

路基土石方施工交底

1. 施工准备

(1) 施工测量

在开工前先进行施工测量，包括导线、中线及高程的复测，水准点的复查与增设，测量与绘制横断面。施工测量的精度符合《公路勘测规程》(JTJ061-99)的要求。并将测量方法及成果资料签字后交送监理工程师。经监理工程师批准后方可施工。

在开工之前在现场放出路基坡脚、路堑顶、截水沟、边沟、护坡道、取土坑、弃土场等的具体位置，标明其轮廓，提请监理工程师检查批准。

(2) 调查与试验

路基施工前对施工范围内的地质、水文、障碍物、及各种管线等情况进行详细调查。

对图纸所示的利用挖方、借土场的路堤填料取有代表性的土样进行试验，试验方法按《公路土工试验规程》(JTJ051-93)执行，试验项目按“技术规范”要求进行。

(3) 防水、排水

施工前做好路基的各种防、排水设施，挖设排水沟，并保持其处于良好的排水状态。

(4) 清理场地

路基工程施工前，清除施工范围内的树木、灌木、原地面以下 100-300mm 内的草皮、农作物的根系和表土。且堆放在弃土场内或经监理工程师认可地点。

场地清理完成后，全面进行填前碾压，使其密实度达到规定的要求。

(5) 雨季施工

雨季施工前，根据现场具体情况确定可进行雨季施工地段，严格按照《公路路基施工技术规范》(JTJ033-95) 中雨季施工的有关规定执行，并编制实施性的雨季施工组织计划，提交监理工程师审查批准。

雨季填筑路堤时，随挖、随运、随填、随压。每层填土表面筑2-3%的横坡，并在雨前和收工前将铺填的松土碾压密实。

2.路基挖方施工

对于较长的路堑采用纵挖法施工，短而深的路堑采用横挖法施工。路堑开挖以机械施工为主，靠近基床底层表面及边坡部分辅以人工开挖。石方开挖采用小型或松动爆破，岩石边坡采用光面爆破施工。土石方调运近距离采用推土机推运，远距离采用挖掘机、装载机配合自卸汽车运输。

1) 土方开挖

(1) 路堑土方开挖施工工艺

路堑开挖施工工艺流程框图略。

(2) 施工控制

① 路堑边坡

根据测设的边桩位置，当机械开挖至靠近边坡0.3m时，改为人工修坡。不设圻工防护的边坡，每10m边坡范围插杆挂线人工刷坡，有防护地段及时做好防护。

② 路床

当开挖接近路基面标高时，核对土质状况，土质路堑要调查核对基床范围内土质是否满足技术要求，必要时进行补充勘探，检验基床范围地基允许承载力是否满足设计要求。路床顶面以下30cm的压实度，或路床顶面以下换土超过30cm时，其压实度均不小于95%。按《公路土工试验规程》（JTJ051-93）重型击实法进行检验，如满足设计要求，测设基床表层断面和高程，按每10m间距挂线，人工开挖基床表层，并按规范要求进行整修，同时考虑因压实而产生的下沉量，其值由试验确定；如不满足设计要求，对基床底层进行改良或加固处理后，再分层填筑到设计高程。

2) 石方开挖

(1) 开挖原则

① 石方爆破作业以小型及松动爆破为主，严禁过量爆破。

② 对坡面2m范围内采用光面爆破和预裂爆破技术。

(2) 施工工艺流程

施爆区管线调查 → 爆破设计与设计审批 → 配备专业施爆人员 → 爆区放样 → 用机械或人工清除施爆区覆盖层和强风化岩面 → 放样与布孔 → 钻孔 → 爆破器材检查与测验 → 炮孔检查与废碴清除 → 装药并安装引爆器材

→ 布置安全岗和撤出施爆区及飞石、强地震波影响区内的人、畜 → 起爆 → 清除瞎炮 → 解除警戒 → 测定爆破效果（包括飞石、地震波对施爆区内外构成损伤及损失） → 装、运石方与整修边坡 → 落底至设计高程。

① 开凿台阶作业面

先清除地表杂物和覆盖土层，施作小爆破形成台阶作业面。

② 布孔

根据设计要求放出开挖轮廓线，各炮孔位，予以编号并插木牌逐孔写明孔深、孔径、倾斜角方向及大小。此时，可同时施工防护用的直立式排架。

③ 钻孔

钻孔是爆破质量好坏的重要一环，应严格按照爆破设计的位置、方向、角度进行钻孔，先慢后快。钻孔过程中，必须仔细操作，严防卡钻、超钻、漏钻和错钻；装药前必须检查孔位、深度、倾角是否符合设计要求，孔内有无堵塞、孔壁是否有掉块以及孔内有无积水。如发现孔位和深度不符合设计要求时，及时处理，进行补孔或透孔，严禁少打眼，多装药。孔口周围的碎石、杂物清除干净，对于孔口岩石破碎不稳固段，应进行维护，避免孔口形成喇叭状。钻孔结束后应封盖孔口或设立标志。

④ 装药

应严格按设计的炸药品种、规格及数量进行装药，不得欠装、超装，而影响爆破效果。并按设计安装起爆装置。预裂炮眼为空气柱间隔装药，主炮眼药卷集

中装在底部。

⑤ 炮孔堵塞

预裂炮孔堵塞长度一般为口部1m左右，主炮眼药卷上部孔眼全部填塞，堵塞材料采用粘土。

⑥ 爆破网路敷设

网路敷设前应检验起爆器材的质量、数量、段别并编号、分类，严格按设计敷设网路。网路敷设严格遵守《爆破安全规程》中有关起爆方法的规定，网路经检查确认完好，具有安全起爆条件时方可起爆。起爆点设在安全地带。

