

2023 年一级建造师 《公路工程管理与实务》 考点精编

学天教育教学研究院
公路科目组编写

1B410000 公路工程施工技术

1B411000 路基工程

1B411010 路基施工技术

1B411011 路基施工技术准备

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

2. 试验路段应选择在地质条件、断面形式等工程特点具有代表性的地段，路段长度不宜小于**200m**。下列情况，应进行试验路段施工。

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

3. 压实工艺主要参数：**机械**组合；压实机械规格、松铺**厚度**、碾压**遍数**、碾压**速度**、**最佳含水率**及碾压时含水率**范围**等。

1B301012 原地基处理要求

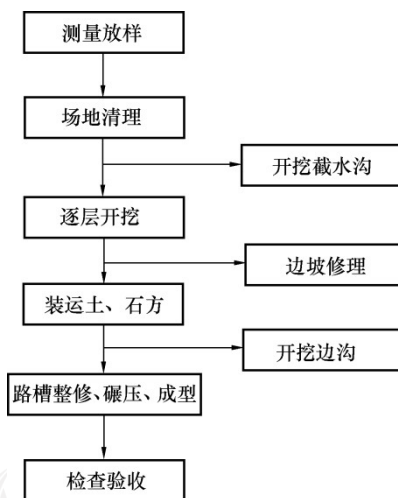
1. 地基表层碾压处理压实度控制标准为：二级及二级以上公路一般土质应不小于90%；三、四级公路应不小于85%。低路堤应对地基表层土进行超挖、分层回填压实，其处理深度应**不小于路床厚度**。

2. 泉眼或露头地下水，应按设计要求采取有效导排措施，将地下水引离后方可填筑路堤。

3. 地基为耕地、松散土质、水稻田、湖塘、软土、过湿土等时，应按设计要求进行处理，局部软弹的部分应采取有效的处理措施。

1B301013 挖方路基施工

1. 土质路堑施工工艺流程（案例考点）



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

3. 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。

4. 土方开挖规定：

- (1) 开挖至边坡线前，应**预留一定宽度**，预留的宽度应保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受到扰动。
- (2) 开挖至零填、路堑路床部分后，应及时进行路床施工；如不能及时进行，宜在设计路床顶标高以上预留至少300mm厚的保护层。

5. 石质路堑开挖方式：

- (1) **钻爆开挖**：是当前广泛采用的开挖施工方法。
- (2) 直接应用**机械开挖**：适用于施工场地开阔、大方量的软岩石方工程。优点是没有钻爆工序作业，不需要

风、水、电辅助设施，简化了场地布置，加快了施工进度，提高了生产能力。缺点是**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**。

6. 石方路堑开挖规定

(1) 应**逐级开挖**，逐级按设计要求进行防护。

(2) **严禁采用峒室爆破**，靠近边坡部位的硬质岩应采用光面爆破或预裂爆破。

(3) 边坡应逐级进行整修，同时清除危石及松动石块

1B301014 路基爆破施工

1. 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。

2. 常用爆破方法（案例考点）

(1) **光面爆破**：在开挖限界的周边，适当排列一定间隔的炮孔，在**有侧向临空面**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**：在开挖限界处按适当间隔排列炮孔，在**没有侧向临空面**和最小抵抗线的情况下，用控制药量的方法，预先炸出一条裂缝，使拟爆体与山体分开，作为**隔震减震带**，起保护开挖限界以外山体或建筑物和减弱地震对其破坏的作用。

(3) **微差爆破**：两相邻药包或前后排药以若干毫秒的时间间隔依次爆破

(4) **定向爆破**：适用于以借为填或移挖作填地段，特别实在深挖高填相间、工程量大的鸡爪形地区。

1B301015 填方路基施工

1.

好坏评价	填料材料
宜选用	级配好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料
严禁	含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土
不得直接填	泥炭土、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土等

粉质土	不宜直接用于填筑二级及二级以上公路的 路床
	不得直接用于填筑 冰冻 地区的 路床 及浸水部分的 路堤

2. 高速公路、一级公路**路床**填料宜采用砂砾、碎石等**水稳性好的粗粒料**，也可采用级配好的碎石土、砾石土等；粗粒料缺乏时，可采用无机结合料改良细粒土。

3. 填土路堤填筑方法

(1) **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**。

(2) **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**。

(3) **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。

(4) **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。

4. 土质路堤施工规定（案例考点）

(1) 性质不同的填料，应**水平分层、分段填筑、分层压实**。**同层路基**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宜不小于500mm。路基上部宜采用水稳性好或冻胀敏感性小的填料。有地下水的路段或浸水路堤，应填筑水稳性好的填料。

(2) 在透水性差的压实层上填筑透水性好的填料前，应在其表面设2%~4%的**双向横坡**，不得在透水性好的填料所填筑的路堤边坡上覆盖透水性差的填料

5. 填石路堤填筑方法

(1) **竖向填筑法**（倾填法）：主要用于二级及二级以下，且铺设低级路面的公路，也可用在陡峻山坡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。

(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

(4) **强力夯实法**：用起重机吊起夯锤从高处自由落下，利用强大的动力冲击，迫使岩土颗粒位移，提高填筑层的密实度和地基强度。

6. 填石路堤施工要求：应分层填筑压实；压实机械宜选用自重**不小于 18t** 的振动压路机；不同强度的石料，应分别采用不同的填筑层厚和压实控制标准。填石路堤的压实质量标准采用**孔隙率**作为控制指标，孔隙率检测采用**水袋法**。

7. 填石路堤填料要求：

填料类型	适用范围
硬质岩石、中硬岩石	可用于路堤和路床填筑
软质岩石	可用于路堤填筑，不得用于路床填筑
膨胀岩石、易溶性岩石和盐化岩石	不得用于路基填筑
稳定性好、不易膨胀崩解的石料填筑	路基的浸水部位

填料位置	填料粒径
路堤	粒径应不大于 500mm，并宜不超过层厚的 2/3
路床底面以下 400mm 范围内	填料最大粒径不得大于 150mm，其中小于 5mm 的细料含量应不小于 30%

8. **土石路堤**不得采用倾填法，只能采用**分层填筑，分层压实**。宜用推土机铺填，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。

9. 土石路堤施工要求：压实机械宜选用自重**不小于 18t** 的**振动压路机**；应分层填筑，不得倾填。

10. 土石路堤填筑要求：**膨胀岩石、易溶性岩石等不宜**直接用于路基填筑，**崩解性岩石和盐化岩石等不得**用于路基填筑；中硬、硬质石料的**最大粒径不得大于压实层厚的 2/3**；石料为强风化石料或软质石料时，其 CBR 值应符合规定，石料最大粒径不得大于压实层厚。

11. 路基填土边坡高度大于 20m 的路堤称为**高路堤**。高路堤填料宜优先采用强度高、水稳性好的材料，或采用轻质材料。受水淹、浸的部分，应采用水稳性和透水性均好的材料。

12. 高路堤施工要求

(1) 高路堤段应优先安排施工，宜预留 1 个雨季或 6 个月以上的沉降期。

(2) 高路堤填筑过程中应进行**沉降和稳定性观测**。

(3) 在不良地质路段的高路堤填筑，应控制填筑速率，并进行地表水平位移监测，必要时应进行地下土体分层水平位移监测。

13. **粉煤灰**可用于**各级公路路堤**填筑，不得用于高速公路、一级公路的路床和二级公路的上路床。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。

14. 台背与墙背填筑填料要求：填料宜采用透水性材料、轻质材料、无机结合料稳定材料等，崩解性岩石、膨胀土不得用于台背与墙背填筑。

1B301016 路基季节性施工

一、路基雨期施工技术

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、岩石地段和路堑的弃方地段**。

2. 重粘土、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。

3. 雨期填筑路堤，填料应选用透水性好的碎石土、卵石土、砂砾、石方碎渣和砂类土等。利用挖方土作填料，含水率符合要求时，应**随挖随填**，及时压实。**含水率过大**难以晾晒的土**不得**用作雨期施工填料。

4. 雨期开挖路堑，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。

二、路基冬期施工技术

1. 高速公路、一级公路的土质路堤和地质不良地区的公路路堤**不宜**进行冬期施工。土质路堤**路床以下 1m** 范围内，**不得**进行冬期施工。半填半挖地段、填挖交界处**不得**在冬期施工。
2. 冬期填筑路堤，填料应选用未冻结的砂类土、碎石、卵石土、石渣等**透水性好的材料**，**不得用**含水率大的黏质土。
3. 冬期填筑路堤，当填筑高程距路床底面 1m 时，碾压密实后应停止填筑，在顶面覆盖防冻保温层，待冬期过后整理复压，再分层填至设计高程。
4. 冬期施工开挖路堑表层冻土的方法

开挖方法	适用条件
爆破冻土法	冰冻深度达 1m 以上时可用此法
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
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

5. 冬期路基挖至**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。

1B301017 路基改建施工

1. 拓宽路堤填筑前，应拆除原有排水沟、隔离栅等设施。拓宽部分的**基底清除原地表土应不小于 0.3m**，清理后的场地应进行平整压实。老路堤坡面，清除的**法向厚度**应不小于 0.3m。
2. 既有路堤的护脚挡土墙及抗滑桩可不拆除。路肩式挡土墙路基拼接时，上部支挡结构物应予拆除，宜拆除至路床底面以下。
3. 既有路基有包边土时，**宜去除包边土**后再进行拼接。
4. **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。
5. **高路堤处治**：高路堤拓宽部分地基必须进行特殊处理。对高路堤拓宽可采取粉喷桩、砂桩、塑料排水体、碎石桩等处理措施，并配合填筑轻型材料。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。

1B301018 特殊路基施工技术

1. **软土**是指天然含水率高、天然孔隙比大、抗剪强度低、压缩性高的细粒土。包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。
2. **垫层与浅层处理**：垫层类型按材料可分为碎石垫层、砂砾垫层、石屑垫层、矿渣垫层、粉煤灰垫层以及灰土垫层等。浅层处理可采用浅层置换、浅层改良、抛石挤淤等方法，处理深度不宜大于 3m。 **（案例考点）**
3. 垫层和浅层处理材料要求：**砂砾、碎石垫层**宜采用级配好的中、粗砂，砂砾或碎石，含泥量应不大于 5%，最大粒径宜小于 50mm；**浅层置换**宜选用强度高的砂砾、碎石土等水稳性和透水性好的材料；对非饱和教质土的软弱表层，可添加石灰、水泥等进行**改良**处置；**抛石挤淤**应采用不易风化的片石、块石，石料直径宜不小于 300mm。
4. 抛石挤淤施工规定：当软土地层平坦，横坡缓于 1:10 时，应沿路线中线向前呈**等腰三角形**抛填、渐次向两侧对称抛填至全宽，将淤泥挤向两侧；当横坡陡于 1:10 时，应**自高侧向低侧**渐次抛填，并在低侧边部多抛投形成不小于 2m 宽的平台。当抛石高出水面后，应采用**重型机具**碾压密实。
5. **爆炸挤淤法**适用于处理海湾滩涂等淤泥和淤泥质土地基。处理厚度不宜大于 **15m**。
6. 爆炸挤淤法抛填前应根据软基深度、宽度、水深等环境条件和施工设备，确定抛填高度、宽度及进尺。抛填高度应高于潮水位。抛填进尺最小宜不小于 3m，最大宜不大于 10m。
7. **竖向排水体**适用于深度大于 3m 的软土地基处理。对于淤泥质土和淤泥地基进行处理时，宜与加载预压或真空预压方案联合使用。

8. **竖向排水体分为袋装砂井和塑料排水板**。袋装砂井和塑料排水板可采用沉管式打桩机施工，塑料排水板也可用插板机施工。

9. **袋装砂井施工工艺流程**：整平原地面→摊铺下层砂垫层→机具定位→打入套管→沉入砂袋→拔出套管→机具移位→埋砂袋头→摊铺上层砂垫层。袋装砂井施工质量标准检查项目：井距、井长、井径、灌砂率。（案例考点）

10. **塑料排水板不得搭接**，预留长度应不小于 500mm，并及时弯折埋设于砂垫层中。塑料排水板施工工艺流程：整平原地面→摊铺下层砂垫层→机具就位→塑料排水板穿靴→插入套管→拔出套管→割断塑料排水板→机具移位→摊铺上层砂垫层。塑料排水板施工质量标准检查项目：板距、板长。（案例考点）

11. **真空预压法**适用于处理软土性质很差、土源紧缺、工期紧的软土地基。

12. **粒料桩**可采用**振冲置换法**或**振动沉管法成桩**。振冲置换法适用于处理十字板抗剪强度不小于 15kPa 的软土地基；振动沉管法适用于处理十字板抗剪强度不小于 20kPa 的软土地基。粒料桩施工质量标准检查项目：桩距、桩长、桩径、粒料灌入率、地基承载力。

13. **加固土桩**适用于处理十字板抗剪强度不小于 10kPa、有机质含量不大于 10%的软土地基。加固土桩包括**粉喷桩与浆喷桩**。加固土桩施工质量标准检查项目：桩距、桩径、桩长、单桩每延米喷粉（浆）量、强度、地基承载力。

14. 加固土桩的**固化剂宜采用生石灰或水泥**，生石灰应采用磨细 I 级生石灰，应无杂质，最大粒径应小于 2mm。水泥宜采用强度等级不低于 32.5 级的普通硅酸盐水泥。

15. 加固土桩施工前应进行**成桩试验**，桩数宜不少于 5 根，应取得满足设计喷入量的各种技术参数，如**钻进速度、提升速度、搅拌速度、喷气压力、单位时间喷入量**等。施工中发现喷粉量或喷浆量不足，应**整桩复打**，复打的量应不小于设计用量。中断施工时，应及时记录深度，并在 12h 内进行复打，复打重叠长度应大于 1m；超过 12h，应采取补桩措施。（案例考点）

16. **水泥粉煤灰碎石桩（CFG 桩）**适用于处理十字板抗剪强度不小于 20kPa 的软土地基。CFG 桩宜采用振动沉管灌注法成桩，施工设备宜采用振动沉管打桩机。**施工前应进行成桩工艺和成桩强度试验**。集料可采用碎石或砾石。水泥宜用 32.5 级普通硅酸盐水泥，粉煤灰宜用 II 或 III 级粉煤灰。水泥粉煤灰碎石桩施工质量标准检查项目：桩距、桩径、桩长、强度、复合地基承载力。

17. **刚性桩**适用于处理深厚软土地基上**荷载较大、变形要求较严格的高路堤段、桥头或通道与路堤衔接段**。刚性桩桩顶应设桩帽，形状可采用圆柱体、台体或倒锥台体。桩帽直径或边长宜为 1.0~1.5m，厚度宜为 0.3~0.4m，宜采用水泥混凝土现场浇筑而成。

18. 现浇混凝土大直径管桩施工质量标准检查项目：混凝土抗压强度、桩距、桩径、桩长、竖直度、单桩承载力、桩身完整性。预制管桩施工质量标准检查项目：桩距、桩长、竖直度、单桩承载力、桩帽高度、桩帽长度和宽度、桩帽位置。

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

20. 强夯**处理范围**应超出路堤坡脚，每边超出坡脚的宽度不宜小于 3m。强夯置换处理范围应为坡脚外增加一排置换桩。

21. 强夯和强夯置换施工前应选择有代表性并**不小于 500m² 的路段进行试夯**，确定**最佳夯击能、间歇时间、夯间距、夯击次数、夯击遍数**等参数。

22. 强夯和强夯置换施工前应在地表铺设一定厚度的垫层。强夯施工垫层材料宜采用**透水性好的砂、砂砾、石屑、碎石土**等，强夯置换施工垫层材料宜**与桩体材料相同**。强夯施工结束 30d 后，应通过标准贯入、静力触探等原位测试，测量地基的夯后承载能力是否达到设计要求。

23. 软土地区路堤施工要求：

（1）软土地区路堤施工应尽早安排。

（2）填筑过程中，应严格控制填筑速率，并应进行**动态观测**。

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

(4) 桥台、涵洞、通道以及加固工程应在**预压沉降完成后**再进行施工。

24. **旧路加宽软基处理要求**：旧路加宽路段应同步进行拼宽路基和老路基的沉降观测，观测点宜布置在同一断面上。观测点设置宜为老路路中、老路路肩、拼宽部分中部、拼宽部分外侧。老路路中、老路路肩沉降观测点设置可采用在路表埋设观测点的方法，拼宽部分宜采用埋设沉降板的方法。

25. 膨胀土掺拌石灰改良后可用作路基填料，掺灰处置后的膨胀土不宜用于高速公路、一级公路的路床和二级公路的上路床；高填方、陡坡路基不宜采用膨胀土填筑；**强膨胀土不得作为路基填料**；路基浸水部分不得用膨胀土填筑；桥台背、挡土墙背、涵洞背等部位**严禁采用膨胀土填筑**。

26. **湿陷性黄土地基的处理措施**：换填法、冲击碾压法、强夯法、挤密桩法、桩基础法等。

27. **地基陷穴处理方法**：可采用回填夯实、明挖回填夯实、开挖导洞或竖井回填夯实、灌砂、注浆或爆破回填等处理方法。

28. 滑坡防治的工程措施（**案例考点**）

施工技术	分类
排水	环形截水沟 ②树枝状排水沟③平整夯实④排除地下水（支撑渗沟、边坡渗沟、暗沟、平孔等）。
力学平衡	刷方减重，反压坡脚；修筑支挡工程（抗滑片石垛、抗滑桩、抗滑挡墙等）。
改变滑带土	焙烧法、电渗排水、爆破灌浆法。

1B411020 公路路基防护与支挡

1B411021 防护工程类型和适用条件

1. 路基防护工程类型

坡面防护	植物防护 ：种草、铺草皮、植树、客土喷播、植生袋、三维植物网。
	骨架植物防护 ：浆砌片石（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
	圬工防护 ：喷浆、喷射混凝土、干砌片石护坡、浆砌片石护坡、浆砌片石护面墙、锚杆钢丝网喷浆、喷射混凝土护坡
	土工织物防护
沿河路基防护	直接防护 ：植物、砌石、石笼、挡土墙等。
	间接防护 ：丁坝、顺坝等导治构造物以及改移河道

1B411022 支挡工程的类型和功能

1. 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，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。

2. 重力式挡土墙墙背形式可分为仰斜、俯斜、垂直、凸形折线（凸折式）和衡重式五种。所受土压力大小关系是：**仰斜<垂直<俯斜**

3. 加筋土挡土墙施工技术：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**。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**。

