

2020 年一级建造师点睛资料《公路工程管理与实务》

【P1】试验路段应选择地质条件、路基断面形式等具有代表性的地段，长度宜不小于 200m。

【P2】土质路堑作业方法

横向挖掘	单层	浅且短
	多层	深且短
纵向挖掘	分层纵挖法	较长
	通道纵挖法	较长、较深、两端地面纵坡较小
	分段纵挖法	过长，弃土运距过远，一般堑壁较薄的傍山路堑
混合式挖掘	多层+通道	路线纵向长度和挖深都很大的路堑

【P3】土方开挖规定：（1）开挖应自上而下逐级进行，严禁掏底开挖。（2）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。（3）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。（4）挖方路基施工遇到地下水时，应采取排导措施，将水引入路基排水系统，不得随意堵塞泉眼。（5）路床土含水量高或为含水层时，应采取设置渗沟、换填、改良土质等处理措施，路床填料除应符合相关规定外，还应具有良好的透水性能。

【P4】石质路堑开挖方式（1）钻爆开挖。（2）直接应用机械开挖：缺点是不适于破碎坚硬岩石。（3）静态破碎法：该法适用于在设备附近、高压线下以及开挖与浇筑过渡段等特定条件下的开挖。优点是安全可靠，没有爆破产生的公害。缺点是破碎效率低，开裂时间长。

【P4】石方开挖施工规定：施工过程中，每挖深 3~5m 应进行边坡边线和坡率的复测。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。

【P4】石质路床清理规定：欠挖部分应予凿除，超挖部分应采用强度高的砾石、碎石进行找平处理，不得采用细粒土找平。

【P7】路基填料一般规定：（1）宜选用级配好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料。（2）含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土严禁作为填料。（4）粉质土不宜直接用于填筑二级及二级以上公路的路床，不得直接用于填筑冰冻地区的路床及浸水部分的路堤。

【P8】零填、挖方路段的路床施工技术：（1）路床范围原状土符合要求的，可直接进行成形施工。（2）路床范围为过湿土时应进行换填处理，设计有规定时按设计厚度换填，设计未规定时按以下要求换填：高速公路、一级公路换填厚度宜为 0.8~1.2m，若过湿土的总厚度小于 1.5m，则宜全部换填；（3）高速公路、一级公路路床范围为崩解性岩石或强风化软岩时应进行换填处理，设计有规定时按设计厚度换填，设计未规定时换填厚度宜为 0.3~0.5m。（4）路床填筑，每层最大压实厚度宜不大于 300mm，顶面最后一层压实厚度应不小于 100mm。

【P9】土质路堤施工规定：（7）填土路堤施工过程质量控制：施工过程中，每一压实层均应进行压实度检测，检测频率为每 1000 m² 不少于 2 点。施工过程中，每填筑 2m 宜检测路线中线和宽度。

【P12】填石路堤施工要求：施工过程中，每填高 3m 宜检测路基中线和宽度。

【P13】高路堤施工技术：路基填土边坡高度大于 20m 的路堤称为高路堤。（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。（3）高路堤宜每填筑 2m 冲击补压一次，或每填筑 4~6m 强夯补压一次。（4）高路堤填筑过程中应进行沉降和稳定性观测。（5）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，必要时进行地下土体分层水平位移监测。

【P13】粉煤灰路堤施工技术：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。凡是电厂排放的硅铝型低铝粉煤灰都可作为路堤填料。粉煤灰路堤一般由路堤主体部分、护坡和封顶层以及隔离层、排水系统等组成，其施工步骤与土质路堤施工方法相类似，仅增加了包边土和设置边坡盲沟等工序。（1）大风或气温低于 0℃ 时不宜施工。（3）路堤高度超过 4m 时，可在路堤中部设置土质夹层。（4）粉煤灰路堤应进行包边防护，包边土应与粉煤灰同步施工，宽度宜不小于 2m。

【P14】台背与墙背填筑施工技术：（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%；二级以下公路的路堤与回填的联结部，应预留台阶。（3）台背与墙背 1.0m 范围内回填宜采用小型夯实机具压实。（4）分层压实厚度宜不大于 150mm，填料粒径宜小于 100mm，涵洞两侧回填填料粒径宜小于 50mm，压实度应不小于 96%。（6）涵洞两侧应对称分层回填压实。（8）台背与墙背回填，应在结构物强度达到设计强度的 75% 以上时进行。（9）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。

【P16】一般路堤拓宽施工要求：（1）拓宽路堤填筑前，应拆除原有排水沟、隔离栅等设施。拓宽部分的基底清除原地表土应不小于 0.3m，清理后的场地应进行平整压实。老路堤坡面，清除的法向厚度应不小于 0.3m。（2）上边坡的既有防护工程宜与路基开挖同步拆除，下边坡的防护工程拆除时应采取措施保证既有路堤的稳定。（3）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。（4）从老路堤坡脚向上开挖台阶时，应随挖随填，台阶高度应不大于 1.0m，宽度应不小于 1.0m。（5）宜在新、老路基结合部铺设土工合成材料。（6）拓宽路基应进行沉降观测，观测点应按设计要求设置。高路堤与陡坡路堤路段尚应进行稳定性监测。

【P17】地基处治：（1）低路堤处治：施工中应尽量利用原状土结构强度，不扰动下卧层。在路基填筑时如有必要可铺设土工布或土工格栅，以加强路基的整体强度及板体作用，防止路基不均匀沉降而产生反射裂缝。（2）高路堤处治：如果高路堤拓宽部分为软土地基，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。

【P20】灰土垫层施工规定：（1）施工前应先施工排水设施，施工期间严禁积水。（3）分段施工时，上下两层的施工缝应错开不小于 0.5m，接缝处应夯压密实。（4）灰土垫层应分层铺填碾压，虚铺厚度不宜大于 0.3m。

【P21】真空预压：真空预压法适用于对软土性质很差、土源紧缺、工期紧的软土地基进行处理。预压过程中，应进行膜下真空度、孔隙水压力、表面沉降、深层沉降及水平位移等预压参数的监测。膜下真空度每隔 4h 测一次，表面沉降每 2d 测一次。停泵卸荷后 24h，应测量地表回弹值。真空预压施工应按排水系统、抽真空系统施工、密封系统施工及抽气的步骤进行。当满足下列条件之一时，可停止抽气：（1）连续 5 昼夜实测沉降速率小于或等于 0.5mm/d。（2）满足工程对沉降、承载力的要求。（3）地基固结达到设计要求的 80%以上。

【P22】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。振动沉管法成桩可采用一次拔管成桩法、逐步拔管成桩法和重复压管成桩法三种工艺。

【P23】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。

【P24】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。

【P25】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。

【P28】软土地区路堤施工要求：（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。

【P29】膨胀土地区路基施工（1）含亲水性矿物并具有明显的吸水膨胀与失水收缩特性的高塑性黏土称为膨胀土。土的液限 $WL > 40\%$ ，塑性指数 $IP > 17$ ，多数在 22~35 之间。自由膨胀率一般超过 40%。按工程性质分为强膨胀土、中等膨胀土、弱膨胀土三类。（2）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。（3）高填方、陡坡路基不宜采用膨胀土填筑。（4）强膨胀土不得作为路基填料。（5）路基浸水部分不得用膨胀土填筑。（6）桥台背、挡土墙背、涵洞背等部位严禁采用膨胀土填筑。

【P30】零填和挖方路段路床：（1）高速公路、一级公路零填和挖方路段路床 0.8~1.2m 范围的膨胀土应进行换填处理，对强膨胀土路堑，路床换填深度宜加深到 1.2~1.5m。在 1.5m 范围内可见基岩时，应清除至基岩。

【P31】除采用防止地表水下渗的措施外，可根据湿陷性黄土工程特性和工程要求，因地制宜采取换填法、冲击碾压法、强夯法、挤密桩法、桩基础法等措施对地基进行处理。

【P32】地基陷穴处理方法

陷穴处理方法

表1B411018-3

处理方法	回填夯实	明挖回填夯实	开挖导洞或竖井 回填夯实	注浆或爆破回填	灌砂
适用条件	明陷穴	陷穴埋藏深度 $\leq 3\text{m}$	$3\text{m} < \text{陷穴埋藏深度} \leq 6\text{m}$	陷穴埋藏深度 $> 6\text{m}$	陷穴埋藏深度 $\leq 3\text{m}$, 直径 $\leq 2\text{m}$, 洞身较直

【P34】滑坡地段路基的施工技术要点：（1）应**自上而下逐级开挖**，严禁采用爆破法施工。（3）支挡及排水工程在边坡上分级实施时，宜**开挖一级、实施一级**。（3）反压措施应在**滑坡体前缘抗滑段实施**。（4）应在滑坡体处于相对稳定的状态下施工，滑坡体具有滑动迹象或已经发生滑动时，应采取**反压填筑**等措施。（5）抗滑桩与挡土墙共同支挡时，应**先施作抗滑桩。挡土墙后有支撑渗沟及其他排水工程时应先施工**。（6）抗滑桩、锚索施工应**从两端向滑坡主轴方向逐步推进**。

【P35】水泥混凝土骨架防护施工应符合下列规定：混凝土浇筑应从护脚开始，**由下而上**进行浇筑。浇筑过程中采用**插入式振捣器振捣**。混凝土浇筑完成后应及时养护。养护时间宜不少于**14d**。

【P36】边坡支挡：包括**路基边坡支挡**和**堤岸支挡**。路基边坡支挡：护肩墙、护坡、护面墙、护脚墙、挡土墙。堤岸支挡：驳岸、**浸水墙**、石笼、抛石、护坡、支垛护脚。

【P36】重力式挡土墙工程施工技术：（1）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。（2）基坑开挖宜**分段跳槽**进行，分段位置宜结合伸缩缝、沉降缝等设置确定。（3）基础应在基础砂浆强度达到设计强度的**75%**后及时分层回填夯实。回填应在表面留3%的向外斜坡。（4）砌石墙身应分层**错缝砌筑**，咬缝应不小于砌块长度的1/4，且不得出现贯通竖缝。（5）混凝土墙身应水平分层浇筑，分层振捣。分层厚度应不超过**300mm**。（6）挡土墙混凝土或砂浆强度达到设计强度的**75%**时，应及时进行墙背回填。距墙背**0.5~1.0m**内，**不得使用重型振动压路机碾压**。

【P38】加筋土挡土墙：（3）**安设好的面板不得外倾**。（5）填料摊铺、碾压应**从拉筋中部开始平行于墙面进行，不得平行于拉筋方向碾压**。应先向拉筋尾部逐步摊铺、压实，然后再向墙面方向进行。（6）**不得使用羊足碾碾压**。靠近墙面板1m范围内，应使用小型机具夯实或人工夯实，不得使用重型压实机械压实。严禁车辆在未经压实的填料上行驶。

【P38】锚杆挡土墙是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。

【P39】抗滑桩：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**。应设置滑坡**变形、移动**监测点，并进行连续观测。（1）**相邻桩不得同时开挖**。开挖桩群应**从两端沿滑坡主轴间隔开挖**，桩身强度达到设计强度的**75%**后方可开挖邻桩。（2）开挖应分节进行。分节不宜过长，每节宜为0.5~1.0m。**不得在土石层变化处和滑动面处分节**。（3）**挡土板应在桩身混凝土达到设计强度后安装**。挡土板安装时，应边安装边回填，并做好挡土板后排水设施。

【P40】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。（1）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。（2）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。（3）边坡渗沟**用于疏干潮湿边坡和引排边坡上局部出露的上层滞水或泉水，并起支撑边坡作用**。（4）渗沟应设置**排水层、反滤层和封闭层**。（5）渗沟宜**从下游向上游**分段开挖，开挖作业面应根据土质选用合理的支撑形式，并应边挖边支撑，渗水材料应及时回填。（6）当**地下水埋藏深**或为**固定含水层**时，可采用**渗水隧洞、渗井**。（7）当**坡面有集中地下水**时，可设置**仰斜式排水孔**。

【P43】路基地面排水可采用**边沟、截水沟、排水沟、跌水与急流槽、拦水带、蒸发池**等设施。截水沟：（1）在无弃土堆的情况下，截水沟的边缘离开挖方路基坡顶的距离视土质而定，以不影响边坡稳定为原则。如系一般土质至少应离开**5m**，对黄土地区不应小于10m并应进行防渗加固。（2）路基上方有弃土堆时，截水沟应离开弃土堆脚**1~5m**。弃土堆坡脚离开路基挖方坡顶不应小于**10m**，弃土堆顶部应设2%倾向截水沟的横坡。（3）山坡上路堤的截水沟离开路堤坡脚至少**2m**。