⑦ 安全警戒

从开始装药，即设置安全警戒，防止非作业人员进入现场。网路连接后，工作人员逐渐撤离，警戒员、防护人员在指定地点就位，实行区段临时封闭，防止人、车等进入施爆区。

⑧ 起爆

在网路检测无误，防护工程检查无误，各方警戒正常情况下，在规定时间内，指挥员即可命令起爆。

⑨ 安全检查

爆破完成后，间隔规定时间后经安全检查无误，即可撤除警戒。

⑩ 总结分析

爆破后应对爆破效果进行全面检查，综合评定各项技术指标量是否合理，进

一步确认已暴露岩石结构，产状、地质构造、判断岩石物理力学性质，综合分析岩石单位耗药量作好爆破记录。

路基深挖段施工工艺流程图略。

(3) 施工方法

路基开挖采取纵向拉中槽、水平分层开挖进行爆破作业。

分散石方段开挖：采用人工风钻凿眼，小爆破开挖，装载机挖装自卸汽车运输到填方段或弃土堆。

集中石方段开挖：采用深孔爆破，深孔采用潜孔钻钻眼，人工装药非电爆破。预留两侧边坡2m厚左右采用光面爆破刷坡，以确保边坡稳定。光面爆破采用风钻钻眼，小炮爆破。开挖时先起爆光面预裂孔，再起爆主炮孔，最后起爆缓冲孔。对强风化岩层段路堑，还应及时采取护坡措施以封闭暴露围岩。

① 一般石方开挖

对软石和强风化岩石，采用挖掘机直接采挖；次坚石、坚石采用深孔微差梯段式爆破技术，潜孔钻、风钻钻孔施工。本工程采用垂直钻孔梯段式（台阶式）深孔爆破，布眼形式为梅花型，深孔爆破台阶高度H与1—2级台阶高度一致约5—10m。

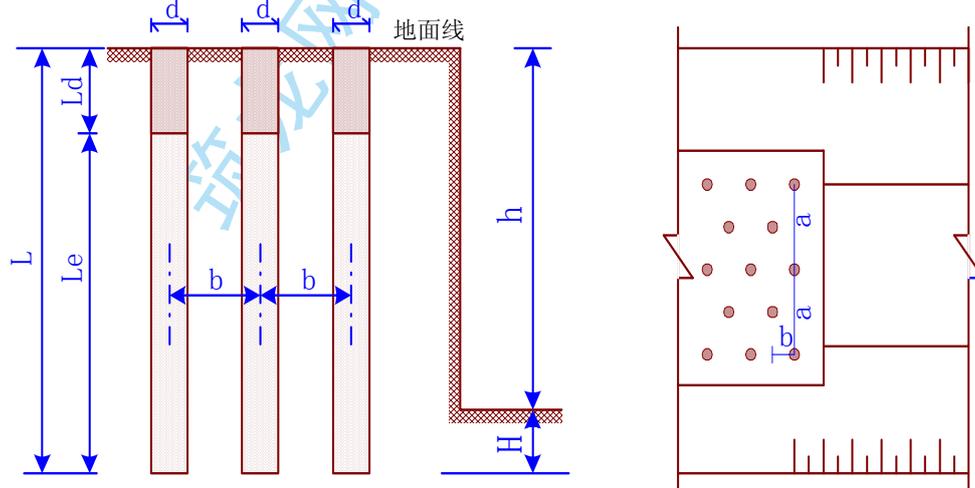
其它设计参数见下表。

深孔爆破参数表

名 称	算 式	单 位	备 注

最小抵抗线	$W = (30 \sim 35) d$	m	d 为钻孔直径
孔 距	$a = (1 \sim 1.3) W$	m	
排 距	$b = W$	m	
超 钻	$H = (0.08 \sim 0.12) W$	m	
孔 深	$L = H + h$	m	
堵塞长度	$L_d = (0.9 \sim 1.2) W$	m	
装药长度	$L_e = L - L_d$	m	
装药密度	$q = \Delta \cdot \pi \cdot d^2 / 4$	kg/m	Δ 为炸药密度
每孔装药量	$Q_1 = q \cdot L_e$	kg	
总装药量	$Q = n \cdot Q_1$	kg	n 为钻孔数

爆破设计示意图

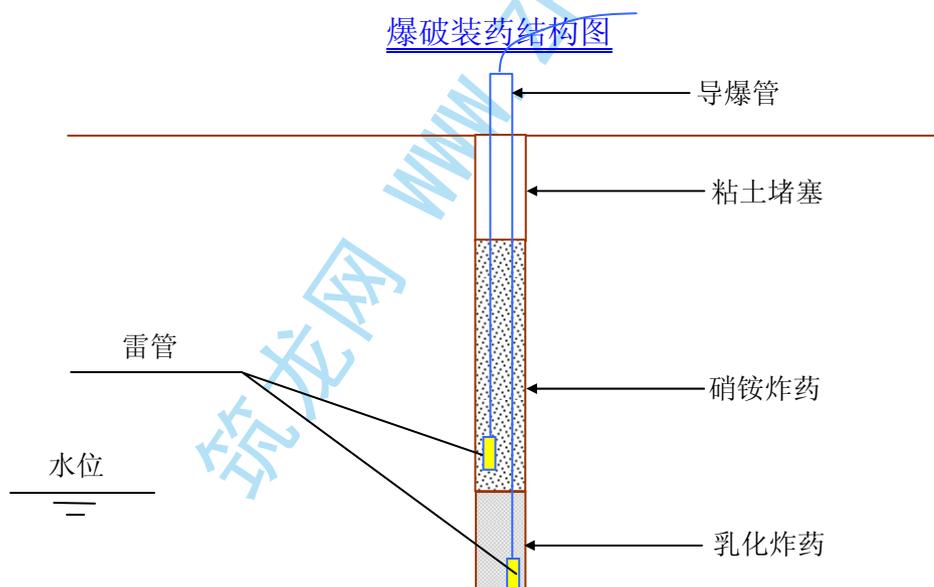


装药结构及起爆网络：

当底部有少量水时，装乳胶炸药，其无水部分装硝铵炸药，上、下各装一发非电毫秒雷管，雷管插入硝铵炸药中制成起爆体，本工程起爆拟采用非电毫秒导爆管网络、毫秒微差控制爆破技术，应用排间、大掏槽式、波浪式掏槽等微差技术，能控制飞石方向，降低大块率、减少后冲及改善爆堆堆积形状，为清渣提供方便。

