

高铁路基施工组织设计

第一章 编制说明

第一节 编制说明

一、编制依据

1. ×××招标文件及《××× 标段实施性施工组织设计》;
2. 《××× 标段路基区间设计施工图》
3. 铁道部相关设计规范、施工指南以及验收标准;
 - (1) 《高速铁路路基工程施工技术指南》(TZ212-2005);
 - (2) 《高速铁路路基工程施工质量验收标准》(TB10751-2010);
 - (3) 《铁路工程水文勘察设计规范》
 - (4) 《铁路桥涵混凝土和砌体结构设计规范》
 - (5) 《铁路边坡防护及防排水工程设计补充规定》
 - (6) 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》
 - (7) 《铁路混凝土与砌体工程施工规范》
 - (8) 《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》
 - (9) 《高速铁路工程测量规范》TB10601-2009 ;
 - (10) 《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB10424-2010;
 - (11)《铁路路基填筑工程连续压实控制技术规程》(TB10108-2010)
4. ×××设计施工交底文件及相关资料文件;
 - (1) 《新建×××工程文明工地建设管理办法(试行)》;
 - (2)《新建×××工程实施性施工组织设计管理实施办法(试行)》;
 - (3) 《新建×××工程开工报告审批管理办法(试行)》;
 - (4)×××单位工程(单体工程)开工条件及检查验收标准;

(5)《铁路建设工程监理规范》TB10402～2007；

(6)我单位类似工程的施工经验及设备情况；

5.对现场实地考察所获得的铁路现状、交通条件、现有施工情况及其他一些设施的相关资料和数据；

6.标准化管理的原则。通过施工管理标准化，以建设目标和合同约定为纽带，全面推动标准化管理；

7.“六位一体”管理的原则。将质量、安全、工期、效益、环境保护和技术创新分解细化为最佳匹配的实施目标；

8.线路勘察和现有技术水平、机械水平。

二、编制原则

1.切实遵守落实招、投标文件，承包合同，设计图纸中的内容。把承包合同中有关安全、质量、环保、工期、文明施工等方面的规定在施工组织设计和施工中得到落实；

2.坚持“安全第一，预防为主”的指导思想，结合本段路基工程特点，制定积极有效的安全管理，技术组织措施，确保人身安全和工程施工安全。

3.坚持“百年大计，质量第一”的方针，制定完善的工程质量管理制，建立质量保证组织体系，针对本段工程特点和质量目标的要求，加强过程控制，从各个环节上保证工程质量目标的实现。

4.根据施工总工期的安排和分阶段节点工期要求，利用网络技术优化工期安排和资源配置，突出关键工序，统筹组织，超前计划，合理安排工序衔接。

5.高度重视文明施工和环境保护工作，珍惜、合理利用土地。

6.采用先进的施工技术，坚持专业化作业与系统管理相结合，科学安排各项施工程序，通过建立先进的项目信息管理系统，实现施工组织的连续、均衡、紧凑、高效。

7.按照生产组织工厂化、工序控制专业化、现场作业机械化、过程控制信息化的思路组织施工。

三、编制范围。

编制范围为：×××范围内的路基工程。

工程内容包括：清表、路基基底处理、路堤填筑、路堑土石方开挖、路隧过渡段、桥路过渡段、路涵过渡段及路基附属、沉降观测等内容。

第二章 工程概况及主要工程数量。

第一节 工程概况

×××段路基工程，全长×××米。位于×××境内，线路呈东西走向；地貌属云贵高原及边缘过渡地带，属云贵高原剥蚀～溶蚀低中山、低山丘陵和高原盆地地貌，总体地势东低西高，地形起伏较大。

本段路基设计为路堑和路堤、结构物过渡段。

基床底层填筑 A、B 组填料；基床以下填筑 A、B 组填料或 C 组碎石类、砾石类填料；路堤挖除淤泥、松软土及黏土地段换填 A、B 组料；路堑挖除风化松动土地段换填 A、B 组料或 C25 混凝土；边坡防护采用锚杆框架梁、人字骨架护坡等形式进行防护

1、地质情况

沿线地层出露较为完全，自前震旦系至第四系地层皆有分布。岩

性以灰岩、白云岩类可溶岩为主，相间分布板岩、泥岩、砂岩、页岩及煤系地层，局部地段有玄武岩分布。

区域范围内地质构造复杂，构造线密集，断层发育，以近 SN 和 NE 向断层为主。

2、气象情况

沿线属亚热带湿润季风气候，气温及降雨等各地虽有差异，但变幅不大。总的特点是：冬无严寒，夏无酷暑，气候温和，雨量充沛，阴雨天多，四季不甚分明。年平均气温 14~16℃，极端最高气温一般为 34~37℃，极端最低气温一般为-7~-10℃。年平均降雨量 1200~1500mm，5~10 月份为雨季，占年降雨量的 80%。

第二节 主要工程数量

路基土石方：填方 319751 立方，挖土方 257166 立方,挖石方 1240646 立方。

路基加固：水泥卵砾石垫层 15842 立方，单向土工格栅 131314 平米，双向土工格栅 104444 平米，级配碎石 66426 立方，基底挖除换填 A、B 组填料 54046 立方，堆载预压 4346 立方,挖除淤泥 51754 立方,表层碎石 61235 立方,浆砌石 14768 立方,混凝土圬工 54487.73 立方,CFG 桩 1918.05 延米,板桩结构圬工 12279.34 立方。

第三章 总体施工方案

第一节 施工组织机构及施工队伍的分布

本段路基由第第 ××工程队负责组织施工，第 ××工程队驻地设在 ××。工程队按照项目法施工组建工程队队部，工程队队部设五科两室：工程科、安质科、物设科、计划科、财务科、试验室、综合办公室，工程队队部下设一个施工作业工班，分别负责各段线路的

现场施工。

本段路基由第 ××工程队施工作业工班组织施工，安排三个路基机械化施工组负责路基土石方开挖和路堤填筑施工，三个路基队设置附属施工组负责路基附属和边坡防护工程施工。

施工组织机构详见下页图： ××新建××× 标项目经理部第 ××工程队组织机构图。

第二节 土方调配原则

土石方调配根据“就近移挖作填，减少运距”的原则，并充分利用挖方，合理安排弃土场；采取合理的运输方法，并按照“不同填料不得在同一层混填”的规定来进行调配，做到平衡、经济、合理。根据本标段实际情况。

第三节 施工程序

征地拆迁→现场清理→测量放线→现场核对→开工报告→工程实施→施工自检→报检签证→试验检测→质量评定→工程验收→土地复耕→工程保修。

第四节 临时工程

1、施工用地：施工场地布置，材料堆放，机械设备摆放尽量利用路基永久性征地。临时便道，以利用既有便道为主。

2、施工所用房屋搭建活动房，施工用水采用当地饮用水。

3、修建各项临时工程和施工防排水设施的资料。

4、收集与工程有关的既有运营情况，路基情况，以及采取安全合理，施工方便的工程措施所需的资料。

第五节 采用新技术、新工艺、新机具、新材料。

遵循先进性、适用性、可靠性的原则进行机械设备选型配套。针对工程特点，按多作业面平行施工，配备的机具设备及运输车辆保证

按时进场，足量到位，对机械及早调试、彻底检修，保证上场机具性能完好，确保设备的高效率运转。对于重型和大型机械选择合适的便道运输到现场。同时，抓好材料的组织与管理，确保施工需要。

第六节 施工检测

路基施工试验和检测工作是施工工艺制定的依据、控制工程质量的核心和评价工程质量的手段、提高工程质量的途径。

该段路基施工的路基基底地质勘察核实、试验、检测工作由工程队试验室负责。

正线施工前由工程队试验室负责取得本段路基施工的各项试验参数。工程队工程部负责根据试验数据制定路基试验段施工工艺，工程队工程科和试验室根据试验段施工检测结果分别制定正式工程的施工工艺和检测办法，工程队施工作业工班根据工程科制定的施工工艺协调组织施工。

在进行路堤填筑前由工程队试验室负责对施工现场地质进行勘探核查。

路基施工的各项数据量测和位移、沉降观测由工程队工程科负责按设计图纸要求进行量测记录，收集整理分析数据，确定出指导施工的各项参数，对重大项目和工艺进行攻关，解决施工过程中的难点和重点问题。

试验室健全试验检测设备管理制度，建立台账并设专人管理。定期对设备进行检定，到期未检定的不准投入使用。

加强文件和资料的管理，设专人负责。坚持对检测试验人员定期进行培训教育，提高职业道德和业务技术水平。

第七节 内业资料

工程队工程科设资料室并由资料员专人对本区段内内业资料进行管理,现场资料的收集及各种施工自检表的填写由施工作业队现场施工员及质检工程师负责，经施工作业队技术主管复核后上报工程队工程科，由工程科路基工程师及工程科科长审核后，工程科资料室统

一分类归档保存。

现场内业资料包括该段路基的施工自检表，分部、分项、检验批质量验收记录表，施工测量记录，工程地质和水文地质的实际情况资料，工程日志，技术交底，作业指导书等；其他相关资料，如该段路基的单位工程实施性施工组织设计，分项、分部、单位工程开工报告，变更设计文件，工程材料试验、工程试件的质量鉴定，试验报告单等。

内业资料的填写必须随工程的进展及时填写并签认，在主体工程完工两个月后，编制好竣工文件。

第四章 施工总体安排

第一节 施工工艺

本段路基工程的分为路堤及路堑施工、地基处理。

一、路堤施工工艺

征地拆迁完后进场施工—对地面线以上高压线，地面以下输油管线、国防光缆等进行复查—复检地表水、地下水—水田段排水疏干后清除种植土—岩溶注浆整治—复合地基加固—施做排水沟—复合地基检测—分层填筑路堤、铺设土工格栅并埋设沉降观测设备—填筑至基床底层顶面时开槽埋设贯通地线及横向过轨管道、曲线地段埋设横向盲管—填筑基床表层—路堤边坡防护—切割护肩级配碎石后安装电缆槽、旋挖施作接触网基础—沉降观测评估—曲线地段切割基床表层设置超高—轨道结构施工—路基面防排水施工。

二、路堑施工工艺

征地拆迁完后进场施工—对地面线以上高压线，地面以下输油管线、国防光缆等进行复查—复检地表水、地下水—清除堑顶以上危岩落石并及时施作防护—施工截水沟、天沟—自上而下分层开挖并施

作坡面护坡施作路堑盲沟、侧沟—开挖基床土—路堑岩溶注浆整治—复合地基加固—复合地基检测—分层填筑基床土并埋设沉降观测设备—填筑至基床底层顶面时开槽埋设贯通地线及横向过轨管道、曲线地段埋设横向盲管—填筑基床表层—切割护肩级配碎石后安装电缆槽、旋挖施作接触网基础—曲线地段切割基床表层设置超高—轨道结构施工—路基面防排水施工。

第二节 征地拆迁

本段工程施工涉及的征地拆迁分为两部分，即正式工程的红线用地，为满足正式工程施工必须的临时工程的临时用地。正式工程的红线用地按照正式工程施工用地图，按照征地手续办理征地手续；临时工程的临时用地本着“合理布局、节约用地”的原则进行选址布局。

第三节 场地清理

清查施工红线范围内的高压线、输油管线、国防光缆，查看施工范围的地表水、地下水情况。

进行施工场地清表应满足：场地平整、无杂物、树根、环保，且做好“三通一平”工作。

第四节 测量放线

根据施工图及现场地形测量结果准确计算出放样坐标值，实施现场测量放线，测量放线执行测量复核制。

测量复核制包含两方面的内容：测量资料的计算复核制和测量外业的双检复核制。

第五节 现场核对

施工图纸到位后，根据施工图现场核对制度，由工程队总工程师组织工程科实施施工图现场核对，填写《路基工程设计现场核对表》。

第六节 工程特点、重点、难点分析

本段路基工程主要有路堤填筑、路堑开挖、坡面防护、地基处理、岩溶整治工程、CFG 桩工程。

一、路基坡面防护

必须保证开挖施工过程中的边坡稳定和列车运营阶段的边坡稳定。根据不同的地段分别设计有骨架护坡及空心砖边坡防护、液压喷

播植草间植灌木、锚杆框架梁、路堑边坡顶部土层设锁顶锚杆、一级边坡采用锚杆框架梁护坡护坡、空心砖内植草等方式防护，以减少地表、地下水对路基浸蚀。在进行路堑土石方开挖施工中要求做到边开挖边防护。

二、岩溶整治路基

确保路堤本体在填筑施工中和运营过程中的稳定和工后沉降量控制在 15mm 以内，此外由于地面以下存在溶洞、渗漏型溶槽及开口型岩溶，设计要求对其采用钻孔注浆、土工膜封闭、C15 混凝土浇筑、桩板、桩筏等措施处理，原地表斜坡面地段进行路基填筑时采用挖台阶方式，增强其顺坡抗滑能力，设计 6 个月工期沉降观测期，使路基沉降在工前基本完成，控制工后沉降在 15mm 以内。在进行路堤填筑施工时，设置沉降和位移观测桩，通过沉降、位移观测，来确定填土速度。

三、CFG 桩加固地基工程

确保路堤本体在填筑施工中和运营过程中的稳定和工后沉降量控制在 15mm 以内，对水田及黏土、松软土地段，设计要求进行 CFG 桩加固处理，以便控制路堤填筑速率。

路基坡面防护、岩溶路基和 CFG 桩加固路基的沉降观测和填筑速率控制，为本段路基施工的重点。特别是岩溶路基加固质量控制为本段路基施工的难点。

第七节 总体施工方法

土质基底在填筑前进行地基条件分析，检测承载力是否满足要求，否则采用换填或采取其它加固措施。

路堤填筑按“三阶段、四区段、八流程”工艺及连续压实控制技术施工，填筑前先做试验段，取得技术参数指导后续施工。路堑开挖前，首先进行排水设施施工。路堑爆破采用浅孔台阶或深孔梯段松动控制爆破，边坡采用光面爆破或预裂爆破，基床面采用密集小型排炮，预留人工清理层。

路隧、路桥、路涵、堑堤过渡段与路基同时填筑。其刚性过渡采用级配碎石掺入 3%或 5%水泥作填料按梯形断面分层填筑，重型机械

压实。在大型机械设备无法作业或禁止靠近作业部位（距离结构物 1m），采用小型压路机及冲击夯施工。

路基施工前先取代表性地面，施作路基试验段，并在地基、路堤不同位置预先埋设测试元件（沉降板和观测桩）。路基填筑完成后，沿线路方向每隔 20~50m 设置观测断面一个，对过渡段差异沉降进行重点观测，在过渡段加密设置，埋设沉降观测设备，进行沉降观测，并依据观测资料进行沉降分析及预测，做到信息化施工。

为了保护路基的稳定和安全，接触网支座基础采用人工成孔，灌注混凝土的方法；电缆槽采用机械法开槽，安装预制管节方法，综合接地线和边通管道与路基同步施工完成。

路基排水系统要尽早施工并形成体系，以便将路基范围的水顺畅排出，避免水渗入路基造成病害。

路基附属加固工程根据土方填筑进度并考虑沉降及时安排施工，随路基填筑逐段推进。路堑防护工程紧跟开挖施工，路基成型一段，防护一段。

一、地基处理

本区段地表与地基处理形式有：岩溶整治、清除换填、CFG 桩加固及垫层等处理形式。

原地面处理时，推土机推除地表面浮土、场地平整，挖掘机装车，自卸汽车运弃，压路机填筑前压实。施工前根据施工图设计提供的地质资料进行现场复核，根据线路路基的不同地质情况，选用轻型动力触探、重型动力触探、标准贯入、静力触探及地质钻孔五种原位测试方法的一种进行现场勘测，并结合室内土工试验验证设计采用地质资料的可靠性，当地质核查补勘结果与原设计采用的地质勘查数据不同时，再进行详细地质勘察，重新评价地质条件。

地面坡度陡于 1:5 时，自上而下挖台阶，沿线路纵向地表挖成底宽不小于 2m 的台阶后再填筑路基；沿线路横向挖台阶的宽度和高度符合设计要求，原地采用冲击压实技术进行填前压实。

二、路堤施工

路堤地段施工前用推土机和平地机进行清表，然后按照工点施工图进行地基处理。地基处理完成一段后按照土方调配方案进行路堤填筑施工，其中路堤基床以下部位按设计填料或采用改良土经试验符合相关规定后连续压实控制填筑。基床底层采用 B 组填料填筑，基床表层级配碎石采用“厂拌法”施工，自卸汽车运输，平地机与摊铺机摊铺，振动压路机碾压。每种路基填料填筑施工前，选择一定长度试验区段进行试验，确定机械设备组合、施工工艺、摊铺厚度、压实遍数、改良土配合比、级配料配合比等施工参数和试验、检测方法，指导施工。

施工时按路堤本体、基床底层、基床表层三部分，纵向分段、水平分层全断面填筑。路堤本体、基床底层填筑按“三阶段、四区段、八流程”工艺施工，自卸车运料，推土机配合平地机摊铺平整，重型振动压路机连续压实。压实工艺与厚度等按照试验段试验结果进行，且每层压实厚度土质路基不大于 30cm，石质路基不大于 35cm。高路堤施工至 6m 时，用冲击式压路机进行冲击追密压实。

基床表层级配碎石分两层施工，第一层采用平地机平整，第二层采用摊铺机摊铺施工；级配碎石在填料拌和站集中拌和，采用摊铺机摊铺施工，重型振动压路机碾压，压实工艺按照试验总结的参数进行。

三、路堑施工

路堑开挖方式根据地形情况、地质状况、断面形状、路堑长度、施工季节及环保要求，结合土石方调配方案确定。地形平缓的浅路堑采取全断面纵向开挖方法；当路堑长度较短，挖深较大时，采取横向分台阶开挖方法；路堑较长且深度较大时，采取纵向分层分台阶开挖方法；当地形起伏，且路堑长度大、开挖深，采取纵横向分台阶结合的开挖方法。软岩及土质路堑采用纵向分层推土机和挖掘机开挖，人工配合刷坡，挖掘机或装载机装土，自卸车运输；硬质岩石路堑采用浅孔爆破，边坡采用预留光爆层光面爆破施工，严防超欠挖和炸坏边坡，炮眼用手持凿岩机钻孔，挖掘机或装载机装渣，自卸车运输。施工前与施工中，做好堑顶防排水设施和临时防护设施，对影响边坡稳定的地面水和地下水及时采取措施引排，并在路堑表面设置排水坡，

以利排水，避免雨水对路堑产生危害。施工完成后，立即进行防护工程施工。

路堑开挖完成后进行基底检验，对基床厚度内地层采用工程地质调绘、原位测试、电法物探、必要时进行钻探取样等方法，进行地基土地基条件的核查与检测，根据试验结果对不能满足基床动态稳定性要求的地段，按照设计要求进行换填或采取措施进行地基加固施工。

四、基床表层施工

本区段基床表层填料采用级配碎石，填筑时采用纵向分段、水平分层全断面施工，级配碎石采用带自动计量设备的级配碎石拌和站集中拌制。基床表层采用自卸式汽车运输，摊铺机分层摊铺，重型振动式压路机连续压实。路基防风工程及路基相关工程已施工地段，采用小型压路机压实。运输过程中，采用较为密闭的自卸车且在顶部加盖防水彩条布，以减少水分损失与蒸发，保持级配碎石填料含水率最佳，确保基床表层压实质量。

五、过渡段路基施工

路基与结构物连接处纵向刚度变化地段，设置过渡段，采用水泥稳定级配碎石（掺加 5%水泥）填筑，过渡段的形式和纵向坡率根据设计图纸实施。

将拌和好的级配碎石用密封良好或覆盖盖布的自卸汽车运输到指定填筑区段；采用推土机、平地机按照设计横坡及试验确定的分层厚度摊铺平整，局部辅助人工平整；采用重型振动压路机碾压，局部用冲击振动夯夯实，具体碾压按照现场试验确定的工艺及参数进行。

六、土石方调配方案

路基土石方调配尽量移挖作填，减少废方和借方，先利用石方，不足时再利用土方。在路基集中用土地段，尽量采用距线路较近的土源，利用路堑挖方（为合格填料）的地段扩堑挖土，石质良好的路堑扩堑后可作为片石及料石的采集场。部分路堑石方或隧道弃碴在填料