4. **加筋土挡土墙施工工序**：基槽（坑）开挖、地基处理、排水设施、基础浇（砌）筑、构件预制与安装、筋带铺设、填料填筑与压实、墙顶封闭等，其中现场墙面板拼装、筋带铺设、填料填筑与压实等工序是交叉进行的。

5. 锚杆挡土墙利用锚杆技术形成的一种挡土结构物。锚杆一端与工程结构物连接，另一端通过钻孔、插入锚杆、

灌浆、养护等工序锚固在稳定的地层中，以**承受土压力对结构物所施加的推力**，从而利用锚杆与地层间的锚固力来维持结构物的稳定。

6. 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。

7. **锚杆挡土墙施工工序**主要有锚杆挡土墙施工工序主要有基坑开挖、基础浇（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。（**案例考点**）

8. 抗滑桩施工前，应采取**卸载、反压、排水**等措施使滑坡体保持基本稳定，严禁在滑坡急剧变形阶段进行抗滑桩施工。应整平孔口地面，并设置地表截、排水及防渗设施。**应设置滑坡变形、移动监测点，并进行连续观测**。雨季施工时，应在孔口搭设雨棚，做好锁口，孔口地面上应加筑适当高度的围堰。

1B411030 公路工程施工综合排水

1B411031 路基地下水排水设置与施工要求

1. **路基地下水排水设施**有**暗沟（管）、渗沟、渗井、仰斜式排水孔**等设施。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至路基范围以外。

2. 路基**基底范围有泉水外涌时**，**宜设置暗沟（管）**将水引排至路堤坡脚外或路堑边沟内。沟底应埋入不透水层内，沟壁最低一排渗水孔应高出沟底 200mm 以上。进口应采取截水措施。

3. **有地下水出露**的挖方路基、斜坡路堤、路基填挖交替地段，当地下水埋藏浅或无固定含水层时，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、洞式渗沟、边坡渗沟、支撑渗沟等。

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

5. 当**坡面有集中地下水**时，**可设置仰斜式排水孔**。仰斜式排水孔排出的水宜引入路堑边沟排除。

1B411032 路基地面水排水设置与施工要求

1. **路基地面排水**可采用**边沟、截水沟、排水沟、急流槽、跌水、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。

2. **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。

3. 截水沟边缘离挖方路基坡顶的距离视土质而定，一般土质至少应离开 5m。山坡上路堤截水沟离开路堤坡脚至少 2.0m，并用挖截水沟的土壤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。

4. 排水沟**线形应平顺，转弯处宜为弧线形**；排水沟的出水口应设置跌水或急流槽，水流应引出路基或引入排水系统。

5. **蒸发池**应远离村镇等，四周应采用隔离栅进行围护，高度应不低于 1.8m，并设置警示牌。

1B411040 公路工程施工测量技术

1B411041 公路工程施工测量工作要求

1. **平面控制测量**应采用**卫星定位测量、导线测量、三角测量或三边测量**方法进行

2. **高程测量**应采用水准测量或三角高程测量的方法

3. 水准点复测与加密规定：

（1）沿路线每 500m 宜有一个水准点，**高速公路、一级公路**宜加密，**每 200m 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。

（2）水准点应进行不定期检查和定期复测，复测周期应不超过 6 个月。

4. 中线放样

测量方法		分类
传统法放样	切线支距法	在没有全站仪的情况下，利用经纬仪和钢尺，以曲线起（终）点为直角坐标原点，计算出待放点 x、y 坐标，进行放样的一种方法

偏角法	在没有全站仪的情况下，利用经纬仪和钢尺，以曲线起（终）点为极坐标极点，计算出待放点偏角 Δ 、和距离 d ，进行放样的一种方法。
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。利用全站仪进行放样。
GPS-RTK 技术放样	不受地形条件的限制，高精度、快速测设处道路中线上各里程桩位置。

4. 路基放样

方法	适用条件
图解法	一般用于较低等级的公路路基边桩放样
计算法	主要用于公路平坦地形或地面横坡较均匀一致地段的路基边桩放样
渐近法	精度高，适用于各级公路
坐标法	高等级公路

1B412000 路面工程

1B412010 路面基层（底基层）施工技术

1B412011 路面基层（底基层）施工技术

1. 填隙碎石用作基层时，骨料的公称最大粒径应不大于 53mm；用作底基层时，应不大于 63mm。用作基层时骨料的压碎值应不大于 26%，用作底基层时硬不大于 30%。

2. 水泥：①强度 32.5 级或 42.5 级普通硅酸盐水泥。②选用初凝时间 3h 以上和终凝时间 6h-10h 的水泥。

3. 石灰：①高速公路和一级公路用石灰应不低于 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。②高速公路和一级公路的基层，宜采用磨细消石灰。

4. 粉煤灰等工业废渣：①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，且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。

②水泥稳定煤矸石不宜用作高速公路和一级公路

1B412012 路面粒料基层（底基层）施工

1. 粒料分类：

嵌锁型——包括泥结碎石、泥灰结碎石、填隙碎石等。

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。

2. 填隙碎石施工时，应符合下列规定：（案例考点）

（1）填隙料应干燥

（2）宜采用振动压路机碾压，碾压后，表面骨料间的空隙应填满，但表面应看得见骨料。

（3）填细碎石基层未洒透层沥青或未铺封层时，不得开放交通。

3. 干法施工流程：填隙碎石—卸料—摊铺—初压—填隙料撒布—振动压路机慢压—再撒布填隙料—振动压路机慢压—填满后洒少量水—重型压路机碾压—再铺第二层集料。

湿法施工流程：填隙碎石—卸料—摊铺—初压—填隙料撒布—振动压路机慢压—再撒布填隙料—振动压路机慢压—洒水饱和—重型压路机碾压形成粉浆—干燥扫除—再铺第二层集料。

1B412013 路面沥青稳定基层（底基层）施工

1. 分类：沥青稳定基层（底基层）又称柔性基层（底基层）

2. 适用范围：柔性基层、底基层可用于各级公路。

（1）热拌沥青碎石宜用于中等交通及其以上的公路基层、底基层。

（2）贯入式沥青碎石宜用于中、重交通的公路基层或底基层。

（3）热拌沥青碎石、贯入式沥青碎石可用于改建工程的调平层

3. 热拌沥青稳定基层施工工序流程：沥青碎石拌制→运输→摊铺→压实机成型→接缝。

4. 贯入式沥青碎石路面施工步骤：

- (1) **撒布主层集料**，检查松铺厚度，撒布后严禁车辆在铺好的集料层上通行。
- (2) 采用 **6-8t 的钢筒式压路机进行初压**，碾压速度 2km/h，再用 10-12t 压路机进行碾压
- (3) 浇洒第一层沥青浇洒温度根据沥青标号及气温情况选择。
- (4) 均匀撒布第一层嵌缝料撒布后，**立即扫匀，不足处应找补**。当使用乳化沥青时，集料撒布在乳液破乳前完成。
- (5) 嵌缝料**扫匀后立即用 8-12t 钢筒式压路机**进行碾压。
- (6) 浇第二层沥青，撒第二层嵌缝料，然后碾压，浇洒第三层沥青。
- (7) 撒封层料，最后碾压，采用 6-8t 压路机碾压。

1B412013 路面无机结合料稳定基层（底基层）施工

1. 混合料生产、摊铺及碾压一般规定（案例考点）

- (1) 边角部位施工，可采用**推土机摊铺、平地机整平的人工方式摊铺**，并与主线同步碾压成型。
 - (2) 对水泥稳定材料或水泥粉煤灰稳定材料，宜在 **2h 之内**完成碾压成型
 - (3) 石灰稳定材料或石灰粉煤灰稳定材料宜在**当天碾压**完成，最长**不应超过 4d**。
 - (4) 应将室内**重型击实试验法**确定的干密度作为压实度评价的标准密度。
2. 混合料集中厂拌与运输
- (1) 拌合厂安置在地势相对较高位置，并做好排水设施。
 - (2) 场地应平整并具有足够的承载能力。高速公路和一级公路的拌合厂，场地应采用混凝土硬化，混凝土强度等级应**不低于 C15**，厚度应**不小于 200mm**。
 - (3) 稳定细粒材料集中拌合时，土块应粉碎，最大尺寸应**不大于 15mm**。
 - (4) 装水泥的料仓应**密闭、干燥**，同时内部应装有**破拱装置**。
 - (5) 加水量的计量应采用**流量计**的方式。
 - (6) 高速公路基层的混合料拌合时，宜采用**两次拌合**的生产工艺，也可采用间歇式拌合生产工艺。
 - (7) 天气炎热或运距较远时，无机结合料稳定材料拌合时宜**适当增加含水率**。对稳定中、粗粒材料，混合料的含水率可**高于最佳含水率 0.5~1 个百分点**；对稳定细粒材料，含水率可**高于最佳含水率 1~2 个百分点**。
 - (8) 对高速公路和一级公路，水泥稳定材料从装车到运输至现场，**时间宜不超过 1h**，**超过 2h 时应作为废料处置**。

3. 混合料的人工拌合

- (1) 混合料人工拌合工艺应包括**现场准备、布料和拌合**等流程。
- (2) 每隔 10~20m 挖一小洞，使洞底高程与预定的无机结合料稳定材料层的**底面高程**相同，并在洞底做一标记，**控制翻松及粉碎的深度**。
- (3) 应按下列方法计算现场拌合时的工程数量：根据各路段无机结合料稳定材料层的**宽度、厚度及预定的干密度**，计算各路段需要的干燥材料的数量；根据料场材料的**含水率**和所用运料**车辆的吨位**，计算每车料的堆放距离；根据无机结合料稳定材料层的**厚度和预定的干密度及水泥剂量**，计算每平方米无机结合料的用量，并确定摆放的纵横间距。

4. 摊铺机摊铺与碾压（案例考点）

- (1) 混合料摊铺应保证足够的厚度，碾压成型后每层的**摊铺厚度宜不小于 160mm**，**最大厚度宜不大于 200mm**。
- (2) 下承层是稳定细粒材料时，**宜先将下承层顶面拉毛或采用凸块式压路机碾压，再摊铺上层混合料**；**下承层是稳定中、粗粒材料时，应先将下承层清理干净，并洒铺水泥净浆，再摊铺上层混合料**。
- (3) 在施工期间，两台摊铺机的**前后间距宜不大于 10m**，且两个施工段面**纵向应有 300~400mm 的重叠**。
- (4) 对无法使用机械摊铺的**超宽路段**，应采用**人工同步摊铺、修整，并同时碾压成型**。
- (5) **水泥稳定材料结构层**施工时，应在混合料处于或略大于最佳含水率的状态下碾压。气候炎热干燥时，碾压时的含水率可比最佳含水率**增加 0.5%~1.5%**。
- (6) **石灰稳定材料和石灰粉煤灰稳定材料**碾压时应处于最佳含水率或略大于最佳含水率状态，含水率宜**增加 1%~2%**。

(7) 采用钢轮压路机**初压时**，宜采用**双钢轮压路机稳压 2~3 遍**，再用**激振力大于 35t 的重型振动压路机、18~21t 三轮压路机或 25t 以上的轮胎压路机**继续碾压密实，最后采用**双钢轮压路机碾压**，消除轮迹。

(8) 碾压过程中，压路机**严禁随意停放**，应停放在已碾压完成的路段。

(9) 摊铺时宜**避免纵向接缝**，分两幅摊铺时纵向接缝处应加强碾压。存在纵向接缝时，纵缝应**垂直相接，严禁斜接**。

5. 人工摊铺与碾压

(1) 混合料拌合均匀后，应及时用**平地机初步整形**。

(2) 在初平的路段上，应用**拖拉机、平地机或轮胎压路机快速碾压**一遍。

(3) 整形前，对局部低洼处应用齿耙将其表层 50mm 以上的材料**耙松**，并用新拌的混合料**找平**，再**碾压**一遍。

(4) 应用平地机**再整形一次**，应将高处料直接刮出路外，。

(5) **反复整形**，直至满足技术要求，每次整形都应达到规定的**坡度和路拱**。

(6) 整形后，混合料的含水率满足要求时，应立即**对结构层进行全宽碾压**。在直线段和不设超高的平曲线段，宜**从两侧路肩向路中心碾压**，且轮迹应重叠 1/2 轮宽，后轮应超过两段的接缝处。碾压次数宜为 6~8 遍。

(7) 采用人工摊铺和整形的稳定材料层，宜先用拖拉机或 6~8t **两轮压路机或轮胎压路机**碾压 1~2 遍，再用**重型压路机**碾压。

(8) 在碾压结束前，应用平地机**终平一次**，纵坡、路拱和超高应符合设计要求。终平时，应将局部高出部分刮除并扫出路外；对**局部低洼处**，**不再找补**。

(9) 水泥稳定材料层的施工应**避免纵向接缝**。

5. 无机结合料基层（底基层）养护、交通管制、层间处理及其他

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

(2) 养护期间应**封闭交通**，除洒水车 and 小型通勤车辆外严禁其他车辆通行。

(3) 宜采用**透水式土工布**全断面覆盖，也可铺设防水土工布。

(4) 铺设过程中应注意缝之间的搭接，**不应留有间隙**。

(5) 砂层厚宜为 **70~100mm**。

(6) 砂铺匀后，宜**立即洒水**，并在整个养护期间保持砂的潮湿状态，不得用湿粘性土覆盖。

(7) 级配碎石、级配砾石基层**未做透层沥青或铺设封层前**，**严禁开放交通**。

1B412020 沥青路面施工技术

1B412021 沥青路面结构及类型

1. 沥青混凝土路面：**适用于各等级公路面层**

沥青碎石路面：热拌沥青碎石**适用于三、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：**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：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. 密实—悬浮结构：工程中常用的**AC-I 型沥青混凝土**就是这种结构的典型代表。

骨架—空隙结构：工程中使用的**沥青碎石混合料（AM）和排水沥青混合料（OGFC）**是典型的骨架空隙结构。

密实—骨架结构：**沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA）**是一种典型的骨架密实型结构。

1B412022 沥青路面用料要求

1. 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**。

2. 沥青面层使用的**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。粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙。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，也可采用掺加改性沥青的措施，使沥青混合料的水稳定性检验达到要求。

3. 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。

4. **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. **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。高速公路、一级公路的沥青面层**不宜采用粉煤灰做填料**。

1B412023 沥青路面面层施工（案例考点）

1. 施工准备：对下承层进行清扫，底面层施工前两天在**基层上洒透层油**，在**中底面层上喷洒粘层油**。

2. **沥青的加热温度**控制在规范规定的范围内，即 $150^{\circ}\text{C}\sim 170^{\circ}\text{C}$ 。**集料的加热温度**控制在 $160^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ ；**混合料的出厂温度**控制在 $140^{\circ}\text{C}\sim 165^{\circ}\text{C}$ 。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 $120^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

3. 运输车车厢**涂防粘薄膜剂**。运输车配备覆盖棚布以防雨和热量损失。

4. 底、中面层采用**走线法**施工，表面层采用**平衡梁法**施工。

5. 在摊铺过程中**不准随意变换速度，尽量避免中途停顿**。

6. 开铺前将摊铺机的熨平板进行加热至**不低于 100°C** 。

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

8. 不在新铺筑的路面上进行停机、加水、加油活动。压路机不准停留在已完成但温度尚未冷却至自然气温以下的路面上。

9. 梯队作业采用**热接缝**，施工时将已铺混合料部分留下 $20\sim 30\text{cm}$ 宽暂不碾压，（规范规定 $100\sim 200\text{mm}$ ）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。

10. **横接缝**的处理办法：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。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 。

1B412024 沥青路面透层、粘层、封层施工

1. **透层的作用**：**为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. **沥青路面各类基层都必须喷洒透层油**，沥青层必须在透层油完全渗入基层后方可铺筑。基层上设置下封层时，透层油不宜省略。

3. 无机结合料粒料基层上洒布透层油时，宜在铺筑沥青层**前 $1\sim 2$ 天洒布**。

4. 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。

5. **粘层作用**：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。

6. 符合下列情况，**必须喷洒粘层沥青**：

（1）双层式或三层式热拌热铺沥青混合料路面的沥青层之间。

（2）水泥混凝土路面、沥青稳定碎石基层或旧沥青路面层上加铺沥青层。

（3）路缘石、雨水进水口、检查井等构造物与新铺沥青混合料接触的侧面。

7. **封层作用**：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**。

1B412025 路面改建施工

1. **直接加铺法**

（1）**对边角破碎深和宽的路面，浇筑同强度等级混凝土**；对破损较浅、窄的，凿除 5cm 以上，用细石拌制的混凝土混合料填平。（有破损切割机切除重浇）

（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。

(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。具体的工艺流程：定位→钻孔→制浆→灌浆→灌浆孔封堵→交通控制→弯沉检测。

(4) 对接缝的处理。**清缝**，再用手持式注射枪进行沥青**灌缝**，然后用改性沥青油毡等材料**贴缝**，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**。

2. 碎石化法（案例考点）

(1) **路面碎石化前的处理**：清除缝内填充物和杂质→完善排水系统→挖除路肩至混凝土路面基层同一高度（排水）。

(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：开始之前，选择**试验段**，获取破碎参数。路面破碎时，**先破碎侧边再破碎中部**的行车道。

(5) 破碎后的**压实**

(6) 乳化沥青**透层的洒布**

3. **现场冷再生法**：用大功率路面铣刨拌合机将路面混合料在原路面上就地铣刨、翻挖、破碎，再加入稳定剂、水泥、水和骨料同时拌合，用路拌机原地拌合，最后碾压成型。

4. 现场热再生法

(1) 整形再生法：适合 2~3cm 表面层的再生。

(2) 重铺再生法：适合 4~6cm 面层的再生。

(3) 复拌再生法：适合 4~6cm 面层的再生。

1B412030 水泥混凝土路面施工技术

1B412031 水泥混凝土路面用料要求

1. 极重、特重、重交通荷载等级公路面层水泥混凝土应采用旋窑生产的**道路硅酸盐水泥、硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥**，中、轻交通荷载等级公路面层水泥混凝土可采用**矿渣硅酸盐水泥**。高温期施工宜采用普通型水泥，低温期宜采用早强型水泥。