② 松动爆破

在临近既有公路处和靠近民房地段以及挖深在6m以内的，采用炮眼法进行松动爆破，打眼时尽量避免炮眼方向与临空面垂直，且不要与最小抵抗线重合，避免发生冲炮，残留较长的炮眼，浪费炸药。并要对炮口进行有效地覆盖。



根据现场实际采用纵向或横向分层分段台阶式开挖，台阶高度3~5m，为加快进度，挖方地段中间可加设马口，最好不长于20m，以增加工作面。

爆破作业指数 n (n =漏斗半径 r /最小抵抗线 W) 应小于或等于0.75; 坚石中装药长度为眼深的 $1/2\sim 2/3$; 在次坚石中装药长度为眼深的 $1/3\sim 1/2$; 软石中装药长度为眼深的 $1/3$ 或稍多, 通过试验确定最佳的装药量。

③ 光面爆破

a. 在路堑每层开挖后, 沿坡度线预留2m的光爆层, 进行光面爆破。在进行光面爆破钻孔时, 使用托架对钻杆倾斜角及眼位进行限位处理, 使眼位误差小于20mm, 倾斜误差小于2%。一般眼距 a 取 $(12\sim 16)d$ (d 为钻孔直径, 现为38mm), 即 $a=46\sim 60$ cm, 取 $a=50$ cm, 光爆预留层 W 取2.0m, 眼深 L 取2.5m。

炸药及雷管用量初步计算: (毫秒雷管引线按4m计)

炸药用量 (每孔) $Q = (q_1 \cdot A + q_2 \cdot v) \cdot f$

其中: q_1 — $50\sim 80\text{g}/\text{m}^2$ 取 q_1 — $70\text{g}/\text{m}^2$ (q_1 为单位面积用药量)

q_2 — $150\sim 250\text{g}/\text{m}^3$ 取 q_2 — $200\text{g}/\text{m}^3$ (q_2 为单位体积用药量)

A —切割面积 $A = W \cdot L = 2.0 \times 2.5 = 5.0 \text{ m}^2$

V —爆破体积 $V = W \cdot L \cdot a = 2.0 \times 2.5 \times 0.5 = 2.5 \text{ m}^3$

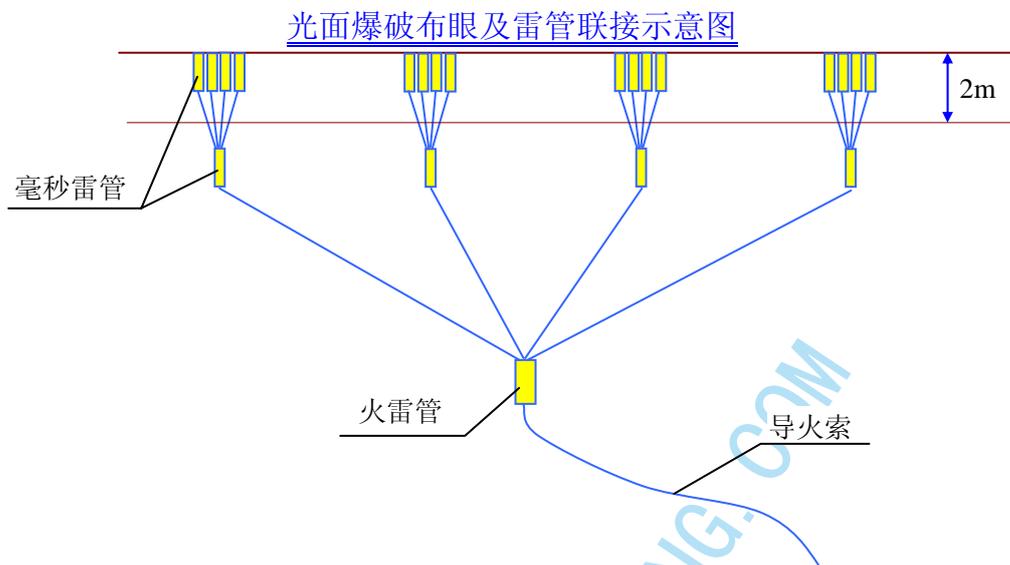
F —临空面系数, 当有两个临空面时, 取 $f=1.0$

每孔用药量 $Q = (70 \times 5.0 + 200 \times 2.5) \times 1.0 = 850\text{g}/\text{每孔}$.

根据公式可求得每孔可爆破岩石 (炮眼利用率85%计):

$85\% \times W \cdot L \cdot a = 0.85 \times 0.5 \times 2.0 \times 2.5 = 2.125 \text{ m}^3$ 光面爆破时, 每16孔一联,

用一发火雷管引爆, 用非电毫秒雷管20发, 导火索2.5m。



折合每孔用料为：火雷管 $1/16=0.0625$ 发，非电毫秒雷管 $20/16=1.25$ 发，导火索 $2.5/16=0.16\text{m}$ 其布眼及雷管（非电毫秒）联接如上图示意。

b. 周边眼施工要求：

- (a) 沿轮廓线的眼距误差宜小于50mm；
- (b) 炮眼外偏斜率不大于50mm/m；
- (c) 眼深误差不大于100mm。

c. 光面爆破采用毫秒起爆方式，雷管段位跳段使用。

d. 开挖工作面的岩石爆破时，从上至下分层进行。周边眼采用低密度、低爆速、低猛底、高爆力的炸药，并采用毫秒雷管或导爆索同时起爆。当炸药用量较多，对围岩影响较大时，可分段起爆。

e. 周边眼采用小药卷连续装药结构或间隔装药结构；眼深小于2m时，可采

用空气柱反向装药结构；在岩石较软时，可采用导爆索束装药结构。

f. 爆破效果符合下列规定：

- (a) 眼痕率：硬岩不应小于85%，中硬岩不小于60%且分布均匀；
- (b) 边坡成型符合设计图纸要求；
- (c) 两炮的衔接台阶尺寸：眼深小于3m时，不得大于150mm，眼深为5m时，不得大于250mm；
- (d) 岩面不应有明显的爆震裂缝，坡面局部凸凹差不大于15cm（用2.5m直尺检测）。