生产场经解小、破碎、筛分后生产成 B 组填料，对不符合要求的利用方进行改良，不足的土石方采用沿线距离较近的取土场取土。弃土场按设计位置设置，在不影响山体和边坡稳定的前提下，尽量选在路堑附近的冲沟顶部，弃土场坡脚设置挡碴墙，完工后平整。

七、路基边坡支挡、防护及附属工程

路基附属工程主要包括浆砌片石、片石混凝土、钢筋混凝土、坡面骨架护坡、土工格栅、地下排水设施、防护栅栏、挡土墙等项目。路基防护和支挡结构工程、路基防排水工程与相关工程、路基附属结构物随路基主体施工同步推进。防护、排水工程与路基平行作业，路基成型一段，附属工程施工一段。

综合接地、过轨管线及线间集水井在路基基床底层填筑过程中埋设，接触网支柱基础、电缆槽等在基床表层填筑完成后施工。施工采用人工配合机械的方法，并不得因施工而损害路基稳固与安全。确保不因进行接触网支柱、电缆槽、综合接地、连通管道等设施修建以及运架梁过程而损坏和危及路基的安全与稳固。路基防风工程在基床底层填筑完成后即进行施工。

八、路基变形监测

路基施工设置专门的路基沉降观测装置，通过定期观测数据，对沉降情况进行分析，据此指导下道工序的施工，确定沉降期、稳定期，作为无碴轨道可以开始施工的依据。选用精度高、性能稳定的监测设备，同时尽量避免造成施工干扰。路基施工至基床表层顶面后，先监测半年，根据监测结果，分析评价地基的最终沉降量完成时间，及时调整措施使地基处理达到预定的变形控制要求，以确定无碴轨道结构施工和铺轨时间。同时作为竣工验收时控制工后沉降量的依据。路基填筑施工完成后，至少确保 6 个月的沉降观测和调整期，经系统分析评估，沉降稳定且工后沉降量满足要求后再铺设无碴轨道。

（一）路堤变形监测

为确保路堤施工的安全和稳定，控制施工填土速率，修正完善设计，预测沉降趋势及确保工后沉降量要求，在路基填筑期间和填筑完成后对路基沉降变形（含地基和本体）进行连续动态监测。路基变形监测包含地表水平位移监测、路基面沉降监测、基底沉降监测等。

（二）路堑变形监测

路堑施工地段，根据工程地质条件、边坡高度、防护形式结合工程实践经验，选择代表性工点分别进行监测，每工点应有不少于 2 个边坡变形监测断面。监测项目主要包括边坡地表位移监测、深部位移监测、预应力锚索（锚固力）监测、桩墙背土压力监测及地下水渗流监测等。

第五章 施工技术措施

一、路基基床施工技术措施

1、路堤基床施工时填料使用范围应严格符合《高速铁路路基工程质量验收标准》规定。路堤基床表层范围内填料按设计要求选用级配碎石进行施工。

2、路堤基床的填筑与压实，均应纵向分层进行，严禁倾填施工。基床每一压实层的全宽必须使用同一种且条件相同的填料。

3、路堤路基面应按设计测量放线，做到肩棱明显，路拱坡面符合要求。完工时路基面的允许误差应符合《客运专线铁路路基工程施工技术指南》的要求。

4、路堤基床为渗水土而其下部填料为非渗水土时，则基床底层顶面应做成 4%横向排水坡。路堑基床表层如换填渗水土，其底面应设横向排水坡，必要时设渗水管或加深侧沟，以利排水。

5、路堑基床表层土的密度应符合《铁路路基施工规范》的压实标准。

6、路堑基床施工，开挖接近堑底时，鉴别核对土石，按基床设计断面测量放线，开挖修整；或按设计要求采取压实、换填、改良土质、排水、封闭等措施。

二、路堤施工技术措施

1、施工前，地基必须进行复查核对及处理，待地基处理完成后随即进行路堤填筑。填料的挖、装、运、铺及压实连续进行。对填料的各项指标进行土工试验，确保填料符合设计和规范要求，保证施工质量。

2、路堤施工及时做好防排水，基底、坡脚、填筑层面均不得积水；傍山修筑路堤时，应防止水渗入路堤结构各部；施工时应使地表水不流入细粒土和粉砂、粘砂取土坑、场内，并应将坑、场内局部积水随时排除。

3、半填半挖和陡坡地段路堤，或基底有地下水影响路堤稳定时，施工过程中按照设计文件要求，采取拦、截、引、排措施，将地表水引排至基底范围以外，并根据情况采取防渗加固措施。

4、填筑路堤时路堤本体的压缩与固结根据填料种类及压实条件，结合施工季节及延续时间，适当预留沉落量。在站场中不适于预留沉落高度地段，考虑加强压实以提高填层密度，或采取预压加速沉落等措施。

5、不同种类的填料不得混杂填筑。渗水土填在非渗水土上时，

非渗水土层面应作成向两侧倾斜不小于 4%的横向排水坡。雪融施工地段，先完成涵洞，做好防水、防洪、排水工作，雨季施工的每一层压实面均应做成不小于 2%的横坡，排水路堤边坡随时保持平整、不留凹坑。

6、基床以下路堤填料应按照规定使用，如需利用不适用的填料，应按照设计要求采取土质改良、加强压实等措施。

7、严格按水平分层填筑路堤的方法施工，低凹地段，先填筑至相邻高度处，再拉通分层填筑。

8、施工要保证涵洞、沟渠等畅通，满足排水防洪要求。当路基为土质或含有软弱夹层的岩石时，天沟、侧沟应及时铺砌或采取其他防渗措施，保持边坡稳定，起到排水防洪作用。

9、路基填筑严格控制压实标准，上层检测不合格坚决不能转入下层施工。路堤边坡铺设土工格栅后及时填土，防止爆晒或风吹雨淋。

10、路基填筑应采用连续压实控制，并结合填筑工艺试验，监理振动压实值，确定施工质量过程控制参数。

11、填筑过程应随时分析沉降变形情况，严格控制填筑速率。路基应尽早填筑完成，路堤沉降放置期满足设计和规范要求，并通过检测满足工后沉降要求后方可进行下一道工序施工。

12、土方施工前制定操作细则，并向施工人员进行技术交底，并做好安全教育工作，提高施工人员的安全意识。施工现场设安全标志，危险地区悬挂“危险”“禁止通行”“严禁烟火”等标志，夜间设红灯示警。

三、土质路堑施工技术措施

1、根据测设边桩位置，用机械开挖，预留 0.2~0.5m 的保护层以利于人工修坡。施工时逐层控制，每 10m 边坡范围插杆挂线人工修刷。边坡上若有坑穴,采用 C25 混凝土嵌补。

2、开挖接近堑底时，按设计横断面放线，开挖修整压实，并挖好侧沟，疏通排水，边坡刷好后及时进行边坡防护和排水工程施工。

3、尽量采用顺坡开挖，长大路堑如需要采用反坡开挖时，先预留一定厚度的土层不开挖，形成顺坡开挖，挖通后再突击挖除预留的土层。

4、路堑基床换填应紧随开挖完成，防止底土暴露时间过长；当有困难时，应留一定厚度的保护层。

5、边坡防护设施及挡土构筑物做到随挖随做。高路堑边坡防护采用分段施工、分段防护，如防护不能紧跟完成时，暂留不小于 0.5m 的保护层，以防土体风化开裂。

四、石质路堑施工技术措施

石方爆破要实测地形，根据地形、地貌、岩性及周围环境做出爆破设计，报监理工程师和当地公安部门批准后再施工。先做爆破试验，再展开全面施工，确保边坡稳定和施工安全。

采用塑料导爆管非电起爆技术，此起爆系统不受电干扰，安全可靠。采用微差爆破技术，改善破碎质量和控制爆破振动。

为了确保边坡的稳定性和平整度，采用光面爆破外，根据实际情况，适当增大边坡保护层。

对陡坡顺层路堑要严格按由上而下，由表及里顺层清方和开挖，

严禁在坡脚大挖槽开挖，爆破时严格控制药量。

五、路基沉降观测技术措施

路基工程施工期间成立沉降观测小组，配备符合精度要求的观测仪器及设施，沿线路连续系统地进行地基沉降和侧向位移的动态观测，并根据沉降速率和观测情况及时进行沉降分析，以便控制路堤填筑速度，保证填筑路堤稳定性。

路基施工期间，每天观测一次，在沉降量急剧增大的情况下，加强观测频率。路基施工完成后，观测频率按照有关要求进行。沉降观测应以二等几何水准测量高程，精度不低于 1mm。每次观测后绘制“填土高度-时间-沉降量或位移量”关系曲线图。严格控制填土速率，当每天边桩水平位移大于 5mm 或地面沉降速率每昼夜大于 10mm 时，沉降观测小组立即通知施工队停止填筑，待观测值恢复到限值以内再进行填筑。在沉降速率或位移量未超过限制时，可通知施工队加快施工，给填筑后的路基留有足够的沉降观察分析时间。当发现非正常沉降或沉降值、沉降速率超过设计估算值时，及时报告设计单位，以便采取措施。整理的沉降观测资料妥善保管，最终用于评估路基工后沉降。

六、过渡段施工技术措施

1、填料按设计图纸要求采用级配碎石掺入 3%或 5%水泥填筑，横向结构物两端的过渡段填筑必须对称进行。

2、填筑桥、隧、涵缺口必须待桥、隧、涵圬工达到设计强度后方可进行填筑。桥、隧缺口按照设计要求填筑，当不得不用非渗水土填筑时，采取加强压实措施。

3、涵管缺口的填料粒径应小于 15cm，当涵管顶部填土厚度小于

1m 时，不得采用大型振动压路机碾压，不可通行机械。桥涵缺口、桥台及挡土墙背后填土，采用人工配合小型机械碾压。

4、过渡段基底处理过程中严格按照设计要求做好地面排水。

5、台后基坑及横向结构物基坑严格按照图纸要求选用回填材料及时回填分层压实。

七、路基防护及附属工程措施

1、施工前应做好地面排水和安全准备工作。

2、在松软地层或坡积层地段施工挡墙时，基坑要分段跳槽开挖，并做好支护，防止土体坍塌。

3、当挡墙基底承载力达不到设计要求时，要先按设计要求进行处理，然后才能进行上部砌体的砌筑。

4、泄水孔按设计要求布置，一定要做到内高外低，并不得堵塞，反滤层采用透水性好的砂砾或碎石，按要求厚度设置，保证排水通畅。

5、挡墙背后填土需待其强度达到设计强度的 70% 以上才可进行。填筑时采用合格填料分层夯填，并注意夯实机械距离墙体不可太近。

6、石块在砌筑前浇水湿润，表面泥土、水锈要清洗干净，片石分层砌筑，各工作层竖缝相互错开，杜绝通缝。

7、勾缝采用平缝压槽法（凹缝），在砂浆初凝后，养护 7~14d，期间避免碰撞、振动和承重。

8、砌筑基础的第一层砌块时，先将基底表面清洗、湿润，再坐浆砌筑；砌筑上层砌块时，要避免振动下层砌块。

9、所用水泥、砂、片石质量符合规范的要求，并具有质量合格证，严禁使用受潮、结块、变质的水泥。

10、干砌片石的外露面和坡顶、边口，选用较大而平整的片石，并稍加修凿，确保砌体内实外美。石质应选择均匀、质地坚硬、不易风化、无缝隙，片石最小厚度不小于 15cm。

八、路基、路堑边坡防护措施

路堤边坡防护：边坡高度 $H < 3\text{m}$ 时，边坡坡面采用混凝土空心砖防护；有植被防护条件地段空心砖内种植灌木或穴植容器苗。边坡高度 $H \geq 3\text{m}$ 时，边坡坡面采用人字型截水骨架护坡骨架护坡防护。坡脚

设 C25 混凝土脚墙基础。

路堑边坡防护：边坡高度 $H < 3\text{m}$ 时，边坡坡面采用喷播植草间植灌木防护、混凝土空心砖内植草、喷混植生防护。边坡高度 $H \geq 3\text{m}$ 是，边坡坡面采用人字型截水骨架护坡、锚杆框架梁、主动挂柔性、刚性网防护。硬质岩石路堑边坡根据岩体结构、结构面产状、岩性，并结合施工影响范围内既有建筑物的安全性要求等，采用控制爆破、光面爆破等技术，爆破后路堑边坡坡面凹凸不平处，以不低于 C25 的混凝土予以嵌补，并铺挂柔性网主动防护。

九、确保路基填料达标的措施

1、贮存集料时用装载机及时转运，分层堆放，防止形成自然坡角积堆，避免颗粒发生离析，各种集料隔离堆放。

2、基床表层级配碎石的颗粒级配要符合表 5-1-1 规定。

表 5-1-1 级配碎石粒径级配范围表

方孔筛孔边长（mm）	0.1	0.5	1.7	7.1	22.4	31.5	45
过筛质量百分率（%）	0~5	7~32	13~46	41~75	67~91	82~100	100

(3). 级配碎石严格控制 0.5mm 以下细集料的含量及其液限和塑性指数。

(4). 按设计的配合比例进行室内击实试验和现场填筑工艺试验，从中分别优选出合适比例，并求得混合料颗粒密度和最优含水率。

(5). 采用具有自动计量配料系统拌和机，按试验确定的配合比（加水量根据气候及运距在最优含水率基础上增加 1~2%）进行配料和拌和，以获得颗粒级配稳定和含水率合适的基床表层级配碎石混合料和过渡段级配碎石混合料。

(6). 各种集料经检测混合料级配、含水率符合工艺试验确定的允许范围方可出场。进场过程中，每 2000m³ 进行一次颗粒级配检验，并进行试配混合料的颗粒级配、颗粒密度、重型击实的最大干密度、最优含水率试验，同时进行其他杂质含量的检验（其他项目每料场抽样检验不少于 3 次）。

(7). 每工班生产混合料前测定粗细集料的含水率，换算施工配合

比。级配碎石混合料拌和生产过程中，随时观察目测混合料级配和含水率变化情况。正常情况下，每一工作班抽检三次（每次不大于2000m³），第一次必须在拌和开始时检验，如发现生产过程有异常，增加抽查试验次数，根据颗粒级配、含水量检测信息及时调整配料比例，使混合料符合要求。

十、保证达到压实标准的技术措施

1、选用重型振动压路机为路基填筑的压实机械，过渡段填筑压实时配以小型振动压路机和冲击夯。

2、在进行大面积填筑前，选取有代表性的地段和部位，对不同性质填料分别进行填筑工艺试验，试验填料碾压含水量、摊铺厚度、碾压机械、碾压遍数等施工工艺参数，经检验地基系数 K₃₀、孔隙率 n （或压实系数 K ）、 E_{vd} 满足设计要求后，确定施工工艺参数，再进行大面积路基填筑。

3、路基填筑施工严格按工艺试验确定的参数施工，必须严格遵守《铁路路基填筑工程连续压实控制技术规程》有关连续压实规定，严格过程监控和质量检验、记录。

4、填筑时路基两侧各加宽 50cm，保证边坡压实质量。

十一、控制工后沉降的措施

路基工后沉降控制的重点主要是地基处理、路基分层填筑碾压以及填料等方面，必须严格控制。

1、地基变形不足是导致路基沉降的最主要原因，因此基底处理时做好以下工作：

严格按照换填轮廓线进行开挖，并按规定做基底钻探试验；地基承载力个别点不足时，继续开挖，直至满足要求，同时相应增加换填深度；地基承载力严重不足时，及时报请建设单位、设计单位协商解决。

2、填筑、碾压施工是工后沉降的关键因素，必须对填料、分层厚度、碾压夯实等进行重点控制。

做到填料合格，使用级配良好的填料，同一填层使用同一种填料；严格控制填料分层厚度，宁欠不超；在特殊地段，提高压实度等级，高标准、严要求。

3、提高路基填筑压实质量，按《高速铁路路基工程施工质量验收标准》检测路基压实质量。根据实测沉降曲线分析推算在规定的工期内如不能满足工后沉降要求时，对路基堆载预压，缩短路基沉降时间。

4、沉降后的路基评估

根据施工期间的质量控制资料，审查路基填料种类、路基本体和基床底层的检测控制指标、级配碎石表层的检测控制指标，对路基压实质量的离散性进行分析。对时间～沉降曲线进行分析，经系统分析评估，沉降稳定且工后沉降满足要求后方可施工无碴道床。

十二、控制不均匀沉降的措施

防治路基不均匀沉陷应遵循“因地制宜，合理选择，预防为主，治养结合”的综合防治原则。不论采用何种处理措施，严格按规范及设计施工都是防止路基不均匀沉陷的首要前提条件。

在路堤填筑施工过程中首先应严格按照分层法进行施工，即分层摊铺、分层碾压、分层检测的程序进行。不同土质不得混填，每种填料层累计总厚也不应低于设计及规范要求。

分层碾压时应尽可能采用同一种碾压工艺，按照合理的碾压方法和碾压遍数能得到均衡的压实度。此外，用于路基填筑土质的含水量应均匀，保证土质含水量在最佳含水量 $\pm 2\%$ 之内，以求得到均衡的压实度，这对减小路基不均匀沉降十分重要。为减少现场蒸发量，保持路基必要的湿度，采取洒水后覆盖塑料薄膜的方式来保证路基含水量，满足路基施工中对水分的要求。

填挖结合部及半填半挖路基结合部要严格按照设计及规范开挖台阶，开挖台阶是保证路基填土土体稳定和结合良好的有效手段。台阶宽度不宜小于1m且应用小型夯实机加以夯实，台阶应平顺，以保证压实机具能碾压到位。路基应尽可能预留足够的沉降期，足够沉降期可使路基土体达到自然稳定。同时要控制纵向填层厚度均匀，除过

渡段外每一结构层次碾压使用同等压实能量机械，按相同工艺参数施工，控制碾压质量的离散性。对填料材质、工程特性、适用性进行必要的试验工作后作出专门的评价，施工期间加强填料的检测、检验，控制填料质量的离散性。

第六章 施工工艺及方法

第一节 施工准备

接到设计文件后，组织有关技术人员进行审核，充分了解设计意图，核对设计文件及其内容是否符合现场实情。

收集特殊地区和特殊条件下的地质情况；核对土石方类别及其分布，进行填料初步核查和试验，结果报监理工程师审批；了解施工地段的地形、地貌、地质、附近居民、建筑物、交通与通信设施情况；办理拆迁补偿和用地补偿工作所需的资料；修筑各项临时工程、施工机械及运输组装场地；按设计和规范的有关规定设置永临排水工程。

进行现场交接桩，完成现场交桩之后必须完成线路中线、水准的贯通测量，并与相邻地段贯通闭合，复测结果报监理工程师批准；依据复测合格的导线点和水准点按设计进行施工放样。中线、水准、边桩的测量误差必须符合《铁路测量技术规则》的有关规定。对施工机械、施工队伍进行部署，准备施工。

第二节 试验段选择

根据填料及压实机具的不同各选择全幅 100~200m 的路堤段进行填筑工艺试验，通过试验确定最佳工艺参数，包括机械组合方式、松铺厚度、压实遍数、压实含水量及检验方法等，报监理工程师批准后作为控制指标，全面指导施工。

一、摊铺系数的试验确定

采用同点位测量方式，根据测出的摊铺厚度和压实厚度计算摊铺系数。

二、碾压层厚度试验

按照 25cm、30cm、35cm、三种压实厚度进行对比试验，比较压实效果，选择有利于施工进度、能达到设计压实标准的施工厚度。

三、摊铺平整

采用推土机摊铺初平，随后用轻型振动压路机静压 1 遍，最后用平地机精平 1~2 遍，每一层做成向两侧 4%横坡以利排水。

四、含水量控制

填料碾压前进行含水量检测，控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 范围内。当填料含水量较低时，采取洒水措施；当填料含水量较高时，用铧犁等机械进行翻晒，局部含水量较大时可采用换填处理。

