，不让地表水流入滑动面内。必须在滑动面以外修筑一两条环形截水沟；对于滑坡体下部的地下水应截断或排出。
4. 在滑坡体未处治之前，禁止在滑坡体上增加荷载（如停放机械、堆放材料、弃土等）。
5. 对于挖方路基上边坡发生的滑坡，应修筑一条或数条环形截水沟。
6. 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。
7. 填方路堤发生的滑坡，可采用反压土方或修建挡土墙等方法处理。
8. 沿河路基发生滑坡，可修建河流调治构造物（堤坝、丁坝、稳定河床等）及挡土墙方法处理。
9. 滑坡表面处治可采用整平夯实山坡，填筑积水坑，堵塞裂隙或进行山坡绿化固定表土。

例题、09 年真题某二级公路 K9+550~K9+600 段的路基右侧有一滑坡体，施工单位采取了下列滑坡防治措施，其中正确的有（ ）。

- A. 整平滑坡表面的积水坑，并封堵裂缝
- B. 在滑坡体以外修筑环形截水沟
- C. 在滑坡体上部堆放砂袋
- D. 修筑抗滑桩进行支挡
- E. 截断并排出滑坡体下部的地下水

【答疑编号 502077101401】 【正确答案】 ABDE

【答案解析】 参见教材 P24，滑坡防治的工程措施。

三、滑坡地段路基的施工技术要点

1. 迅速排除降水及地下水

地下水活动是诱发滑坡产生的主要外因，不论采用何种方法处理滑坡，都必须做好地表水及地下水的处理，排除降水及地下水的主要方法如下：

(1) 环形截水沟

施工技术规范规定：对于滑坡顶面的地表水，应采取截水沟等措施处理，不让地表水流入滑动面内。**环形截水沟设置处，应在滑坡可能发生的边界以外不少于 5m 的地方。**截水沟应采用浆砌片石防护。

(2) 树枝状排水沟

树枝状排水沟的主要作用是排除滑体坡面上的径流。

(3) 平整夯实滑坡体表面的土层，应将坡面做适当平整。当坡面上有封闭的洼地或泉水露头时，应设水沟将其排出滑坡坡面，疏干积水。

(4) 排除地下水

排除地下水的方法较多，有支撑渗沟、边坡渗沟、暗沟、平孔等。

2. 减轻滑体上作业机械、土体重力和振动

3. 改善土的工程性质，将上积土体减重，加重底脚处

当挖方路基上边坡发生的滑坡不大时，可采用刷方减重，反压坡脚的方法来防治滑坡。确定滑坡性质为推动式，或为由错落转化成的滑坡后，可采用此方法。减重的上积土的位置须在主滑地段的上部。

根据刷方后的地形来设置地表排水沟，在斜坡上设多级小台阶，并设置集水设备以利排水，坡面可采用植树造林或种草等生物防护方式进行保护，同时，对于开挖台阶部分，应按需要采取砌石圪工框架支撑等。

4. 选择干旱的施工季节，集中力量突击滑坡施工段

5. 牵引式滑坡、具有膨胀性质的滑坡不宜用滑坡减重法

牵引式滑坡多发生于黏土和堆积层滑坡中。具有膨胀性质的滑坡的滑带土（或滑体）具有卸荷膨胀的特性，减重后能使滑带土松散，地下水浸湿后其阻滑力减小，因而引起滑坡下滑，故不宜采用减重法。

1B411024 了解湿陷性黄土地区路基施工

一、湿陷性黄土的工程特性

一般呈黄色或黄褐色，粉土含量常占 60%以上，含有大量的碳酸盐、硫酸盐等可溶盐类，天然孔隙比在 1 左右，**肉眼可见大孔隙**。在自重压力或自重压力与附加压力共同作用下，受水浸湿后土的结构迅速破坏而发生显著下沉。具有湿陷性和易溶蚀、易冲刷、各向异性等工程特性，导致黄土地区的路基易产生多种问题及病害。

二、湿陷性黄土地基的处理措施

除采用防止地表水下渗的措施外，可根据湿陷性黄土工程特性和工程要求，**因地制宜采取换填土、重锤夯实、强夯法、预浸法、挤密法、化学加固法等措施**对地基进行处理。

三、地基陷穴处理方法

对现有的陷穴、暗穴，可以采用灌砂、灌浆、开挖回填等措施，开挖的方法可以采用导洞、竖井和明挖等。

1. 灌砂法：本法适用小而直的陷穴，以干砂灌实整个洞穴。

2. 灌浆法：本法适用于洞身不大，但洞壁起伏曲折较大，并离路基中线较远的小陷穴。

3. 开挖回填夯实：本法适用于各种形状的陷穴。

4. 导洞和竖井：本法适用较大、较深的洞穴。由洞内向外逐步回填夯实。

5. 处理好的陷穴，其土层表面均应用石灰土填筑夯实或铺填透水材料加以改善。石灰土厚度如原设计未要求时，其厚度不宜小于 30cm。并将流向陷穴的附近地面水引离，防止形成地表积水或水流集中产生冲刷。

6. 黄土陷穴的处理范围，宜在路基填方或挖方边坡外，上侧 50cm，下侧 10~20cm。

1B411030 公路路基防护与支挡

1B411031 掌握防护工程类型和适用条件

一、路基防护工程类型

(一) 坡面防护

坡面防护，主要是保护路基边坡表面。

1. 植物防护：种草、铺草皮、植树。

2. 骨架植物防护：（浆砌片石或混凝土）骨架植草、水泥混凝土空心块护坡、锚杆混凝土框架植草。

3. 圪工防护：喷浆、喷射混凝土、干砌片石护坡、浆砌片（卵）石护坡、浆砌片石护面墙、锚杆钢丝网喷浆或喷射混凝土护坡、封面、捶面。

4. 土工织物防护。

(二) 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。

例题. 06年真题沿河路堤河岸冲刷防护工程中，属于间接防护的是（ ）。

- A. 石笼 B. 挡土墙 C. 砌石 D. 顺坝

【答疑编号 502077101402】 【正确答案】 D

二、各种防护工程适用条件

(一) 植物防护 适用于低流速的

1. 种草防护：适用于边坡稳定，坡面受雨水冲刷轻微，且易于草类生长的路堤与路堑边坡。选用根系发达、叶茎低矮、多年生长且适宜于当地土壤和气候条件的草种，植于 40cm（无熟土时，表土厚度 ≥ 20 cm）表土层。播种方法有撒播法、喷播法和行播法。当前推广使用的两种新方法是湿式喷播技术和客土喷播技术。

2. 铺草皮：适用于需要迅速绿化的土质边坡。草皮护坡铺置形式有平铺式、叠铺式、方格式和卵（片）石方格式四种。

3. 植灌木：与种草、铺草皮配合使用，使坡面形成良好的防护层，适用于土质边坡和膨胀土边坡。但对盐渍土经常浸水、经常干旱的边坡及粉质土边坡不宜采用。灌木宜植于 1: 1.5 或更缓的边坡上，或在堤岸边的河滩上，用以降低流速，促使泥沙淤积。

(二) 骨架植物防护

1. 框格防护适用于土质或风化岩石边坡，框格防护可采用混凝土、浆砌片（块）石、卵（砾）石等作骨架，框格内宜采用植物防护或其他辅助防护措施。

2. 浆砌预制块防护适用于石料缺乏地区。预制块的混凝土强度不应低于 C15，在严寒地区不应低于 C20。

(三) 圪工防护

圪工防护有喷浆和喷射混凝土防护，干砌片石护坡，浆砌片（卵）石护坡，护面墙防护，锚杆钢丝网喷浆或喷射混凝土护坡，抹面防护。

1. 喷浆和喷射混凝土防护适用于边坡易风化、裂隙和节理发育、坡面不平整的岩石挖方边坡。

2. 干砌片石护坡适用于易受水流侵蚀的土质边坡、严重剥落的软质岩石边坡、周期性浸水及受水流冲刷较轻（流速小于 $2\sim 4\text{m/s}$ ）的河岸或水库岸坡的坡面防护。

3. 浆砌片（卵）石护坡适用于防护流速较大（ $3\sim 6\text{m/s}$ ）、波浪作用较强、有流水、漂浮物等撞击的边坡。

4. 护面墙用于封闭各种软质岩层和较破碎的挖方边坡以及坡面易受侵蚀的土质边坡。用护面墙防护的挖方边坡不宜陡于 1: 0.5，并应符合极限稳定边坡的要求。护面墙分为实体、窗孔式、拱式等类型，应根据边坡地质条件合理选用。

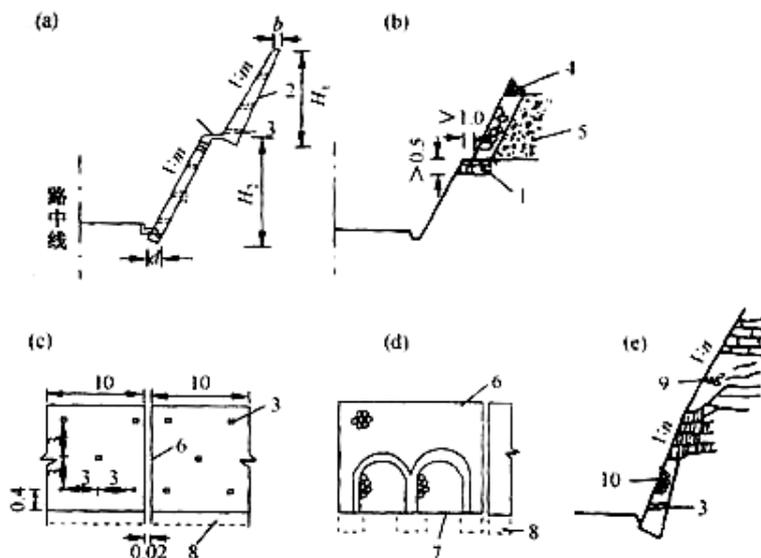


图 6-3 护面墙示意图(单位:m)

(a)双层式;(b)单层式;(c)墙面;(d)拱式;(e)混合式

1—平台;2—耳墙;3—泄水孔;4—封顶;5—松散夹层;
6—伸缩缝;7—软地基;8—基础;9—支补墙;10—护面墙

5. 锚杆钢丝网喷浆或喷射混凝土护坡适用于直面为碎裂结构的硬岩或层状结构的不连续地层，以及坡面岩石与基岩分离并有可能下滑的挖方边坡。施工简便，效果较好。

6. 抹面防护适用于易风化的软质岩石挖方边坡，岩石表面比较完整，尚无剥落。捶面防护适用于易受雨水冲刷的土质边坡和易风化的岩石边坡。

(四) 土工织物防护

1. 挂网式坡面防护适用于风化碎落较严重的岩石边坡。沿边坡悬挂的土工网能截住落石，引导其进入边沟或其他可控制地区。落石直径较大，边坡倾角大于 40° 时不宜使用。

2. 土工织物复合植被防护坡面综合了土工织物和植被两类防护的优点，其典型形式是三维土工网(垫)植草防护，主要适用于边坡坡度缓于 1:1，边坡高度小于 3m 的土质边坡。

3. 其他土工织物防护有草坪植生带、适用于破碎或易风化破碎的岩石路堑边坡的锚杆挂高强塑料网喷浆(喷射混凝土)，以及土工织物作反滤层的护坡。

例题：一段易风化、裂隙和节理发育、坡面不平整的岩石挖方边坡采用喷射混凝土防护，除此之外还可采用的效果较好的防护工程是()。

- A. 抹面 B. 捶面 C. 护面墙 D. 喷浆

【答疑编号 502077101403】 【正确答案】 D

(五) 沿河路基防护工程技术

1. 直接防护

路堤冲刷主要是洪水急流，水位变迁不定，水流速度较大。(达到，3.0m/s 或更高)时，植树与石砌防护失效，可采用以下防护措施。

(1) 抛石：用于经常浸水且水深较大的路基边坡或坡脚以及挡土墙、护坡的基础防护。抛石一般多用于抢修工程。

(2) 石笼：沿河路堤坡脚或河岸，当受水流冲刷和风浪侵袭，且防护工程基础不易处理或沿河挡土墙、护坡基础局部冲刷深度过大时，可采用石笼防护。

钢丝石笼：多用于抢修或临时工程，不得用于急流滚石河段

钢筋混凝土框架石笼：可用于急流滚石河段。

2. 间接防护

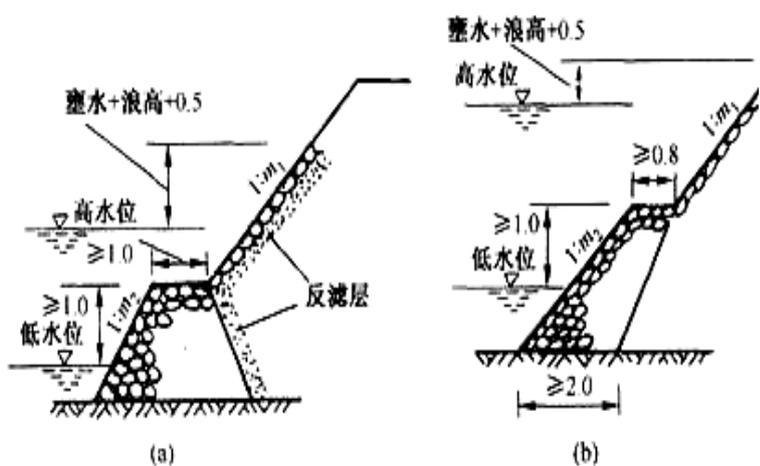


图 6-4 抛石防护示意图(单位:m)
(a)新堤石垛;(b)旧堤石垛

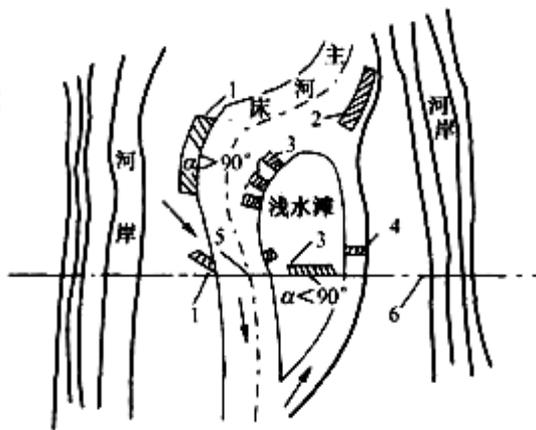


图 6-8 导治结构物综合布置示例
1、2—顺坝;3—丁坝;4—格坝;
5—主河床;6—公路中线

(1) 护坝：当沿河路基挡土墙、护坡的局部冲刷深度过大，深基础施工不便时，宜采用护坝防护基础。

(2) 丁坝：适用于宽浅变迁河段，用以挑流或减低流速，减轻水流对河岸或路基的冲刷。

(3) 顺坝：适用于河床断面较窄、基础地质条件较差的河岸或沿河路基防护，调整流水曲线度和改善流态。

(4) 改移河道：沿河路基受水流冲刷严重，或防护工程艰巨，以及路线在短距离内多次跨越弯曲河道时可改移河道。对主河槽改动频繁的变迁性河流或支流较多的河段不宜改河。

1B411032 掌握加固工程的功能与类型划分

一、路基支挡工程的功能与类型

路基支挡工程的主要功能是支撑天然边坡或人工边坡以保持土体稳定或加强路基强度和稳定性。按路基加固的不同部位分为：坡面防护加固、边坡支挡、湿弱地基加固三种类型。

1. 坡面防护加固：路基防护中均有加固作用。
2. 边坡支挡：包括路基边坡支挡和堤岸支挡。
 - (1) 路基边坡支挡：护肩墙、护坡、护面墙、护脚墙、挡土墙。
 - (2) 堤岸支挡：驳岸、浸水墙、石笼、抛石、护坡、支垛护脚。
3. 湿弱地基加固：碾压密实、排水固结、挤密、化学固结、换填土。

二、常用路基挡土墙工程施工技术

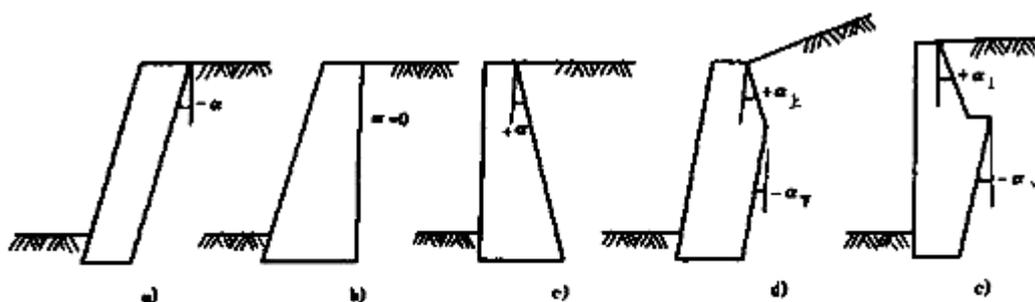
(一) 重力式挡土墙工程施工技术

1. 形式及特点

重力式挡土墙依靠圬工墙体的自重抵抗墙后土体的侧向推力（土压力），以维持土体的稳定，是我国目前最常用的一种挡土墙形式，多用浆砌片（块）石砌筑。

特点：形式简单、施工方便。可就地取材、适应性强，应用广泛。

缺点：墙身截面大，圬工数量也大，在软弱地基上修建往往受到承载力的限制，墙高不宜过高。重力式挡土墙墙背形式可分为仰斜、垂直、俯斜、凸形折线（凸折式）和衡重式五种。



重力式挡土墙的断面形式

a)仰斜; b)垂直; c)俯斜; d)凸形折线式; e)衡重式

- (1) 仰斜墙背所受的土压力较小。适用于路堑墙及墙趾处地面平坦的路肩墙或路堤墙。
- (2) 俯斜墙背所受土压力较大，其墙身截面较仰斜墙背的大，通常在地面横坡陡峻时，借助陡直的墙面，俯斜墙背可做成台阶形，以增加墙背与填土间的摩擦力。
- (3) 垂直墙背的特点，介于仰斜和俯斜墙背之间。
- (4) 凸折式墙背是由仰斜墙背演变而来，上部俯斜、下部仰斜，以减小上部截面尺寸，多用于路堑墙，也可用于路肩墙。
- (5) 衡重式墙背在上下墙间设有衡重台，利用衡重台上填土的重量使全墙重心后移，增加了墙身的稳定。因采用陡直的墙面，且下墙采用仰斜墙背，因而可以减小墙身高度，减少开挖工作量。适用于山区地形陡峻处的路肩墙和路堤墙，也可用于路堑墙。

2. 施工要求

- (1) 墙身分层错缝砌筑，砌出地面后基坑及时回填夯实，完成顶面排水及防渗设施。
- (2) 伸缩缝与沉降缝内两侧壁应竖直、平齐，无搭叠；缝中防水材料应按设计要求施工。
- (3) 泄水孔应在砌筑墙身过程中设置，确保排水通畅，并应保证墙背反滤、防渗设施的施工质量。
- (4) 当墙身的强度达到设计强度的75%时，方可进行回填等工作。在距墙背0.5~1.0m以内，不宜用重型压路机碾压。

(二) 加筋土挡土墙工程施工技术

加筋土挡土墙是在土中加入拉筋，利用拉筋与土之间的摩擦作用，改善土体的变形条件和提高土体的工程特性，从而达到稳定土体的目的。加筋土挡土墙由填料、在填料中布置的拉筋以及墙面板三部分组成。一般应用于地形较为平坦且宽敞的填方路段上，在挖方路段或地形陡峭的山坡，由于不利于布置拉筋，一般不宜使用。

加筋土是柔性结构物，能够适应地基轻微的变形；它是一种很好的抗震结构物；节约占地，造型美观；造价比较低，具有良好的经济效益。

加筋土挡土墙施工简便、快速，并且节省劳力和缩短工期。

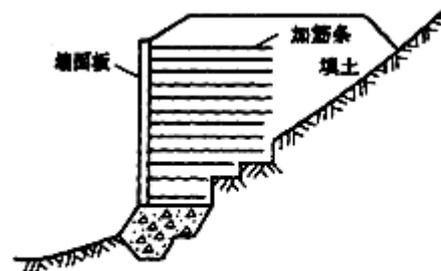


图 7-7 加筋土挡土墙

(三) 锚杆挡土墙工程施工技术

1. 特点及使用条件

锚杆挡土墙是利用锚杆技术形成的一种挡土结构物。

锚杆挡土墙的优点是**结构重量轻**，节约大量的圬工和节省工程投资；利于挡土墙的**机械化、装配化施工**，提高劳动生产率；少量开挖基坑，克服不良地基开挖的困难，并利于施工安全。

锚杆挡土墙缺点是**施工工艺要求较高**，要有钻孔、灌浆等配套的**专用机械设备**，且要耗用一定的钢材。

锚杆挡土墙适用于缺乏石料的地区和挖基困难的地段，一般用于岩质路堑路段，但其他具有锚固条件的路堑墙也可使用，还可应用于陡坡路堤。**壁板式锚杆挡土墙多用于岩石边坡防护。**

2. 锚杆挡土墙的类型

按墙面的结构形式可分为柱板式锚杆挡土墙和壁板式锚杆挡土墙。

(1) 柱板式锚杆挡土墙是由挡土板、肋柱和锚杆组成。

(2) 壁板式锚杆挡土墙是由墙面板（壁面板）和锚杆组成，墙面板直接与锚杆连接。

锚杆挡土墙施工工序主要有基坑开挖、基础浇筑（砌筑）、锚杆制作、钻孔、锚杆安放与注浆锚固、肋柱和挡土板预制、肋柱安装、挡土板安装、墙后填料填筑与压实等。

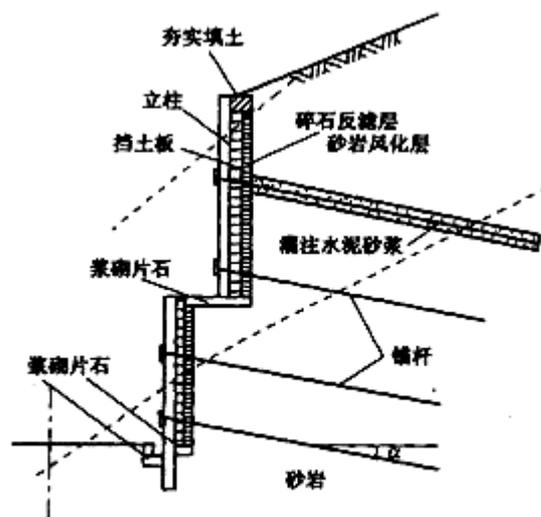
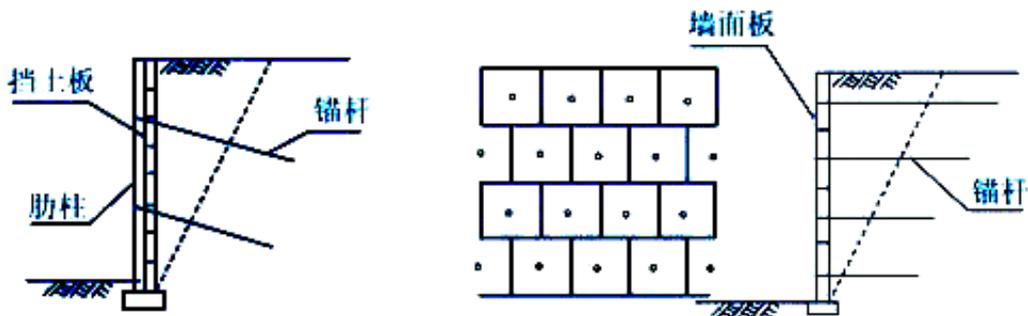


图 7-3 锚杆式挡土墙



例题：下列属于路基加固工程类型的是（ ）

- A. 坡面防护加固 B. 湿弱地基加固 C. 边坡支挡 D. 沿河冲刷防护 E. 绿化边坡

【答疑编号 502077101404】 【正确答案】 ABC

1B411040 公路工程施工综合排水

1B411041 熟悉路基地下水排水设置与施工要求

路基地下水排水设施有**排水沟**、暗沟（管）、渗沟、渗井、检查井等。其**作用**是将路基范围内的地下水位降低或拦截地下水并将其排除路基范围以外。

一、排水沟、暗沟

(一) 设置

沟壁最下一排渗水孔（或裂缝）的底部宜**高出沟底不小于 0.2m**。

排水沟可兼排地表水，在寒冷地区不宜用于排除地下水。

(二) 施工要求

排水沟或暗沟采用混凝土浇筑或浆砌片石砌筑时，应在沟壁与含水量地层接触面的高度处，设置一排或多排向沟中倾斜的渗水孔。沟壁外侧应填以粗粒透水材料或土工合成材料作**反滤层**。沿沟槽每隔**10~15m**或当沟槽通过软硬岩层分界处时应设置**伸缩缝或沉降缝**。

例题. 2010 真题某路堤的基底有 1 处直径 8cm 的泉眼，针对该水源应设置的排水设施是（ ）。

- A. 暗沟 B. 截水沟 C. 拦水带 D. 渗井

【答疑编号 502077101405】 【正确答案】 A

二、渗沟

(一) 设置

为降低地下水位或拦截地下水，可在地面以下设置渗沟。

渗沟有填石渗沟、管式渗沟和洞式渗沟三种形式，三种渗沟均应设置排水层（或管、洞）、反滤层和封闭层。

(二) 施工要求

1. 填石渗沟的施工要求

填石渗沟通常为矩形或梯形，在渗沟的底部和中间用较大碎石或卵石（粒径 3—5cm）填筑，在碎石或卵石的两侧和上部，按一定比例分层（层厚约 15cm），填较细颗粒的料（中砂、粗砂、砾石），做成反滤层，逐层的粒径比例，大致按 4: 1 递减。

2. 管式渗沟的施工要求

管式渗沟适用于地下水引水较长、流量较大的地区。当管式渗沟长度 100~300m 时，其末端宜设横向泄水管分段排除地下水。

管式渗沟的泄水管可用陶瓷、混凝土、石棉、水泥或塑料等材料制成，管壁应设泄水孔，交错布置，间距不宜大于 20cm。

3. 洞式渗沟的施工要求

洞式渗沟适用于地下水流量较大的地段，洞壁宜采用浆砌片石砌筑，洞顶应用盖板覆盖，盖板之间应留有空隙，使地下水流入洞内。

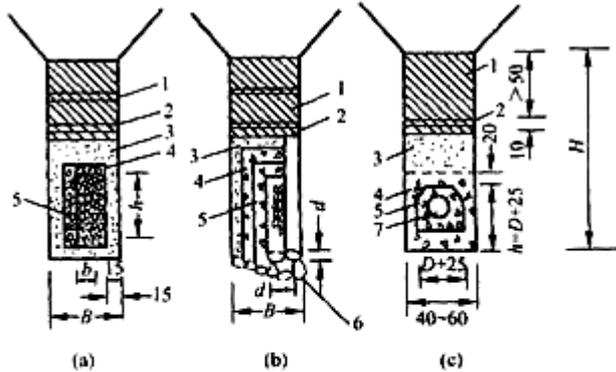


图 5-21 渗沟结构图式(单位:cm)

(a) 盲沟式;(b) 洞式;(c) 管式

1—黏土夯实;2—双层反铺草皮;3—粗砂;

4—石屑;5—碎石;6—浆砌片石沟洞;7—预制混凝土管

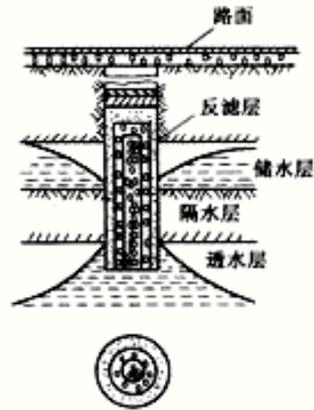


图 5-24 渗井结构与布置实例

三、渗井 排到更下一层

(一) 设置

当路基附近的地面水或浅层地下水无法排除，影响路基稳定时，可设置渗井，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。

(二) 施工要求

渗井直径 50~60cm，井内填置材料按层次在下层透水范围内填碎石或卵石，上层不透水层范围内填砂或砾石，井壁和填充料之间应设反滤层。

渗井离路堤坡脚不应小于 10m，渗水井顶部四周（进口部除外）用黏土筑堤围护，井顶应加筑混凝土盖，严防渗井淤塞。

四、检查井

(一) 设置

为检查维修渗沟，每隔 30~50m 或在平面转折和坡度由陡变缓处宜设置检查井。

(二) 施工要求

检查井一般采用圆形，内径不小于 1.0m，在井壁处的渗沟底应高出井底 0.3~0.4m，井底铺一层厚 0.1~0.2m 的混凝土。兼起渗井作用的检查井的井壁，应在含水层范围设置渗水孔和反滤层。深度大于 20m 的检查井，除设置检查梯外，还应设置安全设备。井口顶部应高出附近地面约 0.3~0.5m，并设井盖。

例题、06 年真题当路基附近的地面水和浅层地下水无法排除，影响路基稳定时，可设置（ ）来排除。 A. 边沟 B. 渗井 C. 渗沟 D. 截水沟

🔍 [答疑编号 502077101406] 【正确答案】 B

1B411042 熟悉路基地面排水设置与施工要求

路基地面排水可采用边沟、截水沟、排水沟、跌水与急流槽、拦水带、蒸发池等设施。其作用是将可能停滞在路基范围内的地面水迅速排除，防止路基范围内的地面水流入路基内。

一、边沟

(一) 设置

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。

为了防止边沟漫溢或冲刷，在平原区和重丘山岭区，边沟应分段设置出水口，多雨地区梯形边沟每段长度不宜超过 300m，三角形边沟不宜超过 200m。

(二) 施工要求

平曲线处边沟施工时，沟底纵坡应与曲线前后沟底纵坡平顺衔接，不允许曲线内侧有积水或外溢现象发生。曲线外侧边沟应适当加深，其增加值等于超高值。

边沟的加固：土质地段当沟底纵坡大于 3% 时应采取加固措施；采用干砌片石对边沟进行铺砌时，应选用有平整面的片石，各砌缝要用小石子嵌紧；采用浆砌片石铺砌时，砌缝砂浆应饱满，沟身不漏水；若沟底采用抹面时，抹面应平整压光。

二、截水沟

(一) 设置

如系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。

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 1m，弃土堆顶部应设 2% 倾向截水沟的横坡。

山坡上路堤的截水沟离开路堤坡脚至少 2.0m，并用挖截水沟的土填在路堤与截水沟之间，修筑向沟倾斜坡度为 2% 的护坡道或土台，使路堤内侧地面水流入截水沟排出。

(二) 施工要求

截水沟长度超过 500m 时应选择适当的地点设出水口，将水引至山坡侧的自然沟中或桥涵进水口，截水沟必须有牢靠的出水口，必要时须设置排水沟、跌水或急流槽。

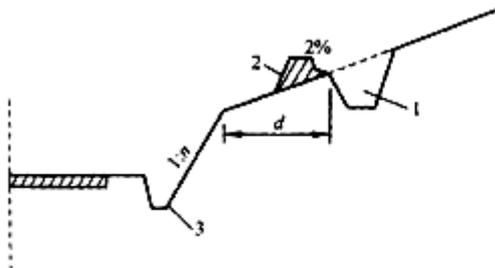


图 5-4 挖方路段截水沟示意图

1—截水沟；2—土台；3—边沟

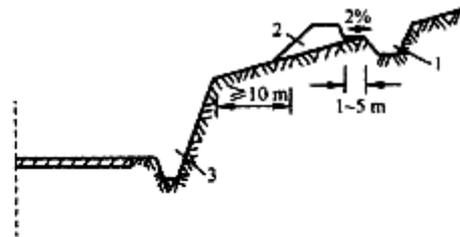


图 5-5 挖方路段弃土堆与截水沟关系图

1—截水沟；2—弃土堆；3—边沟

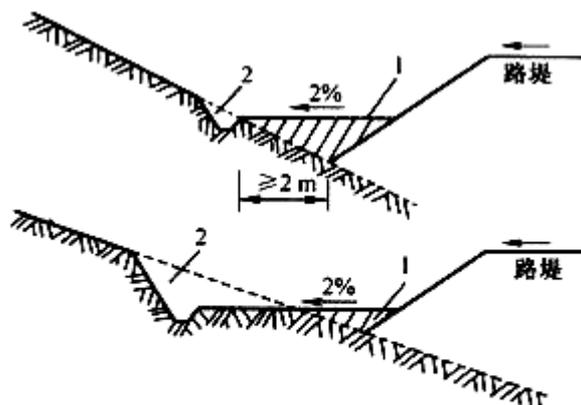


图 5-6 填方路段上的截水沟示意图

1—土台；2—截水沟

三、排水沟 地表、地下都用到

排水沟的施工应符合下列规定：

1. 排水沟的线形要求平顺，尽可能采用直线形，转弯处宜做成弧线，其半径不宜小于 10m，排水沟长度通常不宜超过 500m。
2. 排水沟沿路线布设时，应离路基尽可能远一些，距路基坡脚不宜小于 3~4m。

四、跌水与急流槽

跌水与急流槽的施工应符合下列规定：

1. 跌水与急流槽必须用浆砌圬工结构
2. 急流槽的纵坡不宜超过 1:1.5，同时应与天然地面坡度相配合。当急流槽较长时，槽底可用几个纵坡，一般是上段较陡，向下逐渐放缓。
3. 当急流槽很长时，应分段砌筑，每段不宜超过 10m，接头用防水材料填塞，密实无空隙。
4. 急流槽的砌筑应使自然水流与涵洞进、出口之间形成一个过渡段，基础应嵌入地面以下，基底要求砌筑抗滑平台并设置端护墙。
5. 路堤边坡急流槽的修筑，应能为水流入排水沟提供一个顺畅通道，路缘石开口及流水进入路堤边坡急流槽的过渡段应连接圆顺。

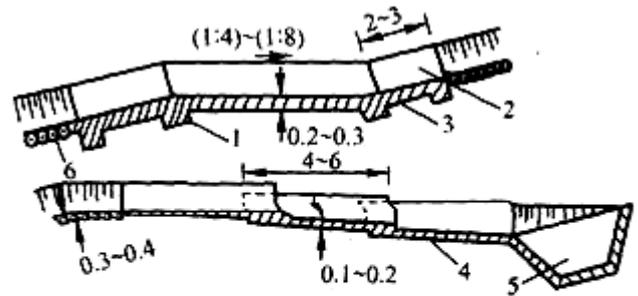


图 5-13 急流槽构造示意图(单位:m)

1—耳墙;2—消力池;3—混凝土槽底;
4—钢筋混凝土槽底;5—横向沟渠;6—砌石护底

五、拦水缘石

拦水缘石的施工应符合下列规定：

1. 为避免高路堤边坡被路面水冲毁可在路肩上设拦水缘石，将水流拦截至挖方边沟或在适当地点设急流槽引离路基。与高路堤急流槽连接处应设喇叭口。
2. 拦水缘石必须按设计安置就位。
3. 设拦水缘石路段的路肩宜适当加固。

六、蒸发池

蒸发池的施工应符合下列规定：

1. 用取土坑作蒸发池时与路基坡脚间的距离不应小于 5~10m。面积较大的蒸发池至路堤坡脚的距离不得小于 20m，坑内水面应低于路基边缘至少 0.6m。
2. 坑底部应做成两侧边缘向中部倾斜 0.5%的横坡。取土坑出入口应与所连接的排水沟或排水通道平顺连接。当出口为天然沟谷时，应妥善导入沟谷内，不得形成漫流，必要时予以加固。
3. 蒸发池的容量不宜超过 200~300m³，蓄水深度不应大于 1.5~2.0m。池周围可用土埂围护，防止其他水流入池中。
4. 蒸发池的设置不应使附近地区泥沼化及影响当地环境卫生。

1B411050 公路工程施工测量技术

1B411051 熟悉公路工程施工测量方法和工作要求

一、控制测量

控制性桩点，应进行现场交桩，并保护好交桩成果。当原测的中线主要控制桩由导线控制时，施工单位必须根据设计资料认真做好导线复测工作。

1. 各级公路的平面控制测量等级。
2. 原有导线点不能满足施工需要时，可增设满足相应精度要求的附合导线点。同一建设项目内相邻施工段的导线应闭合，并满足同等级精度要求。
3. 路基施工期间还应根据情况对控制桩点进行复测。季节性冻土地区，在冻融以后应进行复测。

二、高程测量

1. 公路高程测量应采用水准测量。在水准测量确有困难的地段，四、五等水准测量可以采用三角高程测量，采用三角高程测量时，起讫点应为高一个等级的控制点。

2. 水准点复测与加密

(1) 使用设计单位设置的水准点之前应仔细校核，并与国家**水准点闭合**，超出允许误差范围时，应查明原因并及时报告有关部门。

(2) 沿路线每 500m 宜有一个水准点。在**结构物附近、高填深挖路段、工程量集中及地形复杂路段**，宜**增设水准点**。临时水准点应符合相应等级的精度要求，并与相邻水准点闭合。

(3) 当水准点有可能受到施工影响时，应进行处理。

三、中线放样

1. 路基开工前，应进行全段中线放样并固定路线主要控制桩。**高速公路、一级公路宜采用坐标法进行测量放样。**

2. 中线放样时，应注意路线中线与结构物中心、相邻施工段的中线**闭合**。

4. 测量放样方法。

(1) 传统法放样

①切线支距法 ②偏角法。

(2) 坐标法放样

根据设计单位布设的**导线点**和设计单位提供的**逐桩坐标表**进行放样的一种方法。

(3) GPS-RTK 技术放样

GPS 载波相位差分技术达到厘米级的精度。

GPS 技术用于道路中线的**施工放样**，将有别于全站仪或其他传统的放样方法，这种方法简单实用，它不受地形条的限制，高精度、快速测设出道路中线上各里程桩位置。GPS-RTK 技术具有多种放样功能。

1B411052 了解测量仪器的使用方法

一、常用测量仪器及其作用

公路工程施工常用的测量仪器有水准仪、经纬仪、全站仪、全球定位系统（GPS）等。

(一) 水准仪分类及作用

水准仪按工作原理不同可分为电子水准仪和光学水准仪，按精度不同可分为普通水准仪和精密水准仪。我国国家标准把水准仪分为 DS05、DS1、DS3 和 DS20 四个等级。**DS05 级和 DS1 级水准仪称为精密水准仪**，用于国家一、二等精密水准测量及地震监测。DS3 级和 DS10 级水准仪称为普通水准仪，用于国家三、四等水准测量以及一般工程水准测量。**公路工程测量中一般使用 DS3 级水准仪。**

(二) 经纬仪分类及作用

经纬仪是进行角度测量的主要仪器，它包括水平角测量和竖直角测量。另外，经纬仪兼有低精度的间接测距和测定高差以及高精度的定线的辅助功能。

(三) 全站仪及其作用

全站型电子速测仪简称全站仪，它是一种集自动测距、测角、计算和数据自动记录及传输功能于一体的自动化、数字化及智能化的三维坐标测量与定位系统。**是目前公路施工单位进行测量和放样的主要仪器。**

全站仪的功能是测量水平角、竖直角和斜距，借助于机内固化的软件，可以组成多种测量功能。

(四) 全球定位系统（GPS）

全球定位系统 GPS (Global Position System)，是一种可以授时和测距的空间交会定点的导航系统，可向全球用户提供连续、实时、高精度的三维位置、三维速度和时间信息。

公路工程的测量主要应用了 GPS 的两大功能：**静态功能和动态功能**。静态功能是通过接收到的卫星信息，**确定地面某点的三维坐标**；动态功能是通过卫星系统，把已知的三维坐标点位，**实地放样地面上**。在公路施工中，GPS 可用于隧道控制测量、特大桥控制测量，也可用于公路中线、边桩的施工放样。

1B412000 路面工程

1B412010 路面基层（底基层）施工技术

1B412011 掌握路面基层用料要求

一、粒料基层原材料的技术要求

1. 各类**基层、底基层的集料压碎值**应符合下表的规定。

材料类型	公路等级	高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
级配碎石	基层	≤26%	≤30%	≤35%
	底基层	≤30%	≤35%	≤40%
级配砾石	基层	---	≤30%	≤35%
	底基层	≤30%	≤35%	≤40%
填隙碎石	基层	---	---	≤26%
	底基层	≤30%	≤30%	≤30%

2. 级配碎石用于二级和二级以上公路的基层和底基层时，应用预先筛分成几组不同粒径的碎石及**4.75mm**以下的石屑组配而成，级配曲线宜为圆滑曲线。在其他等级公路上，级配碎石可用未筛分碎石和石屑组配而成。

当级配碎石用做二级和二级以下公路的基层时，其**最大粒径应控制在37.5mm**以内；当级配碎石用做高速公路和一级公路的基层以及半刚性路面的中间层时，其**最大粒径宜控制在31.5mm**以下。

3. 级配砾石用做基层或底基层，其颗粒组成应符合相应的试验规程的要求，且级配曲线应为圆滑曲线。

天然砂砾符合规定的级配要求，而且**塑性指数在6或9**以下时，可以直接用做基层。

级配砾石用做基层时，砾石的最大粒径不应超过**37.5mm**；用做底基层时，砾石的最大粒径不应超过**53mm**。砾石颗粒中细长及扁平颗粒的含量不应超过**20%**。

4. 填隙碎石用做基层时，碎石的最大粒径不应超过**53mm**；用做底基层时，碎石的最大粒径不应超过**63mm**。填隙碎石的一层压实厚度，可取碎石最大粒径的**1.5~2.0**倍。

二、沥青稳定基层原材料的技术要求

沥青层的沥青材料、集料应符合《公路沥青路面设计规范》JTGD50—2004和《公路沥青路面施工技术规范》JTGF40—2004的有关规定。

三、无机结合料稳定基层原材料的技术要求

1. 水泥：**普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥**都可用于稳定土，但应选用**初凝时间3h以上**和**终凝时间较长**（宜在6h以上）的水泥。宜采用强度32.5级或42.5级的水泥。

2. 石灰：应尽量缩短石灰的存放时间。石灰在野外堆放时间较长时，应覆盖**防潮**。

对于高速公路和一级公路，宜采用磨细生石灰粉。

3. 粉煤灰：粉煤灰中 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 的**总含量应大于70%**，粉煤灰的**烧失量不应超过20%**。比表面积大于**2500cm²/g**。干粉煤灰和湿粉煤灰都可以应用。湿粉煤灰的**含水量不宜超过35%**。

4. 集料：集料应符合下表压碎值要求和级配要求。集料单个颗粒的最大粒径应符合下表的要求。

压碎值和单个颗粒最大粒径		高速、一级公路		二级及以下	
水泥稳定土	基层	≤30%	≤31.5mm	≤35%	≤37.5mm
	底基层	≤30%	≤37.5mm	≤40%	≤53mm
石灰工业废渣稳定土	基层	---	---	≤35%	≤37.5mm
	底基层	≤35%	≤37.5mm	≤40%	≤53mm

5. 无机结合料稳定细粒土时，细粒土应符合表的要求。

无机结合料 细粒土	塑性指数	有机质含量	硫酸盐含量
水泥稳定土	≤17	≤2%	≤0.25%
石灰稳定土、废渣	12--20	≤10%	≤0.8%

6. 水泥剂量

水泥剂量应通过配合比设计试验确定，但**设计水泥剂量宜按配合试验确定的剂量增加0.5%~1%**，**对集中厂拌法宜增加0.5%**，**对路拌法宜增加1%**。当水泥稳定中、粗粒土做基层时，应控制水泥剂量**不超过6%**。水泥的最小剂量应符合下表的规定。

水泥最小剂量

土类	拌合方法	路拌法	集中厂拌法
中、粗粒土		4%	3%
细粒土		5%	4%

7. 采用水泥稳定碎石土、砾石土或含泥量大的砂、砂砾时，宜掺入一定剂量石灰进行综合稳定，当水泥用量占结合料总量的30%以上时，应按水泥稳定类进行设计，否则按石灰稳定类设计。

8. 水泥稳定粒径均匀且不含或细料很少的砂砾、碎石以及不含土的砂时，宜在集料中添加20%~40%的粉煤灰或添加剂量为10%~12%的石灰土进行综合稳定。

1B412012 掌握路面粒料基层施工

一、粒料分类及适用范围

粒料分类	包括内容	适用范围
嵌锁型	泥结碎石	
	泥灰结碎石	
	填隙碎石	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	各级公路基层和底基层； 薄沥青面层与半刚性基层之间的中间层
	级配砾石、符合级配的天然砂砾、部分砾石经轧制掺配而成的级配砾、碎石	轻交通的二级和二级以下公路的基层； 以及各级公路的底基层

例题：下列基层中，属于嵌锁型粒料基层的是（ ）。09年真题

- A. 泥结碎石基层 B. 级配碎石基层 C. 石灰稳定砂砾基层 D. 二灰碎石基层

☞ [答疑编号 502077102101] 『正确答案』A

例题. 不属于嵌锁型粒料基层的是（ ）。10年真题

- A. 填隙碎石基层 B. 泥结碎石基层 C. 级配碎石基层 D. 泥灰结碎石基层

☞ [答疑编号 502077102102] 『正确答案』C

『答案解析』嵌锁型粒料基层包括泥结碎石、泥灰结碎石、填隙碎石等。

二、施工一般要求

1. 级配碎石层施工时，应遵守下列规定：

- (1) 颗粒组成应是一根顺滑的曲线。配料必须准确。
- (2) 混合料必须拌合均匀，没有粗细颗粒离析现象。
- (3) 级配碎石应在最佳含水量时进行碾压，用做中间层时，其重型击实标准的压实度不应小于100%；用做基层时，其重型击实标准的压实度不应小于98%；用做底基层时，其重型击实标准的压实度不应小于96%。

(4) 应使用12t以上三轮压路机碾压，每层的压实厚度不应超15~18cm。用重型振动压路机和轮胎压路机碾压时，每层的压实厚度可达20cm。

(5) 级配碎石基层未洒透层沥青或未铺封层时，禁止开放交通，以保护表层不受破坏。

2. 级配砾石层施工时，应遵守下列规定：

- (1) 颗粒级配应符合规定。
- (2) 混合料应拌合均匀，没有粗细颗粒离析现象。
- (3) 级配砾石或天然砂砾用做基层时，其重型击实标准的压实度不应小于98%；用做底基层时，其重型击实标准的压实度不应小于96%。

(4) 级配砾石同级配碎石

(5) 级配砾石基层未洒透层沥青或未铺封层时，禁止开放交通，以保护表层不受破坏。

3. 填隙碎石施工时，应遵守下列规定：

- (1) 细集料应干燥。
- (2) 应采用振动轮每米宽质量不小于1.8t的振动压路机进行碾压。填隙料应填满粗碎石层内部的全部孔隙。碾压后，表面粗碎石间的孔隙应填满，但不得使填隙料覆盖粗集料而自成一层，表面应看得见粗碎石。碾压后基层的固体体积率应不小于85%，底基层的固体体积率应不小于83%。
- (3) 填隙碎石基层未洒透层沥青或未铺封层时，禁止开放交通。

三、路面粒料基层施工方法

(一) 级配碎石路拌法施工

注意掌握其工艺顺序

1. 准备下承层

下承层表面应平整、坚实，具有规定的路拱，下承层的平整度和压实度应符合规范规定。下承层不宜做成槽式断面。

2. 测量放样

3. 备料（计算材料用量）

计算每车料的堆放距离。

未筛分碎石的含水量较最佳含水量宜大 1% 左右。未筛分碎石和石屑可按预定比例在料场混合，同时洒水加湿，使混合料的含水量超过最佳含水量约 1%。

4. 运输集料

集料装车时，应控制每车料的数量基本相等。在同一料场供料的路段内，宜由远到近卸置集料。未筛分碎石和石屑分别运送时，应先运送碎石。

5. 摊铺集料

人工摊铺混合料时，其松铺系数约为 1.40~1.50；平地机摊铺时，其松铺系数约为 1.25~1.35。

用平地机或其他合适的机具将料均匀地摊铺在预定的宽度上，表面应力求平整，并具有规定的路拱。应同时摊铺路肩用料。

6. 拌合及整形

对于二级及二级以上公路，应采用专用稳定土拌合机拌合级配碎石。对于二级以下的公路，在无稳定土拌合机的情况下，可采用平地机或多铧犁与缺口圆盘耙相配合进行拌合。用稳定土拌合机应拌合两遍以上。拌合深度应直到级配碎石层底。在进行最后一遍拌合之前，必要时先用多铧犁紧贴底面翻拌一遍。平地机拌合的作业长度，每段宜为 300~500m。

拌合结束时，混合料的含水量应均匀，并较最佳含水量大 1% 左右，同时应没有粗细颗粒离析现象。

7. 碾压 由低处向高处碾压

整形后，当混合料的含水量等于或略大于最佳含水量时，立即用 12t 以上三轮压路机、振动压路机或轮胎压路机进行碾压。**直线和不设超高的平曲线段，由两侧路肩开始向路中心碾压；在设超高的平曲线段，由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。**碾压时，后轮应重叠 1/2 轮宽；后轮必须超过两段的接缝处。后轮压完路面全宽时，即为一遍。碾压一直进行到要求的密实度为止。一般需碾压 6~8 遍，应使表面无明显轮迹。

8. 横缝的处理：两作业段的衔接处，应搭接拌合。第一段拌合后，留 5~8m 不进行碾压，第二段施工时，前段留下未压部分与第二段一起拌合整平后进行碾压。

9. 纵缝的处理：应避免纵向接缝。在必须分两幅铺筑时，纵缝应搭接拌合。前一幅全宽碾压密实，在后一幅拌合时，应将相邻的前幅边部约 30cm 搭接拌合，整平后一起碾压密实。

(二) 级配碎石集中厂拌法施工

级配碎石用做半刚性路面的中间层以及用做二级以上公路的基层时，应采用集中厂拌法拌制混合料，并用摊铺机摊铺混合料。

1. 如强制式拌合机、卧式双转轴桨叶式拌合机、普通水泥混凝土拌合机等。

2. 对用于高速公路和一级公路的级配碎石基层和中间层，宜采用不同粒级的单一尺寸碎石和石屑。

3. 在正式拌制级配碎石混合料之前，必须先调试所用的厂拌设备，使混合料的颗粒组成和含水量都能达到规定的要求。

4. 将级配碎石用于高速公路和一级公路时，应用沥青混凝土摊铺机或其他碎石摊铺机摊铺碎石混合料。

5. 振动压路机、三轮压路机进行碾压，碾压方法同路拌法。

6. 级配碎石用于二级和二级以下公路时，如没有摊铺机，也可用自动平地机（或摊铺箱）摊铺混合料。

7. 集中厂拌法施工时的横向接缝按下述方法处理：

用摊铺机摊铺混合料时，靠近摊铺机当天未压实的混合料，可与第二天摊铺的混合料一起碾压，但应注意此部分混合料的含水量。

8. 应避免纵向接缝。在不能避免纵向接缝的情况下，纵缝必须垂直相接，不应斜接。

(三) 填隙碎石施工(施工工艺流程见图 1B412012—2)

注意干法施工和湿法施工的区别

1. 备料: 填隙料的用量约为粗碎石质量的 30%~40%。
2. 运输粗碎石: 在同一料场的路段内, 由远到近将粗碎石按规范计算的距离卸置于下承层上。
3. 摊铺: 用平地机或其他合适的机具将粗碎石均匀地摊铺在预定的宽度上, 表面应力求平整, 并有规定的路拱。应同时摊铺路肩用料。检查松铺材料层的厚度是否符合预计要求, 必要时, 应进行减料或补料工作。
4. 撒铺填隙料和碾压(分干法施工和湿法施工)

第一, 干法施工

- (1) 初压: 用 8t 两轮压路机碾压 3~4 遍, 使粗碎石稳定就位。
- (2) 撒铺填隙料: 用石屑撒布机或类似的设备将干填隙料均匀地撒铺在已压稳的粗碎石层上, 松铺厚度约 2.5~3.0cm。
- (3) 碾压: 用振动压路机慢速碾压, 将全部填隙料振入粗碎石间的孔隙中。碾压方法同前, 但路肩两侧应多压 2~3 遍。
- (4) 再次撒布填隙料:
- (5) 再次碾压: 用振动压路机按前述进行碾压。
- (6) 再次碾压后, 如表面仍有未填满的孔隙, 则应补撒填隙料, 并用振动压路机继续碾压, 直到全部孔隙被填满为止。表面必须能看得见粗碎石。如填隙碎石层上为薄沥青面层, 应使粗碎石的棱角外露 3~5mm。
- (7) 当需分层铺筑时, 应将已压成的填隙碎石层表面粗碎石外露约 5~10mm, 然后在上摊铺第二层粗碎石。
- (8) 填隙碎石表面孔隙全部填满后, 用 12~15t 三轮压路机再碾压 1~2 遍。

第二, 湿法施工

- (1) 开始工序与前面要求相同。
- (2) 粗碎石层表面孔隙全部填满后, 立即用洒水车洒水, 直到饱和, 但应注意避免多余水浸泡下承层。
- (3) 用 12~15t 三轮压路机跟在洒水车后进行碾压。
- (4) 干燥: 碾压完成的路段应让水分蒸发一段时间。
- (5) 当需分层铺筑时, 应待结构层变干后, 将已压成的填隙碎石层表面的填隙料扫除一些, 使表面粗碎石外露 5~10mm, 然后在上摊铺第二层粗碎石。

1B412013 掌握路面沥青稳定基层施工

一、沥青稳定类基层分类及适用范围

类别	分类	适用范围
沥青稳定类	热拌沥青碎石	柔性路面上基层及调平层
	沥青贯入碎石	可设在沥青混凝土与粒料基层之间作上基层, 此时应不撒封层料, 也不做上封层
	乳化沥青碎石混合料	各级公路调平层

二、施工一般要求

1. 按施工规范要求做好各项施工准备工作。
2. 即包括目标配合比设计阶段、生产配合比设计阶段、生产配合比验证阶段。

配合比设计采用马歇尔试验设计方法。

三、路面沥青稳定基层施工

(一) 热拌沥青碎石基层施工

1. 热拌沥青碎石的拌制
2. 热拌沥青混合料的运输
 - (1) 为防止沥青与车厢板粘结, 车厢侧板和底板可涂一薄层油水(柴油和水的比例=1:3)混合物, 但不得有余液积聚在车厢底部。
 - (2) 从拌合机向运料车上放料时, 应每卸一斗混合料挪动一下汽车位置, 以减少粗细集料的离析现象。

3. 热拌沥青混合料的摊铺

(2) 热拌沥青混合料应采用机械摊铺。

(4) 当高速公路和一级公路施工气温低于 10℃、其他等级公路施工气温低于 5℃时，不宜摊铺热拌沥青混合料。

(6) 沥青混合料的松铺系数：**机械摊铺 1.15~1.30，人工摊铺 1.20~1.45。**

(8) 可用人工局部找补或更换混合料；摊铺不得中途停顿。

4. 热拌沥青混合料的压实及成型

(1) 沥青混合料的分层压实厚度**不得大于 10cm。**

(2) 应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤，以达到最佳结果。沥青混合料压实宜采用钢筒式静态压路机与轮胎压路机或振动压路机组合的方式。

(3) 沥青混合料的压实应按**初压、复压、终压（包括成型）**三个阶段进行。

(4) 初压应在混合料摊铺后较高温度下进行，应采用轻型钢筒式压路机或关闭振动装置的振动压路机**碾压 2 遍**。压路机应从外侧向中心碾压。相邻碾压带应重叠 1/3~1/2 轮宽，最后碾压路中心部分，压完全幅为一遍。

(5) 复压应紧接在初压后进行，复压宜采用重型的轮胎压路机，也可采用振动压路机或钢筒式压路机。碾压遍数应经试压确定，**不宜少于 4~6 遍**。

(6) 终压应紧接在复压后进行。终压可选用双轮钢筒式压路机或关闭振动压路机碾压，**不宜少于 2 遍**，并无轮迹。

5. 接缝

(1) 纵向接缝部分的施工，摊铺时采用**梯队作业的纵缝应采用热接缝**。施工时应将已铺混合料部分留下 10~20cm 宽暂不碾压。

(2) 半幅施工不能采用热接缝时，宜加设挡板或采用切刀切齐。铺另半幅前必须将缝边缘清扫干净，并涂洒少量粘层沥青。摊铺时应**重叠在已铺层上 5~10cm（主要用于保证温度）**，摊铺后用人工将摊铺在前半幅上面的混合料铲走。

(二) 沥青贯入碎石基层施工方法

1. 撒布主层集料。撒布后严禁车辆在铺好的集料层上通行。

2. 主层集料撒布后应采用 6~8t 的钢筒式压路机进行初压，碾压速度宜为 2km/h。碾压应自路边缘逐渐移向路中心，每次轮迹**重叠约 30cm**，接着应从另一侧以同样方法压至路中心，以此为**碾压一遍**。然后再用 10—12t 压路机进行碾压，每次轮迹**重叠 1/2 左右，宜碾压 4—6 遍**。

3. 主层集料碾压完毕后，应立即浇洒第一层沥青。浇洒方法应按规范进行。沥青的浇洒温度应根据沥青标号及气温情况选择。当采用乳化沥青贯入时，为防止乳液下漏过多，可在主层集料碾压稳定后，先撒布一部分上一层嵌缝料，再浇洒主层沥青。乳化沥青在常温下洒布，当气温偏低需要加快破乳速度时，可将乳液加温后洒布，但**乳液温度不得超过 60℃**。

4. 主层沥青浇洒后，应立即均匀撒布第一层嵌缝料，嵌缝料撒布后应立即扫匀，不足处应找补。当使用乳化沥青时，石料撒布必须在乳液破乳前完成。

5. 嵌缝料扫匀后应在立即用 8~12t 钢筒式压路机进行碾压，轮迹重叠 1/2 左右，宜碾压 4~6 遍，直至稳定为止。碾压时随压随扫，使嵌缝料均匀嵌入。因气温过高使碾压过程中发生较大推移现象时，就立即停止碾压，待气温稍低时再继续碾压。

6. 浇洒第二层沥青，撒布第二层嵌缝料，然后碾压，再浇洒第三层沥青。

7. 撒布封层料。施工要求应与撒布嵌缝相同。

8. 最后碾压，宜采用 6~8t 压路机碾压 2~4 遍。

(三) 乳化沥青碎石基层施工方法

1. 乳化沥青碎石混合料宜采用拌合机拌合。

2. 采用阳离子乳化沥青时，在与乳液拌合前需用水湿润集料，使集料总含水量达到 5%左右，天气炎热宜多加，低温潮湿可少加。

3. 混合料的拌合时间应保证乳液与集料拌合均匀。**机械拌合不宜超过 30s（自矿料中加进乳液的时间算起）；人工拌合不宜超过 60s。**

4. 混合料应具有充分的施工和易性，拌合与摊铺过程中已破乳的混合料，应予废弃。

5. 拌制的混合料宜用沥青摊铺机摊铺。

6. 乳化沥青碎石混合料的碾压，可按热拌沥青混合料的规定进行，并应符合下列要求：

(1) 混合料摊铺后, 应采用 6t 左右的轻型压路机初压, 宜碾压 1~2 遍, 使混合料初步稳定, 再用轮胎压路机或轻型筒式压路机碾压 1~2 遍。

(2) 当乳化沥青开始破乳, 混合料由褐色转变成黑色时, 用 12~15t 轮胎压路机或 10~12t 钢筒式压路机复压。

(3) 碾压时发现局部混合料有松散或开裂时, 应立即挖除并换补新料, 整平后继续碾压密实。

(4) 阳离子乳化沥青碎石混合料可在下层潮湿的情况下施工。

1B412014 掌握路面无机结合料稳定基层施工

一、无机结合料稳定类(也称半刚性类型) 基层分类及适用范围

(一) 分类

类别	分类	适用范围
半刚性类	水泥稳定土	各级公路的基层和底基层, 但水泥稳定细粒土不能用做二级和二级以上公路高级路面的基层
	石灰稳定土	各级公路的底基层, 以及二级和二级以下公路的基层, 但石灰土不得用做二级公路的基层和二级以下公路高级路面的基层
	石灰工业废渣稳定土	各级公路的基层和底基层, 但二灰、二灰土和二灰砂不应做二级和二级以上公路高级路面的基层

二、施工一般要求

1. 水泥稳定土结构层施工时, 应遵守下列规定:

(1) 土块应尽可能粉碎, 土块最大尺寸不应大于 15mm。

(3) 水泥稳定类材料的压实度(按重型击实标准)及 7d(在非冰冻区 25℃、冰冻区 20℃条件下湿养 6d、浸水 1d)龄期的无侧限抗压强度应满足的要求。

(4) 水泥稳定土结构层应用 12t 以上的压路机碾压。用 12~15t 三轮压路机碾压时, 每层的压实厚度不应超过 15cm; 用 18~20t 三轮压路机和振动压路机碾压时, 每层的压实厚度不应超过 20cm; 每层的最小压实厚度为 10cm, 下层宜稍厚。对于稳定细粒土, 以及用摊铺机摊铺的混合料, 都应采用先轻型、后重型压路机碾压。

(5) 能缩短从加水拌合到碾压终了的延迟时间, 此时间不应超过 3~4h, 并应短于水泥的终凝时间。采用集中厂拌法施工时, 延迟时间不应超过 2h。

(6) 严禁用薄层贴补法进行找平。

(8) 水泥稳定土基层上未铺封层或面层时, 禁止一切机动车辆通行。

2. 石灰稳定土层施工时, 应遵守下列规定:

(1) 细粒土应尽可能粉碎, 土块最大尺寸不应大于 15mm。

(2) 应严格控制基层厚度和高程, 其路拱横坡应与面层一致。

(3) 石灰稳定土的压实度(按重型击实标准)及 7d(在非冰冻区 25℃、冰冻区 20℃条件下湿养 6d、浸水 1d)龄期的无侧限抗压强度应满足的要求。

(4) 石灰稳定土碾压同水泥稳定土基层。

(5) 石灰稳定土层宜在当天碾压完成, 不使稳定土层表面干燥, 也不应过分潮湿。

(6) 石灰稳定土层上未铺封层或面层时, 禁止开放交通; 当施工中断, 临时开放交通时, 应采取保护措施, 不使基层表面遭破坏。

3. 石灰工业废渣稳定土结构层施工时, 应遵守下列规定:

(2) 应严格控制基层厚度和高程, 其路拱横坡应与面层一致。

(3) 石灰粉煤灰稳定类材料的压实度(按重型击实标准)及 7d(在非冰冻区 25℃、冰冻区 20℃条件下湿养 6d、浸水 1d)龄期的无侧限抗压强度应满足的要求。

(4) 石灰工业废渣稳定土碾压同水泥稳定土基层。

(5) 必须保湿养护, 不使石灰工业废渣稳定土层表面干燥。

(6) 石灰工业废渣稳定土基层开放交通同石灰稳定土层

三、无机结合料稳定基层施工

无机结合料基层路拌法施工；厂拌法施工。

公路级别	适用范围	
二级公路	专用的稳定土拌合机，或用集中厂拌法拌制	厂拌合法用摊铺机摊铺
高速公路和一级公路	直接铺筑在土基上的底基层下层可以用专用的稳定土拌合机进行路拌法施工	
	土基上层已用石灰或固化剂处理，则底基层的下层也应用集中拌合法拌制混合料	

(一) 无机结合料稳定基层施工准备

1. 下承层准备：**检查下承层的压实度，平整度，高程，横坡度，平面尺寸等**，对土基必须用 12~15t 压路机或等效的压路机碾压（3~4 遍），并进行检查，如有表面松散、弹簧等现象必须进行处理。

2. 施工放样

(4) 摊铺机施工应于待摊铺基层两侧布置控制标高的钢支架，其上设置钢丝绳作为摊铺机行走的标高控制基准线。**基准线一定要拉紧，拉力应不小于 150kg，控制标高支架间距不超过 10m**，同时基准线拉好后要仔细观察一下是否平顺。

3. 混合料组成设计：

(二) 无机结合料稳定基层施工备料

1. 土料 (1) 应在预定的深度范围内采集土，不应分层采集，当需分层采集土时，应将土先分层堆放在一地上，然后从前到后将上下层土一起装车运送到现场。

(2) 对于塑性指数大于 12 的黏土，机械拌合时，可视土质和机械能确定是否需要过筛。人工拌合时，应筛除 15mm 以上的土块。

2. 集料 (2) 掺加的碎石宜加工成三四个不同粒径，以便于和其他自然材料（工业废渣、天然砂砾）混合后达到规范要求的颗粒组成范围。

3. 水泥：路拌法宜选用袋装水泥、场拌法宜选用散装水泥。

4. 生石灰 (1) 当石灰堆放时间较长时，应覆盖封存；

(2) 生石灰块应在使用前 7~10d 充分消除。消除后的石灰应保持一定的湿度，不得产生扬尘，也不可过湿成团。

(3) 消石灰宜过孔径 10mm 的筛，并尽快使用。

5. 粉煤灰：

(三) 无机结合料基层路拌法施工

1. 施工工艺流程

2. 摊铺土 (1) 首先确定土的松铺系数；

(2) 摊铺土应在摊铺水泥的前一天进行。雨期施工，如第二天有雨，不宜提前摊铺土。

3. 洒水闷料

(1) 应在土层上洒水闷料。

(2) 细粒土应经一夜闷料；如为综合稳定土，应先将石灰和土拌合后一起进行闷料。

4. 整平和轻压 对人工摊铺的土层整平后，用 6~8t 两轮压路机碾压 1~2 遍。

5. 摆放和摊铺水泥（或石灰）

6. 拌合（干拌）

(1) 对二级及二级以上公路，应采用稳定土拌合机进行拌合并设专人跟随拌合机，拌合深度应达稳定层底并宜侵入下承层 5~10mm，以利上下层粘结。通常应拌合两遍以上，在最后一遍拌合之前，必要时可先用多铧犁紧贴底面翻拌一遍。

(2) 对于三、四级公路，可用农用旋转耕作机与多铧犁或平地机相配合进行拌合，但应注意拌合效果，拌合时间不能过长。

7. 加水并湿拌

8. 整形 混合料拌合均匀后，应立即用平地机初步整形。

9. 碾压

(1) 路面的两侧应多压 2~3 遍。

(2) 整形后，当混合料的含水量为最佳含水量（ $\pm 1\% \sim \pm 2\%$ ）时，应立即用轻型压路机并配合 12t 以上压路机在结构层全宽内进行碾压。一般需碾压 6~8 遍。采用人工摊铺和整形的稳定土层，宜先用拖拉机或 6~8t 两轮压路机或轮胎机碾压 1~2 遍，然后再用重型压路机碾压。

(3) 接缝和调头处的处理：同日施工的两工作段的衔接处，应采用搭接。前一段拌合整形后，留 5~8m 不进行碾压。

(4) 纵缝的处理：水泥稳定土层的施工应该避免纵向接缝，纵缝必须垂直相接，不应斜接。

(四) 中心站集中拌合法施工

1. 施工工艺流程

2. 混合料拌合

(1) 无机结合料稳定土可以在中心站用厂拌设备进行集中拌合，对于高速公路和一级公路，应采用专用稳定土集中厂拌机械拌制混合料。

(2) 集中拌合时，应符合下列要求：**土块应粉碎，最大尺寸不得大于 15mm**；配料应准确，拌合应均匀；含水量宜略大于最佳值，使混合料运到现场摊铺后碾压时的含水量不小于最佳值；**不同粒级的碎石或砾石以及细集料（如石屑和砂）应隔离，分别堆放。**

(4) 在潮湿多雨的地区或者其他地区的雨期施工时，应采取措施，保护集料，**特别是细集料应有覆盖，防止雨淋；**

3. 混合料运输

拌合好的混合料应采用大吨位的翻斗车运输，运输车应备有覆盖苫布以防止混合料因阳光照射失水或雨淋，降低混合料的质量。

4. 混合料摊铺

(1) 采用沥青混凝土摊铺机或稳定土摊铺机摊铺混合料。**如下承层是稳定细粒土，应先将下承层顶面拉毛，再摊铺混合料。**

(2) 拌合机与摊铺机的生产能力应互相匹配。

(3) 路幅较宽一台摊铺机不够宽时，为了避免形成纵缝，宜采用两台摊铺机一前一后相隔 5—10m，同步梯队向前摊铺，并同时碾压。

(4) 摊铺机应根据供料情况控制行走速度，做到**连续稳步前进**，以保证摊铺平整度。

(5) 摊铺机后面应跟人，负责消除粗细集料离析现象，铲除局部粗集料“窝”，并及时用新拌制的混合料填补。

(6) 在二、三、四级公路上，没有摊铺机时可采用**摊铺箱**摊铺混合料，也可以用**自动找平平地机**辅以人工整平。

5. 碾压

(1) 宜先用轻型两轮压路机跟在摊铺机后及时进行碾压，后用重型振动压路机、三轮压路机或轮胎压路机继续碾压密实。

(2) 当碾压厚度较厚，压实机具不能有效压实整个结构层厚度时，应分两层进行摊铺，但是**最小厚度不宜小于 10cm。**

(3) 碾压应紧跟摊铺机，及时进行碾压，以防混合料水分挥发，保证结构层在合适的含水量下成型。

6. 横向接缝

横向接缝应按照以下要求制作：

(1) 摊铺机摊铺混合料时，不宜中断，如**因故中断超过 2h，应设置横向接缝**，摊铺机应驶离混合料末端；

(五) 无机结合料基层养护

1. 每一段碾压完成并经压实度检查合格后，应立即开始养生。

2. 对于高速公路和一级公路，**基层的养生期不宜少于 7d**。对于二级和二级以下的公路，如养生期少于 7d 即铺筑沥青面层，则应限制重型车辆通行。

3. 水泥稳定土基层也可采用沥青乳液进行养生。

4. 二灰基层宜采用泡水养生法，养生期应为 **14d**。

5. 石灰稳定土养生期间，不应过湿或忽干忽湿。

(六) 无机结合料基层施工注意事项

1. 水泥稳定土基层水泥剂量不宜超过 **6%**。

2. 水泥稳定土基层施工时，必须采用流水作业法。特别是要尽量缩短从拌合到完成碾压之间的延迟时间。

5. 水泥稳定土基层分层施工时，第二层必须在第一层养护 7d 后方可铺筑。铺筑第二层之前，应在第一层顶面洒少量水泥或水泥浆。

6. **石灰稳定土基层、石灰工业废渣稳定土基层，分层施工时，下层石灰稳定土碾压完成后，可以立即铺筑上一层石灰稳定土，不需要专门的养护期。**

7. 机结合料基层施工时，严禁用薄层贴补的办法进行找平。

8. 施工期的日最低气温应在 **5℃** 以上，在有冰冻的地区，并应在第一次重冰冻（-3~-5℃）到来之前半个月到一个月完成。

1B412020 沥青路面的施工技术

1B412021 掌握沥青路面结构及类型

一、沥青路面结构组成

1. 沥青路面结构层可由面层、基层、底基层、垫层组成。

2. 面层是直接承受车轮荷载反复作用和自然因素影响的结构层。表面层应根据使用要求设置抗滑耐磨、密实稳定的沥青层；

3. 基层是起**主要承重作用**的层次。

4. 底基层是起**次要承重作用**的层次。

5. 垫层起排水、隔水、防冻、防污等作用。

例题. 路面基层在整个路面中的主要作用是 ()。

A. 隔水 B. 承重 C. 防冻 D. 降噪

【答疑编号 502077102201】 【正确答案】 B

【答案解析】 基层是起主要承重作用的层次。

二、沥青路面分类

(一) 按技术品质和使用情况分类

分类	组成	适用
沥青混凝土路面	集料、矿粉和沥青	各级公路面层
沥青碎石路面	石料级配和沥青规格要求较宽	宜用于三、四级公路。中粒式、粗粒式沥青碎石宜用作沥青混凝土面层下层、联结层或整平层。
沥青贯入式	沥青浇洒在铺好的主层集料上，再分层撒布嵌缝石屑和浇洒沥青，分层压实，形成一个较致密的沥青结构层	沥青贯入式适用于三、四级公路，也可作为沥青混凝土面层的联结层。
沥青表面处治	层铺法或拌合法铺筑而成的厚度不超过 3cm 的沥青面	一般用于三、四级公路，也可用作沥青路面的磨耗层、防滑层。

(二) 按组成结构分类

结构类型	分类	典型代表
按组成结构分类	密实—悬浮结构	AC-I 型沥青混凝土
	骨架—空隙结构	沥青碎石混合料 (AN) 和排水沥青混合料 (OGFC)
	密实—骨架结构	沥青碎石玛蹄脂混合料 (SMA)

(三) 按矿料级配分类

结构类型	分类	典型代表
按矿料级配分类	密级配	沥青混凝土、沥青稳定碎石
	半开级配	改性沥青稳定碎石，用 AM 表示
	开级配	排水式沥青磨耗层混合料，以 OGFC 表示 排水式沥青稳定碎石基层，以 ATPCZB 表示
	间断级配	沥青玛蹄脂碎石 (SMA)

(四) 按矿料粒径分类

结构类型	分类	最大粒径 (mm)
按矿料粒径分类 (圆孔筛)	砂粒式	≤4.75
	细粒式	9.5 或 13.2
	中粒式	16 或 19
	粗粒式	26.5 或 31.5
	特粗式	≥37.5

(五) 按施工温度分类

结构类型	分类	特点
按施工温度分类	热拌热铺	沥青与矿料经加热后拌合，摊铺和碾压
	常温	乳化沥青或稀释沥青，在常温下 (或者加热温度很低) 与矿料拌合，常温下完成摊铺和碾压



沥青混合料的典型组成结构

例题. 沥青碎石玛蹄脂混合料属于 () 结构。2010

- A. 密实-悬浮 B. 密实-骨架 C. 骨架-空隙 D. 骨架-悬浮

【答疑编号 502077102202】 【正确答案】 B

【答案解析】 沥青玛蹄脂碎石 SMA 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，填于间断级配的矿料骨架中，形成沥青混合料。具有抗滑耐磨、密实耐久、抗疲劳、抗车辙、减少低温开裂的优点，参见教材 P62。

1B412022 掌握沥青路面用料要求

一、一般规定

1. 沥青路面使用的各种材料运至现场后必须取样进行质量检验，经评定合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。
2. 沥青路面集料的选择必须经过认真的料源调查，确定料源应尽可能就地取材。质量符合使用要求，石料开采必须注意环境保护，防止破坏生态平衡。
3. 集料粒径规格以方孔筛为准。不同料源、品种、规格的集料不得混杂堆放。

二、道路石油沥青

1. 道路石油沥青的质量应符合表 1B412022—2 的要求，各个沥青等级的适用于范围应符合表 1B412022—1 的规定。

道路沥青的适用范围

表 1B412022-1

沥青等级	适用范围
A 级沥青	各个等级的公路，适用于任何场合和层次
B 级沥青	1. 高速公路、一级公路沥青下面层及以下层次，二级及二级公路以下公路的各个层次； 2. 用作改性沥青、乳化沥青、改性乳化沥青、稀释沥青的基质沥青
C 级沥青	三级及三级以下公路的各个层次

2. 沥青路面采用的沥青标号，宜按照公路等级、气候条件、交通条件、路面类型及在结构层中的层位及受力特点、施工方法等，结合当地的使用经验，经技术论证后确定。

对高速公路、一级公路，夏季温度高、高温持续时间长、重载交通、山区及丘陵区上坡路段、服务区、停车场等行车速度慢的路段，尤其是汽车荷载剪应力大的层次，宜采用稠度大、黏度大的沥青

对冬季寒冷的地区或交通量小的公路、旅游公路宜选用稠度小、低温延度大的沥青；对温度日温差、年温差大的地区宜注意选用针入度指数大的沥青。当高温要求与低温要求发生矛盾时应优先考虑满足高温性能的要求。

三、乳化石油沥青

乳化沥青品种及适用范围

表 111412022-3

分类	品种及代号	适用范围
阳离子乳化沥青	PC-1	表面处治、贯入式路面及下封层用
	PC-2	透层油及基层养生用
	PC-3	粘层油用
	BC-1	稀浆封层或冷拌沥青混合料用
阴离子乳化沥青	PA-1	表面处治、贯入式路面及下封层用
	PA-2	透层油及基层养护用
	PA-3	粘层油用
	BA-1	稀浆封层或冷拌沥青混合料用
非离子乳化沥青	PN-2	透层油用
	BN-1	与水泥稳定集料同时使用（基层路拌或再生）

3. 乳化沥青类型根据集料品种及使用条件选择。**阳离子乳化沥青可适用于各种集料品种**，阴离子乳化沥青适用于碱性石料。

4. 制备乳化沥青用的基质沥青，对高速公路和一级公路，应符合表 1B412022—2 道路石油沥青 A、B 级沥青的要求，其他情况可采用 C 级沥青。

5. 乳化沥青宜存放在立式罐中，并保持适当搅拌。贮存期以不离析、不冻结、不破乳为度。

四、液体石油沥青

1. 液体石油沥青适用于透层、粘层及拌制冷拌沥青混合料。

2. 液体石油沥青宜采用针入度较大的石油沥青，

3. 液体石油沥青在制作、贮存、使用的全过程中必须通风良好，并有专人负责，确保安全。

五、改性沥青

1. 改性沥青可单独或复合采用高分子聚合物、天然沥青及其他改性材料制作。

六、改性乳化沥青

改性乳化沥青品种及适用范围

表 1B412022-4

品 种		代 号	适 用 范 围
改性乳化沥青	喷洒型改性乳化沥青	PCR	粘层、封层、桥面防水粘结层用
	拌合用乳化沥青	BCR	改性稀浆封层和微表处用

七、粗集料

1. 沥青层用粗集料包括碎石、破碎砾石、筛选砾石、钢渣、矿渣等，但高速公路和一级公路不得使用筛选砾石和矿渣。

2. 粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙。

4. 采石场在生产过程中必须彻底清除覆盖层及泥土夹层。生产碎石用的原石不得含有土块、杂物，集料成品不得堆放在泥土地上。

6. 粗集料与沥青的粘附性应符合“粗集料与沥青的粘附性、磨光值的技术要求”，当使用不符合要求的粗集料时，宜掺加消石灰、水泥或用饱和石灰水处理后使用，必要时可同时在沥青中掺加耐热、耐水、长期性能好的抗剥落剂，也可采用改性沥青的措施，使沥青混合料的水稳定性检验达到要求。

7. 破碎砾石应采用粒径大于 50mm、含泥量不大于 1%的砾石轧制，破碎砾石的破碎面应符合“粗集料对破碎面的要求”。

8. 筛选砾石仅适用于三级及三级以下公路的沥青表面处治路面。

9. 经过破碎且存放期超过 6 个月以上的钢渣可作为粗集料使用。

八、细集料

1. 沥青面层的细集料可采用天然砂、机制砂、石屑。

2. 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配

3. 天然砂可采用河砂或海砂，通常宜采用粗、中砂。SMA 和 OGFC 混合料不宜使用天然砂。

5. 机制砂宜采用专用的制砂机制造。

九、填料

1. 沥青混合料的矿粉必须采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净，能自由地从矿粉仓流出。

2. 拌合机的粉尘可作为矿粉的一部分回收使用。但每盘用量不得超过填料总量的 25%，掺有粉尘填料的塑性指数不得大于 4%。

3. 粉煤灰作为填料使用时，用量不得超过填料总量的 50%，粉煤灰的烧失量应小于 12%，与矿粉混合后的塑性指数应小于 4%，其余质量要求与矿粉相同。高速公路、一级公路的沥青面层不宜采用粉煤灰做填料。

十、纤维稳定剂

1. 在沥青混合料中掺加的纤维稳定剂宜选用木质素纤维、矿物纤维等。

2. 纤维应在 250℃的干拌温度不变质、不发脆，使用纤维必须符合环保要求，不危害身体健康。纤维必须在混合料拌合过程中能充分分散均匀。

3. 矿物纤维宜采用玄武岩等矿石制造，易影响环境及造成人体伤害的石棉纤维不宜直接使用。

4. 纤维应存放在室内或有棚盖的地方，松散纤维在运输及使用过程中应避免受潮，不结团。

例题. 关于沥青混凝土路面施工时选用沥青的说法，正确的有（ ）。2010

A. 在夏季温度高且持续时间长的地区修建高速公路，应采用稠度大、黏度大的沥青

B. 对日温差、年温差大的地区，宜选用针入度指数小的沥青

C. 当高温要求与低温要求发生矛盾时，应优先考虑满足低温性能的要求

D. 汽车荷载剪应力大的路面结构层，宜选用稠度大、黏度大的沥青

E. 当缺乏所需标号的沥青时，可采用不同标号掺配的调和沥青

【答疑编号 502077102203】 【正确答案】 ADE

【答案解析】对日温差、年温差大的地区，宜选用针入度指数大的沥青；当高温要求与低温要求发生矛盾时应优先考虑满足高温性能的要求。

1B412023 掌握沥青路面施工

一、热拌沥青混凝土路面施工工艺

二、施工准备

1. 选购经调查试验合格的材料进行备料，**矿料应分类堆放，矿粉必须是石灰岩磨细而成不得受潮**，必要时做好矿料堆放场地的硬化处理和场地四周排水及搭设矿粉库房或储存罐。
2. 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。
5. 试验段开工前 28d 安装好试验仪器和设备，配备好的试验人员报请监理工程师审核。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。（工艺参数和技术参数）

三、沥青混合料的拌合

1. 各种集料分类堆放，每个料源均进行试验，按要求的配合比进行配料。
2. 设置间歇式具有密封性能及除尘设备，并有检测拌合温度装置的沥青混凝土拌合站。
3. 拌合站设试验室，对沥青混凝土的原材料和沥青混合料及时进行检测。
4. **沥青的加热温度控制在规范规定的范围之内，即 150—170 °C。集料的加热温度控制在 160—180°C；混合料的出厂温度控制在 140—165°C。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°C。**
5. 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，不符合要求时废弃。

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。
3. 摊铺机均匀行驶，行走速度和拌合站产量相匹配，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 °C，不超过 165°C**，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 °C。**
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洒料，换补料。
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°C 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 °C；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 °C**。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. **碾压顺序向由低边向高边**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。压路机不准停留在温度尚未冷却至自然气温以下已完成的路面上。
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关闭振动。

七、接缝处理

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，后摊铺部分完成立即**骑缝碾压**，以除缝迹。
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。**

八、检查试验

1. 按施工技术规范要求的频率认真做好各种试验工作。
2. 在施工过程中**随时检查铺筑厚度、平整度、宽度、横坡度、高程。**

1B412024 掌握路面改建施工

一、水泥路面改造加铺沥青面层

(一) 直接加铺法

1. 对边角破碎损坏较深和较宽的路面，浇筑同强度等级混凝土；对破损较浅、较窄的，可凿除 5cm 以上，用细石拌制的混凝土混合料填平。

2. 对发生错台或板块网状开裂，应首先考虑是路基质量出现问题，必须将整个板全部凿除，重新夯实路基及基层。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。

3. 对于板块脱空、桥头沉陷、板的不均匀沉陷及弯沉较大的部位，应钻穿板块，然后用水泥浆高压灌注处理。

(1) 定位：钻孔位置一般应距边角 20~40cm；钻孔距边角太近时，灰浆很难压进且注压力极易从边角散失，因此板角的钻孔应距边角 40~60cm。

(2) 钻孔：钻孔深度与板厚一致。孔径 D 与压浆头直径 d 相匹配，且 $D-d=1\sim 2\text{mm}$ 。

(3) 制浆：灌入浆液，可以是热沥青、水泥浆、水泥粉煤灰浆、水泥砂浆等。

(4) 灌浆：灌浆孔布置在四角和板中，不少于 5 孔，边孔距板边大于 50cm。

(5) 压浆孔封堵：

(6) 交通控制：压浆完成后的板块，禁止车辆通行，待灰浆强度达到 3MPa 方可开放交通。

(7) 弯沉检测：强度达到要求后，复测压浆板四角的回弹弯沉值，当弯沉值超过 0.3mm 时，应重新钻孔补压。

4. 对接缝的处理。改用改性沥青油毡等材料贴缝，有必要时再加铺一层特殊沥青材料的过渡层，吸收或抵抗纵横缝的向上扩展的能量，防止产生反射裂缝。

(二) 碎石化法

1. 路面碎石化前的处理

2. 特殊路段的处理

在路面破碎之前对该工程全线可能存在的严重病害的软弱路段进行修复处理。

3. 构造物的标记和保护

4. 路面碎石化施工

路面破碎时，先破碎路面侧边的车道，然后破碎中部的行车道。两幅破碎一般要保证 10cm 左右的搭接破碎宽度。

5. 破碎后的压实 光轮压路机振动压实 3~4 遍

6. 乳化沥青透层的洒布

乳化沥青透层表面再撒布适量石屑后进行光轮静压，石屑用量以不粘轮为标准。

二、旧沥青路面再生

(一) 现场冷再生法

在原路面上就地铣刨、翻挖、破碎，再加入稳定剂、水泥、水（或加入乳化沥青）和骨料同时就地拌合，用路拌机原地拌合，最后碾压成型。就地冷再生工艺一般适用于病害严重的一级以下公路沥青路面的翻修、重建，冷再生后的路面一般需要加铺一定厚度的沥青罩面。目前应用类型已从最初的单纯水泥冷再生，逐步丰富形成泡沫沥青、乳化沥青冷再生。

现场冷再生工艺的**优点**有：原路面材料就地实现再生利用，节省了材料转运费用；施工过程能耗低、污染小；适用范围广。

缺点是：施工质量较难控制；一般需要加铺沥青面层，再生利用的经济性不太明显。

现场冷再生中关键技术是添加的胶粘剂（如乳化沥青、泡沫沥青、水泥）与旧混合料的均匀拌合技术，其余如旧沥青混合料的铣刨、破碎技术，胶粘剂配比性能也很关键。

(二) 现场热再生法

现场热再生是一种就地修复破损路面的过程，它通过加热软化路面，铲起路面废料，再和沥青粘合剂混合，有时可能还需要添加一些新的骨料。

现场热再生法施工简单方便，多用于基层承载能力良好、面层因疲劳而龟裂的路段，特别适用于老化不太严重，但平整度较差的路面。

现场热再生工艺的**优点**是施工速度快，而且原路面材料就地实现再生利用，节省了材料转运费用。但这种工艺的**缺点**是再生深度通常在 2.5~6cm，难以深入。

就地热再生技术应用的施工工艺主要有三种。

1. 整形再生法

整形再生法适合 2~3cm 表面层的再生。这种方法适合维修路面出现微型裂纹、磨耗层损坏及破损面积较小的路面，修复后可消除原路面的轻度车辙、龟裂等病害，恢复路面的平整度，改善路面性能。

2. 重铺再生法

重铺再生法适合 4~6cm 面层的再生。这种方法适用于破损较严重路面（如出现大面积坑槽）的维修翻新和旧路升级改造施工，修复后形成与新建道路性能完全相同的全新路面。但这种方法会增加原路面的标高，因此路面重复再生的次数将受到一定的限制。

重铺再生法一般有两种工艺方法：

方法一：加热→旧料再生（翻松、添加再生剂、搅拌等）→摊铺整形→压入碎石工艺。

方法二：加热→旧料再生（翻松、添加再生剂、搅拌等）→摊铺整形→罩新面工艺。这两种工艺方法的基本工艺流程如下：

3. 复拌再生法

复拌再生法适合 4~6 cm 面层的再生，加热方式与重铺再生法基本相同。由再生机主机铣刨翻松，然后由主机的摊铺装置或沥青摊铺机摊铺在路面上，用压路机碾压成型。

(三) 厂拌热再生法

厂拌热再生法就是将旧沥青路面经过翻挖后运回拌合厂，再集中破碎，根据路面不同层次的质量要求，进行配比设计。厂拌热再生技术利用旧沥青回收料一般不超过50%，通常用10%~30%，新集料和新沥青掺入量较大，因此，采用厂拌热再生工艺能够修复沥青路面面层病害，恢复甚至改善原沥青混合料的性能，所以这种工艺适用范围较广，各等级沥青路面铣刨料都可用来再生利用。

厂拌热再生中的关键技术是解决旧混合料中沥青的加热重熔问题与旧沥青混合料的精确计量问题。

1B412025 熟悉沥青路面透层、粘层、封层的作用及适用条件

一、透层施工技术

(一) 作用与适用条件

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

2. 符合下列情况，应浇洒透层沥青：

- (1) 沥青路面的级配砂砾、级配碎石基层；
- (2) 水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料稳定土；
- (3) 粒料的半刚性基层上必须浇洒透层沥青。

(二) 一般要求

1. 凡是无机结合料稳定土或粒料的半刚性基层、级配砂砾、级配碎石基层都应喷洒透层油。

2. 表面致密的半刚性基层宜采用渗透性好的稀透层沥青；对级配砂砾、级配碎石等粒料基层宜采用软稠的透层沥青。

3. 透层油沥青宜采用慢裂的洒布型乳化石油沥青，或者是中、慢裂液体石油沥青或煤沥青。

(三) 注意事项

1. 透层油洒布后应不致流淌，应渗入基层一定深度，不得在表面形成油膜。
2. 如遇大风或将要下雨时，不能喷洒透层油。
3. 气温低于10℃时不宜喷洒透层油。
4. 应按设计喷油量一次均匀洒布，当有漏洒时，应人工补洒。
5. 喷洒透层油后一定要严格禁止人和车辆通行。
6. 在摊铺沥青前，应将局部尚有多余的未渗入基层的沥青清除。
7. 透层油洒布后应待充分渗透，一般不少于24h后才能摊铺上层，但也不能在透层油喷洒后很久不做上层施工，应尽早施工。
8. 对无机结合料稳定的半刚性基层喷洒透层油后，如果不能及时铺筑面层时，并还需开放交通，应铺撒适量的石屑或粗砂。

二、粘层施工技术

(一) 作用与适用条件

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

2. 符合下列情况，应浇洒粘层沥青：

- (1) 双层式或三层式热拌热铺沥青混合料路面在铺筑上层前，其下面的沥青层已被污染。
- (2) 旧沥青路面上加铺沥青层。
- (3) 水泥混凝土路面上铺筑沥青面层，或桥面铺装前。
- (4) 与新铺沥青混合料接触的路缘石、雨水进水口、检查井等的侧面。

(二) 一般要求

1. 粘层沥青的技术要求

粘层沥青材料目前一般多采用乳化沥青。也可以使用快、中凝液体石油沥青或煤沥青。

2. 粘层沥青的用量、品种选择

(三) 注意事项

1. 喷洒表面一定清扫干净，并表面干燥。
2. 当气温低于10℃或路面潮湿时禁止喷洒。
3. 喷洒粘层后，严禁车辆行人通过。
4. 粘层沥青喷洒后，一定要等乳化沥青破乳，水分蒸发完后才能铺筑上层沥青混凝土。

三、封层的施工技术

(一) 作用与适用条件

1. **封层的作用**：一是封闭某一层起着保水防水；二是起基层与沥青表面层之间的过渡和有效连接作用；三是路的某一层表面破坏离析松散处的加固补强；四是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。封层可分为上封层和下封层；

2. 符合下列情况之一时，应在沥青面层上铺筑上封层：

- (1) 沥青面层的空隙较大，透水严重。
- (2) 有裂缝或已修补的旧沥青路面。
- (3) 需加铺磨耗层改善抗滑性能的旧沥青路面。
- (4) 需铺筑磨耗层或保护层的新建沥青路面。

(二) 一般要求

4. 使用乳化沥青稀浆封层施工上、下封层。

(1) 稀浆封层的厚度宜为3~6mm。

(3) 稀浆封层使用的乳化沥青可采用慢裂或中裂的拌合型乳化沥青，当需要减缓破乳速度时，可掺加适量的氧化乳作外加剂。当需要加快破乳时，可采用一定数量的水泥或消石灰粉作填料。

(6) 稀浆封层混合料的加水量应根据施工摊铺和易性由稠度试验确定, 要求的稠度应为 2~3cm。

(三) 注意事项

1. 当在被磨损的旧路面上铺筑稀浆封层时, 施工前应先修补坑槽、整平路面。
2. 稀浆封层施工时应在干燥情况下进行。
3. 稀浆封层施工应使用稀浆封层铺筑机, 工作速度宜匀速铺筑, 应达到厚度均匀, 表面平整的要求。
4. **稀浆封层铺筑后, 必须待乳液破乳、水分蒸发、干燥成型后方可开放交通。**
5. 稀浆封层施工气温不得低于 10℃。

例题、一级公路, 面层为沥青混凝土 AC-16, 基层为二灰碎石土, 在面层与基层间应设 ()。(09 年真题)

- A. 粘层 B. **透层** C. 反滤层 D. 垫层

⑦ [答疑编号 502077102301] 『正确答案』B

1B412030 水泥混凝土路面的施工技术

1B412031 掌握水泥混凝土路面用料要求

一、水泥

1. **特重、重交通**路面宜采用**旋窑道路硅酸盐水泥**, 也可采用旋窑硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥;**中、轻交通**的路面可采用**矿渣硅酸盐水泥**; **低温天气**施工或有**快通**要求的路段可采用**R 型水泥**, 此外宜采用普通型水泥。

2. 水泥进场时每批量应附有化学成分、物理、力学指标合格的检验证明。

4. 采用机械化铺筑时, 宜选用**散装水泥**。散装水泥的夏季出厂温度: 南方不宜高于 65℃, 北方不宜高于 55℃; 混凝土搅拌时的水泥温度: 南方不宜高于 60℃, 北方不宜高于 50℃, 且不宜低于 10℃。

5. 当贫混凝土和碾压混凝土用作基层时, 可使用各种硅酸盐类水泥。不掺入粉煤灰时, 宜使用强度等级 32.5 级以下的水泥。掺入粉煤灰时, 只能使用道路水泥、硅酸盐水泥、普通水泥。

二、粉煤灰和其他掺合料

1. 混凝土路面在掺用粉煤灰时, 应**掺用 I、II 级干排或磨细粉煤灰**, 不得使用 III 级粉煤灰。贫混凝土、碾压混凝土基层或复合式路面下面层应掺用符合表 1B412031—3 规定的 III 级或 III 级以上粉煤灰, 不得使用等外粉煤灰。

2. 粉煤灰宜采用散装灰, 进货应有等级检验报告。

3. 路面和桥面混凝土中可使用硅灰或磨细矿渣。

三、粗集料

1. 粗集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、碎卵石和卵石。**高速公路、一级公路、二级公路及有抗(盐)冻要求的三、四级公路混凝土路面使用的粗集料级别应不低于 II 级**, 无抗(盐)冻要求的三、四级公路混凝土路面、碾压混凝土及贫混凝土基层可使用 III 级粗集料。

2. 用做路面和桥面混凝土的粗集料不得使用不分级的集料, 应按最大公称粒径的不同采用 2—4 个粒级的集料进行掺配。

四、细集料

1. 细集料应采用质地坚硬、耐久、洁净的**天然砂、机制砂或混合砂**, 并应符合表 1B412031—5 的规定。**高速公路、一级公路、二级公路及有抗(盐)冻要求的三、四级公路混凝土路面使用的砂应不低于 II 级**, 无抗(盐)冻要求的三、四级公路混凝土路面、碾压混凝土及贫混凝土基层可使用 III 级砂。**特重、重交通**混凝土路面宜使用**河砂**。

2. 细集料的级配要求应符合规范的规定, **路面和桥面用天然砂宜为中砂**。

五、水

饮用水可直接作为混凝土搅拌合养护用水。

六、外加剂

2. 有**抗冰(盐)冻要求地区**, 各交通等级路面、桥面、路缘石、路肩及贫混凝土基层必须使用**引气剂**; 无抗冰(盐)冻要求地区, 二级及二级以上公路路面混凝土中应使用引气剂。

3. 各交通等级路面、**桥面混凝土**宜选用减水率大、坍落度损失小、可调控凝结时间的复合型**减水剂**。

七、钢筋

八、钢纤维

九、接缝材料

1. 应选用能适应混凝土面板膨胀和收缩、施工时不变形、弹性复原率高、耐久性好的**胀缝板**。**高速公路、一级公路**宜采用**塑胶、橡胶泡沫板或沥青纤维板**; 其他公路可采用各种胀缝板。

2. 填缝材料应具有与混凝土板壁粘结牢固、回弹性好、不溶于水、不渗水, 高温时不挤出、不流淌、抗嵌入能力强、耐老化龟裂, 负温拉伸量大, 低温时不脆裂、耐久性好等性能。**填缝料有常温施工式和加热施工式两种**。常温施工式填缝料主要有聚(氨)酯、硅树脂类, 氯丁橡胶泥类, 沥青橡胶类等。**加热施工式填缝料**主要有**沥青玛蹄脂类、聚氯乙烯胶泥类、改性沥青类等**。**高速公路、一级公路应优先选用树脂类、橡胶类或改性沥青类填缝材料**, 并宜在填缝料中加入耐老化剂。

例题 特重、重交通水泥混凝土路面不宜采用 () 水泥。(2010 年真题)

- A. 旋窑道路硅酸盐 B. 旋窑硅酸盐 C. 普通硅酸盐 D. 矿渣硅酸盐

⑦ [答疑编号 502077102302] 『正确答案』D

『答案解析』**特重、重交通水泥混凝土路面不宜采用矿渣硅酸盐水泥。**

1B412032 掌握水泥混凝土路面的施工

一、水泥混凝土路面的分类与特点

(一) 水泥混凝土路面的分类

水泥混凝土路面, 包括普通混凝土(素混凝土)、钢筋混凝土、连续配筋混凝土、预应力混凝土、

装配式混凝土、钢纤维混凝土和混凝土小块铺砌等面层板和基（垫）层所组成的路面。目前采用最广泛的是就地浇筑的普通混凝土路面，简称混凝土路面。

所谓普通混凝土路面，是指除接缝区和局部范围（边缘和角隅）外不配置钢筋的混凝土路面。

水泥混凝土路面适用于高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路。

（二）水泥混凝土路面的优点

优点：强度高；稳定性好；耐久性好；养护费用少、经济效益高；有利于夜间行车；有利带动当地建材业的发展。

（三）水泥混凝土路面的缺点

缺点：对水泥和水的需要量大；有接缝；开放交通较迟；修复困难。

二、施工技术

水泥混凝土面层铺筑的技术方法有小型机具铺筑、滑模机械铺筑、轨道摊铺机铺筑、三辊轴机组铺筑和碾压混凝土等**五种方法**。

（一）小型机具铺筑

小型机具施工工艺是水泥混凝土路面施工方式中传统的施工方式。所以一般用在县乡公路，三、四级公路，等外公路，旅游公路，村镇内道路与广场建设中。

（二）轨道摊铺机铺筑

轨道摊铺机铺筑方式有被滑模摊铺机取代的明显趋势，凡是可使用轨道摊铺机的场合，均可使用滑模摊铺机。轨道摊铺机的优点是可以倒车反复做路面，缺点是轨模板过重，轨模板安装劳动强度大。

（三）滑模机械铺筑

滑模摊铺技术已经成为我国在高等级公路水泥混凝土路面施工中广泛采用的工程质量最高、施工速度最快、装备最现代化的高新成熟技术。

（四）三辊轴机组铺筑

三辊轴机组施工工艺的机械化程度适中，设备投入少，技术容易掌握，不少地方在使用。**三辊轴机组施工比较适用于二、三、四级公路及县乡公路水泥混凝土路面的施工。**

（五）碾压混凝土

碾压混凝土的路面是采用沥青路面的主要施工机械将单位用水量较少的**干硬性混凝土**摊铺、碾压成型的一种混凝土路面。碾压混凝土采用的是沥青摊铺机或灰土摊铺机，碾压密实成型工艺是将干硬性混凝土技术和沥青路面摊铺技术结合起来的复合技术。目前该技术尚存在一些**没有彻底解决的问题：裂缝、离析与局部早期损坏成坑，板底密实度不佳和动态平整度不高**。因此大多数公路工程技术人员认为，**碾压混凝土仅适用于二级以下水泥混凝土路面或复合式路面下面层。**

以上五种水泥混凝土路面铺筑方式中，**滑模摊铺、轨道摊铺和碾压混凝土均为高技术层次的水泥路面摊铺铺筑方式**，轨道摊铺机的技术层次、装备水平和施工要求比三辊轴机组和小型机具高。

三、水泥混凝土路面施工技术

（一）模板及其架设与拆除

1. 施工模板应采用刚度足够的槽钢、轨模或钢制边侧模板，不使用木模板，塑料模板等易变形模板。

5. 模板与混凝土拌合物接触表面应涂脱模剂。

6. **模板拆除应在混凝土抗压强度不小于 8.0MPa 方可进行。**

（二）混凝土拌合物搅拌

1. 搅拌楼的配备，应优先选配间歇式搅拌楼，也可使用连续搅拌楼。

2. **每台搅拌楼在投入生产前，必须进行标定和试拌。**在标定有效期满或搅拌楼搬迁安装后，均应重新标定。施工中应每 **15d** 校验一次搅拌楼计量精确度。

3. 应根据拌合物的黏聚性、均质性及强度稳定性试拌确定最佳拌合时间。

（三）混凝土拌合物的运输

2. 运输到现场的拌合物必须具有适宜摊铺的工作性。

3. 混凝土运输过程中应**防止漏浆、漏料和污染路面**，途中不得随意耽搁。自卸车运输应减小颠簸，防止拌合物离析。车辆起步和停车应平稳。

（四）轨道式摊铺机进行混凝土面层铺筑

高速公路混凝土路面施工根据具体条件可使用滑模式摊铺机进行施工。一、二、三级公路混凝土路面施工应使用轨道式摊铺机进行施工。

1. 准备工作

（1）提前做好模板的加工与制作。

（2）测量放样：恢复定线，直线段每 20m 设一中桩，弯道段每 5~10m 设一中桩。

（3）导线架设：

（4）模板支立：模板的内侧面应均匀涂刷脱模剂，不能污染环境和传力杆钢筋以及其他施工设备。

（5）铺设轨道：

（6）摊铺机就位和调试：每天摊铺前，应将摊铺机进行调试，使摊铺机调试为与路面横坡度相同的倾斜度。

2. 混凝土摊铺

（1）摊铺前应对基层表面进行洒水润湿，但不能有积水。

(2) 混凝土入模前,先**检查坍落度**,控制在配合比要求坍落度±1cm范围内,制作混凝土检测抗压抗折强度的试件。

(3) **摊铺过程中,间断时间应不大于混凝土的初凝时间。**

(6) 每日工作结束,**施工缝宜设在胀缝或缩缝处**,按胀缝和缩缝要求处治。因机械故障或其他原因中断浇筑时,可设临时工作缝。宜设在缩缝处按缩缝处理。

(7) 当摊铺到胀缝位置时,应按胀缝设计要求设置胀缝和安装传力杆,传力杆范围内的混凝土可用人工振实和整平。

(五) 混凝土振捣(小型机具施工)

1. 在待振横断面上,**每车道路面应使用2根振捣棒。**

2. 振捣棒在每一处的持续时间,应以拌合物全面振动液化,表面不再冒气泡和泛水泥浆为限,**不宜过振,也不宜少于30s。振捣棒的移动间距不宜大于500mm;至模板边缘的距离不宜大于200mm。**应避免碰撞模板、钢筋、传力杆和拉杆。

3. 可开始**振动板**纵横交错两遍全面提浆振实,**每车道路面应配备1块振动板。**

4. 振动板移位时,应重叠100~200mm。

(六) 整平饰面

4. **小型机具施工三、四级公路混凝土路面,应优先采用在拌合物中掺外加剂,无掺外加剂条件时,应使用真空脱水工艺,该工艺适用于面板厚度不大于240mm混凝土面板施工。**

(七) 纵缝施工

1. 当一次铺筑宽度小于路面和硬路肩总宽度时,应设**纵向施工缝**,位置应避开轮迹,并**重合或靠近车道线**,构造可采用平缝加拉杆型。当所摊铺的面板厚度大于260mm时,也可采用插拉杆的企口型纵向施工缝。采用滑模施工时,纵向施工缝的拉杆可用摊铺机的侧向拉杆装置插入。采用固定模板施工方式时,应在振实过程中,从侧模预留孔中手工插入拉杆。

2. 当一次铺筑宽度大于4.5m时,应采用**假缝拉杆型纵缝**,即锯切纵向缩缝,纵缝位置应按车道宽度设置,并在摊铺过程中用专用的拉杆插入装置插入拉杆。

3. 钢筋混凝土路面、桥面和搭板的纵缝拉杆可由横向钢筋延伸穿过接缝代替。钢纤维混凝土路面切开的假纵缝可不设拉杆,纵向施工缝应设拉杆。

(八) 横缝设置与施工

1. 每天摊铺结束或摊铺中断时间超过30min时,应设置横向施工缝,其位置宜与胀缝或缩缝重合,确有困难不能重合时,施工缝应采用设螺纹传力杆的企口缝形式。横向施工缝在缩缝处采用平缝加传力杆型。

2. 普通混凝土路面横向缩缝宜等间距布置。不宜采用斜缝。不得不调整板长时,**最大板长不宜大于6.0m;最小板长不宜小于板宽。**

3. 在**中、轻交通**的混凝土路面上,**横向缩缝可采用不设传力杆假缝型。**

4. 在**特重和重交通公路、收费广场、邻近胀缝或路面自由端的3条缩缝应采用假缝加传力杆型。**

5. 横向缩缝的切缝方式有全部硬切缝、软硬结合切缝和全部软切缝三种

(九) 胀缝设置与施工

1. 普通混凝土路面、钢筋混凝土路面和钢纤维混凝土路面的胀缝间距视集料的温度膨胀性大小、当地年温差和施工季节综合确定:**高温施工,可不设胀缝;常温施工,集料温缩系数和年温差较小时,可不设胀缝;集料温缩系数或年温差较大,路面两端构造物间距大于等于500m时,宜设一道中间胀缝;低温施工,路面两端构造物间距大于等于350m时,宜设一道胀缝。**

2. 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。胀缝板应与路中心线垂直,缝壁垂直;缝隙宽度一致;缝中完全不连浆。

3. 胀缝应采用前置钢筋支架法施工,也可采用预留一块面板,高温时再铺封。

(十) 抗滑构造施工

1. 用钢抹修整过的光面,必须再**拉毛**处理,以恢复细观拉滑构造。

2. 当日施工进度超过500m时,抗滑沟槽制作宜选用拉毛机械施工,没有拉毛机时,可采用人工拉槽方式。

3. **特重和重交通混凝土路面宜采用硬刻槽。**

(十一) 混凝土路面养护

1. 混凝土路面铺筑完成或软作抗滑构造完毕后立即开始养护。机械摊铺的各种混凝土路面、桥面及搭板宜采用喷洒养生剂同时保湿覆盖的方式养护。在雨天或养护用水充足的情况下,也可采用覆盖洒水养护方式,不宜使用围水养护方式。

2. 养护时间。**一般养护天数宜为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. 混凝土板养护初期,严禁人、畜、车辆通行,在**达到设计强度40%后,行人方可通行。**

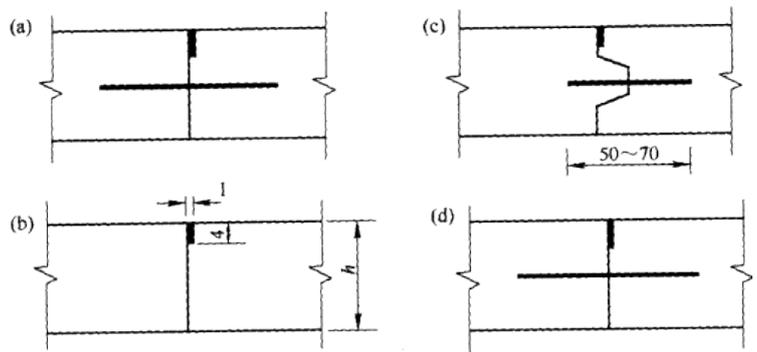


图 15-6 纵缩缝的构造形式(单位:cm)

(a)假缝带拉杆;(b)平头缝;(c)企口缝加拉杆;(d)平头缝加拉杆

十二、灌缝

1. 应先采用切缝机清除接缝中夹杂的砂石，凝结的泥浆等，再使用压力大于等于 0.5MPa 的压力水和压缩空气彻底清除接缝中的尘土及其他污染物，确保缝壁及内部清洁、干燥。

2. 常温施工式填缝料的养护期，低温天宜为 24h，高温天宜为 12h。加热施工式填缝料的养护期，低温天宜为 2h，高温天宜为 6h。在灌缝料养护期间应封闭交通。

1B412040 中央分隔带及路肩施工技术

1B412041 熟悉中央分隔带施工

一、中央分隔带的开挖

当路面基层施工完毕后，即可进行中央分隔带的开挖，先挖集水槽后挖纵向盲沟，一般采用人工开挖的方式。

二、防水层施工

沟槽开挖完毕并经验收符合设计要求后，即进行防水层施工，可喷涂双层防渗沥青。防渗层沥青要求涂布均匀，厚薄一致，无漏涂现象，涂布范围应是中央分隔带范围内的路基及路面结构层。防水层也可铺设 PVC 防水板等，PVC 防水板铺设时两端应拉紧，不应有褶皱，PVC 板材纵横向应搭接，铺完后用铁钉固定。

三、纵向碎石盲沟的铺设

1. 开挖的土料不得堆置在已铺好的基层上，以防止污染并应及时运走。

2. 反滤层可用筛选过的中砂、粗砂、砾石等渗水性材料分层填筑，但目前高等级公路多采用土工布作为反滤层。

3. 碎石盲沟上铺设土工布，使与回填土隔离，较之砂石料作反滤层，施工方便，有利于排水并可保持盲沟长期利用。施工时应注意：

(3) 土工布的接长和拼幅需采用平搭接的连接方式，搭接长度不得小于 30cm。

四、埋设横向塑料排水管

2. 基槽开挖。沟槽开挖深度及宽度应符合设计要求。沟底坡度应和路面横坡一致。

3. 铺设垫层。垫层采用粒径小的石料，如石屑、瓜子片等，铺设厚度应保持均匀一致，保证垫层顶面具有规定的横坡。

4. 埋设塑料排水管。

埋设要求：一端应插入中央分隔带范围内的纵向排水盲沟位置，另一端应伸出路基边坡外。

5. 沟槽回填。

五、缘石安装

1. 路缘石的预制安装或现场浇筑应符合图纸所示的线型和坡度。

2. 路缘石应在路面铺设之前完成。

3. 预制缘石应铺筑设在厚度不小于 2cm 的砂垫层上，砌筑砂浆的水泥与砂的体积比应为 1:2。

4. 路缘石的施工技术要求如下：

(1) 预制缘石的质量应符合规定要求。

(2) 安砌稳固，顶面平整，缝宽均匀，勾缝密实，线条直顺，曲线圆滑美观。

(3) 槽底基础和后背填料必须夯打密实。

1B412042 了解路肩施工

一、土路肩施工

对填方路段来说可以先培也可以后培，各有利弊。先培路肩的优点是，已培好的路肩在结构层碾压时起支撑作用，可以减轻或避免结构层侧移影响边缘的厚度和平整度，先培路肩的缺点是，横断面上易形成一个三角区。

培土路肩施工方案：

1. 准备下承层：

2. 施工流程：备料→推平→平整→静压→切边→平整→碾压。

3. 施工方法：

(1) 备料：

(2) 推平：推土机（或平地机）沿路肩区域根据松铺厚度均匀推平料堆，使材料摊铺在路肩区域；

(3) 平整：平地机使材料基本平顺；

(4) 静压：压路机沿路肩区域往返静压；

(5) 切边：沿内边缘拉线并洒白灰，平地机根据白灰线切除并翻材料至路肩上；

(6) 平整：使路肩材料达到设计的松铺要求；

(7) 碾压：按最佳含水量的要求，用洒水车进行洒水，待可以碾压时用 18t 压路机沿路肩区域进行初压、复压、终压使压实度达到技规要求。

二、硬路肩施工

硬路肩的设计标高常见的有两种情况：一种是硬路肩与车行道连接处标高一致，横坡与沥青混合料的种类也相同时，可将硬路肩视为行车道的展宽，摊铺混合料时可与车行道一起铺筑，硬路肩的质量要求同相同的路面结构。另一种是硬路肩的顶面标高低于相连的车行道，这种情况应先摊铺硬路肩部分，宽度应比要求的宽 5cm 左右，保证与行车道路面有一定的搭接，以免搭不上需人工找补。

