

大立 2018 二级建造师学霸笔记分享

《公路工程管理与实务》

2B310000 公路工程施工技术

2B311000 路基工程

2B311010 路基施工技术

2B311011 路基类型

二、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。原有公路路基的干湿类型，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。

学霸笔记：

一般为选择题考点：

路基的干湿类型：在最不利季节，划分为**干燥**、**中湿**、**潮湿**和**过湿**四类。

原有公路路基的干湿类型，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。

巧记：一干三湿，旧水新高

2B311012 原地基处理要求

一、土质路堤地基表层处理要求

3. 稳定斜坡上地基表层的处理，应符合下列要求：

- (1) 地面横坡**缓于 1:5**时，**清除地表草皮、腐殖土**后，可**直接**在天然地面上**填筑路堤**。
- (2) 地面横坡为 **1:5~1:2.5** 时，原地面应**挖台阶**，台阶宽度不应小于 2m。
- (4) 地面横坡**陡于 1:2.5** 地段的陡坡路堤，必须**验算**路堤整体沿基底及基底下软弱层滑动的**稳定性**。

6. 高速公路、一级公路和二级公路基底的压实度（重型）不应小于 **90%**；三、四级公路不应小于 **85%**。

学霸笔记：

选择题和案例题的考点

稳定斜坡上地基表层的处理，应符合下列要求：

- ①缓于 1:5 时，**清表直填**
- ②**1:5~1:2.5** 或**纵坡大于 12%**时，**挖台阶**
- ③陡于 1:2.5 时，**验算抗滑稳定系数**

二、填石路堤基底处理要求

1. 非岩石地基上，填筑填石路堤前，应按设计要求设**过渡层**。

2B311013 填方路基施工

一、路基填料的选择

路基的填料强度要求是按 **CBR 值** 确定，应通过**取土试验**确定填料**最小强度**和**最大粒径**。

1. 土石材料

巨粒土，级配良好的砾石混合料是较好的路基填料。膨胀岩石、易溶性岩石**不宜**直接用于路堤填筑，强风化石料、崩解性岩石和盐化岩石**不得**直接用于路堤填筑。

石质土，如碎（砾）石土，砂土质碎（砾）石及碎（砾）石砂（粉粒或粘粒土），粗粒土中的**粗、细砂质粉土**、细粒土中的**轻、重粉质粘土**都具有较高的强度和足够的水稳定性，属于较好的路基填料。

砂土可用作路基填料，但由于没有塑性，受水流冲刷和和风蚀时易损坏，在使用时可掺入粘性大的土；轻、重粘土不是理性的路基填料。

路基填料应符合下列规定：

（1）含**草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土**严禁作为填料。

（2）泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土，不得直接用于填筑路基。

（3）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，不得直接作为路堤填料；需要使用时，必须采取技术措施进行处理，经检验满足设计要求后方可使用。

（4）**粉质土**不宜直接填筑于路床，不得直接填筑于冰冻地区的路床及浸水部分的路堤。

（5）路床填料最大粒径应小于 100mm，路基填料最大粒径应小于 150mm。

（6）用**湿粘土、红粘土**和**中、弱膨胀土**作为填料直接填筑时，应符合：

③不得作为二级及二级以上公路路床、零填及挖方路基 0~0.80m 范围内的填料；不得作为三、四级公路上路床、零填及挖方路基 0~0.30m 范围内的填料。

学霸笔记：

注意区分什么是好的路基填料，什么是经过处理后可用的，什么是严禁用的，掌握的时候重点记忆好的填料和严禁的填料，剩下的就是处理后可用的材料。

☆**较好的**填料：巨粒土、级配良好的砾石、石质土、**砂质粉土、粉质黏土**

☆**处理后可用**的填料：砂土、泥灰、淤泥、冻土、有机质土等处理后，满足要求在用

☆**严禁用**的填料：**草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土**

☆**湿粘土、红粘土**和**中、弱膨胀土**作为填料：

①二级以上不能用作路床；

②三、四级下路床可用

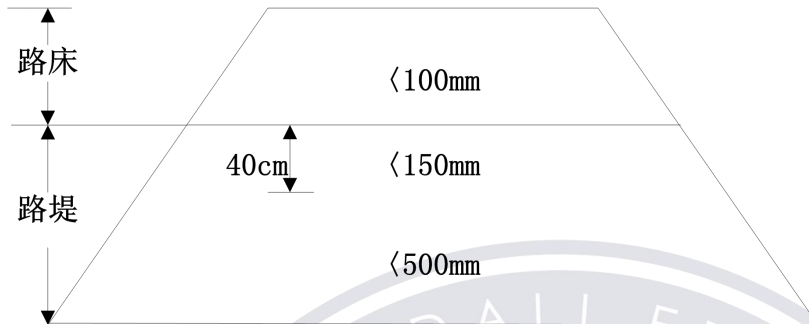
（7）填石路堤填料应符合：

①路堤填料粒径应不大于 500mm，并不宜超过层厚的 2 / 3，不均匀系数宜为 15~20。路床底面以下

400mm 范围内，填料粒径应小于 150mm。②路床填料粒径应小于 100mm。

学霸笔记：

路堤填料粒径的大小在不同结构层要求不一样，需要掌握，通过图形辅助记忆。



二、土方路堤施工技术

(一) 填筑要求

(1) 性质不同的填料，应水平分层、分段填筑、分层压实。同一水平层路基的全宽应采用同一种填料，不得混合填筑。每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于 500mm。填筑路床顶最后一层时，压实后的厚度应不小于 100mm。

(2) 对潮湿或冻融敏感性小的填料应填筑在路基上层。强度较小的填料应填筑在下层。在有地下水的路段或临水路基范围内，宜填筑透水性好的填料。

(3) 在透水性不好的压实层上填筑透水性较好的填料前，应在其表面设 2%~4% 的双向横坡，并采取相应的防水措施。不得在由透水性较好的填料所填筑的路堤边坡上覆盖透水性不好的填料。

(4) 每种填料的松铺厚度应通过试验确定。

(5) 每一填筑层压实后的宽度不得小于设计宽度。

(6) 路堤填筑时，应从最低处起分层填筑，逐层压实；当原地面纵坡大于 12% 或横坡陡于 1:5 时，应按设计要求挖台阶，或设置坡度向内并大于 4%、宽度大于 2m 的台阶。

学霸笔记：

分层、分段；好在上，下在差；注意排水；超宽填筑；陡坡记得挖台阶

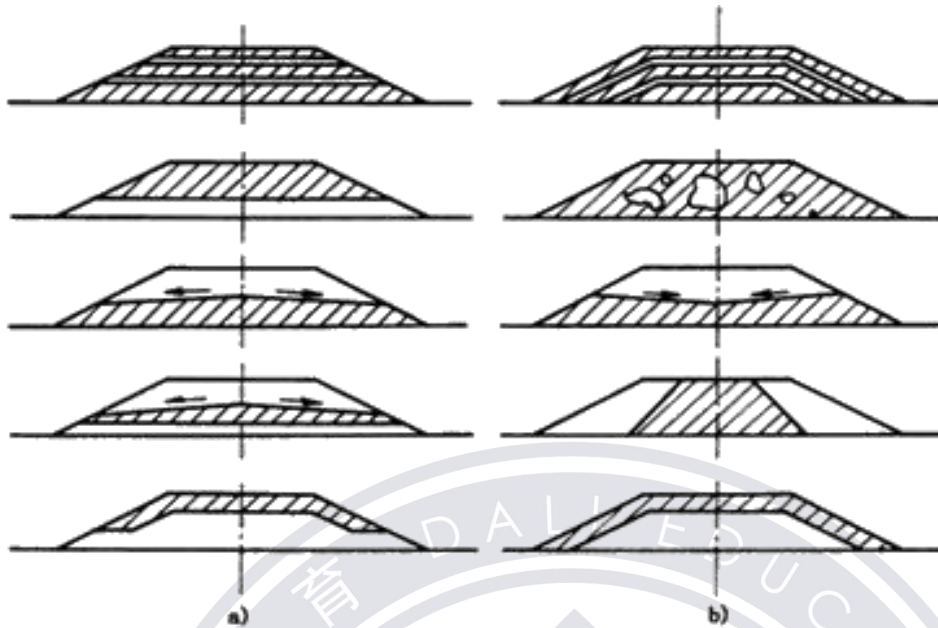


图 8-1 土路堤填筑方案示意图
a) 正确的; b) 不正确的

(三) 填筑方法

1. 分层填筑法

可分为水平分层填筑法与纵向分层填筑法。

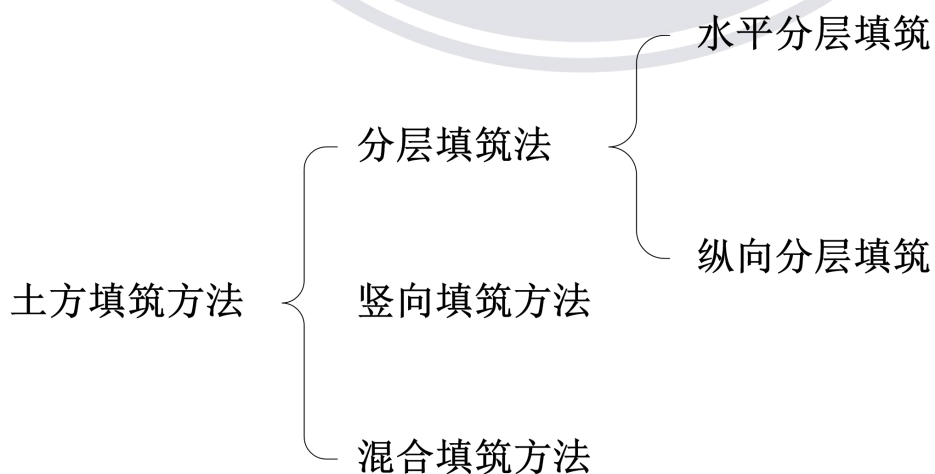
2. 竖向填筑法

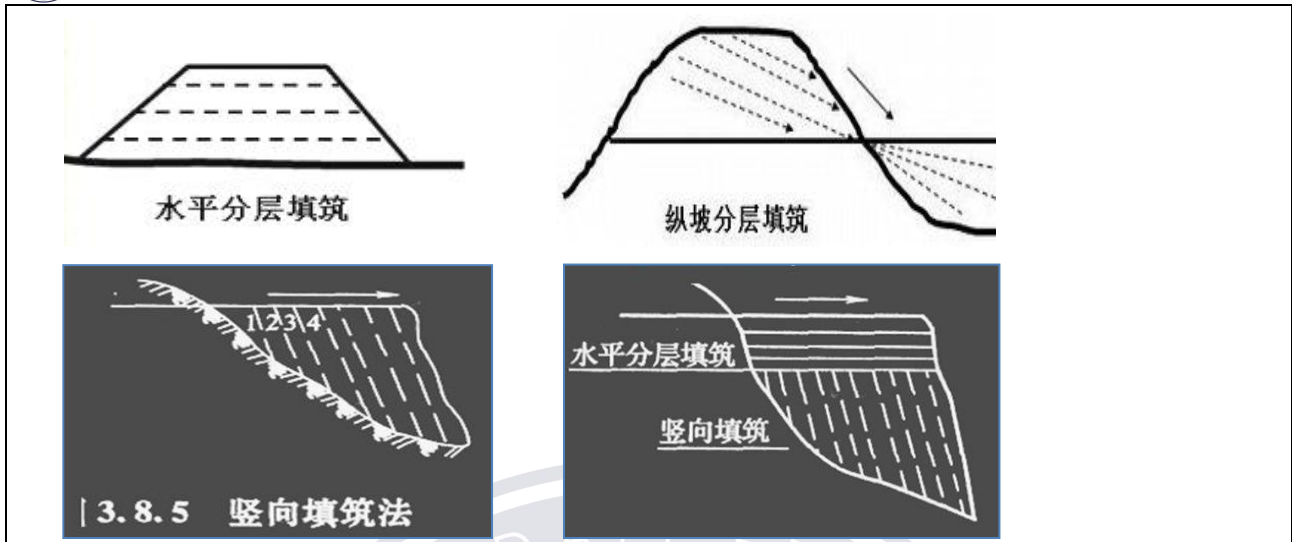
仅用于无法自下而上填筑的深谷、陡坡、断岩、泥沼等机械无法进场的路堤。

3. 混合填筑法

路堤下层用竖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法或竖向填筑法自始至终进行填筑的情况。

学霸笔记：





三、填石路基施工技术

(一) 填筑要求

- (1) 路堤施工前，应先修筑**试验路段**，确定满足孔隙率标准的**松铺厚度**、**压实机械型号及组合**、**压实速度及压实遍数**、**沉降差**等参数。
- (3) 二级及二级以上公路的填石路堤应分层填筑压实。
- (4) 岩性相差较大的填料应分层或分段填筑。严禁将软质石料与硬质石料混合使用。
- (5) 中硬、硬质石料填筑路堤时，应进行边坡码砌，边坡码砌与路基填筑宜基本同步进行。
- (6) 压实机械宜选用自重不小于 18t 的振动压路机。（同土石路堤）
- (7) 在填石路堤顶面与细粒土填土层之间应按设计要求设**过渡层**。
- (8) 填石路堤的压实质量标准宜采用**孔隙率**作为控制指标。施工压实质量可采用孔隙率与压实沉降差或施工参数（压实功率、碾压速度、压实遍数、铺筑层厚等）联合控制。孔隙率的检测应采用**水袋法**进行。

(二) 填筑方法

1. 竖向填筑法（倾填法）

主要用于**二级及二级以下**且铺设中低级路面的公路在陡峻山坡施工特别困难或大量爆破移挖作填路段，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）

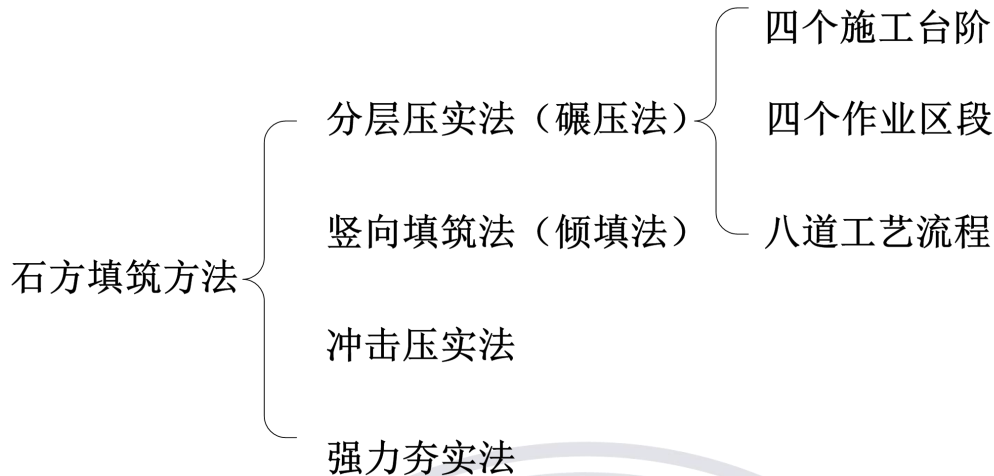
高速公路、一级公路和铺设高级路面的其他等级公路的填石路堤采用此方法。

石方填筑路堤八道工艺流程是：施工准备、填料装运、分层填筑、摊铺平整、振动碾压、检测签认、路基成型、路基整修。

3. 冲击压实法

4. 强力夯实法

学霸笔记：



四、土石路堤施工技术

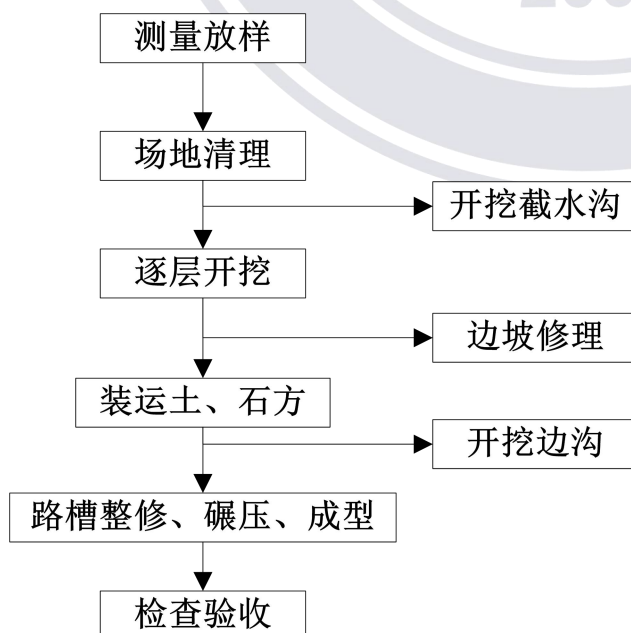
土石路堤不得采用倾填方法，只能采用分层填筑，分层压实。

学霸笔记：

土方路堤	石方路堤	土石路堤
分层填筑：水平分层和纵向分层	分层压实法（碾压法）	分层填筑
竖向填筑	竖向填筑法（倾填法）	不得倾填
混合填筑：水平分层+竖向	冲击压实法	—
—	强力夯实法	—

2B311014 挖方路基施工

一、路堑施工工艺流程



二、土质路堑施工技术

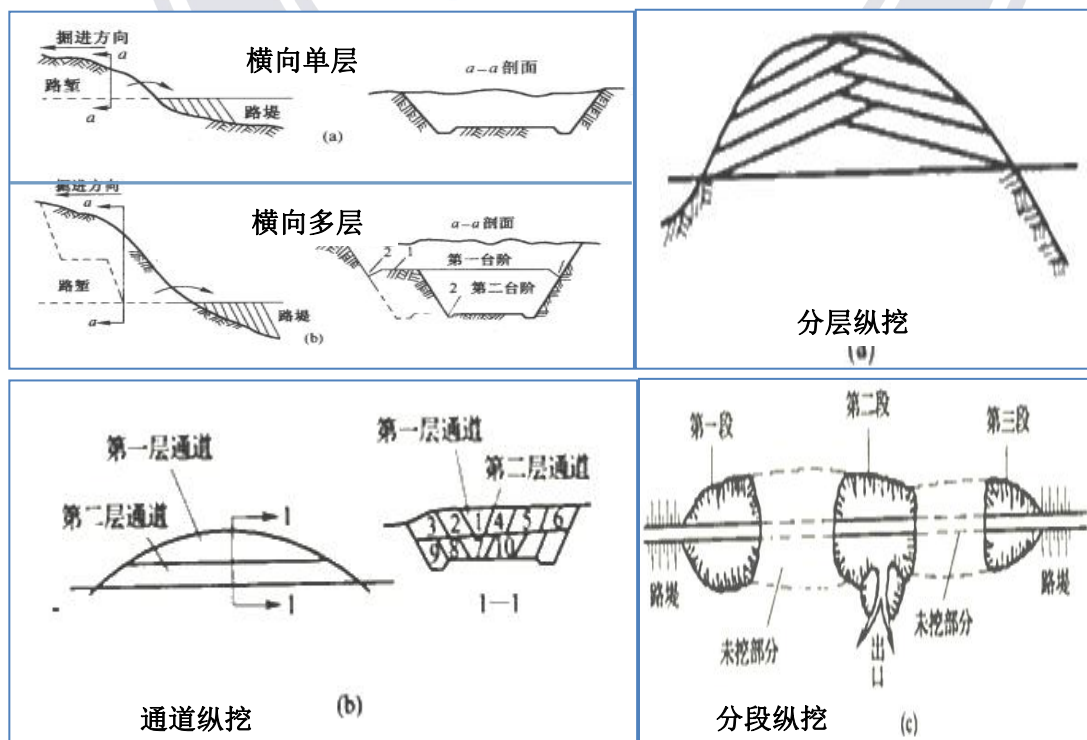
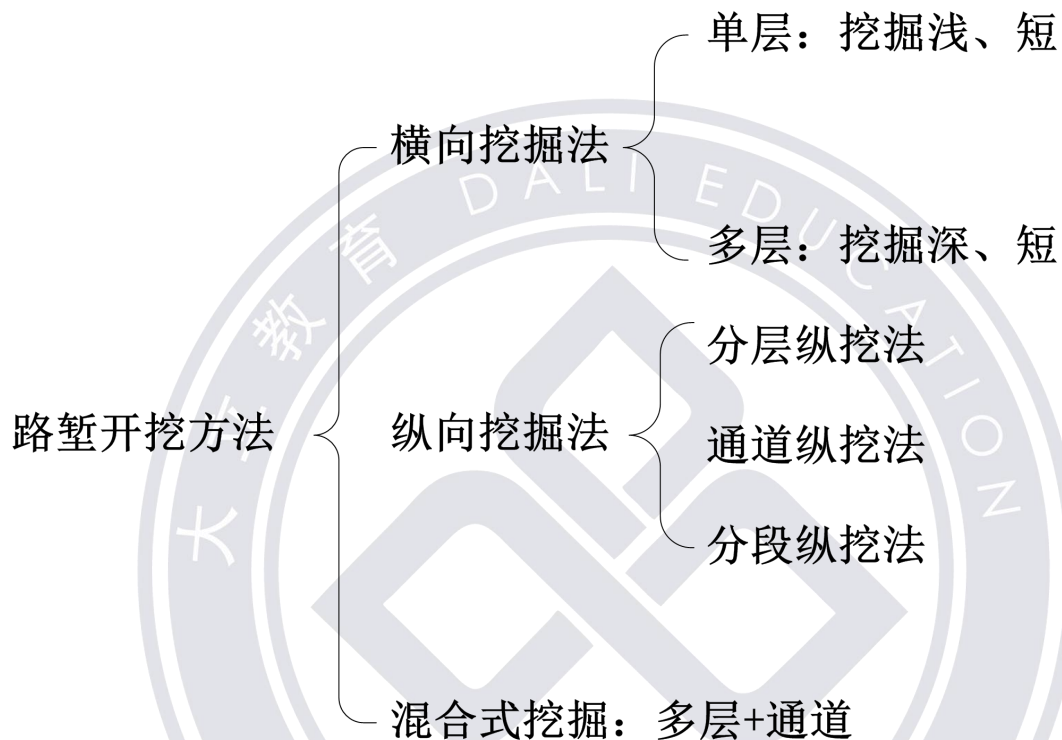
(一) 开挖方法

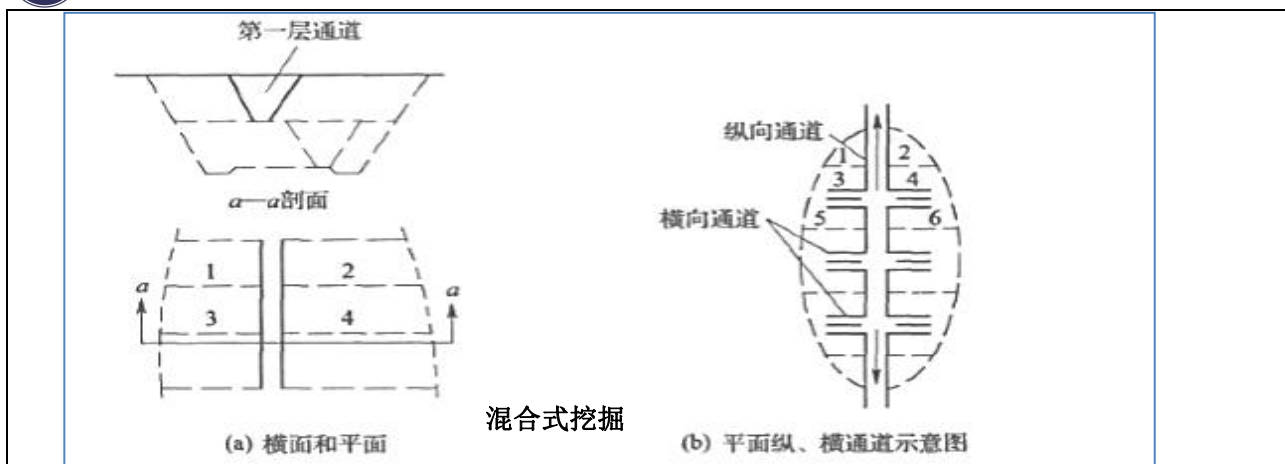
横向挖掘法分为**单层**横向全宽挖掘法、**多层**横向全宽挖掘法；

纵向挖掘法分为**分层**纵挖法、**通道**纵挖法、**分段**纵挖法；

混合式挖掘法为**多层**横向全宽挖掘法和**通道**纵挖法混合使用。

学霸笔记：





三、石质路堑施工技术

(二) 开挖方式

- (1) **钻爆开挖**：是当前广泛采用的开挖施工方法。
- (2) **机械开挖**：不适于破碎坚硬岩石。
- (3) **静态破碎法**：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。

(三) 石质路堑爆破施工方法

1. 常用爆破方法

(1) **光面爆破**：在**有侧向**临空的情况下，用**控制抵抗线**和药量的方法进行爆破，使之**形成一个光滑平整的边坡**。

(2) **预裂爆破**：**预先炸出一条裂缝**，使拟爆体与山体分开，**作为隔震减震带**，起到保护和减弱开挖限界以外山体或建筑物的地震破坏作用。

(5) 洞室爆破：抛掷爆破、定向爆破、松动爆破方法。

2. 综合爆破施工技术

小炮主要包括**钢钎炮**、**深孔爆破**等钻孔爆破；洞室炮主要包括**药壶炮**和**猫洞炮**。

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

②优点：比较灵活，为其他炮型服务的辅助炮型，工效低。

(2) 深孔爆破是孔径大于 75mm、深度在 5m 以上、采用延长药包的一种爆破方法。

①特点：大量石方（万方以上）快速施工的发展方向之一。

②优点：劳动生产率高，一次爆落的方量多，施工进度快，爆破时比较安全。

(3) 药壶炮，是小炮中最省工，省药的一种方法。

(4) 猫洞炮：充分利用岩体本身的崩塌作用，能用较浅的炮眼爆破较高的岩体，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，采用这种爆破方法，可以获得好的爆破效果。

学霸笔记：

爆破方法	特点	优点
------	----	----



小炮	钢钎炮: 孔径<70mm、深<5m	眼浅、药少、量小, 人工清理, 功效低	灵活、辅助炮型
	深孔炮: 孔径>75mm、深>5m	大型钻孔机钻孔	功效高, 进度快, 安全
洞室	药壶炮: 深 2.5~3m	露天爆破; 岩石在XI以下, 不含水分	省工、省药
	猫洞炮: 洞径为 0.2~0.5m	利用岩体崩塌作用, 用浅炮眼爆破高岩体, 有最佳使用条件	在有裂缝的软石、坚石中, 药壶不易形成时采用

2B311015 路基季节性施工

一、路基雨期施工

(二) 雨期填筑路堤

(3) 路堤应分层填筑, 路堤填筑的每一层表面应设 2%~4% 的 (双向) 排水横坡。当天填筑的土层应当天或雨前完成压实。

(三) 雨期开挖路堑

(1) 雨期路堑施工宜分层开挖, 每挖一层均应设置纵横排水坡, 使水排放畅通。
(2) 挖方边坡不宜一次挖到设计坡面, 应预留一定厚度的覆盖层, 待雨期过后在修整到设计坡面。
(3) 雨期开挖路堑, 当挖至路床顶面以上 300~500mm 时应停止开挖, 并在两侧挖好临时排水沟, 待雨期过后再施工。