五、压实方法试验

选择相同厚度填筑层进行碾压工艺性试验，分别取得碾压遍数与压实系数 K30 值之间的关系，每完成 1 遍碾压后，在同一检测点位处进行 K30 值的检测，根据检测结果绘制曲线图，结合进行不同压路机碾压效果试验，选择合理的碾压工艺与机械。

碾压时先静压后振压，由弱振到强振，最后静压光面，遵循轻度、中度、重度三种压实压实状态进行碾压。振动碾压采用重型或超重型振动压路机，碾压速度宜为 3 km/h，最大速度不应超过 4km/h，遍数根据试验确定。静压光面选用振动或三轮压路机。直线段由两侧向中间碾压，平曲线段由内侧向外侧碾压。振动压路机碾压轮迹之间重叠宽度不小于 10cm。

铁路路基连续压实控制应按“设备检查、相关性校验、过程控制、质量检测”四阶段进行。

六、质量检测

压实应先进行连续压实检测，最后进行路基压实常规质量验收指标检测。常规质量验收指标检测应分别在三种区域内进行，每种区域检测不少于 6 组。

压实后及时进行中线、标高、宽度、压实厚度、压实度及力学指标检测。压实标准采用地基系数 K30、压实度等指标控制。此外，通过填筑试验，考核灌砂法、核子密度仪及 K30 平板荷载仪等检测的相互关系，并得出灌砂法和核子密度仪之间的相关系数、检测方法和标准，为大面积施工提供一种快速有效的检测手段，以便更加有效地做好质量控制。

七、试验资料的分析和整理

根据测试资料，求得不同含水量下，碾压遍数与压实度的关系，确定合理的施工控制含水量范围；确定选用的碾压设备压实时，达到路堤本体、基床底层和基床表层要求压实度的碾压遍数，并根据施工记录，分析、整理得出各项工艺参数，报监理工程师批准后，指导全面展开施工。

第三节 地基处理

本段路基内处理方式分为垫层、CFG 桩、岩溶处理及换填施工。

一、垫层施工

（一）施工工艺

水泥碎石垫层施工工艺流程见图 6-3-1

（二）施工方法

1. 基底处理

垫层施工前，按照设计或规范的要求，对已进行地基处理地段，用推土机及平地机将路基范围内的淤泥、树根、腐植土、杂物等清除、整平。由于路堤中心和路肩的沉降差异较大，为了减少沉降差异，在铺设水泥碎石垫层前，先在路基内设置一定的路拱，再铺设垫层。并按设计要求做成排水坡，一般情况下大面积铺填可做成 2% 的单面坡，基床换填时则按规范做成路拱；并用压路机碾压，检查验收合格后分层填筑土拱层。

2. 测量放样

采用全站仪放样确定垫层的铺设范围，确定边线，线路中心线，并在三线处每隔 10~20m 插小红旗，在旗杆上用颜色醒目的记号笔标注填料高度控制厚度，必要时确定高程控制点。

3. 填料运输、摊铺与整平

采用自卸车运料进场，散铺整平，为便于控制填料摊铺，运输前

设置好卸料用的网格，网格根据自卸车运料量及摊铺厚度计算好填料网格尺寸，并在施工现场采用白灰洒出。施工时垫层要宽出路基坡脚 0.5~1.0m，用推土机按照 25~30cm 的厚度大致推平，用平地机进行整平。

4. 分层碾压

垫层铺设后采用重型机械分层压实。填料压实从两边开始循序向中间进行，具体碾压遍数以工艺试验确定的参数为准，为了确保碾压质量，碾压机械轮迹应重叠 1/3，且不少于 50cm。碎石垫层在坡脚处设置挡护，以免砂料流失。

5. 质量控制

(1) 材料质量控制

选用良好级配的卵（砾）石，保证其清洁，不被污染，含泥量不大于 5%。

(2) 进行压实工艺试验

垫层施工前，进行压实工艺试验，确定施工参数，并报监理单位确认。进行压实工艺试验前，上报试验方案，监理批准后再实施。

(3) 压实质量控制

采用压实系数 K 及动态变形模量 E_{vd} 检测控制填层质量。

二、CFG 桩施工

(一) 施工工艺

施工准备→布置孔位→测量放线→钻孔→检查岩芯→终孔→清孔→封孔→注浆→注浆完成→试验检测。

注浆处理施工工艺流程见图 6-3-2。

(二) 施工方法

1. 施工准备

施工前进行测量放样、场地清理，标出 CFG 桩位中心，并查明场

地范围内地下构造物、管线和电线的位置和标高，制定并采取必要的防护措施或拆迁，防止施工造成损坏。

2. 场地清理

清除施工现场地表土，采用推土机将土坎、沟槽、坑穴回填平整夯实。在设计排水沟位置开挖临时排水沟，流向施工场地的水源在施工前截断，周边做好排水防护。清理掉施工范围内任何有碍于 CFG 桩施工的物品。

3. 成桩试验

施工前先进行工艺试验，根据施工设备、检测设备及工艺要求进行试桩，待成桩 7 天内，检查桩身完整性，根据试验参数观察桩体的完整性、均匀性，最后调整工艺及设备参数进行 CFG 桩施工。

4. 钻机就位

钻机就位后，使钻杆垂直对准桩位中心，并经测量复核无误，确保 CFG 桩垂直度容许偏差不大于 1%，桩位偏差不大于 50mm。

5. 混凝土搅拌

混合料搅拌按试桩确定的配合比进行配料。搅拌的混合料必须保证混合料圆柱体能顺利通过刚性管、高强柔性管、弯管和变径管而到达钻杆芯管内。混合料搅拌在有电子计量的拌和站拌制，加料顺序为：先装碎石和砂，再加水泥，最后加粉煤灰和泵送剂。

6. 钻孔成桩

(1) 钻进成孔

钻孔开始前，按设计预定的标高在钻机塔身处作醒目标记，作为施工时控制桩长的依据。钻孔应遵循先慢后快，同时检查钻孔的偏差并及时纠正。在成孔的过程中，发现钻杆摇晃或难钻时，放慢进尺，防止桩孔偏斜、钻具损坏。根据钻机塔身上的进尺标记，成孔到达设计标高时，停止钻进。

(2) 混合料灌注

成孔至设计标高后，停止钻进，开始泵送混合料，当钻杆芯管内充满混合料后开始拔管，严禁先提管后泵料。压灌混合料时一次提钻高度应小于 25cm，采用静止提拔，提拔速度控制在 2.3~2.6m/min，

且保证连续、均匀提拔，施工中严禁出现超速提拔。成桩过程宜连续进行，杜绝因后台供料慢而导致停机待料造成断桩事故的事件发生。施工桩顶标高宜高出设计桩顶标高不少于 0.5m，灌注成桩完成后，对桩头进行覆盖，终凝后洒水进行养护。

三、岩溶整治

（一）施工准备

1、施工前应对洞穴、陷穴的范围、分布情况及水文地质资料等进行核查。

2、施工前应先疏排地表水，防止地表水下渗；当设计有特殊要求时，按设计要求办理。

3、场地平整：用推土机、挖掘机等清除表层土，需要路堑开挖地段，开挖至设计基底标高,采用平地机进行场地平整，采用压路机进行碾压，要求达到路基本体压实度要求，注浆场坪标高一般不得低于路肩标高，注浆施工时应在注浆场坪四周修好临时排水设施，并应有符合环保要求的的废浆隔离与回收设施。

4、试验室按设计要求进行室内浆液配比试验，确定浆液初凝时间。

5、施工测量：按照设计布孔形式测设出注浆孔位，并打木桩标记。

（二）施工方法

1. 工艺流程

施工准备→布置孔位→测量放线→钻孔→检查岩芯→终孔→清孔→封孔→注浆→注浆完成→试验检测。

注浆处理施工工艺流程见图 6-3-3。

2. 钻探工艺

（1）定孔位

根据设计要求标出注浆孔位置，并进行复测。孔位偏差不大于10cm，当因避让管、线等客观原因需对孔位进行调整，且距离大于50cm时，报设计、监理单位核对。

(2) 钻机与注浆设备就位

①注浆孔位标定后，移动钻机至钻孔位置，完成钻机就位。

②钻机就位后，用经纬仪、水准仪等工具调整钻机角度，安装牢固，定位稳妥。

③各类设备就近安装，注浆管线固定，不宜过长，以30公分为宜，以防压力损失。

(3) 钻孔

覆盖层中钻孔采用跟管钻进，直径不得小于130mm。基岩段终孔直径不得小于91mm。所有先导探灌孔均须按勘探钻孔技术要求施钻，进行岩芯鉴定和编录。

(4) 检查岩芯

根据钻取岩芯的形态，并结合钻进时钻机的状态确认具体的地质情况，并以此判定入岩的深度及注浆方案。

(5) 终孔清孔

在钻孔结束后，要及时进行清孔，将孔中碎石等破碎岩芯取出，确保注浆时水泥浆能顺利的充填基岩中破碎岩层和裂隙。对冲洗时返水的钻孔，以冲洗液变清为结束条件。对溶洞、溶蚀破碎带发育、冲洗时不返水的钻孔，要求流量不小于泵送额定流量的80%，冲洗时间不少于10min。

(6) 封孔

为保证成孔后孔位坍塌，监理单位对孔位进行验收合格后，应及时封孔，封孔的主要措施和要求如下：

①在满足设计注浆压力条件下，根据现场地质情况可采用浓水泥浆(水泥砂浆)一次性封闭或孔口管动态阻塞法封孔，封孔深度最小不少于2m。

②对未遇溶洞的钻孔采用一次性封闭法封孔，管径 30mm；当钻探揭示有溶洞、漏水严重情况时，为满足冲填粗骨料需要，采用孔口管动态阻塞法封孔，护孔管管径为 110mm；对于路基已经填筑地段的钻孔，为避免影响路基，必须采用孔口管动态阻塞法封孔，封孔深度位于地面以下 1m。

钻孔应以实际钻探深度为准，加固厚度满足设计要求。加固深度为岩土界面以下 2m。钻至设计孔深度，经专业工程师自检后，报请现场监理工程师检查，同意后方可提钻。

③孔口管动态阻塞法封孔技术要求：

封孔流程为：钻孔→冲洗→在预定深度设置 $\phi 110\text{mm}$ PVC 孔口管，孔口管外侧底部 20cm 用粘土堵截层→在封孔段灌注浓水泥浆→终凝后用止浆阀动态封闭注浆。采用孔口管动态阻塞法封孔时，封孔段钻孔直径不小于 130mm，孔口管直径为 110mm，为避免影响注浆效果，要求孔口管下部位位于土石界面 0.5m 以上，不得进入基岩。当覆盖层较厚时，可将起护孔作用的孔口管设置为花管。

④终孔与验收时间间隔不宜过长，以免垮孔等不利情况发生。终孔验收后应及时进行封孔作业，封孔水泥浆（或水泥砂浆）终凝后进行注浆作业。

（7）先导孔钻孔具体施工技术要求：

①确保钻孔取芯质量：黏性土大于 80%；碎石类土大于 50%，岩溶、构造破碎带大于 50%，完整基岩大于 80%，孔底残留岩芯不超过 20cm。

②认真作好钻探原始记录，资料完整、准确、干净。

③准确分层。岩芯排放整齐，贴上分层标签，妥善保管并留存代

表性先导孔的岩芯照片。

④准确描述岩溶发育情况，确定溶孔、溶隙、溶洞位置及尺寸，描述其发育程度及孔内充填物等特征。

⑤严格按照《铁路工程地质钻探规程》执行，要求进行详细的岩芯鉴定分析，编制钻孔柱状图。

3. 注浆工艺

注浆采用孔口封闭注浆法，先注浆基岩后，再注岩层面与土层接触面。

（1）试泵

试泵时，在开泵前先将三通转芯阀调到回浆位置，待泵吸水正常时，将三通回浆口慢慢调小，泵压徐徐上升，当泵压达到预定注浆压力后，持续二、三分钟泵管及机械设备不出故障进，方可进行注浆作业施工。

（2）安装注浆管和止浆塞

钻孔完毕，进行清孔检查，在确认没有坍孔和探头石的情况下，方可下管。否则，必须用钻机进行扫孔。

在确定注浆管内无阻塞物后，即可进行注浆管安装。把管子插入孔内，再将管顶入孔内到设计要求深度，使橡胶栓塞与孔壁充分挤压紧实，注浆管和止浆塞固定。注浆管外露的长度不小于 30cm，以便连接孔口阀门和管路。注浆管安放好后，在注浆管管口加上孔口盖，以防止杂物进入。

（3）压水试验

压水压力由小逐渐增大到预定注浆压力，并持续 15min。

（4）浆液配制

①注浆以纯水泥浆为主的单液注浆材料，水泥采用 42.5 级普通硅酸盐水泥，水灰比为 1:1~0.6:1。开始注浆时采用稀浆灌注，当灌入量增大时采用浓一级的浆液灌注。

②对溶蚀裂隙发育、连通性好、漏液严重时注浆时刻掺入一定的粉土或粉煤灰，粉土参入量<水泥重量的 10%，粉煤灰参入量为水泥

重量的 30%。

③所用浆液采用搅拌机拌合随拌随用，搅拌时间不少于 2min。将配制好的浆液送入搅拌式储浆桶内备用。

(5) 注浆

①注浆管路系统的试运转：用 1.5 倍于注浆终压的压力对系统进行吸水试验检查，并接好水、电；检查管路系统能否耐压，有无漏水；检查管路连接是否正确；检查设备状况是否正常；使设备充分热身，试运转时间为 20min。

②注浆顺序：遵循先边排，后内排、跳孔、由疏至密注浆顺序；自路基坡脚向中心的顺序进行，先两侧后中间，以保证注浆质量。注浆方式采用分段前进方式，即先钻孔后注浆。

③灌浆压力控制根据受灌地层的地质条件和渗透性、灌浆时吸浆量，以及对浆液稠度变换等一并考虑。一般情况下，当吸浆量较小时，可尽快地达到规定的灌浆压力；而在吸浆量较大时，则可较缓慢的升到规定的灌浆压力。

灌浆过程中，灌浆压力的控制采用“一次升压法”。“一次升压法”，就是在灌浆开始后，将压力尽快的升高到规定的压力，使整个灌浆过程尽量是在规定的压力下进行。其优点是裂隙不至于在低压下提前被堵塞，能较多地灌进一些浆液，使一些较小的裂隙也能得到充分地灌实。

终注条件为：在终注压力下连续注浆 10min 的注入率不大于 5L/min 时，可终止注浆。

(6) 提管、回填

注浆完成后应立即拔管，若拔管不及时，浆液会把注浆管凝固住而造成拔管困难。拔管时使用拔管机。每次上拔高度为 500mm。拔

出管后，及时刷洗注浆管，以便保持清洁、通畅。

4. 注浆原始记录整编

(1) 每个注浆作业工班在注浆施工过程中，都必须边施工边记录，当天的注浆施工记录必须当天整理完成，不得积压或遗漏。

(2) 注浆原始记录是竣工文件的重要组成部分，各记录人员应本着认真负责的态度，做到字迹工整、资料整洁无误，填写规范齐全。

(3) 注浆记录表应能满足注浆参数、浆液耗量、填充料耗量等其他特殊处理等记录的要求。返浆前记录时间按浆液配比变换、间歇及其他特殊处理时间控制，间隔 20min；返浆后为 5min。

(4) 注浆过程监理必须进行旁站，对注浆记录进行现场签认。

5. 试验检测

为正确的检测注浆效果，根据试验段准确验证各项施工参数，检测时加大检测项目与力度，注浆前后，物探成果资料对比，检查注浆效果；注浆前后，钻孔注水试验的单位长度吸水量对比，检查注浆效果，注浆后单位吸水量小于注浆前吸水量的 3%，且没有明显漏水现场；钻孔检查，检查孔数的 5%，根据取芯浆液充填情况直观判断注浆效果；注浆观察，冒浆点在路基范围之外 3m 时，可视路基范围岩溶通道堵塞完毕。

6. 特殊情况处理

(1) 注浆必须连续进行，若因故中断，应找出注浆中断原因，尽快采取处理措施，及早恢复。

(2) 各孔注浆量根据具体地质情况有较大的差异，当连续注浆单孔超过 15 吨不见升压时，应逐级别提高浆液浓度，必要时间歇注浆。注浆量过大时，应提请有关四方会审，采取适当的施工措施进行处理。

(3) 注浆过程中应分序施工。如出现串浆现象，应对串浆孔同时进行注浆处理。

(4) 注浆过程中如有冒浆、返浆等现象发生，应暂停注浆，尽快采取处理措施，处理完后立即恢复注浆。

(5) 对垮孔严重的溶蚀破碎带、充填粗粒土的溶洞等实施跟管

钻进极为困难的注浆钻孔，可采用自上而下注浆法复钻施工，严禁使用泥浆等影响注浆加固效果的方法护壁钻进。

(6) 如浆液漏失严重，局部使用双液注浆堵漏时，应先根据试验确定水玻璃与浆液体积比，水玻璃浓度 35~40Be'，模数 2.4~3.4。

(7) 当采用冲填砂、碎石或掺入其他填充物处理后注浆量仍然较大时，可采用间歇注浆处理。

第四节 路基填料

路堤施工中必须始终坚持“三线四度”，三线即：中线、两侧边线，且在三线上每隔 20m 插一小红旗，明确中线、边线的控制点；四度即：厚度、密实度、拱度、平整度。控制路基分层厚度以确保每层压实度；控制拱度以确保雨水及时排出；控制平整度以确保路基碾压均匀及在下雨时路基上不积水；控制路基施工时，填筑面应平整，并根据现场情况做必要的截水沟和急流槽等截、排水设施，防止雨水对坡面的冲刷。

一、B 组填料生产

(一) B 组填料生产工艺流程

B 组填料生产工艺流程见 6-4-1 图。

(二) 工艺要点与技术措施

料源分选：根据路基填筑的不同部位，对路堑挖方和隧道弃渣中不易风化的料源进行相应分选。选用路堑挖方中的硬质岩石加工 B 组填料；当粒径及级配不满足基床以下填料要求时，经填料生产场破碎筛分后，再用基床以下路堤的填筑。

将料源粒径大于 900mm 的进行二次解小，用皮带输送机将混合料输入破碎机破碎，再经孔径为 150mm 的振动筛筛分，使其生产填料的粒径全部小于 150mm，振动筛下填料分别隔离堆放，最后根据

筛选出粒径小于 60mm 的合格 B 组填料。

堆放料时用装载机在振动筛出料口处及时转运，分层堆放，防止形成自然坡角的料堆，避免颗粒发生离析，以保证成品填料颗粒级配的均匀性，对破碎筛分出的集料的颗粒级配、颗粒密度等项目分批进行试验检测。

（三）质量控制与要求

正常情况下，每生产 10000m³ 抽检一次颗粒级配，以分析评价级配的波动情况，并进行颗粒密度试验，为检测填筑施工的压实质量提供标准参数。

填料生产过程中，随时观察目测出料级配情况，当出料级配发生明显变化时，增加抽检试验次数，将级配相差较大、细粒含量小于 15%、15%~30% 和大于 30% 的集料，按 B 组填料的标准分别堆放。

二、基床表层以下路堤填筑

（一）填料土工试验和填筑工艺试验

1. 填料选择

路堤基床表层、路堤与桥涵、隧道过渡段、路堤与路堑过渡段选用级配碎石，基床底层选用 A、B 组填料或改良土填筑，最大粒径不得大于 60mm，改良土的最大粒径不得大于 150mm。基床以下部位填料，选用 A、B 组填料或 C 组碎石、砾石类填料，当选用 C 组细粒土及软质岩填料时，应根据填料性质进行改良后填筑。填料最大粒径 A、B 组不得大于 75mm，改良土不得大于 150mm，地震动峰值加速度大于或等于 0.1g 地段，路堤应选用抗震稳定性较好的填料。