【P44】平面控制测量：（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)导线桩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**。

【P45】高程控制测量:(1)高程测量应采用**水准测量或三角高程测量**的方法。(3)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。

(5)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**。

【P46】GPS的定位方法,若按用户接收机天线在测量中所处的**状态**来分,可分为**静态定位**和**动态定位**;如按**定位**的结果来分,可分为**绝对定位**和**相对定位**。

【P46】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。宜采用**坐标法**进行测量放样。

【P48】施工前应设置标识桩,将**路基用地界、路堤坡脚、路堑坡顶、取土坑、护坡道、弃土堆**等的具体位置标识清除。

【P48】路基横断面边桩放样方法:**图解法、计算法、渐进法、坐标法**。

【P53】填隙碎石用作基层时,用作**基层**时骨料的压碎值应不大于**26%**,用作**底基层**时应不大于**30%**。

【P54】水泥及添加剂(1)强度等级为**32.5**或**42.5**,且满足规范要求的**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**。(3)在水泥稳定材料中掺加缓凝剂或早强剂时,应对混合料进行**试验**验证。

【P55】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。

【P55】水泥稳定煤矸石**不宜用于**高速公路和一级公路。

【P58】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。

【P59】**生产配合比设计**应包括下列技术内容:(1)确定料仓供料比例。(2)确定水泥稳定材料的容许延迟时间。(3)确定结合料剂量的标定曲线。(4)确定混合料的最佳含水率、最大干密度。

【P59】粒料类分类:**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。级配碎石可用于**各级公路的基层和底基层**。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**。

【P61】热拌沥青碎石的拌制:沥青混合料**必须在沥青拌合场拌制**,可采用间歇式拌合机或连续式拌合机拌制。出厂的沥青混合料应逐车用**地磅称重**。

【P62】沥青混合料的分层压实厚度**不得大于10cm**。

【P63】乳化沥青碎石混合料应具有充分的施工和易性,混合料的**拌合、运输和摊铺**应在乳液**破乳前**结束。已拌好的混料应立即运至现场进行摊铺。拌合与摊铺过程中已破乳的混合料,应予**废弃**。

【P64】无机结合料稳定材料适用范围(1)**水泥稳定集料类、石灰粉煤灰稳定集料类**材料适用于**各级公路的基层、底基层**。**冰冻地区、多雨潮湿地区**,**石灰粉煤灰稳定集料类**材料宜用于**高速公路、一级公路的下基层或底基层**。石灰稳定类材料宜用于各级公路底基层以及三、四级公路的基层。(2)**高速公路、一级公路的基层**或上基层宜选用**骨架密实型**混合料。二级及二级以下公路的基层和各级公路底基层可采用悬浮密实型骨架混合料。均匀密实型混合料适用于高速公路、一级公路的底基层,二级及二级以下公路的基层。**骨架空隙型**混合料具有较高的空隙率,**适用于需要考虑路面内部排水要求的基层**。

【P65】对水泥稳定材料或水泥粉煤灰稳定材料,宜在**2h**之内完成碾压成型,应取混合料的初凝时间与容许延迟时间较短的时间作为施工控制时间。

【P65】对**级配碎石**材料,**基层**压实度应不小于**99%**,**底基层**压实度应不小于**97%**。

【P67】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**。

【P70】级配碎石或砾石施工应符合规定:采用不同粒级的碎石和石屑时,宜将**大粒径碎石铺在下层,中粒径碎石铺在中层,小粒径碎石铺在上层**,洒水使碎石湿润后,再摊铺石屑。

【P72】(22)混合料摊铺时,应保持连续。对水泥稳定材料,因故中断时间大于**2h**时,应设置横向接缝。(23)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**。

【P74】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层**碾压完成并经压实度检查合格**后,应及时养护。(2)无机结合料稳定材料的养护期宜不少于**7d**,养护期宜延长至上层结构开始施工的前**2d**。(3)养护可采取**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,宜结合工程实际情况选择适宜的方式。

【P77】基层在养护过程中出现裂缝,经过**弯沉检测**,结构层的承载能力满足设计要求时,可继续铺筑上

面的沥青面层，也可采取下列措施处理裂缝：（1）在裂缝位置**灌缝**。（2）在裂缝位置**铺设玻璃纤维格栅**。（3）**洒铺热改性沥青**。

【P78】按组成结构分类

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

【P80】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合沥青，其掺配比例由**试验**决定。

【P80】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。

【P81】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**。

【P83】沥青面层的细集料可采用**天然砂、机制砂、石屑**。SMA 和 OGFC 混合料**不宜使用天然砂**。

【P83】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**。

【P84】矿物纤维宜采用**玄武岩**等矿石制造，易影响环境及造成人体伤害的石棉纤维不宜直接使用。

【P85】热拌沥青混凝土路面施工准备：（2）做好配合比设计**报送监理工程师审批**，对各种原材料进行符合性检验。（4）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**。（5）试验段开工前 28d 安装好试验仪器和设备，配备好的试验人员报请监理工程师审核。各层开工前 **14d** 在监理工程师批准的现场备齐全部机械设备进行试验段铺筑

【P85】出厂的混合料须均匀一致，无白花料，无粗细离析和结块现象，不符合要求时应**废弃**。

【P86】热拌沥青混合料的摊铺：（2）底、中面层采用**走线法**施工，表面层采用**平衡梁法**施工。（5）开铺前将摊铺机的熨平板进行加热至不低于 **100℃**。（7）在摊铺过程中，随时检查摊铺质量，出现离析、边角缺料等现象时**人工及时补料，换补料**。

【P86】热拌沥青混合料的压实：（1）压路机采用 2~3 台**双轮双振动压路机**及 2~3 台重量不小于 16t **胶轮压路机**组成。（2）**初压**：采用双轮双振动压路机**静压 1~2 遍**，正常施工情况下，温度应不低于 110℃ 并紧跟摊铺机进行；**复压**：采用**胶轮压路机**和**双轮双振压路机振压**等综合碾压 **4~6 遍**，碾压温度多控制在 80~100℃；**终压**：采用双轮双振压路机**静压 1~2 遍**，碾压温度应不低于 65℃。边角部分压路机碾压不到的位置，使用**小型振动压路机碾压**。（3）相邻碾压重叠宽度大于 **30cm**。（4）采用**雾状喷水法**，以保证沥青混合料碾压过程中不粘轮。

【P86】接缝处理：（3）横接缝的处理方法：首先用 **3m 直尺检查端部平整度**。不符合要求时，**垂直于路中线切齐清楚**。清楚干净后在端部**涂粘层沥青**接着摊铺。摊铺时调整好预留高度，接缝处摊铺层施工结束后再用 3m 直尺检查平整度。**横向接缝的碾压先用双轮双振压路机进行横压**，碾压时压路机位于已压实的混合料层上伸入新铺层的宽为 15cm，然后每压一遍向新铺混合料方向移动 15~20cm，直至全部在新铺层上为止，**再改为纵向碾压**。（4）纵向冷接缝上、下层的缝错开 **15cm** 以上，横向接缝错开 **1m** 以上。

【P88】粘层：（1）粘层的作用：使上下层**沥青结构层或沥青结构层与结构物**（或水泥混凝土路面）完全粘结成一个整体。（2）符合下列情况，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。（3）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。（4）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**。（5）粘层油宜在**当天洒布**，待乳化沥青破乳、水分蒸发完成，或稀释沥青中的稀释剂基本挥发完成后，紧跟着铺筑沥青层，确保粘层不受污染。

【P92】现场冷再生法是用大功率路面铣刨拌和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（或加入乳化沥青）和骨料同时就地拌和，用路拌机原地拌和，最后碾压成型。现场冷再生中关键技术是添加的胶粘剂（如乳化沥青、泡沫沥青、水泥）与旧混合料的均匀拌和技术。现场冷再生工艺一般适用于病害严重的一级以下公路沥青路面的翻修、重建，冷再生后的路面一般需要加铺一定厚度的沥青罩面。

【P93】现场热再生施工简单方便，多用于基层承载能力良好、面层因疲劳而龟裂的路段，特别适用于老化不太严重，但平整度较差的高等级路面。

现场热再生	适用	特点	应用
整形再生法	2~3cm 表面层的再生	加热机（1台）+沥青再生剂	微型裂纹、磨耗层损坏及破损面积较小的路面
重铺再生法	4~6cm 表面层的再生	加热机（2台）+沥青再生剂+再铺一层磨耗层	破损较严重路面（如大面积坑槽），但会增加原路面标高，再生次数受到限制
复拌再生法	4~6cm 表面层的再生	加热机（2台）+沥青再生剂+新沥青混合料	

重铺再生法一般有两种工艺方法：

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

方法二：加热→旧料再生（翻松、添加再生剂、搅拌等）→摊铺整形→罩新面工艺。

加热方式：火焰加热、红外线加热、热气加热、微波加热。其中红外线加热和热气加热为常用的加热方法。

【P95】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）各交通等级路面、桥面混凝土宜选用减水率大、坍落度损失小、可调控凝结时间的复合型减水剂。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。（3）传力杆钢筋加工应锯断，不得挤压切断。（4）高速公路、一级公路宜采用塑胶、橡胶泡沫板或沥青纤维板。

【P100】水泥混凝土路面优点：使用寿命长；强度高；稳定性好；耐久性好；养护费用少、经济效益高；有利于夜间行车；有利于带动当地建材业的发展。水泥混凝土路面缺点：对水泥和水的需要量大；有接缝；开放交通较迟；修复困难。

【P100】水泥混凝土路面层铺筑的技术方法有小型机具铺筑、滑模机械铺筑、三辊轴机组铺筑和碾压混凝土四种方法。

【P101】采用滑模摊铺机施工法进行混凝土面层铺筑：（1）传力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。

（2）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。（纵坡、急弯、横坡）（3）下承层表面应清扫干净并洒水润湿。（4）滑模摊铺面层前，应准确架设基准线。

①滑模摊铺高速公路、一级公路时，应采用单向坡双线基准线；横向连接摊铺时，连接一侧可依托已铺成的路面，另一侧设置单线基准线。②滑模整体铺筑二级公路的双向坡路面时，应设置双线基准线，滑模摊铺机底板应设置为路拱形状。

（5）滑模摊铺机前布料，应采用机械完成，布料高度应均匀一致，不得采用翻斗车直接卸料的方式，布料应符合下列规定：（6）滑模摊铺机振捣频率应根据板厚、摊铺速度和混凝土工作性能确定，以保证拌合物不发生過振、欠振或漏振。

【P104】纵缝设置与施工：（1）纵缝从功能上分为纵向施工缝和纵向缩缝两类；从构造上分为设拉杆平缝型和设拉杆假缝型。（2）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。（3）当一次铺筑宽度大于4.5m时，应设置纵向缩缝，构造可采用设拉杆假缝型，并在摊铺过程中用专用的拉杆插入装置插入拉杆。（4）纵缝应与路线中线平行。纵缝拉杆应采用螺纹钢筋，设在板厚中央，并应对拉杆中部100mm进行防锈处理。

【P105】横缝设置与施工：（1）横缝从功能上分为横向施工缝、横向缩缝和横向胀缝。横向施工缝从构

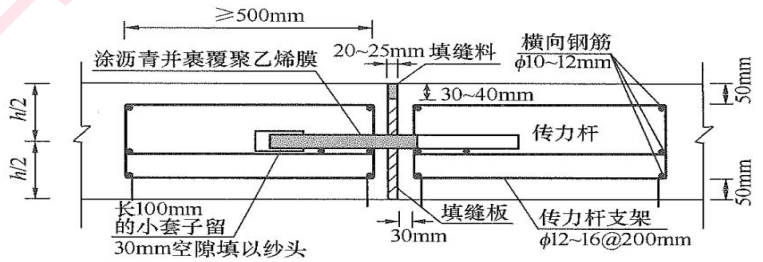


图1B412032-2 胀缝构造示意图

造上分为**设传力杆平缝型**和**设拉杆企口缝型**；横向缩缝从构造上分为**设传力杆假缝型**和**不设传力杆假缝型**。（2）每日施工结束或因临时原因中断施工时，应设置**横向施工缝**，其位置应尽可能选在胀缝或缩缝处。横向施工缝设在缩缝处应采用**设传力杆平缝型**。施工缝设在胀缝处其构造与胀缝相同。确有困难需设置在缩缝之间时，横向施工缝应采用**设拉杆企口缝型**。（3）普通混凝土路面的胀缝应包括**补强钢筋支架、胀缝板和传力杆**，胀缝构造如图。

【P106】特重和重交通混凝土路面宜采用硬刻槽，凡使用**圆盘、叶片式**抹面机整平后的混凝土路面、**钢纤维混凝土路面**必须采用**硬刻槽**方式制作抗滑沟槽。