④ 预裂爆破

a. 在需减弱爆破震动或要求较高坡面平整度的地段以及需减少开挖数量时采用预裂爆破。

b. 边坡预裂要求

- (a) 裂开宽度1~2cm。
- (b) 预裂面平顺整齐。坡面局部凸凹差不大于15cm（用2.5m直尺检测）。
- (c) 在岩层完整均一的过坡上留有半个炮孔痕迹，总长度不小于钻孔总长度的70%，且孔周围岩无明显裂碎。

c. 预裂炮孔深度以钻孔能达到精度要求为限，不宜大于7m。边坡较高时从上至下分层进行，分层处可留置30~50cm宽的过坡平台。

预裂炮孔直径与所用炸药卷直径的比值（不偶合系数）以在2~3之间为宜，

不小于2。

d. 预裂爆破的线装药密度（装药集中度）及孔距等参数在符合上条条件下通过试验选定。试验地段地质条件应具有代表性。每排试验至少有5个预裂炮孔。

e. 预裂炮孔选用高威力炸药连续或间隔装药。炮孔底部适当加强或加密装药，炮孔上部适当减少装药。

f. 钻孔作业与精度要求：

(a) 施钻前沿边坡线将孔口周围松散覆盖层清除，并辟好钻机运转工作面。

(b) 准确施放孔位桩。在横断面方向，孔口中心距路基中线水平距离的复测误差以及与计算值比较的误差均不得大于30mm。

(c) 施钻方向应与边坡走向垂直；横向角度应与边坡角一致。孔底中心偏离设计坡面不应大于孔深的2%（垂直边坡方向）。

(d) 预裂孔底均应在同一底板平面上。

g. 预裂炮孔孔底必须同时起爆并尽量缩短各炮孔爆炸的瞬间时差。

预裂孔在主体爆破之前施爆时，完成预裂的地段在主体爆破前方应保持有不小于15m的长度。

预裂炮孔与主体炮孔在同一起爆网中起爆时，预裂炮孔应提前起爆，其时差在试爆中选定，一般取50ms；石质较坚硬时适当增大时差。

所有主体爆破炮孔与预裂面的距离均不得小于1m。

⑤ 控制爆破的人员组成

本爆破工程由各机械筑路队专业爆破作业组进行施工。设有施工负责人、技术负责人、钻孔负责人、测量工、爆破工、安全员等，分工负责完成工程任务。

⑥ 起爆顺序

起爆顺序为：先起爆光面预裂孔，再起爆主爆孔，最后起爆缓冲孔。

⑦ 施工注意事项

a. 施工前，准确测定出设计边坡线和预裂孔的位置；施工中，要切实掌握好钻的方向、角度和深度，各预裂应相互平行，孔底应落在同一水平面；预裂孔的角度应与设计边坡坡度一致。

b. 预裂孔的装药量一般应根据计算装药量先做试验，以求得合理的装药量及装药集中度。

c. 预裂孔要同时起爆，以保证其良好的光面效果。

d. 施工中，严格执行国家有关爆破安全规程，并注意控制同段起爆炸药用量，以确保安全施工及爆破安全。

e. 石方开挖应随时做好观测，特别是边坡高度较大时或地质不良地段，应采取适宜的爆破方式或爆破参数，实行控制爆破。

f. 本标段挖方将多数用作路基填筑，爆破作业时，要特别注意控制爆块的块径大小，对于直径大于25cm的爆破石块采用炮解或大功率轧石机进行二次解小处理。

(4) 路堑高边坡观测

① 当挖方边坡高度大于20m时进行观测。

② 土质边坡段深埋混凝土桩作观测桩，石质边坡段可在稳固石块中作观测标记代替观测桩。

③ 观测桩测量采用光电测距仪和高精度水平仪进行，测量结果满足下表。

边坡观测表

调查范围	调查内容	基本要求
坡顶面调查	边坡开挖过程中对坡顶外大于50m范围内进行定期调绘，主要调查地表土体有无裂缝，有裂缝发生时记录裂缝产生时间、深度、通透性、充水状况等发展变化情况。	及时排除裂缝中的水并封堵裂缝，防止地表水下渗，并根据实际情况研究边坡的稳定性
边坡坡面调查	边坡开挖过程中记录开挖断面，观测坡面岩层产状，节理发育状况及地下水出露情况，若遇有结构面组合不利于边坡稳定，地下水涌出等情况应及时现场讨论研究边坡稳定性。	每段边坡中均观测，每50~100m设一个观测点，特殊位置加密观测点并取样试验。
观测桩测量	利用已有固定点对各段边坡平台中设置的观测桩进行位移、高程的测量，以了解边坡变形的发展，设置时可先	观测精度均应达到 $\pm\sqrt{L}$ mm，所利用的固定点应稳定。观测到变形

	两面级边坡设置一个观测桩，发现变形连续增加后立即加密至每层平台或视具体情况再加密。	连续增加且速率加大时，应认真研究边坡稳定性。
--	---	------------------------

④ 每段边坡开挖中及时进行坡面、坡顶观测，判断无需变更设计后设置防护工程，再进行下一步开挖。

⑤ 观测中发现问题及时报监理工程师和设计部门，并采取措施加以解决，确保工程安全。

3. 路基填方施工

1) 施工准备

- (1) 熟悉设计文件和规范、规则，复核设计图纸。
- (2) 勘察施工现场，完成拆迁工作。
- (3) 确定填料压实控制标准。对不同填料分别进行重型击实试验，得出各类填料最大干密度，确定填料压实控制标准，报监理工程师审批。
- (4) 编写实施性施工组织设计。
- (5) 修建临时便道和临时排水设施，组织人员、机械进场。
- (6) 路基填筑施工工艺是关系到整个路基质量的关键，施工前选择有代表性的一段路基作为试验段，进行压实工艺实验。通过土工试验和现场工艺试验，确定适于路基填筑的材料，选择合适的碾压机械，确定不同松铺厚度、最佳含水量、静压及振动碾压遍数、碾压速度等，从而确定一套合理的路堤填筑施工工艺参数。