1B413010 桥梁的构造

1B413011 掌握桥梁的组成与类型

一、桥梁组成

概括地说，桥梁由上部结构、下部结构、支座系统和附属设施四个基本部分组成。

桥梁由五个“大部件”与五个“小部件”所组成。

1. 五大部件包括：桥跨结构、支座系统、桥墩、桥台、墩台基础。

2. 五小部件包括：桥面铺装（或称行车道铺装）、排水防水系统、栏杆（或防撞栏杆）、伸缩缝、灯光照明。

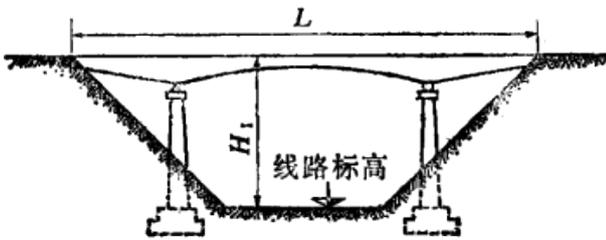


图1-1-18 带悬臂的桥梁

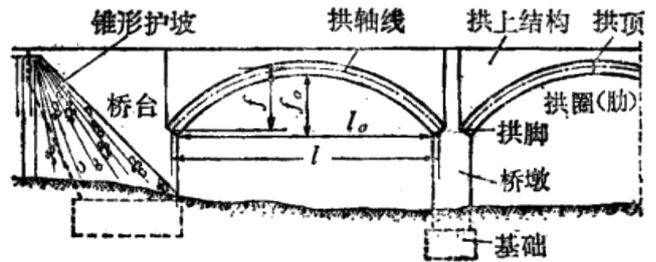


图1-1-19 拱桥概貌

二、相关尺寸术语

1. **净跨径**：梁式桥是设计洪水位上相邻两个桥墩（或桥台）之间的净距，用 L 表示。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. **总跨径**：是多孔桥梁中各孔净跨径的总和，也称桥梁孔径，它反映了桥下宣泄洪水的能力。

3. **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，用 l 表示。拱圈（或拱肋）各截面形心点的连线称为拱轴线，计算跨径为拱轴线两端点之间的水平距离。

4. **桥梁全长简称桥长**，是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离，以 ΣL 表示。对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长。

5. **桥梁高度简称桥高**，是指桥面与低水位之间的高差，或为桥面与桥下线路路面之间的距离。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易性。

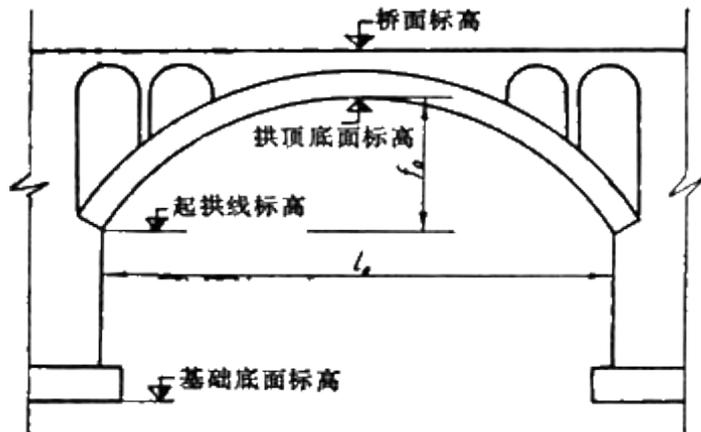
6. **桥下净空高度**是设计洪水位或计算通航水位至桥跨结构最下缘之间的距离，以 H 表示，它应保证能安全排洪，并不得小于对该河流通航所规定的净空高度。

7. **建筑高度**是桥上行车路面（或轨顶）标高至桥跨结构最下缘之间的距离，它不仅与桥梁结构的体系和跨径的大小有关，而且还随行车部分在桥上布置的高度位置而异。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，又称为**容许建筑高度**。桥梁的建筑高度不得大于其容许建筑高度，否则就不能保证桥下的通航要求。

8. **净矢高**是从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下线最低点之连线的垂直距离；**计算矢高**是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，以 f 表示。

9. **矢跨比**是拱桥中拱圈（或拱肋）的计算矢高 f 与计算跨度之比，也称**拱矢度**，它是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

10. **涵洞**是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。为了区别于桥梁，单孔跨径不到 5m 的构造物，均称为涵洞。



例题：公路定线中确定的桥面标高与通航净空顶部标高之差称为（ ）。（2009年真题）

- A. 桥梁高度 B. 桥梁建筑高度 C. 桥梁容许建筑高度 D. 桥梁净空高度

🔍 [答疑编号 502077103101] 『正确答案』C

例题. 采用重力式U型桥台的单跨拱桥全长是指（ ）之间的距离。2010

- A. 两个拱脚截面最低点 B. 设计洪水水位上两个桥台 C. 两个桥台的侧墙后端点 D. 拱轴线两端点

🔍 [答疑编号 502077103102] 『正确答案』C

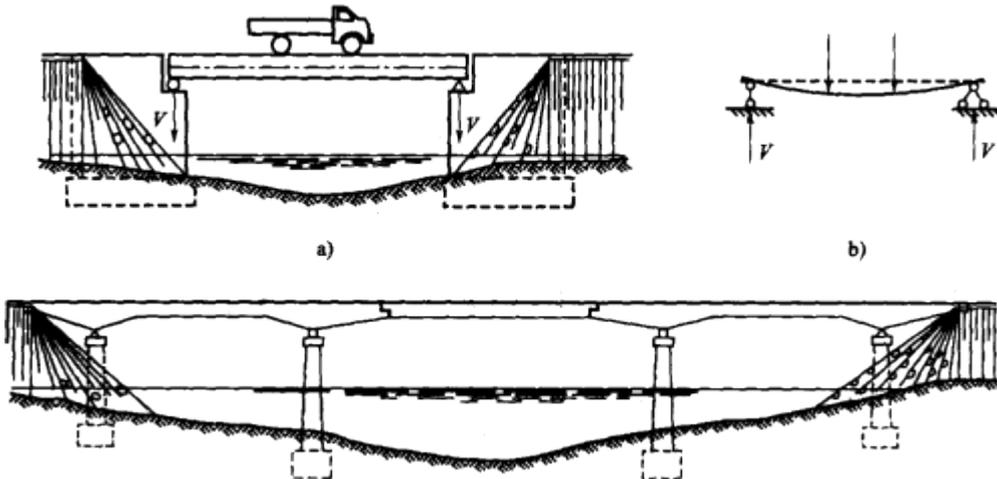
三、桥梁的分类

一、桥梁的基本体系

按结构体系划分，有梁式桥、拱桥、刚架桥、悬索桥等**四种基本体系**。其他还有几种由基本体系组合而成的**组合体系**等。

（一）梁式体系

梁式体系是古老的结构体系。**梁作为承重结构**是以它的抗弯能力来承受荷载的。**梁分简支梁、悬臂梁、固端梁和连续梁等**。悬臂梁、固端梁和连续梁都是利用支座上的卸载弯矩去减少跨中弯矩，使梁跨内的内力分配更合理，以同等抗弯能力的构件断面就可建成更大跨径的桥梁。



（二）拱式体系

拱式体系的**主要承重结构是拱肋**（或拱箱），以承压为主，可采用抗压能力强的圬工材料（石、混凝土与钢筋混凝土）来修建。**拱分单铰拱、双铰拱、三铰拱和无铰拱**。拱是有推力的结构，对地基要求较高，一般常建于地基良好的地区。**混凝土拱桥一般采用无铰拱体系**。

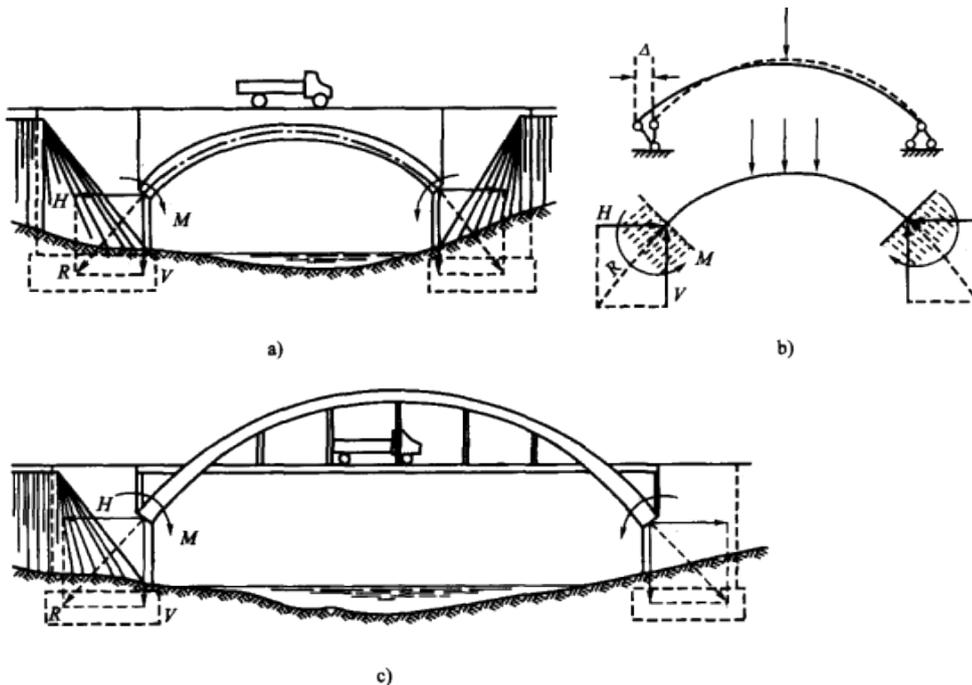


图 1-2 拱式桥

3. 刚架桥

刚架桥是介于梁与拱之间的一种结构体系，它是由受弯的上部梁（或板）结构与承压的下部柱（或墩）整体结合在一起的结构。由于梁与柱的刚性连接，梁因柱的抗弯刚度而得到卸载作用，**整个体系是压弯结构，也是有推力的结构**。刚架桥的桥下净空比拱桥大，在同样净空要求下可修建较小的跨径。刚架桥施工较复杂，一般用于跨径不大的城市桥或公路高架桥和立交桥。

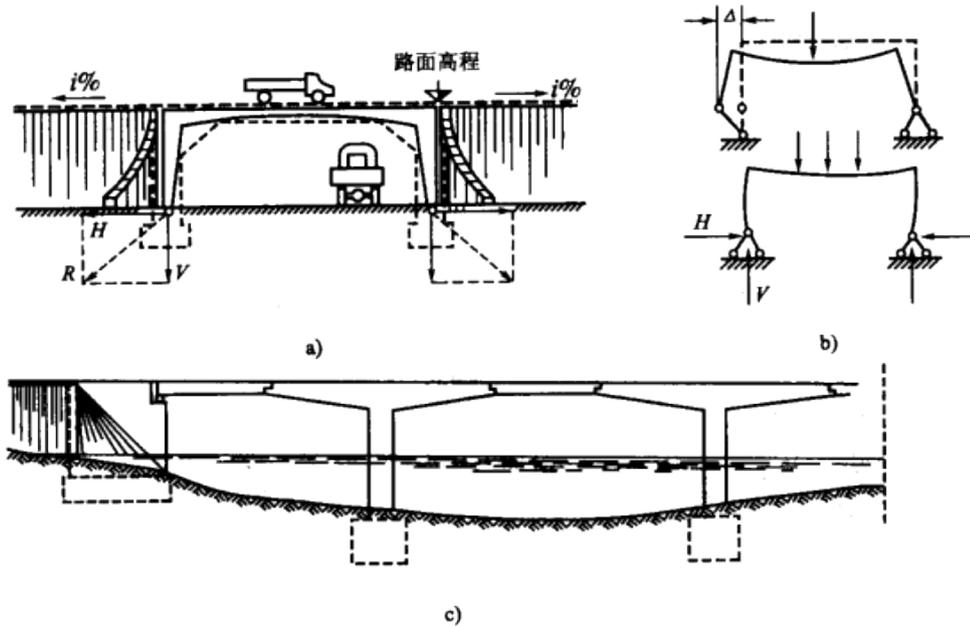


图 1-3 刚架桥

4. 悬索桥

就是指以悬索为主要承重结构的桥。其主要构造是：缆、塔、锚、吊索及桥面，一般还有加劲梁。**悬索桥是大跨桥梁的主要形式**，在刚度满足使用要求的情况下，能充分显示出其优越性，使其比其他形式的桥梁更能经济合理地修建大跨度桥。

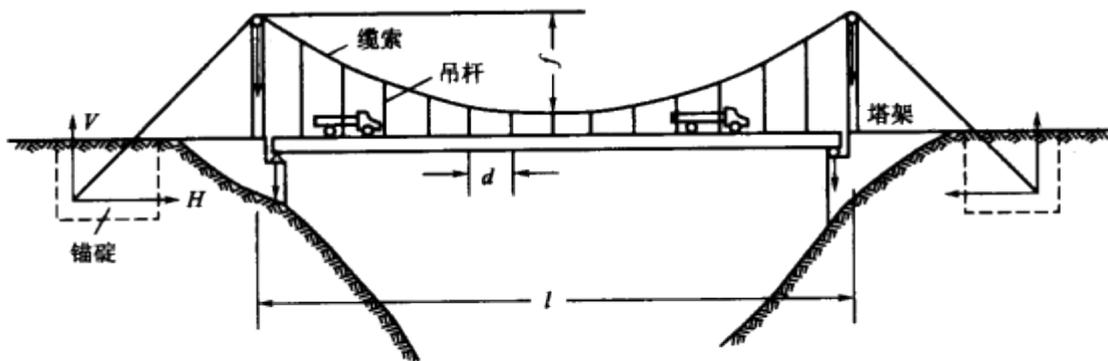
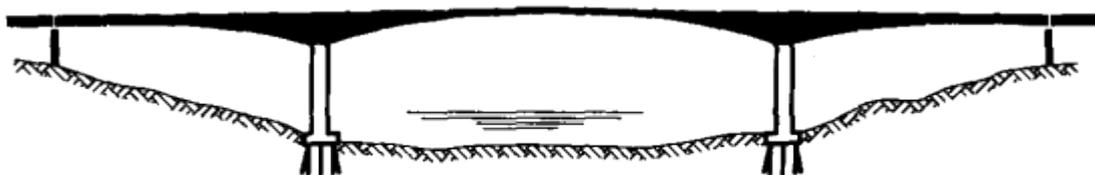


图 1-4 吊桥

5. 组合体系

(1) 连续刚构

连续刚构都是由梁和刚架相结合的体系，它是预应力混凝土结构采用悬臂施工法而发展起来的一种新体系。



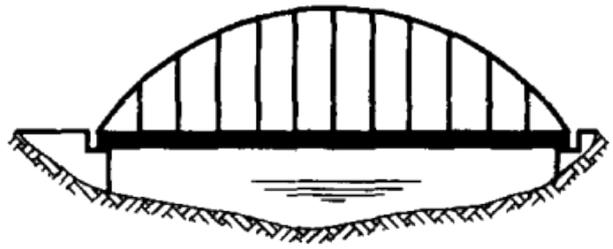
(h) 连续刚构桥

(2) 梁、拱组合体系

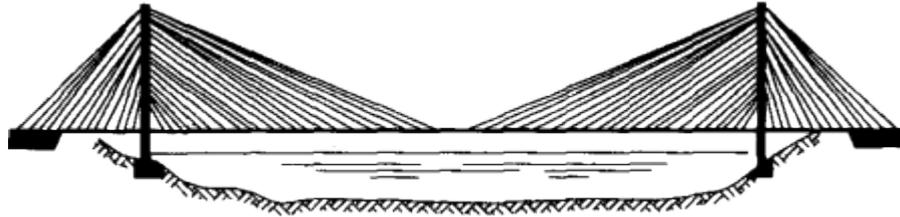
这类体系中有系杆拱、桁架拱、多跨拱梁结构等。它们利用梁的受弯与拱的承压特点组成联合结构。

(3) 斜拉桥

它是由承压的塔、受拉的索与承弯的梁体组合起来的一种结构体系。梁体用拉索多点拉住，好似多跨弹性支承连续梁，使梁体内弯矩减小，降低了建筑高度；又因栓焊连接与正交异性板的箱形断面构造的应用，使结构充分利用材料的受力特性，从而减小了结构自重，节省了材料。



(j) 下承式拱桥



(i) 斜拉桥

(二) 桥梁的其他分类

分类方式	包括内容
按用途划分	公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农桥、人行桥、运水桥（渡槽）及其他专用桥梁
按桥梁全长和跨径的不同	特殊大桥、大桥、中桥和小桥
按主要承重结构用的材料	圬工桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥和木桥等
跨越障碍的性质	跨河桥、跨线桥（立体交叉）、高架桥和栈桥
上部结构的行车道位置	上承式桥、下承式桥和中承式桥

例题. 桥梁按结构体系划分，有梁式桥、拱桥、悬索桥和（ ）四种基本体系。（2007年真题）

A. 斜拉桥 B. 刚架桥 C. 连续刚构桥 D. 梁、拱组合体系桥

🔍 [答疑编号 502077103103] 【正确答案】 B

1B413012 掌握桥梁基础分类和受力特点

桥梁基础按施工方法可分为扩大基础、桩基础、管柱、沉井、地下连续墙等。

一、扩大基础

一般采用**明挖基坑**的方法进行施工，故又称为明挖扩大基础或浅基础。扩大基础按其施工方法分为**机械开挖基坑浇筑法**、**人工开挖基坑浇筑法**、**土石围堰开挖基坑浇筑法**、**板桩围堰开挖基坑浇筑法**。扩大基础按其材料性能特点可分为**配筋与不配筋的条形基础和单独基础**。无筋扩大基础常用的有混凝土基础、片石混凝土基础等，抗拉、抗剪强度不高。钢筋混凝土扩大基础的抗弯和抗剪性能良好，可在竖向荷载较大、地基承载力不高以及承受水平力和力矩荷载下使用。

适用于地基承载力较好的各类土层，根据土质情况分别采用铁镐、十字镐、挖掘机、爆破等设备与方法开挖。

二、桩基础

桩基础是深入土层的柱形结构，其作用是将作用于桩顶以上的结构物传来的荷载传到较深的地基持力层中去。

1. 桩的分类

(1) 按桩的**使用功能**分类

• 竖向抗压桩： 竖向抗拔桩： 水平受荷桩： 复合受荷桩：

(2) 按桩**承载性能**分类

• 摩擦桩： 端承桩： 摩擦端承桩： 端承摩擦桩：

(3) 按**桩身材料**分类

可分为木桩，混凝土桩，钢桩，组合桩等。

(4) 按**桩径大小**分类

• 小桩： 桩径 $d \leq 250\text{mm}$ 。

• 中等直径桩： $250\text{mm} < d < 800\text{mm}$ 。

• 大直径桩： 桩径 $d \geq 800\text{mm}$ 。此类桩除大直径钢管桩外，多数为钻、冲、挖孔灌注桩。

(5) 按**施工方法**分类

可分为沉桩、钻孔灌注桩、挖孔桩，其中沉桩又分为锤击沉桩法、振动沉桩法、射水沉桩法、静力压桩法。

• **沉桩：**

锤击沉桩法一般适用于松散、中密砂土、黏性土，可根据土质情况选用适用的桩锤；

振动沉桩法一般适用于砂土，硬塑及软塑的黏性土和中密及较松的碎石土；

射水沉桩法适用在密实砂土，碎石土的土层；

静力压桩法在标准贯入度 $N < 20$ 的软黏土；

钻孔埋置桩为钻孔后，将预制的钢筋混凝土圆形有底空心桩埋入，并在桩周压注水泥砂浆固结而成，适用于在黏性土、砂土、碎石土中埋置大量的大直径圆桩。

• **钻孔灌注桩适用于黏性土、砂土、砾卵石、碎石、岩石等各类土层。**

• 挖孔灌注桩适用于无地下水或少量地下水，且较密实的土层或风化岩层。

2. 桩基础的受力计算

• 承台底面以上的**竖直荷载**假定全部由基桩承受；

• 桥台土压力可按填土前的原地面起算。

在一般情况下，桩基不需进行抗倾覆和抗滑动的验算；

• 在软土层较厚，持力层较好的地基中算应考虑路基填土荷载或地下水位下降所引起的负摩阻力的影响。

三、管柱——实际上就是一种端承桩

它是一种深基础，埋入土层一定深度，柱底尽可能落在坚实土层或锚固于岩层中，作用在承台的全部荷载，通过管柱传递到深层的密实土或岩层上。

管柱基础因其施工方法和工艺较为复杂，所需机械设备较多，所以较少采用。如大型的深水或海中基础，特别是深水岩面不平、流速大或有潮汐影响等自然条件下，不宜修建其他类型基础时，可采用管柱基础。**管柱基础主要适用于岩层、紧密黏土等各类紧密土质的基底，不适用于有严重地质缺陷的地区，如断层挤压破碎带或严重的松散区域。**

管柱按材料分类有由钢筋混凝土管柱、预应力混凝土管柱及钢管柱三种。

(1) 为支承式管柱基础；

(2) 摩擦式或支承及摩擦式管柱基础。

四、沉井

当桥梁结构上部荷载较大在一定深度下有好的持力层，扩大基础开挖工作量大，施工围堰支撑有困难，此时采用沉井基础与其他深基础相比，经济上较为合理。

沉井是桥梁墩台常用的一种深基础型式，有较大的承载面积。

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**。

五、地下连续墙

地下连续墙具有多功能性，可适用于各种用途，通常可作为基坑开挖时防渗、挡土，或挡水围堰，或邻近建筑物基础的支护，或直接作为承受上部荷载的基础结构。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**。

地下连续墙分类如下：

按成墙方式可分为桩排式、壁板式、组合式；

按墙的用途可分为临时挡土墙、用作主体结构一部分兼作临时挡土墙的地下连续墙、用作多边形基础兼作墙体的地下连续墙；

按挖槽方式大致可分为抓斗式、冲击式、回转式。

1B413013 掌握桥梁下部结构分类和受力特点

一、桥梁下部结构分类

公路桥梁下部结构可分为重力式桥墩、重力式桥台、轻型桥墩、轻型桥台。

(一) 重力式墩、台

1. 重力式墩、台：这类墩、台的主要特点是靠自身重量来平衡外力而保持其稳定，因此，墩、台身比较厚实，用天然石材或片石混凝土砌筑。它**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**。主要缺点是圬工体积较大，因而其自重和阻水面积也较大。

拱桥重力式桥墩分为普通墩与制动墩。梁桥和拱桥上**常用的重力式桥台为U型桥台**，它**适用于填土高度在8~10m以下或跨度稍大的桥梁**。缺点是桥台体积和自重较大，也增加了对地基的要求；此外，桥台的两个侧墙之间填土容易积水，结冰后冻胀，使侧墙产生裂缝。所以宜用渗水性较好的土夯填，并做好台后排水措施。

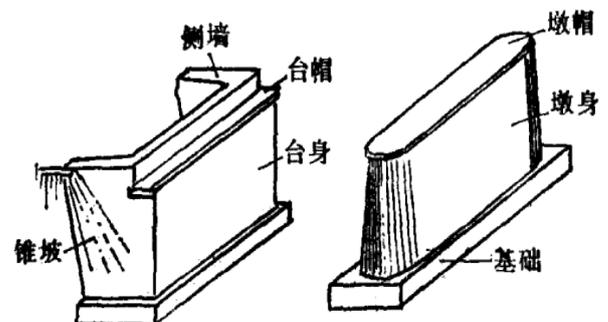


图4-1-1 梁桥重力式墩台

(二) 轻型墩、台

1. 梁桥轻型桥墩、台

(1) 梁桥轻型桥墩

• 钢筋混凝土薄壁桥墩：施工简便，外形美观，过水性良好，**适用于低级土软弱的地区。**

• 柱式桥墩：外形美观，圬工体积少，而且重量较轻。

• 钻孔桩柱式桥墩：**适合于多种场合和各种地质条件。**通过增大桩径、桩长或用多排桩加建承台等措施，也能适用于更复杂的软弱地质条件以及较大的跨径和较高的桥墩。

• **柔性排架桩墩：**优点是用料省、修建简便、施工速度快。主要缺点是用钢量大，使用高度和承载能力受到一定限制。因此它**只适合于**在低浅宽滩河流、通航要求低和流速不大的水网地区河流上修建小跨径桥梁时采用。

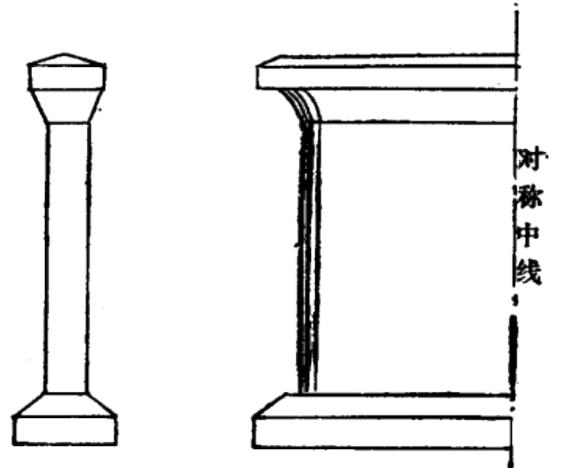


图4-1-13 钢筋混凝土薄壁桥墩

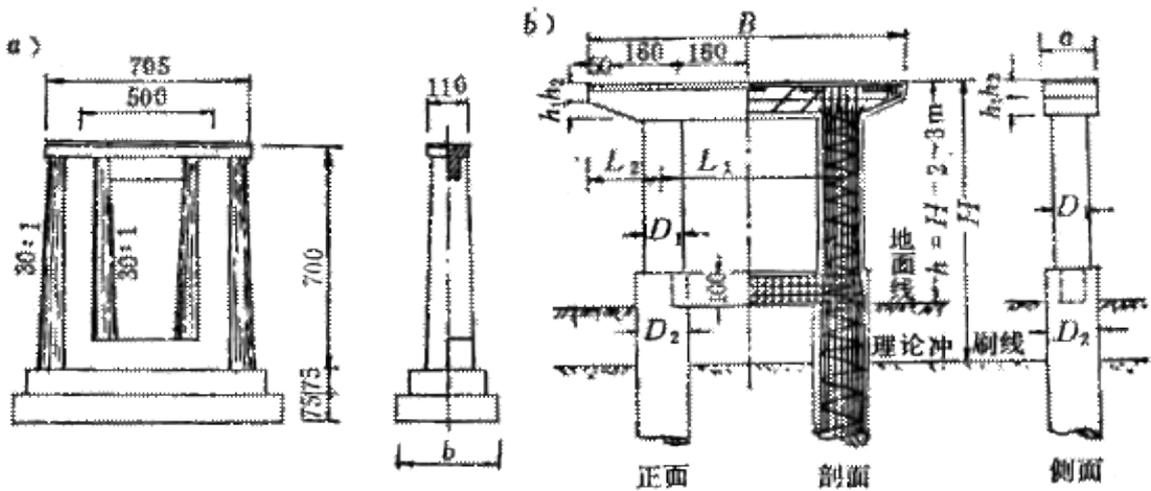


图4-1-14 柱式桥墩

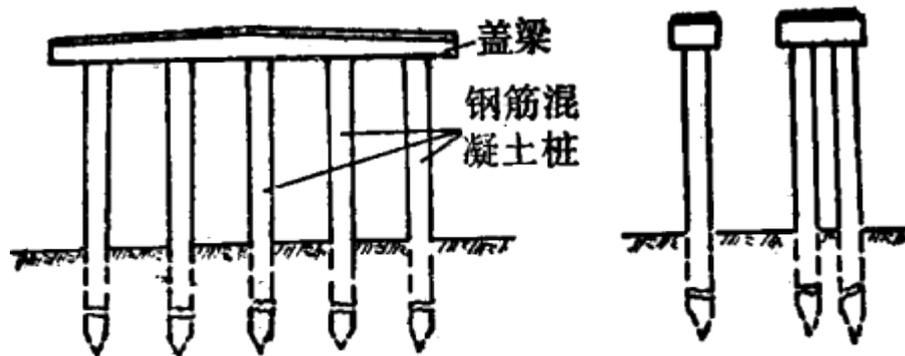


图4-1-15 柔性排架桩墩

(2) 梁桥轻型桥台

- 设有支撑梁的轻型桥台：**适用于单跨桥梁**，桥孔跨径 6~10m，台高不超过 6m。

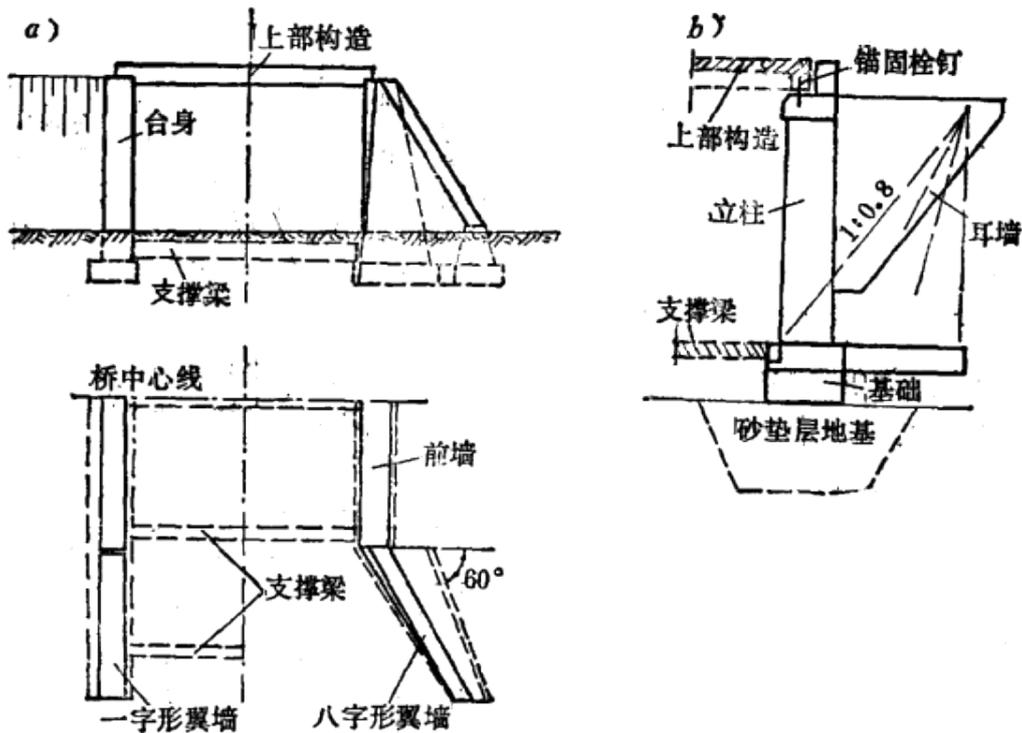


图4-1-22 设置地下支撑梁的轻型桥台

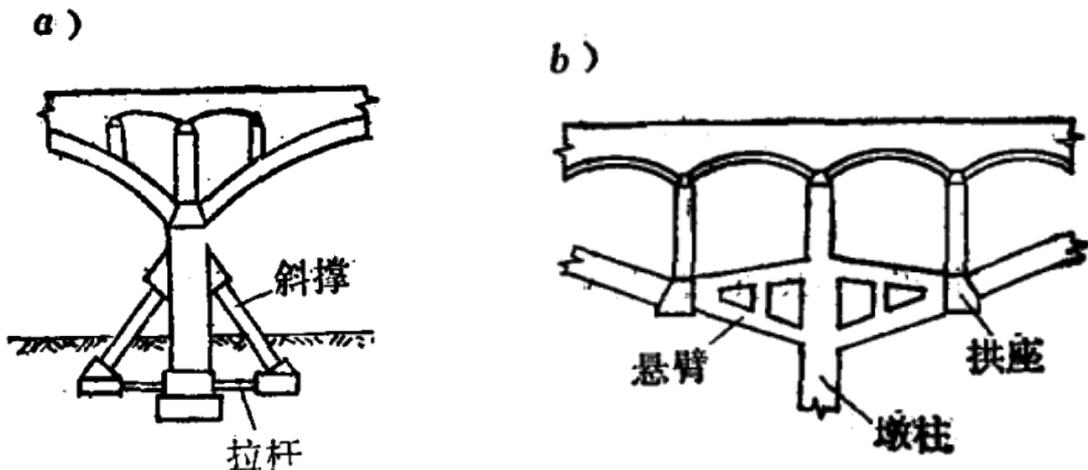
- 埋置式桥台：分为后倾式、肋形埋置式、双柱式、框架式等类型。其中**桩柱式桥台**对于各种土壤地基都适宜。其适用范围是：桥孔跨径 8—20m，填土高度 3—5m。**当填土高度大于 5m 时宜采用框架式埋置式桥台。**

- 钢筋混凝土薄壁桥台：**适用于软弱地基的条件**，但其构造和施工比较复杂，并且钢筋用量也较多。
- 加筋土桥台：在台后路基填土不被冲刷的中、小跨径桥梁，台高 3~5m 时，可采用加筋土桥台。

2. 拱桥轻型桥墩、台

(1) 拱桥轻型桥墩

- 带三角杆件的单向推力墩：只在桥不太高的旱地上采用。
- 悬臂式单向推力墩：适用于两铰双曲拱桥。



(2) 拱桥轻型桥台

拱桥轻型桥台适用于 13m 以内的小跨径拱桥和桥台水平位移量很小的情况。

- 八字形桥台：适用于桥下需要通车或过水的情况；
- U 字形桥台：适用于较小跨径的桥梁；
- 背撑式桥台：适用于较大跨径的高桥和宽桥；
- 靠背式框架桥台：适用于在非岩石地基上修建拱桥桥台。拱桥的其他形式桥台；
- 组合式桥台：适用于各种地质条件；
- 空腹式桥台：一般是在软土地基、河床无冲刷或冲刷轻微、水位变化小的河道上采用；
- 齿槛式桥台：适用于软土地基和路堤较低的中小跨径拱桥。

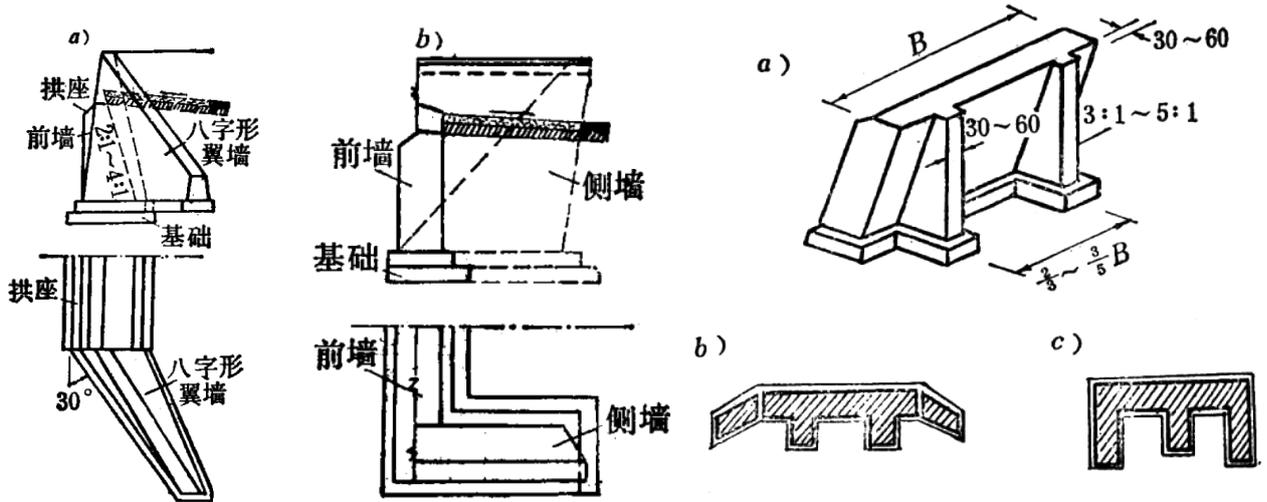


图4-1-29 背撑式桥台

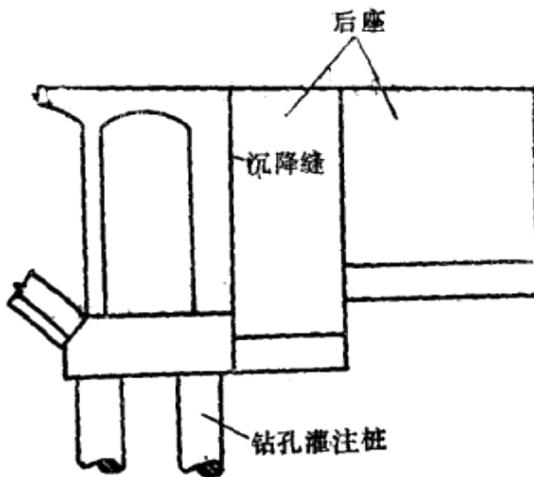


图4-1-31 组合式桥台

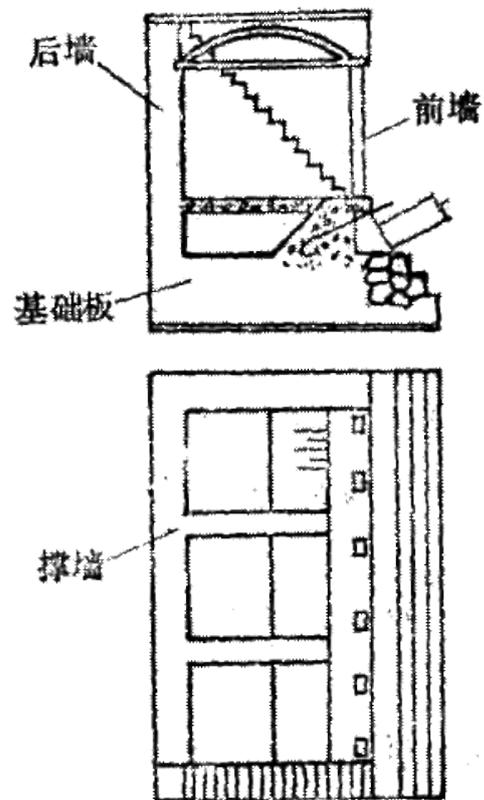


图4-1-32 空腹式桥台

二、桥梁下部结构的构造特点与受力特点

(一) 桥梁下部结构的构造特点

1. **重力式桥墩**：梁桥重力式桥墩由墩帽、墩身、基础等组成，拱桥重力式桥墩具有拱座等构造设施，且制动墩要比普通墩尺寸更厚实，能承受单向较大的水平推力，防止倾坍。

2. **重力式桥台 (U型桥台)**：由台帽、背墙、台身 (前墙、侧墙)、基础、锥坡等几部分组成。背墙、前墙与侧墙结合成一体，兼有挡土墙和支撑墙的作用。

3. 梁桥轻型桥墩

(1) 钢筋混凝土薄壁桥墩：圬工体积小、结构轻巧，比重力式桥墩可节约圬工量 70%左右。

(2) **柱式桥墩**：由分离的 2 根或多根立柱 (或桩柱) 组成，是公路桥梁中采用较多的桥墩形式之一。

(3) 柔性排架桩墩：其主要特点是，可以通过一些构造措施，将上部结构传来的水平力 (制动力、温度影响力等) 传递到全桥的各个柔性墩台，或相邻的刚性墩台上，以减少单个柔性墩所受到的水平力，从而达到减小桩墩截面的目的。

4. 梁桥轻型桥台

(1) 设有支撑梁的轻型桥台：台身为直立的薄壁墙，台身两侧有翼墙，在两桥台下部设置支撑梁，上部结构与桥台锚栓连接，构成四绞框架。

(2) 埋置式桥台：只露出台帽在外以安置支座及上部结构。

(3) 钢筋混凝土薄壁桥台：由扶壁式挡土墙和两侧的薄壁侧墙构成。

(4) 加筋土桥台：一般由台帽和由竖向面板、拉杆、锚定板及其间填料共同组合的台身组成。

5. 拱桥轻型桥墩

(1) 带三角杆件的单向推力墩：在普通墩的墩柱上，从两侧对称地增设钢筋混凝土斜撑和水平拉杆，用来提高抵抗水平推力的能力。

(2) 悬臂式单向推力墩，墩柱顶部向两桥跨处伸出悬臂段，当该墩的一侧桥孔遭到破坏以后，可以通过另一侧拱座上的竖向分力与悬臂长所构成的稳定力矩来平衡由拱的水平推力所导致的倾覆力矩。

6. 拱桥轻型桥台

(1) 八字形桥台：台身由前墙和两侧的八字翼墙构成。

(2) U 字形桥台：与 U 型重力式桥台比较，桥台侧墙是拱上侧墙的延伸。

(3) 背撑式桥台：在八字形桥台或 U 字形桥台的前墙背后加一道或几道背撑，稳定性好。

(4) 靠背式框架桥台：用三角形框架把台帽、前壁、耳墙和设置在不同标高且具有不同斜度的分离式基础连接而成。水平和仰斜的基底能满足施工期间的稳定性，且能合理承受主拱作用力。

(二) 桥梁下部结构的受力特点

桥梁墩台起着“承上启下”的作用。

桥墩要承受上部结构产生竖向力、水平力和弯矩外，还承受风力、流水压力及可能发生的地震力、冰压力、船只和漂流物的撞击力。

桥台设置在桥梁两端；它既要能挡土护岸，又能承受台背填土及填土上车辆荷载所产生的附加土侧压力。

桥梁墩台不仅自身应有足够的强度、刚度和稳定性，而且对地基的承载能力、沉降量、地基与基础之间的摩阻力等也都提出一定的要求。

1B413014 掌握桥梁上部结构分类和受力特点

1. 斜交板桥

(1) 荷载有向两支承边之间最短距离方向传递的趋势；

(2) 各角点受力情况可用比拟连续梁的工作来描述，钝角处产生较大的负弯矩，反力也较大，锐角点有向上翘起的趋势；

(3) 在均布荷载作用下，当桥轴线的跨长相同时，斜板桥的最大跨内弯矩比正桥要小；

(4) 在均布荷载作用下，当桥轴线的跨长相同时，斜板桥的跨中横向弯矩比正桥要小。

2. 装配式钢筋混凝土简支 T 梁：既充分利用扩展的桥面板的抗压能力，又有效地发挥了梁肋下部受力钢筋的抗拉作用。

3. 预应力混凝土简支 T 梁：配合梁内正弯矩的分布，防止出现拉应力，纵向预应力筋须在梁端弯起或中间截断张拉。但弯起可增强支点附近的抗剪能力。

4. 连续体系桥梁

(1) 由于支点存在负弯矩，使跨中正弯矩显著减少，可以减少跨内主梁的高度，提高跨径；

(2) 由于是超静定结构，产生附加内力的因素包括预应力、混凝土的收缩徐变、墩台不均匀沉降、截面温度梯度变化等；

(3) 配筋要考虑正负两种弯矩的要求，顶推法施工要考虑截面正负弯矩的交替变化。

5. 斜拉桥

(1) 节约钢材； (2) 斜拉索的水平分力相当于混凝土的预压力；

(3) 主梁多点弹性支承，高跨比小，自重轻，提高跨径。

6. 悬索桥 主缆为主要承重结构，其巨大的拉力需要牢固的地锚承受，对于连续吊桥，中间地锚的两侧拉索水平推力基本平衡，主要利用自重承受向上的竖向力；

7. 拱桥 拱桥的拱圈是桥跨结构的主要承载部分，在竖直荷载作用下，拱端支撑处不仅有竖向反力，还有水平推力。

1B413020 常用模板、支架和拱架的设计与施工

1B413021 掌握常用模板、支架和拱架的设计

承包人应在制作模板、拱架和支架前 14d, 向监理工程师提交模板、拱架和支架的施工方**案**, 施工方案应包括**工艺图**和**强度、刚度与稳定性**等的**计算书**。

一、模板、支架和拱架的设计原则

- (一) 宜优先使用胶合板和钢模板。
- (二) 在计算荷载作用下, 验算其强度、刚度及稳定性。
- (三) 模板板面之间应平整, 接缝严密。
- (四) 结构简单, 制作、装拆方便。

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

- (1) 模板、支架和拱架自重;
- (2) 新浇筑混凝土、钢筋混凝土或其他圬工结构物的重力;
- (3) 施工人员和施工材料、机具等行走运输或堆放的荷载;
- (4) 振捣混凝土时产生的荷载;
- (5) 新浇筑混凝土对侧面模板的压力;
- (6) 倾倒混凝土时产生的水平荷载;
- (7) 其他可能产生的荷载, 如雪荷载、冬季保温设施荷载等。

项目	要求内容		
设计原则	<ul style="list-style-type: none"> • 宜优先使用胶合板和钢模板 • 在计算荷载作用下, 对模板、支架及拱架结构按受力程序分别验算其强度, 刚度及稳定性 • 模板板面之间应平整, 接缝严密, 不漏浆, 保证结构物外露面美观, 线条流畅, 可设倒角 • 结构简单, 制作、装拆方便 		
计算荷载组合	模板构件名称		荷载组合
			计算强度用
			验算刚度用
	梁、板和拱的底模以及支承板、拱及支架等		1+2+3+4+7
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

3. 设于水中的支架, 尚应考虑水流压力、流冰压力和船只漂流物等冲击力荷载。

(三) 稳定性要求

当验算模板及其支架在自重和风荷载等作用下的抗倾覆稳定时, 验算倾覆的稳定系数不得小于 1.3。

(四) 强度及刚度要求

1. 验算模板、支架及拱架的刚度时, 其变形值不得超过下列数值:

- (1) 结构表面外露的模板, 挠度为模板构件跨度的 1 / 400;
- (2) 结构表面隐蔽的模板, 挠度为模板构件跨度的 1 / 250;
- (3) 支架、拱架受载后挠曲的杆件 (盖梁、纵梁), 其弹性挠度为相应结构跨度的 1 / 400;
- (4) 钢模板的面板变形为 1.5mm;
- (5) 钢模板的钢棱和柱箍变形为 L / 500 和 B / 500 (其中 L 为计算跨径, 8 为柱宽)。

2. 受压杆件的长细比不得超过下列数值: 主要受压杆件 (立柱) 的长细比为 100, 次要受压杆件的长细比为 150。

3. 拱架验算倾覆稳定系数不得小于 1.3。

1B413022 掌握常用模板、支架和拱架的施工

一、模板的制作及安装

模板板面应平整光洁, 接缝严密, 尺寸准确, 有强度刚度和稳定性。外露面混凝土模板的脱模剂应采用同一品种。

模板的安装与钢筋工作配合进行, 妨碍绑扎钢筋的模板应待钢筋安装完毕后安设。

(一) 钢模板制作

- 1. 钢模板宜采用**标准化的组合模板**。
- 2. 钢模板及其配件应按批准的加工图加工, 成品经检验合格后方可使用。

(二) 木模板制作

- 1. 木模可在**工厂或施工现场制作**, 木模与混凝土接触的表面应平整、光滑。
- 2. 重复使用的模板应始终保持其表面平整、形状准确, 不漏浆, 有足够的强度和刚度。

(三) 模板安装的技术要求

2. 安装侧模板时, 应防止模板移位和凸出。基础侧模可在模板外设立支撑固定, 墩、台、梁的侧模可设拉杆固定。

3. **模板**安装完毕后, 应对其**平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向稳定性**进行**检查**, 签认后方可浇筑混凝土。

4. 模板在安装过程中, 必须设置防倾覆设施。

5. 当结构自重和汽车荷载(不计冲击力)产生的向下挠度超过跨径的 $1/1600$ 时, 钢筋混凝土梁、板的底模板应设预拱度, 预拱度值应等于结构自重和 $1/2$ 汽车荷载(不计冲击力)所产生的挠度。**纵向预拱度可做成抛物线或圆曲线。**

6. 后张法预应力梁、板, 应注意预应力、自重和汽车荷载等综合作用下所产生的**上拱或下挠**, 应设置适当的预挠或预拱。

(四) 中小跨径的空心板制作时所使用的**芯模**应符合下列要求:

3. 浇筑混凝土时, 为防止胶囊**上浮和偏位**, 应采取有效措施加以固定, 并**对称平衡地进行浇筑**。

五) 滑升、提升、爬升及翻转模板的技术要求

1. 滑升模板**适用于**较高的墩台和吊桥、斜拉桥的索塔施工。

(1) 滑升模板的结构应有足够的强度、刚度和稳定性,

(3) 滑升模板施工应连续进行。中断期间模板仍应继续缓慢地提升, 直到混凝土与模板不至粘住时为止。

2. **大块模板应用整体钢模板**, 加劲肋在满足刚度需要的基础上应进行加强, 以满足使用要求。

二、支架、拱架的制作及安装

支架按其构造分为立柱式、梁式和梁—柱式支架。

(一) 重支架、拱架制作的强度和稳定

1. 支架

应根据设计图进行制作和安装, 应尽可能采用**标准化、系列化、通用化**的构件拼装。

2. 木拱架

木拱架的强度和刚度应满足**变形**要求。

3. 钢拱架

(1) 常备式钢拱架纵、横向距离应根据实际情况进行合理组合, 以保证结构的整体性。

(2) 钢管拱架排架的纵、横距离应按承受拱圈自重计算, 各排架顶部的标高要符合拱圈底的轴线。

(二) 施工预拱度

支架和拱架应预留施工拱度, 在确定施工拱度值时, 应考虑下列因素:(要关注)

(1) **支架和拱架拆除后上部构造本身及活载 $1/2$ 所产生的挠度;**

(2) **支架和拱架在荷载作用下的弹性压缩;**

(3) **支架和拱架在荷载作用下的非弹性压缩;**

(4) **支架和拱架基底在荷载作用下的非弹性沉陷;**

(5) **由混凝土收缩及温度变化而引起的挠度;**

(6) **承受推力的墩台, 由于墩台水平位移所引起的拱圈挠度。**

(三) 支架、拱架制作安装

支架、拱架制作安装一般要求:

1. 支架和拱架宜采用标准化、系列化、通用化的构件拼装。

4. 安装时应注意以下几点:

(1) 支架立柱必须安装在有足够承载力的地基上。

(2) 施工用的脚手架和便桥, 不应与结构物的模板支架相连接。

(3) 船只或汽车通行孔的两边支架应加设护桩, 夜间应用灯光标明行驶方向。

7. 现浇混凝土的梁(板)结构, 在支架架设后, 应按图纸要求或监理工程师指示, **对支架进行预压**, 加在支架上的预压荷载应不小于梁(板)自重。

三、模板、支架和拱架的拆除

承包人应在拟定拆模时间的**12h 以前**, 向监理工程师报告拆模建议。

(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) 一般应在**混凝土抗压强度达到 2.5MPa 时方可拆除侧模板。**

(3) **当构件跨度不大于 4m 时, 在混凝土强度符合设计强度标准值的 50% 的要求后, 方可拆除; 当构件跨度大于 4m 时, 在混凝土强度符合设计强度标准值的 75% 的要求后, 方可拆除。**

2. 石拱桥的拱架卸落时间应符合下列要求:

(1) **浆砌石拱桥**, 须待砂浆强度达到设计要求, 或如设计无要求, 则须达到**砂浆强度的 70%** 。

(2) 跨径小于 10m 的小拱桥, 宜在拱上建筑全部完成后卸架; 中等跨径的实腹式拱, 宜在护拱砌完后卸架; 大跨径空腹式拱, 宜在拱上小拱横墙砌好(未砌小拱圈)时卸架。

(二) 拆除时的技术要求

1. 模板拆除应按设计的顺序进行, 应遵循**先支后拆, 后支先拆**的顺序。

2. 在支架和拱架适当部位设置相应的木楔、木马、砂筒或千斤顶等落模设备。

3. 在拟定卸落程序时应注意以下几点:

(2) **满布式拱架卸落时, 可从拱顶向拱脚依次循环卸落; 拱式拱架可在两支座处同时均匀卸落。**

(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。

4. 墩、台模板宜在其上部结构施工前拆除。

5. 模板、支架和拱架拆除后，应维修整理，分类妥善存放。

1B413030 桥梁工程施工技术

1B413031 掌握钢筋和混凝土施工

一、钢筋施工

(一) 一般规定

钢筋必须按不同钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批验收。钢筋应具有出厂质量证明和试验报告单。对桥涵所用的钢筋应抽取试样做力学性能试验。

重要结构中的主钢筋在代用时，应由原设计单位做变更设计。预制构件的吊环，应采用未经冷拉的HPB 235级热轧钢筋制作。

(二) 普通钢筋的加工制作

1. 钢筋的表面应洁净。

2. 钢筋的弯制和末端的弯钩应符合设计要求。

3. 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，不应小于箍筋直径的10倍。

4. 轴心受拉和小偏心受拉构件中的钢筋接头，普通混凝土中直径大于25mm的钢筋，宜采用焊接。

5. 钢筋的纵向焊接应采用闪光对焊。

6. 焊工必须持考试合格证上岗。

7. 接头双面焊缝的长度不应小于5d，单面焊缝的长度不应小于10d。

8. 帮条长度，如用双面焊缝不应小于5d，如用单面焊缝不应小于10d。

9. 焊条、焊剂应有合格证。

10. 对于绑扎接头，两接头间距离不应小于1.3倍搭接长度。对于焊接接头，在接头长度区段内，同一根钢筋不得有两个接头，配置在接头长度区段内的受力钢筋，其接头的截面面积占总截面面积的百分率应符合表1B413031-1的规定。

接头长度区段内受力钢筋接头面积的最大百分率 表 1B413031-1

接头型式	接头面积最大百分率 (%)	
	受拉区	受压区
主钢筋绑扎接头	25	50
主钢筋焊接接头	50	不限制

11. 电弧焊接和绑扎接头与钢筋弯曲处的距离不应小于10倍钢筋直径，也不宜位于构件的最大弯矩处。

12. 低于-20℃时，不得施焊。

14. 带肋钢筋套筒挤压接头（以下简称挤压接头）适用直径为16~40mm的HRB335、HRB400牌号带肋钢筋的径向挤压连接。

15. 钢筋骨架的焊接拼装应在坚固的工作台上进行，操作时应符合下列要求

(5) 施焊顺序宜由中到边对称地向两端进行，先焊骨架下部，后焊骨架上部。相邻的焊缝采用分区对称跳焊，不得顺方向一次焊成。

16. 钢筋安设、支承及固定要求：

(2) 桥面板钢筋的所有交叉点均应绑扎，以避免在浇混凝土时钢筋移位。但两个方向的钢筋中距均不小于300mm时，则可隔一个交叉点进行绑扎。

(3) 用于保证钢筋固定于正确位置的预制混凝土垫块，其形状大小应为监理工程师所接受。不得用卵石、碎石或碎砖、金属管及木块作为钢筋的垫块。

(4) 钢筋的垫块间距在纵横向均不得大于1.2m

17. 钢筋机械连接接头（简称机械接头）要求：

(1) 常用钢筋机械接头（套筒挤压接头、锥螺纹接头、镦粗直螺纹接头等），。

(2) 接头用设备及产品应具备有符合规范要求的、经监理工程师认可的、具有法人资格的质量检验单位签具的质量检验合格证。

(三) 预应力钢筋的加工制作

2. 按下列规定进行检查：

(1) 钢丝：应分批检验形状、尺寸和表面，在每盘钢丝的两端取样进行抗拉强度、弯曲和伸长率的试验。

(2) 钢绞线：每批钢绞线进行表面质量、直径偏差和力学性能试验。

(3) 热处理钢筋：每批钢筋进行表面质量和尺寸偏差的检查。并进行力学性能试验。

(4) 冷拉钢筋：

(5) 冷拔低碳钢丝：应逐盘进行抗拉强度、伸长率和弯曲试验。

(6) 精轧螺纹钢：应分批进行检验。

6. 夹具应具有良好的自锚性能、松锚性能和重复使用性能。
8. 锚具、夹具和连接器进场时按下列规定进行验收：
- (1) 外观检查：应从每批中抽取 10% 的锚具且不少于 10 套。
 - (2) 硬度检验：应从每批中抽取 5% 的锚具且不少于 5 套。
 - (3) 静载锚固性能试验：对大桥等重要工程，当质量证明书不齐全、不正确或质量有疑点时，经上述两项试验合格后，应从同批中抽取 6 套锚具（夹具或连接器）组成 3 个预应力筋锚具组装件，进行静载锚固性能试验
10. 预应力筋锚具、夹具和连接器验收批的划分：在同种材料和同一生产工艺条件下，锚具、夹具应以不超过 1000 套组为一个验收批；连接器以不超过 500 套组为一个验收批。
11. 预应力筋的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、锚夹具厚度、千斤顶长度、焊接接头或镦头预留量、冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值和外露长度等因素。
12. 宜采用切断机或砂轮锯，不得采用电弧切割。
13. 冷拉钢筋的接头，焊接后其轴线偏差不得大于钢筋直径的 1 / 10，且不得大于 2mm，轴线曲折的角度不得超过 4°。
14. 在结构受拉区及在相当于预应力筋直径 30 倍长度的区段（不小于 500mm）范围内，对焊接头的预应力筋截面面积不得超过该区段预应力筋总截面面积的 25%。
15. 预应力筋镦头锚固时，对于高强钢丝，宜采用液压冷镦；对于冷拔低碳钢丝，可采用冷冲镦粗；对于钢筋，宜采用电热镦粗。
16. 预应力筋的冷拉，可采用控制应力或控制冷拉率的方法。但对不能分清炉批号的热轧钢筋，不应采取控制冷拉率的方法
- 18: 预应力筋由多根钢丝或钢绞线组成时，同束内应采用强度相等的预应力钢材。

二、混凝土施工

(一) 一般规定

1. 混凝土的抗压强度应以边长为 150mm 的立方体尺寸标准试件测定。试件以同龄期者三块为一组，并以同等条件制作和养护，每组试件的抗压强度应以三个试件测值的算术平均值为测定值，如有一个测值与中间值的差值超过中间值的 15% 时，则取中间值为测定值；如有两个测值与中间值的差值均超过 15% 时，则该组试件无效。

2. 混凝土抗压强度应为标准尺寸试件在温度为 20±3℃ 及相对湿度不低于 90% 的环境中养护后做抗压试验时所测得的抗压强度值（单位 MPa），在进行混凝土强度试配和质量评定时，取其保证率为 95%。

(二) 混凝土的配合比

1. 混凝土的配合比，应以质量比计，并应通过设计和试配选定。

2. 配制混凝土时，应根据结构情况和施工条件确定混凝土拌合物的坍落度。

3. 混凝土的最大水灰比和最小水泥用量应符合表 1B413031-2 的规定。

混凝土结构所处环境	无筋混凝土		钢筋混凝土	
	最大水灰比	最小水泥用量 (kg/m ³)	最大水灰比	最小水泥用量 (kg/m ³)
温暖地区或寒冷地区，无侵蚀物质影响，与土直接接触	0.60	250	0.55	275
严寒地区或使用除冰盐的桥梁	0.55	275	0.50	300
受侵蚀性物质影响	0.45	300	0.40	325

注：1. 本表中的水灰比，系指水与水泥（包括外掺混合材料）用量的比值。

2. 本表中的最小水泥用量，包括外掺混合材料。

4. 混凝土的最大水泥用量（包括代替部分水泥的混合材料）不宜超过 500kg / m³，大体积混凝土不宜超过 350kg / m³。

5. 在混凝土中掺入外加剂时符合下列规定：

(1) 在钢筋混凝土中不得掺用氯化钙、氯化钠等氯盐。

(2) 位于温暖或严寒地区、无侵蚀性物质影响及与土直接接触的钢筋混凝土构件，混凝土中的氯离子含量不宜超过水泥用量的 0.30%；位于严寒和海水区域、受侵蚀环境和使用除冰盐的桥梁，氯离子含量不宜超过水泥用量的 0.5%

(3) 无筋混凝土的氯化钙或氯化钠掺量，以干质量计，不得超过水泥用量的 3%。

(4) 掺入加气剂的混凝土的含气量宜为 3.5%~5.5%。

(5) 对由外加剂带入混凝土的碱含量应进行控制；当处于受严重侵蚀的环境，不得使用有碱活性反应的骨料。

6. 泵送混凝土的配合比应符合下列规定：

(1) 砂率宜控制在 40%~50%。(2) 最小水泥用量 280~300kg / m³（输送管径 100~150mm）。

(3) 混凝土拌合物的坍落度宜为 80~180mm。(4) 宜掺用适量的外加剂或混合材料。

7. 通过设计和试配确定配合比后，应填写试配报告单，提交施工监理工程师或有关方面批准。

(三) 混凝土的拌制与运输

1. 每一工作班正式称量前，应对计量设备进行**重点校核**。计量器具应定期检定，经大修、中修或迁移至新的地点后，也应进行检定。

2. 对于在施工现场集中搅拌的混凝土，应检查混凝土拌合物的均匀性。

(3) 检查混凝土拌合物均匀性时，应在搅拌机的卸料过程中，从**卸料流的 1/4~3/4 之间部位采取试样，进行试验**，其检测结果应符合下列规定：

3. 混凝土搅拌完毕后，应按下列要求检测混凝土拌合物的各项性能：

(1) 混凝土拌合物的**坍落度，每一工作班或每一单元结构物不应少于 2 次**。

5. 采用泵送混凝土应符合下列规定：

(3) **泵送间歇时间不宜超过 15min**。

6. **混凝土的装载量约为搅拌筒几何容量的 2/3**。

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**。

(四) 混凝土的浇筑

1. 浇筑混凝土前，应对支架、模板、钢筋和预埋件进行检查，并做好记录，符合设计要求后方可浇筑。

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：

(1) 从高处直接倾卸时，其**自由倾落高度不宜超过 2m**，以不发生离析为度。

(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**。

(3) 在串筒出口口下面，**混凝土堆积高度不宜超过 1m**。

3. 应在下层混凝土**初凝或能重塑前浇筑完成上层混凝土**。上下层同时浇筑时，上层与下层前后浇筑距离应保持 1.5m 以上。在倾斜面上浇筑混凝土时，应从低处开始逐层扩展升高，保持水平分层。

4. 浇筑混凝土时，宜采用振动器振实。用振动器振捣时，应符合下列规定：

(1) 使用**插入式振动器时，移动间距不应超过振动器作用半径的 1.5 倍；与侧模应保持 50~100mm 的距离；插入下层混凝土 50~100mm**。

(2) 表面振动器的移位间距，应以使振动器平板能覆盖已振实部分 100mm 左右为宜。

(4) 密实的标志是混凝土停止下沉，**不再冒出气泡，表面呈现平坦、泛浆**。

5. 混凝土的浇筑应连续进行，其间断时间应小于前层混凝土的初凝时间或能重塑的时间。

6. **施工缝宜留置在结构受剪力和弯矩较小且便于施工的部位**，并按下列要求进行处理：

(1) 应凿除处理层混凝土表面的水泥砂浆和松散层，但凿除时，处理层混凝土须达到下列强度：

用水冲洗凿毛时，须达到 0.5MPa；用人工凿除时，须达到 2.5MPa；用风动机凿毛时，须达到 10MPa。

(2) 对垂直施工缝宜刷一层水泥净浆，对水平缝宜铺一层厚为 10~20mm 的 1:2 的水泥砂浆。

(3) 应在施工缝处补插锚固钢筋或石榫；有抗渗要求的施工缝宜做成凹形、凸形或设置止水带。

(4) 施工缝为斜面时应浇筑成或凿成台阶状。

(5) **施工缝处理后，需要达到的强度，一般最低为 1.2MPa，当结构物为钢筋混凝土时，不得低于 2.5MPa**。

11. 采用滑升模板浇筑墩台混凝土时，应符合下列规定：

(1) 宜采用低流动度或半干硬性混凝土。

(2) 浇筑应分层分段进行，各段应浇筑到距模板上口不小于 10~150mm 的位置为止。

(3) 应采用插入式振动器振捣。

(6) 每一整体结构的浇筑应连续进行，若因故中途停工，应按施工缝处理。

(7) **混凝土脱模时的强度宜为 0.2~0.5MPa**。

12. **大体积混凝土的浇筑应在一天中气温较低时进行。应参照下述方法控制水化热温度（重点）**

(1) **用改善骨料级配、降低水灰比、掺加混合料、掺加外加剂等方法减少水泥用量**。

(2) **采用水化热低的大坝水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥或低强度水泥**。

(3) **减小浇筑层厚度，加快混凝土散热速度**。

(4) **混凝土用料要遮盖，避免日光暴晒，并用冷却水搅拌混凝土，以降低入仓温度**。

(5) **在混凝土内埋设冷却管通水冷却**。

(6) **在遇气温骤降的天气或寒冷季节浇筑混凝土后，应注意覆盖保温，加强养护**。

(五) 混凝土的养护及修饰

1. 混凝土的养护要求：

(2) 一般混凝土浇筑完成后，应在收浆后尽快予以覆盖和洒水养护。

(3) **当气温低于 5℃ 时，应覆盖保温，不得向混凝土面上洒水**。

(5) 混凝土的洒水养护时间一般为 7d，可根据空气的湿度、温度和水泥品种及掺用的外加剂等情况，酌情延长或缩短。

(6) 当结构物混凝土与流动性的地表水或地下水接触时，应采取防水措施，保证混凝土在浇筑后 7d 以内不受水的冲刷侵袭。当环境水具有侵蚀作用时，应保证混凝土在 10d 以内，且强度达到设计强度的 70% 以前，不受水的侵袭。

(7) 对大体积混凝土的养护，当设计无要求时，温差不得超过 25℃。

(8) **混凝土强度达到 2.5MPa 前，不得使其承受荷载**。

(六) 高强度混凝土 (重点)

1. 配制用的材料要求

- (1) 配制用的**细骨料**宜使用级配良好的**中砂**，**细度模数不小于 2.6**，**含泥量应小于 2%**。
- (2) 配制用的粗骨料应使用质地坚硬、级配良好的碎石，**骨料的抗压强度应比所配制的混凝土强度高 50% 以上**，**含泥量应小于 1%**，**针片状颗粒含量应小于 5%**，**骨料的粒径宜小于 25mm**。
- (3) 配制高强度混凝土必须使用高效减水剂。配制时宜外掺的混合材料为磨细粉煤灰、磨细矿渣粉、沸石粉、硅粉。

2. 配合比要求

- (1) **混凝土的施工配制强度 (平均值) 对于 C50~C60 应不低于强度等级的 1.15 倍，对于 C70~C80 应不低于强度等级值的 1.12 倍。**
- (2) 所用水胶比 (水与胶结料的重量比，后者包括水泥及矿物掺合料的重量) 宜控制在 **0.24~0.38** 的范围内。
- (3) 所用水泥重量不宜超过 $500\text{kg}/\text{m}^3$ ，水泥与掺合料的总量不超过 $550\sim 600\text{kg}/\text{m}^3$ 。粉煤灰掺量不宜超过胶结料重量的 **30%**，沸石粉不宜超过 10%，硅粉不宜超过 8%~10%。
- (4) **混凝土的砂率宜控制在 28%~34% 的范围内。**
- (5) 高效减水剂的掺量宜为胶结料的 0.5%~1.8%。

3. 施工技术要求

- (1) 高强度混凝土的施工技术符合以下规定：
 - 配制高强度混凝土必须准确控制用水量，砂石中的含水量应仔细测定后从用水量中扣除。
 - 高效减水剂宜采用后掺法，如制成溶液加入，应在用水量中扣除这部分溶液用水。**加入减水剂后，混凝土拌合料在搅拌机中继续搅拌的时间，当用粉剂时不得少于 60s，当用溶液时不得少于 30s。**
- (2) 拌制高强度混凝土必须使用强制式搅拌机，宜采用二次投料法拌制。
- (3) 混凝土的浇筑应连续进行。

(七) 暑期、雨期混凝土的施工

1. 暑期混凝土配制和搅拌

- (2) 水泥、砂、石料应遮阴防晒，以降低骨料温度，可在砂石料堆上喷水降温。
- (3) 配合比设计应考虑坍落度损失。可掺加减水剂以减少水泥用量和提高混凝土的早期强度。
- (4) 掺用活性材料粉煤灰取代部分水泥，减少水泥用量。

2. 暑期混凝土的运输及浇筑

- (2) 不得在运输过程加水搅拌。
- (4) 混凝土的浇筑温度应控制在 32°C 以下，宜选在一天温度较低的时间内进行。
- (6) 应加快混凝土的修整速度，修整时可用**喷雾器洒少量水**，**防止表面裂纹**，但不准直接往混凝土表面洒水。

3. 暑期混凝土的养护

- (1) 不宜单独使用专用养护膜覆盖法养护高强度混凝土，除非当地无足够的清洁水用于养护混凝土。
- (2) 洒水养护宜用自动喷水系统和喷雾器，湿养护应不间断，不得形成干湿循环。
- (3) 混凝土浇筑完，表面应立即覆盖清洁的塑料膜，初凝后撤去塑料膜，用浸湿的粗麻布覆盖，经常洒水，保持潮湿状态最少 7d。

4. 建立安全用电措施，防漏电、触电。

5. 雨期施工准备

- (2) 工程材料特别是水泥、钢筋应防水、防潮；施工机械防洪水淹没。

6. 雨期施工方法及技术措施

- (1) 雨期施工的工作面不宜过大，应逐段、逐片分期施工；
- (2) 雨期施工应加强地基不良地段沉陷的观测。
- (3) 施工前对排水系统应进行检查、疏通或加固，必要时增加排水措施。
- (4) 雨后模板及钢筋上的淤泥、杂物，在浇筑混凝土前应清理干净。

三、预应力混凝土

(一) 预应力材料保护及预应力管道

1. 预应力材料必须保持清洁，在存放和搬运过程中应避免机械损伤和有害的锈蚀。
2. **在室外存放时，时间不宜超过 6 个月**，**不得直接堆放在地面上**，必须采取垫以枕木并用苫布覆盖等有效措施，防止雨露和各种腐蚀性气体、介质的影响。
3. 锚具、夹具和连接器均应设专人保管。
4. 在后张有粘结预应力混凝土结构中，**张拉钢筋的孔道宜由浇筑在混凝土中的刚性或半刚性管道构成**，刚性管道应具有光滑的内壁并可被弯曲成适当的形状而不出现卷曲或被压扁；半刚性管道应是波纹状的金属螺旋管。
5. 制作半刚性波纹状金属螺旋管的钢带应附有合格证书。
6. 浇筑在混凝土中的管道应不允许有漏浆现象。
7. 一般情况下，**管道的内横截面积至少应是预应力筋净截面积的 2.0~2.5 倍。**
8. 制孔采用胶管抽芯法时，胶管内应插入芯棒或充以压力水，以增加刚度；**抽芯时间应通过试验确定，以混凝土抗压强度达到 0.4~0.8MPa 时为宜**，抽拔时不应损伤结构混凝土。

(二) 混凝土的浇筑

1. 从各种组成材料引进混凝土中的氯离子总含量 (折合氯化物含量)，不宜超过水泥用量的 0.6%，当超过 0.6% 时，
2. **混凝土的水泥用量不宜超过 $500\text{kg}/\text{m}^3$** ，特殊情况下不应超过 $550\text{kg}/\text{m}^3$ 。

3. 浇筑混凝土时，宜根据结构的不同型式选用插入式、附着式或平板式等振动器进行振捣。
4. 浇筑混凝土时，对先张构件应避免振动器碰撞预应力筋；
5. 浇筑箱形梁段混凝土时，应尽可能一次浇筑完成；梁身较高时也可分两次或三次浇筑；梁身较低时可分为两次浇筑。**分次浇筑时，宜先底板及腹板根部，其次腹板，最后浇顶板及翼板。**
6. 混凝土浇筑完成并初凝后，应立即开始养护。

(三) 施加预应力

1. 机具及设备要求

(1) 施加预应力所用的机具设备及仪表应由专人使用和管理，并应定期维护和校验。千斤顶与压力表应配套校验，以确定张拉力与压力表之间的关系曲线，校验应在经主管部门授权的法定计量技术机构定期进行。

(2) 张拉机具设备应与锚具配套使用，并应在进场时进行检查和校验。对长期不使用的张拉机具设备，应在使用前进行全面校验。使用期间的校验期限应视机具设备的情况确定，当**千斤顶使用超过6个月或200次或在使用过程中出现不正常现象或检修以后应重新校验**。弹簧测力计的校验期限不宜超过2个月。

2. 施加预应力的准备工作

对力筋施加预应力之前，必须完成或检验以下工作：

- (1) 施工现场应具备经批准的张拉程序和现场施工说明书；
- (2) 现场已有具备预应力施工知识和正确操作的施工人员；
- (3) 锚具安装正确，对后张构件，混凝土已达到要求的强度；
- (4) 施工现场已具备确保全体操作人员和设备安全的必要的预防措施。

实施张拉时，应使千斤顶的张拉力作用线与预应力筋的轴线重合一致。

3. 张拉应力控制

(1) 预应力筋的张拉控制应力应符合设计要求。当施工中预应力筋需要超张拉或计入锚圈口预应力损失时，可比设计要求提高5%，但在任何情况下不得超过设计规定的最大张拉控制应力。

(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 ΔL (mm) 计算：
$$\Delta L = P_p L / A_p E_p$$

(4) 预应力筋张拉时，应先调整到初应力，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。**

预应力筋张拉的实际伸长值 ΔL (mm)，可按式(1B413031—2)计算：
$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

式中 ΔL_1 ——从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值 (mm)；

ΔL_2 ——初应力以下的推算伸长值 (mm)，可采用相邻级的伸长值。

(5) 必要时，应对锚圈口及孔道摩擦损失进行测定，张拉时予以调整。

(6) 预应力筋的锚固，应在张拉控制应力处于稳定状态下进行。

(7) 预应力筋张拉及放松时，均应填写施工记录。

1B413032 掌握桥梁基础施工

一、明挖扩大基础施工

明挖扩大基础施工的主要内容包括基础的定位放样、基坑开挖、基坑排水、基底处理以及砌筑(浇筑)基础结构物等。

(一) 准备工作

基坑底部的尺寸较设计平面尺寸每边各增加0.5~1.0m的富余量，以便于支撑、排水与立模板(如果是坑壁垂直的无水基坑坑底，可不必加宽，直接利用坑壁做基础模板亦可)。

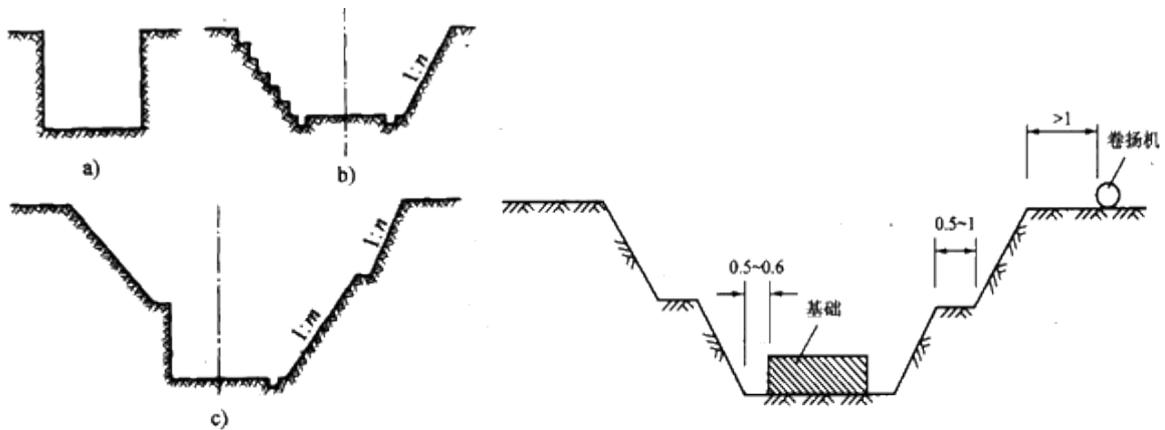


图 5-1 坑壁形式示意

图 4-6 基坑布置图(尺寸单位:m)

a)垂直坑壁;b)斜坡和阶梯形坑壁;c)变坡度坑壁

(二) 基坑开挖

1. 坑壁不加支撑的基坑

(1) 对于在干涸无水河滩、河沟中，或有水经改河或筑堤能排除地表水的河沟中，在地下水位低于基底，或渗透量少，不影响坑壁稳定；以及基础埋置不深，施工期较短，挖基坑时，不影响邻近建筑物安全的施工场所，可考虑选用**坑壁不加支撑的基坑**。

(2) 黏土在半干硬或硬塑状态，基坑顶缘无活荷载，稍松土质基坑深度不超过 0.5m，中等密实（锹挖）土质基坑深度不超过 1.25m，密实（镐挖）土质基坑深度不超过 2.0m 时，均可采用**垂直坑壁基坑**。基坑深度在 5m 以内。土的湿度正常时，采用**斜坡坑壁**开挖或按坡度比值挖成**阶梯形坑壁**，每梯高度为 0.5~1.0m 为宜，可作为人工运土出坑的台阶。

当基坑的上层土质适合敞口斜坡坑壁条件，下层土质为密实黏土或岩石可用垂直坑壁开挖，在坑壁坡度变换处，应保留有至少为 **0.5m 的平台**。

2. 坑壁有支撑的基坑

(1) 当**基坑壁坡不易稳定并有地下水，或放坡开挖场地受到限制，或基坑较深、放坡开挖工程数量较大，不符合技术经济要求时**，可根据具体情况，采取**加固坑壁措施**，如挡板支撑、钢木结合支撑、混凝土护壁及锚杆支护等。

(2) 喷射混凝土护壁。根据经验，一般喷护厚度为 **5~8cm**，一次喷护约需 1~2h。一次喷护如达不到设计厚度，应等第一次喷层终凝后再补喷，直至要求厚度为止。**喷护的基坑深度一般不宜超过 10m**。

三) 基坑排水

桥梁基础施工中常用的基坑排水方法有：

1. 集水坑排水法。除**严重流沙外，一般情况下均可适用。**

2. 井点排水法。当**土质较差有严重流沙现象，地下水位较高，挖基较深，坑壁不易稳定，用普通排水方法难以解决时**，可采用井点排水法。

3. 其他排水法。

此外，视工程特点、工期及现场条件等，还可采用帷幕法

(四) 基底检验和基底处理

1. 基底检验：主要内容应包括：检查基底平面位置、尺寸大小，基底标高；检查基底土质均匀性、地基稳定性及承载力等；检查基底处理和排水情况；检查施工日志及有关试验资料等等。

(1) 小桥涵的地基，一般采用直观或触探方法。必要时进行土质试验。对经加固处理后的特殊地基，一般采用触探或作密实度检验等。

(2) 大、中桥和填土 12m 以上涵洞的地基，一般由检验人员用**直观、触探、挖试坑或钻探（钻深至少 4m）试验**等方法。

2. 基底处理

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：石灰桩、碎石桩

(3) 胶结土法：

(4) 土工聚合物法：土工布、土工格栅

(五) 基坑施工过程中注意要点

1. 在基坑顶缘四周适当距离处**设置截水沟**，并防止渗水，以避免地表水冲刷坑壁，影响坑壁稳定性。

2. **坑壁边缘应留有护道，静荷载距坑边缘不小于 0.5m，动荷载距坑边缘不小于 1.0m；**垂直坑壁边缘的护道还应适当增宽；

3. 应经常**注意观察**坑边缘顶面土有无裂缝，坑壁有无**松散坍塌现象**发生。

4. 基坑施工不可延续时间过长，自开挖至基础完成，应**抓紧时间连续施工**。

5. 如用**机械开挖基坑**，挖至坑底时，应**保留不小于 30cm 厚度的底层**，在基础浇筑圬工前用人工挖至基底标高。

6. 基坑应尽量在**少雨季节施工**。

7. 基坑宜用原土及时回填，对桥台及有河床铺砌的桥墩基坑，则应分层夯实。

(六) 基坑开挖边坡失稳的主要原因

1. 基坑**深度过大**，而坑壁**坡度较陡**。

2. 对于湿土而言，坑壁**坡度陡于该湿度下的天然坡度**。

3. 地下水以下部分开挖，土质易坍塌却**没有增设加固措施**。

4. 基坑四周**没有设置截水沟、排水沟拦截地表径流**。

5. **弃土位置距基坑太近**甚至放在基坑四周。

6. 在粗、细砂质土层中，水的渗流会挟带**细砂颗粒流动**，破坏土体结构，引起基坑壁坍塌。

7. **施工延续时间过长**。

8. 施工所用**大型设备在坑周边重复作业或振动较大**等。

(七) 边坡失稳的预防及处理措施

1. 基坑开挖之前，应先做好地面排水系统，在基坑顶外缘四周应向**外设置排水坡或设置防水梁**、并在适当距离设截水沟，且应防止水沟渗水，避免影响坑壁稳定。

2. 坑顶边缘应有一定的距离作护道，堆载距坑缘**不小于 0.5m**，动载（包括机械及机来通道）距坑缘**不小于 1.0m**，垂直坑壁坑缘边的护道还应适当增宽，**堆置弃土的高度不得超过 1.5m**。

8. 基坑应尽量安排在**少雨期施工**。

其**处理方法主要是增设抗滑桩或木板支护、钢板桩支护、锚桩式支护、锚锭板支护、喷锚支护等**；待**边坡稳定后，进行清理或继续施工**，并尽快完成基础施工。

二、桩基础

(一) 沉入桩

沉入桩所用的基桩主要为预制的钢筋混凝土桩和预应力混凝土桩。**沉入桩的施工方法主要有：锤击沉桩、振动沉桩、射水沉桩以及静力压桩等。**这里介绍**锤击沉桩**的施工方法。

1. 概述

锤击沉桩一般适用于中密砂类土、黏土。由于锤击沉桩依靠桩锤的冲击能量将桩打入土中，因此**一般桩径不能太大（不大于 0.6m），入土深度在 40m 左右。**

2. 施工要点

(1) 沉桩前，应对桩架、桩锤、动力机械等主要设备部件进行检查；开锤前应再次检查桩锤、桩帽或送桩与桩的中轴线是否一致；锤击沉桩开始时，应严格控制各种桩锤的动能；**用坠锤和单动气锤时，提锤高度不宜超过 0.5m；**沉桩时，如遇到沉入度突然发生急剧变化；桩身突然发生倾斜、移位；桩不下沉，桩锤有严重的回弹；桩顶破碎或桩身开裂、变形，桩侧地面有严重隆起等现象时，应立即停止锤击，查明原因，采取措施后方可继续施工。

(2) **沉桩过程中应注意：桩帽与桩周围应有 5~10mm 间隙，**以便锤击时桩在桩帽内可作微小的自由转动，避免桩身产生超过许可的扭转应力；打桩机的导向杆应予固定；以便施打时稳定桩身导向杆设置应保证桩锤上、下活动自由；

3. 锤击沉桩的停锤控制标准

(1) 设计桩尖标高处为硬塑黏土、碎石土、中密以上的砂土或风化岩等土层时，根据贯入度变化并对照地质资料，确认桩尖已沉入该土层，贯入度达到控制贯入度。

(2) 当贯入度已达到控制贯入度，而桩尖标高未到达设计标高时，应继续锤入 0.10m 左右（或锤击 30—50 次），如无异常变化即可停锤；若桩尖标高比设计标高高得多时，应报有关部门研究确定。

(3) **设计桩尖标高处为一般黏土或其他松软土层时，应以标高控制，贯入度作为校核。**当桩尖已达设计标高，而贯入度仍较大时，应继续锤击，使其接近控制贯入度。

(4) 在同一桩基中，各桩的最终贯入度应大致接近，而沉入深度不宜相差过大，避免基础产生不均匀沉降。

从沉桩开始时起，应**严格控制桩位及竖桩的竖直度或斜桩的倾斜度。**在沉桩过程中，不得采用顶、拉桩头或桩身办法来纠偏，以防桩身开裂并增加桩身附加弯矩。

(二) 钻孔灌注桩施工

1. **钻孔灌注桩的特点**钻孔灌注桩桩长可以根据持力土层的起伏面变化，并按使用期间可能出现的最不利内力组合配置钢筋，钢筋用量较少，便利施工，故应用较为普遍。

2. 钻孔灌注桩施工的主要工序

钻孔灌注桩施工的主要工序有：埋设护筒、制备泥浆、钻孔、清底、钢筋笼制作与吊装以及灌注水下混凝土等。

(1) **埋设护筒：护筒能稳定孔壁、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。**

护筒要求坚固耐用，不漏水，其内径应比钻孔直径大（旋转钻约大 20cm，潜水钻、冲击或冲抓锥约大 40cm），每节长度约 2~3m。一般常用钢护筒，在陆上与深水中均能使用，钻孔完成，可取出重复使用。在深水中埋设护筒时，先打入导向架，再用锤击或振动加压沉入护筒。护筒深度视土质与流速而定。护筒平面位置的偏差不得大于 5cm，倾斜度不得大于 1%。

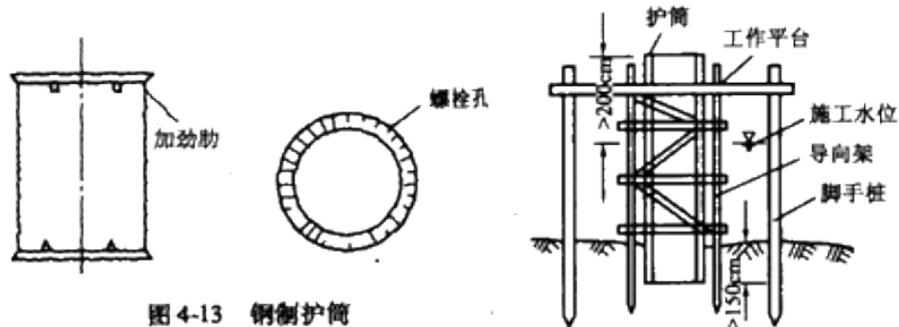


图 4-13 钢制护筒

(2) **泥浆制备：具有悬浮钻渣、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。**通常采用**塑性指数大于 25，粒径小于 0.005mm 的黏土颗粒含量大于 50% 的黏土**，通过泥浆搅拌机或人工调和，贮存在泥浆池内，再用泥浆泵输入钻孔内。

(3) 钻孔：一般采用**螺旋钻头或冲击锥**等成孔，或用旋转机具辅以高压水冲成孔，常用的方法是：**正循环回转法、反循环回转法、潜水电钻法、冲抓锥法、冲击锥法。**

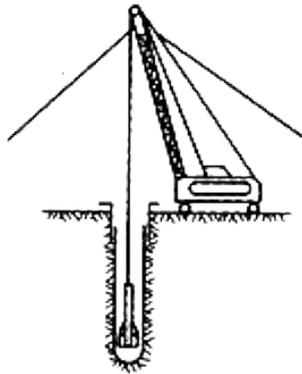


图 3-1-2 冲击钻孔

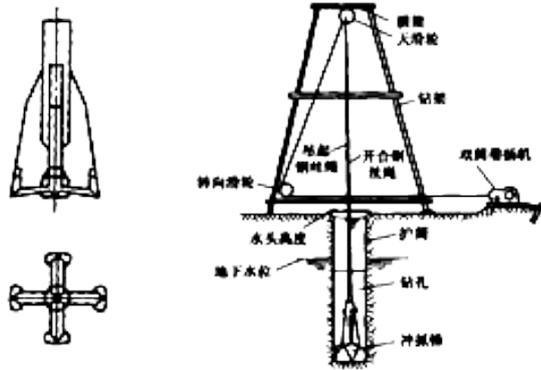
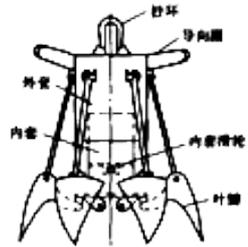


图 3-1-1 冲抓钻孔



正循环回转法：通过钻杆中心从钻头喷入钻孔内，泥浆挟带钻渣沿钻孔上升。其特点是钻进与排渣同时连续进行，在适用的土层中**钻进速度较快**，但**需设置泥浆槽、沉淀池**等，**施工占地较多**，且机具设备较复杂。

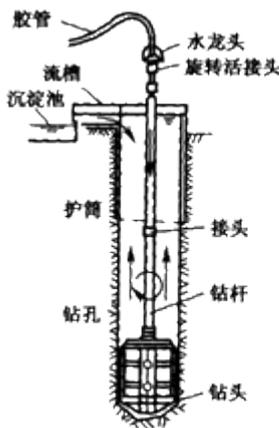


图 3-1-3 正循环钻进

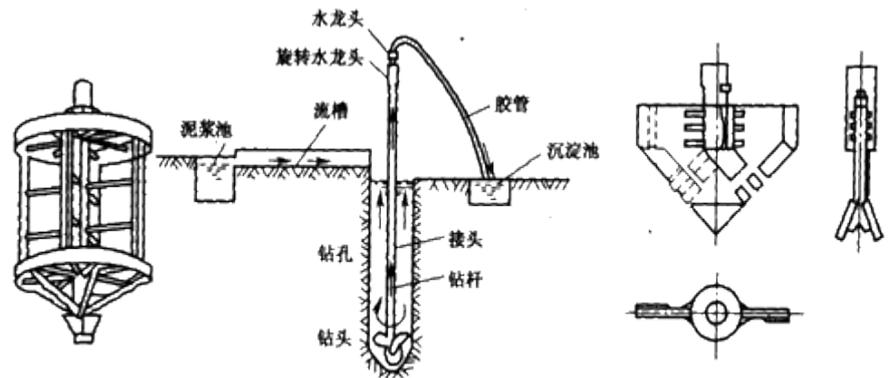


图 3-1-4 反循环钻进

反循环回转法：从钻头的钻杆下口吸进，通过钻杆中心排出至沉淀池内。其钻进与排渣效率较高，但接长钻杆时装卸麻烦，**钻渣容易堵塞管路**。另外，因**泥浆是从上向下流动，孔壁坍塌的可能性较正循环法的大**，为此需用较高质量的泥浆。

(4) 孔径检查与清孔：钻孔的直径、深度和孔形直接关系到成桩质量，是钻孔桩成败的关键。为此，除了钻孔过程中严谨操作、密切观测监督外，在钻孔达到设计要求深度后，应采用**适当器具对孔深、孔径、孔形等认真检查**，符合设计要求后，填写“终孔检查证”。

• **清孔的方法**：有**抽浆法、换浆法、掏渣法、喷射清孔法以及用砂浆置换钻渣清孔法等**，应根据设计要求、钻孔方法、机具设备和土质条件决定。其中**抽浆法清孔较为彻底，适用于各种钻孔方法的灌注桩**。对孔壁易坍塌的钻孔，清孔时操作要细心，防止塌孔。

• **清孔的质量要求**：对**支承桩（柱桩、嵌岩桩）**，宜用抽浆法清孔，并宜清理至吸泥管出清水为止。**灌注混凝土前，孔底沉淀土厚度不得大于 500mm**。若孔壁易坍塌，必须在泥浆中灌注混凝土时，建议采用**砂浆置换钻渣清孔法**，**清孔后的泥浆含砂率不大于 4%**。沉淀土厚度测量方法可在清孔后用取样盒（开口铁盒）吊到孔底，待到灌注混凝土前取出，直接量测沉淀在盒内的沉渣厚度。

(5) 灌注混凝土

3. 灌注桩质量检验与质量标准

检测应符合下列规定：其一、宜对各墩台有代表性的桩用**无损法进行检测**，重要工程或重要部位的桩宜逐根检测；其二，对质量有怀疑的桩及因灌注故障处理过的桩，均应进行检测。

4. 钻孔桩水下混凝土的质量要求

(1) 除检查**灌注过程中预留试块**的抗压强度外，**凿取桩头混凝土试块**做抗压强度试验。

(2) 应仔细检查分析所有各桩径的混凝土灌注记录,并用**无破损方法检验桩身**,认为其中某些桩的质量可疑,则应以地质钻机钻通全桩取芯样。

5. 施工中易出现的问题及预防和处理方法

(1) 钢筋笼上浮

• 原因分析

混凝土在进入钢筋笼底部时浇筑速度太快;钢筋笼未采取固定措施。

• 防治措施

当混凝土上升到接近钢筋笼下端时,应放慢浇筑速度。当钢筋笼被埋入混凝土中有一定深度时,再提升导管,减少导管埋入深度,使导管下端高出钢筋笼下端有相当距离时再按正常速度浇筑,在通常情况下,可防止钢筋笼上浮。

(2) 断桩

断桩是成桩后经探测,桩身局部没有混凝土,存在泥夹层,或截面断裂的现象,是最严重的一种成桩缺陷,直接影响结构基础的承载力。

原因分析

(a) 混凝土坍落度太小,骨料太大,运输距离过长,混凝土和易性差,致使导管堵塞,疏通堵管再浇筑混凝土时,中间就会形成夹泥层。

(b) 计算导管埋管深度时出错,或盲目提升导管,使导管脱离混凝土面,再浇筑混凝土时,中间就会形成夹泥层。

(c) 钢筋笼将导管卡住,强力拔管时,使泥浆混入混凝土中。

(d) 导管接头处渗漏,泥浆进入管内,混入混凝土中。

(e) 混凝土供应中断,不能连续浇筑,中断时间过长,造成堵管事故。

• 预防措施

(a) 混凝土配合比应严格按照有关水下混凝土的规范配制。

(b) 严禁不经测算盲目提拔导管,防止导管脱离混凝土面。

(c) 钢筋笼主筋接头要焊平,以免提升导管时,法兰挂住钢筋笼。

(d) 浇筑混凝土应使用经过检漏和耐压试验的导管。

• 治理方法

(a) 当导管堵塞而混凝土尚未初凝时,可吊起导管,再吊起一节钢轨或其他重物在导管内冲击,把堵管的混凝土冲散或迅速提出导管,用高压水冲掉堵管混凝土后,重新放入导管浇筑混凝土。

(b) 当断桩位置在**地下水位以上**时,如果桩的直径较大(一般在1m以上),可抽掉桩孔内泥浆,在钢筋笼的保护下,人下到桩孔中,对先前浇筑的混凝土面进行**凿毛处理并清洗钢筋**,然后继续浇筑混凝土。

(c) 当断桩位置在**地下水位以下**时,可用直径较原桩直径稍小的钻头,在原桩位处钻孔,钻至断桩部位以下适当深度时,重新清孔,并在断桩部位增设一节钢筋笼,笼的下半截埋入新钻的孔中,然后继续浇筑混凝土。

(d) 当导管被钢筋笼挂住时,转动导管,使**导管脱离**。如果钢筋笼埋入混凝土中很深,只好**放弃导管**。

(e) 灌注桩因严重塌方而断桩或导管拔出后重新放入导管时均形成断桩,是否需要**在原桩外侧补桩**,需经检测后与有关单位商定。

(3) 桩身混凝土质量差

桩身混凝土质量差是指桩身出现蜂窝、空洞、夹泥层或级配不均的现象。

• 原因分析

(a) 浇灌混凝土时未边灌边振捣,

(b) 浇灌混凝土时或上部放钢筋笼时,孔壁土坍落在混凝土中。

(c) 混凝土配合比坍落度掌握不严。

• 防治措施

(a) 浇灌混凝土时应**边灌边振捣**。

(b) 浇灌混凝土时或上部放钢筋笼时,注意**不要碰撞土壁**,造成土体坍落。

(c) 认真控制混凝土的配合比和坍落度,浇灌混凝土时设置串筒下料,防止混凝土产生离析现象,使混凝土强度均匀。

例题. 钻孔灌注桩施工中,制备泥浆的主要作用有()。2009年

A. 冷却钻头 B. 润滑钻具 C. 悬浮钻渣 D. 防止坍孔 E. 减小孔内静水压力

【答疑编号 502077103301】 【正确答案】 ABCD

例题. 在钻孔灌注桩施工中,埋设护筒的主要作用有()。2010

A. 提高桩基承载力 B. 保护孔口地面 C. 钻头导向 D. 防止坍孔 E. 隔离地表水

【答疑编号 502077103302】 【正确答案】 BCDE

【答案解析】 护筒能稳定孔壁、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。

1B413033 掌握桥梁下部结构施工

一、承台施工

(一) 围堰及开挖方式的选择

1. 当承台位置处于干处时，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. 当承台位置位于水中时，一般先设围堰（钢板桩围堰或吊箱围堰）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，在干处灌注承台混凝土。

3. 对于承台底标高位于河床以上的水中，采用有底吊箱或其他方法在水中将承台模板支撑和固定。

(二) 围堰

围堰的形式根据地质情况、水深、流速、设备条件等因素综合考虑。

(三) 开挖基坑

1. 基坑开挖一般采用机械开挖，并辅以人工清底找平。

2. 基坑的开挖坡度以保证边坡的稳定为原则，根据地质条件、开挖深度、现场的具体情况确定，当基坑壁坡不易稳定或放坡开挖受场地限制，或放坡开挖工作量大不经济时，可按具体情况采取加固坑壁措施，如挡板支撑、混凝土护壁、钢板桩、锚杆支护、地下连续壁等。

3. 基坑顶面应设置防止地面水流入基坑的措施，如截水沟等。

4. 当基坑地下水采用普通排水方法难以解决，可采用井点法降水。

(四) 承台底的处理

1. **低桩承台**：当承台底层土质有足够的承载力，又无地下水或能排干时，可按天然地基上修筑基础的施工方法进行施工。当承台底层土质为松软土，且能排干水施工时，可挖除松软土，换填10~30cm厚砂砾土垫层，使其符合基底的设计标高并整平，即立模灌注承台混凝土。如不能排干水时，用静水挖泥方法换填水稳性材料，立模灌注水下混凝土封底后，再抽干水灌注承台混凝土。

2. **高桩承台**：当承台底以下河床为松软土时，可在板桩围堰内填入砂砾至承台底面标高。可抽干水填入或静水填入，要求能承受灌注封底混凝土的重量。

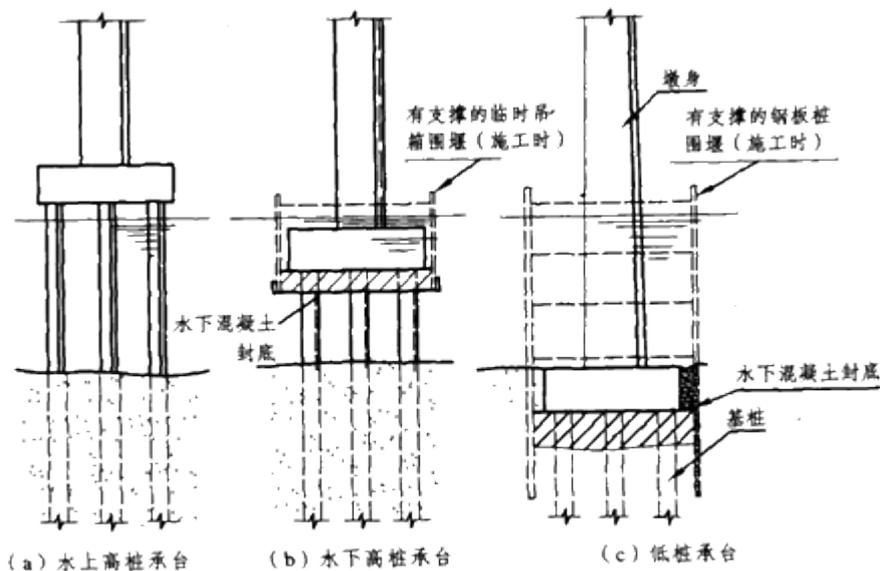


图 7.41 高桩和低桩承台

(五) 模板及钢筋

1. 在设置模板前应按前述做好承台底的处理，破除桩头，调整桩顶钢筋，做好喇叭口。(1) **模板**一般采用**组合钢模**，纵、横楞木采用型钢，以保证使模板有足够的强度、刚度和稳定性。(2) 保证结构各部形状、尺寸的准确。(3) 模板要求平整，接缝严密，拆装容易，操作方便。

2. 钢筋的制作严格按技术规范及设计图纸的要求进行，墩身的预埋钢筋位置要准确、牢固。

(六) 混凝土的浇筑

2. 混凝土的拌合采用拌合站集中拌合，混凝土罐车通过便桥或船只运输到浇筑位置。采用流槽、漏斗或泵车浇筑。也可由混凝土土地泵直接在岸上泵入。

3. 混凝土浇筑时要分层。

4. **大体积混凝土的浇筑**。大体积混凝土的施工除遵照一般砼的要求外，施工时还**应注意以下几点**：
(1) 水泥：选用**水化热低**，初凝时间长的矿山水泥，并控制水泥用量。
(2) 砂、石：砂选用**中、粗砂**，石子选用 0.5~3.2cm 的碎石和卵石。夏季砂、石料堆可设简易遮阳棚，必要时可向骨料喷水降温。

(3) 外加剂：可选用**复合型外加剂和粉煤灰**以减少绝对用水量和水泥用量，延缓凝结时间。

(4) 按设计要求敷设冷却水管，冷却水管应固定好。

(5) 如**承台厚度较厚，分层厚度以 1.5m 左右为宜，层间间隔时间 5~14d 之间**。

(七) 混凝土养护和拆模

混凝土浇筑后要适时进行养护，尤其是体积较大，气温较高时要尤其注意，防止混凝土开裂。混凝土强度达到拆模要求后再进行拆模。

(八) **深水承台施工的注意要点**

1. 深水桩基础的承台一般均为大体积钢筋混凝土施工，必须进行**温控防裂措施**。

2. 混凝土中可掺入粉煤灰，当加入粉煤灰后其强度龄期可按 60d 或 90d 计，这样更合理。

3. 处于最低水位以下的承台，特别是设计将围堰作为模板时，必须在施工时考虑相应的控制措施。

4. 浇筑可以按灌注水下混凝土的**导管法**进行。**对于重要的、大体积的承台最好不要采用普通泵送混凝土，应采用水下不离析混凝土较宜**。采用导管法时要注意扩散范围，经验值可取 6m。

5. **对围堰封底应全断面一次连续浇筑完成**。

6. 承台混凝土浇筑采用低热水泥和良好的粗、细骨料，掺加合格的粉煤灰和适当的外加剂，使拌合物具有和易性好、可泵性好、初凝时间长、坍落度损失小等特性。

7. 对于二次浇筑的施工缝，除凿毛外还应增设凹型桦槽，并埋设槽钢或工字钢，以增强其整体性。分层浇筑时，上下层浇筑间隔不能过长，以免后浇的混凝土出现裂缝。

(九) 施工中常见的承台吊模缺陷原因分析及防治措施

就采用吊模的办法，常发生**吊杆松弛，底模下沉的现象**。

1. **原因分析**

(1) 模板设计的安全系数不够，支承系统不能承受承台混凝土和施工作业的全部重量。

(2) 底模搁栅未采用纵、横两道与基桩夹紧。

(3) 吊杆紧固不够或电焊强度不足。

2. **防治措施**

(1) 合理的模板设计是确保模板安全使用的关键。

(2) 杆宜与基桩主筋电焊，并确保焊接质量。

(3) 杆的直径与根数应经过计算。

二、**墩台施工**

(一) **钢筋混凝土墩台**

1. **在承台顶面准确放出墩台中线和边线，标出主钢筋位置**。

3. 条件许可时，可事先加工成钢筋网片或骨架，整体吊装焊接就位。

5. 用夹具将 I 字钢立柱和板片竖向连接，横向用销钉和槽钢横肋，将整个模板连成整体，安装就位。

6. 端头模板要和墙面模板牢固连接，防止跑模、漏浆。

9. 安装直坡式墩台模板，为便于提升，宜有 **0.5%~1%**模板高度的**锥度**。

14. 墩台身高度不大时，可搭设木板坡道，中间钉设防滑木条，用手推车运输混凝土浇筑。当墩台身高度较大，**混凝土下落高度超过 2m 时，要使用溜管、串筒**。

15. 拼装式模板用于高墩台时，应分层支撑、分层浇筑，在浇筑第一层混凝土时，于墩台身内预埋支承螺栓，以支承第二层模板的安装和混凝土的浇筑。

16. 浇筑空心高墩台混凝土宜搭设内脚手，并兼作提升吊架。

17. **混凝土应分层、整体、连续浇筑，逐层振捣密实**，**轻型墩台需设置沉降缝**时，缝内要填塞沥青麻絮或其他弹性防水材料并。

19. 混凝土浇筑完成应适时覆盖洒水养护，预松模板拉杆透水养护，拆模后也可采用喷洒养护剂、圈套塑料养护。

20. 浇筑轻型薄壁墩台，为防止出现混凝土裂缝，施工时应认真进行混凝土配合比设计，严格计量投料，精心施工，重视养护。为保持其墙体的稳定，混凝土浇筑后，要抓紧安排支撑梁混凝土的施工，以及上部构件的吊装，使整个构件造物早日形成受力框架。

21. 高大的后仰桥台，为平衡偏心，应在浇筑台身混凝土之后，及时填筑台后路堤土方，防止桥台后倾或前滑。**未经填土的台身露出地面的高度不得超过 4m，以防因偏心造成基底的不均匀沉降**。

(二) **石砌墩台施工**

1. 石料与砂浆

石砌墩台系用片石、块石及粗料石以水泥砂浆砌筑，石料与砂浆的规格要符合有关规定。**浆砌片石一般适用于高度小于 6m 的墩台身、基础、镶面以及各式墩台身填腹；浆砌块石一般用于高度大于 6m 的墩台身、镶面或应力要求大于浆砌片石砌体强度的墩台；浆砌粗料石**则用于磨耗及冲击严重的分水体及破冰体的镶面工程以及有整齐美观要求的桥墩台身等。

2. 墩台砌筑施工要点

(1) 挂线砌筑。

(2) 砌筑基础的第一层砌块时，如**基底为土质**，只在已砌石块的侧面**铺上砂浆即可**，不需坐浆；如**基底为石质**，应将其表面清洗、润湿后，**先坐浆再砌石**。

(4) 砌块间用砂浆粘结并保持一定的缝厚，所有砌缝要求砂浆饱满。

3. 砌筑方法

同一层石料及水平灰缝的厚度要均匀一致，**每层按水平砌筑，丁顺相间，砌石灰缝互相垂直。砌石顺序为先角石，再镶面，后填腹。**

圆端、尖端及转角形砌体的砌石顺序，应自顶点开始，按丁顺排列接砌镶面石。圆端形桥墩的圆端顶点不得有垂直灰缝，砌石应从顶端开始先砌，然后依丁顺相间排列，按砌四周镶面石；

4. 砌体质量应符合以下规定

(1) 砌体所用各项材料类别、规格及质量符合要求；

(2) 砌缝砂浆或小石子混凝土铺填饱满、强度符合要求；

(3) 砌缝宽度、错缝距离符合规定，勾缝坚固、整齐，深度和型式符合要求；

(4) 砌筑方法正确；

(5) 砌体位置、尺寸不超过允许偏差。

1B413034 掌握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

1. 按预制需要，**整平场地，完善排水系统**，统筹规划混凝土的供应及水电管路的布设安装。

2. 根据梁的尺寸、数量、工期确定预制台座的长度、数量、尺寸，**台座应坚固、平整、不沉陷，表面压光。**

3. 承力台座由混凝土筑成，应有足够的强度、刚度和稳定性，**钢横梁受力后，挠度不能大于 2mm。**

4. 多根钢筋同时张拉时，其**初应力要保持一致**，活动横梁始终和固定横梁保持平行。

5. 在台座上注明每片梁的具体位置、方向和编号。

6. 将预应力筋（钢绞线）按计算长度切割，在失效段套上塑料管，放在台座上，线两端穿过定位钢板，卡上锚具，用液压千斤顶单束张拉，**先张拉中间束，再向两边对称张拉。**

7. 按技术规范或设计图纸规定的张拉强度进行**张拉**，一般为**0→初应力→1.05σ_k（持荷 2min）→σ_k（锚固）**。如端横梁刚度大，每根梁可采用同一张拉值。

8. 钢绞线张拉后 8h，开始绑扎除面板外的普通钢筋。

10. 用龙门吊机吊运混凝土，先浇底板并振实，振捣时注意不得触及钢绞线，当底板浇至设计标高，将经检查合格的充气胶囊安装就位，用定位箍筋与外模联系，上下左右加以固定，防止上浮，同时绑扎面板钢筋，然后对称、均匀地浇胶囊两侧混凝土，从混凝土开始浇筑到胶囊放气时为止，其充气压力要始终保持稳定，最后浇筑面板混凝土，振平后，表面作拉毛处理。

11. 适时安排混凝土的养生。

12. **混凝土浇完 6~8h**，将**胶囊放气抽走**，洗净灰浆以备再用。

13. 混凝土达到规定强度时开始放张，**放张时宜对称、同步**。可采用砂箱法或千斤顶法，分数次完成。用砂箱法时，放砂速度要均匀一致。

(二) 先张法预应力筋的张拉操作时的施工要点

1. 同时张拉多根预应力筋时，应预先调整其**初应力**，使相互之间的应力一致；其**偏差的绝对值不得超过按一个构件全部预应力筋预应力总值的 5%**。

2. **预应力筋张拉完毕后，与设计位置的偏差不得大于 5mm，同时不得大于构件最短边长的 4%**。

3. 预应力筋的张拉应符合设计要求，设计无规定时，先张法预应力筋张拉程序可按表 1B413034-1 的规定进行。

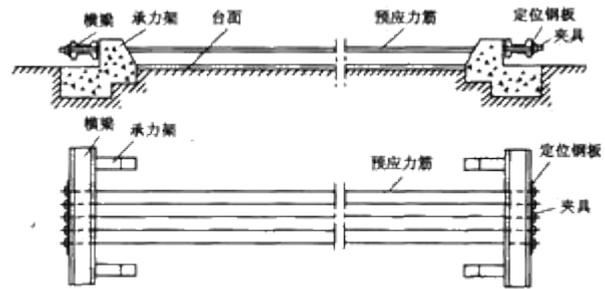


图 7-21 重力式台座构造示意图

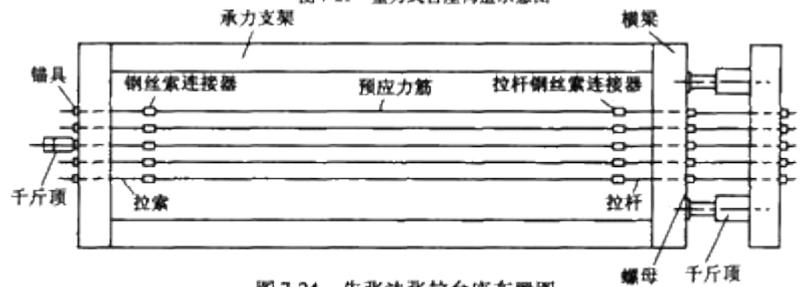


图 7-24 先张法张拉台座布置图

预应力筋种类	先张法预应力筋张拉程序	
钢筋 (不允许断筋)	0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷 2 分钟)→0.9 σ_{con} → σ_{con} (锚固)	
钢丝、钢绞线 (断丝量不超 1%)	0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷 2 分钟)→ 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→1.03 σ_{con} (锚固) 低松弛力筋 0→初应力→ σ_{con} (持荷 2 分钟锚固)

注: 1. 表中 σ_{con} 为张拉时的控制应力值, 包括预应力损失值;

4. 张拉时, 同一构件内预应力钢丝、钢绞线的断丝数量不得超过 1%, 同时对于预应力钢筋不允许断筋。

5. 横梁须有足够的刚度, 受力后挠度应不大于 2mm。

6. 应先张拉靠近台座截面重心的预应力钢筋, 防止台座承受过大的偏心压力。

8. 用横梁整批张拉时, 千斤顶应对称布置, 防止活动横梁倾斜。

11. 台座两端应设置防护措施。张拉时, 沿台座长度方向每隔 4~5m 应放一防护架。工作人员不得站在台座两端或进入台座。

12. 当预应力钢筋张拉到控制张拉力后, 宜停 2~3min 再打紧夹具或拧紧螺母, 操作员应站在侧面。

二、预制梁(板)的吊装

(一) 概述

1. 构件达到规定强度时, 用吊机移运至堆放场, 在吊点位置下承垫横枕木, 放置稳固。

2. 堆放构件的场地应平整压实, 不沉陷、不积水。

3. 构件应按吊装次序、方向水平分层堆放, 标志向外, 板梁平放, 一般不宜超过三层, 要逐层支撑牢固, 层与层间要以垫木隔开, 相邻构件间要留出适当宽度的通道。

4. 起吊梁板可用吊钩钩住吊环或通过预留孔用钢丝绳起吊, 起吊时注意不得损伤混凝土。

7. 构件吊装前, 在每片梁板两端要标出竖向中心线, 并在墩台面上放出梁的纵向中心线、支座纵横中心线、梁板端位置横线以及每片梁板的具体位置。

(二) 吊装方法

根据施工现场具体情况, 选用不同的安装方法。

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。

(1) 一台吊机架设法: 吊装时, 一般将吊机置于待吊装的桥孔中间, 如果起吊能力足够也可以将吊机置于台后或者已经吊装完成的桥孔上。吊装应注意起吊绳与梁面的夹角不能太小, 一般以 45° — 60° 为宜, 否则, 应使用扁担梁。

(2) 两台吊机架设法: 吊装时, 根据情况, 可以将两台吊机置于一孔或分别置于两孔。吊装应注意两台吊机相互配合, 有专职起吊工统一指挥。

2. 简易型钢导梁架设法: 将用型钢组拼成的导梁移运到架设桥孔, 在简易钢导梁上铺设轻轨, 将混凝土梁用轨道平车运到桥孔, 再用墩顶龙门吊机将梁横移就位, 之后随着架梁的需要, 移动导梁和龙门架。适用条件: 地面有水, 孔数较多的中小跨径预制梁板安装。