【P106】混凝土路面养护：（1）混凝土路面铺筑完成或软作抗滑构造完毕后**立即开始养护**。机械摊铺的各种混凝土路面、桥面及搭板宜采用喷洒养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、草帘等洒水养护方式，不宜使用围水养护。（2）养护时间根据混凝土弯拉强度增长情况而定，不宜小于设计**弯拉强度的 80%**，应特别注重前 7d 的保湿（温）养护。一般养护天数宜为 14~21d，高温天不宜小于 14d，低温天不宜小于 21d。**掺粉煤灰的混凝土路面，最短养护时间不宜少于 28d**，低温天应适当延长。（3）混凝土板养护初期，严禁人、畜、车辆通行，在达到设计强度**40%**后，**行人方可通行**。在路面养护期间，平交道口应搭建临时便桥。面板**达到设计弯拉强度**后，方可**开放交通**。

【P107】中央分隔带施工：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。**路基**施工完毕后，即可进行**埋设横向塑料排水管**的施工。

【P107】土路肩施工流程：备料→推平→平整→静压→切边→平整→碾压。

【P119】地下连续墙可用于**除岩溶和地下承压水很高处**的其他各类土层中施工。地下挡土墙墙体刚度大，主要承受竖向和侧向荷载，通常既要作为永久性结构的一部分，又要作为地下工程施工过程中的防护结构。作用在墙体上的荷载，除自重外，主要有**水压力、土压力、地震力以及上部荷载、施工荷载**等。

【P122】斜交板桥：荷载有向两支承边之间**最短距离**方向传递的趋势。各角点受力情况可用比拟连续梁的工作来描述，**钝角处产生较大的负弯矩**，反力也较大，锐角点有向上翘起的趋势。在均布荷载作用下，当桥轴向的跨长相同时，斜板桥的最大跨内弯矩比正桥要**小**。在均布荷载作用下，当桥轴向的跨长相同时，斜板桥的跨中横向弯矩比正桥要**小**。

【P122】连续体系桥梁：（1）由于支点存在负弯矩，使跨中正弯矩显著减少，可以减少跨内主梁的高度，提高跨径，当加大支点截面附近梁高形成变截面时，还可**进一步降低跨中弯矩**。（2）由于是超静定结构，产生附加内力的因素包括预应力、混凝土的收缩徐变、墩台不均匀沉降、截面温度梯度变化等。（3）配筋要考虑**正负两种弯矩**的要求，顶推法施工要考虑截面**正负弯矩的交替变化**。

【P123】公路桥涵设计采用的作用分为**永久作用、可变作用、偶然作用和地震作用**四类。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、徐变作用，水的浮力、基础变位作用**。可变作用：汽车荷载，汽车冲击力，汽车离心力，汽车引起的土侧压力，汽车制动力，人群荷载，疲劳荷载，风荷载，流水压力，冰压力，波浪力，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。

【P127】支架高度大于**4.8m**时，其顶部和底部均应设置**水平剪刀撑**，中间水平剪刀撑的设置间距应不大于 4.8m。支架的高宽比宜**小于或等于 2**，当高宽比大于 2 时，宜**扩大下部架体尺寸或采取其他构造措施**。

【P128】验算模板、支架及拱架的刚度时，其变形值不得超过下列数值：（1）结构表面外露的模板，挠度为模板构件跨度的**1/400**。（2）结构表面隐蔽的模板，挠度为模板构件跨度的**1/250**。（3）支架、拱架受载后挠曲的杆件（盖梁、纵梁），其弹性挠度为相应结构跨度的**1/400**。

【P129】模板制作与安装施工工艺流程如下：**选择模板及支撑材料→模板设计与绘图→构件基础平整及支撑系统施工→模板加工制作与安装→模板表面及接缝处理→模板安装质量检验→钢筋安装及质量检验→混凝土浇筑→混凝土养护→拆除模板**。

【P130】模板安装完毕后，应对其**平面位置、顶部标高、节点连系及纵横向稳定性**进行检查，签认后方可浇筑混凝土。当结构自重和汽车荷载（不计冲击力）产生的向下挠度超过跨径的**1/1600**时，钢筋混凝土梁、板的底模板应设预拱度，预拱度值应等于**结构自重和 1/2 汽车荷载（不计冲击力）所产生的挠度**。纵向预拱度可做成抛物线或圆曲线。

【P132】支架应结合模板的安装一并考虑设置预拱度和卸落装置，并应符合下列规定：（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。

【P132】应通过**预压**的方式，**消除支架地基的不均匀沉降和支架的非弹性变形并获取弹性变形参数，或检验支架的安全性**。预压荷载宜为支架需承受全部荷载的 **1.05 ~1.10** 倍，预压荷载的分布应模拟需承受的结构荷载及施工荷载。

【P133】石拱桥拱架卸落时间应符合下列要求：（1）浆砌石拱桥，须待砂浆强度达到设计要求，或如设计无要求，则须达到砂浆强度的 **85%**。（2）跨径小于 10m 的小拱桥，宜在拱上建筑全部完成后卸架；中等跨径的实腹式拱，宜在**护拱**砌完后卸架；大跨径空腹式拱，宜在拱上**小拱横墙砌好（未砌小拱圈）**时卸架。

【P134】普通钢筋的加工制作：（4）钢筋的连接宜采用**焊接接头或机械连接接头**。**轴心受拉和小偏心受拉构件不应采用绑扎接头**。（5）钢筋的焊接接头宜采用**闪光对焊**，或采用电弧焊、电渣压力焊或气压焊，但**电渣压力焊仅可用于竖向钢筋的连接，不得用作水平钢筋和斜筋的连接**。（7）电弧焊宜采用**双面焊缝**，仅在双面焊无法施焊时，方可采用单面焊缝。电弧焊接头的焊缝长度，对双面焊缝不应小于 **5d**，单面焊缝不应小于 **10d**（d 为钢筋直径）。电弧焊接与钢筋弯曲处的距离不应小于 **10d**，且不宜位于构件的最大弯矩处。（8）钢筋的机械连接宜采用**墩粗直螺纹、滚轧直螺纹或套筒挤压连接接头**。钢筋机械连接接头的等级应选用 **I 级或 II 级**。（9）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**。

【P136】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，尚须按下列规定进行检查：（1）**钢丝**：钢丝分批检验时每批质量应不大于 **60t**，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**：钢绞线分批检验时每批质量应不大于 **60t**，从每盘所选的钢绞线端部正常部位截取一组试样进行**表面质量、直径偏差和力学性能**试验。（3）**热轧带肋钢筋**：热轧带肋钢筋分批检验时每批质量应不大于 **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**。

【P136】混凝土抗压强度应为标准方式成型的试件，置于标准养护条件下（**温度为 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 及相对湿度不低于 95%**）养护 28d 所测得的抗压强度值（MPa）进行评定。

【P136】混凝土配合比：（1）混凝土的配合比，应以**质量比**计，并应通过设计和试配选定。（4）在钢筋混凝土和预应力混凝土中，**均不得掺用氯化钙、氯化钠等氯盐**。当从各种组成材料引入的氯离子含量（折合氯盐含量）大于规定的限值时，宜在混凝土中采取**掺加阻锈剂、增加保护层厚度、提高密实度**等防腐措施。

【P138】采用泵送混凝土应符合下列规定：（1）泵送混凝土应选用**硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥**，不宜使用火山灰质硅酸盐水泥。（2）粗骨集料宜采用**连续级配**；细集料宜采用**中砂**。

【P138】混凝土运至浇筑地点后发生离析、严重泌水或坍落度不符合要求时，应进行**第二次搅拌**。二次搅拌时**不得任意加水**，确有必要时，可同时加水、相应的胶凝材料 and 外加剂并保持其原水胶比不变；二次搅拌仍不符合要求时，则不得使用。

【P139】自高处向模板内倾卸混凝土时，为防止混凝土离析，应符合下列规定：（1）从高处直接倾卸时，其自由倾落高度不宜超过 **2m**，以不发生离析为度。（2）当倾落高度超过 2m 时，应通过**串筒、溜管或振动溜管**等设施下落；倾落高度超过 10m 时，应设置**减速装置**。

【P139】施工缝的位置**应在混凝土浇筑之前确定**，且宜留置在结构**受剪力和弯矩较小并便于施工的部位**，施工缝宜设置成水平面或垂直面。对施工缝的处理应符合下列规定：**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**。

【P141】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，并应符合下列规定：宜选用**低水化热和凝结时间长**的水泥品种。粗集料宜采用**连续级配**，细集料宜采用**中砂**。进行配合比设计时，在保证混凝土强度、和易性及坍落度要求的前提下，宜采取改善粗集料级配、提高掺合料和粗集料的含量、降低水胶比等措施，**减少单方混凝土的水泥用量**。大体积混凝土进行配合比设计及质量评定时，可按 **60d** 龄期的抗压强度控制。对大体积混凝土进行温度控制时，应使其**内部最高温度不大于 75°C 、内表温差不大于 25°C** 。分层浇筑时，在上层混凝土浇筑之前应对下层混凝土顶面作凿毛处理，且新浇混凝土与下层已浇筑混凝土的温差宜小于 **20°C** ，并应采取措施将各层间的浇筑间歇期控制在 **7d** 以内。大体积混凝土的温度控制宜按照“**内降外保**”的原则，对混凝土内部采取设置冷却水管通循环水冷却，对混凝土外部采取覆盖蓄热或蓄水保温等措施进行。

【P142】预应力混凝土工程施工：（2）预应力钢筋和金属管道在仓库内保管时，在室外存放时，时间不宜超过 **6 个月**。（5）预应力筋锚具应按设计要求采用。锚具应满足**分级张拉、补张拉以及放松预应力的要求**。锚固多根预应力筋的锚具除应具有整束张拉的性能外，尚应具有单根张拉的性能；用于承受低应力或动荷载的夹片式锚具应具有防松性能；锚具的锚口摩擦损失率不宜大于 **6%**。（6）夹具应具有良好的**自**

锚性能、松锚性能和安全的重复使用性能，主要锚固零件应具有良好的防锈性能，可重复使用的次数不应少于 **300 次**。需敲击才能松开的夹具，必须保证其对预应力筋的锚固没有影响，且对操作人员的安全不造成危险。（7）混凝土结构或构件中的永久性预应力筋连接器，应符合**锚具**的性能要求；用于先张法施工且在张拉后还需进行放张和拆卸的连接器，应符合**夹具**的性能要求。（9）锚具、夹具和连接器进场时，除应按出厂合格证和质量证明书核查锚固性能类别、型号、规格及数量外，还应按下列规定进行验收：**外观检查、硬度检验、静载锚固性能试验**。（10）对特大桥、大桥和重要桥梁工程中使用的锚具产品，应进行上述 3 项检查和检验；对锚具用量较小的一般**中、小桥梁**工程，如生产厂能提供有效的静载锚固性能试验合格的证明文件，则**仅需进行外观检查和硬度检验**。

【P145】预应力筋采用**应力控制**方法张拉时，应以**实际伸长值进行校核**，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。（双控）

（1）预应力筋的理论伸长值 ΔL （mm）可按式计算： $\Delta L = P_p L / A_p E_p$

（2）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%~25%，伸长值应从初应力时开始量测。力筋的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。

预应力筋张拉的**实际伸长值** ΔL （mm），可按下式计算： $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$

【P147】先张法预制梁板施艺流程：张拉台座准备→穿预应力筋、调整初应力→**张拉预应力筋→钢筋骨架制作**→立模→浇筑混凝土→混凝土养护→拆模→放松预应力筋→成品存放、运输。

【P147】采用金属或塑料管道构成后张预应力混凝土结构或构件的孔道时，应符合下列规定：（1）管道的规格、尺寸应符合设计规定，且其内横截面积应不小于预应力筋净截面积的 **2 倍**；（2）固定各种成孔管道用的定位钢筋的间距，波纹管不宜大于 **0.8m**；位于曲线上的管道和扁平波纹管应适当加密。定位后的管道应平顺，**其端部的中心线应与锚垫板相垂直**。（4）所有管道均应在每个顶点设**排气孔**及需要在每个低点设**排水孔**。（5）预应力筋安装在管道中后，应将管道端部开口密封防止湿气进入。采用蒸汽养护混凝土时，**在养护完成之前不应安装预应力筋**。