2) 压实工艺试验

(1) 试验目的

- ① 确定基床及以下部分路堤大面积施工的施工工艺和有关工艺参数。
- ② 考核评价开挖、摊铺和碾压等关键设备配置的合理性。
- ③ 考核灌砂法、灌水法及核子密度湿度仪等仪器设备的可靠程度，为大面积施工确立有效的检测手段。

(2) 试验准备

① 填筑材料室内试验

细粒土：a 颗粒分析试验；b 天然含水量、天然密度和颗粒比重试验；c 液、塑限试验；d 膨胀率和膨胀量试验；e 击实试验。

粗粒土：a 天然含水量、天然密度；b 颗粒分析试验；c 最大密度和最小密度试验。

② 科学选择运输、摊铺和碾压等关键机械设备。

③ 场地选择和平整

填土、填石的填筑在该类型的路基填筑施工前，各选择一块地势平缓，承载能力符合要求的路段，对每种类型的填筑进行长度不小于100米（全宽路基）的试验路段，进行压实工艺实验。在试验填料铺筑前，对场地表面进行平整和清理，使其达到压实工艺规则规定的标准。

(3) 工艺试验

土工试验按《公路土工试验规程》和《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》的方法进行，试验频率按招标文件中的技术规范要求执行。

① 填料的铺筑

将试验选用的填料，运到已准备好的试验路段，材料堆卸后，按照压实工艺规则规定要求，用推土机摊铺、整平，采用重型压实机械，虚铺厚度控制在30cm，并使其表面平整。用这种方法，在试验段内铺成5块长度均50m的依次连续地填料试验路段，各试验路段以铺填晾晒的时间来控制其天然含水量数值，使五段具有自高至低五种不同的含水量数值。路堤宽度加宽0.5-1.0m。

② 填料的压实和检测

在填料按照要求铺填完毕后，用选定的碾压机械进行碾压，机械行走速度控制在2-3km/h。在前四遍中，各试验段每压完一遍，进行一次相对密度和含水量检测，并作好记录；在第五遍至第八遍时，每两遍进行一次测试。经检测后，如果测试的相对密度不再增大且达要求，则停止该层的碾压实验，每个试验段每次的测点数量为核子密度仪六点，灌水法两点。

③ 第二层填料的铺筑要求和第一层一样，要分出不同的含水量试验段，按照第一层的做法进行碾压和相对密度、含水量的测试，并作好记录。

④ 对前两层的测试进行整理分析，绘制不同碾压遍数下含水量和相对密实度关系曲线，确定合理的施工控制含水量范围。

根据前两层的测试资料，求得填料相对密度和含水量的关系，并结合填料的

击实特性，确定后面压实试验填料含水量的允许范围，即施工控制含水量的上下限的数值。

⑤ 试验资料的分析和整理

试验结束后，对试验资料进行认真地分析整理得出用于大面积填筑碾压施工的工艺参数，提出试验报告。

3) 基底处理

路堤施工中的基底处理，按基底的土壤性质，基底地面所处的自然环境状态，同时结合设计对基底的稳定性要求等，采取相应的方法与措施予以处理。

(1) 首先进行地质调查，测定天然地基密实度和承载力。

(2) 基底土密实，且路堤高度大于0.8m时，将路堤基底整平处理碾压，直接填筑。

(3) 路堤高度小于0.8m时，对原地表面进行清理与挖除，挖除之后的土质基底，表面翻松0.3m，整平压实至设计要求。

(4) 零填挖路床顶面以下0~0.3m范围内的压实度不得小于95%，如不符合要求时，翻松后再压实，压实度达到规定的要求。

(5) 地面自然横坡或纵坡陡于1:5或是半挖半填路基，将原地面挖成台阶，台阶的宽度不小于1m，台阶顶作面2%~4%的内倾斜坡。砂类土不挖台阶，将原地面以下200~300mm的表土翻松、压实。

(6) 对经过水田、水塘等松软地基，先进行排水，根据设计文件规定进行挖

除清理，并按设计要求的宽度和高度分层回填压实加固，保证基底坚固。

(7) 路堤基底为耕地或松土时，先清除有机土、种植土，如松土厚度不大于300mm，将原地面夯压密实；当松土厚度大于300mm时，将松土翻挖，分层回填压实或采取其它土质加固措施。

4) 路基填筑

(1) 特殊路基施工

① 在潮湿或水田地段，在路堤两侧护道外开挖纵向排水沟、在路基范围内开挖纵横向排水沟，排除积水、切断或降低地下水，并按设计或监理工程师的指示进行施工。

② 护坡道外侧的排水沟，按设计要求在沟的外侧填筑土埂，防止田水流入。

③ 路基范围内开挖的排水沟，为切断或降低地下水位，则回填渗水性良好的砂砾料，起到盲沟的作用。

④ 当路基范围内有大片低洼积水地段时，先作土埂排除积水，将杂草、淤泥以及不适宜的材料清除出路堤铺设地面以外。

⑤ 挖除软土，对挖出的高液限土作弃方处理。

⑥ 用于砂砾垫层的最大粒径不大于5cm，含泥量不大于5%，用砂必须是中粒式粗砂，不得掺和细砂和粉砂。施工时分层填筑、碾压。

⑦ 软土地段路基安排提前施工，并尽量安排在非雨季。路堤完工后留有沉降期，如设计未规定，不少于6个月，沉降期内不在路堤上进行任何后续工程。

⑧ 填筑路堤施工时要做好必要的沉降和稳定监测，并严格控制施工填料和加载速度。沉降观测板的安装根据监理工程师指示办理。

⑨ 路堤填筑过程中每填一层进行一次监测，路基加载速度应控制水平位移量每昼夜不超过0.5cm，沉降量不大于1.5cm，超过时即暂停填筑，待沉降及位移量小于规定值后再继续施工。