2. 符合标准的饮用水可直接作为混凝土搅拌合养生用水。非饮用水应进行水质检验，并符合规范规定。还应与蒸馏水进行水泥凝结时间与水泥胶砂强度的对比试验；对比试验的水泥初凝与终凝时间差均不应大于 30min，水泥胶砂 3d 和 28d 强度不应低于蒸馏水配制的水泥胶砂 3d 和 28d 强度的 90%。养护用水可不检验不溶物质含量和其他杂质，其他指标应符合规范规定。

3. 滑模摊铺施工的水泥混凝土面层宜采用**引气高效减水剂**；高温施工混凝土拌合物的初凝时间短于 3h 时，宜采用**缓凝引气高效减水剂**；低温施工混凝土拌合物终凝时间长于 10h 时：宜采用**早强引气高效减水剂**。

4. 有抗冰冻、抗盐冻要求时，各级公路水泥混凝土面层及暴露结构物混凝土应掺入**引气剂**；无抗冻要求地区的二级及二级以上公路水泥混凝土面层宜掺入**引气剂**。

5. 高速公路、一级公路胀缝板宜采用**塑胶板、橡胶（泡沫）板或沥青纤维板**；其他等级公路也可采用浸油木板。

1B412032 水泥混凝土路面的施工

1. **水泥混凝土路面的优点**：使用寿命长；强度高；稳定性好；耐久性好；保护费用少、经济效益高；有利于夜间行车；有利于带动当地建材业的发展。

2. 水泥混凝土面层铺筑的技术方法有**小型机具铺筑、滑模摊铺机施工、三辊轴机组铺筑和碾压混凝土**四种方法。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高、摊铺速度快、装备最现代化的高新成熟技术。

3. 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。模板在混凝土抗压强度**不小于 8.0MPa** 方可进行。

4. 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。

5. 采用滑模摊铺机在基层上行走的铺筑方案时，基层侧边缘到滑模摊铺面层边缘的宽度不宜小于 650mm。上坡纵坡大于 5%、下坡纵坡大于 6%、平面半径小于 50m 或超高横坡超过 7% 的路段，不宜采用滑模摊铺机进行摊铺。

6. 当一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置纵向施工缝，位置应避开轮迹，并重合或靠近车道线，构造可采用设拉杆平缝型。采用滑膜施工时，纵向施工缝的拉杆可用摊铺机的侧向拉杆装置插入。

7. 当一次铺筑宽度大于 4.5m 时，应设置纵向缩缝，构造可采用设置拉杆假缝型，锯切的槽口深度应大于纵向施工缝的槽口深度。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。

8. 钢纤维混凝土路面切开的纵向缩缝可不设拉杆，纵向施工缝应设拉杆。

9. 纵缝应与路线中线平行。纵缝拉杆应采用热扎带钢筋，设在板厚中央，并应对拉杆中部 100mm 进行防锈处理。

10. 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。

11. 机械摊铺的各种混凝土路面宜采用喷洒养护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，也可采用覆盖保湿膜、土工毡、土工布、麻袋、草袋、草帘等洒水湿养护方式，不宜使用围水养护方式。

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

13. 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 12h，高温天宜为 6h。在灌缝料养生期间应封闭交通。

1B412040 中央分隔带及路肩施工技术

1B412041 中央分隔带施工

1. 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。

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，目前高等级公路多采用土工布作为反滤层。

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。

1B412042 路肩施工

1. 土路肩施工流程：备料→推平→平整→静压→切边→平整→碾压。

2. 路堑段的路肩是开挖出来的，当开挖到设计标高时，路肩部分宜停止开挖，路面部分继续开挖直至路床顶面。

1B413000 桥梁工程

1B413010 桥梁的构造

1B413011 桥梁的组成与类型

1. 相关尺寸术语

(一) 梁式桥

桥梁术语	概念
净跨径	设计洪水位上相邻两个桥墩（或桥台）之间的净距
计算跨径	有支座的桥梁：桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离
总跨径	各孔净跨径之和，反映桥下宣泄洪水的能力
桥梁全长	桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离
桥梁高度	桥面与低水位或桥下线路路面之间的高差
桥下净高	设计洪水位、计算通航水位至桥跨最下缘之间距离
建筑高度	桥上行车路面（或轨顶）标高至桥跨结构最下缘之间的距离

(二) 拱桥

桥梁术语	概念
净跨径	每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离
计算跨径	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
净矢高	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	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
矢跨比	也称拱矢度，计算矢高与计算跨径之比
涵洞	宣泄堤下水流的构造物。建造涵洞处路堤不中断，单孔跨径<5m 的结构物

1B413012 桥梁基础分类和受力特点

1. 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。

扩大基础是由地基反力承担全部上部荷载，将上部荷载通过基础分散至基础底面，使之满足地基承载力和变形的要求。扩大基础主要承受压应力，一般用抗压性能好，抗弯拉、抗剪性能较差的材料建造，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。

2. 桩的分类

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；

按桩承载性能分类：摩擦桩（主要靠摩擦力）；端承桩（主要靠桩尖反力）；摩擦端承桩；端承摩擦桩；

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。碎石土的土层中，用锤击法或振动法沉桩有困难时，可用射水法配合进行。

1B413013 桥梁下部结构分类和受力特点

1. 拱桥轻型桥台：八字形桥台：台身由前墙和两侧的八字翼墙构成；U 字形桥台：由前墙和平行于车行方向的侧墙组成，与 U 形重力式桥台比较，桥台侧墙是拱上侧墙的延伸；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；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。

1B413014 桥梁上部结构分类和受力特点

1. 拱桥：拱桥的拱圈是桥跨结构的主要承载部分，在竖向荷载作用下，拱端支撑处不仅有竖向反力，还有水平推力。这样拱的弯矩比相同跨径的梁的弯矩小得多。

1B413015 桥梁计算荷载

1. 桥梁设计作用的分类

作用分类	作用名称
永久作用	结构重力（包括结构附加重力）；预加力；土的重力；土侧压力；混凝土收缩及徐变作用；水的浮力；基础变位作用
可变作用	汽车引起的荷载；人群荷载；风荷载；流水压力；冰压力；温度（均匀温度和梯度温度）作用；支座摩阻力
偶然作用	船舶的撞击作用；漂流物的撞击作用；汽车撞击作用
地震作用	地震作用

1B413020 常用模板、支架和拱架的设计与施工

1B413021 常用模板、支架和拱架的设计

1. 在模板上设置的吊环应采用 HPB300 钢筋，严禁采用冷加工钢筋制作。每个吊环应按两肢截面计算，在模板自重标准值作用下，吊环的拉应力应不大于 65MPa。

2. 设计荷载

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（拱圈的自重荷载宜乘以 1.2 倍系数）；（长期，竖向）

2. 新浇筑混凝土、钢筋混凝土或其他圬工结构物的重力；（长期，竖向）
3. 施工人员及施工设备、施工材料等荷载；（瞬时荷载，竖向）
4. 振捣混凝土时产生的荷载；（瞬时荷载，竖向水平向，对小侧模板有影响）
5. 新浇筑混凝土对侧面模板的压力；（长期，水平向）
6. 混凝土入模时产生的水平冲击荷载；（瞬时荷载，水平向，对大侧模板有影响）
7. 水中支架受到的水流压力、波浪力等的撞击。（长期，竖向）
8. 其他可能产生的荷载，如风、雪荷载、冬季保温设施荷载等。（长期，竖向）
9. 普通模板荷载计算

当采用内部振捣器时，新浇筑混凝土作用于模板的侧压力，可按下列式计算，并取其其中的较小值：

$$F = 0.22 \gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 V^{0.5}$$

$$F = \gamma_c H$$

式中：F — 新浇混凝土对模板的侧压力（kN/m²）；

γ_c — 混凝土的重力密度（kN/m³）；

V — 混凝土的浇筑速度（m/h）；

t_0 — 新浇混凝土的初凝时间，可按试验确定；当缺乏试验资料时，可采用 $t_0 = 200 / (T + 15)$ [T 为混凝土的温度（℃）]；

β_1 — 外加剂影响修正系数；不掺外加剂时 1.0，掺具有缓凝作用的外加剂时取 1.2；

β_2 — 混凝土坍落度影响修正系数；当坍落度小于 30mm 时，取 0.85；坍落度为 50~90mm 时，取 1.00；坍落度为 110~150mm 时，取 1.15；

H — 混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面的总高度（m）。

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

3. 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。拱架稳定性的验算，其抗倾覆稳定系数应不小于 **1.5**。

1B413022 常用模板、支架和拱架的施工

1. 预压：支架宜根据其结构形式、所用材料和地基情况的不同，在施工前确定是否对其进行预压，并应符合下列规定：

（1）对位于**刚性地基上**的刚度较大且**非弹性变形可确定控制在一定范围内**的支架，在经计算并通过一定**审核程序**，确认其满足强度、刚度和稳定性等要求的前提下，**可不预压**；但在施工过程中应对支架的材料和安装施工质量采取严格的管控措施。

（2）对位于**软土地基或软硬不均地基**上的支架，宜通过预压的方式，**消除地基的不均匀沉降和支架的非弹性变形**。

（3）对支架进行预压时，**预压荷载**宜为支架所承受荷载的 **1.05~1.10 倍**，预压荷载的分布宜模拟需承受的**结构荷载及施工荷载**。

2. 施工预拱度：（**案例考点**）

（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**。

（3）专用支架应按其产品的要求进行模板的卸落；自行设计的普通支架应在适当部位设置相应的**木楔、木马、砂筒或千斤顶**等**卸落模板的装置**，并应根据**结构形式**、承受的**荷载大小**确定**卸落量**。

3. 拆除：

- (1) **非承重侧模板**应在混凝土抗压强度达到 **2.5MPa**，且能保证其表面及**棱角**不致因拆模而受损坏时方可拆除。
- (2) 钢筋混凝土结构的**承重模板、支架**，应在混凝土强度能承受**自重荷载**及其他可能的**叠加荷载**时，方可拆除。
- (3) 对**预应力**混凝土结构，其**侧模**应在预应力钢束**张拉前拆除**；**底模及支架**应在结构**建立预应力后**方可拆除。
- (4) 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。
- (5) 拆除梁、板等结构的承重模板时，在**横向应同时**、在**纵向应对称均衡**卸落。简支梁、连续梁结构的模板宜**从跨中向支座方向**依次循环卸落；悬臂梁结构的模板宜**从悬臂端开始**顺序卸落。

1B413030 钢筋与混凝土施工技术**1B413031 钢筋工程施工**1. 预应力钢筋的加工制作（**案例考点**）

预应力筋类别	检验批质量	抽查表面质量数量	力学性能检验
钢丝	60t	5% 且不少于 5 盘	每盘钢丝两端取样，测 抗拉强度、弯曲 和 伸长率
钢绞线	60t	任取 3 盘 进行 表面质量、直径偏差 和 力学性能	
螺纹钢筋	100t	对表面质量应 逐根 目视检查， 外观检查 合格后在每批中任选 2 根 钢筋截取试件进行 拉伸试验	

2. 预应力筋的下料，应采用**切断机**或**砂轮锯**切断，**严禁**采用**电弧**切割。

1B413032 混凝土工程施工

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。
2. 混凝土搅拌完毕后，应检测混凝土拌合物的坍落度及其损失，宜在**搅拌地点和浇筑地点**分别取样检测，每一工作班或每一单元结构物应不少于两次，评定时应以浇筑地点的测值为准。当混凝土拌合物从搅拌机出料起至浇筑入模的时间不超过 15min 时，其坍落度可仅在搅拌地点取样检测。
3. 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，**同时加水**、相应的**胶凝材料**和**外加剂**并保持其原**水胶比不变**，如二次搅拌**仍不符合，不得使用**。
4. 当倾落高度**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**。
5. 施工缝的处理：
 - (1) 处理层混凝土表面的松弱层应予以**凿除**。对处理层混凝土的强度，当采用**水冲洗凿毛**时，应达到 **0.5MPa**；**人工凿毛**时，应达到 **2.5MPa**；采用**风动机凿毛**时，应达到 **10MPa**。
 - (2) 经凿毛处理后的混凝土面，应采用**洁净水冲洗干净**。
 - (3) **重要部位**及有**抗震**要求的混凝土结构或钢筋稀疏的钢筋混凝土结构，宜在施工缝处**补插锚固钢筋**；有**抗渗**要求的混凝土，其施工缝宜做成**凹形、凸形**或设置**止水带**；施工缝为**斜面**时宜浇筑或凿成**台阶状**。
6. 大体积混凝土的浇筑宜在**气温较低**时进行；温度控制宜按照“**内降外保**”的原则；采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥时，其浇筑后的养护时间**不宜少于 14d**，采用其他品种水泥时**不宜少于 21d**。

1B413033 预应力混凝土工程施工

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

检查项目	抽检数量
外观检查	每批 2%且不少于 10 套
尺寸检验	每批 2%且不少于 10 套
硬度检验	每批 3%且不少于 5 套
静载锚固性能试验	3 个预应力筋一锚具组装件

2. **千斤顶**与**压力表**应**配套标定**，**配套使用**，标定应在国家授权的法定计量技术机构定期进行。当处于下列情况

之一时，应重新进行标定。

- (1) 使用时间超过 6 个月；
- (2) 张拉次数超过 300 次；
- (3) 使用过程中千斤顶或压力表出现异常情况；
- (4) 千斤顶检修或更换配件后。

3. 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%~25%，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)： $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$

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)，可采用相邻预应力筋级的伸长值。

4. 先张法施工工序：张拉台座准备→穿预应力筋、调整初应力→张拉预应力筋→钢筋骨架制作→立模→浇筑混凝土→混凝土养生→拆模→放松预应力筋→成品存放、运输。

5. 先张法预应力筋的张拉应符合设计要求：(案例考点)

预应力筋种类		张拉程序
钢丝、钢绞线	夹片式等具有自锚性能的锚具	低松弛预应力筋：0→初应力→ σ_{con} (持荷 5min 锚固)
	其它锚具	0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷 5min) →0→ σ_{con} (锚固)
螺纹钢筋		0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷 5min) →0.9 σ_{con} → σ_{con} (锚固)

6. 先张法预应力筋的放张：预应力筋放张时构件混凝土的强度和弹性模量 (或龄期) 应符合设计规定；设计未规定时，混凝土的强度应不低于设计强度等级值的 80%，弹性模量应不低于混凝土 28d 弹性模量的 80%。预应力筋放张后，对钢丝和钢绞线，应采用机械切割的方式进行切断；对热轧带肋钢筋，可采用乙炔-氧气切割，但应采取必要措施防止高温对其产生不利影响。

7. 后张法预应力筋张拉程序：(案例考点)

表 1.3.3.2 后张法预应力筋张拉程序表

预应力筋种类		张拉程序
夹片式等具有自锚性能的锚具	钢绞线束 钢丝束	低松弛力筋：0→初应力→ σ_{con} (持荷 5min 锚固)
其它锚具	钢绞线束	0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷 5min) → σ_{con} (锚固)
	钢丝束	0→初应力→1.05 σ_{con} (持荷 5min) →0→ σ_{con} (锚固)
螺母锚固锚具	螺纹钢筋	0→初应力→ σ_{con} (持荷 5min) →0→ σ_{con} (锚固)

切割后预应力筋的外露长度不应小于 30mm，且不应小于 1.5 倍预应力筋直径。锚具应采用封端混凝土保护，当需长期外露时，应采取防止锈蚀的措施。

8. 后张法压浆及封锚：预应力筋张拉锚固后，孔道应尽早压浆，且应在 48h 内完成。矿物掺合料的品种宜为 I 级粉煤灰、磨细矿渣粉或硅灰。膨胀剂宜采用钙矾石系或复合型膨胀剂，不得采用以铝粉为膨胀源的膨胀剂或总碱量 0.75% 以上的高碱膨胀剂。压浆时，对曲线孔道和竖向孔道应从最低点的压浆孔压入；对结构或构件中以上下分层设置的孔道，应按先下层后上层的顺序进行压浆。同一管道的压浆应连续进行，一次完成。压浆应缓慢、均匀地进行，不得中断，并应将所有最高点的排气孔依次一一打开和关闭，使孔道内排气通畅。

1B413040 桥梁基础工程施工技术

1B413041 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、基底处理以及基础结构物的浇筑 (砌筑) 等。

1. 基坑边缘的顶面应设置截水沟等防止地面水流入基坑的设施。深基坑四周距基坑边缘不小于 1m 处应设立钢管护栏、挂密目式安全网，靠近道路侧应设置安全警示标志和夜间警示灯带。

2. 基坑排水

排水方法	适用条件
集水坑排水	除严重流沙外，一般情况下均可适用
井点降水法	适用于粉砂、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，在无砂的黏质土中不宜使用
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

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

4. 地基基底的检验应包括：①基底的平面位置、尺寸和基底高程；②基底的地质情况和承载力是否与设计资料相符；③基底处理和排水情况是否符合规范要求；④施工记录及有关试验资料等。

1B413042 桩基础施工

1. 沉入桩的施工方法主要有：锤击沉桩、振动沉桩、射水沉桩等。

2. 钻孔灌注桩：（案例考点）

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。

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。护筒高度宜高出地面 0.3m 或水面 1.0~2.0m。护筒埋置深度应根据设计要求或桩位的水文地质情况确定，一般 2~4m。

泥浆制备：钻孔泥浆由水、粘土（膨润土）和添加剂按适当配合比配制而成，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。

钻孔常用的方法是包括螺旋钻孔、正循环回转钻孔，反循环回转钻孔，潜水钻机钻孔，冲抓钻孔，冲击钻孔、旋挖钻机钻孔。

钻孔方式	原理	特点
正循环回旋钻孔	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	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
反循环回旋钻孔	从钻头的钻杆下口吸进，通过钻杆中心排出至沉淀池内	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
冲击钻	不断冲击土体；开始钻进宜慢不宜快；护筒及时跟进，一定要保持护筒内的水头	适用于黄土、黏性土或粉质黏土和人工杂填土层，特别适合于在有孤石的砂砾石层、漂石层、硬土层、岩层中使用
旋挖钻机钻孔	高度集成的桩基施工机械，通过钻斗的旋转、削土、提升、卸土和泥浆护壁	适用于黏土、粉土、砂土、淤泥质土、人工回填土及含有部分卵石、碎石的地层

在终孔后，应对桩孔的孔位、孔径、孔形、孔深和倾斜度进行检验。

水下混凝土宜采用钢管灌注，导管内径为 200~350mm，视桩径大小而定。导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验，严禁用气压试压。