(4) 雨期开挖岩石路基, 炮眼宜水平设置。

二、路基冬期施工

(二) 冬期填筑路堤

(1) 不得用含水量过大的粘性土。
(2) 每层松铺厚度应比正常施工减少 20%~30%, 且松铺厚度不得超过 300mm。当天填土应当天完成碾压。
(3) 中途停止填筑时, 应整平填层和边坡并进行覆盖防冻。
(4) 当填筑标高距路床底面 1m 时, 碾压密实后应停止填筑。
(5) 冬期过后必须对填方路堤进行补充压实。

(三) 冬期挖方路基

(1) 挖方边坡不得一次挖到设计线, 应预留一定厚度的覆盖层, 待正常施工季节后在修整到设计坡面。
(2) 路基挖至路床顶面以上 1m 时, 完成临时排水沟后, 应停止开挖, 待冬期过后再施工。
(4) 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, 予以破碎清出。

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，并铺以人工撬挖。

学霸笔记：

一般为选择题考点，掌握思路，机械开挖，人工留余。

边坡开挖不论雨期还是冬期都是一样的，不宜一次挖到设计线，要预留一定厚度，待正常施工季节后在修整到设计坡面；

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

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

2B311016 路基排水设施施工

一、路基排水分类

地面排水可采用边沟、截水沟、**排水沟**、跌水、急流槽、拦水带、蒸发池等设施。

地下排水设施有**排水沟**、暗沟（管）、渗沟、渗井、检查井等。

二、路基地面排水设施的施工要点

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

2. 截水沟：截水沟应根据地形条件及汇水面积等进行设置。**挖方**路基的堑顶截水沟应设置在坡口 **5m** 以外；**填方**路基上侧的路堤截水沟距填方坡脚的距离，应不小于 **2m**；**截水沟应先施工**，与其他排水设施应衔接平顺。

三、路基地下水排水设施的施工要点

1. 暗沟（管）又名盲沟

（1）**暗沟（管）**用于排除**泉水或地下集中水流**。

（2）沟底必须埋入不透水层内。

（6）暗沟顶面**必须设置混凝土盖板或石料盖板**，板顶上**填土厚度应大于 500mm**。

2. 渗沟

（1）渗沟及渗井用于**降低地下水位或拦截地下水**。当地下水埋藏**浅或无固定含水层**时，宜**采用渗沟**。

（2）各类渗沟均应**设置排水层、反滤层和封闭层**。

（3）填石渗沟只宜用于渗流不长的地段。

（4）管式渗沟适用于地下水引水较长、流量较大的地区。

（5）洞式渗沟适用于地下水流量较大的地段。

（6）边坡渗沟的基底应设置在潮湿土层以下的干燥底层内，基底应铺砌防渗。

（7）支撑渗沟是用来支撑可能滑动不稳定土体或山坡，并排除在滑动面（滑动带）附近的地下水和疏干潮湿土体的一种地下排水设施。

(9) 渗沟基底应埋入不透水层。

(10) 渗沟顶部应设置封闭层，封闭层宜采用浆砌片石或干砌片石水泥砂浆勾缝。

(11) 渗沟宜从下游向上游开挖。

3. 渗井

当地下水埋藏较深或有固定含水层时，宜采用渗井。

4. 检查井、疏通井

深而长的暗沟（管）、渗沟及渗水隧洞，在直线段每隔一定距离及平面转弯、纵坡变坡点等处，宜设置检查井、疏通井。

学霸笔记：

地面排水	边沟	设于挖方和低填方地段。	
	截水沟	设于路基上方，拦截山坡水。加固，防渗防冲刷；	
	排水沟	用于引水。线形平顺，不宜>500m	
	跌水、急流槽	用于陡坡地段	
	拦水带	防边坡冲毁，按设计布置，此段路肩宜加固	
	蒸发池	距路基边沟距离不小于 5m，不影响周围环境	
地下排水	排水沟	用于引水。线形平顺，不宜>500m	
	暗沟	排泉水或集中水流	设渗水孔 反滤层
	渗沟	降水位，拦截。地下水浅、无固定含水层。 填石、管式、洞式，应设置排水层、反滤层和封闭层	
	渗井	水深，有固定含水层。	
	检查井	直线段每隔一段距离、平面转弯、纵坡变坡点	

2B311017 路基改建施工

-2002-

一、路基加宽施工要求

(4) 老路堤与新路堤交界的坡面挖除清理的法向厚度不宜小于 0.3m，然后从老路堤坡脚向上按设计要求挖设台阶；老路堤高度小于 2m 时，老路堤坡面处理后，可直接填筑新路堤。严禁将边坡清挖物作为新路堤填料。

(5) 拓宽部分的路堤采用非透水性填料时，应在地基表面按设计铺设垫层，垫层材料一般为砂砾或碎石，含泥量不大于 5%。

(6) 拓宽路堤的填料宜选用与老路堤相同的填料，或者选用水稳性较好的砂砾、碎石等填料。

(7) 当加宽拼接宽度小于 0.75m 时，可采取超宽填筑或翻挖原有路基等工程措施。

二、路基加高施工技术要点

(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，用其旧石料来加固路肩和路基上层的填料。

(4) 旧路槽恢复完之后必须整形，做成不小于 4% 的双面横坡，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

(3) 如果原有路肩质量较差，达不到设计要求，则应将土路肩翻晒或掺灰重新碾压，以达到质量要求。可以采用修建试验路来改进路基开挖台阶的方案，即由从土路肩开始下挖台阶，改为从硬路肩开始下挖台阶。

(5) 在路槽纵向开挖的台阶上铺设跨施工缝的土工格栅，以增加新老路基横向联系，减少反射裂缝。

四、地基处治与路基填料

1. 低路堤地基处治

在路基填筑时如有必要可铺设土工或格栅土工布，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。

3. 新路基填料

采用粉煤灰、石灰等轻质填料填筑的路堤。

学霸笔记：

加宽：清理法向厚度不小于 3cm，按设计挖台阶；填料差的时候，垫层来辅助。

加高：注意路槽整形，做成不小于 4% 的双面横坡，然后分层填筑。

新旧结合和低路堤：挖台阶、铺筑设土工或格栅土工布，减少反射裂缝。

2B311020 特殊路基施工技术

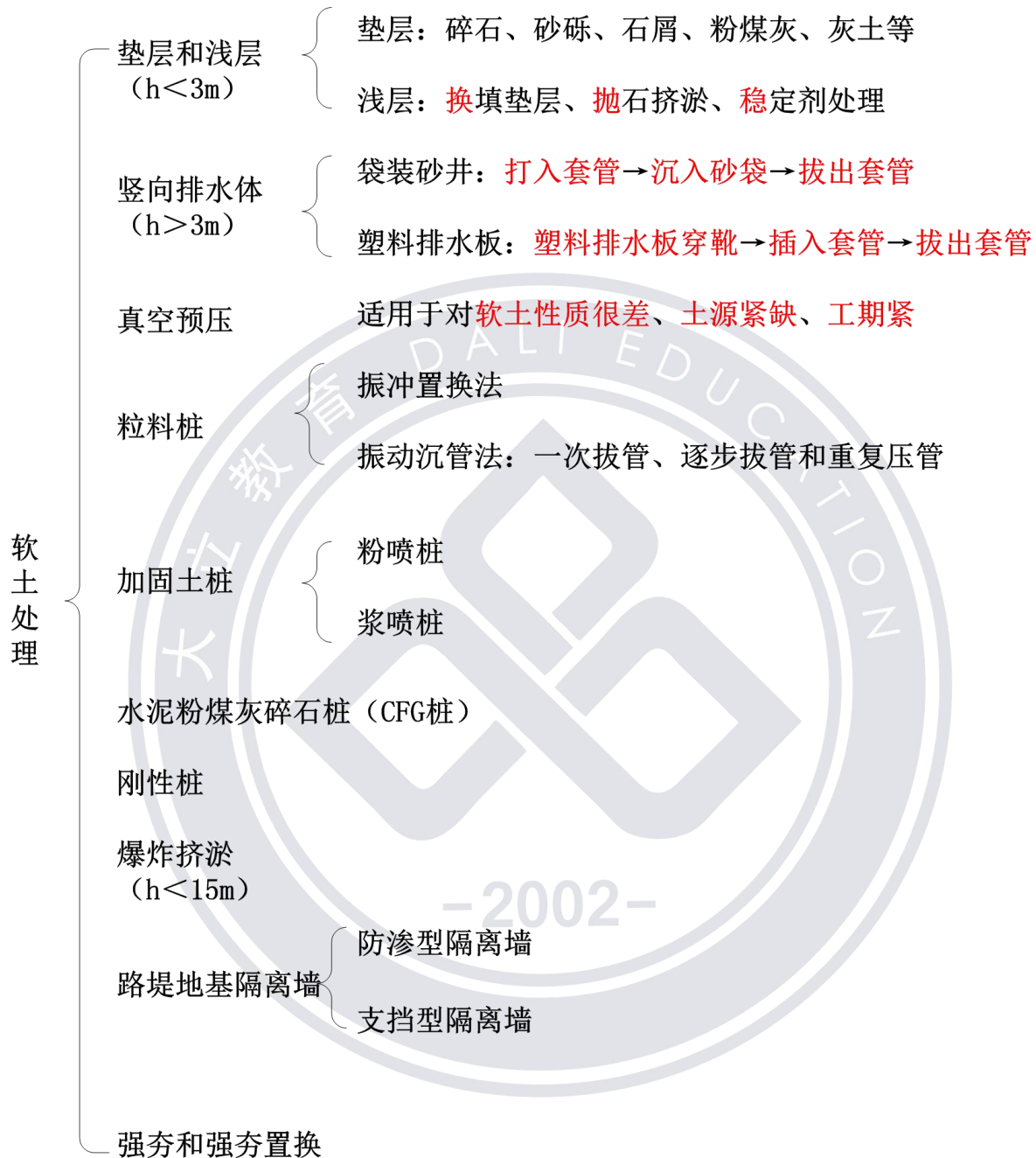
2B311021 软土路基施工

学霸笔记：

处治技术	分类	适用条件	材料要求	施工规定
垫层和浅层	垫：石、渣、灰 浅：换、挤、稳	$h < 3m$	级配好、干净	机械压、含水率佳、下卧层好、粉煤灰封三角形抛、由高到低扩、重机械压、反滤层护
竖向排水体	袋装砂井 塑料排水板	$h > 3m$	渗透率高 滤膜好	沉管式打桩机，防老、扭、断、带、横 桩靴套管连接紧密，板与板芯板对扣搭接
真空预压	真空预压 联合预压	性质差，工期紧	——	排水畅，密封好 先抽，再堆
粒料桩	振冲置换 振动沉管	剪强：大于 15kPa 剪强：大于 20kPa	级配好，干净	振冲器、吊机、水泵 振动沉管机、套管
加固土桩	粉喷 浆喷	剪强：大于 10kPa	水泥：普硅 石灰：一级	喷粉畅通，搅拌均匀 喷浆
水泥粉煤灰碎石桩	——	剪强：大于 20kPa	——	振动沉管
刚性桩	预制 现浇	深厚，荷载大	粒径	桩基础
爆炸挤淤	——	H 小于 15m		换填



隔离墙	防渗	相邻路堤间	粘土夯实水胶比	挡土墙
	支挡			
强夯	——	碎石、杂填	级配好，粒径	履带式起重机



2B311022 滑坡地段路基施工

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. 排除降水及地下水

- (1) 环形截水沟：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。
- (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。

(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. 改善土的工程性质

一般采用**焙烧法**、**爆破灌浆法**等物理化学方法改善土的工程性质。

3. 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。

牵引式滑坡、具有**膨胀性质**的滑坡不宜用**滑坡减重**。

5. 修筑支挡工程：抗滑片石垛、抗滑桩、抗滑挡墙等。

学霸笔记：

一般为选择题考点：

①滑坡防治的工程措施的**三种方法**

②注意滑坡地段**排地面水**和**排地下水**的区分

③**牵引式滑坡**和**膨胀性质**的滑坡不宜刷坡减重

2B311030 路基防护与支挡

2B311031 防护与支挡工程类型

路基防护工程是防治路基病害、保证路基稳定、改善环境景观、保护生态平衡的重要设施。

一、边坡坡面防护

(1) **植物防护**；(2) **圬工防护**；(3) **土工织物防护**。

二、冲刷防护

(1) 直接防护：**植物**、**铺石**、**抛石**、**石笼**等。

(2) 间接防护：**丁坝**、**顺坝**、**防洪堤**等导流构造物以及**改移河道**。

三、支挡建筑物

1. 路基边坡支挡：挡土墙、石垛及其他具有承重作用的构造物等。

2. 堤岸支挡：沿河驳岸、浸水挡土墙。

四、湿软地基加固

常用的方法有换填土层法、碾压夯实法、排水固结法、挤密法、化学加固法、土工合成材料加固法等。

2B311032 防护与支挡工程的适用条件与功能

一、植物防护

(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。播种方法有撒播法、喷播法和行播法。

(2) 铺草皮适用于需要迅速绿化的土质边坡。

(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。

二、圬工防护

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

2. 封面：包括抹面、捶面、喷浆、喷射混凝土等防护形式。

3. 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。

4. 石砌护坡：干砌片石护坡、浆砌片（卵）石护坡、浆砌预制块防护。

5. 锚杆铁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。

6. 抛石：一般多用于抢修工程。

7. 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。

五、挡土墙

常用的挡土墙类型有重力式、悬臂式、护臂式、锚杆式及锚定板式和加筋土挡土墙等。

1. 重力式挡土墙：这种挡土墙形式简单、施工方便，可就地取材、适应性强，因而应用广泛。缺点是墙身截面大，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，一般由墙身、基础、排水设施和沉降、伸缩缝等几部分组成。重力式挡土墙墙背形式可分为俯斜、仰斜、垂直、凸形折线（凸折式）和衡重式五种。

重力式挡土墙施工主要工序：施工准备→基坑开挖→报检复核→砌筑基础→基坑回填→选修面石与拌砂浆→砌筑墙身→填筑反滤层与墙背回填→清理勾缝→竣工交验。

(3) 墙身施工

墙身要分层错缝砌筑，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，不宜用重型振动压路机碾压。

2. 加筋土挡土墙

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，适用于填土路基。它是一种很好的抗振结构物；节约占地，造型美观；圬工量少，造价比较低，具有良好的经济效益。

加筋土挡土墙一般由墙面板、填土、填土中布置的拉筋、基础、排水设施和沉降伸缩缝等几部分构成。

加筋土挡土墙施工主要工序：施工准备→基坑开挖→报检复核→基础浇（砌）筑→墙面板预制→墙面板安装→铺设拉筋→填土、碾压→竣工交验等。

3. 锚杆挡土墙

锚杆挡土墙是由钢筋混凝土肋柱、墙面板和水平（或倾斜）的锚杆联合组成的轻型支挡结构物。

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。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。

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。

锚杆挡土墙施工工序主要有施工准备→基坑开挖→基础浇（砌）筑→锚杆制作→钻孔→锚杆安放与注浆锚固→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→竣工交验等。

学霸笔记：

掌握施工流程和各个挡土墙的使用范围

- ①重力式挡土墙形式简单、施工方便，可就地取材，适应性强，**因而应用广泛**；
- ②加筋土挡土墙一般应用于地形较为平坦且宽敞的**填方路段**；
- ③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**。

2B311040 路基试验检测技术和路基施工测量方法

2B311041 最佳含水量测定

最佳含水量的试验方法有**击实试验法**、**振动台法**和**表面振动压实仪法**。

击实试验分轻型和重型击实。

2B311042 压实度检测

1. **灌砂法**：适用路基土压实度检测，不宜用于填石路堤等有大孔洞或大孔隙材料的测定。在路面工程中也适用于基层、砂石路面、沥青表面处治及沥青贯入式路面的压实度检测。

2. **环刀法**：适用于细粒土的密度测试。

3. **核子密度湿度仪法**

2B311043 弯沉检测

一、常用的几种弯沉值测试方法的特点

贝克曼梁法：目前为规范规定的标准方法。

自动弯沉仪法：属于**静态**试验范畴。

落锤弯沉仪法：属于**动态**弯沉。

2B311044 路基施工测量方法

一、施工测量的工作程序

1. 控制性桩点，应进行现场交桩，并保护好交桩成果。

2. 控制点恢复布设

3. 路基中线恢复测量

(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(如交点、转点、圆曲线和缓和曲线的起讫点等), 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, 发现问题应及时查明原因, 进行处理。

(3) 设计图纸和实际放样不符时, 应查明原因后进行处理。

4. 纵断面测设

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。

二、路基施工测量方法

1. 中线测量

(1) **切线支距法**: 亦称为直角坐标法。适用于低等级公路。

(2) **偏角法**适用于低等级公路。

(3) **坐标法**: 高速公路、一级公路中线放样宜采用坐标法进行测量放样。

2. 横断面边桩放样

(1) 图解法 (2) 计算法 (3) 渐进法 (4) 坐标法

2B311050 路基工程质量通病及防治措施

2B311051 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

1. 原因分析

路基施工中压实度不能满足质量标准要求, 主要原因是:

- (1) 压实遍数不够;
- (2) 压实机械与填土土质、填土厚度不匹配;
- (3) 碾压不均匀, 局部有漏压现象;
- (4) 含水量偏离最佳含水量, 超过有效压实规定值;
- (5) 没有对紧前层表面浮土或松软层进行处治;
- (6) 土场土质种类多, 出现不同类别土混填;

(7) 填土颗粒过大(>10cm), 颗粒之间空隙过大, 或者填料不符合要求, 如粉质土、有机土及高塑性指数的粘土等。

3. 治理措施

- (1) 因含水量不适宜未压实时, 洒水或翻晒至最佳含水量时再重新进行碾压;
- (2) 因填土土质不适宜未压实时, 清除不适宜填料土, 换填良性土后重新碾压;

(3) 对产生“弹簧土”的部位，可将其过湿土翻晒，或掺生石灰粉翻拌，待其含水量适宜后重新碾压；或挖除换填含水量适宜的良性土壤后重新碾压。

学霸笔记：

选择题考点：一般会考哪些属于产生质量通病的原因，哪些属于防治措施，这类题型很简单，只要是跟施工要求不一样的（也就是错误的做法）就是导致质量通病的原因，反之与施工要求一样的（正确的做法）就是预防治理的措施。

案例题考点：一般会在背景资料给出几条导致质量通病的原因或者几条预防质量通病的措施，问你还有那些原因或预防措施，这类题型，从施工的流程出发。例如路基行车带压实度不足的原因，从流程考虑，**地基处理**的到不到位，**原材料的选择**上有没有问题，**填筑的方法**正不正确，**压实的工艺**符不符合要求。

2B312000 路面工程

2B312010 路面基层（底基层）施工技术

2B312011 粒料基层（底基层）施工

一、粒料基层（底基层）包括内容及适用范围

粒料基层（底基层）包括**嵌锁型**和**级配型**两种，嵌锁型包括泥结碎石、泥灰结碎石、填隙碎石等，其中填隙碎石可用于各等级公路的底基层和二级以下公路的基层。级配型包括级配碎石、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、碎石等，其中级配碎石可用于各级公路的基层和底基层；级配砾石、级配碎石以及符合级配、塑性指数等技术要求的天然砂砾，可适用于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。

学霸笔记：

嵌锁型	泥结碎石、泥灰结碎石、填隙碎石	二级以下公路基层和各级公路底基层
	级配碎石	各级公路基层、底基层
级配型	级配砾石、符合级配的天然砂砾轧制掺配而成的级配砾、碎石	二级及二级以下公路基层，各级公路底基层

二、填隙碎石用作**基层**时，集料的公称最大粒径 $\leq 53\text{mm}$ ；用作**底基层**时， $\leq 63\text{mm}$ 。

三、填隙碎石施工

1. 填隙碎石可采用**干法**或**湿法**施工。干旱缺水地区宜采用干法施工。单层填隙碎石的压实厚度宜为公称最大粒径的**1.5~2.0**倍。填隙碎石施工时，应符合下列规定：

(2) 宜采用振动压路机碾压，碾压后，表面集料间的空隙应填满，但表面应看得见集料。填隙碎石层上为薄沥青面层时，宜使集料的棱角外露3~5mm。

(4) 填隙碎石基层未洒透层沥青或未铺封层时，不得开放交通。

3. 应根据各路段基层或底基层的**宽度**、**厚度**及**松铺系数**，计算各段需要的集料数量，并应根据运料车

辆的车厢体积，计算每车料的堆放距离。

5. 应由远到近将集料按计算的距离卸置于下承层上，应严格控制卸料距离。

6. 用平地机或其他合适的机具将集料均匀地摊铺在预定的范围内，表面应平整，并有规定的路拱。应同时摊铺路肩用料。

8. 填隙碎石的干法施工应符合下列规定：

(1) 初压宜用两轮压路机碾压 3~4 遍，使集料稳定就位，初压结束时，表面应平整，并具有规定的路拱和纵坡。

(2) 填隙料应采用石屑撒布机或类似的设备均匀地撒铺在已压稳的集料层上。松铺厚度宜为 25~30mm，必要时，可用人工或机械扫匀。

(3) 应采用振动压路机慢速碾压，将全部填隙料振入集料间的空隙中。无振动压路机时，可采用重型振动板。路面两侧宜多压 2~3 遍。

(4) 再次撒布填隙料，松铺厚度宜为 20~25mm，应用人工或机械扫匀。

(5) 同第(3)款，再次振动碾压；局部多余的填隙料应扫除。

(6) 碾压后，应对局部填隙料不足之处进行人工找补，并用振动压路机继续碾压，直到全部空隙被填满，应将局部多余的填隙料扫除。

(7) 填隙碎石表面空隙全部填满后，宜再用重型压路机碾压 1~2 遍。在碾压过程中，不应有任何蠕动现象。在碾压之前，宜在表面洒少量水，洒水量宜不少于 $3\text{kg}/\text{m}^2$ 。

(8) 需分层铺筑时，应将已压成的填隙碎石层表面集料外露 5~10mm，然后在其上摊铺第二层集料。

9. 填隙碎石的湿法施工应按下列要求操作：

(2) 集料层表面空隙全部填满后，宜立即用洒水车洒水，直到饱和。

(3) 宜用重型压路机跟在洒水车后碾压。

(4) 应洒水碾压至填隙料和水形成粉浆，粉浆应填塞全部空隙，并在压路机轮前形成微波纹状。

(5) 碾压完成的路段应让水分蒸发一段时间，结构层变干后，应将表面多余的细料以及细料覆盖层扫除干净。

(6) 需分层铺筑时，宜待结构层变干后，将已压成的填隙碎石层表面的填隙料扫除一些，使表面集料外露 5~10mm，然后在其上摊铺第二层骨料。

学霸笔记：

①填隙碎石用作基层时，集料的公称最大粒径 $\leq 53\text{mm}$ ；用作底基层时， $\leq 63\text{mm}$ 。

②单层填隙碎石的压实厚度宜为公称最大粒径的 1.5~2.0 倍。

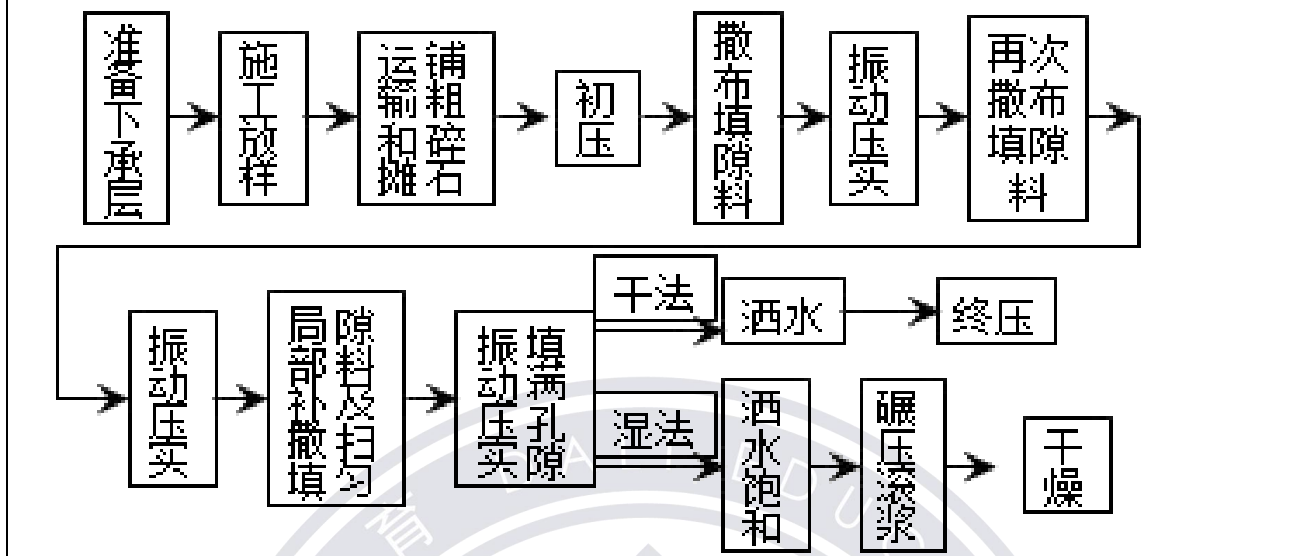
③掌握填隙碎石施工的工艺流程

④碾压遵循的通用原则：先轻后重，先静后动。

⑤干法和湿法的适用条件和区别：干旱缺水用干法，取水方便用湿法；区别是干法施工是洒少量的水，然后碾压。湿法是洒水饱和后，碾压成粉浆，然后干燥。

⑥填隙碎石层上为薄沥青面层时，宜使集料的棱角外露 3~5mm；分层铺筑时，使表面集料外露 5~10mm。

然后在其上摊铺第二层骨料。



2B312012 无机结合料稳定基层（底基层）施工

一、无机结合料稳定基层（底基层）包括的内容及适用范围

无机结合料稳定基层（底基层）也称半刚性基层（底基层）。

（1）**水泥稳定土**包括水泥稳定级配碎石、未筛分碎石、砂砾、碎石土、砂砾土、煤矸石、各种粒状矿渣等，适用于各级公路的基层和底基层，但水泥稳定细粒土不能用作二级和二级以上公路高级路面的基层。

（2）**石灰稳定土**包括石灰稳定级配碎石、未筛分碎石、砂砾、碎石土、砂砾土、煤矸石、各种粒状矿渣等，适用于各级公路的底基层，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。

（3）**石灰工业废渣稳定土**可分为石灰粉煤灰类与石灰其他废渣类两大类。除粉煤灰外，可利用的工业废渣包括煤渣、高炉矿渣、钢渣（已经过崩解达到稳定）及其他冶金矿渣、煤矸石等。石灰工业废渣稳定土适用于各级公路的基层和底基层，但二灰、二灰土和二灰砂不应作二级和二级以上公路高级路面的基层。

学霸笔记：

适用范围		二级以上基层	二级基层	二级以下基层	底基层
粒料基层	级配碎石	√	√	√	√
	填隙碎石	×	×	√	√
无机结合料稳定基层	水泥稳定土	√	√	√	√
	水泥土	×	×	√	√
	石灰稳定土	×	√	√	√
	石灰土	×	×	×	√
	石灰工业废渣稳定土	√	√	√	√
	二灰/二灰土/二灰砂	×	×	√	√