(2) 填土路堤

① 采用水平分层填筑，填方利用推土机摊铺，平地机整平，重型压路机碾压。人工整刷边坡。

② 填料的选择

按规范要求选用，严把填料质量关。本标段利用挖方填筑路堤。不适合的填料如腐植土、树根、草泥有害物质等弃于指定弃土场；如含水量超过最佳含水量时，进行晾晒处理。

③ 分层填筑

a. 按照路基横断面全宽分成水平层次，逐层向上填筑；如原地面不平，从低处分层填起，采用“纵向分层填筑法”逐层填压密实；不同性质的填料分别分层填筑，不得混填。每200m或两结构物之间划为一个施工区。

b. 为便于取得击实参数和控制压实度，并保证每一水平层全宽采用同一种填料，填料的采取按不同类型土层分层开挖。路堤每20m设一组标高点，标在两侧放样的竹杆上。填筑虚铺厚度按照试验段确定的参数进行控制。自卸汽车卸土根

据车箱容量计算堆土距离，以便平整时控制层厚度均匀。每层填料铺设的宽度，每侧须超出路堤的设计宽度0.3m，以保证修整路基边坡后的路堤边缘有足够的压实度。修整边坡的多余土方将弃于弃土场内。

c. 粘土摊铺时的最大松铺厚度不大于300mm，也不得少于100mm。每种填料层总厚度不小于500mm。

d. 不同土质的填料分层填筑，并且尽量减少层数，每种填料层总厚度不小于0.5m。土方路堤填筑至路床顶面最后一层的压实厚度不小于80mm。

e. 地面自然横坡或纵坡陡于1:5时，将原地面挖成台阶，台阶宽度满足摊铺和压实机械操作的需要，且不小于1m。台阶顶作成内倾斜坡。

f. 用透水性较小的土填筑路堤时，应将含水量控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 范围内；当填筑路堤下层时，其顶部做成4%的双向横坡；如填筑上层时，不得覆盖在由透水性较好的土所填筑的路堤边坡上。

g. 横向半挖半填的路基修筑以及纵向填挖交界处要挖台阶，台阶的宽度不小于1m，并向内做成2%~4%的反坡；挖台阶前先清除草皮及树根。土质路基填挖衔接处采取超挖回填的措施。

h. 高填方路段的基底强度应满足设计要求，经监理工程师认可后方可进行填筑。高填方边坡应严格按图纸规定施工。

i. 连接结构物的路堤工程，必须在结构物混凝土达到设计要求的强度后，采用适当的施工方法进行分层填筑，不能因路堤的填筑而影响结构的安全与稳

定。

j. 路堤基底及路堤每一层施工完成后，将该层宽度、填筑厚度、压实厚度、逐桩标高和压实度等检测资料，报监理工程师审查批准后，才能进行上一层的施工。

k. 在路堤范围内修筑的便道或引道，不能作为路堤填筑的部分，在使用完毕后重新填筑成符合规定要求的路堤。

④ 摊铺平整

填料摊铺平整使用推土机进行初平，再用平地机进行终平。每一压实层面做成向两侧4%的横向排水坡以利排水。为有效控制每层虚摊厚度，初平时用水平仪控制每层的虚铺厚度。

⑤ 洒水、晾晒

粘土填料碾压前应控制在施工允许含水量范围内，当填料含水量较低时，及时采用洒水措施，加水量可按一般规定中加水量公式计算，洒水可采用取土坑内提前洒水闷湿和路基内洒水搅拌两种方法，当填料含水量过大，可采用取土场挖沟拉槽降低水位和用推土机松土器拉松晾晒相结合的方法，或将填料运至路堤摊铺晾晒。

⑥ 碾压夯实

细粒土采用凸块式振动压路机，遵循“先轻后重、先慢后快、路线合理、均匀压实”的原则碾压。碾压时，横向接头轮迹重叠50cm，做到无漏压、无死角和

碾压均匀；在直线段先边缘后中间，曲线碾压顺序为先内侧后外侧；路肩两侧各超填30cm，压后刷齐整平，以保证路基边缘有足够的压实度。对于93区，还用冲击式压路机进行冲压，不少于20次。

a. 碾压前向压路机司机进行技术交底，其内容包括碾压起讫桩号、压实顺序、压实遍数、压实速度等。

b. 填方分几个作业段施工，两段交接处，不在同一时间填筑，先填地段，按1:1坡度分层留台阶。若两个地段同时填筑，应分层相互交叠衔接，其纵向搭接长度不得小于2m。

c. 压实设备无法压碎的硬质材料，必须清除或破碎，使其最大尺寸不超过压实厚度的2/3，并保证使粒径均匀分布，达到要求的压实度。

⑦ 质量检测

a. 试验人员在取样或测试前必须检查填料是否符合要求，碾压区段是否压实均匀，填筑层厚度是否超过规定厚度。

b. 路基填料压实的质量检验应随分层填筑碾压施工同时分层检测，其中细粒土采用核子密度仪，核子密度仪使用前与灌砂法做对比试验，以灌砂法为基准定其密实度和含水量修正值，并定期标定。砂砾石的压实质量采用灌砂法进行相对密度检测，检验质量标准应符合要求。

施工控制中，按照工艺试验确定的有关参数（例如虚铺厚度、含水量、碾压遍数、机械组合、振动碾压能量等）达到要求后，由队试验室进行跟踪检测，经

理部试验室进行复检，待复检达到规定标准后，再报请监理工程师进行抽检，抽检合格后，再进行下一层填筑施工。

c. 路基每层填筑压实质量按规定检验达到设计及验标规范要求后，方可进行下一层填筑施工，否则应下达质量不合格通知书，要求重新压实，对重新压实的土的检测点数量应增加一倍，直到合格为止。

d. 每填一层，将边桩翻到施工高度。每填筑一定高度后必须恢复中线，重放边桩，以保证路堤结构尺寸，避免超填或欠填。

e. 压实要求

填土高度小于0.8m（包括零填）时，对原地表清理与挖除之后的土质基底，将地面翻松深0.3m，然后整平压实，压实度达到95%以上。

路堤填土高度（不包括路面厚度）大于0.8m时，对土质基底，将原地面整平压实，其压实度不小于90%。

填土路堤压实度必须达到：路床压实度 $\geq 95\%$ ，上路堤压实度 $\geq 93\%$ ，下路堤压实度 $\geq 90\%$ ，零填及路堑压实度 $\geq 95\%$ 。