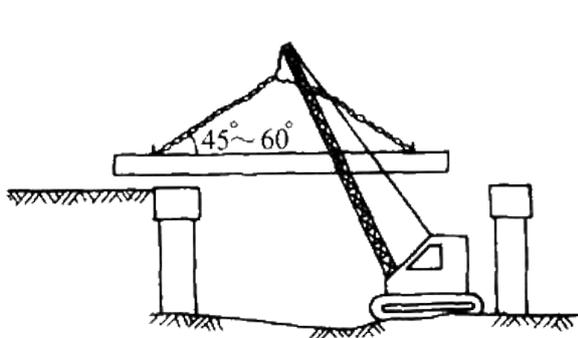


图 18-148 一台自行式吊机架设法

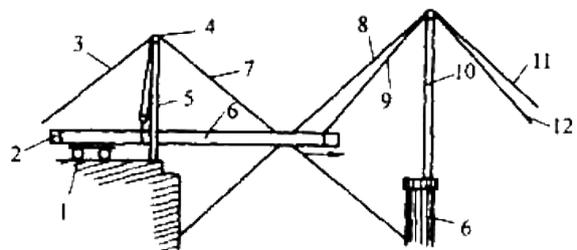


图 18-150 简易型钢导梁纵向移运

1-平车;2-牵引绳至 2 号绞车;3、7、8、11-风绳;

4-牵引绳至 3 号绞车;5-木门架;6-导梁;9-牵引钢丝绳;

10-人字扒杆;12-牵引绳至 1 号绞车

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。

该法的特点是**不受桥下支架、洪水威胁，架设过程中不影响桥下通车、通航**。预制梁的纵移、横移、起吊、就位都比较方便，便于施工单位自行制造。缺点是架设设备用钢材较多，设备组件多，操作相对复杂一些。

适用条件：**孔数较多的中型梁板吊装。**

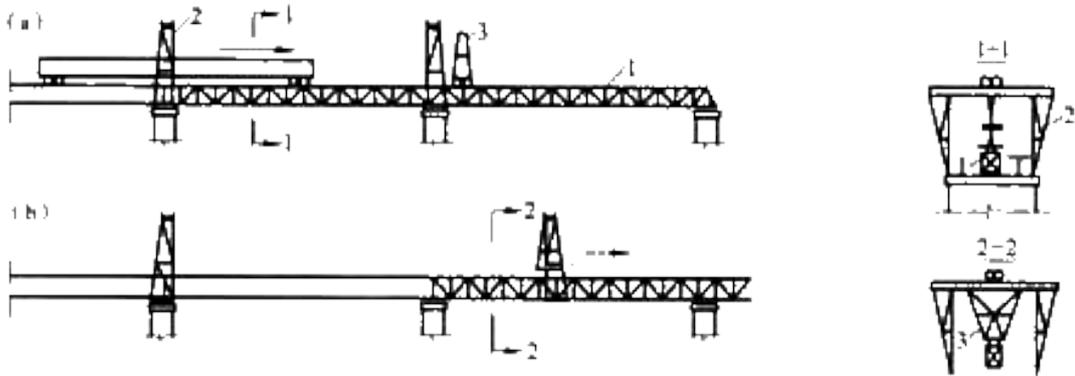


图 5.35 联合架桥机架梁

1—钢导梁；2—门式吊车；3—托架（运送门式吊车）

4. 双导梁架桥机架设法

本法具备了联合架桥机的一切优点，并且**不需要托架及墩顶龙门**，整机性能好，设备更简洁，便于操作，使用更方便。

适用条件：**孔数较多的重型梁吊装。**

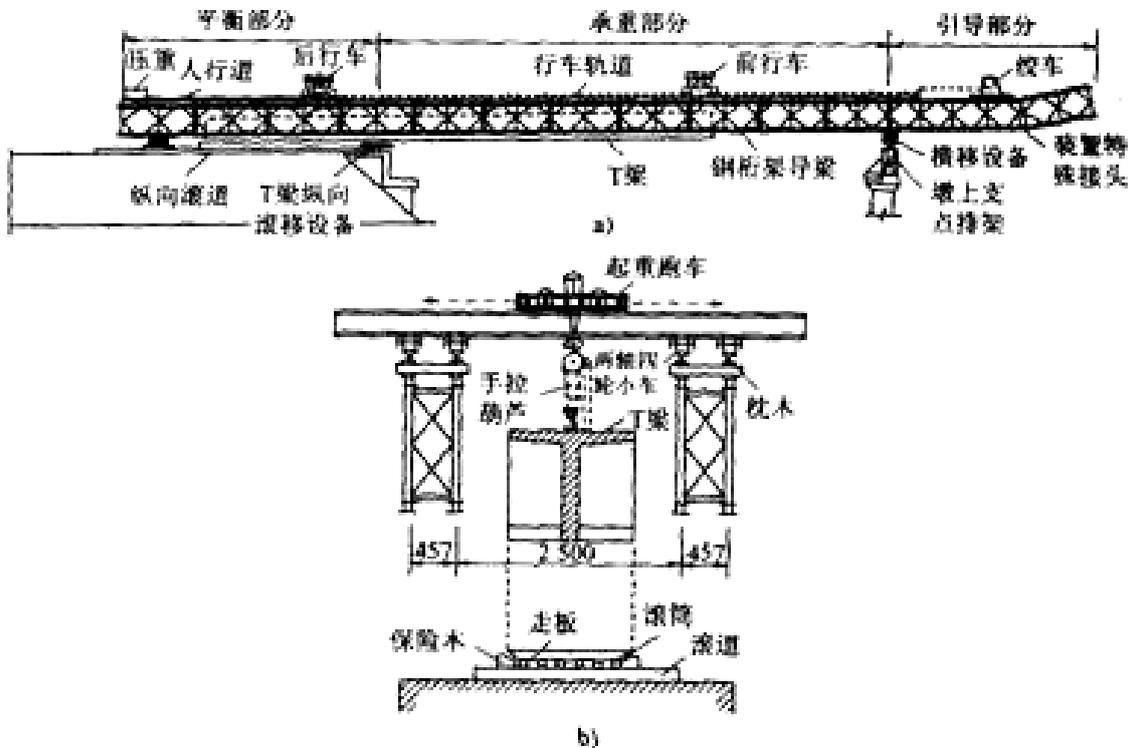


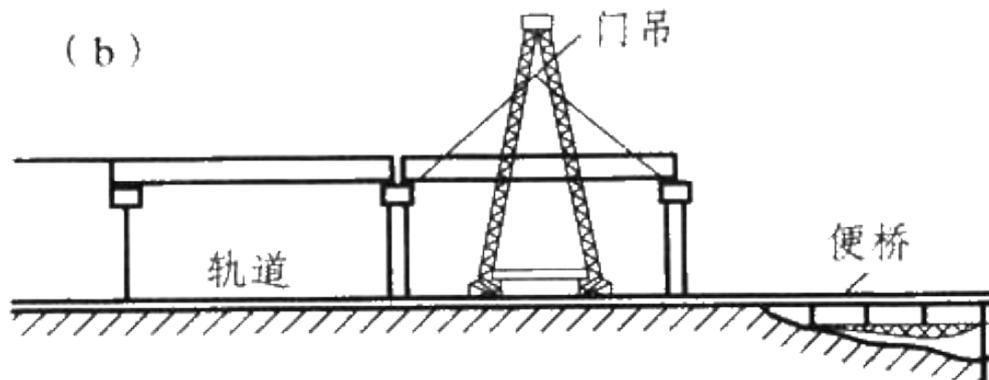
图 6-69 双导梁穿行式架梁法(尺寸单位:mm)

a) 导梁纵断面;b) 导梁横断面

5. **跨墩龙门架架设法**：预制梁由轨道平车或者平板拖车运至桥孔一侧，用两台同步运行的跨墩龙门吊将梁吊起再横移到设计位置落梁就位。

此法的特点是**桥跨较少时，架设速度快**，架设时不需要特别复杂的技术工艺，作业人员用得也较少。缺点是**桥下地形条件要求较高**，当桥墩较高时稳定性较差。

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**：将预制梁用各种方法移装到浮船上，浮运到架设孔以后就位安装。

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。

(1) 浮运架设的方法有：

将预制大梁装船浮运至架设孔起吊就位安装法。

(2) 预制梁装船的方法有：

用大吨位、大伸幅的吊车将梁从岸上吊装至浮船上。用大吨位、大伸幅的浮式吊机将梁从岸上吊至浮船上。用栈桥码头将预制梁纵向拖拉上船。用栈桥码头横移大梁上船。

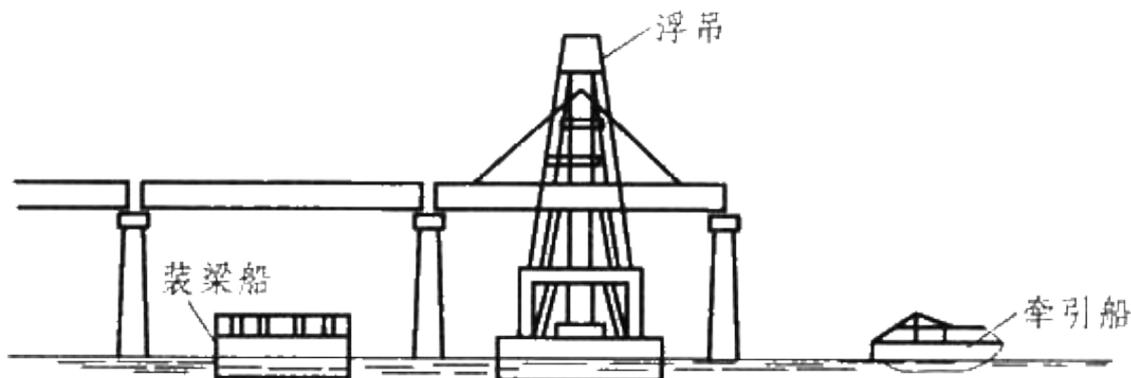


图 5.34 浮吊架梁法

例题. 某桥梁桥跨布置为 $9 \times 30\text{m}$ ，桥下**地形起伏变化较大**，墩身较高，该桥预制品吊装施工不宜选用 () 架设法。09 年

A. 简易型钢导梁 B. 联合架桥机 C. 双导梁架桥机 D. 跨墩龙门架

❓ [答疑编号 502077103401] 『正确答案』 D

三、后张法预制梁板

(一) 后张法预制梁板工序

1. 按施工需要规划预制场地，预制场地应整平压实，完善排水系统，确保场内不积水。

2. 根据预制梁的尺寸、数量、工期，确定预制台座的数量、尺寸，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。

3. 根据施工需要及设备条件，选用塔吊或跨梁龙门吊作吊运工具，并铺设其行走轨道。

4. 统筹规划梁（板）拌合站及水、电管路的布设安装。

5. 预制模板由钢板、型钢组焊而成，应有足

够的强度、刚度和稳定性，尺寸规范、表面平整光洁、接缝紧密、不漏浆，试拼合格后，方可投入使用。

7. 用龙门吊机将钢筋骨架吊装入模，绑扎隔板钢筋，埋设预埋件，在孔道两端及最低处设置压浆孔，在最高处设排气孔，安设锚垫板后，先安装端模，再安涂有脱模剂的钢侧模，统一紧固调整和必要的支撑后交验。

8. 将质量合格的梁（板）用梁（板）拌合车运输，卸入吊斗，由龙门吊从梁的一端向另一端，水平分层，先下部捣实后再腹板、翼板，浇至接近另一端时改从另一端向相反方向顺序下料，在距梁端 3~4m 处浇筑合龙，一次整体浇筑成型。梁体梁（板）数量较大时，采用斜向分段，水平分层方法连续浇筑。

9. 梁（板）的振捣以紧固安装在侧模上的附着式为主，插入式振捣器为辅

10. 梁（板）成活后要将表面抹平、拉毛，收浆后适时覆盖，洒水湿养不少于 7d，蒸汽养生恒温不宜超过 80℃，也可采用喷洒养生剂养生。

15. 张拉使用的张拉机及油泵、锚、夹具配套使用，配套定期校验，以准确标定张拉力与压力表读数间的关系曲线。

16. 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。

17. 预应力张拉采用应力控制，同时以伸长值作为校核。实际伸长值与理论伸长值之差应满足 $\pm 6\%$

19. 预应力筋锚固要在张拉控制应力处于稳定状态时进行，其钢筋内缩量不得超过设计规定。

20. 预应力筋张拉后，将孔道冲洗干净，吹除积水，尽早压注水泥浆，水泥浆的强度、稠度、水灰比、泌水率、膨胀剂掺量等必须符合设计或规范规定。

21. 压浆使用压浆泵从梁最低点开始，在梁两端压浆孔各压浆一次，直至规定稠度的水泥浆充满整个孔道为止。

22. 用龙门吊机将梁移运至存放场。

(二) 后张法张拉时的施工要点

1. 张拉时，构件混凝土强度不应低于设计强度等级值的 75%。当块体拼装构件的竖缝采用砂浆接缝时，砂浆强度不低于 15MPa。

2. 对预留孔道应用通孔器或压气、压水等方法进行检查。端部预埋铁板与锚具和垫板接触处的焊渣、毛刺、混凝土残渣等应清除干净。当采用先穿束的方法时用压气、压水较好。

3. 钢筋穿束前，螺丝端杆的丝扣部分应用水泥袋纸等包缠 2~3 层，并用细铁丝扎牢；钢丝束、钢绞线束、钢筋束等穿束前，将一端找齐平，顺序编号。对于短束用人工从一端向另一端穿束；对于较长束，应套上穿束器，由引线及牵引设备从另一端拉出。

5. 预应力筋的张拉顺序应符合设计要求，当设计未规定时，可采取分批、分段对称张拉。

7. 预应力筋张拉端的设置应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合：对于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；对长度小于 25m 的直线预应力筋，可在一端张拉；曲线配筋的精轧螺纹钢应在两端张拉，直线配筋的精轧螺纹钢可在一端张拉；当同一截面中有多束一端张拉的预应力筋时，张拉端宜分别设置于构件的两端。应力筋采用两端张拉时，可先在一端张拉锚固后，再在另一端补足预应力值进行锚固。

8. 张拉程序按设计文件或技术规范的要求进行。设计无规定时，其张拉程序可按表 1B413034—2 的规定进行。

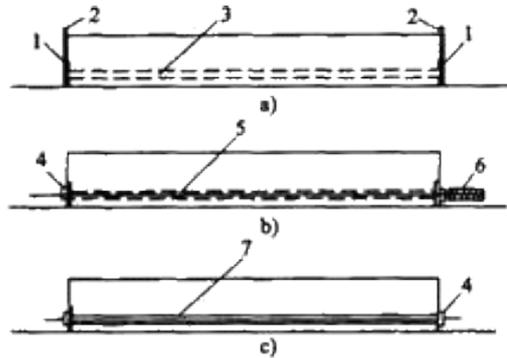


图 7-2 后张法的施工程序示意图

a) 制作混凝土构件；b) 张拉钢筋；c) 封端和孔道压浆
1-预埋钢板；2-模板；3-预留孔道；4-锚具；5-预应力钢筋；6-张拉千斤顶；7-孔道压浆

预应力筋种类	后张法预应力筋张拉程序	
钢筋、钢筋束 (不允许断筋、滑移)	0→初应力→1.05σ _{con} (持荷2分钟)→σ _{con} (锚固)	
钢绞线束 (每束1根或1丝; 每断面之和不超过1%)	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2分钟锚固)
	其他锚具	0→初应力→1.05σ _{con} (持荷2分钟)→σ _{con} (锚固)
钢丝束 (每束1根或1丝; 每断面之和不超过1%)	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2分钟锚固)
	其他锚具	0→初应力→1.05σ _{con} (持荷2分钟)→0→σ _{con} (锚固)
精轧螺纹钢筋 (不允许断筋、滑移)	直线配筋时	0→初应力→σ _{con} (持荷2分钟锚固)
	曲线配筋时	0→σ _{con} (持荷2分钟)→0(以上程序可重复多次)→初应力→σ _{con} (持荷2分钟锚固)

9. 后张预应力筋断丝及滑丝不得超过表 1B413034_3 中规定的控制数。

类别	检查项目	控制数
钢丝束和钢绞线束	每束钢丝断丝或滑丝	1根
	每束钢绞线断丝或滑丝	1丝
	每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的	1%
单根钢筋	断筋或滑移	不容许

10. 预应力筋在张拉控制应力达到稳定后方可锚固。预应力筋锚固后的外露长度不宜小于 300mm，锚具应用封端混凝土保护。一般情况下，锚固完毕并经检验合格后即可切割端头多余的预应力筋，严禁用电弧焊切割，强调用砂轮机切割。一般防锈措施为砂浆封堵。

11. 张拉完后即封堵。完成后，即对外露多余钢绞线、钢筋进行切割，封堵的方法是用素灰将锚头封住，然后用塑料布将其裹住进行养护，以防止裂缝而使锚头漏浆、漏气，影响压浆质量。

此外，张拉时，应注意夹片的回缩量，并做好记录予以减除。用自锚式锚头时，夹片的回缩量即钢绞线回缩量，一般为限位板限位槽深减去夹片外露量。夹片外露量由张拉完毕后量得。

12. 压浆用水泥浆的强度应符合设计规定，设计无具体规定时，应不低于 30MPa。对截面较大的孔道，水泥浆中可掺入适量的细砂。

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。

15. 对掺加外加剂泌水率较小的水泥浆，通过试验证明能达到孔道内饱满时，可采用一次压浆的方法；不掺外加剂的水泥浆，可采用二次压浆法，两次压浆的间隔时间宜为 30~45min。

16. 梁体竖向预应力筋孔道的压浆最大压力可控制在 0.3~0.4MPa。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。为保证管道中充满灰浆，关闭出浆口后，应保持不小于 0.5MPa 的一个稳压期，该稳压期不宜少于 2min。

17. 压浆时，每一工作班应留取不少于 3 组的 70.7mm×70.7mm×70.7mm 立方体试件，标准养护 28d，检查其抗压强度，作为评定水泥浆质量的依据。

18. 对需封锚的锚具，压浆后应先将其周围冲洗干净并对梁端混凝土凿毛，然后设置钢筋网浇筑封锚混凝土。封锚混凝土的强度应符合设计规定，一般不宜低于构件混凝土强度等级值的 80%。必须严格控制封锚后的梁体长度。长期外露的锚具，应采取防锈措施。

19. 对后张预制构件，在管道压浆前不得安装就位，在压浆强度达到设计要求后方可移运和吊装。孔道压浆应填写施工记录。

1B413035 掌握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）

（一）地基处理与支架模板施工

1. 地基处理：地基处理应根据箱梁的断面尺寸及支架的型式对地基的要求而决定。地基处理形式有：地基换填压实；混凝土条形基础；桩基础加混凝土横梁等。地基处理时要做好地基的排水，防止雨水或混凝土浇筑和养生过程中滴水对地基的影响。

2. 支架：支架的布置根据梁截面大小并通过计算确定以确保强度、刚度、稳定性满足要求，

3. 支架应根据技术规范的要求进行预压，以收集支架、地基的变形数据，作为设置预拱度的依据，预拱度设置时要考虑张拉上拱的影响。预拱度一般按二次抛物线设置。

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，一般预先分别制作成组件，在使用时再进行拼装，模板以钢模板为主，在齿板、堵头或棱角处采用木模板。模板的楞木采用方钢、槽钢或方木组成。对拉性杆宜采用塑料套管，以便拉杆取出，不得用气割将拉杆割断。箱梁混凝土是外露混凝土，要注意混凝土外观，各种接缝要紧密封浆，必要时在接缝间加密缝条。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。

(三) 普通钢筋、预应力筋施工

1. 混凝土一次浇筑时，在底、腹板钢筋及预应力管道完成后，安装内模，再绑扎顶板钢筋及预应力管道。混凝土采用二次浇筑时，底、腹板钢筋及预应力管道完成后，浇筑第一次混凝土，混凝土终凝后，再支内模顶板，绑扎顶板钢筋及预应力管道，进行混凝土的第二次浇筑。

3. 预应力管道采用镀锌钢带制作，预应力管道的位置按设计要求准确布设，并采用每隔50cm一道定位筋进行固定，接头要平顺，外用胶布缠牢，在管道的高点设置排气孔。

4. 锚垫板安装前，要检查锚垫板的几何尺寸是否符合设计要求，锚垫板要牢固地安装在模板上。锚下螺旋筋及加强钢筋要严格按图纸设置，喇叭口与波纹管要连接平顺、密封。对锚垫板上的压浆孔要妥善封堵，防止浇筑混凝土时漏浆堵孔。

5. 预应力筋的下料长度要通过计算确定，计算应考虑孔道曲线长，锚夹具长度，千斤顶长度及外露工作长度等因素，预应力筋的切割宜用砂轮锯切割，预应力筋编束时，应梳理顺直，绑扎牢固，防止相互缠绞，束成后，要统一编号、挂牌，按类堆放整齐，以备使用。

6. 预应力筋穿束前要对孔道进行清理。钢束较短时，可采用人工从一端送入即可。如钢束较长时，可采用金属网套法，先用孔道内预留铅丝将牵引网套的钢丝绳牵入孔道，再用人工或慢卷扬机牵引钢束缓慢引进。

(三) 混凝土的浇筑

2. 混凝土浇筑时要安排好浇筑顺序，其浇筑速度要确保下层混凝土初凝前覆盖上层混凝土。一般为防止桥墩与支架发沉降差而导致墩顶处梁体混凝土产生裂缝，应自跨中向两边墩台连续浇筑。混凝土分次浇筑时，第二次混凝土浇筑时，应将接触面上第一次混凝土凿毛，清除浮浆。

(3) 混凝土的振捣采用插入式振捣器进行，振捣器的移动间距不超过其作用半径的1.5倍，并插入下层混凝土5~10cm。对于每一个振动部位，必须振动到该部位混凝土密实为止，也不得超振。振捣时要避免振捣棒碰撞模板、钢筋，尤其是波纹管，不得用振捣棒运送混凝土。对于锚下混凝土及预应力管道下的混凝土振捣要特别仔细，保证混凝土密实，由于该处钢筋密、空隙小，振捣棒一般要选用小直径的。

(四) 预应力张拉

(1) 在进行张拉作业前，必须对千斤顶、油泵进行配套标定，并每隔一段时间进行一次校验。有几套张拉设备时，要进行编组，不同组号的设备不得混合。

(2) 当梁体混凝土强度达到设计规定的张拉强度（试压与梁体同条件养生的试件）时，方可进行张拉。

(3) 箱梁预应力的张拉采用双控，即以张拉力控制为主，以钢束的实际伸长量进行校核。

(4) 张拉的程序按技术规范的要求进行，一般为：持荷5min $0 \rightarrow$ 初应力 $\rightarrow 1.03\sigma_k \rightarrow \sigma_k$

(6) 张拉顺序按图纸要求进行，无明确规定时按分段、分批、对称的原则进行张拉

(五) 压浆、封锚

(1) 张拉完成后要尽快进行孔道压浆和封锚，压浆所用灰浆的强度、稠度、水灰比、泌水率、膨胀剂挤量按施工技术规范及试验标准中要求控制。一般宜采用52.5级普通硅酸盐水泥。

(2) 压浆使用活塞式压浆泵缓慢均匀进行，压浆的最大压力一般为0.5~0.7MPa，当孔道较长或输浆管较长时，压力可大些，反之可小些。每个孔道压浆到最大压力后，应有一定的稳定时间。压浆应使孔道另一端饱满和出浆。并使排气孔排出与规定稠度相同的水泥浓浆为止。

(3) 压浆完成后，应将锚具周围冲洗干净并凿毛，设置钢筋网，浇筑封锚混凝土。

二. 逐孔施工

(一) 概述

1. 用临时支承组拼预制节段逐孔施工

它是将每一桥跨分成若干节段预制完成后在临时支承上逐孔组拼施工。

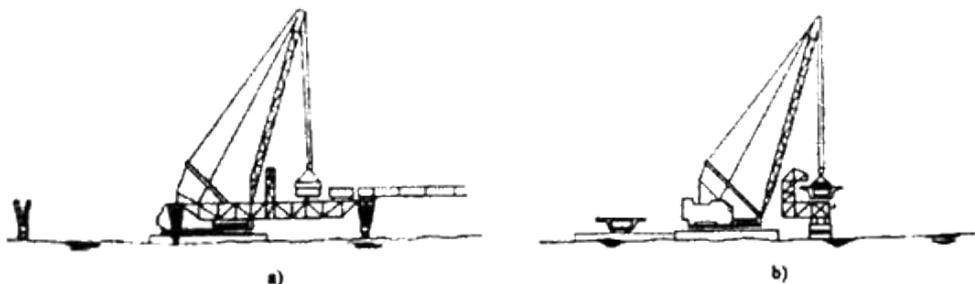


图 2-1-64 在桁梁上组拼预制节段

2. 使用移动支架逐孔现浇施工→

此法亦称**移动模架法**，它是在可移动的支架、模板上完成一孔桥梁的全部工序。由于此法是在桥位上**现浇施工**，可免去大型运输和吊装设备，**桥梁整体性好**；同时它具有在桥梁预制厂生产的特点，可提高机械设备的利用率和生产效率。

3. 采用整孔吊装或分段吊装逐孔施工↓

这种施工方法是**早期连续梁桥采用逐孔施工的唯一方法**。近年来，由于起重能力增强，使桥梁的预制构件向大型化方向发展，从而更能体现逐孔施工速度快的特点，**可用于混凝土连续梁和钢连续梁桥**的施工中。

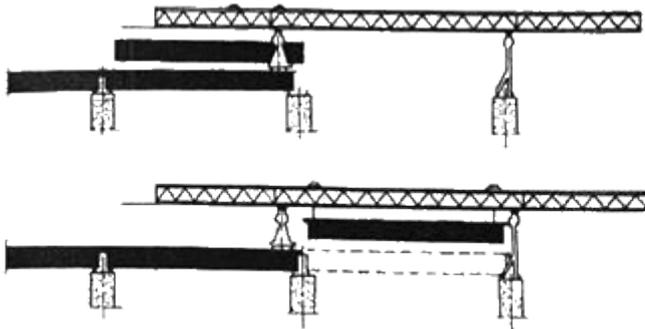


图 2-1-66 用桁式吊逐孔吊装施工

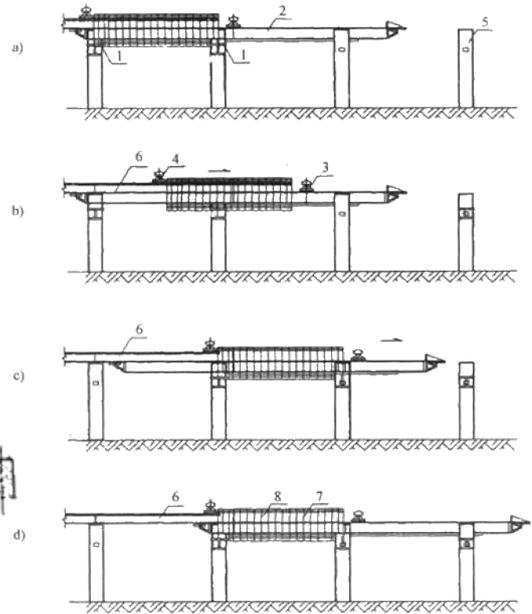


图 13-158 承托式移动模架移动程序
a)脱模、解拆模板;b)主桁梁前进;c)导梁前进;d)导梁及模板就位
1-托架;2-导梁;3-前方台车;4-后方台车;5-桥墩;6-已浇梁段;7-模板系统;8-待浇梁段

(二) 用临时支承组拼预制节段逐孔施工的要点

1. 节段划分

在组拼长度内，可根据起重能力沿桥梁纵向划分节段。**对于桥宽在 10~12m，采用单箱截面的桥梁，分节段时在横向不再分隔。节段长一般取 4—6m**，每跨内的节段通常可分两种类型。

(1). 桥墩顶节段

由于桥墩节段要与前一跨连接，需要张拉钢索或钢索接长，为此对墩顶节段构造有一定要求。此外，在墩顶处桥梁的负弯矩较大，梁的截面还要符合受力要求。

(2). 标准节段

前一跨墩顶节段与安装跨第一节段间可以设置就地浇筑混凝土封闭接缝，用以调整安装跨第一节段的准确程度。

2. 支承梁

(1) 钢桁架导梁

钢梁应设置预拱度，要求每跨箱梁节段全部组拼之后，钢导梁上弦应符合桥梁纵断面标高要求。同时还需准备一些附加垫片，用于临时调整标高。

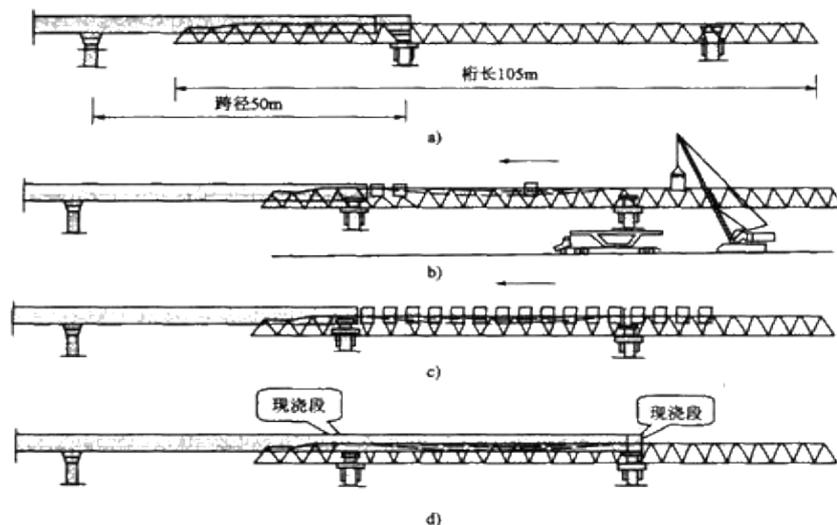


图 8-46 某桥梁施工顺序图

a) 导梁移动;b) 节段吊装;c) 节段拼合;d) 张拉预应力钢筋

(2) 下挂式高架钢桁架
在节段组拼过程中，架桥机前臂必然下挠，安装桥跨第一块中间节段的挠度倾角调整是该跨架设的关键，因此要求当一跨节段全部由架桥机空中吊起后，第一个中间节段与墩上节段的接触面应全部吻合。如在吊装中心出现节段横向偏移而不相吻合的现象时，应在节段下方利用手拉葫芦调整；对于竖直上下方的调整，可借助架桥机下方的钢缆吊索油缸调整。

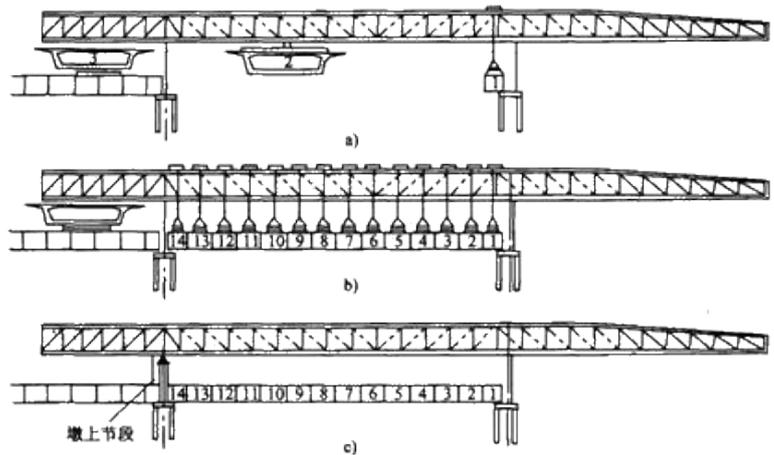


图 8-47 用下挂式高架钢桁架架桥机逐孔组拼施工

(三) 用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，可以采用非落地支承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 50m，使用一套设备可多次移动周转使用。

1. 施工过程的主要工序

侧模安装就位、安装底模、安装支座、设置预拱度及调整模板、绑扎底板及腹板钢筋、安装预应力系统、内模就位、绑扎顶板钢筋、浇筑箱梁混凝土、内模脱模、施加预应力和管道压浆、落模拆底模及滑膜纵移。

2. 模架的安装

模架主要由两根主桁梁和一根导梁构成，先安装导梁，再安装主桁梁，导梁可先拼装成数节，运到现场后再组拼。

3. 模板安装注意要点

- (1) 模板与钢筋安装工作应配合进行，妨碍绑扎钢筋的模板应待钢筋安装完毕后安设。
- (2) 安装侧模板时，应防止模板移位和凸出。浇筑在混凝土中的拉杆，应按拉杆拔出或不拔出的要求，采取相应的措施。
- (3) 模板安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向稳定性进行检查，签认后方可浇筑混凝土。

(4) 当结构自重和汽车荷载（不计冲击力）产生的向下挠度超过跨径的 $1/1600$ 时，钢筋混凝土梁、板的底模板应设预拱度，预拱度值应等于结构自重和 $1/2$ 汽车荷载（不计冲击力）所产生的挠度，纵向预拱度可做成抛物线或圆曲线。

(5) 后张法预应力梁、板，应注意预应力、自重力和汽车荷载等综合作用下所产生的上拱或下挠，应设置适当的反拱或预拱。预拱应按设计计算或按经验设置。

4. 梁体施工

模架安装后，依次安装钢筋、预应力筋及内模，浇筑梁体混凝土及张拉预应力，施工方法与满堂式支架施工相同。

5. 模架移动

模架移动程序包括：脱模、解拆模板→主桁梁前进→导梁前进→导梁及模板就位。

(四) 整孔吊装或分段吊装逐孔施工

1. 整孔吊装或分段吊装逐孔施工的吊装机具

吊装的机具有桁式吊、浮吊、龙门起重机、汽车吊等多种，可根据起吊物重力、桥梁所在的位置以及现有设备和掌握机具的熟练程度等因素决定。

2. 整孔吊装和分段吊装施工的注意事项

(1) 采用分段组装逐孔施工的接头位置可以设在桥墩处也可设在梁的 $1/5$ 附近，前者多为由简支梁逐孔施工连接成连续梁桥；后者多为悬臂梁转换为连续梁。在接头位置处可设有 $0.5 \sim 0.6\text{m}$ 现浇混凝土接缝，当混凝土达到足够强度后张拉预应力筋，完成连续。

(2) 桥的横向是否分隔，主要根据起重能力和截面形式确定。

(3) 对于先简支后连续的施工方法，通常在简支梁架设时使用临时支座，待连接和张拉后期钢索完成连续时拆除临时支座，放置永久支座。为使临时支座便于卸落，可在橡胶支座与混凝土垫块之间设置一层硫磺砂浆。

(4) 在梁的反弯点附近设置接头，在有可能的情况下，可在临时支架上进行接头。结构各截面的恒载内力根据各施工阶段进行内力叠加计算。

一、悬臂拼装施工

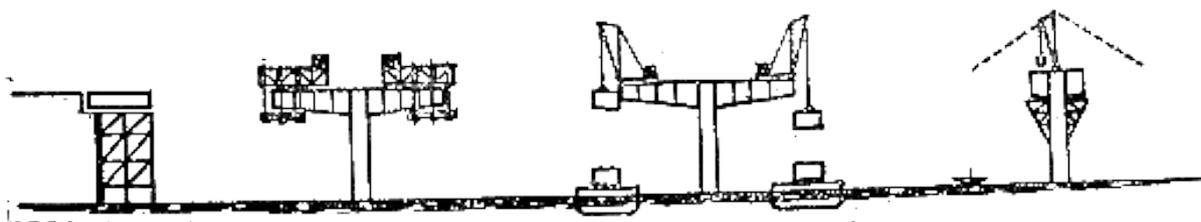


图2-8-33 悬臂施工法概貌

(一) 概述

悬臂拼装施工包括块件的预制、运输、拼装及合龙。它与悬浇施工具有相同的优点，不同之处在于悬拼以吊机将预制好的梁段逐段拼装。此外还具备以下**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) 悬拼法施工方法

1. 梁段预制方法分长线法及短线法。

2. **长线法**。优点是台座固定可靠，成桥后梁体线性较好，缺点是占地较大，地基要求坚实，混凝土的浇筑和养护移动分散。

3. **短线法**，梁段在固定台座能纵移的模内浇筑。待浇梁段一端设固定模架，另一端为已浇梁段（配筑梁段），浇毕达到强度后运出原配筑梁段，达到要求强度梁段为下待浇梁段配筑，如此周而复始，台座仅需3个梁段长。优点是场地较小，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。缺点是精度要求高，施工要求严，施工周期相对较长。

4. **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。

(三) 梁段的拼接施工

1. **0号块**：为了确保连续梁分段悬拼施工的平衡和稳定，常与悬浇方法相同，将T构支座临时固结，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**：1号块是紧邻0号块两侧的第一箱梁节段，也是悬拼T构的基准梁段，是全跨安装质量的关键，一般采用湿接缝连接，便于精度调整。

3. 其他梁段拼装：采用胶接缝拼装。

(四) 预制梁块悬臂拼装时应注意的要点

1. 梁段的存放场地应平整，承载力应满足要求，支垫位置应与吊点一致。

2. 预制梁块的测量要求：

- (1) 箱梁基准块出坑前必须对所有梁块进行测量，详细记录，并根据其在桥上的设计位置进行校正；
- (2) 箱梁标高控制点和挠度观测点，在箱梁顶面埋置4~6个；
- (3) 在预制梁段上标出梁号、中轴线、横轴线。

3. 预制块件的悬臂拼装可依据设备和现场条件选用。若方便在陆地上或在便桥上施工时，可采用自

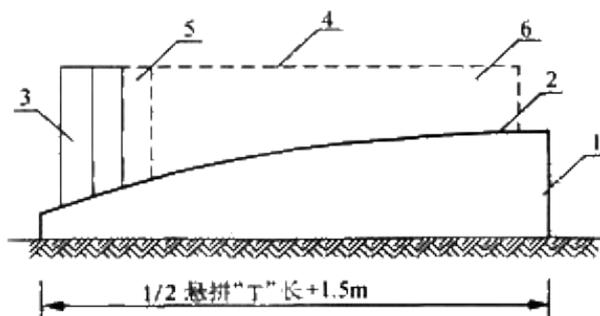


图 13-170a) 长线法台座

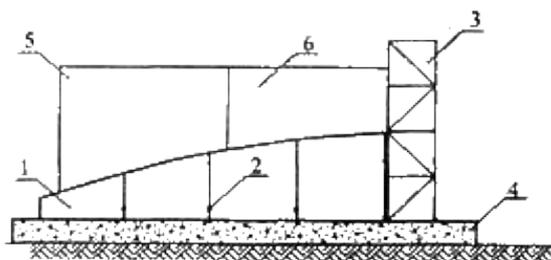


图 13-170b) 短线法台座

1-短线台座；2-可调底模；3-封闭式端模；4-基础；5-配筑梁段；6-待浇梁段

行式吊车、门式吊车进行拼装；对于水中桥跨，可采用水上浮吊进行安装；对于高墩身的桥跨，可利用各种吊机进行高空悬拼施工。

4. 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。

5. **应保证拼装的第一个梁块（基准块）的预制精度**，安装时应**对纵、横轴线、高程**进行精确定位测量，为以后的拼装创造条件。

6. 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。

7. 采用悬臂吊机、缆索、浮吊悬拼安装时，应按施工荷载进行强度、刚度、稳定性验算，使**安全系数大于 2.0**。施工中还应注意：

(1) 块件起吊安装前，并按照设计荷载的 60%、100% 和 130% 分别进行起吊试验。

(4) 桥墩两侧块件宜对称起吊，以保证桥墩两侧平衡受力。

(5) 移动吊机时应沿箱梁纵轴线对称地向两端推进。

(6) 墩侧相邻的 1 号块件提升到设计标高初步定位后，应立即测量、调整 1 号块件的纵轴线，使之与梁顶块件纵轴线的延伸线重合，其他各个块件连接时，均应按本条规定测量调整其位置。

(7) 应在**施工前绘制主梁安装挠度变化曲线**，悬臂拼装过程中应随时观测桥轴线安装挠度曲线的变化情况，并与设计值进行对比。

8. **对于非 0 号、1 号块件的拼装，一般应在接缝上设置定位桦齿或钢定位器。**

9. 采用胶接缝拼装的块件，涂胶前应就位试拼。胶粘剂一般采用环氧树脂，使用前应经过试验，符合设计要求方可使用。

10. **湿接缝块件应待混凝土强度达到设计强度等级的 70% 以上时**（设计文件如有要求，则按设计文件要求处理，但不能低于设计强度等级的 70%），**才能张拉预应力束。**

11. 体系转换应按设计顺序进行。

二、悬臂浇筑施工法

(一) 概述

适用于大跨径的预应力混凝土悬臂梁桥、连续梁桥、T 型刚构桥、连续刚构桥。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。

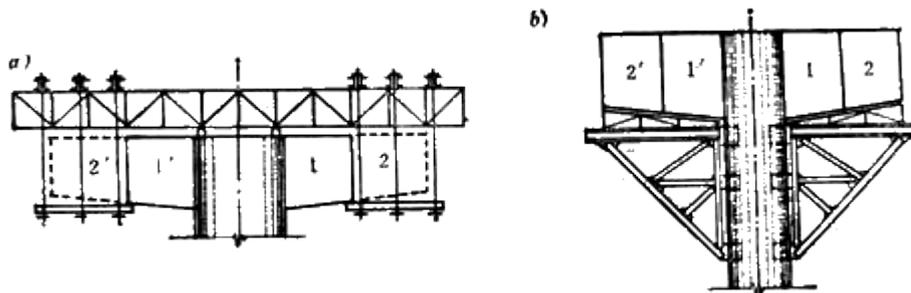


图 2-2-36 墩侧几对梁段的浇筑

(二) 施工准备

1. 挂篮设计及加工：**挂篮是悬浇箱梁的主要设备**，它是沿着轨道行走的活动脚手架及模板支架。除必须满足**强度、刚度、稳定性**要求外，还要使其行走、锚固方便可靠，重量不大于设计规定。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. 0 号、1 号块的施工：挂篮是利用已浇筑的箱梁段作为支撑点，通过桁架等主梁系统、底模系统，人为创造一个工作平台。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**。扇形托架可用万能杆件、贝雷片或其他装配式杆件组成，托架可支撑在桥墩基础承台上或墩身上。

3. 临时固结：对于连续箱梁，梁与墩未固结在一起，施工时，两侧悬浇施工难以保持绝对平衡，必须在施工中采取临时固结措施，使梁具有抗弯能力。**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。

(四) 悬臂浇筑施工中应注意要点

1. **0 号段长度一般为 5~20m，悬浇分段长度一般为 3~5m。**

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。

4. 悬臂施工过程中，若梁身与墩身采用非刚性连接，为保证结构的稳定性，悬臂梁桥和连续梁桥应实施 0 号块梁段与桥墩间临时固结支承措施；对于刚性连接的 T 型刚构、连续刚构梁，固结本身已具有一定的抗弯能力，可根据设计和施工要求在墩旁架设临时托架等方法进行施工。临时固结支承可采用如下措施：

(1) 将 0 号块梁段与桥墩钢筋或预应力筋临时固结，待解除固结时再将其切断。

- (2) 在桥墩一侧或两侧设置临时支承或支墩。
- (4) **临时支承可用硫磺水泥砂浆块、砂筒或混凝土块等卸落设备。**
5. 挂篮安装时应保证安全、稳定、可靠。
- (3) 挂篮桁架在已完成的梁段上行走时，应于后端压重稳定。
- (4) **挂篮桁架行走和浇筑混凝土时的稳定系数，均不得小于 1.50。**
- (5) 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。
6. 桥墩两侧梁段悬臂施工进度应对称、平衡，实际不平衡偏差不得超过设计要求值。
7. 悬臂浇筑前端底板和桥面的标高，应根据挂篮前端的垂直变形及预拱度设置，施工过程中要对实际高程进行监测，如与设计值有较大出入时，应会同有关部门查明原因进行调整。
8. 安装模板后，应严格核准中心位置及标高、校正中线。
9. 安装**预应力预留管道**时，应保证管道连接紧密、管道定位准确。**定位钢筋的纵向水平间距不大于 100cm，曲线段间距不大于 50cm。**
11. 箱梁梁段混凝土浇筑，可视箱梁截面高度情况采用一次或二次浇筑法。无论采用何种方法浇筑，**梁段自重误差应在±3%范围内。**
12. 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
13. 为提高混凝土早期强度，以加快施工速度，在设计混凝土配合比时，一般加入早强剂或减水剂。
14. 梁段拆模后，应对梁端的混凝土表面进行**凿毛处理，以加强接头混凝土的连接。**悬浇梁段分次浇筑混凝土时，如处理不当，由于后浇筑混凝土的重力的影响会引起挂篮变形，导致先浇筑的混凝土开裂，因此应采取措施消除后浇筑混凝土引起的挂篮变形，一般可采用下列方法：
- (1) 水箱法；
- (2) 混凝土一次浇筑法。
- (3) 浇筑混凝土时，可根据混凝土重量的变化，随时调整吊带高度。
- (4) 抬高挂篮的后支点法。
15. 分期浇筑混凝土时，新旧混凝土的结合面应凿毛洗净，还应严格控制相邻两次混凝土浇筑的**龄期差，一般在任何情况下不得大于 20d。**
17. 混凝土浇筑完毕后应进行养护，待**养护达到设计强度的 75%**，并经过孔道检查、修理管口弧度后，**即可进行穿束、张拉、压浆和封锚等工作。**

(五) 施工中易出现的问题及预防措施

1. 箱梁腹板出现斜向裂缝

一种是有规律地出现于与底板约呈 45° 的斜裂缝。另一种为沿预应力索管方向的斜向裂缝，往往是靠近锚头处裂缝开展较宽，逐渐变窄而至消失。

(1) 原因分析

- 出现与底板呈 45° 斜裂缝的原因极大可能是该区域的主拉应力，超过了该处的预应力索和普通钢筋的抗剪力及混凝土的抗拉强度。或混凝土拆模时间过早，混凝土尚未达到其设计抗拉强度。
- 出现沿预应力索管方向的裂缝的原因往往是由于预应力索张拉时，索管及其周边混凝土受到较集中的压应力。

(2) 预防措施

- 布置有弯起预应力筋部位，往往能有效地克服主拉应力。
- 加密普通钢筋间距以增强抗裂性。
- 在预应力束张拉集中的近锚头区域，增设钢筋网片，提高抗压能力和分散集中力。
- 混凝土未到期或强度，不能拆除模板。

2. 箱梁拆模后在腹板与底板承托部位出现空洞、蜂窝、麻面

箱梁浇筑混凝土拆模后，在底板与腹板连接处的承托部位，**部分腹板离底板 1m 高范围内出现空洞、蜂窝、麻面。**

(1) 原因分析

- 腹板混凝土浇筑时不易振实，也有漏振情况，易造成蜂窝。
- 若箱梁设置横隔板，一般会设**预留入孔**，浇筑混凝土时从预留入孔两边同时进料，易造成预留孔下部空气被封堵，形成空洞。
- 浇筑混凝土时，若气温较高；混凝土坍落度小，模板湿水不够，局部钢筋太密，振捣困难，易使混凝土出现蜂窝，不密实。
- 箱梁混凝土浇筑量较大，若供料不及时，易造成混凝土振捣困难，出现松散或冷缝。

(2) 防治措施

- 浇筑层次清楚，相互重复振捣长度应取 50cm 左右，一边下料。
- 合理组织混凝土供料。
- 当箱梁腹板较高时，模板上应预留入孔处，使得振捣棒可达到各部位。

1B413037 熟悉桥梁上部结构转体施工

一、转体施工方法概述

上部结构转体施工是跨越深谷、急流、铁路和公路等特殊条件下的有效施工方法，具有不干扰运输、不中断交通、不需要复杂的悬臂拼装设备和技术等优点，转体施工分为竖转法、平转法和平竖结合法。

平转法分为有平衡重转体施工和无平衡重转体施工两种方法，平转施工主要适用于刚构梁式桥、斜拉桥、钢筋混凝土拱桥及钢管拱桥。

竖转施工主要适用于转体重量不大的拱桥或某些桥梁预制部件（塔、斜腿、劲性骨架）。竖转施工对混凝土拱肋、刚架拱、钢管混凝土拱，当地形、施工条件适合时，可选择竖转法施工。

二、桥体预制及拼装

预制时应符合下列规定：

（一）应充分利用地形，合理布置桥体预制场地，使支架稳固，工料节省，易于施工和安装。

三、平转法施工

（一）有平衡重转体施工

有平衡重转体施工的特点是转体重量大，施工关键是转体。转体施工工艺包括脱架—转动—转盘封固—撤锚合龙。

1. 有平衡重平转施工工艺，可以采用不同的锚扣体系。箱形拱、肋拱宜采用外锚扣体系；桁架拱、刚架拱宜采用内锚扣（上弦预应力钢筋）体系；刚构梁式桥、斜拉桥为不需另设锚扣的自平衡体系。

2. 桥体混凝土达到设计规定强度或者设计强度的80%后，方可分批、分级张拉扣索。

4. 转体合龙时应符合下列规定：

（1）应严格控制桥体高程和轴线，误差符合要求，合龙接口允许相对偏差为±10mm。

（2）应控制合龙温度。合龙时应选择当日最低温度进行。

5. 平转转盘有双支承式转盘和单支承式转盘两种，除大桥和重心较高的桥体外，宜采用构造简单实用的中心单支承式转盘。

（二）无平衡重平转施工

无平衡重转体主要是针对大跨度拱桥施工，是把有平衡重转体施工中的拱圈扣索拉力由在两岸岩体中锚碇平衡，从而节省了庞大的平衡重。无平衡重转体施工具有锚固、转动、位控三大体系。

7. 当两岸拱体旋转至桥轴线位置就位后，两岸拱顶高程超差时，宜采用千斤顶张拉、松卸扣索的方法调整拱顶高差。

8. 当台座和拱顶合龙口混凝土达到设计强度的75%后，可按下述要求卸除扣索：

（1）按对称均衡原则，分级卸除扣索，同时应复测扣索内力、拱轴线和高程。

（2）全部扣索卸除后，再测量轴线位置和高程。

四、竖转法施工

（一）对混凝土肋拱、刚架拱、钢管混凝土拱，当地形、施工条件适合时，可选择竖转法施工。

（二）宜采用横向连接为整体的双肋为一个转动单元。

1B413038 熟悉桥梁上部结构缆索吊装施工

一、概况

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，缆索吊装由于具有跨越能力大，水平和垂直运输机动灵活，适应性广，施工比较稳妥方便等优点，在拱桥施工中被广泛采用。

二、吊装方法和要点

（二）施工中的注意要点

1. 缆索设备的检查项目及检查方法

缆索设备虽不属于永久工程，但其质量的好坏直接影响着工程的进展及工程和工程人员的安全，因此在施工中应对以下内容作严格的检查。

（2）索扣

试拉扣索是悬挂拱肋的主要设备，因此必须通过试拉来确保其可靠性。

（3）主索系统试吊

主索系统试吊分跑车空载反复运转、静载试吊和吊重运行三步。吊重一般为设计荷载的60%、100%、130%。

2. 设置风缆时应注意的要点

（7）在每孔拱肋全部合龙、横系梁或横隔板达到一定强度后，方可拆除风缆。

3. 松索过程中必须注意下列事项：

（1）松索时应按边扣索、次边扣索、起重索三者的先后顺序对称均匀地进行，每次松索量以控制各接头标高变化不超过1cm为限。

1B413039 熟悉桥梁改建施工

一、桥梁改建设计施工要求

影响桥梁改扩建的制约因素：桥梁扩建期间不允许因桥梁的施工而中断交通，保证原结构与新建结构之间的变形协调和共同受力；桥梁扩建必须与路基、路面拼接、互通、附属设施改造同步完成：

(二) 采用改扩建后的荷载标准对原有桥梁、涵洞进行结构验算的主要结论；

(三) 为了便于新旧桥梁的拼接，扩建桥梁与相应的原桥孔径相同或相近。

(四) 考虑到公路扩建后拓宽桥梁因桥面横坡的延续**对桥下净空的影响**，对于拼宽部分上部结构为**T梁或箱梁**的情况应采取**降低通行孔上部结构建筑高度的措施**予以保证；对于拼宽部分上部结构为**板梁**的应采取**降低地方道路标高等措施**解决。

(五) 病害严重经加固又能利用但又不宜拼接或拼接难度大而技术上又较难克服的特大桥不做横向拼接方案，采用线位分离方案建新桥。

(七) 基本采用桩柱式桥墩；新旧桥台也应采用匹配一致的桥台型式。

(八) 新旧桥基础**沉降差**应控制在计算值**5mm以内**，新拓宽桥梁基础宜采用**桩基础**型式。

三、桥梁改建方案

新旧桥梁的上部结构与下部结构互不连接；新、旧桥梁的上部结构和下部结构相互连接；新、旧桥梁的上部结构连接而下部结构分离。

(一) 新旧桥梁的上部结构与下部结构互不连接方式

桥梁加宽部分与原桥的上部结构与下部结构互不连接，新旧结构之间留工作缝，桥面沥青混凝土铺装层采用连续铺装。

在具体构造方面，主要采用两种处理形式：**一种是用纵向伸缩装置连接；另一种形式是在新旧结构间留一条纵缝，或用钢板包边**，需要采用刚性路面，可以解决啃边问题，但不能解决新旧桥挠度差的问题，且高速行驶时容易打滑，降低了行车的安全性。这种连接方式一般要求桥梁结构**跨径较小，相对挠度差较小**，否则桥面容易开裂。

(二) 新、旧桥梁的上部结构和下部结构相互连接方式

下部构造需采用植筋连接技术，工程成本高。因此该连接方案有一定的适用条件，需要采用相应技术措施。采取的技术措施有：

1. 加强新拓宽桥梁基础，**减少**新、旧桥梁基础的**不均匀沉降差**。

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

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

(三) 新、旧桥梁的上部结构连接而下部结构分离方式

与新旧桥梁上、下部结构采用相互连接方式相比，可以减少混凝土结构连接施工工程量，加快进度，与新旧桥梁上、下部结构采用互不连接方式相比，也**可以提高公路桥梁工程的适用性和耐久性**要求。

原桥采用扩大基础时要注意新旧基础间的协调性，必要时对原有基础进行加固。另外针对上部结构自身产生的较大附加内力，可通过连接部位增大配筋并改善连接构造形式来解决。

三、新旧桥梁上部结构拼接的构造要求

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。根据桥梁上部结构不同类型一般采用以下的拼接连接方式：

(一) **钢筋混凝土实心板和预应力混凝土空心板桥**，新旧板梁拼接之间宜采用铰接或近似于铰接连接。

(二) **预应力混凝土T梁或组合T梁桥**，新旧T梁之间拼接宜采用刚性连接。

(三) **连续箱梁桥**，新旧箱梁之间拼接宜采用铰接连接。

1B413040 大跨径桥梁施工

1B413041 熟悉刚构桥的施工特点

一、平衡悬臂施工

平衡悬臂施工可分为：悬臂浇筑法与悬臂拼装法施工

二、悬臂梁起步段施工

为拼装挂篮或吊机，需在墩柱两侧先采用支撑托架浇筑一定长度的梁段。

三、箱梁混凝土的浇筑（悬臂浇筑）

可视箱梁截面高度情况采用一次或两次浇筑法。

浇筑肋板混凝土时，两侧肋板应同时分层进行。浇筑顶板及翼板混凝土时，应从外侧向内侧一次完成，以防发生裂缝。

当箱梁截面较大（或靠近悬臂根部梁段），节段混凝土数量较多，每个节段可分两次浇筑，先浇底板到肋板的倒角以上，再浇筑肋板上段和顶板，其接缝按施工缝要求处理。

五、块件拼装接缝

块件拼装接缝一般为湿接缝与胶接缝两种。湿接缝用高强细石混凝土，胶接缝则采用环氧树脂胶为接缝料。故1号块与0号块之间的接缝多以采用湿接缝以利调整1号块位置。

1B413042 熟悉拱桥的施工特点

一、劲性骨架浇筑拱圈

劲性骨架混凝土拱桥的外包拱圈以钢管混凝土劲性骨架为依托，利用吊挂模板浇筑，并按照横向分块、纵向分环和分段的原则外包混凝土。这种施工方法的关键是：

- (一) 大跨度大吨位缆索吊机的设计、安装及操作；
- (二) 长距离、大落差的混凝土两级泵送和压注工艺；
- (三) 拱圈混凝土浇筑的“多点平衡法”浇筑程序设计；
- (四) 劲性骨架安装及拱圈施工过程中的拱轴线控制；
- (五) 浇筑拱圈外包混凝土期间的结构强度和稳定性分析。

二、装配式混凝土、钢筋混凝土拱圈

装配式混凝土、钢筋混凝土拱圈适用于箱形拱、肋拱及箱肋组合拱（以下均称箱形拱）的少支架或无支架施工。

(一) 无支架安装拱圈

2. 拱肋吊装时，除拱顶段以外，各段应设一组扣索悬挂。

(二) 转体施工安装方法

1. 平转施工主要适用于刚构梁式桥、斜拉桥、钢筋混凝土拱桥及钢管拱桥。竖转施工主要适用于转体重量不大的拱桥或某些桥梁预制部件（塔、斜腿、劲性骨架）。

2. 竖转施工对混凝土拱肋、刚架拱、钢管混凝土拱，当地形、施工条件适合时，可选择竖转法施工。

(三) 缆索吊装施工

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，**缆索吊装由于具有跨越能力大，水平和垂直运输机动灵活，适应性广，施工比较稳妥方便等优点，在拱桥施工中被广泛采用。**

(四) 钢管拱肋（桁架）施工

1. 钢管拱肋（桁架）安装

(1) 安装方法

钢管混凝土拱肋施工中最重要的工序之一就是拱肋安装。

(2) 拱圈形成

采用斜拉扣索悬臂拼法施工时，扣索与钢管拱肋的连接件应进行设计计算。**扣索**根据扣力计算采用多根钢丝绳或高强钢丝束，其**安全系数应大于2**。

2. 钢管内混凝土浇筑

(1) 浇筑方法与工艺流程

一般采用**自拱脚一次对称浇（压）筑至拱顶**的方案。

(2) 管内混凝土质量要求：

管内混凝土不能与管壁分离；

管内混凝土的配料强度比设计强度高10%~15%；

新灌入钢管的混凝土，3d内承载量不宜高于30%设计强度；7d承载量不宜高于80%设计强度；

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。

1B413043 熟悉斜拉桥的施工特点

斜拉桥由梁、塔、索三种基本构件组成桥梁结构体系。

一、索塔

(一) 索塔施工方法及主要设备

1. **索塔施工宜用爬模法，横梁较多的高塔宜用劲性骨架挂模提升法。**索塔现浇施工主要采用翻模、滑模、爬模施工方法；

(二) 索塔施工要点

1. **索塔施工宜用爬模法，横梁较多的高塔宜用劲性骨架挂模提升法。**

5. 斜塔柱施工时，必须对各施工阶段塔柱的强度和变形进行计算，应分高度设置横梁，使其线形、应力、倾斜度满足设计要求并保证施工安全。

(三) 索塔的施工测量 1. 建立平面控制网； 2. 塔底高程测定； 3. 塔柱基础沉降观测；

二、混凝土主梁

(一) 主梁的特点及施工方法

主梁施工方法与梁式桥基本相同，大体分四种：

1. **顶推法； 2. 平转法； 3. 支架法（临时支墩拼装、支架上现浇）；**

4. **悬臂法（悬臂拼装、悬臂浇筑）。**

(二) 主梁的施工要点

1. 一般要求：

(2) 施工监控测试的主要内容：

- 变形：主梁线形、高程、轴线偏差、索塔的水平位移；
- 应力：拉索索力、支座力以及梁塔应力在施工过程中的变化；
- 温度：温度场及指定测量时间塔、梁、索的变化。

2. 混凝土主梁施工：

(1) 主梁零号段及其两旁的梁段，在支架和塔下托架上浇筑时，应**消除温度、弹性和非弹性变形及支承等因素对变形和施工质量不良影响。**

(2) 采用挂篮悬臂浇筑主梁时，除应符合梁桥挂篮施工的有关规定外，还应按下列规定执行：

• 挂篮的悬臂梁及挂篮全部构件制作后均应进行检验和试拼，合格后再于现场整体组装检验，并按设计荷载及技术要求进行预压。

- (3) 为防止合龙梁段施工出现的裂缝,应采用以下方法改善受力状况:
- (4) 主梁采用悬拼时,除应遵守连续梁及斜拉桥主梁悬浇的有关规定外,还应按下列规定施工:
- 预制梁段,如设计无规定,宜选用长台座(可分段设置),亦可采用多段的联线台座,每联宜多于5段,先预制顺序中的1、3、5段,脱模后再在其间浇2、4段,使各端面啮合密贴,端面不应随意修补。
 - 应在底模上调整主梁分段形体所受竖曲线的影响。**拼装中多段积累的超误差,可用湿接缝调整。**
 - **梁段拼合前应试拼**,以便及时调整。
- (4) 湿接缝拼合面应进行表面凿毛和清扫,干接缝应保持结合面清洁,粘合料应涂刷均匀。
- (5) 采用垫片调整梁段拼装线形时,每次垫片调整的高程不应大于20mm。

三、拉索施工

(二) 索体制作、防护与安装

1. 斜拉索制作
2. 斜拉索防护
3. 斜拉索的安装

(1) 放索及索的移动

施工过程中必须采取措施予以保护,主要方法有**滚筒法、移动平车法、导索法和垫层法等**。

(2) 斜拉索的安装

对于两端均为张拉端的斜拉索,可选用其中适宜的方法。梁部斜拉索的安装有吊点法和拉杆接长法,步骤与塔部安装相同。

(三) 拉索施工要点

2. 拉索的安装与张拉:

(5) 斜拉桥拉索的张拉应按下列各项执行:

索塔顺桥向两侧的拉索(组)和桥横向对称的拉索(组)必须对称同步张拉;同步张拉的不同步索力的相差值不得超出设计规定;两侧不对称的或设计拉力不同的拉索,应按设计规定的索力分级同步张拉。

例题.斜拉桥主塔的受力性质主要是()。2010

- A. 承压 B. 受扭 C. 受拉 D. 受剪

【答疑编号 502077103501】 【正确答案】 A

【答案解析】斜拉桥是由承压的塔、受拉的索与承弯的梁体组合起来的一种结构体系。

1B413044 了解悬索桥的施工特点

一、悬索桥分类及施工内容

(一) 悬索桥分类

大跨径悬索桥的结构形式**按吊索和加劲梁的形式可分为**以下几种形式:

1. 垂直吊索,钢桁架作加劲梁;
2. 三角形布置的斜吊索,以扁平流线形钢箱梁作加劲梁;
3. 垂直吊索和斜吊索的混合型,流线形钢箱梁作加劲梁;
4. 除了具有一般悬索桥的缆索体系外,还设有若干加强用的斜拉索。

按照加劲梁的支承结构不同悬索桥可分为单跨两铰加劲梁、三跨两铰加劲梁和三跨连续加劲梁悬索桥。

(二) 悬索桥的施工内容

悬索桥的施工主要分四部分:

1. 锚碇施工;
2. 主塔和索鞍施工;
3. 加劲梁施工;
4. 主缆施工。

二、锚碇施工

(二) 主缆锚固体系

根据主缆在锚块中的锚固位置不同主缆锚固体系可分为后墙式和前墙式。前墙式的索股锚头在锚块前锚固,通过锚固系统将缆力作用到锚体;后墙式是将索股直接穿过锚块锚固于锚块后面,**前墙式由于具有主缆锚固容易、检修保养方便等优点而广泛运用于大跨径悬索桥中。**

2. 预应力锚固系统

锚固系统的加工件必须进行**超声波**和**磁粉探伤**检查。

(三) 锚碇体施工

水化热的控制是锚碇混凝土施工的关键。

锚碇大体积混凝土施工需采取下列措施进行温度控制,防止混凝土开裂:

1. 采用低水化热品种的水泥。
2. 降低水泥用量、减少水化热,掺入质量符合要求的粉煤灰和缓凝型外掺剂。
3. 降低混凝土入仓温度。
4. 在混凝土结构中布置冷却水管,混凝土终凝后开始通水冷却降温。水温与混凝土内部温差不大于20℃。
5. 大体积混凝土应采用分层施工,每层厚度可为1~1.5m。
6. 混凝土浇筑完后应按照规定覆盖并洒水进行养护。

(五) 散索鞍安装

1. 底座板定位

底座板通过在散索鞍混凝土基础中精确预埋螺栓而固定在基础上,调整好板面标高与位置,在底板和四周浇筑高强度膨胀混凝土。

三、索塔施工

索塔按材料分有钢塔和钢筋混凝土塔,**钢筋混凝土索塔一般为门式刚架结构,钢塔主要有桁架式、刚架式和混合式等结构形式。**

(一) 混凝土塔身施工

混凝土塔柱施工工艺与斜拉桥塔身基本相同，施工用的模板工艺主要有**滑模、爬模和翻模**等类型。

(二) 主索鞍施工

选择在白天晴朗时连续完成工作。

2. 主索鞍施工要点：

(1) 吊装及所有吊具均要经过验算，符合起重要求；

(2) 吊装过程必须设专人指挥，中途要防止扭转、摆动和碰撞；

(3) 所有构件接触面销孔系精加工表面，必须清理干净，不得留有砂粒、纸屑等，并且在四周两层接缝处涂以黄油，以防水气侵入锈蚀构件。

四、主缆施工

其主要施工程序如下：

一) 牵引系统

牵引系统的架设以简单经济，并尽量少占用航道为原则。

(二) 猫道

猫道是供主缆架设、紧缆、索夹安装、吊索安装以及主缆防护用的空中作业脚手架。**猫道的主要承重结构为猫道承重索**，一般按三跨分离式设置，边跨的两端分别锚于锚碇与索塔的锚固位置上，中跨两端分别锚于两索塔的锚固位置上。

猫道承重索可采用钢丝绳或钢绞线，采用钢丝绳时须进行预张拉消除其非弹性变形，预张拉荷载不得小于各索破断荷载的 $1/2$ ，保持60min，并进行两次。

猫道架设时总的原则：

做到对称施工，边跨与中跨作业平衡，减少对塔的变位的影响。

主缆防护工程完成以后，可进行猫道拆除工作，拆除时严禁伤及吊索、主索和桥面。

(三) 主缆架设

锚碇和索塔工程完成、主索鞍和散索鞍安装就位、牵引系统架设完成后，即可进行主缆架设施工，**主缆架设方法主要有空中纺丝法(AS法)和预制平行索股法(PPWS法)。中国和日本等亚洲国家主要采用PPWS法。**

(四) 紧缆

正式紧缆宜用专用的紧缆机把主缆整成圆形。其作业可以在白天进行，正式**紧缆宜向塔柱方向进行。**

(五) 索夹安装与吊索架设

索夹在运输和安装过程中应注意保护，防止碰伤及损坏表面。

吊索运输、安装过程中应保证吊索不受损伤，安装时须采取措施防止吊索扭转。

113413045 了解桥梁施工监控

一、桥梁监测

监测系统对以下几个方面进行监控：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；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；结构构件耐久性；桥梁所处环境条件等。

(一) 监测范围 1. 敏感部位监测。 2. 总体监测

(二) 监测方式 1. 人工监测； 2. 自动监测；

3. 联合监测：考虑到前两种方法的实际情况，用各种小型的自动化程度较高的仪器，配合人工监测，是一个比较可行的方案。

(三) 监测的状态

1. 静态：**静态监测**比较困难，**一般都是加载检测**。但是静态参数比较直观地反映了桥梁的工作状态。

2. 动态：**动态监测适于运营监测**。

(四) 常规监测的工作参数及桥梁监测系统与手段

1. 常规监测的工作参数

(1) 位移。 (2) 变形。 (3) 力。 (4) 动力参数。 (5) 外观和完整率。

(6) 物理化学现象。(7) 环境。如风速(向)、空气(或桥体)温度、地震、交通量(和荷载)。

2. 桥梁监测系统与手段

桥梁监测系统由传感器、信号调理模块、传输模块、数据采集系统、健康监测模型、预警模块等组成。

二、桥梁施工控制

(一) 桥梁施工控制方法

桥梁施工控制方法可分为**事后控制法、自适应控制法、预测控制法和最大宽容度控制法**几种。

4. 最大宽容度控制法是误差的容许值法，即在设计时给予主梁标高和内力最大的宽容度，这种做法减少了控制的难度。

(二) 各种桥梁的施工控制特点

施工控制最基本的要求是保证施工中的安全和结构恒载内力及结构线形符合设计要求。

1. **斜拉桥施工时**，在主梁悬臂浇筑或悬臂拼装过程中，确保主梁线形和顺、正确是第一位的，施工中**以标高控制为主**。

2. **悬索桥的主要承重结构是主索**，主索在施工中又是悬索桥吊装的主要承重结构，主索一经架好，它的长度和线形调整甚小，为了**确保悬索内力和线形符合设计要求**。

3. **大跨度混凝土拱桥**同样按安全、线形和恒载内力的要求进行施工控制。

4. **预应力混凝土连续梁或连续刚构**相对斜拉桥而言，没有斜拉索，其**施工控制与斜拉桥主梁相同**。

凡是以悬臂浇筑或悬臂拼装施工的桥梁，都是逐节段向前推进的，**施工控制中常采用逐节段跟踪控制的方法**。

一、公路隧道围岩分级

隧道围岩分级是设计、施工的基础。施工方法的选择、衬砌结构类型及尺寸的确定、隧道施工劳动定额、材料消耗标准的制定都要以围岩分级作为主要依据。

二、围岩分级的判定方法

1. 隧道围岩分级的综合评判方法宜采用两步分级，并按以下顺序进行：

(1) 根据岩石的坚硬程度和岩体完整程度两个基本因素的定性特征和定量的岩体基本质量指标，综合进行初步分级。

2. 围岩分级中岩石坚硬程度、岩体完整程度两个基本因素的定性划分和定量指标及其对应关系应符合有关规定。

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 掌握隧道构造

隧道可分为两大类：岩石隧道（又称山岭隧道）和软土隧道（又称水底隧道、城市道路隧道）。

隧道构造由主体构造物和附属构造物两大类组成。主体构造物通常指洞身衬砌和洞门构造物，附属构造物是主体构造物以外的其他建筑物，是为了运营管理、维修养护、给水排水、供蓄发电、通风、照明、通信、安全等而修建的构造物。（掌握）

一、洞门类型及构造

1. 洞门类型：为了保护岩（土）体的稳定和使车辆不受崩塌、落石等威胁，确保行车安全，应该根据实际情况，选择恰当的洞门形式，修筑洞门，并对边、仰坡进行适宜的护坡。洞门类型有：端墙式洞门、翼墙式洞门、环框式洞门、遮光式洞门等。（掌握）

2. 洞门构造：

(1) 洞口仰坡坡脚至洞门墙背的水平距离不应小于 1.5m，洞门端墙与仰坡之间的水沟的沟底至衬砌拱顶外围的高度不应小于 1.0m，洞门墙顶应高出仰坡坡脚 0.5m 以上。

(2) 洞门墙应根据实际需要设置伸缩缝、沉降缝和泄水孔。

(3) 洞门墙基础必须置于稳固的地基上，应视地形及地质条件，埋置足够的深度，保证洞门的稳定性。

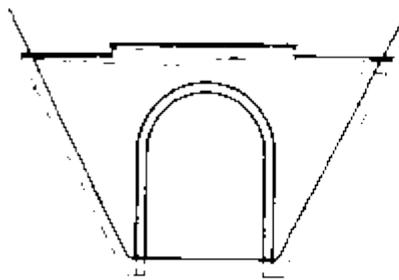


图1 端墙式洞门

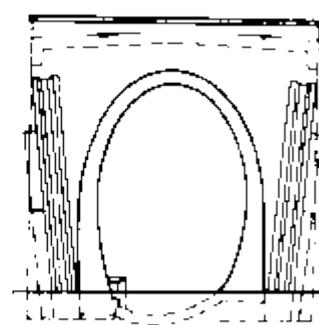
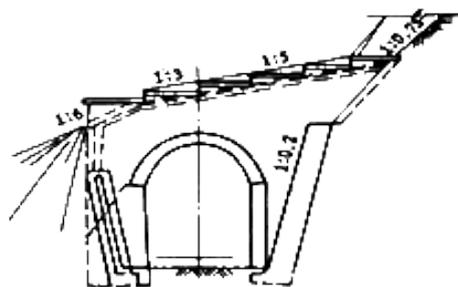


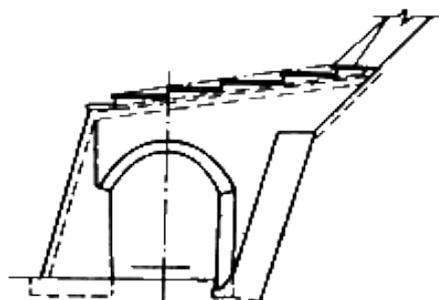
图2 翼墙式洞门

二、明洞类型及构造

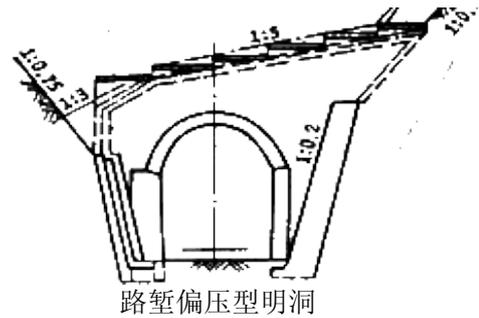
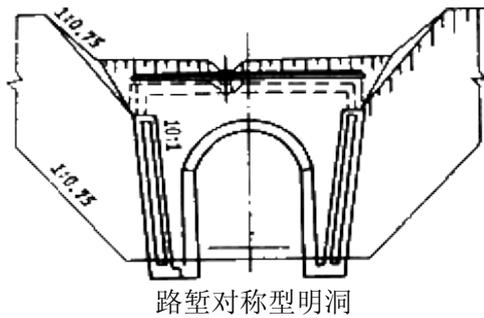
1. 明洞类型：洞顶覆盖层较薄，难以用暗挖法建隧道时，隧道洞口或路堑地段受坍方、落石、泥石流、雪害等危害时，道路之间或道路与铁路之间形成立体交叉，但又不宜做立交桥时，通常应设置明洞。明洞一般用明挖法施工。明洞主要分为两大类，即拱式明洞和棚式明洞。拱式明洞按荷载分布又可分为路堑对称型、路堑偏压型、半路堑偏压型和半路堑单压型。棚式明洞按构造又可分为墙式、刚架式、柱式等此外还有特殊结构明洞，如支撑锚杆明洞、抗滑明洞、柱式挑檐棚洞、全刚架式棚洞、空腹肋拱式棚洞、悬臂棚洞、斜交托梁式棚洞、双曲拱明洞等，以适应特殊场合。



半路堑偏压型明洞



半路堑单压型明洞



2. 明洞构造:

(1) 拱式明洞。拱式明洞主要由**顶拱和内外边墙**组成混凝土或钢筋混凝土结构，**整体性较好**，能承受较大的垂直压力和侧压力。内外墙基础相对位移对内力影响较大，所以**对地基要求较高，尤其外墙基础必须稳固**。

(2) 棚式明洞。受地形、地质条件限制，**难以修建拱式明洞**时，边坡有**少量塌落掉块**，**侧压力较小时**，可以采用**棚式明洞**，棚式明洞由**顶盖和内外边墙**组成。顶盖通常为梁式结构。内边墙一般采用重力式结构。当岩层坚实完整，干燥无水或少水时，为减少开挖和节约圬工，可采用锚杆式内边墙。外边墙可以采用墙式、刚架式、柱式结构。

三、洞身类型及构造——隧道的主体部分

1. 洞身类型：按隧道断面形状分为**曲墙式、直墙式和连拱式**等。

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

1B414021 掌握隧道地质超前预报

一、**隧道地质超前预报方法主要有：超前钻孔法、地质雷达法、TSP、TGP 法或 TRT 法，目前常用的主要方法为 TSP (TGP) 法。**

二、TSP (TGP) 法

(一) 组成 TSP 或 TGP 隧道超前地质预报系统包括仪器主机、配件和处理软件三部分组成。

(二) 原理 **TSP 或 TGP 法是利用地震波反射回波方法测量的原理**。地震波震源采用小药量炸药激发产生，炸药激发在隧道边墙的风钻孔中，通常**24 个**炮孔布置成一条直线。

反射回波的时间、波形和强度，可以达到预报隧道掌子面前方地质条件的目的。在一定间隔距离内连续采用上述方法，结合施工地质调查，可以得到隧道围岩的地质力学参数，如动弹性模量、动剪切模量和动泊松比参数等。

1B414022 掌握隧道施工监控量测技术

一、隧道施工测量技术

(一) 一般规定

1. **控制测量的精度应以中误差衡量，最大误差（极限误差）规定为中误差的两倍。**

2. 隧道施工时应做好下列工作：

(1) **长隧道**设置的**精密三角网或精密导线网**，应**定期**对其基准点和水准点进行**校核**。

(2) **洞外水准点、中线点**应根据隧道平纵面、隧道长度等**定期**进行**复核**，洞内控制点应根据施工进度设定。

3. 洞内施工隧道测量，桩点必须稳定、可靠，且通视良好。测量仪器、工具在使用前应作检校，保证器具的技术状态符合使用要求。

5. **隧道竣工后应提交贯通测量技术成果书、贯通误差的实测成果和说明、净空断面测量和永久中线点、水准点的实测成果及示意图。重点**

(二) 洞内施工测量

1. 洞内导线应根据洞口投点向洞内作引伸测量，洞口投点应纳入控制网内，由洞口投点传递进洞方向的连接角测角中误差，不应超过测量等级的要求，后视方向的长度不宜小于 300m。**导线点应尽量沿路线中线布设，导线边长在直线地段不宜短于 200m；曲线地段不宜短于 70m。**无闭合条件的单导线，应进行两组独立观测，相互校核。

用**中线法**进行洞内测量的隧道，**中线点间距直线部分不宜短于 100m；曲线部分不宜短于 50m。**

2. 特长隧道、长隧道及采用大型掘进机械施工的隧道，宜用激光设备导向。

3. 供导坑延伸和掘进用的临时点可用**串线法**标定，其延伸长度在直线部分不应大于 30m；曲线部分不应大于 20m。串线法的两吊线间距不宜小于 5m。用串线法标定开挖面中线时，其距离可用皮尺丈量。

4. 开挖前应在开挖断面标出设计断面尺寸线，开挖工作完成后应及时测量并绘出断面图。

5. 供**衬砌用的临时中线点**，**必须用经纬仪测定**，其**间距**可视放样需要适当加密，但**不宜大于 10m。**

7. 洞内水准路线应由洞口高程控制点向洞内布设，结合洞内施工情况，测点间距以 200~500m 为宜。
8. 洞内施工用的水准点，应根据洞外、洞内已设定的水准点，按施工需要加设。为使施工方便，在导坑内拱部、边墙施工地段宜每 100m 设立一个临时水准点，并定期复核。

(三) 贯通误差的测定及调整

2. 贯通误差的调整应按以下方法进行：

- (1) 用折线法调整直线隧道中线。
- (2) 曲线隧道，根据实际贯通误差，由曲线的两端向贯通面按长度比例调整中线。
- (3) 采取精密导线法测量时，贯通误差用坐标增量平差来调整。

3. 隧道贯通后，施工中线及高程的实际贯通误差，应在未衬砌的 100m 地段内（即调线地段）调整。

(四) 竣工测量

1. 隧道竣工后，应在直线地段每 50m、曲线地段每 20m 及需要加测断面处，测绘以路线中线为准的隧道实际净空，标出拱顶高程、起拱线宽度、路面水平宽度。

2. 隧道永久中线点，应在竣工测量后用混凝土包埋金属标志。直线上的永久中线点，每 200~250m 设一个，曲线上应在缓和曲线的起终点各设一个；曲线中部，可根据通视条件适当增加。永久中线点设立后，应在隧道边墙上画出标志。

3. 洞内水准点每公里应埋设一个，短于 1km 的隧道应至少设一个，并应在隧道边墙上画出标志。

(五) 辅助坑道测量

1. 经辅助坑道引入的中线及水准测量，按要求精度在坑道口附近设置洞外控制点。

2. 平行导坑与横洞的引线方法和高程测量均与正洞相同。

二、掌握隧道施工监控量测技术（2010 案例）

(一) 监控量测的目的

通过对围岩和支护的变位、应力量测，修改支护系统设计；分析各项量测信息，确认或修正设计参数。

(二) 采用复合式衬砌的隧道，必须将现场监控量测项目列入施工组织设计。

(三) 量测内容与方法

1. 表 1B414022 中的 1~4 项地质和支护状况观察、周边位移、拱顶下沉、锚杆轴力及抗拔力为必测项目。

2. 初期支护完成后应进行喷层表面的观察和记录，并进行裂缝描述。

3. 隧道开挖后应及时进行围岩、初期支护的周边位移量测、拱顶下沉量测；安设锚杆后，应进行锚杆抗拔力试验。当围岩差、断面大或地表沉降控制严时宜进行围岩体内位移量测和其他量测。位于 IV—VI 级围岩中且覆盖层厚度小于 40m 的隧道，应进行地表沉降量测。

4. 量测部位和测点布置，应根据地质条件、量测项目和施工方法等确定。

5. 测点应距开挖面 2m 的范围内尽快安设，并应保证爆破后 24h 内或下一次爆破前测读初次读数。

7. 现场量测手段，一般应尽量选择简单可靠、耐久、成本低、稳定性能好，被测量的物理概念明确，有足够大的量程，便于进行分析和反馈的测试仪器。

(四) 量测数据处理与应用

1. 应及时对现场量测数据绘制时态曲线（或散点图）和空间关系曲线。

2. 当位移一时间曲线趋于平缓时，应进行数据处理或回归分析，以推算最终位移和掌握位移变化规律。

3. 当位移一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。

4. 二次衬砌的施作应在满足下列要求时进行：

(1) 各测试项目的位移速率明显收敛，围岩基本稳定；

(2) 已产生的各项位移已达预计总位移量的 80%~90%；

(3) 周边位移速率或拱顶下沉速率小于规定值。

例题：复合式衬砌隧道现场监控量测的必测项目包括（ ）。(2009)

A. 周边位移 B. 拱顶下沉 E. 钢支撑内力及外力 D. 地质和支护状况观察 E. 围岩弹性波测试

【答疑编号 502077104101】 【正确答案】 ABD

(五) 量测管理

隧道现场监控量测应成立专门量测小组，量测组负责测点埋设、日常量测、数据处理和仪器保养维修工作，并及时将量测信息反馈于施工和设计。

(六) 竣工文件中应包括的量测资料

1. 现场监控量测计划。

2. 实际测点布置图。

3. 围岩和支护的位移一时间曲线图、空间关系曲线图以及量测记录汇总表。

4. 经量测变更设计和改变施工方法地段的信息反馈记录。

5. 现场监控量测说明。

1B414030 隧道施工技术

1B414031 掌握隧道主要施工方法隧道施工的技术与方法归纳如表所示。

隧道施工方法	山岭隧道施工	矿山法（钻爆法）	传统的矿山法
		掘进机法	新奥法
	浅埋及软土隧道施工	明挖法	
		地下连续墙	
		盖挖法	
		浅埋暗挖法	
		其他……	
	水底隧道施工	沉管法	
		盾构法	

1. **新奥法**：是新奥地利隧道施工方法的简称。新奥法是应用岩体力学理论，以维护和利用围岩的自承能力为基点，采用锚杆和喷射混凝土为主要支护手段，及时进行支护，控制围岩的变形和松弛，使围岩成为支护体系的组成部分，并通过对围岩和支护的量测、监控来指导隧道施工和地下工程设计施工的方法和原则。**施工原则：少扰动，早喷锚（或早支护），勤量测，紧封闭。**

2. **传统的矿山法**：是采用钻爆法开挖和钢木构件支撑的施工方法。

3. **隧道掘进机法**：是一种开挖与出碴联合作业的掘进机械，能连续掘进。**长隧道**

4. **盾构法（Shield）**：是一种钢制的活动防护装置或活动支撑，是通过软弱含水层，特别是**河底、海底，以及城市中心区**修建隧道的一种机械。

5. **明挖法**：是指挖开地面，由上向下开挖土石方至设计标高后，自基底由下向上顺做施工，完成隧道主体结构，最后回填基坑或恢复地面的施工方法。

6. **盖挖法**：是由地面向下开挖至一定深度后，将顶部封闭，其余的下部工程在封闭的顶盖下进行施工，主体结构可以顺作，也可逆作。

7. **浅埋暗挖法**：是参考新奥法的基本原理。

8. **地下连续墙**：也称为混凝土地下墙、连续地中墙。它是起挡土、承重、防水作用。

例题：盾构法最适合于在（ ）中建造隧道。（2004）

A. 硬岩地层 B. 破碎岩层 C. 完整岩层 D. 松软地层

【答疑编号 502077104102】 『正确答案』 D

1B414032 掌握隧道开挖

一、隧道开挖的要求

隧道开挖的主要方法是钻孔爆破法。开挖要求：

1. 按设计要求开挖出断面（包括形状、尺寸、表面平整、超挖、欠挖等要求）。

2. 石渣块度（石渣大小）便于装渣作业。

3. 掘进速度快，少占作业循环时间。

4. 爆破在充分发挥其能力的前提下，减少对围岩的震动破坏。

二、钻眼爆破掘进施工技术要点

钻眼爆破掘进是一般山岭隧道最常采用的掘进方式。

（一）钻眼机具

隧道工程中常使用的凿岩机有风动凿岩机和液压凿岩机。

（二）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。

1. 掏槽眼布置

掏槽眼的作用是将开挖面上某一部位的岩石掏出一个槽，以**形成新的临空面**，为其他炮眼的爆破创造有利条件。**掏槽炮眼一般要比其他炮眼深 10~20cm**，以保证爆破后开挖深度一致。

掏槽眼的布置应掌握好炮眼的**“三度”：深度、密度和斜度**。掏槽方式总的可分为斜眼掏槽和直眼掏槽两大类。

（1）斜眼掏槽：其特点是掏槽眼与开挖面斜交。常用的有**锥形掏槽，楔形掏槽，单向掏槽**，其中最常用的是**竖楔形掏槽**。斜眼掏槽的**优点**是可以按岩层的实际情况选择掏槽方式和掏槽角度，容易把岩石抛出，而且所需掏槽眼的个数较少。**缺点**是眼深受坑道断面尺寸的限制，也不便于多台钻机同时凿岩。

（2）直眼掏槽：直眼掏槽可以实行多机凿岩、钻眼机械化和深眼爆破，从而为加快掘进速度提供了有利条件。直眼掏槽凿岩作业比较方便，不需随循环进尺的改变而变化掏槽形式，仅需改变

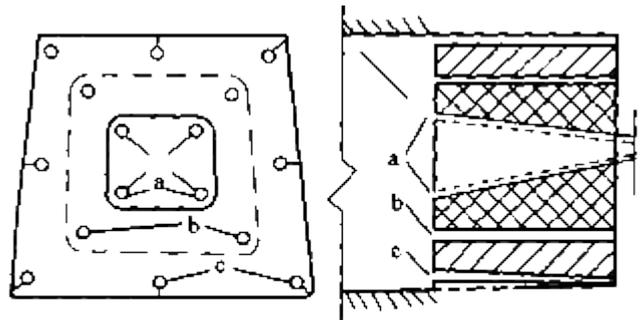


图 8-1 掘进爆破炮孔类型

a-掏槽孔；b-辅助孔；c-周边孔

炮眼深度;而斜眼掏槽则要随循环进尺的不同而改变炮眼位置和角度。直眼掏槽石碴抛掷距离也可缩短。所以**目前现场多采用直眼掏槽**。直眼掏槽的形式很多,过去常用的有:**龟裂掏槽,五梅花掏槽和螺旋掏槽**。

2. 辅助眼布置

辅助眼的作用是进一步扩大掏槽体积和增大爆破量,并为周边眼创造有利的爆破条件。其布置主要是解决间距和最小抵抗限问题,这可以由施工经验决定。最小抵抗线约为炮眼间距的60%~80%。

3. 周边眼布置

周边眼是一种辅助炮眼,目的是成型作用。**周边眼的作用是爆破后使坑道断面达到设计的形状和规格**。周边眼原则上沿着设计轮廓均匀布置,间距和最小抵抗限应比辅助眼的小,以便爆出较为平顺的轮廓。

周边眼的底端对于松软岩层应放在设计轮廓线以内,对于中硬岩层可放在设计轮廓线上,对于坚硬岩层则应略超出设计轮廓线外。为了避免欠挖,**底板眼底端一般都超出设计轮廓线**。

4. 周边眼的控制爆破

在隧道爆破施工中,首要的要求是炮眼利用率高,开挖轮廓及尺寸准确,对围岩震动小。**采用光面爆破与预裂爆破技术,可以控制爆破轮廓,尽量保持围岩的稳定**。

(1) 光面爆破的特点

光面爆破是指爆破后断面轮廓整齐,超挖和欠挖符合规定要求的爆破,其主要标准是:

- 开挖轮廓成型规则,岩面平整;
- 岩面上保存50%以上孔痕,且无明显的爆破裂缝;
- 爆破后围岩壁上无危石。

隧道施工中采用光面爆破,对围岩的扰动比较轻微,增进了施工安全,并为喷锚支护创造了条件。

(2) 光面爆破的主要参数及技术措施

光面爆破的主要参数包括周边眼的间距、光面爆破层的厚度、周边眼密集系数、周边眼的线装药密度等。光面爆破参数的选择,目前还缺乏一定的理论公式,多是采用经验方法。为了获得良好的光面爆破效果,可采取以下技术措施:

- 适当加密周边眼。一般情况下,坚硬或破碎的岩石宜取小值,软质或完整的岩石宜取大值。
- 合理确定光面爆破层厚度。所谓光面爆破层,就是周边眼与最外层辅助眼之间的一圈岩石层。光面爆破层厚度就是周边眼的最小抵抗线。
- 合理用药。用于光面爆破的炸药宜采用**低猛度、低爆速、传爆性能好的炸药**,在炮眼底部,为了克服眼底岩石的夹制作用,应改用高爆速炸药。

周边眼的装药量是光面爆破参数中最重要的一个参数,通常以线装药密度表示。

- 保证光面爆破眼同时起爆。
- 要为周边眼光面爆破创造临空面。这可以在开挖程序和起爆顺序上予以保证,并应注意不要使先爆落的石碴堵死周边眼的临空面。

掏槽眼→辅助眼→周边眼→底板眼。

(3) 预裂爆破

预裂爆破实质上也是光面爆破的一种形式,其爆破原理与光面爆破原理相同。只是在爆破的顺序上,光面爆破是先引爆掏槽眼,接着引爆辅助眼,最后才引爆周边眼;而**预裂爆破则是首先引爆周边眼,使沿周边眼的连心线炸出平顺的预裂面**。成洞过程和破岩条件不同,**在减轻对围岩的扰动程度上,预裂爆破较光面爆破的效果更好一些**。

预裂爆破适用于稳定性差而又要求控制开挖轮廓的软弱岩层。但预裂爆破的周边眼间距和最小抵抗限都要比光面爆破的小,相应地要增多炮眼数量,钻眼工作量增大。

预裂爆破法的分区起爆顺序为:周边眼→掏槽眼→辅助眼→底板眼。

(三) 背景资料 2010

某高速公路上下行分离式隧道,洞口间距40m,左线长3216m,右线长3100m,隧道最大埋深500m。进出口为浅埋段,IV级围岩,洞身地质条件复杂,地质报告指出,隧道穿越地层为三叠系底层,岩性主要为炭质泥岩、砂岩、泥岩砂岩互层,且有瓦斯设防段、涌水段和岩爆段,I、II、III级围岩大致各占1/3,节理裂隙发育,岩层十分破碎,且穿越一组背斜,在其褶曲轴部地带中的炭质泥岩及薄煤层中并存有瓦斯等有害气体,有瓦斯聚集涌出的可能,应对瓦斯重点设防,加强通风、瓦斯监测等工作。

技术员甲认为全断面开挖的特点是工作空间较小、施工速度快、便于施工组织和管理;且全断面开挖法具有较小的断面进尺比,每次爆破震动强度较小,爆破对围岩的震动次数少,有利于围岩的稳定。考虑到该隧道地质情况与进度要求,所以该隧道应采用全断面开挖。同时针对该隧道采用的新奥法施工,提出了“勤测量、紧封闭”的基本原则。

隧道施工过程中为防止发生塌方冒顶事故,项目部加强了施工监控量测,量测项目有地质和支护状况,锚杆或锚索内力及抗拔力、地表下沉、围岩体内位移、支护及衬砌内应力。

项目部还实行安全目标管理,采取了一系列措施,要求进入隧道施工现场的所有人员必须经过专门的安全知识教育,接受安全技术交底;电钻钻眼应检查把手胶套的绝缘是否良好,电钻工应戴棉纱手套,穿绝缘胶鞋;爆破作业人员不能穿着化纤服装,炸药和雷管分别装在带盖的容器内用汽车一起运送;隧道开挖及衬砌作业地段的照明电器电压为110~220V。同时加强瓦斯等有毒有害气体的防治,通风设施由专职安全员兼管。

隧道施工完成后,进行了供配电、照明系统设施的安装,其中变压器为油浸变压器,由于工期延误,变压器运到现场100天后才进行安装。电缆敷设在沟内时遵循了低压在上、高压在下的原则,敷设时还要求金属支架、导管必须接地(PE)或接零(PEN)可靠。

在交通监控方面,隧道由监控中心统一监控,监控中心设有完善的子系统,包括交通信号监控系统、视频监控系统、供配电监控系统、隧道照明控制系统、调度指令电话系统、有线广播系统等。

问题

1. 改正技术员甲对全断面开挖法特点阐述的错误之处。本项目采用新奥法施工还应遵循的两条基本原则是什么?

2. 补充本项目施工监控量测的必测项目,并指出隧道监控量测时出现冒顶塌方的危险信号(征兆)有哪些?

【答疑编号 502077104201】 【正确答案】

1. 改错如下:全断面开挖法具有较大的工作空间(1分),较大的断面进尺比(1分),每次爆破震动强度较大(1分);新奥法的原则还有:少扰动(1分),早喷锚(1分)。

【答疑编号 502077104202】 【正确答案】

2. 必测项目还有:周边位移(1分)、拱顶下沉(1分);
危险信号有:量测数据有不正常变化(或突变)(1分),洞内或地表位移大于允许位移值(1分),洞内或地表出现裂缝以及喷层出现异常裂缝(1分)。

1B414033 掌握隧道支护与衬砌

一、隧道施工预支护技术

常采用的**预支护措施**有超前锚杆、插板、或小钢管;管棚;超前小导管注浆;开挖工作面及围岩预注浆等。上述措施的**选用**应视围岩条件、涌水状况、施工方法、环境要求等情况而定,经过充分的技术经济比较,选用其中一种或几种措施进行治理。

(一)超前锚杆、小钢管施工技术要点

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,如土砂质地层、弱膨胀性地层、流变性较小的地层、裂隙发育的岩体、断层破碎带、浅埋无显著偏压的隧道等,**也适用于采用中小型机械施工**。

此法的要点是开挖掘进前,在开挖面顶部一定范围内,沿坑道设计轮廓线,向岩体内打入一排纵向锚杆(或型钢,或小钢管),以形成一道顶部加固的岩石棚,在此棚保护下进行开挖等作业。

超前锚杆宜采用早强砂浆锚杆,锚杆可用不小于 $\Phi 22$ 的螺纹钢筋。其超前量、环向间距、外插角等参数应视具体的施工条件而定。

(二)管棚施工技术要点

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。如土砂质地层、强膨胀性地层、强流变性地层、裂隙发育的岩体、断层破碎带、浅埋有显著偏压等围岩的隧道中。此外,在一般无胶结的土及砂质围岩中,可采用插板封闭较为有效;在地下水较多时,则可利用钢管注浆堵水和加固围岩。

短管棚(长度小于10m的小钢管)一次超前量小,基本上与开挖作业交替进行,占用循环时间较大,但钻孔安装或顶入安装较容易。

长管棚(长度为10~45m,直径较粗的钢管)一次超前量大,单次钻孔或打入长钢管的作业时间较长,但减少了安装钢管的次数,减少了与开挖作业之间的干扰。

(三)超前小导管注浆施工技术要点

超前小导管注浆是在**开挖掘进前**,先用喷射混凝土将开挖面和5m范围内的坑道封闭,然后沿坑道周边打入带孔的纵向小导管并通过小导管向围岩注浆,待浆液硬化后,在坑道周围形成了一个加固圈,在此加固圈的防护下即可安全地进行开挖。

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。

自进式注浆锚杆(又称迈式锚杆)是将超前锚杆与超前小导管注浆相结合一种超前措施。它是在小导管的前端安装了一次性钻头,从而将钻孔和顶管同时完成,缩短了导管的安装时间,尤其适用于钻孔易坍塌的地层。

(四)预注浆加固围岩施工技术要点

预注浆方法是在掌子面前方的围岩中将浆液注入,从而提高了地层的强度、稳定性和抗渗性,形成了较大范围的筒状封闭加固区,然后在其范围内进行开挖作业。

预注浆一般可超前开挖面30~50m,可以形成有相当厚度的和较长区段的筒状加固区,从而使得堵水的效果更好,也使得注浆作业的次数减少,它**更适用于有压地下水及地下水丰富的地层中,也更适用于采用大中型机械化施工**。

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。

二、初期支护

(一) 喷射混凝土

喷射混凝土是用压力喷枪喷射混凝土的施工法。常用于灌筑隧道内衬、墙壁、顶棚等薄壁结构或其他结构的衬里以及钢结构的保护层。喷射混凝土的工艺流程有干喷、潮喷、湿喷和混合喷。

1. 干喷法是将水泥、砂、石在干燥状态下拌合均匀，用压缩空气送至喷嘴并与压力水混合后进行喷射的方法。因喷射速度大，粉尘污染及回弹情况较严重，但施工机械简单，易于操作。

2. 潮喷法是将骨料预加少量水，使之呈潮湿状，再加水泥拌合，送至喷嘴处并与压力水混合后进行喷射的方法。与干喷相比，上料、拌合及喷射时的粉尘少。目前施工现场较多使用的是潮喷工艺。潮喷和干喷混凝土强度可达到 C20。

3. 湿喷法是将水泥、砂、石和水在按比例拌合均匀，用湿喷机压送至喷嘴进行喷射的方法。湿喷法的粉尘和回弹量少，喷射混凝土的质量容易控制，但对喷射机械要求较高，机械清洗和故障处理较麻烦。软弱围岩特别是黄土隧道以及渗水隧道不宜使用潮喷而改用湿喷较好。

4. 混合喷射采用两套搅拌机，在第一套搅拌机内将一部分砂加第一次水拌湿，在投入全部水泥强制搅拌，然后加第二次水和减水剂拌合成 SEC 砂浆，用砂浆泵压送到混合管；在第二套搅拌机内将部分砂石和速凝剂强制搅拌均匀，用干喷机压送到混合管后经喷嘴喷出。湿喷和混合喷混凝土强度可达到 C30~C35。

混合喷射工艺的粉尘和回弹率较干喷法有大幅度降低，但工艺复杂，使用机械多，机械清洗和故障处理很麻烦，一般只用在喷射混凝土量大和大断面隧道工程中。

(二) 锚杆

按照锚固形式可划分为全长粘结型、端头锚固型、摩擦型和预应力型四种。锚杆对地下工程的稳定性起着重要的作用，尤其是在节理裂隙岩体中，锚杆对岩体的加固作用十分明显，具有结构简单、施工方便、成本低和对工程适应性强等特点。

(三) 钢支撑

钢支撑具有承载能力大的特点，常用于软弱破碎或土质隧道中，并与锚杆、喷混凝土等共同使用。钢支撑按其材料的组成可分为钢拱架和格栅钢架。

1. 钢拱架

钢拱架是工字钢或钢轨制造而成的刚性拱架。钢拱架的最大特点是架设后能够立即承载。因此，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。

2. 格栅

格栅是由钢筋经冷弯成形后焊接而成，其断面形状有圆形、门形、三角形、四边形等。格栅断面有 3 根和 4 根主筋组成的两种形式。4 主筋式的每根钢筋相同，在等高情况下，其抗弯和抗扭惯性矩大于 3 主筋式。主筋直径不宜小于 22mm，并宜采用 20MnSi 或 A3 钢制成钢筋；断面高度应与喷射混凝土厚度相适应，一般为 120~180mm；主筋和联系钢筋的连接方式较多，接头形式一般有连接板焊于主筋端部，通过螺栓将两段钢架连接板紧密地连在一起的螺栓连接板接头，以及套管螺栓直接套在主筋上，将两段钢架连接在一起的套管螺栓接头。

格栅能够很好地与喷射混凝土一起与围岩密贴，喷射混凝土能够充满格栅及其与围岩的空隙，且能和锚杆、超前支护结构连成一体，支护效果好。

(四) 锚喷支护

锚喷支护是目前通常采用的一种围岩支护手段。包括锚杆支护、喷射混凝土支护、喷射混凝土锚杆联合支护、喷射混凝土钢筋网联合支护、喷射混凝土与锚杆及钢筋网联合支护、喷钢纤维混凝土支护、喷钢纤维混凝土锚杆联合支护，以及上述几种类型加设型钢（或钢拱架）而成的联合支护。作为初期支护，目前在隧道工程中使用最多的组合形式时锚杆（主要指系统锚杆）加喷射混凝土（素喷或网喷）。

钢筋网及钢拱架要被喷射混凝土所包裹、覆盖，即喷射混凝土要将筋网和钢拱架包裹密实。

三、模筑混凝土衬砌

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。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。

模筑混凝土衬砌的施工技术要点如下：

衬砌施工顺序，目前多采用由下到上、先墙后拱的顺序连续浇筑。在隧道纵向，则需分段进行，分段长度一般为 8~12m。

1. 衬砌施工的准备工作

(1) 组装式模板

在衬砌工作开始前，要进行中线和水平测量，检查开挖断面是否符合设计要求，欠挖部分应予修凿。先墙后拱法施工，应按线路中线确定边墙模板的设计位置。

对于先墙后拱法施工，拱架是架设在墙架的立柱上的。先拱后墙法施工时，拱架的架设是在复核检查中线及拱部净空无误后，在拱脚放线定位，直接支承在地层上，现场广泛采用 38kg/m 的旧钢轨弯制成的钢拱架。为了运输和拆装方便，每根钢拱架分成左右两片。架立时在拱顶处用钢夹板和螺栓连接起来，采用不同长度的夹板，就能得出不同加宽值 W 的衬砌断面。

拱架的标高要预留沉落量，先墙后拱法不大于 5cm，并应在施工过程中按实际情况加以校正。另外，

考虑到测量和施工误差，以及灌注混凝土时拱脚内挤，**为了保证设计净空，拱架的拱脚每侧应加宽 5~10cm，拱矢加高 5cm。**

拱架和边墙模板支架的间距，应根据衬砌地段的围岩情况、拱圈跨度和衬砌厚度，并结合模板长度来确定；一般采用 1m，最大不超过 1.5m。

目前，现场亦多采用钢模板。**拼装式拱架模板**常将整榀拱架分解为 2~4 节，进行现场组装。拼装式拱架模板的灵活性大，适应性强，尤其适用于曲线地段。

(2) 整体移动式模板台车

整体移动式模板台车采用大块曲模板、机械或液压脱模、背附式振捣设备集装成整体。

模板台车的长度即一次模筑段长度应根据施工进度要求、混凝土生产能力和浇筑技术要求以及曲线隧道的曲线半径等条件来确定。

整体移动式模板台车的生产能力大，可配合混凝土输送泵联合作业，是较先进的模板设备。

2. 混凝土的制备与运输

(1) 配料

新拌合好的混凝土的塌落度，在边墙处为 1~4cm，拱圈及其他施工不便之处为 2~5cm。

(3) 混凝土的运输

可结合工地情况选用；常用的有斗车、手推车、自卸汽车、搅拌车、吊筒、吊斗、带式输送机，输送泵等。

3. 混凝土的灌注

(1) 混凝土衬砌在灌注以前，必须做好对灌注段的清理检查，灌注后还需切实做好捣固工作。

灌注边墙混凝土时，要求**两侧混凝土保持分层对称地均匀上升。**

(2) 灌注拱圈混凝土时，应从两侧拱脚开始，同时向拱顶分层对称地进行，层面应保持辐射状。当灌注到拱顶时，需要改为沿隧道纵向进行灌注，边灌注边铺封口模板。

(3) 混凝土捣固、养护与拆模

隧道衬砌混凝土施工中应用最多的是**插入式振动器。**

为保证混凝土有良好的硬化条件，防止早期干缩产生裂纹，应在灌注后 12h 内。

拱架、墙架和模板的拆除时间，应根据围岩压力、衬砌部位、环境温度、所用水泥品种和强度等级等因素确定。

(4) 衬砌灌注中若干问题的处理

• 衬砌灌注中墙拱接口的处理。先拱后墙法施工时，要注意墙顶与拱脚间的接口封填。如边墙用塑性混凝土灌注时，应在接近拱脚处留 7~10cm 缺口，待 24h 后，使先灌的边墙充分收缩，经过施工间歇处理，再以较干的混凝土紧密填实。如边墙用干硬性混凝土灌注时，墙顶封口可连续完成。

• 回填与压浆。隧道拱圈和边墙背后的空隙必须回填密实，并应与混凝土灌注工作同时进行。**用先拱后墙法施工时，拱脚以上 1m 范围内，应用与拱圈同级的混凝土一起灌注。边墙基底以上 1m 范围内，宜用与边墙同级的混凝土一起灌注。**

压浆工作应在衬砌达到设计强度后或拱架拆除前及时进行，每段长度为 20~30m，在衬砌两侧同时自下而上压注。

• **仰拱的灌注。**因此应对仰拱和底板的施作时间、分块施工顺序和与运输的干扰问题进行合理安排。灌注仰拱时必须把隧道底部的虚碴、杂物及淤泥清除干净。仰拱超挖部分，若在允许范围内，应用与仰拱同级的混凝土回填。超出允许范围的部分，应用浆砌片石或片石混凝土回填密实。**为施工方便，仰拱和底板可以合并浇筑。**

例题：山岭隧道复合式衬砌中防水层的施工时间应在（ ）。(2009)

A. 初期支护变形基本稳定前

B. 二次衬砌施工作业后

C. 初期支护变形和二次衬砌施工期间

D. 初期支护变形基本稳定后，二次衬砌施工前

【答疑编号 502077104203】 【正确答案】 D

1B414034 掌握隧道防排水

一、施工中的防排水措施

隧道两端洞口及辅助坑道洞（井）口应按设计要求及时做好排水系统；覆盖较薄和渗透性强的地层，地表积水应及早处理。**洞内顺坡排水，其坡度应与线路坡度一致，洞内反坡排水时，必须采取机械抽水。洞内有大面积渗漏水时，宜采用钻孔将水集中汇流引入排水沟。**其钻孔的位置、数量、孔径、深度、方向和渗水量等应作详细记录，以便在衬砌时确定拱墙背后排水设施的位置。**洞内涌水或地下水位较高时，可采用井点降水法和深井降水法处理。**顶上方设有高位水池时应有防渗和防溢水设施。当隧道覆盖层厚度较薄且地层中水渗透性较强时，水池位置应远离隧道轴线。

二、结构防排水施工技术要点

复合式衬砌中防水层的施工：**防水层应在初期支护变形基本稳定后，二次衬砌施作前进行。**

1. **衬砌背后设置排水暗沟、盲沟和引水管**时，应根据隧道的渗水部位和开挖情况适当选择排水设施位置，并配合衬砌进行施工。设在衬砌背后和隧底的纵横向排水设施，其纵横向坡应平顺，并配合其他作业同时施工；当隧底岩层松软有裂隙水时，应视具体情况加深侧沟或中心水沟的沟底，或增设横向盲沟，铺设渗水滤层及仰拱等。衬砌背后采用压注水泥砂浆防水时，压浆地段混凝土衬砌达设计强度的 70% 时，方可进行压浆，如遇流沙或含水土质地层，不宜采用水泥砂浆作防水层；注浆地段衬砌背面宜

用干砌片石回填紧密，并每隔 20m 左右用 1m 厚的浆砌片石或混凝土做阻浆隔墙，分段进行压浆。压浆顺序应从下而上，从无水、少水的地段向有水或多水处，从下坡方向往上坡方向，从两端洞口向洞身中间压浆。隧道初砌采用防水混凝土时，必须经现场试验达到规定要求后方可使用。

2. 衬砌的施工缝和沉降缝采用橡胶止水带或塑料止水带防水时，止水带不得被钉子、钢筋和石子刺破。在固定止水带和灌注混凝土过程中应防止止水带偏移。

1B414035 掌握隧道附属工程施工

一、洞口施工

隧道洞口各项工程应通盘考虑、妥善安排、尽快完成，为隧道洞身施工创造条件。隧道引道范围内的桥梁墩台、涵管、下挡墙等工程的施工应与弃渣需要相协调，尽早完成。开挖进洞时，宜用钢支撑紧贴洞口开挖面进行支护，围岩差时可用管棚支护，支撑作业应紧跟开挖作业，稳妥前进。

洞门衬砌拱墙应与洞内相连的拱墙同时施工，连成整体。洞门端墙的砌筑与墙背回填应两侧同时进行，防止对衬砌边墙产生偏压。洞门衬砌完成后，及时处治洞门上方仰坡脚受破坏处。当边（仰）坡地层松软、破碎时，应采取坡面防护措施。

二、明洞工程

1. 当边坡能暂时稳定时，可采用先墙后拱法。

2. 当边坡稳定性差，但拱脚承载力较好，能保证拱圈稳定时，可采用先拱后墙法。

3. 半路堑式明洞施工时，可采用墙拱交替法，且宜先做外侧边墙，继作拱圈，再作内侧边墙。

4. 当路堑式明洞拱脚地层松软，不能采用先拱后墙法施工时，可待起拱线以上挖成后，采用跳槽挖井法先灌注两侧部分边墙，再做拱圈，最后做其余边墙。

5. 具备相应的机具条件时，可采用拱墙整体灌注。

三、浅埋段工程

1. 根据围岩及周围环境条件，可优先采用单侧壁导坑法、双侧壁导坑法或留核心土开挖法；围岩的完整性较好时，可采用多台阶法开挖。浅埋段严禁采用全断面法开挖。

2. 开挖后应尽快施作锚杆、喷射混凝土、敷设钢筋网或钢支撑。当采用复合衬砌时，应加强初期锚喷支护。V 级以下围岩，应尽快施作衬砌，防止围岩出现松动。

3. 锚喷支护或构件支撑，应尽量靠近开挖面，其距离应小于洞跨的 1 倍。

4. 浅埋段的地质条件很差时，宜采用地表锚杆、管棚、超前小导管、注浆加固围岩等辅助方法施工。

例题：关于隧道浅埋段开挖施工技术的说法，正确的有（ ）。2010

A. 根据围岩及周围环境条件，可优先采用单侧壁导坑法或双侧壁导坑法

B. 围岩完整性较好时可采用全断面法开挖（浅埋段不允许）

C. 开挖后应尽快施作锚杆、喷射混凝土、敷设钢筋网

D. V 级以下围岩，宜待围岩稳定后再做衬砌（尽快衬砌）

E. 地质条件很差时，宜采用锚杆、超前小导管注浆加固围岩等辅助方法施工

☞ [答疑编号 502077104204] 【正确答案】ACE

1B414036 熟悉隧道通风防尘及水电作业

一、通风

实施机械通风，必须具有通风机和风道，按照风道的类型和通风安装位置，有如下几种通风方式：

1. 风管式通风

风流经由管道输送，分为压力式、抽出式、混合式三种方式。

风管式通风的优点是设备简单、布置灵活、易于拆装，故为一般隧道施工采用。

2. 巷道式通风

这种方法适用于有平行坑道的长隧道，其特点是：通过最前面的横洞和平行导坑组成一个风流循环系统，在平行导坑洞口附近安装通风机，将污浊空气由导坑抽出，新鲜空气由正洞流入，形成循环风流。另外对平行导坑和正洞前面的独头巷道，再辅以局部的内管式通风，这种通风方式断面大、阻力小，可提供较大的风量，是目前解决长隧道施工通风比较有效的方法。

3. 风墙式通风

这种方法适用于较长隧道。当管道式通风难以解决，又无平行导坑可以利用的话，可利用隧道成洞部分较大的断面，用砖砌或木板隔出一条 2~3m² 的风道，以减小风管长度，增大风量满足通风要求。

