

关于发布《客运专线铁路 路基工程施工技术指南》等五项 铁路工程施工技术指南的通知

经规标准〔2005〕110号

为满足客运专线铁路建设需要，根据《铁路工程建设标准管理办法》(铁建设〔2004〕143号)和《关于印发〈2005年铁路工程建设标准编制计划〉的通知》(铁建设函〔2005〕84号)的要求，铁道部经济规划研究院组织完成了《客运专线铁路路基工程施工技术指南》(TZ 212—2005)、《客运专线铁路轨道工程施工技术指南》(TZ 211—2005)、《客运专线铁路桥涵工程施工技术指南》(TZ 213—2005)、《客运专线铁路隧道工程施工技术指南》(TZ 214—2005)、《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005)的编制工作，现予发布，自发布之日起在铁路工程建设中推荐使用。施工企业应发挥自己的技术和管理优势，在上述施工技术指南基础上，研究制定更具体和系统的高标准企业施工标准。

各单位在使用过程中应结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如果发现需要修改和补充之处，请将意见或建议及时反馈给我院。

以上技术指南由铁道部经济规划研究院、中国铁道出版社出版发行。

铁道部经济规划研究院
二〇〇五年九月二十二日

前　　言

本技术指南是根据铁道部《关于印发〈2005年铁路工程建设标准编制计划〉的通知》(铁建设函〔2005〕84号)的要求进行编制的。

本技术指南在编制过程中，认真总结我国铁路建设的经验和教训，学习和借鉴国际先进标准，以施工质量验收标准为依据，重点对施工过程中的工艺、方法、措施和质量控制目标作出了规定，反映了工程施工的新技术、新材料、新工艺、新方法，突出了客运专线铁路的技术特点。本技术指南是客运专线铁路工程施工的指导性技术文件。

根据铁道部《铁路工程建设标准管理办法》(铁建设〔2004〕143号)关于铁路工程建设标准体系调整的要求，为鼓励技术创新，促进技术进步，指导施工企业根据自身技术、装备、管理水平和市场定位需要制订技术要求更高、针对性更强、内容更为具体的企业标准，编制了本技术指南，今后铁道行业将不再发布新的施工规范。本技术指南严格按照标准编制程序组织编制，分别对编制大纲、征求意见稿、送审稿、报批稿组织路内外专家进行了审查。

本技术指南共分11章，主要内容包括：总则、术语和符号、施工准备、地基处理、路堤、路堑、过渡段、支挡结构、路基防护及排水、路基相关工程及附属设施、环境保护等，另有2个附录。

在执行本技术指南过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料寄交中铁四局集团有限公司（安徽省合肥市望江东

路 96 号，邮政编码：230023），并抄送铁道部经济规划研究院（北京市海淀区羊坊店路甲 8 号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本技术指南主编单位：中铁四局集团有限公司。

本技术指南参编单位：中铁一局集团有限公司、中铁二局集团有限公司、中铁十二局集团有限公司、中铁十四局集团有限公司、铁道第三勘察设计院、铁道第四勘察设计院、铁道科学研究院、西南交通大学。

本技术指南主要起草人：袁广龙、何贤军、赵伊平、章国辉、孙四平、万为胜、覃国俊、刘凯年、王崇新、袁秀英、赵勤俭、林 原、吴 波、辛维克、黄直久、石 斌、祝景寰、尤昌龙、李学乾、王兴荣、张在保、叶阳升、史存林、邵丕彦、罗 强。

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	3
2.1 术 语	3
2.2 符 号	3
3 施工准备	5
4 地基处理	7
4.1 一般规定	7
4.2 原地面处理	7
4.3 换 填	8
4.4 砂(碎石)垫层	8
4.5 袋装砂井	9
4.6 塑料排水板	11
4.7 堆载预压	12
4.8 真空预压	13
4.9 砂桩、碎石桩	14
4.10 粉体喷射搅拌桩	16
4.11 浆体喷射搅拌桩	18
4.12 高压旋喷桩	21
4.13 灰土挤密桩	22
4.14 水泥粉煤灰碎石桩(CFG)	24
4.15 打 入 桩	26
4.16 混凝土灌注桩	28
4.17 桩 帽 板	30
4.18 强 夯	30

4.19	土工合成材料垫层	32
4.20	洞穴处理	33
5	路 堤	36
5.1	一般规定	36
5.2	填 料	39
5.3	基床以下路堤	41
5.4	基床底层	44
5.5	基床表层级配碎石或级配砂砾石	45
5.6	基床表层沥青混凝土	47
5.7	改良土壤筑	52
5.8	加筋土路堤	56
5.9	路堤边坡	56
5.10	路基沉降观测	57
5.11	雨季施工	58
5.12	低温施工	59
6	路 壁	60
6.1	一般规定	60
6.2	基 床	62
6.3	半填半挖路基	62
6.4	地下水路壁	63
6.5	爆 破	63
6.6	施工控制	66
7	过 渡 段	68
7.1	一般规定	68
7.2	路堤与桥台过渡段	69
7.3	路堤与横向结构物过渡段	70
7.4	路堤与路堑过渡段	70
7.5	路堑与隧道过渡段	71
7.6	施工控制	71

8 支挡结构	73
9 路基防护及排水	75
9.1 一般规定	75
9.2 坡面防护	76
9.3 冲刷防护	81
9.4 路基排水	83
10 路基相关工程及附属设施	86
10.1 相关工程	86
10.2 附属设施	87
10.3 取、弃土场	88
11 环境保护	90
11.1 一般规定	90
11.2 水土保持	90
11.3 空气污染、噪声控制	91
附录 A 路基填料分组	92
附录 B 路基填筑土工试验及测试记录报表格式	97
本技术指南用词说明	110
《客运专线铁路路基工程施工技术指南》条文说明	111

1 总 则

- 1.0.1 为统一客运专线铁路路基工程施工技术要求，加强施工管理，保证工程质量，制定本技术指南。
- 1.0.2 本技术指南适用于旅客列车设计行车速度200~350 km/h的标准轨距客运专线铁路路基工程施工。无碴轨道客运专线铁路路基工程施工，尚应符合无碴轨道客运专线铁路工程施工的有关规定。
- 1.0.3 路基工程施工应根据设计要求，并与相关工程密切配合，正确选用施工方法，认真编制施工组织设计。
- 1.0.4 路基工程施工必须按照批准的设计文件施工。如需变更，应符合客运专线铁路变更设计管理办法的规定。
- 1.0.5 路基工程作为土工结构物，将地基处理、路基填筑、基床表层、边坡防护、支挡结构、路基排水及沉降观测等作为系统工程施工，严格按照工程质量标准进行管理，加强施工过程控制及质量检测工作，确保路基工程质量。
- 1.0.6 电缆槽、接触网支柱基础、声屏障基础、预埋管线沟槽、综合接地等工程应与路基工程同步施工。
- 1.0.7 路基工程施工应实行机械化施工，推广采用新技术、新工艺、新机具、新测试方法。
- 1.0.8 路基工程施工中采用的大型机械设备、测试设备、爆破器材以及各种原材料必须符合国家和铁道部有关标准及规定。
- 1.0.9 路基工后沉降未达到设计要求时，严禁进入轨道工程施工工序。
- 1.0.10 路基工程填料作为结构物材料宜优先采用集中供应。
- 1.0.11 路基工程施工应遵守国家有关安全生产、环境保护和文

物保护等法规。

1.0.12 路基工程施工除应符合本技术指南的要求外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 工后沉降 settled behind filled later

路基竣工铺轨工程开始时沉降量与最终形成的沉降量之差。

2.1.2 过渡段 transition

路堤与桥台、路堤与横向构筑物、路堤与路堑、路堑与隧道等衔接处的过渡区域。

2.1.3 改良土 improved soil

通过在土中掺入石灰、水泥等掺合料改变土的化学成分或掺入中、粗砂，卵、碎石及砾石等材料改变土的颗粒级配，提高了工程性能指标的土体。

2.2 符 号

D_{15} ——相邻填层中，颗粒较粗层填料的颗粒级配曲线上，相
应于总质量 15% 颗粒质量的粒径

d_{85} ——相邻填层中，颗粒较细层填料的颗粒级配曲线上，相
应于总质量 85% 土粒质量的粒径

K ——压实系数

K_{30} ——地基系数

n ——孔隙率

O_{95} ——土工合成材料等效孔径

P_s ——静力触探比贯入阻力

σ_0 ——地基基本承载力

$N_{63.5}$ ——标准贯入试验

w ——含水率
 w_{opt} ——最优含水率
 ρ_d ——干密度
 ρ_{dmax} ——最大干密度
 H ——路堤高度

3 施工准备

3.0.1 施工单位应在全面熟悉设计文件的基础上，充分了解工程的设计标准、技术条件和要求，对设计文件进行核查，并做好核查记录。

3.0.2 路基工程施工调查，应根据工程特点着重调查收集下列资料，并写出调查报告。

- 1 施工范围内的地质、水文、气象等情况。
- 2 核对土石类别及分布，调查施工环境条件及取、弃土困难地段的填料来源、弃土位置和运土条件等。
- 3 调查核对级配填料，收集级配填料的拌和场地等有关资料。
- 4 土石方爆破地段的地形、地貌、地质和附近居民、建筑物、交通与通信设施等情况。
- 5 办理用地手续、拆迁补偿所需的资料。
- 6 当地可利用的资源和设施。
- 7 修建各项临时工程和施工防排水设施的资料。
- 8 收集与工程有关的既有线运营情况、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。
- 9 采用新技术、新工艺、新机具、新材料、新型结构所需的资料。

3.0.3 开工前应对全线路基工程的地质情况进行核查。

3.0.4 交接桩及施工复测

- 1 交接桩应在现场进行，并按有关规定办理书面交接手续。
- 2 中线、高程必须与相邻地段贯通闭合，两端为桥梁或隧道时，应以桥梁或隧道中线、高程为准。在两个施工单位的分界

处，应由双方共同复测签认，线路中线和高程必须与管界外的控制桩和水准点闭合。

3 线路控制桩和路基中线、高程测量误差应符合现行客运专线铁路工程测量的有关规定，测量工作必须贯彻“双检制”。对主要的中线控制桩应测设护桩并作出记录。边桩应根据贯通后的中线、高程测设，在地形、地质变化处应加测横断面的地而线。

3.0.5 施工前，根据设计文件提供的资料，按照现行《铁路工程土工试验规程》(TB 10102) 对路基填料进行复查和试验，确认填料类别，按规定填写土工试验报告，经审查签证后方可使用。对需改良的特殊岩土，除进行常规试验外，尚需进行专门的鉴别试验，以确认其种类和处理方法。

3.0.6 土工合成材料、固化剂、级配碎石、沥青等原材料运抵现场后，必须进行质量检验，经评定合格后，方可使用，不得以供货商提供的质量检验报告或商检报告代替现场检验。

3.0.7 在施工调查的基础上，根据工程特点、实际工程数量、工期要求编写工程施工组织设计，并落实施工方案。施工组织设计必须按审批制度报批后执行。

3.0.8 施工便道的修筑标准应按施工运量和施工机械的最大荷载确定，并满足施工需要。当有设计要求时，应按设计标准修筑。利用原有道路作为施工便道的，应进行实地检查；当不能满足施工运输要求时，应进行加固改造。

3.0.9 路基工程施工应按试验及检测要求设置工地试验室。试验室必须经认证合格，检测仪器设备应满足质量检测项目的要求。

3.0.10 路基工程施工全面开工前，应选择一定长度的试验区段进行试验。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及试验、检测的方法。

3.0.11 路基工程开工前，必须办理开工报告。

3.0.12 路基工程施工前应做好人员的技术培训。

4 地基处理

4.1 一般规定

- 4.1.1 施工前应熟悉有关施工图、工程地质报告、土工试验报告，收集地下管线、构造物等资料，并结合工程情况，了解本地区地基处理经验和类似工程的施工情况。
- 4.1.2 所有运至工地的材料必须分类堆放，妥善保管。
- 4.1.3 地基处理施工前，应设置永久性平面和高程控制基点，测定边界范围，开挖两侧排水沟，疏通排干地表积水，清除场内杂物、杂草，按设计要求做好抽水、清淤、回填工作。
- 4.1.4 施工前应组织施工人员学习和掌握所承担工程地基处理的目的、原理、施工工艺、技术要求、质量标准及检测方法等。
- 4.1.5 施工前应核查地质资料，并进行地基处理的各项工艺性试验。当核查或施工中发现地质情况与设计不符时，应及时反馈给有关单位。

4.2 原地面处理

- 4.2.1 路堤填筑前应清除基底表层植被，挖除树根，做好临时排水设施。
- 4.2.2 原地面坡度陡于1:5时，应自下而上挖台阶，台阶宽度、高度应符合设计要求。
- 4.2.3 原地面松软表土及腐植土应清除干净，翻挖回填压实质量应符合设计要求，基底应平整、密实。
- 4.2.4 路堤基底处理应符合设计要求。

4.3 换 填

4.3.1 挖除需换填的土层，并将底部整平。当底部起伏较大，可设置台阶或缓坡，并按先深后浅的顺序进行换填施工。底部的开挖宽度不得小于路堤宽度加放坡宽度。

4.3.2 根据换填部分所处的路基部位，采用符合设计要求的填料并分层填筑碾压达到相应的压实标准。

4.3.3 施工控制

1 换填范围及深度应符合设计要求，施工中应对需换填土层范围及深度进行核实。

2 当采用机械挖除需换填土时，应预留厚度30~50cm的土层由人工清理。

3 所用填料及压实标准应符合本技术指南第5.2~5.5节的有关规定，对填料应定期进行抽样检验。

4.4 砂（碎石）垫层

4.4.1 砂（碎石）垫层施工前应将基底清理、整平，并按设计要求做好基底碾压及土拱。

4.4.2 砂垫层应采用中、粗、砾砂，不含草根、垃圾等杂质，其含泥量不得大于5%；当用作排水固结时，其含泥量不得大于3%。

4.4.3 碎石垫层应采用级配良好且未风化的砾石或碎石，其最大粒径不得大于50mm，含泥量不得大于5%，且不含草根、垃圾等杂质。

4.4.4 砂（碎石）垫层施工的分层厚度、压实遍数应通过现场试验确定。

4.4.5 砂（碎石）垫层的压实质量应符合设计要求。

4.4.6 砂（碎石）垫层填筑完后必须及时完成两侧干砌片石护坡，并同时做好反滤层。

4.4.7 砂（碎石）垫层及反滤层设置应符合设计要求。施工允

许偏差应按表 4.4.7 的要求控制。

表 4.4.7 砂(碎石)垫层(反滤层)施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	铺设范围	不小于设计值
2	厚度	不小于设计值
3	顶面高程	+50 -20 mm
4	横坡	±0.5%

4.5 袋装砂井

4.5.1 施工准备

1 砂袋的技术指标应符合设计要求。砂料应采用风干的中、粗砂，不应含草根、垃圾等杂质，含泥量不得大于 3%。

2 清理场地，排除积水，并将路基范围内原地面上淤泥、树根、草皮、腐植土等全部挖除。

3 在路基范围内应按设计要求填筑土拱，碾压密实。其上按设计铺设砂垫层。

4.5.2 袋装砂井施工

1 机具按设计桩位就位。

2 施工时应经常检查桩尖与套管口封闭情况。

3 用振动法或静压法将套管压入至设计深度。

4 下砂袋时，应将整根砂袋吊起，将端部放入套管口，徐徐下放至设计深度。

5 拔管时应启动激振器，连续缓慢提升套管，直至拔离地面。

6 检查袋装砂井袋口，若砂袋不满，应及时向袋内补砂。露出地面的砂袋应埋入砂垫层中，埋入长度应大于 0.3 m 或符合设计要求。

7 袋装砂井施工流程如图 4.5.2 所示。

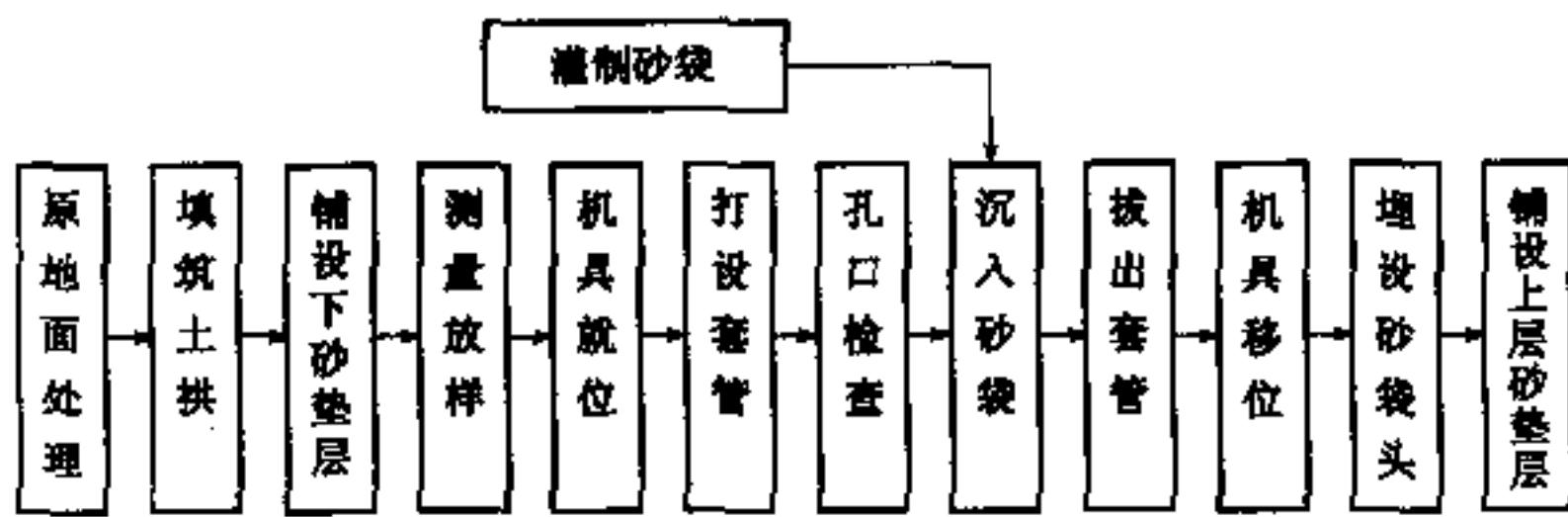


图 4.5.2 袋装砂井施工流程图

4.5.3 施工控制

- 1 应按规定做好砂的质量检测，抽查砂袋的物理力学性质和缝制尺寸。
- 2 袋装砂井孔口带出的泥土及时清除，并用砂回填密实。
- 3 施工所用钢套管的内径宜略大于砂井直径，以减少施工过程中对地基土的扰动。
- 4 套管上应划出控制标高的刻划线，以保证砂井打入长度符合设计要求；当拔套管将砂袋带出长度大于 0.5 m 时，必须重新补打。
- 5 砂袋应防止扭结、缩颈、断裂和磨损；砂袋灌制要饱满密实。
- 6 砂袋进场后应妥善存放，禁止长时间在阳光下暴晒。
- 7 袋装砂井施工允许偏差应按表 4.5.3 的要求控制。

表 4.5.3 袋装砂井施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	井位(纵横向)	50 mm
2	井深	符合设计要求
3	井身垂直度	1.5%
4	砂袋直径	±5 mm
5	砂袋埋入砂垫层长度	+100 0 mm

4.6 塑料排水板

4.6.1 施工准备

1 塑料排水板技术指标应符合设计要求，滤膜应紧裹芯板不松皱。

2 清理场地，排除积水，并将路基范围内原地面上淤泥、树根、草皮、腐植土等全部挖除。

3 在路基范围内按设计要求填筑土拱，碾压密实。其上按设计铺设砂垫层。

4.6.2 塑料排水板施工

1 机具应按设计桩位就位。

2 塑料排水板经导管内穿出底部，应与桩尖连接、拉紧，与管靴口贴紧，并对准桩位。

3 沉入导管至设计深度。

4 拔出导管，切断塑料排水板。

5 顶部露出地面的塑料排水板应埋入砂垫层中。埋入长度应大于0.3m或符合设计要求。

6 塑料排水板施工流程如图4.6.2所示。

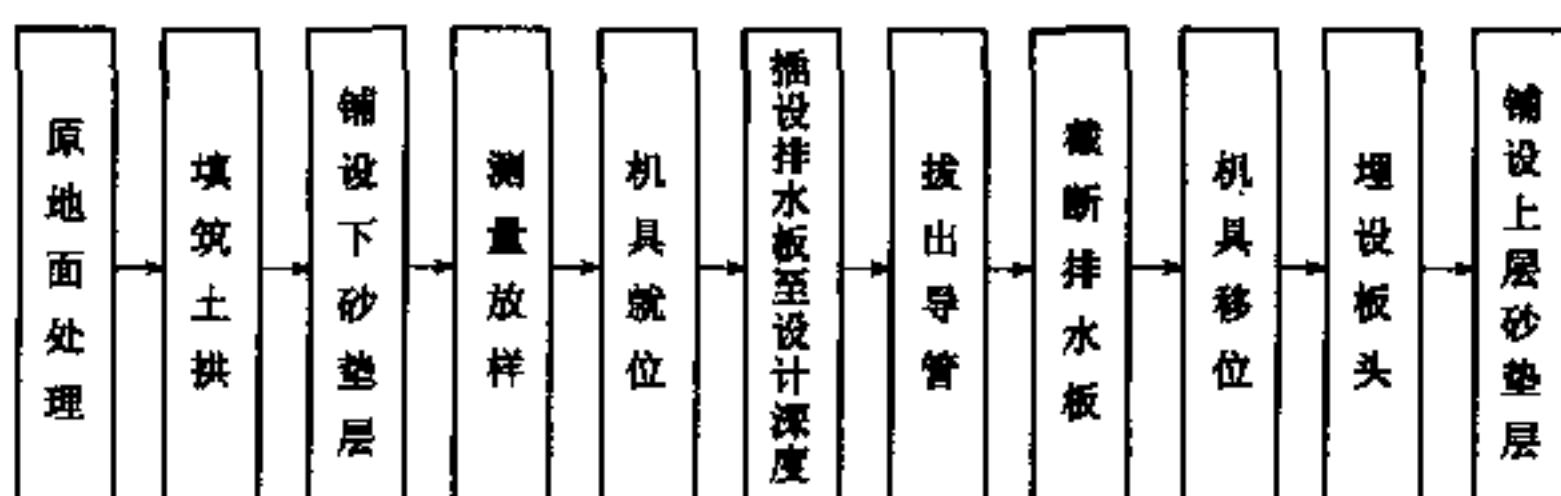


图4.6.2 塑料排水板施工流程图

4.6.3 施工控制

1 排水板与桩尖连接应牢固，桩尖平端与导管靴配合要适当，避免错缝。

2 打设后外露的排水板不得遭污染，应及时清除排水板周围带出的泥土并用砂子回填密实。

3 安装及打设过程中塑料排水板不得被扭曲，透水膜不得被撕破和污染，并防止泥土等杂物进入排水板滤膜内。

4 塑料排水板进场后应妥善存放，禁止长时间在阳光下暴晒。

5 塑料排水板不得接长使用。

6 塑料排水板打入深度应符合设计要求，当拔导管将塑料排水板带出长度大于0.5m时，必须重新补打。

7 塑料排水板施工允许偏差应按表4.6.3的要求控制。

表4.6.3 塑料排水板施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	板位	50mm
2	板长	不小于设计规定
3	垂直度	1.5%
4	伸入砂垫层的长度	+100 0 mm

4.7 堆载预压

4.7.1 堆载预压应按设计要求进行，预压材料应符合设计要求，不得使用淤泥土或含垃圾杂物的填料。

4.7.2 预压荷载不应小于设计荷载。

4.7.3 预压土的堆载宽度和坡度应符合设计要求。

4.7.4 堆载要严格控制加载速率，分层（级）荷载应符合设计要求，保证在各级荷载下地基的稳定性。堆载时应边堆土边摊平，顶面应平整。

4.7.5 堆载预压过程中应进行沉降观测并保护好沉降观测设施，当有损坏应及时恢复。

4.7.6 填筑过程应按设计要求或采取有效措施防止预压土污染填筑好的路基。

4.7.7 当堆载预压时间达到设计要求后，应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、施工单位共同研究确定卸载时间。