2. 填料土工试验

路堤填筑前，对填料的各项指标进行土工试验，确保填料符合设计和规范要求，保证施工质量。

土料：颗粒分析试验、天然含水量、天然密度和颗粒比重试验、液塑限试验、CBR 试验、击实试验等。

岩块：颗粒分析试验、单轴抗压强度试验等。

土工试验的方法按《铁路工程土工试验规程》执行，试验频率按

规范要求执行。

3. 填筑工艺试验

填筑压实工艺试验的步骤如下：

(1) 第一步：进行摊铺系数、厚度、碾压遍数试验。

将经试验选用的最佳含水量的填料，运至试验场地，按计算的间距堆卸，摊铺机摊铺，成三种不同摊铺厚度，平地机整平，摊铺平整时考虑机械对松铺厚度的影响。检查平整度、路拱符合设计要求后，用振动压路机进行压实。第一遍静压、第二、三遍弱震，第四、五、六遍为强震、第七遍为静压，第八遍用 18~21t 三轮压路机静压光面。碾压速度控制在 2~3km/h，轮迹重叠宽度不小于 40cm。

每压实一遍后，采用 K30、压实系数 K（或孔隙率 n）检测；采用 K30 平板荷载仪检测地基系数 K30；然后以压实系数 K（n）为坐标系 Y 轴，碾压遍数 N 为 X 轴，分别绘制压实系数与碾压遍数的曲线图及地基系数 K30 与碾压遍数的曲线图，根据上述曲线图，确定出碾压层控制厚度、碾压遍数，并计算出填料的摊铺系数。

(2) 第二步：进行碾压含水量试验

在相同的碾压工艺下，按照试验确定的碾压层厚度及遍数下，以最佳含水量为中间值，按照 1%增减，进行不同含水量下填料的压实试验，碾压结束后检测压实系数 K 或孔隙率 n，以及地基系数 K30。根据试验结果确定碾压含水量范围。

(3) 第三步：进行碾压方式试验

采用最佳含水量的填料，在规定厚度下，用振动压路机和三轮压路机进行不同组合方式下的碾压效果对比，确定压路机碾压组合方式。

(4) 第四步：试验资料的分析和整理

根据前三层的测试资料，求得填料干密度和含水量的关系，确定合理的施工控制含水量范围；并根据施工记录，分析、整理得出各项工艺参数，提出试验报告，经监理工程师批准后指导全面填筑施工。

(二) 填土路堤施工

基床底层采用 A、B 组填料填筑，基床底层以下路堤采用 A、B 组或 C 组碎石、砾石类填料。用于路堤填筑的填料必须符合规范规定，

如必须利用不符合规定的填料，应按设计要求采取改良土质、加强压实等措施，并报监理工程师批准。路堤填筑严格依照“三阶段、四区段、八流程”的施工工艺按水平分层方法组织施工，即按照横断面全宽纵向分层，由最低处逐层向上铺筑、整平、压实。施工采用自卸车运料，重型振动压路机压实，采用推土机配合平地机摊铺平整。

填土路堤施工工艺流程见 6-4-2 图

1. 地基处理

路堤填筑前清除基底表层植被及腐植土，挖除树根，做好临时排水设施。对无需作地基特殊处理的一般路基的基底，当为土质地层时，按设计要求挖除表层土，再分层填筑满足设计要求的填料，当为砂类土、砾卵石（碎石）类土地层时，先清表，再将原地整平碾压密实。路堤基底处于倾斜地段，原地面横坡坡度为 $1:2.5 \sim 1:10$ 时，路堤基底应自上而下挖台阶，台阶高度不小于 0.6m ，台阶宽度不小于 2.0m ，台阶底部设置 $2 \sim 4\%$ 向外倾斜的坡度；当地面横坡等于或陡于 $1:2.5$ 的地段时按陡坡路堤进行处理。小于 150m 的桥隧间短路基压实标准采用过渡段要求，无法采取冲击碾压处理地段，可采用重型机械碾压或低能量全断面满夯处理等其他手段。

2. 测量放样

采用全站仪放出路基中线，水准仪测出基底处理后的原地面标高，每个断面不少于两点，依照设计资料精确测放路基边线及线路中心线，打桩标示；直线地段每 20m 一个桩，曲线地段每 10m 一个桩，并在桩上作出虚铺厚度的标记。

3. 分层填筑

每 200m 或两结构物之间划为一个小施工队段，每 $10 \sim 15\text{m}$ 设一组标高点，画在两侧放样的竹杆上，挂线控制每层松铺厚度。采用

按横断面全宽纵向水平分层填筑压实方法。自卸汽车卸土，根据车容量和填筑厚度计算堆土间距，标点卸料，以便控制松铺层厚度均匀。松铺厚度经工艺试验确定，一般不超过 30cm。为保证边坡压实质量，填筑时路基两侧各加宽 50cm。铺土工格栅处倒退卸土，防止压损格栅。

4. 摊铺平整

填料摊铺平整采用推土机摊铺初平，平地机进行终平，控制层面无显著的局部凹凸。对渗水填料，平整面每一层做成向两侧 4%的横向排水坡以利排水。为有效控制每层虚铺厚度，初平时应用水平检测仪控制每层的虚铺厚度。

5. 洒水晾晒

填料碾压前进行含水量检测并控制在最佳含水量+2%~-1%范围内，再进行碾压。当填料含水量较低时，应及时采取洒水措施，洒水可采用取土场内提前闷湿和路堤内洒水搅拌；当填料含水量较高时，可采用取土场内挖沟拉槽降低水位和用推土机拉松晾晒相结合的方法，或将填料摊铺晾晒。

6. 碾压夯实

按工艺试验确定的碾压速度、碾压遍数，用重型振动压路机按先两边后中间（曲线地段先曲线内侧后曲线外侧），先慢后快的原则进行碾压。并严格遵循《铁路路基连续压实控制技术规程》相关规定施工。

(1)碾压前应向压路机司机进行技术交底，其内容包括碾压起讫范围、压实遍数、碾压方式、碾压速度等。

(2)各区段交接处互相重叠压实，纵向搭接长度不小于 2m，纵向行与行之间的轮迹重叠不小于 10cm，上下两层填筑接头错开不小于 3m。

(3)根据填料的不同和路堤的不同部位，应选用合适的碾压组合方式，确保压实质量的均匀性。碾压过程中如发现有凹凸不平现象，采用人工配合及时补平，使碾压好的路面平整度符合要求。压实顺序应按先两侧后中间，先慢后快，先静压后振动压的操作程序进行碾压。对埋有沉降观测装置的周边不能碾压的部位，采用冲击夯进行夯实。

(4)压实程度通过率小于 95%时，在不通过区域范围内应改进压实工艺或更换压实机械进行补充碾压，补充碾压不明显时可采用局部更换填料、含水量等措施进行处理。

(5)前后两遍压实值数据差异较大时，应提高压实稳定性，同时进行压实程度的判定。

7. 追密夯实

对本段路基内填土高度大于 6m，路堤每填筑 1.8m 左右高度采用冲击碾压进行追密压实。冲击碾在碾压过程中行驶速度控制在 10～12Km/h，相邻两段冲击碾压搭接长度不小于 15m。

8. 质量检测

(1)每层填土压实后，及时进行中线、标高、宽度、压实厚度及压实度的检测，检测合格报监理工程师审批后再进行下一层填筑。压实度检测采用灌砂法和核子密度仪进行。检验合格后，需铺设土工格栅地段，按设计间距、宽度、方向进行铺设。

(2)连续压实质量控制检测规定

a 普通填料区间正线压实系数 6 个抽检点中选取 1 个点在压实质量薄弱区域内，另外 5 个点分别为距路基边线 1m 处左、右各 2 点，路基中部 1 点；地基系数 4 个抽检点中选取 1 个点在压实质量薄弱区域内，另外 3 个点分别为距路基边线 2m 处左、右各 1 点，距路基中部 1 点。

b 化学改良区间正线土压实系数 6 个抽检点中选取 1 个点在压实

质量薄弱区域内,另外 5 个点分别为距路基边线 1m 处左、右各 2 点,路基中部 1 点;无侧限抗压强度 3 个抽检点中选取 1 个点在压实质量薄弱区域内,另外 2 个点根据薄弱点所在位置补充。

9. 路基整修

包括路基面坡度、平整度、边坡等整修内容,严格按照设计要求进行,对于加宽部分在整修阶段人工挂线清刷夯拍,路基整修达到检验标准要求。

10. 注意事项

不同类别的填料分别填筑,每一水平层的全宽采用同一组别的填料填筑,每种填料累计总厚度不小于 50cm。对于不同种类的填料,遵循有利于层间土层的渗透反滤的原则施工,其粒径符合 $D_{15} < 4d_{85}$ 。使用不同类土填筑路堤时,将渗水性较大的土填于渗水性较小的土层上时,在渗水性小的土层面做成向两侧 1~4% 的横坡以利排水;相反的情况,在渗水性大的土层表面,保持水平坡面,也可做成凸形。渗水性较大的土层边坡上不得覆盖渗水性小的土层。渗水与非渗水的土不得混填,避免在路堤内形成水囊。

对生产的填料除在填料生产过程中按规定进行取样检验外,填筑时对运至现场的 B 组填料还按每生产 10000m³ 抽检一次的频次检验颗粒级配。

当发现运至路基填筑现场的填料级配有明显变化时,及时抽样复查,并将检测信息反馈给填料生产场。在每一层的填筑过程中,确认填料颗粒。

级配的含水量、松铺厚度、填层表面平整符合设计及施工工艺参数后,再按工艺试验确定的碾压速率和遍数进行碾压。

不同类土填法示意图见 6-4-3 图

(三) 填石路堤施工

填石路堤选择符合规范要求、级配较好的硬质岩块，严重风化软岩不得用于路基填筑，最大粒径不超过 2/3 层厚，并不得大于 75mm。填石路堤也是按“三阶段、四区段、八流程”工艺，水平分层填筑，严禁倾填法施工。

填石路堤施工工艺流程见 6-4-4 图。

1. 划分区段

在验收合格的地基上划分作业区段，各区段依次循环作业。

2. 分层填筑

每层石料松铺厚度 0.3~0.4m。填料中粒径大于 75mm 的石块予以解小，石块大小应级配填筑。填筑时先低后高，水平成层，然后先两侧后中央分层填筑。每层填料均匀一致，不同填料不能混填。

1. 摊铺平整

卸下的石质填料采用大马力推土机整平初压，使层面大致平整，局部不平地段用细颗粒料找平，个别尖角用大锤敲除。

2. 检查松铺厚度

沿纵向每 20m 设一断面，每断面布设 3~5 个测点，用水准仪测出各点高程，相对下层标高检查其松铺厚度。

3. 压实

采用重型振动压路机振动碾压，碾压参数按照工艺试验确定的参数进行。碾压时先两侧后中央，曲线地段先内侧后外侧，行与行之间重叠 0.5m 左右，以压实速度和遍数控制均匀压实，必要时进行洒水碾压，并做好压实记录。用普通重型振动压路机按上述规定碾压后，再采用具有连续压实控制/智能压实功能的振动压路机进行碾压和检测，以控制压实质量的均匀性。

4. 质量检测

主要包括填料、填筑层厚度，路基填筑断面尺寸，填筑层在纵向和横向的均匀度、平整度、压实度。主要以 K30 承载板检测地基系数 K30 值，人工用镐或撬棍挖探坑检查复核。检测合格报监理工程师签认后方可继续填筑。

对生产的填料除在填料生产过程中按规定进行取样检验外，填筑

时对运至现场的B组填料还按每生产10000m³抽检一次的频次检验颗粒级配。当发现运至路基填筑现场的填料级配有明显变化时，及时抽样复查，并将检测信息反馈给填料生产场。

三、基床表层施工

（一）施工工艺

基床表层级配碎石施工工艺流程见6-4-5图。

（二）基床底层压实验收

测量中线水平，检查几何尺寸，核对压实标准，使其达到基床底层压实标准。对不符合标准的基床底层进行整修，使其达到基床底层标准要求，在进行基床表层施工。

（三）施工方法

基床表层按路基横断面全幅分两层填筑，曲线地段外侧超高均匀分配到每一层。采用摊铺机摊铺，重型振动压路机振动碾压密实。为保证基床表层施工质量，每一填筑区段不少于200m。并严格按“三阶段、四区段、六流程”施工工艺组织施工。在进行大面积填筑前，根据生产的填料和选用的摊铺压实机械，进行填筑工艺试验，确定填料施工配合比、施工控制含水量、摊铺厚度、压路机行走速度和碾压（夯实）遍数等关键的施工工艺参数。

（四）配合比设计

拟定3~4种配比进行室内试验，分析不均匀系数、曲率系数等，提出满足或接近要求的2种室内配比，完成室内级配碎石配比设计后，按照摊铺厚度分别对不同配比的级配碎石进行碾压试验。

碾压设备采用振动压路机，碾压遍数6遍，采用灌砂法、Evd法、K30法分别检测碾压效果，确定基床表层级配碎石施工配比。

（五）填筑施工参数试验

填筑前要进行试铺段试验，根据试验确定合适的填筑厚度、碾压含水量、碾压工艺和配套设备。

（六）运输、拌和

1、基床表层拌和采用厂拌，原材料必须进行材质及级配试验，材质和级配必须符合设计及规范要求；

2、正式拌和前，必须调试所有厂拌设备，使混和料的颗粒组成及含水量符合规定要求；

3、拌和好的混合料要尽快采用自卸汽车运到铺筑现场，运输时采用土工布覆盖混合料，及时填筑碾压，防止水分蒸发。

（七）摊铺、碾压

1、基床表层摊铺第一层，采用平地机进行摊铺，用平地机将混合料按松铺厚度摊铺均匀，对不均匀处及凹凸处用人工进行修整；

2、基床表层第二层摊铺，由摊铺机进行摊铺，摊铺方法有试验段确定；

3、采用振动压路机进行碾压，碾压前如级配碎石表面干燥，则用洒水车进行洒水湿润，碾压采取先静压，碾压要遵循先轻后重、先快后慢的原则。直线段碾压时从路肩开始朝线路中线方向进行，曲线段由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。碾压时沿纵向重叠 0.4m，横缝衔接处应搭接，搭接长度不小于 2m；

4、基床表面修整养护：局部表面不平整要洒水补平并补压，使其外型质量达到设计要求。

（八）质量检测方法

级配碎石填筑质量检验项目分为压实指标（孔隙率 n ）及力学指标（K30、Evd）两类。孔隙率检测主要采用灌砂法，辅助核子仪法进行平行检验；力学指标采用 K30 平板荷载和 Evd 动态平板荷载试验平行检验。

碾压结束后，随即先用核子密度仪和 Evd 进行检测，然后根据试铺段建立的核子密度仪和灌砂法及 K30 和 Evd 法之间的相互关系初步判断能达到要求后，再用灌砂法和 K30 检测，提高检测效率，确保检测的时效性、真实性，避免因路基压实质量不合格而引起的重复检测。

对于级配碎石表面坑洼不平等缺陷，在按接茬进行挖出后采用水稳级配碎石修补。

四、堆载预压

本段路基堆载预压工程量相对较大，堆载高度 3m，预压期为 6 个月，观测调整期 14 个月。施工时需合理安排好施工顺序，保证预压的完成。

堆载预压主要适用于低路堤、浅路堑地段以及进行地基加固，但需要加快工后沉降、缩短自然沉降

（一）施工准备

对于设计有堆载预压要求的路段，按照施工组织设计要求提前安排施工，保证预压期满足设计要求。

在预压土分层填筑过程中及填筑完成后的预压期内，按照设计要求的频度进行详细的沉降观测，达到规定的预压时间后进行工后沉降分析，工后沉降评估满足控制值要求时才可进行卸载，然后进入基床表层施工程序。

如果沉降期满路基沉降变形仍不收敛，及时与监理方、设计方以及业主方取得联系，共同协商，采取延长预压期等相应措施进行处理，使工后沉降最终满足轨道铺设要求。

（二）施工方法

1. 铺设土工布

路堤基床底层填筑碾压完毕后，先在基床底层上面铺一层土工布，然后进行预压荷载填筑。

土工布铺设时按照规范规定的宽度进行搭接，两侧折回的宽度不小于规范要求的宽度。

2. 填筑预压土

预压土按照设计的宽度、高度分层进行填筑，并保证其顶面有良好的横向排水坡度。

填筑时采用挖掘机或装载机装土，自卸汽车运输，第一层预压土填筑采用轻型机具摊铺后压实，防止破坏土工布，污染级配碎石。其后分层填筑时采用平地机配合人工整平，压路机静压，边堆土边摊平，

堆载预压荷载分级逐渐施加，确保每级荷载下地基的稳定性。堆载过程中严格控制加载速率，堆载预压过程中进行沉降观测并保护好沉降观测设施，同时根据沉降观测数据及时调整加载速率，保证路基安全、稳定。堆载预压的加压量和加压时间满足设计要求。

填筑完成后将土工布回折于预压土顶面每侧宽度不小于 2.0m，并用土压好，防止预压土流失，污染坡面。

3. 沉降观测

堆载预压完成后的预压期内按照设计要求的频度进行地基沉降和路基面沉降观测，观测调整期为 14 个月。通过沉降观测，并进行工后沉降分析，满足设计要求时方可进行预压土卸载(分层进行卸载)和上部轨道结构施工。

路基按设计进行预压和沉降调整期控制。预压和沉降调整期实际时间根据现场观测和分析评估结果控制。

4. 卸载

堆载预压完成达到沉降控制要求后，清除预压土及土工布。

卸载时用装载机装土，自卸汽车运输至弃土场，机械施工时预留 30cm 厚度人工清理，以防污染基床底层和破坏基床底层整体性及稳固性，最后清理土工布。

（三）施工工艺

1. 施工工艺流程

施工工艺流程见 6-4-6 图。

（1）施工要求

预压土按照设计的宽度、高度分层进行填筑，并保证其顶面良好的横向排水坡度。

预压土填筑时采用挖掘机或装载机装土，自卸汽车运输，第一层采用轻型机具

摊铺后压实，其后分层填筑时平地机配合人工整平，压路机静压，边堆土边摊平，严格控制加载速率。

堆载预压过程中进行沉降观测并保护好沉降观测设施，当有损坏及时恢复，堆载预压完成后的预压期内按照设计要求的频度进行沉降

监测。当堆载预压时间达到设计要求后，根据观测资料和工后沉降推算结果，由建设单位组织设计、监理咨询、施工单位共同研究确定卸载时间。

堆载预压完成达到沉降控制要求后，清除预压土及土工布。

（2）施工注意事项

一般路基基床底层施工后，开始填筑预压土方，堆载预压土方的底面铺 1 层土工布，堆载预压土的高度为 3m。

为了监测堆载过程中地基土中的孔隙水压力变化和地基土位移情况，在地下预埋孔隙水压计进行监测；在堆载区周边的地表设置观测桩，用精密测量仪器观测水平和垂直位移；在堆载区周边的地下安装钻孔倾斜仪或其他观测地下土体位移的仪器，测量地基土的水平位移和垂直位移。

预压路段尽早开工、完工，以保证预压期。

堆载预压不得使用淤泥土或含垃圾杂物的填料，填筑过程中采取有效措施防止预压土污染已填筑好的路基。

2. 工艺要点

(1)基床表层填筑前对基床底层的压实质量和几何尺寸进行复查确认。

(2)对路堑换填地段，当开挖至换填底面标高时，将开挖表面整理平顺整齐，并按设计做成向两侧的横向排水坡。

(3)依照设计资料精确测放路基边线及线路中心线，打桩标示；直线地段每 10m 一个桩，曲线地段每 5m 一个桩，并在桩间挂线标示出填料分层摊铺厚度。将级配碎石生产厂拌和好的级配碎石混合料用自卸汽车尽快运输到现场，防止水分蒸发损失过多。

(4)采用摊铺机按工艺试验确定的摊铺厚度铺摊，曲线超高段将超高均匀分摊到每层上，采取分两层填筑的方法施工。摊铺前根据测量标线调整好摊铺机左右的控制高度。

(5)摊铺时，在摊铺机后面配备人员及时消除粗细集料离析现象。对于粗集料“窝”和粗集料“带”，应添加细集料并拌和均匀；对于细集料“窝”，应添加粗集料，并拌和均匀。

(6)整形后，当表面尚处湿润状态时应立即进行碾压。如表面水分蒸发较多，明显干燥失水，在其表面喷洒适量水分，再进行碾压。

(7)直线地段，由两侧路肩开始向路中心碾压；曲线地段，由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。碾压时，遵循先轻后重、先慢后快的原则，先采用轻型压路机静压一遍，然后再采用重型压路机振动碾压；压路机的碾压行驶速度开始采用慢速，以后几遍逐渐加快，但最大速度不超过 4km/h。沿线路纵向行与行之间压实重叠不小于 40cm，各区段交接处，纵向搭接压实长度不小于 2m，上下两层填筑接头错开不小于 3.0m。