对桩身的完整性进行检验时，检测的数量和方法应符合设计或合同的规定。宜选择有代表性的桩采用无损法进行检测，重要工程或重要部位的桩宜逐桩进行检测；设计有规定或对无损法检测和桩的质量有疑问时，应采用钻芯法对桩进行检测；当需检验桩底的桩底沉淀与地层的结合情况时，其芯样应钻至桩底 0.5m 以下。

3. 挖孔桩（案例考点）

在无地下水或有少量地下水，且较密实的土层或风化岩层中，或无法采用机械成孔或机械成孔非常困难且水文、地质条件允许的地区，可采用人工挖孔施工。岩溶地区和采空区不宜采用人工挖孔施工。

施工技术要求：人工挖孔施工应制订专项施工技术方案；孔口处应设置高出地面不小于 300mm 的护圈，并应设置临时排水沟，防止地表水流入孔内；挖孔施工时相邻两桩孔不得同时开挖，宜间隔交错跳挖；采用混凝土护壁支护的桩孔必须挖一节浇筑一节护壁。

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

桩孔内遇岩层需爆破作业时，应进行爆破的专门设计，且宜采用浅眼松动爆破法，并应严格控制炸药用量，在炮眼附近应对孔壁加强防护或支护。孔深大于 5m 时，必须采用电雷管引爆。桩孔内爆破后应先通风排烟 15min 并经检查确认无有害气体后，施工人员方可进入孔内继续作业。

1B413043 沉井施工

1. 下沉过程中，对其沉降及位移进行监测。
2. 在浮运、就位的任何时间内，沉井露出水面的高度均不应小于 1m，并应考虑预留防浪高度或采取防浪措施。
3. 下沉时应随时进行纠偏，保持竖直下沉，每下沉 1m 至少应检查 1 次；当沉井出现倾斜时，应及时校正。下沉至设计高程以上 2m 左右时，应适当放慢下沉速度并控制井内的除土量和除土位置，使沉井能平稳下沉，准确就位。
4. 沉井在地面上接高时，井顶露出地面不应小于 0.5m。水上沉井接高时，井顶露出水面不应小于 1.5m，且在接高过程中，应采取措施保持沉井的入水深度不变；带气筒的浮式沉井，对气筒应加防护。

1B413044 地下连续墙施工

1. 地下连续墙施工一般包括挖槽、下放钢筋笼、浇注混凝土和槽段间的连接四个主要工序。
2. 导墙宜采用钢筋混凝土构筑，混凝土强度等级不宜低于 C20。导墙底端埋入土内的深度宜大于 1m；导墙顶端应高出地面，遇地下水位较高时，导墙顶端应高于稳定后的地下水位 1.5m 以上。
3. 水下混凝土应采用导管法灌注。单元槽段长度小于 4m 时，可采用 1 根导管灌注；单元槽段长度超过 4m 时，宜采用 2 或 3 根导管同时灌注；采用多根导管灌注时，导管间净距不宜大于 3m，导管距节段端部不宜大于 1.5m；各导管灌注的混凝土表面高差不宜大于 0.3m；导管内径不宜小于 200mm。

1B413050 桥梁下部结构施工技术

1B413051 桥梁承台施工

1. 常用的围堰类型包括土石围堰、钢筋混凝土套箱围堰和钢围堰，其中钢围堰类型有钢板桩围堰、锁口钢管桩围堰、钢套箱围堰、双壁钢围堰等。
2. 钢板桩在施打前，其锁口宜采用止水材料捻缝，防止在使用过程中漏水。施打钢板桩应有导向装置，应能保证桩的位置准确。施打顺序应按既定的施工技术方案进行，并宜从上游开始分两头向下游方向合龙。

1B413052 桥梁墩台施工

1. 钢筋混凝土桥墩施工一般在现场就地整体浇筑或分节段浇筑。
2. 高度大于或等于 40m 的高墩施工前应编制专项施工方案。高墩施工前应编制测量控制方案，施工过程中应对墩身的平面位置和垂直度进行监控，条件具备时宜采用激光铅垂仪进行控制。
3. 重力式桥台：混凝土或钢筋混凝土台身宜一次连续浇筑完成。
4. 加筋土桥台：不得在未完成填土作业的面板上安砌上一层面板；台背筋带锚固段的填筑宜采用粗粒土或改性土等填料。当填料为黏性土时，宜在面板后不小于 0.5m 范围内回填砂砾材料；台背填料应严格分层碾压，碾压时宜先轻后重，并不得使用羊足碾。压实作业应先从筋带中部开始，逐步碾压至筋带尾部，再碾压靠近面板部位，且压实机械距面板应不小于 1.0m。
5. 圬工结构墩台：桥梁的墩台可由砌石、混凝土预制块砌体或片石混凝土等圬工结构砌筑而成；砌体宜分层砌筑，砌体较长时可分段分层砌筑，但两相邻工作段的砌筑高差宜不超过 1.2m；分段位置宜设在沉降缝或伸缩缝处，各段的水平砌缝应一致。

1B413060 桥梁上部结构施工技术

1B413061 桥梁上部结构装配式施工

（一）钢筋混凝土和预应力混凝土梁（板）桥施工

1. 装配式桥的构件在脱底模、移运、存放和吊装时，混凝土的强度应不低于设计规定的吊装强度；设计未规定时，应不低于设计强度的 80%。
2. 当后张预应力混凝土梁预计的上拱度值较大时，可考虑在预制台座上设置反拱。

3. U形梁可上下一次浇筑或分两次浇筑。一次浇筑时，宜先浇筑底板至底板承托顶面，待底板混凝土**振实**后再浇筑腹板；分**两次**浇筑时，宜先浇筑**底板**至**底板承托顶面**，按**施工缝处理后**，再浇筑**腹板**混凝土。

4. 构件应按其安装的先后顺序编号存放，预应力混凝土梁、板的**存放时间不宜超过 3 个月**，**特殊情况**下不应超过**5 个月**。

5. 多层叠放时，层与层之间用垫木隔开，上下层垫木应在同一条竖直线上。大型构件宜为 2 层，不应超过 3 层，小型构件宜为 6-10 层。

6. 简支梁、板的安装

采用**架桥机**进行**安装**作业时，其抗倾覆稳定系数应不小于**1.3**；架桥机**过孔**时，应将起重小车置于对稳定最有利的位置，且抗倾覆稳定系数应不小于**1.5**。

双导梁架桥机施工工艺流程主要包括：①梁体预制及运输、铺设轨道→②架桥机及导梁拼装→③试吊→④架桥机前移至安装跨→⑤**支顶前支架**→⑥**运梁喂梁**→⑦**吊梁、纵移到位**→⑧**降梁、横移到位**→⑨**安放支座、落梁**→⑩重复第⑤~⑨步，架设下一片梁→⑪**铰缝施工**、完成整跨安装→⑫架桥机前移至下一跨，直至完成整桥安装。

安装在**同一孔跨**的梁、板，其预制施工的**龄期**差不宜超过**10d**。特殊情况不超过**30d**。

7. 先简支后连续梁施工规定：应在**一联梁全部安装完成后**方可进行**湿接头混凝土**的浇筑。**永久支座**应在设置湿接头**底模之前**安装。湿接头的混凝土宜在一天中气温相对**较低**的时段浇筑，且**一联**中的全部湿接头应**一次浇筑**完成。湿接头混凝土的养护时间应不少于**14d**。湿接头按设计要求施加预应力、孔道压浆且**浆体达到规定强度**后，应立即**拆除临时支座**，按设计规定的顺序完成体系转换。**同一片梁**的临时支座应**同时拆除**。

(二) 预应力混凝土箱梁施工

1. 梁混凝土宜一次连续浇筑完成，且宜采取**水平分层**、斜向推进的方式浇筑，水平分层的厚度**不得大于 300mm**，各层间混凝土的间隔**浇筑时间**不应超过其**初凝时间**。

2. 梁体混凝土的抗压强度达到设计强度的**1/3 以上**、弹性模量不低于设计值的**50%时**，可对**部分**预应力钢束进行**初张拉**，但其张拉应力**不应超过**设计张拉控制应力的**1/3**，且初张拉的预应力钢束编号及张拉应力应符合设计规定。对箱梁预应力钢束的**终张拉**，应在其混凝土抗压强度达到设计强度的**80%**、弹性模量不小于设计值的**80%**后进行。

3. 当采用**运梁车**运输箱梁时，**纵向**坡度应**不大于 3%**，**横向**坡度（人字坡）应**不大于 4%**，**最小曲率半径**应**不小于**运梁车的**允许转弯半径**。

1B413062 桥梁上部结构支架及逐孔施工

(一) 支架现浇施工（以现浇箱梁为例叙述）

1. 支架现浇梁单个施工单元施工工艺流程主要包括：地基处理→支架搭设→模板系统安装→支架加载**预压**→钢筋、预应力安装→**内模**安装→混凝土浇筑→混凝土养护→预应力张拉→预应力孔道压浆→落架、模板支架拆除。

2. 对高度超过**8m**的支架，应对其稳定性进行**安全论证**。

3. 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。

4. 一般为防止桥墩与支架出现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。

5. 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。

(二) 用移动支架逐孔现浇施工（移动模架法）（案例考点）

1. 当桥墩**较高**，桥跨**较长**或桥下**净空受到约束**时，可以采用移动模架逐孔现浇施工。移动模架法适用在**多跨长桥**，桥梁跨径可达**20~70m**，使用一套设备可**多次移动**周转使用。

2. 连续施工时每孔仅在**0.2L~0.25L**附近处（L为跨长）设一道**横向工作缝**，浇完一孔后，将移动模架前移到下孔位置。

3. 移动模架主要由**主梁导梁**系统、**吊架支撑**系统、**模板**系统、**移位调整**系统、**液压电气**系统及**辅助设施**等部分组成。

4. 上行式、下行式移动模架特征表

序号	项目	上行式	下行式
1	承重支承方式	一般通过 支腿 支撑，后端支撑	一般通过墩旁 托架 支撑，两端均

		在 已成梁 上，前端支撑在前方 墩上	支撑在 桥墩上
2	模板 支承方式	通过 吊件吊挂 在 主梁上	通过 千斤顶 直接或间接支撑在 主梁上
3	外模开合方式	旋转 张开或 横向 滑移	横向 滑移
4	过孔方式	借助 下导梁 滑移或 立柱 迈步	借助墩旁 托架 滑移
5	施工安全性	施工时主梁支承安全可靠，但整机 重心较高	施工时主梁支承的可靠性受摩擦力及锚固力的影响大，但整机 重心较低
6	施工方便性	主梁下可设起重设备、雨棚，作业空间相对封闭， 过孔速度快	主梁上不易设置起重设备、雨棚，墩旁托架倒装相对复杂， 过孔速度慢
7	施工适应性	使用不受墩的高度限制，可方便地完成首末跨箱梁施工，但 不易在桥中部拼装	使用受墩的高度限制，墩高矮于 4m 时 不易采用 ，首末跨箱梁施工需要设置 临时支墩
8	制梁周期	制梁 周期长	制梁 周期短
9	制造费用	用钢量大， 自重大	用钢量少， 自重小

5. 整套移动模架的拼装分为**支承托架（牛腿）拼装**、**钢主梁（导梁）拼装**、**横梁拼装**、**模板系统**及其他附属**部件拼装**四大部分。

6. 施工要点：

（1）**首孔梁**的混凝土在**顺桥向**宜从桥台（或过渡墩）开始向悬臂端进行浇筑，**中间孔**宜从**悬臂端**开始向**已浇梁段**推进浇筑，**末孔**宜从一联中最后一个**墩位**处向**已浇梁段**推进浇筑，最终与已浇梁段接合。设计未规定时，宜设在**1/5跨**的弯矩零点附近。

（2）一孔梁的混凝土浇筑施工完成后，**内模**中的**侧向模板**应在混凝土抗压强度达到**2.5MPa**后，**顶面模板**应在混凝土抗压强度达到设计强度等级的**75%**后，方可拆除；**外模架**应在梁体**建立预应力**后方可卸落。

（3）模架**横移**和**纵向移动过孔前**，应**解除**作用于模架上的全部**约束**。纵向移动时两侧的承重钢梁应保持基本同步。**模架**在移动过孔时的抗倾覆稳定系数应不小于**1.5**。

1B413063 桥梁上部结构悬臂施工

（一）悬臂拼装（**案例考点**）

1. 优点：

- （1）预制与下部结构施工同时进行，平行作业**缩短**建桥**周期**；
- （2）预制梁的混凝土龄期比悬浇法长，**减少**了**收缩**和**徐变**；
- （3）预制生产**利于**整体施工的**质量控制**。

2. 长线法和短线法：

方法	工序	优点	优点
长线法	预制 台座建造 →台座立面、平面线形调整→外模安装→刷脱模剂、堵缝→安装 底腹板 普通钢筋及预应力管道→ 内模 安装→安装普通钢筋及预应力管道→混凝土浇筑及养生→拆除模板→台座立面、平面线形调整（预制下一节段）	由于台座固定可靠，成桥后梁体 线性较好	占地较大 ，地基要求坚实，混凝土的浇筑和养护移动分散
短线法	台车 及模板系统加工→端 模 、底 模 及外侧 模 安装→ 匹配 梁段 定位 →钢筋骨架吊装→ 内模 就位→固定端模复测→混凝土浇筑及养生→拆除模板→匹配梁段转运	场地较小 ，浇筑模板及设备基本不需要移机，可调的底、侧模	精度要求高，施工要求严，施工 周期相对较长

存放→新浇筑梁段移至匹配梁位置→匹配梁段定位（下一块段施工）	便于平竖曲线梁段的预制
--------------------------------	-------------

3. 湿接缝拼装梁段施工程序包括：吊机就位→提升、起吊1号梁段→安装波纹管→中线测量→丈量湿接缝的宽度→调整波纹管→高程测量→检查中线→固定1号梁段→安装湿接缝的模板→浇筑湿接缝混凝土→湿接缝养护、拆模→张拉预应力筋→压浆→下一梁段拼装。

4. 悬拼吊机法节段拼装工艺流程图：吊机安装及调试→梁端就位→起吊梁段、试拼→节段胶结层涂抹→临时预应力张拉→胶结层养护至固化→悬拼预应力钢束张拉→吊机解钩、前移至下一个节段施工。（案例考点）

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

6. 接缝处理：采用胶接缝拼装的块件，涂胶前应就位试拼。胶黏剂宜采用机械拌合，且在使用过程中应连续搅拌并保持其均匀性，胶黏剂应涂抹均匀，覆盖整个匹配面，涂抹厚度不宜超过3mm。对胶接缝施加临时预应力进行挤压时，挤压力宜为0.2MPa，胶黏剂应在梁体的全断面挤出，且胶接缝的挤压应在3h以内完成。湿接缝块件应待混凝土强度达到设计强度等级的80%以上时，才能张拉预应力束。采用胶接缝的节段，在拼装工作结束并经检查符合要求后，应立即施加预应力对接缝进行挤压。

（二）悬臂浇筑

1. 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。

2. 挂篮设计及加工

（1）国内外现有的挂篮按结构形式可分为桁架式、三角斜拉带式、预应力束斜拉式、斜拉自锚式；挂篮试拼后，必须进行荷载试验。

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

（2）挂篮的最大变形（包括吊带变形的总和）应不大于20mm。

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

3. 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。

4. 连续梁桥悬臂浇筑施工程序图：0号块支架搭设、预压→0号块混凝土浇筑→0号块预应力钢束张拉→墩梁临时固结→组拼挂篮→挂篮预压→对称悬臂浇筑1号块→1号块预应力钢束张拉→挂篮前移就位→悬臂浇筑2号块（下一块段施工）→边跨合龙（边跨现浇混凝土浇筑）→解除临时固结→中跨合龙。（案例考点）

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. 悬臂浇筑的施工过程控制宜遵循变形和内力双控的原则，且宜以变形控制为主。悬浇过程中梁体的中轴线允许偏差应控制在5mm以内，高程允许偏差为±10mm。

7. 悬臂浇筑中跨合龙施工程序图：吊架及模板安装→设置平衡重→普通钢筋及预应力管道安装→合龙锁定→解除连续梁墩顶临时固结、完成体系转换→浇筑合龙段混凝土→预应力施工→拆除模板及吊架。（案例考点）

8. 合龙时，宜采取措施将合龙口两侧的悬臂端予以临时刚性连接后，再浇筑合龙段混凝土。宜在合龙口两侧的梁体顶面设置等重压载水箱，并在浇筑合龙段混凝土时同步卸载。

9. 合龙段的混凝土宜在一天中气温最低且稳定的时段内浇筑，浇筑后应及时覆盖洒水养护，养护时间宜不少于14d。

1B413064 桥梁上部结构顶推施工

1. 顶推法施工特点

（1）优点	（2）缺点
①节省施工用地，工厂化制作，能保证构件质量；	①不适应多跨变高梁，曲率变化的曲线桥和竖向曲率大的桥梁；
②节约劳力，施工安全；	②受顶推悬臂弯矩的限制，顶推跨径

③机具设备简便，无需大型起吊设备；	大于 70~80 米不经济；
④可不中断交通或通航；	③顶推过程中的反复应力，使梁高取值大，临时束多，张拉工序繁琐；
⑤适应于连续梁，叠合梁，简支梁，拱桥，斜拉桥等 等截面结构	④随着桥长的增大，施工进度较慢

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

3. 临时墩在顶推时不得因纵向摩擦力而发生偏斜（必要时，可在墩顶设临时支撑）。为加强临时墩的**抗推能力**，可用**斜拉索**或**水平拉索**锚于**永久墩下部**或其**墩帽**，当**墩距较小时**，可用**专用桁架**、**型钢**或**钢管**相连。

4. 梁段中各项预应力钢材按顶推设计张拉完成后，在顶推前应对**顶推设备**如千斤顶、高压油泵、控制装置及梁段**中线**、各滑道顶的**标高**等进行**检验合格**，并做好顶推的各项准备工作后，方可**开始顶推**。

5. 实际**总顶推力**不应小于计算顶推力的**2 倍**。

6. 落梁前应按设计规定的顺序，对预应力钢束进行张拉、锚固、压浆。**拆除全部临时预应力钢束**。**永久**支座应在**落梁前**进行安装。

7. 千斤顶及其他顶推设备在施工前应仔细检查校正，**多点**顶推必须确保**同步**；顶推过程中，要设专人观测**墩台沉降**、墩台**纵向位移**及梁体的**偏位**、导梁和主梁**挠度**等项目，提供观测数据。