【P148】后张法预应力筋的张拉和锚固应符合下列规定：（1）预应力张拉之前，宜对不同类型的孔道进行至少一个孔道的**摩阻测试**，通过测试所确定的 μ 值（**摩阻系数**）和 k 值（**偏差系数**）宜用于对设计张拉控制应力的修正。（2）张拉时，结构或构件混凝土的强度、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%**。（3）预应力筋的张拉顺序应符合设计规定；设计未规定时，可采取**分批、分阶段**的方式对称张拉。（5）**直线筋和热轧带肋钢可在一端张拉**。对曲线预应力筋，应根据施工计算的要求采取两端张拉或一端张拉的方式进行，当锚固损失的影响长度**小于或等于 $L/2$** （ L 为结构或构件长度）时，应采取**两端张拉**；当锚固损失的影响长度**大于 $L/2$** 时，可**采取一端张拉**，当同一截面中有多束一端张拉的预应力筋时，张拉端宜**分别交错设置**在结构或构件的两端。预应力筋采用两端张拉时，**宜两端同时张拉，或先在一端张拉锚固后，再在另一端补足预应力值进行锚固**。

（7）后张预应力筋断丝及滑丝不得超过表 1B413033-5 中规定的控制数。

后张预应力筋断丝、滑移限制

表 1B413033-5

类 别	检查项目	控制数
钢丝束和钢绞线束	每束钢丝断丝或滑丝	1根
	每束钢绞线断丝或滑丝	1丝
	每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的百分比	1%
热轧带肋钢筋	断筋或滑移	不容许

（9）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。

【P150】后张法预应力孔道压浆及封锚：

（1）预应力筋张拉锚固后，孔道应尽早压浆，且应在 **48h** 内完成，否则应采取避免预应力筋锈蚀的措施。压浆用水泥浆的强度应符合设计规定。

(2) 外加剂应与水泥具有良好的相容性, 且**不得含有氯盐、亚硝酸盐**或其他对预应力筋有腐蚀作用的成分。减水剂应采用高效减水剂, 且应满足现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076—2008 中高效减水剂一等品的要求, 其减水率应不小于 20%。

(3) 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**。

(4) 压浆前应在工地试验室对压浆材料**加水进行试配**, 各种材料的称量(均以质量计)应精确到 **±1%**。经试配的浆液其各项性能指标均应满足设计要求或《公路桥涵施工技术规范》JTG/TF50—2011 的有关规定后方可用于正式压浆。

(5) 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打开和关闭, 使孔道内排气通畅。

(6) 浆液自拌制完成至压入孔道的延续时间不宜超过 **40min**, 且在使用前和压注过程中应连续搅拌, 对因延迟使用所致流动度降低的水泥浆, **不得通过额外加水增加其流动度**。

(8) **压浆的充盈度应达到孔道另一端饱满且排气孔排出与规定流动度相同的水泥浆为止**。

(9) 压浆时, 每一工作班应制作留取不少于 3 组尺寸为 **40mm×40mm×160mm** 的试件, 标准养护 28d, 进行**抗压强度和抗折强度**试验, 作为质量评定的依据。

(12) 对后张预制构件, 在孔道压浆前**不得安装就位**; 压浆后, 应在浆液强度达到规定的强度后方可移运和吊装。

(13) 孔道压浆应填写施工记录。记录项目应包括: **压浆材料、配合比、压浆日期、搅拌时间、出机初始流动度、浆液温度、环境温度、稳压压力及时间**, 采用真空辅助压浆工艺时尚应包括**真空度**。

【P156】埋设护筒作用: 护筒能**稳定孔壁、防止坍孔、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)

【P158】清孔的方法: 有抽浆法、换浆法、掏渣法、喷射清孔法以及用砂浆置换钻渣清孔法等, 其中**抽浆法**清孔较为彻底, 适用于各种钻孔方法的灌注桩。

【P158】清孔的质量要求: 对摩擦桩, 孔底沉淀厚度应符合设计规定, 设计未规定时, 对于直径小于 1.5m 的桩, $\leq 200\text{mm}$; 对桩径大于 1.5m 或桩长大于 40m 或土质较差的桩, $\leq 300\text{mm}$; 对支承桩, 孔底沉淀厚度不大于设计规定, 设计未规定时, $\leq 50\text{mm}$ 。清孔后的泥浆指标, 相对密度为 1.03~1.10, 黏度为 17~20Pa·s, 含砂率小于 2%, 胶体率大于 98%。在吊放钢筋骨架后, 灌注水下混凝土前, 应再次检查孔内的泥浆指标和孔底沉淀厚度; 如超过规定, 应进行第二次清孔, 符合要求后方可灌注水下混凝土。**不得用加深钻孔的方式代替清孔**。

【P161】挖孔桩施工的安全要求: (6) 孔深不宜超过 15m, **孔径不宜小于 1.2m**。孔深超过 15m 的桩孔内应配备有效的通信器材, 作业人员在孔内连续作业不得超过 **2h**; 桩周支护应采用钢筋混凝土护壁, 护壁上的爬梯应每间隔 **8m** 设一处休息平台。孔深超过 30m 的应配备作业人员升降设备。

【P163】沉井施工: (1) 沉井的混凝土强度满足抽垫后受力的要求时方可将支垫抽除。支垫应**分区、依次、对称、同步**地向沉井外抽出, 并应随抽随用砂土回填捣实。(2) 各类浮式沉井在下水、浮运前, 均应进行**水密性检查**, 对底节尚应根据其工作压力进行**水压试验**, 合格后方可下水。(3) 浮式沉井的底节可采用**滑道、涨水自浮或直接起吊**等方法下水。(4) 沉井在浮运、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。(5) 宜采用**不排水**的方式除土下沉。(6) 正常下沉时, 应**自井孔中间向刃脚处均匀对称除土**。采用**吸泥吹砂**等方法下沉时, **必须备有向井内补水的设施**, 应保持井内外的水位平衡或井内水位**略高于**井外水位; 吸泥吹砂在井内均匀进行, 应防止局部吸吹过深导致沉井偏斜。

【P166】地下连续墙: (1) 地下连续墙施工一般包括**挖槽、下放钢筋笼、浇筑混凝土和槽段间的连接**四个主要工序。(2) 导墙的平面轴线应与地下连续墙轴线平行, 导墙应**每隔 1~1.5m 距离设置 1 道支撑**。

(3) 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**。(4) 导墙分段施工时, 段落的划分应与地下连续墙划分的节段**错开**。(5) 可采用的成槽方法有**钻劈法、钻抓法、抓取法、洗削法**。(6) 采用钻劈法施工槽孔时, 钻头直径应满足设计墙厚的要求, 且开孔钻尖的直径应大于终孔钻头的直径, 副孔长度应合理选择, **且宜在主孔终孔后在**

劈打副孔。（7）槽段接头一般采用**预埋钢筋、钢板、设置剪力键**等连接方式。

【P169】水中承台施工：**围堰→封底→抽水→支模→浇筑混凝土。**

双壁钢围堰拼焊后应进行**焊接质量检验及水密试验。**

【P172】钢筋施工应符合下列规定：（1）对高度大于 30m 的桥墩，在钢筋安装时宜设置**劲性骨架**。（2）钢筋施工时其分节高度不宜大于 **9m**，以确保施工安全。（3）下一节段钢筋绑扎时，上一级混凝土强度应达到 2.5MPa 以上。

【P174】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）预制台座应保证底座或底模的挠度**不大于 2mm**。（3）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**。（4）对高宽比较大的预应力混凝土 T 形梁和 I 形梁，应**对称、均衡**地施加预应力，并应采取有效措施防止梁体产生侧向弯曲。

【P174】构件的场内移运应符合下列规定：（1）对后张预应力混凝土梁、板，在施加预应力后可将其从预制台座吊移到场内的存放台座再进行孔道压浆，但必须满足下列要求：

①从预制台座上移出梁、板**仅限一次，不得在孔道压浆前多次倒运。**

②吊移的范围必须限制在预制场内的存放区域，**不得移往他处。**

③吊移过程中不得对梁、板产生任何冲击和碰撞。

（3）梁、板构件移运时的吊点位置应符合设计规定；设计未规定时，应根据计算决定。构件的吊环必须采用未经冷拉的 HPB300 钢筋制作，且吊环应顺直。吊绳与起吊构件的交角小于 60° 时，**应设置吊架或起吊扁担，使吊环垂直受力。**吊移板式构件时，不得吊错上、下面。

【P174】构件的存放应符合下列规定：（3）**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**。（4）当构件多层叠放时，层与层之间应**以垫木隔开**，各层垫木的位置应设在设计规定的支点处，**上下层垫木应在同一条竖直线上**；叠放的高度宜按构件强度、台座地基的承载力、垫木强度及叠放的稳定性等经计算确定，大型构件宜为 2 层，不应超过 3 层，小型构件宜为 6~10 层。（5）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**。（7）安装在同一孔跨的梁、板，其预制施工的龄期差不宜超过 **10d**。

【P177】先简支后连续的梁，其施工应符合下列规定：（2）简支变连续的施工程序应符合设计规定，且**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。**（4）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。（5）**同一片梁的临时支座应同时拆除。**

【P177】预应力混凝土箱梁施工：（1）箱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**。（2）当采取蒸汽养护时，除应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50—2011 的冬期施工规定外，尚宜分为**静停、升温、恒温、降温及自然养护**五个阶段。

【P178】箱梁的运输应符合下列规定：（1）当采用运梁车运输箱梁时，运梁线路的路面应平坦，地基应有足够的承载能力，**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。在运梁车通过的限界内，不得有任何障碍物。（2）运梁车装载箱梁时，其支承应牢固，起步和运行应缓慢，平稳前进，严禁突然加速或紧急制动。重载运行时的速度宜控制在 **5km/h** 以内，曲线、坡道地段应严格控制在 **3km/h** 以内。当运梁车接近卸梁地点或架桥机时，应减速徐停。

【P179】箱梁的架设安装应符合下列规定：箱梁应采用通过技术质量监督部门产品认证的专用架桥机，或由**海事部门颁发船舶证书及起重检验证书的起重船**进行架设安装，且起重参数应能满足架梁的要求，起重船的锚泊系统应能满足作业水域的条件。吊架和吊具应专门设计。起重设备、吊架和吊具等应经试吊确认安全后方可用于正式施工，**吊具应定期进行探伤检查。**

【P179】支架法施工：地基处理形式有：地基换填压实、混凝土条形基础、桩基础加混凝土横梁等。混凝土的隔离剂应采用清洁的机油、肥皂水或其他质量可靠的隔离剂，**不得使用废机油。**预应力筋穿束前要对孔道进行清理。如钢束较长时，可采用**金属网套法**。梁体混凝土**在顺桥向宜从低处向高处进行浇筑，在横桥向宜对称进行浇筑。**混凝土浇筑过程中，应对**支架的变形、位移、节点和卸架设备的压缩及支架地基的沉降**等进行监测。

【P181】逐孔施工：（1）移动模架结构按**行走方式**分为**自行式**和**非自行式**；（2）按底模的安拆方式分为**平开合式、翻转式**等；（3）按与箱梁的位置和过孔方式分为**上行式（上承式）、下行式（下承式）**等形式。①上行式：主梁在待制梁体上方，借助已成梁体和桥墩移位。②下行式：主梁在待制梁体下方，完全借助桥墩移位。（4）移动模架应在**首孔梁**的浇筑位置就位后进行**荷载加载试验**，检验和试压合格后方可

正式使用。(5) **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;梁体混凝土在横桥向应对称浇筑。连续梁逐孔现浇的纵向分段接缝位置应符合设计规定;设计未规定时,宜设在1/5跨的弯矩零点附近。(6)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的**75%**后,方可拆除;外模架应在梁体建立预应力后方可卸落。(7)模架在移动过孔时的抗倾覆稳定系数应不小于**1.5**。

【P183】悬臂拼装:(1)1号块是紧邻0号块两侧的第一箱梁节段,也是悬拼T构的基准梁段,是全跨安装质量的关键,一般采用**湿接缝**连接。施工程序:吊机就位→提升、起吊1号梁段→安设铁皮管→中线测量→丈量湿接缝的宽度→调整铁皮管→高程测量→检查中线→固定1号梁段→安装湿接缝的模板→浇筑湿接缝混凝土→湿接缝养护、拆模→张拉预应力筋→下一梁段拼装。(2)其他梁段拼装,采用**胶接缝**拼装。施工程序:吊机就位→起吊梁段→初步定位试拼→检查并处理管道接头→移开梁段→穿临时预应力筋入孔→接缝面上涂胶接材料→正式定位、贴紧梁段→张拉临时预应力筋→放松起吊索→穿永久预应力筋→张拉预应力筋→下一梁段拼装。