二、对原材料的技术要求

1. 水泥及添加剂

(1) 强度等级为 32.5 或 42.5，且技术标准满足规范要求的普通硅酸盐水泥等均可使用。

(2) 所用水泥初凝时间应大于 3h，终凝时间应大于 6h 且小于 10h。

2. 石灰

(2) 高速公路和一级公路用石灰不低于 II 级技术要求，二级公路用石灰应不低于 III 级技术要求，二级以下公路宜不低于 III 级技术要求。

(3) 高速公路和一级公路的基层，宜采用磨细消石灰。

3. 粉煤灰等工业废渣

(1) 干排或湿排的硅铝粉煤灰和高钙粉煤灰等均可用作基层或底基层的结合料。

(3) 煤矸石、煤渣、高炉矿渣、钢渣及其他冶金矿渣等工业废渣可用于修筑基层或底基层，使用前应崩解稳定。宜通过不同龄期条件下的强度和模量试验以及温度收缩和干湿收缩试验等评价混合料性能。

5. 粗集料

(1) 用作被稳定材料的粗集料宜采用各种硬质岩石或砾石加工成的碎石，也可直接采用天然砾石。

(3) 高速公路和一级公路极重、特重交通荷载等级基层的 4.75mm 以上粗集料应采用单一粒径的规格材料。

6. 细集料

(1) 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配。

(5) 高速公路和一级公路，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量应不大于 15%；二级及二级以下公路，细集料中小于 0.075mm 的颗粒含量应不大于 20%。

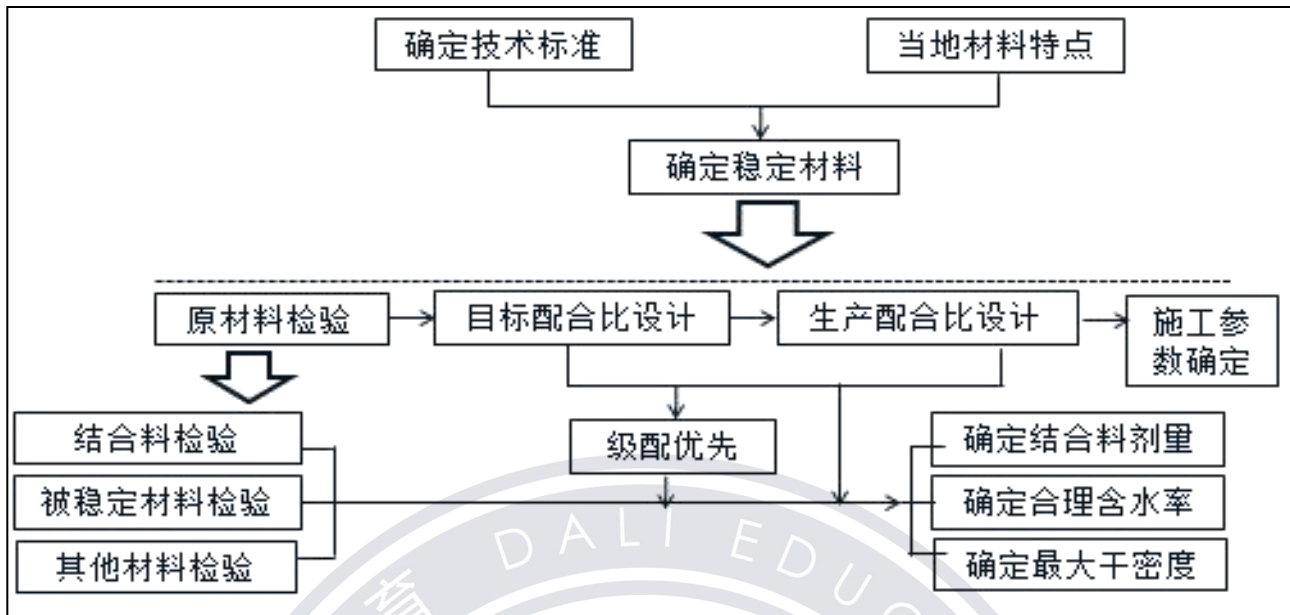
7. 材料分档与掺配

(3) 用于二级及二级以上公路基层和底基层的级配碎石或砾石，应由不少于 4 种规格的材料掺配而成。

8. 混合料组成设计

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

(6) 确定无机结合料稳定材料最大干密度指标时宜采用重型击实方法，也可采用振动压实方法。



学霸笔记:

无机结合料组成比设计是高频高点

①要求知道无机结合料稳定材料组成设计包括**原材料检验**、混合料的**目标配合比设计**、混合料的**生产配合比设计**和**施工参数确定**四部分。

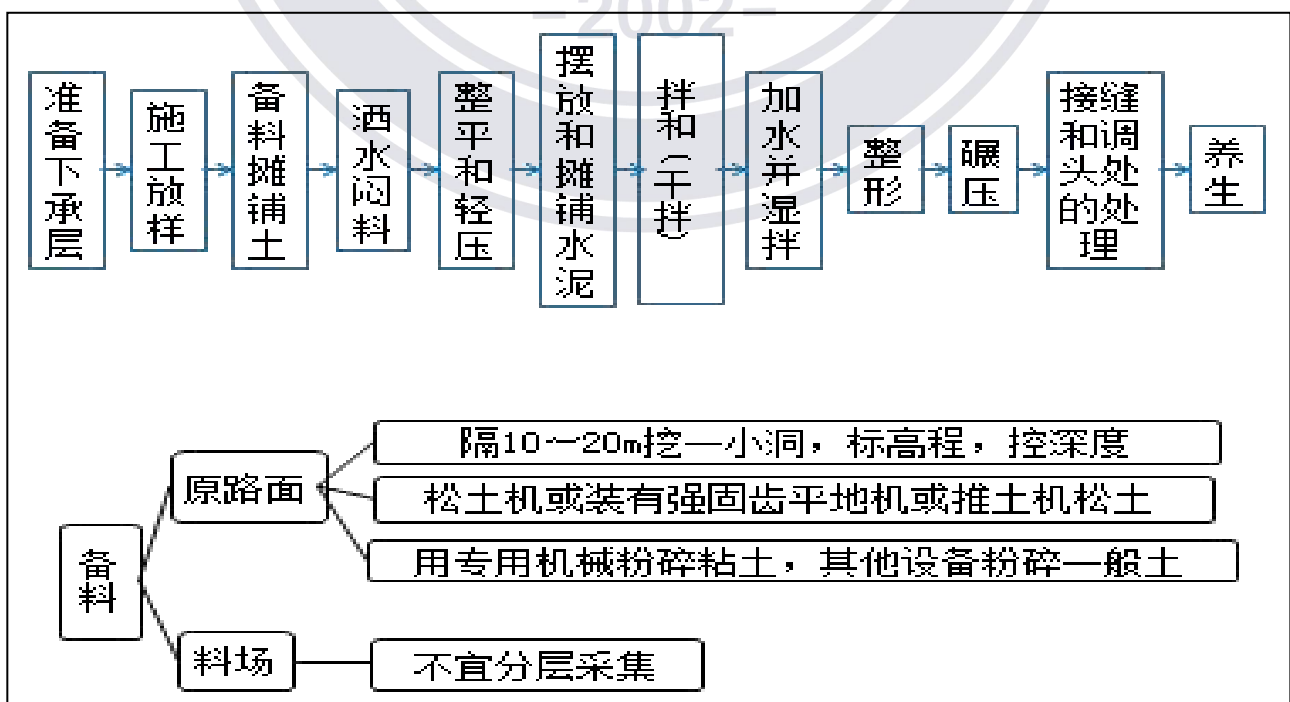
②组成设计流程图要求记忆，一般会在案例题中考查。

③确定无机结合料稳定材料最大干密度指标时宜采用**重型击实方法**，也可采用**振动压实方法**。

三、混合料生产、摊铺及碾压

学霸笔记:

路拌法:



厂拌法:

流程	重点	无机稳定材料
生产	计量	水泥不能用电机转速，水：流量计
	拌合（厂拌）	高速和一级：两次拌合或间歇式
	最佳含水率	细：高于 1-2%，中粗：0.5-1% 2h 测一次含水率，4h 测一次结合料计量
	运输	>2h，废弃
摊铺	厚度	160mm<h<200mm
	接合面	细料：拉毛；粗料：洒水泥浆
	机械	沥青混凝土摊铺机或稳定土摊铺机 二级以下，可用摊铺箱
碾压	时间	水泥：2h 石灰：4d
	含水率	水泥类：高 0.5-1.5%，石灰类：1-2%
	机械	先钢轮或胶轮稳压，再 18t 以上重型振动压路机，最后钢轮消轮迹
施工缝	避免纵向接缝，存在纵向接缝时，应垂直相接，严禁斜接	
养护	采取洒水养护、薄膜覆盖养护、土工布覆盖养护、铺设湿砂养护、草帘覆盖养护、洒铺乳化沥青养护等方式；养护期宜不少于 7d，养护期宜延长至上层结构开始施工的前 2d	
层间处理	在上层施工前 1~2h，宜撒布水泥或洒铺水泥净浆。 上下结构层连续摊铺施工的方式，应配备独立的摊铺和碾压设备	

2B312020 沥青路面和水泥混凝土路面施工技术

2B312021 沥青路面透层、粘层、封层施工

一、透层施工技术

1. 作用与适用条件

(1) 透层的作用：使沥青面层与基层结合良好，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. 一般要求

(1) 根据基层类型选择渗透性好的液体沥青、乳化沥青、煤沥青作透层油，喷洒后通过钻孔或挖掘确认透层油渗透入基层的深度宜不小于 5（无机结合料稳定集料基层）~10mm（无结合料基层），并能与基层联结成为一体。

(7) 喷洒透层油前应清扫路面，遮挡防护路缘石及人工构造物避免污染，透层油必须洒布均匀，有花白遗漏应人工补洒，喷洒过量的立即撒布石屑或砂吸油，必要时作适当碾压。透层油洒布后不得在表面形成能被运料车和摊铺机粘起的油皮，透层油达不到渗透深度要求时，应更换透层油稠度或品种。

3. 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) 气温低于 10℃或大风、即将降雨时不得喷洒透层油。

(6) 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。

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。

（二）一般要求

1. 粘层沥青的技术要求

粘层油宜采用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快、中凝液体石油沥青。

（三）注意事项

（1）喷洒表面一定清扫干净，并表面干燥。

（2）气温低于 10℃时不得喷洒粘层油，寒冷季节施工不得不喷洒时可以分成两次喷洒。路面潮湿时不得喷洒粘层油。

（6）喷洒粘层油后，严禁运料车外的其他车辆和行人通过。

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作用；二是起基层与沥青表面层之间的过渡和有效联结作用；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；就施工类型来分，可采用拌和法或层铺法的单层式表面处治，也可以采用乳化沥青稀浆封层。

2. 适用条件

上封层根据情况可选择乳化沥青稀浆封层、微表处、改性沥青集料封层、薄层磨耗层或其他适宜的材料。上封层的类型根据使用目的、路面的破损程度选用。

（4）对用于改善抗滑性能的上封层可采用稀浆封层、微表处或改性沥青集料封层。下封层宜采用层铺法表面处治或稀浆封层法施工。稀浆封层可采用乳化沥青或改性乳化沥青作结合料。下封层的厚度不宜小于 6mm，且做到完全密水。多雨潮湿地区的高速公路、一级公路的沥青面层空隙率较大，有严重渗水可能，或铺筑基层不能及时铺筑沥青面层而需通行车辆时，宜在喷洒透层油后铺筑下封层。

（二）一般要求

（2）封层宜选择在干燥和较热的季节施工，并在最高温度低于 15℃到来以前半个月及雨期前结束。

（7）分两层摊铺时，第一层摊铺后至少应开放交通 24h 后方可进行第二层摊铺。

学霸笔记：

透层：

①用于沥青面层与基层之间，可采用乳化沥青、煤沥青或液体沥青；

②喷洒过量的立即撒布石屑或砂吸油，必要时作适当碾压；

③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；

④气温低于 10℃或大风、即将降雨时不得喷洒透层油。

粘层：

①用于沥青结构层之间或沥青结构层与结构物（或水泥混凝土路面）之间，起到粘结作用；宜采用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快、中凝液体石油沥青；

②气温低于 10℃时不得喷洒粘层油，寒冷季节施工不得不喷洒时可以分成两次喷洒。路面潮湿时不得喷洒粘层油。

封层：

①适用于加铺薄层罩面、磨耗层、水泥混凝土路面上的应力缓冲层、各种防水和蜜水层、预防性养护罩面层。

②作用：保水防水、过渡和有效联结、加固补强、防止水毁。

③对用于改善抗滑性能的上封层可采用稀浆封层、微表处或改性沥青集料封层；下封层宜采用层铺法表面处治或稀浆封层法施工；封层宜选择在干燥和较热的季节施工，并在最高温度低于 15℃到来以前半个月及雨期前结束。

2B312022 沥青路面面层施工

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。

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

二、沥青路面分类

学霸笔记：

1. 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 不用矿粉	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	层铺法或拌和法铺筑而成的厚度不超过 3cm 的沥青面层	保护基层，维护旧面，一般用于三、四级公路，也可用作沥青路面的磨耗层、防滑层

2. 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	AC-I 型沥青混凝土
	骨架—空隙	沥青碎石混合料（AN）和排水沥青混合料（OGFC）
	密实—骨架	沥青碎石玛 脂混合料（SMA）

3. 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 ATPB 表示
	间断级配	沥青玛 脂碎石（SMA）

三、沥青路面面层原材料要求

1. 道路石油沥青

（2）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、粘度大的沥青，也可提高高温气候分区的温度水平选用沥青等级；

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。

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，其掺配比例由试验决定。掺配后的沥青质量应符合“道路石油沥青技术要求”

学霸笔记：

掌握一个原则，高-大，冷-小

①高速公路、一级公路，高温、重载、汽车荷载剪应力大一稠度大、年度大

②交通量小、旅游公路、寒冷地区-稠度小、低温延度大

③温差大-针入度指数大

④高温与低温矛盾-高温

2. 乳化石油沥青

（1）乳化沥青适用于沥青表面处治、沥青贯入式路面、冷拌沥青混合料路面，修补裂缝，喷洒透层、粘层与封层等。

（3）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。

6. 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。粗集料必须由具有生产许可证的采石场生产或施工单位自行加工。

7. 细集料

（1）沥青面层的细集料可采用天然砂、机制砂、石屑。细集料必须由具有生产许可证的采石场、采砂场生产。SMA 和 OGFC 混合料不宜使用天然砂。

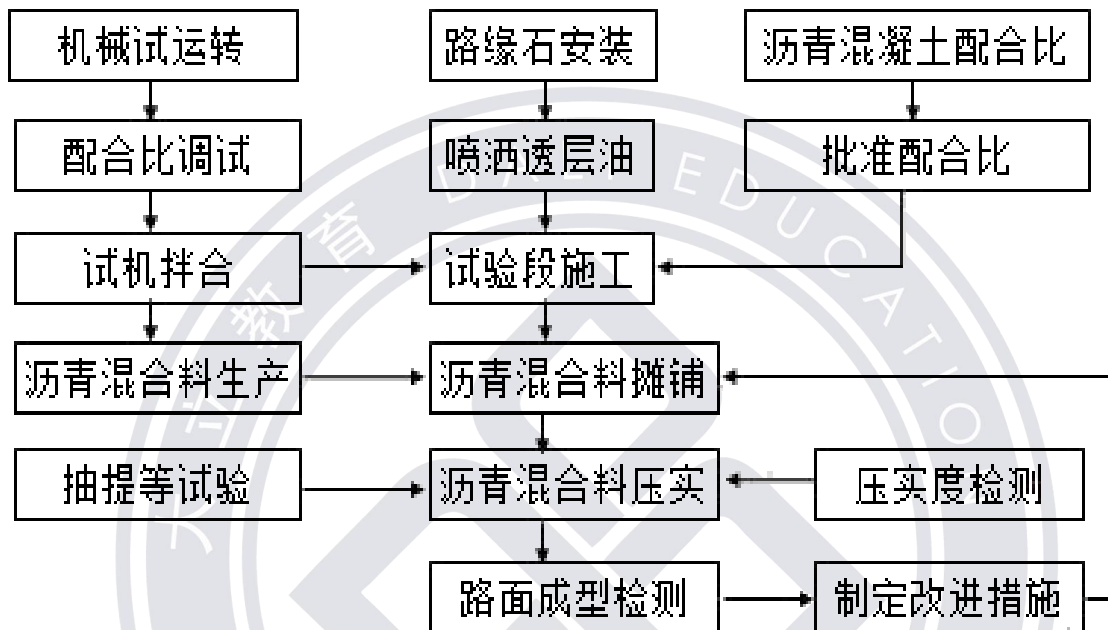
8. 填料

(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。

高速公路、一级公路的沥青面层不宜采用粉煤灰做填料。

四、热拌沥青混合料面层施工技术

学霸笔记：



1. 施工准备：

做好配合比设计并报送监理工程师审批，对各种原材料进行符合性检查。

对下承层清扫，基层上洒透层油，中底面层喷洒粘层油。

试验段开工前 28d 安装好试验仪器和设备，配备好后试验人员报请监理工程师审核。

2. 沥青混合料拌制：

设置间歇式密封除尘设备、检测拌和温度装置。

①沥青加热温度：145~170℃；②集料温度：间歇式高 10~30℃，连续式高 5~10℃；③出料温度：135~170℃；④摊铺温度：125℃；⑤碾压温度：125℃；⑥温度过高即废弃

3. 混合料的运输：

已离析、硬化在运输车内的混合料，低于规定温度或被雨淋的混合料予以废弃。

4. 混合料的摊铺：

下、中面层采用走线法施工，表面层采用平衡梁法施工。

摊铺过程中匀速行驶，不得随意变换速度，避免中途停顿。

5. 混合料的压实：

初压：采用钢轮压路机静压 1~2 遍，正常情况下温度不低于 120℃并紧跟摊铺机作业。

复压：振动压路机或胶轮压路机（密级配优先选用），边角碾压不到用小型振动压路机。

采用雾状喷水法，保证不粘轮

压路机不得中途停留、转向或制动，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. 接缝处理：

纵接缝：

①采用热接缝，留 100~200mm 宽不碾压，作为后铺的高程基准面，后摊铺完成立即骑缝碾压。

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。

横接缝：

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，然后每压一遍向铺混合料移动 15~20cm，直至全部在新铺层上为止，再改为纵向碾压。

五、沥青表面处治施工技术

三层法施工工序是：施工准备→撒透层油→撒第一层沥青→撒第一层集料→碾压→撒第二层沥青→撒第二层集料→碾压→撒第三层沥青→撒第三层集料→碾压→初期养护成型。

六、沥青贯入式路面施工技术

清扫基层→撒透层或粘层沥青（乳化沥青贯入式或沥青贯入式厚度小于 5cm）→撒主层矿料→碾压→撒布第一遍沥青→撒布第一遍嵌缝料→碾压→撒布第二遍沥青→撒第二遍嵌缝料→碾压→撒布第三遍沥青→撒封层料→碾压→初期养护。

七、水泥路面改造加铺沥青面层

学霸笔记：

1. 直接加铺法

破损较浅、较窄：细石拌制的混凝土混合料

破损较深、较宽：同强度等级混凝土

板块脱空、不均匀沉陷、桥头沉陷：定位→钻孔→制浆→灌浆→灌浆孔封堵→交通控制→弯沉检测。

2. 碎石化法

①路面碎石化前，清除杂物，修复排水系统，将路肩挖除至基层同一高度，以便排水。

②路面碎石化前，选择有代表性的路段作为试验段，获取破碎参数。

③破碎顺序：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机械施工过程中要灵活调整行进速度、落锤高度、频率等，尽量达到破碎均匀。

⑥表面凹处在 10cm×10cm 以内用密级配碎石回填；10cm×10cm 以上的用沥青混合料找平。

⑦破碎后采用 Z 型压路机振动压实 2~3 遍；光轮压路机振动压实 3~4 遍。

八、旧沥青路面再生

学霸笔记：

6. 外加剂

(2) **引气剂**应选用表面张力降低值大、水泥稀浆中起泡容量多而细密、泡沫稳定时间长、不溶残渣少的产品。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) 高温施工宜使用**引气缓凝**（保塑、高效）减水剂；低温施工宜使用**引气早强**（高效）减水剂。

7. 钢筋

(2) 传力杆钢筋加工应**锯断**，不得挤压切断；

9. 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。

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、一级公路应优选**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**。

学霸笔记：

掌握水泥混凝土路面施工流程：

支模板→混凝土搅拌→混凝土运输→混凝土摊铺→振捣→整平→空脱水→接缝设置（纵缝、横缝、胀缝）→抗滑构造施工→养生→灌缝

二、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、不应使用木模板，塑料模板等易变形模板。

(6) **模板拆除**应在混凝土抗压强度**不小于 8.0MPa** 时方可进行。

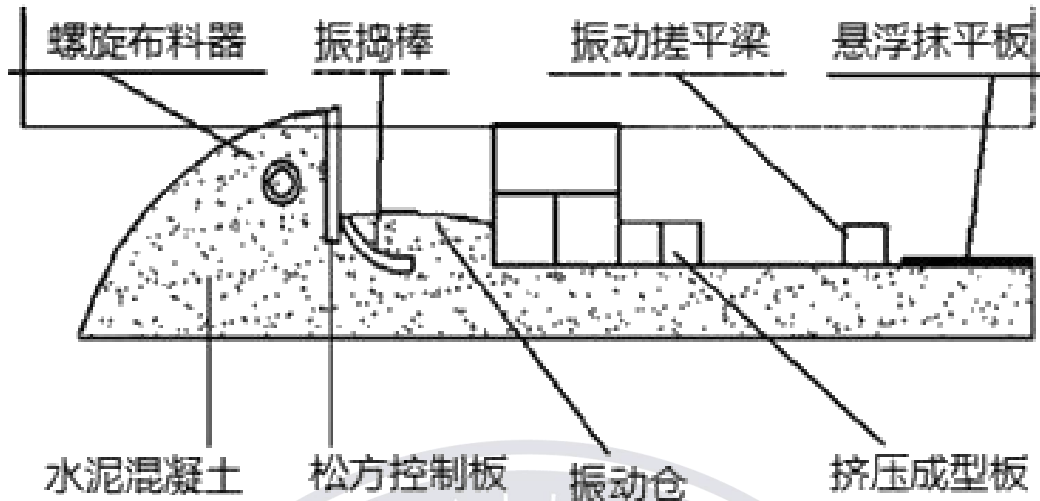
三、混凝土拌和物搅拌

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**。

四、混凝土拌合物的运输

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。

五、滑模摊铺机铺筑施工



1. 一般规定

(3) 传力杆和胀缝拉杆钢筋宜采用前置支架法施工，也可采用滑模摊铺机配备的自动插入装置 (DBI) 施工。

(6) 滑模摊铺机械系统应配套齐全，负责设备的数量 and 生产能力应满足铺筑进度要求，可按下列要求进行：

① 滑模铺筑无传力杆水泥混凝土路面时，布料可使用轻型挖掘机或推土机。

② 滑模铺筑连续配筋混凝土路面、钢筋混凝土路面、桥面和桥头搭板，路面中设传力杆钢筋支架、胀缝钢筋支架时，布料应采用侧向上料的布料机或供料机。

③ 应采用刻槽机制作宏观抗滑构造。

④ 面层切缝可使用软锯缝机、支架式硬锯缝机或普通锯缝机。

2. 准备工作

① 表面应清扫干净并洒水润湿。

② 高速公路、一级公路时，应采用单向坡双线基准线；横向连接铺筑时，连接一侧可依托已铺筑成的路面，另一侧设置单线基准线；二级公路双向坡路面时，设置双线基准线，滑模摊铺机底板应设置为路拱形状；基准线宜使用钢绞线。

六、混凝土振捣 (小型机具施工)

(2) 振捣棒在每一处的持续时间，应以拌和物全面振动液化，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。

(4) 振动板移位时，应重叠 100 — 200mm，振动板在一个位置的持续振捣时间不应少于 15s。振动板须由两人提位振捣和移位，不得自由放置或长时持续振动。

(5) 缺料的部位，应铺以人工补料找平。

十一、抗滑构造施工：

(1) 拉毛、人工拉槽、硬刻槽。

十二、混凝土路面养生：

(1) 不宜使用围水养生方式。

(2) 养生时间。不宜小于弯拉强度的 80%。一般养生天数宜为 14~21d，高温天不宜小于 14d，低温天不低于 21d。掺粉煤灰的混凝土路面，最短养生时间不宜少于 28d。

(3) 在达到设计强度 40%后，行人方可通行。

十三、灌缝：

常温施工式填缝料的养生期，低温天宜为 24h，高温天宜为 12h。

加热施工式填缝料的养生期，低温天宜为 2h，高温天宜为 6h。在灌缝料养生期间应封闭交通。

2B312030 路面防、排水施工技术

2B312031 路面防水施工

一、路面防水

1. 概述

路面表面排水设施由路拱横坡、路肩坡度和拦水带等组成。

2B312032 路面排水施工

二、路面基层排水

(一) 概述

路基层排水系统是直接在面层下设置透水性排水基层，在其边缘设置纵向集水沟和排水管以及横向出水管等。

(二) 施工注意事项

1. 排水层也采用横贯路基整个宽度的形式，不设纵向集水沟和排水管以及横向出水管。渗人排水层内的自由水，横向渗流，直接排泄到路基坡面外。

在一些特殊地段，如连续长纵坡坡段、曲线超高过渡段和凹形竖曲线段等，排水层内渗流的自由水有可能被堵封或者渗流路径超过 45~60m。在这些路段，应增设横向排水管以拦截水流，缩短渗流长度。

2. 透水性：沥青处治）水泥处治）未处治的升级配碎石。

3. 纵向集水沟布置在路面横坡的下方。行车道路面采用双向坡路拱时，在路面两侧都设纵向集水沟。

4. 排水基层下必须设置不透水垫层或反滤层，以防止表面水向下渗入垫层，浸湿垫层和路基，同时防止垫层或路基土中的细粒进入排水基层而造成堵塞。

2B312040 特殊沥青混凝土路面施工技术

学霸笔记：

对于 SMA 和 SAC 沥青混凝土路面，可以按照沥青混凝土路面施工技术去处理，但要注意特殊点。

SMA 面层施工切忌使用胶轮压路机或组合式压路机。

SAC：防止离析现场的发生

(1) 集料的堆放：堆料采用小料堆，避免大料堆放时大颗粒流到外侧，集料产生离析。

(4) 混合料的运输：卡车装料应分三个不同位置往车中装料，第一次装料靠近车厢的前部，第二次装料靠近后部车厢门，第三次装料在中间，这样可以消除装料时的离析现象。

2B312043 土工合成材料在沥青混凝土路面中的应用

一、土工合成材料类型：塑料格栅、玻璃纤维格栅和土工织物。

目前，广泛应用于防止路面裂缝的土工合成材料主要是玻纤网和土工织物。

二、土工合成材料有防止沥青反射裂缝的作用

在半刚性基层上，在已开裂的老沥青路面上或在有接缝的水泥混凝土路面上铺筑沥青层后，基层的裂缝及老路面上原先的裂缝或接缝会在新铺沥青面层上相同位置重新出现“反射裂缝”