1B413065 桥梁上部结构转体施工

1. 转体施工分为**竖转法**、**平转法**和**平竖结合法**。

方法	适用
平转法	有 平衡重 转体施工、 无平衡重 转体施工。适用于 刚构梁式桥 、 斜拉桥 、 钢筋混凝土拱桥 及 钢管拱桥
竖转法	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. 有平衡重平转法施工：

特点是**转体重量大**，施工关键是**转体**，要将转动体系顺利、稳妥地转到设计位置，主要依靠以下措施实现：正确的**转体设计**；制作灵活可靠的**转体装置**，并布设**牵引驱动装置**。

对**跨径较大**、**转动体系重心较高**的拱桥，宜采用**环道与中心支承相结合**的转盘结构；对**中、小跨径**的拱桥，可采用**中心支承**的转盘结构。

合龙时，宜采取先打入**钢楔**的快速合龙措施，然后**施焊接头钢筋**、**浇筑接头混凝土**、**封固转盘**；合龙应严格控制拱肋的**高程和轴线**。

3. 无平衡重平转施工：

主要是针对**大跨度拱桥**施工。无平衡重转体施工具有**锚固**、**转动**、**位控**三大体系，包括**转动体系**施工、**锚碇系统**施工、**转体**施工、**合龙卸扣**施工工艺。

转体系统宜由**锚固体系**、**转动体系**和**位控体系**等构成。对尾索张拉、扣索张拉、拱体平转、合龙卸扣等工序，施工时应进行**索力**、**轴线**、**高程**等**监测**。

张拉尾索时，两组尾索应按上下左右**对称、均衡**的原则，对桥**轴向**和**斜向**的尾索进行**分次、分组**交叉张拉，并使各尾索的**内力均衡**。

合龙口混凝土符合设计规定的强度或达到设计强度的**85%**后，应按**对称均衡**的原则，分级卸除扣索，卸除过程中应对拱体的**拱轴线**和**高程**以及**扣索的内力**进行监测；全部扣索卸除后，应测量拱体的**最终轴线位置**和**高程**。

1B413066 桥梁上部结构缆索吊装施工

1. 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。主要施工设备包括**缆索吊机塔架**、缆索吊机**主索**（承重索）、**起重索**、**牵引索**、**扣索**、**工作索**、**风缆**、**横移索**、**跑车**（天车、骑马滑车）、**索鞍**和**锚碇**等。

2. 缆索吊装施工工序：**预制拱肋**（箱）和**拱上结构**→**运输**缆索吊装位置→**吊运**至安装位置→扣索**临时固定**→对各段拱肋进行轴线**调整**→主拱圈**合龙**→**拱上结构**安装。

3. 松索应按**拱脚段**扣索、**次拱脚段**扣索、**起重索**三者的先后顺序，并按比例定长、对称、均匀地松卸。

1B413067 桥梁改建施工

1. 目前公路桥梁改建加宽按位置可分为**单侧**加宽和**双侧**加宽两种方案，按上部结构与下部结构的连接处理主要有以下三种方案：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**。

2. 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：

①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。

②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**。

③连续**箱梁**桥，新旧箱梁之间拼接宜采用**铰接**连接。

1B413068 桥梁施工监控

1. 监测方式

监测方法	适用条件
人工监测	配备简单的仪器，用人工作 地毯式 监测，用模糊分级描述桥梁状况，一般可作为 定期 监测、 突发性 事件后的特别监测
自动监测	固定在桥梁上的专用设备，实时地监测桥梁的工作参数；一般适用于 特大 的或 重要 的桥梁 在线 监测。这种方法自动化程度高，是当前研究热点与发展方向；但是难度大，目前使用尚少
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

2. 桥梁施工控制方法可分为**事后**控制法、**预测**控制法、**自适应**控制法和**最大宽容度**控制法几种。

3. 各种桥梁的施工控制特点

桥梁	监控内容
斜拉桥	前期 施工中以 标高控制 为主， 后期 拉索再次张拉时以 索力控制 为主
悬索桥	主索和加劲梁，桥塔 受力 、索鞍 偏移 、吊杆和主索索股 受力均匀性 等应严加跟踪控制，保证 应力 和 线形 的双控实现
大跨度混凝土拱桥	安全 、 线形 和恒载 内力 的要求进行施工控制
预应力混凝土连续梁或连续刚构	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。

1B413070 大跨径桥梁施工**1B413071 刚构桥施工**

1. 平衡悬臂施工可分为：**悬臂浇筑**法与**悬臂拼装**法施工。

2. 箱梁混凝土的浇筑（悬臂浇筑）：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。

3. 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**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。

1B413072 拱桥施工

1. 现浇混凝土拱圈：

跨径较小的拱圈或拱肋，应按拱圈的全宽从两端**拱脚**向**拱顶对称**地**连续**浇筑混凝土，并应在拱脚混凝土**初凝前**全部完成。

跨径较大的拱圈或拱肋，应沿拱跨方向**分段对称**浇筑，分段的位置应以拱架受力对称、均匀和**变形小**为原则，且宜设置在**拱顶**、**L/4**部位、**拱脚**及拱架**节点**等处；各段的接缝面应与拱**轴线垂直**，各分段点应预留间隔槽，其**宽度**宜为**0.5~1.0m**，槽内有钢筋接头时，其宽度尚应满足钢筋接头的需要。

1B413073 钢桥施工

1. 按照力学体系分类，钢桥有**梁**、**拱**、**索**三大基本体系和组合体系桥；按照主梁结构形式，可分为钢板梁、钢

箱梁、钢桁梁和结合梁；按照连接方式，可分为**铆接**、**焊接**、**栓接**以及**栓焊**连接。

2. 钢桥的主要特点：**自重轻**，适合修建大跨度桥和特大跨度桥；**塑性和韧性好**，抗冲击和振动能力高；适合于工业化生产制造，**工期短**；**易于修复和更换**，适宜于战备和灾害恢复的快速抢修；钢桥易于**腐蚀**。

3. 当钢材表面有锈蚀、麻点或划痕等缺陷时，其**深度不得大于**该钢材厚度允许偏差值的**1/2**。

4. 对采用**埋弧焊**、**CO₂气体保护焊**及**低氢型焊条手工焊**等方法焊接的接头，在组装前应将待焊区域的**铁锈、氧化皮、污垢、水分**等有害物**清除干净**，使其表面露出**金属光泽**。

5. 焊接完毕且待焊缝冷却至室温后，应对所有焊缝进行**外观检查**，焊缝**不应有裂纹、未熔合、夹渣、未填满弧坑、漏焊**。

6. 钢构件矫正：冷矫的环境温度宜不低于 5℃，矫正时应缓慢加力，冷矫的总变形量应不大于变形部位原始长度的**2%**。热矫时加热温度应控制在**600~800℃**，严禁过烧，且**不宜**在同一部位**多次重复加热**。

7. 桥梁钢结构在工地焊接前应做工艺评定试验，施焊应严格按已评定的焊接工艺进行。焊接前应对**接头坡口、焊缝间隙和焊接板面高低差**等进行检查，并对焊缝区域进行**除锈**，且工地焊接应在除锈后的**12h 内**进行。

1B413074 斜拉桥施工

（一）索塔

1. 裸塔施工宜用**爬模**法，横梁较多的高塔宜用**劲性骨架挂模提升**法。裸塔现浇施工主要采用**翻模、滑模、爬模**施工方法。

2. 索塔施工设备：一台**塔吊**、一台**施工电梯**，还有**混凝土浇筑**设备、**供水**设备及**混凝土养护**设备等。

3. 混凝土索塔与主梁**不宜同时交叉**施工，必须交叉施工时应采取保证质量和施工安全的措施。

4. 刚索塔的钢构件在工厂制造时应进行**试拼装**，试拼装合格后方可启运；节段钢构件安装的**吊点、导向件及临时匹配件**宜在厂内制造时设置。对钢索塔节段安装的精确定位控制测量，宜选择在**日落后 4h 至日出前 2h**且**温度场较为稳定**的时段进行。

（二）主梁

1. 主梁施工方法与梁式桥基本相同，大体分四种：顶推法、平转法、支架法（临时支墩拼装、支架上现浇）、悬臂法（悬臂拼装、悬臂浇筑）。

2. 对设计为**漂浮**或**半漂浮**体系的斜拉桥，在主梁施工期间应使塔梁**临时固结**。

（三）拉索

1. 按材料和制作方式的不同可分为：平行钢筋索；平行（半平行）钢丝索；平行（半平行）钢绞线索；单股钢绞线；封闭式钢绞线。

2. 斜拉索防护：封闭式索防护；平行索用**塑料罩套**保护；套管**压浆**法；**预应力混凝土**索套防护；直接**挤压护套**法。

3. 拉索可在**塔端**或**梁端单端**进行张拉，张拉时应按索塔的**顺桥向两侧**及**横桥向两侧对称同步**进行。对大跨度斜拉桥，宜采用**无应力索长**和**索力双控**的方法，且宜以**索长控制**为主，以**索力**作为校核。

4. 钢绞线拉索宜采用**单根安装、单根张拉、最后再整体张拉**的施工方法。

1B413075 悬索桥施工

1. 分类：按主缆**锚固**方式分为**地锚式**和**自锚式**悬索桥。按**主缆线形**分为**双链式**和**单链式**悬索桥。按悬吊**跨数**分为**单跨、两跨、三跨**和**多塔多跨**悬索桥。按**悬吊方式**分为**竖直吊索、三角斜吊索、竖直和斜吊索混合式、悬吊-斜拉**组合体系悬索桥。

2. 悬索桥**下部工程**包括**锚碇基础、锚体和塔柱基础**等施工，**上部工程**包括**主塔、主缆、吊索和加劲梁**的施工。

3. 悬索桥施工一般包括以下四大步骤：

（1）索塔、锚碇的**基础**工程施工，同时加工制造上部施工所需构件。

（2）**索塔、锚碇**施工及上部施工**准备**。包括塔身及锚体施工、上部施工技术准备、机具和物资准备、预埋件等上部施工准备工作。

（3）**上部结构安装**。即**缆索系统**安装，包括**主、散索鞍**安装，先**导索**施工，**猫道**架设，**主缆**架设，**紧缆**，**索夹**安装，**吊索**安装，主缆缠丝**防护**等。

（4）**桥面系**施工。即**加劲梁**和**桥面系**施工，包括加劲梁节段安装，工地连接，桥面铺装，桥面系及附属工程施工，机电工程等。

4. 施工架设主要工序为：基础施工→塔柱和锚碇施工→先导索渡海工程→牵引系统和猫道系统→**猫道**面层和**抗风缆**架设→索股架设→索夹和吊索安装→加劲梁架设和桥面铺装施工。

5. 锚碇是悬索桥的**主要承重构件**，主要抵抗来自**主缆的拉力**，并**传递给地基基础**，按受力形式的不同可分为**重力式**锚碇、**隧道式**锚碇和**岩锚**等。

6. 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。主索鞍施工程序：安装塔顶门架→钢框架安装→吊装上下支承板→吊装鞍体等。

7. 主缆主要施工程序：牵引系统→猫道→主缆架设→紧缆→索夹安装与吊索架设。

8. 猫道的线形宜与**主缆空载**时的线形基本**平行**。设计时宜根据桥位处的施工环境条件和当地的气象条件对猫道进行**抗风稳定验算**；对**特大跨径悬索桥**，必要时可通过猫道**风洞试验**，获得试验参数后对猫道进行结构动力分析及抗风稳定性验算。可采取适当**增加猫道间横向联结**的措施**增强其抗风稳定性**。

9. 猫道的架设应按**横桥向对称、顺桥向边跨和中跨平衡**的原则进行。

10. 猫道拆除时，宜分节段拆除其面层和底梁，拆除宜按**中跨从塔顶向跨中方向、边跨从塔顶向锚碇方向**的顺序进行。

11. 主缆的紧缆应分为**预紧缆**和**正式紧缆**两阶段进行：

(1) 预紧缆应在温度稳定的**夜间**且应将主缆全长分为**若干区段**分别进行。

(2) 正式紧缆时，应采用紧缆机将主缆挤压整形**成圆形**，其作业可在**白天进行**。紧缆的顺序宜**从跨中向两侧**方向进行。

1B413080 桥梁工程质量通病及防治措施

1B413081 钻孔灌注桩断桩的防治

原因分析及防治措施

原因分析	1. 混凝土和易性差而造成离析卡管；
	2. 导管底口距孔底距离较大；
	3. 盲目提拔导管使导管提拔过量，形成断桩；
	4. 提拔导管时，钢筋笼卡住导管，在混凝土初凝前无法提起，造成混凝土灌注中断，形成断桩；
	5. 导管接口渗漏致使泥浆进入导管内，在混凝土内形成夹层，造成断桩；
	6. 导管埋置深度过深，无法提起或将导管拔断，灌注中断造成断桩；
	7. 由于意外原因造成混凝土不能连续灌注，中断时间超过混凝土初凝时间；
防治措施	1. 混凝土要求和易性好，坍落度要控制在 16~22cm，宜掺加缓凝剂，尽量采用大直径导管；
	2. 认真测量和计算孔深与导管长度，底口距孔底的距离控制在 25~40cm 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；
	3. 严禁不经测量和计算而盲目提拔导管；
	4. 在钢筋笼制作时一般要采用对焊；
	5. 导管使用前，要对导管检漏和抗拉力试验，以防导管渗漏；
	6. 在灌注过程中，导管的埋置深度一般控制在 2.0~6.0m 的范围内，防止导管埋置深度过深；
	7. 关键设备要有备用，材料准备充足，以保证混凝土能连续灌注

1B414000 隧道工程**1B414010 隧道围岩分级与隧道构造****1B414011 隧道围岩分级**

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 公路隧道的构造

1. 公路隧道按跨度分类

公路隧道按跨度进行分类，可分为**小跨度隧道**、**一般跨度隧道**、**中等跨度隧道**和**大跨度隧道**四类，具体分类标准如下表所示：

隧道按跨度分类

按跨度分类	开挖宽度 B (m)	说明
小跨度隧道	$B < 9$	平行导洞、服务隧道、车行横洞、人行横洞、风道及施工通道
一般跨度隧道	$9 \leq B < 14$	单洞双车道隧道
中等跨度隧道	$14 \leq B < 18$	单洞三车道隧道、单洞双车道+紧急停车带隧道
大跨度隧道	$B \geq 18$	单洞四车道隧道、单洞三车道+紧急停车带隧道、其他跨度大于 18m 的隧道

2. 公路隧道按长度分类

公路隧道按长度进行分类，可分为**特长隧道**、**长隧道**、**中隧道**和**短隧道**四类，具体分类标准如下表所示：

隧道按长度分类

隧道分类	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道
隧道长度 L (m)	$L > 3000$	$1000 < L \leq 3000$	$500 < L \leq 1000$	$L \leq 500$

3. 公路隧道结构构造，由**主体构造物**和**附属构造物**两大类组成。主体构造物通常指**洞身衬砌**和**洞门构造物**。
4. 洞门类型有：**端墙式洞门**、**翼墙式洞门**、**环框式洞门**、**柱式洞门**、**台阶式洞门**、**削竹式洞门**、**遮光式洞门**等。
5. 洞口仰坡坡脚至洞门墙背的水平距离不应小于 **1.5m**，以防仰坡土石掉落到路面上，危及安全。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**，以免落石破坏拱圈。**洞门墙顶应高出仰坡坡脚 0.5m 以上**，以防水流溢出墙顶，也可防止掉落土石弹出。
6. **拱式明洞整体性较好，能承受较大的垂直压力和侧压力**。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**。
7. 洞身类型：按隧道断面形状分为**曲墙式**、**直墙式**和**连拱式**等。

1B414020 隧道地质超前预报和监控量测**1B414021 隧道地质超前预报**

1. 隧道地质超前预报方法主要有：**地质调查法**、**超前钻探法**、**物理探测法（TSP、TGP 法和 TRT 法）**、**超前导洞法**、**水力联系观测**。
2. 根据地质灾害对隧道施工安全的危害程度，地质灾害分为以下四级：
 - A 级：存在重大地质灾害隐患的地段。**
 - B 级：存在中、小型夹水夹泥隐患的地段。**
 - C 级：水文地质条件较好的地段。**
 - D 级：非可溶岩地段。**
3. 地质复杂隧道的预测预报应坚持**隧道洞内探测与洞外地质勘探相结合**、**地质方法与物探方法相结合**、**辅助导坑与主洞探测相结合**，开展多层次、多手段的综合超前地质预报，并贯穿于施工全过程。不同地质灾害的预报方式：
 - 1 级预报可用于 A 级地质灾害；

- 2 级预报可用于 B 级地质灾害；
- 3 级预报可用于 C 级地质灾害；
- 4 级预报可用于 D 级地质灾害。

4. 超前地质预报按预报长度可分为以下 3 类：【23 改】

- 1 短距离预报：预报长度小于 30m，可采用地质调查法、地质雷达法及超前钻探法等。
- 2 中距离预报：预报长度大于或等于 30m 并小于 100m，可采用地质调查法、弹性波反射法及超前钻探法等。
- 3 长距离预报：预报长度大于或等于 100m，可采用地质调查法、弹性波反射法及超前钻探法等。

1B414022 隧道施工监控量测技术

1. 在复合式衬砌和喷锚衬砌隧道施工时必须进行必测项目的量测。必测项目：洞内、外观察（地质罗盘）；周边位移（收敛计、全站仪）；拱顶下沉（水准仪、钢钢尺、全站仪）；地表下沉（水准仪、钢钢尺、全站仪）；拱脚下沉（水准仪、钢钢尺、全站仪）。
2. 安设锚杆后，应进行锚杆抗拔力试验。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—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. 遇到下列情况之一时，也应提出预警并分级管理。
 - (1) 支护结构出现开裂，实行 I 级管理；
 - (2) 地表出现开裂、坍塌，实行 I 级管理；
 - (3) 渗水压力或水流量突然增大，实行 II 级管理；
 - (4) 水体颜色或悬着物发生变化，实行 II 级管理。
5. 二次衬砌的施作应在满足下列要求时进行：（案例考点）
 - (1) 隧道水平净空变化速度及拱顶或底板垂直位移速度明显下降；
 - (2) 隧道位移相对值已达到相对位移量的 90% 以上。