例题：隧道施工通风按照风道的类型和通风机安装位置，可将通风方式分为（ ）。（2006）

A. 密闭式 B. 敞开式 C. 风管式 D. 巷道式 E. 风墙式

☞ [答疑编号 502077104301] 【正确答案】CDE

二、防尘

（一）湿式凿岩标准化

湿式凿岩即打“水风钻”，根据风钻内的供水方式不同，又分为旁侧供水和中心供水两种。

4. 操作正规，应先开水后开风，先关风后关水，凿岩时机体与钻杆方向应一致，不得摆，以免卡断水针。

5. 在特别缺水地区，可用“干式捕尘”装置来代替湿式凿岩，但效果欠佳。

（二）机械通风正常化

机械通风可稀释空气中的粉尘含量，是降低洞内粉尘含量的重要手段。因此在一般主要作业（钻眼、装渣等）进行期间应始终保持风机的运转。

(三) 喷雾洒水正规化

喷雾洒水不仅能降低因爆破、出渣等所产生的粉尘，还能溶解少量的有害气体（如二氧化碳、硫化氢等）并能降低温度，使空气清新。

三、供水

隧道施工期间生产用水和生活用水，供水方案的选择及设备的配置应符合以下要求：

1. 水源的水量应满足工程和生活用水的需要。有高山自然水源对应蓄水利用，**水池高度应能保证洞内最高用水点的水压。（所以平面布置时一般将水池设在最高位置）**

2. 水池的容量应有一定的储备量，保证洞内外集中用水的需要。

3. 采用机械站供水时，应有备用的抽水机。

4. 充分利用洞内地下水源，通过高压水箱送到工作面。

四、供电

1. 隧道供电电压应符合以下要求：

(1) 应采用**400 / 230V 三相四线系统两端供电**；

(2) 动力设备应采用**三相 380V**；

(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**；

3. 供电线路布置和安装应符合下列要求：

(1) **成洞地段固定的电线路，应使用绝缘良好胶皮线架设；施工地段的临时电线路宜采用橡套电缆；竖井、斜井宜使用铠装电缆；瓦斯地段的输电线必须使用密封电缆，不得使用皮线。**

(2) **瓦斯地段的电缆应沿侧壁铺设，不得悬空架设。**涌水隧道的电动排水设备、瓦斯隧道的通风设备和斜井、竖井内的电气装置应采用**双回路输电**，并有可靠的切换装置。

5. 隧道作业地段必须有足够的照明；洞外照明按一般建筑工地要求。**瓦斯地段的照明器材应采用防爆型**，开关应设在送风道或洞口。

例题：关于隧道施工供电线路安装要求的说法，不符合规定的是（ ）。2010

A. 成洞地段固定的电力线路应使用绝缘良好胶皮线

B. **瓦斯地段输电线必须使用胶皮线（密封电缆）**

C. 竖井、斜井应采用铠装电线

D. 施工地段临时电线应采用橡套电缆

⑦ [答疑编号 502077104302] 『正确答案』 B

1B414040 特殊地段施工

1B414041 熟悉涌水地段施工特点

一、施工调查

处理涌水可用下列辅助施工办法：**超前钻孔或辅助坑道排水；超前小导管预注浆；超前围岩预注浆堵水；井点降水及深井降水。排堵降**

二、采用辅助坑道排水时应符合的要求

1. 坑道应与正洞平行或接近平行。

2. 坑道底标高应低于正洞底标高。

3. **坑道应超前正洞 10~20m，至少应超前 1~2 个循环进尺**，保证掌子面没有水。

三、采用超前钻孔排水时应符合的要求

1. 应使用轻型探水钻机或凿岩机钻孔。

2. 钻孔孔位（孔底）应在水流上方。钻孔时孔口应有保护装置，以防人身及机械事故。

3. 采取排水措施，保证钻孔排出的水迅速排出洞外。

4. **超前钻孔的孔底应超前开挖面 1~2 个循环进尺。**

四、超前围岩预注浆堵水应符合的规定

1. 注浆段的长度应根据地质条件、涌水量、机具设备能力等因素确定，一般宜在 30~50m 之间。

2. **钻孔及注浆顺序应由外圈向内圈进行**，同一圈钻孔应间隔施工。

3. 浆液宜采用水泥浆液或水泥-水玻璃浆液。

五、井点降水施工应符合的规定

1. 井点的布置应符合设计要求。**当降水宽度小于 6m，深度小于 5m 时，可采用单排井点。井点间距宜为 1~1.5m。**

2. **有地下水的黄土地段，当降水深为 3~6m 时，可采用井点降水；当降水深度大于 6m 时，可采用深井井点降水。**

4. 井点系统安装完毕后，应进行抽水试验，检查有无漏气、漏水情况。

六、深井井点降水施工应符合的要求

1. **在隧道两侧地表面布置井点，间距为 25~35m。井底应在隧底以下 3~5m。**

2. 做好深井抽水时地面的排水工作。

1B414042 熟悉塌方地段的施工特点

隧道开挖时，**导致塌方的原因有多种：一是自然因素，即地质状态、受力状态、地下水变化等；二是人为因素，即不适当的设计，或不适当的施工作业方法等。**

一、发生塌方的主要原因

(一) 不良地质及水文地质条件

1. 隧道穿过断层及其破碎带,或在薄层岩体的小曲褶、错动发育地段,一经开挖,潜在应力释放快,围岩失稳,小则引起围岩掉块、塌落,大则引起塌方。在软弱结构面发育或泥质充填物过多,均易产生较大的坍塌。

2. 隧道穿越地层覆盖过薄地段,如在沿河傍山、偏压地段、沟谷凹地浅埋和丘陵浅埋地段极易发生塌方。

3. 水是造成塌方的重要原因之一。地下水的软化、浸泡、冲蚀、溶解等作用加剧岩体的失稳和塌落。岩层软硬相间或有软弱夹层的岩体,在地下水的作用下,软弱面的强度大为降低,因而发生滑塌。

(二) 隧道设计考虑不周

1. 隧道选定位置时,地质调查不细,未能作详细的分析,或未能查明可能塌方的因素。

2. 缺乏较详细的隧道所处位置的地质及水文地质资料,引起施工指导或施工方案的失误。

(三) 施工方法和措施不当

1. 施工方法与地质条件不相适应;地质条件发生变化,没有及时改变施工方法;工序间距安排不当;施工支护不及时,支撑架立不合要求,或抽换不当“先拆后支”;地层暴露过久,引起围岩松动、风化,导致塌方。

2. 喷射混凝土的质量、厚度不符合要求。

3. 按新奥法施工的隧道,没有按规定进行量测,或信息反馈不及时,决策失误、措施不力。

4. 围岩爆破用药量过多,因震动引起坍塌。

5. 对危石检查不重视、不及时。

二、预防塌方的施工措施

1. 隧道施工预防塌方,选择安全合理的施工方法和措施至关重要。在掘进到地质不良围岩破碎地段,应采取“先排水、短开挖、弱爆破、强支护、早衬砌、勤量测”的施工方法。必须制定出切实可行的施工方案及安全措施。

2. 加强塌方的预测。预测塌方常用的几种方法:

(1) 观察法。

(2) 一般量测法。按时量测观测点的位移、应力,测得数据进行分析研究。

(3) 微地震学测量法和声学测量法。前者采用地震测量原理制成的灵敏的专用仪器;后者通过测量岩石的声波分析确定岩石的受力状态,并预测塌方。

3. 加强初期支护,控制塌方。当开挖出工作面后,应及时有效地完成喷锚支护或喷锚网联合支护,并应考虑采用早强喷射混凝土、早强锚杆和钢支撑支护措施等。这对防止局部坍塌,提高隧道整体稳定性具有重要的作用。

三、隧道塌方的处理措施

1. 隧道发生塌方,应及时迅速处理。

2. 处理塌方应先加固未塌地段,防止继续发展,并可按下列方法进行处理:

(1) 小塌方,纵向延伸不长、塌穴不高,首先加固塌体两端洞身,并抓紧喷射混凝土或采用锚喷联合支护封闭塌穴顶部和侧部,再进行清渣。

(2) 大塌方,塌穴高、塌渣数量大,塌渣体完全堵住洞身时,宜采取先护后挖的方法。在查清塌穴规模大小和穴顶位置后,可采用管棚法和注浆固结法稳固围岩体和渣体,待其基本稳定后,按先上部后下部的顺序清除渣体,采取短进尺、弱爆破、早封闭的原则挖塌体,并尽快完成衬砌。

(3) 塌方冒顶,在陷穴口附近地面打设地表锚杆,洞内可采用管棚支护和钢架支撑。

(4) 洞口塌方,一般易塌至地表,可采取暗洞明作的办法。

3. 处理塌方的同时,应加强防排水工作。塌方往往与地下水活动有关,治塌应先治水。防止地表水渗入塌体或地下,引截地下水防止渗入塌方地段,以免塌方扩大。

具体措施有:

(1) 地表沉陷和裂缝,用不透水土壤夯填紧密,开挖截水沟,防止地表水渗入塌体。

(2) 塌方通顶时,应在陷穴口地表四周挖沟排水,并设雨棚遮盖穴顶。

(3) 塌体内有地下水活动时,应用管槽引至排水沟排出。防止塌方扩大。

4. 衬砌背后与塌穴洞孔周壁间必须紧密支撑。当塌穴较小时,可用浆砌片石或干砌片石将塌穴填满;当塌穴较大时,可先用浆砌片石回填一定厚度,其以上空间应采用钢支撑等顶住稳定围岩;特大塌穴应作特殊处理。

5. 采用新奥法施工的隧道或有条件的隧道,塌方后要加设量测点,增加量测频率,根据量测信息及时研究对策。浅埋隧道,要进行地表下沉测量。

1B414043 熟悉岩溶地段施工特点

岩溶是指可溶性岩层,如石灰岩、白云岩、白云质灰岩、石膏、岩盐等,受水的化学和机械作用产生沟槽、裂缝和空洞以及由于空洞的顶部塌落使地表产生陷穴、洼地等现象和作用。

一、溶洞对隧道施工的影响

当隧道穿过可溶性岩层时,有的溶洞岩质破碎,容易发生坍塌。

二、隧道遇到溶洞的处理措施

1. 隧道通过岩溶区，应查明溶洞分布范围和类型，岩层的完整稳定程度、填充物和地下水情况，据此确定施工方法。

2. 隧道穿过岩溶区，如岩层比较完整、稳定，可采用探孔或物探等方法。当溶洞尚在发育或穿越暗河水囊等岩溶区时，则必须探明地下水量大小、水流方向等，先要解决施工中的排水问题，一般可采用平行导坑的施工方法，以超前钻探方法，向前掘进。当出现大量涌水、流石流泥、崩塌落石等情况时，平导可作为泄水通道，正洞堵塞时也可利用平导在前方开辟掘进工作面，不致正洞停工。

3. 岩溶地段隧道常用处理溶洞的方法，有“引、堵、越、绕”四种。

(1) 引。遇到暗河或溶洞有水流时，直排不宜堵。

(2) 堵。

(3) 越。隧道穿过大溶洞，情况较为复杂时，可根据情况，采用边墙梁、行车梁等，由设计单位负责特殊设计后施工。

(4) 绕。绕行开挖时，应防止洞壁失稳。

三、溶洞地段隧道施工的注意事项

1. 当施工达到溶洞边缘，各工序应紧密衔接，支护和衬砌超前。

2. 施工中注意检查溶洞顶部，及时处理危石。

3. 在溶蚀地段的爆破作业应尽量做到多打眼、打浅眼，并控制爆破药量减少对围岩的扰动。

4. 在溶洞充填体中掘进，如充填物松软，可用超前支护施工。

1B414044 熟悉瓦斯地段的施工特点

当隧道穿过煤层、油页岩或含沥青等岩层，或从其附近通过而围岩破碎、节理发育时，可能会遇到瓦斯。

(一) 瓦斯的燃烧和爆炸性

当坑道中的瓦斯浓度小于5%，遇火源瓦斯只是在火源附近燃烧而不会爆炸；瓦斯浓度在5%~6%到14%~16%时，遇到火源具有爆炸性；瓦斯浓度大于14%~16%时，一般不爆炸，但遇火能平静燃烧。

(二) 瓦斯放出的类型

从岩层中放出瓦斯，可分为三种类型：

1. 瓦斯的渗出：有时带有一种嘶音。渗出的瓦斯量是最大的

2. 瓦斯的喷出：比上述渗出更强烈，从煤层或岩层裂缝或孔洞中放出，喷出的时间有长有短，通常有较大的响声和压力。

3. 瓦斯的突出：在短时间内，从煤层或岩层中，突然猛烈地喷出大量瓦斯。

以上三种瓦斯放出形式，以第一种放出的瓦斯量为大。

(三) 防止瓦斯事故的措施

1. 防瓦斯的技术要点参见1B420074。

2. 严格执行有关制度：

(1) 瓦斯检查制度：指定专人定时和经常进行检查，测量风流和瓦斯含量，严格执行瓦斯允许浓度的规定。瓦斯检查手段可采用瓦斯遥测装置、定点报警仪和手持式光波干涉仪。随时发现异常情况，应及时报告技术主管负责人，采取措施进行处理。

(3) 进洞人员必须经过瓦斯知识和防止瓦斯爆炸的安全教育。抢救人员未经专门培训不准在瓦斯爆炸后进洞抢救。

(4) 瓦斯检查人员必须挑选工作认真负责、有一定业务能力、经过专业培训的考试合格者，进行监测工作。

1B414045 了解流沙地段施工特点

流沙是沙土或粉质黏土在水的作用下丧失其内聚力后形成的，多呈糊浆状，对隧道施工危害极大。由于流沙可引起围岩失稳坍塌，支护结构变形，甚至倒塌破坏。

一、加强调查，制定方案

二、因地制宜，综合治水

隧道通过流沙地段，处理地下水的问题，是解决隧道流沙、流泥施工难题中的首要关键技术。施工时，因地制宜，采用“防、截、排、堵”的治理方法。

1. 防。防止降雨和地表水下渗。

2. 截。正洞之外深井降水，对地下水起拦截作用。

3. 排。有条件的隧道在正洞水源下游一侧开挖一条洞底低于正洞仰拱的泄水洞，用以降排正洞的地下水，或采用水平超前钻孔真空负压抽水的办法，排除正洞的地下水。

4. 堵。采用注浆方法充填裂隙，形成止水帷幕，减少或堵塞渗水通道。

三、先护后挖，加强支护也可采用超前注浆，以改善围岩结构，用水泥浆或水泥水玻璃为主的注浆材料注入或用化学药液注浆加固地层，然后开挖。

四、尽早衬砌，封闭成环

流沙地段，拱部和边墙衬砌混凝土的灌注应尽量缩短时间，尽快与仰拱形成封闭环。这样，即使围岩中出现流沙也不会对洞身衬砌造成破坏。

例题：在流沙段开挖隧道，可采用的治理措施有（ ）。2010

A. 必要时采取井点法降低地下水位 B. 采用注浆法固结围岩 C. 采用从下而上分部开挖，先挖后护
D. 在流沙逸出口附近较干燥围岩处，应尽快打入锚杆或施作喷射混凝土层 E. 可采用工字钢支撑或木支撑进行支护

【答疑编号 502077104303】 【正确答案】 ABDE

1B415000 交通工程

1B415010 交通安全设施

1B415011 掌握交通安全设施的主要构成与功能

一、交通安全设施的构成

交通安全设施主要包括交通标志、交通标线、防撞设施、隔离栅、视线诱导设施、防眩设施、桥梁防抛网、里程标、百米标、公路界碑等。

二、各种交通安全设施的功能与构成

(一) 交通标志

交通标志是用图形符号、颜色和文字向交通参与者传递特定信息，用于管理交通的设施，主要起到提示、诱导、指示等作用。它主要包括警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、道路施工安全标志等主标志以及附设在主标志下的辅助标志。标志的支撑结构主要包括柱式(单柱、双柱)、悬臂式(单悬臂、双悬臂)、门架式和悬挂式几种。

(二) 交通标线

交通标线的主要作用是管制和引导交通。用于施划路面标线的涂料分为溶剂型、热熔型、双组分、水性四种，如果路面标线有反光要求，则在施工时，还应在涂料中掺入或在施工时面撒玻璃珠。突起路标根据其是否具备逆反射性能分为 A、B 两类：具备逆反射性能的为 A 类突起路标；不具备逆反射性能的为 B 类突起路标。

(三) 防撞设施

防撞设施主要包括护栏、防撞筒等。护栏的主要作用是防止失控车辆越过中央分隔带或在路侧比较危险的路段冲出路基，不致发生二次事故。同时，还具有吸收能量，减轻事故车辆及人员的损伤程度，以及诱导视线的作用。护栏的形式按刚度的不同可分为柔性护栏、半刚性护栏和刚性护栏，按结构可分为缆索护栏、波形梁护栏、混凝土护栏、梁柱式刚性护栏、组合式护栏等，其中，波形梁护栏板又分为双波和三波两种。

防撞筒的主要作用是吸收能量，减轻事故车辆及人员的损伤程度，同时也有诱导视线的作用。

(四) 隔离栅

隔离栅的主要作用是将公路用地隔离出来，同时将可能影响交通安全的人和畜等与公路分离，保证公路的正常运营。它主要包括编织网、钢板网、焊接网、刺铁丝、隔离墙以及常青绿篱等形式。

(五) 视线诱导设施

视线诱导设施主要包括分合流标志、线形诱导标、轮廓标等，主要作用是在夜间通过对车灯光的反射，使司机能够了解前方道路的线形及走向，使其提前做好准备。轮廓标主要包括附着式、柱式等形式。用于轮廓标上的逆反射材料主要包括反射器和反光膜，其中，反射器有微棱镜型和玻璃珠型两种形式。

(六) 防眩设施

防眩设施的主要作用是避免对向车灯造成的眩光，保证夜间行车安全。防眩设施主要分为人造防眩设施和绿化防眩设施，人造防眩设施主要包括防眩板、防眩网等结构形式。

(七) 桥梁防抛网

主要包括钢板网、焊接网等结构形式。

(八) 里程标(碑)、百米标(桩)和公路界碑

里程标(碑)、百米标(桩)和公路界碑主要作用是标识出道路里程和公路用地界限。

例题. 交通安全设施除包括交通标志、交通标线、隔离栅、视线诱导施、里程标、公路界碑外，还包括()等。(2006)

A. 桥梁防抛网 B. 遥控摄像机 C. 防眩设施 D. 隔离墙以及常青绿篱 E. 防撞设施

【答疑编号 502077105101】 【正确答案】 ACE

例题. 交通安全设施中的视线诱导设施主要包括线形诱导标、轮廓标和()等。2009

A. 指示标志 B. 限速标志 C. 禁令标志 D. 分合流标志

【答疑编号 502077105102】 【正确答案】 D

1B415012 掌握交通安全设施的施工安装

一、标志的施工安装要求

在开始加工标志板前，应根据公路实施的实际情况(如互通立交、平交路口、服务区、收费站等设施的设置情况)，对设计图纸进行复核。

在浇筑标志基础前，应按照有关规范及设计文件中所提出的标志设置原则，对标志的设置位置逐个进行核对，特别应注意门架式标志、双柱式标志等大型标志的可实施性。如果遇到门架式标志、双柱式标志设置在挖方路段，由于标志基础与主体相关设施(如排水沟、护面墙等)冲突，则应提出对主体相关设施的调整、修缮方案，或提出对标志设置的调整方案(如加长门架横梁或移动标志位置)。在基础中埋置地脚螺栓及底座法兰盘时，应特别注意其镀锌要求。

在加工标志的支撑结构时，应保证钻孔、焊接等加工在钢材镀锌之前完成。在加工立柱时，应根据有关规范及设计的要求，并结合标志实际设置位置的情况，确定立柱的长度。

标志支撑结构的架设应在基础混凝土强度达到要求后进行。门架标志结构整个安装过程应以高空吊车为工具，不允许施工人员在门架的横梁上作业。在横梁安装之前，应先预拱；门架式标志横梁中间处的预拱度一般为 50mm，悬臂标志的预拱度为 40mm。在架设标志时，标志面板与车流方向所成角度

应满足有关规范和设计的要求，不允许出现过渡偏转或后仰的现象。对于门架式标志、悬臂式标志应注意控制标志板下缘至路面的净空(0, +100mm)，对于单柱式标志、双柱式标志的内边缘至土路肩边缘的距离应满足有关规范和设计的要求。

二、标线、突起路标、轮廓标的施工安装要求

在标线工程正式开工前应进行实地试划试验。在正式划标线前，应首先清理路面，保证路面表面清洁干燥，然后根据设计图纸进行放样，并使用划线车进行划线。如果是**热熔标线，则应先喷涂下涂剂、羟树脂类材料，保持在熔融状态的时间不大于6h；**树胶树脂类材料，保持在熔融状态的时间不大于4h。在进行划线时，应通过划线机的行驶速度控制好标线厚度。如果所划标线为反光标线，在标线表面**撒布玻璃珠的工作应在涂料喷涂后立即进行，以0.3kg/m²的用量**加压撒布在所有标线上。喷涂施工应在白天进行，雨天、风天、温度低于10℃时应暂时停止施工。喷涂标线时，应用交通安全措施，设置适当警告标志，阻止车辆及行人在作业区内通行，防止将涂料带出或形成车辙，直至标线充分干燥。

在进行突起路标施工时，首先将设置位置的路面清洁干净，然后将环氧树脂均匀涂覆于突起路标的底部，涂覆厚度约为8mm，最后将突起路标压在路面的正确位置上，在环氧树脂凝固前对突起路标不得扰动。在水泥混凝土路面设置突起路标时，先用硬刷和10%盐酸溶液洗刷混凝土表面，然后用清水冲洗干净，待路面清洁干燥后安装突起路标。**突起路标设置高度，顶部不得高出路面25mm。**在降雨、风速过大或温度过高过低时，不应进行施工。

在安装轮廓标时，所有轮廓标的设置高度应符合图纸要求，同一类型的轮廓标安装高度应一致。在波形梁护栏上设置轮廓标时，**应注意与护栏施工的衔接。在设置柱式轮廓标时，应注意对排水沟或路肩石的保护。**

三、护栏的施工安装要求

(一) 波形梁护栏 在进行**波形梁护栏**施工之前，应以**桥梁、涵洞、通道、立体交叉、分隔带开口及人孔处等为控制点**，进行立柱定位放样。当立柱打入深度过深时，不得将立柱部分拔出加以矫正，须将其全部拔出，待基础压实后再重新打入。当在水泥混凝土、沥青混凝土路面设置护栏立柱时，立柱放入基坑后，立柱坑内应先填至路面底面以下50mm处，立柱坑的剩余深度应使用与路面相同的材料回填并压实。设置完毕的护栏不应使护栏面侵入公路建筑限界以内。为了保证立柱外侧的土压力，立柱外边缘到路肩边缘的最小距离：当土路肩宽度为0.75m时，不应小于0.25m；当土路肩宽度为0.5m时，不应小于0.14m。波形梁护栏的起、终点应根据设计要求进行端头处理。护栏板的搭接方向应与行车方向相同。

(二) 混凝土护栏

当采用混凝土护栏块预制施工时，**预制场地应平整、坚实，并应采取必要的排水措施**，防止场地沉陷。预制混凝土护栏块使用的模板，应采用钢模板。混凝土拌合物，应采用机械搅拌。每块预制件的混凝土必须一次浇筑完成，不得间断。为加快钢模板周转和施工进度，一般采用蒸汽养护。模板拆除时，拆模时间应根据气温和混凝土强度情况而定，**拆模时混凝土护栏块强度不应低于设计强度的70%**，并且不得损坏混凝土护栏的边、角，同时应保持模板完好并经常校验模板的尺寸（每次使用前均应校验）。混凝土护栏构件在脱底模、移动、堆放、吊装时，混凝土的强度不应低于设计所要求的吊装强度，一般不得低于设计强度的70%。混凝土护栏的安装应从一端逐步向前推进。在安装过程中应使每块护栏构件的中线与公路中心线相一致。在曲线路段，应使护栏布设圆滑；在竖曲线路段，应使护栏与公路线形协调。

当混凝土护栏采用就地浇筑的方式施工时，施工期前必须组织有关人员设计文件、图纸、资料进行研究和现场核对，特别是混凝土护栏的中心位置、水平标高、起讫位置。**采用嵌锁式基础时，传力钢筋连接时，应保证基层的厚度、强度和标高。**每节护栏构件的混凝土必须一次浇筑完成，不得间断。就地浇筑的混凝土护栏，可采用湿治养护或塑料薄膜养护。

四、隔离栅、桥梁护网、公路界碑的施工安装要求

隔离栅宜在路基工程完成后尽早实施。隔离栅立柱的埋设应分段进行，先埋设两端的立柱，然后拉线埋设中间立柱。立柱纵向应在一条直线上，不得出现参差不齐的现象。柱顶应平顺，不得出现高低不平的情况。**立柱基础混凝土强度达到设计强度的70%以后，方可安装隔离栅网片。**安装隔离栅网片时，应从立柱端部开始安装。隔离栅跨越河流时，当河两岸宽不超过6m时，应按图纸所示或用刺铁丝连接起来；当河两岸宽大于6m时，隔离栅应做终止封闭连接设置。在高压输电线穿越安装隔离栅的地方时，隔离栅应按电力部门的规定做防雷接地。

在安装桥梁护网前，应对设置在桥梁上的有关预埋件进行检查。金属网应伸展拉紧，整个结构不得扭曲。**在高压输电线穿越安装桥梁护网的地方，桥梁护网应按电力部门的规定做防雷接地，接地电阻值<10Ω。**

公路界碑应在规定的沿征地界线设置，碑体应垂直，露出地面部分的高度应保持一致，埋设界碑的回填土应压实，使碑体稳固。

五、防眩设施的施工安装要求

防眩板在施工前，应确定控制点（如桥梁），在控制点之间测距定位、放样。在进行防眩设施施工时，首先要保证**遮光角和防眩高度**的要求，防眩板的**间距**必须符合图纸的规定。同时，防眩板不得出现扭曲、固定不牢固的现象，整体上还应达到高低一致，线形顺畅的要求。

1B415020 监控系统

1B415021 掌握监控系统的主要构成与功能

一、监控系统的管理体制

省级高速公路的监控系统管理体制一般采用二级或三级管理的方式。

所谓**二级管理方式**就是在一条路段的管理公司内设一个路监控分中心，管理范围一般在60~200km之间；同时在全省设一个省监控中心，省监控中心通过各路监控分中心对全省的高速公路进行集中监控管理。

所谓**三级管理方式**就是在省监控中心、路监控分中心下设有几个监控所，由监控所对所辖范围内的交通监控设施进行集中管理，一般监控所的管理范围为50km左右。当然也有对特大桥、长隧道、特长隧道的交通监控单独设监控所（或室）进行管理的情况，这时监控系统由省监控中心、路监控分中心、监控所三级管理机构组成。

例题. 省级高速公路监控系统三级管理机构的组成是（D）。2010

- A. 一级监控中心、二级监控中心、三级监控中心 B. 道路监控中心、桥梁监控中心、隧道监控中心
C. 省监控中心、地级监控中心、县级监控中心 D. 省监控中心、路监控分中心、监控所

二、监控系统的主要构成

监控系统按其功能可分为十个子系统：**交通信号监控系统、视频监视系统、紧急电话系统、火灾报警系统、隧道通风控制系统、隧道照明控制系统、供配电监控系统、调度指令电话系统、有线广播系统、专用车辆监视系统。**

监控系统虽然由十个子系统组成，有机地构成一个系统。一个路段的监控系统是根据道路的特点、桥梁与隧道等大型构造物的分布、交通量以及气候环境等因素来构架本路段的监控系统，可以是上述全部子系统，也可能只有交通信号监控、视频监视、紧急电话和调度指令电话等子系统。特大桥还会有**桥梁结构安全检测子系统**。

三、监控系统的主要功能

公路监控系统主要是实时收集道路状况、交通流信息、气象信息及相关设备状态等信息，监视道路交通状况，控制与调节交通流，疏导交通，减少交通事故，保证行车安全，其主要功能如下：

（一）信息采集功能

收集道路状况、交通流状况、气象状况、设备运行状况、紧急电话报警以及交通事故报警等信息。

（二）实时数据处理和监视功能

对采集的实时交通数据进行统计分析处理，得出所辖路段的道路和交通运行状况，对管辖范围内的各种数据、设备进行静态与动态显示，对监控系统的所有设备工作状态进行实时监测和显示，实现对管辖范围内公路的全面监视。

（三）视频监视功能

系统通过沿线布设的摄像机等设备对所管辖路段、特大桥、长隧道、特长隧道、互通立交、事故易发地点、省（市）界主线收费站、收费站广场等处的视频图像进行选择与监视，并能进行实时存贮录像、回放、检索等功能，实现视频的多级监控。

（四）事件与故障告警功能

所有告警信息随时进行存贮、记录、打印，告警内容包括故障时间、地点、故障性质、操作内容等。

（五）事件输入记录功能

系统具有人工或联网自动输入各种事件及存贮信息功能，可针对紧急电话、巡逻车、养护部门、路政部门送来的各种道路维护、事故等信息进行人工或联网自动输入，进行存贮、记录和相应处理。

（六）信息发布控制功能（主要是针对正在使用该条公路的）

监控中心或分中心系统能以自动控制或值班员人工控制方式下达控制指令，指示下级分中心或外场设备发布交通信息。**被控外场设备（对象）**包括可变信息标志、可变限速标志、交通信号灯、车道指示标志、广播设备以及其他可能控制交通流的设施等。

交通监控系统进行交通控制的主要方法有：主线（包括隧道）控制、匝道控制、区域控制等。主线（包括隧道）控制包括：路况告示、速度控制、路径诱导控制、车道控制、隧道综合控制等。**匝道控制**主要是限制进入高速公路的车辆。**区域控制或称路网控制**是在高速公路成网或者和城市路网、地方道路连网时，在更大地区范围交通监控系统的控制策略和手段。**区域控制**是多条高速公路主线控制、匝道控制方式的结合应用，**重点是路网的协调统一和路径诱导控制。**

采用主线控制、匝道控制、区域控制等方法提供排障、救援等车辆的**路径调度和信号控制是监控系统必须的控制功能。**

（七）报表统计与打印功能

系统能按预先规定的格式和内容，定时进行日、月、年等各种报表的统计处理，并自动或按值班员的指令随时或定时打印。

（八）查询功能

值班员可随时查询当前和历史数据、图片及视频，包括交通量、交通事件、报表统计等数据，并且按值班员的要求进行显示和打印。

（九）自动数据备份和系统恢复功能

系统具有数据自动备份功能。

（十）系统具有自诊断功能。

能自动测试系统的工作状况，包括设备、通道连接、软件与系统的状况，并且在检测到异常情况时，自动显示和打印诊断报告。

（十一）安全和系统管理功能

系统对不同层次和职责的使用及管理人员，分别设置不同的访问、使用权限，设置不同的使用口令和密码，防止越权存取和修改，保障数据的安全和完整性。对相关用户的注册进行登记和存贮，对接收的指令和值班员的操作、进行存贮、记录、打印。对不同要求的系统互连、信息交换应有安全防护措施。

（十二）时间统一功能

当省级联网监控时，省监控中心负责提供全省监控系统统一的基准时间，使各监控分中心内部时间与省监控中心内部时间取得一致。

（十三）提供内部其他系统相关信息

给上级管理部门及相关信息中心提供交通和道路状况信息，实现信息共享。

（十四）向公众提供交通服务信息功能（是针对公路外的、没有使用公路的）

四、监控各子系统的功能和构成

(一) 交通信号监控系统的功能与构成

1. 功能

交通信号监控系统是高速公路监控系统的主要系统，通过采集实时变化着的道路交通流信息（包括交通信息、气象信息、交通异常事件信息等）、道路及监控设施状态等信息，进行交通运行状态正常与否的判断、交通运行异常状态的预测、交通异常事件严重程度的确认、对已经发生或可能发生的异常事件提出处理方案等，**通过交通信息发布而达到交通控制、诱导的目的**。

2. 构成

一条路的**交通信号监控系统通常由监控分中心和监控节点（若有的话）的计算机系统、外场设备以及传输通道等组成**。计算机系统按管理体制又可以分为监控所计算机系统、路监控分中心计算机系统、省监控中心计算机系统。**计算机系统一般由监控服务器、监控工作站、地图板、大屏幕投影仪、打印机、扫描仪、视频交通事件自动检测器、不间断电源装置、局域网交换机、路由器等构成局域网系统。外场设备包括：车辆检测器，气象检测器、能见度检测器等数据采集装置；可变信息标志、可变限速标志、车道指示标志、信号灯等信息发布装置。**

路监控分中心管辖各自路段，省监控中心对各路监控系统进行监控。一个路监控分中心通常管辖一条路，或者管辖一个或多个（隧道、大桥）监控所，其本身具有交通数据采集、数据分析处理功能、交通控制功能、特殊事件控制功能、运行管理功能等。

(二) 视频监视系统的功能与构成 没有打印机

1. 功能

- (1) 选择与控制功能。在监控分中心、中心可任意选择调看。
- (2) 视频图像监视功能。
- (3) 具有视频图像进行录像、检索、回放功能。
- (4) 具有视频图像配置及管理功能。监控分中心能提供视频监控系统的初始化配置及管理，能进行系统自我诊断，监视系统的运行状态。
- (5) 多级联网视频监控功能。**上级中心可任意选择和控制在沿线遥控摄像机。**

2. 构成

一条路的视频监视系统包括沿线、隧道、桥梁等地设置的遥控及固定摄像机，视频和数据传输设备以及监控分中心的视频监视、存储及控制装置等组成。**监控分中心的视频监控装置一般由监视器、视频切换控制矩阵、大屏幕投影机、视频编解码器、数字录像设备、控制键盘、视频服务器、视频工作站等组成。**

(三) 紧急电话系统的功能与构成

详细内容见通信系统的紧急电话系统的功能与构成。

(四) 火灾报警系统的功能与构成 主要是隧道内

1. 功能

火灾报警系统用于隧道内、变电所等发生火灾时，自动或人工发出紧急信号。

2. 构成

火灾报警系统由人工和自动报警两个系统合成，是保障隧道安全运行系统中的一个重要子系统。自动报警系统由洞内火灾自动检测设备、监控分中心（监控所）的火灾报警控制器以及传输通道等组成。人工手动报警系统与自动报警系统的构成相似，通常是在隧道内每 50m 间距的消防洞处设一个手动报警按钮（每个按钮带地址编码），由传输通道将其连接到监控分中心（监控所）的火灾报警控制器。

(五) 隧道通风控制系统的功能与构成

1. 功能

通风控制系统是根据**一氧化碳与能见度检测器**检测到的环境数据、交通量数据等控制风机的运转进行通风，以保证隧道的运行环境的舒适性及安全。

2. 构成

一般由风机、风机控制装置（箱）、风机供电回路等构成人工或本地的手动控制，再由风机控制装置及通道组成通风自动控制子系统和手动控制结合构成。**风机控制装置、通道及分中心监控工作站等一般和供配电监控系统或交通信号监控系统共用。**

(六) 隧道照明控制系统的功能与构成

1. 功能

使驾驶员适应隧道内外的亮度差，保证行车安全；照明控制系统能根据洞外的照度变化、交通量的变化对洞内照明强度进行调节，节约用电，降低运营费用。

2. 构成

照明控制系统一般由分中心监控工作站、**照明控制器、亮度检测器**和照明配电回路（箱）的接口电路构成。

(七) 供配电监控系统的功能与构成

供配电监控系统可与**公路供配电系统**相结合；也可只对**重要供配电回路**进行遥控、遥信、遥测，并作为监控系统的一个子系统。其**监控范围**包括专用变配电所、**高压电源线路、高压馈出线路、主变压器、备用柴油发电机组、重要的低压配电回路及低压配电装置等。**

1. 功能

- (1) 实现对系统的安全监控。
- (2) 完成供配电信息采集、处理和自动控制功能的自动化。
- (3) 调度员可以掌握系统当前的运行情况，实现人工或遥控操作，完成记录、统计、制表等调度日常工作。

2. 构成

由变配电所自动检测或监控装置、远程通信装置、监控分中心（所）监控计算机系统以及它们之间的传输通道构成。**分中心（所）监控计算机子系统**一般也是一个计算机局域网系统，其硬件构成和监控分中心（所）交通信号监控系统相似，只是应用软件和功能不同。

（八）调度指令电话系统的功能与构成

详细内容参见 1B415041 通信系统的数字程控交换系统的功能与构成。

（九）有线广播系统的功能与构成

详细内容参见 1B415041 中的通信各子系统功能与构成的有线广播系统的功能与构成。

（十）专用车辆监视系统的功能与构成

1. 功能

实时跟踪专用车辆位置，通过专用车辆工作人员与分中心的通信，掌握该路段的交通运行状况。

2. 构成

一般由车载 GPS 和 GSM / GPRS / CDMA（以下简称 GSM）通信及信息装置、分中心 GPS 和 GSM 通信及控制装置以及覆盖本路网的 GPS 及 GSM 移动通信网构成；

1B415030 收费系统

111415031 掌握收费系统的主要构成与功能

二、收费制式

1. 全线均等收费制（简称均一制）。

2. 按路段收费制（简称开放式）。

3. 按车型或货车按计重与实际行驶里程收费制（简称封闭式）。

三、收费方式

1. 人工收费。 2. 半自动收费。 3. 全自动收费。

四、通行券

可重复使用的非接触式 IC 卡、一次性使用的纸质磁性券、一次性使用的二维条形码纸券。**目前主要使用非接触式 IC 卡**。非现金支付卡（包括记账卡和储值卡）应采用**非接触式 CPU 卡或双界面 CPU 卡**。

五、收费系统的管理体制

省级收费系统管理体制一般分为三级：省收费管理中心、路段收费分中心和收费站。省收费管理中心直接管辖全省收费路网，路段收费分中心直接管辖一条路的各收费站，或直接管辖一条路的各收费管理所，由收费管理所管辖这条路的收费站。**一条路的收费系统管理体制一般采用路段收费分中心和收费站二级的管理方式**。

六、收费系统的主要构成

一条高速公路收费系统，按其基本功能可分为计算机系统、收费视频监视系统、内部对讲系统、安全报警系统、电源系统等，并可根据需要增加计重系统、车牌自动识别装置等。**计算机系统根据级别可分为车道计算机系统、收费站计算机系统、路段收费分中心计算机系统**。在省域高速公路联网收费系统中，计算机系统还应包括**省收费管理（结算）中心计算机系统**。

收费站、路段收费分中心、省收费管理中心计算机系统各自构成一个**局域网（不包括车道计算机系统）**。

例题. 一条高速公路的收费系统按其基本功能可分为计算机系统、电源系统、（ ）等。2007 年

A. 视频监视系统 B. 地理信息系统 C. 内部对讲系统 D. 信息发布系统 E. 安全报警系统

【答疑编号 502077105104】 【正确答案】 ACE

七、收费系统的主要功能

1. 系统具有**可扩充性**，易于实现升级，兼容性强，**开放性好**。具有后备功能。

2. **系统参数管理**：管理联网收费系统运行参数，包括车型分类表、非现金支付的黑名单、费额表、时间同步、收费站编码表、联网收费拆分表等。

3. **数据通信管理**：根据收费管理的需要完成上、下级系统的通信，传输联网收费系统数据。包括**查询收费车辆入口相关信息**。

4. **数据处理与存储管理**：保证收费数据的完整性、一致性、安全性、真实性、可靠性处理和数据储存。原始收费数据不允许修改。

5. **报表统计及打印管理**：对收费数据进行处理、统计和生成收费管理报表及打印。

6. **数据查询管理**：对收费实时和历史数据、文件等进行管理。

7. **通行券及票证管理**：IC 卡通行券（包括公务卡与身份卡）的发行、日常入库出库、发放、调拨、库存、挂失、解挂、注销、跟踪、统计等管理；票证管理包括收费票证（收据、定额票）的入库、发放、核销和调拨等。

8. **收费监控管理**：具有采集收费交易数据、收费设施状态等信息，实现对各收费站所辖车道的设备、操作状态、特殊事件报警处理状态等的实时监控。

9. 兼顾**本路段入、出口交通管理**，定时向监控系统提供交通数据。

10. **通行费的拆分与结算管理**（如果采用路段分中心拆分）：对每一笔通行费进行拆分和结算，统计生成各类拆账报表，将拆分结果传至相关部门和系统。

11. 具有**严密的数据安全体系**，保证收费数据的安全。系统能够为本路段不同身份人员设置不同的系统操作权限，以确认其可以进行不同级别的操作、维护，并建立操作日志。

12. **数据备份与恢复管理**：对收费数据和部分重要的系统文件进行备份；在系统出现故障时，能对数据或系统进行恢复。

八、收费各子系统的功能与构成（掌握 8 个子系统的名称）

（一）车道计算机系统的功能与构成

1. 功能

(1) 完成收费原始数据（包括计重收费数据、非现金支付数据）的采集、存储、处理、管理，实时上传收费站计算机系统。

(2) 接收收费站下传的收费运行参数。

(3) 对车道设备的管理与控制，具有设备状态自检功能。

(4) 可保存一定时间段的收费原始数据，可降级使用，但不丢失数据。

(5) 通信中断时，具有后备独立工作能力。

(6) 为车辆提供控制及收费信息。

(7) 将各种违章报警信号、事件等均要有相应的处理措施。

(8) 电子不停车收费功能：配备 ETC 专用设备，完成收费处理。

(9) 车道查询功能

2. 构成

车道计算机系统由车道控制机（含工控机和车道控制器）、收费员终端（显示器、专用键盘）、通行券发券装置（入口）、通行券读写装置（出口）、电动栏杆、**车辆检测器**、**雨棚信号灯**、车道通行信号灯、雾灯、**声光报警器**、手动栏杆、计重收费设备（出口）、**收据打印机（出口）**、费额显示器（出口）等设备、系统软件以及收费应用软件等构成。为了实现收费视频监控功能，还需在车道安装车道摄像机、收费亭摄像机、广场摄像机、数字图像叠加器、视频编码器等设备。

（二）收费站计算机系统的功能与构成

收费站系统包括收费站计算机系统、视频监控系統、内部对讲系统、安全报警系统、低压供电系统等。

1. 功能

(1) 实时采集收费车道原始数据。

(2) 对收费车道的运行状况实施实时检测与监视，具有故障自动检测功能。

(3) 向路段收费分中心 / 收费管理中心传送收费业务数据（收入、交通、管理）。

(4) 接收路段收费分中心下传的系统运行参数（费率表、同步时钟、系统设置参数等），并下传给收费车道。

(5) 录入班次收费额、欠（罚）款、银行缴款数据等，并可对各种数据进行查询。

(6) 打印输出各种报表。

(7) 对站内的通行券、票证（收据、定额票）进行管理。

(8) 采集车辆图像、车牌号等信息，并进行管理。

(9) 对抓拍图像进行采集和管理。

(10) 收费站内的系统维护、数据管理和备份。

(11) 断电时可由后备电源供电，收费分中心或通信系统故障时，收费站可维持系统正常工作。

2. 构成

收费站计算机系统包括服务器、计算机工作站、数据存储备份设备、**打印机**、IC 卡读写器、三层以太网交换机或路由器、不间断电源、系统软件以及收费应用软件等。

收费站与收费车道之间的网络连接方式依据采用的**局域网网络种类及传输距离而定**，一般采用**光纤或（超）五类非屏蔽线的快速以太网或千兆以太网连接**。

（三）路段收费视频监控系统的功能与构成

路段收费视频监控系統一般采用收费站和收费分中心二级监视方式。收费分中心收费视频监控通常与监控分中心视频监控系統合并集中监控。

1. 功能

(1) 实时监视收费车道、收费亭、收费站监控室、金库等的工作情况，保证收费员和金库的安全；实时监视收费广场交通状况，便于收费时的交通管理。

(2) 实时监视收费车道通过车辆的类型、车牌号、通行券的发放、收回、收费员操作及收费过程，并进行有效的监督，防止收费员发生差错、漏收、逃费、贪污等现象。

(3) 选择与控制功能。**在分中心可任意选择**调看所辖范围内**每个摄像机的视频图像**，并对广场遥控摄像机进行水平、垂直方向的旋转、变焦等控制。

(4) 视频图像监视功能。通过监视器和大屏幕投影机显示设备，收费站、分中心监控人员可直观地了解收费站的交通状况、拥堵情况和交通事件，以便正确地做出有效的控制决策。

(5) 具有视频图像进行录像、检索、回放功能。对车道、广场等的视频图像进行录像、存储，为交通事件的事后分析和稽查等提供依据。收到车道报警信号，自动切换图像，便于重点监控。并能利用收费站、收费车道、时间等参数对录像图像进行检索、回放查询。

(6) 与监控系统结合具有视频图像配置及管理功能。提供视频监控系统初始化配置及管理，能进行系统自我诊断，监视系统的运行状态。

(7) 与监控系统结合具有多级联网视频监控功能。当监控分中心和省中心或区域中心实现视频联网监控时，系统应具有多级联网视频监控功能，即上级中心可任意选择和**控制**收费站的摄像机。

2: 构成 参见 IB415021 中的监控各子系统的功能与构成中视频监控系统的功能与构成。

（四）内部对讲系统的功能与构成

1. 功能 (1) 为**收费站与收费亭**间提供直接语音通道，便于收费站的监控员与收费亭内收费员之间的业务对话。 (2) 对讲**主机可群呼、单呼分机**等。 (3) 收费站监控员可对每个收费亭进行监听。

2. 构成 内部对讲系统由收费站内对讲主机、收费亭内对讲分机、通信线缆和电源等构成。

(五) 安全报警系统的功能与构成

1. 功能 收费员在遇到人身、金钱安全威胁等紧急情况下向收费站监控室发出报警信息, 请求救援帮助。
2. 构成 安全报警系统由收费站内报警主机、收费亭内的报警开关和它们之间连接的信号电缆构成。

(六) 电源系统的功能与构成

1. 功能: 为收费各设备提供电力供应, 保证收费系统正常工作。
2. 构成: 电源系统主要由**低压配电箱、稳压电源、不间断电源 UPS** 等构成。

(七) 计重收费系统的功能与构成

计重收费系统只是对货车采用计重收费, 对车、货总重超过总的轴载限的比例来计算超限幅度, 不同的幅度采用不同的费率收取通行费。

1. 功能 (1) 有效防止超重车辆对高速公路的破坏, 保护道路, 延长高速公路的使用寿命。
(2) 净化货物运输市场, 维护守法者的利益。
(3) 减少高速公路的维修保养费用。
(4) 减少道路交通事故, 提高道路服务水平。

2. 构成

计重收费系统一般只需在出口(或入口)车道设置**低速/静态轴重检测系统**。它主要由**称重仪、轮胎识别器、红外线车辆分离器、称重数据采集处理器**等组成。

超限管理系统一般不纳入收费系统。超限管理系统是在超限车辆驶入高速公路、重点路段、特大桥、长隧道之前, 被拦截进行超限(重)检测, 杜绝超限车辆对重点路段、桥隧的破坏, 重点在于防范。**超限管理系统一般是在需要检测处(入口车道前)设置超限(重)检测点或站, 并设低速/静态轴重检测系统, 对车辆进行计重检测**。此外, 还有在主线车道上(或入口检测站前)设置**高速动态轴重检测系统**, 对驶往被保护的**特大桥、终点主线站方向**的车辆进行高速动态称重, 并辅以车辆检测器、摄像机、警示牌等指示超限车进入静态称重区。

例题. 高速公路计重收费系统设置的低速/静态轴重检测系统主要由称重仪及()等组成。(2010年)

- A. 车辆检测器 B. 称重数据采集处理器 C. 轮胎识别器 D. 车道报警器 E. 红外线车辆分离器

【答疑编号 502077105201】 『正确答案』 BCE

(八) 车牌自动识别装置

1. 功能

- (1) 防止不同车辆之间的换卡。
- (2) 防止通行卡流失。
- (3) 防止收费员利用车种或降档车型进行营私舞弊。
- (4) 自动放行, 提高通行能力, 减少通行券的投资。
- (5) 稽查黑名单。
- (6) 车辆管理统计。
- (7) 辅助车型分类。

2. 构成 车牌自动识别装置由**车辆检测器、摄像机、辅助光源、图像采集卡、车牌识别处理器和软件**组成。

1B415032 掌握收费系统主要设施的施工安装

一、设备安装通用要求

二、设备安装要求

(一) 车道计算机系统设备安装要求

1. 收费亭内设备安装要求

(1) 收费亭内设备主要包括车道控制机(含工控机和车道控制器)、收费员终端(显示器、专用键盘)、通行券发券装置(入口)、通行券读写装置(出口)、收据打印机(出口)、对讲分机、报警开关等。

- (2) **设备安装位置应正确, 布局应合理, 线路连接应正确, 并便于维修。**

2. 收费亭外设备安装要求

(1) 收费亭外设备主要包括电动栏杆、车辆检测器、顶棚信号灯、车道通行信号灯、雾灯、声光报警器、手动栏杆、费额显示器(出口)等设备。

- (2) 电动栏杆安装要求:
 - **基础顶面应高出安装水平地面 50mm;**
- (3) 信号灯的安裝要求:
 - 安装位置应符合设计要求, 安装牢固且不侵入建筑限界;
- (4) 费额显示器的安装要求:

分两种形式: 自立式和附着式。

- **自立式费额显示器**安装要求: **安装高度为 1.5~1.7m, 应与车道有一夹角**, 以利于驾驶员观看。
- **附着式费额显示器**安装要求: 这种费额显示器一般安装在**收费亭侧壁, 距路面高度以 1.2m 为宜**。

1B415040 通信系统

1B415041 掌握通信系统的主要构成与功能

一、通信系统的主要构成

高速公路通信系统主要由**光纤数字传输系统、数字程控交换系统、紧急电话系统、通信电源系统、光缆工程及通信管道工程**等组成。**长、特长隧道和特大桥还应增加有线广播系统**。

省高速公路通信中心的通信系统主要由**光纤数字传输系统、数字程控交换系统、数字同步时钟系统、会议电视系统和通信电源系统**等组成。

二、通信系统的主要功能

1. 为高速公路日常运营管理**提供可靠的通信手段**。
2. 为收费、监控、会议电视和管理信息(办公自动化)等系统的**数据、图像和语音提供传输通道**。
3. 通过紧急电话、广播等为道路使用者**提供紧急呼救救援和帮助**等服务。

三、通信各子系统的功能与构成

(一) 光纤数字传输系统的功能与构成

1. 功能 为高速公路沿线数据、图像的传输提供专用通道，为省内、省际干线联网提供传输通道。

2. 构成

(1) 光纤数字传输系统分为干线传输系统和综合业务接入网系统两部分。

(2) 干线传输系统由设在通信分中心的SDH光同步传输设备(ADM, 终端为TM)、再生中继器REG、光缆和网管设备等组成。

(3) 综合业务接入网系统由设在通信分中心的光纤线路终端(OLT)、沿线各站的光纤网络单元(ONU)、光缆和网管设备等组成。

(二) 数字程控交换系统的功能与构成

1. 功能 为高速公路运营管理机构办理业务提供语音服务，包括业务电话和调度指令电话等。

2. 构成 数字程控交换系统由数字程控交换机、话务台、维护终端、计费终端、调度指令电话总机以及双音多频话机等组成。维护终端除负责维护管理外，还兼有故障申告“112”受理及测量台功能。

调度指令电话为高速公路管理调度系统服务，利用程控交换机的会议电话和热线电话功能实现。用多功能数字话机(或专用调度台)作为调度指令电话总机，用普通双音多频(DTMF)电话机作为分机。

(三) 紧急电话系统的功能与构成

1. 功能

用于司机和道路使用者在发生交通事件等紧急情况时进行呼救求援的主要手段；**紧急电话系统独立运行。**

2. 构成

紧急电话系统由设在监控分中心的紧急电话控制台、沿线路侧的紧急电话分机及传输电缆(或光缆或无线公网)等组成。

紧急电话控制台包括计算机工作站、彩显、声卡、麦克风、打印机及通信接口等。

(四) 有线广播系统的功能与构成

1. 功能

有线广播系统一般应用在**长隧道和特大桥**监控系统中，作为特定事件下交通信息发布的手段之一。该系统主要用于**交通堵塞、交通事件**等紧急情况下向桥上或隧道内和洞口处人员广播信息，组织疏导车辆、人员，迅速排除故障，恢复正常交通。

2. 构成

有线广播系统有两种设置方式：单独设置和与紧急电话系统合并设置。与紧急电话系统合并设置方式可与紧急电话系统综合利用主机、控制台和传输电缆。

有线广播系统由设在监控分中心(或隧道监控所)的广播控制台、功放模块、强指向扬声器和传输电缆等组成。

1B415042 熟悉通信系统主要设施的施工安装

一、光、电缆线路施工要求

(一) 管道光、电缆的敷设

1. 敷设管道光、电缆之前必须清刷管孔。

2. 子管敷设：

(1) 在孔径 $\geq 90\text{mm}$ 的塑料管道内，应一次敷足三根或三根以上的子管。

(2) 子管在管道内不得有接头。

(3) 子管管孔应按设计要求封堵。

3. 光、电缆敷设：

(1) 敷设光缆时的牵引力应符合设计要求。敷设电缆时的牵引力应小于电缆允许拉力的80%。

(2) 敷设管道光、电缆时应以石蜡油、滑石粉等作为润滑剂，**严禁使用有机油脂。**

(3) **光缆的曲率半径必须大于光缆直径的20倍，电缆的曲率半径必须大于电缆直径的15倍。**

(4) 以人工方法牵引光缆时，应在井下逐段接力牵引，**一次牵引长度一般不大于1000m。**

(5) 光缆绕“8”字敷设时其内径应不小于2m。

(6) 敷设后的光、电缆应紧靠人孔壁，并以扎带绑扎于搁架上，留适当余量避免光、电缆绷得太紧，光缆在人孔内的部分采用蛇形软管或软塑料管保护。

(二) 光、电缆接续和电缆成端

1. 光缆接续

(1) 光缆接续前核对光缆程式、接头位置并根据预留长度的要求留足光缆。

(2) **光纤接续宜采用熔接法**，接续完成并测试合格后立即做增强保护措施。**增强保护方法采用热可缩管法、套管法和V形槽法。**

2. 光缆接头

(2) 管道光缆接头安装在人孔正上方的光缆接头盒托架上，接头余缆紧贴人孔壁或人孔搁架，盘成“0”形圈，并用扎线固定。“0”形圈的曲率半径不小于光缆直径的20倍。

3. 电缆芯线接续

(2) 电缆芯线接续不应产生**混、断、地、串及接触不良**，接续后应保证电缆的标称对数全部合格。

(3) 配线电缆排列整齐，松紧适度，线束不交叉，接头呈椭圆形；无接续差错，芯线绝缘电阻合格。

4. 电缆成端

(1) 进局电缆在托架上应排放整齐，不重叠，不交叉，不上下穿越或蛇行。

(2) 电缆引上转角的曲率半径应符合规定。

(3) **成端电缆接头的芯线接续，应按“一”字形接续。**

二、通信设备的安装要求

(一) 机架安装

2. **机架**安装端正牢固，**垂直偏差不大于 3mm**，相邻机架紧密靠拢，整列机面在同一平面上无凹凸现象，有利于通风散热。

5. GPS 馈线进楼之前，在尽量接近**进楼点安装防雷器**，防雷器应接地可靠；防雷器和馈线接头应做防水处理。

(二) 布放电缆

1. 布放电缆的规格程式、路由和位置应符合施工图的规定，电缆排列整齐，外皮无损伤。

2. 设备电缆与电源线分开布设，同轴射频线缆单独布设。

3. 电缆槽内电缆捆绑要牢固，松紧适度、紧密、顺直、端正；电缆转弯应均匀圆滑，**电缆弯曲半径应大于 60mm**。

(三) 敷设电源线

1. 交、直流电源的馈电电缆必须分开布设，**电源电缆、信号电缆、用户电缆应分离布放，避免在同一线束内**。机房直流电源线的安装路由、路数及布放位置应符合施工图的规定。

2. 电源线的规格、熔丝的容量均应符合设计要求；**电源线必须用整段线料，外皮完整，中间严禁有接头**。

3. 采用胶皮绝缘线作直流馈电线时，每对馈电线应保持平行，正负线两端应有统一的红蓝标志。

4. 电源线与设备端子连接时，不应使端子受到机械压力。

5. **截面在 10mm²以下的单芯或多芯电源线可与设备直接连接**，即在电线端头制作接头圈，线头弯曲方向应与紧固螺栓，螺母的方向一致，并在导线和螺母间加装垫片，拧紧螺母。

6. **截面在 10mm²以上的多股电源线应加装接线端子**，其尺寸与导线线径相吻合，用压（焊）接工具压（焊）接牢固，接线端子与设备的接触部分应平整、紧固。

(四) 接地装置

1. **新建局站应采用联合接地装置，接地电阻值 $\leq 1\Omega$** 。接地引入线与接地体焊接牢固，焊缝处做防腐处理。扁钢作接地引入线时应涂沥青，并用麻布条缠绕，然后再在麻布条外涂沥青保护。

3. **通信设备除做工作接地外，其机壳应做保护接地**。

4. 交、直流配电设备的机壳应从接地汇集线上引入保护接地线。

6. 需要接地的设备与接地汇集线之间的连接，一般采用 35~95mm²的多股绝缘铜线，不准使用裸导线布放。

1B415050 供配电及照明系统

1B415051 熟悉供配电及照明系统的主要构成与功能

一、供电系统的主要构成

通常公路供电系统主要由 10kV 电源线路、变配电站、供配电线路、低压配电箱和接地系统等构成。

(一) 电源

1. 公路电力供电应根据负荷性质、用电容量和工程特点，一般选用地方电网 10kV 可靠电源，引入公路变配电站，通过高压柜、开关、母线等组成的高压供电系统，经过变压器变压，引出 380 / 220V 低压。

2. 为保证**监控、收费、通信、消防、应急照明等一级负荷**用电，**公路变配电站宜采用独立的两路 10kV 电源同时供电**，或一路电源主用一路电源备用、单母线分段运行的供电方式。**当只有一路 10kV 地方电源时，宜再配备具有自启动、自保护、自停机、编程方便、运行可靠的柴油发电机组作为低压备用电源**，以便在一路 10kV 地方电源中断时，保证一级负荷和重要负荷的供电。

(二) 变配电站

2. 在变配电站应设有电流表、电压表、有功、无功电度表、功率因数表、功率表等测量仪表，电源线、馈出线、母线分段断路器、电力变压器等典型回路应根据需要配置电流速断、过电流、单相接地、过（低）电压、温度等继电保护装置和同期检查、备用电源自动投入、自动重合闸等安全自动装置。

(三) 供配电线路

1. **供配电线路按电压等级可分为 10kV 高压线路、380 / 220V 低压配电线路；按传输介质可分为架空线路和电缆线路**。

2. 公路低压配电一般采用电缆线路，10kV 高压可采用架空线路或电缆线路，一般电缆线路沿公路施工敷设较方便，但价格较高、投资大。

(四) 低压配电箱

2. 按安装环境可分为室内型和室外型。

(五) 接地系统

2. **低压配电系统接地的形式一般分为：TN—S 系统、TN—C 系统、TN—C—S 系统、TT 系统和 IT 系统**。

3. 在**中性点直接接地**的低压配电系统中，**宜采用 TN 系统**；如**用电设备较少且分散的**，采用 TN 系统确有困难，**且土壤电阻率较低时可采用 TT 系统**。

4. 不同用途和不同电压的电力设备，除另有规定外，应使用一个总的接地体。

二、供电系统的功能

1. 根据负荷等级为高速公路交通工程沿线设施及道路运营管理提供稳定、可靠的电源，

2. 能保证人身安全、供电可靠、技术先进。

3. 具有继电保护和自动装置，满足**供电的可靠性、选择性、灵敏性与速动性**的要求。

三、照明系统的构成

公路照明系统一般由低压电源线、配电箱（包括低压开关）、低压配电线、灯杆、光源和灯具组成。

照明方式可以分为一般照明、局部照明和混合照明；照明种类可以分为正常照明和应急照明。

四、照明系统的功能

公路照明一般包括道路照明、互通立交照明、收费广场照明、特大桥照明、隧道照明、平面交叉口照明、服务区及停车区的停车场照明、进出口照明、公路房建区照明以及需要设置照明路段的照明。

1. 保证行车安全，减少交通事故。

2. 为正常运行, 维护、管理必要的工作照明和应急照明。
3. 具有随白天、黑夜或日光照射度的变化对照明进行调节控制的功能, 以节约能源和降低运营费用。
4. 能针对不同路段、场所、不同设施的照明要求分回路地进行分合控制。
5. 具有短路、过载等保护, 保证照明系统正常运行, 做到满足公路运输的要求。

IB415052 了解供配电及照明系统主要设施的施工安装

一、安装前的准备

1. 挑选信誉高、质量有保证的产品。
2. 设备、材料在安装、使用前, 应进行检验或试验, 合格后方可使用。

二、高低压开关柜、配电箱(盘)安装要求

1. 柜、盘、箱的金属柜架及基础型钢必须**接地(PE)或接零(PEN)可靠**。
2. 基础型钢安装不直度和水平度应小于 $1\text{mm}/\text{m}$, 全长应小于 5mm , 位置误差及不平行度小于 5mm 。
4. **线间和线对地绝缘电阻值, 馈电线路必须大于 $0.5\text{M}\Omega$ 。**
7. 箱、盘安装应牢固, **底边距地面为 1.5m , 照明配电板底边距地面不小于 1.8m 。**

三、变压器、箱式变电所安装要求

1. **变压器的低压侧中性点、箱式变电所的N母线和PE母线直接与接地装置的接地干线连接; 变压器箱体、干式变压器的支架或外壳应接地(PE)。**
2. 油浸变压器运到现场后, 3个月内不能安装时, 应检查油箱密封情况, 做油的绝缘测试, 并注以合格油。
3. 除厂家有规定外, 1000kVA 以上变压器应做器身检查。

四、柴油发电机组安装要求

2. 发电机中性线(工作零线)应与接地干线直接连接。
3. **发电机组至低压配电柜馈电线路的相间、相对地间的绝缘电阻值应大于 $0.5\text{M}\Omega$;**

五、不间断电源UPS安装要求

3. 不间断电源输出端的中线(N极), 必须与由接地装置直接引来的地线干线相连接, 做重复接地。
5. **主回路与控制回路应分别穿保护管敷设;**在电缆支架上平行敷设应保持 150mm 距离。

六、母线安装要求

2. **矩形母线应进行冷弯、不得热弯,**用螺栓固定搭接时, 搭接要求、紧固力矩应符合《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GBJ 149—1990中规定的要求。

5. 母线的相序排列及涂色, 当设计无要求时应符合下列规定: **上、下布置的交流母线, 由上至下排列为A、B、C相, 直流母线正极在上, 负极在下; 水平布置的交流母线, 由盘后向盘前排列为A、B、C相, 直流母线正极在后, 负极在前; 面对引下线的交流母线, 由左至右排列为A、B、C相, 直流母线正极在左, 负极在右; 母线的涂色: 交流是A相为黄色, B相为绿色, C相为红色; 直流的正极为赭色, 负极为蓝色。**

七、电缆线路敷设要求

1. **直埋电缆的埋深不应小于 0.7m , 最小弯曲半径不得小于**《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168—2006中的规定, **聚氯乙烯绝缘电力电缆为外径的10倍。**
2. 直埋电缆的上、下部应铺以不小于 100mm 厚的软土或沙层。 **电缆上部要盖砖。**
4. 三相或单相的交流单芯电缆, 不得单独穿于钢管内。
6. 电缆在沟内敷设时, 应遵循**低压在下、高压在上**的原则。

八、灯具安装要求

2. **当灯具重量大于 3kg 时, 应固定在螺栓或预埋吊钩上。**
4. 立柱式路灯、建筑物景观照明每套**灯具的导电部分对地绝缘电阻值大于 $2\text{M}\Omega$ 。**
5. 在人行道等人员很密集场所安装的**落地灯具, 无围栏防护, 安装高度距地面 2.5m 以上。**
6. 当灯具距地面高度**小于 2.4m 时,**金属构架和灯具的可接近裸露导体及金属软管的**接地(PE)或接零(PEN)可靠, 且有标识。**

7. **应急照明灯具安装, 其电源除正常电源外, 应另有一路电源供电。**在正常电源断电后, 电源转换时间为: 疏散照明及备用照明 $\leq 15\text{s}$, 安全照明 $\leq 0.5\text{s}$ 。

九、动力设备安装要求

3. 在**设备的接线盒内, 裸露不同相导线间和对地最小距离应大于 8mm 。**
4. **电动机等绝缘电阻值应大于 $0.5\text{M}\Omega$ 。**

5. 电动机应试通电, 可空载试运行的电动机应运转 2h , 记录空载电流, 检查机身和轴承的温升。

十、配电工程安装要求

(一) 钢管敷设

1. **潮湿场所和直埋于地下时应采用厚壁钢管, 干燥场所应采用薄壁钢管。**
4. 明配钢管或暗配镀锌钢管与盒(箱)连接应采用锁紧螺母或护套帽固定, 与设备连接时, 应敷设在设备的接线盒内, 管口与地面的距离宜大于 200mm 。
5. 镀锌钢管的跨接接地线宜采用专用接地线卡跨接。

(二) 塑料管敷设

3. 塑料管直埋于现浇混凝土内时, 应采取防止发生机械损伤的措施, 敷设时其温度不宜低于 -15°C 。
4. 暗配时与建筑物、构筑物表面距离不应小于 15mm 。

(三) 配线

1. **导线的芯线应采用焊接、压板压接或套管连接,**在配线的分支线连接处, 干线不应受到支线的横向拉力。
2. **不同回路、不同电压等级和交流与直流的导线不得穿在同一根管内,**同一交流回路的导线应穿于同一钢管内。
3. **同类照明的几个回路可穿入同一根管内, 但管内导线总数不应多于8根。**

1B420000 公路工程项目管理实务

1B420010 公路工程施工组织设计的编制

1B420011 掌握公路工程施工组织设计的编制特点

一、公路工程施工组织设计的特点

(一) 工程线性分布、施工流动性大，施工组织工作量大

工程数量分布不均匀。大、中型桥梁、隧道、高填深挖路段的路基土石方工程等，往往是控制工期的集中工程。小桥及涵洞、路面工程、交通工程及沿线设施、环境绿化等，可视为线性分布工程。

(二) 工程类型繁多

公路线形及构造物形式受地形、地质、水文等自然条件的影响，又因公路等级和使用要求而异。因此，公路工程类型多种多样，标准化难度大，必须个别设计，施工组织亦需个别进行。就是同一地区相同技术等级的公路，也不可能采用同样的施工组织，这是因为施工时的技术条件（物资供应、机具设备、技术水平等）、自然条件（季节、气候等）和工期要求等不尽相同的缘故。

(三) 工程形体庞大，施工周期长

首先是同一地点要依次进行多个分部工程作业，使施工周期长，特别是集中的土石方工程、大桥工程等，在较长时间内占用和消耗大量的人力资源与物资，直到整个施工周期结束，才能得到直接使用的产品；其次是**施工各阶段、各环节必须有机地组成整体，在时间上不间断、空间上不闲置**，才能有正常的施工秩序，否则将导致延迟工期，造成人力、物力和财力的大量浪费。

(四) 施工组织考虑因素多

施工组织需要考虑的因素有：公路工程施工需要时间（工期）、占用空间（场地）、消耗资源（人工、材料、机具等）、需要资金（造价）、选择施工方法、确定施工方案等。公路施工又有它自身的客观规律（工序的先后顺序）。另一方面，公路施工的各个环节，以及与外部条件之间又存在有机的联系，比如，同一座钢筋混凝土梁式桥，用现浇法施工时，必须先施工下部结构，后施工上部结构；而用预制法施工时，下部结构的现场施工与上部结构的预制可同时进行，两者的工期有很大的差别。

二、路基工程施工组织设计的编制特点

路基工程施工组织设计重点考虑以下内容：**确定施工方法和土方调配；编制施工进度计划；确定工地施工组织；规定各工程队施工所需的机械数量。**

1. 土方调配。根据路基横断面计算出土石方的“断面方数”，经复核后，即可进行土石方调配。调配时需考虑技术经济条件，尽量在经济合理的范围内移挖作填，使路堑和路堤中土石方数量达到平衡，减少废方与借方。在平原地区的路基施工中，路基填方为主导工序，土方调配应重点处理好摊铺、碾压以及与桥涵施工的关系，做到分段施工，使工作面得到充分利用。

2. 施工方法的选择。按照土的种类、土方数量、运距、施工机械等具体条件，并根据工程期限和各种施工方法的技术经济指标来决定施工方法，正确地选用土方机械，并据以进行土方调配。土方调配与施工方法的选择密切相关，互为影响，必须同时考虑，最后的**调配结果应与所选用机械的经济运距相适应。**

3. 施工进度计划的编制。施工方法和土方调配决定以后，即可计算得出路基工程的施工方数，然后根据所采用的施工定额，求出劳动力的工日数和施工机械的台班数量。其次，根据路基工程的施工期限安排工地的施工日期和施工程序，求出需要的工人人数和机械台数，最后确定工人和机械的劳动组织，并决定其转移的次序，保证在规定期限内完成路基施工任务。

例：某土方工程共计 1000m^3 ，采用机械开挖，已知机械的产量定额为 $200\text{m}^3/\text{台班}$ ，则所需的劳动量为多少？

⑦ [答疑编号 502077201101] 『正确答案』所需的劳动量为 $D=1000\text{m}^3 \div 200\text{m}^3/\text{台班}=5$ 台班

例题. 某路基土方开挖施工共需 1800 个工日，计划施工时间为 20 天，每天安排 2 个班组轮流工作各 8 小时，则每个施工班组应配置的人数为（ ）人。（2010 年真题）

A. 6 B. 23 C. 45 D. 90

⑦ [答疑编号 502077201102] 『正确答案』C $1800 \div 20 \div 2=45$

某桥梁下部结构采用 C25 混凝土，计划工期 60 天，总劳动量为 12000 工日。在每天按一个班制计算的前提下，下列劳动力组织方式，能满足工期要求的是（ ）。（2009 年真题）

A. 组织 3 个施工队，每个施工队 55 人 B. 组织 4 个施工队，每个施工队 55 人
C. 组织 4 个施工队，每个施工队 40 人 D. 组织 5 个施工队，每个施工队 30 人

⑦ [答疑编号 502077201103: 针对该题提问] 『正确答案』B 每天需要 $12000 \div 60=200$

4. 工地施工组织。现场施工，应根据施工进度计划所安排的施工方法、施工期限、施工程序来进行。每一个施工工地都应按照所规定的施工程序，将路基土石方专业施工队所承担的施工地段具体按各种土方施工机械（如推土机、铲运机、挖土机等）所施工的地段划分为施工分段，该施工分段将开挖路堑与填筑路堤的地点规划在一段，成为完整的挖、运、填、压的工作循环。

对于高填深挖大量集中的重点土石方工程，须详细进行所选定的不同施工方法的开挖设计与填筑设计，并绘制每一施工循环的平面布置略图。

三、路面工程施工组织设计的编制特点

(一) 路面各结构层的质量检验和材料准备以及试验路段

路面材料选择采购、场外运输、试验路段的铺筑以便获取数据，这也是施工组织应注意的问题。

(二) 按均衡流水法组织施工

路面工程各结构层之间的施工是线性流水作业方式。在编制施工组织设计的进度计划时应考虑到路面工程施工的工序之间的逻辑关系。注意：各结构层的施工可以采用搭接流水方式以加快施工进度。

因此，要分析各结构层之间的施工进度（速度），根据施工速度选择搭接类型[前道工序速度快于后道工序时选用开始到开始（STS）类型，否则用完成到完成（FTF）类型]，并根据各结构层施工速度和所需要的工作面大小计算出搭接时距，同时还要考虑到各结构层可能需要技术间歇时间的影响，以及路面各结构层的质量检验所需的时间等。

(三) 路上与基地统筹兼顾

(四) 路面施工的特殊技术要求

特别是对于沥青结构层和水泥混凝土结构层的技术要求以及设备的配置与施工时间的关系。

(五) 布置好堆料点、运料线、行车路线

(六) 主要施工机械的数量和规格

拌合设备的生产能力与材料的初凝时间或者温度要求相适应，从而决定机械的数量和规格等。例如，所需的机械设备有：摊铺集料设备、拌合设备（路拌）、整形设备、碾压设备、养护设备。

(七) 劳动力、其他设备、材料供应计划

四、桥涵工程施工组织设计的编制特点

1. 桥涵施工组织设计分类不同，内容有浅有深。

2. 桥梁工程包括：基础及下部构造、上部构造、防护工程、引道工程等分部工程，每项分部工程又分为若干分项工程，如基础及下部构造分为明挖基础、桩基、管柱、承台、沉井、桩的制作、钢筋加工安装、墩台安装等分项工程。

3. 桥涵工程施工方法与施工顺序在结构设计时已大体决定。例如，桥梁主体工程包括下部工程、上部建筑以及附属工程（河床加固、锥体护坡等）。例如桥墩（台）的施工顺序为：挖基、立模板、基础片石混凝土、基础回填土、墩（台）身混凝土、绑扎钢筋、墩（台）帽钢筋混凝土、锥坡填土、浆砌片石护坡。又如，涵管的施工顺序为：挖基、砌基础、安装管节、砌洞口、防水层、进出口铺砌、回填土。

4. 桥梁下部的桥墩施工时，如果设备或者模板数量有限，可采用流水施工方式组织施工。当采用流水施工时，应注意流水施工的相关时间参数：流水节拍、流水步距、技术间歇等。

五、隧道工程施工组织设计的编制特点

(一) 洞口场地平面布置

以洞口为中心的施工现场总布置应注意结合工程规模、工期、地形特点、弃渣场和水源等情况，本着因地制宜、充分利用地形、合理布置、统筹安排的原则进行，并应符合下列要求：

1. 以洞口为中心布置施工场地。施工场地应事先规划，分期安排，并减少与现有道路的交叉和干扰。
2. 铺道运输的弃渣线、编组线和联络线，应形成有效的循环系统。
3. 长隧道洞外应有大型机械设备安装、维修和存放的场地。
4. 机械设备、附属车间、加工场应相对集中。仓库应靠近公路，并设有专用线。
5. 合理布置大堆材料（砂石料）、施工备用品及回收材料堆放场地位置。
6. 生活服务设施应集中布置在宿舍、保健和办公用房附近。
7. 运输便道、场区道路和临时排水设施等，应统一规划，做到合理布局，形成网络。
8. 危险品库房按有关安全规定办理。

(二) 不同岩层段的开挖和出渣方案及方法

编制山岭公路隧道施工组织设计的进度计划时，确定掘进循环进尺时应注意下列问题：

1. 掘进需考虑的有关因素：围岩类别、机具设备、隧道月掘进进尺要求。
2. 在有大型机具设备的条件下进尺的选择：软弱围岩开挖时，爆破开挖一次进尺不能过大，应控制在一定的范围内。中硬度及以上的完整围岩时，一般可采用深孔爆破，适当增加进尺以提高进度。坚硬完整的围岩时，应根据周边炮眼的外插角及允许超挖量确定其进尺。
3. 钻爆作业设计。
4. 风、水、电等临时设施的设计：在编制隧道施工组织设计时，可选用的机械通风方式有风管式、风墙式、巷道式。
5. 弃渣场设计。
6. 劳动力组织与计划。
7. 施工机具设备配置与劳动组织。
8. 施工监测分析系统的设计与组织。

六、交通工程机电系统施工组织设计的编制特点

充分考虑如下内容：土建、管道、房建施工进度状况；施工顺序及工艺；机电设备的测试；各系统的调试及联动调试；缺陷责任期内的服务。

七、安全、环保施工组织设计的编制特点

除了与其他分项工程的施工组织设计内容基本相同外，还要根据安全、环保工程施工的自身特点，重点考虑如下内容：

1. 包装、运输、保管方案和方法；
2. 安装的方案和方法；
3. 精度和质量控制措施；
4. 对前期工程的防护措施。

1B420012 熟悉公路工程施工组织设计的评价与优化

一、公路工程施工组织设计的评价

(一) 分析劳动力需要量图

劳动力需要量图可以表明劳动力需要量与施工期限之间的关系，它是衡量施工组织设计是否合理的重要标志。

在编制施工进度时，应以**劳动力需要量均衡为原则**，对施工进度作恰当安排和必要的调整。

(二) 工程进度曲线（“S”曲线）

一般情况下，**项目施工初期**应进行临时工程建设或作各项施工准备工作，劳动力和施工机械的**投入逐渐增多**，每天完成的工作量也逐渐增加，所以**施工速度逐渐加快**，同时也表明施工投入逐渐加快，即工程进度曲线的**斜率逐渐增大**，此阶段的**曲线呈凹形**；在**项目施工稳定期间**，施工机械和劳动力投入最大且保持不变时，若不出现意外作业时间损失，且施工效率正常，则每天完成的工作量大致相等，**投入施工的费用也大致相等**，这时施工速度近似为常数，工程进度曲线的斜率几乎不变，故该阶段的**曲线接近为直线**；**项目施工后期**，主体工程项目已完成，剩下修理加工及清理现场等收尾工作，**劳动力和施工机械逐渐退场**，每天完成的工程量逐渐减少，施工投入也减少，此时施工速度也逐步放慢即**工程进度曲线的斜率逐步减小**，此阶段的**曲线则为凸形**。

施工组织设计完成后，通过对“S”曲线的形状分析，可以定性分析施工组织设计中工作内容安排的合理性，并可利用“香蕉”曲线对进度进行合理安排。同时，“S”曲线还可以在工程项目实施的过程中，结合“香蕉”曲线（工程进度管理曲线）进行施工中的进度、费用控制。

(三) 分析几项技术经济指标

1. **施工周期**：指某工程项目从开工到全部投产所用的时间。

2. **全员劳动生产率**：

全员劳动生产率=完成的建安工作量（元）/全体职工平均人数；**每月**的全员劳动生产率应力求均衡。

3. **劳动力不均衡系数**，即施工期高峰人数与施工期平均人数之比，接近于1为好。

4. **综合机械化程度**：

(1) 工程机械化程度=(某工种工程利用机械完成的实物量 / 某工种工程完成的全部实物量)×100%

(2) 综合机械化程度=[\sum (各工种工程利用机械完成的实物量×各该工种工程人工定额工日) / \sum (各工种工程完成的全部实物量×各该工种工程人工定额工日)]×100%

5. **“四新”项次及成果评价**：比较采用新技术、新工艺、新材料、新设备的项次及成果。

二、公路工程施工组织设计的优化

(一) 优化目的

对施工组织设计进行方案、组合、顺序、周期、生产要素等要素调整，以期使设计趋于最优化。同时，通过优化，努力节约资源，注重环境保护，提高机械设备的利用率，并协调好工期、质量、成本的关系。

(二) 施工方案的优化

施工方案优化主要通过对其经济、技术比较，选择最优的施工方案，达到加快施工进度并能保证施工质量和施工安全，降低消耗的目的。

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。**

1. 施工方法的优化要能取得好的经济效益，同时还要有技术上的先进性。

2. **施工顺序的优化**又分为**同类工程的施工顺序优化**和**单位工程施工顺序优化**。

(1) **同类工程确定最优施工顺序**，实际上是**提高计划安排的经济效益的一种方法**。因为全部工程整体的施工工期缩短了，且无需额外的附加资源也就相应的较为经济。

(2) **单位工程施工顺序优化**。各不同分项工程间的时间顺序（施工的先后）和空间顺序（施工的方向），以及它们相互间在时间上的搭接、空间上的交叉和时间空间的结合，这些问题就构成单位工程施工方案的组织方面，即**单位工程的施工顺序安排和流水施工的组织**。

3. **施工作业组织形式的优化是指作业组织合理采取顺序作业、平行作业、流水作业三种作业形式的一种或几种的综合方式。**

4. 施工劳动组织优化是指按照工程项目的要求，将具有一定素质的劳动力组织起来，选出相对最优的劳动组合方案，使之符合工程项目施工的要求，投入到施工项目中去。**分工与协作是劳动组织优化的基本原理**，从基本原理出发，劳动组织符合下列原则：

(1) 能够按工程项目总体施工计划要求，按时、按质、按量完成预定的分项和分部工程的全部施工任务。

(2) 各队、班(组)之间的作业基本平衡,并且符合各自的特点;班(组)内各工种及每个人的工作量达到满负荷。

(3) 投入项目人工日数不超过项目人力全员计划的总数。

(4) 施工队、班(组)的工人技术平均等级不高于定额规定的平均等级。

(5) 各队、班组的工人技术等级要成比例的搭配合理,不能全高,也不能全低。

(6) 施工队、班(组)的工人施工水平不能低于规定的施工定额水平。

5. **施工机械组织优化**就是要从仅仅满足施工任务的需要转到如何发挥其经济效益上来。**这就是要从施工机械的经济选择、合理配套、机械化施工方案的经济比较以及施工机械的维修管理上进行优化。**

(三) 资源利用的优化

资源利用的优化主要包括:物资采购与供应计划的优化、机械需要计划的优化。

项目物资采购与供应计划的优化就是在工程项目建设全过程中对项目物资供需活动进行计划,必要时需调整施工进度计划。

机械需要计划的优化就是尽量考虑如何提高机械的出勤率、完好率、利用率,充分发挥机械的生产效率。

1B420020 公路工程施工总平面布置图的内容和设计原则

1B420021 掌握公路工程施工总平面布置图包含的内容

一般应包括以下内容:

1. 原有地形地物;
2. 沿线的生产、行政、生活等区域的规划及其设施;
3. 沿线的便道、便桥及其他临时设施;
4. 基本生产、辅助生产、服务生产设施的平面布置;
5. 安全消防设施;
6. 施工防排水临时设施;
7. 新建线路中线位置及里程或主要结构物平面位置;
8. 标出需要拆迁的建筑物;
9. 划分的施工区段;
10. 取土和弃土场位置;
11. 标出已有的公路、铁路线路方向和位置与里程及与施工项目的关系,以及因施工需要临时改移的公路的位置;
12. 控制测量的放线标桩位置。

1B420022 掌握公路工程施工总平面布置图的设计原则(重点)

施工总平面布置图应遵循以下设计原则:

1. 在保证施工顺利的前提下,充分利用原有地形、地物,少占农田,因地制宜,以降低工程成本;
2. 充分考虑水文、地质、气象等自然条件的影响,尤其要慎重考虑避免自然灾害(如洪水、泥石流)的措施,保护施工现场及周围生态环境;
3. 场区规划必须科学合理,应以生产流程为依据,并有利于生产的连续性;
4. 场内运输形式的选择及线路的布设,应力求材料直达工地,尽量减少二次倒运和缩短运距;
5. 一切设施和布局,必须满足施工进度、方法、工艺流程、机械设备及科学组织生产的需要;
6. 必须符合安全生产、保安防火和文明施工的规定和要求。

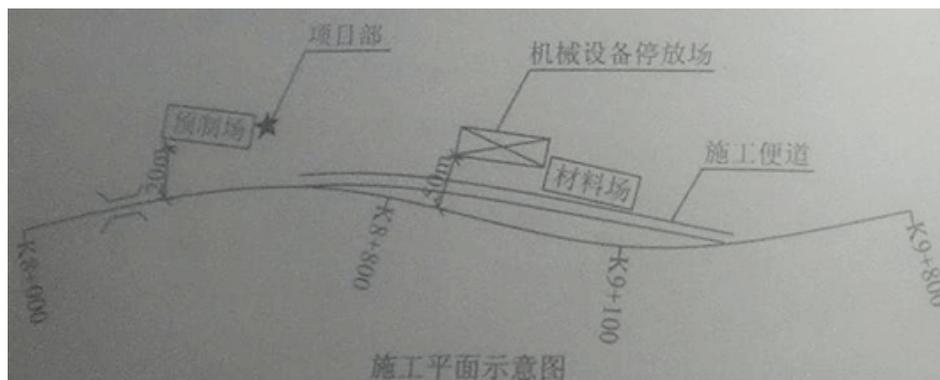
(五) 背景资料(2010年真题)

某施工单位承接了某公路B合同段K8+000~K9+800的路基、路面、1座3×20m的简支梁桥和8道涵洞施工,合同工期为200天。该段土质以松散砂土和黏土为主,路基主要工程量见下表。

桩号	挖方(m ³)		填方(m ³)	备注
	土	石		
K8+000~K8+800	15000	5000	0	挖方中含有有机土1000m ³
K8+800~K9+100	2000		2000	道路左侧20~80m范围内为一古滑坡体
K9+100~K9+800	0	0	24000	

注:表中挖方为天然密实方,填方为压实方,天然密实方与压实方的换算系数为:土方1.16,石方0.92,假设换算系数不因土石混填而改变,调运方在经济运距内。

施工单位进场后,积极组织施工,并将路面分成三个段落组织流水作业,并绘制了施工平面布置示意图和网络计划,分别如下:



路基施工中，石方开挖采用爆破，土方开挖采用挖掘机配自卸汽车作业。经实测，挖掘机的台班平均生产率为 560m³/台班，机械利用率为 0.85。填筑施工采用土石混合填，并进行纵向分幅，用振动压路机碾压。

桥梁墩台基础施工完毕后，为确保工程质量，监理工程师要求施工单位挖开再次检查坑底承载力和基础混凝土质量，施工单位对此提出开挖费用索赔。

该路段投入使用一年后，在 K9+200~K9+600 段出现了路基的纵向裂缝。

问题：指出平面布置示意图中临时设施和临时工程布置的不妥之处，并说明理由。

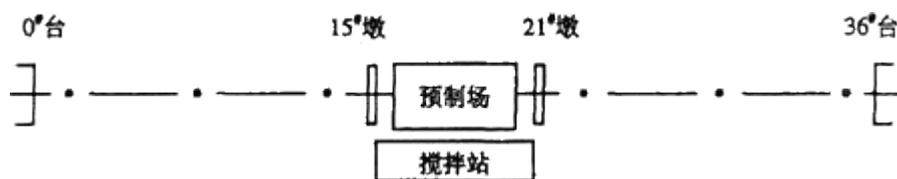
⑦ [答疑编号 502077201104：针对该题提问]

『正确答案』不妥之处：将临时场地（机械设备停放场和材料场）（1分）和施工便道（1分）布置在滑坡体内。因为这种布置会增加滑坡上的荷载而可能诱发滑坡（2分）

背景资料（2006 真题）

某施工单位承接了北方沿海地区某高速公路 B 合同段施工任务，该段有一座 36×40m 的预应力混凝土简支箱梁桥，合同工期为十五个月；采用长度为 40~50m、直径为 Φ1.5m 的桩基础，桥位处地层土质为亚粘土；下部结构为圆柱式墩、直径为 Φ1.3m，柱顶设置盖梁，墩柱高度为 4~12m，桥台为重力式 U 型桥台。

项目部为了降低成本，制定了先进的、经济合理的施工方案。项目部的预制场和混凝土搅拌站布置示意图如下：



桩基础采用旋挖钻机成孔；墩柱钢筋骨架现场整体制作、吊装就位；墩柱施工采用钢模板，整体拼装完成后一次吊装就位；再在顶部钢筋四周插入木楔，让钢筋骨架居中，使钢筋保护层厚度得到有效控制。

项目部根据施工组织设计提出了水泥、钢材、碎石和砂等几项大宗材料的采购计划，并邀请了几家材料供应商参加竞标。项目部组织了评标小组，为节约成本，评标的唯一标准就是价格，项目部最终选择了一家报价最低的材料供应商。

问题

1. 说明背景材料中的预制场和搅拌站布置方式的优点。

⑦ [答疑编号 502077201105：针对该题提问]

『正确答案』（1）可以减少临时用地面积；（2分）（2）可以降低场内运输费用（2分）

3. 项目部在制定施工方案时，应主要考虑哪四个方面的内容？

⑦ [答疑编号 502077201106：针对该题提问]

『正确答案』（1）施工方法的确定（1分）（2）施工机具的选择（1分）（3）施工顺序的安排（1分）（4）流水施工的组织（1分）

1B420030 公路工程进度控制

1B420031 掌握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（掌握）

1. 横道图

公路工程的进度横道图是以时间为横坐标，以各分部（项）工程或工作内容为纵坐标，按一定的先后施工顺序，用带时间比例的水平横线表示对应工作内容持续时间的进度计划图表。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，横线上方表示当月实际完成的累计工程量或工作量百分数。

2. “S”形曲线

“S”形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。一般在图上标注有一条计划曲线和实际支付曲线，实际支付曲线高于计划曲线则实际进度快于计划，否则就慢；曲线本身的斜率也反映进度推进的快慢。有时为反映实际进度，另增加一条实际完成线（支付滞后于完成）。在公路工程中，常常将“S”形曲线和横道图合并于同一张图表中，称之为“公路工程进度表”，既能反映各分部（项）工程的进度，又能反映工程总体的进度。

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，而各分部（项）工程的施工进度则相应地以不同的斜线表示。在图中可以辅助表示平面布置图和工程量的分布。垂直图很适合表示公路、隧道等线形工程的总体施工进度。斜率越陡进度越慢，斜率越平进度越快。

4. 斜率图

斜率图是以时间（月份）为横轴，以累计完成的工程量的百分数为纵轴，将分项工程的施工进度相应地用不同斜率表示的图表化曲（折）线。事实上就是分项工程的“S”曲（折）线，主要是作为公路工程投标文件中施工组织设计的附表，以反映公路工程的施工进度。

5. 网络图

二、公路施工过程组织方法和特点（重点）

（一）顺序作业法（也称为依次作业法）的主要特点

1. 没有充分利用工作面进行施工，（总）工期较长；
2. 每天投入施工的劳动力、材料和机具的种类比较少，有利于资源供应的组织工作；
3. 施工现场的组织、管理比较简单；
4. **不强调分工协作**，若由一个作业队完成全部施工任务，不能实现专业化生产，不利于提高劳动生产率；若按工艺专业化原则成立专业作业队（班组），各专业队是**间歇作业**，不能连续作业，材料供应也是间歇供应，劳动力和材料的使用可能不均衡。

（二）平行作业法的主要特点

1. 充分利用了工作面进行施工，（总）工期较短；
2. 每天同时投入施工的劳动力、材料和机具数量较大，材料供应特别集中，所需作业班组很多，影响资源供应的组织工作；
3. 如果各工作面之间需共用某种资源时，施工现场的组织管理比较复杂、协调工作量大；
4. **不强调分工协作**，各作业单位都是间歇作业，此点与顺序作业法相同。

这种方法的**实质是用增加资源的方法来达到缩短（总）工期的目的，一般适用于需要突击性施工时施工作业**的组织。

（三）流水作业法的主要特点

1. 必须按工艺专业化原则成立**专业作业队**（班组），实现专业化生产，有利于提高劳动生产率，保证工程质量；
2. 专业化作业队能够连续作业，相邻作业队的施工时间能最大限度地搭接；
3. 尽可能利用工作面进行施工，工期比较短；
4. 每天投入的资源量较为均衡，有利于资源供应的组织工作；
5. 需要较强的组织管理能力。

这种方法可以充分利用工作面，有效地缩短工期，**一般适用于工序繁多、工程量大而又集中的大型构筑物的施工，如大型桥梁工程、立交桥、隧道工程、路面等施工**的组织。

（四）公路工程常用的流水施工组织

1. 公路工程常用的流水参数

- （1）**工艺参数**：施工过程数 n （工序个数），流水强度 V ；
- （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、组织间歇、搭接时间。

2. 公路工程流水施工分类

（1）按节拍的流水施工分类

- 1) 有节拍（有节奏）流水：等节拍（等节奏）流水；异节拍（异节奏）流水。
- 2) 无节拍（有节奏）流水。

（2）按施工段在空间分布形式的流水施工分类：**流水段法流水施工；流水线法流水施工。**

3. 路面工程的线性流水施工组织

一般路面各结构层施工的速度不同，从而持续时间往往不相同。

组织路面流水施工时应注意的要点：

（1）**各结构层的施工速度和持续时间**。要考虑影响每个施工段的因素，水泥稳定碎石的延迟时间、沥青拌合能力、温度要求、摊铺速度、养护时间、最小工作面的要求等。

（2）**相邻结构层之间的速度决定了相邻结构层之间的搭接类型，前道工序的速度快于后道工序时选用开始到开始搭接类型；否则选用完成到完成搭接类型。**

（3）**相邻结构层工序之间的搭接时距的计算：时距=最小工作面长度 / 两者中快的速度。**

例题：

1. 背景（线性流水）

某公路路面工程，里程桩号为 $K5+000 \sim K29+000$ ，总长度为 24km 。路面结构层分为级配砾石底基层、水泥稳定碎石基层、沥青面层（单层）。建设单位（业主）希望施工单位尽可能用最短时间完成该路面工程施工。施工单位根据自己的能力准备组织 2 个路面施工队平行施工以完成该路面工程。每个路面施工队的施工能力相同各完成 12km 。根据以往类似工程的施工经验，底基层专业队组（班组）施工进度（速度） 200m/d （已经包含各种影响，下同）；水泥稳定碎石基层专业队组施工进度 150m/d ，养生时间至少 7d ，所需工作面的最小长度为 1000m ；沥青面层专业队组施工进度为 160m/d ，所需最小工作面长度 1200m 。要求施工单位用最快速方式，根据上述给定条件组织路面工程线性流水施工并绘制横道图和网络图。

2. 问题

- （1）评价采用 2 个路面施工队平行施工这种施工组织方式的前提条件和实际效果。
- （2）计算各结构层工作的持续时间。
- （3）分析和计算底基层与基层之间的搭接类型和搭接时距。
- （4）分析和计算基层与面层之间的搭接类型和搭接时距。
- （5）绘制路面工程线性流水施工横道图。

3. 分析与答案

(1) 平行施工作业方式的主要特点是进度快，所需的资源量大。采用 2 个路面施工队的前提条件是该施工单位要有足够的专业设备和人员（即足够资源量）。从背景材料的描述，该施工单位具备此条件。采用平行施工方式能达到缩短工期的要求，2 个路面施工队平行施工的组织方式能达到预期效果。

(2) 各结构层工作的持续时间计算为：

底基层 = $12000/200=60d$ ，基层 = $12000/150=80d$ ，面层 = $12000/160=75d$ 。

(3) 因为底基层的速度快于基层，应选择 STS（开始到开始）搭接关系，搭接时距计算结果为 $1000/200=5d$ 。

(4) 因为面层速度快于基层应选择 FTF（完成到完成）搭接关系。搭接时距计算应该除以两者中较快的速度，时距 = $1200/160=7.5d$ ，应该取 8d（只入不舍）。考虑到养生至少 7d，所以 $FTF=8+7=15d$ 。
工程工期 = $5+80+15=100d$ 。

(5) 绘制路面工程线性流水施工横道图如下：

施工队	工作内容	时间(d)																																																																																																																
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100																																																																																													
第一路面队	底基层																																																																																																																	
	基层																																																																																																																	
	面层																																																																																																																	
第二路面队	底基层																																																																																																																	
	基层																																																																																																																	
	面层																																																																																																																	

例题： 背景资料：

某施工单位承接了某二级公路的普通水泥混凝土路面施工项目，合同段总长度 36KM，路面结构层为 15cm 厚级配碎石底基层，20cm 厚水泥稳定碎石基层、24cm 厚水泥混凝土面层，面层采用轨道摊铺机摊铺施工。钢材、水泥供应厂家由建设单位制定。施工单位对基层和面层分别组织一个专业队采用线性流水施工，其施工组织设计内容摘要如下：

摘要(1)：基层施工进度为每天 450m，养生时间至少 7 天；水泥混凝土面层施工进度为每天 400m，养生时间至少 14 天，所需最小工作面长度为 3600m，其流水施工横道图如下。

工作 内容	时间(天)																																																																																																												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120																																																																																					
基层																																																																																																													
面层																																																																																																													

摘要(2)：施工单位下现有主要施工设备包括混凝土生产设备、混凝土及原材料运输设备、吊车、不了机、摊铺机、整平机、压路机、拉毛养生机和石屑撒布机，项目部根据实际情况调用。

摘要(3)：项目部要求工地试验室在检查了产品合格证、质量保证书后想建立工程师提交每批水泥清单。

问题：

1. 计算摘要(1)中路面基层和面层工作的持续时间。
2. 计算基层和面层的流水工期并按表绘制路面工程线性流水施工横道图（注：将表抄绘在答题纸上作答）

解答：

1. (4 分)
 路面基层工作持续时间
 $=36000/450=80$ 天；
 路面工作持续时间
 $=36000/400=90$ 天。

2. (5 分)
 面层与基层的搭接时间
 $=3600/450+7=15$ 天；
 施工流水工期
 $=90+15=105$ 天 (2)；
 路面工程线性流水施工横道图 (3 分)

最后一道工序的养生时间不能计算进总工期。

手写板图示 2012-02

工作 内容	时间(天)																																																																																																												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120																																																																																					
基层																																																																																																													
面层																																																																																																													

$36000/450=$

4. 通道和涵洞的流水段施工组织

在实际的公路通道和涵洞施工中，全等节拍流水较少见，更多的是异节拍流水和无节拍流水。对于通道和涵洞的流水组织主要是以流水段方式组织流水施工，而流水段方式的流水施工往往会存在窝工（资源的闲置）或间歇（工作面的闲置）。消除窝工和消除间歇的方法都采用累加数列错位相减取大差的方法，构成累加数列的方法，当不窝工的流水组织时，其流水步距计算是同工序各节拍值累加构成数列；当不间歇的流水组织时，其施工段的段间间隔计算是同段各节拍值累加构成数列；错位相减取大差的计算方法，两种计算方法相同。

(1) 无窝工的无节拍流水工期=流水步距和+最后一道工序的节拍和。

(2) 无间歇的无节拍流水工期=段间间隔和+最后一个施工段的节拍和。

(3) 有窝工并且有间歇的无节拍流水工期。

一般无法计算，只能绘横道图来确定；如果是异节拍流水，往往是不窝工或者不间歇流水中的最小值。

5. 桥梁工程流水施工组织

多跨桥梁的桥梁基础或桥梁下部结构施工由于受到专业设备数量的限制，不宜配备多台，因此只能采取流水施工。桥梁的流水施工也是属于流水段法流水施工，应注意尽可能组织成有节拍的形式。其工期计算与通道涵洞相同。

例题：1. 背景（流水段施工组织）

某工程有10座通道，每座通道的工序和节拍为挖基坑 2d→清基底 2d→立模浇筑混凝土基础 4d→立模浇筑混凝土墙身 16d→盖板 4d→回填 8d。施工单位组织一个通道队，内设对应其6道工序的6个班组进行流水施工。

2. 问题

- (1) 计算不窝工流水时的流水工期。单代号搭接网络图如何表示？
- (2) 计算不间歇流水时的流水工期。单代号搭接网络图如何表示？
- (3) 有窝工而且有不间歇流水时的流水工期是多少？

3. 分析

(1) 计算不窝工流水时的流水工期

1) 同工序各节拍值的累加构成数列如下：

	1号	2号	……	9号	10号
挖基坑	2	4	……	18	20
清基底	2	4	……	18	20
立模浇筑混凝土 基础	4	8	……	36	40
立模浇筑混凝土 墙身	16	32	……	144	160
盖板	4	8	……	36	40
回填	8	16	……	72	80

2) 相邻工序的数列往右边错一位相减取大差（越减越大或越减越小），K表示流水步距

挖基坑和清基底之间 $K_1 = \max\{2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, -20\} = 2$

2	4	6	8	10	……	18	20		
—		2	4	6	8	……	16	18	20
		2	2	2	2	2	2	2	-20

清基底和立模浇筑混凝土基础之间 $K_2 = \max\{2, 0, -2, -4, \dots, -16, -20\} = 2$

立模浇筑混凝土基础和立模浇筑混凝土墙身之间 $K_3 = \max\{4, -8, -20, \dots, -104, -160\} = 4$

立模浇筑混凝土墙身和盖板之间 $K_4 = \max\{16, 28, \dots, 112, 124, -40\} = 124$

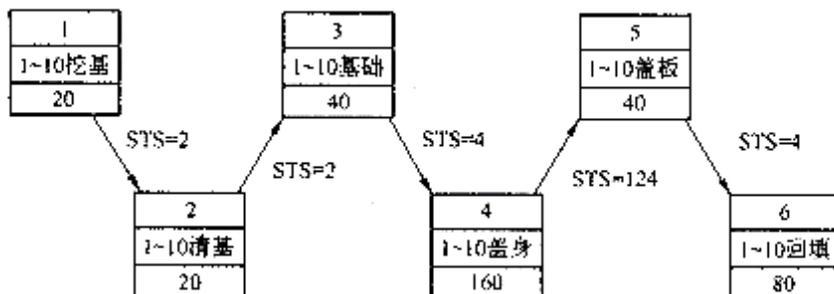
盖板和回填之间 $K_5 = \max\{4, 0, -4, \dots, -32, -80\} = 4$

3) 无窝工的无节拍流水工期=流水步距和+最后一道工序的节拍和。

不窝工流水时的流水工期 = $(2+2+4+124+4) + 80 = 136+80 = 216$

4) 不窝工单代号搭接网络图的表示

不同工序之间是开始到开始的搭接，各个工序之间的时间间隔，就是求出的每步的大差，也就是流水步距K。



(2) 计算不间歇流水时的流水工期

1) 同施工段各节拍值的累加构成数列如下:

	挖基坑	清基底	立模浇筑混凝土基础	立模浇筑混凝土墙身	盖板	回填
1号	2	4	8	24	28	36
2号	2	4	8	24	28	36
3号	2	4	8	24	28	36
.....
10号	2	4	8	24	28	36

2) 相邻施工段的数列往右边错一位相减取大差 (就是最大的节拍值)

1号段上各工艺节拍为 2 2 4 16 4 8

2号段上各工艺节拍为 2 2 4 16 4 8

累加数列:

1号段累加数列为 2 4 8 24 28 36

2号段累加数列为 2 4 8 24 28 36

错位相减:

	2	4	8	24	28	36	
—		2	4	8	24	28	36
<hr/>							
	2	2	4	16	4	8	-36

1号段和2号段之间 $DJ_1 = \max\{2, 2, 4, 16, 4, 8, -36\} = 16$

2号段和3号段之间 $DJ_2 = \max\{2, 2, 4, 16, 4, 8, -36\} = 16$

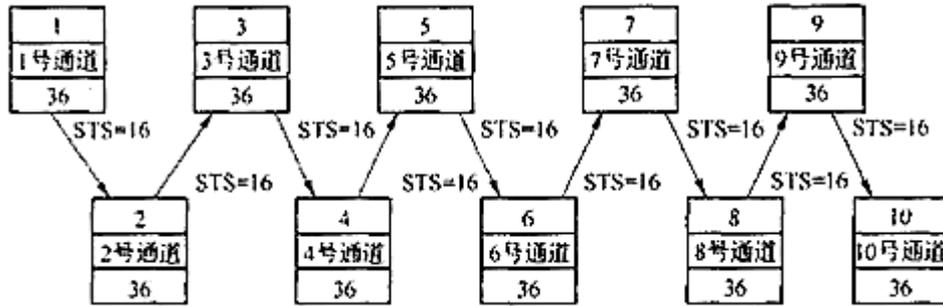
.....