三、土工合成材料加筋沥青路面的施工工艺

(1) 土工合成材料张拉

(2) 土工合成材料应纵、横向搭接

(3) 洒布粘层油

(4) 沥青面层施工

2B312050 路面试验检测技术

2B312051 无侧限抗压强度试验检测

一、适用范围

(1) 适用于测定无机结合料稳定土(包括稳定细粒土、中粒土和粗粒土)试件的无侧限抗压强度，有室内配合比设计试验及现场检测。

(2) 室内配合比设计试验和现场检测两者在试料准备上是不同的。前者根据设计配合比称取试料并拌合，按要求制备试件；后者则在工地现场取拌合的混合料作试件，并按要求制备试件。

2B312052 马歇尔试验检测

一、目的与适用范围

(1) 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度和流值等指标所进行的试验。

空隙率是评价沥青混合料压实程度的指标。

沥青饱和度是指压实沥青混合料试件中沥青实体体积占矿料骨架实体以外的空间体积的百分率，又称为沥青填隙率。

稳定度是指沥青混合料在外力作用下抵抗变形的能力，在规定试验条件下，采用马歇尔仪测定的沥青混合料试件达到最大破坏的极限荷载。

流值是评价沥青混合料抗塑性变形能力的指标。

残留稳定度是反映沥青混合料受水损害时抵抗剥落的能力。

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**。

(2) 浸水马歇尔稳定度试验(根据需要,也可进行真空饱和水马歇尔试验)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。

2B312053 水泥混凝土路面抗压、抗折强度试验检测

一、水泥混凝土抗压强度试验方法

1. **抗压强度试件以边长为 150mm 的正立方体为标准试件**,混凝土强度以该试件标准养护到 28 天,按规定方法测得的强度为准。通过水泥混凝土抗压强度试验,以确定混凝土强度等级,作为评定混凝土品质的重要指标。

2. 当混凝土抗压强度采用非标准试件时应进行换算。

二、水泥混凝土抗折(抗弯拉)强度试验方法

水泥混凝土**抗折强度是以 150mm×150mm×550mm 的梁形试件**在标准养护条件下达到规定龄期后,净跨径 450mm,双支点荷载作用下的弯拉破坏,并按规定的计算方法得到强度值。

2B312060 路面工程质量通病及防治措施

2B312061 无机结合料基层裂缝的防治

一、石灰稳定土底基层裂缝病害及防治措施

1. 原因分析

(2) **土的塑性指数较高,粘性大,石灰土的收缩裂缝随土的塑性指数的增高而增多、加宽;**

2B312063 沥青混凝土路面接缝病害的防治

一、原因分析

1. 横向接缝

(1) **尽量采用平接缝**,边缘未处理成垂直面。采用斜接缝时,施工方法不当。

(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。

2B312064 水泥混凝土路面裂缝的防治

一、原因分析

1. 横向裂缝: (1) **混凝土路面切缝不及时;** (2) **切缝深度过浅;** (3) **混凝土路面基础发生不均匀沉陷;** (4) **混凝土路面板厚度与强度不足;** (5) **水泥干缩性大;** 混凝土配合比不合理; (6) **混凝土施工时,振捣不均匀。**

二、预防措施

1. 横向裂缝

(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。

2B312065 水泥混凝土路面断板的防治

三、治理措施

1. 裂缝的**灌**浆封闭

2. 局部带状**修**补

3. 整块板**换**：对于严重断裂，裂缝处有严重剥落，板被分割成3块以上，有错台或裂块已开始活动的断板，应采用整块板更换的措施。

2B313000 桥涵工程

2B313010 桥梁的组成、分类、施工技术及测量

2B313011 桥梁的组成和分类

一、桥梁的组成

(一) 桥梁的组成

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。

下部结构：桥墩、桥台和基础。

附属设施：桥面系、伸缩缝、桥头搭板和锥形护坡

桥面系统：桥面铺装、排水防水系统、栏杆、灯光照明等。

(二) 相关尺寸术语名称

(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。

(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。对于拱式桥，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，用 L 表示。

(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，用 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) 桥梁建筑高度：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。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。

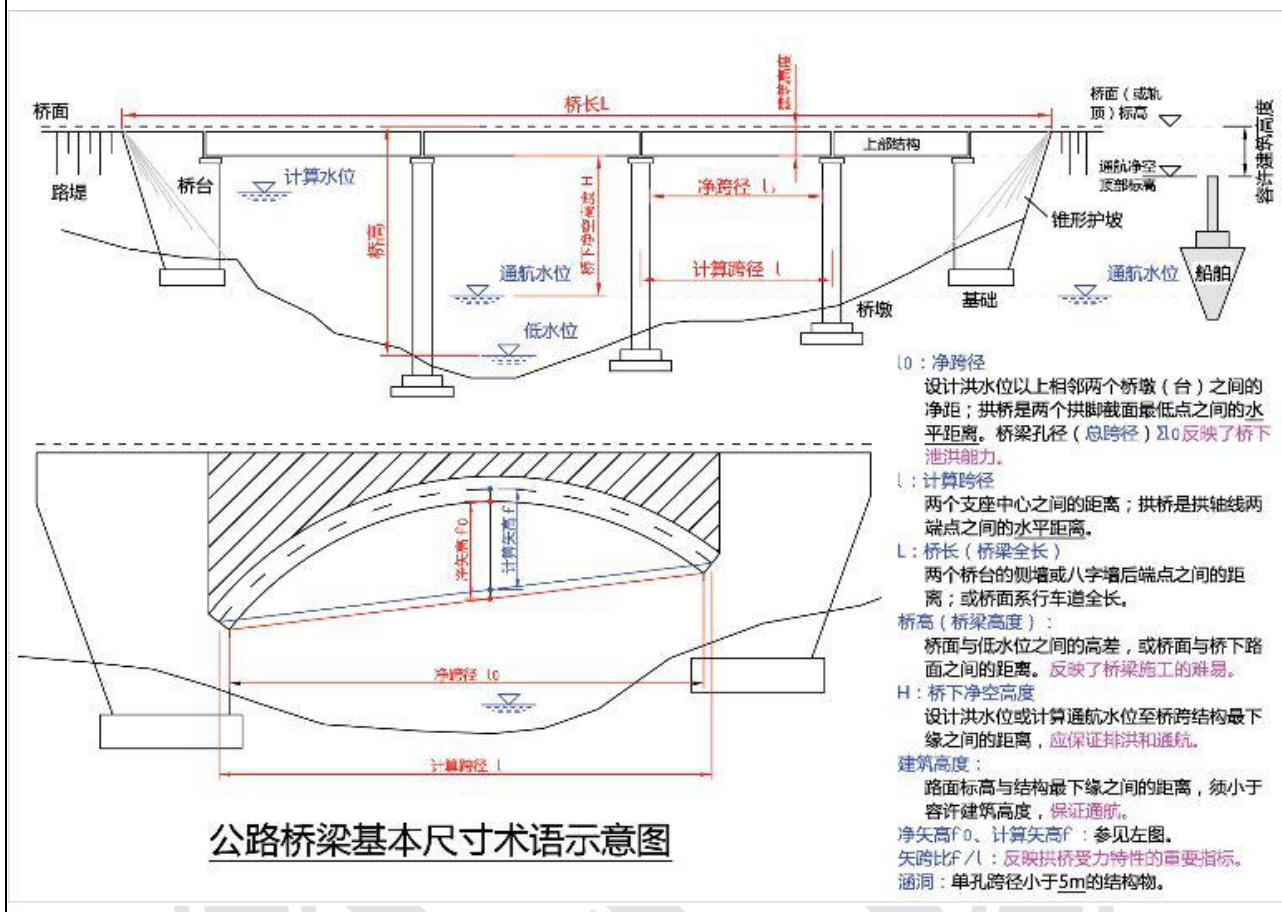
(8) 净矢高：是从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下线最低点之间连线的垂直距离；

计算矢高：是从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之间连线的垂直距离。

(9) 矢跨比：是拱桥中拱圈（或拱肋）的计算矢高 f 与计算跨径 l 之比（ f/l ），也称拱矢度，它是反映拱桥**受力特性**的一个重要指标。

学霸笔记：

一般为选择题考点，理解桥梁相关尺寸术语，结合图形来记忆。



二、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4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。

1. 梁式体系：梁作为承重结构是以它的抗弯能力来承受荷载的。

2. 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，拱是有水平推力的结构。

3. 刚架桥：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。刚架分直腿刚架与斜腿刚架。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。

4. 悬索桥：就是指以悬索为主要承重结构的桥。

5. 组合体系：（1）连续刚构；（2）梁、拱组合体系；（3）斜拉桥。

（二）桥梁的其他分类

（2）按桥梁全长和跨径的不同，分为特大桥、大桥、中桥和小桥。

2B313012 桥梁基础施工

一、桥梁基础分类

桥梁基础分为：刚性基础、桩基础、管柱、沉井、地下连续墙等。

二、各类基础适用条件

(1) 刚性基础

(2) 桩基础：按施工方法可分为**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。

①沉桩：

静力压桩法适用在标准贯入度 $N < 20$ 的**软粘土**中；

锤击沉桩法一般适用于松散、中密砂土、**粘性土**，桩锤有坠锤、单动汽锤、双动汽锤、柴油机锤、液压锤等，可根据土质情况选用适用的桩键；

振动沉桩法一般适用于砂土，硬塑及软塑的粘性土和**中密及较松的碎石土**；

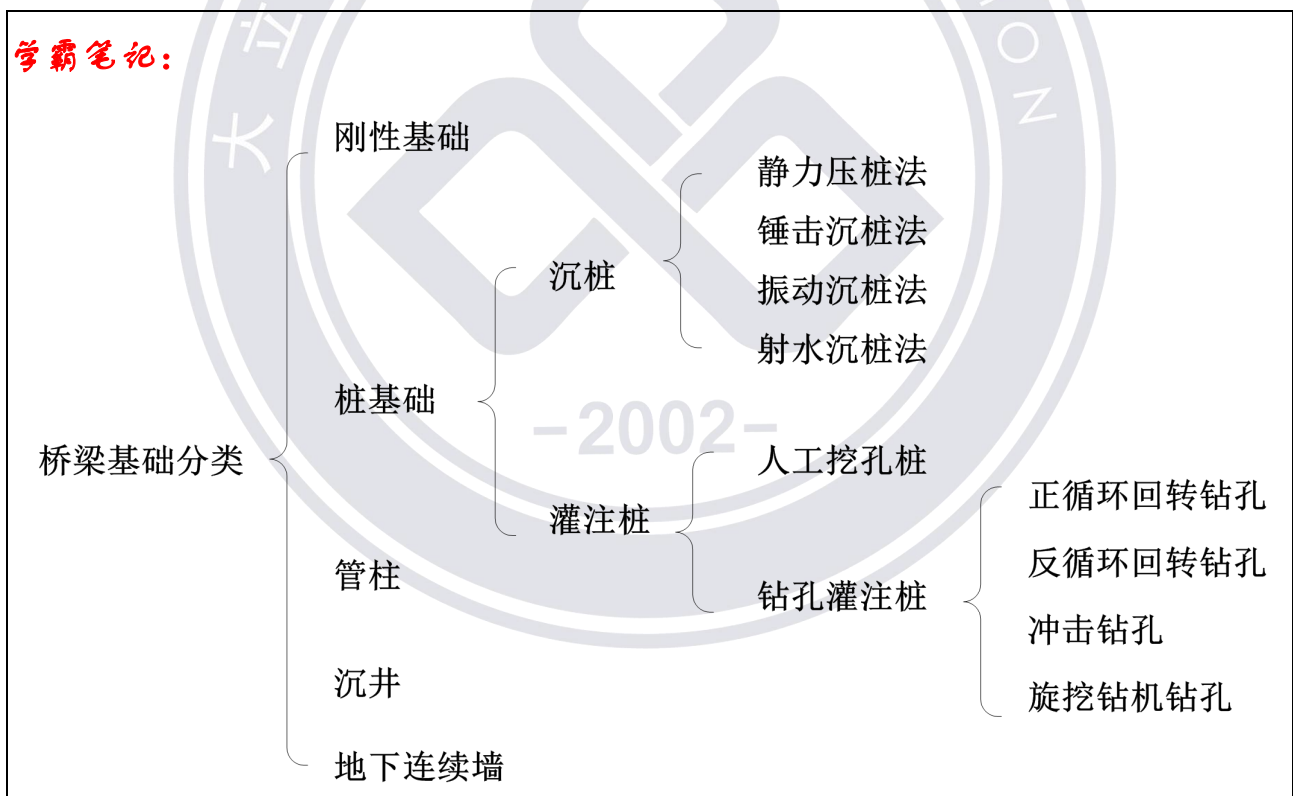
射水沉桩法适用在密实砂土，**碎石土**土层中。

②钻孔灌注桩适用于粘性土、砂土、砾卵石、碎石、岩石等各类土层。

③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，如空气污染物超标，必须采取通风措施。

(3) 管柱、沉井

(4) 地下连续墙



三、明挖扩大基础施工

明挖扩大基础施工的内容包括：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

基坑底部的尺寸一般较设计平面尺寸每边各增加 **0.5~1.0m**，以便于支撑、排水与立模板（坑壁垂直的无水基坑坑底，可不必加宽，直接利用坑壁作基础模板亦可）。

（二）基坑开挖

1. 坑壁不加支撑的基坑（无水、少水）
2. 坑壁有支撑的基坑（有水、挖基较深、开挖受限制、不经济）

（三）基坑排水

（1）**集水坑排水法**。除**严重流沙外**，一般情况下均可适用。

（2）**井点降水法**。井点降水法适用于粉、细砂、地下水位较高、有承压水、挖基较深、坑壁不易稳定的土质基坑，在无砂的粘质土中不宜使用。

（3）其他排水法。对于土质**渗透性较大**、**挖掘较深的基坑**，可采用板桩法或沉井法。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，并防止水沟渗水，以避免地表水冲刷坑壁，影响坑壁稳定性；

2. 基坑的顶面应设置防止地面水流入基坑的设施。基坑顶面有动荷载时，其边缘与动荷载之间应留有**不小于 1m** 宽的护道，动荷载较大时宜适当加宽护道。

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，在基础浇筑圪工前用人工挖至基底标高；

6. 基坑应尽量在少雨季节施工；

四、桩基础施工

（一）挖孔灌注桩

学霸笔记：

挖孔桩主要从安全角度去掌握：

①三个有关的数字（**5、10、15**）

5：孔深大于 **5m** 时，必须采用**电雷管爆破**；挖孔弃土要及时转运，距进口四周 **5m** 范围内不得堆积余土杂物；禁止任何车辆在桩孔边 **5m** 内行驶。

10：孔深大于 **10m** 时，必须强制采用机械通风措施。

15：挖孔深度不宜大于 **15m**；孔内爆破后应先通风排烟 **15min** 并经检查无有害气体后施工人员方可下井继续施工。

②宜采用**浅眼爆破**

③孔口处设置高处地面至少 **300mm** 护圈。

④人工挖孔施工时，相邻两桩孔间距较小时，**间隔交错跳挖**。

（二）钻孔灌注桩施工

学霸笔记：

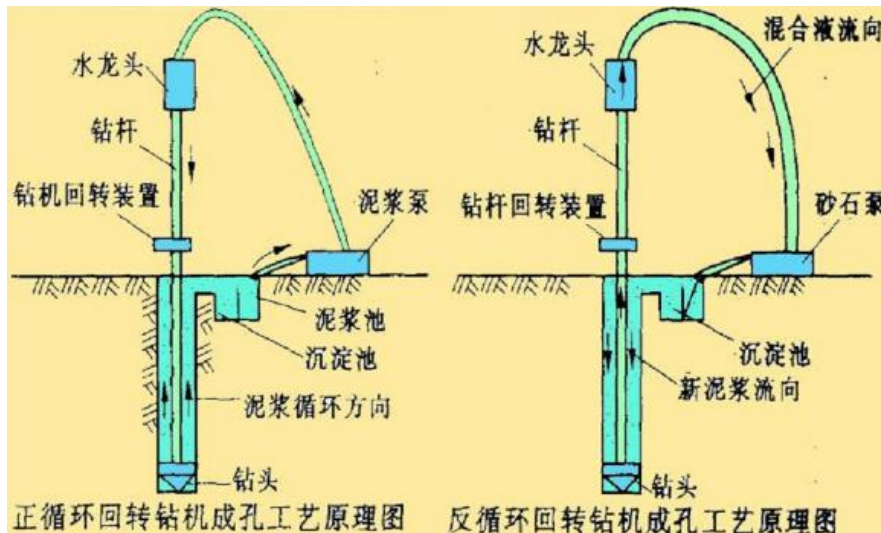
钻孔灌注桩是高频考点：

①钻孔灌注桩施工的主要工序：埋设护筒、制备泥浆、钻孔、清孔、钢筋笼制作与吊装、灌注水下混凝土等。

②护筒的作用：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。（稳、隔、护、定、导）

③泥浆的作用：钻孔泥浆由水、粘土（膨润土）和添加剂组成，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。

③区分正循环和反循环。



④导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验，严禁用压气试压。

⑤混凝土的坍落度：18~22cm。

⑥导管埋置深度控制在2~6m。

⑦混凝土拌和物运至灌注地点时，应检查其均匀性和坍落度等，如不符合要求，应进行第二次拌和，二次拌和后仍不符合要求时，不得使用。

2B313013 桥梁下部结构施工

一、承台施工

（一）围堰及开挖方式的选择

钢板桩围堰、套箱围堰、双壁钢围堰

（1）钢板桩围堰

钢板桩围堰适用于各类土（包括强风化岩）的水中基坑。施打顺序按施工组织设计进行，一般由上游分两头向下游合龙。钢板桩可用锤击、振动、射水等方法下沉，接长的钢板桩，其相邻两钢板桩的接头位置应上下错开。

（2）套箱围堰

当承台底与河床之间距离较大时，一般采用有底套箱。

当承台标高较低，承台底距离河床较近或已进入河床时，宜采用无底套箱。

在下沉无底套箱前，应按要求清理河床。若套箱设置于岩层上时，应整平岩面。

(3) 双壁钢围堰适用于深水基础施工。围堰高度应根据其设计下沉深度和施工期间可能出现的最高水位及浪高等因素确定。

6. 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。

二、墩台施工

(一) 钢筋混凝土墩台施工

对高度大于 30m 的桥墩，在钢筋安装时宜设置**劲性骨架**；对于高度大于 30m 模板应**设置风缆**。

(二) 石砌墩台施工

1. 墩台砌筑施工要求

(2) 砌筑基础的第一层砌块时，如基底为岩层或混凝土基础，**应先将基底表面清洗、湿润，再坐浆砌筑**；如基底为土质，可直接坐浆砌筑。

(3) 砌体应分层砌筑，砌体较长时可分段分层砌筑，但两相邻工作段的砌筑差一般不宜超过 1.2m；分段位置尽量设在沉降缝、伸缩缝处，各段水平砌缝应一致。

2B313014 桥梁上部结构施工

一、桥梁上部结构装配式施工

学霸笔记：

(一) 先张法预制梁板

1. 先张法预制梁板工序

(3) 承力台座由混凝土筑成，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) 将预应力筋（钢绞线）按计算长度切割，**先张拉中间束，再向两边对称张拉**。

(6) 按技术规范或设计图纸规定的张拉强度进行张拉，一般为 $0 \rightarrow \text{初应力} \rightarrow 105\% \sigma_k$ （持荷 5min） $\rightarrow \sigma_k$ （锚固）。

(7) 钢绞线张拉后 **8 小时**，开始绑扎除面板外的普通钢筋。

(9) 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。

2. 先张法预应力筋的张拉操作时的施工要点

(1) 预应力值的偏差小于 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) 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%**，同时预应力**钢筋不允许**

断筋。

（二）后张法预制梁板

1. 后张法预制梁板施工工序

（4）预制模板施工的要求。预制模板应有足够的强度、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。

（6）在孔道两端及最低处设置压浆孔，在最高处设排气孔。

（8）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。

（13）张拉使用的张拉机及油泵、锚、夹具必须符合设计要求，并配套使用，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。

（15）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满足规范要求。

（18）管道压浆应尽可能在预应力钢筋张拉完成和监理人同意压浆后立即进行，一般不得超过 48h。必须监理人在场，才允许进行管道压浆。压浆时，对曲线孔道和竖向孔道应由最低点的压浆孔压入，并且使水泥浆由最高点的排气孔流出，直到流出的稠度达到注入的稠度。管道应充满水泥浆。简支梁的管道压浆，应自梁一端注入，而在另一端流出，流出的稠度达到规定的稠度。

2. 后张法张拉时的施工要点

（1）张拉时，构件混凝土强度不低于设计强度等级值的 80%。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。

（6）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。

（8）预应力筋应力稳定后锚固。锚固后的外露不宜小于 30mm，锚具应用封端混凝土保护，一般情况下，锚固完毕并检验合格后切割端头多余的预应力筋，严禁电弧焊切割，用砂轮机切割。

（9）张拉切割后即封堵。用素灰将锚头封住，然后用塑料布将其裹住进行养生，以防止裂缝而使锚头漏浆、漏气，影响压浆质量。

（三）预制梁（板）的吊装

2. 吊装方法

（1）自行式吊机架设法

适用条件：平坦无水桥孔的中小跨径预制梁板安装。

①一台吊机架设法：吊装应注意起吊绳与梁面的夹角不能太小，一般以 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 为宜，否则，应使用扁担梁。

②两台吊机架设法

（2）简易型钢导梁架设法：适用条件：地面有水，孔数较多的中小跨径预制梁板安装。

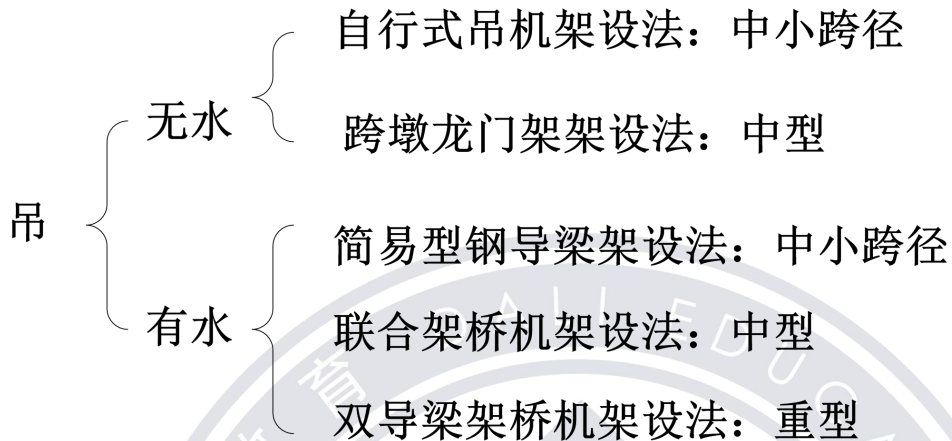
（3）联合架桥机架设法：适用条件：孔数较多的中型梁板吊装。

（4）双导梁架桥机架设法：本法具备了联合架桥机的一切优点，适用条件：孔数较多的重型梁吊装。

(5) 跨墩龙门架架设法：适用条件：无水或浅水河滩，地形相对平坦，孔数较多的中型梁板安装。

学霸笔记：

主要掌握五中架设方法的使用条件：



二、桥梁上部结构支架施工

(二) 现浇支架施工要求

3. 支架的弹性、非弹性变形及基础允许下沉量应满足施工后梁体设计标高的要求。

6. 高度超过 8m 的支架，应对其稳定性进行安全论证。

(三) 支架施工预拱度设置和卸落装置

1. 设置的预拱度值，应包括结构本身需要的预拱度和施工需要的预拱度两部分。

2. 施工预拱度应考虑下列因素：模板、支架承受施工荷载引起的弹性变形；受载后由于杆件接头的挤压和卸落装置压缩而产生的非弹性变形；支架地基在受载后的沉降变形。

(四) 施工工序

2. 支架

(1) 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，计算时除考虑梁体混凝土重量外，还需考虑模板及支架重量，施工荷载（人、料、机等），作用在模板、支架上的风力及其他可能产生的荷载（如雪荷载、保证设施荷载）等。

(3) 支架应根据技术规范的要求进行预压，宜收集支架、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. 普通钢筋、预应力钢筋的布设

预应力筋下料长度，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。

5. 混凝土的浇筑

(2) 浇筑顺序：顺桥向宜从低向高浇筑，在横桥向宜对称浇筑。浇筑过程中，对支架变位等进行检测，超过允许值及时处理。

(6) 养护期间，混凝土强度达到 2.5MPa 之前，不得使其承受行人、运输工具、模板、支架及脚手架等荷载。

6. 预应力的张拉

(1) 在进行张拉作业前，必须对千斤顶、油案进行配套标定，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。

(3) 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。

7. 压浆、封锚

(2) 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。

三、桥梁上部结构逐孔施工

(一) 概述：逐孔施工法从施工技术方面有三种类型：

- (1) 采用临时支承组拼预制节段逐孔施工
- (2) 使用移动支架逐孔现浇施工（移动模架法）
- (3) 采用整孔吊装或分段吊装逐孔施工

(三) 用移动支架逐孔现浇施工(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。

施工过程的主要工序

侧模安装就位—安装底模—支座安装—预拱度设置与模板调整—绑扎底板及腹板钢筋—预应力系统安装—内模就位—顶板钢筋绑扎—箱梁混凝土浇筑—内模脱模—施加预应力和管道压浆及落模拆底及滑模纵移。

(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的机具

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问题

(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 0.5~0.6m 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。当桥梁较宽，起重能力有限的情况下，可以采用 T 梁或工字梁截面，分片架设之后再进行横向整体化。为了加强桥梁的横向刚度，常采用梁间翼缘板有 0.5m 宽的现浇接头。采用大型浮吊横向整体吊装将会简化施工和加快安装速度。

(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。

四、桥梁上部结构悬臂施工方法

一、悬臂拼装施工

(一)概述

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。

短线法，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。

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**

3. 梁段的拼接施工

(3) 采用悬臂吊机、架桥机、缆索、浮吊悬拼安装时，应按施工荷载进行强度、刚度、稳定验算，使安全系数满足要求。施工注意事项如下：

① 块件起吊安装前，应对起吊设备进行全面的安全技术检查，并按设计荷载的 60%、100%、130% 分别进行起吊试验。

③ **桥墩两侧块件宜对称起吊，以保证桥墩两侧平衡受力。**

(4) 各块件间的接缝施工应按设计规定办理。采用湿接缝拼接的块件，湿接缝混凝土应采用**微膨胀混凝土**。采用胶接缝拼装的块件，预应力管道口宜采取密封措施。

(5) 采用胶接缝拼装的块件，涂胶前应就位试拼。粘胶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。

4. 张拉封锚和体系转换

(1) 块件拼装完毕（检查合格）后张拉预应力束时：

① 胶接块件拼装完毕，经检查合格后，即可张拉临时预应力束进行块件挤压。

② 湿接缝块件应待混凝土强度达到设计要求才能张拉预应力束。

(二) 悬臂浇筑施工法

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。**

(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。**

按平衡方式可分为**压重式**和**自锚式**。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**，由工厂或现场根据挂篮设计图纸精心加工而成。