【P183】预制梁块悬臂拼装时应注意的要点:节段预制前,应在预制场地建立精密测量的**平面控制网**和**高程控制网**,并设置**测量控制点、测量塔及靶标**。测量控制点应设在**远离热源和震动源的位置**,且应具有良好的通视条件,必要时应设置备用的测量控制点。

【P184】施工前应按施工荷载对起吊设备进行强度、刚度、稳定验算,使安全系数大于**2.0**,节段起吊安装前,应对起吊设备进行全面安全技术检查,并应分别进行**1.25倍设计荷载的静荷**和**1.1倍设计荷载的动荷**起吊试验,经检查及试吊试验符合要求后方可正式进行节段的起吊拼装。

【P184】悬臂浇筑施工(1)挂篮按行走方式可分为**滑移式**和**滚动式**;按平衡方式可分为**压重式**和**自锚式**。(2)挂篮必须满足强度、刚度、稳定性;**行走、锚固方便可靠,重量不大于设计规定**。挂篮质量与悬浇梁段混凝土的重量**不宜大于0.5**。允许最大变形(包括吊带变形的总和)为20mm。施工、行走时的**抗倾覆安全系数、自锚固系统**和斜拉水平**限位系统**及上水平限位的安全系数不得小于**2**。挂篮制作加工完成后应进行试拼装。挂篮在现场拼装后,应全面检查其安装质量,并应进行模拟**荷载试验**,符合挂篮设计要求后方可正式投入使用。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**。(3)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。设计无要求时,不宜超过梁段重的**1/4**。悬臂梁段应全断面一次浇筑完成,并**从悬臂端开始,向已完成梁段推进分层浇筑**。(4)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**。(5)箱梁截面混凝土浇筑顺序:**从悬臂端开始,两个悬臂端应对称均衡地进行浇筑**。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。

【P187】连续梁的合龙、体系转换和支座反力调整:(1)合龙施工前应对两端悬臂梁段的**轴线、高程和梁长**受温度影响的偏移值进行观测,并应根据实际观测值进行合龙的施工计算,确定准确的合龙温度、合龙时间及合龙程序。(2)合龙顺序: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**。(4)合龙时,宜采取措施将合龙口两侧的悬臂端予以**临时刚性连接**,再浇筑合龙段混凝土。合龙段的混凝土**宜在一天中气温最低且稳定的时段内浇筑**,浇筑后应及时覆盖洒水养护。(5)合对预应力混凝土连续梁,**合龙后应在规定的时间内尽快拆除墩梁临时固结装置**,按设计规定的程序完成体系转换和支座反力调整。

【P192】转体法施工:(1)上部结构转体施工是跨越深谷、急流、铁路和公路等特殊条件下的有效施工方法,具有**不干扰运输、不中断交通、不需要复杂的悬臂拼装设备和技术**等优点,转体施工分为**竖转法、平转法和平竖结合法**。(2)平转施工:适用于**刚构梁式桥、斜拉桥、钢筋混凝土拱桥及钢管拱桥**。(3)竖转施工: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)。(4)转体施工工艺包括:**脱架→转动→转盘封固→撤锚合龙**。(5)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**。

【P196】缆索吊装:(1)主缆宜采用钢丝绳,安全系数应不小于**3**。主索系统试吊分跑车**空载反复运转、静载试吊和吊重**运行三步。(2)松索时按**边扣索、次边扣索、起重索**三者的先后顺序对称均匀地进行。

【P200】桥梁监测系统对以下几个方面进行监控:**桥梁结构在正常环境与交通下运营的物理与力学状态;桥梁重要非结构构件(如支座)和附属设施(如振动控制元件)的工作状态;结构构件耐久性;桥梁所处环境条件等**。

【P201】桥梁施工控制主要包括**变形控制、应力控制、稳定控制和安全控制**，而桥梁施工安全是变形控制、应力控制、稳定控制的综合体现。

【P205】钢管内混凝土浇筑：管内混凝土浇筑可采用人工浇筑和泵送顶升压注两种方法。一般应采用**泵送顶升压注施工**，由**两拱脚至拱顶对称均衡地一次压注完成**。有腹箱的断面应**先管后腹**，除拱顶外不宜在拱肋的其他部位设置横隔板。钢管混凝土的质量检测办法应以**超声波检测为主，人工敲击为辅**。

【P210】斜拉桥按主梁的受力状态分为**漂浮体系、支承体系、塔梁固结体系和刚构体系**。

【P212】主梁施工方法与梁式桥基本相同，大体分四种：**①顶推法；②平转法；③支架法；④悬臂法**。

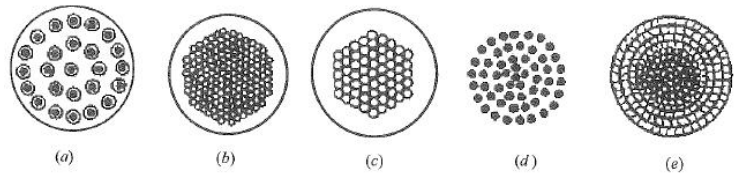


图1B413074 斜拉索截面形式
(a) 钢筋索；(b) 钢丝索；(c) 钢绞线索；(d) 单股钢绞线；(e) 封闭式钢绞

【P214】拉索按材料和制作方式的不同可分为以下几种形式：（1）平行钢筋索。（2）

平行（半平行）钢丝索。（3）平行（半平行）钢绞线索。（4）单股钢绞线。（5）封闭式钢绞线。

【P214】斜拉索防护可分为临时防护和永久防护两种，防护类型主要由以下几种：**封闭索防护；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**。

【P215】悬索桥：（1）按主缆锚固方式分为**地锚式**和**自锚式**悬索桥，大多数悬索桥采用**地锚式**。（2）按主缆线形分为双链式和单链式悬索桥。**现在大跨径悬索桥一般采用单链式**。（3）悬索桥施工主要工序包括：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。（4）主索鞍施工程序包括：安装塔顶门架→钢框架安装→吊装上下支承板→吊装鞍体等。（5）猫道承重索的安全系数不小于**3.0**。（6）猫道承重索可采用钢丝绳或钢绞线，采用钢丝绳时须进行预张拉消除其非弹性变形，预张拉荷载不得小于各索破断荷载的**1/2**，保持60min，并进行两次。（7）索夹安装与吊索安装：索夹安装时**中跨从跨中向塔顶进行，边跨从散索鞍向塔顶进行**。

【P227】围岩详细定级时，如遇下列情况之一，应对岩体基本质量指标BQ进行修正：**（1）有地下水；（2）围岩稳定性受软弱结构面影响，且由一组起控制作用；（3）存在高初始应力**。

【P228】明洞主要分为**拱式明洞**和**棚式明洞**。按荷载分布，拱式明洞又可分为**路堑对称型、路堑偏压型、半路堑偏压型和半路堑单压型**。按构造，棚式明洞又可分**墙式、刚架式、柱式和悬臂式**等。

【P229】超前地质预报应包括（但不限于）以下内容：**地层岩性、地质构造、不良地质、地下水**。

【P229】公路隧道地质超前预报方法：（1）隧道地质超前预报方法主要有：**地质调查法、物理勘探法（TSP法、TGP法和TRT法）、超前钻探法、超前导洞法、水力联系观测**。（2）**地质调查法**是隧道施工超前地质预报的基础，适用于**各种地质条件隧道超前地质预报**，调查内容应包括隧道地表补充地质调查和隧道内地质调查。（3）物理勘探法适用于长、特长隧道或地质条件复杂隧道的超前地质预报，主要方法包括有**弹性波反射法、地质雷达法、陆地声纳法、红外探测法、瞬变电磁法、高分辨直流电法**。

（4）TSP法适用于各种地质条件，**对断层、软硬接触面**等面状结构反射信号较为明显，每次预报的距离宜为100~150m。（5）地质雷达法适用于**岩溶、采空区**探测，也可用于探测断层破碎带、软弱夹层等不均匀地质体，在岩溶不发育地段每次预报距离宜为10~20m。（6）超前水平钻探每循环钻孔长度应不低于**30m**。

（7）富水构造破碎带、富水岩溶发育地段、煤系或油气地层、瓦斯发育区、采空区以及重大物探异常地段等地质复杂隧道和地下水隧道**必须采用超前钻探法预报**、评价前方地质情况。（8）**超前导洞法**可采用平行超前导洞法和隧道内超前导洞法，两座并行隧道可根据先行开挖的隧道预测后开挖隧道的地质条件。（9）当隧道排水或突涌水对地下水资源或周围建（构）筑物产生重大影响时，应进行**水力联系观测**。

【P233】隧道监控量测工作应根据控制基准建立预警机制，按表实行分级管理。

位移管理等级 表2B314022-3

管理等级	管理位移 (mm)	施工状态
Ⅲ	$U < (U_0/3)$	可正常施工
Ⅱ	$(U_0/3) \leq U \leq (2U_0/3)$	应加强支护
Ⅰ	$U > (2U_0/3)$	应采取特殊措施

注：U——实测位移值； U_0 ——设计极限位移值。

【P233】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。

【P234】明洞回填施工规定：（1）墙背回填应两侧对称进行。（3）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，回填至拱顶平齐后应分层满铺填筑。

【P235】隧道的开挖方式（分部开挖）：公路隧道的开挖方式主要有**全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、中隔壁法、交叉中隔壁法、双侧壁导坑法及中导洞法**等。

【P236】当岩层完整、岩石抗压强度大于30MPa，并确认不影响衬砌结构稳定和强度时，允许岩石个别突出部分（**每1m²内不宜大于0.1m²**）欠挖，但其隆起量不得大于**50mm**。

开挖方式	围岩等级	跨度
全断面法	I II III (IV)	中小跨度
台阶法	III IV (V)	中小跨度
环形预留核心土法	IV V	中小跨度
CD法或CRD法	围岩 较差 、 跨度大 、浅埋、地表沉降 需要控制 的场合	
双侧壁导坑	浅埋 大跨度 隧道及地表下沉量 要求严格 而围岩条件 很差 的情况	
中导洞法	连拱隧道	

【P237】光面爆破的特点：光面爆破是指爆破后断面轮廓整齐，超挖和欠挖符合规定要求的爆破，其主要标准是：①开挖轮廓成型规则，岩面**平整**；②岩面上保存**50%**以上孔痕，且无明显的爆破裂缝；③爆破后围岩壁上**无危石**。

【P238】公路小净距及连拱隧道施工：（1）**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。常用于洞口地形狭窄或有特殊要求的**中、短隧道**以及**长或特长隧道**洞口局部地段。

分离式独立双洞的最小净距

表1B414032-4

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

注：B——隧道开挖断面的宽度。

（2）**连拱隧道**主要适用于洞口地形狭窄，或对两洞间距有特殊要求的**中、短隧道**。

（3）连拱隧道开挖要求：①连拱隧道开挖宜**先贯通中导洞、浇筑中隔壁，然后依次开挖主洞**。②中隔壁顶与中导洞初期支护间应用混凝土回填密实。③主洞开挖时，**左右两洞**开挖掌子面**错开**距离宜大于**30m**。④中隔壁混凝土模板宜使用对拉拉杆。⑤采用导洞施工时，导洞宽度宜大于**4m**。

【P239】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，随开挖进尺不断前移，逃生通道距离开挖掌子面不得大于**20m**。逃生通道的刚度、强度及抗冲击能力应满足安全要求，逃生通道内径不宜小于**0.8m**。隧道施工期间各施工作业面应安装**有应急照明装置的报警系统装置**。

【P240】隧道施工过程中，当遇到**软弱破碎围岩**时，其自支护能力是比较弱的，经常采用的超前支护措施有**超前锚杆、插板、超前小导管、管棚及围岩预注浆加固**等。预注浆：预注浆一般可超前开挖面**30~50m**，可以形成有相当厚度的和较长区段的筒状加固区，从而使得堵水的效果更好，也使得注浆作业的次数减少，它更适用于**有压地下水及地下水丰富**的地层中，也更适用于采用大中型机械化施工。加固围岩有**洞内超前注浆、地表超前注浆和平导超前注浆**三种方式。对于浅埋隧道，可以从地表向隧道所在区域打辐射状或平行状钻孔注浆；对**深埋长大隧道**，可设置**平行导坑**，由平行导坑向正洞所在区域钻孔注浆。

【P244】仰拱混凝土超前拱墙混凝土施工的超前距离，宜保持**3倍以上衬砌循环作业长度**。仰拱施工宜整断面一次成型，**不宜左右半幅分次浇筑**。底板混凝土可半幅浇筑，但接缝应平顺，做好防水处理。隧道底部（包括仰拱），超挖在允许范围内应采用与**衬砌相同强度等级混凝土浇筑**；超挖大于规定时，应按设计要求回填，不得用洞渣随意回填，严禁片石侵入衬砌断面（或仰拱断面）。仰拱以上的混凝土或片石混凝土应在仰拱混凝土达到设计强度的**70%**后施工。仰拱和底板混凝土强度达到设计强度**100%**后方可允许车辆通行。