9号段和10号段之间 $DJ_9 = \max\{2, 2, 4, 16, 4, 8, -36\} = 16$

3) 无间歇的无节拍流水工期=段间间隔和+最后一个施工段的节拍和。

不间歇流水时的流水工期 = $9 \times 16 + 36 = 144 + 36 = 180$

4) 不间歇单代号搭接网络图的表示



(3) 有窝工且有间歇流水时的流水工期取不窝工、不间歇流水的最小值, 为 $\min\{216, 180\} = 180$ 天。

案例: (2005 真题) 背景资料

某施工单位承接了一 $4 \times 20m$ 简支梁桥工程。桥梁采用扩大基础, 墩身平均高 $10m$ 。项目为单价合同, 且全部钢筋由业主提供, 其余材料由施工单位自采或自购。在离本工程不远的江边有丰富的砂源, 经检验, 砂的质量符合要求。采砂点位于一跨江大桥下游 $150m$ 处, 施工用砂均取自这里。项目部拟就 1#~3# 排架组织流水施工, 各段流水节拍见下表: (注: 表中排架由基础、墩身和盖梁三部分组成)

根据施工组织和技术要求, 基础施工完成后至少 10 天才能施工墩身 (技术间歇)。

施工期间, 还发生了如下事件:

事件 1: 由于业主大型安装设备的进场, 业主委托承包商对一旧桥进行加固。加固工程中的施工项目在原合同中有相同项目, 承包人要求直接采用相关单价来处理加固费用。

事件 2: 在桥梁基础开挖安危成后, 施工项目负责人组织施工人员、质检人员对槽基几何尺寸和标高这两项隐蔽工程进行了检查和验收, 随即进入下一道工序。

事件 3: 施工单位准备开始墩身施工时, 由于供应商的失误, 将一批不合格的钢筋运到现场, 致使墩身施工推迟了 10 天开始, 承包商拟就此向业主提出工期和费用索赔。

问题

1. 计算排架施工的流水工期 (列出计算过程), 并绘制流水横道图。(不窝工)

参考答案:

无窝工的无节拍流水工期=流水步距和 (含技术间歇) + 最后一道工序的节拍和

$T = 10 + 30 + 10 + (10 + 10 + 10) = 80d$

段落	1#排架	2#排架	3#排架
流水节拍 (天)			
工序			
扩大基础施工 (A)	10	12	15
墩身施工 (B)	15	20	15
盖梁施工 (C)	10	10	10

1、	10	22	37
	15	35	50
—)		10	20
			30
$K_{AB} = \max\{10, 7, 2, -50\} = 10$			
$K_{AC} = \max\{15, 25, 30, -30\} = 30$			

(五) 网络计划在公路工程进度计划中的应用

1. 衔接网络图的应用：路基、路面、桥涵、隧道等。

2. 单代号搭接网络图的应用：路面、结构物流水的简化。

(1) 路面各结构层的搭接流水施工。搭接时距的确定参见路面工程线性流水施工组织。

(2) 结构物细部流水原本是衔接关系，如果简化成各工序之间流水或者各施工段之间流水，就变成了搭接关系。搭接时距选择和计算，简化为不窝工流水时取 $STS=相邻工作的流水步距$ ，不间断流水时取 $STS=段间间隔$ 。

1B420032 掌握公路工程进度控制管理

一、公路工程项目进度管理原理

公路工程项目进度管理是以现代科学管理原理作为其理论基础的，主要有动态控制原理、系统控制原理、信息反馈原理、弹性原理、封闭循环原理、网络计划技术原理。

二、进度计划的审批

(一) 进度计划的提交

1. 总体性进度计划

在中标通知书发出后合同规定的时间内，承包人应向监理工程师书面提交以下文件：一份详细和格式符合要求的工程总体进度计划及必要的各项关键工程的进度计划；一份有关全部支付的现金流动估算；一份有关施工方案和施工方法的总说明（即通过施工组织设计提出）。

2. 阶段性进度计划

在将要开工以前或在开工以后合理的时间内，承包人应向监理工程师提交以下文件：年、月（季）度进度计划及现金流动估算和分项（或分部）工程的进度计划。

(二) 进度计划的审查要点

施工单位编制完进度计划后，应重点从以下几方面对进度计划进行审查：

1. 工期和时间安排的合理性

(1) 施工总工期的安排应符合合同工期。

(2) 各施工阶段或单位工程（包括分部、分项工程）的施工顺序和时间安排与材料和设备的进场计划相协调。

(3) 易受冰冻、低温、炎热、雨季等气候影响的工程应安排在适宜的时间，并采取有效的预防和保护措施。

(4) 对动员、清场、假日及天气影响的时间，应充分考虑并留有余地。

2. 施工准备的可靠性

(1) 所需主要材料和设备的运送日期已有保证。

(2) 主要骨干人员及施工队伍的进场日期已经落实。

(3) 施工测量、材料检查及标准试验的工作已经安排。

(4) 驻地建设、进场道路及供电、供水等已经解决或已有可靠的解决方案。

3. 计划目标与施工能力的适应性

(1) 各阶段或单位工程计划完成的工程量及投资额应与设备和人力实际状况相适应。

(2) 各项施工方案和施工方法应与施工经验和技术水平相适应。

(3) 关键线路上的施工力量安排应与非关键线路上的施工力量安排相适应。

三、进度计划的检查与调整

(一) 进度计划的检查

1. 公路工程项目进度检查应包括下列内容：

(1) 工作量的完成情况。

(2) 工作时间的执行情况。

(3) 资源使用及进度的互配情况。

(4) 上次检查提出问题的处理情况。

2. 进度计划检查的方式：

(1) 项目部定期地收集由承包单位提交的有关进度报表资料。

(2) 由驻地监理人员现场跟踪检查公路工程的实际进展情况。

(3) 由监理工程师定期组织现场施工负责人召开现场会议。

(4) 上次检查提出问题的处理情况。

3. 进度计划检查的方法：

(1) 横道图比较法。进行直观比较的方法。

(2) “S”形曲线比较法。它是以横坐标表示进度时间，纵坐标表示累计完成任务量，而绘制出一条按计划时间累计完成任务量的“S”形曲线，将施工项目的各检查时间实际完成的任务量与“S”形曲线进行实际进度与计划进度相比较的一种方法。

(3) “香蕉”曲线比较法。“香蕉”曲线是由两条以同一开始时间、同一结束时间的“S”形曲线组合而成。其中，一条“S”形曲线是工作按最早开始时间安排进度所绘制的“S”形曲线，简称ES曲线；而另一条“S”形曲线是工作按最迟开始时间安排进度所绘制的“S”形曲线，简称LS曲线。

(4) 前锋线比较法。前锋线比较法是通过绘制某检查时刻工程项目实际进度前锋线，进行工程实际进度与计划进度比较的方法，它主要适用于时标网络计划。所谓前锋线是指在原时标网络计划上，从检查时刻的时标点出发，用点划线依此将各项工作实际进展位置点连接而成的折线。前锋线比较法就是通过实际进度前锋线与原进度计划中各工作箭线交点的位置来判断工作实际进度与计划进度的偏差，进而判定该偏差对后续工作及总工期影响程度的一种方法。

背景资料 2009

某二级公路的主要工序见下表。

工作代号	工作名称	备注
A	施工准备	
B	路基土石方开挖	其中部分石方需爆破施工
C	挡墙基坑开挖	
D	涵洞施工	
E	桥梁基础施工	钻孔灌注桩基础
F	上边坡防护工程施工	分5级, 平均高40m

施工单位编制了如图3所示的网络计划。

施工中发生了如下事

件:

事件一: 由于施工单位设备故障, 导致C工作中断4d。

事件二: 由于百年不遇的冰雪灾害, 导致D工作晚开工15d。

事件三: 由于图纸晚到, 导致E工作停工10d。

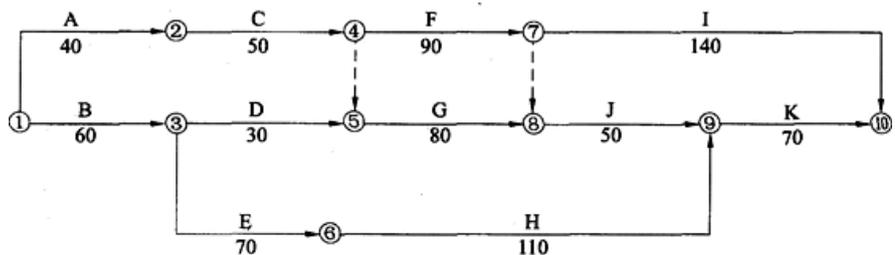


图3 网络计划

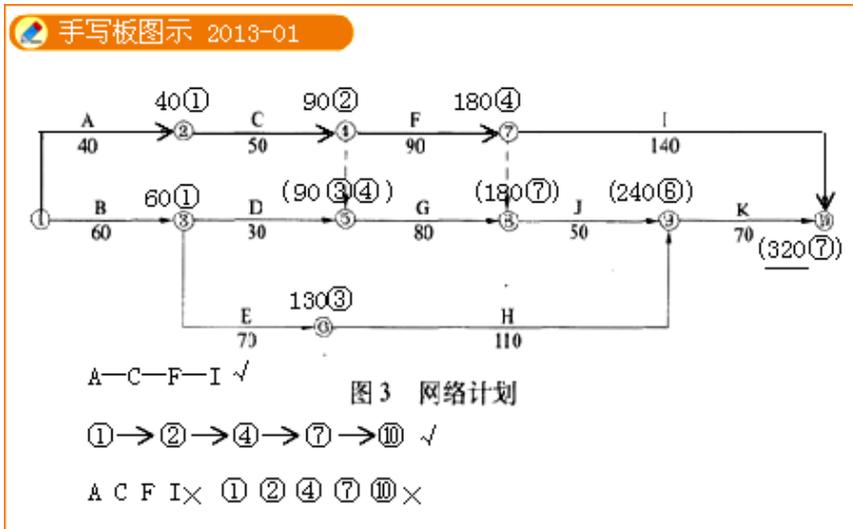
针对上述事件中的暂停施工, 施工单位在合同规定时间内向监理提出了延期申请和费用索赔的要求。合同约定, 成本损失费为人民币 1.5 万元 / d, 利润损失费为人民币 0.2 万元 / d。

问题:

1. 计算图示网络工期, 并指出关键线路。
2. 针对背景中的网络计划, 分别分析 C、D、E 工作工期索赔和费用索赔的合理性。
3. 计算可索赔的费用。

【答案】

1. 图示网络工期为 320d, 关键线路为: A—C—F—I。 标号法 标时间最长和相同



2. 针对背景中的网络计划, C、D、E 工作工期索赔和费用索赔的合理性分析如下。

C工作: 工期索赔和费用索赔不合理。因为导致C工作中断的原因是施工单位设备故障, 应由施工单位承担责任。

D工作: 工期索赔和费用索赔不合理。虽然百年不遇的冰雪灾害属于不可抗力, 施工单位理应可以索赔工期, 但是D工作的总时差为30d, 晚开工15d没有超过其总时差, 所以不可提出工期索赔的申请。不可抗力发生后的停工损失的责任应由施工单位承担, 所以也不可提出费用索赔的申请。

E工作: 工期索赔不合理, 费用索赔合理。图纸晚到造成的停工责任应由建设单位承担, 因此可提出费用索赔的申请。但由于E工作有10d的总时差, 停工时间没有超过总时差, 因此不可提出工期索赔的申请。

3. 可索赔的费用=10d×(1.5+0.2)万元/d=17万元。

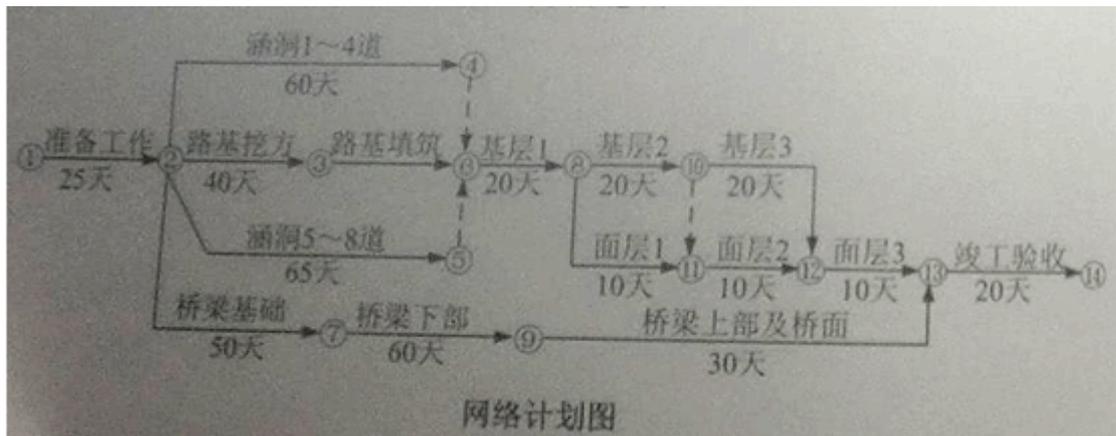
(五) 背景资料 2010

某施工单位承接了某公路 B 合同段 K8+000~K9+800 的路基、路面、1 座 3×20m 的简支梁桥和 8 道涵洞施工，合同工期为 200 天。该段土质以松散砂土和黏土为主，路基主要工程量见下表。

桩号	挖方 (m ³)		填方 (m ³)	备注
	土	石		
K8+000~K8+800	15000	5000	0	挖方中含有有机土 1000m ³
K8+800~K9+100	2000		2000	道路左侧 20~80m 范围内为一古滑坡体
K9+100~K9+800	0	0	24000	

注：表中挖方为天然密实方，填方为压实方，天然密实方与压实方的换算系数为：土方 1.16，石方 0.92，假设换算系数不因土石混填而改变，调运方在经济运距内。

施工单位进场后，积极组织施工，并将路面分成三个段落组织流水作业，并绘制了施工平面布置示意图和网络计划，分别如下：



问题

1. 为满足合同工期要求，路基填筑施工最多不能超过多少天？
2. 若以桥梁施工为关键线路，路基填筑施工最多不能超过多少天？

【答疑编号 502077201304：针对该题提问】 【答案】

1. 为满足合同工期要求，路基填筑施工的最长时间是：

$$200 - (25 + 40 + 20 + 20 + 20 + 10 + 20) = 45 \text{ (天)} \quad (3 \text{ 分})$$

2. 若以桥梁施工为关键线路，路基填筑施工的最长时间是：

$$(50 + 60 + 30) - (40 + 20 + 20 + 20 + 10) = 30 \text{ (天)} \quad (3 \text{ 分})$$

也可以先求出桥梁施工为关键线路是时总工期为 185 天，再计算路基的天数。

(二) 进度计划的调整

通常采用以下两种方法：

1. 改变某些工作间的逻辑关系

当工程项目实施中产生的进度偏差影响到总工期，且有关工作的逻辑关系允许改变时，可以改变关键线路和超过计划工期的非关键线路上的有关工作之间的逻辑关系，达到缩短工期的目的。例如，将顺序进行的工作改为平行作业、搭接作业以及分段组织流水作业等，都可以有效地缩短工期。

但要注意压缩过程中关键线路会随着压缩关键工作而改变或增加条数。

2. 缩短某些工作的持续时间

这种方法是不改变工程项目中各项工作之间的逻辑关系，而通过采取增加资源投入、提高劳动效率等措施来缩短某些工作的持续时间，使工程进度加快，以保证按计划工期完成该工程项目。这些被压缩持续时间的工作是位于关键线路和超过计划工期的非关键线路上的工作。同时，这些工作又是其持续时间可被压缩的工作。这种调整方法通常可以在网络图上直接进行。

1B420040 公路工程质量控制方法及措施

1B420041 掌握公路工程质量控制的常用方法

现场质量检查的方法主要有：测量、试验、观察、分析、监督、记录、总结改进。

加强公路工程质量控制，主要做好以下几个方面的工作。

一、审核与分析有关技术文件、报告或报表

对技术文件、报告、报表的审核与分析是对工程质量进行全面质量控制的重要手段，**项目经理应负总责。**

二、现场质量检查

1. **开工前检查**：目的是检查是否具备开工条件，施工工艺与施工组织设计对照是否正确无误，开工后能否连续正常施工，能否保证工程质量。

2. **工序交接检查与工序检查**：对于关键工序或对工程质量有重大影响的工序，在自检、互检的基础上，还要组织专职人员进行工序交接检查，以确保工序合格，使下道工序能顺利展开。

3. **隐蔽工程检查**：凡是隐蔽工程均应经检查认证后方可覆盖。

4. **停工后复工前的检查**：因处理质量问题或某种原因停工后再复工时，均应检查认可后方可复工。

5. **分项、分部工程完工后的检查**：应按规定的程序和要求，经检查认可并签署验收记录后，才允许进行下一工程项目施工。

6. **成品、材料、机械设备等的检查**：主要检查成品、材料等有无可靠的保护措施及其落实而且有效，以控制不发生损坏、变质等问题；检查机械设备的技术状态，以确保其处于完好的可控制状态。

7. **巡视检查**：对施工操作质量应进行巡视检查，必要时还应进行跟踪检查。

三、工程质量控制关键点

(一) 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：**(重点)**

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。没有新设备
4. 质量信息反馈中缺陷频数较多的项目。

关键点应随着施工进度和影响因素的变化而调整。

(二) 质量控制关键点的控制

1. 制定质量控制关键点的管理办法。
2. 落实质量控制关键点的责任。
3. 开展质量控制关键点 QC 小组活动。
4. 在质量控制关键点上开展一次抽检合格的活动。
5. 认真填写质量控制关键点的记录。
6. 落实与经济责任相结合的检查考核制度。

(三) 质量控制关键点的文件

1. 质量控制关键点作业流程图。
2. 质量控制关键点明细表。
3. 质量控制关键点(岗位)质量因素分析表。
4. 质量控制关键点作业指导书。
5. 自检、交接检、专业检查记录以及控制图表。
6. 工序质量统计与分析。
7. 质量保证与质量改进的措施与实施记录。
8. 工序质量信息。

(四) 质量控制关键点实际效果的考查

质量控制关键点的实际效果表现在施工质量管理水平和各项指标的实现情况上。各阶段质量分析要纳入施工项目方针目标管理。

(五) 公路工程质量控制关键点(重点)

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处理，并认真**整平压实**。
- (3) 使用**适宜材料**，必须采用设计和规范规定的适用材料，保证原材料合格，**正确确定土的最大干密度和最佳含水量**。
- (4) **每层的松铺厚度，横坡**。
- (5) **分层压实**，控制填土的含水量，确保压实度达到设计要求。

土的最佳含水量是路基施工的一个重要控制参数，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**。其现场密度的测定方法有：灌砂法、环刀法、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

- (1) 基层施工所采用机械设备组合。
- (2) 配合比的设计。
- (3) 拌合设备计量装置校验。
- (4) 路面基层（底基层）所用结合料（如水泥、石灰）剂量。
- (5) 原材料符合要求，混合料的含水量、拌合均匀性、配合比。
- (6) 路面基层（底基层）的压实度、弯沉值、平整度及横坡等。
- (7) 如采用级配碎（砾）石还应注意集料的级配和石料的压碎值。

3. 水泥混凝土路面施工中常见质量控制关键点

- (1) 基层强度、平整度、高程的检查与控制。
- (2) 混凝土材料的检查与试验。
- (3) 混凝土配合比设计和试件的试验。
- (4) 混凝土的水灰比、外加剂掺加量、坍落度控制。
- (5) 混凝土的摊铺、振捣、成型及避免离析。
- (6) 切缝时间和养护技术的采用。

水泥混凝土抗折强度与抗压强度的测定：

水泥混凝土抗折（抗弯拉）强度试验是以 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 550\text{mm}$ 的梁形试件在标准养护条件下达到规定龄期后，在净跨径为 450mm 的双支点荷载作用下进行弯拉破坏，并按规定的计算方法得到强度值。

水泥混凝土抗压强度试验是以边长为 150mm 的正立方体标准试件，标准养护到 28d ，再在万能试验机上按规定方法进行破坏试验测得抗压强度。当混凝土抗压强度采用非标准试件应进行换算得到抗压强度值。

4. 沥青混凝土路面施工中常见质量控制关键点

- (1) 基层强度、平整度、高程的检查与控制。
- (2) 沥青混凝土材料的检查与试验。
- (3) 集料的级配、沥青混凝土配合比设计和试验。
- (4) 路面施工机械设备配置与组合。
- (5) 沥青混凝土的运输及摊铺温度控制。
- (6) 沥青混凝土摊铺厚度控制和摊铺中的离析控制。
- (7) 沥青混凝土的碾压与接缝施工。

沥青混凝土配合比设计采用马歇尔试验配合比设计法。该法是首先按配合比设计拌制沥青混合料，然后制成规定尺寸试件， 12h 之后测定其物理指标（包括表观密度、空隙率、沥青饱和度、矿料间隙率等），然后测定稳定性和流值。

热拌沥青混合料配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，确定沥青混合料的材料品种及配合比、矿料级配、最佳沥青用量。

马歇尔稳定度试验是对标准击实的试件在规定的温度和速度等条件下受压，测定沥青混合料的稳定性和流值等指示所进行的试验，这种方法适用于马歇尔稳定度试验和浸水马歇尔稳定度试验。

马歇尔稳定度试验主要用于沥青混合料的配合比设计及沥青路面施工质量检验。

浸水马歇尔稳定度试验主要是检验沥青混合料受水损害时抵抗剥落的能力，通过测试其水稳定性检验配合比设计的可行性。

5. 桥梁基础工程施工中常见质量控制点

(1) 扩大基础

- 基底地基承载力的检测确认，满足设计要求。
- 基底表面松散层的清理。
- 及时浇筑垫层混凝土，减少基底暴露时间。
- 大体积混凝土施工的防裂。

(2) 钻孔桩（2010 6分）

- 桩位坐标与垂直度控制。
- 护筒埋深。
- 泥浆指标控制。
- 护筒内水头高度。
- 孔径的控制，防止缩径。
- 桩顶、桩底标高的控制。
- 清孔质量（嵌岩桩与摩擦桩要求不同）。
- 钢筋笼接头质量。
- 导管接头质量检查与水下混凝土的灌注质量。

(3) 沉井

- 初始平面位置的控制。
- 刃脚质量。
- 下沉过程中沉井倾斜度与偏位的动态控制。
- 封底混凝土的浇筑工艺确保封底混凝土的质量。

6. 水中承台施工常见质量控制关键点:

水中承台施工一般采用筑岛围堰、钢板桩围堰、钢吊箱围堰、钢套箱围堰等。

(1) 钢围堰施工常见质量控制关键点 (后6条内容相同)

- 钢围堰的设计与加工制造质量控制。
- 钢围堰入水、落床及入土下沉过程中平面位置、高程等的控制。
- 钢围堰下沉到位后的清底及整平。
- 封底混凝土浇筑时的导管布设与封底混凝土厚度控制。
- 承台混凝土配合比设计。
- 抽水后封底混凝土基底的调平。
- 承台混凝土浇筑导管布设及混凝土振捣。
- 大体积混凝土温控设施的设计、施工及大体积混凝土养护。
- 各类预埋件的施工质量控制。

(2) 钢套箱施工质量控制关键点

- 钢套箱的设计与加工制造质量控制。
- 钢套箱水平及竖向限位装置的施工质量控制。
- 封底混凝土浇筑时的导管布设与封底混凝土厚度控制。
- 承台混凝土的配合比设计。
- 抽水后封底混凝土的调平。
- 承台混凝土浇筑导管布设及混凝土振捣。
- 大体积混凝土温控设施的设计、施工及大体积混凝土养护。
- 各类预埋件的施工质量控制。

7. 桥梁下部结构施工中常见质量控制点 (前5条内容相同)

(1) 实心墩

- 墩身锚固钢筋预埋质量控制。
- 墩身平面位置控制。
- 墩身垂直度控制。
- 模板接缝错台控制。
- 墩顶支座预埋件位置、数量控制。

(2) 薄壁墩

- 墩身锚固钢筋预埋质量控制。
- 墩身平面位置控制。
- 墩身垂直度控制。
- 模板接缝错台控制。
- 墩顶支座预埋件位置、数量控制。
- 墩身与承台连接处混凝土裂缝控制。
- 墩顶实心段混凝土裂缝控制。

8. 桥梁上部结构施工中常见质量控制点

(1) 简支梁桥

- 简支梁混凝土的强度控制。
- 预拱度的控制。
- 支座预埋件的位置控制。
- 大梁安装时梁与梁之间高差控制。
- 支座安装型号、方向的控制。
- 梁板之间现浇带混凝土质量控制。
- 伸缩缝安装质量控制。

(2) 连续梁桥

- 支架施工: 支架沉降量的控制。
- 先简支后连续: 后浇段工艺控制、体系转换工艺控制、后浇段收缩控制、临时支座安装与拆除控制。
- 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。
- 预应力梁: 张拉力及预应力钢筋伸长量控制。

(3) 拱桥

- 预制拼装: 拱肋拱轴线的控制。
- 支架施工: 支架基础承载力控制、支架沉降控制、拱架加载控制、卸架工艺控制。
- 钢管拱: 钢管混凝土压注质量控制。

(4) 斜拉桥 (斜拉索为专业制索厂制造)

(5) 悬索桥

9. 公路隧道施工中常见质量控制关键点

- (1) 正确判断围岩级别, 及时调整施工方案。
- (2) 认真测量、检查和修正开挖断面, 减少超挖。
- (3) 制定切实可行的开挖方案, 包括新奥法、矿山法的选择, 炮孔布置、装药量、每一循环的掘进深度。
- (4) 喷锚支护, 控制在开挖后围岩自稳定时间的 $1/2$ 以内完成。
- (5) 认真观测, 收集资料, 做好施工质量的信息反馈。

(四) 背景资料 2010

某高速公路跨江特大桥项目，中标价 2.49 亿元，主桥为 (105+180+105) m 预应力混凝土连续箱梁刚构桥，两岸引桥均为 40m 预制 T 梁，南岸 16 孔，北岸 20 孔，均为 4 孔一联先简支后连续结构。设计通航水位+12.30m，该标高对应的河面宽 460m，主墩处水深 6.2~8.6m。由于有通航要求和受流凌影响，所以不准搭设施工便桥。主桥主墩采用 $\Phi 2.0\text{m}$ 钻孔桩基础，低桩承台，矩形空心墩，墩高 34~38m。每个承台 20 根桩，承台长 30m，宽 20m，厚 4.5m，所需混凝土由现场制备，引桥采用钻孔桩基础，圆柱墩，设系梁和盖梁，墩高 8~28m，平均高度 25m，地势起伏较大。施工单位进场后，经实地考察和校对设计文件，编制了施工组织设计。

项目经理部设立了安全机构，配备了 3 名持有交通部颁发的《安全生产考核合格证书》的专职安全生产管理人员。机务部检查确认施工船只证照齐全，船机性能良好，船员满员且持证上岗，能满足施工要求，报项目经理批准后，随即开始水上钻孔桩平台打桩作业。项目经理部为保证钻孔桩质量，设置了钻孔桩质量控制关键点：①桩位坐标控制，②护筒埋深控制，③泥浆浓度控制，④桩底贯入度控制，⑤护筒内水头高度控制，⑥导管接头质量检查与水下混凝土浇筑质量。

问题. 对项目经理部设置的**钻孔桩质量控制关键点**存在的错误之处进行修正、补充。

② [答疑编号 502077201401: 针对该题提问]

3. **更正质量控制点**两项：“③泥浆浓度控制”应更改为：“泥浆指标控制”（1分），“④桩底贯入度控制”应更改为：“桩顶、桩底标高控制”（1分）。

遗漏的四个质量控制点分别为清孔质量（1分）、垂直度控制（1分）、孔径控制（1分）、钢筋笼接头质量控制（1分）。

1B420042 熟悉公路工程质量缺陷处理方法

质量缺陷的处理概括起来应做好以下两项工作：

一、质量缺陷性质的确定

质量缺陷性质的确定是最终确定缺陷问题处理办法的首要工作和根本依据。

1. 了解和检查。主要包括调查、检查质量试验检测报告、施工日志、施工工艺流程、施工方法、施工机械情况以及气候情况等。

2. 检测与试验。检测包括直观检测和仪器检测。

检测与试验主要是检验该缺陷工程的有关技术指标，对原材料、半成品、成品分别检验，以便准确找出产生缺陷的原因。检测和试验的结果将作为确定缺陷性质的主要依据。

3. 专门调研。如某工程出现异常现象，但在发现问题时，有些指标却无法被证明是否满足规范要求，只能采用参考的检测方法。

为了得到这样的参考依据并对其进行分析，往往有必要组织有关方面的专家或专题调查组，提出检测方案，对所得的一系列参考依据和指标进行综合分析研究，找出产生缺陷的原因，确定缺陷的性质。这种专题研究，对缺陷问题的妥善解决作用重大，因此经常被采用。

二、质量缺陷处理方法

1. **整修与返工。缺陷的整修主要是针对局部性的、轻微的且不会给整体工程质量带来严重影响的缺陷。**如水泥混凝土结构的局部**蜂窝、麻面，道路结构层的局部压实度不足**等。由于这类缺陷很容易出现，因而修补处理方法最为常用。

返工的决定应建立在认真调查研究的基础上，是否返工应视缺陷经过补救后能否达到规范标准而定，对于**补救后不能满足标准的工程必须返工。**

2. **综合处理办法。综合处理办法主要是针对较大的质量事故而言的。**这种处理办法不像返工和整修那样简单、具体，它是一种综合的缺陷（事故）补救措施，能够使得工程缺陷（事故）以最小的经济代价和工期损失，重新满足规范要求。

处理的办法因工程缺陷（事故）的性质而异，性质的确定则以大量的调查及丰富的施工经验和理论知识为基础。具体做法可组织联合调查组、召开专家论证会等方式。

1B420050 公路工程质量检查与检验

1B420051 掌握路基工程质量检验

一、路基工程质量检验的主要内容

1. 路基的宽度和标高（包括边沟）；
2. 路基的平面位置；
3. 边坡坡度及边坡加固；
4. 排水设施的尺寸及底面纵坡；
5. 填土压实度、弯沉值；
6. 取土坑、弃土堆、扩坡道、截水沟、排水沟的位置和形式是否正确；
7. 隐蔽工程检查记录。

二、土石方路基实测项目（2007、2010 考点）

1. **土方路基实测项目有：压实度、弯沉值、纵断高程、中线偏位、宽度、平整度、横坡、边坡。**

(1) 压实度：**土方路基压实度的规定值**分高速公路一级公路，二级公路，三、四级公路三个档次设定。填方 0~0.8m 规定值：高速公路一级公路是 96%，二级值是 95%，三、四级公路是 94%。

2. **石方路基实测项目有：压实、纵断高程、中线偏位、宽度、平整度、横坡、边坡坡度和边坡平顺度。**

(1) 压实：**石方路基的压实要求层厚和碾压遍数**符合要求。

(注意土方、石方路基实测项目之间的区别)

例题.在工程质量检验时,石方路基的实测项目有()。(2006年)

A.平整度 B.边坡平顺度 C.强度 D.横坡 E.厚度 『正确答案』ABD

(一)背景资料(2010)

某施工单位承接了某高速公路路基H合同段工程施工,该区段设计车速100km/h,平均挖深19m,路基宽度26m,其中K20+300~K20+520为石质路堑。该区段岩石为石炭系硅质灰岩,岩石较坚硬,多为厚层构造,局部呈薄层状构造,裂隙发育。要求路堑采用钻爆开挖,爆破石渣最大允许直径为30cm,对开挖石渣尽可能提高利用率。

K20+300~K20+520段需开挖石方140000m³,采用2台装载机(每台作业率720m³/台班)和6台自卸汽车(每台作业率300m³/台班)配合装运石方,其他机械均配套,将石方调运到两端的填方路段。

施工完成后,对路基工程进行了质量检验,其中针对K20+300~K20+520路段,实测了纵断高程、中线偏位、宽度、横坡。

问题: 4.K20+300~K20+520段路基施工的质量检验,还应实测哪些项目?

⑦ [答疑编号502077201403;针对该题提问]

『正确答案』实测项目还有压实度、平整度、边坡坡度、边坡平顺度(每条1分,共4分)。

1B420052 掌握路面工程质量检验

一、路面基层、底基层的检验 (简称:六度一高程)

(一)主要检验内容包括:高程、厚度、宽度、横坡度和平整度、基层的压实度和强度。

(二)水泥稳定粒料基层实测项目

水泥稳定粒料基层实测项目有:压实度、平整度、纵断高程、宽度、厚度、横坡、强度。

1. 压实度:按路基、路面压实度评定标准检查,每200m每车道检测2处。
2. 平整度:用3m直尺进行检查,每200m测2处×10尺。
3. 纵断高程:用水准仪进行检查,每200m测4个断面。
4. 宽度:各级公路的宽度应符合设计要求,用尺量,每200m测4处。
5. 厚度:按路面结构层厚度评定标准检查,每200m每车道检测1点。
6. 横坡:用水准仪进行检查,每200m测4个断面。
7. 强度:各级公路的强度应符合设计要求。按半刚性基层和底基层材料强度评定标准检查。

(三)石灰土基层实测项目

石灰土基层实测项目有:压实度、平整度、纵断高程、宽度、厚度、横坡、强度。(同水泥稳定粒料基层)

(四)填隙碎石(矿渣)基层和底基层实测项目

填隙碎石(矿渣)基层和底基层实测项目有:压实度、弯沉值、平整度、纵断高程、宽度、厚度、横坡。(无强度)

二、水泥混凝土路面的检验

(一)主要检验内容包括:水泥混凝土面板的弯拉强度、相邻板高差、纵横缝顺直度、板厚度、平整度、抗滑构造深度、中线平面偏位、路面宽度、纵断高程和路面横坡。

(二)水泥混凝土面层实测项目

1. 弯拉强度:按水泥混凝土弯拉强度评定标准检查。
2. 板厚度:每200m每车道检测2处。
3. 平整度:用平整度仪按全线每车道连续检测,每100m计算标准偏差 σ 、国际平整度指数IRI。除高速公路、一级公路以外的其他公路的平整度也可用3m直尺检测。
4. 抗滑构造深度:用铺砂法进行检测,每200m测1处。
5. 相邻板高差:
6. 纵、横缝顺直度:
7. 中线平面偏位:用经纬仪进行检测,每200m测4点。
8. 路面宽度:各级公路的路面宽度的允许偏差为+20~-20mm。每200m测4处。
9. 纵断高程:用水准仪进行检测。
10. 横坡:用水准仪进行检查。

三、沥青混凝土路面的检验

(一)主要检验内容包括:沥青混凝土面层的压实度、弯沉值、渗水系数、摩擦系数、厚度、平整度、构造深度、中线平面偏位、纵断高程、路面宽度及横坡。

(二)沥青混凝土面层和沥青碎(砾)石面层实测项目

1. 压实度:按路基、路面压实度评定标准检查,每200m测1处。
2. 平整度:用平整度仪按全线每车道连续检测,每100m计算标准偏差 σ 、国际平整度指数IRI。
3. 弯沉值:各级公路的弯沉值应符合设计要求。按路基、柔性基层、沥青路面弯沉值评定标准检查。
4. 渗水系数:用渗水试验仪进行检测,每200m测1处。
5. 抗滑:摩擦系数的测定可用摆式仪,每200m测1处;摩擦系数的测定可用横向力系数测定车,全线连续,按路面横向力系数标准检查;构造深度用铺砂法进行检测,每200m测1处。
6. 厚度:按路面结构层厚度评定标准检查,双车道每200m测1处。
7. 中线平面偏位:用经纬仪进行检测,每200m测4点。
8. 纵断高程:用水准仪进行检测,每200m测4断面。
9. 宽度:用尺量,每200m测4断面。
10. 横坡:用水准仪进行检查,每200m测4个断面。

例题:下列指标中,属于沥青混凝土路面检验项目的是()。(2010)

A.渗水系数 B.纵横缝顺直度 C.面板的弯拉强度 D.相邻板高差 『正确答案』A

1B420053 掌握桥梁工程质量检验

一、桥梁总体

(一) 桥梁的净空

(二) 桥面中心偏位、桥面宽度和桥长

1. 桥面中心偏位要求用经纬仪检查 3~8 处。
2. 桥面宽度（车行道、人行道）要求用钢尺量每孔 3~5 处。
3. 桥长要求用测距仪检查。

(三) 引道中心线与桥梁中心线的衔接以及桥头高程衔接

1. 要求分别将引道中心线和桥梁中心线延长至两岸桥长端部，比较其平面位置，允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ 。
2. 桥头高程衔接要求用水准仪测量。

二、钻孔灌注桩施工的主要检验内容

1. 在终孔和清孔后应对成孔的孔位、孔深、孔形、孔径、倾斜度、泥浆相对密度、孔底沉淀厚度、钢筋骨架底面高程等检查。

- (1) 群桩、排架桩的桩位要求用经纬仪检查纵横方向；
 - (2) 钻孔倾斜度查灌注前记录，允许偏差为 1%；
 - (3) 孔底沉淀厚度查灌注前记录，均应符合设计要求；
 - (4) 钢筋骨架底面高程查灌注前记录。
2. 钻孔灌注桩混凝土的强度要求按水泥混凝土抗压强度评定标准检查。
 3. 凿除桩头混凝土后，看有无残缺的松散混凝土。
 4. 需嵌入承台内的混凝土桩头及锚固钢筋长度应符合要求。

三、沉井施工的主要检验内容

1. 沉井混凝土的强度要求按水泥混凝土抗压强度评定标准评定。
2. 沉井刃脚底面标高要求用水准仪检查。
3. 沉井的平面尺寸（长、宽，半径）要求每节段用尺量，井壁厚度要求沿周边量 4 点。
4. 沉井最大纵、横向倾斜度要求吊垂线检查垂直。
5. 沉井的中心偏位、平面扭转角要求用全站仪或经纬仪检查。上述各项必须满足规定值或允许偏差。

四、明挖地基的主要检验内容

1. 基底平面位置、尺寸大小和基底标高是否与设计资料相符。
2. 基底地质情况和承载力是否与设计资料相符。
3. 地基所用材料是否达到设计标准。

五、钢筋加工及安装施工的主要检验内容

1. 钢筋、焊条的规格和技术性能符合要求，受力钢筋同一截面的接头数量、搭接长度和焊接、机械接头质量符合规定。
2. 冷拉钢筋的机械性能须符合要求，钢筋平直，表面无裂皮和油污。
3. 受力钢筋间距、横向水平钢筋、螺旋筋间距，要求每构件检查 5~10 个间距。
4. 钢筋骨架尺寸、弯起筋位置和保护层厚度：
 - (1) 钢筋骨架尺寸按骨架总数 30% 抽检；
 - (2) 弯起筋位置每骨架抽查 30%；
 - (3) 要求对柱、梁、拱肋、基础、锚碇、墩台和板保护层厚度进行检查，每构件沿模板周边检查 8 处。

六、后张法预应力筋的加工和张拉的主要检验内容

1. 预应力筋的各项技术性能应符合要求，千斤顶、油表、钢尺等应检查校正。
2. 预应力管道坐标及管道间距，要求在梁长方向和梁高方向抽查 30%，每根查 10 个点。
3. 张拉时的应力值、张拉伸长率和张拉断丝滑丝数：
 - (1) 张拉时的应力值要求查张拉记录，必须符合设计要求；
 - (2) 张拉伸长率要求查张拉记录，必须符合设计规定，无设计规定时必须在 $\pm 6\%$ 范围内；
 - (3) 钢束的断丝滑丝数每束允许 1 根，且每断面不超过钢丝总数的 1%；钢筋不允许断丝。

例题：背景材料

某施工单位承接了某二级公路 E3 标段（K15+000~K25+000）路基工程施工。由于该标段工程量集中，工期紧张，项目部对工程质量管理与控制尤其重视，要求项目总工对质量控制负总责，对技术文件、报告、报表进行全面深入的审核与分析，并采取测量、试验、分析、监督等各种方法对现场质量进行检查控制。该标段作为一个单位工程，划分了分部、分项工程，依据质量检验评定标准对分项工程进行评分，项目部按优、良、合格、不合格四个等级来评定工程质量。

项目部还根据不同管理层次和职能对采用新技术、新材料、新工艺的各环设置质量控制关键点，以便进行重点监控。

项目部在抓质量的同时，也注重安全生产。在 K23+200~K24+100 路段拟采用大型综合爆破进行石方路基施工。项目部编制了爆破设计书，并提交监理工程师审批后，成立了现场指挥机构并组织人员实施，在危险边界设置了明显标志，撤离了警戒区内的人员、牲畜，并在警戒区四周安排警戒人员，最后成功完成了大型综合爆破。石方路基施工完成后，项目部实测了压实度、纵断高程、中线偏位、宽度、横坡、边坡平顺度，各项指标均满足相应标准和要求。

问题：

1. 指出背景中项目部的两处错误做法，给出正确做法。
2. 根据质量控制关键点的设置原则，除背景提及的在“新技术、新材料、新工艺各环节”设置质量控制关键点处，还应在哪些情况下设置？
4. 补充石方路基实测项目。

『正确答案』

1. 背景中项目部的两处错误做法。

(1) “要求项目总工程师对质量控制负总责”错误。改正为：项目经理本人对质量控制负总责。

(2) “工程质量等级评定分为优秀、良好、合格、不合格四个等级”错误。改正为：**工程质量等级评定为合格、不合格两个等级。**

2. 根据质量控制关键点的设置原则，除背景提及的在“新技术、新材料、新工艺各环节”设置质量控制关键点处，还应在以下情况下设置。

(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) 质量信息反馈中缺陷频数较多的项目。

4. 补充石方路基实测项目：平整度、边坡坡度。

七、承台混凝土浇筑的主要检验内容

1. 混凝土强度，要求按水泥混凝土抗压强度评定标准检查，必须在合格标准内。

2. **承台尺寸、承台顶面高程和轴线偏位：**

(1) 承台尺寸用尺量长、宽、高各 2 点；

(2) 承台顶面高程用水准仪测量；

(3) 承台轴线偏位要求用经纬仪测量纵、横各 2 点。

八、墩、台身混凝土浇筑的主要检验内容

1. 墩、台身混凝土强度要求按水泥混凝土抗压强度评定标准检查，必须在合格标准内。

2. **墩、台身断面尺寸、顶面高程和轴线偏位：**

(1) 墩、台身断面尺寸要求检查 3 个断面；

(2) 顶面高程要求用水准仪测量 3 处；

(3) 轴线偏位要求用经纬仪测量纵、横各 2 点。

3. **墩、台身竖直度或斜度、大面积平整度和预埋件位置：**

(1) 墩、台身竖直度或斜度、大面积平整度要求用 2m 直尺检查；

(2) 预埋件位置要求用尺量。

九、柱或双壁墩混凝土浇筑的主要检验内容（同墩、台）

1. 混凝土强度

2. **柱或双壁墩断面尺寸、顶面高程和轴线偏位：**

(1) 柱或双壁墩断面尺寸要求检查 3 个断面；

(2) 柱（墩）顶高程要求用水准仪检查；

(3) 轴线偏位要求用经纬仪定出轴线检查 4 处。

3. **墩、台身竖直度和相邻间距：**

(1) 墩、台身竖直度要求用垂线或经纬仪，每柱纵、横向各检查 2 处；

(2) 相邻间距要求用尺量或测距仪测量（顶、中、底）3 处。

十、墩、台帽或盖梁混凝土浇筑的主要检验内容

1. 混凝土强度。

2. **墩、台帽或盖梁断面尺寸、支座处顶面高程和轴线偏位：**

(1) 墩、台帽或盖梁断面尺寸检查 3 个断面；

(2) 简支梁、连续梁和双支座连续梁的支座处顶面高程要求用水准仪每支座检查 1 点；

(3) 轴线偏位要求用经纬仪测量纵横各 2 点。

3. **墩、台帽或盖梁预埋件位置要求用尺量。**

十一、预制梁、板的主要检验内容

1. 梁、板混凝土强度按水泥混凝土抗压强度评定标准检查。

2. **梁、板的几何尺寸（长度、宽度、高度和跨径）：**

(1) 梁、板的长度用尺量；

(2) 梁（板）的宽度；

(3) 梁（板）及箱梁的**高度要求用尺量 3 处**；

(4) 梁（板）跨径要求用尺量支座中心至支座中心距离。

3. 梁、板平整度及梁、板支座预埋件表面的平整度：

(1) 梁、板平整度要求用 2m 直尺检测；

(2) 梁、板支座预埋件表面的平整度要求查浇筑前记录。

4. 预埋件位置要求用尺量。

十二、梁、板安装的主要检验内容

1. 梁、板支座中心偏位要用尺量。

2. 梁、板安装的竖直度要吊垂线。

3. 梁、板顶面纵向高程要用水准仪抽查。

4. 梁、板间的**接缝填充材料**应符合要求。

十三、悬臂浇筑梁施工的主要检验内容

1. 必须对**桥墩根部（0 号块）的高程、桥轴线**进行详细复核，方可进行悬浇施工。

2. **悬臂浇筑施工必须对称进行。**

3. 施工过程中梁体不得出现裂缝，并确保接头质量。

4. 合龙段混凝土强度合格标准内。

5. 桥梁的**轴线偏位，顶面高程，断面尺寸和同跨对称点高程差：**

- (1) 桥梁的轴线偏位用经纬仪检查，每节段检查 2 处；
- (2) 顶面高程用水准仪检查，每跨 5 处；
- (3) 断面尺寸检查施工记录，**每节段检查一个断面**；
- (4) 同跨对称点高程差用水准仪检查，每跨 5 处。

十四、悬臂拼装梁施工的主要检验内容

1. 对桥墩根部（0 号块）的高程、桥轴线进行详细复核，符合设计要求后，方可进行悬拼施工。
2. 悬臂拼装施工必须对称进行。
3. **施工过程中梁体不得出现超过设计或设计规范的裂缝和有害裂缝。**
4. 桥梁的轴线偏位、梁体的顶面高程和同跨对称点高程差：
 - (1) 桥梁的轴线偏位用经纬仪检查，
 - (2) 梁体的顶面高程用水准仪检查，
 - (3) 同跨对称点高程差用水准仪检查。

5. 合龙段混凝土强度。

十五、拱的安装施工主要检验内容

1. 在**强度达到 70%以上时方可进行拱上建筑施工。**
2. 拱圈轴线横向偏位，拱圈标高；
3. 主拱圈两对称接头点相对高差，同跨各拱肋相对高差和同跨各拱肋间距：
 - (1) 主拱圈两对称接头点相对高差用水准仪检查每段；
 - (2) 同跨各拱肋相对高差用水准仪检查 5 处；
 - (3) 同跨各拱肋间距用尺量。
4. 腹拱起拱线高程和相邻块件高差；

十六、斜拉桥钢筋混凝土索塔施工的主要检验内容

1. 索塔的**索道孔及锚箱位置**，以及锚箱锚固面与水平面的交角控制，锚板与孔道是否相互垂直。
2. 索塔混凝土强度按水泥混凝土抗压强度评定标准评定。
3. **地面处水平偏位**，索塔的倾斜度、断面尺寸：
 - (1) 地面处水平偏位用经纬仪或全站仪检查；
 - (2) 索塔的倾斜度用经纬仪或全站仪纵、横方向；
 - (3) 断面尺寸用尺量。
4. 锚固点高程、系梁高程和孔道位置；

十七、悬臂浇筑混凝土斜拉桥的梁施工主要检验内容

1. 索的技术性能应符合设计标准，千斤顶和油表等斜拉索张拉工具应检查校正。
2. 穿索前应将锚箱孔道毛刺打平，避免钢索损伤。
3. 悬臂浇筑混凝土斜拉桥的梁混凝土强度按水泥混凝土抗压强度评定标准评定。
4. 梁的轴线偏位、断面尺寸、梁锚固点高程：
 - (1) 梁的轴线偏位用经纬仪或全站仪检查；
 - (2) 断面尺寸包括梁高、顶宽和板厚要求用尺量，每段 2 个断面；
 - (3) 梁锚固点高程用水准仪或全站仪测量。
5. 斜拉索拉力、锚具轴线与孔道轴线偏位
 - (1) 斜拉索索力用测力仪测每索索力，要求符合设计要求；
 - (2) **锚具轴线与孔道轴线偏位用尺量，抽查 25%；允许偏差为 5mm。**

十八、悬索桥钢筋混凝土索塔施工的主要检验内容

1. 索塔的索道孔及锚箱位置，以及锚箱锚固面与水平面的交角控制，锚板与孔道是否相互垂直。
2. 索塔混凝土强度按水泥混凝土抗压强度评定标准评定。
3. **塔柱底水平偏位**、索塔倾斜度、断面尺寸和预埋件位置
4. 系梁高程和索鞍底板面高程
 - (1) 系梁高程用水准仪或全站仪测量；
 - (2) 索鞍底板面高程用水准仪或全站仪测量。

十九、悬索桥索鞍安装施工的主要检验内容

1. 索鞍满足设计要求和施工技术规范，索槽内部清洁，运输过程中避免焊缝损坏和涂层损伤。
2. 索鞍高程，四角高差，横向偏位和纵向最终偏位
3. 散索鞍纵、横向偏位，高程和角度

二十、悬索桥锚碇混凝土施工的主要检验内容 属于大体积混凝土

1. **悬索桥锚碇混凝土强度**在合格标准内。
2. **基础的地基承载力**满足要求，锚室无渗水，积水。
3. **锚碇的轴线偏位、断面尺寸和大面积平整度**；
4. **锚碇基础底面标高、锚碇的顶面标高及预埋件位置**：
 - (1) 锚碇基础底面标高用水准仪或全站仪测量；
 - (2) 锚碇的顶面标高用水准仪或全站仪测量；
 - (3) 预埋件位置用尺量或全站仪检查，要求符合设计要求。

二十一、主缆架设与防护施工的主要检验内容

1. 索股按设计要求和有关标准验收合格，锚头、锚头灌注合金及锁定应经检验。
2. 缠丝机使用前应进行检验，索股入鞍、入锚位置符合要求。
3. 索股标高、索股力与设计的偏差
4. 主缆空隙率和主缆防护

二十二、桥面铺装施工的主要检验内容

1. 桥面铺装应符合**同等级路面的要求**，桥面泄水孔的进水口应略低于桥面面层。
2. 桥面铺装的**强度和压实度按路基、路面压实度评定标准或水泥混凝土抗压强度评定标准检查。**
3. 铺装层的**厚度、平整度和抗滑构造深度**：
 - (1) 铺装层的厚度应对比路面浇筑前后标高检查，每 100m 检查 5 处；
 - (2) 平整度应用平整度仪检测：全桥每车道连续检测，每 100m 计算 IRI 或 σ ；
 - (3) 抗滑构造深度用砂铺法每 200m 查 3 处。
4. 桥面横坡。

1B420054 掌握隧道工程质量检验

一、锚喷支护的质量要求

(一) 喷射混凝土抗压强度检查

1. 隧道（2 车道隧道）**每 10 延米，至少在拱脚部和边墙各取一组试样**，材料或配合比变更时另取**一组，每组至少取三个试块进行抗压试验。**

2. 满足以下条件者为合格，否则为不合格：**（重点）**

- (1) **同批**（指同一配合比）试块的抗压**强度平均值，不得低于设计强度或 C20。**
- (2) **任意一组试块抗压强度平均值，不得低于设计强度的 80%。**
- (3) **同批试块为 3~5 组时，低于设计强度的试块组数不得多于 1 组；试块为 6~16 组时，不得多于 2 组；17 组以上，不得多于总组数的 15%。**

3. **检查不合格时**，应查明原因并采取措施，可用**加厚喷层或增设锚杆的办法予以补强。**

(二) 喷层与围岩粘结情况的检查

可用**锤敲击**，如有空响应**凿除喷层，洗净重喷。必要时应进行粘结力测试。**

(三) 喷层厚度检查

可分**喷射过程和支护完成后两个阶段进行**，喷射时可**插入长度比设计厚度长 5cm 的铁丝**。支护完成后**每 10 延米至少检查一个断面**，再从拱顶中线起**每隔 2m 凿孔检查一个点**。每个断面拱、墙分别统计，**全部检查孔处喷层厚度应有 60% 以上不小于设计厚度，平均厚度不得小于设计厚度，最小厚度不小于设计厚度的 1/2。**

(四) 当发现喷混凝土表面有裂缝、脱落、露筋、渗透漏水等情况时，应予**修补，凿除喷层重喷或进行整治。**

(五) **锚杆安设后每 300 根至少选择 3 根作为 1 组进行抗拔力试验**，围岩条件或原材料变更时另作 1 组。同组锚杆 28d 的抗拔力平均值应满足设计要求；每根锚杆的抗拔力**最低值不得小于设计设计值的 90%。**

二、隧道总体的检验内容

1. 车行道：每 20m（曲线）或 50m（直线）检查 1 次。
2. 净总宽：每 20m（曲线）或 50m（直线）检查 1 次。
3. 隧道净高：每 20m（曲线）或 50m（直线）测 1 个断面，每断面测拱顶和两拱腰 3 点。
4. 隧道偏位：每 20m（曲线）或 50m（直线）检查 1 处。
5. 路线中心线与隧道中心线的衔接：
6. 边坡、仰坡：

背景资料：

某施工单位承接了一座公路隧道的土建及交通工程施工项目，该隧道为单洞双向行驶的两车道浅埋隧道，设计高 5m，净宽 12m，总长 1600m，穿越的岩层主要有页岩和砂岩组成，裂隙发育，设计采用新奥法施工、分部开挖和复合式衬砌。进场后，项目部与所有施工人员签订了生产责任书，在安全生产检查中发现一名电工无证上岗，一名装载机驾驶员证书过期，项目部对电工予以辞退，并要求装载机驾驶员必须经过培训并经过考核后方可重新上岗。

隧道喷锚支护时，为保证喷射混凝土强度，按相关规范要求取样进行抗压强度实验。取样按每组三个试块，共抽取**36 组**，实验时发现其中有 2 组试块抗压强度平均值为设计强度为 90%、87%，其他各项指标符合要求。检查中还发现喷射混凝土局部有裂缝、脱落、漏筋等情况。

隧道路面面层为厚度 5cm、宽度 9cm 的改性沥青 AC—13，采用中型轮胎式摊铺机施工，该摊铺机施工生产率为 80m³/台班，机械利用率为 0.75，若每台摊铺机每天工作 2 个台班，计划 5 天完成隧道路面沥青混凝土面层的摊铺。

路面施工完成后，项目部按要求进行了照明、供配电设施与交通标志、防撞设施、里程标、百米标的施工。

问题：

1. 喷射混凝土的抗压强度是否合格？说明理由。针对喷射混凝土出现的局部裂缝、脱落、漏筋等缺陷，提出处理意见。

正确答案 合格 (1) 虽然有两组试件低于设计强度，**但不低于设计强度的 80%，并且只有两组 (36 × 15% = 5.4) 少于总组数的 15%，即合格。**

缺陷采用措施：**修补或者凿除喷层重新喷射混凝土。**

1B420055 掌握交通工程主要系统质量检验与测试

一、交通安全设施的检测

(一) 交通标志的检测

2. 对于**交通标志各构件的检测项目**主要包括标志板外形尺寸、标志字符尺寸、标志面反光膜等级及逆反射系数、标志面反光膜缺陷、气泡检查、反光膜拼接、支撑结构及连接件的质量、金属构件的防腐、标志板与铝槽的连接等。对**标志面所用的反光膜的性能进行检测**。

3. 对于**施工完毕的标志**，主要应进行标志板**安装平整度检验、立柱垂直度检验、标志板下缘至路面净空高度检验、标志板内侧距土路肩边线距离检验、基础尺寸检验**等。特别要注意悬臂式和门架式标志的标志板下缘至路面净空高度（允许偏差为+100mm，0）、柱式标志的标志板**内侧距土路肩边线距离**（允许偏差为+100mm，0），从而满足公路净空及建筑限界的要求。

(二) 交通标线的检测

对于**标线涂料**，应根据涂料的类型不同进行不同项目的检测：

1. 溶剂型路面标线涂料分为普通型和反光型。反光型是指涂料中不含玻璃珠，**施工时涂布涂层后立即将玻璃珠撒布在其表面**。

2. **热熔型涂料分为普通型、反光型和突起型**。

3. **双组分涂料分为普通型、反光型和突起型**。

4. 水性涂料分为普通型和反光型。

对于**已完工的标线**，主要的检测项目包括**标线的横断位置、标线线形、标线的长度及宽度、标线纵向间距、标线厚度、表面污染、涂层变色、反光效果、缺陷检查**等。

对于**突起路标**，主要检查外观和尺寸、色度、逆反射性能、抗冲击性能、抗压性能、密封性、安装位置、线形与路面粘结性能等。

(三) 护栏的检测

1. **波形梁护栏的检测项目**主要包括构件的材料性能和外观尺寸、金属构件的防腐处理、混凝土的强度和外观尺寸、护栏的安装情况、高度、横断位置、线形等。

2. **混凝土护栏的检测项目**主要包括混凝土强度、外观尺寸、安装情况、混凝土表面外观、地基压实度、基础平整度等。

(四) 隔离栅及桥梁护网的检测

(五) 轮廓标的检测

(六) 防眩设施的检测

(七) 钢筋混凝土结构的里程碑、百米桩、公路界碑的检测

检测项目主要包括**外形尺寸、混凝土强度、安装位置、埋设深度**等。

二、监控系统的检测

本部分包括**主线和隧道**监控系统的检测。

(一) 主要检测项目

1. 设备、材料的规格及施工安装质量的检测

将到达现场**进场的工程材料与设备**的产品说明书、出厂合格证，验收单进行检测，**检测其名称、型号、规格、外观等是否符合设计要求**。对没有经过鉴定、定型的设备，应提供有资质的检测机构出具的**合格检测报告或证书**。

施工安装质量的检测主要是设备安装、信号与控制配线（缆）、光电缆的敷设、电源线、防雷与接地等**施工安装是否符合合同、施工图设计和相应施工规范要求**。

2. 设备的性能、功能的检测

通过对设备的**产品说明书、出厂合格证、验收单中主要性能指标和主要功能的检测**，**检测其设备的性能和功能是否符合合同和设计要求**。

3. 系统检测

系统检测主要是对设备相互之间互联和系统的**参数、功能及性能的检测**。应对工程中实有的**子系统和系统进行检测**。监控分中心的检测还可以分解为**监控计算机、地图板、大屏幕投影仪等子系统分别进行检测**。

(二) 监控设施的检测内容与方法

1. 车辆检测器的检测

检测数据包括**车流量、速度、占有率**等。

2. 气象检测器和能见度检测器的检测

3. 可变信息标志、可变限速标志的检测

通过**现场检查**和**连续监视的方法**对设备进行显示功能检测、自检功能检测、手动或自动调光功能检测。

4. 视频监视系统的检测

检测设备的配置、安装施工应符合设计要求。

5. 监控中心设备安装及系统的检测

(1) 硬件检测包括：

• 设备的配置、安装施工应符合设计要求；

• 监控中心的防雷接地、供电、空调通风、照明等辅助设施

• 隐蔽工程验收记录、分项工程自检和设备及系统联调记录、**有效的设备检验合格报告或证书等资料齐全**。

(2) 软件检测：

(3) 实测项目。

6. 大屏幕投影系统的检测

7. 监控系统计算机网络的检测

设备安装调试完毕，系统处于正常工作状态，并符合设计要求。

提供齐全的隐蔽工程验收记录、分项工程自检和设备及系统联调记录、有效的设备检验合格报告或证书等资料。

8. 光、电缆线路的检测

三、收费系统的检测

(一) 主要检测项目

1. 设备、材料的规格及施工安装质量的检测

将到达现场的工程材料与设备的产品说明书、出厂合格证、验收单进行检测，检测其名称、型号、规格、外观等是否符合要求，对没有经过鉴定、定型的设备，应提供有资质的检测机构出具的合格检测报告或证书。设备的施工安装是否符合合同、施工图设计和相应施工规范要求。

2. 设备的性能、功能的检测

通过对设备的产品说明书、出厂合格证、验收单中主要性能指标和主要功能的检测，检测其设备的性能和功能是否符合要求。

3. 收费系统的系统检测

系统检测主要是对设备相互之间互联和系统的参数、功能及性能的检测，参见车道设备的检测、收费站和收费分中心设备及软件的检测的相关内容。

(二) 收费设施的检测内容

各设备均是**通过目测、手动检测等方法检测其设备的外观质量及安装情况。通过通电、现场实际操作与检查，检测收费设施的性能、功能。**

1. 入口、出口车道设备的检测项目
2. 收费站设备及软件的检测项目
3. 路段收费分中心设备及软件的检测项目
4. 内部有线对讲及紧急报警系统的检测项目
5. 视频监视系统的检测项目
6. 收费站内光、电缆及塑料管道的检测项目
7. 收费系统计算机网络的检测项目

例题. 收费系统的主要检测项目包括设备及材料的质量和规格检查、()。(2009年)

A. 设备性能和功能测试 B. 可变限速标志测试 C. 子系统测试 D. 紧急电话系统测试 E. 系统测试
『正确答案』ACE 『答案解析』系统检测主要是检测项目 1. 设备、材料的规格及施工安装质量的检测；2. 设备的性能、功能的检测；3. 收费系统的系统检测。

四、通信系统的检测

(一) 通信设施主要检测项目

1. 光电缆线路与通信管道。
2. 光纤数字传输设备。
3. 数字程控交换设备。
4. 会议电视设备。
5. 数字同步时钟设备。
6. 紧急电话、有线广播设备。
7. 通信电源设备。

(二) 通信设施的检测内容

1. 通信管道与光、电缆线路的检测项目：
2. 光纤数字传输系统的检测项目：
3. 数字程控交换系统的检测项目：
4. 紧急电话系统的检测项目：
5. 通信电源的检测项目：

五、供配电、照明系统的检测

(一) 主要检测项目

1. 设备及材料的质量和规格的检测

将到达现场的工程材料与设备的产品说明书、出厂合格证、验收单进行检测，检测其名称、型号、规格、外观等是否符合要求。

2. 设备的性能、功能的检测

通过对设备的产品说明书、出厂合格证、验收单中主要性能指标和主要功能的检测，检测其设备的性能和功能是否符合要求。

3. 供配电、照明系统的系统检测

供配电、照明系统的系统测试主要是对变电所、供配电与照明系统在单体设备性能和功能检测符合要求后，系统连接集成后的系统测试。检测应以设计文件、国家现行标准、规范为依据，检测符合规定后才能提请鉴定测试和验收。

(二) 供配电主要设备的检测内容

1. 高、低压开关柜的检测
2. 变压器的检测 (1) 变压器应进行型式试验，包括试验范围和方法。 (2) 常规试验
3. 中心(站)内低压配电设备的检测项目
4. 现场设备电力电缆线路的检测项目

(三) 照明主要设备检测的内容

1. 道路照明设施的检测 **公路照明的技术指标通常用亮度、照度、眩光限制和诱导性四项指标来表示，其中亮度、照度、眩光都与光通量、发光强度有关。**照明系统的检测分为单项设备检测和照明效果检测两部分。

1B420056 熟悉质量检验评定

一、公路工程质量检验和评定的标准

公路工程质量检验和评定的标准是：《公路工程质量检验评定标准》JTG F80 / 1-2004 及项目专用技术规范。

二、单位工程、分部工程和分项工程的划分

(一) **单位工程** 单位工程是指在建设项目中，根据签订的合同，**具有独立施工条件**的工程。

(二) **分部工程** 单位工程中**按结构部位、路段长度及施工特点或施工任务**划分为若干个分部工程。

(三) **分项工程** 分部工程中**按不同的施工方法、材料、工序及路段长度**等划分为若干个分项工程。

三、工程质量评分方法

1. 工程质量检验评分**以分项工程为单元，采用 100 分制进行**。在分项工程评分的基础上，逐级计算各相应**分部工程、单位工程、合同段和建设项目**评分值。

2. **工程质量评定等级分为合格与不合格，应按分项、分部、单位工程、合同段和建设项目逐级评定。**

3. **施工单位**应对各分项工程按《公路工程质量检验评定标准》JTG F80 / 1-2004 所列基本要求、**实测项目和外观鉴定进行自检。**

4. **工程监理**单位应对工程质量进行独立抽检，对**施工单位**检评资料进行签认，对工程质量进行评定。

5. **建设单位**根据对工程质量的检查及平时掌握的情况，对**工程监理**单位所做的**工程质量评分及等级进行审定。**

6. **质量监督部门、质量检测机构**依据《公路工程质量检验评定标准》JTG F80 / 1-2004 对**公路工程质量进行检测评定。**

四、工程质量评分方法

(一) 分项工程质量评分

分项工程质量检验内容包括基本要求、实测项目、外观鉴定和质量保证资料四个部分。只有在其使用的原材料、半成品、成品及施工工艺符合基本要求的规定，且无严重外观缺陷和质量保证资料真实并基本齐全时，才能对分项工程质量进行检验评定。

涉及结构安全和使用功能的重要实测项目为关键项目，其合格率不得低于 90%（属于**工厂加工制造的交通工程安全设施及桥梁金属构件**不低于 95%，**机电工程**为 100%），且检测值不得超过规定极值，否则必须进行返工处理。

实测项目的**规定极值**是指任一单个检测值都不能突破的极限值，不符合要求时该实测项目为不合格。

分项工程的评分值满分为 100 分，按实测项目采用加权平均法计算。存在外观缺陷或资料不全时，须予减分。

$$\text{分项工程得分} = \sum [\text{检查项目得分} \times \text{权值}] / \sum \text{检查项目权值}$$

$$\text{分项工程评分值} = \text{分项工程得分} - \text{外观缺陷减分} - \text{资料不全减分}$$

(1) 基本要求检查

分项工程所列基本要求对施工质量优劣具有关键作用，应按基本要求对工程进行认真检查。

(2) 实测项目计分

检查项目除按数理统计方法评定的项目以外，均应按单点（组）测定值是否符合标准要求进行评定，并按合格率计分。

$$\text{检查项目合格率} (\%) = \text{检查合格的点(组)数} / \text{该检查项目的全部检查点(组)数}$$

$$\text{检查项目得分} = \text{检查项目合格率} \times 100$$

(3) 外观缺陷减分

对工程外表状况应逐项进行全面检查，如发现外观缺陷，应进行减分。**对于较严重的外观缺陷，施工单位须采取措施进行整修处理。**

(4) 资料不全减分

分项工程的施工资料和图表残缺，缺乏最基本的数据，或有伪造涂改者，不予检验和评定。资料不全者应予减分，减分幅度可视资料不全情况，每款减 1~3 分。

(二) 分部工程和单位工程质量评分

分项工程和分部工程区分为**一般工程和主要（主体）工程，分别给以 1 和 2 的权值**。进行分部工程和单位工程评分时，采用**加权平均值**算法确定相应的评分值。

$$\text{分部(单位)工程得分} = \sum [\text{分部(单位)工程评分值} \times \text{相应权值}] / \sum \text{分部(单位)工程权值}$$

(三) 合同段和建设项目工程质量评分

合同段和建设项目工程质量评分值按《公路工程竣（交）工验收办法》计算。

五、质量保证资料

质量保证资料应包括以下六个方面：

1. 所用**原材料、半成品和成品**质量检验结果。
2. 材料**配比、拌合加工控制**检验和试验数据。
3. **地基处理、隐蔽工程**施工记录和大桥、隧道施工监控资料。
4. 各项质量控制指标的**试验记录**和质量检验汇总图表。
5. 施工过程中遇到的**非正常情况**记录及其对工程质量影响分析。
6. 施工过程中如发生**质量事故**，经处理补救后，达到设计要求的**认可证明文件**等。

六、工程质量等级评定重点

1. 分项工程质量等级评定

分项工程评分值不小于 75 分者为合格；小于 75 分者为不合格；机电工程、属于工厂加工制造的桥梁金属构件不小于 90 分者为合格，小于 90 分者为不合格。

评定为不合格的分项工程，经**加固、补强或返工、调测**，满足设计要求后，可以**重新评定**其质量等级，但计算分项工程**评分值时按其复评分值的 90% 计算。**

2. 分部工程质量等级评定

所属各分项工程全部合格，则该分部工程评为合格；所属任一分项工程不合格，则该分部工程为不合格。

3. 单位工程质量等级评定

所属各分部工程全部合格，则该单位工程评为合格；所属任一分部工程不合格，则该单位工程为不合格。

4. 合同段和建设项目质量等级评定

合同段和建设项目**所含单位工程全部合格，其工程质量等级为合格**；所属任一单位工程不合格，则合同段和建设项目为不合格。

例题.某公路收费站的出口车道设备施工分项工程质量评定为 89 分，根据《公路工程质量检验评定标准》的规定，该分项工程质量等级应为（ ）。

A. 不合格 B. 合格 C. 中等 D. 优良

『正确答案』A 出口车道属于机电工程，小于 90 分，所以不合格

1B420060 公路工程安全管理的范围及要求

1B420061 掌握公路工程安全管理的范围

一、路基工程施工的安全管理

(一) 路基工程施工安全管理范围 “人、机、料、法、环”五个方面。

路基工程施工安全管理的范围包括：**土方施工、石方施工、高边坡施工、爆破作业、机械作业、挡护工程等。**

(二) 路基工程施工安全管理的一般要求

1. 建立健全路基施工**安全保障体系**。
2. 施工现场布置应有利于生产，方便职工生活。施工现场的临时驻地与临时设施的设置，必须避开**泥沼、悬崖、陡坡、泥石流、雪崩等危险区域，选在水文、地质良好的地段。**
3. 施工现场内的坑、沟、水塘等边缘应设**安全护栏(高度 1.2 米)**，场地狭小，行人和运输繁忙的地段应设**专人指挥交通**。
5. 路基施工机械设备应有专人负责保养、维修和看管。各种机械操作手、电工必须持证上岗。
6. 路基施工现场必须做好交通安全管理工作。夜间施工，路口、边坡顶必须设置警示灯或反光标志，**专人管理灯光照明**。
7. 现场操作人员必须按规定佩戴**个人安全防护用品**，机械燃料库必须设**消防防火设备**。
8. **施工现场易燃品必须分开放置，保证一定的安全距离。**

二、路面工程施工的安全管理

(一) 路面工程施工的安全管理范围

其中包括对施工作业人员的安全管理、施工中机械的安全管理、施工环境的安全管理。

(二) 路面工程施工安全管理的一般要求

1. 确定施工方案、及时准确发布路面施工信息
2. 详细**划分施工区域**，设置好安全标志，严格按**警告区、上游过渡区、缓冲区、作业区、下游过渡区、终止区**来划分施工区域。
3. **施工现场所有施工人员应统一着橘黄色的反光安全服，而且安全员分班实行 24h 施工路段安全巡查。**
4. 施工车辆必须配置黄色闪光标志灯，停放在施工区内规定的地点。
5. 在施工区域**两端**应设置**彩旗、安全警示灯、闪光方向标**，给施工车辆和社会车辆以提示作用。

三、桥涵工程的安全管理

(一) 桥涵工程的安全管理范围

桥涵工程的安全管理包括：**桩基工程的安全管理；墩台工程的安全管理；墩身、盖梁工程的安全管理；桥面工程的安全管理等。**

此外，**桥梁工程施工安全还要注意**高处作业安全、**缆索吊装施工安全、门架超重运输安全、混凝土浇筑安全、泵送混凝土安全、模板安装及拆除安全、脚手架安全、支架施工安全、钢筋制作安全、焊接作业安全等。**

(二) 桥涵工程施工安全管理的一般要求

1. 高墩、大跨、深水、结构复杂的大型桥梁施工，应对施工现场进行**重大安全风险辨识与评估**，并制定相应的安全技术措施。
2. 施工人员进入施工现场必须正确佩戴**个人安全防护用品、用具**，严防高处坠落，物体打击，触电或其他各类机械的、人为的伤害事故发生。
3. 施工前应对**施工现场安全防护设施、临时用电、临时机电机具、特种设备设施**等进行全面的安全检查，确认符合安全要求后方可施工。

(三) 桥涵工程施工安全控制要点

1. 明挖基础施工安全控制要点：

- (1) **开挖深度超过 5m (含 5m) 的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程或地质水文复杂的基坑开挖必须制定详细的施工方案和安全专项方案。**
- (3) 开挖基坑深度超过 **1.5m 时**，为方便上下，必须挖设专用坡道或铺设跳板，其宽度应超过 60cm。
- (4) 基坑开挖时要根据土壤、水文等情况，按规定的**边坡坡度分层下挖，严禁局部深挖，掏洞开挖。**
- (5) 基坑开挖过程中应**随时检查**坑壁边坡有无裂缝和坍塌现象，特别是**雨后和解冻时期**。

- (6) 基坑边缘有表面水时，应采取截流措施。
- (7) 采取挖土机械开挖基坑，坑内不得有人作业。
- (9) 寒冷地区采用冻结法开挖基坑时，应根据地质、水文、气温等情况，**分层冻结，逐层开挖。**
2. 筑岛、围堰施工安全控制要点：
- (1) 人工筑岛，应搭设**双向运输便道或便桥。**
- (2) 施工中，遇有**流砂、涌砂或支撑变形等异常情况**，应立即停止挖掘，并立即撤出作业人员。
- (5) 基坑抽水过程中，要指派专人经常检查土层变化、支撑结构受力等情况；**基坑支撑拆除时，应在现场技术负责人的指导下进行。**
3. 钢板桩及钢筋混凝土板桩围堰施工安全控制要点：
- (3) 钢板桩起吊应听从信号指挥，**吊起的钢板桩未就位前，插桩桩位处不得站人。**
- (4) 插打钢板桩宜插桩到全部合龙，然后再分段、分次打到标高。
- (5) 桩锤一般采用振动桩锤。**钢板桩在锤击下沉时，初始阶段应轻打。**
- (7) **拔桩时，应从下游向上游依次进行。**
- (9) 钢筋混凝土板桩采用锤击下沉时，**桩头和桩尖部位，应采取加固措施。**
4. 钻孔灌注桩基础施工安全控制要点：
- (2) 各类钻机在作业中，应由**本机或机管负责人指定的操作人员操作，其他人不得登机。**
- (4) 采用冲击钻孔时，应随时检查选用的钻锥、卷扬机和钢丝绳的损伤情况，**当断丝已超过 5%时，必须立即更换；卷扬机套筒上的钢丝绳应排列整齐。**
- (5) 钻孔过程中，必须设有专人，按规定指标，**保持孔内水位的高度及泥浆的稠度，以防坍孔。**
- (7) 采用冲抓或冲击钻孔，应防止碰撞护筒、孔壁和钩挂护筒底缘。
5. 人工挖孔桩安全控制要点
- (2) 施工现场必须备有氧气瓶、气体检测仪器。
- (3) 施工人员**下孔前，先向孔内送风**，并检测确认无误，才允许下孔作业。
- (4) 施工所用的**电气设备必须加装漏电保护器，孔下施工照明必须使用 24V 以下安全电压。**
- (6) 孔下人员作业时，**孔上必须设专人监护**，监护人员不准擅离职守，保持上下通话联系。
- (7) 发现情况异常，如**地下水、黑土层和有害气体**等，必须立即停止作业，撤离危险区，不准冒险作业。
- (9) 作业人员**不得乘吊桶上下**，必须另配钢丝绳及滑轮，并设有断绳保护装置。
- (11) **井口周边必须设置**不少于周边 3 / 4 范围的**围栏**，护栏外挂密目网。
- (12) 作业人员**严禁酒后作业**，不准在孔内吸烟，不准带火源下井。
- (13) 井孔挖出的土方必须及时运走，**孔口周围 1m 内禁止堆放泥土、杂物、堆土应在孔井边 1.5m 以外。**
- (14) 井下人员应轮换工作，**连续工作不宜超过 4h。**
6. 墩台施工安全控制要点：
- (2) 用吊斗浇筑混凝土，吊斗提降，应设专人指挥。
- (5) 拆除模板，应划定禁行区，严禁行人通过。
7. 滑模施工安全控制要点：
- (1) 高桥墩（台）、塔墩、索塔等高层结构，采用滑模施工时，向参加滑模施工人员进行**安全技术交底。**
- (2) 采用**滑板施工**，滑模及提升结构应按设计制作和施工，并严格按照施工设计安装。作业前要对滑升模板进行**验算和试验，并应有足够的安全系数。**顶杆和提升设备，应符合墩身的形状和要求。
- (3) 当塔墩等高层建筑采用**爬模施工**方法时，**应进行特殊设计，在工厂制作。爬升架体系、操作平台、脚手架等，要保证具有足够的刚度和安全度。**
- (7) 操作平台的**水平度、倾斜度应经常检查**，发现问题应及时采取措施。
- (8) 主要机具、电器、运输设备等，**应定机定人**，严格执行交接班制度。
- (10) 支座安装，应按设计施工。采用**盆式橡胶支座可在场地装配后，整体或部分吊装就位。**
8. 预制构件安装作业安全控制要点：
- (1) 装配式构件（梁、板）的安装，应制订安装方案，并建立统一的指挥系统。施工难度、
- (3) **吊钩的中心线，必须通过吊体的重心**，严禁倾斜吊卸构件。
- (5) 单导梁、墩顶龙门架安装构件时，各节点应连接牢固，在**桥跨中推进时，悬臂部分不得超过已拼好导梁全长的 1/3；**
- (6) 预制场采用千斤顶顶升构件装车及双导梁、桁梁安装构件时，千斤顶使用前，要做**承载试验。**顶升 T 梁、箱梁等大吨位构件时，**必须在梁两端加设支撑。**
9. 上部混凝土结构施工安全控制要点：
- (1) 作业前，对机具设备及其拼装状态、防护设施等进行检查，**主要机具应经过试运转。**
- (3) 就地浇筑水上的各类上部结构，**要按照水上作业的安全规定进行施工、作业。**
10. 悬臂浇筑法施工安全控制要点：
- (1) **挂篮拼装后，要进行全面检查，并做静载试验。**
- (2) **施工操作人员进入现场时，必须戴安全帽，高空作业人员要体检，有不适病症的人员严禁上岗；托架、挂篮上的施工遇 6 级以上大风应停止作业。**

(4) 预应力张拉现场内与该工作无关的人员严禁入内，张拉或退楔时，千斤顶后面不得站人。

(5) 设立桥面临时护栏。为保证施工人员在高空处的作业安全，防止材料、机具等物体从已浇好的桥面上坠落伤人，在已浇筑过的梁段上焊制安装 1.2m 高度的桥面临时护栏，作业区范围内使用安全网封闭施工。

(10) 4 根前吊带受力要均匀，在调整标高时，4 根吊带就要调好，不能先调好 2 根之后在没有仪器监控的情况下调另外 2 根。

(11) 挂篮行走时，要确保吊带、模板等与挂篮分离，并派专人观察行走是否正常，挂篮、模板与箱梁或其他物品是否发生摩擦、牵挂。

11. 顶推及滑移模架法施工安全控制要点：

(1) 采用顶推法施工，在墩台上也要有足够的工作面，以便更换滑道及留出安装支座的空间，并应验算在偏压情况下墩台结构的安全度。

(4) 采用多点顶推或单点顶推，其动力均应有统一的控制手段，使其能达到同步、纠偏、灵活和安全可靠。

(5) 上下桥墩和梁上作业时，应设置扶梯、围栏、悬挂安全网等安全防护设施。

(6) 顶推施工中，应有统一的指挥信号。

(8) 上岗作业必须穿防滑鞋、戴安全帽，拆卸底模人员，必须挂好安全带。

12. 预应力张拉施工安全控制要点：

(1) 压力表应按规定周期进行检定；油泵开动时，进、回油速度与压力表指针升降保持一致，并平稳、均匀。

(2) 后张法张拉时，应检查混凝土强度，必须达到设计要求强度后，方可进行张拉。

(4) 张拉钢束完毕，退销时，应采取安全防护措施，防止销子弹出伤人。张拉时和完毕后，对张拉施锚两侧均应妥善保护，不得压重物。

(5) 张拉前，对台座、横梁及各种张拉设备、仪器等进行详细检查，合格后方可施工；先张法张拉中和未浇筑混凝土之前，周围不得站人和进行其他作业。

13. 跨线桥及通道桥涵施工安全控制要点：

(1) 公路桥跨越铁路或其他线路时，施工前，应编制专门的安全施工组织设计或安全专项方案。

(2) 公路桥跨越铁路或其他线路时，施工期间，特别是梁体吊装阶段，应在施工现场及两端足够远处适宜地点设置人员和通信设备。要避免在列车通过的情况下，进行吊梁安装作业。

(3) 对结构复杂、施工期较长的大型立交桥施工前，应编制专门的安全施工组织设计，向作业人员的安全技术交底和培训；

14. 斜拉桥、悬索桥施工安全控制要点：

(1) 斜拉桥和悬索桥（吊桥）的索塔施工，属于高处或超高处作业，应根据结构、高度及施工工艺的不同情况，制定相应的专门的安全施工组织设计、安全作业指导书（操作细则）。

(2) 索塔分节立模浇筑前，应搭好脚手架，扶梯、人行道及护栏。

(3) 塔底与桥墩为铰接时，施工中必须将塔底临时固定。

(4) 施工期间，应与当地气象站建立联系，密切注意天气变化，大风、雷雨时，应立即停止作业。

(6) 缆索的制作与安装作业，应该做到：缆索施工时，不得撞伤锚头；缆索的防护层，不得有折损或磨伤；悬索桥的主索及斜拉桥的斜缆索，应进行破断试验。

(8) 悬索桥采取重力式锚碇时，对锚碇体的施工，应按照有关安全规定浇筑混凝土或砌体工程。

四、隧道工程施工的安全管理

(一) 隧道工程施工的安全管理范围

隧道工程施工的安全管理包括：隧道施工爆破作业的安全管理；隧道内运输的安全管理；隧道施工支护的安全管理；隧道施工初衬、二衬的安全管理；隧道施工中通风、防尘、照明、排水以及防火、防瓦斯的安全管理等。

(二) 隧道工程施工安全管理的一般要求

1. 隧道工程施工必须根据国家有关安全生产的法律法规、标准规范、施工组织设计等编制分部分项工程安全专项施工方案。

2. 隧道施工作业前，必须进行超前地质预报。

3. 弃渣场地应设置在不堵塞河流、不污染环境、不毁坏农田的地段。

4. 隧道钻爆作业前，应对通风、排水、用电、通信进行专项设计。

5. 分部分项工程作业前必须逐级向作业人员进行安全技术交底，交底人和被交底人应在交底书上签字。

6. 隧道施工所有进出洞的人员必须本人签字登记，并应建立完善的交接班制度和进出洞翻牌制度。

7. 隧道爆破工和炸药库保管员必须经过公安机关的专业培训并取得作业资格证方可上岗作业。

9. 隧道软弱围岩施工应遵循“超前探、管超前、短进尺、弱（不）爆破、强支护、勤量测、紧衬砌”的原则，施工组织围绕这一原则开展施工。（背过）

10. 在 2m 以上的洞口边坡和平台上作业时，应遵守高处作业安全操作规程。

11. 应制定详细的隧道施工安全生产事故应急救援预案，建立完善的应急救援体系，配备应急救援人员和必要的应急救援物质，并定期进行救援演练。（背过）

五、水上工程的安全管理

(一) 水上工程施工的安全管理范围

(二) 水上工程施工安全管理的一般要求

2. 在**船舶通航的大江、大河、大海区域进行水上施工作业前**，必须按《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》的程序，在规定的期限内向施工所在地**海事部门**提出施工作业通航安全审核申请，批准并取得《**水上水下施工许可证**》后，方可施工。

3. 水上作业施工按规定采取有效措施予以保护，防止电缆、光缆及水下管道遭到损坏。

4. 项目应制定水上作业**各分项工程安全实施方案和水上作业安全技术措施**。

5. 水上施工必须在作业人员必经的**栈桥、浮箱、交通船、水上工作平台、临时码头**上配备安全防护装置和救生设施。

6. 进行水上夜间施工时，要有充足的灯光照明，尽量避免单人操作，特别是**电焊作业时，最少安排两人相互监护**。

7. 施工项目要与地方气象部门、海事部门建立工作联系。

8. 作业人员进入水上作业时，必须**穿好救生衣，戴好安全帽**。

9. 作业人员乘坐交通船必须有序上下，乘员必须穿救生衣入仓。

10. 参加水上施工的船舶（打桩船、浮吊、驳船、拖轮、交通船）必须证照齐全。

12. **航道水域上下游各布置一警示标牌**，警示过往船舶不得随意进入施工航道。**临时施工栈桥设置警示防雾灯，通航口位置设置导航灯**，防止过往船舶撞击。

13. **遇有六级以上大风、大浪**等恶劣天气时，应**停止水上作业**。

六、陆地工程的安全管理

(一) 陆地工程的安全管理范围

陆地工程的安全管理包括：各类人员的安全培训考核、特殊工种持证上岗以及各种安全技术交底等**对人的安全管理**；**机械、机具的安全管理**；针对施工现场各种安全防护、标识标语等的**环境的安全管理**。

(二) 陆地工程安全管理的一般要求

陆地工程安全管理是以保证公路工程项目在施工过程中以安全为目的的标准化、科学化的管理。其基本任务是发现、分析和控制工程施工过程中的危险、危害因素，建立安全管理体系。

其中包括：

1. 路基土方工程施工的安全管理。

2. 路基石方工程施工的安全管理。

3. 沥青路面工程施工安全管理。

4. 水泥混凝土路面施工安全管理。

七、高空工程施工的安全管理

(一) 高空工程施工安全管理范围

高空工程的安全管理包括：高空作业人员管理；从业人员的安全培训、安全技术交底、现场安全监督检查等；高空作业临边防护及高空作业平台、高空防坠落等现场环境安全管理；高空作业机械、工具、各种用电等物的安全管理。

(二) 高空工程施工安全管理的一般要求

1. 高空作业施工前，应**逐级进行安全技术教育及交底**，落实所有安全技术措施和个人防护用品，未经落实时不得进行施工。

2. 高处作业中的**安全标志、工具、仪表、电气设施和各种设备**，必须在施工前加以**检查**，确认其完好，方能投入使用。

3. **悬空、攀登高处作业以及搭设高处安全设施的人员**必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，并取得**特种作业操作资格证书**后，方可上岗作业。

4. 从事**高空作业的人员必须定期**进行**身体检查**，诊断患有**心脏病、贫血、高血压、癫痫病、恐高症及其他不适宜高处作业的疾病时，不得从事高处作业**。

5. 高空作业人员应**头戴安全帽，身穿紧口工作服，脚穿防滑鞋，腰系安全带**。**安全带应高挂低用**，不可随意缠在腰上，安全带**长度不应超过3m**。

7. 遇有**六级以上强风、浓雾和大雨等恶劣天气时**，不得进行露天悬空与攀登高处作业。台风暴雨后，应对**高处作业安全设施逐一检查**。

8. 所有安全防护设施和安全标志等，任何人都不得损坏或擅自**移动和拆除**。必须经有关施工负责人同意，并采取相应的可靠措施，作业完毕后立即恢复。

10. 高处作业上下应设置**联系信号或通信装置，并指定专人负责**。

八、爆破工程施工的安全管理

(一) 爆破工程施工安全管理范围

爆破工程的安全管理包括：对操作**人员**进行的培训考核、技术交底、考试取证、安全教育等安全管理；对**炸药、雷管、导火索**以及其他**爆破器材等物**的安全管理；对爆破现场的安全距离、安全防护、安全警示等的**环境**的安全管理。

(二) 爆破工程施工安全管理的一般要求。

爆破工程施工必须制定相应的安全控制措施。

1. 从事爆破工程的**施工单位必须取得相应的爆破资质**，方能从事爆破工程施工作业。
2. 爆破工程施工前，**施工方案必须报有关部门(公安机关)审批后才能实施**。
3. 按照《爆破安全规程》规定，**爆破作业人员**应参加培训经考核取得有关部门颁发的相应类别和作业范围、级别的安全作业证，**持证上岗**。配合工作的**辅助工**，**不能从事装药、引爆等工作**。
4. **炸药和雷管必须分装，分运**，**车速不得超过 60km/h**。**不准急刹、急停车以免发生振撞。禁止交接班时间内运送炸药和爆炸器材**。
5. **炸药库**，必须采用**防暴照明设备**，照明线必须使用**不可燃电缆**，电源不得超过**32V**，炸药的存放架不得安装照明灯。

九、特种设备的安全管理

(一) 特种设备安全管理的范围

(二) 特种设备安全管理的一般要求

2. **塔式(门式)起重机、施工电梯、物料提升机等施工起重机械的操作(也称司驾人员)、指挥、司索人员等作业人员属特种作业**，必须按国家有关规定经专门安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。
3. 起重机械在安装、拆卸、加高作业前，应根据作业特点编制专项施工方案，并进行方案及**安全技术交底**。
5. 起重吊作业过程必须遵守**起重机“十不吊”原则**。超过额定负荷不吊、指挥信号不明或乱指挥不吊、工件紧固不牢不吊、吊物上面站人不吊、安全装置失灵不吊、光线阴暗看不清不吊、工件埋在地下不吊、斜扣工件不吊、棱角物体没有衬垫不吊、钢(铁)水包过满不吊，简称“十不吊”。

十、电气作业的安全管理

(一) 电气作业的安全管理范围

(二) 电气作业安全管理的一般要求

1. **施工现场临时用电采用 TN—S 接零保护系统**，即具有**专用保护零线(PE 线)**、**电源中性点直接接地的 220 / 380V 三相五线制系统**。
2. 施工现场临时用电必须按**“三级配电二级保护”**设置。**总配电箱、分配电箱、开关箱**
3. 施工现场的用电设备必须实行**“一机、一闸、一漏、一箱”**制，即每台用电设备必须有自己专用的开关箱，专用开关箱内必须设置独立的隔离开关和漏电保护器。
4. 施工现场**架空线采用绝缘铜线**，架空线应设在专用电杆上，并与地面保持足够的安全距离。
6. **特殊场所必须采用安全电压照明供电**。潮湿的、挖孔桩里面、隧道内、炸药库内

1B420062 掌握公路工程安全管理的原则

我国目前实行**“企业负责、行业管理、国家监察、群众监督、劳动者遵章守纪”**的**安全生产管理体制**。这个管理体制把**“企业负责”放在第一位**，表明企业在安全生产中所占的重要位置。

公路工程施工安全管理的原则主要有

(一) **管生产必须管安全的原则**

管生产必须管安全的原则体现了**在计划、布置、检查、总结、评比生产工作的同时；“五同时”**。

(二) **谁主管谁负责、一把手负总责的原则**

“谁主管谁负责、一把手负总责”作为企业安全生产的原则，首先明确了**企业法定代表人是安全生产第一责任人**，对本企业安全生产应负全面责任；

(三) **预防为主的原则**

(四) **动态管理的原则**

即安全管理过程是一个动态的管理过程。随着施工项目进展，安全管理的内容和重点也在发生着变化。所以，在公路工程施工安全管理方面要坚持动态管理的原则。

(五) **计划性、系统性原则**

(六) **奖优和罚劣相结合的原则**

在公路工程施工安全管理当中既要采用奖励的管理手段，同时也要采用惩罚的管理手段。

(七) **“安全第一”的强制性原则**

安全第一就是要求在进行生产和其他活动时把安全工作放在一切工作的首要位置。

(八) **以人为本、关爱生命、安全发展的原则**

(九) **“四不放过”的原则**

“四不放过”的原则是指在发生安全生产事故时必须坚持的处理原则，即**事故原因不查清不放过，事故责任人没处理不放过，事故相关者没得到应有的教育不放过，事故的防范措施不落实不放过**。

(十) **“一岗双责”制的原则**

实现安全生产“一岗双责”制就是在落实安全生产责任制的基础上，强调每个具体岗位兼有双重责任，即**该岗位的本职工作责任和相应的安全生产责任**。

(十一) **“一票否决”的原则**

即对发生重特大事故的项目、部门和单位，将实行安全生产“一票否决”，即取消其参与各类综合性先进单位或先进个人或者干部晋职晋级的资格。

1B420063 掌握公路工程安全隐患排查与治理

一、安全生产事故隐患排查的基本概念

安全生产事故隐患（简称事故隐患），是指生产经营单位违反安全生产法律、法规、规章、标准、规程和有关安全生产管理制度的规定，或者因其他因素在生产经营活动中存在可能导致事故发生的**物的危险状态、人的不安全行为和管理上的缺陷**。

排查的事故隐患分**一般事故隐患和重大事故隐患**。一般事故隐患是指危害和整改难度较小，发现后能够立即整改排除的隐患；重大事故隐患是指危害和整改难度较大，应当全部或者局部停产停业，并经过一定时间整改治理方能排除的隐患，或者因外部因素影响致使生产经营单位自身难以排除的隐患。

二、安全生产事故隐患排查的目标及内容

实现**“两项达标”、“四项严禁”、“五项制度”**的总目标。

（一）“两项达标”

1. **施工人员管理达标**：一线人员用工登记、施工安全培训记录、安全技术交底记录、施工意外伤害责任保险等都要符合有关规定。

2. **施工现场安全防护达标**：施工现场安全防护设施和作业人员安全防护用品都要按照规定实行标准化管理。

（二）“四项严禁”（注意的知识点）

1. **严禁在泥石流区、滑坡体、洪水位下等危险区域设置施工驻地**。

2. **严禁违规进行挖孔桩作业**，钻孔确有困难的不良地质区。设计单位要进行专项安全设计并按设计变更规定，经批准后实施。

3. **严禁长大隧道无超前预报和监控量测措施施工**。

4. **严禁违规立体交叉作业**。

（三）“五项制度”

1. **施工现场危险告知制度**。严格安全技术交底制度，施工单位负责项目管理的技术人员，应当如实向施工作业班组、作业人员详细告知作业场所和工作岗位存在的危险因素，并由双方签字确认。在上述场所应设置明显安全警示标志。

2. **施工安全监理制度**。监理单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行监理，编制安全生产监理计划，明确监理人员的岗位职责、监理内容和方法，审查施工组织设计中的安全技术措施或专项施工方案，核验施工现场机械设备进场检查验收记录，对危险性较大的工程作业加强巡视检查，督促隐患整改。

3. **专项施工方案审查制度**。按照《公路水运工程安全生产监督管理办法》，**对下列危险性较大的分部分项工程应当编制专项施工方案，并附安全验算结果，经施工单位技术负责人、总监理工程师审查签字确认后实施，由专职安全员进行现场监督**：（注意与法规中的不同）

（1）不良地质条件下有潜在危险的土方、石方开挖。

（2）滑坡和高边坡处理。

（3）桩基础、挡墙基础、深水基础及围堰工程。

（4）桥梁工程中的大型梁、拱、柱等构件施工等。

（5）隧道工程中的不良地质隧道、高瓦斯隧道、水底海底隧道等。

（6）水上工程中打桩船作业、施工船作业。

（7）爆破工程。

（8）大型临时工程中的大型支架、模板、便桥的架设与拆除；桥梁的加固与拆除。

（9）必要时，施工单位对上述所列工程的专项施工方案，还应当组织专家进行论证、审查。

4. **设备进场验收登记制度**。施工单位在工程中使用施工起重机械和整体提升式脚手架、滑模爬模、架桥机等自行式架设施前，应当组织有关单位进行验收，或者委托具有相应资质的检验检测机构进行验收。使用承租的机械设备和施工机具及配件的，由承租单位和安装单位共同进行验收，验收合格的方可使用。**验收合格后30d内，应当向当地交通主管部门登记**。

5. **安全生产费用保障制度**。建设单位在施工招标文件中应当对安全生产保障措施提出明确要求。施工单位在工程投标报价中应当包含**安全生产费用，一般不得低于工程造价的1%，且不得作为竞争性条件**。

三、安全生产事故隐患排查涉及的单位 各项目建设、勘察、设计、施工、监理等单位

1B420064 掌握安全专项方案与应急救援预案的编制

一、安全专项方案的编制

（一）编制安全专项方案的法律依据

《建设工程安全生产管理条例》第二十六条明确规定：施工单位应当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，**对下列达到一定规模的危险性较大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、总监理工程师签字后实施，由专职安全生产管理人员进行现场监督**：（首字记忆法：**架起土基拆模**）

1. 基坑支护与降水工程。 2. 土方开挖工程。 3. 模板工程。

4. 起重吊装工程。 5. 脚手架工程。 6. 拆除、爆破工程。

7. 国务院建设行政主管部门或者其他有关部门规定的其他危险性较大的工程。对前款所列工程中涉及**深基坑、地下暗挖工程、高大模板工程**的专项施工方案，施工单位还应当组织专家进行论证、审查。

(二) 安全专项方案编制的主要内容**专项方案编制应当包括以下内容**：

1. 工程概况；
2. 编制说明及依据；
3. 施工计划；
4. 施工方案和工艺技术；
5. 施工质量和文明施工保证措施：技术质量措施、安全及文明施工措施、应急救援预案、监测监控等。
6. 劳动力和设备设施计划：**专职安全生产管理人员、特种作业人员、施工设备机具等。**
7. 特殊季节安全保障措施。
8. 计算书及相关表格、图纸等。

(三) **危险性较大的方案论证范围(重点)**

1. 深基坑工程

- (1) 开挖深度超过 5m (含 5m) 的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。
- (2) 开挖深度虽未超过 5m, 但地质条件、周围环境和地下管线复杂, 或影响毗邻建筑(构筑)物安全的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。

2. 模板工程及支撑体系

- (1) 工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模工程。
- (2) 混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上；搭设跨度 18m 及以上，施工总荷载 15kN/m² 及以上；集中线荷载 20kN/m 及以上。
- (3) 承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载 700kg 以上。

3. 脚手架工程

- (1) 搭设高度 50m 及以上落地式钢管脚手架工程。
- (2) 提升高度 150m 及以上附着式整体和分片提升脚手架工程。
- (3) 架体高度 20m 及以上悬挑式脚手架工程。

4. 其他

- (1) 施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。
- (2) 跨度大于 36m 及以上的钢结构安装工程；跨度大于 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。
- (3) 开挖深度超过 16m 的人工挖孔桩工程。

5. 采用新技术、新工艺、新材料、新设备及尚无相关技术标准的危险性较大的分部分项工程。

6. 安全专项施工方案论证要求：

- (1) 工程**施工前**，施工单位应**编制**安全专项施工方案。
- (2) 方案应由**施工单位专业技术人员编制**，**公司技术与安全管理部门共同审核**，**公司技术负责人审批**。
- (3) 监理单位**专业监理工程师对方案审核合格后**，监理单位**总监理工程师签字审批**。
- (4) 需要**专家论证**的安全专项施工方案由论证专家组对方案审查后，**提出书面论证审查报告**。

二、应急救援预案的编制

(一) **应急救援预案编制的目的** 是为了及时、有效地应对重大生产安全事故，保证职工生命安全和健康及公众生命，最大限度地减少财产损失、环境损害和社会影响而采取的重要措施。

安全生产事故应急救援的预案编制是应急救援体系建设工作的核心内容，是安全生产工作的重要组成部分。

(二) 应急救援预案编制的依据 安全生产法律法规和本企业的安全生产实际

(三) 应急救援预案的类型 有**综合应急预案、专项应急预案、现场应急预案**三种主要类型。

(四) 应急救援预案编制的主要内容

1. 总则；
2. 生产经营单位危险性分析；
3. 应急组织机构及职责；
4. 预防与预警措施；

5. 应急响应：(1) 响应分级。(2) 响应程序。(3) 应急结束。

6. 信息发布；
7. 后期处置；
8. 保障措施：(1) 通信与信息保障(2) 应急队伍保障(3) 应急物资装备保障(4) 经费保障(5) 其他保障。
9. 培训与演练及奖励与处罚；

1B420070 公路工程安全技术要求

施工安全技术措施内容必须符合现行安全生产法律、法规和安全技术规范、标准。

1B420071 掌握公路工程高处作业安全要求

凡在坠落高度基准面 2m 以上(含 2m)有可能坠落的高处进行的作业，均称为高处作业。

一、高处作业的一般知识

(一) 高处作业分级 **1 级：2~5m；2 级：5~15m；3 级：15~30m；4 级：30m 以上。**

(二) 高处作业分类

高处作业按性质和环境的不同，又可分为**一般高处作业**和**特殊高处作业**两类。

一般高处作业为**正常作业环境**下的各项高处作业；

特殊高处作业指在**复杂的作业环境**下对操作人员**具有危险性**的作业，包含以下八类：

1. 强风高处作业(阵风风力**六级**，风速为 10.8m/s)。
2. 异温高处作业(高温或者低温)。
3. 雪天高处作业(降雪时)。
4. 雨天高处作业(降雨时)。
5. 夜间高处作业(室外完全采用人工照明的作业)。
6. 带电高处作业(接近或者接触带电体)。
7. 悬空高处作业(无立足点或者无牢靠立足点)。
8. 紧急救援高处作业(突然发生的各种灾害事故时抢救作业)。

二、高处作业安全技术要求

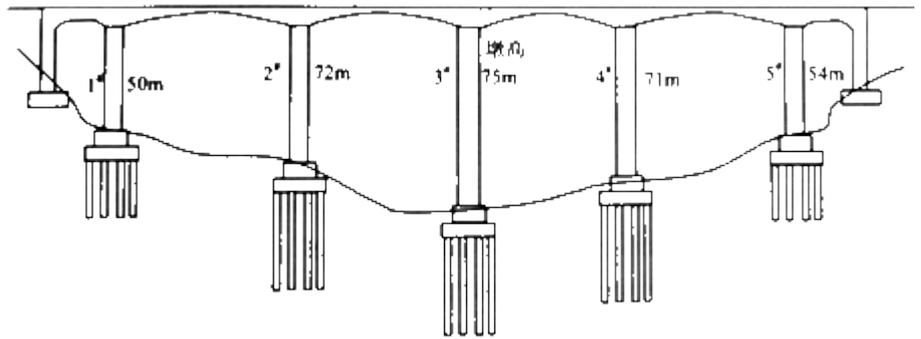
2. 高处作业的安全技术问题范围较为广泛，既有一般的要求，如**设置安全标志**，张挂安全网等，也有各种专项措施，如施工人员操作平台、人员上下爬梯等。为明确职责，加强安全管理工作，在进行施工以前，应该由工程项目技术负责人，**逐级**向有关人员作好安全技术**交底**。
3. 在高空施工采取**新技术、新工艺、新材料、新设备**时，要提前对相关人员进行安全技术**培训与交底**。
4. 架子工、结构安装工等从事的攀登和悬空作业，**危险性**都比较大，因而要求对从事这些作业的人员进行培训，并要通过相应的考试，**取得合格证后方可上岗**。
6. 高处作业应按规定挂设安全网（立网和平网），**安全网内不许有杂物堆积**，破损的安全网应该及时予以更换。
8. 高处作业**操作平台的临边应设置防护栏杆**，防护栏杆的**高度不应低于 1.2m**，**水平横挡的间距不大于 0.35m**，强度满足安全要求。
10. 操作平台的临边外侧**下方是交通通道**时，敞口立面必须设置安全立网作全封闭处理，并**设置限宽、限高、限速的安全标示牌和防撞设施**。
11. 在高空进行**预应力张拉**作业前，必须搭置可靠的张拉工作平台，若在雨天作业，还应架设防雨棚，张拉钢筋的两端要设置安全挡板。
12. **严禁向下丢弃物料**，传递物件时，**不得抛掷**。
13. 高处作业的**挂篮、支架、托架、模板及操作平台等**应由专业技术人员**进行单项设计**，其设计图纸、设计计算书、操作规程、技术交底等须上报主管部门审核，批准后实施，经验收合格后方可投入使用。
14. 高处作业**临时配电线路**按规范架（敷）设整齐；架空线必须采用绝缘导线，不得采用塑胶软线；高空作业现场按要求使用标准化配电箱，箱内应安装漏电保护器，下班切断电源，锁好电闸箱并有可靠防雨设施。
15. 桥梁**主塔（墩）塔身高于 30m 时**，应在其**顶端装设防撞信号灯**，主塔还应采取**防雷措施**，设置可靠的防雷电装置。
16. 作业人员在**上下交叉作业**时，**不得在同一垂直面上**。下层作业人员应处于上层作业人员和物体可能坠落的范围之外。当不能满足要求时，上下之间应设置**隔离防护层**。
17. 在高空进行**电焊作业**时，**作业点下方及火星涉及范围内**，必须彻底清除**易燃、易爆物品**，**作业现场要备消防器材**。
18. 高空进行**模板安装和拆除作业**时，要按设计所确定的顺序进行，作业面及操作平台下方不得有人员逗留、走动和歇息。
19. **拆除工程应自上而下进行**，**先拆除非承重部分，后拆除承重部分**，并**派专人负责现场的安全监护**。
20. 在**拆除龙门架、托架、钢支架等重物**时，应有**机械吊机配合**进行，并有**专人指挥**。指挥人员信号明确。吊物要稳吊轻放，**不得采取“整体推倒法”**。

背景资料：2007

某高速公路特大桥为变截面预应力混凝土连续刚构桥，其桥跨布为 70m+4×120m+70m。主梁采用箱形截面，墩身为空心墩，墩高 50~75m。桥墩采用群桩基础，平均桩长约 60m。

施工单位为本桥配置了以下主要施工机械和设备：反循环钻机、混凝土高压泵、混凝土搅拌站、塔吊、载人电梯、悬臂式掘进机、架桥机、预应力张拉成套设备、爬模设备、钢模板、钢护筒、挂篮设备。

3#桥墩在施工到 40m 高度时，作业人员为了方便施工，自己拆除了部分安全防护设施。另有作业人员携带加工好的部分箍筋乘电梯到墩顶施工。



问题：

1. 按高处作业的分级要求，该桥 2#桥墩施工属于哪一级？患有哪些疾病的人员不适合在本桥墩作业？该桥墩的作业人员应配备哪些个人安全防护设施？
2. 指出 3#墩作业人员的错误做法。

【正确答案】1. (1) 属于高处作业 4 级。(2 分)

(2) **高血压、心脏病、精神病、恐高症、癫痫病、严重贫血病、严重关节炎等**。

(每条 1 分，最多 3 分)

(3) 系安全带、戴安全帽、穿软底鞋 (3 分) 参见教材 P286。

2. 高处作业时，如因工作需要安全防护设施部分移位、部分进行拆除时必须征得项目负责人的同意。(2 分) 不允许载人电梯搭载货物。(1 分)

背景资料 2009

某南方高速公路 A 特大桥桥跨布置及结构型式为 $(3 \times 30 + 60 + 3 \times 110 + 60 + 3 \times 30)$ m，连续箱梁刚构桥。该桥地处山区，主桥采用桩基础，钢筋混凝土桥墩，墩高 30~40m，主跨采用悬臂浇筑施工。施工单位进场后，经实地考查和核对设计文件，编制了本桥的施工组织设计。在安全技术方面强调按高处作业要求挂设安全网，并设置安全通道、扶梯、防护栏杆和安全警示标示牌等。作业平台要求均载，不得超载偏载，挂篮设计采用三角斜拉带式，经项目经理部工程科负责人同意签认后报监理工程师审批，监理工程师认为施工组织设计的报审程序不符合要求，内容存在不足，退回施工单位要求修改，并提出修改意见。

该桥所用的碎石等地材由施工单位通过媒体以公告的方式邀请材料供应商参加竞标，并且按招标和定标两步骤确定供应商。为确保材料质量，工地试验室对供应商送至项目部的砂、碎石进行了取样试验，质量满足要求后确定了地材供应商。

为了进行挠度观测，在箱梁的顶底板布置了测点，测量了立模时的标高。悬臂浇筑施工期间昼夜温差大，梁段混凝土强度满足要求后，作业班组进行预应力张拉。施工监测人员发现梁底高程误差超出允许范围，经分析排除了以下原因：混凝土的重力密度的变化与截面尺寸的变化；混凝土弹性模量随时间的变化；结构体系转换以及桥墩变位对挠度产生的影响；施工临时荷载对挠度的影响。

问题

1. 除背景中提到的安全防护措施外，桥墩顶作业还要采取哪些安全防护措施？说明理由。
2. 施工组织设计报批程序是否准确？说明理由。

【正确答案】1、设防撞信号灯、采取防雷措施，理由：桥梁主塔（墩）塔身高墩高 30~40m。

2、不正确。应该由施工单位的技术负责人同意后报总监理工程师审批。

1B420072 掌握公路工程水上作业安全要求

水上施工除了满足前面描述的相关要求外，还必须满足以下安全技术要求：

1. 桩基工程施工前，要防止走锚，保持船身平稳。
2. 驳船停泊及锚缆布置，要便于沉桩船作业，避免各船锚缆互相干扰，并与沉完的桩保持一定距离，不得碰桩。
3. 凡在通航孔上方进行重要的施工作业或预制梁安装时，必须事先做好短时间的停航工作和水上交通管制工作，在通航和禁航的桥孔两侧应按章设置标志信号和慢行信号，夜间施工应有足够的灯光照明。
4. 水上进行吊装、混凝土浇筑、振桩等各项作业时，必须严格施工工艺和程序，要有专人指挥。
6. 使用轮胎或履带吊车在船上进行打桩、起重作业时，必须先进行稳定计算，满足稳定性要求，船体按施工要求加固，并在吊车轮胎（或履带）下加铺垫板，支撑牢固。
8. 对拌合船的机械、设备、必须经常性的进行检查和保养，使其保持最佳状态，拌合船体整体符合安全生产的要求。
9. 水上打桩船的荷载，横向稳定，抗风能力等必须满足要求，起吊桩体时要缓慢，并以溜绳控制其摇摆，桩体离开甲板后，防止滑动和倾斜。
11. 在水上搭建施工平台所使用的钢管桩必须符合施工组织设计要求，并经质检合格后方可使用。
12. 施工平台上必须按设计要求合理划分办公区，施工区和材料堆放区，并设置专门卫生间、吸烟室。平台上必须设置救生、消防设施。
14. 水上施工平台应于上下游各设置一套可靠、方便的平台爬梯，脚踏板应用麻袋包扎，以防作业人员踩脱滑倒。施工平台上应配备应急软梯。

113420073 掌握公路工程陆上作业安全要求

一、路基工程土方施工安全要点

1. 开挖土方前，必须了解土质、地下水的情况，查清地下埋设的管道、电缆和有毒有害气体等危险物及文物古迹、古墓的位置、深度走向，加设标记、设置防护栏杆。安全交底。
2. 开挖深度超过 2m 时，特别是在街道、居民区、行车道附近开挖土方时，不论深度大小都应视为高处作业，并设置警告标志和高度不低于 1.2m 的双道防护栏，夜间还要设红色警示灯。
3. 挖土应从上而下逐层挖掘，土方开挖应遵循“开槽支撑，先撑后挖，分层挖掘，严禁掏（超）挖的原则。
4. 挖掘深度超过 1.5m，且不加支撑时，应按规定确定放坡度或加设可靠支撑。土方坡度为 1: 1，石方坡度为 1: 0.5。
5. 在开挖的坑（沟、槽）边沿 1m 以内不许堆土或堆放物料；距沟槽坑边沿 1-3m 间堆土高度不得超过 1.5m；距沟槽坑边沿 3~5m 堆土高度不得超过 2.5m；在沟槽坑边沿停置车辆，起重机械、振动机械时距离不少于 4m。
6. 当机械配合挖土、清底、平地修坡等作业时，作业人员不得在机械回转半径以内作业。
7. 人工挖掘土方时，作业人员之间必须保持足够的安全距离，横向间距不小于 2m，纵向间距不得超过 1.5m。
8. 高边坡开挖土方时，作业人员要戴安全帽，并安排专职人员对上边坡进行监视，防止物体坠落和塌方。边坡开挖中若遇地下水涌出，应先排水，后开挖。2009 考点
9. 开挖工作应与装运作业面相互错开，严禁上、下双重作业；弃土下方和有滚石危及的区域，应设警告标志；下方有道路时，严禁车辆通行。边坡上方有人作业时，下方不许站人；清理路基边坡上的突

石和整修边坡时，应从上而下进行，严禁在危石下方作业，休息和存放机具。

10. **滑坡地段的开挖，应从滑坡体两侧向中部自上而下进行，禁止全面拉槽开挖**；在岩溶地区施工，应认真处理岩溶水的涌出，以免突发性的塌陷；在泥沼地段施工时，应制定防止人、机下陷的安全措施，挖出的废土应堆置在合适的地方，以防止汛期造成人为的泥石流危害。

11. 施工中如遇土质不稳，山体由滑动，发生坍塌危险时，应暂停施工，**撤出人员和机具**；当工作面出现陷机或不足以保证人员安全时，应**立即停工**，确保人员安全。

12. **机械车辆在危险地段作业时**，必须设置明显的安全警告标志，并设**专人指挥**；运输土方的车辆在会车时，应**轻车让重车**，重车先行，**前后两车间距必须大于5m，下坡时，两车间距不得小于10m**。

13. 土方作业时要随时注意检查边坡变化，发现有裂纹或部分塌方，必须采取果断措施，将人员**撤离**，排除隐患，确保安全。

14. **土方工程及基坑支护工程的典型事故是土方坍塌，基坑支护边坡失稳坍塌，以及深基坑周边防护不严而发生高处坠落事故**，应做好相应的应急救援预案。

例题. 关于路基土方施工安全技术要求的说法，**错误的是**（ ）。2010

- A. 开挖土方前，必须了解土质、地下水的情况
- B. **靠近建筑物、脚手架挖土时，视具体情况确定是否采取安全防护措施**
- C. 在居民区附近开挖土方，不论开挖深度大小都应视为高处作业
- D. 高边坡开挖土方，作业人员要戴安全帽

【正确答案】B

例题. 下列关于路基工程土方施工安全操作要点的说法中，**错误的是**（ ）。2009

- A. **技术负责人在开工前应视土方工程规模决定是否对作业工人进行安全交底**
- B. 开挖沟槽坑时，应根据土质情况进行放坡或支撑防护
- C. 在开挖的沟槽坑边沿1M以内不许堆土或堆放物料
- D. 高边坡开挖土方时，作业人员要戴安全帽

【正确答案】A

二、路基工程石方施工安全要点

1. 石方开挖应根据岩石的类别、风化的程度以及开挖的深度确定开挖方法，并做好**安全技术交底**，确保安全环保和文明施工。

2. 石方一般采用爆破开挖，开挖时应结合边坡分级情况确定每层开挖深度，利用浅孔钻机钻孔，深孔预裂爆破等方式进行。施工时，**坡顶的排水天沟应与石方开挖同步**，并做好横坡和纵坡的控制。

3. 爆破工程施工必须严格按照《爆破安全规程》的要求进行作业，所有涉爆人员必须经过**爆破**专业培训并取得相关**从业资格**的人员。

4. 人工打眼时，使锤人应站在掌钎人的**侧面**，禁止对面使锤；选择炮位时，炮眼口应**避开正对**的电线、路口和构造物；凿打炮眼时，应清除掉坡面上的浮岩危石。

5. **爆破器材库的选址和搭建应请当地公安部门进行指导和监督**，运输爆破器材要用专用运输工具，中途不许停留，并应避开人员密集的地方；在保管、运输爆破器材过程中，**工作人员严禁穿化纤服装**。

6. 爆破器材应严格管理，并执行领用和退库制度，各种手续要有严格记录，并由专人领取，**禁止由一人同时搬运炸药和雷管、电雷管严禁与带电物品一起携带运送**。

7. 爆破作业应由**专人指挥**，确定的危险边界应有明显标志，警戒区四周必须派出警戒人员，警戒区内的人员、牲畜必须撤离。

8. 爆破**装药前**，所有与**爆破无关的人员立即撤离施工现场**。

10. **导火索起爆应采用一次点火法点火**，其**长度**应保证点火后人员撤离至安全地点，但**不得短于1.2m**，不许在同次爆破中使用不同燃速的导火索。

11. 进行**露天爆破作业**，**一人连续点火不得超过10根**，**严禁使用明火点燃**；多人同时点炮时，每个人的点炮数量应相同，严禁脚踏和挤压已点燃的导火索。爆破时，应点清爆破数与装炮数量是否相符，**确认炮响完并过5min后，方准爆破人员进入作业区**。

12. 电力起爆时，在**同一爆破网络上必须使用同厂、同型号的电雷管**；爆破网路主线应绝缘良好，并设中间开关，与其他电源线路应分开敷设。

13. 在**雷雨季节、潮湿场地等情况下**，应采用**非电起爆法**；**深度不超过10m的爆破用火花起爆，深度超过10m的爆破不得采用火花起爆，必须采用电力起爆**。

14. 大型爆破必须按审批的爆破设计书，并征得当地县（市）以上公安部门同意后由专门成立的现场指挥机构组织人员实施；**大型爆破的安全距离，除考虑个别飞散物的因素外，还必须考虑爆破引起的地震及冲击波对人员、建筑物的影响，经计算后再确定安全距离**。

15. 石方地段爆破后，确认已经**解除警戒**，作业面上的**悬岩危石**也经**处理后**，**清理石方人员方准进入现场**；人工撬动岩石必须由上而下逐层撬（打）落，严禁人员上下双重作业，更不得将下面撬空后使上部自然坍塌。撬棍的高度不超过人的肩部，不得将棍端紧抵腹部，也不许把撬棍放在肩上施力。

16. **爆破时应设警戒线，并安排足够的人员防止人、畜或车辆在警戒区内通行**。

例题. 公路工程施工中，遇有**六级（含六级）以上大风、浓雾、雷雨等恶劣天气**时，不得进行（ ）作业。2010

- A. **露天高处**
- B. **缆索吊装**
- C. **水上**
- D. **搅拌站混凝土制备**
- E. **电力起爆（没雷雨时不能选）**

【正确答案】ABCE

三、沥青路面工程施工安全要点

1. 从事沥青作业人员均应进行体检，**凡患有皮肤病、结膜炎及对沥青过敏反应者，不宜从事沥青作业；沥青加热及混合料拌制，宜在人口较少、场地空旷的地段进行**；沥青作业人员皮肤外露部分应涂防护药膏；工作服及防护用品应集中存放，严禁穿戴回家和存入宿舍；施工现场应配有医务人员。
2. **块状沥青搬运宜在阴天或夜间进行。液态沥青用液态沥青车运送，沥青车满载运行时，遇到下坡或弯道时要提前减速，避免紧急制动。沥青装载不满时，应始终保持中速行驶。**
5. 运料车向摊铺机卸料时，应同步进行，动作协调，**防止互相碰撞**，驾驶摊铺机应平稳，弯道作业时，熨平装置的端头与路缘石的间距**不得小于10cm**，以免发生碰撞。
6. 自卸汽车与摊铺机联合作业，应紧密配合，以防碰撞。撒布碎石，车速要稳定，不应在撒布过程中换挡，换挡必须在摊铺机完全停止后进行，**严禁强行挂挡和在坡道上换挡或空挡滑行**；熨平板预热时，应控制热量，防止因局部过热而变形。
7. 在沥青摊铺作业中应设置施工标志，用**柴油清洗摊铺机时，不许接近明火**。
9. 沥青拌合楼的各种机电设备，包括使用微电脑控制进料的控制室，在运转前均应由电工、机工、电脑操作人员进行仔细组检查，确认各部位正常完好后才能合闸运转。
11. **料仓卸料时，严禁人员从斗下通过**，沥青拌合楼的各部位需经常检查、维修、并配备消防器材。

四、水泥混凝土路面施工安全要点

1. 使用小型翻斗车或手推车装混凝土时，车辆之间应保持一定的**安全距离**；混凝土运输车运送时要遵守交通规则；自卸汽车运送混凝土时，车厢尚未放下时，操作人员不得上车去清除残料。
2. 人工摊铺作业在装卸钢模板时，必须逐片轻抬轻放，不得随意抛掷。
3. 采用轨模摊铺机进行混凝土摊铺作业时，**布料机和振平机之间应保持5~8m的安全距离**，作业中要认真检查布料机传动钢丝的松紧是否适度，不得将刮板置于运行方向垂直的位置，也不得借助整机的惯性冲击料堆。
4. 摊铺中严禁驾驶员擅离岗位，无关人员不得上下摊铺机，**在弯道上作业时，要防止摊铺机脱轨**。
5. 混凝土摊铺施工现场必须做好交通安全工作。交通繁忙之路口应设立安全警示标志牌，并有专人指挥，夜间施工时，基准线桩附近应设置警示灯或反光标志。
6. 施工现场的电线、电缆应尽量放置在无车辆、人、畜通行的部位，**施工机电设备应有专人负责保管和维修**；
7. 使用混凝土抹平机作业时，应确保抹平机的叶片光洁平整。
8. 切缝机锯缝时前面不能有人作业。
9. 水泥混凝土路面施工，施工现场在**不中断交通**的情况下，**应由专人负责指挥、维护交通，现场设立明显警示牌，以确保交通安全**。
10. 旧路面凿除宜有计划地分小段进行，以免妨碍交通，并设置相关安全标志牌；用镐开挖旧路面时，应**并排前进，左右间距不小于2m，不许面对面使镐**。
11. 采用机械破碎旧路面时，应有专人统一指挥，操作范围内不应有人，铲刀切入深度不宜过深，推刀速度应缓慢，施工现场设置醒目安全警示标志牌，切实注意交通安全。

1B420074 掌握公路工程地下作业安全要求

一、隧道施工安全技术要点

1. **隧道的监控量测应贯穿于整个隧道施工的全过程**，通过分析量测结果，可以掌握施工中所遇围岩和采取的支护措施的安全性，确保安全施工。
2. 在洞身开挖过程中，应结合岩层构造、岩性和地下水的情况，采用光面爆破或预裂爆破，使隧道开挖尽可能符合设计轮廓，**尽量减轻对岩层的扰动，减少超、欠挖，并做好初期支护。初喷混凝土厚度一般为5cm左右，随后打设锚杆、铺设钢筋网，再按照设计喷射混凝土形成联合支护整体**，抑制围岩变形，达到围岩快速稳定。
3. 掘进前应先做好隧道洞口工程，**做好洞口边坡、仰坡与天沟、边沟等排水设施，确保地表水不危及隧道施工安全。洞口路基及边坡、仰坡断面应自上而下开挖，一次把石方工程做完**，开挖人员不得上下重叠作业。边坡、仰坡以上山坡发现松动危石必须立即清除。地质不良时边、仰坡应采取加固措施。
4. 人工开挖土质隧道时，作业人员必须互相配合，并且保持一定的**安全距离**。
5. **机械凿岩时，必须采用湿式凿岩机或带有辅尘器的干式凿岩机**。作业人员站在碴堆上作业时，应注意碴堆的稳定，防止滑塌伤人。
6. 湿式凿岩机的供水是否正常，干式凿岩机的辅尘设施是否良好，不符合要求的应立即予以修理或更换。
7. 使用带支架的风钻钻眼，必须将支架安置稳妥，风钻卡钻时，应用扳钳松动拔出，不可敲打，未关风前，不得拆除钻杆。
8. **隧道开挖后先使用机械找顶排险，后进行人工找顶排险**。找顶完成前由**专职安全员**跟踪观察，发现落石或由于暴露的岩面不稳定引起的坍塌，及时采取相应的应急措施，发现落石或由于暴露的岩面不稳定引起的坍塌，及时采取相应的应急措施，人员机具应立即撤离现场。
9. **钻孔台车进洞时要有专人指挥，其行走速度不得超过25m/min(1.5公里/小时)**，并应认真检查道路状况和安全界限，台车在行走或暂停时，应将钻架和机具收拢到放置位置，就位后不得倾斜，并应制动车轮，放下支柱，防止移动。**隧道内运输工具速度不超过10公里/小时**。