⑧ 路基整修

包括路基面的排水横坡、平整度、边坡以及水塘回填土等整修内容，路基整修应严格按照设计结构尺寸进行，路基整修必须符合《公路工程质量检验评定标准》的要求。

(3) 填石路堤

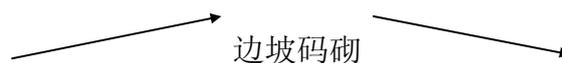
- ① 采用重型振动压路机碾压，本标段采用YZ20及YZTK20型振动压路机。
- ② 填筑前先做试验路段。试验路段选择在地质条件、断面型式均具有代表性的地段，路段长度不小于50m。
- ③ 填石路堤用不易风化的石块填筑。填筑用的石料最大粒径不大于层厚的2/3。填石路堤的压实层厚与压实机具要求如下表：

填石路堤压实层厚度与压实机具表

路面底面 以下深度	路堤分区	最大层厚 (cm)	最大粒 径 (cm)	施工机具	
				振动压路机自 重	推土机 (KW)
>150cm	下路堤	60	40	≥13t	≥250
80~150cm	上路堤	60	40	≥13t	≥250
30~80cm	下路床	40	25	≥13t	≥200
0~30cm	上路床	30	10	≥12t	≥150

④ 填石路堤最后一层厚度应在40cm范围内。填石路堤止于路床顶面下50cm处，其上填筑符合路床要求的土，并按填土路堤的压实度标准进行压实。

⑤ 填石路堤施工顺序



运料 → 堆料 → 摊铺 → 大粒径料破碎 → 人工局部找平 → 碾压 → 质量检查 → 对不合格路段进行整改 → 下一层施工。

⑥ 填筑石料的开采与运输

在石方开挖时，总结爆破经验，合理选择爆破方案和参数，尽量使爆破后的岩石粒径满足填料要求。在装料时将超过粒径限制的大粒径块石拨付到一边，集中于挖方区进行二次爆破或人工改小，直至满足填筑要求方可调运，严禁超粒径上路。装料时还应注意尽量使填料混合均匀，避免大粒径填料集中装运。

⑦ 填筑石料的堆料和摊铺

压实层厚大于50cm的填石路堤，采用渐进式摊铺法施工，即填料的堆料和摊铺同步进行，方法为：首先摊铺出一个工作面，工作面面积约40m²左右；摊铺厚度低于最终摊铺厚度10cm以上，随后填石料直接堆入在摊铺初平的表面上，由大功率推土机向前摊铺，形成新的工作面。自卸汽车在新的工作面上卸料，大功率推土机再向前摊铺，填料向前推移的距离不小于3m。

在推土机摊铺时，其摊铺层厚略小于摊铺厚度，以便于后期平整和局部补充细料。

小于50cm层厚的填石料在摊铺时，根据层厚和运量在摊铺面上均匀堆料，然后由摊铺机械进行摊铺。如果粗细料分离严重，表面不易平整，改用渐进式摊铺法。

填筑石料中，细粒径碎石或石屑料含量宜占大粒径料的10%以上。对细料明显偏少，影响压实的段落，在摊铺初平的填石料表面，铺洒一层碎石或石屑料，要保证碎石或石屑料填满表面大粒径料间缝隙。铺洒细料后，摊铺层面应相对平

顺，以利压路机碾压施工。

⑧ 填石路堤的整平与边坡码砌

填石料摊铺时平整度对填石料的压实效果影响很大，未达到平整度要求的填石路堤，在表面局部补充细料并加强人工整平，在达到填料平整度要求后，方可进行下一步工序。

在机械化施工外，加强人工配合施工，除边坡码砌人员外，另配备专门的人员进行配合，一个工作面1~2组，每组3~5人。对于功率较小的压实机械和较大的层厚，相应增加人工数量。每组人员配备必要的运输和岩石解小工具。

在摊铺过程中，应使填石料嵌锁紧密，严禁大粒径填料重叠堆放，同时，严禁超粒径填料上路。在填筑时，如发现少量的超粒径大颗粒填料采用人工破碎，直到满足粒径要求。对破碎后的大粒径块石应人工摆平，在摆放过程中，大块石尽量贴近层底并大面向下，在同一位置大粒径块石不得重叠堆放。

填石路堤的路肩位置是摊铺、平整的薄弱环节，在路基边缘部位，由于大粒径填料较易集中，不易平整和压实，因此，在整个工作面摊铺平整后，加强人工对路基边缘部位进行整平，同时进行边坡码砌。

填高小于4m的填石路堤，边坡码砌厚度不小于0.5m；填高4~10m的填石路堤，边坡码砌厚度不小于1.0m；10m以上的填高路堤，边坡码砌厚度不小于1.5m。边坡码砌采用单坡码砌。

各层的码砌工作可在填石料压实前或压实后进行，码砌石块粒径应大于

30cm，选择尽量规则的石块。码砌石块尽量紧贴、密实，无明显空洞、松动现象，砌块间承力接触面应微微向内倾斜，码砌表面平顺。

在码砌完成后，方可进行整个工作面的压实工作。摊铺平整的填石路堤，除平整度达到规定要求之外，填料表面应无明显的突出点，压路机在碾压时，压路机轮应无明显的架空（超过轮宽的1/4）、扭曲现象，在上述现象明显时，重新对填石料表面进行平整，直到满足要求方可压实。

⑨ 填石路堤的压实

压路机采用的压实参数选择如下：碾压速度为2~4km/h，频率30Hz左右，在碾压过程中，要求错轮1/4以上。碾压时，选择强功率档振动碾压6遍左右，在被压实体表面有明显轮迹时，还应增加压实遍数。

在路堤高度低于4m时，压路机应碾压到路基边缘0.5m的位置，在路堤高度大于4m时，压路机应碾压到路基边缘1.0m的位置。压路机在路基边缘2m范围内压实时，可适当减低振幅或用弱振档进行压实。