【P244】隧道安全步距是指**隧道仰拱或二次衬砌**到掌子面的安全距离。安全步距主要由隧道**围岩级别**决定。

（1）仰拱与掌子面的距离：Ⅲ级围岩不超过90m；Ⅳ级围岩不得超过50m；Ⅴ级及以上围岩不得超过40m。

（2）软弱围岩及不良地质隧道二次衬砌应及时施作，二次衬砌距掌子面的距离：Ⅳ级围岩不得超过90m；Ⅴ级及以上围岩不得超过70m。

【P245】洞内反坡排水应符合的要求，抽水机功率应**大于排水所需功率的 20%**，并备用抽水机。

【P246】防水板铺设应超前二次衬砌施工 1~**2 个衬砌段**，并应与开挖掌子面保持一定距离。防水板铺设防水板宜采用**专用台架**。防水板应**无钉敷设**，并留有余量，防水板与初期支护或岩面应密贴。防水板的搭接缝焊接质量应按**充气法**检查，当压力表达到 0.25MPa 时停止充气，保持 15min，压力下降在 **10%** 以内，焊缝质量合格。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**。

【P247】隧道**注浆防水**施工根据不同情况可选择下列方案：（1）掌子面前方存在**较高水压的富水区**，具有较大可能、较大规模的涌水、突水且围岩结构软弱，自稳能力差，开挖后可能导致掌子面失稳而诱发突水、突泥者，宜采用**全断面帷幕注浆或周边注浆**。（2）掌子面前方围岩基本稳定，但**局部存在一定的水流**，开挖后可能导致掌子面大量渗漏水而无法施作初期支护时，宜采用**超前局部注浆**。（开挖前）（3）围岩有一定自稳能力，开挖后水压和水量较小，但出水量超过设计允许排放量时，宜采用**径向注浆**。（4）注浆防水选择采用**水泥浆液、超细水泥浆、水泥-水玻璃浆液**等材料。（5）钻孔注浆顺序应**从下往上、由少水处到多水处、隔孔钻注**。

【P248】喷雾洒水正规化：喷雾洒水**不仅能降低因爆破、出渣等所产生的粉尘，还能溶解少量的有害气体（如二氧化碳、硫化氢等）并能降低温度，使空气清新**。

【P249】供电（1）隧道供电电压应符合以下要求：①供电线路应采用 220/380V **三相五线**系统。③**隧道照明**，成洞段和不作业地段可用 220V，瓦斯地段不得超过 **110V**，一般作业地段不宜大于 36V，手提作业灯为 12~24V。（3）供电线路布置和安装应符合下列要求：①成洞地段固定的电线路，应使用绝缘良好胶皮线架设；施工地段的临时电线路宜采用橡套电缆；竖井、斜井宜使用铠装电缆；瓦斯地段的输电线必须使用煤矿专用**密封阻燃铜芯电缆**，不得使用皮线。瓦斯地段的电缆应**沿侧壁铺设**，不得悬空架设。涌水隧道的电动排水设备、瓦斯隧道的通风设备和斜井、竖井内的电气装置应采用**双回路输电**，并有可靠的切换装置。短隧道应采用**高压至洞口，再低压进洞**。瓦斯地段的照明器材应采用**防爆型**，开关应设在送风道或洞口。

【P250】当斜井井身倾角 $\alpha \leq 12\%$ 时，宜采用自卸汽车、装载机或挖掘机配合的无轨运输方式；当斜井井身倾角 $12\% \leq \alpha \leq 28\%$ 时，宜选用轨道矿车或皮带运输方式；当 $28\% \leq \alpha \leq 47\%$ 时，宜采用轨道矿车提升；当 $47\% \leq \alpha \leq 70\%$ 时，应采用**大型箕斗**提升。斜井井身倾角 $\alpha \geq 47\%$ ，井身模筑衬砌墙基应做成**台阶形式**。

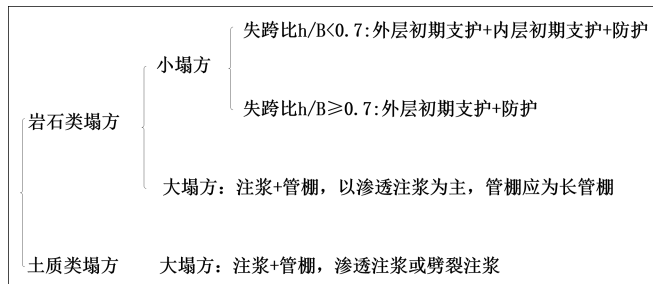
【P251】盾构机按开挖面是否封闭划分，可分为**密闭式**和**敞开式**两类；按平衡开挖面土压与水压的原理不同，密闭式盾构机又可分为**土压式**和**泥水式**两种；敞开式盾构机按开挖方式划分，可分为手握式、半机械式和机械式三种。盾构应在始发段 **50~100m** 进行试掘进，并应根据地质情况、施工监测结果、试掘进经验等因素选用掘进参数。

【P255】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机。（2）钻孔孔位（孔底）应在水流**上方**。（3）采取排水措施，保证钻孔排出的水迅速排出洞外。（4）超前钻孔的孔底应超前开挖面 1~2 个循环进尺。

【P255】超前围岩预注浆堵水应符合的规定：（1）注浆段的长度应根据地质条件、涌水量、机具设备能力等因素确定，一般宜在 30~50m 之间。（2）钻孔及注浆顺序应**由外圈向内圈**进行，同一圈钻孔应**间隔施工**。（3）浆液宜采用水泥浆液或水泥-水玻璃浆液。

【P256】塌方：（1）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。

（3）当塌方是由于洞口附近的滑动体引起且有塌方发生后，滑动体尚未稳定时，**必须先对滑动体进行加固，然后再处理塌方**，其主要技术措施有**自进式锚杆、预应力锚索以及抗滑桩**。



【P258】岩溶：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。开挖方法宜采用**分部开挖法**。在 II~IV 级围岩条件下，中小跨度隧道、溶洞仅占隧道开挖断面内一小部分时，可采用全断面法开挖。**当溶洞出现在隧道一侧，应先开挖该侧，待支**

护完成后，再开挖另一侧。岩溶段爆破开挖时，宜采用**多打眼、打浅眼、多分段**的措施，严格控制单段起爆药量和总装药量，控制爆破震动。

【P259】瓦斯：（1）当坑道中的瓦斯浓度小于 5%，遇到火源时，瓦斯只是在火源附近燃烧而不会爆炸；瓦斯浓度在 5%~6%到 14%~16%时，遇到火源具有爆炸性；瓦斯浓度大于 14%~16%时，一般不爆炸，但遇火能平静地燃烧。（**9.5%爆炸最强烈**）

（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，炮眼深度不应小于 0.6m，装药前炮眼应清除干净。②必须采用煤矿许用炸药和煤矿许用电雷管，**严禁反向装药**。③爆破网络**必须采用串联**连接方式，不得并联或串并联。④起爆电源必须使用**防爆型起爆器**。应安装在新鲜风流中，并与开挖面保持 200m 左右距离，同一开挖面不得同时使用两台及以上起爆器起爆。（3）瓦斯**隧道通风**应符合的规定：①高瓦斯工区的施工通风宜采用**巷道式**，瓦斯隧道各掘进工作面**必须独立通风，严禁任何两个工作面之间串联通风**。

【P261】流沙地段隧道宜采用**超短台阶、环形预留核心土法**人工开挖。

【P262】岩爆预报方法以**超前探孔**为主，辅以地震波法、电磁波法、钻速测试等手段。**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。**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（摩擦型锚杆）**等措施。**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。应采用**光面爆破**技术，使隧道周边圆顺，减少应力集中；严格控制装药量，减少对围岩的扰动。控制循环进尺，采用**短进尺**，一般情况下，每循环进尺宜控制 1.0~1.5m，最大不得大于 **2m**。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，并向孔内灌注高压水，软化围岩，加快围岩内部的应力释放。

【P265】隧道衬砌裂缝病害治理措施采用**锚杆加固、碳纤维加固、骑缝注浆、凿槽嵌补、直接涂抹**工艺。

【P268】交通安全设施：**交通标志**主要起到**提示、诱导、指示**等作用。它主要包括**警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、作业区标志**等主标志以及附设在主标志下的**辅助标志**。**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**。防撞设施主要包括**护栏、防撞筒**等。**护栏**的主要作用是**防止失控车辆越过中央分隔带或在路侧比较危险的路段冲出路基**，不致发生二次事故。同时，还具有吸收能量，减轻事故车辆及人员的损伤程度，以及诱导视线的作用。防撞筒的主要作用是起到**警示和减缓冲击作用**，吸收能量，减轻事故车辆及人员的损伤程度，同时也有诱导视线的作用。**隔离栅**的主要作用是**将公路用地隔离出来，防止非法侵占公路用地的设施，同时将可能影响交通安全的人和畜等与公路分离，保证公路的正常运营**。**轮廓标**的主要作用是**在夜间通过对车灯光的反射，使司机能够了解前方道路的线形及走向，使其提前做好准备**。防眩设施的主要作用是**避免对向车辆前照灯造成的眩目影响，保证夜间行车安全**。**里程标（碑）、百米标（桩）和公路界碑**是属于**交通标志的范畴**，主要作用是标识出道路里程和公路用地界限。

【P269】在进行波形梁护栏施工之前，应以桥梁、涵洞、通道、立体交叉、分隔带开口及人孔处等为控制点，进行**立柱定位放样**。波形梁通过拼接螺栓**相互拼接**。

【P270】防眩板在施工前，应确定控制点（如桥梁），在控制点之间测距**定位、放样**。

【P270】对特长隧道、特大桥或一定范围内的交通监控设施进行管理，构成三级管理架构，其管理层次为省级监控中心、路段监控分中心、基层监控单元。

【P271】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，**隧道通风控制、隧道照明控制、电力监控在逻辑构成上相对独立，在系统构成上则可以合在一起**。

【P271】一条路的交通信号监控系统通常由**监控分中心和监控节点（若有的话）的计算机系统、外场设备以及传输通道**等组成。

【P272】火灾报警系统由**人工和自动报警**两个系统合成，是保障隧道安全运行系统中的一个重要子系统。自动报警系统由**洞内火灾自动检测设备、监控分中心（监控所）的火灾报警控制器以及传输通道**等组成。人工手动报警系统与自动报警系统的构成相似，通常是在隧道内每 **50m** 间距的消防洞处设一个手动报警按

钮(每个按钮带地址编码),由传输通道将其连接到监控分中心(监控所)的火灾报警控制器。

【P272】通风控制系统是根据**一氧化碳/透过率检测器、风速风向检测器**检测到的环境数据、交通量数据等控制风机的运转进行通风,同时控制风机的运行台数、风向、风速、运行时间,实现节能运行和保持风机较佳寿命的控制运行。

【P273】照明控制系统能根据**洞外的照度变化、交通量的变化**对洞内照明强度进行调节,节约用电,降低运营费用。

【P274】省内联网收费总体框架一般由**省级管理中心、路段收费分中心(或者区域收费分中心)、收费站**三级组成。一条高速公路收费系统,按其基本功能可分为**计算机系统、收费视频监视系统、内部对讲系统、安全报警系统、电源系统、计重系统、车牌自动识别系统、ETC车道系统**等。

【P277】计重收费系统一般只需在出口(或入口)车道设置低速/静态轴重检测系统。它主要由**称重仪、轮胎识别器、红外线车辆分离器、称重数据采集处理器**等组成。

【P278】ETC车道预告类标志设置在收费站前**500m**适当位置,主要用于告知驾驶员前方收费站设有ETC车道。ETC车道分为入口车道和出口车道。入口车道和出口车道配置的设备基本一致,主要由**车道控制器、RSU(路侧单元)、自动栏杆、报警设备、信息显示屏、雨棚信号灯、车道信号灯、车辆检测器及车道摄像机**等组成。

【P281】光、电缆敷设:(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)**光缆**的曲率半径必须大于光缆直径的**20倍**,**电缆**的曲率半径必须大于电缆直径的**15倍**。(4)以人工方法牵引光缆时,应在井下逐段接力牵引,一次牵引长度一般**不大于1000m**。(5)光缆绕“8”数字敷设时,其内径应**不小于2m**。(9)按要求堵塞光、电缆管孔,光、电缆端头应做密封防潮处理,**不得浸水**。