二、隧道施工爆破作业安全技术要点

隧道施工爆破作业除了要满足上面提到的一般要求外，还必须满足以下安全技术要求：

1. 隧道爆破施工必须遵守有关规定，做好施工前期的准备工作。
 2. 洞内爆破必须统一指挥，并且经过专业培训且持有爆破操作合格证的专业人员进行作业。爆破作业和爆破器材管理人员必须穿防静电服装；洞内每天放炮次数应有明确规定，装药与放炮时间不得过久。
 3. 爆破加工房应设在洞口 50m 以外的安全地点。严禁在加工房以外的地点改制和加工爆破器材，长隧道施工必须在洞内加工爆破器材时，其加工洞室的设置应符合《爆破安全规程》GB 6722—2003 的有关规定。
 4. 进行爆破时，所有人员应撤离现场，其安全距离为：
 - (1) 独头巷道不得少于 200m；
 - (2) 相邻上下坑道内不少于 100m；
 - (3) 相邻的平行坑道，横通道及横洞间不少于 50m；
 - (4) 全断面开挖进行深孔爆破（孔深 3~5m）时，不少于 500m。
 5. 装药前应检查爆破工作面附近的支护是否牢固；炮眼内的泥浆、石粉应吹洗干净；刚打好的炮眼，不得立即装药，如果遇有照明不足，流砂未经妥善处理或可能有大量溶洞涌水时，严禁装药爆破。
 6. 装炮时，应使用木质炮棍装药，严禁火种。为防止点炮时发生照明中断，爆破工应随身携带手电筒，禁止用明火照明。
 7. 点炮前，无关人员与机具均应撤至安全地点。爆破员实行“一爆三检”制度，放炮员最后离场，班组长清点人数，发出警告 5s 后方可引爆。
 8. 爆破后必须经过 15min 通风排烟后，检查人员方可进入工作面，检查有关“盲炮”及可疑现象；有无残余炸药和雷管；顶板两旁有无松动石块、危岩，支护有无损坏与变形。在妥善处理并确认无误后，其他施工人员方可进入工作面。
 9. 当发现有“盲炮”时，必须由原爆破人员按规定处理，确保安全。
 10. 采用电雷管爆破时，应加强洞内电源的管理，防止漏电引爆。装药等可用投光灯，矿灯或风灯照明，起爆主导线应悬空架设，距各种导电体的间距大于 1m。
 11. 采用导火索爆破时，导火索的长度应保证点完导火索后，人员能撤至安全地点；但导火索不得短于 1.2m；一个爆破工一次点燃的导火索根数不宜超过 5 根。
 12. 两工作面接近贯通时，两端应加强联系和统一指挥，岩石隧道两个工作面距离接近 15m（软岩为 20m），一端装药放炮时，另一端人员应撤离到安全地点。放炮前要加强联系和警戒，严防对方人员误入危险区。
 13. 土质或岩石破碎隧道接近贯通时，应根据岩性适当加大预留贯通的安全距离，届时只许一端掘进，另一端的人员和机具应撤离到安全地点，贯通后的导坑应设专人看管，严禁非施工人员通行。
 14. 在任何情况下，炸药和雷管必须放置在带盖的容器内分别运送。人力运送时，炸药和雷管不得由一人同时运送；汽车运送时，炸药和雷管必须分别装在两辆车内运送，其间距应相隔 50m 以外；有轨机动车运送时，炸药和雷管不宜在同一列车上运送，如必须用同一列车运送时，装雷管与装炸药的车辆必须有 3 个空车厢隔开。
 15. 人力运送爆破器材时，应由专人护送，并直接送到工地，中途不得停留；一人一次运送的炸药不得超过 20kg 或原包装一箱；汽车运送时，排气口应加装防火罩，运行中应显示红灯，爆破器材高度不得超过车厢边缘，雷管或硝化甘油类炸药的装载不得超过两层；有轨机动车运送爆破器材时其行驶速度不得超过 2m/s，护送人员与装卸人员只准乘坐在尾车内，硝化甘油类炸药或雷管必须放在专用的带盖木质车厢内，车内应铺有胶皮或麻袋，并只准堆放一层。
 16. 严禁用翻斗车、自卸车、拖车、拖拉机、机动三轮车、人力三轮车、自行车、摩托车和皮带输送机运送爆破器材；在上下班或人员集中的时间内，禁止运输爆破器材。
- 背景资料** 2009 某高速公路全长 120km，设计行车速度 100km/h，双向四车道。其中有一座分离式隧道，隧道左线起讫桩号为 ZK2+815~ZK3+880，全长 1065m；右线起讫桩号为 YK2+840~YK3+750，全长 910m。隧道最大埋深 400m，隧道沿纵向方向设人字坡，坡度为 1%。隧道进口段为浅埋段，设 40m 长的明洞。洞身围岩为 I1~IV 级，岩层含少量地下水。洞身掘进采用光面爆破在爆破方案重有如下描述：在开挖面上适当部位掏出小型槽口（炮眼），并沿隧道设计轮廓线布置另一种炮眼。
- 隧道施工实行安全责任目标管理，项目部决定由专职安全员对隧道的安全生产全面负责。爆破施工前，项目部招聘了 6 名员工，并立即由专职安全员进行培训，考核合格后安排从事爆破作业。同时严格实行安全技术交底制度和上下班交接制度，严防安全事故的发生。
- 隧道明洞施工工序为：①明洞路堑土石方开挖；②边、仰坡开挖及加固；③修筑坡顶排水系统；④修筑明洞；⑤回填。
- 问题** 指出项目部在爆破施工安全管理方面的不当之处，并提出正确做法。
- 【正确答案】** 不当之处：专职安全员对隧道的安全生产全面负责
正确做法：项目负责人对隧道的安全生产全面负责
不当之处：专职安全员进行培训
正确做法：爆破施工人员应经过专门的培训取得上岗证书

三、隧道内运输的安全技术要点

1. 各类进洞车辆必须处于完好状态，运输时**严禁人料混装**；进洞的各类机械与车辆，宜选用带净化装置的柴油动力；**燃烧汽油的车辆和机械不得进洞**；所有运输车辆均不准超载、超宽、超高运输，装运大体积或超长料具时，应由专人指挥，并设置警示界限的红灯，物件应捆扎牢固。
2. **进出隧道人员应走人行道**，不得与机械或车辆抢道，严禁扒车、追车或强行搭车。
3. 人工装碴时，应将车辆停稳并制动；机械装碴时，隧道断面应能满足装载机械的安全运转，装碴机操作时，其**回转范围内不得有人通过**。
4. 卸碴时，应将车辆停稳并制动，**严禁站在斗内扒碴**。
5. **洞内运输车速不得超过 10km/h**；行驶中严禁超车，在洞口和狭窄地段应设置“缓行”标志，在洞内倒车或转向时，应开灯鸣号，并设专人指挥。
6. 凡停放在接近车辆运行界限处的施工设备与机械应在其外缘设置**低压红色闪光灯**，组成显示界限，以防止车辆碰撞；运输路线应由专人维修、养护，线路两侧的废渣和余料应随时清理。
7. **洞外卸碴场地应保持一段上坡段，并在堆碴边缘内 0.8m 处设置挡木，防止运输车滑翻。（重点）**

四、隧道施工支护的安全技术要点

1. 洞口地段和洞内水平坑道与辅助坑道（横洞、平行导坑等）的**连接处，应加强支护或及早进行永久衬砌**；洞口地段的支撑宜向洞外多架 5~8m 明厢，并在其顶部压土以稳定支撑，待洞口建筑全部完工后方可拆除。
2. 洞内支护，应**随挖随支护，支护至开挖面的距离一般不得超过 4m**；如遇石质碎破，风化严重或土质隧道时，应尽量缩小支护工作面，当短期停工时，应将支护直抵工作面。
3. 采用木支撑时应选用**松、柏、杉等坚硬且富有弹性的木材**、其梢径不得小于 20cm，跨度大于 4m 时，其梢径不得小于 25cm；木支撑宜采用简单、直立、易于拆、立的框架结构，并应保证坑道的运输净空。
4. 钢支护安装时要严格按设计或者变更设计施工，钢支护构件要绑扎牢固，以防整体构件或连接构件滑落伤人，损伤机械；安装时应采用纵向连接杆件将相邻钢支护连接牢，**钢支护安装，宜选用小型机具进行吊装**，并严格遵守起重吊装的有关规定。
6. 应定期对锚杆抗拔力进行试验，防止锚杆滑落造成事故，当发现**已喷锚区段的围岩有较大变形或锚杆失效时，应立即**在该区段**增设加强锚杆，长度不小于原锚杆长度的 1.5 倍**；如喷锚后发现**围岩突变或围岩变形量超过设计允许值时，宜用钢支架支护**。
7. 当发现**量测数据有不正常变化或突变，洞内或地表位移大于允许位移值，洞内或地面出现裂缝以及喷层出现异常裂缝时，均应视为危险信号，人员必须立即撤离现场**，经处理达到安全作业条件后方可继续施工。

五、隧道施工衬砌的安全技术要点

1. 根据隧道开挖的设计要求及时进行衬砌或压浆，特别是洞口的衬砌必要尽早施工，不良地质地段的洞口必须首先完成。
2. 衬砌使用的脚手架、工作平台、跳板、梯子等应安装牢固。
3. 脚手架及工作平台上脚手板应铺满，木质的端头必须搭于支点上，**高于 2m 的工作平台四周应设置不低于 1.2m 的护栏**，跳板应钉防滑条；脚手架及工作平台上，所站人数及堆放的建筑材料，不得超过其载重量。
4. **机械转动部分应设有防护罩，电动机必须有接地装置**，移动和修理机器及管道线路时，应先停电，并切断电源、风源；安装、拆除模板、拱架时，作业地段应有人监护，拆下的模板不得堆在通道上。
5. 衬砌用的石料和砌块，应采用车辆运送，**装卸或安装砌块时，宜使用小型机械提升**，当砌筑高度在 1.5m 以下时，允许使用跳板抬运。但跳板应架到与隧道衬砌工作面水平的位置；用石料砌筑边墙时，应间歇进行，当砌筑高度达到 2~3m 时应暂停，4h 后方可继续砌筑，若墙后超控过大，回填层应逐层用干（浆）砌料填满，以免坍塌。
7. 采用模板台车进行**全断面衬砌时，台车距开挖面的距离不得小于 260m**，台车下的净空应能保证运输车辆的顺利通行，混凝土浇筑时，必须两侧对称进行。
8. **严禁在洞内熬制沥青。**

例题. 下列关于隧道施工的安全要点的说法，正确的有（ ）。2007

- A. 爆破风排烟 15 分钟人员方可进场 B. 机械凿岩时，必须采用干式凿岩机
C. 在隧道内熬制沥青时要注意通风 D. 爆破员实行“一爆三检”制度
E. 洞内运输，车速不得超过 10km/h

『正确答案』ADE

六、隧道施工中的通风、防尘、照明、排水及防火、防瓦斯安全要点

(一) 通风、防尘安全要点

1. 隧道施工时的通风，应设专人管理。保证每人每分钟得到 $1.5\sim 3\text{m}^3$ 的新鲜空气；隧道内的空气成分每月至少取样分析一次，风速、含尘量每月至少检测一次。
2. 无论通风机运转与否，严禁人员在风管的进出口附近停留，通风机停止运转时，任何人不得靠近通风软管行走和在软管旁停留，不得将任何物品堆放在通风管或管口上。
3. 施工时宜采用湿式凿岩机钻孔，用水炮泥进行水封爆破以及湿喷混凝土等有利于减少粉尘浓度的施工工艺；在凿岩和装碴工作面上应做好防尘工作，放炮前后应进行喷雾与洒水出碴前应水淋透渣堆和喷湿岩壁；在吹入式的出风口，宜放置喷雾器。

(二) 照明、排水安全要点

1. 潮湿及渗、漏水隧道中的电灯应使用防水灯口。
2. 隧道内各部照明电器为：开挖、支撑及衬砌作业地段为 $12\sim 36\text{V}$ ；成洞地段为 $110\sim 220\text{V}$ ；手提作业灯为 $12\sim 36\text{V}$ 。
3. 隧道内用电线路，应使用防潮绝缘导线，并按规定高度用瓷瓶悬挂牢固，不得将电线挂在铁钉及其他铁件上，不许捆扎在一起，使用的电缆线应悬挂在高处，严禁拖在地面上受车辆碾压。
5. 在有地下水排出的隧道，必须挖凿排水沟，当下坡开挖时应根据涌水量的大小，设置大于 20% 涌水量的抽水机具排出。
6. 隧道开挖中预计要穿越涌水地层时，宜采用超前钻孔探水，查清含水层厚度、岩性、水量、水压等，为防涌水提供依据；当发现工作面有大量涌水时，要立即令工人停止作业，迅速撤离到安全地点。

(三) 防火、防瓦斯安全要点

1. 洞内及各硐室不得存放汽油、煤油、变压器及易燃物品，清洗风动工具时应在专用洞室内，并设置向外开的防火门。
2. 洞口 20m 范围内的杂草必须清除，火源应距洞口至少 30m 以外，库房 20m 范围内严禁烟火，洞内严禁明火作业及取暖。
3. 隧道施工发现瓦斯时，应加强通风，瓦斯防治主要是消除瓦斯超限和积聚，断绝一切可能引燃瓦斯爆炸的火源；有瓦斯的隧道、每个洞内必须设专职瓦斯检查员，一般情况下，每小时检测一次，并将检测结果写入记录簿。检测瓦斯的检定器应每季度校对一次。
4. 隧道内严禁使用油灯、电石灯、汽灯等有火焰的灯光照明，任何人员进入隧道必须接受检查，严禁将火柴、打火机以及其他可燃的物品带人洞内，施工人员必须具有防止瓦斯爆炸方面的安全知识。

(三) 背景资料 2010

某高速公路上下行分离式隧道，洞口间距 40m，左线长 3216m，右线长 3100m，隧道最大埋深 500m。进出口为浅埋段，IV 级围岩，洞身地质条件复杂，地质报告指出，隧道穿越地层为三叠系底层，岩性主要为炭质泥岩、砂岩、泥岩砂岩互层，且有瓦斯设防段、涌水段和岩爆段，I、II、III 级围岩大致各占 1/3，节理裂隙发育，岩层十分破碎，且穿越一组背斜，在其褶曲轴部地带中的炭质泥岩及薄煤层中并存有瓦斯等有害气体，有瓦斯聚集涌出的可能，应对瓦斯重点设防，加强通风、瓦斯监测等工作。

项目部还实行安全目标管理，采取了一系列措施，要求进入隧道施工现场的所有人员必须经过专门的安全知识教育，接受安全技术交底；电钻钻眼应检查把手胶套的绝缘是否良好，电钻工应戴棉纱手套，穿绝缘胶鞋；爆破作业人员不能着化纤服装，炸药和雷管分别装在带盖的容器内用汽车一起运送；隧道开挖及衬砌作业地段的照明电器电压为 $110\sim 220\text{V}$ 。同时加强瓦斯等有毒有害气体的防治，通风设施由专职安全员兼管。

隧道施工完成后，进行了供配电、照明系统设施的安装，其中变压器为油浸变压器，由于工期延误，变压器运到现场 100 天后才进行安装。电缆敷设在沟内时遵循了低压在上、高压在下的原则，敷设时还要求金属支架、导管必须接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠。

在交通监控方面，隧道由监控分中心统一监控，监控中心设有完善的子系统，包括交通信号监控系统、视频监控系统、供配电监控系统、隧道照明控制系统、调度指令电话系统、有线广播系统等。

问题 指出并改正项目部安全管理措施中的错误。

【正确答案】电钻工应戴绝缘手套 (1 分)，炸药与雷管必须分开运送 (1 分)，隧道开挖及衬砌地段的照明电压为 $12\sim 36\text{V}$ (1 分)，通风设施应由专人管理 (1 分)

1B420075 熟悉公路工程临时用电安全要求

一、公路工程施工施工现场临时用电的基本原则

1. 施工现场的电工、电焊工属于特种作业工种，必须按国家有关规定经专门安全作业培训，取得特种作业操作资格证书
2. 施工现场的临时用电必须采用 TN—S 接地、接零保护系统。即具有专用保护零线 (PE 线)、电源中性点直接接地的 220/380V 三相五线制系统。
3. 施工现场的临时用电必须按照“三级配电二级保护”设置。

4. 施工现场的用电设备必须实行“一机、一闸、一漏、一箱”制，即每台用电设备必须有自己专用的开关箱，专用开关箱内必须设置独立的隔离开关和漏电保护器。

二、配电室的安全技术要点

1. 施工现场**配电室位置应靠近电源**，周边道路畅通，进、出线方便，并避开污染源的下风侧。尽量**靠近负荷中心**，以减少线路的长度和导线的截面积，提高配电质量，便于维护。

2. 配电室和控制室**应能自然通风**，并应采取措施防止雨雪和小动物出入；成列的配电屏（盘）和控制屏（台）两端应与重复接地及保护零线做电气连接。

3. **配电屏（盘）正面的操作通道宽度单列布置不小于 1.5m，双列布置不小于 2m，配电屏（盘）后的维护通道宽度不小于 0.8m，侧面的维护通道不小于 1m；配电室的顶棚距地面不低于 3m；**配电室内设值班或检修室时，该室外距配电屏（盘）的水平距离应大于 1m，并应有**屏障隔离**；配电室内的裸母线与地面垂直距离小于 2.5m 时，应采取遮栏隔离，遮栏下面通道的高度不小于 1.9m；配电装置的上端距顶棚不小于 0.5m。

4. 配电屏（盘）上的**各配电线路应编号**，并标明用途标记；配电屏（盘）或配电线路维修时，应悬挂停电标志牌，停、送电必须由专人负责。

5. 配电室的建筑物和构筑物的**耐火等级应不低于 3 级，室内应配置砂箱和绝缘灭火器**；母线均应涂刷成有色油漆；配电室的门向外开，并配锁，专人保管。

三、施工现场配电线路的安全技术要点

施工现场的配电线路包括室外线路和室内线路。**室内线路通常有绝缘导线和电缆的明敷设和暗敷设，室外线路主要有绝缘导线架空敷设和绝缘电缆埋地敷设两种**，也有电缆线架空明敷设的。

（一）室外线路的安全技术要点

1. 室外架空线路由导线、绝缘子、横担及电杆等组成。**室外架空线路必须采用绝缘铜线或绝缘铝线，铝线的截面积大于 16mm²，铜线的截面积大于 10mm²。**

2. 架空线路严禁架设在树木、脚手架及其他非**专用电杆**上，且**严禁成束架设**。

3. 严禁在高压线下方搭设临建、堆放材料和进行施工作业；**在高压线一侧作业时，架空线与施工现场地面最小距离一般为 4m，与机动车道一般为 6m，与铁路轨道一般为 7.5m。**

5. 敷设电缆的方式和地点，应以方便、安全、经济、可靠为依据，电缆直埋方式，施工简单，投资省，散热好，应首先考虑；**敷设地点应保证电缆不受机械损伤或其他热辐射**，同时应尽量避免避开建筑物和交通设施。

6. **电缆直接埋地的深度不小于 0.6m，并在电缆上下均匀铺设不小于 50mm 厚的细砂，再覆盖砖等硬质保护层，并插上标志牌；**电缆穿过建筑物、构筑物时须设置套管。

7. 室外电缆线架空敷设时，应沿墙壁或电杆设置，严禁用金属裸线作绑线，**电缆的最大弧垂距地面不小于 2.5m。**

（二）室内线路的安全技术要点

1. 严禁使用不符合安全的电炉、电热棒等。

2. 严禁在宿舍内乱拉乱接电源。

3. 室内线路必须采用**绝缘导线，距地面高度不得小于 2.5m**；接户线在档距内不得有接头，进线处离地高度不得小于 2.5m，过墙应穿管保护，并采取防雨措施，室外端应采用绝缘子固定；室内导线的线路应减少弯曲，采用**瓷夹固定导线时，导线间距应不小于 35mm，瓷夹间距应不大于 800mm，采用瓷瓶固定导线时，导成间距应不小于 100mm，瓷瓶间距应不大于 1.5m；钢索配线的吊架间距不宜大于 12m，采用护套绝缘导线时，允许直接敷设于钢索上。**

4. 导线的额定电压应符合线路的工作电压；**导线的截面积**要满足供电容量要求和机械强度要求，但**铝线截面应不小于 2.5mm²，铜线的截面应不小于 1.5mm²**，导线应尽量减少分支，不受机械作用；室内线路布置尽可能避开热源，应便于线路检查。

四、施工现场配电箱与开关箱设置的安全技术要点

1. 施工现场临时用电一般采用三级配电方式，即总配电箱（或配电室），总配电箱以下设分配电箱，再以下设开关箱，开关箱以下就是用电设备。

2. **总配电箱应设在靠近电源的地区；分配电箱应装设在用电设备或负荷相对集中的地区；分配电箱与开关箱的距离不得超过 30m；**开关箱应由末级分配电箱配电，**开关箱与其控制的固定式用电设备的水平距离不宜超过 3m。**

3. 配电箱与开关箱应装设在通风、干燥及常温场所。

4. 配电箱、开关箱应采用铁板或优质绝缘材料制作，金属板与配电箱箱体应作**电气连接**。

5. 配电箱、开关箱内的连接线采用**绝缘导线**，接头不松动，不得有外露带电部分；**不应带电金属底座、外壳等必须做保护接零**，保护零线应通过接线端子板连接。

6. 动力配电箱与照明配电箱宜分别设置，如合置在同一配电箱内，动力和照明线应分路设置。

7. 配电箱、开关箱中的导线**进线口和出线口应设在箱体的下底面**。防雨

8. 配电箱、开关箱应装设牢固、端正，移动式配电箱、开关箱应装设在坚固的支架上，**固定式配电箱、开关箱的下底面与地面的垂直距离应大于 1.3m，小于 1.5m；移动式分配电箱、开关箱的下底面与地面的垂直距离宜大于 0.6m，小于 1.5m；**所有的配电箱、开关箱必须防雨、防尘。

五、配电箱、开关箱内的电器装置安全技术要点

1. 配电箱、开关箱内的电器装置必须可靠完好，严禁使用破损、不合格电器，各种开关电器的额定值应与其所控制的用电设备的额定值相适应。

2. 每台用电设备应有各自专用的开关箱，必须实行“一机一闸”制，严禁用同一个开关电器直接控制两台及两台以上的用电设备（含插座）。

3. 在停、送电时，配电箱、开关箱之间应遵守合理的操作顺序：

送电操作顺序：总配电箱—分配电箱—开关箱；

断电操作顺序：开关箱—分配电箱—总配电箱。

正常情况下，停电时首先分断自动开关，然后分断隔离开关；送电时先合隔离开关，后合自动开关（出现电气故障时的紧急情况除外）。

6. 总配电箱还必须安装漏电保护器、电压表、总电流表、总电度表和其他仪器。开关箱内的开关电器必须**在任何情况下都可以使用电设备实行电源分离。**

7. 开关箱内也必须安装漏电保护器，**使用于潮湿和有腐蚀介质场所的漏电保护器应采用防溅型产品**，总配电箱和开关箱中的漏电保护器应合理选用，使之具有分级分段保护的功能，漏电保护器至少每月检查一次，确保完好有效。

六、配电箱、开关箱使用与维护的安全技术要点

1. 施工现场**所有配电箱、开关箱都要由专人负责（专业电工）**，所有配电箱、开关箱应配锁，并标明其名称、用途，作出分路标记。

2. 施工现场**停电作业 1h 以上时，应将动力开关箱断电上锁。**

4. 所有配电箱和开关箱**每月必须由专业电工检查、维修一次**，电工必须穿戴绝缘防护用品，使用电工绝缘工具；非电工人员不许私自乱接电器和动用施工现场的用电设备。

5. 配电箱的进线和出线不得受外力，严禁与金属尖锐断口和强腐蚀介质接触。

七、自备发电机组的安全技术要点

2. 施工现场临时用自备发电机组的供配电系统应采用**三相五线制中性点直接接地系统**，并须独立设置，与外电线路隔离，不得有电气连接；自备发电机组电源应与外电线路电源联锁，严禁并列运行；发电机组应设置短路保护和过负荷保护。

4. 发电机组的**排烟管道必须伸出室外**。发电机组及其控制配电室内**严禁存放储油桶**。

5. 在**非三相五线制**供电系统中，电气设备的金属外壳应做接地保护，其**接地电阻不大于 4 欧姆**，并不得在同一供电系统上有的接地，有的接零。

八、电动机械设备的安全技术要点

1. 塔式起重机、拌合设备、室外电梯，滑升模板、物料提升机等需要设置避雷装置的井字架等，除**应做好保护接零外，电动机械的金属外壳，必须有可靠的接地措施或临时接地装置**，防止电动机械的金属外壳带电，电流就会通过地线流入地下，从而避免人身触电事故的发生。

3. 电动施工机械的负荷线，必须按其容量选用无接头的多股铜芯橡皮护套软电缆，其中**绿 / 黄色线在任何情况下只能用作保护零线或重复接地。**

5. 大型桥梁外用电梯，属于载人、载物的客货两用电梯，要设置单独的开关箱，特别要有可靠的**极限控制及通信联络。**

7. 移动电动机械须事先关掉电源，不可带电移动电动机械。

8. 电动机械发生故障需**停电检修，须悬挂“禁止合闸”等警告牌，或者派专人看守**，以防有人误将闸刀合上。

九、电动工具使用的安全技术要点

1. 施工现场使用的电动工具一般都是手持式的，如：电钻、冲击钻、电锤、射钉枪、电刨、切割机、砂轮、手持式电锯等，按其绝缘和防触电性能可分为三类，即 I 类工具、II 类工具、III 类工具。

2. **一般场所（空气湿度小于 75%）可选用 I 类或 II 类手持式电动工具**，其金属外壳与 PE 线的连接点不应少于两处。装设的额定漏电动作电流不大于 15mA，额定漏电动作时间小于 0.1S 的漏电保护器。

3. 在**潮湿场所或金属构架上操作时，必须选用 II 类或由安全隔离变压器供电的 III 类手持式电动工具，严禁使用 I 类手持式电动工具。**使用金属外壳 II 类手持式电动工具时，其金属外壳可与 PE 线相连接，并设漏电保护。

4. 在**狭窄场所（锅炉内、金属容器、地沟、管道内等）作业时，必须选用由安全隔离变压器供电的 III 类手持式电动工具。**

7. 手持式电动工具的负荷线应采用**耐气候型橡皮护套铜芯软电缆**，并且不得有接头，在使用前必须作空载检查，运转正常后方可使用。

8. 使用手持电动工具时，**应穿绝缘鞋，戴绝缘手套，操作时握其手柄，不得利用电缆提拉。**

例题. 公路工程施工现场临时用电的基本原则有（ ）。

- A. 必须采用 TN—S 接地、接零保护系统 B. 必须采用两级配电系统
C. 必须采用两级漏电保护和两道防线 D. 必须采用“一机双闸”制度
E. 必须采用三相四线制供电系统

🔍 [答疑编号 502077201901：针对该题提问] 【正确答案】AC

十、施工现场照明电器的安全技术要点

1. 一般场所选用额定电压为 220V 的照明器，特殊场所必须使用安全电压照明器，如**隧道工程、有高温、导电灰尘或灯具距地高度低于 2.4m 等场所，电源电压应不大于 36V；在潮湿和易触及带电体场所的照明电源电压不得大于 24V；特别潮湿场所，导电良好地面、锅炉或金属容器、管道内工作的照明电源电压不得大于 12V。**
2. 临时照明线路必须使用绝缘导线。临时照明线路必须使用绝缘导线，**户内（工棚）临时线路的导线必须安装在离地 2m 以上支架上；户外临时线路必须安装在离地 2.5m 以上支架上**，零星照明线不允许使用花线，一般应使用软电缆线。
3. 在坑洞内作业，夜间施工或作业工棚、料具堆放场、仓库、办公室、食堂、宿舍及自然采光差等场所，**应设一般照明、局部照明或混合照明**。在一个工作场所内，不得只设局部照明。
4. **停电后作业人员需及时撤离现场的特殊工程**，如夜间高处作业工程、隧道工程等，还必须装设由**独立自备电源供电的应急照明**。
5. 对于夜间可能影响飞机及其他**飞行器安全通行**的主塔及高大机械设备或设施，**如塔式起重机外用电梯等，应在其顶端设置醒目的红色警戒照明**。
6. 正常湿度（≤75%）的**一般场所，可选用普通开启式照明器**。
7. **潮湿或特别潮湿**（相对湿度>75%）的场所，属于触电危险场所，必须选用密闭性防水照明器或配有**防水灯头的开启式照明器**。
8. 含有大量**尘埃但无爆炸和火灾危险**的场所，属于触电一般场所，**必须选用防尘型照明器**。
9. **有爆炸和火灾危险**的场所，亦属触电危险场所，应按危险场所等级选用**防爆型照明器**。
10. 存在**较强振动**的场所，必须选用**防振型照明器**。
11. 有**酸碱等强腐蚀介质**场所，必须选用**耐酸碱型照明器**。
12. **一般 220V 灯具室外高度不低于 3m，室内不低于 2.4m**；碘钨灯及其他金属卤化物灯安装高度宜在 3m 以上。
15. 暂设工程的照明灯具宜用拉线开关控制，其安装高度为距地面 2~3m，职工宿舍区禁止设置床头开关。

十一、施工现场安全用电技术档案八个要点（重点）

1. **施工现场用电组织设计的全部资料。**
2. **修改施工现场用电组织设计资料。**
3. **用电技术交底资料。**
4. **施工现场用电工程检查验收表。**
5. **电气设备试、检验凭单和调试记录。**
6. **接地电阻，绝缘电阻，漏电保护器漏电动作参数测定记录表。**
7. **定期检（复）查表。**
8. **电工安装、巡检、维修、拆除工作记录。**

十二、触电事故的原因分析

- （一）缺乏电气安全知识，自我保护意识淡薄
- （二）违反安全操作规程
- （三）不使用“TN—S”接零保护系统
有的工地未使用“TN—S”接零保护系统，或者未按要求连接专用保护零，无有效的安全保护系统。不按“三级配电二级保护”、“一机、一闸、一漏、一箱”设置，造成工地用电使用混乱，易造成误操作。并且在触电时，使得安全保护系统未起可靠的安全保护效果。
- （四）电气设备安装不合格
- （五）电气设备缺乏正常检修和维护
- （六）偶然因素

1B420076 熟悉特种设备安全控制要求

一、特种设备的概念及安全管理的必要性

特种设备是指那些涉及生命安全、危险性较大的，使用、管理不当容易发生安全事故的设备。规定：**特种设备主要包括锅炉、压力容器（含气瓶，下同）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场（厂）内专用机动车辆。**

二、特种设备安全控制要求

（一）按照《特种设备安全监察条例》（国务院 2009 年第 549 号）规定：**特种设备生产、使用单位的主要负责人应当对本单位特种设备的安全和节能全面负责。**

（二）特种设备安全管理制度

1. 特种设备**安全责任制**：包括各职能部门安全责任制和各岗位安全责任制。
2. 特种设备**安全规章制度**：包括特种设备安装使用、维护保养、监督检查管理制度；特种设备隐患排查和整改制度；特种设备报检制度；特种设备安全培训制度等；特种设备安全技术交底制度；特种设备事故应急救援制度等。
3. 特种设备**安全操作规程**
4. 特种设备**应急救援预案**：根据本单位特种设备使用情况，制定重大事故应急救援预案和防范突发事件的应急措施，以便在发生事故时，能果断、准确、迅速地将影响范围缩小到最低程度；配备相应的抢险装备和救援物资；**每年至少组织一次救援演练。**

(三) 特种设备的行政许可

1. 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。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。**
2. 特种设备行政许可变更。**特种设备停用、注销、过户、迁移、重新启用**应到特种设备安全监督管理部门**办理相关手续。**
3. **特种设备作业人员必须持证上岗。**特种设备作业人员必须经有关主管部门考核合格，取得国家统一格式的证书方可上岗操作。作业人员必须与企业办理聘任手续并到有关部门备案。

(四) 特种设备定期检验

1. 特种设备报检。特种设备使用单位应在**特种设备检验合格有效期届满前 1 个月**向特种设备检验检测机构提出定期检验要求（各特种设备的检验日期可从检验报告、合格标志查看）。
2. 特种设备报检要求。起重机械报检时，**必须提供保养合同、有效的作业人员证件。**
3. 特种设备换证。特种设备检验合格后，携带使用证、检验合格标志、检验报告、保养合同、保养单位的保养资质到有关主管部门办理年审换证手续。

(五) 特种设备安全培训

发生特种设备事故的原因主要表现为**人的不安全行为（培训）或者设备的不安全状态（维修保养）**

(六) 特种设备使用的相关记录

要委托有资质的单位并签订维修保养合同。建立的设备技术档案，也要有维修保养记录，以备查证。

3. 特种设备检查记录

在国家强制检验的基础上，设备的使用单位应根据特种设备类别做好特种设备**定期自行检查**记录（包括**日检、月检、年检记录**），**每月至少进行一次自行检查，并记录在案。**

(七) 特种设备档案管理

1. 统一档案盒规格
2. **档案分类** (1) **文件法规类。** (2) **综合管理类。** (3) **特种设备台账类。**

(八) 特种设备现场安全管理

1. 悬挂**使用登记证**。
2. 安全标志、标识的张贴：
 - (1) **电类合格标志**。
 - (2) **警示标志**、安全注意事项。
 - (3) **禁用标志**。特种设备停用后，应将设备的电源断开，在设备显眼的地方张贴“禁止使用”的标志。

(4) **压力管道标志**。在压力管道显眼地方，应标明管道的介质名称及介质流向。

6. 设备环境情况。设备的工作环境应**整洁、明亮通畅**，符合**安全、环保、节能降耗**的使用要求。

1B420080 公路工程项目施工准备阶段技术管理

1B420081 掌握施工技术准备

一、施工技术准备的主要内容

1. 工程项目**资料交接**。
2. 设计交桩及导线点**复测**。
3. **图纸复核**。
4. **现场核对**设计文件。
5. 为实施性施工组织设计和技术方案补充必要的**现场调查资料**。
6. **划分单位、分部、分项工程**。
7. **建立控制测量网**。
8. **建立项目试验室**并提前做好先期工程试验及配合比相关工作。
9. 为需要**提前订购**的重要材料和设备提供有关的技术参数、质量要求和最早进场时间。
10. **编制实施性施工组织设计与技术方案**。
11. 按业主和上级机关要求及工程具体情况**配备项目所需的技术标准、规范、规程及有关技术参考资料**。
12. **开工前的技术培训和学习**。
13. **其他技术准备工作**。

二、工程资料交接

(一) **需要交接的主要资料**应包括**投标期间的现场考察技术资料、投标答疑资料、投标文件、中标通知书、合同文件、与业主签订的协议、投标承诺、图纸等**。

三、设计交桩及导线点复测

工程开工前，**在业主（或监理）的主持下，由设计单位向施工单位进行交桩**，交桩应在**现场进行**。设计单位将路线勘测时所设置的导线控制点、水准控制点及其他重点位的桩位及相关技术资料逐一交给施工单位。

交桩应有交桩记录。接桩后应安排专人负责，采取措施妥善保护。

项目接受导线控制点、水准控制点的桩位后，要及时对这些控制点**进行复测，并将复测的结果报监理工程师审核批准**，为下一步的控制测量做好准备。

四、图纸复核

(一) 图纸复核的目的

1. 使参加施工的技术和管理人员**提前熟悉图纸**，了解工程特点和设计意图，找出需要解决的技术难题，制定解决方案，进行工程管理策划。
2. **发现图纸中存在的问题**，减少图纸的差错，将图纸中的质量隐患消灭在萌芽之中。

（二）图纸复核应重点关注的问题

1. 是否符合现行相关技术标准、规范要求，有无重大原则错误。
2. 现有施工技术水平能否满足设计要求。
3. 是否符合现场和施工的实际条件。
4. 设计是否能够进一步优化。
5. 图纸本身有无矛盾。
6. 图纸中的工程数量表、材料表是否有错误。
7. 控制测量数据是否准确。

（三）图纸复核工作应注意的问题

1. 应组织**参加施工的全体技术人员**参与对图纸的复核。
2. 在图纸复核的过程中要注意**全面领会设计意图，不要轻易否定设计。**
4. 要**带着问题进行图纸复核**，为设计交底和以后编制实施性施工组织设计及施工技术方案做准备，**不要仅仅局限于工程量的复核。**

五、现场核对及补充调查资料

（一）现场核对

1. 路线与构造物的总体布置、桥涵结构物形式。
2. 主要构造物的位置、尺寸、孔径是否恰当。
4. 路线的高填深挖地段与设计是否有大的出入，是否合理。
6. 对地址不良地段采取的技术处理措施是否恰当。
7. 设计推荐或投标文件中编制的总体施工方案及临时设施、便道、便桥方案是否合理可行。

（二）补充调查资料

进行现场补充调查的主要内容有：

1. 施工**现场的地形、地貌**。
2. 工程所在地的地质情况。
3. 水文情况调查。
4. **当地**的气象情况。
5. 当地交通、电力、通信、文物、工程附近的建筑物对施工的干扰情况。
6. 当地的交通、运输条件。
7. 当地水电供应情况。
8. 地材供应情况。
9. 当地风俗习惯、医疗条件、通信条件、生活物资供应等情况。
10. 当地政府对建设工程颁布的相关管理规定。

六、单位、分部、分项工程的划分

划分时应根据施工部署和规范要求进行，**报业主、监理单位认可**。划分的原则是**有利于工程质量的客观评定，有利于施工安排和部署**，同时满足有关规范要求。

项目划分单位、分部、分项工程有两种方法：**两种方法以业主要求为准**。

1. 按业主下发的**文件或合同文件的规定划分**。
2. 按《公路工程质量检验评定标准》JTG F80 / 1—2004 划分。

七、开工前的试验管理工作

（一）筹建项目试验室

1. 项目试验室的**房屋**，应作为临建项目**优先安排**。
3. 项目经理与总工程师应首先明确项目试验室主任，便于抓开工前的试验工作。
4. 项目试验室主任应及早组织人员，清点现有的试验仪器，列出需购置的仪器清单，**报总工程师审核、经理批准后，立即购置**。
5. 及时同当地有关**计量部门**联系，对计量仪器、试验设备组织**检测校验**。

（二）熟悉设计文件和标书

试验人员要认真阅读有关设计文件、图纸和标书。

（三）做好开工前的有关试验工作

包括先期材料检验、工程试验及配合比设计等工作。

111420082 掌握图纸会审要求

一、概述

搞好图纸会审工作，首先要求参加会审的人员应熟悉图纸。

二、图纸会审的步骤

（一）初审

初审指在熟悉图纸的基础上，在某**专业内部组织有关人员**对本专业施工图的详细细节进行审查，审查前，应根据设计图的内容，确定并收集的技术资料、标准、规范、规程等，做好技术保障工作。**熟悉**

（二）内部会审

内部会审是指施工**企业内部各专业间**（测量、试验、材料、土建、结构、机械、预算、合同、财务等工种）对施工图的会同审查，其任务是对各专业间相关的交接部分，如设计标高、尺寸、构筑物设置、施工程序配合、交接等是否合理、**有无矛盾**，施工中协作配合作业等事宜作仔细会审。

（三）综合会审

综合会审是指在**内部会审的基础上**，由**土建施工单位与各分包施工单位**，共同对施工图进行**全面审查**。图纸**综合会审工作一般由建设单位负责组织，设计单位进行技术交底，施工单位参加**。

三、图纸会审的主要内容

1. **施工图是否符合**国家现行的有关**标准**、经济政策的有关规定。
2. **施工的技术设备条件能否满足设计要求**；当采取特殊的施工技术措施时，现有的技术力量及现场条件有无困难，能否保证工程质量和安全施工的要求。
3. 有关**特殊技术或新材料的要求**，其品种、规格、数量能否满足需要及工艺规定要求。
4. 建筑结构^与安装工程的设备与管线的**接合部位是否符合技术要求**。
5. 安装工程各**分项专业之间有无重大矛盾**。
6. **图纸的份数及说明是否齐全、清楚、明确**，**图纸上标注**的尺寸、坐标、标高及地上地下工程和道路交会点等**有无遗漏和矛盾**。

四、图纸会审记录

图纸经过会审后，会审组织者应及时将会审中提出的有关设计问题的建议，做好详细的记录。**图纸会审记录上应填写单位工程名称、设计单位、建设单位和主持单位及参加审核人员名单等**。对会审提出问题，凡是设计单位变更修改的，应在会审记录“解决意见”栏内填写清楚，尽快请设计部门发“**设计变更通知单**”，施工时按“设计变更通知单”执行。**图纸未经过会审不得施工**。

1B420090 公路工程项目施工阶段技术管理

1B420091 掌握技术交底要求

一、概述 工程施工前必须进行技术交底，交底记录作为施工管理的原始技术资料。

对于**重点工程、重点部位、特殊工程、新结构、新工艺、新材料**的工程，更要作详细的技术交底。

二、技术交底方式

1. 技术交底应按**不同层次、不同要求和不同方式**进行，应使所有参与施工的人员掌握所从事工作的内容、操作规程方法和技术要求。
2. **项目经理部**的技术交底工作**由项目经理组织，项目总工程师主持实施**。
3. **班组**：**工长（技术负责人）**负责组织向本责任区内的班组交底。
4. 对于**分包工程**，项目经理部应向分包单位详细地就承包合同中有关**技术管理、质量要求、工程监理和竣工验收办法以及合同规定中双方应承担的经济合同法律责任**等内容进行全面交底。

三、技术交底的要求

技术交底工作应进行**分级管理**。

凡**技术复杂（包括推行新技术）的重点工程、重点部位**，应由**总工程师向主任工程师、技术队长及有关职能部门负责人**交底，明确关键性的施工技术问题、主要项目的施工方法和特殊工程的技术、材料提出试验项目、技术要求及注意事项等内容。**普通工程应由主任工程师参照上述内容进行**。

施工队一级的技术交底，由**施工技术队长负责向技术员、施工员、质量检查员、安全员以及班组长**进行交底，所承担的**工程数量、要求期限、图纸内容、测量放样、施工方法、质量标准、技术措施、操作要求**和**安全措施**等方面技术交底工作。

施工员向班组的交底工作是各级技术交底的关键。施工员向班组交底时，要结合具体操作部位，贯彻落实上级技术领导的要求，明确关键部位的质量要求、操作要求及注意事项，制订**保证质量、安全的技术措施**，对关键性项目、部位、新技术的推行项目应反复、细致地向操作组进行交底，必要时应作文字交底或示范操作。

四、技术交底主要内容

1. 承包合同中有关**施工技术管理和监理办法**，合同条款规定的法律、经济责任和工期。
2. 设计文件、施工图及说明要点等内容。
3. 分部、分项工程的**施工特点**，质量要求。
4. 施工技术**方案**。
5. 工程合同技术规范、使用的**工法或工艺操作规程**。
6. 材料的**特性、技术要求及节约措施**。
7. 季节性**施工措施**。
8. **安全、环保方案**。
9. 各单位在**施工中的协调配合、机械设备组合、交叉作业及注意事项**。
10. 试验工程项目的**技术标准和采用的规程**。
11. 适应工程内容的**科研项目、“四新”项目等先进技术推广应用的技术要求**。

1B420092 掌握设计变更的要求

一、概述 **设计变更**是指自**公路工程初步设计批准之日起至通过竣工验收正式交付使用之日止**，对已批准的初步设计文件、技术设计文件或施工图设计文件所进行的修改、完善等活动。**施工图的修改权为设计单位及项目设计者所拥有**。

二、设计变更的主要原因

1. 施工图仍有**差错**与实际情况不符者。
2. 因**施工条件**发生变化与施工图的规定不符者。
3. 材料、半成品、设备等，与原设计要求不符者。

三、设计变更的内容、手续及要求

1. 公路工程设计变更应当**符合要求**。
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**。
3. 公路工程**重大、较大设计变更实行审批制**。经批准的设计变更一般不得再次变更。
4. 公路工程**勘察设计、施工及监理等单位可以向项目法人提出公路工程设计变更的建议**。设计变更的建议应当以**书面形式**提出，并应当注明变更理由。

5. 公路工程设计变更工程的**施工原则上由原施工单位承担**。
6. 由于公路工程勘察设计、施工等有关单位的过失引起公路工程设计变更并造成损失的，有关单位应当承担相应的费用和相关责任。
7. 新工艺、新技术以及职工提出**合理化建议**等受到采纳，需要对原设计进行修改时，均需用“变更设计申请”向设计单位办理修改手续。
8. **重要工程部位及较大问题的变更必须由建设单位、设计和施工单位三方进行洽商**。
9. 如果设计工程做较大变更而影响了**建设规模和投资标准**，需报请原批准初步设计的主管单位同意后方可修改
10. **“图纸会审纪要”、“设计变更通知单”“技术联系单”**等技术文件，都要有详细的文字记录，一并会成明细表归入工程档案，将作为施工和竣工结算的依据。

1B420093 熟悉测量管理（重点）

一、测量复核签认制的规定

1. 在**测量工作的各个程序中实行双检制**。

(1) 测量队应对有关设计文件和监理签认的**控制网点测量资料**，应由**两人独立进行**，核对结果应作记录并进行签认，**成果经项目技术部门主管复核签认，总工程师审核签认后方可使用**。

(2) 测量**外业**工作必须有多次**观测**，并构成**闭合**检测条件。**控制测量、定位测量和重要的放样测量必须坚持“两人两种方法”制度**，坚持采用**两种不同方法（或不同仪器）或换人进行复核测量**。利用已知点（包括平面控制点、方向点、高程点）进行**引测、加点和施工放样**前，必须坚持“**先检测后利用**”的原则。

(3) 测量后，**测量成果必须采用两组独立平行计算进行相互校核**，测量队长、测量组长对各自的测量成果进行复核签认。

2. **各工点、工序**范围内的**测量工作**，由测量队或测量组进行**互检复核和签认**。

3. 项目测量队组织对**控制网点和测量组设置的施工用桩及重大工程的放样进行复核测量**，经项目**技术部门主管现场进行检查签认，总工程师审核签认合格后，报驻地监理工程师审批认可**。

4. 项目经理部总工和技术部门负责人要对**测量队、组执行测量复核签认制进行检查**，并做好检查记录。测量队对测量组执行**测量复核签认制**进行检查，并做好检查记录。

二、测量记录与资料管理的规定

1. **测量记录与资料**必须分类整理、妥善保管，作为竣工文件的组成部分归档。

具体包括：项目交接桩资料、监理工程师提供的有关测量控制网点、放样数据变更文件；项目及各工点、各工序测量原始记录，观测方案布置图、放样数据计算书；测量内业计算书、测量成果数据图表；计量器具周期检定文件。

2. 控制测量、每项单位工程施工测量必须分别使用**单项测量记录本**。

3. 一切原始观测值和记录项目在现场记录清楚，不得涂改，不得凭记忆补记、补绘。

4. 记录中**不准连环更改，不合格时应重测**。凡划去的观测记录，应注明原因，予以保存，不得撕毁。

5. 测量队、组应设**专人管理原始记录和资料**，建立台账，及时收集，按**控制测量、单位工程**分项整理立卷。

6. 内业计算前应复查外业资料，核对其算数据。计算书要书面整洁，计算清楚，格式统一。计算者、复核者要签认。

三、测量仪器工具的使用和保管

1. 公路工程施工常用**测量仪器主要有：水准仪、经纬仪、光电测距仪、全站仪（包括觇标、水准尺等附属工具）**。**测量工具主要指量距尺、温度计、气压计**。测量队、组对所配置的仪器工具具有使用权和负有保管责任。

2. 测量仪器工具的使用，应当符合下列要求：

(1) 仪器精度能应符合合同条件及规范要求，仪器的配置与使用范围应经项目总工程师签认确定。

(2) 在使用前，**应到国家法定计量技术检定机构对测量仪器、工具检定**。

出现了上述不合格项的测量仪器、工具，必须停止使用，隔离存放，并做明显标记。

4. 测量仪器转站，严禁将带支架的仪器横杠肩上。

5. 项目经理部的测量队应**建立仪器总台账、仪器使用及检定台账**，测量组也应建立相应的分账。

6. 仪器档案由项目技术部门**保存原件，测量队、组长保存复印件，复印件随仪器装箱**。

例题.关于测量仪器使用和保管的说法，错误的是（ ）。2010

A. 仪器的配置与使用范围应经项目总工签认确定

B. 仪器档案的原件必须随仪器装箱

C. 超过了规定的周检时间确认间隔的仪器必须停止使用

D. 仪器转站时严禁将带支架的仪器横扛肩上 **【正确答案】B**

背景：某施工单位承接了一条长21km的二级公路的路基、路面工程，路基宽12m，水泥混凝土路面。为保证测量工作质量和提高测量工作效率，项目部制定了详细的测量管理制度，要求如下。

(1) 测量队对有关设计文件和监理签认的控制网点测量资料，由**两人共同进行核对**，核对结果应作记录，并进行签认，成果经项目技术主管复核签认，总工程师审核签认后方可使用。

(2) 测量外业工作必须有多余观测，并构成闭合检测条件。

(3) 对各工点、工序范围内的测量工作,测量组应自检、复核并签认;分工衔接的测量工作,由测量队或测量组进行互检、复核和签认。

(4) 项目经理部总工程师和技术部门负责人要对测量队(组)执行测量复核签认制的情况进行检查,测量队对测量组执行测量复核签认制的情况进行检查,所有检查均应做好检查记录。

(5) 测量记录与资料必须分类整理、妥善保管,并作为竣工文件的组成部分归档保存,具体归档资料包括以下内容。

①交接桩资料、监理工程师提供的有关测量控制网点、放样数据变更文件。

②各工点、各工序测量原始记录、观测方案布置图、放样数据计算书。

问题:

1. 逐条判断测量管理制度中第(1)、(2)、(3)、(4)条是否正确,并改正错误之处。

2. 补充第(5)条中作为竣工文件的其他测量归档资料。

【正确答案】1. 第(1)条不正确。改正:测量队应对有关设计文件和监理签认的控制网点测量资料,应由**两人独立进行**。

第(2)条正确。第(3)条正确。第(4)条正确。

2. 第(5)条中作为竣工文件的其他测量归档资料如下:

(1) 测量内业计算书,测量成果数据图表。

(2) 测量器具周期检定文件

1B420094 熟悉材料、构(配)件试验管理

一、《公路水运工程试验检测管理办法》的有关规定

1. 检测机构等级:

公路工程专业分为综合类和专项类。公路工程综合类设甲、乙、丙三个等级。公路工程专项类分为交通工程和桥梁隧道工程。

2. 检测机构在同一公路工程项目标段中**不得同时接受业主、监理、施工等多方的试验检测委托**。

3. 检测机构依据合同承担公路水运工程试验检测业务,**不得转包、违规分包**。

4. 检测人员分为试验检测工程师和试验检测员。**检测机构的技术负责人应当由试验检测工程师担任**。试验检测报告应当由试验检测工程师审核、签发。

二、工地试验室

1. 公路施工过程中,施工单位应建立为现场进行工程质量控制及所需其他试验的规模齐全、设施配套的工地试验室。

2. 除在施工的合同段内设置一个**工地试验室外**,同时应根据现场需要,增设若干个**流动试验站**。

(1) 开始工作之前,应将工地试验室和流动试验站所在位置和面积、配备的仪器、器具等**全部物品清单(含主要仪器的型号、规格、性能和说明等)报监理工程师审批**。

三、原材料的验证试验

1. 项目经理部必须严格控制工程进场材料的质量、型号、规格。经检验合格的材料,方可与供应方签订供应合同。

2. 试验室对进场的主要原材料按施工技术规范规定的批量和项目进行检测试验。

3. **没有出厂合格证或试验单的材料及型号规格与图纸要求不符合的材料,一律不得在工程上使用**。

4. 进场的材料要做到材质证明随材料走,材质证明要与所代表材料相符,做好材料的标识、标志。

四、标准试验

包括各种标准击实试验、集料的级配试验、混合料的配合比试验、结构的强度试验等。应按以下要求进行:

1. 将试验报告及试验材料**提交监理工程师中心试验室审查批准**。

2. 监理工程师中心试验室应在承包人进行标准试验的同时或以后,**平行进行复核(对比)试验**。

五、工艺试验

1. 提出**工艺试验的施工方案和实施细则并报监理工程师审查批准**。

2. 工艺试验的机械组合、人员配额、材料、施工程序、预埋观测以及操作方法等应有**两组以上方案**,以便通过试验作出选定。

3. 试验结束后应提交试验报告,**并经监理工程师审查批准**。

六、构(配)件进场验证试验

(一) 对构件的检验

对构件厂生产的**预制构件,安装前应核验出厂合格证,安装后,在合格证上注明使用部位**。

七、试验、检测记录管理

1. 试验室对试验检测的原始记录和报告应印成一定格式的表格,原始记录和报告要实事求是,字迹清楚,数据可靠,结论明确,同时应有**试验、计算、复核、负责人签字及试验日期,并加盖试验专用公章**。

2. 工程试验检测记录应使用签字笔填写,**内容应填写完整,没有填写的地方应划“—”**。

3. 原始记录是试验检测结果的如实记载,不允许随意更改,不许删减。

4. 原始记录如果需要更改,**作废数据应划两条水平线,并将正确数据填在上方,同时加盖更改人印章**。

5. 由于实验室记录类别多，应由**专人**负责整理记录，规定文件资料借阅、查找制度。**对外发出的报告及上报的资料应建立总台账。**

6. 实验室所有的质量记录，根据合同规定要求向业主提供足够分数，其余质量记录由实验室装订成册上交公司档案室。

7. 当所有规定的工程原材料检验、过程检验和试验均已完成，实验室应将**所有的实验记录、报告以及分项工程、分部工程和单位工程的评定结果等资料**，按交工验收要求整理成册，准备交工验收。

1B420100 公路工程项目施工交竣工阶段技术管理

18420101 熟悉技术总结要求

一、概述

工程完工后，**项目经理部**应及时组织有关人员编写工程技术总结，科研课题、“四新”项目的负责人，在课题或项目完成后应及时撰写专题报告和学术论文。

二、技术总结的主要内容

1. 简述本工程概况。
2. 新技术、新工艺、新材料、新设备的推广应用情况。
4. 施工中关键技术的研究和技术难题的解决实施情况。
5. 施工中存在的**技术失误、工程质量事故**的原因及经验教训。
6. 沥青混凝土和水泥混凝土路面施工中进行质量监控的手段和方法。
10. 对本工程的“**高、新、特、难**”项目的分项或分部工程进行专题技术总结。

1B420102 熟悉技术档案管理

一、概述

二、工程技术档案工作的任务

建设单位应在完工验收后完整地移交给有关**技术档案管理部门**。

三、工程技术档案的收集

技术档案和技术资料的差别，主要表现为以下几点：

1. **技术资料**是施工活动中，为参考目的而**收集和复制的技术文件材料**（包括图纸，照片、报表、文字材料等），它不是本单位施工活动中自然形成的。**技术档案则是本单位在工程建设中直接产生和自然形成的。**

2. **技术资料**主要是通过交流、赠送、购买等方式**收集或复制的**，它对建设工程不具有“工作依据”和必须“遵照执行”的性质，**它是一种参考资料**。**技术档案**则是本建设工程施工过程中自然形成的技术文件材料转化过来的，**是本工程的施工直接成果，对施工起着指导和依据的作用。**

四、工程技术档案的内容

施工企业工程技术档案的内容，应包括以下两部分：

第一部分是工程完工验收后，交建设单位保管的，其内容有：

1. 竣工图表。
2. 图纸会审记录、设计变更和技术核定单。
3. 材料、构件的质量合格证明。
4. 隐蔽工程验收记录。
5. 工程质量检查评定和质量事故处理记录。
6. 主体结构 and 重要部位的试件、试块、材料试验、检查记录。
7. 永久性水准点的位置，构造物在施工过程中测量定位记录，有关试验观测记录。
8. 其他有关该项工程的技术决定。

第二部分是施工组织与管理方面的技术档案，由施工企业保存，供本单位在今后的施工中参考，其内容有：

1. 施工组织设计及经验总结。
2. 技术革新建议的试验、采用、改动时的记录。
3. 重大质量、安全事故的原因分析及补救措施记录。
4. 有关重大技术的决定。
5. 施工日记。
6. 其他施工技术管理经验总结。

五、工程技术档案的整理

1. 技术档案的系统整理是在技术档案材料全面收集基础上，对技术档案材料进行科学的分类和有序地排列。分类应符合技术档案本身的自然形成规律。**分包单位的技术档案整理后要提交给总包单位，由总包单位汇总后向建设单位移交。**

2. 技术档案的目录编制应便于检索。

1B420110 公路工程施工招标投标管理(新内容)

1B420111 掌握公路工程施工招标投标管理要求

一、公路工程施工项目必须进行招标的范围和规模

下列公路工程施工项目必须进行招标，但**涉及国家安全、国家秘密、抢险救灾或者利用扶贫资金实行以工代赈等不适宜进行招标的项目除外**：

1. 投资总额在 3000 万元人民币以上的公路工程施工项目。
2. 施工单项合同估算价在 200 万元人民币以上的公路工程施工项目。
3. 法律、行政法规规定应当招标的其他公路工程施工项目。

二、公路工程施工招标投标的原则

公路工程施工招标投标活动应当遵循**公开、公平、公正和诚信的原则**。

三、公路工程施工招标投标的监督管理

交通运输部依法负责全国。**县级以上**负责本行政区域内的。

四、公路工程施工招标的招标人要求

公路工程施工招标的招标人应当是项目法人。

具备下列条件的招标人，可以**自行办理招标事宜**：

1. 具有与招标项目相适应的工程管理、造价管理、财务管理能力。
2. 具有组织编制公路工程施工招标文件的能力。
3. 具有对投标人进行资格审查和组织评标的能力。

招标人不具备上述规定条件的，应当委托具有相应资格的**招标代理机构**办理公路工程施工招标事宜。

必须进行招标的**二级及以上公路工程应当使用《公路工程标准文件》**，**二级以下公路项目可参照执行**。在具体项目招标过程中，招标人可根据项目实际情况，编制项目专用文件与《公路工程标准文件》共同使用，但不得违反 9 部委 56 号令的规定(即标准施工招标文件)。

五、公路工程标准施工招标文件的主要内容和相关规定

(一) 公路工程标准施工招标文件的使用说明

《公路工程**标准施工招标文件**》(2009 年版)**适用于各等级公路和桥梁、隧道建设项目，且设计和施工不是由同一承包人**承担的工程施工招标。

招标人根据《公路工程标准施工招标文件》编制项目招标文件时，**不得修改“投标人须知”和“评标办法”正文**，但**可在前附表中对“投标人须知”和“评标办法”进行补充、细化**，补充和细化的内容不得与“投标人须知”和“评标办法”正文内容相抵触。

(二) 投标人须知的主要内容

1. 投标人须知前附表

主要有：项目概况，资金来源和落实情况，招标范围、计划工期和质量要求，踏勘现场，投标预备会的时间和地点，偏离范围和幅度；构成招标文件的其他材料；投标截止时间，投标有效期，工程量清单的填写方式(固化或书面)，投标人须知前附表规定的其他材料；投标人递交投标文件的地点等。

2. 投标人须知正文

投标人须知正文有 10 点：总则，招标文件，投标文件，投标，开标，评标，合同授予，重新招标和不再招标，纪律和监督，需要补充的其他内容。

投标人须知加强了投标人的**诚信要求**招标人**对资格预审申请文件中提供的材料进一步核查**。

(1) **评标发现提供了虚假资料，作废标处理，并没收其投标保证金；**

(2) **公示期间发现提供了虚假资料，招标人有权取消其中标资格并没收其投标保证金；**

(3) **合同实施期间提供了虚假资料，招标人有权从工程支付款或履约保证金中扣除不超过合同总价 10% 的金额作为违约金。同时作为不良记录纳入公路建设市场信用信息管理系统。**

公路工程招标文件、投标文件的组成

	公路工程 招标文件 的主要内容	公路工程 投标文件 的组成
1	招标公告(或投标邀请书)	投标函及投标函附录
2	投标人须知	法定代表人身份证明或附有法定代表人身份证明的授权委托书
3	评标办法	联合体协议书(如果有)
4	合同条款及格式	投标保证金(如果是投标保函)
5	工程量清单	已标价工程量清单
6	图纸	施工组织设计
7	技术规范	项目管理机构
8	投标文件格式	拟分包项目情况表
9	投标人须知前附表规定的其他材料	资格审查资料
10	注：招标文件所作的澄清、修改，构成	承诺函
11	招标文件的组成部分。同一内容不一致	调价函及调价后的工程量清单(如有)
12	时以 最后发出的书面文件为准 。	投标人须知前附表规定的其他材料

(五) 投标文件废标的情况

1. 在**开标时的两种废标**情况 开标过程中，**经监标人确认后**当场宣布为废标：

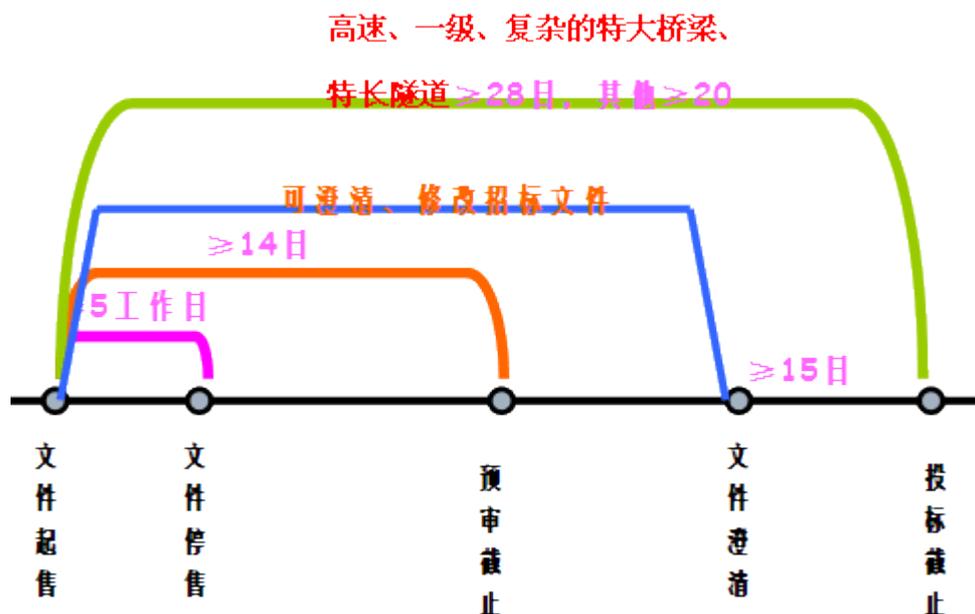
(1) **未在投标函上填写投标总价**；

(2) **投标报价或调整函中的报价超出招标人公布的投标控制价上限** (如有)。

2. 在**评标时的废标**情况

在相应评标办法**前附表中约定的各种情况**，主要针对**重大偏差情况明确了废标规定**。

六、招标公告发布和编制招标文件的时间要求



七、招标文件的批准或备案

国道主干线和国家高速公路网建设项目的**工程施工招标文件应当报交通运输部备案**，其他公路建设项目的工程施工招标文件应当按照项目管理权限报**县级以上地方人民政府交通主管部门**备案。

八、标底的编制要求

招标项目可以**不设标底**，进行**无标底招标**。招标人设定标底的，可自行编制标底或者委托具备相应资格的单位编制标底。

九、对投标人的资质要求和资格审查要求的公平性

招标人**不得在招标文件中制定限制性条件阻碍或者排斥投标人**，**不得规定以获得本地区奖项等要求作为评标加分条件或者中标条件**。

招标人审查潜在投标人的资格，应当严格按照资格预审的规定进行，**不得采用抽签、摇号等博彩性方式进行资格审查**。

十、资格审查

资格审查分为**资格预审和资格后审**两类。

(一) 投标人的资格要求

1. **投标人应具备承担本标段施工的资质条件、能力和信誉。**

(1) 资质条件 (2) 财务要求 (3) 业绩要求 (4) 信誉要求 (5) 项目经理资格 (6) 其他要求

2. 投标人须知前附表规定接受**联合体投标**的，还应遵守以下规定：

(1) 联合体各方应按招标文件提供的格式**签订联合体协议书**，明确**联合体牵头人和各方权利义务**；

(2) 由**同一专业的单位组成的联合体**，按照**资质等级较低的单位确定资质等级**；

(3) 联合体各方不得再以自己的名义单独或参加其他联合体在同一标段中投标；

(4) 联合体所有成员数量不得超过投标人须知前附表规定的数量；

(5) **联合体牵头人所承担的工程量必须超过总工程量的 50%**；

(6) 由联合体牵头人负责对联合体各成员的资料进行统一汇总后一并提交给招标人；联合体牵头人所提交的投标文件**应认为已代表了**联合体各成员的真实情况；

(7) 尽管委任了联合体牵头人，但**联合体各成员在投标、签约与履行合同过程中，仍负有连带的和各自**的法律责任。

3. 投标人不得存在下列情形之一：

(1) 为投标人不具有独立法人资格的附属机构(单位)；

(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(15) 与本标段有利害关系的；

(9) 被责令停业的；

(10) 被暂停或取消投标资格的；

(11) 财产被接管或冻结的；

- (12)在**最近三年内有骗取中标或严重违约或重大工程质量问题的**；
(13)经审查委员会认定会对承担本项目造成重大影响的正在诉讼的案件；
(14)被省级及以上交通主管部门取消项目所在地的投标资格或**禁止进入**该区域公路建设市场且处于**有效期内**；

(二)资格审查的诚信要求和激励以及不诚信的处理

被招标项目所在地省级交通主管部门评为**最高信用等级**的投标人可以比一般投标人在项目招标中所投标的**标段更多**。同时，**降低履约担保和质量保证金的金额，履约担保的优惠额度约签约合同价的1%~5%，质量保证金优惠额度约签约合同价的2%。**

(三)资格预审的办法

资格预审办法由资格审查办法**前附表和资格审查办法正文**两部分组成，**正文部分不得修改，只能在前附表中补充、细化，且不能与正文内容相抵触。**资格预审办法分为合格制和有限数量制。

资格预审的程序如下：

1. 初步审查 有一项因素不符合审查标准的，不能通过资格预审。

2. 详细审查 有一项因素不符合审查标准的，不能通过资格预审。

通过详细审查的申请人，除应满足初步审查标准和详细审查标准外，不得存在下列任何一种情形：

(1)不按审查委员会要求澄清或说明的；

(2)有第二章“申请人须知”第1.4.3项规定的任何一种情形的(参见上述投标人的资格要求第3点中的15种情况)；

(3)在资格预审过程中弄虚作假、行贿或有其他违法违规行为的。

3. 资格预审申请文件的澄清

申请人的澄清或说明采用书面形式，并不得改变资格预审申请文件的实质性内容。申请人的澄清和说明内容属于资格预审申请文件的组成部分。**招标人和审查委员会不接受申请人主动提出的澄清或说明。**

4. 评分(只适合于有限数量制)

通过详细审查的申请人**不少于3个**且没有超过资格审查办法前附表中规定数量的，均通过资格预审，**不再进行评分。**

1B420112 掌握公路工程施工招标条件与程序

一、公路工程施工招标的条件

(一)公路工程施工招标的项目应具备的条件

一律按投资规模大小分别由各级政府及有关部门审批的企业投资管理办法。**对于企业不使用政府投资建设的项目，一律不再实行审批制，区别不同情况实行核准制和备案制。**

公路：**国道主干线、西部开发公路干线、国家高速公路网、跨省(区、市)的项目**由国务院投资主管部门核准，其余项目由地方政府投资主管部门核准。

独立公路桥梁、隧道；跨境、跨海湾、跨大江大河(通航段)的项目由**国务院投资主管部门核准**，其余项目由地方政府投资主管部门核准

交通部《公路工程施工招标投标管理办法》第七条**公路工程施工招标的项目应当具备下列条件：**

1. 初步设计文件已被批准。

2. 建设资金已经落实。

3. 项目法人已经确定，并符合项目法人资格标准要求。

(二)初步设计文件的内容和批准

1. 初步设计文件的内容

初步设计的概算以及招标所需的设计图纸及技术资料等。

2. 初步设计文件的批准

初步设计文件应当履行审批手续的，已经获得批准。招标范围、招标方式和招标组织形式等应当履行核准手续的，已经核准。

(三)建设资金已经落实的具体要求

根据《建筑工程施工许可管理办法》的规定，**建设资金已经落实是指建设工期不足一年的，到位资金原则上不得少于工程合同价的50%；建设工期超过一年的，到位资金原则上不得少于工程合同价的30%。**

(四)项目法人的确定与资格要求

收费公路建设项目法人和项目在建设管理单位进入公路建设市场实行备案制度。收费公路建设项目可行性研究报告批准或依法核准后，项目投资主体应当成立或者明确项目法人。项目法人应当按照项目管理的隶属关系将其或者其委托的项目建设管理单位的有关情况报交通主管部门**备案。**

(五)招标条件的公告格式

(六)施工招标的法定方式

公路工程施工招标分为公开招标和邀请招标。

二、公路工程施工招标的程序

(一)公路工程施工招标的法定程序

公路工程施工招标，应当按下列程序进行：

1. 确定招标方式。
2. 编制投标资格预审文件和招标文件。招标文件按照本办法规定备案(即国道主干线和国家高速公路网建设项目的工程施工招标文件应当报交通部备案,其他公路建设项目报县级以上地方人民政府交通主管部门备案)。
3. 发布招标公告,发售投标资格预审文件;采用邀请招标的,可直接发出投标邀请书,发售招标文件。
4. 对潜在投标人进行资格审查。
5. 向资格预审合格的潜在投标人发出投标邀请书和发售招标文件。
6. 组织潜在投标人考察(或踏勘)招标项目工程现场,召开标前会(投标预备会)。
7. 接受投标人的投标文件,公开开标。
8. 组建评标委员会评标,推荐中标候选人。
9. 确定中标人。评标报告和评标结果按照本办法规定备案并公示。
10. 发出中标通知书。
11. 与中标人订立公路工程施工合同。

(二)接受投标人的投标文件并公开开标招标人在接收投标文件时,对逾期送达的或者未送达指定地点的投标文件,招标人不予受理。

开标时间应当与招标文件中确定的提交投标文件截止时间一致。开标地点应当是招标文件中预先确定的地点,不得随意变更。开标应当公开进行,由招标人主持,邀请交通主管部门和所有投标人的法定代表人或其授权的代理人参加。公路工程如采用双信封招标方式,第一次开标时,只打开投标文件的第一个信封(商务和技术文件);第二次开标,则是在通过商务和技术评审后,在投标人须知前附表规定的时间进行,打开第二个信封(投标报价和工程量清单)。

(三)评标并推荐中标人

评标办法有三种,分别是综合评估法、合理低标价法、经评审的最低投标价法。公路工程施工招标评标,一般应当使用合理低标价法。使用世界银行、亚洲开发银行等国际金融机构贷款的项目和工程规模较小、技术含量较低的工程,可使用经评审的最低投标价法。三种方法都是由评标办法前附表和评标办法正文组成。

1. 评标办法前附表内容

评标办法前附表对应于评标办法正文相关条款号,主要有:形式评审与响应性评审标准,资格评审标准,分值构成,评标基准价计算方法,评标价的偏差率计算公式,施工组织设计、项目管理机构、评标价、其他因素的权重分值与评分标准。

2. 评标办法正文

评标办法正文有3点:评标方法(规定采用何种方法)、评审标准和评标程序。

3. 综合评估法(重点)

(1)综合评估法的分值构成

各项评审因素分为施工组织设计、项目管理机构、投标报价及其他评分因素。按照《标准施工招标文件使用指南》的建议,施工组织设计为25分;项目管理机构为10分;投标报价为60分(一般不低于50分);其他评分因素为5分(包括财务能力、业绩、履约信誉、设备配置等)。

(2)评标基准价计算方法

评标基准价计算方法有多种选择。在开标现场,招标人将当场计算并宣布评标基准价。评标基准价来自评标价平均值,而评标价平均值来自评标价,相应计算方法在评标办法前附表具体约定。

1) 评标价的确定 方法一: 评标价=投标函文字报价

或方法二: 评标价=投标函文字报价-暂估价-暂列金额(不含计日工总额)

2) 评标价平均值的计算

所有投标人的评标价去掉一个最高价和一个最低价后的算术平均值为评标价平均值(如果参与计算的有效家数少于5,则不去)。

3) 评标基准价的确定

方法一: 将评标价平均值直接作为评标基准价;

或方法二: 将评标价平均值下浮一定的百分数作为评标基准价;

或方法三: 招标人设置评标基准价系数,由投标人代表或监标人现场抽取,评标价平均值乘以系数为评标基准价;

或方法四: 招标人自己在符合评标办法正文内容基础上约定。

已确认后评标基准价不随评审后投标人数量发生变化。

(3) 评标价的偏差率计算 偏差率=100%×(投标人评标价-评标基准价)/评标基准价

(4) 投标人的评标价得分

1) 如果投标人的评标价>评标基准价,则评标价得分=F-偏差率×100×E₁;

2) 如果投标人的评标价≤评标基准价,则评标价得分=F+偏差率×100×E₂;

其中:E₁是评标价高于评标基准价一个百分点的扣分值;E₂是评标价低于评标基准价一个百分点的扣分值;招标人可依据招标项目具体特点和实际需要设置E₁和E₂,但E₁应大于E₂。F为投标报价的权重分值。评分分值计算保留小数点后两位,小数点后第三位“四舍五入”。

【案例 1B420112】 1. 背景资料

某企业投资公路工程项目(BOT形式),其中一个标段有7个投标人参与投标,有效评标价分别是200万元、230万元、230万元、240万元、250万元、250万元、300万元。在开标时采用抽签确定评标平均价下浮5%作为评标基准价。投标报价为60分,评标价高于评标基准价一个百分点的扣2分,评标价低于评标基准价一个百分点的扣1分。该公路项目投资方作为项目招标人以企业投资不属于《评标委员会和评标方法暂行规定》48条规定的“使用国有资金投资或者国家融资的项目”为由,在招标文件评标办法中要求评标委员会只需列出最高分的前三名投标人,由招标人在这三名投标人中进行综合考虑后,确定第一中标人。

2. 问题:

- (1) 计算该标段的评标平均价和评标基准价,计算各有效报价的得分。
- (2) 该公路项目投资方作为项目招标人确定第一中标人的方法是否可行?为什么?

3. 分析与答案:

- (1) 计算该标段的评标平均价和评标基准价以及计算各有效报价的得分:

1) 评标平均价

先去掉最高价330和最低价200。

评标平均价=(230+230+240+250+250)÷5=240万元

2) **评标基准价**=**评标平均价**×(1-下浮率)=240×0.95=228万元

3) 计算各有效报价的得分:

200的得分 $F_1=60+(200-228) \times 100 \times 1 \div 228=60-12.28=47.72$

230的得分 $F_i=60-(230-228) \times 100 \times 2 \div 228=60-1.75=58.25$

240的得分 $F_1=60-(240-228) \times 100 \times 2 \div 228=60-10.53=49.47$

260的得分 $F_1=60-(260-228) \times 100 \times 2 \div 228=60-28.07=31.93$

300的得分 $F_i=60-(300-228) \times 100 \times 2 \div 228=60-63.16=-3.16$ (评标价得分最低为0分)。

(2) 该公路项目投资方作为项目**招标人确定第一中标人的方法不行**。因为企业投资虽然不属于国有资金投资,可以不需按照《评标委员会和评标方法暂行规定》的规定定标,但是企业投资公路项目依然需要依法进行招标。根据《工程建设项目施工招标投标办法》规定只要是“依法招标的项目”。**评标委员会都必须按照得分由高到低排序,招标人应当确定排名第一的中标候选人为中标人**。“应当”是强制性规定,招标人违反强制性规定所作出的约定是无效的。

(5) 综合评估法的总分

综合评估法的总分=施工组织设计得分+项目管理机构得分+投标报价得分+其他得分

其中的施工组织设计、项目管理机构、其他评分因素的**每项得分从60%起评分**。

综合评分相等时,以投标报价低的优先;投标报价也相等的,招标人可采用被招标项目所在地省级交通主管部门评为较高信用等级投标人优先或递交投标文件时间较前的投标人优先或其他方法确定第一中标候选人。

(6) 推荐中标人

评标委员会按照得分由高到低的顺序推荐中标候选人。

4. **合理低标价法** 合理低标价法就是在综合评估法基础上只考虑投标报价因素,设为100分。

5. 经评审的最低投标价法

经评审的最低投标价法不计算得分,只计算经评审投标价(即评标价)。**经评审投标价最低就是第一名**。经评审的最低投标价法与合理低标价法**最大的不同**就是,在合理低标价法中最低的评标价得分一般**不是最高分**,往往不是第一名。推荐中标人相似于综合评估法。

经评审投标价=修正后的投标价-修正后的暂估价-修正后暂列金额(不含计日工总额)

(四) 定标

1. 定标方式

评标委员会**推荐中标候选人**的人数依照投标人须知前附表的规定人数**一般不超过3人**。

2. 定标过程的规定

应当确定排名第一的中标候选人为中标人。排名第一的中标候选人放弃中标、因不可抗力提出不能履行合同,或者招标文件规定应当提交履约保证金而在规定的期限内未能提交的,招标人可以确定排名第二的中标候选人为中标人。

在确定中标人之前,招标人不得与投标人就投标价格、投标方案等实质性内容进行谈判。

1B420113 掌握公路工程施工投标条件与程序

一、公路工程施工投标的条件

(一) 投标人应具备的条件

公路工程施工招标的投标人是响应招标、参加投标竞争的公路工程施工单位。具有承担所投标项目的相应能力。

以联合体形式参加公路工程施工投标的单位,应当在资格预审申请文件中或投标文件注明,并提交联合体各成员单位共同签订的联合体协议。联合体协议应当明确主办人及成员单位各自的权利和义务。

1. 投标人资质要求

(1) 企业资质

(2) 人员资质

“拟委任的项目经理和项目总工资历表”应附项目经理(以及备选人)和项目总工(以及备选人)的身份证、职称资格证书以及资格审查条件所要求的其他相关证书(如建造师注册证书、安全生产考核合格证书等)的复印件。

投标人在投标文件中填报的项目经理(以及备选人)和项目总工(以及备选人)不允许更换。

2. 财务状况要求

“近年财务状况表”应附经会计师事务所或审计机构审计的财务会计报表,包括资产负债表、现金流量表、利润表和财务情况说明书的复印件。

3. 工程业绩

“近年完成的类似项目情况表”应附中标通知书和(或)合同协议书、工程接收证书(工程竣工验收证书)的复印件,具体年份要求见投标人须知前附表。

“正在施工和新承接的项目情况表”应附中标通知书和(或)合同协议书复印件。每张表格只填写一个项目,并标明序号。

(二) 投标的要求

参加招标人主持召开的标前会并勘察现场。投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件,并对招标文件提出的实质性要求和条件作出响应。投标文件中**投标函及投标函附录、投标报价部分**应当由投标人的法定代表人或其授权的代理人**签字,并加盖投标人印章**,其他部分应当按照招标文件的要求签署。

二、公路工程施工投标的程序

(一) 公路工程施工投标的程序(见图 1B420113)

(二) 承诺函的格式(招标人名称):

我方参加了(项目名称)标段施工投标,若我方中标,我方在此承诺:

我方将按照合同附件提出的最低要求填报派驻本标段的其他主要管理人员和技术人员及主要机械设备和试验检测设备,在**经招标人审批后作为派驻本标段的项目管理机构主要人员和主要设备且不进行更换**。

我方将严格按照在资格预审申请文件或投标文件中填报的**其他主要管理人员和技术人员及主要机械设备和试验检测设备组织进场施工,且不进行更换**。

招标人和中标人应当**自中标通知书发出之日起 30d 内**,根据招标文件和中标人的投标文件**订立书面合同**。中标人无正当理由拒签合同的,招标人取消其中标资格,其投标保证金不予退还;给招标人造成的损失超过投标保证金数额的,中标人还应当对超过部分予以赔偿。

(四) 投标人被没收投标保证金的情况

1. 投标人在规定的**投标有效期内撤销或修改**其投标文件。
2. 中标人在**收到中标通知书后,无正当理由拒签**合同协议书或**未按招标文件规定提交履约担保**。
3. 投标人**不接受**依据评标办法的规定对其投标文件中**细微偏差进行澄清和补正**。
4. 投标人**提交了虚假资料**。

1B420120 公路工程造价管理

1B420121 掌握公路工程工程量清单计价的应用

一、工程量清单的含义

工程量清单,又叫工程数量清单,它是工程招标及实施工程时**计量与支付的重要依据**,在工程实施期间,对工程费用起控制作用。

工程量清单是招标单位(业主)将要招标的工程按一定的原则(如按工程部位、性质等)进行分解,以明确工程的内容和范围,并将这些内容数量化而得到的一套工程项目表。

我国的公路工程项目招标,一般均由招标单位提供工程量清单。

工程量清单中所列的工程数量(也称为清单工程量),是在实际施工生产前根据设计施工图纸和说明及工程量计算规则所得到的一种**准确性较高的预算数量,不是**中标者在施工时应予完成的**实际的工程量**。

二、工程量清单的内容

(一) 工程量清单编写原则

1. 和技术规范保持一致。
2. 便于计量支付。
3. 便于合同管理及处理工程变更。
4. 保持合同的公平性。

(二) 工程量清单的内容

按上述原则编制的**工程量清单,其内容分为前言、工程子目、计日工明细表和清单汇总表四部分。**

1. 前言(或说明)

在许多合同文件中前言又被称为**清单序言**,它主要对工程项目的工作范围和**内容、计量方法和方式、费用计算的依据、在工程实施期间如何对工程进行计量和支付进行说明**。

前言应强调以下几方面内容:

(1) 应将工程量清单与**投标须知、合同条件、技术规范、图纸和图表、资料等文件结合起来阅读、理解或解释**。适当考虑他自身的**费用、风险后再填报单价**。

(2) 工程量清单中有标价的单价或总额价均已包括了为实施和完成合同工程所需的劳务、材料、机械、质检、安装、缺陷修复、管理、保险、税费、利润等费用，以及合同明示或暗示的所有责任、义务和一切风险。

(3) 工程量清单中的每一个子目，都须填入单价或总额价。投标时没有填入单价或总额价的子目，其费用应视为已分配在工程量清单的其他单价或总额价之中。

(4) 符合合同条件规定的项目若没列子目，其费用应视为已分摊在本合同工程的有关子目的单价或总额价之中。

(5) 规范和图纸上有关工程和材料的简介不必在工程量清单中重复强调。当计算工程量清单中每个项目的价格时，应参考合同文件中有关章节对有关项目的描述。

(6) 施工中计量已完成工程数量用以计算支付金额时，所有工程数量均为完工以后测量的净值，对于构造物工程，通常明确以设计尺寸计量。

(7) 工程量清单的暂定金额，应按照合同条件的规定使用 and 支付。

(8) 工程量清单中所列工程量的变动，丝毫不会降低或影响合同条件的效力，也不免除承包人按规定的标准进行施工和修复缺陷的责任。

(9) 明确对清单中出现算术性错误的修正办法。

(10) 清单中各项金额均为人民币元。承包人对本合同工程提供的各类装备的运输、维护、拆卸、拼装等费用，均已包括在清单的单价或总额价之中。

2. 工程子目

工程子目又叫**分项清单表**，是招标工程中按章的顺序排列的各个项目表。表中有子目号、项目名称、工程数量、单位、单价及金额栏目，其中**单价或金额栏的数字一般由承包人投标时填写**，而其他部分一般由业主或者招标单位在编制工程量清单时确定。

工程子目分章排列，有利于将不同性质、不同部位、不同施工阶段或其他特性的不同的工程区别开来。

3. 计日工明细表

计日工也称**散工或点工**，指在工程实施过程中，业主可能有一些临时性的或新增加的项目，而且这种临时的新增项目的工程量在招投标阶段很难估计。

计日工明细表由总则、计日工劳务、计日工材料、计日工施工机械等方面的内容组成。

4. 工程量清单汇总表

工程量清单汇总表是将各章的工程子目表及计日工明细表进行汇总，再加上一定比例或数量(按招标文件规定)的暂定金额而得出该项目的总报价，该报价与投标书中填写的投标总价是一致的。

工程量清单汇总表 表 1B420121-2

序号	章次	项目名称	金额
1	100	总则	
2	200	路基	
3	300	路面	
4	400	桥梁、涵洞	
5	500	隧道	
6	600	安全设施及预埋管线	
7	700	绿化及环境保护设施	
8	800	房建工程	
9		第 100~800 章清单合计	
10		已包含在清单合计中的材料、工程设备、专业工程暂估价合计	
11		清单合计减去材料、工程设备、专业工程暂估价合计(即 9-10=11)	
12		计日工合计	
13		暂列金额(不计日工总额)	
14		投标报价(9+12+13)=14	

【例题】工程量清单汇总表中的项目包括() (07 考点)

A. 投标总价 B. 暂定金额 C. 计日工合计 D. 施工措施费合计 E. 100 章至 800 章合计

『正确答案』ABCE

三、编写工程量清单注意事项

(一) 将开办项目作为独立的工程子目单列出来

开办项目往往是一些**一开工就要发生或开工前就要发生的项目**，如工程保险、担保、监理设施、承包人的驻地建设、测量放样、临时工程等。

(二) 合理划分工程项目

在工程子目划分时，要注意将**不同等级要求**的工程区分开。将同一性质但不属于同一部位的工程区分开；将情况不同，可能要进行**不同报价**的项目区分开。

(三) 工程子目的划分要大小合适

工程子目的划分可大可小，**工程子目大，可减少计算工作量，不便于工程变更的处理**。另外，工

程子目太大**也会使支付周期延长**，影响承包人的资金周转，最终影响合同的正常履行。

工程子目相对较小，虽会增加计算工作量，但对处理工程变更和合同管理是有利的。

(四)工程量的计算整理要细致准确

(五)计日工清单或专项暂定金额不可缺少

(六)应与技术规范一致

【案例题】背景资料(06 考点)

某施工单位中标承包 AB 路段双向 4 车道高速公路交通工程的施工。该路段全长 105km，设计速度 100km/h，有 8 个互通式立交，采用封闭式收费，使用非接触式 IC 卡，全线设 8 个匝道收费站，收费站监控室有人值守进行收费管理，设一个监控、收费及通信分中心，并且在监控中心值班大厅进行收费和监控的集中监视和控制。收费站(包括车道计算机等)、收费分中心、监控分中心计算机系统都是独立的局域网，并相互连接组成广域网。该工程在实施中发生如下事件：

事件 3：在施工中，业主要求承包商完成一个合同中没有的基础施工项目，业主、监理、施工单位三方拟就此协商计价。

事件 4：在监控、收费、通信系统的安装和单体测试完成后，随即准备进行系统调试和交工。

问题

1. 事件 3 中的基础施工项目是否可以采用计日工计价?说明理由。并列出现在施工合同中的三个计日工表名称。

参考答案：可以(1 分)。因为是业主新增加的项目(1 分)。劳务、材料、施工机械三个计日工表(3 分)。

1B420122 掌握投标阶段合同价的确定

一、投标报价编制原则

编制报价时，**一是要合理**，就是要做得来，并留有余地；

二是要有竞争力，就是要符合市场的行情，并具有优势，能与强手相匹敌。

具体编制时需依据以下原则：

(1)以招标文件中设定的发、承包双方责任划分，作为考虑投标报价费用项目和费用计算的基础；根据工程发、承包模式考虑投标报价的费用内容和计算深度。

(2)以**施工方案、技术措施**等作为投标报价计算的**基本条件**。

(3)以反映企业技术和管理水平的**企业定额**作为计算人工、材料和机械台班消耗量的**基本依据**。

(4)充分利用**现场考察、调研成果、市场价格信息**和行情资料，编制基价，确定调价方法。

(5)报价计算方法要**科学严谨**，简明适用。

二、投标报价编制依据

投标报价编制的依据主要有下列几个方面：

1. 招标单位提供的招标文件。
2. 招标文件所规定的各种国家标准、部颁标准、技术规范等。
3. 国家、地方颁发的有关收费标准和定额及施工企业的工料机消耗定额。
4. 工程所在地的政治形势和技术经济条件，如交通运输条件等。
5. 本工程的现场情况，包括地形、地质、气象、雨量、劳动力、生活品供应等。
6. 当地工程机械出租的可能性、品种、数量、单价，发电厂供电正常率及提供本项目用电的功率和单价。
7. 当地劳动力的技术水平和供应数量。
8. 业主供应材料情况及交货地点、单价；当地材料供应盈缺情况，建材部门公布的材料单价，并预测当地材料市场涨落情况。
9. 本企业为本项目提供新添施工设备经费可能性，设备投资在标价中分摊费与成本的比率。
10. 施工组织设计和施工方案。
11. 该项目中标后，当地的工程市场信息、有否后续工程的可能性。
12. 参加投标的竞争对手情况，各有多大实力，竞争对手信誉等。
13. 有关报价的参考资料，如当地近几年来同类性质已完工程的造价分析，以及本企业历年来(至少 5 年)已完工程的成本分析。

三、投标报价的计算方式

(一)投标报价的组成

投标报价的组成主要有直接成本费、间接成本费、利润、规费、税金和风险费等。

1. 直接成本费，是指工程施工中直接用于工程上的人工、材料和施工机械使用费用的总和。

2. 间接成本费，相当于**其他直接费**，是指组织和管理工程施工所需的各项费用，如冬、雨期施工增加费、临时设施费、工地转移费、企业管理费等。

3. 利润，是指投标时根据企业的利润目标和本项目的具体情况确定的利润。

4. 规费和税金，规费是指法律、法规、规章、规程规定施工企业必须缴纳的费用，包括养老保险费、失业保险费、医疗保险费、住房公积金和工伤保险费；税金是按规费规定应向国家缴纳的营业税、城市建设维护税及教育费附加等税金。

5. 风险费，是对风险分析后确定的用于防范风险的费用。

(二) 标价的计算

投标报价计算有工料单价计算法和综合单价计算法两种。

1. 工料单价计算法。计算出全部工程量直接成本费，然后按企业自定的各项费率及法定税率，依次计算出间接费、计划利润及税金。另外，再考虑一项**不可预见费，其费用总和即为基础报价。**

2. 综合单价计算法。按综合单价计算报价是所填入工程量清单的单价，应包括人工费、材料费、机械使用费、其他工程费、间接费、计划利润和税金以及风险金等全部费用，构成基础单价，即综合单价。此种方法用于单价合同的报价，**报价金额等于工程量清单的汇总金额加上暂定金额。**

(三) 标价分析

目的是探讨**标价的经济合理性**，从而作出**最终报价决策**。标价分析包括单价分析与总价分析。

标价分析评估可从以下几个方面进行：

1. 标价的宏观审核 **用类比的方法，从宏观上判断初步计算的合理性。**
2. 标价的动态分析 **是假定某些因素发生变化，测算标价的变化幅度**，特别是这些变化对计划利润的影响。如工期延误的影响，物价和工资上涨的影响，其他可变因素的影响等。
3. 标价的盈亏分析

四、报价中的清单复核

根据招标文件的要求，对照图纸，对招标文件提供的工程量清单进行复查或复核。

(一) 清单项目完整性复核

以合同条款、施工图和技术规范为依据，看其是否全面反映了拟建工程的全部内容。

(二) 清单项目一致性复核

1. 清单工程项目编码与项目名称是否一致。
2. 清单工程项目名称与施工图的项目名称是否一致。
3. 对技术规范规定多个单位的项目，查清单中选用的单位与工程量计算口径是否一致。
4. 清单工程项目与技术规范及定额计量单位是否一致。

(三) 清单工程量准确性复核

1. 背景 【案例 1B420122】

某山区公路工程，业主在招标时给出了工程量清单，要求采用工程量清单报价的方法进行报价，给出的工程细目共七部分。投标时，承包商在核算工程数量时发现桩基的设计数量比清单数量少，承包商为了降低报价，就对工程量清单进行了更改，按更改后的数量进行报价；在某桥梁工程报价时，承包商发现没有模板和脚手架细目，认为业主有漏项，以后工程施工时再进行增项，在报价时未考虑此费用。各细目的单价确定后，承包商进行了汇总，得出了投标总价，写入了投标书。

2. 问题 (1) 公路工程工程量清单的工程细目包括哪七部分？

(2) 据上述材料，说出承包商投标时有无不妥之处，如有请指出，并说明理由。

3. 分析与答案 (1) 工程细目根据工程的不同部位分为总则、路基、路面、桥梁涵洞、隧道、安全设施及预埋管线、绿化及环境保护设施七部分。

(2) 有不妥之处： 1) 业主给定的工程量清单是承包商报价的基础，承包商不得擅自修改，发现与设计不一致时，可向业主申请澄清，根据业主的澄清文件进行更改，没有澄清的按清单数量报价。

2) 桥梁工程的模板和脚手架等材料不单独设置细目，其费用在投标时需考虑，应包括在相应的工程细目中。

1B420123 掌握公路工程计量管理

一、计量的概念

计量是按照技术规范所规定的方法对承包人符合要求的已完工程的实际数量所进行的测量、计算、核查和确认的过程。计量是监理工程师的基本职责和基本权力，也是费用监理的基本环节。

无论当地的习惯如何(除非合同中另有规定)，**计量必须以净值为准。**

二、工程计量程序

(一) 工程计量的组织类型

1. 监理工程师独立计量。承包人对计量有异议，可在**7d内以书面形式提出**，再由监理工程师对承包商提出的质疑进行复核，并将复议后的结果通知承包人。

2. 承包人进行计量。

3. 监理工程师与承包人共同计量。

(二) 现场计量的程序

工程计量由承包人向监理工程师提出并附有必要的中间交工验收资料或质量合格证明。

计量工作可以由监理工程师和承包人双方委派合格人员在现场进行，也可以采用记录和图纸在室内按计量规则进行计算，其结果都必须经监理工程师和承包人双方同意，签字认可。**不参加或未派人参加计量工作，由监理工程师派出人员单方面进行的工程计量，承包人不可以对此种计量提出异议。**

(三) 高级驻地监理工程师对计量结果的审查

审查包括两个方面：一是计量的工程质量是否达到合同标准；二是计量的过程是否符合合同条件

(四) 总监理工程师代表处对工程计量项目的审定

总监理工程师代表处对计量的项目的**质量进行抽检，抽检不合格的项目不予计量**，对计量过程有错误的项目进行**修正或不予计量。只有经总监理工程师审查批准的工程项目，才予以支付工程款项。**

三、工程量计量总原则

1. 按照合同应计量的所有工程细目进行计量。
2. 确定按合同完成的工程数量所采用的量测和计算方法。
3. 一切工程的计量，应由承包人提供符合精度要求的计量设备和条件。
4. **凡超过了图纸所示或监理工程师指示或同意的任何长度、面积或体积，都不予计量。**
5. **全部必需的其他材料**，应包括在其他支付细目中，**不单独计量。**
6. 如果规范规定的**任何分项工程或其细目未在工程量清单中出现，不再单独计量。**

四、计量管理

(一) 落实计量职责

(二) 做好计量记录

为了便于合同管理以及正确评价工程和查询交流计量工作，必须**加强工程计量(中间计量)档案管理**。

计量应根据合同的要求做好记录。计量时监理工程师还应完成以下工作：

1. 应有一套图纸，用彩笔将所进行的工程的位置在图纸上标示出来。
2. 应有一套档案，包括计量证书的号码及所计量的数量。
3. 记录工程量清单中所列出的分类细目的数量与计量后数量的差异及双方同意的任何进度支付证书应付的款额。
4. 对计日工应记录在有号码的计量证书上，并由**承包人代表及监理工程师代表共同签名**。计日工应详细记录如下内容：
 - 记录已指令进行的这项计日工的估计数量和付款额已获同意，记录计日工已完成的数量及付款金额；
 - 如果计日工的时间超过一个月，应在暂时计量单上记账，并在计量证书上另立系列号码，这些记录应与累计账册一同归档；
5. 工程变更应记录已下达的变更指令依据，价格调整。
6. 对于现场存放的材料应每月计量记录一次。

(三) 计量分析

计量分析时一方面应对照**原工程量清单和设计图纸**进行分析，将实际工程量与原设计的工程量进行对比，发现偏差并分析偏差的原因；

另一方面**以计量的工程量为依据，计算出实际进度，将实际进度与批准的进度比较**，发现进度偏差，并找出原因从而采取措施改进。

计量分析也应对计量的方法是否恰当，计量的结果是否准确以及是否有质量不合格的工程等进行分析，通过分析找出是否有多计、错计的部分。

1. 背景 【案例 1B420123】

某路基土、石方工程，主要的分项工程包括开挖土方、填方等，按《公路工程标准施工招标文件》(2009年版)合同文件范本签订的施工承包合同规定按实际完成工程量计价。根据合同规定，承包人必须严格按照施工图及承包合同规定的内容及技术规范要求施工，工程量由监理工程师负责计量，工程的总价款根据承包人取得计量证书的工程量进行结算。

2. 问题

(1) 根据该工程的合同特点，监理工程师提出了计量支付的程序要求如下。先判断其正误，并改正其不恰当和错误的地方。

- 1) 对已完成的分项工程向**业主**申请质量认证。
- 2) 在协议约定的时间内向监理工程师申请计量。
- 3) 监理工程师对实际完成的工程量进行计量，签发计量证书给承包人。
- 4) 承包人凭质量认证和计量证书向**业主**提出付款申请。
- 5) 监理工程师复核申报资料，确定支付款项，**批准**向承包人付款。

(2) 在工程施工过程中，当进行到施工图所规定的处理范围边缘时，承包人为了使压实质量得到保证，将压实范围适当扩大，施工完成后，承包人将扩大范围的施工工程量向监理工程师提出计量付款的要求。试问监理工程师是否同意计量，为什么？

3. 分析与答案

(1) 计量支付程序要点：

- 1) 错。对已完成的分项工程向监理工程师申请质量认证。
- 2) 对。 3) 对。
- 4) 错。承包人凭质量认证和计量证书向监理工程师提出付款申请。
- 5) 错。监理工程师复核申报资料，确定支付款项，向业主提供付款证明文件。

(2) 监理工程师**拒绝**计量扩大范围的施工工程量，**拒绝原因：**

1) **根据计量原则，凡超过了图纸所示或监理工程师指示或同意的任何长度、面积或体积，都不予计量。该部分的工程量超出了施工图的要求。**

2) **该部分的施工是承包人为了保证施工质量而采取的技术措施，一般在业主没有批准追加相应费用的情况下，技术措施费用应由承包人自己承担。**

1B420124 熟悉公路工程预算单价分析方法

一、公路工程造价构成 ——概预算金额—— 建设项目投资

公路工程的造价是指公路工程交通基建、养护项目从筹备到竣工验收交付使用所需的全部费用，由建筑安装工程费，设备、工具(器具)购置费，工程建设其他费用，预备费四部分构成。

(一) 建筑安装工程费

建筑安装工程费包括直接费、间接费、利润及税金。

1. 直接费由直接工程费和其他工程费组成。直接工程费是指施工过程中耗费的构成工程实体和有助于工程形成的各项费用，包括人工费、材料费、施工机械使用费。

其他工程费内容(九项)包括：季、夜、特、行(增)；安文、临、施、移，就是冬季雨季、夜间、特殊地区、行车干扰等的增加费；安全文明、临时设施、施工辅助、工地转移等措施费。

2. 间接费由规费、企业管理费两项组成。

规费：缴纳出去的费用。

企业管理费由基本费用、主副食运输补贴、职工探亲路费、职工取暖补贴和财务费用五项组成。

辅助生产间接费系指由施工单位自行开采加工的砂、石等自采材料及施工单位自办的人工装卸和运输的间接费。

3. 利润

4. 税金：营业税、城市建设维护税、教育费附加

例题：公路工程的间接费是由企业管理费和()两项组成的。(07 考点)

A 预留费 B 建设单位管理费 C 规费 D 现场经费 【正确答案】 C

(二) 设备、工具(器具)购置费

1. 设备购置费是指为满足公路的营运、管理、养护需要，购置的达到固定资产标准的设备和虽低于固定资产标准但属于设计明确列入设备清单的设备费用。

2. 工器具及生产家具(简称工器具)购置费是指建设项目交付使用后为满足初期正常营运必须购置的第一套不构成固定资产的设备、仪器、仪表、工卡模具、器具、工作台(框、架、柜)等的费用。

3. 办公和生活用家具购置费是指为保证新建、改建项目初期正常生产、使用和管理所必须购置的办公和生活用家具、用具的费用。

(三) 工程建设其他费用

1. 土地征用及拆迁补偿费

2. 建设项目管理费包括建设单位(业主)管理费、工程质量监督费、工程监理费、工程定额测定费、设计文件审查费和竣(交)工验收试验检测费。

3. 研究试验费是指为本建设项目提供或验证设计数据、资料进行必要的研究试验和按照设计规定在施工过程中必须进行试验、验证所需的费用，以及支付科技成果、先进技术的一次性技术转让费。

4. 建设项目前期工作费包括编制项目建议书(或预可行性研究报告)、可行性研究报告、投资估算，以及相应的勘察、设计、专题研究等所需的费用

5. 专项评价(估)费

6. 施工机构迁移费是指施工机构根据建设任务的需要，经有关部门决定成建制地(指工程处等)由原驻地迁移到另一地区所发生的一次性搬迁费用。

7. 供电贴费(目前停止征收)

8. 联合试运转费

9. 生产人员培训费

10. 固定资产投资方向调节税(目前暂停征收)。

11. 建设期贷款利息

(四) 预备费用

预备费用由价差预备费及基本预备费两部分组成。

以上费用构成工程建设项目投资，承包商确定的工程量清单报价一般只涉及建筑安装工程费。

二、公路工程预算单价分析

公路工程项目工程类别划分如下：

1. 人工土方。 2. 机械土方 3. 汽车运输： 4. 人工石方：

5. 机械土方 6. 高级路面 7. 其他路面：

8. 构造物 I：指无夜间施工的桥梁、涵洞、防护(包括绿化)及其他工程，交通工程及沿线设施工程[设备安装及金属标志牌、防撞钢护栏、防眩板(网)、隔离栅、防护网除外]，以及临时工程中的便桥、电力电信线路、轨道铺设等工程项目。

9. 构造物 II：指有夜间施工的桥梁工程。

10. 构造物 III：指商品混凝土(包括沥青混凝土和水泥混凝土)的浇筑和外购构件及设备的安装工程。商品混凝土和外购构件及设备的费用不作为其他工程费和间接费的计算基数。

11. 技术复杂大桥：单孔跨径 120m 以上、基础水深 10m 以上的大桥主桥的基础、下部、上部结构

12. 隧道：指隧道工程的洞门及洞内土建工程。

13. 钢材及钢结构：

购买路基填料的费用不作为其他工程费和间接费的计算基数。

(一)直接费

直接费由直接工程费和其他工程费组成。

1. 直接工程费

(1)人工费分析

人工费指直接从事建筑安装工程施工的生产工人开支的各项费用，内容包括：

- 基本工资
- 工资性补贴

• **生产工人辅助工资**：指生产工人年有效施工天数以外非作业天数的工资，包括开会和执行必要的社会义务时间的工资，职工学习、培训期间的工资，调动工作、探亲、休假期间的工资，因气候影响停工期间的工资，女工哺乳期间的工资，**病假在六个月以内的工资及产、婚、丧假期的工资。**

- 职工福利费：

(2)材料费分析

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**，

其计算公式为：

材料预算价格=(材料原价+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

- 材料原价

各种材料原价按以下规定计算：

外购材料：出厂价格加计供销部门手续费和包装费。

地方性材料：按实际调查价格。

自采材料：按定额中开采单价加辅助生产间接费和矿产资源税(如有)计算。

材料原价应按实计取。

- 运杂费

运杂费指材料**自供应地点至工地仓库**(施工地点存放材料的地方)的运杂费用，包括装卸费、运费，如果发生，还应计囤存费及其他杂费(如过磅、标签、支撑加固、路桥通行等费用)。

- 场外运输损耗
- 采购及保管费

材料采购及保管费指材料供应部门(包括工地仓库以及各级材料管理部门)在组织采购、供应和保管材料过程中，所需的各项费用及工地仓库的材料储存损耗。

材料的采购及保管费费率为 2.5%。

但构件(如外购的钢梁、钢筋混凝土构件及加工钢材等半成品)的采购保管费率为 1%。

商品混凝土预算价格的计算方法与材料相同，但其采购保管费率为 0。

(3)施工机械使用费

台班单价由不变费用和可变费用组成。

- 不变费用 **不变费用包括折旧费、大修理费、经常修理费、安装拆卸及辅助设施费等。**

大修理费：指机械设备按规定的大修理间隔台班必须进行大修理，以恢复其正常功能所需的费用。

经常修理费：指机械设备除大修理以外的各级保养(包括一、二、三级保养)及为排除临时故障所需的费用；

安装拆卸及辅助设施费：打桩、钻孔机械在施工中的过墩、移位等所发生的安装及拆卸费，包括在工程项目之内。 稳定土厂拌设备、沥青乳化设备、黑色粒料拌合设备、混凝土搅拌站(楼)的安装、拆卸以及拌合设备、搅拌站(楼)、大型发电机的基础、沉淀池、散热池等辅助设施和机械操作所需的轨道、工作台的设备费用等，不在此项费用内，在工程项目中另行计算。

- 可变费用 **可变费用包括机上人员人工费、动力燃料费、养路费及车船使用税。**

2. 其他工程费 9 项

(1)冬期施工增加费：

冬期施工增加费= Σ 各类工程的直接工程费×冬期施工增加费费率(%)

为简化计算过程，冬期施工增加费采用**全年平均摊销**的方法，即不论是否在冬期施工，均按规定的取费标准计取。

(2)雨期施工增加费：

雨期施工增加费= Σ 各类工程的直接工程费×雨期施工增加费费率(%)

根据各类工程的特点选定各雨量区和雨期区的取费标准，采用**全年平均摊销**的方法。

(3)夜间施工增加费：

夜间施工增加费= Σ 夜间施工工程项目的直接工程费×夜间施工增加费费率(%)

(4)特殊地区施工增加费

- 高原地区施工增加费：指在海拔 1500m 以上地区施工：

高原地区施工增加费= Σ (各类工程人工费+施工机械使用费)×高原地区施工增加费费率(%)

- 风沙地区施工增加费

风沙地区施工增加费= Σ (各类工程人工费+施工机械使用费)×风沙地区施工增加费费率(%)

• 沿海地区工程施工增加费：沿海地区工程施工增加费以构造物Ⅱ(夜间施工的桥)、构造物Ⅲ(商品混凝土和结构安装)、技术复杂大桥、钢材及钢结构四种工程类别的直接工程费之和为计算基数，

即： $\text{沿海地区工程施工增加费} = \sum \text{各类工程的直接工程费} \times \text{沿海地区工程施工增加费率}(\%)$

(5) 行车干扰工程施工增加费：

$\text{行车干扰工程施工增加费} = \sum (\text{受行车影响部分的工程项目的人工费} + \text{施工机械使用费}) \times \text{行车干扰工程施工增加费率}(\%)$

(6) 安全及文明施工措施费：

$\text{安全及文明施工措施费} = \sum \text{各类工程的直接工程费} \times \text{安全及文明施工措施费率}(\%)$

(7) 临时设施费：不包括概、预算定额中临时工程在内。

$\text{临时设施费} = \sum \text{各类工程的直接工程费} \times \text{临时设施费率}(\%)$

(8) 施工辅助费：包括生产工具用具使用费、检验试验费和工程定位复测、工程点交、场地清理等费用。

$\text{施工辅助费} = \sum \text{各类工程的直接工程费} \times \text{施工辅助费率}(\%)$

(9) 工地转移费：

$\text{工地转移费} = \sum \text{各类工程的直接工程费} \times \text{工地转移费率}(\%)$

(二) 间接费

间接费由规费和企业管理费组成。

1. 规费： $\text{规费} = \sum \text{各类工程的人工费} \times \text{规费率}(\%)$

2. 企业管理费：由基本费用、主副食运输补贴、职工探亲路费、职工取暖补贴和财务费用五项组成。

(1) 基本费用：

基本费用以各类工程的直接费之和为计算基数，包括了直接工程费和其他工程费。即：

$\text{基本费用} = \sum \text{各类工程的直接费} \times \text{基本费用费率}(\%)$

(2) 主副食运费补贴：

(3) 职工探亲路费：

(4) 职工取暖补贴：

(5) 财务费用：

3. 辅助生产间接费：

辅助生产间接费按人工费的5%计算。该项费用并入材料预算单价内构成材料费，不直接出现在概预算中。

2010 例题. 企业管理费由基本费用、主副食运费补贴、职工探亲路费、职工取暖补贴和()几项组成。

A. 财务费 B. 材料费 C. 利润 D. 税金

【正确答案】A 【答案解析】企业管理费由基本费用、主副食运费补贴、职工探亲路费、职工取暖补贴和财务费用五项组成。

(三) 利润 $\text{利润} = \sum \text{各类工程的(直接费} + \text{间接费} - \text{规费}) \times \text{利润率}(\%)$

(四) 税金 $\text{综合税金额} = \sum \text{各类工程的(直接费} + \text{间接费} + \text{计划利润}) \times \text{综合税率}$

概算中综合税率按3.41%计；预算综合税率如果纳税人在市区的按3.41%计，纳税人在县城、乡镇的按3.35%计，纳税人不在市区、县城、乡镇的按3.22%计。

1. 背景【案例 1B420124】

某工程细目的人工费、材料费和机械使用费分别为10万元、30万元、20万元，又已知其他工程费综合费率Ⅰ为10%、Ⅱ为5%，间接费中规费费率为40%、企业管理费综合费率为15%，考虑工程风险情况利润率取7%，综合税率为3.41%。(综合费率Ⅰ适用于直接工程费；Ⅱ适用于人工费和机械费)

2. 问题 试计算该工程细目的建筑安装工程费。

【正确答案】 本案例主要考核公路工程预算费用中建筑安装工程费的计算，以及各费用的计费基数。

直接工程费=10+30+20=60万元；

其他工程费=60×10%+(10+20)×5%=7.5万元；

直接费=60+7.5=67.5万元；

规费=10×40%=4万元；

企业管理费=67.5×15%=10.13

万元；

间接费=4+10.13=14.13万元；

利润=(67.5+14.13-4)×7%=

5.43万元；

税金=(67.5+14.13+5.43)

×3.41%=2.97万元；

建筑安装工程费

=67.5+14.13+5.43+2.97=90.03万元

手写板图示 2104-01

直接工程费=10+30+20=60

其他工程费=60×10%+(10+20)5%=7.5

直接费=67.5

间接费：规费=10×40%=4

企业管理费=67.5×15%=10.13

间接费=4+10.13=14.13万元

利润=(67.5+14.13-4)×7%=5.43万元

税金=(67.5+14.13+5.43)×3.41%=2.97万元

建筑工程费=67.5+14.13+5.43+2.97=90.03万元

(四)背景资料 2010

某高速公路跨江特大桥项目，中标价 2.49 亿元，主桥为(105+180+105)m 预应力混凝土连续箱梁刚构桥，两岸引桥均为 40m 预制 T 梁，南岸 16 孔，北岸 20 孔，均为 4 孔一联先简支后连续结构。

施工单位进场后，业主另外又委托其施工进场道路，并约定只按实际发生的工程费支付进场道路直接费，其他工程费的综合费率为 10%，其中安全文明施工措施费 1%，**雨期施工增加费 1 万元(费率 1%)**。进场道路完工后，经监理工程师核实确认，施工机械使用费 20 万元，材料费 70 万元。**需计算人工费**

问题：5. 列式计算施工单位施工进场道路可获得的直接费。

答案：5. 其他工程费=1 万元/1%×10%=10 万元(2 分)，
直接工程费=10 万元/10%=100 万元(1 分)，
直接费=100 万元+10 万元=110 万元(1 分)