4.8 真空预压

4.8.1 施工准备

1 核查地基处理范围内地质条件，检查是否有透气层，保证真空预压效果。

2 观测点和观测断面应按设计要求设置。

4.8.2 真空预压施工

1 铺设水平排水体和打设竖向排水体。

2 密封系统应采用符合设计要求的密封层，膜与膜之间应采用热粘法粘接；密封沟开挖深度符合设计要求，密封膜顺密封沟铺设，且四周用黏土压实密封。

3 连接各系统进行抽真空试验，检查密封性。

4 在加固范围内应按设计要求设置沉降观测点。

5 经检查各项指标符合设计要求后，可进行路基填筑作业。

6 在抽真空过程中应观测泵、真空管、膜内等真空调度及地表总沉降、侧向位移等。

7 当真空预压达到设计规定的技术要求后停止抽真空，按设计要求现场测试预压效果。

8 真空预压施工流程如图 4.8.2 所示。

4.8.3 施工控制

1 密封膜、排水滤管的种类、规格及性能应符合设计要求。

2 密封膜应粘接牢固，热合加工的搭接长度不得小于 15 mm；铺设时密封膜要适当放松，表面不得损坏。

3 抽真空作业前应按设计要求检查真空预压装置的布设及

密封程度。

4 做好真空度、地面沉降、侧向位移等观测和施工记录。

5 施工过程检测应符合设计要求。

6 当真空预压时间和沉降量达到设计要求时，应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、施工单位共同研究确定卸载时间。

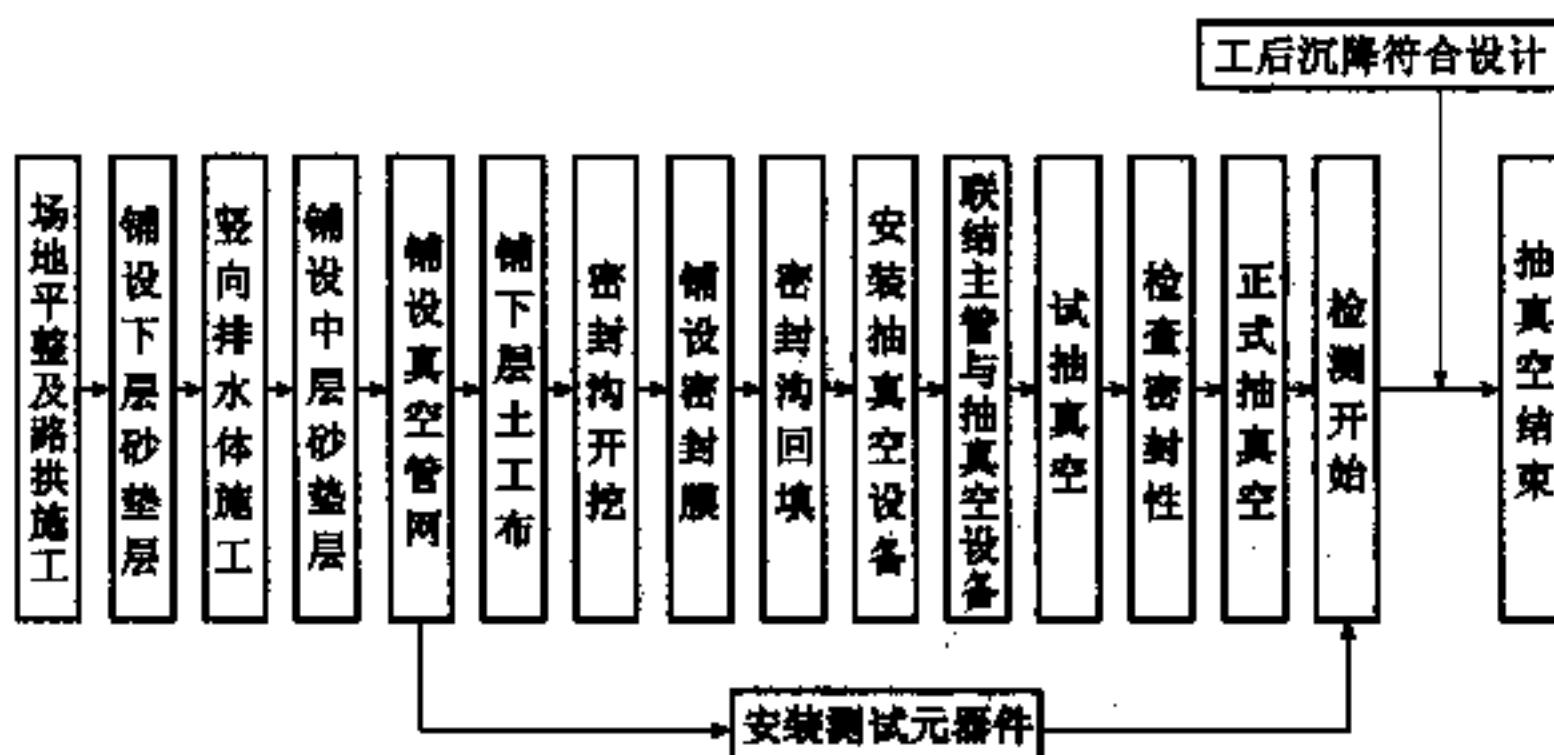


图 4.8.2 真空预压施工流程图

4.9 砂桩、碎石桩

4.9.1 施工准备

1 测量放样，平整地表，清除障碍物。

2 施工前应进行成桩试验，确定施工工艺和参数，试桩数量应符合设计要求且不得少于 2 根。

3 砂桩桩体用砂应选用一定级配的中、粗、砾砂，含泥量不得大于 5%；碎石桩桩体应选用一定级配且不易风化的碎石或砾石，粒径宜为 20~50 mm，含泥量不得大于 5%。

4.9.2 成桩施工宜采用振动成桩法或锤击成桩法。振动成桩法宜采用重复压拔管法，锤击成桩法宜采用双管法。砂桩、碎石桩施工工艺流程如图 4.9.2 所示。

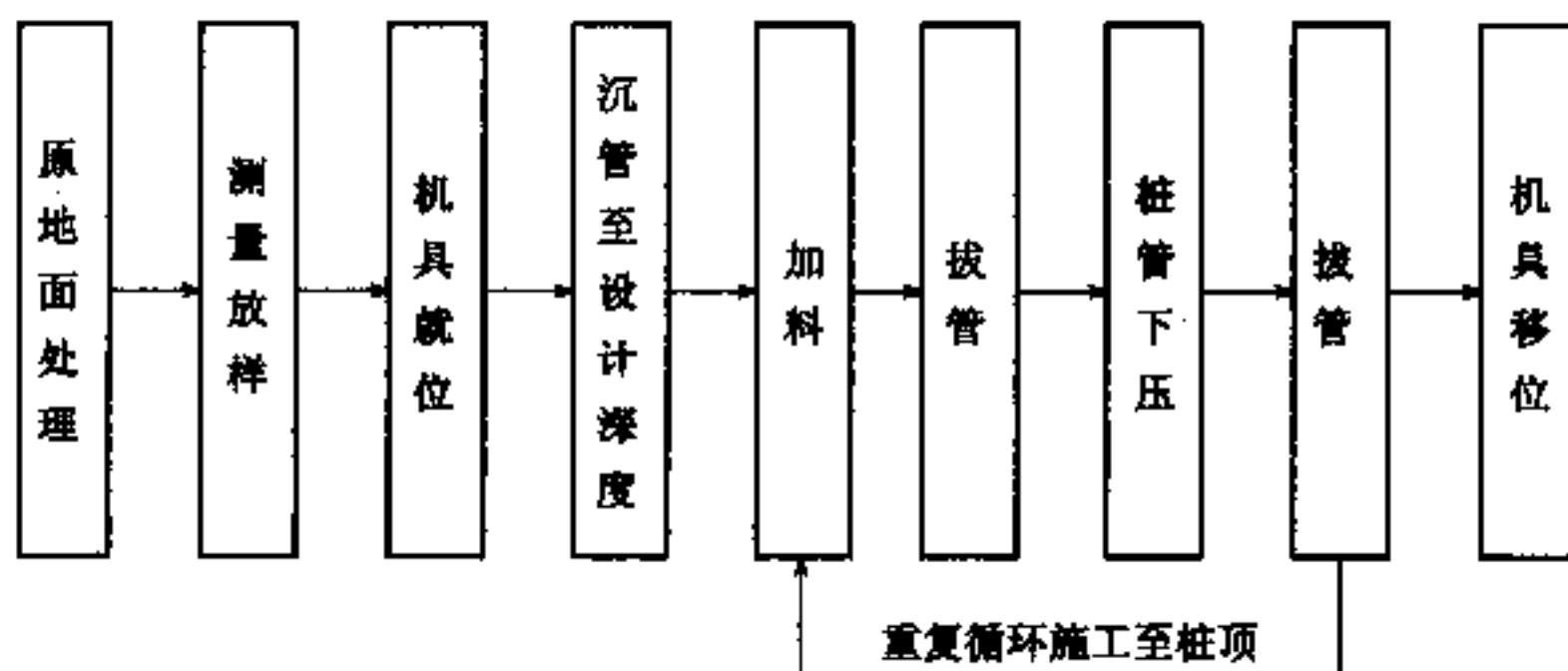


图 4.9.2 砂桩、碎石桩施工流程图

4.9.3 重复压拔管法施工

- 1 机械按设计桩位就位。
- 2 桩管沉入至设计深度。
- 3 向桩管内加料。
- 4 边振动边拔管，拔至试验确定高度。
- 5 边振动边下压沉管至试验确定高度。
- 6 停止拔管后应继续振动，一般停拔悬振时间为 10~20 s。
- 7 重复循环施工至桩顶。

4.9.4 双管法施工

- 1 机械按设计桩位就位。
- 2 桩管沉入至设计深度。
- 3 拔起内管，加料至外管内。
- 4 放下内管至外管内的砂（或碎石）料面上，拔起外管与内管平齐。
- 5 锤击内外管、压实砂（或碎石）料。
- 6 重复循环施工至桩顶。

4.9.5 施工控制

- 1 振动法施工应严格控制拔管高度、拔管速度、压管次数和时间、填砂量、电机工作电流，保证桩体连续、均匀、密实。

2 锤击法施工应根据冲击锤的能量，控制拔管高度、分段填砂量、贯入度，保证桩体质量。

3 施工中应选用适宜的桩尖结构。当选用活瓣桩靴时，砂性土地基宜采用尖锥型，黏性土地基宜采用平底型。

4 当实际灌砂（或碎石）量没有达到设计要求时，应在原位将桩打入，补充灌砂（或碎石）后复打一次，或在旁边补桩。

5 砂（或碎石）桩施工时，砂性土地基应从外围或两侧向中间进行，以挤密为主的桩宜隔排施工。软弱黏性土地基宜从中间向外围或隔排施工。

6 质量检测应在施工结束后间隔一定时间进行。饱和黏性土宜为2周，其它土为3~5d。

7 砂（或碎石）桩处理软弱土地基应检验成桩及复合地基质量，其复合地基的承载力应符合设计要求。砂（或碎石）桩处理后的可液化土地基，桩间土的加固效果应符合设计要求。

8 砂桩2m深度以下桩身密实度必须大于中密状态（ $N_{63.5} \geq 10$ ），碎石桩桩身密实度应符合设计要求。

9 砂（或碎石）桩施工允许偏差应按表4.9.5的要求控制。

表4.9.5 砂桩、碎石桩施工允许偏差

序号	项目		允许偏差
1	桩位（纵横向）		50mm
2	桩身垂直度		1.5%
3	桩长		不小于设计规定
4	桩径	振动法	-20mm
		锤击法	+100 -50 mm

4.10 粉体喷射搅拌桩

4.10.1 施工准备

- 1 测量放样、平整地表、清除障碍物。
- 2 在施工现场取样按设计要求进行室内配比试验，确定试桩配合比。
- 3 固化剂的种类和规格应符合设计要求，并有产品质量合格证。严禁使用受潮、结块和变质的固化剂。
- 4 施工前应进行成桩工艺试验，确定各项技术参数，检验成桩效果。试桩数量不得少于 2 根。
- 5 粉体喷射搅拌机械应配置灰量自动记录仪。

4.10.2 粉体喷射搅拌桩施工

- 1 钻机按设计桩位就位。
- 2 启动钻机，钻头正转，待搅拌钻头接近地面，启动自动记录仪，空压机送气，下沉钻进至设计深度，关闭送气阀门，打开送料阀门，喷送加固粉料至钻头。
- 3 继续喷粉、钻头反转搅拌提升至桩顶或停灰面，停止喷粉。
- 4 重复搅拌下沉至设计复搅深度。
- 5 反钻提升搅拌，直至桩顶。
- 6 粉体喷射搅拌桩施工流程如图 4.10.2 所示。

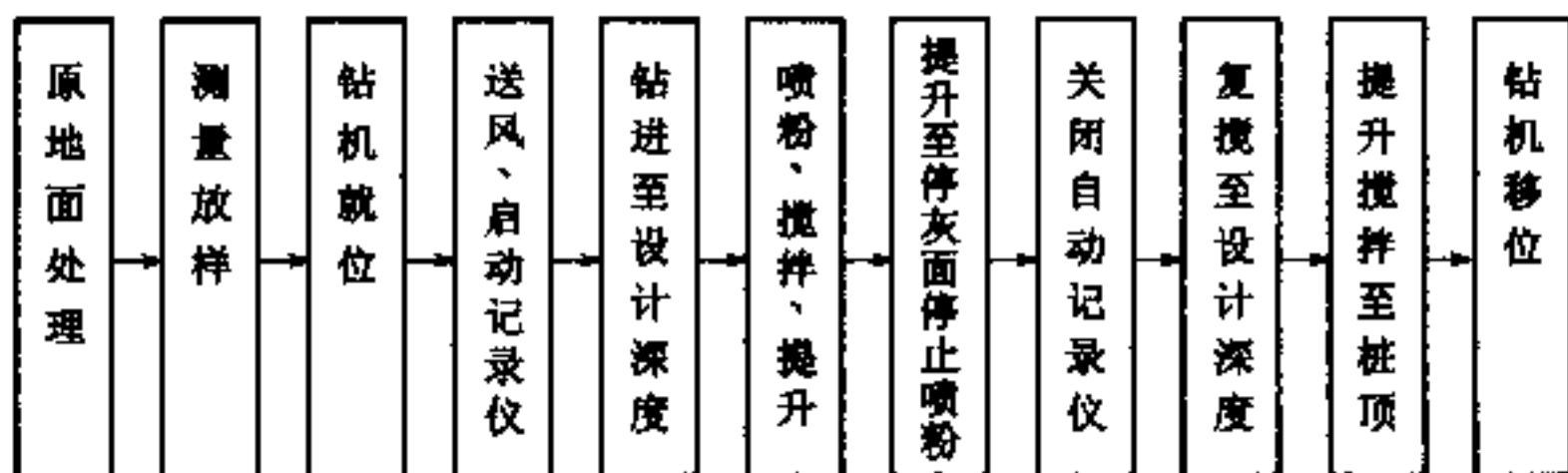


图 4.10.2 粉体喷射搅拌桩施工流程图

4.10.3 施工控制

- 1 严禁在没有喷粉的情况下进行提升钻头作业，严格控制钻进速度、提升速度、喷粉量及空气压力，确保成桩质量。

2 控制下钻深度、喷粉高程及停灰面位置。桩头应原位搅拌约 2 min。

3 当成桩过程中因故停工时，第二次喷粉必须重叠接桩，接桩长度不得小于 1 m。

4 随时检查加固料用量、柱长、复搅长度，评定成桩质量。如有不合格桩或异常情况，应及时采取补桩或其它处理措施。

5 搅拌钻头直径磨耗量不得大于 10 mm。

6 粉体喷射搅拌桩桩体无侧限抗压强度、桩长及桩身均匀性应符合设计要求。

7 粉体喷射搅拌桩桩顶标高应符合设计要求。

8 粉体喷射搅拌桩处理后的复合地基承载力应符合设计要求。

9 钻机成孔和喷粉过程中，应将废弃物回收处理，防止污染环境。

10 粉体喷射搅拌桩施工允许偏差应按表 4.10.3 的要求控制。

表 4.10.3 粉体喷射搅拌桩施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	桩位(纵横方向)	50 mm
2	桩体垂直度	1%
3	桩长	不小于设计值
4	桩体有效直径	不小于设计值
5	单桩喷粉量	不小于设计规定
6	桩体无侧限抗压强度	不小于设计值

4.11 浆体喷射搅拌桩

4.11.1 施工准备

1 测量放样、平整地表、清除障碍物。

2 在施工现场取样按设计要求进行室内配比试验，确定浆液最佳配比。

3 固化剂、外掺剂的选用应符合设计要求，并有产品质量合格证。严禁使用受潮、结块和变质的固化剂、外掺剂。

4 施工前应进行成桩工艺试验，确定各项技术参数，检验成桩效果。试桩数量不少于 2 根。

5 浆体喷射搅拌机械应配置浆量自动记录仪。

4.11.2 浆体喷射搅拌桩施工

1 钻机按设计桩位就位。

2 预搅钻进至设计深度。

3 搅拌头自桩底反转喷浆搅拌提升至桩顶或停浆面。

4 重复搅拌至设计复搅深度。

5 重复搅拌提升至桩顶。

6 浆体喷射搅拌桩施工流程如图 4.11.2 所示。

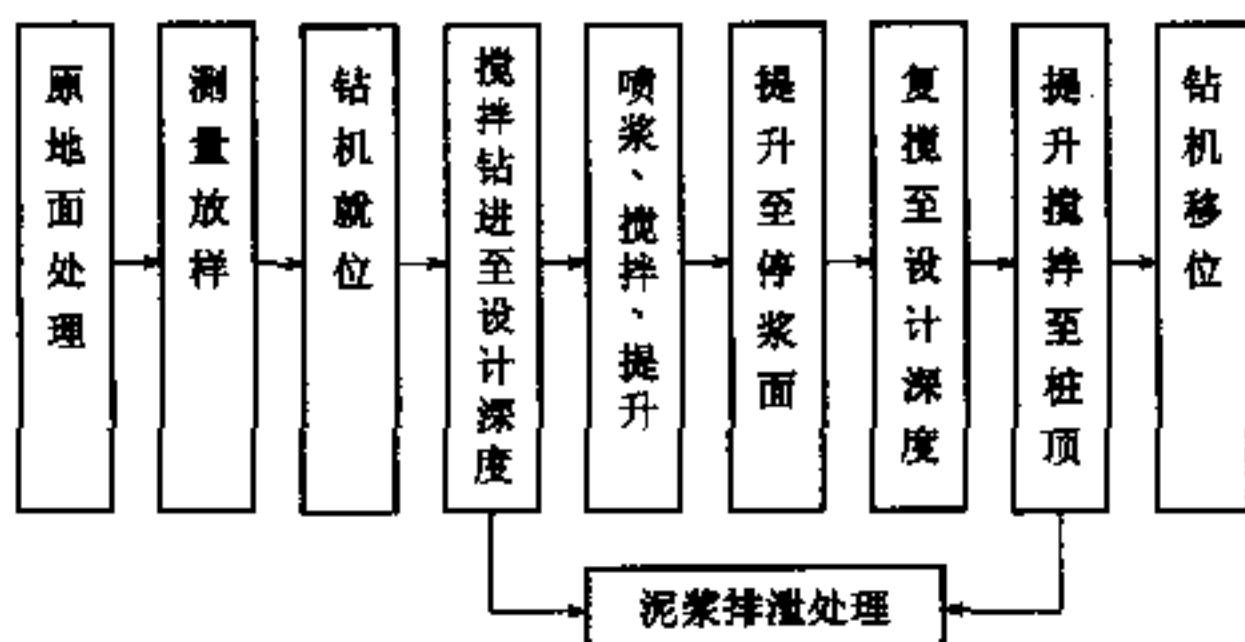


图 4.11.2 浆体喷射搅拌桩施工流程图

4.11.3 施工控制

1 严格控制搅拌机钻进和提升速度、供浆与停浆时间，确保成桩质量。

2 控制下钻深度、喷浆高程及停浆面。桩端必须原位喷浆搅拌一定时间。

3 成桩过程中，以一次喷浆二次搅拌或二次喷浆四次搅拌为宜。复搅时应避免浆液上冒。

4 成桩过程中，当因故停浆继续施工时必须重叠接桩，接桩长度不得小于0.5m。若停机超过3h，应在原桩位旁边进行补桩处理。

5 当钻进搅拌中遇有阻力较大，钻进太慢，应增加搅拌机自重，然后启动加压装置加压，或边输入浆液边搅拌钻进。

6 配制好的浆液不得离析，供浆应连续，固化剂与外掺剂的用量、泵送浆液时间必须有专人记录。

7 随时检查施工记录，评定成桩质量，如有不合格桩或异常情况，应及时采取补桩或其它处理措施。

8 浆体喷射搅拌桩桩顶标高应符合设计要求。

9 浆体喷射搅拌桩桩体无侧限抗压强度、桩长及柱身均匀性应符合设计要求。

10 浆体喷射搅拌桩处理后的复合地基承载力应符合设计要求。

11 钻机成孔和喷浆过程中，应将废弃的加固料及冒浆回收处理，防止污染环境。

12 浆体喷射搅拌桩施工允许偏差应按表4.11.3的要求控制。

表 4.11.3 浆体喷射搅拌施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	桩位(纵横向)	50mm
2	桩体垂直度	1%
3	桩长	不小于设计值
4	桩体有效直径	不小于设计值
5	单桩喷浆量	不小于设计规定
6	桩体无侧限抗压强度	不小于设计值

4.12 高压旋喷桩

4.12.1 施工准备

- 1 测量放样，平整地表，设置回浆池。
- 2 在施工现场取样按设计要求进行室内配比试验，确定浆液最佳配比。
- 3 水泥和外掺剂的种类和规格应符合设计要求，并有产品质量合格证，搅拌水泥浆用的水，应符合现行《混凝土拌合用水标准》(JGJ 63) 的有关规定。
- 4 施工前必须进行成桩工艺试验，确定各项技术参数，检验成桩效果。试桩数量不少于 2 根。

4.12.2 高压旋喷桩施工

- 1 钻机按设计桩位就位。
- 2 成孔钻进至设计深度。
- 3 沉入注浆管至孔底。
- 4 高压喷射注浆，注浆管应在前锋水泥浆流出喷头后，方可开始提升注浆管，自下而上喷射注浆。
- 5 成桩，拔管。
- 6 机械清洗。
- 7 高压旋喷桩施工流程如图 4.12.2 所示。

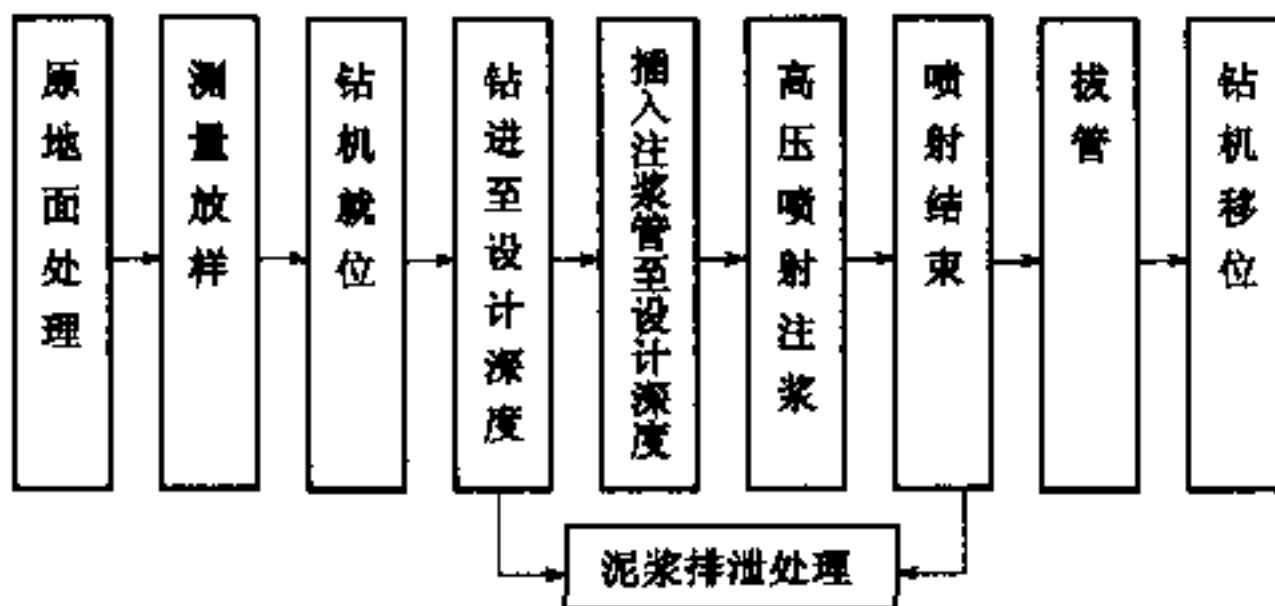


图 4.12.2 高压旋喷桩施工流程图

4.12.3 施工控制

- 1 钻机就位应平稳，立轴、转盘与孔位对正，高压设备与管路系统应符合设计及安全要求，防止管路堵塞，密封良好。
- 2 喷射注浆应注意设备开动顺序。二重管、三重管的水、气、浆供应应有序进行，衔接紧密。
- 3 对深长长桩应根据地质条件，分层选择适宜的喷射参数，保证成桩均匀一致。
- 4 在高压喷射注浆过程中，当出现压力突增或突降、大量冒浆或完全不冒浆时，应查明原因，采取相应措施。
- 5 注浆完毕应迅速拔出注浆管，桩顶凹坑应及时以水灰比为 0.6 的水泥浆补灌。
- 6 高压旋喷桩桩体无侧限抗压强度、桩长及成桩均匀性应符合设计要求。
- 7 高压旋喷桩处理后的复合地基承载力应符合设计要求。
- 8 钻机成孔和喷浆过程中，应将废弃的加固料及冒浆回收处理，防止环境污染。
- 9 高压旋喷桩施工允许偏差应按表 4.12.3 的要求控制。