(8)用普通振动压路机按上述规定碾压后，再采用具有连续压实控制/智能压实功能的振动压路机进行碾压和检测，以控制压实质量的均匀性。

(9)对表面修整养护，局部表面不平整，要洒水补平并补压，使其外形质量达到设计要求。已施工的基床表层禁止任何车辆通行。

3. 质量控制与要求

(1)对生产的基床表层级配碎石混合料除在混合料生产过程中按规定进行取样检验外，填筑时对运至现场的级配碎石混合料还按每工班不少于一次的频次检验颗粒级配和含水量。当发现运至路基填筑现场的混合料级配或含水量有明显变化时，及时抽样复查，并将检测信息反馈给填料生产拌和站，以对配料比例作相应调整，使生产的级配碎石混合料符合要求。

(2)在每一层的填筑过程中，确认级配碎石混合料颗粒级配、含水量、铺筑厚度、填层表面平整符合设计及施工工艺参数后，再按工艺

试验确定的碾压速度和遍数进行碾压夯实。

(3)基床表层级配碎石填筑压实质量和检测频率均按《高速铁路路基工程施工质量验收标准》要求控制，填筑压实标准符合表 6-4-1、表 6-4-2 中要求。

表 6-4-1 基床表层级配碎石压实标准表

填料	压实标准			
	地基系数 K30 (MPa/m)	变形模量 Ev2 (MPa)	动态变形模量 Evd (MPa)	孔隙率 n
级配碎石	≥190	≥120	≥50	<18%

表 6-4-2 基床表面尺寸允许偏差表

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	中线高程	±20mm	沿线路纵向每 100m 检验 5 点	水准仪测量
2	路肩高程	±20mm	沿线路纵向每 100m 检验 5 点	水准仪测量
3	中线至路肩边缘距离	±30mm	沿线路纵向每 100m 检验 5 点	尺量
4	宽度	不小于设计值	沿线路纵向每 100m 检验 5 点	尺量
5	横坡	±0.5%	沿线路纵向每 100m 检验 5 个断面	坡度尺量
6	平整度	不大于 15mm	沿线路纵向每 100m 检验 10 点	2.5m 长直尺量测
7	级配碎石厚度	±20mm	沿线路纵向每 100m 检验 3 点	水准仪测量

五、路堑开挖

(一) 路堑开挖要求

- 1.路堑开挖应保持排水系统通畅。
- 2.路堑开挖应自上而下纵向、水平分层开挖，纵向坡度不得小于 4%。严禁掏底开挖。
- 3.膨胀土路堑不在雨季施工，机床换填、边坡防护封闭应与开挖紧密衔接。当不能紧跟开挖防护时应预留厚度不小于 50cm 的保护层。
- 4.设有支挡结构的路堑边坡应分段开挖、分段施工。设计要求分层开挖、分层防护的路堑边坡，应自上而下分层开挖、分层施工，支挡工程施工应与开挖紧密衔接。如果防护不能紧跟完成的，应预留厚度不小于 50cm 的保护层。
- 5.路堑开挖、基床处理、排水系统和弃土等，应根据地形、地质、

气象、水文实际情况合理安排施工。

6.路堑开挖施工前应核对地质资料，开挖后如发现与地质资料不符时应及时反馈设计和监理单位。

7.路堑开挖应根据地形情况、岩层产状、断面形状、路堑长度、施工季节和环境保护要求，并结合土石方调配选用下列方式开挖：

1) 全断面开挖适用于平缓地面上短而浅的路堑，用挖装、车运机具施工。

2) 横向台阶开挖适用于平缓横坡上的一般路堑，用挖装、车运机具施工；较深路堑宜分层开挖。

3) 逐层顺坡开挖适用于土质路堑，用铲运、推土机械施工。

4) 纵向台阶开挖适用于傍山路堑，边坡较高时宜分级开挖；路堑较长时，可适当开设马口。对边坡较高的软弱、松散岩质路堑，宜采用分级开挖、分级支挡、分级防护的坡脚预加固措施。

(二) 路堑排水系统要求

1.路堑施工应先做好堑顶截、排水，堑顶为土质或有软弱夹层的岩石时，天沟应及时铺砌或采取其它防渗措施。

2.开挖区应保持排水系统通畅，临时排水设施宜与永久性排水设施相结合，并与原有排水系统相适应。

3.排出的水不得损害路基及附近建筑物地基、道路和农田，并不得引起淤积和冲刷。

4.影响边坡稳定的地面水和地下水应及时引排，在路堑的表面设排水坡，以利排水。

(三) 土质、软石与强风化硬质岩路堑

土质、软质岩及强风化硬质岩路堑施工工艺流程见图 6-4-7。

1. 施工方法

(1)路堑开工前，首先熟悉核对设计文件，测设线路中线和开挖边线，复核横断面；调查自然状态下山体稳定状况，监测、分析施工期间边坡稳定性；清表，并做好堑顶截排水设施，按照“永临结合”的原则对临时排水设施进行周密规划，避免积水冲刷边坡、浸泡边坡坡脚，并于路堑开挖施工前完成所有临时截、排水设施的施工，保持边坡的稳定。

(2)地形平缓的浅路堑采取全断面纵向开挖方法；当路堑长度较短。

挖深较大时，采取横向分台阶开挖方法；路堑较长且深度较大时，采取纵向分层分台阶开挖方法；当地形起伏，且路堑长度大、开挖深，采取纵横向分台阶结合的开挖方法。

(3)路堑开挖采用挖掘机自上而下、分层进行，纵向开挖坡度不小于 4%，在每一开挖层路基两侧设临时排水沟，以便及时将路堑开挖中的渗水和雨水排出开挖面，保持开挖层面不被水浸泡。路堑开挖采用挖掘机自上而下、分层进行，纵向开挖坡度不小于 4%，在每一开挖层路基两侧设临时排水沟，以便及时将路堑开挖中的渗水和雨水排出开挖面，保持开挖层面不被水浸泡。

(4)边坡防护、边坡平台及其上截水沟的施工与开挖紧密衔接，开挖一段，防护一段。

(5)路堑基床底层土质不满足条件时，换填厚度不小于 1m 的 A、B 组填料，不易风化的硬质岩基床，挖除基床表层下 0.2m 岩石，凹凸不平处用 C25 混凝土填平。膨胀土、湿陷性黄土、盐渍土地段在基床底层顶面换填 0.2m 厚中粗砂垫层，并于中粗砂间全断面铺设一层复合土工膜。底层顶面向两侧做成 4% 横向排水坡。

2. 施工要点

(1)路堑开挖前，首先进行排水设施施工。作好截水沟，并做好防渗工作，保证边坡稳定。

(2)开挖过程中经常检查边坡位置，防止边坡部位超挖和欠挖；边坡部位预留厚度不小于 30cm 土层，采用人工配合机械进行边坡修整，

并紧跟开挖进行；施工中及时测量，开挖至边坡平台时，预留不小于 20cm 保护土层，待人工施做平台及其上截水沟时开挖，表面做成向外侧 4%的排水坡。

(3)防护紧跟开挖，随挖随护。刷坡修整随时检查堑坡坡度，避免二次刷坡造成不必要的浪费。坡面坑穴、凹槽中的杂物清理后，嵌补平整。

(4)当开挖接近路堑换填底面设计标高时，按基床设计横断面放线，及时测量开挖面标高，并预留 30cm。对基床范围内的地基进行检测，检测土质和压实标准是否满足设计要求。满足要求，则继续开挖至基床底层顶面按设计要求同相邻路基段同步填筑基床表层级配碎石；若地基条件不能满足设计要求时，则根据地质条件对路堑基床采取换填压实处理措施。

(5)弃土至弃土场后，用推土机推平后，大致碾压平整，使之整齐、美观、稳定，周围砌筑防护设施，确保弃土堆周围及其上排水畅通，不对周围的建筑物、水源及其它任何设施产生干扰或损坏。

3. 施工控制

(1)路堑开挖过程中始终保持排水系统畅通。路堑边坡不得超挖。

(2)刷坡修整随时检查堑坡坡度，路堑边坡坡率不得偏陡；路堑边坡变坡点位置、边坡及侧沟平台位置、宽度允许偏差按相关规范和要求控制。

(3)路堑基床换填宽度、深度必须满足设计要求；沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 个断面。

(四) 弱风化硬质岩及以上岩石路堑

1. 施工工艺

弱风化硬质岩及以上岩石的路堑开挖施工工艺流程见图 6-4-8，光面控制爆破施工工艺流程见图 6-4-9。

2. 施工方法

路堑石方爆破前，根据岩性、产状、边坡高度进行爆破设计，选定合理的爆破参数。在施工过程中，根据地质变化情况利用类比法及时调整和修改爆破设计。

硬质岩路堑采用梯段松动控制爆破方法施工，靠近边坡和路基面预留光爆层，实施光面爆破。边坡采用光面爆破，炮孔按挖方边坡坡度布置，严格控制装药量及孔距，防止超挖或欠挖。靠近边坡的两列炮孔采用减弱松动爆破，确保边坡稳定。中央路槽爆破开挖炮孔按梅花形布置，采用 $70^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 倾斜钻孔。为确保路床面的平整度，在路床顶面，采用密集小型排炮施工。装药按松动爆破计算，爆破后路床面人工修整。开挖深度大于 6.0m，采用潜孔钻机钻孔；开挖深度小于 6.0m，采用凿岩机钻孔，实施梯段松动控制爆破。

为提高破碎效果，降低大块率，降低爆破震动效应，采用大孔距、小排距梅花形布孔，非电毫秒雷管实施逐排微差延期爆破。为确保边坡稳定、美观，路堑开挖采用光面爆破技术，预留光爆层厚 1.5~2.0m。如边坡设计有平台，可分平台进行光爆。如设计坡面无平台时，可从堑顶沿坡面钻孔，一次钻到坡脚进行光爆。采用凿岩机钻孔进行光面爆破时，因受钻孔深度限制，采用小台阶式光面爆破。清表：人工配合推土机或挖掘机清除开挖范围内的杂物、表层土，并做好堑顶天沟。测量布孔：根据钻爆设计及试爆结果确定的参数，用灰点或油漆定出炮眼位置，并参照爆破方案进行复核。凿岩钻孔：炮孔布点完成后，安排机械进场，按爆破设计的角度和深度钻孔。钻孔中随时检测孔径、角度和钻孔深度，达到要求即停钻，用石块覆盖孔口，并做标记；装药堵塞：装药前将炮孔内的石粉、泥浆清理干净，然后用炮棍将药卷送入炮孔，并轻轻压紧，起爆药卷在孔内的位置要适中。装好药后，选取一定湿度的粘土和砂土，分次堵塞炮孔，并用木棍捣实，堵塞长度不小于孔深的 1/3；网络联接、安全警戒：装好药后，专业人员进行起爆网路敷设及检查。起爆之前，人、机撤离到安全地带并设置安全警戒线；起爆清碴：起爆后及时清除瞎炮，然后机械清碴。清碴时，随时观察坡面的稳定情况，严禁坡面掏挖。清碴后，检查爆破效果，必要时补爆或调整爆破参数；基床顶面处理：爆破后根据测量标点，

拉线检查平整度，对个别凸起部位，采用以大型推土机或挖掘机强制开挖，凹部采用混凝土补平，边坡采用预裂爆破或光面爆破。

对于开挖深度大于 6m，且石方数量较大的工点，每 5~6m 为一层，进行深孔梯段松动爆破，潜孔钻机钻孔。开挖深度小于 6m，且石方数量较小的工点，每 3m 左右为一层，进行浅孔台阶松动爆破，凿岩钻机钻孔。石方爆破，采用 2#岩石硝铵炸药或乳胶防水炸药，以火雷管引爆，非电毫秒雷管实施逐排微差起爆。爆破参数为：浅孔爆破：孔径 $d=50\text{mm}$ ，孔深 $L=0.9\sim 1.1H$ （ H 为台阶高度），孔距 $a=0.8\sim 1.6W_p$ （ W_p 为最小抵抗线），排距 $b=0.86a$ ，装药量 $Q=(0.1\sim 0.11)W_p$ （具体装药量根据现场试爆情况确定）。深孔爆破：孔径 $d=100\text{mm}$ ，孔深 $L=H/\sin 75^\circ+h$ ， $h=0.15H$ ，孔距 $a=0.7\sim 1.3W_p$ ，排距 $b=0.8\sim 1W_p$ ，装药量 $Q=q\cdot a\cdot b\cdot L$ ， $q=0.4\sim 0.6\text{kg/m}^3$ 。预裂和光面爆破：孔径 $d=32\sim 50\text{mm}$ ，预裂爆破孔距 $a=8\sim 12d$ ，光面爆破孔距 $a=16d$ ；线装药密度 $q'=(160\sim 420)\text{g/m}$ ，光爆孔均采用不耦合装药。光面爆破主要设计参数见 6-4-3 表。

表 6-4-3 光面爆破主要设计参数表

钻孔直径 $d(\text{mm})$	孔间距 $a(\text{cm})$	最小抵抗线 $W(\text{cm})$	单位长度装药量 $q(\text{kg/m})$ (多年冻土上限以下)
38-42	60-80	80-120	0.30-0.50
75	90-120	120-160	0.50-0.80
100	130-160	160-220	0.80-1.20
150	180-220	220-280	1.20-1.60

爆破网络连接见 6-4-10 图；路堑石方开挖爆破设计见 6-4-11 图；
路堑石方开挖示意图 6-4-12；深路堑开挖示意图 6-4-13；

3. 质量控制指标与要求

(1)爆破设计方案报有关部门审核批准后方可实施。

(2)炮孔的布孔误差不大于 5cm，炮孔底部参差长度不大于 10%，同类炮孔的不平行误差不大于 8cm/m。装药前对炮孔孔距、排距、孔深、钻孔方向进行量测，按实测孔网参数调整药量。严格控制用药量，确保爆破不造成路堑边坡隐患和对邻近建筑物的损伤。每次爆破时对照爆破设计文件核对各项爆破参数和装药量。

(3)每次爆破应进行炮孔编号，各炮孔所用毫秒雷管段别，装药量要能明确区分，爆破后的效果，必须加以统计分析，不断优化钻爆参数。并做好装药记录，严禁混装、错装、漏装雷管段别和炸药。

(4)布线要避免传爆雷管爆炸时对不相关导爆管造成损伤，导爆雷管间的距离要大于 1m，在爆体覆盖过程中随时检查起爆网路的安全。爆体覆盖时不得损坏起爆网络。

(5)现场制作炮泥或利用钻孔岩渣进行炮孔堵塞，堵塞长度满足爆破设计要求，捣固密实，杜绝不堵或用废包装纸堵塞炮孔。

(6)光面爆破保证坡面完整平顺、无根坎、无安全隐患，局部凹凸差不大于 15cm；沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 处。边坡变坡点位置及平台位置、宽度施工允许偏差见 6-4-4 表。

(7)确保路堑开挖边坡坡率不偏陡，沿线路纵向每 50m 单侧边坡抽样检验 8 点（上、下部各 4 点）。路堑边坡变坡点位置、边坡及侧沟平台位置、宽度允许偏差按《高速铁路路基工程施工质量验收标准》要求控制，路基面施工允许偏差见 6-4-5 表。

(8)爆破前必须加强警戒，警戒范围为半径 200m，受爆破影响的

既有设备，必须在开工前迁移或做好防护，设置明显的爆破警戒信号和划定警戒区域并设立标志和专人防护。起爆前由工点负责人指派专人检查符合要求后，并待防护和警戒工作一切就绪，方可发出起爆信号。

表 6-4-4 边坡变坡点位置及平台位置、宽度施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	变坡点位置	±100mm
2	平台位置	±100mm
3	平台宽度	±50mm

注：变坡点按路肩以上高度计，平台位置以平台顶面标高计。

表 6-4-5 路基面施工允许偏差

序号	项目	允许限差
1	路肩高程	±10mm
2	中线至路肩边缘距离	0， +20mm
3	宽度	不小于设计值
4	横坡	±0.5%
5	平整度	不大于 10mm

4. 土质段压实、石质段整修

按设计图纸要求恢复各项标桩，检查路基的中线位置，宽度、纵坡、横坡等及相应的标高。对深路堑边坡修整按图纸要求自上而下进行刷坡，边坡的整修用挂线进行。整修后的路基平整、密度、曲线圆滑、边线顺直、边坡坡面平顺稳定，边沟整齐，沟底无阻、无积水现象。

（五）特殊地段路堑开挖

1. 膨胀土路堑施工

(1)膨胀土路堑不在雨季施工。设有支挡和防护结构的边坡应随挖随砌，当不能紧跟开挖砌筑时，边坡应暂留厚度不小于 0.5m 的保护

层。

(2)膨胀土路堑基床换填要紧随开挖完成，当有困难时，应暂留厚度不小于 0.5m 的保护层。路堑基床表层应按设计设置封闭层。

(3)路堑开挖后边坡要及时按设计处理，防护施工应符合铁路路基施工规范的有关规定。

(4)路堑开挖到设计标高时，应进行检测。

2. 半填半挖路基

(1)路基轨道下横跨挖方与填方两部分时，应按设计要求进行换填，并设置 4% 的向外排水坡。

(2)当采用土工合成材料连接时，其铺设应符合设计要求。

(3)填筑部分应挖台阶处理，台阶尺寸应符合设计要求。

3. 地下水路堑

(1)地下水发育地段的路堑开挖时，应核查地下水的出露位置、发育情况等水文地质条件，必须做好地面排水，施工场地内不得存积地表水，施工中要随时将渗透出的地下水排出施工场地。

(2)渗水暗沟沟槽开挖时，硬质岩石应采用予裂爆破或光面爆破。软质岩石或土质宜采用机械挖槽，使得沟槽两壁平顺。

(3)渗水暗沟基础施工时，混凝土基础表面应平整，不应出现反坡或凹凸不平现象，检查井应与浇筑混凝土基础同时完工。

(4)铺设土工合成材料时，其下端应按设计要求的尺寸平铺于混凝土基础顶面，再将上端沿沟壁抻平。

(5)铺设渗水管时，固定管位后，沟槽内回填洗净的碎石，管周及管顶以上 30cm 范围内松填，30cm 以上应分层轻震夯实，碎石应填

充密实均匀。

(6)侧沟采用预制件铺设时应用水泥砂浆勾缝。

第五节 路基排水与防护工程

一、混凝土挡土墙

(一) 施工工艺

混凝土挡土墙施工工艺见图 6-5-1。

(二) 施工方法

1、基坑采用人工配合机械开挖，基底土质和承载力必须符合设计要求挡土墙基础施工时根据地形、地质条件及设计要求，采用分段跳槽开挖，跳槽开挖长度一般 10~20m；地形陡峻、堑坡较高的挡土墙基础，跳槽开挖长度小于 5m。基坑开挖至设计高程后，立即进行基底承载力检查，如承载力不足，立即上报设计、监理单位。

2、模板采用大块钢模板拼装，钢木组合加固，保证模板有足够的强度、刚度和稳定性，能承受现浇混凝土侧压力及施工中可能产生的各种荷载，模板接缝用橡胶条填塞压平，保证接缝不漏浆，模板与混凝土接触面平整光滑，涂刷脱模剂。

3、混凝土在搅拌站自动计量拌制，混凝土罐车运送，吊车吊送入模，分层连续浇筑，机械振捣。片石表面干净无锈，应选用无缝纹、无夹层和未被烧过的具有抗冻性的片石，片石的抗压强度应不小于 30MPa，并不得低于混凝土标号。片石在使用前应清扫，冲洗干净。片石尺寸不大于 30~40cm，其中部厚度不小于 15cm。填放量不超过结构体积的 25%，片石间距 $\geq 10\text{cm}$ ，石块与模板净距 $\geq 10\text{cm}$ ，最上层石块面与混凝土顶面 $\geq 25\text{cm}$ 。片石应均匀放置于刚浇注的混凝土上，每块片石范围至少有 10cm 厚的混凝土包围，片石表面离开墙、墩、台及基础的表面距离不得小于 15cm，片石不得接触钢筋或碰撞预埋构件。