对于有明显空洞、孔隙的地方，先补充细料，再行碾压。对于碾压后仍有松动的块石，用合适粒径的小块石嵌实，并用手锤敲紧。

填石路堤压实时，先压两侧（即靠路肩部分），后压中间，压实路线对于轮碾应纵向互相平行，反复碾压。

填石路堤顶面至路床顶面50cm范围内填筑符合路床要求的土，并按土质路堤压实度标准压实。

⑩ 填石路堤的质量控制

填石路堤的施工质量由施工工艺管理配合质量检测进行控制。施工中详细记录每层填石料的压实层厚、遍数、粒径以及振动碾参数，供监理工程师随时查证。

压实沉降差及层厚检测：在压实后的路堤表面，用油漆或其醒目标识标注测点，用水准仪测量测点高程，然后用激振力 $\geq 29\text{t}$ 的重型振动压路机作碾压检测（碾压参数：车速 $2.0\sim 4.0\text{km/h}$ ，强振档，碾压遍数根据现场试验确定），检测碾压后各测点高程，其碾压前后无明显轮迹，沉降差平均值小于 5mm ，标准差小于 3mm 。

布点方法：为方便压实，减少压路机工作距离，一般在压实表面沿路堤纵向并排布点，点位间距为 5m 左右，横向间距视现场情况而定，布点避免位于突出大石上和压路机不能压到的地方。

路堤压实后，表面高差应小于层厚的 10% ，同时，压实后的堤石料表面无明显大粒径填料的突出点。碾压后的填石路堤表面无明显空洞、孔隙。大粒径填石无松动现象，达到铁锹挖动困难，用撬棍方能使之松动的状态。路堤实测项目符合招标文件技术规范的要求。

4) 土石混填路堤

(1) 施工先进行基底处理。当路堤基底为耕地或松土时，先清除有机土、种植土，平整后按规定要求压实。在深耕地段，必要时，将松土翻挖，土块打碎，然后回填、整平、压实。对于水田地段，填筑前先清淤、开沟排水晾晒，然后填

筑。

(2) 土石混合料中所含石料强度大于20Mpa时,石块的最大粒径不得超过压实厚度的2/3,超过的予以清除;当所含石料为软质岩(强度小于15Mpa)时,石块最大粒径不得超过压实厚度,超过的应破碎。对于超过规定要求的石块,破碎利用。

(3) 填筑时,分层填筑,分层压实,不得采用倾填的方法。每层铺填厚度按试验路段确定的层厚,并不超过40cm。

(4) 土石混合填料中,当石料含量超过70%时,可按填石路堤要求施工,先铺填大块石料,且大面向下,放置平稳,再铺小块石料、石渣或石屑嵌缝找平,然后碾压;当石料含量小于70%,按土石混填路堤要求施工,土石可混合铺填,但避免硬质石块(特别是尺寸大的硬质石块)集中。

(5) 在土石混合填料来自不同路段,其岩性或土石混合比相差较大时,要分层或分段填筑。

(6) 压实后渗水性差异较大的土石混合填料应分层或分段填筑,不宜纵向分幅填筑。

(7) 土石路堤的路床顶面以下30-50cm范围内填筑符合路床要求的土并分层压实,填料最大粒径不大于10cm。

(8) 土石路堤填筑采用50t以上重型振动压路机碾压密实。

(9) 压实检验采用灌砂法和水袋法进行。

5) 结构物处的回填

结构物处回填包括桥涵台背、挡土墙墙背、锥坡等。

桥涵缺口填土采用人工水平摊铺平整，在结构物的周边，采用1t小型振动压路机和平板振动冲击夯碾压，在结构物周边1m以外采用振动压路机碾压。结构物处的压实度要求从填方基底或涵洞顶部至路床顶面均为95%。

(1) 回填土必须在隐蔽工程验收合格且桥涵圬工达到设计要求强度后方可进行填筑。

(2) 桥涵缺口用砂砾、碎石等透水性材料按桥涵设计要求进行填筑，透水材料应有一定的级配，小于2cm的粒料中通过0.074mm筛孔的细料含量不大于10%，填料最大粒径不得大于50mm。

填料填筑时均衡、对称地分层填筑和压实，每层松铺厚度不宜超过15cm，结构物处的压实度要求从填方基底或涵洞顶部至路床顶面均为95%。

(3) 桥涵填土的范围：桥台台背填土顺线路方向长度顶部为距翼墙尾端不小于台高加2m，底部距基础内缘不小于2m。

涵洞台背填土长度每侧不得小于2倍孔径长度。回填材料为含石量为40%~70%的碎石土。

(4) 桥台背后填土与锥坡填土同时进行，并一次填满所需宽度。涵洞缺口填土，填筑必须在两侧分层对称进行，涵台周围用小型机具压实。不能因路堤的填筑而影响结构的安全与稳定。挡土墙墙址部分的基坑及时回填压实，并做成向外

倾斜的横坡。回填结束后及时封闭。

与路基搭接处挖成台阶形。台背填筑前在土基上或按设计图纸要求设置泄水管或盲沟，并注意将泄水管及盲沟引出路外。

(5)在回填压实施工中，压路机到达不到的地方，使用小型平板振动夯或冲击夯夯实。

6) 借土填筑

借土填筑施工前，对取土场进行土质试验，符合填土质量要求并经监理工程师批准的土源，才能进行借用。

取土前先清除场内表土和不适用材料，并做好取土坑周围的排水沟。取土时有顺序地分层开挖，借土坑边坡应按监理工程师指示施工，任何情况下借土边坡不应陡于1: 1。在运输过程中不得损害环境和原有道路，对运输道路经常维修、养护，并勤洒水。

取土完成后对取土坑进行整修并进行植草绿化。

7) 路基强夯

对于填石路堤、土石混填路堤、高填方路堤在路基93区完成之后，采用YCT-25冲击式压路机碾压数遍后再进行95区填筑。不应因路基质量相关检测数据的合格人而免去强夯工作。