【P284】通常公路供电系统主要由**10kV电源线路、变配电所、供配电线路、低压配电箱和接地系统**等构成。

【P285】照明**方式**可以分为**一般照明、局部照明和混合照明**;照明**种类**可以分为**正常照明和应急照明**。

【P286】电缆线路敷设要求:(1)直埋电缆的埋深**不应小于0.7m**。(2)直埋电缆的上、下部应铺以不小于100mm厚的**软土或沙层**。(3)管道敷设时,电缆管内径与电缆外径之比**不得小于1.5**。(4)三相或单相的交流单芯电缆,**不得单独穿于钢管内**。(5)电缆在沟内敷设时,应遵循**低压在下、高压在上**的原则。

【P288】各项资源需求计划:劳动力需求计划、材料需求计划、施工机械设备需求计划、资金需求计划。

【P293】劳动力不均衡系数,即**施工期高峰人数与施工期平均人数**之比,接近于1为好。

【P294】**施工方案的优化**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。**资源利用的优化**包括:**物资采购与供应计划的优化、机械需要计划的优化**。

【P296】项目经理部的组织结构模式一般由四种,即**直线式、职能式、直线职能式、矩阵式**。目前主要采用的组织机构模式有**直线式和直线职能式**,大型项目可采用**矩阵式**。

【P296】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。

【P297】所有项目施工顺序均应按照“**先地下、后地上,先深、后浅,先主体、后附属,先结构、后装饰**”的原则进行安排。

【P297】施工方案的拟定包括**选择施工方法、确定工艺流程、配备施工机械设备、确定需要的临时工程(临时设施)**等。

【P298】公路工程进度计划的主要形式:横道图:公路工程的进度横道图是**以时间为横坐标**,以各**分部(项)工程或工作内容为纵坐标**。“S”曲线:“S”曲线是**以时间为横轴**,以**累计完成的工程费用**的百分数为纵轴的图表化曲线。垂直图(也称斜条图、时间里程图):垂直图是**以公路里程或工程位置为横轴**,以**时间为纵轴**。**斜率越陡进度越慢,斜率越平坦进度越快**。斜率图:斜率图是**以时间(月份)为横轴**,以**累计完成的工程量的百分数**为纵轴。网络图。

【P300】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。

【P304】进度计划检查的方法:(1)横道图比较法(**直观比较的方法**)(2)“S”形曲线比较法。(3)“香蕉”形曲线比较法:“香蕉”曲线是由两条以同一开始时间、同一结束时间的“S”形曲线组合而成,而且时间最好采用工期的百分数表示。其中,一条“S”形曲线是工程按**最早完成时间**安排进度所绘制的

“S”形曲线，简称ES曲线；另一条“S”形曲线是工作按**最迟完成时间**安排进度所绘制的“S”形曲线，简称LS曲线。（4）公路工程进度表（横道图与“S”曲线法的结合）。**世界银行贷款项目一般要求提供此表**。（5）前锋线比较法（适用于**时标网络图**）（6）一般网络图（无时标）进度检查的割线法—完工时点算法。用**网络图**来进行进度检查是进度控制中计划检查最简单和最有效的方法。

【P310】 施工方案的审批流程

施工方案	编制	审核	审批
一般	专业工程师	项目技术部门	项目技术责任人
重大	项目技术责任人组织	施工单位技术管理部门组织	施工单位技术负责人

【P310】 技术交底的分级要求：

（1）施工技术交底必须在相应工程内容施工前分级进行。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**或各分部分项工程主管工程师向**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）技术交底的主要内容

技术交底	主要内容	举例
第一级	实施性施工组织设计、技术策划、 总体施工方案、重大施工方案	监理办法及总工期、质量保证措施、安全技术措施、季节性施工措施以及有关“四新”技术要求等。
第二级	分部分项工程施工方案	试验参数及配合比、测量放样桩、测量控制网、监控量测 等。
第三级	分部分项工程施工工序	作业标准、施工工艺细则、操作要点 等。

（3）技术交底的方法：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。

【P312】 **施工资料**：施工管理资料、施工技术文件、物资资料、测量资料、施工记录、验收资料、质量评定资料等。

【P313】 工程资料中文字材料幅面尺寸规格宜为**A4**幅面，图纸宜采用国家标准图幅。利用施工图改竣工图，**必须标明变更修改的依据**；凡施工图结构、工艺、平面布置等有重大改变，或变更部分超过图面**1/3**的，应当重新绘制竣工图。所有竣工图应加盖竣工图章。

【P314】 测量管理

原则	（1）在测量布局上，应遵循“ 由整体到局部 ”的原则；（2）在测量精度上，应遵循“ 由高级到低级 ”的原则；（3）在测量次序上，应遵循“ 先控制后碎部 ”的原则；（4）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。
阶段	（1）准备阶段：交接桩、设计控制桩贯通复测、 施工控制网建立 、地形地貌复核测量。 （2）施工阶段：施工放样测量、工序检查测量、 施工控制网复测 、沉降位移变形观测及安全监控测量。 （3）竣工阶段：竣工贯通测量和工点竣工测量。

【P315】 施工监测中的测量工作

（1）高填方路基监测：①**稳定性监测**：对路基原地表沉降、边桩位移测量。②**沉降量监测**：对中桩、路肩、平台、坡脚等沉降量观测。③**地表水平位移量监测**。④**挡墙位移监测**：观测点埋设在挡墙顶面。

（3）深基坑监测测量工作内容：**顶部水平位移、顶部沉降观测、邻近建（构）筑物沉降、立柱垂直位移、邻近地下管线水平及竖向位移**。

【P316】 施工测量复核、交底：（1）贯通测量及控制网测量不得少于**两遍**，并进行换手测量。（3）**所有施工放样测量**必须进行换手复核测量。（4）现场测量数据处理计算资料**必须换人复核**。

【P317】 公路工程试验管理：工地试验室应保持试验检测人员相对稳定，因特殊情况确需变动的，应由**母体检测机构**报经**建设单位**同意，并向**项目质监机构**备案。仪器设备经**检定/校准或功能检验合格**后方可**投入使用**。仪器设备在检定/校准周期内如存在**修理、搬运、移动**等情况，应重新进行检定/校准。（4）仪器设备应实施标识管理，分为管理状态标识和使用状态标识。管理状态标识包括设备名称、编号、生产厂商、型号、操作人员和保管人员等信息；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。试验检测台账分为管理和技术台账。管理台账一般包括人员、设备、标准规范等台账；**技术台账**一般包括**原材料进场台账、样品台账、试验/检测台账、不合格材料台账、外委试验台账**等。（外不试原样）工地试验室应加强外委管理，超出母体检测机构授权范围的试验检测项目和参数应进行外委，外委试验应向项目**建设单位**报备。接受外委试验的检测机构应取得《公路水运工程试

验检测机构等级证书》（含相应参数），通过计量认证（含相应参数）且上年度信用等级为**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**。外委试验取样、送样过程应进行**见证**。工地试验室应对外委试验结果进行确认。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。

【P323】沉井质量控制关键点：（1）初始平面位置控制。（2）刃脚质量。（3）下沉过程中沉井**倾斜度**与**偏位**的动态控制。（4）封底混凝土的浇筑工艺确保封底混凝土的质量。

【P326】分项工程质量检验应按**基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料**等检验项目分别检查。对**结构安全、耐久性和主要使用功能**起决定性作用的检查项目为关键项目，以下叙述以“△”标识。关键项目的合格率不得低于**95%**（机电工程为100%）；有规定极值的检查项目，任一单个检测值不应突破规定极值，否则该检查项目为不合格；一般项目，合格率应不低于80%。

路基	土方路基	压实度（△）、弯沉（△）、平整度、横坡、纵断高程、宽度、中线偏位、边坡
	填石路基	压实（△）、弯沉（△）、平整度、横坡、纵断高程、宽度、中线偏位、边坡坡度和平顺度
基层	稳定土	压实度（△）、厚度（△）、强度（△）、平整度、横坡、纵断高程、宽度
	级配碎石	压实度（△）、厚度（△）、弯沉值、平整度、横坡、纵断高程、宽度
面层	水泥混凝土	板厚度（△）、 弯拉强度 （△）、平整度、横坡、纵断高程、路面宽度、抗滑构造深度、横向力系数SFC、相邻板高差、纵横缝顺直度、中线平面偏位、断板率
	沥青混凝土	压实度（△）、厚度（△）、 沥青含量 （△）、 矿料级配 （△）、平整度、横坡、纵断高程、宽度、马歇尔稳定度、弯沉值、渗水系数、摩擦系数、构造深度、中线平面偏位
挡土墙	干砌挡土墙	断面尺寸（△）、平面位置、墙面坡度、顶面高程、表面平整度
	片石挡土墙	断面尺寸（△）、混凝土强度（△）、平面位置、墙面坡度、顶面高程、表面平整度
桥梁	钻孔灌注桩	混凝土强度（△）、孔深（△）、桩身完整性（△）、桩位、孔径、钻孔倾斜度、沉淀厚度
	后张法	张拉应力值（△）、张拉伸长率（△）、断丝滑丝数、管道坐标、管道间距（包含同排和上下层）
	悬臂浇筑	断面尺寸（△）、混凝土强度（△）、轴线偏位、顶面高程、合龙后同跨对称点高程差、相邻梁段间错台、顶面横坡、平整度、
	悬臂拼装	合龙段混凝土强度（△）、轴线偏位、顶面高程、合龙后同跨对称点高程差、相邻梁段间错台
隧道	总体质量检验	车行道宽度、内轮廓宽度、 内轮廓高度 （△）、隧道偏位、边坡或仰坡坡度
	隧道喷射混凝土	喷射混凝土强度（△）、喷层与围岩接触状况（△）、喷层厚度
交通设施	波形梁钢护栏	波形梁板基座金属厚度 （△）、 立柱基底金属壁厚 （△）、 横梁中心高度 （△）、立柱中距、立柱竖直度、立柱外边缘距土路肩边线距离、立柱埋置深度、螺栓终拧扭矩
	防眩设施	安装高度 （△）、防眩板设置间距、竖直度、防眩网网孔尺寸

【P336】风险源辨识、评估与管控：（1）公路水路行业安全生产风险管理工作应坚持“**单位负责、行业监管、动态实施、科学管控**”的原则。（2）风险等级按照可能导致安全生产事故的后果和概率，由高到低依次分为**重大、较大、一般和较小**四个等级。①重大风险是指一定条件下易导致特别重大安全生产事故的风险。②较大风险是指一定条件下易导致重大安全生产事故的风险。③一般风险是指一定条件下易导致较大安全生产事故的风险。④较小风险是指一定条件下易导致一般安全生产事故的风险。（3）生产经营单位安全生产风险辨识分为**全面辨识**和**专项辨识**。全面辨识应**每年不少于1次**。（4）重大风险登记分为**初次、定期和动态**三种方式。

【P336】在确定控制措施或考虑改变现行控制措施时，可考虑按如下顺序选择风险控制方法：（1）消除。（2）替代。（3）工程控制措施。（4）标志、警告或管理控制。（5）个人防护设备。

【P339】专项施工方案应当由**施工单位技术负责人**审核签字、加盖单位公章，并由**总监理工程师**审查签字、加盖执业印章后方可实施。危大工程实行分包并由分包单位编制专项施工方案的，专项施工方案应当由**总承包单位技术负责人及分包单位技术负责人**共同审核签字并加盖单位公章。对于超过一定规模的危大工

程，**施工单位**应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。实行**施工总承包**的，由施工总承包单位组织召开专家论证会。专家论证前专项施工方案应当通过施工单位审核和总监理工程师审查。

【P339】施工安全保证措施：**组织保障、技术措施、应急预案、监测监控**等。

【P341】隐患治理工作应坚持“**单位负责、行业监管、分级管理、社会监督**”的原则。

【P342】安全生产费用保障制度。不得低于建筑安装工程造价的**1.5%**的比例计取，且不得作为竞争性报价。根据安全生产实际需要，可适当提高安全费用提取标准。

【P342】对确认存在重大隐患的，在施工现场应设**立风险告知牌**，并**对一线作业人员进行风险告知**。重大隐患经项目监理单位确认后向**项目建设单位备案**。