4、当基础为倾斜基底时，严格按设计准确挖凿，禁止用填补方法筑成斜面，以利墙身稳定。挡墙基坑为石质时基坑用浆砌片石满铺砌，土质基坑砌筑完后立即用粘性土夯填封闭。施工过程中，依据设计位置，埋设泄水孔。采用 $\Phi 10\text{cm}$ 硬塑 PVC 管，管口用塑料薄膜封

闭，呈梅花型布置，并按设计设置沉降缝。路肩挡土墙反滤层随墙后填料一起施工，逐层进行。

5、在挡墙施工完成后，及时进行洒水养生，炎热季节覆盖塑料薄膜，养护时间不少于 14 天。待混凝土强度达到 75%以上，进行模板拆除。

二、锚杆框架梁施工

设计资料框架梁锚杆体与水平面的夹角为 20° ，锚杆长 8m，锚杆间距 3m，框架梁截面尺寸 $40 \times 30\text{cm}$ 。

1. 工艺流程

框架梁锚杆施工工艺流程见 6-5-2 图。

2. 锚杆钻孔

锚孔位按设计要求准确放于坡面上，孔位误差 $\geq \pm 0.2\text{m}$ ；锚孔的孔斜度误差 $\geq \pm 2^{\circ}$ ，实际钻孔深度比设计孔深大 0.2m。

锚杆钻孔采用 MKD-1 型探矿钻机钻孔，采用风动干钻钻进，易坍塌地层可采用跟管钻进。钻孔完成后，使用高压风清孔。钻孔穿过滑裂面，锚固段应设在较新鲜的岩层中，经检查孔深和地质情况与设计相符后，即进行锚杆施工。

3. 锚杆安装

锚杆采用 2 根 $\phi 20\text{mm}$ 或 $\phi 25\text{mm}$ 螺纹钢筋，钢筋并联点焊制作，杆身每隔 1.5m 设一个对中支架，锚杆外露弯折 10cm，并用 0.05m 厚的 C30 砼封闭。人工安装锚杆，安装前用高压风再次清孔。注浆管道随锚杆一起装入。

锚孔注浆：采用 HZS-50 型注浆泵，注浆采用一次孔底返浆法。M30 水泥砂浆，采用 Po42.5 级普通硅酸盐水泥。

框架梁施工：在坡面上人工开槽，清除浮土、浮碴，绑扎钢筋，

立模。

锚头与框架梁同时浇筑，纵向每隔 3 道纵梁设伸缩缝一条。

三、桩板墙施工

本段路基桩板墙为路堑式桩板墙。路堑桩板墙施工，先开挖桩顶以上土石方，然后开挖基坑，灌注桩身砼强度达到设计值的 70%，再开挖桩前土石方，严禁超前开挖土石方后施工桩。

抗滑桩桩身采用 C35 钢筋砼，基坑护壁为 C15 钢筋砼。抗滑桩宜快速施工，采用速凝或早强砼，桩身强度达到设计强度后，再间隔或分层开挖桩前土体。

路堑式桩板墙墙背以上部分设 0.3m 厚砂夹卵石反滤层；反滤层下部和距墙顶 0.5m 高范围内设置夯填黏土防渗层。

须拆除护壁的桩身部分，桩身与护壁间采取隔离措施（如铺设宝丽板），以利拆除及使桩身平整美观。

1. 桩板墙施工工艺流程

桩板墙施工工艺流程框图见 6-5-3 图。

2. 抗滑桩施工

抗滑桩按工点设计图施工。开挖前仔细核对地形、地貌情况。

抗滑桩施工尽量安排在旱季，跳桩开挖基坑，护壁及时跟进。桩身砼不间断浇灌，避免形成相对软弱截面。

抗滑桩施工前应对桩后顺层坡面进行变形监测。

抗滑桩在滑坡体基本处于稳定状态时施工，开挖桩孔时会破坏稳定，发生局部位移，因此，必须立足于“快”，并对可能发生的突变采取预防措施（如坡面清理、填塞裂缝、跳跃式间隔开挖等）。挖孔

施工顺序由上而下、由边缘到中心、间隔进行。

(1) 桩孔开挖

井内土方采用短镐、铲、锹开挖，基岩、孤石采用弱爆破。在井口竖立三角架配 0.5t 卷扬机出碴、进料。起吊高度高出井口 2m 以上。井口搭设临时雨棚，做好井口环形排水沟及井盖。

爆破装药量及炮眼距井壁最小间距见 6-5-1 表

表 6-5-1 爆破装药量、炮眼距及井壁最小间距表

炮眼深度 (mm)	最大装药量 (g)	距井壁最小距离 (mm)
600	200	600
1000	300~400	1000

炮眼的数目和装药量见 6-5-2 表

表 6-5-2 炮眼的数目和装药量表

井孔截面 (m ²)	炮眼数 (个)	一次起爆装药量 (g)
2×4	3~4	1200
2.5×4	3~4	1200
3×3	3~4	1200
3×4	6~7	1800

井孔的开挖支护：采用分节开挖、支护，每节高度视不同地质而定（一般 0.6~2.0m）。在土石层变化处和滑床面处不得分节。

井孔开挖采用现浇薄壁砼护壁，当桩周岩土 $\phi \leq 45^\circ$ 时，采用 0.3m 厚钢筋砼，围岩较松软、破碎或有地下水时，适当加厚；当岩土 $55^\circ > \phi > 45^\circ$ 时，采用 0.2m 厚素砼， $\phi \geq 55^\circ$ 时，采用 0.15m 厚素砼。井口锁口厚 0.3m，高出地面 20~30cm，以免地表水流入孔内。

当上节护壁浇筑 24 小时后，即可拆模，继续下挖，先挖 I 部，后挖 II 部。护壁混凝土的灌注，上下节可连成整体，视孔壁稳定程度

也可间开。对于软弱土层或土石分界处，必要时增加护壁钢筋，且连成整体。下送混凝土时做到对称和四周均匀捣固，防止模板偏移。

施工中，随时检查护壁受力情况。若发现护壁开裂、错位，孔下作业人员立即撤离，待加固处理后方可继续开工。

开挖程序如 6-5-4 图

(2) 灌注桩身混凝土

挖至孔底后，检查桩的锚固深度是否符合设计要求。

桩身钢筋采用现场加工，孔内绑扎。

以串筒、溜槽将混凝土传送至孔内浇筑、捣固。

桩身砼强度达到设计要求后，按《高速铁路路基工程施工质量验收标准》等有关规程、规范要求做桩身无损检测。

图 6-5-4 抗滑桩井孔开挖程序图

3. 挡土板预制和安装

挡土板在小型构件预制场预制，采用 4mm 厚钢模、角钢紧固，模板壁涂脱模剂。粗骨料粒径 $\geq 15\text{cm}$ ，砼坍落度 3~5cm，采用平板振动器振实，并及时养护。板上标明生产日期及编号。

挡板安装：自卸汽车运至现场，采用吊车安装就位。安装时，板与板之间铺水泥砂浆，以利调平板缝。

及时回填板背反滤层和片石。

四、路基排水工程施工

路基排水包括地表排水、路基横向排水、地下排水和过渡段排水。

1. 侧沟、排水沟

水沟预制块在预制场预制，人工开挖基坑，挂线安砌预制排水沟。

浆砌片石排水设施，采用人工挤浆法砌筑，排水设施施工时做到沟基稳固，沟形整齐，沟坡、沟底平顺。

2. 路堤横向排水设施

路堤横向排水沟应与路基两侧排水沟相接，组成完整的排水系统，水路畅通无隐患。

线间集水井待路基成型后采用整体切割方法施工，路基横向排水管路采用预埋施工工艺，高强耐压 PVC 管在路基填筑过程中预埋设。

3. 地下排水设施

地下排水设施应与地表排水系统相配套，保证水路畅通。

浆砌工程应采用挤浆法分层、分段砌筑，嵌缝饱满、密实，勾缝平顺无脱落，缝宽大体一致。混凝土现场浇筑。

渗沟的开挖自下游向上游进行，随挖随即支撑并迅速回填，支撑渗沟间隔开挖。渗沟沟内用作排水和渗水的填充料在使用前必须筛选和清洗，回填时应防止土工织物和渗水管受到损伤。

4. 过渡段排水设施

过渡段台背渗水板、横向排水沟(管)等排水设施应按设计要求及时完成，其连接方式符合设计要求，铺设应平顺、整齐、牢固，排水畅通。

第六节 过渡段施工

一、路桥过渡段

水泥稳定级配碎石在拌和站集中拌和，自卸汽车运输，推土机配合平地机摊铺，重型碾压设备及小型振动压实设备配合碾压。

在大型压路机碾压不到的部位及在台后 2.0m 范围内，采用小型

振动压实设备进行碾压，填料的松铺厚度宜按 15~20cm，碾压遍数通过工艺实验确定。桥台与路堤过渡段设置方式见 6-6-1 图。

（一）施工工艺

1、施工前，做好桥头路基的排水施工，防止水流对填料的浸泡或冲刷。

2、路堤基底原地面平整后，用振动碾压机碾压密实，地基系数 $K_{30} \geq 60\text{MPa/m}$ 。

3、在桥台及挡墙基础等达到设计及规范允许强度后，及时进行台后过渡段填筑，其压实度要求均与一般路基一致。

4、路桥过渡段桥台锥体填筑按水平分层一体同时施工。

5、水泥级配碎石过渡段与路基填筑的相应部位同步施工。

路桥过渡段施工工艺框图见 6-6-2 图：

（二）施工要点

1. 过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

(1)施工前，做好桥头路基的排水施工。

(2)过渡段路堤应与桥台锥体和相邻路堤同步填筑。

(3)在桥台及挡墙基础达到设计及规范允许强度后，及时进行台后过渡段填筑，其压实度要求均与一般路基一致。

(4)过渡段路基应与其连接的路堤为同一整体同时施工，并将过渡段与其连接路堤的碾压面，按大致相同的高度进行填筑。

(5)各个特殊路桥过渡段台阶处必须沿台阶进行横向碾压。

2. 注意事项

(1)路桥过渡段施工前，排干桥台基坑内积水，基坑地面以下部分回填混凝土或者碎石，并保证基坑底部与侧壁之间密实、无虚土。

(2)桥台与路基结合部设厚 0.15m 带排水槽的渗水墙，渗水墙采用无砂混凝土块砌筑，渗水墙底部设软式透水管，将渗流水横向排出路基外。

(3)路桥过渡段每层填筑均要严格按设计要求施作，控制好级配碎石的配合及填料厚度，填筑层均设人字横向排水坡。

(4)台背后 2m 范围内禁止大型振动机械驶入，避免其对桥台造成挤压。

二、路堤、路堑与横向结构物过渡段

(一) 路堤与横向结构物过渡段

1. 施工方法

(1)横向结构物两端的过渡段填筑必须对称进行，并应与相邻路堤同步施工。

(2)涵洞顶部两端大型压路机能碾压到的部位，其填筑施工应符合施工指南的有关规定；靠近横向结构物的部位，应平行于横向结构物进行横向碾压。大型压路机碾压时，不得影响结构物的稳定。

(3)横向结构物的顶部填土厚度小于 1m 时，不得采用大型振动压路机进行碾压。

(4)大型压路机碾压不到的部位应用小型振动压实设备分层进行碾压，填料的松铺厚度不宜大于 20cm，碾压遍数应通过试验确定。

路基与结构物过渡段设置方式图见 6-6-3 图

2. 施工工艺

(1)施工前，做好横向结构物两侧的排水施工，防止水流对填料的浸泡或冲刷，路堑地段做好结构物基坑边坡整型防护。

(2)路堤基底原地面平整后，用振动碾压机碾压密实，并使 $K_{30} \geq 60 \text{ MPa/m}$ 。

(3)在横向结构物两侧基础等达到设计及规范允许强度后，及时进行两端过渡段填筑，其压实度要求均与一般路基一致，但应分别对称分层填筑，防止由于不对称填筑造成对横向结构物的扰动。

(4)路堤轨底距结构物顶垂直距离小于 1.5 时，采取两次过渡方式，水泥级配碎石过渡段施工完毕后，再用 A、B 组填料回填过渡段与路堤之间倒梯形部位，压实标准与路堤相同。

(5)结构物顶的填料与结构物两侧 2m 范围内的水泥级配碎石同时采用小型振动机碾压成型。

(6)每层混合料施工完毕后需按要求进行养护。

路堤与横向结构物过渡段施工工艺框图见 6-6-4 图

图 6-6-3 路堤与横向结构物过渡段示意图

3. 施工工艺及技术措施

(1)过渡段基底处理与横向结构物及相邻路基的地基同时进行，过渡段填筑与相邻路堤按相同工区同步施工。

(2)按设计要求对各种形式过渡段的基底进行处理，经检查验收合格后再进行上层填筑。

(3)将填料生产场拌和好的混合料用自卸汽车尽快运输到现场，防止水分蒸发损失过多。

(4)涵背两侧每层摊铺厚度为相邻路堤分层摊铺厚度的 $1/2$ ，采用小型手扶式振动压路机和冲击夯按工艺试验确定的参数进行碾压夯实。

(5)涵背两侧每层摊铺厚度与相邻路堤分层摊铺厚度相匹配，采用压路机按工艺试验确定的碾压遍数、行驶速率及碾压程序进行碾压。

4. 施工要点

(1) 过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

①横向结构物两端的过渡段填筑必须对称进行，应与相邻路堤同步施工。

③靠近结构物两侧 2m 以内及横向结构物的顶部填土厚度小于 1m 时，必须使用小型振动机碾压。

(2) 注意事项

①横向结构物两侧必须对称填筑，在填筑过程中注意作好防排水工作，每层均应做好横向人字坡和纵向排水。

②基坑底面以下部分回填混凝土或者碎石，并保证基坑底部与侧壁之间密实、无虚土。

③水泥级配碎石混合料宜在 2h 内使用完毕。

④路堑地段回填片石混凝土时，应做好基坑边坡防护，防止发生意外。

（二）路堤路堑过渡段

1. 施工方法

当路堤与路堑连接处为坚硬岩石路堑时，在路堑一侧沿原硬质岩坡面横向开挖台阶，台阶高度 0.6m。在路堤一侧设置过渡段，基床表层以级配碎石由路堤的路肩高程向硬质岩石路肩施工高程顺坡，长度不小于 10m。过渡段采用级配碎石填筑，充分振动压实。

(1)过渡段填筑前，应平整地基表面，碾压密实；并应挖除堤堑交界坡面的表层松土，按设计要求做成台阶状。路堤与路堑连接处，顺原地面纵向挖成 1:2 的坡面，坡面上开挖台阶，台阶高度 0.6m 左右，开挖部分填筑要求同路堤。

(2)过渡段的填筑施工应与相邻路堤同步进行。

(3)大型压路机能碾压到的部位，其施工方法应符合《铁路客运专线路基施工技术指南》的有关规定；靠近堤堑结合处，应沿堑坡边缘进行横向碾压。

(4)大型压路机碾压不到的部位，应采用小型振动压实设备分层进行碾压，填料的松铺厚度不宜大于 20cm，碾压遍数应通过试验确定。

2. 施工工艺

(1)施工前，做好路堤和路堑的排水施工，防止水流对路堤填料的冲刷。

(2)人工配合机械处理路堤基底和路堑表层并按设计要求人工开挖台阶。

(3)过渡段本体分层填筑、分区分层碾压。

(4)基床表层水泥级配碎石填筑。

施工工艺流程见 6-6-5 图

3. 施工技术措施

(1)在路堑一侧顺原地面横向按设计要求的坡率开挖台阶。

(2)路堑为软岩或土质时，过渡段与路堤同步采用相同的填料分层填筑；路堑为硬质岩时，过渡段与路堤同步分层填筑，过渡段填筑级配碎石。

(3)过渡段填筑至基床底层顶层后，在堑堤分界处施作横向排水砂沟，内置软式排水管将路基水引排到路基外。

(4)硬质岩路堑路堤过渡段基床表层采用级配碎石填筑，土质、软质岩及强风化硬质岩路堑路堤过渡段基床表层填筑同相邻路基。

三、路堤与路堑过渡段

图 6-6-5 路堤路堑过渡段施工工艺流程图

(一) 施工方法

1、过渡段填筑前，应平整地基表面，碾压密实；并应挖除堤堑交界坡面的表层松土，按设计要求做成台阶状。路堤与路堑连接处，顺原地面纵向挖成 1: 2 的坡面，坡面上开挖台阶，台阶高度 0.6m 左右，开挖部分填筑要求同路堤。

2、过渡段的填筑施工应与相邻路堤同步进行。

3、大型压路机能碾压到的部位，其施工方法应符合《铁路客运专线路基施工技术指南》的有关规定；靠近堤堑结合处，应沿堑坡边缘进行横向碾压。

4、大型压路机碾压不到的部位，应采用小型振动压实设备分层进行碾压，填料的松铺厚度不宜大于 20cm，碾压遍数应通过试验确

定。

路堤与土质路堑过渡段示意图见 6-6-6 图

图 6-6-6 路堤与土质路堑过渡段示意图

（二）施工工艺

施工工艺框图见 6-6-7 图

（三）施工要点

1. 过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

(1)过渡段填筑前，应平整地基表面，碾压密实；并挖除堤堑交界坡面的表层松土，按设计要求做成台阶状。

(2)靠近台阶部位的级配碎石，压实机械必须进行横向碾压，确保压实质量。

2. 注意事项

(1)大型压路机能碾压到的部位，靠近堤堑结合处，沿堑坡边缘进行横向碾压。

(2)大型压路机碾压不到的部位，采用小型振动压实设备分层进行碾压，填料的松铺厚度不宜大于 20cm，碾压遍数应通过试验确定。

(3)每层施工过程中必须按设计要求做好防排水措施。

四、半挖半填路基过渡段

（一）施工方法

1、陡坡地段的半填半挖路基，为保证路基横向刚度及避免横向差异沉降，应按图 6-6-8 施工横向过渡段。

图 6-6-8 半填半挖路基基床示意图

2、半挖半填路基和不同岩土组合路基施工时应按以下方法进行。

(1)路堑土方施工由机械开挖为主，人工负责按设计要求开挖连接处台阶。

(2)路堑弃碴采用挖掘机配合自卸汽车施工，路堤分层填筑采用装载机配合自卸汽车运输填料，推土机摊铺、人工配合平地机精细平整，振动碾压密实。

(3)路堤路堑排水及防护工程紧跟填筑作业施工，采用人工挂线砌筑，保证路基基床不受雨水冲刷。

(二) 施工工艺

1、人工配合机械进行路堑开挖及边坡整型，并根据路堑开挖高度随时施工临时排水沟。

2、路基基床底清理整型并碾压至设计要求，随后人工开挖连接台阶。

3、路基基床分层填筑碾压，每层填筑按要求做好 4%横坡。填筑完成后进行基床表层施工。

4、紧跟路基填筑砌筑防护、排水工程。

施工工艺框图见 6-8-9 图：

(三) 施工要点

1. 过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

(1)挖除换填地基土底部以下为土质路基时应进行冲击压实；存在软弱地层时应进行稳定、变形分析。

(2)挖除换填地基土的底部应设向外倾斜 4%的横向排水坡。

(3)台阶连接处采取沿台阶纵向碾压，大型机械不方便施工处采用小型振动机施工。

2. 注意事项

(1)路基排水和防护紧跟路基填筑进行，防止雨水冲刷。

(2)分层填筑过程中按设计要求做好路基横坡方便表层排水。

(3)路堑防护应紧跟路堑开挖进行。

五、路堑与隧道过渡段

1、土质、软质岩及强风化硬质岩路堑与隧道连接地段，应按设计要求设置过渡段。

2、过渡段应采用渐变厚度的混凝土或掺入适量水泥的级配碎石填筑。

六、桥隧间短路基过渡段

桥隧（包括期间分布的涵洞）之间的路基长小于 150m 时，短路基过渡段的设置，应根据与路基相连的桥、涵、遂、路堤与路堑等具体工程，以及工程地质条件综合考虑设置过渡段，短路基过渡段应分别满足上述 6 种基本过渡段的设置要求，并结合地形地貌、施工方式等具体情况尽量将相邻过渡段连通设置，确保横向刚度一致，纵向刚度平顺过渡。详见 6-6-10 图（遂路过渡段见沪昆客专大样图施（路）-02-3～1～9）。