1B420130 公路工程施工成本管理

1B420131 掌握公路项目施工成本计划的编制

一、确定责任目标成本

编制施工成本计划的关键是确定责任目标成本，这是成本计划的核心，是成本管理所要达到的目标，成本目标通常以项目成本总降低额和降低率来定量地表示。

确定责任目标成本的过程，应按照以下程序进行：

1. 企业组织项目经理及有关部门负责人分析研究工程承包合同。
2. 企业提出项目责任目标成本及其实施的指导意见，并与项目经理协商。
3. 在企业与项目经理双方认同的基础上，正式书面下达项目经理责任目标成本。

二、施工成本计划的编制

工程项目施工成本计划应在**项目经理的组织 and 主持下**，根据合同文件、企业下达的责任目标成本、企业施工定额、经优化选择的施工方案以及生产要素成本预测信息等进行编制。具体的工作程序是：

1. 按照施工方案，计算各分部分项工程的计划工程量。
2. 按照企业施工定额，计算各分部分项工程的计划人工、材料、机械使用量。
3. 按照企业内部或市场生产要素价格信息，计算各分部分项工程的施工预算成本。
4. 将各项施工预算成本与相应项的责任目标成本进行比较，计算其计划成本偏差。**现场计划成本偏差是指现场施工预算成本与责任目标成本之差，即：计划成本偏差=施工预算成本-责任目标成本**
5. 当计划预控**偏差总和为正值时，应进一步改善施工方案**，寻找有潜力的分部分项工程，挖掘降低施工预算成本的途径和措施，保证现场计划总成本控制在责任目标总成本的范围内。

1B420132 掌握公路项目施工成本目标的控制

一、公路工程项目施工成本控制方法 四种成本控制方法。

(一)以目标成本控制成本支出

根据项目经理部制定的目标成本控制成本支出，这是最有效的方法之一，主要从以下几个方面加以控制：

1. 人工费的控制

项目经理部要根据工程特点和施工范围来选择施工队伍，签订劳务合同。

2. 材料费的控制

对材料成本控制，一是要以预算**价格**来控制材料的采购成本。二是对材料的**数量控制**，如超出限额领料，要分析原因，及时采取纠正措施；同时通过实行“限额领料”来控制材料领用数量。

3. 周转工具使用费的控制

对周转工具使用费应从以下几个方面进行控制：

(1)在计划阶段通过合理地安排施工进度，采用**网络计划技术进行优化**，采用**先进的施工方案和先进的周转工具**，控制周转工具使用费计划数低于目标成本的要求。

(2)在施工阶段**控制租赁数量和进出场次数，减少租赁数量和时间**。

(3)在使用过程中，控制周转工具的损坏、修理和丢失。

4. 施工机械使用费的控制

在确定目标成本时尽量充分利用现有机械设备，内部合理调度，力求**提高主要机械的利用率**；对于租赁的机械，应按照**使用数量、使用时间、使用单价**逐项进行控制。小型机械及电动工具购置及修理费可采取由**劳务队伍包干使用**的方法进行控制。

5. 现场管理费的控制

(二)以施工方案控制资源消耗

施工项目中资源消耗是成本费用的重要组成部分。

采用施工方案控制资源消耗的方法和步骤是：

1. 在工程项目开工以前，根据施工图纸和工程现场的实际情况，同时**制定施工方案**，包括人力物资需用计划、机具设备等，以此作为指导和管理施工的依据。

2. 组织实施。施工方案是进行工程施工的指导性文件，对生产班组的任务安排，必须**签发施工任务单和限额领料单**，并向生产班组进行技术交底。

3. 采用价值工程，优化施工方案。

(三)用净值法进行工期成本的同步控制

成本控制与施工计划管理、成本与进度之间必然存在着同步关系。因为成本是伴随着施工的进行而发生的,施工到什么阶段应该有什么样的费用,应用成本与进度同步跟踪的方法控制部分项目工程成本。如果成本与进度不对应,则必然会出现虚盈或虚亏的不正常现象,那么就要对此进行分析,找出原因,并加以纠正。

(四)运用目标管理控制工程成本

运用目标管理控制工程成本,应**从组织、技术、经济、合同等多方面采取措施。**

要有明确的**组织机构**,有专人负责和明确管理职能分工;**技术**上要多种施工方案进行选择;

经济上要动态管理,严格审核各项费用支出,采取对节约成本的奖励措施等;

合同措施主要是收集、整理设计变更、工程签证、费用索赔、决算书发文等。具体做法有:

1. 施工前认真组织图纸会审和技术交底。
2. 根据施工图等有关技术资料,制定出具体明确的施工方案。
3. 台账管理。
4. 设立合同管理机构或者配备合同管理专职人员,建立合同台账统计、检查和报告制度。

在选用成本控制方法时,应该充分考虑与各项施工管理工作相结合。

二、降低公路工程项目施工成本的方法和途径

1. 进行合同交底,使项目经理部全面了解投标报价、合同谈判、合同签订过程中的情况。
2. 项目经理部应认真研读合同文件,对设计图纸进行会审,对合同协议、合同条款、技术规范进行精读,结合现场的实际情况。
3. 企业根据项目编制的实施性施工组织设计、材料的市场单价以及项目的资源配置编制并下达标后预算;**项目经理部根据标后预算核定的成本控制指标,预测项目的阶段性目标。**
4. 制定先进、经济合理的施工方案。
5. 落实技术组织措施。
6. 组织均衡施工,加快施工进度。
7. 降低材料成本。**材料成本在整个项目成本中的比重最大,一般可达70%,有较大的节约潜力。**
8. 提高机械利用率。**机械费用一般占到工程成本的20%左右。**项目对机械成本控制的关键是提高机械设备的完好率和使用率。同时,**应建立单机核算制度,明确和量化机械成本的控制指标和控制责任,并落实到部门和个人。**

1B420133 熟悉公路项目施工成本核算与分析

一、公路工程施工成本核算的对象

成本计算对象的确定是设立工程成本明细分类账户,归集和分配生产费用以及正确计算工程成本的前提。施工单位工程项目成本核算的应以**具有独立设计文件、造价文件以及能独立组织施工的单位工程为核算对象。**

二、施工成本核算的内容

(一)人工费的核算

人工费计入成本的方法,一般应根据企业实行的具体工资制度而定。

1. 在实行**计件工资**制度下,所支付的工资一般都能**分清受益对象**,应根据“工程任务单”和“工资结算汇总表”,将归集的工资直接计入各成本核算对象的人工费成本项目中。

2. 在实行**计时工资**制度下,只有一个成本核算对象或者所发生的工资能分清是在哪个成本核算对象的施工中,可将其直接计入该成本核算对象的“人工费”项目中。

3. 职工福利费、工会经费、职工教育经费等**工资附加费**,应根据各个成本核算对象**当期实际发生或分配**计入的工资总额,按规定计提并计入“人工费”项目。

4. 工资性质的津贴,按规定应计入成本的奖金、劳动保护费等人工费,**比照计件和计时工资的归集和分配方法,直接计入或分配计入有关成本核算对象的“人工费”项目。**

5. 对于支付给分包单位的人工费,**直接计入该分包工程的“人工费”项目。**

(二)材料费核算 用在哪个核算对象上的材料计入哪个的材料费

(三)机械使用费的核算

工程施工中使用的施工机械,分为**自有机械和租用机械**。核算可以分以下两种情况:

1. **租入机械费用的核算。**从外单位或本企业内部独立核算单位租入施工机械支付的租赁费,一般可以根据“机械租赁费结算单”所列金额,直接计入成本核算对象的“机械使用费”成本项目中。

2. **自有机械费用的核算。**工程项目使用自有施工机械和运输设备进行机械作业所发生的各项费用,首先应通过“机械作业”科目,分别归集,月末根据各个成本核算对象实际使用机械的台班数计算各成本核算对象应分摊的施工机械使用费。

(四)其他直接费的核算

项目施工生产过程中实际发生的其他直接费,包括**材料二次搬运费、临时设施摊销费、生产工具用具使用费等**。凡能分清受益对象的,应直接计入受益对象的成本核算账户“工程施工—其他直接费”

(五)间接费用的核算

施工间接费,先在项目“施工间接费”总账归集,再按一定的分配标准计入受益成本核算对象(单位工程)“工程施工—间接成本”。

三、施工项目成本分析的内容

成本分析的目的在于揭示影响成本升降的因素，寻求进一步降低成本的途径、手段和措施。

从成本分析应为施工生产服务的角度出发，施工项目**成本分析的内容应与成本核算对象的划分同步**。总体来说，施工项目成本分析的内容应该包括以下三个方面。

(一)按项目施工的进展进行的成本分析

1. 分部分项工程成本分析。2. 月(季)度成本分析。3. 年度成本分析。4. 竣工成本分析。

(二)按成本项目进行分析

1. 人工费分析。2. 材料费分析。3. 机械使用费分析。4. 其他直接费分析。5. 间接成本分析。

(三)针对特定问题和与成本有关事项的分析

1. 施工索赔分析。2. 成本盈亏异常分析。3. 工期成本分析。4. 资金成本分析。
5. 技术组织措施节约效果分析。6. 其他有利因素和不利因素对成本影响的分析。

另外，**施工项目成本分析还可以分为单位成本分析和总成本分析**。

四、施工成本分析的方式

施工项目成本分析工作一般有两种方式：一是**公司层面**的施工项目成本分析；二是**项目部的**施工项目成本分析。下面重点介绍项目部的施工项目成本分析。

项目成本会计每月(节点)按成本费用项目进行承包成本分析，提出项目截止至本月(节点)累计成本完成水平，并逐项分析各项费用本月(节点)盈亏情况，寻找节超原因，提供给项目经理参考。项目经理根据成本会计提出的成本分析情况，**定期或不定期地召开项目经济活动分析会，总结经验，汲取教训，为下月(节点)成本控制制定对策**。

1B420134 了解公路施工企业项目成本责任制

企业管理层的成本管理工作是一项复杂的系统管理工程，**其核心任务是形成一套健全的责任成本管理体系，包括划分责任中心确定可控范围**；规定责任、明确职权和经济利益；编制责任预算；进行责任控制；计量和验收任务量；归集责任成本、进行责任成本核算；考核和评价责任成果、兑现经济利益等。

项目经理部负责项目成本的管理，实施成本控制，实现项目管理目标责任书中的成本目标。

项目经理部的成本管理责任制应包括项目经理负责制，合同预算员责任制，工程技术人员、材料及机械管理人员、财务及行政管理人员成本控制责任制。

一、项目经理的成本管理责任

项目经理全面负责项目成本控制工作，是项目成本控制的责任中心。

二、合同预算员的管理责任

三、工程技术人员成本管理责任

1. 根据现场实际情况，**科学合理地布置施工现场平面**，为正确施工、减少浪费创造条件。

4. 严格执行安全操作规程，减少一般事故，**消灭重大人身伤亡事故和设备事故**，确保安全生产。

四、材料人员的成本管理责任

五、机械人员的成本管理责任

六、行政管理人员成本管理责任

七、财务成本人员的成本管理责任

1B420140 公路工程施工合同管理

1B420141 掌握公路项目的合同体系结构

一、公路工程项目合同体系

业主和承包人依法签订的施工合同是“核心合同”，业主又处于合同体系中的“核心位置”。

二、承包商的主要合同关系(重点)

1. 分包合同 分包人仅完成总承包商分包给自己的工程，**向总承包商负责，与业主无合同关系**。**总承包商仍向业主担负全部工程责任**，负责工程的管理和所属各分包人工作之间的协调，以及各分包人之间合同责任界面的划分，同时承担协调失误造成损失的责任，向业主承担工程风险。

在投标书中，承包商必须附上拟定的分包人的名单，供业主审查；如果在工程施工中重新委托分包人，必须经过**监理工程师(或业主代表)的批准**。

2. 采购合同 承包商为采购和供应工程所必要的材料、设备，与材料、设备供应商所签订的材料、设备采购合同。

3. 运输合同 是承包商为解决材料、物资、设备的运输问题而与运输单位签订的合同。

4. 加工合同 是承包商将建筑构配件、特殊构件的加工任务委托给加工承揽单位而签订的合同。

5. 租赁合同 在公路工程施工中，承包商需要许多施工设备、运输设备、周转材料。

6. 劳务采购(或分包)合同 即由劳务供应商(或劳务分包人)向工程施工提供劳务，承包人与劳务供应商(或劳务分包人)之间签订的合同。

7. 保险合同 即承包商按施工合同要求对工程进行保险，与保险公司签订保险合同。

8. 检测合同 即承包商与具有相应资质检测单位签订的合同。

9、还应该有关安全合同、廉政合同。

上述承包商的主要合同关系如图 1B420141—2 所示。承包商的这些合同都与工程承包合同相关，都是为了完成承包合同而签订的。

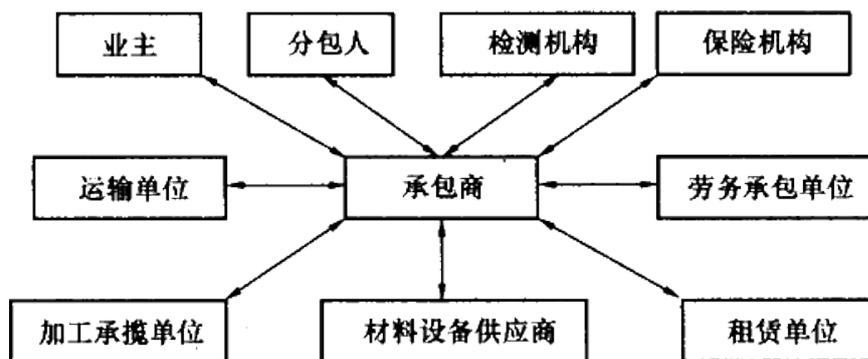


图 1B420141—2 承包商的主要合同关系图

案例:

某施工单位承接了农村公路的 5×16m 简支板桥施工项目，桥梁上部结构为先张法预应力空心板，下部结构为双柱式桥墩，基础为桩基础，桥面面层为 5cm 厚沥青混凝土，采用租赁摊铺机摊铺。

桥头附近为砂性黏土，地势平坦，施工单位拟在此布置预制梁场，所需普通工人主要在当地雇用。当桩基础施工完毕后按规定进行了完整性检测。

在施工中发生了如下事件：

事件一：施工单位购买了三套千斤顶，为使用方便，千斤顶、油泵随机组合起来张拉预应力钢绞线。由于工期紧，新设备购买后立即投入使用。

事件二：在桥面施工过程中，施工单位安装伸缩缝后即进行 5cm 厚沥青混凝土施工，要求摊铺机匀速行驶，技术员随时检查高程及摊铺厚度。

问题:

1. 结合背景资料，写出施工单位需要签订哪些合同？

参考答案: (5 分)

1. 施工承包合同、检测合同、租赁合同、采购合同、劳务合同、安全合同、廉政合同(每个 1 分)

1B420142 掌握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

根据《公路工程标准施工招标文件》(2009 年版)的规定，组成合同的各项文件应互相解释，互为说明。除项目专用合同条款另有约定外，解释合同文件的优先顺序如下：(重点)

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。投标文件的一部分
4. 项目专用合同条款。新增的
5. 公路工程专用合同条款。
6. 通用合同条款。
7. 技术规范。
8. 图纸。
9. 已标价工程量清单。
10. 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。投标文件的一部分
11. 其他合同文件。

二、公路工程施工合同的履行

(一)业主的合同履行 业主的权利和义务

1. 严格按照施工合同的规定，履行业主应尽义务。如征地拆迁、“三通一平”、原始测量数据、施工图纸等。

2. 按合同规定行使工期控制权、质量检验权、工程计量权、工程款支付权，确保工程目标的实现。

3. 按合同约定行使工程交工、竣工验收权和履行工程款支付、竣工结算义务。

(二)承包商的合同履行

1. 全面履行施工合同中的各项义务。

2. 通过合理的工程变更与索赔，维护自己的合法权益，实现预期经营目标和战略。

三、承包商的施工合同管理

1. 认真编制投标文件。投标文件是合同文件的重要组成部分，也是投标人在施工阶段能否实现经营目标的重要基础。

(1) 确定投标方式，联合投标还是单独投标。

(2) 确定投标策略。

(3) 确定报价策略，根据具体评标办法采用相应的报价策略，特别注意不平衡报价的运用。

(4) 认真做好招标文件及合同条件的审查工作，全面、实质性响应招标文件。

2. 切实**履行合同义务**，有理、有利、有节地维护自身权益
3. **建立完整的合同管理制度** 具体来讲，应建立和完善如下合同管理制度：
 - (1) 合同管理相关部门的部门职责和工作岗位制度。
 - (2) 合同管理的授权和内部会签制度。
 - (3) 合同审查批准制度。
 - (4) 印鉴及证书管理使用制度。
 - (5) 合同管理绩效考核制度。
 - (6) 合同档案管理制度。

1B420143 掌握公路工程分包合同管理(重点)

一、分包形式和规定

(一) 分包的形式

分包是指承包人经监理人审查并取得发包人批准后，将其所承包工程或工作的一部分委托给其他承包人承担的施工行为。 **分包可分为专业分包和劳务分包两种形式。**

1. 专业分包 是指承包人与具有相应资质的施工企业签订专业分包合同，由**分包人**承担承包人委托的分部工程、分项工程或适合**专业化队伍施工**的其他工程，整体结算，并能独立控制工程质量、施工进度、材料采购、生产安全的施工行为。

2. 劳务分包 是指承包人与具有劳务分包资质的劳务企业签订劳务分包合同，由劳务企业提供**劳务人员及机具**，由**承包人统一组织施工**，控制工程质量、施工进度、材料采购、生产安全的施工行为。

(二) 分包的一般规定

《公路工程标准施工招标文件》(2009年版)合同条款关于分包的规定如下：

1. 承包人不得将其承包的全部工程转包给第三人，或将其承包的全部工程肢解后以分包的名义转包给第三人。

2. 承包人不得将主体、关键性工作分包给第三人。经发包人同意，承包人可将工程的其他部分或工作分包给第三人。

3. 承包人应与分包人就分包工程向发包人承担连带责任。

4. 发包人对承包人与分包人之间的法律与经济纠纷不承担任何责任和义务。

(三) 专业分包的规定

在工程施工过程中，承包人进行专业分包时除符合一般规定外，还必须遵守以下规定：

1. 允许专业分包的工程范围仅限于分部工程或分项工程、适合专业化队伍施工的工程，专业分包的工程量**累计不得超过总工程量的30%**。

2. 专业分包人的资格能力(含安全生产能力)应与其分包工程的标准和规模相适应，具备相应的专业承包资质。

3. 专业分包工程不得再次分包。

4. 承包人和专业分包人应当依法签订专业分包合同，并按照合同履行约定的义务。专业分包合同必须明确约定工程款支付条件、结算方式以及保证按期支付的相应措施，确保工程款的支付。

5. 承包人对施工现场安全负总责，并对专业分包人的安全生产进行培训和管理。专业分包人应将其专业分包工程的施工组织设计和施工安全方案报承包人备案。专业分包人对分包施工现场安全负责，发现事故隐患，应及时处理。

6. 所有专业分包计划和分包合同须报监理人审批，并报发包人核备。

违反上述规定之一者属**违规分包**。

(四) 劳务分包的规定

在工程施工过程中，承包人进行劳务分包除符合一般规定外，还必须遵守以下规定：

1. 劳务分包人应具有劳务分包资质。

2. 劳务分包应当依法签订劳务分包合同，劳务分包合同必须由承包人的法定代表人或其委托代理人与劳务分包人直接签订，不得由他人代签。承包人的项目经理部、项目经理、施工班组等**不具备用工主体资格，不能与劳务分包人签订劳务分包合同。**承包人应向发包人和监理人提交劳务分包合同副本并报项目所在地劳动保障部门备案。**项目经理部签订劳务分包合同要得到法定代表人的授权。**

3. 承包人雇佣的劳务作业人员应加入到承包人的施工班组统一管理。有关施工质量、施工安全、施工进度、环境保护、技术方案、试验检测、材料保管与供应、机械设备等都必须由承包人管理与调配，**不得以包代管。**

4. 承包人应当对劳务分包人员进行安全培训和管理，劳务分包人不得将其分包的劳务作业再次分包。

违反上述规定之一者属**违规分包**。

二、分包的审批

(一) 专业分包的审批程序

1. 承包人制订专业分包计划和分包合同，并选择专业分包人。

2. 承包人向监理人提交有关分包计划、分包合同及分包人的详细资料。

3. 监理人审查分包计划、分包合同及分包人的资料。

4. 监理人同意分包，并报发包人批准。然后才能签分包合同

5. 承包人与分包人签订分包合同。

(二) 劳务分包的审批程序

1. 承包人拟定劳务分包计划和劳务分包合同。
2. 承包人选择劳务分包人。
3. 承包人与分包人签订劳务分包合同。 **不需要监理人同意、发包人批准。**
4. 承包人向发包人和监理人员提交劳务分包合同副本并报项目所在地劳动保障部门备案。

三、分包工程的管理

1. 严格履行开工申请手续

分包工程在开工前承包人必须填报开工报审表，并附有监理人审批并取得发包人同意的书面文件，由监理人审查其是否具备开工条件，确定是否批复其开工申请。

2. 将分包工程列入工地会议议程

每次工地会议，将分包工程作为一个议题进行研究，承包人必须详细介绍分包工程实施的情况，就分包工程实施中的有关问题进行讨论，制订解决问题的措施和方法，必要时可邀请分包人参加工地会议。

3. 检查核实分包人实施分包工程的主要人员与施工设备

在分包工程实施中，监理人应检查核实分包人实施分包工程的主要技术、管理人员及主要施工设备是否与资格审查时所报的情况相符。

4. 对分包工程实施现场监督检查

监理人应对分包工程实施现场监管，及时发现**分包工程在质量、进度等方面的问题**，由**承包人采取措施处理**。

四、分包合同的履行管理

1. 分包工程既是施工合同的一部分，又是分包合同的标的，涉及两个合同，所以分包合同的管理比施工合同管理复杂。

发包人与分包人没有合同关系，但发包人作为工程项目的投资方和施工合同的当事人，对分包合同的管理主要表现为对分包工程的批准。

监理人只与承包人有监理与被监理的关系，对分包人在现场施工不承担协调管理义务。只是依据施工合同对分包工作内容及分包人的资质进行审查，行使**确认权或否定权**；对分包人使用的材料、施工工艺、工程质量和进度进行**监督**。**监理人就分包工程施工发布的任何指示均应发给承包人**。

承包人作为两个合同的当事人，不仅对发包人承担了确保整个合同工程按预期目标实现的义务，而且对分包工程的实施具有全面管理责任。

2. 分包工程的支付管理

分包工程的支付，应由分包人在合同约定的时间，向承包人报送该阶段施工的付款申请单，承包人经过审核后，将其列入施工合同的进度付款申请单内一并提交监理人审批。由监理人向承包人出具经发包人签认的进度付款证书。**发包人应在监理人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**。

分包人不能直接向监理人提出支付要求，必须通过承包人。发包人也不能直接向分包人付款，也必须通过承包人。

3. 分包工程的变更管理

承包人接到监理人依据合同发布的涉及分包工程的变更指令后，以书面确认方式通知分包人执行。

监理人一般不能直接向分包人下达变更指令，必须通过承包人。分包人不能直接向监理人提出分包工程的变更要求，也必须由承包人提出。

4. 分包工程的索赔管理

分包合同履行过程中，当分包人认为自己的合法权益受到损害，**无论事件起因于发包人或监理人，还是承包人的责任，分包人只能向承包人提出索赔要求。**

由承包人的原因或责任引起分包人提出索赔，双方通过协商解决。**监理人不参与该索赔的处理。**

1. 背景 【案例 1B420143】

某大型桥梁工程，发包方(简称甲方)通过邀请招标的方式确定本工程由承包商乙中标，双方签订了施工总承包合同。在征得甲方书面同意的情况下，承包商乙将桩基础工程分包给具有相应资质的专业分包商丙，并签订了专业分包合同。在桩基础施工期间，由于分包商丙自身管理不善，造成甲方现场周围的建筑物受损，给甲方造成了一定的经济损失，甲方就此事向承包商乙提出了赔偿要求。

另外，考虑到桥梁主体工程施工难度高，自身技术力量和经验不足等情况，在甲方不知情的情况下，承包商乙与一家具有施工总承包一级资质的某知名承包商丁签订了主体工程分包合同，合同约定承包商丁以承包商乙的名义进行施工，双方按约定的方式进行了结算。

2. 问题

- (1) 承包商乙和分包商丙签订的桩基础工程分包是否有效?简述理由。
- (2) 对分包商丙给甲方造成的损失，承包商乙承担什么责任?简述理由。
- (3) 承包商乙将主体工程分包给承包商丁在法律上属于何种行为?《公路工程标准施工招标文件》(2009年版)要求承包人对专业分包除了遵守一般规定外，还必须遵守哪些规定?

3. 分析与答案

(1) 有效。根据有关规定，承包人不得将主体、关键性工作分包给第三人。但经发包人同意，承包人可将工程的其他部分或工作分包给第三人。

(2)对分包商丙给甲方造成的损失,承包商乙承担连带责任。根据《建筑法》第29条规定,建筑工程总承包单位按照总承包合同约定对建设单位负责,分包单位按照分包合同的约定对总承包单位负责。总承包单位和分包单位就分包工程对建设单位承担连带责任。

(3)承包商乙将主体工程分包给承包商丁在法律上属于违法分包行为。《公路工程标准施工招标文件》(2009年版)要求承包人对**专业分包除了遵守一般规定外,还必须遵守如下规定:**

- 允许专业分包的工程范围仅限于分部工程或分项工程、适合专业化队伍施工的工程,专业分包的工程量累计不得超过总工程量的30%。

- 专业分包人的资格能力(含安全生产能力)应与其分包工程的标准和规模相适应,具备相应的专业承包资质。

- 专业分包工程不得再次分包。

- 承包人和专业分包人应当依法签订专业分包合同,并按照合同履行约定的义务。专业分包合同必须明确约定工程款支付条件、结算方式以及保证按期支付的相应措施,确保工程款的支付。

- 承包人对施工现场安全负总责,并对专业分包人的安全生产进行培训和管理。专业分包人应将其专业分包工程的施工组织设计和施工安全方案报承包人备案。专业分包人对分包施工现场安全负责,发现事故隐患,应及时处理。

- 所有专业分包计划和专业分包合同须报监理人审批,并报发包人核备。监理人审批专业分包并不解除合同规定的承包人的任何责任或义务。

1B420144 掌握施工阶段工程变更的管理

一、工程变更的概念及产生原因

产生原因有**主观原因**,如设计工作粗糙;有**客观原因**,如不可预见的事件、由自然或社会原因引起的停工和工期拖延等。

二、工程变更的基本类型

根据《公路工程标准施工招标文件》(2009年版)第十五条第一款规定,工程变更有如下几种类型

1. **取消合同中任何一项工作**,但被取消的工作不能转由发包人或其他人实施,由于承包人违约造成的情况除外。

2. **改变合同中任何一项工作的质量或其他特性。**

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)变更的提出

1. 在合同履行过程中,可能发生合同约定变更情形的,**监理工程师可向承包人发出变更意向书**。变更意向书应说明变更的具体内容和发包人对变更的时间要求,并附必要的图纸和相关资料。变更意向书应要求承包人提交包括拟实施变更工作的计划、措施和竣工时间等内容的实施方案。**发包人同意承包人根据变更意向书要求提交变更实施方案的,由监理工程师按合同约定发出变更指示。**

2. 在合同履行过程中,发生合同约定变更情形的,监理工程师应按照合同约定向承包人发出变更指示。

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。变更建议应阐明要求变更的依据,并附必要的图纸和说明。监理工程师**在收到承包人书面建议后,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。**

4. 若**承包人收到监理工程师的变更意向书后认为难以实施此项变更,应立即通知监理工程师,对其说明原因并附详细依据。**监理工程师与承包人和发包人协商后确定**撤销、改变或不改变原变更意向书。**

(二)承包人的合理化建议

1. 均应以**书面形式提交监理工程师**。合理化建议书的内容应包括建议工作的详细说明、进度计划和效益以及与其他工作的协调等,并附必要的设计文件。

2. 承包人提出的合理化建议给予奖励。

(三)工程变更的审批程序 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。**指一些小型的监理工程师有权直接批准的工程变更工作:

- (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。

- (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。**

- (4)承包单位组织变更工程的施工(包括可能的的设计工作)。

- (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。**需要业主批准的工程变更工作。

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。

四、变更工程的造价管理 2009 案例

(一)变更估价

1. 承包人应在收到变更指示或变更意向书后的 **14d 内**，向监理工程师提交变更报价书。
2. 变更工作影响工期的，承包人应提出调整工期的具体细节。
3. 监理工程师应在收到承包人变更报价书后的 **14d 内**，根据合同约定的估价原则，按照合同约定商定或确定变更价格。

(二)变更的估价原则

变更工程的单价原则，其一是约定优先原则，其二是公平合理原则。

因变更引起的价格调整按照如下约定处理：

1. 如果取消某项工作，则该项工作的总额价不予支付。
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的，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. 因承包人过错造成的，则这种违约引起的任何额外费用应由承包人承担。

1. 背景 【案例 1B420144】

某施工单位(乙方)与某建设单位(甲方)签订了公路工程施工承包合同，合同价款 1500 万元，其中包括中桥一座，基础采用扩大基础，上部结构为预应力混凝土 T 梁。开工前，施工单位提交了详细的施工组织设计并得到批准，合同规定，变更工程超过合同总价的 15% 时，监理工程师应与业主和承包人协商确定一笔管理费调整额。

2. 问题

(1) 在进行桥梁工程基础开挖时，发现地基和设计不符，不能满足承载力的要求，承包商应该如何处理？

(2) 在工程施工过程中，乙方根据监理工程师的指示就部分工程进行了变更施工，试问变更部分合同价款根据什么原则确定？

(3) 签发交工证书时，监理工程师发现变更工程的价款累计金额为 302 万元，假设投标报价的管理费费率为直接费的 10%，业主、监理工程师和承包人协商后确定管理费调整两个百分点，在其他工程内容不变的情况下，请问工程价款应如何调整？

3. 分析与答案

(1) 承包商应根据合同规定，及时通知甲方，要求对工程地质重新勘察并对设计进行变更，按变更后的设计图纸进行施工，并及时申报变更费用。

(2) 变更部分合同价款根据下列原则确定：五种要答全

- 如果取消某项工作，则该项工作的总额价不予支付。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

(3) 当变更工程超过合同总价的 15% 时，超过部分的管理费应下调两个百分点。

管理费调整的起点为： $1500 \times (1+15\%) = 1725$ 万元；

管理费调整部分的金额： $(1500+302-1725)$ 万元=77 万元；(77 万是合同价款，还需求出直接费)

管理费调整部分的直接费为： $77 \div (1+10\%) = 70$ 万元；

调整后的工程价款为： $1725 + 70 \times (1+8\%) = 1800.6$ 万元。

手写板图示 2105-01

$$\text{起点} = 1500 \times (1+15\%) = 1725 \text{ 万元}$$

$$1500 + 302 - 1725 = 77 \text{ 万元}$$

$$\text{直接费} = 77 / (1+10\%) = 70 \text{ 万}$$

$$\text{工程价款} = 1725 + 70 \times (1+8\%) = 1800.6 \text{ 万元}$$

1B420145 熟悉公路项目施工索赔管理 2009

承包商的反索赔一般是关于工期、质量和价款的争议，业主向承包商的反索赔一般是因承包商建项目未达到规定质量标准、工程拖期等原因引起。

比较普遍的因素是赶工、开工受阻、气候影响、工程量的增减、合同条款中与索赔密切相关的工程变更、增加工程及工程进度变化引起的工期与费用的索赔。

1. 背景 【案例 1B420145-1】

某道路工程施工采用了包工包地方材料的合同。在一个关键工作面上又发生了几种原因造成临时停工。6月20日至6月26日，承包人的施工设备出现了从未出现过的故障。应于6月24日交给承包人的后继图纸直到7月10日才交给承包人；7月7日到7月12日施工现场发生了该季节罕见的特大暴风，造成了7月11到7月14的该地区的供电全面中断。

2. 问题

(1) 由于几种情况的暂时停工，承包人在7月15日向监理工程师提交延长工期25d，成本损失费人民币2万元/d(此费率已经监理工程师核准)和利润损失费人民币2000元/d的索赔要求，共计索赔款55万元。承包商的这些要求能否得到支持？

(2) 若承包人对因业主原因造成窝工损失进行索赔时，要求设备窝工损失按台班计算，人工的窝工损失按工日计价。该要求是否合理？应如何处理？

3. 分析与答案

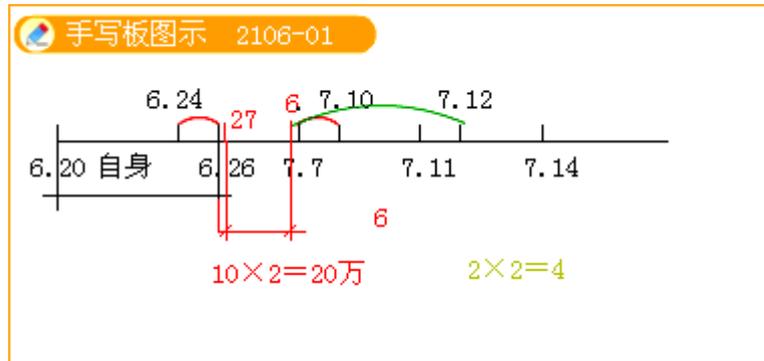
(1) 可以批准的工期索赔18d，费用索赔额为24万元人民币，原因如下：

• 6月20日至6月26日**承包人的施工设备**出现了从未出现过的故障，属于**承包人应承担的风险**，不应考虑承包人的费用索赔要求。

• 6月27日至7月6日，是由于**业主迟交图纸**引起的，为**业主应承担的风险**，可以考虑**工期和费用的索赔**，但不应考虑承包人的利润要求，索赔额为10天×2万/天=20万元。

• 7月7日至7月12日**特大暴雨**属于**双方共同的风险**，可以考虑**承包人工期索赔**，但不应考虑费用索赔要求。

• 7月13日至7月14日的**停电**属于有经验的**承包人无法预见的自然条件变化**。为**业主应承担的风险**，可以考虑**工期和费用索赔**，但不应考虑承包人的利润要求，索赔额为2天×2万/天=4万元。



(2) 不合理。窝工闲置的设备应按**折旧费或停滞台班费(自有设备)或租赁费(租赁设备)计价**，**不包括运转费部分**；人工费损失应按**人工降效的损失来考虑**，一般用工日单价乘以一个测算的降效系数计算这一部分损失，而且只能按**成本费用计算，不包括利润**。

1. 背景 【案例 1B420145-2】

某建设单位（甲方）与某施工单位（乙方）签订了施工合同，同时与某降水公司订立了工程降水合同。甲乙双方合同规定：采用单价合同，每一分项工程的实际工程量增加（或减少）超过招标文件中工程量的25%以上时调整单价；工作B、E、G作业使用的主导施工机械一台（乙方自备），台班费为400元/台班，其中台班折旧费为50元/台班，施工网络计划如图1B420145所示。

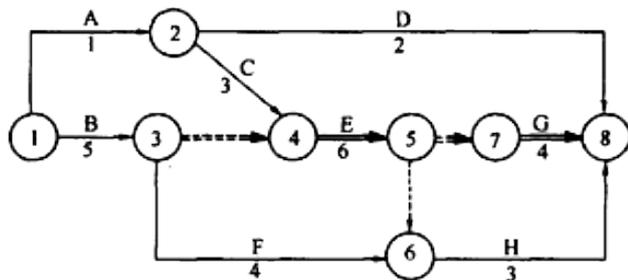


图 1B420145 施工网络计划图

甲乙双方约定8月15日开工。工程施工中发生如下事件：

- (1)降水方案错误，致使工作D推迟2d，乙方配合用工5个工日，窝工6个工日；
- (2)因设计变更，工作E工程量由招标文件的 300m^3 增至 400m^3 ，超过了25%，合同中该工作的单价为 $55\text{元}/\text{m}^3$ ，经协商调整后综合单价为 $50\text{元}/\text{m}^3$ ；
- (3)为保证工程质量，乙方在施工中将工作B原设计尺寸扩大，增加工程量 15m^3 ，该工作综合单价为 $78\text{元}/\text{m}^3$ ；
- (4)在工作D、E均完成后，甲方指令增加一项临时工作K，经核准，完成该工作需要1d时间，机械1台班，人工10个工日。

2. 问题

- (1)上述哪些事件乙方可以提出索赔要求？哪些事件不能提出索赔要求？说明原因。
- (2)每项事件工期索赔各是多少，总工期索赔多少天？
- (3)工作E结算价应为多少？
- (4)假设人工工日单价为 $25\text{元}/\text{工日}$ ，合同规定窝工人工费补偿标准为 $12\text{元}/\text{工日}$ ，因增加用工所需的管理费为增加人工费的20%，工作K的综合取费为人工费的80%。计算除事件(3)外合理的费用索赔金额。（窝工的人工费不计管理费）

3. 分析与答案

本案例考核合同的计价及价格调整方式，索赔的分类，索赔事件的责任划分，工期索赔、费用索赔的计算以及应用网络计划技术处理工程索赔的方法。

(1)事件(1)可提出索赔要求，因为降水工程由甲方另行发包，是甲方的责任。

事件(2)可提出索赔要求，因为设计变更是甲方的责任，且工作E的工程量增加了 100m^3 ，超过了招标文件中工程量的25%。

事件(3)不应提出索赔要求，因为保证施工质量的技术措施费应由乙方承担。

事件(4)可提出索赔要求，因为甲方指令增加工作，是甲方的责任。

(2)事件(1)：工作D总时差8d，推迟2d尚有总时差6d，不影响工期，因此索赔0d。

事件(2)：因工作E为关键工作，可索赔工期： $(400-300)\text{m}^3 / (300\text{m}^3 / 6\text{d}) = 2\text{d}$

事件(4)：因E、G均为关键工作，在该两项工作之间增加工作K，则工作K也为关键工作，索赔工期1d。

总计索赔工期： $0+2+1=3\text{d}$

(3)按原单价结算的工程量： $300\text{m}^3 \times (1+25\%) = 375\text{m}^3$ ；

按新单价结算的工程量： $400\text{m}^3 - 375\text{m}^3 = 25\text{m}^3$ ；

总结算价： $375\text{m}^3 \times 55\text{元}/\text{m}^3 + 25\text{m}^3 \times 50\text{元}/\text{m}^3 = 21875\text{元}$ 。

(4)事件(1)：人工费： $6\text{工日} \times 12\text{元}/\text{工日} + 5\text{工日} \times 25\text{元}/\text{工日} \times (1+20\%) = 222\text{元}$ ；

事件(4)：人工费： $10\text{工日} \times 25\text{元}/\text{工日} \times (1+80\%) = 450\text{元}$ ；

机械费： $1\text{台班} \times 400\text{元}/\text{台班} = 400\text{元}$ ；

合计费用索赔总额为： $222\text{元} + 450\text{元} + 400\text{元} = 1072\text{元}$ 。

手写板图示 2106-02

事件2 $300/6=50\text{m}^3/\text{天}$
 $100/50=2\text{天}$

事件4 1d K是关键工作

$0+1+2=3\text{d}$

手写板图示 2106-03

(3) $300 \times (1+25\%) = 375\text{m}^3$
调价工程量 $= 400 - 375 = 25\text{m}^3$
 $375 \times 55 + 25 \times 50 = 21875\text{元}$

(4) 事件1 $6 \times 12 + 5 \times 25 \times (1+20\%) = 222\text{元}$
事件4 人工费 $10 \times 25 = 250\text{元}$
管理费 $250 \times 80\% = 200\text{元}$
机械费 $400\text{元}/\text{台班} \times 1 = 400\text{元}$
 $222 + 250 + 200 + 400 = 1072\text{元}$

案例 背景资料(07 考点)

某施工单位承接了一个 $4 \times 20\text{m}$ 简支梁桥工程。桥梁采用扩大基础，墩身平均高10m。项目为单价合同，且全部钢筋由业主提供，其余材料由施工单位自采或自购。在离本工程不远的江边有丰富的砂源，经检验，砂的质量符合要求。采砂点位于一跨江大桥下游150m处，施工用砂均取自这里。项目部拟就1#~3#排架组织流水施工。

根据施工组织和技术要求，基础施工完成后至少10天才能施工墩身。

施工期间，还发生了如下事件：

事件1：在桥梁基础开挖完成后，施工项目负责人组织施工人员、质检人员对槽基几何尺寸和标高这两项隐蔽工程进行了检查和验收，随即进入下一道工序。

事件 2: 由于业主大型安装设备的进场, 业主委托承包商对一旧桥进行加固。加固工程中的施工项目在原合同中有相同项目, 承包人要求直接采用相关单价来处理加固费用。

事件 3: 施工单位**准备开始**墩身施工时, 由于供应商的失误, 将一批不合格的钢筋运到现场, 致使墩身施工推迟了 10 天开始, 承包商拟就此向业主提出工期和费用索赔。

- 问题**
- 1、事件 2 中, 承包人的要求是否合理? 说明理由。
 - 2、针对事件 3, 承包商是否可以提出工期和费用索赔? 说明理由。

正确答案

1. 不合理。(1 分) 因为按照索赔的一般要求, 由于需要加强桥梁结构以承受“特殊超重荷载”而索赔, 承包商只能索赔有关工程费用, 无权得到利润。但单价合同中的单价包含了利润在内的一切费用。(3 分) **或 主要看加固桥梁的费用是不是造成了承包商计划利润的增多和减少。这是受业主委托附加的工作, 没有造成承包人利润的减少, 不能索赔利润; 并且项目单价中包含了管理费和利润等一切费用, 所以按项目的单价来处理是不合理的, 应该只索赔相关的工程费用(即成本费)。**

2. 可以(1 分)。因为首先造成墩身施工推迟是由于业主的原因, 而且该推迟会使工期延长, 并会带来人员、设备的窝工, 所以承包商可以提出工期和费用索赔。(3 分)

1B420150 公路工程合同价款的结算与支付 2010 案例

1B420151 掌握公路工程施工进度款的结算

一、工程价款的主要结算方式

1. **按月结算**。跨年度竣工的工程, 在年终进行工程盘点, 办理年度结算。

2. **竣工后一次结算**。建设项目或单项工程全部建筑安装工程**建设期在 12 个月以内, 或者工程承包价值在 100 万元以下的**。

3. **分段结算**。分段结算可以按月预支工程款。

4. **目标结算方式**。即在工程合同中, 将承包工程的内容分解成不同的控制界面, 以业主验收界面作为支付工程价款的前提条件。

5. **双方约定的其他结算方式**。

二、工程进度款的支付

(一) 进度付款周期

工程进度款付款周期与计量周期相同, 即单价子目按月支付, 总价子目按批准的支付分解报告确定的周期支付。

(二) 进度付款申请单

进度付款申请单应包括下列内容:

1. 截至本次付款周期末已实施工程的价款。
2. 应增加和扣减的变更金额。
3. 应增加和扣减的索赔金额。
4. 应支付的预付款和扣减的返还预付款。
5. 应扣减的质量保证金。
6. 根据合同应增加和扣减的其他金额。

(三) 进度付款证书和支付时间

1. **监理人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**, 由监理人向承包人出具经发包人签认的进度付款证书。

如果**该付款周期应结算的价款经扣留和扣回后的款额少于项目专用合同条款数据表中列明的进度付款证书的最低金额**, 则**该付款周期**监理人可不核证支付。

2. **发包人应在监理人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**。违约金的计算基数为发包人的全部未付款额, 时间从应付而未付该款额之日算起(不计复利)。

3. **监理人出具进度付款证书, 不视为监理人已同意、批准或接受了承包人完成的该部分工作**。

(四) 工程进度付款的修正

经双方复核同意的修正应在本期进度付款中支付或扣除。

三、合同价款的调整

公路工程合同中大部分合同为可调价合同。规定调整合同价款的方式和方法, 最终确定合同结算价款。

(一) 原工程量清单工程数量

(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. **调价文件算法**。按造价管理部门调价文件的规定, 进行抽料补差(按所完成的材料用量乘以价差)。

4. **调值公式法**。此种调值公式一般包括固定部分、材料部分和人工部分, 调值公式一般为:

$$P=P_0(a_0+a_1A/A_0+a_2B/B_0+a_3C/C_0+\dots) \quad (1B420151)$$

式中 P——**调值后合同价款或工程实际结算款**;

P₀——合同价款中工程**预算进度款**;

a₀——**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**;

a₁、a₂、a₃……—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; **a₀+a₁+a₂+a₃+……=1**;

A、B、C……—与 a₁、a₂、a₃对应的各项费用的**现行价格指数**; **分子**

A₀、B₀、C₀……—与 a₁、a₂、a₃对应的各项费用的**基期价格指数**。 **分母**

四、法律、法规变化引起的合同价款调整

在送交**投标文件截止前 28d 之后**，国家或省(自治区、直辖市)颁布的法律、法规出现修改或变更，因采用新的法律、法规使承包人在履行合同中的费用发生价差调整以外的增加或减少，则此项增加或减少的费用应由监理工程师在与承包人协商并报经业主批准后确定，增加到合同价或从合同价中扣除。

五、工程拖期的价款调整

如果承包人未能在投标书附录中写明的工期内完成本合同工程，则在该交工日期以后施工的工程，其价格调整计算应采用**该交工日期所在年份的价格指数作为当期价格指数**。

1. 背景 【案例 1B420151】

某承包商于某年承包某工程项目施工，与业主签订的承包合同的部分内容有：

(1) 工程合同价 2000 万元，工程价款采用**调值公式动态结算**。该工程的人工费占工程价款的 35%，材料费占 50%，不调值费用占 15%。具体的调值公式为：

$$P = P_0 \times (0.15 + 0.35A / A_0 + 0.2B / B_0 + 0.3C / C_0)$$

式中 A_0 、 B_0 、 C_0 ——基期价格指数； A 、 B 、 C ——工程结算日期的价格指数。

(2) 开工前业主向承包商支付合同价**20%的预付款**，当工程进度款达到**合同价的 60%**时，开始从超过部分的工程结算款中**按 60%抵扣工程预付款**，竣工前全部扣清。

(3) 工程进度款按月结算，业主从第一个月起，从承包商的工程价款中按**5%的比例扣除保修金**，工程保修期 1 年。

该合同的原始报价日期为当年 3 月 1 日，结算各月份的工资、材料价格指数如表 1B420151 所示。

代号	A_0	B_0	C_0
3 月指数	100	120	130
代号	A	B	C
5 月指数	110	125	130
6 月指数	108	128	140
7 月指数	105	120	135
8 月指数	102	130	128

未调值前各月完成的工程情况为：

5 月份完成工程 300 万元，其中业主供料部分材料费为 20 万元。6 月份完成工程 600 万元。

7 月份完成工程 700 万元，另外由于业主方设计变更，导致工程局部返工，造成损失 5 万元，重新施工增加费用 10 万元。8 月份完成工程 400 万元，另有批准的索赔款 5 万元。

2. 问题 (1) 工程预付款是多少？ (2) 确定每月终业主应支付的工程款。

(3) 在工程竣工半年后，发生桥面漏水，业主应如何处理此事？

3. 分析与答案

(1) **工程预付款**：2000 万元 \times 20% = 400 万元。

(2) **工程预付款的起扣点**：2000 万元 \times 60% = 1200 万元； 每月终业主应支付的工程款：

5 月份 月终支付： $300 \times (0.15 + 0.35 \times 110 / 100 + 0.2 \times 125 / 120 + 0.3 \times 130 / 130) \times (1 - 5\%) - 20 = 277.35$ 万元；

6 月份 月终支付： $600 \times (0.15 + 0.35 \times 108 / 100 + 0.2 \times 128 / 120 + 0.3 \times 140 / 130) \times (1 - 5\%) = 606.71$ 万元；

7 月份 月终支付： $[700 \times (0.15 + 0.35 \times 105 / 100 + 0.2 \times 120 / 120 + 0.3 \times 135 / 130) + 5 + 10] \times (1 - 5\%) - (1600 - 1200) \times 60\% = 458.56$ 万元； (7 月累计完成工程额 $300 + 600 + 700 = 1600 >$ 起扣点 1200，需考虑)

8 月份 月终支付： $[400 \times (0.15 + 0.35 \times 102 / 100 + 0.2 \times 130 / 120 + 0.3 \times 128 / 130) + 5] \times (1 - 5\%) - (400 - 400 \times 60\%) = 231.99$ 万元。 **8 月份工程完工，预付款需要全部扣完。**

还得看每月的金额是否低于最低支付金额，低于时当月不予支付

(3) 工程在竣工半年后，发生桥面漏水，由于在保修期内，业主应首先通知承包商进行维修，费用自付。如果承包商不能在约定的时间内派人维修，业主可委托他人进行修理，费用从承包商的保修金中支付。

手写板图示 2107-01

$$1. 2000 \times 20\% = 400 \text{ 万元}$$

$$2. 2000 \times 60\% = 1200 \text{ 万元}$$

5 月

$$300 \times (0.15 + 0.35 \times \frac{110}{100} + 0.2 \times \frac{125}{120} + 0.3 \times \frac{130}{130}) \times (1 - 5\%) - 20 = 277.35 \text{ 万元}$$

6 月

$$600 \times (0.15 + 0.35 \times \frac{108}{100} + 0.2 \times \frac{128}{120} + 0.3 \times \frac{140}{130}) \times (1 - 5\%)$$

手写板图示 2107-02

7 月

$$[700 \times (0.15 + 0.35 \times \frac{105}{100} + 0.2 \times \frac{120}{120} + 0.3 \times \frac{135}{130}) + 5 + 10] \times (1 - 5\%) - (1600 - 1200) \times 60\% = 458.56 \text{ 万元}$$

8 月

$$[400 \times (0.15 + 0.35 \times \frac{102}{100} + 0.2 \times \frac{130}{120} + 0.3 \times \frac{128}{130}) + 5] \times (1 - 5\%) - (400 - 240) = 231.99 \text{ 万元}$$

(二)背景资料 2010

某施工单位承接了某一级公路水泥混凝土路面“白改黑”工程施工，该工程路基宽 $2\times 12\text{m}$ ，路面宽度 $2\times 10\text{m}$ ，长 45.5km ，工期4个月。施工内容包括：旧路面病害的治理、玻纤格栅铺设、6cm厚AC-20下面层摊铺、5cm厚AC-16中面层摊铺，4cm厚SBS改性沥青SMA上面层摊铺。设计中规定上面层SMA混合料必须采用耐磨值高的玄武岩碎石。

该工程施工期间，原材料价格波动很大，施工合同中约定只对沥青、柴油及玄武岩采用调值公式法进行价差调整。

基期为当年5月，工程款按月计量，每月调整价差，该工程投标函投标总报价中，沥青占35%，柴油占15%，玄武岩占20%。各月价格如下表：各月现行价格

月份	沥青(元/t)	柴油(元/升)	玄武岩(元/m ³)
5月(基期)	3800	5.9	200
7月	4050	6.13	195
8月	4280	6.13	215
...

施工单位7月份完成工程产值3156万元，8月份完成工程产值4338万元。

问题：5.8月份调价之后的当月工程款是多少？(列式计算)

答案：5.8月份： $4338\times(0.3+0.35\times 4280/3800+0.15\times 6.13/5.9+0.2\times 215/200)$
 $=4338\times(0.3+0.394+0.156+0.215)$
 $=4338\times 1.065$
 $=4619.97$ 万元(6分)

1B420152 熟悉公路工程竣工决算文件的编制

一、公路工程项目竣工决算

建设工程竣工决算是指在竣工验收交付使用阶段，由建设单位编制的建设项目从筹建到竣工投产或使用全过程的全部实际支出费用的经济文件。

竣工决算的编制是以建设单位为主，在监理工程师和施工单位的配合下共同完成的，它是建设工程所特有的多次性计价环节中的最后一次计价。

二、公路工程项目竣工决算的作用

竣工决算是从财务管理的角度出发，侧重于对资金的流向、大小和在时间上的分布的分析。

三、公路工程项目竣工决算的编制依据

1. 经交通主管部门批准的设计文件，以及批准的概(预)算或调整概(预)算文件。
2. 招标文件、标底(如果有)及与各有关单位签订的合同文件。
3. 建设过程中的文件有关支付凭证。
4. 竣工图纸。
5. 其他有关文件、资料、凭证。

四、公路工程项目竣工决算的编制步骤

五、公路工程项目竣工决算报告的内容

竣工决算报告由以下四个部分组成：

1. 交通基本建设项目竣工决算报告封面。

2. 竣工工程平面示意图。

3. 竣工决算报告说明书：主要内容包括工程项目概况及组织管理情况；工程建设过程和工程管理工作中的重大事件、经验教训；工程投资支出和财务管理工作的基本情况；工程遗留问题等。

4. 竣工决算表格。竣工决算报告表式分为 决算审批表、工程概况专用表和财务通用表。

1B420153 了解公路工程合同价款支付的相关规定

一、支付种类

(一)按时间分类

按时间分类，支付可分为 预先支付(即预付)、期中支付、交工结算、最终结清四种。

1. 预付。预付款有两种，即开工预付和材料预付款。

2. 期中支付。

3. 交工结算。即在项目完工或基本完工，监理工程师签发交工证书后办理的支持工作。

4. 最终结清。即在缺陷责任期结束后，监理工程师签发缺陷责任证书后，办理的最后一次支持工作。

二、各种款项支付的约定

(一)预付款

预付款包括开工预付款和材料、设备预付款。

1. 开工预付款的金额在项目专用条款数据表中约定(开工预付款是一项由业主提供给承包人用于开办费用的无息贷款，国际上一般规定范围是0~20%，国内开工预付款金额一般应为10%签约合同价，要注意扣回的问题)。在承包人签订了合同协议书并提交了开工预付款保函后(一般在进场前)，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%。

开工预付款支付的条件有：

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

2. 材料、设备预付款的预付条件为：

- (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，则监理工程师应将此项金额作为材料、设备预付款计入**下一次的进度付款证书中**。在**预计竣工前3个月**，**将不再支付材料、设备预付款**。

3. 预付款保函

开工预付款保函的**担保金额应与开工预付款金额相同**。该保函在**发包人将开工预付款全部扣回之前一直有效**，**担保金额可根据开工预付款扣回的金额相应递减**。

4. 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**。已经支付材料、设备预付款的材料、设备的所有权应属于**发包人**。工程竣工时所有剩余的材料、设备所有权应属于**承包人**。

(二) 质量保证金的支付与返还

1. 监理工程师应从**第一个付款周期**开始，按项目专用合同条款数据表规定的百分比扣留质量保证金。**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**。

2. 在合同条款约定的缺陷责任期满时，承包人向发包人申请到期应返还承包人剩余的质量保证金金额，**发包人应在14d内会同承包人按照合同约定的内容核实承包人是否完成缺陷责任**。如无异议就将剩余质保金返还承包人。

3. 在合同条款约定的缺陷责任期满时，承包人没有完成缺陷责任的，发包人有权扣留与未履行责任剩余的工作所需金额相应的质保金余额，并有权根据合同延长缺陷责任期，直至剩余工作完成。

(三) 交工结算

1. 交工付款申请单

(1) **承包人在交工验收证书签发后42d内向监理工程师提交交工付款申请单**(包括相关证明资料)。

2. 交工付款证书及支付时间

(1) **监理工程师**在收到承包人提交的交工付款申请单后的**14d内完成核查**，提出发包人到期应支付给承包人的价款送发包人审核并抄送承包人。**发包人**应在收到后**14d内审核完毕**，由监理工程师向承包人出具经发包人签认的交工付款证书。

(2) **发包人应在监理人出具交工付款证书的14d内，将应支付款支付给承包人**。发包人不按期支付的，按合同条款的约定，将逾期付款违约金支付给承包人。

(四) 最终结清

1. 最终结清申请单

(1) **承包人应在缺陷责期终止证书签发后28d内向监理工程师提交最终结清申请单**(包括相关证明材料)，最终结清申请单的分数在项目专用合同条款数据表中约定。

(2) 发包人对最终结清申请单内容有异议的，有权要求承包人进行修正和提供补充资料。

2. 最终结清证书和支付时间

(1) **监理工程师**收到承包人提交的最终结清申请单后的**14d内**，提出发包人应支付给承包人的价款送发包人**审核**并抄送承包人。**发包人**应在收到后**14d内审核完毕**，由监理工程师向承包人出具经发包人签认的最终结清证书。

(2) **发包人应在监理工程师出具最终结清证书后的14d内，将应支付款支付给承包人**。

(3) 承包人对发包人签认的最终结清证书有异议的，按合同条款的有关规定办理。

“最终结清认证书”是表明发包人已经履行完其合同义务的证明文件，它与“缺陷责任终止证书”一样，是具有重要法律意义的文件。

(五) 其他支付

1. 索赔费用

赔偿费用的支付应按监理工程师签发的索赔审批书来确认或按监理工程师暂时确定的赔偿额来支付。

2. 计日工费用

计日工的单价按工程量清单中计日工的单价来办理。

3. 变更工程费用

完成的变更工程数量应有监理工程师签认的**变更工程计量证书**。

4. 价格调整费用

监理工程师应严格按合同规定的价格调整方法来确定价格调整款额。

1B420160 公路工程施工现场主要临时工程管理

1B420161 掌握项目部驻地建设

一、驻地选择原则和机构设置要求

1. 驻地选择原则

项目部设置地点以方便工作为原则，应设在建设项目现场。

2. 机构设置要求

项目部组织机构设置应满足项目生产、技术、质量、安全、物质、机械设备、计划、合同、财务、试验、测量、劳务人员管理和后勤保障等的需要。

二、项目部建设的要求

1. 项目部选址

(1) 安全要求

- 1) 不受洪水、泥石流和台风威胁，避开塌方、落石、滑坡、危岩等地段。
- 2) 避开取土、弃土场地。
- 3) 避开高压线路及高大树木，与通信线路保持一定距离。**防雷击、电击**
- 4) 必须离**集中爆破区 500m**以上。
- 5) 项目办公生活区宜采用封闭式管理，应有固定的出入口，有条件时应设置大门。出入口应设置专职保卫人员，制订专门的管理制度。
- 6) 租赁的房屋必须符合安全要求，房屋面积必须达到办公要求。
- 7) 项目部要完善消防措施，配备必要的消防器材。

(2) 管理要求

- 1) 靠近现场，方便管理，不受施工干扰。
- 2) 交通便利，尽量靠近公路，缩短引入线。
- 3) 通信畅通、邮路便捷，满足建设单位办公自动化要求。

2. 驻地建设

(1) 项目部办公区、生活区及车辆、机具停放区等应设置科学合理，**区内场地及主要道路应做硬化处理，排水设施完善**，庭院适当绿化，环境优美整洁。

(2) 办公区内一般应设项目经理室、各业务科室和资料室、中心试验室、会议室等。**会议室内管理图表均应装裱上墙。管理图表应包括平面图、项目部组织机构框图、质量自检体系框图、安全管理体系框图、工程进度柱状图、工程管理曲线图、开展劳动立功竞赛活动有关图表、各项规章制度、工程总体目标、各部门职责、工作计划、晴雨表及管理人员考勤表。**

(3) 生活用房一般应设宿舍、食堂、浴室、厕所等，具备条件的可设文体活动室或活动场地。

三、标示标牌

项目经理部在**现场人口的醒目位置设置承包人的标示标牌**，标示如下内容：**(重点)**

1. 工程概况牌，包括工程规模、性质、用途、发包人、设计人、承包人和监理单位的名称及施工起止年月等。

2. 安全纪律牌。

3. 防火须知牌。

六牌一图

4. 安全无重大事故计时牌。

5. 安全生产，文明施工牌。

6. 施工总平面图。

7. 项目经理部组织架构的主要管理人员名单牌。

1B420162 掌握预制场布设

预制场分为**大型构件预制场**和**小型构件预制场**。

一、大型构件预制场布设

(一) 设置原则

1. 根据项目的工程情况和地形特点，就近设置。

2. **每个路基土建标段原则上只设置一座预制场**。经监理和项目业主批准，可以考虑相邻标段合并预制或委托相邻标段进行预制。

3. 预制场选址与布置要经过多方案比选，**合理划分办公区、生活区、制梁区、存梁区和构件加工区**。

(二) 一般要求

1. 施工单位**签订合同后，一个月内**明确预制场设置规模及位置，并编写**建设方案**，内容包括**位置、占地面积、功能区划分、场内道路布置、排水设施布置、水电设施设置及施工设备的型号、数量**等。

2. **建设方案经监理工程师和项目业主审批同意后才能进行预制场建设**，预制场建设完成后，施工单位报**监理工程师验收**，验收合格后才能开始生产。

3. 生产、生活营地的消防、安全设施应齐全到位，并做好**临时雨水、污水排放以及垃圾处理**，以防止污染环境。

(三) 场地建设

1. 面积要求：一般**平原微丘区**路基土建合同段预制场的**占地面积建议不小于 6000m²**，主要工程为**隧道**的合同段预制场的占地面积建议**不小于 4000m²**，主要工程为**桥梁**的合同段预制场的占地面积建议**不小于 8000m²**；

2. 预制场布置：

(1) 预制场布置要符合工厂化生产的要求，**道路和排水畅通**。**预制场的所有场地必须进行混凝土硬化处理**，建议使用**不小于 15cm 厚的片、碎石垫层**，**不小于 10cm 厚的 C15 混凝土**进行混凝土硬化处理；预制场的一般**行车道路硬化**，建议使用**不小于 15cm 厚的片、碎石垫层**，**不小于 20cm 厚的 C20 混凝土**进行混凝土硬化处理。

(2) 面层**排水坡度不应小于 1.5%**，场地四周应设置排水沟。

(3) 办公区、生产区、操作工的生活区等，要做到区域功能分明。

(4) 变压器设置的**安全距离**要符合相关规范规定。

(5) 场地内必须根据梁片养护时间及台座数量设置足够的梁体养护用的**自动喷淋设施**。

(6) **混凝土拌和站应靠近预制场，并远离办公生活区**。

3. 预制梁的台座设置：

(1) 预制梁的台座强度应满足张拉要求，台座尽量设置于地质较好的地基上；对软土地基的台座基础要进行加强；**台座与施工主便道要有足够的安全距离**。

(2) 预制场设置在**填方路堤**或线外填方场地时，为防止产生**不均匀沉降变形**而影响预制的质量，应对场地**分层碾压密实**，并对台座基础进行加固，**尤其台座两端应用 C20 以上的片石混凝土扩大基础进行加固**，以满足梁板张拉起拱后基础两端的承载力要求。

(3) **台座**应满足不同长度梁片的制作，**底模应采用通长钢板，不得采用混凝土底模**。钢板厚度应为**6~8mm**，并确保钢板平整、光滑，及时涂脱模剂，防止吊装梁体时，由于黏结而造成底模“蜂窝”、“麻面”。

(4) **预制台座、存梁台座间距应大于模板宽度的 2 倍**，以便吊装模板。预制台座与存梁台座数量应根据梁板数量和工期要求来确定，并要有一定的富余。

(5) 用于存梁的**枕梁可设在离梁两端面各 50~80cm 处**，且不影响梁片吊装的位置。支垫材质必须采用**承载力足够的非刚性材料**，且不污染梁底。

(6) 横隔梁的支撑优先选用固定式底座，底座与主梁台座同步建设。

(7) **底座面积的要求** 大型预制构件底座分为**平面底座和曲面底座**两项。

平面底座适用于**T 形梁、工形梁、等截面箱梁**，每根梁底座面积的工程量按下式计算：

$$\text{底座面积} = (\text{梁长} + 2.00\text{m}) \times (\text{梁宽} + 1.00\text{m})$$

曲面底座适用于**梁底为曲面的箱形梁（如 T 型钢构等）**，每块梁底座的工程量按下式计算：

$$\text{底座面积} = \text{构件下弧长} \times \text{底座实际修建宽度（平面底座的梁宽指预制梁的顶面宽度）}$$

4. 原材料的堆放要求：

(1) 凡用于工程的砂石料应按配料要求，不同粒径、不同品种分仓存放，不得混堆或交叉堆放，并设置明显标志。分料仓应采用墙隔开，采用石灰或水泥砂浆抹面，仓内地面设不小于的地面坡度，严禁积水。

(2) 应严格按照规定对现场**材料**进行标识，**标识内容**应包括**材料名称、产地、规格型号、生产日期、出产批号、进场日期、检验状态、进场数量、使用单位**等。

(3) 料仓的容量应满足最大单批次连续施工的需要，并留有一定的余地。

(4) 包括储料斗在内的所有地材存放场地必须**加设轻型钢结构顶棚**。

(5) **夏季施工时，应有水降温设备**。

用于路基土建工程的**混凝土拌和**和用原材料的堆放还应符合下列要求：

(1) 混凝土拌和采用强制式拌和机，配置 4 个或 8 个集料仓（两个四仓式）。

(2) **C35 以上混凝土用碎石应采用反击破设备生产的碎石。（强度高、内部微裂纹少）**

5. 波纹管、锚具、支座等其他材料应按相关要求建库保管和加工。

(四) **预制场标示标牌** **五牌一图**

1. 预制场内醒目位置应设置**工程公示牌、施工平面布置图、安全生产牌、消防保卫牌、管理人员名单及监督电话牌、文明施工牌**等明示标示。

2. **吊装作业区、安全通道**应设置**禁止标志**；预制场的制梁区、存梁区、构件加工区等各生产区域应设置明示标示。

3. 钢筋绑扎区在明显位置应设置标识牌。

4. **张拉台座两端**应设置**指令标志**，并设置**钢板防护**。

5. 正在使用的**机械设备**应在醒目位置悬挂**机械操作安全规定公示牌（即安全操作规程）**；**易发生机械伤害的场所、施工现场出入口**应设置**禁止和警示标志**。

二、小型构件预制场布设

(一) 设置原则

1. 根据项目的工程情况和地形特点，就近设置。
2. 每个路基土建合同段原则上只设置一座小型构件预制场。
3. 小型构件预制场选址与布置要经过多方案比选，功能区规划合理。
4. 路基排水工程的水沟盖板、防护工程的各型预制块、隧道路基边沟盖板及其他设计要求的小型预制构件**必须集中预制**。

(二) 一般要求

1. 施工单位签订合同后，**一个月内**明确小型构件预制场设置规模及位置，并编写**建设方案**，内容包括位置、占地面积、功能区划分、场内道路布置、排水设施布置、水电设施设置及施工设备的型号、数量等。
2. 建设方案经监理工程师和业主**审批同意后**建设。报监理工程师进行验收，**验收合格后**才能开始生产。
3. 小型构件预制场的生活区应同其他区隔离开，**场地进行硬化处理**。
4. 生产、生活营地的消防、安全设施应齐全到位，并做好临时雨水、污水排放以及垃圾处理，以防止污染环境。

(三) 场地建设

1. 一般路基土建标段**小型构件预制场的占地面积不小于 2000m²**。
2. 根据小型预制构件特点，预制场需分**生产区、养护区、成品区以及办公区**等。
3. 小型构件预制场布置要符合工厂化生产的要求，道路和排水畅通。小型构件预制场地硬化处理与大型构件预制场相同。
4. 生产区根据标段设计图纸确定的预制构件的种类设置生产线，**每条生产线必须设置振动台**。
5. 养护区采用**自动喷淋养护系统或人工喷淋结合土工布覆盖**对构件进行养护，确保构件处于湿润状态。**混凝土必须覆盖养护 7d 以上**。
6. 对于**预制块、片**（如防护衬砌肋、盖板等），**堆码不得超过两层**，对于**整体式预制件**（如**缝隙式水沟等**）**不得超过四层**。层间需用土工布进行隔离。预制件**养护期不得进行堆码存放**。

(四) 小型构件预制场标示标牌 和大型预制场地相同

背景资料：2010 二级建造师

某施工单位承接了农村公路的 5×16m 简支板桥施工项目，桥梁上部结构为先张法预应力空心板，下部结构为双柱式桥墩，基础为桩基础，桥面面层为 5cm 厚沥青混凝土，采用租赁摊铺机摊铺。

桥头附近为砂型黏土，地势平坦，施工单位拟在此布置预制梁场，所需普通工人主要在当地雇用。当桩基础施工完毕后按规定进行了完整性检测。 在施工中发生了如下事件：

事件(1)：施工单位购买了三套千斤顶，为使用方便，千斤顶、油表**随机组合**起来张拉预应力钢绞线。由于工期紧张，新设备购买后**立即投入使用**。

事件(2)：在桥面施工过程中，施工单位安装伸缩缝后**即**进行 5cm 厚沥青混凝土施工，要求摊铺机匀速行驶，技术员随时检查高程及摊铺厚度。

【问题】现场预制梁场布置一般应考虑哪些因素？

【正确答案】**场地面积、地质地形（承载力）、防排水、工程规模、工期、运输安装、安全环保、机械设备、用水用电（每个一分）。**

1B420163 掌握拌和站设置

一、水泥混凝土拌和站

(一) 布置原则 **水泥混凝土拌和站布置应遵循以下原则：**

1. **就近设置。**
2. **地质状况较好。**
3. **场地应选择交通便捷的地点。**
4. **环保因素。**
5. **依地势确定建站方案。**

(二) 场地建设

1. 水泥混凝土拌和站的占地面积在**平原微丘区建议不少于 10000m²**；
2. 拌和站应根据工程实际情况集中布置，**宜采用封闭式管理**，拌和站内**宜设置工地试验室**。
3. 对拌和场进行功能分区，规划为**生活区、拌和作业区、砂石材料存放区、钢筋加工及存放区**等。
4. 拌和站的所有场地必须进行混凝土硬化处理，建议使用**不小于 25cm 厚的片、碎石垫层，不小于 10cm 厚的 C15 混凝土进行混凝土硬化处理**；拌和站的**一般行车道路硬化建议使用不小于 20cm 厚的片、碎石垫层，不小于 25cm 厚的 C20 混凝土进行混凝土硬化处理**；大型作业区**重车行车道路硬化建议使用不小于 25cm 厚片、碎石垫层，不小于 20cm 厚的 C20 混凝土进行混凝土硬化处理**。
5. 拌和站**四周设置排水沟，并设置污水过滤池，严禁将生产和生活废水随意排放。**

(三) 库房建设

库房包括水泥、矿粉、外加剂库房。

1. 库房的面积可根据材料重量,按照 $1500\text{kg}/\text{m}^2$ 的承载力标准建设。

2. 施工单位原则上应使用散装水泥。

3. 不同品种、不同批次、不同生产日期的水泥、矿粉、外加剂应分区堆放,并根据不同的检验状态和结果采用统一的材料标识牌进行标识。

4. 使用散装水泥、矿粉的拌和厂,要设水泥、矿粉储存罐,根据用量选定储罐容量,配合电脑自动输出。

5. 库房内外加剂的存放高度不应超过2m,不同批次、不同品种、不同生产日期的外加剂应分开存放。

6. 库房原则上采用砖砌房屋,尽量靠近拌和机,地面采用 C15 混凝土进行硬化,然后利用方木或砖砌上搭木板,使外加剂储存离地 30cm。外加剂存放应离四周墙体 30cm 以上。

7. 库房内应建立详细的外加剂调拨台账。

(四) 原材料的堆放要求

1. 凡用于工程的砂石料应按配料要求,不同粒径、不同品种分仓存放,不得混堆或交叉堆放,并设置明显标志。

2. 3. 4. 5. 6. 同预制场设置

(五) 标示标牌

1. 拌和站内醒目位置应设置工程告示牌、拌和站平面布置图、安全生产牌、消防保卫牌、管理人员名单及监督电话牌、文明施工牌等明示标志。

2. 拌和站出入口、拌和楼控制室应设置禁止、警告、指令标志。

3. 拌和站配合比标识牌应包括以下内容:混凝土设计与施工配合比(含外加剂),粗细集料的实测含水率及各种材料的每盘使用量等。

4. 拌和站管理人员和作业人员应统一制服,挂牌上岗。

(六) 水泥混凝土拌和站的基本组成

混凝土搅拌站主要由物料贮存系统、物料称量系统、物料输送系统、搅拌主机和电气控制系统和其他附属设施构成。

(1) 物料贮存系统: 料斗

(2) 物料称量系统: 配料机砂石秤、水泥秤、水秤、外加剂秤,其中配料机砂石秤又分累计计量秤和单独计量秤,单独计量秤是几种砂石同时计量,又比累计计量秤节省计量时间,多用于大型搅拌楼。

(3) 物料输送系统: 传送带

(4) 搅拌主机:

(5) 电气控制系统: 操作台、室

(七) 文明施工:

1. 根据场地条件合理设置废水沉淀池和洗车池,布设排水系统,设置明显标示。

2. 地面应定期洒水,对粉尘源进行覆盖遮挡。

3. 每次混凝土拌和作业完成后,及时清洗机具,清理现场,做到场地整洁。

4. 临近居民区施工产生的噪声不应大于现行《建筑施工场界噪声限值》的规定。

5. 应根据需要设置机动车辆、设备冲洗设施、排水沟及沉淀池,施工污水处理达标后方可排入市政污水管网或河流。

6. 施工机械设备产生的废水、废油及生活污水不得直接排入河流、湖泊或其他水域中,也不得排入人饮用水附近的土地中。

7. 水泥、粉煤灰等材料进料时,要注意材料罐顶的密封性能。

8. 拌和楼按全封闭设置,减少或防止灰尘污染空气。

9. 水泥或粉煤灰罐必须安装避雷设施。

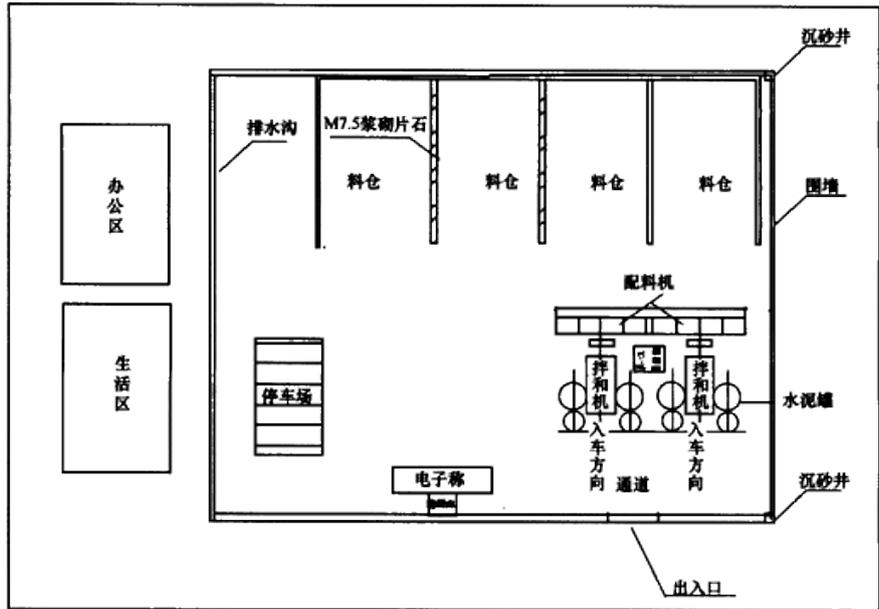


图 1B420163-1 某水泥混凝土拌和站平面布置示意图

二、沥青混凝土拌和站

(一) 场地选址

沥青拌和设备因其自身特点，场地的选址应从**经济、便利、安全生产及环保**等方面统筹考虑。

1. 场地应选择**地势稍高，周围环境干燥**的地点。
2. **地质状况**。拌和站为大型机械设备，自重和材料的质量较大，设备各机构如给料机、干燥筒、拌和楼工作中都处在**振动状态**，故地质**要求坚硬，能有效防止地面沉降**。
3. 场地应选择**交通便捷**的地点。
4. **沥青混凝土的运距**。
5. **环保因素**。
6. **依地势确定建站方案**。

(二) 场地建设

1. 沥青混凝土拌和站的占地面积在**平原微丘区建议不少于 35000m²**。
2. 拌和站应根据工程实际情况集中布置，宜采用封闭式管理，拌和站内宜设置工地试验室。
3. 拌和站应设置**材料堆放区、拌和区、作业区**，各应分开或隔离。
4. 拌和站的所有场地必须进行混凝土硬化处理，与水泥混凝土拌和站硬化处理方法相同。
5. 在场地外侧合适的位置**设置沉砂井及污水过滤池，严禁将站内生产废水直接排放**。某沥青混凝土拌和站平面布置示意图如图 1B420163—2 所示。

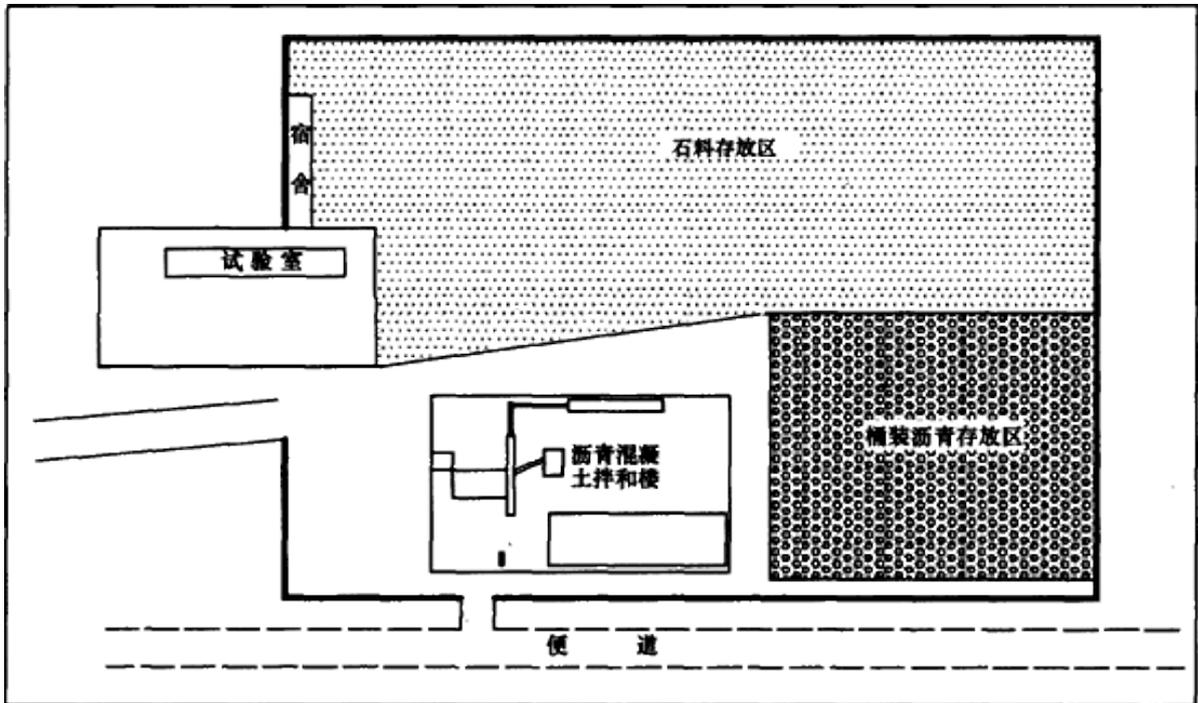


图 1B420163-2 某沥青混凝土拌和站平面布置示意图

(一) 原材料的堆放要求

1. 2. 3. 同水泥搅拌站
4. 包括**储料斗在内的所有地材**存放场地必须加设**轻型钢结构顶棚**。沥青结构层所用**粗集料**宜搭设**遮雨棚**，路面用**细集料**必须搭设**钢结构遮雨棚**。

(四) 拌和站的标示标牌

同水泥搅拌站

(五) 沥青拌和站构成

沥青拌和站主要由**冷骨料供给系统、烘干加热系统、热骨料提升机、骨料筛分及储料计量装置、石粉供给及计量装置、沥青供给系统、搅拌器、成品料存储仓、除尘设备以及控制系统**等组成。

沥青拌和站的**配套设备**应根据**拌和机的生产能力**来配置，具体配套应包括**油罐、导热油炉、电子衡、配电房、装载机以及试验、化验仪器**等。

1B420164 掌握便道、便桥及临时码头建设

一、施工便道

修建便道主要有两个目的：一是专供汽车运输建筑材料用的便道；二是专供大型机械设备进退场的便道。

(一) 设置原则

1. 便道宜利用永久性道路和桥梁。桥梁施工便道宜建在永久用地范围内。施工主干线尽可能地靠近管段各主要工点，引入线以直达用料地点为原则；应考虑与相邻标段便道的衔接。
2. 应尽量避免与既有铁路线、公路平面交叉。便道干线不宜占用路基。
3. 常年使用的便道，为保证晴雨天畅通，应设路面；

(二) 技术要求

1. 便道分双车道和单车道两种标准。双车道路基宽度不小于 7m，路面宽度不小于 6m；单车道路基宽度不小于 4.5m，路面宽度不小于 3.5m，曲线或地形复杂地段应根据地形条件和视距要求适当加宽，不大于 400m 设置 1 处错车道。错车道路基宽度不小于 6.5m，路面宽度不小于 5m，长度不小于 20m。
2. 便道土质路基地段基层为不小于 20cm 厚的片（碎）石垫层，其面层可为泥结碎石面层。挖方石质地段路基表面用泥结碎石找平。在软土或水田地帶，基底抛填片石或用三七灰土换填处理。
3. 各场（站、区）、重点工程施工等大型作业区，进出场的便道 200m 范围应进行硬化，标准为不小于 20cm 厚度的 C20 混凝土，并设置碎石或灰土垫层，基础碾压密实。
4. 便道应设排水沟。
5. 便道路面应保持直顺、无坑洼、不积水。
6. 便道经过水沟地段，要埋置涵洞或设置过水路面，做到排水畅通。

(三) 便道维护

1. 项目部要配备洒水车以用于晴天洒水，做到雨天不泥泞、晴天少粉尘。
2. 施工现场的道路应保证畅通，并与现场的存放场、仓库、施工设备等位置相协调。

(四) 标示标牌

1. 施工便道、便桥应设置必要的标志标牌。便道路口设限速标志，施工便道与建筑物、城市道路等转角、视线不良地段应设置明示标志，跨越（临近）道路施工应设置警告标志。
2. 施工现场（站）区、办公区、生活区等拐弯处应设置拐弯指向标志，并设置防撞墩、防撞柱等防护措施。

(五) 文明施工

二、施工便桥

便桥的类型有墩架式梁桥、装配式公路钢桥（俗称贝雷桥）、浮桥和索桥。

便桥的适用条件：当河窄、水浅时可选用墩架梁桥；当河宽且具备贝雷桁架部件时，可选用贝雷桥；由于任务紧急，临时桥梁的修建不能短期完成时，或河水很深，河床泥土松软，桩基承载力不够且施工困难时，或河流通航，墩架梁桥净宽、净高不能满足要求时，可以考虑建造部分桥段易于拆散、组建的浮桥；当遇深山峡谷时，可选用索桥。

便桥设计要求：

- (1) 一般按照公路 II 级进行设计，同时应满足排洪要求。
- (2) 汽车便桥桥面宽度不小于 4.5m。
- (3) 桥面高度不低于近年最高洪水位。

(一) 墩架式梁桥

1. 墩架式梁桥结构

临时墩架梁桥由基础、墩台、梁部结构和桥面组成。基础常采用混凝土和桩基，桥墩多为排架墩，排架常采用贝雷，万能杆件或钢管组成；

2. 墩架式梁桥基础

墩架式梁桥基础常采用混凝土基础和钢桩基础。

- (1) 混凝土基础。适用于砂石河床的浅滩处，埋置深度需考虑一般冲刷。
- (2) 钢桩基础，钢桩可以是型钢、型钢组合、钢管桩。利用打入钢桩做基础和墩身，常采用履带吊机和浮吊打设钢桩。

3. 墩架式梁桥墩台

常采用的墩台类型是：贝雷桁架墩、万能杆件墩和钢管桩桥墩，岸边桥台一般采用混凝土桥台。

- (1) 贝雷桁架桥墩。如桥墩高度为 3m，可用两层贝雷桁架叠置以弦杆螺栓连接组成；如桥墩高为 6m，可用双排双层 6 片贝雷桁架以销子、弦杆螺栓和支撑架联结竖立组成；其桥墩宽约为 0.5m，墩长约 4.5m。墩基可用混凝土基础。

(2) 万能杆件桥墩。由 3 个 2m×2m 的塔架杆连接而组成平面尺寸为 2m×6m 的墩架。墩架的基础可用混凝土基础，在混凝土基础顶面应预埋墩架的连接件。

(3) 钢桩桥墩。由打入的钢桩基础延伸形成墩身，钢桩间用剪刀撑和水平撑连接，钢桩顶面加支撑横梁构成。

4. 梁部结构和桥面

在墩台上设置纵梁，再在纵梁上设置横梁。纵梁和横梁一般采用原木或型钢，安装方法可采用悬臂法和机械设备吊装。

(二) 贝雷桥

贝雷桥是两片主桁架之间通过横梁联系，在横梁上面配置纵梁和桥板，并由撑杆及系材使其固定，而架成桥梁。

1. 贝雷桥结构：由高强度钢材制成轻便的标准化桁架单元构件及横梁、纵梁、桥面板、桥座及连接件等组成。

2. 贝雷桥基础：常采用混凝土基础和钢管桩基础。

3. 贝雷桥的墩台：贝雷桥墩台的类型和施工方法与墩架式梁桥的墩台相同。

4. **贝雷桥架设方法：常采用的架设方法是悬臂推出法、履带吊机架设法和浮运架设法**

(1) 悬臂推出法就是在河流两岸安置滚轴，桥梁的大部分部件在推出岸的滚轴上安装好，然后用人力或用机械牵引，将桥梁徐徐向前推出，直达对岸。

桥梁推出时的倾覆稳定系数不小于 1.2，以防止桥梁尚未推达对岸滚轴之前发生倾倒。

(2) 履带吊机架设法。在河床地质适合打设钢桩基础的条件下，可采用履带吊机架设法，架设方法和步骤如下：

(3) 浮运架设法。在河水较深，水流平缓，并有足够吨位的船只时，可以采用浮运架设法。此法又可分浮运搁置与支点浮渡两种方法。

(三) 浮桥

浮桥由桥梁上部构造和浮船组成。

1. 浮桥的构造

通行汽车的公路浮桥一般由浮桥进出口、浮墩和上部构造组成。

(1) 浮桥进出口。

(2) 浮墩。

(3) 上部构造。**公路浮桥一般采用 3 种上部构造桁梁体系：分离式、连续式、悬臂铰式。**

浮桥按其结构体系分为静定式和超静定式两种。

2. 浮桥的架设

浮桥架设方法有多种，最常用的是先在岸边结合好门桥，再将门桥依次引入桥轴线，再把门桥彼此连接起来，下面以舟桥的架设来说明架设的工序和方法。

(3) **浮游部分的架设方法有门桥架设法、旋转架设法和混合架设法。**

旋转架设法适用于河面不宽（150m 以内）、流速小于 1m/s 且河中无浅滩、暗礁的江河上。混合架设法适用于河面宽、岸边流速小的江河上。

3. 浮桥的固定

对浮桥进行纵向和横向固定。纵向固定：必要时，可设岸边控制钢丝绳。横向固定：可采用投锚、张索、锚定门桥（舟）等方法，也可将三种方法混合使用。

(四) 索桥

1. 临时索桥的类型和结构

公路上常用的有三种类型：I 型、II 型和 III 型索桥。

根据部位作用不同，**临时索桥共由五部分组成：锚碇、桥台、连接调整构件、承重结构、桥面系。**

2. 临时索桥的主要施工方法

主要工序包括桥台和地锚坑开挖、锚碇施工、主索安装和张拉、桥面安装。

三、临时码头

临时码头是当建设工程处在通航地区时设置。**公路临时码头常采用重力式码头和高桩码头**，主要根据使用要求、自然条件和施工条件综合考虑确定。

重力式码头：由胸墙、墙身、抛石基床、墙后回填体等组成，靠建筑物自重和结构范围内的填料重量和地基强度保持稳定性。按其墙身结构，有整体砌筑式、方块砌筑式、沉箱式和扶壁式等。

一般适用于地基条件好，当地有大量砂石料可供利用的地区。

高桩码头：主要由基桩和桩台两部分组成。根据结构特征，高桩码头分为**透空式**和**挡土式**两大类。码头基本上仍属透空式结构。

基桩采用钢筋混凝土桩或钢管桩，**工程上广泛采用预应力钢筋混凝土桩。**

桩台结构有梁板式、无梁大板式、框架式、承台式等。**公路工程中临时码头常采用梁板式、无梁大板式和框架式桩台。**梁板式桩台适用于水位差较小地区；无梁大板式桩台承受水平力的能力较差，适用于承受垂直力为主、水位差较小的中小型码头；框架式桩台由框架、纵梁和面板组成，其优点是结构刚度大，承受水平力的能力强，并便于设置多层系船平台，适用于水位差较大，作用于码头上的水平力也较大的情况。

1B420170 公路工程施工现场劳动力管理

1B420171 掌握劳动力组合

一、劳动力组合管理

(一) 在工程项目施工中最重要资源是劳动力。劳动力的组织管理涉及施工人员的技能、知识等的合理搭配。

(二) 工程项目组织机构的设置原则

1. 任务目标原则

2. 管理跨度原则

一般认为，**基层领导管理跨度以 12 人为宜。**

3. 统一指挥原则

职能管理部门一般只能作为同级直线指挥系统的参谋，但无权对下属直线领导者下达命令和指挥。

4. 分工协作原则

就是要做到分工合理，协作明确。

5. 精干高效原则

就是用尽可能少的人力去完成工作。

6. 责权利相对应原则

这个原则要求职务要实在、责任要明确、权利要恰当、利益要合理。

(三) 项目组织形式

工程项目的组织形式主要有：直线式、职能式、矩阵式等。

1. 直线制

项目经理直接进行单线垂直领导。主要优点是结构简单，权力集中，易于统一指挥，隶属关系明确，职责分明，决策迅速。但由于不设职能部门，领导没有参谋和助手，要求领导者通晓各种业务，成为“全能式”人才。无法实现管理工作专业化，不利于项目管理水平的提高。适用于较小的工程。

2. 职能制

职能制组织机构是在各管理层次之间设置职能部门，各职能部门分别从职能角度对下级执行者进行业务管理。在职能制组织机构中，各级领导不直接指挥下级，而是指挥职能部门。各职能部门可以在上级领导的授权范围内，就其所辖业务范围向下级执行者发布命令和指示。

职能制组织机构的主要优点是强调管理业务的专门化，注意发挥各类专家在项目管理中的作用。由于管理人员工作单一，易于提高工作质量，同时可以减轻领导者的负担。但是，由于这种机构没有处理好管理层次和管理部门的关系，形成多头领导，使下级执行者接受多方指令，容易造成职责不清。

3. 矩阵制

这种组织机构以工程项目为对象设置，各项目管理机构内的管理人员从各职能部门临时抽调，归项目经理统一管理，待工程完工交付后又回到原职能部门或到另外工程项目的组织机构中工作。

矩阵制组织机构的优点是能根据工程任务的实际情况灵活地组建与之相适应的管理机构，具有较大的机动性和灵活性。它实现了集权与分权的最优结合，有利于调动各类人员的工作积极性，使工程项目管理工作顺利地进行。适用于大型工程。

二、施工人员管理

(一) 施工人员的构成

由生产工人，专业技术人员和管理人员组成，管理和技术人员构成项目部的主体。

(二) 施工人员的管理

1. 施工人员管理原则：标准先进合理，有利于促进生产和提高工作效率，正确处理各类人员的比例关系。

2. 施工人员管理方法：按劳动效率确定、按设备确定、按岗位确定、按比例确定；根据生产工人的比例，确定服务人员和辅助生产人员的数量；按组织机构的职责、范围和业务分工确定。

3. 施工人员管理要素：劳动组织、劳动纪律、劳动保护、培训和考核与激励。

三、公路工程主要施工工序的劳动力组合

1. 劳动力需求计划的内容要包括：作业任务，应提供的劳动人数，进度要求及进场、退场时间，双方的管理职责及结算方式，奖励与处罚条款。

2. 投入施工现场的劳动力由技术人员、技术工人、机械工人和普通工人组成。技术工人主要有测量工、实验工、机修工、钢筋工、木工、混凝土工及张拉工等，除测量工和实验工在所有的工程中必须配置及随机械配置机械工外，所有工程的劳动力组合由工程的性质、工期决定。

(1) 材料的装卸与运输：参加该工种的人员有卡车司机、装卸工、机械操作手。

(2) 土石方开挖：在机械化土石方开挖时，需挖掘机操作人员、卡车司机、工长、爆破工和普工。

(3) 公路路面施工：无论是沥青或水泥混凝土公路路面施工，需调配的人员包括拌和设备操作人员、装载机操作人员、运输车辆司机、摊铺机操作人员、压路机操作人员、边缘修饰人员、普工、交通管理人员、指挥人员。

(4) 结构施工：在结构工程施工中，为使各工种互相搭配合理，均衡施工，采用混合队形式。

1) 钻孔灌注桩成孔施工需配备钻孔机操作人员、普工和工长；

2) 混凝土施工需要模板工人、混凝土工，混凝土工一般按浇注、摊铺、振捣和修饰几个工序安排工人；

3) 钢筋施工需要钢筋工和电焊工，钢筋施工的生产率将由钢筋的规格、形状、间距和结构的复杂程度决定。

例题：公路工程中，配备最普遍的技术工人是测量工和（ ）。(07 考点)

A、钢筋工 B、木工 C、实验工 D、混凝土工 【正确答案】C

1B420172 了解施工现场劳动力的管理

一、现场劳动力管理的组织机构

1. 用人单位应建立劳务用工管理组织机构，并对其执行落实情况进行直接监督。

2. 用工单位法定代表人是劳务用工管理工作的第一责任人。

3. 项目经理是劳务用工管理的直接责任人，负责贯彻执行企业劳务用工管理的规定，亲自组织解决本项目的用工纠纷和劳动争议。

二、施工现场劳动力管理的主要规定

1. 执行劳动合同制度。

2. 建立工资支付保障制度。

3. 建立农民工社会保障制度。为从事高风险作业的职工办理意外伤害保险。

4. 执行劳动安全卫生制度。

5. 加强农民工职业技能培训。

6. 实行农民工实名制管理。

三、公路工程施工特种作业人员管理

1. 公路工程施工特种作业人员是指在公路工程施工活动中，从事可能对本人、他人及周围设备设施的安全造成重大危害作业的人员。

2. 建筑施工特种作业包括:

- (1) 电工;
- (2) 架子工;
- (3) 焊接与热切割作业;
- (4) 起重信号司索工;
- (5) 起重机械司机;
- (6) 起重机械安装拆卸工;
- (7) 高处作业;
- (8) 经省级以上人民政府建设主管部门认定的其他特种作业。

3. 建筑施工特种作业人员必须经政府有关主管部门考核合格,取得建筑施工特种作业人员操作资格证书,方可上岗从事相应作业。

4. 申请从事建筑施工特种作业的人员,应当具备下列基本条件:

- (1) 年满 18 周岁且符合相关工种规定的年龄要求;
- (2) 经医院体检合格且无妨碍从事相应特种作业的疾病和生理缺陷;
- (3) 初中及以上学历;
- (4) 符合相应特种作业需要的其他条件。

5. 从业要求:

- (1) 持有资格证书的人员,应当受聘于企业,方可从事相应的特种作业。
- (2) 用人单位对于首次取得资格证书的人员,应当在其正式上岗前安排不少于 3 个月的实习操作。
- (4) 公路工程施工特种作业人员应当参加年度安全教育培训或者继续教育,每年不得少于 24h。

7. 延期复核:资格证书有效期为两年,有效期满需要延期的,公路工程施工特种作业人员应当于期满前 3 个月内向原考核发证机关申请办理延期复核手续。延期复核合格的,资格证书有效期延期 2 年。公路工程施工特种作业人员在资格证书有效期内,有下列情形之一的,延期复核结果为不合格:

- (1) 超过相关工种规定年龄要求的;
- (2) 身体健康状况不再适应相应特种作业岗位的;
- (3) 对生产安全事故负有责任的;
- (4) 2 年内违章操作记录达 3 次(含 3 次)以上的;
- (5) 未按规定参加年度安全教育培训或者继续教育的;
- (6) 考核发证机关规定的其他情形。

1B420180 公路工程施工现场材料计划管理与成本控制

1B420181 掌握材料计划的管理

一、材料计划管理

二、材料计划管理的内容

(一) 材料需用量计划是材料供应计划、材料采购计划的基础。

(二) 材料供应计划按保证时间分为年度、季度和月度供应计划。

$\text{物资供应量} = \text{需要量} - \text{库存量} + \text{储备量}$ 。

(三) 材料采购计划 是保证材料供应的主要措施。

(四) 材料用款计划 材料用款计划是为尽可能地少的占用资金、合理使用有限的备料资金,而制定的材料用款计划,资金是材料物资供应的保证。

(五) 材料计划的调整

(六) 编制材料计划的原则和要求

1. 依据施工生产的实际情况认真严肃地编制,做到经济合理,切实可行。
2. 坚持勤俭节约和先利用库存,后订货、采购的原则。
3. 各部门对计划严格审核。

(七) 材料计划的及时性 降低进料成本的先决条件。

(八) 材料计划的执行与检查

1B420182 掌握材料核算及成本控制

一、量差考核

(一) 物耗量差考核形式

物耗量差的考核归并为两种形式:一是项目或企业内部实行施工各环节、各层次的物耗量差考核,主要用以考核具体工程部位的施工班组等;二是项目或企业总的物耗量差考核,即施工图预算材料总量与实耗总量比较,用来考核企业单位或项目工程项目物耗总量节超水平,考核结果受下列因素的影响:

1. 预算材料数量的影响:

2. 实际消耗材料数量方面影响:钢材的理论质量和实际质量的偏差、水泥的功能替代、工程返工。

3. 限额领料及量差核算。限额领料是对实际消耗材料数量的控制和考核,是考核量差节超的基本制度。其考核的对象是施工班组,即用料部门,奖罚的对象也同样应是施工班组。

4. 执行限额领料物资部门责任制，一是材料部门按限额领料单控制发料；二是凭限额领料单核算节超。限额领料是执行的施工定额或试验配合比，实际上能节约的地方就是“场内运输和操作损耗”。由施工员（工长）或预算工程师根据工作任务单，计算限额用料数量，签发限额领料单。

5. 班组领料人根据限额领料单所列数量，按照工程进度需要分次或一次将所需要材料领出。

6. 限额领料单的核算，物耗量差节超考核是物资在生产过程的节约降耗，并不包括材料流通过程的节约降耗，因为预算材料数量内不包含材料流通过程的损耗数量，即不包含材料的场外运输损耗和仓储保管损耗。量差控制的中心问题是：如何让用料的人关心用料成本（用料数量）。

（二）量差核算公式 预算数量或定额数量-实际数量 结果 正数为节支，负数为超支

1. 限额领料单的核算计算公式为：

本期量差节超=本期完成工程应耗（定额）材料数量-本期实耗材料数量

2. 优化试验配合比的核算，计算公式为：

节超量=施工图预算材料数量-试验配合比用材料数量

3. 总量差核算，计算公式为：

节超量=施工图预算材料数量-实耗材料数量

二、价差考核

（一）价差考核的目的和对象

1. 价差是以通过发料计量后的实际耗用数量为基数，计算其耗用材料的实际价格与预算价格之间的差额。

2. 价差是材料使用全过程经济效益的体现，价差考核的对象是材料使用过程中的各个环节，而材料管理部门在整个材料的使用过程中负主要责任。

（二）控制供料成本的措施

1. 购入原价的核算：

2. 运杂费的核算：

3. 场外运输损耗的核算：根据概预算编制办法，部分地材和水泥、沥青等有场外运输定额损耗。

4. 采购及保管费的核算：材料的采购及保管费包括采购费、仓管费、仓储损耗和物资人员的开支四个部分。

三、材料统计

1. 材料统计分析是材料统计工作的最后阶段，也是材料统计工作过程中的重要组成部分。

2. 材料统计分析是运用统计分析的原则和方法，以统计资料为依据，从量和价的分析入手，通过控制“物耗”和控制“物价”来实现控制材料费成本。

例题. 材料核算主要有量差考核价差考核两方面，下列做法没有体现量差控制的是（ ）。2010

A. 限额领料 B. 控制场内运输和操作损耗 C. 优化试验配合比 D. 控制场外运输损耗 答案 D

（二）背景资料（06 考点）

某公路工程所需的主要建材有路基土方填料、砂石材料、水泥、沥青材料、沥青混合料和钢材等。所有材料均由项目部自己采购和组织运输。项目部材料采购部门拟按工程量清单→材料供应计划→材料用量计划→材料用款计划→材料采购计划的顺序进行材料计划管理。

该项目在施工过程中，项目部有关部门通过资料分析，发现混凝土工程的实际成本比计划成本增加较多，主要原因是砂、碎石材料成本的增加。但有关资料表明，砂、碎石的购入原价与施工预算时的价格一致。

问题

1. 背景中的材料计划管理程序是否合理？说明理由。

2. 从“价差”方面分析材料成本增加的可能原因，并提出通过物耗管理控制成本的方法。

【正确答案】

1. （本小题共 3 分） 不合理（1 分）。应按工程量清单→材料需用量计划→材料供应计划→材料采购计划→材料用款计划。（2 分）

2. （本小题共 6 分） 因为材料原价未变，所以从“价差”分析，材料成本增加可能是因为运杂费（1 分）、场外运输损耗率（1 分）、采购及保管费（1 分）的增加而引起。

物耗管理的办法有：

（1）量差控制。（或节约降耗、控制物耗）（1 分）

（2）量差考核。（1 分）

（3）推行限额领料制度。（1 分）

1B420190 施工机械设备的使用管理

1B420191 熟悉施工机械设备的生产能力及适用条件

一、土方机械

(一) 推土机 推土机装有推土铲刀，主要对土石方或散状物料进行切削或短距离搬运。推土机的生产能力主要根据**发动机功率**确定，分中型(59至103kw)、大型(118至235kw)和特大型(235kw以上)三种。推土机一般**适用于季节性较强、工程量集中、施工条件较差的施工环境**，主要用于50~100m短距离作业。

(二) 铲运机 铲运机是以带铲刀的铲斗为工作部件的铲土移动运输机械，其铲斗在前后行驶装置之间，其工作方式为**循环作业式**，由**铲土、运土和回驶三部分**组成。主要根据**铲斗容积**确定其生产能力，分小型(小于5m³)、中型(5至15m³)、大型(15至30m³)和特大型(30m³以上)四种。铲运机**主要用于中距离的大规模土方转运工程**。铲运机广泛用于公路与铁路建设，铲运机应在**I、II级土中施工**，如遇III、IV级土应预先疏松。

(三) 装载机 装载机是以带铲斗为工作部件的装载移动机械，它主要用来**铲、装、卸、运散装物料**，也可对岩石、硬土进行轻度铲掘作业，短距离转运工作，在较长距离的物料转运工作中，它往往与运输车辆配合，以提高工作效率。装载机生产能力主要根据其**发动机功率**确定，分小于74kw、74至147kw、147至515kw、大于515kw四种。

(四) 挖掘机 挖掘机**主要用于土石方的挖掘装载**，包括单斗挖掘机和多斗(轮斗式)挖掘机。单斗挖掘机又可再细分为**正铲挖掘机、反铲(钩机)挖掘机、抓铲(抓斗)挖掘机和捞铲(拉斗)挖掘机**四种，各种挖掘机械都安装有挖斗。挖掘机械的生产能力主要按**斗容量**确定，一般在2m³以下。



(五) 平地机 平地机是一种**铲土、运土、卸土同时进行的连续作业机械**。平地机的生产能力按**刮刀长度和发动机功率**确定，分轻型(刮刀长度小于3m，发动机功率44至66kw)、中型(刮刀长度3至3.7m，发动机功率66至110kw)、重型(刮刀长度3.7至4.2m，发动机功率110至220kw)三种。平地机**主要用于路基、砂砾、路面的切削、刮送和整平**，及土方工程中**场地整形和平地作业**，还可用于从两侧取土填筑不高于1m的路堤、修整路基的横断面，修刮路堤和路堑的边坡、开挖边沟和路槽等。

二、石方机械

(一) 凿岩机械 有凿岩机和钻孔机。主要用于石方工程。**凿岩机是石质隧道和石料开采等石方工程钻炮眼的主要工具**，还可以用来改作破坏器，用于破碎原有混凝土之类的坚硬层。公路机械化施工中，**气动凿岩机和空气压缩机为必配的设备，是石方工程施工的关键设备**，主要用在硬岩上钻凿炮孔。凿岩机械及风动工具按**钻孔直径和速度确定其生产能力**。

(二) 破碎及筛分机械

1. 破碎机械 **破碎机械按结构特征可分为：颚式破碎机、锤式破碎机、反击式破碎机和辊式破碎机**。颚式破碎机可用于粗碎和中碎；锥式破碎机可用于中碎和细碎；**锤式破碎机**是利用破碎锤来破碎石块的，由于其生产率不高，且石料成品规格大小不一且含有很多的石屑和石粉等废品，故**多用于养路工作的备料**；滚筒式破碎机一般用于配合颚式破碎机作次碎工作。**反击式生产的碎石强度较高**。

破碎机的生产能力按**每小时产量**来确定，根据工程量来配置。

2. 砂石料的筛分设备 砂石料的筛分设备有**干式和湿式两种**

三、压实机械

(一) 压实机械分类和生产能力

按压实作用原理分为**静作用碾压机、振动碾压机和夯实机械**三种类型。

1. **静作用碾压机**包括各种型号的**光轮压路机、轮胎压路机(简称轮胎碾)、羊脚压路机(简称羊脚碾)、凸块压路机(简称凸块碾)**及各种拖式压滚等。

压实机械按**工作质量和振动冲击质量**来确定压路机的生产能力。

2. **振动式碾压机**(简称振动碾)包括各种**拖式和自行振动式**。双钢轮振动压路机有轻型(2-4t)、中型(5-8t)、重型(10-14t)三类

3. **夯实机械**：主要用于夯实土壤，夯实机械又分为**冲击夯实和振动夯实**两类。

(1) 冲击式打夯机可以夯实厚度达1~1.5m或更厚的土壤； (2) 振动打夯机。

(二) 压实机械的适用范围

1. 光轮振动压路机最适用于压实非黏土壤、碎石、沥青混凝土及沥青混凝土铺层。
2. 羊脚或凸块式振动压路机既可压实非黏土，又可压实含水量不大的黏性和细粒砂砾石混合料。
3. YZ（单钢轮）系列振动压路机主要用于各种材料的基础层、次基础层及填方的压实作业。
4. YZC（双钢轮）系列振动压路机主要用于高等级公路、机场、停车场及工业性场院等工程施工中的沥青混凝土、水泥混凝土等面层的压实，也适用于大型基础、次基础及路堤填方的压实。
5. XP（轮胎）系列压路机主要适用于各种材料的基础层、次基础层、填方及沥青面层的压实作业。
6. 3Y、2Y（静碾）钢轮系列压路机主要适用于各种材料的基础层及面层的压实作业。

四、路面机械

(一) 沥青混凝土搅拌设备（2009、2007 案例）

1. 沥青混凝土搅拌设备分类。分强制间歇式和连续滚筒式，按我国目前规范要求，高等级公路建设应使用间歇强制式搅拌设备，连续滚筒式搅拌设备用于普通公路建设。

2. 沥青混合料拌和设备的生产能力。生产能力按每小时拌和成品料的数量确定。沥青混合料拌和设备的生产率是按每小时拌制混合料的吨数计算。主要有小型(40t/h 以下)、中型(40~350t/h)和大型(400t/h 以上)三种。间歇式搅拌设备的生产能力最高达 700t/h，连续滚筒式搅拌设备的生产能力最高达 1200t/h。

(1) 间歇式设备生产率计算公式：

$$Q_j = nG_j K_B \div 1000 \quad (\text{单位: t/h})$$

式中 G_j ——每拌制一份料的重量，kg；

K_B ——时间利用系数， $K_B=0.8\sim 0.9$

n ——每小时拌制的份数； $n=60\div(t_1+t_2+t_3)$

式中 t_1 ——搅拌机加料时间，min； t_2 ——混合料搅拌时间，min； t_3 ——成品料卸料时间，min。

(2) 连续式设备生产率计算公式：

$$Q_L = 60G_L K_B \div 1000 \quad (\text{单位: t/h})$$

式中 G_L ——搅拌器内的料重，kg；

t ——拌和时间（混合料在搅拌器内的停留时间），min。

(二) 沥青混凝土摊铺机

沥青混凝土摊铺机按行走方式可分为自行式和拖式两种，自行式摊铺机又可分为履带式、轮胎式及复合式三种。

1. 沥青混合料摊铺机的生产能力：沥青混合料摊铺机的生产能力是以其最大摊铺宽度确定，一般按摊铺宽度分为小型(3.6m)，中型(4~6m)，大型(6~10m)和超大型(10~12m)四类。

生产能力计算：沥青混合料摊铺机的生产率以每小时的吨数来计算：

$$Q = hB v_0 \rho K_B \quad (\text{单位 t/h})$$

式中 h ——铺层厚，m； B ——摊铺带宽，m； v_0 ——摊铺工作速度，m/h；

ρ ——沥青混合料密度， t/m^3 ； K_B ——时间利用率(0.75~0.95)。

2. 适用范围：最大摊铺宽度小于 3600mm 的摊铺机主要用于路面养护和城市道路路面修筑工程；最大摊铺宽度在 4000~6000mm 的摊铺机主要用于一般公路路面的修筑和养护；大型：最大摊铺宽度在 7000~9000mm 的摊铺机主要用于高等级公路路面工程；摊铺宽度大于 9000mm 的摊铺机，主要用于业主要求的高速公路路面施工。

(四) 背景材料（07 考点）

某施工企业承包了一段 36.8km 的四车道高速公路沥青混凝土路面工程，路面单幅 11.25m。路面结构型式为：基层为两层 18cm 的石灰粉煤灰稳定碎石；底基层为一层 18cm 的石灰粉煤灰稳定碎石；沥青混凝土面层为 7cm 的下面层，6cm 的中面层和 5cm 的 SMA 表面层；桥(1.2km)上只铺 5cm 的 SMA 表面层，隧道(0.6km)内为水泥混凝土路面。

【问题】由于路基交工推迟，给沥青混凝土路面施工的时间仅有 140d，请通过计算（要求列出计算出计算过程，从生产能力为 160t/h、240t/h 和 320t/h 的沥青搅拌站中选择出满足工期要求的合理设备。（已知：沥青混凝土的容重取为 $2.4t/m^3$ ，搅拌站每天有效工作间按 8 小时计算。）

【正确答案】

(1) 计算沥青混凝土总量：

$$Q = (35000 \times 0.18 + 1200 \times 0.05) \times 11.25 \times 2.4 = 343440 \quad (\text{t}) \quad (4 \text{分})$$

(2) 计算选择沥青搅拌站类型

$$343440 \div 140 \div 8 = 306 \text{ t/h.}$$

因 320t/h > 306t/h.