2. **对于 0 号、1 号块**挂篮没有支撑点或支撑长度不够，需采用其他方式浇筑，**一般采用扇形托架浇筑。**

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。

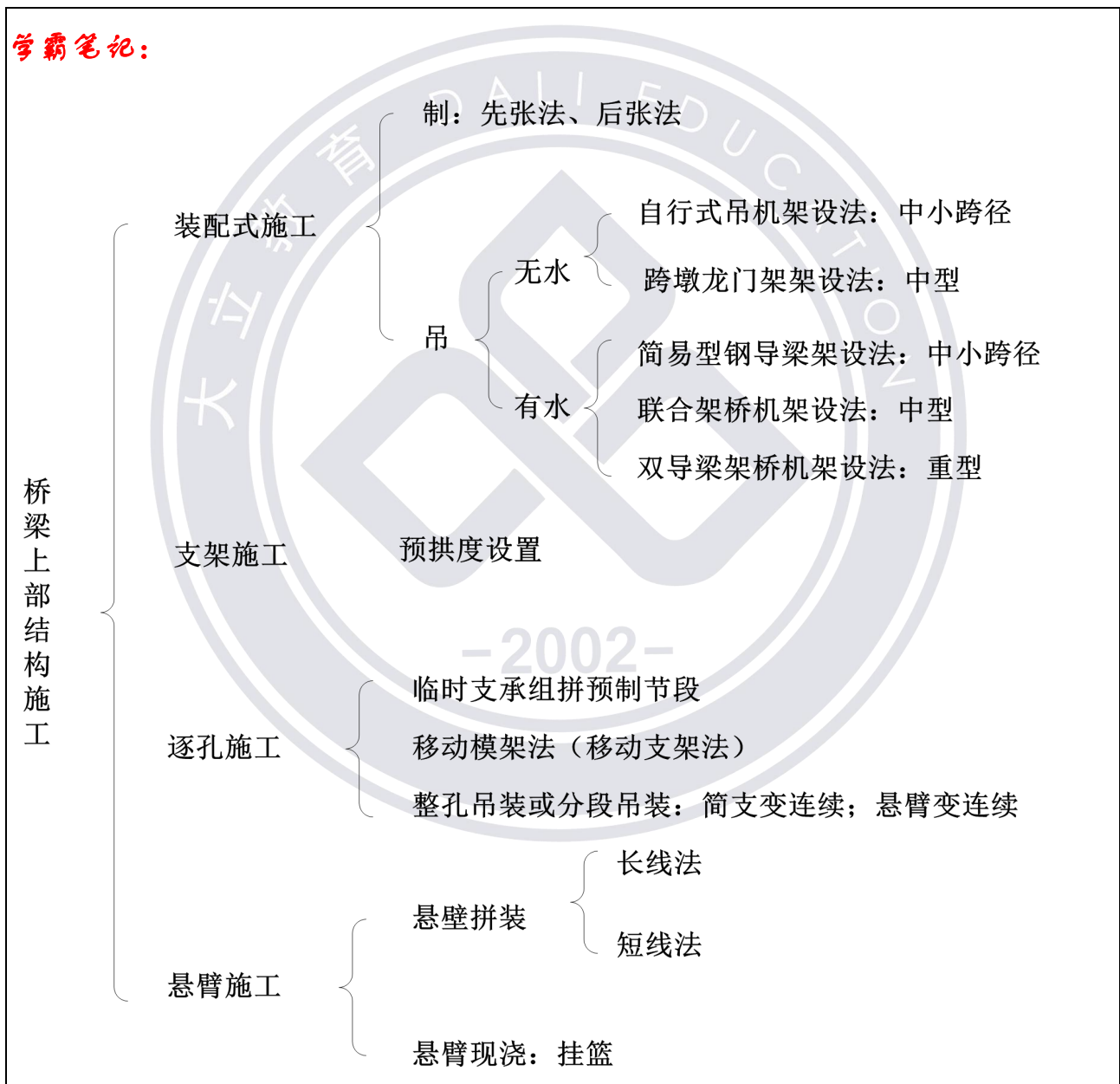
(四) 悬臂浇筑施工中应注意要点

(1) 挂篮的设计要求：挂篮与悬臂浇筑段混凝土的重量比不宜大于 0.5，且挂篮总重应控制在设计规定的限额内。

(2) 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。

(3) 合龙顺序应按设计要求办理，设计无要求时，一般**先边跨，后次中跨，再中跨**。多跨一次合龙时，必须同时均衡对称地合龙。

学霸笔记：



2B313015 钢筋和混凝土施工

一、钢筋施工

1. 一般规定

钢筋存放时间不宜超过 6 个月。

2. 普通钢筋的加工制作

钢筋焊接前，必须根据施工条件进行试焊，合格后方可正式施焊。焊工必须持焊工考试合格证上岗。钢筋接头采用搭接电弧焊时，两钢筋搭接端部应预先折向一侧，使两接合钢筋轴线一致。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 $10d$ （ d 为钢筋直径）。受力钢筋焊接或绑扎接头应设置在内力较小处，并错开布置。

3. 预应力钢筋的加工制作

(2) 预应力筋进场时应分批验收。验收时，除应对其质量证明书、包装、标志和规格等进行检查外，还须按下列规定进行检验：

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。每批钢绞线的重量应不大于 60t。

③ 螺旋钢筋：分批检验时每批质量不大于 100t，对表面质量应逐根自视检查，外观检查合格后再每批中任选 2 根钢筋截取试件进行拉伸试验。

学霸笔记：

钢丝：抗、弯、伸（抗拉强度、弯曲、伸长率）

钢绞线：表、直、力（表面质量、直径偏差和力学性能）

(4) 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、焊接接头或墩头预留量、冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值和外露长度等因素。

(5) 预应力筋的切断，应采用切断机或砂轮锯，不得采用电弧切割。

(9) 锚具、夹具和连接器进场时，除应按出厂合格证和质量证明书核查其锚固性能类别、型号、规格及数量外，还应检查其外观、硬度和静载锚固性能。

二、混凝土施工

2. 混凝土配合比

(4) 混凝土配合比设计应在混凝土浇筑前至少 42d 完成，其费用由承包人负担，在配合比未得到监理人批准前，不得浇筑混凝土。

3. 混凝土拌制、运输

混凝土运至浇筑地点后发生离析、严重泌水或坍落度不符合要求时，应进行第二次搅拌。二次搅拌时不得任意加水，确有必要时，可同时加水和水泥以保持其原水胶比不变。如二次搅拌仍不符合要求，则不得使用。

4. 混凝土的浇筑

(2) 自高处向模板内倾卸混凝土时，应防止混凝土离析。直接倾卸时，其自由倾落高度不宜超过 2m；超过 2m 时，应通过串筒、溜管（槽）或振动溜管（槽）等设施下落；倾落高度超过 10m 时，应设置减速装置。

(4) 混凝土的浇筑应连续进行，如因故必须间断时，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。混凝土的运输、浇筑及间歇的全部时间不得超过表 2B313015 的规定。当需要超过时应预留施工缝。

(5) 施工缝的位置应在混凝土浇筑之前确定，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：

②经凿毛处理的混凝土面，应用水冲洗干净，在浇筑次层混凝土前，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。

⑤施工缝处理后，须待处理层混凝土达到一定强度后才能继续浇筑混凝土。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。

5. 混凝土的养护与修饰

(1) 一般，混凝土浇筑完成后，应在收浆后尽快、及早予以覆盖和洒水养护。

(2) 当气温低于 5℃时，应覆盖保温，不得向混凝土面上洒水。

(3) 特别是对大体积混凝土的养护，应根据气候条件采取控温措施，并按需要测定浇筑后的混凝土表面和内部温度，将温差控制在设计要求的范围内，当设计无要求时，温差不宜超过 25℃。

6. 大体积混凝土

(1) 大体积混凝土在选用原材料和进行配合比设计时，应按照降低水化热温升的原则进行：

①宜选用低水化热和凝结时间长的水泥品种。

②在保证混凝土强度和施工坍落度的前提下应提高掺合料及骨料的用量，降低水泥用量。

③配合比设计及质量评定时，可按 60d 龄期的抗压强度控制。

(2) 施工前应提前制定专项施工技术方案，并采取温控措施。大体积混凝土浇筑、养护和温控应符合：

①内部最高温度不大于 75℃，内表温差不大于 25℃。

②可分层、分块浇筑。分层浇筑时，浇筑上层之前应对下层顶面做凿毛处理，上下层温差宜小于 20℃，各层间浇筑间歇期控制在 7d 内。

③分块浇筑时，后浇块宜采用微膨胀混凝土，并应一次浇筑完成。

⑤大体积混凝土的浇筑应在一天中气温较低时进行。

⑥大体积混凝土温控宜按照“内降外保”原则，内部冷却水管道循环冷却，外部覆盖蓄热或蓄水保温。

7. 高性能混凝土、高强度混凝土

(1) 宜选用强度等级不低于 52.5 的硅酸盐和普通硅酸盐水泥，不得使用立窑水泥。

(3) 应强制式搅拌机拌制，不得采用自落式搅拌机搅拌。加入减水剂后，混凝土拌合料在搅拌机中继续搅拌的时间不宜少于 30s。

三、预应力混凝土

1. 预应力管道

(1) 管道应采用定位钢筋固定安装，使其能牢固地置于模板内的设计位置，并在混凝土浇筑期间不产生位移。

(2) 所有管道均应设压浆孔，还应在最高点设排气孔及需要在最低点设排水孔。

2. 混凝土的浇筑

(1) 浇筑混凝土时，宜根据结构的不同形式选用插入式、附着式或平板式等振动器进行振捣。

(2) 浇筑箱形梁段混凝土时，应尽可能一次浇筑完成；如设计允许，梁身较低的箱形梁可分为两次浇筑；梁身较高的箱形梁也可分两次或三次浇筑。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。

3. 施加预应力

(1) 长期不使用或标定时间超过半年或张拉超过 300 次或在使用中预应力机具设备或仪表出现反常现象或千斤顶检修后应重新标定。弹簧测力计的校验期限不宜超过 2 个月。校验应在经主管部门授权的法定计量技术机构定期进行。

(3) 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，否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

(4) 预应力筋张拉时，应先调整到初应力 σ_0 ，该初应力宜为张拉控制应力 σ_{con} 的 10%~15%，伸长值应从初应力时开始量测。实际伸长值除量测的伸长值外，必须加上初应力以下的推算伸长值。对后张法构件，在张拉过程中产生的弹性压缩值一般可省略。

4. 预应力混凝土的质量检验

(6) 先张预应力筋制作安装检查项目主要有墩头钢丝同束长度相对差、张拉应力值、张拉伸长值、同一截面内断丝根数不超过钢丝总数的比例。

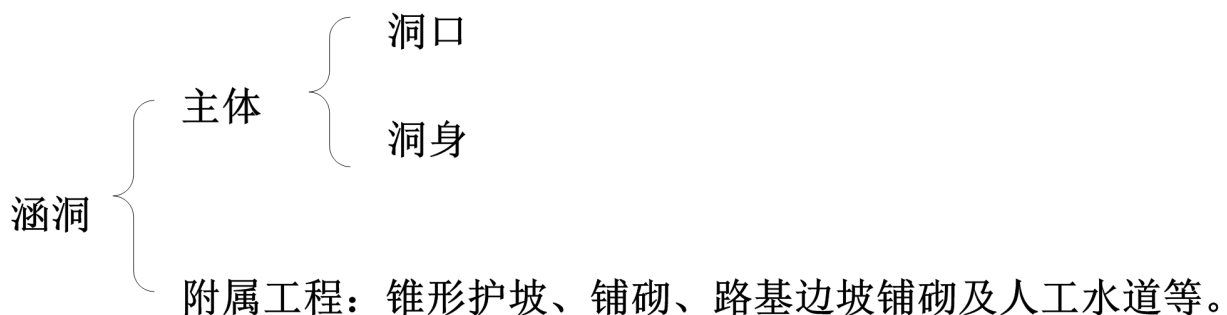
(7) 后张预应力筋制作安装检查项目主要有管道坐标、管道间距、张拉应力值、张拉伸长值、断丝滑丝数。

2B313020 涵洞的组成、分类及施工技术

2B313021 涵洞的组成和分类

一、涵洞的组成

学霸笔记：



二、涵洞的分类

根据桥梁涵洞按跨径分类标准，涵洞的单孔跨径小于 5m，但圆管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数

多少，均称为涵洞。

2. 按构造形式不同，涵洞分为圆管涵、箱涵、盖板涵、拱涵等。
3. 按涵顶填土情况可分为明涵（涵顶无填土）和暗涵（涵顶填土大于 50cm）；
5. 按水力性能涵洞分为无压涵、半压力涵和压力涵。

2B313022 涵洞施工

学霸笔记：

主要掌握圆管涵的施工工艺，其他涵洞对比来掌握。

1. 混凝土和钢筋混凝土圆管涵施工

①圆管涵施工主要工序：测量放线→基坑开挖→基础→安装圆管→出入口浆砌→防水层施工→回填及加固。

②圆管涵质量检查项目主要包括混凝土强度、轴线偏位、涵底流水面高程、涵管长度、管座宽度与厚度、相邻管节底面错口等。

2. 波形钢涵洞：注意预拱度

波形钢管涵宜设置预拱度，其大小应根据地基可能产生的下沉量、涵底纵坡和填土高度等因素综合确定，但管涵中心的高程应不高于进水口高程。

3. 倒虹吸管施工：注意竖井

倒虹吸管施工主要工序：测量放线→基坑开挖→基坑修整与检查→铺设砂垫层和现浇混凝土管座→安装管节→接缝防水施工→竖井、出入口施工→防水层施工→回填土及加固。

4. 拱涵、盖板涵施工

①拱圈砌筑砂浆或混凝土强度达到设计强度的 85%时，方可拆除拱架，达到设计强度后，方可回填土。

②在拱架未拆除的情况下，拱圈砌筑砂浆或混凝土强度达到设计强度的 85%时，可进行拱顶填土，但在拱圈强度达到设计强度 100%后，方可拆除拱架。

5. 箱涵

①现浇箱涵施工主要工序：基坑开挖与基础处理→砂砾垫层施工→基础模板安装→基础混凝土浇筑→墙身及顶板混凝土施工→拆模与养护→进出口及附属工程施工→台背填土及加固。

②箱涵质量检查项目主要包括混凝土强度、高度、宽度、顶底板及侧墙厚度和平整度等。

六、桥涵及结构物的回填施工技术

（一）填筑要求

台背及与路堤间的回填施工应符合以下规定：

1) 二级及二级以上公路应按设计做好过渡段，过渡段路堤压实度应不小于 96%，并按设计做好纵向和横向防排水系统。

2) 二级以下公路的路堤与回填的联结部，应按设计要求预留台阶。

3) 台背回填部分的路床宜与路堤路床同步填筑。

4) 桥台背和锥坡的回填施工宜同步进行，一次填足并保证压实整修后能达到设计宽度要求。

(二) 填筑方法

1. 桥台台背填筑方法

采用水平分层填筑的方法，人工摊铺为主，分层松铺厚度宜小于 20cm。当采用小型低等级劳具时，一级以上公路松铺厚度宜小于 15cm。压实尽量使用大型机械，在临近桥台边缘或狭窄地段，则采用小型夯压机械，分薄层认真夯压密实。为保证填土与桥台衔接处的压实质量，施工中可采用夯压机械**横向碾压**的方法。

2. 涵洞回填一般要求

水平、分层、对称地进行填筑，**压实度不应小于 96%**。涵洞两侧紧靠涵台部分的回填土不得用大型机械施工，宜采用人工配合小型机械的方法夯填密实。

3. 拱涵的填筑方法

可采用分层填筑法和片石套拱法。

学霸笔记： 水平分成、对称回填、小型机具、横向碾压。

2B314000 公路隧道工程

2B314010 隧道工程

2B314011 隧道结构组成

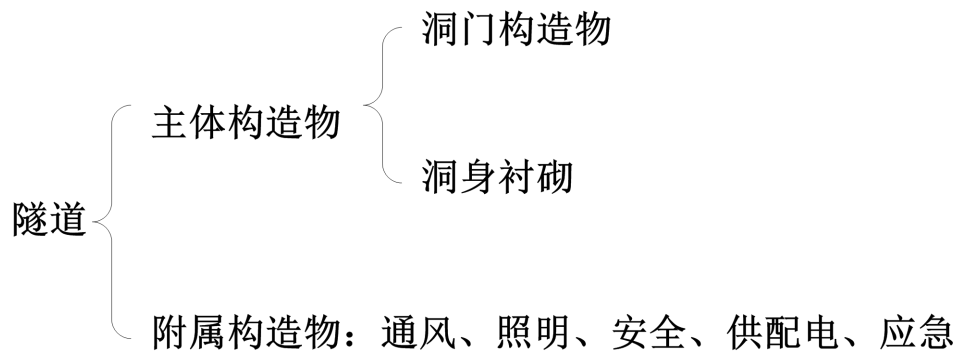
学霸笔记：

序号	分类形式	种类
1	按地层	岩石隧道、土质隧道
2	按所处位置	山岭隧道、城市隧道、水底隧道
3	按施工方法	矿山法、明挖法、盾构法
4	按埋置深度	浅埋隧道、深埋隧道
5	按断面形式	圆形隧道、马蹄形隧道、矩形隧道
6	按 ITA 定义的断面数值	特大断面、大断面、中等断面、小断面、极小断面
7	按车道数	单车道、双车道、多车道
8	按长度	特长隧道、长隧道、中隧道、短隧道
9	按隧道间距离	连拱、小净距、分离式隧道
10	按跨度	小、中、大、超大

二、组成

隧道结构构造，由**主体构造物**和**附属构造物**两大类组成。主体构造物是为了保持岩体的稳定和行车安全而修建的人工永久建筑物，通常指**洞身衬砌**和**洞门构造物**。

学霸笔记：



（一）洞门类型及构造

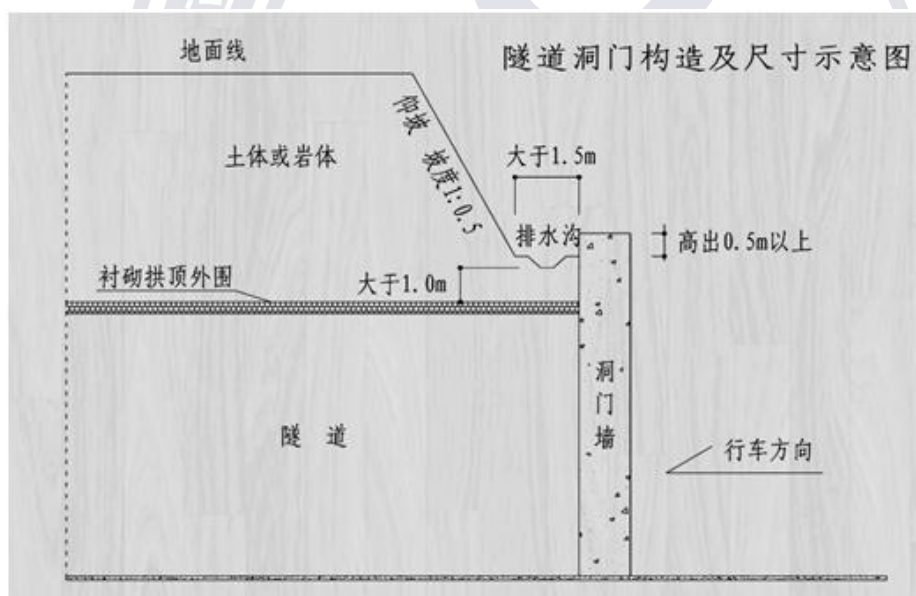
1. 洞门类型

洞门类型有：端墙式、翼墙式、环框式、遮光式、削竹式等。

(1) 洞口仰坡地脚至洞门墙背应的水平距离不应小于 **1.5m**。洞门端墙与仰坡之间水沟的沟底与衬砌拱顶外缘的高度不应小于 **1.0m**。洞门墙顶应高出仰坡脚 **0.5m** 以上。

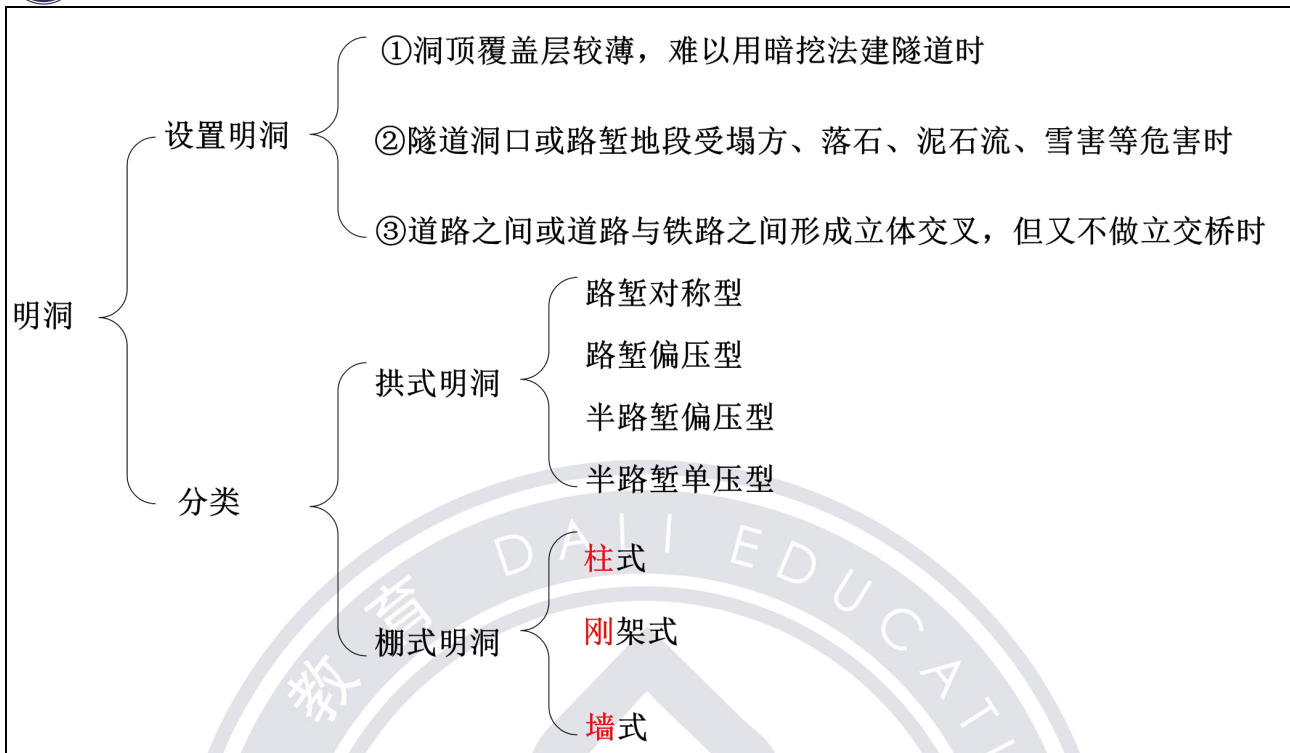
学霸笔记：

结合图形记忆，横向的 1.5m，纵向的 0.5m 和 1m



（二）明洞类型及构造

学霸笔记：



2. 明洞构造

(1) 拱式明洞

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。

(2) 棚式明洞

受地形、地质条件限制，难以修建拱式明洞时，边坡有小量塌落掉块，侧压力较小时，可以采用棚式明洞。

(三) 衬砌

按支护理论，分为整体式衬砌、复合式衬砌和喷锚衬砌。

(四) 附属设施

隧道的附属设施是指为确保交通安全和顺适而设置的通风设施、照明设施、安全设施、供配电设施、应急设施等。长度大于 100m 的隧道应设置照明。

2B314012 隧道围岩分级

一、公路隧道围岩分级（I—VI级）

二、围岩分级的判定方法

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对围岩进行详细定级时，应在岩体基本质量分级基础上考虑修正因素的影响，修正岩体基本质量指标值。按修正后的岩体基本质量指标，结合岩体的定性特征综合评判、确定围岩的详细分级。

(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：

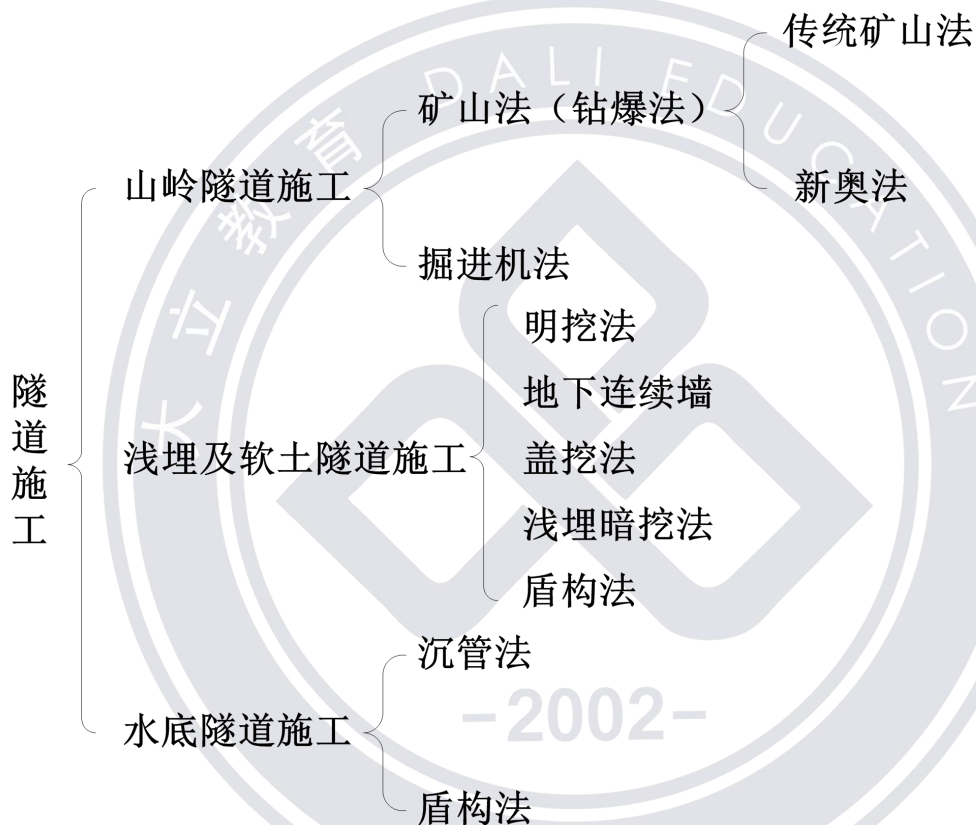
- ①有地下水；
- ②围岩稳定性受软弱结构面影响，且由一组起控制作用；
- ③存在高初始应力。

2B314013 隧道施工

一、隧道施工方法

（1）新奥法：新奥法的基本原则为：“少扰动、早喷锚、勤量测、紧封闭”。

新奥法施工方法包括：全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、中隔壁法（CD）、交叉中隔壁法（CRD）、双侧壁导坑法。



二、山岭隧道施工技术

（一）山岭隧道的洞口、明洞与浅埋段施工技术

1. 洞口施工

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。

2. 明洞施工

- （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，再作拱圈，最后作其余边墙；

3. 浅埋段施工

(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。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1倍洞跨。