表 4.12.3 高压旋喷桩施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	桩位(纵横向)	50 mm
2	桩身垂直度	1%
3	桩长	不小于设计值
4	桩体有效直径	不小于设计值
5	桩体无侧限抗压强度	不小于设计规定

4.13 灰土挤密桩

4.13.1 施工准备

- 1 复核地基土的含水率、饱和度，当地基土的含水率小

12%或大于24%、饱和度大于65%时，应及时通知设计单位予以确认。

- 2 测量放样，平整场地，清除障碍物。
- 3 桩体使用的石灰应符合设计要求，并按相关规定进行检验。
- 4 桩体使用的土应符合设计要求，且有机质含量不应大于5%。
- 5 进行配合比试验，选定符合设计要求的配合比。
- 6 按设计要求，结合现场土质、周围环境及覆盖土层厚度等选择合适的施工机具和施工方法。
- 7 施工前进行成桩试验，确定施工工艺和施工参数，试桩数量应符合设计要求且不得少于2根。

4.13.2 灰土挤密桩施工

1 处理区段地基土的含水率宜接近最佳含水率，当土的含水率低于12%时，宜对处理范围内的土层进行增湿。增湿处理应在地基处理前4~6d完成，需增湿的水通过一定数量和一定深度的渗水孔均匀地渗入处理范围的土层中。

- 2 机械按设计桩位就位。
- 3 成孔至设计深度。
- 4 孔底夯实，向孔内分层填筑拌合均匀的灰土，夯实至设计要求。
- 5 成孔和孔内回填的施工顺序，当整片处理时，宜从中间向外间隔1~2孔进行；当局部处理时，宜由外向内间隔1~2孔进行。
- 6 成桩成片后应及时填筑灰土，并碾压至设计要求。

4.13.3 施工控制

- 1 灰土挤密桩的数量、布置形式及间距应符合设计要求。
- 2 桩长、桩顶标高及直径符合设计要求。
- 3 桩体无侧限抗压强度和压缩模量应符合设计要求。

4 灰土挤密桩处理后桩间土的干密度和压缩模量应符合设计要求。

5 雨季或低温季节施工，应采取防雨或防冻措施，防止灰土和土料受雨水淋湿或冻结。

6 灰土挤密桩施工允许偏差应按表 4.13.3 的要求控制。

表 4.13.3 灰土挤密桩施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	桩位(纵横向)	50 mm
2	桩身垂直度	1.5%
3	桩体有效直径	不小于设计值

4.14 水泥粉煤灰碎石桩 (CFG)

4.14.1 施工准备

1 核查地质资料，结合设计参数，选择合适的施工机械和施工方法。

2 测量放样，平整场地，清除障碍物。

3 选用的水泥、粉煤灰、碎石及外加剂等原材料应符合设计要求，并按相关规定进行检验。

4 按设计要求进行室内配合比试验，选定合适的配合比。

5 施工前进行成桩工艺试验，确定施工工艺和参数，试桩数量应符合设计要求且不得少于 2 根。

4.14.2 CFG 桩可采用振动沉管灌注或长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工。

4.14.3 振动沉管灌注施工

1 机械按设计桩位就位。

2 振动沉管至设计深度。沉管过程中每沉 1 m 应记录电流表电流一次，并对土层变化处予以说明。

3 用搅拌机拌合水泥、粉煤灰、碎石混合料，检查其坍落

度。坍落度、拌合时间应按工艺性试验确定的参数进行控制，且拌合时间不得少于 1 min。向管内一次投放混合料，投放数量按试桩时确定的数量进行，投料后留振 5~10 s。

4 拨管速率应按试桩确定参数进行控制，拔管过程中不允许反插，如上料不足，须在拔管过程时空中加料，不允许停拔再投料，拔管至桩顶。施工桩顶标高宜高于设计标高 50 cm，浮浆厚度不超过 20 cm。

5 桩顶采用湿黏土封顶。

6 机械移位。

7 施工流程如图 4.14.3 所示。



图 4.14.3 CFG 桩振动沉管灌注施工流程图

4.14.4 长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工

1 机械按设计桩位就位。

2 钻至设计深度，停钻。

3 搅拌水泥、粉煤灰、碎石混合料，检查其坍落度。向管内泵送混合料，混合料的泵送量按试桩确定的数量进行，泵送时不得停泵待料。

4 拔管速率应按试桩确定参数进行控制，拔管速度均匀，拔管至桩顶。施工桩顶标高宜高于设计标高 50 cm。

5 机械移位。

6 施工流程如图 4.14.4 所示。

4.14.5 开挖表土，截桩。不得造成桩顶设计标高以下的桩体断裂和扰动桩间土。

4.14.6 桩垫层宜采用静压法施工。

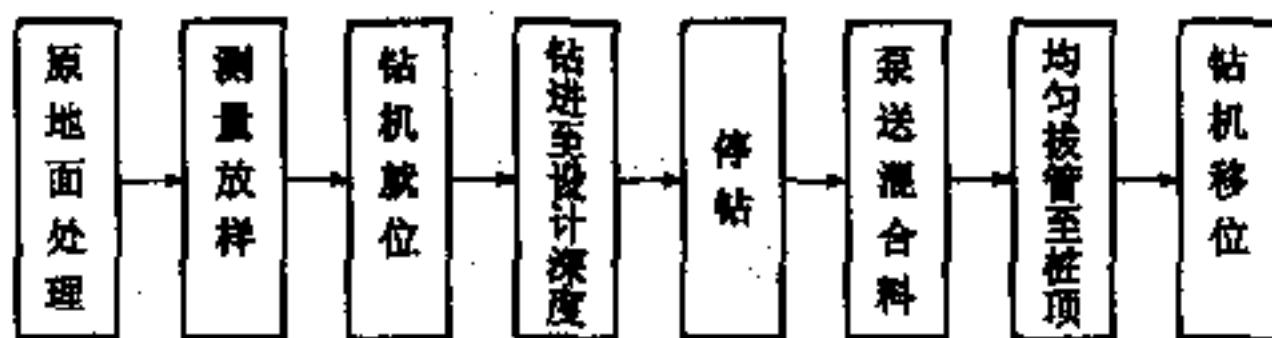


图 4.14.4 CFG 柱长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工流程图

4.14.7 施工控制

- 1 CFG 柱的数量、布置形式及间距符合设计要求。
- 2 柱长、柱顶标高及直径应符合设计要求。
- 3 装置层厚度和密实度应符合设计要求。
- 4 CFG 柱施工中，每台班均须制作检查试件，进行 28 d 强度检验。成桩 28 d 后应及时进行单桩承载力或复合地基承载力试验，其承载力、变形模量应符合设计要求。
- 5 CFG 柱施工允许偏差应按表 4.14.7 的要求控制。

表 4.14.7 CFG 柱施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	桩位（纵横向）	50 mm
2	桩身垂直度	1.0%
3	桩体有效直径	不小于设计值

4.15 打入桩

4.15.1 施工准备

- 1 测量放样，平整场地，清除障碍物。
- 2 按设计要求检验预制桩的质量。桩头损坏部分应截去，桩顶不平时应修切或修垫（钢筋混凝土桩）平整。
- 3 试桩按照现行《客运专线铁路桥涵工程施工技术指南》的有关规定进行，且不得少于 2 根。

4.15.2 打入桩施工可根据地质条件、桩型和桩体承载能力等采

用锤击桩法或振动法。打入桩施工流程如图 4.15.2 所示。

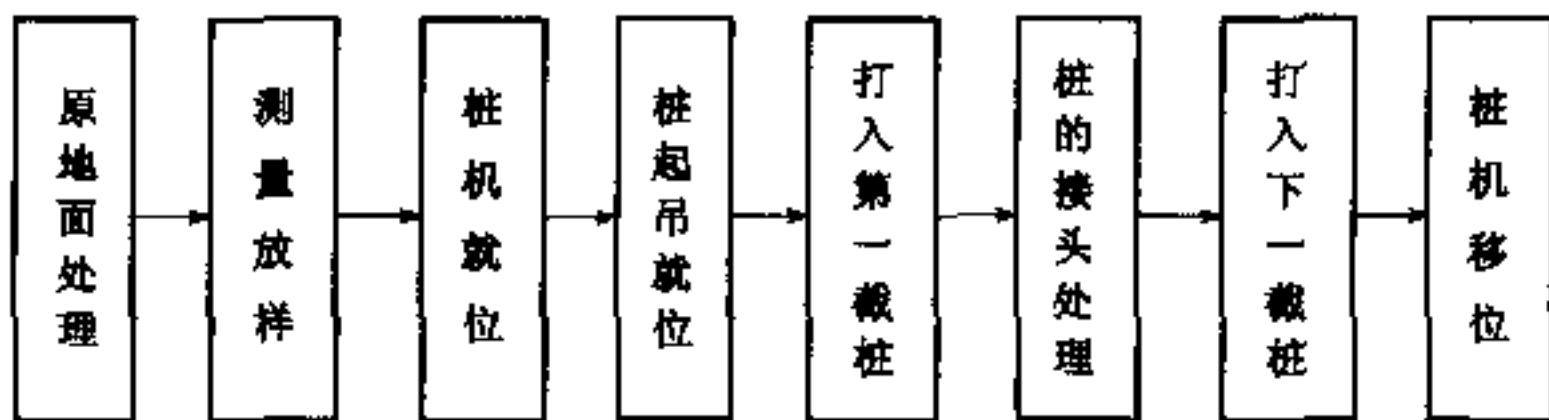


图 4.15.2 打入桩施工流程图

4.15.3 锤击桩法施工

1 打桩机按设计桩位就位。锤击沉桩应采用与桩和锤相适应的弹性衬垫，用送桩沉桩时，送桩紧接桩顶部分，应有保护桩顶的装置。桩与送桩的轴线应保持同一条直线。

2 打桩开始时应用较低落距，并在两个方向观察其垂直度；当入土达到一定深度，确认方向无误后，再按规定的落距锤击。锤击宜采用重锤低击，坠锤落距不宜大于 2 m，单打汽锤落距不宜大于 1 m；柴油锤应使锤芯冲程正常。

3 钢筋混凝土桩、预应力混凝土桩在即将进入软层前应改用较低落距锤击。

4 当落锤高度达到最大值，每击贯入度小于或等于 2 mm 时，应停锤。但深度未达到设计要求时，应查明原因，采用换锤或辅以射水等措施，成桩至设计深度。

5 机械移位。

4.15.4 振动沉桩施工

1 打桩机按设计桩位就位。

2 插桩后宜先靠桩和锤的自重使桩沉入土中，待桩身入土达到一定深度并确认稳定后再振动下沉。成桩至设计深度。

3 机械移位。

4.15.5 质量控制

1 打入桩的数量、布置形式及间距应符合设计要求。

- 2 桩长、桩顶标高及最终贯入度应符合设计要求。
- 3 打桩前、后的桩身质量应符合设计要求。振动沉桩在选锤或换锤时，应检算振动上拔力对桩身结构的影响。
- 4 打桩后，应及时进行桩的承载力试验，并符合设计要求。
- 5 打入桩施工的允许偏差应按表 4.15.5 的要求控制。

表 4.15.5 打入桩施工允许偏差

序号	项目	允许偏差	
1	桩位(纵横向)	中间桩	$d/2$ 且不大于 250 mm
		外缘桩	$d/4$
2	桩身垂直度		1%
3	斜桩倾斜度		$15\% \tan\theta$

注： d ——桩身直径； θ ——桩身倾斜角。

4.16 混凝土灌注桩

4.16.1 施工准备

- 1 测量放样，平整场地，清除障碍物。
- 2 按设计要求准备施工所需的水泥、砂、石、钢筋等原材料。
- 3 进行室内混凝土配合比设计。
- 4 试桩按照现行《客运专线铁路桥涵工程施工技术指南》的有关规定进行，且不得少于 2 根。

4.16.2 混凝土灌注桩的成孔施工可根据地质条件、桩长和桩径等采用钻机成孔或人工挖孔。

4.16.3 钻机成孔法施工

- 1 埋设坚实不漏水的护筒。
- 2 钻机按设计桩位就位。钻机可根据地质条件选择冲击钻、旋转钻或套管钻机。
- 3 钻进至设计深度。钻孔应一次成孔，不得中途停顿。
- 4 钻孔至设计高程经检查后，应立即进行清孔。清孔可采

用抽碴法、吸泥法或换浆法。

5 钢筋笼吊装入孔，并牢固定位。

6 浇筑水下混凝土。水下混凝土应连续浇筑，不得中途停顿；水下混凝土浇筑宜高出桩顶设计高程 1.0 m。

4.16.4 人工挖孔法施工

1 人工挖孔适用于无地下水或有少量地下水的土层和风化软岩层。

2 挖孔顺序可视地层性质、桩位布置及间距而定，多孔同时开挖时，宜间隔开挖。

3 挖孔时必须采取分节孔壁支护，支护应高出地面 0.3~0.5 m。

4 挖孔至设计高程后，孔底不应积水，并应进行孔底处理，做到平整，无松碴、泥污等软层。当地质情况与设计不符时应及时反馈变更。

5 将钢筋笼吊装入孔内，浇筑桩身混凝土。当自由倾落高度超过 2 m 时，混凝土必须通过溜槽或串筒，并宜采用插入式振捣器振实。

4.16.5 施工控制

1 原材料进场应按要求进行检验，并符合设计要求。

2 配合比设计及桩身强度应符合设计要求。

3 混凝土灌注桩的数量、布置形式及间距应符合设计要求。

4 桩长、桩顶标高应符合设计要求。

5 应及时进行桩的承载力试验，并符合设计要求。

6 施工允许偏差应按表 4.16.5 的要求控制。

表 4.16.5 混凝土灌注桩施工允许偏差

序号	项目	允许偏差	
		钻孔	挖孔
1	桩位(纵横向)	100 mm	50 mm
2	桩身垂直度	1.0%	0.5%

4.17 桩帽板

4.17.1 施工准备

- 1 对已施工的桩体进行检验。
- 2 按设计要求准备桩帽施工所需的模板、水泥、砂、石、钢筋等原材料。
- 3 进行室内配合比设计。

4.17.2 桩帽施工

- 1 采用小型机械或人工方式开挖基坑，并将基底压密至设计要求。
- 2 立侧模板及绑扎钢筋。
- 3 混凝土拌合、运输、浇筑及养护。并留足混凝土检查试件。
- 4 桩帽达到拆模条件后，拆除模板。桩帽四周按设计要求回填密实。

4.17.3 施工控制

- 1 原材料按进场批次、炉号等要求进行检验。
- 2 配合比设计及桩帽实体的强度应符合设计要求。
- 3 桩帽的允许偏差应按表 4.17.3 的要求控制。

表 4.17.3 桩帽施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	桩顶标高	±20 mm
2	平面尺寸	±30 mm
3	厚度	+30 -20 mm
4	中心位置	15 mm

4.18 强 夯

4.18.1 施工准备

1 依据设计高程及预先估计强夯后可能产生的平均地面变形量，确定夯前地面高程。

2 夯锤的重量应按欲加固的土层的深度、土的性质及夯锤落距选定，夯锤底面宜采用圆形，面积应符合设计要求。

3 施工前，按设计初步确定的强夯参数，在有代表性的场地上进行试夯。通过强夯前后测试数据的对比，检验强夯效果，确定各项技术参数。

4 在整平后的场地上标出第一遍夯击点的位置，并测量场地高程。

4.18.2 强夯施工

1 强夯设备就位，使夯锤对准夯点位置。

2 将夯锤起吊到预定高度，夯锤脱钩自由下落，完成一次夯击。若发现因坑底倾斜而造成夯锤歪斜时，应及时将坑底整平。

3 按试夯确定的夯击次数及控制标准，完成一个夯点的夯击。

4 完成第一遍全部夯点的夯击后，应平整夯坑，并测量场地高程。

5 在规定的间隔时间后，按上述步骤逐次完成全部夯击遍数，最后用低能量满夯将表层松土夯实或碾压达到设计要求。

4.18.3 施工控制

1 在满夯时搭接面积不小于四分之一。

2 开夯前应检查夯锤重和落距，以确保单击夯击能量符合设计要求。

3 在每遍夯击前，应对夯点放线进行复核，夯完后检查夯坑位置，发现偏差或漏夯应及时纠正。

4 强夯加固地基的承载力以及强夯处理的实际有效深度应符合设计要求。

5 强夯处理范围和夯击点布置应符合设计要求。强夯夯坑

中心偏移允许偏差不应大于 $0.1D$ (D 为夯锤直径)。强夯地基处理范围及横坡的允许偏差应按表 4.18.3 的要求控制。

表 4.18.3 强夯地基处理范围及横坡允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	处理范围	不小于设计值
2	横坡	$\pm 0.5\%$

6 强夯施工产生的噪声应符合《建筑施工场界噪声界限》(GB12532) 的有关规定。

4.19 土工合成材料垫层

4.19.1 施工准备

1 土工合成材料规格及性能应符合设计要求，运至工地后应分批整齐堆放在料棚(库)内，防止日晒雨淋，并保持料棚通风干燥。

2 土工合成材料进场时，应逐批检查出厂检验单、产品合格证及材料性能报告单。其主要物理力学性能指标应抽样检验。

4.19.2 土工合成材料的铺设

1 铺设土工合成材料的下承层表面应整平、压实，并清除表面坚硬凸出物。

2 铺设土工合成材料时，应将强度高的方向置于路堤主要受力方向，当设计有特殊要求时按设计铺设。

3 土工合成材料的连接应牢固，受力方向连接强度不低于设计抗拉强度。

4 土工合成材料铺设时，必须拉紧展平插钉固定，并应与路基面密贴不得有褶皱扭曲。

5 铺设多层土工合成材料时，其上、下层接缝应交替错开，错开距离不宜小于 0.5m 。

4.19.3 土工合成材料不得直接铺设在碎石等坚硬的下承层上。

应在土工合成材料和碎石之间铺设 5 cm 厚的中、粗砂保护层。

4.19.4 土工合成材料铺好后应按设计要求铺回折段，并及时用砂覆盖。

4.19.5 严禁碾压及运输等设备直接在土工合成材料上碾压或行走作业。

4.19.6 施工控制

1 土工合成材料的铺设范围、层数及位置应符合设计要求。

2 铺设的土工合成材料属于隐蔽工程，应按隐蔽工程做好检查记录。

3 土工合成材料的铺设允许偏差应按表 4.19.6 的要求控制。

表 4.19.6 土工合成材料铺设允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	铺设范围	不小于设计值
2	搭接宽度	+50 0 mm
3	上下层搭接缝错开距离	±50 mm
4	层间距	±30 mm
5	回折长度	±50 mm

4.20 洞穴处理

4.20.1 施工准备

1 施工前应根据设计勘探资料，对施工地段进行地质核查。洞穴处理后，应由勘察设计、监理单位对处理范围、效果予以确认。

2 路基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 洞穴处理所用材料应符合设计要求，进场时应进行现场

验收。

4.20.2 洞穴处理一般方法

1 清除浅溶洞中淤泥及其他松软沉积物。先铲除溶洞表面溶蚀部分，将洞壁倾斜部分做成台阶。

2 填片石及水泥土组成的混合物，回填密实。

3 压浆加固处理，应符合下列要求：

1) 按设计要求或由现场试验确定的配合比配置水泥砂浆。

2) 加固地基前，通过试验确定注浆孔深度、孔距及注浆压力等有关技术参数。

3) 按设计要求布置钻孔，宜为梅花型布置，地质钻成孔。

4) 应按设计要求预留一定数量的检查孔，并按设计要求进行质量控制和检测。

5) 利用注浆孔进一步探明地质情况，当岩溶的范围和深度与设计不符时，应及时反馈给有关单位。

4 应按设计要求做好排水沟，严禁堵塞泉水出逸点，防止地下水沿路基出逸，浸湿路基。

4.20.3 路基面上的溶洞，应采用片石混凝土或钢筋混凝土封闭，封闭厚度不小于 0.5 m，顶部与路基面齐平，搭盖洞口 0.1 m 以上。

4.20.4 边坡及坡顶上的溶洞，应清除其充填物，按设计要求封闭；对于泉水发育部位，应预留泄水孔。

4.20.5 基穴、地窖、枯井等人工洞穴，应按设计要求进行处理，并符合下列要求：

1 揭露其表盖层，清除洞内沉积物。

2 采用水泥土或石灰土回填夯实；对于石质洞穴，采用片石混凝土回填。并视具体情况可采取压浆处理等措施。

4.20.6 黄土陷穴施工

1 按设计做好防排水措施，避免地表水流人。

2 采取灰土回填施工，应将洞穴开挖，分层回填、夯实至

设计要求。

3 采取灌（压）浆施工，应符合本技术指南第 4.20.2 条的有关要求。

5 路 堤

5.1 一 般 规 定

- 5.1.1 填料分组应符合本技术指南附录 A 的要求。
- 5.1.2 路堤各部分及护道均应分层填筑，并碾压至规定的压实标准。不同填料的压实厚度与碾压工艺应通过试验段工艺试验确定。路堤填筑土工试验及测试记录格式应符合本技术指南附录 B 的要求。
- 5.1.3 施工允许含水率控制范围应根据填料的性质、要求的压实标准和机械的压实能力综合确定。压实含水率应由重型击实试验的最佳含水率和碾压工艺试验段施工允许含水率范围综合确定。当含水率过高时，应采取疏干、松土、晾晒或其它措施；当含水率过低时，应加水润湿，加水量 m_w (kg) 可按下式估算：

$$m_w = \frac{m_s}{1+w} \times (w_{opt} - w) \quad (5.1.3)$$

式中 m_s ——所取填料的湿重 (kg)；
 w ， w_{opt} ——填料的天然含水率、最佳含水率。

5.1.4 路堤施工应及时做好防排水：

- 1 施工前应结合永久排水设施做好地表排水设施，排水沟应随挖随砌，铺砌必须及时完成。
- 2 基底、坡脚、填层面应及时做好排水处理，不得积水。
- 3 傍山修筑路堤时，应防止水渗入路堤结构各部。
- 4 在多雨地区或雨季施工时，应防止地表水流人取土场内；并应将取土场内局部积水随时排除。

5.1.5 填筑路堤应符合下列条件：

1 施工前，应对地基进行复查、核对，发现地基范围内有局部松软、坑穴、泉眼等，应慎重处理，不得随意填塞。

2 使用不同填料填筑时，各种填料不得混杂填筑，每水平层的全宽应采用同一种填料。渗水土壤在非渗水土上时，非渗水土上层面应设向两侧 4% 的横向排水坡。

3 相邻填层使用不同种类或颗粒条件的填料时，其粒径应符合 $D_{15}/d_{50} \leq 4$ （两层渗水土间）或 $D_{35} \leq 0.5$ mm（非渗水土与渗水土间）的要求。否则，两层之间应铺设隔离作用的土工合成材料。