图 6-6-10 桥隧间短路基过渡段示意图

七、过渡段施工技术保证及检测标准

过渡段施工根据施工图纸制定施工工艺和过程控制措施，作出详细的技术交底和相应的质量检查、监督管理制度，并通过现场碾压试验确定完善的施工工艺及处理措施。

（一）各类过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

1. 质量控制措施：

(1)过渡段路堤的填筑工艺应通过现场碾压试验确定。

(2)过渡段采用的填料种类及原材料质量应符合设计要求，级配碎石选料标准应满足材料的规格、材质和级配的有关规定。

(3)横向结构物两端的过渡段填筑必须对称进行，并应与相邻路堤同步施工。

(4)过渡段靠近桥台、涵洞等建筑物的部位分层填筑，采用小型振动压实机具碾压。

(5)各种试验、检测设备应计量检定合格。测试数据应真实可靠，充分反映现场实际情况。

(6)严格按现场碾压试验确定的工艺、方法施工，不得违规。

(7)从事试验、检测技术人员具有上岗证，具备熟练的专业知识。

2. 过渡段施工控制及质量检测

（1）施工控制

①层厚控制

对压路机碾压部位 每层最大压实厚度不宜超 30cm，最小压实厚

度不宜小于 15cm，具体厚度参照试验结果，小型机具压实部位每层松铺厚度控制在 15~20cm。在桥台背部及横向结构物墙身的左中右用红油漆标出分层松铺厚度和填层序号。

②填料平整及均匀性控制

基床表层以下部分采用推土机粗平、平地机精平，靠近结构物人工配合进行局部处理，确保层厚及拌合料均匀。表层与区间表层作为一整体施工。

③边坡平顺及压实控制

非绿化区边坡压实采用夯实设备进行边坡压实，对于设计有绿化要求的坡面采用人工夯拍与种植植被相结合的方法进行。

过渡段与路堤、路堑边坡连接处顺接采用人工挂线精细顺接，过渡段本体填筑局部不利于机械操作地段也采用人工挂线精细刷坡。

(2) 质量检测标准

①过渡段基底处理

a 过渡段基底处理应按设计要求与桥台、横向结构物、相邻路堤的基底处理同时进行，路堤高度 $H < 3.0\text{m}$ 的路堤，原地面处理应符合客专验收暂行标准 8.1.6 的有关规定。 $H > 3.0\text{m}$ 时，过渡段基底原地面平整后，用振动碾压机碾压密实，地基系数 $K_{30} \geq 60 \text{ MPa/m}$ 。

检验数量：每个过渡段抽样检验压实系数 K （或孔隙率 n ）3 点，其中：距路基边线 1m 处左、右各 1 点，路基中部 1 点；或抽样检验地基系数 K_{30} ，其中：距路基边线 2m 处 1 点，路基中间 1 点。

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》（TB10102）规定的试验

的方法检验。

b 路堤与路堑过渡段按设计顺原地面纵向开挖，开挖坡面的纵向坡度及台阶开挖应符合设计要求。

检验数量：每个过渡段抽样检验 3 点。

检验方法：观察、尺量。

②过渡段基坑回填检测

a 基坑采用混凝土回填时，回填材料和混凝土强度等级应符合设计要求。

检验数量：每个基坑抽样检验 2 组。

检验方法：在浇筑地点抽样成型混凝土试件进行标准养护，并进行 28d 抗压强度试验。

b 基坑采用碎石回填时，应分层回填，并采用小型振动机械压实，其压实质量应符合设计要求。

检验数量：每个基坑抽样检验 2 点。

检验方法：灌砂或灌水法试验。

c 基坑回填顶面高程的允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。

检验数量：每个基坑抽样检验 2 点。

检验方法：水准仪测量。

③基床表层以下过渡段级配碎石填层检测

a 过渡段级配碎石填料粒径、级配及质量应符合设计要求。检验数量：每 2000m^3 抽样检验 1 次颗粒级配、颗粒密度、针状、片状颗粒含量、黏土团及有机物含量。

检验方法：在料场抽样进行室内试验，并在每层的填筑过程中目测检查级配有无明显变化。

b 级配碎石中掺入水泥的品种、规格及质量应符合设计要求。

检验数量：同一产地、品种、规格、批号的水泥，每 200t 为一批，当不足 200t 时也按一批计。每批抽样检验 1 组。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告并进行有关项目的试验。

c 基床表层以下过渡段级配碎石填层的压实质量应采用地基系数 K_{30} 、动态变形模量 E_{vd} 和孔隙率 n 三项指标控制。

检验数量：每压实层抽样检验孔隙率 n 各 3 点，其中距路基两侧填筑级配碎石边线 1m 处左、右各 1 点，路基中部 1 点；每填高约 30cm 抽样检验动态变形模量 E_{vd} 3 点，其中 1 点必须靠近桥台或横向结构物边缘处；每填高约 60cm 抽样检验地基系数 K_{30} 、动态变形模量 E_{vd} 2 点，其中距路基两侧填筑级配碎石边线 2m 处 1 点，路基中部 1 点。按抽样数量的 20% 平行检验动态变形模量 E_{vd} 和孔隙率 n ，但每过渡段各不少于 2 点，见证全部地基系数 K_{30} 检验。

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》（TB10102）及有关试验方法的规定检测。

d 在填筑压实过程中，应保证桥台、横向结构物稳定、无损伤。

检验数量：全部检验。

检验方法：观察。

e 填料应分层压实。采用大型压路机械碾压时，每层的最大压实

厚度不宜超过 30cm，最小压实厚度不宜小于 15cm；采用小型振动压实设备碾压时，填料的虚铺厚度不应大于 20cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数应按工艺试验确定并经监理单位确认的工艺参数进行控制。每压实层应平整无积水现象。

检验数量：抽样检验 6 处（左、中、右各 2 处）。

检验方法：观察，尺量。

f 级配碎石中水泥掺加剂量允许偏差为试验配合比 0~+1.0%

检验数量：每过渡段每填高约 90cm 抽样检验 3 处（左、中、右各 1 处）。

检验方法：滴定法检测。

g 过渡段的允许偏差、检验数量及检验方法应符合 6-6-1 表的规定。

表 6-6-1 过渡段的允许偏差、检验数量及检验方法表

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	中线至边缘距离	0, +50mm	每过渡段抽样检验 3 点	尺量
2	宽度	不小于设计值	每过渡段每检测层抽样检验 2 点	尺量
3	横坡	±0.5%	每过渡段抽样检验 2 个断面	坡度尺量
4	平整度	不大于 15mm	每过渡段抽样检验 5 点	2.5m 长直尺量测
5	边坡坡率(陡量)	3%设计值	每过渡段每侧抽样检验 6 点	坡度尺量

基床表层以下级配碎石填层的允许偏差、检验数量及检验方法应符合 6-6-2 表的规定。

表 6-6-2 基床表层以下级配碎石填层的允许偏差、检验数量及检验方

法表

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	纵向填筑长度	不小于设计值	每层抽样检验 3 点，左、中、右各 1 点	尺量
2	纵向填筑坡度	不大于设计值	每层抽样检验 3 点，左、中、右各 1 点	尺量计算

④基床表层以下过渡段两侧及锥体填土检测

a 基床表层以下过渡段两侧及锥体填料应符合设计要求，其检验应符合《验标》第 5.2.1 条的规定。

b 基床以下过渡段两侧及锥体填筑压实质量应符合本设计要求。
基床底层过渡段两侧及锥体填筑压实质量应符合设计要求。

检验数量：基床以下每压实层抽样检验压实系数 K （或孔隙率 n ）3 点；基床底层每压实层抽样检验压实系数 K （或孔隙率 n ）3 点。

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》（TB10102）规定的试验的方法检验。

c 在填筑压实过程中，应保证桥台、横向结构物稳定、无损伤。

检验数量：全部检验。

检验方法：观察。

d 基床表层以下过渡段两侧、相邻路基及锥体填土与过渡段级配碎石间应符合 $D_{15} < 4d_{85}$ 的要求。

检验数量：每个过渡段检验 1 组。

检验方法：筛分试验。

e 过渡段两侧填土横坡、平整度的允许偏差应符合设计要求。

⑤基床表层以下填料过渡段填层

a 填料填筑过渡段填料的检验应符合设计要求。

b 填料填筑过渡段填料压实质量应符合设计要求。

c 填料应分层压实。采用大型压路机械碾压时，每层的最大压实厚度不宜超过 35cm，最小压实厚度不宜小于 10cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数应按工艺试验确定并经监理单位确认的工艺参数进行控制。每压实层应平整无积水现象。

检验数量：抽样检验 6 处（左、中、右各 2 处）。

检验方法：观察，尺量。

d 料填筑过渡段填筑的允许偏差、检验数量及检验方法应符合设计要求。

⑥过渡段路基填筑压实度标准应符合沪昆客专过渡段路基填筑压实度标准的规定。

第七节 路基相关工程

一、线路防护栅栏

栅栏支柱采用特制模板预制,汽车运往工地安装。现场安装采用人工挂线，尽量做到线型顺直，外形美观。人工挖好基坑后，将支柱放入坑内，测定位置，用临时支撑固定，用靠尺测量垂直度，用卷尺测量其高度，符合设计要求后，灌筑混凝土基础。基础混凝土在附近混凝土搅拌站拌制，混凝土运输车运到施工现场，振动棒振捣。待混凝土强度达到设计强度 70%时，安装防护网片。网片从端头支柱开始，在支柱挂钩上扣牢，沿纵向展开，边铺边拉紧，挂网时要确保网片不变形。

二、电缆槽

路基上的电力、通信、信号电缆槽在基床表层施工完成之后进行。

电缆槽按照设计要求的位置、形状、尺寸与路基同步施工，开挖以及安装施工中防止破坏侧沟、侧沟平台、堑坡坡脚以及路肩，并按照设计要求做好防水施工。路基、站场的两侧电缆槽道采取集中预制，然后运至现场进行安装；桥梁地段及过渡段的电缆槽道采用现场浇筑。准确进行电缆槽道位置的现场定测，并在测放电缆槽宽度外缘挂线标出，距线路中心位置允许偏差 0、+20mm。

使用专用切割工具沿挂线位置切出一条缝隙，用小型挖掘机将电缆槽位置内的级配碎石挖到高于设计槽底标高 20cm 位置，其余的级配碎石采用人工挖除。

采用人工对电缆槽沟进行修整，做到平整竖直。

在电缆槽道内填中粗砂，将其表面摊平夯实，同时要将贯通地线的引出线取出，在铺设电缆槽时将其引至信号槽道内。

使用小型吊装机械设备，将电缆槽吊装进电缆槽道沟内，吊装过程中防止电缆槽破损。人工对电缆槽逐块进行整理，确保铺设后的电缆槽平顺连接，高低水平一致顶面标高误差控制在±10mm 以内。曲线段的电缆槽道弯曲角度符合设计要求。在电缆槽道整修完成后，用水泥砂浆在槽道外侧进行浇筑，确保电缆槽与两边的级配碎石接触密实。

电缆槽施工时，将施工误差控制在表 6-7-1 范围内。

表 6-7-1 电缆槽施工允许偏差

电缆槽施工允许偏差		
序号	项 目	允 许 偏 差

1	距线路中心线位置	0, +20mm
2	顶面标高	±10mm

桥梁上的电缆槽，设置在防撞墙外侧。电缆槽由竖墙和盖板组成。盖板为预制结构，竖墙在梁体安装到桥位后进行现场浇筑并预留排水孔。竖墙按设计设置伸缩缝，缝隙采用沥青板填缝。在设计线路过轨处留有孔位，与过轨管相连接，方便电缆的过轨下穿。

盖板集中预制，盖板钢筋一次绑扎成型，整体放入盖板模型内。盖板模型采用整体分块式钢模板，人工涂刷脱模剂。预制混凝土由拌合站供给，现场采用插入式振捣棒和平板振动器振捣，人工抹面，覆盖麻袋洒水养护。厂内预制盖板运至施工现场后人工安装。竖墙钢筋绑扎前清理预埋钢筋，竖墙钢筋加工后运至现场绑扎，钢筋保护层采用定制定位夹，模板采用厂制钢模板，混凝土采用拌合站集中搅拌，运至现场现浇，采用插入式振捣振捣。覆盖塑料薄膜养护。路堤、路堑与桥梁过渡段电缆槽应平顺连接，弯曲角度 $\leq 120^{\circ}$ 。过渡段电缆槽采用现场浇筑，以便顺利连接。

电缆槽施工工艺见图 6-7-1

三、综合接地

贯通地线敷设在路基基床底层中，敷设的位置位于电缆槽的正下方，距两侧电缆槽底部 1m 以上，在路基施工时同步完成贯通地线敷设工作。敷设采用人工敷设方式，敷设后的铜缆平直，无损伤。

在路基基床底层施工完毕后，立即对贯通地线接地电阻测试，每隔 500 米进行一次测试，如接地电阻不满足标准要求，增设接地极，确保贯通地线上的接地电阻 $\leq 1\Omega$ 。随着路基工程的继续进行，及时整理引出线不被掩埋，在路基全部完成后引出线头露在表面，在下步电缆槽道施工时，从电缆槽底部预留孔引入信号电缆槽内。

贯通地线的敷设止于桥两端处，贯通地线头直接引出路基表面，以便与桥上贯通地线进行对接。

四、接触网立柱基础

接触网立柱基础与路基施工同时进行，准确进行立柱基础位置的现场定测，距线路中心位置允许偏差 0、+20mm，截面尺寸 ± 20 mm，埋置深度不小于设计。钻孔采用螺旋干式钻机。钻孔过程中随时检查钻孔的垂直度，其偏差不大于孔深的 0.1%。成孔后采用人工清除底部松动土和浮土。

浇筑桩基础的桩顶采用定型模板，以保证桩顶几何尺寸。混凝土浇筑前吊入基础钢筋笼。采用汽车起重机吊装钢筋笼入孔。钢筋笼每隔 1m 在周边设置 4 处“U 型筋”，以控制保护层厚度。钢筋骨架入孔后，其顶端采用定位型钢予以支托和固定。

混凝土采用拌合站集中拌制，搅拌运输车运输。振捣采用电动插入式振捣棒进行。当浇筑到预埋地脚螺栓高度时，进行地脚螺栓的安放，安放时按照其几何尺寸，用钢筋焊接在钢筋笼上，以保证预埋螺栓的几何位置正确。混凝土浇灌一次完成。

五、路基信息化施工

本段路基采用信息化动态施工，即通过观测数据分析不断修正设计方案，完善现场施工。

成立专职沉降观测小组，观测路基沉降和位移变形，并整理绘制“填土高一时间一沉降量”关系曲线图，分析土体的发展趋势，判断地基的稳定性，验证路基设计、施工方案是否满足要求，对不满足要求的进行优化设计。此过程贯穿于整个路基施工期。路基信息化施工流程见 6-7-3 图。

六、连通管道

路基级配碎石铺摊碾压完成后，开始对预埋管道的准确位置进行现场定测，同时作好管道预埋位置台帐。

根据测量的位置，用白灰划出管道预埋位置，使用专用切割工具沿白灰线切出一条预埋钢管槽道，人工对预埋钢管槽道进行整修。

将加工好的预埋钢管置于槽道中，2 根以上的预埋钢管在同一层埋设。

在预埋钢管与路基基床缝隙填入级配碎石，用小型工具进行捣实；钢管两端口用园木封堵。

区间从手孔沿路基边坡引下的预埋钢管，要求钢管与电缆槽成 45° 角，并与手孔联通。

七、弃土场

在进行弃土或弃碴时严格执行设计规定，弃土时保证路堑边坡、山体和自身的稳定，并避免影响附近建筑物、农田、水利、河道、交通和环境等，同时，及时施做与此有关的支挡防护工程。沿河或傍山的路堑开挖弃土防止弃入河道、挤压桥孔或涵洞口，造成水流方向改变加剧对河岸的冲刷。

开挖弃土避免在岩溶漏斗、暗河口、泥石流沟上游及贴近桥墩、台进行，并满足工程所在地地方政府土地规划和环境保护的要求，同时，及时完善弃土场的防、排水系统防止弃土场雨后积水，以便于施工。

第七章 总工期及分年、季度的形象进度计划、完成投资计划。

总工期：2012 年 4 月 1 日开工，2013 年 4 月 14 日完工，总工期 380 天, 含 6 个月沉降期。

施工准备:5 天	2012. 4. 1~2012. 4. 5;
地表清理:5 天	2012. 4. 6~
2012. 4. 10;	
路堑土石方开挖:120 天	2012. 4. 11~2012. 8. 8;
路堑边坡防护和支挡:120 天	2012. 8. 9~2012. 12. 7;
地基加固: 30 天	2012. 4. 11~
2012. 5. 10;	
路基填筑:120 天	2012. 5. 11~2012. 9. 7;
堆载预压:20 天	2012. 9. 8~2012. 9. 27;

路堤边坡防护:120 天	2012. 9. 8~2013. 1. 5;
路基其他设施基础:50 天	2013. 1. 6~2013. 2. 24;
路基沉降观测:180	2012. 9. 27~
2013. 3. 25;	
路基基床表层: 20 天	2013. 3. 26~
2013. 4. 14。	

第八章 主要材料、工程设备的使用计划和供应方案、保供措施。

第一节 主要材料使用计划和供应方案、保证措施

主要材料使用计划见后附表：主要材料使用计划

主要材料供应分甲供料和自购料，甲工料按合同约定由业主采购供应，自购料由经理部统一采购，工程队每月提材料计划供应。经理部物资供应部为材料供应的主管部门，负责项目工程用材料的采购和供应工作。

工程队设储料场，根据季节和市场供应情况，对于市场供应紧张和受季节影响的材料提前储备，以满足施工要求。

第二节 主要工程设备使用计划和供应方案、保证措施

主要工程设备使用计划见后附表：主要工程设备使用计划表。

主要工程设备全部出自有部分从其他项目调拨外，经理部统一部署二工程队设 90 混凝土拌合站一套，工程队自购混凝土罐车 4 台，装载机 2 台，25t 汽车吊一台，以满足本段路基的施工需要。

第九章 标准化管理及“四化”支撑管理措施

第一节 第一节 标准化管理

严格落实“六体一位”的管理要求，按照铁道部“关于推进建设单位标准化管理工作的指导意见”（铁建设[2008]45 号）文、铁道部《铁路建设项目标准化管理指导意见》、《铁路建设项目标准化管理体系框图》要求，建立标准化管理体系，涵盖项目工程质量、安全、工期、投资效益、环境保护和技术创新六大要素的管理制度、人员配备、现场管理、过程控制标准化管理体系，在沪昆铁路（贵州段）施工建

设中全面实施标准化管理。

建立建设项目管理的目标体系、责任体系、分级控制系统和评估体系，按照计划、组织、指挥、协调、控制等基本环节，将质量、安全、工期、投资效益、环境保护和技术创新分解细化为最佳匹配的实施目标，以标准化管理为基础，全面实现“六体一位”的管理要求。

一、管理制度标准化

按照铁道部《铁路建设管理办法》等有关建设管理的规章、规范性文件以及《铁路建设项目管理指南（试行）》，结合项目特点，制订了《项目管理办法》，以实现长昆铁路管理制度的标准化。各参建的专业施工队以此为标准，进一步制定和细化各队的管理制度和实施细则，构建出结构清晰、职责分明、内容稳定、体现“六位一体”管理要求的管理制度。