1B414030 公路隧道施工

1B414031 公路隧道洞口、明洞施工

1. 隧道洞门应在隧道开挖的初期完成，洞门端墙的砌筑与回填应两侧对称进行，不得对衬砌产生偏压。洞门的排水设施应与洞门工程配合施工，同步完成。
2. 明洞墙背回填应两侧对称进行。底部应铺填 0.5~1.0m 厚碎石并夯实，然后向上回填。石质地层中墙背与岩壁空隙不大时，可采用与墙身同级混凝土回填；空隙较大时，可采用片石混凝土或浆砌片石回填密实。
3. 墙后有排水设施时，应与回填同时施工。
4. 拱背回填应对称分层夯实，每层厚度不得大于 0.3m，两侧回填高差不得大于 0.5m，回填至拱顶以上 1.0m 后，方可采用机械碾压，回填土压实度应符合设计规定。

1B414032 公路隧道开挖

1. 路隧道的开挖方式主要有全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、中隔壁法、交叉中隔壁法、双侧壁导坑法及中导洞法等。（案例考点）
 - (1) 全断面法断面法适用于 I~III 级围岩的中小跨度隧道，IV 级围岩中跨度隧道和 III 级围岩大跨度隧道在采用了有效的预加固措施后，也可采用全断面法开挖。
 - (2) 台阶法分为二台阶和三台阶，适用于 III~IV 级围岩的中小跨度隧道，V 级围岩的中小跨度隧道在采用了有效的预加固措施后亦可采用台阶法开挖。
 - (3) 环形开挖预留核心土法适用于 IV~V 级围岩或一般土质围岩的中小跨度隧道，每循环开挖长度宜为 0.5~1.0m，核心土面积不应小于整个断面的 50%。
 - (4) 中隔壁法（简称 CD 法）或交叉中隔壁法（简称 CRD 法）用于围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的场合。
 - (5) 双侧壁导坑法适用于浅埋大跨度隧道及地表下沉量要求严格而围岩条件很差的情况。
 - (6) 中导洞法适用于连拱隧道。
2. 隧道开挖的主要方法是钻孔爆破法。开挖工作包括钻眼、装药、爆破等几项，应严格控制欠挖，尽量减少超

挖。开挖后宜采用**断面仪或激光投影仪**直接测定开挖面面积。

3. 隧道工程中常使用的凿岩机有**风动凿岩机**和**液压凿岩机**。

4. 掘进工作面的炮眼可分为掏槽眼、辅助眼和周边眼。

(1) 掏槽炮眼一般要比其他炮眼深 10~20cm。掏槽方式总的可分为斜眼掏槽和直眼掏槽两大类。目前现场多采用直眼掏槽。

(2) 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**。

(3) 周边眼原则上沿着设计轮廓均匀布置，间距和最小抵抗线应比辅助眼的小，**以便爆出较为平顺的轮廓**。

5. 光面爆破开挖轮廓成型规则，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。

6. 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。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。但**钻眼工作量增大**。

7. 小净距隧道是指隧道间的**中间岩墙厚度小于分离式独立双洞的最小净距**的特殊隧道布置形式。**(案例考点)**

围岩级别	I	II	III	IV	V	VI
最小净距 (m)	$1.0 \times B$	$1.5 \times B$	$2.0 \times B$	$2.5 \times B$	$3.5 \times B$	$4.0 \times B$

8. 连拱隧道按中墙形式不同分为**整体式中墙和复合式中墙**两种形式。连拱隧道开挖宜先贯通中导洞、浇筑中隔墙，然后依次开挖主洞。主洞开挖时，左右两洞开挖掌子面**错开距离宜大于 30m**。**导洞宽度宜大于 4m**。

9. 软弱围岩隧道开挖掌子面至二次衬砌之间**应设置逃生通道，逃生通道距离开挖掌子面不得大于 20m，逃生通道内径不宜小于 0.8m**。**(案例考点)**

1B414033 公路隧道支护与衬砌

1. 经常采用的预支护措施有**超前锚杆、插板、超前小导管、管棚及围岩预注浆加固**等。

2. 超前锚杆主要适用于地下水较少的软弱破碎围岩的隧道工程中，超前锚杆宜采用早强砂浆。

3. 管棚用于**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。管棚钢管直径一般为 **$\phi 70 - \phi 180$** ，习惯上称直径大于 $\phi 89$ 的管棚为大管棚，直径小于 $\phi 89$ 的为中管棚。管棚按长度可分为**短管棚**(长度小于 10m 的小钢管)和**长管棚**(长度为 10 - 40m，直径较粗的钢管)。

4. 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**。小导管一般采用**直径 $\phi 32 - \phi 50$ 钢管，常用 $\phi 42$ 钢管，管长一般为 3 - 5m**。

5. **预注浆**一般可超前开挖面 **30~50m**，它更适用于**有压地下水及地下水丰富**的地层中，也更适用于采用**大中型机械化施工**。有洞内超前注浆、地表超前注浆和平导超前注浆三种方式。

6. 喷射混凝土的工艺流程有**干喷、潮喷和湿喷**。**(案例考点)**

7. 按照锚固形式可划分为**全长粘结形、端头锚固形、摩擦形和预应力形**四种。

8. 钢拱架**刚度和强度大，立即承载**。但与围岩空隙难填充，**易出现裂缝**。格栅钢架与围岩密贴，**支护效果好**。**(案例考点)**

9. 作为初期支护，目前在隧道工程中使用最多的组合形式是**锚杆加喷射混凝土、锚杆加钢筋网再加喷射混凝土、钢架加锚杆加钢筋网再加喷射混凝土**。

10. 全断面衬砌模板台车模板应留设振捣窗，振捣窗间距**纵向不宜大于 3m，横向不宜大于 2.5m**。顶模设置通气孔、注浆管。

11. 仰拱初期支护喷射混凝土及仰拱填充混凝土不得与仰拱衬砌混凝土一次浇筑。仰拱衬砌混凝土应**整幅一次浇筑成形**，不得左右半幅分次浇筑，一次浇筑长度不宜大于 5.0m。

12. 仰拱与掌子面的距离，III级围岩不得超过 **90m**，IV级围岩不得超过 **50m**，V级及以上围岩不得超过 **40m**。软弱围岩及不良地质隧道的二次衬砌应及时施作，二次衬砌距掌子面的距离IV级围岩不得大于 **90m**，V级及以上围岩不得大于 **70m**。**(案例考点)**

1B414034 公路隧道防水与排水

1. 隧道防排水应遵循“**防、排、截、堵相结合，因地制宜，综合治理**”的原则。

2. 洞内反坡排水，井下工作水泵的排水能力应不小于 **1.2 倍**正常涌水量，并应配备**备用水泵**；井下备用水泵排水能力不应小于工作水泵排水能力的 **70%**。

3. 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**，井底应在**隧底以下 3~5m**。

4. 隧道防水应提高混凝土**自防水性能**。防水混凝土耐腐蚀系数不应小于**0.8**。

5. 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**。

6. 注浆防水方式选择：富水区采用**全断面帷幕注浆或周边注浆**，围岩基本稳定但有一定水流采用**超前局部注浆**，有一定自稳能力采用**径向注浆**。钻孔注浆顺序应**由下往上、由少水处到多水处、隔孔钻注**。

1B414035 隧道通风防尘及水电作业

1. **风管式通风**设备简单、布置灵活、易拆卸，适用于一般隧道施工；**巷道式通风**断面大、阻力小、大风量，适用于有平行导坑的长隧道；**风墙式通风**缩短风管长度，适用于较长隧道。

2. 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煤矿专用密封阻燃铜芯电缆，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**。

1B414036 公路隧道辅助坑道施工

1. 辅助坑道主要类型有**竖井、斜井、平行导坑、横洞**等。辅助坑道口边、仰坡开挖**不得采用大爆破**。辅助坑道施工应**进行超前地质预报和现场监控量测**。

2. 先加固、后开挖。根据地质情况，辅助坑道与正洞边墙相交的**3-5m 范围**的初期支护应加强，必要时浇筑混凝土衬砌。辅助坑道进入正洞后的挑顶施工，应**从外向内逐步扩大**，并始终保持逃生通道的畅通。

3. 竖井宜采用**自上往下单行作业**法施工

(1) 井口的锁口圈应在井身掘进前完成。顶面应高出地面**0.5m**。

(2) 井身开挖宜采用**直眼掏槽**，岩层倾斜较大且裂隙明显，可采用楔形掏槽或其他形式掏槽。

(3) 井口应配置**井盖**，除升降人员和物料进出外，井盖不得打开；井口应**设防雨设施**，通向井口的轨道应设**挡车器**；井口周围应设防护栏杆和安全门，防护栏杆的高度**不得小于 1.2m**。

1B414037 公路隧道盾构施工

盾构机按开挖面是否封闭划分，可分为密闭式和敞开式两类；按平衡开挖面土压与水压的原理不同，密闭式盾构机又可分为土压式和泥水式两种；敞开式盾构机按开挖方式划分，可分为手掘式、半机械式和机械式三种。土压平衡盾构和泥水平衡盾构应用较为广泛。

1B414040 特殊地段施工

1B414041 涌水地段施工特点

1. 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、超前围岩预注浆堵水、井点降水及深井降水。

2. 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**。

(3) 超前钻孔的孔底应超前开挖面**1~2 个循环进尺**。

3. 超前围岩预注浆堵水

(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。

1B414042 塌方地段的施工特点

1. 在掘进到地质不良围岩破碎地段，应采取“**先治水、短开挖、弱爆破、强支护、早衬砌、勤量测**”的施工方法。

2. 采取“**治塌先治水、治塌先加强**”的原则，采取喷锚支护、注浆、管棚、加强二次衬砌、设置护拱等技术措施，不失时机、不留隐患地进行处理。

3. 岩石类塌方已塌至隧道上方的原地面时，应及时**处理地面塌口，后处理洞内塌方**。处理洞内塌方时，应采用**注浆加管棚整体加固**的处理方法，并应以**渗透注浆为主，管棚应为长大管棚**。

4. 土质类塌方的围岩级别一般为IV~VI级，塌方规模一般较大，主要为**大型和特大型塌方**。处理时应符合下列规定：

- (1) 土质隧道塌方**不宜采用清渣的方式**处理。
- (2) 土质隧道塌方可采用**注浆加管棚**的处理方法。

1B414043 岩溶地段施工特点

1. 按照以疏为主、堵排结合、因地制宜、综合治理的原则，分别以“**疏导、堵填、注浆加固、跨越、宣泄**”等措施进行处理。

2. 岩溶地区隧道开挖应符合的要求

- (1) 开挖方法宜采用**分部开挖法**。
- (2) 涌水可能增大时，应加强**超前钻孔探测**。
- (3) 涌水可能增大时，应加强超前钻孔探测。施工中应建立以长距离物探（地震波法）为宏观控制、钻探法为主，其他物探方式为辅，红外线探测连续施测的综合预报管理体系。
- (4) **岩溶段爆破开挖**时，宜采用**多打眼、打浅眼、多分段**的措施。

1B414044 瓦斯地段施工特点

1. 从岩层中放出瓦斯，可分为三种类型：**渗出、喷出、突出**，以第一种放出的瓦斯量为大。
2. 瓦斯隧道钻爆作业应符合的规定
 - (1) 工作面附近 **20m 以内** 风流中瓦斯浓度必须**小于 1%**，必须采用**湿式钻孔**。
 - (2) 起爆电源必须使用**防爆型起爆器**，同一开挖面不得同时使用**两台及以上起爆器起爆**。
 - (3) 揭煤爆破 **15min** 后，应由**救护队员佩戴防毒面具或自救器到开挖工作面**，查看爆破效果、检测瓦斯浓度、巡查通风及电路。
 - (4) 通风 **30min** 后，由瓦斯检测人员检测工作面、回风道瓦斯浓度，当瓦斯浓度**小于 1%**、二氧化碳浓度**小于 1.5%时**，解除警戒，允许施工人员进入作业面。

1B414045 流沙地段施工特点

1. 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。流沙可引起**围岩失稳坍塌，支护结构变形，甚至倒塌破坏**。
2. 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。

1B414046 岩爆地段施工特点

1. 应根据岩爆强度大小对其进行严格分级，针对不同的岩爆级别可采取下列技术措施：
 - (1) **轻微岩爆地段**开挖可正常掘进，可直接在开挖面上洒水，软化表层，促使应力释放和调整。
 - (2) **中等岩爆地段**，除可采用轻微岩爆地段的措施外，还可采用超前注水、防岩爆锚杆等措施。
 - (3) **强烈岩爆地段**，除可采用轻微岩爆地段和中等岩爆地段的措施外，还可采用在地面钻孔注水的方法大范围软化围岩、超前应力解除爆破、小导洞超前、超前锚杆、钢架支撑等措施。
2. 岩爆隧道施工要求
 - (1) 应采用**光面爆破技术**。控制循环进尺，采用**短进尺**，一般情况下，每循环进尺宜控制在 **1.0 - 1.5m**，最大**不得大于 2m**。
 - (2) **中等强度以上**岩爆地段宜采用**凿岩台车及喷混凝土台车**施工；台车及装渣机械、运输车辆上宜**加装防护钢板**，避免**岩爆弹射块体伤及操作人员和砸坏施工设备**。
 - (3) 超前注水孔宜布置在隧道边墙及拱部开挖断面轮廓线外 **10~15cm 范围内**，并向孔内**灌高压水**，软化围岩，加快围岩内部的应力释放。
 - (4) 开挖后应及时**喷纤维混凝土封闭**。
 - (5) 防岩爆锚杆可采用**楔管式、缝管式、水胀式等能及时受力的锚杆**。

3. 发生岩爆应采取的处理措施

- (1) 停机待避。
- (2) 增加及时受力的摩擦型锚杆（不能代替系统锚杆），锚杆应装垫板。
- (3) 及时喷纤维混凝土。

1B414050 隧道工程主要质量通病及防治措施

1B414051 隧道水害的防治

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) 合理选择防水材料，严格施工工艺。

1B414052 隧道衬砌病害的防治

1. 隧道衬砌腐蚀病害预防措施

- (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。

2. 隧道衬砌裂缝病害的防治预防措施

- (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，降低水胶比，合理选用外加剂。
- (5) 确定分段灌注长度及浇筑速度。
- (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。

1B415000 交通工程

1B415010 交通安全设施

1B415011 交通安全设施的主要构成与功能

交通安全设施主要包括交通标志、交通标线、护栏和栏杆、视线诱导设施、隔离栅、防落网、防眩设施、避险车道和其他交通安全设施。

1. 交通标志：起到提示、诱导、指示等作用。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、作业区标志等主标志以及附设在主标志下的辅助标志。
2. 交通标线：交通标线的主要作用是传递有关道路交通的规则、警告和指引交通。它是由施划或安装于道路上的各种线条、箭头、文字、图案、立面标记、实体标记、突起路标等构成的。
3. 护栏和栏杆：护栏任何部分不得侵入公路建筑限界，路侧护栏宜设置在公路土路肩内，中央分隔带护栏应与中央分隔带内的构造物、地下管线相协调。
4. 视线诱导设施：包括轮廓标、合流诱导标、线形诱导标、隧道轮廓带、警示桩、警示墩等。
5. 隔离栅：主要包括编织网、钢板网、焊接网、刺铁丝网、隔离墙以及常青绿篱等形式。
6. 防落网：包括防落物网和防落石网。

7. 防眩设施：防眩设施分为**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。

8. 避险车道：货运车辆失控风险较高的路段需要设置避险车道，避险车道由**引道**、**制动床**、**救援车道**等构成。避险车道应设置相关的交通标志、标线、护栏、视线诱导等交通安全设施，宜设置照明、监控等管理设施。

1B415012 交通安全设施的施工技术要求

1. 交通标志应按**施工准备**、**基础施工**、**立柱和横梁等构件和标志板加工制作**、**交通标志安装**等工序进行施工。
2. 交通标线宜在白天施工。正式试划前应在**试验路段进行试划**，试验路段应有代表性，长度不宜短于 200m，高速公路、一级公路可按单向计算。

1B415020 监控系统

监控系统按其功能可分为九个子系统：交通（信号）监控子系统、视频监控子系统、调度（指令）电话子系统、火灾自动报警子系统、隧道通风控制子系统、隧道照明控制子系统、电力监控子系统、隧道紧急电话子系统、隧道广播子系统，其中**交通信号监控**、**视频监控**、**调度电话**、**火灾自动报警**、**隧道紧急电话**、**隧道有线广播**为独立的子系统。

1B415030 收费系统

1. 全国联网收费系统由**收费公路联网结算管理中心**、**省（自治区或直辖市）联网结算管理中心**、**区域/路段中心**、**ETC 门架和收费站**等组成。
2. 车道计算系统设备施工技术要求
 - （1）车道内埋设**抓拍和计数线圈**的位置应为素混凝土板块，并保证没有板块接缝。
 - （2）ETC 车道系统中，固定安装方式的 RSE（路侧设备）支持户外安装，可采用路侧或者顶挂方式，宜采用顶挂安装方式，且吊装在车道正中，挂装高度不低于 5.5m，通信区域宽度应可调整在 3.3m 范围内。ETC 车道前方 **500m** 适当位置应设置预告标志和路面标记。
 - （3）称重及超限检测系统中，计重称台应埋设在一个板块的中心，**不得设置在混凝土板块接缝处**。

1B415040 通信系统

1. 高速公路通信系统主要由**光纤数字传输系统**、**语音交换系统**、**会议电视系统**、**呼叫服务中心**、**紧急电话系统**、**有线广播系统**、**通信电源系统**、**光电缆工程及通信管道工程**等组成。
2. 光、电缆敷设施工要求
 - （1）敷设光缆时的牵引力应符合设计要求，在一般情况下不宜超过 2000kN。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）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。
 - （4）光缆**绕“8”字敷设时其内径应不小于 2m**。
3. 通信设备敷设电源线施工要求
 - （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。
 - （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**。

1B415050 供配电及照明系统【23 改】

1. 变压器安装应位置正确，附件齐全，油浸变压器油位正常，无渗油现象。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. 变压器应按产品技术文件要求进行检查器身，当满足下列条件之一时，可不检查器身。
 - (1) 制造厂规定不检查器身；
 - (2) 就地生产仅做短途运输的变压器，且在运输过程中有效监督，无紧急制动、剧烈振动、冲撞或严重颠簸等异常情况。
4. 直埋电缆埋置深度应符合下列规定：
 - (1) 电缆表面距地面的距离不应小于0.7m，穿越农田或在车行道下敷设时不应小于1m，在引入建筑物、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处可浅埋，但应采取保护措施；
 - (2) 电缆应埋设于冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损伤的措施。直埋敷设的电缆不得平行敷设在管道的正上方或正下方；高电压等级的电缆宜敷设在低电压等级电缆的下面。直埋电缆上下部应铺不小于100mm厚的软土砂层。并应加盖保护板，其覆盖宽度应超过电缆两侧各50mm，保护板可采用混凝土盖板或砖块。软土或砂子中不应有石块或其他硬质杂物。
5. 三相或单相的交流单芯电缆，不得单独穿于钢管内。
6. 金属电缆支架、电缆导管必须可靠接地（PE）或接零（PEN）。