5.1.6 改良土施工拌和方法应根据设计要求确定，并严格控制填料含水率和掺合料的配合比。场拌时，土料和各种掺合料应分堆存放；路拌时，应先摊铺土料、再均匀撒布掺合料，充分拌合均匀后，方可进行碾压。改良土施工设备和工艺应体现先进的原则，满足拌和施工质量要求和环境保护要求。

5.1.7 路堤填筑应进行工后沉降观测。路堤工后沉降量及不均匀沉降应符合设计要求。

5.1.8 软土、松软土地基上的路堤施工

1 软土、松软土路基施工组织设计，应充分考虑必需的预压期。

2 施工现场应按有关规定要求，做好取土、弃土、堆料及运土道路的平面布置，安排好作业程序及机械运行路线，施工中不得随意更改。

3 反压护道应与路基同步填筑，其填料、填筑压实方法、压实标准应符合一般地基路堤相应部位的规定。护道顶面应平顺并有向路基两侧的排水坡，边坡应顺直无凹陷。

4 软土、松软土地基上填筑路堤应符合本技术指南第 5.10 节规定进行沉降及位移观测，严格控制填筑速率。对观测设备应采取有效的保护措施。

5.1.9 膨胀土地基上的路堤施工

1 基底换填应与开挖紧密衔接。如有困难应预留厚度不小于 50 cm 的保护层。

2 换填厚度应根据开挖后地基检测结果确定，且应符合设计要求。

5.1.10 盐渍土地基上的路堤施工

1 地基和护道范围内应铲除表层盐土，并做成自路基中线向两侧 2% 的横向坡面、碾压密实。

2 路堤底部应按设计要求铺设毛细水隔断层及其垫层或反滤层，施工应符合本技术指南第 4.4 节和第 4.19 节的有关规定并符合设计要求。

5.1.11 黄土地基上的路堤施工

1 对强湿陷性、高压缩性、承载力不足和有陷穴的地基，应按设计要求处理后才可填筑路堤。

2 填筑路堤前应将松散的地基表层洒水压实至规定密度，路堤两侧排水沟以内的坑洼和松散地面均应整平碾压密实，不得积水。

3 施工中路基范围黄土地基上不得浸水。

5.1.12 液化土地基上的路堤施工

1 地基处理前应结合设计文件对液化土地基及处理范围进行核查。

2 液化土路基施工前应按设计要求进行试验段工艺试验。

3 地基处理的施工方法按设计要求进行，并应符合本技术指南第 4 章的有关规定。

5.1.13 浸水路堤施工

1 浸水路堤应选择在枯水季节施工，地基处理及护道施工应在汛期前完成。

2 水下地基处理应符合设计要求。

3 浸水路堤的填料种类及使用条件应符合设计要求。

4 浸水路堤填筑应降低水位，有条件时宜采用围堰疏干。

5 基底回填及水位下路堤施工应分层填筑碾压，每层松铺厚度不应大于30cm，填料的含水率严格控制在最优含水率的上限范围内。水下路堤（含护道）超出设计水位线0.5m后按一般路基施工。

6 浸水路堤填筑的压实质量应符合设计要求，基床以下路基浸水与不浸水部分分界高程的施工允许偏差为 $+100\text{ mm}$ 。 0

5.2 填 料

5.2.1 基床以下路堤填料

1 基床以下路堤应选用A、B组填料和C组碎石类、砾石类填料。

2 当选用C组细粒土填料时，应根据填料性质进行改良。

3 当选用硬质岩石及不易风化的软质岩的碎石时，应级配较好，块石类填料的粒径不得大于15cm。

5.2.2 基床底层填料

1 基床底层应选用A、B组填料或改良土。

2 块石类作为基床底层填料时，应级配良好，其粒径不应大于10cm。

5.2.3 基床表层填料

1 基床表层填料应采用级配碎石、级配砂砾石和沥青混凝土。

2 采用级配碎石时，碎石粒径、级配及材料性能应符合铁道部现行《客运专线基床表层级配碎石暂行技术条件》的有关规定。

3 采用级配砂砾石时，应符合下列要求：

1) 颗粒的粒径、级配应符合表5.2.3规定。

2) 级配曲线应接近圆顺，某种尺寸的颗粒不应过多或过少。

- 3) 颗粒中细长及扁平颗粒含量不应大于 20%；黏土团及有机物含量不应超过 2%。
- 4) 粒径小于 0.5 mm 细集料的液限应小于 25%，其塑性指数应小于 6。

表 5.2.3 砂砾石级配范围

级配 编号	通过筛孔 (mm) 重量百分率 (%)									
	60	50	40	30	20	10	5	2	0.5	0.075
1	97~100	95~100	90~99	84~90	76~94	65~85	54~77	40~67	23~51	3~23
2	—	100	90~100	80~93	65~85	45~70	30~55	15~35	10~20	4~10
3	—	—	100	90~100	75~95	50~70	30~55	15~30	10~20	4~10
4	—	—	—	100	85~100	60~80	30~50	15~30	10~20	4~10

4 基床表层填料材质、级配必须经室内及现场填筑试验，压实标准满足设计要求后，方可正式填筑。

5.2.4 基床表层沥青混凝土混合料

1 沥青混凝土用矿料质量、级配、粉尘含量、软弱颗粒含量等应符合设计要求。

2 沥青混凝土用沥青质量符合设计要求。

3 沥青混凝土的沥青含量、马歇尔稳定度、级配等应符合设计要求。

4 沥青混凝土及原材料的试验方法应符合客运专线铁路的有关规定。

5.2.5 过渡段填料

1 基床表层填料应符合本章第 5.2.3 条的规定。

2 基床表层以下级配碎石级配应符合表 5.2.5 的要求，其颗粒中针状、片状碎石含量不应大于 20%，质软、易破碎的碎石含量不应超过 10%，黏土团及有机物含量不应超过 2%。

3 过渡段内与级配碎石连接段采用 A、B 组填料。

表 5.2.5 碎石级配范围

级配 编号	通过筛孔质量百分率 (%)									
	50	40	30	25	20	10	5	2.5	0.5	0.075
1	100	95~100	—	—	60~90	—	30~65	20~50	10~30	2~10
2	—	100	95~100	—	60~90	—	30~65	20~50	10~30	2~10
3	—	—	100	95~100	—	50~80	30~65	20~50	10~30	2~10

5.2.6 施工控制

- 施工前应对设计取土场的填料进行核对确认。
- 施工中应核对进场填料，当实际使用填料不符合规定和要求时，应及时予以纠正。
- 采用改良土时，应按设计文件，控制填料含水率和掺合料的配合比，通过试验段填筑，检查配合比是否能符合填筑要求。
- 沥青混凝土配合比应符合设计要求。

5.3 基床以下路堤

5.3.1 路堤填筑前准备

1 施工前，应做好土石方的调配方案。取土场应根据设计要求和施工地段总的土石方调配计划，并结合路基排水和当地土地利用、环保规划进行布置，不得任意挖取。

2 施工前应进行现场填筑压实工艺试验，确定不同压实机械、不同填料施工含水率的控制范围、适宜的松铺厚度和相应的碾压遍数、最佳的机械配套和施工组织。压实机械宜选用重型振动压路机。

3 试验段位置应选择在地质条件、断面形式均具有代表性的地段，长度不宜小于 100 m。

5.3.2 路堤填筑

1 基床以下路堤填筑应按“三阶段、四区段、八流程”的

施工工艺组织施工，每个区段的长度应根据使用机械的能力、数量确定，一般宜在 200 m 以上或以构造物为界。各区段或流程内严禁几种作业交叉进行。

2 路堤应沿横断面全宽、纵向分层填筑。当原地面高低不平时，应先从最低处分层填筑，两边向中部填筑。路基边坡两侧超填宽度不宜小于 50 cm，竣工时应刷坡整平。

3 分层填筑厚度应根据压实机械压实能力、填料种类和要求的压实密度，通过现场工艺试验确定。采用碎石类土壤筑时，分层的最大压实厚度不应大于 40 cm；采用砂类土和改良细粒土填筑时，分层的最大压实厚度不应大于 30 cm。分层填筑的最小分层厚度不宜小于 10 cm。

4 不同性质的填料应分别填筑，不得混填。每一水平层的全宽应用同一种填料填筑，每种填料层累计总厚不宜小于 50 cm。当上下相邻填层使用不同种类及颗粒条件的填料时，其粒径应符合本章第 5.1.5 条的规定。

5 填料摊铺应使用推土机进行初平，再用平地机进行平整，填层面应无显著的局部凹凸，并应做成向两侧横向排水坡。

6 用改良细粒土或含细粒成分较多的粗粒土壤料填筑路堤时，必须严格控制其填料的含水率在工艺试验确定的施工允许含水率范围内。填料含水率较低时，应及时采用洒水措施，加水量可按本技术指南中式 5.1.3 计算，洒水可采用取土场内提前洒水闷湿和路堤内搅拌的方法。填料含水率过大时，宜采用场内开挖沟槽降低水位和用推土机松土器翻松晾晒相结合的方法，或将填料运至路堤摊铺晾晒。

7 压实顺序应按先两侧后中间，先静压后弱振、再强振的操作程序进行碾压。各种压路机的最大碾压行驶速度不宜超过 4 km/h。各区段交接处，应互相重叠压实，纵向搭接长度不应小于 2 m，沿线路纵向行与行之间压实重叠不应小于 40 cm，上下两层填筑接头应错开不小于 3.0 m。

5.3.3 路堤填筑施工控制

1 施工中应检查核对填料的试验和实际使用情况，当实际使用填料发生变化时，应另取样做土工试验进行鉴定。

2 在每一层的填筑过程中，应确认填料质量、含水率、铺土厚度、填料表面平整度符合设计及本章第5.3.2条规定后，再进行碾压。

3 填筑高度小于基床厚度的路堤基底处理应符合本技术指南第4.2节的有关规定，处理后的质量检验应根据所处路堤部位的要求进行。

4 基床以下路堤填筑压实质量按表5.3.3—1的要求控制。其中改良细粒土采用 K_{30} 和 K 两项指标，砂类土、细砾土、碎石类及粗砾土采用 K_{30} 和 n 两项指标。

表5.3.3—1 基床以下路堤填筑压实质量标准

填料	压实标准	改良细粒土	砂类土及细砾土	碎石类及粗砾土
A、B组及C组 (不含细粒土、 粉砂及易风化 软质岩) 填料 及改良土	地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥ 90	≥ 110	≥ 130
	压实系数 K	≥ 0.90	—	—
	孔隙率 n	—	$< 31\%$	$< 31\%$

注：当改良土采用物理改良方法时，其压实标准应符合本表规定；当采用化学改良方法时，其压实标准除符合本表规定外，还应符合设计提出的技术要求。

5 基床以下路堤顶面外形尺寸允许偏差按表5.3.3—2的要求控制。

表5.3.3—2 基床以下路堤顶面外形尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	中线至边缘距离	$\pm 50\text{ mm}$
2	宽度	不小于设计值
3	横坡	$\pm 0.5\%$
4	平整度	不大于 15 mm

5.4 基床底层

5.4.1 基床底层填筑前应根据所选的机械及计划使用的填料种类进行现场填筑压实工艺试验。试验段的长度不宜小于 100 m。

5.4.2 基床底层填筑应符合本章第 5.3.2 条规定及下列要求：

1 采用碎石类和砾石类填筑时，分层的最大压实厚度不应大于 35 cm。

2 采用砂类土和改良细粒土填筑时，分层的最大压实厚度不应大于 30 cm。

3 分层填筑的最小压实厚度不宜小于 10 cm。

5.4.3 基床底层填筑施工控制

1 检查核对填料的试验和实际使用情况，当实际使用填料发生变化时，应另取样进行土工试验鉴定。

2 在每一层的填筑过程中，应确认填料质量、含水率、铺土厚度、填料表面平整度符合设计及本章第 5.4.2 条要求后，再进行碾压。

3 已填筑好的底层应控制车辆通行。

4 基床底层压实质量按表 5.4.3—1 的要求，采用地基系数 K_{30} 、动态变形模量 E_{vd} 、压实系数 K （或孔隙率 n ）三项指标控制。

表 5.4.3—1 基床底层压实质量标准

填 料	压 实 标 准	改 良 细 粒 土	砂 类 土 及 细 砾 土	碎 石 类 及 粗 砾 土
A、B 组填 料及改良 土	地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥110	≥130	≥150
	动 态 变 形 模 量 E_{vd} (MPa)	≥40	≥40	≥40
	压 實 系 数 K	≥0.95	—	—
	孔 隙 率 n	—	<28%	<28%

注：当改良土采用物理改良方法时，其压实标准应符合本表规定；当采用化学改良方法时，其压实标准除符合本表规定外，还应符合设计提出的技术要求。

5 基床底层外形尺寸允许偏差按表 5.4.3—2 的要求控制。

表 5.4.3—2 基床底层外形尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	中线至边缘距离	+50 0 mm
2	宽度	不小于设计值
3	横坡	±0.5%
4	平整度	不大于 15 mm
5	厚度	±30 mm

5.5 基床表层级配碎石或级配砂砾石

5.5.1 基床表层级配碎石或级配砂砾石填筑前准备

- 1 施工前应做好级配碎石或级配砂砾石的备料工作。
- 2 拌合场内不同粒径的碎石、卵石或砂砾等集料应分别堆放。
- 3 级配碎石或级配砂砾石必须采用场拌。
- 4 在大面积填筑前，应根据初选的摊铺、碾压机械及试生产出的填料，进行现场填筑压实工艺试验，确定填料级配、施工含水率、松铺厚度和碾压遍数、机械配套方案、施工组织。试验段长度不宜小于 100 m。
- 5 基床表层填筑前应检查基床底层几何尺寸，核对压实标准，不符合标准的基床底层应进行修整，达到基床底层验收标准。

5.5.2 基床表层级配碎石或级配砂砾石填筑施工

- 1 基床表层的填筑宜按验收基床底层、搅拌运输、摊铺碾压、检测修整“四区段”和拌合、运输、摊铺、碾压、检测试验、修整养护“六流程”的施工工艺组织施工。摊铺碾压区段的长度应根据使用机械的能力、数量确定。区段的长度一般宜在

100 m 以上。各区段或流程只能进行该区段和流程的作业，严禁几种作业交叉进行。

2 基床表层级配碎石或级配砂砾石应分层填筑，每层的最大填筑压实厚度不得大于 30 cm，最小填筑压实厚度不得小 15 cm。

3 级配碎石或级配砂砾石的摊铺可采用摊铺机或平地机进行，顶层应用摊铺机摊铺。每层的摊铺厚度应按工艺试验确定的参数严格控制。用平地机摊铺时，必须在路基上采用方格网控制填料量，方格网纵向桩距不宜大于 10 m，横向应分别在路基两侧及路基中心设方格网桩。用摊铺机摊铺时，应根据摊铺机的摊铺能力配置运输车，减少停机待料时间。

4 在摊铺机或平地机摊铺后应由人工及时消除粗细集料离析现象。

5 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，应在其表面喷洒适量水分，再进行碾压。用平地机摊铺的地段，应用轮胎压路机快速碾压一遍，暴露的潜在不平整再用平地机整平和整形。

6 碾压时，应采用先静压、后弱振、再强振的方式，最后静压收光。直线地段，应由两侧路肩开始向路中心碾压；曲线地段，应由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。沿线路纵向行与行之间重叠压实不应小于 40 cm，各区段交接处，纵向搭接压实长度不应小于 2 m，上下两层填筑接头应错开不小于 3.0 m。

7 横向接缝处填料应翻挖并与新铺的填料混合均匀后再进行碾压，并注意调整其含水率，纵向应避免工作缝。

8 碾压后的基床表层质量应符合设计要求，局部表面不平整应补平并补压。

9 已完成的基床表层应采取措施控制车辆通行，并做好基床表面的保护工作，防止表层扰动破坏。严禁在已完成的或正在碾压的路段上调头或急刹车。

5.5.3 基床表层级配碎石或级配砂砾石填筑施工控制

1 级配碎石或级配砂砾石混合料的质量应符合本章第5.2.3条的要求。

2 填料复查试验应在级配碎石厂和摊铺现场取具有代表性的样品进行试验。

3 基床表层填筑压实标准按表5.5.3—1的要求，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。

表5.5.3—1 基床表层填筑压实标准

填 料	压 实 标 准		
	地基系数 K_{30} (MPa/m)	动态变形模量 E_{vd} (MPa)	孔隙率 n
级配砂砾石或级配碎石	≥190	≥55	<18%

4 基床表层外形尺寸允许偏差按表5.5.3—2的要求控制。

表5.5.3—2 基床表层外形尺寸允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	中线高程	±10 mm
2	路肩高程	±10 mm
3	中线至路肩边缘	+20 0 mm
4	宽 度	不小于设计值
5	横 坡	±0.5%
6	平 整 度	不大于10 mm
7	厚 度	-20 mm

5.6 基床表层沥青混凝土

5.6.1 基床表层沥青混凝土摊铺施工准备

1 施工前应做好沥青混凝土用原材料的备料工作，原材料各项指标应符合规范和设计的要求。

2 拌合场内不同规格的矿物料应分别堆放，细集料堆放应

有防止雨淋措施。

3 沥青混凝土必须采用厂内集中搅拌。

4 在大面积填筑前，应根据初选的摊铺、碾压机械及试生产出的沥青混凝土，进行现场摊铺压实工艺试验，确定生产配合比、松铺厚度、碾压工艺、机械配套方案、施工组织。试验段长度不宜小于 100 m。

5 基床表层沥青混凝土摊铺前应检查基床表层级配碎石或级配砂砾石层几何尺寸，核对压实标准，不符合标准的应进行修整，达到验收标准。

6 基床表层沥青混凝土施工必须有施工组织设计，保证合理的施工工期。不得在气温低于 10 ℃、雨天、路面潮湿的情况下施工。

7 热拌沥青混凝土的施工温度宜按试验确定，无条件的应按沥青标号、气候条件参照表 5.6.1 确定。

表 5.6.1 热拌沥青混凝土的施工温度（℃）

施工工序	石油沥青的标号			
	50 号	70 号	90 号	110 号
沥青加热温度	160~170	155~165	150~160	145~155
矿料加热温度	间歇式拌合机	集料加热温度比沥青温度高 10~30		
	连续式拌合机	矿料加热温度比沥青温度高 5~10		
沥青混凝土出料温度	150~170	145~165	140~160	135~155
沥青混凝土储料仓储存温度	储料过程中温度降低不超过 10			
沥青混凝土废弃温度	200	195	190	185
运到现场的温度不低于	150	145	140	135
沥青混凝土摊铺温度 不低于	正常施工	140	135	130
	低温施工	160	150	140
开始碾压的沥青混凝土内部温度不低于	正常施工	135	130	125
	低温施工	150	145	135

续表 5.6.1

施工工序	石油沥青的标号			
	50号	70号	90号	110号
碾压终了的表面温度不低于	钢筒式压路机	80	70	65
	轮胎式压路机	85	80	75
	振动式压路机	75	70	60
可通车的表面温度不高于	50	50	50	45

5.6.2 基床表层沥青混凝土配合比设计

- 1 沥青混凝土的矿料级配应符合设计要求。
- 2 本技术指南采用马歇尔试验配合比设计方法。沥青混凝土的马歇尔稳定度、流值、孔隙率、沥青饱和度等指标应符合设计要求，并具有良好的高温稳定性、水稳定性、低温抗裂性能、防渗水性能等，其技术指标应符合设计要求。

3 沥青混凝土配合比设计通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，确定矿料级配、最佳沥青用量。

5.6.3 基床表层沥青混凝土拌制

- 1 沥青混凝土必须在拌合厂采用拌合机械拌制。
 - 1) 拌合厂的设置必须符合国家有关环境保护、消防、安全等规定。
 - 2) 考虑交通堵塞等因素，尽可能缩短拌合厂与工地的运输距离，确保混合料温度下降不超过要求，且不致因颠簸造成混合料离析，特别是温度离析。
 - 3) 各种集料必须分隔储存，细集料场地应设防雨顶棚，料场和场区道路应硬化，严禁泥土等污染集料。拌合厂应做好完整的排水设施。
- 2 沥青混凝土可采用间歇式或连续式拌合机，且必须配置计算机控制系统。连续式拌合机使用的集料必须稳定不变，从多

处进料、料源或质量不稳定时，不得采用连续式拌合机。拌合机的拌合能力应满足施工进度要求。拌合设备的各种传感器必须先鉴定合格后方可使用，鉴定周期不得超过一年。

3 沥青混凝土的生产温度宜符合表 5.6.1 中的有关规定。烘干集料的残余含水量不得大于 1%，每天开始几盘集料应提高加热温度，并干拌几锅集料废弃，再正式加沥青拌合混合料。

4 沥青混凝土出厂时应逐车检验其重量和温度，记录出厂时间，签发运料单。

5.6.4 基床表层沥青混凝土运输

1 沥青混凝土宜采用较大吨位的运输车辆运输，不得在级配碎石或级配砂砾石路面上急刹车、急掉头，应匀速行驶，避免对级配碎石或级配砂砾石层造成损伤。

2 运输车辆每次使用前后必须清扫干净，车厢板上涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘结剂，但不得有余液积聚在车厢底部。从拌合机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，减少混合料离析。运料车运输混合料应覆盖保温、防雨、防污染。

3 在运输过程中如发现有沥青结合料沿车厢板滴落时，应采取措施予以避免。

4 运料车每次卸料必须倒尽。

5.6.5 基床表层沥青混凝土摊铺

1 沥青混凝土宜采用沥青摊铺机摊铺，摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。

2 基床表层沥青混凝土层分两幅摊铺，采用热搭接方法，两幅之间应有 30~60 mm 左右宽度的搭接。

3 摊铺机开工作业前应提前 30~60 min 预热熨平板至不低于 100 ℃。铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。熨平板加宽连接应仔细调节至摊铺的混合料没有明显的离析痕迹。

4 摊鋪機必須緩慢、均勻、連續不斷地攤鋪，不得隨意變速或中途停頓和頻繁收起擋料板，以提高平整度，減少混合料的離析。攤鋪速度宜控制在2~6m/min。當發現混合料出現明顯的離析、波浪、裂縫、拖痕時，應分析原因，予以消除。

5 攪拌機應採用自動找平方式，可採用鋼絲繩引導、平衡梁或雪橇式等攤鋪厚度控制方式。

6 沥青混凝土的松鋪系數應按工藝試驗確定。

7 在局部機械作業不能到位部分可採用人工攤鋪。人工攤鋪混合料應符合下列要求：

- 1) 沥青混凝土宜卸在鐵板上，攤鋪時應扣鐵布料，不得揚撒拋甩。鐵錨等工具宜塗防粘劑或加熱使用。
- 2) 邊攤鋪邊用刮板整平，刮平時應輕重一致，控制次數，嚴防集料離析。
- 3) 攪拌不得中間停頓，並加快碾壓。如不能及時碾壓時，應停止攤鋪，並對卸下的沥青混凝土覆蓋保溫。
- 4) 低溫施工時，每次卸下的混合料應及時覆蓋保溫。

5.6.6 基床表層沥青混凝土碾壓

1 沥青混凝土的压实層最大厚度不宜大於10cm，當採用大功率的壓路機且經驗證能達到压实度時允許適當增大。

2 應配備足夠數量的壓路機，選擇合理的壓路機組合方式及初壓、復壓、終壓的碾壓步驟，以達到最佳的碾壓效果。低溫、風大、薄層碾壓時壓路機數量應適當增加。

3 壓路機應以慢而均勻的速度碾壓，壓路機碾壓速度應符合表5.6.6中的要求，壓路機的碾壓線路、方向不應突然改變，導致混合料推移。

4 壓路機的碾壓溫度應符合表5.6.1中的有關要求。在不產生嚴重推移和裂縫的前提下，碾壓在尽可能高的溫度下進行，不得在低溫狀況下作反復碾壓。

5 壓路機不得在未碾壓成型的路段轉向、掉頭、加水或停

留。初压紧跟摊铺机进行，并保持较短的间隔区段。复压紧跟初压后进行，不得随意停顿，碾压长度宜控制在 60~80 m 内。终压紧跟复压后进行，且不少于 2 遍，至无明显轮迹为止。