(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。

(二) 山岭隧道的洞身开挖技术

一般选择新奥法施工。岩石隧道爆破采用光面爆破或预裂爆破技术。

(三) 山岭隧道的洞身支护与衬砌施工技术

软弱围岩中采取超前支护；优先采用锚杆、喷射砼或锚喷联合作为临时支护；施工二衬时，采用模板台车。

(四) 山岭隧道的防排水施工技术

1. 施工防排水

洞内顺坡排水，其坡度应与线路坡度一致；

洞内反坡排水，必须采取机械抽水；

洞内涌水或地下水位较高，可采用井点降水或深井降水；

2. 结构防排水施工

(1) 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厚浆砌片石或混凝土作阻浆隔墙，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。

(3) 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。防水层属隐蔽工程，二次衬砌灌注前应检查防水层质量，做好接头标记，并填写质量检查记录。

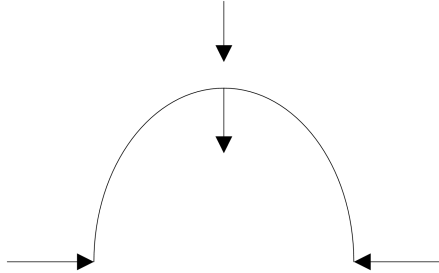
2B314020 隧道施工测量和监控量测技术

2B314022 隧道施工监控量测

学霸笔记：

①必测项目：洞内外观察、周边位移、拱顶下沉、地表下沉。

关于必测项目和选测项目一般为选择题考查，只要记忆必测项目，其他为选测项目。结合图形记忆。



②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。

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。

2B320000 公路工程项目施工管理

2B320010 公路工程施工组织设计

学霸笔记：

①施工总体部署

- 1. 建立施工管理机构。
- 2. 施工任务划分。
- 3. 施工顺序。

②各项资源需求计划

- 1. 劳动力需求计划（人）
- 2. 材料需求计划（材）
- 3. 施工机械设备需求计划（机）
- 4. 资金需求计划（资金）

③施工组织设计的优化

1. 施工方案的优化

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

2. 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。

2B320020 公路工程施工进度管理

2B320021 工程进度计划的编制

一、公路工程进度计划编制的依据、步骤及内容

（二）公路工程进度计划的主要形式

1. 横道图

2. 工程管理曲线图

3. 斜率图

4. 网络图

三、流水施工组织

（二）公路工程流水施工分类

1. 按流水节拍的流水施工分类

（1）有节拍（有节奏）流水

① 等节拍（等节奏）流水是理想化的流水，既没有窝工又没有多余间歇；

② 异节拍（异节奏）流水：等步距异节拍（异节奏）流水是理想化的流水；异步距异节拍流水实际上是按照无节拍流水组织流水施工。

（2）无节拍（无节奏）流水。

（三）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、施工段 m 、施工层；

3. 时间参数：流水节拍、流水步距、技术间歇、组织间歇、搭接时间

（四）公路工程常用的流水施工组织

1. 路面工程的线性流水施工组织

（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

搭接时距=后道工序结构层所需最小工作面长度÷两者中快的速度

2. 通道和涵洞的流水段施工组织

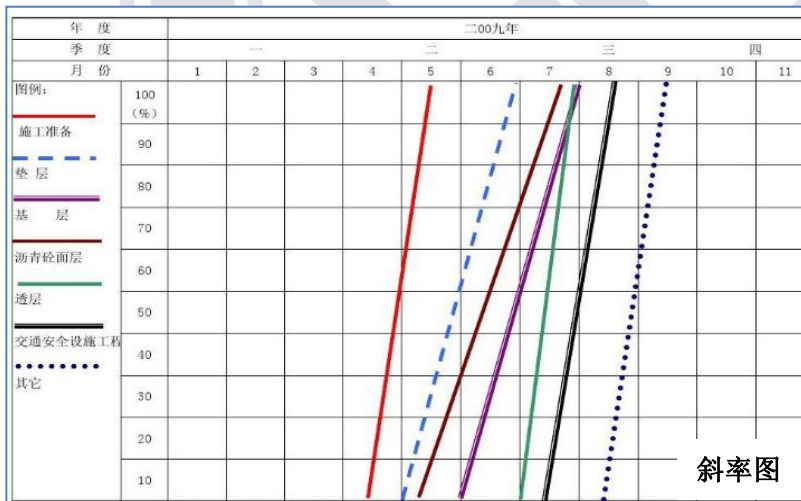
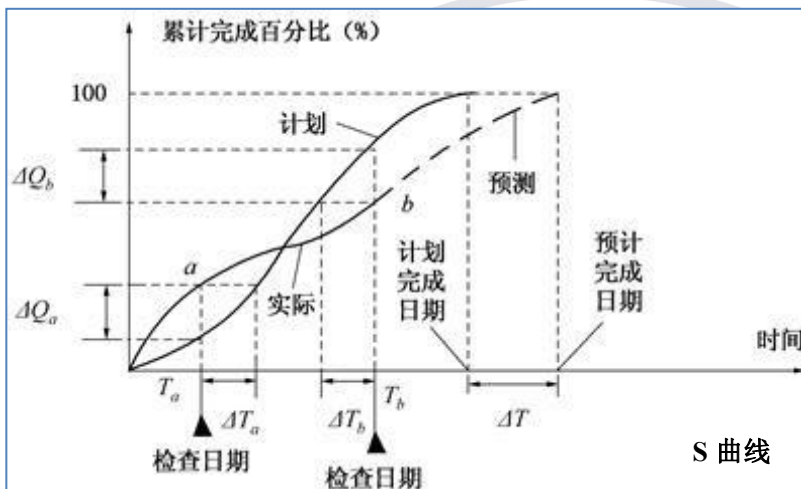
（1）不窝工的无节拍流水工期=流水步距和+最后一道工序的流水节拍和+要求间歇和（同一工序在不同段上首尾相连）

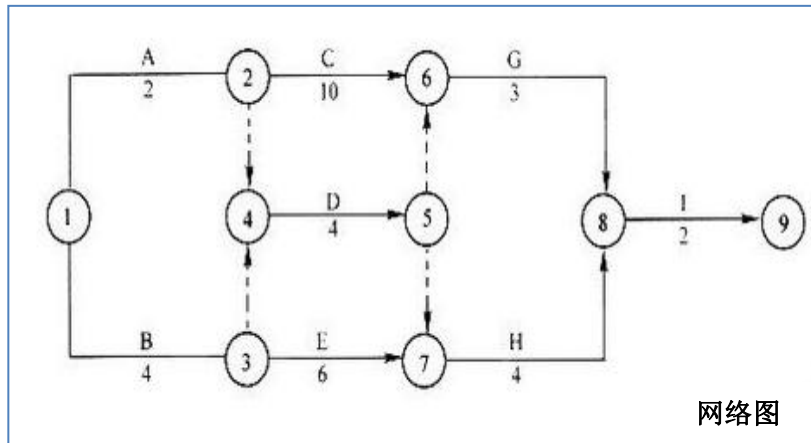
（2）无多余间歇的无节拍流水工期=施工段间间隔和+最后一个施工段的流水节拍和+要求间歇和

（3）有窝工并且有多余间歇的无节拍流水工期，一般通过绘制横道图来确定；如果是异节拍流水往往是不窝工或者无多余间歇流水中的最小值。

学霸笔记：

①能够区分横道图、S 曲线、斜率图和网络图。





网络图

②掌握并记忆公路工程常用的流水参数。

③会计算：线性流水施工和流水段施工

2B320022 工程进度的控制

四、进度计划的调整

(二) 压缩关键工作持续时间和调整关键工作逻辑关系的措施

1. 组织措施

- (1) 加强和调整项目经理部的成员；
- (2) 强化制度建设和落实；
- (3) 调整任务分工和优化工作控制流程。

2. 管理措施

- (1) 增加工作面，组织更多的施工队伍；
- (2) 增加每天的施工时间（多班制或加班）；
- (3) 增加关键工作的资源投入（劳力、设备等）；
- (4) 采用信息技术进行计划调整；
- (5) 实施强有力的调度，进行工程分包；
- (6) 消除窝工和多余的间歇；
- (7) 控制相关工作的风险；
- (8) 用精神激励的方法以提高施工效率。

3. 技术措施

- (1) 改进施工工艺和技术，缩短工艺技术间歇时间（如混凝土的早强剂等）；
- (2) 改变施工方法以缩短持续时间（如现浇方案改为预制装配）；
- (3) 采用先进的施工方法和施工机械。

4. 经济措施

- (1) 用物质激励的方法以提高效率；
- (2) 为加快进度措施提供所需的资金；

(3) 对所采取的进度措施给予相应费用补偿。

2B320030 公路工程施工质量管理

2B320031 工程质量控制方法

三、工程质量评定方法

(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**。

(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》JTGF80/1-2004 所列**基本要求、实测项目和外观鉴定进行自检**，按该标准附录 J 中“分项工程质量检验评定表”及相关施工技术规范提交真实、完整的自检资料，对工程质量进行自我评定。

(四) 工程质量评分方法

1. 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。

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予 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。分项工程中除关键项目以外的实测项目为一般项目。

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。

分项工程得分 = [检查项目得分 × 权值] / Σ 检查项目权值

分项工程评分值 = 分项工程得分 - 外观缺陷减分 - 资料不全减分

(六) 工程质量等级评定

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，但计算分部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。

2B320033 工程质量缺陷处理方法

二、质量缺陷处理方法

整修：主要针对局部性的、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。这类缺陷一般可以比较简单地通过修整得到处理，不会影响工程总体的关键性技术指标。因而修补处理方法最为常用。

返工：根据缺陷经过补救后能否达到规范标准而定。如某承包人为赶工期，曾在雨中铺筑沥青混凝土，监理工程师只得责令承包人将已经铺完的沥青面层全部推除重铺；一些无法补救的低质涵洞也被炸掉重建；温度过低或过高的沥青混合料在现场被监理工程师责令报废等。

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。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。具体可组织联合调查组、召开专家论证会等方式。

学霸笔记：

案例和选择题考点，区分三种处理的办法

整修：轻微、不严重的缺陷。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。

返工：不能满足标准的。如：雨中铺筑沥青混凝土；一些无法补救的低质涵洞；温度过低或过高的沥青混合料等。

综合处理办法：较大质量事故，以最小的经济代价和工期损失，重新满足规范要求。

2B320050 公路工程安全管理的范围及要求

2B320052 工程安全管理的范围

二、公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估

（二）评估范围

1. 桥梁工程

（1）多跨或跨径大于 40m 的石拱桥，跨径大于或等于 150m 的钢筋混凝土拱桥，跨径大于或等于 350m 的钢箱拱桥，钢桁架、钢管混凝土拱桥；

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

（3）墩高或净空大于 100m 的桥梁工程；

（4）采用新材料、新结构、新工艺、新技术的特大桥、大桥工程；

（5）特殊桥型或特殊结构桥梁的拆除或加固工程；

（6）施工环境复杂、施工工艺复杂的其他桥梁工程。

2. 隧道工程

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

复杂的隧道，黄土地区、水下或海底隧道工程；

(2) 浅埋、偏压、大跨度、变化断面等结构受力复杂的隧道工程；

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

(4) 连拱隧道和小净距隧道工程；

(5) 采用新技术、新材料、新设备、新工艺的隧道工程；

(6) 隧道改扩建工程；

(7) 施工环境复杂、施工工艺复杂的其他隧道工程。

3. 评估方法

(1) 总体风险评估。桥梁或隧道工程开工前，根据桥梁或隧道工程的地质环境条件、建设规模、结构特点等孕险环境与致险因子，估测桥梁或隧道工程施工期间的整体安全风险大小，确定其静态条件下的安全风险等级。

(2) 专项风险评估。当桥梁或隧道工程总体风险评估等级达到Ⅲ级（高度风险）及以上时，将其中高风险的施工作业活动（或施工区段）作为评估对象。

4. 评估步骤

公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估工作包括制定评估计划、选择评估方法、开展风险分析、进行风险估测、确定风险等级、提出措施建议、编制评估报告等方面。评估步骤一般为：

(1) 开展总体风险评估。

(2) 确定专项风险评估范围。总体风险评估等级达到Ⅲ级（高度风险）及以上桥梁或隧道工程，应进行专项风险评估。

(3) 开展专项风险评估。

(4) 确定风险控制措施。根据风险接受准则的相关规定，对专项风险等级在Ⅲ级（高度风险）及以上的施工作业活动（施工区段），应明确重大风险源的监测、控制、预警措施以及应急预案。

5. 评估组织与评估报告

(1) 公路桥梁和隧道工程施工安全风险评估工作原则上由项目施工单位具体负责。当被评估项目含多个合同段时，总体风险评估应由建设单位牵头组织，专项风险评估工作仍由合同施工单位具体实施。当施工单位的施工经验或能力不足时，可委托行业内安全评估机构承担相关风险评估工作。

(3) 风险评估工作应形成评估报告。评估报告应反映风险评估过程的主要工作。报告内容应包括评估依据、工程概况、评估方法、评估步骤、评估内容、评估结论及对策建议等。评估结论应当明确风险等级、可能发生事故的关键部位、区域或节点、事故可能性等级、规避或者降低风险的建议措施等内容。

三、高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估

2. 分为总体风险评估和专项风险评估两个阶段。

(1) 总体风险评估总体风险评估对象包括：

① 高于 20m 的土质边坡、高于 30m 的岩质边坡；

②老滑坡体、岩堆体、老错落体等不良地质体地段开挖形成的不足 20m 的边坡；

③膨胀土、高液限土、冻土、黄土等特殊岩土地段开挖形成的不足 20m 的边坡；

④城乡居民居住区、民用军用地下管线分布区、高压铁塔附近等施工场地周边环境复杂地段开挖形成的不足 20m 的边坡。

（2）专项风险评估

在总体风险评估基础上，将风险等级达到高度风险（Ⅲ级）及以上的路堑段作为评估单元，以施工作业活动为评估对象，根据其施工安全风险特点及类似工程事故情况，进行风险辨识、分析、估测。

6. 实施要求

四、特种设备安全管理要求

2. 特种设备安全管理的一般要求

（2）特种设备使用前或者投入使用后的 **30 日** 内，使用单位应当向直辖市、设区市特种设备安全监督管理部门或经委托的县（市、区）特种设备安全监督管理部门申请办理使用登记手续。

（5）**特种设备的操作、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。

（6）特种设备的使用过程安全管理

④特种设备管理制度、责任制、操作规程应悬挂到相应的部门、工作岗位和使用场所。

⑦起重吊装作业时，周边应设置警戒区域和醒目的安全警示标志，防止无关人员进入现场。

⑧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，并进行方案和安全技术交底。

2B320053 工程安全管理的原则

一、公路工程安全管理的基本原则

（8）坚持“五同时”的原则：即施工企业新建、改建或扩建项目工程的安全设施必须与主体工程同时计划、同时布置、同时检查、同时总结、同时评比验收；

二、“三同时”制度的原则

“三同时”制度的实施要求生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施，**必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用**。安全设施投资应当纳入建设项目概算

三、事故处理“四不放过”原则

（1）事故**原因**未查清不放过；

（2）责任人员**未受到处理**不放过；

（3）事故责任人和周围群众**没有受到教育**不放过；

（4）事故制定的切实可行的**整改措施未落实**不放过。

2B320054 工程安全隐患排查与治理

事故隐患分为**一般事故隐患**和**重大事故隐患**。

二、施工安全隐患的分类

1. 按导致事故的直接原因分类：“人”，“物”，“环”，“管”

2. 危险因素包括：物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、透水、爆破（放炮）、瓦斯爆炸、火药爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息、其他伤害。

三、危险源辨识和风险评价

危险源是指有可能引发公路施工人身伤害及设备、财产损失的各种危险因素和安全生产事故隐患。

危险源辨识必须由**项目负责人、专职安全员和有经验的施工技术人员**组成辨识小组，辨识的范围应基本覆盖本项目的**所有分项工程、施工工序、作业活动、机械设备（设施）和工作场所**。

施工单位应当对工程项目的施工安全重大危险源在施工现场人员集中的显要位置公示，内容包括：施工安全重大危险源名录、可能导致发生的事故类型、注意事项及保障措施，在每一施工安全重大危险源处醒目位置应悬挂安全警示标志。

对于危险源的风险评价通常采用**作业条件危险性评价法（LEC法）**进行判断。

即： $D=L \times E \times C$ ，其中**L为事故发生的可能性分值，E为暴露于危险环境的频繁程度分值，C为事故造成的后果分值**。

五、安全生产事故隐患排查的目标及内容

1. 两项达标

两项达标，包括**施工人员管理达标和施工现场安全防护达标**。

2. 四项严禁

（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，钻孔桩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。

3. 五项制度

五项制度包括：**施工现场风险告知制度、施工安全监理制度、专项施工方案审查制度、设备进场验收登记制度和安全生产费用保障制度**。

2B320055 安全专项方案与应急救援预案的编制

二、专项施工方案编制的内容

1. 工程概况：危险性较大的工程概况、施工平面布置、施工要求和技术保证条件。

2. 编制依据：相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及图纸（国标图集）、施工组织设计等。

3. 施工计划：包括施工进度计划、材料与设备计划。

4. 施工工艺技术：技术参数、工艺流程、施工方法等。

5. 施工安全保证措施：组织保障、技术措施、应急预案等。

6. 劳动力计划：专职安全生产管理人员、特种作业人员等。

7. 计算书及附图。

学霸笔记：

专项施工方案编制的内容：

改（工程概况）变（编制依据）记（施工计划）忆（施工工艺技术）俺（施工安全保证措施）老（劳动力计划）输（计算书及附图）

四、生产安全事故应急预案的编制

3. 应急预案种类

（1）综合应急预案

综合应急预案是从总体上阐述处理事故的应急方针、政策，应急组织结构及相关应急职责，应急行动、措施和保障等基本要求和程序，是应对各类事故的综合性文件。

（2）专项应急预案

专项应急预案是针对具体的事故类别、危险源和应急保障而制定的计划或方案

（3）现场处置方案

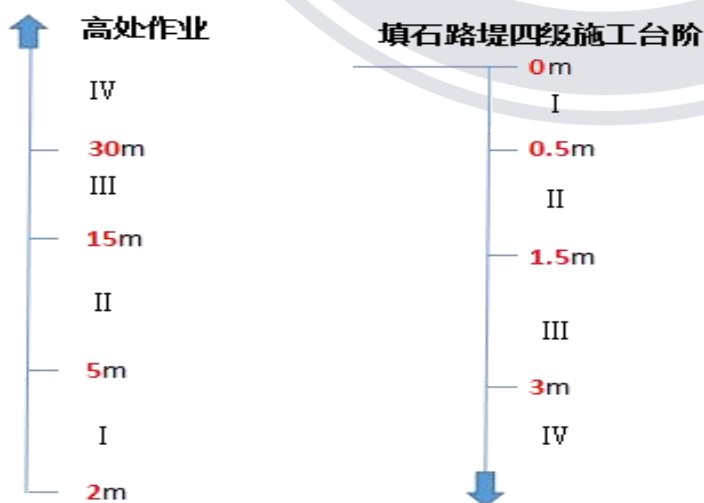
2B320060 公路工程安全技术要求

2B320061 高处作业安全技术要求

高处作业的级别划分为四级：①高处作业高度在 2m 至 5m 时，称为 I 级高处作业；②高处作业高度在 5m 以上至 15m 时，称为 II 级高处作业；③高处作业高度在 15m 以上至 30m 时，称为 III 级高处作业；④高处作业高度在 30m 以上时，称为 IV 级高处作业。

学霸笔记：

高处作业和填石路堤四级施工台阶一起对比记忆



2. 在有坠落可能的部位作业时，必须把安全带挂在牢固的结构上，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。

5. 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，水平横档的间距不大于 0.35m，强度满足安全要求。

12. 高处作业临时配电线留按规范架设整齐；架空线必须采用绝缘导线，不得采用塑胶软线；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。

13. 桥梁主塔（墩）塔身高于 30m 时，应在其顶端装设防撞信号灯。

17. 高处作业人员必须进行高处作业的安全知识培训；作业前要进行层层安全技术交底，并作好交底签认记录。

18. 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，严禁立体交叉或多层上下进行拆除，严禁疲劳作业，并派专人负责现场的安全监护。

20. 遇有六级(含六级)以上大风、浓雾、雷雨、冰雪等恶劣天气时，不得进行露天高处作业。

2B320062 陆上作业安全技术要求

三、路基工程土方施工安全要点

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，无论开挖深浅都应视为高处作业，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。

6. 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，纵向间距不小于 3m；土方开挖必须自上而下顺序放坡进行，严禁挖空底脚。

9. 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。

四、路基工程石方施工安全要求

2. 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，在公安部门的押运下进行，中途不许停留，并应避开人员密集地方；在保管、运输爆破器材过程中，工作人员严禁穿化纤服装。

3. 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；爆炸物品禁止乱丢乱放和私藏。

5. 爆破时，确认炮响完并过 5min 后，方准爆破人员进入作业区。

7. 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。

8. 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。

五、沥青路面工程施工安全要求

4. 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。

5. 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。

6. 不许站在运输车后用铰等工具往下捅沥青混合料。

9. 料仓卸料时，严禁人员从斗下通过，沥青拌和楼的各部位需经常检查、维修，并配备消防器材。

2B320063 水上作业安全技术要求

9. 遇有**六级以上**大风、大浪等恶劣天气时，应停止水上作业。

2B320064 地下作业安全技术要求

一、隧道施工一般安全技术要求

1. 隧道施工应做好施工前期的准备工作，制定隧道施工安全技术方案，对危险源和重大危险源进行辨识和全过程的跟踪、监督、检查。**长度大于 1000m 时，还应制定地质超前预报方案和实施细则**，并向作业人员进行安全技术交底。

3. 必须实行隧道工程安全目标管理，**项目经理为安全生产第一责任人**，对隧道施工安全生产全面负责，建立相应的安全保证体系和管理网络，**健全安全机构，责任到人**。

8. 掘进前应先做好隧道洞口工程，做好洞口边坡、仰坡及天沟、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，一次把土石方工程做完，开挖人员不得上下重叠作业。

9. 在软弱围岩地段施工时，应按照**“短进尺、弱爆破、早喷锚、勤量测，紧封闭”**的原则稳步前进，若遇不良地质情况，必须进行超前地质预报，提前采取预防措施。

10. 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**。

二、隧道施工爆破作业安全技术要求

1. 洞内爆破必须统一指挥，并由经专业培训且**持有爆破操作合格证**的专业人员进行作业。爆破人员和管理人员**必须穿防静电服装**。

2. 爆破加工房应设在洞口 50m 以外的安全地点。

3. 进行爆破时，所有人员应撤离现场，其安全距离为

(1) 独头巷道不少于 **200m**；

(2) 相邻的上下坑道内不少于 **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。

4. 刚打好的炮眼，**不得立即装药**。

5. 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。

6. 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。

7. 爆破后必须经过 **15min** 通风排烟后，检查人员方可进入工作面。

12. 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三个空车厢隔开。

14. 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。

六、隧道施工中的通风、防尘、照明、排水及防火、防瓦斯安全要求

2. 照明、排水安全要求

(2) 隧道内各部照明电器为：

①开挖、支撑及衬砌作业地段为 12~36V；②成洞地段为 110~220V；③手提作业灯为 12~24V。

(3) 隧道内用电线路，应使用防潮绝缘导线，并按规定高度用磁瓶悬挂牢固，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。抽水设备宜采用电力机械，不得在隧道内使用内燃抽水机，抽水机械应有一定的备用台数。

(6) 隧道开挖中预计要穿过涌水地层时，宜采用超前钻孔探水。

2B320065 电气作业安全技术要求

一、公路工程施工现场临时用电的三项基本原则

1. 必须采用 TN-S 接地、接零保护系统；
2. 必须采用三级配电系统；
3. 必须采用两级漏电保护和两道防线。

四、施工现场配电箱与开关箱设置的安全技术要求

5. 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，严禁设在箱体的上顶面、侧面、后面或箱门处；进线和出线应加护套分路成束并做防水弯；导线束不得与箱体进、出口直接接触；进入开关箱的电源线，严禁用插座连接；移动式配电箱、开关箱的进口线、出口线必须采用橡皮绝缘电缆。

五、配电箱、开关箱内的电器装置安全技术要求

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）。

六、配电箱、开关箱使用与维护的安全技术要求

2. 所有配电箱、开关箱在使用过程中必须按照由总配电箱——分配电箱——开关箱的顺序送电和由开关箱——分配电箱——总配电箱的顺序停电（出现电气故障时的紧急情况除外）。

4. 严禁用铜丝等代替保险丝。

2B320070 公路工程施工技术管理

2B320071 施工准备阶段技术管理

一、施工技术准备

二、图纸会审要求

（二）图纸会审的步骤

1. **初审**；2. **内部会审**；3. **综合会审**。

（三）图纸会审的主要内容

会审的主要内容如下：

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

2B320072 施工实施阶段技术管理

一、技术交底要求

（二）技术交底方式

（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）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

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，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。

施工员向班组的交底工作，这是各级技术交底的关键。

二、设计变更的要求

3. 设计变更的内容、手续及要求

（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。

（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。原施工单位不具备承担设计变更工程的资质等级时，项目法人应通过招标选择施工单位。

（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，由**设计单位**修改，向施工单位签发“设计变更通知单”方为有效。

（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时，需报请原批准初步设计的主管单位

同意后方可修改。

三、测量管理制度

1. 测量工作必须严格执行测量**复核签认制**，以保证测量工作质量，防止错误，提高测量工作效率。

四、材料、构（配）件试验管理制度

包括：**原材料试验、标准试验、工艺试验、构配件进场验证试验。**

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。根据材料部门提供的有关资料。项目在采购材料之前，材料采购部门应填写《材料试验检验通知单》交项目试验室，由试验室主任指派试验人员配合材料采购人员到货源处取样，进行性能试验。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。经取样试验合格，取得材质证明和试验单后方可继续使用。