所以选择 320 t/h 的沥青混凝土搅拌站 (4 分)

手写板图示 2110-01

$$\text{总量} = (1200 \times 0.05 + 3500 \times 0.18)$$

$$\times 11.25 \times 2.4 = 343440 \text{ (t)} \quad (4)$$

$$343440 \div 140 \div 8 = 306 \text{ T}$$

$$\text{送 320T /小时 设备 (4)}$$

(三) 水泥混凝土搅拌设备

水泥混凝土拌合设备分为水泥混凝土搅拌机和水泥混凝土搅拌站(楼)两大类。混凝土搅拌机按其结构型式可分为鼓筒式、双锥反转出料式和强制式三种。水泥混凝土搅拌设备又分为自落式和强制式,强制式搅拌设备可拌制低塑性混凝土,适用于水泥混凝土路面工程等。

1. 生产能力: 其生产能力按小时成品量和自动化程度分小型(30m³/h以下)、中型(60~100m³/h)和大型(100~200m³/h)三种。

(四) 水泥混凝土摊铺机 分为轨道式和滑模式。

(五) 石屑撒布机、粉料撒布机

1. 石屑撒布机分为拖式、悬挂式和自行式。由斗容积确定一次性生产能力,适用于层铺法铺筑沥青路面。

2. 粉料撒布机由设备装载质量决定生产能力,一般多为5~6t,撒布宽度小于3m,撒布厚度在80mm以下。适用于道路稳定土路拌施工中撒布粉料。

(六) 稳定土厂拌设备、稳定土拌和机

(七) 沥青场(站)设备、工程运输车辆

1. 沥青场(站)设备主要有沥青储存设备、沥青加热设备和沥青的脱桶装置

2. 工程运输车辆是运送工程材料的运输车辆。

(2) 倾翻式运输车(翻斗车): 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 $G(t)$ 及运输时间等因素而定,可按下式计算:

$$n = a \times (t_1 + t_2 + t_3) \div T$$

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, $T = 60G_0 \div G$ (min);

a -储备系数,视交通情况而定,一般取储备系数 $a = 1.1 \sim 1.2$ 。

(3) 粉料运输车:

(4) 沥青运输车:

(5) 洒水车 and 沥青洒布车:

五、桥梁基础施工机械

(一) 钻孔设备

1. 全套管钻机: 主要用于大型桥梁钻孔桩的钻孔施工。

2. 旋转钻机: 旋转钻机适用于各种各样的地质条件下的施工,成为在大直径钻孔施工中使用最广泛的设备。旋转钻机按其钻孔装置可分为有钻杆机和无钻杆机(潜水钻机);按排渣方式可分为正循环钻机和反循环钻机。

3. 螺旋钻机、冲击钻机、回转斗钻机:

(1) 螺旋钻机: 用于灌注桩、深层搅拌桩、混凝土预制桩钻打结合法等工艺,适用土质的地质条件;

(2) 冲击钻机: 用于灌注桩钻孔施工,尤其在卵石、漂石地质条件下具有明显的优点;

(3) 回转斗钻机: 适用于除岩层外的各种土质地质条件。

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,尤其在市政桥梁及场地受限的工程中使用。

(二) 桩工机械

分为冲击式打桩机械和振动打桩机械两大类。生产能力有桩锤重量、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。专用液压千斤顶多为双作用式,常用的有离心式和锥锚式两种。

(二) 架桥设备

用于桥梁钢筋混凝土结构梁的吊装,主要有导梁式、缆索式和专用架桥设备。

1. 导梁式架桥设备:

(1) 贝雷片组装成导梁的架桥设备通常称之为“公路常备架桥设备”;

(2) 用万能杆件组装成导梁的架桥设备在国内使用也较为普遍,可适应较大跨度预制梁的架设;

(3) 战备军用桁架组装成导梁的架桥设备,因这种设备承载能力大,适用于大跨度桥梁的架设。

2. 缆索式架桥设备: 是利用万能杆件或者圆木拼成索塔架式人字形扒杆,用架设的钢丝绳组成吊装设备和行走装置,将梁架设在墩台上。

3. 专用架桥设备(专用架桥机): 专用架桥机是在导梁式架桥设备基础上,进行改善而发展起来的专用施工机械,它可按移梁方式、导梁形式以及送梁方式的不同分类。



七、桥梁施工通用机械

- (一) 水泥混凝土搅拌运输车
- (二) 水泥混凝土输送泵和输送泵车
- (三) 工程起重机械

工程起重机械有**自行式、移动式**和**固定安装式**三种。起重机的种类很多，在桥梁工程中运用较多的有**汽车式起重机、桅杆式起重机、牵缆式起重机、龙门式起重机、缆式起重机**等。

八、隧道施工机械设备

(一) 凿岩台机、臂式隧道掘进机

1. 凿岩台机主要用于地质条件好，不要临时支护的大断面隧道施工。
2. 臂式隧道掘进机又称悬臂式掘进机，是集开挖、装卸于一体的隧道掘进机，**生产能力由选用机型和地质条件决定。**

(二) 喷锚机械、衬砌设备

1. 喷锚机械主要有锚杆台车、混凝土喷射机等。
2. 衬砌设备专用于隧道工程衬砌混凝土，衬砌模板设备。**生产能力由选用机型和地质条件决定。**

(三) 全断面隧道掘进机、盾构机

1. 全断面隧道掘进机**生产能力由设计和地质条件决定。**
2. **盾构机**是一种集开挖、支护、衬砌等多种作业于一体的大型隧道施工机械。**生产能力由设计和地质条件决定。**

1B420192 掌握主要机械设备的配置与组合

一、合理配置施工机械

(二) 选择施工机械的原则

1. 施工机械选择的一般原则：
 - (1) **适应性**：适应性是指施工机械要适应于工程的**施工条件和作业内容**。
 - (2) **先进性**：
 - (3) **通用性和专用性**：
2. 使用机械应有较好的**经济性**；
3. **合理的机械组合**：包括**机械技术性能的合理组合和机械类型及其台数的合理组合**。机群的合理规模由**工程量、工期要求和机群的作业能力**等方面的因素决定。
4. **利用与更新**；
5. **安全而不破坏环境**；

(三) 施工机械的选择方法

1. 根据**作业内容**选定机械
2. 根据**施工条件**选定机械：
 - (1) 选择用于**高原、高山地区作业**的施工机械要注意以下问题：**以柴油机为动力**的施工机械，柴油机应**配增压装置**；以**电力驱动**的施工设备在电机的驱动功率上做出调整，**增大驱动能力**，达到电机安全运转的目的。
 - (2) **土地干燥区**施工，尽可能选用**轮式底盘**的施工机械；经常在**雨季或湿涝地区**施工，尽可能选用**履带式底盘**的施工机械。
 - (3) 根据**气象条件和土质条件**选择；
3. 根据**工程量**选择施工机械；
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**：对于施工期长的大型工程，常以年为计划时段。**(重点) 2010 案例**

式中 N——需要机械的台数；

P——计划时段内应完成的工程量，m³；

W₁——计划时段内的制度台班数；

Q——机械的台班生产率，m³/台班；

k_B——机械的利用率。

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

背景资料：

某施工单位承接了一座公路隧道的土建及交通工程施工项目，该隧道为单洞双向行驶的两车道浅埋隧道，设计高 5m，净宽 12m，总长 1600m，穿越的岩层主要有页岩和砂岩组成，裂隙发育，设计采用新奥法施工、分部开挖和复合式衬砌。进场后，项目部与所有施工人员签订了生产责任书，在安全生产检查中发现一名电工无证上岗，一名装载机驾驶员证书过期，项目部对电工予以辞退，并要求装载机驾驶员必须经过培训并经过考核后方可重新上岗。

隧道路面面层为厚度 5cm、宽度 9cm 的改性沥青 AC—13，采用中型轮胎式摊铺机施工，该摊铺机施工生产率为 80m³/台班，机械利用率为 0.75，若每台摊铺机每天工作 2 个台班，计划 5 天完成隧道路面沥青混凝土面层的摊铺。

问题 按计划要求完成隧道沥青混凝土面层施工，计算每天所需的摊铺机数量。

答案 1600×9×0.05=720m³ (1)

N=P/WQK=720÷(5×2×80×0.75)=1.2 (2)

取 N=2 (2) (就是 1.01 也得取 2 台)

手写板图示 2110-02

$$1600 \times 9 \times 0.05 = 720 \text{m}^3 \quad 2$$

$$N = \frac{720}{(5 \times 2 \times 80 \times 0.75)} = 1.2 \quad 2 \quad 1.01$$

取 2 台

2

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

1. 对于清基和料场准备等路基施工前的准备工作，选择的机械与设备主要有：**推土机、挖掘机、装载机和平地机等；遇有沼泽地段的土方挖运任务，应选用湿地推土机；**
2. 对于土方开挖工程，选择的机械与设备主要有：**推土机、铲运机、挖掘机、装载机和自卸车等；**
3. 对于石方开挖工程，选择的机械与设备主要有：**挖掘机、推土机、移动式空气压缩机、凿岩机、爆破设备等；**
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、羊足碾、压路机、洒水车、平地机和自卸汽车等；**
5. 对于路基整型工程，选择的机械与设备主要有：**平地机、推土机和挖掘机等。**

三、路面基层施工主要机械设备的配置

(一) 选型及组合原则

1. 达到计划生产量确保工期；
2. **充分利用主机的生产能力；**
3. **主体机械与辅助机械及运输工具之间的工作能力要保持平衡**，使机群得到合理地配合利用；
4. 进行比较和核算，使机械设备经营费用达到最低。

(二) 机械配置

1. 基层材料的拌和设备：集中拌和（厂拌）采用成套的稳定土拌和设备，现场拌和（路拌）采用稳定土拌和机；
2. 摊铺平整机械：包括拌和料摊铺机、平地机、**石屑或粉料撒布车；**
3. 装运机械：装载机和运输车辆；
4. 压实设备：压路机；
5. 清除设备和养护设备：**清除车、洒水车。**

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

根据工作量和工期选择生产能力和移动方式，一般**生产能力要相当于摊铺能力的70%左右**。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**。高等级公路路面的施工机械**以摊铺、拌合为主导机械**并与自卸汽车、碾压设备配套作业，进行优化组合，使沥青路面施工全部实现机械化。

(二) 沥青混凝土摊铺机的配置

通常每台摊铺机的摊铺宽度**不宜超过7.5m**，可以按照摊铺宽度选用、确定摊铺机的台数。

(三) 沥青路面压实机械配置

沥青路面的压实机械配置有**光轮压路机、轮胎压路机和双轮双振动压路机**。

五、水泥混凝土路面施工主要机械设备的配置

(一) 水泥混凝土路面施工设备主要有**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(或刻槽机)、切缝机、洒水车等**。

(二) 按施工方法配置

1. 滑模式摊铺施工：

- (1) 水泥混凝土搅拌楼容量应满足滑模摊铺机施工速度 $1\text{m}/\text{min}$ 的要求；
- (2) **高等级公路施工宜选配宽度为7.5~12.5m的大型滑模摊铺机；**
- (3) 远距离运输宜选混凝土罐送车；
- (4) 可配备一台**轮式挖掘机辅助布料**。

2. **轨道式摊铺施工：**除水泥混凝土生产和运输设备外，还要配备卸料机、摊铺机、振捣机、**整平机、拉毛养护机等**。

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。**

(二) 下部施工机械

1. 预制桩施工机械：常用的有蒸汽打桩机、液压打桩机、振动沉拔桩机、静压沉桩机等。
2. 灌注桩施工机械：**根据施工方法的不同配置不同的施工机械。**
 - (1) 全套管施工法：相应配置全套管钻机；
 - (2) **旋转钻施工法：**相应配置**有钻杆旋转机和无钻杆旋转机(潜水钻机)；**
 - (3) 旋挖钻孔法：相应配置旋挖钻桩机；
 - (4) 冲击钻孔法：相应配置冲击钻机；
 - (5) 螺旋钻孔法：相应配置螺旋钻孔机。

(三) 上部施工机械

1. 顶推法：主要施工设备有油泵车、大吨位千斤顶、穿心式千斤顶、导向装置等；
2. 滑模施工方法：主要施工设备有**滑移模架、卷扬机油泵、油缸、钢模板等；**
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**；
5. 满堂支架现浇法：主要施工设备有**各类万能杆件、贝雷架和各类轻型钢管支架等**。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**。

七、隧道工程施工主要机械的配置

(一) 不同施工方法的机械配置不同

(二) 暗挖施工法机械配置

1. 钻孔机械：风动凿岩机、液压凿岩机、凿岩台车；
2. 装药台车；
3. 找顶及清底机械；
4. 初次支护机械：锚杆台车、混凝土喷射机、混凝土喷射机械手；
5. 注浆机械：包括钻孔机、注浆泵；
6. 装渣机械：包括轮胎式、履带式装载机、扒爪装岩机、耙斗式装岩机、铲斗式装岩机；
7. 运输机械：包括自卸汽车、矿车；
8. 二次支护衬砌机械：模板衬砌台车（混凝土搅拌站、搅拌运输车、混凝土输送泵）。

1. 背景资料 【案例 1B420192】

某施工单位承包高速公路 A 合同段，路面采用沥青混凝土。路线长 25km。该路地处平原地区，路基横断面以填方 3~6m 高的路堤为主，借方量大，借方的含石量 40%~60%。地表层以黏土为主，路面结构为：30cm 厚石灰稳定土底基层，20cm 厚水泥稳定碎石基层（招标文件规定采用厂拌）以及 4cm 厚 SBS 改性沥青混凝土表面层，5cm 厚沥青混凝土中面层，6cm 沥青混凝土厚底面层，路面宽度单向 2×3.75m，路基宽度 24.5m。该单位已有的机械设备如下表，数量能满足本项目施工需要。

机械名称	规格	备注
推土机	220hp	
挖掘机	1.5m ³	
装载机	3m ³	
自卸车	15t	
平地机	190hp	
羊脚式振动压路机	25t	
洒水车	15t	
单钢轮振动压路机	25t	
光轮压路机	8t	
双轮振动压路机	1St	
轮胎压路机	18t	
混合料摊铺机	12m	
沥青混凝土摊铺机	12m	
沥青混凝土拌和站	PJ3000	
稳定土拌合机		拌合宽度为 2100mm，深度为 100~485mm，工作速度 1.5km/h

2. 问题

- (1) 请阐述项目部组织机构的设置要求。
- (2) 绘制沥青混凝土拌和站平面布置示意图。
- (3) 选择机械施工设备：
 - 1) 选择路基填方取土、装载、运输、摊铺、洒水和碾压的施工机械设备；
 - 2) 选择底基层装载、运输、摊铺、拌和、洒水和碾压的施工机械设备；
 - 3) 选择基层摊铺、洒水和碾压的施工机械设备；
 - 4) 选择沥青混凝土路面施工机械设备。

3. 分析与答案

(1) **项目部组织机构设置应满足项目生产、技术、质量、安全、物质、机械设备、计划、合同、财务、试验、测量、劳务人员管理和后勤保障等的需要。**

- 1) 选择的**路基填方**取土、装载、运输、摊铺、洒水和碾压施工机械设备配置可选择以下两种：
 - ①推土机、装载机、自卸车、平地机、洒水车、羊脚式振动压路机或单钢轮振动压路机；
 - ②挖掘机、自卸车、平地机、洒水车、羊脚式振动压路机或单钢轮振动压路机。
- 2) 选择的**底基层**装载、运输、摊铺、拌和、洒水和碾压施工机械设备为装载机、自卸车、平地机、稳定土拌和机、洒水车、单钢轮振动压路机。
- 3) 选择的**基层**摊铺、洒水和碾压的施工机械设备可为以下两种：
 - ①平地机、洒水车、单钢轮振动压路机、轮胎压路机；
 - ②混合料摊铺机、洒水车、单钢轮振动压路机、轮胎压路机。
- 4) 选择的**沥青混凝土路面施工机械**设备为沥青混凝土拌和站、自卸车、沥青混凝土摊铺机、光轮压路机、双钢轮压路机、轮胎压路机。

1B420200 路基工程质量通病及防治措施

1B420201 掌握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

(一) 原因分析 路基压实度不能满足质量要求, 甚至局部出现“弹簧”现象, 主要原因是:

1. 压实遍数不合理。
2. 压路机质量偏小。
3. 填土松铺厚度过大。土方不能超过 30cm, 土石混合不超过 22cm
4. 碾压不均匀, 局部有漏压现象。
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. 对上一层表面浮土或松软层没有进行处治。
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 (>10cm), 颗粒之间空隙过大, 或采用不符合要求的填料 (天然稠度小于 1.1, 液限大于 40, 塑性指数大于 18)。

(二) 治理措施 (重点)

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。

二、路基边缘压实度不足的原因及防治

(一) 原因分析

1. 路基填筑宽度不足, 未按超宽填筑要求施工。
2. 压实机具碾压不到边。
3. 路基边缘漏压或压实遍数不够。
4. 采用三轮压路机碾压时, 边缘带 (0~75cm) 碾压频率低于行车带。

(二) 预防措施

1. 路基施工应按设计的要求进行超宽填筑。
2. 控制碾压工艺, 保证机具碾压到边。
3. 认真控制碾压顺序, 确保轨迹重叠宽度和段落搭接超压长度。
4. 提高路基边缘带压实遍数, 确保边缘带碾压频率高于或不低于行车带。

(三) 治理措施

校正坡脚线位置, 路基填筑宽度不足时, 返工至满足设计和规范要求 (注意: 亏坡补宽时应开蹬填筑, 严禁贴坡), 控制碾压顺序和碾压遍数。

1B420202 掌握路堤边坡病害的防治

路基边坡的常见病害有滑坡、塌落、落石、崩塌、堆塌、表层溜坍、错落、冲沟等。

一、边坡滑坡病害及防治措施

(一) 原因分析

1. 设计对地震、洪水和水位变化影响考虑不充分。
2. 路基基底存在软土且厚度不均。
3. 换填土时清淤不彻底。
4. 填土速率过快; 施工沉降观测、侧向位移观测不及时。
5. 路基填筑层有效宽度不够, 边坡二期贴补。
6. 路基顶面排水不畅。
7. 用透水性较差的填料填筑路堤处理不当。
8. 边坡植被不良。
9. 未处理好填挖交界面。
10. 路基处于陡峭的斜坡面上。

(二) 预防措施

1. 路基设计时充分考虑使用年限内水位、地震给路基带来的变化。
2. 软土处理要到位, 及时发现暗沟、暗塘并妥善处治。
3. 加强沉降观测和侧向位移观测, 及时发现滑坡苗头。
4. 掺加稳定剂提高路基层位强度, 酌情控制填土速率。
5. 路基填筑过程中严格控制有效宽度。
6. 加强地表水、地下水的排除, 提高路基的水稳定性。
7. 减轻路基滑体上部重量或采用支挡、锚拉工程维持滑体的力学平衡; 同时设置导流、防护设施, 减少洪水对路基的冲刷侵蚀。
8. 原地面坡度大于 12% 的路段, 应采用纵向水平分层法施工, 沿纵坡分层, 逐层填压密实。
9. 用透水性较差的土填筑于路堤下层时, 应做成 4% 的双向横坡。

例题. 某二级公路 K9+550~K9+600 段的路基的右侧有一滑坡体, 施工单位采取了下列滑坡防治措施, 其中正确的有 ()。2009

- A. 平整滑坡表面的积水坑, 并封堵裂缝 B. 在滑坡体以外修筑环形截水沟 C. 在滑坡体上部堆放砂袋
D. 修筑抗滑桩进行支挡 E. 截断并排出滑坡体下部的地下水 正确答案 ABDE

二、边坡塌落病害的原因分析

(一) 土质路堑边坡的塌落 原因主要有以下几种:

1. 由于边坡土质属于易于失稳的土, 而在设计或施工时采用了较小的边坡坡度。
2. 较大规模的崩塌, 一般多产生在高度大于 30m, 坡度大于 45° (大多数介于 55° ~70° 之间) 的地形条件;
3. 上缓下陡的凸坡和凹凸不平的陡坡。
4. 暴雨、久雨或强震之后, 雨水渗入土体, 一方面会增加边坡土体的重量, 另一方面能使裂隙中的填充物或岩体中的某些软弱夹层软化, 产生静水压及动水压, 使斜坡岩体的稳定性降低, 或者由于流水冲掏下部坡脚, 削弱斜坡的支撑部分, 或者由于地震改变了坡体的稳定性及平衡状态而发生边坡塌落。
5. 在多年冰冻地区, 由于开挖路基, 使含有大量冰体的多年冻土溶解, 引起路堑边坡坍塌。

(二) 石方路堑边坡的塌落 施工中的主要原因是:

1. 排水措施不当或施工不及时造成地表水和地下水。
2. 大爆破施工, 施工时路堑开挖过深、过陡, 或由于切坡使软弱结构面暴露, 使边坡岩体推动支撑; 由于坡顶不恰当的弃土, 增加了坡体重量。

1. 背景 【案例 1B420202】

某山区一级公路, 路堑岩质边坡高度多在 15~40m, 坡度多在 70° 以上, 土质边坡坡度多在 40° 以上。公路沿线地质条件复杂, 岩体十分破碎且风化严重, 风化深度可达数十米。形成厚度大于 20m 的残积层。残积物颗粒为松散的砂泥质结构。沿线雨量充足, 年平均降雨量 1700mm 以上。

该公路施工时采用大爆破, 施工后期坡顶残物、危岩和浮石未彻底清理。××年××月通车至今, 该路发生大量路基边坡病害, 高边坡路段出现密集的鸡爪状纵向水沟, 中下部冲刷成直径 1~5m, 深 5~7m 的落水洞, 上下落水洞相连, 坡面支离破碎。部分路段右侧边坡顶部厚约 10m 的残积层在雨后顺坡向坍滑, 越过下挡墙淤埋测沟, 部分淤埋路面影响行车安全。

2. 问题

- (1) 以上所描述的现象属于路基边坡常见的哪两种病害? 请从施工角度分析造成这些病害的原因。
- (2) 针对上述病害提出可能的治理措施。

3. 分析与答案

(1) 边坡冲沟和边坡坍塌。施工时采用大爆破, 使原本条件很差的边坡岩体松动开裂, 抗冲刷能力下降加上残积层松动而发生冲沟; 施工后期坡顶残留物、危岩和浮石未彻底清理造成坍塌。

(2) 清理边坡后, 植树、植草或采用砌石(混凝土)块防护等防护加固措施。

1B420203 掌握高填方路基沉降的防治

高填方路堤的沉降表现为均匀沉降和不均匀沉降。

一、原因分析

1. 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。
3. 压实不足。
4. 在填挖交界处没有挖台阶, 导致交界处发生不均匀沉降。或因为原地面与填料结构不同, 两者密度、承载能力不同。
5. 路基纵、横向填挖交界处未按规范要求挖台阶, 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。

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. 认真清除地表不良土质。
3. 避免路基受水浸泡。
4. 严格选取路基填料用土。选择水稳性好、干密度大、承载能力高的砾石类土填筑路基为宜。尽量选择集中取土, 避免沿线取土。
5. 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。当原地面纵坡大于 12% 的地段, 宜采用纵向分层填筑施工, 填筑至路基上部时, 仍应采用水平分层法填筑。
6. 合理确定路基填筑厚度, 分层松铺厚度一般控制在 30cm。
8. 选择合适的压实机具, 重型轮胎压路机和振动压路机效果比较好。
9. 做好压实度的检测工作
10. 认真做好台背、路桥过渡段及填挖结合部的压实工作。台背处大型设备不易工作而采用小型夯实机具时, 填筑的分层厚度宜控制在 20cm 以内, 同时应加大抽检频率保证压实。重点
11. 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。

1B420204 掌握路基开裂病害的防治

一、路基纵向开裂甚至形成错台

(一) 原因分析

1. 路基基底存在软弱层或坐落于古河道处。
2. 沟、塘清淤不彻底
4. 新旧路基结合部未挖台阶或台阶宽度不足。
5. 半填半挖路段未按规定要求设置台阶并压实。
6. 使用渗水性、水稳性差异较大的土石混合料时，**错误地采用了纵向分幅填筑。**

(二) 预防措施

1. 应认真调查现场并彻底清表，及时发现路基基底暗沟、暗塘，消除软弱层。
2. 彻底清除沟、塘淤泥，并选用水稳性好的材料严格分层回填，严格控制压实度满足设计要求。
3. 提高填筑层压实均匀度。
4. **半填半挖路段，地面横坡大于 1:5 及旧路利用路段，应严格按照规范要求将原地面挖成宽度不小于 2.0m 的台阶并压实。**
5. **渗水性、水稳性差异较大的土石混合料应分层或分段填筑，不宜纵向分幅填筑。**
6. 若遇有软弱层或古河道，填土路基完工后应进行超载预压，预防不均匀沉降。
7. 严格控制路基边坡，符合设计要求，杜绝亏坡现象。

(三) 处理措施 采取**边坡加设护坡道**的措施。

二、路基横向裂缝 路基出现横向裂缝，将会反射至路面基层、面层。

(一) 原因分析

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. 同一填筑层路基填料混杂，塑性指数相差悬殊。
3. 填筑顺序不当，路基顶**下层平整度、填筑层厚度相差悬殊**，且**最小压实厚度小于 8cm**。
4. 排水措施不力，造成积水。

(二) 预防措施

1. 路基填料禁止直接使用液限大于 50、塑性指数大于 26 的土；
2. **不同种类的土应分层填筑，同一填筑层不得混用。**
3. 路基顶填筑层分段作业施工，两段交接处，应按要求处理。
4. 严格控制路基**每一填筑层的含水量、标高、平整度，确保路基顶填筑层压实厚度不小于 8cm**。

三、路基网裂 开挖路床或填筑路堤后出现网状裂缝，降低了路基强度。

(一) 原因分析

1. 土的塑性指数偏高或为**膨胀土**。
2. 路基碾压时土**含水量偏大**，且成型后未能及时覆土。
3. 路基压实后养护不到位，**表面失水过多**。
4. 路基下层土过湿。

(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。
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。

(五) 背景资料 2010

某施工单位承接了某公路 B 合同段 K8+000~K9+800 的路基、路面、1 座 3×20m 的简支梁桥和 8 道涵洞施工，合同工期为 200 天。该段土质以松散砂土和黏土为主，路基主要工程量见下表。

桩号	土挖方	石挖方	填方(m ³)	备注
K8+000~K8+800	15000	5000	0	挖方中含有机土 1000m ³
K8+800~K9+100	2000		2000	道路左侧 20~80m 范围内为一古滑坡体
K9+100~K9+800	0	0	24000	

注：表中挖方为天然密实方，填方为压实方，天然密实方与压实方的换算系数为：土方 1.16，石方 0.92，假设换算系数不因土石混填而改变，调运方在经济运距内。

施工单位进场后，积极组织施工，并将路面分成三个段落组织流水作业，并绘制了施工平面布置示意图和网络计划，分别如下：

路基施工中，石方开挖采用爆破，土方开挖采用挖掘机配自卸汽车作业。经实测，挖掘机的台班平均生产率为 560m³/台班，机械利用率为 0.85。填筑施工采用**土石混合倾填**，并进行**纵向分幅**，用振动压路机碾压。

该路段投入使用一年后，在 K9+200~K9+600 段出现了路基的纵向裂缝。

问题 6. 根据背景资料，指出产生路基纵向裂缝的可能原因。

答案 6. 可能产生纵向裂缝的原因有：(1) 土石混填且未分层碾压 (2 分)；(2) 纵向分幅填筑 (2 分)

1B420210 路面工程质量通病及防治措施

1B420211 掌握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，或石粉中性指数偏大。
2. 碾压时含水量偏大。
3. 成型温度较高，强度形成较快。
4. 碎石中含泥量较高。
6. 养护不及时、缺水或养护时洒水量过大。

二、预防措施

(一) 石灰稳定土基层裂缝的主要防治方法

1. 采用塑性指数较低的土或适量掺加粉煤灰。
2. 掺加粗粒料。
3. 保证拌合遍数。控制压实含水量，需要根据土的性质采用最佳含水量，**避免含水量过高或过低。**
4. **铺筑碎石过渡层**，在石灰土基层与路面间铺筑一层碎石过渡层，**可有效避免裂缝。**
5. 分层铺筑时，在石灰土强度形成期，任其产生收缩裂缝后，再铺筑上一层，可有效减少新铺筑层的裂缝。
6. 设置伸缩缝，在石灰土层中，每隔 5~10m 设一道缩缝。

(二) 水泥稳定土基层裂缝的主要防治方法

2. 控制压实含水量，需要根据土的性质采用最佳含水量，含水量过高或过低都不好。
3. 在能保证水泥稳定土强度的前提下，**尽可能采用低的水泥用量，最高不能超过 6%。**
4. 一次成型，尽可能采用**慢凝水泥**，加强对水泥稳定土的养护，避免水分挥发过大。养护结束后应及时铺筑下封层。
5. 设计合理的水泥稳定土配合比，**加强拌合**，避免出现粗细料离析和拌合不均匀现象。

三、治理措施

1. 可采用**聚合物加特种水泥压力注入法**修补水泥稳定粒料的**裂缝**。
2. **加铺**高抗拉强度的**聚合物网**。
3. 破损严重的基层，应将原破损基层整幅开挖维修，不应横向局部或一个单向车道开挖，以避免板边受力产生的不利后果，**最小维修长度一般为 6m**。维修半刚性基层所用材料也应是同类半刚性材料。
4. 一般情况下，石灰土被用于底基层时，根据其干缩特性，**应重视初期养护，保证基层表面处于潮湿状态，防止干晒。**

例题. 下列措施中，可防止水泥稳定土基层裂缝的是（ ）。2010、2009

- A. 采用塑性指数**较高**的土 B. 养生结束后应及时**铺筑下封层**
C. 采用**快凝水泥** D. 采用**较高**的水泥用量 正确答案 B

例题、产生无机结合料基层裂缝的原因可能有（ ）（07 考点）

- A、集料级配中细料偏**少** B、碾压时含水量偏大 C、成型温度较**低**，强度形成较**慢**
D、碎石中含泥量**较高** E、路基发生不均匀沉降 『正确答案』BDE

1B420212 掌握沥青混凝土路面不平整的防治

一、原因分析

1. 路面不均匀沉降。
2. 基层不平整对路面平整度的影响。
3. **桥头、涵洞两端及桥梁伸缩缝的跳车。**
4. 路面摊铺机械及工艺水平对平整度的影响。
5. 面层摊铺材料的质量对平整度的影响。
6. 碾压对平整度的影响。

二、预防措施

1. 在摊铺机及找平装置使用前，应仔细设置和调整。
2. 现场应设置专人指挥运输车辆，**均匀连续作业，不在中途停顿，不得随意调整摊铺机的行驶速度。**
4. 针对混合料中沥青性能特点，确定压路机的机型及重量，并确定出施工的初次碾压温度，合理选择碾压速度，**严禁在未成型的油面表层急刹车及快速起步**，并选择合理的振频、振幅。
5. 在摊铺机前设专人清除掉在“滑靴”前的混合料及摊铺机履带下的混合料。
6. 为改进构造物伸缩缝与沥青路面衔接部位的牢固及平顺，**先摊铺沥青混凝土面层，再做构造物伸缩缝。**
7. 做好沥青混凝土路面接缝施工。

三、治理措施

1. 在摊铺层表面有个别**超尺寸颗粒**，被熨平板带动而在层面划出不规则的小沟，或在摊铺层表面有少数超尺寸颗粒因被熨平板带动而在其后形成小坑洞。

处理方法：人工及时用适量的细骨料沥青混合料填补，并及时碾压整平。

2. 摊铺机后局部一片或一条较宽的带内沥青混合料中的**大碎石被压碎**。

处理方法：采用人工及时把被压碎的碎石混合料铲除，选用合适的沥青混合料补齐和整平。

3. 表面层混合料有**离析现象（大料集中）**：处理方法：人工及时补撒适量的细骨料沥青混合料。

1B420213 掌握沥青混凝土路面接缝病害的防治

二、预防措施（重点）

（一）横向接缝

1. **尽量采用平接缝**。将已摊铺的路面尽头边缘在冷却但尚未结硬时锯成垂直面，并与纵向边缘成直角，或趁未冷透时用凿岩机或人工垂直刨除端部层厚不足的部分。采用斜接缝时，注意搭接长度，一般为0.4—0.8m。

2. 预热软化已压实部分路面，加强新旧混合料的粘结。

3. 摊铺机起步速度要慢，并调整好预留高度摊铺结束后立即碾压，压路机先进行横向碾压（从先铺路面上跨缝开始，逐渐移向新铺面层），再纵向碾压成为一体，碾压速度不宜过快。

（二）纵向接缝

1. **尽量采用热接缝施工**，采用两台或两台以上摊铺机梯队作业。当半幅路施工或因特殊原因而产生纵向冷接槎时，宜加**设挡板或加设切刀切齐**，也可在混合料尚未冷却前用镐刨除边缘留下毛槎的方式。

2. 梯队作业时已将摊铺混合料留10~20cm暂不碾压，作为后摊铺部分的高程基准面，待后摊铺部分完成后一起碾压。**纵缝如为热接缝时，应以1/2轮宽进行跨缝碾压；纵缝如为冷接缝时，应先在已压实路上行走，只压新铺层的10~15cm，随后将压实轮每次再向新铺面移动10~15cm。**

3. 碾压完成后，用3m直尺检查，用钢轮压路机处理棱角。

三、治理措施

施工时应边压边以3m直尺测量，并配以人工细料找平。对横向接缝，在摊铺层施工结束后再用3m直尺检查端部平整度，当不符合要求者应趁混合料尚未冷却时立即处理，以摊铺层面直尺脱离点为界限，用切割机切缝挖除。

1B420214 掌握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。

5. **水泥干缩性大**；混凝土配合比不合理，**水灰比大**；**材料计量不准确**；**养护不及时**。

6. 混凝土施工时，振捣不均匀。

（二）纵向裂缝

1. 路基发生不均匀沉陷。

2. 由于基础不稳定。

3. 混凝土板厚度与基础强度不足产生的**荷载型裂缝**。

（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**水灰比过大**；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，使**水泥和细骨料过多上浮至表面**，导致缩裂。

二、预防措施

（一）横向裂缝

1. 严格掌握混凝土路面的切缝时间。

2. 当连续浇筑长度很长，切缝设备不足时，可在1/2长度处先锯，之后再分段锯；可间隔几十米设一条压缝，以减少收缩应力的积聚。

3. 保证基础稳定、无沉陷。

5. **选用干缩性较小的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥**。严格控制材料用量，保证计量准确，并及时养护。

6. 混凝土施工时，振捣要适度、均匀。

（二）纵向裂缝

1. 对于填方路基，应分层填筑、碾压，保证均匀、密实。

2. 对新老路基界面处的施工应设置台阶或格栅处理。

3. 河道地段，淤泥必须彻底清除；

4. 在上述地段应采用半刚性基层，并适当增加基层厚度；

5. 混凝土路面基层必须稳定。宜优先采用水泥、石灰稳定类基层。

（三）龟裂

1. 混凝土路面浇筑后，及时用潮湿材料覆盖。在炎热季节，必要时应搭棚施工。
2. 配制混凝土时，应严格控制水灰比和水泥用量，选择合适的粗骨料级配和砂率。
3. 在浇筑混凝土路面时，将基层和模板浇水湿透，避免吸收混凝土中的水分。
4. 干硬性混凝土采用平板振捣器时，应防止过度振捣而使砂浆积聚表面。抹面时不必过度抹平。

三、治理措施

（一）横向裂缝

1. 当板块裂缝较大，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，浇捣新混凝土。
2. 整块板更换。
3. **用聚合物灌浆法封缝**或沿裂缝开槽嵌入弹性或刚性粘合修补材料，起封缝防水作用。

（二）纵向裂缝

1. 如属于土基沉陷等原因引起的，则宜先从稳定土基着手或者等待自然稳定后，再着手修复。
2. 裂缝的修复，如采用一般性的扩缝嵌填或浇筑专用修补剂有一定效果，但耐久性不易保证；**采用扩缝加筋的办法进行修补具有较好的增强效果。**
3. **翻挖重铺是一个常用的有效措施**，但基层必须稳定可靠，否则必须首先从加强、稳定基层方面入手。

（三）龟裂

1. 如混凝土在初凝前出现龟裂，可采用镏刀反复压抹或重新振捣的方法来消除。
2. 一般对结构强度无甚影响，可不予处理。
3. 必要时应用注浆进行表面涂层处理，封闭裂缝。

1B420215 掌握水泥混凝土路面断板的防治

一、原因分析

1. 混凝土板的切缝深度不够、不及时，以及压缝距离过大。
2. 车辆过早通行。
3. 原材料不合格。
4. 由于基层材料的强度不足，水稳性不良，以致受力不均，出现应力集中而导致的开裂断板。
5. 基层标高控制不严和不平整。
6. 混凝土配合比不当。
7. 施工工艺不当。
8. 边界原因。

二、预防措施

1. 做好压缝并及时切缝。
2. 控制交通车辆。
3. **合格的原材料是保证混凝土质量的必要条件。**
4. 强度、水稳性、基层标高及平整度的控制。
5. 施工工艺的控制。
6. 边界影响的控制。

三、治理措施

（一）裂缝的修补

裂缝的修补方法有**直接灌浆法、压注灌浆法、扩缝灌注法、条带罩面法、全深度补块法。**

（二）局部修补

1. 对轻微断裂，用快凝细石混凝土填补。

（三）整块板更换

对于严重断裂，裂缝处有严重剥落，**板被分割成 3 块以上**，有错台或裂块并且已经开始活动的断板，应采用整块板更换的措施。

例题. 水泥混凝土路面断板的防治措施有（ ）。（06 考点）

- A. 加铺沥青磨耗层 B. **提高基层施工质量** C. 路基要做好封层
D. **严格控制水泥混凝土水灰比** E. **严格掌握切缝时间**

正确答案：BDE

1B420220 桥梁工程质量通病及防治措施

1B420221 掌握钻孔灌注桩断桩的防治

重点

一、原因分析

1. 骨料级配差，**混凝土和易性差**而造成离析卡管。
2. **泥浆指标未达到要求**、钻机基础不平稳、钻架摆幅过大、钻杆上端无导向设备、基底土质差甚至出现流沙层而导致**扩孔或塌孔而引起的浇筑时间过长**。
3. 搅拌**设备故障**且无备用设备引起混凝土**浇筑时间过长**。
4. 混凝土**浇筑间歇**时间**超过**混凝土**初凝时间**。
5. 混凝土浇筑过程中**导管埋置深度偏小**，**管内压力过小**。
6. **导管埋深过大**，**管口的混凝土已凝固**。

二、防治措施

1. 保证混凝土能连续灌注。
2. 混凝土要求和易性好，**坍落度要控制在 18~22cm**。防止先期灌注的混凝土**初凝**，**堵塞导管**。
3. 在钢筋笼制作时，一般要采用对焊，以保证焊口平顺。
4. 导管的直径应根据桩径和石料的最大粒径确定，尽量采用大直径导管；**导管使用前，要对导管进行检漏和抗拉力试验**，以防导管**渗漏**。
5. 下**导管**时，其**底口距孔底的距离控制在 25~40cm**（注意导管口不能埋入沉淀的回淤泥渣中）之间，同时要能保证**首批混凝土灌注后能埋住导管至少 1.0m**。在随后的灌注过程中，**导管的埋置深度一般控制在 2.0~6.0m 的范围内**。
6. 在提拔导管时要通过测量混凝土的灌注深度及已拆下导管的长度，**认真计算提拔导管的长度，严禁不经测量和计算而盲目提拔导管**。
7. 当混凝土堵塞导管时，可采用拔插抖动导管（**注意不可将导管口拔出混凝土面**），当所堵塞的导管长度较短时，也可以用型钢插入导管内来疏通，也可以在导管上固定附着式振捣器进行振动来疏通导管内的混凝土。
8. 当钢筋笼卡住导管时，可设法**转动导管（不要抽拔）**，使之脱离钢筋笼。

例题。下列情形中，可能导致钻孔灌注桩断桩的有（ ）。（2010 年）

- A. 集料级配差，混凝土和易性差 B. 导管埋深过大，管口混凝土已凝固
C. 混凝土浇筑时间超过混凝土初凝时间 D. 混凝土浇筑过程中导管埋置深度偏小
E. 在钢筋笼制作时，采用对焊连接钢筋 正确答案 ABCD

111420222 掌握钢筋混凝土梁桥预拱度偏差的防治

一、原因分析

二、预防措施：同要点 3 桥梁工程 P54 页施工预拱度，少了墩台水平位移产生的挠度。

确定预拱度时应考虑以下几点：

1. **支架拆除后上部构造本身及活载一半所产生的挠度**。
2. **支架在荷载作用下的弹性压缩**。
3. **支架在荷载作用下的非弹性压缩**。
4. **支架基底在荷载作用下的非弹性沉降**。
5. **由混凝土收缩及温度变化而引起的挠度**。

三、治理措施

1. 提高支架基础、支架及模板的施工质量，并**按要求进行预压**，确保模板的标高偏差在允许的范围内。
2. 加强施工控制，**及时调整预拱度误差**。
3. 严格**控制张拉时的混凝土强度，弹性模量**。
4. 要**严格控制预应力筋在结构中的位置**，并按要求的时间**持荷**。
5. 钢绞线伸长值的计算应采用同批钢绞线弹性模量的实测值。**预制梁存梁时间不宜过长**。

1B420223 掌握箱梁两侧腹板混凝土厚度不均的防治

一、原因分析

二、防治措施

1. **内模要坚固，刚度符合相关施工规范要求**。
2. 将箱梁**内模固定牢固**，使其上下左右均不能移动。
3. 内模与外模在**两侧腹板部位设置支撑**。
4. **浇筑腹板混凝土时，两侧应对称进行**。

1B420224 掌握钢筋混凝土结构构造裂缝的防治

一、原因分析

(一) 材料原因

1. 水泥质量不好，如安定性不合格。
2. 骨料含泥料过大时，随着混凝土干燥、收缩，出现不规则的花纹状裂缝。

(二) 施工原因

1. 混凝土搅拌时间和运输时间过长。
3. 基础与支架的强度、刚度、稳定性不够引起支架下沉。脱模过早。
5. 养护问题。
7. 大体积混凝土未采用缓凝和降低水泥水化热的措施。
8. 混凝土的水灰比大，产生干缩裂缝。

二、防治措施

1. 选用优质的水泥及优质骨料。
2. 合理设计混凝土的配合比，改善骨料级配、降低水灰比、掺加粉煤灰等掺和料、掺加缓凝剂；在工作条件能满足的情况下，尽可能采用较小水灰比及较低坍落度的混凝土。
3. 避免混凝土搅拌很长时间后才使用。
4. 加强模板的施工质量，避免出现模板移动、鼓出等问题。
5. 基础与支架应有较好的强度、刚度、稳定性并应采用预压措施；避免出现支架下沉，模板的不均匀沉降和脱模过早。
6. 混凝土浇筑时要振捣充分，混凝土浇筑后要及时养护并加强养护工作。
7. 大体积混凝土应优选矿渣水泥等低水化热水泥；采用遮阳凉棚的降温措施、布置冷却水管等措施，以降低混凝土水化热、推迟水化热峰值出现；同一结构物的不同位置温差应满足设计及规范要求。

(三) 背景资料 (06 考点)

某高速公路第五施工合同段地处城郊，主要工程为路基填筑施工。其中 K48+010~K48+328 段原为路基土方填筑，因当地经济发展和交通规划需要，经各方协商，决定将该段路基填筑变更为

(5×20+3×36+5×20m) 预应力钢筋混凝土箱梁桥，箱梁混凝土标号为 C40。变更批复后，承包人组织施工，上部结构采用满堂式钢管支架现浇施工，泵送混凝土。支架施工时，对预拱度设置考虑了以下因素：

- (1) 卸架后上部构造本身及活载一半所产生的竖向挠度；
- (2) 支架在荷载作用下的弹性压缩挠度；
- (3) 支架在荷载作用下的非弹性压缩挠度；
- (4) 由混凝土收缩及温度变化而引起的挠度。

根据设计要求，承包人对支架采取了预压处理，然后立模、普通钢筋制作、箱梁混凝土浇筑、采用气割进行预应力筋下料；箱梁采用洒水覆盖养生；箱梁混凝土强度达到规定要求后，进行孔道清理、预应力张拉压浆，当灰浆从预应力孔道另一端流出后立即终止。

箱梁现浇施工正值夏季高温，为避免出现构造裂缝，保证箱梁质量，施工单位提出了以下三条措施：

- (1) 选用优质的水泥和骨料；
- (2) 合理设计混凝土配合比，水灰比不宜过大；
- (3) 严格控制混凝土搅拌时间和振捣时间。

问题 1. 除背景中提到的三条构造裂缝防治措施外，再列举两条防治措施。

答案 1. (本小题共 4 分)

(1) 避免出现支架下沉；(2) 避免脱模过早，以及模板的不均匀沉降；(3) 加强箱梁混凝土浇筑后的养生工作。(每条 2 分，最多 4 分)

1B420225 掌握悬臂浇筑钢筋混凝土箱梁的施工(挠度)控制 2009

一、原因分析

二、防治措施

1. 对挂篮进行加载试验，消除非弹性变形，向监测人员提供非弹性变形值及挂篮荷载—弹性变形曲线；
2. 在 0 号块箱梁顶面建立相对坐标系，以此相对坐标控制立模标高值；施工过程中及时采集观测断面标高值并提供给监控人员。
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：
6. 严格控制施工过程中不平衡荷载的分布及大小。

例题. 为控制悬臂浇筑钢筋混凝土箱梁桥的施工挠度，应在()建立相对坐标系。(2009 年)

- A. 0 号桥台顶面 B. 0 号块箱梁顶面 C. 1 号块箱梁顶面 D. 合龙段箱梁顶面 答案：B

1B420226 掌握桥面铺装病害的防治

一、原因分析

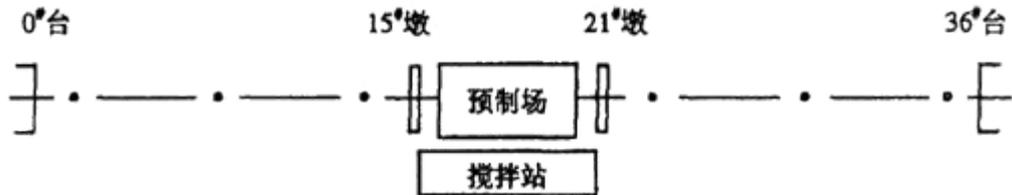
桥面铺装病害形成原因：梁体预拱度过大，桥面铺装设计厚薄难以调整施工允许误差；**施工质量控制不严，桥面铺装混凝土质量差**；**桥头跳车和伸缩缝破坏引起的连锁破坏**；**桥梁结构的大变形引起沥青混凝土铺装层的破坏**；**水害引起沥青混凝土铺装的破坏**；**铺装防水层破损导致桥面铺装的破坏等。**

二、防治措施

1. 常规破坏同路面通病防治。
2. 加强对主梁的施工质量控制，**避免出现预拱度过大。**
3. 加强桥面铺装施工质量控制，**严格控制钢筋网的安装。**
4. **提高桥面防水混凝土的强度，避免出现防水混凝土层破坏。**
5. **桥梁应加强桥面排水的设计和必要的水量计算；优化桥面铺装的混凝土配合比设计，选用优质骨料，提高桥面铺装的施工和养护质量。**

背景资料（四）2006

某施工单位承接了北方沿海地区某高速公路 B 合同段施工任务，该段有一座 36×40m 的预应力混凝土简支箱梁桥，合同工期为十五个月；采用长度为 40~50m、直径为 $\Phi 1.5\text{m}$ 的桩基础，桥位处地层土质为亚粘土；下部结构为圆柱式墩、直径为 $\Phi 1.3\text{m}$ ，柱顶设置盖梁，墩柱高度为 4~12m，桥台为重力式 U 型桥台。项目部为了降低成本，制定了先进的、经济合理的施工方案。项目部的预制场和混凝土搅拌站布置示意图如下：



桩基础采用旋挖钻机成孔；墩柱钢筋骨架现场整体制作、吊装就位；墩柱施工采用钢模板，整体拼装完成后一次吊装就位；再在顶部钢筋四周插入木楔，让钢筋骨架居中，使钢筋保护层厚度得到有效控制。项目部根据施工组织设计提出了水泥、钢材、碎石和砂等几项大宗材料的采购计划，并邀请了几家材料供应商参加竞标。项目部组织了评标小组，为节约成本，评标的唯一标准就是价格，项目部最终选择了一家报价最低的材料供应商。

问题 4. 如果主梁张拉后的**预拱度超过了规范要求**，将可能导致桥面系中产生什么病害？并提出防治这种病害的三条措施。

答案 4. （本小题共 5 分） **可能导致产生桥面铺装病害。**（2 分）

- 控制措施：（1）控制主梁施工的预拱度（1 分）
（2）保证桥面防水混凝土强度（1 分）
（3）提高桥面铺装的施工质量（1 分）

1B420227 掌握桥梁伸缩缝病害的防治

一、原因分析

二、防治措施

1. 在设计方面，**精心设计，选择合理的伸缩装置。**
2. 提高对桥梁伸缩装置施工工艺的重视程度，**严格按施工工序和工艺标准的要求施工。**
3. **提高锚固件焊接施工质量。**
4. **提高后浇混凝土或填缝料的施工质量，加强填缝混凝土的振捣密实，确保混凝土达到设计强度标准，及时养护，无空隙、空洞。**
5. **避免伸缩装置两侧的混凝土与桥面系的相邻部位结合不紧密。**

1B420228 掌握桥头跳车的防治（重点）

一、原因分析

主要影响因素有：

1. **台后地基强度与桥台地基强度不同、台后填料自然固结压缩。**
2. 桥头路堤及堆坡范围内**地基填筑前处理不彻底。**
3. **台后压实度达不到标准，高填土引道路堤本身出现的压缩变形。**
4. **路面水渗入路基，使路基土软化。**
5. **工后沉降大于设计容许值。**
6. **台后填土材料不当，或填土含水量过大。**
7. **软基路段台前预压长度不足，软基路段桥头堆载预压卸载过早，软基路段桥头处软基处理深度不到位，质量不符合设计要求。**

二、防治措施

1. **重视桥头地基处理**，采用先进的台后填土施工工艺。
2. 改善地基性能，**提高地基承载力，减少差异沉降**。保证足够的台前预压长度。
3. 有针对性选择**台后填料，提高桥头路基压实度**。如采用砂石料等固结性好、变形小的填筑材料处理桥头填土。
4. **做好桥头路堤的排水、防水工程，设置桥头搭板。**
5. **优化设计方案、采用新工艺加固路堤。**

1B420230 隧道工程质量通病及防治措施

1B420231 掌握隧道水害的防治

二、防治措施

1. **因势利导**，给地下水以排走的出路，将水迅速地排到洞外。
2. **将流向隧道的水源截断，或尽可能使其水量减少。**
3. 堵塞衬砌背后的渗流水，集中引导排出。
4. **水害整治的关键：分析病害成因，对症整治；合理选择防水材料；严格施工工艺。**
◆防：防水混凝土；防水层(内贴、外贴)◆排：暗管；盲沟◆截：截水天沟；裂缝堵塞◆堵：注浆

1B420232 掌握隧道衬砌病害的防治

一、隧道衬砌腐蚀病害

(一) 原因分析 物理性腐蚀和化学性腐蚀

(二) 预防措施

1. 坚持**以排为主，排堵截并用，综合治水。**
2. 用各种耐腐蚀材料敷设在混凝土衬砌的表面，作为防蚀层。
3. 在各种腐蚀病害较为严重的地段，除采取排水降低水压外，同时采用抗侵蚀材料作衬砌，使防水、防蚀设施与结构合为一体。
4. 在隧道的伸缩缝、变形缝和施工缝都设置**止水带**，从而达到防蚀的目的。

二、隧道衬砌裂缝病害的防治

(一) 原因分析

(二) 预防措施

1. **设计时**应根据围岩级别、性状、结构等地质情况，**确保衬砌具有足够的承载能力。**
2. **施工过程中**发现围岩地质情况有**变化**，与原设计不符时，应及时**变更设计**。
3. **钢筋保护层**必须保证**不小于 3cm**，钢筋使用前应作除锈、清污处理。
4. 混凝土强度必须符合设计要求，**宜采用较大的骨灰比，降低水灰比，合理选用外加剂。**
5. 确定**分段灌注**长度及浇筑速度；混凝土拆模时，内外温差不得大于 20℃；加强养护。
6. 衬砌背后如有可能形成水囊，**应对围岩进行止水处理**，根据设计施作防水隔离层。
7. 衬砌施工时应严格按照要求**正确设置沉降缝、伸缩缝。**

1B420233 了解隧道超欠挖的防治新增内容

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) 其他原因：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) 提高对超欠挖问题的认识

(二) 加强施工单位的工程管理

(三) 重视钻爆设计

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，它能最大限度地使开挖面符合设计轮廓线，同时减轻对围岩的扰动。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. **爆破次序与爆破网路设计**也是很重要的，**前炮应为后炮创造较好的临空面。**

1B431010 《公路法》中公路建设的相关法律规定及责任

1B431011 了解《公路法》中公路建设的相关法律规定

一、公路的建设资金

(一)财政拨款 包括中央和地方财政拨款。

(二)贷款 贷款包括商业性贷款和国家政策性贷款，也可以向国外金融机构或者外国政府贷款。

(三)资本金、发行股票，公司债券

(四)集资 国家允许在需要与可能的情况下向企业和个人集资建设公路。坚持自愿原则。

二、公路建设基本管理制度

(一)公路建设的基本程序

按照交通部颁发的《公路工程基本建设管理办法》规定，公路工程基本建设程序如下：

1. 项目建议书；
2. 项目可行性研究，项目环境影响报告书；
3. 编制初步设计文件和概算；
4. 编制施工图和施工图预算；
5. 列入年度基本建设计划；
6. 项目实施前的各项准备工作；
7. 项目实施；
8. 竣工验收；
9. 项目后评价。

(二)公路工程技术标准制度

(三)公路建设项目的主体资格管理制度

三、公路建设的土地使用 **公路建设应当贯彻切实保护耕地、节约用地的原则。**

1B431012 了解违反《公路法》的相关法律责任

一、对路产造成危害行为的法律责任

(一)使用公路中的危害行为及其法律责任

1. 使用公路中的危害行为

- (1)将公路作为试车场地； 处 5000 元以下罚款
- (2)违规使用公路造成路损的； 处 1000 元以下罚款
- (3)未经批准，违规使用公路。 处 3 万元以下罚款

(二)非公路使用的危害行为及其法律责任

1. 在公路、公路用地范围内有违法设置物 处 5000 元以下罚款
2. 破坏、损坏、移动公路工程设施的 处 3 万元以下罚款

二、危及公路安全行为的法律责任

(一)从事危及公路安全的作业

对于从事危及公路安全的作业，如在大中型公路桥梁和渡口周围 200m、公路隧道上方和洞口外 100m 范围内，以及在公路两侧一定距离内，挖砂、采石、取土、倾倒废弃物，进行爆破作业及其他危及公路、公路桥梁、公路隧道、公路渡口安全的活动，由交通主管部门责令停止违法行为，可以处 3 万元以下罚款。

(二)从事危及公路安全的施工

对于从事危及公路安全的施工，由交通主管部门责令停止违法行为，并提出警告，待完善防护措施后复工或限期迁出规定范围；对已经造成公路及公路设施损失的，应当赔偿损失，情节严重的另处不超过公路损失赔偿费 20% 的罚款。

(三)阻碍公路建设或抢修

阻碍公路建设或抢修，致使公路建设或抢修不能正常进行，尚未造成严重损失的，给予治安处罚。构成犯罪的，依法追究刑事责任。

三、在公路上擅自设卡、收费的法律责任

违反法律或者国务院有关规定，擅自在公路上设卡、收费的，由交通主管部门责令停止违法行为，没收违法所得，可以处以违法所得三倍以下的罚款；没有违法所得的，可以处 2 万元以下的罚款；

1B432011 掌握公路工程标准体系

体系依据《公路法》、《标准化法》，参照《标准体系表编制原则和要求》GB/T13016—2009，结合我国公路工程标准化工作的实践制定。

二、公路工程标准体系的结构

1. 体系的组成单元是标准。内容最单一的标准是某一门类下的某专项标准。
2. 由行政部门发布的标准的体系结构层次为两层，一层为门类，包括综合、基础、勘测、设计、检测、施工、监理、养护管理等规范；另一层为专项内容，如桥涵设计的公路砖石与混凝土桥涵设计规范、公路钢筋混凝土与预应力混凝土桥涵设计规范、公路桥涵地基与基础设计规范等专项规范。

1B432012 熟悉公路建设管理法规体系

公路建设管理法规体系是梯形，分为二级五层次。第一级为国家级，由国家法律、国家行政法规和交通部法规三层次组成。第二级为地方级，由地方行政法规和地方规章两层次组成。公路建设管理主要法规文件如下：

一、相关法律法规

1. 中华人民共和国公路法(2004年8月28日中华人民共和国主席令第19号)
2. 中华人民共和国招标投标法(1999年8月30日中华人民共和国主席令第21号)
3. 中华人民共和国土地管理法(2004年8月28日中华人民共和国主席令第28号)
4. 中华人民共和国环境保护法(1989年12月26日中华人民共和国主席令第22号)
5. 中华人民共和国环境影响评价法(2002年10月28日中华人民共和国主席令第77号)
6. 中华人民共和国水土保持法(1991年6月29日中华人民共和国主席令第49号)
7. 中华人民共和国海洋环境保护法(1999年12月25日中华人民共和国主席令第26号)
8. 中华人民共和国海域使用管理法(2001年10月27日中华人民共和国主席令第61号)
9. 中华人民共和国安全生产法(2002年6月29日中华人民共和国主席令第70号)
10. 中华人民共和国消防法(2008年10月28日中华人民共和国主席令第8号)
11. 中华人民共和国行政处罚法(1996年3月17日中华人民共和国主席令第63号)
12. 中华人民共和国行政许可法(2003年8月27日中华人民共和国主席令第7号)
13. 中华人民共和国合同法(1999年3月15日中华人民共和国主席令第15号)
14. 中华人民共和国公司法(2005年10月27日中华人民共和国主席令第42号)
15. 中华人民共和国政府采购法(2002年6月29日中华人民共和国主席令第68号)
16. 国务院关于修改《中华人民共和国公路管理条例》的决定(2008.12.27日国务院第543号)
17. 收费公路管理条例(2004年9月13日国务院令第417号)
18. 建设工程质量管理条例(2000年1月30日国务院令第279号)
19. 建设工程勘察设计管理条例(2000年9月25日国务院令第293号)
20. 建设工程安全生产管理条例(2003年11月24日国务院令第393号)
21. 中华人民共和国土地管理法实施条例(1998年12月27日国务院令第256号)
22. 中华人民共和国水土保持法实施条例(1993年8月1日国务院令第120号)
23. 建设项目环境保护管理条例(1998年11月29日国务院令第253号)
24. 地震安全性评价管理条例(2001年11月15日国务院令第323号)
25. 生产安全事故报告和调查处理条例(2007年4月9日国务院令第493号)
26. 安全生产许可证条例(2004年1月13日国务院令第397号)
27. 国务院关于投资体制改革的决定(2004年7月16日国务院国发[2004]20号)
28. 对外承包工程管理条例(2008年7月21日中华人民共和国国务院令第527号)

二、市场管理

1. 公路建设市场管理办法(2004年12月21日交通部令2004年第14号)
2. 关于印发建立公路建设市场信用体系的指导意见的通知(2006.12.5交公路发(2006)683号)
3. 建筑业企业资质管理规定(2007年6月26日建设部令第159号)
4. 关于对参与公路工程投标和施工的公路施工企业资质要求的通知(2002.11.25交公路发C2002J544号)
5. 建设工程勘察设计资质管理规定(2007年6月26日建设部令第160号)
6. 公路水运工程监理Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ资质管理规定(2004年6月30日交通部令2004年第5号)
7. 公路水运工程监理企业资质管理规定实施意见(2004.11.20交质监发(2004)639号)
8. 公路水运工程试验检测管理办法(2005年10月19日交通部令2005年第12号)
9. 公路建设项目法人资格标准(试行)(2001年9月30日交通部交公路发(2001)583号)
10. 公路、水运工程监理工程师执业资格考试管理暂行办法(2004.3.19交质监发(2004)125号)
11. 建造师执业资格制度暂行规定(2002年12月5日人事部、建设部人发(2002)1111号)
12. 收费公路权益转让办法(2008.8.20交通部、国家发改委、财政部令2008年第11号)

三、招标投标管理

1. 国务院办公厅关于进一步规范招标投标活动的若干意见(2004.7.12国务院国办发(2004)56号)
2. 关于贯彻国务院办公厅关于进一步规范招标投标活动的若干意见的通知(2004年11月22日交通部交公路发(2004)688号)
3. 工程建设项目招标范围和规模标准规定(2000年5月1日国家发展计划委员会令第3号)
4. 招标公告发布暂行办法(2000年7月1日国家发展计划委员会令第4号)
5. 国家计委关于指定发布依法必须招标项目招标公告的媒介的通知(2000年6月30日国家发展计划委员会计政策(2000)868号)
6. 评标委员会和评标方法暂行规定(2001年7月5日国家发展计划委员会、国家经济贸易委员会、建设部、铁道部、交通部、信息产业部、水利部令第12号)
7. 关于国务院有关部门实施招标投标活动行政监督的职责分工的意见(2000年5月3日国务院国办发(2000)34号)
8. 工程建设项目招标投标活动投诉处理办法(2004年7月6日国家发展和改革委员会、建设部、铁道部、交通部、信息产业部、水利部、民用航空总局令第11号)

1B432021 掌握公路工程施工企业资质类别、等级的划分

一、公路工程施工企业资质类别和等级划分

公路工程施工企业根据国家相关规定，结合公路工程特点，共分为六大类，具体划分如下：

第一类：公路工程施工总承包企业。分为特级、一级、二级、三级。

第二类：公路路面工程专业承包企业。分为一级、二级、三级。

第三类：公路路基工程专业承包企业。分为一级、二级、三级。

第四类：桥梁工程专业承包企业。分为一级、二级。

第五类：隧道工程专业承包企业。分为一级、二级。

第六类：公路交通工程专业承包企业。按施工内容分为5个分项施工企业：即交通安全设施分项专业承包企业；通信系统工程分项承包企业；监控系统工程分项承包企业；收费系统工程分项承包企业；通信、监控、收费综合系统工程分项承包企业。

1B432022 了解公路施工企业承包工程范围

一、公路工程施工总承包企业承包工程范围

特级企业 各等级公路及其桥梁、隧道工程的施工

一级企业 单项合同额不超过企业注册资本金5倍的各等级公路及其桥梁、长度3000m及以下的隧道工程的施工

二级企业 单项合同额不超过企业注册资本金5倍的一级标准及以下公路、单跨跨度<100m的桥梁，长度<100m的隧道工程的施工

三级企业 可单项合同额不超过企业注册资本金5倍的二级标准及以下公路、单座桥长<500m，单跨跨度<40m的桥梁工程的施工

二、公路路面工程专业承包企业承包工程范围

一级企业 各级公路的各类路面和钢桥面工程的施工

二级企业 单项合同额不超过企业注册资本金5倍的一级标准及以下公路路面工程的施工

三级企业 单项合同额不超过企业注册资本金5倍的二级标准及以下公路路面工程的施工

三、公路路基工程专业承包企业承包工程范围

一级企业 各级公路的土石方、单跨跨度小于100m、单座桥长小于500m桥梁、防护及排水、软基处理工程的施工

二级企业 单项合同额不超过企业注册资本金5倍的一级标准及以下公路的土石方、中小桥涵、防护及排水、软基处理工程的施工

三级企业 单项合同额不超过企业注册资本金5倍的二级标准及以下公路的土石方、中小桥涵、防护及排水、软基处理工程的施工

1B432030 公路工程施工安全生产相关规定

1B432031 掌握公路工程施工安全生产条件

第七条 从业单位从事公路水运工程建设活动，应当具备法律、行政法规规定的安全生产条件。任何单位和个人不得降低安全生产条件。

第八条 **施工单位应当取得安全生产许可证，施工单位的主要负责人、项目负责人、专项安全生产管理人员(以下简称安全生产三类管理人员)**必须取得考核合格证书，方可参加工程投标及施工。

施工单位主要负责人，是指对本企业日常生产经营活动和安全生产工作全面负责、有生产经营决策权的人员，包括企业法定代表人、企业安全生产工作的负责人等。

项目负责人，是指由企业法定代表人授权，负责公路水运工程项目施工管理的负责人。包括项目经理、项目副经理和项目总工。

专职安全生产管理人员，是指在企业专职从事安全生产管理工作的人员，包括企业安全生产管理机构的负责人及其工作人员和施工现场专职安全员。

第九条 **交通部**负责组织公路水运工程**一级及以上资质**施工单位安全生产三类人员的考核发证工作。**省级交通主管部门**负责组织公路水运工程**二级及以下资质**施工单位安全生产三类人员的考核发证工作。

第十条 施工单位安全生产三类人员考核分为**安全生产知识考试和安全管理能力考核**两部分。考核合格的，由交通部或省级交通主管部门颁发《安全生产考核合格证书》。

第十一条 施工单位的**垂直运输机械作业人员、施工船舶作业人员、爆破作业人员、安装拆卸工、起重信号工、电工、焊工等国家规定的特种作业人员**，必须按照国家规定经过专门的安全作业培训，并取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业。

第十二条 施工单位在工程中使用**施工起重机械和整体提升式脚手架、滑模爬模、架桥机等自行式架设设施前**，应当组织有关单位进行验收，或者委托具有相应资质的检验检测机构进行验收，使用承租的机械设备和施工机具及配件的，由承租单位、出租单位和安装单位共同进行验收，验收合格的方可使用。**验收合格后30日内，应向当地交通主管部门登记。**

第十三条 从业单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。**未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。**

1B432032 掌握公路工程承包人安全责任

第十四条 **建设单位在编制工程招标文件时，应当确定项目安全作业环境及安全施工措施所需的安全生产费用。安全生产费用由建设单位根据监理工程师对工程安全生产情况的签字确认进行支付。**

第二十条 **施工单位应当对施工安全生产承担责任。**

施工单位主要负责人依法对本单位的安全生产工作全面负责。施工单位应当建立健全安全生产责任制度和安全生产教育培训制度及安全生产技术交底制度，制定安全生产规章制度和操作规程，保证本单位安全生产条件所需资金的投入，对所承担的工程进行定期和专项安全检查，并做好安全检查记录。

施工单位的项目负责人依法对项目的安全施工负责，落实安全生产各项制度，确保安全生产费用的有效使用，并根据工程特点组织制定安全施工措施，消除安全事故隐患，及时、如实报告生产安全事故。

本条所称安全生产技术交底制度，是指公路水运工程每项工程实施前，施工单位负责项目管理的技术人员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，并由双方签字确认的制度。

第二十一条 施工单位应当设立安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。**施工现场应当按照每5000万元施工合同额配备一名的比例配备专职安全生产管理人员，不足5000万元的至少配备一名。**专职安全员负责对安全生产进行现场监督检查，并做好检查记录，发现生产安全事故隐患，应及时向项目负责人和安全生产管理机构报告；对违章指挥、违章操作和违反劳动纪律的，应立即制止。

第二十二条 **施工单位在工程报价中应当包含安全生产费用，一般不得低于投标价的1%，且不得作为竞争性报价。**安全生产费用，应当用于施工安全防护用具及设施的采购和更新、安全施工措施的落实、安全生产条件的改善，不得挪作他用。

第二十四条 施工单位应当在**施工现场出入口或者沿线各交叉口、施工起重机械、拌合场、临时用电设施、爆破物及有害危险气体和液体存放处以及孔洞口、隧道口、基坑边沿、脚手架、码头边沿、桥梁边沿等危险部位，设置明显的安全警示标志或者必要的安全防护设施。**

第二十五条 **施工单位应当将施工现场的办公、生活区与作业区分开设置，**并保持安全距离；办公、生活区的选址应当符合安全性要求。职工的膳食、饮水，休息场所、医疗救助设施等应当符合卫生标准。**施工现场使用的装配式活动房屋应当具有生产(制造)许可证、产品合格证。**

第二十七条 施工单位应当向作业人员提供必需的安全防护用具和安全生产防护服装，书面告知危险岗位的操作规程并确保其熟悉和掌握有关内容和违章操作的危害。

作业人员有权对施工现场的作业条件、作业程序和作业方式中存在的安全问题提出批评、检举和控告，有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。

在施工中发生可能危及人身安全的紧急情况时，作业人员有权立即停止作业或者在采取必要的应急措施后撤离危险区域。

第二十九条 **施工单位采购、租赁的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件，应当具有生产(制造)许可证、产品合格证，**并在进入施工现场前由专职安全管理人员进行查验。

第三十条 施工单位应当对管理人员和作业人员进行**每年不少于两次的安全教育培训，**其教育培训情况记入个人工作档案。施工单位在采用新技术、新工艺、新设备、新材料时，应当对作业人员进行相应的安全生产教育培训。未经安全生产教育培训考核或者培训考核不合格的人员，不得上岗作业。

第三十一条 施工单位应当为施工现场的人员办理意外伤害保险，意外伤害保险费应由施工单位支付。**实行施工总承包的，由总承包单位支付意外伤害保险费。**

第三十二条 **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。**总承包单位依法将建设工程分包给其他单位的，分包合同中应当明确各自的安全生产方面的权利、义务。**总承包单位对分包工程的安全生产承担连带责任。**

分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理，分包单位不服管理导致生产安全事故的，由分包单位承担主要责任。

第三十三条 建设单位、施工单位应当针对本工程项目特点制定生产安全事故应急预案，定期组织演练。**发生生产安全事故，施工单位应当立即向建设单位、监理单位和事故发生地的公路水运工程安全生产监督部门以及安全监督部门报告。**建设单位、施工单位应当立即启动事故应急预案，组织力量抢救，保护好事故现场。

1B432033 掌握公路工程危险性较大的工程范围

1. 施工单位应当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，**对下列危险性较大的工程应当编制专项施工方案，并附安全验算结果，经施工单位技术负责人、监理工程师审查同意签字后实施，由专职安全生产管理人员进行现场监督：**

- (1)不良地质条件下有潜在危险性的土方、石方开挖；
- (2)滑坡和高边坡处理；
- (3)桩基础、挡墙基础、深水基础及围堰工程；
- (4)桥梁工程中的梁、拱、柱等构件施工等；
- (5)隧道工程中的不良地质隧道、高瓦斯隧道、水底海底隧道等；
- (6)水上工程中的打桩船作业、施工船作业、外海孤岛作业、边通航边施工作业等；
- (7)水下工程的水下焊接、混凝土浇筑、爆破工程等；
- (8)爆破工程；

2. 必要时, 施工单位对上述所列工程的专项施工方案, 还应当组织专家进行论证、审查, 下列人员应当参加**专家论证审查会**:

- (1) 建设单位项目或技术负责人;
- (2) 监理单位项目总监理工程师、相关专业监理人员及安全监理人员;
- (3) 施工单位技术负责人及其安全管理机构负责人;
- (4) 施工单位项目负责人、项目技术负责人及专项施工方案编制人员;
- (5) 专家组成员。专家组成员应当从专家库中选取。由**5名以上**符合相关专业要求的专家组成。勘察、设计单位技术负责人及相关专业技术人员应当参加专家论证审查会。

1B432034 掌握公路工程施工安全事故等级划分与报告的规定

1. **特别重大事故**, 是指造成**30人以上死亡, 或者100人以上重伤(包括急性工业中毒, 下同), 或者1亿元以上直接经济损失的事故**;
2. **重大事故**, 是指造成**10人以上30人以下死亡, 或者50人以上100人以下重伤, 或者5000万元以上1亿元以下直接经济损失的事故**;
3. **较大事故**, 是指造成**3人以上10人以下死亡, 或者10人以上50人以下重伤, 或者1000万元以上5000万元以下直接经济损失的事故**;
4. **一般事故**, 是指造成**3人以下死亡, 或者10人以下重伤, 或者1000万元以下直接经济损失的事故**。

第九条 事故发生后, 事故**现场有关人员**应当**立即**向本单位负责人报告; **单位负责人**接到报告后, 应当于**1小时内**向事故发生地**县级以上**人民政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

情况紧急时, 事故现场有关人员可以直接向事故发生地县级以上人民政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

第十条 安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门接到事故报告后, 应当依照下列规定上报事故情况, 并通知公安机关、劳动保障行政部门、工会和人民检察院:

第十一条 安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门逐级上报事故情况, **每级上报的时间不得超过2小时**。

第十二条 **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(包括下落不明的人数)和初步估计的直接经济损失**;
5. **已经采取的措施**;
6. **其他应当报告的情况**。

第十三条 事故报告后出现新情况的, 应当及时补报。

自事故发生之日起30日内, 事故造成的伤亡人数发生变化的, 应当及时补报。道路交通事故、火灾事故自发生之日起7日内, 事故造成的伤亡人数发生变化的, 应当及时补报。

第十四条 事故发生单位负责人接到事故报告后, 应当立即启动事故相应应急预案, 或者采取有效措施, 组织抢救, 防止事故扩大, 减少人员伤亡和财产损失。

第十五条 事故发生地有关地方人民政府、安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门接到事故报告后, 其负责人应当立即赶赴事故现场, 组织事故救援。

第十六条 事故发生后, 有关单位和人员应当妥善保护事故现场以及相关证据, 任何单位和个人不得破坏事故现场、毁灭相关证据。因抢救人员、防止事故扩大以及疏通交通等原因, 需要移动事故现场物件的, 应当做出标志, 绘制现场简图并做出书面记录, 妥善保存现场重要痕迹、物证。

第十七条 事故发生地公安机关根据事故的情况, 对涉嫌犯罪的, 应当依法立案侦查, 采取强制措施和侦查措施。犯罪嫌疑人逃匿的, 公安机关应当迅速追捕归案。

第十八条 安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门应当建立值班制度, 并向社会公布值班电话, 受理事故报告和举报。

1B432041 掌握公路工程质量事故的分类及分级标准

一、公路工程质量事故分类

公路工程质量事故分质量问题、一般质量事故及重大质量事故三类。

质量问题: 质量较差、造成直接经济损失(包括修复费用)在**20万元以下**。

一般质量事故: 质量低劣或达不到合格标准, 需加固补强, 直接经济损失(包括修复费用)在**20万元至300万元**之间的事故。

重大质量事故: 由于责任过失造成工程倒塌、报废和造成**人身伤亡或者重大经济损失**的事故。

二、一般质量事故分级 **一般质量事故分三个等级**:

一级一般质量事故: 直接经济损失在**150万**—300万元之间。

二级一般质量事故: 直接经济损失在**50万**~150万元之间。

三级一般质量事故: 直接经济损失在**20万**~50万元之间。

三、重大质量事故分级 重大质量事故分为三个等级：

(一)具备下列条件之一者为**一级重大质量事故**：

1. 死亡 30 人以上； 2. 直接经济损失 1000 万元以上； 3. 特大型桥梁主体结构垮塌。

(二)具备下列条件之一者为**二级重大质量事故**：

1. 死亡 10 至 29 人； 2. 直接经济损失 500 万元至 1000 万元； 3. 大型桥梁主体结构垮塌。

(三)具备下列条件之一者为**三级重大质量事故**：

1. 死亡 1 至 9 人； 2. 直接经济损失 300 万元至 500 万元； 3. 中小型桥梁主体结构垮塌。

1B432042 掌握公路工程质量事故报告的规定

一、公路工程质量事故分级管理规定

重大质量事故由国务院交通主管部门会同省级交通主管部门负责调查处理；一般质量事故由省级交通主管部门负责调查处理；质量问题原则上由建设单位或企业负责调查处理。

二、公路工程质量事故报告相关规定

1. 任何单位和个人均有权利和义务将工程质量事故的情况及时报告有关部门。公路工程在建项目，施工单位为事故报告单位；交付使用的工程，接养单位为事故报告单位。

2. 质量事故发生后，事故发生单位必须以最快的方式，将事故的简要情况同时向建设单位、监理单位、质量监督站报告。在质量监督站初步确定质量事故的类别性质后，再按下述要求进行报告：

(1)质量问题：问题发生单位应在 2 天内书面上报建设单位、监理单位、质量监督站。

(2)一般质量事故：事故发生单位应在 3 天内书面上报质量监督站，同时报企业上级主管部门、建设单位、监理单位和省级质量监督站。

(3)重大质量事故：事故发生单位必须在 2 小时速报省级交通主管部门和国务院交通主管部门，同时报告省级质量站和部质监总站，并在 12 小时内报出《公路工程重大质量事故快报》。

三、质量事故书面报告内容

1. 工程项目名称，事故发生的时间、地点，建设、设计、施工、监理等单位名称。

2. 事故发生的简要经过、造成工程损伤状况、伤亡人数和直接经济损失的初步估计。

3. 事故发生原因的初步判断。

4. 事故发生后采取的措施及事故控制情况。

5. 事故报告单位。

四、发生重大质量事故的现场保护措施

事故发生后，事故发生单位和该工程的建设、施工、监理等单位，应严格保护事故现场，采取有效措施抢救人员和财产，防止事故扩大。

因抢救人员、疏导交通等原因，需要移动现场物件时，应当做出标志，绘制现场简图并做出书面记录，妥善保存现场重要痕迹、物证，并应采取拍照或录像等直录方式反映现场原状。

五、质量事故处理实行“三不放过”原则：事故原因不清不放过；事故责任者和群众没有受到教育不放过；没有防范措施不放过。（安全生产事故是“四不放过”原因未查清不放过；事故责任者和群众没有受到教育不放过；责任人未受到处理不放过；未制定切实可行的预防措施不放过。）

1B432051 掌握公路工程竣(交)工验收依据

一、交工验收、竣工验收范围

1. 交工验收是检查施工合同的执行情况，评价工程质量是否符合技术标准及设计要求，是否可以移交下一阶段施工或者是否满足通车要求，对各参建单位工作进行初步评价。

2. 竣工验收是综合评价工程建设成果，对工程质量、参建单位和建设项目进行综合评价。

二、公路工程竣(交)工验收的依据是：

1. 批准的工程可行性研究报告；

2. 批准的工程初步设计、施工图设计及变更设计文件；

3. 批准的招标文件及合同文本；

4. 行政主管部门的有关批复、指示文件；

5. 交通部颁布的公路工程技术标准、规范、规程及国家有关部门的相关规定。

交工验收由项目法人负责。竣工验收由交通主管部门按项目管理权限负责。交通部负责国家、部重点公路工程项目中 100 公里以上的高速公路、独立特大型桥梁和特长隧道工程的竣工验收工作；其他公路工程建设项目，由省级人民政府交通主管部门确定的相应交通主管部门负责竣工验收工作。

1B432052 掌握公路工程竣(交)工验收应具备的条件和主要工作内容

一、公路工程(合同段)交工验收应具备的条件和主要工作内容

(一)交工验收应具备的条件：

1. 合同约定的各项内容已完成；

2. 施工单位对工程质量自检合格；

3. 监理工程师对工程质量的评定合格；

4. 质量监督机构按交通部规定的公路工程质量鉴定办法对工程质量进行检测，并出具检测意见；

5. 竣工文件编制完成；

6. 施工单位、监理单位已完成本合同段的工作总结。

公路工程各合同段符合交工验收条件后，经监理工程师同意，由施工单位向项目法人提出申请，项目法人应及时组织对该合同段进行交工验收。

(二)交工验收的主要工作内容：

1. 检查合同执行情况；
2. 检查施工自检报告、施工总结报告及施工资料；
3. 检查监理单位独立抽检资料、监理工作报告及质量评定资料；
4. 检查工程实体，审查有关资料，包括主要产品质量的抽(检)测报告；
5. 核查工程完工数量是否与批准的设计文件相符，是否与工程计量数量一致；
6. 对合同是否全面执行、工程质量是否合格做出结论，按交通主管部门规定的格式签署合同段交工验收证书；

7. 按交通部规定的办法对设计单位、监理单位、施工单位的工作进行初步评价。

项目法人负责组织公路工程各合同段的设计、监理、施工等单位参加交工验收。拟交付使用的工程，应邀请运营、养护管理单位参加。

参加验收单位的主要职责是：项目法人负责组织各合同段参建单位完成交工验收工作的各项内容，总结合同执行过程中的经验，对工程质量是否合格做出结论。设计单位负责检查已完成的工程是否与设计相符，是否满足设计要求。监理单位负责完成监理资料的汇总、整理，协助项目法人检查施工单位的合同执行情况，核对工程数量，科学公正地对工程质量进行评定。施工单位负责提交竣工资料，完成交工验收准备工作。

二、公路工程进行竣工验收应具备的条件和主要工作内容

(一)竣工验收应具备的条件

1. 通车试运营 2 年后；
2. 交工验收提出的工程质量缺陷等遗留问题已处理完毕，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，并经交通主管部门或其授权单位认定；
4. 竣工文件已按交通部规定的内容完成；
5. 对需进行档案、环保等单项验收的项目，已经有关部门验收合格；
6. 各参建单位已按交通部规定的内容完成各自的工作报告；
7. 质量监督机构已按交通部规定的公路工程质量鉴定办法对工程质量检测鉴定合格，并形成工程质量鉴定报告。

公路工程符合竣工验收条件后，项目法人应按照项目管理权限及时向交通主管部门申请验收。交通主管部门应当自收到申请之日起 **30 日内**，对申请人递交的材料进行审查，对于不符合竣工验收条件的，应当及时退回并告知理由；对于符合验收条件的，应自收到申请文件之日起 **3 个月内**组织竣工验收。

(二)竣工验收的主要工作内容

1. 成立竣工验收委员会；
2. 听取项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的工作报告；
3. 听取质量监督机构的工作报告及工程质量鉴定报告；
4. 检查工程实体质量、审查有关资料；
5. 按交通部规定的办法对工程质量进行评分，并确定工程质量等级；
6. 按交通部规定的办法对参建单位进行综合评价；
7. 对建设项目进行综合评价；
8. 形成并通过竣工验收鉴定书。

竣工验收委员会由交通主管部门、公路管理机构、质量监督机构、造价管理机构等单位代表组成。大中型项目及技术复杂工程，应邀请有关专家参加。国防公路应邀请军队代表参加。

项目法人、设计单位、监理单位、施工单位、接管养护等单位参加竣工验收工作。

参加竣工验收工作各方的主要职责是：竣工验收委员会负责对工程实体质量及建设情况进行全面检查。按交通部规定的办法对工程质量进行评分，对各参建单位进行综合评价，对建设项目进行综合评价，确定工程质量和建设项目等级，形成工程竣工验收鉴定书。项目法人负责提交项目执行报告及验收所需资料，协助竣工验收委员会开展工作。设计单位负责提交设计工作报告，配合竣工验收检查工作。监理单位负责提交监理工作报告，提供工程监理资料，配合竣工验收检查工作。

1B432060 公路建设管理相关规定

1B432061 掌握公路建设市场管理的相关规定

一、《公路建设市场管理办法》全文 58 条，自 2005 年 3 月 1 日起施行。主要规定如下，

第十七条 公路建设项目法人负责组织有关专家或者委托有相应工程咨询或者设计资质的单位，对施工图设计文件进行审查。**施工图设计文件审查的主要内容包括：**

1. 是否采纳工程可行性研究报告、初步设计批复意见；
2. 是否符合公路工程强制性标准、有关技术规范和规程要求；
3. 施工图设计文件是否齐全，是否达到规定的技术深度要求；
4. 工程结构设计是否符合安全和稳定性要求。

第十八条 公路建设项目法人应当按照项目管理隶属关系将施工图设计文件报交通主管部门审批。施工图设计文件未经审批的，不得使用。

第十九条 申请施工图设计文件审批应当向相关的交通主管部门提交以下材料：

1. 施工图设计的全套文件；
2. 专家或者委托的审查单位对施工图设计文件的审查意见；
3. 项目法人认为需要提交的其他说明材料。

第二十条 交通主管部门应当自收到完整齐备的申请材料之日起**20日内**审查完毕。经审查合格的，批准使用，并及时通知申请人。审查不合格的，不予批准使用，应当书面通知申请人并说明理由。

第二十三条 公路建设项目法人与中标人应当根据招标文件和投标文件**签订合同，不得附加不合理、不公正条款，不得签订虚假合同。**

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主管部门的规定，**签订廉政合同。**

第二十四条 公路建设项目依法实行施工许可制度。国家和国务院交通主管部门确定的重点公路建设项目的施工许可由国务院交通主管部门实施，其他公路建设项目的施工许可按照项目管理权限由县级以上地方人民政府交通主管部门实施。

第二十五条 项目施工应当具备以下条件：**和领取施工许可证基本一致**

1. 项目已列入公路建设年度计划；
2. 施工图设计文件已经完成并经审批同意；
3. 建设资金已经落实，并经交通主管部门审计；
4. 征地手续已办理，拆迁基本完成；
5. 施工、监理单位已依法确定；
6. 已办理质量监督手续，已落实保证质量和安全的措施。

第二十六条 项目法人在**申请施工许可时应当向相关的交通主管部门提交以下材料：**

1. 施工图设计文件批复；
2. 交通主管部门对建设资金落实情况的审计意见；
3. 国土资源部门关于征地的批复或者控制性用地的批复；
4. 建设项目各合同段的施工单位和监理单位名单、合同价情况；
5. 应当报备的资格预审报告、招标文件和评标报；
6. 已办理的质量监督手续材料；
7. 保证工程质量和安全措施的材料。

第二十七条 交通主管部门应当自收到完整齐备的申请材料之日起**20日内**做出行政许可决定。予以许可的，应当将许可决定及时通知申请人；不予许可的，应当书面通知申请人并说明理由。

第二十八条 公路建设从业单位应当按照合同约定全面履行义务：

1. 项目法人应当按照合同约定履行相应的职责，为项目实施创造良好的条件；
2. 勘察、设计单位应当按照合同约定，按期提供勘察设计资料和设计文件。工程实施过程中，应当按照合同约定派驻设计代表，提供设计后续服务；
3. 施工单位应当按照合同约定组织施工，管理和技术人员及施工设备应当及时到位，以满足工程需要。要均衡组织生产，加强现场管理，确保工程质量和进度，做到文明施工和安全生产；
4. 监理单位应当按照合同约定配备人员和设备，建立相应的现场监理机构，健全监理管理制度，保持监理人员稳定，确保对工程的有效监理；
5. 设备和材料供应单位应当按照合同约定，确保供货质量和时间，做好售后服务工作；
6. 试验检测单位应当按照试验规程和合同约定进行取样、试验和检测，提供真实、完整的试验检测资料。

第二十九条 **公路工程实行政府监督、法人管理、社会监理、企业自检的质量保证体系。**

第三十六条 公路建设项目法人、监理单位和施工单位对勘察设计中存在的问题应当及时提出**设计变更**的意见，并依法履行审批手续。设计变更应当符合国家制定的技术标准和设计规范要求。

任何单位和个人不得借设计变更虚报工程量或者提高单价。

重大工程变更设计应当按有关规定报原初步设计审批部门批准。

第三十七条 勘察、设计单位经项目法人批准，可以将工程设计中跨专业或者有特殊要求的勘察、设计工作委托给有相应资质条件的单位，但不得转包或者二次分包。**监理工作不得分包或者转包。**

第三十八条 **施工单位可以将非关键性工程或者适合专业化队伍施工的分部工程分包给具有相应资质的单位，并对分包工程负连带责任。允许分包的工程范围应当在招标文件中规定，分包的工程不得超过总工程量的30%。分包工程不得再次分包，严禁转包。**

项目法人和监理单位应当加强对施工单位工程分包的管理，工程分包计划和所有分包协议须报监理工程师审查，并报项目法人同意。

第三十九条 **施工单位可以直接招用农民工或者将劳务作业发包给具有劳务分包资质的劳务分包人。**施工单位招用农民工的，应当依法签订劳动合同，并将劳动合同报项目监理工程师和项目法人备案。

施工单位和劳务分包人应当按照合同按时支付劳务工资，落实各项劳动保护措施，确保农民工安全。

劳务分包人应当接受施工单位的管理，按照技术规范要求进行劳务作业。**劳务分包人不得将其分包的劳务作业再次分包。**

第四十八条 从业单位违反本办法规定，在申请公路建设从业许可时，**隐瞒有关情况或者提供虚假材料的**，行政机关不予受理或者不予行政许可，并给予警告；**行政许可申请人在1年内不得再次申请该行政许可。**

被许可人以**欺骗、贿赂等不正当手段取得从业许可的**，行政机关应当依照法律、法规给予行政处罚；申请人在**3年内不得再次申请该行政许可**，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第四十九条 投标人相互**串通投标**或者与招标人串通投标的，投标人以向招标人或者评标委员会成员行贿的手段谋取中标的，中标无效，**处中标项目金额5%以上10%以下的罚款**，对单位直接负责的主管人员和其他直接责任人员处单位罚款数额**5%以上10%以下**的罚款；有违法所得的，并处没收违法所得；情节严重的，取消其**1年至2年内**参加依法必须进行招标的项目的投标资格并予以公告；构成犯罪的，依法追究刑事责任。给他人造成损失的，依法承担赔偿责任。

第五十条 投标人以他人名义投标或者以其他方式弄虚作假，骗取中标的，中标无效，给招标人造成损失的，依法承担赔偿责任；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

依法必须进行招标的项目的投标人有前款所列行为尚未构成犯罪的，处中标项目金额**5%以上10%以下**的罚款，对单位直接负责的主管人员和其他直接责任人员处单位罚款数额**5%以上10%以下**的罚款；有违法所得的，并处没收违法所得；情节严重的，取消其**1年至3年内**参加依法必须进行招标的项目的投标资格并予以公告。

第五十一条 项目法人违反本办法规定，拖欠工程款和征地拆迁款的，由交通主管部门责令改正，并由有关部门依法对有关责任人员给予行政处分。

第五十二条 除因不可抗力不能履行合同的，中标人不按照与招标人订立的合同履行施工质量、施工工期等义务，**造成重大或者特大质量和安全事故，或者造成工期延误的**，取消其**2年至5年内**参加依法必须进行招标的项目的投标资格并予以公告。

二、公路建设市场信用体系

(一)公路建设市场信用体系建设的主要内容

2. 信用评价

信用评价主要包括评价内容和主体、评价等级划分、评价标准和方法等。

(1)**评价主体和主要内容**。守法评价的主体是各级交通主管部门；履约考核信用评价的主体是建设单位（项目业主）；质量评价的主体是交通主管部门及其授权的质量监督机构。

(2)**评价等级划分**。全国公路建设从业单位信用等级从高到低统一划分五个级别，即：**信用好、较好、一般、较差、差**，分别用AA、A、B、C、D表示，不再对同一等级进行细分。

(3)**评价标准**。各省级交通主管部门应根据上述信用等级划分，结合各地实际情况，按照“**公开、公平、量化、便于操作**”的原则制定信用评价标准，并严格按照标准和程序进行信用评价，保证评价结论的合法性和权威性。

(4)**评价周期**。从业单位信用等级评定和履约考核原则上每年评定**1~2次**。若从业单位受到政府或有关部门的行政处罚，或存在信用等级D级所列情形及降低信用等级行为的，应立即对其信用进行重新评级并公布，强化信用行为的动态管理。

3. 建立信用信息平台。公路建设市场信用平台按部、省二级建立，各有侧重，互联互通。部负责建立“全国公路建设市场信用信息系统”，发布相关从业单位和人员的基本信息和信用信息。同时，研究制订统一的信用信息分类及编码、信用信息格式、信用报告文本和征信数据库建设规范等，为实现全国公路建设市场信用信息互联互通创造条件。各省级交通主管部门负责本辖区的信用信息平台建设。

4. 信用奖惩机制 各级交通主管部门要充分利用信用信息平台，加强对公路建设从业单位和人员的动态管理。**对长期评定为AA、A级的守法诚信单位要给予宣传和表彰，可在招标投标、履约保证金等方面给予一定优惠，**

1B432062 掌握公路工程质量监督的相关规定

《公路工程质量监督规定》全文共39条，自2005年6月1日起施行。

公路工程质量监督主要包括以下内容：

1. 工程质量的法律、法规、规章、技术标准和规范的执行情况；
2. 从业单位的质量保证体系及其运转情况；
3. 勘察、设计质量情况，工程质量情况，使用的材料、设备质量情况；
4. 工程试验检测工作情况；
5. 工程质量资料的真实性、完整性、规范性，合法性情况；
6. 从业单位在工程实施过程中的质量行为。

建设单位或者项目法人在完成开工前各项准备工作之后，应当在**办理施工许可证前三十日**，按照**交通部的有关规定到质监机构办理公路工程施工质量监督手续**。建设单位办理公路工程质量监督手续，应当向公路工程项目所在地的质监机构提出申请，并提交以下材料：

1. 公路工程质量监督申请书。
2. 公路工程项目审批文件；
3. 公路工程项目设计、施工、监理等合同文件；
4. 公路工程项目从业单位的资质证明材料；
5. 交通主管部门要求的其他相关材料。

建设单位未办理工程质量监督手续的，责令限期补办手续，并处 20 万元以上 50 万元以下的罚款。建设单位对未经工程质量检测或者质量检测不合格的工程，按照合格工程组织交工验收的，责令改正，处工程合同价款 2% 以上 4% 以下的罚款。勘察、设计单位未按照工程建设强制性标准进行勘察、设计的，责令改正，处 10 万元以上 30 万元以下的罚款。

1B432063 掌握公路工程设计变更管理的相关规定

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**。

有下列情形之一的属于**重大设计变更**：连续长度 10km 以上的路线方案调整的；特大桥的数量或结构型式发生变化的；特长隧道的数量或通风方案发生变化的；互通式立交的数量发生变化的；收费方式及站点位置、规模发生变化的；超过初步设计批准概算的。

有下列情形之一的属于**较大设计变更**：连续长度 2km 以上的路线方案调整的；连接线的标准和规模发生变化的；特殊不良地质路段处置方案发生变化的；路面结构类型、宽度和厚度发生变化的；大中桥的数量或结构形式发生变化的；隧道的数量或方案发生变化的；互通式立交的位置或方案发生变化的；分离式立交的数量发生变化的；监控、通信系统总体方案发生变化的；管理、养护和服务设施的数量和规模发生变化的；其他单项工程费用变化超过 500 万元的；超过施工图设计批准预算的。一般设计变更是指除重大设计变更和较大设计变更以外的其他设计变更。

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，并应当加强对公路工程设计变更实施的管理。公路工程勘察、设计、施工及监理等单位可以向项目法人提出公路工程设计变更的建议。设计变更的建议应当以书面形式提出，并应当注明变更理由。项目法人也可以直接提出公路工程设计变更的建议。

1B432064 熟悉公路工程施工招标投标管理的相关规定

《公路工程施工招标投标管理办法》全文 27 条，自 2006 年 8 月 1 日起施行。主要规定如下：

本办法所称公路工程，包括公路、公路桥梁、公路隧道及与之相关的安全设施、防护设施、监控设施、通信设施、收费设施、绿化设施、服务设施、管理设施等公路附属设施的新建、改建与安装工程。

第三条 下列公路工程施工项目**必须进行招标**，但涉及国家安全、国家秘密、抢险救灾或者利用扶贫资金实行以工代赈等不适宜进行招标的**项目除外**：

1. **投资总额在 3000 万元人民币以上的公路工程施工项目；**
2. **施工单项合同估算价在 200 万元人民币以上的公路工程施工项目；**
3. **法律、行政法规规定应当招标的其他公路工程施工项目。**

第七条 公路工程施工招标的项目应当**具备下列条件**：

1. 初步设计文件已被批准；2. 建设资金已经落实；3. 项目法人已经确定，并符合项目法人资格标准要求。

第十条 公路工程施工招标分为公开招标和邀请招标。

采用公开招标的，招标人应当通过国家指定的报刊、信息网络或者其他媒体发布招标公告，邀请具备相应资格的不特定的法人投标。

采用邀请招标的，招标人应当以发送投标邀请书的方式，邀请**三家以上**具备相应资格的特定的法人投标。

第十一条 符合下列条件之一，不适宜公开招标的，依法履行审批手续后，**可以进行邀请招标**：

1. **项目技术复杂或有特殊技术要求，且符合条件的潜在投标人数量有限的；**
2. **受自然地域环境限制的；**
3. **公开招标的费用与工程费用相比，所占比例过大的。**

第十二条 公路工程施工招标，可以对整个建设项目分标段一次招标，也可以根据不同专业、不同实施阶段分别进行招标，但不得将招标工程化整为零或者以其他任何方式规避招标。

第十四条 **公路工程施工招标，应当按下列程序进行**：

1. 确定招标方式。采用邀请招标的，应当按照国家规定报有关主管部门审批；
2. 编制投标资格预审文件和招标文件。招标文件按照本办法规定备案；
3. 发布招标公告，发售投标资格预审文件；采用邀请招标的，可直接发出投标邀请书，发售招标文件；
4. 对潜在投标人进行资格审查；
5. 向资格预审合格的潜在投标人发出投标邀请书和发售招标文件；
6. 组织潜在投标人考察招标项目工程现场，召开标前会；
7. 接受投标人的投标文件，公开开标；
8. 组建评标委员会评标，推荐中标候选人；
9. 确定中标人。评标报告和评标结果按照本办法规定备案并公示；
10. 发出中标通知书；
11. 与中标人订立公路工程施工合同。

第十九条 **招标文件应当载明以下主要内容**：

1. 投标邀请书；2. 投标人须知；3. 公路工程施工合同条款；4. 招标项目适用的技术规范；5. 施工图设计文件；6. 投标文件格式，包括标书格式及投标书附录格式、投标书附表格式、工程量清单格式、投标担保文件格式、合同格式等。

投标人须知应当载明以下主要内容：

1. 评标标准和方法；
2. 工期要求；
3. 提交投标文件的起止时间、地点和方式；
4. 开标的时间和地点。

招标公告、投标邀请书应当载明下列内容：

1. 招标人的名称和地址；
2. 招标项目的名称、技术标准、规模、投资情况、工期、实施地点和时间；
3. 获取资格预审文件或者招标文件的办法、时间和地点；
4. 对潜在投标人的资质要求；
5. 招标人认为应当公告或者告知的其他事项。

第二十条 招标人应当按照招标公告或者投标邀请书规定的时间、地点出售资格预审文件和招标文件。**资格预审文件和招标文件的发售时间不得少于 5 个工作日。**

第二十一条 招标人应当合理确定资格预审申请文件和投标文件的编制时间。

编制资格预审申请文件的时间，自开始发售资格预审文件之日起至潜在投标人提交资格预审申请文件截止时间止，不得少于 14 日。

编制投标文件的时间，自招标文件开始发售之日起至投标人提交投标文件截止时间止，高速公路、一级公路、技术复杂的特大桥梁、特长隧道不得少于 28 日，其他公路工程不得少于 20 日。

第二十三条 招标人如需对已出售的招标文件进行必要的**澄清或修改，应当在投标截止日期 15 日前以书面形式通知所有招标文件收受人**，并应当按照第二十二条的规定备案。

对招标文件澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分。

第四十四条 **公路工程施工招标的评标方法可以使用合理低价法、最低评标价法、综合评估法和双信封评标法以及法律、法规允许的其他评标方法。**

合理低价法，是指对通过初步评审和详细评审的投标人，不对其施工组织设计、财务能力、技术能力、业绩及信誉进行评分，而是按招标文件规定的方法对评标价进行评分，并按照得分由高到低的顺序排列，推荐前 3 名投标人为中标候选人的评标方法。

最低评标价法，是指按由低到高顺序对评标价不低于成本价的投标文件进行初步评审和详细评审，推荐通过初步评审和详细评审且评标价最低的前 3 名投标人为中标候选人的评标方法。

综合评估法，是指对所有通过初步评审和详细评审的投标人的评标价、财务能力、技术能力、管理水平以及业绩与信誉进行综合评分，按综合评分由高到低排序，并推荐前 3 名投标人为中标候选人的评标方法。

双信封评标法，是指投标人将投标报价和工程量清单单独密封在一个报价信封中，其他商务和技术文件密封在另外一个信封中，分两次开标的评标方法。第一次开商务和技术文件信封，对商务和技术文件进行初步评审和详细评审，确定通过商务和技术评审的投标人名单。第二次再开通过商务和技术评审投标人的投标报价和工程量清单信封，当场宣读其报价，再按照招标文件规定的评标办法进行评标，推荐中标候选人。对未通过商务和技术评审的投标人，其报价信封将不予开封，当场退还给投标人。

公路工程施工招标评标，一般应当使用合理低价法。使用世界银行、亚洲开发银行等国际金融机构贷款的项目和工程规模较小、技术含量较低的工程，可使用最低评标价法。

第四十七条 评标委员会推荐的中标候选人应当限定在一至三人，并标明排列顺序。

招标人应当根据评标委员会提出的书面评标报告确定排名第一的中标候选人为中标人。排名第一的中标候选人放弃中标、因不可抗力不能履行合同，或者在招标文件规定的期限内未能提交履约担保的，招标人可以确定排名第二的中标候选人为中标人。排名第二的中标候选人因前款规定的原因也不能签订合同的，招标人可以确定排名第三的中标候选人为中标人。

招标人可以授权评标委员会直接确定中标人。

第四十八条 招标人应当将评标结果在招标项目所在地省级交通主管部门政府网站上公示，接受社会监督。公示时间不少于 7 日。

第四十九条 属于下列情况之一的，应当作为**废标处理**：

1. 投标文件未经法定代表人或者其授权代理人签字，或者未加盖投标人公章；
2. 投标文件字迹潦草、模糊，无法辨认；
3. 投标人对同一标段提交两份以上内容不同的投标文件，未书面声明其中哪一份有效；
4. 投标人在招标文件未要求选择性报价时，对同一个标段，有两个或两令以上的报价；
5. 投标人承诺的施 212212 期超过招标文件规定的期限或者对合同的重要条款有保留；
6. 投标人未按招标文件要求提交投标保证金；
7. 投标文件不符合招标文件实质性要求的其他情形。

第五十条 有下列情形之一的，招标人应当依照本办法**重新招标**：

1. 少于 3 个投标人的；
2. 经评标委员会评审，所有投标均不符合招标文件要求的；
3. 由于招标人、招标代理人或投标人的违法行为，导致中标无效的；
4. 中标人均未与招标人签订公路工程施工合同的。

重新招标的，招标文件、资格预审结果和评标报告应当按照本办法的规定重新报交通主管部门备案，招标文件未作修改的可以不再备案。

第五十一条 招标人确定中标人后，应当向中标人发出中标通知书，并同时中标结果通知所有未中标的投标人。

第五十二条 招标人应当自**确定中标人之日起 15 日内**，将评标报告向第二十二条规定的备案机关**进行备案**。

第五十三条 招标人和中标人应当自**中标通知书发出之日起 30 日内**订立书面公路工程施工合同。

招标人和中标人不得再行订立背离合同实质性内容的其他协议。

第五十四条 招标人应当自**订立公路工程施工合同之日起 5 个工作日内**，向**中标人和未中标的投标人退还投标保证金**。由于中标人自身原因放弃中标，招标文件约定放弃中标不予退还投标保证金的，中标人无权要求退还投标保证金。

1B432070 公路工程技术标准相关规定

1B432071 了解公路分级

公路根据功能和适应的交通量分为以下**五个等级**：

1. 高速公路为专供汽车分向、分车道行驶并应全部控制出人的多车道公路。
2. 一级公路为供汽车分向、分车道行驶，并可根据需要控制出入的多车道公路。
3. 二级公路为供汽车行驶的双车道公路。
4. 三级公路为主要供汽车行驶的双车道公路。
5. 四级公路为主要供汽车行驶的双车道或单车道公路。

1B432072 掌握路基路面的相关技术要求

一、一般规定

1. 路基路面应根据公路功能、公路等级、交通量，结合沿线地形、地质及路用材料等自然条件进行设计，保证其具有足够的强度、稳定性和耐久性。同时，路面面层应满足平整和抗滑的要求。

2. 路基设计应重视排水设施与防护设施的设计，取土、弃土应进行专门设计，防止水土流失、堵塞河道和诱发路基病害。

3. 路基断面形式应与沿线自然环境相协调，避免因深挖、高填对其造成不良影响。**高速公路、一级公路宜采用浅挖、低填、缓边坡的路基断面形式。**

4. 通过特殊地质和水文条件的路段，必须查明其规模及其对公路的危害程度，采取综合治理措施，增强公路防灾、抗灾能力。

5. 高速公路、一级公路路面不宜分期修建，但**位于软土、高填方等工后沉降较大的局部路段，可按“一次设计、分期实施”的原则实施。**

二、路基设计洪水频率的规定

公路等级	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
设计洪水频率	1/100	1/100	1/50	1/25	按具体情况确定

三、路基高度设计的规定

路基高度设计，应使路肩边缘高出路基两侧地面积水高度，同时考虑地下水、毛细水和冰冻的作用，不使其影响路基的强度和稳定性。

沿河及受水浸淹的路基边缘标高，应高出表 1B432072—1 规定设计洪水频率的计算水位加壅水高、波浪侵袭高和 0.5m 的安全高度。

四、路基压实度和原地面处理要求

1. 路堤基底应清理和压实。基底强度、稳定性不足时，应进行处理，以保证路基稳定，减少工后沉降。

填挖类别	路床顶面以下深度(m)	路基压实度(%)		
		高速、一级	二级公路	三级、四级
零填及挖方	0~0.30	—	—	≥94
	0~0.80	≥96	≥95	—
填方	0~0.80	≥96	≥95	≥94
	0.80~1.50	≥94	≥94	≥93
	>1.50	≥93	≥92	≥90

五、路基防护的规定

路基防护应根据公路功能，结合当地气候、水文、地质等情况，采取相应防护措施，保证路基稳定。

1. 路基防护应采取工程防护与植物防护相结合的防护措施，并与景观相协调。

2. 深挖、高填路基边坡路段，必须查明工程地质情况，针对其工程特性进行路基防护设计。对存在稳定性隐患的边坡，应进行稳定性分析，采用加固、防护措施。

3. 沿河路段必须查明河流特性及其演变规律，采取防止冲刷路基的防护措施。凡侵占、改移河道的地段，必须做出专门防护设计。

六、路面设计标准轴载的规定 **路面设计标准轴载为双轮组单轴 100kN。**

七、路面面层类型的选用应符合表 1B432072-3 规定。

面层类型	适用范围
沥青混凝土、水泥混凝土	高速、一级，二级、三级、四级公路
沥青贯入、沥青碎石、沥青表面处治	三级公路、四级公路
砂石路面	四级公路

八、路面结构层的规定 **路面结构层所选材料应满足强度、稳定性和耐久性的要求。**同时路面垫层材料宜采用水稳性较好的粗粒料或各种稳定类粒料。

九、路基路面排水的规定

1. 路基、路面排水设计应综合规划、合理布局，并与沿线排灌系统相协调，保护生态环境，防止水土流失和污染水源。

2. 根据公路等级，结合沿线气象、地形、地质、水文等自然条件，设置必要的地表排水、路面内部排水、地下排水等设施，并与沿线排水系统相配合，形成完整的排水体系。

3. 特殊地质环境地段的路基、路面排水设计，必须与该特殊工程整治措施相结合，进行综合设计。

1B432073 掌握桥涵的相关技术要求

一、一般规定

2. 特大、大桥桥位应选择河道顺直稳定、河床地质良好、河槽能通过大部分设计流量的河段，**不宜选择在断层、岩溶、滑坡、泥石流等不良地质地带。**

3. 桥梁设计应遵循**安全、适用、经济、美观和有利环保**的原则，并考虑因地制宜、便于施工、就地取材和养护等因素。

7. 采用**标准化跨径**的桥涵宜采用**装配式结构**，机械化和工厂化施工。

二、桥涵分类的规定 桥涵分类规定见表 1D432073—1。

桥涵分类	多孔跨径总长 L (m)	单孔跨径 LK (m)
特大桥	$L > 1000$	$LK > 150$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq LK \leq 150$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq LK \leq 40$
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq LK \leq 20$
涵洞	---	$LK < 5$

表中单孔跨径系指标准跨径。

标准跨径：梁式桥、板式桥以两桥墩中线间距离或桥墩中线与台背前缘间距为准；拱式桥和涵洞以净跨径为准。

三、桥梁全长的规定

桥梁全长：有桥台的桥梁应为两岸桥台侧墙或八字墙尾墙间的距离；无桥台的桥梁应为桥面系长度。

桥涵的跨径小于或等于 50m 时，宜采用标准化跨径。

四、桥涵设计洪水频率的规定

公路等级	设计洪水频率				
	特大桥	大桥	中桥	小桥	涵洞及小型排水构造物
高速、一级公路	1/300	1/100	1/100	1/100	1/100
一组公路	1/100	1/100	1/100	1/50	1/50
三级公路	1/100	1/50	1/50	1/25	1/25
四级公路	1/100	1/50	1/50	1/25	不作规定

1. 二级公路的特大桥以及三级、四级公路的大桥，在水势猛急、河床易于冲刷的情况下，可提高一级设计洪水频率验算基础冲刷深度。

2. 沿河纵向高架桥和桥头引道的设计洪水频率应符合本标准路基设计洪水频率的规定。

七、桥梁的其他规定

桥梁及其引道的平、纵、横技术指标应与路线总体布设相协调。

1. 桥上纵坡不宜大于 4%，桥头引道纵坡不宜大于 5%。

2. 位于市镇混合交通繁忙处，桥上纵坡和桥头引道纵坡均不得大于 3%。

3. 桥头两端引道线形应与桥上线形相配合。

1B432074 掌握隧道的相关技术要求

一、一般规定

4. 在拟定路线设计方案中，应论证采用隧道或深挖等不同方案给生态环境带来的影响。对生态环境脆弱的地带或可能因施工造成生态环境难以恢复的地段，应优先选择对环境影响小的方案，并辅以治理措施。

二、隧道分类的规定

隧道分类	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道
隧道长度 (m)	$L > 3000$	$3000 \geq L > 1000$	$1000 \geq L > 500$	$L \leq 500$

三、隧道净空的规定

隧道净空应符合本标准**公路建筑限界**的规定，且横断面各组成部分宽度应符合以下要求：

2. 高速公路、一级公路的隧道应在两侧设置检修道，其宽度应等于或大于 0.75m，二、三级公路的隧道宜在两侧设置人行道(兼检修道)，其宽度应等于或大于 0.75m。四级公路可不设人行道，但应保留 0.25m 的相应宽度。

3. 特长、长隧道内右侧侧向宽度小于 2.50m 时，应设置紧急停车带。紧急停车带宽度应为 3.50m，长度不应小于 30m，间距不宜大于 750m。

4. 单车道四级公路的隧道应按双车道四级公路标准修建。

四、隧道的其他规定

隧道及其洞口两端路线的平、纵、横技术指标应符合以下规定：

1. 隧道洞口内侧不小于 3s 设计速度行程长度与洞口外侧不小于 3s 设计速度行程长度范围内的平、纵线形应一致。

2. 洞口外与之相连接的路段应设置距洞口不小于 3s 设计速度行程长度，且不小于 50m 的过渡段，以保持横断面过渡的顺适。

3. 隧道内的纵坡应小于 3%，但短于 100m 的隧道不受此限。

4. 高速公路、一级公路的中、短隧道，当条件受限制时，经技术经济论证后最大纵坡可适当加大，但不宜大于 4%。

六、隧道的其他要求

隧道防水和排水应按照防、排、截、堵相结合的原则进行综合设计，使洞内、洞口与洞外构成完整的防水、排水系统，并注意防止水土流失和保护自然环境。隧道内纵坡应大于 0.3%。

七、隧道交通工程及沿线设施的规定

2. 公路隧道应采用反光标志、反光标线。

3. 特长隧道和高速公路、一级公路的长隧道，应设置监控设施。

4. 隧道通风设施应根据交通组成和交通量增长情况等，按统筹规则、总体设计、分期实施的原则设置。

5. 高速公路、一级公路的隧道，其长度大于 100m 时应设置照明设施。二、三、四级公路的隧道，其照明设施可根据具体情况设置。

6. 特长隧道和高速公路、一级公路的长隧道，其重要电力负荷必须保证供电可靠，技术、经济合理。

7. 特长隧道和高速公路、一级公路的长隧道，必须配置报警设施、警报设施、消防设施、救助设施等。

1B433000 一级建造师(公路工程)注册执业管理规定及相关要求

1B433001 掌握一级建造师(公路工程)注册执业工程规模标准

二、公路专业建造师执业工程规模标准解读

1. 工程类别 《注册建造师执业工程规模标准》(试行)将公路工程划分为高速公路各工程类别、桥梁工程、隧道工程、单项合同额四个类别。除高速公路各工程类别外，另三个的类别又进一步划分为大型、中型、小型。

高速公路各工程类别包括所有新建高速公路的路基工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程、交通安全设施工程、交通机电系统工程，以及高速公路大修改造工程。

桥梁工程包括一级公路及一级以下公路的桥梁工程、桥上桥下设施。

单项合同额除高速公路各工程类别外的公路工程，不论公路等级，均以单项工程造价大小划分工程规模。

2. 工程规模 《注册建造师执业工程规模标准》(试行)将除高速公路各工程类别以外的公路工程规模划分为大型、中型、小型。高速公路各工程类别不论工程规模，均划分为大型工程。桥梁工程按照单座桥梁长度和单跨跨径大小分为大型、中型、小型，隧道工程按长度分为大型、中型。其他混合性工程则按照单项工程造价划分为大型、中型、小型。

《注册建造师执业工程规模标准》(试行)是不同级别的建造师的执业规模标准，有别于公路工程技术标准等级划分。比如桥涵，公路工程技术标准划分为特大桥、大桥、中桥、小桥、涵洞五类，中桥的划分标准为：20m≤单跨<40m，30m<桥长<100m，意味着二级建造师能担当中桥技术难度，且单项合同额≤3000 万元经济规模的项目负责人。

《注册建造师执业工程规模标准》(试行)与建筑业企业资质等级标准不尽相适应，一级公路工程注册建造师可以担任各级公路工程总承包企业、各级公路工程专业承包企业资质所能承担的所有公路工程项目的经理。二级公路工程注册建造师则不可以担任二级公路工程施工总承包企业或二级公路工程专业承包企业资质所能承担的所有公路工程项目的经理。

1B433002 熟悉一级建造师(公路工程)注册执业工程范围

一级注册建造师可担任大中小型工程项目负责人，二级注册建造师担任中小型工程项目负责人；不同工程类别所要求的注册建造师执业资格不同时，以较高资格执行。

1B433003 了解一级建造师(公路工程)施工管理签章文件目录

根据建设部关于印发《注册建造师施工管理签章文件(试行)》的通知(建市监函[2008]49号)，公路工程注册建造师签章根据项目不同类型以及大小，对项目的管理程序会略有差异，所需签章的表格由监理工程师视项目管理需要取舍。