6 在当天成型的沥青混凝土路面上不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物。

表 5.6.6 沥青混凝土碾压速度 (km/h)

压路机类型	初 压		复 压		终 压	
	适 宜	最 大	适 宜	最 大	适 宜	最 大
钢筒式压路机	2~3	4	3~5	6	3~6	6
轮胎式压路机	2~3	4	3~5	6	4~6	8
振动式压路机	2~3 静压或振动	4 静压或振动	3~5 振 动	5 振 动	3~6 静 压	6 静 压

5.6.7 基床表层沥青混凝土接缝

1 沥青混凝土接缝必须紧密、平顺，不得产生明显的接缝离析。上下层纵缝应错开 15 cm（热接缝）或 30~40 cm（冷接缝）。相邻两幅及上下层的横向接缝应错开 1 m 以上。

2 横向接缝可采用斜接缝、阶梯形接缝或平接缝形式。

5.6.8 基床表层沥青混凝土厚度不应小于设计值。

5.7 改良土填筑

5.7.1 改良土施工的一般要求

1 填筑前应按设计提供的配比进行室内试验，确定施工配合比。物理改良土的施工配合比应保证混合料的压实质量达到设计要求，化学改良土的配合比应保证混合料的无侧限抗压强度能达到设计要求。

2 原材料应符合设计要求，设计未明确时应符合以下要求：

1) 石灰应选用钙质生石灰或消解石灰，其指标应达到合格标准。

- 2) 摊入水泥时，其初凝时间应大于 3 h，终凝时间宜大于 6 h。
- 3) 用石灰改良时，土中硫酸盐含量应小于 0.8%，有机质含量应小于 10%；用水泥改良时，土中硫酸盐含量应小于 0.25%。
- 4) 当摻加其它化学类固化剂改良时应符合设计要求。

3 堆放材料的场地应整平、压实，改良剂应采取防风、防潮、防雨措施分类堆放。

4 在设计规定范围内取土，取土时应清除树木、草皮以及表面腐殖土。当土源发生变化时必须按要求重做配比试验。

5 施工用水水质应符合工程用水标准。

6 化学改良土应保持良好的养生，养生时间不少于 7 d。当改良土分层施工时，下层碾压合格后，可以立即填筑另一层改良土，不需专门的养生期。

7 改良土施工应做好场地的临时排水和防雨措施，严禁雨天作业，避免低温施工、人为停工。确需停工时，必须做好养生，防止水分流失。

8 改良土正式施工前，应进行试验段填筑，确定施工技术参数。分层填筑压实厚度不应大于 30 cm。

9 改良土拌合应符合有关环保要求。

5.7.2 改良土场拌法施工

1 施工区段应按填筑阶段的不同进行划分，一般宜划分为底层准备区段、拌和摊铺区段、碾压整型区段、检测报验区段。

2 场拌应采用具有自动计量的专用场拌混合料搅拌机械拌和。混合料中不应含有大于 10 mm 的土块和未消解石灰颗粒；拌合前，应使混合料的组成和含水率达到规定的要求。

3 在设计规定范围内取土，取土时应清除树木、草皮以及表面腐殖土。当土源发生变化时必须按要求重做配比试验。

4 拌合好的混合料应尽快运送到铺筑现场。混合料在运送

过程中应覆盖，减少水分损失。

5 底层应平整、密实，具有规定的路拱，表面无松散材料和软弱地段。

6 根据松铺厚度计算每车混合料的摊铺面积，确定堆放密度。混合料应先初平，后精平，设专人及时铲除离析混合料，补以新混合料。当下层为细粒土时，应先拉毛，再摊铺混合料。

7 混合料应全断面均匀摊铺，不得出现纵向接缝，不宜中断。当因故中断超过 2 h 时，应设置横向施工缝，横向接缝应采用搭接施工。

8 混合料摊铺完后，先用平地机初平和整形，再用压路机快速碾压 1~2 遍。对于出现的坑洼应进行平整。

9 整型应按规定的坡度和路拱进行，并特别注意接缝处的整平。在整型过程中，严禁车辆通行。初步整型后，检查混合料的松铺厚度，必要时应进行补料或减料。

10 当混合料接近最佳含水率时，应用重型压路机在路基全宽内碾压至要求的压实密度，且表面无明显的轮迹。碾压时纵向应重叠 40 cm。

11 碾压过程中，表面应始终保持湿润，严禁有“弹簧”、松散、起皮等现象产生。碾压结束之前，应用平地机终平一次，使其纵向顺适，符合设计要求。

12 两作业区段之间的衔接处应搭接拌和。

5.7.3 改良土路拌法施工

1 施工区段应根据施工段所处填筑阶段的不同进行划分，一般宜划分为底层准备区段、上料拌和区段、碾压整型区段、检测报验区段。

2 路拌法施工应选用专用的撒布、拌和设备。

3 改良土路拌采用层铺法施工，按填筑宽度及松铺厚度，计算所需被改良填料和改良剂的数量、堆放位置。

4 按计算被改良填料的数量，在已检验合格的底层上首先

摊铺被改良填料，初平静压一遍后，检查其填筑层的厚度，测定其含水率及松散干容重。

5 按配合比计算改良剂的单位面积摊铺数量，将改良剂均匀摊铺在已经初平初压的被改良填料表面上。

6 在路拌机拌和一遍后，应检查混合料的含水率。含水率过大时应晾晒；含水率过小时，应用喷管式洒水车洒水。撒水车不应在正在进行拌和的以及当天计划拌和的路段上调头和停留。在洒水拌和过程中，应及时检查混合料的含水率，其值宜大于最佳含水率 1% 左右。

7 拌和深度应深入下层承的表面 1 cm 左右。应设专人跟随拌和机，随时检查拌和深度，并配合拌和机操作员调整拌和深度，严禁在拌和层底部留有夹层。

8 拌和完成的混合料应均匀。

9 拌和整形后的碾压施工应符合本章第 5.7.2 条的有关规定。

5.7.4 施工控制

1 改良土用的原材料进场前应按有关规定进行相应试验。

2 对初步确定使用的混合料，应进行重型击实试验，计算最佳含水率和最大干密度，并进行 7 d 无侧限抗压强度的试验，无侧限抗压强度必须符合设计要求。

3 化学改良土应色泽均匀，无灰条、灰团。改良剂剂量允许偏差为试验配合比的 $\pm 1.0\%$ 。
 -0.5%

4 无侧限抗压强度在摊铺后碾压前取样，不拌和不加水，直接按现场密度制样，按现行《铁路工程土工试验规程》(TB 10102) 有关规定进行无侧限抗压强度试验。

5 改良土路基压实质量应根据部位分别按本章表 5.3.3—1 或表 5.4.3—1 的要求控制。

6 改良土路基外形尺寸应根据部位分别按本章表 5.3.3—2 或表 5.4.3—2 的要求控制。

5.8 加筋土路堤

5.8.1 加筋土路堤施工准备

1 用于加筋的土工合成材料应符合设计要求，按规定批次进行检验。

2 土工合成材料运至工地后，应分批整齐堆放在料棚（库）内，防止日晒雨淋，并保持料棚通风干燥。

5.8.2 加筋土路堤施工

1 土工合成材料的铺设应符合本技术指南第 4.19.2 条的规定。

2 加筋土路堤填筑应分层摊铺、分层碾压，除符合本章第 5.3~5.5 节有关规定外，并应符合下列要求：

- 1) 土工合成材料铺设后应及时填筑填料，其受阳光直接暴晒时间不得过长。
- 2) 一般路基上填料的摊铺及填筑从路堤中线开始，对称地向两侧填土；软土地基上填料的摊铺及填筑应从两侧开始，平行于路堤中线向中心对称进行，地基面上首层填料宜用轻型压实机具压实，只有当土工合成材料上的填料厚度大于 0.6m 后，才能采用重型压实机械。
- 3) 严禁施工机械直接在土工合成材料上行走作业。
- 4) 加筋土路堤与两端路堤应同步施工。
- 5) 加筋土路堤的边坡防护宜与路堤填筑同步施工。

5.8.3 施工控制

1 土工合成材料铺设检验应符合本技术指南第 4.19.6 条的有关规定。

2 路堤填料应按 5.2 节的有关要求控制，路基压实质量应按表 5.3.3—1、表 5.4.3—1 的要求控制。

5.9 路堤边坡

5.9.1 路堤边坡应采用加宽超填或专用边坡压实机械施工。当

采用加宽超填方法时，超填宽度不宜小于 50 cm。

5.9.2 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。

5.9.3 路基刷坡宜用刷坡机械进行刷坡。机械刷坡时应根据路肩线用坡度尺控制坡度。人工刷坡时应采取挂方格网控制边坡平整度和坡度，方格网桩距不宜大于 10 m。

5.9.4 路堤边坡应密实、稳固、平顺。

5.9.5 路堤边坡外形尺寸允许偏差按表 5.9.5 的要求控制。

表 5.9.5 路堤边坡坡率、平台外形尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	边坡坡率（偏陡量）	不大于 3% 设计值
2	变坡点位置	± 200 mm
3	平台位置	± 100 mm
4	平台宽度	± 50 mm

注：变坡点、平台位置以位于路肩下的高度计。

5.10 路基沉降观测

5.10.1 路基工程施工应按设计要求进行地基沉降、侧向位移的动态观测。观测基桩必须置于不受施工影响的稳定地基内，并定期进行复核校正。观测装置的埋设位置应符合设计要求，且埋设稳定。施工中应保护好观测基桩及观测装置。

5.10.2 沉降观测应采用二等几何水准测量。

5.10.3 边桩及沉降在施工期间每天应进行一次观测，在沉降量突变的情况下，每天应观测 2~3 次。当两次填筑间隔时间较长时，每 3 d 至少观测一次。路堤经过分层填筑达到预压高程后，在预压期的前 2~3 个月内，每 5 d 观测一次；三个月后 7~15 d 观测一次；半年后一个月观测一次，一直观测到预压期末。预压期后每三个月观测一次直至移交，当沉降速率变化大时，增加观

测频率。

5.10.4 在填土过程中，应根据观测结果整理绘制“填土高-时间-沉降量”关系曲线图，分析土体的侧向位移值及其发展趋势，判断地基的稳定性。

5.10.5 当路堤中心线地面沉降速率每昼夜大于 10 mm，或坡脚水平位移速率每昼夜大于 5 mm 时，应立即停止填筑，待观测值恢复到限值以内再进行填筑。

5.10.6 路基填筑至设计高程后，应按设计在路肩设观测桩，与边桩和沉降同步进行观测，通过测量路肩观测桩的高程变化，确定路基面的沉降量。

5.10.7 沉降观测资料应及时整理、汇总分析，并提供给相关单位作为工后沉降评估的依据。

5.10.8 竣工验交时，沉降观测设施和观测资料应与工程同时移交工程接收单位。

5.11 雨季施工

5.11.1 雨季施工前应做好施工准备工作，区分路段，进行适合于雨季施工项目的安排。

5.11.2 雨季施工路段，应在雨季前做好涵洞，并做好防水、防洪、排水工作。必要时采取覆盖措施。

5.11.3 严禁雨天进行非透水土的填筑施工。

5.11.4 雨季路堤填筑的每一压实层面均须做成 2%~4% 的横向排水坡，路堤边坡应随时保持平整，每次作业收工前必须将铺填的松土层压实完毕。

5.11.5 雨季施工应根据机械设备的性能和数量，合理安排工作面进行轮流作业，快速施工，不宜全面铺开。

5.11.6 雨后的路基面必须晾晒、刮除表面浮土和复压处理，并经抽检合格后才能继续施工。

5.12 低 温 施 工

5.12.1 昼夜平均气温在0℃以下且连续15d时，应按低温施工办理。

5.12.2 路堤严禁使用冻土或掺有冻土的填料填筑。宜选用级配良好的渗水土作填料，当不得不使用非渗水土时，其含水率宜低于塑限，并采取加强压实的措施。

5.12.3 低温施工路堤，其地基处理应在冻结前完成，处理方法除应符合本技术指南第4章的有关规定外，并应清除冰雪、疏干积水，坑洼处用与地基同类未冻土壤平压实。处理后应随即掩盖以防冻结。

5.12.4 低温施工应采取以下措施：

1 施工地段的积雪应在临开工前清除。

2 应随挖、随运、随填、随压实。已铺土层未压实前，不得中断施工，应保证开挖、运填周转时间小于土的冻结时间。

3 对取土场、路堑和路堤的外露土层用松土或草袋覆盖。

4 路堤填筑应按横断面全宽分层填筑，铺土厚度应减薄20%~25%。

5 停工后继续施工前，应将表面冰雪及冻结的土层清除。

5.12.5 路基面及边坡修整工作必须在解冻后进行。

6 路 塹

6.1 一般规定

6.1.1 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。

6.1.2 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。

6.1.3 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。

6.1.4 路堑排水系统施工

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。

6.1.5 路堑开挖施工

1 开挖前应先检查坡顶、坡面，并对危石、裂缝或其它不稳定情况妥善处理。

2 开挖应从上而下进行，严禁掏底开挖。

3 对岩石的走向、倾斜不利于边坡稳定及施工安全的地段，应按设计要求开挖，并采取减弱施工振动的措施；在设有支挡结构的地段，应采取短开挖或马口开挖、并设临时支护等措施。

4 开挖及爆破应按岩性、产状、边坡高度选择适当方法，严格控制药量。爆破后应达到边坡和堑顶山体稳定，基床和边坡平顺、不破碎、不松动；凹凸不平处应用混凝土或浆砌片石补齐。

6.1.6 膨胀土路堑施工

1 膨胀土路堑不宜在雨季施工。设有支挡和防护结构的边坡应及时砌筑，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。

6.1.7 黄土路堑施工

1 黄土路堑宜在旱季施工，当在雨季施工时，应集中力量快速施工，工作面应随时保持大于4%的坡度。路堑边坡不得受水浸泡、冲刷。

2 黄土路堑施工应按设计坡度自上而下进行开挖，并保持坡面平顺。

6.1.8 路堑开挖后边坡要及时按设计处理，防护施工应符合本技术指南第9章的有关规定。

6.1.9 路堑开挖到设计标高时，应进行检测，当基床范围内有

$P_s < 1.5 \text{ MPa}$ 或 $\sigma_0 < 0.18 \text{ MPa}$ 的土层时，应进行改良、换填或加固处理。

6.2 基 床

6.2.1 不易风化硬质岩石基床，应将表面做成向两侧的 4% 排水坡，做到表面平顺，肩棱整齐，对凹凸不平处宜用不小于 C25 混凝土补齐。

6.2.2 强风化硬质岩石、软质岩石及土质路堑基床表层应换填级配碎石，并符合下列规定：

1 压实质量按表 6.2.2 的要求控制，施工工艺应符合本技术指南第 5.5 节的有关规定。

表 6.2.2 级配碎石基床表层压实标准

填 料	压 实 标 准		
	地基系数 K_{30} (MPa/m)	动态变形模量 E_{ad} (MPa)	孔隙率 n
级配碎石	≥190	≥55	<18%

2 基床底层表面应做成向两侧 4% 的排水坡，施工时，其上宜保留 0.1~0.2 m 厚土层待基床表层施工之前开挖，并应避免对基床底层原地层产生扰动。

3 当基床范围内有 $P_s < 1.5 \text{ MPa}$ 或 $\sigma_0 < 0.18 \text{ MPa}$ 的土层时，应进行土质改良或加固处理。

4 土质路堑地基土质不符合填料条件时，应按设计要求进行换填。

6.3 半填半挖路基

6.3.1 开挖应符合本章第 6.2 节的有关规定。

6.3.2 填筑应符合本技术指南第 5.3~5.5 节的有关规定。

6.3.3 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。

6.3.4 当采用土工合成材料连接时，其铺设应符合设计要求及本技术指南第 4.19.2 条的要求。

6.3.5 填筑部分应挖台阶处理，台阶尺寸应符合设计要求。

6.4 地下水路堑

6.4.1 地下水发育地段的路堑开挖时，应核查地下水的出露位置、发育情况及相关的水文地质资料，施工中要随时将渗透出的地下水排出施工场地，同时做好地面排水，施工场地内，不得存积地表水。

6.4.2 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。

6.4.3 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。

6.4.4 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。

6.4.5 铺设渗水管时，固定管位后，沟槽内按设计回填碎石滤层，管周及管顶以上 30 cm 范围内松填，30 cm 以上应分层轻震夯实，碎石应填充密实均匀。

6.4.6 侧沟采用预制件铺设时应用水泥砂浆勾缝。

6.5 爆破

6.5.1 路基爆破的一般要求

- 1 爆破工程施工必须严格按国家爆破安全规程要求进行。
- 2 路基爆破的效果应符合下列要求：
 - 1) 准爆，达到预期的爆破形状和方量。
 - 2) 确保基床、边坡和堑顶山体稳定，不受破坏。爆出的坡面平顺、底板平整、无根底。
 - 3) 爆堆的位置、高度符合爆破任务的要求；爆后需移运的石块块度适于铲挖、装运。

3 在城市、厂矿区居民聚居地、交通干道、风景名胜区、重要工程设施、高压线、地下洞库、水油气管道、化工管道等附近进行爆破施工时，必须采取相应的技术安全和环境保护措施。

4 进行拆除（控制）等特殊爆破时，应符合国家现行特种爆破的有关规定。

5 路堑开挖严禁使用峒室药包爆破。

6.5.2 常规爆破施工

1 炮孔爆破直径宜为 38~150 mm，炮孔深度不宜大于 15 m。

2 爆破孔网参数及装药参数的确定：

1) 对浅孔或深孔爆破，均宜采用有一定倾角的倾斜炮孔。

2) 台阶法开挖的台阶高度应根据钻孔机械、工程规模、开挖深度、装载设备能力、边坡稳定和技术经济效益等因素综合考虑，一般为 7~10 m，路堑深度大于 10 m 时，梯段应分层。

3) 炮孔的实际抵抗线 W 值应结合装药直径（或药卷直径）、炮孔孔距、炸药爆力和装药密度等因素通过计算或试验确定。

3 台阶爆破主炮孔应有一定的超深，超深值宜为 $0.1\sim0.3 W$ 。

4 在深孔爆破中，炮孔装药宜实行底部和柱部分部装药，柱部的装药密度宜为底部的 50%。

5 炮孔的堵塞长度不得小于 $1 W$ 或 20 倍炮孔直径。

6 多个或多排炮孔起爆宜采用微差爆破。

6.5.3 光面爆破和预裂爆破施工

1 在路堑开挖施工中应采用光面爆破、预裂爆破与深孔爆破相结合的施工方法，使爆破后形成平整的坡面。

2 光面爆破和预裂爆破应选用低威力、低爆速、低密度、传爆性能好的炸药。

3 光面爆破和预裂爆破主要参数的确定：

- 1) 炮孔间距应根据工程特点、岩石特征、炮孔直径等决定。预裂爆破的炮孔间距可选用炮孔直径的 8~12 倍；光面爆破的炮孔间距 a 可选用炮孔直径的 10~16 倍，并满足 $a = W/m$ (m 为炮孔密集系数， $m > 1$)。
- 2) 光面爆破或预裂爆破的装药结构应采用不耦合连续装药或空隙间隔装药。装药不耦合系数（炮孔直径与药卷直径的比值）深孔可采用 2~4，浅孔可采用 1.5~2.0，间隔装药的间隙不宜大于 20 cm，药卷宜固定在炮孔中央或靠近开挖一侧，孔口应堵塞严实，堵塞长度可采用 12 倍炮孔直径。
- 3) 靠近预裂孔的主炮孔距预裂面应不小于 1.5~2.0 倍预裂孔间距，并应较其它主炮孔适当减少装药量。
- 4) 光面爆破和预裂爆破，均应适当增加炮孔底部装药量并减少上部装药量。
- 5) 预裂缝的超深和超长，应分别大于主炮孔的垂直破坏半径和水平破坏半径。

4 预裂炮孔和光面炮孔的倾斜度应与设计边坡坡度一致，每层炮孔底应设在同一平面上。

5 预裂炮孔和主炮孔在同一网路中起爆时，预裂炮孔超前主炮孔起爆时间应不小于：坚硬岩石 50~80 ms；中等坚硬岩石 80~120 ms；松软岩石 150~200 ms。

6 光面爆破可采用预留光爆层的办法实施。光面炮孔与主炮孔在同一网路中起爆时，主炮孔应在光面炮孔之先起爆，且各光面炮孔均宜使用同一段的雷管起爆。

6.5.4 光面爆破和预裂爆破的质量要求：

- 1 坡面上应均匀留下 50% 以上的炮孔痕迹率。
- 2 预裂缝宽不宜小于 5~20 mm，缝深不得小于孔深。
- 3 边坡坡面平整，凹凸差小于 150 mm。
- 4 坡面上不应有明显的爆震裂纹。

6.6 施工控制

6.6.1 石质路堑边坡开挖应采用光面爆破、预裂爆破，确保坡面平顺无明显局部高低差；边坡上出现坑穴、凹槽应灌注混凝土，不得长期暴露，造成坡面坍塌。边坡变坡点位置及平台位置、宽度施工允许偏差应按表 6.6.1 的要求控制。

表 6.6.1 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	±100 mm
2	平台位置	±100 mm
3	平台宽度	±50 mm

注：变坡点按路肩以上高度计，平台位置以平台顶面标高计。

6.6.2 路堑开挖应按设计断面测量放样，边开挖边整形；路堑的路基面应平顺，肩棱整齐；爆破时局部缺损的路肩以混凝土修补平整。

6.6.3 天沟、侧沟及其他引、截排水设施，应绘出详图，放线施工。沟水排泄不得对路基产生危害。

6.6.4 路基面施工的允许偏差应按表 6.6.4 的要求控制。

表 6.6.4 路基面施工允许偏差

序号	项目	允许限差
1	路肩高程	±10 mm
2	中线至路肩边缘距离	+20 0 mm
3	宽 度	不小于设计值
4	横 坡	±0.5%
5	平 整 度	不大于 10 mm

6.6.5 路堑基床表层厚度、边坡允许偏差应按表 6.6.5 的要求控制。

表 6.6.5 路堑基床表层厚度、边坡允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	基床表层级配碎石厚度	-20 mm
2	基床表层底部砂垫层厚度	不小于设计值
3	边坡坡率	不陡于设计值

6.6.6 路堑侧沟施工允许偏差应按表 6.6.6 的要求控制。

表 6.6.6 路堑侧沟施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差	
		石 质 沟	预 制 或 现 浇 混 凝 土 沟
1	沟底中心位置	+50 0 mm	+50 0 mm
2	沟底高程	±20 mm	±10 mm
3	净空尺寸(上下宽深度)	±20 mm	±20 mm
4	边坡坡率(偏陡量)	5% 设计值	5% 设计值
5	铺砌厚度	-10 mm	-10 mm
6	沟底坡度	±5% 设计值	±5% 设计值
7	沟底平整度	20 mm	10 mm
8	平台宽度	±50 mm	±50 mm
9	沟顶高程		0 -20 mm

7 过渡段

7.1 一般规定

7.1.1 在路堤与桥台、路堤与横向结构物、路堤与路堑以及路堑与隧道等的连接路段，应按设计要求施工过渡段。

7.1.2 过渡段施工一般要求

1 应优先安排软土地基地段过渡段路堤的填筑施工。

2 过渡段的桥台、涵洞等建筑物的基坑应以混凝土回填或以碎石分层填筑，并用小型振动设备碾压。回填工作必须在隐蔽工程验收合格后才能进行。

3 过渡段范围的路堤基底处理应按本技术指南第4.2节的有关规定办理。

4 过渡段级配碎石施工应符合本技术指南第5.5节的有关规定，分层填筑压实，每层的压实厚度不应大于30cm，最小压实厚度不宜小于15cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数应按工艺试验确定的工艺参数进行控制。每压实层路拱坡面应符合设计要求，无积水现象。

5 过渡段A、B组填料按本技术指南第5.4.2条要求施工。

6 过渡段级配碎石和与其连接段的A、B组填料填层应与相邻的路堤及锥体同时施工，并将过渡段与连接路堤的碾压面按大致相同的水平分层高度同步填筑并均匀压实。在填筑压实过程中，应保证桥台、横向结构物稳定、无损伤。