（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。

（五）工艺试验

（六）构（配）件进场验证试验

（七）试验、检测记录管理

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. 不允许随意更改，不许删减。

2B320080 公路工程施工招标投标管理

2B320081 施工招标投标管理要求

五、公路工程标准施工招标文件的主要内容和相关规定

（二）投标人须知的主要内容

评标期间发现投标人提供了虚假资料，招标人有权否决投标人的投标文件，**不退还投标担保**；

公示期间发现虚假资料，招标人有权取消其中标资格并没收其投标担保；

若在合同实施期间发现投标人提供了虚假资料，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。

（五）投标文件被否决的情况

1. 在开标时的两种否决情况

（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）。

六、招标公告发布和编制招标文件的时间要求

资格预审文件和招标文件的发售时间不得少于 5 日。

十、资格审查

（二）投标人的资格要求：

（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名义单独或参加其他联合体在同一标段中投标；

（5）联合体牵头人所承担的工程量必须超过总工程量的 50%；

（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。

2B320082 施工招标的条件与程序

一、公路工程施工招标的条件

项目审批或者核准手续后，可开展勘察设计招标；初步设计文件批准后，方可开展施工监理、设计施工总承包招标；施工图设计文件批准后，方可开展施工招标。

（五）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

（三）评标并推荐中标人

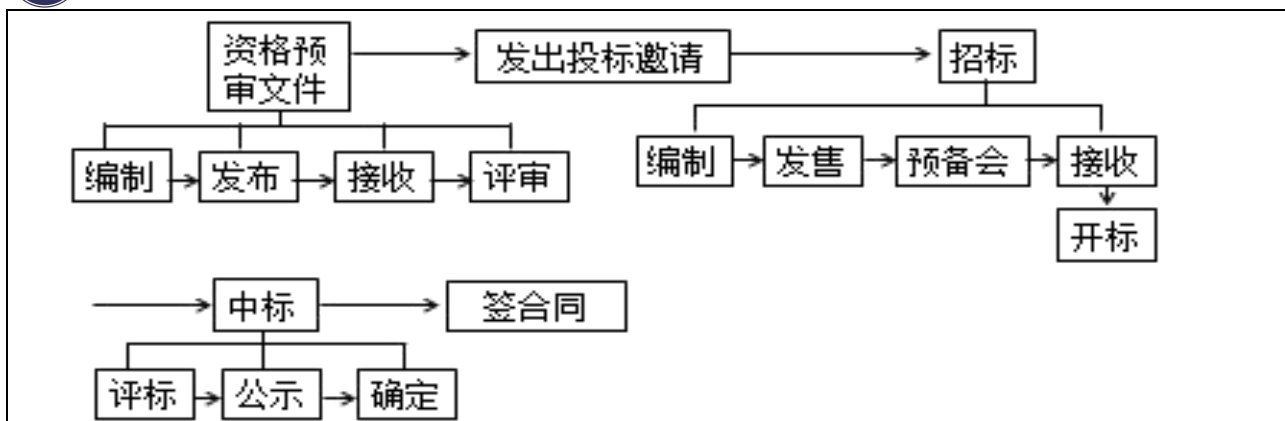
评标办法有两种，分别是综合评估法和经评审的最低投标价法。

（四）定标

招标人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、不按照招标文件的要求提交履约保证金，或者被查实存在影响中标结果的违法行为等情形，不符合中标条件的，招标人可以按照评标委员会提出的中标候选人名单排序依次确定其他中标候选人为中标人。依次确定其他中标候选人与招标人预期差距较大的，或者对招标人明显不利的，招标人可以重新招标。

学霸笔记：

招标程序：



2B320083 施工投标的条件与程序

一、公路工程施工投标的条件

(一) 投标人应具备的条件

分包人有权与承包人共同享有分包工程业绩。分包人业绩证明由承包人与发包人共同出具。分包人以分包业绩证明承接工程的，发包人应当予以认可。分包人以分包业绩证明申报资质的，相关交通运输主管部门应当予以认可。

二、公路工程施工投标的程序

4. 投标人被没收投标保证金的情况

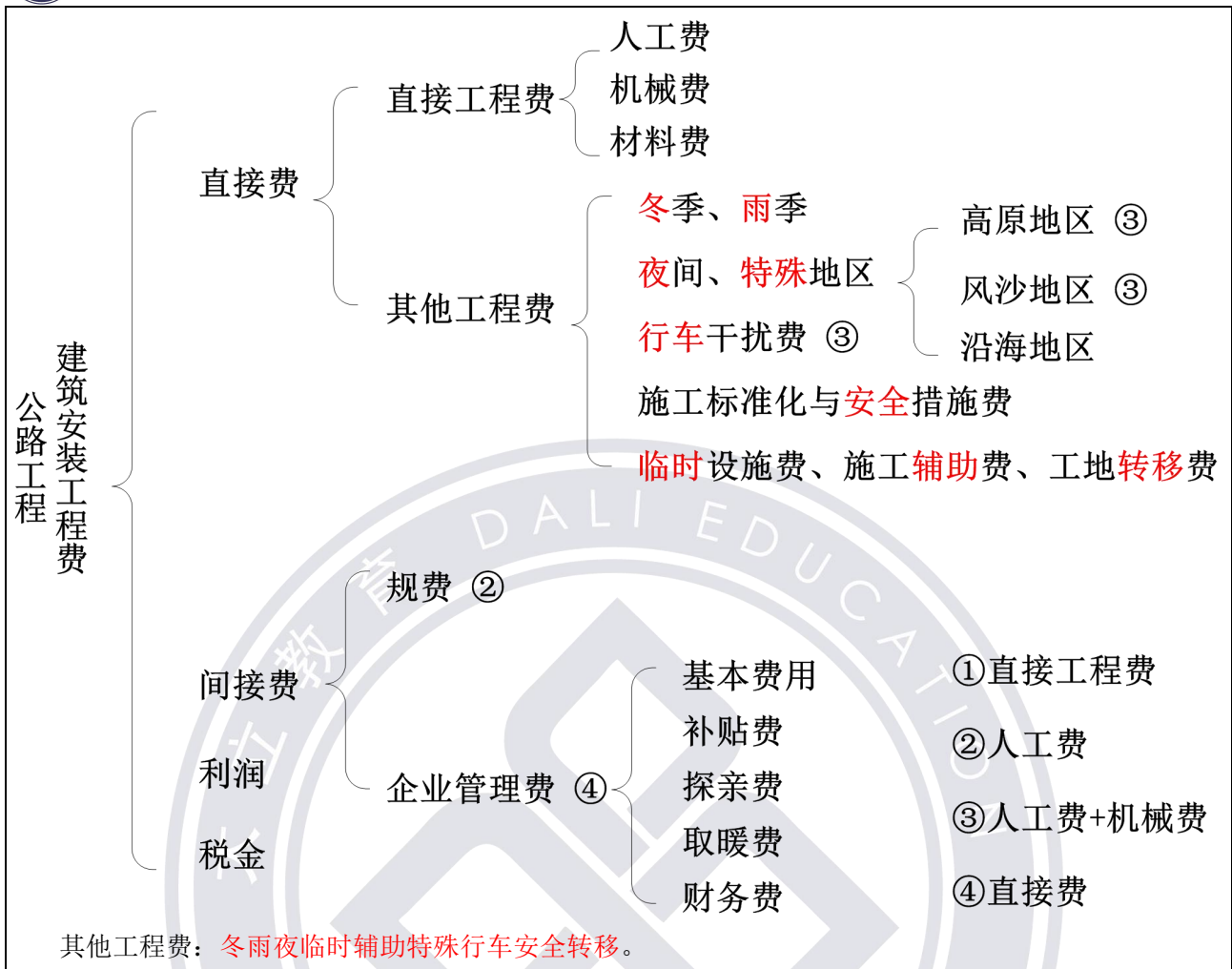
- (1) 投标人在规定的投标有效期内撤销或修改其投标文件；
- (2) 中标人在收到中标通知书后，无正当理由拒签合同协议书或未按招标文件规定提交履约担保；
- (3) 投标人不接受评标办法的规定对其投标文件中细微偏差进行澄清和补正；
- (4) 投标人提交了虚假资料。

2B320090 公路工程施工成本管理

2B320091 施工成本的构成

一、概述

学霸笔记：



公路工程项目工程类别划分如下：

1. 人工土方。系指人工施工的路基、改河等土方工程，以及人工施工的砍树、挖根、除草、平整场地、挖盖山土等工程项目，并适用于无路面的便道工程。

8. 构造物Ⅰ。系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。系指有夜间施工的桥梁工程。

10. 构造物Ⅲ。系指商品混凝土（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。系指单孔跨径在 120m 以上（含 120m）和基础水深在 10m 以上（包括 10m）的大桥主桥部分的基础、下部和上部工程。

12. 隧道。系指隧道工程的洞门及洞内土建工程。

13. 钢材及钢结构。系指钢桥及钢吊桥的上部构造，钢沉井、钢围堰、钢套箱及钢护筒等基础工程，钢索塔、钢锚箱，钢筋及预应力钢材，模数式及橡胶板式伸缩缝，钢盆式橡胶支座，四氟板式橡胶支座，金属标志牌、防撞钢护栏、防眩板（网）、隔离栅、防护网等工程项目。

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。

二、直接费

1. 直接工程费

(1) 人工费。

(2) 材料费。

材料预算价格由材料原价、运杂费、场外运输损耗、采购及仓库保管费组成，其中材料原价、运杂费按不含增值税（可抵扣进项税额）的价格确定。

材料采购及保管费，以材料的原价加运杂费及场外运输损耗的合计数为基数，乘以采购及保管费费率计算。材料的采购及保管费费率为 2.67%。

外购的构件、成品及半成品的预算价格，其计算方法与材料相同，但构件（如外购的钢桁梁、钢筋混凝土构件及加工钢材等半成品）的采购及保管费率为 1.07 %。

(3) 施工机械使用费。系指使用施工机械作业所发生的机械使用费及机械安、拆和进出场费用。

2. 其他工程费。指直接工程费以外施工过程中发生的直接用于工程的费用，内容包括：

(1) 冬、雨、夜施工增加费。为保证工程质量和安全生产所需采用的设施、工效降低和机械作业率降低以及技术操作过程改变等所增加的有关费用。

计算基数，即：

冬、雨、夜施工增加费 = Σ 各类工程的直接工程费 \times 冬、雨、夜施工增加费费率 (%)

(4) 特殊地区施工增加费

①高原地区施工增加费。系指在海拔 1500m 以上地区施工。

(6) 施工标准化与安全措施费。不包括施工期间为保证交通安全而设置的临时安全设施和标志、标牌的费用，需要时，应根据设计要求计算。该费用也不包括预制场、拌和站、临时便道、临时便桥的施工标准化费用，应根据施工组织标准化要求单独计算。

(8) 施工辅助费。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。

三、间接费：

1. 规费。系指法律、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等。各项费用以各类工程的人工费之和为计算基数，按国家或工程所在地法律、法规、规章、规程规定的标准计算，即：

规费 = Σ 各类工程的人工费 \times 规费费率 (%)

2. 企业管理费。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。

3. 辅助生产间接费。系指由施工单位自行开采加工的砂、石等材料及施工单位自办的人工装卸和运输的间接费。

辅助生产间接费按人工费的 5% 计。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。

四、建筑安装工程费

(1) 企业管理费中的税金系指企业按规定缴纳的房产税、车船使用税、土地使用税、印花税、城市维护建设税及教育费附加等。**城市维护建设税及教育费附加已含在调整后的企业管理费基本费用费率中，不另行计算。**

2. 营改增后建筑安装工程费的计算

建筑安装工程费=税前工程造价×(1+建筑业增值税税率)

式中：税前工程造价=直接费+间接费+利润。

建筑业增值税税率为 11%。

以上各项费用均以不含增值税（可抵扣进项税额）的价格（费率）进行计算。

2B320092 施工准备阶段成本管理

一、确定责任目标成本

编制施工成本计划的关键前提是确定责任目标成本，这是成本计划的核心

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。

2B320093 施工实施阶段成本管理

一、公路工程项目施工成本控制方法

(一) 以目标成本控制成本支出（最有效）

1. 人工费控制
2. 材料费控制
3. 周转工具使用费控制
4. 施工机械使用费的控制
5. 现场管理费的控制

(二) 以施工方案控制资源消耗

(三) 用挣值法进行工期成本的同步控制

(四) 运用目标管理控制工程成本

2B320094 公路工程定额

三、熟悉公路工程工程量清单

(一) 基本概念

1. 工程量清单

公路工程量清单主要包括工程量清单说明、投标报价说明、计日工说明、其他说明及工程量清单各项表格等五部分内容。

工程量清单是**业主编制标底或参考价的依据，也是投标人编制投标报价的依据。**

工程量清单作为招标文件的组成部分，一个最基本的功能是作为信息的载体。工程量清单的内容应全

面、准确，以便投标人能对工程有全面充分的了解。

2. 工程量清单计价

公路工程工程量清单计价应采用“全费用综合单价”计价（又称全部综合单价），全费用综合单价包括了为实施和完成合同工程所需的劳务、材料、机械、质检（自检）、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、义务和一般风险。

（二）工程量计量一般要求

（5）除非监理人另有准许，一切计量工作都应在监理人在场情况下，由承包人测量、记录。有承包人签名的计量记录原本，应提交给监理人审查和保存。

（6）工程量应由承包人计算，由监理人审核。工程量计算的副本应提交给监理人，并由监理人保存。

（7）全部必需的模板、脚手架、装备、机具、螺栓、垫圈和钢制件等其他材料，应包括在工程量清单中所列的有关支付项目中，均不单独计量。

（8）除监理人另有批准外，**凡超过图纸所示的面积或体积，都不予计量与支付。**

2B320100 公路工程施工合同管理

2B320101 公路工程项目的合同体系结构

三、合同文件的优先顺序

解释合同文件的优先顺序如下：

- （1）合同协议书及各种合同附件（含评标期间和合同谈判过程中的澄清文件和补充资料）；
- （2）中标通知书；
- （3）投标函及投标函附录；
- （4）项目专用合同条款；
- （5）公路工程专用合同条款；
- （6）通用合同条款；
- （7）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；
- （11）其他合同文件。

2B320102 公路工程分包合同

三、分包合同管理

1. 分包合同的管理关系

监理人只有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。

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 28 天内，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

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，他都只能向承包人提出索赔要求。如果是因发包人或监理人的原因或责任造成了分包人的合法利益的损害，承包人应及时按施工合同规定的索赔程序，以承包人的名义就该事件向监理人提交索赔报告。

对于由承包人的原因或责任引起分包人提出索赔，这类索赔产生于承包人与分包人之间，双方通过协商解决。监理人不参与该索赔的处理。

学霸笔记：

业主-监理-承包人-分包人。不论是支付、变更、索赔都不能越级。

2B320103 公路工程变更与索赔

一、公路工程变更

（四）变更工程的造价管理

1. 变更估价

（1）除专用合同条款对期限另有约定外，承包人应在收到变更指示或变更意向书后的 **14 天内**，向监理工程师提交变更报价书。

2. 变更的估价原则

其中，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。

除专用合同条款另有约定外，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子目的单价，可在综合考虑承包人在投标时所提供的单价分析表的基础上，由监理人按合同约定商定或确定变更工作的单价。

(5) 如果本工程的变更指示是因承包人过错、承包人违反合同或承包人责任造成的，则这种违约引起的任何额外费用应由承包人承担。

2B320104 公路工程合同价款的结算与支付

一、工程价款的主要结算方式

工程价款的结算方法主要有：按月结算、竣工后一次结算、分段结算、目标结算以及双方约定的其他结算方式。

三、合同价款的调整

2. 工程价款价差调整的主要方法

(1) 工程造价指数调整法。

(2) 实际价格调整法。

(3) 调价文件计算法。

(4) 调值公式法。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：

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

学霸笔记：

要求掌握调值公式计算。

【例题】

背景：××高速公路施工招标于2003年9月进行，开标时间为2003年9月30日，×合同段中标价（即为合同价）为12456万元，开工时间为2003年10月15日，合同工期3年，合同专业条款70.1款规定：应按施工期间人工、材料、机械的价格涨落对合同价格进行调整；

价格调整每年进行一次，按年累计支付额进行调整，调整公式按《公路工程国内招标文件范本》合同通用条款70.1款中的公式进行；取2003年的价格指数为基期价格指数，当期价格指数按省统计部门公布的该计算年份《建筑业产值价格指数》统计资料中各项相关的价格指数；进行调整的指标为人工、钢材、水泥、木材、沥青、碎石、砂、块石、机械、燃油共10个；各指标的费用在合同价中所占的权重系数按下表取值：

各指标的费用在合同价中所占的权重系数表

指标	非调因子	人工	钢材	水泥	木材	沥青	碎石	砂	块石	机械	燃油
系数	x	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
权值	0.15	0.08	0.12	0.12	0.02	0.10	0.08	0.05	0.05	0.18	0.05

2003年，该合同段承包人完成合同价值410万元，2004年完成合同价4868万元。2004年3月，×省统计部门公布2004年《建筑业产值价格指数》统计资料中的相关价格指数后，承包人就补偿2004年完成合同价值部分调整增加问题向监理工程师提交了报告，要求进行补偿。有关系数及取值如下表所示：

有关系数及取值表

	人工	钢材	水泥	木材	沥青	碎石	砂	块石	机械	燃油
2003年	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



2004 年	106	115	116	103	105	102	104	102	107	110
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

【问题】应用价格指数法计算 2004 年度完成的合同工程量的调整费。

【参考答案】

调整额 = $4868 \times [0.15 + 0.08 \times (106/100) + 0.12 \times (115/100) + 0.12 \times (116/100) + 0.02 \times (103/100) + 0.10 \times (105/100) + 0.08 \times (102/100) + 0.05 \times (104/100) + 0.05 \times (102/100) + 0.18 \times (107/100) + 0.05 \times (110/100) - 1] = 4868 \times (1.0698 - 1) = 339.7864$ 万元。

2B320110 公路工程施工现场临时工程管理

2B320111 施工现场主要临时工程

一、项目部驻地建设

一、项目部驻地建设

1. 驻地选址

(1) 满足安全、实用、环保的要求，以工作方便为原则，具备便利的交通条件和通电、通水、通讯条件。

(2) 用地合法，周围无塌方、滑坡、落石、泥石流、洪涝等自然灾害隐患，无高频、高压电源及油、气、化工等其他污染源。

(3) 离集中爆破区 500m 以外，不得占用独立大桥下部空间、河道、互通匝道区及规划的取、弃土场。

(4) 进场前组织相关人员按照施工、安全和环保的要求进行现场查勘，编制选址方案。

2. 场地建设

(1) 可自建或租用沿线合适的单位或民用房屋，但应坚固、安全、实用、美观，并满足工作和生活需求，自建房还应安装拆卸方便且满足环保要求（如图 2B320111-1 所示）。

(2) 自建房屋最低标准为活动板房，建设宜选用阻燃材料，搭建不宜超过两层，每组最多不超过 10 栋，组与组之间的距离不小于 8m，栋与栋之间的距离不小于 4m，房间净高不低于 2.6m。驻地办公区、生活区应采用集中供暖设施，严禁电力取暖。

(3) 宜为独立式庭院，四周设有围墙，有固定出入口。有条件的，可在出入口设置保卫人员。

(5) 办公区、生活区及车辆、机具停放区等布局应科学合理，分区管理，合理规划人车路线，尽可能减少不同区域间的互相干扰。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（如图 2B320111-2 所示），环境优美整洁，生活、生产污水和垃圾集中收集处理。

3. 硬件实施

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

4. 其他要求

(1) 驻地内消防设施应满足《建设工程施工现场消防安全技术规范》的有关规定，在适当位置设置临时室外消防水池和消防砂池，配置相应的消防安全标识和消防安全器材，并经常检查、维护、保养。

(2) 驻地内应设置**消防通道**，并保证消防车道的畅通，禁止在车道上堆物、堆料或挤占消防通道。

(3) 驻地内使用的电气设备和临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》的规定。

(4) 生活污水排放应进行规划设计，设置**多级沉淀池**，通过沉淀过滤达到排放标准。厕所污水应通过集中独立管道进入化粪池，封闭处理。

(5) 驻地内应设置一个大型垃圾堆积池，容积不小于 $3\text{m} \times 2\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，将各种垃圾集中存放，定期按环保要求处置。

(6) 驻地内应设有必要的防雷设施，在条件允许情况下驻地应设置报警装置和监控设施。

(7) 驻地内标识标牌设置可参考表 3B32011-3 的规定执行。

项目部驻地标识标牌标准

标识名称	尺寸（长×宽，cm）	颜色、字体要求	标识内容及要求	设置位置
项目名称牌	250×35（竖牌）	金底黑字	项目名称及合同段名称	驻地大门
党工委名称牌	250×35（竖牌）	金底红字	—	驻地大门
办公室门牌	28×10	金底红字	—	各办公室门墙上
宿舍门牌	18×10	金底红字	—	各宿舍门墙上
项目管理制度牌 （含职责牌）	80×60	白底黑字	岗位职责、管理制度。 要求在牌底部有单位名称	办公室、会议室
廉政监督牌	200×150	白底黑字	廉政制度、领导小组、 监督小组及监督电话	会议室或驻地院内
工程简介牌	200×150	蓝底白字		会议室或驻地院内
安全保障体系	200×150	蓝底白字		会议室
质量保证体系	200×150	蓝底白字		会议室
施工组织体系	200×150	蓝底白字		会议室
文明施工牌	200×150	蓝底白字		会议室或驻地院内
消防保卫牌	200×150	蓝底白字	底部应标有火警电话 119	会议室或驻地院内
施工平面图	200×150	蓝底白字		会议室或驻地院内
工程立体效果图	400×150	白底彩图		会议室或驻地院内
宣传栏	240×120（单窗）		可设置多窗	驻地院内

二、大型构件预制场布设

1. 场地选择

(2) 应满足用地合法，周围无塌方、滑坡、落石、泥石流、洪涝等地质灾害。无高频、高压电源及其他污染源；离集中爆破区 **500m** 以外；不得占用规划的取、弃土场。

3. 场地建设

(2) 宜采用封闭式管理，场地内应按办公区、生活区、构件加工区、制梁区和存梁区、废料处理区等科学合理设置，功能明确，标识清晰。生活区应与其他区隔开，生活用房按照驻地建设相关标准建设。

(3) 各项目预制场应统筹设置，建设规模和设备配备应结合预制梁板的数量和预制工期相适应。一般不低于表 2B320111-4 的规定。

预制场规模和相关设备配备表

表 2B320111-4



内容	要求
钢筋棚	至少一座
台座数量	应与预制时间、数量相匹配
吊装设备	满足起吊吨位需要，至少 2 台
模板数量	按照台座数量的 1/（4~6）匹配
自动喷淋养护设施	每片梁板设喷管不得少于 3 条（顶部 1 条，侧面各 1 条）； 喷管长为梁体长+1m，喷头间距 0.5m
必备的施工辅助设施	横隔板钢筋定位架、钢筋骨架定位架、横隔板底模支撑架
其他施工设备	满足施工需要

（7）预制梁板钢筋骨架应统一采用定位胎膜进行加工，并设置高强度砂浆垫块确保钢筋保护层。

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

4. 预制梁的台座设置

（1）为防止发生张拉台座不均匀沉降、开裂事故，影响预制梁板的质量，先张法施工的张拉台座不得采用重力式台座，应采用钢筋混凝土框架式台座。

（2）底模宜采用通长钢板，不得采用混凝土底模。推荐使用不锈钢底模板，钢板厚度不小于 6mm。

四、拌和站设置

在公路工程中设置的拌和站分水泥混凝土拌和站、沥青混合料拌和站和稳定土拌和站。

1. 拌和站选址

（1）应满足用地合法，周围无塌方、滑坡、落石、泥石流、洪涝等地质灾害。无高频、高压电源及其他污染源；离集中爆破区 500m 以外；不得占用规划的取、弃土场。

2. 场地建设

（1）拌和站应根据工程实际情况集中布置，宜采用封闭式管理，四周设置围墙，入口设置彩门和值班室。

4. 拌和设备要求

（1）混凝土拌和应采用强制式拌和机，拌和设备应采用质量法自动计量，水、外掺剂计量应采用全自动电子称量法计量，禁止采用流量或人工计量方式，保证工作的连续性、自动性，且具备电脑控制及打印功能。减水剂罐体应加设循环搅拌水泵。

（2）水稳拌和应采用强制式拌和机。

（3）沥青混合料采用间歇式拌和机。

六、火工品库、危险品库、油库的一般规定

1. 一般规定

（5）各库房门口设置分区标识牌，各种材料库房内应设置材料标识牌，易燃易爆处应设置禁止标志，使用氧气、乙炔等易燃易爆场所应设置禁止、明示标志，消防器材放置场所应设置提示标志。

2. 火工品库

（2）库区应与居民区、工厂、公共建筑保持安全距离并隔离。炸药、雷管要分库设置，距离不小于

30m。库内应设置自动报警装置以及监控系统。’

七、施工便道建设

1. 一般规定

(4) 施工便道分为主干线和入线，主干道尽可能靠近合同段各主要工点，引入线以直达施工现场为原则，并考虑与相邻合同段施工便道的衔接。

2. 建设标准

(1) 根据地形条件，确定便道平纵线形及横断面宽度：

①便道单车道便道路基宽度不小于 4.5m，路面宽度不小于 3.0m，原则上每 100m 范围内应设置一个长度不小于 20m、路面宽度不小于 5.5m 的错车道。

八、施工便桥建设

(二) 便桥建设

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。

2B320120 分路工程施工现场劳务用工配置与管理

2B320121 劳务用工配置

二、劳务用工的组织

1. 劳务用工的组织形式

公路工程劳务用工组织形式一般表现为工程施工队、专业班组、混合班组。

三、公路工程主要施工过程的劳务用工组合

公路工程施工使用的劳务用工有技术人员、技术工人、机械操作工人和普通工人。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，一般情况下，所有的工程均应配置测量工和实验工，使用的工程机械应配置持有相应操作证书的特殊机械操作人员，其他各种则根据工程的性质确定。

1. 材料的装卸与运输：运输车辆司机、装卸工、机械操作工、起重工。

2. 路基工程

(1) 土石方开挖：机械操作人员、运输车辆司机、普工、工长和爆破工；

(2) 路基填筑：机械操作人员、运输车辆司机、普工和工长；

(3) 公路路面施工：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、普工、交通管理人员、指挥人员和工长。

(4) 结构工程施工。

钻孔灌注桩施工：钻孔机械操作人员、普工和工长；

混凝土施工：木工、混凝土工、普工和工长；

钢筋施工：需要钢筋工和电焊工、工长。

2B320122 劳务用工管理

一、劳务用工企业的责任

1. 建筑施工企业对自有劳务人员承担用工主体责任。建筑施工企业应对自有劳务人员的施工现场用工管理、持证上岗作业和工资发放承担直接责任。

2. 施工总承包、专业承包企业承担相应的劳务用工管理责任。按照“谁承包、谁负责”的原则，施工总承包企业应对所承包工程的劳务管理全面负责。

二、劳务用工方式

1. 施工总承包、专业承包企业可通过自有劳务人员或劳务分包、劳务派遣等多种方式完成劳务作业。

2. 施工劳务企业应组织自有劳务人员完成劳务分包作业。施工劳务企业应依法承接施工总承包、专业承包企业发包的劳务作业，并组织自有劳务人员完成作业，不得将劳务作业再次分包或转包。

四、公路工程施工特种作业人员管理

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：

年满 18 周岁且符合相关工种规定的年龄要求；初中及以上学历。

2B320130 公路工程施工现场材料管理

2B320131 材料计划的管理

一、材料计划管理

二、材料计划管理的内容

- (1) 材料需用量计划
- (2) 材料供应计划
- (3) 材料采购计划
- (4) 材料用款计划
- (5) 材料计划的调整

2B320132 材料定额在施工中的应用

一、材料定额

2. 一般材料消耗定额的基本公式

材料消耗定额 = (1 + 材料损耗率) × 完成单位产品的材料净用量

3. 材料消耗定额的表现形式

- (1) 材料产品定额
- (2) 材料周转定额

二、材料定额在施工中的应用

2. **控制物耗的管理**，实行量差控制。量差节约的途径有两个方面并有着不同的层次：**一是节约降耗，即减少定额内的物资消耗，二是控制物耗，减少定额内的物资损耗。**

2B320133 周转材料的管理

二、周转材料的分类

周转材料按其在施工生产过程中的用途不同，一般可分为下四类：

1. 模板，包括配合模板使用的支撑材料、滑膜材料和扣件等在内。
2. 挡板：挡板是指土方工程用的挡板等，包括用于挡板的支撑材料。
3. 架料：架料是指搭脚手架用的钢管及其扣件等。
4. 其他：其他是指除以上各类之外，作为流动资产管理的其他周转材料，如塔吊使用的轻轨、枕木（**不包括附属于塔吊的钢轨**）以及施工过程中使用的安全网等。