【P346】施工单位应**建立应急救援组织领导机构、专（兼）职应急救援队伍**，并定期组织训练。

【P346】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。

【P348】施工单位应当制订应急预案演练计划，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**。

【P352】路面工程施工安全管理措施：小型机具洒布沥青时，**喷头不得朝外**，喷头**10m**范围内不得站人，**不得逆风作业**。大风天气，不得喷洒沥青。

【P354】高墩施工人员上下必须使用**之字形爬梯**。

【P354】挂篮的**抗倾覆、锚固和限位结构**的安全系数均不得小于**2**。挂篮行走应缓慢，速度宜控制在**0.1m/min**以内，并应由专人指挥。

【P355】架桥机施工风险控制措施（1）现场安装后须经专业的检测检验机构检验合格，发放**使用证、挂验收合格证牌**后方可投入使用。（2）架桥机纵向运行轨道两侧规定高度要求对应水平，保持平稳。前、中、后支腿各横向运行轨道要求水平，并严格控制间距，**三条轨道必须平行**。（3）架桥机纵向移动要做好一切准备工作，**要求一次到位，不允许中途停顿**。（4）架桥机安装作业时，要经常注意安全检查，**每安装一孔必须进行一次全面安全检查**，发现问题要停止工作并及时处理后才能继续作业，不允许机械电气带故障作业。（5）**大雨、大雪、大雾、沙尘暴和六级（含）风以上**等恶劣天气必须停止架梁作业。（6）架桥机工作前，应调整前、中、后支腿高度，使架桥机**主梁纵向坡度 $<1.5\%$** 。**纵向行走轨道的铺设纵坡 $<3\%$** ，不满足时应调整至此要求。

【P358】作业面与坠落高度基准面超过**2m**且无临边防护装置时，临边应挂设水平安全网。安全带除应定期检验外，使用前还应进行检查。**织带磨损、灼伤、酸碱腐蚀或出现明显变硬、发脆以及金属部件磨损出现明显缺陷或受到冲击后发生明显变形的，应及时报废**。安全带应**高挂低用**，并应扣牢在牢固的物体上。吊篮应使用专业厂家制作的定型产品，**不得自行制作吊篮**。

【P359】开工前，应根据施工需要设置安全作业区，并办理**水上水下施工作业许可证**，发布航行通告。

【P360】特种设备安全管理措施（1）特种设备使用单位应当在设备投入使用前或者投入使用后**30d**内到**设备所在地市以上**的特种设备安全监督管理部门办理特种设备使用登记。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。（2）特种设备报检。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。（3）特种设备报检要求。起重机械报检时，必须提供**保养合同、有效作业人员证件**。

【P361】触电事故预防管理措施（1）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**用电施工组织设计**。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。（2）坚持“一机、一闸、一漏、一箱”。

【P363】案例 1B420063

【P369】工程变更包括**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**”。

【P378】标后预算按照不同的管理阶段，可以分为**项目预算（直接）成本、计划预算（直接）成本、实际预算（直接）成本**等。

标后预算	时间	根据	作为依据
项目预算（直接）成本	施工准备阶段	预估的工程数量 标后预算清单单价	签订责任书
计划预算（直接）成本	施工过程中	计划的工程量 标后预算清单单价	编制成本计划
实际预算（直接）成本	施工过程中	计量工程量 标后预算清单单价	考核成本管理成效

【P379】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**、**项目预算总成本**、**规费**和**税金**四项。

【P381】自有机机械总费用=Σ某种机械型号的（不变费用+可变费用）。**不变费用**：折旧费、检修费、维护费和安装辅助费。**可变费用**：燃、油料费，电费，机驾人员工资及其他费用等。

【P381】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、行车干扰工程增加费、施工辅助费、工地转移费**等内容。（**冬雨夜辅助特殊行车转移**）

【P381】专项费用：①**施工场地建设费**：但不包括红线范围内贯通便道、进出场的临时便道、保通便道。②**安全生产费**。

【P382】现场管理费：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。④**指挥车辆使用费**。⑤**通信费、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

【P402】预付款包括**开工预付款**和**材料、设备预付款**。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**，**监理工程师应在当期进度付款证书中向承包人支付开工预付款**。如经查实承包人滥用开工预付款，发包人有权立即向银行索赔**履约保证金**，并解除合同。**承包人无须向发包人提交预付款保函**。发包人向承包人支付的预付款，应按照规定使用，承包人提交的履约保证金对预付款的正常使用承担担保责任。开工预付款在进度付款证书的累计金额未达到签约合同价的**30%**之前不予扣回，在达到签约合同价30%之后，开始按工程进度以固定比例（即每完成签约合同价的1%，扣回开工预付款的2%）分期从各月的进度付款证书中扣回，全部金额在进度付款证书的累计金额达到签约合同价的**80%**时扣完。

【P402】**交工验收证书签发后14d内**，承包人应向发包人缴纳质量保证金。质量保证金可采用**银行保函或现金、支票**形式，金额应符合项目专用合同条款数据表的规定。采用银行保函时，出具保函的银行须具有相应担保能力，且按照发包人批准的格式出具，所需费用由承包人承担。发包人应按照规定方式预留保证金，保证金总预留比例不得高于工程价款结算总额的**3%**。合同约定由承包人以银行保函替代预留保证金的，保函金额不得高于工程价款结算总额的3%。在合同条款约定的缺陷责任期满时，**且质量监督机构已按规定对工程质量检测鉴定合格**，承包人向发包人申请到期应返还承包人剩余的质量保证金金额，发包人应在14d内会同承包人按照合同约定的内容核实承包人是否完成缺陷责任。

【P404】拖期违约损失赔偿金：一般规定，每逾期1d，赔偿合同价的**0.01%~0.05%**，同时也规定，赔偿总额**不超过合同价的10%**。

【P406】工程量清单内结算的费用：**月进度付款、计日工、暂列金额、暂估价**。工程量清单外、合同内结算的费用项目：预付款、质量保证金、工程变更费用、价格调整费用、逾期交工违约金、提前竣工奖金、迟付款利息、索赔费用。

【P411】项目部驻地建设：消防水池、消防砂池、多级沉淀池、化粪池、垃圾堆积池。

【P413】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。

【P416】拌合站

（1）合理划分**拌合作业区、材料计量区、材料库、运输车辆停放区、试验区、集料堆放区**及生活区，内设洗车池（洗车台）、污水沉淀池和排水系统。生活区应与其他区隔离。

（2）拌合站建设标准

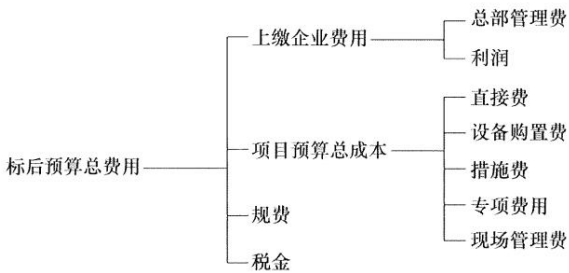


图1B420072 项目标后总费用构成

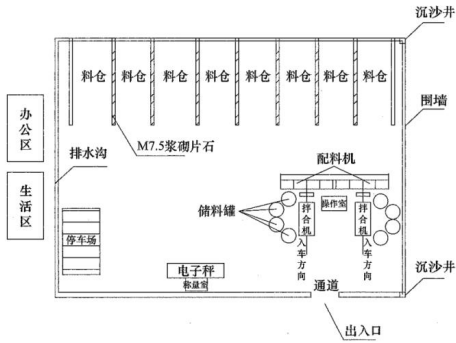


图2B320093 某水泥混凝土拌合站平面布置示意图

拌合站建设标准

表2B320093-1

拌合站类型	场地面积 (m ²)	每个拌合站搅拌机组最低配置
水泥混凝土拌合站	5000	2台拌合机 (每台至少有3个水泥罐、4个集料仓)
沥青混合料拌合站	3500	1台拌合机 (每台至少有3个沥青罐、冷热集料仓各5个)
稳定土拌合站	15000	1台拌合机 (每台至少有3个水泥罐、4个集料仓)

(3) 场地 (含堆料区、加工区) 应做**硬化处理**, 主要运输道路应采用不小于 20cm 厚的 C20 混凝土硬化, 基础不好的道路应增设碎石掺石屑垫层, 场内**排水**宜按照**中间高四周低**的原则预设不小于 1.5% 的排水坡度, 四周宜设置砖砌排水沟, 并采用 M7.5 砂浆抹面。拌合站各罐体宜连接成一个整体, 安装**缆风绳**和**避雷设施**。(4) 混凝土拌合应采用**强制式**拌合机, 单机生产能力不宜低于 90m³/h。拌合设备应采用**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。(5) 水稳拌合应采用**强制式**拌合机, 设备具备自动计量功能, 一般设自动计量补水器加水。(6) 沥青混合料采用**间歇式**拌合机, 配备计算机及打印设备。(7) 纤维材料、抗车辙剂、抗剥落剂等外加剂必须采用仓库存放, 地面设置架空垫层, 高度为离地面 30cm, 以免受潮。

【P429】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。

【P440】公路建设项目依法实行**项目法人负责制**。项目法人可自行管理公路建设项目, 也可委托具备法人资格的项目建设管理单位进行项目管理。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**。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**。任何单位和个人不得违反规定指定分包、指定采购或者分割工程。项目法人应当加强对施工单位工程分包的管理, **所有分包合同须经监理审查, 并报项目法人备案**。施工单位可以直接招用农民工或者将劳务作业发包给具有劳务分包资质的劳务分包人。施工单位招用农民工的, 应当依法签订劳动合同, 并将劳动合同报项目监理工程师 和项目法人**备案**。

【P442】总承包单位选择及合同要求: (1) 总承包单位由**项目法人依法通过招标方式确定**。项目法人负责组织公路工程总承包招标。公路工程总承包招标应当在**初步设计文件**获得批准并落实建设资金后进行。

(2) 总承包单位应当具备以下要求: ①同时具备与招标工程相适应的**勘察设计和施工资质**, 或者由具备相应资质的勘察设计和施工单位组成联合体。②具有与招标工程相适应的财务能力, 满足招标文件中提出的关于勘察、设计、施工能力、**业绩**等方面的条件要求。③以联合体投标的, 应当根据项目的特点和复杂程度, **合理确定牵头单位**, 并在联合体协议中明确联合体成员单位的责任和权利。④总承包单位 (包括总承包联合体成员单位, 下同) **不得是总承包项目的初步设计单位、代建单位、监理单位或以上单位的附属单位**。

【P443】总承包费用或者投标报价应当包括相应工程的**施工图勘察费、建筑安装工程费、设备购置费、缺陷责任期维修费、保险费等**。总承包采用总价合同, 除应当由项目法人承担的风险费用外, **总承包合同总价一般不予调整**。

【P444】工程永久使用的大宗材料、关键设备和主要构件**可由项目法人依法招标采购, 也可由总承包单位按规定采购**。招标人在招标文件中应当明确采购责任。由总承包单位采购的, 应当采取**集中采购**的方式, 采购方案应当经**项目法人同意**, 并接受项目法人的监督。

【P448】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。

【P449】设计变更: 有下列情形之一的属于**重大设计变更** (1) 连续长度 10km 以上的路线方案调整的

(2) 特大桥的数量或结构型式发生变化的 (3) 特长隧道的数量或通风方案发生变化的 (4) 互通式立交的数量发生变化的 (5) 收费方式及站点位置、规模发生变化的 (6) 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**: (1) 连续长度 2km 以上的路线方案调整的。 (2) 连接线的标准和规模发生变化的 (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型式发生变化的。 (6) 隧道的数量或方案发生变化的。 (7) 互通式立交的位置或方

案发生变化的。(8)分离式立交的数量发生变化的。(9)监控、通讯系统总体方案发生变化的。(10)管理、养护和服务设施的数量和规模发生变化的。(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。一般设计变更是指除重大设计变更和较大设计变更以外的其他设计变更。重大设计变更由**交通运输部**负责审批。较大设计变更由**省级交通运输主管部门**负责审批。**项目法人**负责一般设计变更进行审查。

[考点]公路工程施工安全事故报告

企业职工伤亡事故分类	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、放炮、火药爆炸、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息、其他伤害。				
安全事故	根据生产安全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：				
	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	
事故报告	现场有关人员（立即）→施工单位负责人（ 1h ）→有关部门。情况紧急时，有关人员可以直接向有关部门报告				
补报	30 日内补报。（ 交通事故、火灾事故 7 日内补报）				

[考点]公路工程质量事故管理相关规定

质量事故划分	公路水运建设工程质量事故指公路水运建设工程项目在缺陷责任期结束前,由于施工或勘察设计等原因使工程不满足技术标准及设计要求, 并造成 结构损毁 或一定 直接经济损失 的事故。				
	质量事故	一般	较大	重大	特别重大
	直接经济损失	100万	1000万	5000万	1亿
	工程结构损毁	除高中大 小水	高中大 中水	特大 大水	
事故报告	(1) 现在有关人员（立即）→责任单位负责人（ 2h ）→有关部门 (2) 交工前， 施工单位 为责任单位。 (3) 交工后， 建设单位 或 管养单位 为责任单位。				