7 路桥过渡段地基采用打入桩、挤密桩等加固时，宜先进行打入桩和挤密桩等施工，再进行桥涵的桩基施工。

7.1.3 过渡段排水要求

1 过渡段施工前，应根据场地情况，采取相应的防排水措施。

2 过渡段桥台背回填料表面应按设计要求采取措施防止地表水渗入。

3 过渡段桥台背与回填料之间应按设计要求设置防排水层。

4 过渡段级配碎石填料与相邻路堤填料之间的反滤层应按设计要求进行施工。

5 过渡段坡脚两侧、路堤底部的纵横向排水措施应符合设计要求。

7.1.4 过渡段路堤两侧防护砌体的施工应在地基和路堤变形稳定后进行。宜与相邻路堤的防护砌体施工相互协调。

7.2 路堤与桥台过渡段

7.2.1 路堤与桥台过渡段填料和结构形式应满足设计要求。基床表层以下级配碎石及台后 20 m 范围内基床表层的级配碎石中应按设计掺适量水泥。倒梯形的结构形式和填料应符合设计要求。

7.2.2 路堤与桥台过渡段填筑

1 过渡段路堤应与桥台锥体和相邻路堤同步填筑。

2 台后 2.0 m 范围外大型压路机能碾压到的部位，其填筑施工应符合本技术指南第 5 章的有关规定。

3 大型压路机碾压不到的部位及在台后 2.0 m 范围内，用小型振动压实设备进行碾压，填料的松铺厚度不宜大于 20 cm，碾压遍数应通过工艺试验确定。

7.2.3 沉降观测

1 过渡段的沉降观测应按设计要求进行，宜在过渡段范围内的路肩上布置 3~4 个沉降观测断面（含桥台和过渡段尾端）。

2 软土地基地段的过渡段还应按设计要求进行软土地基表面沉降观测。测点布置宜与相邻路堤软土地基表面的沉降观测位

置相协调。

3 沉降观测装置埋设、沉降观测精度及频度应符合本技术指南第 5.10 节的有关规定。

7.3 路堤与横向结构物过渡段

7.3.1 路堤与横向结构物过渡段填料和结构形式应满足设计要求。当横向结构物顶至轨底高度小于 1.5 m 时，横向结构物顶面以上路堤填筑级配碎石。横向结构物顶面及其两端 20 m 范围内路堤级配碎石应按设计掺适量水泥。

7.3.2 路堤与横向结构物过渡段填筑

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，其填筑施工应符合本技术指南第 5 章的有关规定；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 1 m 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 20 cm，碾压遍数应通过试验确定。

7.3.3 沉降观测应按设计要求进行，并应符合本技术指南第 5.10 节的有关规定。

7.4 路堤与路堑过渡段

7.4.1 路堤与路堑过渡段设置

1 当路堤与路堑连接处为坚硬岩石时，在路堑一侧应顺原地面纵向开挖台阶，台阶高度为 0.6 m 左右，并应在路堤一侧设置过渡段。其填料和结构形式应满足设计要求。

2 当路堤与路堑连接处为软质岩石或土质路堑时，应顺原地面纵向挖成1:2的坡面，坡面上开挖台阶，台阶高度为0.6m左右。其开挖部分应采用相邻路堤同样填料填筑。

7.4.2 路堤与路堑过渡段填筑

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。

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，其施工方法应符合本技术指南第5章的有关规定；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。

7.4.3 沉降观测应按设计要求进行，并应符合本技术指南第5.10节的有关规定。

7.5 路堑与隧道过渡段

7.5.1 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。

7.5.2 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。

7.6 施工控制

7.6.1 过渡段填筑高度H小于基床厚度时，基底压实质量应符合设计要求；填筑高度H大于基床厚度时，基底压实质量应达到地基系数 $K_{30} \geq 60 \text{ MPa/m}$ 的要求。

7.6.2 过渡段采用的填料应符合设计要求，并符合本技术指南第5.2.5条的规定。

7.6.3 过渡段路堤的填筑工艺应通过现场碾压试验确定。

7.6.4 过渡段路基的基床表层压实质量应按本技术指南表 5.5.3—1 的要求控制。基床表层以下过渡段压实质量应采用地基系数 K_{30} 、动态变形模量 E_{vd} 、压实系数 K （或孔隙率 n ）三项指标控制。级配碎石应满足 $K_{30} \geq 150 \text{ MPa/m}$ 、 $E_{vd} \geq 50 \text{ MPa}$ 和孔隙率 $n < 28\%$ 的要求。A、B 组填料应满足表 5.4.3—1 的要求。

7.6.5 加入水泥的级配碎石混合料宜在 2 h 内使用完毕。

7.6.6 过渡段基床表层以下路堤外形尺寸的允许偏差应符合本技术指南表 5.4.3—2 的要求；基床表层外形尺寸允许偏差应符合本技术指南表 5.5.3—2 的要求；路堤边坡允许偏差应符合本技术指南表 5.9.5 的要求。

7.6.7 过渡段路堤坡面防护施工应符合本技术指南第 9.2 节的有关要求。

8 支挡结构

- 8.0.1 岩体破碎或土质松软、有水地段，修建支挡结构应按结构要求适当分段，及时施工，不应长段拉开挖基。
- 8.0.2 支挡结构基坑开挖前，应做好排水设施。基坑开挖后应及时进行基础及墙身施工，并做好墙后排水设施，及时回填或填筑路堤。
- 8.0.3 支挡结构基础基坑开挖后，应认真核对地质资料，经验收合格后，方可进行基础施筑，当与设计不符时应及时反馈。
- 8.0.4 支挡结构背后填料及其填筑、压实应符合设计要求。
- 8.0.5 支挡结构端部伸入路堤或嵌入地层部分应与墙体结合一起施工。路堑支挡结构顶面应抹平与边坡相接，其间孔隙应填实并封闭。
- 8.0.6 支挡结构与桥台、隧道洞门连接时，应协调配合施工；必要时应加临时支撑，保证相接填方或地基土层的稳定。
- 8.0.7 支挡结构的各部尺寸应符合设计要求。
- 8.0.8 泄水孔、反滤层、排水层、隔水层、沉降缝和伸缩缝设置应符合设计要求。
- 8.0.9 支挡结构施工应符合现行《铁路路基施工规范》(TB10202)的有关规定，其中混凝土支挡结构还应满足现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的有关规定。施工允许偏差应按表8.0.9的要求控制。

表 8.0.9 支挡结构施工允许偏差

部 位	项 目		允许偏差 (mm)	
基 础	前边缘距路基中线		+20 0	
	宽度 (前缘至后缘)		+20 0	
	顶面高程 (水平基线)		±20	
墙 身	前边缘距路基中线		+20 0	
	厚度 (前缘至后缘)		+20 0	
	顶面高程		±20	
预制钢筋混凝土构件 (板、柱、块体)	垂 直 度	$h \leq 5\text{ m}$	10	
		$h > 5\text{ m}$	15	
	长 度	柱	+10 -5	
		板、块体	+10 -5	
	板对角线差			10
	横 截 面 尺 寸	柱、块体	±5	
		板	宽 +3 -5	
			高 +5 -3	
		厚	+4 -2	
	侧 向 弯 曲	柱	L/750	
		板、块体	L/1000	
	上表面平整			5

9 路基防护及排水

9.1 一般规定

9.1.1 路堤防护应安排在适宜时间施工，堑坡防护应随施工完成。软土、松软土地基地段的路基防护工程应在沉降稳定后进行施工。

9.1.2 各种防护设施应在稳定的基脚和坡体上施工。在设有支挡结构物及排除地下水设施地段，应先作好支挡结构物、排水设施，再施作防护工程。防护的坡体表面应进行检查处理，防护设施应与坡面密贴结合。

9.1.3 路基工程施工前，对影响路基稳定的地下水，应予以截断、疏干、降低水位，并引排到路基范围以外，防止漫流、聚积和下渗。

9.1.4 路基施工中应核对全线排水系统，全线的沟渠、管道、桥涵应构成完整的排水体系。

9.1.5 路基施工中，具备条件的地段应按设计做好排水工程以及施工场地附近的临时排水设施，然后再做主体工程。不具备条件的地段应先做好临时排水设施，正式排水工程可与路基同步施工，并随路基施工逐步成型。

9.1.6 在路基施工期，不得任意破坏地表植被或堵塞水的通路；各类排水设施应及时维修和清理，保持排水畅通、有效。

9.1.7 防护及排水工程所用的砂浆、混凝土应采用机械拌和。

9.1.8 采用土工合成材料作为路基防护的工程，施工应符合现行《铁路路基土工合成材料应用技术规范》(TB10118) 的有关规定。

9.1.9 各种水泥砂浆的强度等级和石料的强度均应符合设计要求，并应符合现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB 10210)的有关规定。各种混凝土的强度等级均应符合设计要求，并应符合现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的有关规定。

9.1.10 泄水孔的位置、布置形式、孔径尺寸及泄水孔背反滤层的材料、设置应符合设计要求，且排水畅通。砌体及反滤层（或垫层）的材料、设置应符合设计要求。

9.2 坡面防护

9.2.1 边坡植物防护施工

1 植物防护施工应符合设计要求，并符合《铁路路基边坡绿色防护技术暂行规定》的有关规定。

2 植物防护工程施工应根据植物的特性，适时种植，避免在暴雨季节、大风和高温条件下施工。

3 植物播种前应进行种子发芽率试验，或植株移植试验，根据试验结果确定种植密度和种植时间，确保在雨季来临之前形成一定防护能力。在防护未形成一定能力时，宜采取排水和覆盖等临时保护措施。

4 铺草皮防护宜选用带状或块状草皮，草皮厚度不宜小于10 cm。铺设时，应由坡脚自下而上施工，并用尖木（或竹）桩将其固定于边坡上。

5 种草防护草籽应均匀撒布在已清理好的坡面上，同时做好保护措施。对不利于草类生长的土质，应在坡面先铺一层10~15 cm厚的种植土。

6 喷播植草应先将生长液与草籽按设计要求混合并搅拌均匀，采用喷播设备将其喷洒在已清理好的坡面上，喷洒应自下而上进行，草籽喷洒均匀，不得流淌。对不利于草类生长的土质，应按设计要求在坡面上先铺一层种植土，然后再进行草籽喷洒。草籽喷洒完毕后，应及时做好养护直至植物覆盖坡面。

7 植物防护覆盖率、成活率应符合表 9.2.1 的要求。

表 9.2.1 植物防护覆盖率、成活率

序号	项 目		覆 盖 率 (%)	成 活 率 (%)
1	一般地区	植草防护	土质路基边坡	85
2			石质路基边坡	70
3		种植藤本植物、灌木、乔木防护	土质路基边坡	—
4			石质路基边坡	70
5	干旱地区	植草防护	土质路基边坡	65
6			土质路基边坡	—
7		植草防护	土质路基边坡	80
8			石质路基边坡	70
9	寒冷地区	种植藤本植物、灌木、乔木防护	土质路基边坡	—
10			石质路基边坡	70

9.2.2 边坡固土网垫植草防护施工

1 边坡固土网垫植草防护施工宜在植物生长的季节铺设。铺设前应整平坡面并适量洒水湿润边坡，再夯实 5~8 cm 耕植土并整平与洒水。铺设时，土工网垫应与土面密贴，上下边按 L 型埋入土中，埋入深度不应小于 0.4 m，回转长度不应小于 0.3 m。

2 土工网垫搭接宽度不应小于 5 cm，土工网搭接宽度不应小于 10 cm。并采用长度不小于 15 cm 的固定钉与坡面连接，固定钉间距应小于 1.5 m，铺设范围应包括路肩、平台及堑顶以外 1 m。

3 草籽应均匀撒播于土工网内，并用松散种植土壤填满网穴，在坡面再进行二次撒播草籽并施肥后夯实密实、洒水养护，直至植物成长覆盖坡面。

4 边坡固土网垫铺设允许偏差应符合表 9.2.2 的要求。

表 9.2.2 土网铺设允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	搭接宽度	+30 0 mm
2	上、下边埋入土深度	不小于设计值
3	回转长度	不小于设计值
4	固定钉长度	不小于设计值
5	固定钉间距	+50 mm

9.2.3 喷浆、喷射混凝土（或带锚杆铁丝网）防护施工

1 施工前，坡面如有较大裂缝或凹坑时应先嵌补牢实，使坡面平顺整齐；岩体表面应冲洗干净，土体表面应平整、密实、湿润。

2 锚杆孔应冲洗干净，插入锚杆应用水泥砂浆固定，铁丝网应与锚杆连接牢固，并与坡面保持设计要求的间隙。

3 喷层厚度应均匀，厚度均不得小于设计值；喷后一般应养护 7~10 d。

4 铁丝网及锚杆头均不得外露。

5 喷层周边与未防护坡面的衔接处应作好封闭处理，防止水从缝隙浸入。

6 喷射纤维混凝土时，应进行现场试验确定配合比、风压、喷射距离和角度。喷射材料应分两次拌合，钢纤维增粘剂在第二次拌合时掺入。

7 喷浆、喷射混凝土的拌合料应在规定的时间内喷射完毕，喷射 2 h 后即应开始养生。

8 在喷射混凝土过程中，应采用有效措施保证泄水孔不被堵塞。

9 喷射混凝土施工允许偏差应符合表 9.2.3 的要求。

表 9.2.3 喷射混凝土施工允许偏差方法

序号	项目	允许偏差
1	锚杆孔深	-50 mm
2	锚杆间距	+50 mm
3	锚杆长	-30 mm
4	平面位置	±50 mm
5	底面高程	±50 mm
6	坡顶高程	0 -20 mm
7	坡度	0.5%

9.2.4 浆（干）砌片石防护、浆砌片石骨架防护施工

1 浆（干）砌片石应分层、分段砌筑。分层水平砌缝应大致水平，各砌块的砌缝应相互错开。

2 基础埋置深度除符合设计要求外，当其边侧存在取土坑或其它不利于基础稳定的因素时应采取必要的措施保护基脚。

3 浆砌片石应采用挤浆法砌筑，养生良好。

4 护坡厚度均匀。砌层片石纵、横向搭接压缝，间隙塞满，外露面整齐。

5 设有垫层的护坡，应随垫随砌。

6 干砌护坡勾缝应在路堤沉降已趋稳定后进行；勾缝前，应先将松动和变形处修整完好。

7 浆砌片石骨架应嵌入坡面一定深度，骨架表面应与草皮衔接。

9.2.5 砌筑预制块防护施工

1 砌筑时反滤层、垫层应随垫随砌。

2 基础埋置深度应符合设计要求，还应按现场情况采取必要措施保护基脚。

3 砌筑预制块间砂浆应饱满，砌筑后外面整齐，各方向缝顺直。

4 勾缝应于路堤已趋稳定后进行。

5 预制块预制应符合设计要求并符合现行《铁路混凝土工程施工技术指南》的有关规定。

9.2.6 勾缝、灌浆、嵌补、支顶等施工

1 勾缝及灌浆填缝，应先清除草根、泥土，并冲洗缝隙。

2 勾缝砂浆应嵌入缝中，并与岩石牢固结合。灌注较大的裂缝可用 M5 水泥砂浆或 C15 混凝土，应插捣密实，满至缝口抹平。

3 嵌补坡面空洞及凹槽，应先清除松动岩石并将基座凿平一定宽度后再行砌筑；应做到嵌体稳固、表面平顺、周边封严。

4 支顶危岩落石，其圬工基座应置于完整、稳定的岩体上并整平或凿成台阶。

9.2.7 路堑边坡护坡护墙防护施工

1 施工前松动岩石应予清除；局部超挖或凹陷处应挖成台阶后用与墙身相同的材料砌平。

2 基础应埋置在侧沟底的可靠岩层上；当地基软弱时，应采用加强或加深措施。

3 墙面及两端面砌筑平顺，墙背与坡面密贴结合，墙顶与边坡间缝隙封严。

4 坡面有地下水出露时，应作好引水设施；每隔 10~15 m 应设一道伸缩缝。

5 砌体片石应以挤浆法砌筑，严禁通缝、叠砌、贴砌和浮塞。砌体勾缝应牢固、美观。

9.2.8 边坡渗沟施工

1 沟底铺砌应置于稳定地层上；台阶连接处应砌筑密贴。

2 填充石块应采用硬块石，沟底部应选用较大石块。顶部应采取防地表水渗入的措施。

3 渗沟出口与纵向排水设施或挡土构筑物的衔接应密贴牢固，做到渗沟排水通畅。

9.2.9 砌体施工允许偏差应符合表 9.2.9 的要求。

表 9.2.9 砌体施工允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差			
		浆砌片石	干砌片石	带藏水沟浆砌片石	混凝土预制块
1	平面位置	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm
2	基底高程	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm
3	坡顶高程	0 - 20 mm	0 - 20 mm	0 - 20 mm	0 - 20 mm
4	坡 度	± 0.5%	± 0.5%		± 0.5%
5	护肩、镶边及基础厚度、宽度	不小于设计值	不小于设计值	不小于设计值	不小于设计值
6	砌石厚度	不小于设计值	不小于设计值		
7	垫层厚度	不小于设计值	不小于设计值		不小于设计值
8	坡面平整度	30 mm	30 mm	30 mm	10 mm
9	骨架	净 距		± 50 mm	
10		宽度及边槽高度		不小于设计值	
11		骨架厚度及嵌置深度		不小于设计值	
12	踏步宽度、厚度			不小于设计值	
13	混凝 土板	边 长			+ 6 - 3 mm
14		对角线长			+ 6 - 3 mm
15		厚 度			+ 4 - 2 mm

9.3 冲刷防护

9.3.1 路基冲刷防护应加强基础处理，保证混凝土质量，防止水流冲刷和淘空。

9.3.2 坡岸防护施工

1 坡岸防护应按设计要求施工。

2 基坑开挖中应核对地质情况、基础高程和嵌入基岩深度。明挖基坑应随时排干坑内积水，挖至设计标高后应立即检查基底承载力；水下和深基础采用沉井、桩基础施工时，应符合《客运专线铁路桥涵工程施工技术指南》的有关规定。基础及其护基设施均宜在枯水期内完成。

3 坡面铺砌应在填料和填筑压实符合设计要求及坡体沉降已趋稳定后进行。铺砌前应整平夯实坡面。

4 护坡上下游两端及顶部与边坡或岸坡的衔接应牢固、平顺、密贴。

5 所用的砂浆或混凝土必须按配合比进行强度等级试验，石料强度应符合设计要求。

9.3.3 导流构造物施工

1 导流构造物施工时，应调查核对坝址情况，当地质、河道、水文条件在核查时或在施工中发现与设计不符时，应及时反馈给有关单位。

2 导流构造物施工，应按设计要求并符合水工构筑物有关规定。应特别注意坝基处理、坝根与相连地层或其它防护设施的嵌接。

9.3.4 改河工程施工

1 改河工程应在枯水期施工。旱季不能完成时，应妥善采取防洪措施。

2 河道开挖应先挖中段，再挖末段。必须经检查确认新河床已符合要求后，方可挖通其上游河段。

3 利用开挖新河道的土石填平旧河道时，在新河道未通流前，不得堵断旧河道。

4 通流时，改河上游进口河段的河床纵坡应稍大于设计坡度。

5 河床加固设施及导流构造物的施工进度应合理，及时配套完成。

9.4 路基排水

9.4.1 路基排水设施施工

1 各类排水设施的位置、断面、尺寸、坡度、高程及使用材料应符合设计要求。

2 沟渠边坡必须平整、稳定。

3 排水设施应纵坡顺适、沟底平整、排水畅通、无冲刷和阻水现象。

4 排水沟、天沟要求线型美观，直线线型顺直，曲线线型圆顺。

5 各类防渗加固设施要求坚实稳定，表面平整美观。浆砌片石工程砂浆配合比应通过试验确定，砌体咬扣紧密，嵌缝饱满、密实，勾缝平顺无脱落，缝宽大体一致。干砌片石工程要求咬扣紧密、错缝，禁止叠砌、贴砌。

9.4.2 地面排水设施施工

1 侧沟、路堤横向排水沟采用砼预制构件砌筑，砌缝砂浆应饱满，沟身不漏水。预制砼构件强度、尺寸应符合设计要求，有破损、裂缝的构件严禁使用。

2 路堤横向排水沟沟底纵坡由中心向两侧为4%；横向排水沟与路堤边坡排水沟应相接将水排出路基。路堤横向排水沟和路堤边坡上的排水沟均应在路堤处于稳定后方可施工。

3 采用浆砌片石加固水沟时，砌缝砂浆应饱满，沟身不漏水。

4 截水沟应防止水流下渗和冲刷。地质不良地段和土质松软、透水性较大或裂隙较多的岩石路段，对沟底纵坡较大的土质截水沟及截水沟的出水口，均应采用加固措施，防止渗漏和冲刷沟底及沟壁。

5 急流槽、平台截水沟应随路基防护圬工同步砌筑，排水坡度、沟槽断面不得小于设计要求。

6 当路堤基本成型或跨雨季填筑时，路堤边坡较高地段宜每隔30m左右于路堤边坡上设置临时排水沟，路堤面边缘设置土埂，以免冲毁路基。

9.4.3 地下排水设施施工

1 当地下水位较高、潜水层埋藏不深时，可采用排水沟或暗沟截流地下水及降低地下水位，沟底宜埋入不透水层内。沟壁最下一排渗水孔的底部宜高出沟底不小于0.2m。

2 排水沟或暗沟采用混凝土浇筑或浆砌片石砌筑时，应在沟壁与含水地层接触面的高度处，设置一排或多排向沟中倾斜的渗水孔。沟壁外侧应填以粗粒透水材料或土工合成材料作为反滤层。沿沟槽每隔10~15m或当沟槽通过软硬岩层分界处时应设置伸缩缝或沉降缝。

3 排除地下水的渗沟均应设置排水层、反滤层和封闭层。渗沟沟内用作排水和渗水的填充料在使用前须经筛选和清洗。

4 渗沟的出水口宜设置端墙，端墙下部留出与渗沟排水通道大小一致的排水沟，端墙排水孔底面距排水沟沟底的高度不宜小于0.2m；端墙出口的排水沟应进行加固，防止冲刷。

5 当管式渗沟长度为100~300m，其末端宜设横向泄水管分段排除地下水。

6 渗沟的开挖宜自下游向上游进行，应随挖随即支撑并迅速回填，不可暴露太久，以免造成坍塌。支撑渗沟应间隔开挖。

7 用于排水隔离层的土工合成材料的种类性能指标和其上铺筑的材料应符合设计要求。

8 施工过程中遇有与设计不符时，应报监理和设计单位。

9.4.4 检查井施工

1 检查井应按设计位置和尺寸进行施工。

2 检查井基础应与渗水暗沟混凝土基础同时施工。

3 井身混凝土强度及井盖形状、强度、拉手安设应符合设

计要求，井身混凝土表面平顺光洁，井盖安装平稳、密贴，拉手牢固。

4 检查井基坑回填应按路基相同部位的材料和压实要求采用人工分层回填，夯实密实。施工时应避免机械损伤检查井井壁。

5 检查井施工允许偏差应符合表 9.4.4 的规定。

表 9.4.4 检查井施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	中心位置	纵向 $\pm 50 \text{ mm}$
		横向 $+50 -20 \text{ mm}$
2	井底高程	$\pm 30 \text{ mm}$
3	净空尺寸（内径、深度）	$\pm 30 \text{ mm}$
4	井盖直径	$\pm 10 \text{ mm}$
5	井盖厚度	不小于设计值
6	井盖与相邻路基面高差	$+10 -0 \text{ mm}$

10 路基相关工程及附属设施

10.1 相关工程

10.1.1 修筑于路基上的电缆槽、接触网支柱基础、声屏障基础、预埋管线、综合接地等应与路基同步施工，不得因其施工而损坏、危及路基的稳固与安全。

10.1.2 电缆槽、接触网支柱基础、声屏障基础开挖应采用专用机械设备。

10.1.3 通信、信号电缆槽施工

- 1 电缆槽应按设计要求位置、形状、尺寸与路基同步施工。
- 2 电缆槽施工不应破坏侧沟和侧沟平台、堑坡坡脚及路肩。
- 3 电缆槽开挖后要按设计要求做好防水。
- 4 电缆槽预制和安装应符合设计要求。
- 5 电缆槽施工允许偏差应符合表 10.1.3 的要求。

表 10.1.3 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	+20 0 mm
2	顶面标高	±10 mm