1B420000 公路工程项目施工管理

1B420010 公路工程项目施工组织与部署

1B420011 公路工程项目施工组织设计编制

1. 各项资源需求计划，根据已确定的施工进度计划，编制各项资源需求及进场计划，主要有：①劳动力需求计划；②材料需求计划；③施工机械设备需求计划；④资金需求计划。
2. 路面工程各结构层之间的施工是线性流水作业方式。[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]。
3. 施工方案优化主要包括：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。（案例考点）
4. 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。

1B420012 公路工程项目施工部署

1. 施工总体部署主要内容包括：项目组织机构设置；施工任务划分；施工顺序；拟定主要项目的施工方案；主要施工阶段工期分析（或节点工期分析）；主要资源配置。
2. 项目经理部是代表施工企业履行工程承包合同的主体，是最终产品质量责任的承担者，要代表企业对业主全面负责。
3. 公路工程施工项目经理部的组织结构模式一般有四种，即直线式、职能式、直线职能式、矩阵式。目前主要采用的组织结构模式有直线式和直线职能式，大型项目可采用矩阵式。项目经理部一般设置工程技术部、安全管理部、材料设备部、合同经营部、财务部和办公室六个职能部门，职能部门设置和人员的配备应适应工作的需要。在管理层下设置各专业作业队，即作业层，作业队下设作业班组。

1B420020 公路工程进度控制

1B420021 公路工程进度计划的编制特点

1. 公路工程进度计划的主要形式
 - (1) 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，横线下方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”形曲线是以时间为横轴，以累计完成的工程费用的百分数为纵轴的图表化曲线。实际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。

(3) 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。斜率越陡进度越慢，斜率越平进度越快。

(4) 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。

2. 公路施工过程基本组织方法有顺序作业法、平行作业法、流水作业法。

(1) 顺序作业法没有充分利用工作面进行施工，（总）工期较长；

(2) 平行作业法的主要特点充分利用工作面进行施工，（总）工期较短；

(3) 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尽可能地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。

3. 公路工程常用的流水参数（案例考点）

①工艺参数：施工过程数（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。

4. 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。

①不窝工的无节拍流水工期=流水步距和+最后一道工序流水节拍的和+要求间歇和。

②无多余间歇的无节拍流水工期=施工段间间隔和+最后一个施工段流水节拍的和+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。

1B420022 公路工程进度控制管理

1. 施工进度计划实施的保证从内容上可概括为组织保证、技术保证、合同保证、资源与经济保证。从施工项目的参与方来分主要有承包人、监理人和发包人（业主），还有设计单位、分包人、供应商；在施工过程中，重点是落实承包人、监理人和发包人（业主）保证系统。

2. 进度计划检查的方法

(1) 横道图比较法。

(2) “S”形曲线比较法。

(3) “香蕉”形曲线比较法

(4) 公路工程进度表（横道图法与“S”曲线法的结合）

(5) 前锋线比较法。

(6) 一般网络图（无时标）进度检查的割线法——完工时点算法

3. 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

(2) 缩短某些工作的持续时间

1B420030 公路工程项目技术管理

1B420032 公路工程施工图纸会审

1. 工程项目的图纸会审先由**承包人项目总工程师**组织技术及相关人员结合现场踏勘情况对施工图纸进行**初审**，并向驻地监理书面提出需设计澄清的问题。

2. 项目总工程师组织各专业技术管理人员认真核对施工图，提出需要澄清、解决和协调的问题，以书面形式报送监理单位并抄报业主，由监理或业主联系设计单位安排图纸会审。

1B420033 公路工程施工方案管理

1. **施工方案是施工组织设计的核心**，是决定整个工程全局的关键。它应具有以下特点和要求：**技术超前；切实可行；安全可靠；经济合理；技术先进。**

2. **施工方案编制的内容**：（1）编制依据；（2）工程概况；（3）工艺流程及操作要点、关键技术参数与采取措施等；（4）施工技术方案设计图；（5）技术方案的主要有关计算书；（6）安全、环保、质量保证、文物保护及文明施工措施；（7）预案措施。（**案例考点**）

3. 对于**一般施工方案**，应由施工单位或项目专业工程师编制，项目技术部门组织审核，由项目技术负责人审批；对于**重大施工方案**，应由项目技术负责人组织编制，施工单位技术管理部门组织审核，必要时组织相关专家进行论证，由施工单位技术负责人进行审批。

1B420034 公路工程施工技术交底

1. 技术交底的分级要求

第一级：**项目总工**向项目各部门负责人及全体技术人员进行交底。

第二级：**项目技术部门负责人或各分部分项主管工程师**向现场技术人员和班组长进行交底。

第三级：**现场技术员负责**向班组全体作业人员进行技术交底。

2. **第一级交底**主要内容为实施性施工组织设计、技术策划、总体施工方案、重大施工方案及超过一定规模的危险性较大的分部分项工程施工方案等。

第二级交底主要内容为分部分项工程施工方案、危险性较大的分部分项施工方案等。

第三级交底主要内容为分部分项工程的施工工序等。

3. 施工技术交底以书面的形式进行，可采取讲课、现场讲解或模拟演示的方法。

1B420035 公路工程施工技术档案管理

1. 工程资料应实行**分级管理**，分别由建设、监理、施工单位主管负责人组织本单位工程资料的全过程管理工作。

2. 工程资料应真实、准确、齐全，与工程实际相符合，对工程资料**不得进行涂改、伪造、随意抽撤或损毁**等。

3. 施工合同中应对施工资料的编制要求和移交期限作出明确规定：**施工资料应有监理单位或者建设单位的签字。**

4. 施工资料应由施工单位编制。总承包项目由总包单位负责汇总，整理所有资料，分包应主动向总包单位移交有关施工资料。

5. 项目部应设**专人负责施工资料管理**工作。实行主管负责人责任制，建立建工资料员岗位责任制。

1B420036 公路工程施工测量管理

1. 施工测量在**测量布局**上，应遵循“**由整体到局部**”的原则；在**测量精度**上，应遵循“**由高级到低级**”的测量原则；在**测量次序**上，应遵循“**先控制后碎部**”的测量原则；在**测量过程**中，应遵循“**随时检查，杜绝错误**”“**前一步工作未作复核不进行下一步工作**”的原则。

2. 施工测量工作分三个阶段，即**开工准备阶段测量、施工阶段测量和竣工阶段测量**。

3. 由建设单位组织，监理单位参加，设计单位对施工单位进行**现场交接桩**工作，对设计平面控制桩和高程控制桩等逐一进行现场确认接收，做好交接签认记录，并进行必要的桩位保护。

4. 施工放样测量是指在工序开始前进行定位测量、定位桩的护桩测量、施工放样及高程测量等工作，对影响施工的定位桩应设置外移桩。**定位坐标桩与标高桩应尽量做到一桩两用。**

5. 贯通测量及控制网测量不得少于两遍，并进行换手测量，测量成果**必须经项目总工审核、监理工程师复核确认**方可采用。

6. 现场测量数据处理计算资料必须换人复核。测量技术交底资料，必须由测量负责人和分管的主管工程师复核，工程技术部长审核后方可进行现场交底。

7. 记录数据出错时，可用单横线作**划掉标记**后在其上方重写，**不得进行涂改、撕页**。

1B420037 公路工程项目试验管理

1. 应保持试验检测人员相对稳定，因特殊情况确需变动的，应由母体检测机构报经建设单位同意，并向项目

质监机构备案。

2. 仪器设备使用状态标识分为“合格”、“准用”、“停用”三种，分别用“绿”、“黄”、“红”三色标签进行标识。
3. 接受外委试验的检测机构上年度信用等级为B级及以上。工地试验室应将接受外委试验的检测机构的有关证书复印件存档备查。
4. 工程建设项目的同一合同段中的施工、监理单位和检测机构不得将外委试验委托给同一家检测机构。

1B420040 公路工程施工质量管理

1B420041 公路工程质量控制方法及措施

1. 现场质量检查控制的方法主要有：测量、试验、观察、分析、记录、监督、总结改进。
2. 隐蔽工程检查：凡是隐蔽工程均应经检查认证后方可覆盖。
3. 土的最佳含水量是土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。（案例考点）
4. 压实度是路基质量控制的重要指标之一，是现场干密度和室内最大干密度的比值。压实度越高、路基密实度越大，材料整体性能越好。其现场密度的测定方法有：①灌砂法；②环刀法；③核子密度湿度仪法。（案例考点）
5. 整修与返工：缺陷单整修，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缺陷的。
6. 综合处理办法：主要是针对较大质量事故而言的。

1B420042 公路工程质量检验与检查

1. 分项工程质量检验内容包括基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料等检验项目分别检查。涉及结构安全和使用功能的重要实测项目为关键项目以“△”标识，合格率不得低于95%（机电工程为100%），且检测值不得超过规定极值，否则该检验项目为不合格。分项工程中除关键项目以外的实测项目为一般项目，合格率应不低于80%。
2. 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。（案例考点）
3. 石方路基实测项目有：压实（△）、弯沉（△）、纵断高程、中线偏位、宽度、平整度、横坡、边坡坡度和平顺度。
4. 级配碎（砾）石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。
5. 沥青混凝土面层和沥青碎（砾）石面层的实测项目有：矿料级配（△）、沥青含量（△）、马歇尔稳定度、压实度（△）、平整度、弯沉值、渗水系数、摩擦系数、构造深度、厚度（△）、中线平面偏位、纵断高程、宽度、横坡。（案例考点）
6. 桥梁总体实测项目有：桥面中线偏位、桥宽（含车行道和人行道）、桥长、桥面高程。
7. 钻孔灌注桩实测项目有：混凝土强度（△）、桩位、孔深（△）、孔径、钻孔倾斜度、沉淀厚度、桩身完整性（△）。（案例考点）
8. 后张法实测项目：管道坐标、管道间距（包含同排和上下层）、张拉应力值（△）、张拉伸长率（△）、断丝滑丝数。
9. 悬臂浇筑梁的实测项目有：混凝土强度（△）、轴线偏位、顶面高程、断面尺寸（公）、合龙后同跨对称点高程差、顶面横坡、平整度、相邻两段间错台。
10. 水泥混凝土桥面铺装实测项目有：混凝土强度（△）、厚度、平整度、横坡及抗滑构造深度。
11. 隧道总体实测项目有：车行道宽度、内轮廓宽度、内轮廓高度（△）、隧道偏位、边坡或仰坡坡度。

1B420050 公路工程项目安全管理

1B420051 公路工程项目职业健康安全管理体系

1. 考虑按如下顺序选择风险控制方法：**消除；替代；工程控制措施；标志、警告或管理控制；个人防护设备。**
2. **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，由总承包单位对施工现场的安全生产负总责。分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理，分包单位不服从管理导致生产安全事故的，由分包单位承担主要责任。
3. 生产经营单位应当进行**安全培训**的从业人员包括**主要负责人、安全生产管理人员、特种作业人员和其他从业人员**。生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员初次安全培训时间**不得少于 32 学时**。每年再培训时间**不得少于 12 学时**。生产经营单位新上岗的从业人员，岗前安全培训时间**不得少于 24 学时**。
4. 施工单位应当依据风险评估结论，对风险等级较高的分部分项工程编制专项施工方案，并附安全验算结果，经施工单位技术负责人签字后报监理工程师批准执行。必要时，施工单位应当组织专家对专项施工方案进行论证、审核。
5. 危险性较大分部分项的工程：**（案例考点）**

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
1	基坑开挖、支护、降水工程	1. 开挖深度不小于 3m 的基坑（槽）开挖、支护、降水工程。 2. 深度小于 3m 但地质条件和周边环境复杂的基坑（槽）开挖、支护、降水工程。	1. 深度不小于 5m 的基坑（槽）的土（石）方开挖、支护、降水。 2. 开挖深度虽小于 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建（构）筑物安全，或存在有毒有害气体分布的基坑（槽）开挖、支护、降水工程。
2	滑坡处理和填、挖方路基工程	1. 滑坡处理。 2. 边坡高度大于 20m 的路堤或地面斜坡坡率陡于 1:2.5 的路堤，或不良地质地段、特殊岩土地段的路堤。 3. 土质挖方边坡高度大于 20m、岩质挖方边坡高度大于 30m 或不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡。	1. 中型及以上滑坡体处理。 2. 边坡高度大于 20m 的路堤或地面斜坡坡率陡于 1:2.5 的路堤，且处于不良地质、特殊土地段、特殊岩土地段的路堤。 3. 土质挖方边坡高度大于 20m、岩质挖方边坡高度大于 30m 且处于不良地质特殊岩土地段的挖方边坡。
3	基础工程	1. 桩基础。 2. 挡土墙基础。 3. 沉井等深水基础。	1. 深度不小于 15m 的人工挖孔桩或开挖深度不超过 15m，但地质条件复杂或存在有毒有害气体分布的人工挖孔桩工程。 2. 平均高度不小于 6m 且面积不小于 1200m ² 的砌体挡土墙的基础。 3. 水深不小于 20m 的各类深水基础。
4	大型临时工程	1. 围堰工程。 2. 各类工具式模板工程。 3. 支架高度不小于 5m；跨度不小于 10m，施工总荷载不小于 10kN/m ² ；集中线荷载不小于 15kN/m。 4. 搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚手架工程；附着式整体和分片提升脚手架工程；悬挑式脚手架工程、吊篮脚手架工程；自制卸料平台、移动操作平台工程；新型及异型脚手架工程。 5. 挂篮。	1. 水深不小于 10m 的围堰工程。 2. 高度不小于 40m 墩柱、高度不小于 100m 索塔的滑模、爬模、翻模工程。 3. 支架高度不小于 8m；跨度不小于 18m，施工总荷载不小于 15kN/m ² ；集中线荷载不小于 20kN/m。 4. 50m 及以上落地式钢管脚手架工程。用于钢结构安装等满堂承重支撑体系，承受单点集中荷载 7kN 以上。 5. 猫道、移动模架。

序号	类别	需编制专项施工方案	需专家论证、审查
		6. 便桥、临时码头。 7. 水上作业平台	
5	桥涵工程	1. 桥梁工程中的梁、拱、柱等构件施工。 2. 打桩船作业。 3. 施工船作业。 4. 边通航边施工作业。 5. 水下工程中的水下焊接、混凝土浇注等。 6. 顶进工程。 7. 上跨或下穿既有公路、铁路、管线施工。	1. 长度不小于 40m 的预制梁的运输与安装，钢箱梁吊装。 2. 跨度不小于 150m 的钢管拱安装施工。 3. 高度不小于 40m 的墩柱、高度不小于 100m 的索塔等的施工。 4. 离岸无掩护条件下的桩基施工。 5. 开敞式水域大型预制构件的运输与吊装作业。 6. 在三级及以上通航等级的航道上进行的水上水下施工。 7. 转体施工。
6	隧道工程	1. 不良地质隧道。 2. 特殊地质隧道。 3. 浅埋、偏压及邻近建筑物等特殊环境条件隧道。 4. IV 级及以上软弱围岩地段的大跨度隧道。 5. 小净距隧道。 6. 瓦斯隧道。	1. 隧道穿越岩溶发育区、高风险断层、沙层、采空区等工程地质或水文地质条件复杂地质环境；V 级围岩连续长度占总隧道长度 10% 以上且连续长度超过 100m；VI 级围岩的隧道工程。 2. 软岩地区的高地应力区、膨胀岩、黄土、冻土等地段。 3. 埋深小于 1 倍跨度的浅埋地段；可能产生坍塌或滑坡的偏压地段；隧道上部存在需要保护的建筑物地段；隧道下穿水库或河沟地段。 4. IV 级及以上软弱围岩地段跨度不小于 18m 的特大跨度隧道。 5. 连拱隧道；中夹岩柱小于 1 倍隧道开挖跨度的小净距隧道；长度大于 100m 的偏压棚洞。 6. 高瓦斯或瓦斯突出隧道。 7. 水下隧道。
7	起重吊装工程	1. 采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程。 2. 采用起重机械进行安装的工程。 3. 起重机械设备自身的安装、拆卸。	1. 采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。 2. 起吊重量在 300kN 及以上的起重设备安装、拆卸工程。
8	拆除、爆破工程	1. 桥梁、隧道拆除工程。 2. 爆破工程。	1. 大桥及以上桥梁拆除工程。 2. 一级及以上公路隧道拆除工程。 3. C 级及以上爆破工程，水下爆破工程。

1B420052 公路工程安全隐患排查与治理

1. 安全生产事故隐患分为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事故隐患。

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自身难以排除的隐患。

2. “五项制度”

- (1) 施工现场危险告知制度。
- (2) 施工安全监理制度。
- (3) 专项施工方案审查制度。
- (4) 设备进场验收登记制度。
- (5) 安全生产费用保障制度。

3. 安全生产事故隐患排查采取日常安全生产检查、综合安全检查、专项检查等方式进行。

4. 一般事故隐患由项目负责人组织相关人员立即整改。重大事故隐患应当根据需要使用相关设备、设施，局部停产停业或者全部停产停业。

5. **重大事故隐患必须由项目负责人组织编制“重大事故隐患治理方案”**。必要时应当组织专家对重大事故隐患整改治理方案进行论证，必须经项目负责人批准并进行安全技术交底后实施。

1B420053 公路工程项目应急管理体系

1. 应急预案体系由**综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案**组成。

2. 施工单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案。

3. 施工单位应当对编制的应急预案组织评审，并形成书面评审纪要。参加应急预案评审的人员应当包括有关安全生产及应急管理方面的专家。且评审人员与施工单位有利害关系的，应当回避。

4. 施工单位应当在应急预案公布之日起 **20 个工作日内**，按照分级属地原则，向属地安全生产监督管理部门和有关部门进行告知性备案。

5. 施工单位应当制定应急预案演练计划，根据事故风险特点，**每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练**。施工单位应当**每三年进行一次应急预案评估**。