二、人员配备标准化

配备、配足现场施工管理人员，并建立学习培训制度，定期组织有关人员学习管理及专业新知识，切实提高施工管理人员对施工标准化管理的认识和实施标准化管理的能力。

三、现场管理标准化

标准化工地现场管理以“科学规划、规范整齐、环保达标、整体和谐”为原则，制定生产设施、生活设施、生产过程、环境保护等方面标准及操作规程，全面实现施工现场标准化。

（一）生活设施

生活区与施工区有明确划分。生活现场布置合理，设施齐全，食堂、澡堂、厕所干净卫生，宿舍整齐划一，会议室、图书室和娱乐体

育活动场所布置有序。办公区及生活区内有取暖或降温设施。

项目经理部设在重要工点或交通方便的城镇，方便进行有效管理。办公用房采用活动板房或租用当地的楼房，按项目经理部机构设置和功能划分进行装修改造，独立管理。在门墩悬挂项目经理部铭牌。项目经理部办公用房、生活用房及机具停放场地应适当分开，场地及主要道路应硬化处理，并适当绿化。根据项目经理部组织机构和人员数量进行设置，一般情况下应包括办公室（项目经理、项目总工程师、项目副经理、工程技术部、质量管理部、安全环保部、调度协调部、物资设备部、计划财务部、综合办公室等应有独立办公室）、会议室、活动室（可兼做学习室）、职工宿舍、食堂、淋浴室、厕所以及停车场、篮球场等活动场所等。

（二）施工生产

施工便道应充分利用原有乡间道路改扩建或根据设计施工，并尽量做到永临结合。

现场各种管道铺设要做到平、顺、直，管径一致，接头严密，安稳支牢，转弯较少，且成钝角。

施工现场设置连续、顺畅的排水系统，沟池成网，以利排水。

施工用水采用工点附近管井、河道或与当地城市自来水系统相连引水的方式。

根据现场调查和施工需求，沿施工线路架设电力线路，或临时变电站、配电房等，满足各施工现场施工用电的需求，并备有内燃发电机（特别是重点桥、隧、梁场、无砟道床等关键构筑物）。

现场材料的堆放要做到一头齐，一条线，砂石成堆，并有明显标识。

按照机械化作业、工厂化生产的原则组织施工。主要施工机械设备的配备要重点选择能够适应项目施工要求的专用设备，确保工程项目的施工能力和质量要求。

（三）环境保护

严格执行本项目《环境影响报告书》的设计要求，严格按照批准的施工组织设计组织施工，将环保措施落实到施工全过程。

负责做好环保措施实施记录、工作总结及文档管理，做好竣工验收准备工作。

针对本标段《重大环境因素》，组织编制《工程项目环境管理方案》，经项目经理批准后执行。《工程项目环境管理方案》在实施过程中，应进行阶段性检查评估，发现问题及时纠正，必要时应修改方案。

在施工过程中，遵守有关环境保护的法律，履行合同约定环境保护义务，并对违反法律和合同约定义务所造成的环境破坏，人身伤害和财产损失负责。按照批准的施工环保措施计划有序的堆放和处理施工废弃物，避免对环境造成破坏，对施工开挖的边坡及时进行支护，维护排水设施，并进行水土保持，避免因施工造成的地质灾害。按国家饮用水管理标准定期对饮用水源进行监测，防止施工活动污染饮用水源。加强对噪声、粉尘废气、废水和废油的治理和排放。

（四）内业资料

工地内业资料的填写、编制、报批要求“及时、真实、准确、完整”以及字迹工整、目录清晰、存档规范。

依据验标要求内业资料中有关人员的签字必须齐全，不得代签。

施工日志应装订成册，防止随意抽换，每页记录应有记录人的签字。

严格实行内业资料换手复核制度，所有内业资料必须经另外一人的复核，避免出现错、漏、相互矛盾的问题发生。

在技术交底或作业指导书中应有确保施工安全的措施和注意事项。

要建立健全内业资料的填写、整理、保管责任人制度，对试验和进场材料要建立完整、准确的台帐，并有可追溯性。

检查证、检验批应采用人工填写，不得打印。

四、施工过程控制标准化

根据有关施工规范、标准、指南的要求，在建设单位的指导和要求下，采用成熟工艺、工法，编制施工作业指导书，通过指导书落实施工准备和施工过程质量管理重点和要求，按照质量要求规范现场操作方法、质量检查方法，达到指导和规范现场作业的目的，并通过试验不断优化。

在施工过程中应按照目标管理、分级管理和封闭管理的方式，始终加强过程控制，注重抓源头、抓基础、抓环节、抓落实，制定相关的管理标准和实施方法，确保建设工期、质量、安全、投资、环保等各项管理处于可控状态。

第十章 创优规划和质量保证措施。

第一节 创优规划

本段路基验收一次合格率 100%，施工质量零缺陷。

第二节 质量保证措施

一、确保路基压实标准的工艺措施

根据选择好并经试验合格的填料种类，试验确定其达到要求压实度时的最佳含水量范围、松铺厚度、碾压速度、碾压遍数、检验方法等技术参数和施工工艺。根据试验所得参数，用于全段的路堤填筑，严格按试验参数进行施工过程控制。

填料摊铺平整合格后，及时碾压以防填料水分散失。

压实采用重型压路机进行。碾压时，先两侧后中间，曲线地段先内侧后外侧，先慢后快，先弱振后强振。

压路机直线进退，纵向碾压轮迹相互重叠 $\leq 50\text{cm}$ ，各区段交接处应互相重叠压实，搭接长度 $< 2\text{m}$ 。

碾压过程中安排一个测量小组进行跟踪测量、检测。

对于基床表层下层，先静压 2 遍，再弱振 1 遍、强振 3 遍、弱振 1 遍，最后静压 2 遍收光整平；对于基床表层上层，先静压 2 遍，再弱振 1 遍、强振 2 遍、弱振 1 遍，最后静压 2 遍对表层进行平整收光。

二、控制路基工后沉降及不均匀沉降采取的技术措施

路基基底处理严格按有关规定、通知要求办理，对不良地质地段，探明地质后，与设计、监理会商，采取稳妥措施处理。

路基施工前修建并完善临时排水系统，确保流水畅通。

根据选择好并经试验合格的填料种类，试验确定其达到要求压实度时的最佳含水量范围、碾压速度、碾压遍数、检验方法等技术参数和施工工艺，并在每一填层碾压完成后，采用双指标控制，对压实标准进行检验，确保每一填层压实度符合要求。

适当增加路堤填筑宽度，以保证路堤边缘的压实质量。

不良地质的路基施工要避开雨季，分段快速作业，缩短工作面暴露时间；埋设观测桩，加强沉降观测。

路堤填筑中严禁同层采用不同种类填料混填，以确保路堤的均匀沉降。渗水土填在非渗水土上时，非渗水土面层做成向两侧倾斜的2%~4%的横向排水坡。

当上下两层填料的颗粒大小相差悬殊时，在分界面上铺设垫层。

路-隧过渡段、路-涵过渡段，选用级配碎石填筑，每层高度根据试验参数确定，但不超过30cm，且最小压实厚度 ≥ 15 cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数按工艺试验确定的参数进行控制。

每压实层路拱坡面符合设计要求，无积水现象。与路基连接处应刷去松土，开挖出宽度 ≥ 1.2 m的台阶并压实。路堤基底地面平整后，用振动碾压机碾压密实。台后基坑以混凝土回填或碎石分层填筑压实。过渡段路堤同与其连接的路堤和锥体按一整体同时施工，并将过渡段与连接路堤的碾压面，按大致相同的高度进行填筑。紧靠台背处大型机械碾压不到位时，用小型振动压实设备进行碾压，填料的松铺厚度控制在20cm以内，碾压遍数由试验参数确定。

三、防止相关工程施工损坏或危及路基稳固安全的措施

综合接地线、观测元器件、各类预埋管道与路基填筑同步施工，其中使用的PVC保护套管、排水管等选用高强度材料，保证路基碾压正常进行。对不能同步施工的电缆槽采用专用开槽机开槽，避免扰动已成型基床表层。电缆槽边缝用膨胀水泥砂浆或沥青砂浆填充，减少流水侵蚀。

为降低对基床污染，接触网及声屏障基础采用旋转钻机干钻成孔，出碴直接装入自卸车远弃，并用彩条布覆盖施工地段。

路基中心部位集水井采用分节预制，每节预制高度与基床表层计划填筑高度一致，保证每层基床表层填筑的连续性，避免基床表层做好后再次开挖对表层的破坏。

保证路基竖向刚度、差异沉降技术措施

预压路段超载预压荷载满足设计荷载要求，保证足够的预压沉降时间，沉降趋于稳定并满足工后沉降要求后，经相关单位签认后方可卸载。

在路基与桥台、路基与横向结构物间设置过渡段。过渡段采用级配碎石作为填筑材料，与路基同步施工，保证竖向刚度自结构物至路基均匀过渡，使差异沉降满足设计要求。

过渡段基床表层 20m 范围内采用级配碎石掺 5%水泥作为填筑材料。

双线路堤基床表层级配碎石采用 2 台摊铺机双机联铺，保证无缝摊铺和填筑层厚的均匀性，为压实度均匀性提供保证。

第十一章 安全保证措施。

第一节 安全目标

坚持“安全第一，预防为主”的方针，建立健全安全管理组织机构，完善安全生产保证体系。杜绝安全特别重大、重大、大事故，杜绝死亡事故，防止一般事故的发生。消灭一切责任事故，确保人民生命财产不受损害。创建安全生产标准工地。

第二节 安全生产保证体系

建立以工程队经理为首的“安全保证体系”（见下页图 安全保证体系框图）。

分级负责，以加强施工作业现场控制和职工的安全生产教育为重点，开展创建安全标准工地活动，确保本施工段工程的施工安全。

第三节 安全保证措施

一、安全保证制度

（一）建立健全各项安全制度

根据本段工程特点，制定具有针对性的各项安全管理制度：各类机械的安全作业制度；用电安全制度；施工现场保安作业制度；防洪、防火、防风等措施；起重作业安全制度；各种安全标志的设置及维护措施等。

（二）安全生产教育与培训

开工前，对所有参建员工进行上岗前的安全教育。对从事电器、起重、爆破、高空作业、机动车驾驶等特殊工种的人员，经过专业培训，获得《安全操作合格证》后，方准持证上岗。

（三）安全生产检查

开工前的安全检查

主要包括：施工组织设计是否有安全措施，施工机械设备是否配齐安全防护装置，安全防护设施是否符合要求，施工人员是否经过安全教育和培训，施工安全责任制是否建立，施工中潜在事故和紧急情况是否有应急预案等。

（四）定期安全生产检查

每月组织安全生产大检查，积极配合上级进行专项和重点检查；施工班组每日进行自检、互检、交接班检查。

（五）经常性的安全检查

安检工程师、安全员日常巡回安全检查。检查重点：石方爆破施工、炸药库设置及危爆物品管理、施工用电、机械设备、模板工程、高空作业、龙门架等。

（六）专业性的安全检查

针对施工现场的重大危险源，对施工现场的特种作业安全、现场的施工技术安全、现场大中型设备的使用、运转、维修进行检查。

二、施工过程中的安全保证措施

（一）施工安全保证措施

路堑开挖时经常检查坡面的稳定。每天开工前、收工前将对坡面、坡顶附近进行观测，如发现有裂缝和塌方的迹象或有危石时，立即处理。凡不能处理且对施工安全有威胁时，暂停施工，并报告处理。

路堑开挖自上而下进行，防止因开挖不当造成坍塌，边坡不稳，坚决禁止掏底开挖、放大炮。

开挖作业应与装、运作业面相互错开，严禁上下重叠作业。

路堑开挖放炮后，在清理过程中如发现有瞎炮、残药、雷管等立即报告，由爆破人员处理。

路堤、路堑施工时，要做好截、排水，并随时注意检查，开挖后保持排水畅通。

挡土墙基坑开挖时，根据土质情况，及时做好临时支撑，在岩体破碎或土质松软地段，基坑开挖面不能太大，不能暴露太久，防止坍塌伤人。挡土墙体施工一定高度时，搭设脚手架平台、防护栏、挂安

全网。

做好路基施工中的机械设备的组织指挥，保证道路畅通，防止发生机械碰撞及翻车事故。

路基不良地段施工时，开挖前和开挖过程中要及时检查坡面情况，发现情况及时处理。及时做好挡护或坡面防护工程，挡土墙基础要分段跳槽开挖，快速砌筑。挡土墙或护坡砌筑到一定高度时要设防护栏杆加安全网。经常与当地气象部门取得联系，提前做好防洪准备。遭遇阴雨天气时加强安全检查，必要时坡面覆盖防护。加强量测监控工作，认真分析数据，做好不良地质情况预报预测，同时准备好抢险预案。施工人员特别注意安全情况，加挂安全警示标牌等。

路堑上方布置临时设施时，距坡顶线保留一定的安全距离，距边坡线 3m 范围内硬化，并设置坡顶截、排水沟，大型施工车辆不得靠近坡顶线行驶，以免边坡局部集中受力失稳。

按指定地点弃土，保证弃土堆的自身稳定，防止弃土对农田、河道的污染，并采取有利于复耕的措施。

（二）施工机械安全保证措施

各种机械操作人员和车辆取得操作合格证，不准将机械设备交给无本机操作证的人员操作，对机械操作人员要建立档案，专人管理。

操作人员按照机械说明规定，严格执行工作前的检查制度和工作中注意观察、工作后的检查保养制度。

保持机械操作室整洁，严禁存放易燃易爆物品。不酒后操作机械，机械不带病运转、超负荷运转。

起重作业严格按照《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ33-2001)和《建筑安装工人安全技术操作规程》规定的要求执行。

定期组织机电设备、车辆安全大检查。对检查中查出的安全问题按照“三不放过”原则进行调查处理，制定防范措施，防止机械事故的发生。

第四节 环保、水保措施

一、维护自然生态平衡的措施

保护当地自然植被，采取措施使地表植被的损失减少到最低限度。

施工现场生产、生活房屋及生活设施、原材料堆放处和材料加工场均在规划的区域内进行。修建的施工便道，要结合地方乡镇长远规划，选择线路。弃土场必须做好防护工作，确保不发生水土流失情况，并进行弃土场绿化。

施工期间对施工人员加强保护自然资源及野生动植物的教育，严禁随意砍伐和偷猎，限制施工人员和车辆的活动范围。

施工便道选线、生活营地、大型临时设施场地选址尽量少占或绕避林地、耕地，保护原有植被。对合同规定的施工界限外的植物、树木等尽力维护，严禁超范围砍伐。工程完工后及时进行现场清理，复垦或绿化。

二、合理规划施工用地

严格按设计和业主规定的征地范围和数量丈量用地，严禁超范围占用土地和水面。施工临时设施在满足工程需要的前提下不占或少占农田，各种临时房屋采取因地制宜、简易方便的原则就近设置，充分利用荒山、荒坡、线路附近的既有道路和房屋场地。

三、临时工程环境保护

便道、砼搅拌站、级配碎石拌和厂及施工营地的设置，要合理、紧凑，严禁随意搭建，尽量减少对植被的损坏，不占用乡村道路、阻碍交通。搅拌站等高噪音生产设施尽可能远离居民区或采取限时作业措施。施工场地周围预先开挖排水沟，做到排水畅通，场内不得积水、积污，应充分考虑其对原地面排水的影响，以免阻挡地表径流的排泄，影响当地居民的生产生活。

施工营地及施工现场设固定的垃圾桶或垃圾池盛放垃圾，分类标识存放，定期清理，运至指定的垃圾处理场或废品回收利用，不得乱扔、乱倒垃圾。施工场地的废弃物、废油等集中进行预处理后，采用专用车辆运输至指定的处理厂或存放点。污水须排入当地的排污管道或经集中净化处理后排出，严禁将未达到排放标准的生活污水直接排放至江河及其它水体中。

施工场地和运输道路须定期洒水养护，避免产生扬尘。

生活区及施工场地周围的植物、植被，严禁随意践踏和破坏，并

在生活区设立植被宣传保护牌，告示参加施工人员对环境的保护人人有责。

四、生活区环境保护措施

生活区临时工程的修建本着节约用地、方便生活、利于生产、保护植被的原则，统筹安排，合理选址，经业主、当地环保部门审批，主动接受监督检查。

生活区的设置要相对集中，设置必要的公共卫生设施，废水净化池、化粪池，按照环保部门的要求定期清理，避免生活垃圾污染环境。生活固体垃圾集中堆放、适时运至环保部门指定地点，保持驻地清洁。

临时生活设施的修建、拆除时产生的固体废弃物，按照环保部门的要求弃于指定地点处理。

五、植被保护

施工期间对施工人员加强保护自然资源及野生动植物的教育，严禁随意砍伐，限制施工人员和车辆的活动范围。

施工便道选线、生活营地、大型临时设施场地选址尽量少占或绕避林地、耕地，保护原有植被。对合同规定的施工界限外的植物、树木等尽力维护，严禁超范围砍伐。工程完工后及时进行现场清理，复垦或绿化。

六、施工中的环保措施

对不符合尾气排放标准的机械设备，不能使用。

做好当地水系、植被的保护工作，在施工时对路基边坡及时进行防护与植被绿化，施工车辆不得越界行驶，以免碾坏植被、庄稼、乡村道路等。

路基工程中使用的石灰材料，采用覆盖。场地即时进行清扫，以防粉尘被风吹扬。凡对环境有污染的废物，如挖方弃土、建筑垃圾、生产垃圾、废弃材料等，弃在指定地点处理。

及时掌握天气的变化情况及当地的汛情，提前做好河道清淤、畅通工作，路基成形后必须及时做好路基护坡，完善两侧排水沟等附属工程。

七、竣工环境恢复措施

工程完工后应将临时设施全部拆除，当地可以利用的，可通过当地政府或环保部门的同意，协议转让。对施工场地要认真清理并收集施工垃圾运至指定的位置处理或就地掩埋。

工程完工后，临时租用的土地立即复耕归还。

工程完工的同时，严格按照环保及生态环境保护的要求，对临时设施、施工工点、取弃土场及其他项目作业队施工程队域范围做好环保及生态环境的恢复工作。

八、防止大气、噪声、水污染的措施

（一）防止大气污染措施

临时运输道路经常洒水湿润，减少道路扬尘。对产生尘埃运输车辆和石灰等挥发性材料堆场加以覆盖，减少对空气污染，生产及生活垃圾定期处理。严禁焚烧有毒废料。

（二）防止噪声的措施

施工噪声主要包括施工现场、机械作业时和车辆运输时产生的噪声。为减少噪声影响，机械设备选型配套时优先考虑低噪声设备，尽可能采取液压设备和摩擦设备代替振动式设备，并采取消声、隔音、安装防震底座等措施。加强机械设备的维修保养，保证机械设备的完好率，确保施工噪声达到环境保护标准要求。

合理布置施工和生活区域。进入施工现场的机械车辆少鸣笛、不急刹、不带故障运行，减少噪声。

（三）防止水污染的措施

施工及生活废水的排放遵循清污分流、雨污分流的原则，各种施工废油、废液集中储积，集中处理，严禁乱流乱淌，防止污染水源，破坏环境。

施工作业产生的污水必须经过沉淀池沉淀，并经净化处理，符合要求后排放。

食堂的废水处理应设置隔油池，定期清理油污，污水经过必要的处理后排入污水管道，施工、生活污水严禁排入农田和水源。

废弃物中不得含有有毒有害物质，避免雨水冲刷后对地表、地下水造成污染。

九、水土保持措施

（一）弃碴场水土保持措施

弃碴场选址依据设计文件规划或与地方有关部门协商，结合当地土地利用规划。一般选择在坡度较缓、易于形成坡度开发山坡荒地，避开大面积汇水地带的滞留谷地。弃碴前先将地表熟土集中存放，砌筑片石挡碴墙，墙身设泄水孔，碴底预埋透水管，必须先挡后弃，工程结束后对弃碴场进行平整，地面做必要的防护，将存放的熟土回填弃碴场顶部，植草复垦。

（二）防止水源枯竭的措施

施工时，安排专人对地下、地表水位进行观察，发现水位突然变化、水资源流失大时，及时向施工部门反映，改变施工方案，保证对水环境的保护。

施工、生活用水本着节约的原则，防止水资源的浪费。

第十二章 需附的图表

- 一、施工平面布置图；
- 二、施工进度横道图；
- 三、施工进度网络图