10.1.4 电力牵引接触网支柱基础施工

1 接触网支柱基础施工应符合设计要求。基坑施工时不得破坏路基及防护工程结构。

2 接触网支柱基础基坑必须全部用混凝土浇筑；有渗水暗沟地段，应在接触网支柱基础浇筑并达到一定强度后再挖渗水暗沟。接触网支柱基础和渗水暗沟施工后，要保证基床表层底面

4%的排水坡。

3 接触网拉线基础与下锚支柱基础平面位置应符合设计要求，下锚拉线的下锚环方向应在支柱基础中心与拉线基础中心连线上。

4 接触网支柱基础施工允许偏差应按表 10.1.4 的要求控制。

表 10.1.4 接触网支柱基础施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	距线路中心线位置	+20 0 mm
2	形状尺寸（截面尺寸）	±20 mm
3	埋置深度	不小于设计值

10.1.5 预埋管线、综合接地等应按设计要求与路基同步施工。

10.1.6 声屏障基础施工

1 声屏障基础应设置于电缆槽外侧。

2 基础应按设计要求位置、形状尺寸、深度施工。基坑必须全部用混凝土浇筑。

3 声屏障基础所用材料应符合设计要求。

4 声屏障基础施工允许偏差应按表 10.1.6 的要求控制。

表 10.1.6 声屏障基础施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	距线路中心线位置	+20 0 mm
2	形状尺寸（截面尺寸）	±30 mm
3	埋置深度	不小于设计值
4	声屏障基础顶面高程	±50 mm

10.2 附属设施

10.2.1 检查台阶、检查梯、栏杆等设备施工

- 1 检查设备应按设计设置，连接应牢固，外观应顺直整齐。
- 2 检查梯等检查设备杆件的涂料品种、涂刷遍数应符合设计要求，并不得漏涂、露底、脱皮。涂刷应均匀，色泽一致。
- 3 栏杆及检查设施施工允许偏差应按表 10.2.1 的要求控制。

表 10.2.1 栏杆及检查设施施工允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	构件断面尺寸	±5% 设计尺寸
2	安装尺寸	±20 mm
3	柱垂直度	0.5% 柱高
4	检查梯、台尺寸	±30 mm

10.2.2 防护栅栏施工

- 1 防护栅栏支柱、栅栏材料应符合设计要求。
- 2 应按设计要求埋设防护栅栏支柱，支柱埋设应稳固。
- 3 栅栏应按设计要求安装牢固，不松动。
- 4 防护栅栏在区间线路贯通封闭，应按设计位置、形状尺寸设“严禁入内”的标志。

10.3 取、弃土场

10.3.1 取土时应注意环境保护，取土后的裸露面应按设计采取土地整治或防护措施。风景区或有特殊要求的施工地段，应按设计要求及时配套完成环保工程。

10.3.2 取土场的位置、深度、边坡应符合设计要求，并结合当地土地利用、环保规划进行布置，不得随意取土及在水下取土。

10.3.3 弃土场应符合设计要求并及时完成防护工程。

10.3.4 弃土场的位置与高度应保证路堑边坡、山体和自身的稳定，并不得影响附近建筑物、农田、水利、河道、交通和环境等。否则，应加设挡护或采取其他措施。

10.3.5 弃土堆不宜设置在堑顶上方。

10.3.6 弃土应符合下列要求：

1 严禁在岩溶漏斗、暗河口、泥石流沟上游及贴近桥墩、台弃土、弃碴。

2 沿河岸或傍山路堑的弃土，不得弃入河道、挤压桥孔或涵管口、改变水流方向和加剧对河岸的冲刷，必要时应设置挡护设施。

3 严禁向江、河、湖泊、水库、沟渠弃土、弃碴。

11 环境保护

11.1 一般规定

11.1.1 铁路路基工程施工要认真贯彻“预防为主，防治结合，综合治理”的原则，做到统一规划，合理布局，综合利用，严格控制污染源，保护生态环境。

11.1.2 路基施工组织设计应按环境保护设计的各项要求，并结合工程实际，对在施工中可能造成环境的破坏和不利影响提出具体防治措施和方案，并付诸实施。

11.1.3 施工便道、施工场地等临时工程的规划和修建应符合当地环境保护要求。

11.1.4 铁路路基两侧绿化应符合设计要求。

11.2 水土保持

11.2.1 路基土石方调配应尽可能考虑移挖作填，对取土、弃土、弃碴场址应按设计要求，结合当地土地利用规划统筹考虑，对其裸露面必须进行整治或防护。平原地区的路堤要采取集中取土，以保护沿线的原有地形地貌。

11.2.2 路基土石方施工应做到随挖、随填、随碾压，并应合理安排好施工场地的临时排水。路堑坡面防护工程应及时施工，以减少水土流失对环境影响。

11.2.3 在地基钻孔注浆加固施工中，钻孔内溢出的浆液应回收集中处理，不得任意排放。

11.2.4 使用工业废渣填筑路基时，应按有关规范进行试验，当废渣中含有害物质易造成土质和水质污染时应提出报告，采取相

应措施，批准后方可使用。

11.2.5 清洗施工机械和设备的废水、废油以及生活污水、废弃材料、垃圾等均应集中处理，严禁随意排放、丢弃，防止污染环境。

11.2.6 工程完工后，必须进行施工场地清理。

11.3 空气污染、噪声控制

11.3.1 施工和各项临时设施、施工机械运输组装场地、材料加工厂和混凝土厂等，均宜设在远离居民区常年主风向的下风区。当无法满足时，应采取适当的防尘、防噪声等环境保护措施。

11.3.2 在城镇居民地区施工时，由机械设备和工艺操作所产生的噪声不得超过表 11.3.2 规定限值，并符合当地政府的有关规定，否则应采取消声措施。

表 11.3.2 施工场所噪声限值表

施工阶段	主要噪声源	噪 声 限 值 [dB (A)]	
		昼 间	夜 间
土石方	推土机、挖掘机、装载机等	75	55
打 桩	各种打桩机等	85	禁止施工
结 构	混凝土搅拌机、振捣棒、电锯等	70	55
装 修	吊车、升降机等	65	55

注：1 表中所列噪声值是指与敏感区域相应的施工场地边界线处的限值。

2 如有几个施工阶段同时进行，以高噪声阶段的限值为准。

11.3.3 各种机械设备及运输车辆的废气排放量应符合现行《铁路工程环境保护设计规范》(TB 10501) 和地方政府的有关规定。

11.3.4 各种运输车辆，不得超量装载运输，防止土石散落污染路面，施工便道要采用洒水压尘措施。

11.3.5 工程用的粉末材料，应采用密封或袋装运输，不得散装散卸。在露天堆存时，应采取防止尘埃飞扬和因雨水流失的措施。

11.3.6 改良土施工时应采取有效措施防止粉尘污染。

附录 A 路基填料分组

A.0.1 一般土作为路基填料时，可按土颗粒的粒径大小分为巨粒土、粗粒土和细粒土。

A.0.2 巨粒土、粗粒土壤料应根据颗粒组成、颗粒形状、细粒含量、颗粒级配、抗风化能力等，按表 A.0.2 进行分组。

表 A.0.2 巨粒土、粗粒土壤料分组

一级定名			二级定名			填 料 分 组
类 别	名 称	说 明	细粒含量	颗 粒 级 配	名 称	
巨 粒 土	碎 石 类 土	硬 块 石 土	粒径大于 200 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50% (不易风化，尖棱 状为主)	—	—	硬块石 A
		块 石 土	粒径大于 200 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50% (易风化，尖棱 状为主)	—	—	$R_c > 15 \text{ MPa}$ 的 不易风化软块石 A
	漂 石 类 土	软 块 石 土	粒径大于 200 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50% (浮圆或圆棱状为 主)	< 5%	良好	级配好的漂石 A
					不良	级配不好的漂石 B
					良好	级配好的含土漂 石 A
					不良	级配不好的含土 漂石 B
		漂石土	粒径大于 200 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50% (浮圆或圆棱状为 主)	15% ~ 30%	—	土质漂石 B
				> 30%	—	土质漂石 C

续表 A.0.2

一级定名			二级定名			填料分组
类别	名称	说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
巨粒土	卵石土	粒径大于 60 mm 颗粒的质量超过总质量的 50% (浑圆或圆棱状为主)	<5%	良好	级配好的卵石	A
				不良	级配不好的卵石	B
			5%~15%	良好	级配好的含土卵石	A
				不良	级配不好的含土卵石	B
			15%~30%	—	土质卵石	B
	碎石类	粒径大于 60 mm 颗粒的质量超过总质量的 50% (尖棱状为主)	<5%	良好	级配好的碎石	A
				不良	级配不好的碎石	B
			5%~15%	良好	级配好的含土碎石	A
				不良	级配不好的含土碎石	B
			15%~30%	—	土质碎石	B
	土粒类	粒径大于 20 mm 颗粒的质量超过总质量的 50% (浑圆或圆棱状为主)	<5%	良好	级配好的粗圆砾	A
				不良	级配不好的粗圆砾	B
			5%~15%	良好	级配好的含土粗圆砾	A
				不良	级配不好的含土粗圆砾	B
			15%~30%	—	土质粗圆砾	B
			>30%	—	土质粗圆砾	C

续表 A.0.2

一级定名			二级定名			填料分组
类别	名称	说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
粗 粒 类 土	粗 角 砾 土	粒径大于 20 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50% (尖棱状为主)	<5%	良好	级配好的粗角砾	A
				不良	级配不好的粗角砾	B
			5%~15%	良好	级配好的含土粗角砾	A
				不良	级配不好的含土粗角砾	B
			15%~30%	—	土质粗角砾	B
	细 圆 砾 土	粒径大于 2 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50% (浑圆或椭圆状 为主)	<5%	良好	级配好的细圆砾	A
				不良	级配不好的细圆砾	B
			5%~15%	良好	级配好的含土细圆砾	A
				不良	级配不好的含土细圆砾	B
			15%~30%	—	土质细圆砾	B
	细 角 砾 土	粒径大于 2 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50% (尖棱状为主)	<5%	良好	级配好的细角砾	A
				不良	级配不好的细角砾	B
			5%~15%	良好	级配好的含土细角砾	A
				不良	级配不好的含土细角砾	B
			15%~30%	—	土质细角砾	B
			>30%	—	土质细角砾	C

续表 A.0.2

一级定名			二级定名			填料分组
类别	名称	说明	细粒含量	颗粒级配	名称	
粗 砂 类 土	砾 砂	粒径大于 2 mm 颗粒的质量超过 总质量的 25% ~ 50%	< 5%	良好	级配好的砾砂	A
				不良	级配不好的砾砂	B
			5% ~ 15%	良好	级配好的含土 砾砂	A
				不良	级配不好的含 土砾砂	B
			> 15%	—	土质砾砂	B
	粗 砂	粒径大于 0.5 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50%	< 5%	良好	级配好的粗砂	A
				不良	级配不好的粗砂	B
			5% ~ 15%	良好	级配好的含土 粗砂	A
				不良	级配不好的含 土粗砂	B
			> 15%	—	土质粗砂	B
	中 砂	粒径大于 0.25 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50%	< 5%	良好	级配好的中砂	A
				不良	级配不好的中砂	B
			5% ~ 15%	良好	级配好的含土 中砂	A
				不良	级配不好的含 土中砂	B
			> 15%	—	土质中砂	B
	细 砂	粒径大于 0.075 mm 颗粒的质量超过 总质量的 85%	< 5%	良好	级配好的细砂	B
				不良	级配不好的细砂	C
	粉 砂	粒径大于 0.075 mm 颗粒的质量超过 总质量的 50%	—	—	粉砂	C

注：1 颗粒级配分为良好 ($C_u \geq 5$, 且 $C_c = 1 \sim 3$) 和不良 ($C_u < 5$, 且 $C_c \neq 1 \sim 3$)。

式中：不均匀系数 $C_u = d_{60}/d_{10}$ ；曲率系数 $C_c = d_{30}^2 / (d_{10} \times d_{60})$

d_{10} 、 d_{30} 、 d_{60} 分别为颗粒级配曲线上相应于总质量 10%、30%、60% 含量颗粒的粒径。

2 硬块石为单轴饱和抗压强度 $R_c > 30 \text{ MPa}$ 的块石；软块石为单轴饱和抗压强度 $R_c \leq 30 \text{ MPa}$ 的块石。

3 细粒含量指黏粒 ($d \leq 0.075 \text{ mm}$) 的质量占总质量的百分数。

A.0.3 细粒土壤料应根据土的塑性指数 I_p 和液限含水率 w_L ，按表 A.0.3 进行分组。

表 A.0.3 细粒土壤料分组

一级定名			二级定名			填料分组
土名		液限含水率 w_L	土名	塑性图		
细 粒 土	粉土	$I_p \leq 10$, 且 粒径大于 0.075 mm 粒 径的质量不 超过全部质 量 50% 的土	$w_L < 40\%$	低液限粉土		C
			$w_L \geq 40\%$	高液限粉土		D
	粉质黏土	$10 < I_p \leq 17$	$w_L < 40\%$	低液限粉 质黏土		C
			$w_L \geq 40\%$	高液限粉 质黏土		D
	黏土	$I_p > 17$	$w_L < 40\%$	低液限黏土		C
			$w_L \geq 40\%$	高液限黏土		D
有机土			有机质含量大于 5%			E

注：1 液限含水率试验采用圆锥仪法，圆锥仪总质量为 76g，入土深度 10mm。

2 A 线方程中的 w_L 按去掉百分号后的数值进行计算。

附录 B 路基填筑土工试验及测试记录报表格式

B.0.1 地基系数 K_{30} 试验(记录)报告

施 工 单 位: _____
 施 工 名 称: _____
 施 工 里 程 及 部 位: _____
 填 土 层 次: _____
 测 点 位 置 及 标 高: _____
 试 验 编 号: _____
 报 告 编 号: _____
 试 验 日 期: _____
 报 告 日 期: _____

仪 器 设 备	压 力 表 或 测 力 计			百分表编号	填 料 名 称
	编 号	示 值 范 围	1		
加 载 序 号	压 力 表 或 测 力 计 读 数 (M Pa)	重 载 板 荷 载 强 度 (M Pa)	1	2	累 计 沉 降 量 $S(0.01 \text{ mm})$
预 压		0.01			
复 位		0.00			
1		0.04			
2		0.08			
3		0.12			

续表 B.0.1

加载顺序	压力表或测力计读数(MPa)	承载板荷载强度(MPa)	百分表读数(0.01 mm)			平均值	累计沉降量 S(0.01 mm)
			1	2	3		
4		0.16					
5		0.20					
6		0.24					
7		0.28					
8		0.32					
9		0.36					

沉降 1.25 mm 对应荷载 (MPa)							
$P(\text{MPa})$							
地基系数 K_{30} 值 (MPa/m)							
规定值				实测值			

P-S 曲线	
$P(\text{MPa})$	$S(\text{mm})$
0	0.5
0.04	1.0
0.08	1.25
0.12	1.5
0.16	2.0
0.20	
0.24	
0.28	
0.32	
0.36	

检测评定依据：试验意见：

试验：复核：技术负责人：

B.0.2 灌砂法记录

施工单位：_____ 试验编号：_____
 施工名称：_____ 委托编号：_____
 施工里程及部位：_____ 试验日期：_____

路基填土压实试验记录(灌砂法)

仪器设备	名称	型号	编 号	示值范围	分 辨 率	
					试验砂密度 (g/cm ³)	最优含水率 w_{opt} (%)
采用标准						
试验条件	填料名称	压实方式	颗粒密度 ρ_s (g/cm ³)	最大干密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	最优含水率 w_{opt} (%)	试验砂密度 (g/cm ³)
里 程	位 置	层 次	填土厚度 (cm)	试坑体积 (cm ³)	试坑内砂质量 (g)	湿密度 (g/cm ³)
					试验余砂质量 (g)	干密度 (g/cm ³)
					试验砂质量 (g)	平均含水率 (%)
					干土质量 (g)	孔隙率(%)
					含水率 (%)	实测值
					湿土质量 (g)	规定值

總表 B.0.2

卷之三

複核：_____

技术负责人：_

B.0.3 灌水法记录

施工单位: _____
 工程名称: _____
 施工里程: _____

路基填土压实试验记录(灌水法)

试验编号: _____
 委托编号: _____
 试验日期: _____

仪器设备	名 称		型 号		编 号		示 值 范 围		分 辨 率	
采用标准										
试验条件	填 料 名 称	压 实 方 式		颗 粒 密 度 ρ_s (g/cm ³)		最 优 含 水 率 ω_{opt} (%)				
里 程	标 高 (m)	层 次	填 土 厚 度 (cm)	试 坑 体 积 (cm ³)	试 坑 土 质 量 (g)	湿 密 度 (g/cm ³)	含 水 率 (%)	干 密 度 (g/cm ³)	压 实 系 数 孔隙率 %	实 测 值

總表 B.0.3

七
卷之三

试验：_____ 复核：_____ 技术负责人：_____

B.0.4 气囊法记录

路基填土压实试验记录(气囊法)

施 工 单 位: _____
 施工里程及部位: _____
 施工名称: _____
 试 验 编 号: _____
 委 托 编 号: _____
 试 验 日 期: _____

采 用 标 准	试 验 条 件	填 料 名 称	压 实 方 式	最 大 干 密 度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	最 优 含 水 率 w_{opt} (%)		干 密 度 (g/cm ³)	平 均 含 水 率 (%)	压 实 系 数 孔隙率 (%)	实 测 值	
					含 水 率 (%)	干 土 质 量 (g)	湿 土 质 量 (g)	试 坑 体 积 (cm ³)	试 样 质 量 (g)	规 定 值	
仪 器 设 备					数 量 测 尺 读 数 (mm)	碾 压遍 数	读 数 差				
					里 程	标 高 (m)	填 土 厚 度 (cm)	初 始	终 了		

總表題.0.4

卷八

卷之三

技术负责人:-

B.0.5 核子射线法记录

路基填土压实试验记录 (核子射线法)

施工单位：_____

试验编号：_____
委托编号：_____
试验日期：_____

续表 B.0.5

试验： 复核： 技术负责人：

B.0.6 填土压实试验报告

路基填土压实试验报告

施工单位：_____

报告编号：_____

工程名称：_____

委托编号：_____

施工里程: _____

试验编号: _____

压实方式：_____

报告日期：_____

◎ 漢語文化研究

基础卷四

试验：_____

复核：_____

技术负责人：_____

B.0.7 E_{vd} 路基动态变形模量检测试验报告

E_{vd} 检测试验报告

施工单位: _____
 工程名称: _____
 施工里程: _____
 压实方式: _____

报告编号: _____
 委托编号: _____
 试验编号: _____
 报告日期: _____

试验 条件	填料名称			试验方法			测试部位					
	里 程	检测 日期	标高 (m)	层 次	填土 厚度 (cm)	碾压 遍数	试验 位置	试验 次数	沉陷 值 (mm)	E_w 值 (MPa)	E_{vd} 平均 值 (MPa)	E_{vd} 规定 值 (MPa)
								1				
								2				
								3				
								1				
								2				
								3				
								1				
								2				
								3				
								1				
								2				
								3				
								1				
								2				
								3				
								1				
								2				
								3				
检测评定依据:				试验意见:								

试验: _____ 复核: _____ 技术负责人: _____

B.0.8 路堤填筑质量统计表

工程名称：_____ 施工时间：_____

统计质量管理体系

填筑部位：_____

填报日期: _____

二
樂府

试验室主任:

技术主管:

单位(章):

本技术指南用词说明

使用本技术指南条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》 条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据，存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.1 本技术指南是针对客运专线铁路路基施工编制的。未涉及到的内容应符合相应规范的要求。

1.0.2 当无碴轨道对路基标准有更高要求时，应执行高的标准。

1.0.3 对沉降控制困难的软土地段路基，应合理做好施工组织，提前安排施工，保证必要的预压期。

1.0.6 强调相关工程与路基同步施工，是为了保证成型路基的完整性和整体质量。

3.0.1 施工单位在施工前应首先熟悉设计图纸，以便深入了解设计意图和设计要求，只有做到这一步，才能更好地安排施工，解决好关键技术问题，确保工程质量。

3.0.2 本条是指导性的，执行中可根据具体情况，规定调查项目。

3.0.4 在两个施工单位的分界处，各施工单位管界外的线路控制点与水准点，应由双方共同复测并做出记录，以确保中线高程的正确并衔接一致。

3.0.5 对特殊岩土，除进行一般规定的试验外，还应结合对各种特殊土定名的需要，辅以相应的鉴别试验。

3.0.8 施工便道是施工运输的大动脉，应保证畅通无阻，所以便道应按标准修建。当无设计标准时，施工单位应根据计划的运量和荷载确定修建标准。

3.0.11 开工报告需报送的资料各工程不相同。现将秦沈客运专线路基单位工程开工报告报送资料列出，供参考。

- 1 施工组织设计（施工方案）报审表。
 - 2 施工测量放线报验单。
 - 3 工程试验有关资料（含仪器设备标定情况）。
 - 4 主要人员、材料、设备进场情况。
 - 5 施工现场道路、水、电、通讯等情况，满足施工需要。
- 4.1.5 强调地质核查，确保能真正反映现场实际地质。
- 4.2.4 填筑高度 H 小于等于基床厚度的路堤，基床范围内的地基满足静力触探比贯入阻力 $P_s \geq 1.5 \text{ MPa}$ 或地基基本承载力 $\sigma_0 \geq 0.18 \text{ MPa}$ 时，其基底按设计要求进行换填处理；不满足时，应提出变更进行地基加固处理。当设计对基底处理无要求时可参考说明表 4.2.4 进行处理。

说明表 4.2.4 路堤基底处理技术要求

地基类型		$H \leq \text{基床表层厚度}$	$\text{基床表层厚度} < H \leq \text{基床厚度}$	$H > \text{基床厚度}$
黏性土	水位距地表 $> 0.5 \text{ m}$	基床表层下换填不小于 1.0 m ，填筑 A、B 组渗水性填料， $K_{30} \geq 130 \text{ MPa/m}$	挖除表层不小于 0.5 m ，并回填整平压实至 $K \geq 0.95$ 。	按设计要求进行处理
	水位距地表 $\leq 0.5 \text{ m}$		换填不小于 0.5 m 渗水性填料，并整平压实至 $K_{30} \geq 130 \text{ MPa/m}$ 。	
砂类土		翻挖回填不小于 0.5 m ， $K_{30} \geq 130 \text{ MPa/m}$	整平压实至 $K_{30} \geq 130 \text{ MPa/m}$	
砾卵石、碎石类土		翻挖回填不小于 0.5 m ， $K_{30} \geq 150 \text{ MPa/m}$	整平压实至 $K_{30} \geq 150 \text{ MPa/m}$	
岩 石		坚硬岩石表面应清除凹凸不平面或采用 C25 以上混凝土填平后，直接在其上填筑；强风化硬质岩应清除风化层，整平岩石面后填筑 A、B 组填料，基床底层换填厚度不小于 1.0 m		

4.3.2 换填所用的填料要按换填部位而定，即基床表层采用级配砂砾石或级配碎石；基床底层采用 A、B 组填料；基床以下采

用 A、B 组和 C 组（不含细粒土、粉砂及易风化软质岩）填料。同时，其填筑压实应达到设计规定的压实标准。

4.4.2 参照《地基处理手册》等资料规定对于用作排水固结地基砂垫层的砂，其含泥量不大于 3%。

4.4.5 秦沈线施工中砂碎石垫层压实质量达到中密及以上。

4.5.1 袋装材料普遍采用聚丙烯编织，材料特点是具有足够的抗拉强度、耐腐蚀、便于制作、对人体无害、价格低廉，但抗老化性能差。其技术指标在无设计要求时，可参考以下指标：

质量不小于 95 g/m^2 ，条带抗拉强度大于 750 N/5 cm ，条带延伸率不大于 25%，渗透系数大于 $5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ，等效孔径 O_{95} 采用 $0.05 \sim 0.2 \text{ mm}$ 。砂子应保持干燥，不宜采用潮湿填料，以免袋内填料干燥后，体积减少，造成缩井。（摘自《秦沈客运专线铁路路基施工技术细则（试行）》， O_{95} 值按 2001 年 10 月《铁道学报》增刊 P142 第 2.1.3 条调整）

4.5.2 当袋装砂井长度超过桩架高度，下砂袋时无法将整个砂袋吊起，可以人工装入，套管口装设滚轮。

4.6.1 塑料排水板的选用应着重于芯板材料、滤膜质量、排水的结构等因素综合考虑，其技术指标在设计无要求时，可参考说明表 4.6.1 中指标（摘自《秦沈客运专线铁路路基施工技术细则（试行）》）：