四、周转材料的摊销方法

1. 一次摊销法

这种方法适用于易腐、易损的周转材料，**如安全网等。**

2. 分期摊销法

这种方法一般适用于经常使用或使用次数较多的周转材料，**如脚手架、跳板、塔吊轨及枕木等。**

3. 分次摊销法

这种方法一般适用于使用次数较少或不经常使用的周转材料，如预制钢筋混凝土构件所使用的**定型模板和土方工程使用的挡板。**

4. 定额摊销法

这种方法**适用于各种模板的周转材料。**

五、自有周转材料的报废处置

根据国家相关规定和材料使用上的要求，凡符合下列条件之一的周转材料，应当**报废**：

1. 国家明令淘汰报废的；
2. 主要结构和部件损坏严重，无法修复或修复费用过大、不经济的；
3. 无利用、改造价值的；
4. 耗能过大、环境污染超标无法改造的；
5. 必须拆除且无利用价值的；
6. 因事故及意外灾害造成严重破坏，无法修复的。

原值摊销完毕，但仍有使用价值的周转材料，不得报废处理，仍由产权单位按在账管理，其租赁所得，须列收入。

2B320140 公路工程施工机械设备的使用管理

2B320141 公路工程施工机械的性能、生产能力及适用条件

一、土方机械

1. 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。

2. 铲运机

其工作方式为循环作业式，由铲土、运土和回驶三部分组成。

在土的湿度方面，**最适宜湿度较小（含水量在 25% 以下）松散砂土和粘土中施工**，但不适宜于在干燥的粉砂土和潮湿的粘土中作业，更不宜在地下水位高的潮湿地区和沼泽地带以及岩石类地区作业。

3. 装载机

装载机主要用于工程的填挖，沥青和水泥混凝土料场的集料、装料等作业。

4. 挖掘机

挖掘机械主要用于土石方的挖掘装载。

在公路工程施工中，遇到开挖量较大的路堑和填筑高路堤等大工程量时，选用挖掘机配合运输车辆组织施工比较合理。

5. 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。

三、压实机械

1. 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械、振动碾压机械和夯实机械三种类型。

2B320142 主要机械设备的配置与组合

一、合理配置施工机械

1. 目的

公路施工机械化与管理研究机械的施工配置及合理运用施工机械，是为了达到提高机械作业的生产率、降低机械运转费用和延长机械使用寿命的目的。

2. 选择施工机械的原则

合理选择施工机械的依据是：工程量、施工进度计划、施工质量要求、施工条件、现有机械的技术状况和新机械的供应情况等。

施工机械选择的一般原则有：适应性、先进性、通用性、专用性、经济性。

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

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

式中 N — 需要机械的台数；

P——计划时段内应完成的工程量 (m^3)；

计划时段内的制度台班数；

Q 机械的台班生产率 ($\text{m}^3/\text{台班}$)；

Kb——机械的利用系数。

二、路基工程主要机械设备的配置

1. 设备种类

主要包括推土机、装载机、挖掘机、铲运机、平地机、压路机、凿岩机以及石料破碎和筛分设备，根据工程的作业要求，选择不同的机械设备。

2. 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、装载机和自卸汽车等。

(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

2. 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、石屑或场料撒布车。

(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。

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、切缝机、洒水车等。

2B320143 施工机械设备的使用管理

二、施工机械设备事故的预防措施和处理程序

2. 机械设备事故的处理

（2）机械设备事故的分类

①**责任事故**：按其造成的危害性质有工伤事故、交通事故和机械事故三大类；机械事故按其损失的程度分为一般事故、大事故和重大事故三类。

②**非责任事故**：由于预想不到和无法防范的自然灾害或不可抗拒的外界原因（如台风、地震、山洪、塌方）等引起的事故，以及抢险救灾等造成的机械损坏为非责任事故。

2B330000 公路工程项目施工相关法规与标准

2B331000 公路建设管理法规和标准

2B331010 公路建设管理法规体系和工程标准体系

2B331011 公路建设管理法规体系

二、《公路法》中公路建设的相关法律规定

（二）公路建设基本管理制度

第9条**政府**投资公路建设项目的实施，应当按照下列程序进行：

- （1）根据规划，**编制项目建议书**；
- （2）根据批准的项目建议书，进行工程可行性研究，**编制可行性研究报告**；
- （3）编制初步设计文件；
- （4）编制施工图设计文件；
- （5）组织项目招标；
- （6）进行征地拆迁等施工前准备工作，并向交通主管部门申报施工许可；
- （7）组织项目实施；
- （8）项目完工后，编制竣工图表、工程决算和竣工财务决算，办理项目交、竣工验收和财产移交手续；
- （9）竣工验收合格后，组织项目后评价。

第10条**企业**投资公路建设项目的实施，应当按照下列程序进行：

- （1）根据规划，**编制工程可行性研究报告**；
- （2）**组织投资人招标工作，依法确定投资人**；
- （3）**投资人编制项目申请报告**，按规定报项目审批部门核准；
- （4）根据核准的项目申请报告，编制初步设计文件，其中涉及公共利益、公众安全、工程建设强制性标准的内容应当按项目隶属关系报交通主管部门审查；
- （5）根据初步设计文件编制施工图设计文件；
- （6）根据批准的施工图设计文件组织项目招标；
- （7）根据国家有关规定，进行征地拆迁等施工前准备工作，并向交通主管部门申报施工许可；
- （8）根据批准的项目施工许可，组织项目实施；
- （9）项目完工后，编制竣工图表、工程决算和竣工财务决算，办理项目交、竣工验收；

(10) 竣工验收合格后，组织项目后评价。

2. 公路建设制度

公路建设实行项目法人责任制度、招标投标制度、工程监理制度和合同管理制度。

2B331020 公路工程施工企业资质和承担工程的范围

2B331021 公路工程施工企业资质类别、等级的划分

二、企业资质等级的划分

公路工程施工总承包企业分为特级企业、一级企业、二级企业、三级企业

路基工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程专业承包企业分为一级企业、二级企业、三级企业

公路交通工程专业承包企业分为公路安全设施分项承包企业和公路机电工程分项承包企业。

2B331030 公路工程施工安全生产相关规定

2B331031 公路工程施工安全生产条件

1. 从业单位从事公路水运工程建设活动，应当具备法律、法规、规章和工程强制性标准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。

2. 公路水运工程施工招标文件及施工合同中应当载明项目安全管理目标、安全生产职责、安全生产条件、安全生产信用情况及专职安全生产管理人员配备的标准等要求。

3. 施工单位从事公路水运工程建设活动，应当取得安全生产许可证及相应等级的资格证书，施工单位的主要负责人和安全生产管理人员应当经交通运输主管部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。

施工单位应当设立安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。施工现场应当根据施工作业特点、安全风险以及施工组织难度，按照年度施工产值配备专职安全生产管理人员，不足 5000 万元的至少配备一名；5000 万元以上不足 2 亿元的按每 5000 万元不少于 1 名的比例配备；2 亿元以上的不少于 5 名，且按专业配备。

4. 施工中使用的施工机械、设施、机具以及安全防护用品、用具和配件等应具有生产(制造)许可证、产品合格证或者法定检验检测合格证明，并设立专人查验、定期检查和更新，建立相应的资料档案。无查验合格记录的不得投入使用。

5. 翻模、滑(爬)模等自升式架设设施、以及自行设计、组装或者改装的施工挂(吊)篮、移动模架等设施在投入使用前，施工单位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，验收合格的方可使用。

6. 施工单位在工程投标报价中应当包含安全生产费用并单独计提，不得作为竞争性报价。

安全生产费用应当经监理工程师审核签认，并经建设单位同意后，在项目建设成本中据实列支，严禁挪用。

7. 施工单位与从业人员订立劳动合同，应当载明有关保障从业人员劳动安全、防止职业危害等事项。施工单位还应当向从业人员书面告知危险岗位的操作规程。

8. 公路水运工程建设应当实施安全生产风险管理, 按规定开展设计、施工**安全风险评估**。设计单位应当依据风险评估结论, 对设计方案进行修改完善。施工单位应当依据风险评估结论, 对风险等级较高的分部分项工程编制**专项施工方案**, 并附安全验算结果, 经施工单位技术负责人签字后报监理工程师批准执行。必要是施工单位应当组织专家对专项施工方案**进行论证、审核**。

9. 建设、施工等单位应当针对工程项目特点和风险评估情况分别制定项目**综合应急预案**、合同段施工**专项应急预案**和**现场处置方案**, 告知相关人员紧急避险措施, 并定期组织演练。

10. 从业单位应当依法**参加工伤保险**, 为从业人员缴纳保险费。鼓励从业单位投保安全生产责任保险和意外伤害保险。

2B331032 公路工程承包人安全责任

2. 施工单位应当按照法律、法规、规章、工程建设强制性标准和合同文件组织施工, 保障项目施工安全生产条件, 对施工现场的安全生产负主体责任。**施工单位主要负责人**依法对项目安全生产工作**全面负责**。建设工程实行施工总承包的, 有总承包单位对施工现场的安全生产负总责。分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理, 分包单位不服从管理导致生产安全事故的, 有分包单位承担主要责任。

3. 施工单位应当书面明确**本单位的项目负责人**, 代表本单位组织实施项目施工生产。项目负责人对项目安全生产工作负有下列职责:

- (1) **建立**项目安全生产责任制, 实施相应的考核与奖惩;
- (2) 按规定配足项目专职安全生产管理人员;
- (3) 结合项目特点, 组织**制定**项目安全生产规章制度和操作规程;
- (4) 组织制定项目安全生产教育和培训计划;
- (5) 督促项目安全生产费用的规范使用;
- (6) 依据风险评估结论, 完善施工组织设计和专项施工方案;
- (7) 建立安全预防控制体系和隐患排查治理体系, 督促、检查项目安全生产工作, 确认重大事故隐患整改情况。
- (8) 组织制定本合同段施工专项应急预案和现场处置方案, 并制定组织演练;
- (9) 及时、如实报告生产安全事故并组织自救。

4. 施工单位的**专职安全生产管理人员**履行下列职责:

- (1) 组织或者**参加**与拟订本单位安全生产规章制度、操作规程, 以及合同段施工专项应急预案和现场处置方案;
- (2) 组织或者参加本单位安全生产教育和培训, 如实记录安全生产教育和培训情况;
- (3) 督促**落实**本单位施工安全风险管控措施;
- (4) 组织或者参与本合同段施工应急救援演练;
- (5) 检查施工现场安全生产状况, 做好检查记录, 提出改进安全生产标准化建设的建议;
- (6) 及时排查、报告安全事故隐患, 并督促措施事故隐患治理措施;
- (7) 制止和纠正违章指挥、违章操作和违反劳动纪律的行为。

学霸笔记：

注意区分项目负责人和专职安全管理人员的职责：

项目负责人主要是“**建立**”、“**制定**”；

专职安全生产管理人员主要是“**参与**”、“**落实**”。

5. 施工单位应当将专业分包单位、劳务合作单位的作业人员及实习人员纳入本单位**统一管理**。新进人员和作业人员进入新的施工现场或者转入新的岗位前，施工单位应当对其进行安全生产培训考核。

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**，生产作业前还应当开展岗位风险提示。

6. 施工单位应当建立健全**安全生产技术分级交底制度**，明确安全技术分级交底原则、内容、方法及确认手续。分项工程实施前，施工单位负责项目管理的技术人员应当按照规定对有关安全施工的技术要求向施工作业班组、作业人员详细说明，并有双方签字确认。

7. 作业人员应当遵守安全施工的规章制度和操作规程，正确使用安全防护用具、机械设备。发现安全事故隐患或者其他不安全因素，应当向**现场专（兼）职安全生产管理人员**或者**本单位项目负责人**报告。作业人员有权了解其作业场所和作业岗位存在的风险因素、防范措施及事故应急措施，有权对施工现场存在的安全问题提出检举和控告，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。

二、公路水运工程施工企业项目负责人施工现场带班生产制度（暂行）

1. 本制度所称的公路水运工程施工企业项目负责人，是指公路水运工程施工合同段的项目经理、项目副经理、项目总工。施工企业设立安全总监岗位的，词时包括安全总监。

对于有专业（或劳务）分包的合同段，同时包括分包，目的施工管理负责人、技术负责人和安全负责人。

2. 公路水运工程施工期间，项目负责人必须在施工现场轮流带班生产。项目负责人原则上不得同时承担2个及以上施工合同段安全生产管理工作，确需兼任的，应当征得项目建设单位的书面同意。

4. **项目负责人带班生产方式**主要有：

（1）**现场巡视检查**：

（2）**蹲点带班生产**：巡视检查后，项目负责人根据施工现场安全生产状况，选择当日事故多发易发的施工环节或部位，或危险性较大的分部分项工程，或本合同段首件工程等作业区蹲点带班生产。

5. 项目负责人带班生产时，应履行以下职责：

（1）检查本合同段安全生产条件落实情况：

（4）及时发现、报告并组织消除事故隐患和险情。

（5）填写带班生产工作日志并签字归档备查。

三、公路水运工程生产安全重大事故隐患挂牌督办制度（暂行）

1. 公路水运建设项目重大隐患排查治理实行“**业主组织、监理核实、施工治理**”的工作机制。参与各方应确保隐患排查登记、公示公告、治理销号等过程闭合，档案完整。

2. 项目施工单位是重大隐患排查治理的责任主体，应建立相应的工作机制，并层层落实责任人。项目施工单位的主要负责人对重大隐患排查治理工作全面负责。

7. 重大隐患治理整改结束后，项目施工单位应及时将整改情况向项目监理、建设单位以及本企业总部质量安全管理部门进行书面报告。

2B331033 公路工程危险性较大的工程范围

二、危险性较大的分部分项工程施工专项方案编制与审核

(2) 下列人员应当参加专家论证会：

① 专家组成员；

② 建设单位项目负责人或技术负责人；

③ 监理单位项目总监理工程师及相关人员；

④ 施工单位分管安全的负责人、技术负责人、项目负责人、项目技术负责人、专项方案编制人员、项目专职安全生产管理人员；

⑤ 勘察、设计单位项目技术负责人及相关人员。

2. 专项方案应当由施工单位技术部门组织本单位施工技术、安全、质量等部门的专业技术人员进行审核。经审核合格的，由**施工单位技术负责人**签字。实行施工总承包的，专项方案应当由总承包单位技术负责人及相关专业承包单位技术负责人签字。

不需专家论证的专项方案，经施工单位审核合格后报监理单位，由项目总监理工程师审核签字。

2B331034 公路工程施工安全事故等级划分与报告的规定

第三条 根据生产安全事故（以下简称事故）造成的人员伤亡或者直接经济损失，事故一般分为以下等级：

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。

本条第一款所称的“以上”包括本数，所称的“以下”不包括本数。

学霸笔记：

安全事故	一般	较大	重大	特别重大
死亡人数	3	10	30	
重伤人数	10	50	100	
直接经济损失	1000万	5000万	1亿	

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：

1. 特别重大事故、重大事故逐级上报至 **国务院** 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；
2. 较大事故逐级上报至 **省**、自治区、直辖市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；
3. 一般事故上报至设区的 **市** 级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。

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。

2B331040 公路工程质量事故等级划分和报告制度

2B331041 公路工程质量事故的分类及分级标准

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

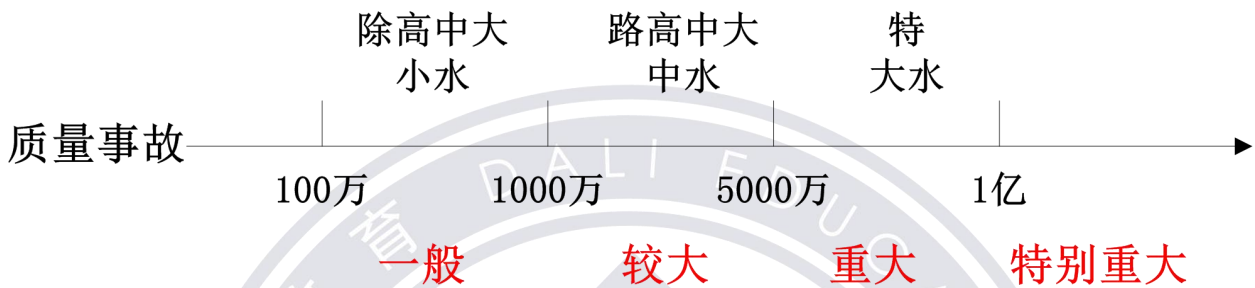
1. 特别重大质量事故，是指造成直接经济损失 **1 亿元** 以上的事故。

2. 重大质量事故，是指造成直接经济损失 5000 万元以上 1 亿元以下，或者 **特** 大桥主体结构垮塌、特长隧道结构坍塌，或者 **大型** **水** 运工程主体结构垮塌、报废的事故。

3. 较大质量事故，是指造成直接经济损失 1000 万元以上 5000 万元以下，或者高速公路项目中桥或大桥主体结构垮塌、中隧道或长隧道结构坍塌、路基（行车道宽度）整体滑移，或者中型水运工程主体结构垮塌、报废的事故。

4. 一般质量事故，是指造成直接经济损失 100 万以上 1000 万元以下，或者除高速公路以外的公路项目中桥或大桥主体结构垮塌、中隧道或长隧道结构坍塌，或者小型水运工程主体结构垮塌、报废的事故。

学霸笔记：



2B331042 公路工程质量事故报告的规定

一、公路工程质量事故报告的规定

1. 公路工程质量事故报告的责任人

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

2. 公路工程质量事故报告相关规定

一般及以上工程质量事故均应报告。事故报告责任单位应在应急预案或有关制度中明确事故报告责任人。事故报告应及时、准确，任何单位和个人不得迟报、漏报、谎报或瞒报。

事故发生后，现场有关人员应立即向事故报告责任单位负责人报告。事故报告责任单位应在接报 2 小时内，核实、汇总并向负责项目监管的交通运输主管部门及其工程质量监督机构报告。接收事故报告的单位及人员及其联系电话应在应急预案或有关制度中予以明确。

重大及以上质量事故，省级交通运输主管部门应在接报 2 小时内进一步核实，并按工程质量事故快报统一报交通运输部应急办转部工程质量监督管理部门；出现新的经济损失、工程损毁扩大等情况的应及时续报。省级交通运输主管部门应在事故情况稳定后的 10 日内汇总、核查事故数据，形成质量事故情况报告，报交通运输部工程质量监督管理部门。

对特别重大质量事故，交通运输部将按《交通运输部突发事件应急工作暂行规范》由交通运输部应急办会同部工程质量监督管理部门及时向国务院应急办报告。

2B331050 公路工程验收条件与内容

学霸笔记：

①公路工程验收分为**交工验收**和**竣工验收**两个阶段。

②公路工程**竣（交）工验收**的依据

1. 批准的项目建议书、工程可行性研究报告。
2. 批准的工程初步设计、施工图设计及设计变更文件。
3. 施工许可。
4. 招标文件及合同文本。
5. 行政主管部门的有关批复、批示文件。
6. 公路工程技术标准、规范、规程及国家有关部门的相关规定。

③公路工程**交工验收应具备条件**

- （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）监理对工程质量评定合格；
- （4）质量监督机构已完成工程质量检测，并出具检测意见；
- （5）竣工文件完成部分内容的收集整理及归档工作；
- （6）施工、监理单位完成本合同段的工作总结报告。

④交工验收工程质量等级评定分为合格和不合格，工程质量评分值大于等于**75**分的为合格，小于**75**分的为不合格。

⑤公路工程**竣工验收应具备的条件**

- （1）通车试运营**2**年以上。
- （2）交工验收提出的工程质量缺陷等遗留问题已全部处理完毕，并经项目法人验收合格。
- （3）工程决算编制完成，**竣工决算**已经审计，并经交通运输主管部门或其授权单位认定。
- （4）竣工文件已完成“公路工程项目文件归档范围”的全部内容。
- （5）档案、环保等单项验收合格，土地使用手续已办理。
- （6）各参建单位完成工作总结报告。
- （7）质量监督机构对工程质量检测鉴定合格，并形成工程质量鉴定报告。

⑥竣工验收工程质量评分大于等于**90**分为**优良**，小于90分且大于等于75分为合格，小于75分为不合格。

2B331060 公路建设管理相关规定

2B331061 公路建设市场管理的相关规定

一、《公路建设市场管理办法》的主要规定
行为管理

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工程分包给具有相应资质条件的单位，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。**分包工程不得再次分包，严禁转包。**

二、《公路工程施工分包管理办法》的主要规定

第五章 行为管理

学霸笔记：

注意区分转包和违法分包。转包可以理解为承包人没干活。违法分包可以理解为违规操作。

第十六条 禁止将承包的公路工程进行转包。

承包人未在施工现场设立项目管理机构和派驻相应人员对分包工程的施工活动实施有效管理，并且有下列情形之一的，属于**转包**：

- （一）承包人将承包的全部工程发包给他人的；
- （二）承包人将承包的全部工程肢解后以分包的名义分别发包给他人的；
- （三）法律、法规规定的其他转包行为。

第十七条 禁止违法分包公路工程

有下列情形之一的，属于**违法分包**：

- （一）建设单位将工程发包给个人的；
- （二）承包人将工程发包给不具备相应资质的企业或者个人；
- （三）分包人以他人名义承揽分包工程的；
- （四）承包人将合同文件中明确不得分包的专项工程进行分包的；
- （五）承包人未与分包人依法签订分包合同或者分包合同未遵循承包合同的各项原则，不满足承包合同中相应要求的；
- （六）分包合同未报发包人备案的；
- （七）分包人将分包工程再进行分包的；
- （八）法律、法规规定的其他违法分包行为。

第二十二条 分包人有权与承包人共同享有分包工程业绩。分包人业绩证明由承包人与发包人共同出具。

分包人以分包业绩证明承接工程的，发包人应当予以认可。分包人以分包业绩证明申报资质的，相关交通运输主管部门应当予以认可。

劳务合作不属于施工分包。劳务合作企业以分包人名义申请**业绩证明的，承包人与发包人不得出具。**

三、公路水运工程“**平安工地**”考核评价标准

（二）考核评价程序

1. 遵循分级管理、属地负责的原则，分为**示范、达标、不达标**三个等级

2. 项目开工前，建设单位应组织开展项目安全生产条件核查，提出核查意见，并向负责监管的交通运

输主管部门备案。

3. 工程项目施工期间，**交通运输主管部门**应结合日常安全检查，开展“平安工地”考核评价工作。

4. 工程项目交工验收前，交通运输主管部门应组织开展工程项目“平安工地”考核评价，提出工程项目安全生产管理状况的考核评价意见，**将从从业单位的考核评价结果纳入企业安全生产信用记录。**

（三）创建“平安工地”的要求

1. 建设单位应落实安全生产责任，加强组织领导，改善安全生产条件，保证安全生产费用，对“平安工地”创建达标负总责。

2. **施工单位**应创建“平安工地”为安全管理目标。强化科学管理。对本合同段创建“平安工地”及考核评价结果**负主体责任**。每月应至少组织一次全面自查，自查考核评价结果应存档，并向监理和建设单位报备。

（四）考核评价结果应用及要求

工程项目实施期间，考核期内发生**1起一般生产安全责任事故**，负有事故责任的施工合同段**不能评为示范等级**；发生**2起一般或1起较大及以上生产安全责任事故**，负有事故责任的施工合同段直接**评为不达标等级**。

六、公路建设市场信用体系

学霸笔记：

一般为选择题考点，对标红色的重点理解记忆

①公路建设市场信用信息包括公路建设从业**单位基本信息、表彰奖励类良好行为信息、不良行为信息和信用评价信息**。

②表彰奖励类良好行为信息、不良行为信息公布期限为**2年**，信用评价信息公布期限为**1年**，期满后系统自动解除公布，转为系统档案信息。

③评价内容由公路施工企业**投标行为、履约行为和其他行为**构成。投标行为以公路施工企业单次投标为评价单元，履约行为以单个施工合同段为评价单元。

④公路施工企业投标行为由**招标人**负责评价，履约行为由**项目法人**负责评价，其他行为由负责行业监管的相应地方人民政府**交通运输主管部门**负责评价。

⑤联合体有不良履约行为的，联合体各方均按相应标准扣分。

⑥公路施工企业信用评价等级分为**AA、A、B、C、D**五个等级，各信用等级对应的企业评分X分别为：
AA级：**95分**<X<100分，信用好；A级：**85分**<X<95分，信用较好；B级：**75分**<X<85分，信用一般；C级：**60分**<X<75分，信用较差；D级：X<**60分**，信用差。

⑦对存在直接定为D级或降级的行为，招标人、项目法人或负责行业监管的相应地方人民政府交通运输主管部门发现后即报省级交通运输主管部门。自省级交通运输主管部门认定之日起企业在该省信用评价等级为D级或降一等级。

被**1个省级**交通运输主管部门**直接认定为D级**的企业，其**全国综合评价直接定为C级**；被**2个及以上**省级交通运输主管部门直接认定为D级以及被国务院交通运输主管部门行政处罚的公路施工企业，其**全国**

综合评价直接定为 D 级。

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

⑨联合体参与投标时，其信用等级按照联合体各方最低等级认定。

2B331063 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。

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。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。

学霸笔记：

一般为选择题考点，主要考查较大设计变更和重大设计变更的区分，主要记忆重大设计变更

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。

2B331064 公路工程施工招标投标管理的相关规定

第二章 招标

第十三条 资格预审审查办法原则上采用合格制。

第二十四条 招标人不得以任何名义增设或者变相增设保证金或随意更改招标文件载明的保证金收取的形式、金额以及返还时间。招标人不得在资格预审期间收取任何形式的保证金。

第二十五条 招标人在招标文件中要求投标人提交投标保证金的，投标保证金不得超过招标标段估算价的 2%。投标保证金有效期应当与投标有效期一致。

第三章 投标

第三十三条 投标人在投标截止时间前撤回投标文件且招标人已收取投标保证金的，招标人应当自收到投标人书面撤回通知之前起 5 日内退还其投标保证金。

投标截止后投标人撤销投标文件的，招标人可以不退还其投标保证金。

第四章 开标、评标和中标

第四十四条 公路工程施工招标，评标采用综合评估法或者经评审的最低投标价法。综合评估法包括合理低价法、技术评分最低标价法和综合评分法。

公路工程施工招标评标，一般采用合理低价法或者技术评分最低标价法。技术特别复杂的特大桥梁和特长隧道项目主体工程，可以采用综合评分法。工程规模较小、技术含量较低的工程，可以采用经评审的最低投标价法。

第五十七条 招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起 30 日内，按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同，合同的标的、价格、质量、安全、履行期限、主要人员等主要条款应当与上述文件的内容一致。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。

招标人最迟应当在中标通知书发出后 5 日内向中标候选人以外的其他投标人退还投标保证金，与中标人签订书面合同后 5 日内向中标人和其他中标候选人退还投标保证金。以现金或者支票形式提交的投标保证金，招标人应当同时退还投标保证金的银行同期活期存款利息，且退还至投标人的基本账户。

第五十八条 招标文件要求中标人提交履约保证金的，中标人应当按照招标文件的要求提交。履约保证金不得超过中标合同金额的 10%。招标人不得指定或者变相指定履约保证金的支付形式，由中标人自主选择银行保函或者现金、支票等支付形式。

学霸笔记：

- ①投标保证金不得超过招标标段估算价的 2%。
- ②履约保证金不得超过中标合同金额的 10%。

-2002-