1B420054 公路工程项目安全管理措施

1. 取土场（坑）底部应平顺并设有排水设施，取土场（坑）边周围应设置警示标志和安全防护设施，宜**设置夜间警示和反光标识**。地面横向坡度陡于 1:10 的区域，取土坑应设在路堤上侧。

2. 路基高填方路堤施工应符合下列规定：

- (1) 应及时施做边坡**临时排水设施**。
- (2) 作业区边缘应设置明显的**警示标志**。
- (3) 应进行**位移监测**。

3. 在滑坡体上开挖土方应按照从上向下开挖一级加固一级的顺序施工，对滑坡体加固可按照从**滑体边缘向滑体中部逐步推进加固、分段跳槽开挖**施工，当开挖一级边坡仍不能保证稳定时应分层开挖分层加固。

4. 爆破后 15 分钟后才能进入现场，按规定检查和处理盲炮，检查处理危石。

5. 基坑外堆土时，堆土应距基坑边缘 1m 以外，堆土高度不得超过 1.5m。基坑内应设安全梯或土坡道等攀登设施。基坑周边应设防护栏杆。

6. 作业面与坠落高度基准面高差超过 2m 且无临边防护装置时，临边应挂设水平安全网。作业面与水平安全网之间的高差不得超过 3.0m，水平安全网与坠落高度基准面的距离不得小于 0.2m。

7. 安全带应符合下列规定：

- (1) 安全带应**高挂低用**，并应扣牢在牢固的物体上。
- (2) 安全绳有效长度**不应大于 2m**，有两根安全绳的安全带，单根绳的有效长度不应大于 1.2m。
- (3) **严禁安全绳用作悬吊绳**。严禁安全绳与悬吊绳共用连接器，新更换安全绳的规格及力学性能必须符合规定，并加设绳套。

8. 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。

9. 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。

10. 施工用电设备数量在 5 台及以上，或用电设备容量在 50kW 及以上时，应编制用电组织设计。施工现场临时用电工程专用的低压电力系统，必须符合下列规定：

- (1) 采用三级配电系统。
- (2) 采用 TN-S 接零保护系统。
- (3) 采用二级保护系统。

11. 坚持“一机、一闸、一漏、一箱”。雨天禁止露天电焊作业。

1B420060 公路工程施工合同管理

1B420062 公路项目的合同体系

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. 工程量清单计量规则
8. 技术规范。
9. 图纸。
10. 已标价工程量清单。
11. 承包人有关人员、设备投入的承诺及投标文件中的施工组织设计。
12. 其他合同文件。

1B420063 公路工程分包合同管理

1. 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. **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。

3. 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。

1B420064 施工阶段工程变更的管理

1. 工程变更是合同变更的一种特殊形式，它通常是指合同文件中“设计图纸”“技术规范”或工程量清单的改变，包括设计变更、进度计划变更、施工条件变更以及原招标文件和工程量清单中未包括的“新增工程”。

2. 工程变更通常实行分级审批的管理制度。

(1) **一般工程变更的审批程序：**

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

(2) **重要工程变更的审批程序。**其审批程序是：监理工程师在下达工程变更令之前，一是要报业主批准，二

是要同承包人协商确定变更工程的价格不超过业主批准的范围。如果超过业主批准的总额，监理工程师应在下达工程变更令之前请求业主作进一步的批准或授权。

(3) **重大工程变更的审批程序**。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。

1B420065 公路项目施工索赔管理

1. 按延误索赔结果划分：**可原谅可补偿的延误**；**可原谅不可补偿的延误**；**不可原谅的延误**。（案例考点）
2. 共同延误的责任归属原则：**初始事件原则**；**不利于承包商原则**；**责任分摊原则**；**工期从宽、费用从严原则**。

1B420070 公路项目施工成本管理

1B420072 公路项目标后预算编制

1. 标后预算的总费用与建筑安装工程费用组成相同，建筑安装工程费用中的企业管理费分解为总部管理费和现场管理费。从项目管理的角度出发，标后预算的总费用可以划分为**上缴企业费用、项目预算总成本、规费和税金**四项。

2. **直接费是指施工过程中耗费的构成工程实体的和有助于工程形成的各项费用**。标后预算清单细目的工程量与报价单中同一细目的工程量相同。单位实体人工和机械的消耗数量一般采用企业定额或根据施工组织设计计算；材料消耗量可以根据设计数量和混合料目标配合比计算；人工和机械台班的单价可以按照企业实际测算确定；材料的预算单价应按实际采购单价并考虑一定场外运输损耗和采购及保管费等计算。

3. 材料费根据工程所在地的材料市场价格确定，材料预算价格由材料原价、运杂费、场外运输损耗、采购及保管费组成，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。

4. 机械费的计算

不变费用包括：折旧费、检修费、维护费和安拆辅助费。

可变费用包括：燃、油料费，电费，机驾人员工资及其他费用等。

5. **措施费是指直接费以外施工过程中发生的直接用于工程的费用**。其内容包括冬期施工增加费、雨期施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费、行车干扰工程施工增加费、施工辅助费、工地转移费等内容。（案例考点）

6. **专项费用包括施工场地建设费和安全生产费**。安全生产费按建筑安装工程费乘以安全生产费费率计算，费率按不少于 1.5%计取。

7. 现场管理费，是企业管理费中的一部分

(1) 保险费。

(2) 管理人员工资。

(3) 工资附加费。以管理人员工资总额为基数，按 67%的比率进行测算，即工资附加费=管理人员工资总额×67%。

(4) 指挥车辆使用费。

(5) 通讯费、办公费、水电费、主副食运费、差旅交通费、取暖降温费等根据项目的规模、计划工期和经验数据计算。

(6) 不可预见费。

(7) 其他费用。

1B420073 公路项目施工成本控制方法

1. 在公路工程施工项目的成本控制中，可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，主要从以下几方面加以控制：(1) 人工费控制；(2) 材料费控制；(3) 周转工具使用费的控制；(4) 施工机械使用费的控制；(5) 现场管理费的控制

1B420074 公路项目施工成本核算方法

1. 成本核算对象是指在工程成本计算中，确定归集和分配生产费用的具体对象，即生产费用承担的客体。

2. **施工成本核算内容**：(1) 人工费核算；(2) 材料费核算；(3) 机械使用费的核算；(4) 措施费的核算；

(5) 间接费用的核算。

1B420080 公路工程造价管理

1B420081 公路工程工程量清单计价的应用

1. 工程量清单中所列的工程数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，并不是中标者在施工时应予完成的实际的工程量。**业主应按实际工程量支付工程费用。**

2. 除非合同另有规定，工程量清单中有标价的单价和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（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。

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

1B420082 投标阶段合同价的规定

1. **投标报价的组成**主要有直接工程费、其他工程费、企业管理费、利润、规费、税金和风险费等。

2. 投标报价计算有工料单价计算法和综合单价计算法两种。

1B420083 公路工程计量管理

1. 计量的任务是确定实际工程数量的多少。**计量必须以净值为准。**

2. 监理工程师独立计量。计量工作由监理工程师单独承担，然后将计量的记录送承包人。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。

3. 监理工程师与承包人共同计量。在进行计量前，由监理工程师通知承包人计量的时间与工程部位，然后由承包人派人同监理工程师共同计量，计量后双方签字认可。

4. 监理工程师对工程的任何部分进行计量时，应事先通知承包人或承包人的代表，其结果都**必须经监理工程师和承包人双方同意，签字认可。**

5. 驻地监理工程师对计量结果的审查包括两个方面：**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。**

6. 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。

7. 全部必需的模板、脚手架、装备、机具和联结螺栓、垫圈等其他材料，应包括在其他支付细目中，不单独计量。

1B420084 公路工程施工进度款的结算

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**，提出发包人到期应支付给承包人的金额以及相应的支持性材料，经发包人审查同意后，由监理人向承包人出具经发包人签认的进度付款证书。

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。

3. **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：**（案例考点）**

$$P = P_0 (a_0 + a_1 A / A_0 + a_2 B / B_0 + a_3 C / C_0 + \dots)$$

式中 P——调值后合同价款或工程实际结算款；

P_0 ——合同价款中工程预算进度款；

a_0 ——固定要素，代表合同支付中不能调整部分占合同总价的比重；

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

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

A, B, C ——与 a_1, a_2, a_3 对应的各项费用的现行价格指数，指合同条款约定的付款证书相关周期最后 1 天的前 42d 的各可调项费用的价格指数。

1B420085 公路工程合同价款支付

1. 开工预付款的金额在项目专用条款数据表中约定（国内开工预付款金额一般应为 10% 签约合同价）。在承包人签订了合同协议书且承包人承诺的主要设备进场后，监理工程师应当在进度付款证书中向承包人支付开工预付款。
2. 预付款的扣回与还清（案例考点）
 - （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。
 - （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。
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工作所需金额相应的质量保证金余额，并有权根据合同条款约定要求延长缺陷责任期，直到完成剩余工作为止。

1B420090 公路工程施工现场临时工程管理

1B420091 项目部驻地建设

1. 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。**
2. 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，环境优美整洁，生活、生产污水和垃圾集中收集处理。
3. 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。**驻地内应设置消防通道。**
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。驻地内应设置一个大型垃圾堆积池。

1B420092 预制场布设

1. 场地建设前施工单位应将梁场布置方案报监理工程师审批，方案内容应包含各类型梁板的台座数量、模板数量、生产能力、存梁区布置及最大存梁能力等。
2. **宜采用封闭式管理**，场地内应按办公区、生活区、构件加工区、制梁区和存梁区、废料处理区等科学合理设置。（案例考点）
3. 每个预制梁场预制的梁板数量**不宜少于 300 片。**
4. 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。
5. 底模宜采用通长钢板，不得采用混凝土底模。
6. 存梁区台座混凝土强度等级不低于 C20，台座尺寸应满足使用要求。用于存梁的枕梁应设在离梁两端面各 50~80cm 处，且不影响梁片吊装，支垫材质应采用承载力足够的非刚性材料，且不污染梁底。
7. 空心板、箱梁最多存放层数应符合设计文件和相关技术规范要求。设计文件无规定时，**空心板叠层不得超过 3 层，小箱梁和 T 梁堆叠存放不得超过 2 层。**预制梁存放时（特别是叠层存放）应采取支撑等措施确保安全稳定。

1B420093 拌合站设置

1. 所有拌合机的集料仓应搭设防雨棚，并设置隔板，隔板高度不宜小于 100cm。
2. 混凝土拌合应采用**强制式拌合机**，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。**
3. **水稳拌合应采用强制式拌合机。**
4. **沥青混合料采用间歇式拌合机**，配备计算机及打印设备。

1B420094 便道、便桥及临时码头建设

1. 便道单车道路基宽度不小于 4.5m，路面宽度不小于 3.0m，原则上每 300m 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

2. 便桥结构按照实际情况专门设计，同时应满足排洪要求，人行便桥宽度不小于 2.5m，人车混行便桥宽度不小于 4.5m。

1B4200100 公路工程施工机械设备的运营管理

1B4200101 公路工程机械设备的生产能力及适用条件

1. **推土机**：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，如路基修筑、基坑开挖、平整场地、清除树、推集石渣。
2. **铲运机**：用于中距离的大规模土方转运工程。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. **挖掘机**：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。
4. 破碎机械按结构特征可分为：颚式破碎机、锥式破碎机、锤式破碎机、反击式破碎机和辊式破碎机。
5. 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。
6. 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。

1B4200102 公路工程主要机械设备的配置与组合

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

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

式中 N——需要机械的台数；

P——计划时段内应完成的工程量（m³）；

W₁——计划时段内的台班数；

Q——机械的台班生产率（m³/台班）；

K_B——时间利用系数。

2. 对于**清基和料场准备**等路基施工前的准备工作：推土机、挖掘机、装载机和平地机等
3. **石方开挖**：挖掘机、推土机、移动式空气压缩机、凿岩机、爆破设备等。
4. 沥青混凝土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。
5. 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。
6. **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。
7. 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。
8. **隧道钻孔机械**：风动凿岩机、液压凿岩机、凿岩台车；（案例考点）
9. **初次支护机械**：锚杆台车、混凝土喷射机；
10. **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）。

1B430000 公路工程项目施工相关法规及标准

1B431000 公路建设管理法规和标准

1B431020 公路建设管理相关规定

1B431021 公路工程施工企业资质管理

公路工程施工企业资质等级除了施工总承包有特级资质外，其余专业的分为为一级、二级、三级。其中交通工程不分级别，而是分专项，分为安全设施和机电工程 2 个专项。

1B431022 公路建设市场管理的相关规定

1. 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。**

2. 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格条件的单位，并对分包工程负连带责任。

3. 招标人应当合理确定投标文件的编制时间，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，**不得少于 60 天。**

4. 转包：

- (1) 承包人将承包的全部工程发包给他人的。
- (2) 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。
- (3) 法律、法规规定的其他转包行为。

5. 违法分包：

- (1) 承包人未在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。
- (2) 承包人将工程分包给不具备相应资格的企业或者个人的。
- (3) 分包人以他人名义承揽分包工程的。
- (4) 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。
- (5) 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。

- (6) 分包合同未报发包人备案的。
- (7) 分包人将分包工程再进行分包的。
- (8) 法律、法规规定的其他违法分包行为。

6. 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。

1B431023 公路建设信用信息管理相关规定

1. **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。

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

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

AA 级：95 分 \leq X \leq 100 分，信用好；

A 级：85 分 \leq X $<$ 95 分，信用较好；

B 级：75 分 \leq X $<$ 85 分，信用一般；

C 级：60 分 \leq X $<$ 75 分，信用较差；

D 级：X $<$ 60 分，信用差。

4. **1 个省级 D 级直接定为=全国 1 个 C 级；2 个及以上省级 D 或交通运输部行政处罚=全国 D 级**

5. 公路施工企业信用升级实行**逐级上升制**，**每年只能上升一个等级**，不得越级。公路施工企业信用降级按照实际评定的等级确定。

6. 公路施工企业信用**评价结果有效期 1 年**，下一年度公路施工企业在该省份**无信用评价结果**的，其在该省份信用评价等级可**延续 1 年**。

7. 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。

1B431024 公路工程设计变更管理相关规定

1. 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。

2. 重大设计变更，由**交通部**审批：

- (1) 连续长度 10km 以上的路线方案调整的。
- (2) 特大桥的数量或结构形式发生变化的。
- (3) 特长隧道的数量或通风方案发生变化的。

3. 较大设计变更，由**省级交通主管部门**审批：

- (1) 连续长度 2km 以上的路线方案调整的；
- (3) 特殊不良地质路段处置方案发生变化的；
- (4) 路面结构类型、宽度和厚度发生变化的；
- (5) 大中桥的数量或结构形式发生变化的
- (6) 隧道的数量或方案发生变化的；
- (11) 其他单项工程费用变化超过 500 万元的
- (12) 超过施工图设计批准预算的。

4. 一般设计变更，由**项目法人**审批：上述以外的。

1B431025 公路工程施工招标投标管理相关规定

1. 有下列情形之一的公路建设工程项目，**可以不进行招标**：

- (1) 涉及国家安全、国家秘密、抢险救灾或者属于利用扶贫资金实行以工代赈、需要使用农民工等特殊情况；
- (2) 需要采用不可替代的专利或者专有技术；
- (3) 采购人自身具有工程施工或者提供服务的资格和能力，且符合法定要求；
- (4) 已通过招标方式选定的特许经营项目投资人依法能够自行施工或者提供服务；
- (5) 需要向原中标人采购工程或者服务，否则将影响施工或者功能配套要求；

2. 招标人可以自行决定是否编制标底或者设置最高投标限价。**招标人不得规定最低投标限价**。

3. 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**。

4. 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。

1B431026 公路工程验收相关规定

1. 交工验收阶段，其主要工作是：检查施工**合同的执行**情况，评价工程质量，对各参建单位工作进行初步评价。

2. 竣工验收阶段，其主要工作是：对工程质量、参建单位和建设项目进行**综合评价**，并对**工程建设项目**做出整体性综合评价。

3. 交工验收应具备的条件

- (1) 合同约定的各项内容已全部完成。
- (2) 施工单位对工程质量自检合格。
- (3) 监理单位对工程质量评定合格。
- (4) 质量监督机构对工程质量进行检测，并出具检测意见。检测意见中需整改的问题已经处理完毕。
- (5) 完成“公路工程项目文件归档范围”第三、四、五部分内容的收集、整理及归档工作。
- (6) 施工单位、监理单位完成本合同段的工作总结报告。

4. 交工验收程序

(1) 施工单位完成合同约定的全部工程内容，且经**施工自检和监理检验评定均合格**后，提出合同段交工验收申请报监理单位审查。**交工验收申请应附自检评定资料和施工总结报告**。

(2) 监理单位根据工程实际情况、抽检资料以及对合同段工程质量评定结果，对施工单位交工验收申请及其所附资料进行审查并签署意见。**监理单位审查同意后，应同时向项目法人提交独立抽检资料、质量评定资料和监理**

工作报告。

- (3) 通过交工验收的合同段，项目法人应及时颁发“**公路工程交工验收证书**”。
- (4) 各合同段全部验收合格后，项目法人应及时完成“**公路工程交工验收报告**”。
5. 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**。（案例考点）
6. 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。
7. 竣工验收工程质量评分采取加权平均法计算。**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**。（案例考点）

1B432000 公路施工安全生产和质量管理相关规定**1B432010 公路工程施工安全生产相关规定****1B432011 公路工程施工安全生产条件**

1. 专职安全生产管理人员，不足 5000 万元的至少配备 1 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**。（案例考点）
2. 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**。

1B432013 公路工程项目施工安全风险评估

1. 总体风险评估和专项风险评估两个阶段，一般采用专家调查评估法、指标体系法。
2. 专项风险评估将风险等级达到**高度风险（Ⅲ级）及以上**的高风险施工作业活动作为评估单元。
3. 总体风险评估工作由建设单位负责组织，专项风险评估工作由施工单位负责组织。组织单位按照“谁组织谁负责”的原则对评估工作质量负责。
4. 桥梁工程施工安全风险评估：
 - (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。
5. 隧道工程施工安全风险评估：
 - (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**；（案例考点）

- (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。

6. 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。

1B432014 公路工程施工安全事故报告

1. 生产安全事故等级：

(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。

2. 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。

3. 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。

4. **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。

1B432020 公路工程质量管理的有关规定

1B432022 公路工程质量事故管理的规定

公路工程质量事故等级：

(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。

(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。

(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。

(4) **一般质量事故**，是指造成直接经济损失 100 万元以上 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。

2023 年 6 月