说明表 4.6.1 塑料排水板技术指标

芯 板	芯板材料	高压聚乙烯	滤 膜	滤膜材料	涤纶、丙纶无纺织物
	断面型式	槽型、佛纺型		单位面积重	$>85 \text{ g/m}^2$
	单位长度重量	$100 \sim 130 \text{ g/m}$		抗拉强度	$\geq 150 \text{ N/5 cm}$ （干） $\geq 80 \text{ N/5 cm}$ （湿）
	厚度	$4.5 \sim 6.0 \text{ mm}$		渗透系数	$>5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
	宽度	100 mm		等效孔径	$O_{95} < 0.08 \text{ mm}$
	抗拉强度	$\geq 1.3 \text{ kN/10 cm}$			
	延伸率	$<10\%$			
	纵向通水率	$\geq 30 \text{ cm}^3/\text{s}$			

4.6.2 塑料排水板滤膜在转盘和打设过程中应避免损坏，防止淤泥进入芯板堵塞输入孔，影响排水效果；排水板与桩尖连接要牢固，避免提管时脱开，将排水板拔出。

4.7.5 在堆载预压中，车辆运行容易损坏沉降观测设备，如有损坏应及时修复，否则会影响沉降观测或观测数据的准确性。

4.8.2 抽真空装置由电动机、单极单吸离心泵、清水高压射流泵、蓄水池、进水管、回水管、出水管组成。密封系统由排水管、密封膜、吸水管组成。排水系统由袋装砂井、塑料排水板、砂垫层、滤水管、吸水管组成。量测系统由真空表、孔隙水压力测试仪、沉降测头、水准仪等组成。

抽真空设备及密封系统的技术指标在设计无要求时，可参考下列指标：单机空载真空度不小于 99 kPa；单机加载真空度不小于 96 kPa；现场膜下真空度不宜小于 80 kPa。排水管：主管采用 $\phi 89$ mm 镀锌钢管；支管采用 $\phi 50$ mm 镀锌钢管，间距 4~5 m，管上设 $\phi 8$ mm 滤水孔，孔距 30 mm 或按设计要求；密封膜采用两布一膜防渗土工布；吸水管采用橡胶软管。

4.8.3 为保证真空预压的效果，真空预压所用的滤水层及密封膜材料在无设计要求时，可参考说明表 4.8.3—1 和说明表 4.8.3—2 的规定。

说明表 4.8.3—1 滤水层技术指标

渗透系数 (cm/s)	抗拉强度 (MPa)		隔土层 (mm)
	干态	湿态	
$0.4 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$	20~44	15~30	<0.075

说明表 4.8.3—2 密封膜技术指标

纵向	横向	伸长率 (%)		直角撕强度 (kN)	厚度 (mm)	微孔 (个)
		断裂	低温			
≥ 18.5	≥ 16.5	≥ 220	$20 \sim 45$	≥ 4.0	0.12 ± 0.02	≤ 10

4.9.1 由于施工机具及施工工艺的多样化及地基土的不同，常遇到设计与具体情况不符或处理效果达不到设计要求。因此，施工前必须进行现场成桩试验，以检验设计要求，确定施工工艺及施工技术参数，包括提升高度、挤压时间、分段填砂量等。设计强调挤密效果时试桩数量宜为7~9根，正三角形布置时为7根（即中间1根周围6根），正方形布置时为9根（3排3列）。当达不到设计要求时，应及时会同设计人员调整设计或改进施工工艺。

4.9.5 砂桩施工时，饱和土地基在桩周围一定范围内土的孔隙水压力上升，如果此压力尚未消散，检测结果偏低，将不能代表实际处理效果。因此，原则上应待孔隙水压力消散后进行检测。黏性土地基孔隙水压力的消散需时间较长，砂土则很快。根据经验黏性土为1~2周，砂土为3~5d。砂桩密实程度采用标准贯入试验确定，碎石桩密实程度采用动力触探试验确定。

4.10.1 地下、地表障碍物必须清除，地下障碍物如大石块、树根、地下管线等会影响粉喷机下钻，甚至损坏钻头。施工前应有7d龄期的配比试验资料，以验证设计要求。成桩试验是为了提供符合设计喷粉量的各种施工参数，例如管道压力、灰罐压力、钻机提升速度、旋转速度；验证加固料的搅拌均匀程度及成桩直径；了解下钻及提升的阻力情况，并采取相应的措施。

4.10.3 加固料从料罐到喷灰口有一定的时间延迟，应在加固料到达喷灰口后方可提升钻头作业。钻头提升至地面以下50cm时应立即停止喷粉，以避免环境污染。

4.11.1 在设计无要求时，外掺剂可选用木质素磺酸钙、天然石膏、三乙醇胺、氯化钙、硫酸钠。结合工业废料处理，可掺入适当比例的粉煤灰。

4.11.2 施工时可在钻进时喷浆，也可在提升时喷浆以及下钻和提升时两次喷浆。具体如何操作须根据地基土的软硬情况和设计要求及搅拌头的工艺而定。

4.12.1 喷射注浆的主要材料为水泥，一般采用普通硅酸盐水泥。在水泥浆中分别加入适量的外加剂和掺合料，以改善水泥浆液的性能。常用的速凝早强剂有水玻璃、氯化钙、三乙醇胺等；悬浮剂有膨润土、膨润土加碱等；防冻剂有沸石粉、三乙醇胺和亚硝酸钠等；掺合料多用粉煤灰。所有外掺剂均应通过室内配合比试验或现场试验确定。

4.12.2 高压旋喷桩有单管、二重管、三重管等喷射注浆法，施工顺序大体一致。

4.12.3 高压喷射注浆的压力愈大，处理地基的效果愈好，因此单管法、二重管法及三重管法的高压水泥浆液流或高压水射流的压力宜大于 20 MPa，气流的压力以空气压缩机的最大压力为限，通常在 0.7 MPa 左右，提升速度为 0.1~0.25 m/min，旋转速度可取 10~20 r/min。

当高压喷射注浆完毕后，或在喷射注浆过程中因故中断，短时间（小于或等于浆液初凝时间）内不能继续喷浆时，均应立即拔出注浆管清洗备用，以防浆液凝固后拔不出注浆管。为防浆液凝固收缩，产生空穴现象，应立即回灌浆液捣实。

4.13.1 当设计无要求时，石灰中活性 CaO、MgO 含量不应低于 50%（按干重计），粒径应小于 5 mm，夹石量不大于 5%。

4.18.1 通过试夯和有关测试，与夯前测试数据进行对比，检验强夯效果，确定有效影响深度、单位面积平均夯击能、夯击次数、夯击遍数、间歇时间和夯点布置等各项参数。

4.19.1

1 土工合成材料一般是以纤维或高分子聚合物等为原料制成的，如受日晒雨淋，易老化，使用寿命缩短，并降低材料强度，从而影响正常使用。所以应妥善存放于料棚（库）中。分批堆放便于分批使用，同时分清不同批次材料的有效使用期。

2 本款规定了土工合成材料质量检查验收内容。由于一项工程分多次购入材料，材料、厂家都有变化，故规定每批都要做

试验。当数量较大时，按每 $10\,000\text{ m}^2$ 抽验一次，确保材料质量。当数量太少时，不宜分批购入，以免影响材料质量稳定性。对分批进场的材料，要根据厂家提供的产品合格证、检验单、检验报告等逐件检查验收。

4.19.2

1 铺设土工合成材料下承层的表面如有坚硬凸出物将会刺破或损坏土工合成材料，所以在铺设前要剔除坚硬凸出物，并整平压实。

2 目前一般的土工合成材料纵横两个方面的强度相差较大，纵向强度较高，因此要求将强度高的方向置于路堤主要受力方向铺设，利于充分发挥材料性能。设计有特殊要求时按设计办理。

3 一般情况土工格栅及土工网采用绑扎方法连接，而土工格室采用专用插件连接。

参照《铁路路基土工合成材料应用技术规范》(TB 10118—99)第6.2.2条条文说明，采用绑扎法时，一般每隔 $10\sim15\text{ cm}$ 应有一个绑扎点，以使搭接处的强度满足要求，搭接宽度不小于 10 cm ，在受力方向至少应有两个绑扎点。另一方向只要密贴排放或搭接即可。

4 铺设的土工合成材料如不展平而有褶皱、扭曲，将不利于材料强度的发挥，达不到设计效果。在工程中为保证土工合成材料的铺设质量，常采用插钉固定。

4.19.6 表4.19.6中允许偏差参照《秦沈客运专线铁路路基施工技术细则(试行)》和《铁路路基土工合成材料应用技术规范》(TB 10118—99)制定。

5.1.3 最大干密度是在最佳含水率时进行试验压实的密度，当含水率小于或大于最佳值时，即使其他压实条件相同，其干密度将小于最大值，甚至达不到要求值，故施工时填层的含水率应接近其填料的最佳含水率，一般在最佳值的 $\pm\frac{2}{3}\%$ 之间。式(5.1.3)引自《铁路路基填土压实技术规则》。

5.1.6 改良土是为改善和提高填料的稳定性、防水性或排水性、压实性及强度而采取的措施，其所含成分的均匀性是改良土质能否达到预期效果的关键。采用物理法改良的混合料，应对拌合后的混合料进行筛分，判定其是否达到设计要求；采用化学法改良的混合料，应对其均匀性和掺合料的比例、有效成分进行判定，均匀性一般以观察其色泽为主，掺合料的比例、有效成分应按相应的试验方法进行检测。

5.2.1 本条按《客运专线铁路设计规范》编写。当使用碎石类、砾石类作为填料时，其料源调查时级配以产地取样的筛分为判定依据，施工控制时级配以碾压后取样的筛分为判定依据。

5.3.1

1 随着国家对环境保护要求更加严格，在总的土方调配计划下取土的工作就更加重要，取土失控易造成施工局面混乱和浪费。

2 客运专线铁路与过去的铁路相比，压实标准更高，为保证施工质量和进度，提出选用重型振动压路机。为确保路基施工顺利进行，避免因盲目施工给工程带来重大损失，需在路基正式填筑前选取具有代表性的路段，通过现场压实工艺试验，确定合理的施工方法和有关技术参数，以指导大面积路堤填筑施工。

5.3.2

1 路堤填筑按照“三阶段、四区段、八流程”的施工工艺组织施工，这是已成熟的施工经验。

3 不同压实机具对不同土质的适宜厚度应根据试验段的工艺试验结果确定。由于客运专线铁路路基压实标准要求较高，而且要求有很好的均匀性，为保证压实质量，所以分别规定了不同土质的最大压实厚度。如填土厚度太薄，则易起皮剥离，故规定了最小分层厚度。

4 使用不同填料填筑路堤时，不合理的填筑工艺会引起土质路基出现不均匀沉降、水囊现象和不稳的滑动面，故对不同性

质填料填筑作了规定。

6 改良细粒土和含细粒土较多的粗粒土壤料的碾压施工控制含水率应根据填料性质、压路机压实能力及要求的压实质量综合确定，即应通过现场填筑碾压试验确定。

7 采用振动压路机碾压时，第一遍不振动预压使填土表面平整度较好，并使填土经过预压，振动压实效果比未预压的效果好。压路机行驶速度过慢则影响压实工作的劳动生产率，行驶过快，压实效果较差。一般压路机均有一个最佳适宜的速度，振动压路机为3~6 km/h，故按平均值采用4 km/h，此值是上限。对压实密度要求高的土、铺层厚的土和难于压实的土压实时压路机行驶速度应再降低。

根据土基上的荷载应力分布图，荷载轮廓外缘下面分布的应力比荷载中心的应力小，为了保证横向接缝和纵向接缝之间的压实密度都符合要求，增强路基整体性，故条文规定应重叠压实。

5.4.2 由于基床底层填筑的压实标准比基床以下部位要求高，所以每层最大压实厚度的规定值也相应的减少。

5.5.1 细粒成分含量相对较多的混合料，其级配虽然在规定范围内，但填筑碾压往往达不到孔隙率要求，所以“集料配合比应经过现场填筑碾压试验确定”。通过现场压实工艺验证，确定合理的施工方法和有关技术参数，以指导大面积的填筑施工，同时验证配合比的合理性。避免把级配符合规定，而碾压时达不到密度指标要求的混合料用于填筑，造成不必要的返工浪费。

5.5.2

4 平地机整形易将粗集料刮到表面，造成离析和粗细集料“窝”或“带”，而且平地机来回刮平的次数愈多，离析现象可能愈严重。所以应设一个2~3人小组负责消除平地机整形后的粗细集料“窝”或“带”的现象。

8 薄层贴补容易脱落和被推移，也容易压碎和产生漏浆现象，导致其表层易破坏。因此，不得在表面光滑的低洼处填补新

料。

5.5.3 填料复查试验时，颗粒密度试验应在级配碎石拌合站取样，提前测得其试验值，以作为填筑质量检测的控制指标，而颗粒级配的复查检测应在摊铺现场的不同部分采集，这样才具有代表性。

对于级配砂砾石和用河床内砂卵石破碎筛分级配碎石混合料，施工时为了易于压实，而将含水率调高，而且在碾压过程中，由于表层始终是松散状态，一般需待 2~3 d 晾干固结后进行地基系数测试。但至于需要晾干到什么程度才能测出该层的真实值，还需通过测定含水率加以确定，还有待研究。

5.6

本节参照《公路沥青路面施工技术规范》编写。关于客运专线铁路基床表层铺设沥青混凝土的项目正在做研究，当研究项目完成后，本技术指南将按研究成果进行修订。

5.7

本节参照《秦沈客运专线铁路路基施工技术细则（试行）》和《公路路面基层施工技术规范》（JTJ 034）制定。

5.8.1 土工合成材料受阳光照射易老化，所以强调铺设土工合成材料后应及时填筑覆盖，以延长材料使用寿命。

5.8.2 参照《铁路路基土工合成材料应用技术规范》（TB 10118）制定。为了避免土工合成材料受损伤，禁止施工机械直接在土工合成材料上行走作业。

5.10.1 沉降和稳定等观测点宜在同一横断面上，有利于测点看护，便于集中观测，统一观测频次，更重要的是便于对观测项目数据的综合分析。

沉降仪布点从满足需要与施工便利性考虑，一般路段沉降仪设置在路堤中心，路桥过渡段增设路肩及坡脚（可用边桩兼测）

测点。

5.10.2 观测仪器可采用 S₁、S₃ 水准仪。S₁ 水准仪作为二等水准测量用，主要用于工作基桩和校核基桩高程检测；S₃ 水准仪作三等水准测量用，主要在填筑过程观测沉降用。

5.10.3 观测频次应与位移速率相适应，位移越小，观测频次也可减慢；反之位移越大，观测频次越要加快。一般路堤在极限高度以下，位移较小，观测次数可少些。极限高度以上填筑时，路堤极易失稳，因此，要求每填一层均要观测，间歇期要增加测次；当位移曲线骤然变大时，更要跟踪观测，分析原因。并考虑是否需要采取措施。

5.11.1 雨季施工路段应经过详细选择，在保证工程质量的前提下提前安排。

5.11.3 在雨天施工无法保证非渗水土填料及填层的含水率符合要求，故严禁填筑。

5.11.6 雨后在路堤继续填筑施工之前，应将表面晾干，并进行清理、整平、碾压。因雨水对已填筑顶层的密实度有不利影响，所以应抽查顶层填料的密实度。

5.12.2 使用冻土或掺有冻土的填料填筑路堤，一是不易压实，二是路堤本身冻土融化后将产生较大的沉降。故作此规定，以保证路堤质量。对路堤填料及其含水率、压实功能的要求，同样是为了避免产生较大的沉降。

5.12.3 本条规定，一是为了保证质量，二是为了避免冻结后进行地基或基底处理投入过大。

5.12.5 如在冻结后整修路基面及修建边坡，解冻后易产生变形。

6.1.1 地形、地质及水文地质环境是路堑施工布置最重要的依据，而这些条件时常会发生变化或不符；故特强调按施工时的实际情况布置施工。

6.1.3 所列要求和适用条件是指导性的，施工时按具体情况应

用。

6.1.4 天沟铺砌防渗是为了保持边坡稳定而设，故应及时铺砌。

6.1.5 本条规定是根据以往施工引起边坡滑坍或落石、发生事故的经验教训，针对其主要起因提出。第3款中不利于边坡稳定及施工安全的岩层走向、倾角，可通过实地勘察、查对设计资料及有关经验数据，作出定性判断。

6.4.1 地下水路堑开挖时，应做好降排水、以防地下水渗入作业区。

6.4.2 渗水沟开挖须保护沟槽两壁平顺，以确保渗水畅通。

6.5.1 本节计算和使用的炸药药量，均以2号岩石硝铵炸药为准。2号岩石硝铵炸药的爆力、猛度参数值以产品标准所列数据为准。

2 本款所提原则性要求是评价爆破工作质量、效果的主要依据。

3 强调工程爆破施工必须保证当地的安全和对环境、卫生的保护，并征得地方政府的有效配合。

6.5.2

1 以往炮孔法分为浅孔和深孔爆破，这种分类在技术上和设计上并无明显差别，对炮孔的孔网和装药参数无合理而严格的规定，而是凭经验进行，因而效率不高，爆破效果离散性大。近几十年来，国际上对炮孔法已有了很大发展，形成了一套较成熟和完整的设计理论、计算方法及施工工艺，经实践证明，在很大程度上提高了爆破效率。

2 台阶法炮孔的优点：起爆后的破裂角较大；产生一部分向上分力，抵抗线前面的分力较小，从而可增加爆破量。钻孔偏差对爆破效果有重大影响，在施工中应考虑钻孔偏差因素。

3 从试验得知采用斜炮孔的超钻深度可取 $0.3W$ ，对垂直孔则取 $0.35W - 0.4W$ 。

4 炮孔底部受夹制作用最大，愈向上愈小，故底部、柱部

装药量不同。在采用同类炸药时，柱部炮孔装药集中度为底部一段药集中度的 40%~50%。一般底部用大药卷，柱部装小药卷，或底部装高密度、高威力炸药，柱部装低密度、低威力炸药。在工程实际应用中取得充分破碎岩石，又不致产生大量飞石的效果。

6.5.3

3 光面、预裂爆破炮孔间距应尽可能地密一些以达更好的爆破效果。

6 预留光面层实施光面爆破，即预留光爆孔与最后一排主炮孔之间的爆破体，待主炮孔爆破后单独进行爆破，其爆破效果会更好。

6.5.4 通常用这些条件做为衡量光面、预裂爆破的效果的标准。

7.1.1 路堤与桥台、路堤与横向结构物、路堤与路堑以及路堑与隧道的连接路段，都是易产生不均匀沉降的部位。施工时，应根据设计的要求，在需设置过渡段的部位，从施工控制到工艺技术，工期安排到质量检测等方面采取综合措施，最大限度地减少轨下基础的不均匀沉降，保证轨道的平顺性满足高速行车的要求。

7.1.2

1 过渡段路堤的施工应有利于减小工后沉降。过渡段路堤的施工组织与工艺应在符合设计规定的要求下，针对不同情况，采取适宜的措施，确保工后沉降符合设计要求。

6 过渡段在填筑过程中，除基坑回填、地表处理等应按设计要求施工外，还应注意桥台（涵）圬工强度是否达到了规定标准，否则将引起结构物的开裂、变形、错位、垮塌等破坏。要求过渡段路堤与相邻路堤和锥体同时进行碾压，是保证过渡段路堤各部分的压实比较均匀，减小不均匀沉降的施工措施之一。

7.1.3 重视水对过渡段的不利影响，采取有效的防排水措施，是对过渡段施工排水的基本要求。具体应做好表层拦截、台背及

底部疏排的技术措施，尽量将水排出路堤体外，减小水对路堤及地基的浸湿软化。

7.1.4 应掌握好过渡段路堤进行防护砌体的施工时间，最好在地基基础（特别是软土地基）和路堤变形基本稳定后安排施工，否则易引起砌体开裂、坡面出现凹陷错动等现象，影响防护功能和视觉效果。

7.2.2 由于小型振动压路机的夯实能量有限，填料的松铺厚度应减薄一半（不宜超过20cm），并增加碾压次数，压实密度才可能得到保证。

7.2.3 过渡段的沉降观测是检测处理措施是否符合设计要求的基本手段。当设计无要求时，对软土、松软土地段可以台背为起点（含桥台），在3m、8m、13m、18m、25m的位置设路肩沉降观测点，在3m、13m的位置设软土地基地表沉降观测点，对于一般地基上的过渡段只进行路肩沉降观测。

秦沈客运专线的施工经验表明，用于软土地基地表沉降观测的沉降板具有工艺简单，观测方便，成本低廉等优点，非常有利于基层单位的推广应用。但对施工干扰大，极易受破坏，完好率较低是其存在的最大的问题。在有条件时，可采用对施工干扰小的剖面沉降仪进行测试。

7.3.2

1 横向结构物承受的主要荷载在垂直方向，横向的抗倾覆、抗滑移、抗剪切能力一般都较低。过渡段路堤施工时，若两边不按大致相同的高度进行填筑，可能造成横向结构物承受较大的横向力，引起结构的开裂、错动、倾斜、滑动等破坏。

2 由于横向结构物没有两端的耳墙阻碍，在靠近横向结构物的部位，压路机可平行于横向结构物的进行横向碾压。

3 横向结构物的顶部填土厚度较小时，若使用大型压路机直接进行振动碾压，横向结构物的顶板将承受过大的冲击力，可能会引起结构产生裂缝、掉块、断裂、移动等损伤。

7.6.3 现场碾压试验，是将设计标准和室内试验数据转化为施工控制参数的必要环节。在大规模施工之前，或材料来源发生变化后，都应按规定进行现场碾压试验，以确定填筑工艺，保证碾压质量。

8.0.1~8.0.9 参照现行《铁路路基施工规范》编写。

9.1

本节的编写主要参照《铁路路基施工规范》及《秦沈客运专线铁路路基施工技术细则》。为保证施工质量，本节明确规定路基防护及排水工程砂浆、混凝土应采用机械拌合。

9.2

本节主要参照《铁路路基施工规范》，并结合《秦沈客运专线铁路路基施工技术细则》、《公路路基施工技术规范》、《铁路路基边坡绿色防护技术暂行规定》及近几年工程实践编写。根据边坡植被防护技术的发展及应用，本节第9.2.1条中增加了喷播植草防护。根据秦沈客运专线路基防护设计及施工情况，本章增加了混凝土预制块及固土网垫植草防护，淘汰了已落后的抹面、捶面防护。

9.2.2 参考《铁路路基土工合成材料应用技术规范》(TB 10118)编写。根据工程施工经验将土工网垫的搭接宽度由2cm调整为5cm。土工网垫的固定钉在搭接处应适当加密。

9.4.4 为使工序紧密衔接及保证检查井与渗水暗沟基础连接处质量，在此规定检查井基础应与渗水暗沟混凝土基础同时完工。根据秦沈客运专线铁路路基施工经验，为保证路基质量，有必要规定检查井基坑回填的压实质量要求。

10.1.1 为保证客运专线铁路路基修筑质量，避免传统施工方法带来的站后工程对路基的破坏，所有需在路基上开挖埋设、设置施工应与路基施工统筹安排，同步修建，并保证回填质量。

10.2.2 防护栅栏采用全线贯通封闭设置，是客运专线铁路安全、畅通的保障措施，所以防护栅栏本身的可靠程度尤为重要，故做此规定。

10.3.4 本条系弃土的原则要求，设计对弃土有要求时，按设计要求执行。

10.3.6 为防止多余的弃土随水浸流，造成污染和淤积。条文中对弃土的要求，是根据《铁路工程环境保护设计规范》(TB 10501)编写。

11.1.1~11.1.2 增强施工人员的环境保护意识，加强文明施工；施工组织设计应含环境保护措施，并在施工中付诸实施。

11.1.4 铁路路基两侧绿化是指坡脚以外的植物种植，应按设计要求组织施工。

11.2.4 利用工业废渣作为填料或改良掺合剂时，在使用前应进行有害物质的含量测试，避免有害物质超标，污染环境。

11.3.1~11.3.6 主要是防止粉尘、废气和由于机械设备工艺操作所产生的噪声污染环境，保护居民和施工人员身体健康。表 11.3.2 中限值摘自《建筑施工场界噪声限值》(GB 12523)。

